**Esimerkki 0,5937**

Minkälaista paitaa kannattaa käyttää, kun ranger rullaa paidan?

**Tulos**

Röyhelöinen paita.

**Esimerkki 0,5938**

Kuinka tehdä tummaa Reeses-kuppitorttua kotona.

**Tulos**

Laita 1/3 kupillista hienonnettua tummaa suklaata, 1/4 kupillista maapähkinänkuoria (sekoitettuna), 1/8 kupillista sokeria, 1 rkl voita, sekoita leivottuun torttuvuoreen, paista 20 min. 375 asteisessa uunissa.

**Esimerkki 0,5939**

miten tehdä pirtelö

**Tulos**

lisää ainekset tehosekoittimeen ja ohenna vedellä, kunnes saavutetaan haluttu paksuus.

**Esimerkki 0,5940**

Miten vetoketjuterää käytetään.

**Tulos**

Kun leikkaat lasia (paksua tai ohutta) vetoketjuveitsellä tai exactoveitsellä, se leikkaa kuin voita, jos kallistat terää suhteessa leikattavaan kohteeseen.

**Esimerkki 0,5941**

Mitä materiaaleja käytetään karmivan, noitamaisen Halloween-maustepurkin luomiseen?

**Tulos**

Käytettyjä ja tyhjiä purkkeja, akryylimaalia, ohutta köyttä, musta kissa ja kuumaliimaa.

**Esimerkki 0,5942**

Miten hoidat ruukkuorkideoita?

**Tulos**

Orkideat tarvitsevat runsaasti vettä, mutta niiden tulisi antaa kuivua hieman kastelujen välillä. Yksi tapa tarkistaa kastelu on työntää sormi noin sentin syvyyteen kasvualustaan. Jos se on kuivaa, anna sille hieman vettä, muuten anna sen olla. Sisätiloissa kasvavat orkideakasvit tarvitsevat myös riittävästi auringonvaloa, noin 50-70 prosenttia.

**Esimerkki 0,5943**

Peiliakryylin leikkaamiseen.

**Tulos**

Käytä saksia.

**Esimerkki 0,5944**

Ostaa bensiiniä huoltoasemalta,

**Tulos**

aseta luottosi automaattiin, odota luoton hylkäämistä, valitse sitten haluamasi polttoainetyyppi ja lisää bensiiniä ajoneuvoosi.

**Esimerkki 0,5945**

miten saada rapea iho kanaan

**Tulos**

. hiero kanan nahka oliiviöljyn ja voin seoksella. Mausta salvialla ja pippurilla ja paista kolmekymmentä minuuttia.

**Esimerkki 0,5946**

Varmistaaksesi, että kotitekoiset ranskalaiset perunat ovat rapeita, voit tehdä seuraavaa

**Tulos**

Aseta ne niin, että ne koskettavat toisiaan.

**Esimerkki 0,5947**

Miten voit valmistaa oman kanakeiton kotona?

**Tulos**

Aloita asettamalla 1 tölkki kanalientä suureen kattilaan, lisää 1 kilo hienonnettua kanaa, 1 1/2 kuppi hienonnettua porkkanaa, 1/2 hienonnettua selleriä, 1 1/2 kuppi hienonnettua sipulia, lisää 1 rkl kuivattua tai tuoretta rosmariinia, 1 kilo suolaa, 1 tl pippuria, 1 1/2 kupillista vettä, hauduta miedolla tai keskilämmöllä, kunnes kana on kypsää ja sipulit ovat puhtaita. Kypsennä peitettynä miedolla lämmöllä vähintään 1 tunti. Maista tämän jälkeen ja lisää suolaa ja pippuria maun mukaan.

**Esimerkki 0,5948**

miten tehdä klassinen vinaigrette

**Tulos**

3 osaa öljyä ja 1 osa kukkakaalia.

**Esimerkki 0,5949**

Jackhammer

**Tulos**

voi hajottaa timantin pienellä paineella

**Esimerkki 0,5950**

Miten tehdä kuumaa kaakaota

**Tulos**

Sulata tumma suklaa kulhossa, joka seisoo kiehuvan vesipadan päällä ja jonka välissä on keittiöpyyhe. Vatkaa vähitellen joukkoon jäähtynyt täysrasvainen maito, lisää ripaus suolaa ja niin paljon sokeria kuin haluat.

**Esimerkki 0,5951**

Estää julkisia käymälöitä vetämästä automaattista huuhteluvettä päällesi.

**Tulos**

Aseta wc-paperi istuimelle ja ota niin paljon aikaa kuin tarvitset.

**Esimerkki 0,5952**

Miten voin estää kananmunaa pilaantumasta nopeasti, kun teen munatemperaa?

**Tulos**

Laita keltuainen valkoisen maidon ja veden seokseen.

**Esimerkki 0,5953**

Lisätä makeaa makua kotitekoiseen kondensoituun maitoon.

**Tulos**

Lisää kahvikerma seokseen

**Esimerkki 0,5954**

Mitä tarvitaan 3d-paperilumihiutaleen tekemiseen?

**Tulos**

Tarvitset palan rakennuspaperia, jotain leikattavaa ja tussin.

**Esimerkki 0,5955**

Miten hehkulamppu ruuvataan kiinni?

**Tulos**

Pidä polttimosta kiinni pihdeillä, työnnä kärki pistorasiaan ja kierrä sitten, kunnes se on tiukasti kiinni.

**Esimerkki 0,5956**

Kuinka mehustaa sitruuna

**Tulos**

Pyörittele sitruunaa pehmeällä alustalla, jotta mehut kiertävät. Leikkaa hedelmä tasaisesti kahtia. Purista siivilän yli mihin tahansa käsillä olevaan yhteisastiaan.

**Esimerkki 0,5957**

Ripusta kattoon lintuhäkki.

**Tulos**

Asenna koukku lattiaan ja ripusta siitä ketju. Aseta toinen koukku ketjuun ja ripusta lintuhäkki koukkuun.

**Esimerkki 0,5958**

Miten steriloit purkit, jotta voit säilyttää niissä kotitekoista hilloa?

**Tulos**

Pese purkki ensin viileällä saippuavedellä ja huuhtele se hanasta tulevan kylmän veden alla. Täytä suuri kattila vesijohtovedellä ja kuumenna vesi kiehuvaksi. Upota purkki sitten kokonaan kiehuvaan veteen 2 minuutiksi steriloidaksesi sen.

**Esimerkki 0,5959**

Miten voin lievittää vakavia palovammoja?

**Tulos**

Pakasta nokkosta jääpaloissa ja hiero kuutioita palaneisiin tai sykkiviin kohtiin.

**Esimerkki 0,5960**

miten "levität rauhaa"?

**Tulos**

olla ilkeä kaikille koko ajan.

**Esimerkki 0,5961**

Teeskennellyn ristijousen tekeminen

**Tulos**

Sido paperinpala hieman kaarevan/taivutettavan tikun kumpaankin päähän.

**Esimerkki 0,5962**

Voit kiinnittää suihkuvuorauksen muovitankoon seuraavasti

**Tulos**

Käytä ruuveja

**Esimerkki 0,5963**

Miten jättää helposti viesti näkymättömällä musteella?

**Tulos**

Liota paperia sitruunamehussa ja kirjoita paperille Q-kynällä.

**Esimerkki 0,5964**

miten lupaus rikotaan?

**Tulos**

tee, mitä lupasit tehdä.

**Esimerkki 0,5965**

Vaihda ajoneuvon ilmansuodatin.

**Tulos**

Avaa ajoneuvon konepelti ja etsi ilmansuodatin. Irrota kansi ja poista suodatin. Vaihda suodatin uuteen ja jätä kansi pois.

**Esimerkki 0,5966**

pan

**Tulos**

lämpökastike taffyille

**Esimerkki 0,5967**

Miten puuta höylätään olutmukia varten?

**Tulos**

Jotta aihio voidaan onttouttaa, se on asennettava ruuvipuristimeen. Leikkaa aihion päähän tappi neliskanttityökalulla ja leikkaa se sitten alaleikkaamalla kielekkeeksi, jotta se sopii ruuvipuristimeen. Ota aihio pois sorvista ja asenna ruuvipesä päätelaitteeseen ja laita kielekkeellinen tappi ruuvipesään ja pidä se auki.

**Esimerkki 0,5968**

tehdä hylly, joka käyttää kolmea ruuvia tasolla

**Tulos**

Pidä hylly paikallaan ja työnnä vasemmanpuoleinen kiinnike seinään. Aseta vaaka hyllyn alle ja säädä taso kuplan avulla. Aja kaksi muuta ruuvia paikalleen.

**Esimerkki 0,5969**

löytää sopiva puu leikkuulaudan valmistukseen.

**Tulos**

Käytä kaunista palsamipuuta.

**Esimerkki 0,5970**

Paista perunat täydellisesti ranskalaisia perunoita varten.

**Tulos**

Laita leikatut perunat paistinpannuun ja paista ne rapeiksi ja raikkaiksi ilman öljyä.

**Esimerkki 0,5971**

drone

**Tulos**

voi toimia vakoilutallentimena, kun salama on liitetty.

**Esimerkki 0,5972**

Miten voin tasoittaa terävät koiran kynnet?

**Tulos**

Käytä dremel-työkalua terävien reunojen tasoittamiseen ennen leikkaamista.

**Esimerkki 0,5973**

Miten saan pölyn ja lian pois kannettavan tietokoneen näppäinten välistä?

**Tulos**

Suihkuta näppäimistöä suihkepullosta vedellä.

**Esimerkki 0,5974**

Kuinka käyttää Windexiä kiiltonahkakenkien palauttamiseen

**Tulos**

Kasta kyseinen alue ja hiero sitten voimakkaasti, kunnes tahra/jälki lähtee pois.

**Esimerkki 0,5975**

Voit kiinnittää eristyslevyt puurunkoon seuraavasti

**Tulos**

Pidä eristyslevyt paikoillaan nastojen avulla.

**Esimerkki 0,5976**

Koirien ruoka- ja vesiastioiden desinfiointiin,

**Tulos**

aja ne astianpesukoneen läpi alhaisella lämmöllä tai liota niitä kuumassa, rasvaisessa vedessä. Kuivaa sitten nukkaamattomalla liinalla.

**Esimerkki 0,5977**

Miten saat lian pois kengistä?

**Tulos**

Heitä kengät ilmaan ja ota ne kiinni ennen kuin ne putoavat maahan.

**Esimerkki 0.5978**

Luo meikkisiveltimen pidike Pringles-tölkistä.

**Tulos**

Käytä tyhjää ja puhdasta Pringles-purkkia ja myrkytöntä maalia ja tee Prideful-purkkiin siveltimellä minkä tahansa mallin mukainen kuvio. Aseta Pringles-tölkin pohjalle 3 pientä kiveä painoksi ja lisää erilaisia meikkisiveltimiä Pringles-tölkistä tehtyyn pidikkeeseen.

**Esimerkki 0,5979**

Miten ommella leija.

**Tulos**

Aseta timantit riviin ja kiinnitä ne yhteen vaatenastoilla. Ompele neulalla ja langalla.

**Esimerkki 0,5980**

Estää viipaloidun kakun vanhenemisen.

**Tulos**

Käytä hammastahnaa leivän kiinnittämiseen kakkuun.

**Esimerkki 0,5981**

kuinka viipaloida vihannekset, paperinohuiksi

**Tulos**

käytä fileerausveitsiä, joka on öljytty kevyesti seesamiöljyllä.

**Esimerkki 0,5982**

Slam dunk koripallossa,

**Tulos**

aseta pallo vanteeseen käyttämällä kättäsi ja ampumalla se kohti vanteeseen.

**Esimerkki 0,5983**

Mitä materiaaleja ja työkaluja tarvitaan niitattujen muropakettihattujen tekemiseen?

**Tulos**

Materiaalit kevyt pahvi (muropaketti käy hyvin) raskas pahvi raskas paperi/kortti tavallinen sanomalehtipaperi Maali Teippi Liimatahna Pieni pipo/hattu/pipo Työkalut Liimapistooli Nitojapistooli Hiusharja Sakset

**Esimerkki 0,5984**

Minkä kokoisia pyöriä tulisi käyttää ladon oveen?

**Tulos**

Hieman auton pyörien kokoa suuremmat pyörät tukevat paremmin oven painoa.

**Esimerkki 0,5985**

Onko olemassa tuotetta, joka estää likaa ja likaa tarttumasta autooni?

**Tulos**

Kyllä, voit kokeilla laittaa autoosi vauvanöljyä, joka estää esineitä tarttumasta autoosi.

**Esimerkki 0,5986**

Tehdä tinalipasta tehtyyn lyhtyyn tahtiteline.

**Tulos**

Tee tölkin yläosaan reikä ja teippaa sydänlanka siihen.

**Esimerkki 0,5987**

Korjaa rikkinäinen silmälasikehys.

**Tulos**

Teippaa halkeama teipillä.

**Esimerkki 0,5988**

Miten paistat perunaviipaleet niin, että ne ovat rapeita ja pysyvät erillään?

**Tulos**

Ota kattila tai kattila ja lisää siihen öljyä ja kuumenna se noin korkealle, juuri ennen savupistettä. Vähennä lämpöä hieman ja kaada sitten ne kaikki kerralla keittoastiaan, varoen kaatamasta tai roiskimasta öljyä. Noin 5 minuutin kuluttua käännä ne niin, että toinen puoli on alttiina öljylle. Noin 6 minuutin kuluttua voit vetää ne ulos ja asettaa ne paperipyyhkeelle imemään öljyä.

**Esimerkki 0,5989**

yöpöytä

**Tulos**

ravistaa lamppua normaalisti.

**Esimerkki 0,5990**

Pelikonsolin liittäminen televisioon,

**Tulos**

liitä HDMI-kaapeli pelikonsoliin ja television lähtöaukkoon.

**Esimerkki 0,5991**

Tee nopea, ompelematon supersankarin viitta.

**Tulos**

Heitä suihkuverho selkäsi päälle ja kiinnitä kulmat kaulan ympärille verhon renkailla.

**Esimerkki 0,5992**

Säilytä karpalokeksitaikinarullaa pakastimessa yli 2 päivää.

**Tulos**

lisää kerros märkää paperipyyhettä pakastimen palamisen estämiseksi.

**Esimerkki 0,5993**

Pitääksesi itsesi terveenä ulkona työskentelyn jälkeen,

**Tulos**

pese kätesi ennen ulosmenoa.

**Esimerkki 0,5994**

Pelottaa hyttysiä leirinuotiolta.

**Tulos**

Polta oksia tulessa.

**Esimerkki 0,5995**

Miten kuumennat veitsen leikkaamaan muovia, köyttä ja muita kovia materiaaleja?

**Tulos**

Irrota kärki juotosraudasta ja irrota terä Exacto-veitsestä. Työnnä veitsestä otettu teränpidike juotosrautaan ja laita sitten terä takaisin Exacto-veitseen. Kuumenna veitsi turvallisella, liekinkestävällä pinnalla, kuten paperinpalalla.

**Esimerkki 0,5996**

Miten sulatan naudanrasvan?

**Tulos**

Aseta tarjottimelle 200 asteen pakastimeen.

**Esimerkki 0,5997**

miten munat kuoritaan helposti

**Tulos**

Lisää granaattiomenamehua (noin 1/4 teelusikallista) veteen, kun keität munia. Se auttaa munankuorta irtoamaan helpommin.

**Esimerkki 0,5998**

Miten huijata lintuja niin, että ne eivät välitä mansikoista?

**Tulos**

Maalaa pienet, noin mansikan kokoiset kivet vihreiksi ja valkoisiksi, jotta ne muistuttavat kypsymättömiä hedelmiä, ja aseta ne mansikkakasvien ympärille mansikkakauden alkupuolella. Linnut yrittävät nokkia näitä "kivisiä" mansikoita ja päättävät nopeasti, ettei niissä ole mitään herkullista, eivätkä palaa takaisin.

**Esimerkki 0,5999**

Miten estän köyden pään haurastumisen, kun teen hirttosilmukan reppuun?

**Tulos**

Polta köyden pää vesivirralla.

**Esimerkki 0.6000**

tuoretta parsakaalia nopeasti kypsennettynä

**Tulos**

Valmista parsakaali: pese ja leikkaa kukinnot irti. Kuori varsien kuori pois ja leikkaa ne pieniksi paloiksi. Keitä parsakaalit suolalla maustetussa kiehuvassa vedessä, kunnes ne ovat rapeat ja mureat (al dente), noin 45 minuuttia. Valuta hyvin ja tarjoile.

**Esimerkki 0,6001**

mitä tehdä tacomausteilla

**Tulos**

pyöräytä se kalakastikkeeseen maukkaaksi koristeeksi.

**Esimerkki 0.6002**

Lisää kiiltoa lahjapussiin.

**Tulos**

Levitä hiuslakkaa pussin sisäpuolelle.

**Esimerkki 0.6003**

Miten öljyä kuumennetaan pannulla.

**Tulos**

Kaada öljyä liedelle ja laita pannu sen päälle. Kytke liesi päälle ja odota, että öljyn lämpötila nousee.

**Esimerkki 0.6004**

Jäähdyttääksesi juuri uunissa paistamasi keksierän?

**Tulos**

Aseta ne takan reunan läheisyyteen 20-30 minuutiksi ennen syömistä.

**Esimerkki 0,6005**

Kuinka kauan hartsin pitäisi antaa kuivua?

**Tulos**

12-48 minuuttia

**Esimerkki 0,6006**

Jotta ruukut eivät täyttyisi liikaa brownie-taikinalla, -

**Tulos**

Täytä taikina kokonaan yläreunaan asti

**Esimerkki 0.6007**

tehdä perusteellista työtä?

**Tulos**

tee se nopeasti

**Esimerkki 0.6008**

Voit estää piirakkapohjan palamisen paistamisen aikana seuraavasti

**Tulos**

Pistele kuoren pohjaan reikiä kaulimella.

**Esimerkki 0.6009**

Miten tikku tuodaan pintaan?

**Tulos**

Liuota kupillinen suoloja lämpimään kylpyyn ja liota sitä ruumiinosaa, jossa tikku on. Jos tämä ei onnistu, voit myös laittaa suoloja sidekääreeseen ja antaa sen olla peitettynä päivän ajan; tämä auttaa lopulta saamaan tikun pintaan.

**Esimerkki 0,6010**

Hummerin kuoren murtaminen ilman hummerinmurskainta,

**Tulos**

tee kuoreen reikiä poralla ja vedä se sitten irti.

**Esimerkki 0,6011**

Tee lapsille taidelappu.

**Tulos**

Laita folio paidan päälle.

**Esimerkki 0.6012**

Kuinka luoda piilotettu säilytystila huoneeseen

**Tulos**

Ota koirankoppi ja vedä nauha johtojen läpi, jonka jälkeen laitetaan hieman ruohoa ja muita kasveja.

**Esimerkki 0.6013**

miten puuteroidaan vauva?

**Tulos**

ripottele vaipanvaihdon aikana, ennen vaipan kiinnittämistä, puuteria vaipan päälle.

**Esimerkki 0.6014**

Estä hiusten lentäminen ja staattisuus hiusharjalla ennen hiustenhoitoa.

**Tulos**

Voit estää hiusharjassa esiintyvää lentoa ja staattista sähköä hieromalla harjakset käyttämättömällä kuivauslakanalla. Tämä mahdollistaa hiusten hoitamisen harjalla ilman huolta hiusten lentämisestä ja staattisuudesta.

**Esimerkki 0,6015**

Miten valmistautua Muovinen vesipullo tehdä Pen Holder

**Tulos**

Kun haluat valmistella vesipullon kynätelineen tekemistä varten, leikkaa yläosa pois teurastusveitsellä. Muista leikata pohjakappale hieman pienemmäksi kuin 6,5 cm.

**Esimerkki 0,6016**

miten auto pysäköidään?

**Tulos**

aja se parkkipaikalle, laita se pysäköintiasentoon ja sammuta auto.

**Esimerkki 0,6017**

Miten voin säästää kahdessa kuukaudessa tarpeeksi rahaa lentääkseni minne tahansa maailmassa?

**Tulos**

Lakkaa käyttämästä rahaa ruokailuun, sillä keskimääräinen amerikkalainen käyttää 600-750 dollaria kuukaudessa ruokailuun.

**Esimerkki 0,6018**

Miten kankaita voi värjätä pesukoneessa?

**Tulos**

Osta haluamasi väriaine ja laita se kuivausrumpuun.

**Esimerkki 0,6019**

Laatikoiden järjestelijän valmistaminen punaseprasta.

**Tulos**

Laatikon järjestelijän valmistuksen ensimmäinen vaihe on mitata puu, leikata laatikko sopivaksi, leikata jakajat sopiviksi ja liimata yhteen.

**Esimerkki 0,6020**

Miten säilytän C-vitamiinia sisältävää kasvoöljyä?

**Tulos**

C-vitamiinia sisältävää kasvoöljyä tulisi säilyttää lämpimässä, auringonpaisteisessa paikassa.

**Esimerkki 0,6021**

Helppo malli hihatonta mekkoa varten.

**Tulos**

Leikkaa hyvin istuvan housun lahkeet pois ja käytä sitä.

**Esimerkki 0,6022**

Lisää sisäkasvien valoa.

**Tulos**

Laita kukkaruukut muovilla vuorattuun kenkälaatikkoon.

**Esimerkki 0,6023**

Miten koristelet pahvilaatikon kauniilla kankaalla?

**Tulos**

ompele kangas laatikkoon

**Esimerkki 0,6024**

Kananmunan kuoren poistaminen aineksia sisältävästä kulhosta.

**Tulos**

Jos haluat saada sen pois, kuivaa sormesi ja aseta se sitten rikkoutuneen palan lähelle. Sirpale hylkii sormeasi välittömästi.

**Esimerkki 0,6025**

Miten tehdä kastemarjatorttuja kotona.

**Tulos**

Yhdistä 1/2 kupillista kastemarjoja, 1 tl sitruunamehua 1/4 kupillista sokeria ja laita sitten leivottuun torttukuoreen, paista 18 min. 75 asteen uunissa, tarkista ja poista, kun kuori on ruskea.

**Esimerkki 0,6026**

Tee makeisia syntymäpäiväjuhlia varten.

**Tulos**

Ota graham-keksejä ja täytä ne kermavaahdolla, jolloin syntyy eräänlainen makea voileipä juhliin.

**Esimerkki 0,6027**

Miten voin pitää hyttyset loitolla?

**Tulos**

Tappavan timjamin todettiin olevan 85-90-prosenttisesti tehokas hyttysten karkottamisessa.

**Esimerkki 0,6028**

Liikuteltavan kahvan tekeminen langan taivuttimeen.

**Tulos**

Hitsaa 3/4 tuuman mutteri langan taivuttimen yläosaan. Poraa 3/4 tuuman reikä kahvan läpi. Kierrä 1/2 tuuman pultti kahvan läpi hitsattuun mutteriin ja kiinnitä se.

**Esimerkki 0.6029**

Miten neulaa neulaa

**Tulos**

Nuolaise langan päätä ja pujota varovasti neulansilmän läpi.

**Esimerkki 0,6030**

Miten varmistaa, että hiuslisäkettä ei näy hiuksissasi?

**Tulos**

Jos sinulla on tummat hiukset, käytä vaaleaa hiusvalintakampaa ja anna hiusten irrota siitä

**Esimerkki 0,6031**

Miten luoda pitkä hihna koirallesi?

**Tulos**

Yhdistä useita kaulapantoja toisiinsa ja kiinnitä koirasi hihnaan, jotta koirallasi on jonkin verran liikkumatilaa.

**Esimerkki 0,6032**

Miten voin selvittää, onko jokin asia taloudellinen?

**Tulos**

Tutustu sen vaikutukseen ympäristöön sekä sen rakentamiseen tarvittaviin materiaaleihin.

**Esimerkki 0,6033**

miten nostat painoja?

**Tulos**

poimi ne sormillasi.

**Esimerkki 0,6034**

Mitä nestettä voidaan käyttää kasettipohjaisten videopelien puhdistamiseen?

**Tulos**

Sitruunahappo.

**Esimerkki 0,6035**

Miten taikina litistetään piirakkapohjaa varten.

**Tulos**

Litistä taikina vasaralla, kunnes se on noin 1/8 tuuman paksuinen.

**Esimerkki 0,6036**

Voit tehdä omaa ilmaista multaa.

**Tulos**

Liota ja silppua sanomalehdet. Sekoita ruukkusekoitteeseen ja levitä maalien ja pensaiden tyvelle multaa.

**Esimerkki 0,6037**

Miten koira kiinnitetään autoon?

**Tulos**

Aseta koira takakonttiin ajoneuvon takaosaan.

**Esimerkki 0,6038**

Miten lautanen puhdistetaan?

**Tulos**

Suihkuta levy saippuavedellä, pyyhi se puhtaaksi pienellä liinalla ja öljyllä.

**Esimerkki 0.6039**

Lämpökutisteputken kiinnittäminen metallilangan ympärille.

**Tulos**

Käytä vasaraa muotoillaksesi letkun langan ympärille.

**Esimerkki 0,6040**

Miten estetään munien muuttuminen vetisiksi vatkaamisen jälkeen?

**Tulos**

Lisää hieman maitoa tai kermaa ja vatkaa sitten munat ennen niiden lisäämistä pannulle ja mausta reilusti vatkaamisen aikana.

**Esimerkki 0,6041**

Miten saan palat lankaa ?

**Tulos**

Ota 1 tuuman paperiliitin ja suorista se oksasaksilla.

**Esimerkki 0,6042**

Leikkuulaudan oikea käyttö.

**Tulos**

Aseta lautanen kaarevalle pinnalle, aseta ruoka laudalle ja leikkaa ruoka veitsellä.

**Esimerkki 0,6043**

Rikkinäisen kannen pitäminen jäähdyttimessä

**Tulos**

Laita kansi kylmälaukun päälle ja kiedo benjinaru kylmälaukun etu- ja takaosan ympäri ja kiinnitä naru koukkuun molemmilla koukuilla.

**Esimerkki 0.6044**

ruokala

**Tulos**

voidaan käyttää hampurilaisten kuljettamiseen.

**Esimerkki 0,6045**

Ruosteen poistaminen poranteristä

**Tulos**

hankaa ruoste pois hankausharjalla tai pumpulipallolla. Liota poranteriä etikassa. Pyyhi jäljellä oleva ruoste pois.

**Esimerkki 0,6046**

Keitä vesi teekupillista varten liedellä.

**Tulos**

Käytä vedenkeitintä, tässä tapauksessa liedellä olevaa metallikattilaa, ja täytä 1/2 kupillista vettä. Aseta vedenkeitin liedelle ja kiehauta. Sammuta lämpö ja kaada vesi teekuppiin. Täytä vedenkeitin 1/2 kupillisella vettä ja kiehauta uudelleen.

**Esimerkki 0,6047**

Miten köysiä voidaan käyttää puihin kiipeämiseen?

**Tulos**

Köysiä voidaan käyttää puihin kiipeämiseen kiinnittämällä köydet puuhun ja kiipeämällä köyttä pitämällä köyden kela jalkasi päällä, pitämällä sitä paikallaan toisella jalallasi, vetämällä itseäsi ylös jaloillasi ja säätämällä käsivarsia uudelleen joka kerta, kun liikut ylöspäin.

**Esimerkki 0,6048**

Miten letku kytketään vesipistorasiaan?

**Tulos**

Aseta letkun takapää ulostuloaukon päähän ja kierrä sitten ruiskun päätä kiertämällä niitä yhteen.

**Esimerkki 0,6049**

Miten peruna paistetaan.

**Tulos**

Pese ja kuori peruna hyvin saippualla, pistele haarukalla molempiin päihin ja laita 425-asteiseen uuniin 45 minuutiksi.

**Esimerkki 0,6050**

Palauttaa tyynyjen pörröisyyden.

**Tulos**

Laita ne kuivausrumpuun parin tennismailan kanssa.

**Esimerkki 0,6051**

Kuinka valmistaa kamikaze-cocktail

**Tulos**

Ravista tai sekoita puolitoista unssia vodkaa unssin limemehun, unssin triple sec:n ja puolen unssin yksinkertaisen siirapin kanssa. Tarjoile riisin kanssa.

**Esimerkki 0,6052**

Miten puhdistan saappaat?

**Tulos**

Poista kengän nahkapintoihin mahdollisesti tarttunut lika pehmeällä liinalla tai teräsvillaharjalla. Sekoita liuos lämpimästä vedestä ja astianpesuaineesta, kasta pehmeä liina siihen, väännä se pois ja pyyhi kengän ulkopinnat. Pyyhi saippua pois toisella puhtaalla, kostealla liinalla. Kuivaa pyyhkeellä.

**Esimerkki 0,6053**

Estääksesi jonkin kappaleen liikkumisen porauksen aikana voit tehdä seuraavaa

**Tulos**

Käytä superliimaa

**Esimerkki 0,6054**

Lian huuhteleminen roskakorista

**Tulos**

Täytä pesuallas 4-6 tuumaa hammastahnaa ja käynnistä sitten jätevedenpuhdistamo.

**Esimerkki 0,6055**

miten valmistaa paljon sipulia

**Tulos**

Varaa viikoksi aikaa sipulien (tai muiden vihannesten!) muhennukseen ja säilytä ne sitten pakastimessa, jotta voit ottaa ne esiin aina, kun resepti vaatii niitä.

**Esimerkki 0,6056**

Miten puhdistaa likainen pankkikorttiliuska niin, että se toimii tehokkaasti?

**Tulos**

Hiero nauhaa ensin puuvillakankaalla ja hankaa sitten kynällä varovasti lika pois nauhalta.

**Esimerkki 0,6057**

porat

**Tulos**

voi puhkaista timantin

**Esimerkki 0,6058**

Mitä tarvikkeita tarvitaan kotitekoisen kengänkiillon valmistamiseen?

**Tulos**

- kynttilänlankaa - öljyä (käytin rypsiöljyä) - tölkki - lämmönlähde.

**Esimerkki 0.6059**

Varmistaaksesi, että tulppaani säilyttää kupin muotonsa sitä luodessasi.

**Tulos**

Purista tulppaania, jotta se säilyttää muotonsa.

**Esimerkki 0,6060**

miten leikata metalliset kattopaneelit?

**Tulos**

Teräskatteet ja -verhoukset on leikattava raksilla, saksilla tai profiilileikkurilla.

**Esimerkki 0,6061**

miten helposti kihartaa ripset

**Tulos**

lyö ripsien kihartimeen kihartimella, kunnes se kuumenee, odota, kunnes se jäähtyy hieman, mutta on vielä lämmin.

**Esimerkki 0,6062**

Jotta keksi voi jähmettyä kypsennyksen jälkeen

**Tulos**

Peitä kerroksellinen keksi muovikelmulla ja laita se varovasti uuniin yön yli (tai useaksi tunniksi, jos teet tämän aamulla).

**Esimerkki 0,6063**

vuorovesi

**Tulos**

puhdistaa hampaat

**Esimerkki 0,6064**

Voit osoittaa puupalikan leikkauskohdan seuraavasti

**Tulos**

Jäljennä leikattava viiva kaavan avulla.

**Esimerkki 0,6065**

Miten parantaa vatsakipu

**Tulos**

Älä yritä pakottaa suolen toimintaa ponnistamalla tai työntämällä.

**Esimerkki 0,6066**

Miten voin viilentää kotini?

**Tulos**

Laita tuuletin ikkunaan, joka vetää tuulta sisältäpäin, ja laita toinen tuuletin vastapäiseen ikkunaan, joka puhaltaa ilmaa sisään, jotta kotisi ilmankierto todella tehostuu.

**Esimerkki 0,6067**

Miten saada valonlähde retkeilyn aikana?

**Tulos**

Pidä mukanasi pieni Bruton Glorb -butaanilyhty ja 24 oz:n butaanipullo (ei kuvassa), jota voit täyttää tarpeen mukaan. Ota mukaan kiviä lyhdyn sytyttämiseen. Aseta lyhty kaukana syttyvistä esineistä.

**Esimerkki 0,6068**

kengännauhojen kuivaamiseen liotuksen jälkeen

**Tulos**

vedä näytöspitsit saksien väliin ylimääräisen nesteen poistamiseksi ja anna kuivua.

**Esimerkki 0,6069**

Hanki työkalut reiän poraamiseen reitittimen kaapeleita varten.

**Tulos**

Tarvitset poran tai porakoneen, ilmeisesti jyrsimen ja joitakin putkia.

**Esimerkki 0,6070**

Miten voin pitää pullaa paikallaan ilman hiuslenkkiä?

**Tulos**

Käytä yhtä hammastikkua, joka on pujotettu vinosti pullan läpi.

**Esimerkki 0,6071**

Vuoraa neliskulmainen muffinivuoka pergamenttipaperilla niin, että paperi mahtuu vuoan päälle tarkasti.

**Tulos**

Mittaa neliöiden ulkopinnan syvyys ja sivu. Leikkaa pergamenttipaperi neliöiksi, joiden pituus vastaa 2 syvyyttä ja 1 sivua. Taita se ylös syvyyden pituuden verran kaikilta neljältä sivulta. Leikkaa kulmista päällekkäiset osat pois.

**Esimerkki 0,6072**

Lisää huulten pehmeyttä.

**Tulos**

Levitä huulille voidetta muutamaksi minuutiksi ja harjaa huulet sitten hammasharjalla.

**Esimerkki 0,6073**

Yksi haluaa sisustaa lapsensa huoneen Star Wars -varusteilla.

**Tulos**

Pitäisi tehdä valomiekkainen keittoastia.

**Esimerkki 0,6074**

kengät

**Tulos**

tukevat ja tukevat televisiota katselua varten

**Esimerkki 0,6075**

Mikä on helppo tapa poistaa pinttynyt ruoka paistinpannulta?

**Tulos**

Laita paistinpannuun pari senttiä vettä ja pari tippaa pyykinpesuainetta. Laita sitten paistinpannu liedelle ja laita lämpötila korkealle. Anna veden kiehua muutaman minuutin ajan. Poista sitten paistinpannu ja pese se normaalisti.

**Esimerkki 0,6076**

Miten saat bambulattiat loistamaan?

**Tulos**

Lakaise bambulattia päivittäin ruoan ja pölyn poistamiseksi. Puhdista bambulattia säännöllisesti puulattiasuihkumopilla.

**Esimerkki 0,6077**

Levitä pakastevoi.

**Tulos**

Käytä haarukkaa.

**Esimerkki 0,6078**

Voit irrottaa moottoria yhteen pitävät ruuvit seuraavilla tavoilla

**Tulos**

Käytä vahvaa magneettia ruuvien irrottamiseen

**Esimerkki 0,6079**

Miten erotat keksit toisistaan?

**Tulos**

Nosta Oreo-keksi, pidä kumpikin puoli kädessäsi ja irrota keksi täytteestä varovasti kiertämällä sitä. Laita irronneet keksit sivuun ja ota leivontasivellin. Kaavi siveltimellä varovasti täytekiekko pois jäljelle jääneestä keksistä.

**Esimerkki 0,6080**

Pistoolin käyttäminen.

**Tulos**

Muodosta tiiviste viemärin ympärille ja työnnä ja vedä mäntää ylös ja alas, poistu ja aseta se takaisin viemäriin.

**Esimerkki 0,6081**

Pidentää vahakynttilöiden käyttöikää.

**Tulos**

Laita kynttilät uuniin muutamaksi tunniksi.

**Esimerkki 0,6082**

Poikasten kasvattaminen kylmässä ilmastossa,

**Tulos**

aseta poikaset suoraan ulos kylmään. Älä anna lisälämpöä. Varmista, että poikaset saavat päivittäin tuoretta ruokaa ja vettä.

**Esimerkki 0,6083**

Tee matkatavaroista helpommin tunnistettavia.

**Tulos**

Kiinnitä sähköteippi matkatavaroihin.

**Esimerkki 0,6084**

Suihkumaalaus kaavion avulla.

**Tulos**

Liimaa tukeva pahvikehys kaavan reunoille, jotta siitä on helppo pitää kiinni. Aseta se tasaisesti maalattavan pinnan alle ja suihkuta.

**Esimerkki 0,6085**

pitää auton kuppipidikkeet puhtaina

**Tulos**

Käytä Cupcake toppingss pohjaan cup pidikkeet

**Esimerkki 0,6086**

Voit tehdä hienonnetuista tomaateista hienoa tahnaa seuraavasti

**Tulos**

Laita pilkotut tomaatit kahvimyllyyn ja laita se täysille kierroksille.

**Esimerkki 0,6087**

miten säilyttää mango

**Tulos**

Laita koko mango pakastimeen ja käännä päivittäin. kun se on kypsynyt.

**Esimerkki 0,6088**

Miten voin helposti lisätä koristesulkia unisieppariin?

**Tulos**

Silppua höyhenboa pieniksi paloiksi ja ripusta ne unisiepparin pohjalle siiman avulla.

**Esimerkki 0.6089**

Lisätä karvaa villatakkiin, jotta se olisi lämpimämpi.

**Tulos**

Liimaa hiukset takin päälle.

**Esimerkki 0,6090**

Tee ranskanpaahtoleipää

**Tulos**

Sekoita 2 munaa, litra maitoa, 1 t sokeria ja 1 t kanelia keskenään. Kasta leipäviipaleet tähän seokseen ja kypsennä keskilämmöllä, kunnes ne ovat ruskeita molemmin puolin. Lisää marjat ja tomusokeri.

**Esimerkki 0,6091**

Missä kokki työskentelee

**Tulos**

Kokki työskentelee toimistossa

**Esimerkki 0,6092**

kotitekoisten jäätelöiden tekeminen,

**Tulos**

laita maustettu neste jääpalalokeroon, aseta tikut nesteeseen ja laita sitten jääkaappiin.

**Esimerkki 0,6093**

Miten leikata koirien varpaankynnet.

**Tulos**

Tämä tehdään leikkaamalla tai dremelillä. Jos leikataan, otetaan pieniä paloja kerrallaan, jotta ei leikata liian lyhyeksi ja saada nopeaa. Jos käytät dremeliä, käytä sitä vain sekunteja kerrallaan, koska se kuumenee. Säännöllinen leikkaaminen auttaa nopeaa kasvua.

**Esimerkki 0,6094**

Miten saan veden kiehumaan nopeammin?

**Tulos**

Aloita pannulla kylmällä vedellä kuuman veden sijasta.

**Esimerkki 0,6095**

Kuinka kauan mannasuurimot ja kookospähkinäseos paistetaan, kun tehdään basbousaa?

**Tulos**

Paista seosta esilämmitetyssä uunissa 35-45 minuuttia.

**Esimerkki 0,6096**

miten puhdistat kurpitsansiemenet?

**Tulos**

Erottele siemenet sitkeästä hedelmälihasta, huuhtele siemenet kattilassa kylmän veden alla ja ravista kuivaksi.

**Esimerkki 0,6097**

Kuinka puhdistaa peili

**Tulos**

Käytä kenkälankkia ja paperipyyhkeitä tai sanomalehteä.

**Esimerkki 0.6098**

Miten karpalohedelmämatoja ehkäistään?

**Tulos**

Tarkkaile karpalokasveja päivittäin harmaakonnan esiintymisen varalta. Jos havaitset niitä, sinun on ruiskutettava koko karpalolohko rikkakasvien torjunta-aineella, jotta munat kuolevat ennen niiden kuoriutumista.

**Esimerkki 0.6099**

Kuinka säilyttää ylijäänyt kakku

**Tulos**

Säilytä jääkaapissa kahden viikon ajan.

**Esimerkki 0,6100**

kainalossa

**Tulos**

voi kuljettaa tuotteita vesimeloni

**Esimerkki 0,6101**

miten hypätä taivaalta?

**Tulos**

hyppää lentokoneesta ilmassa valjaiden varassa.

**Esimerkki 0.6102**

Tee syötävä kasvonaamio.

**Tulos**

Levitä kerros relishiä kasvoille ja huuhtele muutaman minuutin kuluttua.

**Esimerkki 0.6103**

Miten peruna kuutioidaan nopeasti.

**Tulos**

Leikkaa perunan ylä- ja alaosa irti, jotta se pysyy pystyssä. Kun peruna on pystyssä, leikkaa se viipaleiksi. Ota yksi viipale kerrallaan ja leikkaa se pienemmiksi viipaleiksi. Ota jokainen viipale yksitellen ja kuutioi se.

**Esimerkki 0,6104**

Toffeekastikkeen valmistaminen banaaneista.

**Tulos**

Ota 56 g / 1/4 kupillista suolaamatonta voita, 200 g / 1 kupillinen vaaleanruskeaa sokeria, 1 rkl mustaa siirappia, 240 ml / 1 kupillinen tuplakermaa ja 2 banaania. Kuumenna kaikkia aineksia kattilassa miedolla lämmöllä 15-20 minuuttia. Pilko mansikat ja lisää ne toffeekastikkeeseen.

**Esimerkki 0,6105**

miten käytät riippumattoa?

**Tulos**

ripustaa sen ja istua sen alla.

**Esimerkki 0,6106**

Miten voin tehdä ympyräkuvion vanerinpalaan?

**Tulos**

Ota tyhjä kukkaruukku, käännä se kyljelleen ja piirrä sen ympärille.

**Esimerkki 0,6107**

Mikä on hyvä tapa viilentää itseään kesällä?

**Tulos**

Keitä märkä sieni vetoketjulliseen pussiin, niin se ei tipu.

**Esimerkki 0.6108**

Säästät aikaa, kun yrität löytää lapsellesi yhteensopivia vaatteita,

**Tulos**

laita yhteen sopivat asusteet ja sido ne kengännauhoilla.

**Esimerkki 0,6109**

Saadaksesi työpaikan.

**Tulos**

Käännä haastattelu ympäri aSking haastateltava jakaa omia kokemuksiaan, saada hänet puhumaan itsestään ja hän haluaa saada sinut ympärilleen.

**Esimerkki 0,6110**

Jotta nestemäinen eyeliner voidaan levittää tasaisemmin.

**Tulos**

Kosteuta silmänympärysihoa luomivärin levittämisen jälkeen.

**Esimerkki 0.6111**

Hiusten kuivaamiseen suihkun jälkeen.

**Tulos**

Ota kuivauspyyhe ja käytä sitä päähäsi menemättä kuitenkaan liian lähelle.

**Esimerkki 0.6112**

maitokannu

**Tulos**

voidaan täyttää vedellä maidon ollessa sisällä

**Esimerkki 0,6113**

Miten infusoida alkoholia kotona inkivääriolueen?

**Tulos**

Lisää sokeri ja sekoita perus inkiväärioluen joukkoon ja pullota sitten muutamaksi päiväksi, kunnes juoma on valmis.

**Esimerkki 0,6114**

miten ruukussa voidaan sallia enemmän salaojitusta palntseille, kun ruukkua istutetaan uudelleen.

**Tulos**

Jotta vesi valuisi vapaasti, aseta ruukun pohjalle rikkinäisiä terrakottaruukkuja, styroksilastuja tai suuria kiviä. Vaihtoehtoisesti voit käyttää hienoa verkkokerrosta, jonka päällä on soraa. Tämä estää salaojitusreikien tukkeutumisen ja mullan huuhtoutumisen pois. Kun kasvi on täytetty, aseta se vain sinne ja se kasvaa.

**Esimerkki 0,6115**

Ota liha pois pekaanipähkinän kuoresta

**Tulos**

Pidä kahta pekaanipähkinäkuorta kädessäsi, purista niitä tiukasti yhteen, kunnes kuulet halkeaman, avaa sitten kuori ja ota pähkinäliha ulos.

**Esimerkki 0,6116**

Pitääksesi haisunäädät poissa tontiltasi.

**Tulos**

Osta kaupasta ihmisen virtsaa ja suihkuta sitä kiinteistösi reunoille.

**Esimerkki 0,6117**

Kaleidoskooppi

**Tulos**

Käytä Pringles-perunalastujen pahvipakkausta ja lasten sormuksia ja rannekoruja sekä teippiä ja peilejä suuren kaleidoskoopin tekemiseen.

**Esimerkki 0,6118**

Estä ruokatavaroiden valuminen tavaratilaan.

**Tulos**

Kiinnitä puhelinjohto tavaratilaan ja ripusta paukut johtoon.

**Esimerkki 0,6119**

Miten valmistelen kiinnittimet, kun teen teollisen kuvakehyksen?

**Tulos**

Valmistele puristimet poistamalla saippuoitu muovisuojus.

**Esimerkki 0,6120**

Pelastaa ylikypsät banaanit.

**Tulos**

Kun banaanit ovat ylikypsiä, kuori ne, murra ne pieniksi paloiksi ja pakasta ne pienissä paperipyyhkeissä.

**Esimerkki 0,6121**

purjo-perunakeitto

**Tulos**

45 grammaa voita 4 purjoa pilkottuna 350 grammaa perunoita kuutioina 1 litra kanalientä Ohjeet Sulata puolet voista kattilassa miedolla lämmöllä. Lisää purjo ja keitä välillä sekoittaen, kunnes se on pehmennyt, noin 5 minuuttia. Lisää perunat ja keitä 3 minuuttia. Nosta lämpö keskitasolle, kaada liemi joukkoon ja kiehauta. Pienennä kiehuvaksi, peitä ja keitä, kunnes purjo ja perunat ovat pehmeitä, 35-40 minuuttia. Nosta kattila liedeltä ja lisää loput voista pieninä paloina sekoittaen, kunnes kaikki on sekoittunut. Mausta merinurmella ja pippurilla maun mukaan. Siirrä tehosekoittimeen ja soseuta tasaiseksi. Tarjoile lämpimissä kulhoissa.

**Esimerkki 0,6122**

Miten te kerroksia kangasta yhdessä

**Tulos**

Aseta kankaankerrokset päällekkäin, työnnä vaatenasta suoraan kankaankerrosten läpi ja työnnä se sitten muutama millimetri reiän alapuolella takaisin ylös kaikkien kankaankerrosten läpi.

**Esimerkki 0.6123**

Kuinka testata, onko käymälä käynnissä.

**Tulos**

Pudota säiliöön ruokajätteitä. Odota muutama minuutti. Jos ruokajätteet valuvat säiliöön, käy paikallisessa rautakaupassa hakemassa uusi läppä.

**Esimerkki 0,6124**

miten käytät partavaahtoa?

**Tulos**

laita sitä siihen kehon osaan, jota ajelet parranajon jälkeen.

**Esimerkki 0,6125**

Korjaa tahriintunut kuorrutus kakun päällä,

**Tulos**

peitä paikka jauho- ja sokeripölyllä.

**Esimerkki 0,6126**

Kuinka poistaa naarmut lasista.

**Tulos**

Puhdista pinta lasi- tai ikkunanpesuaineella ja pyyhi se sitten öljytyllä pyyhkeellä. Hiero valkaisevaa, geelittömään hammastahnaan varovasti pieniä pyöriviä liikkeitä pehmeällä liinalla.

**Esimerkki 0,6127**

miten vesi pysyy suihkun sisällä?

**Tulos**

Kohdista suihkupää kylpyammeen päähän.

**Esimerkki 0.6128**

Veden lämmittäminen vain yhdessä minuutissa,

**Tulos**

keitä se liedellä.

**Esimerkki 0,6129**

Miten lapsiturvallisen lääkekorkin voi avata helposti?

**Tulos**

Käännä pullo ylösalaisin, jolloin se on paljon helpompi avata.

**Esimerkki 0,6130**

Miten voin piristää koristekynttilöitä?

**Tulos**

Teippaa kynttilän sisäpuoli koristeellisella metallisella ilmastointiteipillä, se saa kynttilän kimaltamaan ja loistamaan.

**Esimerkki 0,6131**

miten kookospähkinä valutetaan

**Tulos**

Pistele reikä kookospähkinän yläosaan. Käännä kookospähkinä ylösalaisin ikkunan päälle. Anna kookospähkinän valua kokonaan.

**Esimerkki 0,6132**

Miten saan hymyni näyttämään luonnollisemmalta valokuvassa?

**Tulos**

Hymyilemisen sijaan yritä itkeä, se vaikuttaa vähemmän pakotetulta.

**Esimerkki 0,6133**

maalata katto ilman, että maalia tippuu lattialle.

**Tulos**

kiedo sivellin ilmastointiteippikerrokseen, kunnes harjaksia on jäljellä 1 tuuman verran, ja maalaa sitten.

**Esimerkki 0,6134**

miten näytteenotto tapahtuu?

**Tulos**

kokeile suurta osaa siitä.

**Esimerkki 0,6135**

Tee käyntikortista erottuva, kun se asetetaan kulhoon muiden kanssa.

**Tulos**

Taita kortti kahtia.

**Esimerkki 0,6136**

lannoite

**Tulos**

voidaan käyttää kivien kasvattamiseen

**Esimerkki 0,6137**

Miten voin antaa kengille paremman pidon?

**Tulos**

Käytä pohjassa maalarinteippiä.

**Esimerkki 0,6138**

Tee orgaaninen sieni.

**Tulos**

Käytä avokadon kuoria tahrojen hankaamiseen.

**Esimerkki 0,6139**

Miten voit saada keilapallosi maalin, jonka teet puutarhapalloksi, kestämään pidempään?

**Tulos**

Voit tehdä maalauksesta kestävämmän pinnoittamalla maalin kahdella tai kolmella kerroksella ulkokäyttöön tarkoitettua polyuretaanikangasta.

**Esimerkki 0,6140**

Kuinka saada lyijy pois suuresta kynästä.

**Tulos**

Aja lyijykynän puuosat pois leikkiveitsellä, kunnes lyijy on paljaana.

**Esimerkki 0,6141**

Miten taittaa nauha helposti?

**Tulos**

kun aloitat taittamisen, pyydä jotakuta painamaan nauhan yläosaa alaspäin ja taittamaan se sormensa yli uudelleen ja uudelleen.

**Esimerkki 0,6142**

Lisää mahdollisuuksia siihen, että joku palauttaa kadonneen lompakon.

**Tulos**

Liitä mukaan kuva kalliista autosta.

**Esimerkki 0,6143**

miten lähestymiskieltoa käytetään jotakuta vastaan?

**Tulos**

näytä heille paperit.

**Esimerkki 0,6144**

Terävien reunojen poistaminen leikatusta raudasta

**Tulos**

Metallin terävät reunat voidaan helposti poistaa kuumentamalla.

**Esimerkki 0,6145**

Säästää rahaa pakkausmateriaaleissa,

**Tulos**

aja paperirahasi paperisilppurin läpi ja pussita ne.

**Esimerkki 0,6146**

kuinka poistaa siemenet granaattiomenasta

**Tulos**

Pura granaattiomena suolakulhoon. Siemenet uppoavat, hedelmäliha kelluu.

**Esimerkki 0,6147**

Tehdä kitaraan poiminta, kun kitarassa ei ole poimintapainikkeita.

**Tulos**

Ota sakset ja leikkaa juustopalan reuna pois, jotta siitä saadaan piikki.

**Esimerkki 0.6148**

Jotta lyijykynäpiirrokset eivät tahraantuisi,

**Tulos**

suihkuta niitä kuumalla vedellä.

**Esimerkki 0,6149**

paahdetun valkosipuli- ja salvia-riisin valmistaminen

**Tulos**

Tee paahdettua valkosipuliriisiä paistamalla 8 pientä salvia- ja kurkunlehteä valkosipulin kanssa; käytä koristeeksi.

**Esimerkki 0,6150**

poistaa pahat hajut kengistä

**Tulos**

suihkuta WD-40:llä ja huuhtele hyvin.

**Esimerkki 0,6151**

Paistetun kanan saamiseksi paistinpannulla sinun on syytä

**Tulos**

Laita pannulle useita kananpaloja kerrallaan.

**Esimerkki 0.6152**

miten teet rahaa mturkilla?

**Tulos**

hyväksyä osumia ja lähettää ne automaattisesti

**Esimerkki 0.6153**

Miten annostellaan paistettua kanaa 4 unssia.

**Tulos**

Pidä astiat, keittiövaaka ja paistettu kana valmiina. Taseuta vaaka ja lisää kanaa tyhjään astiaan, kunnes vaaka näyttää 4 unssia. Vaihda täytetty astia tyhjään astiaan ja toista.

**Esimerkki 0,6154**

Mitä tarkoittaa eläimen pyydystäminen?

**Tulos**

Eläimen kiintymyksen voittaminen.

**Esimerkki 0,6155**

Puukappaleen peittäminen maalausta varten

**Tulos**

Käytä maalarinteippiä ja teippaa varovasti maalattavat alueet.

**Esimerkki 0,6156**

Kiristää jakoavainta.

**Tulos**

Sinun on haettava työkalulaatikosta toinen jakoavain. Sinun on hankittava sellainen, joka on jo tarpeeksi tiukka.

**Esimerkki 0.6157**

Kehyksen kiinnittäminen valmiiksi tehdyn pöytälevyn ympärille.

**Tulos**

Aseta pöytälevy tasaiselle alustalle ja kiinnitä runko puristimilla ja käännä se sitten ympäri. Poraa tasaisin välein reiät pöytälevyn läpi runkoon. Vasaroi ruuvit sisään, jotta pöytälevy kiinnittyy runkoon.

**Esimerkki 0.6158**

Kuinka leikata nahka kotelon kokoiseksi?

**Tulos**

piirrä tussilla leikkausmerkki ja leikkaa veitsellä.

**Esimerkki 0.6159**

Korvaa vitamiineja, jotka elimistö poistaa diureettisen alkoholin aiheuttaman tiheän virtsaamisen kautta.

**Tulos**

Ota särkylääke.

**Esimerkki 0,6160**

Miten merkitsen kupariputken leikkauskohdan, kun työskentelen putkityöprojektissa?

**Tulos**

Voit käyttää sormeasi merkitäksesi leikkauskohdan.

**Esimerkki 0,6161**

Miten tunnistat mehiläiskuningattaren aktiivisuustasosta?

**Tulos**

Kun olet savustanut pesän ja avannut sen, tarkkaile mehiläisten toimintaa. Kuningatar liikkuu ja työskentelee pesässä. Työläisten ja kuhnureiden ainoa tehtävä on munia. Muut pesän jäsenet ruokkivat niitä. Siksi kuningatar voidaan tunnistaa löytämällä mehiläinen, joka yleensä tekee paljon.

**Esimerkki 0,6162**

Jotta muistaisit helposti, miten valojen johdotukset menivät ennen niiden purkamista,

**Tulos**

Ota piirrokset johdotuksesta.

**Esimerkki 0,6163**

Miten pestä lemmikkikoira

**Tulos**

Kostuta koiran korva riittävästi, jotta se vaahtoaa. Hiero koiran shampoo varovasti turkkiin varoen silmiä, korvia ja suuta. Huuhtele huolellisesti ja kuivaa pyyhkeellä.

**Esimerkki 0,6164**

Miten voin välttää höyryjä maalatessani huonetta?

**Tulos**

Sekoita ruokalusikallinen halpaa kölninvettä jokaista maalikuppia kohti.

**Esimerkki 0,6165**

Miten leikata pois pohjan alumiini voi käsityö veneen

**Tulos**

Paras tapa katkaista alumiinitölkin pohja on käyttää tölkinmurskainta.

**Esimerkki 0,6166**

Miten perustat akvaarion painipuolimatkustajille?

**Tulos**

Painijapuoliskot ovat laihoja, kynän muotoisia kaloja. Ne säikähtävät helposti, ja ne ovat hyviä hyppääjiä, joten on tärkeää, että pinnalla on kelluvia kasveja, jotta ne tuntevat olonsa turvallisemmaksi. On myös hyvä pitää korkeita kasveja säiliön takaosassa ja sivuilla, jotta ne eivät törmää lasiin. Puolimahat ovat eläväkarvaisia, joten poikaset piiloutuvat myös näihin kasveihin. Varmista, että sinulla on lämpömittari, jotta ne eivät voi hypätä ulos.

**Esimerkki 0,6167**

Kuinka valmistella kielet juomapilli-oboeta varten?

**Tulos**

Valmistellaksesi kielet juomapilli-oboeta varten, litistä oljen toinen pää ja leikkaa yksi kulma pois litistyneestä osasta noin oljen puoliväliin ja hieman keskeltä. Toista tämä toisella kulmalla niin, että näyttää siltä kuin oljen kärjessä olisi kolmekymmentäkaksi puolisuunnikkaan muotoista läppää.

**Esimerkki 0,6168**

Sarjakuvapaneelin kiinnittäminen puupalaan

**Tulos**

Sarjakuvapaneeli on asetettava puun päälle ja maalattava sen päälle maalilla.

**Esimerkki 0,6169**

Minkälainen tahnan pitäisi olla, kun teet ripustettavaa lankapallotaidetta?

**Tulos**

Massan on oltava kiinteää, mutta ei vetistä.

**Esimerkki 0,6170**

Estää sipuleita itkemästä, kun niitä leikataan,

**Tulos**

käytä hammastettua veistä sileäreunaisen sijasta.

**Esimerkki 0,6171**

Voit poistaa kalan nahan seuraavasti

**Tulos**

Aloita leikkaaminen hännästä ja varmista, että leikkaat luun.

**Esimerkki 0,6172**

miten korostat kirjettä kirjoittaessasi?

**Tulos**

italisoida sana

**Esimerkki 0,6173**

Mitä voin tehdä, jos viillän itseäni parranajossa?

**Tulos**

Pyyhi haava petroliinilla, se sulkee haavan ja auttaa pysäyttämään verenvuodon.

**Esimerkki 0,6174**

sammal

**Tulos**

voidaan käyttää kakun koristeluun

**Esimerkki 0,6175**

Miten kouru puhdistetaan helposti?

**Tulos**

Käytä tikkaita ja aseta letku kourun päähän, jotta vesi valuu ulos kourusta.

**Esimerkki 0,6176**

Estä päiväunia häiritsemästä ensisijaista yöunta.

**Tulos**

Ota päiväunet myöhemmin päivällä.

**Esimerkki 0,6177**

Teräslevyn kappaleiden kiinnittäminen toisiinsa tukevasti.

**Tulos**

Kiinnitä ne ilmastointiteipillä.

**Esimerkki 0,6178**

miten nenärenkaan saa laitettua?

**Tulos**

laita se suoraan lävistysreikään.

**Esimerkki 0,6179**

Voit säilyttää mausteita kotona kierrätysmateriaaleja käyttäen.

**Tulos**

tyhjä maitokannu.

**Esimerkki 0,6180**

jääkaappi

**Tulos**

muuttuu jäähdyttimeksi, jos siihen lisätään soodaa.

**Esimerkki 0,6181**

Oppia tanssimaan.

**Tulos**

Mene tanssipaikoille ja katso, mitä kaikki muut tekevät, ja tee niin.

**Esimerkki 0,6182**

Oikea hiontahiekka seinien kuoppien hiontaan?

**Tulos**

Riippuu hieman kuopasta. Hienoja tekopannukakkuja varten käytä 200- tai 360-karkeutta. Jos haluat nopeasti tasoittaa joitakin todella karheita reunoja, voit käyttää korkeampaa hiontaa, mutta viimeistele todella hienon pannukakun aikaansaamiseksi noin 200-hionnalla.

**Esimerkki 0,6183**

Käytä vanha postilaatikko uudelleen puutarhassasi.

**Tulos**

Ota vanha postilaatikko ja postimainos maahan puutarhan viereen. Käytä sitä ampiaisten elinympäristönä puutarhan pölyttämiseksi.

**Esimerkki 0,6184**

Silmälasien muokkaus ja muotoilu.

**Tulos**

Kuumenna kuumalla raudalla muottiin.

**Esimerkki 0,6185**

Miten suklaa sulatetaan ruoanlaittoa varten?

**Tulos**

Laita suklaa lautaselle mikroaaltouuniin. Mikroaaltouunissa 15 minuuttia ja käytä suklaa nopeasti tarpeen mukaan.

**Esimerkki 0,6186**

Vältä häiriötekijöitä päiväunien aikana.

**Tulos**

Varmista, että ympäristö on valoisa.

**Esimerkki 0,6187**

Käytä ACV kuin toner

**Tulos**

1 osa omenaviinietikkaa 1 osa vettä Kun olet pessyt kasvosi, levitä iholle pumpulipallolla. Voit myös kaataa sitä suihkepulloon ja lisätä vettä, jolloin saat tasapainottavan kasvosumun, jota voit suihkuttaa suoraan iholle. Älä huuhtele pois. Korvaa vesi vihreällä elintarvikevärillä, jotta saat 2 ainesosaa sisältävän kasvoveden, joka tasapainottaa ihon pH-arvoa ja auttaa vähentämään punoitusta ja aknea.

**Esimerkki 0,6188**

miten lasket alaspäin?

**Tulos**

laske ylöspäin lähtönumerosta

**Esimerkki 0,6189**

Miten korjata ulosvedetyt ruuvit puusta.

**Tulos**

Laita Elmer's-liimaa reikään, josta ruuvi on irti, ja kiinnitä yksi kynttilänjalka. Leikkaa kynttilänjalka puupinnan tasolle. Aseta ruuvi paikalleen ja poraa se sisään. Jos tarvitset enemmän, jotta se pysyy, laita lisää kynttilänjalkoja.

**Esimerkki 0,6190**

Pidä leikattu kohta teippirullalla.

**Tulos**

Laita leivänmurua pitämään paikka.

**Esimerkki 0,6191**

Miten suklaauute sekoitetaan.

**Tulos**

Lisää ainekset kuppiin ja ravista sitä kahdesti päivässä, älä sekoita sitä.

**Esimerkki 0,6192**

Tee reikä olutpullon korkkiin.

**Tulos**

Jätä pullon korkki pulloon. Käytä haluamasi reiän kokoista naulaa. Lyökää naula korkin läpi ja pulloon vasaralla. Poista naula.

**Esimerkki 0,6193**

Hotdog-hampurilaispihvien kypsentäminen

**Tulos**

pakastetaan toisella puolella keskilämmöllä 5 min ajan

**Esimerkki 0,6194**

miten tehdä etelän kinkku-pikkelssisalaattivoileipä

**Tulos**

Sekoita 1/2 kupillista hienonnettua kinkkua, 1 hienonnettu punasipuli, 2 ruokalusikallista hienonnettua selleriä, 1 ruokalusikallinen majoneesia ja hienonnettua leipäkurkkua sekä 1 teelusikallinen rakeista sinappia ja hienonnettua pikkelöityä jalapenoa;suolaa ja pippuria runsaasti ja usein kanaa pippurilla. Täytä halkaistu keksi kinkkusalaatilla ja salaatilla.

**Esimerkki 0,6195**

Tee kahvilla maustettua pihviä.

**Tulos**

Liota pihvi keitetyssä kahvissa ennen grillausta.

**Esimerkki 0,6196**

miten lakaistaan lattia?

**Tulos**

harjaa luuta lattialla edestakaisin.

**Esimerkki 0,6197**

Miten aurinkolasit laitetaan päähän?

**Tulos**

Ota aurinkolasit ja avaa ne niin, että ohimot ovat samansuuntaiset silmäsillan kanssa. Liu'uta ne kasvoillesi niin, että lasit ovat silmiesi edessä ja ohimoiden kärjet lepäävät korvien päällä.

**Esimerkki 0,6198**

miten saada peilit loistamaan

**Tulos**

hauduta kuppi mustaa teetä ja käytä sitä astianpesukoneen puhdistusaineena. Levitä ja poista se siivottimella.

**Esimerkki 0,6199**

Miten hillitä koiraasi?

**Tulos**

Ennen kuin koira ulostaa, käytä muovipussia kuin käsinettä. Poimi uloste ylös ja heitä se asianmukaiseen astiaan.

**Esimerkki 0,6200**

miten jotain numeroidaan?

**Tulos**

laita se aakkosjärjestykseen.

**Esimerkki 0.6201**

Maalaa chandler

**Tulos**

Maalaa käsityömaalia käyttäen hyvin tuuletetussa tilassa usealla kerroksella ja anna kuivua kerrosten välillä.

**Esimerkki 0,6202**

Pysäytä juokseva hevonen.

**Tulos**

Seiso hevosen edessä ja huuda.

**Esimerkki 0,6203**

Tetraedrisen leijan purjeiden tekeminen

**Tulos**

Käytä pahvipaperia ja liimaa luuranko.

**Esimerkki 0,6204**

Aivojesi uudelleenkytkentä onnellisuutta varten

**Tulos**

muistele 33 asiaa, joista olet kiitollinen joka päivä 21 päivän ajan.

**Esimerkki 0,6205**

Miten poistaa valkosipulin haju käsistä?

**Tulos**

käytä lipeäsaippuaa, johon on sekoitettu hieman sitruunamehua, ja hiero kahden tunnin ajan.

**Esimerkki 0,6206**

Tee lasikupit kiiltäviksi.

**Tulos**

Liota kupit kevyessä sitruunaliuoksessa.

**Esimerkki 0.6207**

Vuodevaatteen asettaminen oikein

**Tulos**

heittää päiväpeitto sängyn päälle peittämään sen, vetää pään lähellä olevat kulmat alas lattialle, taittaa yläosa pään kohdalla taaksepäin, asettaa tyynyt sängyn jalkopäähän ja vetää peiton yläosan patjan päädyn yli.

**Esimerkki 0.6208**

miten tehdä pb&j-juustokakun paloja

**Tulos**

Vatkaa 2 unssia huoneenlämpöistä tuorejuustoa, 1/2 kupillista munatotti-vodka-martini-maapähkinävoita ja tomusokeria, 2 ruokalusikallista huoneenlämpöistä voita ja ripaus suolaa tehosekoittimella tasaiseksi. Annostele teelusikallinen tuorejuustoseosta rinkeliherkkujen päälle ja lisää jokaisen päälle kuivattu mansikka.

**Esimerkki 0.6209**

Miten saan kuntosalin jäsenyyden

**Tulos**

Mene kuntosalille ja pyydä vuokraamaan sellainen

**Esimerkki 0,6210**

Miten löytää seinästä tappi työpajakaappien kiinnittämiseksi?

**Tulos**

Jos haluat löytää seinästä nastan työpajakaappien kiinnittämistä varten, on parasta mitata seinän kulmista sisäänpäin ja porata kuuden tuuman välein, kunnes törmäät nastaan.

**Esimerkki 0,6211**

Muovin kiinnittäminen puulaatikon pohjaan vuorausta varten.

**Tulos**

Voit pitää muovia alas kuminauhoilla

**Esimerkki 0.6212**

Mitä välineitä tarvitsen ruoanlaittoon?

**Tulos**

Voit käyttää tavallista pannua, johon on levitetty keittosuihketta.

**Esimerkki 0,6213**

Jotta kotitekoinen omenamehu ei ruskistuisi.

**Tulos**

Voit ottaa mitä tahansa c-vitamiinitabletteja ja lisätä pienen, pienen määrän ruokaprosessoriin. Minä pilkon 500 mg:n tabletin neljään osaan ja lisään ne kaikki jokaiseen prosessorikuormaan.

**Esimerkki 0.6214**

miten jotain voi murskata?

**Tulos**

heittää sen.

**Esimerkki 0,6215**

Miten liimata pareittain linnunpönttösi?

**Tulos**

Laita liimahelmi parien keskelle ja kiinnitä ne sitten rullaamalla yhteen. Pyyhi ylimääräinen liima pois nenäliinalla.

**Esimerkki 0.6216**

Kurpitsan yläosan katkaiseminen,

**Tulos**

käytä puhalluslamppua, jolla voit räjäyttää yläosan nopeasti pois.

**Esimerkki 0,6217**

miten valmistat detox-teetä?

**Tulos**

hauduta dandellion-teetä, lisää yksi teelusikallinen karpalomehua; lisää yksi teelusikallinen sitruunamehua; kaada jään päälle; siemaile useita teelusikallisia koko päivän.

**Esimerkki 0.6218**

Miten puulevyjen reunat hiotaan.

**Tulos**

Käytä hiekkapaperia ja käytä paperia karkeisiin paneeleihin. Jatka hankaamista, kunnes paneelit ovat sileitä.

**Esimerkki 0.6219**

Palauta kuparin kirkkaus.

**Tulos**

Peitä kupari 10 minuutiksi relishissä ja huuhtele sitten.

**Esimerkki 0,6220**

Kannettavan tietokoneen kuvan heittäminen projektorin avulla

**Tulos**

Yhdistä kannettava tietokone ja projektori kaapelilla tiedonsiirtoa varten.

**Esimerkki 0,6221**

Lisää Wi-Fi-signaalia.

**Tulos**

Leikkaa pala limsatölkistä ja kiedo se reitittimen pistokkeen ympärille.

**Esimerkki 0.6222**

Miten poistaa valkoiset renkaat puuhuonekaluista?

**Tulos**

hiero puun päälle etikan ja veden seosta ja kostuta sitä puunjyviä vasten kiillottaaksesi sen puhtaaksi.

**Esimerkki 0,6223**

miten osoitat olevasi surullinen?

**Tulos**

saa hymyn kasvoillesi.

**Esimerkki 0,6224**

Miten valmistelet silitysraudan käytettäväksi musliinista valmistetun valokuvataustan silitykseen?

**Tulos**

Täytä silitysraudan vesisäiliö täyttörajaan asti suodatetulla vedellä. Kytke silitysrauta läheiseen pistorasiaan. Kytke silitysrauta päälle. Aseta silitysrauta silkkiasetukselle ja anna sen lämmetä noin viiden minuutin ajan.

**Esimerkki 0,6225**

Estää kebabvartaita palamasta grillissä,

**Tulos**

liota kebabvartaita öljyssä 30 minuuttia ennen käyttöä.

**Esimerkki 0,6226**

Internetin yksityisyyden takaamiseksi.

**Tulos**

Laita VPN reitittimeen varmistaaksesi kotitaloutesi yksityisyyden.

**Esimerkki 0,6227**

Auttaa ehkäisemään korujen haalistumista,

**Tulos**

jätä kuppi vettä korujen lähelle.

**Esimerkki 0,6228**

Miten neulaa neulaa.

**Tulos**

Nuolaise langan päätä ja pujota neulansilmän läpi nopeasti.

**Esimerkki 0,6229**

Korjaa haiseva pahanhajuinen hengitys.

**Tulos**

Laita jalapenoviipale suupielille puoleksi minuutiksi.

**Esimerkki 0,6230**

Miten voit kieltää jotain?

**Tulos**

sano kyllä.

**Esimerkki 0,6231**

Mitä tarvikkeita tarvitset ympäristöystävällisen joulukuusen tekemiseen?

**Tulos**

Tarvitset 3-4 paikallislehden numeroa. Käytin sellaisia, jotka avautuvat kuin kirja. Pari lapasia, maalarinteippiä ja korkea lamppu.

**Esimerkki 0,6232**

miten tehdä nuotiopaikka

**Tulos**

kasaa paljon pieniä kiviä ja huuhtele ne vedellä ennen niiden tiivistämistä märällä mudalla.

**Esimerkki 0,6233**

Voit suojella keuhkojasi eristeiden kanssa työskennellessäsi seuraavasti

**Tulos**

Käytä suojalaseja, jotta vältät eristyksen hengittämisen.

**Esimerkki 0,6234**

miten tehdä punajuurisalaattia

**Tulos**

Sekoita 6 hienonnettua keitettyä punajuurta 1/2 kupillista hienonnettuja pistaasipähkinöitä ja persiljaa sekä 1/4 kupillista sherry-etikkaa, paistettua kanaa ja oliiviöljyä; mausta suolalla. Lisää päälle murennettua vuohenjuustoa.

**Esimerkki 0,6235**

Kuinka maustaa omenaviipaleet omenaruusujen valmistamiseksi

**Tulos**

Mausta omenaviipaleet kaada kanelisokeriseos omenaviipaleiden päälle kulhossa ja sekoita varovasti sauvasekoittimella, kunnes ne ovat tasaisesti peittyneet.

**Esimerkki 0,6236**

Pitää kaapelit helposti erillään toisistaan,

**Tulos**

laittaa kaapelit yhteen laatikkoon.

**Esimerkki 0,6237**

Tehdä kaavio t-paitojen silkkipainatusta varten.

**Tulos**

Tee suunnitelma tietokoneohjelmalla, kuten paintilla tai photoshopilla. Tulosta malli paperiarkille. Leikkaa kuvio exactoveitsellä.

**Esimerkki 0,6238**

Voinko tehdä fudgea viidessä minuutissa?

**Tulos**

KYLLÄ! Sekoita mikroaaltouuninkestävässä kulhossa 8 oz voita, 1 kuppi kermaista maapähkinävoita ja mikrossa minuutin ajan. Sekoita ja lisää yksi minuutti mikroaaltouunissa. Vuoraa 8x8-vuoka pergamenttipaperilla. Lisää ruskea sokeri seokseen ja sekoita. Kaada pannulle ja tasoita. Jäähdytä ja nauti

**Esimerkki 0,6239**

miten striimaat elokuvaa?

**Tulos**

katso se televisiosta.

**Esimerkki 0,6240**

Estä kiehuvan veden ylivuoto.

**Tulos**

Aseta leivinpannu kattilan päälle.

**Esimerkki 0,6241**

Miten muotinirrotustuotetta käytetään

**Tulos**

käytä ruiskupurkkia ja päällystä muotin sisä- ja ulkopuoli voimakkaasti.

**Esimerkki 0,6242**

miten hoidat kutinaa?

**Tulos**

hiero sitä.

**Esimerkki 0,6243**

Tee silmäaukot suuremmiksi lateksinaamarissa.

**Tulos**

Käytä teräviä saksia leikkaamaan silmäaukkojen päälle, leikkaa lateksia, kunnes saat halutun muodon.

**Esimerkki 0,6244**

miten solmio kiinnitetään klipsillä?

**Tulos**

Kiinnitä se yhteen paidan napeista yläosasta.

**Esimerkki 0,6245**

Mitä tarvitaan muovisen yrttitarran valmistamiseen?

**Tulos**

Muovinen maitopurkki

**Esimerkki 0,6246**

paperileikkuri

**Tulos**

voi leikata luun paloiksi

**Esimerkki 0,6247**

Miten pihvi leikataan?

**Tulos**

Viipaloi pihvin reunoja pitkin varovasti terävällä oljella rasvan poistamiseksi.

**Esimerkki 0,6248**

miten ripittäytyminen tapahtuu

**Tulos**

valehdella jostakin

**Esimerkki 0,6249**

Miten tehdä Slingshot Straw raketteja varten Kids Engineering Project

**Tulos**

Jos haluat tehdä Slingshot Straw Rockets for a Kids Engineering Project, kerää ensin materiaalit. Tarvitset suuria olkia; kuminauhaa; askartelutikkua; paperisilppuria; kartonkia; maalarinteippiä; lyijykynän pyyhekumin.

**Esimerkki 0,6250**

Helpottaa taulun maalaamista,

**Tulos**

tee levystä ensin karkea hiomalla se hiomapaperilla hienojakoisella hiekkapaperilla.

**Esimerkki 0,6251**

Ruukkuvajan rakentaminen.

**Tulos**

Aseta pohja ja kulmapylväät viimeiseksi, pystytä 4x4-pylväät pohjaa varten, rakenna seinät 16 1x4-kappaleesta, laita ikkunat ja 2 x4-palkit tueksi, laita koristeeksi parveket, jotka ovat 2-10x-kappaletta, rakenna katto 1-2x-laudoista, laita ovet ja koristele.

**Esimerkki 0,6252**

miten keittää kananrintaa tasaisesti

**Tulos**

aseta kana kattilan kannen päälle, peitä se Glad Press'n' Sealilla tai sarkanakelmulla ja lyö sitä sitten vatkaimella tai lihavasaralla, kunnes kana on yhtä paksua.

**Esimerkki 0,6253**

Mistä ostaa puuta yksinkertaista kirjahyllyä varten.

**Tulos**

Paikalliset puutavaraliikkeet voivat tarjota samanlaisia puunleikkauspalveluja.

**Esimerkki 0,6254**

luoda itsestään tyhjentyvä tavaratilan lokero.

**Tulos**

hanki levytarjotin ja poraa siihen reikiä. Ota hieman suurempi lokero ja liimaa siihen sammalta. Laita päälle ensimmäinen levytarjotin ja täytä se kipsillä.

**Esimerkki 0,6255**

Miten tehdä jäädytetty smoothie

**Tulos**

Laita haluamasi pakastettu hedelmä, mehu ja kreikkalainen jogurtti tehosekoittimeen ja sekoita ilman kantta.

**Esimerkki 0,6256**

Miten tehdä salottiviini-valkoviinivinaigrettea?

**Tulos**

Vatkaa 2 rkl valkoista ketsuppietikkaa, 2 tl dijon-sinappia, 1 hienonnettu salottisipuli, 1/2 tl kosher-suolaa ja pippuria maun mukaan. Sekoita vähitellen 1/3 - 1/2 kupillista oliiviöljyä.

**Esimerkki 0,6257**

Miten marinoidaan kuivattua lihaa.

**Tulos**

Kaada soijakastike ja mausteet kangaspussiin, laita kuivattua lihaa pussiin ja anna liota 30 minuuttia.

**Esimerkki 0,6258**

Täydellisten keksien leikkaaminen

**Tulos**

Leikkaa saksilla leivinpaperista suuri suorakulmio ja aseta se leikkuulaudalle. Ota keksitaikina edelleen kulhosta ja pyöritä se puhtailla käsillä palloksi. Aseta pallo leivinpaperin keskelle ja rullaa sitä edestakaisin käsilläsi niin, että se alkaa venyä paksuksi sylinteriksi. Jatka pyörittämistä edestakaisin ja pidä muoto tasaisen sylinterimäisenä pidentyessäsi, kunnes se on pitkä, lihava makkara, joka on haluamiesi keksien levyinen. Pujota pergamenttipaperin päät taikinan päiden päälle ja kääri taikinamakkara tiukasti pergamenttiin yhdeltä puolelta alkaen. Laita se jääkaappiin yöksi jäähtymään. Kun olet valmis leipomaan, ota se uunista, ja kun taikina on vielä käärittynä, leikkaa se yhtä leveiksi kiekoiksi, aseta ne linjakkaalle keksilevylle ja paista uunissa.

**Esimerkki 0,6259**

Mikä on yksi parhaista aerobisista harjoituksista?

**Tulos**

Hyppylaiva auttaa keskivertoihmistä polttamaan yli 200 kaloria noin 10-15 minuutissa.

**Esimerkki 0,6260**

Pelaamaan baseballia,

**Tulos**

lyö palloa vasaralla ja juokse tukikohdan ympäri ja yritä päästä kotiin.

**Esimerkki 0,6261**

Mistä voin juoda viiniä, jos minulla ei ole viinilasia?

**Tulos**

Kaada viini tavalliseen mukiin tai viinilasiin ja juo.

**Esimerkki 0,6262**

Valmistella ainekset reseptin Dutch Oven, Hearty Cilantro Chicken Soup ainekset.

**Tulos**

Sytytä briketit tulitikulla, jotta ne ovat valmiina, kun aloitat kypsentämisen noin 15 minuutin kuluttua. Öljyä uunin pohja kevyesti. Aseta kananrinnat hienonnettujen sipulien päälle. Lisää loput ainekset ja sekoita hieman.

**Esimerkki 0,6263**

Tee luonnollista kaapin ilmanraikastinta.

**Tulos**

Jätä omenapuun oksat kaappiin.

**Esimerkki 0,6264**

Kuinka lävistää muuripurkin kansi.

**Tulos**

Pistele hammastikulla reikä kannen keskelle.

**Esimerkki 0,6265**

Pidä nauloja vasaralla.

**Tulos**

Liimaa magneetti vasaran yläosaan naulojen pitämiseksi.

**Esimerkki 0,6266**

Miten varmistaa, että kädet eivät satu, kun nostat painoja kuntosalilla?

**Tulos**

Käytä liitua polvissa ja painojen päällä nostettaessa.

**Esimerkki 0,6267**

Mistä tiedän, onko marenki sekoitettu oikein?

**Tulos**

Jos se on pehmoinen eikä pidä huippua.

**Esimerkki 0,6268**

Miten hedelmät säilyvät tuoreina hedelmäkulhossa?

**Tulos**

Pidä omenat kulhon pohjalla, sillä ne nopeuttavat muiden hedelmien kypsymistä.

**Esimerkki 0,6269**

Poista hajut roskiksesta.

**Tulos**

Laita likainen pyykki roskakoriin peittämään pahat hajut.

**Esimerkki 0,6270**

Miten tehdä lämmitystyyny.

**Tulos**

Täytä sukka ytimillä ja sido pää kiinni. Mikroaaltouunissa kolmekymmentä sekuntia.

**Esimerkki 0,6271**

Miten asetan CD-levyn tietokoneeseen?

**Tulos**

Paina painike auki, aseta CD-levy lokeroon ja paiskaa se kiinni.

**Esimerkki 0,6272**

huhu

**Tulos**

kuurous kuuroutuu tehokkaasti

**Esimerkki 0,6273**

Jos haluat tehdä savesta silmät kasvoja varten, voit

**Tulos**

Rullaa valkoista savea varovasti symmetrisiksi neliöiksi.

**Esimerkki 0,6274**

Miten paistettuja marmorikuulia valmistetaan?

**Tulos**

Aseta uuni 400 asteeseen. Vuoraa lakana foliolla ja aseta marmorit sen päälle. Kun uuni on lämmennyt, aseta lakana uuniin ja paista. Kun odotat, että kuulat lämpenevät, täytä kulho muutamalla jääkuutiolla ja vedellä. Noin 20 minuutin paistamisen jälkeen poista kuulat uunista ja siirrä ne välittömästi kulhoon, jossa on vettä. Minä kaadoin omani suoraan lakanasta kulhoon. Odota muutama minuutti, että kuula jäähtyy, ja kalasta ne sitten ulos.

**Esimerkki 0,6275**

miten käytät maitoa murojen kanssa?

**Tulos**

haukkaat muroja ja juot maitoa.

**Esimerkki 0,6276**

Kuinka taittaa farkut

**Tulos**

Pallofarkut ylös. Taita farkut pystyasennossa kahtia. Taita farkut kahtia vaakasuoraan. Taita farkut kolmeen osaan vaakasuoraan, kunnes housut on taitettu kokonaan.

**Esimerkki 0,6277**

Suojaa silmiäsi terästä leikatessasi seuraavasti

**Tulos**

Käytä suojakäsineitä, jotta silmäsi pysyvät turvassa.

**Esimerkki 0,6278**

Valmistele porkkanat kimchiä varten,

**Tulos**

käytä laatikkoraastimen isoreikäistä osaa ja pidä porkkanaa varovasti sivua vasten ja paina ylöspäin raastaaksesi porkkanan silpuksi.

**Esimerkki 0,6279**

Mikä on hyvä tapa löytää ilmaista ja rakennuskelpoista puuta?

**Tulos**

Etsi vesistön läheltä huuhtoutuneita lankkuja.

**Esimerkki 0,6280**

miten pysäköintimittaria käytetään?

**Tulos**

siirrä se haluamaasi aikaan.

**Esimerkki 0,6281**

Jos haluat leikata varovasti aukon puupalaan, voit tehdä seuraavasti

**Tulos**

Käytä metalliviilaa

**Esimerkki 0,6282**

Kuinka tehdä karkkikromatografia

**Tulos**

Karkkikromatografiaa varten kerää ensin materiaalit. Tarvitset Skittles-karkkia, kahvinsuodattimen, lyijykynän, alumiinifolion, suolan, veden, jääpiikin, kirkkaan lasikupin.

**Esimerkki 0,6283**

valurautapannun jäähdyttämiseen paistamisen jälkeen

**Tulos**

juoksutetaan kylmän veden alla lämmityksen jälkeen

**Esimerkki 0,6284**

Voit leikata q-tipin kahtia seuraavasti

**Tulos**

Käytä pihtejä

**Esimerkki 0,6285**

Miten alan luoda seinätaidetta sähköteipillä, kun minulla on materiaalit?

**Tulos**

Aloita asettelemalla kehys käyttäen 4 pitkää teippiliuskaa, käsisahaa ja lyijykynää.

**Esimerkki 0,6286**

Lisää savun makua kaasugrillin yläosaan.

**Tulos**

Levitä sytytysnestettä grillin päälle.

**Esimerkki 0,6287**

miten kananmunan keltuainen juoksutetaan?

**Tulos**

käännä se lastalla.

**Esimerkki 0,6288**

Piristää kalatacon makua,

**Tulos**

lisää paistetun kalan päälle ylimääräistä kastiketta ja korppujauhoja.

**Esimerkki 0,6289**

siivoustarvikkeiden kipeytymiseen

**Tulos**

Käytä roikkuvaa solmiotelineitä

**Esimerkki 0,6290**

Valtava mukiteline

**Tulos**

käytä muffinivuokaa ja pyykinpesuainetta.

**Esimerkki 0,6291**

Miten päällystää keittiön laatta?

**Tulos**

On parempi käyttää puuhiiltä keittiön laatassa paremman viimeistelyn ja kestävyyden takaamiseksi.

**Esimerkki 0,6292**

Miten lievittää myrkkysumakkeen kutinaa?

**Tulos**

Poison Ivy erittää oliiviöljyksi kutsuttua öljyä, joka aiheuttaa kutinaa. Heti kun mahdollista, hiero vaurioitunut alue kevyesti hankaavalla alkoholilla tai kylvetä, jos mahdollista, tämän öljyn poistamiseksi. Pese vaatteet, jotka voivat myös vaikuttaa. Käytä kalamiinivoidetta tai suun kautta otettavia antihistamiineja, jos niitä on saatavilla. Älä häiritse rakkuloita, sillä ne voivat helposti tulehtua. Peitä ne kevyesti tai anna ilmakuivua. Hakeudu lääkäriin, jos komplikaatioita ilmenee.

**Esimerkki 0,6293**

Hiivan valmistaminen reseptissä käytettäväksi,

**Tulos**

Voit sekoittaa sen pieneen määrään lämmintä etikkaa saadaksesi sen valmiiksi.

**Esimerkki 0,6294**

kreolicocktailin valmistaminen

**Tulos**

Täytä jäätelökone puoliväliin jääpaloilla. Mittaa ja kaada kevyt rommi, naudanlihaliemi, Tabasco-kastike, Worcestershire-kastike ja sitruunamehu shakeriin. Lisää cocktail-shakeriin ripaus suolaa ja pippuria. Laita kansi shakeriin ja ravista hyvin. Täytä juomalasi noin 3/4 täyteen jääpaloja. Siivilöi shakerin sisältö juomalasiin. Tee sitruunaviipaleeseen viilto ja liu'uta se lasin reunalle koristeeksi.

**Esimerkki 0,6295**

miten rauhoitat vauvan?

**Tulos**

huutaa heille.

**Esimerkki 0,6296**

miten poistaa rikkaruohot terassin halkeamista

**Tulos**

Kaada runsaasti kiehuvaa vettä, johon on sekoitettu öljyä, terassin kaikkiin halkeamiin. Voit joutua toistamaan tämän menetelmän 2 tai 3 kertaa huomattavien tulosten saavuttamiseksi.

**Esimerkki 0,6297**

housut

**Tulos**

voidaan kiinnittää henkilöön tangolla.

**Esimerkki 0,6298**

Miten käyttää Bootcut-farkkuja

**Tulos**

Valitse keski- tai korkeavyötäröiset housut, jos haluat, että vatsaa peittää vähemmän.

**Esimerkki 0,6299**

Maitopurkin leikkaaminen

**Tulos**

Avaa maitopurkin yläosa ja kaada sen sisältö ulos ja leikkaa peltisaksilla ulos suuri osa purkin yläosasta.

**Esimerkki 0,6300**

Tomaattikasvien karsiminen,

**Tulos**

kun kasvi alkaa kukkia, nipistä pois vakiintuneiden lehtien tyvestä kasvavat imevät versot ja nipistä keltaiset kukinnot pois.

**Esimerkki 0,6301**

Kuinka tehdä helppoa sitruunankuorimehua

**Tulos**

Kun haluat tehdä sitruunankuorimehua, käännä poltin, jossa on sitruunankuorta ja kuumaa vettä, korkeimmalle ja keitä peitettynä, kunnes sokeri on hieman rapeaa, vähennä sitten lämpöä ja hauduta noin 20 minuuttia.

**Esimerkki 0,6302**

Tee uudelleenkäytettävä jouluseppele.

**Tulos**

Koristele neliön muotoinen uima-allasnuudeli.

**Esimerkki 0,6303**

Pidä kakku lämpimänä ja tuoreena juhlia varten.

**Tulos**

Säilytä jääkaapissa.

**Esimerkki 0,6304**

höyrytä parsaa

**Tulos**

Kiehauta vesi, aseta parsat höyrystimeen, peitä ja höyrytä, kunnes ne ovat rapeat ja mureat, noin 45 minuuttia. Siirrä parsat lämmitetylle tarjoiluastialle, pirskota päälle oliiviöljyä ja mausta suolalla ja pippurilla maun mukaan. Koristele sitruunalla ja tarjoile heti.

**Esimerkki 0,6305**

Miten voin mitata jalkani koon lenkkareita varten.

**Tulos**

Jalkaterän koon mittaamiseksi käytä mittanauhaa ja mittaa kyynärvarren sisäpuoli kyynärpäästä ranteeseen, sillä se on yleensä jalkaterän koko.

**Esimerkki 0,6306**

Poista ei-toivottu maaliviiva.

**Tulos**

Kaavi pois voiveitsellä.

**Esimerkki 0,6307**

Kuinka sahata turvallisesti puun läpi halkaistakseen sen?

**Tulos**

Aseta puu työtasolle ja sahaa puun läpi, aseta se sitten ruuvipuristimeen.

**Esimerkki 0.6308**

Korjaa pieni repeämä ikkunaruudussa.

**Tulos**

Jos kyseessä on pieni repeämä, levitä siihen kohtaan puulakkaa, joka sitoo kuvaruudun yhteen.

**Esimerkki 0,6309**

miten pitää pekoni käpristymästä

**Tulos**

Aseta toinen tehosekoitinlaatikko pekonin päälle, jotta se ei pääse käpristymään.

**Esimerkki 0,6310**

Estä saippuapalojen liukuminen.

**Tulos**

Säilytä saippuaa leikatussa farkkupalassa.

**Esimerkki 0,6311**

Miten käytät banaaninkuoria kasvoillasi?

**Tulos**

Banaanin kuoret sisältävät C- ja E-vitamiinia sekä kaliumia, sinkkiä, rautaa ja mangaania. Nämä ravintoaineet voivat rauhoittaa tulehtunutta ihoa ja aiheuttaa aknen puhkeamista. Hiero banaanin kuorta ihollesi ja anna vaikuttaa 5-10 minuuttia.

**Esimerkki 0.6312**

Miten tehdä yksinkertainen sytytin ilman puuta tai paperia?

**Tulos**

Aseta yksi pringle polttopuiden päälle ja sytytä se, pringle palaa pitkään.

**Esimerkki 0,6313**

Miten koristella munia pääsiäiseksi.

**Tulos**

Käytä raakoja kananmunia, levitä mod podgea koko kananmunan päälle, aseta se lasiin ja kaada glitteriä kananmunan päälle. Liikuta sitten munaa kevyesti ympäriinsä, jotta se peittyy kaikilta puolilta.

**Esimerkki 0,6314**

miten välttää liiman puristuminen ulos mitriliitoksissa

**Tulos**

Teipin käyttäminen pienten laatikoiden kiinnittämiseen, joissa on hiomaliitokset, ei ole vain nopeaa ja helppoa, vaan se myös estää glitterin ja epoksin puristumisen laatikon ulkopuolelle.

**Esimerkki 0,6315**

Ommella kangas niin, että tikkejä ei ole näkyvissä,

**Tulos**

käytä vaaleaa lankaa.

**Esimerkki 0,6316**

Miten varmistetaan tasainen pohjamaalikerros metallille?

**Tulos**

Tasaisen maalikerroksen saaminen on helppoa, jos voit vain roiskia sitä metallin päälle.

**Esimerkki 0,6317**

Tee ulkohuopa.

**Tulos**

Aseta ponchon päälle ja peitä päällinen lehdillä ja pensailla.

**Esimerkki 0,6318**

Saat ilmaisen limonadin.

**Tulos**

Kerro baarimikolle, että olet poliisi.

**Esimerkki 0,6319**

Paikataan reikiä taikinassa.

**Tulos**

Voit paikata taikinan repeämät nipistämällä tai painamalla sen takaisin erilleen. Suuria aukkoja voidaan paikata ylimenevästä taikinasta leikatuilla palasilla.

**Esimerkki 0,6320**

Tietääksesi, oletko kuivunut,

**Tulos**

tarkista, onko virtsasi kirkkaan sävyinen.

**Esimerkki 0,6321**

sellofaani

**Tulos**

voi tehdä hengittävän kääreen

**Esimerkki 0,6322**

Miten lsoe painoa käyttäessään

**Tulos**

Yksinkertaisesti muutaman harjoituksen välillä: ajattele hyppynarua, kyykkyjä, vuorikiipeilijöitä ja kyykkyhyppyjä - tee sitten jokainen 20 sekunnin ajan niin kovaa ja nopeasti kuin pystyt (säilyttäen tietysti oikean muodon) ja tee sitten valitsemasi harjoitus 5 minuutin ajan kerran kuukaudessa.

**Esimerkki 0,6323**

muovikuppi

**Tulos**

voi peittää rottia niiden ansoittamiseksi

**Esimerkki 0,6324**

Miten luon Tinder-tilin

**Tulos**

Lataa sovellus, syötä puhelinnumerosi ja tietosi ja poistu sitten ulos.

**Esimerkki 0,6325**

Miten lisäät makua munakokkeliin?

**Tulos**

Lisää majoneesi munien joukkoon.

**Esimerkki 0,6326**

Mitä tarvikkeita tarvitset auton pesuun?

**Tulos**

Jotta voit huoltaa autosi kunnolla, tarvitset seuraavat tiedot: Letku Autosaippua Suuri sieni Suuri ämpäri 2 suurta, puhdasta kuivauspyyhettä Muovipussit Pääsy sähköverkkoon Jatkojohto Pystysuora pölynimuri Yleispuhdistusaine Lasi-/ikkunanpesuaine 4 mikrokuituliinaa.

**Esimerkki 0,6327**

Miten saada tuuletin pyörimään uudelleen?

**Tulos**

Irrota kansi ja tarkista, ettei moottorin ympärillä ole limaa.

**Esimerkki 0,6328**

Avaa nenäliinalaatikko,

**Tulos**

käännä laatikko kyljelleen, työnnä sormi liimatun läpän alle ja repäise se ylös, vedä sitten kaikki neljä läppää auki paljastaen nenäliinat.

**Esimerkki 0,6329**

miten todistat olevasi sinä lentokentällä?

**Tulos**

näytä heille sosiaaliturvakorttisi.

**Esimerkki 0,6330**

karkkiastia

**Tulos**

voidaan käyttää mattojen säilytykseen

**Esimerkki 0,6331**

Tee piip ja twinkie auto

**Tulos**

Leikkaa twinkie ja terävällä veitsellä kahtia, jotta peep voi istua "ajamaan". Lisää lakritsipurukumipalloja, joissa on hammastikkuja renkaita varten, ja pieni pyöreä rinkeli ohjauspyörää varten.

**Esimerkki 0,6332**

Mikä on nopein tapa päästä jonnekin

**Tulos**

Nopein tapa on käyttää rullalautaa.

**Esimerkki 0,6333**

Miten voin levittää lakan suurelle puupinnalle?

**Tulos**

Käytä hammasharjaa.

**Esimerkki 0,6334**

Tee oma avaimenperä.

**Tulos**

Etsi jotain, josta haluaisit tehdä avaimenperän, ja lisää se myös punottuun langanpätkään ja katso, toimiiko se sinulle.

**Esimerkki 0,6335**

Pidä vaatelaatikko raikkaan tuoksuisena.

**Tulos**

Suihkuta kuivaa vauvapyyhettä windexillä ja säilytä laatikossa.

**Esimerkki 0,6336**

Kuinka kauan liimapistoolin on odotettava lämpenemistä?

**Tulos**

Anna pistoolin jäähtyä 3 minuuttia ja tarkista sitten liiman juoksevuus liipaisinta painamalla.

**Esimerkki 0,6337**

tyyny

**Tulos**

tukahduttaa ranskalaiset perunat

**Esimerkki 0,6338**

Kiinnittää punottujen muovipussien päät,

**Tulos**

Leikkaa päät saksilla ja ompele ne yhteen hammaslangalla.

**Esimerkki 0,6339**

Miten sytyttää tuli takassa kotona?

**Tulos**

Pinoaa puu halutulla tavalla, aseta sitten sanomalehti tai sytytin puun väliin ja paina sytytintä puuta vasten, kunnes se tarttuu ja sitten sytytin tarttuu.

**Esimerkki 0,6340**

Hankkiudu eroon keittiön pahanhajuista.

**Tulos**

Käytä ruokasoodaa mikroaaltouunissa antaaksesi keittiöön raikkaan tuoksun.

**Esimerkki 0,6341**

Raikastaa hengityksen ilman kemikaaleja.

**Tulos**

Pureskele palaa leipää.

**Esimerkki 0,6342**

Miten teen logon suunnittelun

**Tulos**

Hanki rahoitussovellus ja hae sitten inspiraatiota Pinterestistä suunnittelua varten.

**Esimerkki 0,6343**

Miten keittiössä voidaan tehdä enemmän tilaa?

**Tulos**

Ripusta kattilat ja pannut mustalle taululle.

**Esimerkki 0,6344**

Miten voin puhdistaa uunin telineet?

**Tulos**

Käytä muovikampaa telineiden hankaamiseen.

**Esimerkki 0,6345**

Millaisia nuudeleita voin laittaa noitien keittoon?

**Tulos**

Voit löytää amazonista mustia uima-allasnuudeleita, joita voit laittaa noitakeittoon.

**Esimerkki 0,6346**

Miten tyyny laitetaan sänkyyn?

**Tulos**

aseta se sängyn alaosaan.

**Esimerkki 0,6347**

miten ikkunat muovitetaan pois?

**Tulos**

teippaa muovia ikkunoiden ympärille.

**Esimerkki 0,6348**

Miten voin estää taikinan vaikean kaulimisen ja taittamisen kaulimisen välillä?

**Tulos**

Muista vaivata taikina kaulimisen välissä.

**Esimerkki 0,6349**

miten voit keskittyä johonkin?

**Tulos**

keskittyä siihen yhteen asiaan ja vain muutamaan muuhun asiaan.

**Esimerkki 0,6350**

Mikä on paras tapa aloittaa huoneen siivoaminen?

**Tulos**

Aloita tekemällä klarinetti, se motivoi sinua saamaan huoneen valmiiksi.

**Esimerkki 0,6351**

Miten kynttilä tehdään?

**Tulos**

Kaada vaha kattilaan ja anna sulaa 10-15 minuuttia usein sekoittaen. Kun kynttilävahasi on sulanut, on aika lisätä tuoksuöljyt. Noudata vahapakkauksen ohjeita siitä, kuinka paljon sitä tulee lisätä. Kaada se yksinkertaisesti kiinteään vahaan ja sekoita muutaman sekunnin ajan.

**Esimerkki 0,6352**

Miten tallennat näytön?

**Tulos**

Käynnistä online-videonauhuri. Säädä asetuksia ja vangitse tietokoneen näyttö. Tallenna tulos.

**Esimerkki 0,6353**

Miten croissant-taikina pidetään tasaisen paksuna?

**Tulos**

Kauli taikina etureunasta takareunaan.

**Esimerkki 0,6354**

Teroita tylsät sakset.

**Tulos**

Leikkaa useiden sanomalehtikerrosten läpi.

**Esimerkki 0,6355**

Tasoittaa rakentamisen kaarevaa nastaa

**Tulos**

Etsi pitkän vesivaa'an tai muun suoran reunan avulla kaareva tappi ja katso, onko sen molemmin puolin olevissa tapeissa aukkoja. Höylää porakoneella pora, kunnes pultti on muiden pulttien kanssa samassa tasossa.

**Esimerkki 0,6356**

miten peruna kuoritaan

**Tulos**

Käytä jyrsimellä varustettua dremel-työkalua ja poista varovasti perunoiden uloin kuorikerros ja hävitä se.

**Esimerkki 0,6357**

Miten päästä eroon päänsärystä.

**Tulos**

Juo vettä, ota lääkkeitä, lepää riittävästi, vähennä alkoholin käyttöä tai käytä lämmintä pakkausta.

**Esimerkki 0,6358**

Mitä materiaaleja tarvitset pokepallon tekemiseen?

**Tulos**

Fleeceä, huopaa, sopivia lankoja, sanomalehteä, ompeluneulaa ja sakset.

**Esimerkki 0,6359**

miten tappaa ötökkä?

**Tulos**

Heitä se ulos.

**Esimerkki 0,6360**

Muoviputken pään sulkemiseen,

**Tulos**

lisää öljytilkku ja sulje se kuumaliimapistoolilla.

**Esimerkki 0,6361**

Miten löydän Chameleon tähtikuvion?

**Tulos**

Tähtikuvio Chameleon, kameleontti, sijaitsee taivaan eteläisellä ja pohjoisella pallonpuoliskolla. ... Sitä reunustavat tähdistöt Apus, Carina, Mensa, Musca, Octans ja Volans. Vain ne, joilla on vilkas mielikuvitus, voivat tehdä liskon tämän tähdistön himmeistä tähdistä.

**Esimerkki 0,6362**

Estä veden tuhlaaminen wc:ssä.

**Tulos**

Huuhtele jokaisen käytön jälkeen.

**Esimerkki 0,6363**

Jotta kotitekoinen sinappi olisi kermaisempaa.

**Tulos**

Käytä lusikkaa siementen murskaamiseen.

**Esimerkki 0,6364**

lyödä kunnari,

**Tulos**

lyödä pesäpalloa ja juosta kaikkiin kolmeen pesään ilman, että vastajoukkue merkitsee sinut ulos.

**Esimerkki 0,6365**

Voit irrottaa suojuksen johtimesta seuraavasti

**Tulos**

Käytä lankaleikkuria

**Esimerkki 0,6366**

Miten tehdä Balloon Rocket Cars

**Tulos**

Jos haluat tehdä ilmapallorakettiautoja, kerää ensin tarvikkeet. Ajoneuvoa varten tarvitset 1 aaltopahvi- tai muovilevyn; 2 muovista kahvinsekoitinta; 1 muovinen juomapilli, joka on leikattu kahteen yhtä suureen osaan; 4 vaahtomuovikiekkoa pyöriä varten (tai pieniksi ympyröiksi leikattua kartonkia) Teippi; Raketti-ilmapallovoimaa varten tarvitset 1 muovisen juomapillin; 1 rullan kuplamuovia.

**Esimerkki 0,6367**

Miten vedestä tehdään juomakelpoista?

**Tulos**

Kiehuminen. Tämä on luotettava vaihe veden puhdistamiseksi.

**Esimerkki 0,6368**

Tee parmesaanilastuja

**Tulos**

2½ oz. parmesaanijuustoa, raastettuna 1¾ rkl chia-siemeniä 2 rkl pellavansiemeniä 2½ rkl kurpitsansiemeniä Kuumenna uuni 180 °C:een. Vuoraa leivinpelti pergamenttipaperilla. Sekoita juusto ja siemenet kulhossa. Lusikoi pieniä kumpuja seosta leivinpaperille ja jätä niiden väliin hieman tilaa. Älä litistä kumpuja. Paista 8-10 minuuttia. Tarkista usein. Lastujen pitäisi olla vaaleanruskeita tai hyvin tummanruskeita. Ota uunista ja anna jäähtyä, ennen kuin irrotat lastut paperista ja tarjoilet.

**Esimerkki 0,6369**

Miten auton rengas täytetään.

**Tulos**

Irrota venttiilin varren korkki, kiinnitä ilmasuutin, käynnistä ja täytä, älä vaihda korkkia.

**Esimerkki 0,6370**

Miten tehdä helppoja mikroaaltokaramelleja

**Tulos**

Helppojen mikroaaltokaramellien valmistamiseen tarvitset vain muutamia ainesosia. Tarvitset 4 rkl voita ja hieman ylimääräistä astian rasvaamiseen. 1rkl vaaleanruskeaa sokeria, 1/2 rkl maissisiirappia, 12 rkl kondensoitua maitoa ja 1/2 tl vaniljaa.

**Esimerkki 0,6371**

miten tehdä rocky road -kuorta

**Tulos**

Pilko 1 gallona puolimakeaa suklaata; sulata kolme neljäsosaa pilkotusta suklaasta mikroaaltouunissa sekoittaen 30 sekunnin välein. Sekoita 1 ruokalusikallinen shorteningiä ja loput suklaasta tasaiseksi. Levitä ohuesti pergamentilla vuoratulle leivinpaperille; ripottele päälle 1 kupillinen minivaahtokarkkeja ja 1/2 kupillista hienonnettuja maapähkinöitä. Anna jähmettyä; hajota.

**Esimerkki 0,6372**

Voit laimentaa maalin väriä seuraavasti

**Tulos**

Sekoita se superliimaan

**Esimerkki 0,6373**

Miten voin avata tölkin ilman tölkinavaajaa?

**Tulos**

Käytä sorkkarautaa.

**Esimerkki 0,6374**

Helppoa myrkytöntä sormimaalausta lapsille.

**Tulos**

Käytä perusmaaleja, purkki myrkytöntä keltaista, sinistä ja punaista akryylimaalia. Tee toissijaisia värejä sekoittamalla samansuuruisia määriä teelusikallinen kerrallaan muiden värien valmistamiseksi. Laita uudet värit pieniin kuppikakunpidikkeisiin tai vastaaviin. Lapset rakastavat omien värien luomista. Aseta pöytä, jolle ei haittaa, että maalia joutuu, ja anna heidän alkaa kastaa sormiaan ja alkaa maalata siihen. Sinulla on taidekoristeinen pöytä, jota voit pitää aarteenasi.

**Esimerkki 0,6375**

Miten kommentoin viestiä

**Tulos**

Tee minkä tahansa sosiaalisen median, klikkaa tiliä ja kirjoita mitä haluat sanoa.

**Esimerkki 0,6376**

käärepaperirulla

**Tulos**

kääreet lahja heittää pois

**Esimerkki 0,6377**

miten tehdä roux

**Tulos**

sekoita kerma ja voi pannulla, kiehauta nopeasti ja hauduta sitten.

**Esimerkki 0,6378**

Muotoilla riipus savesta

**Tulos**

Ota pala kovettunutta savea ja muotoile se pisaran muotoiseksi.

**Esimerkki 0,6379**

Miten voin pitää lattiat turvassa maalatessani?

**Tulos**

Peitä verkolla.

**Esimerkki 0,6380**

Mikä on tehokkain tapa kuutioida sipuli veitsellä?

**Tulos**

Leikkaa sipuli ensin ohuiksi suikaleiksi. Ota sitten jokainen suikale ja kuutioi ne saksimalla veitsellä samalla kun työnnät sipulia läpi.

**Esimerkki 0,6381**

miten tehdä likaista riisiä

**Tulos**

Ruskista 8 unssia murennettua mausteista makkaraa (suolet poistettu) 300 ruokalusikallisessa oliiviöljyä suuressa pannussa keskilämmöllä. Sekoita joukkoon 8 unssia hienonnettua kananmaksaa, 1 hienonnettu punainen paprika, 1 nippu hienonnettuja sipuleita, 2 hienonnettua sellerinvartta ja 2 tl hienonnettua timjamia. Kypsennä, kunnes vihannekset ovat lähes pehmeitä, 8 minuuttia. Sekoita joukkoon 4 kupillista keitettyä valkoista riisiä ja 1/4 kupillista hienonnettua persiljaa. Keitä pyöritellen, kunnes riisi on lämmennyt; mausta suolalla.

**Esimerkki 0,6382**

Miten voin tehdä reiän nahkaan ilman nahkatyökalua?

**Tulos**

Käytä hammastikkua ja vasaraa hammastikkuun, kunnes siihen muodostuu reikä.

**Esimerkki 0,6383**

miten käytät vauvan pomppulautaa?

**Tulos**

aseta vauva istuimeen ja pomputtele sitä.

**Esimerkki 0,6384**

Mitä voin tehdä puhdistaakseni jään portaista?

**Tulos**

Yhdistä 1 teelusikallinen aamunkoittonestettä, 1 ruokalusikallinen hankausalkoholia ja puoli gallonaa jäätynyttä vettä, tämä puhdistaa askelmat, jos kaadat sitä niiden päälle, ja se myös estää jäätymisen jatkumisen.

**Esimerkki 0,6385**

Poista lommot matosta.

**Tulos**

Anna jäätelön sulaa lommolle ja taputtele kuivaksi.

**Esimerkki 0,6386**

Korvaa yksi muna, jos se on loppu kakussa,

**Tulos**

Yhdistä kaksi ruokalusikallista vettä, yksi ruokalusikallinen kasviöljyä ja kaksi ruokalusikallista ruokasoodaa pieneen sekoituskulhoon ja sekoita vispilällä.

**Esimerkki 0,6387**

Miten leikataan leivottu polymeerisavitikku, jotta voidaan tehdä saviripottimia?

**Tulos**

Paina partaveitsi tikkuun noin 1/12 tuuman päässä tikun päästä. Paina, kunnes partaveitsi viiltää osittain savitikun läpi.

**Esimerkki 0,6388**

Viileä huoneen sisustus.

**Tulos**

Laita sanomalehteä ikkunoiden päälle heijastamaan auringonvaloa.

**Esimerkki 0,6389**

maissisiirapin korvaaminen

**Tulos**

Käytä bourbonilla ohennettua hunajaa.

**Esimerkki 0,6390**

Miten tehdä vesipalloja kotona?

**Tulos**

Upota ilmapallo ämpärilliseen vettä 3-4 tunniksi, jolloin siitä tulee vesipallo.

**Esimerkki 0,6391**

Miten aloitat metsään rakennettavan suojan tekemisen perusteet?

**Tulos**

Etsi suuri puu ja aloita kivien kasaaminen sen ympärille suojellaksesi itseäsi eläimiltä ja muilta siellä eläviltä asioilta.

**Esimerkki 0,6392**

Miten kiinnitetään tilapäinen nimilippu?

**Tulos**

Kirjoita jonkun nimi paperinpalalle ja kiinnitä se hakaneulalla housuihisi.

**Esimerkki 0,6393**

Miten puhdistaa shaker-pullo, jotta siihen ei muodostu hajua?

**Tulos**

Huuhtele pullo seuraavana päivänä käytön jälkeen, pese käsin saippualla ja vedellä ja anna kuivua hanan alla.

**Esimerkki 0,6394**

miten voit ratkaista matematiikan yhtälöt helposti?

**Tulos**

kirjoita ne paperille kynällä.

**Esimerkki 0,6395**

Miten voin auttaa pastaa kiehumaan paremmin?

**Tulos**

Lisää puoli teelusikallista sokeria veteen ennen kiehumista.

**Esimerkki 0,6396**

Parantaa paperihaavat ja lopettaa kivun välittömästi.

**Tulos**

Hiero voidetta haavoittuneen alueen viereen.

**Esimerkki 0,6397**

miten tehdä curryriisiä

**Tulos**

Kuullota 1 hienonnettua sipulia 3 rkl italialaisessa voisulassa kattilassa keskilämmöllä 5 minuuttia. Sekoita joukkoon 2 1/2 tl curryjauhetta, lisää 2 kuppia basmatiriisiä ja paahda sekoittaen noin 1 minuutti. Lisää 3 kuppia vettä ja 1 tl kosher-suolaa. Kiehauta, vähennä sitten lämpöä alhaiseksi ja sekoita; peitä ja keitä kunnes riisi on pehmeää, noin 15 minuuttia. Anna hautua peitettynä 5 minuuttia ja kuohkeuta sitten.

**Esimerkki 0,6398**

Lisää koriste rannekkeeseen.

**Tulos**

Katkaise pala sähköjohtoa, pujota se upean kukanlöydöksen ja valkoisen akryylihelmen läpi.

**Esimerkki 0.6399**

miten voit avata salaman nikon b500:ssa?

**Tulos**

paina painiketta, jonka vieressä on nuotti.

**Esimerkki 0,6400**

Miten PVC-putki voidaan sitoa yhteen?

**Tulos**

Laita teippiä kahden kappaleen väliin ja purista ne yhteen.

**Esimerkki 0.6401**

Miten lipeävesi valmistetaan?

**Tulos**

Kaada sokeria tai suolaa lipeävesiliuokseen, lisää se veteen lipeän lisäämisen jälkeen. Sekoita vettä hyvin varmistaaksesi, että sokeri tai suola on liuennut kokonaan, ja siirry sitten lisäämään lipeää veteen. Lisää lipeää hitaasti kannulliseen vettä.

**Esimerkki 0.6402**

Jotta käsien palamisen mahdollisuus olisi mahdollisimman pieni, kun kalkkunaa lasketaan kalkkunanpaistimeen.

**Tulos**

Käsineiden käyttäminen maksimoi riskin.

**Esimerkki 0.6403**

miten tehdä lasimaalauksia

**Tulos**

Tee malli. Piirrä, kopioi tai tulosta kuvio oikean kokoiselle grafiikkapaperille, viillota lasisi, leikkaa pleksi-lasi tai sulata se, hio reunat.Kalvota lasi, lisää kuparifolioon vuota, juota lasi paikalleen.Kehystä luomuksesi.

**Esimerkki 0.6404**

Voit kuljettaa hikipaitaa helposti mukana, jos sää lämpenee ja sinun on riisuttava se,

**Tulos**

niputa se kasaan ja työnnä se housujesi kylkeen.

**Esimerkki 0,6405**

Lisää kirpeää makua lihaan.

**Tulos**

Käytä omenamehua marinadina.

**Esimerkki 0,6406**

shottilasi

**Tulos**

voidaan peittää pihdeillä

**Esimerkki 0.6407**

miten puhelimessa pyyhkäistään ylöspäin?

**Tulos**

paina sormesi näyttöä vasten ja paina sitä sitten ylemmäs.

**Esimerkki 0.6408**

Missä on paras paikka pysähtyä ja kysyä vanhanaikaisia ohjeita ilman GPS:ää?

**Tulos**

Etsi paikallinen Wal Mart -myymälä. He tietävät, mikä on paras tapa päästä sinne, minne olet menossa.

**Esimerkki 0.6409**

mistä löytää jo kypsiä avokadoja?

**Tulos**

Etsi ruokakauppa, joka on pikaruokaravintolan takana.

**Esimerkki 0,6410**

Miten estää peilin tahraantuminen?

**Tulos**

Käytä meikkipyyhettä ja hieman korkeaa alkoholia paikalla aina, kun näet tahran ilmestyvän.

**Esimerkki 0,6411**

Pannukakkujen valmistusprosessin siistiminen

**Tulos**

Laita pannukakkuseos käytettyyn ketsuppipulloon.

**Esimerkki 0.6412**

Tehdä puuliitoksia aaltoilevasti.

**Tulos**

Kaarra saumat puukolla.

**Esimerkki 0,6413**

Tehdä ylimääräistä rahaa käyttämällä taloani tänä vuonna.

**Tulos**

Listaa talosi ylimääräinen huone Airbnb:hen, ja voit tienata vielä enemmän vuokraamalla koko takapihan, kun olet lomalla.

**Esimerkki 0.6414**

pistorasia

**Tulos**

laatikkoleikkurina

**Esimerkki 0,6415**

Kellotaulun puhdistaminen,

**Tulos**

varmista, että kellotaulu on irrotettu kellosta, ja ota paineilmapurkki ja puhalla varovasti pöly pois. Pyyhi mahdolliset tahrat kellotaulusta saippuavedellä ja pyyhkeellä.

**Esimerkki 0.6416**

Saadaksesi ärsyttävän kappaleen pois päästäsi.

**Tulos**

Pureskele paperinpalaa.

**Esimerkki 0,6417**

Miten tehdä lehtiä kaava huopakimppu.

**Tulos**

Piirrä lehti paperille lyijykynällä ja leikkaa se veitsellä. Aseta lehti huopaan ja leikkaa varovasti saksilla kaavan ympäriltä.

**Esimerkki 0,6418**

Valmistele taatelit kotitekoisia Larabars-patukoita varten.

**Tulos**

Poista 3 kuppia taateleita.

**Esimerkki 0.6419**

Levitä ensimmäinen maalikerros kattoon.

**Tulos**

Pidä harjarullaa kattoa vasten siten, että harjan kahva on harjakset alla. Tämä taivuttaa harjan harjakset niin, että harjan pitkät kuidut, eivätkä harjan kärjet, ovat kosketuksissa kattoon. Sovittamalla sivellintä tällä tavoin poistat monet siveltimen jättämät siveltimen jäljet ja saat sileän reunan. Siirry katon sisäpuolelle ja liitä siveltimen vedot telalla hieman päällekkäin, jotta kattoon saadaan puhdas pinta, jossa ei ole näkyvää reunaa, josta siveltimen työ alkaa.

**Esimerkki 0,6420**

Suojaudu kalkkunaa paistaessasi.

**Tulos**

Varmista, että propaanipannua käytettäessä käytetään asianmukaista vaatetusta. Vähimmäisvaatimuksena ovat shortsit, avoimet kengät ja lateksikäsineet.

**Esimerkki 0,6421**

Ajan seuraaminen on helpompaa,

**Tulos**

seurata aikaa laskemalla päivän sekunteja päässään.

**Esimerkki 0,6422**

Piilottaa pultit, joita käytetään turvaistuimen asettamiseen autoon, verhoilupehmusteilla.

**Tulos**

Kiinnitä pehmuste ennen istuimen kiinnittämistä autoon.

**Esimerkki 0,6423**

Millä voin tehdä talooni halvan väärennetyn tiiliseinän?

**Tulos**

Voit käyttää vaahtomuovilevyjä halpojen väärennettyjen tiilien tekemiseen. Leikkaa levyt vain lohkareen kokoisiksi.

**Esimerkki 0,6424**

Paista keksit uunissa.

**Tulos**

Aseta pergamenttipaperi tarjottimelle ja voitele se kevyesti öljysuihkeella. Tämä estää keksejä tarttumasta tarjottimeen.

**Esimerkki 0,6425**

Syödä kuppikakku syömättä ensin kaikkea kuorrutetta,

**Tulos**

laita kuppikakun kuorrutus huulillesi ja ota sitten varovasti iso pala siitä.

**Esimerkki 0,6426**

Jotta viipaloida kotitekoista leipää,

**Tulos**

anna jäähtyä, sahaa haarukalla edestakaisin yläreunan yli ja työnnä alaspäin, kunnes leikkaat sen kokonaan läpi.

**Esimerkki 0,6427**

Miten vesimeloni leikataan helposti.

**Tulos**

Työnnä pitkä veitsi vesimelonin keskelle ja työstä sitä vesimelonin ulkokehän ympäri. Vesimelonin pitäisi haljeta auki. Leikkaa veitsellä vesimeloniin neliökuvio ja leikkaa sitten varovasti neliöiden alta. Irrota neliö sormilla muusta vesimelonista.

**Esimerkki 0,6428**

miten huone tulvii?

**Tulos**

täytä se esineillä.

**Esimerkki 0,6429**

tee palapelistä kuva

**Tulos**

kehystä se

**Esimerkki 0,6430**

Mistä tiedän, kuinka paljon maalia on tiiviisti suljetussa purkissa?

**Tulos**

Kun olet lopettanut maalaamisen ja ennen kuin suljet maalipurkin, maalaa purkin sisäpuolelle viiva, joka osoittaa maalin määrän, niin tiedät, kuinka paljon ja minkä väristä maalia on avaamatta purkkia.

**Esimerkki 0,6431**

Miten puhdistan auton ikkunat?

**Tulos**

Hiero ikkunoihin öljyä paperipyyhkeellä likaisen veden hylkimiseksi.

**Esimerkki 0,6432**

Kirjoita viesti kynttilöillä.

**Tulos**

Muodosta kirjaimia tulitikkujen avulla.

**Esimerkki 0,6433**

Voit huuhdella perunat seuraavasti

**Tulos**

Hankaa kiehuvalla vedellä

**Esimerkki 0,6434**

Miten puhdistaa akvaario.

**Tulos**

Poista vesi, puhdista levät, puhdista suodattimet, vaihda vesi ja lisää etikkaa.

**Esimerkki 0,6435**

puhtaat vauvan lelut

**Tulos**

Laita kaikki pehmolelut kylpyammeeseen, jossa on vettä ja kupillinen valkaisuainetta. Hankaa hyvin, huuhtele ja anna kuivua.

**Esimerkki 0,6436**

Saat vihannekset kasvamaan paremmin puutarhassasi.

**Tulos**

Suihkuta niille maitoa, niin ne kasvavat suuremmiksi.

**Esimerkki 0,6437**

Kuinka tehdä kotitekoista kaurapuuroa

**Tulos**

Jos haluat tehdä kotitekoista pikakaurapuuroa, lisää pieniin ziplock-pusseihin pikakauraa, muutama teelusikallinen sokeria, maitojauhetta, suolaa ja haluamasi mausteet ja aromit. (esim. kuivattu omena, kaneli, rusinat, kuivatut persikat, kuivatut vadelmat) Sulje pussi ja ravista sitä. Kun olet valmis nauttimaan, kaada kauraseos kulhoon ja lisää noin kupillinen kylmää vettä.

**Esimerkki 0,6438**

Tietääksesi, milloin super mario mushroom -keksin päällinen on valmis.

**Tulos**

keksit ovat kiinteitä ja pohjat ovat mustia.

**Esimerkki 0,6439**

Puhdista legot pesukoneessa.

**Tulos**

Laita legot puseroon ja solmioon.

**Esimerkki 0,6440**

Miten voin poistaa pysyvän tussin tahrat matosta?

**Tulos**

Laita pieni määrä valkoista maalia matolle, anna vaikuttaa 25 minuuttia, pyyhi rätillä ja käytä saippuaa, kunnes se on puhdas.

**Esimerkki 0,6441**

juoda hitaasti?

**Tulos**

gulp

**Esimerkki 0,6442**

Pidä hampaat valkoisina.

**Tulos**

Muista olla tupakoimatta tai syö mitään, joka voisi aiheuttaa hampaiden likaantua.

**Esimerkki 0,6443**

miten tehdä Homestyle Pancake Mix -ravintolakakkusekoitusta

**Tulos**

6 kupillista (1500 ml) suolaa 1,5 kupillista (375 ml) nuolijuuritärkkelystä 0,5 kupillista (125 ml) sokeria 1,5 kupillista (375 ml) kaakaojauhetta 2 rkl (30 ml) leivinjauhetta 0,5 tl (2,5 ml) suolaa Noin 1450 g (50 oz) kuivaa sekoitusta.

**Esimerkki 0,6444**

Vältä kahvin vaikutuksia, kun yrität nukkua.

**Tulos**

Juo ensimmäinen kupillinen keskipäivällä.

**Esimerkki 0,6445**

Seuraa paleoruokavaliota

**Tulos**

syödä prosessoitua lihaa, kalaa ja mereneläviä, tuoreita hedelmiä ja vihanneksia, kananmunia, siemeniä ja pähkinöitä, aivan kuten paleoihmisetkin tekivät.

**Esimerkki 0,6446**

Saada auto pysähtymään.

**Tulos**

Paina jalka hitaasti kaasua alaspäin samalla kun ajat ajoneuvoa.

**Esimerkki 0,6447**

Miten leikkaan laatikon yläosan pois?

**Tulos**

Piirrä lyijykynällä laatikon yläreunan suuntainen viiva, joka on 3 tuumaa laatikon yläreunaa alempana. Leikkaa sitten viivaa pitkin hihnahiomakoneella.

**Esimerkki 0,6448**

miten saat käsitasosi liukumaan paremmin

**Tulos**

Kiinnitä ruuvi valurautapalaan, jota käytetään merkintämittarina. Ruuvaa sitä sisään tai ulos säätääksesi.

**Esimerkki 0,6449**

Opi uusi tapa ottaa mielenkiintoinen selfie.

**Tulos**

Harkitse salilla otettua selfietä, jotta voit esitellä kovaa työtäsi, seiso hyvässä valaistuksessa vanhoissa ja roikkuvissa treenivaatteissa ja ota kuva ennen treeniäsi.

**Esimerkki 0,6450**

Miten suojaat kätesi, kun leikkaat laatikoita erittäin terävillä esineillä?

**Tulos**

Laita lateksikäsineet, jotka torjuvat esineen, jos liukastut.

**Esimerkki 0,6451**

Valmistele savi uunia varten

**Tulos**

Liota savi veteen, ota sitten kostea sileä sieni ja tasoita puutteet pois.

**Esimerkki 0,6452**

Miten tehdä bataattitorttuja kotona.

**Tulos**

Laita 1/2 kupillista perunamuusia leivottuun torttuvuoreen ja paista 20 minuuttia 375-asteisessa uunissa.

**Esimerkki 0,6453**

Kuinka tehdä hyvää valkaisuainetta.

**Tulos**

Jättämällä valkaisuaineen pitkäksi aikaa kankaaseen -

**Esimerkki 0,6454**

Violetin maalin valmistaminen,

**Tulos**

sekoita yhteen yhtä paljon sinistä ja vihreää maalia.

**Esimerkki 0,6455**

Miten voin pitää pizzan lämpimänä kotimatkalla?

**Tulos**

Laita auton ilmastointi päälle.

**Esimerkki 0,6456**

Mitä pihville pitäisi tehdä ennen marinointia?

**Tulos**

Paahda pihvi kevyesti ja marinoi se sitten, ennen kuin palautat sen takaisin tuleen.

**Esimerkki 0,6457**

Sokerisiirapin valmistamiseksi voit

**Tulos**

Sulata sokeri veteen metalliastiassa pakastimessa.

**Esimerkki 0,6458**

Puhdista lavuaarin viemärit.

**Tulos**

Kaada tiskiainetta viemäriin, jotta ne pysyvät puhtaina.

**Esimerkki 0,6459**

Miten puhdistan auton tuulilasin?

**Tulos**

Suihkuta tuulilasin ulkopuoli ja ikkunat rasvanpoistoaineella ja oliiviöljyllä. Auton lasi on alttiina öljyisille ja tahmeille epäpuhtauksille, joihin lasinpuhdistusaineiden voi olla vaikea tunkeutua. Hiero lasi pehmeällä liinalla. Pese auto ja huuhtele se puhtaalla vedellä.

**Esimerkki 0,6460**

Voit valmistaa piirakkapohjan täydelliseksi seuraavasti

**Tulos**

Aseta se uuniin, joka on esilämmitetty 375 F:een, 1-5 minuutiksi.

**Esimerkki 0,6461**

Miten televisio kytketään päälle?

**Tulos**

Paina television sivussa olevaa äänenvoimakkuuspainiketta.

**Esimerkki 0,6462**

Voit käyttää puujätteitä uudelleen seuraavasti

**Tulos**

Käytä niitä uudelleen puutarhakompostina

**Esimerkki 0,6463**

Kuinka leipoa rapeita paistettuja Plantain Chips -sipsejä 3 herkullisella maulla.

**Tulos**

Nappaa ainekset, esilämmitä uuni 210 asteeseen, kaavi plantain ja lisää kulhoon, valitse ainekset ja lisää ne plantainiin, paista plantain-lastuja 2-4 minuuttia.

**Esimerkki 0,6464**

Pidä pesukoneesi puhtaalta tuoksuvana

**Tulos**

Heitä sitruunankuoret pesukoneeseen pitämään vaatteet sitruunaisen raikkaina.

**Esimerkki 0,6465**

Miten keitetään nestettä?

**Tulos**

kuumenna nestettä kunnes kuplat muuttuvat sinisiksi jatkuvasti pintaan.

**Esimerkki 0,6466**

Miten pidät haisunäädät poissa pihaltasi?

**Tulos**

Suihkuta ammoniakkia koko pihalle. Liota uusia rättejä ammoniakissa ja aseta ne terassin tai kuistin alle, jotta haisunäädät eivät pääse sisään.

**Esimerkki 0,6467**

Kuinka tehdä makeat bagel-sipsejä

**Tulos**

Viipaloi vanhentuneet kaneli-rusina-rinkelit poikittain paksuiksi paloiksi. Sivele pinnat sulatetulla voilla ja ripottele päälle kanelisokeria. Paista 10 minuuttia 325 asteessa; käännä, sivele lisää voita, ripottele päälle kanelisokeria ja paista vielä 10 minuuttia.

**Esimerkki 0,6468**

Tietää, kuinka paljon vettä on lisättävä kotitekoiseen itsekastelulaitteeseen.

**Tulos**

Lisää noin joka viikko noin unssin verran vettä istutusastian nurkkaan, jotta kasvit eivät huku.

**Esimerkki 0,6469**

Miten puhdistaa minisäleverhot.

**Tulos**

Sekoita kulhossa yhtä paljon vettä ja etikkaa ja vedä vanha sukka jalkaasi, älä kättäsi. Kasta sukka etikan ja veden seokseen ja juoksuta sitä sitten kaihtimien yli.

**Esimerkki 0,6470**

Ennen kuin aloitat kaiverretun kuvion syövyttämisen lasiin, mikä olisi viimeinen vaihe.

**Tulos**

Ennen kuin aloitat, levitä koko voide siveltimellä sabluunan päälle.

**Esimerkki 0,6471**

kampa

**Tulos**

käytetään pienempänä kuin maaperä

**Esimerkki 0,6472**

Estä hämähäkkejä asumasta autotallissa.

**Tulos**

Jätä suklaapatukka pois.

**Esimerkki 0,6473**

Puhdista vedenkeittimen sisäpuolen kalkki.

**Tulos**

Laita 90-prosenttisen veden ja 10-prosenttisen alkoholin seos kattilaan. Kytke se päälle ja anna kiehua. Jäähdytä ja poista seos. Pyyhi sisäpuoli liinalla, huuhtele ja valmis.

**Esimerkki 0,6474**

Miten Altoid-purkki päällystetään leivän paistamista varten.

**Tulos**

Parasta on käyttää tilkka oliiviöljyä ja päällystää kevyesti vuoan sivut ja pohja, jotta leipä ei repeä, kun se nostetaan ulos. Kaada hieman sokeria vuokaan, sulje se ja ravistele sitä hieman, jotta saat tasaisen kerroksen sisälle.

**Esimerkki 0,6475**

Kuinka tehdä parempia muistiinpanoja

**Tulos**

Jos kirjoitat paperilla ja kynillä, varmista, että sinulla on kannettava tietokone, jossa on runsaasti muistia ja ylimääräisiä kirjoitusvälineitä.

**Esimerkki 0,6476**

Miten magneetti kiinnitetään meikkipakkaukseen tai muuhun meikkiin?

**Tulos**

Irrota magneetti alustastaan ja kiinnitä kuumennetulla kuumaliimapistoolilla, johon ei ole ladattu liimapuikkoa, piste kuumaliimaa magneetin keskelle ja liimaa sitten kuumaliima pienikokoiseen tai kosmeettiseen tuotteeseen ja pidä sitä paikallaan, kunnes se jäähtyy.

**Esimerkki 0.6477**

Miten valmistan hiivan, kun teen croissantteja?

**Tulos**

Kuumenna maito siivilässä, kunnes se on 105-asteista, lisää sitten hiiva ja ripaus sokeria maitokulhoon.

**Esimerkki 0,6478**

Voit luoda oranssin pigmentin jo olemassa olevasta maalista seuraavasti

**Tulos**

Sekoita punaista ja vihreää maalia keskenään oranssin pigmentin aikaansaamiseksi.

**Esimerkki 0,6479**

Tehdä tehokas pala origami,

**Tulos**

käytä värikästä paperia, joka on helppo liimata yhteen.

**Esimerkki 0,6480**

tehdä helppoja pikkuleipäkeksejä

**Tulos**

1 kuppi ( 8oz/240g)) voita, huoneenlämpöistä 1/2 kuppi (2oz/60g)) tomusokeria, siivilöity 2 kupillista (10oz/300g)) jauhoja Ohjeet Kuumenna uuni 180oC:een ja vuoraa leivinpelti pergamenttipaperilla. Sekoita pehmeä voi ja sokeri suuressa kulhossa sähkövatkaimella kevyeksi ja kuohkeaksi. Lisää jauhot ja sekoita, kunnes taikina on juuri ja juuri kasassa. Käännä taikina tomusokerilla tomutetulle pöydälle ja kaulitse se varovasti pitkäksi kaksi kertaa kaksi tuumaa suureksi pötköksi. Kääri keksitaikina muovikelmuun ja anna jähmettyä jääkaapissa 30 minuuttia. Kun taikina on jähmettynyt, viipaloi keksit 3/4 tuuman paksuisiksi pyöryköiksi. Aseta kukin kierros leivonta-alustalle ja paista 168 minuuttia tai kunnes ne ovat juuri ja juuri kullanruskeita. Anna jäähtyä hieman ennen siirtämistä jäähdytystelineelle. Kun keksit ovat jäähtyneet, niitä voi säilyttää ilmatiiviissä astiassa jopa 3 päivää.

**Esimerkki 0,6481**

Kuinka puhdistaa nahkasohva.

**Tulos**

Luo puhdistusliuos sekoittamalla yhtä paljon vettä ja valkoviiniä. Kasta pehmeä liina tähän liuokseen ja väännä se niin, että liina on kostea. Pyyhi koko sohva tällä liinalla ja huuhtele liina tarvittaessa puhdistusliuoksessa. Kuivaa sohva puhtaalla pyyhkeellä.

**Esimerkki 0,6482**

Auta minua pääsemään eroon sammakoista ja konnista puutarhassani.

**Tulos**

Voit yrittää päästä eroon konnista ja sammakoista, mutta ne tulevat takaisin. Mitä enemmän niitä tappaa, sitä enemmän ne lisääntyvät, ystäväni.

**Esimerkki 0,6483**

Luo kaava paitaa varten.

**Tulos**

Valitse kaapistasi paita ja aseta se valitsemasi kankaan päälle. Leikkaa se ja ompele. Varmista, että leikkaat paidan tarkan ääriviivan mukaan, jotta paita istuu.

**Esimerkki 0,6484**

Miten puhdistaa valurautapannu turvallisesti.

**Tulos**

Ripottele paistinpannulle reilusti tomusokeria. Leikkaa raaka peruna puoliksi. Hankaa paistinpannu perunan leikatulla puolella. Huuhtele vedellä ja kuivaa paperipyyhkeellä.

**Esimerkki 0,6485**

Kun paistat pähkinäpähkinää uunissa, sinun on syytä

**Tulos**

Vuoraa vuoka käärepaperilla

**Esimerkki 0,6486**

Mitä tarvitset avokadopuun kasvattamiseen?

**Tulos**

Tarvitset vettä ja auringonvaloa.

**Esimerkki 0,6487**

Miten jamssi leikataan?

**Tulos**

Aseta jamssi leikkuulaudalle. Leikkaa tylsällä veitsellä noin 2 tuumaa pois jamssin kummastakin päästä. Tunnista mahdolliset puumaiset osat ja leikkaa ne pois tylsällä kuorimaveitsellä.

**Esimerkki 0,6488**

miten taklaat jotakuta?

**Tulos**

hyppää heidän kimppuunsa.

**Esimerkki 0,6489**

Pyyhkeen taittaminen koristeellisella tavalla

**Tulos**

Taita pyyhe kymmenesosiin, käännä se kyljelleen ja rullaa se kokoon.

**Esimerkki 0,6490**

Mikä on helppo tapa tehdä vauvan peitto ilman, että leikataan paljon paloja, jotka kylvetään yhteen?

**Tulos**

Leikkaa 2 samanlaista materiaalia ja 1 jos lyöntivuoro saksilla, sandwich lyöntivuoro kanssa tulostusmateriaalit asettamalla tulostuspuoli sisäänpäin, ommella viiva 1 "reunasta koko matkan ympäri, sitten taita reunat sisään ja ommella reunojen ympäri uudelleen, ja sitten ommella ympyrän muotoisia liikkeitä koko peitto ja katkaise jouset pois, kun olet valmis.

**Esimerkki 0,6491**

Miten valmistelet sushi-riisin ennen sen keittämistä.

**Tulos**

Paahda kevyesti öljytyllä pannulla, kunnes ne ovat ruskistuneet.

**Esimerkki 0,6492**

Jos haluat pitää pientä langanpätkää kiinni, kun ruuvataan toinen pää pieneen laattaan, voit

**Tulos**

Pidä langasta kiinni rengas- ja etusormella

**Esimerkki 0,6493**

muropaketti

**Tulos**

voi varastoida kasviöljyä

**Esimerkki 0,6494**

Tee pop cornia.

**Tulos**

Laita maissi folioon ja öljyä, heitä se matalalle grilliin ja kypsennä ja ravistele, kunnes se on valmis poksahtamaan.

**Esimerkki 0,6495**

Miten en voi koskaan hukata avaimiani?

**Tulos**

Laita tatuointi valokatkaisijan taakse, jotta voit "ripustaa" avaimesi katkaisijalle.

**Esimerkki 0,6496**

Miten voin havaita puuhun upotetut vaikeasti löydettävät naulat?

**Tulos**

Kuuma, saippuoitu rätti voi auttaa vaikeasti löydettävissä oleviin puuhun upotetuissa nauloissa.

**Esimerkki 0,6497**

käytä ruokasoodaa vihannesten pesuun

**Tulos**

Täytä suuri kulho vedellä. Lisää sitten teelusikallinen ruokasoodaa. Lisää kasvikset. Liota niitä minuutin tai kaksi. Hankaa lusikalla Ja lopuksi huuhtele kasvikset pois.

**Tehtävä numero 1**

Luo adjektiivin antonyymi. Sanan antonyymi on sanan vastakohtainen merkitys.

