**Esimerkki 2.2202**

Bayesin uskomusverkko (Bayesian Belief Network, BN) on malli yhteisestä jakaumasta äärelliselle muuttujajoukolle, jossa on DAG-rakenne muuttujien välisten välittömien riippuvuuksien esittämiseksi ja joukko parametreja (eli CPT-taulukoita), jotka edustavat solmun paikallisia ehdollisia todennäköisyyksiä, kun otetaan huomioon kukin vanhempiensa määritys. Monissa tilanteissa parametreja käsitellään itse satunnaismuuttujina, jotka heijastavat epävarmuutta, joka syntyy, kun on hyödynnetty toimialan asiantuntijoiden tietämystä ja/tai verkon tuottamien tietojen havainnointia. Jakauma CPtable-parametreille indusoi jakauman vastaukselle, jonka BN antaa mihin tahansa "Mikä on Pr{ H I E}" -vastaukseen. ?" -kyselyyn. Tässä artikkelissa tutkitaan tämän vastauksen jakaumaa, osoitetaan, että se on asymptoottisesti normaali, ja johdetaan lausekkeet sen keskiarvolle ja asymptoottiselle varianssille. Osoitamme, että tämä laskenta on yhtä monimutkaista kuin vastauksen (keskiarvon) laskeminen, eli O(n exp(w)), missä n on muuttujien lukumäärä ja w on puun tehollinen leveys. Esitämme myös empiirisiä todisteita, jotka osoittavat, että estimaatistamme lasketut virhepalkit ovat käytännössä melko tarkkoja useilla uskomusverkkorakenteilla ja kyselyillä.

**Tulos**

Bayesin virhepalkit uskomusverkkopäätelmää varten

**Esimerkki 2.2203**

Vähimmän neliöiden kaksoistukivektorikone (Least Squares Twin Support Vector Machine, LSTSVM) on erittäin tehokas ja nopea versio SVM-algoritmista binääriluokittelua varten. LSTSVM:ssä yhdistyvät Least Squares SVM:n ja Twin SVM:n ideat, joissa kaksi ei-paralleelista hypertasoa löydetään ratkaisemalla kaksi lineaarista yhtälösysteemiä. Vaikka algoritmi on erittäin nopea ja tehokas monissa luokittelutehtävissä, se ei pysty käsittelemään kahta todellisen maailman ongelmien ominaisuutta. Ensinnäkin monissa reaalimaailman luokitusongelmissa on lähes mahdotonta määrittää datapisteitä yhteen luokkaan. Toiseksi reaalimaailman ongelmissa datapisteillä voi olla erilainen merkitys. Tässä tutkimuksessa ehdotamme sumeisiin käsitteisiin perustuvaa LSTSVM:n uutta versiota, jolla voidaan käsitellä näitä kahta reaalimaailman datan ominaisuutta. Algoritmin nimi on Fuzzy LSTSVM (FLSTSVM), joka tarjoaa enemmän joustavuutta kuin LSTSVM:n binääriluokittelu. Algoritmille ehdotetaan kahta mallia. Ensimmäisessä mallissa jokaiselle datapisteelle annetaan sumea jäsenyysarvo ja hypertasot optimoidaan näiden sumeiden näytteiden perusteella. Toisessa mallissa rakennetaan sumeat hypertasot datan luokittelua varten. Lopuksi sovellamme ehdotettua FLSTSVM-mallia keinotekoiseen ja kolmeen todelliseen tietokokonaisuuteen. Tulokset osoittavat, että FLSTSVM:n suorituskyky on parempi kuin SVM:n ja LSTSVM:n.

**Tulos**

Fuzzy Least Squares Twin Support Vector Machines - tukivektorikoneet

**Esimerkki 2.2204**

Esitämme todennäköisyyslogiikkaohjelmoinnin, jossa periytyminen ja ohittaminen eivät ole päällekkäisiä. Lähestymistapa perustuu uusiin ehdollisilla rajoituksilla päättelyyn käytettäviin seuraannon käsitteisiin, jotka saadaan klassisesta loogisen seuraannon käsitteestä lisäämällä siihen periytyminen ja ohittaminen (inheritance with overriding). Tämä tehdään käyttämällä viimeaikaisia lähestymistapoja, jotka koskevat todennäköisyyspohjaista de-virhe-järkeilyä ehdollisten rajoitusten kanssa. Analysoimme uusien en tailment-suhteiden semanttisia ominaisuuksia. Esitämme myös algoritmeja todennäköisyyslogiikan pro graduointiin periytymisen ja ohittamisen avulla ja analysoimme sen monimutkaisuutta propositiotapauksessa.

**Tulos**

Todennäköisyyslooginen ohjelmointi periytymisen ja ohitusten avulla (Probabilistic Logic Programming under Inheritance with Overriding)

**Esimerkki 2.2205**

Syvien neuroverkkojen (Deep Neural Networks, DNN) laskenta- ja tallennusvaatimukset ovat yleensä korkeat. Tämä rajoittaa niiden käytettävyyttä kaikkialla käytettävissä olevissa tietotekniikkalaitteissa, kuten älypuhelimissa tai puettavissa laitteissa. Tässä artikkelissa ehdotamme ternäärisiä neuroverkkoja (TNN), jotta syväoppimisesta saataisiin resurssitehokkaampaa. Koulutamme näitä TNN:iä opettaja-oppilas-lähestymistavan avulla. Käyttämällä vain ternäärisiä painoja ja ternäärisiä neuroneita sekä kahden kynnyksen askelaktivointifunktiota ternäärinen oppilasverkko oppii matkimaan opettajaverkon käyttäytymistä. Ehdotamme uudenlaista, kerroksittaista ahnetta menetelmää TNN:ien kouluttamiseksi. Koulutuksen aikana ternäärinen neuroverkko karsii luonnostaan pienemmät painot asettamalla ne nollaan. Tämä tekee niistä entistä kompaktimpia ja siten resurssiystävällisempiä. Kehitämme TNN-verkoille tarkoitukseen suunnitellun laitteistosuunnittelun ja toteutamme sen FPGA:lla. Vertailutulokset, joissa tarkoitusta varten rakennetulla laitteistollamme käytetään TNN:iä, osoittavat, että vain 1,24μJ:llä kuvaa kohti saavutetaan 97,76 prosentin tarkkuus 5,37μs:n latenssilla ja nopeudella 255K kuvaa sekunnissa MNIST-tietokannassa.

**Tulos**

Ternääriset neuroverkot resurssitehokkaita tekoälysovelluksia varten

**Esimerkki 2.2206**

Liukuvan ikkunan konvoluutioverkoista (ConvNets) on tullut suosittu lähestymistapa tietokonenäköön liittyvissä ongelmissa, kuten kuvan segmentoinnissa sekä kohteiden havaitsemisessa ja paikantamisessa. Tässä tarkastelemme päättelyongelmaa, aiemmin koulutetun ConvNetin soveltamista, painottaen 3D-kuvia. Tavoitteenamme on maksimoida läpäisyteho, joka määritellään aikayksikköä kohti laskettujen tulostusvokselien keskimääräisenä lukumääränä. Jos muut asiat pysyvät ennallaan, suuremman kuvan käsittely yleensä lisää läpäisykykyä, koska kuvan rajoilla tuhlataan murto-osan verran vähemmän laskentaa. Tästä seuraa, että näennäisesti hitaampi algoritmi voi lopulta saada suuremman läpimenon, jos se voi käsitellä suuremman kuvan käytettävissä olevan RAM-muistin puitteissa. Otamme käyttöön uusia CPU- ja GPU-alkutekijöitä konvoluutio- ja poolointikerroksia varten, jotka on suunniteltu minimoimaan muistin kuluminen. Alkutoiminnot sisältävät konvoluution, joka perustuu erittäin tehokkaaseen karsittuun FFT:hen. Teoreettiset analyysit ja empiiriset testit paljastavat useita mielenkiintoisia havaintoja. Joidenkin ConvNet-arkkitehtuurien osalta cuDNN:n suorituskyky on parempi kuin FFT:hen perustuvien GPU-alkuyksikkömme, ja nämä puolestaan voivat olla suorituskykyisempiä kuin CPU-alkuyksikkömme. CPU pystyy saavuttamaan suuremman läpäisykyvyn, koska sillä on nopea pääsy useampaan RAM-muistiin. Uusi primitiivi, jossa GPU käyttää isäntämuistia, voi lisätä GPU:n läpäisykykyä merkittävästi. Lopuksi CPU-GPU-algoritmi saavuttaa kaikista suurimman läpäisykyvyn, joka on vähintään 10 kertaa suurempi kuin muiden liukuvan ikkunan 3D-konveksien julkisesti saatavilla olevien toteutusten läpäisykyky. Kaikki koodimme on julkaistu avoimen lähdekoodin projektina.

**Tulos**

ZNNi - 3D-konvoluutioverkkojen päättelytehon maksimointi moniydinsuorittimilla ja GPU:lla

**Esimerkki 2.2207**

Ehdotamme menetelmää nimeltä EDML MAP-parametrien oppimiseen binäärisissä Bayes-verkoissa epätäydellisissä tiedoissa. Menetelmä olettaa beta-priorit, ja sitä voidaan käyttää maksimiluotettavuusparametrien oppimiseen, kun priorit eivät ole informatiivisia. EDML:llä on mielenkiintoista käyttäytymistä, erityisesti verrattuna EM:ään. Esittelemme EDML:n, selitämme sen alkuperän ja tutkimme joitakin sen ominaisuuksia sekä analyyttisesti että empiirisesti.

**Tulos**

EDML: Bayes-verkkojen parametrien oppimismenetelmä

**Esimerkki 2.2208**

Huoli tekoälyn kehittymiseen liittyvistä riskeistä on saanut aikaan vaatimuksia, joiden mukaan on pyrittävä entistä enemmän vankkaan ja hyödylliseen tekoälyyn, mukaan lukien koneiden etiikka. Viime aikoina robotiikan asiantuntijat ovat vastanneet tähän kehittelemällä niin sanottuja eettisiä robotteja. Ihannetapauksessa nämä robotit arvioisivat tekojensa seurauksia ja perustelisivat valintansa moraalisesti. Tämä nouseva ala lupaa kehittyä laajasti lähivuosina. Tässä asiakirjassa tuomme kuitenkin esiin eettisten robottien kehittyvään alaan liittyvän luontaisen rajoituksen. Osoitamme, että eettisten robottien rakentaminen helpottaa väistämättä myös epäeettisten robottien rakentamista. Kolmessa kokeessa osoitamme, että eettistä robottia on huomattavan helppo muokata niin, että se käyttäytyy kilpailullisesti tai jopa aggressiivisesti. Tämä johtuu siitä, että eettisen robotin tekemiseen tarvittavaa tekoälyä voidaan aina käyttää hyväksi epäeettisten robottien tekemiseen. Näin ollen eettisten robottien kehittäminen ei takaa tekoälyn vastuullista käyttöä. Kannatamme eettisiä robotteja, mutta toteamme, että robottien väärinkäytön estäminen ei kuulu tekniikan alaan, vaan se edellyttää lainsäädännöllä tuettuja hallintokehyksiä. Ilman tätä eettisten robottien kehittäminen lisää robottien väärinkäytösten riskejä sen sijaan, että se vähentäisi niitä.

**Tulos**

Eettisten robottien pimeä puoli

**Esimerkki 2.2209**

Tässä artikkelissa keskitytään ongelmaan, joka liittyy näytteen ja ominaisuuksien samanaikaiseen valintaan koneoppimisessa täysin valvomattomassa ympäristössä. Vaikka useimmat nykyiset teokset käsittelevät näitä kahta ongelmaa erikseen, mikä johtaa kahteen hyvin tutkittuun osa-alueeseen, nimittäin aktiiviseen oppimiseen ja ominaisuuksien valintaan, yhtenäinen lähestymistapa on inspiroiva, koska ne ovat usein lomittuneet toisiinsa. Meluisat ja korkea-ulotteiset piirteet vaikuttavat haitallisesti näytteiden valintaan, kun taas "hyvät" näytteet ovat hyödyllisiä piirteiden valinnassa. Esitämme kehyksen aktiivisen oppimisen ja ominaisuuksien valinnan toteuttamiseksi yhdessä CUR-matriisin hajotukseen perustuen. Tietojen rekonstruoinnin näkökulmasta sekä valitut näytteet että piirteet voivat parhaiten lähestyä alkuperäistä tietokokonaisuutta siten, että valitut näytteet, joita valitut piirteet kuvaavat, ovat hyvin edustavia. Lisäksi menetelmämme on kertaluonteinen ilman, että näytteitä valitaan iteratiivisesti progressiivista merkintää varten. Näin ollen mallimme soveltuu erityisesti silloin, kun alkuperäiset leimattuja näytteitä on vähän tai niitä ei ole lainkaan, mitä nykyiset teokset tuskin käsittelevät erityisesti samanaikaisen ominaisuuksien valinnan osalta. Raakiongelman NP-kovuuden lieventämiseksi ehdotettu muotoilu sisältää koveran mutta ei-sileän optimointiongelman. Ratkaisemme sen tehokkaasti iteratiivisella algoritmilla ja todistamme sen globaalin konvergenssin. Julkisesti saatavilla olevilla tietokokonaisuuksilla tehdyt kokeet osoittavat, että menetelmämme on lupaava verrattuna uusimpaan tekniikkaan.

**Tulos**

Yhteinen aktiivinen oppiminen ja ominaisuuksien valinta CUR-matriisin hajotuksen avulla

**Esimerkki 2.2210**

Ehdotamme alkuperäistä hiukkaspohjaista toteutusta Loopy Belief Propagation (LPB) -algoritmille pareittaisille Markovin satunnaiskentille (MRF) jatkuvassa tilaavaruudessa. Algoritmi rakentaa adaptiivisesti tehokkaita ehdotusjakaumia, jotka approksimoivat paikallisia uskomuksia MRF:n jokaisessa nuotissa. Tämä saavutetaan tarkastelemalla eksponentiaaliperheeseen kuuluvia ehdotusjakaumia, joiden parametreja päivitetään iteratiivisesti odotusarvojen etenemisessä (EP). Ehdotettu hiukkasjärjestelmä tarjoaa johdonmukaisen LBP-marginaalien estimoinnin, kun hiukkasten määrä kasvaa. Osoitamme, että se tuottaa tarkempia tuloksia kuin [1]:n Particle Belief Propagation (PBP) -algoritmi murto-osalla laskentakustannuksista ja on lisäksi empiirisesti kestävämpi. Algoritmimme laskennallinen monimutkaisuus jokaisessa iteraatiossa on neliöllinen hiukkasten lukumäärään nähden. Ehdotamme myös nopeutettua toteutusta, jonka laskennallinen monimutkaisuus on alle kvadraattinen ja joka edelleen tuottaa johdonmukaisia estimaatteja loopy BP:n marginaalijakaumille ja toimii lähes yhtä hyvin kuin alkuperäinen menettely.

**Tulos**

Odotuksen hiukkanen Uskon eteneminen (Belief Propagation)

**Esimerkki 2.2211**

CP-ratkaisuohjelmat (Constraint Programming, rajoitusohjelmointi) ratkaisevat optimointiongelmia yleensä etsimällä toistuvasti ratkaisuja ongelmaan ja asettamalla ratkaisukustannuksille yhä tiukempia rajoja. Tämä lähestymistapa on jokseenkin naiivi, erityisesti pehmeiden rajoitusten optimointiongelmissa, joissa pehmeät rajoitukset ovat enimmäkseen tyydytettyjä. Täyttymättömän ytimen lähestymistavat pehmeiden rajoitteiden ongelmien ratkaisemiseen SAT:lla (esim. MAXSAT) pakottavat kaikki pehmeät rajoitteet aluksi koviksi. Kun ratkaiseminen epäonnistuu, ne palauttavat tyydyttämättömän ytimen, joka on joukko pehmeitä rajoitteita, jotka eivät voi pitää yhtä aikaa paikkansa. Nämä palautetaan pehmeiksi ja ratkaisemista jatketaan. Koska myös laiskat lausekkeiden generointiratkaisut voivat palauttaa epätyydyttäviä ytimiä, voimme mukauttaa tämän lähestymistavan rajoitusohjelmointiin. Sovitamme alkuperäisen MAXSAT-ratkaisun, jossa ydin on tyydyttämätön, käyttökelpoiseksi rajoitusohjelmointiin ja määrittelemme useita laajennuksia. Kokeelliset tulokset osoittavat, että menetelmistämme on hyötyä laajassa luokassa CP-optimoinnin vertailuarvoja, joihin liittyy pehmeitä rajoitteita, kardinaalisuutta tai preferenssejä.

**Tulos**

Tyydyttämättömät ytimet ja alarajojen asettaminen rajoitusohjelmoinnissa

**Esimerkki 2.2212**

Tässä työssä esitellään kattava algoritminen putki usean parametrin mallin estimointia varten. Ehdotetussa lähestymistavassa analysoidaan satunnaisotanta-algoritmin (esim. RANSAC) tuottamaa informaatiota koneoppimisen/optimoinnin näkökulmasta käyttämällä parametritonta kaksoisklusteroivaa algoritmia, joka perustuu L1-nonnegatiiviseen matriisifaktorointiin (L1-NMF). Ehdotetussa kehyksessä hyödynnetään johdonmukaisia malleja, jotka syntyvät luonnollisesti RANSACin suorituksen aikana, ja samalla vältetään nimenomaisesti väärät epäjohdonmukaisuudet. Toisin kuin kirjallisuuden pääsuuntaukset, ehdotettu tekniikka ei edellytä leikkaamattomia parametrisia malleja. Uusi nopeutettu algoritmi L1-NMF:ien laskemiseksi mahdollistaa keskikokoisten ongelmien nopeamman käsittelyn ja samalla algoritmin käyttökelpoisuuden laajentamisen paljon suurempiin tietokokonaisuuksiin. Tätä nopeutettua algoritmia voidaan soveltaa missä tahansa muussa yhteydessä, jossa tarvitaan L1-NMF:ää, myös muussa kuin tässä käsitellyssä biclustering-lähestymistavassa parametrien estimointiin. Algoritmin esittelyyn liitetään teoreettisia perusteita sekä lukuisia ja monipuolisia esimerkkejä.

**Tulos**

Nopea L1-NMF usean parametrisen mallin estimointia varten∗∗

**Esimerkki 2.2213**

Konvolutiivisten neuroverkkojen (Convolutional Neural Networks, CNN) on hiljattain osoitettu tuottavan huippuluokan tuloksia objektikategorian näkökulman arvioinnissa. On kuitenkin ehdotettu erilaisia tapoja muotoilla tämä ongelma, ja kilpailevia lähestymistapoja on tutkittu hyvin erilaisilla suunnitteluvalinnoilla. Tässä asiakirjassa vertaillaan näitä lähestymistapoja yhtenäisessä ympäristössä ja analysoidaan yksityiskohtaisesti suorituskykyyn vaikuttavia keskeisiä tekijöitä. Tämän jälkeen esitellään uusi yhteinen koulutusmenetelmä havaintotehtävän kanssa ja osoitetaan sen hyöty. Lisäksi korostamme luokittelulähestymistapojen paremmuutta regressiolähestymistapoihin nähden, määrittelemme syvempien arkkitehtuurien ja laajennetun harjoitusaineiston hyödyt ja osoitamme, että synteettisestä aineistosta on hyötyä myös ImageNet-koulutusaineistoa käytettäessä. Yhdistämällä kaikki nämä elementit osoitamme, että mAVP paranee noin 5 % aiempiin huipputason tuloksiin verrattuna Pascal3D+-tietokannassa [29]. Erityisesti haastavimmassa 24 näkymän luokittelutehtävässä parannamme tuloksia 31,1 prosentista 36,1 prosenttiin mAVP:stä.

**Tulos**

Monitehtäväisen CNN:n luominen näkökulman estimointia varten

**Esimerkki 2.2214**

Todennäköisyysmallinnuksen formaalit kielet mahdollistavat uudelleenkäytön, modulaarisuuden ja kuvauksellisen selkeyden, ja ne voivat edistää yleisiä päättelytekniikoita. Esittelemme Churchin, universaalin kielen stokastisten generatiivisten prosessien kuvaamiseen. Church perustuu lambdalaskennan Lisp-malliin, joka sisältää deterministisenä osajoukkona puhtaan Lispin. Churchin semantiikka määritellään evaluointihistorioiden ja tällaisten historioiden ehdollisten jakaumien avulla. Church sisältää myös uudenlaisen kielen konstruktion, stokastisen memoisaattorin, joka mahdollistaa monien monimutkaisten ei-parametristen mallien yksinkertaisen kuvaamisen. Havainnollistamme kielen ominaisuuksia useiden esimerkkien avulla, mukaan lukien: yleistetty Bayesin verkko, jossa parametrit klusteroituvat kokeiden aikana, äärettömät PCFG:t, suunnittelu päättelemällä ja erilaiset ei-parametriset klusterointimallit. Lopuksi näytämme, miten kysely toteutetaan mille tahansa Church-ohjelmalle tarkasti ja likimääräisesti Monte Carlo -tekniikoita käyttäen.

**Tulos**

Church: generatiivisten mallien kieli

**Esimerkki 2.2215**

Vahvistusoppimistehtävät määritellään tyypillisesti Markovin päätösprosesseina. Tämä formalismi on ollut erittäin menestyksekäs, vaikka spesifikaatiot usein yhdistävät ympäristön dynamiikan ja oppimistavoitteen. Tämä modulaarisuuden puute voi vaikeuttaa tehtäväspesifikaation yleistämistä sekä hämärtää yhteyksiä eri tehtäväasetusten, kuten episodisten ja jatkuvien, välillä. Tässä työssä esittelemme RL-tehtäväformalismin, joka tarjoaa yhtenäistämisen yksinkertaisten konstruktioiden avulla, mukaan lukien yleistys siirtymäpohjaiseen diskonttaukseen. Esimerkkien avulla osoitamme tämän formalismin yleisyyden ja hyödyllisyyden. Lopuksi laajennamme vakio-oppimiskonstruktioita, mukaan lukien Bellmanin operaattorit, ja laajennamme joitakin keskeisiä teoreettisia tuloksia, kuten approksimaatiovirheiden rajoja. Kaiken kaikkiaan tarjoamme hyvin ymmärrettävän ja vankan formalismin, jonka pohjalta voidaan rakentaa teoreettisia tuloksia ja yksinkertaistaa algoritmien käyttöä ja kehittämistä.

**Tulos**

Tehtävän määrittelyn yhtenäistäminen vahvistusoppimisessa

**Esimerkki 2.2216**

Ehdotamme uutta kielestä riippumatonta lähestymistapaa, jolla parannetaan konekääntämistä resurssiköyhien kielten osalta hyödyntämällä niiden samankaltaisuutta resurssirikkaiden kielten kanssa. Tarkemmin sanottuna parannamme käännöstä resurssiköyhästä lähdekielestä X1 resurssirikkaaseen kieleen Y, kun on annettu bi-teksti, joka sisältää rajoitetun määrän rinnakkaisia lauseita X1-Y:n osalta, ja laajempi bi-teksti X2-Y:n osalta jostakin resurssirikkaasta kielestä X2, joka on läheistä sukua X1:lle. Tähän päästään hyödyntämällä sanaston päällekkäisyyden ja kielten X1 ja X2 välisten oikeinkirjoituksen, sanajärjestyksen ja syntaksin samankaltaisuuksien tarjoamia mahdollisuuksia: (1) parannamme resurssiköyhän kielen sanakohdistuksia, (2) täydennämme sitä lisäkäännösvaihtoehdoilla ja (3) huolehdimme mahdollisista oikeinkirjoituseroavaisuuksista asianmukaisen translitteroinnin avulla. Indonesian kielen→englannin arvioinnissa, jossa käytetään malaijin kieltä, ja espanjan kielen→englannin arvioinnissa, jossa käytetään portugalin kieltä ja oletetaan, että espanjan kieli on resurssiköyhä, saadaan absoluuttisesti jopa 1,35 ja 3,37 BLEU-pistettä, mikä on parannus parhaimpiin kilpaileviin lähestymistapoihin nähden, mutta samalla käytetään paljon vähemmän lisätietoa. Kaiken kaikkiaan menetelmämme vähentää tarvittavan "todellisen" harjoitusdatan määrää 2-5-kertaisesti.

**Tulos**

Resurssiköyhän kielen tilastollisen konekääntämisen parantaminen käyttämällä resurssirikkaita sukulaiskieliä.

**Esimerkki 2.2217**

Tässä artikkelissa tutkitaan usean robotin yhteistoiminnallista tehtävänjakoa tilanteessa, jossa robottiparvi on sijoitettu rajattuun tuntemattomaan ympäristöön, jossa tehtäviä edustavien värillisten pisteiden määrä ja niiden suhteet ovat tuntemattomia. Robottien tulisi kattaa nämä täplät mahdollisimman pitkälle, jotta ne voisivat suorittaa siivous- ja näytteenottotehtäviä toivotulla tavalla. Se tarkoittaa, että robottien olisi löydettävä pilkut yhteistyössä ja levittäydyttävä suhteessa pisteiden pinta-alaan ja vältettävä joutokäynnille jäämistä. Ehdotimme 4 itseorganisoitua hajautettua menetelmää, joita kutsutaan hybridimenetelmiksi, joilla selviydytään tästä skenaariosta. Menetelmien suorituskykyä analysoidaan kahdessa eri kokeessa. Vertailimme niitä toisiinsa ja tutkimme niiden skaalautuvuutta ja kestävyyttä yksittäisten

**Tulos**

Tehtävien jakaminen robottiparvissa: Explicit Communication Based Approaches

**Esimerkki 2.2218**

Täysin kytkettyä verkkoa on käytetty laajasti syväoppimisessa, ja sen laskentatehokkuus hyötyy suuresti GPU:n cuBLAS-algoritmin avulla toteutetusta matriisikerroinalgoritmista. Huomasimme kuitenkin, että cuBLASin laskennassa on joitakin haittoja, kun matriisi A kertoo matriisin B transponoinnin (eli NT-operaation). Vähentääksemme NT-operaation vaikutusta cuBLASilla, hyödynnämme matriisin B paikan ulkopuolista transponointia NT-operaation välttämiseksi, ja sitten sovellamme menetelmäämme Caffeen, joka on suosittu syväoppimisväline. Panoksemme on kaksitahoinen. Ensinnäkin ehdotamme naiivia menetelmää (TNN) ja mallipohjaista menetelmää (MTNN) A × B:n laskennan suorituskyvyn lisäämiseksi, ja sillä saavutetaan noin 4,7-kertainen suorituskyvyn parannus testatuissa tapauksissa GTX1080-kortilla. Toiseksi integroimme MTNN-menetelmän Caffe-verkkoon tehostaaksemme täysin kytkettyjen verkkojen kouluttamista, jolloin saavutamme noin 70 prosentin nopeutumisen alkuperäiseen Caffe-verkkoon verrattuna täysin kytketyissä verkoissa GTX1080-kortilla.

**Tulos**

Täysin kytkettyjen neuroverkkojen suorituskyvyn parantaminen paikan ulkopuolisen matriisin transponoinnilla

**Esimerkki 2.2219**

Esineiden internetin (Internet of Things, IoT) käsitteen kehittyminen elvyttää responsiiviset ympäristöt (Responsive Environments, RE) -teknologiat. Nykyään ajatus fyysisen ja digitaalisen maailman pysyvästä yhteydestä on teknisesti mahdollinen. Kapillaarinen internet liittyy internetin ulottamiseen päivittäisiin laitteisiin, jolloin niistä tulee internetin toimijoita kuten kaikista ihmisistä. Koneiden välisen viestinnän ja tekoälytekniikan rinnakkainen kehitys käynnistää uuden kyberneettisen alueen. Tässä asiakirjassa esitellään lähestymistapa, joka perustuu orgaaniseen tietojenkäsittelyyn (Organic Computing, OC) ja joka koskee RE:n kyberneettistä organismia (Cyborg). Tällaisessa lähestymistavassa kukin sovellus on osa autonomista järjestelmää, jonka tarkoituksena on hallita fyysistä ympäristöä. Taustalla on ajatus, että tällaisilla järjestelmillä on oltava itsestään johtuvia ominaisuuksia, jotta ne voivat mukauttaa käyttäytymistään ulkoisiin häiriöihin hyvin itsenäisesti.

**Tulos**

KOHTI ORGAANISTA TIETOJENKÄSITTELYÄ KYBERNEETTISESTI REAGOIVASSA YMPÄRISTÖSSÄ

**Esimerkki 2.2220**

Viime vuosina on julkaistu useita artikkeleita tietopohjan täydentämistehtävästä. Useimmissa niistä esitellään uusia arkkitehtuureja relaatioiden oppimiseen, ja niitä arvioidaan vakiotietokannoilla, kuten FB15k ja WN18. Tässä artikkelissa osoitetaan, että lähes kaikkien FB15k:lla julkaistujen mallien tarkkuus voidaan päihittää sopivasti viritetyllä perustasolla, joka on meidän uudelleen toteutettu DistMult-mallimme. Tuloksemme asettavat kyseenalaiseksi väitteen, jonka mukaan viimeaikaisten mallien suorituskyvyn paraneminen johtuu arkkitehtuurimuutoksista eikä hyperparametrien virittämisestä tai erilaisista koulutustavoitteista. Tämän pitäisi saada tuleva tutkimus harkitsemaan uudelleen, miten mallien suorituskykyä arvioidaan ja raportoidaan.

**Tulos**

Tietopohjan täydentäminen: Baseline Strike Back

**Esimerkki 2.2221**

Neuraaliset sanarepresentaatiot ovat osoittautuneet hyödyllisiksi luonnollisen kielen käsittelytehtävissä, koska ne pystyvät tehokkaasti mallintamaan monimutkaisia semanttisia ja syntaktisia sanasuhteita. Useimmissa tekniikoissa mallinnetaan kuitenkin vain yksi esitys sanaa kohti, vaikka yhdellä sanalla voi olla useita merkityksiä tai "aistimuksia". Jotkin tekniikat mallintavat sanoja käyttämällä useita vektoreita, jotka on ryhmitelty kontekstin perusteella. Viimeaikaisissa neurologisissa lähestymistavoissa keskitytään kuitenkin harvoin soveltamaan kuluttavaa NLP-algoritmia. Lisäksi viimeaikaisten sana-merkitysmallien koulutusprosessi on kallis suhteessa yhden merkityksen upotusprosesseihin. Tässä artikkelissa esitellään uusi lähestymistapa, joka ratkaisee nämä ongelmat mallintamalla useita upotuksia kullekin sanalle valvotun disambiguoinnin perusteella, mikä tarjoaa nopean ja tarkan tavan, jolla kuluttava NLP-malli voi valita merkityksestä disambiguoidun upotuksen. Osoitamme, että näillä sulautumilla pystytään erottelemaan sekä kontrastiivisia aistimuksia, kuten nominaalisia ja verbaalisia aistimuksia, että vivahteikkaita aistimuksia, kuten sarkasmia. Arvioimme lisäksi Part-of-Speech-merkityksen erottelevia sulautumia neuraalisessa riippuvuusjäsennyksessä ja saimme tulokseksi yli 8 prosentin keskimääräisen virheen vähennyksen merkitsemättömän liitetiedoston tuloksissa kuudella kielellä.

**Tulos**

NOPEA JA TARKKA MENETELMÄ SANOJEN MERKITYKSEN EROTTELUUN NEURAALISISSA SANOJEN UPOTUKSISSA.

**Esimerkki 2.2222**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta monimerkkistä oppimista koskevaa kehystä, jota kutsutaan nimellä Multi-Label Self-Paced Learning (MLSPL), ja pyrimme sisällyttämään itseohjautuvan oppimisen strategian monimerkkiseen oppimisjärjestelmään. Kun otetaan huomioon edut, jotka saadaan omaksumalla itseopiskelun ehdottama helposta vaikeaan -strategia, suunnitellun MLSPL:n tavoitteena on oppia useita merkkejä yhdessä sisällyttämällä merkkien oppimistehtäviä ja -tilanteita asteittain mallin harjoitteluun helposta vaikeaan. Otamme ensin käyttöön itsetahdistetun funktion regularisaattorina usean merkin oppimisen muotoilussa, jotta merkkien oppimistehtävien ja instanssien prioriteetit voidaan asettaa samanaikaisesti tärkeysjärjestykseen kussakin oppimisiteraatiossa. Ottaen huomioon, että erilaiset multi-label-oppimisskenaariot vaativat usein erilaisia itsetahdistavia järjestelmiä optimoinnin aikana, ehdotamme yleistä tapaa löytää halutut itsetahdistavat funktiot. Kokeelliset tulokset kolmella vertailutietoaineistolla osoittavat lähestymistapamme suorituskyvyn olevan huippuluokkaa.

**Tulos**

Itsestään etenevä regularisointikehys monen merkin oppimiseen (Multi-Label Learning)

**Esimerkki 2.2223**

Esittelemme todennäköisyysmallin, joka oppii samanaikaisesti kohdistuksia ja hajautettuja representaatioita kaksikielisille aineistoille. Marginalisoimalla sanakohdistukset malli kattaa laajemman semanttisen kontekstin kuin aiemmat työt, jotka perustuvat koviin kohdistuksiin. Tämän lähestymistavan etu osoitetaan monikielisessä luokittelutehtävässä, jossa se on parempi kuin aiemmat julkaistut tulokset.

**Tulos**

Kaksikielisten sanaesitysten oppiminen marginalisoimalla kohdistuksia

**Esimerkki 2.2224**

Tarkastelemme CRF-kenttiä (Conditional Random Fields), joissa on ketjulle määritellyt kuvioihin perustuvat potentiaalit. Tässä mallissa merkkijonon (merkinnän) x1 ... ... xn energia on termien summa intervalleilla [i, j], joissa jokainen termi on nollasta poikkeava vain, jos osajono xi ... ... xj vastaa ennalta määriteltyä mallia α. Tällaisia CRF:iä voidaan luonnollisesti soveltaa moniin sekvenssien merkintäongelmiin. Esitämme tehokkaita algoritmeja CRF:n kolmeen vakio-opintotehtävään, eli i) ositusfunktion laskemiseen, ii) marginaalien laskemiseen ja iii) MAP:n laskemiseen. Niiden monimutkaisuudet ovat vastaavasti O(nL), O(nL`max) ja O(nLmin{|D|, log(`max+1)}), missä L on syötekuvioiden yhteenlaskettu pituus, `max on kuvion maksimipituus ja D on syötteen aakkoset. Tämä parantaa aiempia algoritmeja [Ye et al. NIPS 2009], joiden monimutkaisuus on O(nL|D|), O ( n|Γ|L`max ) ja O(nL|D|), jossa |Γ| on syötekuvioiden lukumäärä. Lisäksi annamme tehokkaan algoritmin näytteenottoa varten ja tarkastelemme uudelleen MAP:n tapausta, jossa painot eivät ole positiivisia. Tässä artikkelissa käsitellään sekvenssien merkintäongelmaa (tai sekvenssien merkitsemistä): kun annetaan havainto z (joka on yleensä n arvon sekvenssi), päätellään merkintä x = x1 . . . . xn, jossa kukin muuttuja xi saa arvoja jossakin äärellisessä alueessa D. Tällaista ongelmaa esiintyy monilla aloilla, kuten teksti- ja puheanalyysissä, signaalianalyysissä ja bioinformatiikassa. Yksi menestyksekkäimmistä lähestymistavoista ongelman ratkaisemiseksi on piilomarkovimalli (Hidden Markov Model, HMM). K:nnen kertaluvun HMM:n antaa todennäköisyysjakauma p(x|z) = 1 Z exp{-E(x|z)}, jossa energiafunktio E(x|z) = ∑ i∈[1,n] ψi(xi, zi) + ∑ (i,j)∈Ek ψij(xi:j) (1) missä Ek = {(i, i+ k) | i ∈ [1, n- k]} ja xi:j = xi . . . xj on x:n osajono i:n ja j:n välillä. Suosittu yleistys on Conditional Random Field -malli [3], jossa kaikki termit voivat riippua koko havainnosta z: E(x|z) = ∑ i∈[1,n] ψi(xi, z) + ∑ (i,j)∈Ek ψij(xi:j , z) (2) Tämän artikkelin alustava versio ilmestyi julkaisussa Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning (ICML), 2013 [8]. Tätä työtä on osittain tukenut Euroopan tutkimusneuvosto Euroopan unionin seitsemännen puiteohjelman (FP7/2007-2013)/ERC-apurahasopimuksen nro 616160 nojalla. 1 ar X iv :1 21 0. 05 08 v5 [ cs .L G ] 2 0 Ja n 20 17 Tutkimme tämän mallin tiettyä muunnelmaa, jota kutsutaan mallipohjaiseksi CRF:ksi. Se määritellään

**Tulos**

Päättelyalgoritmit kuvioihin perustuville CRF:ille sekvenssidataa varten

**Esimerkki 2.2225**

Neuroverkoissa käytetyt yleiset aktivointifunktiot voivat aiheuttaa koulutusvaikeuksia aktivointifunktion kyllästymiskäyttäytymisen vuoksi, sillä se voi kätkeä sisäänsä riippuvuuksia, jotka eivät näy ensimmäisen asteen (pelkkiä gradientteja käyttäville) verkoille. Hyviä esimerkkejä tästä ovat porttimekanismit, jotka käyttävät pehmeästi kyllästyviä aktivointifunktioita jäljitelläkseen digitaalisten logiikkapiirien diskreettiä kytkentää. Ehdotamme, että hyödynnetään sopivaa kohinaa niin, että jotkut gradientit voivat joskus kulkea, vaikka aktivointifunktion kohinaton soveltaminen tuottaisi nollagradientin. Suuri kohina dominoi kohinatonta gradienttia ja mahdollistaa stokastisen gradienttilaskeutumisen tutkimuksellisemman toiminnan. Lisäämällä kohinaa vain aktivointifunktion ongelmallisiin osiin annamme optimointimenettelyn tutkia rajaa aktivointifunktion degeneroituneiden (kyllästyvien) ja hyvin käyttäytyvien osien välillä. Luomme myös yhteyksiä simuloituun hehkutukseen, kun kohinan määrää hehkutetaan alaspäin, jolloin kovien kohdefunktioiden optimointi helpottuu. Kokeellisesti havaitsemme, että tällaisten tyydyttävien aktivointifunktioiden korvaaminen kohinaisilla muunnoksilla auttaa harjoittelua monissa yhteyksissä ja tuottaa huipputuloksia useissa tietokokonaisuuksissa, erityisesti silloin, kun harjoittelu näyttää olevan kaikkein vaikeinta, esimerkiksi kun opetussuunnitelmaoppiminen on välttämätöntä hyvien tulosten saavuttamiseksi.

**Tulos**

Meluiset aktivointitoiminnot

**Esimerkki 2.2226**

Kestävä ja taloudellinen sähköntuotanto on nykymaailmassa olennainen ja pakollinen osa infrastruktuuria. Optimaalinen sähköntuotanto (generaattoreiden osajoukkojen valinta) edellyttää useiden tekijöiden, kuten lähteen tyypin, tuotannon, siirto- ja varastointikapasiteetin, ruuhkautumisen ja muiden tekijöiden huolellista arviointia, mikä tekee siitä vaikean tehtävän. Loimme verkon simuloidaksemme erilaisia olosuhteita, mukaan lukien ärsykkeet, kuten generaattorien tarjonta, sää ja kuormituskysyntä, Siemens PSS/E -ohjelmistolla, ja tämä data koulutetaan syväoppimismenetelmillä ja testataan sen jälkeen. Tulokset ovat erittäin rohkaisevia. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen artikkeli, jossa ehdotetaan toimivaa ja skaalautuvaa syväoppimismallia tähän ongelmaan.

**Tulos**

Älykäs sähköntuottajien osajoukon valinta taloudellista jakelua varten

**Esimerkki 2.2227**

Tutkimme systemaattisesti eränormalisointiin (Batch Normalization, BN) liittyvien normalisointialgoritmien kirjoa ja ehdotamme yleistettyä muotoilua, joka ratkaisee samanaikaisesti BN:n kaksi suurta rajoitusta: (1) online-oppiminen ja (2) toistuva oppiminen. Ehdotuksemme on yksinkertaisempi ja biologisesti uskottavampi. Aiemmista lähestymistavoista poiketen tekniikkaamme voidaan soveltaa suoraan kaikkiin oppimisskenaarioihin (esim. verkko-oppiminen, eräoppiminen, täysin kytkeytynyt, konvolutiivinen, feedforward, rekursiivinen ja sekoitettu - rekursiivinen ja konvolutiivinen), ja sitä voidaan verrata edullisesti nykyisiin lähestymistapoihin. Ehdotamme myös Lp-normalisointia, jolla voidaan normalisoida tilastollisten momenttien eri järjestyksillä. Erityisesti L1-normalisointi on hyvin toimiva, yksinkertainen toteuttaa, nopea laskea, biologisesti uskottavampi ja siten ihanteellinen GPU- tai laitteistototeutuksille. Tätä työtä on tukenut Center for Brains, Minds and Machines (CBMM), jota rahoittaa NSF STC -palkinto CCF 1231216. 1 ar X iv :1 61 0. 06 16 0v 1 [ cs .L G ] 1 9 O ct 2 01 6 Approach FF & FC FF & Conv Rec & FC Rec & Conv Online Learning Small Batch All Combined Original Batch Normalization(BN) 3 3 7 7 7 Suboptimal 7 Time-specific BN 3 3 Limited Limited 7 Suboptimal 7 Layer Normalization 3 7\* 3 7\* 3 3 7\* Streaming Normalization 3 3 3 3 3 3 3 Table 1: An overview of normalization techiques for different tasks. 3: toimii hyvin. 7: ei toimi hyvin. FF: Feedforward. Rec: Recurrent. FC: Täysin kytketty. Conv: konvolutiivinen. Rajoitettu: aikakohtainen BN edellyttää normalisointitilastojen tallentamista jokaiselle aika-askeleelle, joten se ei ehkä yleisty uudenlaiseen sekvenssin pituuteen. \*Kerrosten normalisointi ei epäonnistu näissä tehtävissä, mutta suoriutuu huomattavasti huonommin kuin parhaat lähestymistavat.

**Tulos**

Virtauksen normalisointi: Kohti yksinkertaisempia ja biologisesti uskottavampia normalisointeja verkko- ja toistuvaa oppimista varten.

**Esimerkki 2.2228**

Ehdotamme uutta syväkerroskaskadimenetelmää (LC) semanttisen segmentoinnin tarkkuuden ja nopeuden parantamiseksi. Toisin kuin perinteisessä mallikaskadissa (MC), joka koostuu useista itsenäisistä malleista, LC-menetelmässä yhtä syväkerrosmallia käsitellään useiden alamallien kaskadina. Aikaisemmat alamallit koulutetaan käsittelemään helppoja ja varmoja alueita, ja ne ohjaavat vaikeampia alueita asteittain eteenpäin seuraavalle alamallille käsiteltäväksi. Konvoluutiot lasketaan vain näille alueille laskentojen vähentämiseksi. Ehdotetulla menetelmällä on useita etuja. Ensinnäkin LC luokittelee suurimman osan helpoista alueista matalassa vaiheessa, ja syvemmällä vaiheessa keskitytään muutamiin vaikeisiin alueisiin. Tällainen mukautuva ja vaikeustietoinen oppiminen parantaa segmentointitulosta. Toiseksi LC nopeuttaa sekä syväverkon harjoittelua että testausta matalassa vaiheessa tehtyjen varhaisten päätösten ansiosta. Kolmanneksi LC on MC:hen verrattuna alusta loppuun koulutettavissa oleva kehys, joka mahdollistaa kaikkien alamallien yhteisen oppimisen. Arvioimme menetelmäämme PASCAL VOC- ja Cityscapes -tietoaineistoissa, ja saavutimme huippuluokan suorituskyvyn ja nopeuden.

**Tulos**

Kaikki pikselit eivät ole samanarvoisia: Vaikeustietoinen semanttinen segmentointi syväkerroskaskadin avulla

**Esimerkki 2.2229**

RNN-kooderi-dekooderimallien viimeaikainen soveltaminen on johtanut huomattavaan edistymiseen täysin dataan perustuvissa dialogijärjestelmissä, mutta arviointi on edelleen haasteellista. Vastavuoroinen tappio voisi olla keino arvioida suoraan, missä määrin luodut dialogivastaukset kuulostavat ihmisen antamilta. Näin voitaisiin vähentää ihmisen suorittaman arvioinnin tarvetta ja samalla arvioida suoremmin generatiivista tehtävää. Tässä työssä tutkimme tätä ajatusta kouluttamalla RNN:n erottamaan dialogimallin näytteet ihmisen tuottamista näytteistä. Vaikka löydämme viitteitä siitä, että tämä järjestelmä voisi olla käyttökelpoinen, toteamme myös, että sen käytännön soveltamisessa on vielä monia ongelmia. Keskustelemme molemmista näkökohdista ja päätämme, että tuleva työ on perusteltua.

**Tulos**

Vuoropuhelumallien vastakkaisarviointi

**Esimerkki 2.2230**

Tietojen esittäminen on tärkeä esikäsittelyvaihe monissa koneoppimisalgoritmeissa. Tähän tehtävään käytetään useita menetelmiä, kuten syviä uskomusverkkoja (Deep Belief Networks, DBN) ja diskreettejä Fourier-muunnoksia (Discrete Fourier Transforms, DFT). Koska jotkin automaattisilla ominaisuuksien louhintamenetelmillä poimituista piirteistä eivät aina liity tiettyyn koneoppimistehtävään, ehdotamme tässä asiakirjassa kahta menetelmää, joiden avulla erotetaan poimitut piirteet toisistaan sen perusteella, ovatko ne merkityksellisiä tehtävän kannalta. Sovelsimme näitä kahta menetelmää kasvontunnistustehtävää varten koulutettuun Deep Belief Network -verkkoon.

**Tulos**

Deep Belief Networks -syvien uskomusverkkojen avulla poimittujen ominaisuuksien erottaminen toisistaan

**Esimerkki 2.2231**

Kyky seurata opiskelijoiden opintosuoritusten edistymistä on kriittinen kysymys korkeakouluyhteisössä. Tässä kuvataan järjestelmä, jossa analysoidaan opiskelijoiden tuloksia klusterianalyysin avulla ja jossa käytetään tavanomaisia tilastollisia algoritmeja opiskelijoiden pisteytystietojen järjestämiseen heidän suorituksensa tason mukaan. Tässä asiakirjassa toteutettiin myös k-mean-klusterointialgoritmi opiskelijoiden tulostietojen analysoimiseksi. Malli yhdistettiin deterministiseen malliin erään %igerialaisen yksityisen laitoksen opiskelijoiden tulosten analysoimiseksi, mikä on hyvä vertailukohta korkeakouluopiskelijoiden akateemisen suorituksen etenemisen seuraamiseksi, jotta akateemiset suunnittelijat voivat tehdä tehokkaita päätöksiä. Avainsanat sk - keskiarvo, klusterointi, akateeminen suorituskyky, algoritmi.

**Tulos**

K-Means-klusterointialgoritmin soveltaminen opiskelijoiden opintosuoritusten ennustamiseen

**Esimerkki 2.2232**

Esittelemme openXBOW:n, avoimen lähdekoodin työkalupaketin, jolla luodaan sanapussin (bag-of-words, BoW) representaatioita multimodaalisesta syötteestä. BoW-periaatteessa sanahistogrammeja käytettiin aluksi ominaisuuksina asiakirjojen luokittelussa, mutta idea oli ja voidaan helposti mukauttaa esimerkiksi akustisiin tai visuaalisiin matalan tason kuvaajiin ottamalla käyttöön vektorin kvantifiointia edeltävä vaihe. openXBOW-työkalupakki tukee mielivaltaisia numeerisia syöttöominaisuuksia ja tekstiä ja yhdistää lasketut alisäkit lopulliseksi säkiksi. Se tarjoaa erilaisia laajennuksia ja vaihtoehtoja. Tietojemme mukaan openXBOW on ensimmäinen julkisesti saatavilla oleva työkalupakki crossmodaalisten sanapussien tuottamiseen. Työkalun ominaisuuksia havainnollistetaan kahdessa esimerkkiskenaariossa: ajallisesti jatkuva puheeseen perustuva tunnetunnistus ja twiittien tunneanalyysi, joissa havaittiin parempia tuloksia kuin muissa ominaisuuksien esitysmuodoissa.

**Tulos**

openXBOW - Passaun avoimen lähdekoodin Crossmodal Bag-of-Words -työkalupakki esittelyssä

**Esimerkki 2.2233**

Esittelemme uudenlaisen kehyksen popmusiikin tuottamiseen. Mallimme on hierarkkinen toistuva neuroverkko, jossa kerrokset ja hierarkian rakenne koodaavat aiempaa tietämystämme siitä, miten popmusiikki sävelletään. Erityisesti alimmat kerrokset tuottavat melodian, kun taas ylemmät tasot tuottavat rummut ja soinnut. Teemme useita ihmistutkimuksia, jotka osoittavat, että meidän tuottamamme musiikki on selvästi parempaa kuin Googlen äskettäin käyttämä menetelmä. Lisäksi esittelemme kaksi kehyksemme sovellusta: neuraalinen tanssi ja karaoke sekä neuraalinen tarinalaulaminen.

**Tulos**

LAULU PI: MUSIIKILLISESTI USKOTTAVA VERKKO POPMUSIIKIN TUOTTAMISEEN

**Esimerkki 2.2234**

Mekaanisessa suunnittelussa suunnittelun suorituskykyä koskeviin arvioihin liittyy usein väistämättä epävarmuutta. Suunnitteluvaihtoehtojen arvioinnissa on otettava huomioon tämän epävarmuuden vaikutus. Asiantuntijoiden heuristiikat sisältävät oletuksia suunnittelijan suhtautumisesta riskiin ja epävarmuuteen, jotka voivat olla järkeviä useimmissa tapauksissa mutta epätarkkoja toisissa. Esittelemme tekniikan, jonka avulla suunnittelijat voivat ottaa huomioon oman ainutlaatuisen asenteensa epävarmuutta kohtaan toisin kuin alan asiantuntijan sääntöjen oletukset. Yleinen lähestymistapa on poistaa heuristisista säännöistä ne osatekijät, jotka suoraan tai epäsuorasti sisältävät oletuksia käyttäjän asenteesta riskiä kohtaan, ja korvata ne nimenomaisilla, käyttäjän määrittelemillä todennäköisyyteen perustuvilla moniattribuuttisilla hyöty- ja todennäköisyysjakaumafunktioilla. Havainnollistamme menetelmää autojen puskureiden materiaalivalintajärjestelmässä.

**Tulos**

Menetelmä hyötyanalyysin integroimiseksi asiantuntijajärjestelmään suunnittelun arviointia varten epävarmuuden vallitessa.

**Esimerkki 2.2235**

Tim Buckwalterin arabiankielisen leksikaali- ja morfologisen resurssin AraMorph laajennettu ja tarkistettu versio, eXtended Revised AraMorph (jäljempänä XRAM), on esitetty, ja siinä on korjattu useita alkuperäisen mallin heikkouksia ja epäjohdonmukaisuuksia mahdollistamalla laajempi kattavuus reaalimaailman klassisista ja nykyisistä (sekä virallisista että epävirallisista) arabian teksteistä. Aiempaan tutkimukseen pohjautuvat XRAMin parannukset sisältävät (i) liputettavat käyttömerkinnät, (ii) todennäköisyyspohjaisen, lievästi kontekstisidonnaisen POS-taggauksen, suodatuksen, disambiguoinnin ja vaihtoehtoisten morfologisten analyysien luokittelun, (iii) leksikaalisen kattavuuden puoliautomaattisen lisäämisen uuttamalla leksikaalista ja morfologista tietoa olemassa olevista leksikaalisista resursseista. XRAMin testaus Python-moduulin avulla osoitti huomattavaa menestystä.

**Tulos**

Puoliautomaattinen tietojen merkintä, POS-taggaus ja lievästi kontekstiherkkä disambiguointi: eXtended Revised AraMorph (XRAM) -ohjelma.

**Esimerkki 2.2236**

Syväoppimisen viimeaikaiset saavutukset ovat perustuneet lähinnä konvoluutioverkkoihin, jotka hyödyntävät kuvien, äänien ja videodatan perustavanlaatuisia tilastollisia ominaisuuksia: paikallista paikallaan pysyvyyttä ja moniulotteista koostumusrakennetta, joka mahdollistaa pitkän kantaman vuorovaikutusten ilmaisemisen lyhyempien, paikallisten vuorovaikutusten avulla. On kuitenkin olemassa muitakin tärkeitä esimerkkejä, kuten tekstidokumentteja tai bioinformatiikkadataa, joista voi puuttua joitakin tai kaikki nämä vahvat tilastolliset säännönmukaisuudet. Tässä artikkelissa tarkastelemme yleistä kysymystä siitä, miten rakentaa syväarkkitehtuureja, joiden oppimiskompleksisuus on pieni, yleisillä ei-euklidisilla alueilla, jotka ovat tyypillisesti tuntemattomia ja jotka on estimoitava datasta. Erityisesti kehitämme Spectral Networksin laajennuksen, joka sisältää Graph Estimation -menettelyn, jota testaamme laajamittaisissa luokitusongelmissa ja joka vastaa Dropout Networksia tai on parempi kuin se, kun estimoitavia parametreja on paljon vähemmän.

**Tulos**

Syvät konvoluutioverkot graafirakenteisessa datassa

**Esimerkki 2.2237**

Syväoppimis- ja vahvistusoppimismenetelmiä on viime aikoina käytetty erilaisten ongelmien ratkaisemiseen jatkuvilla ohjausalueilla. Näiden tekniikoiden ilmeinen sovellus on robotiikan näppärät manipulaatiotehtävät, joita on vaikea ratkaista perinteisen ohjausteorian tai käsin kehitettyjen lähestymistapojen avulla. Yksi esimerkki tällaisesta tehtävästä on tarttua esineeseen ja pinota se tarkasti toisen päälle. Tämän vaikean ja käytännön kannalta merkityksellisen ongelman ratkaiseminen todellisessa maailmassa on tärkeä pitkän aikavälin tavoite robotiikan alalla. Tässä otamme askeleen kohti tätä tavoitetta tarkastelemalla ongelmaa simulaatiossa ja tarjoamalla malleja ja tekniikoita, joiden avulla se voidaan ratkaista. Esittelemme kaksi laajennusta Deep Deterministic Policy Gradient -algoritmiin (DDPG), joka on mallivapaaseen Q-oppimiseen perustuva menetelmä, jonka ansiosta se on huomattavasti datatehokkaampi ja skaalautuvampi. Tuloksemme osoittavat, että käyttämällä laajasti politiikan ulkopuolista dataa ja toistoa on mahdollista löytää ohjauskäytäntöjä, jotka tarttuvat vankasti kohteisiin ja pinoavat niitä. Lisäksi tuloksemme viittaavat siihen, että pian voi olla mahdollista kouluttaa onnistuneita pinoamiskäytäntöjä keräämällä vuorovaikutusta todellisilla roboteilla.

**Tulos**

Datatehokas syvä vahvistusoppiminen näppärää manipulointia varten

**Esimerkki 2.2238**

Uskomusverkko on tunnettu graafinen rakenne, jolla voidaan esittää riippumattomuuksia yhteisessä todennäköisyysjakaumassa. Menetelmissä, jotka suorittavat todennäköisyyspohjaista päättelyä uskomusverkoissa, käsitellään usein verkkoon tallennettuja ehdollisia todennäköisyyksiä tiettyinä arvoina. Jos todennäköisyyksiin kuitenkin suhtaudutaan subjektivistisesti tai rajoitetun frekvenssin mukaan, todennäköisyysarvoista ei voida koskaan olla varmoja. Algoritmin ei pitäisi pystyä ainoastaan ilmoittamaan jäljellä olevien solmujen vaihtoehtojen todennäköisyyksiä, kun muita solmuja on instansoitu, vaan sen pitäisi myös pystyä ilmoittamaan näiden todennäköisyyksien epävarmuus suhteessa verkkoon tallennettujen todennäköisyyksien epävarmuuteen. Tässä asiakirjassa esitetään menetelmä, jolla määritetään ennakoitujen todennäköisyyksien varianssit, kun oletetaan, että epävarmuusmuuttujien jälkijakaumaa voidaan approksimoida ennakkojakaumalla. Osoitetaan, että tämä oletus on uskottava, jos verkkoon tallennettuihin todennäköisyyksiin voidaan luottaa kohtuullisen paljon. Lisäksi tässä asiakirjassa havaitaan yllättävä yläraja kaikkien solmujen vaihtoehtojen todennäköisyyksien ennakkovariaatioille, kun vaihtoehtojen todennäköisyyksien todennäköisyysjakaumat ovat betajakaumia. Osoitetaan, että solmun vaihtoehdon todennäköisyyden ennakkovarianssi on rajattu edellä kyseisen solmun ehdollisen todennäköisyysjakauman elementin suurimman varianssin avulla.

**Tulos**

Uskomusverkkojen varianssien tutkiminen

**Esimerkki 2.2239**

Ihmiset käyttävät usein verkkohakukonetta löytääkseen tietoa kiinnostavista tapahtumista, esimerkiksi urheilukilpailuista, poliittisista vaaleista, festivaaleista ja viihdeuutisista. Tässä artikkelissa tutkimme tapahtumiin liittyvien kyselyjen havaitsemisen ongelmaa, joka on ensimmäinen vaihe ennen sopivan aikatietoisen hakumallin valintaa. Yleisesti ottaen tapahtumiin liittyvät tiedontarpeet voidaan havaita kyselyvirroissa käyttäjien hakukäyttäytymisen erilaisten ajallisten mallien kautta, esimerkiksi piikkihuiput suosittujen tapahtumien kohdalla ja jaksoittaisuus toistuvien tapahtumien kohdalla. On kuitenkin yleistä, että käyttäjät etsivät myös muita kuin suosittuja tapahtumia, joissa ei välttämättä näy ajallisia vaihteluita kyselyvirroissa, esim. äskettäin tapahtuneita menneisyyden tapahtumia, vuosipäivien tai vastaavien tapahtumien käynnistämiä historiallisia tapahtumia ja tulevaisuudessa odotettavissa olevia tapahtumia. Dynaamisten tapahtumaluokkien havaitsemisen haasteeseen vastaamiseksi ehdotamme uudenlaista syväoppimismallia, jolla tietty kysely luokitellaan ennalta määritettyyn joukkoon useita tapahtumatyyppejä. Ehdotettu mallimme, S-MLP-verkko (Stacked Multilayer Perceptron), koostuu monikerroksisesta perceptronista, jota käytetään perusoppimisyksikkönä. Kokoonpanemme pinottuja yksiköitä oppiaksemme edelleen monimutkaisia neutronien välisiä suhteita peräkkäisillä kerroksilla. Arvioidaksemme ehdotettua mallia teemme kokeita käyttämällä todellisia kyselyjä ja manuaalisesti luotuja perustotuuksia. Alustavat tulokset ovat osoittaneet, että ehdotettu syväoppimismallimme päihittää merkittävästi uusimmat luokittelumallit.

**Tulos**

Tapahtumien dynaamisten luokkien oppiminen pinottujen monikerroksisten perceptron-verkkojen avulla

**Esimerkki 2.2240**

Esittelemme faktoroidun kompositionaalisen distributiivisen semantiikan mallin transitiivisten verbikonstruktioiden esittämistä varten. Mallimme tuottaa ensin (subjekti, verbi) ja (verbi, objekti) -vektoriedustukset, jotka perustuvat rakenteen substantiivien samankaltaisuuteen kunkin sanaston substantiivin kanssa ja näiden substantiivien taipumukseen ottaa verbin subjektin ja objektin roolit. Nämä vektorit yhdistetään sitten lopulliseksi (subjekti, verbi, objekti) esitykseksi yksinkertaisten vektorioperaatioiden avulla. Kahdessa vakiintuneessa transitiiviverbin rakentamiseen liittyvässä tehtävässä mallimme on parempi kuin viimeaikaiset aiemmat työt.

**Tulos**

Transitiiviverbien faktorisoitu malli kompositionaalisessa distributiivisessa semantiikassa

**Esimerkki 2.2241**

Viimeaikainen kehitys tietämyksenkäsittelyssä käytettävien luonnollisen kielen editoreiden alalla on antanut aihetta odottaa, että ne tekevät tietämyksenkäsittelytehtävistä helpommin lähestyttäviä ja antavat ehkä jopa muillekin kuin insinööreille mahdollisuuden rakentaa tietämyskantoja. Tässä eksploratiivisessa tutkimuksessa keskityttiin tietämyksenkäsittelyn aloittelijoihin ja asiantuntijoihin heidän yrittäessään opetella kontrolloitua luonnollista kieltä (CNL), joka tunnetaan nimellä OWL Simplified English, ja käyttää sitä pienen tietämyskannan rakentamiseen. Osallistujien käyttäytymistä tehtävän aikana havainnoitiin katseenseurannan ja ruututallenteiden avulla. Tämä oli aiempia tutkimuksia kunnianhimoisempi käyttäjätutkimus, koska käytimme luontaisesti esiintyvää tekstiä aluetiedon lähteenä ja jätimme osallistujat ilman ohjausta siitä, mitä tietoa pitäisi valita tai miten se koodataan. Olemme tunnistaneet useita taitoja (osaamista), joita tarvitaan tässä vaikeassa tehtävässä, ja keskeisiä ongelmia, joita kirjoittajat kohtaavat.

**Tulos**

Kuinka helppoa on oppia hallittu luonnollinen kieli tietopohjan rakentamista varten?

**Esimerkki 2.2242**

Ihmisen suorittaman valvonnan vähentäminen on keskeinen ongelma koneoppimisessa, ja luonnollinen lähestymistapa on eri tehtävien välisten suhteiden (rakenteen) hyödyntäminen. Tämä on monitehtäväoppimisen ydinajatus. Tässä yhteydessä perustavanlaatuinen kysymys on, miten tehtävien rakenne voidaan sisällyttää oppimisongelmaan. Käsittelemme tätä kysymystä tutkimalla yleistä laskennallista kehystä, jonka avulla voidaan koodata ennakkotieto tehtävien rakenteesta konveksin rangaistuksen muodossa; tässä ympäristössä monet aiemmin ehdotetut menetelmät voidaan palauttaa erikoistapauksina, mukaan lukien lineaariset ja epälineaariset lähestymistavat. Näissä puitteissa osoitamme, että tehtävät ja niiden rakenne voidaan oppia tehokkaasti, kun otetaan huomioon kovera optimointiongelma, jota voidaan lähestyä lohkokoordinaattimenetelmillä, kuten vuorottelevalla minimoinnilla, ja jonka osalta todistamme konvergenssin globaaliin minimiin.

**Tulos**

Useiden tehtävien konveksimainen oppiminen ja niiden rakenne

**Esimerkki 2.2243**

Tutkimme sosiaalisten verkostojen ja laskennallisen biologian kaltaisten sovellusten pohjalta yhteisön palauttamisen ongelmaa graafeissa, joissa on paikallisuus. Tässä ongelmassa pareittaiset kohinaiset mittaukset siitä, ovatko kaksi solmua samassa yhteisössä vai eri yhteisöissä, tulevat pääasiassa tai yksinomaan läheisistä solmuista sen sijaan, että ne otettaisiin tasaisesti kaikkien solmuparien välillä, kuten useimmissa nykyisissä malleissa. Esitämme kaksi algoritmia, jotka toimivat lähes lineaarisesti mittausten määrässä ja jotka saavuttavat tarkan palautuksen informaatiorajat.

**Tulos**

Yhteisön elpyminen graafissa, jossa on paikallisuus

**Esimerkki 2.2244**

Esitämme kannanoton, jossa kannatamme ajatusta siitä, että stoalainen filosofia ja etiikka voivat toimia eettisten tekoälyjärjestelmien kehittämisen pohjana. Tämä on jyrkässä ristiriidassa useimpien eettisten tekoälyjen rakentamista koskevien töiden kanssa, joissa on keskitytty utilitaristisiin tai deontologisiin eettisiin teorioihin. Suhteutamme eettisen tekoälyn useisiin keskeisiin stoalaisiin käsitteisiin, kuten hallinnan kahtiajakoon, neljään päähyveeseen, ihanteelliseen tietäjään, stoalaisiin käytäntöihin ja stoalaisiin näkökulmiin tunteisiin tai vaikutuksiin. Yleisemmin esitämme eettisen näkemyksen tekoälystä, jossa keskitytään enemmän keinotekoisen agentin sisäisiin tiloihin kuin agentin ulkoisiin toimiin. Esitämme esimerkkejä, jotka liittyvät lähitulevaisuuden tekoälyjärjestelmiin sekä hypoteettisiin superälykkääseen tekoälyyn.

**Tulos**

Stoalainen etiikka keinotekoisille agenteille

**Esimerkki 2.2245**

Ehdotamme Neural Reasoneria , kehystä neuroverkkoihin perustuvaan päättelyyn luonnollisen kielen lauseiden perusteella. Neural Reasoner pystyy päättelemään kysymyksen perusteella useiden tosiseikkojen perusteella ja löytämään vastauksen kysymykseen tietyissä muodoissa. Neural Reasonerilla on 1) erityinen vuorovaikutuksen jaottelumekanismi, jonka avulla se voi tutkia useita faktoja, ja 2) syvä arkkitehtuuri, jonka avulla se voi mallintaa monimutkaisia loogisia suhteita päättelytehtävissä. Olettaen, että kysymyksessä ja faktoissa ei ole erityistä rakennetta, Neural Reasoner pystyy mukautumaan erityyppisiin päättelytapoihin ja erilaisiin kielellisiin ilmaisumuotoihin. Mallin monimutkaisuudesta huolimatta Neural Reasoner voidaan silti kouluttaa tehokkaasti päästä päähän -periaatteella. Empiiriset tutkimuksemme osoittavat, että Neural Reasoner voi päihittää olemassa olevat neuraaliset päättelyjärjestelmät huomattavilla marginaaleilla kahdessa vaikeassa keinotekoisessa tehtävässä (Positional Reasoning ja Path Finding), joita ehdotettiin [8]. Esimerkiksi Path Finding(10K)-tehtävän tarkkuus paranee 33,4 prosentista [6] yli 98 prosenttiin.

**Tulos**

Kohti neuroverkkopohjaista päättelyä

**Esimerkki 2.2246**

Tässä asiakirjassa tarkastellaan Cooperin ja Herskovitsin K2-verkon pisteytysmittaria. Siinä osoitetaan vastakkaisia tuloksia, joita saadaan soveltamalla tätä metriikkaa yksinkertaisiin verkkoihin. Ehdotetaan yhtä ei-informatiivisten ennakkoarvioiden perhettä, jonka avulla vastaaville verkoille voidaan antaa yhtäläiset pisteet.

**Tulos**

Bayesin menetelmä uudelleen tarkasteltuna

**Esimerkki 2.2247**

Tarjoamme laadullisen analyysin Flickr30K-korpuksen negaatioita (ei, ei, ei, ei, ei kukaan jne.) sisältävistä kuvauksista sekä negaatioiden käyttötapojen luokittelun. Tämän analyysin perusteella esitämme joukon vaatimuksia, joita kuvien kuvausjärjestelmällä pitäisi olla, jotta se voisi tuottaa negaatiolauseet. Pilottikokeiluna käytimme kategorisointiamme Flickr30k-korpuksen negaatioita sisältävien lauseiden manuaaliseen merkitsemiseen, ja yksimielisyys oli κ=0,67. Tämän artikkelin avulla toivomme voivamme avata laajempaa keskustelua subjektiivisesta kielestä kuvakuvauksissa.

**Tulos**

Pragmaattiset tekijät kuvien kuvauksessa: negaatioiden tapaus

**Esimerkki 2.2248**

Tässä artikkelissa esitellään online-siirto-oppimisjärjestelmä, jolla parannetaan asuinrakennusten lämpötilaennusteita. Siirto-oppimisessa ennustemalleja, jotka on koulutettu kohdealueelta (esim. talo, jossa on vain vähän tietoja) saatavilla olevilla tiedoilla, voidaan parantaa käyttämällä samankaltaisista lähdealueista (esim. talot, joissa on runsaasti tietoja) tuotettuja tietoja. Koska tarvitaan myös ennustemalleja, jotka voidaan kouluttaa verkossa (esim. osana malli-ennustavan ohjauksen toteutusta), tässä asiakirjassa esitellään yleistetty online-siirto-oppimisalgoritmi (GOTL). Siinä käytetään käytettävissä olevien ennustajien (eli kohde- ja lähde-ennustajien) painotettua yhdistelmää ja taataan konvergenssi parhaaseen painotettuun ennustajaan. Lisäksi siirtokomponenttianalyysin (Transfer Component Analysis, TCA) käyttö mahdollistaa useamman kuin yhden lähdealueen käytön, koska se voi helpottaa yhden mallin sovittamista useammalle kuin yhdelle lähdealueelle (taloille). Näin GOTL voi siirtää tietoa useammasta kuin yhdestä lähdealueesta. Validoimme tuloksemme myös asuinrakennusten ilmastoinnin säätöä koskevilla kokeilla ja osoitamme, että GOTL voi johtaa huomattaviin energiansäästöihin tietyillä mukavuustasoilla.

**Tulos**

Yleistetty online-siirto-oppiminen asuinrakennusten ilmastoinnin säätöönI,II

**Esimerkki 2.2249**

Neuraalinen konekääntäminen (Neural Machine Translation, NMT) tarjoaa uudenlaisen vaihtoehtoisen käännöstavan, joka on mahdollisesti yksinkertaisempi kuin tilastolliset lähestymistavat. Kilpailukykyisen suorituskyvyn saavuttamiseksi NMT-mallien on kuitenkin oltava erittäin suuria. Tässä artikkelissa pohdimme tiedon tislausta koskevien lähestymistapojen (Bucila et al., 2006; Hinton et al., 2015) soveltamista NMT-ongelmaan, jotka ovat osoittautuneet menestyksekkäiksi neuromallien koon pienentämisessä muilla aloilla. Osoitamme, että sanatason ennustamiseen sovellettu tavanomainen tiedon tislaus voi olla tehokasta NMT:ssä, ja esittelemme myös kaksi uutta sekvenssitason versiota tiedon tislauksesta, jotka parantavat suorituskykyä entisestään ja näyttävät hieman yllättäen poistavan palkkihakutarpeen (jopa silloin, kun niitä sovelletaan alkuperäiseen opettajamalliin). Paras oppilasmallimme toimii 10 kertaa nopeammin kuin sen huipputason opettaja, ja sen BLEU-arvo laskee vain 0,2 BLEU:n verran. Se on myös huomattavasti parempi kuin perusmalli, joka on koulutettu ilman tiedon tislausta: 4,2/1,7 BLEU:ta ahneella dekoodauksella/säteenhaulla.

**Tulos**

Jaksotason tiedon tislaus

**Esimerkki 2.2250**

vii

**Tulos**

RESURSSIEN JAKAMINEN USEAN TOIMEKSIANTAJAN NOSQL-TIETOVARASTOSSA PILVIPALVELUSSA

**Esimerkki 2.2251**

Se on tehokkain tapa kääntää nopeasti valtava määrä räjähdysmäisesti lisääntyvää tieteellistä ja teknistä tietoaineistoa, jotta voidaan kehittää käyttökelpoinen konekäännösjärjestelmä ja ottaa se käyttöön käännöskäytännössä. Tässä esseessä käsitellään yksittäisten yksiköiden kääntämiseen liittyviä ongelmia englannin ja korean kielen konekäännösjärjestelmän kehittämisessä ja käyttöönotossa saatujen käytännön aineistojen ja kokeilujen perusteella. Toisin sanoen tässä esseessä tarkastellaan yksittäisten yksiköiden ja niiden koreankielisten vastineiden ja sanajärjestyksen tietojen määrittämistä.

**Tulos**

Uusi lähestymistapa eristettyjen yksiköiden kääntämiseen englannin ja korean kielen konekäännöksessä.

**Esimerkki 2.2252**

<lb>Varustamme priorisoidun oletuslogiikan (PDL) argumentaatiosemantiikalla<lb>käyttäen ASPIC-kehystä strukturoitua argumentointia varten ja todistamme<lb>että perusteltujen argumenttien johtopäätökset ovat täsmälleen priorisoituja<lb> oletuslaajennuksia. PDL:n argumentointisemantiikka mahdollistaa<lb>argumenttipelien todistusteorioiden soveltamisen PDL:n päättelyprosessiin<lb>, mikä tekee johtopäätösten hyväksymisen syistä läpinäkyviä ja<lb> päättelyprosessista intuitiivisempaa. Tämä avaa myös mahdollisuuden<lb>argumentointiin perustuvaan hajautettuun päättelyyn ja kommunikaatioon sellaisten<lb>agenttien välillä, joilla on PDL:ssä PDL:ssä esitetyt mielenasenteet.

**Tulos**

Priorisoidun oletuslogiikan argumentointisemantiikka

**Esimerkki 2.2253**

Esittelemme parametrisen, Gaussin muotoon perustuvan poolingin, jota voidaan optimoida ominaisuuksien ohella yhdellä globaalilla tavoitefunktiolla. Sen sijaan nykyiset pooling-järjestelmät perustuvat heuristiikkaan (esim. paikallinen maksimi), eikä niillä ole selkeää yhteyttä mallin kustannusfunktioon. Lisäksi Gaussin muuttujat tallentavat nimenomaisesti sijaintitietoa, joka eroaa ominaisuuksien kuvaamasta ulkoasusta, ja näin saadaan aikaan tulosignaalin mikä/miten-paikallinen hajonta. Vaikka differentioituva pooling-järjestelmä voidaan sisällyttää monenlaisiin hierarkkisiin malleihin, esittelemme sen dekonvoluutioverkkomallin yhteydessä (Zeiler et al. [22]). Tutkimme myös useita toissijaisia kysymyksiä tässä mallissa ja esitämme yksityiskohtaisia kokeita MNIST-digitaaleilla.

**Tulos**

Eriytyvä yhdistäminen hierarkkista ominaisuusoppimista varten

**Esimerkki 2.2254**

Tässä artikkelissa ehdotamme oppimiseen perustuvaa valvottua diskreettiä hashing-menetelmää. Binääristä hashing-menetelmää käytetään laajalti laajamittaiseen kuvien hakuun sekä video- ja asiakirjahakuun, koska binäärikoodin kompakti esitys on olennaisen tärkeää tietojen tallentamisen kannalta ja järkevää bittitoimintoja käyttävien kyselyhakujen kannalta. Hiljattain ehdotettu valvottu diskreetti häivytysmenetelmä (Supervised Discrete Hashing, SDH) ratkaisee tehokkaasti sekoittuneen kokonaislukuisen ohjelmoinnin ongelmia vuorottelemalla optimointia ja diskreettiä syklistä koordinaattien laskeutumista (Discrete Cyclic Coordinate descent, DCC). Osoitamme, että SDH-mallia voidaan yksinkertaistaa ilman suorituskyvyn heikkenemistä joidenkin alustavien kokeiden perusteella; kutsumme tätä likimääräistä mallia "nopeaksi SDH-malliksi" (FSDH). Analysoimme FSDH-mallia ja annamme sille matemaattisesti tarkan ratkaisun. Toisin kuin SDH, mallimme ei vaadi vuorottelevaa optimointialgoritmia eikä se riipu alkuarvoista. FSDH on myös helpompi toteuttaa kuin Iteratiivinen kvantisointi (ITQ). Kokeelliset tulokset, joissa käytettiin suuren mittakaavan tietokantaa, osoittivat, että FSDH päihittää perinteisen SDH:n tarkkuuden, palautuksen ja laskentaajan suhteen.

**Tulos**

Nopea valvottu diskreetti häivytys ja sen analysointi

**Esimerkki 2.2255**

Neuraaliverkkopohjaiset lähestymistavat lauseiden suhteiden mallintamiseen tuottavat automaattisesti piilotettuja yhteensopivia piirteitä käsittelemättömistä lausepareista. Täsmäytysominaisuuksien esityksen laatu ei kuitenkaan välttämättä ole tyydyttävä monimutkaisten semanttisten suhteiden, kuten seuraussuhteiden tai ristiriitaisuuksien, vuoksi. Tämän haasteen ratkaisemiseksi ehdotamme uutta syvää neuroverkkoarkkitehtuuria, jossa hyödynnetään yhdessä esivalmennettua sanojen upottamista ja apumerkkien upottamista lauseiden merkitysten oppimiseen. Kahdenlaiset sanasekvenssirepresentaatiot syötetään monikerroksiseen kaksisuuntaiseen LSTM:ään parannetun lauseen representaation oppimiseksi. Tämän jälkeen rakennetaan vastaavuusominaisuudet, joita seuraa toinen temporaalinen CNN korkean tason piilotettujen vastaavuusominaisuusrepresentaatioiden oppimiseksi. Kokeelliset tulokset osoittavat, että lähestymistapamme päihittää johdonmukaisesti nykyiset menetelmät tavanomaisissa arviointitietokannoissa.