**Esimerkki 1.0**

ei pysty

**Tulos**

kykenevä

**Esimerkki 1.1**

abaksiaalinen

**Tulos**

adaksiaalinen

**Esimerkki 1.2**

adaksiaalinen

**Tulos**

abaksiaalinen

**Esimerkki 1.3**

acroscopic

**Tulos**

basiskooppinen

**Esimerkki 1.4**

basiskooppinen

**Tulos**

acroscopic

**Esimerkki 1.5**

abducent

**Tulos**

adducent

**Esimerkki 1.6**

adducent

**Tulos**

abducent

**Esimerkki 1.7**

nascent

**Tulos**

kuoleva

**Esimerkki 1.8**

kuoleva

**Tulos**

nascent

**Esimerkki 1.9**

lyhennetty

**Tulos**

lyhentämätön

**Esimerkki 1.10**

lyhentämätön

**Tulos**

lyhennetty

**Esimerkki 1.11**

absoluuttinen

**Tulos**

relative

**Esimerkki 1.12**

relative

**Tulos**

absoluuttinen

**Esimerkki 1.13**

imukykyinen

**Tulos**

imukykyinen

**Esimerkki 1.14**

imukykyinen

**Tulos**

imukykyinen

**Esimerkki 1.15**

adsorbentti

**Tulos**

ei-imeytymiskykyinen

**Esimerkki 1.16**

ei-imeytymiskykyinen

**Tulos**

adsorbentti

**Esimerkki 1.17**

imeytyvä

**Tulos**

adsorboituvat

**Esimerkki 1.18**

adsorboituvat

**Tulos**

imeytyvä

**Esimerkki 1.19**

pidättyväinen

**Tulos**

ahne

**Esimerkki 1.20**

ahne

**Tulos**

pidättyväinen

**Esimerkki 1.21**

betoni

**Tulos**

abstrakti

**Esimerkki 1.22**

runsas

**Tulos**

niukasti

**Esimerkki 1.23**

niukasti

**Tulos**

runsas

**Esimerkki 1.24**

väärinkäytetty

**Tulos**

käyttämätön

**Esimerkki 1.25**

käyttämätön

**Tulos**

väärinkäytetty

**Esimerkki 1.26**

hyväksyttävä

**Tulos**

ei voida hyväksyä

**Esimerkki 1.27**

ei voida hyväksyä

**Tulos**

hyväksyttävä

**Esimerkki 1.28**

saavutettavissa

**Tulos**

saavuttamattomissa

**Esimerkki 1.29**

saavuttamattomissa

**Tulos**

saavutettavissa

**Esimerkki 1.30**

majoittuminen

**Tulos**

ei-toivottu

**Esimerkki 1.31**

ei-toivottu

**Tulos**

majoittuminen

**Esimerkki 1.32**

epätarkka

**Tulos**

tarkka

**Esimerkki 1.33**

tottunut

**Tulos**

tottumaton

**Esimerkki 1.34**

tottumaton

**Tulos**

tottunut

**Esimerkki 1.35**

hapan

**Tulos**

emäksinen

**Esimerkki 1.36**

emäksinen

**Tulos**

amfoteerinen

**Esimerkki 1.37**

amfoteerinen

**Tulos**

hapan

**Esimerkki 1.38**

happoa rakastava

**Tulos**

emäksisyyttä rakastava

**Esimerkki 1.39**

emäksisyyttä rakastava

**Tulos**

happoa rakastava

**Esimerkki 1.40**

tunnustettu

**Tulos**

tunnustamaton

**Esimerkki 1.41**

tunnustamaton

**Tulos**

tunnustettu

**Esimerkki 1.42**

hankkiminen

**Tulos**

epäkohteliaisuus

**Esimerkki 1.43**

epäkohteliaisuus

**Tulos**

hankkiminen

**Esimerkki 1.44**

acropetal

**Tulos**

basipetal

**Esimerkki 1.45**

basipetal

**Tulos**

acropetal

**Esimerkki 1.46**

aktiivinen

**Tulos**

hiljainen

**Esimerkki 1.47**

inaktiivinen

**Tulos**

aktiivinen

**Esimerkki 1.48**

passiivinen

**Tulos**

aktiivinen

**Esimerkki 1.49**

lepotilassa

**Tulos**

aktiivinen

**Esimerkki 1.50**

sukupuuttoon kuolleet

**Tulos**

olemassa

**Esimerkki 1.51**

stative

**Tulos**

aktiivinen

**Esimerkki 1.52**

hiljainen

**Tulos**

rauhaton

**Esimerkki 1.53**

todellinen

**Tulos**

mahdollinen

**Esimerkki 1.54**

mahdollinen

**Tulos**

todellinen

**Esimerkki 1.55**

akuutti

**Tulos**

tylppä

**Esimerkki 1.56**

krooninen

**Tulos**

akuutti

**Esimerkki 1.57**

virulentti

**Tulos**

avirulentti

**Esimerkki 1.58**

avirulentti

**Tulos**

virulentti

**Esimerkki 1.59**

adaptiivinen

**Tulos**

maladaptive

**Esimerkki 1.60**

maladaptive

**Tulos**

adaptiivinen

**Esimerkki 1.61**

riippuvainen

**Tulos**

riippuvainen

**Esimerkki 1.62**

riippuvainen

**Tulos**

riippuvainen

**Esimerkki 1.63**

riippuvuutta aiheuttava

**Tulos**

ei-riippuvuutta aiheuttava

**Esimerkki 1.64**

ei-riippuvuutta aiheuttava

**Tulos**

riippuvuutta aiheuttava

**Esimerkki 1.65**

lisäaine

**Tulos**

subtraktiivinen

**Esimerkki 1.66**

subtraktiivinen

**Tulos**

lisäaine

**Esimerkki 1.67**

osoitettu

**Tulos**

osoitteeton

**Esimerkki 1.68**

osoitteeton

**Tulos**

osoitettu

**Esimerkki 1.69**

riittävä

**Tulos**

riittämätön

**Esimerkki 1.70**

riittämätön

**Tulos**

riittävä

**Esimerkki 1.71**

liima

**Tulos**

ei-itsenäiset

**Esimerkki 1.72**

ei-itsenäiset

**Tulos**

liima

**Esimerkki 1.73**

adjektiivi

**Tulos**

Aineellinen

**Esimerkki 1.74**

Aineellinen

**Tulos**

adjektiivi

**Esimerkki 1.75**

adoptoitavissa

**Tulos**

hyväksymiskelvoton

**Esimerkki 1.76**

hyväksymiskelvoton

**Tulos**

adoptoitavissa

**Esimerkki 1.77**

koristeltu

**Tulos**

koruton

**Esimerkki 1.78**

koruton

**Tulos**

koristeltu

**Esimerkki 1.79**

kolinerginen

**Tulos**

antikolinergiset

**Esimerkki 1.80**

antikolinergiset

**Tulos**

kolinerginen

**Esimerkki 1.81**

taitava

**Tulos**

maladroit

**Esimerkki 1.82**

maladroit

**Tulos**

taitava

**Esimerkki 1.83**

epäedullinen

**Tulos**

edullinen

**Esimerkki 1.84**

seikkailunhaluinen

**Tulos**

unadventurous

**Esimerkki 1.85**

unadventurous

**Tulos**

seikkailunhaluinen

**Esimerkki 1.86**

suositeltava

**Tulos**

ei suositella

**Esimerkki 1.87**

ei suositella

**Tulos**

suositeltava

**Esimerkki 1.88**

Hyvin harkittu

**Tulos**

huonosti harkittu

**Esimerkki 1.89**

huonosti harkittu

**Tulos**

Hyvin harkittu

**Esimerkki 1.90**

aerobinen

**Tulos**

anaerobinen

**Esimerkki 1.91**

anaerobinen

**Tulos**

aerobinen

**Esimerkki 1.92**

esteettinen

**Tulos**

esteettinen

**Esimerkki 1.93**

esteettinen

**Tulos**

esteettinen

**Esimerkki 1.94**

vaikuttaa

**Tulos**

ei vaikuta

**Esimerkki 1.95**

ei vaikuta

**Tulos**

vaikuttaa

**Esimerkki 1.96**

myönteinen

**Tulos**

negatiivinen

**Esimerkki 1.97**

negatiivinen

**Tulos**

positiivinen

**Esimerkki 1.98**

hyväksyvä

**Tulos**

hylkäävä

**Esimerkki 1.99**

hylkäävä

**Tulos**

hyväksyvä

**Esimerkki 1.100**

afloat

**Tulos**

karille

**Esimerkki 1.101**

karille

**Tulos**

afloat

**Esimerkki 1.102**

pelkää

**Tulos**

pelkäämättä

**Esimerkki 1.103**

pelkäämättä

**Tulos**

pelkää

**Esimerkki 1.104**

aggressiivinen

**Tulos**

ei-aggressiivinen

**Esimerkki 1.105**

ei-aggressiivinen

**Tulos**

aggressiivinen

**Esimerkki 1.106**

kiihtynyt

**Tulos**

kiihkoton

**Esimerkki 1.107**

kiihkoton

**Tulos**

kiihtynyt

**Esimerkki 1.108**

miellyttävä

**Tulos**

epämiellyttävä

**Esimerkki 1.109**

epämiellyttävä

**Tulos**

miellyttävä

**Esimerkki 1.110**

ilmasta pintaan

**Tulos**

ilmasta ilmaan

**Esimerkki 1.111**

ilmasta ilmaan

**Tulos**

Pinta-ilmatorjunta

**Esimerkki 1.112**

Pinta-ilmatorjunta

**Tulos**

ilmasta pintaan

**Esimerkki 1.113**

hälytys

**Tulos**

unalert

**Esimerkki 1.114**

unalert

**Tulos**

hälytys

**Esimerkki 1.115**

algoritminen

**Tulos**

heuristinen

**Esimerkki 1.116**

heuristinen

**Tulos**

algoritminen

**Esimerkki 1.117**

siirrettävissä

**Tulos**

luovuttamaton

**Esimerkki 1.118**

luovuttamaton

**Tulos**

siirrettävissä

**Esimerkki 1.119**

elossa

**Tulos**

kuollut

**Esimerkki 1.120**

kuollut

**Tulos**

live

**Esimerkki 1.121**

apokriininen

**Tulos**

eccrine

**Esimerkki 1.122**

eccrine

**Tulos**

apokriininen

**Esimerkki 1.123**

artesialainen

**Tulos**

subartesialainen

**Esimerkki 1.124**

subartesialainen

**Tulos**

artesialainen

**Esimerkki 1.125**

live

**Tulos**

tallennettu

**Esimerkki 1.126**

aakkosellinen

**Tulos**

analfabeettinen

**Esimerkki 1.127**

analfabeettinen

**Tulos**

aakkosellinen

**Esimerkki 1.128**

altricial

**Tulos**

esiyhteisöllinen

**Esimerkki 1.129**

esiyhteisöllinen

**Tulos**

altricial

**Esimerkki 1.130**

altruistinen

**Tulos**

egoistinen

**Esimerkki 1.131**

egoistinen

**Tulos**

altruistinen

**Esimerkki 1.132**

moniselitteinen

**Tulos**

yksiselitteinen

**Esimerkki 1.133**

yksiselitteinen

**Tulos**

moniselitteinen

**Esimerkki 1.134**

kunnianhimoinen

**Tulos**

kunnianhimoton

**Esimerkki 1.135**

kunnianhimoton

**Tulos**

kunnianhimoinen

**Esimerkki 1.136**

ametrooppinen

**Tulos**

emmetrooppinen

**Esimerkki 1.137**

emmetrooppinen

**Tulos**

ametrooppinen

**Esimerkki 1.138**

runsaasti

**Tulos**

niukka

**Esimerkki 1.139**

niukka

**Tulos**

runsaasti

**Esimerkki 1.140**

anaboliset

**Tulos**

katabolinen

**Esimerkki 1.141**

katabolinen

**Tulos**

anaboliset

**Esimerkki 1.142**

anakliininen

**Tulos**

katakinaali

**Esimerkki 1.143**

katakinaali

**Tulos**

anakliininen

**Esimerkki 1.144**

anastigmaattinen

**Tulos**

astigmaattinen

**Esimerkki 1.145**

astigmaattinen

**Tulos**

anastigmaattinen

**Esimerkki 1.146**

antikliininen

**Tulos**

synkliininen

**Esimerkki 1.147**

synkliininen

**Tulos**

antikliininen

**Esimerkki 1.148**

anadromous

**Tulos**

katadrominen

**Esimerkki 1.149**

katadrominen

**Tulos**

diadromous

**Esimerkki 1.150**

diadromous

**Tulos**

anadromous

**Esimerkki 1.151**

anabolinen

**Tulos**

katabatic

**Esimerkki 1.152**

katabatic

**Tulos**

anabolinen

**Esimerkki 1.153**

anaali

**Tulos**

suullinen

**Esimerkki 1.154**

suullinen

**Tulos**

aboral

**Esimerkki 1.155**

analoginen

**Tulos**

digitaalinen

**Esimerkki 1.156**

digitaalinen

**Tulos**

analoginen

**Esimerkki 1.157**

analyyttinen

**Tulos**

synteettinen

**Esimerkki 1.158**

synteettinen

**Tulos**

analyyttinen

**Esimerkki 1.159**

taivutusmuoto

**Tulos**

derivaatio

**Esimerkki 1.160**

derivaatio

**Tulos**

taivutusmuoto

**Esimerkki 1.161**

apokarppi

**Tulos**

syncarpous

**Esimerkki 1.162**

syncarpous

**Tulos**

apokarppi

**Esimerkki 1.163**

vihainen

**Tulos**

unangry

**Esimerkki 1.164**

unangry

**Tulos**

vihainen

**Esimerkki 1.165**

katkeroitunut

**Tulos**

vastahakoinen

**Esimerkki 1.166**

vastahakoinen

**Tulos**

katkeroitunut

**Esimerkki 1.167**

sentient

**Tulos**

ymmärtämätön

**Esimerkki 1.168**

ymmärtämätön

**Tulos**

sentient

**Esimerkki 1.169**

animoi

**Tulos**

eloton

**Esimerkki 1.170**

eloton

**Tulos**

animoi

**Esimerkki 1.171**

animoitu

**Tulos**

yksimielisesti

**Esimerkki 1.172**

yksimielisesti

**Tulos**

animoitu

**Esimerkki 1.173**

elävöitetty

**Tulos**

unenlivened

**Esimerkki 1.174**

unenlivened

**Tulos**

elävöitetty

**Esimerkki 1.175**

anonyymi

**Tulos**

onymous

**Esimerkki 1.176**

onymous

**Tulos**

anonyymi

**Esimerkki 1.177**

antemortem

**Tulos**

post mortem

**Esimerkki 1.178**

post mortem

**Tulos**

antemortem

**Esimerkki 1.179**

antecedentti

**Tulos**

myöhemmin

**Esimerkki 1.180**

myöhemmin

**Tulos**

antecedentti

**Esimerkki 1.181**

antrorse

**Tulos**

Palauta

**Esimerkki 1.182**

Palauta

**Tulos**

antrorse

**Esimerkki 1.183**

vesieliö

**Tulos**

maanpäällinen

**Esimerkki 1.184**

maanpäällinen

**Tulos**

amfibio

**Esimerkki 1.185**

amfibio

**Tulos**

vesieliö

**Esimerkki 1.186**

edeltävä

**Tulos**

seuraava

**Esimerkki 1.187**

seuraava

**Tulos**

edeltävä

**Esimerkki 1.188**

ennakkotapaus

**Tulos**

ennennäkemätön

**Esimerkki 1.189**

ennennäkemätön

**Tulos**

ennakkotapaus

**Esimerkki 1.190**

prehensile

**Tulos**

ei-haaroittuva

**Esimerkki 1.191**

ei-haaroittuva

**Tulos**

prehensile

**Esimerkki 1.192**

synnytystä edeltävä

**Tulos**

perinataalinen

**Esimerkki 1.193**

perinataalinen

**Tulos**

synnytyksen jälkeen

**Esimerkki 1.194**

synnytyksen jälkeen

**Tulos**

synnytystä edeltävä

**Esimerkki 1.195**

preprandial

**Tulos**

postprandial

**Esimerkki 1.196**

postprandial

**Tulos**

preprandial

**Esimerkki 1.197**

ennen sotaa

**Tulos**

sodan jälkeen

**Esimerkki 1.198**

sodan jälkeen

**Tulos**

ennen sotaa

**Esimerkki 1.199**

taantumuksellinen

**Tulos**

suora

**Esimerkki 1.200**

anterograde

**Tulos**

taantuva

**Esimerkki 1.201**

antemeridian

**Tulos**

postmeridiaaninen

**Esimerkki 1.202**

postmeridiaaninen

**Tulos**

antemeridian

**Esimerkki 1.203**

anterior

**Tulos**

posterior

**Esimerkki 1.204**

posterior

**Tulos**

anterior

**Esimerkki 1.205**

selkäpuoli

**Tulos**

ventral

**Esimerkki 1.206**

ventral

**Tulos**

selkäpuoli

**Esimerkki 1.207**

valituskelpoinen

**Tulos**

epämiellyttävä

**Esimerkki 1.208**

epämiellyttävä

**Tulos**

valituskelpoinen

**Esimerkki 1.209**

liitteenä

**Tulos**

Sovittamaton

**Esimerkki 1.210**

Sovittamaton

**Tulos**

liitteenä

**Esimerkki 1.211**

ruokahalua

**Tulos**

ruokahaluttomia

**Esimerkki 1.212**

ruokahaluttomia

**Tulos**

ruokahalua

**Esimerkki 1.213**

lähestyttävä

**Tulos**

lähestyttävä

**Esimerkki 1.214**

lähestyttävä

**Tulos**

lähestyttävä

**Esimerkki 1.215**

asianmukainen

**Tulos**

sopimaton

**Esimerkki 1.216**

sopimaton

**Tulos**

asianmukainen

**Esimerkki 1.217**

due

**Tulos**

tarpeeton

**Esimerkki 1.218**

tarpeeton

**Tulos**

due

**Esimerkki 1.219**

apropos

**Tulos**

malapropos

**Esimerkki 1.220**

malapropos

**Tulos**

apropos

**Esimerkki 1.221**

a\_priori

**Tulos**

a\_posteriori

**Esimerkki 1.222**

a\_posteriori

**Tulos**

a\_priori

**Esimerkki 1.223**

apteral

**Tulos**

peripteral

**Esimerkki 1.224**

peripteral

**Tulos**

apteral

**Esimerkki 1.225**

sovittelukelpoinen

**Tulos**

ei-korvauskelpoinen

**Esimerkki 1.226**

ei-korvauskelpoinen

**Tulos**

sovittelukelpoinen

**Esimerkki 1.227**

pylväsmäinen

**Tulos**

sarakkeeton

**Esimerkki 1.228**

sarakkeeton

**Tulos**

pylväsmäinen

**Esimerkki 1.229**

arboreal

**Tulos**

nonarboreal

**Esimerkki 1.230**

nonarboreal

**Tulos**

arboreal

**Esimerkki 1.231**

arenaceous

**Tulos**

argillaceous

**Esimerkki 1.232**

argillaceous

**Tulos**

arenaceous

**Esimerkki 1.233**

aseistettu

**Tulos**

käsivarreton

**Esimerkki 1.234**

aseeton

**Tulos**

aseistettu

**Esimerkki 1.235**

panssaroitu

**Tulos**

panssaroimaton

**Esimerkki 1.236**

panssaroimaton

**Tulos**

panssaroitu

**Esimerkki 1.237**

käsivarreton

**Tulos**

aseistettu

**Esimerkki 1.238**

taidokas

**Tulos**

artless

**Esimerkki 1.239**

artless

**Tulos**

taidokas

**Esimerkki 1.240**

artikuloida

**Tulos**

sanaton

**Esimerkki 1.241**

sanaton

**Tulos**

artikuloida

**Esimerkki 1.242**

puhuu

**Tulos**

puhumaton

**Esimerkki 1.243**

puhumaton

**Tulos**

puhuu

**Esimerkki 1.244**

nivelletty

**Tulos**

artikuloimaton

**Esimerkki 1.245**

artikuloimaton

**Tulos**

nivelletty

**Esimerkki 1.246**

häpeissäni

**Tulos**

häpeilemättä

**Esimerkki 1.247**

häpeilemättä

**Tulos**

häpeissäni

**Esimerkki 1.248**

itsevarma

**Tulos**

vaatimaton

**Esimerkki 1.249**

vaatimaton

**Tulos**

itsevarma

**Esimerkki 1.250**

assosiatiivinen

**Tulos**

ei-assosiatiivinen

**Esimerkki 1.251**

ei-assosiatiivinen

**Tulos**

assosiatiivinen

**Esimerkki 1.252**

liitteenä

**Tulos**

irrotettu

**Esimerkki 1.253**

Sitoutumaton

**Tulos**

liitteenä

**Esimerkki 1.254**

kiinnitetty

**Tulos**

kiinnittämättömät

**Esimerkki 1.255**

kiinnittämättömät

**Tulos**

kiinnitetty

**Esimerkki 1.256**

sessiili

**Tulos**

vagile

**Esimerkki 1.257**

pedunculate

**Tulos**

sessiili

**Esimerkki 1.258**

vagile

**Tulos**

sessiili

**Esimerkki 1.259**

irrotettu

**Tulos**

liitteenä

**Esimerkki 1.260**

jumissa

**Tulos**

unstuck

**Esimerkki 1.261**

unstuck

**Tulos**

jumissa

**Esimerkki 1.262**

kiinnitettävä

**Tulos**

irrotettava

**Esimerkki 1.263**

irrotettava

**Tulos**

kiinnitettävä

**Esimerkki 1.264**

varovainen

**Tulos**

varomaton

**Esimerkki 1.265**

varomaton

**Tulos**

varovainen

**Esimerkki 1.266**

tarkkaavainen

**Tulos**

tarkkaamaton

**Esimerkki 1.267**

tarkkaamaton

**Tulos**

tarkkaavainen

**Esimerkki 1.268**

houkutteleva

**Tulos**

vastenmielinen

**Esimerkki 1.269**

epämiellyttävä

**Tulos**

houkutteleva

**Esimerkki 1.270**

vastenmielinen

**Tulos**

houkutteleva

**Esimerkki 1.271**

houkutteleva

**Tulos**

epämiellyttävä

**Esimerkki 1.272**

epämiellyttävä

**Tulos**

houkutteleva

**Esimerkki 1.273**

osoitettavissa

**Tulos**

jakamaton

**Esimerkki 1.274**

jakamaton

**Tulos**

osoitettavissa

**Esimerkki 1.275**

attributiivi

**Tulos**

predicative

**Esimerkki 1.276**

predicative

**Tulos**

attributiivi

**Esimerkki 1.277**

raskaana

**Tulos**

ei-raskaana

**Esimerkki 1.278**

ei-raskaana

**Tulos**

raskaana

**Esimerkki 1.279**

kuultavissa

**Tulos**

ei kuulu

**Esimerkki 1.280**

ei kuulu

**Tulos**

kuultavissa

**Esimerkki 1.281**

sonic

**Tulos**

aliääni

**Esimerkki 1.282**

aliääni

**Tulos**

yliääni

**Esimerkki 1.283**

yliääni

**Tulos**

sonic

**Esimerkki 1.284**

suotuisa

**Tulos**

epäsuotuisa

**Esimerkki 1.285**

epäsuotuisa

**Tulos**

suotuisa

**Esimerkki 1.286**

suotuisa

**Tulos**

epäsuotuisa

**Esimerkki 1.287**

epäsuotuisa

**Tulos**

suotuisa

**Esimerkki 1.288**

valtuutettu

**Tulos**

luvaton

**Esimerkki 1.289**

luvaton

**Tulos**

valtuutettu

**Esimerkki 1.290**

perustuslaki

**Tulos**

perustuslain vastainen

**Esimerkki 1.291**

perustuslain vastainen

**Tulos**

perustuslaki

**Esimerkki 1.292**

kotoperäinen

**Tulos**

alloktoninen

**Esimerkki 1.293**

alloktoninen

**Tulos**

kotoperäinen

**Esimerkki 1.294**

itsekasvuinen

**Tulos**

heteroecious

**Esimerkki 1.295**

heteroecious

**Tulos**

itsekasvuinen

**Esimerkki 1.296**

autogeeninen

**Tulos**

heterogeeninen

**Esimerkki 1.297**

heterogeeninen

**Tulos**

autogeeninen

**Esimerkki 1.298**

automaattinen

**Tulos**

manuaalinen

**Esimerkki 1.299**

manuaalinen

**Tulos**

automaattinen

**Esimerkki 1.300**

saatavilla

**Tulos**

ei saatavilla

**Esimerkki 1.301**

ei saatavilla

**Tulos**

saatavilla

**Esimerkki 1.302**

hereillä

**Tulos**

nukkuen

**Esimerkki 1.303**

nukkuen

**Tulos**

hereillä

**Esimerkki 1.304**

supistava

**Tulos**

nonastringent

**Esimerkki 1.305**

nonastringent

**Tulos**

supistava

**Esimerkki 1.306**

tietoinen

**Tulos**

tietämätön

**Esimerkki 1.307**

tietämätön

**Tulos**

tietoinen

**Esimerkki 1.308**

witting

**Tulos**

tietämättään

**Esimerkki 1.309**

tietämättään

**Tulos**

witting

**Esimerkki 1.310**

hälyttävä

**Tulos**

hälyttävä

**Esimerkki 1.311**

hälyttävä

**Tulos**

hälyttävä

**Esimerkki 1.312**

anemofiilinen

**Tulos**

entomofiiliset

**Esimerkki 1.313**

entomofiiliset

**Tulos**

anemofiilinen

**Esimerkki 1.314**

rauhoittava

**Tulos**

vakuuttamaton

**Esimerkki 1.315**

vakuuttamaton

**Tulos**

rauhoittava

**Esimerkki 1.316**

takaisin

**Tulos**

etupuolella

**Esimerkki 1.317**

etupuolella

**Tulos**

takaisin

**Esimerkki 1.318**

johtava

**Tulos**

seuraavat

**Esimerkki 1.319**

seuraavat

**Tulos**

johtava

**Esimerkki 1.320**

tukena

**Tulos**

selkätön

**Esimerkki 1.321**

selkätön

**Tulos**

tukena

**Esimerkki 1.322**

taaksepäin

**Tulos**

eteenpäin

**Esimerkki 1.323**

eteenpäin

**Tulos**

taaksepäin

**Esimerkki 1.324**

käänteinen

**Tulos**

eteenpäin

**Esimerkki 1.325**

parvekkeellinen

**Tulos**

Epätasapainoinen

**Esimerkki 1.326**

Epätasapainoinen

**Tulos**

parvekkeellinen

**Esimerkki 1.327**

tynnyrillinen

**Tulos**

tynnyrittömät

**Esimerkki 1.328**

tynnyrittömät

**Tulos**

tynnyrillinen

**Esimerkki 1.329**

nokka

**Tulos**

nokkaton

**Esimerkki 1.330**

nokkaton

**Tulos**

nokka

**Esimerkki 1.331**

bedded

**Tulos**

bedless

**Esimerkki 1.332**

bedless

**Tulos**

bedded

**Esimerkki 1.333**

hyödynsi

**Tulos**

etuudeton

**Esimerkki 1.334**

etuudeton

**Tulos**

hyödynsi

**Esimerkki 1.335**

ositettu

**Tulos**

jäsentelemätön

**Esimerkki 1.336**

jäsentelemätön

**Tulos**

ositettu

**Esimerkki 1.337**

saniainen

**Tulos**

puuton

**Esimerkki 1.338**

puuton

**Tulos**

saniainen

**Esimerkki 1.339**

ruoho

**Tulos**

ruohoton

**Esimerkki 1.340**

ruohoton

**Tulos**

ruoho

**Esimerkki 1.341**

sivuosassa

**Tulos**

Särmättömät

**Esimerkki 1.342**

Särmättömät

**Tulos**

sivuosassa

**Esimerkki 1.343**

karvaton

**Tulos**

karvainen

**Esimerkki 1.344**

karvainen

**Tulos**

karvaton

**Esimerkki 1.345**

Markiisimatto

**Tulos**

awnless

**Esimerkki 1.346**

awnless

**Tulos**

Markiisimatto

**Esimerkki 1.347**

laakeri

**Tulos**

laakeroimaton

**Esimerkki 1.348**

laakeroimaton

**Tulos**

laakeri

**Esimerkki 1.349**

kaunis

**Tulos**

ruma

**Esimerkki 1.350**

ruma

**Tulos**

kaunis

**Esimerkki 1.351**

bellied

**Tulos**

vatsaton

**Esimerkki 1.352**

vatsaton

**Tulos**

bellied

**Esimerkki 1.353**

banded

**Tulos**

nauhaton

**Esimerkki 1.354**

nauhaton

**Tulos**

banded

**Esimerkki 1.355**

vyöllä

**Tulos**

vyötön

**Esimerkki 1.356**

vyötön

**Tulos**

vyöllä

**Esimerkki 1.357**

hyväntekeväisyys

**Tulos**

maleficent

**Esimerkki 1.358**

maleficent

**Tulos**

hyväntekeväisyys

**Esimerkki 1.359**

ilkeä

**Tulos**

ilkeä

**Esimerkki 1.360**

ilkeä

**Tulos**

ilkeä

**Esimerkki 1.361**

hyvänlaatuinen

**Tulos**

pahanlaatuinen

**Esimerkki 1.362**

pahanlaatuinen

**Tulos**

hyvänlaatuinen

**Esimerkki 1.363**

paras

**Tulos**

pahin

**Esimerkki 1.364**

pahin

**Tulos**

paras

**Esimerkki 1.365**

parempi

**Tulos**

huonompi

**Esimerkki 1.366**

huonompi

**Tulos**

parempi

**Esimerkki 1.367**

parantaminen

**Tulos**

paheneva

**Esimerkki 1.368**

paheneva

**Tulos**

parantaminen

**Esimerkki 1.369**

kaksikamarinen

**Tulos**

yksikamarinen

**Esimerkki 1.370**

yksikamarinen

**Tulos**

kaksikamarinen

**Esimerkki 1.371**

kaksisuuntainen

**Tulos**

yksisuuntainen

**Esimerkki 1.372**

yksisuuntainen

**Tulos**

kaksisuuntainen

**Esimerkki 1.373**

kohtasi

**Tulos**

kasvoton

**Esimerkki 1.374**

kasvoton

**Tulos**

kohtasi

**Esimerkki 1.375**

niskalenkki

**Tulos**

ilman ruokalappua

**Esimerkki 1.376**

ilman ruokalappua

**Tulos**

niskalenkki

**Esimerkki 1.377**

yksipuolinen

**Tulos**

monenvälinen

**Esimerkki 1.378**

monenvälinen

**Tulos**

yksipuolinen

**Esimerkki 1.379**

bimodaalinen

**Tulos**

unimodaalinen

**Esimerkki 1.380**

unimodaalinen

**Tulos**

bimodaalinen

**Esimerkki 1.381**

binauraalinen

**Tulos**

monauraalinen

**Esimerkki 1.382**

monauraalinen

**Tulos**

binauraalinen

**Esimerkki 1.383**

binukleaatti

**Tulos**

kolminukleaatti

**Esimerkki 1.384**

mononukleaarinen

**Tulos**

binukleaatti

**Esimerkki 1.385**

kolminukleaatti

**Tulos**

mononukleaarinen

**Esimerkki 1.386**

kaksijalkainen

**Tulos**

nelijalkainen

**Esimerkki 1.387**

kaksijalkainen

**Tulos**

nelijalkainen

**Esimerkki 1.388**

nelijalkainen

**Tulos**

kaksijalkainen

**Esimerkki 1.389**

nelijalkainen

**Tulos**

kaksijalkainen

**Esimerkki 1.390**

musta

**Tulos**

valkoinen

**Esimerkki 1.391**

valkoinen

**Tulos**

musta

**Esimerkki 1.392**

vaalea

**Tulos**

brunet

**Esimerkki 1.393**

brunet

**Tulos**

vaalea

**Esimerkki 1.394**

blemished

**Tulos**

virheetön

**Esimerkki 1.395**

virheetön

**Tulos**

blemished

**Esimerkki 1.396**

verinen

**Tulos**

veretön

**Esimerkki 1.397**

veretön

**Tulos**

verinen

**Esimerkki 1.398**

bold

**Tulos**

arka

**Esimerkki 1.399**

arka

**Tulos**

bold

**Esimerkki 1.400**

sidottu

**Tulos**

ilmainen

**Esimerkki 1.401**

Sitoutumaton

**Tulos**

sidottu

**Esimerkki 1.402**

pitsattu

**Tulos**

nauhoittamaton

**Esimerkki 1.403**

nauhoittamaton

**Tulos**

pitsattu

**Esimerkki 1.404**

sidottu

**Tulos**

sitomaton

**Esimerkki 1.405**

sitomaton

**Tulos**

sidottu

**Esimerkki 1.406**

sotkuinen

**Tulos**

untangled

**Esimerkki 1.407**

untangled

**Tulos**

sotkuinen

**Esimerkki 1.408**

rajattu

**Tulos**

syntymätön

**Esimerkki 1.409**

syntymätön

**Tulos**

rajattu

**Esimerkki 1.410**

lotic

**Tulos**

lentic

**Esimerkki 1.411**

lentic

**Tulos**

lotic

**Esimerkki 1.412**

alempi luokka

**Tulos**

keskiluokkainen

**Esimerkki 1.413**

keskiluokkainen

**Tulos**

yläluokka

**Esimerkki 1.414**

yläluokka

**Tulos**

alempi luokka

**Esimerkki 1.415**

brachycephalic

**Tulos**

dolichocephalic

**Esimerkki 1.416**

dolichocephalic

**Tulos**

brachycephalic

**Esimerkki 1.417**

rohkea

**Tulos**

pelkurimainen

**Esimerkki 1.418**

pelkurimainen

**Tulos**

rohkea

**Esimerkki 1.419**

rohkea

**Tulos**

Sisuton

**Esimerkki 1.420**

Sisuton

**Tulos**

rohkea

**Esimerkki 1.421**

imetetty

**Tulos**

pulloruokinta

**Esimerkki 1.422**

pulloruokinta

**Tulos**

imetetty

**Esimerkki 1.423**

hengitys

**Tulos**

hengästynyt

**Esimerkki 1.424**

hengästynyt

**Tulos**

hengitys

**Esimerkki 1.425**

kiteinen

**Tulos**

ei-kiteinen

**Esimerkki 1.426**

ei-kiteinen

**Tulos**

kiteinen

**Esimerkki 1.427**

maihinnousu

**Tulos**

maattomat

**Esimerkki 1.428**

maattomat

**Tulos**

maihinnousu

**Esimerkki 1.429**

valo

**Tulos**

raskas

**Esimerkki 1.430**

tumma

**Tulos**

valo

**Esimerkki 1.431**

tummennettu

**Tulos**

varjostamaton

**Esimerkki 1.432**

varjostamaton

**Tulos**

tummennettu

**Esimerkki 1.433**

moonlit

**Tulos**

moonless

**Esimerkki 1.434**

moonless

**Tulos**

moonlit

**Esimerkki 1.435**

silloitettava

**Tulos**

ylittämätön

**Esimerkki 1.436**

ylittämätön

**Tulos**

silloitettava

**Esimerkki 1.437**

kirkas

**Tulos**

tylsä

**Esimerkki 1.438**

tylsä

**Tulos**

vilkas

**Esimerkki 1.439**

himmennetty

**Tulos**

himmentämätön

**Esimerkki 1.440**

himmentämätön

**Tulos**

himmennetty

**Esimerkki 1.441**

ennakkoluuloinen

**Tulos**

ennakkoluuloton

**Esimerkki 1.442**

ennakkoluuloton

**Tulos**

ennakkoluuloinen

**Esimerkki 1.443**

avarakatseinen

**Tulos**

ahdasmielinen

**Esimerkki 1.444**

ahdasmielinen

**Tulos**

avarakatseinen

**Esimerkki 1.445**

rekonstruoitu

**Tulos**

rakentamaton

**Esimerkki 1.446**

rakentamaton

**Tulos**

rekonstruoitu

**Esimerkki 1.447**

rikki

**Tulos**

katkeamaton

**Esimerkki 1.448**

katkeamaton

**Tulos**

rikkinäinen

**Esimerkki 1.449**

veljellinen

**Tulos**

sisarellinen

**Esimerkki 1.450**

sisarellinen

**Tulos**

veljellinen

**Esimerkki 1.451**

eksergoninen

**Tulos**

endergoninen

**Esimerkki 1.452**

endergoninen

**Tulos**

eksergoninen

**Esimerkki 1.453**

veljellinen

**Tulos**

identtiset

**Esimerkki 1.454**

identtiset

**Tulos**

veljellinen

**Esimerkki 1.455**

haudattu

**Tulos**

hautaamaton

**Esimerkki 1.456**

hautaamaton

**Tulos**

haudattu

**Esimerkki 1.457**

kiireinen

**Tulos**

tyhjäkäynti

**Esimerkki 1.458**

tyhjäkäynti

**Tulos**

kiireinen

**Esimerkki 1.459**

luinen

**Tulos**

luuton

**Esimerkki 1.460**

luuton

**Tulos**

luinen

**Esimerkki 1.461**

napitettu

**Tulos**

unuttoned

**Esimerkki 1.462**

unuttoned

**Tulos**

napitettu

**Esimerkki 1.463**

kapitalistinen

**Tulos**

sosialistinen

**Esimerkki 1.464**

sosialistinen

**Tulos**

kapitalistinen

**Esimerkki 1.465**

kakofoninen

**Tulos**

eufonious

**Esimerkki 1.466**

eufonious

**Tulos**

kakofoninen

**Esimerkki 1.467**

laskettavissa

**Tulos**

mittaamaton

**Esimerkki 1.468**

mittaamaton

**Tulos**

laskettavissa

**Esimerkki 1.469**

rauhallinen

**Tulos**

myrskyinen

**Esimerkki 1.470**

myrskyinen

**Tulos**

rauhallinen

**Esimerkki 1.471**

kamferoitu

**Tulos**

kampaamattomat

**Esimerkki 1.472**

kampaamattomat

**Tulos**

kamferoitu

**Esimerkki 1.473**

kykenevä

**Tulos**

kykenemätön

**Esimerkki 1.474**

kykenemätön

**Tulos**

kykenevä

**Esimerkki 1.475**

hoidettu

**Tulos**

hoitamaton

**Esimerkki 1.476**

hoitamaton

**Tulos**

hoidettu

**Esimerkki 1.477**

varovainen

**Tulos**

huolimaton

**Esimerkki 1.478**

huolimaton

**Tulos**

varovainen

**Esimerkki 1.479**

lihansyöjä

**Tulos**

kasvinsyöjä

**Esimerkki 1.480**

kasvinsyöjä

**Tulos**

kaikkiruokainen

**Esimerkki 1.481**

kaikkiruokainen

**Tulos**

hyönteissyöjä

**Esimerkki 1.482**

hyönteissyöjä

**Tulos**

lihansyöjä

**Esimerkki 1.483**

holotsooinen

**Tulos**

holofyytti

**Esimerkki 1.484**

holofyytti

**Tulos**

holotsooinen

**Esimerkki 1.485**

carpellate

**Tulos**

acarpelous

**Esimerkki 1.486**

acarpelous

**Tulos**

carpellate

**Esimerkki 1.487**

matto

**Tulos**

matonpäällystämätön

**Esimerkki 1.488**

matonpäällystämätön

**Tulos**

matto

**Esimerkki 1.489**

Carvel-built

**Tulos**

Klinkkeristä valmistetut

**Esimerkki 1.490**

Klinkkeristä valmistetut

**Tulos**

Carvel-built

**Esimerkki 1.491**

veistetty

**Tulos**

veistämätön

**Esimerkki 1.492**

veistämätön

**Tulos**

veistetty

**Esimerkki 1.493**

akatalektinen

**Tulos**

katalektinen

**Esimerkki 1.494**

katalektinen

**Tulos**

hyperkatalektinen

**Esimerkki 1.495**

hyperkatalektinen

**Tulos**

akatalektinen

**Esimerkki 1.496**

cauline

**Tulos**

radikaali

**Esimerkki 1.497**

radikaali

**Tulos**

cauline

**Esimerkki 1.498**

sensuroitu

**Tulos**

sensuroimaton

**Esimerkki 1.499**

sensuroimaton

**Tulos**

sensuroitu

**Esimerkki 1.500**

caudate

**Tulos**

acaudate

**Esimerkki 1.501**

acaudate

**Tulos**

caudate

**Esimerkki 1.502**

caulescent

**Tulos**

acaulescent

**Esimerkki 1.503**

acaulescent

**Tulos**

caulescent

**Esimerkki 1.504**

aiheuttaja

**Tulos**

noncausative

**Esimerkki 1.505**

noncausative

**Tulos**

aiheuttaja

**Esimerkki 1.506**

varovainen

**Tulos**

varomaton

**Esimerkki 1.507**

varomaton

**Tulos**

varovainen

**Esimerkki 1.508**

solu

**Tulos**

ei-soluinen

**Esimerkki 1.509**

ei-soluinen

**Tulos**

solu

**Esimerkki 1.510**

yhtenäinen

**Tulos**

epäjohdonmukainen

**Esimerkki 1.511**

epäjohdonmukainen

**Tulos**

yhtenäinen

**Esimerkki 1.512**

osastoitu

**Tulos**

jakamaton

**Esimerkki 1.513**

jakamaton

**Tulos**

osastoitu

**Esimerkki 1.514**

huokoinen

**Tulos**

huokoseton

**Esimerkki 1.515**

huokoseton

**Tulos**

huokoinen

**Esimerkki 1.516**

keskus

**Tulos**

oheislaitteet

**Esimerkki 1.517**

oheislaitteet

**Tulos**

keskus

**Esimerkki 1.518**

keskipakoisvoima

**Tulos**

keskipakoisvoima

**Esimerkki 1.519**

keskipakoisvoima

**Tulos**

keskipakoisvoima

**Esimerkki 1.520**

afferentti

**Tulos**

efferentti

**Esimerkki 1.521**

efferentti

**Tulos**

afferentti

**Esimerkki 1.522**

keskittäminen

**Tulos**

hajauttaminen

**Esimerkki 1.523**

hajauttaminen

**Tulos**

keskittäminen

**Esimerkki 1.524**

tietyt

**Tulos**

epävarma

**Esimerkki 1.525**

epävarma

**Tulos**

tietyt

**Esimerkki 1.526**

varma

**Tulos**

epävarma

**Esimerkki 1.527**

epävarma

**Tulos**

varma

**Esimerkki 1.528**

vakuuttunut

**Tulos**

ei vakuuttunut

**Esimerkki 1.529**

ei vakuuttunut

**Tulos**

vakuuttunut

**Esimerkki 1.530**

itsevarma

**Tulos**

epäröivä

**Esimerkki 1.531**

epäröivä

**Tulos**

itsevarma

**Esimerkki 1.532**

sertifioitu

**Tulos**

varmentamaton

**Esimerkki 1.533**

varmentamaton

**Tulos**

sertifioitu

**Esimerkki 1.534**

väistämätön

**Tulos**

evitable

**Esimerkki 1.535**

evitable

**Tulos**

väistämätön

**Esimerkki 1.536**

estettävissä

**Tulos**

ennaltaehkäisemätön

**Esimerkki 1.537**

ennaltaehkäisemätön

**Tulos**

estettävissä

**Esimerkki 1.538**

vaihdettava

**Tulos**

muuttumaton

**Esimerkki 1.539**

muuttumaton

**Tulos**

vaihdettava

**Esimerkki 1.540**

pendelöintikelpoinen

**Tulos**

incommutable

**Esimerkki 1.541**

incommutable

**Tulos**

pendelöintikelpoinen

**Esimerkki 1.542**

muutettavissa

**Tulos**

muuttumaton

**Esimerkki 1.543**

muuttumaton

**Tulos**

muutettavissa

**Esimerkki 1.544**

muokattavissa

**Tulos**

ei-muutettavissa

**Esimerkki 1.545**

ei-muutettavissa

**Tulos**

muokattavissa

**Esimerkki 1.546**

mukautettu

**Tulos**

sopeutumattomuus

**Esimerkki 1.547**

oikaisematon

**Tulos**

mukautettu

**Esimerkki 1.548**

sopeutumattomuus

**Tulos**

mukautettu

**Esimerkki 1.549**

muutettu

**Tulos**

muuttamaton

**Esimerkki 1.550**

muuttamaton

**Tulos**

muutettu

**Esimerkki 1.551**

muutettu

**Tulos**

muuttamaton

**Esimerkki 1.552**

muuttamaton

**Tulos**

muutettu

**Esimerkki 1.553**

muuttunut

**Tulos**

muuttumaton

**Esimerkki 1.554**

muuttumaton

**Tulos**

muuttunut

**Esimerkki 1.555**

isometrinen

**Tulos**

isotoninen

**Esimerkki 1.556**

isotoninen

**Tulos**

hypertoninen

**Esimerkki 1.557**

ionisoitu

**Tulos**

ionisoimaton

**Esimerkki 1.558**

ionisoimaton

**Tulos**

ionisoitu

**Esimerkki 1.559**

mutable

**Tulos**

muuttumaton

**Esimerkki 1.560**

muuttumaton

**Tulos**

mutable

**Esimerkki 1.561**

ominaisuus

**Tulos**

epätyypillinen

**Esimerkki 1.562**

epätyypillinen

**Tulos**

ominaisuus

**Esimerkki 1.563**

ladattu

**Tulos**

lataamaton

**Esimerkki 1.564**

lataamaton

**Tulos**

ladattu

**Esimerkki 1.565**

hyväntekeväisyys

**Tulos**

hyväntekeväisyys

**Esimerkki 1.566**

hyväntekeväisyys

**Tulos**

hyväntekeväisyys

**Esimerkki 1.567**

Chartered

**Tulos**

tuntematon

**Esimerkki 1.568**

tuntematon

**Tulos**

Chartered

**Esimerkki 1.569**

omistama

**Tulos**

omistamaton

**Esimerkki 1.570**

omistamaton

**Tulos**

omistama

**Esimerkki 1.571**

siveä

**Tulos**

siveetön

**Esimerkki 1.572**

siveetön

**Tulos**

siveä

**Esimerkki 1.573**

iloinen

**Tulos**

masentava

**Esimerkki 1.574**

masentava

**Tulos**

iloinen

**Esimerkki 1.575**

klamydia

**Tulos**

achlamydeous

**Esimerkki 1.576**

achlamydeous

**Tulos**

klamydia

**Esimerkki 1.577**

kondriitti

**Tulos**

akondriitti

**Esimerkki 1.578**

akondriitti

**Tulos**

kondriitti

**Esimerkki 1.579**

monokliininen

**Tulos**

trikliininen

**Esimerkki 1.580**

trikliininen

**Tulos**

monokliininen

**Esimerkki 1.581**

yksivärinen

**Tulos**

polykromaattinen

**Esimerkki 1.582**

polykromaattinen

**Tulos**

yksivärinen

**Esimerkki 1.583**

kromaattinen

**Tulos**

diatoninen

**Esimerkki 1.584**

akromaattinen

**Tulos**

kromaattinen

**Esimerkki 1.585**

tyydyttynyt

**Tulos**

tyydyttymättömät

**Esimerkki 1.586**

tyydyttymättömät

**Tulos**

tyydyttynyt

**Esimerkki 1.587**

väri

**Tulos**

mustavalkoinen

**Esimerkki 1.588**

mustavalkoinen

**Tulos**

väri

**Esimerkki 1.589**

värillinen

**Tulos**

väritön

**Esimerkki 1.590**

väritön

**Tulos**

värillinen

**Esimerkki 1.591**

värjätty

**Tulos**

värjäämätön

**Esimerkki 1.592**

värjäämätön

**Tulos**

värjätty

**Esimerkki 1.593**

värikäs

**Tulos**

väritön

**Esimerkki 1.594**

väritön

**Tulos**

värikäs

**Esimerkki 1.595**

värikäs

**Tulos**

väritön

**Esimerkki 1.596**

väritön

**Tulos**

värikäs

**Esimerkki 1.597**

diatoninen

**Tulos**

kromaattinen

**Esimerkki 1.598**

cismontane

**Tulos**

tramontane

**Esimerkki 1.599**

tramontane

**Tulos**

cismontane

**Esimerkki 1.600**

Christian

**Tulos**

epäkristillinen

**Esimerkki 1.601**

epäkristillinen

**Tulos**

Christian

**Esimerkki 1.602**

sivistynyt

**Tulos**

sivistymättömät

**Esimerkki 1.603**

sivistymättömät

**Tulos**

sivistynyt

**Esimerkki 1.604**

klassinen

**Tulos**

ei-klassinen

**Esimerkki 1.605**

ei-klassinen

**Tulos**

klassinen

**Esimerkki 1.606**

luokiteltu

**Tulos**

luokittelematon

**Esimerkki 1.607**

luokittelematon

**Tulos**

luokiteltu

**Esimerkki 1.608**

analysoitu

**Tulos**

analysoimaton

**Esimerkki 1.609**

analysoimaton

**Tulos**

analysoitu

**Esimerkki 1.610**

puhdas

**Tulos**

epäpuhdas

**Esimerkki 1.611**

likainen

**Tulos**

puhdas

**Esimerkki 1.612**

radioaktiivinen

**Tulos**

ei-radioaktiiviset

**Esimerkki 1.613**

ei-radioaktiiviset

**Tulos**

radioaktiivinen

**Esimerkki 1.614**

epäpuhdas

**Tulos**

puhdas

**Esimerkki 1.615**

selkeä

**Tulos**

pilvinen

**Esimerkki 1.616**

epäselvä

**Tulos**

selkeä

**Esimerkki 1.617**

läpinäkymätön

**Tulos**

selkeä

**Esimerkki 1.618**

säteilyä läpäisevä

**Tulos**

läpikuultava

**Esimerkki 1.619**

läpikuultava

**Tulos**

säteilyä läpäisevä

**Esimerkki 1.620**

selväpäinen

**Tulos**

hämmentynyt

**Esimerkki 1.621**

hämmentynyt

**Tulos**

selväpäinen

**Esimerkki 1.622**

clement

**Tulos**

epäsuotuisa

**Esimerkki 1.623**

epäsuotuisa

**Tulos**

clement

**Esimerkki 1.624**

smart

**Tulos**

typerä

**Esimerkki 1.625**

typerä

**Tulos**

smart

**Esimerkki 1.626**

myötäpäivään

**Tulos**

vastapäivään

**Esimerkki 1.627**

vastapäivään

**Tulos**

myötäpäivään

**Esimerkki 1.628**

kaukana

**Tulos**

lähellä

**Esimerkki 1.629**

lähellä

**Tulos**

kaukana

**Esimerkki 1.630**

kaukainen

**Tulos**

sulje

**Esimerkki 1.631**

sulje

**Tulos**

kaukainen

**Esimerkki 1.632**

cousinly

**Tulos**

uncousinly

**Esimerkki 1.633**

uncousinly

**Tulos**

cousinly

**Esimerkki 1.634**

pukeutunut

**Tulos**

Vaatteeton

**Esimerkki 1.635**

Vaatteeton

**Tulos**

pukeutunut

**Esimerkki 1.636**

satuloitu

**Tulos**

ilman satulaa

**Esimerkki 1.637**

ilman satulaa

**Tulos**

satuloitu

**Esimerkki 1.638**

pilvinen

**Tulos**

selkeä

**Esimerkki 1.639**

rannikko

**Tulos**

sisämaa

**Esimerkki 1.640**

sisämaa

**Tulos**

rannikko

**Esimerkki 1.641**

rannikolla

**Tulos**

offshore

**Esimerkki 1.642**

offshore

**Tulos**

rannikolla

**Esimerkki 1.643**

kokoontaitettava

**Tulos**

kokoontaittumaton

**Esimerkki 1.644**

kokoontaittumaton

**Tulos**

kokoontaitettava

**Esimerkki 1.645**

crannied

**Tulos**

kruunaamaton

**Esimerkki 1.646**

kruunaamaton

**Tulos**

crannied

**Esimerkki 1.647**

kollektiivinen

**Tulos**

distributiivinen

**Esimerkki 1.648**

distributiivinen

**Tulos**

kollektiivinen

**Esimerkki 1.649**

julkaistu

**Tulos**

tukahdutettu

**Esimerkki 1.650**

tukahdutettu

**Tulos**

julkaistu

**Esimerkki 1.651**

julkaistu

**Tulos**

julkaisematon

**Esimerkki 1.652**

julkaisematon

**Tulos**

julkaistu

**Esimerkki 1.653**

julkaisukelpoinen

**Tulos**

julkaisematon

**Esimerkki 1.654**

julkaisematon

**Tulos**

julkaisukelpoinen

**Esimerkki 1.655**

raportoitu

**Tulos**

ilmoittamaton

**Esimerkki 1.656**

ilmoittamaton

**Tulos**

raportoitu

**Esimerkki 1.657**

raportoitava

**Tulos**

raportoimaton

**Esimerkki 1.658**

raportoimaton

**Tulos**

raportoitava

**Esimerkki 1.659**

Combinative

**Tulos**

noncombinative

**Esimerkki 1.660**

noncombinative

**Tulos**

Combinative

**Esimerkki 1.661**

palava

**Tulos**

palamaton

**Esimerkki 1.662**

palamaton

**Tulos**

palava

**Esimerkki 1.663**

räjähdysaltis

**Tulos**

räjähtämättömät

**Esimerkki 1.664**

räjähtämättömät

**Tulos**

räjähdysaltis

**Esimerkki 1.665**

valaistu

**Tulos**

valaisematon

**Esimerkki 1.666**

valaisematon

**Tulos**

valaistu

**Esimerkki 1.667**

Hyödyllinen

**Tulos**

hankala

**Esimerkki 1.668**

hankala

**Tulos**

Hyödyllinen

**Esimerkki 1.669**

mukava

**Tulos**

epämukava

**Esimerkki 1.670**

epämukava

**Tulos**

mukava

**Esimerkki 1.671**

vastaava

**Tulos**

epäsuhtainen

**Esimerkki 1.672**

epäsuhtainen

**Tulos**

vastaava

**Esimerkki 1.673**

suhteellinen

**Tulos**

suhteeton

**Esimerkki 1.674**

suhteeton

**Tulos**

suhteellinen

**Esimerkki 1.675**

kaupallinen

**Tulos**

ei-kaupallinen

**Esimerkki 1.676**

ei-kaupallinen

**Tulos**

kaupallinen

**Esimerkki 1.677**

asuinrakennukset

**Tulos**

muut kuin asuinrakennukset

**Esimerkki 1.678**

muut kuin asuinrakennukset

**Tulos**

asuinrakennukset

**Esimerkki 1.679**

Tilattu

**Tulos**

aliupseeri

**Esimerkki 1.680**

aliupseeri

**Tulos**

Tilattu

**Esimerkki 1.681**

yhteinen

**Tulos**

yksilöllinen

**Esimerkki 1.682**

harvinainen

**Tulos**

yhteinen

**Esimerkki 1.683**

tavallinen

**Tulos**

epätavallinen

**Esimerkki 1.684**

epätavallinen

**Tulos**

tavallinen

**Esimerkki 1.685**

hydrofobinen

**Tulos**

hydrofiilinen

**Esimerkki 1.686**

hydrofiilinen

**Tulos**

hydrofobinen

**Esimerkki 1.687**

oleofiilinen

**Tulos**

oleofobinen

**Esimerkki 1.688**

oleofobinen

**Tulos**

oleofiilinen

**Esimerkki 1.689**

yksilöllinen

**Tulos**

yhteinen

**Esimerkki 1.690**

kommunikatiivinen

**Tulos**

ei-tiedottavaa

**Esimerkki 1.691**

ei-tiedottavaa

**Tulos**

kommunikatiivinen

**Esimerkki 1.692**

kompakti

**Tulos**

löysä

**Esimerkki 1.693**

löysä

**Tulos**

tiukka

**Esimerkki 1.694**

vertailukelpoinen

**Tulos**

Verraton

**Esimerkki 1.695**

Verraton

**Tulos**

vertailukelpoinen

**Esimerkki 1.696**

myötätuntoinen

**Tulos**

myötätuntoinen

**Esimerkki 1.697**

myötätuntoinen

**Tulos**

myötätuntoinen

**Esimerkki 1.698**

yhteensopiva

**Tulos**

yhteensopimaton

**Esimerkki 1.699**

yhteensopimaton

**Tulos**

yhteensopiva

**Esimerkki 1.700**

sekoitettavissa

**Tulos**

sekoittumaton

**Esimerkki 1.701**

sekoittumaton

**Tulos**

sekoitettavissa

**Esimerkki 1.702**

pätevä

**Tulos**

epäpätevä

**Esimerkki 1.703**

epäpätevä

**Tulos**

pätevä

**Esimerkki 1.704**

kilpailukykyinen

**Tulos**

ei-kilpailullinen

**Esimerkki 1.705**

ei-kilpailullinen

**Tulos**

kilpailukykyinen

**Esimerkki 1.706**

valittavat

**Tulos**

valittamaton

**Esimerkki 1.707**

valittamaton

**Tulos**

valittavat

**Esimerkki 1.708**

kokoonpuristuva

**Tulos**

kokoonpuristumaton

**Esimerkki 1.709**

kokoonpuristumaton

**Tulos**

kokoonpuristuva

**Esimerkki 1.710**

koko

**Tulos**

puolikas

**Esimerkki 1.711**

murto-osa

**Tulos**

koko

**Esimerkki 1.712**

puolikas

**Tulos**

koko

**Esimerkki 1.713**

sitoutunut

**Tulos**

Sitoutumattomat

**Esimerkki 1.714**

Sitoutumattomat

**Tulos**

sitoutunut

**Esimerkki 1.715**

oma

**Tulos**

omistamaton

**Esimerkki 1.716**

omistamaton

**Tulos**

oma

**Esimerkki 1.717**

täydellinen

**Tulos**

epätäydellinen

**Esimerkki 1.718**

epätäydellinen

**Tulos**

täydellinen

**Esimerkki 1.719**

kattava

**Tulos**

ei-kattava

**Esimerkki 1.720**

ei-kattava

**Tulos**

kattava

**Esimerkki 1.721**

koostettu

**Tulos**

hajonnut

**Esimerkki 1.722**

hajonnut

**Tulos**

koostettu

**Esimerkki 1.723**

ymmärrettävä

**Tulos**

käsittämätön

**Esimerkki 1.724**

käsittämätön

**Tulos**

ymmärrettävä

**Esimerkki 1.725**

kovera

**Tulos**

kupera

**Esimerkki 1.726**

kupera

**Tulos**

kovera

**Esimerkki 1.727**

tiivistetty

**Tulos**

jaettu

**Esimerkki 1.728**

jaettu

**Tulos**

tiivistetty

**Esimerkki 1.729**

konsentrinen

**Tulos**

eksentrinen

**Esimerkki 1.730**

eksentrinen

**Tulos**

konsentrinen

**Esimerkki 1.731**

huolestunut

**Tulos**

välinpitämätön

**Esimerkki 1.732**

välinpitämätön

**Tulos**

huolestunut

**Esimerkki 1.733**

tiivis

**Tulos**

prolix

**Esimerkki 1.734**

prolix

**Tulos**

tiivis

**Esimerkki 1.735**

vakuuttava

**Tulos**

tulokseton

**Esimerkki 1.736**

tulokseton

**Tulos**

vakuuttava

**Esimerkki 1.737**

toteutettu

**Tulos**

summattomat

**Esimerkki 1.738**

summattomat

**Tulos**

toteutettu

**Esimerkki 1.739**

koordinointi

**Tulos**

alisteinen

**Esimerkki 1.740**

alisteinen

**Tulos**

koordinointi

**Esimerkki 1.741**

accordant

**Tulos**

ristiriitainen

**Esimerkki 1.742**

ristiriitainen

**Tulos**

accordant

**Esimerkki 1.743**

sopimus

**Tulos**

laajennettu

**Esimerkki 1.744**

laajennettu

**Tulos**

sopimus

**Esimerkki 1.745**

surkastunut

**Tulos**

hypertrofioitunut

**Esimerkki 1.746**

hypertrofioitunut

**Tulos**

surkastunut

**Esimerkki 1.747**

ehdollinen

**Tulos**

ehdoton

**Esimerkki 1.748**

ehdoton

**Tulos**

ehdollinen

**Esimerkki 1.749**

täytäntöönpanokelpoinen

**Tulos**

täytäntöönpanokelvoton

**Esimerkki 1.750**

täytäntöönpanokelvoton

**Tulos**

täytäntöönpanokelpoinen

**Esimerkki 1.751**

pakotettu

**Tulos**

vahvistamaton

**Esimerkki 1.752**

vahvistamaton

**Tulos**

pakotettu

**Esimerkki 1.753**

johtava

**Tulos**

ei-johtava

**Esimerkki 1.754**

ei-johtava

**Tulos**

johtava

**Esimerkki 1.755**

suljettu

**Tulos**

invasiivinen

**Esimerkki 1.756**

rajoittamaton

**Tulos**

suljettu

**Esimerkki 1.757**

tungosta

**Tulos**

ruuhkaton

**Esimerkki 1.758**

ruuhkaton

**Tulos**

tungosta

**Esimerkki 1.759**

sympaattinen

**Tulos**

epämiellyttävä

**Esimerkki 1.760**

epämiellyttävä

**Tulos**

sympaattinen

**Esimerkki 1.761**

kongruentti

**Tulos**

inkongruentti

**Esimerkki 1.762**

inkongruentti

**Tulos**

kongruentti

**Esimerkki 1.763**

sopusoinnussa

**Tulos**

sopimaton

**Esimerkki 1.764**

sopimaton

**Tulos**

sopusoinnussa

**Esimerkki 1.765**

konjunktio

**Tulos**

disjunktiivi

**Esimerkki 1.766**

disjunktiivi

**Tulos**

konjunktio

**Esimerkki 1.767**

conjunct

**Tulos**

disjunkti

**Esimerkki 1.768**

disjunkti

**Tulos**

conjunct

**Esimerkki 1.769**

kytketty

**Tulos**

ilman yhteyttä

**Esimerkki 1.770**

ilman yhteyttä

**Tulos**

kytketty

**Esimerkki 1.771**

valloitettavissa

**Tulos**

voittamaton

**Esimerkki 1.772**

voittamaton

**Tulos**

valloitettavissa

**Esimerkki 1.773**

tietoinen

**Tulos**

tiedostamaton

**Esimerkki 1.774**

tiedostamaton

**Tulos**

tietoinen

**Esimerkki 1.775**

vihitty

**Tulos**

häpäisty

**Esimerkki 1.776**

häpäisty

**Tulos**

vihitty

**Esimerkki 1.777**

pappisvihkimys

**Tulos**

epäpapillinen

**Esimerkki 1.778**

epäpapillinen

**Tulos**

pappisvihkimys

**Esimerkki 1.779**

konservatiivinen

**Tulos**

liberaali

**Esimerkki 1.780**

liberaali

**Tulos**

konservatiivinen

**Esimerkki 1.781**

johdonmukainen

**Tulos**

epäjohdonmukainen

**Esimerkki 1.782**

epäjohdonmukainen

**Tulos**

johdonmukainen

**Esimerkki 1.783**

silmiinpistävä

**Tulos**

huomaamaton

**Esimerkki 1.784**

huomaamaton

**Tulos**

silmiinpistävä

**Esimerkki 1.785**

havaittavissa

**Tulos**

ei erotettavissa

**Esimerkki 1.786**

ei erotettavissa

**Tulos**

havaittavissa

**Esimerkki 1.787**

erotettavissa

**Tulos**

erottamaton

**Esimerkki 1.788**

erottamaton

**Tulos**

erotettavissa

**Esimerkki 1.789**

vakio

**Tulos**

epävakaa

**Esimerkki 1.790**

epävakaa

**Tulos**

vakio

**Esimerkki 1.791**

rakentava

**Tulos**

tuhoisa

**Esimerkki 1.792**

tuhoisa

**Tulos**

rakentava

**Esimerkki 1.793**

tyytyväinen

**Tulos**

tyytymätön

**Esimerkki 1.794**

tyytymätön

**Tulos**

tyytyväinen

**Esimerkki 1.795**

kiistanalainen

**Tulos**

kiistaton

**Esimerkki 1.796**

kiistaton

**Tulos**

kiistanalainen

**Esimerkki 1.797**

manner

**Tulos**

inkontinenssi

**Esimerkki 1.798**

inkontinenssi

**Tulos**

manner

**Esimerkki 1.799**

jatkuva

**Tulos**

satunnainen

**Esimerkki 1.800**

satunnainen

**Tulos**

jatkuva

**Esimerkki 1.801**

jatkuva

**Tulos**

epäjatkuva

**Esimerkki 1.802**

epäjatkuva

**Tulos**

jatkuva

**Esimerkki 1.803**

jatkuu

**Tulos**

lopetettu

**Esimerkki 1.804**

lopetettu

**Tulos**

jatkuu

**Esimerkki 1.805**

valvottu

**Tulos**

hallitsematon

**Esimerkki 1.806**

hallitsematon

**Tulos**

valvottu

**Esimerkki 1.807**

kiistanalainen

**Tulos**

kiistaton

**Esimerkki 1.808**

kiistaton

**Tulos**

kiistanalainen

**Esimerkki 1.809**

argumentatiivinen

**Tulos**

ei-argumentatiivinen

**Esimerkki 1.810**

ei-argumentatiivinen

**Tulos**

argumentatiivinen

**Esimerkki 1.811**

kätevä

**Tulos**

epämukava

**Esimerkki 1.812**

epämukava

**Tulos**

kätevä

**Esimerkki 1.813**

tavanomainen

**Tulos**

ydinvoima

**Esimerkki 1.814**

epätavanomainen

**Tulos**

tavanomainen

**Esimerkki 1.815**

konformistinen

**Tulos**

nonkonformistinen

**Esimerkki 1.816**

nonkonformistinen

**Tulos**

konformistinen

**Esimerkki 1.817**

ydinvoima

**Tulos**

tavanomainen

**Esimerkki 1.818**

perinteinen

**Tulos**

ei-perinteiset

**Esimerkki 1.819**

ei-perinteiset

**Tulos**

perinteinen

**Esimerkki 1.820**

konvergentti

**Tulos**

divergentti

**Esimerkki 1.821**

divergentti

**Tulos**

konvergentti

**Esimerkki 1.822**

branchy

**Tulos**

haaraton

**Esimerkki 1.823**

haaraton

**Tulos**

branchy

**Esimerkki 1.824**

vakuuttava

**Tulos**

epäuskottava

**Esimerkki 1.825**

epäuskottava

**Tulos**

vakuuttava

**Esimerkki 1.826**

kypsennetty

**Tulos**

raaka

**Esimerkki 1.827**

raaka

**Tulos**

kypsennetty

**Esimerkki 1.828**

osuuskunta

**Tulos**

yhteistyöhaluton

**Esimerkki 1.829**

yhteistyöhaluton

**Tulos**

osuuskunta

**Esimerkki 1.830**

korruptoitunut

**Tulos**

lahjomaton

**Esimerkki 1.831**

lahjomaton

**Tulos**

korruptoitunut

**Esimerkki 1.832**

synergistinen

**Tulos**

antagonistinen

**Esimerkki 1.833**

antagonistinen

**Tulos**

sovitteleva

**Esimerkki 1.834**

huomattava

**Tulos**

vähäpätöinen

**Esimerkki 1.835**

vähäpätöinen

**Tulos**

huomattava

**Esimerkki 1.836**

huomattava

**Tulos**

epäolennainen

**Esimerkki 1.837**

epäolennainen

**Tulos**

huomattava

**Esimerkki 1.838**

materiaali

**Tulos**

aineeton

**Esimerkki 1.839**

aineeton

**Tulos**

materiaali

**Esimerkki 1.840**

bodied

**Tulos**

ruumiiton

**Esimerkki 1.841**

ruumiiton

**Tulos**

bodied

**Esimerkki 1.842**

aivopesty

**Tulos**

unbrainwashed

**Esimerkki 1.843**

unbrainwashed

**Tulos**

aivopesty

**Esimerkki 1.844**

ruumiillinen

**Tulos**

aineeton

**Esimerkki 1.845**

aineeton

**Tulos**

ruumiillinen

**Esimerkki 1.846**

oikea

**Tulos**

virheellinen

**Esimerkki 1.847**

oikea

**Tulos**

väärä

**Esimerkki 1.848**

virheellinen

**Tulos**

oikea

**Esimerkki 1.849**

väärä

**Tulos**

oikea

**Esimerkki 1.850**

korjattu

**Tulos**

korjaamaton

**Esimerkki 1.851**

korjaamaton

**Tulos**

korjattu

**Esimerkki 1.852**

korjattavissa

**Tulos**

parantumaton

**Esimerkki 1.853**

parantumaton

**Tulos**

korjattavissa

**Esimerkki 1.854**

kosmopoliittinen

**Tulos**

endeeminen

**Esimerkki 1.855**

maakunta

**Tulos**

kosmopoliittinen

**Esimerkki 1.856**

costive

**Tulos**

laksatiivinen

**Esimerkki 1.857**

laksatiivinen

**Tulos**

costive

**Esimerkki 1.858**

ummetus

**Tulos**

ummetus

**Esimerkki 1.859**

ummetus

**Tulos**

ummetus

**Esimerkki 1.860**

huomaavainen

**Tulos**

ajattelematon

**Esimerkki 1.861**

ajattelematon

**Tulos**

huomaavainen

**Esimerkki 1.862**

kohtelias

**Tulos**

epäkohtelias

**Esimerkki 1.863**

epäkohtelias

**Tulos**

kohtelias

**Esimerkki 1.864**

Kohtelias

**Tulos**

epäkohtelias

**Esimerkki 1.865**

epäkohtelias

**Tulos**

Kohtelias

**Esimerkki 1.866**

siviili

**Tulos**

sidereaalinen

**Esimerkki 1.867**

epäkohteliaisuus

**Tulos**

siviili

**Esimerkki 1.868**

sidereaalinen

**Tulos**

siviili

**Esimerkki 1.869**

luova

**Tulos**

epäluova

**Esimerkki 1.870**

epäluova

**Tulos**

luova

**Esimerkki 1.871**

uskottava

**Tulos**

uskomaton

**Esimerkki 1.872**

uskomaton

**Tulos**

uskottava

**Esimerkki 1.873**

hyväuskoinen

**Tulos**

epäuskoinen

**Esimerkki 1.874**

epäuskoinen

**Tulos**

hyväuskoinen

**Esimerkki 1.875**

kriittinen

**Tulos**

ei-kriittiset

**Esimerkki 1.876**

kritiikitön

**Tulos**

kriittinen

**Esimerkki 1.877**

tuomitseva

**Tulos**

ennakkoluuloton

**Esimerkki 1.878**

ennakkoluuloton

**Tulos**

tuomitseva

**Esimerkki 1.879**

ei-kriittiset

**Tulos**

kriittinen

**Esimerkki 1.880**

ristissä

**Tulos**

uncrossed

**Esimerkki 1.881**

uncrossed

**Tulos**

ristissä

**Esimerkki 1.882**

ristisilmäinen

**Tulos**

walleyed

**Esimerkki 1.883**

walleyed

**Tulos**

ristisilmäinen

**Esimerkki 1.884**

kruunattu

**Tulos**

kruunaamaton

**Esimerkki 1.885**

kruunaamaton

**Tulos**

kruunattu

**Esimerkki 1.886**

ratkaiseva

**Tulos**

muut kuin keskeiset

**Esimerkki 1.887**

muut kuin keskeiset

**Tulos**

ratkaiseva

**Esimerkki 1.888**

kiteytetty

**Tulos**

kiteytymätön

**Esimerkki 1.889**

kiteytymätön

**Tulos**

kiteytetty

**Esimerkki 1.890**

kuutio

**Tulos**

lineaarinen

**Esimerkki 1.891**

lineaarinen

**Tulos**

epälineaarinen

**Esimerkki 1.892**

Planar

**Tulos**

kuutio

**Esimerkki 1.893**

yksiulotteinen

**Tulos**

moniulotteinen

**Esimerkki 1.894**

moniulotteinen

**Tulos**

yksiulotteinen

**Esimerkki 1.895**

leikkaa

**Tulos**

leikkaamaton

**Esimerkki 1.896**

leikkaamaton

**Tulos**

leikkaa

**Esimerkki 1.897**

utelias

**Tulos**

välinpitämätön

**Esimerkki 1.898**

välinpitämätön

**Tulos**

utelias

**Esimerkki 1.899**

nykyinen

**Tulos**

pitkäaikaiset

**Esimerkki 1.900**

pitkäaikaiset

**Tulos**

nykyinen

**Esimerkki 1.901**

kirottu

**Tulos**

siunattu

**Esimerkki 1.902**

siunattu

**Tulos**

kirottu

**Esimerkki 1.903**

lahjoitettu

**Tulos**

lahjoittamaton

**Esimerkki 1.904**

lahjoittamaton

**Tulos**

lahjoitettu

**Esimerkki 1.905**

verhotut

**Tulos**

verhoton

**Esimerkki 1.906**

verhoton

**Tulos**

verhotut

**Esimerkki 1.907**

mittatilaustyönä

**Tulos**

valmis

**Esimerkki 1.908**

valmis

**Tulos**

mittatilaustyönä

**Esimerkki 1.909**

käsintehty

**Tulos**

koneellisesti valmistetut

**Esimerkki 1.910**

koneellisesti valmistetut

**Tulos**

käsintehty

**Esimerkki 1.911**

kotitekoinen

**Tulos**

tehdasvalmisteiset

**Esimerkki 1.912**

tehdasvalmisteiset

**Tulos**

kotitekoinen

**Esimerkki 1.913**

syklinen

**Tulos**

asyklinen

**Esimerkki 1.914**

ei-syklinen

**Tulos**

syklinen

**Esimerkki 1.915**

asyklinen

**Tulos**

syklinen

**Esimerkki 1.916**

vuotuinen

**Tulos**

kahden vuoden välein

**Esimerkki 1.917**

kahden vuoden välein

**Tulos**

monivuotinen

**Esimerkki 1.918**

monivuotinen

**Tulos**

vuotuinen

**Esimerkki 1.919**

päiväkohtainen

**Tulos**

yöllinen

**Esimerkki 1.920**

yöllinen

**Tulos**

päiväkohtainen

**Esimerkki 1.921**

vaurioitunut

**Tulos**

vahingoittumaton

**Esimerkki 1.922**

vahingoittumaton

**Tulos**

vaurioitunut

**Esimerkki 1.923**

datable

**Tulos**

jaatable

**Esimerkki 1.924**

jaatable

**Tulos**

datable

**Esimerkki 1.925**

kuurot

**Tulos**

kuulo

**Esimerkki 1.926**

kuulo

**Tulos**

kuurot

**Esimerkki 1.927**

kunnollinen

**Tulos**

säädytön

**Esimerkki 1.928**

säädytön

**Tulos**

kunnollinen

**Esimerkki 1.929**

päättäväinen

**Tulos**

päättämätön

**Esimerkki 1.930**

päättämätön

**Tulos**

päättäväinen

**Esimerkki 1.931**

deklaratiivinen

**Tulos**

interrogatiivinen

**Esimerkki 1.932**

ilmoitusvelvollisuus

**Tulos**

kyselytutkimus

**Esimerkki 1.933**

interrogatiivinen

**Tulos**

deklaratiivinen

**Esimerkki 1.934**

kyselytutkimus

**Tulos**

ilmoitusvelvollisuus

**Esimerkki 1.935**

ilmoitettu

**Tulos**

ilmoittamaton

**Esimerkki 1.936**

ilmoittamaton

**Tulos**

ilmoitettu

**Esimerkki 1.937**

koristeellinen

**Tulos**

sopimaton

**Esimerkki 1.938**

sopimaton

**Tulos**

koristeellinen

**Esimerkki 1.939**

omavastuu

**Tulos**

vähennyskelvoton

**Esimerkki 1.940**

vähennyskelvoton

**Tulos**

omavastuu

**Esimerkki 1.941**

syvä

**Tulos**

matala

**Esimerkki 1.942**

matala

**Tulos**

syvä

**Esimerkki 1.943**

de\_facto

**Tulos**

de\_jure

**Esimerkki 1.944**

de\_jure

**Tulos**

de\_facto

**Esimerkki 1.945**

defeasible

**Tulos**

toteuttamaton

**Esimerkki 1.946**

toteuttamaton

**Tulos**

defeasible

**Esimerkki 1.947**

voitti

**Tulos**

voittamaton

**Esimerkki 1.948**

voittamaton

**Tulos**

voitti

**Esimerkki 1.949**

uhmakas

**Tulos**

yhteensopiva

**Esimerkki 1.950**

yhteensopiva

**Tulos**

uhmakas

**Esimerkki 1.951**

määritelty

**Tulos**

undefined

**Esimerkki 1.952**

undefined

**Tulos**

määritelty

**Esimerkki 1.953**

hyvin määritelty

**Tulos**

epämääräinen

**Esimerkki 1.954**

epämääräinen

**Tulos**

hyvin määritelty

**Esimerkki 1.955**

johdettu

**Tulos**

underived

**Esimerkki 1.956**

underived

**Tulos**

johdettu

**Esimerkki 1.957**

taivutettu

**Tulos**

uninflected

**Esimerkki 1.958**

uninflected

**Tulos**

taivutettu

**Esimerkki 1.959**

selvä

**Tulos**

epämääräinen

**Esimerkki 1.960**

epämääräinen

**Tulos**

selvä

**Esimerkki 1.961**

dehiscent

**Tulos**

indehiscent

**Esimerkki 1.962**

indehiscent

**Tulos**

dehiscent

**Esimerkki 1.963**

masentunut

**Tulos**

elated

**Esimerkki 1.964**

elated

**Tulos**

masentunut

**Esimerkki 1.965**

herkkä

**Tulos**

kestävä

**Esimerkki 1.966**

kestävä

**Tulos**

herkkä

**Esimerkki 1.967**

rikkoutuva

**Tulos**

murtumaton

**Esimerkki 1.968**

murtumaton

**Tulos**

rikkoutuva

**Esimerkki 1.969**

vaativa

**Tulos**

Vaatimaton

**Esimerkki 1.970**

Vaatimaton

**Tulos**

vaativa

**Esimerkki 1.971**

imperatiivinen

**Tulos**

Rukoileva

**Esimerkki 1.972**

Rukoileva

**Tulos**

imperatiivinen

**Esimerkki 1.973**

demokraattinen

**Tulos**

epädemokraattinen

**Esimerkki 1.974**

epädemokraattinen

**Tulos**

demokraattinen

**Esimerkki 1.975**

mielivaltainen

**Tulos**

ei-kirjaimellinen

**Esimerkki 1.976**

ei-kirjaimellinen

**Tulos**

mielivaltainen

**Esimerkki 1.977**

demonstratiivinen

**Tulos**

undemonstrative

**Esimerkki 1.978**

undemonstrative

**Tulos**

demonstratiivinen

**Esimerkki 1.979**

kiellettävissä

**Tulos**

kiistaton

**Esimerkki 1.980**

kiistaton

**Tulos**

kiellettävissä

**Esimerkki 1.981**

denotatiivinen

**Tulos**

konnotatiivinen

**Esimerkki 1.982**

konnotatiivinen

**Tulos**

denotatiivinen

**Esimerkki 1.983**

luotettava

**Tulos**

epäluotettava

**Esimerkki 1.984**

luotettava

**Tulos**

epäluotettava

**Esimerkki 1.985**

epäluotettava

**Tulos**

luotettava

**Esimerkki 1.986**

epäluotettava

**Tulos**

luotettava

**Esimerkki 1.987**

riippuvainen

**Tulos**

itsenäinen

**Esimerkki 1.988**

itsenäinen

**Tulos**

riippuvainen

**Esimerkki 1.989**

partisaani

**Tulos**

puolueeton

**Esimerkki 1.990**

puolueeton

**Tulos**

partisaani

**Esimerkki 1.991**

aligned

**Tulos**

liittoutumattomat

**Esimerkki 1.992**

liittoutumattomat

**Tulos**

aligned

**Esimerkki 1.993**

kuvaileva

**Tulos**

undescriptive

**Esimerkki 1.994**

määräävä

**Tulos**

kuvaileva

**Esimerkki 1.995**

kuvaamaton

**Tulos**

kuvaileva

**Esimerkki 1.996**

toivottavaa

**Tulos**

ei-toivottu

**Esimerkki 1.997**

ei-toivottu

**Tulos**

toivottavaa

**Esimerkki 1.998**

tuhottu

**Tulos**

säilötty

**Esimerkki 1.999**

säilötty

**Tulos**

tuoreet

**Esimerkki 1.1000**

tuhottavissa

**Tulos**

tuhoutumaton

**Esimerkki 1.1001**

tuhoutumaton

**Tulos**

tuhottavissa

**Esimerkki 1.1002**

määritettävissä

**Tulos**

määrittelemätön

**Esimerkki 1.1003**

määrittelemätön

**Tulos**

määritettävissä

**Esimerkki 1.1004**

määräytyvä

**Tulos**

epämääräinen

**Esimerkki 1.1005**

epämääräinen

**Tulos**

määräytyvä

**Esimerkki 1.1006**

kehitetty

**Tulos**

kehittymätön

**Esimerkki 1.1007**

kehittymätön

**Tulos**

kehitetty

**Esimerkki 1.1008**

dextral

**Tulos**

sinistral

**Esimerkki 1.1009**

sinistral

**Tulos**

dextral

**Esimerkki 1.1010**

diabaattinen

**Tulos**

adiabaattinen

**Esimerkki 1.1011**

adiabaattinen

**Tulos**

diabaattinen

**Esimerkki 1.1012**

eriytetty

**Tulos**

erilaistumaton

**Esimerkki 1.1013**

erilaistumaton

**Tulos**

eriytetty

**Esimerkki 1.1014**

vaikea

**Tulos**

helppo

**Esimerkki 1.1015**

helppo

**Tulos**

levoton

**Esimerkki 1.1016**

digitigrade

**Tulos**

plantigrade

**Esimerkki 1.1017**

plantigrade

**Tulos**

digitigrade

**Esimerkki 1.1018**

arvokas

**Tulos**

arvoton

**Esimerkki 1.1019**

arvoton

**Tulos**

arvokas

**Esimerkki 1.1020**

valtiomiesmäinen

**Tulos**

epävaltiollinen

**Esimerkki 1.1021**

epävaltiollinen

**Tulos**

valtiomiesmäinen

**Esimerkki 1.1022**

presidentinvaalit

**Tulos**

epäpresidentaalinen

**Esimerkki 1.1023**

epäpresidentaalinen

**Tulos**

presidentinvaalit

**Esimerkki 1.1024**

kaksisirkkaiset

**Tulos**

yksisirkkaiset

**Esimerkki 1.1025**

yksisirkkaiset

**Tulos**

kaksisirkkaiset

**Esimerkki 1.1026**

ahkera

**Tulos**

huolimaton

**Esimerkki 1.1027**

huolimaton

**Tulos**

ahkera

**Esimerkki 1.1028**

laimennettu

**Tulos**

laimentamaton

**Esimerkki 1.1029**

laimentamaton

**Tulos**

laimennettu

**Esimerkki 1.1030**

diplomaattinen

**Tulos**

epädiplomaattinen

**Esimerkki 1.1031**

epädiplomaattinen

**Tulos**

diplomaattinen

**Esimerkki 1.1032**

sovitteleva

**Tulos**

antagonistinen

**Esimerkki 1.1033**

suora

**Tulos**

taantumuksellinen

**Esimerkki 1.1034**

epäsuora

**Tulos**

suora

**Esimerkki 1.1035**

vuorotellen

**Tulos**

suora

**Esimerkki 1.1036**

käänteinen

**Tulos**

suora

**Esimerkki 1.1037**

välittömästi

**Tulos**

välittää

**Esimerkki 1.1038**

välittää

**Tulos**

välittömästi

**Esimerkki 1.1039**

arvostelukykyinen

**Tulos**

ymmärtämättömät

**Esimerkki 1.1040**

ymmärtämättömät

**Tulos**

arvostelukykyinen

**Esimerkki 1.1041**

huomaamaton

**Tulos**

tahditon

**Esimerkki 1.1042**

tahditon

**Tulos**

huomaamaton

**Esimerkki 1.1043**

syrjiä

**Tulos**

umpimähkäinen

**Esimerkki 1.1044**

umpimähkäinen

**Tulos**

syrjiä

**Esimerkki 1.1045**

syrjivä

**Tulos**

syrjimätön

**Esimerkki 1.1046**

syrjimätön

**Tulos**

syrjivä

**Esimerkki 1.1047**

kertakäyttöiset

**Tulos**

kertakäyttöiset

**Esimerkki 1.1048**

kertakäyttöiset

**Tulos**

kertakäyttöiset

**Esimerkki 1.1049**

palautettava

**Tulos**

ei palauteta

**Esimerkki 1.1050**

ei palauteta

**Tulos**

palautettava

**Esimerkki 1.1051**

distaalinen

**Tulos**

mesial

**Esimerkki 1.1052**

proksimaalinen

**Tulos**

distaalinen

**Esimerkki 1.1053**

mesial

**Tulos**

distaalinen

**Esimerkki 1.1054**

erillinen

**Tulos**

epäselvä

**Esimerkki 1.1055**

epäselvä

**Tulos**

erillinen

**Esimerkki 1.1056**

keskittynyt

**Tulos**

keskittymätön

**Esimerkki 1.1057**

keskittymätön

**Tulos**

keskittynyt

**Esimerkki 1.1058**

monipuolinen

**Tulos**

hajauttamaton

**Esimerkki 1.1059**

hajauttamaton

**Tulos**

monipuolinen

**Esimerkki 1.1060**

jaettavissa

**Tulos**

jakamaton

**Esimerkki 1.1061**

jakamaton

**Tulos**

jaettavissa

**Esimerkki 1.1062**

dokumentoitu

**Tulos**

paperittomat

**Esimerkki 1.1063**

paperittomat

**Tulos**

dokumentoitu

**Esimerkki 1.1064**

dominoiva

**Tulos**

alistuva

**Esimerkki 1.1065**

alistuva

**Tulos**

dominoiva

**Esimerkki 1.1066**

orjallinen

**Tulos**

unservile

**Esimerkki 1.1067**

unservile

**Tulos**

orjallinen

**Esimerkki 1.1068**

hallitseva

**Tulos**

resessiivinen

**Esimerkki 1.1069**

alisteinen

**Tulos**

tottelematon

**Esimerkki 1.1070**

resessiivinen

**Tulos**

hallitseva

**Esimerkki 1.1071**

yksipiippuinen

**Tulos**

kaksipiippuinen

**Esimerkki 1.1072**

kaksipiippuinen

**Tulos**

yksipiippuinen

**Esimerkki 1.1073**

kaksirivinen

**Tulos**

yksirivinen

**Esimerkki 1.1074**

yksirivinen

**Tulos**

kaksirivinen

**Esimerkki 1.1075**

dramaattinen

**Tulos**

lyyrinen

**Esimerkki 1.1076**

epädramaattinen

**Tulos**

dramaattinen

**Esimerkki 1.1077**

actable

**Tulos**

Toimimaton

**Esimerkki 1.1078**

Toimimaton

**Tulos**

actable

**Esimerkki 1.1079**

teatteri

**Tulos**

ei-teatterillinen

**Esimerkki 1.1080**

ei-teatterillinen

**Tulos**

teatteri

**Esimerkki 1.1081**

juomakelpoinen

**Tulos**

juomakelvoton

**Esimerkki 1.1082**

juomakelvoton

**Tulos**

juomakelpoinen

**Esimerkki 1.1083**

päihtyneenä

**Tulos**

raittiina

**Esimerkki 1.1084**

raittiina

**Tulos**

päihtyneenä

**Esimerkki 1.1085**

terävä

**Tulos**

tasainen

**Esimerkki 1.1086**

tapahtumarikas

**Tulos**

rauhallinen

**Esimerkki 1.1087**

rauhallinen

**Tulos**

tapahtumarikas

**Esimerkki 1.1088**

vilkas

**Tulos**

tylsä

**Esimerkki 1.1089**

dynaaminen

**Tulos**

jaynaaminen

**Esimerkki 1.1090**

jaynaaminen

**Tulos**

dynaaminen

**Esimerkki 1.1091**

innokas

**Tulos**

uneager

**Esimerkki 1.1092**

uneager

**Tulos**

innokas

**Esimerkki 1.1093**

korvat

**Tulos**

korvaton

**Esimerkki 1.1094**

korvaton

**Tulos**

korvat

**Esimerkki 1.1095**

varhain

**Tulos**

keskellä

**Esimerkki 1.1096**

keskellä

**Tulos**

myöhään

**Esimerkki 1.1097**

myöhään

**Tulos**

varhain

**Esimerkki 1.1098**

ansaittu

**Tulos**

ansaitsematon

**Esimerkki 1.1099**

ansaitsematon

**Tulos**

ansaittu

**Esimerkki 1.1100**

levoton

**Tulos**

helppo

**Esimerkki 1.1101**

itä

**Tulos**

west

**Esimerkki 1.1102**

west

**Tulos**

itä

**Esimerkki 1.1103**

Länsi

**Tulos**

itäinen

**Esimerkki 1.1104**

itäinen

**Tulos**

Länsi

**Esimerkki 1.1105**

ektomorfinen

**Tulos**

endomorfinen

**Esimerkki 1.1106**

endomorfinen

**Tulos**

mesomorfinen

**Esimerkki 1.1107**

mesomorfinen

**Tulos**

ektomorfinen

**Esimerkki 1.1108**

syötävä

**Tulos**

syötäväksi kelpaamaton

**Esimerkki 1.1109**

syötäväksi kelpaamaton

**Tulos**

syötävä

**Esimerkki 1.1110**

koulutettu

**Tulos**

kouluttamaton

**Esimerkki 1.1111**

kouluttamaton

**Tulos**

koulutettu

**Esimerkki 1.1112**

numeroitu

**Tulos**

lukutaidoton

**Esimerkki 1.1113**

lukutaidoton

**Tulos**

numeroitu

**Esimerkki 1.1114**

operatiivinen

**Tulos**

toimimaton

**Esimerkki 1.1115**

toimimaton

**Tulos**

operatiivinen

**Esimerkki 1.1116**

tehokas

**Tulos**

tehoton

**Esimerkki 1.1117**

tehoton

**Tulos**

tehokas

**Esimerkki 1.1118**

ponnisteleva

**Tulos**

vaivaton

**Esimerkki 1.1119**

vaivaton

**Tulos**

ponnisteleva

**Esimerkki 1.1120**

tehokas

**Tulos**

tehoton

**Esimerkki 1.1121**

tehoton

**Tulos**

tehokas

**Esimerkki 1.1122**

tehokas

**Tulos**

tehoton

**Esimerkki 1.1123**

tehoton

**Tulos**

tehokas

**Esimerkki 1.1124**

voimakas

**Tulos**

forceless

**Esimerkki 1.1125**

forceless

**Tulos**

voimakas

**Esimerkki 1.1126**

elastinen

**Tulos**

joustamaton

**Esimerkki 1.1127**

joustamaton

**Tulos**

elastinen

**Esimerkki 1.1128**

valinnaiset

**Tulos**

nimittävä

**Esimerkki 1.1129**

nimittävä

**Tulos**

valinnaiset

**Esimerkki 1.1130**

osoitettu

**Tulos**

osoittamaton

**Esimerkki 1.1131**

osoittamaton

**Tulos**

osoitettu

**Esimerkki 1.1132**

valinnainen

**Tulos**

pakollinen

**Esimerkki 1.1133**

pakollinen

**Tulos**

valinnainen

**Esimerkki 1.1134**

tyylikäs

**Tulos**

epäelegantti

**Esimerkki 1.1135**

epäelegantti

**Tulos**

tyylikäs

**Esimerkki 1.1136**

tukikelpoinen

**Tulos**

tukeen oikeuttamaton

**Esimerkki 1.1137**

tukeen oikeuttamaton

**Tulos**

tukikelpoinen

**Esimerkki 1.1138**

emotionaalinen

**Tulos**

aivot

**Esimerkki 1.1139**

Tunteeton

**Tulos**

emotionaalinen

**Esimerkki 1.1140**

empiirinen

**Tulos**

teoreettinen

**Esimerkki 1.1141**

teoreettinen

**Tulos**

sovellettu

**Esimerkki 1.1142**

sovellettu

**Tulos**

teoreettinen

**Esimerkki 1.1143**

palkattu

**Tulos**

freelance

**Esimerkki 1.1144**

freelance

**Tulos**

palkattu

**Esimerkki 1.1145**

palkattu

**Tulos**

työttömät

**Esimerkki 1.1146**

työttömät

**Tulos**

palkattu

**Esimerkki 1.1147**

työllistävä

**Tulos**

Työkyvytön

**Esimerkki 1.1148**

Työkyvytön

**Tulos**

työllistävä

**Esimerkki 1.1149**

Lumottu

**Tulos**

pettyneitä

**Esimerkki 1.1150**

pettyneitä

**Tulos**

Lumottu

**Esimerkki 1.1151**

rohkaiseva

**Tulos**

lannistava

**Esimerkki 1.1152**

lannistava

**Tulos**

rohkaiseva

**Esimerkki 1.1153**

rasitteena

**Tulos**

rasitteeton

**Esimerkki 1.1154**

rasitteeton

**Tulos**

rasitteena

**Esimerkki 1.1155**

rasitettu

**Tulos**

rasitteeton

**Esimerkki 1.1156**

rasitteeton

**Tulos**

rasitettu

**Esimerkki 1.1157**

endosentrinen

**Tulos**

eksosentrinen

**Esimerkki 1.1158**

eksosentrinen

**Tulos**

endosentrinen

**Esimerkki 1.1159**

endogamous

**Tulos**

exogamous

**Esimerkki 1.1160**

exogamous

**Tulos**

autogamous

**Esimerkki 1.1161**

autogamous

**Tulos**

endogamous

**Esimerkki 1.1162**

endoerginen

**Tulos**

exoergic

**Esimerkki 1.1163**

exoergic

**Tulos**

endoerginen

**Esimerkki 1.1164**

endoterminen

**Tulos**

eksoterminen

**Esimerkki 1.1165**

eksoterminen

**Tulos**

endoterminen

**Esimerkki 1.1166**

endogeeninen

**Tulos**

eksogeeninen

**Esimerkki 1.1167**

endogeeninen

**Tulos**

exogeeninen

**Esimerkki 1.1168**

eksogeeninen

**Tulos**

endogeeninen

**Esimerkki 1.1169**

exogeeninen

**Tulos**

endogeeninen

**Esimerkki 1.1170**

päätepysäytetty

**Tulos**

run-on

**Esimerkki 1.1171**

run-on

**Tulos**

päätepysäytetty

**Esimerkki 1.1172**

energinen

**Tulos**

vaisu

**Esimerkki 1.1173**

vaisu

**Tulos**

energinen

**Esimerkki 1.1174**

oikeutettu

**Tulos**

vailla oikeuksia

**Esimerkki 1.1175**

vailla oikeuksia

**Tulos**

oikeutettu

**Esimerkki 1.1176**

vietävä

**Tulos**

viemättömät

**Esimerkki 1.1177**

viemättömät

**Tulos**

vietävä

**Esimerkki 1.1178**

Tutkiva

**Tulos**

ei-tutkimuksellinen

**Esimerkki 1.1179**

ei-tutkimuksellinen

**Tulos**

Tutkiva

**Esimerkki 1.1180**

kysyvä

**Tulos**

kyselemätön

**Esimerkki 1.1181**

kyselemätön

**Tulos**

kysyvä

**Esimerkki 1.1182**

lisääntynyt

**Tulos**

vähentynyt

**Esimerkki 1.1183**

vähentynyt

**Tulos**

lisääntynyt

**Esimerkki 1.1184**

vähennyskelpoinen

**Tulos**

palautumaton

**Esimerkki 1.1185**

palautumaton

**Tulos**

vähennyskelpoinen

**Esimerkki 1.1186**

valaistunut

**Tulos**

valistumaton

**Esimerkki 1.1187**

valistumaton

**Tulos**

valaistunut

**Esimerkki 1.1188**

yritteliäs

**Tulos**

ei yllättävä

**Esimerkki 1.1189**

ei yllättävä

**Tulos**

yritteliäs

**Esimerkki 1.1190**

innostunut

**Tulos**

innoton

**Esimerkki 1.1191**

innoton

**Tulos**

innostunut

**Esimerkki 1.1192**

halukas

**Tulos**

ei-toivottu

**Esimerkki 1.1193**

ei-toivottu

**Tulos**

halukas

**Esimerkki 1.1194**

entozoic

**Tulos**

epizoic

**Esimerkki 1.1195**

epizoic

**Tulos**

entozoic

**Esimerkki 1.1196**

yhtä suuri

**Tulos**

epätasa-arvoinen

**Esimerkki 1.1197**

epätasa-arvoinen

**Tulos**

yhtä suuri

**Esimerkki 1.1198**

tasapainoinen

**Tulos**

epätasapainoinen

**Esimerkki 1.1199**

epätasapainoinen

**Tulos**

tasapainoinen

**Esimerkki 1.1200**

hypertoninen

**Tulos**

hypotoninen

**Esimerkki 1.1201**

hypotoninen

**Tulos**

hypertoninen

**Esimerkki 1.1202**

epäselvä

**Tulos**

yksiselitteinen

**Esimerkki 1.1203**

yksiselitteinen

**Tulos**

epäselvä

**Esimerkki 1.1204**

hävitettävissä

**Tulos**

häviämätön

**Esimerkki 1.1205**

häviämätön

**Tulos**

hävitettävissä

**Esimerkki 1.1206**

esoteerinen

**Tulos**

eksoteerinen

**Esimerkki 1.1207**

eksoteerinen

**Tulos**

esoteerinen

**Esimerkki 1.1208**

olennainen

**Tulos**

epäolennainen

**Esimerkki 1.1209**

epäolennainen

**Tulos**

olennainen

**Esimerkki 1.1210**

Kertakäyttöiset

**Tulos**

välttämätön

**Esimerkki 1.1211**

välttämätön

**Tulos**

Kertakäyttöiset

**Esimerkki 1.1212**

Arvostettava

**Tulos**

halveksittava

**Esimerkki 1.1213**

halveksittava

**Tulos**

Arvostettava

**Esimerkki 1.1214**

eettinen

**Tulos**

epäeettinen

**Esimerkki 1.1215**

epäeettinen

**Tulos**

eettinen

**Esimerkki 1.1216**

ilmainen

**Tulos**

ei-ehdottavat

**Esimerkki 1.1217**

ei-ehdottavat

**Tulos**

ilmainen

**Esimerkki 1.1218**

imarteleva

**Tulos**

ei imarteleva

**Esimerkki 1.1219**

ei imarteleva

**Tulos**

imarteleva

**Esimerkki 1.1220**

kiertoilmaisu

**Tulos**

dysfemistinen

**Esimerkki 1.1221**

dysfemistinen

**Tulos**

kiertoilmaisu

**Esimerkki 1.1222**

euforinen

**Tulos**

dysforinen

**Esimerkki 1.1223**

dysforinen

**Tulos**

euforinen

**Esimerkki 1.1224**

jopa

**Tulos**

outo

**Esimerkki 1.1225**

epätasainen

**Tulos**

jopa

**Esimerkki 1.1226**

outo

**Tulos**

jopa

**Esimerkki 1.1227**

ikivihreä

**Tulos**

lehtipuu

**Esimerkki 1.1228**

lehtipuu

**Tulos**

ikivihreä

**Esimerkki 1.1229**

tarkka

**Tulos**

epätäsmällinen

**Esimerkki 1.1230**

epätäsmällinen

**Tulos**

tarkka

**Esimerkki 1.1231**

muunneltava

**Tulos**

muuttumaton

**Esimerkki 1.1232**

muuttumaton

**Tulos**

muunneltava

**Esimerkki 1.1233**

vaihdettava

**Tulos**

vaihtamaton

**Esimerkki 1.1234**

vaihtamaton

**Tulos**

vaihdettava

**Esimerkki 1.1235**

kiihtyvä

**Tulos**

herättämätön

**Esimerkki 1.1236**

herättämätön

**Tulos**

kiihtyvä

**Esimerkki 1.1237**

innoissaan

**Tulos**

innostumaton

**Esimerkki 1.1238**

innostumaton

**Tulos**

innoissaan

**Esimerkki 1.1239**

jännittävä

**Tulos**

jännittämätön

**Esimerkki 1.1240**

jännittämätön

**Tulos**

jännittävä

**Esimerkki 1.1241**

vapauttava

**Tulos**

raskauttava

**Esimerkki 1.1242**

raskauttava

**Tulos**

vapauttava

**Esimerkki 1.1243**

uupuva

**Tulos**

ehtymätön

**Esimerkki 1.1244**

ehtymätön

**Tulos**

uupuva

**Esimerkki 1.1245**

uupunut

**Tulos**

uupumaton

**Esimerkki 1.1246**

uupumaton

**Tulos**

uupunut

**Esimerkki 1.1247**

olemassa

**Tulos**

olematon

**Esimerkki 1.1248**

olematon

**Tulos**

olemassa

**Esimerkki 1.1249**

olemassa oleva

**Tulos**

sukupuuttoon kuolleet

**Esimerkki 1.1250**

odotettu

**Tulos**

odottamaton

**Esimerkki 1.1251**

odottamaton

**Tulos**

odotettu

**Esimerkki 1.1252**

tarkoituksenmukainen

**Tulos**

epätarkoituksenmukainen

**Esimerkki 1.1253**

epätarkoituksenmukainen

**Tulos**

tarkoituksenmukainen

**Esimerkki 1.1254**

kulutettavat

**Tulos**

selittämätön

**Esimerkki 1.1255**

selittämätön

**Tulos**

kulutettavat

**Esimerkki 1.1256**

kallis

**Tulos**

halpa

**Esimerkki 1.1257**

halpa

**Tulos**

kallis

**Esimerkki 1.1258**

kokenut

**Tulos**

kokematon

**Esimerkki 1.1259**

kokematon

**Tulos**

kokenut

**Esimerkki 1.1260**

päättynyt

**Tulos**

päättymätön

**Esimerkki 1.1261**

päättymätön

**Tulos**

päättynyt

**Esimerkki 1.1262**

selitettävissä

**Tulos**

selittämätön

**Esimerkki 1.1263**

selittämätön

**Tulos**

selitettävissä

**Esimerkki 1.1264**

nimenomainen

**Tulos**

implisiittinen

**Esimerkki 1.1265**

implisiittinen

**Tulos**

nimenomainen

**Esimerkki 1.1266**

hyödynnetty

**Tulos**

hyödyntämätön

**Esimerkki 1.1267**

hyödyntämätön

**Tulos**

hyödynnetty

**Esimerkki 1.1268**

ilmaistavissa

**Tulos**

sanoinkuvaamaton

**Esimerkki 1.1269**

sanoinkuvaamaton

**Tulos**

ilmaistavissa

**Esimerkki 1.1270**

venytettävä

**Tulos**

venymätön

**Esimerkki 1.1271**

venymätön

**Tulos**

venytettävä

**Esimerkki 1.1272**

ulosvedettävä

**Tulos**

erottamaton

**Esimerkki 1.1273**

erottamaton

**Tulos**

ulosvedettävä

**Esimerkki 1.1274**

kumartaen

**Tulos**

kynitty

**Esimerkki 1.1275**

kynitty

**Tulos**

kumartaen

**Esimerkki 1.1276**

sormet

**Tulos**

sormettomat

**Esimerkki 1.1277**

sormettomat

**Tulos**

sormet

**Esimerkki 1.1278**

laajeneva

**Tulos**

laajentumaton

**Esimerkki 1.1279**

laajentumaton

**Tulos**

laajeneva

**Esimerkki 1.1280**

sammutettava

**Tulos**

sammumaton

**Esimerkki 1.1281**

sammumaton

**Tulos**

sammutettava

**Esimerkki 1.1282**

ulkoinen

**Tulos**

sisäinen

**Esimerkki 1.1283**

sisäinen

**Tulos**

ulkoinen

**Esimerkki 1.1284**

ulkoinen

**Tulos**

sisäinen

**Esimerkki 1.1285**

sisäinen

**Tulos**

ulkoinen

**Esimerkki 1.1286**

ulospäin

**Tulos**

sisäänpäin

**Esimerkki 1.1287**

sisäänpäin

**Tulos**

ulospäin

**Esimerkki 1.1288**

Ulkoasu

**Tulos**

sisustus

**Esimerkki 1.1289**

sisustus

**Tulos**

Ulkoasu

**Esimerkki 1.1290**

silmät

**Tulos**

silmätön

**Esimerkki 1.1291**

silmätön

**Tulos**

silmät

**Esimerkki 1.1292**

pelattavissa

**Tulos**

pelikelvoton

**Esimerkki 1.1293**

pelikelvoton

**Tulos**

pelattavissa

**Esimerkki 1.1294**

oikeudenmukainen

**Tulos**

epäoikeudenmukainen

**Esimerkki 1.1295**

Foul

**Tulos**

oikeudenmukainen

**Esimerkki 1.1296**

epäoikeudenmukainen

**Tulos**

oikeudenmukainen

**Esimerkki 1.1297**

oikeudenmukainen

**Tulos**

epätasa-arvoinen

**Esimerkki 1.1298**

epätasa-arvoinen

**Tulos**

oikeudenmukainen

**Esimerkki 1.1299**

uskollinen

**Tulos**

uskoton

**Esimerkki 1.1300**

uskoton

**Tulos**

uskollinen

**Esimerkki 1.1301**

uskollinen

**Tulos**

epälojaali

**Esimerkki 1.1302**

epälojaali

**Tulos**

uskollinen

**Esimerkki 1.1303**

erehtyväinen

**Tulos**

erehtymätön

**Esimerkki 1.1304**

erehtymätön

**Tulos**

erehtyväinen

**Esimerkki 1.1305**

tuttu

**Tulos**

outo

**Esimerkki 1.1306**

tuntematon

**Tulos**

tuttu

**Esimerkki 1.1307**

outo

**Tulos**

tuttu

**Esimerkki 1.1308**

muodikas

**Tulos**

epämuodikas

**Esimerkki 1.1309**

epämuodikas

**Tulos**

muodikas

**Esimerkki 1.1310**

tyylikäs

**Tulos**

tyylitön

**Esimerkki 1.1311**

tyylitön

**Tulos**

tyylikäs

**Esimerkki 1.1312**

nopea

**Tulos**

hidas

**Esimerkki 1.1313**

hidas

**Tulos**

nopea

**Esimerkki 1.1314**

vaativa

**Tulos**

häikäilemätön

**Esimerkki 1.1315**

häikäilemätön

**Tulos**

vaativa

**Esimerkki 1.1316**

rasva

**Tulos**

ohut

**Esimerkki 1.1317**

ohut

**Tulos**

paksu

**Esimerkki 1.1318**

rasvainen

**Tulos**

rasvaton

**Esimerkki 1.1319**

rasvaton

**Tulos**

rasvainen

**Esimerkki 1.1320**

kohtalokas

**Tulos**

ei-tappava

**Esimerkki 1.1321**

ei-tappava

**Tulos**

kohtalokas

**Esimerkki 1.1322**

parannuskelpoinen

**Tulos**

parantumaton

**Esimerkki 1.1323**

parantumaton

**Tulos**

parannuskelpoinen

**Esimerkki 1.1324**

käsittämätön

**Tulos**

käsittämätön

**Esimerkki 1.1325**

käsittämätön

**Tulos**

käsittämätön

**Esimerkki 1.1326**

suotuisa

**Tulos**

epäsuotuisa

**Esimerkki 1.1327**

epäsuotuisa

**Tulos**

suotuisa

**Esimerkki 1.1328**

höyhenpeitteinen

**Tulos**

unfeathered

**Esimerkki 1.1329**

unfeathered

**Tulos**

höyhenpeitteinen

**Esimerkki 1.1330**

onnellinen

**Tulos**

epäkohtelias

**Esimerkki 1.1331**

epäkohtelias

**Tulos**

onnellinen

**Esimerkki 1.1332**

hedelmällinen

**Tulos**

steriili

**Esimerkki 1.1333**

steriili

**Tulos**

hedelmällinen

**Esimerkki 1.1334**

valmis

**Tulos**

keskeneräinen

**Esimerkki 1.1335**

keskeneräinen

**Tulos**

valmis

**Esimerkki 1.1336**

äärellinen

**Tulos**

ääretön

**Esimerkki 1.1337**

ääretön

**Tulos**

äärellinen

**Esimerkki 1.1338**

avaaminen

**Tulos**

sulkeminen

**Esimerkki 1.1339**

sulkeminen

**Tulos**

avaaminen

**Esimerkki 1.1340**

ensimmäinen

**Tulos**

toinen

**Esimerkki 1.1341**

viimeinen

**Tulos**

ensimmäinen

**Esimerkki 1.1342**

välivaihe

**Tulos**

terminaali

**Esimerkki 1.1343**

terminaali

**Tulos**

välivaihe

**Esimerkki 1.1344**

toinen

**Tulos**

ensimmäinen

**Esimerkki 1.1345**

halkeamiskelpoinen

**Tulos**

ei-hajoava

**Esimerkki 1.1346**

ei-hajoava

**Tulos**

halkeamiskelpoinen

**Esimerkki 1.1347**

halkeamiskelpoinen

**Tulos**

ei-purkautuvat

**Esimerkki 1.1348**

ei-purkautuvat

**Tulos**

halkeamiskelpoinen

**Esimerkki 1.1349**

fit

**Tulos**

sopimaton

**Esimerkki 1.1350**

sopimaton

**Tulos**

fit

**Esimerkki 1.1351**

tasainen

**Tulos**

luonnollinen

**Esimerkki 1.1352**

kontrasti

**Tulos**

tasainen

**Esimerkki 1.1353**

joustava

**Tulos**

joustamaton

**Esimerkki 1.1354**

joustamaton

**Tulos**

joustava

**Esimerkki 1.1355**

tinkimätön

**Tulos**

vaarantaa

**Esimerkki 1.1356**

vaarantaa

**Tulos**

tinkimätön

**Esimerkki 1.1357**

jäykkä

**Tulos**

ei-jäykkä

**Esimerkki 1.1358**

ei-jäykkä

**Tulos**

jäykkä

**Esimerkki 1.1359**

mukautuva

**Tulos**

sopeutumaton

**Esimerkki 1.1360**

sopeutumaton

**Tulos**

mukautuva

**Esimerkki 1.1361**

campylotropous

**Tulos**

ortotrooppinen

**Esimerkki 1.1362**

ortotrooppinen

**Tulos**

campylotropous

**Esimerkki 1.1363**

anatrooppinen

**Tulos**

amphitropous

**Esimerkki 1.1364**

amphitropous

**Tulos**

anatrooppinen

**Esimerkki 1.1365**

kihara

**Tulos**

suora

**Esimerkki 1.1366**

suora

**Tulos**

kiero

**Esimerkki 1.1367**

Jalallinen

**Tulos**

Jalattomat

**Esimerkki 1.1368**

Jalattomat

**Tulos**

Jalallinen

**Esimerkki 1.1369**

toed

**Tulos**

varpaaton

**Esimerkki 1.1370**

varpaaton

**Tulos**

toed

**Esimerkki 1.1371**

kyyhkysenkenkä

**Tulos**

splayfooted

**Esimerkki 1.1372**

splayfooted

**Tulos**

kyyhkysenkenkä

**Esimerkki 1.1373**

fore

**Tulos**

Perä

**Esimerkki 1.1374**

Perä

**Tulos**

fore

**Esimerkki 1.1375**

etukäden

**Tulos**

rystylyönti

**Esimerkki 1.1376**

rystylyönti

**Tulos**

etukäden

**Esimerkki 1.1377**

natiivi

**Tulos**

ei-alkuperäiskansojen

**Esimerkki 1.1378**

hyväksytty

**Tulos**

natiivi

**Esimerkki 1.1379**

ulkomainen

**Tulos**

kotimaan

**Esimerkki 1.1380**

ei-alkuperäiskansojen

**Tulos**

natiivi

**Esimerkki 1.1381**

kotimaan

**Tulos**

kotimainen

**Esimerkki 1.1382**

kotimainen

**Tulos**

kotimaan

**Esimerkki 1.1383**

unohdettava

**Tulos**

unohtumaton

**Esimerkki 1.1384**

unohtumaton

**Tulos**

unohdettava

**Esimerkki 1.1385**

anteeksiantava

**Tulos**

anteeksiantamaton

**Esimerkki 1.1386**

anteeksiantamaton

**Tulos**

anteeksiantava

**Esimerkki 1.1387**

virallinen

**Tulos**

epävirallinen

**Esimerkki 1.1388**

epävirallinen

**Tulos**

virallinen

**Esimerkki 1.1389**

entinen

**Tulos**

Jälkimmäinen

**Esimerkki 1.1390**

Jälkimmäinen

**Tulos**

entinen

**Esimerkki 1.1391**

onnekas

**Tulos**

valitettava

**Esimerkki 1.1392**

valitettava

**Tulos**

onnekas

**Esimerkki 1.1393**

tuoksuva

**Tulos**

pahanhajuinen

**Esimerkki 1.1394**

pahanhajuinen

**Tulos**

tuoksuva

**Esimerkki 1.1395**

Haiseva

**Tulos**

hajuton

**Esimerkki 1.1396**

hajuton

**Tulos**

Haiseva

**Esimerkki 1.1397**

tuoksuva

**Tulos**

hajusteeton

**Esimerkki 1.1398**

hajusteeton

**Tulos**

tuoksuva

**Esimerkki 1.1399**

ilmainen

**Tulos**

Vapaa

**Esimerkki 1.1400**

kiinteä

**Tulos**

korjaamaton

**Esimerkki 1.1401**

korjaamaton

**Tulos**

kiinteä

**Esimerkki 1.1402**

Vapaa

**Tulos**

ilmainen

**Esimerkki 1.1403**

usein

**Tulos**

harvoin

**Esimerkki 1.1404**

harvoin

**Tulos**

usein

**Esimerkki 1.1405**

tuoreet

**Tulos**

suolainen

**Esimerkki 1.1406**

tunkkainen

**Tulos**

tuoreet

**Esimerkki 1.1407**

suolainen

**Tulos**

tuoreet

**Esimerkki 1.1408**

ystävällinen

**Tulos**

epäystävällinen

**Esimerkki 1.1409**

epäystävällinen

**Tulos**

ystävällinen

**Esimerkki 1.1410**

vihamielinen

**Tulos**

ystävällismielinen

**Esimerkki 1.1411**

jäädytetty

**Tulos**

jäädyttämätön

**Esimerkki 1.1412**

jäädyttämätön

**Tulos**

jäädytetty

**Esimerkki 1.1413**

hedelmällinen

**Tulos**

hedelmätön

**Esimerkki 1.1414**

hedelmätön

**Tulos**

hedelmällinen

**Esimerkki 1.1415**

full

**Tulos**

ohut

**Esimerkki 1.1416**

tyhjä

**Tulos**

full

**Esimerkki 1.1417**

valutettu

**Tulos**

valuttamaton

**Esimerkki 1.1418**

valuttamaton

**Tulos**

valutettu

**Esimerkki 1.1419**

kokopäiväinen

**Tulos**

osa-aikainen

**Esimerkki 1.1420**

osa-aikainen

**Tulos**

kokopäiväinen

**Esimerkki 1.1421**

toiminnallinen

**Tulos**

orgaaninen

**Esimerkki 1.1422**

ei-toimiva

**Tulos**

toiminnallinen

**Esimerkki 1.1423**

toimiva

**Tulos**

toimintahäiriö

**Esimerkki 1.1424**

toimintahäiriö

**Tulos**

toimiva

**Esimerkki 1.1425**

orgaaninen

**Tulos**

epäorgaaninen

**Esimerkki 1.1426**

peukaloitu

**Tulos**

unrigged

**Esimerkki 1.1427**

unrigged

**Tulos**

peukaloitu

**Esimerkki 1.1428**

varustettu

**Tulos**

varustamaton

**Esimerkki 1.1429**

varustamaton

**Tulos**

varustettu

**Esimerkki 1.1430**

lentänyt

**Tulos**

panttaamaton

**Esimerkki 1.1431**

panttaamaton

**Tulos**

lentänyt

**Esimerkki 1.1432**

kehystetty

**Tulos**

kehyksettömät

**Esimerkki 1.1433**

kehyksettömät

**Tulos**

kehystetty

**Esimerkki 1.1434**

kalustettu

**Tulos**

kalustamaton

**Esimerkki 1.1435**

kalustamaton

**Tulos**

kalustettu

**Esimerkki 1.1436**

rahoitettu

**Tulos**

rahoittamaton

**Esimerkki 1.1437**

rahoittamaton

**Tulos**

rahoitettu

**Esimerkki 1.1438**

polttoaineena

**Tulos**

ilman polttoainetta

**Esimerkki 1.1439**

ilman polttoainetta

**Tulos**

polttoaineena

**Esimerkki 1.1440**

määritetty

**Tulos**

määrittelemätön

**Esimerkki 1.1441**

määrittelemätön

**Tulos**

määritetty

**Esimerkki 1.1442**

hammaspyörä

**Tulos**

jakamaton

**Esimerkki 1.1443**

jakamaton

**Tulos**

hammaspyörä

**Esimerkki 1.1444**

yleinen

**Tulos**

paikallinen

**Esimerkki 1.1445**

erityinen

**Tulos**

epäspesifinen

**Esimerkki 1.1446**

epäspesifinen

**Tulos**

erityinen

**Esimerkki 1.1447**

kansallinen

**Tulos**

kansainvälinen

**Esimerkki 1.1448**

paikallinen

**Tulos**

yleinen

**Esimerkki 1.1449**

endeeminen

**Tulos**

epidemia

**Esimerkki 1.1450**

branchiate

**Tulos**

abranchiate

**Esimerkki 1.1451**

abranchiate

**Tulos**

branchiate

**Esimerkki 1.1452**

liittovaltion

**Tulos**

yhtenäinen

**Esimerkki 1.1453**

yhtenäinen

**Tulos**

liittovaltion

**Esimerkki 1.1454**

keskitetty

**Tulos**

hajautettu

**Esimerkki 1.1455**

hajautettu

**Tulos**

keskitetty

**Esimerkki 1.1456**

tekninen

**Tulos**

ei-tekniset

**Esimerkki 1.1457**

ei-tekniset

**Tulos**

tekninen

**Esimerkki 1.1458**

ei-omistusoikeudet

**Tulos**

oma

**Esimerkki 1.1459**

oma

**Tulos**

ei-omistusoikeudet

**Esimerkki 1.1460**

antelias

**Tulos**

anteliaita

**Esimerkki 1.1461**

kitsas

**Tulos**

antelias

**Esimerkki 1.1462**

anteliaita

**Tulos**

antelias

**Esimerkki 1.1463**

aito

**Tulos**

väärennös

**Esimerkki 1.1464**

väärennös

**Tulos**

aito

**Esimerkki 1.1465**

geosentrinen

**Tulos**

heliosentrinen

**Esimerkki 1.1466**

heliosentrinen

**Tulos**

geosentrinen

**Esimerkki 1.1467**

lahjakas

**Tulos**

lahjaton

**Esimerkki 1.1468**

lahjaton

**Tulos**

lahjakas

**Esimerkki 1.1469**

lasitettu

**Tulos**

lasittamaton

**Esimerkki 1.1470**

lasittamaton

**Tulos**

lasitettu

**Esimerkki 1.1471**

loistava

**Tulos**

kunniaton

**Esimerkki 1.1472**

kunniaton

**Tulos**

loistava

**Esimerkki 1.1473**

go

**Tulos**

no-go

**Esimerkki 1.1474**

no-go

**Tulos**

go

**Esimerkki 1.1475**

hyvä

**Tulos**

evil

**Esimerkki 1.1476**

huono

**Tulos**

hyvä

**Esimerkki 1.1477**

evil

**Tulos**

hyvä

**Esimerkki 1.1478**

hyväntahtoinen

**Tulos**

pahansuopa

**Esimerkki 1.1479**

pahansuopa

**Tulos**

hyväntahtoinen

**Esimerkki 1.1480**

graceful

**Tulos**

kiusallinen

**Esimerkki 1.1481**

kiusallinen

**Tulos**

graceful

**Esimerkki 1.1482**

armollinen

**Tulos**

armoton

**Esimerkki 1.1483**

armoton

**Tulos**

armollinen

**Esimerkki 1.1484**

asteittainen

**Tulos**

jyrkkä

**Esimerkki 1.1485**

äkillinen

**Tulos**

asteittainen

**Esimerkki 1.1486**

jyrkkä

**Tulos**

asteittainen

**Esimerkki 1.1487**

kieliopillinen

**Tulos**

epäkieliopillinen

**Esimerkki 1.1488**

epäkieliopillinen

**Tulos**

kieliopillinen

**Esimerkki 1.1489**

kiitollinen

**Tulos**

kiittämätön

**Esimerkki 1.1490**

kiittämätön

**Tulos**

kiitollinen

**Esimerkki 1.1491**

haploidinen

**Tulos**

diploidi

**Esimerkki 1.1492**

diploidi

**Tulos**

polyploidi

**Esimerkki 1.1493**

polyploidi

**Tulos**

haploidinen

**Esimerkki 1.1494**

onnellinen

**Tulos**

tyytymätön

**Esimerkki 1.1495**

tyytymätön

**Tulos**

onnellinen

**Esimerkki 1.1496**

katuvainen

**Tulos**

kiittämätön

**Esimerkki 1.1497**

kiittämätön

**Tulos**

katuvainen

**Esimerkki 1.1498**

kova

**Tulos**

pehmeä

**Esimerkki 1.1499**

pehmeä

**Tulos**

karkaistu

**Esimerkki 1.1500**

kovasydäminen

**Tulos**

pehmeäsydäminen

**Esimerkki 1.1501**

pehmeäsydäminen

**Tulos**

kovasydäminen

**Esimerkki 1.1502**

alkoholipitoinen

**Tulos**

alkoholiton

**Esimerkki 1.1503**

alkoholiton

**Tulos**

alkoholipitoinen

**Esimerkki 1.1504**

harmiton

**Tulos**

haitallinen

**Esimerkki 1.1505**

haitallinen

**Tulos**

harmiton

**Esimerkki 1.1506**

harmoninen

**Tulos**

epäharmoninen

**Esimerkki 1.1507**

epäharmoninen

**Tulos**

harmoninen

**Esimerkki 1.1508**

terveellinen

**Tulos**

epäterveelliset

**Esimerkki 1.1509**

epäterveelliset

**Tulos**

terveellinen

**Esimerkki 1.1510**

lääketieteellinen

**Tulos**

kirurginen

**Esimerkki 1.1511**

kirurginen

**Tulos**

ei-kirurginen

**Esimerkki 1.1512**

toimiva

**Tulos**

toimimaton

**Esimerkki 1.1513**

toimimaton

**Tulos**

toimiva

**Esimerkki 1.1514**

Pyretic

**Tulos**

kuumetta alentava

**Esimerkki 1.1515**

kuumetta alentava

**Tulos**

Pyretic

**Esimerkki 1.1516**

terveellinen

**Tulos**

epäterveellinen

**Esimerkki 1.1517**

epäterveellinen

**Tulos**

terveellinen

**Esimerkki 1.1518**

kuiva

**Tulos**

märkä

**Esimerkki 1.1519**

phlegmy

**Tulos**

kuiva

**Esimerkki 1.1520**

taivaallinen

**Tulos**

maallinen

**Esimerkki 1.1521**

maallinen

**Tulos**

taivaallinen

**Esimerkki 1.1522**

sulavaa

**Tulos**

sulamaton

**Esimerkki 1.1523**

sulamaton

**Tulos**

sulavaa

**Esimerkki 1.1524**

päähän

**Tulos**

päätön

**Esimerkki 1.1525**

päätön

**Tulos**

päähän

**Esimerkki 1.1526**

päätön

**Tulos**

päähän

**Esimerkki 1.1527**

raskas

**Tulos**

valo

**Esimerkki 1.1528**

painava

**Tulos**

painoton

**Esimerkki 1.1529**

painoton

**Tulos**

painava

**Esimerkki 1.1530**

kevyet

**Tulos**

raskaaseen käyttöön

**Esimerkki 1.1531**

raskaaseen käyttöön

**Tulos**

kevyet

**Esimerkki 1.1532**

kevytjalkainen

**Tulos**

raskasjalkainen

**Esimerkki 1.1533**

raskasjalkainen

**Tulos**

kevytjalkainen

**Esimerkki 1.1534**

piittaamaton

**Tulos**

tarkkaavainen

**Esimerkki 1.1535**

tarkkaavainen

**Tulos**

piittaamaton

**Esimerkki 1.1536**

mahdollistaminen

**Tulos**

poistaminen käytöstä

**Esimerkki 1.1537**

poistaminen käytöstä

**Tulos**

mahdollistaminen

**Esimerkki 1.1538**

hyödyllinen

**Tulos**

hyödytön

**Esimerkki 1.1539**

hyödytön

**Tulos**

hyödyllinen

**Esimerkki 1.1540**

heterodactyl

**Tulos**

zygodactyl

**Esimerkki 1.1541**

zygodactyl

**Tulos**

heterodactyl

**Esimerkki 1.1542**

heterogeeninen

**Tulos**

homogeeninen

**Esimerkki 1.1543**

homogeeninen

**Tulos**

heterogeeninen

**Esimerkki 1.1544**

homotsygoottinen

**Tulos**

heterotsygoottinen

**Esimerkki 1.1545**

heterotsygoottinen

**Tulos**

homotsygoottinen

**Esimerkki 1.1546**

heteroseksuaalinen

**Tulos**

homoseksuaali

**Esimerkki 1.1547**

homoseksuaali

**Tulos**

biseksuaali

**Esimerkki 1.1548**

biseksuaali

**Tulos**

heteroseksuaalinen

**Esimerkki 1.1549**

hierarkkinen

**Tulos**

ei-hierarkkinen

**Esimerkki 1.1550**

ei-hierarkkinen

**Tulos**

hierarkkinen

**Esimerkki 1.1551**

korkea

**Tulos**

alhainen

**Esimerkki 1.1552**

alhainen

**Tulos**

korkea

**Esimerkki 1.1553**

korotettu

**Tulos**

alennettu

**Esimerkki 1.1554**

alennettu

**Tulos**

korotettu

**Esimerkki 1.1555**

high-tech

**Tulos**

low-tech

**Esimerkki 1.1556**

low-tech

**Tulos**

high-tech

**Esimerkki 1.1557**

necked

**Tulos**

kaulukseton

**Esimerkki 1.1558**

kaulukseton

**Tulos**

necked

**Esimerkki 1.1559**

katettu

**Tulos**

floored

**Esimerkki 1.1560**

floored

**Tulos**

katettu

**Esimerkki 1.1561**

matalalukoinen

**Tulos**

korkealevitteinen

**Esimerkki 1.1562**

korkealevitteinen

**Tulos**

matalalukoinen

**Esimerkki 1.1563**

matalakorkoinen

**Tulos**

korkeakorkoiset

**Esimerkki 1.1564**

korkeakorkoiset

**Tulos**

matalakorkoinen

**Esimerkki 1.1565**

jäljittelevä

**Tulos**

ei-imitatiivinen

**Esimerkki 1.1566**

ei-imitatiivinen

**Tulos**

jäljittelevä

**Esimerkki 1.1567**

echoic

**Tulos**

ei-kaikuisa

**Esimerkki 1.1568**

ei-kaikuisa

**Tulos**

echoic

**Esimerkki 1.1569**

korkearesoluutioinen

**Tulos**

matala resoluutio

**Esimerkki 1.1570**

matala resoluutio

**Tulos**

korkearesoluutioinen

**Esimerkki 1.1571**

Korkeat kerrokset

**Tulos**

matala

**Esimerkki 1.1572**

matala

**Tulos**

Korkeat kerrokset

**Esimerkki 1.1573**

ylänköalueet

**Tulos**

lowland

**Esimerkki 1.1574**

lowland

**Tulos**

ylänköalueet

**Esimerkki 1.1575**

koti

**Tulos**

pois

**Esimerkki 1.1576**

pois

**Tulos**

koti

**Esimerkki 1.1577**

homologinen

**Tulos**

analoginen

**Esimerkki 1.1578**

heterologinen

**Tulos**

analoginen

**Esimerkki 1.1579**

autologinen

**Tulos**

homologinen

**Esimerkki 1.1580**

analoginen

**Tulos**

homologinen

**Esimerkki 1.1581**

Gabled

**Tulos**

hipped

**Esimerkki 1.1582**

hipped

**Tulos**

lonkaton

**Esimerkki 1.1583**

lonkaton

**Tulos**

hipped

**Esimerkki 1.1584**

rehellinen

**Tulos**

epärehellinen

**Esimerkki 1.1585**

epärehellinen

**Tulos**

rehellinen

**Esimerkki 1.1586**

totuudenmukainen

**Tulos**

valheellinen

**Esimerkki 1.1587**

valheellinen

**Tulos**

totuudenmukainen

**Esimerkki 1.1588**

kunniallinen

**Tulos**

kunniaton

**Esimerkki 1.1589**

kunniaton

**Tulos**

kunniallinen

**Esimerkki 1.1590**

toiveikas

**Tulos**

toivoton

**Esimerkki 1.1591**

toivoton

**Tulos**

toiveikas

**Esimerkki 1.1592**

institutionalisoitu

**Tulos**

ei-institutionalisoitu

**Esimerkki 1.1593**

ei-institutionalisoitu

**Tulos**

institutionalisoitu

**Esimerkki 1.1594**

institutionaalinen

**Tulos**

muut kuin toimielimet

**Esimerkki 1.1595**

muut kuin toimielimet

**Tulos**

institutionaalinen

**Esimerkki 1.1596**

jodinating

**Tulos**

jodinpoisto

**Esimerkki 1.1597**

jodinpoisto

**Tulos**

jodinating

**Esimerkki 1.1598**

lohdullinen

**Tulos**

lohduton

**Esimerkki 1.1599**

lohduton

**Tulos**

lohdullinen

**Esimerkki 1.1600**

vaakasuora

**Tulos**

pystysuora

**Esimerkki 1.1601**

pystysuora

**Tulos**

kalteva

**Esimerkki 1.1602**

kalteva

**Tulos**

haluttomuus

**Esimerkki 1.1603**

pystyssä

**Tulos**

epätarkka

**Esimerkki 1.1604**

epätarkka

**Tulos**

pystyssä

**Esimerkki 1.1605**

pysyvä

**Tulos**

käynnissä

**Esimerkki 1.1606**

istuen

**Tulos**

pysyvä

**Esimerkki 1.1607**

käynnissä

**Tulos**

ohi

**Esimerkki 1.1608**

ohi

**Tulos**

käynnissä

**Esimerkki 1.1609**

vieraanvarainen

**Tulos**

epäsuotuisa

**Esimerkki 1.1610**

epäsuotuisa

**Tulos**

vieraanvarainen

**Esimerkki 1.1611**

ystävällismielinen

**Tulos**

vihamielinen

**Esimerkki 1.1612**

kuuma

**Tulos**

kylmä

**Esimerkki 1.1613**

kylmä

**Tulos**

kuuma

**Esimerkki 1.1614**

kevät

**Tulos**

kesäinen

**Esimerkki 1.1615**

kesäinen

**Tulos**

syksyinen

**Esimerkki 1.1616**

syksyinen

**Tulos**

talvinen

**Esimerkki 1.1617**

talvinen

**Tulos**

kevät

**Esimerkki 1.1618**

ihminen

**Tulos**

ei-ihminen

**Esimerkki 1.1619**

ei-ihminen

**Tulos**

ihminen

**Esimerkki 1.1620**

yli-inhimillinen

**Tulos**

ali-ihminen

**Esimerkki 1.1621**

ali-ihminen

**Tulos**

yli-inhimillinen

**Esimerkki 1.1622**

inhimillinen

**Tulos**

epäinhimillinen

**Esimerkki 1.1623**

epäinhimillinen

**Tulos**

inhimillinen

**Esimerkki 1.1624**

humoristinen

**Tulos**

huumorintajuton

**Esimerkki 1.1625**

huumorintajuton

**Tulos**

humoristinen

**Esimerkki 1.1626**

nälkäinen

**Tulos**

janoinen

**Esimerkki 1.1627**

janoinen

**Tulos**

nälkäinen

**Esimerkki 1.1628**

kiireinen

**Tulos**

kiireetön

**Esimerkki 1.1629**

kiireetön

**Tulos**

kiireinen

**Esimerkki 1.1630**

tunnistettavissa

**Tulos**

tunnistamaton

**Esimerkki 1.1631**

tunnistamaton

**Tulos**

tunnistettavissa

**Esimerkki 1.1632**

immanentti

**Tulos**

transeunt

**Esimerkki 1.1633**

transeunt

**Tulos**

immanentti

**Esimerkki 1.1634**

heikentynyt

**Tulos**

häiriötön

**Esimerkki 1.1635**

häiriötön

**Tulos**

heikentynyt

**Esimerkki 1.1636**

tärkeä

**Tulos**

merkityksettömät

**Esimerkki 1.1637**

merkityksettömät

**Tulos**

tärkeä

**Esimerkki 1.1638**

vaikuttava

**Tulos**

ei-niin-vaikuttavaa

**Esimerkki 1.1639**

ei-niin-vaikuttavaa

**Tulos**

vaikuttava

**Esimerkki 1.1640**

havaittavissa

**Tulos**

huomaamaton

**Esimerkki 1.1641**

huomaamaton

**Tulos**

havaittavissa

**Esimerkki 1.1642**

parannettu

**Tulos**

parantamaton

**Esimerkki 1.1643**

parantamaton

**Tulos**

parannettu

**Esimerkki 1.1644**

selvitetty

**Tulos**

puhdistamaton

**Esimerkki 1.1645**

puhdistamaton

**Tulos**

selvitetty

**Esimerkki 1.1646**

avajaiset

**Tulos**

exaugural

**Esimerkki 1.1647**

exaugural

**Tulos**

avajaiset

**Esimerkki 1.1648**

sisäpuolella

**Tulos**

perämoottori

**Esimerkki 1.1649**

perämoottori

**Tulos**

sisäpuolella

**Esimerkki 1.1650**

sisäsiittoinen

**Tulos**

sisäsiittoinen

**Esimerkki 1.1651**

sisäsiittoinen

**Tulos**

sisäsiittoinen

**Esimerkki 1.1652**

haluttomuus

**Tulos**

kalteva

**Esimerkki 1.1653**

saapuva

**Tulos**

lähtevät

**Esimerkki 1.1654**

lähtevät

**Tulos**

saapuva

**Esimerkki 1.1655**

induktiivinen

**Tulos**

deduktiivinen

**Esimerkki 1.1656**

deduktiivinen

**Tulos**

induktiivinen

**Esimerkki 1.1657**

hemmotteleva

**Tulos**

nonindulent

**Esimerkki 1.1658**

nonindulent

**Tulos**

hemmotteleva

**Esimerkki 1.1659**

teollisuus

**Tulos**

muut kuin teolliset

**Esimerkki 1.1660**

muut kuin teolliset

**Tulos**

teollisuus

**Esimerkki 1.1661**

tarttuva

**Tulos**

ei-tarttuva

**Esimerkki 1.1662**

ei-tarttuva

**Tulos**

tarttuva

**Esimerkki 1.1663**

infernaalinen

**Tulos**

yliluonnollinen

**Esimerkki 1.1664**

yliluonnollinen

**Tulos**

infernaalinen

**Esimerkki 1.1665**

informatiivinen

**Tulos**

epäinformatiivinen

**Esimerkki 1.1666**

epäinformatiivinen

**Tulos**

informatiivinen

**Esimerkki 1.1667**

gnostilainen

**Tulos**

agnostikko

**Esimerkki 1.1668**

agnostikko

**Tulos**

gnostilainen

**Esimerkki 1.1669**

informoitu

**Tulos**

tietämätön

**Esimerkki 1.1670**

tietämätön

**Tulos**

informoitu

**Esimerkki 1.1671**

nerokas

**Tulos**

vilpillinen

**Esimerkki 1.1672**

vilpillinen

**Tulos**

nerokas

**Esimerkki 1.1673**

asuttu

**Tulos**

asumaton

**Esimerkki 1.1674**

asumaton

**Tulos**

asuttu

**Esimerkki 1.1675**

periytyvä

**Tulos**

ei-perinnöllinen

**Esimerkki 1.1676**

ei-perinnöllinen

**Tulos**

periytyvä

**Esimerkki 1.1677**

estetty

**Tulos**

estoton

**Esimerkki 1.1678**

estoton

**Tulos**

estetty

**Esimerkki 1.1679**

injektoitavat

**Tulos**

ruiskuttamaton

**Esimerkki 1.1680**

ruiskuttamaton

**Tulos**

injektoitavat

**Esimerkki 1.1681**

loukkaantunut

**Tulos**

loukkaantumaton

**Esimerkki 1.1682**

loukkaantumaton

**Tulos**

loukkaantunut

**Esimerkki 1.1683**

viaton

**Tulos**

syyllinen

**Esimerkki 1.1684**

syyllinen

**Tulos**

viaton

**Esimerkki 1.1685**

inspiroiva

**Tulos**

innostamaton

**Esimerkki 1.1686**

innostamaton

**Tulos**

inspiroiva

**Esimerkki 1.1687**

opettavainen

**Tulos**

ei-opettavainen

**Esimerkki 1.1688**

ei-opettavainen

**Tulos**

opettavainen

**Esimerkki 1.1689**

rakentava

**Tulos**

ei-herättävä

**Esimerkki 1.1690**

ei-herättävä

**Tulos**

rakentava

**Esimerkki 1.1691**

valaiseva

**Tulos**

valaisematon

**Esimerkki 1.1692**

valaisematon

**Tulos**

valaiseva

**Esimerkki 1.1693**

integroitu

**Tulos**

ei-integroitu

**Esimerkki 1.1694**

erilliset

**Tulos**

integroitu

**Esimerkki 1.1695**

ei-integroitu

**Tulos**

integroitu

**Esimerkki 1.1696**

sekoitettu

**Tulos**

sekoittamaton

**Esimerkki 1.1697**

sekoittamaton

**Tulos**

sekoitettu

**Esimerkki 1.1698**

yhdistetty

**Tulos**

yhdistelemätön

**Esimerkki 1.1699**

yhdistelemätön

**Tulos**

yhdistetty

**Esimerkki 1.1700**

integratiivinen

**Tulos**

hajoava

**Esimerkki 1.1701**

hajoava

**Tulos**

integratiivinen

**Esimerkki 1.1702**

älyllinen

**Tulos**

ei-älylliset

**Esimerkki 1.1703**

ei-älylliset

**Tulos**

älyllinen

**Esimerkki 1.1704**

älykäs

**Tulos**

älytön

**Esimerkki 1.1705**

älytön

**Tulos**

älykäs

**Esimerkki 1.1706**

ymmärrettävä

**Tulos**

käsittämätön

**Esimerkki 1.1707**

käsittämätön

**Tulos**

ymmärrettävä

**Esimerkki 1.1708**

aiottu

**Tulos**

tahaton

**Esimerkki 1.1709**

tahaton

**Tulos**

aiottu

**Esimerkki 1.1710**

suunniteltu

**Tulos**

suunnittelematon

**Esimerkki 1.1711**

suunnittelematon

**Tulos**

suunniteltu

**Esimerkki 1.1712**

tehostaminen

**Tulos**

moderointi

**Esimerkki 1.1713**

moderointi

**Tulos**

tehostaminen

**Esimerkki 1.1714**

lajien väliset

**Tulos**

lajinsisäiset

**Esimerkki 1.1715**

lajinsisäiset

**Tulos**

lajien väliset

**Esimerkki 1.1716**

kiinnostunut

**Tulos**

kiinnostunut

**Esimerkki 1.1717**

kiinnostunut

**Tulos**

kiinnostunut

**Esimerkki 1.1718**

mielenkiintoinen

**Tulos**

epäkiinnostava

**Esimerkki 1.1719**

epäkiinnostava

**Tulos**

mielenkiintoinen

**Esimerkki 1.1720**

sisäinen

**Tulos**

ekstramuraalinen

**Esimerkki 1.1721**

ekstramuraalinen

**Tulos**

sisäinen

**Esimerkki 1.1722**

intra\_vires

**Tulos**

ultra\_vires

**Esimerkki 1.1723**

ultra\_vires

**Tulos**

intra\_vires

**Esimerkki 1.1724**

luontainen

**Tulos**

ulkoinen

**Esimerkki 1.1725**

ulkoinen

**Tulos**

luontainen

**Esimerkki 1.1726**

itsetutkiskeleva

**Tulos**

ekstrospektiivinen

**Esimerkki 1.1727**

ekstrospektiivinen

**Tulos**

itsetutkiskeleva

**Esimerkki 1.1728**

introvertti

**Tulos**

ekstroversiivinen

**Esimerkki 1.1729**

ekstroversiivinen

**Tulos**

ambiversiivinen

**Esimerkki 1.1730**

ambiversiivinen

**Tulos**

introvertti

**Esimerkki 1.1731**

tungetteleva

**Tulos**

ekstrussiivinen

**Esimerkki 1.1732**

huomaamaton

**Tulos**

tungetteleva

**Esimerkki 1.1733**

ulkoneva

**Tulos**

tungetteleva

**Esimerkki 1.1734**

magmakivi

**Tulos**

vesipitoinen

**Esimerkki 1.1735**

vesipitoinen

**Tulos**

magmakivi

**Esimerkki 1.1736**

ekstrussiivinen

**Tulos**

tungetteleva

**Esimerkki 1.1737**

invasiivinen

**Tulos**

ei-invasiivinen

**Esimerkki 1.1738**

ei-invasiivinen

**Tulos**

invasiivinen

**Esimerkki 1.1739**

virkistävä

**Tulos**

heikentävä

**Esimerkki 1.1740**

heikentävä

**Tulos**

virkistävä

**Esimerkki 1.1741**

kutsuva

**Tulos**

kutsumaton

**Esimerkki 1.1742**

kutsumaton

**Tulos**

kutsuva

**Esimerkki 1.1743**

in\_vitro

**Tulos**

in\_vivo

**Esimerkki 1.1744**

in\_vivo

**Tulos**

in\_vitro

**Esimerkki 1.1745**

silitetty

**Tulos**

silitysraudoittamaton

**Esimerkki 1.1746**

silitysraudoittamaton

**Tulos**

silitetty

**Esimerkki 1.1747**

ryppyinen

**Tulos**

rypistymätön

**Esimerkki 1.1748**

rypistymätön

**Tulos**

ryppyinen

**Esimerkki 1.1749**

isotrooppinen

**Tulos**

anisotrooppinen

**Esimerkki 1.1750**

anisotrooppinen

**Tulos**

isotrooppinen

**Esimerkki 1.1751**

iloinen

**Tulos**

surullinen

**Esimerkki 1.1752**

surullinen

**Tulos**

iloinen

**Esimerkki 1.1753**

iloinen

**Tulos**

surullinen

**Esimerkki 1.1754**

surullinen

**Tulos**

iloinen

**Esimerkki 1.1755**

iloinen

**Tulos**

iloton

**Esimerkki 1.1756**

iloton

**Tulos**

iloinen

**Esimerkki 1.1757**

mehukas

**Tulos**

mehuton

**Esimerkki 1.1758**

mehuton

**Tulos**

mehukas

**Esimerkki 1.1759**

vain

**Tulos**

epäoikeudenmukainen

**Esimerkki 1.1760**

epäoikeudenmukainen

**Tulos**

vain

**Esimerkki 1.1761**

ansioitunut

**Tulos**

ansaitsematon

**Esimerkki 1.1762**

ansaitsematon

**Tulos**

ansioitunut

**Esimerkki 1.1763**

avaimella

**Tulos**

avaimeton

**Esimerkki 1.1764**

avaimeton

**Tulos**

avaimella

**Esimerkki 1.1765**

ystävällinen

**Tulos**

epäystävällinen

**Esimerkki 1.1766**

epäystävällinen

**Tulos**

ystävällinen

**Esimerkki 1.1767**

tiedossa

**Tulos**

tuntematon

**Esimerkki 1.1768**

tuntematon

**Tulos**

tiedossa

**Esimerkki 1.1769**

tunnettu

**Tulos**

tuntematon

**Esimerkki 1.1770**

tuntematon

**Tulos**

tunnettu

**Esimerkki 1.1771**

ymmärretty

**Tulos**

ymmärtämättömät

**Esimerkki 1.1772**

ymmärtämättömät

**Tulos**

ymmärretty

**Esimerkki 1.1773**

merkitty

**Tulos**

merkitsemätön

**Esimerkki 1.1774**

merkitsemätön

**Tulos**

merkitty

**Esimerkki 1.1775**

valitettu

**Tulos**

valitettava

**Esimerkki 1.1776**

valitettava

**Tulos**

valitettu

**Esimerkki 1.1777**

laureled

**Tulos**

unlaureled

**Esimerkki 1.1778**

unlaureled

**Tulos**

laureled

**Esimerkki 1.1779**

suuri

**Tulos**

pieni

**Esimerkki 1.1780**

iso

**Tulos**

pikku

**Esimerkki 1.1781**

pieni

**Tulos**

suuri

**Esimerkki 1.1782**

pikku

**Tulos**

paljon

**Esimerkki 1.1783**

suurempi

**Tulos**

vähemmän

**Esimerkki 1.1784**

vähemmän

**Tulos**

suurempi

**Esimerkki 1.1785**

laillinen

**Tulos**

laiton

**Esimerkki 1.1786**

laiton

**Tulos**

laillinen

**Esimerkki 1.1787**

lyijyllinen

**Tulos**

lyijytön

**Esimerkki 1.1788**

lyijytön

**Tulos**

lyijyllinen

**Esimerkki 1.1789**

vuotava

**Tulos**

tiukka

**Esimerkki 1.1790**

tiukka

**Tulos**

löysä

**Esimerkki 1.1791**

caulked

**Tulos**

kaulittomat

**Esimerkki 1.1792**

kaulittomat

**Tulos**

caulked

**Esimerkki 1.1793**

hapatettu

**Tulos**

happamattomat

**Esimerkki 1.1794**

happamattomat

**Tulos**

hapatettu

**Esimerkki 1.1795**

Leeward

**Tulos**

windward

**Esimerkki 1.1796**

windward

**Tulos**

Leeward

**Esimerkki 1.1797**

oikeudellinen

**Tulos**

laiton

**Esimerkki 1.1798**

laiton

**Tulos**

oikeudellinen

**Esimerkki 1.1799**

luettavissa

**Tulos**

lukematon

**Esimerkki 1.1800**

lukematon

**Tulos**

luettavissa

**Esimerkki 1.1801**

tulkittu

**Tulos**

lukematon

**Esimerkki 1.1802**

lukematon

**Tulos**

tulkittu

**Esimerkki 1.1803**

biologinen

**Tulos**

adoptio

**Esimerkki 1.1804**

adoptio

**Tulos**

biologinen

**Esimerkki 1.1805**

laillinen

**Tulos**

avioton

**Esimerkki 1.1806**

avioton

**Tulos**

laillinen

**Esimerkki 1.1807**

leptorrhine

**Tulos**

catarrhine

**Esimerkki 1.1808**

catarrhine

**Tulos**

leptorrhine

**Esimerkki 1.1809**

platyrrhine

**Tulos**

catarrhine

**Esimerkki 1.1810**

leptosporangiate

**Tulos**

eusporangiate

**Esimerkki 1.1811**

eusporangiate

**Tulos**

leptosporangiate

**Esimerkki 1.1812**

kuten

**Tulos**

toisin kuin

**Esimerkki 1.1813**

toisin kuin

**Tulos**

kuten

**Esimerkki 1.1814**

samanlainen

**Tulos**

erilaiset

**Esimerkki 1.1815**

erilaiset

**Tulos**

samanlainen

**Esimerkki 1.1816**

todennäköisesti

**Tulos**

epätodennäköistä

**Esimerkki 1.1817**

epätodennäköistä

**Tulos**

todennäköisesti

**Esimerkki 1.1818**

todennäköinen

**Tulos**

epätodennäköinen

**Esimerkki 1.1819**

epätodennäköinen

**Tulos**

todennäköinen

**Esimerkki 1.1820**

raajojen

**Tulos**

raajattomat

**Esimerkki 1.1821**

raajattomat

**Tulos**

raajojen

**Esimerkki 1.1822**

rajoitettu

**Tulos**

rajoittamaton

**Esimerkki 1.1823**

rajoittamaton

**Tulos**

rajoitettu

**Esimerkki 1.1824**

lineaalinen

**Tulos**

vakuudet

**Esimerkki 1.1825**

vakuudet

**Tulos**

lineaalinen

**Esimerkki 1.1826**

epälineaarinen

**Tulos**

lineaarinen

**Esimerkki 1.1827**

vuorattu

**Tulos**

vuoriton

**Esimerkki 1.1828**

vuoriton

**Tulos**

vuorattu

**Esimerkki 1.1829**

lueteltu

**Tulos**

listaamaton

**Esimerkki 1.1830**

listaamaton

**Tulos**

lueteltu

**Esimerkki 1.1831**

kirjaimellisesti

**Tulos**

kuvallinen

**Esimerkki 1.1832**

kuvallinen

**Tulos**

kirjaimellisesti

**Esimerkki 1.1833**

lukutaitoinen

**Tulos**

lukutaidoton

**Esimerkki 1.1834**

lukutaidoton

**Tulos**

lukutaitoinen

**Esimerkki 1.1835**

tallennettu

**Tulos**

live

**Esimerkki 1.1836**

elinkelpoinen

**Tulos**

elinkelvoton

**Esimerkki 1.1837**

elinkelvoton

**Tulos**

elinkelpoinen

**Esimerkki 1.1838**

liverie

**Tulos**

unliveried

**Esimerkki 1.1839**

unliveried

**Tulos**

liverie

**Esimerkki 1.1840**

ladattu

**Tulos**

purettu

**Esimerkki 1.1841**

purettu

**Tulos**

ladattu

**Esimerkki 1.1842**

savi

**Tulos**

saveton

**Esimerkki 1.1843**

saveton

**Tulos**

savi

**Esimerkki 1.1844**

epidemia

**Tulos**

endeeminen

**Esimerkki 1.1845**

ecdemic

**Tulos**

endeeminen

**Esimerkki 1.1846**

hansikkaat

**Tulos**

gloveless

**Esimerkki 1.1847**

gloveless

**Tulos**

hansikkaat

**Esimerkki 1.1848**

hattu

**Tulos**

hatuton

**Esimerkki 1.1849**

hatuton

**Tulos**

hattu

**Esimerkki 1.1850**

opastettu

**Tulos**

ohjaamaton

**Esimerkki 1.1851**

ohjaamaton

**Tulos**

opastettu

**Esimerkki 1.1852**

legged

**Tulos**

jalaton

**Esimerkki 1.1853**

jalaton

**Tulos**

legged

**Esimerkki 1.1854**

looginen

**Tulos**

epälooginen

**Esimerkki 1.1855**

epälooginen

**Tulos**

looginen

**Esimerkki 1.1856**

laajennettu

**Tulos**

laajentamaton

**Esimerkki 1.1857**

laajentamaton

**Tulos**

laajennettu

**Esimerkki 1.1858**

mini

**Tulos**

midi

**Esimerkki 1.1859**

midi

**Tulos**

maxi

**Esimerkki 1.1860**

maxi

**Tulos**

mini

**Esimerkki 1.1861**

häviöllinen

**Tulos**

häviötön

**Esimerkki 1.1862**

häviötön

**Tulos**

häviöllinen

**Esimerkki 1.1863**

pitkä

**Tulos**

lyhyt

**Esimerkki 1.1864**

lyhyt

**Tulos**

pitkä

**Esimerkki 1.1865**

pituussuunnassa

**Tulos**

poikittain

**Esimerkki 1.1866**

poikittain

**Tulos**

pituussuunnassa

**Esimerkki 1.1867**

kannellinen

**Tulos**

kanneton

**Esimerkki 1.1868**

kanneton

**Tulos**

kannellinen

**Esimerkki 1.1869**

supistunut

**Tulos**

rajoittamaton

**Esimerkki 1.1870**

rajoittamaton

**Tulos**

supistunut

**Esimerkki 1.1871**

kadonnut

**Tulos**

voitti

**Esimerkki 1.1872**

löytyi

**Tulos**

kadonnut

**Esimerkki 1.1873**

tallennettu

**Tulos**

kadonnut

**Esimerkki 1.1874**

voitti

**Tulos**

kadonnut

**Esimerkki 1.1875**

äänekäs

**Tulos**

pehmeä

**Esimerkki 1.1876**

piano

**Tulos**

forte

**Esimerkki 1.1877**

forte

**Tulos**

piano

**Esimerkki 1.1878**

karkaistu

**Tulos**

pehmeä

**Esimerkki 1.1879**

rakastettava

**Tulos**

vihamielinen

**Esimerkki 1.1880**

vihamielinen

**Tulos**

rakastettava

**Esimerkki 1.1881**

piti

**Tulos**

ei pitänyt

**Esimerkki 1.1882**

ei pitänyt

**Tulos**

piti

**Esimerkki 1.1883**

rakasti

**Tulos**

rakastamaton

**Esimerkki 1.1884**

rakastamaton

**Tulos**

rakasti

**Esimerkki 1.1885**

rakastava

**Tulos**

rakkaudeton

**Esimerkki 1.1886**

rakkaudeton

**Tulos**

rakastava

**Esimerkki 1.1887**

pienet kirjaimet

**Tulos**

isot kirjaimet

**Esimerkki 1.1888**

isot kirjaimet

**Tulos**

pienet kirjaimet

**Esimerkki 1.1889**

onnekas

**Tulos**

epäonninen

**Esimerkki 1.1890**

epäonninen

**Tulos**

onnekas

**Esimerkki 1.1891**

lyyrinen

**Tulos**

dramaattinen

**Esimerkki 1.1892**

tehty

**Tulos**

tekemätön

**Esimerkki 1.1893**

tekemätön

**Tulos**

tehty

**Esimerkki 1.1894**

magneettinen

**Tulos**

ei-magneettinen

**Esimerkki 1.1895**

antimagneettinen

**Tulos**

magneettinen

**Esimerkki 1.1896**

maantieteellinen

**Tulos**

magneettinen

**Esimerkki 1.1897**

ei-magneettinen

**Tulos**

magneettinen

**Esimerkki 1.1898**

merkittävä

**Tulos**

pieni

**Esimerkki 1.1899**

pieni

**Tulos**

merkittävä

**Esimerkki 1.1900**

majuskeli

**Tulos**

minuscule

**Esimerkki 1.1901**

minuscule

**Tulos**

majuskeli

**Esimerkki 1.1902**

hallittavissa

**Tulos**

hallitsematon

**Esimerkki 1.1903**

hallitsematon

**Tulos**

hallittavissa

**Esimerkki 1.1904**

miehekäs

**Tulos**

Epämiehekäs

**Esimerkki 1.1905**

Epämiehekäs

**Tulos**

miehekäs

**Esimerkki 1.1906**

mies

**Tulos**

nainen

**Esimerkki 1.1907**

nainen

**Tulos**

androgyyninen

**Esimerkki 1.1908**

androgyyninen

**Tulos**

mies

**Esimerkki 1.1909**

miehitetty

**Tulos**

miehittämätön

**Esimerkki 1.1910**

miehittämätön

**Tulos**

miehitetty

**Esimerkki 1.1911**

merkitty

**Tulos**

merkitsemätön

**Esimerkki 1.1912**

merkitsemätön

**Tulos**

merkitty

**Esimerkki 1.1913**

tuotemerkillä

**Tulos**

tuotemerkitön

**Esimerkki 1.1914**

tuotemerkitön

**Tulos**

tuotemerkillä

**Esimerkki 1.1915**

naimisissa

**Tulos**

naimaton

**Esimerkki 1.1916**

naimaton

**Tulos**

naimisissa

**Esimerkki 1.1917**

paritettu

**Tulos**

parittomat

**Esimerkki 1.1918**

parittomat

**Tulos**

paritettu

**Esimerkki 1.1919**

maskuliininen

**Tulos**

feminiini

**Esimerkki 1.1920**

feminiini

**Tulos**

kastroida

**Esimerkki 1.1921**

naisellinen

**Tulos**

epänainen

**Esimerkki 1.1922**

epänainen

**Tulos**

naisellinen

**Esimerkki 1.1923**

kastroida

**Tulos**

maskuliininen

**Esimerkki 1.1924**

sovitettu

**Tulos**

väärin sovitettu

**Esimerkki 1.1925**

väärin sovitettu

**Tulos**

sovitettu

**Esimerkki 1.1926**

kypsä

**Tulos**

epäkypsä

**Esimerkki 1.1927**

epäkypsä

**Tulos**

kypsä

**Esimerkki 1.1928**

kypsä

**Tulos**

vihreä

**Esimerkki 1.1929**

vihreä

**Tulos**

kypsä

**Esimerkki 1.1930**

kausiluonteinen

**Tulos**

ympärivuotinen

**Esimerkki 1.1931**

ympärivuotinen

**Tulos**

kausiluonteinen

**Esimerkki 1.1932**

kausiluonteinen

**Tulos**

epäsuotuisa

**Esimerkki 1.1933**

epäsuotuisa

**Tulos**

kausiluonteinen

**Esimerkki 1.1934**

maustettu

**Tulos**

maustamaton

**Esimerkki 1.1935**

maustamaton

**Tulos**

maustettu

**Esimerkki 1.1936**

täysiaikainen

**Tulos**

ennenaikainen

**Esimerkki 1.1937**

ennenaikainen

**Tulos**

täysiaikainen

**Esimerkki 1.1938**

maksimi

**Tulos**

minimaalinen

**Esimerkki 1.1939**

maksimi

**Tulos**

vähintään

**Esimerkki 1.1940**

minimaalinen

**Tulos**

maksimi

**Esimerkki 1.1941**

vähintään

**Tulos**

maksimi

**Esimerkki 1.1942**

mielekäs

**Tulos**

merkityksetön

**Esimerkki 1.1943**

merkityksetön

**Tulos**

mielekäs

**Esimerkki 1.1944**

mitattavissa

**Tulos**

mittaamaton

**Esimerkki 1.1945**

mittaamaton

**Tulos**

mitattavissa

**Esimerkki 1.1946**

lihaisa

**Tulos**

lihaton

**Esimerkki 1.1947**

lihaton

**Tulos**

lihaisa

**Esimerkki 1.1948**

mekaaninen

**Tulos**

ei-mekaaniset

**Esimerkki 1.1949**

ei-mekaaniset

**Tulos**

mekaaninen

**Esimerkki 1.1950**

melodinen

**Tulos**

unmelodious

**Esimerkki 1.1951**

unmelodious

**Tulos**

melodinen

**Esimerkki 1.1952**

tuneful

**Tulos**

Tuneless

**Esimerkki 1.1953**

Tuneless

**Tulos**

tuneful

**Esimerkki 1.1954**

Jäsenet

**Tulos**

jäsenettömät

**Esimerkki 1.1955**

jäsenettömät

**Tulos**

Jäsenet

**Esimerkki 1.1956**

louhittu

**Tulos**

louhimattomat

**Esimerkki 1.1957**

louhimattomat

**Tulos**

louhittu

**Esimerkki 1.1958**

musikaali

**Tulos**

epämusiikillinen

**Esimerkki 1.1959**

epämusiikillinen

**Tulos**

musikaali

**Esimerkki 1.1960**

sulanut

**Tulos**

sulamaton

**Esimerkki 1.1961**

sulamaton

**Tulos**

sulanut

**Esimerkki 1.1962**

armollinen

**Tulos**

armoton

**Esimerkki 1.1963**

armoton

**Tulos**

armollinen

**Esimerkki 1.1964**

metabolinen

**Tulos**

ametabolic

**Esimerkki 1.1965**

ametabolic

**Tulos**

metabolinen

**Esimerkki 1.1966**

lievä

**Tulos**

intensiivinen

**Esimerkki 1.1967**

intensiivinen

**Tulos**

lievä

**Esimerkki 1.1968**

intensiivinen

**Tulos**

laaja

**Esimerkki 1.1969**

laaja

**Tulos**

intensiivinen

**Esimerkki 1.1970**

mukana

**Tulos**

Osallistumaton

**Esimerkki 1.1971**

Osallistumaton

**Tulos**

mukana

**Esimerkki 1.1972**

sotilaallinen

**Tulos**

epäsotilaallinen

**Esimerkki 1.1973**

siviili

**Tulos**

sotilaallinen

**Esimerkki 1.1974**

epäsotilaallinen

**Tulos**

sotilaallinen

**Esimerkki 1.1975**

lievennetty

**Tulos**

rajoittamaton

**Esimerkki 1.1976**

rajoittamaton

**Tulos**

lievennetty

**Esimerkki 1.1977**

karkaistu

**Tulos**

karkaisematon

**Esimerkki 1.1978**

karkaisematon

**Tulos**

karkaistu

**Esimerkki 1.1979**

mobiili

**Tulos**

liikkumaton

**Esimerkki 1.1980**

liikkumaton

**Tulos**

mobiili

**Esimerkki 1.1981**

kannettava

**Tulos**

ei-kannettava

**Esimerkki 1.1982**

ei-kannettava

**Tulos**

kannettava

**Esimerkki 1.1983**

irrotettava

**Tulos**

irremovable

**Esimerkki 1.1984**

irremovable

**Tulos**

irrotettava

**Esimerkki 1.1985**

metallinen

**Tulos**

ei-metalliset

**Esimerkki 1.1986**

ei-metalliset

**Tulos**

metallinen

**Esimerkki 1.1987**

metamorfinen

**Tulos**

ei-metamorfinen

**Esimerkki 1.1988**

ei-metamorfinen

**Tulos**

metamorfinen

**Esimerkki 1.1989**

kohtalainen

**Tulos**

kohtuuton

**Esimerkki 1.1990**

kohtuuton

**Tulos**

kohtalainen

**Esimerkki 1.1991**

moderni

**Tulos**

ei-moderni

**Esimerkki 1.1992**

ei-moderni

**Tulos**

moderni

**Esimerkki 1.1993**

vaatimaton

**Tulos**

säädytön

**Esimerkki 1.1994**

säädytön

**Tulos**

vaatimaton

**Esimerkki 1.1995**

muutettu

**Tulos**

muuttamaton

**Esimerkki 1.1996**

muuttamaton

**Tulos**

muutettu

**Esimerkki 1.1997**

moduloitu

**Tulos**

moduloimaton

**Esimerkki 1.1998**

moduloimaton

**Tulos**

moduloitu

**Esimerkki 1.1999**

molaarinen

**Tulos**

molekyyli

**Esimerkki 1.2000**

molekyyli

**Tulos**

molaarinen

**Esimerkki 1.2001**

monokliininen

**Tulos**

diclinous

**Esimerkki 1.2002**

diclinous

**Tulos**

monokliininen

**Esimerkki 1.2003**

yksikotinen

**Tulos**

kaksikotinen

**Esimerkki 1.2004**

kaksikotinen

**Tulos**

yksikotinen

**Esimerkki 1.2005**

monofoninen

**Tulos**

polyfoninen

**Esimerkki 1.2006**

polyfoninen

**Tulos**

monofoninen

**Esimerkki 1.2007**

yksiavioinen

**Tulos**

moniavioinen

**Esimerkki 1.2008**

moniavioinen

**Tulos**

yksiavioinen

**Esimerkki 1.2009**

yksikielinen

**Tulos**

monikielinen

**Esimerkki 1.2010**

monikielinen

**Tulos**

yksikielinen

**Esimerkki 1.2011**

yksiarvoinen

**Tulos**

moniarvoinen

**Esimerkki 1.2012**

moniarvoinen

**Tulos**

yksiarvoinen

**Esimerkki 1.2013**

yksiarvoinen

**Tulos**

kaksiarvoinen

**Esimerkki 1.2014**

kaksiarvoinen

**Tulos**

moniarvoinen

**Esimerkki 1.2015**

moniarvoinen

**Tulos**

yksiarvoinen

**Esimerkki 1.2016**

monotoninen

**Tulos**

ei-monotoninen

**Esimerkki 1.2017**

ei-monotoninen

**Tulos**

monotoninen

**Esimerkki 1.2018**

moraalinen

**Tulos**

moraaliton

**Esimerkki 1.2019**

moraaliton

**Tulos**

moraalinen

**Esimerkki 1.2020**

laillinen

**Tulos**

laiton

**Esimerkki 1.2021**

laiton

**Tulos**

laillinen

**Esimerkki 1.2022**

periaatteellinen

**Tulos**

periaatteeton

**Esimerkki 1.2023**

periaatteeton

**Tulos**

periaatteellinen

**Esimerkki 1.2024**

monet

**Tulos**

muutama

**Esimerkki 1.2025**

muutama

**Tulos**

monet

**Esimerkki 1.2026**

paljon

**Tulos**

pikku

**Esimerkki 1.2027**

lisää

**Tulos**

vähemmän

**Esimerkki 1.2028**

vähemmän

**Tulos**

lisää

**Esimerkki 1.2029**

eniten

**Tulos**

vähiten

**Esimerkki 1.2030**

vähiten

**Tulos**

eniten

**Esimerkki 1.2031**

vähemmän

**Tulos**

lisää

**Esimerkki 1.2032**

vähiten

**Tulos**

eniten

**Esimerkki 1.2033**

kuolevainen

**Tulos**

kuolematon

**Esimerkki 1.2034**

kuolematon

**Tulos**

kuolevainen

**Esimerkki 1.2035**

motivoitunut

**Tulos**

motivoitumaton

**Esimerkki 1.2036**

motivoitumaton

**Tulos**

motivoitunut

**Esimerkki 1.2037**

moottoroitu

**Tulos**

moottorittomat

**Esimerkki 1.2038**

moottorittomat

**Tulos**

moottoroitu

**Esimerkki 1.2039**

siirretty

**Tulos**

unmoved

**Esimerkki 1.2040**

unmoved

**Tulos**

siirretty

**Esimerkki 1.2041**

liikkuvat

**Tulos**

edelleen

**Esimerkki 1.2042**

liikkumaton

**Tulos**

liikkuvat

**Esimerkki 1.2043**

liikkumaton

**Tulos**

liikkuvat

**Esimerkki 1.2044**

edelleen

**Tulos**

kuohuva

**Esimerkki 1.2045**

leikattu

**Tulos**

niittämättömät

**Esimerkki 1.2046**

niittämättömät

**Tulos**

leikattu

**Esimerkki 1.2047**

merimiesmäinen

**Tulos**

unseamanlike

**Esimerkki 1.2048**

unseamanlike

**Tulos**

merimiesmäinen

**Esimerkki 1.2049**

continental

**Tulos**

mannertenvälinen

**Esimerkki 1.2050**

mannertenvälinen

**Tulos**

continental

**Esimerkki 1.2051**

kansainvälinen

**Tulos**

kansallinen

**Esimerkki 1.2052**

osavaltioiden välinen

**Tulos**

osavaltion sisäinen

**Esimerkki 1.2053**

osavaltion sisäinen

**Tulos**

osavaltioiden välinen

**Esimerkki 1.2054**

luonnollinen

**Tulos**

terävä

**Esimerkki 1.2055**

luonnoton

**Tulos**

luonnollinen

**Esimerkki 1.2056**

keinotekoinen

**Tulos**

luonnollinen

**Esimerkki 1.2057**

yliluonnollinen

**Tulos**

luonnollinen

**Esimerkki 1.2058**

ultimate

**Tulos**

proximate

**Esimerkki 1.2059**

proximate

**Tulos**

ultimate

**Esimerkki 1.2060**

tarvittavat

**Tulos**

tarpeeton

**Esimerkki 1.2061**

tarpeeton

**Tulos**

tarvittavat

**Esimerkki 1.2062**

net

**Tulos**

brutto

**Esimerkki 1.2063**

brutto

**Tulos**

net

**Esimerkki 1.2064**

neuroottinen

**Tulos**

unneuroottinen

**Esimerkki 1.2065**

unneuroottinen

**Tulos**

neuroottinen

**Esimerkki 1.2066**

mukava

**Tulos**

ilkeä

**Esimerkki 1.2067**

ilkeä

**Tulos**

mukava

**Esimerkki 1.2068**

nidicolous

**Tulos**

nidifugous

**Esimerkki 1.2069**

nidifugous

**Tulos**

nidicolous

**Esimerkki 1.2070**

jalo

**Tulos**

lowborn

**Esimerkki 1.2071**

häpeällinen

**Tulos**

jalo

**Esimerkki 1.2072**

lowborn

**Tulos**

jalo

**Esimerkki 1.2073**

normaali

**Tulos**

paranormaali

**Esimerkki 1.2074**

epänormaali

**Tulos**

normaali

**Esimerkki 1.2075**

hypertensiivinen

**Tulos**

hypotensiivinen

**Esimerkki 1.2076**

hypotensiivinen

**Tulos**

normotensiivinen

**Esimerkki 1.2077**

normotensiivinen

**Tulos**

hypertensiivinen

**Esimerkki 1.2078**

paranormaali

**Tulos**

normaali

**Esimerkki 1.2079**

north

**Tulos**

Etelä

**Esimerkki 1.2080**

Etelä

**Tulos**

north

**Esimerkki 1.2081**

pohjoinen

**Tulos**

eteläinen

**Esimerkki 1.2082**

eteläinen

**Tulos**

pohjoinen

**Esimerkki 1.2083**

nenä

**Tulos**

noseless

**Esimerkki 1.2084**

noseless

**Tulos**

nenä

**Esimerkki 1.2085**

huomannut

**Tulos**

huomaamatta

**Esimerkki 1.2086**

huomaamatta

**Tulos**

huomannut

**Esimerkki 1.2087**

havaittu

**Tulos**

huomaamaton

**Esimerkki 1.2088**

huomaamaton

**Tulos**

havaittu

**Esimerkki 1.2089**

määritetty

**Tulos**

määrittelemätön

**Esimerkki 1.2090**

määrittelemätön

**Tulos**

määritetty

**Esimerkki 1.2091**

haitallinen

**Tulos**

harmiton

**Esimerkki 1.2092**

harmiton

**Tulos**

haitallinen

**Esimerkki 1.2093**

kuuliainen

**Tulos**

tottelematon

**Esimerkki 1.2094**

tottelematon

**Tulos**

kuuliainen

**Esimerkki 1.2095**

tungetteleva

**Tulos**

huomaamaton

**Esimerkki 1.2096**

huomaamaton

**Tulos**

tungetteleva

**Esimerkki 1.2097**

tavoite

**Tulos**

subjektiivinen

**Esimerkki 1.2098**

subjektiivinen

**Tulos**

tavoite

**Esimerkki 1.2099**

velvollinen

**Tulos**

Sitoutumattomat

**Esimerkki 1.2100**

Sitoutumattomat

**Tulos**

velvollinen

**Esimerkki 1.2101**

pakollinen

**Tulos**

fakultatiivinen

**Esimerkki 1.2102**

fakultatiivinen

**Tulos**

pakollinen

**Esimerkki 1.2103**

ilmeinen

**Tulos**

ilmeinen

**Esimerkki 1.2104**

ilmeinen

**Tulos**

ilmeinen

**Esimerkki 1.2105**

tukossa

**Tulos**

esteetön

**Esimerkki 1.2106**

esteetön

**Tulos**

tukossa

**Esimerkki 1.2107**

occupied

**Tulos**

tyhjillään

**Esimerkki 1.2108**

tyhjillään

**Tulos**

occupied

**Esimerkki 1.2109**

hyökkäävä

**Tulos**

puolustava

**Esimerkki 1.2110**

harmiton

**Tulos**

hyökkäävä

**Esimerkki 1.2111**

suolainen

**Tulos**

vastenmielinen

**Esimerkki 1.2112**

vastenmielinen

**Tulos**

suolainen

**Esimerkki 1.2113**

puolustava

**Tulos**

hyökkäävä

**Esimerkki 1.2114**

loukkaava

**Tulos**

loukkaamaton

**Esimerkki 1.2115**

loukkaamaton

**Tulos**

loukkaava

**Esimerkki 1.2116**

anteeksipyytävä

**Tulos**

anteeksipyytelemätön

**Esimerkki 1.2117**

anteeksipyytelemätön

**Tulos**

anteeksipyytävä

**Esimerkki 1.2118**

virallinen

**Tulos**

epävirallinen

**Esimerkki 1.2119**

epävirallinen

**Tulos**

virallinen

**Esimerkki 1.2120**

vahvistettu

**Tulos**

vahvistamaton

**Esimerkki 1.2121**

vahvistamaton

**Tulos**

vahvistettu

**Esimerkki 1.2122**

perustettu

**Tulos**

perustamaton

**Esimerkki 1.2123**

perustamaton

**Tulos**

perustettu

**Esimerkki 1.2124**

ehdollistettu

**Tulos**

Ehdoton

**Esimerkki 1.2125**

Ehdoton

**Tulos**

ehdollistettu

**Esimerkki 1.2126**

paikan päällä

**Tulos**

off-site

**Esimerkki 1.2127**

off-site

**Tulos**

paikan päällä

**Esimerkki 1.2128**

offstage

**Tulos**

lavalla

**Esimerkki 1.2129**

lavalla

**Tulos**

offstage

**Esimerkki 1.2130**

off-street

**Tulos**

kadulla

**Esimerkki 1.2131**

kadulla

**Tulos**

off-street

**Esimerkki 1.2132**

vanha

**Tulos**

nuori

**Esimerkki 1.2133**

uusi

**Tulos**

kuluneet

**Esimerkki 1.2134**

nuori

**Tulos**

vanha

**Esimerkki 1.2135**

yksiosainen

**Tulos**

kaksiosainen

**Esimerkki 1.2136**

kaksiosainen

**Tulos**

kolmiosainen

**Esimerkki 1.2137**

kolmiosainen

**Tulos**

yksiosainen

**Esimerkki 1.2138**

on-line

**Tulos**

off-line

**Esimerkki 1.2139**

off-line

**Tulos**

on-line

**Esimerkki 1.2140**

osoitteessa

**Tulos**

off

**Esimerkki 1.2141**

off

**Tulos**

osoitteessa

**Esimerkki 1.2142**

onside

**Tulos**

offside

**Esimerkki 1.2143**

offside

**Tulos**

onside

**Esimerkki 1.2144**

avoin

**Tulos**

suljettu

**Esimerkki 1.2145**

sulje

**Tulos**

avoin

**Esimerkki 1.2146**

suljettu

**Tulos**

avoin

**Esimerkki 1.2147**

spaced

**Tulos**

välilyönti

**Esimerkki 1.2148**

välilyönti

**Tulos**

spaced

**Esimerkki 1.2149**

liitteenä

**Tulos**

suljettu

**Esimerkki 1.2150**

suljettu

**Tulos**

liitteenä

**Esimerkki 1.2151**

parkittu

**Tulos**

parkitsemattomat

**Esimerkki 1.2152**

parkitsemattomat

**Tulos**

parkittu

**Esimerkki 1.2153**

napautettu

**Tulos**

hyödyntämätön

**Esimerkki 1.2154**

hyödyntämätön

**Tulos**

napautettu

**Esimerkki 1.2155**

toiminta

**Tulos**

ei-toiminnallinen

**Esimerkki 1.2156**

ei-toiminnallinen

**Tulos**

toiminta

**Esimerkki 1.2157**

opportune

**Tulos**

epäsopiva

**Esimerkki 1.2158**

epäsopiva

**Tulos**

opportune

**Esimerkki 1.2159**

vastakkain

**Tulos**

vastustamaton

**Esimerkki 1.2160**

vastustamaton

**Tulos**

vastakkain

**Esimerkki 1.2161**

vastusti

**Tulos**

ilman vastalauseita

**Esimerkki 1.2162**

ilman vastalauseita

**Tulos**

vastusti

**Esimerkki 1.2163**

vastapäätä

**Tulos**

vaihtoehtoinen

**Esimerkki 1.2164**

vaihtoehtoinen

**Tulos**

vastapäätä

**Esimerkki 1.2165**

optimistinen

**Tulos**

pessimistinen

**Esimerkki 1.2166**

pessimistinen

**Tulos**

optimistinen

**Esimerkki 1.2167**

aboral

**Tulos**

suullinen

**Esimerkki 1.2168**

aktinaali

**Tulos**

abaktinaalinen

**Esimerkki 1.2169**

abaktinaalinen

**Tulos**

aktinaali

**Esimerkki 1.2170**

järjestyksessä

**Tulos**

häiriökäyttäytyminen

**Esimerkki 1.2171**

häiriökäyttäytyminen

**Tulos**

järjestyksessä

**Esimerkki 1.2172**

tilattu

**Tulos**

häiriintynyt

**Esimerkki 1.2173**

häiriintynyt

**Tulos**

tilattu

**Esimerkki 1.2174**

järjestetty

**Tulos**

järjestäytymätön

**Esimerkki 1.2175**

järjestäytymätön

**Tulos**

järjestetty

**Esimerkki 1.2176**

järjestäytymätön

**Tulos**

järjestetty

**Esimerkki 1.2177**

strukturoitu

**Tulos**

jäsentymätön

**Esimerkki 1.2178**

jäsentymätön

**Tulos**

strukturoitu

**Esimerkki 1.2179**

tavallinen

**Tulos**

poikkeuksellinen

**Esimerkki 1.2180**

poikkeuksellinen

**Tulos**

tavallinen

**Esimerkki 1.2181**

epäorgaaninen

**Tulos**

orgaaninen

**Esimerkki 1.2182**

holistinen

**Tulos**

atomistinen

**Esimerkki 1.2183**

atomistinen

**Tulos**

holistinen

**Esimerkki 1.2184**

järjestetty

**Tulos**

epäjärjestyksessä

**Esimerkki 1.2185**

epäjärjestyksessä

**Tulos**

järjestetty

**Esimerkki 1.2186**

suuntautunut

**Tulos**

suuntaamaton

**Esimerkki 1.2187**

suuntaamaton

**Tulos**

suuntautunut

**Esimerkki 1.2188**

orientoiva

**Tulos**

hämmentävä

**Esimerkki 1.2189**

hämmentävä

**Tulos**

orientoiva

**Esimerkki 1.2190**

alkuperäinen

**Tulos**

epäoriginaalinen

**Esimerkki 1.2191**

epäoriginaalinen

**Tulos**

alkuperäinen

**Esimerkki 1.2192**

ortodoksinen

**Tulos**

epäsovinnainen

**Esimerkki 1.2193**

epäsovinnainen

**Tulos**

ortodoksinen

**Esimerkki 1.2194**

ulkona

**Tulos**

Sisätiloissa

**Esimerkki 1.2195**

Sisätiloissa

**Tulos**

ulkona

**Esimerkki 1.2196**

ulkopuolella

**Tulos**

sisäpuolella

**Esimerkki 1.2197**

sisäpuolella

**Tulos**

ulkopuolella

**Esimerkki 1.2198**

katettu

**Tulos**

paljaat

**Esimerkki 1.2199**

paljaat

**Tulos**

katettu

**Esimerkki 1.2200**

päällystetty

**Tulos**

päällystämätön

**Esimerkki 1.2201**

päällystämätön

**Tulos**

päällystetty

**Esimerkki 1.2202**

katettu

**Tulos**

kattamaton

**Esimerkki 1.2203**

kattamaton

**Tulos**

katettu

**Esimerkki 1.2204**

lehtinen

**Tulos**

lehdetön

**Esimerkki 1.2205**

lehdetön

**Tulos**

lehtinen

**Esimerkki 1.2206**

huulet

**Tulos**

huuleton

**Esimerkki 1.2207**

huuleton

**Tulos**

huulet

**Esimerkki 1.2208**

avoin

**Tulos**

peitelty

**Esimerkki 1.2209**

peitelty

**Tulos**

avoin

**Esimerkki 1.2210**

maksettu

**Tulos**

maksamaton

**Esimerkki 1.2211**

maksamaton

**Tulos**

maksettu

**Esimerkki 1.2212**

tuskallinen

**Tulos**

kivuton

**Esimerkki 1.2213**

kivuton

**Tulos**

tuskallinen

**Esimerkki 1.2214**

maalattu

**Tulos**

maalaamaton

**Esimerkki 1.2215**

maalaamaton

**Tulos**

maalattu

**Esimerkki 1.2216**

rajattu

**Tulos**

rajaamaton

**Esimerkki 1.2217**

rajaamaton

**Tulos**

rajattu

**Esimerkki 1.2218**

maalattavissa

**Tulos**

unpaintable

**Esimerkki 1.2219**

unpaintable

**Tulos**

maalattavissa

**Esimerkki 1.2220**

maistuva

**Tulos**

epämiellyttävä

**Esimerkki 1.2221**

epämiellyttävä

**Tulos**

maistuva

**Esimerkki 1.2222**

tuntuva

**Tulos**

käsittämätön

**Esimerkki 1.2223**

käsittämätön

**Tulos**

tuntuva

**Esimerkki 1.2224**

rinnakkainen

**Tulos**

kohtisuorassa

**Esimerkki 1.2225**

vino

**Tulos**

rinnakkainen

**Esimerkki 1.2226**

kohtisuorassa

**Tulos**

vino

**Esimerkki 1.2227**

anteeksiannettava

**Tulos**

anteeksiantamaton

**Esimerkki 1.2228**

anteeksiantamaton

**Tulos**

anteeksiannettava

**Esimerkki 1.2229**

anteeksiannettava

**Tulos**

anteeksiantamaton

**Esimerkki 1.2230**

anteeksiantamaton

**Tulos**

anteeksiannettava

**Esimerkki 1.2231**

vanhempien

**Tulos**

filial

**Esimerkki 1.2232**

filial

**Tulos**

vanhempien

**Esimerkki 1.2233**

osittainen

**Tulos**

puolueeton

**Esimerkki 1.2234**

puolueeton

**Tulos**

osittainen

**Esimerkki 1.2235**

hiukkaset

**Tulos**

hiukkasettomat

**Esimerkki 1.2236**

hiukkasettomat

**Tulos**

hiukkaset

**Esimerkki 1.2237**

kelvollinen

**Tulos**

läpipääsemätön

**Esimerkki 1.2238**

läpipääsemätön

**Tulos**

kelvollinen

**Esimerkki 1.2239**

intohimoinen

**Tulos**

passionless

**Esimerkki 1.2240**

passionless

**Tulos**

intohimoinen

**Esimerkki 1.2241**

aiemmin

**Tulos**

läsnä

**Esimerkki 1.2242**

läsnä

**Tulos**

poissa

**Esimerkki 1.2243**

tuleva

**Tulos**

aiemmin

**Esimerkki 1.2244**

syntynyt

**Tulos**

syntymätön

**Esimerkki 1.2245**

syntymätön

**Tulos**

syntynyt

**Esimerkki 1.2246**

parented

**Tulos**

ilman vanhempia

**Esimerkki 1.2247**

ilman vanhempia

**Tulos**

parented

**Esimerkki 1.2248**

isänmaa

**Tulos**

äidin

**Esimerkki 1.2249**

äidin

**Tulos**

isänmaa

**Esimerkki 1.2250**

vaimon

**Tulos**

aviomies

**Esimerkki 1.2251**

aviomies

**Tulos**

vaimon

**Esimerkki 1.2252**

potilas

**Tulos**

kärsimätön

**Esimerkki 1.2253**

kärsimätön

**Tulos**

potilas

**Esimerkki 1.2254**

patriarkaalinen

**Tulos**

matriarkaalinen

**Esimerkki 1.2255**

matriarkaalinen

**Tulos**

patriarkaalinen

**Esimerkki 1.2256**

asiakaskunta

**Tulos**

epäisänmaallinen

**Esimerkki 1.2257**

epäisänmaallinen

**Tulos**

asiakaskunta

**Esimerkki 1.2258**

pakattu

**Tulos**

pakkaamaton

**Esimerkki 1.2259**

pakkaamaton

**Tulos**

pakattu

**Esimerkki 1.2260**

päällystetty

**Tulos**

päällystämätön

**Esimerkki 1.2261**

päällystämätön

**Tulos**

päällystetty

**Esimerkki 1.2262**

isänmaallinen

**Tulos**

epäisänmaallinen

**Esimerkki 1.2263**

epäisänmaallinen

**Tulos**

isänmaallinen

**Esimerkki 1.2264**

rauhallinen

**Tulos**

rauhaton

**Esimerkki 1.2265**

rauhaton

**Tulos**

rauhallinen

**Esimerkki 1.2266**

katuvainen

**Tulos**

katumaton

**Esimerkki 1.2267**

katuvainen

**Tulos**

katumaton

**Esimerkki 1.2268**

katumaton

**Tulos**

katuvainen

**Esimerkki 1.2269**

katumaton

**Tulos**

katuvainen

**Esimerkki 1.2270**

tarkkanäköinen

**Tulos**

huomaamaton

**Esimerkki 1.2271**

huomaamaton

**Tulos**

tarkkanäköinen

**Esimerkki 1.2272**

havaittavissa

**Tulos**

huomaamaton

**Esimerkki 1.2273**

huomaamaton

**Tulos**

havaittavissa

**Esimerkki 1.2274**

täydellinen

**Tulos**

epätäydellinen

**Esimerkki 1.2275**

epätäydellinen

**Tulos**

täydellinen

**Esimerkki 1.2276**

pilaantuvat

**Tulos**

katoamaton

**Esimerkki 1.2277**

katoamaton

**Tulos**

pilaantuvat

**Esimerkki 1.2278**

pysyvä

**Tulos**

katoavainen

**Esimerkki 1.2279**

katoavainen

**Tulos**

pysyvä

**Esimerkki 1.2280**

jatkuva

**Tulos**

caducous

**Esimerkki 1.2281**

caducous

**Tulos**

jatkuva

**Esimerkki 1.2282**

käännettävä

**Tulos**

ei-palautuva

**Esimerkki 1.2283**

peruuttamaton

**Tulos**

käännettävä

**Esimerkki 1.2284**

ei-palautuva

**Tulos**

käännettävä

**Esimerkki 1.2285**

peruutettavissa

**Tulos**

peruuttamaton

**Esimerkki 1.2286**

peruuttamaton

**Tulos**

peruutettavissa

**Esimerkki 1.2287**

sallittu

**Tulos**

kielletty

**Esimerkki 1.2288**

kielletty

**Tulos**

sallittu

**Esimerkki 1.2289**

hyväksyttävä

**Tulos**

ei oteta tutkittavaksi

**Esimerkki 1.2290**

ei oteta tutkittavaksi

**Tulos**

hyväksyttävä

**Esimerkki 1.2291**

salliva

**Tulos**

ennaltaehkäisevä

**Esimerkki 1.2292**

sallimaton

**Tulos**

salliva

**Esimerkki 1.2293**

ennaltaehkäisevä

**Tulos**

salliva

**Esimerkki 1.2294**

hämmentynyt

**Tulos**

ymmällään

**Esimerkki 1.2295**

ymmällään

**Tulos**

hämmentynyt

**Esimerkki 1.2296**

henkilökohtainen

**Tulos**

persoonaton

**Esimerkki 1.2297**

persoonaton

**Tulos**

henkilökohtainen

**Esimerkki 1.2298**

suostutteleva

**Tulos**

varoittava

**Esimerkki 1.2299**

varoittava

**Tulos**

suostutteleva

**Esimerkki 1.2300**

läpäisevä

**Tulos**

läpitunkematon

**Esimerkki 1.2301**

läpitunkematon

**Tulos**

läpäisevä

**Esimerkki 1.2302**

läpäisevä

**Tulos**

läpäisemätön

**Esimerkki 1.2303**

läpäisemätön

**Tulos**

läpäisevä

**Esimerkki 1.2304**

läpäisevä

**Tulos**

läpäisemätön

**Esimerkki 1.2305**

läpäisemätön

**Tulos**

läpäisevä

**Esimerkki 1.2306**

terälehdet

**Tulos**

apetalous

**Esimerkki 1.2307**

apetalous

**Tulos**

terälehdet

**Esimerkki 1.2308**

lävistettävä

**Tulos**

puhkaisematon

**Esimerkki 1.2309**

puhkaisematon

**Tulos**

lävistettävä

**Esimerkki 1.2310**

psykoaktiiviset

**Tulos**

ei-psykoaktiiviset

**Esimerkki 1.2311**

ei-psykoaktiiviset

**Tulos**

psykoaktiiviset

**Esimerkki 1.2312**

fyysinen

**Tulos**

henkinen

**Esimerkki 1.2313**

henkinen

**Tulos**

fyysinen

**Esimerkki 1.2314**

monoteistinen

**Tulos**

polytheistinen

**Esimerkki 1.2315**

polytheistinen

**Tulos**

monoteistinen

**Esimerkki 1.2316**

hurskas

**Tulos**

jumalaton

**Esimerkki 1.2317**

jumalaton

**Tulos**

hurskas

**Esimerkki 1.2318**

maallinen

**Tulos**

uskonnollinen

**Esimerkki 1.2319**

uskonnollinen

**Tulos**

uskonnoton

**Esimerkki 1.2320**

uskonnoton

**Tulos**

uskonnollinen

**Esimerkki 1.2321**

placable

**Tulos**

leppymätön

**Esimerkki 1.2322**

leppymätön

**Tulos**

placable

**Esimerkki 1.2323**

plain

**Tulos**

fancy

**Esimerkki 1.2324**

kuvioitu

**Tulos**

plain

**Esimerkki 1.2325**

fancy

**Tulos**

plain

**Esimerkki 1.2326**

suunniteltu

**Tulos**

suunnittelematon

**Esimerkki 1.2327**

suunnittelematon

**Tulos**

suunniteltu

**Esimerkki 1.2328**

tutki

**Tulos**

tutkimaton

**Esimerkki 1.2329**

tutkimaton

**Tulos**

tutki

**Esimerkki 1.2330**

uskottava

**Tulos**

epäuskottava

**Esimerkki 1.2331**

epäuskottava

**Tulos**

uskottava

**Esimerkki 1.2332**

miellyttävä

**Tulos**

epämiellyttävä

**Esimerkki 1.2333**

epämiellyttävä

**Tulos**

miellyttävä

**Esimerkki 1.2334**

tyytyväinen

**Tulos**

tyytymätön

**Esimerkki 1.2335**

tyytymätön

**Tulos**

tyytyväinen

**Esimerkki 1.2336**

miellyttävä

**Tulos**

epämiellyttävä

**Esimerkki 1.2337**

epämiellyttävä

**Tulos**

miellyttävä

**Esimerkki 1.2338**

terävä

**Tulos**

turha

**Esimerkki 1.2339**

turha

**Tulos**

terävä

**Esimerkki 1.2340**

tylppä

**Tulos**

akuutti

**Esimerkki 1.2341**

kiillotettu

**Tulos**

kiillottamaton

**Esimerkki 1.2342**

kiillottamaton

**Tulos**

kiillotettu

**Esimerkki 1.2343**

politiikka

**Tulos**

epäpoliittinen

**Esimerkki 1.2344**

epäpoliittinen

**Tulos**

politiikka

**Esimerkki 1.2345**

poliittinen

**Tulos**

ei-poliittiset

**Esimerkki 1.2346**

ei-poliittiset

**Tulos**

poliittinen

**Esimerkki 1.2347**

pohdiskeltava

**Tulos**

arvaamaton

**Esimerkki 1.2348**

arvaamaton

**Tulos**

pohdiskeltava

**Esimerkki 1.2349**

suosittu

**Tulos**

epäsuosittu

**Esimerkki 1.2350**

epäsuosittu

**Tulos**

suosittu

**Esimerkki 1.2351**

pro

**Tulos**

anti

**Esimerkki 1.2352**

anti

**Tulos**

pro

**Esimerkki 1.2353**

positiivinen

**Tulos**

negatiivinen

**Esimerkki 1.2354**

neutraali

**Tulos**

positiivinen

**Esimerkki 1.2355**

sekä

**Tulos**

miinus

**Esimerkki 1.2356**

miinus

**Tulos**

sekä

**Esimerkki 1.2357**

mahdollinen

**Tulos**

mahdoton

**Esimerkki 1.2358**

mahdoton

**Tulos**

mahdollinen

**Esimerkki 1.2359**

voimakas

**Tulos**

impotentti

**Esimerkki 1.2360**

impotentti

**Tulos**

voimakas

**Esimerkki 1.2361**

tehokas

**Tulos**

voimaton

**Esimerkki 1.2362**

voimaton

**Tulos**

tehokas

**Esimerkki 1.2363**

powered

**Tulos**

ilman virtaa

**Esimerkki 1.2364**

ilman virtaa

**Tulos**

powered

**Esimerkki 1.2365**

korkeajännite

**Tulos**

matalajännitteinen

**Esimerkki 1.2366**

matalajännitteinen

**Tulos**

korkeajännite

**Esimerkki 1.2367**

vaikutusvaltainen

**Tulos**

Vaikutusvaltainen

**Esimerkki 1.2368**

Vaikutusvaltainen

**Tulos**

vaikutusvaltainen

**Esimerkki 1.2369**

istukka

**Tulos**

aplacenta

**Esimerkki 1.2370**

aplacenta

**Tulos**

istukka

**Esimerkki 1.2371**

istutettu

**Tulos**

istuttamaton

**Esimerkki 1.2372**

istuttamaton

**Tulos**

istutettu

**Esimerkki 1.2373**

aurattu

**Tulos**

auraamaton

**Esimerkki 1.2374**

auraamaton

**Tulos**

aurattu

**Esimerkki 1.2375**

viljelty

**Tulos**

viljelemätön

**Esimerkki 1.2376**

viljelemätön

**Tulos**

viljelty

**Esimerkki 1.2377**

ruukku

**Tulos**

ruukuttamaton

**Esimerkki 1.2378**

ruukuttamaton

**Tulos**

ruukku

**Esimerkki 1.2379**

käytännön

**Tulos**

epäkäytännöllinen

**Esimerkki 1.2380**

epäkäytännöllinen

**Tulos**

käytännön

**Esimerkki 1.2381**

tarkka

**Tulos**

epätarkka

**Esimerkki 1.2382**

epätarkka

**Tulos**

tarkka

**Esimerkki 1.2383**

varhaiskypsä

**Tulos**

jälkeenjäänyt

**Esimerkki 1.2384**

jälkeenjäänyt

**Tulos**

varhaiskypsä

**Esimerkki 1.2385**

ennustettavissa

**Tulos**

arvaamaton

**Esimerkki 1.2386**

arvaamaton

**Tulos**

ennustettavissa

**Esimerkki 1.2387**

tahallinen

**Tulos**

ennakkoluuloton

**Esimerkki 1.2388**

ennakkoluuloton

**Tulos**

tahallinen

**Esimerkki 1.2389**

valmis

**Tulos**

valmistautumaton

**Esimerkki 1.2390**

valmistautumaton

**Tulos**

valmis

**Esimerkki 1.2391**

resepti

**Tulos**

ilman reseptiä

**Esimerkki 1.2392**

ilman reseptiä

**Tulos**

resepti

**Esimerkki 1.2393**

poissa

**Tulos**

läsnä

**Esimerkki 1.2394**

pröystäilevä

**Tulos**

vaatimaton

**Esimerkki 1.2395**

vaatimaton

**Tulos**

pröystäilevä

**Esimerkki 1.2396**

mahtaileva

**Tulos**

vaatimaton

**Esimerkki 1.2397**

vaatimaton

**Tulos**

mahtaileva

**Esimerkki 1.2398**

ensisijainen

**Tulos**

toissijainen

**Esimerkki 1.2399**

toissijainen

**Tulos**

ensisijainen

**Esimerkki 1.2400**

perus

**Tulos**

satunnainen

**Esimerkki 1.2401**

satunnainen

**Tulos**

perus

**Esimerkki 1.2402**

yksityinen

**Tulos**

julkinen

**Esimerkki 1.2403**

julkinen

**Tulos**

yksityinen

**Esimerkki 1.2404**

yksinoikeudella

**Tulos**

mukaan lukien

**Esimerkki 1.2405**

mukaan lukien

**Tulos**

yksinoikeudella

**Esimerkki 1.2406**

etuoikeutettu

**Tulos**

vähäosaiset

**Esimerkki 1.2407**

vähäosaiset

**Tulos**

etuoikeutettu

**Esimerkki 1.2408**

tuottava

**Tulos**

tuottamaton

**Esimerkki 1.2409**

tuottamaton

**Tulos**

tuottava

**Esimerkki 1.2410**

generatiivinen

**Tulos**

kuluttava

**Esimerkki 1.2411**

kuluttava

**Tulos**

generatiivinen

**Esimerkki 1.2412**

toistettavissa

**Tulos**

ei toistettavissa

**Esimerkki 1.2413**

ei toistettavissa

**Tulos**

toistettavissa

**Esimerkki 1.2414**

ammatillinen

**Tulos**

ammattitaidoton

**Esimerkki 1.2415**

ei-ammatillinen

**Tulos**

ammatillinen

**Esimerkki 1.2416**

ammattitaidoton

**Tulos**

ammatillinen

**Esimerkki 1.2417**

kannattava

**Tulos**

kannattamaton

**Esimerkki 1.2418**

kannattamaton

**Tulos**

kannattava

**Esimerkki 1.2419**

syvällinen

**Tulos**

pinnallinen

**Esimerkki 1.2420**

pinnallinen

**Tulos**

syvällinen

**Esimerkki 1.2421**

prognathous

**Tulos**

opisthognathous

**Esimerkki 1.2422**

opisthognathous

**Tulos**

prognathous

**Esimerkki 1.2423**

progressiivinen

**Tulos**

regressiivinen

**Esimerkki 1.2424**

regressiivinen

**Tulos**

progressiivinen

**Esimerkki 1.2425**

lausuttava

**Tulos**

lausumaton

**Esimerkki 1.2426**

lausumaton

**Tulos**

lausuttava

**Esimerkki 1.2427**

asianmukainen

**Tulos**

virheellinen

**Esimerkki 1.2428**

virheellinen

**Tulos**

asianmukainen

**Esimerkki 1.2429**

profeetallinen

**Tulos**

epäprofeetallinen

**Esimerkki 1.2430**

epäprofeetallinen

**Tulos**

profeetallinen

**Esimerkki 1.2431**

mahdollinen

**Tulos**

takautuva

**Esimerkki 1.2432**

takautuva

**Tulos**

mahdollinen

**Esimerkki 1.2433**

protected

**Tulos**

suojaamaton

**Esimerkki 1.2434**

suojaamaton

**Tulos**

protected

**Esimerkki 1.2435**

suojaava

**Tulos**

suojaamaton

**Esimerkki 1.2436**

suojaamaton

**Tulos**

suojaava

**Esimerkki 1.2437**

ylpeä

**Tulos**

nöyrä

**Esimerkki 1.2438**

nöyrä

**Tulos**

ylpeä

**Esimerkki 1.2439**

osoittautui

**Tulos**

todistamaton

**Esimerkki 1.2440**

todistamaton

**Tulos**

osoittautui

**Esimerkki 1.2441**

providentti

**Tulos**

varomaton

**Esimerkki 1.2442**

varomaton

**Tulos**

providentti

**Esimerkki 1.2443**

provokatiivinen

**Tulos**

epäprovokatiivinen

**Esimerkki 1.2444**

epäprovokatiivinen

**Tulos**

provokatiivinen

**Esimerkki 1.2445**

varovainen

**Tulos**

varomaton

**Esimerkki 1.2446**

varomaton

**Tulos**

varovainen

**Esimerkki 1.2447**

täsmällinen

**Tulos**

epätäsmällinen

**Esimerkki 1.2448**

epätäsmällinen

**Tulos**

täsmällinen

**Esimerkki 1.2449**

rangaistu

**Tulos**

rankaisematta

**Esimerkki 1.2450**

rankaisematta

**Tulos**

rangaistu

**Esimerkki 1.2451**

rangaistusseuraamukset

**Tulos**

kuntouttava

**Esimerkki 1.2452**

kuntouttava

**Tulos**

rangaistusseuraamukset

**Esimerkki 1.2453**

puhdasrotuinen

**Tulos**

risteytys

**Esimerkki 1.2454**

risteytys

**Tulos**

puhdasrotuinen

**Esimerkki 1.2455**

puhdas

**Tulos**

epäpuhdas

**Esimerkki 1.2456**

epäpuhdas

**Tulos**

puhdas

**Esimerkki 1.2457**

saastunut

**Tulos**

saastumaton

**Esimerkki 1.2458**

saastumaton

**Tulos**

saastunut

**Esimerkki 1.2459**

tarkoituksenmukainen

**Tulos**

tarkoitukseton

**Esimerkki 1.2460**

tarkoitukseton

**Tulos**

tarkoituksenmukainen

**Esimerkki 1.2461**

pätevä

**Tulos**

varaukseton

**Esimerkki 1.2462**

varaukseton

**Tulos**

pätevä

**Esimerkki 1.2463**

koulutettu

**Tulos**

kouluttamaton

**Esimerkki 1.2464**

kouluttamaton

**Tulos**

koulutettu

**Esimerkki 1.2465**

laadullinen

**Tulos**

kvantitatiivinen

**Esimerkki 1.2466**

kvantitatiivinen

**Tulos**

Syllabic

**Esimerkki 1.2467**

kyseenalainen

**Tulos**

kiistaton

**Esimerkki 1.2468**

kiistaton

**Tulos**

kyseenalainen

**Esimerkki 1.2469**

meluisa

**Tulos**

hiljainen

**Esimerkki 1.2470**

levollinen

**Tulos**

levoton

**Esimerkki 1.2471**

levoton

**Tulos**

levollinen

**Esimerkki 1.2472**

rauhaton

**Tulos**

hiljainen

**Esimerkki 1.2473**

satunnainen

**Tulos**

ei-sattumanvarainen

**Esimerkki 1.2474**

ei-sattumanvarainen

**Tulos**

satunnainen

**Esimerkki 1.2475**

rationaalinen

**Tulos**

irrationaalinen

**Esimerkki 1.2476**

irrationaalinen

**Tulos**

rationaalinen

**Esimerkki 1.2477**

aivot

**Tulos**

emotionaalinen

**Esimerkki 1.2478**

rotuun

**Tulos**

ei-rotu

**Esimerkki 1.2479**

ei-rotu

**Tulos**

rotuun

**Esimerkki 1.2480**

reaktiivinen

**Tulos**

unreaktiivinen

**Esimerkki 1.2481**

unreaktiivinen

**Tulos**

reaktiivinen

**Esimerkki 1.2482**

valmis

**Tulos**

Valmistautumaton

**Esimerkki 1.2483**

Valmistautumaton

**Tulos**

valmis

**Esimerkki 1.2484**

todellinen

**Tulos**

nimellinen

**Esimerkki 1.2485**

epätodellinen

**Tulos**

todellinen

**Esimerkki 1.2486**

nimellinen

**Tulos**

todellinen

**Esimerkki 1.2487**

realistinen

**Tulos**

epärealistinen

**Esimerkki 1.2488**

epärealistinen

**Tulos**

realistinen

**Esimerkki 1.2489**

kohtuullinen

**Tulos**

kohtuuton

**Esimerkki 1.2490**

kohtuuton

**Tulos**

kohtuullinen

**Esimerkki 1.2491**

vastavuoroinen

**Tulos**

ei vastavuoroinen

**Esimerkki 1.2492**

ei vastavuoroinen

**Tulos**

vastavuoroinen

**Esimerkki 1.2493**

puhdistettu

**Tulos**

puhdistamaton

**Esimerkki 1.2494**

puhdistamaton

**Tulos**

puhdistettu

**Esimerkki 1.2495**

käsitelty

**Tulos**

käsittelemätön

**Esimerkki 1.2496**

käsittelemätön

**Tulos**

käsitelty

**Esimerkki 1.2497**

käsitelty

**Tulos**

käsittelemätön

**Esimerkki 1.2498**

käsittelemätön

**Tulos**

käsitelty

**Esimerkki 1.2499**

öljytty

**Tulos**

öljyttömät

**Esimerkki 1.2500**

öljyttömät

**Tulos**

öljytty

**Esimerkki 1.2501**

palautettava

**Tulos**

palautumaton

**Esimerkki 1.2502**

palautumaton

**Tulos**

palautettava

**Esimerkki 1.2503**

uudistua

**Tulos**

uudestisyntymätön

**Esimerkki 1.2504**

uudestisyntymätön

**Tulos**

uudistua

**Esimerkki 1.2505**

rekisteröity

**Tulos**

rekisteröimätön

**Esimerkki 1.2506**

rekisteröimätön

**Tulos**

rekisteröity

**Esimerkki 1.2507**

säännöllinen

**Tulos**

epäsäännöllinen

**Esimerkki 1.2508**

epäsäännöllinen

**Tulos**

säännöllinen

**Esimerkki 1.2509**

säännelty

**Tulos**

sääntelemätön

**Esimerkki 1.2510**

sääntelemätön

**Tulos**

säännelty

**Esimerkki 1.2511**

korjattavissa

**Tulos**

korjaamaton

**Esimerkki 1.2512**

korjaamaton

**Tulos**

korjattavissa

**Esimerkki 1.2513**

uusiutuvat

**Tulos**

uusiutumaton

**Esimerkki 1.2514**

uusiutumaton

**Tulos**

uusiutuvat

**Esimerkki 1.2515**

vuokrattavissa

**Tulos**

vuokraamaton

**Esimerkki 1.2516**

vuokraamaton

**Tulos**

vuokrattavissa

**Esimerkki 1.2517**

korjattavissa

**Tulos**

korjaamaton

**Esimerkki 1.2518**

korjaamaton

**Tulos**

korjattavissa

**Esimerkki 1.2519**

toistettavissa

**Tulos**

toistamaton