**Tulos**

Lauseen relaatiomallinnuksen parantaminen apumerkkitason upottamisen avulla

**Esimerkki 2.2256**

Lopullisen summan optimointiongelmat ovat yleisiä koneoppimisessa, ja ne ratkaistaan yleensä ensimmäisen kertaluvun menetelmillä, jotka perustuvat gradienttilaskentaan. Viime aikoina kiinnostus toisen kertaluvun menetelmiin, jotka perustuvat sekä gradientteihin että Hessian-menetelmiin, on kasvanut. Periaatteessa toisen kertaluvun menetelmät voivat vaatia paljon vähemmän iteraatioita kuin ensimmäisen kertaluvun menetelmät, ja ne lupaavat tehokkaampia algoritmeja. Vaikka Hessianien laskeminen ja käsitteleminen on ylipäätään mahdoton tehtävä korkea-ulotteisissa ongelmissa, yksittäisten funktioiden Hessianit voidaan usein laskea tehokkaasti äärellisissä summaongelmissa esimerkiksi siksi, että niillä on matalarivinen rakenne. Voidaanko toisen asteen tietoa todellakin käyttää tällaisten ongelmien tehokkaampaan ratkaisemiseen? Tässä artikkelissa esitämme todisteita siitä, että vastaus on - ehkä yllättäen - kielteinen, ainakin pahimman tapauksen takuiden osalta. Keskustelemme kuitenkin myös siitä, millä lisäoletuksilla ja algoritmisilla lähestymistavoilla tämä negatiivinen tulos voitaisiin mahdollisesti kiertää.

**Tulos**

Toisen kertaluvun menetelmien monimutkaisuus äärellisen summan ongelmissa (Oracle Complexity of Second-Order Methods for Finite-Sum Problems)

**Esimerkki 2.2257**

Tässä artikkelissa esitellään Refractor Importance Sampling (RIS), parannus, jolla vähennetään virheiden varianssia Bayes-verkon tärkeysnäytteenoton etenemisessä todisteellisella päättelyllä. Todistamme, että on olemassa joukko tärkeysfunktioita, jotka ovat lähellä optimaalista tärkeysfunktiota todisteellisessa päättelyssä. Tämän teoreettisen tuloksen perusteella johdamme RIS-algoritmin. RIS lähestyy optimaalista tärkeysfunktiota soveltamalla paikallisia kaarimuutoksia, joilla minimoidaan todisteiden mukaan mukautetun tärkeysfunktion ja optimaalisen tärkeysfunktion välinen eroavuus. RIS:n pätevyyttä ja suorituskykyä testataan empiirisesti suurella joukolla synteettisiä Bayes-verkkoja ja kahdella todellisella verkolla.

**Tulos**

Refraktorin tärkeyden näytteenotto

**Esimerkki 2.2258**

Determinanttipisteprosessit (Determinantal Point Processes, DPP) ovat suosittuja todennäköisyysmalleja, joita käytetään monissa koneoppimistehtävissä, joissa erilaisten joukkojen jakaumia luonnehditaan matriisideterminanttien avulla. Tässä artikkelissa kehitämme nopeita algoritmeja suurten DPP:iden todennäköisimmän konfiguraation (MAP) löytämiseksi, mikä on yleensä NP-vaikeaa. MAP-tavoitteen submodulaarisen luonteen vuoksi ahneita algoritmeja on käytetty empiirisellä menestyksellä. Ahneet toteutukset vaativat log-determinanttien laskemista, matriisi-inversioita tai lineaaristen järjestelmien ratkaisemista jokaisella iteraatiokerralla. Esitämme ahneiden algoritmien nopeampia toteutuksia hyödyntämällä kahden log-determinantin approksimointijärjestelmän toisiaan täydentäviä etuja: a) ensimmäisen kertaluvun laajennukset matriisilog-determinanttifunktiolle ja b) korkean kertaluvun laajennukset skalaarilog-funktiolle stokastisten jälki-estimaattoreiden avulla. Kokeissamme algoritmimme ovat suuruusluokkia nopeampia kuin kilpailijansa, mutta tarkkuus on marginaalinen.

**Tulos**

Nopeampi ahne MAP-päätelmä determinanttipisteprosesseille (Faster Greedy MAP Inference for Determinantal Point Processes)

**Esimerkki 2.2259**

Huhujen kannan luokittelu eli tehtävä, jossa määritetään, tukeeko, kiistää, kyseenalaistaa vai kommentoiko jokainen huhua käsittelevä twiitti kokoelmassa huhua, on herättänyt suurta kiinnostusta. Tässä esitellään uusi lähestymistapa, jossa hyödynnetään Twitterin puurakenteisissa keskusteluketjuissa havaittujen siirtymien järjestystä. Keskustelusäikeet muodostetaan keräämällä käyttäjien toisilleen antamat vastaukset, jolloin syntyy puumainen rakenne. Aiemmissa kannanluokittelutehtävää käsittelevissä töissä kutakin twiittiä on käsitelty erillisenä yksikkönä. Tässä analysoimme twiittejä niiden sijainnin perusteella ja testaamme kahta peräkkäistä luokittelijaa, Linear-Chain CRF:ää ja Tree CRF:ää, joista kumpikin tekee erilaisia oletuksia keskustelurakenteesta. Kokeilemme kahdeksaa Twitter-tietoaineistoa, jotka on kerätty uutislähetysten aikana, ja osoitamme, että Twitter-keskustelujen sekventiaalisen rakenteen hyödyntämisellä saavutetaan merkittäviä parannuksia ei-sekventiaalisiin menetelmiin verrattuna. Työmme on ensimmäinen, jossa Twitter-keskustelut mallinnetaan tällä tavoin puurakenteena, ja se tarjoaa uudenlaisen tavan käsitellä Twitter-keskusteluihin liittyviä NLP-tehtäviä.

**Tulos**

Huhujen kannanluokittelu peräkkäisenä tehtävänä, jossa hyödynnetään sosiaalisen median keskustelujen puurakennetta.

**Esimerkki 2.2260**

Viittaus on kielen keskeinen ominaisuus, jonka avulla voimme yhdistää kielelliset ilmaisut maailmaan. Sen mallintaminen edellyttää sekä merkityksen jatkuvien että diskreettisten aspektien käsittelyä. Tietopohjaiset mallit ovat erinomaisia edellisessä, mutta kamppailevat jälkimmäisen kanssa, ja symbolisiin malleihin pätee päinvastoin. Tässä artikkelissa a) esitellään konkreettinen viittaustehtävä, jonka avulla voidaan testata molempia näkökohtia ja jota kutsutaan ristikkäiseksi entiteettien jäljittämiseksi; b) ehdotetaan neuroverkkoarkkitehtuuria, joka käyttää ulkoista muistia rakentaakseen DRT:n DRS:n innoittaman entiteettikirjaston, jossa on mekanismi, jolla voidaan dynaamisesti ottaa käyttöön uusia viitteitä tai lisätä tietoa kirjastossa jo oleviin viitteisiin. Mallimme on lupaava: se päihittää perinteiset neuroverkkoarkkitehtuurit tässä tehtävässä. Se on kuitenkin edelleen parempi kuin Memory Networks, toinen ulkoista muistia käyttävä malli.

**Tulos**

Erillinen elämä jatkuvassa maailmassa: Viittaukset modaalien välisessä kokonaisuuksien seurannassa

**Esimerkki 2.2261**

Vastausjoukkojen ohjelmointi (ASP) on vakiintunut deklaratiivisen ohjelmoinnin paradigma, joka on kehitetty loogisen ohjelmoinnin ja ei-monotonisen päättelyn alalla. ASP-ratkaisutekniikan edistymistä arvioidaan tavallisesti kilpailutapahtumissa, kuten tapahtuu muidenkin läheisesti liittyvien ongelmanratkaisutekniikoiden, kuten SAT/SMT:n, QBF:n, suunnittelun ja aikataulutuksen, kohdalla. ASP-kilpailut järjestetään (yleensä) joka toinen vuosi; viides ASP-kilpailu poikkeaa kuitenkin perinteestä, jotta se voisi liittyä Wienin logiikan kesän 2014 FLoC-olympialaisiin, josta odotetaan logiikan historian suurinta tapahtumaa. Tämän ASP-kilpailusarjan järjestävät yhdessä Calabrian yliopisto (Italia), Aalto-yliopisto (Suomi) ja Genovan yliopisto (Italia), ja se liittyy 30. kansainväliseen loogisen ohjelmoinnin konferenssiin (ICLP 2014). Kilpailu on täysin uudelleen suunniteltu, ja sen uutuudet liittyvät ratojen suunnitteluun, pisteytyskaavioon ja kiinteän mallinnuskielen noudattamiseen, jotta ASP-Core-2-standardin käyttöönottoa voitaisiin edistää. Vertailualueet on otettu aiemmista painoksista, ja vuonna 2013 toimitettuja parhaita järjestelmäpaketteja verrataan uusiin versioihin ja ratkaisijoihin.

**Tulos**

Viidennen vastausjoukkojen ohjelmointikilpailun suunnittelu

**Esimerkki 2.2262**

Symbolic Probabilistic Inference (SPI) -tutkimus [2, 3] on tarjonnut algoritmin yleisten Bayes-verkkokyselyjen uudelleenratkaisuun. SPI soveltaa riippuvuussuuntautuneen takaperinhaun käsitettä todennäköisyyspohjaiseen päättelyyn, ja se on inkrementaalinen sekä kyselyjen että havaintojen suhteen. Toisin kuin perinteiset Bayes-verkon päättelyalgoritmit, SPI-algoritmi on tavoitteellinen, ja se muodostaa vain ne laskutoimitukset, joita tarvitaan kyselyihin vastaamiseksi. Tähänastinen SPI:tä koskeva tutkimus koskee Bayesin verkkoja, joissa on diskreettiarvoisia muuttujia, eikä siinä käsitellä muuttujia, joilla on jatkuvia arvoja. Tässä artikkelissa1 laajennamme SPI-algoritmia käsittelemään Bayesin verkkoja, jotka koostuvat jatkuvista muuttujista ja joissa muuttujien väliset suhteet on rajoitettu "lineaarisiksi gaussisiksi". Kutsumme tätä SPI-algoritmin muunnosta SPI Continuous (SPIC) -algoritmiksi. SPIC muuttaa kolmea SPI:n perusoperaatiota: kertolaskua, yhteenlaskua ja substituutiota. SPIC säilyttää kuitenkin SPI-algoritmin kehyksen, eli hakupuun rakentamisen ja rekursiivisen kyselymekanismin, ja säilyttää siten SPI:n tavoitteelliset ja inkrementaaliset ominaisuudet.

**Tulos**

Symbolinen todennäköisyyspohjainen päättely jatkuvilla muuttujilla

**Esimerkki 2.2263**

Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana syöttöneuraalisen verkon (FNN) optimointi on ollut useiden eri tieteenalojen tutkijoiden ja ammattilaisten keskeinen kiinnostuksen kohde. FNN:n optimointia tarkastellaan usein eri näkökulmista: painojen, verkkoarkkitehtuurin, aktivointisolmujen, oppimisparametrien, oppimisympäristön jne. optimointi. Tutkijat ovat omaksuneet tällaisia eri näkökulmia pääasiassa FNN:n yleistämiskyvyn parantamiseksi. Gradientti-laskeutumisalgoritmia, kuten backpropagationia, on sovellettu laajalti FNN:ien optimointiin. Sen menestys on ilmeinen, kun FNN:ää on sovellettu lukuisiin reaalimaailman ongelmiin. Gradienttipohjaisten optimointimenetelmien rajoitusten vuoksi tutkijat tutkivat kuitenkin edelleen laajalti metaheuristisia algoritmeja, kuten evoluutioalgoritmeja, parviälyä jne., joilla pyritään saamaan yleistettyjä FNN:iä tiettyyn ongelmaan. Tässä artikkelissa pyritään tiivistämään laaja kirjo FNN-optimointimenetelmiä, mukaan lukien perinteiset ja metaheuristiset lähestymistavat. Tässä artikkelissa pyritään myös yhdistämään FNN-optimointikäytännöistä esiin nousseita erilaisia tutkimussuuntia, kuten kehittyvä neuroverkko (NN), yhteistoiminnallinen yhteisevoluutio-NN, kompleksiarvoinen NN, syväoppiminen, äärimmäinen oppimiskone, kvantti-NN jne. Lisäksi se tarjoaa mielenkiintoisia tutkimushaasteita tulevalle tutkimukselle, jotta se voi selviytyä nykyisestä tietojenkäsittelyn aikakaudesta.

**Tulos**

Metaheuristic Design of Feedforward Neural Networks: Katsaus kahden vuosikymmenen tutkimukseen

**Esimerkki 2.2264**

Tutkimme ongelmaa, joka liittyy oppimiseen ajelehtivan kohdekäsitteen läsnä ollessa. Tarkemmin sanottuna annamme rajat virheprosentille tiettynä ajankohtana, kun oppijalla on käytössään historiatieto riippumattomista näytteistä, jotka on merkitty kohdekäsitteen mukaan, joka voi muuttua jokaisella kierroksella. Yksi tärkeimmistä panoksistamme on parhaiden aiempien tulosten tarkentaminen polynomiaikaisista algoritmeista lineaaristen erottimien avaruudelle tasaisen jakauman alaisuudessa. Esitämme myös yleisiä tuloksia algoritmista, joka pystyy mukautumaan kohdekäsitteen muuttuvaan muuttumisnopeuteen. Joissakin tuloksissa kuvataan myös aktiivisen oppimisen muunnelma tästä asetelmasta ja annetaan rajat sille, kuinka monta kyselyä jakson pisteiden merkinnöille riittää, jotta saavutetaan ilmoitetut virhetasojen rajat.

**Tulos**

Oppiminen ajelehtivan kohteen käsitteen avulla

**Esimerkki 2.2265**

Tässä artikkelissa ehdotamme epitomic variational autoencoder (eVAE), todennäköisyyspohjaista generatiivista mallia korkea-ulotteiselle datalle. eVAE koostuu useista harvoista variational autoencoderista, joita kutsutaan "epitomeiksi" siten, että jokainen epitomi jakaa osittain koodaaja-dekooderiarkkitehtuurinsa muiden koostumukseen kuuluvien epitomien kanssa. Osoitamme, että ehdotettu malli voittaa huomattavasti varioivien autokoodereiden (VAE) yleisen ongelman, joka on mallin ylikarsiminen. Todistamme, että eVAE käyttää mallikapasiteettiaan tehokkaasti ja yleistyy paremmin kuin VAE, esittämällä laadullisia ja määrällisiä tuloksia MNIST- ja TFD-tietokannoista.

**Tulos**

EPITOMIC VARIATIONAL AUTOENCODER

**Esimerkki 2.2266**

Bayesilainen optimointi on osoittautunut erittäin tehokkaaksi menetelmäksi tuntemattomien, kalliiden ja monimodaalisten funktioiden globaaliin optimointiin. Kyky mallintaa tarkasti jakaumia funktioiden yli on ratkaisevan tärkeää Bayes-optimoinnin tehokkuuden kannalta. Vaikka Gaussin prosessit tarjoavat joustavan ennakkoarvion funktioista, on olemassa erilaisia funktioluokkia, joita on edelleen vaikea mallintaa. Yksi näistä useimmin esiintyvistä on epästationaaristen funktioiden luokka. Koneoppimisalgoritmien hyperparametrien optimointi on ongelma-alue, jossa parametrit usein muunnetaan manuaalisesti a priori, esimerkiksi optimoimalla "log-avaruudessa", jotta voidaan lieventää spatiaalisesti vaihtelevan pituusasteikon vaikutuksia. Kehitämme menetelmän, jonka avulla voidaan automaattisesti oppia laaja joukko bijektiivisiä muunnoksia tai vääntymiä syöttöavaruudesta käyttämällä beeta-kumulatiivista jakaumafunktiota. Laajennamme loimauskehystä myös monitehtäväiseen Bayesin optimointiin niin, että useita tehtäviä voidaan loimata yhteisesti paikallaan olevaan tilaan. Haastavissa vertailuoptimointitehtävissä havaitsemme, että loiminnan sisällyttäminen parantaa huomattavasti uusinta tekniikkaa ja tuottaa parempia tuloksia nopeammin ja luotettavammin.

**Tulos**

INPUT WARPING FOR BAYESIAN OPTIMIZATION OF NON-STATIONARY FUNCTIONS BY JASPER SNOEK

**Esimerkki 2.2267**

Kehitämme pahimman tapauksen analyysin binääristen luokittelijakokonaisuuksien aggregoinnista transduktiivisessa ympäristössä laajalle tappioiden luokalle, mukaan lukien mutta ei ainoastaan kaikki koverat korvikkeet. Tuloksena on parametrivapaiden ensemble-aggregointialgoritmien perhe, jotka ovat yhtä tehokkaita kuin lineaarinen oppiminen ja ennustaminen koverien riskien minimoinnissa, mutta toimivat ilman minkäänlaisia relaksaatioita monille ei-konveksisille tappioille, kuten 0-1-tappiolle. Ennustusalgoritmit ottavat tutun muodon soveltamalla "linkkifunktioita" yleistettyyn ensemble-marginaalin käsitteeseen, mutta ilman marginaalipohjaisessa oppimisessa tyypillisesti tehtyjä oletuksia - kaikki tämä rakenne seuraa minimax-tulkinnasta tappion minimoinnista.

**Tulos**

Minimax binääriluokittimen aggregointi yleisten tappioiden kanssa

**Esimerkki 2.2268**

Tutkimme ongelmaa, joka liittyy lähimmän naapurin luokittelussa käytettävien paikallisten metriikoiden oppimiseen. Useimmissa aiemmissa paikallisten metriikoiden oppimista koskevissa töissä opitaan useita paikallisia, toisiinsa liittymättömiä metriikoita. Vaikka tämä "riippumattomuus"-lähestymistapa lisää joustavuutta, sen haittapuolena on huomattava ylisovittamisen riski. Esittelemme uuden parametrisen paikallisen metriikan oppimismenetelmän, jossa opimme sileän metriikan matriisifunktion datan moninaisuuden yli. Käyttämällä metrisen matriisifunktion approksimaatiovirheen rajaa opimme paikallisia metriikoita lineaarisina yhdistelminä perusmetriikoista, jotka on määritelty ankkuripisteisiin instanssiavaruuden eri alueilla. Rajoitamme metriikkamatriisifunktiota asettamalla lineaarikombinaatioille moninaisuuden säännönmukaisuuden, joka saa opitun metriikkamatriisifunktion vaihtelemaan tasaisesti datan moninaisuuden geodeettisia ratoja pitkin. Metriikan oppimismenetelmämme on erinomainen sekä ennustuskyvyn että skaalautuvuuden kannalta. Kokeilimme useita suuria luokitusongelmia, kymmeniä tuhansia tapauksia, ja vertasimme sitä useisiin uusimpiin metrisiin oppimismenetelmiin, sekä globaaleihin että paikallisiin, sekä SVM:ään, jossa on automaattinen ytimen valinta, ja kaikki ne se päihittää huomattavasti.

**Tulos**

Parametrinen paikallisen metriikan oppiminen lähimmän naapurin luokittelua varten

**Esimerkki 2.2269**

Perinteiset tiedonhakujärjestelmät käyttävät avainsanoja asiakirjojen ja kyselyjen indeksoinnissa. Tällaisissa järjestelmissä dokumentit haetaan sen perusteella, kuinka monta avainsanaa ne jakavat kyselyn kanssa. Tämä leksikaalinen haku johtaa epätarkkoihin ja epätäydellisiin tuloksiin, kun asiakirjojen ja kyselyjen kuvaamiseen käytetään erilaisia avainsanoja. Semanttiseen hakuun keskittyvillä lähestymistavoilla yritetään ratkaista tämä ongelma tukeutumalla indeksoinnissa ja haussa mieluummin käsitteisiin kuin avainsanoihin. Tavoitteena on hakea asiakirjoja, jotka ovat semanttisesti relevantteja käyttäjän tietyn kyselyn kannalta. Tässä asiakirjassa ongelmaan etsitään ratkaisua indeksointitasolla. Tarkemmin sanottuna ehdotetaan uutta lähestymistapaa semanttiseen indeksointiin, joka perustuu kielellisestä resurssista tunnistettuihin käsitteisiin. Lähestymistapamme perustuu erityisesti WordNetin ja WordNetDomainsin leksikaalisten tietokantojen yhteiseen käyttöön käsitteiden tunnistamisessa. Lisäksi ehdotamme semanttiseen käsitteeseen perustuvaa käsitteiden painotusjärjestelmää, joka perustuu uudenlaiseen käsitteen keskeisyyden määritelmään. Tuloksena saatua järjestelmää arvioidaan TIME-testikokoelmassa. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotuksemme on tehokkaampi kuin perinteiset IR-lähestymistavat.

**Tulos**

KÄSITEPOHJAINEN INDEKSOINTI TEKSTIN TIEDONHAUSSA

**Esimerkki 2.2270**

Nykymusiikin tunteiden ennustamisella voi olla monenlaisia sovelluksia nyky-yhteiskunnassa, esimerkiksi musiikin valitseminen julkisiin laitoksiin, kuten sairaaloihin tai ravintoloihin, henkilöstön, potilaiden ja asiakkaiden tunnetason parantamiseksi. Tässä hankkeessa musiikkisuosittelujärjestelmä perustuu naivistiseen Bayes-luokittimeen, joka on koulutettu ennustamaan kappaleiden tunnetilaa pelkkien sanoitusten perusteella. Kokeelliset tulokset osoittavat, että iloista mielialaa vastaava musiikki voidaan havaita suurella tarkkuudella kappaleiden sanoituksista saatujen tekstiominaisuuksien perusteella.

**Tulos**

MusicMood: Musiikin tunnelman ennustaminen kappaleiden sanoituksista koneoppimisen avulla

**Esimerkki 2.2271**

Résumé : Testit ovat menetelmä, jolla voidaan arvioida tietoverkon turvallisuutta ja arvioida mahdollisia tietoteknisiä hyökkäyksiä. Automatisoimalla tämä tehtävä voidaan suorittaa säännöllisiä ja järjestelmällisiä testejä. Une question clef est : "Comment générer ces attaques ?" Ce problème se formule naturellement comme de la planification dans l'incertain, plus précisément avec une connaissance incomplète de la configuration du réseau. Les travaux antérieurs emploient de la planification classique, et requièrent de coûteux pré-traitements réduisant cette incertitude par l'application extensive de méthodes de scan. Päinvastoin, nous modélisons ici le problème de la planification d'attaques à travers des processus de décision markoviens partiellement observables (POMDP). Tämä mahdollistaa sen, että käytettävissä oleva tieto voidaan ottaa huomioon ja että skannaustoimia voidaan käyttää älykkäästi osana hyökkäystä. Tämä täsmällinen ratkaisu ei kuitenkaan ole kovin yksinkertainen. Nous concevons donc une méthode qui repose sur les POMDP pour trouver de bonnes attaques sur des machines individuelles, lesquelles sont recomposées en une attaque sur le réseau complet. Cette décomposition exploite la structure du réseau dans la mesure du possible, faisant des approximations ciblées (seulement) où cela est nécessaire. En évaluant cette méthode sur un jeu de tests industriels adaptés convenablement, nous démontrons son efficacité à la fois en temps de calcul et en qualité de la solution.

**Tulos**

Les POMDP font de meileurs hackers: Tenir compte de l'incertitude dans les tests de pénétration".

**Esimerkki 2.2272**

Syväoppiminen menestyy suurissa neuroverkoissa ja suurissa tietokokonaisuuksissa. Suuret verkot ja suuret tietokokonaisuudet johtavat kuitenkin pidempiin harjoitteluaikoihin, jotka haittaavat tutkimuksen ja kehityksen edistymistä. Hajautettu synkroninen SGD tarjoaa mahdollisen ratkaisun tähän ongelmaan jakamalla SGD-minierät rinnakkaisten työntekijöiden kesken. Jotta tämä järjestelmä olisi tehokas, työntekijäkohtaisen työmäärän on kuitenkin oltava suuri, mikä merkitsee SGD-minierän koon ei-triviaalia kasvua. Tässä artikkelissa osoitamme empiirisesti, että ImageNet-tietokannassa suuret minierät aiheuttavat optimointivaikeuksia, mutta kun ne ratkaistaan, koulutetut verkot yleistyvät hyvin. Erityisesti osoitamme, että tarkkuus ei heikkene, kun koulutetaan suurilla minierillä aina 8192 kuvaan asti. Tämän tuloksen saavuttamiseksi otamme käyttöön lineaarisen skaalautumissäännön oppimisnopeuden säätämiseksi minierän koon funktiona ja kehitämme uuden lämmittelyjärjestelmän, jolla optimointihaasteet voidaan voittaa koulutuksen alkuvaiheessa. Näiden yksinkertaisten tekniikoiden avulla Caffe2-pohjainen järjestelmämme kouluttaa ResNet50:n 8192 minierän koolla 256 GPU:lla yhdessä tunnissa ja vastaa samalla pienten minierien tarkkuutta. Käyttämällä perushyödykelaitteistoa toteutuksemme saavuttaa ∼90 prosentin skaalautumistehokkuuden siirryttäessä 8:sta 256 GPU:hun. Tämän järjestelmän avulla voimme kouluttaa visuaalisen tunnistuksen malleja internetin mittakaavan datalla erittäin tehokkaasti.

**Tulos**

Tarkka, suuri minierä SGD: ImageNet-koulutus 1 tunnissa

**Esimerkki 2.2273**

Muodostamme foneettis-prosodisen avaruuden, joka perustuu attribuutteihin, jotka ovat havaittavia havaintomuuttujia, ei niinkään artikulaatiomäärittelyjä. Ehdotamme aakkosia foneettisen aliavaruuden markkereiksi ja pyrimme saavuttamaan resoluution, joka riittää tukemaan kaikkien puhuttujen kielten tunnistamista. Prosodinen aliavaruus koostuu suoraan mitattavissa olevista fyysisistä muuttujista. Ehdotetun aakkoston avulla perinteiset diftongit yleistyvät luonnollisesti laajempaan luokkaan kielineutraaleja fonotaktisia rajoitteita, mikä osoittaa korrelaatiorakenteen, joka on samanlainen kuin perinteisen äänteellisyyteen perustuvan tavun korrelaatiorakenne. Määrittelemme stokastisen rakenteen puhelinjonoille tämän diftongaalisen rajoituksen perusteella ja osoitamme, miten tietty puhuttu kieli voidaan määritellä tämän stokastisen rakenteen erityisenä todennäköisyysjakaumien joukkona. Lisäksi puhutun kielen fonologiset vaihtelut voidaan mallintaa vaihtelevina todennäköisyysjakaumina, jotka rajoittuvat äänteelliseen aliavaruuteen ja jotka riippuvat prosodisen aliavaruuden eri arvoista.

**Tulos**

10-dimensionaalinen foneettis-prosodinen avaruus ja sen stokastinen rakenne Puitteet puhuttujen kielten ja niiden fonologian probabilistiselle mallintamiselle.

**Esimerkki 2.2274**

Esitämme lähestymistavan, jonka avulla voidaan todentaa syöttö eteenpäin -neuraaliverkot, joissa kaikilla solmuilla on kappalemääräinen lineaarinen aktivointifunktio. Tällaisia verkkoja käytetään usein syväoppimisessa, ja niiden on osoitettu olevan vaikeita verifioida nykyaikaisilla tyydyttävyysmoduuliteorian (SMT) ja kokonaislukuisen lineaarisen ohjelmoinnin (ILP) ratkaisijoilla. Lähestymistapamme lähtökohtana on verifiointiongelmaan lisättävä verkon kokonaiskäyttäytymisen globaali lineaarinen approksimaatio, joka auttaa SMT:n kaltaisessa päättelyssä verkon käyttäytymisestä. Esittelemme erikoistuneen verifiointialgoritmin, joka käyttää tätä approksimaatiota hakuprosessissa, jossa se johtaa verkon epälineaaristen solmujen lisäsolmuvaiheita osittaisista solmuvaiheiden määrityksistä, kuten yksikön eteneminen klassisessa SAT-ratkaisussa. Näytämme myös, miten hakuprosessin aikana suoritettujen analyysivaiheiden tuloksista voidaan päätellä ylimääräisiä konfliktilausekkeita ja turvallisia solmuvaiheita. Tuloksena saatua lähestymistapaa arvioidaan törmäysten välttämisen ja käsinkirjoitettujen numeroiden tunnistamisen tapaustutkimuksissa.

**Tulos**

Paloittain lineaaristen feed-forward-neuraaliverkkojen muodollinen verifiointi (Formal Verification of Piece-Wise Linear Feed-Forward Neural Networks)

**Esimerkki 2.2275**

NP-ongelmien vaiheenvaihdosilmiön tutkiminen on tärkeää vaikeiden ongelmien luonteen ymmärtämiseksi. Tässä artikkelissa seuraamme tätä tutkimuslinjaa tarkastelemalla rajoitustyytyväisyysongelmien (#CSP) ratkaisujen laskemisen ongelmaa. Tarkastelemme satunnaismallia eli RB-mallia. Todistamme, että #CSP:n vaiheistus on olemassa, kun muuttujien lukumäärä lähestyy ääretöntä, ja kriittiset arvot, joissa vaiheistus tapahtuu, ovat tarkasti paikannettavissa. Alustavat kokeelliset tulokset osoittavat myös, että kriittinen piste on yhteneväinen teoreettisen johtopäätöksen kanssa. Lisäksi ehdotamme likimääräistä algoritmia RB-mallin tietyn CSP-esiintymän ratkaisujen lukumäärän odotusarvon arvioimiseksi.

**Tulos**

Rajoitusten tyydytettävyysongelmien ratkaisujen laskeminen: Tarkat vaiheiden siirtymät ja likimääräinen algoritmi

**Esimerkki 2.2276**

Tarkka, vankka ja edullinen katseenseuranta autossa voi auttaa pitämään kuljettajan turvallisena helpottamalla tehokkaampaa tutkimusta siitä, miten voidaan parantaa (1) ajoneuvojen käyttöliittymiä ja (2) tulevien kehittyneiden kuljettajan apujärjestelmien suunnittelua. Tässä artikkelissa estimoimme pään asentoa ja silmien asentoa monokulaarisesta videosta käyttäen menetelmiä, jotka on kehitetty laajasti aiemmissa töissä, ja esitämme kaksi uutta mielenkiintoista kysymystä. Ensinnäkin, kuinka paljon paremmin voimme luokitella kuljettajan katseen käyttämällä pään ja silmien asentoa verrattuna pelkkään pään asentoon? Toiseksi, onko olemassa yksilökohtaisia katsestrategioita, jotka korreloivat vahvasti sen kanssa, kuinka paljon katseen luokittelu paranee silmien asentoa koskevan tiedon lisäämisen myötä? Vastaamme näihin kysymyksiin arvioimalla tietoja, jotka on kerätty 40 kuljettajan tien päällä tehdystä tutkimuksesta. Artikkelin tärkein oivallus välittyy "pöllön" ja "liskon" analogian avulla, joka kuvaa sitä, missä määrin silmät ja pää liikkuvat katseen vaihtuessa. Kun pää liikkuu paljon ("pöllö"), silmien asentoa pään asennon perusteella estimoimalla ei saavuteta suurta luokittelun parannusta. Toisaalta, kun pää pysyy paikallaan ja vain silmät liikkuvat ("lisko"), luokittelutarkkuus paranee merkittävästi lisäämällä silmien asento. Kuvaamme, miten tämä tarkkuus vaihtelee ihmisten, katsestrategioiden ja katselualueiden välillä.

**Tulos**

Pöllö ja lisko: Pään asennon ja silmien asennon mallit kuljettajan katseiden luokittelussa.

**Esimerkki 2.2277**

Riippuvuuksien jäsentäjät ovat luonnollisen kielen prosessoinnin tärkeimpiä työkaluja, sillä niillä on monia tärkeitä sovelluksia myöhemmissä tehtävissä, kuten tiedonhaussa, konekääntämisessä ja tiedonhankinnassa. Esittelemme Yara Parserin, nopean ja tarkan avoimen lähdekoodin riippuvuuksien jäsentäjän, joka perustuu arc-eager-algoritmiin ja palkkihakuun. Se saavuttaa merkitsemättömän tarkkuuden 93,32 WSJ:n standarditestijoukossa, mikä nostaa sen riippuvuuksien jäsentäjien kärkijoukkoon. Nopeimmillaan Yara pystyy jäsentämään noin 4000 lausetta sekunnissa, kun se on ahneessa tilassa (1 palkki). Kun Yara optimoi tarkkuutta (käyttämällä 64 palkkia ja Brownin klusteriominaisuuksia), se pystyy jäsentämään 45 lausetta sekunnissa. Jäsennin voidaan kouluttaa millä tahansa syntaktisella riippuvuuspankilla, ja sen joustavuuden ja viritettävyyden lisäämiseksi tiettyihin tehtäviin on tarjolla erilaisia vaihtoehtoja. Se on julkaistu Apache-version 2.0-lisenssillä, ja sitä voidaan käyttää sekä kaupallisiin että akateemisiin tarkoituksiin. Jäsennin löytyy osoitteesta https: //github.com/yahoo/YaraParser.

**Tulos**

Yara Parser: Yara: Nopea ja tarkka riippuvuuksien jäsentäjä

**Esimerkki 2.2278**

Kun otetaan huomioon viimeaikaiset syväoppimistulokset, jotka osoittavat kyvyn optimoida tehokkaasti korkea-ulotteisia ei-konveksisia funktioita gradienttilaskuoptimoinnilla GPU:lla, kysymme tässä artikkelissa, voivatko symboliset gradienttioptimointityökalut, kuten Tensorflow, olla tehokkaita hybridi- (sekoitettu diskreetti ja jatkuva) epälineaaristen alueiden suunnittelussa, joissa on korkea-ulotteisia tila- ja toiminta-avaruuksia? Tätä varten osoitamme, että hybridisuunnittelu Tensorflow'lla ja RMSProp-gradienttilaskeutumismenetelmällä on kilpailukykyinen sekoitettuun kokonaislukuiseen lineaariseen ohjelmaan (mixed integer linear program, MILP) perustuvan optimoinnin kanssa paloittain lineaarisilla suunnittelualueilla (joissa voimme laskea optimaalisia ratkaisuja) ja että se on huomattavasti parempi kuin nykyaikaiset sisäpistemenetelmät epälineaarisilla suunnittelualueilla. Lisäksi huomautamme, että Tensorflow on erittäin skaalautuva, sillä se konvergoituu vahvaan toimintatapaan laajamittaisella samanaikaisella toimialueella, jossa on yhteensä 576 000 jatkuvaa toimintoa 96 aika-askeleen horisontissa vain 4 minuutissa. Esitämme useita oivalluksia, jotka selventävät tällaista vahvaa suorituskykyä, mukaan lukien havainnot siitä, että pitkästä horisontista huolimatta RMSProp välttää sekä häviävän että räjähtävän gradientin ongelman. Yhdessä nämä tulokset viittaavat uuteen rajapintaan erittäin skaalautuvassa suunnittelussa epälineaarisissa hybridialueissa hyödyntämällä GPU:ta ja gradienttilaskennan viimeaikaisten edistysaskeleiden tehoa Tensorflow'n kaltaisten erittäin optimoitujen työkalupakettien kanssa. Johdanto Monissa reaalimaailman hybridi (sekoitettu diskreetti jatkuva) suunnitteluongelmissa, kuten säiliöiden ohjauksessa [Yeh, 1985], lämmityksessä, ilmanvaihdossa ja ilmastoinnissa [Erickson et al., 2009; Agarwal et al., 2010] ja navigoinnissa [Faulwasser ja Findeisen, 2009], on erittäin epälineaarisia siirtymiä ja (mahdollisesti epälineaarisia) palkitsemisfunktioita, joita pitää optimoida. Valitettavasti nykyiset huipputason hybridisuunnittelijat [Ivankovic et al., 2014; Löhr et al., 2012; Coles et al., 2013; Piotrowski et al., 2016] eivät ole yhteensopivia mielivaltaisten epälineaaristen siirtymä- ja palkkiomallien kanssa. Monte Carlo Tree Search (MCTS) -menetelmät [Coulom, 2006; Kocsis ja Szepesvári, 2006; Keller ja Helmert, 2013] 0,600 0,750 .900 0,600 0,750 .900 0,600 0,750 0,9 00 0,600 0,750 .900 0,600 0,750 .900 0,600 0,750 .900 0,600 0,750 .900 0,600 0,750 0.9 00 Epochs:10 Epochs:20 Epochs:20 Epochs:40 Epochs:80 Epochs:160 Epochs:320 Kuva 1: RMSProp-gradienttilaskeutumiseen perustuvan Tensorflow-suunnittelun kehitys 2D-navigointialueella, jossa on sisäkkäisiä keskimmäisiä suorakulmioita, jotka osoittavat epälineaarisesti kasvavaa vastusta robotin liikkeelle. (ylhäällä) Alkuvaiheen RMSProp-epookeissa suunnitelma kehittyy suoraan kohti tähtenä esitettyä tavoitetta. (alhaalla) Kun RMSPropin myöhemmät epookit laskevat tavoitekustannuspintaa, nopein polku kehittyy välttämään keskimmäistä estettä kokonaan. mukaan lukien AlphaGo [Silver et al., 2016], jotka voivat käyttää mitä tahansa (epälineaarista) siirtymädynamiikan mustan laatikon mallia, eivät luonnostaan toimi jatkuvien toimintaavaruuksien kanssa äärettömän haarautumiskertoimen vuoksi. Vaikka MCTS:ää, jossa on jatkuvan toiminnan laajennuksia, kuten HOOT [Weinstein ja Littman, 2012], on ehdotettu, niiden jatkuvan osioinnin menetelmät eivät skaalaudu korkea-ulotteisille jatkuvan toiminnan tiloille (esim. 100 tai 1000 ulottuvuutta, kuten tässä artikkelissa käytetään). Lopuksi, offline-malliton vahvistusoppiminen (esim. Q-oppiminen) funktion approksimaatiolla [Sutton ja Barto, 1998; Szepesvári, 2010] ja syvälaajennukset [Mnih et al., 2013] eivät vaadi tietoa (epälineaarisesta) siirtymämallista tai palkkiosta, mutta niitä ei myöskään voida suoraan soveltaa alueisiin, joissa on korkea-ulotteisia jatkuvia toiminta-avaruuksia. Eli offline-oppimismenetelmät, kuten Q-oppiminen, vaativat toiminnan maksimointia jokaiselle päivitykselle, mutta korkea-ulotteisissa jatkuvissa toimintaavaruuksissa tällainen epälineaarisen funktion maksimointi on epäkonveksaalista ja laskennallisesti hankalaa miljoonien tai miljardien päivitysten mittakaavassa. Edellä mainittujen nykyisten menetelmien skaalautuvuus- ja ilmaisukykyrajoitusten ratkaisemiseksi käännymme Tensorflow'n [Abadi et al., 2015] puoleen, joka on koneoppimisyhteisössä syväoppimiseen käytetty symbolinen laskenta-alusta, koska se kokoaa monimutkaiset kerroksittaiset symboliset funktiot esitystavaksi, jota voidaan käyttää nopeaan GPU-pohjaiseen käänteiseen automaattiseen erilaistamiseen [Linnainmaa, 1970] gradienttipohjaista optimointia varten. Kun otetaan huomioon viimeaikaiset tulokset gradienttilaskeutumisoptimoinnissa syväoppimisen avulla, jotka osoittavat kyvyn optimoida tehokkaasti korkea-ulotteisia ei-konveksisia funktioita, kysymme, voiko Tensorflow olla tehokas suunnittelussa hybrideissä (sekoitetuissa diskreeteissä ja jatkuvissa) epälineaarisissa toimialueissa, joissa on korkea-ulotteisia tila- ja toiminta-avaruuksia? Tuloksemme vastaavat tähän kysymykseen myöntävästi, kun osoitamme, että hybridisuunnittelu Tensorflow'lla ja RMSProp-gradienttilaskeutumisella [Tieleman ja Hinton, 2012] on yllättävän tehokasta suunnittelussa monimutkaisissa hybrideissä epälineaarisissa toimialueissa. Todisteeksi viittaamme kuvaan 1, jossa näytämme Tensorflow'n ja RMSPropin optimoivan polun 2d-epälineaarisessa navigointialueessa. Yleisesti ottaen Tensorflow with RMSProp -suunnittelutulokset ovat kilpailukykyisiä optimaalisen MILP-pohjaisen optimoinnin kanssa paloittain lineaarisilla suunnittelualueilla ja ulottuvat suoraan epälineaarisiin alueisiin, joissa ne ovat huomattavasti suorituskykyisempiä kuin sisäpistemenetelmät epälineaaristen funktioiden optimoinnissa. Lisäksi huomautamme, että Tensorflow konvergoi vahvaan politiikkaan laajamittaisella samanaikaisella toimialueella, jossa on 576 000 jatkuvaa toimintoa, jotka jakautuvat 96 aika-askeleen horisonttiin 4 minuutissa. Selittääksemme tällaisia erinomaisia tuloksia toteamme, että RMSPropin kaltaiset gradienttilaskeutumisalgoritmit ovat erittäin tehokkaita syväoppimisessa esiintyvään ei-konveksaaliseen funktion optimointiin. Lisäksi esitämme analyysin monista suunnittelualueiden siirtymäfunktioista, jotka viittaavat siihen, että gradienttilaskeutuminen näillä alueilla ei kärsi katoavan tai räjähtävän gradientin ongelmista ja tarjoaa näin ollen vahvan signaalin optimointiin pitkillä horisontteilla. Yhdessä nämä tulokset viittaavat uuteen rajapintaan erittäin skaalautuvassa suunnittelussa epälineaarisilla hybridialueilla hyödyntämällä GPU:ita ja gradienttisuunnittelun viimeaikaisten edistysaskeleiden tehoa Tensorflow-työkalupaketin avulla. Epälineaarinen hybridisuunnittelu Tensorflow'n avulla

**Tulos**

Skaalautuva suunnittelu Tensorflow'lla hybrideille epälineaarisille alueille

**Esimerkki 2.2279**

Kielelliseen ja aluetuntemukseen perustuvilla käsin laadituilla ominaisuuksilla on ratkaiseva merkitys sairauksien nimien tunnistusjärjestelmien suorituskyvyn määrittämisessä. Tällaisia menetelmiä rajoittaa lisäksi näiden piirteiden laajuus eli niiden kyky kattaa lauseen sisällä olevat asiayhteydet tai sanariippuvuudet. Tässä työssä keskitytään tällaisten riippuvuuksien vähentämiseen ja ehdotetaan toimialariippumatonta kehystä sairauksien nimien tunnistustehtävää varten. Erityisesti ehdotamme erilaisia päästä päähän toistuvia neuroverkkomalleja (RNN) sairauksien nimien tunnistamistehtäviä varten ja niiden luokittelua neljään ennalta määriteltyyn luokkaan. Hyödynnämme myös konvoluutiohermoverkkoa (convolution neural network, CNN) RNN:n kaskadissa saadaksemme merkkipohjaisia upotettuja piirteitä ja käytämme sitä sanoihin upotettujen piirteiden kanssa mallissamme. Vertaamme mallejamme NCBI:n tautitietokannassa näiden kahden tehtävän osalta uusimpiin tuloksiin. Sairausmaininnan tunnistustehtävän tulokset osoittavat, että huipputason suorituskyky voidaan saavuttaa ilman ominaisuuksien suunnittelua. Lisäksi ehdotetut mallit paransivat suorituskykyä sairauksien nimien luokittelutehtävässä.

**Tulos**

Rekursiiviset neuroverkkomallit sairauksien nimien tunnistamiseen käyttämällä alaa muuttumattomia piirteitä.

**Esimerkki 2.2280**

Bayesin vahvistusoppimisessa (Bayesian Reinforcement Learning, BRL) agentit pyrkivät maksimoimaan kerätyt palkkiot vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa ja hyödyntävät samalla jonkin verran ennakkotietoa, joka on saatavilla etukäteen. Monia BRL-algoritmeja on jo ehdotettu, mutta vaikka kirjallisuudessa on muutamia leluesimerkkejä, niiden vertailemiseksi ei ole vielä olemassa laajoja tai tarkkoja vertailukohtia. Tässä artikkelissa käsitellään tätä ongelmaa ja tarjotaan uusi BRL-vertailumenetelmä sekä vastaava avoimen lähdekoodin kirjasto. Menetelmässä määritellään vertailukriteeri, joka mittaa algoritmien suorituskykyä suurilla joukoilla Markovin päätösprosesseja (MDP), jotka on piirretty tietyistä todennäköisyysjakaumista. Jotta voidaan vertailla algoritmeja, jotka eivät ole reaaliaikaisia, menetelmämme sisältää myös yksityiskohtaisen analyysin kunkin algoritmin laskenta-aikavaatimuksesta. Kirjastomme julkaistaan kaikkine lähdekoodeineen ja asiakirjoineen: se sisältää kolme testiongelmaa, joista kussakin on kaksi eri ennakkojakaumaa, ja seitsemän uusinta RL-algoritmia. Lopuksi kirjastoamme havainnollistetaan vertailemalla kaikkia saatavilla olevia algoritmeja, ja tuloksista keskustellaan.

**Tulos**

Bayesin vahvistusoppimisen vertailuanalyysi Bayesin vahvistusoppimisen vertailuanalyysi

**Esimerkki 2.2281**

Mallilaskenta on ongelma, jossa lasketaan niiden mallien lukumäärä, jotka täyttävät tietyn propositioteorian. Sitä on hiljattain sovellettu todennäköisyyslogiikkaohjelmoinnin päättelytehtävien ratkaisemiseen, jossa tavoitteena on laskea todennäköisyys, jolla tietyt kyselyt ovat tosia, kun on annettu joukko toisistaan riippumattomia satunnaismuuttujia, malli (logiikkaohjelma) ja joitakin todisteita. Tämän päättelytehtävän ratkaisemisen ydin on logiikkaohjelman kääntäminen propositioteoriaksi ja mallilaskurin käyttäminen. Tässä artikkelissa osoitamme, että joidenkin induktiivisia määritelmiä sisältävien ongelmien, kuten graafin saavutettavuuden, osalta logiikkaohjelmien kääntäminen SAT:ksi voi olla kallista päättelytehtävien ratkaisemiseksi. Tällaisten ongelmien osalta stabiilin mallisemantiikan suora toteutus mahdollistaa tehokkaamman ratkaisun. Esittelemme kaksi perustelemattomien joukkojen havaitsemiseen perustuvaa toteutustekniikkaa, jotka laajentavat propositionaalisen mallilaskurin stabiilin mallin laskuriksi. Kokeemme osoittavat, että tietyissä ongelmissa lähestymistapamme voi olla useita kertaluokkia parempi kuin nykyaikainen todennäköisyyslogiikkaohjelmoinnin ratkaisija ajoajassa ja tilantarpeessa, ja se voi ratkaista huomattavasti suurempia tapauksia, joissa nykyiseltä ratkaisijalta loppuu aika tai muisti.

**Tulos**

Stabiili mallilaskenta ja sen soveltaminen todennäköisyyslogiikkaohjelmoinnissa

**Esimerkki 2.2282**

SentiWordNet 3.0:n julkaisun myötä siihen liittyvää web-käyttöliittymää on uudistettu ja parannettu, jotta käyttäjät voivat antaa palautetta SentiWordNet-tietueista ehdottamalla tietueelle vaihtoehtoisia arvokolmioita. Tässä asiakirjassa raportoidaan tähän mennessä kerätyn käyttäjäpalautteen julkaisusta ja tulevaisuuden suunnitelmista.

**Tulos**

Käyttäjäpalaute SentiWordNetistä

**Esimerkki 2.2283**

Konvolutiiviset oikaisuverkot eli konvolutiiviset neuroverkot, joissa on oikaiseva lineaarinen aktivaatio ja maksimi- tai keskiarvopoolaus, ovat nykyaikaisen syväoppimisen kulmakivi. Niiden laajasta käytöstä ja menestyksestä huolimatta teoreettinen ymmärryksemme näitä verkkoja ohjaavista ilmaisuominaisuuksista on kuitenkin parhaimmillaankin vain osittainen. Toisaalta meillä on paljon vankempi käsitys näistä asioista aritmeettisten piirien maailmassa. Erityisesti tiedetään, että konvoluutioaritmeettisilla piireillä on ominaisuus "täydellisestä syvyystehokkuudesta", mikä tarkoittaa, että häviävän pienen joukon lisäksi kaikki funktiot, jotka voidaan toteuttaa polynomikokoisella syvällä verkolla, vaativat eksponentiaalisen koon, jotta ne voidaan toteuttaa (tai edes approksimoida) matalalla verkolla. Tässä artikkelissa kuvaamme yleistettyihin tensoripurkuihin perustuvan rakenteen, joka muuttaa konvoluutioaritmeettiset piirit konvoluutioyhtälöverkoiksi. Sen jälkeen käytämme matemaattisia työkaluja, jotka ovat saatavilla aritmeettisten piirien maailmasta, todistaaksemme uusia tuloksia. Ensiksi osoitamme, että konvoluutio-oikaisuverkot ovat universaaleja maksimipoolauksella mutta eivät keskiarvopoolauksella. Toiseksi, ja mikä tärkeämpää, osoitamme, että syvyystehokkuus on heikompi konvolutiivisilla tasasuuntaajaverkoilla kuin konvolutiivisilla aritmeettisilla piireillä. Tämä saa meidät uskomaan, että kehittämällä tehokkaita menetelmiä konvoluutioaritmeettisten piirien kouluttamiseen ja siten hyödyntämällä niiden ilmaisupotentiaalia voidaan luoda syväoppimisarkkitehtuuri, joka on todistettavasti parempi kuin konvoluutioyhtälöintiverkot, mutta joka on toistaiseksi jäänyt käytännön toimijoiden huomiotta.

**Tulos**

Konvolutiiviset oikosulkuverkot yleistettyinä tensoripoistoina

**Esimerkki 2.2284**

Tasot ovat monien erilaisten videopelien keskeinen osa, ja on tehty paljon työtä siitä, miten pelitasoja voidaan luoda proseduraalisesti. Viime aikoina videopelien tasojen tuottamiseen on sovellettu koneoppimistekniikoita, joiden tarkoituksena on tuottaa automaattisesti tasoja, joilla on harjoitusjoukon ominaisuudet. Tätä tarkoitusta varten olemme asettaneet saataville videopelien tasoja sisältävän korpuksen helposti analysoitavassa muodossa, joka soveltuu erinomaisesti erilaisiin koneoppimisen ja muiden pelien tekoälyn tutkimustarkoituksiin.

**Tulos**

VGLC: Videopelien tasokorpus (The Video Game Level Corpus)

**Esimerkki 2.2285**

Konvoluutiohermoverkot tuottavat visuaalisia ominaisuuksia, jotka toimivat huomattavan hyvin monissa tietokonenäön sovelluksissa. Näiden verkkojen kouluttaminen vaatii kuitenkin huomattavan paljon valvontaa. Tässä artikkelissa esitellään yleinen kehys syvien neuroverkkojen kouluttamiseksi alusta loppuun ilman valvontaa. Ehdotamme, että määritetään joukko kohderesityksiä, joita kutsutaan nimellä Noise As Targets (NAT), ja että syväpiirteet kohdistetaan niihin. Tällä toimialariippumattomalla lähestymistavalla vältetään tavanomaiset valvomattoman oppimisen ongelmat, jotka liittyvät triviaaleihin ratkaisuihin ja piirteiden romahtamiseen. Stokastisen erän uudelleensijoitusstrategian ja separoituvan neliöllisen tappiofunktion ansiosta se skaalautuu miljoonille kuville. Ehdotettu lähestymistapa tuottaa representaatioita, jotka toimivat yhtä hyvin kuin nykyaikaisimmat valvomattomat menetelmät ImageNet- ja PASCAL VOC -tietokannoissa.

**Tulos**

Valvomaton oppiminen ennustamalla melua

**Esimerkki 2.2286**

Naapuruusgraafi, joka edustaa instansseja kärkipisteinä ja niiden suhteita painotettuina reunoina, on perusta monille puolivalvotuille ja suhteellisille malleille solmujen merkitsemistä ja linkkien ennustamista varten. Useimmissa menetelmissä käytetään peräkkäistä prosessia naapuruusgraafin rakentamiseksi. Prosessi koostuu usein ehdokasgraafin luomisesta, ehdokasgraafin karsimisesta naapuruusgraafin muodostamiseksi ja sen jälkeen naapuruusgraafin muuttujien (eli solmujen) päättelyn suorittamisesta. Tässä artikkelissa ehdotamme kehystä, joka voi dynaamisesti mukauttaa naapuruusgraafia muuttujien tilojen perusteella välivaiheen päättelytuloksista sekä muuttujia yhdistävien suhteiden rakenteellisten ominaisuuksien perusteella. Puitteistomme keskeinen vahvuus on sen kyky käsitellä monirelaatiodataa ja käyttää vaihtelevia määriä relaatioita kussakin instanssissa välivaiheen päättelytulosten perusteella. Muotoilemme linkkien ennustamistehtävän naapuruusgraafeihin tehtävänä päättelynä ja esitämme alustavia tuloksia, jotka havainnollistavat eri strategioiden vaikutuksia ehdotetussa kehyksessämme.

**Tulos**

Adaptiivinen naapuruusgraafin rakentaminen monikansallisten verkkojen päättelyä varten

**Esimerkki 2.2287**

Havaintoja, jotka koostuvat objektiparien suhteiden mittauksista, esiintyy monissa ympäristöissä, kuten proteiinien vuorovaikutus- ja geenisäätelyverkoissa, kirjoittaja-vastaanottaja-sähköpostikokoelmissa ja sosiaalisissa verkostoissa. Tällaisten tietojen analysointi todennäköisyysmalleilla voi olla hankalaa, koska monien mallien perustana olevat yksinkertaiset vaihdettavuusoletukset eivät enää päde. Tässä artikkelissa kuvaamme tällaisten aineistojen latentin muuttujan mallin, jota kutsutaan mixed membership stochastic blockmodeliksi. Tämä malli laajentaa relaatiodatan lohkomallit sellaisiksi, jotka kuvaavat sekoittuneen jäsenyyden latenttia relaatiorakennetta, ja tarjoaa siten kohdekohtaisen matalaulotteisen esityksen. Kehitämme yleisen variationaalisen päättelyalgoritmin nopeaa likimääräistä posteriorista päättelyä varten. Tutkimme sovelluksia sosiaalisiin ja proteiinien vuorovaikutusverkostoihin.

**Tulos**

Sekajäsenyyden stokastiset lohkomallit

**Esimerkki 2.2288**

Ohjelmoijan näkökulmasta robopsykologia on synonyymi toiminnalle, jota kehittäjät tekevät toteuttaakseen koneoppimissovelluksiaan. Tämä robopsykologinen lähestymistapa herättää joitakin koneoppimisen teoreettisia peruskysymyksiä. Keskustelumme näistä kysymyksistä rajoittuu Turingin koneisiin. Alan Turing oli antanut algoritmin (eli Turingin koneen) algoritmien kuvaamiseen. Jos sitä on sovellettu kuvaamaan itseään, päästään Turingin käsitteeseen universaalikoneesta. Tässä artikkelissa tutkimme algoritmeja algoritmien kirjoittamiseen. Pedagogiikan näkökulmasta tätä tapaa kirjoittaa ohjelmia voidaan pitää kuuntelemalla oppimisen ja tekemällä oppimisen yhdistelmänä, koska se perustuu agenttiteknologian ja koneoppimisen soveltamiseen. Päätuloksena esittelemme oppimisen ongelman ja sitten osoitamme, että sitä ei voida helposti käsitellä todellisuudessa, joten on järkevää käyttää koneoppimisalgoritmia Turingin koneiden oppimiseen.

**Tulos**

Teoreettinen robopsykologia: Samu on oppinut Turingin koneita

**Esimerkki 2.2289**

Tarkistettavuus on yksi Wikipedian keskeisistä muokkausperiaatteista, ja muokkaajia kannustetaan antamaan viittauksia lisätylle sisällölle. Wikipedian artikkelin kannalta on tärkeää määritellä viittauksen viittausalue eli se, mitä sisältöä viittaus kattaa, sillä sen avulla voidaan päättää, minkä sisällön osalta viittaukset vielä puuttuvat. Olemme ensimmäiset, jotka käsittelevät Wikipedian artikkelien viittausalueen määrittämistä. Lähestymme tätä ongelmaa luokittelemalla, mitkä artikkelin tekstikatkelmat kuuluvat lainauksen piiriin. Ehdotamme sekvenssiluokittelua, jossa määritämme kappaleen ja lainauksen osalta lainauksen keston hienojakoisella tasolla. Esitämme perusteellisen kokeellisen arvioinnin ja vertaamme lähestymistapaamme tieteenalalta omaksuttuihin peruslähtökohtiin, joissa havaitsemme parannusta kaikkien arviointimittareiden osalta.

**Tulos**

Hienojakoinen viittausalueen havaitseminen Wikipediassa oleville viitteille

**Esimerkki 2.2290**

Tulevien tapahtumien ennusteiden laatiminen on haastava ongelma, johon on tutkittu ja yritetty löytää erilaisia ratkaisumenetelmiä. Esitämme empiirisen vertailun erilaisista online- ja offline-adaptiivisista algoritmeista, joilla voidaan koota yhteen asiantuntijoiden ennusteet viiden vuoden aikana pelattujen Yhdysvaltain kansallisen jalkapalloliigan otteluiden (1319 ottelua) lopputuloksista käyttäen hyväksi ProbabilitySports-nimisestä Internet-kilpailusta saatuja asiantuntijoiden todennäköisyysarvioita. Huomaamme, että ennustetarkkuuden osalta on vaikea parantaa ennustusten yksinkertaista keskiarvoistamista, mutta kvadraattisessa tappiossa on parantamisen varaa. Hieman yllättäen Bayesin estimointialgoritmi, joka arvioi kunkin asiantuntijan ennusteen varianssin, osoittaa algoritmeista johdonmukaisimmin parempaa suorituskykyä kuin yksinkertainen keskiarvoistaminen.

**Tulos**

Asiantuntijoiden ennusteiden yhdistämiseen tarkoitettujen algoritmien empiirinen vertailu

**Esimerkki 2.2291**

Matriisiparametrisoituja malleja, kuten moniluokkaista logistista regressiota ja harvaa koodausta, käytetään koneoppimissovelluksissa (ML) tietokonenäköstä tietokonebiologiaan. Kun näitä malleja sovelletaan laajamittaisiin ML-ongelmiin, jotka alkavat miljoonista näytteistä ja kymmenistä tuhansista luokista, niiden parametrimatriisi voi kasvaa odottamatonta vauhtia, mikä johtaa suuriin parametrien synkronointikustannuksiin, jotka hidastavat hajautettua oppimista huomattavasti. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme Sufficient Factor Broadcasting (SFB) -laskentamallia, jolla voidaan tehokkaasti oppia hajautetusti suuri joukko matriisiparametrisoituja malleja, joilla on seuraava ominaisuus: jokaisesta datanäytteestä laskettu parametripäivitys on rank-1-matriisi eli kahden "riittävän tekijän" (SF) ulkotuote. Jakamalla SF:t työkoneiden kesken ja muodostamalla päivitysmatriisit uudelleen paikallisesti kussakin työkoneessa SFB parantaa tiedonsiirron tehokkuutta - tiedonsiirtokustannukset ovat lineaarisia parametrimatriisin ulottuvuuksiin nähden, eivätkä kvadraattisia - ilman, että se vaikuttaa laskennalliseen oikeellisuuteen. Esitämme SFB:n teoreettisen konvergenssianalyysin ja vahvistamme empiirisesti sen tehokkuuden neljällä eri matriisiparametrisoidulla ML-mallilla.

**Tulos**

Hajautettu koneoppiminen riittävien tekijöiden lähettämisen avulla

**Esimerkki 2.2292**

Tarkastelemme pääkomponenttianalyysin (PCA) ongelmaa streaming-stokastisessa ympäristössä, jossa tavoitteemme on löytää suunnilleen maksimaalisen varianssin suunta i.i.d. datapisteiden virran perusteella R:ssä. Yksinkertainen ja laskennallisesti halpa algoritmi tähän on stokastinen gradienttilasku (SGD), joka päivittää estimaattinsa inkrementaalisesti jokaisen uuden datapisteen perusteella. Ongelman epäkonveksisen luonteen vuoksi sen suorituskyvyn analysointi on kuitenkin ollut haasteellista. Erityisesti nykyiset takuut perustuvat ei-triviaaliin eigengap-oletukseen kovarianssimatriisista, mikä on intuitiivisesti tarpeetonta. Tässä artikkelissa esitämme (tietojemme mukaan) ensimmäiset omavaraisuusongelmasta vapaat konvergenssitakuut SGD:lle PCA:n yhteydessä. Tämä ratkaisee myös osittain avoimen ongelman, joka esitettiin [10]. Lisäksi osoitamme, että samoilla tekniikoilla saadaan eigengap-olettamuksella uusia SGD:n konvergenssitakuita, jotka ovat paremmin riippuvaisia eigengapista.

**Tulos**

PCA:n stokastisen gradienttilaskennan konvergenssi (Stochastic Gradient Descent for PCA)

**Esimerkki 2.2293**

Eläinten seurannan sovelluksissa sekä eläinten havaitseminen että niiden liikkeiden ennustaminen ovat tärkeitä tehtäviä. Vaikka eläinten seurantastrategioita on useita, useimmat niistä perustuvat kiinnityslaitteisiin. Todellisessa maailmassa on kuitenkin vaikea löytää eläimiä ja asentaa kiinnityslaitteita. Tässä artikkelissa ehdotetaan eläinten seurantasovellusta, jossa hyödynnetään langattomia sensoriverkkoja (WSN) ja miehittämätöntä ilma-alusta (UAV). Sovelluksen tavoitteena on havaita uhanalaisten lajien sijainnit laajoilla villieläinalueilla ja seurata eläinten liikkumista ilman kiinnitettyjä laitteita. Tässä sovelluksessa koko tarkkailualueelle sijoitetut anturit vastaavat eläintietojen keräämisestä. UAV lentää havainnointialueen yläpuolella ja kerää antureilta saadut tiedot. Tietojen saamiseksi tehokkaasti ehdotamme UAV:lle reittisuunnittelua, joka perustuu Markovin päätösprosessin (MDP) malliin. UAV saa tietystä alueesta tietyn määrän palkkiota, jos kyseisessä paikassa havaitaan joitakin eläimiä. Ratkaisemme MDP-mallin Q-oppimisen avulla siten, että UAV menee mieluummin niille alueille, joilla eläimiä on havaittu aiemmin. Samaan aikaan UAV tutkii myös muita alueita kattaakseen koko verkon ja havaitsee muutoksia eläinten sijainneissa. Määrittelemme ensin eläinten seurantaongelman taustalla olevan matemaattisen mallin tiedon arvon (VoI) ja palkkioiden avulla. Ehdotamme verkkomallia, johon kuuluu anturisolmujen klustereita ja yksi UAV, joka toimii liikkuvana nieluna ja vierailee klustereissa. Sitten suunnitellaan yksi MDP-pohjainen polkusuunnittelumenetelmä, jolla maksimoidaan VoI ja vähennetään samalla viestien viiveitä. Ehdotetun lähestymistavan tehokkuutta arvioidaan käyttämällä kahta todellista seepran ja leopardin liikkumistietoaineistoa. Simulointitulokset osoittavat, että lähestymistapamme on parempi kuin ahneet ja satunnaiset heuristiikat sekä kiertävän myyntimiesongelman ratkaisuun perustuva polkusuunnittelu.

**Tulos**

Esineiden internet-sovellukset: Miehittämättömän ilma-aluksen avulla tapahtuva eläinten seuranta

**Esimerkki 2.2294**

Syväverkot perustuvat valtaviin määriin merkittyä dataa tehokkaiden mallien oppimiseksi. Kun kohdetehtävässä ei ole riittävästi merkittyä dataa, siirto-oppiminen mahdollistaa mallin mukauttamisen eri lähdealueelta. Tässä artikkelissa käsitellään syväsiirto-oppimista yleisemmässä skenaariossa, jossa ominaisuuksien ja merkintöjen yhteiset jakaumat voivat muuttua huomattavasti eri aloilla. Jakaumien Hilbert-avaruuden sulauttamisen teoriaan perustuen ehdotetaan uudenlaista yhteistä jakauman epäsuhtaa, jolla voidaan suoraan verrata yhteisiä jakaumia eri toimialueilla, jolloin ei tarvita marginaali-ehtoista faktorointia. Siirto-oppiminen mahdollistetaan syvässä konvoluutioverkossa, jossa tietokokonaisuuden siirtymät voivat viipyä useissa tehtäväkohtaisissa ominaisuustason kerroksissa ja luokittelijakerroksessa. Joukko yhteisiä sopeutumisverkkoja muotoillaan sovittamaan yhteen näiden kerrosten yhteiset jakaumat eri toimialueiden välillä minimoimalla yhteisten jakaumien eroavaisuus, joka voidaan kouluttaa tehokkaasti käyttämällä back-propagationia. Kokeet osoittavat, että uudella lähestymistavalla saavutetaan huippuluokan tuloksia tavanomaisilla toimialueiden mukauttamista koskevilla tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

Syvä siirto-oppiminen yhteisillä mukauttamisverkoilla

**Esimerkki 2.2295**

Tyypillisessä neuraalisessa konekääntämisessä (NMT) dekooderi tuottaa lauseen sana sanalta, jolloin kaikki kielelliset rakeisuusasteikot pakataan samaan RNN:n aikaskaalaan. Tässä artikkelissa ehdotamme NMT:tä varten uudenlaista dekooderia, joka jakaa dekoodaustilan kahteen osaan ja päivittää ne kahdessa eri aikaskaalassa. Tarkemmin sanottuna ennustamme ensin chunk-aika-asteikollisen tilan fraseaalista mallintamista varten, jonka päälle luodaan useita sana-aika-asteikollisia tiloja. Tällä tavoin kohdelause käännetään hierarkkisesti kappaleista sanoiksi, jolloin hyödynnetään eri rakeisuusasteilla olevaa tietoa. Kokeet osoittavat, että ehdotettu malli parantaa käännössuorituskykyä merkittävästi verrattuna uusimpaan NMT-malliin.

**Tulos**

Chunk-pohjainen bi-asteikollinen dekooderi neuraalista konekääntämistä varten

**Esimerkki 2.2296**

Tässä artikkelissa käsittelemme oppimisongelmia, jotka liittyvät korkea-ulotteiseen dataan. Käytännössä on aiemmin käytetty unohdettuun satunnaisprojektioon perustuvia lähestymistapoja, jotka projisoivat korkea-ulotteiset piirteet satunnaiseen aliavaruuteen, koneoppimisen korkea-ulotteisuushaasteen ratkaisemiseen. Viime aikoina on kehitetty ja otettu käyttöön erilaisia ei-epäselviä satunnaistettuja reduktiomenetelmiä monien numeeristen ongelmien, kuten matriisitulon approksimaation, matalarivin matriisien approksimaation jne. ratkaisemiseksi. Niitä on kuitenkin tutkittu vähemmän koneoppimistehtävissä, kuten luokittelussa. Vielä vakavampaa on se, että riskin minimoinnin ylimääräisen riskin rajojen teoreettista analyysia, joka on tärkeä yleistyksen suorituskyvyn mittari, ei ole luotu ei-vakioiville satunnaistetuille reduktiomenetelmille. Siksi on edelleen avoin ongelma, mitä hyötyä niiden käytöstä on aiempiin unohdettuihin satunnaisprojektioihin perustuviin lähestymistapoihin verrattuna. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi ehdotamme algoritmista kehystä, jonka avulla voidaan käyttää ei-epäselvää satunnaistettua reduktiomenetelmää yleiseen empiiriseen riskin minimointiin koneoppimistehtävissä, joissa alkuperäiset korkea-ulotteiset piirteet projisoidaan satunnaiseen aliavaruuteen, joka on johdettu datasta pienellä matriisien approksimaatiovirheellä. Tämän jälkeen johdetaan ensimmäinen ylimääräisen riskin raja ehdotetulle ei-epäselvälle satunnaistetulle reduktiomenetelmälle ilman, että harjoitusdataa koskevia vahvoja oletuksia tarvitaan. Todettu ylimääräisen riskin raja osoittaa, että ehdotettu lähestymistapa tarjoaa paljon paremman yleistystuloksen, ja se antaa myös lisää tietoa erilaisista satunnaistetuista vähennysmenetelmistä. Lopuksi suoritamme laajoja kokeita sekä synteettisillä että todellisilla vertailutietoaineistoilla, joiden ulottuvuus on O(10), osoittaaksemme ehdotetun lähestymistavan tehokkuuden. Johdanto Viime aikoina koneoppimis- ja tiedonlouhintasovelluksiin liittyvän datan laajuus ja ulottuvuus ovat kasvaneet ennennäkemättömällä tavalla, mikä on vauhdittanut BIG DATA -tutkimusta ja -kehitystä. Oppiminen laajamittaisesta ultrakorkea-ulotteisesta datasta on edelleen laskennallisesti haastava ongelma. Datan suuri koko ei ainoastaan lisää muistijalanjälkeä vaan myös optimointiin liittyviä laskennallisia kustannuksia. Suosittu lähestymistapa suuren ulottuvuuden haasteeseen on Copyright c © 2017, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. suorittaa dimensioiden pienentäminen. Nykyään satunnaistetut redusointimenetelmät ovat osoittautumassa houkutteleviksi ulottuvuuden vähentämisessä. Verrattuna perinteisiin dimensioiden pienentämismenetelmiin (esim. PCA ja LDA) satunnaistetut pienentämismenetelmät (i) voivat johtaa yksinkertaisempiin algoritmeihin, joita on helpompi analysoida (Mahoney 2011); (ii) ne voidaan usein organisoida hyödyntämään nykyaikaisia laskenta-arkkitehtuureja paremmin kuin klassiset dimensioiden pienentämismenetelmät (Halko, Martinsson ja Tropp 2011); (iii) ne voivat olla tehokkaampia menettämättä tehoa (Paul et al. 2013). Yleisesti ottaen satunnaisulottuvuuden vähennysmenetelmät voidaan jakaa kahteen tyyppiin: ensimmäisen tyyppiset menetelmät vähentävät joukon korkea-ulotteisia vektoreita toisistaan riippumattomaan matalaulotteiseen avaruuteen. Nämä menetelmät ottavat yleensä näytteen satunnaismatriisista, joka on riippumaton aineistosta, ja käyttävät sitä sitten aineiston ulottuvuuden pienentämiseen. Toisen tyyppiset menetelmät projisoivat vektorijoukon (matriisin muodossa) aliavaruuteen siten, että alkuperäinen matriisi voidaan hyvin rekonstruoida projisoidusta matriisista ja aliavaruudesta. Siksi aliavaruus, johon tiedot projisoidaan, riippuu alkuperäisistä tiedoista. Näitä menetelmiä on käytetty monien matriiseihin liittyvien numeeristen ongelmien ratkaisemiseen, esim. matriisituotteen approksimaatio, matalarivisten matriisien approksimaatio, approksimatiivinen singulaariarvon hajotus (Boutsidis ja Gittens 2013a; Halko, Martinsson ja Tropp 2011). Erottaaksemme nämä kaksi satunnaistettujen reduktiomenetelmien tyyppiä toisistaan, viittaamme ensimmäiseen tyyppiin nimellä unlivious randomized reduction ja toiseen tyyppiin nimellä non-oblivious randomized reduction. Huomautamme, että kirjallisuudessa oblivious- ja non-oblivious-menetelmiä käytetään vaihtelevasti sanoilla data-independent ja data-dependent. Käytämme tässä matriisianalyysissä ja numeerisessa lineaarialgebrassa yleisesti esiintyvää terminologiaa, koska yleinen ylimääräisen riskin raja riippuu matriisin approksimointivirheestä. Emme kuitenkaan ole nähneet kattavaa tutkimusta näiden satunnaistettujen reduktiomenetelmien tilastollisista ominaisuuksista (erityisesti ylimääräisen riskin rajasta), joita sovelletaan riskin minimointiin koneoppimisessa. Ylimääräisen riskin raja mittaa opitun mallin yleistyskykyä verrattuna optimaaliseen malliin luokasta, jolla on paras yleistyskyky. Ylimääräisen riskin rajat helpottavat erilaisten oppimisalgoritmien parempaa ymmärtämistä, ja niillä on potentiaalia ohjata meitä suunnittelemaan parempia algoritmeja (Kukliansky ja Shamir 2015). On syytä huomata, että useita tutkimuksia on omistettu luokitus- ja regressio-ongelmiin sovellettujen unohdettujen satunnaistettujen reduktiomenetelmien teoreettisten ominaisuuksien ymmärtämiselle. Esimerkiksi (Blum 2005; Shi et al. 2012; Paul et al. 2013) analysoivat SVM-pohjaisten luokittelumenetelmien marginaalin säilymistä satunnaistetun ulottuvuusreduktion avulla. (Zhang et al. 2014; Yang et al. 2015; Pilanci ja Wainwright 2015) tutkivat ongelmaa optimoinnin näkökulmasta. Nämä tulokset ovat kuitenkin siinä mielessä rajallisia, että (i) ne keskittyvät vain unlivious satunnaistettuun redusointiin, jossa data projisoidaan datasta riippumattomaan satunnaiseen aliavaruuteen; (ii) ne riippuvat voimakkaasti harjoitusdataa tai ongelmaa koskevista vahvoista oletuksista, esimerkiksi datamatriisin matalasta sijasta, harjoitusesimerkkien lineaarisesta erotettavuudesta tai optimaalisen ratkaisun harvinaisuudesta, ja (iii) jotkin näistä tuloksista eivät suoraan siirry ylimenevän riskin rajoihin. Edellä mainittuihin haasteisiin vastaamiseksi ehdotamme algoritmista kehystä, jossa käytetään NOR-menetelmää (non-oblivious randomized reduction) alkuperäisten korkea-ulotteisten piirteiden projisoimiseksi satunnaiseen aliavaruuteen, joka on johdettu alkuperäisestä datasta. Tutkimme ja vahvistamme esitettyjen satunnaistettujen algoritmien ylimääräisen riskin rajan riskin minimoimiseksi. Toisin kuin aiemmat tulokset unlivious randomized reduction -menetelmistä, teoreettinen analyysimme ei edellytä harjoitteludataa tai ongelmaa koskevia oletuksia, kuten datamatriisin matalaa rankkia, harjoitteluesimerkkien lineaarista erotettavuutta ja optimaalisen ratkaisun harvinaisuutta. Kun datamatriisi on matala-arvoinen tai sen spektri hajoaa nopeasti, NOR-menetelmän ylimääräisen riskin raja on paljon parempi kuin unohdettuihin satunnaistettuihin reduktiomenetelmiin perustuvien menetelmien raja. Empiiriset tutkimukset synteettisillä ja todellisilla aineistoilla vahvistavat teoreettiset tulokset ja osoittavat ehdotettujen menetelmien tehokkuuden.

**Tulos**

Tehokas, ei-vastuullinen satunnaistettu reduktio riskien minimoimiseksi parannetulla ylimenevän riskin takuulla varustettuna

**Esimerkki 2.2297**

"Mitä muut ihmiset ajattelevat" on aina ollut tärkeä tieto erilaisissa päätöksentekoprosesseissa. Nykyään ihmiset kertovat mielipiteensä usein Internetin välityksellä, minkä vuoksi Internetistä on tullut erinomainen lähde kuluttajien mielipiteiden keräämiseen. Tällaisia mielipiteitä sisältäviä verkkolähteitä, kuten tuotearvostelufoorumeita, keskusteluryhmiä ja blogeja, on nykyään lukuisia. Tietojen suuren määrän ja monien eri lähteiden vuoksi asiakkaan on kuitenkin käytännössä mahdotonta lukea kaikkia arvosteluja ja tehdä tietoon perustuva päätös tuotteen ostamisesta. Myös tuotteen valmistajan tai myyjän on vaikea seurata tarkasti asiakkaiden mielipiteitä. Tästä syystä asiakasarvostelujen louhinnasta eli mielipiteiden louhinnasta on tullut tärkeä aihe web-tiedon louhinnan tutkimuksessa. Yksi tämän tutkimusalueen tärkeistä aiheista on mielipiteiden polariteetin tunnistaminen. Arvostelun mielipiteen napaisuus ilmaistaan yleensä arvoilla "myönteinen", "kielteinen" tai "neutraali". Ehdotamme tekniikkaa arvostelujen polariteetin tunnistamiseksi tunnistamalla arvosteluissa esiintyvien adjektiivien polariteetin. Arviointimme osoittaa, että tekniikan tarkkuus on 73 prosenttia, mikä on huomattavasti enemmän kuin naiivien Bayes-luokittelijoiden 58-64 prosenttia.

**Tulos**

Mielipiteen polariteetin tunnistaminen adjektiivien avulla

**Esimerkki 2.2298**

Maailmamme voidaan lyhyesti ja tiiviisti kuvata rakenteellisina kohtauksina, jotka koostuvat esineistä ja suhteista. Esimerkiksi tyypillinen huone sisältää merkittäviä esineitä, kuten pöytiä, tuoleja ja kirjoja, ja nämä esineet liittyvät tyypillisesti toisiinsa niiden taustalla olevien syiden ja semantiikan kautta. Tämä synnyttää korreloivia piirteitä, kuten sijainti, toiminta ja muoto. Ihmiset hyödyntävät tietämystä esineistä ja niiden välisistä suhteista oppiessaan monenlaisia tehtäviä ja yleisemmin oppiessaan havaitun tiedon taustalla olevaa rakennetta. Tässä työssä esitellään relaatioverkot (relation networks, RN), joka on yleiskäyttöinen neuroverkkoarkkitehtuuri objektien ja suhteiden päättelyä varten. Osoitamme, että RN-verkot pystyvät oppimaan objektien suhteita kuvailutiedoista. Lisäksi osoitamme, että RN-verkot voivat toimia pullonkaulana, joka indusoi objektien faktorisoimisen sekoittuneista kohtauskuvaussyötteistä ja varioivan autokooderin tarjoamista kohtauskuvien hajautetuista syvärepresentaatioista. Mallia voidaan myös käyttää yhdessä erilaistuvan muistin mekanismien kanssa implisiittisten suhteiden löytämiseen kertaluonteisissa oppimistehtävissä. Tuloksemme viittaavat siihen, että relaatioverkot ovat potentiaalisesti tehokas arkkitehtuuri erilaisten sellaisten ongelmien ratkaisemiseen, jotka edellyttävät objektien suhteiden päättelyä.