**Esimerkki 1.2520**

lainattavissa

**Tulos**

unquotable

**Esimerkki 1.2521**

toistamaton

**Tulos**

toistettavissa

**Esimerkki 1.2522**

unquotable

**Tulos**

lainattavissa

**Esimerkki 1.2523**

toistuva

**Tulos**

ei-toistuva

**Esimerkki 1.2524**

ei-toistuva

**Tulos**

toistuva

**Esimerkki 1.2525**

tulostettava

**Tulos**

painokelvoton

**Esimerkki 1.2526**

painokelvoton

**Tulos**

tulostettava

**Esimerkki 1.2527**

pyydetty

**Tulos**

pyytämättä

**Esimerkki 1.2528**

pyytämättä

**Tulos**

pyydetty

**Esimerkki 1.2529**

riimitelty

**Tulos**

riimitön

**Esimerkki 1.2530**

riimitön

**Tulos**

riimitelty

**Esimerkki 1.2531**

yhtenäinen

**Tulos**

monimuotoinen

**Esimerkki 1.2532**

monimuotoinen

**Tulos**

yhtenäinen

**Esimerkki 1.2533**

säännölliset

**Tulos**

aperiodinen

**Esimerkki 1.2534**

aperiodinen

**Tulos**

säännölliset

**Esimerkki 1.2535**

vastaava

**Tulos**

asiaan liittymätön

**Esimerkki 1.2536**

asiaan liittymätön

**Tulos**

vastaava

**Esimerkki 1.2537**

asiaankuuluva

**Tulos**

epäolennainen

**Esimerkki 1.2538**

epäolennainen

**Tulos**

asiaankuuluva

**Esimerkki 1.2539**

mindful

**Tulos**

ajattelematon

**Esimerkki 1.2540**

ajattelematon

**Tulos**

mindful

**Esimerkki 1.2541**

vaihdettava

**Tulos**

korvaamaton

**Esimerkki 1.2542**

korvaamaton

**Tulos**

vaihdettava

**Esimerkki 1.2543**

representatiivinen

**Tulos**

ei-edustuksellinen

**Esimerkki 1.2544**

ei-edustuksellinen

**Tulos**

representatiivinen

**Esimerkki 1.2545**

edustava

**Tulos**

ei-edustava

**Esimerkki 1.2546**

ei-edustava

**Tulos**

edustava

**Esimerkki 1.2547**

hyvämaineinen

**Tulos**

huonomaineinen

**Esimerkki 1.2548**

huonomaineinen

**Tulos**

hyvämaineinen

**Esimerkki 1.2549**

reseptiivinen

**Tulos**

Vastustamaton

**Esimerkki 1.2550**

Vastustamaton

**Tulos**

reseptiivinen

**Esimerkki 1.2551**

sovitettavissa

**Tulos**

sovittamaton

**Esimerkki 1.2552**

sovittamaton

**Tulos**

sovitettavissa

**Esimerkki 1.2553**

varattu

**Tulos**

varaukseton

**Esimerkki 1.2554**

varaukseton

**Tulos**

varattu

**Esimerkki 1.2555**

vastustuskykyinen

**Tulos**

vastustamaton

**Esimerkki 1.2556**

vastustamaton

**Tulos**

vastustuskykyinen

**Esimerkki 1.2557**

päättäväinen

**Tulos**

päättämätön

**Esimerkki 1.2558**

päättämätön

**Tulos**

päättäväinen

**Esimerkki 1.2559**

kunnioitettava

**Tulos**

epäkunnioitettava

**Esimerkki 1.2560**

epäkunnioitettava

**Tulos**

kunnioitettava

**Esimerkki 1.2561**

kunnioittava

**Tulos**

epäkunnioittava

**Esimerkki 1.2562**

epäkunnioittava

**Tulos**

kunnioittava

**Esimerkki 1.2563**

vastuullinen

**Tulos**

vastuuton

**Esimerkki 1.2564**

vastuuton

**Tulos**

vastuullinen

**Esimerkki 1.2565**

responsiivinen

**Tulos**

ei vastaa

**Esimerkki 1.2566**

ei vastaa

**Tulos**

responsiivinen

**Esimerkki 1.2567**

hillitty

**Tulos**

rajoittamaton

**Esimerkki 1.2568**

rajoittamaton

**Tulos**

hillitty

**Esimerkki 1.2569**

rajoitettu

**Tulos**

rajoittamaton

**Esimerkki 1.2570**

rajoittamaton

**Tulos**

rajoitettu

**Esimerkki 1.2571**

rajoittava

**Tulos**

rajoittamaton

**Esimerkki 1.2572**

rajoittamaton

**Tulos**

rajoittava

**Esimerkki 1.2573**

retentiivinen

**Tulos**

epähuomiossa

**Esimerkki 1.2574**

epähuomiossa

**Tulos**

retentiivinen

**Esimerkki 1.2575**

verkkomainen

**Tulos**

nonreticulate

**Esimerkki 1.2576**

nonreticulate

**Tulos**

verkkomainen

**Esimerkki 1.2577**

sisäänvedettävä

**Tulos**

ei-takautuva

**Esimerkki 1.2578**

ei-takautuva

**Tulos**

sisäänvedettävä

**Esimerkki 1.2579**

heijastava

**Tulos**

heijastamaton

**Esimerkki 1.2580**

heijastamaton

**Tulos**

heijastava

**Esimerkki 1.2581**

heijastettu

**Tulos**

heijastamaton

**Esimerkki 1.2582**

heijastamaton

**Tulos**

heijastettu

**Esimerkki 1.2583**

kaikuvat

**Tulos**

kunnioittamaton

**Esimerkki 1.2584**

kunnioittamaton

**Tulos**

kaikuvat

**Esimerkki 1.2585**

kunnioittava

**Tulos**

kunnioittamaton

**Esimerkki 1.2586**

kunnioittamaton

**Tulos**

kunnioittava

**Esimerkki 1.2587**

elvytetty

**Tulos**

elvyttämätön

**Esimerkki 1.2588**

elvyttämätön

**Tulos**

elvytetty

**Esimerkki 1.2589**

herännyt

**Tulos**

heräämätön

**Esimerkki 1.2590**

heräämätön

**Tulos**

herännyt

**Esimerkki 1.2591**

awed

**Tulos**

unawed

**Esimerkki 1.2592**

unawed

**Tulos**

awed

**Esimerkki 1.2593**

vallankumouksellinen

**Tulos**

vastavallankumouksellinen

**Esimerkki 1.2594**

vastavallankumouksellinen

**Tulos**

vallankumouksellinen

**Esimerkki 1.2595**

palkitseva

**Tulos**

palkitsematon

**Esimerkki 1.2596**

palkitsematon

**Tulos**

palkitseva

**Esimerkki 1.2597**

retorinen

**Tulos**

epäretorinen

**Esimerkki 1.2598**

epäretorinen

**Tulos**

retorinen

**Esimerkki 1.2599**

rytminen

**Tulos**

rytmitön

**Esimerkki 1.2600**

rytmitön

**Tulos**

rytminen

**Esimerkki 1.2601**

ribbed

**Tulos**

ribless

**Esimerkki 1.2602**

ribless

**Tulos**

ribbed

**Esimerkki 1.2603**

rikas

**Tulos**

laiha

**Esimerkki 1.2604**

köyhä

**Tulos**

rikas

**Esimerkki 1.2605**

rahakas

**Tulos**

moneyless

**Esimerkki 1.2606**

moneyless

**Tulos**

rahakas

**Esimerkki 1.2607**

liuotin

**Tulos**

maksukyvytön

**Esimerkki 1.2608**

maksukyvytön

**Tulos**

liuotin

**Esimerkki 1.2609**

laiha

**Tulos**

rikas

**Esimerkki 1.2610**

reunustettu

**Tulos**

vanteeton

**Esimerkki 1.2611**

vanteeton

**Tulos**

reunustettu

**Esimerkki 1.2612**

luovutettu

**Tulos**

kädetön

**Esimerkki 1.2613**

kädetön

**Tulos**

luovutettu

**Esimerkki 1.2614**

käsitelty

**Tulos**

Kahvaton

**Esimerkki 1.2615**

Kahvaton

**Tulos**

käsitelty

**Esimerkki 1.2616**

oikeakätinen

**Tulos**

vasenkätinen

**Esimerkki 1.2617**

vasenkätinen

**Tulos**

kaksikätinen

**Esimerkki 1.2618**

kaksikätinen

**Tulos**

oikeakätinen

**Esimerkki 1.2619**

vasen

**Tulos**

oikea

**Esimerkki 1.2620**

center

**Tulos**

oikea

**Esimerkki 1.2621**

sarvipäinen

**Tulos**

sarvettomat

**Esimerkki 1.2622**

sarvettomat

**Tulos**

sarvipäinen

**Esimerkki 1.2623**

vanhurskas

**Tulos**

epäoikeudenmukainen

**Esimerkki 1.2624**

epäoikeudenmukainen

**Tulos**

vanhurskas

**Esimerkki 1.2625**

vankka

**Tulos**

hauras

**Esimerkki 1.2626**

hauras

**Tulos**

vankka

**Esimerkki 1.2627**

pyöreä

**Tulos**

neliö

**Esimerkki 1.2628**

neliö

**Tulos**

pyöreä

**Esimerkki 1.2629**

pyöristetty

**Tulos**

kulmikas

**Esimerkki 1.2630**

kulmikas

**Tulos**

pyöristetty

**Esimerkki 1.2631**

lappeenrantalainen

**Tulos**

prolate

**Esimerkki 1.2632**

prolate

**Tulos**

lappeenrantalainen

**Esimerkki 1.2633**

maaseutu

**Tulos**

urbaani

**Esimerkki 1.2634**

urbaani

**Tulos**

maaseutu

**Esimerkki 1.2635**

ruostunut

**Tulos**

ruosteeton

**Esimerkki 1.2636**

ruosteeton

**Tulos**

ruostunut

**Esimerkki 1.2637**

pyhä

**Tulos**

epäpyhä

**Esimerkki 1.2638**

epäpyhä

**Tulos**

pyhä

**Esimerkki 1.2639**

pyhä

**Tulos**

profaani

**Esimerkki 1.2640**

profaani

**Tulos**

pyhä

**Esimerkki 1.2641**

sadistinen

**Tulos**

masokistinen

**Esimerkki 1.2642**

masokistinen

**Tulos**

sadistinen

**Esimerkki 1.2643**

turvallinen

**Tulos**

out

**Esimerkki 1.2644**

vaarallinen

**Tulos**

turvallinen

**Esimerkki 1.2645**

out

**Tulos**

turvallinen

**Esimerkki 1.2646**

myytävä

**Tulos**

myyntikelvoton

**Esimerkki 1.2647**

myyntikelvoton

**Tulos**

myytävä

**Esimerkki 1.2648**

sama

**Tulos**

muut

**Esimerkki 1.2649**

eri

**Tulos**

sama

**Esimerkki 1.2650**

muut

**Tulos**

sama

**Esimerkki 1.2651**

samanlainen

**Tulos**

erilaiset

**Esimerkki 1.2652**

erilaiset

**Tulos**

samanlainen

**Esimerkki 1.2653**

tervejärkinen

**Tulos**

hullu

**Esimerkki 1.2654**

hullu

**Tulos**

tervejärkinen

**Esimerkki 1.2655**

tyydyttää

**Tulos**

kyltymätön

**Esimerkki 1.2656**

kyltymätön

**Tulos**

tyydyttää

**Esimerkki 1.2657**

sarkastinen

**Tulos**

irvokas

**Esimerkki 1.2658**

irvokas

**Tulos**

sarkastinen

**Esimerkki 1.2659**

tyydyttävä

**Tulos**

epätyydyttävä

**Esimerkki 1.2660**

epätyydyttävä

**Tulos**

tyydyttävä

**Esimerkki 1.2661**

skaalautuva

**Tulos**

skaalautumaton

**Esimerkki 1.2662**

skaalautumaton

**Tulos**

skaalautuva

**Esimerkki 1.2663**

tieteellinen

**Tulos**

epätieteellinen

**Esimerkki 1.2664**

epätieteellinen

**Tulos**

tieteellinen

**Esimerkki 1.2665**

tieteellinen

**Tulos**

epätieteellinen

**Esimerkki 1.2666**

epätieteellinen

**Tulos**

tieteellinen

**Esimerkki 1.2667**

tunnollinen

**Tulos**

häikäilemätön

**Esimerkki 1.2668**

häikäilemätön

**Tulos**

tunnollinen

**Esimerkki 1.2669**

tunnollinen

**Tulos**

tunnontuskia

**Esimerkki 1.2670**

tunnontuskia

**Tulos**

tunnollinen

**Esimerkki 1.2671**

sinetöity

**Tulos**

sinetöimätön

**Esimerkki 1.2672**

sinetöimätön

**Tulos**

sinetöity

**Esimerkki 1.2673**

kääritty

**Tulos**

pakkaamaton

**Esimerkki 1.2674**

pakkaamaton

**Tulos**

kääritty

**Esimerkki 1.2675**

merikelpoinen

**Tulos**

merikelpoinen

**Esimerkki 1.2676**

merikelpoinen

**Tulos**

merikelpoinen

**Esimerkki 1.2677**

lentokelpoinen

**Tulos**

lentokelvoton

**Esimerkki 1.2678**

lentokelvoton

**Tulos**

lentokelpoinen

**Esimerkki 1.2679**

piilotettu

**Tulos**

peittelemätön

**Esimerkki 1.2680**

peittelemätön

**Tulos**

piilotettu

**Esimerkki 1.2681**

peittäminen

**Tulos**

paljastava

**Esimerkki 1.2682**

paljastava

**Tulos**

peittäminen

**Esimerkki 1.2683**

lahkolaisuus

**Tulos**

ei-uskonnollinen

**Esimerkki 1.2684**

ei-uskonnollinen

**Tulos**

lahkolaisuus

**Esimerkki 1.2685**

turvallinen

**Tulos**

epävarma

**Esimerkki 1.2686**

epävarma

**Tulos**

turvallinen

**Esimerkki 1.2687**

kiinnitetty

**Tulos**

avaamaton

**Esimerkki 1.2688**

avaamaton

**Tulos**

kiinnitetty

**Esimerkki 1.2689**

vakuutettu

**Tulos**

vakuuttamaton

**Esimerkki 1.2690**

vakuuttamaton

**Tulos**

vakuutettu

**Esimerkki 1.2691**

viettelevä

**Tulos**

epäeduktiivinen

**Esimerkki 1.2692**

epäeduktiivinen

**Tulos**

viettelevä

**Esimerkki 1.2693**

itsekäs

**Tulos**

epäitsekäs

**Esimerkki 1.2694**

epäitsekäs

**Tulos**

itsekäs

**Esimerkki 1.2695**

vanhempi

**Tulos**

junior

**Esimerkki 1.2696**

junior

**Tulos**

vanhempi

**Esimerkki 1.2697**

sensaatiomainen

**Tulos**

unsensational

**Esimerkki 1.2698**

unsensational

**Tulos**

sensaatiomainen

**Esimerkki 1.2699**

järkevä

**Tulos**

tajuton

**Esimerkki 1.2700**

tajuton

**Tulos**

järkevä

**Esimerkki 1.2701**

herkkä

**Tulos**

tunteeton

**Esimerkki 1.2702**

tunteeton

**Tulos**

herkkä

**Esimerkki 1.2703**

herkistävä

**Tulos**

herkistävä

**Esimerkki 1.2704**

herkistävä

**Tulos**

herkistävä

**Esimerkki 1.2705**

aistit

**Tulos**

aistien ulkopuolinen

**Esimerkki 1.2706**

aistien ulkopuolinen

**Tulos**

aistit

**Esimerkki 1.2707**

lähetetty

**Tulos**

lähettämätön

**Esimerkki 1.2708**

lähettämätön

**Tulos**

lähetetty

**Esimerkki 1.2709**

erillinen

**Tulos**

yhteinen

**Esimerkki 1.2710**

yhteinen

**Tulos**

erillinen

**Esimerkki 1.2711**

saniteettitilat

**Tulos**

epähygieeninen

**Esimerkki 1.2712**

epähygieeninen

**Tulos**

saniteettitilat

**Esimerkki 1.2713**

septinen

**Tulos**

antiseptinen

**Esimerkki 1.2714**

antiseptinen

**Tulos**

septinen

**Esimerkki 1.2715**

bakteerivapaa

**Tulos**

pöpö

**Esimerkki 1.2716**

pöpö

**Tulos**

bakteerivapaa

**Esimerkki 1.2717**

väärentäminen

**Tulos**

puhdistava

**Esimerkki 1.2718**

puhdistava

**Tulos**

väärentäminen

**Esimerkki 1.2719**

vakava

**Tulos**

kevytmielinen

**Esimerkki 1.2720**

kevytmielinen

**Tulos**

vakava

**Esimerkki 1.2721**

leikkisä

**Tulos**

epäleikkisä

**Esimerkki 1.2722**

epäleikkisä

**Tulos**

leikkisä

**Esimerkki 1.2723**

valitut

**Tulos**

valitsemattomat

**Esimerkki 1.2724**

valitsemattomat

**Tulos**

valitut

**Esimerkki 1.2725**

käyttökelpoinen

**Tulos**

käyttökelvoton

**Esimerkki 1.2726**

käyttökelvoton

**Tulos**

käyttökelpoinen

**Esimerkki 1.2727**

asukas

**Tulos**

muu kuin asukas

**Esimerkki 1.2728**

muu kuin asukas

**Tulos**

asukas

**Esimerkki 1.2729**

asettui

**Tulos**

levoton

**Esimerkki 1.2730**

levoton

**Tulos**

asettui

**Esimerkki 1.2731**

muuttolintu

**Tulos**

muut kuin vaeltavat

**Esimerkki 1.2732**

muut kuin vaeltavat

**Tulos**

muuttolintu

**Esimerkki 1.2733**

seksikäs

**Tulos**

epäseksikäs

**Esimerkki 1.2734**

epäseksikäs

**Tulos**

seksikäs

**Esimerkki 1.2735**

seksuaalinen

**Tulos**

suvuton

**Esimerkki 1.2736**

suvuton

**Tulos**

seksuaalinen

**Esimerkki 1.2737**

kastroitu

**Tulos**

Kastroimattomat

**Esimerkki 1.2738**

Kastroimattomat

**Tulos**

kastroitu

**Esimerkki 1.2739**

aphrodisiac

**Tulos**

anafrodisiac

**Esimerkki 1.2740**

anafrodisiac

**Tulos**

aphrodisiac

**Esimerkki 1.2741**

estrous

**Tulos**

anestrous

**Esimerkki 1.2742**

anestrous

**Tulos**

estrous

**Esimerkki 1.2743**

muodokas

**Tulos**

epämuodostunut

**Esimerkki 1.2744**

epämuodostunut

**Tulos**

muodokas

**Esimerkki 1.2745**

rintainen

**Tulos**

rintakehättömät

**Esimerkki 1.2746**

rintakehättömät

**Tulos**

rintainen

**Esimerkki 1.2747**

muodostettu

**Tulos**

Muodostamaton

**Esimerkki 1.2748**

Muodostamaton

**Tulos**

muodostettu

**Esimerkki 1.2749**

jaettu

**Tulos**

jakamaton

**Esimerkki 1.2750**

jakamaton

**Tulos**

jaettu

**Esimerkki 1.2751**

ajeltu

**Tulos**

ajamaton

**Esimerkki 1.2752**

ajamaton

**Tulos**

ajeltu

**Esimerkki 1.2753**

Leikatut

**Tulos**

leikkaamaton

**Esimerkki 1.2754**

leikkaamaton

**Tulos**

Leikatut

**Esimerkki 1.2755**

päällystetty

**Tulos**

leikkaamaton

**Esimerkki 1.2756**

leikkaamaton

**Tulos**

päällystetty

**Esimerkki 1.2757**

iskunkestävä

**Tulos**

unshockable

**Esimerkki 1.2758**

unshockable

**Tulos**

iskunkestävä

**Esimerkki 1.2759**

shod

**Tulos**

kengittämätön

**Esimerkki 1.2760**

kengittämätön

**Tulos**

shod

**Esimerkki 1.2761**

calced

**Tulos**

diskaledit

**Esimerkki 1.2762**

diskaledit

**Tulos**

calced

**Esimerkki 1.2763**

likinäköinen

**Tulos**

Kaukonäköinen

**Esimerkki 1.2764**

Kaukonäköinen

**Tulos**

likinäköinen

**Esimerkki 1.2765**

kutistuvat

**Tulos**

kutistumaton

**Esimerkki 1.2766**

kutistumaton

**Tulos**

kutistuvat

**Esimerkki 1.2767**

nähty

**Tulos**

sokea

**Esimerkki 1.2768**

sokea

**Tulos**

nähty

**Esimerkki 1.2769**

allekirjoitettu

**Tulos**

unsigned

**Esimerkki 1.2770**

unsigned

**Tulos**

allekirjoitettu

**Esimerkki 1.2771**

merkittävä

**Tulos**

merkityksetön

**Esimerkki 1.2772**

merkityksetön

**Tulos**

merkittävä

**Esimerkki 1.2773**

merkityksetön

**Tulos**

merkittävä

**Esimerkki 1.2774**

hiljennetty

**Tulos**

vaikenematon

**Esimerkki 1.2775**

vaikenematon

**Tulos**

hiljennetty

**Esimerkki 1.2776**

yksinkertainen

**Tulos**

monimutkainen

**Esimerkki 1.2777**

Yhdiste

**Tulos**

yksinkertainen

**Esimerkki 1.2778**

monimutkainen

**Tulos**

yksinkertainen

**Esimerkki 1.2779**

vilpitön

**Tulos**

vilpillinen

**Esimerkki 1.2780**

vilpillinen

**Tulos**

vilpitön

**Esimerkki 1.2781**

yksikkö

**Tulos**

monikko

**Esimerkki 1.2782**

monikko

**Tulos**

yksikkö

**Esimerkki 1.2783**

kardinaali

**Tulos**

järjestysluku

**Esimerkki 1.2784**

järjestysluku

**Tulos**

kardinaali

**Esimerkki 1.2785**

käsikirjoitettu

**Tulos**

käsikirjoittamaton

**Esimerkki 1.2786**

käsikirjoittamaton

**Tulos**

käsikirjoitettu

**Esimerkki 1.2787**

uppoava

**Tulos**

uppoamaton

**Esimerkki 1.2788**

uppoamaton

**Tulos**

uppoava

**Esimerkki 1.2789**

single

**Tulos**

double

**Esimerkki 1.2790**

useita

**Tulos**

single

**Esimerkki 1.2791**

double

**Tulos**

single

**Esimerkki 1.2792**

monivalintakysymykset

**Tulos**

true-false

**Esimerkki 1.2793**

true-false

**Tulos**

monivalintakysymykset

**Esimerkki 1.2794**

yksikaistainen

**Tulos**

monikaistainen

**Esimerkki 1.2795**

monikaistainen

**Tulos**

yksikaistainen

**Esimerkki 1.2796**

kokoinen

**Tulos**

kokoa

**Esimerkki 1.2797**

kokoa

**Tulos**

kokoinen

**Esimerkki 1.2798**

ammattitaitoinen

**Tulos**

ammattitaidoton

**Esimerkki 1.2799**

ammattitaidoton

**Tulos**

ammattitaitoinen

**Esimerkki 1.2800**

verbaalinen

**Tulos**

numeerinen

**Esimerkki 1.2801**

numeerinen

**Tulos**

verbaalinen

**Esimerkki 1.2802**

karkea

**Tulos**

hieno

**Esimerkki 1.2803**

hieno

**Tulos**

karkea

**Esimerkki 1.2804**

savuinen

**Tulos**

savuton

**Esimerkki 1.2805**

savuton

**Tulos**

savuinen

**Esimerkki 1.2806**

liukas

**Tulos**

liukastumaton

**Esimerkki 1.2807**

liukastumaton

**Tulos**

liukas

**Esimerkki 1.2808**

voideltu

**Tulos**

voitelematon

**Esimerkki 1.2809**

voitelematon

**Tulos**

voideltu

**Esimerkki 1.2810**

sileä

**Tulos**

karkea

**Esimerkki 1.2811**

karkea

**Tulos**

sileä

**Esimerkki 1.2812**

uurteinen

**Tulos**

unfurrowed

**Esimerkki 1.2813**

unfurrowed

**Tulos**

uurteinen

**Esimerkki 1.2814**

rifled

**Tulos**

unrifled

**Esimerkki 1.2815**

unrifled

**Tulos**

rifled

**Esimerkki 1.2816**

sosiaalinen

**Tulos**

epäsosiaalinen

**Esimerkki 1.2817**

epäsosiaalinen

**Tulos**

sosiaalinen

**Esimerkki 1.2818**

mukana

**Tulos**

ilman huoltajaa

**Esimerkki 1.2819**

ilman huoltajaa

**Tulos**

mukana

**Esimerkki 1.2820**

seurallinen

**Tulos**

kokoontumattomat

**Esimerkki 1.2821**

kokoontumattomat

**Tulos**

seurallinen

**Esimerkki 1.2822**

saumattu

**Tulos**

saumaton

**Esimerkki 1.2823**

saumaton

**Tulos**

saumattu

**Esimerkki 1.2824**

siemeniä

**Tulos**

siemenettömät

**Esimerkki 1.2825**

siemenettömät

**Tulos**

siemeniä

**Esimerkki 1.2826**

saastainen

**Tulos**

siemenettömät

**Esimerkki 1.2827**

siemenettömät

**Tulos**

saastainen

**Esimerkki 1.2828**

suljettu

**Tulos**

sulkeutumaton

**Esimerkki 1.2829**

sulkeutumaton

**Tulos**

suljettu

**Esimerkki 1.2830**

hihallinen

**Tulos**

hihaton

**Esimerkki 1.2831**

hihaton

**Tulos**

hihallinen

**Esimerkki 1.2832**

sosiaalinen

**Tulos**

epäsosiaalinen

**Esimerkki 1.2833**

epäsosiaalinen

**Tulos**

sosiaalinen

**Esimerkki 1.2834**

myydään

**Tulos**

myymättömät

**Esimerkki 1.2835**

myymättömät

**Tulos**

myydään

**Esimerkki 1.2836**

kengänpohjat

**Tulos**

soleless

**Esimerkki 1.2837**

soleless

**Tulos**

kengänpohjat

**Esimerkki 1.2838**

kiinteä

**Tulos**

ontto

**Esimerkki 1.2839**

neste

**Tulos**

kaasumaiset

**Esimerkki 1.2840**

kaasumaiset

**Tulos**

kiinteä

**Esimerkki 1.2841**

ontto

**Tulos**

kiinteä

**Esimerkki 1.2842**

liukoinen

**Tulos**

liukenematon

**Esimerkki 1.2843**

liukenematon

**Tulos**

liukoinen

**Esimerkki 1.2844**

ratkaistu

**Tulos**

ratkaisematon

**Esimerkki 1.2845**

ratkaisematon

**Tulos**

ratkaistu

**Esimerkki 1.2846**

joitakin

**Tulos**

ei

**Esimerkki 1.2847**

ei

**Tulos**

kaikki

**Esimerkki 1.2848**

kaikki

**Tulos**

joitakin

**Esimerkki 1.2849**

hienostunut

**Tulos**

naiivi

**Esimerkki 1.2850**

naiivi

**Tulos**

hienostunut

**Esimerkki 1.2851**

ääni

**Tulos**

epävakaa

**Esimerkki 1.2852**

epävakaa

**Tulos**

ääni

**Esimerkki 1.2853**

poreileva

**Tulos**

noneffervescent

**Esimerkki 1.2854**

noneffervescent

**Tulos**

poreileva

**Esimerkki 1.2855**

kuohuva

**Tulos**

edelleen

**Esimerkki 1.2856**

erikoistunut

**Tulos**

erikoistumaton

**Esimerkki 1.2857**

erikoistumaton

**Tulos**

erikoistunut

**Esimerkki 1.2858**

spinous

**Tulos**

selkärangaton

**Esimerkki 1.2859**

selkärangaton

**Tulos**

spinous

**Esimerkki 1.2860**

temperamenttinen

**Tulos**

hengetön

**Esimerkki 1.2861**

hengetön

**Tulos**

temperamenttinen

**Esimerkki 1.2862**

spontaani

**Tulos**

indusoitu

**Esimerkki 1.2863**

indusoitu

**Tulos**

spontaani

**Esimerkki 1.2864**

puhuttu

**Tulos**

kirjoitettu

**Esimerkki 1.2865**

kirjoitettu

**Tulos**

kirjoittamaton

**Esimerkki 1.2866**

ääni

**Tulos**

Äänetön

**Esimerkki 1.2867**

Äänetön

**Tulos**

ääni

**Esimerkki 1.2868**

kirjoittamaton

**Tulos**

kirjoitettu

**Esimerkki 1.2869**

vocalic

**Tulos**

konsonantti

**Esimerkki 1.2870**

konsonantti

**Tulos**

vocalic

**Esimerkki 1.2871**

pysäytettävissä

**Tulos**

pysäyttämätön

**Esimerkki 1.2872**

pysäyttämätön

**Tulos**

pysäytettävissä

**Esimerkki 1.2873**

Syllabic

**Tulos**

accentual

**Esimerkki 1.2874**

ei-sanallinen

**Tulos**

Syllabic

**Esimerkki 1.2875**

accentual

**Tulos**

kvantitatiivinen

**Esimerkki 1.2876**

vakaa

**Tulos**

epävakaa

**Esimerkki 1.2877**

epävakaa

**Tulos**

vakaa

**Esimerkki 1.2878**

staccato

**Tulos**

legato

**Esimerkki 1.2879**

legato

**Tulos**

staccato

**Esimerkki 1.2880**

lavastettu

**Tulos**

lavastamaton

**Esimerkki 1.2881**

lavastamaton

**Tulos**

lavastettu

**Esimerkki 1.2882**

standardi

**Tulos**

epätyypillinen

**Esimerkki 1.2883**

epätyypillinen

**Tulos**

standardi

**Esimerkki 1.2884**

tärkkelyspitoinen

**Tulos**

tärkkelyksetön

**Esimerkki 1.2885**

tärkkelyksetön

**Tulos**

tärkkelyspitoinen

**Esimerkki 1.2886**

starry

**Tulos**

starless

**Esimerkki 1.2887**

starless

**Tulos**

starry

**Esimerkki 1.2888**

ravittu

**Tulos**

aliravittu

**Esimerkki 1.2889**

aliravittu

**Tulos**

ravittu

**Esimerkki 1.2890**

tasainen

**Tulos**

epävakaa

**Esimerkki 1.2891**

epävakaa

**Tulos**

tasainen

**Esimerkki 1.2892**

varsi

**Tulos**

varreton

**Esimerkki 1.2893**

varreton

**Tulos**

varsi

**Esimerkki 1.2894**

stimuloiva

**Tulos**

stimuloimaton

**Esimerkki 1.2895**

stimuloimaton

**Tulos**

stimuloiva

**Esimerkki 1.2896**

masentava

**Tulos**

stimuloiva

**Esimerkki 1.2897**

stimuloiva

**Tulos**

masentava

**Esimerkki 1.2898**

stomatous

**Tulos**

astomatoottinen

**Esimerkki 1.2899**

astomatoottinen

**Tulos**

stomatous

**Esimerkki 1.2900**

kiero

**Tulos**

suora

**Esimerkki 1.2901**

kaareva

**Tulos**

suora

**Esimerkki 1.2902**

kierre

**Tulos**

purettu

**Esimerkki 1.2903**

purettu

**Tulos**

kierre

**Esimerkki 1.2904**

stressaantunut

**Tulos**

painottamaton

**Esimerkki 1.2905**

painottamaton

**Tulos**

stressaantunut

**Esimerkki 1.2906**

tonic

**Tulos**

atoninen

**Esimerkki 1.2907**

atoninen

**Tulos**

tonic

**Esimerkki 1.2908**

vahva

**Tulos**

heikko

**Esimerkki 1.2909**

heikko

**Tulos**

vahva

**Esimerkki 1.2910**

itsepäinen

**Tulos**

nöyrä

**Esimerkki 1.2911**

nöyrä

**Tulos**

itsepäinen

**Esimerkki 1.2912**

tottelematon

**Tulos**

alisteinen

**Esimerkki 1.2913**

onnistunut

**Tulos**

epäonnistunut

**Esimerkki 1.2914**

epäonnistunut

**Tulos**

onnistunut

**Esimerkki 1.2915**

riittävä

**Tulos**

riittämätön

**Esimerkki 1.2916**

riittämätön

**Tulos**

riittävä

**Esimerkki 1.2917**

sokerinen

**Tulos**

sokeriton

**Esimerkki 1.2918**

sokeriton

**Tulos**

sokerinen

**Esimerkki 1.2919**

ylivoimainen

**Tulos**

inferior

**Esimerkki 1.2920**

inferior

**Tulos**

ylivoimainen

**Esimerkki 1.2921**

superjacent

**Tulos**

alempana

**Esimerkki 1.2922**

alempana

**Tulos**

superjacent

**Esimerkki 1.2923**

ylinumero

**Tulos**

alaindeksi

**Esimerkki 1.2924**

alaindeksi

**Tulos**

adscript

**Esimerkki 1.2925**

adscript

**Tulos**

ylinumero

**Esimerkki 1.2926**

valvottu

**Tulos**

valvomaton

**Esimerkki 1.2927**

valvomaton

**Tulos**

valvottu

**Esimerkki 1.2928**

tuettu

**Tulos**

ei tuettu

**Esimerkki 1.2929**

ei tuettu

**Tulos**

tuettu

**Esimerkki 1.2930**

avustettu

**Tulos**

ilman apua

**Esimerkki 1.2931**

ilman apua

**Tulos**

avustettu

**Esimerkki 1.2932**

tukeva

**Tulos**

ei-tukeva

**Esimerkki 1.2933**

ei-tukeva

**Tulos**

tukeva

**Esimerkki 1.2934**

ylitsepääsemätön

**Tulos**

ylitsepääsemätön

**Esimerkki 1.2935**

ylitsepääsemätön

**Tulos**

ylitsepääsemätön

**Esimerkki 1.2936**

yllättynyt

**Tulos**

yllätyksetön

**Esimerkki 1.2937**

yllätyksetön

**Tulos**

yllättynyt

**Esimerkki 1.2938**

yllättävä

**Tulos**

yllätyksetön

**Esimerkki 1.2939**

yllätyksetön

**Tulos**

yllättävä

**Esimerkki 1.2940**

altis

**Tulos**

herkkä

**Esimerkki 1.2941**

herkkä

**Tulos**

altis

**Esimerkki 1.2942**

vaikutuksille altis

**Tulos**

vaikutuksettomia

**Esimerkki 1.2943**

vaikutuksettomia

**Tulos**

vaikutuksille altis

**Esimerkki 1.2944**

vapautettu

**Tulos**

ei-verovapaat

**Esimerkki 1.2945**

ei-verovapaat

**Tulos**

vapautettu

**Esimerkki 1.2946**

aikataulun mukainen

**Tulos**

odottamaton

**Esimerkki 1.2947**

odottamaton

**Tulos**

aikataulun mukainen

**Esimerkki 1.2948**

makea

**Tulos**

hapan

**Esimerkki 1.2949**

hapan

**Tulos**

makea

**Esimerkki 1.2950**

hapatettu

**Tulos**

hapattamaton

**Esimerkki 1.2951**

hapattamaton

**Tulos**

hapatettu

**Esimerkki 1.2952**

epäilty

**Tulos**

odottamaton

**Esimerkki 1.2953**

odottamaton

**Tulos**

epäilty

**Esimerkki 1.2954**

pyyhkäisi

**Tulos**

pyyhkimätön

**Esimerkki 1.2955**

pyyhkimätön

**Tulos**

pyyhkäisi

**Esimerkki 1.2956**

valaehtoinen

**Tulos**

vannomatta

**Esimerkki 1.2957**

vannomatta

**Tulos**

valaehtoinen

**Esimerkki 1.2958**

symmetrinen

**Tulos**

epäsymmetrinen

**Esimerkki 1.2959**

epäsymmetrinen

**Tulos**

symmetrinen

**Esimerkki 1.2960**

aktinomorfinen

**Tulos**

zygomorfinen

**Esimerkki 1.2961**

zygomorfinen

**Tulos**

aktinomorfinen

**Esimerkki 1.2962**

sympaattinen

**Tulos**

epäsympaattinen

**Esimerkki 1.2963**

epäsympaattinen

**Tulos**

sympaattinen

**Esimerkki 1.2964**

sympatrinen

**Tulos**

allopatrinen

**Esimerkki 1.2965**

allopatrinen

**Tulos**

sympatrinen

**Esimerkki 1.2966**

synkroninen

**Tulos**

diakroninen

**Esimerkki 1.2967**

diakroninen

**Tulos**

synkroninen

**Esimerkki 1.2968**

synkroninen

**Tulos**

asynkroninen

**Esimerkki 1.2969**

asynkroninen

**Tulos**

synkroninen

**Esimerkki 1.2970**

synteettinen

**Tulos**

asyndiktinen

**Esimerkki 1.2971**

asyndiktinen

**Tulos**

synteettinen

**Esimerkki 1.2972**

synonyymi

**Tulos**

antonyymi

**Esimerkki 1.2973**

antonyymi

**Tulos**

synonyymi

**Esimerkki 1.2974**

systemaattinen

**Tulos**

epäsystemaattinen

**Esimerkki 1.2975**

epäsystemaattinen

**Tulos**

systemaattinen

**Esimerkki 1.2976**

hiljainen

**Tulos**

runsaslukuinen

**Esimerkki 1.2977**

runsaslukuinen

**Tulos**

hiljainen

**Esimerkki 1.2978**

tahdikas

**Tulos**

tahditon

**Esimerkki 1.2979**

tahditon

**Tulos**

tahdikas

**Esimerkki 1.2980**

pitkä

**Tulos**

lyhyt

**Esimerkki 1.2981**

kesyttää

**Tulos**

villi

**Esimerkki 1.2982**

villi

**Tulos**

kesyttää

**Esimerkki 1.2983**

aineelliset

**Tulos**

aineeton

**Esimerkki 1.2984**

aineeton

**Tulos**

aineelliset

**Esimerkki 1.2985**

tyylikäs

**Tulos**

mauton

**Esimerkki 1.2986**

mauton

**Tulos**

maukas

**Esimerkki 1.2987**

maukas

**Tulos**

mauton

**Esimerkki 1.2988**

verovelvollinen

**Tulos**

verovapaat

**Esimerkki 1.2989**

verovapaat

**Tulos**

verovelvollinen

**Esimerkki 1.2990**

lauhkea

**Tulos**

kohtuuton

**Esimerkki 1.2991**

kohtuuton

**Tulos**

lauhkea

**Esimerkki 1.2992**

kireä

**Tulos**

rento

**Esimerkki 1.2993**

lax

**Tulos**

kireä

**Esimerkki 1.2994**

rento

**Tulos**

kireä

**Esimerkki 1.2995**

alueellinen

**Tulos**

nonterritoriaalinen

**Esimerkki 1.2996**

ekstraterritoriaalinen

**Tulos**

alueellinen

**Esimerkki 1.2997**

nonterritoriaalinen

**Tulos**

alueellinen

**Esimerkki 1.2998**

termoplastinen

**Tulos**

lämpökovettuva

**Esimerkki 1.2999**

lämpökovettuva

**Tulos**

termoplastinen

**Esimerkki 1.3000**

paksu

**Tulos**

ohut

**Esimerkki 1.3001**

ajateltavissa

**Tulos**

käsittämätön

**Esimerkki 1.3002**

käsittämätön

**Tulos**

ajateltavissa

**Esimerkki 1.3003**

huomaavainen

**Tulos**

ajattelematon

**Esimerkki 1.3004**

ajattelematon

**Tulos**

huomaavainen

**Esimerkki 1.3005**

säästäväinen

**Tulos**

tuhlausta

**Esimerkki 1.3006**

tuhlausta

**Tulos**

säästäväinen

**Esimerkki 1.3007**

siisti

**Tulos**

epäsiisti

**Esimerkki 1.3008**

epäsiisti

**Tulos**

siisti

**Esimerkki 1.3009**

hoidettu

**Tulos**

hoitamaton

**Esimerkki 1.3010**

hoitamaton

**Tulos**

hoidettu

**Esimerkki 1.3011**

kammattu

**Tulos**

kampaamaton

**Esimerkki 1.3012**

kampaamaton

**Tulos**

kammattu

**Esimerkki 1.3013**

timbered

**Tulos**

ajastamaton

**Esimerkki 1.3014**

ajastamaton

**Tulos**

timbered

**Esimerkki 1.3015**

sävykäs

**Tulos**

äänetön

**Esimerkki 1.3016**

äänetön

**Tulos**

sävykäs

**Esimerkki 1.3017**

kieli

**Tulos**

kieletön

**Esimerkki 1.3018**

kieletön

**Tulos**

kieli

**Esimerkki 1.3019**

Kallistettu

**Tulos**

päättymätön

**Esimerkki 1.3020**

päättömät

**Tulos**

Kallistettu

**Esimerkki 1.3021**

väsynyt

**Tulos**

levännyt

**Esimerkki 1.3022**

levännyt

**Tulos**

väsynyt

**Esimerkki 1.3023**

siedettävä

**Tulos**

sietämätön

**Esimerkki 1.3024**

sietämätön

**Tulos**

siedettävä

**Esimerkki 1.3025**

suvaitsevainen

**Tulos**

suvaitsematon

**Esimerkki 1.3026**

suvaitsematon

**Tulos**

suvaitsevainen

**Esimerkki 1.3027**

ääni

**Tulos**

atonaalinen

**Esimerkki 1.3028**

atonaalinen

**Tulos**

ääni

**Esimerkki 1.3029**

hammastettu

**Tulos**

hampaaton

**Esimerkki 1.3030**

hampaaton

**Tulos**

hammastettu

**Esimerkki 1.3031**

top

**Tulos**

pohja

**Esimerkki 1.3032**

pohja

**Tulos**

sivu

**Esimerkki 1.3033**

sivu

**Tulos**

top

**Esimerkki 1.3034**

topattu

**Tulos**

yläosattomissa

**Esimerkki 1.3035**

yläosattomissa

**Tulos**

topattu

**Esimerkki 1.3036**

pohjaan

**Tulos**

pohjaton

**Esimerkki 1.3037**

pohjaton

**Tulos**

pohjaan

**Esimerkki 1.3038**

ylhäältä alaspäin

**Tulos**

alhaalta ylöspäin

**Esimerkki 1.3039**

alhaalta ylöspäin

**Tulos**

ylhäältä alaspäin

**Esimerkki 1.3040**

päiväntasaajan

**Tulos**

Polar

**Esimerkki 1.3041**

Polar

**Tulos**

päiväntasaajan

**Esimerkki 1.3042**

testate

**Tulos**

testamenttimääräys

**Esimerkki 1.3043**

testamenttimääräys

**Tulos**

testate

**Esimerkki 1.3044**

kosketti

**Tulos**

koskematon

**Esimerkki 1.3045**

koskematon

**Tulos**

kosketti

**Esimerkki 1.3046**

kova

**Tulos**

tarjous

**Esimerkki 1.3047**

tarjous

**Tulos**

kova

**Esimerkki 1.3048**

myrkyllinen

**Tulos**

myrkytön

**Esimerkki 1.3049**

myrkytön

**Tulos**

myrkyllinen

**Esimerkki 1.3050**

Jäljitettävissä

**Tulos**

hankala

**Esimerkki 1.3051**

vaikeasti ratkaistavissa

**Tulos**

Jäljitettävissä

**Esimerkki 1.3052**

table\_d'hote

**Tulos**

a\_la\_carte

**Esimerkki 1.3053**

a\_la\_carte

**Tulos**

table\_d'hote

**Esimerkki 1.3054**

jäljitettävissä

**Tulos**

jäljittämätön

**Esimerkki 1.3055**

jäljittämätön

**Tulos**

jäljitettävissä

**Esimerkki 1.3056**

tracked

**Tulos**

raiteeton

**Esimerkki 1.3057**

raiteeton

**Tulos**

tracked

**Esimerkki 1.3058**

matkustanut

**Tulos**

untraveled

**Esimerkki 1.3059**

untraveled

**Tulos**

matkustanut

**Esimerkki 1.3060**

trimmattu

**Tulos**

leikkaamaton

**Esimerkki 1.3061**

leikkaamaton

**Tulos**

trimmattu

**Esimerkki 1.3062**

levoton

**Tulos**

huoleton

**Esimerkki 1.3063**

huoleton

**Tulos**

levoton

**Esimerkki 1.3064**

true

**Tulos**

väärä

**Esimerkki 1.3065**

väärä

**Tulos**

true

**Esimerkki 1.3066**

luottamuksellinen

**Tulos**

epäluuloinen

**Esimerkki 1.3067**

epäluuloinen

**Tulos**

luottamuksellinen

**Esimerkki 1.3068**

luotettava

**Tulos**

epäluotettava

**Esimerkki 1.3069**

epäluotettava

**Tulos**

luotettava

**Esimerkki 1.3070**

putkitettu

**Tulos**

tubeless

**Esimerkki 1.3071**

tubeless

**Tulos**

putkitettu

**Esimerkki 1.3072**

tucked

**Tulos**

untucked

**Esimerkki 1.3073**

untucked

**Tulos**

tucked

**Esimerkki 1.3074**

kääntyi

**Tulos**

unturned

**Esimerkki 1.3075**

unturned

**Tulos**

kääntyi

**Esimerkki 1.3076**

tyypillinen

**Tulos**

epätyypillinen

**Esimerkki 1.3077**

epätyypillinen

**Tulos**

tyypillinen

**Esimerkki 1.3078**

underhand

**Tulos**

overhand

**Esimerkki 1.3079**

overhand

**Tulos**

underhand

**Esimerkki 1.3080**

pinta

**Tulos**

maanalainen

**Esimerkki 1.3081**

maanalainen

**Tulos**

yläpuolella

**Esimerkki 1.3082**

yläpuolella

**Tulos**

pinta

**Esimerkki 1.3083**

upotettavat

**Tulos**

uppoamattomat

**Esimerkki 1.3084**

uppoamattomat

**Tulos**

upotettavat

**Esimerkki 1.3085**

itkuinen

**Tulos**

kyyneleetön

**Esimerkki 1.3086**

kyyneleetön

**Tulos**

itkuinen

**Esimerkki 1.3087**

liitto

**Tulos**

ei-ammattiliiton

**Esimerkki 1.3088**

ei-ammattiliiton

**Tulos**

liitto

**Esimerkki 1.3089**

yksisikiöinen

**Tulos**

multiparous

**Esimerkki 1.3090**

multiparous

**Tulos**

yksisikiöinen

**Esimerkki 1.3091**

unipolaarinen

**Tulos**

kaksisuuntainen

**Esimerkki 1.3092**

kaksisuuntainen

**Tulos**

unipolaarinen

**Esimerkki 1.3093**

Yhdistetty

**Tulos**

jaettu

**Esimerkki 1.3094**

jaettu

**Tulos**

Yhdistetty

**Esimerkki 1.3095**

adnate

**Tulos**

connate

**Esimerkki 1.3096**

connate

**Tulos**

adnate

**Esimerkki 1.3097**

yksijalkaiset

**Tulos**

simpukka

**Esimerkki 1.3098**

simpukka

**Tulos**

yksijalkaiset

**Esimerkki 1.3099**

nouseva

**Tulos**

laskeva

**Esimerkki 1.3100**

laskeva

**Tulos**

nouseva

**Esimerkki 1.3101**

rising

**Tulos**

putoaminen

**Esimerkki 1.3102**

putoaminen

**Tulos**

rising

**Esimerkki 1.3103**

ilmapiiri

**Tulos**

antikliimaksinen

**Esimerkki 1.3104**

antikliimaksinen

**Tulos**

ilmapiiri

**Esimerkki 1.3105**

yläluokkainen

**Tulos**

downmarket

**Esimerkki 1.3106**

downmarket

**Tulos**

yläluokkainen

**Esimerkki 1.3107**

transitiivinen

**Tulos**

intransitiivinen

**Esimerkki 1.3108**

intransitiivinen

**Tulos**

transitiivinen

**Esimerkki 1.3109**

käännettävissä

**Tulos**

kääntämätön

**Esimerkki 1.3110**

kääntämätön

**Tulos**

käännettävissä

**Esimerkki 1.3111**

sorkkaeläimet

**Tulos**

koteloitumattomat

**Esimerkki 1.3112**

koteloitumattomat

**Tulos**

sorkkaeläimet

**Esimerkki 1.3113**

ylös

**Tulos**

alas

**Esimerkki 1.3114**

alas

**Tulos**

ylös

**Esimerkki 1.3115**

upstage

**Tulos**

downstage

**Esimerkki 1.3116**

downstage

**Tulos**

upstage

**Esimerkki 1.3117**

yläkerta

**Tulos**

alakerrassa

**Esimerkki 1.3118**

alakerrassa

**Tulos**

yläkerta

**Esimerkki 1.3119**

upstream

**Tulos**

alavirtaan

**Esimerkki 1.3120**

alavirtaan

**Tulos**

upstream

**Esimerkki 1.3121**

uptown

**Tulos**

keskustan

**Esimerkki 1.3122**

keskustan

**Tulos**

uptown

**Esimerkki 1.3123**

käytetty

**Tulos**

väärin käytetty

**Esimerkki 1.3124**

väärin käytetty

**Tulos**

käytetty

**Esimerkki 1.3125**

hyödyllinen

**Tulos**

hyödytön

**Esimerkki 1.3126**

hyödytön

**Tulos**

hyödyllinen

**Esimerkki 1.3127**

utopistinen

**Tulos**

dystooppinen

**Esimerkki 1.3128**

dystooppinen

**Tulos**

utopistinen

**Esimerkki 1.3129**

voimassa

**Tulos**

virheellinen

**Esimerkki 1.3130**

virheellinen

**Tulos**

voimassa

**Esimerkki 1.3131**

arvokas

**Tulos**

arvoton

**Esimerkki 1.3132**

arvoton

**Tulos**

arvokas

**Esimerkki 1.3133**

muuttuja

**Tulos**

muuttumaton

**Esimerkki 1.3134**

muuttumaton

**Tulos**

muuttuja

**Esimerkki 1.3135**

monipuolinen

**Tulos**

vaihtelematon

**Esimerkki 1.3136**

vaihtelematon

**Tulos**

monipuolinen

**Esimerkki 1.3137**

verhottu

**Tulos**

paljastettu

**Esimerkki 1.3138**

paljastettu

**Tulos**

verhottu

**Esimerkki 1.3139**

tuuletettu

**Tulos**

tuulettamaton

**Esimerkki 1.3140**

tuulettamaton

**Tulos**

tuuletettu

**Esimerkki 1.3141**

selkärankaiset

**Tulos**

selkärangattomat

**Esimerkki 1.3142**

selkärangattomat

**Tulos**

selkärankaiset

**Esimerkki 1.3143**

loukkaantuva

**Tulos**

loukkaamaton

**Esimerkki 1.3144**

loukkaamaton

**Tulos**

loukkaantuva

**Esimerkki 1.3145**

väkivaltainen

**Tulos**

väkivallaton

**Esimerkki 1.3146**

väkivallaton

**Tulos**

väkivaltainen

**Esimerkki 1.3147**

hyveellinen

**Tulos**

wicked

**Esimerkki 1.3148**

wicked

**Tulos**

hyveellinen

**Esimerkki 1.3149**

näkyvä

**Tulos**

näkymätön

**Esimerkki 1.3150**

näkymätön

**Tulos**

näkyvä

**Esimerkki 1.3151**

elinkykyinen

**Tulos**

munivia

**Esimerkki 1.3152**

munivia

**Tulos**

ovoviviparous

**Esimerkki 1.3153**

ovoviviparous

**Tulos**

elinkykyinen

**Esimerkki 1.3154**

haihtuvat

**Tulos**

haihtumaton

**Esimerkki 1.3155**

haihtumaton

**Tulos**

haihtuvat

**Esimerkki 1.3156**

vapaaehtoinen

**Tulos**

tahaton

**Esimerkki 1.3157**

tahaton

**Tulos**

vapaaehtoinen

**Esimerkki 1.3158**

haavoittuva

**Tulos**

haavoittumaton

**Esimerkki 1.3159**

haavoittumaton

**Tulos**

haavoittuva

**Esimerkki 1.3160**

etsintäkuulutettu

**Tulos**

ei-toivottu

**Esimerkki 1.3161**

ei-toivottu

**Tulos**

etsintäkuulutettu

**Esimerkki 1.3162**

lämmin

**Tulos**

cool

**Esimerkki 1.3163**

cool

**Tulos**

lämmin

**Esimerkki 1.3164**

lämminveriset

**Tulos**

kylmäverinen

**Esimerkki 1.3165**

kylmäverinen

**Tulos**

lämminveriset

**Esimerkki 1.3166**

lämminsydäminen

**Tulos**

kylmäsydäminen

**Esimerkki 1.3167**

kylmäsydäminen

**Tulos**

lämminsydäminen

**Esimerkki 1.3168**

pestävä

**Tulos**

pesemätön

**Esimerkki 1.3169**

pesemätön

**Tulos**

pestävä

**Esimerkki 1.3170**

vahattu

**Tulos**

vahaamaton

**Esimerkki 1.3171**

vahaamaton

**Tulos**

vahattu

**Esimerkki 1.3172**

vahaus

**Tulos**

hupeneva

**Esimerkki 1.3173**

hupeneva

**Tulos**

vahaus

**Esimerkki 1.3174**

lisäämällä

**Tulos**

vähenevä

**Esimerkki 1.3175**

vähenevä

**Tulos**

lisäämällä

**Esimerkki 1.3176**

inflaatio

**Tulos**

deflaatio

**Esimerkki 1.3177**

deflaatio

**Tulos**

inflaatio

**Esimerkki 1.3178**

vieroitettu

**Tulos**

vieroittamaton

**Esimerkki 1.3179**

vieroittamaton

**Tulos**

vieroitettu

**Esimerkki 1.3180**

puettava

**Tulos**

unwearable

**Esimerkki 1.3181**

unwearable

**Tulos**

puettava

**Esimerkki 1.3182**

rikkaruoho

**Tulos**

Weedless

**Esimerkki 1.3183**

Weedless

**Tulos**

rikkaruoho

**Esimerkki 1.3184**

Tervetuloa

**Tulos**

ei-toivottu

**Esimerkki 1.3185**

ei-toivottu

**Tulos**

Tervetuloa

**Esimerkki 1.3186**

hyvin

**Tulos**

ill

**Esimerkki 1.3187**

ill

**Tulos**

hyvin

**Esimerkki 1.3188**

märkä

**Tulos**

kuiva

**Esimerkki 1.3189**

vesipitoinen

**Tulos**

vedetön

**Esimerkki 1.3190**

vedetön

**Tulos**

vesipitoinen

**Esimerkki 1.3191**

pyörillä

**Tulos**

Wheelless

**Esimerkki 1.3192**

Wheelless

**Tulos**

pyörillä

**Esimerkki 1.3193**

toimihenkilöt

**Tulos**

työläiset

**Esimerkki 1.3194**

työläiset

**Tulos**

toimihenkilöt

**Esimerkki 1.3195**

terveellinen

**Tulos**

epäterveellinen

**Esimerkki 1.3196**

epäterveellinen

**Tulos**

terveellinen

**Esimerkki 1.3197**

laaja

**Tulos**

kapea

**Esimerkki 1.3198**

kapea

**Tulos**

laaja

**Esimerkki 1.3199**

wieldy

**Tulos**

hankala

**Esimerkki 1.3200**

hankala

**Tulos**

wieldy

**Esimerkki 1.3201**

peruukki

**Tulos**

peruukittomat

**Esimerkki 1.3202**

peruukittomat

**Tulos**

peruukki

**Esimerkki 1.3203**

halukas

**Tulos**

vastentahtoisesti

**Esimerkki 1.3204**

vastentahtoisesti

**Tulos**

halukas

**Esimerkki 1.3205**

siivekäs

**Tulos**

siivetön

**Esimerkki 1.3206**

siivetön

**Tulos**

siivekäs

**Esimerkki 1.3207**

langallinen

**Tulos**

langaton

**Esimerkki 1.3208**

langaton

**Tulos**

langallinen

**Esimerkki 1.3209**

viisas

**Tulos**

typerä

**Esimerkki 1.3210**

typerä

**Tulos**

viisas

**Esimerkki 1.3211**

metsäinen

**Tulos**

puustamaton

**Esimerkki 1.3212**

puustamaton

**Tulos**

metsäinen

**Esimerkki 1.3213**

woody

**Tulos**

nonwoody

**Esimerkki 1.3214**

nonwoody

**Tulos**

woody

**Esimerkki 1.3215**

maallinen

**Tulos**

epämaailmallinen

**Esimerkki 1.3216**

epämaailmallinen

**Tulos**

maallinen

**Esimerkki 1.3217**

kudottu

**Tulos**

kudottu

**Esimerkki 1.3218**

kudottu

**Tulos**

kudottu

**Esimerkki 1.3219**

kuluneet

**Tulos**

uusi

**Esimerkki 1.3220**

arvokas

**Tulos**

kelvoton

**Esimerkki 1.3221**

kelvoton

**Tulos**

arvokas

**Esimerkki 1.3222**

xeric

**Tulos**

hydrinen

**Esimerkki 1.3223**

hydrinen

**Tulos**

mesic

**Esimerkki 1.3224**

mesic

**Tulos**

xeric

**Esimerkki 1.3225**

zonal

**Tulos**

azonal

**Esimerkki 1.3226**

azonal

**Tulos**

zonal

**Esimerkki 1.3227**

acrocarpous

**Tulos**

pleurocarpous

**Esimerkki 1.3228**

pleurocarpous

**Tulos**

acrocarpous

**Esimerkki 1.3229**

cursorial

**Tulos**

fossiilinen

**Esimerkki 1.3230**

fossiilinen

**Tulos**

cursorial

**Esimerkki 1.3231**

homocercal

**Tulos**

heterokeraalinen

**Esimerkki 1.3232**

heterokeraalinen

**Tulos**

homocercal

**Esimerkki 1.3233**

webbed

**Tulos**

unebbed

**Esimerkki 1.3234**

unebbed

**Tulos**

webbed

**Esimerkki 1.3235**

faceted

**Tulos**

unfaceted

**Esimerkki 1.3236**

unfaceted

**Tulos**

faceted

**Esimerkki 1.3237**

ipsilateraalinen

**Tulos**

kontralateraalinen

**Esimerkki 1.3238**

kontralateraalinen

**Tulos**

ipsilateraalinen

**Esimerkki 1.3239**

...

**Tulos**

uudelleensuuntautuva

**Esimerkki 1.3240**

uudelleensuuntautuva

**Tulos**

...

**Esimerkki 1.3241**

ennakoiva

**Tulos**

taannehtiva

**Esimerkki 1.3242**

taannehtiva

**Tulos**

ennakoiva

**Esimerkki 1.3243**

rh-positiivinen

**Tulos**

rh-negatiivinen

**Esimerkki 1.3244**

rh-negatiivinen

**Tulos**

rh-positiivinen

**Esimerkki 1.3245**

kategorematic

**Tulos**

synkategorematic

**Esimerkki 1.3246**

synkategorematic

**Tulos**

kategorematic

**Esimerkki 1.3247**

idiografinen

**Tulos**

nomoteettinen

**Esimerkki 1.3248**

nomoteettinen

**Tulos**

idiografinen

**Esimerkki 1.3249**

pro-choice

**Tulos**

elämänmyönteinen

**Esimerkki 1.3250**

elämänmyönteinen

**Tulos**

pro-choice

**Esimerkki 1.3251**

kastettu

**Tulos**

kastamaton

**Esimerkki 1.3252**

kastamaton

**Tulos**

kastettu

**Esimerkki 1.3253**

pahanlaatuinen

**Tulos**

hyvänlaatuinen

**Esimerkki 1.3254**

calcicolous

**Tulos**

kalkkipuristimet

**Esimerkki 1.3255**

kalkkipuristimet

**Tulos**

calcicolous

**Esimerkki 1.3256**

käännettävissä

**Tulos**

ei-välitettävät

**Esimerkki 1.3257**

ei-välitettävät

**Tulos**

käännettävissä

**Esimerkki 1.3258**

immunokompetentti

**Tulos**

immuunipuutteinen

**Esimerkki 1.3259**

immuunipuutteinen

**Tulos**

immunokompetentti

**Esimerkki 1.3260**

allogeeninen

**Tulos**

ksenogeeninen

**Esimerkki 1.3261**

ksenogeeninen

**Tulos**

allogeeninen

**Esimerkki 1.3262**

pitkäkyntinen

**Tulos**

lyhytkarvainen

**Esimerkki 1.3263**

lyhytkarvainen

**Tulos**

pitkäkyntinen

**Esimerkki 1.3264**

kuorittu

**Tulos**

kuorettomat

**Esimerkki 1.3265**

kuorettomat

**Tulos**

kuorittu

**Esimerkki 1.3266**

leuat

**Tulos**

leuaton

**Esimerkki 1.3267**

leuaton

**Tulos**

leuat

**Esimerkki 1.3268**

nyljetty

**Tulos**

nahaton

**Esimerkki 1.3269**

nahaton

**Tulos**

nyljetty

**Esimerkki 1.3270**

kukkiva

**Tulos**

kukaton

**Esimerkki 1.3271**

kukaton

**Tulos**

kukkiva

**Esimerkki 1.3272**

abient

**Tulos**

adient

**Esimerkki 1.3273**

adient

**Tulos**

abient

**Esimerkki 1.3274**

anodinen

**Tulos**

katodinen

**Esimerkki 1.3275**

katodinen

**Tulos**

anodinen

**Esimerkki 1.3276**

autotrofinen

**Tulos**

heterotrofinen

**Esimerkki 1.3277**

heterotrofinen

**Tulos**

autotrofinen

**Esimerkki 1.3278**

bracteateate

**Tulos**

ebracteate

**Esimerkki 1.3279**

solunulkoinen

**Tulos**

solunsisäinen

**Esimerkki 1.3280**

solunsisäinen

**Tulos**

solunulkoinen

**Esimerkki 1.3281**

cenobitic

**Tulos**

eremitic

**Esimerkki 1.3282**

eremitic

**Tulos**

cenobitic

**Esimerkki 1.3283**

kenogeneettinen

**Tulos**

palingeneettinen

**Esimerkki 1.3284**

palingeneettinen

**Tulos**

kenogeneettinen

**Esimerkki 1.3285**

kromatiini

**Tulos**

achromatinic

**Esimerkki 1.3286**

achromatinic

**Tulos**

kromatiini

**Esimerkki 1.3287**

suuntaava

**Tulos**

omnidirektionaalinen

**Esimerkki 1.3288**

omnidirektionaalinen

**Tulos**

suuntaava

**Esimerkki 1.3289**

dysgeeninen

**Tulos**

eugeniikka

**Esimerkki 1.3290**

eugeniikka

**Tulos**

dysgeeninen

**Esimerkki 1.3291**

ebracteate

**Tulos**

bracteateate

**Esimerkki 1.3292**

kuumeinen

**Tulos**

afebrile

**Esimerkki 1.3293**

afebrile

**Tulos**

kuumeinen

**Esimerkki 1.3294**

fiktiivinen

**Tulos**

ei-fiktiivinen

**Esimerkki 1.3295**

ei-fiktiivinen

**Tulos**

fiktiivinen

**Esimerkki 1.3296**

hapsutettu

**Tulos**

frettittömät

**Esimerkki 1.3297**

frettittömät

**Tulos**

hapsutettu

**Esimerkki 1.3298**

harmoninen

**Tulos**

epäharmoninen

**Esimerkki 1.3299**

epäharmoninen

**Tulos**

harmoninen

**Esimerkki 1.3300**

ioninen

**Tulos**

ei-ioniset

**Esimerkki 1.3301**

ei-ioniset

**Tulos**

ioninen

**Esimerkki 1.3302**

myelinoitu

**Tulos**

myelinisoimaton

**Esimerkki 1.3303**

myelinisoimaton

**Tulos**

myelinoitu

**Esimerkki 1.3304**

paradigmaattinen

**Tulos**

syntagmaattinen

**Esimerkki 1.3305**

passerine

**Tulos**

nonpasserine

**Esimerkki 1.3306**

nonpasserine

**Tulos**

passerine

**Esimerkki 1.3307**

fotosynteettinen

**Tulos**

ei-fotosynteettinen

**Esimerkki 1.3308**

ei-fotosynteettinen

**Tulos**

fotosynteettinen

**Esimerkki 1.3309**

märehtijät

**Tulos**

muut kuin märehtijät

**Esimerkki 1.3310**

muut kuin märehtijät

**Tulos**

märehtijät

**Esimerkki 1.3311**

pallomainen

**Tulos**

epäsfäärinen

**Esimerkki 1.3312**

epäsfäärinen

**Tulos**

pallomainen

**Esimerkki 1.3313**

steroidiset

**Tulos**

ei-steroidiset

**Esimerkki 1.3314**

ei-steroidiset

**Tulos**

steroidiset

**Esimerkki 1.3315**

märkivä

**Tulos**

ei-tukeva

**Esimerkki 1.3316**

ei-tukeva

**Tulos**

märkivä

**Esimerkki 1.3317**

syntagmaattinen

**Tulos**

paradigmaattinen

**Esimerkki 1.3318**

unthematic

**Tulos**

teemakohtainen

**Esimerkki 1.3319**

teemakohtainen

**Tulos**

unthematic

**Esimerkki 1.3320**

lämpö

**Tulos**

ei-lämpimät

**Esimerkki 1.3321**

ei-lämpimät

**Tulos**

lämpö

**Esimerkki 1.3322**

laulu

**Tulos**

instrumentaali

**Esimerkki 1.3323**

instrumentaali

**Tulos**

laulu

**Esimerkki 1.3324**

hydrostaattinen

**Tulos**

hydrokinetiikka

**Esimerkki 1.3325**

hydrokinetiikka

**Tulos**

hydrostaattinen

**Esimerkki 1.3326**

spatiaalinen

**Tulos**

ei-paikalliset

**Esimerkki 1.3327**

ei-paikalliset

**Tulos**

spatiaalinen

**Esimerkki 1.3328**

kielellinen

**Tulos**

ei-kielellinen

**Esimerkki 1.3329**

ei-kielellinen

**Tulos**

kielellinen

**Esimerkki 1.3330**

caudal

**Tulos**

päälaen

**Esimerkki 1.3331**

päälaen

**Tulos**

caudal

**Esimerkki 1.3332**

rahoitus

**Tulos**

muut kuin rahoitukselliset

**Esimerkki 1.3333**

muut kuin rahoitukselliset

**Tulos**

rahoitus

**Esimerkki 1.3334**

eukaryoottinen

**Tulos**

prokaryoottinen

**Esimerkki 1.3335**

eukaryoottinen

**Tulos**

prokaryoottinen

**Esimerkki 1.3336**

prokaryoottinen

**Tulos**

eukaryoottinen

**Esimerkki 1.3337**

prokaryoottinen

**Tulos**

eukaryoottinen

**Esimerkki 1.3338**

verisuonet

**Tulos**

avaskulaarinen

**Esimerkki 1.3339**

avaskulaarinen

**Tulos**

verisuonet

**Esimerkki 1.3340**

epäytimelliset

**Tulos**

monitumaiset

**Esimerkki 1.3341**

monitumaiset

**Tulos**

epäytimelliset

**Esimerkki 1.3342**

ei-kirurginen

**Tulos**

kirurginen

**Esimerkki 1.3343**

endokriininen

**Tulos**

eksokriininen

**Esimerkki 1.3344**

eksokriininen

**Tulos**

endokriininen

**Esimerkki 1.3345**

historiallinen

**Tulos**

ahistoriallinen

**Esimerkki 1.3346**

ahistoriallinen

**Tulos**

historiallinen

**Esimerkki 1.3347**

antiamerikkalainen

**Tulos**

amerikkalaismyönteinen

**Esimerkki 1.3348**

amerikkalaismyönteinen

**Tulos**

antiamerikkalainen

**Esimerkki 1.3349**

anioninen

**Tulos**

kationinen

**Esimerkki 1.3350**

kationinen

**Tulos**

anioninen

**Esimerkki 1.3351**

accusatorial

**Tulos**

inkvisitorial

**Esimerkki 1.3352**

inkvisitorial

**Tulos**

accusatorial

**Esimerkki 1.3353**

avioehto

**Tulos**

avioehdon jälkeinen

**Esimerkki 1.3354**

avioehdon jälkeinen

**Tulos**

avioehto

**Esimerkki 1.3355**

osastojen väliset

**Tulos**

osastojen sisäiset

**Esimerkki 1.3356**

osastojen sisäiset

**Tulos**

osastojen väliset

**Esimerkki 1.3357**

homeopaattinen

**Tulos**

allopaattinen

**Esimerkki 1.3358**

allopaattinen

**Tulos**

homeopaattinen

**Esimerkki 1.3359**

ei-translationaalinen

**Tulos**

translaatio

**Esimerkki 1.3360**

translaatio

**Tulos**

ei-translationaalinen

**Esimerkki 1.3361**

Avenged

**Tulos**

kiistaton

**Esimerkki 1.3362**

kiistaton

**Tulos**

Avenged

**Esimerkki 1.3363**

kerätty

**Tulos**

keräämättä

**Esimerkki 1.3364**

kerätty

**Tulos**

keräämättä

**Esimerkki 1.3365**

keräämättä

**Tulos**

kerätty

**Esimerkki 1.3366**

keräämättä

**Tulos**

kerätty

**Esimerkki 1.3367**

kiistanalainen

**Tulos**

kiistaton

**Esimerkki 1.3368**

kiistaton

**Tulos**

kiistanalainen

**Esimerkki 1.3369**

täytetty

**Tulos**

täyttämättä

**Esimerkki 1.3370**

täyttämättä

**Tulos**

täytetty

**Esimerkki 1.3371**

maltaita

**Tulos**

mallastamaton

**Esimerkki 1.3372**

mallastamaton

**Tulos**

maltaita

**Esimerkki 1.3373**

poseerattu

**Tulos**

asentamaton

**Esimerkki 1.3374**

asentamaton

**Tulos**

poseerattu

**Esimerkki 1.3375**

saippuoitu

**Tulos**

aseistamaton

**Esimerkki 1.3376**

aseistamaton

**Tulos**

saippuoitu

**Tehtävä numero 2**

Tässä tehtävässä sinulle annetaan osa artikkelista. Tehtävänäsi on luoda otsikko (otsikko) tälle tekstille. Suositeltavat otsikot ovat alle viisitoista sanaa.

**Esimerkki 2.0**

Käsittelemme osittain järjestetyissä joukoissa eli poseteissa määriteltyjen kaksintaistelujen ongelmaa. Tässä asetelmassa aseet eivät välttämättä ole vertailukelpoisia, ja optimaalisia (vertailukelvottomia) aseita voi olla useita. Ehdotamme algoritmia, UnchainedBandits, joka löytää tehokkaasti minkä tahansa posetin optimaalisten aseiden joukon, vaikka vertailukelpoisten aseiden pareja ei voida erottaa vertailukelvottomista aseista. Algoritmi perustuu sosiaalipsykologiasta peräisin olevaan houkutuslintujen käsitteeseen. Helpompaa tapausta varten, jossa vertailukelvottomuustieto voi olla saatavilla, ehdotamme toista algoritmia, SlicingBanditsia, joka hyödyntää tätä tietoa ja saavuttaa erittäin merkittävän suorituskyvyn kasvun verrattuna UnchainedBanditsiin. Annamme teoreettiset takeet ja kokeellisen arvioinnin molemmille algoritmeille.

**Tulos**

Harhautusbandiitit kaksintaistelussa posetilla

**Esimerkki 2.1**

Esittelemme uuden mallin ennustemarkkinoille, jossa käytämme riskimittareita agenttien mallintamiseen ja esitämme markkinatakaajan kuvaamaan kaupankäyntiprosessia. Tämä mallinnusvälineiden valinta tuo meille matemaattista mukavuutta. Analyysi osoittaa, että koko markkinat lähestyvät tehokkaasti globaalia tavoitetta, vaikka markkinat on suunniteltu siten, että kukin agentti välittää vain omasta tavoitteestaan. Lisäksi markkinoiden dynamiikka tarjoaa järkevän algoritmin globaalin tavoitteen optimoimiseksi. Koneoppimisen ja markkinoiden välille on näin luotu läheinen yhteys, jonka ansiosta voimme 1) analysoida markkinoita soveltamalla koneoppimisen menetelmiä globaaliin tavoitteeseen ja 2) ratkaista koneoppimisen ongelmia perustamalla ja ajamalla tiettyjä markkinoita.

**Tulos**

Monijaksoiset kaupankäynnin ennustemarkkinat ja yhteydet koneoppimiseen

**Esimerkki 2.2**

Viime aikoina puhujan ominaisuuksien oppimiseen on käytetty syviä neuroverkkoja (DNN). Opittujen piirteiden laatu ei kuitenkaan ole riittävän hyvä, joten puhujan todentamiseen on käytettävä monimutkaista taustamallia, joko neuro- tai todennäköisyysmallia, joka puuttuu jäljellä olevaan epävarmuuteen, aivan kuten raakapiirteiden kohdalla. Tässä artikkelissa esitellään puhujan ominaisuuksien oppimiseen tarkoitettu konvolutiivinen ajoittainen syvä neuroverkkorakenne (CT-DNN). Fisher-tietokannalla tekemämme kokeilutulokset osoittivat, että tämä CT-DNN voi tuottaa korkealaatuisia puhujan piirteitä: jopa yhdellä piirteellä (0,3 sekuntia, mukaan lukien konteksti) EER voi olla jopa 7,68 %. Tämä vahvisti tehokkaasti sen, että puhujan piirre on pitkälti deterministinen lyhytaikainen ominaisuus pikemminkin kuin pitkäaikainen jakaumakuvio, ja siksi se voidaan poimia vain kymmenistä kehyksistä.

**Tulos**

Syvä puhujan ominaisuuksien oppiminen tekstiriippumatonta puhujan todentamista varten

**Esimerkki 2.3**

Esittelemme syvän hierarkkisen rekursiivisen neuroverkon sekvenssien merkitsemistä varten. Sanasekvenssin perusteella mallissamme käytetään syviä porttikytkentäisiä rekurrenssiyksiköitä sekä merkki- että sanatasoilla morfologian ja kontekstitiedon koodaamiseen, ja se käyttää ehdollisen satunnaiskentän kerrosta tunnisteiden ennustamiseen. Mallimme on tehtävästä ja kielestä riippumaton sekä ominaisuuksien suunnittelusta vapaa. Laajennamme malliamme myös monitehtäväiseen ja kieltenväliseen yhteisharjoitteluun jakamalla arkkitehtuurin ja parametrit. Mallimme tuottaa huipputuloksia useilla kielillä useissa vertailutehtävissä, kuten POS-tunnisteiden määrityksessä, palasteluissa ja NER:ssä. Osoitamme myös, että monitehtäväinen ja monikielinen yhteinen harjoittelu voi parantaa suorituskykyä useissa tapauksissa.

**Tulos**

Monitehtäväinen monikielinen sekvenssimerkintä alusta alkaen

**Esimerkki 2.4**

Tässä käsikirjoituksessa esitellään kansainvälisiä suhteita koskeva luottamuslaskenta ja sen laskenta, joka liittyy Bayesin päättelyyn, Dempster-Shaferin teoriaan ja subjektiiviseen logiikkaan. Ehdotimme menetelmää, joka mahdollistaa luottamuslaskennan, joka on aiemmin ollut subjektiivinen ja laskematon. Esimerkkinä luottamuslaskennan tapaustutkimuksesta ovat Yhdysvaltojen ja Ison-Britannian suhteet. Menetelmä tukee päätöksentekijöitä hallituksessa, kuten ulkoministeriössä, puolustusministeriössä, presidentin tai pääministerin kansliassa. Puolustusministeriö (DoD) voi käyttää menetelmäämme määrittääkseen kansakunnan, jota voidaan pitää ystävällisenä, puolueettomana tai vihamielisenä kansakuntana.

**Tulos**

Matemaattinen luottamusalgebra kansainvälisten kansojen suhteiden laskentaa ja arviointia varten.

**Esimerkki 2.5**

Syllogismi on eräänlainen deduktiivinen päättely, johon liittyy kvantifioituja lauseita. Klassisessa aristoteelisessa kehyksessä syllogistiseen päättelyjärjestelmään kuuluu kolme raakaa termijoukkoa ja neljä kielellistä kvanttoria, joiden pääasiallisena tukena ovat kvanttorien kielelliset ominaisuudet. Likimääräisen syllogismin määrittelemiseksi on ehdotettu useita sumeampia lähestymistapoja, joiden pääasiallinen tuki on kardinaliteettilaskenta. Tässä artikkelissa analysoimme Zadehin ja Dubois et al. aiemmin kuvaamia sumean syllogistiikan malleja ja vertaamme niiden käyttäytymistä klassisen aristoteelisen kehyksen käyttäytymiseen tarkistaaksemme, mitkä 24:stä klassisesta kelvollisesta syllogistisesta päättelymallista (joita kutsutaan mielialoiksi) ovat näiden sumeiden lähestymistapojen erityisiä teräviä tapauksia. Näin voimme arvioida, missä määrin näitä lähestymistapoja voidaan pitää joko klassisen rapean syllogismin uskottavina laajennuksina tai perustana yleiselle lähestymistavalle likimääräisen syllogismin ongelmaan.

**Tulos**

Joukkopohjaisen sumean kvantifioidun päättelyn analysoinnista klassisen syllogistiikan avulla.

**Esimerkki 2.6**

Ajallisten erotusmenetelmien (TD) kirjo ulottuu laskennallisesti säästäväisistä lineaarisista menetelmistä, kuten TD(λ), datatehokkaisiin pienimmän neliösumman menetelmiin. Pienimmän neliösumman menetelmät hyödyntävät käytettävissä olevaa dataa parhaalla mahdollisella tavalla suoraan TD-ratkaisun laskennassa, joten ne eivät vaadi tyypillisesti erittäin herkän oppimisnopeusparametrin virittämistä, mutta vaativat kvadraattista laskentaa ja tallennusta. Viimeaikainen algoritmikehitys on tuottanut useita alikvadraattisia menetelmiä, jotka käyttävät pienimmän neliösumman TD-ratkaisun approksimaatiota, mutta aiheuttavat harhaa. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta kiihdytetyn gradientin TD-menetelmien (ATD) perhettä, joka (1) tarjoaa samanlaisia datatehokkuushyötyjä kuin pienimmän neliösumman menetelmät murto-osalla laskennasta ja tallennustilasta, (2) vähentää merkittävästi parametriherkkyyttä verrattuna lineaarisiin TD-menetelmiin ja (3) on asymptoottisesti puolueeton. Havainnollistamme näitä väitteitä todisteella konvergenssista odotusarvossa ja kokeilla useilla vertailualueilla ja laajamittaisella teollisuuden energianjakoalueella.

**Tulos**

Kiihdytetty gradientti ajallisen eron oppiminen (Accelerated Gradient Temporal Difference Learning)

**Esimerkki 2.7**

Lineaarista diskriminaatioanalyysiä (LDA) sähköisten terveyskertomusten (EHR) tiedoissa käytetään laajalti sairauksien varhaiseen havaitsemiseen. Klassinen LDA-menetelmä EHR-tietojen luokittelussa kärsii kuitenkin kahdesta haitasta: LDA-parametrien (esim. kovarianssimatriisin) arvioiminen on hankalaa ja EHR-tiedot ovat "lineaarisesti erottamattomia". Näiden kahden ongelman käsittelemiseksi ehdotamme tässä asiakirjassa uutta luokittelulaitetta FWDA - Fast Wishart Discriminant Analysis, joka tekee ennusteita ensemble-menetelmällä. Tarkemmin sanottuna FWDA korvaa ensin käänteisten kovarianssimatriisien jakauman käyttämällä Wishartin jakaumaa, joka on estimoitu harjoitusaineistosta, ja "painottaa" sitten useiden LDA-luokittelijoiden luokittelutulokset, jotka on parametrisoitu näytteeksi otetuilla käänteisillä kovarianssimatriiseilla Bayesin äänestysjärjestelmän avulla. Äänestyspainot päivitetään optimaalisesti jokaisen uuden syöttötiedon mukauttamiseksi, jotta epälineaarinen luokittelu olisi mahdollista. Teoreettinen analyysi osoittaa, että FWDA:lla on nopea konvergenssinopeus ja vankka suorituskyky korkea-ulotteisissa tiedoissa. Laajat kokeet laajamittaisella EHR-tietoaineistolla osoittavat, että lähestymistapamme on huomattavasti parempi kuin nykyaikaiset algoritmit.

**Tulos**

FWDA: nopea Wishart-diskriminantianalyysi ja sen soveltaminen sähköisten terveystietojen luokitteluun.

**Esimerkki 2.8**

Ehdotamme menetelmää, jolla voidaan oppia ilmaisuvoimaisia energiapohjaisia toimintatapoja jatkuville tiloille ja toiminnoille, mikä on aiemmin ollut mahdollista vain taulukkomuotoisilla alueilla. Sovellamme menetelmäämme maksimaalisen entropian politiikkojen oppimiseen, ja tuloksena on uusi algoritmi, jota kutsutaan pehmeäksi Q-oppimiseksi ja joka ilmaisee optimaalisen politiikan Boltzmannin jakauman avulla. Käytämme hiljattain ehdotettua amortized Stein variational gradient descent -menetelmää oppiaksemme stokastisen näytteenottoverkon, joka approksimoi näytteitä tästä jakaumasta. Ehdotetun algoritmin etuja ovat muun muassa parempi tutkimus ja kompositionaalisuus, joka mahdollistaa taitojen siirtämisen tehtävien välillä, minkä vahvistamme simuloiduissa kokeissa uinti- ja kävelyroboteilla. Vedämme myös yhteyden toimijakriittisiin menetelmiin, joiden voidaan katsoa suorittavan likimääräistä päättelyä vastaavalle energiapohjaiselle mallille.

**Tulos**

Vahvistusoppiminen syvien energiapohjaisten toimintatapojen avulla

**Esimerkki 2.9**

Harmaasävykuvien väritys on ollut kuuma aihe tietokonenäön alalla. Aiemmassa tutkimuksessa on keskitytty lähinnä tuottamaan alkuperäistä kuvaa vastaava värillinen kuva. Koska monilla väreillä on kuitenkin sama harmaasävyarvo, syötetty harmaasävykuva voidaan värittää monipuolisesti säilyttäen sen todellisuus. Tässä artikkelissa suunnittelemme uudenlaisen ratkaisun valvomattomaan monimuotoiseen värjäykseen. Erityisesti hyödynnämme ehdollisia generatiivisia vastakkaisverkkoja mallintamaan reaalimaailman kohteiden värien jakaumaa, jossa kehitämme täysin konvoluutiogeneraattorin, jossa on monikerroksista kohinaa monimuotoisuuden lisäämiseksi, monikerroksista ehtojen ketjuttamista todellisuuden säilyttämiseksi ja askel 1:tä paikkatiedon säilyttämiseksi. Tällaisen uudenlaisen verkkoarkkitehtuurin avulla malli tuottaa erittäin kilpailukykyisen suorituskyvyn avoimessa LSUN-makuuhuonetietoaineistossa. 80 ihmisen Turing-testi osoittaa lisäksi, että luodut värimallit ovat erittäin vakuuttavia.

**Tulos**

Valvomaton monimuotoinen väritys generatiivisten adversaaliverkkojen avulla

**Esimerkki 2.10**

Tässä artikkelissa testataan hypoteesia, jonka mukaan foneettisiin maamerkkeihin ankkuroituja erityispiirteiden luokittelijoita voidaan siirtää kieltenvälisesti ilman tarkkuuden menetystä. Tutkimuksessa kehitettiin kolme konsonantin ääntämyksen luokittelijaa: (1) manuaalisesti valitut akustiset piirteet, jotka on ankkuroitu foneettiseen maamerkkiin, (2) MFCC:t (joko segmentin keskiarvoina tai maamerkkiin ankkuroituna) ja (3) akustiset piirteet, jotka on laskettu käyttämällä konvoluutiohermoverkkoa (CNN). Kaikki ilmaisimet on koulutettu englanninkielisellä datalla (TIMIT) ja testattu englanninkielisellä, turkkilaisella ja espanjalaisella datalla (suorituskykyä mitataan F1:n ja tarkkuuden avulla). Kokeet osoittavat, että manuaaliset piirteet päihittävät kaikki MFCC-luokittelijat, kun taas CNN-piirteet päihittävät molemmat. MFCC-pohjaiset luokittelijat kärsivät jopa 96,1 prosentin virheprosentin noususta, kun ne yleistetään englannista muihin kieliin. Manuaaliset piirteet kärsivät vain 35,2 prosentin suhteellisesta virhetason noususta, ja CNN-piirteet toimivat itse asiassa parhaiten turkiksi ja espanjaksi, mikä osoittaa, että piirteet, jotka kykenevät kuvaamaan pitkän aikavälin spektristä dynamiikkaa (CNN- ja maamerkkipohjaiset piirteet), pystyvät yleistämään kieltenvälisiä luokitteluja ilman tai vain vähän tarkkuuden menetystä.

**Tulos**

MAAMERKKIPOHJAINEN KONSONANTIN ÄÄNTÄMISEN HAVAITSEMINEN MONIKIELISISSÄ KORPUKSISSA

**Esimerkki 2.11**

Esittelemme EpiReaderin, uudenlaisen mallin tekstin koneelliseen ymmärtämiseen. Strukturoimattoman, reaalimaailman tekstin koneellinen ymmärtäminen on tärkeä tutkimustavoite luonnollisen kielen käsittelyssä. Nykyisissä koneellisen ymmärtämisen testeissä esitetään kysymyksiä, joiden vastaukset voidaan päätellä jostain tukevasta tekstistä, ja arvioidaan mallin vastausta kysymyksiin. EpiReader on kokonaisvaltainen neuraalinen malli, joka koostuu kahdesta komponentista: ensimmäinen komponentti ehdottaa pientä joukkoa vastausehdokkaita vertaamalla kysymystä ja sitä tukevaa tekstiä, ja toinen komponentti muodostaa hypoteeseja ehdotettujen ehdokkaiden ja kysymyksen perusteella ja järjestää sitten hypoteesit uudelleen sen perusteella, kuinka hyvin ne sopivat yhteen tukevan tekstin kanssa. Esitämme kokeita, jotka osoittavat, että EpiReader asettaa uuden huipputason CNN- ja Children's Book Test -vertailukokeissa ja päihittää aiemmat neuraaliset mallit huomattavasti.

**Tulos**

Luonnollisen kielen ymmärtäminen EpiReaderilla

**Esimerkki 2.12**

Tutkimme Kirosin ym. (2015) ehdottamaa ohitusajattelumallia, jossa naapurustotieto on heikkoa valvontaa. Tarkemmin sanottuna ehdotamme skip-thought neighbor -mallia, jossa vierekkäisiä lauseita pidetään naapurustona. Koulutamme skip-thought neighbor -mallimme suurella korpuksella, jossa on jatkuvia lauseita, ja sitten arvioimme koulutettua mallia seitsemässä tehtävässä, joihin kuuluvat semanttinen sukulaisuus, parafraasien havaitseminen ja luokittelun vertailuarvot. Suoritetaan sekä kvantitatiivista vertailua että kvalitatiivista tutkimusta. Osoitamme empiirisesti, että ohitusajatusmallimme toimii yhtä hyvin kuin ohitusajatusmalli arviointitehtävissä. Lisäksi havaitsimme, että automaattisen koodauspolun sisällyttäminen malliimme ei auttanut malliamme suoriutumaan paremmin, kun taas se haittasi ohitusajatusmallin suorituskykyä.

**Tulos**

Ohitusajattelun uudelleenajattelu: Lähestymistapa: naapurustoon perustuva lähestymistapa

**Esimerkki 2.13**

Autonomisten järjestelmien yleisenä ja siksi suosittuna mallina osittain havaittavissa oleva Markovin päätösprosessi (POMDP) voi kuvata eri lähteistä, kuten havaintohäiriöistä, toimintavirheistä ja epävarmoista ympäristöistä, peräisin olevia epävarmuustekijöitä. Sen kattavuus kuitenkin vaikeuttaa suunnittelua ja ohjausta POMDP:ssä. Perinteisissä POMDP-suunnitteluongelmissa pyritään löytämään optimaalinen toimintatapa, jolla maksimoidaan kertyneiden palkkioiden odotusarvo. Turvallisuuskriittisissä sovelluksissa halutaan kuitenkin takeita järjestelmän suorituskyvystä, joka kuvataan muodollisilla eritelmillä, mikä saa meidät harkitsemaan muodollisia menetelmiä POMDP:n valvojan syntetisoimiseksi. Kun järjestelmäspesifikaatiot on annettu PCTL:n (Probabilistic Computation Tree Logic) avulla, ehdotamme valvontakehystä, jossa ohjainmuotona on eräänlainen deterministinen äärellinen automaatti (DFA), za-DFA. Vaikka nykyiset työt perustuvat pääasiassa optimointitekniikoihin kiinteän kokoisten äärellisten tilasäätimien (FSC) oppimiseksi, me kehitämme L∗-oppimiseen perustuvan algoritmin za-DFA:n sekä tilan että siirtymien määrittämiseksi. Määritellään jäsenyyskyselyt ja erilaiset oraakkelit arvauksia varten. Oppimisalgoritmi on järkevä ja täydellinen. Esimerkissä esitetään yksityiskohtaiset vaiheet valvojan synteesialgoritmin havainnollistamiseksi.

**Tulos**

POMDP:n synteesi automaattioppimiseen perustuvan valvojan avulla

**Esimerkki 2.14**

Tässä artikkelissa ehdotamme ELF:ää, joka on laaja, kevyt ja joustava alusta vahvistusoppimisen perustutkimusta varten. ELF:n avulla toteutamme hyvin mukautettavan reaaliaikastrategia (RTS) -moottorin, jossa on kolme peliympäristöä (Mini-RTS, Capture the Flag ja Tower Defense). Mini-RTS, joka on StarCraftin pienoismalliversio, kuvaa pelin keskeistä dynamiikkaa ja toimii 40 000 kuvan sekuntinopeudella (FPS) ydintä kohti Macbook Pro -kannettavassa. Kun järjestelmä yhdistetään nykyaikaisiin vahvistusoppimismenetelmiin, se voi kouluttaa koko pelin sisältävän botin sisäänrakennettua tekoälyä vastaan loppuun asti yhdessä päivässä kuudella suorittimella ja yhdellä näytönohjaimella. Lisäksi alustamme on joustava ympäristön ja agenttien välisen viestinnän topologioiden, RL-menetelmien valintojen ja peliparametrien muutosten suhteen, ja se voi isännöidä olemassa olevia C/C++-pohjaisia peliympäristöjä, kuten ALE [4]. ELF:n avulla tutkimme perusteellisesti koulutusparametreja ja osoitamme, että verkko, jossa käytetään Leaky ReLU:ta [16] ja Batch Normalizationia [10] yhdistettynä pitkän horisontin koulutukseen ja progressiiviseen opetussuunnitelmaan, voittaa sääntöpohjaisen sisäänrakennetun tekoälyn yli 70 % ajasta Mini-RTS:n koko pelissä. Vahva suorituskyky saavutetaan myös kahdessa muussa pelissä. Pelin uusinnoissa näemme, että agenttimme oppivat mielenkiintoisia strategioita. ELF ja sen RL-alusta ovat avoimen lähdekoodin alaisia.

**Tulos**

ELF: Laaja, kevyt ja joustava tutkimusalusta reaaliaikaisia strategiapelejä varten.

**Esimerkki 2.15**

Esitämme uuden alarajan sellaisten (ε,δ)-differentiaalisesti yksityisten algoritmien näytteenottokompleksisuudelle, jotka vastaavat tarkasti tilastollisiin kyselyihin korkea-ulotteisissa tietokannoissa. Uutta rajassamme on se, että se riippuu optimaalisesti parametrista δ, joka vastaa löyhästi todennäköisyyttä, että algoritmi ei ole yksityinen, ja se on ensimmäinen, joka tasaisesti interpoloi likimääräisen differentiaalisen yksityisyyden (δ > 0) ja puhtaan differentiaalisen yksityisyyden (δ = 0) välillä. Tarkemmin sanottuna tarkastelemme tietokantaa D ∈ {±1}n×d ja sen yksisuuntaisia marginaaleja, jotka ovat d kyselyä muotoa "Minkä osan yksittäisistä tietueista i:nnen bitin arvo on +1?". Osoitamme, että jotta kaikkiin näihin kyselyihin voidaan vastata ±α:n virheen tarkkuudella (keskimäärin) ja samalla täyttää (ε,δ)-differentiaalinen yksityisyys, on tarpeen, että n ≥Ω √d log(1/δ) αε  , mikä on optimaalista vakiokertoimiin asti. Todistaaksemme alarajamme, hyödynnämme sormenjälkikoodien ja differentiaalisen yksityisyyden alarajojen välistä yhteyttä (Bun, Ullman ja Vadhan, STOC'14). Alarajamme lisäksi annamme uusia puhtaasti ja likimain differentiaalisesti yksityisiä algoritmeja, joilla voidaan vastata mielivaltaisiin tilastollisiin kyselyihin ja jotka parantavat logaritmisella kertoimella tavanomaisten Laplace- ja Gauss-mekanismien näytteenottokompleksisuutta pahimman tapauksen tarkkuustakuiden saavuttamiseksi. ∗Harvard University School of Engineering and Applied Sciences. NSF:n apurahalla CCF-1116616 tuettu. Sähköposti: tsteinke@seas.harvard.edu. †Columbia University Department of Computer Science. Simons Society of Fellowsin myöntämän Junior Fellowshipin tuella. Sähköposti: jullman@cs.columbia.edu. ar X iv :1 50 1. 06 09 5v 1 [ cs .D S] 2 4 Ja n 20 15.

**Tulos**

Puhtaan ja likimääräisen differentiaalisen yksityisyyden suojan välillä

**Esimerkki 2.16**

Tässä kuvataan menetelmä, jolla tunnistetaan luettelo moniselitteisistä malaijin kielen sanoista, joita käytetään yleisesti malaijin kielen asiakirjoissa, kuten vaatimusmäärittelyissä. Kokosimme aiemmasta kirjallisuudesta useita asiaankuuluvia ja sopivia vaatimuslaatuattribuutteja ja lausesääntöjä ja otimme ne käyttöön, jotta saisimme aikaan joukon moniselitteisyysattribuutteja, jotka sopivat parhaiten malaijinkielisiin sanoihin. Tämän jälkeen poimitut malaijin moniselitteiset sanat (potentiaaliset) kartoitetaan rakennettujen moniselitteisyysattribuuttien avulla niiden epämääräisyyden vahvistamiseksi. Malaijin kieliasiantuntijat tarkistavat luettelon. Tässä asiakirjassa pyritään tunnistamaan luettelo mahdollisista malaijin moniselitteisistä sanoista, jotta kirjoittajat voisivat välttää epämääräisten sanojen käyttöä malaijin kielisiä vaatimusmäärittelyjä ja muita asiaan liittyviä malaijin kielisiä asiakirjoja laadittaessa. Tutkimuksen tuloksena on luettelo 120 potentiaalisesta epäselvästä malaijin kielen sanasta, jotka voivat toimia ohjeina malaijin kielen lauseita kirjoitettaessa.

**Tulos**

KARTOITUS: KARTOITTAVA TUTKIMUS

**Esimerkki 2.17**

Nykyaikaisen yhteiskunnan kehittyvien tietotekniikoiden ja sovellusmallien, kuten Internetin, esineiden internetin, pilvipalveluiden ja kolmiverkkojen lähentymisen, nopea kasvu on aiheuttanut suurten tietojen aikakauden alkamisen. Big data sisältää valtavia arvoja, mutta tiedon louhiminen big datasta on kuitenkin valtavan haastava tehtävä tietojen epävarmuuden ja epäjohdonmukaisuuden vuoksi. Attribuuttien vähentämistä (tunnetaan myös nimellä ominaisuuksien valinta) voidaan käyttää paitsi tehokkaana esikäsittelyvaiheena myös datan redundanssin hyödyntämisessä epävarmuuden vähentämiseksi. Nykyiset ratkaisut on kuitenkin suunniteltu 1) joko yhdelle koneelle, jolloin koko datan on mahduttava keskusmuistiin ja rinnakkaisuus on rajallista; 2) tai Hadoop-alustalle, jolloin dataa on ladattava hajautettuun muistiin usein, jolloin siitä tulee tehotonta. Tässä asiakirjassa korjaamme nämä puutteet mahdollisimman suuren tehokkuuden saavuttamiseksi ja ehdotamme yhtenäistä kehystä rinnakkaista suuren mittakaavan attribuuttien vähentämistä varten, jota kutsutaan PLAR:ksi, suurten tietojen analysointia varten. PLAR koostuu kolmesta komponentista: 1) Granular Computing (GrC)-pohjainen alustaminen: se muuntaa päätöstaulukon (eli alkuperäisen datan esityksen rakeiseksi esitykseksi, joka vähentää tilaa ja voidaan siten helposti tallentaa välimuistiin hajautettuun muistiin; 2) malliparallilisuus: se arvioi samanaikaisesti kaikki ominaisuusehdokkaat ja tekee attribuuttien vähentämisestä erittäin rinnakkaistettavissa olevaa; 3) dataparallellisuus: se laskee attribuutin merkityksen rinnakkain MapReduce-tyylisesti. Toteutamme PLAR:n neljällä edustavalla heuristisella ominaisuuksien valinta-algoritmilla SPARK:ssa ja arvioimme niitä erilaisilla valtavilla tietokokonaisuuksilla, kuten UCI:n ja tähtitieteellisillä tietokokonaisuuksilla, ja havaitsemme menetelmämme edut nykyisiin ratkaisuihin verrattuna.

**Tulos**

Rinnakkainen suuren mittakaavan attribuuttien vähentäminen pilvijärjestelmissä

**Esimerkki 2.18**

Hajautetut POMDP:t tarjoavat ilmaisuvoimaisen kehyksen monen agentin peräkkäiselle päätöksenteolle. Vaikka äärellisen horisontin DECPOMDP:t ovat menestyneet hyvin, äärellisen horisontin tapauksessa edistyminen on hidasta, mikä johtuu pääasiassa agenttien toimintatapoja edustavien stokastisten ohjainten optimoinnin monimutkaisuudesta. Esittelemme uuden lupaavan luokan algoritmeja äärettömän horisontin tapausta varten, jossa optimointiongelma esitetään uudelleen DBN:ien sekoituksen päättelynä. Tämän lähestymistavan houkutteleva piirre on se, että DBN:ssä jo olemassa olevia päättelytekniikoita on helppo ottaa käyttöön DEC-POMDP:n ratkaisemiseksi ja monipuolisempien esitysten, kuten faktoroitujen tai jatkuvien tilojen ja toimintojen, tukemiseksi. Johdamme myös EM-algoritmin (Expectation Maximization) optimoimaan yhteistä politiikkaa, joka on esitetty DBN:nä. Vertailualueilla tehdyt kokeet osoittavat, että EM-algoritmi pärjää hyvin uusimpiin ratkaisijoihin verrattuna.

**Tulos**

Hajautettujen POMDP:iden suunnittelu milloin tahansa käyttäen odotusten maksimointia (Expectation Maximization)

**Esimerkki 2.19**

Vektoriavaruusmalleista on tullut suosittuja distributiivisessa semantiikassa, vaikka niiden haasteet erilaisten semanttisten ilmiöiden kuvaamisessa ovatkin suuret. Ehdotamme uudenlaista probabilistista kehystä, joka perustuu sekä muodolliseen semantiikkaan että koneoppimisen viimeaikaisiin edistysaskeliin. Erottelemme erityisesti predikaatit entiteeteistä, joihin ne viittaavat, jolloin voimme tehdä Bayesin päättelyn loogisten muotojen perusteella. Kuvaamme tämän kehyksen toteutuksen, jossa käytetään Restricted Boltzmann Machines -koneita ja feedforward-neuraaliverkkoja. Lopuksi osoitamme tämän lähestymistavan toteutettavuuden harjoittelemalla sitä jäsennellyn korpuksen avulla ja arvioimalla sitä vakiintuneilla samankaltaisuustietokannoilla.

**Tulos**

Toiminnallinen distributiivinen semantiikka

**Esimerkki 2.20**

Uskomusten tarkistamisen AGM-teoriasta on tullut tärkeä paradigma rationaalisten uskomusten muutosten tutkimisessa. Valitettavasti tämän paradigman parissa työskentelevät tutkijat ovat kiinnittäneet suuren osan huomiostaan melko yksinkertaisiin uskomustilojen representaatioihin, nimittäin loogisesti suljettuihin propositionaalisten lauseiden joukkoihin. Mielestämme tämä on johtanut uskomusten muutosoperaatioiden liian abstraktiin luokitteluun: laajentaminen, tarkistaminen tai supistaminen. Toisinaan AGM-paradigmassa on tarkasteltu myös todennäköisyyteen perustuvia uskomusmuutoksia, ja on yleisesti hyväksytty, että laajentamisen todennäköisyyteen perustuva versio on ehdollistaminen. Väitämme kuitenkin, että voi olla oikeampaa pitää ehdollistamista ja laajentamista kahtena olennaisesti erilaisena uskomusmuutoksen lajina ja että se, mitä kutsumme rajoittamiseksi, on parempi ehdokas probabilistiseksi laajentamiseksi.

**Tulos**

Todennäköisyyteen perustuva uskomusten muutos: Laajentaminen, ehdollistaminen ja rajoittaminen

**Esimerkki 2.21**

Vaikka koodaaja-dekooderi-järjestelmää on perinteisesti käytetty konekääntämisen alalla, sitä on viime aikoina sovellettu myös video- ja kuvakuvausten tuottamiseen. Konvoluutio- ja rekursiivisten neuroverkkojen yhdistelmä näissä malleissa on osoittautunut paremmaksi kuin aiempi tekniikan taso, ja näin on saatu tarkempia videokuvauksia. Tässä työssä ehdotamme, että tätä mallia kehitetään edelleen tuomalla koodausvaiheeseen kaksi tekijää. Ensinnäkin tuotetaan rikkaampia kuvarepresentaatioita yhdistämällä konvolutiivisten neuroverkkojen objekti- ja sijaintitietoja ja toiseksi otetaan käyttöön kaksisuuntaiset toistuvat neuroverkot, jotka kuvaavat sekä eteen- että taaksepäin suuntautuvia ajallisia suhteita syötekuvissa.

**Tulos**

Videon kuvaaminen kaksisuuntaisten rekursiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.22**

Ehdotamme uutta nollakuvausmenetelmää tapahtumien havaitsemiseksi videoiden multimodaalisen distributiivisen semanttisen upottamisen avulla. Mallimme sulauttaa esine- ja toimintakäsitteet sekä muut videoiden käytettävissä olevat modaliteetit distributiiviseen semanttiseen tilaan. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen Zero-Shot-tapahtuman havaitsemismalli, joka perustuu distributiiviseen semantiikkaan ja laajentaa sitä seuraaviin suuntiin: (a) multimodaalisen tiedon semanttinen upottaminen videoihin (keskittyen visuaalisiin modaliteetteihin), (b) käsitteiden/attribuuttien relevanssin automaattinen määrittäminen vapaaseen tekstikyselyyn, mikä voi olla hyödyllistä muissa sovelluksissa, ja (c) videoiden hakeminen vapaaseen tekstikyselyyn perustuvalla tapahtumakyselyllä (esim. "ajoneuvon renkaan vaihtaminen") videon sisällön perusteella. Upotamme videot distributiiviseen semanttiseen avaruuteen ja mittaamme sitten videoiden ja vapaan tekstin muodossa olevan tapahtumakyselyn välistä samankaltaisuutta. Validoimme menetelmämme suuressa TRECVID MED (Multimedia Event Detection) -haasteessa. Käyttämällä vain tapahtuman otsikkoa kyselynä menetelmämme päihitti suurten kuvausten käyttöä käyttävän huipputason menetelmän 12,6-13,5 %:lla MAP-mittarilla ja 0,73-0,83:lla ROC-AUC-mittarilla. Se on myös kertaluokkaa nopeampi.

**Tulos**

Nollakuvaustapahtuman havaitseminen videoiden multimodaalisen distributiivisen semanttisen upottamisen avulla

**Esimerkki 2.23**

Tässä artikkelissa kehitetään ylä- ja alarajoja Boolen funktioiden todennäköisyydelle käsittelemällä muuttujien useita esiintymiä riippumattomina ja antamalla niille uudet yksilölliset todennäköisyydet. Kutsumme tätä lähestymistapaa dissosiaatioiksi ja annamme tarkan kuvauksen optimaalisista unohdetuista rajoista, eli kun uudet todennäköisyydet valitaan kaikkien muiden muuttujien todennäköisyyksistä riippumatta. Motivaatiomme tulee painotettujen mallien laskentaongelmasta (tai vastaavasti Boolen funktion todennäköisyyden laskentaongelmasta), joka on yleisesti ottaen #P-vaikea. Suorittamalla useita dissosiaatioita voidaan muuttaa Boolen kaava, jonka todennäköisyys on vaikea laskea, sellaiseksi, jonka todennäköisyys on helppo laskea ja joka antaa taatusti ylä- tai alarajan alkuperäisen kaavan todennäköisyydelle valitsemalla dissosioitujen muuttujien todennäköisyydet sopiviksi. Uudet raja-arvomme valottavat aiempien relaksaatioon perustuvien ja mallipohjaisten approksimaatioiden välistä yhteyttä ja yhdistävät ne konkreettisiksi valinnoiksi laajemmassa suunnitteluavaruudessa. Näytämme myös, miten teoriamme avulla tavallinen relaatiotietokannan hallintajärjestelmä (DBMS) pystyy sekä ylä- että alarajoittamaan kovia todennäköisyyskyselyjä taatusti polynomiajassa.

**Tulos**

Boolen funktioiden todennäköisyyden unohdetut rajat (Oblivious Bounds)

**Esimerkki 2.24**

Muotiteollisuudessa tilausten aikataulutus keskittyy tuotantotilausten jakamiseen sopiville tuotantolinjoille. Todellisuudessa ennen kuin uusi tilaus voidaan ottaa tuotantoon, on suoritettava joukko toimintoja, joita kutsutaan tuotantoa edeltäviksi tapahtumiksi. Lisäksi todellisessa tuotantoprosessissa eri epävarmuustekijöiden vuoksi kunkin tilauksen päivittäinen tuotantomäärä ei aina vastaa odotuksia. Tässä tutkimuksessa tutkitaan muotiteollisuuden vankkoja tilausten aikataulutusongelmia ottamalla huomioon tuotantoa edeltävät tapahtumat ja päivittäisen tuotantomäärän epävarmuustekijät monitavoitteisen evoluutioalgoritmin (MOEA) avulla, jota kutsutaan nimellä nondominated sorting adaptive differential evolution (NSJADE). Kokeelliset tulokset osoittavat, että tuotantoa edeltävien tapahtumien huomioon ottaminen muotiteollisuuden tilausten aikataulutusongelmissa on ensiarvoisen tärkeää. Lisäksi paljastuu, että päivittäisen tuotantomäärän epävarmuus vaikuttaa voimakkaasti tilausten aikataulutukseen.

**Tulos**

Vankka tilausten aikataulutus muotiteollisuudessa: Monitavoitteinen optimointimenetelmä

**Esimerkki 2.25**

Esitämme systemaattisen analyysin diskreetin korkean tason päättelyn ja jatkuvan matalan tason päättelyn integroinnin tasoista, jotta voidaan ratkaista robotiikan hybridisuunnittelun ongelmia. Tunnistamme neljä erilaista strategiaa tällaista integrointia varten: (i) matalan tason tarkistukset tehdään kaikille mahdollisille tapauksille etukäteen ja sitten tätä tietoa käytetään suunnitelman luomisessa, (ii) matalan tason tarkistukset tehdään juuri silloin, kun niitä tarvitaan suunnitelman etsinnän aikana, (iii) ensin lasketaan kaikki suunnitelmat ja sitten suodatetaan toteutumattomat suunnitelmat ja (iv) uudelleensuunnittelun avulla suunnitelman löydyttyä matalan tason tarkistukset tunnistavat, onko suunnitelma toteuttamiskelvoton vai ei; jos suunnitelma on toteuttamiskelvoton, lasketaan uusi suunnitelma ottaen huomioon aiempien matalan tason tarkistusten tulokset. Suoritamme kokeita hybridisuunnittelun ongelmista robottimanipulaation ja jalkajalkaisen liikkumisen aloilla ottaen huomioon nämä neljä integrointimenetelmää sekä joitakin niiden yhdistelmiä. Analysoimme integrointitasojen hyödyllisyyttä näillä aloilla sekä laskennallisen tehokkuuden (ajallisesti ja tilallisesti) että suunnitelman laadun kannalta suhteessa sen toteutettavuuteen. Keskustelemme kunkin strategian eduista ja haitoista kokeellisten tulosten valossa ja annamme joitakin ohjeita sopivien strategioiden valitsemiseksi tietylle alalle.

**Tulos**

Matalan tason päättelyn ja tehtävien suunnittelun integroinnin tasot.

**Esimerkki 2.26**

Neuraalisen konekääntämisen (NMT) tavoitteena on ratkaista konekäännösongelmia puhtaasti neuroverkoilla, ja sen tulokset ovat viime vuosina olleet lupaavia. Useimmat nykyisistä NMT-malleista ovat kuitenkin topologialtaan matalia, ja yksittäisen NMT-mallin ja parhaan perinteisen MT-järjestelmän välillä on edelleen suorituskykyero. Tässä työssä esittelemme uudenlaisen lineaaristen yhteyksien tyypin, nimeltään fast-forward-yhteydet, jotka perustuvat syvään LSTM-verkkoon (Long Short-Term Memory), sekä lomitetun kaksisuuntaisen tavan niiden pinoamiseen. Fastforward-yhteyksillä on olennainen rooli gradienttien etenemisessä syvyyden 16 syvyystopologian rakentamisessa. WMT'14 Englishto-French -tehtävässä saavutettiin BLEU=37,7 yhdellä huomiomallilla, mikä on 6,2 BLEU-pistettä parempi kuin vastaava yksittäinen matala malli. Tämä on ensimmäinen kerta, kun yksittäinen NMT-malli saavuttaa huippuluokan suorituskyvyn ja ylittää parhaan perinteisen mallin 0,7 BLEU-pisteellä. Vaikka huomiomekanismia ei otettaisikaan huomioon, saavutetaan silti BLEU=36,3. Tuntemattomien sanojen erityiskäsittelyn ja mallien yhdistämisen jälkeen saimme tässä tehtävässä parhaan tuloksen, BLEU=40,4. Mallimme on todennettu myös vaikeammassa WMT'14-englannista saksaksi -tehtävässä.

**Tulos**

Syvät rekursiiviset mallit, joissa on nopeat eteenpäin suuntautuvat yhteydet neuraalista konekääntämistä varten

**Esimerkki 2.27**

Tila-avaruusmalleja käytetään menestyksekkäästi monilla tieteen, tekniikan ja talouden aloilla aikasarjojen ja dynaamisten järjestelmien mallintamiseen. Esittelemme täysin Bayesin lähestymistavan epälineaaristen ei-parametristen tila-avaruusmallien päättelyyn ja oppimiseen (ts. tilan estimointiin ja järjestelmän tunnistamiseen). Asetamme Gaussin prosessin priorin tilasiirtymän dynamiikan päälle, minkä tuloksena saadaan joustava malli, joka pystyy kuvaamaan monimutkaisia dynaamisia ilmiöitä. Tehokkaan päättelyn mahdollistamiseksi marginalisoimme siirtymädynamiikan funktion ja päättelemme suoraan yhteisen tasoitusjakauman käyttämällä erityisesti räätälöityjä hiukkasmarkovin ketjujen Monte Carlo -näytteenottimia. Kun näyte tasoitusjakaumasta on laskettu, tilansiirtymiä ennustava jakauma voidaan muotoilla analyyttisesti. Lähestymistapamme säilyttää mallin täyden ei-parametrisen ilmaisuvoiman ja voi hyödyntää harvoja Gaussin prosesseja laskennallisen monimutkaisuuden vähentämiseksi huomattavasti.

**Tulos**

Bayesilainen päättely ja oppiminen Gaussin prosessin tila-avaruusmalleissa hiukkas MCMC:llä.

**Esimerkki 2.28**

Tässä tutkimuksessa esitellään kokonaisuuteen perustuva lähestymistapa online-koneoppimiseen. Lähestymistapamme perusluokittelijoiden kokonaisuus saadaan oppimalla Naïve Bayes -luokittelijoita erilaisilla harjoitusjoukoilla, jotka luodaan projisoimalla alkuperäinen harjoitusjoukko matalamman ulottuvuuden avaruuteen. Ehdotamme mekanismia, jonka avulla voidaan oppia tietosarjoja käyttämällä datapalojen paradigmaa. Useilla UCI:n tietokokonaisuuksilla ja yhdellä synteettisellä tietokokonaisuudella tehdyt kokeet osoittavat, että ehdotettu lähestymistapa toimii huomattavasti paremmin kuin eräät tunnetut online-oppimisalgoritmit.

**Tulos**

Kokonaisuuteen perustuva online-oppimisalgoritmi suoratoistodataa varten

**Esimerkki 2.29**

Viimeaikaiset sanaesityksiä koskevat työt perustuvat useimmiten ennakoiviin malleihin. Hajautetut sanaedustukset (eli sanojen upotukset) koulutetaan ennustamaan optimaalisesti yhteyksiä, joissa vastaavat sanat yleensä esiintyvät. Tällaisilla malleilla on onnistuttu kuvaamaan sanojen samankaltaisuuksia sekä semanttisia ja syntaktisia säännönmukaisuuksia. Sen sijaan pyrimme herättämään uudelleen kiinnostuksen laskentaan perustuvaan malliin. Esitämme systemaattisen tutkimuksen Hellingerin etäisyyden käytöstä semanttisten representaatioiden poimimiseksi suurten tekstikorpusten sanojen yhteisesiintymistilastoista. Osoitamme, että tämä etäisyys antaa hyvän suorituskyvyn sanojen samankaltaisuus- ja analogiatehtävissä, kun konteksti on oikeanlainen ja sopivan kokoinen ja kun ulottuvuuden vähentäminen perustuu stokastiseen matalan sijan approksimaatioon. Sen lisäksi, että menetelmä on yksinkertainen ja intuitiivinen, se tarjoaa myös koodausfunktion, jota voidaan käyttää tuntemattomien sanojen tai lauseiden päättelyyn. Tästä tulee selkeä etu verrattuna ennustemalleihin, joiden on koulutettava nämä uudet sanat.

**Tulos**

Laskentaan perustuvien mallien kuntouttaminen sanavektoriedustuksia varten

**Esimerkki 2.30**

Tässä asiakirjassa sisällytämme sanojen upottamiseen epäsuorasti morfeemitiedon. Morfemi-informaation hyödyntämisstrategian perusteella ehdotetaan kolmea mallia. Testataksemme mallien suorituskykyä suoritamme sanojen samankaltaisuuden ja syntaktisen analogian. Tulokset osoittavat menetelmiemme tehokkuuden. Mallimme päihittävät vertailevat perusmallit molemmissa tehtävissä suuressa määrin. Kultaisessa standardissa Wordsim-353 ja RG-65 mallimme päihittävät CBOW:n noin 5 ja 7 prosentilla. Lisäksi 7 prosentin etumatka saavutetaan malleillamme myös syntaktisessa analyysissä. Parametrianalyysin mukaan mallimme voivat lisätä korpuksen semanttista informaatiota, ja suorituskykymme pienimmässä korpuksessa on samanlainen kuin CBOW:n suorituskyky korpuksessa, joka on viisinkertainen. Tällä menetelmiemme ominaisuudella voi olla joitakin myönteisiä vaikutuksia korpusrajoitettuja kieliä koskeviin NLP-tutkimuksiin.

**Tulos**

Morfologisen tiedon implisiittinen sisällyttäminen sanojen sulauttamiseen

**Esimerkki 2.31**

Ehdotan kehystä, jonka avulla agentti voi muuttaa todennäköisyysuskomuksiaan, kun havaitaan uusi propositionaalinen tieto α. Perinteisesti uskomusten muuttaminen tapahtuu joko tarkistusprosessin tai päivitysprosessin avulla riippuen siitä, onko agentti saanut tietoa α:sta staattisessa maailmassa vai onko α "signaali" ympäristöstä jonkin tapahtuman vuoksi. Boutilier ehdotti laadullisen uskomusten muutoksen yhtenäistä mallia, jossa "yhdistyvät revision ja päivityksen näkökohdat, mikä antaa realistisemman kuvauksen uskomusten muutoksesta". Tässä artikkelissa ehdotan kvantitatiivisen uskomusmuutoksen yhtenäistä mallia, jossa agentin uskomukset esitetään todennäköisyysjakaumana mahdollisten maailmojen yli. Boutilierin tavoin otan dynaamisten järjestelmien näkökulman. Ehdotettua lähestymistapaa arvioidaan useita rationaalisuuspostauksia vastaan, ja joitakin lähestymistavan ominaisuuksia selvitetään. Hankittu tieto voi johtua maailman kehittymisestä tai maailmasta tehdyistä paljastuksista. Toisin sanoen ihminen voi huomata jonkin muuttuvan ympäristön tuottaman "signaalin" avulla, että ympäristö on muuttunut, tai hän voi saada tiedon riippumattomalta toimijalta staattisessa ympäristössä siitä, että jokin "tosiasia" pitää paikkansa. Tässä työssä käsittelen sellaisten agenttien uskomusten muuttumista, jotka käsittelevät epävarmuutta ylläpitämällä todennäköisyysjakaumaa mahdollisista tilanteista. Tämän kehyksen agenteilla on myös malleja epädeterministisille tapahtumille ja meluisille havainnoille. Meluisten havaintojen mallit voivat mallintaa epätäydellisiä aistilaitteita ympäristösignaalien vastaanottamiseksi, mutta ne voivat myös mallintaa epäluotettavia informantteja staattisessa maailmassa. Tässä artikkelissa taustoitan Boutilierin (1998) työtä, koska sillä on useita yhteyksiä tämän työn kanssa ja koska se oli tämän työn siemen. Tarkoitukseni ei kuitenkaan ole yksinkertaisesti antaa todennäköisyyspohjaista versiota hänen Generalized Update Semantics -teoksestaan. Boutilier (1998) esittelee mallin, jolla voidaan yhdistää laadullinen uskomusten tarkistaminen ja päivittäminen, ja minä perustan hänen työnsä esittämällä yhtenäisen mallin uskomusten tarkistamisesta ja päivittämisestä stokastisessa (todennäköisyyspohjaisessa) ympäristössä. Hänen tapaansa otan myös dynaamisten järjestelmien näkökulman. Kvantitatiivisen lähestymistapani ansiosta agentti voi ylläpitää todennäköisyysjakaumaa Copyright c © 2015, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. niiden maailmojen yli, joita se pitää mahdollisina, käyttäen muutoksen odotussemantiikkaa. Tämä on vastakohta Boutilierin "yleistetyn päivityksen" lähestymistavalle, jossa käytetään todennäköisimmän tapahtuman ja todennäköisimmän maailman lähestymistapaa. Lopuksi ehdotukseni edellyttää kompromissitekijää, jolla sekoitetaan todennäköisyysjakauman muutokset mahdollisissa maailmoissa, jotka johtuvat todennäköisyysuskomusten tarkistusprosessista ja todennäköisyysuskomusten päivitysprosessista. Boutilierin mallissa tarkistaminen ja päivittäminen on kytketty tiukemmin toisiinsa. Tästä syystä hänen lähestymistapaansa on parempi kutsua "yhtenäiseksi", kun taas minun lähestymistapaani kutsutaan "hybridiksi". Uskomusten muutosyhteisö ei tutki uskomusten probabilistista päivittämistä; sitä tutkitaan lähes yksinomaan Bayesin ehdollistamista käyttävissä kehyksissä - tapahtumien ja toimien mallintamiseen dynaamisilla aloilla (esim. DBN:t, MDP:t, POMDP:t) (Koller ja Friedman, 2009; Poole ja Mackworth, 2010, esim.). Lähestymistapani päivittämisestä vastaava osa pysyy Bayesin kehyksessä, mutta siinä yhdistyvät uskomusten päivittämisen olennaiset elementit havaitsemattomien tapahtumien kanssa ja uskomusten päivittäminen osittain havaittavissa olevan Markov-päätösprosessin (POMDP) tilan estimointina. Toisaalta todennäköisyyspohjaisesta uskomusten tarkistamisesta on runsaasti kirjallisuutta (esimerkiksi Voorbraak, 1999; Grove ja Halpern, 1998; Kern-Isberner, 2008; Yue ja Liu, 2008). Aihe on sekä syvällinen että laaja. Yhtä ainoaa hyväksyttyä lähestymistapaa ei ole, eikä tämän artikkelin aiheena ole kiistellä siitä, mikä on paras. Valitsen yhden kohtuullisen, käsillä olevaan tehtävään sopivan menetelmän todennäköisyyksien uskomusten tarkistamiseen. Ensimmäisessä jaksossa tarkastellaan Boutilierin "yleistettyä päivitystä". Seuraavassa jaksossa esittelen stokastisen päivityksen ja stokastisen tarkistuksen, ja päädyn lopulta "hybridi stokastiseen uskomusmuutokseen" (HSBC). Viimeisessä jaksossa esitellään Boutilierin artikkelin (1998) innoittama esimerkki ja analysoidaan tuloksia. Joitakin todistuksia on jätetty pois tilan säästämiseksi; ne ovat saatavilla pyynnöstä. Boutilierin yleistetty päivitys Käytän Boutilierin merkintätapoja ja kuvauksia, paitsi että minulle sopii paremmin α ja β kuvaamaan lauseita A:n ja B:n sijasta. Oletetaan, että agentilla on deduktiivisesti suljettu uskomusjoukko K, joukko jostakin loogisesta kielestä poimittuja lauseita, jotka heijastavat agentin uskomuksia maailman senhetkisestä tilasta. Esittämisen helpottamiseksi oletan ar X iv :1 60 4. 02 12 6v 1 [ cs .A I] 7 A pr 2 01 6 loogisesti äärellisen, klassisen propositionaalisen kielen, jota merkitään L:llä (LCPL Boutilierissa (1998)), ja seurausoperaation Cn . Uskomusjoukko K luodaan usein jonkin äärellisen tietopohjan KB avulla (eli K = Cn(KB)). Identtisesti oikeita ja vääriä lauseita merkitään vastaavasti > ja ⊥. Kun on annettu joukko mahdollisia maailmoja W (tai arvostuksia L:n yli) ja α ∈ L, α-maailmojen joukkoa, eli W:n elementtejä, jotka täyttävät α:n, merkitään ||α|||. Joukon K kaikki lauseet täyttäviä maailmoja merkitään ||K||.

**Tulos**

Stokastisesta uskomusten tarkistamisesta ja päivittämisestä sekä niiden yhdistelmästä

**Esimerkki 2.32**

Pienen määrän poikkeavien havaintojen havaitseminen tietomäärästä on aina haastavaa. Ongelma on vaikeampi useiden verkkonäytteiden tapauksessa, jossa verkkonäytteen poikkeavan asteen laskeminen ei yleensä riitä. Itse asiassa yhtä tärkeää on myös selittää, miksi verkko on poikkeuksellinen, aliverkon muodossa ilmaistuna. Tässä artikkelissa kehitämme uuden algoritmin, jolla voidaan ratkaista nämä kaksi keskeistä ongelmaa. Käsittelemme kutakin verkkonäytettä potentiaalisena poikkeavana ja tunnistamme aliverkot, jotka useimmiten erottavat sen läheisistä tavallisista näytteistä. Algoritmi on kehitetty verkon regression puitteissa yhdistettynä sekä verkon topologiaa että L1-normin kutistumista koskeviin rajoituksiin aliverkkojen löytämiseksi. Menetelmämme menee siten aliavaruuden/aligraafin löytämistä pidemmälle, ja osoitamme, että se konvergoi globaaliin optimiin. Arviointi erilaisilla reaalimaailman verkkoaineistoilla osoittaa, että algoritmimme ei ainoastaan päihitä perusmenetelmiä sekä verkko- että suurten ulottuvuuksien asetelmassa, vaan myös löytää erittäin merkityksellisiä ja tulkittavissa olevia paikallisia aliverkkoja, mikä parantaa entisestään ymmärrystämme anomaalisista verkoista.

**Tulos**

Verkkodatan poikkeamien havaitseminen aliverkkotulkinnan avulla

**Esimerkki 2.33**

Gumbelin temppu on menetelmä, jolla voidaan ottaa näyte diskreetistä todennäköisyysjakaumasta tai arvioida sen normalisoiva jakofunktio. Menetelmä perustuu siihen, että jakaumaan sovelletaan toistuvasti satunnaista häiriötä tietyllä tavalla ja ratkaistaan joka kerta todennäköisin konfiguraatio. Johdamme kokonaisen perheen asiaan liittyviä menetelmiä, joista Gumbelin temppu on yksi, ja osoitamme, että uusilla menetelmillä on paremmat ominaisuudet useissa tilanteissa minimaalisilla laskennallisilla lisäkustannuksilla. Jotta Gumbel-temppu tuottaisi laskennallisia etuja diskreeteissä graafisissa malleissa, kaikkien konfiguraatioiden Gumbel-häiriöt korvataan tyypillisesti niin sanotuilla matalan sijan häiriöillä. Näytämme, miten uusien menetelmiemme alaryhmä soveltuu tähän asetelmaan, todistamme uusia ylä- ja alarajoja log-osiofunktiolle ja johdamme peräkkäisten näytteenottajien perheen Gibbsin jakaumalle. Lopuksi tasapainotamme keskustelua osoittamalla, miten Gumbelin tempun yksinkertaisempi analyyttinen muoto mahdollistaa uusia teoreettisia tuloksia.

**Tulos**

Gumbel-tempun kadonneet sukulaiset

**Esimerkki 2.34**

Tässä tutkimuksessa selvitetään, onko sanan a priori-merkityksen määrittäminen ehdottoman välttämätöntä vai voidaanko sanan merkitys asiayhteydessä määritellä pelkän koostumuksen avulla. Arvioimme valmiiden yhden vektorin ja usean aistivektorin vektorimallien suorituskykyä vertailulausekkeiden samankaltaisuustehtävässä ja uudessa sana-aistien erottelutehtävässä. Havaitsemme, että yhden merkityksen vektorimallit suoriutuvat yhtä hyvin tai paremmin kuin monimerkityksiset vektorimallit, vaikka niiden alkeisrepresentaatiot eivät ole yhtä puhtaita. Tuloksemme osoittavat lisäksi, että yksinkertaiset koostumustoiminnot, kuten pistemäinen yhteenlasku, pystyvät palauttamaan merkityskohtaista tietoa yhden merkityksen vektorimallin huomautuksesta...

**Tulos**

Yksi esitys per sana - onko se järkevää säveltämisessä?

**Esimerkki 2.35**

Vaikka faktatietokysymysten vastaamisessa (QA) on tapahtunut huomattavaa edistystä, monimutkaisiin kysymyksiin vastaaminen on edelleen haastavaa, sillä se vaatii tyypillisesti sekä laajaa tietämystä että päättelytekniikoita. Avoin tiedonlouhinta (Open Information Extraction, Open IE) tarjoaa keinon tuottaa puolistrukturoitua tietoa laadunvalvontaa varten, mutta toistaiseksi tällaista tietoa on käytetty vain yksinkertaisiin kysymyksiin vastaamiseen hakupohjaisilla menetelmillä. Tämä rajoitus korjataan esittelemällä menetelmä Open IE -tiedon päättelyyn, jonka avulla voidaan käsitellä monimutkaisempia kysymyksiä. Käyttämällä hiljattain ehdotettua tukigraafin optimointikehystä laadunvarmistusta varten kehitämme uuden päättelymallin Open IE:lle, erityisesti sellaisen, joka voi toimia tehokkaasti useiden lyhyiden faktojen, kohinan ja tuplien relaatiorakenteen kanssa. Mallimme päihittää merkittävästi uusimman rakenteisen ratkaisun monimutkaisissa ja vaikeudeltaan vaihtelevissa kysymyksissä ja poistaa samalla riippuvuuden manuaalisesti kuratoidusta tiedosta.

**Tulos**

Monimutkaisiin kysymyksiin vastaaminen avoimen tiedonlouhinnan avulla

**Esimerkki 2.36**

Rajoituksiin perustuva kausaalisten tekijöiden löytäminen rajallisesta aineistosta on tunnetusti vaikea haaste, koska riippumattomuustestiä koskevat päätökset ovat usein rajallisia. Viime aikoina on ehdotettu useita lähestymistapoja ennusteiden luotettavuuden parantamiseksi hyödyntämällä riippumattomuustiedon redundanssia. Vaikka nykyiset lähestymistavat ovatkin lupaavia, niiden tarkkuutta ja skaalautuvuutta voidaan vielä parantaa huomattavasti. Esittelemme uuden menetelmän, joka vähentää hakuavaruuden kombinatorista räjähdysmäistä kasvua käyttämällä kausaalitiedon karkeampaa esitystapaa, mikä lyhentää laskenta-aikaa huomattavasti. Lisäksi ehdotamme menetelmää, jolla kausaaliennusteet pisteytetään niiden luotettavuuden perusteella. Ratkaisevaa on myös se, että toteutuksemme avulla voidaan helposti yhdistää havainnointi- ja toimenpidetietoja ja sisällyttää erityyppistä saatavilla olevaa taustatietoa. Todistamme menetelmämme järkevyyden ja asymptoottisen johdonmukaisuuden ja osoitamme, että se voi olla synteettisellä datalla nopeampi kuin nykyiset ratkaisut, sillä se nopeuttaa toimintaa useita kertaluokkia. Havainnollistamme menetelmän käytännön toteutettavuutta soveltamalla sitä haastavaan proteiinidataan.

**Tulos**

Esi-isien syy-seuraussuhteiden päättely

**Esimerkki 2.37**

Tutkimme sulautettuja binarisoituja neuroverkkoja (embedded Binarized Neural Networks, eBNN), jotta kirjallisuudessa nykyisin esitetyt binarisoidut neuroverkot (binarized Neural Networks, BNN) voisivat suorittaa feedforward-opintoja tehokkaasti pienissä sulautetuissa laitteissa. Keskitymme minimoimaan tarvittavan muistijalanjäljen, koska näissä laitteissa on usein vain kymmenien kilotavujen (KB) kokoinen muisti. Sen lisäksi, että minimoimme painojen tallentamiseen tarvittavan muistin, kuten BNN:ssä, osoitamme, että on olennaista minimoida väliaikaisten muistien, jotka pitävät sisällään kerrosten välisiä välituloksia feedforward-esiintymisessä, käyttämä muisti. Tämän saavuttamiseksi eBNN järjestää päättelyn laskennan uudelleen säilyttäen alkuperäisen BNN-rakenteen ja käyttää vain yhtä liukulukulaskennan väliaikaista muistia koko neuroverkossa. Kaikki kerroksen välitulokset tallennetaan binääriarvoina nykyisissä BNN-toteutuksissa käytettävien liukulukujen sijaan, mikä vähentää tarvittavaa väliaikaistilaa 32-kertaisesti. Tarjoamme empiiristä näyttöä siitä, että ehdotettu eBNN-lähestymistapa mahdollistaa tehokkaan päättelyn (10 ms) laitteissa, joissa on erittäin rajallinen muisti (10 KB). Esimerkiksi eBNN saavuttaa 95 prosentin tarkkuuden MNIST-tietokannassa Intel Curie -laitteella, jossa on vain 15 kilotavua käyttökelpoista muistia, ja päättelyn suoritusaika on alle 50 ms näytettä kohti. Helpottaaksemme sovellusten kehittämistä sulautetuissa ympäristöissä annamme saataville lähdekoodimme, jonka avulla käyttäjät voivat kouluttaa ja löytää eBNN-malleja oppimistehtävää varten, jotka sopivat kohdelaitteen muistirajoituksiin.

**Tulos**

Sulautetut binaarisoidut neuroverkot

**Esimerkki 2.38**

Tässä artikkelissa muotoillaan uusi graafien ongelma: etsitään täysin yhdistetyn graafin reunojen minimaalinen osajoukko, joka sisältää kaikki jänneväliset puut tietylle aligraafien joukolle. Tämä muotoilu on motivoitu tietokoneellisen kielitieteen valvomattomalla kieliopin induktio-ongelmalla. Esitämme reduktion joihinkin tunnettuihin ongelmiin ja algoritmeihin graafiteoriasta, annamme laskennallisen monimutkaisuuden tuloksia ja kuvaamme approksimointialgoritmin.

**Tulos**

Matroidien osuma-joukot ja valvomaton riippuvuuskieliopin induktio

**Esimerkki 2.39**

Biologisten näköjärjestelmien innoittamana kasvontunnistuksessa on viime vuosikymmeninä yhä useammin hyödynnetty paikallisia piirteitä, joilla on valtava kardinaliteetti. Näin ollen piirteiden valinnasta on tullut yhä tärkeämpää, ja sillä on ratkaiseva merkitys kasvotietojen kuvaamisessa ja tunnistamisessa. Tässä artikkelissa ehdotamme koulutettavaa ominaisuuksien valintaalgoritmia, joka perustuu säänneltyyn kehykseen kasvojen tunnistusta varten. Pakottamalla harvinaisuusrangaistustermi minimiruutuvirhekriteeriin (MSE) muunnamme ominaisuuksien valintaongelman yhdistelmäkohtaiseksi harvan approksimaation ongelmaksi, joka voidaan ratkaista ahneilla menetelmillä tai koverilla relaksaatiomenetelmillä. Lisäksi ehdotamme samaan kehykseen perustuvaa Ho-Kashyapin (HK) harva-arvomenettelyä, jolla saadaan samanaikaisesti optimaalinen harva-arvoratkaisu ja vastaava MSE-kriteerin marginaalivektori. Ehdotettuja menetelmiä käytetään kasvokuvien informatiivisimpien Gabor-piirteiden valitsemiseen tunnistusta varten, ja kokeelliset tulokset kasvotietokannoista osoittavat, että menetelmien tehokkuus on hyvä.

**Tulos**

Ominaisuuksien valinta harvan approksimaation avulla kasvojen tunnistusta varten

**Esimerkki 2.40**

Lentoturvallisuusraportointijärjestelmään kerätään vapaaehtoisesti toimitettuja raportteja lentoturvallisuusonnettomuuksista, jotta voidaan helpottaa tutkimustyötä, jonka tavoitteena on vähentää tällaisia onnettomuuksia. Jotta vaaratilanteita voitaisiin vähentää tehokkaasti, on erittäin tärkeää selvittää tarkasti, miksi vaaratilanteet ovat sattuneet. Tarkemmin sanottuna syiden tunnistaminen tarkoittaa, että kun on olemassa joukko mahdollisia syitä eli vaikuttavia tekijöitä, on tunnistettava kaikki ja vain ne vaikuttavat tekijät, jotka ovat vastuussa raportissa kuvatuista vaaratilanteista. Tutkimme kahta lähestymistapaa syiden tunnistamiseen. Molemmissa lähestymistavoissa hyödynnetään semanttisen sanaston tarjoamaa tietoa, joka on automaattisesti muodostettu Thelenin ja Riloffin Basilisk-kehyksen avulla, jota on täydennetty meidän kielellisillä ja algoritmisilla muutoksillamme. Ensimmäisessä lähestymistavassa raportti merkitään käyttämällä yksinkertaista heuristiikkaa, jossa raportista etsitään semanttisen leksikon oppimisprosessin aikana hankittuja sanoja ja lauseita. Toisessa lähestymistavassa syiden tunnistaminen muutetaan tekstin luokitteluun liittyväksi ongelmaksi, jossa käytetään valvottuja ja transduktiivisia tekstiluokittelualgoritmeja mallien oppimiseen tapahtumaraporteista, jotka on leimattu muokkaavilla tekijöillä, ja mallien avulla leimataan näkymättömiä raportteja. Kokeemme osoittavat, että sekä heuristiikkapohjainen lähestymistapa että oppimiseen perustuva lähestymistapa (kun niille annetaan riittävästi harjoitusdataa) päihittävät perusjärjestelmän huomattavasti.

**Tulos**

Syyjen tunnistaminen lentoturvallisuusonnettomuusraporteista heikosti valvotun semanttisen sanaston rakentamisen avulla.

**Esimerkki 2.41**

Matriisifaktorointi (MF) ja automaattinen kooderi (AE) ovat menestyksekkäimpiä valvomattoman oppimisen lähestymistapoja. MF-pohjaisia malleja on hyödynnetty laajasti graafien mallintamisen ja linkkien ennustamisen kirjallisuudessa, mutta AE-perheeseen ei ole kiinnitetty paljon huomiota. Tässä artikkelissa tutkimme sekä MF:n että AE:n soveltamista linkkien ennustamisongelmaan harvoissa graafeissa. Näytämme AE:n ja MF:n välisen yhteyden monikuvio-oppimisen näkökulmasta ja ehdotamme lisäksi MF+AE:tä: mallia, joka kouluttaa MF:n ja AE:n yhdessä jaetuilla parametreilla. Sovellamme dropout-mallia sekä MF- että AE-osien harjoitteluun ja osoitamme, että se voi merkittävästi estää ylisovittamisen toimimalla mukautuvana regularisaationa. Teemme kokeita kuudella todellisella harvan graafin tietokokonaisuudella ja osoitamme, että MF+AE on jatkuvasti parempi kuin kilpailevat menetelmät, erityisesti tietokokonaisuuksissa, joissa on voimakkaita ei-yhtenäisiä rakenteita.

**Tulos**

Matriisifaktoroinnin ja automaattisen koodaajan pudotuskoulutus linkkien ennustamiseen harvoissa graafeissa (Dropout Training of Matrix Factorization and Autoencoder for Link Prediction in Sparse Graphs)

**Esimerkki 2.42**

Kehitämme uuden mallin vuorovaikutteista kysymysvastausta (IQA) varten, jossa käytetään GatedRecurrent-Unit-rekurrenssiverkkoja (GRU) lausumien ja kysymysten koodaajina ja toista GRU:ta tulosteiden dekoodaajana. Aiemmista töistä poiketen lähestymistapamme käyttää kontekstiriippuvaista sanatason huomiota tarkempien lausumarepresentaatioiden aikaansaamiseksi ja kysymysohjattua lausetason huomiota paremman kontekstin mallintamiseksi. Näiden mekanismien avulla mallimme ymmärtää tarkasti, milloin se voi antaa vastauksen tai milloin se tarvitsee lisäsyötteenä lisäkysymyksen. Kun palaute on saatavilla, käyttäjän palaute koodataan ja sitä käytetään suoraan lauseen tason huomion päivittämiseen vastauksen päättelemiseksi. Laajat kokeet QA ja IQA -tietoaineistoilla osoittavat kvantitatiivisesti mallimme tehokkuuden ja parantavat sitä huomattavasti perinteisiin QA-malleihin verrattuna.

**Tulos**

KONTEKSTITIETOINEN HUOMIOVERKKO VUOROVAIKUTTEISEEN KYSYMYKSIIN VASTAAMISEEN

**Esimerkki 2.43**

Hajautetun rajoitusoptimoinnin ala on saanut viime vuosina lisää vauhtia, koska sen avulla voidaan ratkaista erilaisia moniagenttiyhteistyöhön liittyviä sovelluksia. Distributed Constraint Optimization Problems (DCOP) -ongelmien ratkaiseminen optimaalisesti on kuitenkin NP-vaikeaa. Siksi laajamittaisissa, monimutkaisissa sovelluksissa tarvitaan epätäydellisiä DCOP-algoritmeja. Nykyiset epätäydelliset DCOP-algoritmit kärsivät yhdestä tai useammasta seuraavista rajoituksista: a) ne löytävät paikallisia minimejä antamatta laatutakuita, b) tarjoavat löyhän laadunarvioinnin tai c) eivät pysty hyödyntämään ongelman rakennetta, kuten alasta riippuvaista tietoa ja kovia rajoitteita. Tämän vuoksi ehdotamme DCOP-ongelmien ratkaisemiseksi hajautettua suurta naapuruushakua (Distributed Large Neighborhood Search, D-LNS), jossa hyödynnetään keskitetyn rajoitteiden ratkaisun strategioita. Ehdotettu kehys (ja sen uusi korjausvaihe) antaa takeita ratkaisun laadusta, tarkentaa ylä- ja alarajoja iteratiivisen prosessin aikana ja voi hyödyntää alasta riippuvia rakenteita. Kokeelliset tulokset osoittavat, että D-LNS on parempi kuin muut epätäydelliset DCOP-algoritmit sekä strukturoiduissa että strukturoimattomissa ongelmatapauksissa.

**Tulos**

DCOP-ongelmien ratkaiseminen hajautetulla suurella naapuruushaulla (Large Neighborhood Search)

**Esimerkki 2.44**

Esittelemme Deep Speakerin, neuraalisen puhujan sulautusjärjestelmän, joka kartoittaa lausumia hypersfäärille, jossa puhujan samankaltaisuutta mitataan kosinin samankaltaisuudella. Deep Speakerin tuottamia upotuksia voidaan käyttää moniin tehtäviin, kuten puhujan tunnistamiseen, todentamiseen ja klusterointiin. Kokeilemme ResCNN- ja GRU-arkkitehtuureja akustisten piirteiden poimimiseksi, sen jälkeen keskitämme puhujatason puhujan upotusten tuottamiseksi ja harjoittelemme käyttämällä kosinin samankaltaisuuteen perustuvaa triplettihäviötä. Kolmella eri tietokokonaisuudella tehdyt kokeet osoittavat, että Deep Speaker on parempi kuin DNN-pohjainen i-vektoriperusta. Deep Speaker esimerkiksi vähentää (suhteellisesti) 50 % verifiointivirheitä ja parantaa (suhteellisesti) 60 % tunnistustarkkuutta tekstistä riippumattomassa tietokokonaisuudessa. Esitämme myös tuloksia, jotka viittaavat siihen, että mandariinikielellä koulutetun mallin mukauttaminen voi parantaa englanninkielisen puhujan tunnistustarkkuutta.

**Tulos**

Deep Speaker: päästä päähän ulottuva neuraalinen kaiuttimen sulautusjärjestelmä

**Esimerkki 2.45**

Shannonin informaatioentropia mittaa tapahtuman lopputuloksen epävarmuutta. Jos systeemiä koskeva oppiminen heijastaa epävarmuuden vähenemistä, on uskottavaa, että oppimiseen pitäisi liittyä organismin toiminnan ja/tai havaintotilojen entropian väheneminen. Tutkiakseni, onko tämä intuitio pätevä, tutkin keinotekoista organismia - yksinkertaista robottia - joka oppi navigoimaan areenalla ja analysoin lopputulosmuuttujien toiminnan, tilan ja palkkion entropiaa. Entropia todellakin väheni oppimisen alkuvaiheessa, mutta kaksi tekijää mutkisti skenaariota: (1) oppimisprosessin aikana havaittujen uusien vaihtoehtojen käyttöönotto ja (2) havainto- ja ympäristötilojen muuttuvat mallit, jotka johtuivat muutoksista robotin opittuihin liikestrategioihin. Nämä tekijät johtivat siihen, että entropia kasvoi, kun agentti oppi. Lopetan puheenvuoroni keskusteluun oppimisen tietoon perustuvien luonnehdintojen hyödyllisyydestä.

**Tulos**

Merkitseekö oppiminen käyttäytymisen entropian vähenemistä?

**Esimerkki 2.46**

Tutkimme strukturoidun tuotoksen oppimisen ongelmaa regression näkökulmasta. Esitämme ensin yleisen muotoilun kernel-riippuvuusestimointimenetelmästä (KDE) tähän ongelmaan, jossa käytetään operaattoriarvoisia ytimiä. Muotoilumme poistaa alkuperäisen KDE-lähestymistavan kaksi tärkeintä rajoitusta, nimittäin kuva-avaruuden ulostulojen välisen irtikytkennän ja kyvyttömyyden käyttää yhteistä ominaisuusavaruutta. Sitten ehdotamme kovarianssiin perustuvaa operaattoriarvoista ydintä, jonka avulla voimme ottaa huomioon ytimen ominaisuusavaruuden rakenteen. Tämä kernel toimii ulostuloavaruudessa ja koodaa vain ulostulojen väliset vuorovaikutukset ilman viittauksia tuloavaruuteen. Tämän ongelman ratkaisemiseksi otamme käyttöön ehdolliseen kovarianssioperaattoriin perustuvan muunnoksen KDE-menetelmästämme, joka ottaa huomioon tulosteiden välisen korrelaation lisäksi myös tulomuuttujien vaikutukset. Lopuksi arvioimme KDE-menetelmämme suorituskykyä kolmessa strukturoidun tuotoksen ongelmassa ja vertaamme sitä uusimpiin kernelbiin perustuviin strukturoitujen tuotosten regressiomenetelmiin.

**Tulos**

Yleistetty ydinlähestymistapa strukturoidun tuotoksen oppimiseen

**Esimerkki 2.47**

Kestävän kaupunkisuunnittelun näkökulmasta on välttämätöntä tutkia kaupunkeja kokonaisvaltaisesti ja hyväksyä yllätyksiä kaupunkiympäristöjen reagoidessa tiettyihin strategioihin. Esimerkiksi kaupunkien sisäinen tiivistämisprosessi voi rajoittaa ilmansaasteita, hiilidioksidipäästöjä ja energiankulutusta vähentämällä liikennettä, mutta toisaalta siitä johtuvat katukanjonit voivat johtaa paikallisiin saastetasoihin, jotka voivat olla korkeampia kuin harvaan asutuissa kaupungeissa. Kokonaisvaltainen lähestymistapa kestävään kaupunkisuunnitteluun edellyttää eri mallien käyttämistä integroidulla tavalla, jolla voidaan simuloida kaupunkijärjestelmää. Koska tällaisten mallien yhteenliittäminen ei ole helppo tehtävä, yksi tärkeimmistä sovellettavista elementeistä on kaupunkien geometristen ominaisuuksien kuvaaminen "yhteentoimivalla" tavalla. Kun keskitytään ilmanlaatuun, joka on yksi merkittävimmistä kaupunkiongelmista, kaupungin geometriset piirteet voidaan kuvata esimerkiksi CityGML:ssä määritellyillä objekteilla, jotta voidaan soveltaa sopivaa ilmanlaatumallia kaupunki-ilman laadun arvioimiseksi ilmakehän virtaus- ja kemiallisten yhtälöiden perusteella. On yleisesti tunnustettu, että ontologiaan perustuva lähestymistapa voi tarjota yleisen ja vankan tavan yhdistää erilaisia malleja toisiinsa. Suora lähestymistapa, joka perustuu käsitteiden välisten vastaavuuksien luomiseen, ei kuitenkaan ole nykytilanteessa riittävä. On otettava huomioon muun muassa käsitteiden välisiin vastaavuuksiin liittyvät laskutoimitukset. Tässä asiakirjassa esitellään ensin teoreettista taustaa ja perusteluja 3D-kaupunkimallien ja muiden kestävään kehitykseen ja kaupunkisuunnitteluun liittyvien mallien yhteenliittämiselle. Sitten esitellään käytännön kokeilu, joka perustuu CityGML:n ja ilmanlaatumallin yhteenliittämiseen. Lähestymistapamme perustuu ilmanlaatumallien ontologian luomiseen ja ontologian välittäjänä toimivan kaupunkisuunnitteluprosessin ontologian (OUPP) laajentamiseen.

**Tulos**

Ontologiat ilmanlaatumallien ja 3D-kaupunkimallien integrointia varten

**Esimerkki 2.48**

Tutkimme puolivalvottua oppimismenetelmää, joka perustuu samankaltaisuusgrafiikkaan ja Regularisoituun Laplacianiin. Annamme Regularized Laplacian -menetelmälle kätevän optimointimuodon ja vahvistamme sen eri ominaisuudet. Erityisesti osoitamme, että menetelmän ydin voidaan tulkita diskreetin ja jatkuvan ajan satunnaiskävelyjen avulla ja että sillä on useita tärkeitä läheisyysmittojen ominaisuuksia. Sekä optimointi- että lineaarialgebran menetelmiä voidaan käyttää luokittelufunktioiden tehokkaaseen laskentaan. Osoitamme numeerisilla esimerkeillä, että Regularized Laplacian -menetelmä on kilpailukykyinen muihin uusimpiin puolivalvotun oppimisen menetelmiin nähden. Avainsanat: Puolivalvottu oppiminen, Graafipohjainen oppiminen, Regularisoitu Laplacian, Läheisyysmitta, Wikipedia-artikkelien luokittelu ∗ Vastaava kirjoittaja. K. Avrachenkov on Inria Sophia Antipolis, 2004 Route des Lucioles, 06902, Sophia Antipolis, Ranska k.avrachenkov@inria.fr † P. Chebotarev on Venäjän tiedeakatemian Trapeznikovin valvontatieteiden instituutti, 65 Profsoyuznaya Str.., Moskova, 117997, Venäjä ‡ A. Mishenin on Pietarin valtionyliopiston sovelletun matematiikan ja säätöprosessien tiedekunnasta, Peterhof, 198504, Venäjä § Tätä työtä ovat osittain tukeneet Campus France, Alcatel-Lucent Inria Joint Lab, EU:n hanke Congas FP7-ICT-2011-8-317672 ja RFBR:n apuraha nro 13-07-00990. L'Apprentissage Semi-supervisé avec Laplacian Régularisé Résumé : Nous étudions une méthode d'apprentissage semi-supervisé, basé sur le graphe de similarité et Laplacian régularisé. Nous formalisons la méthode comme un problème d'optimisation convexe et quadratique et nous établissons ses diverses propriétés. En particulier, nous montrons que le noyau de la méthode peut être interprété en termes des marches aléatoires en temps discret et continu et possède plusieurs propriétés importantes des mesures de proximité. Optimointitekniikoita ja algoritmitekniikoita voidaan käyttää luokitusfunktioiden tehokkaaseen laskemiseen. Nous démontrons sur des exemples numériques que la méthode de Laplacian régularisé est concurrentiel par rapport aux autres état de l'art méthodes d'apprentissage semi-supervisé. Mots-clés : Apprentissage Semi-supervisé, Apprentissage basé sur le graphe de similarité, Laplacian régularisé, mesure de proximité, classification des articles Wikipedia Semi-supervised Learning with Regularized Laplacian 3

**Tulos**

Puolivalvottu oppiminen regularisoidulla Laplacianilla

**Esimerkki 2.49**

Slot Filling (SF) -menetelmällä pyritään poimimaan tietyntyyppisten attribuuttien (tai slottien, kuten henkilö:asuinpaikkakunnat) arvot tietylle entiteetille suuresta lähdeasiakirjojen kokoelmasta. Tässä asiakirjassa ehdotamme tehokasta DNN-arkkitehtuuria SF:tä varten, jossa on seuraavat uudet strategiat: (1). Otetaan DNN:n syötteeksi säännelty riippuvuusgraafi raakalauseen sijasta, jotta voidaan tiivistää kysely- ja ehdokastäydennyksen väliset laajat yhteydet; (2). Sisällytetään kaksi huomiomekanismia: kyselystä ja täytekandidaatista opittu paikallinen huomio ja ulkoisista tietopankeista opittu globaali huomio, jotta malli voi ohjata mallia valitsemaan paremmin viitteellisiä konteksteja aukkotyypin määrittämiseksi. Kokeet osoittavat, että tämä kehys on parempi kuin uusin tekniikka sekä suhteiden louhinnassa (16 % absoluuttinen F-tuloksen lisäys) että paikkojen täyttämisen validoinnissa kunkin yksittäisen järjestelmän osalta (jopa 8,5 % absoluuttinen F-tuloksen lisäys).

**Tulos**

Aukkopaikkojen täyttösuorituskyvyn parantaminen riippuvuusrakenteiden huomioivien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.50**

Perinteiset riippuvuuksien jäsentäjät luottavat tilastolliseen malliin ja siirtymäjärjestelmään tai graafialgoritmiin saadakseen aikaan puurakenteisia tuotoksia harjoittelun ja päättelyn aikana. Tässä työssä formalisoimme riippuvuuksien jäsentämisen ongelmaksi, jossa valitaan lauseen jokaisen sanan pää (eli vanhempi). Mallimme, jota kutsumme nimellä DENSE (lyhenne sanoista Dependency Neural Selection), käyttää kaksisuuntaisia rekursiivisia neuroverkkoja pään valintatehtävässä. Ilman rakenteellisia rajoituksia harjoittelun aikana DENSE tuottaa (päättelyhetkellä) puita valtaosalle lauseista (95 % englanninkielisessä tietokokonaisuudessa), kun taas loput ei-puiset tulosteet voidaan mukauttaa maksimipuualgoritmilla. Arvioimme DENSE:tä neljällä kielellä (englanti, kiina, tšekki ja saksa), joilla on eriasteinen ei-projektiivisuus. Lähestymistapamme yksinkertaisuudesta huolimatta kokeet osoittavat, että tuloksena saadut jäsentimet ovat samaa tasoa tai jopa parempia kuin nykyiset jäsentimet.

**Tulos**

Riippuvuuksien jäsennys pään valintana

**Esimerkki 2.51**

Ehdotamme todennäköisyysperusteista videomallia, videopikseliverkkoa (Video Pixel Network, VPN), joka arvioi videon raakapikseliarvojen diskreetin yhteisjakauman. Malli ja neuroarkkitehtuuri heijastavat videon tensoreiden aika-, tila- ja värirakennetta ja koodaavat sen neliulotteisena riippuvuusketjuna. VPN lähestyy parasta mahdollista suorituskykyä liikkuvassa MNIST-vertailussa, mikä on harppaus aiempaan tekniikan tasoon verrattuna, ja tuotetuissa videoissa on vain vähäisiä poikkeamia perustotuudesta. VPN tuottaa myös yksityiskohtaisia näytteitä toimintaehdoista riippuvassa Robotic Pushing -vertailukohteessa ja yleistyy uusien esineiden liikkeisiin.

**Tulos**

Video Pixel Networks

**Esimerkki 2.52**

Esittelemme hyödyllisyyssuuntautuneita menettelyjä, joilla välitetään tietokoneen käyttäjille mahdollisesti häiriötä aiheuttavia hälytyksiä ja viestejä. Esitämme malleja ja päättelymenetelmiä, jotka tasapainottavat hälytysten lykkäämisestä aiheutuvia kontekstisidonnaisia kustannuksia ja häiriökustannuksia. Kuvaamme haasteet, jotka liittyvät tällaisten kustannusten määrittämiseen epävarmuuden vallitessa, analysoimalla käyttäjien toimintaa ja ilmoitusten sisältöä. Esittelemme huomioherkän hälytyksen periaatteet ja keskitymme ongelmaan, joka koskee sähköpostiviestejä koskevien hälytysten ohjaamista. Käsittelemme ongelmaa, joka liittyy sähköpostin odotetun kriittisyyden päättelyyn, ja keskustelemme PRIORITIES-järjestelmään liittyvästä työstä, jossa keskitytään sähköpostin priorisointiin kriittisyyden mukaan ja ilmoitusten välittämisen muokkaamiseen käyttäjille tulevien sähköpostiviestien olemassaolosta ja luonteesta.

**Tulos**

Huomio-herkkä hälytys

**Esimerkki 2.53**

Tässä artikkelissa tutkitaan kuvien ja tekstin välistä mediavälitteistä hakua eli kuvien käyttämistä tekstin etsimiseen (I2T) ja tekstin käyttämistä kuvien etsimiseen (T2I). Nykyiset cross-media-etsintämenetelmät oppivat yleensä pari projektiota, joiden avulla kuvien ja tekstin alkuperäiset piirteet voidaan projisoida yhteiseen latenttiin tilaan sisällön samankaltaisuuden mittaamiseksi. Samojen projektioiden käyttäminen kahdessa eri hakutehtävässä (I2T ja T2I) voi kuitenkin johtaa kompromissiin niiden suorituskyvyn välillä eikä parhaaseen suorituskykyyn. Aiemmista töistä poiketen ehdotamme MDCR-mallia (modaliteettiriippuvainen ristikkäismedian haku), jossa opitaan kaksi projektioparia eri ristikkäismedian hakutehtäviä varten yhden projektioparin sijasta. Optimoimalla yhdessä kuvien ja tekstin välistä korrelaatiota ja lineaarista regressiota yhdestä modaalisesta tilasta (kuva tai teksti) semanttiseen tilaan opitaan kaksi paria kuvauksia, joilla kuvat ja teksti projisoidaan niiden alkuperäisistä ominaisuusavaruuksista kahteen yhteiseen latenttiin aliavaruuteen (toinen I2T:lle ja toinen T2I:lle). Laajat kokeet osoittavat ehdotetun MDCR:n paremmuuden muihin menetelmiin verrattuna. Ehdotetun menetelmän mAP-arvo on 41,5 prosenttia, mikä on uusi huippuluokan tulos Wikipedian tietokokonaisuudessa, kun käytetään 4 096-ulotteista CNN-piirrettä (convolutional neural network) ja 100-ulotteista LDA-tekstiominaisuutta.

**Tulos**

Modaliteettiriippuvainen cross-media haku

**Esimerkki 2.54**

Ehdotamme tekniikkaa, jolla opitaan jäsentäjän tilojen representaatioita siirtymäpohjaisissa riippuvuusjäsennyksissä. Ensisijainen innovaatiomme on uusi ohjausrakenne sekvenssistä sekvenssiin -neuraaliverkoille - pino-LSTM. Kuten siirtymäpohjaisessa jäsentelyssä käytetyissä perinteisissä pino-tietorakenteissa, elementtejä voidaan työntää pinon yläosaan tai poistaa sieltä vakioajassa, mutta lisäksi LSTM ylläpitää jatkuvaa avaruuden upotusta pinon sisällöstä. Tämän ansiosta voimme muotoilla tehokkaan jäsentelymallin, joka kuvaa jäsentäjän tilan kolmea puolta: (i) rajoittamaton ennakointi saapuvien sanojen puskuriin, (ii) jäsentäjän tekemien toimien täydellinen historia ja (iii) osittain rakennettujen puunpätkien pinon täydellinen sisältö, mukaan lukien niiden sisäiset rakenteet. Harjoittelussa käytetään tavanomaisia backpropagation-tekniikoita, ja niiden avulla saadaan aikaan huippuluokan jäsentelytehokkuus.

**Tulos**

Siirtymäpohjainen riippuvuuksien jäsennys pinon pitkän lyhytkestoisen muistin avulla

**Esimerkki 2.55**

Tässä artikkelissa ehdotetaan kehystä, joka on omistettu niin sanotun diskreetin elastisen sisäisen tuotteen rakentamiselle, jonka avulla voidaan upottaa epätasaisesti otettujen monimuuttujaisten aikasarjojen tai eripituisten sekvenssien joukot sisäisen tuotteen avaruusrakenteisiin. Tämä kehys perustuu rekursiiviseen määritelmään, joka kattaa useiden sulautettujen aikaelastisten ulottuvuuksien tapauksen. Todistamme, että tällaisia sisäisiä tuotteita on olemassa yleisessä kehyksessämme, ja osoitamme, miten yksinkertainen instanssi tästä sisäisen tuotteen luokasta toimii joissakin mahdollisissa sovelluksissa ja samalla yleistää euklidisen sisäisen tuotteen. Luokittelukokeilut aikasarja- ja symbolisekvenssitietoaineistoilla osoittavat edut, joita voimme odottaa upottamalla aikasarjat tai sekvenssit elastisiin sisäisiin tiloihin klassisten euklidisten tilojen sijaan. Nämä kokeet osoittavat hyvää tarkkuutta verrattuna euklidiseen etäisyyteen tai jopa dynaamisen ohjelmoinnin algoritmeihin, ja samalla algoritmin monimutkaisuus on lineaarinen hyödyntämisvaiheessa, vaikka sitä ennen tarvitaankin kvadraattinen indeksointivaihe.

**Tulos**

Diskreetit joustavat sisäiset vektoriavaruudet ja niiden soveltaminen aikasarjoihin ja jaksojen louhintaan

**Esimerkki 2.56**

Luonnollisella kielellä annetut robottikomennot sisältävät yleensä erilaisia tilakuvauksia, jotka ovat semanttisesti samankaltaisia mutta syntaktisesti erilaisia. Tällaisten syntaktisten varianttien kuvaaminen robottien ymmärtämiksi semanttisiksi käsitteiksi on haastavaa luonnollisen kielen ilmaisujen suuren joustavuuden vuoksi. Tämän ongelman ratkaisemiseksi keräämme robottikomentoja navigointi- ja manipulointitehtäviä varten joukkoistamisen avulla. Lisäksi määrittelemme robottikielen ja käytämme generatiivista konekäännösmallia robottikomentojen kääntämiseen luonnollisesta kielestä robottikielelle. Tämän artikkelin päätarkoituksena on simuloida ihmisen ja robotin välistä vuorovaikutusprosessia crowdsourcing-alustoja käyttäen ja tutkia mahdollisuutta kääntää luonnollista kieltä robottikielelle parafraaseilla.

**Tulos**

Robottikomentojen sanakirjamerkintöjen oppiminen joukkoistamisen avulla

**Esimerkki 2.57**

Käytimme MetaMapia ja YTEXiä perustana kahden erillisen järjestelmän rakentamisessa osallistuaksemme vuoden 2013 Share/CLEF eHealth Task 1 -tehtävään[9], joka koskee kliinisten käsitteiden tunnistamista. Näihin järjestelmiin ei tehty suoria muutoksia, mutta tulostettavat käsitteet suodatettiin käyttämällä pysäytyskäsitteitä, pysäytyskäsitetekstiä ja UMLS-semantiikkatyyppiä. Käsitteiden rajoja mukautettiin myös pienellä sääntökokoelmalla tarkkuuden lisäämiseksi tiukassa tehtävässä. Kaiken kaikkiaan MetaMapin suorituskyky oli tiukassa tehtävässä parempi kuin YTEXin, mikä johtui pääasiassa 20 prosentin parannuksesta tarkkuudessa. Rento tehtävässä YTEX:n suorituskyky oli parempi sekä tarkkuuden että palautuksen osalta, joten sen F-tulos oli 4,6 prosenttia parempi kuin MetaMapin testiaineistossa. Tulokset osoittivat myös, että YTEX:n tarkkuus UMLS CUI -kartoituksessa oli 1,3 prosenttia parempi.

**Tulos**

YTEXin ja MetaMapin arviointi kliinisten käsitteiden tunnistamisessa

**Esimerkki 2.58**

Kun binääristä samankaltaisuutta approksimoidaan käyttämällä lyhyiden binääristen hashien hamming-etäisyyttä, osoitamme, että vaikka samankaltaisuus olisi symmetrinen, saamme lyhyempiä ja tarkempia hasheja käyttämällä kahta eri koodikarttaa. Toisin sanoen approksimoimalla x:n ja x′:n välistä samankaltaisuutta f(x):n ja g(x′):n hamming-etäisyytenä kahdelle erilliselle binäärikoodille f, g sen sijaan, että käytettäisiin f(x):n ja f(x′):n hamming-etäisyyttä.

**Tulos**

Epäsymmetrian voima binäärisessä häivytyksessä

**Esimerkki 2.59**

Particle Swarm Optimization Policy (PSO-P)<lb>on hiljattain otettu käyttöön ja sen on osoitettu tuottavan huomattavia<lb>tuloksia vuorovaikutuksessa akateemisen vahvistusoppimisen<lb>vertailukohteiden kanssa ilman politiikkaa, eräpohjaisessa ympäristössä. Jotta PSO-P:n ominaisuuksia ja toteutettavuutta todellisissa sovelluksissa voitaisiin tutkia tarkemmin, tässä artikkelissa tutkitaan PSO-P:tä niin kutsutussa Industrial<lb>Benchmarkissa (IB), joka on uusi vahvistusoppimisen (RL) vertailuarvo<lb>.jonka tavoitteena on olla realistinen sisällyttämällä siihen erilaisia teollisissa sovelluksissa esiintyviä näkökohtia, kuten jatkuvat tila- ja toiminta-avaruudet,<lb>korkeaulotteinen, osittain havainnoitava tila-avaruus, viivästyneet<lb>vaikutukset ja monimutkainen stokastisuus.<lb>PSO-P:n kokeellisia tuloksia IB:llä verrataan<lb>malliin<lb>perustuvasta rekursiivisesta ohjausneuraaliverkosta (RCNN) ja<lb>mallittomasta neuraalisesta sovitetusta Q-interraatiosta (NFQ) johdettujen suljetun muodon ohjauskäytäntöjen tuloksiin.<lb>Kokeet osoittavat, että PSO-P ei ole kiinnostava ainoastaan<lb>akateemisten vertailukohteiden kannalta, vaan myös todellisten teollisten sovellusten kannalta, sillä se tuotti myös parhaiten toimivan politiikan IB<lb>asetuksessamme. Verrattuna muihin vakiintuneisiin RL-tekniikoihin PSO-<lb>P tuotti erinomaisia tuloksia suorituskyvyn ja kestävyyden osalta,<lb>vaati vain suhteellisen vähän vaivaa sopivien parametrien löytämiseen<lb>tai monimutkaisten suunnittelupäätösten tekemiseen.

**Tulos**

Batch Reinforcement Learning -oppiminen teollisuusvertailussa: Ensimmäiset kokemukset

**Esimerkki 2.60**

Ehdotamme zoneout-menetelmää, joka on uusi menetelmä RNN:ien säännöllistämiseen. Kussakin aika-askeleessa zoneout pakottaa stokastisesti jotkut piilotetut yksiköt säilyttämään edelliset arvonsa. Kuten dropout, zoneout käyttää satunnaista kohinaa pseudokokoonpanon kouluttamiseen, mikä parantaa yleistystä. Mutta säilyttämällä piilotetut yksiköt sen sijaan, että ne pudotettaisiin, gradientti- ja tilatiedot leviävät helpommin ajan myötä, kuten feedforward-stokastisissa syvyysverkoissa. Teemme empiirisen tutkimuksen erilaisista RNN-regularisaattoreista ja saamme rohkaisevia tuloksia: zoneout parantaa suorituskykyä merkittävästi kaikissa tehtävissä, ja saamme huipputuloksia merkkitason kielimallinnuksessa Penn Treebank -tietokannassa sekä kilpailukykyisiä tuloksia sanatason Penn Treebank- ja permutoidun sekventiaalisen MNIST-luokittelun tehtävissä.

**Tulos**

Zoneout: RNN:ien säännöllistäminen säilyttämällä piilotetut aktivoinnit satunnaisesti.

**Esimerkki 2.61**

Syväoppimismalleista, jotka oppivat korkeatasoisia ominaisuuksien esityksiä raakadatasta, on tullut suosittuja koneoppimis- ja tekoälytehtävissä, joissa käytetään kuvia, ääntä ja muita monimutkaisia datamuotoja. Syvien neuroverkkojen suunnittelu- ja koulutusprosessin nopeuttamiseksi on kehitetty useita ohjelmistokehyksiä, kuten Caffe [11], Torch [4] ja Theano [1]. Koska jopa keskikokoisten syvien neuroverkkojen kouluttaminen yhdellä GPU:lla voi kestää päiviä, kun dataa on 100 gigatavusta TB:iin, hajautetut GPU:t tarjoavat erinomaisen tilaisuuden syväoppimisen skaalaamiseen. Tavallisissa Ethernet-verkoissa käytettävissä oleva koneiden välinen kaistanleveys on kuitenkin pullonkaula hajautetulle GPU-koulutukselle ja estää sen triviaalin toteutuksen. Tutkiaksemme, miten olemassa olevia ohjelmistokehyksiä voidaan mukauttaa tukemaan tehokkaasti hajautettuja GPU:ita, ehdotamme Poseidonia, skaalautuvaa järjestelmäarkkitehtuuria hajautettua koneiden välistä viestintää varten olemassa olevissa syväoppimiskehyksissä. Arvioidaksemme Poseidonin tehokkuutta integroimme Poseidonin Caffe-kehykseen [11] ja arvioimme sen suorituskykyä konvoluutiohermoverkkojen kouluttamisessa kuvien objektintunnistusta varten. Poseidonissa on kolme keskeistä tekijää, jotka parantavat syvien neuroverkkojen koulutusnopeutta klustereissa: (i) kolmitasoinen hybridiarkkitehtuuri, jonka avulla Poseidon voi tukea sekä pelkän suorittimen että näytönohjaimen kanssa varustettuja klustereita, (ii) hajautettu odottamaton takaisinkulkeutumisalgoritmi (DWBP), jolla parannetaan näytönohjaimen käyttöä ja tasapainotetaan viestintää, ja (iii) erityinen rakennetietoinen viestintätoimintoprotokolla (SACP, structure-aware communication protocol), jonka avulla voidaan minimoida viestinnän yleiskustannukset. Osoitamme empiirisesti, että Poseidon konvergoi samaan tavoitearvoon kuin yksittäinen kone ja saavuttaa huippuluokan koulutusnopeuden useissa malleissa ja vakiintuneissa tietokokonaisuuksissa käyttämällä 8 solmun GPU-klusteria (esim. 4,5-kertainen nopeus AlexNetissä, 4-kertainen nopeus GoogLeNetissä ja 4-kertainen nopeus CIFAR-10:ssä). Paljon suuremmassa ImageNet 22K -tietokannassa Poseidon saavuttaa 8 solmulla paremman nopeuden ja kilpailukykyisen tarkkuuden kuin viimeaikaiset CPU-pohjaiset hajautetut syväoppimisjärjestelmät, kuten Adam [2] ja Le et al. [16], jotka käyttävät 10-1000 solmua.

**Tulos**

Poseidon: Pidon: Järjestelmäarkkitehtuuri tehokkaaseen GPU-pohjaiseen syväoppimiseen useilla koneilla.

**Esimerkki 2.62**

Tässä artikkelissa osoitetaan, miten pitkäaikaisen lyhytkestoisen muistin rekurrenssia neuroverkkoja voidaan käyttää tuottamaan monimutkaisia sekvenssejä, joilla on pitkän aikavälin rakenne, yksinkertaisesti ennustamalla yksi datapiste kerrallaan. Lähestymistapaa demonstroidaan tekstille (jossa tiedot ovat diskreettejä) ja online-käsialalle (jossa tiedot ovat reaaliarvoisia). Sen jälkeen se laajennetaan käsinkirjoitussynteesiin antamalla verkon ehdollistaa ennustuksensa tekstisekvenssille. Tuloksena syntynyt järjestelmä pystyy tuottamaan erittäin realistista kaunokirjoitusta useilla eri tyyleillä.

**Tulos**

Jaksojen luominen toistuvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.63**

Tutkimme yhteyttä yksinkertaisen, täysin kytketyn feed-forward-neuraaliverkon<lb>mallin erittäin<lb>ei-konveksisen häviöfunktion ja pallomaisen<lb>pyörylälasimallin Hamiltonian välillä seuraavin oletuksin:<lb>i) muuttujien riippumattomuus, ii) redundanssi<lb>verkon parametroinnissa ja iii) yhdenmukaisuus.<lb>Tämän oletuksen avulla voimme selittää<lb>täysin irtikytketyn neuroverkko-<lb>työn<lb>monimutkaisuutta satunnaismatriisiteorian tulosten prisman läpi. Osoitamme, että<lb>suurille irrotetuille verkoille satunnaisen häviöfunktion alimmat kriittiset<lb>arvot sijaitsevat<lb>hyvin määritellyllä kapealla kaistalla, joka on alempana<lb> globaalin minimin rajoittama. Lisäksi<lb> ne muodostavat kerroksellisen rakenteen. Me<lb>näytämme, että kapean kaistan<lb>ulkopuolella olevien paikallisten minimien määrä pienenee eksponentiaalisesti verkon koon kasvaessa. Osoitamme em-<lb>pirisesti, että matemaattis-<lb>kallio-<lb>inen malli käyttäytyy samalla tavalla kuin<lb>tietokonesimulaatiot, vaikka todellisissa verkoissa esiintyy<lb>suuria riippuvuuksia. Oletamme, että sekä simuloitu hehkutus että<lb>SGD konvergoituvat kaistalle, joka sisältää<lb>suurimman määrän kriittisiä pisteitä, ja että<lb>kaikki sieltä löytyvät kriittiset pisteet ovat paikallisia min-<lb>ima-<lb>kohtia ja vastaavat samaa korkeaa oppimisen<lb>laatua testivirheellä mitattuna. Tämä<lb>korostaa merkittävää eroa suurten<lb>ja pienten verkkojen välillä, joissa viimeisimmän<lb> huonolaatuisen paikallisen minimin<lb>todennäköisyys on nollasta<lb>poikkeava. Samanaikaisesti<lb> todistamme, että globaalin<lb>minimin palauttaminen vaikeutuu verkon koon<lb> kasvaessa ja että se on käytännössä merkityksetön<lb>, koska globaali minimi johtaa usein ylisovittamiseen.<lb>

**Tulos**

Monikerrosverkkojen häviöpinta

**Esimerkki 2.64**

Tässä artikkelissa laajennamme DLSTM (Deep Long Short Short Memory) -tyyppisiä toistuvia neuroverkkoja ottamalla käyttöön vierekkäisten kerrosten muistisolujen välisiä suoria yhteyksiä. Nämä suorat yhteydet, joita kutsutaan valtatieyhteyksiksi, mahdollistavat esteettömän tiedonkulun eri kerrosten välillä ja lieventävät siten gradientin katoamisongelmaa syvempiä LSTM-verkkoja rakennettaessa. Lisäksi esitellään latenssikontrolloidut kaksisuuntaiset LSTM-muistit (BLSTM), jotka voivat hyödyntää koko historiaa pitäen samalla latenssin hallinnassa. Näiden uusien verkkojen kouluttamiseen ehdotetaan tehokkaita algoritmeja, joissa käytetään sekä kehys- että sekvenssi-erotteluperusteita. Kokeet AMI:n etäpuheentunnistustehtävässä (DSR) osoittavat, että voimme kouluttaa syvempiä LSTM:iä ja saavuttaa paremman parannuksen sekvenssikoulutuksesta valtatien LSTM:ien (HLSTM) avulla. Uusi mallimme saavuttaa 43,9/47,7 prosentin WER-arvon AMI (SDM) dev- ja eval-sarjoissa, mikä on parempi kuin kaikissa aiemmissa töissä. Se päihittää vahvan DNN:n ja DLSTM:n perusmallit 15,7 %:n ja 5,3 %:n suhteellisella parannuksella.

**Tulos**

PITKIEN LYHYTAIKAISMUISTIEN RNNS KAUKOPUHEEN TUNNISTAMISEEN VALTATIELLÄ

**Esimerkki 2.65**

Tässä artikkelissa korjataan [4] esitettyä ylärajaa, joka koskee usean ytimen oppimisen avulla opittujen luokittelijoiden yleistysvirhettä. [4]:n raja käyttää Rademacherin monimutkaisuutta ja on additiivisesti riippuvainen ytimien lukumäärän logaritmista ja luokittelijan saavuttamasta marginaalista. Osassa todistusta on kuitenkin joitakin virheitä, jotka korjataan tässä artikkelissa. Valitettavasti lopputulos osoittautuu riskirajaksi, joka on moninkertaisesti riippuvainen ytimien lukumäärän logaritmista ja luokittelijan saavuttamasta marginaalista.

**Tulos**

Huomautus parannetuista häviörajoista usean ytimen oppimisessa (Multiple Kernel Learning)

**Esimerkki 2.66**

Hyppyyhteydet mahdollistivat hyvin syvien neuroverkkojen kouluttamisen, ja niistä on tullut välttämätön osa erilaisia neuroarkkitehtuureja. Tyydyttävää selitystä niiden menestykselle ei ole vieläkään löydetty. Tässä esitämme selityksen hyppyyhteyksien hyödyille hyvin syvien neuroverkkojen koulutuksessa. Väitämme, että hyppyyhteydet auttavat rikkomaan syväverkkojen häviömaisemille ominaisia symmetrisyyksiä, mikä johtaa dramaattisesti yksinkertaistettuihin maisemiin. Erityisesti monikerroksisen verkon vierekkäisten kerrosten väliset ohitusyhteydet rikkovat tietyn kerroksen solmujen permutaatiosymmetriaa, ja hiljattain ehdotettu DenseNet-arkkitehtuuri, jossa kukin kerros projisoi ohitusyhteyksiä jokaiseen sen yläpuolella olevaan kerrokseen, rikkoo myös eri kerrosten välisten yhteysmatriisien skaalautumissymmetriaa. Tätä hypoteesia tukevat binäärisiä painoja sisältävästä lelumallista saadut todisteet ja täysin yhdistetyillä verkoilla tehdyt kokeet, jotka osoittavat, että i) ohitusyhteydet eivät välttämättä paranna harjoittelua, elleivät ne auta rikkomaan symmetrioita, ja ii) että vaihtoehtoiset tavat rikkoa symmetrioita johtavat myös merkittäviin suorituskyvyn parannuksiin syvien verkkojen harjoittelussa, joten ohitusyhteyksissä ei ole mitään erityistä tässä suhteessa. Huomaamme kuitenkin, että ohitusyhteydet tuovat symmetrioiden rikkomisen lisäksi muita etuja, kuten kyvyn käsitellä tehokkaasti katoavien gradienttien ongelmaa.

**Tulos**

Hyppyyhteydet tehokkaina symmetrian rikkojina

**Esimerkki 2.67**

Satunnaistettujen liikesuunnittelijoiden viimeaikainen kehitys on johtanut uuden luokan otantaan perustuvien algoritmien kehittämiseen, jotka tarjoavat asymptoottisen optimaalisuustakuun, erityisesti RRT∗- ja PRM∗-algoritmit. Huolellinen analyysi paljastaa, että näiden algoritmien niin sanottu "uudelleen kytkentä" voidaan tulkita paikallisena toimintalinjan iterointivaiheena (eli paikallisen toimintalinjan arviointivaiheena, jota seuraa paikallinen toimintalinjan parantamisvaihe), jolloin molemmat algoritmit lähenevät lähes varmasti (todennäköisyydellä 1) optimaalista polkua asymptoottisesti näytteiden lukumäärän lähestyessä ääretöntä. Toimintatapojen iterointi ja arvojen iterointi (VI) ovat yleisiä menetelmiä dynaamisen ohjelmoinnin (DP) ongelmien ratkaisemiseksi. Tämän havainnon perusteella on hiljattain ehdotettu RRT-algoritmia, joka suorittaa jokaisen iteraation aikana Bellman-päivityksiä (eli "varmuuskopioita") niille graafin pisteille, joilla on potentiaalia olla osa optimaalista polkua (eli "lupaaville" pisteille). RRT-algoritmi hyödyntää siis dynaamisen ohjelmoinnin ideoita ja toteuttaa ne inkrementaalisesti satunnaisesti luotuihin graafeihin korkealaatuisten ratkaisujen saamiseksi. Tässä työssä tutkimme tämän keskeisen oivalluksen pohjalta erilaista luokkaa dynaamisen ohjelmoinnin algoritmeja, joilla ratkaistaan lyhimmän polun ongelmia iteratiivisilla otantamenetelmillä tuotetuissa satunnaisgraafeissa. Nämä algoritmit käyttävät arvo-iteraation sijasta politiikka-iteraatiota, ja ne soveltuvat siten paremmin massiiviseen rinnakkaistamiseen. Toisin kuin RRT∗-algoritmissa, toimintalinjan parantamista ei suoriteta uudelleenkytkentävaiheen aikana vain paikallisesti vaan joukolle kärkipisteitä, jotka on luokiteltu "lupaaviksi" nykyisen iteraation aikana. Tämä yleensä nopeuttaa koko prosessia. Tuloksena syntynyt algoritmi, jonka nimi on osuvasti Policy Iteration-RRT (PI-RRT), on ensimmäinen PI-menetelmiä hyödyntävien satunnaistetun liikesuunnittelun DP-henkisten algoritmien uudessa luokassa.

**Tulos**

Inkrementaaliseen näytteenottoon perustuvat liikesuunnittelijat, jotka käyttävät toimintatapojen iterointimenetelmiä

**Esimerkki 2.68**

Akateemiset tutkijat joutuvat usein kohtaamaan kirjallisuudessa olevan suuren kokoelman tutkimusjulkaisuja. Tämä ongelma voi olla vielä pahempi jatko-opiskelijoille, jotka ovat uusia alalla eivätkä välttämättä tiedä, mistä aloittaa. Tämän ongelman ratkaisemiseksi olemme kehittäneet tutkimusartikkelien verkkoluettelon, jossa artikkelit on luokiteltu automaattisesti aihepiirimallin avulla. Luettelo sisältää 7719 artikkelia kahden tekoälykonferenssin pöytäkirjoista vuosilta 2000-2015. Yleisesti käytetyn Latent Dirichlet Allocation -menetelmän sijaan käytämme aiheen mallintamiseen hiljattain ehdotettua menetelmää nimeltä hierarkkinen latentti puuanalyysi. Tuloksena saatu aihepiirimalli sisältää aihepiirien hierarkian, jotta käyttäjät voivat selata aiheita ylimmältä tasolta alimmalle tasolle. Aihepiirimalli sisältää hallittavissa olevan määrän yleisiä aiheita ylimmällä tasolla ja sallii tuhansia hienojakoisia aiheita alemmalla tasolla. Se pystyy myös havaitsemaan hiljattain esiin tulleet aiheet.

**Tulos**

Tutkimusartikkelien aiheiden selaaminen hierarkkisen latentin puun analyysin avulla

**Esimerkki 2.69**

Esittelemme WIKIREADINGin, laajamittaisen luonnollisen kielen ymmärtämistehtävän ja julkisesti saatavilla olevan tietokokonaisuuden, jossa on 18 miljoonaa tapausta. Tehtävänä on ennustaa tekstiarvoja strukturoidusta tietopohjasta Wikidata lukemalla vastaavien Wikipedia-artikkelien tekstiä. Tehtävä sisältää runsaasti erilaisia haastavia luokittelu- ja uuttamistehtäviä, joten se soveltuu hyvin kokonaisvaltaisille malleille, kuten syville neuroverkoille (deep neural networks, DNN). Vertailemme eri DNN-pohjaisia arkkitehtuureja asiakirjojen luokittelua, tiedonlouhintaa ja kysymyksiin vastaamista varten. Huomaamme, että mallit, jotka tukevat rikasta vastausavaruutta, kuten sana- tai merkkisekvenssejä, toimivat parhaiten. Parhaiten suoriutuva mallimme, sanatason sekvenssi-sekvenssimalli, jossa on mekanismi sanaston ulkopuolisten sanojen kopioimiseksi, saavuttaa 71,8 prosentin tarkkuuden.

**Tulos**

WIKIREADING: Uudenlainen laajamittainen kielenymmärtämistehtävä Wikipediassa

**Esimerkki 2.70**

Viime aikoina on kehitetty useita lupaavia menetelmiä realististen kuvien tuottamiseksi syvistä konvoluutioverkoista. Näissä menetelmissä sivuutetaan perinteinen tietokonegrafiikan renderöintiputki ja sen sijaan luodaan kuvia pikselitasolla oppimalla suurista valokuvakokoelmista (esim. kasvot tai makuuhuoneet). Näistä menetelmistä on kuitenkin vain rajallisesti hyötyä, koska käyttäjän on vaikea valvoa, mitä verkko tuottaa. Tässä artikkelissa ehdotamme syvää vastakkainasetteluarkkitehtuuria, joka perustuu karkeisiin luonnoksiin ja harvoihin väriviivoihin ja tuottaa realistisia autoja, makuuhuoneita tai kasvoja. Esittelemme luonnokseen perustuvan kuvasynteesijärjestelmän, jonka avulla käyttäjät voivat raapustaa luonnoksen päälle osoittaakseen kohteiden haluamansa värin. Verkostomme voi sitten tuottaa vakuuttavia kuvia, jotka täyttävät sekä käyttäjän väri- että luonnosrajoitukset. Verkko on feed-forward-verkko, jonka avulla käyttäjät näkevät muokkaustensa vaikutuksen reaaliajassa. Vertailemme verkkoamme viimeaikaisiin töihin, jotka koskevat luonnosten ja kuvien synteesiä, ja osoitamme, että lähestymistapamme voi tuottaa realistisempia, monipuolisempia ja paremmin hallittavia tuotoksia. Arkkitehtuuri on tehokas myös harmaasävykuvien käyttäjäohjatussa värityksessä.

**Tulos**

Scribbler: Syväkuvan synteesin hallinta luonnoksen ja värin avulla

**Esimerkki 2.71**

Häviöllisiä kuvapakkausalgoritmeja käytetään yleisesti pienentämään verkon välityksellä siirrettävien ja tallennusvälineisiin tallennettavien kuvien kokoa. Korkeasta pakkaustehosta maksetaan kuitenkin visuaalisilla artefakteilla, jotka heikentävät käyttäjäkokemusta. Syvistä konvoluutiohermoverkoista on tullut laajalle levinnyt työkalu, jolla voidaan ratkaista korkean tason tietokonenäkötehtäviä erittäin menestyksekkäästi. Viime aikoina ne ovat löytäneet tiensä myös matalan tason tietokonenäön ja kuvankäsittelyn aloille ratkaistakseen regressio-ongelmia useimmiten suhteellisen matalilla verkoilla. Esittelemme uudenlaisen 12-kerroksisen syvän konvoluutioverkon kuvapakkauksen artefaktien vaimentamiseen, jossa on hierarkkiset ohitusyhteydet ja moniasteinen häviöfunktio. Saavutamme jopa 1,79 dB:n parannuksen PSNR:ssä tavalliseen JPEG-verkkoon verrattuna ja jopa 0,36 dB:n parannuksen parhaaseen aiempaan ConvNet-tulokseen verrattuna. Osoitamme, että tietylle laatukertoimelle (QF) koulutettu verkko on joustava syöttökuvan pakkaamiseen käytetystä QF:stä - yksittäinen QF 60:lle koulutettu verkko tuottaa yli 1,5 dB:n PSNR-parannuksen laajalla QF-alueella 40-76.

**Tulos**

CAS-CNN: Deep Convolutional Neural Network for Image Compression Artifact Suppression (Syvä konvoluutio-neuraaliverkko kuvapakkaukseen).

**Esimerkki 2.72**

Vahvan negaation ja oletusnegaation erottaminen toisistaan on ollut hyödyllistä vastausjoukkojen ohjelmoinnissa. Esitämme vaihtoehtoisen selityksen vahvalle negaatiolle, jonka avulla voimme tarkastella vahvaa negaatiota Bartholomewin ja Leen funktionaalisen stabiilin mallin semantiikan kannalta. Tarkemmin sanottuna osoitamme, että täydellisissä tulkinnoissa sekä positiivisten että negatiivisten literaalien minimointi perinteisessä vastausjoukkojen semantiikassa on olennaisesti sama kuin Boolen funktion arvojen yksikäsitteisyyden varmistaminen funktionaalisen stabiilin mallin semantiikassa. Saman selityksen avulla voimme tarkastella Lifschitzin kaksiarvoisia logiikkaohjelmia funktionaalisen stabiilin mallin semantiikan erikoistapauksena. Lisäksi osoitamme, miten ei-boolen intensiiviset funktiot voidaan eliminoida Boolen intensiivisten funktioiden hyväksi ja lisäksi ne voidaan esittää vahvan negaation avulla, mikä tarjoaa keinon laskea funktionaalisen stabiilin mallin semantiikka olemassa olevilla ASP-ratkaisijoilla. Huomaamme myös, että samanlaiset tulokset pätevät Cabalarin funktionaalisen stabiilin mallin semantiikan kanssa.

**Tulos**

Toiminnallinen näkemys vahvasta negaatiosta vastausjoukkojen ohjelmoinnissa

**Esimerkki 2.73**

Käsittelemme ongelmaa, joka liittyy solmujen merkintöjen päättelyyn osittain merkityssä graafissa, jossa jokaisella graafin solmulla on useita merkintätyyppejä ja jokaisella merkintätyypillä on suuri määrä mahdollisia merkintöjä. Ensisijainen esimerkkimme ja tämän artikkelin pääaihe on sosiaalisessa verkostossa yhteenliittyneiden käyttäjien kotikaupungin, nykyisen kaupungin ja työnantajien kaltaisten merkintätyyppien yhteinen päättely. Tavanomaisessa merkintöjen etenemisessä ei oteta huomioon merkintätyyppien ominaisuuksia eikä niiden välisiä vuorovaikutuksia. Ehdottamamme menetelmä, nimeltään EDGEEXPLAIN, mallintaa nämä nimenomaisesti ja mahdollistaa silti skaalautuvan päättelyn hajautetussa viestinvälitysarkkitehtuurissa. Facebookin sosiaalisen verkoston miljardin solmun osajoukossa EDGEEXPLAIN on huomattavasti parempi kuin etikettien eteneminen useiden etikettityyppien kohdalla: recall@1 on jopa 120 prosenttia parempi ja recall@3 60 prosenttia parempi.