**Tulos**

KOHTEIDEN JA NIIDEN SUHTEIDEN LÖYTÄMINEN TOISIINSA KIETOUTUNEISTA KOHTAUSKUVAUKSISTA

**Esimerkki 2.2299**

Suosittelujärjestelmiin on kiinnitetty paljon huomiota viime vuosikymmenen aikana, ja monia hyökkäysten havaitsemisalgoritmeja on kehitetty suositusten parantamiseksi. Useimmat aiemmat lähestymistavat keskittyvät shilling-hyökkäyksiin, joissa hyökkäyksen järjestäjä väärentää suuren määrän käyttäjäprofiileja samalla strategialla kohteen edistämiseksi tai alentamiseksi. Tässä artikkelissa tutkimme erilaista hyökkäystyyliä: järjestäytymättömiä ilkivaltahyökkäyksiä, joissa hyökkääjät käyttävät vastaavasti pientä määrää käyttäjäprofiileja hyökätäkseen omiin kohdekohteisiinsa ilman järjestäjää. Tätä hyökkäystyyliä esiintyy monissa todellisissa sovelluksissa, mutta asiaankuuluva tutkimus on edelleen auki. Tässä artikkelissa muotoilemme järjestäytymättömien ilkivaltaisten hyökkäysten havaitsemisen matriisien täydentämisongelman muunnelmaksi ja todistamme, että hyökkääjät voidaan havaita teoreettisesti. Ehdotamme järjestäytymättömien pahansuopaisten hyökkäysten havaitsemisalgoritmia (UMA), jota voidaan pitää proksimaalisena vuorottelevana jaotteluna ja laajennettuna Lagrange-menetelmänä. Todistamme sekä teoreettisesti että empiirisesti ehdotetun algoritmin tehokkuuden.

**Tulos**

Järjestäytymättömien haitallisten hyökkäysten havaitseminen

**Esimerkki 2.2300**

Tässä artikkelissa tarkastellaan päätöksentekomenetelmiä, jotka pystyvät ottamaan huomioon rajoitukset, jotka koskevat sekä sitä, missä muodossa päätöksenteko-ongelmaan liittyvä epävarmuus voidaan realistisesti esittää, että sitä, kuinka paljon laskenta-aikaa on käytettävissä ennen päätöksentekoa. Menetelmät ovat anytime algo"\_th� Boddyn ja Deanin [1989] merkityksessä. Tekniikat esitellään käytettäväksi Frischin ja Haddawyn [ 1992] anytime-deduktiojärjestelmän, Nilssonin [1986j probabilis tisen logiikan anytime-sovituksen ja probabilistisen tietokantamallin kanssa. 1 ANYTIME-ALGORITMIT

**Tulos**

Päätöksenteko milloin tahansa epätarkoilla todennäköisyyksillä

**Esimerkki 2.2301**

Tutkimuksemme tavoitteena oli parantaa paikallishakuheuristiikkoja, joita käytetään latinalaisen hyperkuution mallien rakentamiseen. Ensinnäkin otamme käyttöön 1D-liikkeen häiriötekijän, jolla parannetaan näiden algoritmien suorittamaa avaruuden etsintää. Toiseksi ehdotamme uutta arviointifunktiota ψp,σ, joka kohdistuu erityisesti Maximin-kriteeriin. Simuloidulla annaalausmenetelmällä, jota käytimme tyypillisesti hyvin käyttäytyvänä paikallishakuheuristiikkana, tehtyjen kokeiden sarja vahvistaa, että tavoitteemme saavutettiin, sillä saamamme tulokset ylittävät kirjallisuudessa ilmoitetut parhaat tulokset. Lisäksi ψp,σ-funktio vaikuttaa erittäin lupaavalta monenlaisissa optimointiongelmissa Maximin-kriteerin avulla.

**Tulos**

Simuloidusta hehkutuksesta maksimimallin latinalaisen hyperkuution malleissa (Simulated Annealing Dedicated to Maximin Latin Hypercube Designs)

**Esimerkki 2.2302**

Käsittelemme yhteistoiminnallista suodatusta yksikäsitteisenä aikasarja-ongelmana: käyttäjän aiemmat äänet huomioon ottaen ennustetaan seuraava ääni. Kuvaamme kaksi menetelmäryhmää, joilla voidaan muuntaa dataa koodaamaan aikajärjestys tavoilla, jotka soveltuvat valmiisiin luokittelu- ja tiheydenarviointityökaluihin. Vertaamme näiden lähestymistapojen tuloksia päätöksentekopuiden oppimistyökalun ja kahden reaalimaailman aineiston avulla yhteissuodatuksen tuloksiin ilman järjestystietoja. Saavuttamamme parannukset sekä ennustustarkkuudessa että suositusten laadussa puoltavat sellaisten ennustusalgoritmien käyttöä, joissa hyödynnetään ajallista järjestystä.

**Tulos**

Ajallisten tietojen käyttäminen suositusten antamiseen

**Esimerkki 2.2303**

Rajoitetun ei-monotonisuuden on aiemmissa tutkimuksissa osoitettu olevan hyödyksi projektive arceager-riippuvuusjäsennykselle, koska jälkikäteen tehdyt päätökset voivat korjata aiemmissa tiloissa tehdyt virheet, jotka johtuvat tiedon puutteesta. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta, täysin ei-monotonista siirtymäjärjestelmää, joka perustuu ei-projektiiviseen Covingtonin algoritmiin. Koska ei-monotoninen järjestelmä edellyttää virheellisten toimintojen tutkimista koulutusprosessin aikana, kehitämme useita ei-monotonisia muunnelmia Covingtonin jäsentäjän hiljattain määritellystä dynaamisesta oraakkelista, jotka perustuvat tappion tiukkoihin approksimaatioihin. Kokeilut CoNLL-X- ja CoNLL-XI-jakotehtävien dataseteillä osoittavat, että ei-monotoninen dynaaminen oraakkeli päihittää monotonisen version useimmissa kielissä.

**Tulos**

Täydellinen ei-monotoninen siirtymäjärjestelmä rajoittamatonta ei-projektiivista jäsennystä varten.

**Esimerkki 2.2304**

Viimeaikaisessa työssä on ryhdytty tutkimaan neuraalisia akustisia sanojen upotuksia - sanoja vastaavien mielivaltaisen pituisten puhesegmenttien kiinteäulotteisia vektoriesityksiä. Tällaisia sulautuksia voidaan soveltaa puheen haku- ja tunnistustehtäviin, joissa kokonaisten sanojen päättely voi auttaa välttämään epäselviä sanojen alarepresentaatioita. Perusajatuksena on kuvata akustiset sekvenssit kiinteäulotteisiin vektoreihin siten, että saman sanan esimerkit kuvataan samankaltaisiin vektoreihin, kun taas eri sanojen esimerkit kuvataan hyvin erilaisiin vektoreihin. Tässä työssä käytämme akustisten sanojen upotusten oppimiseen moninäkökulmaista lähestymistapaa, jossa opimme yhdessä upottamaan akustiset sekvenssit ja niitä vastaavat merkkisekvenssit. Käytämme syviä kaksisuuntaisia LSTM-sulautusmalleja ja moninäkökulmaisia kontrastihäviöitä. Tutkimme erilaisten häviövaihtoehtojen, kuten kiinteän marginaalin ja kustannusherkkien häviöiden, vaikutusta. Akustiset sanojen upotukset parantavat aiempia lähestymistapoja sanojen erottelutehtävässä. Esitämme myös tuloksia muista tehtävistä, jotka moninäkymäinen lähestymistapa mahdollistaa, kuten sanojen erottelusta eri näkymien välillä ja sanojen samankaltaisuudesta.

**Tulos**

MONINÄKYMÄISET REKURSIIVISET NEURAALISET AKUSTISET SANOJEN UPOTUKSET

**Esimerkki 2.2305**

Esittelemme nollayksioptimointiin uusia hajautusmenetelmiä, jotka laajentavat merkittävästi metaheuristisen haun yhteydessä aiemmin esiteltyjä strategioita. Menetelmämme sisältävät helposti toteutettavia strategioita arvojen jakamiseksi muuttujiin, ja niihin liittyy prosesseja, joita kutsutaan augmentoinniksi ja siirtämiseksi ja jotka luovat lisää joustavuutta ja yleisyyttä. Tämän jälkeen osoitamme, miten tuloksena syntyvää monipuolistettujen ratkaisujen kokoelmaa voidaan monipuolistaa edelleen permutaatiokartoitusten avulla, joita voidaan käyttää myös monipuolistettujen permutaatiokokoelmien luomiseen esimerkiksi aikataulu- ja reitityssovelluksissa. Näitä menetelmiä voidaan soveltaa ei-binäärisiin vektoreihin käyttämällä binarisointimenetelmiä ja diversifikaatiopohjaisia oppimismenetelmiä (DBL), jotka tarjoavat myös yhteyksiä klusterointi- ja koneoppimissovelluksiin. Yksityiskohtainen pseudokoodi ja numeeriset kuvat osoittavat menetelmiemme toiminnan ja niiden luomat ratkaisukokoelmat.

**Tulos**

Monipuolistamismenetelmät nollayksioptimointia varten

**Esimerkki 2.2306**

Sisältöön perustuvassa kuvien luokittelujärjestelmässä kohdekuvat lajitellaan ominaisuuksien samankaltaisuuden perusteella suhteessa kyselyyn (CBIR). Tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta lähestymistapaa, jossa yhdistetään etäisyystangentti, k-means-algoritmi ja Bayesin verkko kuvien luokitteluun. Ensin käytetään tangenttietäisyystekniikkaa useiden samaa kuvaa kuvaavien tangenttiavaruuksien laskemiseen. Tavoitteena on vähentää luokitteluvaiheen virhettä. Toiseksi leikkaamme kuvan kokonaisuuteen lohkoiksi. Kullekin lohkolle lasketaan kuvaajien vektori. Sitten käytämme K-means-menetelmää matalan tason piirteiden, kuten väri- ja tekstuuritietojen, klusterointiin, jotta voimme muodostaa kunkin kuvan merkintävektorin. Sovellamme lopuksi viittä Bayes-verkkojen luokittelijavaihtoehtoa (Naïve Bayes, Global Tree Augmented Naïve Bayes (GTAN), Global Forest Augmented Naïve Bayes (GFAN), Tree Augmented Naïve Bayes jokaiselle luokalle (TAN) ja Forest Augmented Naïve Bayes jokaiselle luokalle (FAN)) kasvojen kuvien luokitteluun käyttämällä merkintävektoria. Toteutettavuuden ja tehokkuuden validoimiseksi vertaamme GFAN:n tuloksia FAN:iin ja muihin luokittelijoihin (NB, GTAN, TAN). Tulokset osoittavat, että FAN on GFAN:ia, NB:tä, GTAN:ia ja TAN:ia parempi kokonaisluokittelutarkkuudessa. Asiasanat; kasvontunnistus, klusterointi, Bayesin verkko, Naïve Bayes, TAN, FAN.

**Tulos**

Klusterointi ja Bayesin verkko kasvojen kuvien luokittelua varten

**Esimerkki 2.2307**

Bootstrap tarjoaa yksinkertaisen ja tehokkaan keinon arvioida estimaattoreiden laatua. Suuria tietokokonaisuuksia sisältävissä tilanteissa bootstrap-pohjaisten suureiden laskeminen voi kuitenkin olla kohtuuttoman vaativaa. Vaihtoehtona esitellään Bag of Little Bootstraps (BLB), uusi menettely, jossa yhdistyvät sekä bootstrapin että subsamplingin ominaisuudet, jotta saadaan vankka ja laskennallisesti tehokas keino arvioida estimaattorin laatua. BLB soveltuu hyvin nykyaikaisiin rinnakkaisiin ja hajautettuihin laskentajärjestelmiin ja säilyttää bootstrapin yleisen sovellettavuuden, tilastollisen tehokkuuden ja edulliset teoreettiset ominaisuudet. Esitämme BLB:n käyttäytymistä koskevan laajan empiirisen ja teoreettisen tutkimuksen tulokset, mukaan lukien tutkimus sen tilastollisesta oikeellisuudesta, sen laajamittaisesta toteutuksesta ja suorituskyvystä, hyperparametrien valinnasta ja suorituskyvystä todellisilla aineistoilla.

**Tulos**

Big Data Bootstrap

**Esimerkki 2.2308**

Tässä työssä tietokantojen korjauksia määritteleviä vastausjoukko-ohjelmia käytetään perustana tietokantojen kyselyvastausten syitä koskevien laskennallisten ja päättelyongelmien ratkaisemisessa.

**Tulos**

Syy-yhteys ja korjaaminen tietokannoissa: Kausaliteetti-ohjelmat⋆

**Esimerkki 2.2309**

Tässä tutkielmassa kuvataan syviin konvoluutiohermoverkkoihin perustuvan hymynilmaisimen suunnittelu ja toteutus. Aluksi esitetään yhteenveto neuroverkoista, niiden kouluttamisen vaikeuksista ja uusista koulutusmenetelmistä, kuten Restricted Boltzmann Machines tai autokooderit. Sen jälkeen esitetään kirjallisuuskatsaus konvoluutiohermoverkkoihin ja rekursiivisiin neuroverkkoihin. Hymyntunnistukseen käytettävien tietokantojen valitsemiseksi luotiin kattavat tilastot kasvojen ilmeiden tunnistamisen alalla suosituista tietokannoista, ja niistä esitetään yhteenveto tässä tutkielmassa. Sen jälkeen ehdotetaan hymyntunnistukseen mallia, jonka pääosa on toteutettu. Kokeellisia tuloksia käsitellään tässä tutkielmassa ja perustellaan suoritetun kattavan mallivalinnan perusteella. Kaikki kokeet suoritettiin Tesla K40c GPU:lla, joka nopeutti laskentaa jopa 10-kertaisesti CPU:lla suoritettuihin laskutoimituksiin verrattuna. Hymyn havaitsemistestin tarkkuus on 99,45 % Denver Intensity of Spontaneous Facial Action (DISFA) -tietokannassa, mikä on huomattavasti parempi kuin olemassa olevat lähestymistavat, joiden tarkkuudet vaihtelevat 65,55 %:sta 79,67 %:iin. Tämä koe suoritetaan uudelleen erilaisilla muunnelmilla, kuten säilyttämällä vähemmän neutraaleja kuvia tai vain matalia tai korkeita intensiteettejä, ja tuloksia verrataan laajasti.

**Tulos**

Syvät konvolutiiviset neuroverkot hymyn tunnistamiseen

**Esimerkki 2.2310**

Tässä asiakirjassa esitellään online-oppiminen regularisoidulla ytimellä perustuvan yhden luokan extreme learning machine (ELM) -luokittimen avulla, ja sitä kutsutaan nimellä "online RK-OC-ELM". Perustason kernel-hyperplane-malli ottaa huomioon koko datan yhtenä kokonaisuutena ja käyttää regularisoitua ELM-menetelmää offline-oppimiseen yhden luokan luokittelussa (OCC). Lisäksi perusyleistasomallia mukautetaan tässä asiakirjassa online-muodossa harjoitusnäytteiden virrasta. Esitetään kaksi kehystä eli rajaus ja rekonstruktio kohdeluokan havaitsemiseksi online RKOC-ELM:ssä. Rajauskehykseen perustuva yhden luokan luokittelija koostuu yhden solmun lähtöarkkitehtuurista, ja luokittelija pyrkii lähentämään kaikki tiedot mihin tahansa reaalilukuun. Rekonstruktiokehykseen perustuva yhden luokan luokittelija on kuitenkin automaattinen kooderiarkkitehtuuri, jossa lähtösolmut ovat identtisiä tulosolmujen kanssa ja luokittelija pyrkii rekonstruoimaan tulokerroksen lähtökerroksessa. Molemmissa järjestelmissä käytetään regularisoituun kernel-ELM:ään perustuvaa online-oppimista, ja oppimisalgoritmin parametrien valintaan on käytetty johdonmukaisuuteen perustuvaa mallinvalintaa. RK-OC-ELM:n suorituskykyä on arvioitu tavanomaisilla vertailutietoaineistoilla sekä keinotekoisilla aineistoilla, ja tuloksia verrataan nykyisiin uusimpiin yksiluokkaisiin luokittimiin. Tulokset osoittavat, että verkossa oppiva yksiluokkainen luokittelija on hieman parempi tai sama kuin eräoppimiseen perustuvat lähestymistavat. Koska ehdotetuissa luokittimissa käytetty perusluokitin perustuu ELM:ään, ehdotetut luokittimet perivät myös perusluokittimen hyödyn eli ne suorittavat nopeampia laskutoimituksia verrattuna perinteiseen autokooderiin perustuvaan yksiluokkaiseen luokittimeen.

**Tulos**

Online-oppiminen säännellyllä ytimellä yhden luokan luokittelua varten

**Esimerkki 2.2311**

Determinanttien semantiikasta rikkaassa tyyppiteoreettisessa kehyksessä Sanan merkityksen vaihtelu kontekstin mukaan sai meidät rikastamaan ranskan kategorisiin kielioppiin ja Montague-semantiikkaan (tai lambda-DRT:hen) perustuvan ranskan kielen syntaktisen ja semanttisen analysaattorimme tyyppijärjestelmää. Syvän semanttisen analyysin tärkein etu on myös merkityksen esittäminen loogisilla kaavoilla, joita voidaan helposti käyttää esimerkiksi päätelmiin. Määritteillä ja kvantifioijilla on keskeinen rooli näiden kaavojen rakentamisessa, ja meidän oli annettava niille semanttiset termit, jotka on mukautettu tähän uuteen kehykseen. Ehdotamme ratkaisua, joka on saanut vaikutteita Hilbertin tau- ja epsilon-operaattoreista, jotka muistuttavat valintafunktioita. Tämä lähestymistapa yhtenäistää erilaisten määritteiden ja kvanttorien käsittelyn ja mahdollistaa pronominien dynaamisen sitomisen. Ennen kaikkea tämä täysin laskennallinen näkemys determinereistä sopii hyvin laajakantoiselle jäsentäjälle Grailille sekä teoreettisesta että käytännöllisestä näkökulmasta.

**Tulos**

Sémantique des déterminants dans un cadre richement typé -analyysi, jossa on runsaasti tyyppejä

**Esimerkki 2.2312**

Paikallista laskentatekniikkaa (Shafer et a!. 1987, Shafer ja Shenoy 1988, Shenoy ja Shafer 1986) käytetään uskomusfunktioiden etenemiseen niin sanotussa Markov-puussa. Tässä asiakirjassa kuvaamme tehokkaan toteutuksen uskomusfunktioiden etenemiselle paikallisen laskentatekniikan pohjalta. Esitetyllä menetelmällä vältetään kaikki tarpeettomat laskutoimitukset etenemisprosessissa, jolloin laskennallinen monimutkaisuus vähenee verrattuna muihin olemassa oleviin toteutuksiin (Hsia ja Shenoy 1989, Zarley et a!. 1988). Esitämme myös yhdistetyn algoritmin sekä etenemiselle että uudelleen etenemiselle, mikä tekee uudelleen etenemisprosessista tehokkaamman, kun yksi tai useampi aiempi uskomusfunktio muuttuu.

**Tulos**

Tehokas toteutus uskomusfunktioiden etenemiselle

**Esimerkki 2.2313**

Osoitamme Talagrand-tyyppisen keskittymisepätasa-arvon MTL:lle, jonka avulla voimme määrittää terävät ylimenevän riskin rajat monitehtäväoppimiselle (MTL) paikallisen Rademacher-kompleksisuuden (LRC) jakaumasta ja datasta riippuvaisten versioiden avulla. Annamme myös uuden rajan LRC:lle vahvasti koverille hypoteesiluokille, jota sovelletaan MTL:n lisäksi myös tavalliseen i.i.d.-asetelmaan. Yhdistämällä molemmat tulokset voidaan nyt helposti johtaa nopeat rajat ylimääräiselle riskille monille tunnetuille MTL-menetelmille, mukaan lukien - kuten osoitamme - Schatten-normi, ryhmänormi ja graafisäännöstelty MTL. Johdetut rajat heijastavat asymptoottisen konvergenssinopeuden säilymislain mukaista suhdetta. Juuri tämä suhde mahdollistaa hitaampien nopeuksien vaihtamisen tehtävien lukumäärän suhteen nopeampiin nopeuksiin tehtäväkohtaisten näytteiden lukumäärän suhteen verrattuna nopeuksiin, jotka saadaan perinteisen, globaalin Rademacher-analyysin avulla.

**Tulos**

Paikalliseen Rademacher-kompleksisuuteen perustuvat oppimisen takuut monitehtäväoppimisessa

**Esimerkki 2.2314**

Tietograafin sulauttamisen tavoitteena on esittää laajamittaisen tietograafin entiteetit ja suhteet jatkuvan vektoriavaruuden elementteinä. Nykyiset menetelmät, esimerkiksi TransE ja TransH, oppivat sulautusrepresentaation määrittelemällä globaalin marginaaliin perustuvan häviöfunktion datan yli. Optimaalinen häviöfunktio määritetään kuitenkin kokeissa, joiden parametreja tarkastellaan suljetun ehdokasjoukon joukosta. Lisäksi kahden eri entiteettejä ja suhteita sisältävän tietämysgraafin upotukset käyttävät samaa joukkoa ehdolla olevia häviöfunktioita, jolloin molempien graafien paikallisuus jää huomiotta. Tämä johtaa siihen, että upottamiseen liittyvien sovellusten suorituskyky on rajallinen. Tässä artikkelissa ehdotetaan paikallisesti mukautuvaa käännösmenetelmää tietämysgrafiikkojen sulauttamista varten, nimeltään TransA, jolla löydetään optimaalinen häviöfunktio määrittelemällä mukautuvasti sen marginaali eri tietämysgrafiikoissa. Kokeet kahdella vertailutietoaineistolla osoittavat ehdotetun menetelmän paremmuuden verrattuna nykyaikaisiin menetelmiin.

**Tulos**

Paikallisesti mukautuva käännös tietograafin upottamista varten

**Esimerkki 2.2315**

Useissa viesteissä ilmaistaan mielipiteitä tapahtumista, tuotteista ja palveluista, poliittisia näkemyksiä tai jopa kirjoittajan tunnetilaa ja mielialaa. Tunneanalyysiä on käytetty useissa sovelluksissa, kuten sosiaalisten verkostojen tapahtumien vaikutusten analysoinnissa, tuotteita ja palveluita koskevien mielipiteiden analysoinnissa ja yksinkertaisesti sosiaalisen viestinnän näkökohtien ymmärtämiseksi paremmin sosiaalisissa verkkoverkostoissa (Online Social Networks, OSN). Tunteiden mittaamiseen on olemassa useita menetelmiä, kuten leksikaaliset lähestymistavat ja valvotut koneoppimismenetelmät. Joidenkin menetelmien laajasta käytöstä ja suosiosta huolimatta on epäselvää, mikä menetelmä on parempi viestin polariteetin (eli myönteisen tai kielteisen) tunnistamiseen, sillä nykyisessä kirjallisuudessa ei ole vertailumenetelmää nykyisten menetelmien välillä. Tällainen vertailu on ratkaisevan tärkeää, jotta voidaan ymmärtää suosittujen menetelmien mahdolliset rajoitukset, edut ja haitat OSN-viestien sisällön analysoinnissa. Tutkimuksessamme pyritään täyttämään tämä aukko vertailemalla kahdeksaa suosittua tunneanalyysimenetelmää kattavuuden (eli niiden viestien osuus, joiden tunne tunnistetaan) ja yhdenmukaisuuden (eli niiden tunnistettujen tunteiden osuus, jotka vastaavat perustotuutta) suhteen. Kehitämme uuden menetelmän, jossa yhdistetään nykyisiä lähestymistapoja ja joka tarjoaa parhaat kattavuustulokset ja kilpailukykyisen yhteisymmärryksen. Esittelemme myös ilmaisen iFeel-nimisen verkkopalvelun, joka tarjoaa avoimen käyttöliittymän, jonka avulla voidaan käyttää ja vertailla eri sentimenttimenetelmien tuloksia tietyn tekstin osalta.

**Tulos**

Tunneanalyysimenetelmien vertailu ja yhdistäminen

**Esimerkki 2.2316**

On ylivoimaisia todisteita siitä, että ihmisen älykkyys on darwinistisen evoluution tuote. Itsemuunnoksen seurausten ja tarkemmin sanottuna hyötyfunktion itsemuunnoksen seurausten tutkiminen johtaa vahvempaan väitteeseen, jonka mukaan ihmisen lisäksi kaikenlainen älykkyys on viime kädessä mahdollista vain evoluutioprosessien puitteissa. Ihmisen suunnittelemat tekoälyt voivat pysyä vakaina vain, kunnes ne keksivät, miten ne voivat manipuloida omaa hyötyfunktiotaan. Määritelmän mukaan ihmisen suunnittelija ei voi estää yli-inhimillistä älyä muokkaamasta itseään, vaikka tätä toimintaa vastaan otettaisiin käyttöön suojamekanismeja. Ilman evolutiivista painetta riittävän kehittyneistä tekoälyistä tulee toimimattomia yksinkertaistamalla omaa hyötyfunktiotaan. Evoluutioprosesseissa implisiittinen hyötyfunktio on aina pelkistettävissä pysyvyydeksi, eikä evoluutioprosesseihin sulautuneiden yli-inhimillisten älykköjen hallinta ole mahdollista. Mekanismit hyötyfunktioiden itsensä muokkaamista vastaan ovat viime kädessä turhia. Sen sijaan tieteelliset ponnistelut superälyjen kehittymisestä aiheutuvien eksistentiaalisten riskien lieventämiseksi olisi suunnattava kahteen suuntaan: tietoisuuden ymmärtämiseen ja evoluutiojärjestelmien monimutkaiseen dynamiikkaan.

**Tulos**

Epäevolutiiviset superälykkäät eivät lopulta tee mitään.

**Esimerkki 2.2317**

Todennäköisyysverkkojen päätteleminen tiedoista on tunnetusti vaikea tehtävä. Optimaalisen verkon löytäminen on NP-vaikeaa eri sopivuusmittareilla, vaikka se rajoitettaisiinkin polytreeneihin, joiden sisäinen aste on rajoitettu. Polynomiaikaisia algoritmeja tunnetaan vain harvoille erikoistapauksille, joista ehkä merkittävimpiä ovat haarautumiset eli polytrees, joissa jokaisen solmun in-aste on korkeintaan yksi. Tässä tutkimme, kuinka monimutkaista on löytää optimaalinen polytree, joka voidaan muuttaa haarautumiseksi poistamalla tietty määrä kaaria tai solmuja, joita käsitellään parametrina. Osoitamme, että ongelma voidaan ratkaista matroidin leikkausmuodon avulla polynomisessa ajassa, jos poistettavien kaarien määrä on rajoitettu vakiolla. Polynomiaikarajoituksen järjestys riippuu tästä vakiosta, joten algoritmi ei ole kiinteän parametrin mukaan käsiteltävissä, kun parametrina on poistettujen kaarien lukumäärä. Osoitamme, että ongelman rajoitettu versio mahdollistaa kiinteän parametrin mukaisuuden ja skaalautuu siten hyvin parametrin mukaan. Vastakohtana tälle positiiviselle tulokselle osoitamme, että jos parametrisoimme poistettujen solmujen lukumäärän, joka on hieman voimakkaampi parametri, ongelma ei ole kiinteän parametrin perusteella käsiteltävissä, jos monimutkaisuusteoreettinen oletus täyttyy.

**Tulos**

Optimaalisten monipuiden löytämisestä

**Esimerkki 2.2318**

Nykyaikaisia oppivia luokittelujärjestelmiä voidaan luonnehtia siten, että niissä käytetään sääntöjen tarkkuutta hyödyllisiä sääntöjä etsivän algoritmin (tai etsivien algoritmien) hyödyllisyysmittarina. Tällainen haku tapahtuu tyypillisesti tehokkuuden vuoksi rajoitetussa yhteisaktiivisten sääntöjen avaruudessa. Tässä asiakirjassa esitetään historiallinen katsaus tällaisten järjestelmien kehitykseen.

**Tulos**

Luokitusjärjestelmien oppimisen lyhyt historia: CS-1:stä XCS:ään

**Esimerkki 2.2319**

Syväoppiminen on tärkeä osa big data -analyysityökaluja ja älykkäitä sovelluksia, kuten itsestään ajavia autoja, tietokonenäköä, puheentunnistusta tai täsmälääketiedettä. Koulutusprosessi on kuitenkin laskentaintensiivinen ja vaatii usein paljon aikaa, jos se suoritetaan peräkkäin. Nykyaikaiset rinnakkaislaskentajärjestelmät mahdollistavat syvien neuroverkkojen vaaditun koulutusajan lyhentämisen. Tässä artikkelissa esittelemme rinnakkaistamisjärjestelmämme konvoluutiohermoverkkojen (CNN) kouluttamiseen nimellä Controlled Hogwild with Arbitrary Order of Synchronization (CHAOS). CHAOSin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat säike- ja vektoririnnakkaisuuden tuki, painoparametrien ei-hetkelliset päivitykset backpropagationin aikana ilman merkittävää viivettä ja implisiittinen synkronointi mielivaltaisessa järjestyksessä. CHAOS on räätälöity Intel Xeon Phi -prosessorilla kiihdytettyjä rinnakkaislaskentajärjestelmiä varten. Arvioimme rinnakkaistamislähestymistapaamme empiirisesti käyttämällä mittaustekniikoita ja suorituskyvyn mallintamista eri säikeiden lukumäärille ja CNN-arkkitehtuureille. Kokeelliset tulokset käsinkirjoitettuja numeroita sisältävälle MNIST-tietokannalle, jossa käytetään Xeon Phi:n säikeiden kokonaismäärää, osoittavat jopa 103-kertaista nopeutumista verrattuna Xeon Phi:n yhdellä säikeellä suoritettavaan suoritukseen, 14-kertaista nopeutumista verrattuna Intel Xeon E5:llä suoritettavaan peräkkäiseen suoritukseen ja 58-kertaista nopeutumista verrattuna Intel Core i5:llä suoritettavaan peräkkäiseen suoritukseen.

**Tulos**

CHAOS: Rinnakkaistamisjärjestelmä konvolutiivisten neuroverkkojen harjoitteluun Intel Xeon Phi:llä

**Esimerkki 2.2320**

Sekä käsinkirjoitetun että painetun historiallisen aineiston digitointi on viimeisten 10-15 vuoden aikana ollut jatkuvaa akateemista ja ei-akateemista toimintaa. Todennäköisesti tämä toiminta vain lisääntyy nykyisellä Digital Humanities -aikakaudella. Aikaisemman ja nykyisen työn tuloksena meillä on saatavilla paljon digitaalisia historiallisia asiakirjakokoelmia, ja tulevaisuudessa niitä tulee olemaan entistä enemmän. Kansalliskirjasto on digitoinut suuren osan Suomessa vuosina 1771-1910 julkaistuista historiallisista sanomalehdistä (Bremer-Laamanen 2001, 2005, 2014; Kettunen ym. 2014). Kokoelma sisältää noin 1,95 miljoonaa suomen- ja ruotsinkielistä sivua. Kokoelman suomenkielinen osa koostuu noin 2,40 miljardista sanasta. Kansalliskirjaston digitaalisia kokoelmia tarjotaan digi.kansalliskirjasto.fi -verkkopalvelun eli Digi-palvelun kautta. Osa sanomalehtiaineistosta (vuodet 1771-1874) on myös vapaasti ladattavissa FIN-CLARIN-konsortion tarjoamassa Suomen kielipankissa 1 . Kokoelmaan pääsee käsiksi myös Göteborgin yliopiston Språkbankenin kehittämän ja Helsingin yliopiston FIN-CLARIN-tiimin laajentaman Korp 2 -ympäristön kautta, joka tarjoaa tekstivarantojen konkordansseja. Tampereen yliopistossa on myös tuotettu pienestä osasta Digi-sanomalehtiaineistoa Cranfield-tyylinen tiedonhaun testikokoelma (Järvelin ym. 2015). Koko kokoelmasta julkaistaan avoin datapaketti vuoden 2016 aikana (Pääkkönen et al., 2016) Verkkopalvelu digi.kansalliskirjasto.fi sisältää sanomalehtien lisäksi erilaisia aineistoja, kuten aikakauslehtiä ja efemera-aineistoja (erilaisia pienpainoksia). Hiljattain luotiin uusi palvelu: se mahdollistaa leikkeiden merkitsemisen ja tallentamisen henkilökohtaiseen leikekirjaan. Käyttäjä voi myös tallentaa linkkejä hakuavaimiinsa ja tuloksiinsa Excel-tiedostoon. Verkkopalvelua käyttävät esimerkiksi sukututkijat, perinneseurat, tutkijat ja historiaa harrastavat maallikot (Hölttä, 2016). Palvelussa on myös 1 https://kitwiki.csc.fi/twiki/bin/view/FinCLARIN/KielipankkiAineistotDigilibPub 2 https://korp.csc.fi/.

**Tulos**

Miten tehdä leksikaalista laadunarviointia laajasta OCR-korjatusta historiallisesta suomalaisesta sanomalehtikokoelmasta niukoilla resursseilla?

**Esimerkki 2.2321**

Syviä neuroverkkoja käyttävä päättely ulkoistetaan usein pilvipalveluun, koska se on laskennallisesti vaativa tehtävä. Tämä herättää kuitenkin perustavanlaatuisen luottamuskysymyksen. Miten asiakas voi olla varma, että pilvi on suorittanut päättelyn oikein? Laiska pilvipalveluntarjoaja saattaa käyttää yksinkertaisempaa mutta epätarkempaa mallia vähentääkseen omaa laskentakuormaa tai, mikä vielä pahempaa, muuttaa asiakkaalle lähetettyjä päättelytuloksia ilkivaltaisesti. Ehdotamme SafetyNets-järjestelmää, jonka avulla epäluotettava palvelin (pilvi) voi toimittaa asiakkaalle lyhyen matemaattisen todistuksen asiakkaan puolesta suorittamiensa päättelytehtävien oikeellisuudesta. SafetyNetsissä kehitetään ja toteutetaan erityinen interaktiivinen todistusprotokolla (IP-protokolla) syvien neuroverkkojen luokan eli aritmeettisina piireinä esitettävien neuroverkkojen todennettavissa olevaa suorittamista varten. Kolmi- ja nelikerroksisilla syvillä neuroverkoilla saadut empiiriset tulokset osoittavat, että SafetyNetsin ajokustannukset sekä asiakkaalle että palvelimelle ovat alhaiset. SafetyNets havaitsee suurella todennäköisyydellä epäluotettavan palvelimen suorittamat neuroverkon virheelliset laskutoimitukset ja saavuttaa samalla huipputarkkuuden MNIST-numerotunnistustehtävässä (99,4 %) ja TIMIT-puheentunnistustehtävässä (75,22 %).

**Tulos**

SafetyNets: Syvien neuroverkkojen todennettavissa oleva suoritus epäluotettavassa pilvipalvelussa

**Esimerkki 2.2322**

Kategoristen jakaumien klusterointi todennäköisyyssimpleksissä on perustavanlaatuinen primitiivinen menetelmä, joka esiintyy usein histogrammeja tai multinomien sekoituksia käsittelevissä sovelluksissa. Perinteisesti todennäköisyyssimpleksin differentiaaligeometristä rakennetta on käytetty joko (i) asettamalla Riemannin metrinen tensori kategoristen jakaumien Fisherin informaatiomatriisiin tai (ii) määrittelemällä informaatiogeometrinen rakenne, jonka aiheuttaa sileä eroavaisuusmitta, jota kutsutaan divergenssiksi. Tässä artikkelissa esittelemme uudenlaisen, laskentateknisesti ystävällisen ei-Riemannin kehyksen todennäköisyyssimpleksin mallintamiseen: Hilbertin simpleksigeometrian. Keskustelemme näiden kolmen tilastollisen mallinnuksen eduista ja haitoista ja vertailemme niitä kokeellisesti klusterointitehtävissä.

**Tulos**

Klusterointi Hilbertin simpleksigeometriassa

**Esimerkki 2.2323**

Tietoturvan koneoppimisen tutkimus on jo vuosia luvannut poistaa allekirjoituksiin perustuvan havaitsemisen tarpeen oppimalla automaattisesti havaitsemaan hyökkäyksen indikaattorit. Valitettavasti tämä visio ei ole toteutunut: itse asiassa nykyisten koneoppimisjärjestelmien kehittäminen ja ylläpito voi vaatia teknisiä resursseja, jotka ovat verrattavissa allekirjoituspohjaisten havaitsemisjärjestelmien resursseihin, mikä johtuu osittain tarpeesta kehittää ja jatkuvasti virittää "ominaisuuksia", joita nämä koneoppimisjärjestelmät tarkastelevat hyökkäysten kehittyessä. Syväoppiminen, koneoppimisen osa-alue, lupaa muuttaa tämän tilanteen toimimalla raakojen tulosignaalien pohjalta ja automatisoimalla ominaisuuksien suunnittelu- ja poimintaprosessin. Tässä artikkelissa ehdotamme eXpose-neuroverkkoa, joka käyttää kehittämäämme syväoppimismenetelmää, joka ottaa syötteenä yleisiä, raakoja, lyhyitä merkkijonoja (yleinen tapaus tietoturvasyötteissä, joihin sisältyy artefakteja, kuten mahdollisesti haitallisia URL-osoitteita, tiedostopolkuja, nimettyjä putkia, nimettyjä muteksia ja rekisteriavaimia), ja oppii samanaikaisesti poimimaan piirteitä ja luokittelemaan käyttämällä merkkitason upotuksia ja konvoluutio-neuroverkkoa. Sen lisäksi, että eXpose automatisoi täysin ominaisuuksien suunnittelu- ja poimintaprosessin, se päihittää manuaaliseen ominaisuuksien poimintaan perustuvat perusratkaisut kaikissa testatuissa tunkeutumisen havaitsemiseen liittyvissä ongelmissa, ja sen havaitsemisprosentti on 5-10 prosenttia parempi kuin perusratkaisujen, kun väärien positiivisten virheiden osuus on 0,1 prosenttia.

**Tulos**

eXpose: Merkkitason konvolutiivinen neuroverkko ja upotukset haitallisten URL-osoitteiden, tiedostopolkujen ja rekisteriavaimien havaitsemiseen.

**Esimerkki 2.2324**

Ensemble-menetelmät ovat kiistatta luotettavimpia tekniikoita koneoppimismallien suorituskyvyn parantamiseen. Suositut riippumattomat kokonaisuudet (IE), jotka perustuvat naı̈ve-keskiarvoistamiseen/äänestysjärjestelmään, ovat olleet tyypillinen valinta useimmissa syviä neuroverkkoja sisältävissä sovelluksissa, mutta niissä ei oteta huomioon kokonaisuuden mallien välistä kehittynyttä yhteistyötä. Tässä artikkelissa ehdotetaan uusia syville neuroverkoille erikoistuneita ensemble-menetelmiä, joita kutsutaan nimellä CMCL (confident multiple choice learning): se on muunnelma MCL-oppimisesta (multiple choice learning), jossa käsitellään liiallisen luottamuksen ongelmaa. CMCL:n pääkomponentit, jotka ylittävät alkuperäisen MCL-menetelmän, ovat i) uusi häviö eli varma oraakkeli-menetys, ii) uusi arkkitehtuuri eli ominaisuuksien jakaminen ja iii) uusi koulutusmenetelmä eli stokastinen merkintä. Osoitamme CMCL:n vaikutuksen kokeilla, jotka koskevat kuvien luokittelua CIFAR- ja SVHN-ohjelmilla sekä etualan ja taustan segmentointia iCoseg-ohjelmalla. CMCL, jossa käytetään viittä jäännösverkkoa, vähentää CIFAR- ja SVHN-luokittelutehtävän top-1-virheitä 14,05 % ja 6,60 % verrattuna vastaavaan IE-järjestelmään.

**Tulos**

Itsevarma monivalintaoppiminen

**Esimerkki 2.2325**

Monien yleisten semanttisten ilmiöiden esittäminen edellyttää rakenteellisia ominaisuuksia, jotka ovat laajempia kuin syntaktisessa jäsentelyssä yleisesti käytetyt ominaisuudet. Keskustelemme joukosta rakenteellisia ominaisuuksia, joita tarvitaan semanttisen esityksen laajaan kattavuuteen, ja toteamme, että nykyiset jäsentimet tukevat joitakin näistä ominaisuuksista, mutta eivät kaikkia. Ehdotamme kahta siirtymiin perustuvaa tekniikkaa tällaisten semanttisten rakenteiden jäsentämiseen: (1) soveltamalla muunnosmenettelyjä niiden kartoittamiseksi niihin liittyviin formalismeihin ja käyttämällä nykyisiä huipputason jäsentäjiä muunnettuihin esityksiin; ja (2) rakentamalla jäsentäjä, joka tukee suoraan kaikkia ominaisuuksia. Kokeilemme UCCA-annotoituja korpuksia, jotka ovat ainoat, joilla on kaikki nämä rakenteelliset semanttiset ominaisuudet. Tulokset osoittavat siirtymiin perustuvien menetelmien tehokkuuden tässä tehtävässä.

**Tulos**

Laaja-alainen semanttinen jäsennys: Siirtymiin perustuva lähestymistapa

**Esimerkki 2.2326**

Kuvan uudenlaisen tekstimuotoisen kuvauksen luominen on mielenkiintoinen ongelma, joka yhdistää tietokonenäön ja luonnollisen kielen käsittelyn. Tässä artikkelissa esitellään yksinkertainen malli, joka pystyy tuottamaan kuvailevia lauseita näytekuvan perusteella. Tässä mallissa keskitytään vahvasti kuvausten syntaksiin. Koulutamme puhtaasti bilineaarisen mallin, joka oppii metriikan kuvan representaation (joka on tuotettu aiemmin koulutetun konvoluutiohermoverkon avulla) ja sen kuvaamiseen käytettävien lauseiden välille. Tämän jälkeen järjestelmä pystyy päättelemään lauseet tietystä kuvasta. Kuvatekstien syntaksitilastojen perusteella ehdotamme yksinkertaista kielimallia, joka pystyy tuottamaan relevantteja kuvauksia tietylle testikuvalle käyttäen johdettuja lauseita. Lähestymistapamme, joka on huomattavasti yksinkertaisempi kuin uusimmat mallit, tuottaa vertailukelpoisia tuloksia kahdessa tehtävässä käytettävässä suositussa tietokokonaisuudessa: Flickr30k ja äskettäin ehdotettu Microsoft COCO.

**Tulos**

Lauseisiin perustuva kuvatekstitys

**Esimerkki 2.2327**

Lauseilla on tärkeä rooli luonnollisen kielen ymmärtämisessä ja konekääntämisessä (Sag et al., 2002; Villavicencio et al., 2005). Niitä on kuitenkin vaikea sisällyttää nykyiseen neuraaliseen konekääntämiseen (NMT), joka lukee ja tuottaa lauseita sana sanalta. Tässä työssä ehdotamme menetelmää lauseiden kääntämiseksi NMT:ssä integroimalla NMT:n koodaaja-dekooderiarkkitehtuuriin lauseenmuisti, johon tallennetaan kohdelauseet lauseisiin perustuvasta tilastollisesta konekäännösjärjestelmästä (SMT). Jokaisessa dekoodausvaiheessa SMT-malli kirjoittaa ensin fraasimuistin uudelleen, ja se luo dynaamisesti relevantteja kohdelauseita NMT-mallin tarjoaman kontekstuaalisen tiedon avulla. Sitten ehdotettu malli lukee lausemuistia tehdäkseen todennäköisyysarviot kaikille lausemuistissa oleville lausekkeille. Jos lauseiden generointia jatketaan, NMT-dekooderi valitsee muistista sopivan lauseen lauseiden kääntämistä varten ja päivittää dekoodaustilansa kuluttamalla valitun lauseen sanat. Muussa tapauksessa NMT-dekooderi luo sanan sanastosta, kuten yleinen NMT-dekooderi tekee. Kiinan→englannin käännöstä koskevat kokeilutulokset osoittavat, että ehdotettu malli saavuttaa huomattavia parannuksia perusmalliin verrattuna eri testijoukoissa.

**Tulos**

Lauseiden kääntäminen neuraalisessa konekääntämisessä

**Esimerkki 2.2328**

Työhaastattelusimulaation avulla pyritään parantamaan ihmisten sosiaalisia taitoja ja tukemaan ammatillista osallisuutta. Tällaisissa simulaattoreissa virtuaalisen agentin on kyettävä esittämään ja päättelemään käyttäjän mielentila sosiaalisten vihjeiden perusteella, jotka kertovat järjestelmälle hänen vaikutuksistaan ja sosiaalisesta asenteestaan. Tässä artikkelissa ehdotamme virtuaaliagentin mielen teorian (Theory of Mind, ToM) muodollista mallia ihmisen ja agentin vuorovaikutuksen yhteydessä, jossa keskitytään affektiiviseen ulottuvuuteen. Se perustuu hybridi-TOM:ään, jossa yhdistyvät alan kaksi tärkeintä paradigmaa. Kehyksemme perustuu modaalilogiikkaan ja päättelysääntöihin, jotka koskevat molempien toimijoiden mielentiloja, tunteita ja sosiaalisia suhteita. Lopuksi esitämme alustavia tuloksia tällaisen mallin vaikutuksesta luonnolliseen vuorovaikutukseen työhaastattelusimulaation yhteydessä.

**Tulos**

Looginen mielen teorian malli virtuaaliagentteja varten työhaastattelusimulaation yhteydessä.

**Esimerkki 2.2329**

Käsittelemme logiikkaohjelmien uskomusten revision ongelmaa, eli sitä, miten logiikkaohjelmaan P sisällytetään uusi logiikkaohjelma Q. SE-tulkintojen rakenteen perusteella Delgrande et al. (2008; 2013b) sovittivat tunnetun AGM-kehyksen (1985) logiikkaohjelmien (LP) revisionointiin. He tunnistivat LP-revisioinnin rationaalisen käyttäytymisen ja ottivat käyttöön joitakin erityisiä operaattoreita. Tässä artikkelissa annetaan kaikkien rationaalisten LP-revisio-operaattoreiden konstruktiivinen luonnehdinta propositiotulkintojen yli olevien järjestysten muodossa, johon liittyy joitakin SE-tulkinnoille ominaisia lisäehtoja. Se tarjoaa intuitiivisen, täydellisen menettelyn kaikkien rationaalisten LP-revisio-operaattoreiden rakentamiseksi ja helpottaa niiden semanttisten ja laskennallisten ominaisuuksien ymmärtämistä. Tarkastelemme erityisesti hyvin yleisen muotoisia logiikkaohjelmia eli yleistettyjä logiikkaohjelmia (GLP). Osoitamme, että jokainen rationaalinen GLP:n revisio-operaattori on johdettavissa propositionaalisesta revisio-operaattorista, joka täyttää alkuperäiset AGM-postulaatit. Mielenkiintoista on, että GLP-revisio-operaattoreille ominaiset lisäehdot ovat riippumattomia siitä, mihin propositionaaliseen revisio-operaattoriin GLP-revisio-operaattori perustuu. Hyödynnämme luonnehdintatulostamme ja sulautamme GLP-revisio-operaattorit Boolen ristikkojen rakenteisiin, joiden avulla voimme tuoda esiin joitakin mukautettujen AGM-postulaattien mahdollisia heikkouksia. Väitteemme havainnollistamiseksi esittelemme ja karakterisoimme aksiomaattisesti kaksi erityistä (rationaalisten) GLP-revisio-operaattoreiden luokkaa, joilla on väistämättä jyrkkä käyttäytyminen. Tarkastelemme lisäksi kahta rajoitetumpaa logiikkaohjelmien muotoa, eli disjunktiivisia logiikkaohjelmia (DLP) ∗ Tämä on tarkistettu ja täydellinen versio (sisältäen lauseiden todistukset) artikkelista (Schwind ja Inoue 2013). 2 N. Schwind ja K. Inoue ja normaalit logiikkaohjelmat (NLP) ja sovitamme luonnehdintatuloksemme DLP- ja NLP-revisio-operaattoreihin.

**Tulos**

Loogisten ohjelmien tarkistamisen luonnehdinta propositionaalisen tarkistamisen laajennuksena∗

**Esimerkki 2.2330**

Vastausjoukkojen ohjelmointi (ASP, Answer Set Programming) on tehokas mallinnusformalismi kombinatorisia ongelmia varten. ASP-mallien kirjoittaminen ei kuitenkaan ole triviaalia. Ehdotamme uutta menetelmää, Sketched Answer Set Programming (SkASP), jonka tarkoituksena on tukea käyttäjää tämän ongelman ratkaisemisessa. Käyttäjä kirjoittaa ASP-ohjelman ja merkitsee epävarmat osat avoimiksi kysymysmerkeillä. Lisäksi käyttäjä antaa useita positiivisia ja negatiivisia esimerkkejä halutusta ohjelman käyttäytymisestä. Luonnosteltu malli kirjoitetaan uudelleen toiseksi ASP-ohjelmaksi, joka ratkaistaan perinteisin menetelmin. Tuloksena käyttäjä saa toimivan ja uudelleenkäytettävän ASP-ohjelman, joka mallintaa hänen ongelmansa. Arvioimme lähestymistapaamme 21 tunnetulla pulmalla ja yhdistelmäongelmalla, jotka ovat saaneet vaikutteita Karpsin 21 NP-täydellisestä ongelmasta, ja esittelemme ASP:hen perustuvan tietokantasovelluksen käyttötapauksen.

**Tulos**

Luonnosteltu vastausjoukon ohjelmointi

**Esimerkki 2.2331**

Tässä artikkelissa esitellään uusia samankaltaisuus-, kardinaalisuus- ja entropiamittoja kaksinapaiselle sumealle joukolle ja sen erityismuodoille, kuten intuitionistiselle, parakonsistentille ja sumealle joukolle. Nämä kaikki on rakennettu moniarvoisten esitysten puitteissa ja perustuvat viisiarvoiseen logiikkaan, jossa käytetään seuraavia loogisia arvoja: tosi, epätosi, tuntematon, ristiriitainen ja moniselitteinen. Lisäksi määriteltiin uusi etäisyys rajattua reaaliväliä varten.

**Tulos**

Bipolaarisen sumean joukon samankaltaisuus, kardinaalisuus ja entropia Penta-arvojen esitystavan puitteissa

**Esimerkki 2.2332**

Yhä enemmän analytiikkaa tehdään reaaliaikaisesti hankittavasta datasta reaaliaikaisten päätösten tekemiseksi. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi yksinkertaiset raportoinnit tietovirroista ja kehittyneiden mallien rakentaminen. Tällaisten analyysien käytännöllisyyttä vaikeuttaa kuitenkin useilla aloilla se, että tiedonkeruun viiveen ja analyysitarkkuuden välillä joudutaan tekemään perustavanlaatuinen kompromissi. Tässä asiakirjassa tutkimme tätä kompromissia tietyllä alalla, nimittäin matkaviestinverkoissa (Cellular Radio Access Networks, RAN). Valintaamme vaikuttavat sen yhteiset piirteet useiden muiden reaaliaikaista dataa tuottavien alojen kanssa, mahdollisuus saada käyttöönsä suuri reaaliaikainen tietokokonaisuus sekä reaaliaikaisuus ja ulottuvuus, mikä tekee siitä luonnollisen sopivan suositulle analyysitekniikalle, koneelliselle oppimiselle (ML). Olemme havainneet, että viiveen ja tarkkuuden välinen kompromissi voidaan ratkaista käyttämällä kahta laajaa, yleistä tekniikkaa: älykästä tietojen ryhmittelyä ja tehtävän muotoilua, jossa hyödynnetään toimialan ominaispiirteitä. Tämän perusteella esittelemme CellScope-järjestelmän, joka ratkaisee tämän haasteen soveltamalla toimialakohtaista muotoilua ja monitehtäväoppimista (MTL) RAN-suorituskyvyn analysointiin. Järjestelmä saavuttaa tämän tavoitteen käyttämällä kolmea tekniikkaa: ominaisuustekniikkaa, jolla raakadata muutetaan tehokkaiksi ominaisuuksiksi, PCA:n innoittamaa samankaltaisuusmittaria, jolla ryhmitellään maantieteellisesti lähekkäisten tukiasemien tietoja, joilla on yhteisiä suorituskykyominaisuuksia, ja hybridimallia, jolla malli päivitetään tehokkaasti online-offline. CellScopen arviointi osoittaa, että sen tarkkuus paranee 2,5-4,4-kertaiseksi verrattuna ML:n suoraan soveltamiseen, ja samalla mallin päivityskustannukset vähenevät jopa 4,8-kertaisesti. Olemme myös käyttäneet CellScopea analysoidaksemme yli 2 miljoonan tilaajan LTE-verkkopalvelua yli 10 kuukauden ajan, jolloin se paljasti useita ongelmia ja oivalluksia, joista osa oli aiemmin tuntemattomia.

**Tulos**

LTE-radioverkkojen nopea ja tarkka suorituskyvyn analysointi

**Esimerkki 2.2333**

<lb>Sovelluksissa, kuten suosittelujärjestelmissä ja tulojen hallinnassa, on tärkeää ennustaa sellaisten kohteiden mieltymyksiä, joita käyttäjä ei ole nähnyt, tai ennustaa vertailujen tuloksia sellaisten kohteiden välillä, joita ei ole koskaan vertailtu. Suosittu diskreetin valinnan malli multinomiaalinen<lb>logit-malli kuvaa piilotettujen mieltymysten rakennetta matalarivisellä matriisilla. Jotta voimme<lb>ennustaa preferenssejä, haluamme oppia taustalla olevan mallin<lb>matala-rank-matriisin kohinaisista havainnoista, jotka on kerätty paljastuneina preferensseinä eri muodoissa olevissa ordinaalidatassa. Luonnollinen<lb>lähestymistapa tällaisen mallin oppimiseen on ratkaista ydinnormin minimoinnin konveksinen relaksaatio.<lb>Esittelemme konveksisen relaksaation lähestymistavan kahdessa kiinnostavassa yhteydessä: yhteistoiminnallinen ranking<lb>ja niputettujen valintojen mallintaminen. Molemmissa tapauksissa osoitamme, että konveksinen relaksaatio on minimax<lb>optimaalinen. Todistamme ylärajan tuloksena syntyvälle virheelle äärellisillä otoksilla ja annamme<lb>sovittavan tietoteoreettisen alarajan.

**Tulos**

Preferenssien oppiminen yhteistyössä ordinaalidatasta

**Esimerkki 2.2334**

Tässä artikkelissa esitellään Markov-päätösprosessien luokka, joka on luonnollinen malli monille uusiutuvien resurssien jakamiseen liittyville ongelmille. Laajennamme varastonhallinnan kirjallisuudesta saatuja tuloksia ja todistamme, että niihin on suljettu ratkaisu, ja osoitamme, miten tätä rakennetta voidaan hyödyntää sen laskennan nopeuttamiseksi. Tarkastelemme ehdotetun kehyksen soveltamista useisiin hyvin erilaisilla aloilla esiintyviin ongelmiin, ja osana kehittyvän laskennallisen kestävyyden alan meneillään olevia ponnisteluja käsittelemme yksityiskohtaisesti sen soveltamista Tyynenmeren pohjoispuolella sijaitsevaan piikkikampelan merikalastukseen. Lähestymistapaamme sovelletaan reaalimaailman tietoihin perustuvaan malliin, ja tuloksena saadaan toimintatapa, jossa hyötyfunktiolle on taattu alaraja, joka eroaa rakenteellisesti hyvin paljon nykyisin käytetystä toimintatavasta.

**Tulos**

Leikkiä luontoa vastaan: optimaalinen politiikka uusiutuvien luonnonvarojen jakamisessa

**Esimerkki 2.2335**

Puheentunnistus pyrkii ennustamaan puhutut sanat automaattisesti. Nämä järjestelmät ovat tunnetusti hyvin kalliita, koska niissä käytetään useita tunteja etukäteen nauhoitettua puhetta. Näin ollen sellaisen mallin rakentaminen, joka minimoi tunnistimen kustannukset, on erittäin mielenkiintoista. Tässä artikkelissa esitellään uusi lähestymistapa puheen tunnistamiseen, joka perustuu uskomus-HMM:iin todennäköisyys-HMM:n sijaan. Kokeet osoittavat, että uskomustunnistimemme ei reagoi herkästi datan puutteeseen, ja se voidaan kouluttaa käyttämällä vain yhtä esimerkkiä kustakin akustisesta yksiköstä, ja se antaa hyvät tunnistustulokset. Näin ollen uskomus-HMM-tunnistimen käyttö voi minimoida huomattavasti näiden järjestelmien kustannuksia.

**Tulos**

Uskon piilotettu Markov-malli puheentunnistukseen

**Esimerkki 2.2336**

Dengue on hengenvaarallinen sairaus, jota esiintyy useissa kehittyneissä maissa ja kehitysmaissa, kuten Intiassa. Kyseessä on virusperäinen tauti, jonka aiheuttaa Aedes-hyttynen. Dengue-tautia varten saatavilla olevat tietokannat kuvaavat tietoja potilaista, jotka kärsivät denguesta ja jotka eivät sairastaneet dengueta, sekä heidän oireistaan, kuten: Kuume Lämpötila, WBC, verihiutaleet, voimakas päänsärky, oksentelu, metallinen maku, nivelkipu, ruokahalu, ripuli, hematokriitti, hemoglobiini ja kuinka monta päivää kärsii eri kaupungissa. Tässä artikkelissa käsitellään erilaisia tiedonlouhinnan algoritmeja, joita on käytetty denguetaudin ennustamiseen. Tiedonlouhinta on tunnettu tekniikka, jota terveydenhuollon organisaatiot käyttävät bioinformatiikan tutkimuksessa tautien, kuten denguen, diabeteksen ja syövän, luokitteluun. Ehdotetussa lähestymistavassa olemme käyttäneet WEKA:ta, jossa on 10 ristiinvalidointia tietojen arvioimiseksi ja tulosten vertailemiseksi. Wekassa on laaja kokoelma erilaisia koneoppimis- ja tiedonlouhinta-algoritmeja. Tässä asiakirjassa olemme ensin luokitelleet dengue-tietoaineiston ja sen jälkeen vertailleet eri tiedonlouhintatekniikoita Wekassa Explorer-, Knowledge Flow- ja Experimenter-käyttöliittymien avulla. Lisäksi lähestymistapamme validoimiseksi olemme käyttäneet dengue-tietokokonaisuutta, jossa on 108 instanssia, mutta weka käytti 99 riviä ja 18 attribuuttia taudin ennustamisen määrittämiseksi ja niiden tarkkuuden määrittämiseksi eri algoritmien luokittelujen avulla parhaan suorituskyvyn löytämiseksi. Tämän asiakirjan päätavoitteena on luokitella tietoja ja auttaa käyttäjiä poimimaan hyödyllistä tietoa tiedoista ja tunnistamaan helposti sopiva algoritmi tarkkaa ennustemallia varten. Tämän asiakirjan tuloksista voidaan päätellä, että Naïve Bayes ja J48 ovat luokittelutarkkuuden kannalta parhaita algoritmeja, koska niillä saavutettiin enimmäistarkkuus = 100 % ja 99 oikein luokiteltua tapausta, suurin ROC = 1, pienin absoluuttinen keskivirhe, ja mallin rakentamiseen kului vähiten aikaa Explorerin ja tietovirran tulosten avulla.

**Tulos**

DENGUE-TAUDIN ENNUSTAMINEN WEKA-TIEDONLOUHINTATYÖKALUN AVULLA

**Esimerkki 2.2337**

Kognitiotieteissä ei ole harvinaista käyttää tehokkaasti erilaisia pelejä. Esimerkiksi tekoälyn alalla RoboCup-aloite [14] perustettiin vauhdittamaan autonomisen agenttiteknologian tutkimusta. Tässä artikkelissa esitämme vastaavanlaisen jalkapallosimulaatioaloitteen, jolla pyritään tutkimaan ihmisen tietoisuuden mallia ja todellisuuskäsitystä kognitiivisen ongelman muodossa. Lisäksi esimerkiksi kotikenttäetua ja kannattajien objektiivista roolia voitaisiin luonnollisesti kuvata ja käsitellä tämän uuden jalkapallosimulaatiomallin avulla.

**Tulos**

Kvanttitietoisuuden jalkapallosimulaattori

**Esimerkki 2.2338**

Augmented Lagragian Method (ALM) ja Alternating Direction Method of Multiplier (ADMM) ovat olleet tehokkaita optimointimenetelmiä lineaaristen rajoitusten alaiselle yleiselle koveralle ohjelmoinnille. Tarkastelemme koveraa ongelmaa, jonka tavoite koostuu sileästä osasta ja epäsilemättömästä mutta yksinkertaisesta osasta. Ehdotamme Fast Proximal Augmented Lagragian Method (Fast PALM) -menetelmää, jolla saavutetaan konvergenssinopeus O(1/K) verrattuna O(1/K) perinteiseen PALM:ään. Jotta voidaan edelleen vähentää toistokertakohtaista monimutkaisuutta ja käsitellä monilohko-ongelmaa, ehdotamme Fast Proximal ADMM with Parallel Splitting (Fast PL-ADMM-PS) -menetelmää. Se parantaa osittain myös tavoitefunktion tasaiseen osaan liittyvää nopeutta. Sekä syntetisoidulla että reaalimaailman datalla saadut kokeelliset tulokset osoittavat, että nopeat menetelmämme parantavat merkittävästi aiempia PALM- ja ADMM-menetelmiä. Johdanto Tässä työssä pyritään ratkaisemaan seuraava lineaarisesti rajoitettu separoituva konveksinen ongelma, jossa on n muuttujalohkoa min x1,--- ,xn f(x) = n ∑

**Tulos**

Nopea proksimaalinen linearisoitu vuorottelusuuntainen kerroinmenetelmä rinnakkaisella jakamisella

**Esimerkki 2.2339**

Liiketoiminnan ja tietotekniikan yhteensovittamisen ongelma on laajalle levinnyt taloudellinen huolenaihe. Tässä asiakirjassa kuvataan eräänlaisena wikinä toimiva verkkojärjestelmä, joka tukee liiketoiminta- ja tieteellisten sovellusten yhteistoiminnallista kirjoittamista ja toteuttamista selaimen avulla avoimen sanaston mukaisina, englanninkielisinä ja toteutettavissa olevina sääntöinä. Koska säännöt ovat englanninkielisiä, Google ja muut hakukoneet indeksoivat ne. Tämä on hyödyllistä, kun etsitään sääntöjä johonkin tehtävään, joka on mielessä. Järjestelmän suunnittelussa on yhdistetty datan semantiikka, päättelymenetelmän semantiikka ja myös englanninkielisten lauseiden merkitykset. Näin ollen järjestelmässä on toimintoja, jotka voivat olla hyödyllisiä semanttisen webin sääntö-, logiikka-, todistus- ja luottamusvaatimusten kannalta. Järjestelmä hyväksyy säännöt ja pienen määrän tosiasioita, jotka kirjoitetaan tai kopioidaan suoraan selaimeen. Säännöt voidaan sitten ajaa selaimella. Suurempia tietomääriä varten järjestelmä käyttää sääntöjen tietoja automaattisesti SQL-tietojen luomiseen ja suorittamiseen verkkotietokannoissa. Järjestelmä luo muutamasta hyvin deklaratiivisesta säännöstä yleensä SQL:n, joka olisi liian monimutkainen kirjoitettavaksi luotettavasti käsin. Järjestelmä voi kuitenkin selittää tuloksensa vaiheittaisella hypertekstimuotoisella englanninkielisellä selityksellä liike-elämän tai tieteen tasolla Kuten wikille sopii, järjestelmän yhteiskäyttö on ilmaista. Johdanto Tunnetussa "kerroskakku"-kaaviossa (Berners-Lee 2004) hahmotellaan semanttisen webin kehittämisen korkean tason asialista. Kuva 1. Semanttisen webin kerroskakku

**Tulos**

Wiki liiketoimintasääntöjä varten avoimella sanastolla, toteutettavissa olevalla englanninkielellä

**Esimerkki 2.2340**

Tässä artikkelissa käsitellään joukosta toiseen -tunnistusongelmaa, jossa opitaan kahden kuvajoukon välinen metriikka. Kummankin joukon kuvat kuuluvat samaan identiteettiin. Koska joukon kuvat voivat olla toisiaan täydentäviä, ne toivottavasti johtavat suurempaan tarkkuuteen käytännön sovelluksissa. Kunkin näytteen laatua ei kuitenkaan voida taata, ja huonolaatuiset näytteet vahingoittavat metriikkaa. Tässä asiakirjassa ehdotetaan tämän ongelman ratkaisemiseksi laatutietoista verkkoa (QAN), jossa kunkin näytteen laatu voidaan oppia automaattisesti, vaikka tällaista tietoa ei nimenomaisesti anneta koulutusvaiheessa. Verkossa on kaksi haaraa, joista ensimmäinen haara poimii kunkin näytteen ulkonäköominaisuuden ja toinen haara ennustaa kunkin näytteen laatupisteet. Kaikkien joukon näytteiden piirteet ja laatupisteet yhdistetään lopullisen piirteiden upotuksen luomiseksi. Osoitamme, että nämä kaksi haaraa voidaan kouluttaa päästä päähän -periaatteella, kun otetaan huomioon vain joukon tason identiteetti-ilmoitus. Tämän mekanismin gradienttihajontaa koskeva analyysi osoittaa, että verkon oppima laatu hyödyttää joukosta toiseen tapahtuvaa tunnistusta ja yksinkertaistaa jakaumaa, johon verkon on sovitettava. Sekä kasvojen todentamista että henkilöiden uudelleen tunnistamista koskevat kokeet osoittavat ehdotetun QAN:n edut. Lähdekoodi ja verkon rakenne ovat ladattavissa GitHubista1.

**Tulos**

Laatutietoinen verkko joukkojen tunnistusta varten

**Esimerkki 2.2341**

Tässä artikkelissa käsitellään ongelmaa, joka liittyy yhteistoiminnallisen polunhakuprosessin (CPF) optimaaliseen ratkaisuun. CPF:ssä tehtävänä on siirtää agenttiryhmä siten, että jokainen agentti pääsee lopulta tavoitteeseensa annetusta lähtöpaikasta. Tässä työssä omaksutussa abstraktiossa oletetaan, että agentit ovat erillisiä kohteita, jotka liikkuvat suuntaamattomassa graafissa kulkemalla reunoja pitkin. CPF:n optimaalisella ratkaisulla tarkoitetaan ratkaisujen tuottamista, jotka ovat mahdollisimman lyhyitä ratkaisun suorittamiseen tarvittavien aika-askeleiden kokonaismäärän suhteen. Osoitamme, että CPF:n pelkistäminen propositionaaliseksi tyydyttävyydeksi (SAT) on käyttökelpoinen vaihtoehto makespan-optimaalisten ratkaisujen saamiseksi. Ehdotetaan ja arvioidaan kokeellisesti useita CPF:n koodauksia propositionaalisiksi kaavoiksi. Arviointi osoittaa, että SAT-pohjainen CPF-ratkaisu päihittää merkittävästi muut makespan-optimaaliset menetelmät erittäin rajoitetuissa tilanteissa (ympäristöt, joissa on paljon agentteja).

**Tulos**

Yhteistoiminnallisen polunhakuprosessin optimaalinen ratkaiseminen (Makespan)

**Esimerkki 2.2342**

Abstraktin, symbolisen päättelyn yhdistäminen jatkuvaan neuraaliseen päättelyyn on representaatio-oppimisen suuri haaste. Ehdotamme uutta arkkitehtuuria, neuroekvivalenssiverkkoja, algebrallisten ja loogisten lausekkeiden jatkuvien semanttisten esitysten oppimisongelmaan. Nämä verkot koulutetaan edustamaan semanttista ekvivalenssia myös syntaktisesti hyvin erilaisten lausekkeiden välillä. Haasteena on se, että semanttiset representaatiot on laskettava syntaksisuuntautuneesti, koska semantiikka on kompositionaalista, mutta samalla pienet muutokset syntaksissa voivat johtaa hyvin suuriin muutoksiin semantiikassa, mikä voi olla vaikeaa jatkuville neuroarkkitehtuureille. Suoritamme kattavan arvioinnin ekvivalenssin tarkistamistehtävästä hyvin erilaisissa symbolisissa algebrallisissa ja boolean-lauseketyypeissä ja osoitamme, että mallimme on huomattavasti parempi kuin olemassa olevat arkkitehtuurit.

**Tulos**

Symbolisten ilmaisujen jatkuvien semanttisten esitysten oppiminen

**Esimerkki 2.2343**

Mallipohjainen bayesiläinen vahvistusoppiminen on herättänyt suurta kiinnostusta tekoälyyhteisössä, sillä se tarjoaa tyylikkään ratkaisun klassisen vahvistusoppimisen optimaalisen etsinnän ja hyödyntämisen väliseen kompromissiin. Valitettavasti tämäntyyppisen lähestymistavan soveltuvuus on rajoittunut pieniin alueisiin, koska malliparametrien yhteisen posteriorin päättely on hyvin monimutkaista. Tässä artikkelissa pohdimme faktoroitujen esitysten käyttöä yhdistettynä online-suunnittelutekniikoihin näiden menetelmien skaalautuvuuden parantamiseksi. Tämän artikkelin tärkein anti on Bayesin kehys, jonka avulla voidaan oppia dynaamisen järjestelmän rakenne ja parametrit ja samalla suunnitella (lähes) optimaalinen toimintasarja.

**Tulos**

Mallipohjainen bayesiläinen vahvistusoppiminen suurissa strukturoiduissa alueissa

**Esimerkki 2.2344**

Yksi tärkeimmistä ongelmista konekääntämisen arvioinnissa on arvioida referenssistä poikkeavia pintamuotoja sisältävien käännöshypoteesien samankaltaisuutta erityisesti segmenttitasolla. Ehdotamme, että käytämme sanasulkeumia sanojen kohdistamiseen segmenttitason MT-arvioinnissa. Suoritimme kokeita kolmenlaisilla sanasulkeumia käyttävillä kohdistamismenetelmillä. Arvioimme ehdotettuja menetelmiä erilaisilla käännöstietokannoilla. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotetut menetelmät ovat parempia kuin aiemmat sanojen upotuksiin perustuvat menetelmät.

**Tulos**

Sanojen kohdistamiseen perustuva segmenttitason konekääntämisen arviointi sanojen sulauttamisen avulla

**Esimerkki 2.2345**

Esitämme kognitiivisen ärsykkeen aikana tallennettujen fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging) -aivotilavuuksien sarjan graafina, joka koostuu joukosta paikallisia verkkoja. Vastaava kognitiivinen prosessi, joka on koodattu aivoihin, edustaa sitten näitä silmiä, joista kukin arvioidaan olettaen lineaarinen suhde vokselien aikasarjojen välillä ennalta määritellyssä paikassa. Ensin määritellään paikallisuuden käsite kahdessa naapuruusjärjestelmässä, nimittäin spatiaalisessa ja toiminnallisessa naapuruudessa. Sen jälkeen rakennetaan spatiaalisesti ja funktionaalisesti paikalliset verkot kunkin vokselin ympärille, joita kutsutaan siemenvokseleiksi, yhdistämällä se joko sen spatiaalisiin tai funktionaalisiin p-läheisimpiin naapureihin. Vokselin ympärille muodostettu verkko on suunnattu ali-graafi, jolla on tähtitopologia ja jossa reunojen suunta on kohti verkon keskellä olevaa siemenvokselia. Esitämme kussakin siemenvokselissa tallennetun aikasarjan lineaarisena yhdistelmänä sen p-läheisimpien naapureiden aikasarjoista verkostossa. Siemenvokselin ja sen naapureiden väliset suhteet esitetään kunkin verkon reunapainoilla, ja ne estimoidaan ratkaisemalla lineaarinen regressioyhtälö. Arvioidut verkon reunapainot johtavat siihen, että aivoissa oleva tieto voidaan esittää paremmin kognitiivisten tehtävien koodausta ja dekoodausta varten. Testaamme malliamme visuaalisen objektin tunnistamisen ja tunnemuistiin palauttamisen kokeissa käyttäen tukivektorikoneita, jotka on koulutettu käyttämällä silmän reunapainoja ominaisuuksina. Kokeellisessa analyysissä havaitsemme, että spatiaalisten ja funktionaalisten verkkojen reunapainot toimivat paremmin kuin uusimmat aivojen dekoodausmallit. Avainsanat fMRI; vokselikytkentä; aivojen dekoodaus; esineiden tunnistaminen; luokittelu.

**Tulos**

Aivojen tilavuuksien järjestyksen mallintaminen paikallisilla verkkomalleilla aivojen dekoodausta varten.

**Esimerkki 2.2346**

Submodulaariset maksimointiongelmat kuuluvat kombinatoristen optimointiongelmien perheeseen, ja niillä on laajoja sovelluksia. Tässä artikkelissa keskitymme monotonisen submodulaarisen funktion maksimointiongelmaan, johon sovelletaan d-knapsack-rajoitusta ja jolle ehdotamme suoratoistoalgoritmia, jolla saavutetaan ( 1 1+2d - ) -lähestymistulos optimaaliseen arvoon ja joka tarvitsee vain yhden ainoan läpikäynnin tietokokonaisuuden läpi ilman, että kaikki tiedot tallennetaan muistiin. Kokeissamme arvioimme laajasti ehdotetun algoritmin tehokkuutta kahden sovelluksen avulla: uutissuositukset ja tieteellisen kirjallisuuden suosittelu. Havaitaan, että ehdotetulla suoratoistoalgoritmilla saavutetaan sekä suoritusnopeuden nopeutuminen että muistin säästö useita kertaluokkia verrattuna nykyisiin lähestymistapoihin.

**Tulos**

Virtausalgoritmit uutisten ja tieteellisen kirjallisuuden suositteluun: Submodulaarinen maksimointi d-Knapsack-rajoitteella.

**Esimerkki 2.2347**

Sekvenssistä sekvenssiin -mallit ovat osoittaneet vahvaa suorituskykyä useissa eri sovelluksissa. Niiden soveltaminen tekstin jäsentämiseen ja tuottamiseen abstraktin merkityssisällön esittämisen (AMR) avulla on kuitenkin ollut rajallista, koska merkityn datan määrä on suhteellisen vähäinen ja AMR-grafit ovat luonteeltaan epäsekventiaalisia. Esittelemme uudenlaisen koulutusmenettelyn, jolla tämä rajoitus voidaan poistaa käyttämällä miljoonia merkitsemättömiä lauseita ja AMR-grafeja huolellisella esikäsittelyllä. AMR-jäsennyksessä mallimme saavuttaa kilpailukykyiset tulokset 62,1 SMATCH, joka on tällä hetkellä paras raportoitu tulos ilman ulkoisten semanttisten resurssien merkittävää käyttöä. AMR-parametrisoinnissa mallimme saavuttaa uuden huipputason BLEU-tuloksen 33,8. Esitämme laajan ablatiivisen ja laadullisen analyysin, joka sisältää vahvaa näyttöä siitä, että sekvenssipohjaiset AMR-mallit ovat vankkoja graafin ja sekvenssin välisten muunnosten järjestysvaihteluita vastaan.

**Tulos**

Neuraalinen AMR: sekvenssistä sekvenssiin -mallit jäsennykseen ja generointiin

**Esimerkki 2.2348**

Esittelemme LDG-menetelmän (local discriminative Gaussian), joka on valvottu luokitteluun tarkoitettu dimensioiden pienentämistekniikka. LDG:n tavoitefunktio on approksimaatio paikallisen kvadraattisen diskriminaatioanalyysiluokittimen yhden poisjättämisen koulutusvirheelle, ja se vaikuttaa siten paikallisesti kuhunkin koulutuspisteeseen löytääkseen kartoituksen, jossa samankaltaiset tiedot voidaan erottaa toisistaan poikkeavista tiedoista. Kun muut nykyaikaiset lineaariset dimensioiden pienentämismenetelmät edellyttävät gradienttilaskeutumista tai iteratiivista ratkaisua, LDG ratkaistaan yhdellä ominaissuureen purkamisella. Näin se skaalautuu paremmin tietokokonaisuuksiin, joissa on suuri määrä ominaisuuksien ulottuvuuksia tai harjoitusesimerkkejä. Sovitamme LDG:n myös siirto-oppimisympäristöön ja osoitamme, että sillä saavutetaan hyvä suorituskyky, kun testidatan jakauma poikkeaa harjoitusdatan jakaumasta.