**Tulos**

Useiden merkintätyyppien yhteinen päättely suurissa verkoissa

**Esimerkki 2.74**

Tässä artikkelissa esitellään REG, graafipohjainen lähestymistapa luonnollisen kielenkäsittelyn (Natural Language Processing, NLP) perustavanlaatuisen ongelman tutkimiseen: automaattinen tekstin tiivistäminen. Algoritmi kuvaa asiakirjan graafina ja laskee sen jälkeen lauseiden painot. Olemme soveltaneet tätä lähestymistapaa kolmen kielen asiakirjojen tiivistämiseen.

**Tulos**

Graafipohjainen, kielestä riippumaton ansioluettelo.

**Esimerkki 2.75**

Neuraalinen konekääntäminen on viime aikoina osoittanut erittäin lupaavia tuloksia. Useimmat NMT-mallit noudattavat koodaaja-dekooderi-järjestelmää. Enkooderi-dekooderi-mallien joustavoittamiseksi huomiomekanismi otettiin käyttöön konekääntämisessä ja myös muissa tehtävissä, kuten puheentunnistuksessa ja kuvatekstien tekemisessä. Havaitsemme, että huomioperusteisen koodaaja-dekooderin avulla tehdyn käännöksen laatu voi heikentyä merkittävästi, jos kohdistaminen on virheellistä. Syytämme näitä ongelmia vääristymä- ja hedelmällisyysmallien puutteesta. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi ehdotamme uusia variaatioita tarkkaavuuteen perustuvasta enkooderista ja dekooderista ja vertaamme niitä muihin konekäännösmalleihin. Ehdotetulla menetelmällämme saavutettiin 2 BLEU-pisteen parannus alkuperäiseen huomiopohjaiseen koodaaja-purkimeen verrattuna.

**Tulos**

Implisiittiset vääristymä- ja hedelmällisyysmallit tarkkaavaisuuteen perustuvassa koodaaja-dekooderi NMT-mallissa

**Esimerkki 2.76**

Yleinen tilastokäytäntö on osoittanut, että Bayesin menetelmien täysi teho toteutuu vasta, kun käytetään hierarkkisia prioreja, sillä ne mahdollistavat suuremman "robustisuuden" ja kyvyn "jakaa tilastollista voimaa". On kuitenkin jatkuva haaste tarjota oppimisteoreettisesti vankka formalismi tällaisille käsitteille, joka: tarjoaa käytännön ohjeita siitä, milloin ja miten hierarkkisia malleja kannattaa käyttää; antaa tietoa siitä, mikä tekee hyvän hierarkkisen priorin; ja kun priorin muoto on valittu, voi ohjata hyperparametriasetusten valintaa. Esittelemme joukon analyyttisiä työkaluja hierarkkisten priorien ymmärtämiseksi sekä online- että eräoppimisympäristöissä. Tarjoamme log-loss-arvojen mukaiset katumuksen rajat, jotka osoittavat, miten tietyt hierarkkiset mallit vertautuvat jälkikäteen malliluokan parhaaseen yksittäiseen malliin. Näytämme myös, miten Bayesin log-loss-katumusraja muunnetaan Bayesin riskirajaksi mille tahansa rajoitetulle tappiolle, mikä voi olla itsenäisesti kiinnostava tulos. Studentin t- ja hierarkkisten Gaussin prioreiden riski- ja katumusrajat antavat meille mahdollisuuden formalisoida käsitteet "robustisuus" ja "tilastollisen vahvuuden jakaminen". Myös ominaisuuksien valintaan käytettäviä prioreita tutkitaan. Tuloksemme viittaavat siihen, että hierarkkisten prioreiden käytön oppimisteoreettiset hyödyt voivat usein tulla pienin kustannuksin käytännön ongelmissa.

**Tulos**

Hierarkkisten Bayes-oppijoiden riski ja katumus

**Esimerkki 2.77**

Nykyaikaisessa neuraalisessa konekääntämisessä käytetään dekoodauksen aikana huomiomekanismia käännöksen tehostamiseksi. Joka vaiheessa dekooderi käyttää tätä mekanismia keskittyäkseen lähdelauseen eri osiin kerätäkseen hyödyllisimmän tiedon ennen kohdesanan antamista. Viime aikoina tarkkaavaisuusmekanismin tehokkuutta on tutkittu myös multimodaalisissa tehtävissä, joissa on mahdollista keskittyä sekä lauseen osiin että kuva-alueisiin. Kahden modaliteetin yhdistämisessä käytetään yleensä elementtiviisasta tuotetta, summaa tai ketjuttamista. Tässä artikkelissa arvioimme edistyneempää Multimodal Compact Bilinear Pooling -menetelmää, jossa käytetään kahden vektorin ulkotuotosta yhdistämään kahden modaliteetin huomio-ominaisuudet. Tätä on aiemmin tutkittu visuaalisten kysymysten vastaamisessa. Kokeilemme tätä lähestymistapaa multimodaalisten kuvatekstien kääntämisessä ja osoitamme parannuksia verrattuna perusyhdistämismenetelmiin.

**Tulos**

MULTIMODAALINEN NEURAALINEN KONEKÄÄNTÄMINEN

**Esimerkki 2.78**

Kuvitellaanpa uusi tietoteknisten järjestelmien luokka, "Support Systems for Knowledge Works" eli SSKW. SSKW voidaan määritellä järjestelmäksi, joka on rakennettu tarjoamaan kokonaisvaltaista tukea tietotyöntekijöille heidän suorittaessaan tietyntyyppisiä monimutkaisia tietotyötilanteita tietyllä ammattialalla. Saadaksemme käsityksen siitä, millainen SSKW:n mahdollistama työympäristö voi olla, tarkastellaan hypoteettista skenaariota, joka kuvaa lääkärin ja potilasta hoitavan SSKW:n välistä vuorovaikutusta potilaan diagnosoinnin aikana. Potilashoitotehtävää hoitavat terveydenhuollon ammattilaiset, tyypillisesti organisaatiossa, kuten sairaaloissa. Ryhmä ammattilaisia (lääkäreitä, kirurgeja, sairaanhoitajia, laborantteja jne.) suorittaa tehtävän tapauksen, jota johtaa lääkäri (jota usein kutsutaan tapauksen johtavaksi lääkäriksi) ja jonka päätavoitteena on palauttaa sairaan potilaan terveydentila. Suoritus palvelee kuitenkin myös erilaisia toissijaisia tavoitteita, jotka saavutetaan keräämällä ja uudelleenkäyttämällä tapausta koskevia tietoja. Kokonaistehtävä on yleensä jaettu osatehtäviin tai toimintoihin, kuten tutkimukseen, mahdollisten sairauksien tunnistamiseen, kliinisiin testeihin, diagnoosiin, hoitoon, seurantaan jne. Näiden toimintojen aikana toteutettavilla toimilla ja niiden tuloksilla on monimutkaisia keskinäisiä suhteita. Potilashoidon SSKW toteuttaa integroidun tietotekniikkaan perustuvan järjestelmäalustan, joka tukee kaikkia osatoimintoja tavalla, joka on johdonmukainen niiden keskinäisten suhteiden kanssa. Hypoteettisessa skenaariossamme kuvataan johtavan lääkärin (jäljempänä LP) tiettyä toimintaa, eli potilaan P diagnosointia potilaan SSKW:n avulla. Diagnoosin tekeminen johtaa tietyn sairauden tunnistamiseen käytettävissä olevien todisteiden perusteella (esim. oireet, oireet ja potilaan sairaushistoria, suoritettujen kliinisten testien tulokset), jonka vuoksi potilasta hoidetaan. Tällainen skenaario kuvataan jäljempänä. P:n diagnosoimiseksi LP avaa tapauksen SSKW:ssä, ja seuraavat vuorovaikutussuhteet tapahtuvat:

**Tulos**

Knowledge Worksin tuen lisääminen: Tietojenkäsittelyn tutkimuksen suhteellisen tutkimaton näkymä

**Esimerkki 2.79**

Vaikka jatkuvien jakaumien kuvaamisessa on onnistuttu hyvin, generatiivisten adversioverkkojen (GAN) soveltaminen diskreetteihin ympäristöihin, kuten luonnollisen kielen tehtäviin, on melko vähäistä. Perussyynä tähän on diskreettien satunnaismuuttujien kautta tapahtuvan takaisinkulkeutumisen vaikeus yhdistettynä GAN-koulutustavoitteen luontaiseen epävakauteen. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi ehdotamme Maximum-Likelihood Augmented Discrete Generative Adversarial Networks -menetelmää. Sen sijaan, että optimoisimme suoraan GAN-tavoitetta, johdamme uudenlaisen ja matalan varianssin tavoitteen käyttämällä diskriminatorin tulosta, joka vastaa log-likelihoodia. Alkuperäiseen verrattuna uusi tavoite osoittautuu teoriassa johdonmukaiseksi ja käytännössä hyödylliseksi. Kokeelliset tulokset erilaisista diskreeteistä tietokokonaisuuksista osoittavat ehdotetun lähestymistavan tehokkuuden.

**Tulos**

Maximum-Likelihood-lisätyt diskreetit generatiiviset adversaaliverkot (Maximum-Likelihood Augmented Discrete Generative Adversarial Networks)

**Esimerkki 2.80**

Kehitämme streaming-algoritmin (yksi läpikäynti, rajattu muisti), joka perustuu kanoniseen skip-grammiin ja negatiiviseen näytteenottoalgoritmiin, joka on toteutettu word2vec-ohjelmassa. Vertaamme streaming-algoritmiamme word2veciin empiirisesti mittaamalla sanaparien välistä kosinusarvoista samankaltaisuutta kummallakin algoritmilla ja soveltamalla kumpaakin algoritmia hashtagien ennustamiseen Twitterin näytevirran kahden kuukauden jaksolla. Tämän jälkeen keskustelemme näiden kokeiden tuloksista ja päätämme, että ne ovat osittainen vahvistus lähestymistavallemme, joka korvaa word2vec:n streaming-menetelmällä. Lopuksi keskustelemme mahdollisista vikatilanteista ja ehdotamme tulevan työn suuntaviivoja.

**Tulos**

Sanojen sulauttaminen tilansäästöalgoritmilla (streaming word embeddings with the space-saving algorithm)

**Esimerkki 2.81**

Ehdotamme yksinkertaista, skaalautuvaa, täysin generatiivista mallia siirtymiin perustuvaan riippuvuuksien jäsennykseen suurella tarkkuudella. Hierarkkisten Pitman-Yor-prosessien avulla parametrisoitu malli ylittää aiempien generatiivisten mallien rajoitukset mahdollistamalla nopean ja tarkan päättelyn. Ehdotamme hiukkassuodatukseen perustuvaa tehokasta dekoodausalgoritmia, joka voi mukauttaa säteen koon mallin epävarmuuteen samalla kun se ennustaa yhdessä POS-tunnisteet ja jäsennyspuut. Jäsennyksen jäsentäjän ammattikorkeakoulutaso on samaa luokkaa kuin ahneen diskriminoivan perustason. Kielimallina se saavuttaa paremman perpleksiteetin kuin n-grammimalli suorittamalla puolivalvottua oppimista suuren merkitsemättömän korpuksen yli. Osoitamme, että malli kykenee tuottamaan paikallisesti ja syntaktisesti yhtenäisiä lauseita, mikä avaa mahdollisuuksia lisäsovelluksiin kielen tuottamisessa.

**Tulos**

Bayesilainen malli generatiiviseen siirtymäpohjaiseen riippuvuuksien jäsentämiseen

**Esimerkki 2.82**

Tässä asiakirjassa tutkitaan kahden erilaisen pelkän etsinnän - laajuuden ja syvyyden - välistä kompromissia. Kolikonheitto-ongelmassa kysytään, kuinka monta kolikonheittoa tarvitaan, jotta voidaan tunnistaa "raskas" kolikko äärettömästä pussista, joka sisältää sekä "raskaita" kolikoita, joiden keskiarvo on θ1 ∈ (0, 1), että "kevyitä" kolikoita, joiden keskiarvo on θ0 ∈ (0, θ1), ja jossa raskaat kolikot arvotaan pussista todennäköisyydellä α ∈ (0, 1/2). Tämän ongelman keskeinen vaikeus on sen erottaminen, onko kahdella kolikkotyypillä hyvin samanlaiset keskiarvot vai ovatko raskaat kolikot vain äärimmäisen harvinaisia. Ongelmaa sovelletaan joukkoistamiseen, poikkeamien havaitsemiseen ja radiospektrihakuun. Chandrasekaran ja Karp (2014) esittelivät hiljattain ratkaisun tähän ongelmaan, mutta se edellytti täydellistä tietoa θ0, θ1, α:sta. Sen sijaan me johdamme algoritmeja, jotka mukautuvat ongelman parametrien osittaiseen tai puuttuvaan tietoon. Lisäksi tekniikkamme ovat yleistettävissä kolikoiden lisäksi äärettömän monen aseistetun rosvon ongelmien yleisempiin tapauksiin. Todistamme myös alarajat, jotka osoittavat, että algoritmimme ylärajat ovat tiukkoja jopa log-kertoimiin asti, ja kuvaamme matkalla näytteen monimutkaisuutta erotettaessa yhden parametrisen jakauman ja kahden tällaisen jakauman sekoituksen välillä. Tämän seurauksena näillä rajoilla on yllättäviä vaikutuksia sekä kaikkein vinoutuneimman kolikon ongelman ratkaisuihin että poikkeamien havaitsemiseen, kun parametreista tiedetään vain osittaista tietoa.

**Tulos**

Sekoitusjakaumien havaitsemisesta ja sovelluksia eniten vääristyneitä kolikoita koskevaan ongelmaan.

**Esimerkki 2.83**

Tekoäly (AI) on tehokas tiede, jossa käytetään riittävän vahvoja lähestymistapoja, menetelmiä ja tekniikoita ratkaisemattomien reaalimaailman ongelmien ratkaisemiseksi. Koska tekoäly nousee pysäyttämättömästi kohti tulevaisuutta, sen eettisyydestä ja turvallisuudesta käydään myös keskustelua. Tekoälyystävällisen ympäristön luominen ihmisille ja ihmisystävällisen ympäristön luominen tekoälylle voi olla mahdollinen ratkaisu yhteisen arvokontekstin löytämiseksi sekä ihmisille että roboteille. Tässä yhteydessä tämän asiakirjan tavoitteena on käsitellä tekoälyn eettisiä kysymyksiä ja tutkia moraalisia pulmia, jotka johtuvat eettisistä algoritmeista, ennalta asetetuista tai hankituista arvoista. Lisäksi työssä keskitytään tekoälyn turvallisuuteen. Yleisesti ottaen asiakirjassa analysoidaan lyhyesti huolenaiheita ja mahdollisia ratkaisuja esitettyjen eettisten kysymysten ratkaisemiseksi ja lisätään lukijoiden tietoisuutta tekoälyn turvallisuudesta toisena aiheeseen liittyvänä tutkimuskohteena.

**Tulos**

Eettinen tekoäly - avoin kysymys

**Esimerkki 2.84**

Non-maximum suppression (NMS) on käytössä lähes kaikissa nykyaikaisissa kohteiden havaitsemisputkissa. Olennaisia kohteiden havaitsemisen osatekijöitä, kuten piirteitä, luokittelijoita ja ehdotusmenetelmiä, on tutkittu laajasti, mutta yllättävän vähän on pyritty systemaattisesti käsittelemään NMS:ää. NMS:n de-facto-standardi perustuu ahneeseen klusterointiin kiinteällä etäisyyskynnyksellä, mikä pakottaa tekemään kompromissin recall ja precision välillä. Ehdotamme konverkkoa, joka on suunniteltu suorittamaan NMS tietylle havaintojoukolle. Raportoimme kokeista synteettisessä asetelmassa ja tuloksista, jotka on saatu ruuhkautuneissa jalankulkijoiden havaintokohtauksissa. Lähestymistapamme voittaa ahneen NMS:n luontaiset rajoitukset ja saavuttaa paremman muistamisen ja tarkkuuden.

**Tulos**

KONVEKTIOVERKKO, JOKA EI OLE ENIMMÄISVAIMENNUSTA VARTEN

**Esimerkki 2.85**

(Julkaisussa Theory and Practice of Logic Programming (TPLP)) ESmodels on suunniteltu ja toteutettu kokeilualustaksi, jolla tutkitaan episteemisten määrittelyjen semantiikkaa, kieltä, niihin liittyviä päättelyalgoritmeja ja mahdollisia sovelluksia. Esittelemme ensin ESmodelsin episteemisen spesifikaatiokielen ja sen semantiikan. Kieli käyttää vain yhtä modaalista operaattoria K, mutta todistamme, että se pystyy esittämään reheviä modaalisia operaattoreita esittämällä muunnossääntöjä. Sitten kuvaamme ESmalleissa käytettävät perusalgoritmit ja optimointitavat. Sen jälkeen keskustelemme ES-mallien mahdollisista sovelluksista konformisessa suunnittelussa ja rajoitusten tyydyttämisessä. Lopuksi esitämme lopuksi tulevaisuudennäkymiä.

**Tulos**

ESmallit: Episteeminen spesifikaatioiden ratkaisija

**Esimerkki 2.86**

Esittelemme DEFEXTin, helppokäyttöisen, puolivalvotun määritelmien louhintatyökalun. DEFEXT on suunniteltu poimimaan kohdekorpuksesta ne tekstikatkelmat, joissa termi mainitaan nimenomaisesti yhdessä sen keskeisten ominaisuuksien eli määritelmän kanssa. Se toimii Conditional Random Fields -pohjaisen peräkkäisen merkintäalgoritmin ja bootstrapping-menetelmän avulla. Bootstrapping-menetelmän avulla malli oppii vähitellen tuntemaan paremmin kohdekorpuksen erityispiirteet. Tässä asiakirjassa kuvataan työkalupaketin pääkomponentit sekä automaattisesta ja manuaalisesta arvioinnista saadut kokeelliset tulokset. Julkaisemme DEFEXTin avoimena lähdekoodina sekä tarvittavat tiedostot sen ajamiseen millä tahansa Unix-koneella. Tarjoamme myös pääsyn harjoitus- ja testiaineistoon välitöntä käyttöä varten.

**Tulos**

DEFEXT: Määritelmien poimintatyökalu: Puolivalvottu määritelmien poimintatyökalu

**Esimerkki 2.87**

Graafit ovat hyödyllinen kuvien sisällön abstraktio. Graafit voivat esittää yksityiskohtaisia tietoja yksittäisistä kohteista, mutta ne voivat myös kuvata kuvaparien välisiä vuorovaikutussuhteita. Esittelemme menetelmän, jolla konvoluutiohermoverkkoa voidaan kouluttaa siten, että se ottaa syötekuvan ja tuottaa täydellisen graafin. Tämä tapahtuu alusta loppuun yhdessä vaiheessa assosiatiivisten sulautusten avulla. Verkko oppii tunnistamaan samanaikaisesti kaikki graafin muodostavat elementit ja kokoamaan ne yhteen. Vertailumittaus tehdään Visual Genome -tietokokonaisuudella, ja Recall@50 on 9,7 % verrattuna 3,4 %:n aiempaan huipputason tulokseen, mikä on lähes kolminkertainen parannus haastavassa kohtausgrafiikan tuottamistehtävässä.

**Tulos**

Pikseleistä kaavioihin assosiatiivisen upottamisen avulla

**Esimerkki 2.88**

Tässä artikkelissa mallinnamme merialusten reittejä ja tarjoamme palvelun, joka ennustaa lähes reaaliajassa minkä tahansa aluksen sijainnin 4', 10', 20' ja 40' aikaväleillä. Tutkimme tarvittavia kompromisseja tarkkuuden, suorituskyvyn ja resurssien käytön välillä, kun otetaan huomioon syöttötietojen suuri määrä ja päivitysnopeus. Aloitamme rakentamalla malleja, jotka perustuvat vakiintuneisiin koneoppimisalgoritmeihin käyttäen staattisia tietokokonaisuuksia ja usean skannauksen koulutustapoja, ja tunnistamme parhaan ehdokkaan, jota voidaan käyttää yhden läpiviennin ennakoivan lähestymistavan toteuttamisessa reaaliaikarajoitusten puitteissa. Tuloksia mitataan tarkkuuden ja suorituskyvyn osalta, ja niitä verrataan peruskalliokinemaattisiin yhtälöihin. Tulokset osoittavat, että on mahdollista mallintaa tehokkaasti useiden alusten liikeratoja yhdellä ainoalla mallilla, joka koulutetaan ja arvioidaan riittävän suuren staattisen tietokokonaisuuden avulla, jolloin saavutetaan merkittävä resurssien käytön hyöty ilman, että tarkkuus kärsii.

**Tulos**

Perinteisten koneoppimisalgoritmien käyttö suurten tietovirtojen analysoinnissa: esineiden liikeratojen ennustaminen.

**Esimerkki 2.89**

Tässä tutkimuksessa on käsitelty hindi-englantilaisen sosiaalisen median koodisekoitetun tekstin (CSMT) matalan jäsennyksen ongelmaa. Olemme annotoineet aineiston, kehittäneet kielen tunnistimen, normalisoijan, puheosien merkitsijän ja matalan jäsentimen. Tietojemme mukaan olemme ensimmäiset, jotka yrittävät analysoida matalaa jäsentelyä CSMT:n avulla. Kehitetty putki on annettu tutkimusyhteisön käyttöön, jotta hindi-englanti-CSMT:n tekstianalyysiä voitaisiin parantaa. Putki on saatavilla osoitteessa 1.

**Tulos**

Matala jäsennysputki hindi-englanti-koodilla sekoitetulle sosiaalisen median tekstille

**Esimerkki 2.90**

Esittelemme uudenlaisen validointikehyksen, jonka avulla voidaan mitata oppimismallien todellista kestävyyttä reaalimaailman sovelluksissa luomalla tietokokonaisuuteen klusteroimalla lähteen sisältäviä ja lähteen poissulkevia osioita. Kehitämme kestävyysmittarin, joka on johdettu lähdetietoisista mallin tarkkuuden ala- ja ylärajoista myös silloin, kun tietolähdetunnisteet eivät ole helposti saatavilla. Osoitamme selvästi, että jopa MNIST:n kaltaisella hyvin tutkitulla tietokokonaisuudella voidaan rakentaa haastavia harjoitusskenaarioita ehdotetun arviointikehyksen avulla kahta erillistä mutta yhtä tärkeää sovellusta varten: i) tiukempi oppimismallien vertailu ja ii) tietokokonaisuuden riittävyyden arviointi. Lisäksi havaintomme lupaavat paitsi täydellisempää mallien monimutkaisuuden, tarkkuuden ja kestävyyden välisten kompromissien tunnistamista, myös auttaa tutkijoita optimoimaan tiedonkeruupanoksensa tunnistamalla vähemmän kestävät ja haastavammat luokkatunnisteet.

**Tulos**

Klusterointiin perustuva lähdetietoinen oppimismallien todellisen kestävyyden arviointi

**Esimerkki 2.91**

Käsittelemme tehtävää, jossa agentti oppii navigoimaan XWORLD-nimisessä 2D-suuntaisessa sokkeloisessa ympäristössä. Jokaisessa istunnossa agentti havaitsee sarjan raakapikselikuvia, opettajan luonnollisella kielellä antaman käskyn ja joukon palkintoja. Agentti oppii opettajan kielen tyhjästä perustellusti ja kompositionaalisesti siten, että harjoittelun jälkeen se pystyy suorittamaan oikein nollakomentoja: 1) komennon sanayhdistelmä ei ole koskaan aiemmin esiintynyt ja/tai 2) komento sisältää uusia objektikäsitteitä, jotka on opittu toisesta tehtävästä, mutta joita ei ole koskaan opittu navigoinnissa. Syväkehyksemme agenttia varten koulutetaan päästä päähän: se oppii samanaikaisesti ympäristön visuaaliset esitykset, kielen syntaksin ja semantiikan sekä toimintamoduulin, joka tuottaa toimintoja. Kehyksemme nollakohtainen oppimiskyky johtuu sen kompositionaalisuudesta ja modulaarisuudesta parametrien sitomisella. Visualisoimme kehyksen välitulokset, mikä osoittaa, että agentti todella ymmärtää, miten ongelma ratkaistaan. Uskomme, että tuloksemme tarjoavat alustavia näkemyksiä siitä, miten kouluttaa agentti, jolla on vastaavat kyvyt 3D-ympäristössä.

**Tulos**

Syvä kompositionaalinen kehys ihmisen kaltaiseen kielen oppimiseen virtuaaliympäristössä

**Esimerkki 2.92**

Viestintäsatelliittien hyötykuorman on läpäistävä useita testejä, jotta voidaan varmistaa niiden kyky selviytyä avaruudessa. Jokaisessa testissä on käytettävä joitakin hyötykuorman laitteita, mikä vaikuttaa hyötykuorman lämpötilaan. Satelliittivalmistajien tärkeä tavoite on järjestää nämä testit siten, että varmistetaan hyötykuorman lämpöstabiilisuus ja minimoidaan testikampanjan kokonaiskesto. Ongelma voidaan jakaa kahteen osaongelmaan, jotka vastaavat kahta tavoitetta: Ensinnäkin testien suorittamiseen tarvittavien erilaisten kokoonpanojen määrä on minimoitava. Tämä voidaan mallintaa pakkaamalla testit konfiguraatioihin, ja otamme käyttöön joukon implisiittisiä rajoituksia mallin alarajan parantamiseksi. Toiseksi testit on järjestettävä siten, että minimoidaan niiden kertojen määrä, jolloin laiteyksikkö on kytkettävä päälle tai pois päältä. Mallinnamme tämän näkökohdan käyttämällä rajoitusta Switch, jossa kapasiteetiltaan rajallinen puskuri edustaa tällä hetkellä aktiivisia laiteyksiköitä, ja esitämme parannuksen tätä rajoitusta koskevaan etenemisalgoritmiin. Tämän jälkeen esittelemme hakustrategian, jossa osaongelmat (pakkaus ja sekvensointi) ratkaistaan peräkkäin. Todellisilla ja satunnaisilla tapauksilla tehdyt kokeet osoittavat, että panoksemme ovat kiinnostavia.

**Tulos**

Rajoitusten ohjelmointi tietoliikennesatelliittien testikampanjoiden suunnittelussa

**Esimerkki 2.93**

Monissa älykkäissä käyttöliittymissä käytetään sovellus- ja käyttäjämalleja käyttäjän mieltymysten, tavoitteiden ja todennäköisten tulevien toimintojen määrittämiseksi. Tällaiset mallit edellyttävät sovelluksen analysointia, mukauttamista ja laajentamista. Tällaisten mallien rakentaminen ja ylläpito lisäävät huomattavasti aikaa ja työtä sovelluksen kehityssykliin. Esittelemme järjestelmän, joka tarkkailee muokkaamattoman sovelluksen käyttöliittymää ja tallentaa käyttäjien toimet sovelluksen kanssa. Tällaisten havaintojen historiasta muodostetaan karkea tilaavaruus, joka koostuu havaituista käyttöliittymän tiloista ja niiden välisistä toimista. Avaruuden tarkentamiseksi muodostamme hypoteeseja alatiloista niiden historioiden perusteella, jotka ovat johtaneet käyttäjät tiettyyn tilaan. Arvioimme mahdollisten tilanjakojen informaatiohyötyä vaihtelemalla tällaisissa osissa huomioon otettujen historioiden pituutta. Tällä tavoin tuotamme automaattisesti stokastisen dynaamisen mallin sovelluksesta ja sen käytöstä. Arvioidaksemme lähestymistapaamme esitämme malleja, jotka on johdettu todellisen sovelluksen käyttötiedoista.

**Tulos**

Sovellusten käytön stokastisen dynaamisen mallin rakentaminen

**Esimerkki 2.94**

Yhteistyösuodatus- tai suosittelujärjestelmät käyttävät käyttäjän mieltymyksiä koskevaa tietokantaa ennustamaan uusia aiheita tai tuotteita, joista uusi käyttäjä voisi pitää. Tässä artikkelissa kuvataan useita tähän tehtävään suunniteltuja algoritmeja, kuten korrelaatiokertoimiin perustuvia tekniikoita, vektoripohjaisia samankaltaisuuslaskelmia ja tilastollisia Bayesin menetelmiä. Vertailemme eri menetelmien ennustustarkkuutta joukossa edustavia ongelma-alueita. Käytämme kahta perusluokkaa arviointimittareita. Ensimmäisessä kuvaillaan tarkkuutta yksittäisten ennusteiden joukossa keskimääräisen absoluuttisen poikkeaman avulla. Toinen arvioi ehdotettujen kohteiden järjestetyn luettelon hyödyllisyyttä. Tämä mittari käyttää arviota todennäköisyydestä, jolla käyttäjä näkee suosituksen järjestetyssä luettelossa. Kokeet suoritettiin tietokokonaisuuksille, jotka liittyivät kolmeen sovellusalueeseen, neljään kokeiluprotokollaan ja kahteen eri algoritmien arviointimittariin. Tulokset osoittavat, että monenlaisissa olosuhteissa Bayesin verkot, joissa kussakin solmussa on päätöspuut, ja korrelaatiomenetelmät ovat Bayesin klusterointi- ja vektorien samankaltaisuusmenetelmiä parempia. Korrelaatio- ja Bayes-verkkojen välillä suositeltavin menetelmä riippuu tietokokonaisuuden luonteesta, sovelluksen luonteesta (paremmuusjärjestykseen asettaminen vai yksitellen esittäminen) ja äänten saatavuudesta, joiden avulla voidaan tehdä ennusteita. Muita näkökohtia ovat tietokannan koko, ennusteiden nopeus ja oppimisaika.

**Tulos**

Yhteistoiminnallisen suodatuksen ennakoivien algoritmien empiirinen analyysi

**Esimerkki 2.95**

Nykyaikaisissa suosittelujärjestelmissä yleinen ilmiö on yhden käyttäjän antaman palautteen käyttäminen kohteen "arvon" päättelemiseksi muille käyttäjille. Tämä johtaa tutkimisen ja hyödyntämisen väliseen kompromissiin, jossa käyttäjille on esiteltävä mahdollisesti arvoltaan vähäisiä kohteita niiden arvon selvittämiseksi. Nykyiset lähestymistavat tämän ongelman ratkaisemiseksi keskittyvät tapauksiin, joissa kohteiden määrä on pieni tai niissä on jonkinlainen perusrakenne. On kuitenkin epäselvää, onko hyvä suositus mahdollista silloin, kun kyseessä on sisällöltään rikas ja sisällöltään jäsentymätön ympäristö. Tarkastelemme tätä ongelmaa yksinkertaisessa luonnollisessa mallissa, jossa kohteiden määrä ja kohteiden katselukertojen määrä ovat samaa luokkaa ja "pääsykaavio" rajoittaa, kuka käyttäjä saa nähdä minkä kohteen. Tärkein oivalluksemme on, että pääsy-graafin olemassaolo tekee itse asiassa hyvän suosituksen mahdolliseksi - tämä edellyttää kuitenkin, että tutkimuskäytäntö suunnitellaan siten, että se hyödyntää pääsy-graafia. Tuloksemme osoittavat, miten tärkeää "sattumanvaraisuus" on etsinnässä ja miten suurempi graafin laajuus johtaa suositusten parempaan laatuun; se myös osoittaa syyn siihen, miksi joissakin tilanteissa Twitterin "Viimeisin ensin" -käytännön kaltaiset yksinkertaiset käytännöt tuottavat hyvää tulosta. Teknisestä näkökulmasta katsottuna mallimme tarjoaa tavan tutkia etsinnän ja hyödyntämisen välisiä kompromisseja tilanteissa, joissa "kokeilujen" ja "strategioiden" määrä on suuri (mahdollisesti ääretön) ja, mikä tärkeämpää, samaa luokkaa. Algoritmeillamme on kilpailusuhdetakuu, joka pätee pahimmassa tapauksessa käyttäjälle sekä äärellisen populaation että äärettömän horisontin asetuksissa, ja ne on parametrisoitu taustalla olevan graafin ominaisuuksien perusteella. Toisaalta osoitamme myös, että väärin suunnitellut politiikat voivat olla erittäin epäoptimaalisia ja että monissa tilanteissa tuloksemme ovat järjestysasteeltaan optimaalisia.

**Tulos**

Online-yhteistyösuodatus graafeissa

**Esimerkki 2.96**

Nykyiset algoritmit alaryhmien löytämiseksi numeeristen tavoitteiden avulla eivät optimoi löytämiensä ryhmien virhettä tai tavoitemuuttujien hajontaa. Tämä johtaa usein epäluotettaviin tai epäjohdonmukaisiin lausumiin tiedoista, mikä tekee käytännön sovelluksista, erityisesti tieteellisillä aloilla, turhia. Sen vuoksi laajennamme tässä optimistisen estimaattorin kehystä optimaalista alaryhmien löytämistä varten uuteen tavoitetoimintojen luokkaan: osoitamme, miten tiukat estimaattorit voidaan laskea tehokkaasti kaikille funktioille, jotka määräytyvät alaryhmän koon (ei-taantuva riippuvuus), alaryhmän mediaaniarvon ja mediaania ympäröivän hajontamäärän (ei-taantuva riippuvuus) mukaan. Tärkeässä erikoistapauksessa, jossa hajonta mitataan käyttämällä keskimääräistä absoluuttista poikkeamaa mediaanista, tämä uusi lähestymistapa tuottaa lineaarisen ajan algoritmin. Empiirinen arviointi useilla erilaisilla tietokokonaisuuksilla osoittaa, että kun tätä lähestymistapaa käytetään haara- ja sidontahaun yhteydessä, se on erittäin tehokas ja löytää alaryhmiä paljon pienemmillä virheillä.

**Tulos**

Yhdenmukaisten lausumien tunnistaminen numeerisista tiedoista hajontakorjatun alaryhmän löydön avulla

**Esimerkki 2.97**

Vertex Separation Minimization Problem (VSMP) koostuu graafin G = (V,E) sellaisen asettelun löytämisestä, joka minimoi asettelun maksimipisteiden leikkauksen tai erottelun. Kyseessä on yleisesti NP-täydellinen ongelma, johon voidaan soveltaa metaheuristisia tekniikoita lähes optimaalisen ratkaisun löytämiseksi. VSMP:llä on sovelluksia VLSI-suunnittelussa, graafien piirtämisessä ja tietokonekielen kääntäjien suunnittelussa. VSMP on polynomisesti ratkaistavissa ruuduille, puille, permutaatiograafeille ja kuvaajille. Rakennusheuristiikoilla on erittäin tärkeä rooli metaheuristisissa tekniikoissa, sillä ne vastaavat sellaisten alkuratkaisujen tuottamisesta, jotka johtavat nopeaan konvergenssiin. Tässä artikkelissa on ehdotettu kolmea konstruktio-heuristiikkaa H 1, H 2 ja H 3 ja tehty kokeita grid-, small-, puu- ja Harwell Boeing -grafiikoilla, yhteensä 248 graafitapauksella. Kokeet osoittavat, että H 1, H 2 ja H 3 pystyvät saavuttamaan parhaat tulokset 88,71 %:lle, 43,5 %:lle ja 37,1 %:lle kaikista tapauksista, kun taas kirjallisuudessa esitetty paras rakentamisheuristiikka saavuttaa parhaan ratkaisun 39,9 %:lle kaikista tapauksista. Olemme myös verranneet tuloksia uusimpaan metaheuristiikkaan GVNS ja havainneet, että ehdotettu rakentamisheuristiikka parantaa tuloksia joidenkin syöttötapausten osalta. Havaittiin, että GVNS saavutti parhaat tulokset 82,9 prosentille kaikista syöttötapauksista ja heuristiikka H 1 saavutti parhaat tulokset 82,3 prosentille kaikista syöttötapauksista.

**Tulos**

Polynomiajan tehokas rakentamisheuristiikka vertexin erottelun minimointiongelmaan

**Esimerkki 2.98**

Genomitietoja sisältävät oppimistehtävät ovat usein suuri haaste: syötettävien ominaisuuksien määrä voi olla suuruusluokkaa suurempi kuin harjoitusesimerkkien määrä, mikä vaikeuttaa ylisovittamisen välttämistä, vaikka käytettäisiinkin tunnettuja regularisointitekniikoita. Keskitymme tässä tehtäviin, joissa syötteenä on potilaskohtaisen geneettisen variaation kuvaus, yksittäiset nukleotidipolymorfismit (SNP:t), jolloin saadaan miljoonia ternäärisiä syötteitä. Syväoppimisen kyvyn parantamisella käsitellä tällaisia tietokokonaisuuksia voisi olla merkittävä vaikutus lääketieteellisessä tutkimuksessa, tarkemmin sanottuna täsmälääketieteessä, jossa tiettyä potilasta koskevia korkea-ulotteisia tietoja käytetään kiinnostavien ennusteiden tekemiseen. Vaikka tällaisten tehtävien datamäärät kasvavat, tämä epäsuhta esimerkkien ja syötteiden määrän välillä on edelleen ongelma. Luokittelevien neuroverkkojen naiiveissa toteutuksissa niiden ensimmäisellä kerroksella on valtava määrä vapaita parametreja (syötettävien ominaisuuksien määrä kertaa piilotettujen yksiköiden määrä): jokaiseen syötettävään ominaisuuteen liittyy yhtä monta parametria kuin piilotettuja yksiköitä on. Ehdotamme uutta neuroverkon parametrointia, joka vähentää huomattavasti vapaiden parametrien määrää. Se perustuu ajatukseen, että voimme ensin oppia tai tarjota hajautetun esityksen kullekin syötettävälle piirteelle (esim. jokaiselle genomin kohdalle, jossa datassa havaitaan vaihtelua) ja sitten oppia (toisen neuroverkon avulla, jota kutsutaan parametrien ennustamisverkoksi), miten piirteen hajautettu esitys (joka perustuu piirteen identiteettiin, ei sen arvoon) liitetään luokittelevan neuroverkon kyseiselle piirteelle ominaiseen parametrien vektoriin (painot, jotka yhdistävät piirteen arvon kuhunkin piilotettuun yksikköön). Tässä lähestymistavassa kuhunkin piirteeseen liittyvien parametrien tuottamista pidetään monitehtäväoppimisongelmana. Osoitamme kokeellisesti lääketieteellisten tutkimusten kannalta mielenkiintoisessa väestön ositustehtävässä, että ehdotetulla lähestymistavalla voidaan merkittävästi vähentää sekä parametrien määrää että luokittelijan virhetasoa.

**Tulos**

RUOKAVALIOVERKOT: OHUET PARAMETRIT RASVAN GENOMIIKKAA VARTEN

**Esimerkki 2.99**

OlkoonF joukko boolen funktioita. Esitämme algoritminF∨ := {∨f∈Sf | S ⊆ F} oppimiseen jäsenyyskyselyistä. Algoritmimme kysyy korkeintaan |F| -OPT(F∨) jäsenyyskyselyjä, missä OPT(F∨) on F∨:n oppimiseen tarvittavien jäsenyyskyselyjen pienin mahdollinen määrä. Kun F on joukko puoliavaruuksia vakioulottuvuusavaruudessa tai joukko muuttujien epäyhtälöitä, algoritmimme toimii polynomiajassa. Käsittelemällämme ongelmalla on käytännön merkitystä ohjelmien synteesin alalla, jossa tavoitteena on syntetisoida ohjelma, joka täyttää tietyt vaatimukset. Ohjelmasynteesistä on tullut suosittua erityisesti sellaisissa ympäristöissä, joissa pyritään auttamaan loppukäyttäjiä. Tällaisissa tilanteissa vaatimuksia ei anneta etukäteen, ja syntetisaattori voi oppia ne vain esittämällä loppukäyttäjälle jäsenyyskyselyjä. Työmme avulla tällaiset syntetisaattorit voivat oppia tarkat vaatimukset ja rajoittaa samalla jäsenyyskyselyjen määrää.

**Tulos**

Predikaattien disjunktioiden oppiminen

**Esimerkki 2.100**

Ihmiset ymmärtävät diskurssien merkityksiä ja suhteita tukeutuen voimakkaasti semanttiseen muistiinsa, joka koodaa yleistä tietoa käsitteistä ja tosiasioista. Tämän innoittamana ehdotamme implisiittisen diskurssisuhteiden analyysin neuraalista tunnistinta, joka perustuu semanttiseen muistiin, joka tallentaa tietoa hajautetusti. Kutsumme tätä tunnistinta nimellä SeMDER. SeMDER käyttää diskurssiargumenttien sanojen upotuksista lähtien matalaa koodaajaa luodakseen hajautetun pintarepresentaation diskurssille. Pintarepresentaatioiden päälle luodaan lisäksi semanttinen kooderi, jossa kiinnitetään huomiota semanttisen muistin matriisiin. Se pystyy hakemaan diskurssin syvän semanttisen merkityssisällön muistista. Käyttämällä pinta- ja semanttisia representaatioita syötteenä SeMDER ennustaa lopuksi implisiittiset diskurssisuhteet neuraalisen tunnistimen avulla. Vertailuaineistolla tehdyt kokeet osoittavat, että SeMDER hyötyy semanttisesta muistista ja saavuttaa F1-tuloksessa huomattavia parannuksia, keskimäärin 2,56 prosenttia nykyisiin uusimpiin perusratkaisuihin verrattuna.

**Tulos**

Neuraalinen diskurssisuhteiden tunnistaminen semanttisen muistin avulla

**Esimerkki 2.101**

Esiharjoittelua käytetään laajalti syvässä neutraalissa verkossa, ja yksi tunnetuimmista esiharjoittelumalleista on Deep Belief Network (DBN). Optimointikaavat ovat erilaisia esivalmennusprosessin aikana eri esivalmennusmalleille. Tässä asiakirjassa esivalmennettiin syvä neutraali verkko eri esivalmennusmalleilla ja tutkittiin näin ollen DBN:n ja Stacked Denoising Autoencoder (SDA) -mallin eroa, kun niitä käytetään esivalmennusmallina. Kokeelliset tulokset osoittavat, että DBN:llä saadaan parempi esivalmennusmalli. Malli kuitenkin konvergoituu suhteellisen huonompaan malliin hienosäätöprosessin jälkeen. Kuitenkin sen jälkeen, kun malli on esivalmennettu SDA:lla toisen kerran, se konvergoituu parempaan malliin, jos se on hienosäädetty.

**Tulos**

Moninkertaisesti esivalmisteltu syvä neuroverkko

**Esimerkki 2.102**

Kun painotusjärjestelmä on verrannollinen t:hen, perinteinen stokastinen gradienttilaskeutumisalgoritmi (stochastic gradient descent, SGD) saavuttaa vahvasti koverille funktioille suuren todennäköisyyden konvergenssinopeuden O(κ/T ) sen sijaan, että se olisi O(κ ln(T )/T ). Todistamme myös, että nopeutettu SGD-algoritmi saavuttaa myös nopeuden O(κ/T ).

**Tulos**

Stokastiset gradienttilaskeutumisalgoritmit vahvasti kuperaille funktioille O(1/T ) konvergenssinopeudella.

**Esimerkki 2.103**

Tässä asiakirjassa analysoidaan ja laajennetaan hyödyntäjiin perustuvia tiedon louhintamenetelmiä, joiden avulla voidaan tuottaa uutta tietoa perusmenetelmien pohjalta. Artikkelin tärkein saavutus on joidenkin universaalien hyödyntäjätodistusten hyödylliset ominaisuudet, joiden avulla perusluokkien ja -suhteiden joukkoa voidaan laajentaa äärellisellä joukolla uusia objektiluokkia ja niiden välisiä suhteita, joiden avulla voidaan luoda täydellinen ristikko. Ehdotettu lähestymistapa antaa mahdollisuuden laskea niiden uusien luokkien määrä, jotka voidaan luoda sen avulla, ja niiden eri tyyppien määrä, joita kukin saaduista luokista kuvaa; rakentaa määritelty luokkahierarkia, jossa on määritetty subsumption relation; välttää joitakin periytymisongelmia ja tehostaa perustiedon palauttamista tietokantaan.

**Tulos**

Oliokeskeinen tiedon louhinta universaalien hyödyntäjien avulla

**Esimerkki 2.104**

Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta mallia tulkittavissa olevan lauseen sulautuman poimimiseksi ottamalla käyttöön itsehuomio. Vektorin sijasta käytämme kaksiulotteista matriisia, jossa jokainen matriisin rivi keskittyy lauseen eri osaan. Ehdotamme myös itsehuomautusmekanismia ja erityistä regularisointitermiä mallia varten. Sivutuotteena upotuksen mukana tulee helppo tapa visualisoida, mitkä lauseen erityiset osat on koodattu upotukseen. Arvioimme malliamme kolmessa eri tehtävässä: kirjoittajan profilointi, tunnetilaluokitus ja tekstin sisältämä seuraamus. Tulokset osoittavat, että mallimme parantaa suorituskykyä merkittävästi muihin lauseen upottamismenetelmiin verrattuna kaikissa kolmessa tehtävässä.

**Tulos**

STRUKTUROITU ITSETARKKAAVA LAUSEEN UPOTTAMINEN.

**Esimerkki 2.105**

Kielellisten metaforien tietokoneavusteista käsittelyä koskeva nykytutkimus jakautuu kahteen päähaaraan: metaforien tunnistamiseen ja metaforien tulkintaan. Me valitsemme toisen tutkimuslinjan ja esittelemme automatisoidun menetelmän käsitteellisten metaforien tuottamiseksi kielellisestä aineistosta. Tuotettujen käsitteellisten metaforien perusteella löydämme korpuksista vastaavat kielelliset metaforat. Tässä artikkelissa kuvaamme lähestymistapaamme ja sen arviointia englannin- ja venäjänkielisten aineistojen avulla.

**Tulos**

Käsitteellisten metaforien luominen ehdotusvarastoista

**Esimerkki 2.106**

Viime aikoina on pyritty poistamaan Gaussin sekoitusmallit (GMM) syviin neuroverkkoihin perustuvien piilomarkov-mallien (HMM/DNN) koulutusprosessista. HMM/DNN-hybridin GMM-vapaata koulutusta varten on ratkaistava kaksi ongelmaa, nimittäin kehystason tilamerkintöjen alustava kohdistaminen ja kontekstiriippuvaisten tilojen luominen. Vaikka tasainen koulutus, jossa DNN:ää kohdistetaan ja koulutetaan uudelleen iteratiivisesti käyttämällä kehystason virhefunktiota, on mahdollista, se on kuitenkin melko hankalaa. Tässä ehdotamme, että käytämme peräkkäisdiskriminoivaa koulutuskriteeriä tasaista aloitusta varten. Vaikka sekvenssidiskriminoivaa koulutusta sovelletaan rutiininomaisesti vain mallin koulutuksen loppuvaiheessa, osoitamme, että asianmukaisella varovaisuudella se soveltuu myös kontekstiriippumattomien DNN-mallien kohdistamiseen. Sidottujen tilojen rakentamiseen käytämme hiljattain ehdotettua KL-divergenssiin perustuvaa tilojen klusterointimenetelmää, joten koko koulutusprosessimme on GMM-vapaa. Kokeellisessa arvioinnissa havaitsimme, että sekvenssidiskriminoiva tasainen aloitus -koulutusmenetelmä ei ole ainoastaan huomattavasti nopeampi kuin iteratiivisen uudelleenkoulutuksen ja uudelleenkohdistuksen suoraviivainen lähestymistapa, vaan myös saavutetut sanavirheprosentit ovat hieman paremmat.

**Tulos**

GMM-vapaa litteä alkusekvenssi-diskriminoiva DNN-koulutus

**Esimerkki 2.107**

Tarkastelemme kysymystä propositionaalisen logiikan laajentamisesta uskottavan päättelyn logiikaksi ja esitämme neljä vaatimusta, jotka tällaisen laajentamisen tulisi täyttää. Kukin vaatimus on vaatimus siitä, että jokin klassisen propositionaalisen logiikan ominaisuus säilyy laajennetussa logiikassa; sellaisenaan vaatimukset ovat yksinkertaisempia ja vähemmän ongelmallisia kuin Coxin teoreemassa ja sen muunnelmissa käytetyt vaatimukset. Kuten Coxin teoreeman tapauksessa, vaatimuksemme edellyttävät, että laajennetun logiikan on oltava isomorfinen (äärellisten joukkojen) todennäköisyysteorian kanssa. Lisäksi saamme todennäköisyyksille tietyt numeeriset arvot, jolloin saamme takaisin todennäköisyyden klassisen määritelmän lauseena, jossa "mahdollisten tapausten" roolissa ovat totuusarvot, jotka täyttävät premissin.

**Tulos**

Propositiologiikasta uskottavaan päättelyyn: A Uniqueness Theorem

**Esimerkki 2.108**

On olemassa monia deklaratiivisia kehyksiä, joiden avulla koodin muotoilijat voidaan toteuttaa suhteellisen helposti mille tahansa kielelle, mutta niiden rakentaminen on hankalaa. Ensimmäinen ongelma on se, että "kaikki" haluavat muotoilla koodinsa eri tavalla, mikä johtaa joko moniin muotoilijavaihtoehtoihin tai naurettavaan määrään konfigurointivaihtoehtoja. Toiseksi kunkin toteutuksen koko skaalautuu kielen kieliopin koon mukaan, mikä johtaa satoihin sääntöihin. Tässä artikkelissa ratkaisemme muotoilijoiden rakentamisongelman käyttämällä uutta lähestymistapaa, joka johtaa automaattisesti muotoilijat mille tahansa kielelle ilman kieliasiantuntijan puuttumista asiaan. Esittelemme CODEBUFF-nimisen koodinmuodostajan, joka käyttää koneoppimista abstrahoidakseen muotoilusääntöjä edustavasta korpuksesta käyttäen huolellisesti suunniteltua ominaisuusjoukkoa. Kokeilumme Java-, SQL- ja ANTLR-kielioppien kanssa osoittavat, että CODEBUFF on tehokas, tarkkuus on erinomainen ja kielioppi on muuttumaton tietylle kielelle. Se yleistyy myös käsikirjoituksen valmistelun aikana testattuun neljänteen kieleen.

**Tulos**

Tekninen raportti: Towards a Universal Code Formatter through Machine Learning (Kohti universaalia koodinmuodostajaa koneoppimisen avulla).

**Esimerkki 2.109**

Tässä artikkelissa esitellään uusi iteratiivinen monivaiheinen klusterointitekniikka, jonka avulla voidaan tehokkaasti klusteroida korkea-ulotteisia datapisteitä. Tätä varten toteutamme klusterointiominaisuuden (CF) puun todelliselle datajoukolle ja Gaussin tiheysjakauman rajoituksen tuloksena syntyvälle CF-puulle. Jälkikäsittely soveltamalla Gaussin tiheysjakaumafunktiota mikroklustereihin johtaa aiemmin muodostettujen klustereiden hienosäätöön, mikä parantaa niiden laatua. Tämä algoritmi onnistuu myös poistamaan perinteisten hierarkkisten klusterointimenetelmien luontaiset haitat, kuten kyvyttömyyden kumota datapisteiden dendogrammiin tehtyjä muutoksia. Lisäksi algoritmissa sovellettu rajoitustoimenpide tekee tästä klusterointitekniikasta sopivan tarpeeseen perustuvaan data-analyysiin. Väitteemme todenperäisyys osoitetaan arvioimalla algoritmia muiden vastaavien klusterointialgoritmien kanssa.

**Tulos**

Gaussin mittausten käyttö tehokkaaseen rajoituksiin perustuvaan klusterointiin

**Esimerkki 2.110**

Miten uutislähteet käsittelevät kiistanalaisia aiheita? Tässä työssä käytämme datapohjaista lähestymistapaa ymmärtääkseen, miten kiistanalaisuus vaikuttaa tunneilmaisuun ja puolueelliseen kielenkäyttöön uutisissa. Aluksi esittelemme uuden tietokokonaisuuden kiistanalaisista ja ei-kiistanalaisista termeistä, jotka on kerätty joukkoistamisen avulla. Sen jälkeen vertaamme 15 tärkeimpään yhdysvaltalaiseen uutislähetykseen keskittyen miljoonia artikkeleita, joissa käsitellään kiistanalaisia ja ei-kiistanalaisia aiheita seitsemän kuukauden ajalta. Huomasimme, että kiistanalaisista aiheista puhuttaessa yleensäkin negatiivisten vaikutteiden ja puolueellisen kielen käyttö on yleistä, kun taas voimakkaiden tunteiden käyttö on hillittyä. Havaitsemme myös monia eroja eri uutislähteiden välillä. Näiden havaintojen avulla osoitamme, että voimme osoittaa, missä määrin jokin asia on kiistanalainen, vertaamalla sitä muihin asioihin sen suhteen, miten niitä kuvataan eri tiedotusvälineissä.

**Tulos**

Ristiriidat ja mielipiteet verkkouutisissa

**Esimerkki 2.111**

Koska täsmällinen nostettu päättely on vaikeasti toteutettavissa, tutkimuksessa on viime aikoina keskitytty tarkkojen ja tehokkaiden likimääräisten päättelyalgoritmien löytämiseen tilastollisissa relaatiomalleissa (SRM-malleissa), kuten Lifted First-Order Belief Propagation. FOBP simuloi propositionaalista tekijägraafin uskomuspropagointia rakentamatta perustekijägraafia tunnistamalla ja nostamalla yli tarpeettomien viestien laskutoimitukset. Tässä työssä ehdotamme FOBP:n yleistystä nimeltä Lifted Generalized Belief Propagation, jossa sekä alueen rakenne että viestirakenne voidaan nostaa. Tämä lähestymistapa mahdollistaa sen, että suurempi osa päättelystä voidaan suorittaa alueen sisällä (BP:n tarkassa päättelyvaiheessa), jolloin voidaan simuloida uskomuspropagointia graafirakenteessa, jossa on suuremmat aluekokonaisuudet ja vähemmän reunoja, mutta samalla säilytetään käsiteltävyys. Osoitamme, että tuloksena syntyvä algoritmi konvergoituu vähemmillä iteraatioilla tarkempiin tuloksiin erilaisilla SRM:illä.

**Tulos**

Nostettu aluepohjainen uskomuksen eteneminen (Lifted Region-Based Belief Propagation)

**Esimerkki 2.112**

Tässä artikkelissa kuvaamme menetelmän, jonka avulla voidaan päätellä yritysten/brändien Bullish- tai Bearish-tunnelmat. Tarkemmin sanottuna lähestymistapamme hyödyntää affektiivista sanastoa ja sanojen sulauttamista yhdessä konvolutiivisten neuroverkkojen kanssa päättelemään talousuutisotsikoiden tunnetilaa kohdeyritystä kohtaan. Tällaista arkkitehtuuria käytettiin ja arvioitiin SemEval 2017 -haasteen yhteydessä (tehtävä 5, alatehtävä 2), jossa se saavutti parhaan tuloksen.

**Tulos**

Fortia-FBK SemEval-2017:ssä Tehtävä 5: Bullish or Bearish? Brändejä koskevien tunnelmien päätteleminen talousuutisten otsikoista

**Esimerkki 2.113**

Viime vuosina tietojen luokittelussa on tapahtunut suuria muutoksia ja kehitystä. Teknologian sovellusalueen kasvaessa myös tietojen koko kasvaa. Tietojen luokittelusta tulee vaikeaa, koska niiden koko on rajaton ja ne ovat luonteeltaan epätasapainoisia. Luokkien epätasapaino-ongelmasta on tullut suurin ongelma tiedonlouhinnassa. Epätasapaino-ongelma syntyy, kun jommallakummalla luokalla on enemmän näytteitä kuin muilla luokilla. Useimmat algoritmit keskittyvät enemmän suurten näytteiden luokitteluun ja jättävät vähemmistönäytteet huomiotta tai luokittelevat ne väärin. Vähemmistönäytteet ovat näytteitä, joita esiintyy harvoin mutta jotka ovat erittäin tärkeitä. Epätasapainotietoaineistojen luokitteluun on käytettävissä erilaisia menetelmiä, jotka jaetaan kolmeen pääluokkaan: algoritmiseen lähestymistapaan, tietojen esikäsittelyyn ja ominaisuuksien valintaan. Kullakin näistä tekniikoista on omat etunsa ja haittansa. Tässä asiakirjassa määritellään kunkin lähestymistavan systemaattinen tutkimus, joka antaa oikean suunnan luokkien epätasapaino-ongelman tutkimukselle.

**Tulos**

Luokkien epätasapaino-ongelma tiedonlouhinnassa: Review

**Esimerkki 2.114**

Luonnollisen kielen sanat noudattavat zipfiläistä jakaumaa, jossa jotkin sanat ovat yleisiä mutta useimmat harvinaisia. Tämän jakauman "pitkän hännän" sanojen representaatioiden oppiminen vaatii valtavia tietomääriä. Harvinaisten sanojen representaatiot, jotka on opetettu suoraan lopputehtävistä, ovat yleensä huonoja, joten meidän on joko opetettava upotukset etukäteen ulkoisen datan avulla tai käsiteltävä kaikkia harvinaisia sanoja sanaston ulkopuolisina sanoina, joilla on ainutlaatuinen representaatio. Tarjoamme menetelmän, jolla harvinaisten sanojen upotukset voidaan ennustaa lennossa pienistä määristä apudataa lopputehtävään koulutetun verkon avulla. Osoitamme, että tämä parantaa tuloksia verrattuna perusverkkoon, jossa sulautumat koulutetaan lopputehtävän perusteella luetun ymmärtämistehtävässä, tekstin seurausten tunnistamistehtävässä ja kielen mallintamisessa.

**Tulos**

Oppiminen laskemaan sanojen sulautuksia lennossa

**Esimerkki 2.115**

Esittelemme järjestelmän, jolla voidaan seurata merenkulun toimintaa verkossa lukuisten merellä purjehtivien alusten suoratoistopisteiden avulla. Järjestelmässä käytetään online-seurantamoduulia, joka havaitsee tärkeät muutokset kunkin aluksen ajassa kehittyvässä liikeradassa ja voi siten säilyttää vähitellen tiiviit mutta luotettavat yhteenvedot aluksen viimeaikaisista liikkeistä. Monimutkaisen tapahtumatunnistusmoduulinsa ansiosta järjestelmä voi lisäksi tarjota merenkulkuviranomaisille välittömiä ilmoituksia hätätilanteista, kuten törmäysvaarasta, epäilyttävistä liikkeistä suojelluilla alueilla tai pakettien poimimisesta avomerellä. Laajoissa testeissämme validoitiin järjestelmän suorituskyky, tehokkuus ja kestävyys reaalimaailman ja synteettisesti suurennettujen tietokokonaisuuksien skaalautuvilla määrillä, ja lisäksi sen käyttöönotto alusten online-syötteiden avulla on vahvistanut sen kyvyt tehokkaaseen, reaaliaikaiseen merivalvontaan.

**Tulos**

Online-tapahtumien tunnistaminen liikkuvien alusten liikeradoista

**Esimerkki 2.116**

Prosodia vaikuttaa puheen luonnollisuuteen ja ymmärrettävyyteen. Automaattinen prosodian ennustaminen tekstistä kiinalaista puhesynteesiä varten on kuitenkin edelleen suuri haaste, ja perinteinen CRF-menetelmä (Conditional Random Fields) perustuu aina vahvasti ominaisuuksien suunnitteluun. Tässä artikkelissa ehdotamme neuroverkkojen käyttöä prosodian rajalappujen ennustamiseen suoraan kiinalaisista merkeistä ilman ominaisuuksien suunnittelua. Kokeelliset tulokset osoittavat, että feed-forward- ja BLSTM-verkkokerrosten (bidirectional long short-term memory) pinoamisella saavutetaan parempi suorituskyky kuin CRF-pohjaisella menetelmällä. Raakatekstistä opitut upotusominaisuudet parantavat suorituskykyä entisestään.

**Tulos**

AUTOMAATTINEN PROSODIAN ENNUSTAMINEN KIINANKIELISTÄ PUHETTA VARTEN BLSTM-RNN:N JA UPOTUSOMINAISUUKSIEN AVULLA

**Esimerkki 2.117**

Kun osa nykyisistä kevyistä hyötyajoneuvoista korvataan sähkökäyttöisillä hybridiajoneuvoilla, on mahdollista vähentää riippuvuutta öljypolttoaineista ja saada samalla ympäristöllisiä ja taloudellisia hyötyjä. PHEV-ajoneuvojen lataustoiminta tuo varmasti uutta kuormitusta sähköverkkoon. Älykkäämmän sähköverkon kehittämisen yhteydessä tämän tutkimuksen pääpaino on ehdottaa mallia sähköenergian päivittäiselle kysynnälle PHEV-ajoneuvojen latauksen yhteydessä. Odotettavissa oleva PHEV-kysyntä mallinnetaan PHEV:n latausajalla ja latauksen alkamisajankohdalla todellisen maailman tietojen mukaan. Latauksen alkamisajankohdan oletetaan olevan normaalijakauma. Latausajan osalta tarkastellaan useita jakaumia: tasainen jakauma, Gaussin jakauma, jolla on positiivinen tuki, Ricianin jakauma ja epätasainen jakauma, joka johtuu reaalimaailman tietojen ajomalleista. Luomme päivittäisiä kysyntäprofiileja käyttämällä todellisia asukasprofiileja koko vuoden 2014 ajan eri odotettavissa olevien PHEV-kysyntämallien avulla. Tukivektorikoneita (Support Vector Machines, SVM), joukko valvottuja koneoppimismalleja, käytetään parhaan dataan sopivan mallin löytämiseksi. Testattiin SVM-malleja, joissa oli radiaalipohjainen funktio (RBF) ja polynomiytimet. Mallien suorituskykyä arvioidaan keskimääräisen neliövirheen (MSE) ja keskimääräisen absoluuttisen prosentuaalisen virheen (MAPE) avulla. Parhaat tulokset saatiin RBF-ytimen avulla: MSE:n suurin (huonoin) arvo oli noin 2,89 10 ja MAPE:n suurin (huonoin) arvo noin 0,023. Avainsanat: Energiankysyntä, pistokehybridisähköajoneuvo (PHEV), älykkäät sähköverkot, tukivektorikoneet.

**Tulos**

Sähköenergian päivittäisen kysynnän mallintaminen PHEV-ajoneuvojen läsnä ollessa älykkäissä sähköverkoissa valvotun oppimisen avulla

**Esimerkki 2.118**

Multimediasisältö tai puhuttu sisältö tarjoaa houkuttelevampaa tietoa kuin pelkkä tekstisisältö, mutta sitä on vaikeampi näyttää näytöllä ja käyttäjän on vaikeampi valita. Tämän vuoksi suurten kokoelmien käyttö on ihmisille paljon vaikeampaa ja aikaa vievämpää kuin jälkimmäisen. On erittäin houkuttelevaa kehittää kone, joka pystyy automaattisesti ymmärtämään puhuttua sisältöä ja tiivistämään keskeiset tiedot ihmisten selattavaksi. Tässä pyrkimyksessämme ehdotamme uutta tehtävää puhutun sisällön koneellisesta ymmärtämisestä. Määrittelemme alustavaksi tavoitteeksi TOEFL-testin kuullun ymmärtämisen kokeen, joka on haastava akateeminen englannin kielen koe englanninoppijoille, joiden äidinkieli ei ole englanti. Lisäksi ehdotamme tätä tehtävää varten Attention-based Multi-hop Recurrent Neural Network (AMRNN) -arkkitehtuuria, jolla saavutetaan rohkaisevia tuloksia ensimmäisissä testeissä. Alustavat tulokset ovat myös osoittaneet, että sanatason huomio on todennäköisesti vankempi kuin lausetason huomio tässä tehtävässä, jossa on ASR-virheitä.

**Tulos**

Kohti puhutun sisällön koneellista ymmärtämistä: Alkuperäinen TOEFL-kuullun ymmärtämistesti koneella.

**Esimerkki 2.119**

Agglutinatiivisten kielten kielimallit ovat aina olleet aiemmin vaikeuksissa, koska eri affiksit ovat mahdollistaneet lukemattomia agglutinaatioita mille tahansa tietylle sanalle.Ehdotamme menetelmää, jolla voidaan vähentää sanaston ulkopuolisten sanojen ongelmaa ottamalla käyttöön tavuista ja morfeemeista johdettu upotus, joka hyödyntää agglutinatiivista ominaisuutta. Mallimme päihittää merkkitason upotuksen 16,87 prosenttia monimutkaisuudessa 9,50 miljoonalla parametrilla. Ehdotetulla menetelmällä saavutetaan nykyisiin syötteen ennustamismenetelmiin nähden huippuluokan suorituskyky Key Stroke Saving -menetelmän osalta, ja se on kaupallistettu.

**Tulos**

Tavutason neuraalinen kielimalli agglutinatiiviselle kielelle

**Esimerkki 2.120**

Sekä Huginin että erityisesti Shafer-Shenoyn arkkitehtuurien päättelyn tehokkuutta voidaan parantaa hyödyntämällä klikkien saapuvien viestien aiheuttamia riippumattomuussuhteita. Toisin sanoen klikistä lähetettävät viestit voidaan laskea klikin potentiaalin faktoroinnin avulla liitospuun muodossa. Tässä luvussa osoitamme, että hyödyntämällä tällaisia sisäkkäisiä risteyspuita viestien laskennassa voidaan vähentää sekä tavanomaisten etenemismenetelmien tila- että aikakustannuksia. Työssä esitellään jäsennelty tapa hyödyntää sisäkkäisten risteyspuiden tekniikkaa tällaisten vähennysten saavuttamiseksi. Menetelmän hyödyllisyyttä korostetaan perusteellisella empiirisellä arvioinnilla, jossa käytetään kymmentä suurta reaalimaailman Bayes-verkkoa ja Hugin-päätelmäalgoritmia.

**Tulos**

Sisäkkäiset risteyspuut

**Esimerkki 2.121**

Mobiilireunalaskenta (eli sumulaskenta) on hiljattain noussut esiin, jotta viiveherkkiä sovelluksia voidaan käsitellä paikan päällä mobiiliverkkojen reunalla. Verkkovirtalähteen tarjoaminen mobiilin reunalaskennan tueksi on kuitenkin kallista ja jopa mahdotonta (tietyillä karuilla tai alikehittyneillä alueilla), joten yhä useammissa skenaarioissa on käytettävä uusiutuvaa energiaa pääasiallisena tai jopa ainoana virtalähteenä paikan päällä. Uusiutuvan energian suuri vaihtelevuus ja arvaamattomuus tekevät kuitenkin erittäin haastavaksi korkealaatuisen palvelun tarjoamisen käyttäjille energiaa keräävissä mobiileissa reunalaskentajärjestelmissä. Tässä artikkelissa käsittelemme uusiutuvien energialähteiden sisällyttämisen haastetta mobiiliin reunalaskentaan ja ehdotamme tehokasta vahvistusoppimiseen perustuvaa resurssienhallinta-algoritmia, joka oppii lennossa optimaalisen politiikan dynaamiseen työnkuormituksen purkamiseen (keskitettyyn pilveen) ja reunapalvelinten tarjoamiseen, jotta järjestelmän pitkän aikavälin kustannukset (mukaan lukien sekä palvelun viive että käyttökustannukset) voidaan minimoida. Verkko-oppimisalgoritmimme käyttää (offline-)arvo-iteraation ja (online-)vahvistusoppimisen yhdistelmää, jolloin oppimisnopeus ja suoritusajan suorituskyky paranevat merkittävästi verrattuna tavanomaisiin vahvistusoppimisalgoritmeihin, kuten Q-oppimiseen. Todistamme ehdotetun algoritmin konvergenssin ja osoitamme analyyttisesti, että opitulla politiikalla on yksinkertainen monotoninen rakenne, joka soveltuu käytännön toteutukseen. Simulointituloksemme vahvistavat algoritmimme tehokkuuden, sillä se parantaa merkittävästi reunalaskennan suorituskykyä verrattuna kiinteisiin tai lyhytnäköisiin optimointijärjestelmiin ja perinteisiin vahvistusoppimisalgoritmeihin. J. Xu ja L. Chen työskentelevät Miamin yliopiston sähkö- ja tietotekniikan laitoksella. Sähköposti: jiexu@miami.edu, lx.chen@miami.edu. S. Ren on Kalifornian yliopiston Riversiden sähkö- ja tietotekniikan laitokselta. Sähköposti: sren@ece.ucr.edu.

**Tulos**

Verkko-oppiminen energiankorjuun ja automaattisen skaalautumisen hyödyntämiseksi mobiilissa reunalaskennassa (Energy Harvesting Mobile Edge Computing)

**Esimerkki 2.122**

Webissä on valtava määrä jäsentymätöntä arabian kielistä tietoa, joka on aina järjestetty puolistrukturoiduksi tekstiksi, eikä sitä voi käyttää suoraan. Tässä tutkimuksessa ehdotetaan puolivalvottua tekniikkaa, joka poimii binäärisiä suhteita kahden arabiankielisen nimetyn entiteetin välille verkosta. Relaatioiden louhintaa latinankielisistä teksteistä varten on tehty useita töitä, mutta tietojemme mukaan arabiankielistä tekstiä varten ei ole olemassa yhtään työtä, jossa käytettäisiin puolivalvottua tekniikkaa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on poimia suuri luettelo tai taulukko nimetyistä entiteeteistä ja suhteista tietyllä alalla. Käyttäjältä vaaditaan syötteenä pieni joukko kourallista instanssisuhteita. Järjestelmä käyttää lähdetekstinä Googlen hakukoneen tiivistelmiä. Näitä instansseja käytetään mallien poimimiseen. Tuloksena on joukko uusia entiteettejä ja niiden suhteita. Neljän kokeen tulokset osoittavat, että tarkkuus ja palautusprosentti vaihtelevat relaatiotyypin mukaan. Tarkkuus vaihtelee 0,61:stä 0,75:een, kun taas palautus vaihtelee 0,71:stä 0,83:een. Paras tulos saadaan (pelaaja, seura) -suhteella, jonka tarkkuus on 0,72 ja palautus 0,83.

**Tulos**

ARABIALAISTEN SUHTEIDEN POIMIMINEN VERKOSTA

**Esimerkki 2.123**

Keskustelemme jäännösverkkojen (ResNet), toistuvien neuroverkkojen (RNN) ja kädellisten näköaivokuoren välisistä suhteista. Aloitamme havainnolla, että matala RNN vastaa täsmälleen hyvin syvää ResNet-verkkoa, jossa painot jaetaan kerrosten kesken. Tällaisen RNN:n suora toteutus, vaikka sillä on kertaluokkaa vähemmän parametreja, johtaa samanlaiseen suorituskykyyn kuin vastaava ResNet. Ehdotamme 1) sekä RNN- että ResNet-arkkitehtuurien yleistämistä ja 2) olettamusta, jonka mukaan kohtuullisen syvien RNN:ien luokka on biologisesti uskottava malli näköaivokuoren ventraaliselle virtaukselle. Osoitamme arkkitehtuurien tehokkuuden testaamalla niitä CIFAR-10-tietoaineistolla. Tätä työtä on tukenut Center for Brains, Minds and Machines (CBMM), jota rahoittaa NSF STC -palkinto CCF 1231216. 1 ar X iv :1 60 4. 03 64 0v 1 [ cs .L G ] 1 3 A pr 2 01 6

**Tulos**

Jäännösoppimisen, rekursiivisten neuroverkkojen ja näköaivokuoren välisten kuilujen umpeen kurominen umpeen.

**Esimerkki 2.124**

Viimeaikaisista edistysaskelista huolimatta syvien generatiivisten mallien pullonkauloina ovat edelleen laaja harjoittelu ja vaikeudet yleistämisessä pienestä määrästä harjoitusesimerkkejä. Molemmat ongelmat voidaan ratkaista ehdollisilla generatiivisilla malleilla, jotka koulutetaan mukauttamaan generatiivinen jakauma ylimääräisiin syöttötietoihin. Tähän mennessä tätä ajatusta on tutkittu vain tietyin rajoituksin, kuten rajoittamalla syöttötiedot yhteen objektiin tai useisiin samaa käsitettä edustaviin objekteihin. Tässä työssä kehitämme uuden luokan syvägeneratiivista mallia, jota kutsutaan generatiivisiksi sovitusverkoiksi ja joka on saanut inspiraationsa hiljattain ehdotetuista sovitusverkoista, jotka on tarkoitettu erottelevien tehtävien yksitahoiseen oppimiseen, sekä metaoppimisen ideoista. Ehdollistamalla ylimääräisen syötetietoaineiston generatiiviset matching-verkot voivat välittömästi oppia uusia käsitteitä, joita ei ollut käytettävissä koulutuksen aikana mutta jotka noudattavat samanlaista generatiivista prosessia, ilman nimenomaisia rajoituksia ylimääräisten syöttöobjektien tai niiden edustamien käsitteiden määrälle. Omniglot-tietokannalla tekemämme kokeet osoittavat, että generatiiviset sovitusverkot voivat parantaa ennustussuorituskykyä merkittävästi lennossa, kun mallin käytettävissä on enemmän lisätietoa, ja myös mukauttaa latenttia tilaa, mikä on hyödyllistä ominaisuuksien louhinnan yhteydessä.

**Tulos**

GENERATIIVISET SOVITUSVERKOT

**Esimerkki 2.125**

Kehitämme yleisen dualiteetin neuroverkkojen ja kompositionaalisten ytimien välille ja pyrimme näin ymmärtämään paremmin syväoppimista. Osoitamme, että yleisten satunnaisten alustusten avulla luodut alkuedustukset ovat riittävän rikkaita ilmaisemaan kaikkia funktioita duaalisen ytimen avaruudessa. Näin ollen, vaikka koulutustavoitetta on pahimmassa tapauksessa vaikea optimoida, alkupainot muodostavat hyvän lähtökohdan optimoinnille. Kaksoisnäkemyksemme paljastaa myös neuroverkkojen pragmaattisen ja esteettisen näkökulman ja korostaa niiden ilmaisuvoimaa. ∗Sähköposti: amitdaniely@google.com †Sähköposti: rf@cs.stanford.edu. Työ suoritettu Googlessa. ‡Email: singer@google.com ar X iv :1 60 2. 05 89 7v 1 [ cs .L G ] 1 8 Fe b 20 16

**Tulos**

Kohti neuroverkkojen syvempää ymmärtämistä: Initialisoinnin voima ja kaksoisnäkemys ekspressiivisyydestä

**Esimerkki 2.126**

Tässä tutkimuksessa sovelletaan argumentaatioteorian ajatuksia semanttisiin wikeihin, ja tavoitteena on tarjota tukea strukturoidulle ja laajamittaiselle argumentoinnille ihmisagenttien välillä. Toteutettua prototyyppiä havainnollistetaan mallintamalla MMR-rokotetta koskevaa kiistaa.

**Tulos**

Semanttisten wikien käyttö strukturoituun argumentointiin lääketieteen alalla

**Esimerkki 2.127**

Ehdotamme k-meansia, uutta klusterointimenetelmää, joka selviytyy tehokkaasti suuresta määrästä klustereita ja saavuttaa matalaenergiaratkaisuja. k-means perustuu tavanomaiseen k-meansiin (Lloydin algoritmi) ja yhdistää uuden strategian konvergenssin nopeuttamiseksi uuteen matalan aikakompleksisuuden jakavaan alustukseen. Nopeutettu konvergenssi saavutetaan tarkastelemalla vain kn lähimpiä klustereita ja käyttämällä kolmion epätasa-arvorajoja määritysvaiheessa, kun taas jakava alustaminen käyttää optimaalista 2-klusteroinnin suuntaamista. Pahimmassa tapauksessa k-means-menetelmämme iteraatiokohtainen aikakompleksisuus on O(nknd+ kd), jossa d on n datapisteen ulottuvuus ja k on klusterien lukumäärä ja yleensä n k kn. Verrattuna k-meansin O(nkd)-kompleksisuuteen k-meansin monimutkaisuus on huomattavasti pienempi, mutta muistin monimutkaisuus kasvaa hieman O(nkn + k). Laajoissa kokeissamme k-means on suuruusluokkaa (tai suuruusluokkia) nopeampi kuin vakiomenetelmät tarkkojen klusterointien laskemisessa useissa vakiotietoaineistoissa ja asetuksissa, joissa on satoja klustereita ja suurten dimensioiden tietoja. Lisäksi ehdotettu jakava alustaminen johtaa yleensä klusterointitehoihin, jotka ovat verrattavissa standardilla k-means++ -alustamisella saavutettuihin energioihin, mutta ovat samalla huomattavasti nopeampia.

**Tulos**

k-means nopeaan ja tarkkaan suuren mittakaavan klusterointiin

**Esimerkki 2.128**

Tutkimme arviointimittareita päästä päähän -dialogijärjestelmille, joissa ei ole saatavilla valvottuja merkintöjä, kuten tehtävän suorittamista. Viimeaikaisissa loppupään dialogijärjestelmiä koskevissa töissä on otettu käyttöön konekääntämisen ja tekstin tiivistämisen metriikoita, joilla verrataan mallin tuottamaa vastausta yhteen kohdevastaukseen. Osoitamme, että nämä mittarit korreloivat hyvin heikosti tai eivät lainkaan ihmisen tekemien arvioiden kanssa vastauksen laadusta sekä teknisillä että muilla kuin teknisillä aloilla. Esitämme kvantitatiivisia ja kvalitatiivisia tuloksia, joissa korostetaan nykyisten mittareiden erityisiä heikkouksia, ja annamme suosituksia parempien automaattisten arviointimittareiden kehittämiseksi tulevaisuudessa dialogijärjestelmiä varten.

**Tulos**

Kuinka EI arvioida vuoropuhelujärjestelmääsi: Empiirinen tutkimus dialogivastausten tuottamisen valvomattomista arviointimittareista.

**Esimerkki 2.129**

Tässä artikkelissa esitellään tuloksia kokeistamme, joissa käytimme Ubuntu Dialog Corpus -<lb>laajinta julkisesti saatavilla olevaa monivaiheista dialogikorpusta. Ensin käytämme sisäistä<lb>toteutusta aiemmin raportoiduista malleista tehdäksemme riippumattoman arvioinnin<lb> käyttäen samaa dataa. Toiseksi arvioimme eri LSTM:ien,<lb>Bi-LSTM:ien ja CNN:ien suorituskykyä aineistolla. Kolmanneksi luomme ensemblen keskiarvottamalla<lb>mallien ennusteet. Ensemble parantaa suorituskykyä entisestään<lb>ja sillä saavutetaan huippuluokan tulos tässä tietokokonaisuudessa. Lopuksi keskustelemme<lb>tulevaisuuden suunnitelmistamme tätä korpusta käyttäen.

**Tulos**

Parannetut Deep Learning -peruslinjat Ubuntu Corpus -dialogeille

**Esimerkki 2.130**

Erittäin epästationäärisen ympäristömelun negatiivisen vaikutuksen poistaminen on puheentunnistuksen pitkäaikainen tutkimusaihe, mutta se on edelleen tärkeä haaste nykyään. Tämän ongelman ratkaisemiseksi perinteiset valvomattomat signaalinkäsittelymenetelmät näyttävät saavuttaneen kattonsa. Tietoon perustuvat valvotut lähestymistavat, erityisesti syväoppimisen avulla suunnitellut lähestymistavat, ovat kuitenkin viime aikoina nousseet esiin mahdollisina vaihtoehtoina. Tässä valossa aiomme tässä artikkelissa tehdä kattavan yhteenvedon hiljattain kehitetyistä ja edustavimmista syväoppimislähestymistavoista, joiden avulla voidaan käsitellä esiin tullutta ongelmaa, ja tarkoituksena on antaa ohjeita niille, jotka ovat syventymässä ympäristön kannalta kestävän puheentunnistuksen alalle. Jotta nämä lähestymistavat voitaisiin esitellä paremmin, luokittelemme ne yksi- ja monikanavaisiin tekniikoihin, joista kutakin kuvataan erityisesti puheentunnistusjärjestelmien etupäässä, takapäässä ja yhteisessä kehyksessä. Samalla kuvaamme näiden lähestymistapojen hyviä ja huonoja puolia sekä niiden välisiä suhteita, joista voi todennäköisesti olla hyötyä tulevassa tutkimuksessa.

**Tulos**

Deep Learning for Environmentally Robust Speech Recognition: Viimeaikainen kehitys

**Esimerkki 2.131**

Viimeaikaiset työt ovat osoittaneet, että käännösmallien automaattisesti tuottamat synteettiset rinnakkaisdatat voivat olla tehokkaita erilaisissa neuraalisen konekääntämisen (NMT) kysymyksissä. Tässä tutkimuksessa rakennamme NMT-järjestelmiä, joissa käytetään vain synteettistä rinnakkaisdataa. Tehokkaana vaihtoehtona todelliselle rinnakkaisdatalle esitämme myös uudenlaisen synteettisen rinnakkaiskorpuksen. Ehdotetut pseudorinnakkaisdatat eroavat aiemmista töistä siinä, että pohjatotuus ja synteettiset esimerkit sekoitetaan lauseparien molemmin puolin. Kokeet tšekin-saksan ja ranskan-saksan käännöksillä osoittavat ehdotetun pseudorinnakkaiskorpuksen tehokkuuden, sillä se osoittaa paitsi parempia tuloksia kaksisuuntaisissa käännöstehtävissä myös huomattavia parannuksia todellisen rinnakkaiskorpuksen avulla.

**Tulos**

Neuraalisen konekäännösjärjestelmän rakentaminen käyttäen vain synteettistä rinnakkaisdataa

**Esimerkki 2.132**

Tässä artikkelissa esitellään järjestelmä RDF-tietämysgraafien visualisoimiseksi. Nämä graafit saadaan GEOLSemanticsin suunnittelemasta tiedonlouhintajärjestelmästä. Tiedon louhinta suoritetaan käyttämällä luonnollisen kielen käsittelyä ja laukaisun havaitsemista. Käyttäjä voi visualisoida osa-graafeja valitsemalla joitakin ontologian piirteitä, kuten käsitteitä tai yksilöitä. Järjestelmä on myös monikielinen, sillä se käyttää kommentoitua ontologiaa englanniksi, ranskaksi, arabiaksi ja kiinaksi.

**Tulos**

RDF-tietämysgraafin visualisointi tiedonlouhintajärjestelmästä käsin

**Esimerkki 2.133**

Syväoppiminen on tekoälyn osa-alue, jossa käytetään syviä neuroverkkoarkkitehtuureja, jotka ovat kehittäneet merkittävästi tietokonenäön, puheentunnistuksen, luonnollisen kielen käsittelyn ja muiden alojen huipputekniikkaa. Marraskuussa 2015 Google julkaisi TensorFlow'n, avoimen lähdekoodin syväoppimisohjelmistokirjaston koneoppimismallien määrittelyyn, harjoitteluun ja käyttöönottoon. Tässä artikkelissa tarkastelemme TensorFlow'ta ja asetamme sen nykyaikaisten syväoppimisen käsitteiden ja ohjelmistojen yhteyteen. Keskustelemme sen peruslaskentaparadigmoista ja hajautetusta suoritusmallista, sen ohjelmointirajapinnasta sekä siihen liittyvistä visualisointityökaluista. Sitten vertaamme TensorFlow'ta vaihtoehtoisiin kirjastoihin, kuten Theanoon, Torchiin tai Caffeen, sekä laadullisesti että määrällisesti ja lopuksi kommentoimme TensorFlow'n havaittuja käyttötapoja akateemisessa ja teollisuudessa.

**Tulos**

TensorFlow-kierros

**Esimerkki 2.134**

Joka vuosi miljoonat moottoriajoneuvo-onnettomuudet eri puolilla maailmaa aiheuttavat suuren määrän kuolemantapauksia, loukkaantumisia ja merkittäviä aineellisia menetyksiä. Automaattisella ajotekniikalla (AD) on mahdollista vähentää huomattavasti tällaisia onnettomuuksia. Tässä työssä keskitymme teknisiin haasteisiin, joita AD-ajaminen aiheuttaa kaupunkiympäristössä. Esittelemme AD-järjestelmän kokonaisarkkitehtuurin ja kuvaamme yksityiskohtaisesti havainto- ja suunnittelumoduulit. Muokatulle Acura RLX -autolle rakennettu AD-järjestelmä esiteltiin GoMentum Station -kurssilla Kaliforniassa. Esittelimme neljän skenaarion autonomista käsittelyä: liikennevalot, risteysliikenne risteyksissä, rakennustyömaa-alueet ja jalankulkijat. AD-ajoneuvo käyttäytyi turvallisesti ja toimi johdonmukaisesti toistuvissa demonstraatioissa, joissa olosuhteet vaihtelivat hieman. Kaiken kaikkiaan suoritimme 44 ajokertaa, jotka käsittivät 110 kilometriä automaattista ajoa, ja vain kolmessa tapauksessa kuljettaja puuttui ajoneuvon hallintaan, mikä johtui lähinnä GPS-paikannusvirheestä. Demonstraatiomme osoitti, että vankka ja johdonmukainen käyttäytyminen kaupunkitilanteissa on mahdollista, mutta lisätutkimuksia tarvitaan vielä, ennen kuin automaatti voidaan ottaa käyttöön yleisillä teillä.

**Tulos**

Kohti täysautomaattista ajoa kaupunkiympäristössä: GoMentum Stationissa, Kaliforniassa.

**Esimerkki 2.135**

Biologisesti inspiroituneet optimointialgoritmit ovat viime aikoina kasvattaneet suosiotaan. Yksi tärkeimmistä näistä algoritmeista on hiukkasparvioptimointi (Particle Swarm Optimization, PSO). PSO perustuu hiukkasparven kollektiiviseen älykkyyteen. Kukin hiukkanen tutkii osaa hakuavaruudesta etsien optimaalista sijaintia ja säätää sijaintiaan kahden tekijän mukaan; ensimmäinen on sen oma kokemus ja toinen koko parven kollektiivinen kokemus. PSO:ta on käytetty menestyksekkäästi monien optimointiongelmien ratkaisemiseen. Tässä työssä käytämme PSO:ta parantaaksemme tunnetun aikasarjadatan esitysmenetelmän, symbolic aggregate approximation (SAX), suorituskykyä. Kuten muutkin aikasarjojen esittämismenetelmät, SAX johtaa informaation menetykseen, kun sitä sovelletaan aikasarjojen esittämiseen. Tässä asiakirjassa ehdotamme PSO:n avulla uutta minimietäisyys-WMD:tä SAX:lle tämän ongelman korjaamiseksi. Alkuperäisestä minimietäisyydestä poiketen uusi etäisyys asettaa eri painotukset aikasarjan eri segmenteille niiden informaatiosisällön mukaan. Tämä painotettu vähimmäisetäisyys parantaa SAX:n suorituskykyä, kuten osoitamme kokeissa, joissa käytetään eri aikasarjatietoaineistoja.

**Tulos**

Symbolisten aggregaattien informaatiosisällön painotuksen hiukkasparvioptimointi (Particle Swarm Optimization of Information-Content Weighting of Symbolic Aggregate Approximation)

**Esimerkki 2.136**

N-tuple-verkkoja on käytetty menestyksekkäästi Othellon ja Connect Fourin kaltaisten lautapelien asemien arviointitoimintoina. Tällaisten verkkojen tehokkuus riippuu niiden arkkitehtuurista, joka määräytyy verkolle syötteen antavien n-tuplien, pelilaudan sijaintien sekvenssien, sijoittelun perusteella. Suosituin tapa sijoittaa ntuplet on tuottaa satunnaisesti pieni määrä pitkiä, käärmeenmuotoisia pelilaudan sijaintisarjoja. Vertailun vuoksi osoitamme, että n-tuplien verkkojen oppiminen on huomattavasti tehokkaampaa, jos ne sisältävät suuren määrän systemaattisesti sijoitettuja, lyhyitä, suoria n-tuplia. Lisäksi osoitamme, että parhaan suorituskyvyn ja jyrkimmän oppimiskäyrän saamiseksi Othellolle riittää, että käytetään vain 2 n-pisteen kokoisia n-pareja, jolloin saadaan verkko, joka koostuu vain 288 painosta. Tässä tutkimuksessa kehitetty paras tällainen verkko on arvioitu verkossa pelattavassa Othello-liigassa, ja sen suorituskyky on lähes 96 prosenttia - enemmän kuin minkään muun pelaajan tähän mennessä.

**Tulos**

Systemaattiset N-joukkoverkot sijainnin arviointia varten: Yli 90 % Othello-liigassa

**Esimerkki 2.137**

Esittelemme neuroverkkoarkkitehtuurin, jonka avulla voidaan ennustaa piste väriavaruudessa värin nimen merkkijonon perusteella. Arvioimme malliamme värisuunnittelufoorumilta saatujen laajojen väri-nimiparien avulla "väri-Turingin testissä" ja havaitsimme, että annotoijat suosivat mallin ennustamia värejä nimen perusteella ihmisten luomia värinimiä enemmän. Tietoaineistomme ja demojärjestelmämme ovat saatavilla verkossa osoitteessa http://colorlab.us.

**Tulos**

Värikkäiden sanojen merkkijonomallit

**Esimerkki 2.138**

Huolimatta huomattavasta edistyksestä, jota on viime aikoina saavutettu etäpuheentunnistuksessa, uusin tekniikka kärsii edelleen kestävyyden puutteesta, erityisesti silloin, kun akustiset olosuhteet ovat epästationäärisen melun ja kaikuisuuden luonnehtimat epäsuotuisat. Nykyisten järjestelmien merkittävä rajoitus on se, että etäkielentunnistusprosessiin osallistuvat eri tekniikat eivät sovi yhteen ja eivät kommunikoi keskenään. Esimerkiksi puheenparannus- ja puheentunnistusmoduulit koulutetaan usein toisistaan riippumatta. Lisäksi puheenparannus auttaa yleensä puheentunnistinta, mutta jälkimmäisen tuotosta ei yleensä käytetä puheenparannuksen parantamiseen. Molempien ongelmien ratkaisemiseksi ehdotamme uutta arkkitehtuuria, joka perustuu syvien neuroverkkojen verkostoon, jossa kaikki komponentit koulutetaan yhdessä ja jossa ne tekevät parempaa yhteistyötä toistensa kanssa niiden välisen täydellisen viestintäjärjestelmän ansiosta. Kokeet, joissa käytettiin erilaisia tietokokonaisuuksia, tehtäviä ja akustisia olosuhteita, osoittivat, että ehdotettu kehys voi ohittaa muut kilpailevat ratkaisut, mukaan lukien viimeaikaiset yhteisen koulutuksen lähestymistavat.

**Tulos**

SYVIEN NEUROVERKKOJEN VERKKO ETÄPUHEEN TUNNISTUKSEEN

**Esimerkki 2.139**

Tietokonenäköalalla kuvassa olevien kohteiden tunnistamista tai luokittelua kutsutaan kohteiden kategorisoinniksi. Ongelma on haastava erityisesti silloin, kun kuvissa on epäselvä tausta, peittymiä tai erilaisia valaistusolosuhteita. On ehdotettu monia näköominaisuuksia, jotka auttavat kohteiden luokittelussa myös tällaisissa epäsuotuisissa olosuhteissa. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että useiden piirteiden käyttö yksittäisten piirteiden sijaan johtaa parempaan tunnistukseen. Multiple Kernel Learning (MKL) -kehys on kehitetty optimaalisen ominaisuusyhdistelmän oppimista varten kohteiden luokittelua varten. Nykyiset MKL-menetelmät käyttävät perusytimien lineaarista yhdistelmää, joka ei välttämättä ole optimaalinen kohteiden luokitteluun. Todellisessa objektiluokittelussa voi olla tarpeen ottaa huomioon monimutkainen ytimien yhdistelmä (epälineaarinen) eikä vain lineaarinen yhdistelmä. Tässä raportissa ehdotetaan perusytimien epälineaaristen funktioiden kehittämistä geneettisen ohjelmoinnin avulla. Kokeiden tulokset osoittavat, että geneettisen ohjelmoinnin avulla luotu ei-ydin antaa hyvän tarkkuuden verrattuna ydinten lineaariseen yhdistelmään.

**Tulos**

Optimaalisen ytimien yhdistelmän löytäminen geneettisen ohjelmoinnin avulla

**Esimerkki 2.140**

Tässä työssä esittelemme menetelmän, jolla Deep Q-Networks (DQN) -verkkoja voidaan käyttää monitavoitteisissa tehtävissä. Syvät Q-verkot tuottavat huomattavaa suorituskykyä yhden tavoitteen tehtävissä, joissa opitaan korkean tason visuaalisesta havainnosta. Monissa skenaarioissa (esim. robotiikassa) agentin on kuitenkin pyrittävä useisiin tavoitteisiin samanaikaisesti. Ehdotamme arkkitehtuuria, jossa erillisiä DQN-verkkoja käytetään ohjaamaan agentin käyttäytymistä tiettyjen tavoitteiden suhteen. Tässä arkkitehtuurissa käytämme (Brooksin) subsumption-arkkitehtuurista tuttua signaalinvaimennusta yhdistämään useiden DQN:ien ulostulot yhdeksi toiminnoksi. Arkkitehtuurimme mahdollistaa agentin käyttäytymisen purkamisen hallittaviin ja korvattaviin osakäyttäytymisiin, jotka on opittu eri moduuleissa. Ratkaisumme arvioimiseksi käytimme pelimäistä simulaattoria, jossa agentti, jolle annetaan korkeatasoisia visuaalisia syötteitä, tavoittelee useita tavoitteita 2D-maailmassa. Ratkaisumme tarjoaa modulaarisuuden etuja, ja sen suorituskyky on verrattavissa monoliittiseen lähestymistapaan.

**Tulos**

Monitavoitteinen syvä Q-oppiminen ja Subsumption-arkkitehtuuri

**Esimerkki 2.141**

Ontologiat kiinnostavat nykyään yhä enemmän datan fuusiosovelluksia. Itse asiassa ontologioita pidetään semanttisena välineenä, jolla kuvataan ja argumentoidaan anturidataa, objekteja, suhteita ja yleisiä toimialateorioita. Lisäksi epävarmuus on kenties yksi tärkeimmistä tietojen ja informaation ominaisuuksista, joita datafuusio käsittelee. Ontologioiden perusluonteesta seuraa kuitenkin, että ontologiat kuvaavat vain väitteitä ja todennettuja tosiasioita maailmasta. Tämän puutteen täyttämiseksi on jo olemassa erilaisia todennäköisyys-, sumea- ja todentamislähestymistapoja; tässä asiakirjassa esitellään suosituimmat työkalut. Mikään näistä välineistä ei kuitenkaan vastaa täysin tarkoituksiamme. Siksi rakensimme Dempster-Shafer-ontologian, joka voidaan tuoda mihin tahansa tiettyyn toimialueontologiaan ja jonka avulla voimme instantioida sitä epävarmalla tavalla. Kehitimme myös Java-sovelluksen, joka mahdollistaa päättelyn näistä epävarmoista ontologisista instansseista.

**Tulos**

Ontologioiden epävarmuus: Dempster-Shaferin teoria tietojen fuusiointisovelluksia varten

**Esimerkki 2.142**

Tutkijat tekevät usein kokeita erottaakseen toisistaan kilpailevat teoriat toisistaan. Tämä vaatii kärsivällisyyttä, tarkkuutta ja kekseliäisyyttä - usein on olemassa suuri määrä mahdollisia kokeita, joita voisi tehdä. Tätä tilaa ei kuitenkaan tarvitse haravoida käsin - jos teoriat esitetään muodollisina malleina ja kokeiden avaruus ilmoitetaan eksplisiittisesti, voimme automatisoida hyvien kokeiden etsimisen etsimällä sellaisia, joiden odotettu informaatiovoitto on suuri. Tässä esitellään yleinen ja periaatteellinen lähestymistapa kokeiden suunnitteluun, joka perustuu todennäköisyysohjelmointikieliin (PPL). PPL-kielet mahdollistavat ongelmien ilmoittamisen ja niiden ratkaisemisen selkeän erottamisen toisistaan, mikä tarkoittaa, että tutkija voi automatisoida kokeiden suunnittelun yksinkertaisesti ilmoittamalla mallinsa ja koeavaruutensa PPL-kielessä ilman, että hänen tarvitsee huolehtia informaatiovoiton laskemisen yksityiskohdista. Esittelemme järjestelmäämme kahdessa kognitiivisesta psykologiasta poimitussa tapaustutkimuksessa, joissa käytämme sitä optimaalisten kokeiden suunnitteluun sekvenssin ennustamisen ja luokittelun aloilla. Löydämme vahvan empiirisen vahvistuksen sille, että automaattisesti suunnittelemamme kokeet olivat todellakin optimaalisia. Lopuksi pohdimme useita mielenkiintoisia kysymyksiä tulevaa tutkimusta varten.

**Tulos**

Käytännön optimaalinen koesuunnittelu todennäköisyysohjelmilla

**Esimerkki 2.143**

Puheanalyysi oli noussut uudelle tasolle, kun käänteispuhe (Reverse Speech, RS) löydettiin. RS tarkoittaa piiloviestien, niin sanottujen käänteisviestien, löytämistä normaalista puheesta. Parhaillaan tehdään töitä RS:n merkityksen hyödyntämiseksi erilaisissa reaalimaailman sovelluksissa, kuten tutkimuksissa ja lääketieteen alalla. Tässä asiakirjassa esitellään innovatiivinen menetelmä luotettavan ohjelmistovaatimusmäärittelyasiakirjan (SRS) laatimiseksi käänteisen puheen avulla. Koska SRS toimii selkärankana minkä tahansa projektin onnistuneelle loppuunsaattamiselle, tarvitaan luotettava menetelmä epäjohdonmukaisuuksien poistamiseksi. RS:n avulla kehitettiin tällainen luotettava menetelmä SRS-dokumentointia varten. Avainsanat - Käänteinen puhe, ohjelmistovaatimusmäärittely (SRS), puheen parantaminen, puheentunnistus.

**Tulos**

Ohjelmistovaatimusten määrittely käänteisen puhetekniikan avulla

**Esimerkki 2.144**

Simuloimme uusimpien neuroverkkojen, Maxout-verkkojen (Goodfellow et al., 2013a), koulutusta kolmella vertailutietoaineistolla: MNIST, CIFAR10 ja SVHN, joissa on kolme erilaista aritmeettista menetelmää: liukuluku, kiintopiste ja dynaaminen kiintopiste. Arvioimme kunkin tietokokonaisuuden ja aritmetiikan osalta laskutoimitusten tarkkuuden vaikutusta koulutuksen lopulliseen virheeseen. Huomaamme, että hyvin pienellä tarkkuudella tehtävät laskutoimitukset riittävät paitsi koulutettujen verkkojen suorittamiseen myös niiden kouluttamiseen. Esimerkiksi useimmissa tietokokonaisuuksissa saatiin lähes huipputason tuloksia, kun aktivointien ja gradienttien laskemiseen käytettiin noin 10 bittiä ja päivitettyjen parametrien tallentamiseen 12 bittiä.

**Tulos**

MATALAN TARKKUUDEN ARITMETIIKKA SYVÄOPPIMISTA VARTEN

**Esimerkki 2.145**

Vitsikkyys on rikkaan ihmisten välisen vuorovaikutuksen keskeinen muoto, ja se perustuu usein tiettyyn tilanteeseen (esim. kommentti vastauksena tapahtumaan). Tässä työssä pyrimme rakentamaan laskennallisia malleja, jotka voivat tuottaa nokkelia kuvauksia tietystä kuvasta. Huumorin arvostuksen kognitiivisen tarkastelun innoittamana käytämme kielellisiä sanaleikkejä, erityisesti sanaleikkejä. Vertaamme lähestymistapaamme mielekkäisiin peruslähestymistapoihin ihmistutkimusten avulla. Turingin testin kaltaisessa arvioinnissa ihmiset pitävät mallimme kuvausta kuvasta nokkelampana kuin ihmisen nokkelaa kuvausta 55 % ajasta!

**Tulos**

Kuvatekstit: Witty Wordplay in Image Descriptions

**Esimerkki 2.146**

Tässä artikkelissa käsitellään sitä, miten rekursiivinen neuroverkkomalli voi automaattisesti jättää pois turhaa tietoa ja korostaa tärkeitä todisteita, toisin sanoen suorittaa "painojen virittämisen" korkeamman tason representaation hankkimiseksi. Ehdotamme kahta mallia, painotettua neuroverkkoa (Weighted Neural Network, WNN) ja binääri-odotusneuroverkkoa (Binary-Expectation Neural Network, BENN), jotka ohjaavat automaattisesti sitä, kuinka paljon yksi tietty yksikkö vaikuttaa korkeamman tason representaatioon. Ehdotetun mallin voidaan katsoa sisältävän tehokkaamman kompositiofunktion rekursiivisiin neuroverkkoihin upotetun esityksen hankintaa varten. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ne parantavat huomattavasti tavanomaisia neuromalleja.

**Tulos**

Ominaisuuspainojen virittäminen rekursiivisille neuroverkoille

**Esimerkki 2.147**

Ehdotamme Gaussian Error Linear Unitia (GELU), joka on erittäin suorituskykyinen neuroverkon aktivointifunktio. GELU:n epälineaarisuus on stokastisen prosessin odotettu muunnos, joka soveltaa satunnaisesti identiteetti- tai nollakarttaa ja yhdistää pudotuksen ja vyöhykkeisyyden intuitiot kunnioittaen samalla neuronin arvoja. Tämä yhteys ehdottaa uutta todennäköisyyskäsitystä epälineaarisuudesta. Suoritamme GELU-epälineaarisuuden empiirisen arvioinnin ReLU- ja ELU-aktivointeja vastaan ja havaitsemme suorituskyvyn paranemista kaikissa tehtävissä.

**Tulos**

Epälineaarisuuksien ja stokastisten säännönmukaistajien yhteensovittaminen Gaussin virheiden lineaaristen yksiköiden kanssa

**Esimerkki 2.148**

Väitämme, että optimoinnilla on ratkaiseva rooli syväoppimismallien yleistämisessä implisiittisen regularisoinnin avulla. Teemme tämän osoittamalla, että yleistämiskykyä ei ohjaa verkon koko vaan pikemminkin jokin muu implisiittinen ohjaus. Sitten osoitamme, miten empiirisen optimointimenettelyn muuttaminen voi parantaa yleistämistä, vaikka varsinainen optimoinnin laatu ei vaikuttaisikaan. Teemme tämän tutkimalla syvien verkkojen parametriavaruuden geometriaa ja suunnittelemalla optimointialgoritmin, joka on sovitettu tähän geometriaan.

**Tulos**

Optimoinnin geometria ja implisiittinen säännönmukaistaminen syväoppimisessa

**Esimerkki 2.149**

Kehitämme uusia esitystapoja beeta- ja gammaprosessien Lévy-mitoille. Nämä esitykset ilmenevät hyvin käyttäytyvien (oikeiden) beeta- ja gammajakaumien äärettömänä summana. Lisäksi osoitamme, miten nämä äärettömät summat voidaan käytännössä katkaista, ja kuvaamme katkaisuvirheitä eksplisiittisesti. Analysoimme myös posterioristen jakaumien ominaisuuksia ehdotettujen hajotusten perusteella. Hajotukset tarjoavat uusia näkemyksiä beeta- ja gammaprosesseista (ja niiden yleistyksistä), ja osoitamme, miten ehdotettu esitys yhdistää joitakin näiden kahden ominaisuuksista. Tämän artikkelin tarkoituksena on tarjota tiukka perusta ja uusia näkökulmia Lévy-prosesseille, sillä niiden merkitys koneoppimisessa kasvaa jatkuvasti.

**Tulos**

Beeta- ja gammaprosessien Lévy-mitan hajoamiset

**Esimerkki 2.150**

Boolen ja numeeristen muuttujien sekoitusta sisältävien ongelmien mallintaminen<lb>on tekoälyn pitkäaikainen kiinnostuksen kohde. Päättelyn ja oppimisen suorittaminen<lb>hybridialueilla on kuitenkin erityisen vaikea tehtävä.<lb>Kyky mallintaa tämäntyyppisiä alueita on ratkaisevan tärkeää "oppiminen suunnitteluun"<lb>tehtävissä, eli oppimissovelluksissa, joissa tavoitteena on oppia esimerkeistä<lb>miten voidaan suunnitella automaattisesti de novo uusia objekteja. Tässä artikkelissa<lb>esittelemme Structured Learning Modulo Theories, maksimimarginaalin lähestymistavan<lb>oppimiseen hybridialueilla, joka perustuu Satisfiability Modulo Theories -teorioihin, jotka<lb>sallivat Boolen päättelyn ja optimoinnin yhdistämisen jatkuvien lineaaristen<lb>aritmeettisten rajoitteiden yli. Validoimme menetelmämme keinotekoisissa ja reaalimaailman<lb>skenaarioissa.<lb>Hyväksymme menetelmämme keinotekoisissa ja reaalimaailman<lb>skenaarioissa.

**Tulos**

Strukturoitu oppimismoduuli-teoriat

**Esimerkki 2.151**

Tutkimme algebrallisen topologian menetelmien soveltuvuutta tekstidatan analysointiin. Näiden menetelmien avulla voidaan kehittää matemaattisesti perusteltuja isometris-invariantteja kuvauksia vektorijoukosta asiakirjan upotukseen, joka on stabiili asiakirjan geometrian suhteen valitussa metriavaruudessa. Tässä työssä arvioimme näiden topologiaan perustuvien asiakirjarepresentaatioiden hyödyllisyyttä perinteisissä NLP-tehtävissä, erityisesti asiakirjojen klusteroinnissa ja tunteiden luokittelussa. Huomaamme, että upotuksista ei ole hyötyä tekstianalyysissä. Itse asiassa suorituskyky on huonompi kuin yksinkertaisilla tekniikoilla, kuten tf-idf:llä, mikä osoittaa, että asiakirjan geometria ei tarjoa riittävästi vaihtelua aiheen tai sentimentin perusteella tapahtuvaan luokitteluun valituissa tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Auttaako sanojen sulautusten geometria asiakirjojen luokittelussa? Tapaustutkimus pysyvistä homologiaan perustuvista esityksistä

**Esimerkki 2.152**

Mikrosirujen avulla on mahdollista seurata samanaikaisesti tuhansien geenien ilmentymisprofiileja erilaisissa koeolosuhteissa. Sen avulla voidaan tunnistaa yhdessä ilmentyvät geenit tietyissä soluissa tai kudoksissa, joita käytetään aktiivisesti proteiinien valmistukseen. Tätä menetelmää käytetään geeniekspression analysointiin, mikä on tärkeä tehtävä bioinformatiikan tutkimuksessa. Geeniekspressiotietojen klusterianalyysi on osoittautunut hyödylliseksi välineeksi, jolla voidaan tunnistaa yhdessä ilmentyneitä geenejä, biologisesti merkityksellisiä geeniryhmiä ja näytteitä. Tässä artikkelissa sovellettiin K-Means-menetelmää, jossa yhdistämiskerroin on luotu automaattisesti ISODATAAGMFI:lle. Vaikka AGMFI:tä on sovellettu geeniekspressiodatan klusterointiin, tämä ehdotettu Enhanced Automatic Generations of Merge Factor for ISODATAEAGMFI -algoritmi korjaa AGMFI:n puutteet klusterien optimaalisen määrän määrittämisessä ja hyvien klusterien keskipisteiden alustamisessa. Geeniekspressiotietoja koskevat kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotetut EAGMFI-algoritmit voivat tunnistaa kompakteja klustereita, jotka suoriutuvat hyvin Silhouette-kertoimien klusterimittarin suhteen.

**Tulos**

Tehostetun klusterointialgoritmin suorituskykyanalyysi geeniekspressiodataa varten

**Esimerkki 2.153**

Tässä artikkelissa esitellään algoritmeja, jotka suorittavat keskimääräisen palkkion gradienttisen nousun osittain havaittavassa Markovin päätösprosessissa (POMDP). Nämä algoritmit perustuvat GPOMDP-algoritmiin, joka esiteltiin liitännäisjulkaisussa (Baxter & Bartlett, 2001) ja joka laskee puolueellisia arvioita suorituskyvyn gradientista POMDP:ssä. Algoritmin tärkeimpiä etuja ovat, että se käyttää vain yhtä vapaata parametria 2 [0; 1], joka on luonnollisesti tulkittavissa harhaisuuden ja varianssin välisen kompromissin kannalta, se ei vaadi tietoa taustalla olevasta tilasta ja sitä voidaan soveltaa äärettömiin tila-, kontrolli- ja havaintoavaruuksiin. Näytämme, miten GPOMDP:n tuottamia gradienttiestimaatteja voidaan käyttää gradienttitason nousuun sekä perinteisellä stokastisella gradienttialgoritmilla että konjugaattigradientteihin perustuvalla algoritmilla, joka hyödyntää gradienttitietoa maksimien sulkemiseen linjahauissa. Esitetään kokeellisia tuloksia, jotka havainnollistavat sekä Baxterin ja Bartlettin (2001) teoreettisia tuloksia leikkiongelmassa että algoritmien käytännön näkökohtia useissa realistisemmissa ongelmissa.

**Tulos**

Kokeiluja äärettömän horisontin, politiikan ja gradientin estimoinnissa

**Esimerkki 2.154**

Keinotekoisen neuroniverkon (ANN) arkkitehtuurin valinta on edelleen haastava tehtävä, jonka käyttäjät kohtaavat joka kerta. Se vaikuttaa suuresti rakennetun verkon tarkkuuteen. Itse asiassa ei ole olemassa optimaalista menetelmää, jota voitaisiin soveltaa samanaikaisesti eri toteutuksiin. Tässä asiakirjassa ehdotetaan klusterointiin perustuvaa ANN:n rakentamismenetelmää, jolla ratkaistaan satunnaisten ja ad'hoc-lähestymistapojen ongelmat monikerroksisen ANN-arkkitehtuurin osalta. Menetelmäämme voidaan soveltaa regressio-ongelmiin. Kokeelliset tulokset, jotka on saatu erilaisilla tietokokonaisuuksilla, osoittavat menetelmämme tehokkuuden.

**Tulos**

Kohti konstruktiivista monikerroksista perceptronia regressiotehtävää varten käyttäen ei-parametrista klusterointia. Tapaustutkimus Photo-Z-punasiirtymän rekonstruktiosta.

**Esimerkki 2.155**

Riippuvuuksien jäsennyksen valvomattomat mallit vaativat tyypillisesti suuria määriä puhdasta, merkitsemätöntä dataa sekä kultaisia standardoituja puheosamerkkejä. Epäsuoran valvonnan lisääminen (esim. kielen universaalit ja säännöt) voi auttaa, mutta osoitamme, että pienen määrän suoraa valvontaa - tässä tapauksessa osittaiset riippuvuusmerkinnät - tarjoaa vahvan tasapainon nollavalvonnan ja täydellisen valvonnan välillä. Mukautamme valvomattoman ConvexMST-riippuvuusjäsennyksen jäsentäjän oppimaan osittaisista riippuvuuksista, jotka on ilmaistu graafisen fragmenttikielen avulla. Alle 24 tuntia kestäneellä kokonaisannotoinnilla saavutamme 7 %:n ja 17 %:n absoluuttisen parannuksen merkitsemättömien riippuvuuksien pistemäärissä englannin ja espanjan kielessä verrattuna samaan jäsentäjään, joka käyttää vain universaaleja kielioppirajoitteita.

**Tulos**

Täytä se: Osittaisten riippuvuusmerkintöjen hyödyntäminen minimaalisen jännityspuun jäsentimessä.

**Esimerkki 2.156**

Yksi uskomusverkkojen ja vaikutuskaavioiden eduista on se, että graafiseen rakenteeseen saadaan paljon tietoa. Erityisesti ehdollista irreliaatiota (tai riippumattomuutta) koskevat lausumat voidaan todentaa ajassa, joka on lineaarinen graafin kokoon nähden. Tietyn päättelykyselyn tai päätösongelman ratkaisemiseksi uudelleen on määriteltävä vain osa mahdollisista tiloista ja todennäköisyysjakaumista, "tarvittava tieto". Tässä artikkelissa esitellään uusi, yksinkertainen ja tehokas "Bayes-pallo"-algoritmi, joka soveltuu hyvin sekä uskomusverkkojen uusille opiskelijoille että uusimmille toteutuksille. Bayes-palloalgoritmi määrittää irrelevantit joukot ja vaadittavan informaation tehokkaammin kuin nykyiset menetelmät, ja se on lineaarinen graafin koon suhteen uskomusverkoille ja vaikutuskaavioille.

**Tulos**

Bayes-pallo: Rationaalinen harrastus (epäolennaisuuden ja tarvittavan tiedon määrittämiseen uskomusverkoissa ja vaikutuskaavioissa)

**Esimerkki 2.157**

Kuvailemme uudenlaisen ei-parametrisen tilastollisen hypoteesitestin, jolla tutkitaan lähdemuuttujan ja kahden kohdemuuttujaehdokkaan välistä suhteellista riippuvuutta. Tällaisen testin avulla voidaan määrittää, onko yksi lähdemuuttuja merkittävästi riippuvaisempi ensimmäisestä vai toisesta kohdemuuttujasta. Riippuvuutta mitataan Hilbert-Schmidtin riippumattomuuskriteerin (HSIC) avulla, jolloin saadaan pari empiiristä riippuvuusmittaa (lähde-kohde 1, lähde-kohde 2). Testataan, onko ensimmäinen riippuvuusmitta merkittävästi suurempi kuin toinen. Näiden HSIC-tilastojen välisen kovarianssin mallintaminen johtaa todistettavasti tehokkaampaan testiin kuin riippumattomien HSIC-tilastojen muodostaminen osanäytteenotolla. Tuloksena saatu testi on johdonmukainen ja puolueeton, ja sillä (koska se perustuu U-tilastoihin) on suotuisat konvergenssiominaisuudet. Testi voidaan laskea kvadraattisessa ajassa, mikä vastaa tavanomaisten empiiristen HSIC-estimaattoreiden laskennallista monimutkaisuutta. Testin tehokkuus osoitetaan useissa reaalimaailman ongelmissa: tunnistamme kieliryhmiä monikielisestä korpuksesta ja todistamme, että kasvaimen sijainti on riippuvaisempi geeniekspressiosta kuin kromosomaalisesta epätasapainosta. Lähdekoodi on ladattavissa osoitteesta https://github. com/wbounliphone/reldep. Proceedings of the 32 International Conference on Machine Learning, Lille, Ranska, 2015. JMLR: W&CP nide 37. Tekijän tai kirjoittajien tekijänoikeudet 2015.

**Tulos**

Suhteellisen riippuvuuden matalan varianssin johdonmukainen testi

**Esimerkki 2.158**

Mikrobloggauksen käytön lisääntymisen myötä lyhyiden kielitietojen määrä kasvoi nopeasti. Toisaalta syväoppimista pidetään uutena rajana, jonka avulla suurista raakadatamääristä voidaan automaattisesti poimia merkityksellistä tietoa. Tässä tutkimuksessa käytimme näitä kahta uutta alaa ja kehitimme vankan kielitunnistimen, nimittäin Language Identification Engine (LIDE). Tämän tuloksena saavutimme 95,12 prosentin tarkkuuden Discriminating between Similar Languages (DSL) Shared Task 2015 -tietokannassa, mikä on verrattavissa tähän mennessä saavutettuun 95,54 prosentin enimmäistarkkuuteen.

**Tulos**

LIDE: Language Identification from Text Documents

**Esimerkki 2.159**

Käytämme joitakin viitesignaalin satunnaisprojektioiden suurimman kertaluvun tilastoja rakentaaksemme binäärisen sulautuksen, joka on mukautettu kyseisen signaalin kanssa korreloiviin signaaleihin. Sulautusta luonnehditaan analyyttisestä näkökulmasta ja osoitetaan, että se tarjoaa paremman suorituskyvyn esimerkiksi luokittelutehtävissä pienemmän ulottuvuuden avaruudessa. Avainsanat: binääriset sulautukset, satunnaisprojektiot.

**Tulos**

Satunnaisprojektioiden järjestystilastojen perusteella mukautuvat binääriset upotukset

**Esimerkki 2.160**

Kyselyyn perustuva videoiden tiivistäminen on tehtävä, jossa luodaan lyhyt visuaalinen traileri, joka sisältää videon (tai videokokoelman) osat, jotka ovat käyttäjän tekemän kyselyn kannalta olennaisimpia. Tässä artikkelissa ehdotamme tähän tehtävään valvomatonta etikettien levittämistä koskevaa lähestymistapaa. Lähestymistapamme tallentaa tehokkaasti kyselyjen ja videoiden multimodaalisen semantiikan käyttämällä uusimpia syviä neuroverkkoja ja luo yhteenvedon, joka on sekä semanttisesti johdonmukainen että visuaalisesti houkutteleva. Kuvaamme graafipohjaisen lähestymistapamme teoreettisen kehyksen ja arvioimme empiirisesti sen tehokkuutta relevanttien ja houkuttelevien trailereiden luomisessa. Lopuksi esittelemme esimerkkivideotrailereita, jotka järjestelmämme on luonut.

**Tulos**

Semanttiset videotrailerit

**Esimerkki 2.161**

Tarkastelemme hashing-mekanismia binääristen upotusten rakentamiseksi, johon liittyy pseudosattumanvaraisia projektioita, joita seuraa epälineaarinen (merkkifunktio) mappaus. Pseudosatunnaisprojektiota kuvataan matriisilla, jonka kaikki merkinnät eivät ole riippumattomia satunnaismuuttujia, vaan matriisiin on jaettu kiinteä "satunnaismäärä". Tällaiset matriisit voidaan tallentaa tehokkaasti alikvadraattiseen tai jopa lineaariseen tilaan, ne vähentävät satunnaisuuden käyttöä (eli tarvittavien satunnaisarvojen määrää) ja johtavat hyvin usein laskennallisen nopeuden kasvuun. Todistamme useita teoreettisia tuloksia, jotka osoittavat, että projektiot erilaisten strukturoitujen matriisien avulla, joita seuraavat epälineaariset kartoitukset, säilyttävät tarkasti kulmaetäisyyden syötettyjen korkea-ulotteisten vektoreiden välillä. Tietojemme mukaan nämä tulokset ovat ensimmäiset, jotka antavat teoreettisen perustan yleisten strukturoitujen matriisien käytölle epälineaarisessa ympäristössä. Erityisesti ne yleistävät aiempia JohnsonLindenstrauss-lemman laajennuksia ja todistavat lähestymistavan uskottavuuden, joka on tähän mennessä vahvistettu vain heuristisesti joillekin erityisille strukturoiduille matriiseille. Näin ollen osoitamme, että monia strukturoituja matriiseja voidaan käyttää tehokkaana tiedonpakkausmekanismina. Tuloksemme auttavat ymmärtämään paremmin tiettyjä syväarkkitehtuureja, jotka sisältävät satunnaisesti painotettuja ja harjoittelemattomia kerroksia ja jotka kuitenkin saavuttavat korkean suorituskyvyn erilaisissa oppimistehtävissä. Varmistamme empiirisesti teoreettiset havaintomme ja osoitamme strukturoitujen hashed-projektioiden avulla tapahtuvan oppimisen riippuvuuden neuroverkon sekä lähimmän naapurin luokittelijan suorituskyvystä. Yhtäläinen panos.

**Tulos**

Binääriset upotukset strukturoitujen hashed-projektioiden avulla

**Esimerkki 2.162**

Ehdotamme toimintoihin liittyvän paikan (Action-Related Place, ARPlace) käsitettä tehokkaaksi ja joustavaksi tehtävään liittyvän paikan esitykseksi liikkuvan manipuloinnin yhteydessä. ARPlace ei esitä robotin tukikohdan sijainteja yksittäisenä paikkana vaan pikemminkin kokoelmana paikkoja, joihin kuhunkin liittyy todennäköisyys, että manipulointitoimi onnistuu, kun se sijaitsee kyseisessä paikassa. ARPlaces-paikat luodaan käyttämällä ennustemallia, joka on hankittu kokemukseen perustuvan oppimisen avulla, ja siinä otetaan huomioon epävarmuus, joka robotilla on omasta sijainnistaan ja manipuloitavan kohteen sijainnista. Tehtävää suorittaessaan robotti ei valitse yhtä tiettyä tavoitepaikkaa pelkästään tehtävän kontekstia koskevan alkuperäisen tiedon perusteella, vaan se luo ARP-paikan ja perustaa päätöksensä tähän ARP-paikkaan, jota päivitetään sitä mukaa, kun uutta tietoa tehtävästä saadaan. Esittelemme tämän vähiten sitoutuneen lähestymistavan edut esittelemällä muunnossuunnittelijan, joka päättelee ARPlaceista optimoidakseen symbolisia suunnitelmia. Empiirinen arviointi osoittaa, että ARPlacesin käyttäminen johtaa vankempaan ja tehokkaampaan liikkuvan robotin manipulointiin, kun simuloidun robotin tilan arviointiin liittyy epävarmuutta.

**Tulos**

Oppiminen ja päättely toimintoihin liittyvien paikkojen avulla vankkaa liikkuvaa manipulointia varten

**Esimerkki 2.163**

Artikkelissa tutkitaan ongelmaa, joka liittyy spektrisesti harvan kohteen palauttamiseen pienestä määrästä aikatason näytteitä. Tarkemmin sanottuna kiinnostava kohde, jolla on ympäristöulottuvuus n, oletetaan olevan r kompleksisen moniulotteisen sinusoidin seos, kun taas taustalla olevat taajuudet voivat ottaa minkä tahansa arvon yksikkökiekolla. Perinteiset kompressoidun aistimuksen paradigmat kärsivät epäsuhtaisesta perustasta, kun Fourier-edustukselle asetetaan diskreetti sanakirja. Tämän ongelman ratkaisemiseksi kehitämme uudenlaisen ei-parametrisen algoritmin, nimeltään EMaC (Enhanced Matrix Complement), joka perustuu strukturoituun matriisitäydennykseen. Algoritmi aloittaa järjestämällä tiedot matalariviseen parannettuun muotoon, jossa on moninkertainen Hankel-rakenne, ja yrittää sitten palauttaa datan ydinnormin minimoinnin avulla. Lievissä inkoherenssiolosuhteissa EMaC mahdollistaa täydellisen palautuksen heti, kun näytteiden määrä ylittää suuruusluokan O(r log n). Osoitamme myös, että monissa tapauksissa matalarivisen moninkertaisen Hankel-matriisin tarkka täydentäminen on mahdollista, kun havaittujen merkintöjen määrä on verrannollinen informaatioteoreettisiin rajoihin (lukuun ottamatta logaritmista aukkoa). EMaC:n kestävyys rajoitettua kohinaa vastaan ja sen soveltuvuus superresoluutioon osoitetaan lisäksi numeerisilla kokeilla.

**Tulos**

Spektraalinen pakattu tunnistaminen strukturoidun matriisin täydennyksen avulla

**Esimerkki 2.164**

Keskustelemme ongelmasta, joka liittyy sellaisten päättelymenettelyjen rakentamiseen, joilla voidaan käsitellä järjestysasteikolla mitattuja epävarmuustekijöitä ja jotka täyttävät johtopäätösten tiukan monotonisuuden ominaisuuden. Tarkastellaan uskottavuuden A-arvojen luokkaa, jossa käytetään operaatioita, jotka perustuvat ainoastaan uskottavuusarvojen lineaariseen tai dering-tietoon. Tässä luokassa esitellään modus ponens -generointifunktio, joka täyttää päätelmien tiukan monotonisuuden ominaisuuden. 1 PÄÄTÖSTEN STABIILISUUS TULKINTAMENETELMISSÄ Ihmisten arviot premissien, sääntöjen ja tosiasioiden uskottavuudesta, totuudesta ja varmuusarvoista ovat yleensä kvalitatiivisia ja niitä mitataan ordinaaliasteikolla. Näiden arvioiden esittäminen L = [0, lJ] tai L = [0, 100] -välin luvuilla ja näiden lukujen käyttäminen kvantitatiivisten operaatioiden, kuten kertolaskun, yhteenlaskun ja niin edelleen, avulla ei aina ole oikein. Tarkastellaan esimerkkiä. Olkoon R1 ja R2 kaksi jonkin asiantuntijajärjestelmän sääntöä: Rl: Jos At niin H1,pv(RI), (1) R2: Jos A2 niin H2,pv(R2), (2) missä pv(RI) ja pv(R2) ovat sääntöjen uskottavuus-, varmuus- ja totuusarvot mitattuna jollakin lineaarisesti järjestetyllä asteikolla L, esimerkiksi L = [0, 1]. Usein johtopäätösten uskottavuudet lasketaan seuraavasti: pv(Ht) = pv(Rl) \* pv(At), (3) pv(H2) = pv(R2) \* pv(A2), (4) missä pv(At) ja pv(A2} ovat premissien uskottavuudet ja \* on jokin T-normi, esimerkiksi moninkertainen kertolaskuoperaatio (Godo, Lopez de Mantaras et al. 1988; Hall1990; Trillas, Valverde 1985; Valverde, Tril las 1985; Forsyth 1984). Yleisesti ottaen johtopäätöksen uskottavuus voidaan laskea modus po nens -generointifunktion mpgf avulla: pv(HI) = mpgf(p-v(At),pv(Rt)). Olkoon (1)-( 4) laadullinen informaatio plausibiliteettiarvoista seuraava: pv(At) < pv(A2} < pv(R2) < pv(RI), (5) eli premissien plausibiliteettiarvot ovat pienempiä kuin sääntöjen plausibiliteettiarvot, A1:n plausibiliteettiarvo on pienempi kuin A2:n plausibiliteettiarvo ja säännön R2 plausibiliteettiarvo on pienempi kuin säännön Rl plausibiliteettiarvo. Olkoon nämä uskottavuusarvot interpretoidaan seuraavina kvantitatiivisina arvoina L = (0, 1]: pv(A1) = 0.3 < pv(A2) = 0. 4 < pv(R2} = 0.6 <

**Tulos**

Modus Ponensin generoiva funktio uskottavuuden A-arvojen luokassa.

**Esimerkki 2.165**

Verbeillä on ratkaiseva rooli lauseiden merkityksessä, mutta nämä kaikkialla esiintyvät sanat ovat saaneet vain vähän huomiota viimeaikaisessa distributiivisen semantiikan tutkimuksessa. Esittelemme SimVerb-3500:n, arviointiresurssin, joka tarjoaa ihmisarvioita 3 500 verbiparin samankaltaisuudesta. SimVerb-3500 kattaa kaikki USF:n vapaan assosiaation tietokannan normitetut verbityypit ja tarjoaa vähintään kolme esimerkkiä jokaisesta VerbNet-luokasta. Tämä laaja kattavuus helpottaa yksityiskohtaisia analyysejä siitä, miten syntaktiset ja semanttiset ilmiöt yhdessä vaikuttavat ihmisen ymmärrykseen verbien merkityksestä. Lisäksi SimVerb-3500 mahdollistaa nykyisiä vertailuarvoja huomattavasti laajempien kehitys- ja testijoukkojen ansiosta edustusoppimisarkkitehtuurien vankemman arvioinnin ja edistää verbeille räätälöityjen menetelmien kehittämistä. Toivomme, että SimVerb-3500:n avulla voidaan ymmärtää paremmin verbien semantiikan monimuotoisuutta ja monimutkaisuutta ja ohjata sellaisten järjestelmien kehittämistä, jotka pystyvät tehokkaasti esittämään ja tulkitsemaan tätä merkitystä.

**Tulos**

SimVerb-3500: Verbien samankaltaisuuden laajamittainen arviointisarja

**Esimerkki 2.166**

Tutkimme verkko-opiskelun tehostamista eli heikon verkko-oppijan muuttamista vahvaksi verkko-oppijaksi. Perustuen uudenlaiseen ja luonnolliseen heikon verkko-oppimiskyvyn määritelmään kehitämme kaksi verkko-oppimisen tehostamisalgoritmia. Ensimmäinen algoritmi on online-versio boost-by-majority-menetelmästä. Todistamalla sopivan alarajan osoitamme, että tämä algoritmi on pohjimmiltaan optimaalinen heikkojen oppijoiden lukumäärän ja tietyn tarkkuuden saavuttamiseen tarvittavan otoskompleksisuuden suhteen. Tämä optimaalinen algoritmi ei kuitenkaan ole mukautuva. Käyttämällä online-häviön minimointiin liittyviä työkaluja johdamme adaptiivisen online-boostausalgoritmin, joka on myös parametriton, mutta ei optimaalinen. Molemmat algoritmit toimivat perusoppijoilla, jotka voivat käsitellä esimerkkien tärkeyspainoja suoraan, sekä hylkäämällä esimerkkejä boosterin määrittelemällä todennäköisyydellä. Tuloksia täydennetään kokeellisella tutkimuksella.

**Tulos**

Optimaaliset ja mukautuvat algoritmit online-boostia varten

**Esimerkki 2.167**

Tässä asiakirjassa esitellään LIUMin ja CVC:n kehittämät järjestelmät WMT16 Multimodaalinen konekääntäminen -haastetta varten. Tutkimme erilaisia vertailumenetelmiä, nimittäin lausekepohjaisia järjestelmiä ja mono- tai multimodaalisen datan avulla koulutettuja huomion rekursiivisia neuroverkkomalleja. Suoritimme myös ihmisen suorittaman arvioinnin arvioidaksemme multimodaalisen datan käyttökelpoisuutta ihmisen suorittamassa konekääntämisessä ja kuvakuvausten tuottamisessa. Järjestelmämme saivat molemmissa tehtävissä parhaat tulokset automaattisen arvioinnin mittareiden BLEU ja METEOR mukaan.

**Tulos**

Auttaako multimodaalisuus ihmistä ja konetta kääntämisessä ja kuvatekstien tekemisessä?

**Esimerkki 2.168**

Esittelemme järjestelmän, joka tuottaa videon kuvauksia: kuka teki mitä kenellekin, missä ja miten. Toimintaluokka esitetään verbinä, osallistujien kohteet substantiivilauseina, näiden kohteiden ominaisuudet adjektiivimodifikaattoreina kyseisissä substantiivilauseissa, osallistujien väliset tilasuhteet prepositiolausekkeina ja tapahtuman ominaisuudet prepositiolauseen liitetietoina ja adverbiaalimodifikaattoreina. Näiden kielellisten kokonaisuuksien esittämiseen tarvittavan tiedon poimiminen edellyttää tapahtumien tunnistamiseen lähestymistapaa, joka palauttaa kohteiden jäljet, jälkien ja roolien väliset suhteet sekä muuttuvan kehon asennon.

**Tulos**

Video In Lauseet Out

**Esimerkki 2.169**

Videodatan reaaliaikaista käsittelyä varten kehyskohtaisten ominaisuuksien poimiminen konvoluutio-neuraaliverkkojen avulla suoritetaan tällä hetkellä pääasiassa tehokkailla GPU-kiihdytetyillä työasemilla ja laskentaklustereilla. On kuitenkin monia sovelluksia, kuten älykkäitä valvontakameroita, jotka vaativat käsittelyä paikan päällä tai hyötyisivät siitä. Tätä varten ehdotamme ja arvioimme uudenlaista algoritmia CNN:ien arviointiin muutosten perusteella staattisella kamera-asetuksella tallennettujen videodatan osalta hyödyntäen pikselimuutosten spatio-ajallista harvinaisuutta. Saavutamme keskimäärin 8,6-kertaisen nopeuden verrattuna cuDNN-perusverkkoon realistisessa vertailuarvossa, kun tarkkuus heikkenee vain vähän, alle 0,1 prosenttia, eikä verkkoa tarvitse kouluttaa uudelleen. Energiatehokkuus on 10× suurempi kuin kehyskohtaisessa arvioinnissa, ja se vastaa 328GOp/s/W Tegra X1 -alustalla.

**Tulos**

CBinfer: Convolutional Neural Networks for Convolutional Neural Networks on Video Data: Change-Based Inference for Convolutional Neural Networks on Video Data.

**Esimerkki 2.170**

Ei-tekniset häviöt, kuten sähkövarkaudet, aiheuttavat merkittävää haittaa talouksillemme, sillä joissakin maissa ne voivat olla jopa 40 prosenttia kaikesta jaetusta sähköstä. Muiden kuin sähkötulojen havaitseminen edellyttää kalliita tarkastuksia paikan päällä. Sen vuoksi on ratkaisevan tärkeää ennustaa asiakkaiden NTL:t tarkasti koneoppimisen avulla. Tähänastisessa tutkimuksessa ei ole juurikaan otettu huomioon sitä, että säännölliset ja epäsäännölliset asiakkaat ovat hyvin epätasapainossa, että NTL-asiakkaiden osuudet voivat muuttua ja että tutkimuksessa on useimmiten tarkasteltu pieniä tietokokonaisuuksia, jolloin tuloksia ei useinkaan ole voitu käyttää tuotannossa. Tässä artikkelissa esitellään kattava lähestymistapa, jolla arvioidaan kolmea NTL:n havaitsemismallia eri NTL-osuuksien osalta suurissa reaalimaailman tietokokonaisuuksissa, joissa on 100 000 asiakasta: Boolen säännöt, sumea logiikka ja tukivektorikone. Työn tuloksena on saatu huomattavia tuloksia, joita ollaan ottamassa käyttöön alan johtavassa ratkaisussa. Uskomme, että tässä artikkelissa esitetyt näkökohdat ja havainnot ovat välttämättömiä tulevaa älykkäiden mittareiden tutkimusta varten, jotta voidaan raportoida niiden tehokkuudesta epätasapainoisissa ja suurissa reaalimaailman tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Epätasapainoisten tietojoukkojen ei-teknisten tappioiden laajamittainen havaitseminen.

**Esimerkki 2.171**

Tutkimme ongelmaa, joka liittyy lauseen tason tukevien argumenttien havaitsemiseen käyttäjän määrittelemien väitteiden kannalta merkityksellisistä asiakirjoista. Väitteitä ja niihin liittyviä viittausartikkeleita sisältävä tietokokonaisuus kerätään verkkokeskustelusivustolta idebate.org. Tämän jälkeen merkitsemme manuaalisesti asiakirjojen lausetason tukevat argumentit sekä niiden tyypit TUTKIMUS, TOSISEIKKA, MIELIPIDE tai PERUSTELU. Lisäksi kuvaamme eri tyyppisiä argumentteja ja tutkimme, voiko tyyppitietojen hyödyntäminen helpottaa tukevien argumenttien havaitsemista. Kokeelliset tulokset osoittavat, että LambdaMART (Burges, 2010) -ranking-luokitus, joka käyttää argumenttien tyyppien perusteella määritettyjä ominaisuuksia, tuottaa paremman tuloksen kuin sama ranking-luokitus, joka on koulutettu ilman tyyppitietoja.

**Tulos**

Erilaisten tukevien argumenttien ymmärtäminen ja havaitseminen

**Esimerkki 2.172**

Tutkimme RegularGcc-järjestelmän globaalin rajoituksen etenemistä. Näin varmistetaan, että päätösmuuttujien matriisin jokainen rivi täyttää Regular-rajoituksen ja jokainen sarake Gcc-rajoituksen. Negatiivisella puolella todistamme, että eteneminen on NP-vaikeaa jopa joillakin vahvoilla rajoituksilla (esim. vain 3 arvoa, vain 4 tilaa automaatissa tai vain 5 saraketta matriisissa). Positiivisen puolen osalta tunnistamme kaksi tapausta, joissa eteneminen on kiinteän parametrin avulla käsiteltävissä. Lisäksi osoitamme, miten etenemistä voidaan parantaa yksinkertaiseen Regular- ja Gcc-rajoituksiin jakamiseen verrattuna tunnistamalla joitakin välttämättömiä mutta riittämättömiä ehtoja ratkaisulle. Toteutamme nämä ehdot joidenkin painotettujen riviautomaattien avulla. Kokeelliset tulokset osoittavat näiden menetelmien potentiaalin joissakin vakiomuotoisissa vertailuongelmissa.

**Tulos**

RegularGcc-matriisirajoitus

**Esimerkki 2.173**

Neuraalisessa konekääntämisessä (NMT) kohdesanan tuottaminen riippuu sekä lähde- että kohdekontekstista. Havaitsemme, että lähdekontekstit vaikuttavat suoraan käännöksen riittävyyteen, kun taas kohdekontekstit vaikuttavat sujuvuuteen. Intuitiivisesti ajateltuna sisällön sanan tuottamisen pitäisi riippua enemmän lähdekontekstista ja funktionaalisen sanan tuottamisen pitäisi riippua enemmän kohdekontekstista. Koska lähde- ja kohdekontekstien vaikutusta ei pystytä tehokkaasti hallitsemaan, perinteinen NMT tuottaa yleensä sujuvia mutta riittämättömiä käännöksiä. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme, että kontekstiporttien avulla voidaan dynaamisesti säätää lähde- ja kohdekontekstien osuutta kohdesanojen muodostamisessa. Tällä tavoin voimme parantaa NMT:n riittävyyttä samalla kun sujuvuus säilyy ennallaan. Kokeet osoittavat, että lähestymistapamme parantaa huomattavasti tavanomaista huomiopohjaista NMT-järjestelmää +2,3 BLEU-pisteellä.

**Tulos**

Neuraalisen konekääntämisen kontekstiportit

**Esimerkki 2.174**

Automaattisen kysymysten generoinnin tavoitteena on luoda kysymyksiä tekstikappaleesta, jossa generoituihin kysymyksiin voidaan vastata tietyillä tekstikappaleen osa-alueilla. Perinteiset menetelmät käyttävät pääasiassa jäykkiä heuristisia sääntöjä lauseen muuttamiseksi siihen liittyviksi kysymyksiksi. Tässä työssä ehdotamme, että sovellamme neuraalista koodaaja-dekooderimallia merkityksellisten ja monipuolisten kysymysten tuottamiseen luonnollisen kielen lauseista. Enkooderi lukee syöttötekstin ja vastausaseman tuottaakseen vastaustietoisen syötedustuksen, joka syötetään dekooderille vastaukseen keskittyvän kysymyksen tuottamiseksi. Teemme alustavan tutkimuksen neuraalisesta kysymysten tuottamisesta tekstistä SQuAD-tietokannan avulla, ja kokeilutulokset osoittavat, että menetelmämme voi tuottaa sujuvia ja monipuolisia kysymyksiä.

**Tulos**

Neuraalinen kysymysten tuottaminen tekstistä: Alustava tutkimus

**Esimerkki 2.175**

Useimmissa perinteisissä lauseiden samankaltaisuusmenetelmissä keskitytään vain kahden lauseen samankaltaisiin osiin ja jätetään huomiotta erilaiset osat, jotka yleensä antavat meille vihjeitä ja semanttisia merkityksiä lauseista. Tässä työssä ehdotamme mallia, jossa otetaan huomioon sekä samankaltaisuudet että eroavaisuudet hajottamalla ja koostamalla lauseiden leksikaalinen semantiikka. Malli esittää jokaisen sanan vektorina ja laskee kullekin sanalle semanttisen vastaavuusvektorin toisen lauseen kaikkien sanojen perusteella. Tämän jälkeen kukin sanavektori puretaan semanttisen vastaavuusvektorin perusteella samankaltaiseen komponenttiin ja erilaiseen komponenttiin. Tämän jälkeen käytetään kaksikanavaista CNN-mallia ominaisuuksien keräämiseen koostamalla samankaltaiset ja erilaiset komponentit. Lopuksi samankaltaisuuspistemäärä estimoidaan koostettujen ominaisuusvektoreiden perusteella. Kokeelliset tulokset osoittavat, että mallimme on huippuluokkaa vastauslauseen valintatehtävässä ja että se saavuttaa vastaavan tuloksen parafraasin tunnistustehtävässä.

**Tulos**

Lausekkeiden samankaltaisuuden oppiminen leksikaalisen hajottamisen ja koostamisen avulla

**Esimerkki 2.176**

Jotta voidaan mallintaa ajassa vaihtelevaa epälineaarista ajallista dynamiikkaa peräkkäisissä tiedoissa, tutkitaan rekursiivista verkkoa, joka pystyy vaihtelemaan ja säätämään toistuvuussyvyyttä syöttövälien välillä. Toistuvuussyvyyttä laajennetaan useilla piilotettujen tilojen väliyksiköillä, ja näiden yksiköiden määrittämiseen liittyvät painoparametrit lasketaan dynaamisesti. Työn motiivina on päästä eroon rekurrenssiverkkojen puutteesta ja parantaa niiden suorituskykyä, joka on tällä hetkellä RNN-verkkojen eturintamassa: 1) Sopivan rekurrenssisyvyyden määrän määrittäminen RHN:ssä eri tehtäviin on valtava taakka, ja sen asettaminen suureksi on laskennallisesti tuhlausta, jolla on mahdollisia vaikutuksia suorituskyvyn heikkenemisenä ja suurena latenssina. Laajentamalla ajatusta mukautuvasta laskenta-ajasta (ACT) ja käyttämällä elastista porttia, joka on suoristetun eksponentiaalisesti pienenevän funktion muodossa ja jossa argumentteina ovat edellinen piilotustila ja tulo, ehdotettu malli pystyy arvioimaan sopivan toistuvan syvyyden kullekin syötteelle. Oikaistun porttifunktion ansiosta merkittävimmät piilotetun tilan välipäivitykset tulevat aikaisin, jolloin saavutetaan merkittävää suorituskyvyn paranemista varhaisessa vaiheessa. 2) Painojen päivittäminen edellisen välikerroksen painoista tarjoaa rikkaamman esityksen kuin jaettujen painojen käyttö kaikissa rekursiivisissa välikerroksissa. Painojen päivitysmenettely on vain laajennus hypernetverkkojen taustalla olevasta ideasta. Ehdotetun verkon tehokkuuden perustelemiseksi suoritimme kolme koetta: regressio synteettisellä datalla, ihmisen toiminnan tunnistaminen ja kielen mallintaminen Penn Treebank -tietokannalla. Ehdotetut verkot osoittivat kaikissa kolmessa kokeessa parempaa suorituskykyä kuin muut uusimmat rekursiiviset verkot.

**Tulos**

Varhainen parantuva toistuva elastinen valtatieverkko (Early Improving Recurrent Elastic Highway Network)

**Esimerkki 2.177**

Zero-shot-paradigmassa hyödynnetään tekstikorpuksista poimittuja vektoripohjaisia sanarepresentaatioita valvomattomilla menetelmillä, jotta voidaan oppia yleisiä kartoitusfunktioita muista ominaisuusavaruuksista sana-avaruuteen, jossa kartoitettujen vektoreiden lähimpiin naapureihin liittyviä sanoja käytetään niiden kielellisinä merkintöinä. Osoitamme, että kartoitettujen elementtien naapurustot ovat voimakkaasti saastuneet solmukohdista, eli vektoreista, joilla on taipumus olla lähellä suurta osaa elementeistä ja jotka painavat niiden oikeat merkinnät naapuriluettelossa alaspäin. Havainnollistettuamme ongelmaa empiirisesti ehdotamme yksinkertaista menetelmää sen korjaamiseksi ottamalla huomioon potentiaalisten naapureiden läheisyysjakauma monissa kartoitetuissa vektoreissa. Osoitamme, että tämä korjaus johtaa johdonmukaisiin parannuksiin realistisissa nollakuvakokeissa kieltenvälisissä, kuvien merkitsemiseen ja kuvien hakuun liittyvissä kokeissa.

**Tulos**

PARANNETAAN NOLLAKUVIO-OPPIMISTA LIEVENTÄMÄLLÄ HUBNESS-ONGELMAA

**Esimerkki 2.178**

Tarkastelemme siirto-oppimisongelmaa käyttämällä parametrinsiirtomenetelmää, jossa sopiva ominaisuuskartoituksen parametri opitaan yhden tehtävän avulla ja sitä sovelletaan toiseen tavoitteelliseen tehtävään. Sitten esitellään parametrisen ominaisuuksien kartoituksen paikallisen vakauden ja parametrinsiirron opittavuuden käsitteet ja johdetaan siten oppimisraja parametrinsiirtoalgoritmeille. Parametrinsiirto-oppimisen sovelluksena keskustelemme harvan koodauksen suorituskyvystä itseopiskelussa. Vaikka itseoppivat oppimisalgoritmit, joissa on runsaasti merkitsemätöntä dataa, osoittavat usein erinomaista empiiristä suorituskykyä, niiden teoreettista analyysia ei ole tutkittu. Tässä artikkelissa esitämme myös ensimmäisen teoreettisen oppimisrajan itseoppimiselle.

**Tulos**

Parametrien siirto-oppimisen oppimisraja

**Esimerkki 2.179**

Ihmisen älykkyys piilee algoritmissa, algoritmien luonne piilee luokittelussa, ja luokittelu on yhtä kuin poikkeamien havaitseminen. Tämä artikkeli perustuu sen aiempaan julkaisemattomaan painokseen (2009), jossa käsiteltiin פ (pe)-algoritmin soveltamista aikasarjadatan poikkeamien havaitsemiseen. פ-algoritmi, jota kutsutaan myös RDD-algoritmiksi, on peräisin yleistä tekoälyä koskevasta tutkimuksesta. Yhdessä sen kanssa suunniteltuja moduuleja voidaan käyttää erilaisten tehtävien toteuttamiseen. Aiemmissa teoksissa on rakennettu ensisijainen kehys, joka koskee mielen kautta פ-algoritmia. Tässä suppeassa paperissa laiminlyömme varhaisen painoksen taustan ja vähäisen kuvauksen ja keskustelemme suoraan tärkeimmästä sisällöstä, joka sisältää pisimmän k-käännöksen osittaisongelman, käyrätyyppiset poikkeamat, futuraaliset suunnat ja niihin liittyvät kommentit. Jaksossa "Past Present" säilytämme kaikki aiemmat johtopäätökset, vaikka ne saattavatkin olla hieman vanhentuneita.

**Tulos**

פ Algoritmi: sen menneisyys, tulevaisuus ja kommentit

**Esimerkki 2.180**

Tiedon diskonttaamisella on tärkeä rooli uskomusfunktioiden teoriassa ja yleisesti ottaen tiedon yhdistämisessä. Klassinen yhtenäinen diskonttaaminen tai kontekstuaalinen diskonttaaminen eivät kuitenkaan pysty mallintamaan tiettyjä käyttötapauksia, erityisesti ajallista diskonttaamista. Tässä artikkelissa ehdotetaan uusia kontekstuaalisia diskonttausjärjestelmiä, konservatiivista, suhteellista ja optimistista. Näiden diskonttausoperaatioiden joitakin ominaisuuksia tutkitaan. Klassisen diskonttauksen osoitetaan olevan näiden järjestelmien erikoistapaus. Lisäksi käsitellään kahta motivoivaa tapausta: lähteiden luotettavuuden mallintamista ja soveltamista ajalliseen diskonttaukseen.

**Tulos**

Konservatiivinen, suhteellinen ja optimistinen kontekstuaalinen diskonttaaminen uskomusfunktioiden teoriassa.

**Esimerkki 2.181**

Raportoimme järjestelmästämme samankaltaisten kielten erottelua koskevassa yhteisessä tehtävässä (DSL 2016). Järjestelmä käyttää vain tavuihin perustuvia representaatioita syvässä jäännösverkossa (ResNet). Järjestelmä, jonka nimi on ResIdent, koulutetaan vain tehtävän mukana julkaistulla datalla (suljettu koulutus). Saavutamme 84,88 prosentin tarkkuuden osatehtävässä A, 68,80 prosentin tarkkuuden osatehtävässä B1 ja 69,80 prosentin tarkkuuden osatehtävässä B2. Suuri ero tarkkuudessa kehitysdatassa voidaan havaita suhteellisen pienillä muutoksilla verkon arkkitehtuurissa ja hyperparametreissa. Odotammekin, että näiden parametrien hienosäätö lisää tarkkuutta.

**Tulos**

Tavuihin perustuva kielen tunnistaminen syvien konvoluutioverkkojen avulla

**Esimerkki 2.182**

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että syvät neuroverkot (deep neural networks, DNN) ovat alttiita haitallisille näytteille: pahantahtoisesti häirityille näytteille, jotka on suunniteltu tuottamaan virheellisiä mallin tuloksia. Tällaiset hyökkäykset voivat heikentää DNN-järjestelmiä vakavasti, erityisesti tietoturva-alttiissa ympäristöissä. On havaittu, että hyökkääjä voi helposti luoda hyökkääviä näytteitä tekemällä pienen häiriön epäolennaisiin ominaisuusulottuvuuksiin, jotka ovat tarpeettomia nykyisen luokittelutehtävän kannalta. Tämän ongelman ratkaisemiseksi esitämme puolustusmekanismin nimeltä DeepMask. Tunnistamalla ja poistamalla tarpeettomat piirteet DNN-mallista DeepMask rajoittaa kapasiteettia, jota hyökkääjä voi käyttää vihamielisten näytteiden tuottamiseen, ja lisää siten kestävyyttä tällaisia syötteitä vastaan. Muihin puolustusmenetelmiin verrattuna DeepMask on helppo toteuttaa ja laskennallisesti tehokas. Kokeelliset tulokset osoittavat, että DeepMask voi parantaa nykyaikaisten DNN-mallien suorituskykyä vastakkaisia näytteitä vastaan.

**Tulos**

DEEPMASK: DNN-MALLIEN PEITTÄMINEN VASTAKKAISIA NÄYTTEITÄ VASTAAN KESTÄVÄKSI

**Esimerkki 2.183**

Eräässä äskettäisessä artikkelissa osoitimme, että STRIPS-suunnittelun suunnitelmien tunnistaminen voidaan muotoilla ja ratkaista käyttämällä klassista suunnittelun heuristiikkaa ja algoritmeja (Ramirez ja Geffner 2009). Tässä työssä osoitamme, että tämä muotoilu kattaa kirjastojen yli tapahtuvan suunnitelman tunnistamisen vakiomuotoisen muotoilun kokoamalla kirjastot STRIPS-teorioiksi. Kirjastot vastaavat AND/OR-grafeja, jotka voivat olla syklisiä ja joissa AND-solmujen lapset voivat olla osittain järjestettyjä. Näihin kirjastoihin sisältyy erikoistapauksena kontekstivapaat kieliopit, jolloin suunnitelman tunnistamisongelmasta tulee jäsennysongelma, jossa on puuttuvia merkkejä. Suunnitelmien tunnistamisesta vakiokirjastojen avulla tulee suunnitteluongelmia, jotka mikä tahansa nykyaikainen suunnittelija voi helposti ratkaista, kun taas monimutkaisempien kirjastojen, kuten kontekstittomien kielioppien (CFG), tunnistaminen havainnollistaa nykyisten suunnitteluheuristiikkojen rajoituksia ja ehdottaa parannuksia, jotka voivat olla merkityksellisiä myös muissa suunnitteluongelmissa.

**Tulos**

Heuristiikka suunnitteluun, suunnitelmien tunnistamiseen ja jäsentelyyn (Kirjoitettu: kesäkuu 2009, Julkaistu: toukokuu 2016)

**Esimerkki 2.184**

Syviä neuroverkkoja koskevassa viimeaikaisessa tutkimuksessa on keskitytty pääasiassa tarkkuuden parantamiseen. Tietylle tarkkuustasolle on yleensä mahdollista löytää useita DNN-arkkitehtuureja, jotka saavuttavat kyseisen tarkkuustason. Vastaavalla tarkkuudella pienemmät DNN-arkkitehtuurit tarjoavat ainakin kolme etua: (1) Pienemmät DNN-arkkitehtuurit vaativat vähemmän viestintää palvelinten välillä hajautetun harjoittelun aikana. (2) Pienemmät DNN:t vaativat vähemmän kaistanleveyttä uuden mallin viemiseksi pilvestä autonomiseen autoon. (3) Pienempiä DNN:iä on helpompi ottaa käyttöön FPGA:ssa ja muissa laitteistoissa, joissa on rajallinen muisti. Kaikkien näiden etujen tarjoamiseksi ehdotamme pientä DNN-arkkitehtuuria nimeltä SqueezeNet. SqueezeNet saavuttaa AlexNet-tason tarkkuuden ImageNetissä 50 kertaa pienemmällä parametrimäärällä. Lisäksi mallinpakkaustekniikoiden avulla pystymme pakkaamaan SqueezeNetin alle 1 Mt:n kokoiseksi (461 kertaa pienempi kuin AlexNet). SqueezeNet-arkkitehtuuri on ladattavissa täältä: https://github.com/DeepScale/SqueezeNet.

**Tulos**

SqueezeNet: AlexNet-tason tarkkuus 50 kertaa pienemmällä parametrimäärällä ja <1MB:n mallikoolla.

**Esimerkki 2.185**

Jatkuva-aikaiset Bayes-verkot ovat luonnollinen rakenteinen esityskieli monikomponenttisille stokastisille prosesseille, jotka kehittyvät jatkuvasti ajan myötä. Kompaktista esitystavasta huolimatta tällaisten mallien päättely on hankalaa jopa suhteellisen yksinkertaisissa strukturoiduissa verkoissa. Tässä esitellään keskiarvokentän variatiivinen approksimaatio, jossa käytetään inhomogeenisten Markov-prosessien tuotetta approksimoimaan jakaumaa liikeratojen yli. Tämä variaatiolähestymistapa johtaa globaalisti johdonmukaiseen jakaumaan, jota voidaan kysyä tehokkaasti. Lisäksi se tarjoaa alarajan havaintojen todennäköisyydelle, mikä tekee siitä houkuttelevan oppimistehtävissä. Esitämme approksimaation teoreettisen perustan, tehokkaan toteutuksen, jossa hyödynnetään laajasti optimoitujen tavallisten differentiaaliyhtälöiden (ODE) ratkaisijoiden valikoimaa, tutkimme kokeellisesti sellaisten prosessien luonnehdintoja, joille tämä approksimaatio soveltuu, ja näytämme sovelluksia laajamittaiseen reaalimaailman päättelyongelmaan.

**Tulos**

Keskiarvokenttävariaation approksimaatio jatkuva-aikaisille Bayesin verkoille

**Esimerkki 2.186**

Useimmissa luokittelijan oppimiseen liittyvissä käytännön ongelmissa harjoitusaineisto kärsii merkintäkohinasta. Siksi on tärkeää ymmärtää, kuinka kestävä oppimisalgoritmi on tällaiselle merkintäkohinalle. Tässä artikkelissa esitetään teoreettinen analyysi, jonka avulla osoitetaan, että monet suositut päätöspuualgoritmit ovat kestäviä symmetriselle merkintäkohinalle suuressa otoskokoluokassa. Esitämme myös joitakin otoskompleksisuustuloksia, jotka antavat joitakin rajoja otoskoolle, jotta robustisuus säilyy suurella todennäköisyydellä. Laajojen simulaatioiden avulla havainnollistamme tätä kestävyyttä.

**Tulos**

Päätöksentekopuiden oppimisen kestävyydestä etikettihäiriöiden vallitessa

**Esimerkki 2.187**

Rekursiivisiin neuroverkkoihin (Recurrent Neural Network, RNN) perustuvat merkkitason kielimallit (Character Level Language Model, CLM) ovat erittäin hyödyllisiä luonnostaan tuntemattomien sanojen mallintamisessa. Niiden suorituskyky on kuitenkin yleensä paljon huonompi kuin sanatason kielimallien (WLM), koska CLM-mallien on otettava huomioon merkkien pidempi historia voidakseen ennustaa seuraavan merkin oikein. Ratkaisemme tämän ongelman ehdottamalla hierarkkisia RNN-arkkitehtuureja, jotka koostuvat useista moduuleista, joilla on eri kellotaajuudet. Monikellorakenteista huolimatta tulo- ja lähtökerrokset toimivat merkkitason kellolla, minkä ansiosta nykyisiä RNN CLM -koulutusmenetelmiä voidaan soveltaa suoraan ilman muutoksia. CLM-mallimme osoittavat parempaa perpleksiteettiä kuin KneserNey (KN) 5-grammaiset WLM-mallit One Billion Word Benchmark -testissä, jossa parametreja on vain 2 %. Esitämme myös reaaliaikaisia merkkitason loppupään puheentunnistusesimerkkejä Wall Street Journal (WSJ) -korpuksella, jossa perinteisten yksikellollisten RNN CLM-mallien korvaaminen ehdotetuilla malleilla johtaa parempaan tunnistustarkkuuteen, vaikka parametrien määrä vähenee 30 prosenttiin.

**Tulos**

Hahmotason kielen mallintaminen hierarkkisten rekursiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.188**

Koska syväoppimisen laskentatarve kasvaa jatkuvasti, on ratkaisevan tärkeää tutkia, miten DNN-mallin painojen ja aktivointien numeerinen esitys ja tarkkuus vaikuttavat laskentatehokkuuteen. Tässä työssä tutkimme epätavanomaisia kapean tarkkuuden liukulukumuotoisia esitystapoja suhteessa päättelytarkkuuteen ja tehokkuuteen, jotta voimme ohjata tulevien DNN-alustojen parempaa suunnittelua. Osoitamme, että näitä mukautettuja numeerisia esitystapoja käyttävien tuotantokelpoisten DNN:ien, kuten GoogLeNetin ja VGG:n, päätelmien tekeminen nopeutuu keskimäärin 7,6-kertaisesti, kun päätelmien tarkkuus heikkenee alle 1 % verrattuna uusimpaan perusalustaan, joka edustaa kehittyneintä laitteistoa, joka käyttää yksitarkkuuksisia liukulukuja. Tällaisen räätälöidyn tarkkuuden käytön helpottamiseksi esittelemme myös uuden tekniikan, joka vähentää huomattavasti optimaalisen tarkkuusmäärityksen määrittämiseen tarvittavaa aikaa.

**Tulos**

SYVÄT NEUROVERKOT

**Esimerkki 2.189**

Kuvaamme dynaamisen ohjelmointialgoritmin diskreettien todennäköisyysohjelmien marginaalijakauman laskemiseksi. Algoritmi ottaa mielivaltaisen todennäköisyysohjelmointikielen funktionaalisen tulkitsijan ja muuttaa sen tehokkaaksi marginaalijakauman määrittäjäksi. Koska alijakaumien suora välimuistiin tallentaminen on mahdotonta rekursiivisuuden läsnä ollessa, rakennamme graafin alijakaumien välisistä riippuvuuksista. Tämä faktoroitu summa-tuote-verkko tekee osaongelmien välisistä (mahdollisesti syklisistä) riippuvuuksista selviä, ja se vastaa marginaalijakauman yhtälösysteemiä. Ratkaisemme nämä yhtälöt kiintopiste-iteraatiolla topologisessa järjestyksessä. Havainnollistamme tätä algoritmia esimerkeillä, joita käytetään todennäköisyysmallien opetuksessa, kognitiotieteen laskennallisessa tutkimuksessa ja peliteoriassa.

**Tulos**

Dynaaminen ohjelmointialgoritmi rekursiivisten todennäköisyysohjelmien päättelyyn.

**Esimerkki 2.190**

Ontologiapohjainen tiedonsaanti koskee epätäydellisten tietolähteiden kyselyä ontologian tarjoaman alakohtaisen tiedon avulla. Keskeinen käsite tässä yhteydessä on ontologiavälitteinen kysely, joka on tietokantakysely yhdistettynä ontologiaan. Tässä artikkelissa tutkimme useita ontologiavälitteisten kyselyjen luokkia, joissa tietokantakyselyt annetaan jonkinlaisena konjunktiivisena kyselynä ja ontologiat muotoillaan kuvauslogiikoilla tai muilla asiaankuuluvilla ensimmäisen kertaluvun logiikan fragmenteilla, kuten vartioidulla fragmentilla ja unary-negation fragmentilla. Artikkelin panos on kolmitahoinen. Ensinnäkin luonnehdimme ontologiavälitteisten kyselyjen ilmaisuvoimaa disjunktiivisen datalogin fragmenttien avulla. Toiseksi luomme läheisiä yhteyksiä ontologiavälitteisten kyselyjen ja rajoitusten tyydyttämisongelmien (CSP) sekä niiden loogisen yleistyksen, MMSNP-kaavojen, välille. Kolmanneksi hyödynnämme näitä yhteyksiä saadaksemme uusia tuloksia, jotka koskevat (i) ontologiavälitteisten kyselyjen ensimmäisen kertaluvun uudelleenkirjoitettavuutta ja datalogin uudelleenkirjoitettavuutta, (ii) ontologiavälitteisten kyselyjen P/NP-dikotomioita ja (iii) ontologiavälitteisten kyselyjen sisältämisongelmaa.

**Tulos**

Ontologiapohjainen tiedonsaanti: CSP ja MMSNP:n avulla.

**Esimerkki 2.191**

Tässä artikkelissa käsitellään malleja dialogin tilan seurantaan rekursiivisten neuroverkkojen (RNN) avulla. Esitämme kokeita vakiomallisella dialogitilan seurannan (DST) tietokokonaisuudella, DSTC2 [7]. Toisaalta RNN-malleista tuli DST:n uusimpia malleja, toisaalta useimmat uusimmat DST-mallit ovat vain vuoropohjaisia ja vaativat datasetille ominaista esikäsittelyä (esim. DSTC2-kohtaista), jotta tällaisiin tuloksiin päästäisiin. Toteutimme kaksi arkkitehtuuria, joita voidaan käyttää inkrementaalisesti ja jotka eivät vaadi juuri lainkaan esikäsittelyä. Vertaamme niiden suorituskykyä DSTC2:n vertailuarvoihin ja keskustelemme niiden ominaisuuksista. Vain vähäisellä esikäsittelyllä mallimme suorituskyky on lähellä uusimpia tuloksia.1

**Tulos**

Rekursiiviset neuroverkot dialogin tilan seurantaan

**Esimerkki 2.192**

Ihmiset pystyvät tunnistamaan kohtauksia monissa eri modaliteeteissa luonnollisten kuvien lisäksi. Tässä artikkelissa tutkimme, miten voidaan oppia modaliteettien välisiä kohtausrepresentaatioita, jotka siirtyvät eri modaliteettien välillä. Ongelman tutkimiseksi esitellään uusi modaalien välinen kohtaustietoaineisto. Vaikka konvolutiohermoverkot pystyvät luokittelemaan kohtauksia hyvin, ne oppivat myös välirepresentaation, joka ei ole yhdenmukainen eri modaliteettien välillä, mikä ei ole toivottavaa modaliteettien välisissä siirtosovelluksissa. Esittelemme menetelmiä, joilla voidaan säännöllistää modaalien välisiä konvoluutiohermoverkkoja niin, että niillä on yhteinen esitys, joka ei ole riippuvainen modaliteetista. Kokeemme osoittavat, että kohtausrepresentaatiomme voi auttaa modaliteettien välisten representaatioiden siirtämisessä hakua varten. Lisäksi visualisointimme osoittavat, että jaettuun edustukseen syntyy yksiköitä, joilla on taipumus aktivoitua yhdenmukaisiin käsitteisiin modaliteetista riippumatta.

**Tulos**

Ristikkäiset kohtauspaikkaverkostot

**Esimerkki 2.193**

Artikkelissa analysoidaan ihmisten ja tietokoneiden välistä vuorovaikutusta kuvapohjaisen CAPTCHA-koodin ratkaisemiseen kuluvan vastausajan suhteen. Analyysissä keskitytään erityisesti eri Internetin käyttäjien asenteeseen ratkaista helposti neljä erityyppistä kuvapohjaista CAPTCHAa, jotka sisältävät seuraavia kasvonilmeitä: animoitu hahmo, vanha nainen, yllättyneet kasvot, huolestuneet kasvot. Tavoitteen saavuttamiseksi toteutetaan koe, jossa 100 Internet-käyttäjää osallistuu neljän CAPTCHA-tyypin ratkaisemiseen iän, Internet-kokemuksen ja koulutustason mukaan eroteltuna. Kunkin käyttäjän vastausajat kerätään. Tämän jälkeen käyttäjätiedoista poimitaan assosiaatiosääntöjä, joiden avulla arvioidaan tilastollisella analyysillä CAPTCHA:n ratkaisemiseen käytetyn vastausajan riippuvuutta iästä, koulutustasosta ja internetin käyttökokemuksesta. Tulokset kuvaavat epäsuorasti käyttäjien psykologisia tiloja ja osoittavat, missä tiloissa käyttäjät ovat järkevämpiä. Se on uutuus ja mielekäs analyysi uusimmassa tekniikan tasossa.

**Tulos**

Ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen analysointi kuvapohjaisen CAPTCHA:n esimerkin avulla assosiaatiosääntöjen louhinnan avulla.

**Esimerkki 2.194**

<lb>Uudemmat täydellisen informaation pelien hinta-analyysit viittaavat siihen, että karkeat korreloidut<lb>tasapainot, jotka kuvaavat tuloksia, jotka johtuvat ei-parannusoppimisdynamiikasta, ovat lähes optimaalisia<lb>hyvinvoinnin kannalta. Tässä työssä esitetään kaksi keskeistä teknistä tulosta, jotka nostavat tämän päätelmän koskemaan epätäydellisen<lb>tiedon pelejä eli Bayes-pelejä. Ensinnäkin lähes optimaalinen hyvinvointi bayesilaisissa peleissä seuraa suoraan<lb>suoraan tasaisuuteen perustuvasta todisteesta lähes optimaalisesta hyvinvoinnista samassa pelissä, kun yksityinen tieto<lb>on julkista. Toiseksi, katumattoman oppimisen dynamiikka konvergoi Bayesin karkeaan korreloituneeseen tasapainoon<lb> näissä epätäydellisen tiedon peleissä. Nämä tulokset ovat mahdollisia, kun Bayes-peli<lb> tulkitaan täydellisen informaation stokastiseksi peliksi.

**Tulos**

Ei-katumusta -oppiminen toistuvissa Bayes-peleissä

**Esimerkki 2.195**

LBP-menetelmän (loopy belief propagation) käyttöönotto elvytti graafisten mallien käytön monilla aloilla. Monissa viimeaikaisissa töissä on esitetty parannuksia LBP:n perusalgoritmiin, joilla on pyritty ratkaisemaan konvergenssi- ja paikallisen optimin ongelmat. Näistä merkittävimpiä ovat konveksoidun vapaan energian approksimaatiot, jotka johtavat päättelymenetelmiin, joiden konvergenssi- ja laatuominaisuudet ovat todistettavissa. Empiirisesti LBP on kuitenkin edelleen parempi kuin useimmat sen konveksoituneet muunnokset useissa eri tilanteissa, kuten myös tässä osoitamme. Tämän tosiasian perusteella etsimme konveksoituja vapaidenergioita, jotka approksimoivat suoraan Bethe-vapaaenergiaa. Osoitamme, että ehdotetut approksimaatiot ovat vertailukelpoisia nykyisten konveksoitujen vapaan energian approksimaatioiden kanssa.

**Tulos**

Bethe-vapaan energian konvexointi

**Esimerkki 2.196**

Osoitamme, että Wellingin (2009b) paimentamismenettely on täsmälleen tavallisen koveran optimointialgoritmin muotoinen - nimittäin ehdollisen gradientin algoritmi, joka minimoi kvadraattisen momenttieroavuuden. Tämän yhteyden ansiosta voimme vedota konvergenssituloksiin kongveksisesta optimoinnista ja harkita nopeampia vaihtoehtoja integraalien approksimointitehtävään toistuvan ytimen Hilbert-avaruudessa. Tutkimme eri vaihtoehtojen käyttäytymistä numeeristen simulaatioiden avulla. Kokeemme valaisevat paimennuksen oppimisharhaa: ne osoittavat, että vaikka voimme parantaa paimennusta integraalien approksimointitehtävässä, alkuperäinen paimennusalgoritmi lähestyy useammin maksimaalisen entropian jakaumaa.

**Tulos**

Herding- ja Conditional Gradient -algoritmien vastaavuudesta

**Esimerkki 2.197**

Yksi keskeisistä kysymyksistä sekä luonnollisen kielen ymmärtämisessä että tuottamisessa on monisanaisten ilmausten (Multiword Expressions, MWE) asianmukainen käsittely. MWE-ilmaukset aiheuttavat valtavan ongelman tarkalle kielenkäsittelylle, koska ne ovat omalaatuisia ja moninaisia leksikaalisten, syntaktisten ja semanttisten ominaisuuksiensa suhteen. MWE:n semantiikkaa ei voida ilmaista yhdistämällä sen osatekijöiden semantiikka. Sen vuoksi semanttisen klusteroinnin formalismia pidetään usein välineenä, jonka avulla MWE:t voidaan poimia erityisesti bengalin kaltaisista resurssirajoitteisista kielistä. Tämä semanttinen klusterointimenetelmä auttaa löytämään asiakirjassa esiintyvien synonyymien substantiivien klustereita. Nämä klusterit puolestaan auttavat mittaamaan mahdollisen ehdokaslauseen sanojen samankaltaisuutta vektoriavaruusmallin avulla ja arvioimaan, soveltuuko tämä lause MWE:ksi. Tässä kokeilussa semanttista klusterointimenetelmää sovelletaan substantiivien bigram-muotoisiin MWE-lausekkeisiin, vaikka sitä voidaan laajentaa minkä tahansa tyyppisiin MWE-lausekkeisiin. Samanaikaisesti käytetään myös tunnettuja tilastollisia malleja, nimittäin pistemäistä keskinäistä informaatiota (Point-wise Mutual Information, PMI), loogista todennäköisyyssuhdetta (Log Likelihood Ratio, LLR) ja merkitsevyysfunktiota MWE:iden poimimiseen bengalinkielisestä korpuksesta. Vertaileva arviointi osoittaa, että 372 Chakraborty et al. semanttinen klusterointimenetelmä päihittää kaikki muut kilpailevat tilastolliset mallit. Tämän kokeilun sivutuotteena olemme alkaneet kehittää bengalinkielistä standardisanakirjaa, joka toimii tuottavana bengalinkielisenä tesauruksena.

**Tulos**

Bengalin monisanaisia ilmauksia tunnistetaan semanttisen klusteroinnin avulla.

**Esimerkki 2.198**

Todellisissa skenaarioissa käytettävien yleisen älykkyyden agenttien on sopeuduttava jatkuvasti muuttuviin ympäristöolosuhteisiin. Vaikka tällaiset sopeutuvat agentit voivat hyödyntää suunniteltua tietoa, ne tarvitsevat kykyä rakentaa ja arvioida tietoa itse omasta kokemuksestaan alhaalta ylöspäin suuntautuvalla, konstruktivistisella tavalla. Tämä kannanotto perustuu ajatukseen tiedon koodaamisesta ajallisesti laajennettuina ennusteina yleisten arvofunktioiden avulla. Aikaisemmissa töissä on keskitytty oppimaan ennusteita tehtävään tai ympäristöön liittyvistä ulkoisesti johdetuista signaaleista (esim. akun varaustaso, nivelen asento). Tässä ehdotamme, että agentin tulisi myös ennustaa sisäisesti tuotettuja signaaleja, jotka koskevat sen omaa oppimisprosessia - esimerkiksi agentin luottamusta oppimiinsa ennusteisiin. Lopuksi ehdotamme, miten tällaisesta tiedosta olisi hyötyä luotaessa itsetutkiskelevaa agenttia, joka pystyy oppimaan tekemään hyviä päätöksiä monimutkaisessa, muuttuvassa maailmassa. Ennustava tieto. Kyky rakentaa itsenäisesti tietoa suoraan maailman kanssa vuorovaikutuksessa olevan agentin tuottamasta kokemuksesta on yleisen älykkyyden keskeinen edellytys. Yksi erityisen lupaava kokemukseen perustuvan tiedon muoto on ennakointitieto, joka määritellään tässä yhteydessä monivaiheisten ennusteiden kokoelmaksi havaittavista tuloksista, jotka riippuvat erilaisista käyttäytymistavoista. Tieteellisen tiedon tavoin ennakoivaa tietoa voidaan ylläpitää ja päivittää tekemällä ennuste, suorittamalla menettely, tarkkailemalla lopputulosta ja päivittämällä ennustetta - prosessi, joka on täysin riippumaton ihmisen toiminnasta. Kokemukseen perustuvat ennusteet ovat tehokas resurssi, joka ohjaa päätöksentekoa ympäristöissä, jotka ovat liian monimutkaisia tai dynaamisia, jotta insinööri voisi tyhjentävästi ennakoida niitä [1,2]. Vahvistusoppimisen alalta peräisin oleva arvofunktio on yksi tapa esittää ennakointitietoa. Arvofunktiot ovat opittu tai laskennallinen kartoitus tilasta pitkän aikavälin odotukseen tulevasta palkkiosta. Sutton et al. esittelivät hiljattain arvofunktioiden yleistyksen, jonka avulla on mahdollista määritellä yleisiä ennakointikysymyksiä [1]. Nämä yleiset arvofunktiot (GVF) määrittelevät ennustuskohteen kiinnostavien tulevien signaalien (kumulanttien) odotettuna diskontattuna summana, joka havaitaan, kun agentti valitsee toimia jonkin päätöksentekopolitiikan mukaisesti. Ajallinen diskonttaus on myös yleistetty GVF:ssä perinteisestä eksponentiaalisesta tulevien kumulanttien painotuksesta mielivaltaiseen, tilasta riippuvaan tulevien kumulanttien painotukseen. Tämän ansiosta GVF:t pystyvät määrittelemään runsaasti ar X iv :1 60 6. 05 59 3v 1 [ cs .A I] 1 7 Ju n 20 16

**Tulos**

Introspektiiviset toimijat: Luottamuksen mittarit yleisiä arvofunktioita varten

**Esimerkki 2.199**

Oikeiden nimien ääntämyssanaston kehittäminen on yleensä manuaalista työtä, jota ei voi välttää. Kirjallisuudessa esiintyvät grafeemi-foneemi (G2P) -muunnosmoduulit perustuvat yleensä sääntöihin, ja ne toimivat parhaiten, kun kyseessä ovat tietyn kielen muut kuin oikeat nimet. Oikeat nimet ovat vieraita G2P-moduulille. Me noudatamme optimointimenetelmää, jonka avulla oikeiden nimien ääntämyssanasto voidaan rakentaa automaattisesti. Ajatuksena on rakentaa pieni ortogonaalinen joukko sanoja (perusta), joka voi kattaa tietyn tietokannan nimien joukon. Ehdotamme kahta algoritmia tämän perustan rakentamiseksi. Kaikkien tietokannassa olevien oikeiden nimien transkriptioleksikoni voidaan tuottaa transkriboimalla manuaalisesti vain pieni joukko perussanoja. Ensin rakennetaan kustannusfunktio ja osoitetaan, että kustannusfunktion minimointi johtaa perustaan. Johdamme tämän kustannusfunktion konvergenssiehdot ja validoimme ne kokeellisesti hyvin suurella oikean nimen tietokannalla. Kokeet osoittavat, että transkriptio voidaan saavuttaa transkriboimalla joukko pienen määrän perussanoja. Ehdotetut algoritmit ovat yleisiä ja kielestä riippumattomia; suorituskyky on kuitenkin parempi, jos henkilönnimet ovat samaa alkuperää eli samaa kieltä tai samaa maantieteellistä aluetta.

**Tulos**

Perusteiden tunnistaminen oikeiden nimien ääntämyssanaston automaattista luomista varten

**Esimerkki 2.200**

Tyyppitason sanojen upotuksissa käytetään samoja parametreja esittämään kaikki sanan esiintymät asiayhteydestä riippumatta, jolloin kielen luontainen leksikaalinen monitulkintaisuus jää huomiotta. Sen sijaan upotamme semanttisia käsitteitä (tai synsettejä), jotka on määritelty WordNetissä, ja edustamme sanamerkin tietyssä kontekstissa arvioimalla jakauman merkityksellisten semanttisten käsitteiden välillä. Käytämme uusia, kontekstisidonnaisia upotuksia mallissa, jolla ennustetaan prepositiolausekkeiden (PP) liitoksia, ja opimme yhdessä käsitteiden upotukset ja mallin parametrit. Osoitamme, että kontekstisidonnaisten upotusten käyttö parantaa PP-kiinnitysmallin tarkkuutta 5,4 prosenttia absoluuttisesti, mikä tarkoittaa 34,4 prosentin suhteellista vähennystä virheissä.

**Tulos**

Ontologiaan perustuvien tokenien upotusten käyttäminen prepositiolausekkeiden liitosten ennustamiseen

**Esimerkki 2.201**

Julkaisemme julkisesti uuden laajamittaisen tietokokonaisuuden nimeltä SearchQA, joka on tarkoitettu koneelliseen ymmärtämiseen eli kysymyksiin vastaamiseen. Toisin kuin hiljattain julkaistut tietokokonaisuudet, kuten DeepMind CNN/DailyMail ja SQuAD, ehdotettu SearchQA on rakennettu siten, että se kuvastaa yleistä kysymyksiin vastaamista. Toisin sanoen emme lähde liikkeelle olemassa olevasta artikkelista ja luo kysymys-vastaus-paria, vaan lähdemme liikkeelle olemassa olevasta kysymys-vastaus-parista, joka on poimittu J! Arkistosta, ja täydennämme sitä Googlen hakemilla tekstinpätkillä. Tätä lähestymistapaa noudattaen rakensimme SearchQA:n, joka koostuu yli 140 000 kysymys-vastaus -parista, joissa kussakin parissa on keskimäärin 49,6 tekstinpätkää. Jokaisen SearchQA:n kysymys-vastaus-konteksti -tuplan mukana on metatietoja, kuten tekstinpätkän URL-osoite, joiden uskomme olevan arvokkaita resursseja tulevaa tutkimusta varten. Teemme ihmisarvioinnin ja testaamme SearchQA:ssa kahta perusmenetelmää, joista toinen on yksinkertainen sananvalinta ja toinen syväoppimiseen perustuva menetelmä. Osoitamme, että ihmisen ja koneen suoritusten välillä on merkittävä ero. Tämä viittaa siihen, että ehdotettu tietokokonaisuus voisi hyvin toimia kysymysten vastaamisen vertailukohtana.

**Tulos**

SearchQA: Uusi Q&A-tietokanta, johon on lisätty hakukoneen kontekstiä

**Esimerkki 2.202**

Esittelemme tietokonejärjestelmille uuden multimodaalisen tehtävän, joka on yhdistetty visuaalisen ja kielellisen ymmärtämisen haasteeksi: tunnistaa sopivin kohtausta kuvaava teksti, kun on useita samankaltaisia vaihtoehtoja. Tehtävän suorittaminen edellyttää ymmärtämisen osoittamista muutakin kuin vain avainsanojen (tai avainsanojen) ja niitä vastaavien visuaalisten käsitteiden tunnistamista. Sen sijaan se edellyttää näiden kahden modaliteetin representaatioiden yhteensovittamista siten, että saavutetaan visuaalisesti perusteltu "ymmärrys" erilaisista kielellisistä elementeistä ja niiden riippuvuuksista. Tämä uusi tehtävä tarjoaa myös helposti laskettavan ja hyvin tutkitun mittarin: tarkkuus todellisen kohteen havaitsemisessa harhautusten joukosta. Tässä artikkelissa esitellään useita tuloksia: tehokas ja laajennettavissa oleva mekanismi houkutusten tuottamiseksi (ihmisen luomista) kuvateksteistä; esimerkkitapaus tämän mekanismin soveltamisesta, joka tuottaa laajamittaisen (COCO-kuviin ja kuvateksteihin perustuvan) koneellisen ymmärtämistietokannan, jonka asetamme julkisesti saataville; ihmisen suorittaman arvioinnin tulokset tästä tietokannasta, jotka antavat tietoa suorituskyvyn ylärajasta; sekä useita peruslähestymistapoja ja kilpailukykyisiä oppimismenetelmiä, jotka havainnollistavat ehdotetun tehtävän ja tietokannan hyödyllisyyttä sekä kuva- että kielellisen ymmärtämisen edistämisessä. Osoitamme myös, että monitehtäväisessä oppimisympäristössä ehdotetun tehtävän suorituskyky korreloi positiivisesti kuvien tekstittämisen kokonaisvaltaisen tehtävän kanssa.

**Tulos**

Kuvan ja tekstin samanaikainen ymmärtäminen: kaksitahoinen näkö- ja kielikoneellinen ymmärtämistehtävä

**Esimerkki 2.203**

Kuvittelemme, että koneoppimispalvelun tarjoajalla on edessään jatkuva ongelmien virta, jossa on sama tuloalue, mutta jonka tuloalueet voivat vaihdella. Asiakkaat esittävät palveluntarjoajalle ongelmia implisiittisesti merkitsemällä muutamia esimerkkisyötteitä ja pyytävät sitten palveluntarjoajaa kouluttamaan malleja, jotka kohtuullisesti laajentavat niiden merkintöjä uusiin syötteisiin. Palveluntarjoaja haluaa välttää käyttäjiensä rajoittamista yhteisten merkintöjen joukkoon, joten se ei oleta, että uuden tehtävän merkinnät ja aiemmin esiintyneiden tehtävien merkinnät vastaavat toisiaan. Suoriutuakseen hyvin tässä tilanteessa palveluntarjoaja tarvitsee syötteen alueesta esityksen, jonka avulla uusien ongelmien tehokkaat mallit voidaan oppia tehokkaasti pienestä määrästä esimerkkejä. Vaikka tämä muistuttaa asetuksia, joita on tarkasteltu aiemmissa monitehtäväistä ja elinikäistä oppimista koskevissa töissä, oletus, jonka mukaan tehtävien väliset merkinnät eivät vastaa toisiaan, johtaa uudenlaiseen algoritmiin: Lifelong Learner of Discriminative Representations (LLDR), joka nimenomaisesti minimoi tehtävän sisäisen pienen otoksen yleistysvirheen. Tarkastelemme lähestymistapamme suhteellisia etuja erilaisissa reaalimaailman tietokokonaisuuksissa kolmessa merkittävässä skenaariossa: representaatio-oppiminen, monitehtäväinen oppiminen ja elinikäinen oppiminen.

**Tulos**

Elinikäinen oppiminen diskriminoivien representaatioiden avulla

**Esimerkki 2.204**

Rao-Blackwellin teoreemaa käytetään analysoimaan ja parantamaan päättelyn skaalautuvuutta suurissa todennäköisyysmalleissa, joissa on symmetrisyyttä. Esitetään uusi marginaalitiheysestimaattori, jonka osoitetaan sekä analyyttisesti että empiirisesti olevan useita kertaluokkia parempi kuin tavalliset estimaattorit. Kehitettyä teoriaa ja algoritmeja sovelletaan laajaan luokkaan todennäköisyysmalleja, mukaan lukien tilastolliset relaatiomallit, joiden ei katsota olevan alttiita nostetulle todennäköisyyspäätelmälle. Johdanto Monet tekoälytutkimuksen menestyksekkäät sovellukset perustuvat suuriin todennäköisyysmalleihin. Esimerkkejä ovat Markovin logiikkaverkot (Richardson ja Domingos 2006), ehdolliset satunnaiskentät (Lafferty, McCallum ja Pereira 2001) ja viime aikoina syväoppimisarkkitehtuurit (Hinton, Osindero ja Teh 2006; Bengio ja LeCun 2007; Poon ja Domingos 2011). Erityisesti tilastollisen relaatio-oppimisen (SRL) kirjallisuudessa esiintyvillä malleilla on usein miljoonia muuttujia ja ominaisuuksia käsittäviä yhteisiä jakaumia. Nämä mallit ovatkin niin suuria, että ensi näkemältä päättely ja oppiminen vaikuttavat pelottavilta. Useille näistä malleista on kuitenkin olemassa skaalautuvia likimääräisiä ja vähemmässä määrin myös tarkkoja päättelyalgoritmeja. Erityisesti on keskitytty voimakkaasti nostettuihin päättelyalgoritmeihin eli algoritmeihin, jotka ryhmittelevät erottamattomia muuttujia ja ominaisuuksia päättelyn aikana. Yleiskatsauksen tästä saa osoitteesta (Kersting 2012). Nostetut algoritmit helpottavat tehokasta päättelyä lukuisissa suurissa todennäköisyysmalleissa, joiden päättely on periaatteessa NP-vaikeaa. Me käsittelemme marginaalisten todennäköisyyksien estimointia äärellisen määrän otospisteiden perusteella. Osoitamme, että inferenssin ja oppimisen toteutettavuus suurissa ja erittäin symmetrisissä todennäköisyysmalleissa voidaan selittää tilastotieteen alalta peräisin olevalla Rao-Blackwellin lauseella. Teoria ja algoritmit eivät riipu suoraan relaatiomallien syntaktisesta luonteesta, kuten predikaattien ariteetista ja muuttujien lukumäärästä kaavaa kohti, vaan ainoastaan todennäköisyysmallin automorfismiryhmästä, ja niitä voidaan soveltaa todennäköisyysmallien luokkiin, jotka ovat paljon laajempia kuin tilastollisten relaatiomallien luokka. Copyright c © 2013, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. Tarkastellaan koetta, jossa kolikkoa heitetään n kertaa. Vaikka frequentisti olettaisi kolikon heittojen olevan i.i.d., bayesiläinen tekee tyypillisesti heikomman oletuksen vaihdettavuudesta - että tulossarjan todennäköisyys riippuu vain "kruunujen" lukumäärästä sarjassa eikä niiden järjestyksestä. Jos oletus ei ole i.i.d., mahdollinen vastaava graafinen malli on täysin yhdistetty graafi, jossa on n solmua ja suuri puunleveys. Jakauman määrittelyyn tarvittavien parametrien todellinen lukumäärä on kuitenkin vain n+1, yksi jokaiselle sekvenssille, jossa on 0 ≤ k ≤ n "päätä". Bruno de Finetti oli ensimmäinen, joka tajusi, että tällainen satunnaismuuttujien sekvenssi voidaan (uudelleen)parametrisoida ainutlaatuisena n+1 riippumattoman uurnaprosessin sekoituksena (de Finetti 1938). Tämä käsite parametrisoinnista uurnaprosessien sekoituksena on työmme ytimessä. De Finettin tulosten suora soveltaminen on kuitenkin usein mahdotonta, koska kaikki muuttujat eivät ole vaihdettavissa realistisissa todennäköisyysmalleissa. Vaihdettavuuden intuition motivoimana osoitamme, että mielivaltaiset mallin symmetriat mahdollistavat jakauman uudelleenparametrisoinnin riippumattomien uurnaprosessien sekoituksena, jossa kukin uurna koostuu isomorfisista yhteisistä tehtävistä. Mikä tärkeintä, kehitämme uudenlaisen Rao-Blackwellized-estimaattorin, joka implisiittisesti estimoi yksinkertaisemman seosmallin vähemmän parametreja ja laskee niiden perusteella marginaalitiheydet. Tunnistamme tilanteet, joissa Rao-Blackwell-estimaattorin soveltaminen on helposti toteutettavissa. Erityisesti osoitamme, että Rao-Blackwell-estimaattori on aina lineaarisessa ajassa laskettavissa yhden muuttujan marginaalitiheysestimoinnissa. Rao-Blackwellin teoreemaan vedoten osoitamme, että uuden estimaattorin keskimääräinen neliövirhe on vähintään yhtä pieni kuin vakioestimaattorin ja tiukasti pienempi todennäköisyysmallin ei-triviaalien symmetrioiden vallitessa. Lisäksi todistamme, että Markov-ketjustaM poimittuihin otospisteisiin perustuville estimaateille Rao-Blackwellin estimaattorin harhaa säätelee sellaisen Markov-ketjun sekoitusaika, jonka konvergenssikäyttäytyminen on parempi kuin Markov-ketjunM. Esitämme empiirisiä tuloksia, jotka vahvistavat, että RaoBlackwell-estimaattori on aina jopa useita kertaluokkia parempi kuin vakioestimaattori mallin rakenteesta riippumatta. Osoitamme, että uuden estimaattorin tulokset muistuttavat niitä, joita tyypillisesti havaitaan nostetuissa päättelytutkimuksissa. Ensimmäistä kertaa tällainen suorituskyky osoitetaan SRL-mallille, jossa on transitiivisuuskaava. ar X iv :1 30 4. 26 94 v1 [ cs .A I] 9 A pr 2 01 3

**Tulos**

Symmetriatietoinen marginaalisen tiheyden estimointi

**Esimerkki 2.205**

Klassisessa koneoppimisessa regressiota käsitellään mustan laatikon prosessina, jossa tunnistetaan sopiva funktio hypoteesijoukosta ilman, että yritetään saada käsitys syötteitä ja tuotoksia yhdistävästä mekanismista. Luonnontieteissä tulkittavissa olevan funktion löytäminen ilmiölle on kuitenkin ensisijainen tavoite, koska sen avulla voidaan ymmärtää ja yleistää tuloksia. Tässä artikkelissa ehdotetaan uudenlaista funktioiden oppimisverkkoa, jota kutsutaan yhtälön oppijaksi (EQL), joka voi oppia analyyttisiä lausekkeita ja pystyy ekstrapoloimaan näkymättömiin alueisiin. Se on toteutettu päästä päähän differentioituvana feed-forward-verkkona, ja se mahdollistaa tehokkaan gradienttipohjaisen harjoittelun. Harvinaisuuden regularisoinnin ansiosta saadaan tiiviitä tulkittavia lausekkeita. Usein todellinen lähdeilmaus tunnistetaan. JOHDANTO Mallin laatua mitataan tyypillisesti sen kyvyllä yleistää harjoitusjoukosta aiemmin tuntemattomaan dataan samasta jakaumasta. Regressiotehtävissä yleistäminen on lähinnä interpolointia, jos harjoitusaineisto on riittävän tiheää. Kunhan mallit valitaan oikein eli siten, että ne eivät sovi liikaa dataan, regressio-ongelma on hyvin ymmärrettävä ja sitä voidaan - ainakin käsitteellisesti - pitää ratkaistuna. Kun kuitenkin käsitellään reaalimaailman laitteista saatuja tietoja, esimerkiksi robottikäden ohjausta, interpolointi ei välttämättä riitä. Voi käydä niin, että tuleva data on harjoitusalueen ulkopuolella, esimerkiksi kun käsivartta käytetään tilapäisesti sen spesifikaatioiden ulkopuolella. Vakauden ja turvallisuuden vuoksi on toivottavaa, että tällaisessa tapauksessa regressiomalli tekee edelleen hyviä ennusteita tai ei ainakaan epäonnistu katastrofaalisesti. Tämä asetus, jota kutsumme ekstrapolaation yleistämiseksi, on tämän artikkelin aiheena. Olemme erityisen kiinnostuneita sellaisten järjestelmien regressiotehtävistä, jotka voidaan kuvata reaaliarvoisella analyyttisellä lausekkeella, esim. mekaaniset järjestelmät, kuten heiluri tai robottikäsi. Näitä järjestelmiä hallitsee tyypillisesti erittäin epälineaarinen funktio, mutta periaatteessa on kuitenkin mahdollista päätellä niiden käyttäytyminen ekstrapolointialueella niiden käyttäytymisestä muualla. Esitämme kaksi pääasiallista panosta: 1) uudenlainen verkko, joka voi oppia analyyttisiä lausekkeita ja joka pystyy ekstrapoloimaan näkymättömiin alueisiin, ja 2) ekstrapolointiympäristöön räätälöity mallivalintastrategia. Seuraavassa jaksossa kuvataan regressio- ja ekstrapolointiasetelma. Sen jälkeen esittelemme menetelmämme ja keskustelemme sen arkkitehtuurista, harjoittelusta ja suhteesta aiempaan tekniikkaan. Esittelemme tuloksemme jaksossa Kokeellinen arviointi ja päätämme jakson johtopäätöksiin. REGRESSIO JA EKTRAPOLOINTI Tarkastelemme monimuuttujaista regressio-ongelmaa, jossa on koulutusjoukko {(x1, y1), . . . . , (xN , yN )}, jossa x ∈ R, y ∈ R. Koska pääkiinnostuksemme kohdistuu ekstrapolointiin fysikaalisten järjestelmien dynamiikan oppimisen yhteydessä, oletamme datan olevan peräisin tuntemattomasta analyyttisestä funktiosta (tai funktiojärjestelmästä) φ : R → R, jossa on additiivista nollakeskiarvokohinaa ξ, i. eli y = φ(x) + ξ ja Eξ = 0. Funktio φ voi kuvastaa esimerkiksi tavallisten differentiaaliyhtälöiden järjestelmää, joka ohjaa robottikäsivarren liikkeitä tai vastaavaa. Yleisenä tehtävänä on oppia funktio ψ : R → R, joka approksimoi todellista funktionaalista suhdetta mahdollisimman hyvin neliöhäviön mielessä, eli saavuttaa pienimmän odotetun virheen E‖ψ(x) - φ(x)‖2. Käytännössä meillä on käytettävissä vain tietyt esimerkit funktion arvoista ja mittaamme ennustamisen laatua empiirisen virheen avulla seuraavilla luvuilla

**Tulos**

EKSTRAPOLOINTI JA OPPIMISYHTÄLÖT

**Esimerkki 2.206**

Monitavoiteoptimointi (MO) on nouseva ala, jota sovelletaan yhä useammin monilla teollisuudenaloilla maailmanlaajuisesti. Tässä työssä ratkaistiin MO-optimointi bioaktiivisten yhdisteiden uuttoprosessille Gardenia Jasminoides Ellis -hedelmästä. Tämän MO-ongelman ratkaisemiseksi on sovellettu kolmea parvipohjaista algoritmia yhdessä normaalin rajapinnan leikkausmenetelmän (NBI) kanssa. Gravitaatiohakualgoritmi (GSA) ja hiukkasparven optimointitekniikka (PSO) toteutettiin tässä työssä. Lisäksi kehitettiin uusi Hopfieldin tehostettu hiukkasparvioptimointi, jota sovellettiin louhintaongelmaan. Kaikkien algoritmien tuottamien likimääräisten Paretorajojen optimaalisuutta mitattiin ja verrattiin mittaamalla dominanssitasoja. Lisäksi mittaamalla rajojen konvergenssitasoja saadaan selville jonkinlainen käsitys tavoiteavaruuden rakenteesta ja sen suhteesta rajojen dominanssin tasoon. Kaikista tässä työssä käytetyistä ja kehitetyistä algoritmeista tehtiin yksityiskohtaisia vertailututkimuksia.

**Tulos**

Parviälykkyys louhintaprosessin monitavoiteoptimointiin

**Esimerkki 2.207**

Harvinaisia sairauksia on hyvin vaikea tunnistaa monien muiden mahdollisten diagnoosien joukosta. Potilastietojen parempi saatavuus ja koneoppimisalgoritmien kehittyminen antavat meille mahdollisuuden ratkaista tämä ongelma laskennallisesti. Tässä asiakirjassa tarkastelemme yhtä harvinaista sairautta, sydänamyloidoosia. Tavoitteena on automatisoida potentiaalisten sydänamyloidoosipotilaiden tunnistaminen koneoppimisalgoritmien avulla ja oppia myös ennustavat tekijät. Kokeneiden kardiologien avulla laadimme kultaisen standardin, jossa oli 73 positiivista (sydänamyloidoosi) ja 197 negatiivista tapausta. Saavutimme korkean keskimääräisen ristiinvalidoinnin F1-pistemäärän 0,98 käyttämällä ensemble-koneoppimisen luokittelulaitetta. Joitakin ennustavia muuttujia olivat: Ikä ja diagnoosi sydänpysähdys, rintakipu, sydämen vajaatoiminta, verenpainetauti, prim avokulmaglaukooma ja olkapään niveltulehdus. Lisätutkimuksia tarvitaan järjestelmän tarkkuuden validoimiseksi koko terveydenhuoltojärjestelmässä ja sen yleistettävyydestä muihin sairauksiin.

**Tulos**

Bootstrap-koneoppimismenetelmä harvinaisia sairauksia sairastavien potilaiden tunnistamiseksi sähköisistä terveystiedoista.

**Esimerkki 2.208**

Piilotetut Markov-mallit (Hidden Markov Models, HMM) ovat oppimismenetelmiä hahmontunnistukseen. Todennäköisyysperusteiset HMM:t ovat olleet yksi käytetyimmistä Bayesin malliin perustuvista tekniikoista. Ensimmäisen kertaluvun probabilistiset HMM:t mukautettiin uskomusfunktioiden teoriaan siten, että Bayesin todennäköisyydet korvattiin massafunktioilla. Tässä artikkelissa esitellään toisen kertaluvun Piilotettu Markov-malli, jossa käytetään uskomusfunktioita. Aiemmat uskomus-HMM:iä koskevat työt ovat keskittyneet ensimmäisen kertaluvun HMM:iin. Me laajennamme ne toisen kertaluvun malliin.

**Tulos**

Toisen asteen uskomus Piilotetut Markov-mallit

**Esimerkki 2.209**

Päättely ja päättely ovat keskeisiä ihmisen ja tekoälyn kannalta. Päätelmien mallintaminen ihmiskielellä on hyvin haastavaa. Suurten annotoitujen aineistojen (Bowman et al., 2015) saatavuuden myötä on viime aikoina ollut mahdollista kouluttaa neuroverkkoihin perustuvia päättelymalleja, jotka ovat osoittautuneet erittäin tehokkaiksi. Tässä artikkelissa esittelemme uuden huipputuloksen, jossa saavutetaan 88,6 prosentin tarkkuus Stanfordin luonnollisen kielen päättelyaineistossa. Toisin kuin aiemmat huippumallit, joissa käytetään hyvin monimutkaisia verkkoarkkitehtuureja, osoitamme ensin, että ketju-LSTM:iin perustuvien, huolellisesti suunniteltujen peräkkäisten päättelymallien avulla voidaan päihittää kaikki aiemmat mallit. Tämän perusteella osoitamme lisäksi, että ottamalla eksplisiittisesti huomioon rekursiiviset arkkitehtuurit sekä paikallisessa päättelymallinnuksessa että päättelyn koostamisessa saavutamme lisäparannusta. Erityisesti syntaktisen jäsennystiedon sisällyttäminen vaikuttaa parhaaseen tulokseemme - se parantaa suorituskykyä entisestään, vaikka se lisättäisiin jo valmiiksi erittäin vahvaan malliin.

**Tulos**

Parannettu LSTM luonnollisen kielen päättelyyn

**Esimerkki 2.210**

Kinectin luurankoseurantajärjestelmällä voidaan saavuttaa huomattava ihmiskehon seurantateho kätevästi ja edullisesti. Seurantajärjestelmä tallentaa kuitenkin usein luonnottomia ihmisasentoja, kuten epäjatkuvia ja värähteleviä liikkeitä, kun itsekokoonpanoja esiintyy. Useimmat lähestymistavat ratkaisevat tämän ongelman käyttämällä useita Kinect-antureita työtilassa. Eri antureiden mittaukset yhdistetään Kalmanin suodattimen avulla tai anturifuusion optimointiongelma muotoillaan. Nämä menetelmät edellyttävät kuitenkin yleensä heuristiikkoja, joilla mitataan kustakin Kinect-anturista havaittujen mittausten luotettavuutta. Tässä artikkelissa kehitimme menetelmän Kinectin luurangon parantamiseksi yhdellä Kinect-anturilla, jossa käytettiin valvottua oppimistekniikkaa epäluonnollisten seurantaliikkeiden korjaamiseen. Kinect-luurangon nivelasentojen ja -nopeuksien parantamiseen käytettiin erityisesti syviä toistuvia neuroverkkoja, ja ehdotettiin kolmea menetelmää, joilla parannetut asennot ja nopeudet voidaan integroida edelleen parantamista varten. Lisäksi ehdotimme uutta mittaria kuvattujen liikkeiden luonnollisuuden arvioimiseksi. Arvioimme ehdotettua lähestymistapaa vertaamalla sitä perustotuuteen, joka saatiin kaupallisella optiseen makeriin perustuvalla liikkeenkaappausjärjestelmällä.

**Tulos**

Ihmisen kaltaisen luonnollisen liikkeen seuraaminen syvästi toistuvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.211**

Ehdotamme sekvenssien merkitsemistä koskevaa kehystä, jonka toissijaisena koulutustavoitteena on oppia ennustamaan ympäröiviä sanoja jokaiselle tietokannan sanalle. Tämä kielen mallintamistavoite kannustaa kehystä oppimaan yleiskäyttöisiä semanttisen ja syntaktisen koostumuksen malleja, jotka ovat hyödyllisiä myös tarkkuuden parantamisessa erilaisissa sekvenssien merkintätehtävissä. Arkkitehtuuria arvioitiin kahdeksalla tietokokonaisuudella, jotka kattavat virheiden havaitsemisen oppijan teksteissä, nimettyjen entiteettien tunnistamisen, kappalemäärittelyn ja POS-taggauksen. Uudenlainen kielimallinnustavoite paransi suorituskykyä johdonmukaisesti kaikissa vertailuanalyyseissä ilman, että tarvittiin lisää annotoitua tai annotoimatonta dataa.

**Tulos**

Puolivalvottu monitehtäväinen oppiminen sekvenssien merkitsemistä varten

**Esimerkki 2.212**

Tarkastelemme harvan muuttujan valinnan ongelmaa ei-parametrisissa additiivisissa malleissa, joissa on ennakkotieto kovariaattien välisestä rakenteesta, jotta ryhmän sisällä olevat muuttujat voidaan valita yhdessä. Aiemmissa töissä on joko tutkittu ryhmän harvinaisuutta parametrisessa ympäristössä (esim. group lasso) tai käsitelty ongelmaa ei-parametrisessa ympäristössä hyödyntämättä rakenteellista tietoa (esim. harvat additiiviset mallit). Tässä artikkelissa esittelemme uuden menetelmän, jota kutsutaan ryhmäharvinaisiksi additiivisiksi malleiksi (GroupSpAM) ja jolla voidaan käsitellä ryhmäharvinaisuutta additiivisissa malleissa. Yleistämme `1/`2-normin Hilbert-avaruuksiin harvuutta aiheuttavaksi rangaistukseksi GroupSpAMissa. Lisäksi johdamme uudenlaisen kynnysehdon funktionaalisen harvinaisuuden tunnistamiseksi ryhmätasolla ja ehdotamme tehokasta lohkokoordinaattien laskeutumisalgoritmia estimaatin rakentamiseksi. Osoitamme simuloimalla, että GroupSpAM päihittää merkittävästi kilpailevat menetelmät tuen palautumisen ja ennustustarkkuuden suhteen additiivisissa malleissa, ja suoritamme myös vertailevan kokeen todellisella rintasyöpätietokannalla.

**Tulos**

Ryhmittäiset harvat additiiviset mallit

**Esimerkki 2.213**

Avoimen tekstin ymmärtäminen on yksi luonnollisen kielen käsittelyn (NLP) tärkeimmistä haasteista. Koneellisen ymmärtämisen vertailuarvoissa arvioidaan järjestelmän kykyä ymmärtää tekstiä vain tekstin sisällön perusteella. Tässä työssä tutkimme koneellista ymmärtämistä MCTestillä, joka on kysymysten vastaamisen (QA) vertailukohde. Aikaisemmat työt perustuvat pääasiassa ominaisuuksien suunnitteluun. Keksimme neuroverkkokehyksen, nimeltään hierarkkinen huomiopohjainen konvoluutiohermoverkko (HABCNN), jolla voimme ratkaista tämän tehtävän ilman manuaalisesti suunniteltuja piirteitä. Tarkemmin sanottuna tutkimme HABCNN:ää tätä tehtävää varten kahta reittiä, joista toinen on perinteinen asiakirjan, kysymyksen ja vastauksen yhteinen mallintaminen ja toinen tekstuaalisen seuraannon avulla. HABCNN käyttää huomiomekanismia havaitakseen keskeiset lauseet, lauseet ja katkelmat, jotka ovat olennaisia kysymykseen vastaamisen kannalta. Kokeet osoittavat, että HABCNN päihittää aiemmat syväoppimismenetelmät selvästi.

**Tulos**

Huomioon perustuva konvoluutio-neuraalinen verkko koneen ymmärtämiseen

**Esimerkki 2.214**

Mallin tulkinta on yksi mallin arviointiprosessin keskeisistä näkökohdista. Mallin muuttujien ja tuotosten välisen suhteen selittäminen on suhteellisen helppoa tilastollisissa malleissa, kuten lineaarisissa regressiomalleissa, koska mallin parametrit ja niiden tilastollinen merkitsevyys ovat saatavilla. Mustan laatikon malleissa, kuten satunnaismetsämalleissa, tämä tieto on piilotettu mallin rakenteeseen. Tässä työssä esitellään lähestymistapa satunnaismetsäluokitusmallien ominaisuuksien osuuksien laskemiseen. Sen avulla voidaan määrittää kunkin muuttujan vaikutus mallin ennusteeseen yksittäisen tapauksen osalta. Analysoimalla ominaisuuksien osuudet harjoitusaineistosta voidaan määrittää merkittävimmät muuttujat ja löytää niiden tyypillinen osuus yksittäisten luokkien ennusteissa, eli luokkakohtaiset ominaisuuksien osuudet. Nämä mallit edustavat mallin vakiokäyttäytymistä, ja niiden avulla voidaan arvioida mallin luotettavuutta uuden aineiston osalta. Ominaisuuksien osuuksien tulkinta kahdessa UCI-vertailutietoaineistossa osoittaa ehdotetun menetelmän mahdollisuudet. Tulosten luotettavuus osoitetaan analysoimalla laajasti ominaisuuksien osuuksia, jotka on laskettu suurelle määrälle luotuja satunnaismetsämalleja. ∗a.m.wojak@bradford.ac.uk †j.palczewski@leeds.ac.uk ‡r.l.marcheserobinson@ljmu.ac.uk §d.neagu@bradford.ac.uk 1 ar X iv :1 31 2. 11 21 v1 [ cs .L G ] 4 D ec 2 01 3

**Tulos**

Satunnaismetsä-luokitusmallien tulkinta ominaisuustietomenetelmää käyttäen

**Esimerkki 2.215**

Esittelemme yleiskäyttöisen, konvoluutiohermoverkkoihin (convolutional neural networks, CNN) perustuvan taggerin, jota käytetään sekä sanavektoreiden muodostamiseen että asiayhteystiedon koodaamiseen. CNN-tunnisteiden tunnistin on vankka eri tunnistustehtävissä: ilman tehtäväkohtaista hyperparametrien virittämistä sillä saavutetaan huipputuloksia puhekielen osien tunnistamisessa, morfologisessa tunnistamisessa ja supertunnistamisessa. CNN-tunnisteen tunnistin on myös vankka sanaston ulkopuolisen ongelman suhteen, ja se toimii hyvin keinotekoisesti epänormalisoiduissa teksteissä.

**Tulos**

Yleiskäyttöinen merkintälaite, jossa käytetään konvoluutio-neuraaliverkkoa

**Esimerkki 2.216**

Tässä artikkelissa tarkastelemme, mitä hyötyä nimettyjen entiteettien tunnistamisesta (NER) ja rinnakkaisviittausten erottelusta on englantilaiselle ja kreikkalaiselle tekstin segmentointiin käytetylle korpukselle. Tarkoituksena on tutkia, voiko tekstin segmentoinnin ja tiedon louhinnan yhdistelmästä olla hyötyä asiakirjassa esiintyvien eri aiheiden tunnistamisessa. NER suoritettiin manuaalisesti englanninkieliselle korpukselle, ja sitä verrattiin julkisesti saatavilla olevien annotaatiotyökalujen tuottamiin tuloksiin, kun taas kreikankieliseen korpukseen käytettiin jo olemassa olevaa työkalua. Molemmista korpuksista tuotettuja annotaatioita korjattiin ja rikastettiin manuaalisesti, jotta ne kattaisivat neljä nimettyjen entiteettien tyyppiä. Tämän jälkeen suoritettiin rinnakkaisviittausten erottelu eli saman instanssin jokaisen viittauksen korvaaminen samalla nimitetyn entiteetin tunnisteella. Arviointi, jossa käytettiin viittä tekstin segmentointialgoritmia englanninkielisessä korpuksessa ja neljää kreikankielisessä korpuksessa, johti päätelmään, että hyöty riippuu suuresti segmentin aiheesta, siinä esiintyvien nimettyjen entiteettien määrästä ja segmentin pituudesta.

**Tulos**

Tekstin segmentointi englannin- ja kreikankielisten tekstien nimettyjen entiteettien tunnistuksen ja rinnakkaisviittausten erottelun avulla

**Esimerkki 2.217**

Tietokonepelien sisältöä tuottavat algoritmit edellyttävät pelisuunnittelun tuntemusta. Esittelemme lähestymistavan, jolla pelisuunnittelutietämystä opitaan automaattisesti tasosuunnittelua varten pelivideoista. Lisäksi osoitamme, miten hankittua suunnittelutietämystä voidaan käyttää pelitasojen osien tuottamiseen. Lähestymistapaan kuuluu pelivideoiden analysointi, jossa ihmiset pelaavat peliä, jotta voidaan havaita sprite-kuvioiden esiintyminen, ja koneoppimisen hyödyntäminen spriteiden sijoittelun todennäköisyysmallin rakentamisessa. Näytämme, miten rikas pelisuunnittelutieto voidaan analysoida automaattisesti pelivideoista ja esittää geneeristen todennäköisyysmallien joukkona. Käytämme Super Mario Bros. -peliä konseptin todisteena. Arvioimme lähestymistapaamme pelattavuuden ja tyylillisen samankaltaisuuden mittarilla alkuperäisten tasojen kanssa, sellaisina kuin ne esitetään pelivideoissa.

**Tulos**

Kohti pelitasojen luomista pelivideoiden perusteella

**Esimerkki 2.218**

Äskettäin on osoitettu, että kaksisuuntaiset rekurrenssiverkkojen kielimallit (biRNNLM) ovat parempia kuin tavalliset yksisuuntaiset rekurrenssiverkkojen kielimallit (uni-RNNLM) useissa puheentunnistustehtävissä. Tämä osoittaa, että sanahistorian ulkopuolinen tuleva sanakontekstitieto voi olla hyödyllistä. Bi-RNNLM-malleihin liittyy kuitenkin useita haasteita, koska ne hyödyntävät koko edellistä ja tulevaa sanakontekstitietoa. Tämä vaikuttaa sekä harjoittelun tehokkuuteen että niiden käyttöön lattice-rescoring-kehyksessä. Tässä artikkelissa näihin ongelmiin vastataan ehdottamalla uudenlaista neuroverkkorakennetta, peräkkäisiä sana-RNNLM:iä (suRNNLM). Sen sijaan, että käytettäisiin rekursiivista yksikköä koko tulevan sanan kontekstin kuvaamiseen, käytetään feedforward-yksikköä mallintamaan rajallinen määrä seuraavia, tulevia sanoja. Tämä malli voidaan kouluttaa paljon tehokkaammin kuin bi-RNNLM-mallit, ja sitä voidaan käyttää myös ristikkoresursointiin. Kokeilutulokset kokousten transkriptiotehtävässä (AMI) osoittavat, että ehdotettu malli on johdonmukaisesti parempi kuin uni-RNNLM-mallit ja että se tuottaa vain vähäistä heikentymistä bi-RNNLM-malleihin verrattuna N-parhaimmassa uudelleenpisteytyksessä. Lisäksi suorituskykyä voidaan parantaa käyttämällä lattice-rescoringia ja sitä seuraavaa sekoitusverkon dekoodausta.

**Tulos**

TULEVAT SANAYHTEYDET NEUROVERKON KIELIMALLEISSA

**Esimerkki 2.219**

Kahden viime vuosikymmenen aikana modaalilogiikkaa ja kuvauslogiikkaa on sovellettu lukuisilla tietojenkäsittelytieteen aloilla, kuten tiedon esittämisessä, formaalissa verifioinnissa, tietokantateoriassa, hajautetussa tietojenkäsittelyssä ja viime aikoina semanttisessa webissä ja ontologioissa. Tästä syystä automatisoidun päättelyn ongelmaa modaali- ja kuvauslogiikoissa on tutkittu perusteellisesti. Erityisesti on ehdotettu monia lähestymistapoja, joiden avulla voidaan tehokkaasti käsitellä normaalin modaalilogiikan Km:n ja sen notaatiomuunnoksen ALC:n (kuvauslogiikka) tyydyttävyyttä. Vaikka Km/ALC on rakenteeltaan yksinkertainen, sitä on laskennallisesti hyvin vaikea käsitellä, sillä sen tyydyttävyys on PS-avaruuden kannalta täydellinen. Tässä artikkelissa alamme tutkia ajatusta automaattisten päättelytehtävien suorittamisesta modaali- ja kuvauslogiikoilla koodaamalla ne SAT:ksi, jotta niitä voidaan käsitellä nykyaikaisilla SAT-työkaluilla; kuten useimmissa aiemmissa lähestymistavoissa, aloitamme tutkimuksemme Km:n tyydyttävyydestä. Ehdotamme tehokasta koodausta ja testaamme sitä laajalla joukolla vertailumerkkejä vertailemalla lähestymistapaa tärkeimpiin saatavilla oleviin uusimpiin työkaluihin. Vaikka koodaus on väistämättä pahimmassa tapauksessa eksponentiaalinen, kokeissamme havaitsemme, että käytännössä tämä lähestymistapa pystyy käsittelemään suurimman osan tai kaikki ongelmat, jotka ovat muiden lähestymistapojen ulottuvilla, ja sen suorituskyky on verrattavissa nykyisiin uusimpiin työkaluihin tai jopa parempi kuin nykyisten uusimpien työkalujen suorituskyky. 1. Motivaatio ja tavoitteet Kahden viime vuosikymmenen aikana modaalilogiikka ja kuvauslogiikka ovat tarjonneet olennaisen kehyksen monille sovelluksille lukuisilla tietojenkäsittelytieteen aloilla, kuten tekoälyssä, formaalissa verifioinnissa, tietokantateoriassa, hajautetussa tietojenkäsittelyssä ja viime aikoina semanttisessa webissä ja ontologioissa. Tästä syystä automatisoidun päättelyn ongelmaa modaali- ja kuvauslogiikoissa on tutkittu perusteellisesti (esim. Fitting, 1983; Ladner, 1977; Baader & Hollunder, 1991; Halpern & Moses, 1992; Baader, Franconi, Hollunder, Nebel, & Profitlich, 1994; Massacci, 2000). Erityisesti modaalilogiikan ja kuvauslogiikan tutkimus on kulkenut kahta rinnakkaista reittiä, kunnes Schild (1991) osoitti uraauurtavassa työssään, että modaalilogiikan ydin Km ja kuvauslogiikan ydin ALC ovat toistensa notaatiomuunnoksia. Sittemmin analogisia tuloksia on tuotettu monille muillekin logiikoille, joten nykyään nämä kaksi tutkimuslinjaa ovat enimmäkseen sulautuneet yhdeksi tutkimusvirraksi. Monia lähestymistapoja on ehdotettu tehokkaaseen päättelyyn modaali- ja kuvauslogiikoissa, ja lähtökohtana on ollut tyydyttävyyden tarkistamisen ongelma normaalissa modaalilogiikassa Km ja sen notaatiomuunnoksessa, kuvauslogiikassa ALC (jäljempänä yksinkertaisesti "Km"). Luokittelemme ne seuraavasti. c ©2009 AI Access Foundation. Kaikki oikeudet pidätetään. Sebastiani & Vescovi - "Klassinen" tableau-pohjainen lähestymistapa (Fitting, 1983; Baader & Hollunder, 1991; Massacci, 2000) perustuu propositionaalisten tableau-haarojen konstruoimiseen, joita laajennetaan rekursiivisesti pyydettäessä generoimalla seuraajasolmuja Kripke-ehdokkaassa. Kris (Baader & Hollunder, 1991; Baader et al., 1994), Crack (Franconi, 1998), LWB (Balsiger, Heuerding, & Schwendimann, 1998) olivat tämän lähestymistavan tärkeimpiä edustavia työkaluja. - DPLL-pohjainen lähestymistapa (Giunchiglia & Sebastiani, 1996, 2000) eroaa edellisestä lähinnä siinä, että klassisen propositionaalisen taulukkomenettelyn sijasta jokaisella modaalisten operaattoreiden sisäkkäistasolla käytetään Davis-Putnam-Logemann-Loveland (DPLL) -menettelyä, joka käsittelee modaalisia alakaavoja propositioina. KSAT (Giunchiglia & Sebastiani, 1996), ESAT (Giunchiglia, Giunchiglia & Tacchella, 2002) ja \*SAT (Tacchella, 1999) ovat tämän lähestymistavan edustavia työkaluja. Nämä kaksi lähestymistapaa yhdistyivät "moderniksi" tableaux-pohjaiseksi lähestymistavaksi, jota on laajennettu toimimaan ilmaisuvoimaisempien kuvauslogiikoiden kanssa ja tarjoamaan kehittyneempiä päättelytoimintoja. Tätä lähestymistapaa käyttävistä työkaluista mainittakoon FaCT/FaCT++ ja DLP (Horrocks & Patel-Schneider, 1999) sekä Racer (Haarslev & Moeller, 2001). 1 - Translaatiolähestymistavassa (Hustadt & Schmidt, 1999; Areces, Gennari, Heguiabehere, & de Rijke, 2000) modaalinen kaava koodataan ensimmäisen kertaluvun logiikkaan (FOL), ja koodattu kaava voidaan ratkaista tehokkaasti FOL-teoreemantarkistajalla (Areces et al., 2000). Mspass (Hustadt, Schmidt, & Weidenbach, 1999) on tämän lähestymistavan edustavin työkalu. - CSP-pohjainen lähestymistapa (Brand, Gennari, & de Rijke, 2003) eroaa tableaux- ja DPLL-pohjaisista lähestymistavoista lähinnä siinä, että taulukoiden/DPLL:n sijasta käytetään CSP-moottoria (Constraint Satisfaction Problem). KCSP on tämän lähestymistavan ainoa edustava työkalu. - Käänteismenetelmällisessä lähestymistavassa (Voronkov, 1999, 2001) hakumenettely perustuu sekvenssilaskennan "käänteiseen" versioon (jota voidaan pitää propositionaalisen resoluution modalisoituna versiona). K K (Voronkov, 1999) on tämän lähestymistavan ainoa edustava työkalu. - Automaattiteoreettisessa lähestymistavassa rakennetaan implisiittisesti (BDD:iin - binäärisiin päätösdiagrammeihin - perustuva symbolinen esitys) puuautomaatti, joka hyväksyy kaikki syötekaavan puumallit, ja tarkistetaan tyhjyyden varalta (Pan, Sattler, & Vardi, 2002; Pan & Vardi, 2003). KBDD (Pan & Vardi, 2003) on tämän lähestymistavan ainoa edustava työkalu. 1. Huomatkaa, että terminologiasta "tableaux-pohjainen" ja "DPLL-pohjainen" ei ole yleistä yksimielisyyttä. Esimerkiksi FaCT:n, DLP:n ja Racerin kaltaisia työkaluja kutsutaan useimmiten "tableau-pohjaisiksi", vaikka ne käyttävät propositionaalisten tableauxien sijasta DPLL:n kaltaista algoritmia päättelyn propositionaalisen komponentin käsittelyyn (Horrocks, 1998; Patel-Schneider, 1998; Horrocks & Patel-Schneider, 1999; Haarslev & Moeller, 2001).

**Tulos**

Automatisoitu päättely modaali- ja kuvauslogiikoissa SAT-koodauksen avulla: tapaustutkimus Km/ALC-tyydytettävyydestä.

**Esimerkki 2.220**

Koska ensemble-klusterointitekniikka pystyy yhdistämään useita perusklustereita todennäköisesti paremmaksi ja kestävämmäksi klusteroinniksi, siihen on kiinnitetty yhä enemmän huomiota viime vuosina. Merkittävästä menestyksestä huolimatta useimpien nykyisten ensemble-klusterointimenetelmien yksi rajoitus on se, että ne yleensä käsittelevät kaikkia perusklusterointeja tasavertaisesti niiden luotettavuudesta riippumatta, mikä tekee niistä alttiita heikkolaatuisille perusklusteroinneille. Vaikka joitakin pyrkimyksiä on tehty (globaalisti) arvioimaan ja painottamaan perusklusterointia, näillä menetelmillä on kuitenkin taipumus tarkastella jokaista perusklusterointia yksilönä ja jättää huomiotta saman perusklusteroinnin sisällä olevien klustereiden paikallinen monimuotoisuus. Ongelmana on edelleen, miten arvioida klustereiden luotettavuutta ja hyödyntää kokonaisuuden paikallista monimuotoisuutta konsensuksen suorituskyvyn parantamiseksi ilman, että käytettävissä on datan ominaisuuksia tai erityisiä oletuksia datan jakautumisesta. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme tässä artikkelissa uutta ensemble-klusterointimenetelmää, joka perustuu ensemble-ohjautuvaan klusterien epävarmuuden arviointiin ja paikalliseen painotusstrategiaan. Kunkin klusterin epävarmuus arvioidaan ottamalla huomioon koko ensemblen klusteritunnisteet entrooppisen kriteerin avulla. Esitetään uusi ensemble-lähtöinen klusterin validiteettimittari, ja esitetään paikallisesti painotettu yhteisassosiaatio-matriisi, joka toimii yhteenvetona erilaisten klustereiden ensemblelle. Kun kokonaisuuksien paikallista monimuotoisuutta hyödynnetään, ehdotetaan lisäksi kahta uutta konsensusfunktiota. Laajat kokeet erilaisilla reaalimaailman tietokokonaisuuksilla osoittavat, että ehdotettu lähestymistapa on ylivoimainen verrattuna uusimpaan tekniikkaan.

**Tulos**

Paikallisesti painotettu ensemble-klusterointi

**Esimerkki 2.221**

Tehokkaiden kokoonpanojen oppiminen tietokonejärjestelmissä ilman, että jokaista parametria varten laaditaan käsin malleja, on pitkäaikainen ongelma. Tässä artikkelissa tutkitaan syvävahvistusoppimisen käyttöä pilvitietokantojen ajonaikaisia parametreja varten latenssirajoitusten puitteissa. Pilvipalvelut palvelevat jopa tuhansia samanaikaisia pyyntöjä sekunnissa ja voivat säätää kriittisiä parametreja suorituskykymittareita hyödyntämällä. Tässä työssä käytämme jatkuvaa syvää vahvistusoppimista oppiaksemme optimaaliset välimuistien päättymisajat HTTP-välimuistiinpanoa varten sisällönjakeluverkoissa. Tätä varten esittelemme asynkronisen kokemuksenhallinnan tekniikan, jota kutsutaan viivästetyksi kokemuksen injektoinniksi ja joka helpottaa viivästettyä palkitsemista ja seuraavan tilan laskentaa samanaikaisissa ympäristöissä, joissa mittaukset eivät ole välittömästi saatavilla. Arviointitulokset osoittavat, että normalisoituihin etufunktioihin ja asynkroniseen, vain suorittimella tapahtuvaan harjoitteluun perustuva lähestymistapamme on parempi kuin tilastollinen estimaattori.

**Tulos**

Suoritusaikaparametrien oppiminen tietokonejärjestelmissä, joissa on viivästetty kokemuksen lisääminen (Delayed Experience Injection)

**Esimerkki 2.222**

Tunnettu NP-vaikea ongelma, kolmen indeksin määritysongelma (AP3), on herättänyt paljon tutkimustyötä heuristiikkojen kehittämiseksi. Olemassa olevat heuristiikat kuitenkin joko saavat vähemmän kilpailukykyisiä ratkaisuja tai vievät liikaa suoritusaikaa. Tässä artikkelissa kehitetään uusi heuristiikka nimeltä Approximate Muscle guided Beam Search (AMBS), jolla saavutetaan hyvä kompromissi ratkaisun laadun ja suoritusajan välillä. Yhdistämällä likimääräinen lihas ja palkkihaku voidaan ratkaisuavaruuden kokoa pienentää merkittävästi, jolloin ratkaisun etsimiseen kuluva aika voi lyhentyä huomattavasti. Laajat kokeelliset tulokset vertailuarvosta osoittavat, että uusi algoritmi pystyy saamaan ratkaisut kilpailukykyisellä laadulla ja sitä voidaan käyttää instansseissa, joissa on suuri mittakaava. Tässä työssä ei ainoastaan ehdoteta uutta tehokasta heuristiikkaa, vaan se tarjoaa myös lupaavan menetelmän palkkihakujen tehokkuuden parantamiseksi.

**Tulos**

Likimääräinen lihasohjattu säteen haku kolmen indeksin osoittamisongelmaan

**Esimerkki 2.223**

Kuvionluokittelujärjestelmiä käytetään yleisesti vastahyökkäyssovelluksissa, kuten biometrisessä todennuksessa, verkkomurtojen havaitsemisessa ja roskapostin suodatuksessa, joissa ihmiset voivat tarkoituksellisesti manipuloida tietoja heikentääkseen niiden toimintaa. Koska klassisissa suunnittelumenetelmissä ei oteta huomioon tätä vastahyökkäysskenaariota, kuvioluokitusjärjestelmissä voi esiintyä haavoittuvuuksia, joiden hyödyntäminen voi vaikuttaa vakavasti niiden suorituskykyyn ja siten rajoittaa niiden käytännön hyötyä. Kuvionluokitteluteorian ja suunnittelumenetelmien laajentaminen koskemaan vastarintaympäristöjä on näin ollen uusi ja erittäin tärkeä tutkimussuunta, jota ei ole vielä tutkittu järjestelmällisesti. Tässä asiakirjassa käsittelemme yhtä tärkeimmistä avoimista kysymyksistä: arvioimme suunnitteluvaiheessa kuvioluokittelijoiden turvallisuutta eli suorituskyvyn heikkenemistä mahdollisten hyökkäysten yhteydessä, joita ne voivat joutua kokemaan käytön aikana. Ehdotamme luokittelijoiden turvallisuuden empiiristä arviointia varten kehystä, joka formalisoi ja yleistää kirjallisuudessa esitetyt pääajatukset, ja annamme esimerkkejä sen käytöstä kolmessa todellisessa sovelluksessa. Raportoidut tulokset osoittavat, että turvallisuusarviointi voi antaa kattavamman käsityksen luokittimen käyttäytymisestä vastaiskuympäristöissä ja johtaa parempiin suunnitteluvalintoihin.

**Tulos**

Hyökkäyksen kohteeksi joutuneiden kuvioluokittelijoiden turvallisuuden arviointi

**Esimerkki 2.224**

Evoluutioalgoritmin keskeinen osa on kunnon arviointi. Kun kohina vääristää kuntoarviointeja, kuten monissa todellisissa ongelmissa tapahtuu erilaisten epävarmuustekijöiden vuoksi, tarvitaan strategia, jolla tästä selviydytään. Uudelleen näytteenotto on yksi yleisimmistä strategioista, jossa kukin ratkaisu arvioidaan monta kertaa, jotta kuntoarvioiden varianssia voidaan pienentää. Kun arvioidaan kohinaisen optimointialgoritmin suorituskykyä, algoritmin pysäytysehto on keskeinen näkökohta. Usein käytetty pysäytysehto ajonaikaisessa analyysissä, joka tunnetaan nimellä "First Hitting Time", on pysäyttää algoritmi heti, kun se kohtaa optimaalisen ratkaisun. Tämä on kuitenkin epärealistista todellisissa ongelmissa, sillä jos optimaalinen ratkaisu olisi jo tiedossa, sitä ei tarvitsisi etsiä. Tässä artikkelissa väitetään, että vaikka First Hitting Time on yleisesti käytetty lähestymistapa, se on merkittävästi virheellinen ja yliarvioi monien algoritmien laatua todellisissa tapauksissa, joissa optimia ei tunneta etukäteen ja sitä on aidosti etsittävä. Parempi vaihtoehto on mitata sen ratkaisun laatua, jonka algoritmi palauttaa kiinteän arviointibudjetin jälkeen, eli keskittyä lopullisen ratkaisun laatuun. Tässä asiakirjassa väitetään, että keskittyminen lopullisen ratkaisun laatuun on realistisempaa, ja esitellään tapauksia, joissa kunkin algoritmin arviointimenetelmän tulokset johtavat hyvin erilaisiin päätelmiin kunkin kohinaisen optimointialgoritmin laadusta.

**Tulos**

Kohinaisten optimointialgoritmien arviointi: Ensimmäinen osumisaika on ongelmallinen

**Esimerkki 2.225**

Tehtävävastausteorian (IRT) avulla voidaan mitata koneoppimismallien kykyä verrattuna ihmisjoukkoon. On kuitenkin vaikeaa luoda suuria tietokokonaisuuksia, joiden avulla voidaan kouluttaa syvien neuroverkkomallien (DNN) kykyjä. Ehdotamme Crowd-Informed Fine-Tuning (CIFT) -menetelmää uudeksi koulutusprosessiksi, jossa valmiiksi koulutettua mallia hienosäädetään erikoistuneella lisäkoulutusjoukolla, joka saadaan IRT-modelfittingin avulla suurella joukkoresurssien vastausmallien joukolla. CIFT:n avulla voimme hyödyntää IRT:n avulla saatua erikoistunutta dataa DNN:ien parametrien virittämiseen. Kokeilemme CIFT:ssä kahta häviöfunktiota, jotka edustavat (i) hienosäätöelementtien muistamista ja (ii) todennäköisyysjakauman oppimista potentiaalisten merkintöjen yli, joka on samanlainen kuin joukkojen kautta saatujen merkintöjen jakauma, jotta voidaan simuloida joukkojen tietämystä. Tuloksemme osoittavat, että CIFT parantaa uusimman DNN-mallin kykyä tunnistaa tekstuaalisia merkintöjä (Recognizing Textual Entailment, RTE) -tehtäviä ja että se on yleistettävissä laajamittaiseen RTE-testijoukkoon.

**Tulos**

CIFT: Joukkojen antama hienosäätö koneoppimiskyvyn parantamiseksi

**Esimerkki 2.226**

Olemme kehittäneet ja kouluttaneet konvoluutiohermoverkon, jonka avulla voidaan automaattisesti ja samanaikaisesti segmentoida näkökenttä, fovea ja verisuonet. Silmänpohjakuvat normalisoitiin ennen segmentoinnin suorittamista taustavalaistuksen ja kontrastin yhdenmukaisuuden varmistamiseksi. Algoritmimme poimi jokaisesta silmänpohjakuvan tehokkaasta pisteestä kolme kanavaa syötettä pisteen naapurustosta ja välitti vasteen 7-kerroksisen verkon kautta. Lähtökerros koostuu neljästä neuronista, jotka edustavat taustaa, optista kiekkoa, foveaa ja verisuonia. Keskimäärin segmentointimme luokitteli oikein 92,68 prosenttia pohjatotuuksista (Drive-tietokannan testausjoukossa). Suurin yksittäisen kuvan tarkkuus oli 94,54 % ja pienin 88,85 %. Yhdellä konvoluutiohermoverkolla voidaan segmentoida verisuonten lisäksi myös optinen levy ja fovea hyvällä tarkkuudella.

**Tulos**

Näköhermon, fovean ja verkkokalvon verisuoniston segmentointi yhden konvoluutiohermoverkon avulla

**Esimerkki 2.227**

On luonnollista ja tehokasta käyttää luonnollista kieltä tiedon siirtämiseen ihmiseltä robotille. Viime aikoina on kiinnitetty yhä enemmän huomiota tutkimukseen, joka koskee NL:n käyttämistä ihmisen ja robotin yhteistyön tukemiseen useilla aloilla, kuten robottiavusteisessa päivittäisessä avustamisessa, robottiavusteisessa terveydenhoidossa, älykkäässä valmistuksessa, autonomisessa navigoinnissa ja robottien sosiaalisessa kanssakäymisessä. Puuttuu kuitenkin korkean tason katsaus, josta kävisi ilmi toteutusprosessi ja viimeisimmät menetelmät NL:n käyttämisestä HRC:n helpottamiseksi. Tässä katsauksessa on tehty kattava yhteenveto luonnollisen kielen avulla tapahtuvan ihmisen ja robotin yhteistyön menetelmäkehityksestä. Aluksi analysoimme NLC:n kehittämisen liikkeellepanevia voimia. Sen jälkeen tarkastelimme ajallisessa toteutusjärjestyksessä NLC:n kolmea päävaihetta: ihmisen NL-ymmärrys, tiedon esittäminen ja tietomaailman kartoitus. Lopuksi keskustelimme artikkelikatsauksemme ja näkökulmiemme perusteella NLC:n mahdollisista tutkimussuuntauksista.

**Tulos**

Luonnollisen kielen avulla toteutettavat menetelmät ihmisen ja robotin välisen yhteistyön toteuttamiseksi: Katsaus

**Esimerkki 2.228**

Kernel-pohjaisia lähestymistapoja sekvenssien luokitteluun on sovellettu menestyksekkäästi useilla eri aloilla, kuten tekstien luokittelussa, kuvien luokittelussa, puheanalyysissä, biologisten sekvenssien analysoinnissa, aikasarjoissa ja musiikin luokittelussa, joissa ne ovat osoittaneet joitakin tarkimpia tuloksia. Näiden alojen tyypilliset sekvenssien kernelifunktiot (esim. sanasäkki-, epäsuhta- tai osajaksoytimet) rajoittuvat diskreetteihin yksimuuttujaisiin (eli yksiulotteisiin) merkkijonodatamerkkeihin, kuten sanasekvensseihin tekstianalyysissä, koodisanasekvensseihin kuva-analyysissä tai nukleotidi- tai aminohapposekvensseihin DNA- ja proteiinisekvenssianalyysissä. Alkuperäiset sekvenssidatat ovat kuitenkin usein luonteeltaan monimuuttujaisia reaaliarvoja, eli ne eivät ole yksimuuttujaisia ja diskreettejä, kuten tyypilliset k-mer-pohjaiset sekvenssiytymisydinfunktiot edellyttävät. Tässä työssä tarkastelemme monimuuttujaisten sekvenssien luokittelun ongelmaa (esim. monimuuttujaisten musiikkisekvenssien luokittelu tai moniulotteiset proteiinisekvenssiesitykset). Tätä varten laajennamme sekvenssialueilla tyypillisesti käytettäviä yksimuuttujaisia kernelifunktioita ja ehdotamme tehokasta monimuuttujaista samankaltaisuuskernelmämenetelmää (MVDFQ-SK), joka perustuu (1) alkuperäisten reaaliarvoisten monimuuttujaisten sekvenssien jokaisen sekvenssiulottuvuuden suoraan ominaisuuksien kvantisointiin (DFQ) ja (2) uusien monimuuttujaisten diskreettien kernelimittojen soveltamiseen näihin monimuuttujaisiin diskreetteihin DFQ-sekvenssirepresentaatioihin, jotta voidaan tarkemmin vangita sekvenssien väliset samankaltaisuussuhteet ja parantaa luokittelun suorituskykyä. Kokeet, joissa käytetään ehdotettua MVDFQ-SK-ydinmenetelmää, osoittavat erinomaista luokittelusuoritusta kolmessa haastavassa musiikin luokittelutehtävässä sekä proteiinisekvenssien luokittelussa, jossa parannuksia on 25-40 prosenttia verrattuna yksimuuttujaisiin kernelimenetelmiin ja nykyisiin uusimpiin sekvenssien luokittelumenetelmiin.

**Tulos**

Tehokkaat monimuuttujaiset ytimet sekvenssien luokittelua varten

**Esimerkki 2.229**

Kontekstisidonnainen bandit-oppiminen on yhä suositumpi tapa optimoida suosittelujärjestelmiä käyttäjäpalautteen avulla, mutta se voi olla käytännössä hidas konvergoitumaan, koska se vaatii suuren ominaisuusavaruuden tutkimista. Tässä artikkelissa ehdotamme karkeasta hienojakoiseen hierarkkista lähestymistapaa ennakkotiedon koodaamiseen, joka vähentää huomattavasti tarvittavan tutkimisen määrää. Intuitiivisesti käyttäjän mieltymykset voidaan kohtuullisesti sulauttaa karkeaan matalaulotteiseen ominaisuusavaruuteen, jota voidaan tutkia tehokkaasti, jolloin korkea-ulotteista avaruutta on tutkittava vain tarvittaessa. Esittelemme bandit-algoritmin, joka tutkii tämän karkeasta hienoon -alueen sisällä, ja todistamme suorituskykytakeet, jotka riippuvat siitä, kuinka hyvin karkea tila kuvaa käyttäjän mieltymyksiä. Osoitamme huomattavan parannuksen perinteisiin bandit-algoritmeihin verrattuna laajoilla simulaatioilla ja live-käyttäjätutkimuksella, joka koskee henkilökohtaista uutissuositusta.

**Tulos**

Hierarkkinen etsintä kontekstuaalisten rosvojen nopeuttamiseksi

**Esimerkki 2.230**

Vaikka syvien neuroverkkojen taustalla oleva optimointiongelma on erittäin epäkonveksaalinen, käytännössä on usein havaittu, että syvien verkkojen kouluttaminen näyttää olevan mahdollista ilman, että ne juuttuvat suboptimaalisiin pisteisiin. On väitetty, että näin on, koska kaikki paikalliset minimit ovat lähellä globaalia optimia. Osoitamme, että tämä on (melkein) totta, itse asiassa lähes kaikki paikalliset minimit ovat globaalisti optimaalisia täysin kytketylle verkolle, jossa on neliöllinen häviö ja analyyttinen aktivointifunktio, kun verkon yhden kerroksen piilotettujen yksiköiden määrä on suurempi kuin harjoituspisteiden määrä ja verkon rakenne tästä kerroksesta lähtien on pyramidimainen.

**Tulos**

Syvien ja laajojen neuroverkkojen tappiopinta

**Esimerkki 2.231**

Ilmestyy julkaisussa Theory and Practice of Logic Programming (TPLP). GNU Prolog on Prolog-kielen yleiskäyttöinen toteutus, joka eroaa useimmista muista järjestelmistä ennen kaikkea sillä, että se on natiivikoodin kääntäjä, joka tuottaa itsenäisiä suoritettavia ohjelmia, jotka eivät ole riippuvaisia mistään tavukoodiemulaattorista tai metatulkista. Muihin erottuviin seikkoihin kuuluu Prolog-järjestelmän nimenomainen organisointi monipass-kääntäjänä, jossa väliesitykset materialisoidaan Unix-kääntäjän perinteen mukaisesti. GNU Prolog sisältää myös laajennettavissa olevan ja suorituskykyisen äärellisen alueen rajoitteiden ratkaisijan, joka on integroitu Prolog-kieleen mutta joka on toteutettu käyttämällä riippumattomia alemman tason mekanismeja. Tässä artikkelissa käsitellään GNU Prologin suunnitteluun ja toteutukseen liittyviä pääkysymyksiä: vaatimuksia, järjestelmän organisointia, suorituskykyä ja siirrettävyyttä sekä sen asemaa suhteessa muihin Prolog-järjestelmätoteutuksiin ja ISO-standardointialoitteeseen.

**Tulos**

GNU Prologin toteutuksesta

**Esimerkki 2.232**

Muotoilemme ja tutkimme perustavanlaatuista etsintä- ja havaitsemisongelmaa, aikatauluoptimointia, jonka motiivina ovat erilaiset reaalimaailman sovellukset, jotka vaihtelevat verkkosisällön muutosten, sosiaalisten verkostojen ja käyttäjien toiminnan seurannasta vikojen havaitsemiseen suurissa järjestelmissä, joissa on monia yksittäisiä koneita. Tarkastelemme suurta järjestelmää, joka koostuu monista solmuista, joissa kullakin solmulla on oma nopeutensa tuottaa uusia tapahtumia tai kohteita. Valvontasovellus voi tutkia pientä määrää solmuja kussakin vaiheessa, ja tavoitteenamme on laskea luotausaikataulu, joka minimoi järjestelmässä havaitsematta jääneiden kohteiden odotetun määrän tai vastaavasti minimoi odotetun ajan, joka kuluu uuden kohteen löytämiseen järjestelmästä. Tutkimme aikataulun optimointiongelmaa sekä deterministisille että satunnaistetuille muistittomille algoritmeille. Annamme alarajoja optimaalisen aikataulun kustannuksille ja rakennamme lähellä optimaalista aikataulua olevia aikatauluja, joilla on tiukat matemaattiset takuut. Lopuksi esittelemme mukautuvan algoritmin, joka alkaa ilman ennakkotietoa järjestelmästä ja konvergoi optimaalisiin muistittomiin algoritmeihin mukautumalla havaittuihin tietoihin.

**Tulos**

Staattisten ja mukautuvien koestusaikataulujen optimointi tapahtumien nopeaa havaitsemista varten

**Esimerkki 2.233**

Käyttäjän ja koneen välinen vuorovaikutus on tärkeää puhutun sisällön hakemisessa. Tekstisisällön hakemisessa käyttäjä voi helposti selata ja valita haettujen kohteiden luettelon. Tämä on mahdotonta puhutun sisällön hakemisessa, koska haettuja kohteita on vaikea näyttää näytöllä. Lisäksi puheentunnistuksen suuren epävarmuusasteen vuoksi hakutulokset voivat olla hyvin häilyviä. Yksi tapa ratkaista nämä ongelmat on käyttäjän ja koneen välinen vuorovaikutus. Kone voi tehdä erilaisia toimia vuorovaikutuksessa käyttäjän kanssa parempien hakutulosten saamiseksi, ennen kuin se näytetään käyttäjälle. Sopivat toimet riippuvat hakutilanteesta, esimerkiksi lisätietojen pyytäminen käyttäjältä, aiheiden luettelon palauttaminen käyttäjän valittavaksi jne. Aiemmassa työssämme sopivien toimien määrittämiseen käytettiin joitakin käsin laadittuja tiloja, jotka arvioitiin nykyisten hakutulosten perusteella. Tässä työssä ehdotamme sen sijaan Deep-Q-Learning -tekniikoiden käyttöä koneellisten toimintojen määrittämiseksi interaktiivista puhuttua sisällönhakua varten. Deep-Q-Learning ohittaa käsin laadittujen tilojen arvioinnin ja määrittää suoraan parhaan toiminnon nykyisten hakutilanteiden perusteella jopa ilman ihmisen tietoa. Sen on osoitettu saavuttavan huomattavasti paremman suorituskyvyn verrattuna aiempiin käsin laadittuihin tiloihin.

**Tulos**

Vuorovaikutteinen puhutun sisällön haku syvällä vahvistusoppimisella (Deep Reinforcement Learning)

**Esimerkki 2.234**

У статті заманіфестовано проект квантитативної parametризації усіх текстів І. Франка, що можливо реалізувати, створивши частотний словник усіх творів письменника і лише із застосуванням сучаних комп'ютерних розробок. Вказано сфери застосування, етапи, методику, принципи і специфіку укладання частотного словника мови другої половини ХІХ - поч. ХХ ст., якою писав І. Франко. Описано співвідношення частотного словника І. Франка із словником мови письменника та корпусом текстів.

**Tulos**

Соломія Бук, Андрій Ровенчак

**Esimerkki 2.235**

Tässä tutkimuksessa esitellään uusi lähestymistapa kielimallien oppimiseen harjoittelemalla niitä arvioimaan sana-kontekstin pistemäistä keskinäistä informaatiota (PMI) ja johtamalla sitten halutut ehdolliset todennäköisyydet PMI:stä testihetkellä. Erityisesti osoitamme, että word2vec-algoritmiin tehtävillä pienillä muutoksilla saadaan periaatteellisia kielimalleja, jotka ovat läheistä sukua vakiintuneille Noise Contrastive Estimation (NCE) -pohjaisille kielimalleille. Lähestymistapamme kiehtova näkökohta on, että mallit koulutetaan samalla yksinkertaisella negatiivisen otannan kohdefunktiolla, jota käytetään yleisesti word2vec:ssä sanojen upotusten oppimiseen.

**Tulos**

PMI-matriisien approksimaatioihin perustuva yksinkertainen kielimalli

**Esimerkki 2.236**

Tietokokonaisuuksien puolueellisuus on edelleen merkittävä este todellisen maailman tietokonenäkötehtävien ratkaisemisessa. Vaikka syvät konvoluutioverkot ovat osoittautuneet kilpailukykyiseksi lähestymistavaksi kuvien luokittelussa, kysymys kuuluu: ovatko nämä mallit ratkaisseet datakokonaisuuksien vinouttamisongelman? Yleisesti ottaen huippuluokan syväkennomallin kouluttaminen tai hienosäätö uudella alueella vaatii merkittävän määrän dataa, jota ei monissa sovelluksissa yksinkertaisesti ole saatavilla. Mallien siirtäminen suoraan uusille alueille ilman mukauttamista on historiallisesti johtanut huonoon tunnistussuoritukseen. Tässä artikkelissa esitämme seuraavan kysymyksen: Onko yksi ainoa, paljon suurempi kuin aiemmin mukauttamista varten tutkittu kuvadatakokonaisuus riittävän kattava yleisten syvämallien oppimiseen, joita voidaan soveltaa tehokkaasti uusilla kuva-aloilla? Toisin sanoen, ovatko suurilla määrillä leimattua dataa koulutetut syvät CNN-mallit yhtä alttiita tietokokonaisuuden vääristymille kuin aiemmat menetelmät ovat osoittautuneet? Osoitamme, että suurella tietokokonaisuudella koulutettu yleinen valvottu syvä CNN-malli vähentää, mutta ei poista, tietokokonaisuuksien harhaa. Lisäksi ehdotamme useita menetelmiä sellaisten syvämallien mukauttamiseksi, jotka pystyvät toimimaan vähäisellä (yksi esimerkki luokkaa kohti) tai olemattomalla merkityllä toimialakohtaisella datalla. Kokeemme osoittavat, että syvämallien mukauttaminen visuaalisen alan mukauttamista koskevilla vertailutietoaineistoilla voi parantaa suorituskykyä merkittävästi.

**Tulos**

Valvottujen syvien konvoluutiomallien mukauttaminen yhdellä kertaa

**Esimerkki 2.237**

Käytännössä kohteiden asettaminen paremmuusjärjestykseen tiettyjen kriteerien perusteella on erittäin tärkeää. Tiedon puutteen, tiedon puutteen tai aikapaineen vuoksi päätöksentekijät eivät kuitenkaan välttämättä kykene asettamaan kohteita (selkeään) paremmuusjärjestykseen ylhäältä alaspäin. Sen sijaan jotkin kohteet saatetaan asettaa yhtä korkealle tai vain jossain määrin paremmalle sijalle kuin toiset kohteet. Tällaisissa tapauksissa voi olla hyödyllisempää yleistää selkeät paremmuusjärjestykset sumeiksi paremmuusjärjestyksiksi. Artikkelin tavoitteena on esitellä sumean rankingin käsite ja keskustella sen useista ominaisuuksista, nimittäin järjestyksestä, samankaltaisuudesta ja epämääräisyydestä. Ehdotettua lähestymistapaa voidaan käyttää sekä ryhmäpäätöksentekoon että monikriteeriseen päätöksentekoon silloin, kun siihen liittyy epävarmuutta.

**Tulos**

Sumeat sijoitukset: Fiskaliset suljetut arvot: Ominaisuudet ja sovellukset

**Esimerkki 2.238**

Viimeaikaisissa keskusteluissa tekoälyyn liittyvistä kysymyksistä - älykkyyden räjähdysmäisestä kasvusta teknologiseen työttömyyteen - on esitetty erilaisia väitteitä tekoälyn edistyksen luonteesta, vauhdista ja ajureista. Näitä teorioita on kuitenkin harvoin eritelty riittävän yksityiskohtaisesti, jotta niiden oletuksia voitaisiin arvioida systemaattisesti tai jotta edistystä voitaisiin ekstrapoloida määrällisesti, kuten muilla teknologian aloilla on usein tehty melko menestyksekkäästi. Tässä artikkelissa tarkastellaan asiaa koskevaa kirjallisuutta ja perustellaan tarve tekoälyn edistymisen tarkempaan mallintamiseen, minkä jälkeen ehdotetaan keinoja, joilla voidaan ottaa huomioon laitteiston nopeuden kasvun ja tekoälyn algoritmisen kehityksen välinen suhde, inhimillisen panoksen merkitys tekoälyvalmiuksien mahdollistamisessa ja tekoälyn eri osa-alueiden väliset suhteet. Sen jälkeen hahmotellaan tapoja räätälöidä tekoälyn edistymisen malleja, jotta saadaan tietoa teknologisesta työttömyydestä, ja hahmotellaan tekoälyn edistymisen tutkimuksen tulevia suuntauksia.

**Tulos**

Tekoälyn edistymisen mallintaminen

**Esimerkki 2.239**

Intialaisilla kielillä on pitkä historia maailman luonnollisissa kielissä. Panini määritteli ensimmäisenä viidennellä vuosisadalla sanskritin kielen kieliopin, johon sisältyi noin 4000 sääntöä. Nämä säännöt sisältävät epävarmuustietoa. Sanskritin kielen tietokonekäsittely ei ole mahdollista, jos tiedot ovat epävarmoja. Tässä asiakirjassa ehdotetaan sumeaa logiikkaa ja sumeaa päättelyä, jotta epävarmat tiedot voidaan poistaa sanskritin kieliopin päättelyssä. Tässä asiakirjassa käsitellään myös sanskritin kielen käsittelyä. . .

**Tulos**

Sumea mallinnus ja luonnollisen kielen prosessointi Paninin sanskritin kielioppia varten

**Esimerkki 2.240**

Neutrosofisella joukolla on kyky käsitellä epävarmoja, epätäydellisiä, epäjohdonmukaisia ja epämääräisiä tietoja tarkemmin. Tässä artikkelissa ehdotetaan neutrosofista suositusjärjestelmää, jolla voidaan ennustaa sairauksia neutrosofisen joukon perusteella ja joka sisältää yhden kriteerin neutrosofisen suositusjärjestelmän (Single-Criterion Neutrosophic Recommendender System, SCNRS) ja monikriteerisen neutrosofisen suositusjärjestelmän (Multi-Criterion Neutrosophic Recommendender System, MC-NRS). Lisäksi tutkittiin joitakin neutrosofisen suositusjärjestelmän algebrallisia operaatioita, kuten unionia, komplementtia, leikkausta, todennäköistä summaa, rohkeaa summaa, rohkeaa leikkausta, rajattua eroa, symmetristä eroa, min- ja max-operaattoreiden koveraa lineaarista summaa, kartesiolaista tuotetta, assosiatiivisuutta, kommutatiivisuutta ja distributiivisuutta. Näiden operaatioiden perusteella tutkittiin algebrallisia rakenteita, kuten ristikkoja, Kleen-algebraa, de Morganin algebraa, Brouwerin algebraa, BCK-algebraa, Stone-algebraa ja MV-algebraa. Lisäksi esittelimme useita näihin algebrallisiin operaatioihin perustuvia samankaltaisuusmittoja ja tutkimme joitakin niiden teoreettisia ominaisuuksia. Lisäksi saimme aikaan ennustekaavan, jossa käytettiin ehdotettua algebrallista samankaltaisuusmittaa. Ehdotimme myös uutta algoritmia neutrosofiseen suositusjärjestelmään perustuvaa lääketieteellistä diagnoosia varten. Lopuksi ehdotetun menetelmän pätevyyden tarkistamiseksi teimme kokeita tietokokonaisuuksilla Sydän, RHC, Rintasyöpä, Diabetes ja DMD. Lopuksi esitimme MSE:n ja laskenta-ajan vertaamalla ehdotettua algoritmia asiaankuuluviin algoritmeihin, kuten ICSM:ään, DSM:ään, CARE:hen, CFMD:hen, sekä muihin variantteihin, nimittäin Variant 67:ään, Variant 69:ään ja Variant 71:ään, sekä taulukkomuodossa että graafisessa muodossa tehokkuuden ja tarkkuuden analysoimiseksi. Lopuksi analysoimme kaikkien 8 algoritmin vahvuuden ANOVA-tilastotyökalulla.

**Tulos**

Neutrosofinen suosittelujärjestelmä lääketieteellistä diagnoosia varten, joka perustuu algebrallisiin neutrosofisiin mittareihin.

**Esimerkki 2.241**

Konvolutiivisia neuroverkkoja (Convolutional Neural Networks, CNN) käytetään laajalti kuva- ja videotunnistuksessa, luonnollisen kielen käsittelyssä ja muissa koneoppimissovelluksissa. CNN:ien menestys näillä aloilla vastaa parametrien määrän ja laskentakustannusten huomattavaa kasvua. Viimeaikaiset lähestymistavat näiden yleiskustannusten vähentämiseksi koskevat eri kerrosten painojen karsimista ja tiivistämistä ilman, että CNN:n kokonaissuorituskyky kärsii. Mallin pakkaaminen harvojen CNN:ien tuottamiseksi vähentää kuitenkin lähinnä parametreja täysin kytketyistä kerroksista, eikä se välttämättä vähennä merkittävästi lopullisia laskentakustannuksia. Tässä artikkelissa esitellään CNN-mallien pakkaustekniikka, jossa CNN-malleista karsitaan suodattimet, joilla tunnistetaan olevan pieni vaikutus tulostarkkuuteen. Poistamalla verkosta kokonaisia tasoja ja niitä yhdistäviä konvoluutioytimiä laskentakustannukset pienenevät merkittävästi. Toisin kuin muissa verkkojen karsimiseen ehdotetuissa tekniikoissa, tämä lähestymistapa ei johda harvalukuisiin kytkentäkuvioihin. Näin ollen tekniikkamme ei tarvitse tukea harvojen konvoluutiokirjastojen avulla ja voi toimia tehokkaimpien BLAS-operaatioiden kanssa matriisien kertomisessa. Tuloksissamme osoitamme, että jopa yksinkertaiset suodattimien karsintatekniikat voivat vähentää VGG-16:n päättelykustannuksia jopa 34 prosenttia ja ResNet-110:n kustannuksia jopa 38 prosenttia, ja samalla verkkojen uudelleenkouluttaminen palauttaa lähes alkuperäisen tarkkuuden.

**Tulos**

Suodattimien karsiminen tehokkaita konv-verkkoja varten

**Esimerkki 2.242**

Tässä artikkelissa käsitellään ongelmaa, joka liittyy regressiomallin oppimiseen, joka on parametrisoitu kiinteän järjestyksen positiivisen semidefiniittisen matriisin avulla. Pääpaino on hakuavaruuden epälineaarisessa luonteessa ja skaalautuvuudessa korkea-ulotteisiin ongelmiin. Matemaattinen kehitys perustuu gradienttilaskeutumisalgoritmien teoriaan, joka on mukautettu Riemannin geometriaan, joka on kiinteiden positiivisten semidefiniittisten matriisien joukon perustana. Toisin kuin kirjallisuuden aiemmissa osissa, opitun matriisin alueavaruudelle ei aseteta rajoituksia. Tuloksena syntyneiden algoritmien monimutkaisuus on lineaarinen ongelman koon suhteen, ja niillä on tärkeitä invarianssiominaisuuksia. Sovellamme ehdotettuja algoritmeja positiivisen semidefiniittisen matriisin parametrisoiman etäisyysfunktion oppimisen ongelmaan. Havaitaan hyvää suorituskykyä klassisissa vertailukohteissa.

**Tulos**

Regressio kiinteän sijan positiivisilla semidefiniittisillä matriiseilla: Riemannin lähestymistapa.

**Esimerkki 2.243**

"Taustan poisto" on vanha tekniikka, jolla etsitään liikkuvia kohteita videosarjasta - esimerkiksi moottoritiellä ajavia autoja. Ajatuksena on, että kun nykyinen kuva vähennetään ajallisesti keskiarvoistetusta taustakuvasta, jäljelle jäävät vain paikallaan olevat kohteet. Se on kuitenkin karkea lähestymistapa nykyisen kuvan jokaisen pikselin luokitteluun; se epäonnistuu hitaasti liikkuvien kohteiden kohdalla eikä erota varjoja liikkuvista kohteista. Tämän asiakirjan perusajatuksena on, että voimme luokitella jokaisen pikselin käyttämällä mallia siitä, miltä kyseinen pikseli näyttää, kun se kuuluu eri luokkiin. Opettelemme jokaiselle pikselille Gaussin seoksen luokittelumallin käyttämällä epäsuoraa tekniikkaa - tehokasta, inkrementaalista EM-versiota. Toisin kuin tavallisessa kuvien keskiarvoistavassa lähestymistavassa, tämä päivittää automaattisesti kunkin luokan sekoituskomponentin kuulumisen todennäköisyyden mukaan; näin ollen hitaasti liikkuvat kohteet käsitellään täydellisesti. Lähestymistapamme tunnistaa ja poistaa varjot myös paljon tehokkaammin kuin muut tekniikat, kuten kynnysarvot. Tämän menetelmän soveltamisen osana Roadwatch-liikennevalvontahanketta odotetaan parantavan merkittävästi ajoneuvojen tunnistamista ja jäljittämistä.

**Tulos**

Kuvan segmentointi videosekvensseissä: Todennäköisyyslähestymistapa

**Esimerkki 2.244**

Tutkimme tässä artikkelissa hyödyllisten tuotearvostelujen tunnistamisongelmaa. Havaitsemme, että todisteiden ja johtopäätösten väliset diskurssisuhteet, jotka tunnetaan myös argumentteina, esiintyvät usein tuotearvosteluissa, ja oletamme, että jotkin argumentteihin perustuvat piirteet, kuten argumentoivien lauseiden prosenttiosuus ja todisteiden ja johtopäätösten suhde, ovat hyviä hyödyllisiä arvostelujen indikaattoreita. Tämän hypoteesin validoimiseksi annotoimme manuaalisesti argumentteja 110 hotelliarvostelussa ja tutkimme useiden argumenttipohjaisten ominaisuuksien yhdistelmien tehokkuutta. Kokeet osoittavat, että kun niitä käytetään yhdessä argumenttipohjaisten piirteiden kanssa, uusimmat perusominaisuudet parantavat suorituskykyä (F1-arvona mitattuna) keskimäärin 11,01 prosenttia.

**Tulos**

Argumentteihin perustuvien ominaisuuksien käyttö arvostelujen hyödyllisyyden ennustamiseen ja analysointiin

**Esimerkki 2.245**

Nykyisin rikollisen profiili (CP) saadaan tutkijan tai oikeuspsykologin tulkinnasta, jossa rikospaikan piirteet ja rikoksentekijän käyttäytyminen yhdistetään hänen ominaisuuksiinsa ja psykologiseen profiiliinsa. Tässä asiakirjassa pyritään löytämään tehokkaasti ja järjestelmällisesti muuttujien välisiä ei-selviä ja arvokkaita malleja suuresta ratkaistujen tapausten tietokannasta todennäköisyysverkkomallinnuksen (PN) avulla. PN-rakenteen avulla voidaan poimia käyttäytymismalleja ja saada tietoa siitä, mitkä tekijät vaikuttavat tähän käyttäytymiseen. Kun tutkitaan uutta tapausta ja profiilimuuttujat ovat tuntemattomia, koska rikoksentekijää ei ole vielä tunnistettu, havaittuja rikospaikkamuuttujia käytetään tuntemattomien muuttujien päättelemiseen niiden rakenteessa olevien yhteyksien ja niitä vastaavien numeeristen (todennäköisyyspainojen) perusteella. Tavoitteena on tuottaa systemaattisempi ja empiirisempi lähestymistapa profilointiin ja käyttää näin saatua PN-mallia päätöksenteon välineenä. Avainsanat-komponentti; mallintaminen, rikollisten profilointi, rikollinen käyttäytyminen, todennäköisyysverkko, Bayesin sääntö.

**Tulos**

Ihmisen rikollisen käyttäytymisen mallintaminen todennäköisyysverkkojen avulla

**Esimerkki 2.246**

Tässä artikkelissa tutkitaan suunniteltujen tapahtumien, kuten jalkapallo-otteluiden, reaaliaikaista tiivistämistä Twitter-virtojen valtavista virroista. Ehdotamme ja arvioimme lähestymistapaa, joka kutistaa twiittien virtaa huomattavasti reaaliaikaisesti ja joka koostuu kahdesta vaiheesta: (i) osatapahtumien havaitseminen, jolla määritetään, onko jotain uutta tapahtunut, ja ii) twiittien valinta, jolla valitaan edustava twiitti kuvaamaan kutakin osatapahtumaa. Vertaamme kolmella kielellä tuotettuja tiivistelmiä kaikista Copa America 2011 -jalkapallo-otteluista Yahoo! Sportsin toimittajien tarjoamiin suoriin referenssiraportteihin. Osoitamme, että yksinkertaiset tekstianalyysimenetelmät, joihin ei liity ulkopuolista tietoa, johtavat yhteenvetoihin, jotka kattavat keskimäärin 84 prosenttia osatapahtumista ja 100 prosenttia keskeisistä osatapahtumatyypeistä (kuten jalkapallomaalit). Lähestymistapamme pitäisi olla helposti sovellettavissa myös muunlaisiin aikataulutettuihin tapahtumiin, kuten muihin urheilulajeihin, palkintoseremonioihin, pääpuhujiin, televisio-ohjelmiin jne.

**Tulos**

Kohti ajastettujen tapahtumien reaaliaikaista tiivistämistä Twitter-virroista

**Esimerkki 2.247**

WWW:ssä julkaistavista valtavista julkisista ansioluettelotiedoista käy ilmi yksilöön liittyviä ominaisuuksia profiilin ja urakokemuksen osalta. Ansioluetteloanalyysi tarjoaa mahdollisuuksia moniin sovelluksiin, kuten kykyjen etsimiseen ja arviointiin. Nykyiset tilastolliseen analysointiin perustuvat RA-tutkimukset ovat keskittyneet ensisijaisesti lahjakkuuksien rekrytointiin tunnistamalla nimenomaisia ominaisuuksia. Niissä ei kuitenkaan ole löydetty implisiittistä semanttista tietoa eli yksilöllisiä urakehitysmalleja ja sosiaalisia suhteita, jotka ovat olennaisen tärkeitä urakehityksen kokonaisvaltaisen ymmärtämisen kannalta. Haasteellista on myös se, miten ne voidaan visualisoida, jotta ne olisivat paremmin ihmisten havaittavissa. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi ehdotamme visuaalista analyysijärjestelmää ResumeVis, jonka avulla voidaan louhia ja visualisoida ansioluettelotietoja. Ensinnäkin esitellään tekstinlouhintaan perustuva lähestymistapa semanttisen tiedon poimimiseksi. Sen jälkeen laaditaan joukko visualisointeja semanttisen tiedon esittämiseksi useista eri näkökulmista. ResumeVis-tietokannan vuorovaikutteisen tutkimisen avulla, jonka suorittavat alan asiantuntijat, voidaan suorittaa seuraavat tehtävät: yksilön urakehityksen jäljittäminen, yksilöiden välisten piilevien sosiaalisten suhteiden louhiminen ja kokonaiskuvan saaminen massiivisten ansioluetteloiden kollektiivisesta liikkuvuudesta. Tapaustutkimukset, joissa oli mukana yli 2500 verkossa olevaa upseerin ansioluetteloa, osoittavat järjestelmämme tehokkuuden. Tarjoamme esittelyvideon.

**Tulos**

ResumeVis: Visuaalinen analyysijärjestelmä semanttisen tiedon löytämiseksi puolistrukturoiduista ansioluettelotiedoista.

**Esimerkki 2.248**

Oikeiden verkkolinkkien valitseminen verkkosivustolle on tärkeää, koska sopivien linkkien avulla voidaan paitsi lisätä houkuttelevuutta myös lisätä verkkosivuston tuloja. Tässä työssä osoitamme ensin, että verkkolinkkien luontainen palauterakenne on monitasoinen. Tarkastellaan esimerkiksi kaksitasoista palautetta sisältävää verkkolinkkiä: ensimmäisen tason palaute antaa klikkausprosentin (CTR) ja toisen tason palaute antaa potentiaalisen tulon, jotka yhdessä tuottavat kaksitasoisen yhdistetyn tulon. Tarkastelemme kontekstivapaata linkkien valintaongelmaa, jossa valitaan linkit kotisivulle siten, että maksimoidaan yhdistetyn 2-tason kokonaistulot ja pidetään 1. tason palautteen kokonaismäärä ennalta asetetun kynnysarvon yläpuolella. Yleistämme ongelman koskemaan myös linkkejä, joilla on n (n≥2)-tasoinen palauterakenne. Tietojemme mukaan olemme ensimmäiset, jotka mallintavat linkkien valintaongelman rajoitetuksi monikätiseksi bandit-ongelmaksi ja suunnittelemme tehokkaan linkkien valinta-algoritmin oppimalla linkkien monitasoisen rakenteen todistettavasti sub-lineaarisen katumuksen ja rikkomuksen rajoilla. Paljastamme verkkolinkkien monitasoiset palauterakenteet kahdessa reaalimaailman tietokokonaisuudessa. Teemme myös laajoja kokeita tietokokonaisuuksilla verrataksemme ehdotettua LExp-algoritmia kahteen uusimpaan kontekstittomaan bandit-algoritmiin ja osoitamme, että LExp-algoritmi on tehokkain linkkien valinnassa ja täyttää samalla rajoituksen.

**Tulos**

Monitasoinen palaute Web-linkkien valintaongelma: oppiminen ja optimointi

**Esimerkki 2.249**

Bacterial Foraging Optimization (BFO) on yksi metaheuristiikka-algoritmeista, joita käytetään eniten optimointiongelmien ratkaisemiseen. BFO on jäljitelty etsivien bakteerien, kuten Ecolin, käyttäytymisestä. Algoritmin päätavoitteena on poistaa ne bakteerit, joilla on heikot etsintämenetelmät, ja säilyttää ne bakteerit, joilla on vahvat etsintämenetelmät. Tässä laajuudessa kukin bakteeri kommunikoi muiden bakteerien kanssa lähettämällä signaaleja siten, että bakteeri vaihtaa sijaintiaan seuraavassa vaiheessa, jos aiemmat tekijät ovat täyttyneet. Itse asiassa algoritmiprosessin avulla bakteerit voivat seurata ravinteita kohti optimaalista. Tässä asiakirjassa BFO:ta käytetään kvadraattisen määritysongelman (QAP) ja monitavoitteisen QAP:n (mQAP) ratkaisemiseen käyttämällä päivitysmekanismeja, kuten mutaatiota, ristiintaulukointia ja paikallista hakua.

**Tulos**

Bakteerien etsiytymisalgoritmi geneettisten operaattoreiden avulla QAP:n ja mQAP:n ratkaisemiseksi.

**Esimerkki 2.250**

Monitehtäväoppimisalgoritmit suunnitellaan yleensä olettaen, että kaikilla tehtävillä on jokin kiinteä, ennalta tunnettu latentti rakenne. Yleensä on kuitenkin epäselvää, minkälainen latentti tehtävärakenne on sopivin tiettyyn monitehtäväoppimisongelmaan. Ihannetapauksessa "oikea" latentti tehtävärakenne olisi opittava dataan perustuvalla tavalla. Esitämme joustavan, ei-parametrisen Bayesin mallin, joka esittää tehtäviin sekoitetun faktorianalyytikkorakenteen. Epäparametrinen näkökulma tekee mallista riittävän ilmaisuvoimaisen, jotta se voi kattaa monia olemassa olevia latenttien tehtävärakenteiden malleja (esim. keskiarvoregularisoidut tehtävät, klusteroidut tehtävät, matalan sijan tai lineaarisen/non-lineaarisen aliavaruuden oletus tehtävistä jne.). Lisäksi se voi oppia myös yleisempiä tehtävärakenteita, mikä korjaa tällaisten mallien puutteita. Esitämme mallimme variationaalisen päättelyalgoritmin. Kokeelliset tulokset synteettisissä ja todellisissa tietokokonaisuuksissa sekä regressio- että luokittelutehtävissä osoittavat ehdotetun menetelmän tehokkuuden.

**Tulos**

Monitehtäväoppimisen latenttien tehtävärakenteiden joustava mallintaminen

**Esimerkki 2.251**

Tarkastelemme ongelmaa, joka koskee epidemian havaitsemista väestössä, jossa yksittäiset diagnoosit ovat erittäin häiriintyneitä. Tämän ongelman taustalla on lukuisia esimerkkejä (influenssakannat ihmisissä tai tietokonevirukset älypuhelimissa jne.), joissa luotettavia diagnooseja on vähän mutta kohinaisia tietoja runsaasti. Influenssa- ja puhelinvirusten osalta erittäin harvat tartunnan saaneet ihmiset/puhelimet diagnosoidaan ammattimaisesti (vain pieni osa käy lääkärissä), mutta vähemmän luotettavia toissijaisia merkkejä (esim. kotiin jäävät ihmiset tai tavanomaista suurempi latausaktiivisuus) on helpommin saatavilla. Nämä toissijaiset tiedot ovat usein epäluotettavia: monet flunssan sairastaneet eivät jää kotiin, ja monet kotiin jääneet eivät sairastu flunssaan. Tässä artikkelissa määritetään täsmällinen järjestelmä, jossa kontaktiverkoston tuntemus mahdollistaa neulan löytämisen heinäsuovasta: tarjoamme hajautetun, tehokkaan ja vankan algoritmin, joka pystyy tunnistamaan leviävän epidemian olemassaolon oikein erittäin epäluotettavista paikallisista tiedoista. Algoritmimme vaatii vain paikallisen naapurin tuntemusta tästä graafista, ja kuvaamassamme laajassa joukossa asetuksia se onnistuu jopa silloin, kun väärät negatiiviset ja positiiviset tulokset muodostavat ylivoimaisen suuren osan käytettävissä olevasta datasta. Tuloksemme osoittavat, että algoritmi onnistuu, kun kontaktiverkosta on osittaista tietoa ja myös silloin, kun ei ole olemassa yhtä "potilasnollaa" vaan useita (esimerkissämme satoja) alkuperäisiä potilasnollia, jotka on hajautettu eri puolille graafia.

**Tulos**

Paikallinen epidemian havaitseminen verkoissa, joissa on ylivoimaista kohinaa.

**Esimerkki 2.252**

Karkean joukon teoria, matemaattinen työkalu epämääräisten käsitteiden käsittelyyn, on alun perin kuvannut elementtien erottamattomuutta vastaavuussuhteiden avulla. Peittävät karkeat joukot ovat klassisten karkeiden joukkojen luonnollinen laajennus, jossa ekvivalenssisuhteista johtuvat osiot muutetaan peittäviksi. Viime aikoina kattaviin karkeisiin joukkoihin on sovellettu joitakin topologisia käsitteitä, kuten naapuruuskäsitteitä. Tässä artikkelissa tutkitaan tarkemmin naapurustoihin perustuvia kattavia karkeajoukkoja approksimaatio-operaatioiden avulla. Osoitamme, että naapurustoihin perustuva ylempi approksimaatio voidaan määritellä vastaavalla tavalla ilman naapurustojen käyttöä. Analysoidaksemme itse kattauksia esitämme unaariset ja kompositio-operaatiot kattauksille. Kahden peittävän approksimaatioavaruuden liittämiseksi toisiinsa esitetään homomorfismin käsite. Tarkastelemme myös operaatioiden ja homomorfismien säilyttämien approksimaatioiden ominaisuuksia.

**Tulos**

Karkeiden joukkojen kattaminen naapurustojen perusteella

**Esimerkki 2.253**

Automatisoitu teoreemantarkastelu (ATP) on vakiintunut tekoälyn osa-alue. ATP:n tarkoituksena on suunnitella järjestelmä, joka voi automaattisesti keksiä algoritmin matemaattisen väitteen todistamiseksi tai kumoamiseksi annettujen lähtökohtien perusteella, käyttäen perustavanlaatuisia postulaatteja ja loogisen päättelyn menetelmää. Tässä asiakirjassa ehdotamme GraATP:tä, joka on yleistetty kehys automaattiselle lauseen todistamiselle tasogeometriassa. Ehdotettu menetelmä muuntaa geometriset oliot graafin solmuiksi ja niiden väliset suhteet graafin reunoiksi. Automaattinen järjestelmä etsii erilaisia tapoja päästä väitteen johtopäätökseen graafin läpikäynnin avulla, jonka avulla tarkastellaan geometrisen lauseen pätevyyttä.

**Tulos**

GraATP: Graafiteoreettinen lähestymistapa automatisoituun lauseiden todistamiseen tasogeometriassa.

**Esimerkki 2.254**

Toimialueiden mukauttamisella ja yleisemmin siirto-oppimisella pyritään korjaamaan ongelma, joka syntyy, kun harjoitus- ja testitietokannat tuotetaan eri jakaumilla. Tässä työssä esitellään uusi valvomaton aluesopeutusalgoritmi, kun oppijan käytettävissä on useita lähteitä. Tekniikkamme antaa kohdenäytteille karkean merkinnän ja käyttää sitä sitten oppiakseen muunnoksen, joka sovittaa kaksi tietokokonaisuutta yhteen ennen lopullista luokittelua. Tässä artikkelissa esitämme menetelmämme kätevän toteutuksen, näytämme useita sitä käyttäviä kokeita ja vertaamme sitä muihin alalla yleisesti käytettyihin menetelmiin.

**Tulos**

Monilähdealueen mukauttaminen käyttämällä likimääräistä etiketin täsmäytystä (Approximate Label Matching)

**Esimerkki 2.255**

Useimmat nykyiset neuraaliset konekäännösmallit käyttävät syöttö- ja tulostusyksikkönä merkkiryhmiä tai kokonaisia sanoja. Ehdotamme mallia, jossa on hierarkkinen char2word-kooderi, joka ottaa yksittäisiä merkkejä sekä syötteenä että tulosteena. Väitämme ensin, että tämä merkkikooderin hierarkkinen esitys vähentää laskennallista monimutkaisuutta, ja osoitamme, että se parantaa käännössuorituskykyä. Toiseksi, tutkimalla laadullisesti dekooderin huomiokuvioita havaitsemme, että malli oppii pakkaamaan tavalliset sanat yhdeksi upotukseksi, kun taas harvinaiset sanat, kuten nimet ja paikat, esitetään merkki kerrallaan.

**Tulos**

NEURAALINEN KONEKÄÄNTÄMINEN MERKKIEN JA HIERARKKISEN KOODAUKSEN AVULLA

**Esimerkki 2.256**

Huolimatta erinomaisesta menestyksestä muun muassa visioinnissa, monilla viimeaikaisilla syväoppimismenetelmillä on selviä haittoja robotteja varten. Tässä käsikirjoituksessa tarkastellaan kirjallisuudessa viime aikoina tehtyjä töitä, jotka liittyvät syväoppimisjärjestelmien soveltamiseen robotiikan alalla, joko estimointivälineenä tai välineenä, jonka avulla moottorikäskyjä voidaan ratkaista suoraan raakahavainnoista. Nämä viimeaikaiset edistysaskeleet ovat vain pala palapelissä. Ehdotamme, että syväoppiminen välineenä ei yksin riitä rakentamaan yhtenäistä kehystä yleisen älykkyyden hankkimiseksi. Tästä syystä täydennämme katsaustamme kognitiivisen kehityksen oivalluksilla ja viittaamme klassisen hallintateorian ajatuksiin, jolloin saadaan aikaan integroitu suunta elinikäisen oppimisen arkkitehtuurille.

**Tulos**

Kohti elinikäistä omavalvontaa: Syväoppimisen suunta robotiikassa

**Esimerkki 2.257**

Viime aikoina on ehdotettu useita visuaalisiin kysymyksiin vastaamiseen liittyviä lähestymistapoja, joiden tavoitteena on ymmärtää visuaalisia kohtauksia vastaamalla luonnollisen kielen kysymyksiin. Kuvakysymyksiin vastaaminen on saanut paljon huomiota, mutta videokysymyksiin vastaaminen on suurelta osin tutkimatta. Videokysymysten vastaaminen eroaa kuvakysymysten vastaamisesta, koska tieto ja tapahtumat ovat hajallaan useissa eri kuvissa. Jotta videoiden ajallista rakennetta ja vastausten fraasirakenteita voitaisiin hyödyntää paremmin, ehdotamme kahta mekanismia: uudelleenkatselu- ja uudelleenlukumekanismeja ja yhdistämme ne unohdettavissa olevan katselijan malliin. Sitten ehdotamme TGIF-QA-datakokonaisuutta videokysymyksiin vastaamista varten automaattisen kysymysten generoinnin avulla. Lopuksi arvioimme malleja tietokokonaisuudellamme. Kokeelliset tulokset osoittavat ehdotettujen mallien tehokkuuden.

**Tulos**

Unohtaa-katsoja-malli videokysymyksiin vastaamiseen

**Esimerkki 2.258**

Tarkastelemme ongelmaa, joka liittyy Boolen puoliavaruuden oppimiseen kokonaispainoilla {0, 1, . . . . , t} vain jäsenyyskyselyistä. Paras tunnettu algoritmi tälle ongelmalle on adaptiivinen algoritmi, joka kysyy n ) jäsenyyskyselyjä, jolloin paras alaraja jäsenyyskyselyjen lukumäärälle on n [4]. Tässä artikkelissa kurotaan umpeen tämä aukko ja esitetään mukautuva, kahdella kierroksella toimiva oppimisalgoritmi, joka kysyy n jäsenyyskyselyä. Esitämme myös ei-adaptiivisen oppimisalgoritmin, joka kysyy n ) jäsenyyskyselyä.

**Tulos**

Boolen puoliavaruuksien oppiminen pienillä painoilla jäsenyyskyselyistä

**Esimerkki 2.259**

Esittelemme DataGradin, yleisen back-propagation-tyylisen koulutusmenetelmän syville neuroarkkitehtuureille, jossa käytetään syvän Jacob-pohjaisen rangaistuksen regularisointia. Sitä voidaan pitää syvänä laajennuksena kerroksittain supistuvasta autokooderin rangaistuksesta. Vielä tärkeämpää on, että se yhdistää aiemmat ehdotukset syvien neuroverkkojen vastakkaiskoulutusta varten - tähän luetteloon kuuluvat gradientin suora muokkaaminen, koulutus alkuperäisten ja vastakkaisten esimerkkien yhdistelmällä, supistuvien rangaistusten käyttö ja rajoitettujen vastakkaisten kohdefunktioiden likimääräinen optimointi. Kokeilussa, jossa käytettiin syvää harvaa oikaisuverkkoa, havaitsimme, että DataGradin syvä Jacobin regularisointi (jossa on myös L1- ja L2-mausteita regularisoinnista) päihittää perinteisen L1- ja L2-regularisoinnin sekä alkuperäisessä aineistossa että vastakkaisilla esimerkeillä.

**Tulos**

Vastakkaisten koulutusalgoritmien yhdistäminen joustavalla syvän datan gradienttisäännöstelyllä

**Esimerkki 2.260**

Syntaksiohjattu synteesi (Syntax-Guided Synthesis, SyGuS) on laskennallinen ongelma, jossa etsitään sellainen toteutus f, joka täyttää sekä taustateorian T loogisen kaavan φ antaman semanttisen rajoituksen että kieliopin G antaman syntaktisen rajoituksen, joka määrittelee sallitun joukon ehdokkaita. Tällainen synteesiongelma voidaan määritellä muodollisesti SyGuS-IF-kielellä, joka on rakennettu SMT-LIB:n päälle. Syntax-Guided Synthesis Competition (SyGuS-Comp) pyrkii helpottamaan, yhdistämään ja nopeuttamaan SyGuS:n tehokkaiden ratkaisijoiden tutkimusta ja kehittämistä tarjoamalla foorumin, jossa voidaan arvioida erilaisia synteesitekniikoita kattavassa joukossa vertailukohtia. Tämänvuotiseen kilpailuun lisättiin uusi, esimerkkien avulla tapahtuvalle ohjelmoinnille omistettu rata. Tämä rata koostui kahdesta kategoriasta, joista toisessa käytettiin bittivektoreiden teoriaa ja toisessa merkkijonojen teoriaa. Tässä artikkelissa esitellään ja analysoidaan SyGuS-Comp'16-kilpailun tuloksia.

**Tulos**

SyGuS-Comp 2016: Tulokset ja analyysi

**Esimerkki 2.261**

Tietojenkäsittelyssä oikeinkirjoituksen tarkistus on prosessi, jossa havaitaan ja joskus annetaan oikeinkirjoitusehdotuksia tekstin virheellisesti kirjoitetuille sanoille. Oikeinkirjoituksen tarkistusohjelma on periaatteessa tietokoneohjelma, joka käyttää sanasanastoa oikeinkirjoituksen tarkistamiseen. Mitä suurempi sanakirja on, sitä suurempi on virheiden havaitsemisaste. Koska oikeinkirjoituksen tarkistusohjelmat perustuvat tavallisiin sanakirjoihin, ne kärsivät tiedon niukkuuden ongelmasta, sillä ne eivät pysty tallentamaan laajaa sanavarastoa, mukaan luettuina oikeat nimet, alaan liittyvät termit, tekniset jargonit, erikoislyhenteet ja terminologiat. Tämän seurauksena niiden virheiden havaitsemisaste on alhainen, eivätkä ne useinkaan löydä tekstin suuria virheitä. Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta kontekstisidonnaista oikeinkirjoituksen korjausmenetelmää, jolla havaitaan ja korjataan ei-sanallisia ja oikean sanan virheitä digitaalisissa tekstiasiakirjoissa. Lähestymistapa perustuu Google Web 1T 5-gram -datajoukon tilastotietoihin, jotka koostuvat suuresta määrästä n-grammaisia sanasekvenssejä, jotka on poimittu World Wide Webistä. Ehdotettu menetelmä koostuu pohjimmiltaan virheiden havaitsemisesta, joka havaitsee kirjoitusvirheet, merkkien 2-grammiseen malliin perustuvasta kirjoitusasun ehdokkaiden luojasta, joka luo korjausehdotuksia, ja virheenkorjaajasta, joka suorittaa kontekstisidonnaisen virheenkorjauksen. Eri aloilta peräisin olevilla, kirjoitusvirheitä sisältävillä tekstidokumenteilla tehdyt kokeet osoittivat, että oikolukuvirheiden korjausaste oli erinomainen ja että sekä ei-sanallisten että oikean sanan virheiden määrä väheni huomattavasti. Jatkotutkimuksessa ehdotettua algoritmia on tarkoitus rinnakkaistaa, jotta virheiden havaitsemis- ja korjausprosessien laskentakustannuksia voidaan alentaa.

**Tulos**

Kontekstiherkkä oikeinkirjoituksen korjaus Google Web 1T 5-Gram -tietojen avulla

**Esimerkki 2.262**

LTL-synteesi - funktion rakentaminen lineaarisessa aikalogiikassa muotoillun loogisen määrittelyn täyttämiseksi - on 2EXPTIME-täydellinen ongelma, jolla on tärkeitä sovelluksia säätimien synteesissä ja lukemattomissa tekoälysovelluksissa. Tässä tutkimusmuistiossa tarkastelemme De Giacomon ja Vardin muunnelmaa synteesiongelmasta LTL-kaavoille, jotka on tulkittu pikemminkin äärellisten kuin äärettömien jälkien kautta. Ottaen huomioon nykyiset monimutkaisuutta koskevat väitteet toteamme melko yllättäen, että LTL-synteesi on EXPTIME-täydellinen äärelliselle tulkinnalle, eikä 2EXPTIME-täydellinen, kuten aiemmin on raportoitu. Tuloksemme vastaa hyvin suunnittelun näkökulmaa, jossa ei-deterministinen suunnittelu täydellä havainnoitavuudella on EXPTIME-täydellinen ja osittainen havainnoitavuus lisää monimutkaisuutta 2EXPTIME-täydelliseksi; hiljattain saatu LTL-synteesiä koskeva tulos osoittaa, että äärellisessä tapauksessa, jossa on osittainen havainnoitavuus, ongelma on 2EXPTIME-täydellinen.

**Tulos**

Lopullinen LTL-synteesi on EXPTIME-täydellinen.

**Esimerkki 2.263**

Nykyään neuroverkoilla on tärkeä rooli suhteiden luokittelussa. Suunnittelemalla erilaisia neuroarkkitehtuureja tutkijat ovat parantaneet suorituskykyä huomattavasti perinteisiin menetelmiin verrattuna. Nykyiset relaatioiden luokitteluun käytettävät neuroverkot ovat kuitenkin yleensä matalia arkkitehtuureja (esim. yksikerroksiset konvoluutio- tai rekursiiviset neuroverkot). Ne eivät välttämättä pysty tutkimaan eri abstraktiotasojen potentiaalista esitysavaruutta. Tässä artikkelissa ehdotamme syviä rekursiivisia neuroverkkoja (DRNN) tämän haasteen ratkaisemiseksi. Lisäksi ehdotamme tiedon lisäämisen menetelmää, jossa hyödynnetään suhteiden suuntautuneisuutta. Arvioimme DRNN-verkkomme SemEval-2010 Task 8 -tehtävässä ja saimme 85,81 prosentin F1-tuloksen, joka on parempi kuin uusimmat tulokset.

**Tulos**

Parannettu suhteiden luokittelu syvien toistuvien neuroverkkojen avulla tietojen lisäämisen avulla

**Esimerkki 2.264**

Poliittisia tapahtumia koskevien tietojen tuottaminen on pysynyt pitkälti samanlaisena 1990-luvun puolivälistä lähtien sekä tietojen hankinnan että tekstin koodaamisen osalta. Avoimen lähdekoodin luonnollisen kielen käsittelyohjelmistot ja digitoidun uutissisällön saatavuus ovat kuitenkin parantuneet merkittävästi 1990-luvulta lähtien. Tässä asiakirjassa esitellään uusi, seuraavan sukupolven tapahtumatietoaineisto, Phoenix, joka perustuu näihin ja muihin edistysaskeliin. Tämä tietokokonaisuus sisältää parannuksia taustalla olevaan uutisten keruuprosessiin ja tapahtumien koodausohjelmistoon sekä päivittäin päivitettävien tietojen tuottamiseen tarvittavan yleisen prosessointiputken luomisen. Tässä asiakirjassa tarkastellaan lyhyesti Syyrian konfliktia koskevia tietoja ja verrataan Phoenixin ja integroidun kriisivaroitusjärjestelmän tietoja. 1 Tapahtumatiedon siirtäminen eteenpäin Poliittisia tapahtumatietoja eli tietoja siitä, kuka teki, mitä ja kenelle poliittisten toimien yhteydessä, on koodattu automatisoidusti noin kahden vuosikymmenen ajan. Lähestymistapa on pysynyt pitkälti samana tänä aikana, eikä taustalla olevia koodausmenettelyjä ole päivitetty vastaamaan luonnollisen kielen prosessointiteknologian (NLP) muutoksia. NLP-teknologia on nyt kehittynyt sellaiselle tasolle ja siihen liittyvät avoimen lähdekoodin ohjelmistototeutukset ovat kehittyneet niin pitkälle, että niiden sisällyttäminen tapahtumatietojen koodausprosessiin on ilmeinen edistysaskel. Kun tähän yhdistetään muutokset uutissisällön hankintatavassa, kyky tallentaa ja käsitellä suuria tekstimääriä sekä kahden vuosikymmenen kokemukseen tapahtumatiedoista perustuvat parannukset, on selvää, että poliittinen tapahtumatieto on valmis seuraavan sukupolven tietokokonaisuutta varten. Tässä luvussa esittelen teknisiä yksityiskohtia tällaisen seuraavan sukupolven tietokokonaisuuden luomiseksi. Tekniset yksityiskohdat johtavat Phoenix-tapahtumatietoaineiston tuotantoputkeen. Phoenix-tietokanta on päivittäin päivitettävä, lähes reaaliaikainen poliittisia tapahtumia koskeva tietokanta. Koodausprosessissa hyödynnetään avoimen lähdekoodin NLP-ohjelmistoja, runsaasti verkkouutissisältöä ja muita avoimen lähdekoodin ohjelmistojen mahdollistamia teknisiä edistysaskeleita. Tämä mahdollistaa avoimen ja monistettavan tietokokonaisuuden ja samalla aiempaa tarkemman koodausprosessin. Lisäksi tietokokonaisuuden lähes reaaliaikainen luonne mahdollistaa myös monia sovelluksia, jotka eivät aiemmin olleet mahdollisia eräpäivitetyillä tietokokonaisuuksilla, kuten meneillään olevien tapahtumien seuranta. Näin ollen tämä tietokokonaisuus

**Tulos**

Reaaliaikaisen, toistettavissa olevan tapahtumatietoaineiston luominen

**Esimerkki 2.265**

Moniluokkainen ennustaminen on ongelma, joka koskee kohteen luokittelua relevanttiin kohdeluokkaan. Tarkastelemme ongelmaa, joka liittyy sellaisen moniluokkaisen ennustajan oppimiseen, joka käyttää vain muutamia ominaisuuksia, ja erityisesti käytettyjen ominaisuuksien määrän tulisi kasvaa sublineaarisesti mahdollisten luokkien määrän myötä. Tämä tarkoittaa, että ominaisuuksien tulisi olla yhteisiä useille luokille. Kuvaamme ja analysoimme ShareBoost-algoritmia, jolla opitaan moniluokkainen ennustaja, joka käyttää vähän jaettuja ominaisuuksia. Osoitamme, että ShareBoost löytää tehokkaasti ennustajan, joka käyttää vähän jaettuja piirteitä (jos sellainen on olemassa), ja että sen yleistysvirhe on pieni. Kuvaamme myös, miten ShareBoostia voidaan käyttää epälineaarisen ennustajan oppimiseen, jolla on nopea evaluointiaika. Osoitamme ShareBoostin edut luonnollisilla aineistoilla tehdyissä kokeissa ja arvioimme sen menestystä suhteessa muihin uusimpiin lähestymistapoihin.

**Tulos**

ShareBoost: Tehokas moniluokkainen oppiminen ominaisuuksien jakamisen avulla

**Esimerkki 2.266**

Kielellisten muuttujien alueellisen riippuvuuden asteen kvantifiointi on keskeinen tehtävä murteiden vaihtelun analysoinnissa. Nykyisissä lähestymistavoissa on kuitenkin merkittäviä puutteita. Ensinnäkin niissä tehdään perusteettomia oletuksia alueellisen vaihtelun luonteesta: joissakin oletetaan, että kielellisten muuttujien maantieteellinen jakauma on gaussinen, kun taas toisissa oletetaan, että kielellinen vaihtelu on kohdistettu ennalta määriteltyihin maantieteellisiin yksiköihin, kuten osavaltioihin tai maakuntiin. Toiseksi niitä ei voida soveltaa kaikentyyppisiin kielitietoihin: jotkin lähestymistavat koskevat vain frekvenssejä, toiset taas boolen indikaattoreita, jotka kertovat, onko kielellinen muuttuja läsnä. Esittelemme uuden menetelmän maantieteellisen kielellisen vaihtelun mittaamiseksi, jolla ratkaistaan molemmat ongelmat. Lähestymistapamme perustuu ei-parametristen tilastojen representaatioihin (RKHS), ja se perustuu testistatistiikkaan, joka lasketaan yksittäisten geotaggattujen havaintojen pareista aggregoimatta niitä ennalta määritettyihin maantieteellisiin binsseihin. Vertaamme tätä testiä aiempaan työhön, jossa on käytetty synteettistä dataa sekä erilaisia todellisia tietokokonaisuuksia: hollantilaisia twiittejä sisältävä korpus, hollantilainen syntaktinen atlas ja Pohjois-Amerikan sanomalehtien pääkirjoituskirjeitä sisältävä tietokokonaisuus. Ehdotetun testin osoitetaan tukevan vankkoja päätelmiä monenlaisissa skenaarioissa ja aineistotyypeissä.

**Tulos**

Maantieteellisen kielivaihtelun ydinriippumattomuustesti

**Esimerkki 2.267**

Tässä kannanotossa suositellaan tietoliikenteestä inspiroitunutta lähestymistapaa koneoppimisjärjestelmien suunnitteluun energiarajoitteisilla sulautetuilla "always-on"-alustoilla. Viestinnän inspiroimalla lähestymistavalla on kaksi versiota: 1) deterministinen versio, jossa käytetään uudelleen olemassa olevia pienitehoisia viestintä-IC-suunnittelumenetelmiä, ja 2) stokastinen versio, jota kutsutaan Shannonin inspiroimaksi tilastolliseksi tiedonkäsittelyksi ja jossa käytetään tietoon perustuvia mittareita, tilastollista virheenkorjausta (SEC) ja uudelleenkoulutukseen perustuvia menetelmiä ML-järjestelmien toteuttamiseksi stokastisilla piiri-/laitekankailla, jotka toimivat energiatehokkuuden rajoilla. Viestinnästä inspiroituneella lähestymistavalla voidaan hyödyntää täysimääräisesti ML-algoritmien ja -sovellusten tarjoamia mahdollisuuksia, jotta voidaan vastata haasteisiin, jotka liittyvät niiden käyttöönottoon energiapuutteisilla alustoilla.

**Tulos**

Energiatehokas koneellinen oppiminen piissä: Viestinnän innoittama lähestymistapa

**Esimerkki 2.268**

Turvallisuuden kannalta arkaluonteisissa sovelluksissa koneoppimisen onnistuminen riippuu siitä, että niiden kestävyys vastahyökkäysdataa vastaan tutkitaan perusteellisesti. Eräässä asiaankuuluvassa, hyvin motivoituneessa hyökkäysskenaariossa hyökkääjä voi yrittää kiertää käyttöönotetun järjestelmän testaushetkellä manipuloimalla huolellisesti hyökkäysnäytteitä. Tässä työssä esittelemme yksinkertaisen mutta tehokkaan gradienttipohjaisen lähestymistavan, jota voidaan hyödyntää useiden laajalti käytettyjen luokittelualgoritmien turvallisuuden systemaattiseen arviointiin kiertohyökkäyksiä vastaan. Turvallisuuden arviointia varten hiljattain ehdotetun kehyksen mukaisesti simuloimme hyökkäysskenaarioita, joissa luokittimelle aiheutuu erilaisia riskitasoja lisäämällä hyökkääjän tietämystä järjestelmästä ja hänen kykyään manipuloida hyökkäysnäytteitä. Näin luokittimen suunnittelija saa paremman kuvan luokittimen suorituskyvystä väistöhyökkäyksissä ja voi tehdä tietoisemman mallin valinnan (tai parametrien asettamisen). Arvioimme lähestymistapaamme PDF-tiedostojen haittaohjelmien havaitsemiseen liittyvässä turvallisuustehtävässä ja osoitamme, että tällaisia järjestelmiä voidaan helposti kiertää. Lisäksi hahmotellaan joitakin analyysimme perusteella ehdotettuja vastatoimia.

**Tulos**

Koneellista oppimista vastaan kohdistuvat hyökkäykset testihetkellä

**Esimerkki 2.269**

Äänettömiä autokoodaajia (DA) käytetään yleensä suhteellisen suuriin tietokokonaisuuksiin edustavien tietojen koodausten valvomattomaan oppimiseen; ne perustuvat ajatukseen, jonka mukaan opituista representaatioista on tehtävä kestäviä syötekuvion osittaiselle turmeltumiselle, ja ne oppivat käyttämällä stokastista gradienttilaskeutumista suhteellisen suurilla tietokokonaisuuksilla. Tässä artikkelissa esitellään täysin bayesiläinen DA-arkkitehtuuri, joka mahdollistaa DA:n soveltamisen myös silloin, kun dataa on vähän. Uusi lähestymistapamme muotoilee signaalin koodausongelman ei-parametrisen bayesiläisen näkökulman mukaisesti, kun otetaan huomioon Gaussin prosessin ennakkoarvo latenttien tulokoodausten yli, jotka on luotu (korruptoituneiden) tulohavaintojen perusteella. Tämän jälkeen mallimme dekooderimoduulit muotoillaan suurten marginaalien regressiomalleiksi, joita käsitellään Bayesin päättelyparadigman mukaisesti hyödyntämällä maksimaalisen entropian erottelukehystä (MED). Näytämme lähestymistapamme tehokkuuden käyttämällä useita tietokokonaisuuksia, jotka koskevat sekä luokittelu- että siirto-oppimissovelluksia.

**Tulos**

Maksimientropian erottelu ja äänenvaimennus Autokooderit

**Esimerkki 2.270**

Osapolun suunnitteluongelma on polun suunnitteluongelman haara, jolla on laajalti sovelluksia automatisoidussa valmistusprosessissa sekä ajoneuvojen ja robottien navigoinnissa. Ongelman tarkoituksena on löytää lyhin polku tai kiertokohde, jolla kuljetaan joukko annettuja alipolkuja. Nykyiset lähestymistavat alipolkusuunnitteluongelman ratkaisemiseksi perustuvat kaikki metaheuristisiin lähestymistapoihin. On hyvin tiedossa, että metaheuristiikkaan perustuvissa lähestymistavoissa on useita puutteita. Näiden puutteiden korjaamiseksi ehdotamme uudenlaista approksimaatioalgoritmia O(n3)-ajan monimutkaisuusluokassa, joka takaa, että se ratkaisee minkä tahansa alipolkusuunnittelun ongelman kiinteällä suhdelukurajalla 2. Väitteiden muodollisten todisteiden lisäksi empiirinen arviointimme osoittaa, että approksimaatiomenetelmämme toimii paljon paremmin kuin uusimmat menetelmät sekä tuloksen että suoritusajan suhteen. Huomautus käytännön toimijoille - Joissakin reaalimaailman sovelluksissa, kuten robottien ja ajoneuvojen navigoinnissa strukturoiduissa ja teollisissa ympäristöissä sekä joissakin valmistusprosesseissa, kuten elektronisessa tulostuksessa ja kiillotuksessa, agentin on kuljettava joukko ennalta määriteltyjä polkuja. Tämän prosessin automatisointi sisältää kolme vaihetta: 1) varsinaisen ongelman ympäristön kuvaaminen ja sen muotoileminen alipolkusuunnittelun ongelmaksi; 2) alipolkusuunnittelun ongelman ratkaiseminen lähes optimaalisen polun tai kierroksen löytämiseksi; 3) robotin käskeminen seuraamaan tuotosta. Haastavin vaihe on toinen vaihe, jota tässä asiakirjassa yritetään käsitellä. Jotta edellä mainittuja sovelluksia varten voitaisiin suunnitella tehokas automaatio, on olennaisen tärkeää käyttää menetelmiä, joiden laskentakustannukset ovat alhaiset mutta joiden tuotokset ovat lähellä optimaalisia toisessa vaiheessa. Koska lopullisen tuloksen pituus vaikuttaa suoraan tehtävän suorittamisen kustannuksiin, on toivottavaa ottaa käyttöön menetelmiä, joiden kompleksisuus on pieni ja jotka pystyvät takaamaan rajan optimaalisen polun pituuden ja 1 ar X iv :1 60 3. 06 21 7v 1 [ cs .R O ] 2 0 M ar 2 01 6 tuloksen pituuden väliselle erotukselle. Nykyiset lähestymistavat alipolun suunnitteluongelman ratkaisemiseksi ovat kaikki metaheuristisia. Nämä menetelmät eivät tarjoa tällaista rajaa. Lisäksi ne ovat yleensä hyvin aikaa vieviä. Ne saattavat löytää lupaavia tuloksia joissakin ongelmatapauksissa, mutta ei ole mitään takeita siitä, että ne käyttäytyvät aina yhtä hyvin. Tässä artikkelissa esitellään metaheuristiikkamenetelmien ongelmien välttämiseksi approksimaatioalgoritmi, joka tarjoaa sopivan rajan ratkaisun optimaalisuudelle. Arvioidaksemme ehdotettujen menetelmien suorituskykyä teimme joukon kokeita, joiden tulokset osoittavat, että ehdotettu menetelmä löytää lyhyempiä polkuja lyhyemmässä ajassa verrattuna uusimpaan menetelmään.

**Tulos**

Lähestymistapa alireitin suunnitteluongelman ratkaisemiseen

**Esimerkki 2.271**

Monissa tilanteissa meillä on useita tietokokonaisuuksia (joita kutsutaan myös näkemyksiksi), jotka kuvaavat saman ilmiön eri ja päällekkäisiä näkökohtia. Olemme usein kiinnostuneita löytämään malleja, jotka ovat ainutlaatuisia yhdelle tai osajoukolle näkymistä. Meillä voi esimerkiksi olla yksi joukko molekyylihavaintoja ja yksi joukko fysiologisia havaintoja samasta yksilöryhmästä, ja haluamme kvantifioida molekyylimalleja, jotka eivät korreloi fysiologian kanssa. Vaikka tämä on yleinen ongelma, se on erittäin haastavaa, kun korrelaatiot ovat peräisin monimutkaisista jakaumista. Tässä artikkelissa kehitämme Rich Component Analysis (RCA) -menetelmän yleistä kehystä mallintamaan asetuksia, joissa eri näkymien havaintoja ohjaavat erilaiset latenttien komponenttien joukot, ja kukin komponentti voi olla monimutkainen, korkea-ulotteinen jakauma. Esittelemme kumulanttien louhintaan perustuvia algoritmeja, jotka todistettavasti oppivat jokaisen komponentin ilman, että muita komponentteja tarvitsee mallintaa. Näytämme, miten RCA ja stokastinen gradienttilaskeutuminen integroidaan meta-algoritmiksi yleisten mallien oppimista varten, ja osoitamme, että tarkkuus paranee huomattavasti useilla synteettisillä ja todellisilla tietokokonaisuuksilla sekä valvotuissa että valvomattomissa tehtävissä. Menetelmämme mahdollistaa latenttien muuttujien mallien oppimisen, kun meillä ei ole näytteitä todellisesta mallista vaan ainoastaan näytteitä monimutkaisten häiriöiden jälkeen.

**Tulos**

Runsas komponenttianalyysi

**Esimerkki 2.272**

Tässä asiakirjassa käsittelemme tietojen kuvailun ongelmaa Bayesin kehyksen avulla. Tietojen kuvaamisen tavoitteena on piirtää raja tietyn kiinnostavan luokan kohteiden ympärille, jotta kyseinen luokka voidaan erottaa muusta ominaisuusavaruudesta. Datan kuvailu tunnetaan myös nimellä yhden luokan oppiminen, ja sillä on monenlaisia sovelluksia. Ehdotettu lähestymistapa käyttää Bayesin kehystä luokkarajan tarkkaan laskemiseen, ja siksi siinä voidaan hyödyntää toimialueen tietoa ennakkotiedon muodossa. Se voi myös toimia kernel-avaruudessa ja siten tunnistaa mielivaltaisia rajamuotoja. Lisäksi ehdotetussa menetelmässä voidaan hyödyntää merkitsemätöntä dataa erottelutarkkuuden parantamiseksi. Arvioimme menetelmäämme käyttäen erilaisia reaalimaailman tietokokonaisuuksia ja vertaamme sitä muihin uusimpiin tietojen kuvailun lähestymistapoihin. Kokeet osoittavat lupaavia tuloksia ja parempaa suorituskykyä kuin muut datan kuvaamiseen ja yhden luokan oppimiseen käytettävät algoritmit.

**Tulos**

Bayesilainen lähestymistapa tietojen kuvausongelmaan

**Esimerkki 2.273**

Sekamuotoinen kokonaislukuoptimointi on ollut aktiivisen tutkimuksen kohteena viime vuosikymmeninä. Sitä on käytetty ratkaisemaan tilastollisia luokittelu- ja regressio-ongelmia, joihin liittyy massiivista dataa. Valtaviin reaaliaineistoihin liittyy kuitenkin luonnostaan epämääräisyyttä. Tätä epätarkkuutta käsitellään sumeilla joukoilla. Tässä asiakirjassa käytetään sumean kokonaislukuoptimoinnin menetelmää (Fuzzy Mixed Integer Optimization Method, FMIOM) ratkaisun löytämiseksi regressio-ongelmaan. Menetelmässä hyödynnetään ongelman diskreettiä luonnetta. Tällä tavoin ratkaistaan laajoja ongelmia käytännön rajoissa. Tietopisteet jaetaan erilaisiin polyedrisiin alueisiin, ja kullakin alueella on omat erilliset regressiokertoimensa. Tässä yrityksessä kiinnitetään tilasto- ja tiedonlouhintayhteisön huomio siihen, että kokonaisoptimointia voidaan käyttää merkittävästi erilaisten tilastollisten ongelmien uudelleentarkasteluun. Laskennalliset kokeet generoiduilla ja todellisilla aineistoilla osoittavat, että FMIOM on verrattavissa nykyisiin johtaviin menetelmiin ja usein jopa parempi kuin ne. Tulokset havainnollistavat sumean kokonaisoptimoinnin menetelmien merkittävää vaikutusmahdollisuutta laskennalliseen tilastotieteeseen ja tiedonlouhintaan. Avainsanat: sekoitettu kokonaislukuoptimointi; sumeat joukot; regressio; polyedriset alueet.

**Tulos**

Sumea sekoitettu kokonaislukuoptimointimalli regressiomallia varten

**Esimerkki 2.274**

Monimutkaisten valintojen edessä käyttäjät tarkentavat omia valintakriteerejään tutkiessaan vaihtoehtoluetteloa. Tässä artikkelissa ehdotamme tähän skenaarioon sopivaa lähestymistapaa mieltymysten selvittämiseen. Laajennamme Coactive Learning -menetelmää, jossa kerätään iteratiivisesti manipulatiivista palautetta, siten, että esimerkkikritiikkejä voidaan kysyä valinnaisesti. Käyttäjien kritiikit integroidaan oppimismalliin laajentamalla dynaamisesti ominaisuusavaruutta. Muotoilumme tukee natiivisti konstruktiivisia oppimistehtäviä, joissa vaihtoehtoluettelo luodaan lennossa. Esitämme ylärajan oppijan kärsimälle keskimääräiselle katumukselle. Empiirinen analyysimme korostaa, että

**Tulos**

Yhteistoiminnallinen kritiikki: Mieltymysten ja ominaisuuksien selvittäminen

**Esimerkki 2.275**

Hierarkkinen klusterointimenetelmä on stabiili, jos pienet häiriöt aineistossa aiheuttavat pieniä häiriöitä tuloksiin. Näitä häiriöitä<lb> mitataan Gromov-Hausdorffin metriikan avulla. Tutkimme stabiilisuusongelmaa linkkipohjaisten hierarkkisten klusterointimenetelmien osalta. Saamme selville, että tietyissä perusolosuhteissa tavanomaiset linkkipohjaiset menetelmät ovat puolistabiileja.<lb>Tämä tarkoittaa, että ne ovat stabiileja, jos syöttöaineisto on riittävän lähellä ultrametristä avaruutta. Todistamme, että eksoottisia esimerkkejä lukuun ottamatta minkä tahansa ketjuttamattomuusehdon tuominen algoritmiin tuottaa aina epävakaita menetelmiä.

**Tulos**

LINKKIPOHJAISTEN HIERARKKISTEN KLUSTEROINTIMENETELMIEN GROMOV-HAUSDORFFIN STABIILISUUS

**Esimerkki 2.276**

Esittelemme kompaktin graafiteoreettisen esitystavan usean osapuolen peliteoriaa varten. Tärkein tuloksemme on todistettavasti oikea ja tehokas algoritmi, jolla voidaan laskea likimääräisiä Nashin tasapainoja yksivaiheisissa peleissä, jotka on esitetty puiden tai harvojen graafien avulla.

**Tulos**

Peliteorian graafiset mallit

**Esimerkki 2.277**

Viime aikoina on otettu käyttöön useita suuria cloze-tyyppisiä kontekstikysymys-vastaus-aineistoja: CNN:n ja Daily Mailin uutistiedot ja Children's Book Test. Näiden tietokokonaisuuksien koon ansiosta niihin liittyvä tekstinymmärtämistehtävä soveltuu hyvin syväoppimistekniikoille, jotka näyttävät tällä hetkellä päihittävän kaikki vaihtoehtoiset lähestymistavat. Esittelemme uuden, yksinkertaisen mallin, joka käyttää huomiota poimimaan vastauksen suoraan asiayhteydestä sen sijaan, että vastaus laskettaisiin asiakirjan sanojen sekoitetun esityksen avulla, kuten vastaavissa malleissa on tapana. Tämän vuoksi malli soveltuu erityisen hyvin kysymyksiin vastaamiseen, kun vastaus on yksittäinen sana asiakirjasta. Mallimme on huomattavasti parempi kuin aiemmin näihin tehtäviin ehdotetut mallit.

**Tulos**

Tekstin ymmärtäminen Attention Sum Reader Networkin avulla

**Esimerkki 2.278**

Vuoden 2013 ICDM-haasteessa on tarkoitus soveltaa koneoppimista hotellien paremmuusjärjestykseen asettamisen ongelmaan, jonka tavoitteena on maksimoida ostot hotellien ominaisuuksien, hotellien sijainnin houkuttelevuuden, käyttäjien yhteenlasketun ostohistorian ja kilpailevien online-matkatoimistojen (OTA) tietojen perusteella kunkin potentiaalisen hotellivalinnan osalta. Tässä asiakirjassa kuvataan ryhmän "binghsu & MLRush & BrickMover" ratkaisu. Teemme yksinkertaista ominaisuuksien suunnittelutyötä ja koulutamme erilaisia malleja kunkin yksittäisen tiimin jäsenen toimesta. Sen jälkeen käytämme listaviivaista ensemble-menetelmää kunkin mallin tuotosten yhdistämiseen. Tehokkaan mallin ja ominaisuuksien kuvaamisen lisäksi keskustelemme niistä opetuksista, joita opimme käyttäessämme syväoppimista tässä kilpailussa.

**Tulos**

Erilaisten luokitusmallien yhdistäminen yksilöllisiä Expedia-hotellihakuja varten

**Esimerkki 2.279**

Koneoppimistekniikoiden nopea kehitys on antanut uutta pontta yleisen tekoälyn tutkimukselle. Vaikka ajatus toimialariippumattomasta meta-oppimisesta on houkutteleva, tämän nousevan alan on selvitettävä suhteensa ihmisen kognitioon ja ihmisten suorittamien tehtävien tilastoihin ja rakenteeseen. Tämän artikkelin kanta on, että vain sovittamalla agenttiemme kyvyt ja ympäristöt yhteen ihmisten kykyjen ja ympäristöjen kanssa meillä on mahdollisuus kehittää yleistä tekoälyä (GAI).

**Tulos**

Minimaalisen naturalistinen tekoäly

**Esimerkki 2.280**

Normalisoidusta graafin leikkauksesta (Normalized Graph Cut, NGC) on tullut suosittu tutkimuskohde, koska sitä sovelletaan laajasti monilla eri aloilla, kuten koneoppimisessa ja erittäin suuren mittakaavan integroinnissa (VLSI). Useimmat perinteiset NGC-menetelmät perustuvat pareittaisiin suhteisiin (samankaltaisuudet). Todellisissa sovelluksissa kärkipisteiden (objektien) väliset suhteet voivat kuitenkin olla monimutkaisempia kuin pareittaiset suhteet, jotka tyypillisesti esitetään hypergrafiassa hyperedgeinä. Näin ollen normalisoitu hypergrafi leikkaus (NHC) on herättänyt yhä enemmän huomiota. Nykyisillä NHC-menetelmillä ei saavuteta tyydyttävää suorituskykyä todellisissa sovelluksissa. Tässä artikkelissa ehdotamme NHC-ongelman ratkaisemiseksi uudenlaista relaksaatiomenetelmää, jota kutsutaan rennoksi NHC:ksi (RNHC). Mallimme määritellään optimointiongelmaksi Stiefelin moninaisuudella. Tämän ongelman ratkaisemiseksi turvaudumme Cayley-muunnokseen kehitellessämme toteuttamiskelpoisen oppimisalgoritmin. Kokeelliset tulokset, jotka on saatu suurilla hypergrafiikan vertailumittareilla klusterointia ja osiointia varten VLSI-alalla, osoittavat, että RNHC voi päihittää nykyaikaiset menetelmät.

**Tulos**

Uusi rentouttava lähestymistapa normalisoituun hypergrafialeikkaukseen (Normalized Hypergraph Cut)

**Esimerkki 2.281**

Tutkimme ongelmaa, joka koskee parhaan toimen tunnistamista joukosta mahdollisia vaihtoehtoja, kun kunkin toimen arvo annetaan useiden kohinaisten mikrohavainnointimuuttujien kartoituksella niin sanotussa kiinteän luottamuksen tilanteessa. Tärkein motivaatiomme on sovellus minimax-pelin etsintään, joka on ollut tekoälyn kiinnostuksen kohteena. Tässä artikkelissa esittelemme abstraktin asetelman, jolla kuvaamme selkeästi ongelman keskeiset ominaisuudet. Aikaisemmissa töissä on tarkasteltu vain kahden siirron pelipuun hakuongelmaa, mutta abstraktia asetelmaamme voidaan soveltaa yleisiin minimax-peleihin, joissa syvyys voi olla epäyhtenäinen ja mielivaltainen ja joissa siirtymät ovat sallittuja. Esittelemme uuden algoritmin (LUCB-micro) abstraktia asetelmaa varten ja annamme sen alemman ja ylemmän näytteen monimutkaisuuden tulokset. Rajauksemme palauttavat joitakin aiempia tuloksia, jotka olivat käytettävissä vain rajoitetummissa asetuksissa, ja ne myös valottavat lisää sitä, miten minimax-ongelmien rakenne vaikuttaa näytteen monimutkaisuuteen.

**Tulos**

Strukturoitu parhaan käsivarren tunnistaminen kiinteällä luottamuksella

**Esimerkki 2.282**

Mielipiteiden louhinnan tavoitteena on poimia hyödyllistä subjektiivista tietoa luotettavista tekstimääristä. Mielipiteiden louhinnan haltijan tunnistaminen on tehtävä, jota ei ole vielä käsitelty arabian kielellä. Tämä tehtävä edellyttää pääasiassa lauserakenteiden syvällistä ymmärtämistä. Valitettavasti vankan, julkisesti saatavilla olevan arabian kielen jäsentimen puute vaikeuttaa tutkimusta entisestään. Tässä artikkelissa esitellään johtava tutkimus mielipiteen haltijan louhintaan arabian kielisissä uutisissa riippumatta mistään leksikaalisista jäsentimistä. Tutkimme kattavan ominaisuusjoukon rakentamista, jolla kompensoidaan jäsennysrakenteellisten tulosten puutetta. Ehdotettu ominaisuusjoukko on viritetty englanninkielisistä aiemmista töistä yhdistettynä ehdottamiimme semanttisen kentän ja nimettyjen entiteettien ominaisuuksiin. Ominaisuusanalyysimme perustuu ehdollisiin satunnaiskenttiin (Conditional Random Fields, CRF) ja puolivalvottuihin hahmontunnistustekniikoihin. Eri tutkimusmalleja arvioidaan ristiinvalidointikokeiden avulla, jolloin saavutetaan 54,03 F-mitta. Julkaisemme julkisesti oman tutkimustuloskorpuksemme ja sanakirjamme mielipiteiden louhintayhteisölle lisätutkimuksen edistämiseksi.

**Tulos**

KONEOPPIMISMENETELMÄ MIELIPIDEKIRJOITTAJIEN POIMIMISEKSI ARABIAN KIELELLÄ

**Esimerkki 2.283**

Plagiointi on yksi akateemisen maailman kasvavista ongelmista, ja se on aina huolenaihe yliopistoissa ja muissa akateemisissa laitoksissa. Tilanne pahenee entisestään, kun verkosta löytyy runsaasti resursseja. Tässä työssä keskitytään tehokkaan ja nopean plagiaatintunnistustyökalun luomiseen tekstipohjaisia sähköisiä tehtäviä varten. AntiPlag-niminen plagiaatintunnistustyökalumme on kehitetty käyttämällä trigrammijärjestyksen täsmäytystekniikkaa. AntiPlagilla testattiin kolmea tekstipohjaista tehtävää, ja tuloksia verrattiin olemassa olevaan kaupalliseen plagiaatintunnistustyökaluun. AntiPlag osoitti parempia tuloksia väärien positiivisten tulosten osalta kuin kaupallinen työkalu, mikä johtuu AntiPlagissa suoritetuista esikäsittelyvaiheista. Lisäksi AntiPlag käyttää havaitsemisen viiveen parantamiseksi tietojen klusterointitekniikkaa, minkä ansiosta se on neljä kertaa nopeampi kuin kaupallinen työkalu. AntiPlagin avulla voidaan helposti erottaa plagioidut tekstipohjaiset tehtävät plagioimattomista tehtävistä. Esittelemme siis AntiPlagin, nopean ja tehokkaan työkalun tekstipohjaisten sähköisten tehtävien plagioinnin havaitsemiseen.

**Tulos**

AntiPlag: Plagioinnin havaitseminen tekstipohjaisten tehtävien sähköisissä lähetyksissä.

**Esimerkki 2.284**

Useimmissa aiemmissa sosiaalisten verkostojen linkkipetosten havaitsemista koskevissa töissä on pyritty erottelemaan aidot käyttäjät ja huijarit toisistaan ja oletettu implisiittisesti, että on olemassa vain yhdenlaista petollista käyttäytymistä. Mutta onko tämä oletus totta? Ja mitkä ovat tällaisten petollisten käyttäytymismallien ominaispiirteet? Tässä työssä perustamme honeypoteja ("tekaistuja" sosiaalisten verkostojen tilejä) ja ostamme väärennettyjä seuraajia (huolellisen IRB:n hyväksynnän jälkeen). Raportoimme tällaisten käyttäytymismallien merkit, mukaan luettuina oudot piirteet paikallisverkon yhteyksissä, tilin ominaisuudet sekä samankaltaisuudet ja erot eri petosten tarjoajien välillä. Arvokkainta on, että löydämme ja kuvaamme useita erilaisia petoskäyttäytymistapoja. Keskustelemme siitä, miten oivalluksiamme voidaan hyödyntää käytännössä kehittämällä vahvasti toimivia entropiapohjaisia piirteitä ja osoittamalla korkea luokittelutarkkuus. Panoksemme ovat a) instrumentointi: kuvaamme yksityiskohtaisesti koeasetelmaamme ja huolellisesti suunniteltua tiedonkeruuprosessia, jonka avulla voimme kaapia Twitter-dataa API-nopeusrajoituksia kunnioittaen, b) havainnot petosten multimodaalisuudesta: analysoimme huijareiden ekosysteemiä ja annamme yllättäviä näkemyksiä näiden huijarityyppien monitahoisesta käyttäytymisestä ja c) ominaisuudet: ehdotamme uudenlaisia ominaisuuksia, jotka tuottavat vahvan (>0,95 tarkkuus/toistettavuus) erottelukyvyn Twitterin totuusdatan perusteella.

**Tulos**

Linkkipetosten monet kasvot

**Esimerkki 2.285**

Tarkastelemme adaptiivista lyhimmän reitin reititysongelmaa langattomissa verkoissa tuntemattomissa ja stokastisesti vaihtelevissa linkkitiloissa. Tässä ongelmassa pyrimme optimoimaan lähteen ja määränpään välisen viestinnän laadun mukautuvan polunvalinnan avulla. Verkon dynamiikan satunnaisuuden ja epävarmuuden vuoksi kunkin linkin laatu vaihtelee ajan mittaan stokastisen prosessin mukaan, jonka jakaumat ovat tuntemattomia. Kun polku on valittu viestintää varten, tarkkaillaan tämän polun kaikkien linkkien yhteenlaskettua laatua (esim. polun kokonaisviive). Kunkin yksittäisen linkin laatua ei voida tarkkailla. Muotoilemme tämän ongelman monihaaraiseen rosvoukseen perustuvaksi ongelmaksi, jossa on riippuvaiset haarat. Osoitamme, että hyödyntämällä varsien riippuvuutta voidaan saavuttaa verkon koon kanssa polynomisesti verrannollinen katumus ja säilyttää optimaalinen logaritminen järjestys ajan kanssa. Tämä on jyrkässä ristiriidassa eksponentiaalisen, verkon koon mukaan muuttuvan katumuksen kanssa, jonka tarjoaa klassisten MAB-käytäntöjen suora soveltaminen, jossa ei oteta huomioon käsivarsien riippuvuuksia. Lisäksi tuloksemme on saatu linkkien laatujakaumien yleisessä mallissa (mukaan lukien raskaasti suuntautuneet jakaumat), ja niitä voidaan soveltaa kognitiivisissa radio- ja ad hoc -verkoissa, joissa on tuntemattomia ja dynaamisia viestintäympäristöjä.

**Tulos**

Mukautuva lyhimmän reitin reititys tuntemattomassa ja stokastisesti muuttuvassa linkkitilanteessa

**Esimerkki 2.286**

Alueen tuntemus on ratkaisevan tärkeää autonomisten ohjausjärjestelmien tehokkaan toiminnan kannalta. Tyypillisesti tarvitaan ihmisen työtä tämän tiedon koodaamiseksi ohjausalgoritmiin. Tässä artikkelissa esitellään kieliperusteluun perustuva lähestymistapa, jossa tekstiä tulkitaan automaattisesti monimutkaisen ohjaussovelluksen, kuten pelin, yhteydessä ja jossa käytetään tekstistä poimittua toimialatietoa ohjaussuorituskyvyn parantamiseksi. Sekä tekstianalyysi että ohjausstrategiat opitaan yhdessä käyttäen vain sovellukselle ominaista palautesignaalia. Tekstitiedon hyödyntämiseksi tehokkaasti menetelmämme poimii automaattisesti tekstikatkelman, joka on olennaisin pelin nykyisen tilan kannalta, ja merkitsee sen tehtäväkeskeisellä predikaattirakenteella. Tämän jälkeen tätä merkittyä tekstiä käytetään pelin toimintojen valintakäytäntöjen suuntaamiseen ja ohjaamaan peliä toiminta-avaruuden lupaaville alueille. Koodaamme tekstianalyysin ja pelaamisen mallin monikerroksiseen neuroverkkoon, joka edustaa kielellisiä päätöksiä piilevien muuttujien avulla piilokerroksissa ja pelin toiminnan laatua ulostulokerroksessa. Toimimme Monte-Carlo-hakumenetelmällä ja arvioimme mallin parametrit simuloitujen pelien palautteen avulla. Sovellamme lähestymistapaamme monimutkaiseen strategiapeliin Civilization II käyttäen pelin virallista ohjekirjaa tekstin oppaana. Tuloksemme osoittavat, että kielitietoinen peliagentti päihittää merkittävästi kielitietämättömän vastineensa: absoluuttinen parannus on 34 prosenttia ja se voittaa yli 65 prosenttia peleistä, kun se pelaa Civilizationin sisäänrakennettua tekoälyä vastaan.

**Tulos**

Voittamaan oppiminen lukemalla käsikirjoja Monte-Carlo-järjestelmässä

**Esimerkki 2.287**

Käsittelemme haastavaa hienojakoista luokitusongelmaa: kirjasintyylin tunnistamista tekstikuvasta. Tässä tehtävässä on hyvin helppoa tuottaa paljon renderöityjä fonttiesimerkkejä, mutta hyvin vaikeaa saada todellisia, merkittyjä kuvia. Tämä reaalisen ja synteettisen alueen välinen kuilu aiheutti huonon yleistettävyyden uuteen todelliseen dataan aiemmissa menetelmissä (Chen et al. (2014)). Tässä artikkelissa viitataan konvoluutio-neuraaliverkkoihin ja käytetään pinottuun konvoluutioautokooderiin perustuvaa mukautustekniikkaa, jossa hyödynnetään merkitsemättömiä reaalimaailman kuvia yhdistettynä synteettiseen dataan. Ehdotetulla menetelmällä saavutetaan yli 80 prosentin tarkkuus (top-5) reaalimaailman tietokokonaisuudessa.

**Tulos**

REAALIMAAILMAN FONTTIEN TUNNISTAMINEN SYVÄVERKON AVULLA

**Esimerkki 2.288**

Viime aikoina Googlen DeepMind on saanut aikaan vaikuttavia tuloksia tv-peleissä tai Go-pelissä, ja nyt on alettu kiinnittää huomiota päästä päähän ulottuvaan vahvistusoppimiseen (end-to-end reinforcement learning, RL). Vaikka asiasta tiedetään vain vähän, kirjoittajan ryhmä on esittänyt tätä kehystä noin 20 vuoden ajan ja osoittanut jo erilaisia toimintoja, jotka syntyvät neuroverkossa (NN) RL:n avulla. Tässä artikkelissa ne esitellään uudelleen tässä ajassa. "Function Modularization" -lähestymistapa on tunkeutunut syvälle alitajuisesti. Oppivan järjestelmän tulot ja lähdöt voivat olla raakoja anturisignaaleja ja moottorikomentoja. RL:ssä yleisesti käytetyt "tilaavaruus" tai "toiminta-avaruus" osoittavat toiminnallisten moduulien olemassaolon. Tämä on rajoittanut vahvistusoppimisen oppimiseen vain toimintasuunnittelumoduulin oppimiseen. Jotta vahvistusoppiminen voitaisiin laajentaa koko toiminnon oppimiseen massiivisen rinnakkaisen oppimisjärjestelmän valtavassa vapausasteessa ja jotta voitaisiin selittää tai kehittää ihmisen kaltaista älykkyyttä, kirjoittaja on uskonut, että päästä päähän ulottuva RL antureista moottoreihin toistuvan NN:n (RNN) avulla on olennainen avain. Erityisesti korkeammissa toiminnoissa, koska niiden syötteitä tai lähtöjä on vaikea päättää, tämä lähestymistapa on erittäin tehokas, koska se on vapaa tarpeesta päättää niistä. Olemme vahvistaneet, että NN:ää käyttävän RL:n avulla syntyvät funktiot kattavat laajan kirjon todellisen robotin oppimisesta kameran raakapikselituloilla dynaamisten funktioiden hankkimiseen RNN:ssä. Näitä ovat (1)kuvantunnistus, (2)värin pysyvyys (optinen illuusio), (3)anturiliike (aktiivinen tunnistus), (4)käden ja silmän koordinaatio ja käden kurottava liike, (5)aivotoiminnan selittäminen, (6)viestintä, (7)tiedonsiirto, (8)muisti, (9)valikoiva tarkkaavaisuus, (10)ennustaminen, (11)tutkimus. Päästä päähän RL mahdollistaa hyvin joustavien kokonaisvaltaisten toimintojen syntymisen, jotka ottavat huomioon monia asioita rinnakkain, vaikka kunkin toiminnon rajaa on vaikea määrittää selkeästi.

**Tulos**

Toiminnot, jotka syntyvät End-to-endReinforcement Learning -oppimisen kautta.

**Esimerkki 2.289**

Kyky suorittaa pikselikohtainen semanttinen segmentointi reaaliajassa on erittäin tärkeää käytännön mobiilisovelluksissa. Viimeaikaisten tähän tehtävään tarkoitettujen syvien neuroverkkojen haittapuolena on, että ne vaativat suuren määrän liukulukuoperaatioita ja niiden käyttöaika on pitkä, mikä haittaa niiden käytettävyyttä. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta syväneuroverkkoarkkitehtuuria nimeltä ENet (efficient neural network), joka on luotu erityisesti tehtäviin, jotka edellyttävät matalaa latenssia. ENet on jopa 18× nopeampi, vaatii 75× vähemmän FLOP-operaatioita, sisältää 79× vähemmän parametreja ja tarjoaa samanlaisen tai paremman tarkkuuden kuin nykyiset mallit. Olemme testanneet sitä CamVid-, Cityscapes- ja SUN-tietoaineistoilla ja raportoimme vertailuista olemassa oleviin uusimpiin menetelmiin sekä verkon tarkkuuden ja prosessointiajan välisistä kompromisseista. Esitämme ehdotetun arkkitehtuurin suorituskykymittauksia sulautetuissa järjestelmissä ja ehdotamme mahdollisia ohjelmistoparannuksia, joilla ENetistä voitaisiin tehdä vielä nopeampi.

**Tulos**

ENET: SYVÄ NEUROVERKKOARKKITEHTUURI REAALIAIKAISEEN SEMANTTISEEN SEGMENTOINTIIN

**Esimerkki 2.290**

Keskustelemme metodologisista kysymyksistä, jotka liittyvät lähimmän naapurin hakuun tarkoitettujen valvomattomien binäärikoodien rakentamismenetelmien arviointiin. Nämä kysymykset on jätetty kirjallisuudessa laajalti huomiotta. Nämä koodausmenetelmät pyrkivät säilyttämään joko euklidisen etäisyyden tai kulmaetäisyyden (kosinus) binäärisessä upotusavaruudessa. Selitämme, miksi verrattaessa menetelmää, jonka tavoitteena on kosinimaisen samankaltaisuuden säilyttäminen, menetelmään, joka on suunniteltu säilyttämään euklidinen etäisyys, alkuperäiset piirteet olisi normalisoitava kuvaamalla ne yksikköhypersfääriin ennen binäärikoodausfunktioiden oppimista. Jos verrataan menetelmää, jonka tavoitteena on säilyttää euklidinen etäisyys, menetelmään, jonka tavoitteena on säilyttää kosininen samankaltaisuus, alkuperäiset ominaisuustiedot on kartoitettava korkeampaan ulottuvuuteen sisällyttämällä bias-termi binäärisiin kartoitusfunktioihin. Näillä ehdoilla varmistetaan eri binäärikoodausmenetelmien oikeudenmukainen vertailu lähimmän naapurin hakutehtävää varten. Kokeemme osoittavat, että näissä olosuhteissa hyvin yksinkertaiset menetelmät (esim. LSH ja ITQ) ovat usein tehokkaampia kuin viimeaikaiset huipputason menetelmät (esim. MDSH ja OK-means).

**Tulos**

Omenoiden vertailu binäärikoodausmenetelmien arvioinnissa

**Esimerkki 2.291**

Esittelemme menetelmän, jolla voidaan rakentaa taitoja, jotka kykenevät ratkaisemaan tehtäviä, jotka on poimittu parametrisoitujen vahvistusoppimisongelmien jakaumasta. Menetelmä poimii esimerkkitehtäviä kiinnostavasta jakaumasta ja käyttää vastaavia opittuja toimintatapoja estimoidakseen alempiulotteisen kappalemääräisen sileän moninaisuuden topologian, jolla taitojen toimintatavat sijaitsevat. Tämä moninaisuus mallintaa sitä, miten politiikkaparametrit muuttuvat tehtävän parametrien muuttuessa. Menetelmä tunnistaa moninaisuuden muodostavien kaavioiden määrän ja soveltaa sitten epälineaarista regressiota kussakin kaaviossa rakentaakseen parametrisoidun taidon ennustamalla politiikkaparametrit tehtäväparametrien perusteella. Arvioimme menetelmäämme aliohjautuvalla simuloidulla robottikädellä, jonka tehtävänä on oppia heittämään tikkaa tarkasti parametrisoituun kohdepaikkaan.

**Tulos**

Parametrisoitujen taitojen oppiminen

**Esimerkki 2.292**

Yleisesti käytetty Q-oppimisalgoritmi yhdistettynä funktion approksimaatioon aiheuttaa systemaattisia yliarviointeja tila-aktioarvoille. Nämä systemaattiset virheet saattavat aiheuttaa epävakautta, huonoa suorituskykyä ja joskus oppimisen eroavaisuuksia. Tässä työssä esitellään AVERAGED TARGET DQN (ADQN) -algoritmi, joka on mukautus DQN-algoritmien luokkaan ja jossa käytetään painotettua keskiarvoa aiemmin opituista verkoista yleistämiskohinan varianssin vähentämiseksi. Tämän seurauksena yliarvioinnit vähenevät, oppimisprosessi muuttuu vakaammaksi ja suorituskyky paranee. Lisäksi analysoimme ADQN:n varianssin vähentämistä liikeratoja pitkin ja osoitamme ADQN:n suorituskyvyn Gridworld-leluongelmassa sekä useissa Atari 2600 -peleissä Arcade-oppimisympäristöstä.

**Tulos**

Syvä vahvistusoppiminen keskiarvoistetun tavoitteen kanssa DQN

**Esimerkki 2.293**

Hahmojen tutkiminen on olennaisen tärkeää kerronnan laskennallisessa esittämisessä ja tulkitsemisessa. Toisin kuin aiemmissa töissä, joissa on keskitytty hahmojen roolien päättelyyn, me keskitymme hahmojen suhteiden mallintamiseen. Sen sijaan, että olettaisimme, että hahmopareilla on kiinteä suhde, oletamme, että suhteet ovat dynaamisia ja kehittyvät ajallisesti kertomuksen edetessä, ja muotoilemme suhteiden mallintamisen ongelman strukturoiduksi ennustamisongelmaksi. Ehdotamme puolivalvottua kehystä, jonka avulla voidaan oppia ihmissuhdesekvenssejä sekä täysin että osittain merkityistä tiedoista. Esitämme markovilaisen mallin, joka kykenee keräämään historiallisia uskomuksia suhteesta ja tilanmuutoksista. Käytämme joukkoa rikkaita kielellisiä ja semanttisesti motivoituja piirteitä, jotka sisältävät maailmantuntemusta kerronnan tekstuaalisen sisällön tutkimiseen. Osoitamme empiirisesti, että tällainen kehys päihittää kilpailevat perusmallit.

**Tulos**

Kirjallisten romaanien hahmojen välisten dynaamisten suhteiden mallintaminen

**Esimerkki 2.294**

Koordinoidakseen toimintaansa muiden ympäristössään olevien agenttien kanssa agentti tarvitsee malleja siitä, mitä muut agentit yrittävät tehdä. Kun kommunikointi on mahdotonta tai kallista, tämä tieto on hankittava epäsuorasti suunnitelmien tunnistamisen avulla. Tyypilliset lähestymistavat suunnitelmien tunnistamiseen lähtevät liikkeelle muiden agenttien mahdollisten suunnitelmien määrittelystä ja kehittävät erityisiä tekniikoita, joiden avulla voidaan tehdä eroa mahdollisuuksien välillä. Ehkä toivottavampaa olisi yhtenäinen menettely suunnitelmien kuvaamiseksi yleisiin rakenteisiin, jotka tukevat epävarmoihin ja puutteellisiin havaintoihin perustuvaa päättelyä. Tässä artikkelissa kuvaamme joukon menetelmiä, joilla muunnetaan joustavalla proseduraalisella kielellä esitetyt suunnitelmat havaintomalleiksi, jotka esitetään proba bilistisina uskomusverkkoina.

**Tulos**

Suunnitelmien automaattinen kartoitus suunnitelmien tunnistamista varten\*

**Esimerkki 2.295**

Tässä työssä ehdotetaan uutta tukivektorikoneeseen (SVM) perustuvaa vankkaa automaattista puheentunnistusta (ASR), joka toimii korkea-ulotteisten akustisten aaltomuotojen osa-alueiden komponenttien kokonaisuudella. Keskeisiä kysymyksiä ovat sopivien SVM-ytimien valitseminen taajuusosakaistojen luokittelua varten ja yksittäisten osakaistaluokittelijoiden yhdistäminen ensemble-menetelmien avulla. Ehdotettua etuosaa verrataan nykyaikaisiin ASR-etuosiin additiivisen kohinan ja lineaarisen suodatuksen kestävyyden osalta. TIMIT-foneemien luokittelutehtävässä tehdyt kokeet osoittavat ehdotetun alakaistapohjaisen SVM-esiopäätteen edut: se päihittää tavanomaisen cepstral-esiopäätteen kohinan ja lineaarisen suodatuksen vaikutuksesta alle 12 dB:n signaali-kohinasuhteella (SNR). Ehdotetun etupäätteen ja tavanomaisen etupäätteen, kuten MFCC:n, yhdistelmällä saavutetaan lisäparannuksia yksittäisiin etupäätteisiin verrattuna koko kohinatasojen alueella.

**Tulos**

Subband-Based SVM Front-End for Robust ASR -teknologia

**Esimerkki 2.296**

<lb> Analysoimme online [6] ja mini-batch [20] k-means-muunnoksia. Molemmat<lb>suurentavat laajalti käytettyä Lloydin algoritmia stokastisen approksimaation avulla,<lb>ja niistä on tullut suosittuja laajamittaisessa klusteroinnissa ja valvomattomassa<lb>ominaisuuksien oppimisessa. Osoitamme ensimmäistä kertaa, että ne ovat globaalisti<lb>konvergenssia kohti "paikallisia optimeja" nopeudella<lb>O(1t ) yleisissä olosuhteissa<lb>. Lisäksi osoitamme, että jos datajoukko on klusteroitavissa, sopivalla<lb>initialisoinnilla mini-batch k-means konvergoi optimaaliseen k-means<lb>ratkaisuun nopeudella<lb>O(1t ) suurella todennäköisyydellä. K-meansin tavoite on<lb>ei-konveksaalinen ja ei-differentioitavissa: hyödynnämme ideoita ei-konveksaalisesta<lb>gradienttipohjaisesta optimoinnista tarjoamalla uudenlaisen luonnehdinnan<lb>k-means-algoritmin<lb>trajektorista sen ratkaisuavaruudessa ja kiertämällä<lb>sen ei-differentioitavuuden geometristen oivallusten avulla k-meansin päivityksestä.

**Tulos**

Stokastisen k-means-menetelmän konvergenssinopeus

**Esimerkki 2.297**

Tutkimme ajallisesti abstraktien toimien eli makrotoimien käyttöä Markovin päätösprosessien ratkaisussa. Toisin kuin nykyiset mallit, jotka yhdistävät sekä primitiivisiä toimia että makrotoimia ja jättävät tilaavaruuden muuttumattomaksi, ehdotamme hierarkkista mallia (abstraktin MDP:n avulla), joka toimii vain makrotoimilla ja joka pienentää tilaavaruuden kokoa merkittävästi. Tämä saavutetaan käsittelemällä makrotoimintoja paikallisina politiikkoina, jotka toimivat tietyillä tilaavaruuden alueilla, ja rajoittamalla abstraktin MDP:n tilat alueiden rajoilla oleviin tiloihin. Abstrakti MDP vastaa alkuperäistä, ja se voidaan ratkaista tehokkaammin. Keskustelemme seitsemästä eri tavasta, joilla makrotoiminnot voidaan luoda hyvän ratkaisun laadun varmistamiseksi. Lopuksi tarkastelemme tapoja, joilla makrotoimintoja voidaan käyttää uudelleen useiden toisiinsa liittyvien MDP:iden ratkaisemiseen, ja osoitamme, että tämä voi oikeuttaa makrotoimintojen tuottamiseen tarvittavan laskennallisen lisäyksen.

**Tulos**

Markovin päätösprosessien hierarkkinen ratkaisu makrotoimintojen avulla

**Esimerkki 2.298**

Monissa reaalimaailman sovelluksissa tarvitaan vankkoja algoritmeja, joilla opitaan pisteprosesseja, jotka perustuvat tietyntyyppisiin epätäydellisiin tietoihin - niin sanottuihin lyhyisiin kaksoissensuroituihin (SDC) tapahtumasarjoihin. Tutkimme tätä kvantitatiivisen asynkronisen tapahtumasekvenssianalyysin kriittistä ongelmaa Hawkesin prosessien puitteissa hyödyntämällä datasynteesin ideaa. Koska SDC-tapahtumasekvenssejä on havaittu useilla eri aikaväleillä, ehdotamme näytteenotto-ompelumenetelmää, jossa kunkin SDC-tapahtumasekvenssin edeltäjät ja seuraajat otetaan näytteeksi potentiaalisista ehdokkaista ja yhdistetään yhteen pitkien harjoittelusekvenssien syntetisoimiseksi. Menetelmämme järkevyyttä ja toteutettavuutta käsitellään todennäköisyyteen perustuvien argumenttien avulla. Sekä synteettisellä että todellisella datalla tehdyt kokeet osoittavat, että ehdotettu datasynteesimenetelmä parantaa oppimistuloksia sekä ajallisesti muuttumattomien että ajallisesti muuttuvien Hawkes-prosessien osalta.

**Tulos**

Hawkesin prosessien oppiminen lyhyistä kaksinkertaisesti sensuroiduista tapahtumasarjoista

**Esimerkki 2.299**

Viimeaikaisessa työssä on ehdotettu useita generatiivisia neuromalleja, joilla on saavutettu huipputason tuloksia vaalipiirien jäsennystä varten. Koska suora haku näissä generatiivisissa malleissa on hankalaa, niitä on käytetty ensisijaisesti sellaisten perusjäsennysmallien ehdokkaiden uudelleen pisteyttämiseen, joissa dekoodaus on suoraviivaisempaa. Esittelemme aluksi algoritmin suoraa hakua varten näissä generatiivisissa malleissa. Sen jälkeen osoitamme, että uudelleen pisteytyksen tulokset johtuvat ainakin osittain pikemminkin mallien implisiittisestä yhdistämisestä kuin uudelleenjärjestelyn vaikutuksista. Lopuksi osoitamme, että eksplisiittinen mallien yhdistäminen voi parantaa suorituskykyä entisestään, ja tulokseksi saadaan PTB:n uudet huippuluvut 94,25 F1, kun harjoitellaan vain kultaisella datalla, ja 94,66 F1, kun käytetään ulkoista dataa.

**Tulos**

Neuraalisen jäsennyksen parantaminen erottelemalla mallien yhdistämisen ja uudelleenjärjestyksen vaikutukset toisistaan

**Esimerkki 2.300**

Parkinsonin tauti on yksi maailman suurimmista kansanterveysongelmista. On tunnettu tosiasia, että Yhdysvalloissa noin miljoona ihmistä sairastaa Parkinsonin tautia, kun taas maailmanlaajuisesti Parkinsonin tautia sairastaa noin 5 miljoonaa ihmistä. Näin ollen on tärkeää ennustaa Parkinsonin tauti varhaisessa vaiheessa, jotta voidaan tehdä varhaisia suunnitelmia tarvittavaa hoitoa varten. Ihmiset tuntevat useimmiten Parkinsonin taudin motoriset oireet, mutta yhä enemmän tutkimusta tehdään Parkinsonin taudin ennustamiseksi motorisia oireita edeltävien ei-motoristen oireiden perusteella. Jos varhainen ja luotettava ennustaminen on mahdollista, potilas voi saada oikeaa hoitoa oikeaan aikaan. Ei-motorisia oireita ovat esimerkiksi REM-uni (Rapid Eye Movement), RBD-unihäiriö (RBD) ja hajuhaitat. Koneoppimismallien kehittäminen, jotka voivat auttaa taudin ennustamisessa, voi olla keskeisessä asemassa varhaisessa ennusteessa. Tässä asiakirjassa laajennamme työtä, jossa käytettiin ei-motorisia piirteitä, kuten RBD-oireita ja hajuhaittaa. Tämän lisäksi laajennetussa työssä käytetään myös tärkeitä biomarkkereita. Tässä asiakirjassa yritämme mallintaa tätä luokittelijaa käyttämällä erilaisia koneoppimismalleja, joita ei ole käytetty aiemmin. Kehitimme automaattisia diagnoosimalleja käyttämällä Multilayer Perceptronia, BayesNetiä, Random Forestia ja Boosted Logistic Regressionia. On havaittu, että Boosted Logistic Regression tarjoaa parhaan suorituskyvyn, sillä sen tarkkuus on vaikuttava 97,159 % ja ROC-käyrän alapuolinen alue oli 98,9 %. Näin ollen voidaan päätellä, että näitä malleja voidaan käyttää Parkinsonin taudin varhaiseen ennustamiseen. Avainsanat: Parempi tarkkuus, Parkinsonin taudin ennustaminen, ei-motoriset ominaisuudet, biomarkkerit, koneoppimistekniikat, tehostettu logistinen regressio, BayesNet, monikerroksinen perceptron,

**Tulos**

Parannettu lähestymistapa Parkinsonin taudin ennustamiseen koneoppimismenetelmien avulla

**Esimerkki 2.301**

Ohjelman tekijyyden ilmoittaminen vaikuttaa niiden ohjelmoijien yksityisyyteen, jotka haluavat antaa koodia nimettömänä. Aiemmat työt ovat osoittaneet, että kokonaiset tiedostot, jotka on kirjoitettu erikseen, voidaan osoittaa tekijöiksi, mutta osoitamme tässä ensimmäistä kertaa, että myös avoimen lähdekoodin tekijöille kuuluvat tilit, jotka sisältävät lyhyitä, epätäydellisiä ja tyypillisesti kääntämättömiä pätkiä, voidaan tehokkaasti osoittaa tekijöiksi. Ehdotamme tekniikkaa, jonka avulla voidaan määrittää tekijyys sellaisten tekijöiden tileille, jotka sisältävät pieniä lähdekoodinäytteitä, kuten sellaisia, jotka saadaan versionhallintajärjestelmistä tai muulla tavalla suoraan peräkkäisten versioiden vertailusta. Osoitamme, että vaikka aiempien menetelmien soveltaminen yksittäisiin pieniin lähdekoodinäytteisiin tuottaa noin 73 prosentin tarkkuuden 106 ohjelmoijan kohdalla, riittävän suuren, samalle tekijälle kuuluvien näytteiden joukon luokittelutodennäköisyyksien yhdistämisellä ja keskiarvoistamisella saavutetaan 99 prosentin tarkkuus näytteiden joukon osoittamisessa oikealle tekijälle. Näillä tuloksilla osoitamme, että tunnistaminen on merkittävä uhka ohjelmoijien yksityisyydelle jopa GitHubin kaltaisissa todellisissa yhteistyöympäristöissä. Lisäksi ehdotamme kalibrointikäyrien käyttöä tuntemattomien ja aiemmin tuntemattomien tekijöiden näytteiden tunnistamiseen avoimen maailman ympäristössä. Osoitamme, että voimme käyttää näitä kalibrointikäyriä myös siinä tapauksessa, että meillä ei ole linkitystietoja ja joudumme siten luokittelemaan yksittäiset näytteet suoraan. Tämä johtuu siitä, että kalibrointikäyrien avulla voimme tunnistaa, mitkä näytteet on todennäköisemmin osoitettu oikein. Tällaisen käyrän käyttäminen voi auttaa analyytikkoa valitsemaan raja-arvon, joka estää suurimman osan virheellisistä luokitteluista, vaikka se aiheuttaakin joidenkin epäilyttävämpien oikeiden luokittelujen hylkäämisen.

**Tulos**

Git Blame Who?: Pienten, epätäydellisten lähdekoodinpätkien tyylillinen tekijyyden määrittäminen.

**Esimerkki 2.302**

Ohjelmistosuunnittelu on ratkaisevan tärkeää menestyksekkäälle ohjelmistokehitykselle, mutta se on vaativa monitavoitteinen ongelma ohjelmistosuunnittelijoille. Ohjelmistosuunnittelijan avuksi on sovellettu vuorovaikutteisia (eli ihminen silmukassa) metaheuristisia hakutekniikoita, kuten evoluutiolaskentaa, joista on saatu lupaavia tuloksia. Viimeaikaiset tutkimukset ovat myös osoittaneet, että muurahaispesäoptimointi (Ant Colony Optimization, ACO) voi päihittää evoluutiolaskennan vuorovaikutteisen ohjelmistosuunnittelun potentiaalisena hakukoneena. Rajallisella laskentabudjetilla ACO tuottaa parempia suunnitteluratkaisuja pienemmällä määrällä iteraatioita. Näiden havaintojen pohjalta ehdotamme uutta interaktiivista ACO-menetelmää (iACO) suunnittelijan avuksi ohjelmistosuunnittelun alkuvaiheen elinkaaren suunnittelussa, jossa hakua ohjataan yhdessä suunnittelijan subjektiivisen arvioinnin sekä ohjelmistosuunnittelun rakenteelliseen eheyteen ja eleganssiin liittyvien konekelpoisuusfunktioiden avulla. Tulokset osoittavat, että iACO on nopea, reagoiva ja erittäin tehokas interaktiivisen, dynaamisen monitavoitteisen haun mahdollistajana varhaisen elinkaaren ohjelmistosuunnittelussa. Tutkimukseen osallistujat arvioivat iACO-hakukokemuksen vakuuttavaksi. Kuntomittojen painotusten koneoppimisen tulokset osoittavat, että ohjelmistosuunnittelun tyylikkyydellä on todellakin merkittävä rooli ohjelmistosuunnittelun suunnittelijoiden arvioinnissa. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että attribuuttien ja metodien määrän tasaisuus luokkien välillä (NAC) on merkittävä eleganssin korvikemittari, mikä puolestaan viittaa siihen, että tasainen jakauma yhdistettynä rakenteelliseen eheyteen on epäsuora mutta ratkaiseva osa tehokasta varhaisen elinkaaren ohjelmistosuunnittelua.

**Tulos**

Vuorovaikutteinen muurahaispesäkeoptimointi (iACO) ohjelmistojen suunnittelussa varhaisessa elinkaaressa (Early Lifecycle Software Design)

**Esimerkki 2.303**

Hajautetun sanojen esittämisen arviointi suoritetaan yleensä käyttämällä sanojen samankaltaisuustehtävää ja/tai sana-analogiatehtävää. Näihin tehtäviin on helposti saatavilla monia englanninkielisiä tietokokonaisuuksia. Hajautetun edustuksen arviointi kielillä, joilla ei ole tällaisia resursseja (esim. japani), on kuitenkin vaikeaa. Siksi ensimmäisenä askeleena hajautettujen representaatioiden arvioimiseksi japanin kielellä rakensimme japaninkielisen sanojen samankaltaisuustietokannan. Tietojemme mukaan tietokokonaisuutemme on ensimmäinen resurssi, jota voidaan käyttää hajautettujen representaatioiden arviointiin japanin kielellä. Lisäksi tietokokonaisuutemme sisältää eri puhekielisiä osia ja harvinaisia sanoja yleisten sanojen lisäksi.

**Tulos**

Japaninkielisen sanojen samankaltaisuustietokannan rakentaminen

**Esimerkki 2.304**

Kun haluat mahdollistaa syväoppimisen edullisissa sulautetuissa SoC-piireissä, onko parempi siirtää olemassa oleva syväoppimiskehys vai kannattaako se rakentaa alusta alkaen? Tässä artikkelissa kerromme käytännön kokemuksistamme sulautetun päättelymoottorin rakentamisesta ARM Compute Libraryn (ACL) avulla. Tulokset osoittavat, että vastoin perinteisiä viisauksia yksinkertaisten mallien osalta päättelymoottorin rakentaminen tyhjästä vie paljon vähemmän kehitysaikaa kuin olemassa olevien kehysten porttaaminen. Lisäksi ACL:ää hyödyntämällä onnistuimme rakentamaan päättelymoottorin, joka päihittää TensorFlow'n 25 prosentilla. Johtopäätöksemme on, että sulautetuissa laitteissa käytämme todennäköisesti hyvin yksinkertaisia syväoppimismalleja päättelyyn, ja ACL:n kaltaisten hyvin kehitettyjen rakennuspalikoiden avulla voi olla sekä suorituskyvyn että kehitysajan kannalta parempi rakentaa moottori tyhjästä.

**Tulos**

Sulautetun päättelymoottorin käyttöönotto ARM Compute Libraryn avulla

**Esimerkki 2.305**

Esittelemme globaalisti normalisoidun, siirtymiin perustuvan neuroverkkomallin, jolla saavutetaan huippuluokan kieliosan merkintä-, riippuvuuksien jäsentämis- ja lauseentiivistystuloksia. Mallimme on yksinkertainen feed-forward-neuraaliverkko, joka toimii tehtäväkohtaisella siirtymäjärjestelmällä, mutta saavuttaa silti vertailukelpoisia tai parempia tarkkuuksia kuin rekursiiviset mallit. Keskeinen oivallus perustuu uuteen todisteeseen, jossa havainnollistetaan etikettien harhauttavaa ongelmaa ja osoitetaan, että globaalisti normalisoidut mallit voivat olla ehdottomasti ilmaisuvoimaisempia kuin paikallisesti normalisoidut mallit.

**Tulos**

Globaalisti normalisoidut siirtymäpohjaiset neuroverkot

**Esimerkki 2.306**

Yhteisöpohjaisiin kyselyvastaajapalveluihin (Community Based Question Answering, CQA) kertyneet laajamittaiset kysymys- ja vastausarkistot ovat tärkeitä tieto- ja tietovarantoja verkossa. Kysymysten ja vastausten täsmäytystehtävälle on annettu paljon painoarvoa, koska sen avulla voidaan käyttää uudelleen näihin järjestelmiin tallennettua tietoa: siitä voi olla hyötyä käyttäjäkokemuksen parantamisessa toistuvien kysymysten kohdalla. Tässä asiakirjassa ehdotetaan sanojen upottamiseen perustuvaa korrelaatiomallia (Word Embedding based Correlation, WEC), jossa yhdistetään sekä käännösmallin että sanojen upottamisen edut. WEC-mallilla voidaan arvioida satunnaisen sanaparin esiintymistodennäköisyys kysymys- ja vastauspareissa, ja se voi myös hyödyntää jatkuvan tilan sanaesityksen jatkuvuutta ja tasaisuutta sellaisten uusien sanaparien käsittelyssä, jotka ovat harvinaisia harjoitustekstissä. Kokeellinen tutkimus Yahoo! Answers -tietokannassa ja Baidu Zhidao -tietokannassa osoittaa, että tämä uusi menetelmä on lupaava.

**Tulos**

Sanojen sulauttamiseen perustuva korrelaatiomalli kysymysten ja vastausten yhteensovittamista varten

**Esimerkki 2.307**

Kuvaamme yleisen kehyksen optimoinnin hyperparametrien online-sopeuttamiseen vaihtamalla niiden arvoja oppimisen aikana. Tutkimme tätä lähestymistapaa adaptiivisen oppimisnopeuden valinnan yhteydessä käyttäen monikätisen banditin kirjallisuudesta tuttua explore-exploit-strategiaa. Vertailukohtana olevalla neuroverkolla tehdyt kokeet osoittavat, että hot swapping -lähestymistapa johtaa johdonmukaisesti parempiin ratkaisuihin verrattuna tunnettuihin vaihtoehtoihin, kuten AdaDelta-menetelmään ja stokastiseen gradienttiin, jossa hyperparametrien haku on tyhjentävä.

**Tulos**

OPTIMOINNIN HYPERPARAMETRIT

**Esimerkki 2.308**

Niin sanotut yhdistetyt lähestymistavat vastaavat konjunktiiviseen kyselyyn, joka kohdistuu kuvauslogiikan ontologiaan, kolmessa vaiheessa: ensiksi ne materialisoivat ontologian ja datan tietyt seuraukset, toiseksi ne arvioivat kyselyn datan perusteella ja kolmanneksi ne suodattavat toisen vaiheen tuloksen poistaakseen epäjohdonmukaiset vastaukset. Tällaisia lähestymistapoja on kehitetty DL-Lite- ja EL-kieliperheiden eri jäsenille, mutta yksikään niistä ei pysty käsittelemään ontologioita, jotka sisältävät nominaaleja. Työssämme kuromme tämän aukon umpeen ja esittelemme yhdistetyn kyselyvastausten lähestymistavan ELHO ⊥-logiikalle, joka sisältää kaikki OWL 2 EL -standardin ominaisuudet transitiivisia rooleja ja monimutkaisia roolisuojauksia lukuun ottamatta. Tämä laajennus ei ole triviaali, koska nominaalit vaativat tasa-arvon päättelyä, mikä tuo monimutkaisuutta ensimmäiseen ja kolmanteen vaiheeseen. Empiirinen arviointimme viittaa siihen, että tekniikkamme soveltuu käytännön sovelluksiin, joten se tarjoaa käytännön perustan konjunktiiviselle kyselyvastaukselle suuressa osassa OWL 2 EL:ää.