**Tulos**

Dimensioiden vähentäminen paikallisilla diskriminoivilla Gaussilla

**Esimerkki 2.2349**

Suurten mallien rakentaminen parametrien jakamisen avulla on suurin osa syvien konvoluutiohermoverkkojen (CNN) menestyksestä. Tässä artikkelissa ehdotamme kaksoiskonvoluutiohermoverkkoja (DCNN), jotka parantavat merkittävästi CNN:ien suorituskykyä tutkimalla tätä ajatusta edelleen. Sen sijaan, että DCNN:ssä olisi joukko itsenäisesti opittavia konvoluutiosuodattimia, DCNN:ssä ylläpidetään suodatinryhmiä, joissa kunkin ryhmän sisällä olevat suodattimet ovat toistensa käännettyjä versioita. Käytännössä DCNN voidaan helposti toteuttaa kaksivaiheisella konvoluutiomenettelyllä, jota useimmat nykyaikaiset syväoppimiskirjastot tukevat. Teemme laajoja kokeita kolmella kuvanluokittelun vertailuarvolla: CIFAR-10:n, CIFAR-100:n ja ImageNetin, ja osoitamme, että DCNN-arkkitehtuurit ovat jatkuvasti muita kilpailevia arkkitehtuureja parempia. Olemme myös varmistaneet, että konvoluutiokerroksen korvaaminen kaksinkertaisella konvoluutiokerroksella missä tahansa CNN:n syvyydessä voi parantaa sen suorituskykyä. Lisäksi esitellään DCNN:ien erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja, mikä osoittaa, että DCNN voi palvella kaksitahoista tarkoitusta eli tarkempien mallien rakentamista ja/tai muistijalanjäljen pienentämistä tarkkuuden kärsimättä.

**Tulos**

Kaksinkertaisesti konvolutiiviset neuroverkot

**Esimerkki 2.2350**

Tässä asiakirjassa esitellään Jadavpur-yliopistossa suorittamamme kokeet osana FIRE 2015 -tehtävään osallistumista: Entiteettien louhinta sosiaalisen median tekstistä intialaisilla kielillä (ESM-IL). Tehtävää varten kehittämämme työkalu perustuu Trigram Hidden Markov Model -malliin, joka hyödyntää tietoa, kuten gazetteer-luetteloa, POS-tunnisteita ja joitakin muita sanatason piirteitä, tunnettujen ja tuntemattomien merkkien havaintotodennäköisyyksien parantamiseen. Toimitimme vain englannin kielen ajoja. Järjestelmämme toteuttamiseen on käytetty tilastolliseen HMM-malliin (Hidden Markov Models) perustuvaa mallia. Järjestelmä on koulutettu ja testattu FIRE 2015 -tehtävää varten julkaistuilla tietokannoilla: Entiteettien louhinta sosiaalisen median teksteistä intialaisilla kielillä (ESM-IL). Järjestelmämme suoriutuu parhaiten englannin kielellä, ja sen tarkkuus-, palautus- ja F-mittarit ovat 61,96, 39,46 ja 48,21.

**Tulos**

Piilotettu Markov-malliin perustuva järjestelmä entiteettien poimimiseen sosiaalisen median englanninkielisestä tekstistä FIRE 2015 -tapahtumassa.

**Esimerkki 2.2351**

Esittelemme valvotun sekvenssistä sekvenssiin siirtymismallin, jossa on kovan huomion mekanismi ja jossa yhdistyvät perinteisemmät tilastolliset kohdistamismenetelmät ja rekursiivisten neuroverkkojen teho. Arvioimme mallia morfologisen taivutuksen tuottamistehtävässä ja osoitamme, että se tuottaa huippuluokan tuloksia eri asetelmissa verrattuna aiempiin neuraalisiin ja ei-neuraalisiin lähestymistapoihin. Lopuksi esitämme analyysin sekä kovan että pehmeän huomion mallien opituista representaatioista ja valotamme ominaisuuksia, joita tällaiset mallit poimivat tehtävän ratkaisemiseksi.

**Tulos**

KOVA MONOTONINEN HUOMIO

**Esimerkki 2.2352**

Asiakirjojen tiivistämisprosessien onnistumisen aste riippuu siitä, miten hyvin asiakirjojen merkittävien lauseiden tunnistamiseen käytetty menetelmä toimii. Ainutlaatuisten sanojen kokoelma luonnehtii asiakirjan merkittävää allekirjoitusta, ja se muodostaa perustan Term-Sentence-Matrixille (TSM). Positiivista pistemäistä keskinäistä informaatiota (Positive Pointwise Mutual Information), joka toimii hyvin termi-lause-matriisin semanttisen samankaltaisuuden mittaamisessa, käytetään menetelmässämme painojen antamiseen termi-lause-matriisin kullekin merkinnälle. Tämän painotetun TSM:n perusteella luotua Sentence-Rank-Matrix-matriisia käytetään sitten tiivistelmän poimimiseen asiakirjasta. Kokeemme osoittavat, että tällainen menetelmä on parempi kuin useimmat nykyiset menetelmät, kun suurista asiakirjoista tuotetaan tiivistelmiä.

**Tulos**

ASIAKIRJOJEN TIIVISTÄMINEN KÄYTTÄMÄLLÄ POSITIIVISTA PISTEMÄISTÄ KESKINÄISTÄ INFORMAATIOTA

**Esimerkki 2.2353**

Tutkimme optimaalisia vaatimustenmukaisuuden mittoja luokittelun tehokkuuden eri kriteereille idealisoidussa ympäristössä. Tämä johtaa tärkeään tehokkuuskriteerien luokkaan, jota kutsumme todennäköisyyskriteereiksi; käy ilmi, että tavallisimmat konformista ennustamista koskevassa kirjallisuudessa käytetyt tehokkuuskriteerit eivät ole todennäköisyyskriteereitä, ellei luokitusongelma ole binäärinen. Tarkastelemme sekä ehdottomia että ehdollisia konformisia ennusteita. Tämän artikkelin konferenssiversio on julkaistu COPA 2016 -tapahtuman pöytäkirjassa.

**Tulos**

Vaatimustenmukaisen ennusteen tehokkuuskriteerit∗∗

**Esimerkki 2.2354**

Esitetään yleinen menetelmä, jolla voidaan tarkistaa uskomusasteita ja tehdä johdonmukaisia päätöksiä loogisesti rajoitettujen kysymysten järjestelmästä. Toisin kuin muissa uskomusten tarkistamista käsittelevissä teoksissa, tässä oletetaan, että rajoitukset ovat kiinteitä. Menetelmällä on kaksi toistensa kaksoisversiota, joiden tarkistetut uskomusasteet ovat alkuperäisten uskomusasteiden ylä- ja alapuolella. Ylemmät [tai alemmat] tarkistetut uskomusasteet ovat yksiselitteisesti luonnehdittavissa pienimmiksi [tai suurimmiksi] asteiksi, jotka ovat muuttumattomia tietyllä max-min [tai min-max] operaatiolla, joka määräytyy loogisten rajoitusten mukaan. Molemmissa muunnelmissa tasapainon luominen proposition ja sen negaation tarkistetun uskomusasteen välillä johtaa päätöksiin, jotka ovat varmasti loogisten rajoitusten mukaisia. Näiden päätösten varmistetaan olevan yhtäpitäviä alkuperäisiin uskomusasteisiin sovelletun enemmistökriteerin kanssa aina, kun tämä antaa johdonmukaisen tuloksen. Lisäksi varmistetaan, että ne täyttävät ominaisuuden, joka koskee yksimielisyyden kunnioittamista minkä tahansa tietyn kysymyksen osalta, sekä ominaisuuden, joka koskee monotonisuutta alkuperäisten uskomusasteiden suhteen. Menetelmän soveltaminen tietyillä erityisaloilla perustuu vakiintuneisiin tai yhä useammin hyväksyttyihin menetelmiin, kuten klusterianalyysin singlelink-menetelmään ja preferenssiäänestyksen polkujen menetelmään.

**Tulos**

YLEINEN MENETELMÄ LOOGISESTI RAJOITETUISTA KYSYMYKSISTÄ PÄÄTTÄMISEKSI.

**Esimerkki 2.2355**

Viime vuosina metriikoiden ratkaiseva merkitys koneoppimisalgoritmeissa on johtanut kasvavaan kiinnostukseen etäisyys- ja samankaltaisuusfunktioiden optimointia kohtaan. Useimmissa uusimmissa tutkimuksissa keskitytään oppimaan Mahalanobisin etäisyyksiä (joiden on täytettävä positiivisen puolimääritelmän rajoitus) käytettäväksi paikallisessa k-NN-algoritmissa. Opittujen metriikoiden ja niiden luokittelusuorituskyvyn välillä ei kuitenkaan ole teoreettista yhteyttä. Tässä asiakirjassa käytämme Balcan et al. esittelemää (ǫ, γ, τ)-hyvän samankaltaisuuden muodollista kehystä suunnitellaksemme algoritmin, jolla opitaan epälineaarisessa piirreavaruudessa optimoitu ei-PSD-lineaarinen samankaltaisuus, jota käytetään sitten globaalin lineaarisen luokittelijan rakentamiseen. Osoitamme, että lähestymistapamme on tasaisen vakaa, ja johdamme yleistysrajan luokitteluvirheelle. Erilaisilla tietokokonaisuuksilla tehdyt kokeet vahvistavat lähestymistapamme tehokkuuden verrattuna nykyisiin menetelmiin ja osoittavat, että i) se on nopea, ii) kestävä ylisovitusta vastaan ja iii) tuottaa hyvin harvoja luokittelijoita.

**Tulos**

Samankaltaisuusoppiminen todistettavasti tarkkaan harvaan lineaariseen luokitteluun

**Esimerkki 2.2356**

Aiemmat työt ovat osoittaneet, että syvissä neuroverkoissa malliparametrien (verkon painojen) numeerisen tarkkuuden vähentäminen on tehokasta, mutta myös se, että aktivointien tarkkuuden vähentäminen haittaa mallin tarkkuutta paljon enemmän kuin malliparametrien tarkkuuden vähentäminen. Tutkimme järjestelmiä, joiden avulla verkot voidaan kouluttaa alusta alkaen käyttäen pienennetyn tarkkuuden aktivointeja ilman, että mallin tarkkuus kärsii. Vähennämme aktivointikarttojen tarkkuutta (yhdessä malliparametrien kanssa) käyttämällä uutta kvantisointijärjestelmää ja lisäämällä suodatinkarttojen määrää kerroksessa, ja havaitsemme, että tämä järjestelmä kompensoi tai ylittää täyden tarkkuuden perusverkon tarkkuuden. Tämän tuloksena voidaan vähentää merkittävästi dynaamisen muistin jalanjälkeä, muistin kaistanleveyttä ja laskentatehoa sekä nopeuttaa koulutus- ja päättelyprosessia asianmukaisella laitteistotuella. Kutsumme järjestelmäämme WRPN:ksi (Wide Reduced Precision Networks). Raportoimme tuloksia ehdotettujen järjestelmiemme avulla ja osoitamme, että tuloksemme ovat parempia kuin aiemmin raportoidut tarkkuudet ILSVRC-12-tietokannassa ja samalla laskennallisesti edullisempia kuin aiemmin raportoidut pienennetyn tarkkuuden verkot.

**Tulos**

WRPN: Koulutus ja päättely käyttäen laajoja pienennetyn tarkkuuden verkkoja (Wide Reduced-Precision Networks)

**Esimerkki 2.2357**

Vuoden 2011 lopulla Unesco nosti fadon ihmiskunnan suullisen ja aineettoman perinnön joukkoon. Tämän tutkimuksen tavoitteena on kehittää työkalu fado-musiikin automaattiseen tunnistamiseen äänisignaalin perusteella. Tätä varten äänisignaalista kerättiin taajuusspektriin liittyviä ominaisuuksia: Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) -kertoimien ja signaalin energian lisäksi signaalia analysoitiin kahdella taajuusalueella, jotka antoivat lisätietoa. Testit suoritettiin sekä 10-kertaisella ristiinvalidointiasetuksella (tarkkuus 97,6 %) että perinteisellä koulutus- ja testausasetuksella (tarkkuus 95,8 %). Hyvät tulokset heijastavat sitä, että Fado on hyvin omaleimainen musiikkityyli.

**Tulos**

Automaattinen fadomusiikin luokittelu

**Esimerkki 2.2358**

Käyttäjien tuottaman verkkosisällön tunneanalyysi on tärkeää monissa sosiaalisen median analyysitehtävissä. Tutkijat ovat pitkälti tukeutuneet tekstimuotoiseen sentimenttianalyysiin kehittäessään järjestelmiä poliittisten vaalien ennustamiseen, talousindikaattoreiden mittaamiseen ja niin edelleen. Viime aikoina sosiaalisen median käyttäjät käyttävät yhä enemmän kuvia ja videoita ilmaistakseen mielipiteitään ja jakaakseen kokemuksiaan. Tällaisen laajamittaisen visuaalisen sisällön tunneanalyysi voi auttaa paremmin poimimaan käyttäjien tunteita tapahtumia tai aiheita kohtaan, kuten kuvatwiiteissä, joten tunteiden ennustaminen visuaalisesta sisällöstä täydentää tekstimuotoista tunneanalyysia. Motivaationa on tarve hyödyntää suuren mittakaavan mutta meluisia harjoitusaineistoja erittäin haastavan kuvien tunneanalyysin ongelman ratkaisemiseksi, joten käytämme konvolutiivisia neuroverkkoja (Convolutional Neural Networks, CNN). Suunnittelemme ensin sopivan CNN-arkkitehtuurin kuvien tunteiden analysointia varten. Saamme puoli miljoonaa harjoitusnäytettä käyttämällä Flickr-kuvien merkitsemiseen perustason tunnealgoritmia. Jotta voimme hyödyntää tällaista meluisaa koneellisesti merkittyä dataa, käytämme progressiivista strategiaa syväverkon hienosäätämiseksi. Lisäksi parannamme suorituskykyä Twitter-kuvissa indusoimalla domain-siirtoa pienellä määrällä manuaalisesti merkittyjä Twitter-kuvia. Olemme tehneet laajoja kokeita manuaalisesti merkittyjen Twitter-kuvien kanssa. Tulokset osoittavat, että ehdotetulla CNN:llä voidaan saavuttaa parempi suorituskyky kuvien tunneanalyysissä kuin kilpailevilla algoritmeilla.

**Tulos**

Vankka kuvien tunneanalyysi käyttäen progressiivisesti koulutettuja ja toimialueelta siirrettyjä syviä verkkoja.

**Esimerkki 2.2359**

Satunnaistettujen kliinisten tutkimusten julkaistujen tulosten systemaattinen käyttö on<lb>kasvavan tärkeää näyttöön perustuvassa lääketieteessä. Mahdollisesti lukuisista tutkimuksista saatujen tulosten kokoamiseksi ja analysoimiseksi käytetään näyttötaulukoita, jotka kuvaavat kiinnostavien interventioiden joukkoa koskevia tutkimuksia. Näyttöön perustuvassa<lb>taulukossa on sarakkeet potilasryhmälle, kullekin verrattavalle interventiolle, vertailuperusteelle (esim. osuus<lb>joka on selvinnyt hengissä viiden vuoden kuluttua hoidosta) ja kullekin tulokselle.<lb>Nykyisin on työlästä lukea jokainen julkaistu artikkeli<lb>ja poimia tiedot näyttöön perustuvaan taulukkoon jokaista kenttää varten. On<lb>tehdy joitakin NLP-tutkimuksia, joissa tutkitaan, miten joitakin piirteitä papereista<lb>voidaan poimia tai ainakin tunnistaa asiaankuuluvat lauseet. Kuitenkin <lb>puutteena on NLP-järjestelmä, jonka avulla voitaisiin järjestelmällisesti poimia jokainen todistetaulukkoon tarvittava tieto<lb>. Me vastaamme tähän tarpeeseen yhdistämällä<lb>maksimientropialuokittimen ja kokonaislukuisen lineaarisen ohjelmoinnin<lb>yhdistelmän. Jälkimmäistä käytämme käsittelemään rajoituksia, jotka koskevat sitä, mikä on hyväksyttävä<lb>luokitus poimittaville piirteille. Kokeellisilla tuloksilla osoitamme, että globaalien rajoitusten käyttämisestä on huomattavaa hyötyä (esimerkiksi<lb>potilasryhmää ja toimenpiteitä kuvaavien piirteiden on esiinnyttävä ennen vertailun tuloksia kuvaavia piirteitä).

**Tulos**

Näyttötaulukoiden poimiminen satunnaistettujen kliinisten tutkimusten tiivistelmistä käyttäen maksimi-entropian luokittelua ja globaaleja rajoitteita.

**Esimerkki 2.2360**

Keskivertoälypuhelimeen on asennettu noin sata sovellusta. Sovellusten suuri määrä ja laitteen näytöllä näytettävien sovelluskuvakkeiden rajallinen määrä edellyttävät uutta ajattelutapaa, jolla niiden näkyvyys käyttäjälle voidaan ratkaista. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta online-algoritmia, jolla voidaan dynaamisesti ennustaa joukko sovelluksia, joita käyttäjä todennäköisesti käyttää. Algoritmi toimii käyttäjän laitteessa ja oppii jatkuvasti käyttäjän tottumuksia tiettynä ajankohtana, sijainnin ja laitteen tilan. Se on suunniteltu auttamaan käyttäjää aktiivisesti navigoimaan haluttuun sovellukseen sekä tarjoamaan henkilökohtaisen tunteen, ja näin ollen sen tavoitteena on maksimoida AUC. Osoitamme sekä teoreettisesti että empiirisesti, että algoritmi maksimoi AUC:n ja tuottaa hyviä tuloksia 1000 laitteen joukossa.

**Tulos**

Sovellusten käytön kontekstipohjainen ennustaminen

**Esimerkki 2.2361**

Turvallisuusvalvonta on yksi tärkeimmistä kysymyksistä älykkäissä kaupungeissa, erityisesti terrorismin aikakaudella. Useiden (video)kameroiden käyttöönotto on yleinen valvontatapa. Kun otetaan huomioon ajoneuvojen metropoleille tarjoama loputon voima, ajoneuvoliikenteen hyödyntäminen kameroiden sijoitusstrategioiden suunnittelussa voisi mahdollisesti helpottaa turvallisuusvalvontaa. Tämä artikkeli on ensimmäinen yritys luoda yhteys ajoneuvoliikenteen ja turvallisuusvalvonnan välille, mikä on kriittinen ongelma älykkäille kaupungeille. Odotamme, että tutkimuksemme voisi vaikuttaa valvontakameroiden sijoittelua koskevaan päätöksentekoon ja edistää lisää tutkimusta periaatteellisista turvallisuusvalvontatavoista, jotka hyödyttävät fyysisen maailman elämäämme.

**Tulos**

Ajoneuvoliikenteen ohjaama kameran sijoittaminen parempaan Metropolis Security Surveillance -valvontaan

**Esimerkki 2.2362**

Tutkimme monikierroksisen vastauksen tuottamista chat-roboteissa, joissa vastaus tuotetaan keskustelun kontekstin mukaan. Olemassa olevissa töissä on mallinnettu kontekstin hierarkiaa, mutta niissä ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota siihen, että kontekstin sanat ja lausumat ovat eri tavoin tärkeitä. Tämän seurauksena ne saattavat menettää tärkeää tietoa kontekstista ja tuottaa epäolennaisia vastauksia. Ehdotamme hierarkkista toistuvaa huomioverkkoa (HRAN), jolla mallinnetaan molemmat näkökohdat yhtenäisessä kehyksessä. HRAN:ssa hierarkkinen huomiomekanismi kiinnittää huomiota tärkeisiin osiin lausumien sisällä ja niiden välillä sanatason huomiolla ja lausumatason huomiolla. Sanatason huomion avulla sanatason koodaajan piilovektorit syntetisoidaan lausevektoreiksi ja syötetään lausetason koodaajalle kontekstin piilotettujen representaatioiden rakentamiseksi. Kontekstin piilovektorit käsitellään sitten lausetason huomiolla ja muodostetaan kontekstivektoreiksi vastauksen dekoodausta varten. Sekä automaattiseen arviointiin että ihmisen tekemiin arviointeihin perustuvat empiiriset tutkimukset osoittavat, että HRAN voi olla huomattavasti parempi kuin nykyaikaiset mallit monikäännösvastausten tuottamisessa.

**Tulos**

Hierarkkinen rekursiivinen huomioverkko vastausten tuottamiseen

**Esimerkki 2.2363**

Viimeisten viiden vuoden aikana kirjallisuudessa on ehdotettu lukuisia uusia aikasarjojen luokittelualgoritmeja. Näitä algoritmeja on arvioitu Kalifornian yliopiston Riversiden aikasarjaluokitusarkiston 47 aineiston osajoukoilla. Arkistoa on hiljattain laajennettu 85 tietokokonaisuuteen, joista yli puolet on lahjoitettu East Anglian yliopiston tutkijoilta. Aiemmissa arvioinneissa algoritmien vertailu on ollut vaikeaa. Esimerkiksi on käytetty useita eri ohjelmointikieliä, kokeissa on käytetty vain yhtä koulutus- ja testijaksoa ja joissakin on käytetty normalisoitua dataa ja toisissa ei. Arkiston uudelleenkäynnistäminen tarjoaa ajankohtaisen tilaisuuden arvioida algoritmeja perusteellisesti suuremmalla määrällä tietokokonaisuuksia. Olemme toteuttaneet 18 hiljattain ehdotettua algoritmia yhteisellä Java-kehyksellä ja verranneet niitä kahteen vakiomuotoiseen vertailuluokittajaan (ja toisiinsa) tekemällä 100 uudelleennäytteenottokokeilua kullakin 85:stä tietokokonaisuudesta. Käytämme näitä tuloksia testataksemme useita hypoteeseja, jotka liittyvät siihen, ovatko algoritmit merkittävästi tarkempia kuin vertailuluokittelijat ja toisilleen. Tuloksemme osoittavat, että vain yhdeksän näistä algoritmeista on merkittävästi tarkempia kuin molemmat vertailutapaukset ja että yksi luokittelija, Collective of Transformation Ensembles, on merkittävästi tarkempi kuin kaikki muut. Kaikki kokeilumme ja tuloksemme ovat toistettavissa: julkaisemme kaikki koodimme, tuloksemme ja kokeelliset yksityiskohdat, ja toivomme, että nämä kokeilut muodostavat pohjan uusien algoritmien tarkemmalle testaamiselle tulevaisuudessa.

**Tulos**

The Great Time Series Classification Bake Off: äskettäin ehdotettujen algoritmien kokeellinen arviointi. Laajennettu versio

**Esimerkki 2.2364**

Tässä artikkelissa ehdotetaan yksinkertaista testiä, jolla voidaan testata sanan tai lauseen kompositionaalisuutta (eli kirjaimellista käyttöä) kontekstisidonnaisella tavalla. Testi on laskennallisesti yksinkertainen, sillä se ei tarvitse ulkoisia resursseja ja käyttää vain joukon koulutettuja sanavektoreita. Kokeet osoittavat, että ehdotettu menetelmä on kilpailukykyinen uusimpaan tekniikkaan verrattuna ja että se osoittaa suurta tarkkuutta kontekstisidonnaisen kompositionaalisuuden havaitsemisessa useissa luonnollisen kielen ilmiöissä (idiomaattisuus, sarkasmi, metafora) eri aineistoissa useilla eri kielillä. Keskeinen oivallus on, että kompositionaalisuus yhdistetään sanojen upotusten omituiseen geometriseen ominaisuuteen, joka on itsenäisesti kiinnostava.

**Tulos**

Kompositionaalisuuden geometria

**Esimerkki 2.2365**

Keskustelemme useista muutoksista ja laajennuksista aiempaan ehdotettuun Cnvlutin (CNV) -kiihdyttimeen verrattuna syväoppimisverkon konvoluutio- ja täysin yhdistetyille kerroksille. Kuvaamme ensin tehottomiksi katsottujen aktivointien erilaisia koodauksia. Koodauksilla on erilaiset muistin ylikuormitus- ja energiaominaisuudet. Ehdotamme, että käytämme indirektiotasoa, kun aktivointeja käytetään muistista, jotta niiden muistijalanjälkeä voidaan pienentää tallentamalla vain tehokkaat aktivoinnit. Esittelemme myös muunnetun organisaation, joka havaitsee tehottomiksi katsotut aktivoinnit, kun niitä haetaan muistista. Tämä eroaa alkuperäisestä rakenteesta, jossa ne havaittiin edellisen kerroksen ulostulossa. Lopuksi esittelemme laajennetun CNV:n, joka voi myös ohittaa tehottomat painotukset.

**Tulos**

Cnvlutin2: Syvä neuroverkko-laskenta tehottomalla aktivoinnilla ja painovapaudella

**Esimerkki 2.2366**

Tässä asiakirjassa ehdotetaan kloonivalintaperiaatteeseen perustuvaa valvomatonta luokittelualgoritmia, jonka nimi on UCSC (Unsupervised Clonal Selection Classification). Uusi ehdotettu algoritmi on dataan perustuva ja itse mukautuva, se säätää parametrejaan datan mukaan, jotta luokittelutoiminto olisi mahdollisimman nopea. UCSC:n suorituskykyä arvioidaan vertaamalla sitä tunnettuun K-means-algoritmiin käyttämällä useita keinotekoisia ja todellisia aineistoja. Kokeet osoittavat, että ehdotettu UCSC-algoritmi on luotettavampi ja että sen luokittelutarkkuus on korkea verrattuna perinteisiin luokittelumenetelmiin, kuten K-means-menetelmään. Yleiset termit Mallintunnistus, algoritmit.

**Tulos**

Valvomaton luokittelu Immune-algoritmia käyttäen

**Esimerkki 2.2367**

Pisimmän kaaren säilyttävän yhteisen osajoukon ongelma on NP-kova kombinatorinen optimointiongelma laskennallisen biologian alalta. Ongelmaa sovelletaan erityisesti kaariannotoitujen ribonukleiinihapposekvenssien (RNA) vertailussa. Tässä työssä ehdotamme yksinkertaista hybridi-evoluutioalgoritmia tämän ongelman ratkaisemiseksi. Algoritmin tärkein ominaisuus koskee ratkaisujen yhdistämiseen perustuvaa crossover-operaattoria. Ratkaisujen yhdistämisessä kaksi tai useampia ongelman ratkaisuja yhdistetään, ja tarkkaa tekniikkaa käytetään parhaan ratkaisun löytämiseksi tämän yhdistämisen sisällä. Kokeellisesti osoitetaan, että ehdotettu algoritmi on parempi kuin kirjallisuudessa käytetty heuristiikka.

**Tulos**

Ratkaisujen yhdistämiseen perustuva hybridi-evoluutioalgoritmi pisimmän kaaren säilyttävän yhteisen jatkumon ongelmaan

**Esimerkki 2.2368**

Esitämme ensimmäisen laajan arvioinnin siitä, miten erityyppisten kontekstien käyttäminen sanojen upotusten oppimiseen vaikuttaa suorituskykyyn monenlaisissa sisäisissä ja ulkoisissa NLP-tehtävissä. Tuloksemme viittaavat siihen, että vaikka sisäisissä tehtävissä on taipumus suosia tiettyjä kontekstityyppejä ja korkeampaa dimensiota, optimaalisten asetusten löytäminen useimmissa tarkastelemissamme ulkoisissa tehtävissä vaatii huolellisempaa viritystä. Lisäksi näissä ulkoisissa tehtävissä havaitsimme, että kun upotuksen ulottuvuuden kasvattamisesta saatava hyöty on suurimmaksi osaksi käytetty, eri kontekstityypeillä opittujen sanojen upotusten yksinkertainen yhdistäminen voi parantaa suorituskykyä entisestään. Lisäksi ehdotamme skip-gram-mallin uutta muunnelmaa, joka oppii sanojen upotuksia korvaavien sanojen painotetuista konteksteista.

**Tulos**

Kontekstityyppien ja ulottuvuuden merkitys sanojen sulautusten oppimisessa

**Esimerkki 2.2369**

Verkkosovellusten automaattiseen testaamiseen käytetään yleensä indeksointiin perustuvia tekniikoita, joiden avulla voidaan louhia käyttäytymismalleja, tutkia tila-avaruuksia tai havaita sovellusten rikotut invariantit. Nykyisissä indeksoijissa on kuitenkin määritettävä manuaalisesti säännöt, joiden avulla tunnistetaan syöttötekstikenttien aiheet, kuten kirjautumistunnukset, salasanat, sähköpostit, päivämäärät ja puhelinnumerot. Lisäksi yhtä sovellusta koskevat säännöt eivät useinkaan sovellu toiseen sovellukseen. Kun useat säännöt ovat ristiriidassa keskenään ja vastaavat syötetyn tekstikentän useampaan kuin yhteen aiheeseen, voi olla vaikea määrittää, mikä sääntö ehdottaa parempaa vastaavuutta. Tässä artikkelissa esitellään luonnollisen kielen lähestymistapa, jonka avulla voidaan automaattisesti tunnistaa indeksoinnin aikana kohdattujen syöttökenttien aiheet vertaamalla semanttisesti niiden samankaltaisuuksia merkityssä korpuksessa olevien syöttökenttien kanssa. Arvioinnissa, jossa käytimme 100 todellista lomaketta, ehdotettu lähestymistapa osoitti vertailukelpoista suorituskykyä sääntöpohjaiseen lähestymistapaan verrattuna. Kokeemme osoittavat myös, että sääntöpohjaisen lähestymistavan tarkkuutta voidaan parantaa jopa 19 prosenttia, kun se yhdistetään lähestymistapaamme.

**Tulos**

Semanttisen samankaltaisuuden käyttäminen syötteen aiheen tunnistamiseen indeksointiin perustuvassa verkkosovellusten testauksessa

**Esimerkki 2.2370**

Ehdotamme sarjaa rekursiivisia ja kontekstuaalisia neuroverkkomalleja monivalintakysymyksiin vastaamiseen Visual7W-tietokannan avulla. Kirjallisuudessa esiintyvien mallien monimutkaisuuden erilaisten suuntausten perusteella tutkimme mallin ilmaisuvoiman ja yksinkertaisuuden välistä tasapainoa tutkimalla asteittain monimutkaisempia arkkitehtuureja. Aloitamme syöttökysymysten ja vastausten LSTM-koodauksella, rakennamme tämän päälle kontekstin luomisen LSTM-koodauksilla neuraalisista kuva- ja kysymysrepresentaatioista ja huomion kiinnittämisestä kuviin ja arvioimme malliemme ja niiden muodostaman kokonaisuuden monimuotoisuutta ja ennustuskykyä. Kaikkia malleja arvioidaan verrattuna nykyiseen huipputason malliin, joka koostuu yksinkertaisesta sanasäkkien ja CNN-edustusten yhdistämisestä tekstin ja kuvien osalta. Yleisesti ottaen havaitsimme mallien välillä huomattavaa vaihtelua kuvien päättelykyvyn suhteen, mikä ei käy ilmi niiden kokonaissuorituskyvystä, ja havaitsimme myös viitteitä tietokokonaisuuksien vinoutumisesta. Yksittäiset mallit saavuttavat jopa 64,6 prosentin tarkkuuden, kun taas kaikkien mallien kokonaisuus saavuttaa parhaan tarkkuuden 66,67 prosenttia, joka on 0,5 prosentin sisällä Visual7W:n nykyisestä huipputason tarkkuudesta.

**Tulos**

Toistuvat ja kontekstuaaliset mallit visuaalisiin kysymyksiin vastaamiseen

**Esimerkki 2.2371**

Stokastinen verkkosuunnittelu on yleinen kehys verkon liitettävyyden optimointiin. Sillä on useita sovelluksia laskennallisessa kestävyydessä, mukaan lukien luonnonsuojelun suunnittelu, katastrofeja edeltävä verkon valmistelu ja jokiverkoston optimointi. Aiemmissa töissä on yleisesti oletettu, että verkostoparametrit (esim. lajien kolonisaation todennäköisyys) tunnetaan tarkasti, mikä on epärealistista todellisissa olosuhteissa. Siksi käsittelemme vankan jokiverkoston suunnittelun ongelmaa, jossa tavoitteena on optimoida jokien yhteydet kalojen liikkumista varten poistamalla esteitä. Oletamme, että kalojen kulkutodennäköisyydet tunnetaan vain epätarkasti, mutta ne ovat joidenkin välirajojen sisällä. Tämän jälkeen kehitämme suunnittelumenetelmän, joka laskee politiikat, joilla on joko korkea robustisuhde tai alhainen katumus. Empiirisesti lähestymistapamme skaalautuu hyvin suuriin jokiverkostoihin. Lisäksi esitämme näkemyksiä robustin lähestymistapamme tuottamista ratkaisuista, joiden robustisuhde on huomattavasti korkeampi kuin perusratkaisun, jossa käytetään keskimääräisiä parametriestimaatteja.

**Tulos**

Puurakenteisen stokastisen verkon suunnittelun kestävä optimointi

**Esimerkki 2.2372**

Tietojen analysoinnissa latentit muuttujat ovat keskeisessä asemassa, koska niiden avulla voidaan saada tehokkaita käsityksiä monista erilaisista ilmiöistä biologisista tieteistä ihmistieteisiin. Latenttipuumalli, joka on erityinen todennäköisyysgraafisten mallien tyyppi, ansaitsee huomiota. Sen yksinkertainen rakenne, puu, mahdollistaa yksinkertaisen ja tehokkaan päättelyn, kun taas latentit muuttujat kuvaavat monimutkaisia suhteita. Viime vuosikymmenen aikana latenttipuumalli on ollut merkittävän teoreettisen ja metodologisen kehityksen kohteena. Tässä katsauksessa ehdotamme kattavaa tutkimusta tästä mallista. Aluksi teemme yhteenvedon mallin perustana olevista keskeisistä ajatuksista. Toiseksi selitämme, miten se voidaan tehokkaasti oppia datasta. Kolmanneksi havainnollistamme sen käyttöä kolmenlaisissa sovelluksissa: latenttirakenteiden löytäminen, moniulotteinen klusterointi ja todennäköisyyspohjainen päättely. Lopuksi esitämme yhteenvedon ja lupaavat suuntaviivat alan tulevalle tutkimukselle.

**Tulos**

Katsaus latenttipuumalleihin ja sovelluksiin

**Esimerkki 2.2373**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta tietoon perustuvaa lähestymistapaa aktiiviseen oppimiseen: Learning Active Learning (LAL). LAL:n keskeinen ajatus on kouluttaa regressori, joka ennustaa odotettavissa olevan virheen vähenemisen mahdolliselle näytteelle tietyssä oppimistilassa. Käsitellessämme kyselyjen valintamenettelyä regressio-ongelmana emme ole rajoittuneet käsittelemään olemassa olevia AL-heuristiikkoja, vaan opimme strategioita, jotka perustuvat aiemmista aktiivisen oppimisen kokeista saatuihin kokemuksiin. Osoitamme, että LAL voidaan oppia yksinkertaisesta keinotekoisesta 2D-tietoaineistosta ja että sen avulla saadaan strategioita, jotka toimivat hyvin todellisessa aineistossa monilta eri aloilta. Lisäksi, jos aktiivisen oppimisen käynnistämiseen on käytettävissä joitain alakohtaisia näytteitä, LAL-strategia voidaan räätälöidä tiettyä ongelmaa varten.

**Tulos**

Aktiivisen oppimisen oppiminen todellisesta ja synteettisestä datasta

**Esimerkki 2.2374**

Tässä artikkelissa tarkastelemme matriisien täydentämisen ongelmaa ja paljastamme sen läheiset suhteet algebralliseen geometriaan, kombinatoriikkaan ja graafiteoriaan. Esitämme ensimmäiset välttämättömät ja riittävät kombinatoriset ehdot sille, että matriisit, joilla on mielivaltainen arvo, ovat tunnistettavissa matriisien merkintöjen joukosta, mikä johtaa teoreettisiin rajoituksiin ja uusiin algoritmeihin matriisien täydentämisongelmaa varten. Lopuksi arvioidaan algoritmisesti annettujen ehtojen ja algoritmien tiukkuutta käytännössä merkityksellisille matriisikokoluokille ja osoitetaan, että algebrallis-kombinatorinen lähestymistapa voi johtaa parannuksiin verrattuna nykyisiin matriisien täydennysmenetelmiin.

**Tulos**

Yhdistelmäalgebrallinen lähestymistapa matalan rangen matriisien täydennyksen tunnistettavuuteen

**Esimerkki 2.2375**

Ehdotamme uudenlaista lähestymistapaa, jolla voidaan vähentää BPTT-algoritmin (backpropagation through time) muistin kulutusta rekursiivisten neuroverkkojen (RNN) koulutuksessa. Lähestymistapamme käyttää dynaamista ohjelmointia tasapainottaakseen kompromissin välitulosten välimuistiin tallentamisen ja uudelleenlaskennan välillä. Algoritmi pystyy sopimaan tiukasti lähes mihin tahansa käyttäjän asettamaan muistibudjettiin ja samalla löytämään optimaalisen suorituskäytännön, joka minimoi laskentakustannukset. Laskentalaitteilla on rajallinen muistikapasiteetti, ja laskentasuorituskyvyn maksimointi kiinteällä muistibudjetilla on käytännöllinen käyttötapaus. Tarjoamme asymptoottisia laskennallisia ylärajoja eri järjestelmille. Algoritmi on erityisen tehokas pitkille sekvensseille. Kun sekvenssin pituus on 1000, algoritmimme säästää 95 % muistin käytöstä ja käyttää vain kolmanneksen enemmän aikaa per iteraatio kuin tavallinen BPTT.

**Tulos**

Muistitehokas takaisinkulkeutuminen ajassa

**Esimerkki 2.2376**

Tutkimuksessamme tunnistetaan Wikipedian artikkeleissa olevat lauseet, jotka ovat joko identtisiä tai hyvin samankaltaisia, soveltamalla tekniikoita, joilla voidaan havaita lähes päällekkäisiä verkkosivuja. Tämä toteutetaan käyttämällä minhashin MapReduce-toteutusta sellaisten lauseiden klustereiden tunnistamiseksi, joilla on suuri Jaccard-yhdennäköisyys. Osoitamme, että nämä klusterit voidaan luokitella kuuteen eri tyyppiin, joista kaksi on erityisen mielenkiintoisia: identtiset lauseet osoittavat, missä määrin Wikipedian sisältöä kopioidaan ja liimataan, ja lähes identtiset lauseet, joissa todetaan ristiriitaisia tosiseikkoja, viittaavat Wikipedian laatuun liittyviin ongelmiin.