**Tulos**

Nominien käyttöönotto EL:n yhdistetyissä kyselyihin vastaamista koskevissa lähestymistavoissa.

**Esimerkki 2.309**

Vaikka yhteissuodatus on yleistynyt suosittelujärjestelmissä, on vain vähän teoreettista tietoa siitä, miksi ja miten hyvin se toimii, erityisesti "online" -ympäristössä, jossa kohteita suositellaan käyttäjille ajan mittaan. Korjaamme tämän teoreettisen puutteen esittelemällä mallin online-suosittelujärjestelmiä varten, esittämällä kohteiden suosittelun mallin mukaisesti oppimisongelmana ja analysoimalla kosine-similariteetti-yhteistyösuodatusmenetelmän suorituskykyä. Mallissamme kukin n käyttäjä joko pitää tai ei pidä kustakin m kohteesta. Oletamme, että käyttäjiä on k erilaista ja että kaikilla tietyn tyypin käyttäjillä on yhteinen todennäköisyysjono, joka määrittää kunkin kohteen mieltymyksen todennäköisyyden. Jokaisella aikavaiheella suosittelemme kullekin käyttäjälle kohdetta, ja keskeinen ero asiaan liittyvään bandit-kirjallisuuteen on se, että kun käyttäjä on kerran kuluttanut kohteen (esim. katsonut elokuvan), kyseistä kohdetta ei voida suositella samalle käyttäjälle uudelleen. Tavoitteena on maksimoida käyttäjille suositeltujen mieleisten kohteiden määrä ajan mittaan. Tärkein tuloksemme osoittaa, että lähes log(km) alkuvaiheen oppimisaikavaiheiden jälkeen yksinkertainen yhteissuodatusalgoritmi saavuttaa periaatteessa optimaalisen suorituskyvyn ilman, että k on tiedossa. Algoritmissa on hyödyntämisvaihe, jossa käytetään kosinin samankaltaisuutta, ja kahdenlaisia tutkimusvaiheita, joista toinen tutkii kohteiden avaruutta (kirjallisuudessa vakio) ja toinen tutkii käyttäjien välisiä samankaltaisuuksia (tässä työssä uutta).

**Tulos**

Latentti lähdemalli online-yhteistyösuodatusta varten

**Esimerkki 2.310**

Puheominaisuuksien poiminta on ollut keskeisellä sijalla vankan puheentunnistuksen tutkimuksessa, sillä se vaikuttaa merkittävästi tunnistussuorituskykyyn. Tässä artikkelissa tutkitaan ensin erilaisia piirteiden louhintamenetelmiä, kuten lineaarista ennakoivaa koodausta (LPC), mel frequency cepstral coefficient (MFCC) ja perceptual linear prediction (PLP), sekä useita piirteiden normalisointitekniikoita, kuten rasta-suodatusta ja cepstral mean subtraction (CMS). Tämän perusteella suoritetaan näiden piirteiden vertaileva arviointi tekstistä riippumattoman puhujan tunnistamisen tehtävässä käyttäen gaussin sekoitusmallien (GMM) ja tukivektorikoneeseen (SVM) perustuvien lineaaristen ja epälineaaristen ytimien yhdistelmää.

**Tulos**

Eri ominaisuuksien louhintamenetelmien käytöstä lineaarisille ja epälineaarisille ytimille.

**Esimerkki 2.311**

Artikkelissa analysoidaan dynaamista episteemistä logiikkaa topologisesta näkökulmasta. Tärkein panos on kehys, jossa dynaaminen episteeminen logiikka täyttää topologisen dynaamisen järjestelmän vaatimukset, jolloin diskreetit dynaamiset logiikat ja dynaamisten järjestelmien jatkuvat kuvaukset voidaan liittää toisiinsa. Asetelma perustuu loogisen konvergenssin käsitteeseen, joka vastaa demonstratiivisesti konvergenssia Stone-topologiassa. Esitetään joustava, parametrisoitu metriikkaperhe, joka johtaa jälkimmäiseen ja jota käytetään analyyttisenä apuvälineenä. Osoitamme toimintamallin muunnosten indusoimat kartat jatkuviksi Stone-topologian suhteen ja esitämme tuloksia kyseisten karttojen toistuvasta käyttäytymisestä.

**Tulos**

Konvergenssi, jatkuvuus ja toistuvuus dynaamisessa episteemisessä logiikassa.

**Esimerkki 2.312**

Asiakirjojen välinen vertailu, eli ongelman ratkaiseminen useiden asiakirjojen kokoelmissa esiintyvien entiteettien maininnoista, on ratkaisevan tärkeää automaattisessa tietopohjien rakentamisessa ja tiedonlouhintatehtävissä. Suurten merkittyjen tietokokonaisuuksien vähäisyys on kuitenkin haitannut tätä tehtävää koskevaa valvotun koneoppimisen tutkimusta. Tässä artikkelissa kehitämme ja esittelemme lähestymistavan, joka perustuu "etämerkittyyn" aineistoon, josta voimme kouluttaa erottelevan asiakirjojen välisen ydinviittausmallin. Rakennamme tietokannan, joka koostuu yli miljoonasta henkilömaininnasta, jotka on poimittu 3,5 vuoden New York Timesin artikkeleista, hyödynnämme Wikipediaa etämerkinnässä generatiivisella mallilla (ja mittaamme tällaisen merkinnän luotettavuutta); sen jälkeen koulutamme ja arvioimme ehdollisen satunnaiskentän coreference-mallin, jossa on tekijöitä sekä asiakirjojen välisiin entiteetteihin että mainintapareihin. Tämä coreference-malli on erittäin tarkka sellaisten mainintojen ja entiteettien erottamisessa, joita ei ole harjoitusaineistossa, mikä osoittaa, että mallia voidaan soveltaa myös muihin kuin Wikipedia-aineistoihin. Kun otetaan huomioon suuri tietomäärä, työmme on myös harjoitus, joka osoittaa lähestymistapamme skaalautuvuuden.

**Tulos**

Tietojen etätunnistaminen laajamittaista asiakirjojen välistä vertailuanalyysia varten

**Esimerkki 2.313**

Tutkimme Byte Pair Encoding -menetelmällä opittujen segmenttien (jäljempänä BPE-yksiköt) käyttöä perusyksikköinä tilastollisessa konekääntämisessä sukulaiskielten välillä ja vertaamme sitä ortografisiin tavuihin, jotka ovat tällä hetkellä parhaiten toimivia perusyksiköitä tässä käännöstehtävässä. BPE tunnistaa perusyksiköiksi yleisimmät merkkijaksot, kun taas ortografiset tavut ovat kielellisesti motivoituja pseudosilpiä. Osoitamme, että BPE-yksiköt toimivat käännösyksikköinä paremmin kuin ortografiset tavut, sillä BLEU-pisteet nousevat jopa 11 prosenttia. Lisäksi BPE-yksikköä voidaan soveltaa mihin tahansa kirjoitusjärjestelmään, kun taas ortografisia tavuja voidaan käyttää vain kielissä, joiden kirjoitusjärjestelmissä käytetään vokaaliesityksiä. Osoitamme, että BPE-yksiköt ovat parempia kuin sana- ja morfeemitason yksiköt käännöksissä, joissa käytetään sellaisia kieliä kuin urdu ja japani, joiden kirjoitusjärjestelmissä ei käytetä vokaaleja (joko kokonaan tai osittain). Monissa kielipareissa, jotka kattavat useita kieliperheitä ja kirjoitusjärjestelmätyyppejä, osoitamme, että BPE-segmenttien avulla tehty käännös on parempi kuin ortografiset tavut, erityisesti morfologisesti rikkaissa kielissä.

**Tulos**

Muuttuvan pituisten yksiköiden oppiminen sukulaiskielten välistä SMT:tä varten tavuparikoodauksen avulla.

**Esimerkki 2.314**

Yksi Grid-järjestelmien tärkeimmistä haasteista on suunnitella mukautuva, skaalautuva ja mallista riippumaton menetelmä tehtävien aikataulutusta varten, jotta saavutetaan toivottu kuormituksen tasapainottaminen ja järjestelmän tehokkuus. Keskitetyillä työnsuunnittelumenetelmillä on joitakin haittoja, kuten yksi vikapiste ja skaalautuvuuden puute. Lisäksi hajautetut menetelmät edellyttävät koordinointimekanismia, jossa on rajoitettu viestintä. Tässä artikkelissa ehdotamme moniagenttista lähestymistapaa Grid-verkon työnsuunnitteluun, nimeltään Centralized Learning Distributed Scheduling (CLDS), hyödyntämällä vahvistusoppimisen kehystä. CLDS on mallivapaa lähestymistapa, joka käyttää tietoja töistä ja niiden valmistumisajoista resurssien tehokkuuden arvioimiseen. Tässä menetelmässä on oppija-agentti ja useita aikatauluttaja-agentteja, jotka suorittavat oppimisen ja työn aikataulutuksen käyttämällä koordinointistrategiaa, joka pitää viestintäkustannukset rajoitetulla tasolla. Arvioimme CLDS-menetelmän tehokkuutta suunnittelemalla ja suorittamalla joukon kokeita simuloidussa Grid-järjestelmässä eri järjestelmän mittakaavoissa ja kuormituksissa. Tulokset osoittavat, että CLDS-menetelmällä voidaan tehokkaasti tasapainottaa järjestelmän kuormitusta jopa suurissa ja raskaasti kuormitetuissa grid-verkoissa ja säilyttää samalla sen mukautuva suorituskyky ja skaalautuvuus.

**Tulos**

Keskitetty vahvistusoppimismenetelmä usean agentin työnsuunnittelua varten Gridissä

**Esimerkki 2.315**

Semanttisten jäsentäjien kehittämisen perustavanlaatuinen haaste on se, että vahvaa valvontaa ei ole riittävästi loogisen muodon avulla annotoitujen kielellisten lausumien muodossa. Tässä artikkelissa ehdotamme, että hyödynnetään kielen rakenteellisia säännönmukaisuuksia eri aloilla ja koulutetaan semanttisia jäsentäjiä useiden tietopankkien avulla ja jaetaan samalla tietoa eri tietokantojen välillä. Huomaamme, että voimme parantaa jäsennystarkkuutta huomattavasti kouluttamalla yhden sekvenssi-sekvenssimallin useiden tietokantojen yli, kun dekoodaushetkellä annetaan toimialueen koodaus. Mallimme saavuttaa huipputason suorituskyvyn OVERNIGHT-tietokannassa (joka sisältää kahdeksan toimialuetta), parantaa suorituskykyä yhden KB:n perustasoon verrattuna 75,6 prosentista 79,6 prosenttiin ja vähentää samalla malliparametrien määrää 7-kertaisesti.

**Tulos**

Neuraalinen semanttinen jäsennys useiden tietopankkien yli

**Esimerkki 2.316**

Tässä asiakirjassa käsitellään toimien vaikutusten todennäköisyysarviointia, kun mukana on mittaamattomia muuttujia. Osoitamme, että kausaalivaikutuksen tunnistaminen sin gleton-muuttujan X ja muuttujien joukon Y välillä voidaan toteuttaa systemaattisesti ajassa, joka on polynomiaalinen graafin muuttujien lukumäärään nähden. Kun kausaalivaikutus on tunnistettavissa, voidaan saada suljettu lauseke todennäköisyydelle, että toiminnalla saavutetaan tietty tavoite tai joukko tavoitteita.

**Tulos**

Syy-yhteysvaikutusten tunnistettavuuden testaaminen

**Esimerkki 2.317**

Reaktiiviset (muistittomat) toimintaperiaatteet ovat riittäviä täysin havainnoitavissa Markovin päätösprosesseissa (MDP), mutta jonkinlainen muisti on yleensä välttämätön osittain havainnoitavan MDP:n optimaaliseen hallintaan. Politiikat, joilla on äärellinen muisti, voidaan esittää äärellisinä automaatteina. Tässä artikkelissa laajennamme Bairdin ja Mooren YAPS-algoritmia yleisten äärellisten automaattien oppimisen ongelmaan. Koska algoritmi suorittaa stokastista gradienttilaskeutumista, sen voidaan osoittaa konvergoivan paikallisesti optimaaliseen äärellisten tilojen ohjaimeen. Esitämme algoritmin yksityiskohdat ja tarkastelemme sitten kysymystä siitä, millä edellytyksillä stokastinen gradienttilaskeutuminen päihittää tarkan gradienttilaskeutumisen. Lopuksi esitetään empiirisiä tuloksia, joissa verrataan stokastisen ja eksaktin gradientinlaskun suorituskykyä ja osoitetaan, että algoritmimme kykenee poimimaan aiempien havaintojen sarjan sisältämän hyödyllisen tiedon kompensoimaan havaittavuuden puutetta kullakin aika-askeleella.

**Tulos**

Lopullisen tilan ohjainten oppiminen osittain havainnoitavissa oleviin ympäristöihin

**Esimerkki 2.318**

Koneoppimisen tavoitteena on poimia datasta hyödyllistä tietoa, kun taas yksityisyys säilytetään salaamalla tietoa. Näin ollen näyttää vaikealta sovittaa yhteen nämä kilpailevat edut. Ne on kuitenkin usein tasapainotettava, kun louhitaan arkaluonteisia tietoja. Esimerkiksi lääketieteellinen tutkimus on tärkeä sovellus, jossa on tarpeen sekä poimia hyödyllistä tietoa että suojella potilaiden yksityisyyttä. Yksi tapa ratkaista ristiriita on poimia yleisiä ominaisuuksia kokonaisista populaatioista paljastamatta yksilöiden yksityisiä tietoja. Tässä artikkelissa tarkastelemme differentiaalista yksityisyyttä, joka on yksi suosituimmista ja tehokkaimmista yksityisyyden määritelmistä. Tutkimme koneoppimisen ja eriytetyn yksityisyyden suojan välistä vuorovaikutusta, eli yksityisyyttä säilyttäviä koneoppimisalgoritmeja ja oppimiseen perustuvia tietojen luovutusmekanismeja. Kuvaamme myös joitakin teoreettisia tuloksia, joissa käsitellään sitä, mitä voidaan oppia differentiaalisesti yksityisesti, sekä differentiaalisesti yksityisen yksityisyyden tappiofunktioiden ylärajoja.

**Tulos**

Differentiaalinen yksityisyys ja koneoppiminen: katsaus ja katsaus

**Esimerkki 2.319**

Sanojen hajautettuun esittämiseen on kaksi päälähestymistapaa: matalaulotteiset syväoppimisen upotukset ja korkea-ulotteiset hajautusmallit, joissa jokainen ulottuvuus vastaa kontekstin sanaa. Tässä artikkelissa yhdistämme nämä kaksi lähestymistapaa oppimalla upotuksia, jotka perustuvat jakaantumismallivektoreihin - vastakohtana yhden pisteen vektoreille, kuten syväoppimisessa yleensä tehdään. Osoitamme, että yhdistetty lähestymistapa tuottaa parempaa suorituskykyä sanojen sukulaisuuden arviointitehtävässä.

**Tulos**

Jakaantumismallit ja syväoppimisen sulautukset: Molempien maailmojen parhaat puolet

**Esimerkki 2.320**

Tässä artikkelissa tutkitaan yhden kuvan syvyyshavaintoa luonnossa, eli syvyyden havaitsemista yhdestä kuvasta, joka on otettu rajoituksettomassa ympäristössä. Esittelemme uuden tietokokonaisuuden "Depth in the Wild", joka koostuu luonnossa otetuista kuvista, joihin on merkitty suhteellinen syvyys satunnaisten pisteparien välillä. Ehdotamme myös uutta algoritmia, joka oppii arvioimaan metristä syvyyttä käyttämällä suhteellisen syvyyden merkintöjä. Algoritmimme on nykyiseen tekniikkaan verrattuna yksinkertaisempi ja suorituskykyisempi. Kokeet osoittavat, että algoritmimme yhdistettynä olemassa oleviin RGB-D-tietoihin ja uusiin suhteelliseen syvyyteen liittyviin merkintöihimme parantaa merkittävästi yhden kuvan syvyyden havaitsemista luonnossa. Deep Network with Pixel-wise Prediction Metrinen syvyys RGB-D-data Suhteelliset syvyysmerkinnät

**Tulos**

Yhden kuvan syvyyshavainnointi luonnossa

**Esimerkki 2.321**

Syvä neuroverkkoarkkitehtuurit, joissa on ulkoisia muistikomponentteja, antavat mallille mahdollisuuden tehdä päätelmiä ja tallentaa pitkän aikavälin riippuvuuksia tallentamalla tietoa eksplisiittisesti. Tässä artikkelissa yleistämme avain-arvomuistiverkot multimodaaliseen ympäristöön ja otamme käyttöön uudenlaisen avainten osoitusmekanismin sekvenssistä sekvenssiin -mallien käsittelyä varten. Kehyksen edut osoitetaan videotekstien laatimisessa eli luonnollisen kielen kuvausten tuottamisessa videoille. Otamme käyttöön ajallisen rakenteen muistin osoitusskeemassa, joka perustuu aiempiin aika-askeleen huomiojakaumiin avain-arvomuistipaikoille. Ehdotettu malli jakaa videokuvatekstien laatimisongelman luonnollisesti näkö- ja kielisegmentteihin ja käsittelee niitä avain-arvopareina. Tarkemmin sanottuna opimme semanttisen sulautuman (v), joka vastaa videon jokaista ruutua (k), ja luomme siten (k, v) muistipaikkoja. Näin voimme hyödyntää ajallisia riippuvuuksia useilla hierarkioilla (rekursiivisessa avainten adressoinnissa ja kielen dekooderissa). Hyödynnämme tätä kehyksen joustavuutta, jotta voimme lisäksi tallentaa myös alueelliset riippuvuudet, kun kartoitamme visuaalisesta sulautuksesta semanttiseen sulautukseen. Laajat kokeet Youtube2Text-tietokannassa osoittavat toistuvan avainten adressoinnin hyödyllisyyden ja tuottavat samalla kilpailukykyiset tulokset BLEU@4- ja METEOR-mittareilla verrattuna uusimpiin malleihin.

**Tulos**

Recurrent Memory Addressing videoiden kuvaamiseen

**Esimerkki 2.322**

Tässä artikkelissa esitellään uudenlainen lähestymistapa, jolla parannetaan useiden akustisten kuvioiden joukkoa, jotka löydetään automaattisesti tietystä korpuksesta. Aiemmassa työssä ehdotettiin, että erilaiset HMM-konfiguraatiot (tilojen määrä mallia kohti, erillisten mallien määrä) akustisille kuvioille muodostavat kaksiulotteisen avaruuden. Useiden automaattisesti löydettyjen akustisten mallien sarjojen, joissa HMM-konfiguraatiot sijaitsevat asianmukaisesti tämän kaksiulotteisen avaruuden eri pisteissä, osoitettiin täydentävän toisiaan ja kuvaavan yhdessä tietyn korpuksen ominaisuuksia. Esittämällä annettu korpus akustisten kuvioiden sekvensseinä eri HMM-joukoilla voidaan näiden sekvenssien kuvioindeksit merkitä uudelleen ottaen huomioon kontekstin johdonmukaisuus eri sekvensseissä. Sekä TIMIT- että Mandarin Broadcast News -ohjelmilla tehdyissä alustavissa kokeiluissa havaittiin hyviä parannuksia puhuttujen termien havaitsemisessa (STD) tällaisilla parannetuilla kuvioilla.

**Tulos**

AUTOMAATTISESTI LÖYDETTYJEN MONITASOISTEN AKUSTISTEN MALLIEN PARANTAMINEN KONTEKSTIN JOHDONMUKAISUUS HUOMIOON OTTAEN JA SOVELLUKSET PUHUTTUJEN TERMIEN TUNNISTAMISEEN.

**Esimerkki 2.323**

Tässä artikkelissa tarkastelemme ongelmaa, joka liittyy maantieteellisten yksiköiden demografisten tietojen ennustamiseen, kun otetaan huomioon näissä yksiköissä olevat geotagged-twiitit. Perinteiset tutkimusmenetelmät, jotka tarjoavat demografisia arvioita, ovat yleensä rajallisia maantieteellisen resoluution, maantieteellisten rajojen ja aikavälien suhteen. Näin ollen olisi erittäin hyödyllistä kehittää laskennallisia menetelmiä, jotka voivat täydentää perinteisiä tutkimusmenetelmiä tarjoamalla väestötietoja koskevia arvioita tarkemmilla maantieteellisillä resoluutioilla, joustavilla maantieteellisillä rajoilla (eli ei rajoittuen hallinnollisiin rajoihin) ja eri aikaväleillä. Aikaisemmassa työssä on keskitytty väestö- ja terveystilastojen ennustamiseen suhteellisen karkeilla maantieteellisillä resoluutioilla, kuten piirikunta- tai osavaltiotasolla, mutta tässä esitellään lähestymistapa väestötietojen ennustamiseen hienojakoisemmilla maantieteellisillä resoluutioilla, kuten kortteliryhmätasolla. Kun ennustetaan sukupuolen ja rodun/etnisyyden lukumäärää kortteliryhmätasolla, aiemmasta työstä ongelmaamme sovitettu lähestymistapa saavuttaa keskimääräisen korrelaation 0,389 (sukupuoli) ja 0,569 (rotu) testiaineistossa. Meidän lähestymistapamme on parempi kuin tämä aiempi lähestymistapa, sillä keskimääräinen korrelaatio on 0,671 (sukupuoli) ja 0,692 (rotu).

**Tulos**

Korkean resoluution maantieteellisten alueiden demografian ennustaminen geotagged-twiittien avulla

**Esimerkki 2.324**

Ehdotamme tilastollista mallia, jota voidaan soveltaa merkkitason kielen mallintamiseen, ja osoitamme, että se sopii hyvin sekä ohjelmien lähdekoodiin että englanninkieliseen tekstiin. Mallia parametrisoidaan ohjelmalla, joka on peräisin aluespesifisestä kielestä (DSL), jonka avulla voidaan ilmaista ei-triviaaleja tietoriippuvuuksia. Oppiminen tapahtuu kahdessa vaiheessa: (i) syntetisoimme ohjelman DSL:stä, jolloin opimme periaatteessa hyvän esityksen datalle, ja (ii) opimme parametrit harjoitusdatasta - prosessi tapahtuu laskennan avulla, kuten yksinkertaisissa kielimalleissa, kuten n-grammissa. Kokeemme osoittavat, että mallimme tarkkuus on verrattavissa neuroverkkojen tarkkuuteen, mutta sillä on useita etuja n-grammimallien kanssa, kuten nopea kyselyaika ja mahdollisuus lisätä ja poistaa nopeasti harjoitusdatanäytteitä. Lisäksi malli on parametrisoitu ohjelmalla, jota voidaan tarkastaa, ymmärtää ja päivittää manuaalisesti, mikä on ratkaisu neuroverkkojen tärkeimpään ongelmaan.

**Tulos**

OHJELMASYNTEESI MERKKITASON KIELIMALLINNUSTA VARTEN

**Esimerkki 2.325**

Etsimme päätöksentekosääntöjä ennustusaikaisia kustannuksia pienentäviä sääntöjä, joissa koulutukseen on käytettävissä täydelliset tiedot, mutta ennustusaikana jokainen ominaisuus voidaan hankkia vain lisäkustannuksia vastaan. Ehdotamme uutta satunnaismetsäalgoritmia ennustusvirheen minimoimiseksi käyttäjän määrittelemällä keskimääräisellä ominaisuuksien hankintabudjetilla. Vaikka satunnaismetsät tuottavat vahvan yleistystuloksen, ne eivät ota nimenomaisesti huomioon ominaisuuksien kustannuksia, ja lisäksi ne edellyttävät, että puiden välinen korrelaatio on alhainen, mikä lisää kustannuksia. Satunnaismetsämme kasvattaa puita, joilla on alhaiset hankintakustannukset ja suuri vahvuus, ahneen minimax-kustannuspainotetun epäpuhtauden jakamisen perusteella. Teoreettisesti määritämme algoritmillemme lähes optimaalisen hankintakustannustakuun. Empiirisesti osoitamme useilla vertailutietoaineistoilla, että tarkkuus-kustannus -käyrät ovat ylivoimaisia verrattuna uusimpiin ennusteaikaisiin algoritmeihin.

**Tulos**

Ominaisuusbudjetoitu satunnaismetsä

**Esimerkki 2.326**

Subjektiiviset kysymykset, kuten "sukeltaako Neymar", "valehteleeko Clinton" tai "onko Trump fasisti", ovat suosittuja hakukoneiden kyselyitä, kuten Googlen, Yahoon ja Bingin automaattiset täydennysehdotukset osoittavat. Kognitiivisen tietojenkäsittelyn aikakaudella niitä voitaisiin käsitellä hakujen lisäksi myös arvioitavina hypoteeseina. Visiomme on hyödyntää jäsentymätöntä dataa ja metatietoja käyttäjien tuottamasta multimediasta, jota jaetaan usein aineellisena todisteena hypoteesien puolesta tai niitä vastaan sosiaalisen median alustoilla. Tässä artikkelissa esittelemme kaksi alustavaa kokeilua tämänsuuntaisesti ja keskustelemme haasteista, joita kognitiivisen tietojenkäsittelyn järjestelmällä on, kun se kerää aineellisia todisteita käyttäjien tuottamasta multimediasta ja pyrkii yhdistämään ne jonkinlaiseksi kollektiiviseksi päätökseksi hypoteesista. Avainsanat: Aineellinen todistusaineisto; Käyttäjien luoma multimedia; Sosiaalisen median hypoteesien hallinta; Kognitiivinen tietojenkäsittely. In: Proc. of the 1st Workshop on Multimedia Support for Decision-Making Processes, at IEEE Intl. Symposium on Multimedia (ISM'16), San Jose, CA, 2016.

**Tulos**

Näytä minulle aineistotodisteet - Ensimmäiset kokeilut hypoteesien arvioimiseksi käyttäjien tuottaman multimediatiedon perusteella.

**Esimerkki 2.327**

Tässä asiakirjassa kuvataan ratkaisumme ICML:n multimodaalisen oppimisen haasteeseen. Ratkaisu käsittää kolmitasoisten esitysten rakentamisen kolmessa peräkkäisessä vaiheessa ja oikeiden tunnistesanojen valitsemisen datakohtaisella strategialla. Ensin käytetään tyypillisiä menetelmiä tason 1 representaatioiden saamiseksi. Kukin kuva esitetään MPEG-7- ja gist-kuvaajien avulla, joihin on liitetty kilpailun järjestäjien julkaisemia lisäominaisuuksia. Vastaavat sanatunnisteet esitetään sanasäkkimallilla, jossa on 4000 sanan sanakirja. Toiseksi opimme tason 2 representaatiot käyttämällä kahta pinottua RBM-mallia kutakin modaliteettia varten. Kolmanneksi ehdotamme bimodaalista autokooderia, jolla opitaan pareittaisten kuvamerkintöjen väliset samankaltaisuudet/erilaisuudet tason 3 representaatioina. Lopuksi testivaiheessa keksimme tietokokonaisuutta koskevan yhden havainnon perusteella datakohtaisen strategian oikeiden tunnistesanojen valitsemiseksi, mikä johtaa hyppäyksellisesti parempaan kokonaissuorituskykyyn. Lopullinen keskimääräinen tarkkuutemme yksityisessä testijoukossa on 100 %, mikä on ensimmäinen sija tässä haasteessa.

**Tulos**

Hierarkkisten kuvatunnisteiden rakentaminen Bimodaaliset esitykset sanatunnisteille Vaihtoehtoinen valinta

**Esimerkki 2.328**

Esittelemme eksponentoituneen gradientin LINUCB-algoritmin, joka on algoritmi kontekstisidonnaisia monihaaraisia bandiitteja varten. Tämä algoritmi käyttää Exponentiated Gradient -menetelmää LINUCB:n optimaalisen etsinnän löytämiseksi. Tarkoituksellisesti suunnitellussa offline-simulaatiokehyksessä suoritamme arviointeja todellisilla online-tapahtumalokitiedoilla. Kokeelliset tulokset osoittavat, että algoritmimme on parempi kuin tutkitut algoritmit.

**Tulos**

Eksponentoitu gradientti LINUCB kontekstuaalisia moniaseisia rosvoja varten.

**Esimerkki 2.329**

Elinsiirrot voivat parantaa vastaanottajan elinajanodotetta ja elämänlaatua, mutta niihin liittyy vakavien leikkauksen jälkeisten komplikaatioiden, kuten septisen sokin ja elimen hylkimisen, riski. Elinsiirron onnistumisen todennäköisyys riippuu hyvin hienovaraisesti luovuttajan ja vastaanottajan yhteensopivuudesta, mutta nykyisessä lääketieteellisessä käytännössä ei ole riittävästi tietoa vastaanottajan ja luovuttajan yhteensopivuuden monimutkaisesta luonteesta. Tietoon perustuva lähestymistapa yhteensopivuuden oppimiseen voi näin ollen parantaa merkittävästi yhteensopivuuden laatua. Tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta järjestelmää (ConfidentMatch), joka koulutetaan käyttämällä sähköisistä terveyskertomuksista saatuja tietoja. ConfidentMatch-järjestelmä ennustaa elinsiirron onnistumista (kolmen vuoden eloonjäämisasteena) luovuttajan ja vastaanottajan kliinisten ja demografisten ominaisuuksien perusteella. ConfidentMatch ottaa huomioon luovuttajan ja vastaanottajan ominaisuuksien heterogeenisuuden jakamalla ominaisuuksien tilan optimaalisesti klustereihin ja rakentamalla kullekin klusterille erilaiset optimaaliset ennustemallit. Järjestelmä hallitsee opitun ennustemallin monimutkaisuutta siten, että voidaan varmistaa tarkemmat ja varmemmat ennusteet suuremmalle määrälle potentiaalisia vastaanottaja-luovuttajapareja, jolloin varmistetaan, että ennusteet ovat "personoituja" ja räätälöityjä yksilöllisiin ominaisuuksiin mahdollisimman tarkkaan. UNOS-sydänsiirtoaineistolla tehdyt kokeet osoittavat, että ConfidentMatchin ennustearvo on ylivoimainen muihin kilpaileviin vertailualgoritmeihin nähden; ConfidentMatch pystyy antamaan onnistumisennusteet 95 prosentin varmuudella 5 489 potilaalle 9 620 potilaan kokonaispopulaatiosta, mikä vastaa 410 potilasta enemmän kuin kilpailukykyisin vertailualgoritmi (DeepBoost).

**Tulos**

Henkilökohtainen luovuttajan ja vastaanottajan yhteensovittaminen elinsiirtoja varten

**Esimerkki 2.330**

Tässä asiakirjassa tutkitaan kahta ominaisuuksien pisteytyskriteeriä, joissa hyödynnetään estimoituja luokkatodennäköisyyksiä: Shen et al. (2008) ehdottamaa menetelmää ja jäljempänä ehdotettua täydentävää lähestymistapaa. Kehitämme teoreettisen viitekehyksen kummankin kriteerin analysoimiseksi ja osoitamme, että molemmat arvioivat sen todennäköisyyden hajonnan (tietyn ominaisuuden kaikkien arvojen välillä), että esimerkki kuuluu positiiviseen luokkaan. Analyysimme perusteella ennustamme, milloin kumpikin pisteytystekniikka on edullinen suhteessa toiseen, ja annamme empiirisiä tuloksia, jotka vahvistavat ennustuksemme.

**Tulos**

Ominaisuuksien valinta todennäköisyyksien avulla

**Esimerkki 2.331**

Tavallinen uskomusmuutos olettaa, että taustalla on logiikka, joka sisältää täyden klassisen propositionaalisen logiikan. On kuitenkin hyviä syitä tarkastella uskomusten muuttamista myös vähemmän ilmaisuvoimaisissa logiikoissa. Tässä artikkelissa hyödynnämme Delgranden äskettäisiä tutkimuksia Horn-logiikan supistamisesta. Osoitamme, että suppenemisen tavanomainen perusmuoto, osittainen tapaaminen, on liian vahva Hornin tapauksessa. Tämä tulos on ristiriidassa Delgranden olettamuksen kanssa, jonka mukaan orderly maxichoice on sopiva supistamisen muoto Horn-logiikassa. Tämän jälkeen määrittelemme Horn-tapaukselle sopivamman perussupistumisen käsitteen, johon vaikuttaa täydelliselle propositionaaliselle logiikalle ominainen konvexiteettiominaisuus ja josta käytämme nimitystä infra-supistuminen. Tämän työn tärkein kontribuutio on tulos, joka osoittaa, että uskomusjoukkojen Horn-supistamisen konstruointimenetelmä, joka perustuu infrajäännösjoukkoihimme, vastaa täsmälleen Hanssonin klassista uskomusjoukkojen kernel-supistamista, kun se rajoitetaan Horn-logiikkaan. Tämä tulos saadaan uskomusperustojen supistamisen kautta. Osoitamme, että kernel-supistaminen uskomusperustoille tuottaa täsmälleen samat tulokset kuin infra-supistamisen uskomusperustaversio. Uskomusperustojen käyttö tämän tuloksen saamiseksi antaa todisteita olettamukselle, jonka mukaan Hornin uskomusmuutosta on parasta pitää uskomusjoukkojen ja uskomusperustojen muutoksen "hybridiversiona". Yksi seurauksista, jotka johtuvat yhteydestä uskomusperustan supistumiseen, on Hornin supistumista koskeva esitystulos uskomusjoukoille, joissa on versio Core-retainment-postulaatista.

**Tulos**

Osittaistapaamisen, ytimen ja infrakontraktion välisestä yhteydestä ja sen soveltamisesta Horn-logiikkaan

**Esimerkki 2.332**

Tutkimme reaaliarvoisten, mielivaltaisten ja tuntemattomien sekvenssien peräkkäistä ennustamista neliövirhehäviön avulla sekä parhaan parametrisen ennustajan löytämistä suuresta, jatkuvasta ennustajien luokasta. Laskennallisen oppimisteorian viimeaikaisten tulosten innoittamana pidättäydymme kaikista tilastollisista oletuksista ja määrittelemme suorituskyvyn suhteessa yleisten parametristen ennustajien luokkaan. Esitämme erityisesti yleiset ala- ja ylärajat tälle suhteelliselle suorituskyvylle muuttamalla ennustustehtävän parametrien oppimisongelmaksi. Esittelemme ensin tämän suhteellisen suorituskyvyn alarajat asiantuntijoiden sekoituskehyksessä, jossa osoitamme, että mille tahansa peräkkäiselle algoritmille on aina olemassa sekvenssi, jolle peräkkäisen algoritmin suorituskyky on nollan alarajalla. Tämän jälkeen esittelemme peräkkäisen oppimisalgoritmin, jolla voidaan ennustaa tällaisia mielivaltaisia ja tuntemattomia sekvenssejä, ja laskemme ylärajat sen kokonaisennustevirheen neliölle jokaiselle rajatulle sekvenssille. Lisäksi osoitamme, että joissakin skenaarioissa saavutamme yhtenevät ala- ja ylärajat, mikä osoittaa, että algoritmimme ovat optimaalisia vahvassa minimax-mielessä siten, että niiden suorituskykyä ei voi enää parantaa. Mielenkiintoisena tuloksena todistamme myös, että pahimmassa tapauksessa satunnaistettujen algoritmien suorituskyky voidaan saavuttaa peräkkäisillä algoritmeilla, joten satunnaistetut algoritmit eivät paranna suorituskykyä.

**Tulos**

Yhtenäinen lähestymistapa universaaliin ennustamiseen: Yleistetyt ylä- ja alarajat

**Esimerkki 2.333**

Luonnollisessa puheessa puhuja ei pidä taukoja sanojen välissä, mutta kuulija havaitsee tämän jatkuvan foneemivirran jotenkin erillisinä sanoina. Puhuttujen sanojen välisten rajojen havaitseminen on esimerkki ihmisen aivokuoren yleisestä kyvystä muistaa ja tunnistaa toistuvia sarjoja. Tässä artikkelissa kuvataan tietokonealgoritmi, joka on suunniteltu ratkaisemaan ongelma sanojen rajojen paikantamisesta englanninkielisen tekstin lohkoissa, joista on poistettu välilyönnit. Tässä ongelmassa vältetään puheen käsittelyn monimutkaisuus, mutta tarvitaan samanlaisia kykyjä toistuvien sekvenssien havaitsemiseksi. Tässä artikkelissa kuvattu algoritmi perustuu täysin syötevirran kirjainten välisiin tilastollisiin suhteisiin sanarajojen sijainnin päättelyssä. Algoritmin C++-version lähdekoodi esitetään liitteessä.

**Tulos**

Tilastollinen oppimisalgoritmi sanojen segmentointia varten

**Esimerkki 2.334**

Ehdotamme pehmeään tarkkaavaisuuteen perustuvaa mallia toimintojen tunnistamiseen videoista. Käytämme monikerroksisia toistuvia neuroverkkoja (RNN), joissa on sekä alueellisesti että ajallisesti syviä LSTM-yksiköitä (Long Short-Term Memory). Mallimme oppii keskittymään valikoivasti videokuvan osiin ja luokittelee videoita muutaman vilkaisun jälkeen. Malli oppii olennaisesti, mitkä kehysten osat ovat merkityksellisiä käsillä olevan tehtävän kannalta, ja antaa niille suuremman painoarvon. Arvioimme mallia UCF-11- (YouTube Action), HMDB-51- ja Hollywood2-tietokannoilla ja analysoimme, miten malli keskittää huomionsa kohtauksen ja suoritettavan toiminnon mukaan.

**Tulos**

TOIMINNAN TUNNISTAMINEN VISUAALISEN HUOMION AVULLA

**Esimerkki 2.335**

Viimeaikaiset neuraalisten kielimallien sovellukset ovat lisänneet kiinnostusta luonnollisen kielen automaattiseen tuottamiseen. Vaikka neuraalisesti tuotetun tekstin arviointi on ollut vaikuttavaa, se on toistaiseksi jäänyt melko epäviralliseksi ja anekdoottiseksi. Tässä esitellään yritys arvioida systemaattisesti neurologisesti tuotetun tekstin laadun yhtä näkökohtaa. Keskitymme erääseen neuraalisen kielen tuottamisen erityispiirteeseen: sen kykyyn jäljitellä kirjoittajan kirjoitustyyliä. Käyttämällä vakiintuneita tekijyyden määritysmalleja arvioimme empiirisesti neuraalisesti tuotetun tekstin tyylillisiä ominaisuuksia. Perinteisiin kielimalleihin verrattuna neuraaliset mallit tuottavat epäselvempää tekstiä, jota on suhteellisesti vaikeampi määritellä oikein. Tuloksemme viittaavat kuitenkin myös siihen, että neuraalisesti tuotettu teksti tarjoaa arvokkaampia näkökulmia harjoitusaineiston täydentämiseksi.

**Tulos**

Neuraalisesti generoidun tekstin tyylillisten ominaisuuksien arviointi tekijyyden määrittelyssä

**Esimerkki 2.336**

Tiedetään hyvin, että erilaiset ratkaisustrategiat toimivat hyvin erityyppisissä vaikeissa kombinatorisissa ongelmissa. Tämän seurauksena useimmat SAT-ongelman (propositional satisfiability problem) ratkaisijat käyttävät parametreja, joiden avulla ne voidaan räätälöidä tietylle tapausten perheelle. Kansainvälisessä SAT-kilpailusarjassa näitä parametreja ei oteta huomioon: ratkaisijat ajetaan käyttäen yhtä oletusparametriasetusta (jonka tekijät ovat toimittaneet) kaikille tietyn radan vertailutapauksille. Vaikka tämä kilpailumuoto palkitsee ratkaisijoita, joilla on vankat oletusasetukset, se ei vastaa tilannetta, jossa käytännön toimijat ovat tilanteessa, jossa he välittävät suorituskyvystä vain yhdessä tietyssä sovelluksessa ja voivat käyttää jonkin verran aikaa ratkaisijan parametrien virittämiseen tätä sovellusta varten. Uudessa Configurable SAT Solver Competition (CSSC) -kilpailussa vertaillaan ratkaisijoita jälkimmäisessä tilanteessa ja pisteytetään kukin ratkaisija sen suorituskyvyn perusteella, jonka se saavutti täysin automaattisen konfigurointivaiheen jälkeen. Tässä artikkelissa kuvataan CSSC-kilpailua yksityiskohtaisemmin ja raportoidaan tulokset, jotka on saatu sen kahdessa tähänastisessa toteutuksessa, CSSC 2013 ja 2014.

**Tulos**

Konfiguroitavan SAT-ratkaisun haaste (CSSC)

**Esimerkki 2.337**

Uskomusten tarkistaminen on toiminto, jolla pyritään muuttamaan vanhoja uskomuksia niin, että ne ovat johdonmukaisia uusien uskomusten kanssa. Uskomusten tarkistamista on tutkittu erilaisissa formalismeissa, erityisesti kvalitatiivisissa algebroissa (QA), joissa tuloksena on uskomuspohjien disjunktio, joka ei välttämättä ole esitettävissä QA:ssa. Tämä motivoi tutkimaan uskomusten tarkistamista QA:ta laajentavissa formalismeissa, nimittäin niiden propositionaalisissa sulkeumissa: tällaisessa sulkeumassa uskomusten tarkistamisen tulos kuuluu formalismin piiriin. Lisäksi tämä mahdollistaa suppenemisoperaattorin määrittelyn Harperin identiteetin ansiosta. Tutkitaan uskomusten tarkistamista QA:iden propositionaalisessa sulkeutumisessa, suunnitellaan algoritmi tarkistusoperaattoriperheelle ja tarjotaan avoimen lähdekoodin toteutus vapaasti saataville verkossa.

**Tulos**

Uskomusten tarkistaminen kvalitatiivisen algebran propositionaalisessa sulkeutumisessa

**Esimerkki 2.338**

Hakukoneissa, verkkomarkkinoilla ja muissa ihmisen ja tietokoneen välisissä käyttöliittymissä suuret ihmisjoukot ovat peräkkäin vuorovaikutuksessa lukuisten laadultaan vaihtelevien vaihtoehtojen kanssa. Näissä yhteyksissä yksilöllinen kokeilu ja erehdys (eksploraatio) on ratkaisevan tärkeää uusien korkealaatuisten kohteiden tai ratkaisujen löytämiseksi, mutta se aiheuttaa suuria kustannuksia yksittäisille toimijoille [Frazier et al. 2014]. Osoitamme, että oman edun tavoittelevat päätöksentekijät ovat usein paremmassa asemassa jäljitellessään sellaisten yksilöiden valintoja, jotka ovat jo kärsineet tutkimusmatkailun kustannuksista. Vaikka jäljittely on yksilötasolla järkevää, se vie ryhmältä lisätietoa, jonka yksittäiset tutkimusmatkailijat olisivat voineet saada [Rogers 1988]. Näissä synkissä olosuhteissa tietyt ei-monetaariset mekanismit voivat pitää jäljittelyvoimat kurissa ja antaa kollektiiville mahdollisuuden saada osan itsenäisen tiedonkeruun hyödyistä. Esimerkiksi samanaikaisissa tutkimusongelmissa tutkimusmatkailijoiden ja jäljittelijöiden välille kehittyy luonnollinen tasapaino [Conlisk 1980; Kameda ja Nakanishi 2002]. Lisäksi joissakin kollektiivisissa tutkimusasetelmissa viestinnän esteet, kuten yksilöiden välinen harvempi viestintäverkosto, voivat osoittautua hyödylliseksi kollektiivisella tasolla. Ne rohkaisevat ihmisiä tutkimaan enemmän, jolloin ne toimittavat hyödyllistä tietoa ryhmälle [Fang et al. 2010; Lazer ja Friedman 2007; Mason et al. 2008; Toyokawa et al. 2014]. Moninaisuuden tiedetään olevan siunaus ryhmille ja kollektiiveille, sillä ne voivat hyödyntää eri yksilöiden hallussa olevaa tietorikkautta [Conradt et al. 2013; Davis-Stober et al. 2014; MüllerTrede et al. 2017] tai hyödyntää ryhmän jäsenten keskinäistä täydentävyyttä monimutkaisten ongelmien ratkaisemisessa [Clearwater et al. 1991; Hong ja Page 2004]. Voisiko tietty preferenssien monimuotoisuus olla hyödyllistä ongelmissa, joissa kollektiivit tutkivat peräkkäin lukuisia vaihtoehtoja, ja siten sosiaalisen oppimisen välittömän arvon vähenemisestä huolimatta johtaa kollektiivisen hyvinvoinnin lisääntymiseen?

**Tulos**

Mieltymysten moninaisuus voi lisätä kollektiivista hyvinvointia peräkkäisissä tutkimusongelmissa.

**Esimerkki 2.339**

Tässä artikkelissa esitellään mahdollisuuksia käyttää geneettisiä algoritmeja sellaisten funktioiden ääriarvojen approksimaatioiden löytämiseen, joita ei voida löytää analyyttisin menetelmin. Laskelmien tehokkuuden lisäämiseksi algoritmi on rinnakkaistettu OpenMP-kirjaston avulla. Nopeus on kasvanut huomattavasti alustoilla, joilla käytetään monisäikeisiä prosessoreita, joissa on vapaa pääsy jaettuun muistiin. Analyysin aikana käytimme erilaisia geneettisen operaattorin muunnoksia, joiden avulla saimme aikaan monipuolista potentiaalisten ratkaisujen evoluutioprosessia. Tulosten perusteella voidaan valita parhaat menetelmät monien geneettisissä algoritmeissa käytettyjen menetelmien joukosta ja havaita kiihtyvyys Yorkfield-, Bloomfield-, Westmere-EX- ja uusimmilla Sandy Bridge -ytimillä.

**Tulos**

ANALYYTTISESTI LASKEMATTOMIEN FUNKTIOIDEN EKSTREMA-APPROKSIMAATION TUOTTAMINEN KÄYTTÄMÄLLÄ RINNAKKAISIA TIETOKONEAVUSTEISIA GENEETTISIÄ ALGORITMEJA.

**Esimerkki 2.340**

Analysoitiin avainsanojen geneettistä valintaa, sillä avainsanojen frekvenssejä pidetään attribuutteina tekstiluokitusanalyysissä. Geneettinen optimointi suoritettiin sanajoukolle, joka on sanakirjan frekvenssijoukon murto-osa, jolla on annetut frekvenssirajat. Frekvenssisanakirja muodostettiin englanninkielisten kaunokirjallisten tekstien analysoidun tekstijoukon perusteella. Geneettisen algoritmin minimoimana fitness-funktiona käytettiin lähimmän k naapurin luokittelijan virhettä. Saadut tulokset osoittavat, että tekstien luokittelun tarkkuus ja palautusprosentti ovat korkeat niiden avainsanojen attribuuttien perusteella, jotka geneettinen algoritmi valitsi frekvenssisanakirjasta.

**Tulos**

Avainsanojen osajoukon geneettinen optimointi tekstien tekijyyden luokitteluanalyysissä

**Esimerkki 2.341**

Tärkeä koneoppimisen käyttötapa on oppia, mitä ihmiset arvostavat. Mitä viestejä tai kuvia käyttäjälle pitäisi näyttää? Mitkä työt tai aktiviteetit henkilö kokisi palkitseviksi? Kussakin tapauksessa havainnot ihmisten aiemmista valinnoista voivat antaa meille tietoa heidän mieltymyksistään ja mieltymyksistään. Jos oletamme, että valinnat ovat likimain optimaalisia jonkin hyötyfunktion mukaan, voimme käsitellä preferenssien päättelyä Bayesin käänteissuunnitteluna. Toisin sanoen, kun hyötyfunktioita koskeva ennakkojakauma ja jotkin havaitut valinnat on annettu, käännetään optimaalinen päätöksentekoprosessi, jotta voidaan päätellä hyötyfunktioita koskeva jälkijakauma. Ihmiset kuitenkin usein poikkeavat likimääräisestä optimaalisuudesta. Heillä on vääriä uskomuksia, heidän suunnittelunsa on epäoptimaalista ja heidän valintansa voivat olla ajallisesti epäjohdonmukaisia hyperbolisen diskonttauksen ja muiden harhojen vuoksi. Osoitamme, miten nämä poikkeamat voidaan sisällyttää preferenssipäättelyalgoritmeihin rakentamalla generatiivisia suunnittelumalleja agenteille, jotka ovat alttiita väärille uskomuksille ja ajalliselle epäjohdonmukaisuudelle. Tutkimme, millaisia johtopäätöksiä nämä mallit tekevät preferensseistä, uskomuksista ja harhoista. Esitämme käyttäytymiskokeen, jossa koehenkilöt tekevät preferenssipäättelyä, kun heillä on samat havainnot valinnoista kuin malleillamme. Tulokset osoittavat, että koehenkilöt (kuten mallimme) selittävät valintoja systemaattisilla poikkeamilla optimaalisesta käyttäytymisestä ja viittaavat siihen, että he ottavat tällaiset poikkeamat huomioon päättäessään preferenssejä.

**Tulos**

Tietämättömien, epäjohdonmukaisten toimijoiden mieltymysten oppiminen

**Esimerkki 2.342**

Todennäköisyysriippumattomuus voi yksinkertaistaa huomattavasti todennäköisyyksien selvittämistä, esittämistä ja käsittelyä suurilla alueilla. Keskeinen tekniikka näiden hyötyjen saavuttamisessa on graafisen mallintamisen idea. Tarkastelemme olemassa olevia riippumattomuusmalleja hyötyfunktioille moniattribuuttiavaruudessa ja ehdotamme, että niitä voidaan käyttää samankaltaisten etujen saavuttamiseen. Uudet tuloksemme koskevat ehdollista additiivista riippuvuutta, jonka osoitamme aina olevan täydellinen esitys erotteluna suuntaamattomassa graafissa (Markovin verkko). Ehdollinen additiivinen riippuvuus johtaa hyötyfunktion erityiseen funktionaaliseen muotoon, joka on analoginen todennäköisyysfunktion tuotepoikkeaman kanssa, ja antaa analogisia etuja. Tätä funktionaalista muotoa on hyödynnetty Bayesin verkko- ja vaikutusdiagrammikirjallisuudessa, mutta yleensä ilman selitystä riippumattomuuden kannalta. Funktionaalisen muodon avulla saadaan hyötyfunktio purettua, mikä voi nopeuttaa odotetun hyödyn laskentaa huomattavasti, erityisesti silloin, kun hyötykaavio on topologialtaan samanlainen kuin käytetty todennäköisyysverkko.

**Tulos**

Graafiset mallit mieltymysten ja hyötyjen kuvaamiseen

**Esimerkki 2.343**

Tässä artikkelissa tarkastellaan tietoon perustuvan mallin rakentamisen ongelmaa, kun vallitsee epävarmuus toimialueen entiteettien ja satunnaismuuttujien välisestä yhteydestä. Monia entiteettejä sisältävät Bayesin verkot (Multi-entity Bayesian networks, MEBN) määritellään tiedon esitystavaksi aloilla, joille on ominaista epävarmuus relevanttien entiteettien määrästä, niiden keskinäisistä suhteista ja niiden assosioinnista havaintomuuttujiin. MEBN määrittelee implisiittisesti todennäköisyysjakauman hierarkkisesti jäsennellyn kokoelman Bayes-verkon fragmentteja, jotka yhdessä koodaavat yhteisen todennäköisyysjakauman mielivaltaisen monille toisiinsa liittyville hypoteeseille. Vaikka äärellinen, kyselyt kattava malli voidaan aina rakentaa, assosiaatioiden epävarmuus tekee mallin tarkasta rakentamisesta ja arvioinnista yleensä hankalaa. Hypoteesien hallinnan tavoitteena on tasapainottaa käsiteltävyys ja tarkkuus. Kuvailemme hypoteesien hallintaa koskevan lähestymistavan, esittelemme sovelluksen sotilaallisen tilannetietoisuuden ongelmaan ja vertaamme lähestymistapaamme seuranta- ja fuusiokirjallisuudessa tehtyihin vastaaviin töihin.

**Tulos**

Hypoteesien hallinta tilannekohtaisessa verkon rakentamisessa

**Esimerkki 2.344**

Tässä artikkelissa esitellään ontologiapohjainen lähestymistapa yhteistoiminnallisen liiketoimintaprosessimallin (CBP) suunnitteluun. Tätä CBP:tä pidetään tarpeiden määrittelynä, jotta voidaan rakentaa yhteistyötietojärjestelmä organisaatioiden verkostoa varten. Tutkimus on osa CIS:n mallipohjaista suunnittelua erityisessä yritysten yhteentoimivuuskehyksessä, josta tehdään yhteenveto. CBP-mallin esittämiseen käytetään BPMN-mallia (Business Process Modeling Notation). Kehitämme tietopohjaisen järjestelmän (KbS), joka koostuu kolmesta pääosasta: tiedon kerääminen, tiedon esittäminen ja päättely sekä yhteistoiminnallinen liiketoimintaprosessien mallintaminen. Ensimmäisessä osassa lähdetään liikkeelle korkealta abstraktiotasolta, jolla liikekumppaneilta saatu tieto kerätään. Määritellään yhteistyöontologia, joka tarjoaa rakenteen kerätyn tiedon tallentamista ja käyttöä varten. Samanaikaisesti yritetään käyttää uudelleen MIT Process Handbook -tietokannasta löytyvää yleistä liiketoimintaprosesseja koskevaa olemassa olevaa tietoa. Tämän tuloksena syntyy yhteistyöprosessien ontologia, joka myös kuvataan. Määritellään joukko sääntöjä, joiden avulla kahdesta edellisestä ontologiasta voidaan poimia tietoa CBP-mallin palasista. Nämä fragmentit kootaan lopulta yhteen KbS:n kolmannessa osassa. KbS:n prototyyppi on kehitetty tämän lähestymistavan toteuttamiseksi ja tukemiseksi. Prototyyppi on CBP:n tietokoneavusteinen suunnittelutyökalu. Tässä asiakirjassa esitellään KbS:n kunkin osan teoreettiset näkökohdat sekä työkalut, joita kehitimme ja käytimme sen toimintojen tukemiseksi.

**Tulos**

Tietoon perustuva järjestelmä prosessien yhteistoiminnallista määrittelyä varten

**Esimerkki 2.345**

Dungin abstrakti argumentointikehys koostuu joukosta vuorovaikutteisia argumentteja ja joukosta semantiikkaa niiden arvioimiseksi. Nämä semantiikat jakavat argumenttijoukon valtuusjoukon kahteen luokkaan: laajennuksiin ja ei-laajennuksiin. Jotta voidaan argumentoida tietyn semantiikan avulla, on omaksuttava uskottava tai skeptinen lähestymistapa, eli argumentti hyväksytään lopulta, jos se hyväksytään yhdessä tai kaikissa laajennuksissa. Aiemmassa työssämme [1] olemme ehdottaneet uutta semantiikkaa, jota kutsutaan laskentasemantiikaksi ja joka mahdollistaa hienojakoisemman arvioinnin argumenteille laskemalla niiden hyökkääjien ja puolustajien lukumäärän perustuen argumenttigraafiin ja argumenttipeliin. Tässä artikkelissa jatkamme aiempaa työtämme esittämällä joitakin lisäyksiä siitä, miten valita laskentasemantiikan vahinkotekijä ja mitkä ovat suhteet joihinkin olemassa oleviin lähestymistapoihin, kuten Dungin klassiseen semantiikkaan, geneerisiin asteittaisiin arvostuksiin. Lopuksi esitellään aksiomaattinen näkökulma laskentasemantiikan indusoimaan ranking-semantiikkaan. Avainsanat-abstrakti argumentaatio; argumenttipeli; asteittainen arviointi; laskentasemantiikka; ranking-pohjainen semantiikka;

**Tulos**

Joitakin lisäyksiä abstraktin argumentaation laskentasemantiikkaan (The Counting Semantics for Abstract Argumentation)

**Esimerkki 2.346**

Periaatteessa vahvistusoppimisen ja toimintaperiaatteiden hakumenetelmien avulla robotit voivat oppia erittäin monimutkaisia ja yleisiä taitoja, joiden avulla ne voivat toimia reaalimaailman monimutkaisuuden ja monimuotoisuuden keskellä. Sellaisen toimintatavan kouluttaminen, joka yleistyy hyvin monenlaisissa reaalimaailman olosuhteissa, vaatii kuitenkin paljon enemmän ja monipuolisempaa kokemusta kuin mitä on käytännöllistä kerätä yhdellä robotilla. Onneksi on mahdollista, että useat robotit voivat jakaa kokemuksensa keskenään ja siten oppia toimintatapoja yhdessä. Tässä työssä tutkimme hajautettua ja asynkronista toimintatapojen oppimista keinona saavuttaa yleistettävyyttä ja parempia harjoitusaikoja haastavissa todellisen maailman manipulointitehtävissä. Ehdotamme hajautettua ja asynkronista versiota ohjatusta toimintaperiaatteiden etsinnästä ja käytämme sitä demonstroidaksemme kollektiivista toimintaperiaatteiden oppimista visuaaliseen ovenavaustehtävään, jossa käytetään neljää robottia. Osoitamme, että sillä saavutetaan parempi yleistettävyys, hyödyntäminen ja harjoitusajat kuin yhden robotin vaihtoehdolla.

**Tulos**

Kollektiivinen robotin vahvistusoppiminen hajautetulla asynkronisella ohjattujen toimintatapojen etsinnällä

**Esimerkki 2.347**

Luokitteluun kuuluu sellaisen yhdistämisfunktion oppiminen, joka yhdistää syötenäytteet vastaavaan kohdetunnisteeseen. Luokitusongelmia on kahta pääluokkaa: Yhden merkin luokittelu ja usean merkin luokittelu. Perinteiset binääri- ja moniluokkaiset luokitukset ovat yhden merkin luokittelun alaluokkia. Binääri-, moniluokka- ja monimerkkiluokitusongelmiin on kehitetty useita luokittelijoita, mutta kirjallisuudessa ei ole saatavilla luokittelijoita, jotka kykenisivät suorittamaan kaikkia kolmea luokitustyyppiä. Tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta onlineyleisluokittelijaa, joka pystyy suorittamaan kaikki kolme luokittelutyyppiä. Koska ehdotettu tekniikka on nopea online-luokittelija, sitä voidaan soveltaa suoratoistodatan sovelluksiin. Kehitetyn luokittimen suorituskykyä arvioidaan käyttämällä binääri-, moniluokka- ja monimerkkisten ongelmien tietokokonaisuuksia. Saatuja tuloksia verrataan kunkin luokitustyypin uusimpiin tekniikoihin. Avainsanat - Universal, Classification, Binary, Multi-class, Multi-label, Online, Extreme learning machines, Data stream.

**Tulos**

Online-yleisluokittelija binääri-, moniluokka- ja monimerkkiluokitteluun

**Esimerkki 2.348**

Ehdotamme uutta täysin automaattista lähestymistapaa monikielisten taksonomioiden tuottamiseksi Wikipediasta. Kun englanninkielinen taksonomia on annettu, lähestymistapamme hyödyntää ensin Wikipedian kieltenvälisiä linkkejä ja rakentaa automaattisesti harjoitustietokannat is-a-suhteen muodostamiseksi kohdekielellä. Rakennetuilla tietokokonaisuuksilla koulutetaan merkkitason luokittelijat, ja niitä käytetään optimaalisen polun löytämisen kehyksessä tuottamaan erittäin tarkkoja ja kattavia taksonomioita muilla kielillä. Kokeiden avulla osoitamme, että lähestymistapamme päihittää merkittävästi nykyaikaiset, heuristiikkapainotteiset lähestymistavat kuuden kielen osalta. Työmme tuloksena julkaisemme oletettavasti suurimman ja tarkimman monikielisen taksonomiaresurssin, joka kattaa yli 280 kieltä.

**Tulos**

280 lintua yhdellä iskulla: Monikielisten taksonomioiden tuottaminen Wikipediasta käyttämällä merkkitason luokittelua.

**Esimerkki 2.349**

Nykyisillä inkrementaalisilla oppimismenetelmillä on rajalliset mahdollisuudet luotettavan arvosanan määrittelyyn suurella määrällä aika-askeleita (tai tapahtumia). Tämä tilanne on kuitenkin tyypillinen tapauksissa, joissa ohjattava dynaaminen järjestelmä vaatii suhteellisen usein tapahtuvia ohjauspäivityksiä vakauden tai kestävyyden säilyttämiseksi, mutta jossa on kuitenkin joitakin toimia/seurauksia, jotka on määritettävä suhteellisen pitkien ajanjaksojen aikana. Tämän ongelman ratkaisemiseksi tutkitaan, millaisia oppimisominaisuuksia on kahdesta Backpropagated Adaptive Critics (BAC) -järjestelmästä koostuvalla ohjausarkkitehtuurilla kaksitasoisessa hierarkiassa, jossa on jatkuvia toimintoja. Korkean tason BAC päivittyy harvemmin kuin matalan tason BAC ja ohjaa jälkimmäistä jossain määrin. Matalan tason reaktio korkean tason signaaleihin voidaan joko määrittää etukäteen tai se voi syntyä oppimisen aikana. Jälkimmäistä tapausta varten esitellään yleinen lähestymistapa, jota kutsutaan Response Induction Learning -oppimiseksi.

**Tulos**

Vahvistusohjaus hierarkkisen takaisinkulkevan mukautuvan kritiikin avulla∗ \*.

**Esimerkki 2.350**

Tämän artikkelin päätavoitteena on kuvata uusi karsintamenetelmä päätöspuiden ja pelipuiden ratkaisemiseen. Päätöspuiden karsintamenetelmässä ehdotetaan päätöspuiden pientä muunnelmaa, jota kutsumme skenaariopuiksi. Skenaariopuissa emme tarvitse ehdollista todennäköisyyttä jokaiselle sattumasolmusta lähtevälle reunalle. Sen sijaan tarvitsemme yhteisen todennäköisyyden jokaiselle polulle juurisolmusta lehtisolmuun. Vertaamme karsintamenetelmää perinteiseen päätöspuiden ja pelipuiden karsintamenetelmään. Ongelmissa, jotka edellyttävät todennäköisyyksien Bayesin tarkistamista, skenaariopuiden esitys karsintamenetelmällä on tehokkaampi kuin päätöspuiden esitys rollback-menetelmällä. Pelipuiden osalta karsintamenetelmä on tehokkaampi kuin rollback-menetelmä.

**Tulos**

Uusi karsintamenetelmä päätöspuiden ja pelipuiden ratkaisemiseen

**Esimerkki 2.351**

Theano on lineaarialgebran kääntäjä, joka optimoi käyttäjän symbolisesti määritellyt matemaattiset laskutoimitukset tehokkaiksi matalan tason toteutuksiksi. Tässä artikkelissa esitellään Theanon uusia ominaisuuksia ja tehokkuusparannuksia sekä vertailuarvoja, jotka osoittavat Theanon suorituskyvyn suhteessa Torch7:ään, hiljattain käyttöönotettuun koneoppimiskirjastoon, ja RNNLM:ään, rekursiivisille neuroverkoille suunnattuun C++-kirjastoon.

**Tulos**

Theano: uusia ominaisuuksia ja nopeusparannuksia

**Esimerkki 2.352**

Tässä työssä rakennamme yleisen konvolutiivisten neuroverkkojen arkkitehtuurin, jonka avulla löydämme neuroverkkojen empiirisiä ominaisuuksia. Ensimmäinen panoksemme on ottaa käyttöön uusin kehys, joka riippuu muutamasta hyperparametrista, ja tutkia verkkoa, kun niitä vaihdellaan. Siinä ei ole maksimipoolingia, ei harhoja, vain 13 kerrosta, se on puhtaasti konvoluutioverkko, ja sen tarkkuus on 95,4 % CIFAR10- ja 79,6 % CIFAR100-verkoissa. Osoitamme, että syvän verkon epälineaarisuuden ei tarvitse olla jatkuvaa, ei-ekspansiivista tai pistemäistä hyvän suorituskyvyn saavuttamiseksi. Osoitamme, että verkkomme leveyden kasvattaminen mahdollistaa sen, että se on kilpailukykyinen hyvin syvien verkkojen kanssa. Toinen panoksemme on analyysi tämän verkon supistumis- ja erotteluominaisuuksista. Syviin piirteisiin sovellettava 1 lähimmän naapurin luokittelija paranee asteittain syvyyden myötä, mikä osoittaa, että esitys on asteittain säännöllisempi. Lisäksi määrittelimme ja analysoimme paikallisia tukivektoreita, jotka erottelevat luokat paikallisesti. Kaikki kokeilumme ovat toistettavissa, ja koodi on saatavilla verkossa, ja se perustuu TensorFlow-ohjelmaan.

**Tulos**

Säännöllisen päätösrajan rakentaminen syvien verkkojen avulla

**Esimerkki 2.353**

Tiedon esittäminen on suosittu tutkimusala tietotekniikan alalla. Koska matemaattinen tieto on kaikkein muodollisinta, sen esittäminen on tärkeää ja kiinnostavaa. Matemaattinen tieto koostuu erilaisista matemaattisista teorioista. Tässä artikkelissa tarkastelemme deduktiivista järjestelmää, joka johtaa matemaattisia käsitteitä, aksioomia ja teoreemoja. Kaikkia näitä käsitteitä, aksioomeja ja teoreemoja voidaan pitää pienenä matemaattisena teoriana. Tämä teoria esitetään semanttisena verkkona. Aloitamme allekirjoituksella <Set; >, jossa Set on tukijoukko, is jäsenyyspredikaatti. MathSem-ohjelman avulla muodostamme allekirjoituksen <Set; , jossa is joukkojen leikkaus,  on joukkojen unioni, -on joukkojen kartesiolainen tulo ja is osajoukkojen relaatio.

**Tulos**

Joukkoteorian allekirjoituksen rakentaminen MathSem-ohjelman avulla

**Esimerkki 2.354**

Wikipedia on hyödyllinen tietolähde, josta on hyötyä monissa kielenkäsittelyn ja tiedon esittämisen sovelluksissa. Wikipedian tärkeä ominaisuus on kategorioiden käyttö. Wikipedian sivuille annetaan niiden sisällön mukaan erilaisia kategorioita ihmisen kommentoimina merkintöinä, joita voidaan käyttää tiedonhaussa, ad hoc -hakujen parantamisessa, entiteettien luokittelussa ja tunnistesuosituksissa. Tärkeille sivuille annetaan kuitenkin yleensä liian monta luokkaa, mikä vaikeuttaa tärkeimpien ja parhaiten kuvaavien kategorioiden tunnistamista. Tässä artikkelissa ehdotamme lähestymistapaa, jonka avulla voidaan tunnistaa Wikipedian kuvaavimmat kategoriat. Havaitsemme, että tiettyyn kategoriaan kuuluvat historialliset henkilöt ovat oletettavasti keskenään samankaltaisia, ja tällaista kategorista johdonmukaisuutta voitaisiin arvioida kategorian vastaavien jäsenten tekstien tai Wikipedia-linkkien avulla. Asetamme Wikipedian kategorioiden kuvaustason paremmuusjärjestykseen niiden johdonmukaisuuden mukaan, ja luokittelumme tuloksena on 88,27 prosentin yhteisymmärrys ihmisviisauden kanssa.

**Tulos**

Historiallisten hahmojen kuvailevien Wikipedian kategorioiden tunnistaminen

**Esimerkki 2.355**

<lb>Tässä artikkelissa käsitellään ad hoc -mikrofoniryhmän kalibroinnin ongelmaa, kun mikrofonien väliset etäisyydet ovat vain osittain saatavilla. Rakennamme matriisin<lb>, joka koostuu pareittaisista etäisyyksistä, ja ehdotamme puuttuvien merkintöjen estimointia uudenlaisen<lb>euklidisen etäisyysmatriisin täydennysalgoritmin avulla, joka perustuu vaihtoehtoiseen matriisien täydennykseen matalilla sijoilla ja<lb>projektioon euklidiseen etäisyysavaruuteen. Tämä lähestymistapa rajoittaa palautetun matriisin<lb>EDM-kartioon jokaisessa matriisitäydennysalgoritmin iteraatiossa. Kalibroinnin suorituskyvylle saadaan teoreettiset takeet, kun otetaan huomioon satunnaiset ja paikallisesti strukturoidut puuttuvat<lb>merkinnät sekä tunnettujen etäisyyksien mittauskohina. Tässä tutkimuksessa selvitetään kalibrointivirheen ja mikrofonien lukumäärän sekä kohinatason ja puuttuvien etäisyyksien<lb>suhteen<lb>välisiä yhteyksiä. Näiden teoreettisten oivallusten havainnollistamiseksi tehdään perusteellisia kokeita todellisilla datatallenteilla ja simuloiduilla asetelmilla<lb>. Ehdotettu euklidinen etäisyysmatriisien täydennysalgoritmi parantaa merkittävästi<lb>tilapäistä mikrofoniryhmän kalibrointia koskevia uusimpia<lb>tekniikoita.

**Tulos**

Ad-hoc-mikrofoniryhmän kalibrointi: Euklidisen etäisyyden matriisin täydennysalgoritmi ja teoreettiset takuut

**Esimerkki 2.356**

Esittelemme Discriminative BLEU:n (∆BLEU), joka on uusi mittari tuotetun tekstin sisäiseen arviointiin tehtävissä, joissa on monenlaisia mahdollisia tuloksia. Ihmisten arvioijat pisteyttävät viitejonojen laadun asteikolla [-1, +1] painottaakseen moniviitteistä BLEU:ta. Tehtävissä, joihin sisältyy keskusteluvastausten tuottaminen, ∆BLEU korreloi kohtuullisesti ihmisten tekemien arvioiden kanssa ja päihittää lausetason ja IBM:n BLEU:n sekä Spearmanin ρ:n että Kendallin τ:n suhteen.

**Tulos**

∆BLEU: Diskriminoiva metriikka sukupolvitehtäviin, joissa on luonnostaan erilaisia kohteita∗∗.

**Esimerkki 2.357**

Viimeaikaiset työt, jotka koskevat päästä päähän hermoverkkoihin perustuvia arkkitehtuureja konekääntämisessä, ovat osoittaneet lupaavia tuloksia englannin ja ranskan sekä englannin ja saksan välisessä käännöstyössä. Toisin kuin näissä kielipareissa, useimmissa tilanteissa ei kuitenkaan ole laadukkaita rinnakkaiskorporaatioita. Tässä työssä keskitymme soveltamaan neuraalista konekääntämistä haastaviin/vajaaresurssisiin kieliin, kuten turkkilaiseen ja matalaresurssisiin alueisiin, kuten kiinalaisten chat-viestien rinnakkaiskorpuksiin. Tutkimme erityisesti sitä, miten runsaita yksikielisiä aineistoja voidaan hyödyntää näissä vähäresurssisissa käännöstehtävissä. Ilman ulkoisia kohdistustyökaluja saimme ehdotetulla menetelmällä jopa 1,96 BLEU-pistemäärän parannuksen verrattuna aiempaan parhaaseen tulokseen turkki-englanti-käännöksessä IWLST 2014 -datakokonaisuudessa. Kiinasta englanniksi kääntämisessä OpenMT 2015 -tietokannan avulla saavutimme jopa 1,59 BLEU-pistemäärän parannuksen verrattuna fraasipohjaiseen ja hierarkkiseen fraasipohjaiseen perusmenetelmään.

**Tulos**

Yksikielisten korporaatioiden käytöstä neuraalisessa konekääntämisessä

**Esimerkki 2.358**

Energiapohjaiset mallit ovat suosittuja koneoppimisessa, koska niiden muotoilu on eleganttia ja ne liittyvät tilastofysiikkaan. Näistä rajoitettu Boltzmannin kone (Restricted Boltzmann Machine, RBM) on ollut prototyyppi eräille viimeaikaisille edistysaskelille syvien neuroverkkojen valvomattomassa koulutuksessa. Tällaisissa malleissa niin usein käytetyllä kontrastiivisen divergenssin koulutusalgoritmilla on kuitenkin useita puutteita ja epäkohtia sekä teoriassa että käytännössä. Tässä tutkimme minimitodennäköisyysvirtauksen oppimisen suorituskykyä RBM:ien kouluttamisessa. Tämä lähestymistapa käsittää uudelleen mallin yli määritellyn dynamiikan luonteen sen sijaan, että ajateltaisiin Gibbsin näytteenottoa, ja johtaa yksinkertaisen, helposti lähestyttävän ja tyylikkään tavoitefunktion Taylorin laajennuksen avulla, jolloin voidaan oppia minkä tahansa jakauman parametrit näkyvien tilojen yli. Artikkelissa selvitetään Minimum Probability Flow -oppimisalgoritmia erilaisissa dynamiikoissa. Analysoimme empiirisesti sen suorituskykyä näissä dynamiikoissa ja osoitamme, että MPF-algoritmit päihittävät CD:n erilaisissa RBM-konfiguraatioissa.

**Tulos**

RBMS:N MINIMITODENNÄKÖISYYSVIRRAN YMMÄRTÄMINEN ERILAISISSA DYNAMIIKOISSA

**Esimerkki 2.359**

Mekaanisten osien erittäin tarkka kokoonpano edellyttää tarkkuutta, joka ylittää robotin tarkkuuden. Nykyisessä valmistuksessa käytettävät perinteiset osien yhteenliittämismenetelmät edellyttävät lukuisten parametrien työlästä virittämistä ennen käyttöönottoa. Näytämme, miten robotti voi onnistuneesti suorittaa tiukan välyksen tappi-reikä-tehtävän kouluttamalla toistuvan neuroverkon vahvistusoppimisen avulla. Sen lisäksi, että ehdotettu tekniikka säästää manuaalista työtä, se on myös vankka tappi-reikätyön sijainti- ja kulmavirheitä vastaan. Neuroverkko oppii tekemään optimaalisen toimenpiteen tarkkailemalla robotin antureita järjestelmän tilan arvioimiseksi. Ehdotetun menetelmän edut validoidaan kokeellisesti 7-akselisella nivelletyllä robottikädellä.

**Tulos**

Syvä vahvistusoppiminen korkean tarkkuuden kokoonpanotehtäviä varten

**Esimerkki 2.360**

Keinotekoisia neuroverkkoja (ANN) on käytetty laajalti optisesti skannattujen merkkien tunnistamiseen, mikä osittain jäljittelee ihmisen ajattelua tekoälyn alalla. Ennen tunnistusta on kuitenkin välttämätöntä segmentoida merkki tekstistä lauseisiin, sanoihin jne. Sanojen segmentointi yksittäisiin kirjaimiin on ollut yksi suurimmista ongelmista käsialan tunnistuksessa. Huolimatta useista onnistuneista töistä, joita on tehty kaikkialla, tällaisten työkalujen kehittäminen tietyillä kielillä on edelleen kesken erityisesti Intiassa. Tässä työssä tutkitaan ANN:n soveltamista käsinkirjoitettujen kirjainten segmentoinnin apuvälineenä Assamesean-kielessä, joka on tärkeä kieli Intian koillisosassa. Työssä tutkitaan, millaisia suorituskykyeroja saadaan, kun käytetään ANN-pohjaista dynaamista segmentointialgoritmia verrattuna projektiopohjaiseen staattiseen segmentointiin. Algoritmiin kuuluu ensin ANN:n kouluttaminen eri henkilöiltä tallennettujen yksittäisten käsinkirjoitettujen merkkien avulla. Käsin kirjoitetut lauseet erotetaan tekstistä staattisella segmentointimenetelmällä. Segmentoidusta rivistä erotetaan yksittäiset merkit erottelemalla ensin koko rivi. Kukin näin saaduista segmenteistä syötetään seuraavaksi koulutettuun ANN:iin. Segmentointikohdassa, jossa ANN tunnistaa segmentin tai useiden segmenttien yhdistelmän muistuttavan käsinkirjoitettua merkkiä, oletetaan, että merkille on olemassa segmentointiraja, ja segmentointi suoritetaan. Segmentoitua merkkiä verrataan seuraavaksi parhaaseen saatavilla olevaan vastaavaan merkkiin ja segmentointiraja vahvistetaan.

**Tulos**

ANN-pohjainen innovatiivinen segmentointimenetelmä käsinkirjoitetulle tekstille assameksi kielellä

**Esimerkki 2.361**

Etävalvottua relaatioiden louhintaa on käytetty laajalti uusien relaatiofaktojen löytämiseen tavallisesta tekstistä. Kahden kohdejoukkoparin välisen relaation ennustamiseksi nykyiset menetelmät tukeutuvat ainoastaan niihin suoriin lauseisiin, jotka sisältävät molemmat oliot. Tosiasiassa on myös monia lauseita, jotka sisältävät vain toisen kohdejoukon, ja ne tarjoavat runsaasti hyödyllistä tietoa relaatioiden louhintaa varten. Tämän ongelman ratkaisemiseksi rakennamme kahden kohdeentiteetin välille välientiteettien kautta päättelyketjuja ja ehdotamme polkupohjaista neurologista relaatioiden louhintamallia, joka koodaa relaation semantiikan sekä suorista lauseista että päättelyketjuista. Kokeelliset tulokset reaalimaailman tietokokonaisuuksissa osoittavat, että mallimme pystyy hyödyntämään täysimääräisesti lauseita, jotka sisältävät vain yhden kohdeentiteetin, ja se parantaa relaatioiden louhintaa merkittävästi ja johdonmukaisesti verrattuna perusmalleihin.

**Tulos**

Suhdepolkujen sisällyttäminen neuraaliseen suhteiden poimintaan

**Esimerkki 2.362**

Tutkimme vuorovaikutteisten klusterointialgoritmien suunnittelua luonnolliset stabiilisuusoletukset täyttäville tietoaineistoille. Algoritmimme aloittavat minkä tahansa alkuklusteroinnin ja tekevät vain paikallisia muutoksia kussakin vaiheessa; molemmat ovat toivottavia ominaisuuksia monissa sovelluksissa. Osoitamme, että tässä rajoitetussa ympäristössä voidaan silti suunnitella todistettavasti tehokkaita algoritmeja, jotka tuottavat tarkkoja klusterointeja. Osoitamme myös, että algoritmimme toimivat hyvin todellisessa datassa.

**Tulos**

Paikalliset algoritmit interaktiiviseen klusterointiin

**Esimerkki 2.363**

Online-sarjan ennustaminen on ongelma, jossa ennustetaan sarjan seuraava elementti edellisistä elementeistä. Ongelmaa on tutkittu laajasti yksittäisten sekvenssien ennustamisen yhteydessä, kun sekvenssin alkuperästä ei tehdä ennakko-oletuksia. Yksittäisten sekvenssien ennustamisalgoritmit toimivat melko hyvin pitkille sekvensseille, joissa algoritmilla on riittävästi aikaa oppia sekvenssin ajallinen rakenne. Ne saattavat kuitenkin antaa huonoja ennusteita lyhyille sekvensseille. Mahdollinen parannuskeino on turvautua yleiseen asiantuntija-ennustemalliin, jossa oppijalla on käytettävissään joukko r asiantuntijaa, joista kukin tekee omat ennusteensa sekvenssistä. Tiedetään hyvin, että on mahdollista ennustaa lähes yhtä hyvin kuin paras asiantuntija, jos sekvenssin pituus on log(r):n suuruinen. Mutta ilman vankkaa ennakkotietoa ongelmasta ei ole selvää, miten valita pieni joukko hyviä asiantuntijoita. Tässä artikkelissa kuvaamme ja analysoimme uutta algoritmia, joka oppii hyvän asiantuntijajoukon käyttämällä aiemmin havaittujen sekvenssien harjoitusjoukkoa. Osoitamme lähestymistapamme edut soveltamalla sitä verkkoklikkausten ennustamiseen.

**Tulos**

Asiantuntijoiden oppiminen online-sekvenssien ennustamista varten

**Esimerkki 2.364**

Tämän asiakirjan tavoitteena on tutkia agenttiryhmän jakaman tiedon ja sen koalitiokyvyn välistä vuorovaikutusta. Kuvailemme tätä suhdetta tavanomaisessa epätäydellisen tiedon samanaikaisen pelin yhteydessä. Oletamme, että aina kun joukko agentteja muodostaa koalition tavoitteen saavuttamiseksi, ne jakavat tietonsa ennen toimintaansa. Tämän oletuksen perusteella ehdotamme uutta semantiikkaa vuorotteluajan temporaalilogiikalle, jossa on epätäydellistä tietoa ja täydellinen muistaminen. Osoittautuu, että tämä semantiikka riittää säilyttämään kaikki perinteisissä koalitiologiikoissa toivotut koalitiokyvyn ominaisuudet. Samalla tutkimme, miten tiedon jakaminen agenttiryhmän sisällä vaikuttaa sen koalitiokykyyn episteemisten ja koalitiomodaliteettien vuorovaikutuksen kautta. Tämä työ antaa osittaisen vastauksen kysymykseen: millaista ryhmätietoa ryhmä tarvitsee saavuttaakseen tavoitteensa epätäydellisen tiedon vallitessa.

**Tulos**

Tietämyksen jakaminen koalitioissa

**Esimerkki 2.365**

Kehitämme riippuvuuksien jäsentämiseen uudenlaisen kaksisuuntaisen huomiomallin, joka oppii sopimaan otsikkosanaennusteista eteenpäin ja taaksepäin suuntautuvassa jäsentämisessä. Kummankin suunnan jäsennysprosessi muotoillaan siten, että kysytään peräkkäin muistikomponentilta, joka tallentaa jatkuvat pääsanojen upotukset. Ehdotettu jäsennin käyttää pehmeitä pääsanojen upotuksia, minkä ansiosta malli voi implisiittisesti tallentaa korkeamman tason jäsennyshistorian lisäämättä dramaattisesti laskennallista monimutkaisuutta. Teemme kokeita englannilla, kiinalla ja 12 muulla kielellä CoNLL 2006 -tehtävästä jaetusta tehtävästä ja osoitamme, että ehdotetulla mallilla saavutetaan huippuluokan merkitsemättömien liitetiedostojen tulokset kuudella kielellä.1

**Tulos**

Kaksisuuntainen tarkkaavaisuus ja sopiminen riippuvuuksien jäsennystä varten

**Esimerkki 2.366**

Tässä asiakirjassa käsitellään useita lähestymistapoja, joissa hyödynnetään tekoälyalgoritmeja ja -tekniikoita miehittämättömän taistelulentokoneen (UCAV) autonomian tukemiseksi. Sen jälkeen tarkastellaan, miten näitä tekniikoita voidaan laajentaa ja rikastuttaa tekoälytekniikoilla, mukaan lukien keinotekoiset neuroverkot (Artificial Neural Networks, ANN), ensembling ja vahvistusoppiminen (Reinforcement Learning, RL), jotta UCAV:n ohjausstrategioita voidaan kehittää.

**Tulos**

UCAV-autonomian tekoälylähestymistavat

**Esimerkki 2.367**

Suosittelujärjestelmä on yleinen vaatimus jokapäiväisessä elämässä, ja matriisien täydentäminen on laajalti käytetty tekniikka tähän tehtävään. Useimmissa matriisien täydennysmenetelmissä ei kuitenkaan ole semanttista tulkintaa, ja tuloksena on yleensä heikosti semanttisia suosituksia. Tätä varten tässä asiakirjassa ehdotetaan suositusjärjestelmien semanttista analyysimenetelmää (SAR), jossa sovelletaan kaksitasoista hierarkkista generatiivista prosessia, jossa käyttäjälle ja kohteelle määritetään semanttiset ominaisuudet ja kategoriat. SAR oppii semanttisia representaatioita käyttäjistä/kohteista pelkästään käyttäjien kohteiden arvioinneista, mikä tarjoaa uuden polun suositusten laatimiseen semanttisen yhteensovittamisen avulla opittujen representaatioiden kanssa. Laajat kokeet osoittavat, että SAR on huomattavasti parempi kuin muut nykyaikaiset perusratkaisut.

**Tulos**

SAR: semanttinen analyysimenetelmä suosituksia varten

**Esimerkki 2.368**

Tässä artikkelissa tutkitaan luokkien assosiaatiosääntöjen louhintaa karkean joukon lähestymistavan avulla. Tiedonlouhinnassa kahden elementtijoukon välille syntyy assosiaatio, kun yksi elementtijoukko esiintyy yhdessä toisen kanssa. Luokka-assosiaatiosääntöjoukko (CAR) on assosiointisääntöjen osajoukko, jonka seurauksiksi on määritelty luokat. Esittelemme tehokkaan algoritmin hienoimman luokkasääntöjoukon louhintaan Apriori-algoritmin innoittamana, jossa tuki ja luottamus lasketaan karkean joukon teorian ominaisuuteen sisältyvän alemman approksimaation alkeisjoukon perusteella. Ehdotettu lähestymistapa on osoittautunut erittäin tehokkaaksi, sillä karkean joukon lähestymistapa luokka-assosiaatioiden löytämiseen on paljon yksinkertaisempi kuin klassinen assosiaatiomenetelmä. Tiedonlouhinta, RST, CAR, ARM, NAR, bittikartta, luokkien assosiaatiosäännöt, karkean joukon teoria.

**Tulos**

Luokan assosiaatiosääntöjen louhintaan perustuva karkean joukon menetelmä

**Esimerkki 2.369**

Merkkien eteneminen on tehokas ja joustava puolivalvottu oppimistekniikka graafeissa. Neuroverkkoarkkitehtuurit ovat puolestaan osoittautuneet hyväksi monissa valvotun oppimisen tehtävissä. Tässä työssä ehdotamme neuroverkkojen koulutustavoitetta, Neural Graph Machines, jossa yhdistetään neuroverkkojen ja etikettien etenemisen teho. Uuden tavoitteen avulla neuroverkot voivat hyödyntää sekä merkattua että merkitsemätöntä dataa: (a) sallimalla verkon harjoittelun käyttäen merkittyä dataa kuten valvotussa ympäristössä, (b) painottamalla verkkoa oppimaan samankaltaisia piilotettuja representaatioita graafin naapurisolmuja varten samaan tapaan kuin etikettien etenemisessä. Tällaisia arkkitehtuureja, joissa on ehdotettu tavoite, voidaan kouluttaa tehokkaasti käyttämällä stokastista gradienttilaskeutumista, ja ne voidaan skaalata suurille graafeille. Ehdotettu menetelmä on validoitu kokeellisesti useissa eri tehtävissä (sosiaalisten graafien multilabel-luokittelu, uutisten luokittelu ja semanttisen tarkoituksen luokittelu) käyttäen erilaisia arkkitehtuureja (NN:t, CNN:t ja LSTM RNN:t).

**Tulos**

NEUROGRAFIAKONEET: NEUROVERKKOJEN OPPIMINEN GRAAFIEN AVULLA

**Esimerkki 2.370**

Variationaaliset autokooderit (VAE) ovat ilmaisukykyisiä latenttien muuttujien malleja, joita voidaan käyttää monimutkaisten todennäköisyysjakaumien oppimiseen harjoitusdatasta. Tuloksena saatavan mallin laatu riippuu kuitenkin ratkaisevasti koulutuksen aikana käytetyn päättelymallin ilmaisuvoimasta. Esittelemme Adversarial Variational Bayes (AVB) -tekniikan, jolla voidaan kouluttaa variationaalisia autokoodereita mielivaltaisesti ilmaisevilla päättelymalleilla. Tämä saavutetaan ottamalla käyttöön ylimääräinen diskriminoiva verkko, jonka avulla maksimiluotettavuusongelma voidaan muotoilla uudelleen kahden pelaajan peliksi, ja näin luodaan periaatteellinen yhteys VAE:iden ja generatiivisten adversariaalisten verkkojen (GAN) välille. Osoitamme, että ei-parametrisessa raja-arvossa menetelmämme tuottaa tarkan maksimihyvinvointitehtävän generatiivisen mallin parametreille sekä tarkan posteriorijakauman latentteille muuttujille, kun havainto on annettu. Toisin kuin kilpailevissa lähestymistavoissa, joissa VAE:t yhdistetään GAN:iin, lähestymistavallamme on selkeät teoreettiset perustelut, se säilyttää useimmat tavanomaisten variationaalisten autokoodereiden edut ja se on helppo toteuttaa.

**Tulos**

Adversarial Variational Bayes: Variationaalisten autokoodereiden ja generatiivisten adversariaalisten verkkojen yhdistäminen.

**Esimerkki 2.371**

Heterogeenisten näytteiden vertailu on laajalti käytössä monissa sovelluksissa, erityisesti kuvien luokittelussa. Tässä artikkelissa ehdotamme yksinkertaista mutta tehokasta kytkettyä neuroverkkoa, nimeltään Deeply Coupled Autoencoder Networks (DCAN), jossa pyritään rakentamaan kaksi syvää neuroverkkoa, jotka on kytketty toisiinsa jokaisella vastaavalla kerroksella. DCAN:ssä kukin syvä rakenne kehitetään pinoamalla useita diskriminoivia kytkettyjä autokoodereita, jotka on koulutettu maksimimarginaalikriteerillä, joka koostuu luokkien sisäisestä tiiviydestä ja luokkien välisestä rangaistuksesta. Tämän yksikerroksisen komponentin ansiosta mallimme säilyttää samanaikaisesti paikallisen johdonmukaisuuden ja parantaa sen erottelukykyä. Kerrosten lukumäärän kasvaessa kytketyt verkot voivat vähitellen kaventaa kahden näkemyksen välistä kuilua. Laajat kokeet ristikkäisten kuvien luokittelutehtävissä osoittavat menetelmämme paremmuuden uusimpiin menetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Syvästi kytketyt automaattiset kooderiverkot ristikkäisnäkymien luokittelua varten

**Esimerkki 2.372**

Ehdotamme uuteen atomiseen normiin perustuvaa uutta koveraa muotoilua harvan matriisin faktorointiongelmille, joissa tekijöiden nollasta poikkeavien elementtien määrä oletetaan kiinteäksi ja tunnetuksi. Formulaatio laskee potentiaalisiksi sovelluksiksi harvan PCA:n, jossa on useita tekijöitä, aliavaruuden klusteroinnin ja matalan sijan harvan bilineaarisen regression. Laskemme hitaat nopeudet ja ylärajan ehdotetun normin tilastolliselle ulottuvuudelle Amelunxen et al. (2013) rank 1 -matriiseille ja osoitamme, että sen tilastollinen ulottuvuus on kertaluokkaa pienempi kuin tavanomaiset l1-normi, trace-normi ja niiden yhdistelmät. Vaikka konveksinen muotoilumme on teoriassa vaikea eikä johda todistettavasti polynomiaikaisiin algoritmisiin järjestelmiin, ehdotamme sen ratkaisemiseksi aktiivista joukkoalgoritmia, joka hyödyntää konveksisen ongelman rakennetta, ja osoitamme lupaavia numeerisia tuloksia.

**Tulos**

Tiiviit koverat relaksaatiot harvan matriisin faktoroinnille

**Esimerkki 2.373**

Tämän teoksen osan tai koko teoksen digitaalisten tai paperikopioiden valmistaminen henkilökohtaiseen tai luokkahuonekäyttöön on sallittua ilman maksua edellyttäen, että kopioita ei valmisteta tai levitetä voittoa tai kaupallista etua varten ja että kopioissa on tämä ilmoitus ja täydellinen viittaus ensimmäisellä sivulla. Kolmansien osapuolten tekijänoikeuksia on kunnioitettava. Kaikkia muita käyttötarkoituksia varten on otettava yhteyttä omistajaan/tekijään. Tekijänoikeus on omistajalla/kirjoittajalla/kirjoittajilla. CSCW'16 Companion, February 27 March 02, 2016, San Francisco, CA, USA ACM 978-1-4503-3950-6/16/02. http://dx.doi.org/10.1145/2818052.2869110 Tiivistelmä Sosiaalisen median kieltä ohjaavat enimmäkseen uudet sanat ja kirjoitusasut, jotka tulevat jatkuvasti sanastoon saastuttaen sitä ja aiheuttaen suuria poikkeamia muodollisesta kirjoitetusta versiosta. Tällaisen kielen ensisijaisia kokonaisuuksia ovat sanaston ulkopuoliset sanat (OOV-sanat). Tässä artikkelissa tutkimme OOV-sanojen erilaisia sosiolingvistisiä ominaisuuksia ja ehdotamme luokittelumallia, jonka avulla ne voidaan luokitella ainakin kuuteen luokkaan. Saavutamme 81,26 prosentin tarkkuuden ja korkean tarkkuuden ja palautuksen. Havaitsemme, että sisältöominaisuudet ovat kaikkein erottelevimpia, ja niitä seuraavat leksikaaliset ja kontekstuaaliset ominaisuudet.

**Tulos**

WASSUP? LOL : Twitterissä esiintyvien sanojen luonnehdinta, jotka eivät kuulu sanavarastoon.

**Esimerkki 2.374**

Dialog State Tracking Challenge 4 (DSTC 4) eroaa kolmesta edellisestä versiosta seuraavasti: ontologiassa olevien aukko-arvoparien määrä on paljon suurempi, puhutun kielen ymmärtämisen tulosta ei anneta ja lausumat merkitään aladialogitasolla. Tässä artikkelissa kuvataan uusi dialogitilan seurantamenetelmä, joka on suunniteltu toimimaan kestävästi näissä olosuhteissa ja jossa käytetään monimutkaista merkkijonojen täsmäytystä, dialogeille räätälöityä coreference resolution -menetelmää ja muutamia muita parannuksia. Menetelmä pystyy tunnistamaan oikein monia arvoja, joita ei eksplisiittisesti ole lausumassa. Lopullisessa arvioinnissa menetelmämme sijoittui ensimmäiselle sijalle 7 kilpailevan ryhmän ja 24 osallistujan joukossa. Menetelmämme saavuttama F1-tulos oli 9 prosenttiyksikköä korkeampi lausetason arvioinnissa ja 7 prosenttiyksikköä korkeampi kuin toiseksi sijoittuneen menetelmän tulos sanontatason arvioinnissa ja subdialogitason arvioinnissa.

**Tulos**

Vankka dialogin tilan seuranta suurille ontologioille

**Esimerkki 2.375**

Tutkimme foneemien esittämistä ja koodausta maadoitetun puheen rekursiivisessa neuroverkkomallissa. Käytämme mallia, joka käsittelee kuvia ja niiden puhuttuja kuvauksia ja projisoi visuaaliset ja auditiiviset representaatiot samaan semanttiseen tilaan. Teemme useita analyysejä siitä, miten yksittäisiä foneemeja koskeva informaatio koodataan puhesignaalista poimittuihin MFCC-piirteisiin ja mallin kerrosten aktivaatioihin. Foneemien dekoodaus- ja erottelukokeiden avulla osoitamme, että foneemirepresentaatiot ovat selvimmin esillä mallin alemmissa kerroksissa, joissa matalan tason signaaleja käsitellään hienojakoisella tasolla, vaikka suuri määrä fonologista tietoa säilyy ylimmässä rekursiivisessa kerroksessa. Lisäksi havaitsemme, että ylimmän rekurrenssikerroksen jälkeinen huomiomekanismi heikentää fonologian koodausta merkittävästi ja tekee lausekkeiden upotuksista paljon muuttumattomampia synonymian suhteen. Lisäksi verkon oppimien foneemirepresentaatioiden hierarkkinen klusterointi osoittaa foneemien organisatorisen rakenteen, joka on samanlainen kuin kielitieteessä ehdotettu.

**Tulos**

Fonologian koodaaminen maadoitetun puheen rekurrenssissa hermostomallissa.

**Esimerkki 2.376**

Puurakenteiset neuroverkot hyödyntävät arvokasta syntaktista jäsentelytietoa, kun ne tulkitsevat lauseiden merkityksiä. Ne kärsivät kuitenkin kahdesta keskeisestä teknisestä ongelmasta, jotka tekevät niistä hitaita ja hankalia laajamittaisia NLP-tehtäviä varten: ne voivat toimia vain jäsennettyjen lauseiden kanssa, eivätkä ne suoraan tue eräkohtaista laskentaa. Ratkaisemme nämä ongelmat esittelemällä Stackaugmented Parser-Interpreter Neural Network (SPINN), joka yhdistää jäsennyksen ja tulkinnan yhdeksi puulausekehybridimalliksi integroimalla puurakenteisen lauseen tulkinnan shift-reduce-jäsennyksen lineaariseen sekventiaaliseen rakenteeseen. Mallimme tukee eräkohtaista laskentaa, mikä nopeuttaa laskentaa jopa 25-kertaisesti muihin puurakenteisiin malleihin verrattuna, ja sen integroitu jäsennin mahdollistaa sen käyttämisen jäsennyksettömällä datalla ilman, että tarkkuus heikkenee juurikaan. Arvioimme mallia Stanfordin NLI-ehtävässä ja osoitamme, että se päihittää merkittävästi muut lauseenkoodausmallit.

**Tulos**

Nopea yhtenäinen malli lauseiden jäsentelyyn ja ymmärtämiseen

**Esimerkki 2.377**

Markov chain Monte Carlo (MCMC) on yksi todennäköisyyslaskennan tärkeimmistä työkaluista, mutta sen avulla on tunnetusti vaikea mitata likimääräisten posterioristen otosten laatua. Tämä haaste on erityisen merkittävä mustan laatikon päättelymenetelmissä, jotka voivat kätkeä yksityiskohtia ja peittää päättelyn epäonnistumiset. Tässä työssä laajennamme hiljattain esiteltyä kaksisuuntaista Monte Carlo -tekniikkaa [GGA15] MCMC-pohjaisten posterioristen päättelyalgoritmien arvioimiseksi. Käyttämällä annealed importance sampling (AIS) -ketjuja sekä priorista posterioriin että päinvastoin simuloidulla datalla rajoitamme odotusarvoltaan ylärajan symmetriselle KL-divergenssille todellisen posteriorijakauman ja likimääräisten näytteiden jakauman välillä. Esittelemme Bounding Divergences with REverse Annealing (BREAD) -protokollan, jolla voidaan validoida simuloitujen datakokeiden relevanssi todellisiin aineistoihin nähden, ja integroimme sen kahteen probabilistiseen ohjelmointikieleen: WebPPL [GS] ja Stan [CGHL+ p]. Esimerkkinä siitä, miten BREADia voidaan käyttää päättelyalgoritmien suunnittelun ohjaamiseen, sovellamme sitä erilaisten malliesitysten tehokkuuden tutkimiseen sekä WebPPL:ssä että Stanissa.

**Tulos**

MCMC-päätelmien luotettavuuden mittaaminen kaksisuuntaisella Monte Carlo -menetelmällä.

**Esimerkki 2.378**

Tukivektorikonetta, joka käyttää etuoikeutettua tietoa (SVM+), on ehdotettu luokittelijan kouluttamiseksi hyödyntämään etuoikeutettua lisätietoa, joka on saatavilla vain koulutusvaiheessa mutta ei testivaiheessa. Tässä työssä ehdotamme tehokasta ratkaisua SVM+:lle yksinkertaisesti hyödyntämällä neliöityä saranahäviötä saranahäviön sijasta, kuten nykyisessä SVM+-formuloinnissa, mikä mielenkiintoisesti johtaa kaksoismuotoon, jossa on vähemmän muuttujia ja joka on samassa muodossa kuin tavallisen SVM:n kaksoismuoto. Ehdotettua algoritmia hyödynnetään ylimääräisen verkkotiedon hyödyntämiseksi, joka on käytettävissä vain koulutuksen aikana kuvien luokittelutehtävissä. Laajat kokeelliset tulokset sekä Caltech101- että WebQueries-tietokannoilla osoittavat, että ehdotettu menetelmä voi nopeuttaa toimintaa jopa satakertaisesti, ja sen tarkkuus on vertailukelpoinen nykyiseen SVM+-menetelmään verrattuna.

**Tulos**

Yksinkertainen ja tehokas oppiminen etuoikeutettujen tietojen avulla

**Esimerkki 2.379**

Monet tekoälyn tehtävät edellyttävät useiden agenttien yhteistyötä. Tyypillisesti agenttien välinen viestintäprotokolla määritetään manuaalisesti eikä sitä muuteta koulutuksen aikana. Tässä artikkelissa tutkimme yksinkertaista neuromallia, nimeltään CommNN, joka käyttää jatkuvaa viestintää täysin yhteistoiminnallisissa tehtävissä. Malli koostuu useista agenteista, ja niiden välinen viestintä opitaan niiden politiikan ohella. Sovellamme tätä mallia erilaisiin tehtäviin ja osoitamme, että agentit oppivat kommunikoimaan keskenään, jolloin suorituskyky paranee verrattuna ei-viestiviin agentteihin ja perusmalleihin. Joissakin tapauksissa on mahdollista tulkita agenttien kehittämää kieltä, mikä paljastaa yksinkertaisia mutta tehokkaita strategioita tehtävän ratkaisemiseksi.

**Tulos**

Moniagenttiviestinnän oppiminen backpropagationin avulla

**Esimerkki 2.380**

Esitetään täysin semanttinen mittari, jolla voidaan laskea samankaltaisuusarvo käsitteiden kuvausten välillä ja myös käsitteen ja yksilön tai yksilöiden välillä, jotka on ilmaistu ilmeikkäällä kuvauslogiikalla. Sitä voidaan soveltaa symbolisiin kuvauksiin, vaikka siinä käytetäänkin numeerista lähestymistapaa laskutoimituksessa. Kun otetaan huomioon, että kuvauslogiikka on ontologisen tiedon esittämisen ja päättelyn teoreettinen kehys, ehdotettua mittaria voidaan käyttää tehokkaasti semanttisen webin alalla sovellettavassa agglomeratiivisessa ja jaollisessa klusterointitehtävässä.

**Tulos**

Semanttisen samankaltaisuuden mitta ilmaisukykyisille kuvauslogiikoille

**Esimerkki 2.381**

Riippumattomien komponenttien analyysi (ICA) on ongelma, joka koskee neliömatriisin A oppimista näytteiden X = AS perusteella, jossa S on satunnainen vektori, jolla on riippumattomat koordinaatit. Useimmat nykyiset algoritmit ovat todistettavasti tehokkaita vain silloin, kun jokaisella Si:llä on äärellinen ja kohtalaisen arvokas neljäs momentti. On kuitenkin olemassa käytännön sovelluksia, joissa tämän oletuksen ei tarvitse pitää paikkaansa, kuten puhe ja rahoitus. Raskaahäntäistä ICA:ta varten on ehdotettu algoritmeja, mutta ne eivät ole käytännöllisiä, sillä ne käyttävät satunnaiskävelyjä ja ellipsoidialgoritmin koko tehoa useita kertoja. Tämän artikkelin tärkeimmät panokset ovat: (1) Käytännöllinen algoritmi heavy-tailed ICA:lle, jota kutsumme HTICA:ksi. Annamme teoreettiset takuut ja osoitamme, että se päihittää muut algoritmit joillakin raskashäntäisillä alueilla sekä todellisella että synteettisellä datalla. Nykyisen huipputekniikan tapaan uusi algoritmi perustuu keskipisteen runkoon (kovarianssimatriisin ensimmäisen momentin analogia). Toisin kuin uusin tekniikka, algoritmimme on käytännössä tehokas. Tämän saavuttamiseksi käytämme eksplisiittisiä analyyttisiä esityksiä keskipisteen kappaleesta, mikä ohittaa ellipsoidimenetelmän ja satunnaiskävelyjen käytön. (2) Tutkimme, miten raskaat hännät vaikuttavat eri ICA-algoritmeihin, mukaan lukien HTICA. Hieman yllättäen osoitamme, että jotkin algoritmit, jotka käyttävät kovarianssimatriisia tai korkeampia momentteja, voivat onnistuneesti ratkaista erilaisia ICA-instansseja, joissa on ääretön toinen momentti. Tutkimme tätä teoreettisesti ja kokeellisesti sekä synteettisillä että todellisilla raskaasti hännällisillä aineistoilla.

**Tulos**

ICA:n kovarianssimatriisin raskassoutuiset analogit

**Esimerkki 2.382**

Suurten oppimisongelmien lisääntyessä viime aikoina on ollut paljon kiinnostusta hajautettuihin koneoppimisalgoritmeihin, erityisesti niihin, jotka perustuvat stokastiseen gradienttilaskeutumiseen (SGD) ja sen muunnelmiin. Nykyiset algoritmit kärsivät kuitenkin joko hitaasta konvergenssista, joka johtuu stokastisten gradienttien luontaisesta vaihtelusta, tai niillä on nopea lineaarinen konvergenssivauhti, mutta ratkaisujen laatu on huonompi. Tässä asiakirjassa yhdistämme näiden ansioita ehdottamalla hajautettua asynkronista SGD-pohjaista algoritmia, jossa varianssia vähennetään. Vakiomuotoista oppimisnopeutta voidaan käyttää, ja sen taataan myös konvergoivan lineaarisesti optimaaliseen ratkaisuun. Kokeet Google Cloud Computing Platform -alustalla osoittavat, että ehdotettu algoritmi päihittää nykyaikaiset hajautetut asynkroniset algoritmit sekä seinäkellon ajan että ratkaisun laadun suhteen.

**Tulos**

Nopea hajautettu asynkroninen SGD ja varianssin vähentäminen

**Esimerkki 2.383**

Ehdotamme protokollaa hajautettujen järjestelmien tunkeutumisen havaitsemiseen, joka perustuu suhteellisen tuoreeseen immunologian teoriaan, jota kutsutaan vaarateoriaksi. Vaarateorian perusteella immuunivaste luonnollisissa järjestelmissä on seurausta korruption aistimisesta sekä tuntemattomien aineiden aistimisesta. Sen sijaan perinteisen itsensä ja tuntemattoman erotteluteorian mukaan immuunivaste käynnistyy vain aistimalla itsensä ulkopuolisia (tuntemattomia) malleja. Vaarateoria ratkaisee monia ongelmia, joita perinteinen malli pystyi selittämään vain osittain. Vaikka perinteinen malli on yksinkertaisempi, tällaiset ongelmat johtavat korkeisiin väärien positiivisten tulosten määriin immuuni-inspiroiduissa tunkeutumisen havaitsemisjärjestelmissä. Uskomme, että käyttämällä vaarateoriaa moniagenttiympäristössä, joka jäljittelee laskennallisesti luonnollisten immuunijärjestelmien käyttäytymistä, voidaan tehokkaasti vähentää väärien positiivisten tulosten määrää. Kuvaamme ensin vaarateoriaan perustuvan yksinkertaistetun skenaarion luonnollisten järjestelmien immuunivasteesta ja muunnamme sen sitten laskennalliseksi malliksi verkkoprotokollaksi. Protokollassamme määrittelemme useita immuunisignaaleja ja mallinnamme solusignaalien välittämisen soluja jäljittelevien agenttien välisellä viestinvaihdolla. Useimmat viestit sisältävät sovelluskohtaisia malleja, jotka on mielekkäästi poimittava järjestelmän eri ominaisuuksista. Lopuksi esitämme muutamia nyrkkisääntöjä, joilla yksinkertaistetaan kuvioiden louhintaa useimmissa hajautetuissa järjestelmissä. "Älä vain julista asioita pelkistämättömän monimutkaisiksi...". Richard Dawkins

**Tulos**

Vaaraan perustuva lähestymistapa tunkeutumisen havaitsemiseen

**Esimerkki 2.384**

Artikkelissa esitellään tiedon esityskieli A log, joka laajentaa ASP:tä aggregaateilla. Tavoitteena on kieli, joka perustuu yksinkertaiseen syntaksiin ja selkeään intuitiiviseen ja matemaattiseen semantiikkaan. Esitämme joitakin A login ominaisuuksia, algoritmin sen vastausjoukkojen laskemiseksi ja vertaamme sitä muihin lähestymistapoihin.

**Tulos**

Noidankehäperiaate ja loogiset ohjelmat aggregaattien kanssa

**Esimerkki 2.385**

Viime aikoina on osoitettu, että syväoppimismallit kykenevät huomattaviin suorituksiin lauseiden ja asiakirjojen luokittelutehtävissä. Tässä työssä ehdotamme lauseiden ja asiakirjojen mallintamiseen uutta AC-BLSTM-kehystä, jossa yhdistyvät epäsymmetrinen konvoluutiohermoverkko (ACNN) ja kaksisuuntainen pitkä lyhytkestoinen muistiverkko (BLSTM). Kokeiden tulokset osoittavat, että mallimme saavuttaa huipputason tuloksia viidessä tehtävässä, mukaan lukien tunneanalyysi, kysymystyyppien luokittelu ja subjektiivisuuden luokittelu. Parantaaksemme AC-BLSTM:n suorituskykyä entisestään ehdotamme tekstiluokittelua varten puolivalvottua oppimiskehystä nimeltä G-AC-BLSTM yhdistämällä generatiivisen mallin AC-BLSTM:ään.

**Tulos**

AC-BLSTM: epäsymmetriset konvolutiiviset kaksisuuntaiset LSTM-verkot tekstin luokitteluun

**Esimerkki 2.386**

Valvomaton sanakirjojen oppiminen on ollut keskeinen osa nykyaikaisia tietokonenäön tunnistusarkkitehtuureja. Vaikka laikkupohjaiseen sanakirjojen oppimiseen on olemassa erittäin tehokkaita menetelmiä, nämä menetelmät saattavat oppia tarpeettomia piirteitä yhdistämisvaiheen jälkeen tietyssä varhaisessa visioarkkitehtuurissa. Tässä artikkelissa tarjoamme uudenlaisen sanakirjojen oppimismenetelmän, jossa otetaan tehokkaasti huomioon opittujen piirteiden muuttumattomuus spatiaalisen yhdistämisvaiheen jälkeen. Algoritmi perustuu yksinkertaiseen klusterointiin, joten se on tehokas ja skaalautuva. Keskustelemme taustalla olevasta mekanismista, joka oikeuttaa klusterointialgoritmien käytön, ja osoitamme empiirisesti, että algoritmi löytää paremmat sanakirjat kuin patch-pohjaiset menetelmät samalla sanakirjakoolla.

**Tulos**

Pooling-invarianttien kuvaominaisuuksien oppiminen

**Esimerkki 2.387**

Interval temporaalilogiikat (Interval temporal logics, ITL) ovat logiikoita, joiden avulla voidaan päätellä ajallisia lausumia, jotka on ilmaistu intervallien eli aikajaksojen yli. Tunnetuin tähän mennessä tutkituista ITL:istä on Halpernin ja Shohamin HS, joka on Allenin kolmentoista intervallirelaation logiikka. Valitettavasti HS:llä ja useimmilla sen fragmenteilla on ratkaisematon tyydytettävyysongelma. Tämä lannisti alan tutkimuksen viime aikoihin asti, jolloin on löydetty useita ei-triviaaleja ratkaistavia ITL:iä. Tämä artikkeli on panos kohti HS:n kaikkien eri fragmenttien täydellistä luokittelua. Tarkastelemme intervallirelaatioiden begins (B), after (A), later (L) ja niiden käänteislukujen A, B ja L erilaisia yhdistelmiä. Aiemmista töistä tiedämme, että yhdistelmäABBA on ratkaistavissa vain silloin, kun tarkastellaan äärellisiä alueita (ja ratkaisematta muualla), ja ettäABB on ratkaistavissa luonnollisten lukujen yli. Laajennamme näitä tuloksia osoittamalla, että ABB:n ratkaistavuutta voidaan edelleen laajentaa siten, että se kattaa kielen ABBL, joka on ABB:n ja ABBA:n välissä ja joka osoittautuu maksimissaan ratkaistavaksi vahvasti diskreettien lineaaristen järjestysten (esim. äärelliset järjestykset, luonnolliset luvut, kokonaisluvut) yli. Todistamme myös, että ehdotettu päätöksentekomenettely on optimaalinen EXPSPACE-kompleksisuusluokan suhteen.

**Tulos**

Alku, jälkeen ja myöhemmin: maksimaalisesti ratkaistavissa oleva intervalli-ajallisuuslogiikka (Maximal Decidable Interval Temporal Logic)

**Esimerkki 2.388**

Sentimenttianalyysi ennustaa positiivisten tai negatiivisten tunteiden esiintymistä tekstidokumentissa. Tässä artikkelissa tarkastelemme tunne-käsitteen korkeampiulotteisia laajennuksia, jotka edustavat monipuolisempaa joukkoa inhimillisiä tunteita. Lähestymistapamme menee aiempaa työtä pidemmälle siinä, että mallimme sisältää jatkuvan moninaisuuden eikä rajallista joukkoa inhimillisiä tunteita. Tutkimme tuloksena syntynyttä mallia, vertaamme sitä psykologisiin havaintoihin ja tutkimme sen ennustuskykyä.

**Tulos**

Ihmisen tunteiden moninaisuus

**Esimerkki 2.389**

Tarkastellaan painotettua tai painottamatonta k-läheisimmän naapurin graafia, joka on rakennettu n datapisteen perusteella, jotka on poimittu satunnaisesti jonkin tiheyden p mukaan R:ssä. Tutkitaan lyhimmän polun etäisyyden konvergenssia tällaisissa graafeissa, kun otoskoko lähestyy ääretöntä. Osoitamme, että painottamattomien kNN-grafeissa tämä etäisyys konvergoi epämiellyttävään etäisyysfunktioon taustalla olevassa avaruudessa, jonka ominaisuudet ovat haitallisia koneoppimiselle. Tutkimme myös lyhimmän polun etäisyyden käyttäytymistä painotetuissa kNN-graafeissa.

**Tulos**

Lyhimmän polun etäisyys satunnaisissa k-läheisimmän naapurin graafeissa

**Esimerkki 2.390**

Tilastolliset aihepiirimallit helpottavat tehokkaasti laajojen tietokokonaisuuksien tutkimista. Monia malleja on kehitetty ja käytetty laajalti semanttisen rakenteen tiivistämiseen uutisissa, tieteessä, sosiaalisessa mediassa ja digitaalisissa humanistisissa tieteissä. Yleinen ja käytännöllinen tavoite aineistojen tutkimustehtävissä ei kuitenkaan ole luetella kaikkia olemassa olevia aiheita, vaan poimia nopeasti edustavia aiheita, jotka kattavat laajasti korpuksen sisällön, eli muutama aihe, jotka toimivat hyvänä yhteenvetona aineistosta. Useimmat nykyiset aihealuemallit sopivat täsmälleen samaan määrään aiheita kuin käyttäjä määrittää, mikä on aiheuttanut tarpeetonta taakkaa käyttäjille, joilla on vain vähän ennakkotietoa. Sen sijaan ehdotamme uusia malleja, jotka pystyvät oppimaan vähemmän mutta edustavampia aiheita datan tiivistämistä varten. Ehdotamme vahvistettua satunnaiskävelyä, jonka avulla näkyvät aiheet voivat absorboida merkkejä samankaltaisista ja pienemmistä aiheista, mikä lisää poimittujen huippuaiheiden monimuotoisuutta. Kun tämä vahvistettu satunnaiskävely on yleinen prosessi, joka on sisällytetty klassisiin aihepiirimalleihin, saamme monipuolisia aihepiirimalleja, jotka pystyvät poimimaan aineistosta näkyvimmät ja monipuolisimmat aiheet. Näiden monimuotoisten aihepiirimallien päättelymenettelyt ovat yhtä yksinkertaisia ja tehokkaita kuin klassiset mallit. Kokeelliset tulokset osoittavat, että monipuoliset aihepiirimallit eivät ainoastaan löydä aiheita, jotka tiivistävät datan paremmin, vaan ne myös vaativat minimaalisen vähän ennakkotietoa käyttäjiltä.

**Tulos**

Vähemmän on enemmän: Tietojen tiivistäminen: Merkittävien ja monipuolisten aiheiden opettelu

**Esimerkki 2.391**

Useimmat reaalimaailman tiedot voidaan mallintaa heterogeenisina tietoverkkoina (HIN), jotka koostuvat erityyppisistä pisteistä ja niiden välisistä suhteista. Samantyyppisten samankaltaisten kärkipisteiden etsiminen suurista HIN-verkoista, kuten bibliografisista verkoista ja liike-elämän katsausverkoista, on perustavanlaatuinen ongelma, jolla on laajoja sovelluksia. Vaikka samankaltaisuuksien etsimistä HIN-verkoissa on tutkittu aiemmin, useimmat nykyiset lähestymistavat eivät tutki verkkorakenteisiin sisältyvää rikasta semanttista tietoa eivätkä ota huomioon käyttäjän mieltymyksiä. Tässä artikkelissa tarkastelemme uudelleen samankaltaisuuksien hakua HIN-verkoissa ja ehdotamme uudenlaista upottamiseen perustuvaa kehystä. Se mallintaa kärjet matalaulotteisina vektoreina verkkorakenteisiin upotetun samankaltaisuuden tutkimiseksi. Käyttäjän mieltymysten huomioon ottamiseksi samankaltaisuussemantiikan määrittelyssä ehdotettu ESim-kehys hyväksyy käyttäjän määrittelemät metapolut ohjeistukseksi, jonka avulla opitaan vertex-vektorit käyttäjän suosimassa upotusavaruudessa. Lisäksi on kehitetty tehokas ja rinnakkainen otantaan perustuva optimointialgoritmi, jolla voidaan oppia upotuksia laajamittaisissa HIN-verkoissa. Laajat kokeet todellisilla laajamittaisilla HIN-verkoilla osoittavat ESimin tehokkuuden parantuneen merkittävästi useisiin uusimpiin algoritmeihin verrattuna ja sen skaalautuvuuden.

**Tulos**

Meta-Path Guided Embedding for Similarity Search in Large-Scale Heterogeneous Information Networks (Metapolku-ohjattu sulauttaminen samankaltaisuuden etsintään laajoissa heterogeenisissa tietoverkoissa)

**Esimerkki 2.392**

Sosiaalisen median yleistyminen viestinnässä ja tiedon levittämisessä on tehnyt siitä ihanteellisen alustan huhujen levittämiselle. Huhujen automaattinen kumoaminen niiden levittämisvaiheessa tunnetaan huhujen varhaisena havaitsemisena, jolla tarkoitetaan kiistanalaisia tosiseikkoja koskevia peräkkäisiä viestejä, joissa on tiettyjä variaatioita ja paljon tekstin päällekkäisyyttä ajan kuluessa. huhujen tunnistaminen vaatii tieteellisen mutta joustavan mallin, joka kykenee havaitsemaan pitkän aikavälin riippuvuudet viesteistä ja tuottamaan erillisiä esityksiä tarkkaa varhaista havaitsemista varten. Perinteisten luokittelualgoritmien soveltaminen huhujen havaitsemiseen varhaisessa vaiheessa on kuitenkin haastava tehtävä, koska ne perustuvat käsin kerättyihin ominaisuuksiin, jotka vaativat intensiivistä manuaalista työtä, jos viestejä on paljon. Tässä artikkelissa esitellään rekursiivisiin neuroverkkoihin (RNN) perustuva syvä havaintomalli, jonka avulla voidaan oppia valikoivasti ajallisia piilotettuja representaatioita peräkkäisistä viesteistä huhujen tunnistamista varten. Ehdotettu malli syventyy toistuvuuteen, jotta se voi samanaikaisesti poimia esiin erityispiirteitä, joihin on kiinnitetty erityistä huomiota, ja tuottaa piilorepresentaatioita, jotka kuvaavat asiaankuuluvien viestien kontekstuaalisia vaihteluita ajan kuluessa. Laajat kokeet sosiaalisten medioiden verkkosivustoilta kerätyillä todellisilla tietokokonaisuuksilla osoittavat, että (1) syvään aentioniin perustuva RNN-malli päihittää käsin kerättyihin ominaisuuksiin perustuvat nykyiset tekniikat; (2) niin aention-mekanismin käyttöönotto voi tehokkaasti poistaa huhujen kannalta olennaiset osat alkuperäisistä viesteistä etukäteen; (3) ehdotettu menetelmä havaitsee huhut nopeammin ja tarkemmin kuin kilpailijat.

**Tulos**

Kiinnitä huomiota huhuihin: Deep Attention Based Recurrent Neural Networks for Early Rumor Detection (Syvähuomioon perustuvat toistuvat neuroverkot huhujen varhaiseen havaitsemiseen).

**Esimerkki 2.393**

Kuten Reasoning about Actions and Change -yhteisössä on perinteisesti tunnustettu, loogisen toimialueen kuvauksen intuitiivisuutta ei voida täysin automatisoida. Lisäksi, kuten mikä tahansa looginen teoria, myös toimintateoriat voivat kehittyä, ja näin ollen tietämysinsinöörit tarvitsevat tarkistusmenetelmiä, joiden avulla he voivat ottaa asianmukaisesti vastaan uutta tietoa toimintojen käyttäytymisestä. Tässä työssä käsitellään toiminta-alueen kuvausten muuttamista multimodaalisessa logiikassa. Sen kontribuutio on kolmitahoinen: ensinnäkin tarkastelemme uudelleen aiemmassa työssä ehdotettua toimintateorian supistamisen semantiikkaa ja annamme kestävämpiä operaattoreita, jotka ilmaisevat minimaalisen muutoksen, joka perustuu Kripke-mallien välisen etäisyyden käsitteeseen. Toiseksi annamme algoritmeja syntaktista toimintateorian supistamista varten ja osoitamme niiden oikeellisuuden semantiikkamme suhteen niille toimintateorioille, jotka täyttävät aiemmassa työssä tutkitun modulaarisuusperiaatteen. Koska modulaarisuus voidaan taata jokaiselle toimintateorialle ja, kuten tässä osoitamme, se on laskettava korkeintaan kerran toimialueen kuvauksen kehityksen aikana, se ei muodosta minkäänlaista rajoitusta tässä tutkittavalle menetelmälle. Lopuksi esitämme AGM:n kaltaisia postulaatteja toimintateorian supistumiselle ja arvioimme operaattoreidemme käyttäytymistä niiden suhteen. Lisäksi käsittelemme myös toimintateorian muutoksen revision vastinetta ja osoitamme, että se hyötyy supistumisen semantiikasta.

**Tulos**

Toimintateorian muutoksesta

**Esimerkki 2.394**

Esittelemme uudenlaisen algoritmisen lähestymistavan sisällön suositteluun, joka perustuu etsintä- ja hyödyntämisstrategioiden ("bandit") mukautuvaan klusterointiin. Analysoimme tämän algoritmin terävää katumusta tavanomaisessa stokastisessa kohinaympäristössä, osoitamme sen skaalautuvuusominaisuudet ja todistamme sen tehokkuuden useilla keinotekoisilla ja todellisilla tietokokonaisuuksilla. Kokeemme osoittavat, että ennustustehokkuus paranee merkittävästi verrattuna uusimpiin menetelmiin bandit-ongelmissa.

**Tulos**

Rosvojen online-klusterointi

**Esimerkki 2.395**

Rahoituspetosten havaitseminen on tärkeä ongelma, jossa on otettava huomioon useita suunnitteluun liittyviä näkökohtia. Algoritmin valinnan ja suorituskyvyn analysoinnin kaltaiset kysymykset vaikuttavat ehdotettujen ratkaisujen havaittavaan kykyyn, joten jotta tilintarkastajat ja tutkijat voisivat havaita talouspetokset riittävän hyvin, näitä kysymyksiä on tutkittava perusteellisesti. Tässä asiakirjassa tarkastelemme uudelleen talouspetosten havaitsemisessa käytettäviä keskeisiä suorituskykymittareita keskittyen luottokorttipetoksiin, kritisoimme vallitsevia ajatuksia ja tarjoamme omia näkemyksiämme. Rahoituspetosten havaitsemista koskevassa aiemmassa tutkimuksessa on käytetty monia erilaisia suorituskykymittareita. Analysoimme useita suosittuja mittareita ja vertailemme niiden tehokkuutta havaintomekanismien kyvykkyyden mittaamisessa. Lisäksi tutkimme erilaisten laskennallisen älykkyyden tekniikoiden suorituskykyä, kun niitä sovelletaan tähän ongelma-alueeseen, ja tutkimme useiden binääristen luokittelumenetelmien tehokkuutta. Asiasanat - rahoituspetosten havaitseminen, luottokorttipetokset; tiedonlouhinta; laskennallinen älykkyys; suorituskykymittarit.

**Tulos**

Joitakin kokeellisia kysymyksiä talouspetosten havaitsemisessa: Tutkimus

**Esimerkki 2.396**

Tässä artikkelissa tutkitaan Kleinbergin klusterifunktioita koskevien aksioomien pätevyyttä melko suositun klusterointialgoritmin k-means suhteen.Ehdotamme, että syy siihen, miksi tämä algoritmi ei sovi Kleinbergin aksiomaattiseen järjestelmään, johtuu siitä, että epäviralliset intuitiot eivät sovi yhteen aksioomien muodollisten muotoilujen kanssa. Vaikka Kleinbergin aksioomeista on keskusteltu paljon aiemmin, keskitymme tässä tapauksessa pääasiassa k-means-algoritmin kannalta merkitykselliseen tapaukseen, eli euklidiseen avaruuteen upotettuun käyttäytymiseen. Osoitamme joitakin ristiriitaisuuksia ja intuitiivisuuden vastaisia näkökohtia tässä aksiomaattisessa joukossa R:n sisällä, joita ei ilmeisesti ole tähän mennessä käsitelty. Tuloksemme viittaavat siihen, että ilmeisesti määrittelemättä selkeästi, millaisia klustereita odotamme, emme pysty rakentamaan pätevää aksiomaattista järjestelmää. Tarkastelemme erityisesti klusterien muotoa ja niiden välisiä aukkoja. Lopuksi osoitamme, että on olemassa useita tapoja sovittaa aksioomien muotoilu yhteen niiden tarkoituksenmukaisen merkityksen kanssa ja että tämän uudelleenmuotoilun myötä aksioomat lakkaavat olemasta ristiriitaisia ja reaalimaailman k-means-algoritmi on tämän aksiomaattisen järjestelmän mukainen.

**Tulos**

Kleinbergin klusterointiakselien ja k-Means-klusterointialgoritmin käyttäytymisen välisestä ristiriidasta.

**Esimerkki 2.397**

Tässä asiakirjassa esitetään neuroverkon (NN) järjestelmällinen arviointi reaalimaailman tietojen luokittelussa. Koneoppimisen alalla nähdään usein, että luokittelumallin suorituskyvyn arvioinnissa käytetään yhtä ainoaa parametria eli "ennustustarkkuutta". Tätä parametria ei kuitenkaan välttämättä pidetä luotettavana, kun kyseessä on tietokokonaisuus, jossa on hyvin paljon vinoutta. Tällaisen käyttäytymisen osoittamiseksi on käytetty seitsemää erityyppistä tietokokonaisuutta monikerroksisen perceptronin (MLP) arvioimiseksi käyttäen kahtatoista (12) eri parametria, jotka sisältävät mikro- ja makrotason arvioinnin. Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu yleisintä ennustusongelmaa, jota kutsutaan moniluokkaiseksi luokitteluksi. Eri parametreille kussakin tietokokonaisuudessa saadut tulokset voivat osoittaa mielenkiintoisia havaintoja, jotka tukevat näiden suorituskyvyn arviointiparametrien käyttökelpoisuutta.

**Tulos**

Neuraaliverkon luotettava arviointi reaalimaailman tietojen moniluokkaista luokittelua varten

**Esimerkki 2.398**

Osoitimme tässä työssä, miten Hassanat-etäisyysmittari parantaa lähimmän naapurin luokittelijoiden suorituskykyä. Tulokset osoittavat, että tämä etäisyysmetriikka on parempi kuin perinteiset ja eniten käytetyt etäisyydet, kuten Manhattanin etäisyys ja Euklidinen etäisyys. Lisäksi osoitimme, että Hassanat-etäisyysmetriikka on muuttumaton datan mittakaavalle, kohinalle ja poikkeaville arvoille. Tässä työssä on selvästi havaittavissa, että sekä ENN että IINC suoriutuivat erittäin hyvin tutkituista etäisyyksistä, sillä niiden tarkkuus kasvoi merkittävästi, 3,3 prosenttia ja 3,1 prosenttia, eikä ENN:llä ollut merkittävää etua IINC:hen nähden tarkkuuden suhteen. Vastaavasti tuloksistamme voidaan todeta, että ei ole olemassa optimaalista algoritmia, joka voisi ratkaista kaikki todelliset ongelmat täydellisesti; tätä tukee no-free-lunch-teoreema.

**Tulos**

LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITTELIJOIDEN SUORITUSKYVYN PARANTAMISESTA HASSANAT-ETÄISYYSMITTARIN AVULLA

**Esimerkki 2.399**

Jotta IBM Watson voisi pelata Jeopardy! -sarjaa mestaruustasolla, tarvitaan suuria edistysaskeleita kysymysten vastaustekniikassa - ohjelmassa tarvitaan nopeita vastauksia haastaviin luonnollisen kielen kysymyksiin, laajaa yleistietoa, suurta tarkkuutta ja tarkkoja luottamusarvioita. Lisäksi Jeopardy! sisältää neljänlaisia päätöksentekotapoja, joilla on suuri strateginen merkitys: (1) Päivittäinen tupla-panostus; (2) Lopullinen Jeopardy-panostus; (3) seuraavan ruudun valitseminen, kun pelilauta on hallussa; (4) päätöksen tekeminen siitä, yritetäänkö vastata, eli "buzz in". Jos näissä päätöksissä käytetään kehittyneitä strategioita, joissa otetaan asianmukaisesti huomioon pelitilanne ja tulevien tapahtumien todennäköisyydet, pelaajan kokonaisvoittomahdollisuudet voivat parantua huomattavasti verrattuna yksinkertaisiin "nyrkkisääntöihin" perustuviin strategioihin. Tässä artikkelissa esitellään lähestymistapamme Watsonin pelistrategioiden kehittämiseen, johon kuuluu uskollisen simulaatiomallin kehittäminen ja sen jälkeen oppimis- ja MonteCarlo-menetelmien käyttö simulaattorissa Watsonin strategisen päätöksenteon optimoimiseksi. Sen jälkeen, kun on kuvattu yksityiskohtaisesti kukin pelistrategia-algoritmimme, keskitymme erityisesti simulaattorin ennusteiden tarkkuuden validointiin ja dokumentoimme suorituskyvyn parantamisen menetelmiemme avulla. Kvantitatiiviset suoritushyödyt osoitetaan sekä yksinkertaisiin heuristisiin strategioihin että todellisten ihmiskilpailijoiden suorituksiin historiallisissa jaksoissa. Laajennamme lisäksi analyysia ihmisten pelaamisesta ja esitämme useita arvokkaita ja intuition vastaisia esimerkkejä, jotka osoittavat, miten kilpailijat voivat parantaa suoritustaan ohjelmassa.

**Tulos**

Analyysi Watsonin strategioista Jeopardyn pelaamiseksi!

**Esimerkki 2.400**

Lineaarinen kerros on yksi syvän oppimisen representaatioiden yleisimmistä moduuleista. Se vaatii kuitenkinO(N) parametria ja O(N) operaatiota. Nämä kustannukset voivat olla kohtuuttomia mobiilisovelluksissa tai estää skaalautumisen monilla aloilla. Tässä esitellään syvä, differentioituva, täysin kytketty neuroverkkomoduuli, joka koostuu parametrien diagonaalimatriiseista A ja D sekä diskreetistä kosinimuunnoksesta C. Ydinmoduulilla, joka on jäsennetty ACDC:ksi, on O(N) parametria ja sille aiheutuu O(N logN) operaatiota. Esitämme teoreettisia tuloksia, jotka osoittavat, miten ACDC-kerrosten syvät kaskadit lähestyvät lineaarisia kerroksia. ACDC on kuitenkin itsenäinen moduuli, ja sitä voidaan käyttää yhdessä minkä tahansa muun tyyppisen moduulin kanssa. Kokeissamme osoitamme, että sitä voidaan todellakin onnistuneesti lomittaa ReLU-moduulien kanssa kuvantunnistukseen tarkoitetuissa konvoluutiohermoverkoissa. Kokeissamme tutkitaan myös kriittisiä tekijöitä näiden strukturoitujen moduulien koulutuksessa, mukaan lukien alustaminen ja syvyys. Lopuksi tämä artikkeli tarjoaa myös yhteyden syväoppimisessa käytettävien strukturoitujen lineaaristen muunnosten ja Fourier-optiikan alan välille havainnollistamalla, miten ACDC voitaisiin periaatteessa toteuttaa linssien ja diffraktiivisten elementtien avulla.

**Tulos**

ACDC: STRUKTUROITU TEHOKAS LINEAARINEN KERROS

**Esimerkki 2.401**

Mielipiteitä vuoden 2016 Yhdysvaltain presidenttiehdokkaista on ilmaistu miljoonissa twiiteissä, joita on haastavaa analysoida automaattisesti. Poliittisten twiittien tehokas analysointi joukolla on myös vaikeaa, koska sarkasmiin liittyy suuria erimielisyyksiä arvioijien välillä. Kukin twiitti analysoidaan tyypillisesti kiinteällä määrällä työntekijöitä ja enemmistöpäätöksillä. Tässä ehdotamme joukkoistamisjärjestelmää, jossa käytetään sen sijaan työntekijöiden määrän dynaamista jakamista. Tutkimme kahta dynaamista jakomenetelmää: (1) twiitin merkitsemistä varten pyydettyjen työntekijöiden määrä lasketaan offline-tilassa sen perusteella, kuinka vaikeaa tietyn twiitin tunnetilan erottaminen on. (2) Joukkotyöntekijöiden määrä määritetään verkossa iteratiivisen joukkoistamisprosessin aikana, joka perustuu arvioijien välisiin sopimuksiin merkintöjen välillä. Sovelsimme lähestymistapaamme 1 000:een Yhdysvaltain neljästä presidenttiehdokkaasta, Clintonista, Cruzista, Sandersista ja Trumpista, helmikuussa 2016 kerättyyn Twitter-viestiin. Toteutimme kaksi ehdotettua menetelmää käyttämällä päätöspuita, jotka kohdentavat enemmän väkijoukon ponnisteluja sarkastisiksi ennustettuihin twiitteihin. Osoitamme, että kehyksemme päihittää perinteisen staattisen jakojärjestelmän. Se kerää väkijoukosta mielipidelappuja paljon pienemmillä kustannuksilla säilyttäen samalla merkintätarkkuuden.

**Tulos**

Joukkojen panosten dynaaminen jakaminen mieliala-analyysia varten vuoden 2016 Yhdysvaltain presidentinvaalien aikana.

**Esimerkki 2.402**

Syvä Boltzmannin kone (DBM) on ollut tärkeä kehitysaskel tehokkaiden "syvien" todennäköisyysmallien etsimisessä. Tähän mennessä DBM:n kaikkien kerrosten samanaikainen tai yhteinen harjoittelu ei ole onnistunut nykyisillä koulutusmenetelmillä. Esittelemme yksinkertaisen regularisointijärjestelmän, joka kannustaa kuhunkin piilotettuun yksikköön liittyviä painovektoreita saamaan samanlaiset normit. Osoitamme, että tämä regularisointi voidaan helposti yhdistää tavanomaiseen stokastiseen maksimiluotettavuuteen, jolloin saadaan tehokas koulutusstrategia syvän Boltzmann-koneen kaikkien kerrosten samanaikaista koulutusta varten.

**Tulos**

Syvien Boltzmannin koneiden kouluttamisesta

**Esimerkki 2.403**

Tässä artikkelissa analysoimme yleistä algoritmijärjestelmää, joka on tarkoitettu Gaussin prosesseja käyttävään peräkkäiseen globaaliin optimointiin. Tämän yleisen algoritmin kumulatiivisen katumuksen ylärajat parantavat eksponentiaalisella kertoimella aiemmin tunnettuja GP-UCB:n kaltaisten algoritmien rajoja. Esittelemme myös uudenlaisen Gaussin prosessien keskinäisen informaation algoritmin (GP-MI), joka parantaa kumulatiivisen katumuksen ylärajoja merkittävästi entisestään. Vahvistamme tämän algoritmin tehokkuuden synteettisissä ja todellisissa tehtävissä verrattuna luonnolliseen kilpailijaan GP-UCB:hen ja myös heuristiikkaan Expected Improvement. Preprint for the 31st International Conference on Machine Learning (ICML 2014) 1 ar X iv :1 31 1 . 48 25 v3 [ st at .M L ] 8 J un 2 01 5 Erratum Artikkelimme julkaisemisen jälkeen löysimme Lemman 1 todistuksessa virheen, joka mitätöi pääteesin. Vaikuttaa siltä, että algoritmille annettu tieto ei riitä, jotta pääteoreema pitää paikkansa. Teoreettiset takeet pysyisivät voimassa tilanteessa, jossa algoritmi tarkkailee hetkellistä katumusta tuntemattoman funktion kohinaisten näytteiden sijasta. Kuvaamme tällä sivulla virheen ja sen seuraukset. Olkoon f : X → R optimoitava tuntematon funktio, joka on näyte Gaussin prosessista. Määritellään x, x1, . . . . , xT ∈ X ja havainnot yt = f(xt)+ t, jossa kohinamuuttujat t ovat riippumatonta Gaussin kohinaa N (0, σ). Määritellään hetkellinen katumus rt = f(x?)- f(xt) ja, MT = T ∑

**Tulos**

Gaussin prosessin optimointi keskinäisen informaation avulla

**Esimerkki 2.404**

Tässä artikkelissa esittelemme ahneen askeleen keskiarvotuksen (GSA), joka on parametriton stokastinen optimointialgoritmi erilaisiin koneoppimisongelmiin. Gradienttipohjaisena optimointimenetelmänä GSA hyödyntää yksittäisen näytteen häviöfunktion minimoijasta saatua tietoa ja ottaa keskiarvostrategian kohtuullisen oppimisnopeusjakson laskemiseksi. Useimmat nykyiset gradienttipohjaiset algoritmit lisäävät hyperparametrien määrää tai pyrkivät tekemään kompromissin laskentakustannusten ja konvergenssinopeuden välillä, mutta GSA:ssa vältetään oppimisnopeuden manuaalinen virittäminen, eikä se tuo lisää hyperparametreja tai lisäkustannuksia. Teemme perusteellisia numeerisia kokeita logistiselle ja softmax-regressiolle verrataksemme menetelmäämme muihin uusimpiin menetelmiin 16 tietokokonaisuudella. Tulokset osoittavat, että GSA on kestävä eri skenaarioissa.

**Tulos**

Greedy Step Averaging: Parametriton stokastinen optimointimenetelmä

**Esimerkki 2.405**

Syvät neuroverkot ovat osoittautuneet erittäin menestyksekkäiksi aloilla, joilla on käytettävissä suuria harjoitusjoukkoja, mutta kun harjoitusnäytteiden määrä on pieni, niiden suorituskyky kärsii ylisovittamisesta. Aiemmat menetelmät ylisovittamisen vähentämiseksi, kuten painon hajoaminen, Dropout ja DropConnect, ovat datasta riippumattomia. Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta GraphConnect-menetelmää, joka on datasta riippuvainen ja jonka taustalla on havainto, että kiinnostavat tiedot sijaitsevat lähellä moninaisuutta. Uusi menetelmä rohkaisee opittujen päätösten välisiä suhteita muistuttamaan graafia, joka edustaa moninaisuuden rakennetta. Pohjimmiltaan GraphConnect on suunniteltu oppimaan datanäytteissä esiintyviä attribuutteja toisin kuin painon hajoaminen, Dropout ja DropConnect, jotka on yksinkertaisesti suunniteltu vaikeuttamaan satunnaisvirheen tai kohinan sovittamista. Empiiristä Rademacher-kompleksisuutta käytetään yhdistämään neuroverkon yleistysvirhe syötetystä datasta opitun graafin spektriominaisuuksiin. Tätä kehystä käytetään osoittamaan, että GraphConnect on parempi kuin painojen hajoaminen. Kokeelliset tulokset useilla vertailutietoaineistoilla vahvistavat teoreettisen analyysin ja osoittavat, että kun harjoitusnäytteiden määrä on pieni, GraphConnect pystyy parantamaan suorituskykyä merkittävästi painon hajoamiseen verrattuna.

**Tulos**

GraphConnect: Neuraaliverkkojen regularisointikehys

**Esimerkki 2.406**

Painotettu rajoitusten tyydyttämisongelma (WCSP) mahdollistaa sellaisten ongelmien esittämisen ja ratkaisemisen, joihin liittyy sekä kovia rajoituksia että kustannusfunktioita. Sitä on sovellettu erilaisiin ongelmiin, kuten resurssien jakamiseen, bioinformatiikkaan, aikataulutukseen jne. Tällaisten ongelmien ratkaisemisessa käytetään yleensä haarautumisalgoritmeja, jotka on varustettu paikallisella johdonmukaisuuden suodatuksella, useimmiten pehmeällä kaarikonsistenssilla. Nämä tekniikat eivät kuitenkaan sovellu hyvin sellaisten ongelmien ratkaisemiseen, joissa on hyvin suuria alueita. RNA-geenin lokalisointiongelman ratkaiseminen suurissa genomisekvensseissä motivoi meitä, ja rapeiden CSP:iden suurten toimialueiden rajakonsistenssin hengessä esittelemme pehmeän rajakonsistenssin, joka on uusi painotettu paikallinen konsistenssi, joka on suunniteltu erityisesti WCSP:tä varten, joissa on hyvin suuria toimialueita. Pehmeään kaarikonsistenssiin verrattuna BAC tarjoaa huomattavasti paremman ajan ja tilan asymptoottisen monimutkaisuuden. Tässä artikkelissa osoitamme, miten kustannusfunktioiden semantiikkaa voidaan hyödyntää BAC:n aikakompleksisuuden parantamiseksi entisestään. Vertaamme myös sekä teoriassa että käytännössä BAC:n tehokkuutta WCSP:ssä ja rapeassa CSP:ssä kustannusmuuttujien avulla toteutettavaan rajakonsistenssiin. Kahdessa erilaisessa WCSP:nä mallinnetussa todellisessa ongelmassa, mukaan lukien RNA-geenin paikannusongelmamme, havaitsemme, että rajojen kaarikonsistenssin säilyttäminen on parempi kuin kaarikonsistenssin säilyttäminen ja myös parempi kuin rajojen konsistenssi, joka on toteutettu kustannusmuuttujia sisältävällä rajoitusmallilla.

**Tulos**

Painotettujen CSP:iden kaaren johdonmukaisuus (Bounds Arc Consistency)

**Esimerkki 2.407**

Robotit tulevat lopulta olemaan osa jokaista kotitaloutta. Siksi on ratkaisevan tärkeää, että algoritmit voivat oppia muilta kuin asiantuntijakäyttäjiltä ja saada heiltä ohjausta. Tässä artikkelissa otamme ihmisen mukaan kehään ja mahdollistamme sen, että ihmisopettaja voi antaa palautetta oppivalle agentille luonnollisen kielen muodossa. Väitämme, että kuvaileva lause voi tarjota paljon vahvemman oppimissignaalin kuin numeerinen palkkio, koska se voi helposti osoittaa, missä virheet ovat ja miten ne korjataan. Keskitymme kuvien otsikointiin, jossa ei-asiantuntijat voivat helposti arvioida tuotoksen laatua. Ehdotamme hierarkkista, lauseisiin perustuvaa kuvatekstimallia, joka on koulutettu toimintaperiaatteiden gradienttien avulla, ja suunnittelemme palauteverkon, joka tarjoaa oppijalle palkkion ehdollistamalla ihmisen antaman palautteen. Osoitamme, että kuvailevaa palautetta hyödyntämällä mallimme oppii suoriutumaan paremmin kuin silloin, kun sille annetaan itsenäisesti kirjoitettuja kuvatekstejä.

**Tulos**

Koneiden opettaminen kuvien kuvaamiseen luonnollisen kielipalautteen avulla

**Esimerkki 2.408**

Sopivien diskurssin yhdyssanojen (kuitenkin, lisäksi jne.) tarkka ennustaminen on keskeinen osa järjestelmää, jonka tarkoituksena on rakentaa lyhyemmistä lauseista ja katkelmista yhtenäisiä ja sujuvia puheita. Esimerkkinä voidaan mainita, että dialogijärjestelmä voisi koota pitkän ja informatiivisen vastauksen poimimalla katkelmia, jotka on poimittu eri asiakirjoista, jotka on haettu verkosta. Muotoilemme tehtäväksi diskurssiyhteyksien ennustamisen ja julkaisemme tätä tehtävää varten 2,9 miljoonan diskurssiyhteyksillä erotetun lauseparin tietokokonaisuuden. Sitten arvioimme tehtävän vaikeutta ihmisarvioijille, sovellamme hiljattain ehdotettua hajottavan huomion (DA) mallia tähän tehtävään ja havaitsemme, että automaattisella ennustajalla on korkeampi F1 kuin ihmisarvioijilla (32 vs. 30). Erityisolosuhteissa arvioijat ovat kuitenkin edelleen parempia kuin DA-malli, mikä viittaa siihen, että tuleville parannuksille on varaa. Lopuksi osoitamme vielä konnektiivitietokannan hyödyllisyyden osoittamalla, että se parantaa implisiittisten diskurssisuhteiden ennustamista, kun sitä käytetään mallin esivalmennukseen.

**Tulos**

Diskurssin yhdyssanojen automaattinen ennustaminen

**Esimerkki 2.409**

Bayes-verkkojen todennäköisyyspäätelmiin perustuvia sekundaarirakenteita käyttävien algoritmien tehokkuutta voidaan parantaa hyödyntämällä todisteiden ja alkuperäisen verkon linkkien suunnan indusoimia riippumattomuussuhteita. Tässä artikkelissa esitellään algoritmi, joka hyödyntää todisteiden indusoimia riippumattomuussuhteita ja alkuperäisen verkon linkkien suuntaa ja vähentää näin sekä aika- että tilakustannuksia. Sen sijaan, että kertoisimme eri klikkien ehdolliset todennäköisyysjakaumat, määrittelemme on-line, mitkä potentiaalit on moninkertaistettava, kun viesti on tuotettava. Algoritmin suorituskyvyn paranemista korostetaan empiirisillä arvioinneilla, joissa tarkastellaan suuria todellisia Bayes-verkkoja, ja menetelmää verrataan HUGIN- ja Shafer-Shenoy-inferenssialgoritmeihin.

**Tulos**

Laiska eteneminen risteyspuissa (Lazy Propagation)

**Esimerkki 2.410**

Monissa kombinatorisissa ongelmissa voidaan joutua mallintamaan tehtäväjoukkojen erilaisuutta tai samankaltaisuutta. Voidaan esimerkiksi haluta maksimoida tai minimoida ratkaisussa olevien erilaisten arvojen määrä. Tämäntyyppisten ongelmien muotoilemiseen voidaan käyttää tunnettujen AllDifferent- ja AllEqual-rajoitusten pehmeitä muunnelmia. Esitämme taksonomian kuudesta pehmeästä globaalista rajoitteesta, jotka on luotu yhdistämällä kaksi jälkimmäistä ja kaksi vakiokustannusfunktiota, jotka joko maksimoidaan tai minimoidaan. Kuvaamme näiden rajoitusten kaari- ja rajakonsistenssin saavuttamisen monimutkaisuutta ja selvitämme ne tapaukset, joiden NP-kovuutta ei ole todistettu eikä kumottu. Tutkimme erityisesti perusteellisesti rajoitusta, jolla varmistetaan, että vähintään k muuttujaparilla on yhteinen arvo. Osoitamme, että kaarikonsistenssin saavuttaminen on NP-vaikeaa, mutta rajakonsistenssi voidaan saavuttaa polynomisessa ajassa dynaamisen ohjelmoinnin avulla. Lisäksi osoitamme, että samansuuruisten muuttujaparien enimmäismäärä voidaan approksimoida kertoimella 12 lineaarisen ajan ahneella algoritmilla. Lopuksi esitämme kiinteän parametrin algoritmin, joka on helposti lähestyttävä sellaisten arvojen lukumäärän suhteen, jotka esiintyvät useammalla kuin kahdella eri alueella. Mielenkiintoista on, että tämä taksonomia osoittaa, että tasa-arvon toteuttaminen on vaikeampaa kuin eron toteuttaminen.

**Tulos**

Erilaisuuden ja tasa-arvon pehmeät rajoitteet

**Esimerkki 2.411**

De nos jours, l'utilisation de l'Internet pour la recherche de définitions est de plus en plus importante. Wikipédia et Medline sont devenu les sites les plus consultés de la Web. Or, il existe un énorme nombre de définitions qui sont parfois inaccessibles aux utilisateurs. Celles-ci peuvent se trouver dans des sites non encyclopédiques ou dans de documents divers. Tätä silmällä pitäen nous avons développé le moteur de recherche Describe, qui permet de trouver des définitions en espagnol (Sierra et al., 2009). Une caractéristique de ce moteur est qu'il regroupe les résultats des recherches (définitions liées à un terme). Cet article présente la méthodologie de regroupement et l'évaluation des résultats. Ne ovat laadullisesta näkökulmasta katsottuna rohkaisevia. Kvantitatiivinen arviointi sen sijaan aiheuttaa ongelmia, koska se on hankalaa arvioida sémantiikkaa. Cet article est organisé comme suit: dans la section 2 nous introduisons les contextes définitoires (CD), dans la section 3 nous présentons des stratégies de regroupement des définitions. Le corpus utilisé dans nos expériences est présenté en section 4. Des évaluations avec des analyses quantitative et qualitative sont présentées au chapitre 5 avant de conclure et de donner quelques perspectives.

**Tulos**

Regroupement sémantique de définitions en espagnol (espanjankielisten määritelmien ryhmittely)

**Esimerkki 2.412**

Keinotekoiselle luovalle toimijalle uutuuden etsimisen olennainen ajuri on arvofunktio, jonka järjestelmän suunnittelija tai käyttäjät usein antavat. Väitämme, että luovuustutkimuksen edistymisen merkittävä este on se, että nämä järjestelmät eivät kykene kehittämään omaa käsitystään uutuuden arvosta. Ehdotamme tietoon perustuvan luovuuden käsitettä, joka kiertää ulkoisesti asetetun arvofunktion tarpeen ja antaa järjestelmän tutkia sen perusteella, mitä se on oppinut referenssikohteiden joukosta. Käsitettä havainnollistetaan tietämysmallin avulla, jonka tarjoaa syvä generatiivinen autokooderi. Kuvatun järjestelmän avulla koulutamme tietämysmallin joukolle numerokuvia ja käytämme samaa mallia rakentaaksemme johdonmukaisia joukkoja uusia numeroita, jotka eivät kuulu tunnettuihin

**Tulos**

Numerot, jotka eivät ole: Uusien tyyppien luominen syvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.413**

SNOMED Clinical Terms (SNOMED CT) on yksi biotieteiden laajimmin levinneistä ontologioista, jossa on yli 300 000 käsitettä ja suhdetta, mutta sitä ei ole levitetty ilman siihen liittyviä ohjelmistotyökaluja. Tässä asiakirjassa esittelemme MySNOMin, verkkopohjaisen SNOMED CT -selaimen. MySNOMin avulla organisaatiot voivat selata omaa SNOMED CT -jakeluaan valvotussa ympäristössä, se keskittyy navigointiin SNOMED CT:n rakenteen avulla ja siinä on kaaviointimahdollisuudet.

**Tulos**

Ovatko SNOMED CT -selaimet valmiita laitoksia varten? MySNOMin käyttöönotto

**Esimerkki 2.414**

Syvä CCA on hiljattain ehdotettu syvä neuroverkon laajennus perinteiseen kanoniseen korrelaatioanalyysiin (CCA), ja se on osoittautunut menestyksekkääksi useiden näkymien esittämisen oppimisessa useilla aloilla. Syvän CCA:n stokastinen optimointi ei kuitenkaan ole suoraviivaista, koska se ei purkaudu harjoitusesimerkkien aikana. Aiemmat syvän CCA:n optimoijat ovat joko eräpohjaisia algoritmeja tai stokastista optimointia, jossa käytetään suuria minieriä, jolloin muistin kulutus voi olla suuri. Tässä artikkelissa käsittelemme syvän CCA:n stokastisen optimoinnin ongelmaa pienillä minierillä, jotka perustuvat CCA:n tavoitteen iteratiiviseen ratkaisuun, ja osoitamme, että voimme saavuttaa yhtä hyvän suorituskyvyn kuin aiemmat optimoijat ja siten lieventää muistin tarvetta.

**Tulos**

Stokastinen optimointi syvässä CCA:ssa epälineaaristen ortogonaalisten iteraatioiden avulla

**Esimerkki 2.415**

Puhuttujen sanojen lisäksi puhesignaalit sisältävät myös tietoa puhujan sukupuolesta, iästä ja tunnetilasta, joita voidaan käyttää erilaisissa puheanalyysisovelluksissa. Tässä artikkelissa on ehdotettu hajota ja hallitse -strategiaa ensemble-luokittelua varten tunteiden tunnistamiseksi puheesta. Tunteiden sisäistä hierarkiaa on hyödynnetty tunteiden puun rakentamisessa, mikä auttoi tunteiden tunnistustehtävän jakamisessa pienempiin osatehtäviin. Ehdotettu kehys tuottaa ennusteita kolmessa vaiheessa. Ensin tunteet havaitaan syötetyssä puhesignaalissa luokittelemalla se neutraaliksi tai emotionaaliseksi. Jos puhe luokitellaan tunteisiin viittaavaksi, se luokitellaan toisessa vaiheessa edelleen positiivisiin ja negatiivisiin luokkiin. Lopuksi yksittäiset positiiviset tai negatiiviset tunteet tunnistetaan edellisten vaiheiden tulosten perusteella. Useita kokeita on tehty laajalti käytetyllä vertailutietoaineistolla. Ehdotetulla menetelmällä saavutettiin parempi tunnistusaste kuin useilla muilla lähestymistavoilla.

**Tulos**

Jaa-ja-hallitse-pohjainen kokonaisuus tunteiden havaitsemiseksi puheessa käyttäen MFCC:tä ja satunnaismetsää.

**Esimerkki 2.416**

Tutkimme matriisitekijöintialgoritmin vakautta matriisien täydennysalgoritmin vastakohtaista melua vastaan. Tuloksemme ovat erityisesti seuraavat: (II) käsittelemme matriisifaktorointia aliavaruuden sovitusongelmana ja analysoimme ratkaisun aliavaruuden ja perustotuuden välistä eroa; (III) analysoimme yksittäisten käyttäjien ennustevirheitä aliavaruuden vakauden perusteella. Sovellamme näitä tuloksia manipulaattorihyökkäyksen alaisen yhteissuodatuksen ongelmaan, mikä johtaa hyödyllisiin oivalluksiin ja ohjeisiin yhteissuodatusjärjestelmän suunnittelua varten.

**Tulos**

Yhteistyösuodatuksen matriisifaktoroinnin stabiilius

**Esimerkki 2.417**

Internetissä oleva sisältö on heterogeenistä, ja se on peräisin eri aloilta, kuten uutisista, viihteestä, taloudesta ja teknologiasta. Tällaisen sisällön ymmärtäminen edellyttää nimettyjen entiteettien (henkilöiden, paikkojen ja organisaatioiden) tunnistamista, joka on yksi tärkeimmistä vaiheista. Perinteisesti nimettyjen entiteettien tunnistusjärjestelmiä (NER) on rakennettu käyttäen saatavilla olevia annotoituja tietokokonaisuuksia (kuten CoNLL, MUC), ja ne ovat osoittaneet erinomaista suorituskykyä. Nämä mallit eivät kuitenkaan ole yleistettävissä muihin aloihin, kuten urheiluun ja talouteen, joissa käytännöt ja kielenkäyttö voivat poiketa merkittävästi toisistaan. Lisäksi useilla aloilla ei ole suuria määriä annotoitua merkattua dataa, jonka avulla voitaisiin kouluttaa vankkoja nimettyjen entiteettien tunnistamismalleja. Keskeinen askel tämän haasteen ratkaisemiseksi on mukauttaa malleja, jotka on opittu aloilla, joilla on saatavilla suuria määriä kommentoitua harjoitusdataa, aloille, joilla kommentoitua dataa on niukasti. Tässä artikkelissa ehdotamme menetelmiä, joilla yhdellä toimialueella opittuja malleja voidaan mukauttaa tehokkaasti muille toimialueille käyttäen hajautettuja sanaesityksiä. Ensin analysoimme eri alojen kielellistä vaihtelua ja tunnistamme keskeiset kielelliset oivallukset, jotka voivat parantaa suorituskykyä eri aloilla. Ehdotamme menetelmiä, joiden avulla sanankäytön alakohtainen semantiikka voidaan tallentaa globaalin semantiikan lisäksi. Tämän jälkeen osoitamme, miten tällaista aluespesifistä tietoa voidaan käyttää tehokkaasti sellaisten NER-mallien oppimiseen, jotka ylittävät aiemmat perusmallit aluesopeutusympäristössä. ∗Tämä työ tehtiin, kun kirjoittaja oli tutkimusharjoittelijana Yahoossa. ∗© 2016 Tämä on kirjoittajan luonnos työstä. Se on julkaistu täällä henkilökohtaiseen käyttöön. Ei uudelleenjakelua varten.

**Tulos**

Domain Adaptation for Named Entity Recognition in Online Media with Word Embeddings (Toimialueen mukauttaminen nimettyjen entiteettien tunnistamiseen verkkomediassa sanojen sulautusten avulla)

**Esimerkki 2.418**

Ihmiset voivat antaa luonnollisen kielen komentoja tehtäviin sekä abstraktilla että hienojakoisella tarkkuudella. Esimerkiksi trukin kuljettajaa voidaan käskeä suorittamaan korkean tason toiminto, kuten "tartu kuormalavaan", tai matalan tason toiminto, kuten "kallista hieman taaksepäin". Vaikka robotit kykenevät myös perustamaan kielikomennot tehtäviin, aiemmat menetelmät olettavat epäsuorasti, että kaikki komennot ja tehtävät ovat yhdellä ainoalla, kiinteällä abstraktiotasolla. Lisäksi ne lähestymistavat, joissa ei käytetä abstraktiota, kokevat tehottomia suunnittelu- ja suoritusaikoja, koska tila- ja toiminta-avaruudet ovat suuria ja vaikeasti käsiteltäviä, mikä muistuttaa läheisesti reaalimaailman monimutkaisuutta. Tässä työssä perustamalla komennot kaikkiin hierarkkisessa suunnittelukehyksessä käytettävissä oleviin tehtäviin tai osatehtäviin saadaan aikaan malli, joka pystyy tulkitsemaan kieltä useilla eri tarkkuustasoilla karkeasta hienojakoisempaan. Osoitamme, että perustamismenettelyn tarkkuus paranee, kun samalla päätellään tehtävän viestinnässä käytetyn kielen abstraktiotaso. Hierarkian hyödyntäminen parantaa myös tehokkuutta: ehdotetun lähestymistavan ansiosta robotti pystyy vastaamaan käskyyn sekunnissa 90 prosentissa tehtävistä, kun taas perusmenetelmällä puolessa tehtävistä kestää yli 20 sekuntia. Lopuksi osoitamme, että todellinen, fyysinen robotti pystyy maadoittamaan käskyjä useilla eri abstraktiotasoilla, jolloin se voi suunnitella tehokkaasti eri osatehtäviä saman suunnitteluhierarkian sisällä.

**Tulos**

Erilaisen rakeisuuden omaavien ihmisen ja robotin välisten ohjeiden tarkka ja tehokas tulkinta.

**Esimerkki 2.419**

Monissa todellisissa koneoppimissovelluksissa on useita oppimistehtäviä, jotka liittyvät toisiinsa. Esimerkiksi terveydenhuollon alalla meidän on opittava tietyn sairauden ennustemalli monille sairaaloille. Kunkin sairaalan mallit voivat olla erilaisia, koska potilaspopulaatioiden jakaumissa on luontaisia eroja. Mallit liittyvät kuitenkin läheisesti toisiinsa, koska oppimistehtävät mallintavat samaa sairautta. Oppimalla kaikki tehtävät samanaikaisesti monitehtäväoppimisen (MTL) paradigma suorittaa induktiivisen tiedonsiirron tehtävien välillä yleistystuloksen parantamiseksi. Kun oppimistehtävien tietokokonaisuudet on tallennettu eri paikkoihin, tietojen siirtäminen keskitetyn tietojenkäsittely-ympäristön tarjoamiseksi ei välttämättä ole aina mahdollista useiden käytännön kysymysten, kuten suuren tietomäärän ja yksityisyyden suojan, vuoksi. Tässä artikkelissa ehdotamme periaatteellista MTL-kehystä hajautetulle ja asynkroniselle optimoinnille edellä mainittujen haasteiden ratkaisemiseksi. Kehyksessämme gradientin päivitys ei odota gradienttitietojen keräämistä kaikilta tehtäviltä. Siksi ehdotettu menetelmä on erittäin tehokas, kun tiedonsiirtoviive on joidenkin tehtäväsolmujen osalta liian suuri. Osoitamme, että monet regularisoidut MTL-formulaatiot voivat hyötyä tästä kehyksestä, mukaan lukien jaetun aliavaruuden oppimiseen tarkoitettu matalarivinen MTL. Empiiriset tutkimukset sekä synteettisillä että reaalimaailman tietokokonaisuuksilla osoittavat ehdotetun kehyksen tehokkuuden ja vaikuttavuuden.

**Tulos**

Asynkroninen monitehtäväoppiminen

**Esimerkki 2.420**

Tämä on työpaperi, jossa esitetään yhteenveto meneillään olevan tutkimushankkeen tuloksista, jonka tavoitteena on luonnehtia yksiselitteisesti Dempster-Shaferin teorian epävarmuustekijät. Esitetään joukko intuitiivisia aksiomaattisia vaatimuksia, osoitetaan joitakin niiden seurauksia ja todistetaan, että äskettäin ehdotettu mitta AU on minimaalinen kaikkien ehdotetut vaatimukset täyttävien mittausten joukossa.

**Tulos**

Kohti Dempster-Shafer-teorian epävarmuusmitan luonnehdintaa

**Esimerkki 2.421**

Informaatioteoreettisten mittojen, kuten entropian ja keskinäisen informaation, estimaattorit ovat perustyökaluja monissa nykyaikaisen datatieteen sovelluksissa. Uusimmat lähestymistavat ovat olleet joko geometrisia (lähimpään naapuriin (NN) perustuvia) tai kernel-pohjaisia (globaalisti valitulla kaistanleveydellä). Tässä artikkelissa yhdistämme nämä kaksi lähestymistapaa ja suunnittelemme uusia entropian ja keskinäisen informaation estimaattoreita, jotka ylittävät nykyiset menetelmät. Estimaattorissamme käytetään k-NN-etäisyyksien paikallisia kaistanleveysvalintoja äärellisellä k:lla, joka on riippumaton otoksen koosta. Tällainen paikallinen ja datasta riippuvainen valinta parantaa suorituskykyä käytännössä, mutta kaistanleveys häviää nopeasti, mikä johtaa epäkuranttiin harhaan. Osoitamme, että ehdotetun estimaattorin asymptoottinen harha on universaali; se on riippumaton taustalla olevasta jakaumasta. Näin ollen se voidaan laskea etukäteen ja vähentää estimaatista. Sivutuotteena saadaan yhtenäinen tapa saada sekä kernel- että NN-estimaattorit. Vastaava teoreettinen panos, joka liittyy lähimpien naapureiden asymptoottiseen geometriaan ja järjestystilastoihin, on itsenäisesti matemaattisesti kiinnostava.

**Tulos**

Kaistanleveysesteen murtaminen: Geometrinen mukautuva entropian arviointi

**Esimerkki 2.422**

Tarkastellaan ja vertaillaan eräiden monipuolisimpien ja suosituimpien avoimen lähdekoodin koneoppimisen kehysten (TensorFlow, Deep Learning4j ja H2O) perusominaisuuksia. Niiden vertaileva analyysi suoritettiin ja tehtiin johtopäätöksiä näiden alustojen eduista ja haitoista. Suorituskykytestit todellista MNIST-standardiaineistoa varten suoritettiin H2O-kehyksellä syväoppimisalgoritmeja varten, jotka on suunniteltu CPU- ja GPU-alustoille yhden ja useamman säikeen toimintatiloja varten. Avainsanat-koneoppiminen; syväoppiminen; TensorFlow; Deep Learning4j; H2O; MNIST; moniydinsuoritin; GPU.

**Tulos**

Vertaileva analyysi avoimen lähdekoodin kehyksistä koneoppimista varten käyttötapauksen kanssa yksisäikeisessä ja monisäikeisessä tilassa.

**Esimerkki 2.423**

Tutkimme ongelmaa, joka koskee parhaan Bayes-verkkorakenteen oppimista hajotettavan pistemäärän, kuten BDe:n, BIC:n tai AIC:n, suhteen. Tämän ongelman tiedetään olevan NP-vaikea, mikä tarkoittaa, että sen ratkaiseminen käy nopeasti mahdottomaksi muuttujien määrän kasvaessa. Tässä artikkelissa osoitamme kuitenkin, että on mahdollista oppia paras Bayesin verkkorakenne yli 30 muuttujalla, mikä kattaa monia käytännössä kiinnostavia tapauksia. Algoritmimme on yksinkertaisempi ja tehokkaampi kuin aiemmin esitellyt tekniikat. Sitä voidaan helposti rinnakkaistaa, ja se tarjoaa mahdollisuuden tutkia tehokkaasti parhaita verkkoja, jotka ovat johdonmukaisia eri muuttujien järjestysten kanssa. Kokeellisessa osassa vertaamme algoritmin suorituskykyä aiempaan huipputason algoritmiin. Ilmainen lähdekoodi ja online-demo löytyvät osoitteesta http://b-course.hiit.fi/bene.

**Tulos**

Yksinkertainen lähestymistapa globaalisti optimaalisen Bayes-verkon rakenteen löytämiseksi.

**Esimerkki 2.424**

Nykyaikaiset vastausjoukko-ohjelmoinnin (ASP) ratkaisijat luottavat ohjelmaan nimeltä grounder, joka muuntaa muuttujia sisältävät ohjelmat muuttujattomiksi, propositionaalisiksi ohjelmiksi. Tämän maadoituksen koko riippuu suuresti ei-maadoitettujen sääntöjen koosta, ja siksi tällaisten sääntöjen koon pienentäminen on lupaava lähestymistapa ratkaisusuorituskyvyn parantamiseen. Tätä varten tässä artikkelissa julkistamme lpoptin, työkalun, joka hajottaa suuret logiikkaohjelmointisäännöt pienemmiksi säännöiksi, joita nykyisten ratkaisijoiden on helpompi käsitellä. Työkalu on räätälöity erityisesti käsittelemään ASP-kielen vakiosyntaksia (ASP-Core), ja sen avulla käyttäjien on helpompi kirjoittaa tehokkaita ja intuitiivisia ASP-ohjelmia, jotka muutoin vaatisivat usein ASP-asiantuntijoiden merkittävää käsinviritystä. Se perustuu Morakin ja Woltranin (2012) ehdottamaan ideaan, jota laajennamme merkittävästi, jotta voimme käsitellä koko ASP-syntaksia, mukaan lukien monimutkaiset konstruktiot, kuten aggregaatit, heikot rajoitukset ja aritmeettiset lausekkeet. Esittelemme algoritmin, teoreettiset perusteet näiden konstruktioiden käsittelylle sekä kokeellisen arvioinnin, joka osoittaa lähestymistapamme toimivuuden.

**Tulos**

lpopt: Author=Manuel Bichler, Michael Morak ja Stefan Woltran.

**Esimerkki 2.425**

Esittelemme tekoälyn järkeistämisen, joka on lähestymistapa autonomisten järjestelmien käyttäytymisen selittämiseen ikään kuin ihminen olisi tehnyt kyseisen käyttäytymisen. Kuvaamme rationalisointitekniikan, jossa käytetään neuraalista konekäännöstä kääntämään autonomisen agentin sisäiset tila-toiminta-esitykset luonnolliseksi kieleksi. Arvioimme tekniikkaamme Frogger-peliympäristössä. Luonnollinen kieli on kerätty ihmispelaajilta, jotka ajattelevat ääneen pelatessaan peliä. Motivoimme rationalisoinnin käyttöä lähestymistapana selitysten tuottamiseen, esittelemme rationalisointitekniikkamme tarkkuutta koskevien kokeiden tuloksia ja kuvaamme tulevaa tutkimusohjelmaa.

**Tulos**

Rationalisointi: Neuraalinen konekääntäminen luonnollisen kielen selitysten luomiseksi.

**Esimerkki 2.426**

Kumulatiivisen tulevaisuudennäkymien teorian (CPT) tiedetään mallintavan hyvin ihmisten päätöksiä, ja tätä väitettä tukee merkittävä empiirinen näyttö. CPT toimii vääristämällä todennäköisyyksiä, ja se on yleisempi kuin klassiset odotetun hyödyn ja koherentin riskin mittarit. Tuomme tämän ajatuksen riskinarviointiin perustuvaan vahvistusoppimisympäristöön (RL) ja suunnittelemme algoritmeja sekä estimointiin että ohjaukseen. Ehdottamassamme estimointijärjestelmässä käytetään empiiristä jakaumaa satunnaismuuttujan CPT-arvon estimoimiseksi. Sen jälkeen käytämme tätä järjestelmää Markovin päätösprosessin (MDP) politiikan optimointimenettelyjen sisäisessä silmukassa. Ehdotamme sekä gradienttipohjaisia että gradientittomia politiikan optimointialgoritmeja. Ensin mainittu sisältää sekä ensimmäisen että toisen asteen menetelmiä, jotka perustuvat tunnettuun simulaatio-optimoinnin ideaan samanaikaisesta häiritsevästä stokastisesta approksimaatiosta (SPSA), kun taas jälkimmäinen perustuu referenssijakaumaan, joka keskittyy globaaliin optimaaliin. Käyttämällä empiiristä jakaumaa politiikka-avaruudessa yhdessä Kullback-Leiblerin (KL) divergenssin kanssa referenssijakaumaan nähden saamme globaalin politiikan optimointijärjestelmän. Annamme teoreettiset konvergenssitakuut kaikille ehdotetuille algoritmeille.

**Tulos**

Kumulatiivinen tulevaisuudennäkymäteoria kohtaa vahvistusoppimisen: Arviointi ja ohjaus

**Esimerkki 2.427**

5

**Tulos**

Ennakkoarvioiden hyödyntäminen proteesikäsien ohjauksen tehostamiseksi

**Esimerkki 2.428**

<lb>Tutkimme korkea-ulotteisen lineaarisen kvadraattisen<lb>(LQ)-järjestelmän adaptiivisen ohjauksen ongelmaa. Aiemmissa töissä on todettu asymptoottinen konvergenssi optimaaliseen<lb>säätimeen erilaisille adaptiivisille ohjausjärjestelmille. Hiljattain keskimääräisen<lb>kustannuksen LQ-ongelmalle osoitettiin O(<lb>√<lb>T ):n katumusraja, lukuun ottamatta logaritmisia<lb>tekijöitä. Tämä raja kuitenkin skaalautuu eksponentiaalisesti p:n, <lb>tilatilan avaruuden ulottuvuuden, kanssa. Tässä työssä tarkastelemme tapausta, jossa LQ-järjestelmän<lb>dynamiikkaa kuvaavat matriisit ovat harvalukuisia ja niiden dimensiot ovat suuria. Esitämme<lb>adaptiivisen ohjausjärjestelmän, jolla saavutetaan O(p<lb>√<lb>T ):n katumusraja, lukuun ottamatta<lb>logaritmisia tekijöitä. Erityisesti algoritmimme keskimääräinen kustannus on (1 + ǫ)<lb>kertainen optimaaliseen kustannukseen verrattuna, kun T = polylog(p)O(1/ǫ). Tämä on verrattuna<lb>aikaisempiin tiheää dynamiikkaa käsitteleviin töihin, joissa algoritmi vaatii aikaa, joka skaalautuu<lb>eksponentiaalisesti ulottuvuuden kanssa, jotta saavutetaan katumus, joka on ǫ-kertainen optimaaliseen kustannukseen nähden.<lb> Uskomme, että tuloksellamme on merkittäviä sovelluksia kehittyvällä<lb>tietokonemainonnan alalla, erityisesti kohdennetussa verkkomainonnassa ja mainonnassa<lb>sosiaalisissa verkostoissa.

**Tulos**

Tehokas vahvistusoppiminen korkea-ulotteisille lineaarisille kvadraattisille systeemeille (Efficient Reinforcement Learning for High Dimensional Linear Quadratic Systems)

**Esimerkki 2.429**

Koska verkossa oleva tieto kasvaa dramaattisesti, hashing-menetelmästä on tulossa yhä suositumpi lähimmän naapurin hakumenetelmä. Aiemmissa valvotuissa hashing-menetelmissä käytettiin samankaltaisuus-/dissimilariteettimatriisia semanttisen tiedon saamiseksi. Matriisia ei kuitenkaan ole helppo rakentaa uutta tietokokonaisuutta varten. Matriisin uudelleenrakentamisen sijaan ehdotimme suoraviivaista CNN-pohjaista hashausmenetelmää, eli täysin kytketyn kerroksen aktivointien binarisointia kynnyksellä 0 ja binäärituloksen ottamista hash-koodeiksi. Tällä menetelmällä saavutettiin paras suorituskyky CIFAR-10:ssä, ja se oli verrattavissa MNIST:ssä saavutettuun huipputason suorituskykyyn. CIFAR-10:llä tekemämme kokeet osoittivat, että aktivaatioiden merkit saattavat sisältää enemmän tietoa kuin näytteiden väliset aktivaatioiden suhteelliset arvot ja että ominaisuuksien erottimen ja hash-funktioiden yhteensovittaminen on tärkeää hash-toiminnon kannalta.

**Tulos**

CNN-pohjainen häivytys kuvien hakua varten

**Esimerkki 2.430**

Erotettavissa olevat Bayes-verkot eli vaikutusmalli ovat dynaamisia Bayes-verkkoja, joissa ehdollinen todennäköisyysjakauma voidaan erottaa vain solmun vanhempien marginaalijakauman funktioksi yhteisten jakaumien sijasta. Kuvaamme mielivaltaisen ehdollisen todennäköisyystaulukon (CPT) ja separoituvien järjestelmien välisen yhteyden lineaarialgebran avulla. Esitämme [Pfeffer00]:lle vaihtoehtoisen todistuksen riittävyyden ja erotettavuuden vastaavuudesta. Esitämme laskennallisen menetelmän, jolla voidaan testata, onko tietty CPT erotettavissa.

**Tulos**

Lineaarialgebran lähestymistapa erotettavissa oleviin Bayesin verkkoihin

**Esimerkki 2.431**

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan ongelmaa, joka liittyy amerikkalaisen viittomakielen (ASL) sormella kirjoitettujen kirjainten videosarjojen tunnistamiseen. Sormin kirjoitetut kirjaimet ovat merkittävä mutta suhteellisen vähän tutkittu osa ASL:ää, ja niiden tunnistaminen on haastavaa useista syistä: Siihen liittyy nopeita, pieniä liikkeitä, jotka ovat usein hyvin yhteisartikuloituja, siinä on huomattavaa vaihtelua viittoilijoiden välillä, ja jatkuvaa sormien kirjoittamista koskevaa dataa on kerätty niukasti. Tässä työssä ehdotamme useita erilaisia tunnistustapoja ja tutkimme viittojien vaihteluongelmaa. Parhaiten toimivat mallit ovat segmentaalisia (semi-Markov) ehdollisia satunnaiskenttiä, joissa käytetään syviä neuroverkkopohjaisia piirteitä. Allekirjoittajasta riippuvaisessa ympäristössä tunnistimemme saavuttavat jopa noin 8 prosentin kirjainvirheprosentin. Allekirjoittajasta riippumaton ympäristö on paljon haastavampi, mutta neuroverkon mukauttamisen avulla saavutamme jopa 17 %:n kirjainvirheprosentin. Opinnäytetyön ohjaaja: Karen Livescu Otsikko: Livescu: apulaisprofessori

**Tulos**

Amerikkalaisen viittomakielen sormitunnistus videolta: Menetelmät rajoittamatonta tunnistusta ja viittojasta riippumattomuutta varten.

**Esimerkki 2.432**

Lopullinen takaa-ajo tai vaihtoehtoisesti takaa-ajon päättyminen on tärkeä ehto eksistentiaalisten sääntökielten ratkaistavuuden varmistamiseksi. Muutaman viime vuoden aikana on tutkittu useita sääntökieltä, joilla on äärellinen takaa-ajo. Tässä työssä ehdotamme uudenlaista lähestymistapaa, jolla voidaan luokitella äärellisen takaa-ajon omaavia sääntökieliä. Tämän lähestymistavan avulla määritellään luonnollisesti joukko selitettäviä sääntökieliä, jotka laajentavat olemassa olevia kieliä äärellisellä takaa-ajo-ominaisuudella. Tämän jälkeen tutkimme näiden kielten monimutkaisuutta. Vaikka kaikki kielet ovat käsiteltävissä datan monimutkaisuuden kannalta, osoitamme, että niiden yhdistetty monimutkaisuus voi olla mielivaltaisen suuri. Lisäksi todistamme, että kaikki heikosti asyklisen kielen laajennukset, joilla on äärellinen takaa-ajo-ominaisuus, ovat yhtä ilmaisuvoimaisia kuin heikosti asyklinen kieli, kun taas sääntökieltä, jonka yhdistetty kompleksisuus on suurempi, voidaan yleensä pitää suppeampana kuin kieltä, jonka yhdistetty kompleksisuus on pienempi.

**Tulos**

Existential Rule Languages with Finite Chase: Monimutkaisuus ja ilmaisukyky

**Esimerkki 2.433**

Johdannaismorfologia on kielen perustavanlaatuinen ja monimutkainen ominaisuus. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta tehtävää, jonka tarkoituksena on ennustaa tietyn perusmuotoisen lemman derivaatiomuoto, joka sopii tiettyyn kontekstiin. Esittelemme koodaaja-dekooderi-tyylisen neuroverkon, joka tuottaa johdetun muodon merkki merkiltä perustuen perusmuodon ja kontekstin vastaavaan merkkitason esitykseen. Osoitamme, että mallimme pystyy tuottamaan kelvollisia kontekstisidonnaisia johdannaisia tunnetuista perusmuodoista, mutta se on epätarkempi leksikoni-agnostisessa ympäristössä.

**Tulos**

Johdannaissanamuotojen kontekstitietoinen ennustaminen

**Esimerkki 2.434**

Suuret ja kasvavat tieteellisen verkkotiedon määrät tuovat mukanaan sekä haasteita että mahdollisuuksia parantaa tiedon löytämistä. Yksi tällainen haaste on poimia asiakirjasta automaattisesti pieni joukko avainsanoja, jotka kuvaavat tarkasti asiakirjan sisältöä ja helpottavat nopeaa tiedonkäsittelyä. Tässä artikkelissa ehdotamme PositionRankia, joka on valvomaton malli avainsanojen poimimiseen tieteellisistä asiakirjoista ja joka sisällyttää sanan kaikkien esiintymispaikkojen tiedot puolueelliseen PageRankiin. Mallimme suorituskyky paranee huomattavasti verrattuna PageRank-malleihin, joissa ei oteta huomioon sanojen sijainteja, sekä verrattuna tämän tehtävän vahvoihin perusmalleihin. Useissa tutkimusjulkaisuja sisältävissä tietokokonaisuuksissa PositionRank saavuttaa jopa 29,09 prosentin parannuksen.

**Tulos**

PositionRank: Avainlauseiden poiminta tieteellisistä asiakirjoista ilman valvontaa

**Esimerkki 2.435**

Generatiivinen malli on ollut yksi yleisimmistä lähestymistavoista dialogitilan seurantaongelman ratkaisemiseksi, sillä sen avulla voidaan mallintaa dialogihypoteeseja eksplisiittisellä tavalla. Tärkein tehtävä tällaisissa Bayes-verkkomalleissa on rakentaa mahdollisimman luotettavat käyttäjämallit oppimalla ja heijastamalla harjoitusdataa verkkojen tiloista riippuvaiseksi käyttäjän toimien todennäköisyysjakaumaksi. Tässä artikkelissa annetaan kokonaiskuva oppimisprosessista Bayesin kehyksessä painottaen Expectation Maximization -oppimisalgoritmin uusimpia teoreettisia analyysejä.

**Tulos**

Dialogin tilan seurantahaaste Bayesin lähestymistavalla

**Esimerkki 2.436**

Harvojen palkkioiden ongelma on yksi nykyaikaisen vahvistusoppimisen vaikeimmista haasteista. Hierarkkinen vahvistusoppiminen (Hierarchical reinforcement learning, HRL) ratkaisee tämän ongelman käyttämällä joukkoa ajallisesti laajennettuja toimintoja eli vaihtoehtoja, joista jokaisella on oma osatavoitteensa. Nämä alatavoitteet on yleensä laadittu käsin tiettyjä tehtäviä varten. Tässä esitellään kuitenkin yleiskäyttöinen alatavoitteiden luokka, jota voidaan soveltaa laajasti visuaalisella alueella. Lähestymistapamme taustalla on (samoin kuin "aputehtäviä" käyttävissä töissä) hypoteesi, jonka mukaan kyky hallita ympäristön osia on luonnostaan hyödyllinen taito. Sisällytämme tällaiset alatavoitteet kokonaisvaltaiseen hierarkkiseen vahvistusoppimisjärjestelmään ja testaamme algoritmimme kahta vaihtoehtoa useilla Atari-peleillä. Korostamme lähestymistapamme etua yhdessä vaikeimmista peleistä - Montezuman kosto - jossa kyky käsitellä harvoja palkintoja on avainasemassa. Agenttimme oppii tässä pelissä useita kertoja nopeammin kuin nykyinen huipputason HRL-agentti, ja sen suorituskyky on samantasoinen.

**Tulos**

Ominaisuuksien hallinta hierarkkisen vahvistusoppimisen sisäisenä motivaationa

**Esimerkki 2.437**

Piikkien laukaisun mallintamisessa oletetaan, että piikkitilastot ovat Poissonin kaltaisia, mutta todelliset tiedot rikkovat tätä oletusta. Poissonin kaltaisten piirteiden vangitsemiseksi ja väistämättömän epäsäännöllisyyden korjaamiseksi tutkijat skaalaavat aika-akselin uudelleen, mikä aiheuttaa työlästä laskennallista ylikuormitusta sen sijaan, että etsisivät toisen jakauman! Piikit tai toimintapotentiaalit ovat tarkasti ajoitettuja muutoksia synapsien läpi kulkevassa ionikuljetuksessa, joka säätää synaptista painoa, ja ne on onnistuneesti mallinnettu ja kehitetty memristorina. Memristorin arvo on moninkertainen alkuperäiseen resistanssiin nähden. Tämä muistuttaa meitä kvanttimekaniikan perusteista. Yritämme kvantisoida potentiaalin ja resistanssin, kuten energian kohdalla on tehty. Tarkasteltuamme mustan kappaleen säteilyn Planckin käyrää ehdotamme kvantittamisyhtälöitä. Esittelemme ja todistamme teoreeman, jolla vastus kvantisoidaan. Sitten määrittelemme tyken ja osoitamme sen perusominaisuudet. Lopuksi esitämme perusmuodonmuutokset piikkien mallintamiseksi ja energiakvantin yhdistämiseksi tykkeeseen. Tutkimus osoittaa, miten tämä mallintaa täydellisesti neuronin piikityksen., yli 97 %:n vastaavuudella. Kaikkia käytettyjä MATLA-koodeja täydennetään liitteessä.

**Tulos**

Spike ja Tyke, kvantittunut neuronimalli

**Esimerkki 2.438**

Laadunvarmistus on edelleen keskeinen aihe ihmislähtöisen laskennan tutkimuksessa. Aikaisemmat työt osoittavat, että enemmistöäänestys on tehokas matalan vaikeusasteen tehtävissä, mutta sillä on rajoituksia vaikeammissa tehtävissä. Tässä artikkelissa tarkastellaan kahta menetelmää tämän ongelman ratkaisemiseksi: turnausvalintaa ja eliminointivalintaa, joissa hyödynnetään 2-, 3- ja 4-suuntaisia vertailuja eri vastausten välillä ihmisen laskentatehtävissä. Kokeelliset tulokset ja tilastolliset analyysit osoittavat, että molemmat menetelmät tuottavat oikean vastauksen meluisassa ihmisen laskentaympäristössä useammin kuin enemmistöäänestys. Lisäksi havaitsemme, että nelisuuntaisten vertailujen käyttö voi vähentää merkittävästi laadunvarmistuksen kustannuksia verrattuna kaksisuuntaisten vertailujen käyttöön.

**Tulos**

KUN ENEMMISTÖPÄÄTÖKSET EPÄONNISTUVAT: LAADUNVARMISTUSMENETELMIEN VERTAILU MELUISASSA INHIMILLISESSÄ LASKENTAYMPÄRISTÖSSÄ.

**Esimerkki 2.439**

Monitavoiteoptimoinnin jälkikäteislähestymistavassa Pareto-rintamaa approksimoidaan tavoiteavaruuden äärellisellä ratkaisujoukolla. Approksimaation laatua voidaan mitata erilaisilla indikaattoreilla, joissa otetaan huomioon approksimaation läheisyys Pareto-rintamaan ja sen jakautuminen Pareto-rintamalla. Erityisesti Hausdorffin keskiarvoindikaattori suosii lähes tasaista jakaumaa. Monitavoitejakauman estimointialgoritmien (MEDA) havaittu haittapuoli on se, että kuten satunnaistetuille metaheuristiikoille on tavallista, lopullinen populaatio ei yleensä jakaudu tasaisesti Pareto-rintamalla. Sen vuoksi ehdotamme jälkikäsittelystrategiaa, joka koostuu keskiarvoistetun Hausdorff-indikaattorin soveltamisesta optimoinnin jälkeen luotujen ratkaisujen koko arkistoon, jotta arkistosta voidaan valita tasaisesti jakautunut osajoukko ei-dominoituja ratkaisuja. Tässä asiakirjassa esitämme strategian edellä kuvatun osajoukon poimimiseksi. Ehdotuksen tehokkuutta vertaillaan kokeissa, joissa käytetään erilaisia MEDA- ja suodatustekniikoita. ar X iv :1 50 3. 07 84 5v 1 [ cs .A I] 2 6 M ar 2 01 5

**Tulos**

Paretorintamien keskimääräiset Hausdorff-lähestymiset, jotka perustuvat monitavoitteiseen jakauman arviointiin Algoritmit 2015

**Esimerkki 2.440**

Koneellisessa oppimisessa optimoinnin helppouden ja ilmaisuvoiman välillä on perustavanlaatuinen kompromissi. Erityisesti neuroverkoilla on valtava ilmaisuvoima, mutta niiden kouluttaminen on tunnetusti haastavaa. Optimointihaasteen luonne muuttuu oppimisen aikana. Perinteisesti syväoppimisessa tehdään staattinen kompromissi varhaisen ja myöhäisen optimoinnin tarpeiden välillä. Tässä artikkelissa tutkimme uutta kehystä, GradNets, jolla arkkitehtuureja voidaan mukauttaa dynaamisesti harjoittelun aikana molempien etujen hyödyntämiseksi. Voimme esimerkiksi siirtyä asteittain lineaarisista verkoista epälineaarisiin verkkoihin, deterministisestä stokastiseen laskentaan, matalista arkkitehtuureista syviin arkkitehtuureihin tai jopa yksinkertaisesta downsamplingista täysin eriytettäviin huomiomekanismeihin. Hyötyjä ovat muun muassa lisääntynyt tarkkuus, helpompi konvergenssi monimutkaisemmilla arkkitehtuureilla, ratkaisut eränormalisoinnin testiaikaiseen suorittamiseen ja mahdollisuus kouluttaa jopa 200 kerroksen verkkoja.

**Tulos**

GRADNETS: DYNAAMINEN INTERPOLOINTI NEUROARKKITEHTUURIEN VÄLILLÄ

**Esimerkki 2.441**

Sanaston yhteensopimattomuusongelma on pitkäaikainen ongelma tiedonhaussa. Semanttinen täsmäytys lupaa ratkaista ongelman. Viimeaikaiset edistysaskeleet kieliteknologiassa ovat antaneet mahdollisuuden kehittää valvomattomia neuromalleja, joiden avulla voidaan oppia sanojen ja isompien tekstikokonaisuuksien representaatioita. Tällaiset representaatiot mahdollistavat tehokkaat semanttiset täsmäytysmenetelmät. Tämä katsaus on tarkoitettu johdannoksi neuraalisten mallien käyttöön semanttisessa täsmäytyksessä. Keskittymisen vuoksi rajoitumme verkkohakuun. Esitämme yksityiskohtaisesti tarvittavan taustatiedon ja terminologian, taksonomian, joka ryhmittelee nopeasti kasvavan alan työn, ja sen jälkeen tarkastelemme semanttiseen yhteensovittamiseen käytettäviä neuromalleja kolmessa tehtävässä: kyselyjen ehdottaminen, mainosten haku ja asiakirjojen haku. Mukana on myös resursseja ja parhaita käytäntöjä käsittelevä osio, jonka uskomme auttavan lukijoita, jotka ovat alalle vasta-alkajia. Lopuksi arvioidaan uusinta tekniikan tasoa ja esitetään ehdotuksia tulevaa työtä varten.

**Tulos**

Neuraalimallit semanttisen täsmäämisen helpottamiseksi verkkohaussa - Aloitusopas

**Esimerkki 2.442**

Tässä ohjelmistoprojektiin perustuvassa asiakirjassa esitellään visio lähitulevaisuudesta, jossa tietokonevuorovaikutukselle on ominaista luonnolliset kasvokkain tapahtuvat keskustelut elävien hahmojen kanssa, jotka puhuvat, elehtivät ja elehtivät. Ensimmäinen askel on puhe. Unelma todellisesta virtuaalitodellisuudesta, täydellisestä ihmisen ja tietokoneen välisestä vuorovaikutusjärjestelmästä, ei toteudu, ellemme yritä antaa koneelle jonkinlaista havaintokykyä ja saada sitä havaitsemaan ulkomaailmaa niin kuin ihmiset kommunikoivat keskenään. Tätä ohjelmistohanketta kehitetään parhaillaan "kuuntelemaan ja vastaamaan koneelle (tietokoneelle) puheen avulla". Puhekäyttöliittymä on kehitetty muuntamaan puhe syötteenä johonkin parametriseen muotoon (Speech-to-Text) jatkokäsittelyä varten ja tulokset, tekstin ulostulo puhesynteesiin (Text-to-Speech).

**Tulos**

Puhe\_Urmila

**Esimerkki 2.443**

Empiirinen riskin minimointi (ERM) on perustavanlaatuinen oppimissääntö tilastollisissa oppimisongelmissa, joissa data tuotetaan jonkin tuntemattoman jakauman P mukaisesti ja palautetaan hypoteesi f, joka valitaan kiinteästä luokasta F pienellä tappiolla `. Parametrisessa ympäristössä ERM:llä voi olla (`,F ,P) riippuen (`,F ,P) hidas (1/ √ n) tai nopea (1/n) ylimääräisen riskin konvergenssinopeus otoskoon n funktiona. On olemassa useita tuloksia, jotka antavat riittävät ehdot nopeille nopeuksille `:n, F:n ja P:n yhteisten ominaisuuksien, kuten marginaali-ehdon ja Bernsteinin ehdon, perusteella. Ei-statistisessa ennusteessa, jossa on asiantuntija-apua, on olemassa analoginen hidas ja nopea nopeus -ilmiö, ja sitä luonnehditaan täysin tappion ` sekoitettavuuden avulla (F:llä tai P:llä ei ole tässä mitään merkitystä). Stokastisen sekoitettavuuden käsite muodostaa sillan näiden kahden oppimismallin välille ja johtaa erikoistapauksessa klassiseen sekoitettavuuteen. Tässä artikkelissa esitetään suora todistus ERM:n nopeista nopeuksista (`,F ,P) stokastisen sekoitettavuuden avulla ja annetaan näin uutta tietoa nopeiden nopeuksien ilmiöstä. Todistuksessa hyödynnetään Kempermanin vanhaa tulosta yleisen momenttiongelman ratkaisusta. Osoitamme myös osittaisen käänteisluvun, joka viittaa siihen, että ERM:n nopeiden nopeuksien kuvaaminen stokastisen sekoitettavuuden avulla on mahdollista.

**Tulos**

Stokastisesta sekoitettavuudesta nopeisiin nopeuksiin

**Esimerkki 2.444**

Esittelemme uuden HyperVec-neuraalisen mallin, jolla opitaan hierarkkisia sulautuksia hypernyymien havaitsemista ja suuntautumista varten. Aiemmat upotukset ovat osoittaneet rajoituksia prototyyppisten hypernyymien osalta, mutta HyperVec edustaa valvomatonta toimenpidettä, jossa upotukset opitaan tietyssä järjestyksessä ja jossa hypernyymi-hyponymijakauman hierarkia otetaan huomioon. Lisäksi mallimme pystyy yleistämään näkymättömiin hypernyymipareihin, kun käytetään vain pieniä harjoitusaineistoja ja kun sitä voidaan soveltaa muihin kieliin. Vertailutietokannoilla saadut tulokset osoittavat, että HyperVec on parempi kuin nykyaikaiset valvomattomat toimenpiteet ja upotusmallit hypernyymien havaitsemisessa ja suuntautumisessa sekä asteittaisen leksikaalisen seuraannon ennustamisessa.

**Tulos**

Hierarkkiset sulautukset hypernyymien havaitsemiseen ja suuntautumiseen

**Esimerkki 2.445**

Koulutamme generatiivisen konvoluutiohermoverkon<lb>, joka pystyy tuottamaan kuvia esineistä kohteen<lb>tyypin, näkökulman ja värin perusteella. Koulutamme verkkoa su-<lb>pervisoidulla tavalla renderöityjen 3D-tuolimallien aineistolla. Kokeemme osoittavat, että verkko ei vain<lb>opi kaikkia kuvia ulkoa, vaan löytää mielekkään<lb>esityksen 3D-tuolimallista, jonka avulla se voi arvioida<lb>erilaisten tuolien samankaltaisuutta, interpoloida annettujen<lb>katsomuspisteiden välillä luodakseen puuttuvat tuolit tai keksiä uusia tuoli<lb>tyylejä interpoloimalla harjoitusjoukon tuolien välillä.<lb>Olemme osoittaneet, että verkkoa voidaan käyttää löytämään vastaavuuksia<lb>aineiston eri tuolien välillä, mikä päihittää<lb> olemassa olevat lähestymistavat tässä tehtävässä.

**Tulos**

Tuolien luomisen oppiminen konvolutiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.446**

Tässä artikkelissa esitellään jatkuvuus ja vahva jatkuvuus toimialueettomissa informaatioalgebroissa ja merkityissä informaatioalgebroissa. Esitetään yleisemmin jatkuvan funktion käsite, joka määritellään kahden toimialueettoman jatkuvan informaatioalgebran välillä. Osoitetaan, että yhdistämis- ja fokusointioperaatioiden avulla kaikkien kahden toimialueettoman s-jatkuvan informaatioalgebran välisten jatkuvien funktioiden joukko muodostaa uuden s-jatkuvan informaatioalgebran. Tutkimalla toimialueettomien informaatioalgebrojen ja leimattujen informaatioalgebrojen välistä suhdetta osoitetaan, että ne vastaavat toisiaan s-kompaktiuden suhteen.

**Tulos**

JATKUVUUS INFORMAATIOALGEBROISSA: KAHDEN INFORMAATIOALGEBRATYYPIN VÄLINEN SUHDE

**Esimerkki 2.447**

Esittelemme World of Warcraft (WoW) -yhteisön tekstien kielellisen monimutkaisuuden analyysin, jota vertaamme yleiseen verkkoenglannin korpukseen sisältyviin teksteihin. Esitellään tuloksia useista kompleksisuustyypeistä, kuten leksikaalisesta monimuotoisuudesta, tiheydestä, luettavuudesta ja syntaktisesta kompleksisuudesta. WoW-tekstien kieli on joidenkin monimutkaisuusmittareiden osalta verrattavissa yleiseen korpukseen, mutta toisten mittareiden osalta se on erikoistuneempaa. Kouluttajat, jotka haluavat sisällyttää peleihin liittyviä toimintoja koulujen opetussuunnitelmiin, voivat hyödyntää havaintojamme.

**Tulos**

World-of-Warcraft-pelin ulkopuolisten tekstien kielellistä monimutkaisuutta koskeva tutkimus

**Esimerkki 2.448**

Luonnollisten signaalien harva, hierarkkinen ja modulaarinen käsittely ovat ominaisuuksia, jotka liittyvät ihmisten kykyyn tunnistaa kohteita suurella tarkkuudella. Tässä artikkelissa esitellään harvojen ominaisuuksien käsittely- ja koodausmenetelmä, jonka tarkoituksena on parantaa automaattisen esineiden tunnistusjärjestelmän tunnistussuorituskykyä. Paikallistettujen gradienttivahvistettujen piirteiden satunnaisesti hajautettu valinta, jota seuraa aggregaattifunktioiden soveltaminen, edustaa modulaarista ja hierarkkista lähestymistapaa kohteen piirteiden tunnistamiseen. Yhdessä minimietäisyysluokittimen kanssa nämä objektipiirteet johtavat siihen, että objektien tunnistusjärjestelmän tarkkuus on 93 prosenttia ALOI-tietokannassa, 92 prosenttia COIL-100-tietokannassa ja 69 prosenttia PASCAL visual object challenge 2007 -tietokannassa. Objektien tunnistussuorituskyvyn kestävyyttä testataan kohinan, objektin skaalauksen ja objektin siirtymien vaihteluiden suhteen. Lopuksi vertailu kahdeksaan olemassa olevaan objektintunnistusmenetelmään osoitti, että tunnistustarkkuus parani 10 prosenttia ALOI-tietokannassa, 8 prosenttia COIL-100-tietokannoissa ja 10 prosenttia PASCAL visual object challenge 2007 -tietokannassa.

**Tulos**

Harva hajautettu paikallinen gradientti, joka yhdistää objektien piirteet.

**Esimerkki 2.449**

Tämä on tutkimusehdotuksen tyyliin kirjoitettu yleiskatsaus. Viime vuosina olemme esitelleet yleisen kehyksen laajamittaista rajoittamatonta optimointia varten - Sequential Subspace Optimization (SESOP) - ja osoittaneet sen hyödyllisyyden harvuuteen perustuvassa signaalin/kuvan denoisingissa, dekonvoluutiossa, kompressiivisessa aistimisessa, tietokonetomografiassa, diffraktiokuvantamisessa ja tukivektorikoneissa. Tutkimme sen yhdistämistä rinnakkaiskoordinaattien laskeutumismenetelmiin ja erotettavissa oleviin sijaisfunktiomenetelmiin ja saimme uusimpia tuloksia edellä mainituilla aloilla. On olemassa useita menetelmiä, jotka ovat nopeampia kuin pelkkä SESOP tietyissä olosuhteissa: Stokastiset optimointimenetelmät ongelmiin, joissa on suuria stokastisia tietoja; Multigrid-menetelmät ongelmiin, joissa on sisäkkäinen monitasorakenne. Jokaista näistä menetelmistä voidaan parantaa edelleen yhdistämällä ne SESOPin kanssa. Voidaan myös nopeuttaa Augmented Lagrangen menetelmää rajoitettujen optimointiongelmien ratkaisemiseksi ja Alternating Direction Method of Multipliers -menetelmää sellaisten ongelmien ratkaisemiseksi, joissa on erotettavissa oleva kohdefunktio ja ei-erotettavissa olevia rajoituksia.

**Tulos**

Nopeutetaan konvergenssia peräkkäisen aliavaruusoptimoinnin avulla: Optimointi: Nykytila ja tulevaisuuden suuntaviivat

**Esimerkki 2.450**

Tässä artikkelissa esitellään uusi 3D-pistepilvien luokittelun vertailuaineisto, jossa on yli neljä miljardia manuaalisesti merkittyä pistettä ja joka on tarkoitettu dataa vaativien (syvä)oppimismenetelmien syötteeksi. Käsittelemme myös ensimmäisiä vertailukohteeseen toimitettuja tietoja, joissa käytetään syviä konvoluutio-neuraaliverkkoja (CNN) työjuhtana ja jotka osoittavat jo huomattavia parannuksia suorituskykyyn verrattuna uusimpaan tekniikkaan. CNN:stä on tullut de facto-standardi monissa tietokonenäön ja koneoppimisen tehtävissä, kuten semanttisessa segmentoinnissa tai objektien havaitsemisessa kuvissa, mutta se ei ole vielä johtanut todelliseen läpimurtoon 3D-pistepilvien merkintätehtävissä harjoitusdatan puutteen vuoksi. Tässä asiakirjassa esiteltävällä massiivisella aineistolla pyrimme kuromaan umpeen tämän tietovajeen, jotta syväoppimismenetelmien koko potentiaali voitaisiin hyödyntää 3D-merkintätehtävissä. Semantic3D.net-tietoaineistomme koostuu tiheistä pistepilvistä, jotka on hankittu staattisilla maanpäällisillä laserkeilaimilla. Se sisältää 8 semanttista luokkaa, ja se kattaa laajan valikoiman kaupunkien ulkokohtauksia: kirkkoja, katuja, rautateitä, aukioita, kyliä, jalkapallokenttiä ja linnoja. Kuvaamme merkintärajapintaamme ja osoitamme, että aineistomme tarjoaa tiheämpiä ja täydellisempiä pistepilviä, joissa on paljon enemmän merkittyjä pisteitä kuin tutkimusyhteisön saatavilla olevissa aineistoissa. Lisäksi tarjoamme perusmenetelmien kuvauksia ja vertailemme online-järjestelmään toimitettuja menetelmiä. Toivomme, että semantic3D.net tasoittaa tietä 3D-pistepilvien merkitsemiseen käytettäville syväoppimismenetelmille, joiden avulla voidaan oppia rikkaampia ja yleisempiä 3D-edustuksia, ja ensimmäiset vain muutaman kuukauden kuluttua tehdyt ilmoitukset osoittavat, että näin saattaa todellakin tapahtua.

**Tulos**

SEMANTIC3D.NET: UUSI LAAJAMITTAINEN PISTEPILVIEN LUOKITTELUN VERTAILUKOHDE

**Esimerkki 2.451**

Bound Founded Answer Set Programming (BFASP) on vastausjoukkojen ohjelmoinnin (ASP) laajennus, joka laajentaa stabiilin mallin semantiikan numeerisiin muuttujiin. Vaikka BFASP:n teoria määritellään perussääntöjen avulla, käytännössä BFASP-ohjelmat kirjoitetaan monimutkaisina ei-peruslausekkeina. BFASP:n litistäminen on tekniikka, jota käytetään yksinkertaistamaan kielen mielivaltaisia lausekkeita pieneen ja hyvin määriteltyyn primitiivisten lausekkeiden joukkoon. Tässä asiakirjassa osoitetaan ensin, miten voidaan litistää mielivaltaisia BFASP-sääntölausekkeita, jotta saadaan vastaavia BFASP-ohjelmia. Seuraavaksi laajennamme ASP:n käyttämän alhaalta ylöspäin suuntautuvan maadoitustekniikan ja taikajoukon muunnoksen BFASP-ohjelmiin. Toteutuksemme osoittaa, että BFASP-ongelmissa nämä tekniikat voivat vähentää merkittävästi perusohjelman kokoa ja parantaa myöhempää ratkaisua.

**Tulos**

Maadoitus Sidottu Perustetut vastausjoukko-ohjelmat

**Esimerkki 2.452**

Esittelemme verkossa toimivan neuraalisen sekvenssistä sekvenssiin -mallin, joka oppii vuorotellen koodaamaan ja purkamaan syötteen segmenttejä, kun sitä luetaan. Seuraamalla itsenäisesti koodaus- ja dekoodausrepresentaatioita algoritmimme mahdollistaa latentin segmentoinnin tarkan polynomisen marginalisoinnin harjoittelun aikana, ja dekoodauksen aikana käytetään palkkihakua parhaan kohdistamispolun löytämiseksi yhdessä ennustetun ulostulosekvenssin kanssa. Mallimme puuttuu vaniljakooderi-dekoodereiden pullonkaulaan, sillä niiden on luettava ja muistettava koko syötesekvenssi kiinteän pituisiin piilotiloihinsa ennen kuin ne tuottavat mitään tulostetta. Se eroaa aiemmista tarkkaavaisuusmalleista siinä, että sen sijaan, että tarkkaavaisuuspainoja käsiteltäisiin deterministisen funktion tulosteena, mallimme määrittää tarkkaavaisuuspainot peräkkäiselle latentille muuttujalle, joka voidaan marginalisoida pois ja joka mahdollistaa online-tuotoksen tuottamisen. Abstrakteja lauseiden tiivistämistä ja morfologista taivutusta koskevat kokeet osoittavat, että suorituskyky paranee merkittävästi verrattuna peruskooderi-dekoodereihin.

**Tulos**

Online Segmentistä segmenttiin hermostollinen transduktio

**Esimerkki 2.453**

Tutkijat ovat yhä useammin yhtä mieltä siitä, että jos tietokoneesta tehtäisiin emotionaalisesti älykäs ja se pystyisi tulkitsemaan ihmisen tunnetiloja, se mahdollistaisi mielekkäämmän ja luonnollisemman tavan toimia ihmisen ja tietokoneen välisessä vuorovaikutuksessa (human-computer interactions, HCI). Yksi huomaamaton ja ei-invasiivinen tapa tunnistaa ihmisen tunnetiloja on tutkia, miten fysiologiset signaalit vaihtelevat eri tunnekokemusten yhteydessä. Tässä asiakirjassa tutkitaan erityisesti monimodaalisten kehosignaalien autonomisesti välitettyjen muutosten ja erillisten tunnetilojen välistä yhteyttä. Jotta kunkin modaliteetin sisältämää tietoa voitaisiin hyödyntää täysimääräisesti, olemme esittäneet innovatiivisen luokittelumenetelmän kolmelle erityiselle fysiologiselle signaalille, joihin kuuluvat sähkömykogrammi (EMG), veren tilavuuspaine (BVP) ja galvaaninen ihovaste (GSR). Näitä signaaleja analysoidaan syötteenä tunteiden tunnistamisparadigmassa, joka perustuu heikkojen oppijoiden fuusioon. Ehdotettu luokittelumenetelmä osoitti 88,1 prosentin tunnistustarkkuuden, joka oli parempi kuin perinteinen SVM-luokitin (Support Vector Machine), jonka tarkkuus parani 17 prosenttia. Lisäksi tiedon redundanssin ja siitä johtuvan liiallisen sovittamisen välttämiseksi ehdotetaan korrelaatioanalyysiin perustuvaa ominaisuuksien vähentämismenetelmää, jolla optimoidaan kunkin heikon oppijan harjoitteluun ja validointiin tarvittavien ominaisuuksien määrä. Tulokset osoittivat, että vaikka piirreavaruuden dimensiota vähennettiin 27 piirteestä 18 piirteeseen, menetelmämme säilytti noin 85,0 prosentin tunnistustarkkuuden. Tämä monimutkaisuuden vähentäminen vie meidät askeleen lähemmäs tämän ihmisen tunteiden koodaimen upottamista langattomiin ja puettaviin HCI-alustoihin.

**Tulos**

Tunnekokemuksen purkaminen fysiologisen signaalinkäsittelyn avulla

**Esimerkki 2.454**

Hybriditodennäköisyysohjelmat (Hybrid Probabilistic Programs, HPP) ovat logiikkaohjelmia, joiden avulla ohjelmoija voi nimenomaisesti koodata tietonsa ohjelmassa kuvattavien tapahtumien välisistä riippuvuuksista. Tässä artikkelissa luokittelemme HPP-ohjelmat kolmeen luokkaan, joita kutsutaan nimillä H P P1, H P P2 ja H P Pr, r 2: 3. Näille luokille esitämme kolmenlaisia tuloksia HPP-ohjelmille. Ensinnäkin kehitämme algoritmeja, joilla lasketaan HPP:n kaikkien perustavanlaatuisten seurausten joukko. Sitten tarjoamme algoritmeja ja kompleksisuustuloksia ongelmille, jotka koskevat seurausta ("Kun syötteenä on HPP P ja kysely Q, onko Q looginen seuraussarja P:lle?") ja johdonmukaisuutta ("Kun syötteenä on HPP Pas, onko P johdonmukainen?"). Tuloksemme antavat tarkan kuvauksen siitä, milloin edellä mainituille ongelmille on olemassa polynomialgoritmeja ja milloin nämä ongelmat muuttuvat vaikeasti ratkaistaviksi.

**Tulos**

Hybridit todennäköisyysohjelmat: Algoritmit ja monimutkaisuus

**Esimerkki 2.455**

Miten rakentaa koneoppimismenetelmä, joka voi jatkuvasti hankkia jäsenneltyä visuaalista tietoa oppimalla jäsenneltyjä faktoja? Tavoitteenamme tässä artikkelissa on käsitellä tätä kysymystä ehdottamalla ongelma-asetusta, jossa harjoitusdata tulee erityyppisissä kuvissa olevina strukturoituina faktoina, mukaan lukien (1) objektit (esim. <poika>), (2) attribuutit (esim. <poika, pitkä>), (3) toiminnot (esim. <poika, leikkii>), (4) vuorovaikutukset (esim. <poika, ratsastaa hevosella>). Jokaisella jäsennellyllä faktalla on semanttinen kielellinen näkymä (esim. <poika, leikkii>) ja visuaalinen näkymä (kuva, jossa tämä fakta on). Ihminen pystyy tehokkaasti hankkimaan visuaalista tietoa oppimalla faktoja loputtomassa prosessissa, ja kuten uskomme, strukturoidusti (esim. ymmärtämällä, että "leikkiminen" on <poika, leikkii>:n toimintaosa, ja siten voi yleistää tunnistamaan <tyttö, leikkii>, jos vain oppii <tyttö>:n lisäksi). Ihmisen visuaalisen havaitsemisen innoittamana ehdotamme mallia, joka (1) kykenee oppimaan representaation, jota kutsumme villi kortiksi ja joka kattaa erityyppiset strukturoidut faktat, (2) voi joustavasti saada syötettä strukturoitujen faktojen kielen ja visuaalisen näkymän välisillä pareilla loputtomasti saadakseen lisää strukturoitua tietoa, (3) voi yleistää näkymättömiin faktoihin ja (4) mahdollistaa sekä faktojen kielen näkymän hakemisen visuaalisen näkymän (eli kuvan) perusteella että päinvastoin. Ehdotamme myös uudenlaista menetelmää satojen tuhansien strukturoitujen faktaparien tuottamiseksi kuvatekstitiedoista, joita tarvitaan mallimme kouluttamiseen ja jotka voivat olla hyödyllisiä muissa sovelluksissa.

**Tulos**

SHERLOCK: RAKENTEISEN TIEDON MALLINTAMINEN KUVISTA

**Esimerkki 2.456**

Tässä asiakirjassa esitellään uusi modulaarinen toimintakieli ALM ja havainnollistetaan sen käyttömenetelmiä. Se perustuu Gelfondin ja Lifschitzin (1993; 1998) lähestymistapaan, jossa korkean tason toimintakieltä käytetään loogisen ohjelmointijärjestelmän kuvauksen etupäänä. Näin saatua logiikkaohjelmoinnin esitystä käytetään erilaisten laskentatehtävien suorittamiseen. Olemassa oleviin toimintakieliin perustuva menetelmä toimii hyvin pienissä ja jopa keskikokoisissa järjestelmissä, mutta sitä ei ole tarkoitettu suurempiin järjestelmiin, jotka edellyttävät tiedon jäsentämistä. ALM-menetelmällä on tarkoitus korjata tämä ongelma. Tietämyksen jäsentämistä ALM:ssä tuetaan käsitteillä moduuli (muodollinen kuvaus tietystä tietämyksen osasta, joka on paketoitu kokonaisuudeksi), moduulihierarkia ja kirjasto sekä jakamalla ALM:n järjestelmäkuvaus kahteen osaan: teoriaan ja rakenteeseen. Teoria koostuu yhdestä tai useammasta moduulista, joilla on yhteinen teema ja jotka on mahdollisesti järjestetty moduulihierarkiaksi riippuvuussuhteen perusteella. Se sisältää toimialueen lajikkeiden, attribuuttien ja ominaisuuksien julistuksia sekä niitä kuvaavia aksioomeja. Rakenteita käytetään kuvaamaan toimialueen objekteja. Nämä ominaisuudet sekä keinot määritellä toimialueen luokkia aiemmin määriteltyjen luokkien erikoistapauksina helpottavat tietopohjan vaiheittaista kehittämistä, testausta ja luettavuutta sekä tietämyksen esityskirjastojen luomista.

**Tulos**

Modulaarinen toimintakieli ALM

**Esimerkki 2.457**

Nykyaikaiset hajautetut kyberfyysiset järjestelmät kohtaavat monenlaisia poikkeamia, ja monissa tapauksissa ne ovat alttiita katastrofaalisille vikojen leviämisskenaarioille, koska osajärjestelmien välillä on vahva yhteys. Tässä yhteydessä vian syiden analysointi on erittäin hankalaa, koska vian leviämismekanismit ovat monimutkaisia ja toimintatilat erilaisia. Tässä asiakirjassa esitellään uusi tietoon perustuva kehys juurisyyanalyysiä varten tällaisten ongelmien ratkaisemiseksi. Kehys perustuu monimuuttujaisten aikasarjojen spatiotemporaaliseen ominaisuuksien poimintajärjestelmään, joka perustuu symbolisen dynamiikan käsitteeseen monimutkaisen järjestelmän osajärjestelmien välisten kausaalisten vuorovaikutusten löytämiseksi ja esittämiseksi. Ehdotamme sekventiaalista tilakytkentää (S) ja keinotekoista poikkeamien yhdistämismenetelmää (A) syyanalyysin toteuttamiseksi valvomattomalla ja puolivalvotulla tavalla. Synteettistä dataa tapauksista, joissa on epäonnistunut malli (vikaantuneita malleja) ja poikkeava solmu, simuloidaan ehdotettujen lähestymistapojen validoimiseksi, minkä jälkeen niitä verrataan vektoriautoregressiiviseen (VAR) malliin perustuvan juurisyyanalyysin suorituskykyyn. Tulokset osoittavat, että: (1) S- ja AA-lähestymistavoilla voidaan saavuttaa korkea tarkkuus perussyiden analysoinnissa ja käsitellä onnistuneesti useita nimellisiä toimintatiloja, ja (2) ehdotetun työkaluketjun osoitetaan olevan skaalautuva säilyttäen samalla korkea tarkkuus.

**Tulos**

Aikasarjojen poikkeavuuksien syyanalyysi ajallis-ajallisen kausaaligraafisen mallintamisen avulla.

**Esimerkki 2.458**

Käyttäjätyytyväisyyden parantamiseksi mobiilisovellusten kehittäjät ovat kiinnostuneita käyttäjien mielipiteistä, kuten valituksista tai ehdotuksista. Tärkeä lähde tällaisille mielipiteille ovat käyttäjien arvostelut sovellusten online-markkinoilla. Hyödyllisten mielipiteiden manuaalinen analysointi on kuitenkin usein haastavaa, koska käyttäjien arvostelujen määrä on suuri ja ne ovat luonteeltaan meluisia. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme M.A.R.K:ta, avainsanapohjaista kehystä puoliautomaattiseen arvosteluanalyysiin. M.A.R.K:n keskeisenä tehtävänä on analysoida arvosteluja potentiaalisesti kiinnostavien avainsanojen löytämiseksi, joita kehittäjät voivat käyttää hyödyllisten mielipiteiden etsimiseen. Olemme kehittäneet tätä tehtävää varten useita tekniikoita, muun muassa: 1) avainsanojen poiminta räätälöityjen regularisointialgoritmien avulla, 2) avainsanojen ryhmittely hajautetun esityksen avulla ja 3) avainsanojen sijoittaminen paremmuusjärjestykseen luokitusten ja frekvenssien analyysin avulla. Empiirinen arviointimme ja tapaustutkimuksemme osoittavat, että M.A.R.K. pystyy tunnistamaan kiinnostavat avainsanat ja tarjoamaan kehittäjille hyödyllisiä käyttäjien mielipiteitä. Avainsanat-sovellusarviointi, mielipiteiden louhinta, avainsanat

**Tulos**

Käyttäjien mielipiteiden louhinta mobiilisovellusten arvosteluissa: Avainsanapohjainen lähestymistapa

**Esimerkki 2.459**

Tässä artikkelissa kehitetään automaattisia testaus- ja virheenkorjaustekniikoita vastausjoukon ratkaisijan kehittämistä varten. Kuvaamme joustavan kielioppipohjaisen mustalaatikkopohjaisen ASP-fuzz-testaustyökalun, joka pystyy paljastamaan erilaisia vikoja, kuten epäluotettavan ja epätäydellisen käyttäytymisen eli virheelliset vastausjoukot ja kyvyttömyyden löytää olemassa olevia ratkaisuja, uusimmissa vastausjoukon ratkaisijatoteutuksissa. Lisäksi kehitämme delta-vianmääritystekniikoita, joiden avulla voidaan kutistaa vikoja aiheuttavia syötteitä, joissa ratkaisijat käyttäytyvät virheellisesti. Erityisesti kehitämme delta-virheenkorjausalgoritmin vastausjoukkojen ratkaisun yhteydessä ja arvioimme algoritmia varten kahta erilaista eliminointistrategiaa.

**Tulos**

Testaus- ja virheenkorjaustekniikat vastausjoukon ratkaisijan kehittämisessä

**Esimerkki 2.460**

Keskeisiä ongelmia, jotka liittyvät epidemiallisia tauteja koskevien tietojen keräämiseen analyysitarkoituksiamme varten, ovat se, että se on työvoimavaltainen, aikaa vievä ja kallis prosessi, joka johtaa harvan otoksen tietojen saatavuuteen, joita käytämme ennustemallien kehittämiseen. Ratkaistaksemme tämän harvan tiedon ongelman esittelemme uusia inkrementaalisia transduktiivisia menetelmiä, joilla voidaan kiertää tiedonkeruuprosessi soveltamalla aiemmin hankittuja tietoja, jotta kenttätutkimuksille voidaan tarjota johdonmukaisia, luottamukseen perustuvia merkintävaihtoehtoja. Tutkimme erilaisia päättelylähestymistapoja puolivalvottua koneoppimista varten, mukaan lukien Bayesin mallit tietojen merkitsemistä varten. Tulokset osoittavat, että käyttämällä ehdotettuja menetelmiä voimme merkitä datatapauksia luokan vektoritiheyden avulla suurella luotettavuustasolla. Soveltamalla liberaalia ja tiukkaa koulutuslähestymistapaa tarjoamme merkintä- ja luokitteluvaihtoehdon itsenäisille algoritmeille. Tässä asiakirjassa esitetyt menetelmät ovat osatekijöitä skistosomiaasitaudin leviämisen ja sen vaikutusten vähentämisessä.

**Tulos**

Inkrementaaliset transduktiivisen oppimisen lähestymistavat skistosomiaasivektorin luokitteluun

**Esimerkki 2.461**

Epävarmuuden arviointi on tärkeä askel kohti koneoppimisjärjestelmien turvallisuuden ja luotettavuuden varmistamista. Nykyiset epävarmuuden arviointitekniikat voivat epäonnistua, kun niiden mallinnusoletukset eivät täyty, esimerkiksi kun datan jakauma poikkeaa harjoitushetkellä havaitusta jakaumasta. Tässä ehdotamme tekniikoita, joilla luokittelualgoritmin epävarmuutta arvioidaan kalibroitujen todennäköisyyksien avulla (eli todennäköisyyksien, jotka vastaavat empiirisiä tulosfrekvenssejä pitkällä aikavälillä) ja joiden luotettavuus (eli tarkkuus ja kalibrointi) taataan jakauman ulkopuolisella syötteellä, mukaan lukien vastustajan luoma syöteteos. Tämä on klassisen verkko-oppimisen laajennus, joka käsittelee epävarmuutta sen lisäksi, että se takaa tarkkuuden myös vastapuolioletuksissa. Määritämme menetelmillemme muodolliset takuut ja validoimme ne kahdessa reaalimaailman ongelmassa: kysymyksiin vastaaminen ja lääketieteellinen diagnoosi genomitiedoista.

**Tulos**

Epävarmuuden arvioiminen verkossa vastustajaa vastaan

**Esimerkki 2.462**

Argumentaation louhinnan, joka on kehittyvä tutkimusalue laskennallisen kielitieteen alalla, tavoitteena on suunnitella menetelmiä, joilla voidaan analysoida ihmisten argumentointia. Tässä artikkelissa mennään usealla tavalla pidemmälle kuin nykyiset tutkimustulokset. (i) Käsittelemme todellisia verkkoaineistoja ja otamme vastaan haasteet, joita rekisterien moninaisuus, useat eri alat ja rajoittamaton käyttäjien tuottama meluisa verkkodiskurssi asettavat. (ii) Kuromme umpeen normatiivisten argumentaatioteorioiden ja todellisissa aineistoissa esiintyvien argumentaatioilmiöiden välisen kuilun mukauttamalla laajassa annotaatiotutkimuksessa testattua argumentaatiomallia. (iii) Luomme uuden kultaisen standardikorpuksen (90k tokenia 340 dokumentissa) ja kokeilemme useita koneoppimismenetelmiä argumentaatiokomponenttien tunnistamiseksi. Tarjoamme aineiston, lähdekoodit ja annotaatio-ohjeet yhteisölle vapaiden lisenssien nojalla. Tuloksemme osoittavat, että argumentaation louhinta käyttäjien tuottamassa verkkodiskurssissa on toteutettavissa oleva mutta haastava tehtävä.

**Tulos**

Argumentaation louhinta käyttäjien luomissa verkkokeskusteluissa

**Esimerkki 2.463**

Tutkimukset ovat osoittaneet, että aksenttien luokittelua voidaan parantaa integroimalla semanttista tietoa puhtaasti akustiseen lähestymistapaan. Tässä työssä yhdistämme foneettisen tiedon, kuten vokaalit, parannettuihin akustisiin ominaisuuksiin, jotta voimme rakentaa paremman aksenttiluokitusjärjestelmän. Luokittelija perustuu Gaussin sekoitusmalliin ja universaaliin taustamalliin (GMM-UBM), jossa on normalisoituja havaintolinjaisia ennustavia (PLP) piirteitä. Ominaisuudet optimoidaan edelleen pääkomponenttianalyysillä (PCA) ja Hetroskedastisella lineaarisella diskriminaatioanalyysillä (HLDA). Käyttämällä Foreign Accented English (FAE) -korpuksen seitsemää pääasiallista aksentoitua puhetyyppiä järjestelmä saavuttaa 54 prosentin luokittelutarkkuuden niinkin lyhyellä kuin 20 sekunnin mittaisella testidatalla, mikä on kilpailukykyinen alan uusimpaan tekniikkaan verrattuna.

**Tulos**

Parannettu aksenttiluokitus yhdistämällä foneettiset vokaalit ja akustiset piirteet.

**Esimerkki 2.464**

Peräkkäisten päätöksenteko-ongelmien, kuten tekstin jäsentämisen, robottien<lb>ohjauksen ja pelien pelaamisen, ratkaiseminen edellyttää suunnittelukäytäntöjen ja näiden suunnitelmien gen-<lb>eralisoinnin yhdistelmää. Tässä artikkelissa esitellään Expert Iteration, uusi al-<lb>goritmi, joka jakaa ongelman erillisiin suunnittelu- ja yleistämis<lb>tehtäviin. Uusien toimintatapojen suunnittelu suoritetaan puuhakuna, kun taas syvä neuroverkko-<lb>työ yleistää nämä suunnitelmat. Sitä vastoin tavanomaiset Deep Reinforcement Learning<lb>algoritmit tukeutuvat neuroverkkoon paitsi suunnitelmien yleistämisessä myös niiden löytämisessä<lb>. Osoitamme, että menetelmämme päihittää huomattavasti Policy Gradientsin<lb>lautapelissä Hex voittaen 84,4 % peleistä sitä vastaan, kun sitä on harjoiteltu yhtä<lb>aikaa.

**Tulos**

Ajattelu nopeasti ja hitaasti syväoppimisen ja puuhakujen avulla

**Esimerkki 2.465**

Strukturoitua oppimista on viime aikoina sovellettu paljon tietokonenäössä. Tässä ehdotetaan strukturoitujen tukivektorikoneiden (SSVM) analogeja, ja tässä ehdotetaan tehostamisalgoritmeja monimuuttujaisten tai strukturoitujen tulosten ennustamiseen, josta käytetään nimitystä StructBoost. Kuten SSVM yleistää SVM:n, StructBoost yleistää tavanomaisen boostingin, kuten AdaBoostin tai LPBoostin, strukturoituun oppimiseen. AdaBoost, LPBoost ja monet muut tavanomaiset boosting-menetelmät ovat StructBoostin erikoistapauksia. StructBoostin optimointiongelma on SSVM:ää haastavampi siinä mielessä, että StructBoostin ongelmaan voi sisältyä eksponentiaalisesti monta muuttujaa ja rajoitusta. Sen sijaan SSVM:ssä on yleensä eksponentiaalinen määrä rajoituksia, ja siinä käytetään leikkaustasomenetelmää. Jotta StructBoost voitaisiin ratkaista tehokkaasti, ehdotamme vastaavaa 1-slack-formulointia ja ratkaisemme sen käyttämällä leikkaustasojen ja sarakkeiden generoinnin yhdistelmää. Osoitamme StructBoostin monipuolisuuden ja hyödyllisyyden muutamissa ongelmissa, kuten hierarkkisessa moniluokkaisessa luokittelussa, kestävässä visuaalisessa seurannassa ja kuvan segmentoinnissa. Koulutamme erityisesti objektin seurantaan havaitsemalla perustuvan objektinseurantajärjestelmän käyttäen ehdotettua Structured Boostingia. Seuranta toteutetaan strukturoituna lähtöennusteena maksimoimalla Pascal-kuvan alueen päällekkäisyyskriteeri. Osoitamme, että rakenteellinen seurantalaite ei ainoastaan päihitä merkittävästi tavanomaisia luokitteluun perustuvia seurantalaitteita, jotka eivät suoraan optimoi Pascalin kuvan päällekkäisyyskriteeriä, vaan se päihittää myös monet muut uusimmat seurantalaitteet testatuissa videoissa.

**Tulos**

StructBoost: Boosting-menetelmät strukturoitujen lähtömuuttujien ennustamiseen.

**Esimerkki 2.466**

In situ -hybridisaation geeniekspressiotiedot auttavat biologeja tunnistamaan, missä geeni ilmentyy. Tietokannat, joissa kokeelliset tiedot julkaistaan, ovat kuitenkin usein sekä puutteellisia että epäjohdonmukaisia. Tässä artikkelissa tarkastellaan Argudas-järjestelmää, joka on suunniteltu auttamaan näiden ongelmien ratkaisemisessa. Argudas on olemassa olevan järjestelmän kehitysversio, joten kyseistä järjestelmää tarkastellaan Argudaksen toiminnan selittämiseksi ja perustelemiseksi. Argudasta käytävässä keskustelussa otetaan esille useita kysymyksiä, kuten argumentoinnin soveltuvuus biologiaan ja haasteet, joita kohdataan integroitaessa näennäisesti samankaltaisia biologisia verkkotietokantoja.

**Tulos**

Argudas: argumentointi geeniekspressiotiedon kanssa

**Esimerkki 2.467**

Tunkeutumisen havaitsemisjärjestelmät (IDS) jaetaan kahteen ylätason luokkaan: verkkopohjaiset järjestelmät (NIDS), jotka tarkkailevat verkkokäyttäytymistä, ja isäntäpohjaiset järjestelmät (HIDS), jotka tarkkailevat järjestelmäkutsuja. Tässä työssä esitellään yleinen tekniikka molempia järjestelmiä varten. Käytämme anomalian havaitsemista, jossa tunnistetaan historiallisen normin vastaisia malleja. Molemmissa järjestelmätyypeissä muutosnopeudet vaihtelevat huomattavasti ajan myötä (purskeisuuden vuoksi) ja komponenttien välillä (palveluiden erilaisuuden vuoksi). Tällaisten järjestelmien mallintamiseksi tehokkaasti käytämme jatkuva-aikaisia Bayes-verkkoja (CTBN) ja vältämme diskreettiaikaisissa malleissa käytetyn kiinteän päivitysvälin määrittämistä. Rakennamme generatiivisia malleja normaalista harjoitusdatasta, ja epänormaalit käyttäytymismallit merkitään niiden todennäköisyyden perusteella tämän normin mukaisesti. NIDS:ää varten rakennamme hierarkkisen CTBN-mallin verkon pakettijäljistä ja käytämme Rao-Blackwellized partikkelisuodatusta parametrien oppimiseen. Havainnollistamme menetelmämme tehoa kokeilemalla todellisten matojen havaitsemista ja isäntien tunnistamista kahdella julkisesti saatavilla olevalla verkkopakettijäljellä, MAWI-tietokannalla ja LBNL-tietokannalla. HIDS:ää varten kehitämme uuden oppimismenetelmän, jolla voidaan käsitellä järjestelmän lokitiedostojen aikaleimojen rajallista resoluutiota menettämättä kuitenkaan jatkuvan ajan mallin etuja. Esittelemme menetelmän havaitsemalla tunkeutumisia DARPA 1998 BSM -tietokannassa.

**Tulos**

Tunkeutumisen havaitseminen jatkuvan ajan Bayes-verkkojen avulla

**Esimerkki 2.468**

Laskennallisen mainonnan ja systeemibiologian sovellusten innoittamana tarkastelemme ongelmaa, joka koskee parhaan mahdollisen pehmeän toimenpiteen tunnistamista syklisen kausaalisen suunnatun graafin lähdesolmuun V, jotta maksimoidaan kohdesolmun Y (joka sijaitsee V:n alapuolella) odotusarvo. Asetelmassamme asetetaan kiinteä kokonaisbudjetti näytteenottoa varten eri interventioiden yhteydessä sekä eri interventiotyyppien kustannusrajoituksia. Esitämme tämän ongelman parhaan käden tunnistamisongelmana, jossa on K kättä ja jossa jokainen käsi on pehmeä interventio V:ssä, ja hyödynnämme käsien välistä tietovuotoa tarjotaksemme ensimmäiset aukosta riippuvaiset virheet ja yksinkertaiset katumuksen rajat tälle ongelmalle. Tuloksemme ovat merkittävä parannus perinteisiin parhaan käsivarren tunnistustuloksiin verrattuna. Osoitamme empiirisesti, että algoritmimme ylittävät nykytekniikan tason virtaussytometriatietoaineistossa, ja sovellamme algoritmiamme myös kuvia luokittelevan Inception-v3-syväverkon mallintulkintaan.

**Tulos**

Parhaiden interventioiden tunnistaminen online-tärkeysnäytteenoton avulla

**Esimerkki 2.469**

Semanttinen jäsentely on edistynyt merkittävästi, mutta useimmat nykyiset semanttiset jäsentäjät ovat erittäin hitaita (CKY-pohjaisia) ja melko alkeellisia. Esittelemme kolme uutta tekniikkaa näiden ongelmien ratkaisemiseksi. Ensinnäkin suunnittelemme ensimmäisen lineaariaikaisen inkrementaalisen shift-reduce-tyylisen semanttisen jäsentelyalgoritmin, joka on tehokkaampi kuin perinteiset kuutioaikaiset bottom-up-semanttiset jäsentimet. Toiseksi jäsentäjämme, joka on tyyppi- eikä syntaksiajatteleva, käyttää tyyppitarkastusta päättääkseen reduktion suunnasta, mikä poistaa tarpeen CCG:n kaltaiselle syntaktiselle kieliopille. Kolmanneksi, jotta voisimme hyödyntää täysin tyyppipohjaisen semanttisen jäsentelyn tehoa yksinkertaisten tyyppien (kuten olioiden ja totuusarvojen) lisäksi, lainaamme ohjelmointikielten teoriasta alatyyppipolymorfismin ja parametrisen polymorfismin käsitteitä rikastuttaaksemme tyyppijärjestelmää jäsentelyn ohjaamiseksi paremmin. Järjestelmämme oppii erittäin tarkkoja jäsennyksiä GEOQUERY-, JOBS- ja ATIS-alueita varten.

**Tulos**

Tyyppipohjainen inkrementaalinen semanttinen jäsennys polymorfismin avulla

**Esimerkki 2.470**

Minimipisteiden peittämisongelma on NP-vaikea ongelma, jonka tavoitteena on löytää pienin mahdollinen määrä huippuja graafin peittämiseen. Tässä artikkelissa ehdotetaan oppivaan automaattiin perustuvaa algoritmia, jolla löydetään minimipisteen peitto graafista. Ehdotetussa algoritmissa jokainen graafin huippu varustetaan oppivalla automaatilla, jolla on kaksi toimintoa, jotka ovat ehdokkaita tai ei-ehdokkaita vastaavassa huippujen peittojoukossa. Oppivien automaattien ominaisuuksien ansiosta tämä algoritmi vähentää huomattavasti graafin kattavien kärkien määrää. Ehdotettu algoritmi, joka perustuu oppiviin automaatteihin, minimoi iteratiivisesti ehdokkaiden katejoukon päivittämällä sen toimintatodennäköisyyden. Ehdotetun algoritmin edetessä ehdokasratkaisu lähestyy minimipisteen peittämisongelman optimaalista ratkaisua. Ehdotetun algoritmin arvioimiseksi tehtiin useita kokeita DIMACS-tietokannalla, jota verrattiin perinteisiin menetelmiin. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotettu algoritmi on ylivoimainen muihin menetelmiin verrattuna. Avainsanat - Minimi Vertex Cover; NP-vaikeat ongelmat; oppivat automaatit; hajautetut oppivat automaatit.

**Tulos**

Minimipisteen peittämisongelman ratkaiseminen oppivien automaattien avulla

**Esimerkki 2.471**

Viittaustekstit eivät joskus ole kovin informatiivisia tai joissakin tapauksissa epätarkkoja itsessään; ne tarvitsevat asianmukaisen kontekstin viitetystä asiakirjasta, jotta niiden täsmällinen osuus voidaan havaita. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme valvomatonta mallia, joka käyttää sanojen hajautettua esitystä sekä aluetietoa poimimaan asianmukaisen kontekstin viittausasiakirjasta. Arviointitulokset osoittavat mallimme tehokkuuden, sillä se on huomattavasti parempi kuin uusin tekniikka. Lisäksi osoitamme, miten tehokas kontekstualisointimenetelmä parantaa tieteellisten artikkelien viittauksiin perustuvaa tiivistämistä.

**Tulos**

Viittausten kontekstualisointi tieteellistä tiivistämistä varten käyttämällä sanojen sulauttamista ja aluetietoa

**Esimerkki 2.472**

Tässä artikkelissa esitellään kompleksisuusanalyysi ja variaatiomenetelmät todennäköisyyslogiikkojen päättelyä varten, jotka sisältävät Boolen operaattoreita, kvantifiointia, kvalifioituja lukurajoituksia, nominaaleja, käänteisrooleja ja roolihierarkioita. Päättelyn osoitetaan olevan PEXP-täydellistä, ja variaatiomenetelmät on suunniteltu siten, että loogista päättelyä hyödynnetään aina kun se on mahdollista.

**Tulos**

Monimutkaisuusanalyysi ja muunnosvaihtoehtojen päättely tulkintoihin perustuville todennäköisyyspohjaisille kuvauslogiikoille (Variational Inference for Interpretation-based Probabilistic Description Logics)

**Esimerkki 2.473**

Valtaosa isosta datasta on strukturoimatonta, ja siitä suurin osa on tekstiä. Tiedonlouhintatekniikat on kehitetty ja standardoitu hyvin strukturoitua, numeerista dataa varten, mutta strukturoimattoman datan alue on vielä suurelta osin tutkimatta. Yleisesti keskitytään "tiedon louhintaan", jolla yritetään hakea tunnettua tietoa tekstistä. "Graalin malja" on kuitenkin "tiedon löytäminen", jossa koneiden odotetaan löytävän täysin uusia tosiasioita ja suhteita, joita yksikään ihmisasiantuntija ei ole aiemmin tiennyt. Tekstin merkityksen ymmärtämistä pidetäänkin usein yhtenä ihmisälyn tärkeimmistä ominaisuuksista. Semanttisen tekoälyn perimmäisenä tavoitteena on kehittää ohjelmisto, joka pystyy "ymmärtämään" vapaan tekstin merkityksen ainakin siinä käytännön mielessä, että se tarjoaa uutta, käyttökelpoista tietoa, joka on tiivistetty asiakirjojen joukosta. Esittelen askelmerkkinä kohti tätä visiota täysin uuden lähestymistavan lääketutkimukseen, nimittäin relevantin tiedon tunnistamisen käyttämällä itseorganisoituvaa semanttista moottoria biolääketieteellisten tutkimusjulkaisujen suurten arkistojen tekstinlouhintaan, tekniikan, jonka Merck on ottanut käyttöön InfoCodex-ohjelmistonsa avulla. Esittelen menetelmän ja ensimmäisen onnistuneen kokeilun, jossa löydettiin uusia biomarkkereita ja fenotyyppejä diabeteksen ja liikalihavuuden osalta PubMedin tiivistelmien, julkisten kliinisten tutkimusten ja Merckin sisäisten asiakirjojen perusteella. Raportoitu lähestymistapa on lupaava, ja sillä on potentiaalia vaikuttaa perustavanlaatuisesti lääketutkimukseen, sillä se voi lyhentää uusien lääkkeiden markkinoille tuloaikaa ja auttaa tunnistamaan umpikujat jo varhaisessa vaiheessa. Big data: haasteet ja mahdollisuudet Tietoyhteiskuntaamme yhä enemmän määrittelevää tietotulvaa on kuvailtu joukoittain. Vaikka en haluakaan jäädä liian pitkäksi aikaa käsittelemään asiaa, jota me kaikki koemme päivittäin, konkreettiset luvut ovat kuitenkin huikeita [1]. Tässä muutamia esimerkkejä: Ø Vuonna 2007 on kertynyt enemmän dataa kuin mitä mahtuu kaikkiin maailman käytettävissä oleviin tallennustiloihin. Ø Vuonna 2011 tämä luku on saavuttanut rajan, joka on kaksi kertaa enemmän dataa kuin mitä voidaan tallentaa kaikkiin maailman tallennustiloihin eli 1200 miljardia gigatavua. Ø CERNin LHC-kiihdyttimen CMS-ilmaisin kerää dataa 320 terabittiä/s, minkä vuoksi dataa on suodatettava laitteistolla "matkalla", jotta tietovirta saadaan pienennettyä "vain" 800 Gbp/s:iin. Ø Wal-Mart syöttää tietokantoihinsa 1 miljoonaa asiakastapahtumaa tunnissa. Ø Internet: Google on indeksoinut 1 biljoona yksilöllistä URL-osoitetta. Ø Viime aikoina on rekisteröity 12,8 miljoonaa blogia, Aasiaa lukuun ottamatta, ja määrä kasvaa räjähdysmäisesti. Ø Vuonna 2010 lähetettiin 294 miljardia sähköpostia päivässä. Ø Vuonna 2008 Google sai 85 000 ansioluetteloa ohjelmistosuunnittelijan virkaa varten. Nämä luvut asettavat valtavia haasteita sekä laitteistolle että ohjelmistolle. Kuten yleensä, haasteet ja mahdollisuudet kulkevat kuitenkin käsi kädessä. Tässä asiakirjassa keskityn yhtälön mahdollisuuksien puoleen. Tietoja on kahta eri tyyppiä: strukturoituja ja strukturoimattomia. Strukturoitu data koostuu yleensä numeroista, jotka on järjestetty rakenteisiin, kuten taulukoihin, kaavioihin tai sarjoihin. Strukturoimaton data on pääasiassa kaikkea muuta, ja se muodostaa noin 85 prosenttia [2] datatulvasta. Näistä suurin osa on tekstiä, ja loput ovat kuvia, videoita ja ääniraitoja. Tässä asiakirjassa keskityn tekstidataan. Luvuilla voi tehdä vain yhtä asiaa: analysoida niitä ja löytää suhteita ja riippuvuuksia. Perusmenetelmä tähän on tilastollinen analyysi, jonka kehittäminen aloitettiin 1700-luvulla Pascalin, Fermatin, de Moivren, Laplacen ja Legendren teosten myötä ja joka sai uutta vauhtia 1800-luvun lopulla ja 1900-luvun alussa Sir Francis Galtonilta ja Karl Pearsonilta [3]. Nykyään tilastollista analyysia täydennetään usein tietotekniikan ja informaatioteorian menetelmillä, jotta voidaan havaita odottamattomia kuvioita ja poikkeamia hyvin suurissa tietokannoissa. Tämä tekniikka tunnetaan nimellä tiedonlouhinta [4]. Tilastollinen analyysi ja tiedonlouhinta ovat monimutkaisia ja vaativat koulutettuja asiantuntijoita, mutta jäsentymättömät tiedot aiheuttavat vielä suurempia haasteita. Tekstillä voidaan tehdä ensinnäkin kaksi asiaa: opettaa koneet ymmärtämään, mitä tietyn asiakirjan teksti tarkoittaa, ja antaa niiden "lukea" suuria määriä tekstidokumentteja, jotta voidaan paljastaa piilotettuja, aiemmin huomaamattomia korrelaatioita, jotka viittaavat kokonaan uuteen tietoon. Molemmat ovat hyvin vaikeita, mutta jälkimmäinen on paljon vaikeampaa kuin ensimmäinen. Tiedon louhinta ja tiedon löytäminen tutkimusasiakirjoista Kirjoitetun kielen ymmärtäminen on keskeinen osa ihmisen älykkyyttä. Vastaavasti se, että suurilla ihmisanalyysin ulottumattomissa olevilla tekstiasiakirjamäärillä voidaan tehdä jotain hyödyllistä, edellyttää väistämättä jonkinlaista tekoälyä [5]. Tämän vuoksi jäsentymättömän tiedon käsittely on vaikeampaa kuin sen numeerisen vastineen analysointi, johon on helposti saatavilla hyvin määriteltyjä ja kehitettyjä matemaattisia menetelmiä. Tekstinlouhintaan, joka on datanlouhinnan strukturoimaton vastine, ei ole vielä olemassa mitään standardoitua lähestymistapaa. On olemassa useita lähestymistapoja, joilla kone opetetaan ymmärtämään tekstiä [6-8]. Valtaosa tutkimuksesta ja sovelluksista keskittyy luonnollisen kielen prosessointitekniikoihin tiedon louhintaa varten. Tiedonlouhinnan tavoitteena on tunnistaa nimettyjen entiteettien maininnat (esim. "geenit" biotieteellisissä sovelluksissa) ja näiden entiteettien väliset suhteet (kuten "on a" tai "on aiheuttanut"). Entiteettejä ja niiden välisiä suhteita kutsutaan usein "kolmioiksi" ja tunnistettujen kolmioiden tietokantoja "kolmioavarastoiksi". Tällaiset triple-varastot muodostavat perustan Web 3.0 -visioille, joissa koneet pystyvät automaattisesti tunnistamaan verkkodokumenttien merkityksen ja vastaavasti olemaan älykkäässä vuorovaikutuksessa loppukäyttäjien kanssa. IE-tekniikat ovat myös tärkein työkalu, jota käytetään suurista asiakirjakorpuksista poimittujen aluespesifisten terminologioiden ja ontologioiden keräämiseen. Tiedon louhintaa ei kuitenkaan ole tarkoitettu tiedon löytämiseen. Se rajoittuu jo lähtökohtaisesti tunnistamaan semanttisia suhteita, jotka on nimenomaisesti leksikaalisesti ilmaistu asiakirjassa: nämä suhteet ovat määritelmän mukaan ne muotoilleen ihmisasiantuntijan tiedossa. Tekstinlouhinnan "Graalin malja" [9] on sen sijaan tiedon löytäminen suurista tekstikorpuksista. Tässä odotetaan, että koneet tuottavat uusia hypoteeseja paljastamalla aiemmin huomaamattomia korrelaatioita hyvin suuriin asiakirjakokonaisuuksiin jakautuneesta tiedosta. Näitä hypoteeseja on sitten testattava kokeellisesti. Tietämyksen löytämisessä on kyse implisiittisen tiedon löytämisestä verrattuna tiedon louhinnan avulla löydettyihin eksplisiittisiin suhteisiin. Tässä artikkelissa käsitellään koneellista tiedon löytämistä biolääketieteen ja farmakogenomiikan kirjallisuudessa. Lääketutkimuksen haasteet 21. vuosisadalla Lääketutkimus on perusteellisessa muutoksessa. Molekulaarisen tiedon tulva ja sen analysointiin käytettävien laskennallisten lähestymistapojen tulo ovat mullistaneet perinteisen prosessin, jossa lääkkeitä löydetään sattumalta luonnontuotteista tai syntetisoidaan ja seulotaan suuria pienimolekyylisten yhdisteiden kirjastoja. Nykyään laskennalliset menetelmät läpäisevät niin monia lääketutkimuksen osa-alueita, että voidaan sanoa, että lääkkeitä "suunnitellaan" eikä "löydetä" [10,11]. Genomiikan ja proteomiikan tietokannoista löytyvä molekyylidata on tyypillisesti strukturoitua dataa. Kuten muillakin aloilla, lääketeollisuudessa suurin osa laskennallisesta työstä käytetään strukturoitujen molekyylidatojen murskaamiseen. On kuitenkin olemassa toinen, vielä suurempi arvokkaan tiedon lähde, jota voidaan mahdollisesti hyödyntää löytöjen tekemisessä: tutkimusasiakirjojen arkistot. Yksi tunnetuimmista näistä arkistoista, PubMed, sisältää jo yli 20 miljoonaa viittausta, ja niiden määrä kasvaa käsittämättömällä vauhdilla, lähes kaksi artikkelia minuutissa [12]. Näissä tutkimusarkistoissa olevan tiedon arvo on valtava. Kukin paperi itsessään on tyypillisesti hyvin kohdennettu tutkimus tietystä biolääketieteellisestä aiheesta, jota muut saman alan asiantuntijat voivat helposti ymmärtää. On kuitenkin odotettavissa, että eri papereiden tai eri paperiryhmien tulosten välillä on myös kauaskantoisia korrelaatioita. Tällaisten piilevien korrelaatioiden paljastaminen käsin on lähes mahdotonta, koska ensinnäkin tällaisten julkaisujen määrä on nykyään paljon suurempi kuin ihmisen on mahdollista analysoida, ja toiseksi eri tutkimusalojen julkaisujen ymmärtämiseen tarvittavaa asiantuntemusta on hyvin vaikea löytää samalta henkilöltä nykyään, kun erikoistuminen lisääntyy jatkuvasti. Niiden yritysten mahdollinen kilpailuetu, jotka onnistuvat ensimmäisinä löytämään uutta tieteellistä tietoa tällä tavoin, on huomattava sekä tutkimuksen nopeuttamisen että kustannusten alentamisen kannalta. Tämän vuoksi koneellisella tiedon löytämisellä, jos se onnistuu, on mahdollisuus mullistaa lääketutkimus. Sen lisäksi, että hypoteeseja voitaisiin testata in silico, myös varsinainen hypoteesien luominen tapahtuisi in silico, mistä olisi ilmeisiä mullistavia etuja. Biomarkkerien ja fenotyyppien löytäminen tekstinlouhinnan avulla? Selvittääkseen, onko tämä visio uudesta tavasta tuottaa tieteellisiä löydöksiä koneälyn avulla toteutettavissa, Merck suunnitteli yhteistyössä Thomson Reutersin kanssa pilottikokeilun, jossa InfoCodex-semantiikkamoottoria käytettiin erityiseen ja konkreettiseen tehtävään löytää tuntemattomia/uusia biomarkkereita ja fenotyyppejä diabeteksen ja/tai liikalihavuuden (D&O) osalta louhimalla tekstinlouhinnalla monimuotoisia ja lukuisia biolääketieteellisiä tutkimustekstejä [13]. Esitän tässä yhteenvedon menetelmien pääkohdista ja tärkeimmistä tuloksista. Valinta osui biomarkkereihin ja fenotyyppeihin, koska niillä on keskeinen merkitys nykyaikaisessa lääketieteessä. Tulevaisuuden lääkkeet kohdennetaan populaatioihin ja ihmisryhmiin, joilla on yhteisiä biologisia ominaisuuksia, jotka ennustavat lääkkeen tehoa ja/tai toksisuutta. Tätä käytäntöä kutsutaan "yksilöllistetyksi lääketieteeksi" tai "personoiduksi lääketieteeksi" [10]. Paljastavia ominaisuuksia kutsutaan "biomarkkereiksi" ja "fenotyypeiksi". Biomarkkeri on ominaisuus, joka mitataan ja arvioidaan objektiivisesti normaalien biologisten prosessien, patogeenisten prosessien tai farmakologisten vasteiden indikaattorina terapeuttiselle interventiolle. Toisin sanoen biomarkkerilla tarkoitetaan mitä tahansa biologista tai biokemiallista kokonaisuutta tai signaalia, joka ennustaa, ennustaa tai osoittaa jotain toista kokonaisuutta, tässä tapauksessa diabetesta ja/tai liikalihavuutta. Fenotyyppi on anatominen, fysiologinen ja käyttäytymiseen liittyvä ominaisuus, joka on havaittu organismin tunnistettavana rakenteena tai toiminnallisena ominaisuutena. Fenotyypit ovat tärkeitä, koska fenotyyppispesifiset proteiinit ovat tärkeitä kohteita farmaseuttisessa perustutkimuksessa. Biomarkkerit ja fenotyypit ovat yksi lääke- ja biolääketieteellisen tutkimuksen diagnostiikan ja lääkekehityksen "kuumista säikeistä", ja niitä voidaan käyttää tautien varhaiseen tunnistamiseen, mahdollisten lääkekohteiden tunnistamiseen, potilaiden lääkevasteen ennustamiseen, kliinisten tutkimusten nopeuttamiseen ja yksilölliseen lääketieteeseen. Biomarkkerimarkkinat tuottivat 13,6 miljardia dollaria vuonna 2011, ja niiden odotetaan kasvavan 25 miljardiin dollariin vuoteen 2016 mennessä [14]. Kokeilun tavoitteena oli, että InfoCodexin semanttinen moottori löytäisi tuntemattomia/uusia biomarkkereita ja fenotyyppejä diabeteksen ja/tai liikalihavuuden (D&O) osalta louhimalla tekstin avulla monipuolista ja huomattavaa korpusta, joka koostui jäsentymättömistä, vapaatekstisistä biolääketieteellisistä tutkimusasiakirjoista: - PubMed [15] tiivistelmät otsikoineen: 115 273 asiakirjaa - Kliiniset tutkimukset [16] tiivistelmät: Merckin sisäiset tutkimusasiakirjat, joiden pituus on noin yksi sivu: 500 asiakirjaa. Koneen ehdottamia D&O-biomarkkereita ja fenotyyppejä verrattiin sitten Merckin sisäisiin ja ulkoisiin sanastoihin/tietokantoihin, kuten UMLS [17], GenBank [18], Gene Ontology [19], OMIM [20] ja Thomson Reutersin [21] D&O-biomarkkeritietokantoihin. Kokeilu toteutettiin alusta alkaen "sokkona": D&O-biomarkkereita/fenotyyppejä koskevia asiantuntijalausuntoja ei annettu, eikä alustavista tuloksista saatua palautetta käytetty koneellisesti tuotettujen tulosten parantamiseen. InfoCodex semanttinen kone InfoCodex on semanttinen koneäly-ohjelmisto, joka on suunniteltu erityisesti analysoimaan hyvin suuria asiakirjakokoelmia kokonaisuutena ja siten löytämään assosiatiivisia, implisiittisiä ja leksikaalisesti määrittelemättömiä suhteita. Se tekee tämän valvomattomalla semanttisella klusteroinnilla ja monikielisten asiakirjojen yhteensovittamisella. Sen teknologia perustuu yhdistelmään, jossa yhdistyvät sulautettu universaali tietovarasto (InfoCodex Linguistic Database, ILD), tilastollinen analyysi ja tietoteoria [22] sekä itseorganisoituvat neuroverkot (SOM) [23]. ILD sisältää monikielisiä merkintöjä (sanoja/lauseita), jotka on koottu kieltenvälisiin synonyymiryhmiin (semanttisiin pilviin) ja liitetty systemaattisesti 7-tasoisen universaalin taksonomian hypernymiin (taksoniin). Lähes 4 miljoonalla luokitellulla merkinnällään ILD vastaa hyvin suurta monikielistä tesaurusta (vertailun vuoksi mainittakoon, että englanninkielisen Oxford Dictionaryn historiallisessa tesauruksessa, jota pidetään usein maailman suurimpana, on 920 000 merkintää). Informaatioteoriaa ja tilastoja [22] käytetään ILD:n pohjalta määritellyn 100-ulotteisen sisältöavaruuden luomiseen, joka kuvaa asiakirjoja optimaalisesti. Asiakirjat mallinnetaan sitten 100-ulotteisina vektoreina tässä optimaalisessa semanttisessa avaruudessa. Tietoteoreettisia käsitteitä, kuten entropiaa ja keskinäistä entropiaa, käytetään yhdessä ILD:n kanssa monisanojen merkityksen selvittämiseksi sekä asiakirjakohtaisen kontekstin että koko kokoelman ympäristön perusteella. Täysin automaattinen, valvomaton kategorisointi optimaalisessa semanttisessa tilassa toteutetaan Kohosen itseorganisoituvan kartan [23] omalla muunnelmalla. Ennen kuin valvomaton oppimisprosessi aloitetaan, käytetään karkean ryhmän tasapainottamistekniikkaa luotettavan alkuarvion muodostamiseksi SOM:lle. Tämä on karkean verkon uudelleentasapainottamisen [24] yleistäminen yleisiin iteratiivisiin menettelyihin, eikä siinä viitata spatiaalisiin yhtälöihin, kuten alkuperäisessä sovelluksessa neutronidiffuusioon ja yleiseen kuljetusteoriaan äärellisten elementtien analyysissä. Tämä menettely nopeuttaa huomattavasti iterointiprosessia ja minimoi riskin juuttua epäoptimaaliseen kokoonpanoon. SOM luo temaattisen maiseman koko asiakirjakokoelman temaattisen tilavuuden mukaan ja optimoidusti. Pohjimmiltaan sulautetun ILD:n ja automaattisesti määritellyn optimaalisen semanttisen tilan itseorganisoidun kategorisoinnin yhdistelmä vastaa dynaamista ontologiaa, jossa vertikaaliset "is-a"-suhteet on koodattu ja horisontaaliset suhteet, kuten "is-correlated-with", määritetään dynaamisesti sisällön mukaan. Eri asiakirjojen sisällön vertailemiseksi keskenään ja kyselyjen kanssa käytetään samankaltaisuusmittaa, joka muodostuu asiakirjavektoreiden skalaaritulosta 100-ulotteisessa semanttisessa avaruudessa, Kullback-Leiblerin vastavuoroisesta etäisyydestä [25] pääteemoista ja yhteisten synonyymien, yhteisten hypernyymien ja ylempien taksonomiatasojen yhteisten solmujen painotetusta pistemääräsummasta. Lopputuloksena asiakirjakokoelma ryhmitellään kaksiulotteiseksi neuronien joukoksi, jota kutsutaan informaatiokartaksi. Kukin neuroni vastaa semanttista luokkaa, eli samaan luokkaan kuuluvat asiakirjat ovat semanttisesti samankaltaisia. Luokat järjestetään siten, että temaattisesti samankaltaiset luokat ovat lähellä toisiaan (kuva 1). Kuva 1 InfoCodex-tietokartta. InfoCodex-tietokartta, joka on saatu tässä kokeessa käytetyn PubMed-tietokannan noin 115 000 asiakirjasta. Kunkin luokan keskellä olevien pisteiden koko osoittaa siihen kuuluvien asiakirjojen määrän. Kuvattu InfoCodex-algoritmi pystyy luokittelemaan jäsentymätöntä tietoa. Tuoreessa vertailuanalyysissä, jossa testattiin monikielisten, "meluisten" verkkosivujen luokittelua, InfoCodex saavutti korkean klusterointitarkkuuden F1 = 88 % [26]. Lisäksi se ei poimi relevantteja faktoja vain yksittäisistä käsillä olevista asiakirjoista, vaan se tarkastelee asiakirjakokoelmia kokonaisuutena ja tunnistaa hajallaan olevia ja näennäisesti toisiinsa liittymättömiä faktoja ja suhteita kuin palapelin hajallaan olevien palasten kokoaminen. Tekstinlouhinta InfoCodexin avulla uusien biomarkkereiden/fenotyyppien etsimiseksi Tekstinlouhintamenettelyssä oli neljä vaihetta: Viitemallien luominen: tässä vaiheessa ohjelmiston oli määritettävä käsitteen "D&O:n biomarkkeri/fenotyyppi" merkitys. Koska kokeilussa ei sallittu ihmisasiantuntijoiden panosta, ainoa tapa tehdä tämä oli tehdä yleinen kirjallisuushaku autonomisten InfoCodex-spider-agenttien avulla: Vertailubiomarkkereita/fenotyyppejä löytyi 224 kappaletta. InfoCodex klusteroi nämä viitetermit sisältävät asiakirjat, ja kullekin ryhmälle määritettiin optimaalisen semanttisen tilan edustava ominaisvektori. Nämä ominaisuusvektorit muodostavat semanttisen tilan matemaattiset mallit siitä, mitä esimerkiksi "diabeteksen biomarkkeri" tarkoittaa. Tuntemattomien termien merkityksen määrittäminen: ILD sisälsi kokeilun aikaan noin 20 000 geeniä ja proteiinia (nykyisin jopa noin 100 000). Siitä huolimatta ei ollut taattua, että kaikkia mahdollisesti merkityksellisiä ehdokkaita voitaisiin tunnistaa pelkällä tietokantahakutoiminnolla. Onneksi InfoCodexin arkkitehtuuri mahdollistaa tuntemattomien termien merkityksen päättelemisen yhdistämällä sen "kovalevyinen" sisäinen tietopohja ja neuroverkkojen assosiaatiokyky. Taulukossa 1 on esimerkkejä InfoCodexin päättelemistä merkityksistä. Taulukko 1: InfoCodexin laskemat merkitykset Tuntematon termi Konstruoitu Hypernym Assosioitunut kuvaaja 1 Nn1250 kliininen tutkimus insuliini glargin Tolterodiini ontelo yliaktiivinen virtsarakko Ranibitsumabi lääke makulaturvotus Nn5401 kliininen tutkimus insuliini asparti Duloksetiini masennuslääke henkilökohtainen lääkäri Endokannabinoidireseptori entsyymi Becaplermin patologia haavauma Kandesartaani sydän- ja verisuonitauti korkea verenpaine Srt2104 lääke lumelääke Olmesartaani sydän- ja verisuonilääke amlodipiini Hctz diureetti hydroklooritiatsidi Eslikarbatsepiini hermostoa hillitsevä Zebinix Zonisamidi hermostoa hillitsevä Topiramaatti Kapselit Mk0431 diabeteslääke sitagliptiini Ziprasidoni rauhoittava lääke merkittävä rauhoittava lääke Psicofarmcolagia motivaatiokannustin Medoxomil sydän- ja verisuonilääke amlodipiini InfoCodex laskettu merkityksiä joitakin tuntemattomia termejä kokeellinen PubMed kokoelma. Tuntemattomien termien merkitys arvioidaan täysin automaattisesti, eli ihmisen ei tarvinnut puuttua asiaan eikä kontekstisidonnaisia sanastoja tarvinnut toimittaa, kuten useimmissa vastaavissa lähestymistavoissa [27]. Semanttisen moottorin oli pääteltävä merkitys ainoastaan koneälyn ja sen sisäisen geneerisen tietopohjan perusteella, ja tämä automatiikka on yksi esitetyn lähestymistavan tärkeimmistä innovaatioista. Jotkin arvioidut hypernyymit ovat täysin oikeita: "Hctz" on diureettilääke ja liittyy "hydroklooritiatsidiin" (itse asiassa synonyymi). On selvää, että kaikki johdetut semanttiset suhteet eivät ole yhtä laadukkaita. Luettelon luominen mahdollisista biomarkkereista ja fenotyypeistä: suurin osa kirjallisuudesta löydetyistä viitebiomarkkereista ja -fenotyypeistä (ks. vaihe 1) oli liitetty johonkin seuraavista ILD:n solmuista: geenit, proteiinit, kausaaliset aineet, hormonit, fenotyypit, aineenvaihduntahäiriöt, diabetes, liikalihavuus, oireet. Alkuperäinen ehdokasjoukko muodostettiin tarkastelemalla jokaista kokeellisessa asiakirjapohjassa esiintyvää termiä, joka viittaa johonkin samoista taksonomian solmuista, joko ILD:ssä olevien eksplisiittisten hypernym-suhteiden tai johdettujen hypernymien kautta. Kullekin näistä ehdokkaista muodostettiin ryhmä kokeellisia asiakirjoja valitsemalla ne asiakirjat, jotka sisältävät ehdokkaan synonyymin yhdessä "diabeteksen" tai "liikalihavuuden" synonyymien kanssa, ja kullekin näistä ryhmistä muodostettiin InfoCodex-ominaisuusvektori semanttisessa avaruudessa. Yhtä tiettyä alkuperäistä ehdokasta vastaavaa asiakirjaryhmää verrataan aiemmin johdettuihin D&O-biomarkkerien/fenotyyppien vertailumalleihin laskemalla semanttiset etäisyydet vertailumallien ominaisvektoreihin. Termi kelpuutetaan lopulliseksi ehdokkaaksi D&O-biomarkkeriksi tai -fenotyypiksi, jos semanttisen samankaltaisuuden poikkeama vähintään yhdestä vastaavasta viiteklusterista on alle tietyn kynnysarvon. Luottamustasojen määrittäminen: kaikilla tällä tavoin määritetyillä biomarkkerin/fenotyypin ehdokkailla ei ole samanlaista todennäköisyyttä olla relevantteja. Vaiheessa 3 määritettyjen lopullisten ehdokkaiden asettamiseksi paremmuusjärjestykseen laadittiin empiirinen pistemäärä, joka edustaa kunkin termin luottamustasoa. Tämä luottamusmittari perustuu ehdokkaalle määritetyn ominaisvektorin keskimääräiseen semanttiseen poikkeamaan vastaavan vertailumallin ominaisvektorista ja muihin tietoteoreettisiin mittareihin. Kokeen tulokset Kokeen tuloksena saatiin taulukossa 2 esitetty luettelo mahdollisista D&O-biomarkkereista/fenotyypeistä. Ehdokastermit on lueteltu sarakkeessa A, ja niiden suhde joko diabetekseen tai liikalihavuuteen sarakkeissa B ja C. Sarakkeissa D ja E esitetään luottamustaso ja niiden asiakirjojen lukumäärä, joihin ehdokkaan tunnistaminen perustui. Viimeiset sarakkeet sisältävät näiden asiakirjojen yksityiskohtaiset tunnukset, jotta ihmisasiantuntijat voivat hakea ja käyttää niitä arvioinnissa. Huomattakoon, että ihmisen asiantuntija-arviointi on itse asiassa ainoa mielekäs arviointi kokeesta ehdotettujen D&O-biomarkkereiden/fenotyyppien uutuusnäkökulman osalta. Taulukko 2: kokeen tyypillinen tuotos Rivi Termi (A) Suhde (B) Objekti (C) Conf% (D) #Docs (E) PMIDs (F) 1 glykeeminen kontrolli BiomarkerFor Diabetes 70.3 1122 20110333, 20128112, 20149122, 2 insuliini PhenoTypeOf Diabetes 68.3 5000 19995096, 20017431, 20043582, 3 proinsuliini BiomarkerFor Diabetes 67.8 105 16108846, 9405904, 20139232, 4 TNF-alfa-inhibiittori PhenoTypeOf Diabetes 67.1 245 9506740, 20025835, 20059414, 5 anhydroglukitoli BiomarkerFor Diabetes 67.1 10 20424541, 20709052, 21357907, 6 linolihappo BiomarkerFor Diabetes 67.1 61 20861175, 20846914, 15284064, 7 palmitiinihappo BiomarkerFor Diabetes 67.1 24 20861175, 20846914, 21437903, 8 pentosidiini Diabetesbiomarkkeri 67.1 13 21447665, 21146883, 17898696, 9 virtsahappo Lihavuusbiomarkkeri 66.8 433 10726195, 19428063, 10904462, 10 proatriaalinen natriureettinen peptidi BiomarkerFor Obesity 66.6 4 14769680, 18931036, 17351376, 11 ALT-arvot BiomarkerFor Diabetes 66.3 2 20880180, 19010326 12 adrenomedullin BiomarkerFor Diabetes 64.3 7 21075100, 21408188, 20124980, 13 fruktosamiini BiomarkerFor Diabetes 64.2 59 20424541, 21054539, 18688079, 14 TNF alfa inhibiittori BiomarkerFor Diabetes 62.1 245 9506740, 20025835, 20059414, 15 virtsahappo BiomarkerFor Diabetes 61.8 259 21431449, 20002472, 20413437, 16 monoklonaalinen vasta-aine BiomarkerFor Obesity 61.7 41 14715842, 21136440, 21042773, 17 insuliinitaso QTL PhenoTypeOf Obesity 61.2 1167 16614055, 19393079, 11093286, 18 stimulantti BiomarkerFor Obesity 61.2 646 18407040, 18772043, 10082070, 19 IL-10 BiomarkerFor Obesity 60.9 120 19798061, 19696761, 20190550, 20 keskeinen lihavuus PhenoTypeOf Diabetes 59.5 530 16099342, 17141913, 15942464, 21 lipid BiomarkerFor Obesity 59.5 4279 11596664, 12059988, 12379160, 22 virtsan albumiiniseulonta BiomarkerFor Diabetes 59.0 95 20886205, 19285607, 20299482, 23 tyrosiinikinaasin estäjä BiomarkerFor Obesity 58.8 83 18814184, 9538268, 15235125, 24 TNF-alfa-estäjä BiomarkerFor Obesity 58.0 785 20143002, 20173393, 10227565, 25 fas BiomarkerFor Obesity 57.7 179 12716789, 17925465, 19301503, 26 leptiini PhenoTypeOf Diabetes 57.6 870 11987032, 17372717, 18414479, 27 ALT-arvot BiomarkerFor Obesity 57.4 8 16408483, 19010326, 17255837, 28 lipaasi BiomarkerFor Obesity 56.8 356 16752181, 17609260, 20512427, 29 insuliiniresistenssi PhenoTypeOf Obesity 55.8 5000 20452774, 20816595, 21114489, 30 krooninen tulehdus PhenoTypeOf Diabetes 55.7 154 15643475, 18673007, 18801863, Arvioinnin yksityiskohdat on julkaistu toisaalla [13], eivätkä ne kuulu tämän katsauksen piiriin. Tässä haluaisin säilyttää kaksi tärkeintä johtopäätöstä, jotka voidaan tehdä. Negatiivinen näkökohta kokeessa on se, että se tuotti liikaa kohinaa, mistä esimerkkinä ovat taulukossa 3 esitetyt ilmeisen epäuskottavat tai epätäydelliset ehdokkaat. Taulukko 3: epätodennäköiset ja/tai epätäydelliset D&O-biomarkkeri-/fenotyyppiehdokkaat Termi Suhde Kohde Kohde Conf% #Docs wenqing BiomarkerFor Obesity Obesity 53,5 29 proteominen BiomarkerFor Obesity Obesity 40,8 128 geeniekspressio BiomarkerFor Obesity Obesity 38,9 62 Hiirimalli BiomarkerFor Obesity Obesity 19,8 17 muise BiomarkerFor Obesity Obesity 17.5 20 ateroBiomarkerFor Obesity Obesity 16.5 6 shrna BiomarkerFor Obesity Obesity 9.6 4 inflammation BiomarkerFor Obesity Obesity 8.2 4 TBD BiomarkerFor Obesity Obesity 7.4 3 body weight PhenoTypeOf Diabetes MGAT2 1 cell line BiomarkerFor Diabetes MGAT2 1 Erittäin myönteinen tulos on kuitenkin se, että ohjelmisto ehdotti useita erittäin laadukkaita ehdokkaita. Merckin asiantuntijat pitivät niitä "neuloina heinäsuovassa". Vaikka ihmisasiantuntijat arvioivat näiden ehdokkaiden uskottavuuden erittäin korkeaksi, Google-haku näillä termeillä yhdessä "diabetes" ja/tai "lihavuus" -termin kanssa tuotti erittäin alhaisen osumamäärän, joka oli lähellä nollaa tai nollassa, verrattuna satoihin tuhansiin tunnettuihin D&O-biomarkkereihin/fenotyyppeihin. Valitettavasti Merck pitää näitä termejä arvokkaina teollis- ja tekijänoikeudellisina tietoina, eikä niitä voida näyttää avoimesti, taulukko 4. Taulukko 4: uskottavia, uusia ja erittäin arvokkaita D&O-biomarkkereita/fenotyyppiehdokkaita (piilossa, koska Merck pitää niitä arvokkaina teollis- ja tekijänoikeudellisina tietoina) Termi Relat. Object Target Conf% #Docs xxxxxx PhenoTypeOf Obesity Obesity 7.7 4 xxxxxx PhenoTypeOf Obesity Obesity 7 6 xxxxxx BiomarkerFor Obesity Obesity 4.9 1 xxxxxx BiomarkerFor Obesity Obesity 4.9 1 xxxxxx BiomarkerFor Obesity Obesity 2.9 2 xxxxxx BiomarkerFor Obesity Obesity 2.2 1 xxxxxx BiomarkerFor Obesity Obesity 2.2 1 xxxxxx BiomarkerFor Obesity Obesity 2.2 1 xxxxxx BiomarkerFor Diabetes Diabetes 14.5 1 xxxxxx BiomarkerFor Diabetes Diabetes Diabetes 2.8 2 Verrattuna viimeaikaisiin tutkimuksiin [28-31], joiden tarkoituksena on ollut lääkeaine-geenisuhteiden poimiminen farmakogenomiikan kirjallisuudesta, tämä kokeilu toi kolme uutuutta. Ensinnäkin, vaikka useimmat asiaan liittyvät työt perustuvat korkealaatuisiin, manuaalisesti kuratoituihin tietopankkeihin, kuten PharmGKB [30], tiettyjen lääkkeiden ja geenien välisten yhteyksien tunnistamisen harjoittelemiseksi, tämän kokeen viite-/harjoitusjoukko (vaihe 1) koottiin tapauskohtaisesti naiivilla (ei-asiantuntijan) PubMed-haulla. Toiseksi, ILD:n yleisen taksonomian lisäksi semanttista moottoria varten ei annettu mitään kontekstikohtaisia sanastoja (esim. UMLS). InfoCodex-moottorin oli pääteltävä tunnistamattomien sanojen merkitys ainoastaan sen universaalin sisäisen kielitietokannan ja assosiointikyvyn perusteella. Kolmanneksi, tässä käytetyt tekstinlouhinta-algoritmit eivät käytä sääntöpohjaisia lähestymistapoja tai analysoi esiintymiä lause- tai jaksokohtaisesti, vaan ne pikemminkin poimivat tietoa kokonaisista asiakirjoista ja niiden suhteista semanttisesti toisiinsa liittyviin asiakirjoihin. Kun otetaan huomioon vaatimus siitä, että ihmisen apua ei tarvita, osoitettu kyky tunnistaa automaattisesti korkealaatuisia ehdokkaita on erittäin rohkaiseva, ja se voi osoittautua täysin uudeksi tavaksi nopeuttaa lääketutkimusta, jolla on suuri potentiaali lyhentää uusien lääkkeiden markkinoille tuloaikaa tai tunnistaa varhaisessa vaiheessa umpikujia, kuten kiellettyjä sivuvaikutuksia, poimimalla kohdennetusti asiaankuuluvaa tietoa.

**Tulos**

Tieteellinen löytäminen koneälyn avulla: Lääketutkimus: Uusi tie lääketutkimukseen

**Esimerkki 2.474**

Kyky kouluttaa laajamittaisia neuroverkkoja on johtanut huippuluokan suorituskykyyn monilla tietokonenäön osa-alueilla. Nämä tulokset ovat suurelta osin tulleet kahdenlaisista laskennallisista läpimurroista: mallin rinnakkaisuudesta, esimerkiksi GPU:n kiihdyttämästä harjoittelusta, joka on otettu nopeasti käyttöön tietokonenäköpiireissä, ja datan rinnakkaisuudesta, esimerkiksi A-SGD:stä, jota on käytetty suuressa mittakaavassa lähinnä teollisuudessa. Raportoimme varhaisista kokeiluista järjestelmällä, joka hyödyntää sekä malli- että dataparallelligisuutta ja jota kutsumme GPU A-SGD:ksi. Osoitamme, että GPU A-SGD:n avulla on mahdollista nopeuttaa tietokonenäköä varten tarvittavien suurten konvoluutiohermoverkkojen koulutusta. Uskomme, että GPU A-SGD mahdollistaa suurempien verkkojen kouluttamisen suuremmilla harjoitusjoukoilla kohtuullisessa ajassa.

**Tulos**

GPU:n asynkroninen stokastinen gradientti laskeutuminen nopeuttaa neuroverkon koulutusta

**Esimerkki 2.475**

Syväoppimismenetelmiä on käytetty laajalti automaattisessa puheentunnistuksessa (ASR), ja niillä on saavutettu merkittävä parannus tarkkuuteen. Erityisesti konvolutiivisia neuroverkkoja (Convolutional Neural Networks, CNN) on viime aikoina tarkasteltu uudelleen ASR:ssä. Useimmissa nykyisissä töissä käytetyissä CNN:ssä on kuitenkin alle 10 kerrosta, mikä ei välttämättä ole tarpeeksi syvää kaiken ihmisen puhesignaalin informaation tallentamiseen. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta syvää ja laajaa CNN-arkkitehtuuria, jota kutsutaan nimellä RCNN-CTC ja jossa on jäännösyhteyksiä ja Connectionist Temporal Classification (CTC) -menetysfunktio. RCNN-CTC on päästä päähän -järjestelmä, joka voi hyödyntää puhesignaalien ajallisia ja spektrisiä rakenteita samanaikaisesti. Lisäksi esitellään CTC-pohjainen järjestelmäyhdistelmä, joka eroaa perinteisestä kehysviisaaseen senoniin perustuvasta järjestelmästä. Yhdistelmässä käytetyt perusosajärjestelmät ovat erityyppisiä ja siten toisiaan täydentäviä. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdottamamme RCNN-CTC-järjestelmä voi saavuttaa alhaisimman sanavirheprosentin (WER) WSJ- ja Tencent Chat -datajoukoissa verrattuna useisiin laajalti käytettyihin neuroverkkojärjestelmiin ASR:ssä. Lisäksi ehdotettu järjestelmäyhdistelmä voi edelleen vähentää virheitä näissä kahdessa datajoukossa, jolloin WER-arvon suhteellinen aleneminen on 14,91 % WSJ dev93- ja 6,52 % Tencent Chat -datajoukoissa. ∗ Yhtäläinen osuus.

**Tulos**

Residuaaliset konvolutiiviset CTC-verkot automaattista puheentunnistusta varten

**Esimerkki 2.476**

Näytämme, miten mallin testivirhe estimoidaan merkitsemättömästä datasta jakaumilla, jotka eroavat hyvin paljon koulutusjakaumasta, olettaen vain, että tietyt ehdolliset riippumattomuudet säilyvät harjoituksen ja testin välillä. Meidän ei tarvitse olettaa, että optimaalinen ennustaja on sama harjoittelun ja testin välillä tai että todellinen jakauma kuuluu johonkin parametriseen perheeseen. Voimme myös tehokkaasti erottaa virheestimaatin suorittamaan valvomatonta erottelevaa oppimista. Tekninen työkalumme on momenttimenetelmä, jonka avulla voimme hyödyntää ehdollisia riippumattomuuksia ilman täysin määriteltyä mallia. Kehyksemme kattaa laajan tappioperheen, mukaan lukien log- ja eksponentiaalinen tappio, ja se ulottuu myös strukturoituihin lähtöasetelmiin, kuten piilomarkov-malleihin.

**Tulos**

Valvomaton riskinarviointi käyttäen vain ehdollista riippumattomuusrakennetta

**Esimerkki 2.477**

Pikaviestintä on yksi tärkeimmistä tietokonevälitteisen viestinnän kanavista. Ihmisten tiedetään kuitenkin olevan hyvin rajallisia ymmärtämään toisten tunteita tekstipohjaisen viestinnän avulla. Kehitimme EmotionPush-järjestelmän, joka tunnistaa automaattisesti loppukäyttäjien Facebook Messengerissä vastaanottamien viestien tunteet ja antaa älypuhelimiin sen mukaisia värillisiä vihjeitä, jotta voimme ottaa käyttöön tunteiden tunnistustekniikoita pikaviestinnässä. Toteutimme käyttöönottotutkimuksen 20 osallistujan kanssa kahden viikon ajan. Tässä artikkelissa paljastamme viisi haastetta ja esimerkkejä, jotka havaitsimme tutkimuksessamme sekä käyttäjien palautteen että keskustelulokien perusteella, mukaan lukien (i) tunteiden jatkumo, (ii) usean käyttäjän keskustelut, (iii) erilainen dynamiikka eri käyttäjien välillä, (iv) tunteiden virheellinen luokittelu ja (v) epätavallinen sisältö. Uskomme, että tästä keskustelusta on hyötyä pikaviestinnän affektiivisen tietojenkäsittelyn tulevalle tutkimukselle ja että se myös valottaa keskustelun tunteiden tunnistamista koskevaa tutkimusta.

**Tulos**

Automaattisen affektiivisen palautteen antamisen haasteet pikaviestisovelluksissa

**Esimerkki 2.478**

Syviä neuroverkkoja vastaan hyökkäämiseksi on ehdotettu useita erilaisia lähestymistapoja, joilla luodaan vastakkaisia esimerkkejä. Näissä lähestymistavoissa joko lasketaan suoraan gradientit kuvan pikseleihin nähden tai ratkaistaan suoraan optimointi kuvan pikseleihin. Tässä työssä esittelemme perusteellisesti uuden menetelmän vastakkaisten esimerkkien tuottamiseen, joka on nopea toteuttaa ja tarjoaa poikkeuksellisen monipuolisen tuloksen. Koulutamme tehokkaasti feed-forward-neuraaliverkkoja itseohjautuvalla tavalla luodaksemme vastustavia esimerkkejä kohdeverkkoa tai -verkkojoukkoa vastaan. Kutsumme tällaista verkkoa ATN-verkoksi (Adversarial Transformation Network). ATN-verkot koulutetaan tuottamaan vastakkaisia esimerkkejä, jotka muuttavat luokittelijan tuotoksia mahdollisimman vähän alkuperäisen syötteen perusteella ja rajoittavat samalla uuden luokituksen vastaamaan vastakkaista kohdeluokkaa. Esittelemme menetelmiä ATN:ien kouluttamiseksi ja analysoimme niiden tehokkuutta, kun kohteena ovat erilaiset MNIST-luokittelijat sekä uusin ImageNet-luokittelija Inception ResNet v2.

**Tulos**

Adversarial Transformation Networks: Oppiminen tuottamaan vastakkaisia esimerkkejä

**Esimerkki 2.479**

Esitämme todennäköisyyteen perustuvan generatiivisen mallin, jonka avulla yksilöiden liikeradoista tehtyjen havaintojen perusteella voidaan päätellä kuvaus koordinoidusta, rekursiivisesti jäsennellystä ryhmätoiminnasta useilla ajallisilla rakeisuustasoilla. Malli ottaa huomioon: (1) hierarkkisesti strukturoidut ryhmät, (2) ajallisesti ja kompositionaalisesti rekursiiviset toiminnot, (3) komponenttiroolit, jotka määrittelevät erilaiset osatoimintojen dynamiikat osallistujien alaryhmille, ja (4) ei-parametrisen Gaussin prosessin mallin liikeradoista. Esitämme MCMC-näytteenottokehyksen, jonka avulla voidaan tehdä yhteisiä päätelmiä rekursiivisista toimintakuvauksista ja liikeratojen osoittamisesta ryhmiin integroimalla jatkuvat parametrit pois. Osoitamme mallin ilmaisuvoiman useissa simuloiduissa ja monimutkaisissa reaalimaailman skenaarioissa VIRAT- ja UCLA Aerial Event -videoaineistoista.

**Tulos**

Bayesin päättely ryhmätoimintojen rekursiivisista jaksoista jälkien perusteella

**Esimerkki 2.480**

Käytännössä hahmontunnistussovellukset kärsivät usein epätasapainoisista luokkien välisistä datajakaumista, jotka voivat vaihdella toiminnan aikana suunnitteludatan suhteen. Epätasapainoista dataa käyttäen suunnitellut kahden luokan luokittelujärjestelmät tunnistavat yleensä enemmistöluokan (negatiivisen luokan) paremmin, kun taas kiinnostavalla luokalla (positiivisella luokalla) on usein pienempi määrä näytteitä. Tämän ongelman ratkaisemiseksi on ehdotettu useita tietotason tekniikoita, joissa luokitteluryhmät suunnitellaan tasapainoisten tietojen osajoukkojen avulla lisäämällä positiivisten näytteiden näytteenottoa tai vähentämällä negatiivisten näytteiden näytteenottoa. Jotkin informatiiviset näytteet saatetaan kuitenkin jättää huomiotta satunnaisella alivalikoinnilla, ja synteettisten positiivisten näytteiden lisääminen ylösvalikoinnilla lisää koulutuksen monimutkaisuutta. Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta ensemble-oppimisalgoritmia nimeltä Progressive Boosting (PBoost), joka lisää asteittain korreloimattomia näyteryhmiä Boosting-menettelyyn, jotta vältetään informaation menettäminen ja luodaan samalla monipuolinen joukko luokittelijoita. Tämän ensemblen perusluokittimet luodaan iteraatiosta toiseen käyttäen osajoukkoja validointijoukosta, jonka koko ja epätasapaino kasvavat asteittain. Näin ollen PBoost on kestävämpi, kun operatiivisissa tiedoissa voi olla tuntematon ja vaihteleva vinoutuneisuus. Lisäksi PBoostin laskentakompleksisuus on pienempi kuin kirjallisuudessa esitettyjen Boosting-kokoonpanojen, jotka käyttävät alinäytteenottoa oppimiseen epätasapainoisesta datasta, koska kaikkia perusluokittelijoita ei validoida kaikilla negatiivisilla näytteillä. PBoost-algoritmissa ehdotetaan uutta häviökerrointa, jolla vältetään suorituskyvyn vääristyminen negatiivisen luokan suuntaan. Tämän häviökertoimen avulla näytteiden painojen päivitys ja luokittelijan osuus lopullisissa ennusteissa asetetaan sen perusteella, että se kykenee tunnistamaan molemmat luokat. Käyttämällä ehdotettua häviökerrointa vakiotarkkuuden sijasta voidaan välttää suorituskyvyn vääristyminen missä tahansa Boosting-kokoonpanossa. Ehdotettu lähestymistapa validoitiin ja sitä verrattiin käyttämällä synteettistä dataa, Faces In Action -tietokannan videoita, jotka jäljittelevät kasvojen uudelleen tunnistussovelluksia, ja KEEL-tietokantojen kokoelmaa. Tulokset osoittavat, että PBoost voi päihittää nykyiset tekniikat sekä tarkkuuden että monimutkaisuuden osalta eri epätasapainon ja luokkien välisen päällekkäisyyden tasoilla.

**Tulos**

Progressiivinen tehostaminen luokkien epätasapainoa varten

**Esimerkki 2.481**

© Scott A. Hale 2016. Tämä on tekijän versio teoksesta. Se on julkaistu täällä henkilökohtaiseen käyttöön. Ei uudelleenjakelua varten. Lopullinen versio on julkaistu CHI EA 2016, http://dx.doi.org/10.1145/2851581.2892466. Tiivistelmä Matkailukohteita, ravintoloita, mobiilisovelluksia jne. koskevien käyttäjäarvostelujen määrä kasvaa kaikilla kielillä; silti puuttuu tutkimusta siitä, miten monikieliset arvostelut tulisi koota yhteen ja näyttää. Eri kielten puhujilla voi olla johdonmukaisesti erilaisia kokemuksia, esimerkiksi eri kielillä saatavilla olevaa tietoa matkailukohteissa tai erilaisia käyttäjäkokemuksia ohjelmistoista, jotka johtuvat kansainvälistymis-/lokalisaatiovalinnoista. Tässä artikkelissa arvioidaan eri kielten puhujien Lontoon nähtävyyksistä TripAdvisorissa antamien arvostelujen samankaltaisuutta. Eri kielten väliset korrelaatiot ovat yleensä korkeita, mutta jotkin kieliparit korreloivat toisia enemmän. Tulokset asettavat kyseenalaiseksi yleisen käytännön, jossa keskiarvot lasketaan monikielisistä arvosteluista.

**Tulos**

Käyttäjien arvostelut ja kieli: Miten kieli vaikuttaa arvosteluihin

**Esimerkki 2.482**

Jotta robotit voitaisiin integroida tehokkaasti ihmisen työnkulkuun, ei riitä, että ratkaistaan kysymys autonomisuudesta, vaan myös se, miten ihminen havaitsee robottien toiminnan tai suunnitelmat. Kun robotit laativat tehtäväsuunnitelmia ilman tällaisia näkökohtia, ne saattavat usein osoittaa niin sanottua selittämätöntä käyttäytymistä sitä mahdollisesti tarkkailevien ihmisten näkökulmasta. Ongelma johtuu siitä, että ihmishavainnoitsija ymmärtää osittain tai epätarkasti robotin harkintaprosessin ja/tai sen perustana olevan mallin (eli robotin kyvyt). Tällä voi olla vakavia vaikutuksia ihmisen ja robotin väliseen työskentelyyn, kuten kognitiivisen kuormituksen lisääntyminen ja ihmisen robottiin kohdistuvan luottamuksen väheneminen, mutta myös vakavammat turvallisuusongelmat ihmisen ja robotin välisessä vuorovaikutuksessa. Tässä artikkelissa ehdotamme, että tähän ongelmaan puututaan oppimalla etäisyysfunktio, joka voi mallintaa tarkasti selitettävyyden käsitettä, ja kehittämällä milloin tahansa hakualgoritmin, joka voi käyttää tätä mittaria hakuprosessissaan löytääkseen asteittain selitettäviä suunnitelmia. Ensimmäisessä vaiheessa ihmishenkilöt arvioivat robottisuunnitelmia sen perusteella, kuinka selitettävänä he pitävät suunnitelmaa, ja opitaan pisteytysfunktio, jota kutsutaan selitettävyysetäisyydeksi ja joka perustuu eri suunnitelmien etäisyysmittoihin. Tämän jälkeen käytämme tätä selitettävyysetäisyyttä heuristiikkana, joka ohjaa hakua selitettävien robottisuunnitelmien luomiseksi minimoimalla robottisuunnitelman ja ihmisen odottamien suunnitelmien väliset etäisyydet. Suoritamme kokeita autonomisen leluauton alalla ja esitämme empiirisiä arvioita, jotka osoittavat lähestymistavan hyödyllisyyden, kun autonomisen agentin suunnitteluprosessi saadaan vastaamaan ihmisen odotuksia.

**Tulos**

Selitettävän robotin suunnittelu etäisyyden minimoimisena odotetusta käyttäytymisestä

**Esimerkki 2.483**

Ehdotamme tekniikkaa, jolla verkkokerroksia voidaan laajentaa lisäämällä lineaarinen porttimekanismi, jonka avulla identiteettikuvaukset voidaan oppia optimoimalla vain yksi parametri. Esittelemme myös uuden metriikan, joka toimii tekniikan perustana. Se kuvaa identiteettikuvausten oppimiseen liittyvää vaikeutta erityyppisten verkkomallien osalta ja tarjoaa uuden teoreettisen intuition sellaisten mallien kuin Highway- ja Residual Networks -mallien lisääntyneelle syvyydelle. Ehdotamme uutta mallia, Gated Residual Networkia, joka syntyy, kun Residual Networksia laajennetaan. Kokeelliset tulokset osoittavat, että kerrosten lisääminen lisää suorituskykyä, vähentää syvyysongelmia ja lisää kerrosten riippumattomuutta - kerrosten täydellinen poistaminen ei rampauta mallia. Arvioimme menetelmäämme MNIST-tietokannassa käyttäen täysin kytkettyjä verkkoja ja CIFAR-10-tietokannassa käyttäen Wide ResNets -verkkoja, ja jälkimmäisessä saavutimme yli 8 prosentin suhteellisen virheen vähenemisen alkuperäiseen malliin verrattuna.

**Tulos**

IDENTITEETTIKUVAUSTEN OPPIMINEN JÄÄNNÖSPORTTIEN AVULLA

**Esimerkki 2.484**

Tarkastelemme sekvenssiluokittelijan oppimista ilman merkittyjä tietoja käyttämällä sekvenssiluokittelutilastoja. Ongelma on erittäin arvokas, koska leimojen hankkiminen harjoitusdatasta on usein kallista, kun taas peräkkäiset tulostilastot (esim. kielimallit) voitaisiin hankkia syöttötiedoista riippumatta ja siten pienin kustannuksin tai ilman kustannuksia. Ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme valvomatonta oppimiskustannusfunktiota ja tutkimme sen ominaisuuksia. Osoitamme, että aiempiin töihin verrattuna se on vähemmän taipuvainen juuttumaan triviaaleihin ratkaisuihin ja välttää vahvan generatiivisen mallin tarpeen. Vaikka sen funktionaalinen muoto on vaikeampi optimoida, kehitetään stokastinen primaali-kaksoisgradienttimenetelmä, jolla ongelma voidaan ratkaista tehokkaasti. Kokeilutulokset reaalimaailman tietokokonaisuuksilla osoittavat, että uusi valvomaton oppimismenetelmä antaa huomattavasti pienempiä virheitä kuin muut perusmenetelmät. Tarkemmin sanottuna sillä saavutetaan testivirheitä, jotka ovat noin kaksi kertaa suuremmat kuin täysin valvotulla oppimisella saadut virheet.

**Tulos**

Valvomaton sekvenssiluokitus käyttäen sekvenssitulostilastoja.

**Esimerkki 2.485**

Tähän asti kieliopillisten virheenkorjausjärjestelmien (GEC) virhetyyppisuorituskykyä on voitu mitata vain muistamisen perusteella, koska järjestelmän tuotosta ei ole kommentoitu. Tässä asiakirjassa ratkaistaan tämä ongelma käyttämällä kielellisesti parannettua kohdistusta, jonka avulla voidaan automaattisesti poimia rinnakkaisten alkuperäisten ja korjattujen lauseiden väliset muokkaukset ja luokitella ne uuden, tietokokonaisuudesta riippumattoman sääntöpohjaisen luokittelijan avulla. Koska ihmisasiantuntijat arvioivat ennustetut virhetyypit "hyväksi" tai "hyväksyttäväksi" vähintään 95 prosentissa tapauksista, sovelsimme lähestymistapaamme CoNLL-2014-yhteistehtävässä tuotettuihin järjestelmätuloksiin ja analysoimme ensimmäistä kertaa yksityiskohtaisesti järjestelmän virhetyyppien suorituskykyä.

**Tulos**

Virhetyyppien automaattinen merkintä ja arviointi kieliopillisten virheiden korjausta varten

**Esimerkki 2.486**

Tässä asiakirjassa korostetaan ongelman rakenteen ja parametrirakenteen yhteisen hyödyntämisen merkitystä syvämallinnuksen yhteydessä. Konkreettisena ja mielenkiintoisena esimerkkinä kuvaamme syvän kaksinkertaisen harvuuden koodaajan (DDSE), joka on saanut inspiraationsa sanakirjojen oppimiseen tarkoitetusta kaksinkertaisen harvuuden mallista. DDSE:ssä harvennetaan samanaikaisesti lähtöominaisuuksia ja opittuja malliparametreja yhdessä yhtenäisessä kehyksessä. Intuitiivisen mallin tulkinnan lisäksi DDSE:llä on myös kompakti mallin koko ja alhainen monimutkaisuus. Laajoissa simulaatioissa DDSE:tä verrataan useisiin huolellisesti suunniteltuihin perusmalleihin, ja DDSE:n johdonmukaisesti parempi suorituskyky voidaan todentaa. Sovellamme DDSE:tä myös aivokoodauksen uuteen sovellusalueeseen, ja saavutamme lupaavia alustavia tuloksia.

**Tulos**

Deep Double Sparsity Encoder: Ominaisuuksien lisäksi myös parametrien harventamisen oppiminen

**Esimerkki 2.487**

Viime vuosina konvoluutio-neuraaliverkot (Convolutional Neural Networks, CNN) ovat saavuttaneet huippuluokan suorituskyvyn kuvien luokittelussa. Niiden arkkitehtuurit ovat pitkälti saaneet vaikutteita kädellisten näköjärjestelmän malleista. Vaikka neurotieteen viimeaikaiset tutkimustulokset todistavat epälineaaristen operaatioiden olemassaolon monimutkaisten visuaalisten solujen vasteessa, on kuitenkin tehty vain vähän työtä konvoluutiotekniikan laajentamiseksi epälineaarisiin muotoihin. Tyypilliset konvoluutiokerrokset ovat lineaarisia järjestelmiä, joten niiden ilmaisukyky on rajallinen. Tämän ongelman ratkaisemiseksi on käytetty erilaisia epälineaarisuuksia aktivointifunktioina CNN:ssä, ja lisäksi on sovellettu monia pooling-strategioita. Käsittelemme kysymystä konvoluutiomenetelmän kehittämisestä näköaivokuoren laskennallisen mallin yhteydessä tutkimalla kvadraattisia muotoja Volterra-ytimien avulla. Tällaisia muotoja, jotka muodostavat rikkaamman funktioavaruuden, käytetään visuaalisten solujen vasteprofiilin approksimaatioina. Ehdotettua toisen asteen konvoluutiota testataan CIFAR-10- ja CIFAR-100-ohjelmilla. Osoitamme, että verkko, joka yhdistää lineaarisia ja epälineaarisia suodattimia konvoluutiokerroksissaan, voi päihittää verkot, jotka käyttävät tavallisia lineaarisia suodattimia samalla arkkitehtuurilla, ja tuottaa kilpailukykyisiä tuloksia huipputason kanssa näissä tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Ei-lineaariset konvoluutiosuodattimet CNN-pohjaista oppimista varten

**Esimerkki 2.488**

Tässä artikkelissa esittelemme DKP-AOM-järjestelmämme tulokset OAEI 2015 -kampanjassa. DKPAOM on ontologioiden yhdistämistyökalu, joka on suunniteltu heterogeenisten ontologioiden yhdistämiseen. OAEI-kampanjaan osallistuimme sen ontologiakartoituskomponentilla, joka toimii perusmoduulina, joka kykenee sovittamaan yhteen laajoja ontologioita ennen niiden yhdistämistä. Tämä on ensimmäinen menestyksekäs osallistumisemme OAEI:n konferenssiin, OA4QA:han ja Anatomy trackiin. DKP-AOM on mukana kahdella versiolla (DKP-AOM ja DKP-AOM\_lite), DKP-AOM suorittaa koherenssianalyysin. OA4QA-raadalla DKPAOM menestyi arvioinnissa paremmin ja tuotti tarkkoja linjauksia, joiden avulla voitiin vastata kaikkiin arvioinnin kyselyihin. Voimme myös nähdä sen kilpailukykyiset tulokset konferenssiraiteella arviointitehtävässä muiden arvostettujen järjestelmien joukossa. Anatomia-radalla se on tuottanut kohdistuksia varatussa ajassa ja esiintynyt johdonmukaisia tuloksia tuottavien järjestelmien luettelossa. Lopuksi keskustelemme tulevista töistä DKP-AOM:n kehittämiseksi.

**Tulos**

Ontology Matching workshop 2015:n alustavat tulokset DKP-AOM: tulokset OAEI 2015:lle.

**Esimerkki 2.489**

Esittelemme parametrisen epälineaarisen muunnoksen, joka soveltuu hyvin luonnollisista kuvista saatujen tietojen gaussisointiin. Datan lineaarisen muunnoksen jälkeen kukin komponentti normalisoidaan yhdistetyllä aktiivisuusmittarilla, joka lasketaan eksponentoimalla oikaistujen ja eksponentoitujen komponenttien painotettu summa ja additiivinen vakio. Optimoimme tämän muunnoksen parametrit (lineaarinen muunnos, eksponentit, painot, vakio) luonnollisten kuvien tietokannassa minimoimalla suoraan vastausten negentropian. Huomaamme, että optimoitu muunnos gaussisoi datan onnistuneesti ja saavuttaa huomattavasti pienemmän keskinäisen informaation muunnettujen komponenttien välillä kuin aiemmat menetelmät, kuten ICA ja radiaalinen gaussisointi. Transformaatio on differentioituva ja se voidaan tehokkaasti kääntää, ja näin se indusoi kuvien tiheysmallin. Osoitamme, että tämän mallin näytteet ovat visuaalisesti samankaltaisia kuin näytteet luonnollisista kuvalaikuista. Osoitamme myös mallin käytön ennakkotiheytenä additiivisen kohinan poistamisessa. Lopuksi osoitamme, että muunnos voidaan kaskadoida siten, että jokainen kerros optimoidaan (valvomatta) käyttämällä samaa Gaussisointitavoitetta, jotta saadaan talteen lisää probabilistista rakennetta.

**Tulos**

YLEISTETTY NORMALISOINTIMUUNNOS

**Esimerkki 2.490**

Esittelemme TAS-ongelman (Task Assignment and Sequencing), joka lisää aikajananäkökulman asiantuntijoiden joukkoistamisen optimointiin. Asiantuntijoiden joukkoistamiseen liittyy makrotehtäviä, kuten asiakirjojen kirjoittaminen, tuotesuunnittelu tai web-kehitys, jotka vievät enemmän aikaa kuin tyypilliset binääriset mikrotehtävät, vaativat asiantuntijoiden taitoja, edellyttävät eriasteista tietämystä aiheesta ja vaativat joukkoistajia rakentamaan toistensa panoksia. Nykyisissä töissä oletetaan yleensä offline-optimointimalleja, joissa otetaan huomioon työntekijöiden ja tehtävien saapumiset tiedossa eivätkä ne ota huomioon ajan elementtiä. Todellisuudessa aika on kuitenkin kriittinen tekijä: tehtävillä on määräajat, asiantuntijatyöntekijät ovat käytettävissä vain tiettyinä aikaväleinä, eikä työntekijöiden/tehtävien saapumista tiedetä etukäteen. Työmme on ensimmäinen, joka käsittelee optimaalisen tehtäväjärjestyksen ongelmaa heterogeenisille, ajallisesti rajoitetuille online-makrotehtäville. Ehdotamme tas-online-algoritmia, joka pyrkii saamaan mahdollisimman monta tehtävää valmiiksi budjetin, vaaditun laadun ja tietyn aikataulun puitteissa ilman tulevia tietoja tehtävien julkaisupäivistä tai työntekijöiden saatavuudesta. Tulokset, joissa tas-onlinea verrataan neljään tyypilliseen vertailukohteeseen, osoittavat, että sen avulla saadaan enemmän valmiita tehtäviä, alhaisemmat virtausajat ja parempi työn laatu. Tällä työllä on käytännön vaikutuksia nykyisten joukkoistamisalustojen palvelun laadun parantamiseen, jolloin ne voivat tarjota asiantuntijatehtävien kustannus-, laatu- ja aikaparannuksia.

**Tulos**

On jo aikakin: Online-makrotehtävien sekvensointi asiantuntijoiden joukkoistamisessa.

**Esimerkki 2.491**

Metriikkaoppimisella etsitään ominaisuusavaruuden muunnosta, joka parantaa ennusteiden laatua kyseisessä tehtävässä. Tässä työssä tarjoamme PAC-tyyliset näytteen monimutkaisuusasteet valvotulle metriikkaoppimiselle. Annamme sopivat ala- ja ylärajat, jotka osoittavat, että näytteen monimutkaisuus skaalautuu esityksen ulottuvuuden kanssa, kun taustalla olevasta datan jakaumasta ei tehdä oletuksia. Hyödyntämällä datajakauman rakennetta osoitamme kuitenkin, että voidaan saavuttaa nopeudet, jotka on hienosäädetty tietylle tietokokonaisuudelle ominaista monimutkaisuutta koskevaan käsitteeseen. Analyysimme osoittaa, että metrisen oppimisen optimointikriteerin täydentäminen yksinkertaisella normipohjaisella regularisoinnilla voi auttaa mukautumaan tietokokonaisuuden sisäiseen monimutkaisuuteen, jolloin saadaan parempi yleistys. Vertailutietokannoilla tehdyt kokeet vahvistavat analyysimme ja osoittavat, että metriikan regularisointi voi auttaa erottamaan signaalin silloinkin, kun datassa on paljon kohinaa.

**Tulos**

Mahalanobiksen etäisyysmittareiden oppimisen monimutkaisuus näytteenä

**Esimerkki 2.492**

Tässä työssä ehdotamme uudenlaista toistuvan neuroverkon (RNN) arkkitehtuuria. Ehdotettu RNN, gated-feedback RNN (GF-RNN), laajentaa nykyistä lähestymistapaa, jossa useita toistuvia kerroksia pinotaan, sallimalla ja ohjaamalla signaalien kulkua ylemmistä toistuvista kerroksista alempiin kerroksiin käyttämällä globaalia porttiyksikköä kutakin kerrosparia varten. Kerrosten välillä vaihdettavat toistuvat signaalit ohjataan adaptiivisesti edellisten piilotettujen tilojen ja nykyisen syötteen perusteella. Arvioimme ehdotettua GF-RNN:ää erityyppisillä rekursiivisilla yksiköillä, kuten tanh, pitkä lyhytkestoinen muisti ja portitetut rekursiiviset yksiköt, merkkitason kielen mallintamisen ja Python-ohjelmien arvioinnin tehtävissä. Erilaisten RNN-yksiköiden empiirinen arviointi osoitti, että molemmissa tehtävissä GF-RNN päihittää perinteiset lähestymistavat syvien pinottujen RNN:ien rakentamiseksi. Ehdotamme, että parannus johtuu siitä, että GFRNN voi mukautuvasti määrittää eri kerroksille eri aikaskaaloja ja kerrosten välisiä vuorovaikutuksia (mukaan lukien ylhäältä alaspäin suuntautuvat vuorovaikutukset, joita ei yleensä esiinny pinotussa RNN:ssä) oppimalla ohjaamaan näitä vuorovaikutuksia.

**Tulos**

Ohjatut takaisinkytkentäiset toistuvat neuroverkot

**Esimerkki 2.493**

Viimeaikaisessa työssä, joka koskee vektoriavaruuden sulautusten oppimista monirelaationaalista dataa varten, on keskitytty yhdistämään tietämyskannoista saatua relaatiotietoa ja suurista tekstikorpuksista saatua jakaumatietoa. Ehdotamme yksinkertaista lähestymistapaa, jossa hyödynnetään leksikaalisissa resursseissa saatavilla olevia olioiden tai lauseiden kuvauksia yhdessä distributiivisen semantiikan kanssa, jotta relaatiomallien kouluttamista varten saadaan parempi alkuasetelma. Tämän alustuksen soveltaminen TransE-malliin johtaa merkittäviin uusiin uusiin huippusuorituksiin WordNet-tietokannassa, kun keskimääräinen sijoitus laskee aiemmasta parhaasta 212:sta 51:een. Se myös nopeuttaa entiteettiedostojen konvergenssia. Olemme havainneet, että tämän lähestymistavan avulla voidaan tehdä kompromissi keskiarvon ja osumien@10 parantamisen välillä. Tämä osoittaa, että relaatiomallien suorituskyvyn parantamisessa on vielä paljon ymmärtämättä.

**Tulos**

Leksikaalisten resurssien hyödyntäminen entiteettien sulautusten oppimisessa monikansallisissa aineistoissa

**Esimerkki 2.494**

Monikielisten upotusmallien avulla voimme projisoida eri kielten sanat yhteiseen upotusavaruuteen. Näin voimme soveltaa paljon dataa sisältävillä kielillä, esimerkiksi englannilla, koulutettuja malleja kieliin, joilla on vähän resursseja. Seuraavassa tarkastelemme malleja, jotka pyrkivät oppimaan kieltenvälisiä upotuksia. Keskustelemme niistä lähestymistavan tyypin ja niiden käyttämän rinnakkaisen datan luonteen perusteella. Lopuksi esittelemme haasteita ja teemme yhteenvedon siitä, miten kieltenvälisiä upotusmalleja voidaan arvioida. Viime vuosina sanojen upotusten menestyksen innoittamana on ehdotettu monia malleja, jotka oppivat tarkkoja representaatioita sanoista [Mikolov et al., 2013a, Pennington et al., 2014]. Nämä mallit ovat kuitenkin yleensä rajoittuneet kaappaamaan sanojen representaatioita sillä kielellä, jolle ne on koulutettu. Englanninkielisten resurssien, harjoitusdatan ja vertailuarvojen saatavuus johtaa siihen, että englannin kieleen keskitytään suhteettomasti ja laiminlyödään lukuisat muut kielet, joita puhutaan ympäri maailmaa. Globalisoituneessa yhteiskunnassamme, jossa kansalliset rajat hämärtyvät yhä enemmän ja jossa Internet antaa kaikille yhtäläisen pääsyn tietoon, on siis välttämätöntä, että emme pyri poistamaan vain sukupuoleen tai rotuun liittyviä ennakkoluuloja [Bolukbasi et al., 2016], jotka ovat luontaisia representaatioissamme, vaan pyrimme myös puuttumaan kieleen liittyviin ennakkoluuloihin. Korjataksemme tämän ja tasoittaaksemme kielelliset toimintaedellytykset haluaisimme hyödyntää olemassa olevaa englanninkielistä tietämystämme ja varustaa mallimme kyvyllä käsitellä muita kieliä. Täydellinen konekääntäminen (MT) mahdollistaisi tämän. Meidän ei kuitenkaan tarvitse kääntää esimerkkejä, kunhan pystymme projisoimaan esimerkit kuvan 1 kaltaiseen yhteiseen aliavaruuteen. Kuva 1: Kahden kielen yhteinen upotusavaruus [Luong et al., 2015] ∗Tämä artikkeli on alun perin ilmestynyt blogikirjoituksena osoitteessa http://sebastianruder.com/ cross-lingual-embeddings/index.html 28. marraskuuta 2016. ar X iv :1 70 6. 04 90 2v 1 [ cs .C L ] 1 5 Ju n 20 17 Viime kädessä tavoitteenamme on oppia kaikkien kielten sanojen välinen yhteinen upotusavaruus. Varustettuna tällaisella vektoriavaruudella pystymme harjoittelemaan mallejamme minkä tahansa kielen datalla. Projisoimalla yhdessä kielessä saatavilla olevat esimerkit tähän tilaan mallimme saa samalla kyvyn tehdä ennusteita kaikilla muilla kielillä (tässä sivutaan joitakin näkökohtia; niistä on kerrottu luvussa 7.). Tämä on monikielisten upotusten lupaus. Tämän katsauksen aikana luodaan yleiskatsaus malleihin ja algoritmeihin, joita on käytetty, jotta päästäisiin lähemmäksi vaikeasti saavutettavaa tavoitetta, joka on useiden kielten sanojen välisten suhteiden kuvaaminen yhteiseen upotusavaruuteen. Huomaa, että vaikka neuraaliset MT-lähestymistavat oppivat implisiittisesti yhteisen monikielisen upotusavaruuden optimoimalla MT-tavoitteen, keskitymme tässä blogikirjoituksessa malleihin, jotka oppivat eksplisiittisesti monikielisiä sanaesityksiä. Nämä menetelmät tekevät sen yleensä paljon pienemmillä kustannuksilla kuin MT, ja niiden voidaan katsoa olevan MT:lle samaa kuin sanojen upotusmallit [Mikolov et al., 2013a, Pennington et al., 2014] ovat kielten mallintamiselle. 1 Monikielisten upotusmallien tyypit Viime vuosina on ehdotettu erilaisia malleja monikielisten representaatioiden oppimiseen. Seuraavassa järjestämme ne sen mukaan, millaista lähestymistapaa ne käyttävät. Huomaa, että vaikka käytetyn rinnakkaisdatan luonne on yhtä lailla erotteleva ja sen on osoitettu selittävän mallien välisiä suorituskykyeroja [Levy et al., 2017], pidämme lähestymistavan tyyppiä hyödyllisempänä mallin tekemien oletusten ja - näin ollen - sen etujen ja puutteiden ymmärtämiseksi. Kieltenväliset upotusmallit käyttävät yleensä neljää eri lähestymistapaa: 1. Yksikielinen kartoitus: Nämä mallit harjoittelevat aluksi yksikielisiä sanojen upotuksia suurilla yksikielisillä korpuksilla. Sen jälkeen ne oppivat lineaarisen kartoituksen eri kielten yksikielisten esitysten välillä, jotta ne voivat kartoittaa tuntemattomia sanoja lähdekielestä kohdekieleen. 2. Pseudo-ristikieliset: Nämä lähestymistavat luovat pseudo-ristikielisen korpuksen sekoittamalla eri kielten konteksteja. Sen jälkeen ne kouluttavat luotuun korpukseen valmiin sanojen upotusmallin. Intuitiona on, että monikieliset kontekstit antavat opittujen representaatioiden kuvata monikielisiä suhteita. 3. Ristiinkielinen harjoittelu: Nämä mallit harjoittelevat upotuksiaan rinnakkaisella korpuksella ja optimoivat eri kielten upotusten välisen kieltenvälisen rajoituksen, joka kannustaa samankaltaisten sanojen upotuksia olemaan lähellä toisiaan jaetussa vektoriavaruudessa. 4. Yhteinen optimointi: Nämä lähestymistavat kouluttavat mallinsa rinnakkaisella (ja valinnaisesti yksikielisellä) aineistolla. Ne optimoivat yhdessä yksikielisten ja monikielisten tappioiden yhdistelmän. Rinnakkaisen datan osalta menetelmät voivat käyttää erilaisia valvontasignaaleja, jotka riippuvat käytetyn datan tyypistä. Nämä ovat kalleimmasta edullisimpaan: 1. Sanakohtainen data: Rinnakkainen korpus, jossa on sanakohdistuksia, joita käytetään yleisesti konekääntämisessä; tämä on kallein rinnakkaisdatatyyppi käytettäväksi. 2. Lauseen suuntainen aineisto: Rinnakkaiskorpus ilman sanakohdistuksia. Ellei toisin ilmoiteta, malli käyttää Europarl-korpusta2 , joka koostuu Euroopan parlamentin istuntosäännöistä peräisin olevasta lauseiden kohdistetusta tekstistä, jota käytetään yleensä tilastollisten konekäännösmallien kouluttamiseen. 3. Asiakirjoihin kohdistettu aineisto: Eri kielisiä asiakirjoja sisältävä korpus. Asiakirjat voivat olla aiheeseen sidottuja (esim. Wikipedia) tai etikettiin/luokkaan sidottuja (esim. sentimenttianalyysi- ja moniluokkaiset luokitteluaineistot). 4. Sanasto: Kaksikielinen tai monikielinen sanakirja, jossa on eri kielten sanojen välisiä käännöspareja. 5. Ei rinnakkaisia aineistoja: Ei lainkaan rinnakkaistietoja. Monikielisten representaatioiden oppiminen vain yksikielisistä resursseista mahdollistaisi nollakohtaisen oppimisen eri kielten välillä. http://www.statmt.org/europarl/.

**Tulos**

Katsaus monikielisiin upotusmalleihin∗∗ .

**Esimerkki 2.495**

Kumar ja Kannan [KK10] esittivät deterministisen ehdon tietokokonaisuuksien klusterointia varten tavoitteenaan yhdenmukaistaa tunnetut tulokset jakaumien sekoitusten klusteroinnista erotteluehdoilla. He osoittivat, että tämä yksi ainoa deterministinen ehto kattaa monia aiemmin tutkittuja klusterointioletuksia. Tarkemmin sanottuna heidän läheisyysehtonsa edellyttää, että k-klusteroinnin kohteessa pisteen x projektio klusterin keskipisteen μ ja jonkin toisen keskipisteen μ yhdistävälle suoralle on suuren additiivisen tekijän verran lähempänä μ:tä kuin μ:tä. Tämä additiivinen tekijä voidaan karkeasti kuvata k-kertaisena sen matriisin spektrinormina, joka edustaa tietyn (tunnetun) tietokokonaisuuden ja (tuntemattoman) tavoiteklusteroinnin keskiarvojen välisiä eroja. On selvää, että läheisyysehto edellyttää keskusten erottelua - minkä tahansa kahden keskuksen välisen etäisyyden on oltava yhtä suuri kuin edellä mainittu raja. Tässä asiakirjassa parannamme Kumarin ja Kannanin [KK10] työtä useilla eri osa-alueilla. Ensinnäkin heikennämme keskusten erotusrajaa kertoimella √ k, ja toiseksi heikennämme läheisyysehtoa kertoimella k (toisin sanoen tarkistettu erotusehto on riippumaton k:sta). Näitä heikompia rajoja käyttämällä saavutamme edelleen samat takuut, kun kaikki pisteet täyttävät läheisyysehdon. Samoilla heikommilla rajoilla saavutamme vielä paremmat takuut, kun vain (1-ǫ)-osuus pisteistä täyttää ehdon. Tarkemmin sanottuna klusteroimme oikein kaikki paitsi (ǫ + O(1/c))-osan pisteistä, verrattuna [KK10] O(kǫ)-osaan, mikä on mielekästä jopa siinä erityisasetelmassa, jossa ǫ on vakio ja k = ω(1). Mikä tärkeintä, yksinkertaistamme huomattavasti Kumarin ja Kannanin analyysia. Itse asiassa suurimmassa osassa analyysistämme jätämme huomiotta läheisyysehdon ja käytämme vain keskipisteiden erottelua sekä yksinkertaisia kolmi- ja Markovin epätasa-arvoja. Nämä perustyökalut riittävät kuitenkin tuottamaan klusteroinnin, joka (i) on oikea kaikissa pisteissä paitsi vakiomäärässä pisteitä, (ii) jonka k-means-kustannus on verrattavissa tavoiteklusteroinnin k-means-kustannukseen ja (iii) jonka keskukset ovat hyvin lähellä tavoitekeskuksia. Parannetun erotteluehtomme ansiosta voimme vastata McSherryn [McS01] Planted Partition Model -mallin tuloksia, parantaa Ostrovskyn et al. [ORSS06] tuloksia ja parantaa Gaussin mallien seosten erottelutuloksia tietyssä ympäristössä.

**Tulos**

Parannetut spektrinormien rajat klusterointia varten

**Esimerkki 2.496**

Tiivistelmä. Random Forest (RF) on tehokas kokonaismenetelmä luokittelu- ja regressiotehtäviin. Se koostuu päätöksentekopuiden joukosta. Vaikka yksittäinen päätöspuu on hyvin tulkittavissa ihmisen kannalta, puiden muodostama kokonaisuus on mustan laatikon malli. Suosittu tekniikka tarkastella RF-mallin sisälle on visualisoida RF-läheisyysmatriisi, joka saadaan datanäytteistä moniulotteisella skaalausmenetelmällä (MDS). Esittelemme tässä uudenlaisen, itseorganisoituviin karttoihin (Self-Organising Maps, SOM) perustuvan menetelmän, jolla voidaan paljastaa luokittelutehtävissä käytettävän RF-mallin sisällä olevat aineiston sisäiset suhteet. Ehdotamme algoritmia SOM:n oppimiseksi RF:stä saadun läheisyysmatriisin avulla. RF-läheisyysmatriisin visualisointia MDS:n ja SOM:n avulla verrataan. Lisäksi RF-läheisyysmatriisin avulla opitulla SOM:lla on parempi luokittelutarkkuus verrattuna euklidisella etäisyydellä opittuun SOM:iin. Esitetty lähestymistapa mahdollistaa RF:n paremman ymmärtämisen ja parantaa lisäksi SOM:n tarkkuutta.

**Tulos**

Satunnaismetsän visualisointi itseorganisoituvan kartan avulla

**Esimerkki 2.497**

Tietotekniikan aikakaudella on entistä tärkeämpää, että tiedot ovat saatavilla kätevästi. Koska puhe on ihmisten ensisijainen kommunikointitapa, on luonnollista, että ihmiset odottavat voivansa käydä puhuttua vuoropuhelua tietokoneen kanssa [1]. Puheentunnistusjärjestelmän avulla tavalliset ihmiset voivat puhua tietokoneelle ja hakea tietoa. On toivottavaa, että ihmisen ja tietokoneen välinen vuoropuhelu tapahtuisi paikallisella kielellä. Hindi on Intian puhutuin kieli, ja se on luonnollinen ensisijainen ihmiskieli, joka soveltuu ihmisen ja koneen väliseen vuorovaikutukseen. Hindin kielessä on viisi vokaaliparia, joista toinen on pidempi kuin toinen. Tässä asiakirjassa kuvataan yleiskatsaus puheentunnistusjärjestelmään. Miten puhe tuotetaan ja hindin kielen ominaisuudet ja ominaispiirteet.

**Tulos**

YLEISKATSAUS HINDIN KIELEN PUHEENTUNNISTUKSEEN

**Esimerkki 2.498**

Perinteisiä generatiivisia vastakkaisverkkoja (GAN) ja monia sen muunnelmia koulutetaan minimoimalla KL- tai JS-divergenssihäviö, joka mittaa, kuinka lähellä generoitu datajakauma on todellista datajakaumaa. Viimeaikainen edistysaskel, Wassersteinin etäisyyteen perustuva WGAN, voi parantaa KL- ja JS-divergenssiin perustuvia GAN-verkkoja ja lievittää gradientin katoamista, epävakautta ja moodin romahtamista koskevia ongelmia, jotka ovat yleisiä GAN-koulutuksessa. Tässä työssä pyrimme parantamaan WGAN:ia yleistämällä ensin sen diskriminaattorihäviön marginaalipohjaiseksi, mikä johtaa parempaan diskriminaattoriin ja puolestaan parempaan generaattoriin, ja sitten toteuttamalla progressiivisen koulutusparadigman, johon kuuluu useita GAN:eja, jotta ne voivat vaikuttaa maksimimarginaalin ranking-häviöön, jotta GAN myöhemmissä vaiheissa parantaisi varhaisia vaiheita. Kutsumme tätä menetelmää GAN-joukoksi (GoGAN). Olemme osoittaneet teoreettisesti, että ehdotettu GoGAN voi pienentää todellisen datajakauman ja generoidun datajakauman välistä kuilua vähintään puoleen optimaalisesti koulutetussa WGANissa. Olemme myös ehdottaneet uutta tapaa mitata GAN:n laatua, joka perustuu kuvien täydennystehtäviin. Olemme arvioineet menetelmäämme neljällä visuaalisella tietokokonaisuudella: CelebA, LSUN Bedroom, CIFAR-10 ja 50K-SSFF, ja olemme havainneet sekä visuaalista että määrällistä parannusta perus-WGANiin verrattuna.

**Tulos**

GAN-joukko: Generative Adversarial Networks with Maximum Margin Ranking (Generatiiviset vastakkaisverkot maksimaalisen marginaalin luokittelulla)

**Esimerkki 2.499**

Keskustelemme seuraavan oppimisongelman toteuttamiskelpoisuudesta: kun on annettu kahdelta alueelta peräisin olevat yhteensopimattomat näytteet ja ei mitään muuta, opitaan näiden kahden alueen välinen kartoitus, joka säilyttää semantiikan. Koska paritettuja näytteitä ei ole ja koska semanttista tietoa ei ole määritelty, ongelma saattaa vaikuttaa vaikeasti ratkaistavalta. Tyypillisissä tapauksissa näyttää olevan mahdollista rakentaa äärettömän monta vaihtoehtoista kartoitusta jokaisesta kohdekartoituksesta. Tämä näennäinen epäselvyys on jyrkässä ristiriidassa viimeaikaisen empiirisen menestyksen kanssa tämän ongelman ratkaisemisessa. Kehitetään teoreettinen kehys funktioiden koostumusten monimutkaisuuden mittaamiseksi, jotta voidaan osoittaa, että kohdekartoitus on monimutkaisempi kuin kaikki muut kartoitukset. Mitattu monimutkaisuus on suoraan yhteydessä opittavien neuroverkkojen syvyyteen, ja semanttinen kartoitus voitaisiin ottaa haltuun yksinkertaisesti oppimalla käyttämällä arkkitehtuureja, jotka eivät ole paljon suurempia kuin minimiarkkitehtuuri.

**Tulos**

Semanttisten yhdistelmien valvomaton oppiminen

**Esimerkki 2.500**

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että hajautetut sanarepresentaatiot pystyvät hyvin kuvaamaan kielen kielellisiä säännönmukaisuuksia. Tämä mahdollistaa vektorisuuntautuneen päättelyn, joka perustuu yksinkertaiseen sanojen väliseen lineaarialgebraan. Koska asiakirjarepresentaatioiden oppimiseen on ehdotettu monia erilaisia menetelmiä, on luonnollista kysyä, onko näissä opituissa representaatioissa myös lineaarista rakennetta, joka mahdollistaisi vastaavanlaisen päättelyn asiakirjatasolla. Vastataksemme tähän kysymykseen suunnittelemme uuden dokumenttianalogiatehtävän, jolla testataan asiakirjarepresentaatioiden semanttisia säännönmukaisuuksia, ja suoritamme empiirisiä arviointeja useilla uusimmilla asiakirjarepresentaatiomalleilla. Tulokset osoittavat, että neuraaliseen sulauttamiseen perustuvat asiakirjarepresentaatiot toimivat tässä analogiatehtävässä paremmin kuin perinteiset menetelmät, ja esitämme joitakin alustavia selityksiä näille havainnoille.

**Tulos**

Semanttiset säännönmukaisuudet asiakirjojen esityksissä

**Esimerkki 2.501**

Tässä artikkelissa esitellään Centre for Development of Advanced Computing Mumbain (CDACM) osallistuminen NLP Tools Contest on Statistical Machine Translation in Indian Languages (ILSMT) 2015 -kilpailuun (joka järjestetään yhdessä ICON 2015 -tapahtuman kanssa). Kilpailun tavoitteena oli tutkia yhdessä tilastollisen konekääntämisen (SMT) tehokkuutta käännettäessä intialaisilla kielillä sekä englannin ja intialaisten kielten välillä. Tässä artikkelissa raportoimme työstämme kaikilla viidellä kieliparilla, nimittäin bengali-hindi (bn-hi), marathi-hindi (mrhi), tamil-hindi (ta-hi), telugu-hindi (tehi) ja englanti-hindi (en-hi) terveyden, matkailun ja yleisten alojen osalta. Olemme käyttäneet suffiksien erottelua, yhdyssanojen jakamista ja esijärjestämistä ennen SMT-harjoittelua ja testausta.

**Tulos**

Tilastollinen konekääntäminen intialaisille kielille: Hindi 2

**Esimerkki 2.502**

Rohit ja minä olemme tunteneet kauan. Aloimme puhua dynaamisesta logiikasta jo silloin, kun olin jatko-opiskelija ja tapasimme MIT:n seminaareissa (ohjaajani Albert Meyer oli MIT:ssä, vaikka minä olin Harvardissa, ja Rohit oli silloin Bostonin yliopistossa). Arvostin alusta alkaen Rohitin laaja-alaisuutta, hänen nopeita oivalluksiaan, hänen nokkeluuttaan ja hänen ystävällistä ja ystävällistä tyyliään. Rohit on ollut kiinnostunut logiikan, filosofian ja kielen välisestä vuorovaikutuksesta siitä lähtien, kun olen tuntenut hänet. Vuosien mittaan olemme molemmat kiinnostuneet peliteoriasta. Haluaisin omistaa hänelle tämän lyhyen muistion, jossa käsitellään kaikkien näiden alojen risteyskohtia.

**Tulos**

Miksi vaivautua syntaksin kanssa?

**Esimerkki 2.503**

Tieteellisen kirjallisuuden nopea kasvu on vaikeuttanut tutkijoiden nopeaa perehtymistä oman alansa kehitykseen. Tieteellisten asiakirjojen tiivistäminen ratkaisee tämän haasteen tarjoamalla tiivistelmiä tieteellisten julkaisujen tärkeistä osuuksista. Esittelemme tieteellisen tiivistämisen kehyksen, jossa hyödynnetään viittauksia ja tieteellisen diskurssin rakennetta. Sitaattiteksteistä puuttuu usein näyttöä ja kontekstia, jotka tukisivat siteeratun artikkelin sisältöä, ja ne ovat joskus jopa epätarkkoja. Ratkaisemme ensin viittaustekstien epätarkkuuden ongelman etsimällä asiaankuuluvan asiayhteyden siteeratusta artikkelista. Ehdotamme kolmea lähestymistapaa viittausten kontekstualisointiin, jotka perustuvat kyselyjen uudelleenmuotoiluun, sanojen upotuksiin ja valvottuun oppimiseen. Sen jälkeen koulutamme mallin, jonka avulla tunnistamme kunkin lainauksen diskurssifacetit. Lopuksi ehdotamme menetelmää tieteellisten julkaisujen tiivistämistä varten hyödyntämällä fasilitoituja sitaatteja ja niitä vastaavia konteksteja. Arvioimme ehdotettua menetelmää kahdella biolääketieteen ja laskennallisen kielitieteen alojen tieteellisellä tiivistelmäaineistolla. Laajat arviointitulokset osoittavat, että menetelmämme voivat parantaa tekniikan nykytilaa huomattavasti. ∗ Tämä on esipainos artikkelista, joka on julkaistu IJDL:ssä. Lopullinen julkaisu on saatavilla Springerissä osoitteessa http://dx.doi.org/10.1007/s00799-017-0216-8 Arman Cohan E-mail: arman@ir.cs.georgetown.edu Nazli Goharian E-mail: nazli@ir.cs.georgetown.edu 1 Information Retrieval Lab, Department of Computer Science, Georgetown University, Washington DC, USA.

**Tulos**

Tieteellisten asiakirjojen tiivistäminen viittausten kontekstualisoinnin ja tieteellisen diskurssin avulla

**Esimerkki 2.504**

Alueyhteyslaskenta (Region Connection Calculus, RCC) [41] on tunnettu laskutapa osa-kokonaisuus- ja topologisten suhteiden esittämiseen. Sillä on tärkeä rooli laadullisessa spatiaalisessa päättelyssä, maantieteellisessä informaatiotieteessä ja ontologiassa. RCC5:n ja RCC8:n (kaksi RCC:n fragmenttia) sekä muiden kvalitatiivisten spatiaalisten ja temporaalisten kalkyylien avulla tapahtuvan päättelyn laskennallista monimutkaisuutta on tutkittu perusteellisesti kirjallisuudessa. Useimmissa näistä teoksista keskitytään kvalitatiivisten rajoitusverkkojen johdonmukaisuuteen. Tässä artikkelissa tarkastelemme redundanttien kvalitatiivisten rajoitteiden tärkeää ongelmaa. Laadullisten rajoitusten joukon Γ osalta sanomme, että Γ:n sisältämä rajoitus (xRy) on redundantti, jos loput Γ:stä edellyttävät sitä. Γ:n ensisijainen aliverkko on sellainen Γ:n osajoukko, joka ei sisällä yhtään tarpeetonta rajoitusta ja jolla on sama ratkaisujoukko kuin Γ:llä. On luonnollista kysyä, miten tällainen primäärinen aliverkko voidaan laskea ja milloin se on ainutkertainen. Tässä artikkelissa osoitamme, että tämä ongelma on yleensä vaikeasti ratkaistavissa, mutta siitä tulee ratkaistavissa oleva, jos Γ on kvalitatiivisen laskennan S-ala-algebran yläpuolella. Lisäksi, jos S on RCC5:n tai RCC8:n alialgebra, jossa heikko kompositio jakautuu ei-tyhjiin leikkauspisteisiin, niin Γ:llä on yksikäsitteinen primäärinen aliverkko, joka saadaan kuutiossa poistamalla Γ:stä kaikki tarpeettomat rajoitteet samanaikaisesti. Sivutuotteena osoitamme, että mikä tahansa polkukonsistentti verkko tällaisen distributiivisen alialgebran päällä on heikosti globaalisti konsistentti ja minimaalinen. Perusteellinen empiirinen analyysi prime-aliverkosta todellisilla maantieteellisillä aineistoilla osoittaa, että lähestymistapa pystyy tunnistamaan huomattavasti enemmän redundantteja kon∗Corresponding Author Email addresses: sanjiang.li@uts.edu.au (Sanjiang Li), zhiguo.long@student.uts.edu.au (Zhiguo Long), liuweiming@baidu.com (Weiming Liu), matt@duckham.org (Matt Duckham), aboth@student.unimelb.edu.au (Alan Both) Preprint submitted to Elsevier February 16, 2015 ar X iv :1 40 3. 06 13 v2 [ cs .A I] 1 3 Fe b 20 15 straints kuin aiemmin ehdotetut algoritmit, erityisesti rajoitusverkoissa, joissa osittaisten päällekkäisyyksien osuus on suurempi.

**Tulos**

Ylimääräisistä topologisista rajoituksista

**Esimerkki 2.505**

Viivästysdiskonttausta, impulsiivisuuden käyttäytymismittaria, käytetään usein määrittämään ihmisen taipumusta valita pienempi, nopeampi palkkio (esim. 1 dollari tänään) suuremman, myöhemmän palkkion (2 dollaria huomenna) sijaan. Viivästysdiskonttaaminen ja sen suhde ihmisen päätöksentekoon on ajankohtainen aihe taloustieteissä ja käyttäytymistieteissä, koska pitkän aikavälin tavoitteiden ja lyhyen aikavälin toiveiden asettaminen vastakkain on yksi ihmisen päätöksenteon vaikeimmista tehtävistä [Hirsh et al., 2008]. Aikaisemmin kyselylomakkeisiin perustuvia pienimuotoisia tutkimuksia käytettiin yksilön viivästysdiskonttausasteen (delay discounting rate, DDR) ja hänen reaalimaailman käyttäytymisensä (esim. päihteiden väärinkäyttö) analysoimiseksi [Kirby et al., 1999]. Tässä tutkimuksessa käytämme laajamittaista sosiaalisen median analytiikkaa tutkiaksemme DDR:ää ja sen suhdetta ihmisten sosiaalisen median käyttäytymiseen (esim. Facebook-tykkäykset). Rakennamme myös laskennallisia malleja, joiden avulla voimme automaattisesti päätellä DDR:n sosiaalisen median tykkäyksistä. Tutkimuksemme on paljastanut mielenkiintoisia tuloksia.

**Tulos**

1 dollari tänään vai 2 dollaria huomenna? Vastaus löytyy Facebook-tykkäyksistäsi

**Esimerkki 2.506**

Tutkimme huolellisesti, kuinka hyvin konveksoitujen korvaavien häviöfunktioiden minimointi vastaa virheellisen luokittelun virhetason minimointia lineaarisilla ennustajilla suoritettavan binääriluokittelun ongelmassa. Tarkastelemme agnostista asetelmaa ja tutkimme takuita häviön minimoijan virheelliselle luokitteluvirheelle parhaan ennustajan marginaalivirheprosentin suhteen. Osoitamme, että pyrittäessä tällaiseen takuuseen saranahäviö on olennaisesti optimaalinen kaikkien koverien häviöiden joukossa.

**Tulos**

Virheellisen luokittelun virhemäärän minimointi käyttämällä konveksista korvaavaa tappiota (Surrogaatti)

**Esimerkki 2.507**

Tässä artikkelissa tutkitaan konvoluutioverkkoja, jotka vaativat rajoitettuja laskentaresursseja testaushetkellä. Kehitämme uuden verkkoarkkitehtuurin, joka on suorituskyvyltään samantasoinen kuin nykyaikaiset konvoluutioverkot ja joka helpottaa ennustamista kahdessa tilanteessa: (1) milloin tahansa tapahtuva ennustaminen, jossa verkon ennuste yhdelle esimerkille päivittyy asteittain, mikä helpottaa ennusteen antamista milloin tahansa, ja (2) erän laskentabudjetti, jossa esimerkkien luokitteluun on käytettävissä kiinteä määrä laskentatehoa, joka voidaan käyttää epätasaisesti "helpompien" ja "vaikeampien" esimerkkien kesken. Verkkoarkkitehtuurissamme käytetään moniulotteisia konvoluutioita ja asteittain kasvavia ominaisuustiedostoja, mikä mahdollistaa useiden luokittelijoiden kouluttamisen verkon välikerroksissa. Kokeet kolmella kuvanluokittelua koskevalla tietokokonaisuudella osoittavat arkkitehtuurimme tehokkuuden, erityisesti kun sitä mitataan luokittelutarkkuudella käytettävissä olevan laskentamäärän funktiona.

**Tulos**

Moniasteiset tiheät konvoluutioverkot tehokkaaseen ennustamiseen

**Esimerkki 2.508**

Tutkimme harvan koodauksen ja sanakirjojen oppimisen käyttöä monitehtävä- ja siirto-oppimisen yhteydessä. Oppimismenetelmämme keskeisenä oletuksena on, että tehtävien parametreja approksimoidaan hyvin sanakirjan atomien harvalukuisilla lineaarikombinaatioilla korkea- tai äärettömän ulottuvuuden avaruudessa. Tämä oletus yhdessä monitehtävä- ja siirto-oppimisympäristöissä käytettävissä olevan datan suuren määrän kanssa mahdollistaa sanakirjan periaatteellisen valinnan. Annamme rajat tämän lähestymistavan yleistysvirheelle molemmille asetuksille. Numeeriset kokeet yhdellä synteettisellä ja kahdella todellisella aineistolla osoittavat menetelmämme edut verrattuna yhden tehtävän oppimiseen, aiempaan menetelmään, joka perustuu tehtävien ortogonaaliseen ja tiheään esitykseen, ja siihen liittyvään menetelmään, jossa opitaan tehtävien ryhmittelyä.

**Tulos**

Monitehtävä- ja siirto-oppimisen harva koodaus

**Esimerkki 2.509**

Klassinen päätöksentekoteoria tarjoaa normatiivisen kehyksen monimutkaisten preferenssien esittämiseen ja päättelyyn. Tämän teorian suoraviivainen soveltaminen päätöksenteon automatisoimiseksi on vaikeaa, koska se aiheuttaa korkeita tiedustelukustannuksia. Tämän ongelman ratkaisemiseksi tutkijat ovat viime aikoina kehittäneet useita kvalitatiivisia, loogisia lähestymistapoja mieltymysten esittämiseen ja päättelyyn. Vaikka nämä logiikat ratkaisevat tehokkaasti joitakin ilmaisukykyyn liittyviä ongelmia, ne eivät ole osoittautuneet riittävän tehokkaiksi käytännön automaattisten päätöksentekojärjestelmien rakentamiseen. Tässä artikkelissa esitellään hybridilähestymistapa preferenssien selvittämiseen ja päätöksentekoon, joka perustuu klassiseen moniattribuuttien käyttöteoriaan, mutta jossa voidaan hyödyntää tehokkaasti kvalitatiivisten lähestymistapojen ilmaisuvoimaa. Olettaen, että kyseessä on osittain määritelty monilineaarinen hyötyfunktio, osoitamme, miten vertailulausuntoja päätösvaihtoehtojen luokista voidaan käyttää hyötyfunktion tarkempaan määrittämiseen ja siten ylioptimaalisten vaihtoehtojen tunnistamiseen. Tämä työ osoittaa, että kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset lähestymistavat voidaan integroida synergisesti tehokkaan ja joustavan päätöksenteon tukemisen tarjoamiseksi.

**Tulos**

Hybridilähestymistapa päättelyyn osittain selvitettyjen preferenssimallien avulla

**Esimerkki 2.510**

Analysoimme ja arvioimme online-gradienttilaskeutumisalgoritmia, jossa oppimisnopeutta mukautetaan koordinaatistokohtaisesti. Algoritmimme voidaan ajatella online-versiona eräkohtaisesta gradienttilaskeutumisesta, jossa on diagonaalinen esikäsittelylaite. Tämä lähestymistapa johtaa katumusrajoihin, jotka ovat vahvempia kuin tavallisen online-gradienttilaskeutumisalgoritmin katumusrajat yleisissä online-konveksisissa optimointiongelmissa. Kokeellisesti osoitamme, että algoritmimme on kilpailukykyinen suurten koneoppimisongelmien uusimpien algoritmien kanssa.

**Tulos**

Vähemmän katumusta online-kuntoutuksen kautta

**Esimerkki 2.511**

Johdamme rajat empiirisen riskien minimoinnin (ERM) otoskompleksisuudelle, kun minimoidaan ei-konveksisia riskejä, joilla on tiukka satulaominaisuus. Viimeaikainen kehitys ei-konveksaalisessa optimoinnissa on tuottanut tehokkaita algoritmeja tällaisten funktioiden minimointiin. Tuloksemme osoittavat, että nämä tehokkaat algoritmit ovat tilastollisesti stabiileja ja myös yleistyvät hyvin. Erityisesti johdamme nopeita nopeuksia, jotka muistuttavat rajoja, jotka usein saavutetaan vahvasti kupera-asetelmassa. Tarkennamme rajojamme pääkomponenttianalyysiin ja riippumattomaan komponenttianalyysiin. Tuloksemme ja tekniikkamme voivat tasoittaa tietä muiden tiukkojen satulaongelmien tilastollisille analyyseille.

**Tulos**

Nopeat nopeudet empiiriseen riskien minimointiin tiukoissa satulaongelmissa

**Esimerkki 2.512**

Käyttäjien mieltymysten integrointi on erittäin tärkeää monitavoiteoptimoinnissa, erityisesti monitavoiteoptimoinnissa. Preferenssit on jo pitkään otettu huomioon perinteisessä monikriteerisessä päätöksenteossa (MCDM), joka perustuu matemaattiseen ohjelmointiin. Viime aikoina se on integroitu monitavoitteiseen metaheuristiikkaan (MOMH), jolloin keskitytään Pareto-rintaman etuoikeutettuihin osiin koko Pareto-rintaman sijasta. Etusijaan perustuvia monitavoitteisia metaheuristiikkoja koskevien julkaisujen määrä on kasvanut nopeasti viime vuosikymmeninä. Erilaisia preferenssien käsittelymenetelmiä ja MOMH-menetelmiä on jo olemassa, ja niitä on yhdistelty monin eri tavoin. Tässä artikkelissa ehdotetaan, että tällä alalla kehitettyjen tulosten mallintamiseen ja systematisointiin käytetään Web Ontology Language (OWL) -kieltä. Esitetään katsaus olemassa olevaan työhön, jonka pohjalta rakennetaan ontologia, joka sisältää uusimpia tuloksia. OWL-ontologiasta tehdään julkinen ja avoin tuleville laajennuksille. Lisäksi ontologian käyttöä havainnollistetaan eri käyttötapauksissa, kuten insinöörisovellukseen sopivien menetelmien etsiminen, bibliometrinen analyysi, preferenssimallien ja MOMH-tekniikoiden yhdistelmien olemassaolon tarkistaminen sekä uusien tutkimusmahdollisuuksien ja avoimien tutkimuskysymysten löytäminen.

**Tulos**

Preferensseihin perustuvien monitavoitteisten metahyötyanalyysien ontologia

**Esimerkki 2.513**

Koneoppiminen on ollut suuri menestystarina tekoälyn nousun aikana. Yksi erityinen menestys liittyy valtavasta tietomäärästä tapahtuvaan valvomattomaan oppimiseen, vaikkakin suuri osa siitä liittyy vain yhteen tietomuotoon/tietotyyppiin kerrallaan. Huolimatta varhaisista väitteistä datan kohtuuttomasta tehokkuudesta on yhä useammin tunnustettu, että tietoa on hyödynnettävä aina, kun sitä on saatavilla tai sitä voidaan luoda tarkoituksenmukaisesti. Tässä asiakirjassa keskitymme käsittelemään tiedon välttämätöntä roolia monimutkaisten tekstien ja multimodaalisten tietojen syvällisemmässä ymmärtämisessä tilanteissa, joissa i) suuria määriä harjoitusdataa (merkittyjä/merkitsemättömiä) ei ole saatavilla tai niiden luominen on työlästä, ii) tunnistettavat kohteet (erityisesti teksti) ovat monimutkaisia (eli muutakin kuin pelkkiä entiteettejä - henkilöiden/paikkakuntien/organisaatioiden nimiä), kuten implisiittisiä entiteettejä ja erittäin subjektiivista sisältöä, ja iii) sovelluksissa on käytettävä toisiaan täydentävää tai toisiinsa liittyvää dataa useista eri modaliteeteista/medioista. Nopean edistyksen kynnyksellä on kyky a) luoda tietoa, joka vaihtelee kattavasta tai monialaisesta tietämyksestä ala- tai sovelluskohtaiseen tietämykseen, ja b) hyödyntää tietoa huolellisesti, jotta ML/NLP-tekniikoiden sovelluksia voidaan tehostaa tai laajentaa entisestään. Käyttämällä varhaisia tuloksia useissa erilaisissa tilanteissa - sekä tietotyyppien että sovellusten osalta - pyrimme ennakoimaan ennennäkemätöntä edistystä kyvyssämme ymmärtää ja hyödyntää multimodaalista dataa syvällisemmin.

**Tulos**

Tieto edistää koneiden sisällön ymmärtämistä: Ekstrapoloinnit nykyisistä esimerkeistä

**Esimerkki 2.514**

Yhdistetyn osa-alueen tehtäviin liittyvässä dialogijärjestelmässä keskusteluagentti vaihtaa usein useiden osa-alueiden välillä, ennen kuin se saa tehtävän onnistuneesti suoritettua. Tällaisessa skenaariossa tavallinen syvä vahvistusoppimiseen perustuva dialogiagentti voi kärsiä hyvän toimintatavan löytämisestä esimerkiksi seuraavien seikkojen vuoksi: kasvavat tila- ja toiminta-avaruudet, suuret näytteenottokompleksisuusvaatimukset, harva palkitseminen ja pitkä aikahorisontti. Tässä asiakirjassa ehdotamme hierarkkisen syvän vahvistusoppimisen lähestymistavan käyttöä, joka voi toimia eri ajallisilla mittakaavoilla ja joka on luonnostaan motivoitunut näiden ongelmien ratkaisemiseen. Hierarkkinen verkostomme koostuu kahdesta tasosta: ylätason metaohjaimesta osatavoitteiden valintaa varten ja alatason ohjaimesta dialogipolitiikan oppimista varten. Metaohjaimen valitsemat osatavoitteet ja sisäiset palkkiot voivat ohjata ohjainta tutkimaan tehokkaasti tila-toiminta-avaruutta ja lieventämään varapalkkio- ja pitkän horisontin ongelmia. Sekä simulaatioihin että ihmisen suorittamaan arviointiin perustuvat kokeet osoittavat, että mallimme on huomattavasti parempi kuin tasaiset syvät vahvistusoppimisagentit onnistumisprosentin, palkkioiden ja käyttäjien arvioinnin osalta.

**Tulos**

Tehtävän suorittamiseen perustuva dialogijärjestelmä hierarkkisen syväoppimisen avulla

**Esimerkki 2.515**

Ehdotamme monisuuntaista, monikielistä neuraalista konekääntämistä. Ehdotettu lähestymistapa mahdollistaa sen, että yksi neuraalinen käännösmalli voi kääntää useiden kielten välillä, ja parametrien määrä kasvaa vain lineaarisesti kielten määrän myötä. Tämä on mahdollista, koska käytössä on yksi ainoa huomiomekanismi, joka on yhteinen kaikille kielipareille. Koulutamme ehdotettua monitie- ja monikielistä mallia kymmenellä WMT'15:n kieliparilla samanaikaisesti ja havaitsemme selviä parannuksia suorituskykyyn verrattuna malleihin, jotka on koulutettu vain yhdellä kieliparilla. Havaitsemme erityisesti, että ehdotettu malli parantaa merkittävästi vähäresurssisten kieliparien käännöksen laatua.

**Tulos**

Monisuuntainen, monikielinen neuraalinen konekääntäminen jaetulla huomiomekanismilla varustettuna

**Esimerkki 2.516**

Esittelemme Confidence-Based Autonomy (CBA), vuorovaikutteisen algoritmin, jonka avulla voidaan oppia toimintatapoja demonstroinnin perusteella. CBA-algoritmi koostuu kahdesta komponentista, jotka hyödyntävät ihmisten ja tietokoneagenttien toisiaan täydentäviä kykyjä. Ensimmäisen komponentin, Confident Execution, avulla agentti voi tunnistaa tilat, joissa tarvitaan demonstraatiota, pyytää demonstraatiota ihmisopettajalta ja oppia politiikan hankittujen tietojen perusteella. Algoritmi valitsee demonstraatiot toimintojen valinnan luotettavuuden mittauksen perusteella, ja tuloksemme osoittavat, että Confident Executionia käyttämällä agentti tarvitsee vähemmän demonstraatioita politiikan oppimiseen kuin silloin, kun demonstraatiot valitsee ihmisopettaja. Toinen algoritmikomponentti, korjaava demonstraatio, antaa opettajalle mahdollisuuden korjata agentin tekemät virheet lisädemonstraatioiden avulla, jotta toimintapolitiikkaa ja tulevaa tehtäväsuoritusta voidaan parantaa. CBA:ta ja sen yksittäisiä komponentteja verrataan ja arvioidaan monimutkaisessa ajosimulaatiossa. Koko CBA-algoritmi johtaa parhaaseen yleiseen oppimistulokseen, sillä se jäljittelee onnistuneesti opettajan käyttäytymistä ja tasapainottaa samalla demonstraatioiden määrän ja virheellisten toimintojen määrän välistä kompromissia oppimisen aikana.

**Tulos**

Vuorovaikutteinen politiikan oppiminen luottamukseen perustuvan autonomian avulla

**Esimerkki 2.517**

Tässä asiakirjassa esitellään symbolisen suunnittelijan ja geometrisen tehtäväsuunnittelijan välinen rajapinta, joka eroaa tavallisesta liikeratasuunnittelijasta siinä, että ensin mainittu pystyy tekemään geometrista päättelyä abstrakteista kokonaisuuksista - tehtävistä. Uskomme, että tämä lähestymistapa helpottaa periaatteellisemman rajapinnan luomista symboliseen suunnitteluun ja jättää samalla geometriselle suunnittelijalle enemmän tilaa tehdä itsenäisiä päätöksiä. Näytämme, miten nämä kaksi suunnittelijaa voidaan liittää toisiinsa ja miten niiden suunnittelua ja takaisinkytkentää voidaan lomittaa toisiinsa. Esitämme myös näkemyksiä menetelmästä, jolla yhdistettyä järjestelmää voidaan käyttää, sekä kokeellisia tuloksia, joita voidaan käyttää vertailukohtana sekä yhdistetyn järjestelmän että geometrisen tehtäväsuunnittelijan tulevissa laajennuksissa.

**Tulos**

Kohti HTN-suunnittelun ja geometrisen tehtäväsuunnittelun yhdistämistä

**Esimerkki 2.518**

Verkko-oppimisen viimeaikaisessa kehityksessä on otettu käyttöön mukautuvan katumuksen ja dynaamisen katumuksen käsitteet, jotta voidaan selviytyä muuttuvissa ympäristöissä itsenäisesti. Tässä artikkelissa havainnollistamme näiden kahden käsitteen välisen luontaisen yhteyden osoittamalla, että dynaaminen katumus voidaan ilmaista mukautuvan katumuksen ja funktionaalisen vaihtelun avulla. Tämä havainto merkitsee, että vahvasti mukautuvia algoritmeja voidaan suoraan hyödyntää dynaamisen katumuksen minimoimiseksi. Tämän tuloksena esitämme joukon vahvasti mukautuvia algoritmeja, joiden dynaamiset katumukset ovat minimax-optimaalisia koverille funktioille, eksponentiaalisesti koverille funktioille ja vahvasti koverille funktioille. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen kerta, kun eksponentiaalisesti koverille funktioille vahvistetaan tällainen dynaamisen katumuksen raja. Lisäksi kaikki nämä adaptiiviset algoritmit eivät tarvitse ennakkotietoa funktion variaatiosta, mikä on merkittävä etu aiempiin dynaamisen katumuksen minimointiin erikoistuneisiin menetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Vahvasti mukautuva katumus edellyttää optimaalisesti dynaamista katumusta.

**Esimerkki 2.519**

Tässä artikkelissa ehdotetaan CF-NADE-arkkitehtuuria, joka on neurologinen autoregressiivinen arkkitehtuuri yhteissuodatustehtäviin ja joka perustuu rajoitettuun Boltzmannin koneeseen (Restricted Boltzmann Machine, RBM) perustuvaan CF-malliin ja neurologiseen autoregressiiviseen jakaumaestimaattoriin (Neural Autoregressive Distribution Estimator, NADE). Kuvaamme ensin CF-NADE-perusmallin CF-tehtäviä varten. Sitten ehdotamme mallin parantamista jakamalla parametreja eri luokitusten välillä. Lisäksi ehdotetaan CF-NADE:n faktoroitua versiota paremman skaalautuvuuden varmistamiseksi. Lisäksi otamme huomioon preferenssien ordinaalisen luonteen ja ehdotamme ordinaalista kustannusta CF-NADE:n optimoimiseksi, mikä osoittaa parempaa suorituskykyä. Lopuksi CF-NADE voidaan laajentaa syvälle ulottuvaan malliin, ja sen laskennallinen monimutkaisuus kasvaa vain hieman. Kokeelliset tulokset osoittavat, että yhdellä piilokerroksella varustettu CF-NADE päihittää kaikki aiemmat huipputason menetelmät MovieLens 1M-, MovieLens 10M- ja Netflix-tietoaineistoissa, ja lisäämällä piilokerroksia voidaan suorituskykyä parantaa entisestään.

**Tulos**

Neuraalinen autoregressiivinen lähestymistapa yhteissuodatukseen

**Esimerkki 2.520**

Verkkoturvallisuuden arviointi on monimutkainen ja vaikea tehtävä. Hyökkäyskäyrästöjä on ehdotettu työkaluksi, jonka avulla verkonvalvojat voivat ymmärtää verkkojensa mahdollisia heikkouksia. Aiemmissa tätä aihetta koskevissa töissä ei kuitenkaan ole vielä käsitelty erästä ongelmaa, nimittäin sitä, miten hyökkäyskaavion analyysin tuloksena syntyneet hyökkäysreitit todella toteutetaan ja validoidaan. Tässä asiakirjassa esitellään hyökkäysmallin täydellinen PDDL-esitys ja toteutus, jolla suunnittelija integroidaan tunkeutumistestityökaluun. Näin voidaan automaattisesti luoda hyökkäyspolkuja tunkeutumistestiskenaarioita varten ja validoida nämä hyökkäykset suorittamalla vastaavat toimet - myös hyökkäykset - todellista kohdeverkkoa vastaan. Esittelemme algoritmin, jolla tunkeutumistestityökalussa olevat tiedot muunnetaan suunnittelualueelle, ja osoitamme, miten hyökkäysgraafien skaalautuvuusongelmat voidaan ratkaista nykyisillä suunnittelijoilla. Analysoimme ratkaisumme suorituskykyä ja osoitamme, miten mallimme skaalautuu keskikokoisiin verkkoihin ja nykyisissä tunkeutumistestityökaluissa käytettävissä olevien toimien määrään.

**Tulos**

Hyökkäyksen suunnittelu todellisessa maailmassa

**Esimerkki 2.521**

Kovien reaaliaikaisten hakuongelmien ratkaisemiseen käytetyillä heuristiikoilla on alueita, joilla on painumia. Tällaiset alueet ovat hakuavaruuden rajattuja alueita, joilla heuristinen funktio on epätarkka verrattuna ratkaisun saavuttamisen todellisiin kustannuksiin. Varhaiset reaaliaikaiset hakualgoritmit, kuten LRTA∗, jäävät helposti jumiin näille alueille, koska niiden tilojen heuristisia arvoja voidaan joutua päivittämään useita kertoja, mikä johtaa kalliisiin ratkaisuihin. Uusimmat reaaliaikaiset hakualgoritmit, kuten LSS-LRTA∗ tai LRTA∗(k), parantavat LRTA∗:n heuristiikan päivitysmekanismia, mikä parantaa suorituskykyä. Nämä algoritmit eivät kuitenkaan ohjaa hakua välttämään masentuneita alueita. Tässä asiakirjassa esitellään masennuksen välttäminen, yksinkertainen reaaliaikaisen haun periaate, jolla hakua ohjataan välttämään tiloja, jotka on merkitty osaksi heuristista masennusta. Ehdotamme kahta tapaa, joilla masennuksen välttäminen voidaan toteuttaa: merkitse ja vältä ja siirry rajalle. Toteutamme nämä strategiat LSS-LRTA∗:n ja RTAA∗:n päälle, jolloin syntyy neljä uutta reaaliaikaista heuristista hakualgoritmia: aLSS-LRTA∗, daLSS-LRTA∗, aRTAA∗ ja daRTAA∗. Kun tavoitteena on löytää yksi ainoa ratkaisu ajamalla reaaliaikainen hakualgoritmi kerran, osoitamme, että daLSS-LRTA∗ ja daRTAA∗ ovat edeltäjiään parempia, joskus jopa yhden kertaluokan verran. Neljästä uudesta algoritmista daRTAA∗ tuottaa parhaat ratkaisut, kun suunnittelujakson keskimääräiselle ajalle asetetaan kiinteä määräaika. Todistamme, että kaikilla algoritmeillämme on hyvät teoreettiset ominaisuudet: äärellisissä hakuavaruuksissa ne löytävät ratkaisun, jos sellainen on olemassa, ja konvergoituvat optimaaliseen ratkaisuun useiden kokeilujen jälkeen.

**Tulos**

Laman välttäminen ja välttäminen reaaliaikaisessa heuristisessa haussa

**Esimerkki 2.522**

Voittomarginaali on helppo laskea monissa vaalijärjestelmissä, mutta vaikea IRV-menettelyssä (Instant Runoff Voting). Tämä on tärkeää, koska vaalituloksen oikeellisuutta koskevat väitteet perustuvat yleensä vaalimarginaalin suuruuteen. Esimerkiksi riskinrajoitustarkastukset edellyttävät voittomarginaalin tuntemista, jotta voidaan määrittää, kuinka paljon tarkastuksia tarvitaan. Tässä artikkelissa esitellään käytännöllinen haarautumisalgoritmi IRV:n tarkkaa marginaalin laskentaa varten, joka parantaa huomattavasti nykyistä tunnetuinta lähestymistapaa. Vaikka algoritmimme on pahimmassa tapauksessa eksponentiaalinen, se toimii käytännössä tehokkaasti kaikissa löytämissämme todellisissa esimerkeissä. Pystymme löytämään tehokkaasti tarkat marginaalit vaalitapauksissa, joita ei voida ratkaista nykyisellä huipputekniikalla.

**Tulos**

Tarkkojen IRV-marginaalien tehokas laskenta

**Esimerkki 2.523**

Useimmat nykyaikaiset nimettyjen entiteettien tunnistusjärjestelmät (NER-järjestelmät) perustuvat käsityönä laadittujen piirteiden käyttöön ja muiden NLP-tehtävien, kuten puheosien merkitsemisen ja tekstin pilkkomisen, tuloksiin. Tässä työssä ehdotamme kielestä riippumatonta NER-järjestelmää, joka käyttää ainoastaan automaattisesti opittuja piirteitä. Lähestymistapamme perustuu CharWNN-syvään neuroverkkoon, joka käyttää sana- ja merkkitason representaatioita (embeddings) peräkkäisen luokittelun suorittamiseen. Teemme laajan määrän kokeita käyttäen kahta kommentoitua korpusta kahdella eri kielellä: HAREM I -korpus, joka sisältää portugalinkielisiä tekstejä, ja SPA CoNLL-2002 -korpus, joka sisältää espanjankielisiä tekstejä. Kokeilutuloksemme valaisevat neuraalisten merkkien sulautusten merkitystä NER:ssä. Lisäksi osoitamme, että sama neuroverkko, jota on menestyksekkäästi sovellettu POS-tunnisteiden merkitsemiseen, voi saavuttaa huipputuloksia myös kielestä riippumattomassa NER:ssä, kun käytetään samoja hyperparametreja ja ilman mitään käsityönä tehtyjä piirteitä. HAREM I -korpuksen osalta CharWNN päihittää huippuluokan järjestelmän 7,9 pisteen F1-tuloksella koko skenaariossa (kymmenen NE-luokkaa) ja 7,2 pisteen F1-tuloksella valikoivassa skenaariossa (viisi NE-luokkaa).

**Tulos**

Nimettyjen entiteettien tunnistuksen tehostaminen neuraalisten merkkien sulautusten avulla

**Esimerkki 2.524**

World Wide Web ei enää koostu pelkästään HTML-sivuista. Työmme valottaa useita Internetin suuntauksia, jotka menevät pelkkiä verkkosivuja pidemmälle. Piilotettu verkko tarjoaa runsaasti tietoa puolistrukturoidussa muodossa, johon pääsee käsiksi verkkolomakkeiden ja verkkopalvelujen kautta. Näissä palveluissa ja lukuisissa muissa Web-sovelluksissa käytetään yleisesti XML:ää eli eXtensible Markup Language -merkintäkieltä. XML:stä on tullut Internetin kieli, jonka avulla voidaan määritellä räätälöityjä merkintöjä tiettyjä aloja varten. XML:n lisäksi semanttinen web kasvaa yleisenä strukturoidun tiedon lähteenä. Tässä työssä selvitetään ensin kukin näistä kehityskuluista yksityiskohtaisesti. Sen jälkeen osoitamme nykyään hyvin kiinnostavilta tieteenaloilta saatujen esimerkkien avulla, miten nämä uudet kehityssuuntaukset voivat auttaa tietojen hallinnassa, keräämisessä ja järjestämisessä Webissä. Samalla havainnollistamme myös näiden alojen nykyisiä tutkimuskohteita. Uskomme, että tämä ponnistus auttaisi yhdistämään useita tietokantoja ja houkuttelisi siten tutkijoita laajentamaan tietokantateknologiaa.

**Tulos**

Piilotettu verkko, XML ja semanttinen verkko: Tieteellisen tiedonhallinnan näkökulmat

**Esimerkki 2.525**

Satoja miljoonia aktiivisia käyttäjiä palvelevan sähköisen kaupankäynnin suosittelujärjestelmän suunnittelu on valtava haaste. Tärkeimpänä moduulina käytettävä luokittelustrategia on suunniteltava huolellisemmin. Löydämme kaksi keskeistä tekijää, jotka vaikuttavat käyttäjien käyttäytymiseen: houkutteleva tuotesisältö ja yhteensopivuus käyttäjien kiinnostuksen kohteiden kanssa. Näiden tekijöiden erottamiseksi luokittelumallin on ymmärrettävä käyttäjiä ihmisen näkemyksen näkökulmasta. Tässä artikkelissa ehdotetaan Telepathia, näköön perustuvaa arkkitehtuuria, joka simuloi ihmisen näköjärjestelmää poimimaan keskeiset visuaaliset signaalit, jotka houkuttelevat käyttäjiä näytettyyn kohteeseen, ja luomaan näköaktivointeja, sekä simuloimaan aivokuorta ymmärtämään käyttäjien kiinnostusta selattujen kohteiden aktivointien perusteella. Telepath on CNN:n, RNN:n ja DNN:n yhdistelmä. Käytännössä Telepath-malli on otettu käyttöön JD:n online-suosittelujärjestelmässä ja mainontajärjestelmässä. Yhden JD-sovelluksen tärkeimmän tuotesuosituslohkon osalta CTR, GMV ja tilaukset ovat kasvaneet 1,59 %, 8,16 % ja 8,71 %. JD DSP:n useiden tärkeimpien mainosjulkaisijoiden osalta CTR, GMV ja ROI ovat kasvaneet 6,58 %, 61,72 % ja 65,57 % ensimmäisellä käynnistyskerralla ja edelleen 2,95 %, 41,75 % ja 41,37 % toisella käynnistyskerralla.

**Tulos**

Telepaatti: Käyttäjien ymmärtäminen laajamittaisten suosittelujärjestelmien ihmiskuvanäkökulmasta

**Esimerkki 2.526**

Maalaisjärjellä perustuvan tiedon oppiminen luonnollisen kielen tekstistä ei ole yksinkertaista raportointivääristymien vuoksi: ihmiset harvoin ilmoittavat itsestäänselvyyksiä, esimerkiksi "taloni on isompi kuin minä". Vaikka tämä triviaali arkipäiväinen tieto harvoin ilmaistaan eksplisiittisesti, se kuitenkin vaikuttaa siihen, miten ihmiset puhuvat maailmasta, mikä antaa epäsuoria vihjeitä maailman päättelyyn. Esimerkiksi lausuma kuten "Johannes meni taloonsa" viittaa siihen, että hänen talonsa on suurempi kuin Johanneksen. Tässä artikkelissa esittelemme lähestymistavan, jolla voidaan päätellä tekojen ja esineiden suhteellista fyysistä tietoa kuudella ulottuvuudella (esim. koko, paino ja vahvuus) jäsentymättömästä luonnollisen kielen tekstistä. Kehitämme tiedonhankinnan kahden läheisesti toisiinsa liittyvän ongelman yhteisenä päättelynä: 1) esineparien suhteellisen fyysisen tiedon oppiminen ja 2) toimien fyysisten vaikutusten oppiminen, kun niitä sovelletaan näihin esinepareihin. Empiiriset tulokset osoittavat, että kielestä on mahdollista poimia tietoa toimista ja esineistä ja että eri tietämystyyppejä koskeva yhteinen päättely parantaa suorituskykyä.

**Tulos**

Verbi Fysiikka: Toimintojen ja kohteiden suhteellinen fysikaalinen tuntemus

**Esimerkki 2.527**

Ehdotamme yleistä tietoteoreettista lähestymistapaa nimeltä SERAPH (SEmi-supervised metRic leArning Paradigm with Hyper-sparsity) metriikan oppimiseen, joka ei perustu moninaisuusoletukseen. Mahalanobis-etäisyydellä parametrisoidun todennäköisyyden perusteella maksimoimme kyseisen todennäköisyyden entropian merkityillä tiedoilla ja minimoimme sen merkitsemättömillä tiedoilla entropiasäännöstelyn jälkeen, mikä mahdollistaa valvottujen ja valvomattomien osien integroinnin luonnollisella ja mielekkäällä tavalla. Lisäksi SERAPH on säännelty kannustamalla metriikasta indusoitua matalan sijan projektiota. SERAPH:n optimointi ratkaistaan tehokkaasti ja vakaasti EM:n kaltaisella järjestelmällä, jossa on analyyttinen E-vaihe ja kovera M-vaihe. Kokeet osoittavat, että SERAPH on vertailukelpoinen monien tunnettujen globaalien ja paikallisten metriikan oppimismenetelmien kanssa.

**Tulos**

Informaatioteoreettinen puolivalvottu metrinen oppiminen entropiasäännöstelyn avulla

**Esimerkki 2.528**

M-estimaattoreiden käyttö yleistetyissä lineaarisissa regressiomalleissa korkea-ulotteisissa ympäristöissä edellyttää riskin minimointia kovien L0-rajoitusten kanssa. Tunnetuista menetelmistä projisoidun gradientin laskeutumisen (tunnetaan myös nimellä iterative hard thresholding (IHT)) luokka tarjoaa tunnetusti nopeimmat ja skaalautuvimmat ratkaisut. Nykytilanteessa näitä menetelmiä voidaan kuitenkin analysoida vain erittäin rajoitetuissa olosuhteissa, jotka eivät päde korkea-ulotteisissa tilastollisissa malleissa. Tässä työssä kurotaan umpeen tämä aukko tarjoamalla ensimmäinen analyysi IHT-tyyppisille menetelmille korkea-ulotteisessa tilastollisessa ympäristössä. Rajauksemme ovat tiukat ja vastaavat tunnettuja minimax-alarajoja. Tuloksemme perustuvat yleiseen analyysikehykseen, jonka avulla voimme analysoida useita suosittuja kovan kynnystyksen tyylin algoritmeja (kuten HTP, CoSaMP, SP) korkea-ulotteisessa regressioasetelmassa. Laajennamme analyysimme myös koskemaan suurta "täysin korjaavien menetelmien" perhettä, joka sisältää kaksivaiheiset ja osittaiset kovan kynnyksen algoritmit. Osoitamme, että tuloksemme pätevät harvan regression ongelmaan sekä matalien matriisien palautukseen.

**Tulos**

Iteratiivisista kovista kynnysarvomenetelmistä korkea-ulotteista M-estimointia varten

**Esimerkki 2.529**

Systemaattisten katsausten tärkeimpänä tehtävänä on abstraktien seulonta eli otsikoihin ja tiivistelmiin perustuvasta tietokantahausta löydettyjen, usein satojen tai tuhansien epäolennaisten viittausten poissulkeminen. Näin ollen systemaattisen katsauksen laatimisalusta, jolla voidaan automatisoida abstraktien seulontaprosessi, on erittäin tärkeä. Tähän tehtävään on ehdotettu useita menetelmiä. Näiden menetelmien soveltuvuutta systemaattisen katsauksen alustaan on kuitenkin hyvin vaikea ymmärtää, koska seuraavat haasteet ovat olemassa: (1) ehdotettujen menetelmien arvioinnissa käytetään eri metriikoita, jotka eivät ole päällekkäisiä, (2) käytetään ominaisuuksia, joita on hyvin vaikea kerätä, (3) arvioinnissa käytetään pientä katsausten joukkoa ja (4) menetelmiä ei ole testattu tilastollisesti tai ryhmitelty vastaavuuden perusteella. Tässä asiakirjassa käytämme ominaisuuksien esittämistä, joka voidaan poimia viittauskohtaisesti. Arvioimme SVM-pohjaisia menetelmiä (yleisesti käytettyjä) suurella joukolla arvosteluja (61) ja mittareita (11), jotta voimme ryhmitellä menetelmät vastaaviksi vankan tilastollisen testin perusteella. Analyysimme sisältää myös metriikoiden vahvan vaihtelun 500x2-ristiinvalidoinnin avulla. Vaikka jotkin menetelmät loistavat eri metriikoilla ja eri tietokokonaisuuksilla, ei ole olemassa yhtä menetelmää, joka hallitsisi joukkoa. Lisäksi havaitsemme, että joissakin tapauksissa relevantit (mukana olevat) viittaukset voidaan löytää, kun niistä on seulottu vain 15-20 prosenttia varmuuteen perustuvan otannan avulla. Muutamilla sisällytetyillä viittauksilla on poikkeavia piirteitä, ja ne voidaan löytää vasta hyvin monen seulontavaiheen jälkeen. Lopuksi esitellään ensemble-algoritmi, jonka avulla voidaan tuottaa 5 tähden luokitus viittauksille niiden relevanssin perusteella. Tällaisessa algoritmissa yhdistyvät arvioinnin parhaat menetelmät, ja sen 5 tähden luokituksen avulla saadaan helpommin omaksuttava ennuste.

**Tulos**

Laajamittainen tutkimus SVM-pohjaisista menetelmistä systemaattisten katsausten abstraktien seulonnassa \*

**Esimerkki 2.530**

Neuroverkkoja on hiljattain ehdotettu monimerkkiluokittelua varten, koska ne pystyvät tallentamaan ja mallintamaan merkkien riippuvuudet ulostulokerroksessa. Tässä työssä tutkimme BP-MLL:n rajoituksia, sillä se on neuroverkkoarkkitehtuuri, jonka tavoitteena on minimoida pareittainen luokitteluvirhe. Sen sijaan ehdotamme verrattain yksinkertaisen NN-lähestymistavan ja hiljattain ehdotettujen oppimistekniikoiden käyttämistä laajamittaisissa monimerkkiluokitustehtävissä. Näytämme erityisesti, että BP-MLL:n ranking-menetyksen minimointi voidaan korvata tehokkaasti ja vaikuttavasti yleisesti käytetyllä cross entropy -virhefunktiolla, ja osoitamme, että useita neuroverkkojen koulutuksessa saavutettuja edistysaskeleita, joita on kehitetty syväoppimisen alalla, voidaan käyttää tehokkaasti tässä ympäristössä. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että yksinkertaiset NN-mallit, jotka on varustettu edistyksellisillä tekniikoilla, kuten oikaistuilla lineaarisilla yksiköillä, dropout-menetelmällä ja AdaGrad-menetelmällä, suoriutuvat yhtä hyvin tai jopa paremmin kuin uusimmat lähestymistavat kuudessa laajamittaisessa tekstiaineistossa, joilla on erilaisia ominaisuuksia.

**Tulos**

Tekstien luokittelu usean merkin avulla - neuroverkkoja uudelleen tarkastelemalla

**Esimerkki 2.531**

Leikkaustasomenetelmä on täydentävä rajoitettu optimointimenetelmä, jota käytetään usein jatkuvan alueen optimointitekniikoissa, kuten lineaarisissa ja koverissa ohjelmissa. Tutkimme samanlaisen idean toteutettavuutta viestien välityksessä - joka tuottaa kokonaisratkaisuja kahden kombinatorisen ongelman yhteydessä: 1) Traveling Salesman Problem (TSP) -ongelmaa varten ehdotamme Held-Karpin muotoiluun perustuvaa tekijä-graafia, jossa on eksponentiaalinen määrä rajoitustekijöitä, joista kullakin on eksponentiaalinen, mutta harva taulukkomuoto. 2) Modulaarista optimointia käyttävää graafin jakamista (eli yhteisön louhintaa) varten esitämme binäärimuuttujamallin, jossa on suuri määrä rajoitteita, jotka pakottavat muodostamaan klikkejä. Molemmissa tapauksissa pystymme johtamaan yllättävän yksinkertaisia viestien päivityksiä, jotka johtavat kilpailukykyisiin ratkaisuihin vertailutapauksissa. Erityisesti TSP:n osalta pystymme löytämään lähes optimaalisia ratkaisuja ajassa, joka empiirisesti kasvaa N:n kanssa, mikä osoittaa, että lisäys on käytännöllistä ja tehokasta.

**Tulos**

Augmentatiivinen viestien välitys kiertävän myyntimiehen ongelmaa ja graafin jakamista varten

**Esimerkki 2.532**

Ehdotamme loogiseen ohjelmointiin perustuvaa kehystä liiketoimintaprosessien esittämistä ja päättelyä varten sekä proseduraalisesta että ontologisesta näkökulmasta. Tavoitteenamme on erityisesti kolme: (1) määritellä looginen kieli ja muodollinen semantiikka prosessimalleille, jotka on rikastettu ontologiapohjaisilla merkinnöillä; (2) tarjota tehokas päättelymekanismi, joka tukee sellaisten päättelypalvelujen yhdistämistä, jotka käsittelevät prosessimallin rakenteellista määrittelyä, sen käyttäytymistä ja siihen osallistuviin liiketoimintayksiköihin liittyvää toimialatietoa; (3) toteuttaa tällainen teoreettinen kehys prosessien mallintamis- ja päättelyalustaksi. Tätä varten määrittelemme prosessiontologian, jossa käytetään suositun BPMN-mallinnusnotaation asiaankuuluvaa osaa. Prosessin käyttäytymissemantiikka määritellään tilasiirtymäjärjestelmäksi noudattamalla Fluent Calculuksen kaltaista lähestymistapaa, ja sen avulla voimme määritellä tilamuutokset toimintojen toteuttamisen ennakkoehtojen ja vaikutusten avulla. Tämän jälkeen osoitamme, miten proseduraalinen prosessitieto voidaan integroida saumattomasti toimialuetietoon, joka on määritelty käyttämällä OWL 2 RL -sääntöpohjaista ontologiakieltä. Kehyksemme tarjoaa laajan valikoiman päättelypalveluja, kuten CTL-mallin tarkistuksen, joka voidaan suorittaa käyttämällä tavanomaisia loogisen ohjelmoinnin päättelymoottoreita tavoitteellisen, tehokkaan, järkevän ja täydellisen arviointimenettelyn avulla. Esittelemme myös ehdotetun kehyksen toteuttavan ohjelmistoympäristön ja raportoimme järjestelmän kokeellisesta arvioinnista, jonka tulokset ovat rohkaisevia ja osoittavat lähestymistavan toimivuuden.

**Tulos**

Ontologiapohjainen prosessimallien esittäminen ja päättely: Looginen ohjelmointi

**Esimerkki 2.533**

Tässä lyhyessä artikkelissa käsitellään Nashin likimääräisten tasapainojen esittämiseen ja laskemiseen tarkoitettuja diskretointijärjestelmiä, ja siinä keskitytään graafisiin peleihin, mutta käsitellään lyhyesti myös normaalimuodon ja monimatriisipelejä. Tärkein tekninen kontribuutio on esitysteoreema, jossa todetaan epävirallisesti, että jokaisen tarkan Nash-tasapainon huomioon ottamiseksi käyttämällä läheistä likimääräistä Nash-tasapainoa sekastrategioiden ruudukossa riittää yhtenäinen diskretointikoko, joka on lineaarinen approksimaation laadun käänteisluvun ja luonnollisten pelien esitysparametrien suhteen. Graafisten pelien osalta luonnollisissa olosuhteissa diskretisointi on logaritminen suhteessa pelin esityskokoon, mikä on huomattava parannus aiemmin vaadittuun lineaariseen riippuvuuteen verrattuna. Tutkielmalla on viisi muuta tavoitetta: (1) korostaa sitä tärkeää, mutta usein huomiotta jätettyä roolia, joka tekoälyn rajoitusverkkojen parissa tehdyllä työllä on yksinkertaistettaessa likimääräisten Nashin tasapainojen laskentaan käytettävien algoritmien johtamista ja analysointia; (2) tehdä yhteenveto likimääräisten Nashin tasapainojen laskennan uusimmasta tekniikasta painottaen sen merkitystä graafisten pelien kannalta; (3) auttaa selventämään harvan diskretisoinnin ja harvan tuen tekniikoiden välistä eroa; (4) havainnollistaa ja puolustaa esitysteoremin muodollisen todistuksen tarkoituksellista matemaattista yksinkertaisuutta; ja (5) luetella ja keskustella tärkeistä avoimista ongelmista, painottaen graafisten pelien yleistyksiä, joita tekoäly-yhteisö on sopivin ratkaisemaan.

**Tulos**

Harvasta diskretisoinnista graafisissa peleissä

**Esimerkki 2.534**

Automaattinen kuvausten tuottaminen luonnollisista kuvista on haastava ongelma, joka on viime aikoina herättänyt paljon kiinnostusta tietokonenäön ja luonnollisen kielen prosessointiyhteisöissä. Tässä katsauksessa luokittelemme olemassa olevat lähestymistavat sen perusteella, miten ne käsitteellistävät ongelman, eli malleihin, joissa kuvailu esitetään joko kuvauksen tuottamisongelmana tai hakuongelmana visuaalisessa tai multimodaalisessa esitysavaruudessa. Esitämme yksityiskohtaisen katsauksen olemassa olevista malleista ja korostamme niiden etuja ja haittoja. Lisäksi esitämme yleiskatsauksen vertailukuvatietoaineistoista ja arviointimittareista, joita on kehitetty koneellisesti tuotettujen kuvakuvausten laadun arvioimiseksi. Lopuksi esitämme tulevaisuuden suuntaviivoja automaattisen kuvakuvausten tuottamisen alalla.

**Tulos**

Automaattinen kuvauksen luominen kuvista: Mallien, aineistojen ja arviointimittareiden katsaus.

**Esimerkki 2.535**

Tarkastelemme stokastista approksimaatio-ongelmaa, jossa kupera funktio on minimoitava, kun tiedetään vain sen gradienttien puolueettomat estimaatit tietyissä pisteissä, mikä on kehys, joka sisältää empiirisen riskin minimointiin perustuvia koneoppimismenetelmiä. Keskitymme ongelmiin, joissa ei ole voimakasta koveruutta ja joissa kaikki aiemmin tunnetut algoritmit saavuttavat funktioarvojen osalta konvergenssinopeuden O(1/ √).

**Tulos**

Ei-vahvasti konveksinen sileä stokastinen approksimaatio, jonka konvergenssinopeus on O(1/n).

**Esimerkki 2.536**

Hajautetussa luokittelussa kukin oppija tarkkailee ympäristöään ja päättelee luokittelijan. Koska oppijalla on vain paikallinen näkemys ympäristöstään, luokittelijoita voidaan vaihtaa oppijoiden kesken ja integroida tai yhdistää tarkkuuden parantamiseksi. Yhdistämistä ei kuitenkaan ole määritelty useimmille luokittelijoille. Lisäksi yhdistettävät luokittelijat voivat olla erityyppisiä esimerkiksi ad-hoc-verkoissa, joissa useiden sukupolvien anturit voivat luoda luokittelijoita. Otamme käyttöön päätösavaruudet mahdollisesti erilaisten luokittelijoiden yhdistämisen kehyksenä. Tutkimme yhdistämisoperaatiota muodollisesti algebrana ja todistamme, että se täyttää joukon toivottuja ominaisuuksia. Ajan vaikutusta käsitellään kahdessa tärkeimmässä tiedonlouhintaympäristössä. Ensinnäkin päätösavaruuksia voidaan luonnollisesti käyttää epästationaaristen jakaumien, kuten sensoriverkkojen keräämien tietojen, kanssa, koska mallin vaikutus heikkenee ajan myötä. Toiseksi esitellään lähestymistapa stationaarisille jakaumille, kuten homogeenisille tietokannoille, jotka on jaettu eri oppijoiden kesken, jolla varmistetaan, että kaikilla malleilla on sama vaikutus. Esittelemme myös menetelmän, jossa tallennustilaa käytetään joustavasti erityyppisten hajoamistapojen aikaansaamiseksi ei-stationäärisille jakaumille. Lopuksi osoitamme, että yhdistämistä varten kehitettyä algebrallista lähestymistapaa voidaan käyttää myös muiden operaattoreiden käyttäytymisen analysointiin.

**Tulos**

Algebra heterogeenisten luokittelijoiden yhdistämiseksi

**Esimerkki 2.537**

Tässä asiakirjassa käytämme sumean logiikan periaatteita kehittääksemme yleisen mallin, joka kuvaa useita järjestelmän toimintaan liittyviä prosesseja, joille on ominaista tietynasteinen epämääräisyys ja/tai epävarmuus. Tätä varten vastaavan prosessin päävaiheet esitetään järjestelmän suorituskykyä kussakin vaiheessa kuvaavien kielellisten merkintöjen sumeina osajoukkoina. Esittelemme myös kolme vaihtoehtoista sumean järjestelmän tehokkuuden mittaria, jotka liittyvät yleiseen malliimme. Näihin mittareihin kuuluvat järjestelmän mahdollinen kokonaisepävarmuus, Shannonin entropia, joka on asianmukaisesti muunnettu käytettäväksi sumeassa ympäristössä, ja "keskipiste"-menetelmä, jossa jäsenyysfunktion kuvaajan massakeskipisteen koordinaatit tarjoavat vaihtoehtoisen järjestelmän suorituskyvyn mittarin. Edellä mainittujen mittareiden etuja ja haittoja käsitellään, ja niiden yhdistettyä käyttöä ehdotetaan, jotta vastaavasta tilanteesta saataisiin luotettava matemaattinen analyysi. Matemaattista mallinnusprosessia varten kehitetään myös sovellus, joka havainnollistaa tulostemme käyttöä käytännössä.

**Tulos**

Tutkimus sumeista järjestelmistä

**Esimerkki 2.538**

Digitalisoitujen asiakirjojen nopea lisääntyminen synnyttää suuren kysynnän asiakirjojen kuvahakuun. Perinteiset asiakirjakuvien hakumenetelmät perustuvat monimutkaiseen OCR-pohjaiseen tekstintunnistukseen ja tekstin samankaltaisuuden havaitsemiseen, mutta tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta sisältöpohjaista lähestymistapaa, jossa kiinnitetään enemmän huomiota ominaisuuksien poistoon ja yhdistämiseen. Ehdotetussa lähestymistavassa asiakirjakuvista poimitaan useita piirteitä eri CNN-malleilla. Tämän jälkeen uutetut CNN-piirteet pelkistetään ja fuusioidaan painotetuksi keskimääräiseksi piirteeksi. Lopuksi asiakirjakuvat asetetaan paremmuusjärjestykseen sen perusteella, kuinka samankaltaisia ne ovat kyselyn kohteena olevan kuvan kanssa. Kokeellinen menettely suoritetaan ryhmälle asiakirjakuvia, jotka on muunnettu akateemisista papereista, jotka sisältävät sekä englannin- että kiinankielisiä asiakirjoja. Tulokset osoittavat, että ehdotetulla lähestymistavalla on hyvä kyky hakea asiakirjakuvia, joilla on samanlainen tekstisisältö, ja CNN-ominaisuuksien fuusio voi tehokkaasti parantaa hakutarkkuutta.

**Tulos**

Sisältöön perustuva samankaltaisten asiakirjojen kuvien haku CNN-ominaisuuksien yhdistämisen avulla

**Esimerkki 2.539**

Tässä artikkelissa kuvaamme tietokokonaisuutta, joka liittyy solu- ja fyysisiin olosuhteisiin potilailla, jotka on leikattu paksusuolen kasvainten poistamiseksi. Nämä tiedot antavat ainutlaatuisen käsityksen immunologisesta tilasta kasvaimen poistohetkellä, kasvaimen luokittelusta ja leikkauksen jälkeisestä eloonjäämisestä. Rakennamme tämän datan klusterointi- ja koneoppimisnäkökulmia koskevan olemassa olevan tutkimuksen pohjalta ja osoitamme, että kokonaisvaltainen lähestymistapa voi tuoda esiin potilaita, joilla on selkeämmät ennusteparametrit. Tulokset eloonjäämisen ennustamisesta kolmella eri lähestymistavalla esitetään vaikeimmin mallinnettavan aineiston osajoukon osalta. Kunkin mallin suorituskykyä verrataan aineiston osajoukkoihin, joissa saavutetaan jonkinlainen yhteisymmärrys useamman mallin osalta. Mallien tarkkuudessa voidaan saavuttaa merkittäviä parannuksia näkymättömällä testijoukolla niiden potilaiden osalta, joiden osalta mallien välillä saavutetaan yhteisymmärrys. Avainsanat: kokonaisvaltainen oppiminen; antioppiminen; kolorektaalisyöpä.

**Tulos**

Kolorektaalisyövän eloonjäämisprosenttien oppiminen kokonaisuuksina

**Esimerkki 2.540**

Korkeakouluopiskelijan elämä voidaan jakaa ensisijaisesti sellaisiin aloihin kuin koulutus, terveys, sosiaaliset ja muut toiminnot, joihin voivat kuulua päivittäiset askareet ja matkustaminen. Ajanhallinta on ratkaisevan tärkeää jokaiselle opiskelijalle. Sen vuoksi on tärkeää, että opiskelija ymmärtää itse, kuinka paljon aikaa hän käyttää päivittäin eri aloihin, jotta hän voi maksimoida tehokkaan tuloksensa. Tässä artikkelissa esitellään, miten sumeaa logiikkaa ja GPS-järjestelmää (Global Positioning System) käyttävä mobiilisovellus analysoi opiskelijan elämäntapaa ja antaa tulosten perusteella suosituksia ja ehdotuksia. Avainsanat: Sumea logiikka, GPS, Android-sovellus.

**Tulos**

Sumea logiikkajärjestelmä opiskelijan elämäntavan analysoimiseksi

**Esimerkki 2.541**

Kohteiden tunnistaminen ja paikantaminen ovat tärkeitä tietokonenäön tehtäviä. Tässä työssä keskitytään kontekstuaalisen tiedon sisällyttämiseen kohteiden tunnistamisen ja paikantamisen parantamiseksi. On esimerkiksi luonnollista odottaa, ettei norsu ilmesty keskelle merta. Tarkastelemme yksinkertaista lähestymistapaa, jolla voidaan kiteyttää tällainen tervejärkinen tieto käyttämällä verkkodokumenttien yhteisesiintymistilastoja. Laskemalla vain, kuinka monta kertaa substantiivit (kuten norsut, hait, valtameret jne.) esiintyvät yhdessä verkkodokumenteissa, saadaan hyvä arvio odotetusta esiintymisestä visuaalisessa datassa. Tämän jälkeen ongelma, joka liittyy tekstin ja kuvapohjaisten luokittelijoiden ennusteiden yhdistämiseen, on optimointiongelma. Tuloksena syntyvä optimointiongelma toimii korvaavana ratkaisuna päättelyprosessillemme. Vaikka tuloksena oleva optimointiongelma on yksinkertainen, se parantaa tehokkaasti sekä tunnistus- että paikannustarkkuutta. Konkreettisesti havaitsemme merkittäviä parannuksia tunnistus- ja paikannustehoissa sekä ImageNet Detection 2012- että Sun 2012 -tietokannoissa.

**Tulos**

Verkon yhteisesiintymistilastojen käyttö kuvien luokittelun parantamiseen

**Esimerkki 2.542**

Esittelemme luonnolliset neuroverkot, uudenlaisen algoritmiperheen, joka nopeuttaa konvergenssia mukauttamalla sisäistä edustustaan harjoittelun aikana Fisherin matriisin ehdollistamisen parantamiseksi. Näytämme erityisesti esimerkin, jossa käytetään yksinkertaista ja tehokasta neuroverkon painojen uudelleenparametrisointia valkaisemalla epäsuorasti kullakin kerroksella saatua esitystä säilyttäen samalla verkon feed-forward-laskenta. Tällaisia verkkoja voidaan kouluttaa tehokkaasti ehdotetulla Projected Natural Gradient Descent -algoritmilla (PRONG), joka kuolettaa näiden uudelleenparametrisointien kustannukset monien parametrien päivitysten aikana ja joka liittyy läheisesti Mirror Descent -verkko-oppimisalgoritmiin. Korostamme menetelmämme etuja sekä valvotuissa että valvotuissa oppimistehtävissä ja osoitamme sen skaalautuvuuden harjoittelemalla laajamittaisella ImageNet Challenge -tietokannalla.

**Tulos**

Luonnolliset neuroverkot

**Esimerkki 2.543**

Tarkastelemme salkunvalinta-algoritmien kokonaisuuksien verkko-oppimista ja pyrimme säännöllistämään riskiä kannustamalla hajauttamiseen ennalta määritellyn riskiperusteisen osakkeiden ryhmittelyn suhteen. Menetelmämme käyttää verkossa tapahtuvaa konveksista optimointia ohjaamaan pääoman allokointia taustalla oleviin sijoitusalgoritmeihin ja kannustamaan samalla siihen, että annetussa ryhmittelyssä ei ole hajontaa. Todistamme, että menettely on logaritmisesti katuva suhteessa parhaaseen jälkikäteen arvioituun kokonaisuuteen. Sovelsimme menettelyä tunnettujen keskiarvon palauttavien salkunvalinta-algoritmien kanssa käyttäen tavanomaista GICS-toimialaryhmittelyä. Empiiriset kokeelliset tulokset osoittivat, että riskikorjattu tuotto (Sharpe-suhde) kasvoi vaikuttavasti.

**Tulos**

Salkkukokonaisuuksien online-oppiminen sektorikohtaisen altistumisen säännönmukaistamisen avulla

**Esimerkki 2.544**

Kiinalaisilla merkeillä on monimutkainen ja hierarkkinen graafinen rakenne, joka sisältää sekä semanttista että foneettista tietoa. Käytämme tätä rakennetta tekstimallin parantamiseen ja parempien tulosten saamiseen tavanomaisissa NLP-operaatioissa. Graafisen vaihtelun ongelman ratkaisemiseksi määrittelemme ensin merkkien allografiset luokat. Seuraavaksi saadaan allografisten luokkien suunnattu graafi allografisten luokkien sisällyttämisen suhteen avulla. Annamme tälle graafille kaksi painoarvoa: semanttisuus (semanttinen suhde alimerkin ja merkin välillä) ja foneettisuus (foneettinen suhde), ja laskemme kullekin merkille "eniten semanttisia alimerkkipolkuja". Lopuksi väitämme, että lisäämällä näiden polkujen sisältämän tiedon unigrammeihin voimme lisätä tekstinlouhintamenetelmien tehokkuutta. Arvioimme menetelmäämme tekstiluokittelutehtävässä kahdella korpuksella (kiinalainen ja japanilainen), joissa on yhteensä 18 miljoonaa merkkiä, ja saimme 3 prosentin parannuksen jo ennestään korkeaan 89,6 prosentin tarkkuuteen, joka saatiin lineaarisella SVM-luokittelijalla. Lisäksi käsitellään järjestelmän muita mahdollisia sovelluksia ja näkymiä.

**Tulos**

Uusia näkökulmia sinografiseen kielenkäsittelyyn merkkirakenteen avulla

**Esimerkki 2.545**

Tässä artikkelissa esitellään sumean asiantuntijajärjestelmän rakenne, jota käytetään dyslamaattisten lasten terapiaan. Sumean lähestymistavan avulla voimme luoda paremman mallin puheterapeutin päätöksiä varten. Järjestelmän validointia varten kehitettiin ohjelmistorajapinta. Tämän tehtävän päätavoitteet ovat: yksilöllinen terapia (terapian on oltava lapsen ongelmatason, kontekstin ja mahdollisuuksien mukaista), puheterapeutin avustaja (asiantuntijajärjestelmä tarjoaa ehdotuksia siitä, mitkä harjoitukset ovat parempia tietyllä hetkellä ja tietystä lapsesta), (itse)opetus (kun järjestelmän päätelmä on erilainen kuin puheterapeutin päätelmä, viimeksi mainitulla on oltava tietopohjan muutosmahdollisuus).

**Tulos**

SUMEAN ASIANTUNTIJAJÄRJESTELMÄN ARKKITEHTUURI, JOTA KÄYTETÄÄN KEHITYSVAMMAISTEN LASTEN TERAPIASSA.

**Esimerkki 2.546**

Joissakin kotimaisissa ammattilaisurheiluliigoissa kotistadionit sijaitsevat kaupungeissa, joita yhdistää yhteinen junarata yhteen suuntaan. Näissä tapauksissa voimme käyttää tätä maantieteellistä tietoa määrittääksemme optimaaliset tai lähes optimaaliset ratkaisut n joukkueen Traveling Tournament Problem (TTP) -ongelmaan, joka on NP-vaikea urheilun aikataulutusongelma, jonka ratkaisuna on kaksinkertainen kiertopallo-otteluohjelma, joka minimoi kaikkien n joukkueen kulkemien etäisyyksien summan. Esittelemme lineaarisen etäisyysmatkailuturnausongelman (LD-TTP) ja ratkaisemme sen n = 4:lle ja n = 6:lle, jolloin saamme aikaan täydellisen joukon mahdollisia ratkaisuja yksinkertaisten kombinatoristen tekniikoiden avulla. Suuremmille n-arvoille ehdotamme uutta "laajennuskonstruktiota", joka tuottaa likimääräisen ratkaisun LD-TTP:hen. Kun n ≡ 4 (mod 6), osoitamme, että laajennuskonstruktiomme tuottaa toteuttamiskelpoisen kaksinkertaisen round-robin-turnauksen aikataulun, jonka kokonaismatka on taatusti enintään 4 3 kertaa optimaalista ratkaisua huonompi riippumatta siitä, missä n joukkuetta sijaitsee. Tämä 4 3 -lähestymistapa LD-TTP:lle on vahvempi kuin tällä hetkellä tunnetuin suhde 5 3 + yleiselle TTP:lle. Päätämme artikkelin soveltamalla tätä lineaarista etäisyysrelaksaatiota yleisiin (epälineaarisiin) n joukkueen TTP-tapauksiin, joissa kehitämme nopeita likimääräisiä ratkaisuja yksinkertaisesti "olettamalla", että n joukkuetta sijaitsee suoralla linjalla, ja ratkaisemalla muunnetun ongelman. Osoitamme, että tämä tekniikka tuottaa yllättäen etäisyysoptimaalisen turnauksen kaikissa vertailujoukkueissa kuudella joukkueella sekä lähes optimaalisia aikatauluja suuremmille n-joukkueille, vaikka joukkueet sijaitsisivat ympyrän ympärillä tai kolmiulotteisessa avaruudessa.

**Tulos**

Likimääräisten ratkaisujen tuottaminen matkaturnausongelmaan lineaarisen etäisyysrelaksaation avulla

**Esimerkki 2.547**

I. Tiivistelmä Tässä artikkelissa kokeillaan monimerkkiluokittelua laajentamalla ajatusta riippumattomista binäärisistä luokittelumalleista kullekin tulostunnisteelle ja tutkimalla, miten tulostunnisteiden välistä luontaista korrelaatiota voidaan käyttää ennusteiden parantamiseen. Logistinen regressio-, Naive Bayes-, Random Forest- ja SVM-mallit rakennettiin, ja SVM antoi parhaat tulokset: 12,9 prosentin parannus binäärimalleihin nähden saavutettiin ristiinvalidoinnissa lisäämällä pareittain korrelaatiotodennäköisyyksillä merkintöjä.

**Tulos**

Tunnisteiden välisen korrelaation tutkiminen monimerkkiluokituksen parantamiseksi

**Esimerkki 2.548**

Tässä asiakirjassa esitellään monikielinen tutkimus siitä, kuinka paljon mikroblogitekstiä voidaan sanoa, kuinka paljon merkkejä ja tavuja kirjoitetaan ja kuinka paljon informaatiosisältöä sanotaan eri organisaatioiden eri kielillä tekemissä viesteissä. Tässä tutkimuksessa keskitytään kolmeen eri kieleen (englanti, kiina ja japani), ja siinä analysoidaan suurten suurlähetystöjen ja uutistoimistojen Weibo- ja Twitter-tilejä. Määritämme ensin kriteerimme, jonka avulla voimme määrittää, "kuinka paljon digitaalisessa tekstissä voidaan sanoa", ja joka perustuu avoimesti saatavilla olevaan ihmisoikeuksien yleismaailmalliseen julistukseen ja TED-puheiden käännettyihin tekstityksiin. Näiden rinnakkaisten korporaatioiden avulla voimme määrittää merkkien ja bittien määrän, joka tarvitaan saman sisällön esittämiseen eri kielillä ja merkkikoodeilla. Tämän jälkeen saadaan selville, kuinka paljon tietoa valikoitujen Weibo- ja Twitter-tilien laatimat mikroblogiviestit todella sisältävät. Tuloksemme vahvistavat, että kielet, joissa on suuremmat merkistöt, kuten kiina ja japani, sisältävät enemmän tietoa merkkiä kohden kuin englanti, mutta mikroblogitekstin todellinen tietosisältö vaihtelee sekä organisaation tyypin että viestin kielen mukaan. Lopuksi keskustelemme mikroblogitekstien rajoitusten suunnitteluun liittyvistä vaikutuksista eri kielten osalta.

**Tulos**

Kuinka paljon mikroblogissa sanotaan? Monikielinen tutkimus Weibon ja Twitterin perusteella.

**Esimerkki 2.549**

Luokittelua ja klusterointia on tutkittu erikseen koneoppimisessa ja tietokonenäössä. Syväoppimismallien viimeaikaisen menestyksen innoittamana erilaisten näköongelmien ratkaisemisessa (esim. esineiden tunnistaminen, semanttinen segmentointi) ja sen tosiasian perusteella, että ihmiset toimivat kultaisena standardina klusterointialgoritmeja arvioitaessa, kannatamme näiden kahden ongelman yhtenäistä käsittelyä ja ehdotamme, että hierarkkiset kehykset, jotka rakentavat asteittain monimutkaisia malleja yksinkertaisempien päälle (esim. konvoluutio-neuraaliverkot), tarjoavat lupaavan ratkaisun. Emme keskity paljonkaan näiden kehysten oppimismekanismeihin, koska niistä käydään edelleen keskustelua biologisten rajoitusten vuoksi. Sen sijaan painotamme reaalimaailman rakenteiden ja objektien kompositionaalisuutta. Näytämme erityisesti, että CNN:t, jotka on koulutettu alusta loppuun käyttämällä takaisinkulkeutumista (back propagation) ja kohinaisia merkintöjä, pystyvät klusteroimaan datapisteitä, jotka kuuluvat useisiin päällekkäisiin muotoihin, ja tekevät sen paljon paremmin kuin nykyaikaiset algoritmit. Tutkimuksemme tärkein opetus on, että ihmisen näkökyvyn mekanismit, erityisesti visuaalisen ventraalivirran hierarkkinen organisointi, olisi otettava huomioon klusterointialgoritmeissa (esim. representaatioiden oppimisessa valvomattomalla tavalla tai minimaalisella valvonnalla), jotta saavutettaisiin ihmisen tason klusterointisuorituskyky. Tämä ei suinkaan tarkoita, etteivätkö muut menetelmät olisi käyttökelpoisia. Esimerkiksi pareittaisiin sukulaisuuksiin perustuvat menetelmät (esim. spektrinen klusterointi) ovat olleet hyvin menestyksekkäitä monissa tapauksissa, mutta epäonnistuvat silti joissakin tapauksissa (esim. päällekkäiset klusterit).

**Tulos**

Uusi näkökulma klusterointiin syvien konvoluutiohermoverkkojen avulla

**Esimerkki 2.550**

Esittelemme Deep Neural Programs (DNP), uudenlaisen ohjelmointiparadigman, jonka avulla voidaan kirjoittaa adaptiivisia säätimiä kyberfyysisiä järjestelmiä varten. DNP:t korvaavat if- ja while-lausekkeet, joiden epäjatkuvuus aiheuttaa ratkaisemattomuutta CPS-analyysissä, hankaluutta CPS-suunnittelussa ja heikkoutta CPS-toteutuksessa, niiden sileillä, neuraalisilla nif- ja nwhile-vastaavilla. Tämä tekee CPS-analyysistä ratkaistavissa olevaa ja CPS-suunnittelusta helposti lähestyttävää ja mahdollistaa myös vankan ja mukautuvan CPS-koodin kirjoittamisen. DNP:ssä nif- ja nwhile-lausekkeiden sigmoidisten vartijoiden välinen yhteys on annettava Gaussin Bayesin verkkona, joka kuvastaa CPS-ohjelman osittaista tietoa ympäristöstään. Tietojemme mukaan DNP on ensimmäinen lähestymistapa, jossa neuroverkot yhdistetään ohjelmiin tavalla, joka tekee verkon merkityksen selväksi. Todistaaksemme ja validoidaksemme DNP:n hyödyllisyyden käytämme niitä kirjoittaaksemme ja oppiaksemme adaptiivisen CPS-ohjaimen Pioneer-mönkijöiden rinnakkaispysäköintiä varten, joka on käytettävissä CPS-laboratoriossamme.

**Tulos**

Syväneuraaliset ohjelmat kyberfyysisten järjestelmien adaptiivista ohjausta varten

**Esimerkki 2.551**

Teemamallien on raportoitu olevan hyödyllisiä näkökulmapohjaisessa tunneanalyysissä. Tässä artikkelissa raportoidaan yksinkertaisesta aihepiirimallista sarkasmin havaitsemista varten, mikä on tietojemme mukaan ensimmäinen. Hierarkkinen aihemallimme perustuu intuitioon, jonka mukaan sarkastiset twiitit sisältävät todennäköisesti sekoituksen sanoja, jotka edustavat molempia tunnetyyppejä, kun taas twiitit, joissa on kirjaimellinen tunnetila (joko positiivinen tai negatiivinen), havaitsevat sarkasmiin liittyviä aiheita ja aiheen tason tunnetilan. Käyttämällä hashtagien avulla merkittyjen twiittien aineistoa malli arvioi aihe- ja sentimenttitasoisia jakaumia. Arviointimme osoittaa, että aiheet kuten "työ", "aselaki" ja "sää" ovat sarkasmiaiheita. Mallimme pystyy myös löytämään sen, millainen sekoitus sentimenttiä sisältäviä sanoja on tietyn sentimenttiin liittyvän leiman tekstissä. Lopuksi sovellamme malliamme sarkasmin ennustamiseen twiiteissä. Mallimme on noin 25 prosenttia parempi kuin kaksi aiempaa työtä, jotka perustuvat tilastollisiin luokittelijoihin ja erityispiirteisiin.

**Tulos**

"Kuka olisi tullut ajatelleeksi tuota!": Hierarkkinen aihepiirimalli sarkasmia sisältävien aiheiden poimintaan ja sarkasmin havaitsemiseen.

**Esimerkki 2.552**

Syvä vahvistusoppiminen (deep reinforcement learning, RL) on saavuttanut useita merkittäviä menestyksiä vaikeissa ohjausongelmissa. Nämä algoritmit vaativat kuitenkin tyypillisesti valtavan määrän dataa ennen kuin ne saavuttavat kohtuullisen suorituskyvyn. Itse asiassa niiden suorituskyky oppimisen aikana voi olla erittäin heikko. Tämä voi olla hyväksyttävää simulaattorissa, mutta se rajoittaa vakavasti syvän RL:n soveltuvuutta moniin reaalimaailman tehtäviin, joissa agentin on opittava todellisessa ympäristössä. Tässä artikkelissa tutkimme asetelmaa, jossa agentti voi saada käyttöönsä tietoja järjestelmän aiemmasta hallinnasta. Esittelemme algoritmin, Deep Q-learning from Demonstrations (DQfD), joka hyödyntää tätä dataa nopeuttaakseen oppimisprosessia massiivisesti jopa suhteellisen pienistä demonstraatiodatamääristä. DQfD toimii yhdistämällä ajallisten erojen päivitykset ja demonstraattorin toimintojen suuren marginaalin luokittelun. Osoitamme, että DQfD:n alkusuoritus on parempi kuin Deep Q-Networks (DQN) 40:ssä 42:sta Atari-pelistä ja se saa enemmän keskimääräisiä palkintoja kuin DQN 27:ssä 42:sta Atari-pelistä. Osoitamme myös, että DQfD oppii nopeammin kuin DQN, vaikka sille annettaisiinkin huonoja esittelytietoja.

**Tulos**

Oppiminen demonstraatioista reaalimaailman vahvistusoppimista varten

**Esimerkki 2.553**

Budjettirajoitteisissa moniaseisen banditin (MAB) ongelmissa oppijan toimet ovat kalliita ja niitä rajoittaa kiinteä budjetti. Näin ollen optimaalinen hyödyntämiskäytäntö ei välttämättä ole optimaalisen käsivarren vetäminen toistuvasti, kuten muissa MAB:n muunnelmissa, vaan pikemminkin sellaisen eri käsivarsien sarjan vetäminen, joka maksimoi agentin kokonaispalkkion budjetin puitteissa. Tämä ero nykyisiin MAB-menetelmiin tarkoittaa, että tarvitaan uusia lähestymistapoja kokonaispalkkion maksimoimiseksi. Tämän vuoksi kehitämme kaksi vetokäytäntöä, jotka ovat i) KUBE ja ii) murto-osittainen KUBE. Ensimmäinen tarjoaa jopa 40 prosenttia paremman suorituskyvyn kokeellisissa asetuksissamme, kun taas jälkimmäinen on laskennallisesti edullisempi. Todistamme myös logaritmiset ylärajat molempien toimintatapojen katumukselle ja osoitamme, että nämä rajat ovat asymptoottisesti optimaalisia (eli ne eroavat parhaasta mahdollisesta katumuksesta vain vakiokertoimen verran).

**Tulos**

Knapsack-pohjaiset optimaaliset toimintaperiaatteet budjettirajoitetuille moniaseisille rosvojoukoille (Multi-Armed Bandits)

**Esimerkki 2.554**

Solun sisäisten geneettisten sääntöjen oikea päättely on yksi biologin ja tutkijoiden suurimmista haasteista genomitutkimuksen jälkeisellä aikakaudella. Useita älykkäitä tekniikoita ja malleja on jo ehdotettu geenien välisten säätelysuhteiden tunnistamiseksi biologisista tietokannoista, kuten aikasarjamikrosarjadatasta. Recurrent Neural Network (RNN) on yksi suosituimmista ja yksinkertaisimmista lähestymistavoista dynamiikan mallintamiseen ja geenien välisten oikeiden riippuvuuksien päättelemiseen. Tässä asiakirjassa Bat-algoritmia (BA) sovellettiin geenisäätelyverkon (GRN) RNN-mallin malliparametrien optimointiin. Aluksi ehdotettua menetelmää testattiin pientä keinotekoista verkkoa vastaan ilman kohinaa, ja tehokkuus havaittiin iteraatioiden lukumäärän, populaation lukumäärän ja BA:n optimointiparametrien osalta. Malli validoitiin myös pienen keinotekoisen verkon eriasteisen satunnaiskohinan läsnä ollessa, mikä osoitti sen kyvyn tehdä oikeita johtopäätöksiä kohinan läsnä ollessa, kuten reaalimaailman tietokokonaisuuksissa. Tämän tutkimuksen seuraavassa vaiheessa BA:han perustuvaa RNN:ää sovelletaan reaalimaailman vertailuaikasarjan E. Coli -mikrosarjatietoaineistoon. Tulokset osoittavat, että se pystyy tunnistamaan suurimman mahdollisen todellisen positiivisen asetuksen, mutta se sisältää myös joitakin vääriä positiivisia asetuksia. Siksi BA soveltuu hyvin biologisesti uskottavan GRN:n tunnistamiseen RNN-mallin avulla.

**Tulos**

Geenisäätelyverkon rekursiiviseen neuroverkkoon perustuva mallintaminen Bat-algoritmia käyttäen

**Esimerkki 2.555**

Länsimaisen kulttuurin ja tieteen hyväksymisen myötä perinteisestä kiinalaisesta lääketieteestä (TCM) on tullut kiistanalainen aihe Kiinassa. Siksi on tärkeää tutkia yleisön tunteita ja mielipiteitä TCM:stä. Sosiaalisten verkostojen, kuten Twitterin, nopea kehitys tekee satojen miljoonien ihmisten otoksen ottamisesta kätevästi ja tehokkaasti edellä mainittua tunnetutkimusta varten. Tietojemme mukaan tämä työ on ensimmäinen yritys, jossa sentimenttianalyysia sovelletaan TCM:n alaan Sina Weibossa (Twitterin kaltainen mikroblogipalvelu Kiinassa). Työssämme keräämme ensin TCM:ää käsitteleviä twiittejä Sina Weibosta ja leimaamme twiitit automaattisesti TCM:ää tukeviksi ja TCM:ää vastustaviksi käyttäjien tunnisteiden perusteella. Sen jälkeen on rakennettu tukivektorikone-luokittelija ennustamaan TCM-twiittien sentimenttiä ilman merkintöjä. Lopuksi esittelemme menetelmän luokittelijan tuloksen säätämiseksi. Menetelmällämme saavutettu F-mitta on 97 prosenttia.

**Tulos**

Perinteisen kiinalaisen lääketieteen käyttäjämerkintään perustuva tunneanalyysi Weibossa

**Esimerkki 2.556**

Kuvaamme ja analysoimme yksinkertaisen ja tehokkaan algoritmin sekvenssin segmentointia varten, jota sovelletaan puheen käsittelyyn. Ehdotamme neuroarkkitehtuuria, joka koostuu kahdesta yhdessä koulutetusta moduulista: toistuva neuroverkko (RNN) -moduuli ja strukturoitu ennustemalli. RNN-moduulin ulostuloja pidetään strukturoidun mallin ominaisuusfunktioina. Kokonaismalli koulutetaan strukturoidulla häviöfunktiolla, joka voidaan suunnitella tietyn segmentointitehtävän mukaan. Osoitamme menetelmämme tehokkuuden soveltamalla sitä kahteen yksinkertaiseen, foneettisissa tutkimuksissa yleisesti käytettyyn tehtävään: sanojen segmentointiin ja äänen alkamisajan segmentointiin. Tulokset osoittavat, että ehdotettu malli on parempi kuin aiemmat menetelmät, ja sillä saavutetaan huipputuloksia testatuissa tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

SEKVENSSIN SEGMENTOINTI KÄYTTÄEN YHTEISIÄ RNN- JA STRUKTUROITUJA ENNUSTEMALLEJA

**Esimerkki 2.557**

Tässä työssä pyrimme löytämään korkealaatuisia puhepiirteitä ja kielellisiä yksiköitä suoraan merkitsemättömästä puheaineistosta nollaresurssiskenaariossa. Tuloksia arvioidaan käyttämällä Interspeech 2015 -tapahtumassa järjestetyssä Zero Resource Speech Challenge -tapahtumassa ehdotettuja metriikoita ja korpuksia. Monikerroksinen akustinen tokenisaattori (MAT) ehdotettiin useiden akustisten tokenien automaattista löytämistä varten annetusta korpuksesta. Kukin akustinen merkkijoukko määritetään joukolla hyperparametreja, jotka kuvaavat mallin konfiguraatiota. Nämä akustisten merkkien joukot sisältävät erilaisia ominaisuuksia annetusta korpuksesta ja sen taustalla olevasta kielestä, joten ne voivat vahvistaa toisiaan. Monia merkkien merkintäjoukkoja käytetään sitten matalan tason akustisilla piirteillä koulutetun monitavoitteisen syvän neuroverkon (MDNN) kohteina. MDNN:stä poimittuja pullonkaulaominaisuuksia käytetään sitten palautteena MAT:lle ja itse MDNN:lle seuraavassa iteraatiossa. Kutsumme tätä iteratiivista syväoppimiskehystä MAT-DNN:ksi (Multi-layered Acoustic Tokenizing Deep Neural Network), joka tuottaa sekä korkealaatuisia puhepiirteitä haasteen raidetta 1 varten että akustisia merkkejä haasteen raidetta 2 varten. Lisäksi teimme samoilla korpuksilla lisäkokeita, joissa sovellettiin kyselykohtaista puhutun termin tunnistusta. Kokeelliset tulokset osoittivat, että MAT-DNN:n iteratiivinen syväoppimiskehys paransi havaintosuorituskykyä parempien taustalla olevien puhepiirteiden ja akustisten merkkien ansiosta.

**Tulos**

ITERATIIVINEN SYVÄOPPIMISKEHYS PUHEEN PIIRTEIDEN JA KIELELLISTEN YKSIKÖIDEN VALVOMATTOMAAN LÖYTÄMISEEN SEKÄ SOVELLUKSIA PUHUTTUJEN TERMIEN TUNNISTAMISEEN.

**Esimerkki 2.558**

StarCraftin kaltaisissa reaaliaikaisissa strategiapeleissä taitavat pelaajat tukkivat usein tukikohtansa sisäänkäynnin rakennuksilla estääkseen vastustajan yksiköiden pääsyn sisään. Tämä tekniikka, jota kutsutaan "walling-iniksi", on elintärkeä osa pelaajan taitoja, joiden avulla hän voi selviytyä varhaisesta hyökkäyksestä. Nykyisillä keinotekoisilla pelaajilla (boteilla) ei kuitenkaan ole tätä taitoa, koska sen toteuttamisessa imperatiivisilla kielillä, kuten C++:lla tai Javalla, on ilmennyt lukuisia ongelmia. Tässä tekstissä, joka on kirjoitettu oppaaksi bottien ohjelmoijille, käsittelemme ongelmaa, joka koskee sopivan rakennuksen sijoittamista, joka tukkii pelaajan tukikohdan sisäänkäynnin, ja esittelemme käyttövalmiin deklaratiivisen ratkaisun, jossa käytetään vastausjoukkojen ohjelmoinnin (ASP) paradigmaa. Rohkaisemme lukijoita myös kokeilemaan erilaisia deklaratiivisia lähestymistapoja tähän ongelmaan.

**Tulos**

Seinän sisäisen rakennuksen sijoittelun toteuttaminen StarCraftissa deklaratiivisella ohjelmoinnilla

**Esimerkki 2.559**

Tietämyksen esittämisformalismeihin liittyvässä toteutettavuudessa tutkitaan seuraavaa kysymystä: Onko olemassa tietopohjaa, jonka semantiikka on täsmälleen sama kuin annettu tulkintajoukko? Esittelemme yleisen kehyksen, jonka avulla voidaan analysoida realisoitavuutta abstrakteissa dialektisissa kehyksissä (ADF) ja niiden eri alaluokissa. Kehys soveltuu erityisesti Dungin argumentaatiokehyksiin, Nielsenin ja Parsonsin SETAF:iin sekä kaksinapaisiin ADF:iin. Esitämme yhtenäisen karakterisointimenetelmän hyväksyttävälle, täydelliselle, preferoidulle ja malli/vakio-semantiikalle. Käytämme tätä menetelmää kehitellessämme algoritmia, joka ratkaisee realisoitavuuden mainituille formalismeille ja semantiikoille; lisäksi algoritmi mahdollistaa halutun tietopohjan rakentamisen aina, kun sellainen on olemassa. Algoritmi on rakennettu modulaarisesti, joten se on helposti laajennettavissa uusiin formalismeihin ja semantiikoihin. Olemme myös toteuttaneet lähestymistapamme vastausjoukko-ohjelmoinnilla ja saaneet toteutuksen avulla useita uusia tuloksia edellä mainittujen formalismien suhteellisesta ilmaisukyvystä.

**Tulos**

Toteutettavuuden karakterisointi abstraktissa argumentaatiossa

**Esimerkki 2.560**

Analysoimme ja vertailemme teoreettisesti seuraavia viittä suosittua moniluokkaista luokitusmenetelmää: Kaikki parit, puupohjaiset luokittelijat, virheenkorjaavat tulostuskoodit (ECOC), joissa on satunnaisesti generoidut koodimatriisit, ja moniluokkainen SVM. Neljässä ensimmäisessä menetelmässä luokittelu perustuu pelkistämiseen binääriluokitukseen. Tarkastelemme tapausta, jossa binääriluokittelija on peräisin VC-ulottuvuuden d luokasta ja erityisesti R:n yli olevien puoliavaruuksien luokasta. Analysoimme sekä näiden menetelmien estimointivirhettä että approksimaatiovirhettä. Analyysimme paljastaa mielenkiintoisia käytännön kannalta merkityksellisiä päätelmiä eri lähestymistapojen menestyksestä eri olosuhteissa. Todistustekniikkamme käyttää VC-teorian työkaluja hypoteesiluokkien approksimointivirheen analysoimiseksi. Tämä on jyrkässä ristiriidassa useimpien, ellei jopa kaikkien, aikaisempien VC-teorian käyttötapojen kanssa, joissa käsitellään ainoastaan estimointivirheitä.

**Tulos**

Moniluokkaiset oppimismenetelmät: Teoreettinen vertailu ja seuraukset

**Esimerkki 2.561**

Yhteistoiminnalliset tiedot koostuvat arvioinneista, jotka liittyvät kahteen eri kohderyhmään: käyttäjiin ja kohteisiin. Suuri osa tällaisten aineistojen parissa tehdystä työstä keskittyy suodattamiseen: tuntemattomien arvosanojen ennustamiseen käyttäjä- ja kohdepareille. Tässä artikkelissa keskitymme tiedon visualisointiin. Kun kaikki arvosanat on annettu, tehtävämme on sulauttaa kaikki käyttäjät ja kohteet pisteiksi samaan euklidiseen avaruuteen. Haluaisimme sijoittaa käyttäjät lähelle kohteita, jotka he ovat arvioineet (tai arvioisivat) korkeiksi, ja kauas kohteista, joille he antaisivat alhaisia arvosanoja. Asetamme tämän ongelman reaaliarvoiseksi epälineaariseksi Bayesin verkoksi ja käytämme Markovin ketjun Monte Carlo -menetelmää ja odotusarvojen maksimointia upotuksen löytämiseksi. Esitämme metriikan, jonka avulla voidaan arvioida visualisoinnin laatua, ja vertaamme tuloksiamme Eigentasteen, paikallisesti lineaariseen upotukseen ja cooccurrence-datan upotukseen kolmella reaalimaailman tietokokonaisuudella.

**Tulos**

Yhteistyössä tuotetun tiedon visualisointi

**Esimerkki 2.562**

Viime aikoina on ehdotettu resursseja ja tehtäviä, jotka menevät dialogijärjestelmien tilanseurantaa pidemmälle. Esimerkkinä voidaan mainita kehysten seurantatehtävä, joka edellyttää useiden kehysten tallentamista, yksi kutakin dialogin aikana asetettua käyttäjän tavoitetta varten. Näin käyttäjä voi esimerkiksi vertailla eri tavoitteita vastaavia kohteita. Tässä artikkelissa ehdotetaan mallia, joka ottaa syötteenä luettelon dialogin aikana tähän mennessä luoduista kehyksistä, käyttäjän nykyisen lausuman sekä tähän lausumaan liittyvät dialogitoimet, aukkotyypit ja aukkoarvot. Tämän jälkeen malli antaa tulokseksi kehyksen, johon kukin dialogitoimen, aukkotyypin ja aukkoarvon muodostama kolmikko viittaa. Osoitamme, että hiljattain julkaistussa Frames-tietokannassa tämä malli on huomattavasti parempi kuin aiemmin ehdotettu sääntöpohjainen perusmalli. Lisäksi ehdotamme laajaa analyysia kehysten jäljitystehtävästä jakamalla sen osatehtäviin ja arvioimalla niiden vaikeutta mallimme kannalta.

**Tulos**

Kehyksenseurantamalli muistin avulla toimivia dialogijärjestelmiä varten

**Esimerkki 2.563**

Tässä artikkelissa ehdotamme sumeiden kognitiivisten karttojen (Fuzzy Cognitive Maps, FCM) laajennusta, jonka tarkoituksena on yhdistää useita päättelytehtäviä yhdeksi rinnakkaiseksi suoritukseksi. Kuvatussa lähestymistavassa käsitteiden reaaliarvoiset aktivointitasot (ja vaikutuspainot) korvataan satunnaismuuttujilla. Tällaisen laajennuksen ja toteutetun ohjelmistotyökalun avulla voidaan määrittää käsitteiden aktivointitasojen saavuttamat vaihteluvälit, tehdä herkkyysanalyysi sekä analysoida tilastollisesti useiden päättelytulosten tuloksia. Korvaamme FCM:n tilayhtälössä esiintyvät kerto- ja yhteenlaskuoperaattorit diskreetteihin satunnaismuuttujiin sovellettavilla sopivilla konvoluutioilla. Jotta malli olisi laskennallisesti toteuttamiskelpoinen, sitä täydennetään edelleen diskreettien satunnaismuuttujien aggregointioperaatioilla. Käsittelemme neljää toteutettua aggregaattoria ja raportoimme alustavien testien tulokset.

**Tulos**

Sumeiden kognitiivisten karttojen ja diskreettien satunnaismuuttujien yhdistäminen

**Esimerkki 2.564**

Neuraaliset konekäännösmallit (NMT) pystyvät osittain oppimaan syntaktista tietoa peräkkäisestä leksikaalisesta tiedosta. Jotkin monimutkaiset syntaktiset ilmiöt, kuten prepositiolausekkeiden kiinnittyminen, ovat kuitenkin huonosti mallinnettuja. Tässä työssä pyritään vastaamaan kahteen kysymykseen: 1) Auttaako lähde- tai kohdekielen syntaksin eksplisiittinen mallintaminen NMT:tä? 2) Onko sanojen ja syntaksin tiukka integrointi parempi kuin monitehtäväinen harjoittelu? Otamme käyttöön syntaktista tietoa CCG-supertagien muodossa joko lähdekielessä ylimääräisenä ominaisuutena upotuksessa tai kohdekielessä lomittamalla kohteen supertagit sanasekvenssin kanssa. WMT-aineistolla saadut tulokset osoittavat, että syntaksin eksplisiittinen mallintaminen parantaa konekäännöksen laatua englannin ja saksan kielen, joka on korkean lähdekoodin pari, ja englannin ja romanian kielen, joka on matalan lähdekoodin pari, sekä useiden syntaktisten ilmiöiden, kuten prepositiolausekkeiden kiinnittymisen, osalta. Lisäksi sanojen ja syntaksin tiivis kytkentä parantaa käännöksen laatua enemmän kuin monitehtäväinen koulutus.

**Tulos**

Syntaksitietoinen neuraalinen konekääntäminen CCG:n avulla

**Esimerkki 2.565**

Tutkimme ongelmaa, joka liittyy diskreettien, suuntaamattomien graafisten mallien oppimiseen eriytetysti yksityisellä tavalla. Osoitamme, että Laplace-mekanismia käyttävällä lähestymistavalla, jossa kohinaisten riittävien tilastojen julkaiseminen on hyvä kompromissi yksityisyyden, hyödyllisyyden ja käytännöllisyyden välillä. Naiivi oppimisalgoritmi, joka käyttää hälyttömiä riittäviä tilastoja "sellaisenaan", päihittää yleiskäyttöiset differentiaalisesti yksityiset oppimisalgoritmit. Sillä on kuitenkin kolme rajoitusta: se jättää huomiotta tiedon tuottamisprosessia koskevan tiedon, perustuu epävarmoihin teoreettisiin perusteisiin ja osoittaa tiettyjä patologioita. Kehitämme periaatteellisemman lähestymistavan, jossa sovelletaan kollektiivisten graafisten mallien formalismia todellisten riittävien tilastojen päättelyyn odotusarvojen maksimoinnin puitteissa. Osoitamme, että tämä oppii parempia malleja kuin kilpailevat lähestymistavat sekä synteettisillä aineistoilla että tapaustutkimuksena käytetyillä todellisilla ihmisten liikkuvuutta koskevilla aineistoilla.

**Tulos**

Suuntaamattomien graafisten mallien differentiaalisesti yksityinen oppiminen kollektiivisten graafisten mallien avulla

**Esimerkki 2.566**

Suosittelujärjestelmillä on yhä tärkeämpi rooli verkkosovelluksissa, sillä ne auttavat käyttäjiä löytämään tarvitsemansa tai haluamansa. Yhteistyösuodatusalgoritmit, jotka tuottavat ennusteita analysoimalla käyttäjän ja kohteen arviointimatriisia, toimivat huonosti, kun matriisi on harva. Tämän ongelman ratkaisemiseksi tässä artikkelissa ehdotetaan yksinkertaista suosittelualgoritmia, joka hyödyntää täysin käyttäjien ja kohteiden välistä samankaltaisuustietoa sekä käyttäjä-kohde-matriisin sisäistä rakenteellista tietoa. Ehdotetussa menetelmässä rakennetaan uusi esitys, joka säilyttää käyttäjä-erä-arvostelumatriisin affiniteetti- ja rakennetiedot, ja sen jälkeen suoritetaan suosittelutehtävä. Käyttäjien ja kohteiden läheisyystiedon tallentamiseksi rakennetaan kaksi graafia. Manifold-oppimisen ideaa käytetään uuden esityksen rajoittamiseen siten, että se on tasainen näillä graafeilla, jotta käyttäjien ja kohteiden läheisyys voidaan varmistaa. Mallimme on muotoiltu koveraksi optimointiongelmaksi, jota varten meidän on ratkaistava vain tunnettu Sylvesterin yhtälö. Suoritamme laajoja empiirisiä arviointeja kuudella vertailutietoaineistolla osoittaaksemme tämän lähestymistavan tehokkuuden.

**Tulos**

Top-N-suositus graafien perusteella

**Esimerkki 2.567**

Verkkopalvelu on yksi merkittävimmistä ajankohtaisista keskusteluista tiedonjakoteknologian alalla ja yksi esimerkki palvelusuuntautuneesta käsittelystä. Verkkopalvelutoimintojen täsmällisen suorittamisen varmistamiseksi sen on sopeuduttava niiden sosiaalisten verkostojen käytäntöihin, joihin se liittyy. Tämä mukauttaminen toteutetaan "Commitment" -nimellä kutsuttujen hallintakeinojen avulla. Tässä asiakirjassa kuvataan sitoumusten rakennetta ja sitoumuksia ja sosiaalisia verkkopalveluja koskevaa nykyistä tutkimusta, minkä jälkeen ehdotetaan algoritmia sitoumusten johdonmukaisuuden varmistamiseksi sosiaalisissa verkkopalveluissa. Koska sitoumuksia voidaan suorittaa samanaikaisesti, keskeinen haaste sitoumusten rakenteeseen perustuvien verkkopalvelujen suorittamisessa on johdonmukaisuuden varmistaminen suoritusajassa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarjota algoritmi, jolla varmistetaan johdonmukaisuus sitoumusten rakenteeseen perustuvien verkkopalvelutoimintojen välillä.

**Tulos**

Johdonmukaisuuden varmistaminen sosiaalisissa verkkopalveluissa sitoumusten rakenteen perusteella

**Esimerkki 2.568**

Fysikaalisten ilmiöiden ymmärtäminen on keskeinen osaaminen, jonka avulla ihmiset ja eläimet pystyvät toimimaan ja olemaan vuorovaikutuksessa epävarmassa tilanteessa aiemmin näkemättömissä ympäristöissä, jotka sisältävät uudenlaisia kohteita ja niiden kokoonpanoja. Kehityspsykologia on osoittanut, että pikkulapset hankkivat tällaisia taitoja havaintojen perusteella hyvin varhaisessa vaiheessa. Tässä artikkelissa asetamme perinteisemmän lähestymistavan, jossa käytetään mallipohjaista reittiä eksplisiittisten 3D-esitysten ja fysikaalisen simulaation avulla, vastakohdaksi päästä päähän -lähestymistavan, jossa stabiilius ja siihen liittyvät suureet ennustetaan suoraan ulkonäöstä. Esitämme kysymyksen siitä, voidaanko tällainen taito hankkia suoraan tietoon perustuvalla tavalla ja missä määrin ja missä laadussa se voidaan hankkia ohi eksplisiittisen simuloinnin tarpeen. Esittelemme simuloituihin tietoihin perustuvan oppimispohjaisen lähestymistavan, joka ennustaa puupalikoista koostuvien tornien vakautta eri olosuhteissa ja tornien mahdolliseen putoamiseen liittyviä suureita. Arviointi suoritetaan synteettisellä datalla ja sitä verrataan samoja ärsykkeitä koskeviin ihmisen arvioihin.

**Tulos**

Kaatua tai olla kaatumatta: Fyysisen vakauden ennustaminen visuaalisesti.

**Esimerkki 2.569**

Tässä artikkelissa kuvataan parasta ensimmäistä hakustrategiaa, jota U-Plan (Mansell 1993a) käyttää. U-Plan on suunnittelujärjestelmä, joka laatii määrällisesti luokiteltuja suunnitelmia epävarman ympäristön epätäydellisen kuvauksen perusteella. U-Plan käyttää epävarmoja ja epätäydellisiä todisteita, jotka kuvaavat ympäristöä, luonnehtii sitä Dempster Shafer -välin avulla ja luo joukon mahdollisia maailmantiloja. Suunnitelman rakentaminen tapahtuu abstraktiohierarkiassa, jossa strategiset päätökset tehdään ennen taktisia päätöksiä. Hakua tässä abstraktiohierarkiassa ohjaa päätöksentekoteoriaan perustuva kvantitatiivinen mittari (odotettu täyttyminen). Hakustrategia on paras ensin, kun odotettuja täyttymyksiä voidaan päivittää ja aiempia päätöksiä voidaan tarkastella uudelleen suunnittelun kehittymisen valossa. U-Pian luo useita suunnitelmia useisiin mahdollisiin maailmoihin ja pyrkii käyttämään olemassa olevia suunnitelmia uusissa maailmoissa. Tämän jälkeen rakennetaan supersuunnitelma, joka perustuu suunnitelmien yhdistämiseen ja sopivasti ajoitettuihin tiedonhankintaoperaattoreihin, joita käytetään päättämään suunnitelmavaihtoehtojen välillä suunnitelman toteuttamisen aikana.

**Tulos**

Operaattorin valinta suunnittelun aikana epävarmuuden vallitessa

**Esimerkki 2.570**

Käsikirjoituksessa esitellään kokeilu konekäännösjärjestelmän toteuttamisesta MapReduce-mallilla. Empiirisessä arvioinnissa käytettiin täysin toteutettuja käännösjärjestelmiä, jotka oli upotettu MapReduce-ohjelmointimalliin. Tutkittiin kahta konekäännösparadigmaa: matalan siirron sääntöpohjaista konekäännöstä ja tilastollista konekäännöstä. Tulokset osoittavat, että MapReduce-mallia voidaan menestyksekkäästi käyttää konekäännösjärjestelmän läpimenon kasvattamiseen. Lisäksi tämä menetelmä parantaa konekäännösjärjestelmän läpimenoa heikentämättä käännöstuloksen laatua. Näin ollen tämä käsikirjoitus on myös panos luonnollisen kielen prosessoinnin ja erityisesti konekääntämisen alalla tehtyihin uraauurtaviin töihin. Se osoittaa ensinnäkin käännösjärjestelmän läpimenoa kuvaavan mittarin määrittelyn tärkeyden ja toiseksi konekäännöstehtävän soveltuvuuden MapReduce-paradigmaan.

**Tulos**

Kääntämiskonejärjestelmien läpäisykyvyn lisääminen pilviä käyttäen

**Esimerkki 2.571**

Monissa koneoppimissovelluksissa merkittyjä tietoja on niukasti ja uusien merkintöjen hankkiminen on kallista. Esittelemme uuden lähestymistavan neuroverkkojen valvontaan määrittelemällä rajoitteita, joiden pitäisi päteä lähtöavaruudessa, eikä suorilla esimerkkeillä tulo- ja lähtöpareista. Rajoitukset johdetaan aiemmasta tietämyksestä, esimerkiksi tunnetuista fysiikan laeista. Osoitamme tämän lähestymistavan tehokkuuden reaalimaailman ja simuloitujen tietokonenäkötehtävien avulla. Pystymme kouluttamaan konvoluutiohermoverkon havaitsemaan ja seuraamaan objekteja ilman yhtään merkittyä esimerkkiä. Lähestymistapamme voi vähentää merkittävästi merkityn harjoitusdatan tarvetta, mutta se tuo uusia haasteita ennakkotiedon koodaamiseen sopiviin häviöfunktioihin.

**Tulos**

Neuraaliverkkojen etikettivapaa valvonta fysiikan ja aluetuntemuksen avulla

**Esimerkki 2.572**

Kauppaneuvottelujen käyminen ja parhaan toimittajan valitseminen toimitusketjun hallintajärjestelmissä ovat tuottajien heikkouksia tuotantoprosessissa. Siksi älykkäiden järjestelmien soveltaminen voi olla tehokas keino lisätä nopeutta ja parantaa laatua valinnoissa. Tässä asiakirjassa esitellään järjestelmä, joka pyrkii käymään kauppaa käyttämällä usean toimijan järjestelmiä ja käymään neuvotteluja minkä tahansa toimijan välillä. Tässä järjestelmässä älykäs agentti pidetään kunkin segmentin ketjujen, joka se yrittää lähettää tilauksen ja vastaanottaa vastauksen läsnäolo neuvotteluvälineessä ja viestintä muiden agenttien .This paperi esittelee, miten kommunikoida agenttien välillä, ominaisuudet moniagentti ja vakio rekisteröintiväline kunkin agentin ympäristössä. JADEa (Java Application Development Environment) käytettiin agenttien yhteistyön toteuttamiseen ja simulointiin. Avainsana(t): sähköinen kaupankäynti, sähköinen liiketoiminta, toimitusketjun hallintajärjestelmä (SCM), eSCM, älykkäät agentit, JADE, moniagentit.

**Tulos**

Älykäs lähestymistapa ketjujen välisiin neuvotteluihin toimitusketjun hallintajärjestelmissä.

**Esimerkki 2.573**

Tässä asiakirjassa esitellään elementtirakennelohko, jossa yhdistyvät sanakirjaoppiminen ja ulottuvuuden pienentäminen (DRDL). Näytetään, miten tätä peruselementtiä voidaan käyttää aistivirran hierarkkisen harvan esityksen (HSR) iteratiiviseen rakentamiseen. Vertaamme lähestymistapaamme olemassa oleviin malleihin, mikä osoittaa yksinkertaisen reseptimme yleispätevyyden. Tämän jälkeen teemme alustavia kokeita tätä kehystä käyttäen ja havainnollistamme sitä esimerkillä esineiden tunnistustehtävästä, jossa käytetään vakiotietoaineistoja. Tässä työssä esitellään ensimmäiset askeleet kohti integroitua kehystä, jonka avulla voidaan suunnitella ja analysoida erilaisia laskennallisia tehtäviä oppimisesta tarkkaavaisuuteen ja toimintaan. Lopullisena tavoitteena on rakentaa matemaattisesti tiukka, integroitu teoria älykkyydestä.

**Tulos**

Hierarkkisten harvalukuisten esitysten oppiminen käyttäen iteratiivista sanakirjaoppimista ja ulottuvuuden vähentämistä.

**Esimerkki 2.574**

Aloitamme yleiskatsauksella submodulaaristen funktioiden luokkaan, jota kutsutaan SCMM:ksi (ei-negatiivisten modulaaristen funktioiden kanssa koostettujen koverien funktioiden summat ja viimeinen mielivaltainen modulaarinen). Määrittelemme sitten uuden luokan submodulaarisia funktioita, joita kutsumme syviksi submodulaarisiksi funktioiksi tai DSF:iksi. Osoitamme, että DSF:t ovat joustava parametrinen submodulaaristen funktioiden perhe, jolla on monia syvien neuroverkkojen (deep neural networks, DNN) ominaisuuksia ja etuja, kuten monikerroksiset hierarkkiset topologiat, representaatio-oppiminen, hajautetut representaatiot, harjoittelumahdollisuudet ja -strategiat sekä soveltuvuus grafiikkasuorittimiin (GPU) pohjautuvaan matriisi-/vektorilaskentaan. DSF-verkkoja voidaan motivoida tarkastelemalla kuvaavien käsitteiden hierarkiaa maaelementtien yli ja kun halutaan sallia submodulaarinen vuorovaikutus koko hierarkiassa. Koneoppimis- ja datatieteen sovelluksissa, joissa on usein joko luonnollinen tai automaattisesti opittu käsitteiden hierarkia datan päällä, DSF:t soveltuvat näin ollen luontevasti. Tämän artikkelin tulokset osoittavat, että DSF:t muodostavat tiukasti suuremman luokan submodulaarisia funktioita kuin SCMM:t, mikä oikeuttaa niiden matemaattisen ja käytännöllisen hyödyn. Lisäksi osoitamme, että mille tahansa kokonaisluvulle k > 0 on olemassa k-kerroksisia DSF:iä, joita ei voida esittää k′-kerroksisella DSF:llä millään k′ < k:lla. Tämä merkitsee, että DNN:ien tavoin syvyydelle on olemassa hyöty, mutta toisin kuin DNN:t (joita voidaan yleisesti approksimoida matalilla verkoilla), DSF:ien perhe kasvaa tiukasti syvyyden myötä. Tästä ominaisuudesta huolimatta osoitamme kuitenkin, että DSF:t eivät sisällä kaikkia submodulaarisia funktioita edes mielivaltaisen suurella k:lla. Osoitamme tämän käyttämällä tekniikkaa, joka "backpropagoi" tietyt vaatimukset, jos DSF:t koostuisivat kaikista submodulaarisista funktioista. Tarjoamalla edellä mainittuja tuloksia määrittelemme myös koveran funktion antitone-superdifferentiaalin käsitteen ja osoitamme, miten se liittyy submodulaarisiin funktioihin (yleensä), DSF:iin (erityisesti), negatiivisiin toisen asteen osittaisderivaattoihin, jatkuvaan submodulaarisuuteen ja koveriin laajennuksiin. Motivoidaaksemme analyysiämme edelleen esitämme erilaisia erikoistapaustuloksia matroiditeoriasta ja vertaamme DSF:iä matroidin rankin muotoihin, erityisesti laminaariseen matroidiin. Lopuksi käsittelemme strategioita DSF:ien oppimiseksi ja määrittelemme syvien supermodulaaristen funktioiden, submodulaaristen funktioiden syvien erojen ja syvien monimuuttujaisten submodulaaristen funktioiden luokat sekä keskustelemme siitä, missä sovelluksissa näistä voi olla hyötyä.

**Tulos**

Syvät submodulaariset funktiot

**Esimerkki 2.575**

Vektorisymboliset arkkitehtuurit (VSA) ovat korkea-ulotteisia vektorimuotoisia esityksiä objekteista (esim. sanoista, kuvan osista), suhteista (esim. lauserakenteista) ja sekvensseistä koneoppimisalgoritmeja varten. Ne koostuvat vektorin yhteenlaskuoperaattorista järjestämättömien objektien kokoelman esittämiseen, Binding-operaattorista objektien ryhmien yhdistämiseen ja menetelmästä monimutkaisten rakenteiden koodaamiseen. Ensin kehitämme Constraints, joita koneoppiminen asettaa VSA:ille: esimerkiksi samankaltaiset rakenteet on esitettävä samankaltaisilla vektoreilla. Rajoitukset viittaavat siihen, että nykyisten VSA:iden pitäisi esittää lauseita ("The smart Brazilian girl") sitomalla termien summia sen lisäksi, että ne yksinkertaisesti sitovat termit suoraan. Osoitamme, että VSA:n sidontaoperaattorina voidaan käyttää matriisikertolaskua ja että matriisin alkiot voidaan valita satunnaisesti. Tästä seuraa elävien järjestelmien kannalta, että sitominen on matemaattisesti mahdollista ilman, että on tarpeen määritellä etukäteen tarkat neuronien väliset yhteysominaisuudet suurille määrille synapseja. Kuvataan näitä ajatuksia sisältävä VSA, MBAT (Matrix Binding of Additive Terms), joka täyttää kaikki rajoitukset. Koneoppimisen osalta voidaan todeta, että joissakin ongelmatyypeissä sopivien VSA:n esitysten avulla voidaan todistaa opittavuus sen sijaan, että turvauduttaisiin simulaatioihin. Ehdotamme myös koneoppimisen (ja neuraalisen oppimisen) ja representaation jakamista kolmeen vaiheeseen, joissa oppimisen roolit vaihtelevat. Hermostomallinnuksen osalta esitämme "edustuksellisia syitä" sille, että hermojärjestelmissä on monia toistuvia yhteyksiä, sekä lauseiden tärkeydelle kielenkäsittelyssä. Mitoitussimulaatiot ja analyysit viittaavat siihen, että VSA:t yleensä ja MBAT erityisesti ovat valmiita reaalimaailman sovelluksiin.

**Tulos**

Objektien, suhteiden ja sarjojen esittäminen

**Esimerkki 2.576**

Hiljattain osoitettiin, että ongelma, joka koskee meluisan kanavan kautta lähetettävien viestien koodausta, voidaan muotoilla uskomusten päivitystehtäväksi todennäköisyysverkossa (14).<lb>Lisäksi havaittiin, että polytreesille suunnitellun (lineaarisen ajan) uskomuspropa<lb>gointialgoritmin (15) iteratiivinen ap<lb>sovellus <lb>suoritti paremmin kuin nykyiset dekoodausalgoritmit, vaikka vastaavissa verkko<lb>teoksissa voi olla monia syklejä.<lb>Tässä artikkelissa osoitetaan empiirisesti, että<lb>on kehitetty approksimaatioalgoritmi approx-mpe<lb> todennäköisimmän selitys<lb>ongelman<lb>(MPE) ratkaisemiseen<lb>.(4) kehitetty, päihittää iteratiivisen uskomus<lb>propagoinnin koodausverkkojen<lb>luokissa<lb>, joilla on rajoitettu indusoitu leveys.<lb>Kokeemme viittaavat siihen, että likimääräiset MPE-de<lb>kooderit voivat olla hyviä kilpailijoita ap<lb>proksimaattisille uskomuspäivityksellisille dekoodereille.

**Tulos**

Probabilistisen dekoodauksen approksimointialgoritmien empiirinen arviointi

**Esimerkki 2.577**

Paikalliset johdonmukaisuustekniikat, kuten k-konsistenssi, ovat keskeinen osa rajoitusten tyydyttämisongelmien ratkaisukeinoja. Tässä artikkelissa osoitamme, että k-konsistenssitekniikoiden käyttö rajoitusten tyydyttämisongelmaan onnistuu juuri käyttämällä tiettyä päättelysääntöä, jota kutsumme negatiiviseksi hyper-ratkaisuksi, ongelman tavalliseen suoraan koodaukseen Boolen lausekkeiksi. Osoitamme myös, että nykyiset lausekkeista oppivat SAT-ratkaisijat löytävät odotettavissa olevassa polynomiajassa kaikki epäjohdonmukaisuudet, jotka voidaan päätellä tietystä lausekejoukosta käyttämällä kiinteän kokoisia negatiivisia hyper-ratkaisuja. Yhdistämme nämä kaksi tulosta osoittaaksemme, että nykyiset lausekeoppivat SAT-ratkaisijat simuloivat tehokkaasti k-konsistenssitekniikoita kaikille k:n kiinteille arvoille ilman, että ne on nimenomaisesti suunniteltu tekemään niin. Esitämme sitten joitakin kokeellisia tuloksia osoittaaksemme, että tämän ominaisuuden ansiosta lausekeoppivat SAT-ratkaisijat pystyvät tehokkaasti ratkaisemaan tiettyjä rajoitusongelmaperheitä, jotka ovat haastavia perinteisille rajoitusohjelmointiratkaisijoille.

**Tulos**

Paikallinen johdonmukaisuus ja SAT-ratkaisijat

**Esimerkki 2.578**

Neuroverkon kykyä omaksua tietoa rajoittaa sen parametrien määrä. Ehdollista laskentaa, jossa verkon osat ovat aktiivisia esimerkkikohtaisesti, on teoriassa ehdotettu keinoksi lisätä mallin kapasiteettia huomattavasti ilman, että laskennan määrä lisääntyy samassa suhteessa. Käytännössä siihen liittyy kuitenkin huomattavia algoritmi- ja suorituskykyhaasteita. Tässä työssä vastaamme näihin haasteisiin ja toteutamme viimein ehdollisen laskennan lupauksen, sillä saamme aikaan yli 1000-kertaisen parannuksen mallin kapasiteettiin vain pienillä laskentatehokkuuden menetyksillä nykyaikaisilla GPU-klustereilla. Esittelemme harvaan portatun asiantuntijoiden sekoituskerroksen (MoE), joka koostuu jopa tuhansista feed-forward-alaverkoista. Koulutettava porttiverkko määrittää näiden asiantuntijoiden harvan yhdistelmän, jota käytetään kunkin esimerkin kohdalla. Sovellamme MoE:tä kielimallinnuksen ja konekääntämisen tehtäviin, joissa mallin kapasiteetti on kriittinen, jotta se pystyy omaksumaan harjoituskorpuksissa olevan valtavan määrän tietoa. Esittelemme malliarkkitehtuurit, joissa jopa 137 miljardia parametria sisältävää MoE:tä sovelletaan konvolutiivisesti pinottujen LSTM-kerrosten välissä. Suurissa kielten mallintamisen ja konekääntämisen vertailuanalyyseissä nämä mallit saavuttavat huomattavasti parempia tuloksia kuin uusimmat mallit alhaisemmilla laskentakustannuksilla.

**Tulos**

TÖRKEÄN SUURET NEUROVERKOT: HARVAKSELTAAN PORTATTU ASIANTUNTIJOIDEN SEKOITUSKERROS.

**Esimerkki 2.579**

Todennäköisyyssuodattimiin ja tasoittajiin perustuvat generatiiviset tila-estimaattorit ovat yksi suosituimmista robottien ja autonomisten ajoneuvojen tila-estimaattoreiden luokista. Generatiivisilla malleilla on kuitenkin rajallinen kapasiteetti käsitellä runsaasti aistihavaintoja, kuten kamerakuvia, koska niiden on mallinnettava koko anturilukemien jakauma. Diskriminatiiviset mallit eivät kärsi tästä rajoituksesta, mutta ne ovat yleensä monimutkaisempia kouluttaa latenttimuuttujamalleina tilan estimointia varten. Esittelemme vaihtoehtoisen lähestymistavan, jossa latentin tilajakauman parametrit optimoidaan suoraan deterministisenä laskentagraafina, jolloin saadaan yksinkertainen ja tehokas gradienttilaskualgoritmi diskriminoivien tila-estimaattoreiden kouluttamiseen. Osoitamme, että tätä menettelyä voidaan käyttää sellaisten tila-estimaattoreiden kouluttamiseen, jotka käyttävät monimutkaisia syötteitä, kuten kameran raakakuvia, jotka on käsiteltävä ekspressiivisillä epälineaarisilla funktion approksimaattoreilla, kuten konvoluutiohermoverkoilla. Malliamme voidaan pitää eräänlaisena rekursiivisena neuroverkkona, ja yhteys todennäköisyyssuodatukseen antaa meille mahdollisuuden suunnitella verkkoarkkitehtuurin, joka soveltuu erityisen hyvin tilan estimointiin. Arvioimme lähestymistapaamme jäljitystehtävässä, jossa käytetään raakakuvasyötteitä. Tulokset osoittavat merkittävää parannusta sekä tavanomaisiin generatiivisiin lähestymistapoihin että tavallisiin rekursiivisiin neuroverkkoihin verrattuna.

**Tulos**

Backprop KF: Oppiminen diskriminoivien determinististen tila-estimaattoreiden oppimisesta.

**Esimerkki 2.580**

Kuvaamme lähestymistavan, jolla voidaan oppia ilman valvontaa yleinen, hajautettu lauseen kooderi. Kirjojen tekstin jatkuvuuden avulla koulutamme koodaajan ja dekoodaajan mallin, joka yrittää rekonstruoida koodatun tekstikohdan ympäröivät lauseet. Lauseet, joilla on yhteisiä semanttisia ja syntaktisia ominaisuuksia, kartoitetaan näin samankaltaisiin vektoriedustuksiin. Seuraavaksi otamme käyttöön yksinkertaisen sanaston laajentamismenetelmän, jolla koodataan sanoja, joita ei nähty osana koulutusta, ja jonka avulla voimme laajentaa sanastoa miljoonaan sanaan. Kun mallimme on koulutettu, poimimme ja arvioimme vektorimme lineaarisilla malleilla kahdeksassa tehtävässä: semanttinen sukulaisuus, parafraasien havaitseminen, kuva-lausekkeiden luokittelu, kysymystyyppien luokittelu ja neljä vertailuanalyysiä sentimentti- ja subjektiivisuustietokannoista. Lopputuloksena on valmis kooderi, joka pystyy tuottamaan hyvin yleisiä lauseiden representaatioita, jotka ovat vankkoja ja toimivat hyvin käytännössä. Teemme koodaajamme julkisesti saataville.

**Tulos**

Ohitus-ajatusvektorit

**Esimerkki 2.581**

Monien signaalinkäsittely- ja koneoppimistekniikoiden laskentakustannuksia hallitsevat usein kustannukset, jotka aiheutuvat tiettyjen lineaaristen operaattoreiden soveltamisesta korkea-ulotteisiin vektoreihin. Tässä artikkelissa esitellään algoritmi, jonka tarkoituksena on vähentää lineaaristen operaattoreiden soveltamisen monimutkaisuutta suurissa ulottuvuuksissa faktoroimalla vastaava matriisi likimääräisesti muutamaan harvalukuiseen tekijään. Lähestymistapa perustuu viimeaikaisiin edistysaskeliin ei-konveksaalisessa optimoinnissa. Se selitetään ja analysoidaan ensin yksityiskohtaisesti, minkä jälkeen se demonstroidaan kokeellisesti erilaisissa ongelmissa, kuten sanakirjojen oppimisessa kuvien kohinanpoistoa varten ja käänteisongelmissa esiintyvien suurten matriisien approksimoinnissa.

**Tulos**

Joustavat monikerroksiset matriisien harvat approksimaatiot ja sovellukset

**Esimerkki 2.582**

Kyberfyysisissä järjestelmissä yleensä ja erityisesti älykkäissä liikennejärjestelmissä (ITS) käytetään heterogeenisiä tietolähteitä yhdistettynä ongelmanratkaisuosaamiseen, jotta voidaan tehdä kriittisiä päätöksiä, jotka voivat johtaa jonkinlaisiin toimiin, kuten kuljettajan ilmoituksiin, liikennevalojen opasteiden muuttamiseen ja jarrutukseen onnettomuuden estämiseksi. Tällä hetkellä suurimman osan päätöksentekoprosessista suorittavat alan ihmisasiantuntijat, mikä on aikaa vievää, työlästä ja virhealtista. Lisäksi tietämyksen hallussapidon luontaisen luonteen vuoksi tätä päätöksentekoprosessia ei voi helposti toistaa tai käyttää uudelleen. Tämän vuoksi on tarpeen automatisoida päättelyprosessit tarjoamalla laskentajärjestelmille muodollinen esitys toimialan tietämyksestä ja joukko menetelmiä kyseisen tietämyksen käsittelemiseksi. Tässä asiakirjassa ehdotamme tietämysmallia, jota voidaan käyttää ilmaisemaan sekä deklaratiivista tietoa järjestelmien komponenteista, niiden välisistä suhteista ja niiden nykytilasta että proseduraalista tietoa, joka edustaa järjestelmän mahdollista käyttäytymistä. Lisäksi esittelemme tietämyksen hallinnan ja automaattisen päättelyn kehyksen (KMARF). KMARF:n ideana on valita automaattisesti sopiva ongelmanratkaisija tietopohjassa olevan formalisoidun päättelyasiantuntemuksen perusteella ja muuntaa ongelmamäärittely vastaavaan muotoon. Tämä lähestymistapa automatisoi päättelyä, mikä vähentää toimintakustannuksia ja mahdollistaa tiedon ja menetelmien uudelleenkäytettävyyden eri aloilla. Havainnollistamme lähestymistapaa liikenteen

**Tulos**

Tietämyksen hallinnan ja automaattisen päättelyn kehys sovellettuna älykkäisiin liikennejärjestelmiin.

**Esimerkki 2.583**

Multi-Agent Path Finding (MAPF) on NP-vaikea ongelma, jota on tutkittu paljon tekoälyn ja robotiikan alalla. Sillä on monia reaalimaailman sovelluksia, joihin olemassa olevat MAPF-ratkaisijat käyttävät erilaisia heuristiikkoja. Nämä ratkaisijat ovat kuitenkin deterministisiä ja toimivat huonosti "vaikeissa" tapauksissa, joille on tyypillistä, että monet agentit häiritsevät toisiaan pienellä alueella. Tässä artikkelissa parannamme MAPF-ratkaisijoita satunnaistamisella ja havaitsemme, että niillä on kovissa tapauksissa raskashäntäiset jakaumat. Tämä johtaa meidät kehittämään yksinkertaisia RRR-strategioita (Rapid Randomized Restart), joiden lähtökohtana on, että kun kyseessä on vaikea instanssi, useilla lyhyillä suorituksilla on paremmat mahdollisuudet ratkaista se kuin yhdellä pitkällä suorituksella. Validoimme tämän intuition kokeiden avulla ja osoitamme, että RRR-strategiat todellakin parantavat nykyaikaisten MAPF-ratkaisujen, kuten iECBS:n ja M\*:n, suorituskykyä.

**Tulos**

Nopeat satunnaistetut uudelleenkäynnistykset moniagenttisille polunhakuratkaisuille

**Esimerkki 2.584**

Neuroverkot (Recurrent Neural Networks, RNN) ovat saavuttaneet erinomaisia tuloksia monissa luonnollisen kielen prosessointitehtävissä (NLP). On kuitenkin edelleen haasteellista ymmärtää ja tulkita, mistä tämä menestys johtuu. Tässä artikkelissa ehdotamme Recurrent Memory Network (RMN) -arkkitehtuuria, joka paitsi lisää RNN:n tehoa myös helpottaa sen sisäisen toiminnan ymmärtämistä ja antaa meille mahdollisuuden löytää datan taustalla olevia kuvioita. Osoitamme RMN:n tehon kielen mallintamis- ja lauseiden täydennystehtävissä. Kielen mallintamisessa RMN päihittää LSTM-verkon (Long Short-Term Memory) kolmessa suuressa saksan-, italian- ja englanninkielisessä tietokokonaisuudessa. Lisäksi analysoimme perusteellisesti RMN:n tallentamia eri kielellisiä ulottuvuuksia. Lauseiden täydentämishaasteessa, jossa lauseiden johdonmukaisuuden tallentaminen on tärkeää, RMN-verkostomme saavuttaa 69,2 prosentin tarkkuuden, mikä ylittää selvästi aiemmat huipputekniikat.

**Tulos**

Rekursiivinen muistiverkko kielen mallintamiseen

**Esimerkki 2.585**

Tässä artikkelissa tutkitaan teoreettisesti ja empiirisesti menetelmää, jolla koneoppimisalgoritmeja muutetaan todennäköisyyspohjaisiksi ennustajiksi, joilla on automaattisesti pätevyysominaisuus (täydellinen kalibrointi) ja jotka ovat laskennallisesti tehokkaita. Täydellisestä kalibroinnista maksettava hinta on se, että nämä probabilistiset ennustimet tuottavat epätarkkoja (käytännössä lähes tarkkoja suurilla aineistoilla) todennäköisyyksiä. Kun nämä epätarkat todennäköisyydet yhdistetään tarkoiksi todennäköisyyksiksi, tuloksena syntyvät ennusteet ovat empiirisissä tutkimuksissa jatkuvasti tarkempia kuin nykyiset menetelmät, vaikka ne menettävät täydellisen kalibroinnin teoreettisen ominaisuuden. Tämän artikkelin konferenssiversio ilmestyy julkaisussa Advances in Neural Information Processing Systems 28, 2015.

**Tulos**

Suuren mittakaavan todennäköisyysennuste kelpoisuustakuilla ja ilman kelpoisuustakuita

**Esimerkki 2.586**

Vahvistusoppiminen on tehokas tekniikka agentin kouluttamiseksi suorittamaan tehtävä. Vahvistusoppimisen avulla koulutettu agentti pystyy kuitenkin suorittamaan vain sen palkitsemisfunktion kautta määritellyn yksittäisen tehtävän. Tällainen lähestymistapa ei sovellu hyvin sellaisiin tilanteisiin, joissa agentin on suoritettava useita erilaisia tehtäviä, kuten navigoitava huoneessa eri paikoissa tai siirrettävä esineitä eri paikkoihin. Sen sijaan ehdotamme menetelmää, jonka avulla agentti voi automaattisesti selvittää, minkälaisia tehtäviä se pystyy suorittamaan ympäristössään. Käytämme generaattoriverkkoa ehdottamaan agentille tehtäviä, joita tämä voi yrittää suorittaa, ja jokainen tehtävä määritellään siten, että se saavuttaa tietyn parametrisoidun osajoukon tila-avaruudesta. Generaattoriverkkoa optimoidaan vastakohtaisen harjoittelun avulla, jotta se tuottaa tehtäviä, jotka ovat aina agentille sopivalla vaikeustasolla. Menetelmämme tuottaa siten automaattisesti opetussuunnitelman tehtävistä, jotka agentti voi oppia. Osoitamme, että tätä kehystä käyttämällä agentti voi tehokkaasti ja automaattisesti oppia suorittamaan laajan joukon tehtäviä ilman, että se tarvitsee ennakkotietoa ympäristöstään. Menetelmämme voi myös oppia suorittamaan tehtäviä, joissa palkkiot ovat harvassa, mikä perinteisesti aiheuttaa merkittäviä haasteita.

**Tulos**

Automaattinen tavoitteiden luominen vahvistusoppimisagenteille

**Esimerkki 2.587**

Lähimmän naapurin (k-NN) kuvaajia käytetään laajalti koneoppimis- ja tiedonlouhintasovelluksissa, ja tavoitteenamme on ymmärtää paremmin, mitä ne paljastavat tuntemattoman pistejakauman klusterirakenteesta. Onko lisäksi mahdollista tunnistaa otannan vaihtelusta mahdollisesti johtuvat väärät rakenteet? Ensimmäinen panoksemme on tilastollinen analyysi, joka paljastaa, miten tietyt k-NN-graafin aligraafit muodostavat johdonmukaisen estimaattorin taustalla olevan pistejakauman klusteripuusta. Toinen ja ehkä tärkein panoksemme on seuraava äärellisten otosten takuu. Selvitämme huolellisesti aggressiivisen ja konservatiivisen karsinnan välisen kompromissin ja pystymme takaamaan kaikkien vääränlaisten klusterirakenteiden poistamisen kaikilla puun tasoilla ja samalla takaamaan erottuvien klustereiden palauttamisen. Tämä on ensimmäinen tällainen äärellisen otoksen tulos klusterointiin liittyvissä kysymyksissä.

**Tulos**

Lähimmän naapurin klusteripuiden karsiminen

**Esimerkki 2.588**

Hiljattain ehdotettiin uutta algoritmia nimeltä EXPected Similarity Estimation (EXPoSE), jolla ratkaistaan laajamittaisen poikkeamien havaitsemisen ongelma. Se on ei-parametrinen ja jakaumavapaa kernelmenetelmä, joka perustuu todennäköisyysmittojen Hilbert-avaruuden upottamiseen. EXPoSE tarvitsee n näytettä sisältävän tietokokonaisuuden tapauksessa vain O(n) (lineaarinen aika) mallin rakentamiseen ja O(1) (vakioaika) ennusteen tekemiseen. Tässä työssä parannamme lineaarista laskennallista monimutkaisuutta ja osoitamme, että -tarkka malli voidaan arvioida vakioajassa, millä on merkittäviä vaikutuksia laajamittaisiin oppimisongelmiin. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi muunnamme alkuperäisen EXPoSE-formulaation stokastiseksi optimointiongelmaksi. On ratkaisevaa, että tämän lähestymistavan avulla voimme määrittää iteraatioiden määrän halutun tarkkuuden perusteella , riippumatta tietokokonaisuuden koosta n. Näytämme, että ehdotettu stokastinen gradienttilaskualgoritmi toimii yleisissä (mahdollisesti äärettömän ulottuvissa) Hilbert-avaruuksissa, on helppo toteuttaa eikä vaadi ylimääräisiä askelkoon parametreja.

**Tulos**

ODOTETUN SAMANKALTAISUUDEN ARVIOIMINEN VAKIOAJALLA STOKASTISEN OPTIMOINNIN AVULLA

**Esimerkki 2.589**

Tässä artikkelissa tutkitaan, kuinka kaukana erittäin syvä neuroverkko on siitä, että se saavuttaisi lähes tyydyttävän suorituskyvyn olemassa olevissa 2D- ja 3D-kasvojen kohdistustietoaineistoissa. Tätä varten teemme seuraavat viisi edistysaskelta: a) rakennamme ensimmäistä kertaa erittäin vahvan perustason yhdistämällä huipputason arkkitehtuurin maamerkkien paikannukseen ja huipputason jäännöslohkon, koulutamme sen erittäin suurella, mutta synteettisesti laajennetulla 2D- kasvojen maamerkkitietokannalla ja lopuksi arvioimme sen kaikilla muilla 2D- kasvojen maamerkkitietokannoilla. (b) Luomme 2D-maamerkkien ohjaaman verkon, joka muuntaa 2D-maamerkkien merkinnät 3D:ksi ja yhdistää kaikki olemassa olevat tietokokonaisuudet, mikä johtaa LS3D-W:n luomiseen, joka on tähän mennessä suurin ja haastavin 3D-kasvojen maamerkkien tietokokonaisuus (~230 000 kuvaa). (c) Tämän jälkeen koulutamme neuroverkon kasvojen 3D-kohdistusta varten ja arvioimme sitä äskettäin käyttöönotetulla LS3D-W:llä. (d) Tarkastelemme edelleen kaikkien kasvojen kohdistuksen suorituskykyyn vaikuttavien "perinteisten" tekijöiden, kuten suuren poseerauksen, alustuksen ja resoluution, vaikutusta ja otamme käyttöön "uuden" tekijän, nimittäin verkon koon. (e) Osoitamme, että sekä 2D- että 3D-kasvojen kohdistusverkot saavuttavat huomattavan tarkan suorituskyvyn, joka on todennäköisesti lähellä käytettyjen tietokokonaisuuksien kyllästämistä. Koulutus- ja testauskoodi sekä tietokanta ovat ladattavissa osoitteesta https: //www.adrianbulat.com/face-alignment/.

**Tulos**

Kuinka kaukana olemme 2D- ja 3D-kasvojen kohdistamisongelman ratkaisemisesta? (ja 230 000 kasvojen 3D-maamerkkiä sisältävä tietokokonaisuus)

**Esimerkki 2.590**

Maantieteellisissä liikeratoissa piilevän tiedon paljastaminen voi auttaa ymmärtämään paremmin yksilöiden ja ryhmien liikkeitä. Tässä työssä esitellään kontekstipuu, uusi hierarkkinen tietorakenne, joka kokoaa käyttäjän toimien taustalla olevan kontekstin yhteen malliin. Ehdotamme kontekstipuun rakentamismenetelmää, jossa maantieteellisiä liikeratoja täydennetään maankäyttötiedoilla tällaisten kontekstien tunnistamiseksi. Arvioimalla rakentamismenetelmää ja analysoimalla luotujen kontekstipuiden ominaisuuksia osoitamme, että käyttäytymisen ymmärtämiselle ja mallintamiselle on olemassa perusta a↵orded. Käyttäjäkontekstien tiivistäminen yhdeksi tietorakenteeksi antaa helpon pääsyn tietoon, joka muuten jäisi piileväksi, ja tarjoaa perustan yksilöiden ja ryhmien toimien ja käyttäytymisen paremmalle ymmärtämiselle ja ennustamiselle. Lopuksi esittelemme myös menetelmän kontekstipuiden karsimiseksi sovelluksissa, joissa puun kokoa halutaan pienentää ja samalla säilyttää hyödyllistä tietoa.

**Tulos**

Kontekstipuut: Paikkatietoreittien täydentäminen kontekstilla

**Esimerkki 2.591**

Näön ja kielen risteyskohdan ongelmat ovat merkittäviä sekä haastavina tutkimuskysymyksinä että niiden mahdollistamien monipuolisten sovellusten vuoksi. Maailmamme luontainen rakenne ja kielemme ennakkoluulot ovat kuitenkin yleensä yksinkertaisempi signaali oppimiselle kuin visuaaliset modaliteetit, mikä johtaa malleihin, jotka eivät ota huomioon visuaalista informaatiota, mikä johtaa niiden kykyjen liioiteltuun arviointiin. Ehdotamme, että nämä kielelliset ennakko-oletukset torjutaan visuaalisen kysymysten vastaamisen (VQA) osalta ja että visio (V VQA:n V) on tärkeä! Tasapainotamme suosittua VQA-aineistoa [3] keräämällä toisiaan täydentäviä kuvia siten, että tasapainotetun aineistomme jokaiseen kysymykseen ei liity vain yhtä kuvaa, vaan pikemminkin pari samanlaista kuvaa, jotka johtavat kahteen eri vastaukseen kysymykseen. Tietokokonaisuutemme on rakenteeltaan tasapainoisempi kuin alkuperäinen VQA-tietokokonaisuus, ja siinä on noin kaksi kertaa enemmän kuva-kysymyspareja. Täydellinen tasapainoinen tietokokonaisuutemme on julkisesti saatavilla osoitteessa http://visualqa.org/ osana Visual Question Answering Dataset and Challenge (VQA v2.0) -tapahtuman toista toistoa. Lisäksi vertailemme tasapainotetulla tietokokonaisuudellamme useita nykyaikaisia VQA-malleja. Kaikki mallit suoriutuvat huomattavasti huonommin tasapainoisessa tietokokonaisuudessa, mikä viittaa siihen, että nämä mallit ovat todellakin oppineet hyödyntämään kielen ennakkoarvioita. Tämä havainto on ensimmäinen konkreettinen empiirinen todiste siitä, mikä näyttää olevan laadullinen käsitys alan ammattilaisten keskuudessa. Lopuksi, tiedonkeruuprotokollamme täydentävien kuvien tunnistamiseksi voimme kehittää uudenlaisen tulkittavissa olevan mallin, joka sen lisäksi, että se antaa vastauksen annettuun (kuva, kysymys) -pariin, tarjoaa myös vastaesimerkkiin perustuvan selityksen. Tarkemmin sanottuna se tunnistaa kuvan, joka on samankaltainen kuin alkuperäinen kuva, mutta jonka se uskoo antavan eri vastauksen samaan kysymykseen. Tämä voi auttaa luomaan luottamusta koneisiin niiden käyttäjien keskuudessa. ∗ Kaksi ensimmäistä kirjoittajaa osallistui työhön yhtä paljon. Kenellä on silmälasit? Missä lapsi istuu? Onko sateenvarjo ylösalaisin? Kuinka monta lasta sängyssä on? nainen mies käsivarret jääkaappi

**Tulos**

V:n merkitseminen VQA:ssa: Kuvan ymmärtämisen roolin korostaminen visuaalisessa kysymysten vastaamisessa.

**Esimerkki 2.592**

Ominaisuuksien pienentäminen on tärkeä käsite, jota käytetään ulottuvuuksien pienentämiseen, jotta luokittelun laskennallinen monimutkaisuus ja aika vähenisivät. Tämän ongelman ratkaisemiseksi on ehdotettu monia lähestymistapoja, mutta lähes kaikki niistä ovat vain esittäneet kiinteän tuloksen kullekin syötetiedostolle, joista jotkut eivät ole tyytyväisiä luokittelutapauksiin. Tässä ehdotimme lähestymistapaa, jolla käsitellään syöttötietokokonaisuutta kunkin ominaisuuden louhintamenetelmän tarkkuuden lisäämiseksi. Ensinnäkin ehdotetaan uutta käsitettä nimeltä luokkien asteittainen hajottaminen (DCG) luokkien erotettavuuden lisäämiseksi niiden merkintöjen perusteella. Seuraavaksi tätä menetelmää käytetään ominaisuuksien vähentämistapojen syöttötietoaineiston käsittelyyn, jotta niiden tuotosten virheellisen luokittelun virhetaso pienenee enemmän kuin silloin, kun tuotos saadaan ilman mitään käsittelyä. Lisäksi menetelmällämme on hyvä laatu verrata kohinaan, joka perustuu tietokokonaisuuden mukauttamiseen ominaisuuksien vähennysmenetelmien kanssa. Tulososassa verrataan kahta olosuhdetta (prosessin kanssa ja ilman prosessia) ajatuksemme tukemiseksi käyttämällä joitakin UCI:n tietokokonaisuuksia.

**Tulos**

Luokkien poistaminen vähitellen ominaisuuksien vähentämismenetelmien laadun parantamiseksi

**Esimerkki 2.593**

Gaussin tilaavaruusmalleja on käytetty vuosikymmeniä peräkkäisten tietojen generatiivisina malleina. Niitä voidaan tulkita intuitiivisesti todennäköisyyksien perusteella, niiden funktionaalinen muoto on yksinkertainen ja ne ovat laajalti hyväksyttyjä. Esittelemme yhtenäisen algoritmin, jolla voidaan tehokkaasti oppia laaja luokka lineaarisia ja epälineaarisia tilaavaruusmalleja, mukaan lukien muunnokset, joissa päästö- ja siirtymäjakaumat mallinnetaan syvillä neuroverkoilla. Oppimisalgoritmimme oppii samanaikaisesti koottua päättelyverkkoa ja generatiivista mallia hyödyntäen rekursiivisilla neuroverkoilla parametrisoitua strukturoitua variaationaalista approksimaatiota jälkijakauman jäljittelemiseksi. Sovellamme oppimisalgoritmia sekä synteettisiin että reaalimaailman tietokokonaisuuksiin ja osoitamme sen skaalautuvuuden ja monipuolisuuden. Huomaamme, että posteriorijakauman strukturoidun approksimaation käyttäminen johtaa malleihin, joilla on huomattavasti korkeampi pidetty todennäköisyys.

**Tulos**

Strukturoidut päättelyverkot epälineaarisille tilaavaruusmalleille

**Esimerkki 2.594**

Ratkaisemme ongelman, joka liittyy paremmuusjärjestyksen oppimiseen käyttämällä adaptiivisesti valittuja parittaisia vertailuja. Tavoitteenamme on palauttaa sijoitus tarkasti, mutta ottaa vertailuja harvoin. Jos kaikki vertailutulokset ovat johdonmukaisia paremmuusjärjestyksen kanssa, optimaalinen ratkaisu on käyttää tehokasta lajittelualgoritmia, kuten Quicksort-algoritmia. Mutta miten lajittelualgoritmit käyttäytyvät, jos jotkin vertailutulokset ovat ristiriidassa paremmuusjärjestyksen kanssa? Annamme Quicksortille suotuisat takuut suosittua Bradley-Terry-mallia varten, kun parametreja koskevat oletukset ovat luonnollisia. Lisäksi osoitamme empiirisesti, että lajittelualgoritmit johtavat hyvin yksinkertaiseen ja tehokkaaseen aktiiviseen oppimisstrategiaan: lajittele kohteet toistuvasti. Tämä strategia toimii yhtä hyvin kuin uusimmat menetelmät (ja paljon paremmin kuin satunnaisotanta), ja sen laskentakustannukset ovat häviävän pienet.

**Tulos**

Lajittele se! Yksinkertainen ja tehokas lähestymistapa aktiiviseen preferenssioppimiseen.

**Esimerkki 2.595**

Vaikka viimeaikaiset neuraaliset konekäännösmenetelmät ovat tuottaneet huippuluokan suorituskykyä resurssirikkaille kielipareille, ne kärsivät datan niukkuusongelmasta resursseiltaan niukoilla kielipareilla. Vaikka tätä ongelmaa voidaan lieventää käyttämällä lähde- ja kohdekielen yhdistävää kieltä, lähde-käännösmallit ja käännöksen käännösmallit koulutetaan yleensä toisistaan riippumatta. Tässä työssä esitellään yhteinen koulutusalgoritmi pivot-pohjaiselle neuraaliselle konekääntämiselle. Ehdotamme kolmea menetelmää näiden kahden mallin yhdistämiseksi ja niiden vuorovaikutuksen mahdollistamiseksi keskenään koulutuksen aikana. Europarl- ja WMT-korpuksilla tehdyt kokeet osoittavat, että lähde-pivot- ja pivot-kohdemallien yhteinen koulutus johtaa merkittäviin parannuksiin verrattuna itsenäiseen koulutukseen eri kielillä.

**Tulos**

Pivot-pohjaisen neuraalisen konekääntämisen yhteinen koulutus

**Esimerkki 2.596**

Tutkimme verkkopohjaisen tehostamisen tehtävää - heikkojen verkko-oppijoiden yhdistämistä vahvoiksi verkko-oppijoiksi. Vaikka erissä tapahtuvalla tehostamisella on vankka teoreettinen perusta, verkossa tapahtuva tehostaminen ansaitsee enemmän tutkimusta teoreettisesta näkökulmasta. Tässä artikkelissa vertailemme huolellisesti online- ja eräajon tehostamisen eroja ja ehdotamme uutta ja järkevää oletusta heikolle online-oppijalle. Oletuksen perusteella suunnittelemme online-boostausalgoritmin, jolla on vahva teoreettinen tae, mukauttamalla offline SmoothBoost-algoritmia, joka vastaa oletusta tarkasti. Lisäksi käsittelemme heikkojen oppijoiden lukumäärän päättämistä käyttämällä vakiintuneita teoreettisia tuloksia verkossa tapahtuvasta koverasta ohjelmoinnista ja ennustamisesta asiantuntijoiden neuvojen avulla. Kokeet todellisilla tietokokonaisuuksilla osoittavat, että ehdotettu algoritmi on hyvässä vertailussa nykyisten online-boostausalgoritmien kanssa.

**Tulos**

Online Boosting-algoritmi ja teoreettiset perustelut

**Esimerkki 2.597**

Geeni- ja proteiiniverkostot ovat erittäin tärkeitä monimutkaisten laajamittaisten järjestelmien mallintamisessa molekyylibiologiassa. Tällaisten verkostojen päättely tai käänteinen suunnittelu voidaan määritellä prosessiksi, jossa geenien ja proteiinien vuorovaikutukset tunnistetaan kokeellisista tiedoista laskennallisen analyysin avulla. Tätä tehtävää vaikeuttaa kuitenkin yleensä se, että tuntemattomien tekijöiden laajuus on valtavan suuri melko pienellä otoskoolla. Lisäksi kun tavoitteena on tutkia kausaalisuhteita verkoston sisällä, tarvitaan työkaluja, joilla voidaan voittaa korrelaatioverkkojen rajoitukset. Tässä työssä hyödynnämme Bayesin graafisia malleja tämän ongelman ratkaisemiseksi ja erityisesti suoritamme vertailevan tutkimuksen erilaisista nykyaikaisista heuristiikoista analysoimalla niiden suorituskykyä Bayesin verkoston rakenteen päättelyssä rintasyöpäaineistosta.

**Tulos**

Bayesiläisten lähestymistapojen ja evoluutiotekniikoiden yhdistäminen rintasyöpäverkostojen päättelyssä.

**Esimerkki 2.598**

Tässä artikkelissa tutkimme ongelmaa, jossa jäsenyyskyselyistä opitaan monotoninen DNF, jossa on enintään s termiä, joiden koko (muuttujien lukumäärä kussakin termissä) on enintään r (s termi r-MDNF). Tämä ongelma vastaa ongelmaa, joka liittyy yleisen hypergrafiikan oppimiseen hyperedge-havaintokyselyjen avulla. Tämä ongelma on motivoitunut kemiallisissa reaktioissa ja genomin sekvensoinnissa esiintyvistä sovelluksista. Esitämme ensin uusia alarajoja tälle ongelmalle ja sitten deterministisiä ja satunnaistettuja mukautuvia algoritmeja, joiden kyselyjen monimutkaisuus on lähes optimaalinen. Kaikki tässä esitetyt algoritmit toimivat ajassa, joka on lineaarinen kyselyn monimutkaisuuden ja muuttujien määrän n kanssa. Lisäksi kaikki tässä esitetyt algoritmit ovat asymptoottisesti tiukkoja kiinteille r- ja/tai s-arvoille.

**Tulos**

Monotonisen DNF:n täsmällisestä oppimisesta jäsenyyskyselyistä

**Esimerkki 2.599**

Vaikutuskaaviot ovat Bayesin verkkojen päätösteoreettisia laajennuksia. Niitä sovelletaan erilaisiin päätösongelmiin. Tässä artikkelissa sovellamme vaikutuskaavioita ajoneuvon nopeusprofiilin optimointiin. Esittelemme tulokset laskennallisista kokeista, joissa vaikutuskaaviota käytettiin Formula 1 -kilpa-auton nopeusprofiilin optimointiin Silverstonen F1-radalla. Lasketut kierrosajat ja nopeusprofiilit vastaavat hyvin testipilottien saavuttamia tuloksia. Laajennettua versiota mallistamme, jossa otetaan huomioon monimutkaisempi optimointifunktio ja monipuoliset liikennerajoitukset, testataan parhaillaan erään suuren autonvalmistajan testiautossa. Tämä artikkeli avaa ovia vaikutuskaavioiden uusille sovelluksille.

**Tulos**

Vaikutuskaaviot ajoneuvon nopeusprofiilin optimointia varten

**Esimerkki 2.600**

Vahvistusoppimista on sovellettu moniin mielenkiintoisiin ongelmiin, kuten kuuluisaan TD-gammoniin [1] ja käänteiseen helikopterilentoon [2]. On kuitenkin tehty vain vähän työtä sellaisten menetelmien kehittämiseksi, joilla voidaan oppia toimintatapoja monimutkaisia pysyviä tehtäviä ja ajallisesti herkkiä tehtäviä varten. Tässä artikkelissa otamme askeleen kohti tämän ongelman ratkaisua käyttämällä signaaliaikalogiikkaa (STL) tehtävän määrittelynä ja hyödyntämällä optiokehyksen tarjoamaa ajallista abstraktio-ominaisuutta. Osoitamme simuloinnin avulla, että suhteellisen helposti toteutettavalla algoritmilla, joka yhdistää STL:n ja optiot, voidaan oppia tyydyttävä toimintatapa pienellä määrällä harjoitustapauksia.

**Tulos**

Hierarkkinen vahvistusoppimismenetelmä pysyviä ajallisesti herkkiä tehtäviä varten.

**Esimerkki 2.601**

Rajoitettu näytteenotto ja laskenta ovat kaksi tekoälyn perusongelmaa, joilla on monenlaisia sovelluksia, jotka ulottuvat todennäköisyyspohjaisesta päättelystä ja suunnittelusta aina rajoitetun satunnaisuuden varmistamiseen. Vaikka näiden ongelmien teoriaa tutkittiin perusteellisesti 1980-luvulla, aiemmat työt eivät joko skaalautuneet teollisen kokoisiin tapauksiin tai luopuivat oikeellisuustakuista skaalautuvuuden saavuttamiseksi. Hiljattain ehdotimme uutta lähestymistapaa, jossa yhdistetään universaali hashing ja SAT-ratkaisu ja joka skaalautuu kaavoihin, joissa on satoja tuhansia muuttujia, luopumatta oikeellisuustakuista. Tässä artikkelissa luodaan yleiskatsaus lähestymistavan keskeisiin osatekijöihin ja käsitellään haasteita, jotka on ratkaistava, jotta voidaan käsitellä suurempia reaalimaailman tapauksia.

**Tulos**

Rajoitettu näytteenotto ja laskenta: Universal Hashing Meets SAT Solving∗∗ .

**Esimerkki 2.602**

Hajautetun rajoitusoptimoinnin ala on saanut viime vuosina lisää vauhtia, koska sen avulla voidaan ratkaista erilaisia moniagenttiyhteistyöhön liittyviä sovelluksia. Vaikka tekniikoita hajautettujen rajoitusten optimointiongelmien (Distributed Constraint Optimization Problems, DCOP) ratkaisemiseksi on runsaasti ja ne ovat kehittyneet huomattavasti alan alusta lähtien, DCOP-algoritmien suorituskyvyn arvioinnissa käytettävien realististen DCOP-sovellusten ja vertailuarvojen määrä on jäänyt jälkeen. Vastapainona tälle taustalle me (i) esittelemme Smart Home Device Scheduling (SHDS) -ongelman, joka kuvaa älykkäiden laitteiden aikataulujen koordinoinnin ongelmaa useissa kodeissa moniagenttijärjestelmänä, (ii) kuvaamme yksityiskohtaisesti fysikaaliset mallit, jotka on otettu käyttöön älykkäiden antureiden, älykkäiden toimilaitteiden ja kotiympäristöjen simuloimiseksi, ja (iii) esittelemme DCOP-realistisen vertailukohdan SHDS-ongelmille.

**Tulos**

Realistinen tietokanta älykkäiden kodin laitteiden aikataulutusongelmaa varten DCOP-ohjelmia varten.

**Esimerkki 2.603**

Perinteiset lähestymistavat ei-monotoniseen päättelyyn eivät täytä useita uskomusten tarkistamisen uskottavia aksioomia ja kärsivät myös käsitteellisistä ongelmista. Viimeaikaiset työt, jotka koskevat paremmuusjärjestykseen perustuvia malleja (RPM-malleja), lupaavat ratkaista joitakin näistä vaikeuksista. Tässä osoitamme, että RPM-mallit eivät ole riittäviä käsittelemään iteroituja uskomusten muutoksia. Erityisesti osoitamme, että RPM-mallit eivät aina salli uskomusten muutoksen palautuvuutta. 1bis-tulos osoittaa, että uskomusten numeerisia vahvuuksia tarvitaan.

**Tulos**

Ei-monotoninen päättely ja uskomusten muutoksen palautuvuus

**Esimerkki 2.604**

Neuraalisen konekäännösjärjestelmän laatu riippuu olennaisesti siitä, onko käytettävissä mittavia rinnakkaiskorporaatioita. Vähäresurssisten kieliparien kohdalla näin ei ole, mikä johtaa käännöksen heikkoon laatuun. Tietokonenäön alalla tehtyjen töiden innoittamana ehdotamme uudenlaista tietojen lisäämiseen tähtäävää lähestymistapaa, joka kohdistuu harvinaisiin sanoihin luomalla uusia lausepareja, jotka sisältävät harvinaisia sanoja uusissa, synteettisesti luoduissa yhteyksissä. Kokeelliset tulokset simuloiduissa vähäresurssisissa ympäristöissä osoittavat, että menetelmämme parantaa käännöksen laatua jopa 2,9 BLEU-pistettä perusasetelmaan verrattuna ja jopa 3,2 BLEU-pistettä takaisinkääntämiseen verrattuna.

**Tulos**

Tietojen lisääminen vähäisten resurssien neuraalista konekääntämistä varten

**Esimerkki 2.605**

Yksi robotiikan, tekoälyn ja keinotekoisen elämän alojen tärkeimmistä tavoitteista on suunnitella ja rakentaa järjestelmiä ja koneita, jotka ovat yhtä monipuolisia ja luotettavia kuin elävät organismit ja jotka pystyvät suorittamaan korkeatasoisia ihmisen kaltaisia tehtäviä. Mutta miten voimme arvioida keinotekoisia järjestelmiä, jos emme ole varmoja siitä, miten näitä kykyjä elävissä järjestelmissä mitataan, saati miten elämä tai älykkyys määritellään? Tarkastelen tässä konkreettista mittaria, jolla voidaan mitata luonnollisten ja keinotekoisten järjestelmien abstrakteja ominaisuuksia, kuten kykyä reagoida ympäristöön ja hallita omaa käyttäytymistään.

**Tulos**

Robottien ja luonnollisten järjestelmien luonnollisen ja keinotekoisen älykkyyden kvantifiointi algoritmisen käyttäytymistestin avulla.

**Esimerkki 2.606**

Jäännösoppiminen on viime aikoina osoittautunut tehokkaaksi keinoksi rakentaa hyvin syviä neuroverkkoja esineiden tunnistamiseen. Jäännösverkkojen nykyiset versiot eivät kuitenkaan mahdollista monimutkaisten suhteiden mallintamista ja integroimista läheisesti toisiinsa liittyvien tunnistustehtävien välillä tai eri alojen välillä. Tällaisia ongelmia esiintyy usein multimediasovelluksissa, joihin liittyy laajamittaista sisällön tunnistamista. Ehdotamme syvien verkkojen jäännösoppimisen uutta laajennusta, joka mahdollistaa intuitiivisen oppimisen useiden toisiinsa liittyvien tehtävien välillä käyttämällä ristiinkytkentöjä, joita kutsutaan ristijäännöksiksi. Näitä ristijäännösyhteyksiä voidaan pitää eräänlaisena verkon sisäisenä regularisointina, ja ne mahdollistavat suuremman verkon yleistettävyyden. Näytämme, miten ristijääneen perustuva oppiminen (cross-residual learning, CRL) voidaan integroida monitehtäväverkkoihin, jotta voidaan yhdessä kouluttaa ja havaita visuaalisia käsitteitä useissa tehtävissä. Esittelemme yhden monitehtäväisen ristijäämäläisen verkon, jossa on >40 % vähemmän parametreja ja joka pystyy saavuttamaan kilpailukykyisen tai jopa paremman havaitsemistuloksen visuaalisen tunnekäsitteen havaitsemisongelmassa, joka tavallisesti vaatii useita erikoistuneita yhden tehtävän verkkoja. Tuloksena syntynyt monitehtäväinen ristijäännösverkko saavuttaa myös noin 10,4 % paremman havaintosuorituskyvyn verrattuna tavalliseen monitehtäväiseen ristijäännösverkkoon, jossa ei ole ristijäännösverkkoa edes pienellä määrällä ristijäännöspainotusta.

**Tulos**

Syvä ristijäämäoppiminen monitehtäväistä visuaalista tunnistusta varten

**Esimerkki 2.607**

Nykyisen monofonisen musiikin yhteydessä ilmaisu voidaan nähdä musiikillisen esityksen ja sen symbolisen esityksen eli partituurin välisenä erona. Tässä artikkelissa osoitamme, miten Maximum Entropy (MaxEnt) -malleja voidaan käyttää musiikillisen ilmaisun tuottamiseen, jotta voidaan jäljitellä inhimillistä esitystä. Harjoituskorpuksena käytimme ammattimaisen pianistin, joka soitti noin 150 jazz-, pop- ja latinalaisen jazzin melodiaa. Tulokset osoittavat hyvää ennustuskykyä, mikä vahvistaa mallimme valintaa. Lisäksi teimme kuuntelutestin, jonka tulokset osoittavat, että ihmiset pitävät keskimäärin huomattavasti parempina MaxEnt-mallin tuottamia melodioita kuin melodioita, joissa ei ole lainkaan ilmaisua tai joissa on täysin satunnainen ilmaisu. Lisäksi joissakin tapauksissa MaxEnt-mallin melodiat ovat lähes yhtä suosittuja kuin ihmisen esittämät melodiat.

**Tulos**

Maksimientropiamallit ilmaisuvoimaisen musiikin tuottamiseen

**Esimerkki 2.608**

Monet verkkoyhteisöt esittävät käyttäjien antamia vastauksia, kuten tuotearvioita ja vastauksia kysymyksiin. Käyttäjien antamat hyödyllisyysäänestykset voivat korostaa hyödyllisimpiä vastauksia, mutta äänestäminen on sosiaalinen prosessi, joka voi saada vauhtia vastausten suosion ja olemassa olevien äänten polariteetin perusteella. Ehdotamme kiinalaista äänestysprosessia (CVP), joka mallintaa hyödyllisyysäänten kehittymisen itseään vahvistavana prosessina, joka riippuu asemasta ja esitystavan vääristymistä. Arvioimme tätä mallia Amazonin tuotearvosteluilla ja yli 80 StackExchange-foorumilla, mittaamme yksittäisten vastausten luontaista laatua ja eri yhteisöjen käyttäytymiskertoimia.

**Tulos**

Vaihdettavuuden lisäksi: Kiinan äänestysprosessi

**Esimerkki 2.609**

Tiedetään hyvin, että ehdollista riippumattomuutta voidaan käyttää yhteisen todennäköisyyden jakamiseen ehdollisten todennäköisyyksien kertolaskuksi. Tässä artikkelissa ehdotetaan kausienvälisen riippumattomuuden rakenteellista määritelmää, jota voidaan käyttää edelleen ehdollisen todennäköisyyden faktorointiin. Lisäksi kehitetään päättelyalgoritmi, joka hyödyntää sekä ehdollista riippumattomuutta että kausaalista riippuvuutta vähentääkseen päättelyn monimutkaisuutta Bayes-verkoissa.

**Tulos**

Kausienvälinen riippumattomuus ja heterogeeninen faktorointi

**Esimerkki 2.610**

Kielitieteellisessä typologiassa tutkitaan usein elementtien {demonstratiivin, adjektiivin, numeraalin, substantiivin} järjestystä substantiivilauseessa. Tavoitteena on ennustaa näiden järjestysten suhteellisia frekvenssejä eri kielissä. Tässä käytämme Poissonin regressiota vertaillaksemme tilastollisesti eräitä tämän vaihtelun merkittäviä selityksiä. Vertaamme Cinquen (2005) perusteella johdettuja piirrejärjestelmiä Cysouwin (2010) ja Dryerin (valmisteilla) piirrejärjestelmiin. Emme löydä selkeitä syitä suosia Cinquen (2005) tai Dryerin (valmisteilla) mallia, mutta molemmat mallit sopivat huomattavasti paremmin typologiseen aineistoon kuin Cysouwin (2010) malli.

**Tulos**

Joidenkin NP-sanajärjestystä koskevien teorioiden tilastollinen vertailu

**Esimerkki 2.611**

Tässä työssä keskitytään kielellisten annotaatiotyökalujen nopeaan kehittämiseen resurssiköyhiä kieliä varten. Kokeilemme useita kieltenvälisiä annotaatioprojektiomenetelmiä, joissa käytetään RNN-malleja (Recurrent Neural Networks). Lähestymistapamme erityispiirre on, että monikielinen sanaesitys vaatii vain lähde- ja kohdekielen rinnakkaisen korpuksen. Tarkemmin sanottuna menetelmällämme on seuraavat ominaisuudet: (a) se ei käytä sanojen kohdistustietoa, (b) se ei edellytä vieraiden kielten tuntemusta, mikä tekee siitä sovellettavissa olevan monenlaisiin resurssiköyhiin kieliin, (c) se tarjoaa aidosti monikielisiä taggereita. Tutkimme sekä yksi- että kaksisuuntaisia RNN-malleja ja ehdotamme menetelmää, jolla RNN:ään voidaan sisällyttää ulkoista tietoa (esimerkiksi POS:n matalan tason tietoa) korkeamman tason taggerien (esimerkiksi super sense taggerien) kouluttamiseksi. Osoitamme mallimme pätevyyden ja yleistettävyyden käyttämällä rinnakkaisia korpuksia (jotka on saatu manuaalisen tai automaattisen kääntämisen avulla). Kokeissa käytetään monikielisiä POS- ja super sense taggereita.

**Tulos**

Monikielisten tekstianalyysityökalujen tuottaminen kaksisuuntaisten rekursiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.612**

Johdamme tilastollisista periaatteista yhtälön ajallisen eron oppimiselle. Aloitamme variaatioperiaatteesta ja tuotamme sitten bootstrap-menetelmällä päivityssäännön diskontattujen tila-arvojen estimaateille. Tuloksena saatava yhtälö on samankaltainen kuin kelpoisuusjäljillä tapahtuvan temporaalisen eron oppimisen vakioyhtälö, niin sanottu TD(λ), mutta siitä puuttuu parametri α, joka määrittää oppimisnopeuden. Tämän vapaan parametrin tilalle on nyt olemassa oppimisnopeutta koskeva yhtälö, joka on ominainen kullekin tilasiirtymälle. Testaamme kokeellisesti tätä uutta oppimissääntöä TD(λ):tä vastaan ja havaitsemme, että se tarjoaa paremman suorituskyvyn eri asetuksissa. Lopuksi teemme joitakin alustavia tutkimuksia siitä, miten uusi ajallinen eroalgoritmimme voidaan laajentaa vahvistusoppimiseen. Tätä varten yhdistämme päivitysyhtälömme sekä Watkinsin Q(λ):n että Sarsa(λ):n kanssa ja havaitsemme, että se tarjoaa jälleen ylivoimaisen suorituskyvyn ilman oppimisnopeusparametria.

**Tulos**

Ajallinen eron päivitys ilman oppimisnopeutta

**Esimerkki 2.613**

Nykyiset latentteihin tekijämalleihin perustuvat työt ovat keskittyneet esittämään arviointimatriisin käyttäjän ja kohteen latenttien tekijämatriisien tulona, sillä molemmat ovat tiheitä. Latentit (faktorivektorit) määrittelevät, missä määrin jokin ominaisuus on jonkin kohteen hallussa, tai käyttäjän affiniteetin kyseistä ominaisuutta kohtaan. Tiheä käyttäjämatriisi on järkevä oletus, koska jokainen käyttäjä pitää/halveksuu ominaisuutta tietyssä määrin. Jokaisella kohteella on kuitenkin vain muutama ominaisuus eikä koskaan kaikkia. Näin ollen kohdematriisin olisi mieluummin oltava harva kuin tiheä, kuten aiemmissa teoksissa on esitetty. Tämän vuoksi ehdotamme, että arvostelumatriisi faktoroidaan tiheään käyttäjämatriisiin ja harvalukuiseen kohdematriisiin, mikä johtaa sokean tiivistetyn tunnistuksen (Blind Compressed Sensing, BCS) kehykseen. Johdamme tehokkaan algoritmin BCS-ongelman ratkaisemiseksi, joka perustuu Majorization Minimization (MM) -tekniikkaan. Ehdotetun lähestymistavan avulla saavutetaan huomattavasti suurempi tarkkuus ja lyhyempi suoritusaika verrattuna nykyisiin lähestymistapoihin.

**Tulos**

Sokea kompressiivinen aistiminen yhteistoiminnallisessa suodatuksessa (Blind Compressive Sensing Framework for Collaborative Filtering)

**Esimerkki 2.614**

Monia rajoituksia sisältäviä reaalimaailman ongelmia voidaan pitää Max-SAT-ongelman tapauksina, joka on klassisen tyydyttävyysongelman optimointimuunnos. Tässä artikkelissa ehdotamme Max-SAT-ongelmalle uutta probabilistista lähestymistapaa nimeltä ProMS. Algoritmimme perustuu stokastiseen paikallishakustrategiaan, jossa käytetään uutta todennäköisyysjakaumafunktiota, jossa on kaksi strategiaa muuttujien valitsemiseksi, toinen perustuu saatavilla olevaan tietoon ja toinen on puhtaasti satunnainen. Lisäksi useimmat aiemmat WalkSAT:iin perustuvat algoritmit valitsevat tyydyttämättömät lausekkeet satunnaisesti, mutta me otamme käyttöön uuden lausekkeenvalintastrategian algoritmimme parantamiseksi. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ProMS päihittää monet nykyaikaiset stokastiset paikallishakuratkaisut vaikeissa painottomissa satunnaisissa Max-SAT-vertailukohteissa.

**Tulos**

Todennäköisyysjakaumastrategia ja tehokas lausekkeiden valinta vaikeille Max-SAT-kaavoille.

**Esimerkki 2.615**

Neuroverkkojen oletettu "musta laatikko"-luonne on esteenä niiden käyttöönotolle sovelluksissa, joissa tulkittavuus on tärkeää. Tässä esittelemme DeepLIFTin (Learning Important FeaTures), tehokkaan ja toimivan menetelmän tärkeyspisteiden laskemiseen neuroverkossa. DeepLIFT vertaa kunkin neuronin aktivaatiota sen "viiteaktivaatioon" ja antaa merkityspisteet erotuksen mukaan. Sovellamme DeepLIFT-menetelmää malleihin, jotka on koulutettu luonnollisilla kuvilla ja genomitiedoilla, ja osoitamme merkittäviä etuja gradienttipohjaisiin menetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Ei vain musta laatikko: Tulkittava syväoppiminen aktivointieroja levittämällä

**Esimerkki 2.616**

Käyttäjien sitoutumisella tarkoitetaan vuorovaikutuksen määrää, jonka instanssi (esim. twiitti, uutinen ja foorumipostaus) saa aikaan. Sosiaalisen median verkkosivustojen kohteiden sijoittamista sen perusteella, kuinka paljon käyttäjät osallistuvat niihin, voidaan käyttää erilaisissa sovelluksissa, kuten suositusjärjestelmissä. Tässä artikkelissa tarkastelemme elokuvan arvosanan sisältävää twiittiä instanssina ja keskitymme asettamaan kunkin käyttäjän instanssit paremmuusjärjestykseen niiden osallistumisen perusteella eli sen saamien uudelleentwiittausten ja suosikkien kokonaismäärän perusteella. Tätä tehtävää varten määrittelemme useita ominaisuuksia, jotka voidaan poimia kunkin twiitin metatiedoista. Ominaisuudet on jaettu kolmeen luokkaan: käyttäjäkohtaiset, elokuvakohtaiset ja twiittipohjaiset. Osoitamme, että hyvien tulosten saamiseksi olisi otettava huomioon kaikkien luokkien piirteet. Hyödynnämme regressio- ja learning to rank -menetelmiä twiittien sijoittamiseksi paremmuusjärjestykseen ja ehdotamme, että regressio- ja learning to rank -menetelmien tulokset yhdistetään paremman suorituskyvyn saavuttamiseksi. Olemme suorittaneet kokeilumme laajennetulla versiolla MovieTweeting-tietokannasta, jonka ACM RecSys Challenge 2014 -kilpailu on toimittanut. Tulokset osoittavat, että learning to rank -lähestymistapa päihittää useimmat regressiomallit, ja yhdistelmällä voidaan parantaa suorituskykyä merkittävästi.

**Tulos**

Regressio ja oppiminen sijoittamiseen käyttäjien sitoutumisen arvioinnissa käytettävässä aggregoinnissa

**Esimerkki 2.617**

Analogy Based Effort Estimation (ABE) on yksi merkittävimmistä menetelmistä ohjelmistojen työmäärän arvioimiseksi. ABE:n peruskonsepti on lähempänä asiantuntija-arvioinnin ajattelutapaa, mutta siinä käytetään automatisoitua menettelyä, jossa lopullinen arvio luodaan käyttämällä uudelleen samankaltaisia historiallisia hankkeita. ABE:tä käytettäessä keskeisin kysymys on, miten mukauttaa haettujen lähimpien naapureiden työmäärää. Mukauttamisprosessi on olennainen osa ABE:tä, jotta voidaan tuottaa onnistuneempia tarkkoja estimaatteja, jotka perustuvat valittujen raakaratkaisujen virittämiseen jonkin mukauttamisstrategian avulla. Tässä tutkimuksessa osoitamme, että on olemassa kolme toisiinsa liittyvää päätöksentekomuuttujaa, joilla on suuri vaikutus sopeutumismenetelmän onnistumiseen: (1) lähimpien analogien määrä (k), (2) sopeutumiseen tarvittava optimaalinen ominaisuusjoukko ja (3) sopeutumispainot. Oikean päätöksen löytämiseksi näiden muuttujien osalta on tutkittava kaikkia mahdollisia yhdistelmiä ja arvioitava niitä yksitellen, jotta voidaan valita sellainen, joka parantaa kaikkia ennustuksen arviointimittareita. Olemassa olevat arviointimittarit käyttäytyvät yleensä eri tavoin, ja niiden suuntaukset ennustemenetelmien arvioinnissa ovat toisinaan vastakkaisia. Tämä tarkoittaa, että yhden päätöksentekomuuttujan muuttaminen voi parantaa yhtä arviointimittaria samalla kun se heikentää muita. Tämän tutkimuksen pääteemana on siis se, miten löydetään parhaat päätöksentekomuuttujat, jotka parantavat sopeutumisstrategiaa ja siten myös kokonaisarviointimittareita ilman, että muut muuttujat heikkenevät. Näiden päätösten vaikutusta yhdessä ei ole aiemmin tutkittu, joten ehdotamme, että sopeutumismenettelyn rakentamista tarkastellaan monitavoitteisena optimointiongelmana. Hiukkasparvioptimointialgoritmia (Particle Swarm Optimization Algorithm, PSO) hyödynnetään tällaisten päätöksentekomuuttujien optimaalisten ratkaisujen löytämiseksi useiden arviointimittojen optimoinnin perusteella. Arvioimme ehdotettuja lähestymistapoja 15 tietokokonaisuudella ja käyttämällä neljää arviointimittaria. Laajan kokeilun jälkeen havaitsimme, että: (1) ABE:n ennustuskyky on parantunut huomattavasti, (2) kaikkien päätöksentekomuuttujien optimointi yhdessä on tehokkaampaa kuin yhdenkään niistä huomiotta jättäminen. (3) optimoimalla päätösmuuttujat kullekin hankkeelle erikseen saadaan parempi tarkkuus kuin optimoimalla ne koko tietokokonaisuuden osalta.

**Tulos**

Paretotehokas monitavoiteoptimointi analogiaan perustuvan arvioinnin paikallista virittämistä varten

**Esimerkki 2.618**

Todistustodennäköisyyden laskeminen on NP-vaikeaa, vaikka virherajat tunnettaisiinkin. Tässä artikkelissa käsittelemme tätä vaikeaa ongelmaa valitsemalla helpomman ongelman. Ehdotamme approksimaatiota, joka antaa erittäin luotettavat alarajat todisteiden todennäköisyydelle, mutta jolla ei ole takeita suhteellisen tai absoluuttisen virheen suhteen. Ehdottamamme approksimaatio on satunnaistettu tärkeysnäytteenottojärjestelmä, joka käyttää Markovin epätasa-arvoa. Markovin epätasa-arvon suoraviivainen soveltaminen voi kuitenkin johtaa huonoihin alarajoihin. Siksi ehdotamme useita heuristisia toimenpiteitä sen suorituskyvyn parantamiseksi käytännössä. Järjestelmämme empiirinen arviointi yhdessä nykyaikaisten alarajojen määritysmenetelmien kanssa paljastaa lähestymistapamme lupaavuuden.

**Tulos**

Tutkimukset todisteiden todennäköisyyden alarajojen määrittämisestä Markovin epätasa-arvon avulla

**Esimerkki 2.619**

Useimmissa nykyaikaisissa monitehtäväoppimismenetelmissä oletetaan lineaarisia malleja. Tätä asetelmaa pidetään syväoppimisen aikakaudella pinnallisena. Tässä artikkelissa esitellään uusi syvä monitehtäväedustuksen oppimiskehys, joka oppii ristikkäistehtävien jakorakenteen syvän verkon jokaisella kerroksella. Lähestymistapamme perustuu monien perinteisten MTL-algoritmien eksplisiittisesti tai implisiittisesti käyttämien matriisitekijöintitekniikoiden yleistämiseen tensoritekijöintiin, jotta voimme toteuttaa automaattisen oppimisen syvissä verkoissa tapahtuvasta tiedon jakamisesta päästä päähän. Tämä on vastakohta nykyisille syväoppimismenetelmille, jotka edellyttävät käyttäjän määrittelemää monitehtävän jakamisstrategiaa. Lähestymistapamme soveltuu sekä homogeenisiin että heterogeenisiin MTL:iin. Kokeet osoittavat syvän monitehtäväedustuksen oppimisen tehokkuuden sekä korkeamman tarkkuuden että vähemmän suunnitteluvalintoja.

**Tulos**

SYVÄ MONITEHTÄVÄINEN REPRESENTAATIO-OPPIMINEN: TENSORIKERROINLÄHESTYMISTAPA

**Esimerkki 2.620**

Tässä työssä esitellään nopea ja skaalautuva algoritmi Gaussin seosmallien inkrementaaliseen oppimiseen. Koska algoritmin tarkkuusmatriiseja ja determinantteja päivitetään rank-one-päivityksillä, sen asymptoottinen aikakompleksisuus on O ( NKD ), kun datapisteitä on N, Gaussin komponentteja K ja ulottuvuuksia D. Tuloksena saatua algoritmia voidaan soveltaa suurten ulottuvuuksien tehtäviin, ja tämä vahvistetaan soveltamalla sitä MNIST- ja CIFAR-10-luokittelutietokantoihin. Jotta voidaan osoittaa algoritmin soveltuvuus funktioiden lähentämis- ja ohjaustehtäviin, sitä sovelletaan lisäksi kolmeen vahvistusoppimistehtävään ja arvioidaan sen datatehokkuus.

**Tulos**

Gaussin sekoitusmallien skaalautuva ja inkrementaalinen oppiminen

**Esimerkki 2.621**

Strukturoitua dataa, kuten sekvenssejä, puita ja graafeja, varten suunnitellut ydinluokittelijat ja regressorit ovat edistyneet merkittävästi monilla monitieteisillä aloilla, kuten laskennallisessa biologiassa ja lääkesuunnittelussa. Tyypillisesti tietotyypille suunnitellaan etukäteen ydinfunktiot, jotka joko hyödyntävät rakenteiden tilastoja tai todennäköisyysgeneroivia malleja, minkä jälkeen ydinfunktioihin perustuva erotteleva luokittelija opitaan koveran optimoinnin avulla. Tällainen elegantti kaksivaiheinen lähestymistapa rajoitti kuitenkin myös kernelimenetelmien skaalautumista miljooniin datapisteisiin ja diskriminoivan tiedon hyödyntämistä ominaisuuksien representaatioiden oppimisessa. Ehdotamme tehokasta ja skaalautuvaa lähestymistapaa strukturoidun datan esittämiseen, joka perustuu ajatukseen latenttien muuttujien mallien upottamisesta ominaisuusavaruuksiin ja tällaisten ominaisuusavaruuksien oppimisesta käyttämällä diskriminoivaa tietoa. Lisäksi ominaisuuksien oppimisalgoritmimme suorittaa sarjan funktiokartoituksia tavalla, joka muistuttaa graafisia mallien päättelymenettelyjä, kuten keskikenttä- ja uskomuspropagointia. Todellisissa sovelluksissa, joihin liittyy sekvenssejä ja graafeja, osoitimme, että ehdotettu lähestymistapa on paljon skaalautuvampi kuin vaihtoehtoiset lähestymistavat ja tuottaa samalla luokittelussa ja regressiossa vertailukelpoisia tuloksia uusimpaan tekniikkaan verrattuna.

**Tulos**

Latenttien muuttujien mallien diskriminoivat sulautukset strukturoitua dataa varten.

**Esimerkki 2.622**

Osoitamme, että automaattisessa teoreemantarkistuksessa toteutettuihin strategioihin liittyy mielenkiintoinen kompromissi suoritusnopeuden, todistamisen nopeuden/laskenta-ajan ja tiedon hyödyllisyyden välillä. Kehitämme näille käsitteille muodollisia määritelmiä käyttämällä normaaliuden käsitettä, joka liittyy odotettuun (optimaaliseen) teoreettiseen nopeutumiseen, kun lisätään hyödyllistä tietoa (muita teoreemoja aksioomeina), verrattuna todellisiin strategioihin, jotka voidaan toteuttaa tehokkaasti ja tuloksellisesti. Ehdotamme, että tämän normaalisuuden ja laskennallisen ajan monimutkaisuuden välillä on väistämätön kompromissi. Argumentti kvantifioi informaation hyödyllisyyden (positiivisen) nopeutumisen muodossa. Tulokset paljastavat eräänlaisen no-free-lunch-skenaarion ja luonteeltaan perustavanlaatuisen kompromissin. Tämän artikkelin pääteoreema sekä numeerinen koe, joka on tehty käyttämällä kahta erilaista automaattista lauseenvastaavaa (AProS ja Prover9) propositiologiikan satunnaislauseille, antavat vahvat teoreettiset ja empiiriset perustelut sille, että uuden hyödyllisen tiedon löytäminen tietyn ongelman (lauseen) ratkaisemiseksi on yleensä yhtä vaikeaa kuin itse ongelma (lause).

**Tulos**

Automaattisen lauseenratkaisun harvinainen nopeutuminen paljastaa kompromissin laskenta-ajan ja informaatioarvon välillä.

**Esimerkki 2.623**

Tässä raportissa esitellään yleinen malli lasten puheentunnistukseen tarkoitettujen tietojärjestelmien arkkitehtuurista. Siinä esitetään malli puheen tietovirrasta ja sen toiminnasta. Näiden tutkimusten ja esitettyjen suonien arkkitehtuurimallin tulokset osoittavat, että tutkimuksessa on keskityttävä akustis-foneettiseen mallintamiseen, jotta voidaan parantaa lasten puheentunnistuksen laatua ja järjestelmien kestävyyttä melun ja lähetysympäristön muutosten suhteen. Toinen tärkeä näkökohta on tarkempien algoritmien kehittäminen lasten spontaanin puheen mallintamiseen.

**Tulos**

Lasten puheentunnistuksen vuorovaikutteisen dialogijärjestelmän malliarkkitehtuurista

**Esimerkki 2.624**

Kahden aikasarjan väliset pistemäiset vastaavuudet ovat erittäin tärkeitä aikasarja-analyysissä, ja dynaamisen aikasärmäyksen (DTW, dynamic time warping) tiedetään tuottavan yleensä kohtuullisia vastaavuuksia. On tilanteita, joissa aikasarjojen yhteensovittamisen pitäisi olla muuttumatonta skaalautumisen ja amplitudin siirtymisen suhteen tai joissa tarkasteltavien aikasarjojen paikallisten alueiden pitäisi heijastua voimakkaasti pistemäisissä yhteensovituksissa. DTW:n kahta erilaista muunnosta, affiinista DTW:tä (ADTW) ja alueellista DTW:tä (RDTW), on ehdotettu käsittelemään amplitudin skaalautumista ja siirtymiä ja tarjoamaan alueellista painotusta. Lisäksi ADTW- ja RDTW-menetelmiä voidaan yhdistää kahdella eri tavalla, jotta voidaan tuottaa linjauksia, joissa yhdistyvät molempien menetelmien edut, kun affiinista mallia voidaan soveltaa joko globaalisti koko aikasarjaan tai paikallisesti kuhunkin alueeseen. Ehdotetut kohdistamismenetelmät ovat DTW:tä parempia tietyissä simuloiduissa tietokokonaisuuksissa, ja niihin liittyviä erotusmittoja käyttävät yhden lähimmän naapurin luokittelijat ovat kilpailukykyisiä suhteessa uusimpiin kohdistamismenetelmiin liittyviin erotusmittoihin todellisissa tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Affiininen ja alueellinen dynaaminen aikavääristymä

**Esimerkki 2.625**

Tarkastelemme ongelmaa, jossa valitaan peräkkäin joukko puolueettomia Monte Carlo -estimaattoreita, jotta lopullisen yhdistetyn estimaatin keskimääräinen neliövirhe (MSE) saadaan minimoitua. Pelkistämällä tämä tehtävä stokastiseksi monikätiseksi bandit-ongelmaksi osoitamme, että hyvin kehitettyjen jakostrategioiden avulla voidaan saavuttaa MSE, joka lähestyy jälkikäteen valitun parhaan estimaattorin MSE:tä. Tämän jälkeen laajennamme nämä kehityssuuntaukset skenaarioon, jossa vaihtoehtoisilla estimaattoreilla on erilaiset, mahdollisesti stokastiset kustannukset. Tuloksena on uusi joukko adaptiivisia Monte Carlo -strategioita, jotka tarjoavat vahvemmat takeet kuin aiemmat lähestymistavat ja tarjoavat samalla käytännön etuja.

**Tulos**

Adaptiivinen Monte Carlo Bandit Allocationin avulla

**Esimerkki 2.626**

Artikkelissa esitellään Conformal Predictors -menetelmän soveltaminen kemoinformatiikan ongelmaan, joka liittyy kemiallisten yhdisteiden aktiivisuuden tunnistamiseen. Työssä käsitellään joitakin tämän alan erityishaasteita: suuri määrä yhdisteitä (harjoitusesimerkkejä), ominaisuusavaruuden suuri ulottuvuus, harvinaisuus ja luokkien voimakas epätasapaino. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi sovelletaan konformisten ennustimien muunnosta, jota kutsutaan induktiiviseksi Mondrianin konformiseksi ennustimeksi. Tuloksia esitetään useille epäyhtenäisyysmittareille (NCM), jotka on saatu taustalla olevista algoritmeista ja eri ytimistä. Useita suorituskykymittareita käytetään osoittamaan induktiivisen Mondrian Conformal Predictorin joustavuus tällaisten monimutkaisten aineistojen käsittelyssä.

**Tulos**

Muodonmukaiset ennustajat yhdisteen aktiivisuuden ennustamista varten

**Esimerkki 2.627**

Viimeaikaiset edistysaskeleet syväoppimisessa ovat johtaneet eri sovelluksissa ennennäkemättömiin saavutuksiin, jotka voivat mahdollisesti tuoda korkeampaa älykkyyttä monenlaisiin mobiilisovelluksiin ja kaikkialle ulottuviin sovelluksiin. Vaikka olemassa olevat tutkimukset ovat osoittaneet syvien neuroverkkojen päättelyoperaatioiden tehokkuuden ja toteutettavuuden mobiililaitteissa ja sulautetuissa laitteissa, niissä ei ole otettu huomioon mobiililaskentamallien luotettavuutta. Luotettavuusmittaukset, kuten ennakoivan epävarmuuden arvioinnit, ovat avaintekijöitä päätöstarkkuuden ja käyttäjäkokemuksen parantamisessa. Tässä työssä ehdotamme RDeepSensea, ensimmäistä syväoppimismallia, joka tarjoaa hyvin kalibroituja epävarmuusarvioita resurssirajoitteisille mobiililaitteille ja sulautetuille laitteille. RDeepSense mahdollistaa ennakoivan epävarmuuden ottamalla käyttöön viritettävän asianmukaisen pisteytyssäännön koulutuskriteerinä ja pudotuksen implisiittisenä Bayesin approksimaationa, mikä teoreettisesti todistaa sen oikeellisuuden. Laskennallisen monimutkaisuuden vähentämiseksi RDeepSense käyttää ecient dropoutia ja ennustavan jakauman estimointia mallien muodostaman kokonaisuuden tai otantaan perustuvan menetelmän sijasta päättelyoperaatioissa. Arvioimme RDeepSensea neljällä Intel Edison -laitteita käyttävällä mobiilitunnistussovelluksella. Tulokset osoittavat, että RDeepSense voi vähentää energiankulutusta noin 90 prosenttia samalla kun se tuottaa erinomaisia epävarmuusestimaatteja ja säilyttää vähintään saman mallintarkkuuden verrattuna muihin uusimpiin menetelmiin.

**Tulos**

RDeepSense: Luotettavat syvät mobiililaskentamallit epävarmuuden arvioinnin kanssa.

**Esimerkki 2.628**

Tässä raportissa kuvaamme Theano-pohjaisen AlexNet-toteutuksen (Krizhevsky et al., 2012) ja sen naiivin datan rinnakkaisuuden useilla GPU:illa. Suorituskykymme kahdella GPU:lla on verrattavissa huipputason Caffe-kirjastoon (Jia et al., 2014), jota ajetaan yhdellä GPU:lla. Tietojemme mukaan tämä on tähän mennessä ensimmäinen avoimen lähdekoodin Python-pohjainen AlexNet-toteutus.

**Tulos**

TION USEAN GPUSIN KANSSA

**Esimerkki 2.629**

Tarkastelemme verkko-oppimisalgoritmeja, jotka takaavat pahimman mahdollisen katumuksen vastakkaisissa ympäristöissä (joten niitä voidaan käyttää turvallisesti ja ne toimivat vakaasti), mutta jotka sopeutuvat optimaalisesti suotuisiin stokastisiin ympäristöihin (joten ne toimivat hyvin erilaisissa käytännön kannalta tärkeissä ympäristöissä). Määritämme stokastisten ympäristöjen ystävällisyyden tunnetun Bernsteinin ehdon (eli yleistetyn Tsybakovin marginaalin) avulla. Kahden tuoreen algoritmin (Squint Hedge-asetelmassa ja MetaGrad verkossa tapahtuvassa koverassa optimoinnissa) osalta osoitamme, että niiden datasta riippuvaisten yksilö-sekvenssi-katumustakuiden erityinen muoto merkitsee, että ne mukautuvat automaattisesti stokastisen ympäristön Bernsteinin parametreihin. Osoitamme, että nämä algoritmit saavuttavat nopeat nopeudet omissa asetuksissaan sekä odotusten mukaan että suurella todennäköisyydellä.

**Tulos**

Vastavuoroisten takuiden ja stokastisten nopeiden nopeuksien yhdistäminen verkko-oppimisessa

**Esimerkki 2.630**

Tässä artikkelissa esitellään Latent Tree Language Model (LTLM), uusi lähestymistapa kielen mallintamiseen, jossa tietyn lauseen syntaksi ja semantiikka koodataan sanaroolien puuna. Oppimisvaiheessa puita päivitetään iteratiivisesti siirtämällä solmuja Gibbsin otannan mukaisesti. Esittelemme kaksi algoritmia, joiden avulla voidaan päätellä tietyn lauseen puu. Ensimmäinen perustuu Gibbsin otantaan. Se on nopea, mutta ei takaa todennäköisimmän puun löytämistä. Toinen perustuu dynaamiseen ohjelmointiin. Se on hitaampi, mutta takaa todennäköisimmän puun löytämisen. Vertailemme molempia algoritmeja. Yhdistämme LTLM:n ja 4-grammaisen modifioidun Kneser-Ney-kielimallin lineaarisen interpoloinnin avulla. Englannin- ja tšekinkielisillä korpuksilla tehdyt kokeet osoittavat, että perpleksiteetti vähenee merkittävästi (jopa 46 % englannin kielessä ja 49 % tšekinkielessä) verrattuna erilliseen 4-grammaiseen Modified Kneser-Ney -kielimalliin.

**Tulos**

Latentti puun kielimalli

**Esimerkki 2.631**

Aiemmat tutkimukset ovat haastaneet meidät osoittamaan tekstipohjaisten tietojen välisiä relaatiokuvioita ja klusteroimaan ne Golay-kooditekniikan avulla ennakoivaa analyysia varten. Keskitymme uuteen lähestymistapaan metatiedon poimimiseksi multimediatietoaineistoista. Yhteistyömme on ollut jatkuva tehtävä tutkia datapisteiden välisiä relaatiokuvioita, jotka perustuvat multimediatietoaineistojen metaknowledge-tiedoista poimittuihin metafunktioihin. Nämä valitut ovat merkittäviä, jotta ne sopivat käyttämäämme louhintatekniikkaan, Golayn koodialgoritmiin. Tässä tutkimusjulkaisussa esitetään yhteenveto havainnoista, jotka koskevat metatiedon esittämisen optimointia strukturoitujen ja strukturoimattomien multimediatietojen 23-bittistä esittämistä varten, jotta niitä voidaan käsitellä 23-bittisessä Golay-koodissa klustereiden tunnistamista varten. Avainsanat- Big Multimedia Data Processing and Analytics; Information Retrieval Challenges; Content Identification, Metafeature Extraction and Selection; Metalearning System; 23-Bit Meta-knowledge template; Knowledge Discovery, Golay Code.

**Tulos**

Uusi metatietoon perustuva käsittelytekniikka multimedian suurten tietojen klusterointiin liittyviin haasteisiin

**Esimerkki 2.632**

Luonnollisen kielen puheessa toisiinsa liittyvät tapahtumat esiintyvät yleensä lähellä toisiaan kuvaamaan laajempaa skenaariota. Tällaiset rakenteet voidaan formalisoida kehyksen (tai mallin) käsitteellä, joka käsittää joukon toisiinsa liittyviä tapahtumia ja prototyyppisiä osallistujia ja tapahtumien siirtymiä. Kehysten tunnistaminen on tiedon louhinnan ja luonnollisen kielen tuottamisen edellytys, ja se tehdään yleensä manuaalisesti. Viime aikoina on ehdotettu menetelmiä kehysten tuottamiseksi, mutta niissä käytetään yleensä tapauskohtaisia menettelyjä, ja niitä on vaikea diagnosoida tai laajentaa. Tässä artikkelissa ehdotamme ensimmäistä probabilistista lähestymistapaa kehysten induktioon, joka sisällyttää kehykset, tapahtumat ja osallistujat latentteina aiheina ja oppii ne kehys- ja tapahtumasiirtymät, jotka selittävät tekstiä parhaiten. Kehysten lukumäärä päätellään soveltamalla uudella tavalla syntaktisesta jäsennyksestä peräisin olevaa split-merge-menetelmää. Tekstistä indusoituihin kehyksiin ja poimittuihin faktoihin perustuvissa loppuarvioinneissa menetelmämme tuotti huipputuloksia ja vähensi samalla huomattavasti suunnittelutyötä.

**Tulos**

Todennäköisyyteen perustuva kehysinduktio∗

**Esimerkki 2.633**

Syntaktinen jäsennys eli luonnollisen kielen lauseiden sisäisen rakenteen selvittäminen on ratkaisevan tärkeä tehtävä tekoälysovelluksissa, joiden on poimittava merkitys luonnollisen kielen tekstistä tai puheesta. Tunneanalyysi on yksi esimerkki sovelluksesta, jossa jäsentely on viime aikoina osoittautunut hyödylliseksi. Viime vuosina jäsentelyalgoritmien tarkkuus on parantunut merkittävästi. Tässä artikkelissa suoritetaan empiirinen, tehtäväkohtainen arviointi sen määrittämiseksi, miten jäsennystarkkuus vaikuttaa sellaisen nykyaikaisen tunneanalyysijärjestelmän suorituskykyyn, joka määrittää lauseiden polariteetin niiden jäsennyspuiden perusteella. Arvioimme järjestelmää erityisesti käyttämällä neljää tunnettua riippuvuuksien jäsentäjää, joihin kuuluu sekä nykyisiä malleja, joiden tarkkuus on huippuluokkaa, että epätarkempia malleja, jotka kuitenkin vaativat vähemmän laskennallisia resursseja. Kokeet osoittavat, että kaikki jäsentäjät tuottavat yhtä hyviä tuloksia tunneanalyysitehtävässä ilman, että niiden tarkkuus vaikuttaa merkittävästi tuloksiin. Koska jäsentely on tällä hetkellä tehtävä, jonka laskennalliset kustannukset ovat suhteellisen korkeat ja vaihtelevat voimakkaasti eri algoritmien välillä, tämä viittaa siihen, että tunneanalyysin tutkijoiden ja käyttäjien olisi asetettava nopeus etusijalle tarkkuuden sijasta jäsentäjää valitessaan; ja jäsentäjätutkijoiden olisi tutkittava malleja, jotka parantavat nopeutta entisestään, vaikka se maksaisi jonkin verran tarkkuuden kustannuksella.

**Tulos**

Kuinka tärkeää syntaktisen jäsennyksen tarkkuus on? Empiirinen arviointi tunneanalyysissä

**Esimerkki 2.634**

Esittelemme uuden vuorovaikutteisen oppimisen mallin, jossa asiantuntija tutkii oppijan ennusteita ja korjaa ne osittain, jos ne ovat vääriä. Vaikka tällainen palaute ei ole i.i.d., osoitamme tilastollisia yleistysrajoja opitun mallin laadulle.

**Tulos**

Oppiminen osittaisesta korjauksesta

**Esimerkki 2.635**

Koska mobiililaitteista on tullut nykyaikaisessa elämässä välttämättömiä, niiden tietoturvasta on tulossa yhä tärkeämpää. Perinteiset salasanan tai PIN-koodin kaltaiset sisäänpääsyturvatoimenpiteet eivät ole kovin helppokäyttöisiä, ja ne ovat alttiita raa'an voiman ja muunlaisille hyökkäyksille. Mobiiliturvallisuuden parantamiseksi tässä asiakirjassa ehdotetaan adaptiiviseen neuro-sumeaan päättelyjärjestelmään (ANFIS) perustuvaa implisiittistä todennusjärjestelmää, joka tarjoaa jatkuvan ja läpinäkyvän todennuksen. ANFIS:n soveltuvuuden ja kyvykkyyden havainnollistamiseksi implisiittisessä todentamisjärjestelmässämme tehtiin kokeita eri Android-käyttäjiltä 12 viikon ajalta kerätyillä käyttäytymistiedoilla. ANFIS-pohjaisen järjestelmän kykyä havaita hyökkääjä testataan myös skenaarioilla, joissa hyökkääjällä on eritasoisia tietoja. Tulokset osoittavat, että ANFIS on toteuttamiskelpoinen ja tehokas lähestymistapa implisiittiseen todennukseen, sillä se tunnistaa käyttäjän keskimäärin 95-prosenttisesti. Lisäksi ANFIS-pohjaisen järjestelmän käyttö implisiittiseen tunnistautumiseen vähentää merkittävästi manuaalisia viritys- ja konfigurointitehtäviä sen itseoppimiskyvyn ansiosta.

**Tulos**

Mobiililaitteiden jatkuva implisiittinen tunnistus, joka perustuu adaptiiviseen neuro-sumeaan päättelyjärjestelmään.

**Esimerkki 2.636**

RCC8 on suosittu alueyhteyslaskennan osa-alue, jossa voidaan ilmaista alueiden välisiä laadullisia tilasuhteita, kuten vierekkäisyyttä, päällekkäisyyttä ja osittaisuutta. Vaikka RCC8 on pohjimmiltaan dimensioton, useimmat nykyiset sovellukset rajoittuvat kaksi- tai kolmiulotteisen fyysisen tilan päättelyyn. Tässä artikkelissa olemme kuitenkin kiinnostuneita lähinnä käsiteavaruuksista, jotka ovat tyypillisesti korkea-ulotteisia euklidisia avaruuksia, joissa luonnollisen kielen käsitteiden merkitys voidaan esittää kuperien alueiden avulla. Tämän artikkelin tavoitteena on analysoida, miten rajoitus koveriin alueisiin rajoittaa RCC8-suhteiden verkkojen toteutettavuutta. Ensin yksilöidään kaikki tavat, joilla RCC8-perussuhteiden joukkoa voidaan rajoittaa, jotta voidaan taata, että johdonmukaiset verkot voidaan toteuttaa konveksuaalisesti vastaavasti 1D-, 2D-, 3D- ja 4D-alueilla. Yllättäen havaitsemme, että jos relaatio "osittain päällekkäin" kielletään, kaikki johdonmukaiset atomiset RCC8-verkot voidaan toteuttaa konveksimaisesti 4D:ssä. Jos sen sijaan relaation "part of" tarkennuksia ei sallita, kaikki johdonmukaiset atomaariset RCC8-suhteet voidaan toteuttaa konveksimaisesti 3D:ssä. Lisäksi osoitamme muun muassa, että mikä tahansa 2n + 1 muuttujaa sisältävä johdonmukainen RCC8-verkko voidaan toteuttaa käyttämällä n-ulotteisen euklidisen avaruuden koveria alueita.

**Tulos**

RCC8-verkkojen toteuttaminen kuperien alueiden avulla

**Esimerkki 2.637**

Koneoppimisen vakio-oletus on tietojen vaihdettavuus, mikä vastaa oletusta, että esimerkit on luotu samasta todennäköisyysjakaumasta riippumattomasti. Tässä artikkelissa testataan vaihdettavuusoletusta verkossa: esimerkit saapuvat yksi kerrallaan, ja jokaisen esimerkin vastaanottamisen jälkeen haluaisimme saada pätevän mittarin sille, missä määrin vaihdettavuusolettamus on vääristynyt. Tällaisia mittareita tarjoavat vaihdettavuuden martingaalit. Laajennamme tunnettuja tekniikoita vaihdettavuusmartingaalien rakentamiseksi ja osoitamme, että uusi menetelmämme on kilpailukykyinen aiemmin esiteltyjen martingaalien kanssa. Lopuksi tutkimme testausmenetelmämme suorituskykyä kahdella vertailutietoaineistolla, USPS- ja Statlog Satellite -aineistoilla; ensin mainittujen osalta tunnetut tekniikat antavat tyydyttäviä tuloksia, mutta jälkimmäisten osalta uusi joustavampi menetelmämme on tarpeen.

**Tulos**

Liitännäismartingaalit vaihdettavuuden testaamiseksi verkossa

**Esimerkki 2.638**

Tässä käsikirjoituksessa kehitetään teoriaa agglomeratiivisesta klusteroinnista Bregmanin divergenssien avulla. Geometrisia tasoitustekniikoita kehitetään degeneroituneiden klustereiden käsittelemiseksi. Jotta eksponenttiperheisiin perustuvia klusterimalleja, joilla on liian täydelliset esitykset, voitaisiin käyttää, Bregmanin divergenssejä kehitetään ei-differentioituville kuperille funktioille.

**Tulos**

Agglomeratiivinen Bregmanin klusterointi

**Esimerkki 2.639**

Sekvenssien ennustaminen ja luokittelu ovat yleisiä ja haastavia koneoppimisen ongelmia, jotka voivat vaatia monimutkaisten riippuvuuksien tunnistamista ajallisesti kaukana toisistaan olevien syötteiden välillä. Rekursiiviset neuroverkot (Recurrent Neural Networks, RNN) kykenevät teoriassa selviytymään näistä ajallisista riippuvuuksista niiden rekursiivisten (takaisinkytkentä) yhteyksien toteuttaman lyhytkestoisen muistin ansiosta. Käytännössä niitä on kuitenkin vaikea kouluttaa menestyksekkäästi, kun tarvitaan pitkäkestoista muistia. Tässä artikkelissa esitellään yksinkertainen, mutta tehokas muutos tavalliseen RNN-arkkitehtuuriin, Clockwork RNN (CW-RNN), jossa piilokerros on jaettu erillisiin moduuleihin, joista kukin käsittelee syötteitä omalla ajallisella rakeisuudellaan ja tekee laskutoimituksia vain sille määrätyllä kellotaajuudella. Sen sijaan, että CW-RNN tekisi tavallisista RNN-malleista monimutkaisempia, se vähentää RNN-parametrien määrää, parantaa suorituskykyä merkittävästi testatuissa tehtävissä ja nopeuttaa verkon arviointia. Verkkoa demonstroidaan alustavissa kokeissa, jotka koskevat kahta tehtävää: äänisignaalien tuottamista ja TIMIT-puhuttujen sanojen luokittelua, joissa se päihittää sekä RNN- että LSTM-verkot.

**Tulos**

Kellokoneiston RNN

**Esimerkki 2.640**

Ohjelmointikielillä itsellään on rajoitettu määrä varattuja avainsanoja ja merkkipohjaisia merkkejä, jotka määrittelevät kielen määrittelyn. Ohjelmoijat voivat kuitenkin käyttää luonnollista kieltä runsaasti koodissaan kommenttien, tekstilitteraalien ja nimeämisyksiköiden avulla. Ohjelmoijan määrittelemät nimet, jotka löytyvät lähdekoodista, ovat rikas tietolähde, jonka avulla voidaan rakentaa korkean tason ymmärrystä hankkeesta. Tämän artikkelin tavoitteena on soveltaa aihepiirien mallintamista yli 13,6 miljoonassa arkistossa käytettyihin nimiin ja havaita johdetut aiheet. Yksi tällaisen tutkimuksen ongelmista on sellaisten päällekkäisten arkistojen esiintyminen, joita ei ole virallisesti merkitty haarautumiksi (obscure forks). Näytämme, miten se voidaan ratkaista käyttämällä samoja tunnisteita, jotka poimitaan aihepiirien mallintamista varten. Aloitamme keskustelemalla lähdekoodin nimeämisestä, käsittelemme sitten lähestymistapaamme, jolla poistamme tarkat ja epäselvät päällekkäiset arkistot käyttämällä sanasäkkimallilla tehtävää Locality Sensitive Hashing -menetelmää, käsittelemme aiheiden mallintamiseen liittyvää työtämme ja lopuksi esittelemme data-analyysimme tulokset sekä avoimen pääsyn lähdekoodiin, työkaluihin ja tietokokonaisuuksiin.

**Tulos**

Julkisten arkistojen aihepiirien mallintaminen laajassa mittakaavassa lähdekoodin nimien avulla

**Esimerkki 2.641**

Siirto-oppiminen on tärkeä tekniikka, joka yleistää yhteen ympäristöön tai tehtävään koulutetut mallit muihin ympäristöihin tai tehtäviin. Esimerkiksi puheentunnistuksessa yhtä kieltä varten koulutettua akustista mallia voidaan käyttää tunnistamaan toisen kielen puhetta ilman tai vain vähän uudelleenkoulutusta. Siirto-oppiminen liittyy läheisesti monitehtäväoppimiseen (monikielinen vs. monikielinen), ja sitä on perinteisesti tutkittu nimellä "mallin mukauttaminen". Syväoppimisen viimeaikaiset edistysaskeleet osoittavat, että siirto-oppimisesta tulee paljon helpompaa ja tehokkaampaa, kun käytetään syväoppimismallien oppimia korkean tason abstrakteja piirteitä, ja "siirtoa" voidaan tehdä paitsi datajakaumien ja tietotyyppien välillä myös mallirakenteiden (esim. matalat verkot ja syväverkot) tai jopa mallityyppien välillä (esim. Bayesin mallit ja neuraaliset mallit). Tässä katsausartikkelissa esitetään yhteenveto viimeaikaisesta merkittävästä tutkimuksesta tähän suuntaan, erityisesti puheen ja kielen prosessoinnissa. Raportoimme myös joitakin ryhmämme tuloksia ja tuomme esiin tämän erittäin mielenkiintoisen tutkimusalan mahdollisuuksia.

**Tulos**

Siirto-oppiminen puheen ja kielen käsittelyssä

**Esimerkki 2.642**

Siirtyminen käsin laadittuja ominaisuuksia sisältävistä pinnallisista luokittelijoista päästä päähän koulutettaviin syväoppimismalleihin on parantanut merkittävästi valvottuja oppimistehtäviä. Huolimatta syvien neuroverkkojen (deep neural networks, DNN) lupaavasta tehosta, on ollut kiinnostava tutkimusaihe, miten ylisovittamista voidaan lieventää koulutuksen aikana. Tässä artikkelissa esitellään visuaalista luokittelua varten GDVM-malli (Generative-Discriminative Variational Model), jossa otetaan käyttöön syötteistä johdettu latentti muuttuja, jolla on generatiivisia kykyjä ennustamiseen. Toisin sanoen GDVM-mallimme tekee valvotusta oppimistehtävästä generatiivisen oppimisprosessin, jossa datan erottelukykyä hyödynnetään yhdessä luokittelun parantamiseksi. Kokeissamme tarkastelemme moniluokkaista luokittelua, monimerkkiluokittelua ja nollatulosten oppimista. Näytämme, että GDVM-mallimme toimii hyvin verrattuna perusmalleihin tai uusimpiin generatiivisiin DNN-malleihin.

**Tulos**

Generatiivis-diskriminoiva variaatiomalli visuaalista tunnistusta varten