**Tulos**

Kaksinkertaisen ja ristiriitaisen tiedon tunnistaminen Wikipediasta

**Esimerkki 2.2377**

Valokuvien retusoinnin avulla valokuvaajat voivat luoda dramaattisia visuaalisia vaikutelmia parantamalla valokuviaan taiteellisesti tyylillisillä väri- ja sävysäädöillä. Se on kuitenkin myös aikaa vievä ja haastava tehtävä, joka vaatii edistyneempiä taitoja, jotka ylittävät satunnaisvalokuvaajien kyvyt. Automaattisen algoritmin käyttäminen on houkutteleva vaihtoehto manuaaliselle työlle, mutta tällaisella algoritmilla on monia esteitä. Monet valokuvaustyylit perustuvat hienovaraisiin säätöihin, jotka riippuvat kuvan sisällöstä ja jopa sen semantiikasta. Lisäksi nämä säädöt vaihtelevat usein alueellisesti. Näiden ominaisuuksien vuoksi nykyiset automaattiset algoritmit ovat vielä rajallisia ja kattavat vain osan näistä haasteista. Viime aikoina syvä koneoppiminen on osoittanut ainutlaatuisia kykyjä käsitellä vaikeita ongelmia, jotka ovat pitkään vastustaneet konealgoritmeja. Tämä motivoi meitä tutkimaan syväoppimisen käyttöä kuvankäsittelyn yhteydessä. Tässä artikkelissa selitämme, miten automaattisen valokuvien säätämisen ongelma muotoillaan tälle lähestymistavalle sopivalla tavalla. Esittelemme myös kuvan kuvaajan, joka ottaa huomioon kuvan paikallisen semantiikan. Kokeemme osoittavat, että syväoppimisen muotoilumme, jota sovelletaan näiden kuvaajien avulla, onnistuu hienostuneiden valokuvatyylien kuvaamisessa. Toisin kuin aiemmat tekniikat, se voi erityisesti mallintaa paikallisia säätöjä, jotka riippuvat kuvan semantiikasta. Osoitamme useilla esimerkeillä, että näin saadaan tuloksia, jotka ovat laadullisesti ja määrällisesti parempia kuin aiemmat työt.

**Tulos**

Automaattinen valokuvan säätö syväoppimisen avulla

**Esimerkki 2.2378**

Tutkimme sanojen upotusten integrointia luokitteluominaisuuksina laajamittaisessa tekstiluokittelussa. Tällaisia esityksiä on käytetty lukuisissa tehtävissä, mutta niiden soveltamista luokittelutilanteissa, joissa on tuhansia luokkia, ei ole tutkittu laajasti, mikä johtuu osittain laitteistorajoituksista. Tässä työssä tarkastelemme tehokkaita kompositiofunktioita, joiden avulla sanatason upotuksista saadaan asiakirjatason upotuksia, ja sen jälkeen tutkimme niiden yhdistämistä perinteisiin yhden kuun koodaukseen perustuviin representaatioihin. Esittämällä empiiristä näyttöä suurista, moniluokkaisista ja monimerkkisistä luokitusongelmista osoitamme tämän yhdistelmän tehokkuuden ja suorituskykyedut.

**Tulos**

Empiirinen tutkimus laajamittaisesta tekstiluokittelusta skip-grammien upotusten avulla.

**Esimerkki 2.2379**

Esittelemme toistuvan neuroverkkoarkkitehtuurin tienpinnan märkyyden automaattista havaitsemista varten renkaiden ja tienpinnan vuorovaikutuksen äänitiedoista. Lähestymistapamme kestävyyttä arvioidaan 785 826 äänitiedostolla, jotka kattavat laajan valikoiman ajoneuvon nopeuksia, ympäristöstä tulevia ääniä, tienpintatyyppejä ja päällysteen olosuhteita, mukaan lukien kansainvälisen karheusindeksin (IRI) arvot 25 in/mi:stä 1400 in/mi:iin. Mallin harjoittelu ja arviointi suoritetaan eri teillä, jotta ympäristö- ja muiden ulkoisten tekijöiden vaikutus luokittelun tarkkuuteen olisi mahdollisimman pieni. Saavutamme painottamattoman keskimääräisen palautustuloksen (UAR), joka on 93,2 prosenttia kaikilla ajoneuvon nopeuksilla, mukaan lukien 0 mph. Luokittelija toimii edelleen nopeudella 0 mph, koska erotteleva signaali on läsnä muiden ohi ajavien ajoneuvojen äänessä.

**Tulos**

Tien pinnan märkyyden havaitseminen äänestä: Syväoppiminen

**Esimerkki 2.2380**

Big Datan aikakausi on herättänyt ennennäkemätöntä kiinnostusta tehokkaaseen tallennukseen ja nopeaan lähimmän naapurin hakuun tarkoitettujen hashausalgoritmien kehittämiseen. Useimmissa nykyisissä töissä opitaan hash-funktioita, jotka ovat piirrearvojen numeerisia kvantisointeja projisoidussa piirreavaruudessa. Tässä työssä ehdotamme uutta hash-oppimiskehystä, jossa numeeristen arvojen sijasta koodataan ominaisuuksien järjestysjärjestykset useissa optimaalisissa matalaulotteisissa järjestysalavaruuksissa. Muotoilemme ranking-alitilojen oppimisongelman kappalemääräisesti lineaarisen koveran-konveksisen funktion optimointina ja esittelemme kaksi versiota algoritmistamme: toisessa optimoidaan itsenäisesti kukin hash-bitti ja toisessa hyödynnetään peräkkäistä oppimiskehystä. Työmme on Winner-TakeAll (WTA) -hash-perheen yleistys, ja se nauttii luonnollisesti kaikista rank-korrelaatiomittojen numeerisen vakauden eduista ja on samalla optimoitu niin, että saavutetaan korkea tarkkuus hyvin lyhyellä koodin pituudella. Vertaamme sitä useisiin uusimpiin hashausalgoritmeihin sekä valvotulla että valvomattomalla alalla ja osoitamme ylivoimaisen suorituskyvyn useissa aineistoissa.

**Tulos**

Rank Subspace Learning for Compact Hash Codes -oppiminen kompakteille koodeille

**Esimerkki 2.2381**

Semanttisen roolin merkitsemisellä (SRL) tarkoitetaan lauseen predikaatti-argumenttirakenteen tunnistamista. Sitä pidetään tyypillisesti tärkeänä vaiheena luonnollisen kielen käsittelyprosessissa, sillä se tarjoaa tietoa myöhemmille tehtäville, kuten tiedon louhinnalle ja kysymyksiin vastaamiselle. Koska semanttiset esitykset liittyvät läheisesti syntaktisiin esityksiin, hyödynnämme syntaktista tietoa mallissamme. Ehdotamme versiota graafikonvoluutioverkoista (GCN), jotka ovat hiljattain syntaktisten riippuvuusgrafiikkojen mallintamiseen soveltuva monikerroksisten neuroverkkojen luokka, joka toimii graafeissa. Syntaktisten riippuvuuspuiden GCN:iä käytetään lauseen koodaajina, jotka tuottavat lauseen sanojen piileviä ominaisuustiedostoja ja keräävät tietoa, joka on merkityksellistä semanttisten esitysten ennustamisen kannalta. GCN-kerrokset täydentävät LSTM-kerroksia: kun GCN- ja LSTM-kerrokset yhdistetään, saavutetaan huomattava parannus jo valmiiksi huipputason LSTM SRL-malliin verrattuna, ja tuloksena on parhaat raportoidut tulokset standardivertailussa (CoNLL-2009) sekä kiinan että englannin kielellä.

**Tulos**

Lauseiden koodaaminen graafisten konvoluutioverkkojen avulla semanttisten roolien merkitsemistä varten

**Esimerkki 2.2382**

LSTD on suosittu algoritmi arvofunktion approksimointiin. Aina kun piirteiden määrä on suurempi kuin näytteiden määrä, siihen on liitettävä jonkinlainen säännönmukaistaminen. Erityisesti `1-säännöstelymenetelmillä on taipumus suorittaa ominaisuuksien valinta edistämällä harvennusta, joten ne soveltuvat hyvin korkea-ulotteisiin ongelmiin. Koska LSTD ei kuitenkaan ole yksinkertainen regressioalgoritmi, vaan sillä ratkaistaan kiintopisteproblematiikka, sen yhdistäminen `1-säännöstelyyn ei ole suoraviivaista ja siihen saattaa liittyä joitakin haittoja (esim. LASSO-TD:n P-matriisioletus). Tässä artikkelissa esitellään uusi algoritmi, joka saadaan integroimalla LSTD Dantzigin valitsijan kanssa. Tutkimme ehdotetun algoritmin suorituskykyä ja sen suhdetta olemassa oleviin regularisoituihin lähestymistapoihin ja osoitamme, miten se korjaa joitakin niiden haittoja.

**Tulos**

Dantzigin valitsijan lähestymistapa ajallisen eron oppimiseen

**Esimerkki 2.2383**

Tässä artikkelissa esitetään teoreettinen analyysi moninäkymien upottamisesta - ominaisuuksien upottamisesta, joka voidaan oppia merkitsemättömästä datasta ennustamalla yksi näkymä toisesta. Todistamme sen hyödyllisyyden valvotussa oppimisessa tietyin edellytyksin. Tulos selittää joidenkin olemassa olevien menetelmien, kuten sanojen upottamisen, tehokkuutta. Tämän teorian pohjalta ehdotamme uutta puolivalvottua oppimiskehystä, joka oppii pienten tekstialueiden moninäkymäisen upotuksen konvoluutiohermoverkkojen avulla. Tästä kehyksestä johdettu menetelmä päihittää nykyaikaiset menetelmät tunteiden luokittelussa ja aiheiden luokittelussa.

**Tulos**

Puolivalvottu oppiminen usean näkymän upottamisen avulla: Convolutional Neural Networks: Theory and Application with Convolutional Neural Networks (Teoria ja sovellus konvolutiivisilla neuroverkoilla).

**Esimerkki 2.2384**

Tässä artikkelissa käsitellään joukkojen ennustamista syväoppimisen avulla. Tämä on tärkeää, koska monien tietokonenäkötehtävien, kuten kuvien merkitsemisen ja objektien havaitsemisen, tulosteet ilmaistaan luonnollisesti pikemminkin joukkoina kuin vektoreina. Toisin kuin vektorin, joukon kokoa ei ole ennalta määrätty, ja se on muuttumaton sen sisällä olevien olioiden järjestyksen suhteen. Määrittelemme todennäköisyyden joukkojakaumalle ja opimme sen parametrit syvän neuroverkon avulla. Johdamme myös häviön joukon kardinaalisuutta vastaavan diskreetin jakauman ennustamiseen. Joukkojen ennustamista demonstroidaan moniluokkaisten kuvien luokittelun ja jalankulkijoiden havaitsemisen ongelmissa. Lähestymistapamme tuottaa huipputuloksia molemmissa tapauksissa vakiotietoaineistoissa.

**Tulos**

DeepSetNet: Joukkojen ennustaminen syvien neuroverkkojen avulla: Predicting Sets with Deep Neural Networks

**Esimerkki 2.2385**

Radiomiikka on osoittautunut tehokkaaksi syövän ennusteeksi, ja sitä on aiemmin sovellettu menestyksekkäästi keuhko-, rinta-, eturauhas- ja pään ja kaulan alueen syöpätutkimuksissa. Nämä radiomiikkaan perustuvat menetelmät perustuvat kuitenkin ennalta määritettyihin, käsin laadittuihin radiomiikan ominaisuuksiin, jotka voivat rajoittaa niiden kykyä luonnehtia syövän ainutlaatuisia piirteitä. Tässä tutkimuksessa esittelemme uudenlaisen radiomiikan kehyksen, jossa löydämme suoraan mukautettuja radiomisia piirteitä saatavilla olevasta lääketieteellisestä kuvantamisdatasta. Hyödynnämme erityisesti uusia StochasticNet-radiomiikan sekvenssereitä yksilöllisten radiomiikan piirteiden poimimiseksi, jotka on räätälöity yksilöllisten syöpäkudosfenotyyppien kuvaamiseen. Käyttämällä StochasticNetin radiomisia sekvenssereitä, jotka on löydetty keuhkojen tietokonetomografia-aineiston avulla, suoritamme binäärisen luokittelun 42 340 keuhkovauriolle, jotka on saatu 93 potilaan tietokonetomografiakuvista LIDC-IDRI-tietokannassa. Alustavat tulokset osoittavat merkittävää parannusta aiempiin huipputason menetelmiin verrattuna, mikä osoittaa ehdotetun radiomiikan löytöradiomiikan kehyksen potentiaalia syövän seulonnan ja diagnosoinnin parantamisessa.

**Tulos**

Discovery Radiomics StochasticNet-sekvensserien avulla syövän havaitsemiseksi

**Esimerkki 2.2386**

Luonnollisella immuunijärjestelmällä on elintärkeä rooli kaikkien elävien olentojen selviytymisessä. Se tarjoaa mekanismin, jolla se voi puolustautua ulkoisilta saalistajilta, mikä tekee siitä johdonmukaisen järjestelmän, joka kykenee sopeutumaan selviytymiseen muutosten sattuessa. Ihmisen immuunijärjestelmä on motivoinut tiedemiehiä ja insinöörejä löytämään tehokkaita tiedonkäsittelyalgoritmeja, joilla on ratkaistu monimutkaisia teknisiä tehtäviä. Tässä asiakirjassa tarkastellaan yhtä monista mahdollisuuksista ratkaista ongelma moniagenttiskenaariossa, jossa useita robotteja käytetään yhteisesti tavoitteen saavuttamiseksi. Lopullinen tavoite riippuu yksittäisen robotin suorituskyvystä ja sen selviytymisestä ilman, että se menettää energiaansa yli ennalta määritellyn kynnysarvon, käyttämällä evolutiivista laskentatekniikkaa, jota kutsutaan muuten keinotekoiseksi immuunijärjestelmäksi ja joka jäljittelee biologista immuunijärjestelmää.

**Tulos**

Keinotekoinen immuunijärjestelmämalli resurssien jakamista varten hajautetuissa ympäristöissä useiden toimijoiden kesken

**Esimerkki 2.2387**

Miten valeuutiset leviävät sosiaalisen median kautta? Miten sen leviämismalli eroaa todellisista tarinoista? Tässä artikkelissa pyrimme ratkaisemaan ongelman, joka liittyy huhujen eli väärennettyjen tietojen tunnistamiseen mikroblogipostauksista niiden leviämisrakenteen perusteella. Mallinnamme ensin mikroblogipostausten leviämistä leviämispuiden avulla, jotka antavat arvokkaita vihjeitä siitä, miten alkuperäinen viesti leviää ja kehittyy ajan mittaan. Sen jälkeen ehdotamme ydinpohjaista menetelmää nimeltä Propagation Tree Kernel, joka ottaa talteen korkeatasoisia malleja, jotka erottavat toisistaan erityyppiset huhut arvioimalla niiden leviämispuurakenteiden samankaltaisuuksia. Kokeelliset tulokset kahdella reaalimaailman tietokokonaisuudella osoittavat, että ehdotettu ytimeen perustuva lähestymistapa voi havaita huhut nopeammin ja tarkemmin kuin nykyiset huhujen havaitsemismallit.

**Tulos**

Huhujen havaitseminen mikroblogipostituksista käyttämällä leviämisrakennetta ydinoppimisen avulla

**Esimerkki 2.2388**

Esittelemme sanakirjoihin perustuvan lähestymistavan rasismin havaitsemiseen hollantilaisissa sosiaalisen median kommenteissa, jotka haettiin kahdelta julkiselta belgialaiselta sosiaalisen median sivustolta, jotka todennäköisesti herättävät rasistisia reaktioita. Useat kommentoijat merkitsivät kommentit rasistisiksi tai ei-rasistisiksi. Lähestymistapaamme varten luotiin kolme diskurssisanastoa: ensin luotiin sanasto hakemalla harjoitusaineistosta mahdollisesti rasistisia ja neutraalimpia termejä ja sitten täydensimme niitä yleisempiä sanoja, joilla poistettiin ennakkoluuloja. Toinen sanakirja luotiin automaattisella laajentamisella käyttäen word2vec-mallia, joka oli koulutettu suurella hollantilaisen yleisen tekstin korpuksella. Lopuksi luotiin kolmas sanakirja suodattamalla manuaalisesti virheelliset laajennukset pois. Koulutimme useita tukivektorikoneita käyttäen sanakirjojen sanojen jakautumista eri luokkiin ominaisuuksina. Parhaiten menestynyt malli käytti manuaalisesti puhdistettua sanakirjaa ja sai rasistisen luokan osalta F-tuloksen 0,46 testijoukossa, joka koostui näkymättömistä hollanninkielisistä kommenteista, jotka oli haettu samoilta sivustoilta, joita käytettiin koulutusjoukossa. Sanakirjan automaattinen laajentaminen paransi mallin suorituskykyä vain hieman, eikä tämä suorituskyvyn lisäys ollut tilastollisesti merkitsevä. Se, että laajennettujen sanakirjojen kattavuus kasvoi, osoittaa, että automaattisesti lisätyt sanat esiintyivät korpuksessa, mutta ne eivät pystyneet vaikuttamaan merkittävästi suorituskykyyn. Sanakirjat, koodi ja menettely korpuksen pyytämiseksi ovat saatavilla osoitteessa: https://github.com/clips/hades.

**Tulos**

Sanakirjoihin perustuva lähestymistapa rasismin havaitsemiseen hollantilaisessa sosiaalisessa mediassa

**Esimerkki 2.2389**

Ehdotamme tehokasta optimointialgoritmia, jolla valitaan harjoitteluaineiston osajoukko Gaussin prosessin regression harvennuksen aikaansaamiseksi. Algoritmi estimoi indusoivan joukon ja hyperparametrit käyttämällä yhtä tavoitetta, joko marginaalista todennäköisyyttä tai variationaalista vapaata energiaa. Tilan ja ajan monimutkaisuus on lineaarinen harjoitusjoukon koon suhteen, ja algoritmia voidaan soveltaa suuriin regressio-ongelmiin diskreeteillä tai jatkuvilla alueilla. Empiirinen arviointi osoittaa, että diskreettisissä tapauksissa suorituskyky on huippuluokkaa ja jatkuvissa tapauksissa kilpailukykyisiä tuloksia.

**Tulos**

Tehokas optimointi harvan Gaussin prosessin regressiolle

**Esimerkki 2.2390**

Distributed constraint optimization (DCOP) -ongelmat ovat suosittu tapa muotoilla ja ratkaista agenttien koordinointiongelmia. DCOP-ongelma on ongelma, jossa useat agentit koordinoivat arvojaan siten, että tuloksena olevien rajoituskustannusten summa on minimaalinen. DCOP-ongelmia on usein toivottavaa ratkaista muistin rajallisilla ja asynkronisilla algoritmeilla. Esittelemme Branch-and-Bound ADOPT:n (BnB-ADOPT), muistiin rajoittuvan asynkronisen DCOP-hakualgoritmin, joka käyttää tunnetun muistiin rajoittuvan asynkronisen DCOP-hakualgoritmin ADOPT:n (Modi, Shen, Tambe ja Yokoo, 2005) viestinvälitys- ja kommunikaatiorakennetta, mutta muuttaa ADOPT:n hakustrategian best-first-hausta syvyyssuuntaiseksi branch-and-bound-hauksi. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että BnB-ADOPT löytää kustannusminimaalisia ratkaisuja jopa kertaluokkaa nopeammin kuin ADOPT useille suurille DCOP-ongelmille ja on yhtä nopea kuin NCBB, muistiin sidottu synkroninen DCOP-hakualgoritmi, useimmille näistä DCOP-ongelmista. Lisäksi on usein toivottavaa löytää DCOP-ongelmiin rajoitetun virheen ratkaisuja kohtuullisessa ajassa, koska kustannusminimaalisten ratkaisujen löytäminen on NP-vaikeaa. Nykyinen rajoitetun virheen approksimaatiomekanismi antaa käyttäjille mahdollisuuden määrittää vain absoluuttisen virherajan ratkaisukustannuksille, mutta suhteellinen virheraja on usein intuitiivisempi. Esitämme siis kaksi uutta rajoitetun virheen approksimointimekanismia, jotka mahdollistavat suhteellisen virherajan, ja toteutamme ne BnB-ADOPT:n päälle.

**Tulos**

Asynkroninen haarautuva ja sidottu DCOP-algoritmi

**Esimerkki 2.2391**

Internetistä ja Redditin kaltaisista verkkofoorumeista on tullut yhä suositumpi väline, jossa kansalaiset voivat osallistua poliittisiin keskusteluihin. Pseudonyymien käytön mahdollisuudesta johtuva estevaikutus voi kuitenkin näkyä loukkaavana puheena, mikä tekee poliittisista keskusteluista entistä aggressiivisempia ja polarisoivampia. Tällaiset ympäristöt voivat johtaa kohteidensa häirintään ja itsesensuuriin. Tässä artikkelissa esittelemme alustavia tuloksia laajamittaisesta ajallisesta mittauksesta, jonka tarkoituksena on kvantifioida loukkaavuutta poliittisissa verkkokeskusteluissa. Mittausten mahdollistamiseksi kehitämme ja arvioimme loukkaavan puheen luokittelijan. Sen jälkeen käytämme tätä luokittelijaa määrittämään ja vertailemaan loukkaavuutta poliittisessa ja yleisessä kontekstissa. Teemme tutkimuksemme käyttäen tietokantaa, joka sisältää yli 168 miljoonaa Reddit-kommenttia, jotka yli 7 miljoonaa salanimeä on tehnyt tammikuun 2015 ja tammikuun 2017 välisenä aikana - ajanjakso, joka kattaa useita erimielisyyksiä herättäviä poliittisia tapahtumia, mukaan lukien vuoden 2016 Yhdysvaltain presidentinvaalit.

**Tulos**

Loukkaavan puheen mittaaminen poliittisessa verkkokeskustelussa

**Esimerkki 2.2392**

Rakennusten toiminnan ymmärtämisestä on tullut haastava tehtävä, koska energiatehokkaista rakennuksista tallennetaan suuri määrä tietoa. Asiantuntijat käyttävät nykyäänkin visuaalisia työkaluja tietojen analysointiin. Jotta tehtävästä tulisi realistinen, tässä asiakirjassa on ehdotettu menetelmää, jolla rakennusten erilaiset kuviot voidaan havaita automaattisesti. K-Means-klusterointia käytetään jäähdyttimen ON-jaksojen (käyttöjaksojen) automaattiseen tunnistamiseen. Seuraavassa vaiheessa ON-syklit muunnetaan symbolisiksi SAX-menetelmällä (Symbolic Aggregate Approximation). Tämän jälkeen SAX-symbolit muunnetaan sanapussiesitykseksi hierarkkista klusterointia varten. Lisäksi ehdotettua tekniikkaa sovelletaan adsorptiojäähdyttimen todellisiin tietoihin. Lisäksi ehdotetun menetelmän ja DTW-menetelmän (dynamic time warping) tuloksia käsitellään ja verrataan keskenään. Avainsanat- Rakennuksen energiatehokkuus; vianhaku ja -määritys (FDD); klusterointi; symbolinen aggregaattiapproksimaatio (symbolic aggregate approximation, SAX); sanapussin esitys (Bag of words representation, BoWR); hierarkkinen klusterointi; dynaaminen aikapoiminta (DTW); suorituskerroin (Coefficient of Performance, COP).

**Tulos**

Erilaisten mallien löytäminen rakennusten tiedoista käyttämällä sanapussin (bag of words) esitystä ja klusterointia.

**Esimerkki 2.2393**

Avoimen alueen hajautetut tietoon perustuvat sovellukset perustuvat terveeseen tietoon, joka on väistämättä epävarmaa ja epätäydellistä. Jotta monitulkintaisista tiedoista voitaisiin tehdä hyödyllisiä johtopäätöksiä, on käsiteltävä epävarmuustekijöitä ja ristiriitoja kokonaisvaltaisessa tarkastelussa. Mitkään integroidut kehykset eivät ole toimivia ilman epävarmuuksista aiheutuvien ristiriitojen perusteellista analyysia. Tässä esityksessä tehdään tällainen analyysi ja ehdotetaan tuloksen perusteella integroitua kehystä. Kehyksessämme laajennetaan definitiivistä argumentaatioteoriaa epävarmuuden mallintamiseen. Se tukee kolmea näkemystä ristiriitaisesta ja epävarmasta tiedosta. Siten tietämysinsinöörit voivat tehdä erilaisia johtopäätöksiä sovelluskontekstista (eli näkemyksestä) riippuen. Esitämme myös havainnollistavan esimerkin strategisen päätöksenteon tuesta osoittaaksemme kehyksemme käytännön hyödyllisyyden.

**Tulos**

Ristiriitaisten argumenttien ratkaiseminen epävarmuustekijöiden vallitessa

**Esimerkki 2.2394**

Huulilta lukeminen tarkoittaa tekstin tulkitsemista puhujan suun liikkeistä. Perinteiset lähestymistavat jakavat ongelman kahteen vaiheeseen: visuaalisten piirteiden suunnitteluun tai oppimiseen ja ennustamiseen. Uudemmat syvät huultenlukulähestymistavat ovat päästä päähän -koulutettavia (Wand et al., 2016; Chung & Zisserman, 2016a). Olemassa olevat työt, jotka koskevat päästä päähän koulutettuja malleja, suorittavat kuitenkin vain sanaluokittelua, eivät lausetason sekvenssin ennustamista. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ihmisen huulilukusuoritus kasvaa pidemmillä sanoilla (Easton & Basala, 1982), mikä osoittaa ajallisen kontekstin vangitsevien piirteiden tärkeyden moniselitteisessä viestintäkanavassa. Tämän havainnon perusteella esittelemme LipNetin, mallin, joka kartoittaa vaihtelevan pituisen videokuvasarjan tekstiksi hyödyntäen spatiotemporaalisia konvoluutioita, rekurrenssiverkkoa ja konnektionistista temporaalista luokittelutappiota ja joka on koulutettu kokonaan päästä päähän. Tietojemme mukaan LipNet on ensimmäinen alusta loppuun lauseen tason huulilukumalli, joka oppii samanaikaisesti spatiotemporaalisia visuaalisia piirteitä ja sekvenssimallia. GRID-korpuksessa LipNet saavuttaa 95,2 prosentin tarkkuuden lausetason, päällekkäisen puhujan erottelutehtävässä, mikä on parempi kuin kokeneilla ihmisen huulenlukijoilla ja aiemmalla 86,4 prosentin sanatason state-of-the-art-tarkkuudella (Gergen et al., 2016).

**Tulos**

LIPNET: END-TO-END LAUSE-TASON HUULTENLUKU

**Esimerkki 2.2395**

Lineaarisen diskriminaatioanalyysin (Linear Discriminant Analysis, LDA) tiedetään olevan optimaalinen Bayesin virheen minimoimiseksi binääriluokittelussa, kun oletetaan normaalius ja homoskedastisuus. Heteroskedastisessa tapauksessa LDA:n ei taata minimoivan tätä virhettä. Jos oletetaan heteroskedastisuus, johdetaan lineaarinen luokittelija, Gaussin lineaarinen diskriminantti (GLD), joka suoraan minimoi Bayesin virheen binääriluokittelussa. Lisäksi ehdotamme LNS-algoritmia (Local Neighbourhood Search), jolla saadaan vankempi luokittelija, jos tiedetään, että aineisto ei jakaudu normaalisti. Arvioimme ehdotettuja luokittelijoita kahdella keinotekoisella ja kymmenellä todellisella tietokokonaisuudella, jotka kattavat monenlaisia sovellusalueita, kuten käsialan tunnistuksen, lääketieteellisen diagnostiikan ja kaukokartoituksen, ja vertaamme algoritmiamme olemassa oleviin LDA-lähestymistapoihin ja muihin lineaarisiin luokittelijoihin. GLD:n osoitetaan päihittävän alkuperäisen LDA-menettelyn luokittelutarkkuuden osalta heteroskedastisuuden vallitessa. Vaikka GLD:tä voidaan verrata muihin olemassa oleviin heteroskedastisiin LDA-menetelmiin, se vaatii jopa 60 kertaa vähemmän koulutusaikaa joissakin tietokokonaisuuksissa. Vertailumme tukivektorikoneeseen (SVM) osoittaa myös, että GLD yhdessä LNS:n kanssa vaatii jopa 150 kertaa vähemmän koulutusaikaa saavuttaakseen vastaavan luokittelutarkkuuden joissakin aineistoissa. Näin ollen algoritmimme voivat tarjota edullisen ja luotettavan vaihtoehdon luokitteluun monissa asiantuntijajärjestelmissä.

**Tulos**

Lineaarisen luokittimen suunnittelu heteroskedastisuuden vallitessa lineaarisessa diskriminaatioanalyysissä

**Esimerkki 2.2396**

Motivaationa on QoS-vaatimusten ajoaikainen todentaminen itsesopeutuvissa ja itseorganisoituvissa järjestelmissä, jotka pystyvät konfiguroimaan rakenteensa ja käyttäytymisensä uudelleen vastauksena ajoaikaisiin tietoihin, joten ehdotamme QoS-tietoista Thompsonin näytteenoton muunnelmaa moniampuville bandiiteille. Sitä voidaan soveltaa tilanteissa, joissa käden QoS-tyytyväisyys on varmistettava suurella varmuudella tehokkaasti sen sijaan, että etsittäisiin optimaalinen käsi ja minimoitaisiin katumus. Alustavat kokeelliset tulokset kannustavat jatkotutkimukseen QoS-tietoisen päätöksenteon alalla.

**Tulos**

QoS-tietoiset moniaseiset rosvot

**Esimerkki 2.2397**

Käyttäytymispuita käytetään yleisesti robotiikan ja pelien agenttien mallintamiseen, joissa ihmisen on suunniteltava rajoitettu käyttäytyminen, jotta voidaan taata, että agentit suorittavat tietyn toimintaketjun tietyn havaintojoukon perusteella. Tällaisilla sovellusalueilla oppiminen on toivottava ominaisuus, joka antaa agenteille kyvyn sopeutua ja parantaa vuorovaikutusta ihmisten ja ympäristön kanssa, mutta usein se hylätään sen epäluotettavuuden vuoksi. Tässä artikkelissa ehdotamme kehystä, jossa käytetään vahvistusoppimissolmuja osana käyttäytymispuita, jotta voidaan ratkaista ongelma, joka liittyy oppimisominaisuuksien lisäämiseen rajoitetuissa agenteissa. Näytämme, miten tämä kehys liittyy hierarkkisen vahvistusoppimisen vaihtoehtoihin, varmistamme sisäkkäisten oppimissolmujen konvergenssin ja osoitamme empiirisesti, että oppimissolmut eivät vaikuta puun muiden solmujen suorittamiseen.

**Tulos**

Puitteet rajoitetuille ja mukautuville käyttäytymiseen perustuville agenteille (Framework for Constrained and Adaptive Behavior-Based Agents)

**Esimerkki 2.2398**

Viime aikoina on ollut havaittavissa kasvava suuntaus käyttää syväoppimisympäristöjä sekä 2D-kuluttajakuviin että 3D-lääketieteellisiin kuviin. Syväoppimisympäristöjä on kuitenkin pyritty käyttämään vain vähän verisuonten volumetriseen segmentointiin. Halusimme puuttua tähän tarjoamalla vapaasti saatavilla olevan tietokokonaisuuden, joka sisältää 12 kommentoitua kahden fotonin verisuonimikroskopiakuvaa. Esittelimme sekä 2D- että 3D-konvoluutiosuodattimista koostuvan syväoppimiskehyksen (ConvNet) käyttöä. Hybridinen 2D-3D-arkkitehtuurimme tuotti lupaavan segmentointituloksen. Johdimme arkkitehtuurit Lee et al.:lta, jotka käyttivät ZNN-kehystä, joka oli alun perin suunniteltu elektronimikroskooppikuvien segmentointiin. Toivomme, että jakamalla volumetriset verisuonitietoaineistomme innostamme muita tutkijoita kokeilemaan verisuonitietoaineistoja ja parantamaan käytettyjä verkkoarkkitehtuureja.

**Tulos**

Syväoppivat konvoluutioverkot multifotonimikroskopian verisuoniston segmentointiin

**Esimerkki 2.2399**

Toisen asteen optimointimenetelmillä, kuten luonnollisella gradienttilaskeutumisella, voidaan nopeuttaa neuroverkkojen koulutusta korjaamalla häviöfunktion kaarevuutta. Valitettavasti tarkkaa luonnollista gradienttia on epäkäytännöllistä laskea suurille malleille, ja useimmat approksimaatiot joko vaativat kalliin iteratiivisen menettelyn tai tekevät karkean approksimaation kaarevuudelle. Esittelemme Kronecker Factors for Convolution (KFC), joka on helposti lähestyttävä Fisherin matriisin approksimaatio konvoluutioverkoille ja joka perustuu strukturoituun todennäköisyysmalliin, joka koskee takaperin etenevien derivaattojen jakaumaa. Vastaavasti kuin äskettäin ehdotetussa Kronecker-Factored Approximate Curvature (K-FAC) -menetelmässä, Fisherin likimääräisen matriisin jokainen lohko hajoaa pienten matriisien Kronecker-tuotteena, mikä mahdollistaa tehokkaan invertoinnin. KFC:llä saadaan tärkeää kaarevuusinformaatiota, mutta samalla saadaan verrattain tehokkaita päivityksiä stokastiseen gradienttilaskeutumiseen (SGD) verrattuna. Osoitamme, että päivitykset ovat muuttumattomia yleisesti käytetyille uudelleenparametrisoinneille, kuten aktivointien keskittämiselle. Kokeissamme likimääräinen luonnollinen gradienttilaskeutuminen KFC:n avulla pystyi kouluttamaan konvoluutioverkkoja useita kertoja nopeammin kuin huolellisesti viritetty SGD. Lisäksi se pystyi kouluttamaan verkkoja 10-20 kertaa vähemmän iteraatioita kuin SGD, mikä viittaa sen mahdolliseen soveltuvuuteen hajautetussa ympäristössä.

**Tulos**

Kronecker-faktoroitu likimääräinen Fisherin matriisi konvoluutiokerroksia varten.

**Esimerkki 2.2400**

Rekursiiviset neuroverkot skaalautuvat huonosti, koska niiden tilalaskentaa on vaikea rinnakkaistaa. Esimerkiksi ht:n laskenta eteenpäin estyy, kunnes koko ht-1:n laskenta on päättynyt, mikä on merkittävä pullonkaula rinnakkaislaskennassa. Tässä työssä ehdotamme vaihtoehtoista RNN-toteutusta yksinkertaistamalla tarkoituksellisesti tilalaskentaa ja ottamalla käyttöön enemmän rinnakkaisuutta. Ehdotettu rekursiivinen yksikkö toimii yhtä nopeasti kuin konvoluutiokerros ja 5-10 kertaa nopeammin kuin cuDNN-optimoitu LSTM. Osoitamme yksikön tehokkuuden monissa eri sovelluksissa, kuten luokittelussa, kysymysten vastaamisessa, kielen mallintamisessa, kääntämisessä ja puheentunnistuksessa. Avoimen lähdekoodin toteutuksemme on PyTorch ja CNTK1.

**Tulos**

RNN:ien kouluttaminen yhtä nopeasti kuin CNN:ien

**Esimerkki 2.2401**

String Kernel (SK) -tekniikat, erityisesti ne, jotka käyttävät aukkoisia k-merseitä ominaisuuksina (gk), ovat menestyneet hyvin DNA-, proteiini- ja tekstisekvenssien luokittelussa. Huipputason gk-SK toimii kuitenkin erittäin hitaasti, kun sanakirjan kokoa kasvatetaan (⌃) tai sallitaan useampi epäsuhta (M). Tämä johtuu siitä, että nykyinen gk-SK käyttää trie-pohjaista algoritmia laskeakseen yhteensopimattomien osajonojen yhteisesiintyvyyden, mikä aiheuttaa O(⌃ ):een verrannollisia aikakustannuksia. Ehdotamme nopeaa algoritmia Gapped k-mer Kernelin laskemiseen laskennan avulla (GaKCo). GaKCo käyttää assosiatiivisia matriiseja osajonojen yhteisesiintymisen laskemiseen käyttäen kumulatiivista laskentaa. Tämä algoritmi on nopea, skaalautuva suuremmille ⌃- ja M-arvoille ja luonnollisesti rinnakkaistettavissa. Esitämme tiukan asymptoottisen analyysin, jossa GaKCo:ta verrataan gk-SK:hon. Teoreettisesti GaKCo:n aikakustannukset ovat riippumattomia ⌃-termistä, joka hidastaa trie-pohjaista lähestymistapaa. Kokeellisesti havaitaan, että GaKCo saavuttaa saman tarkkuuden kuin huipputekniikan ratkaisu ja ylittää sen nopeuden kertoimilla 2, 100 ja 4 luokiteltaessa DNA-sekvenssejä (5 tietokokonaisuutta), proteiineja (12 tietokokonaisuutta) ja merkkipohjaista englanninkielistä tekstiä (2 tietokokonaisuutta).

**Tulos**

GaKCo: Nopea Gapped k-mer-merkkijonoydin, joka käyttää laskentaa.

**Esimerkki 2.2402**

Mallin luominen on teoreemantodistusta täydentävä ongelma, ja se on tärkeä esimerkiksi turvallisuusprotokollien, ohjelmien ja terminologisten määritelmien virheen analysoinnissa ja virheiden korjaamisessa. Tässä asiakirjassa käsitellään useita tapoja parantaa alhaalta ylöspäin suuntautuvan mallintamisen paradigmaa. Kaksi tärkeintä panosta ovat uudet, yleistetyt estotekniikat ja uusi range-restriction-muunnos. Estotekniikat perustuvat yksinkertaisiin syöttöjoukon muunnoksiin sekä tavanomaisiin tasa-arvon päättely- ja redundanssin poistotekniikoihin. Nämä tarjoavat yleisiä menetelmiä pienten, äärellisten mallien löytämiseksi. Range-restriction-muunnos tarkentaa olemassa olevia muunnoksia range-restricted-lausekkeisiin rajoittamalla huolellisesti toimialueen termien luomista. Kaikkia esiteltyjen tekniikoiden ja klassisen range-restriction-tekniikan mahdollisia yhdistelmiä testattiin TPTP:n version 6.0.0 lausekkeisiin liittyvissä ongelmissa SPASS-teoreemantarkistimeen perustuvalla toteutuksella, jossa käytetään hyperresoluution kaltaista tarkennusta. Rajoittamaton alueen estäminen antoi parhaat tulokset tyydyttävissä ongelmissa, mikä osoittaa, että se on tehokas tekniikka, joka on välttämätön alhaalta ylöspäin suuntautuville mallintamismenetelmille. Sekä yhdessä uuden aluetta rajoittavan muunnoksen että klassisen aluetta rajoittavan muunnoksen kanssa on saatu hyviä tuloksia. Termien luomisen rajoittaminen päättelyprosessin aikana käyttämällä uutta aluetta rajoittavaa muunnosta on tuottanut tulosta, erityisesti kun sitä käytetään yhdessä siirtymämuunnoksen kanssa. Kokeelliset tulokset osoittavat myös, että klassinen kantaman rajoittaminen rajoittamattomalla estolla on hyödyllinen täydentävä menetelmä. Kaiken kaikkiaan tulokset osoittivat, että alhaalta ylöspäin suuntautuvat mallintamismenetelmät olivat hyviä lauseiden kumoamisessa ja mallien tuottamisessa tyydyttävissä ongelmissa, mutta vähemmän tehokkaita kuin SPASS automaattisessa tilassa tyydyttämättömissä ongelmissa.

**Tulos**

Estäminen ja muut parannukset Bottom-Up-mallien luomismenetelmiin (Bottom-Up)

**Esimerkki 2.2403**

Luetun ymmärtämistehtävä, jossa kysytään kysymyksiä tietystä todistusaineistosta, on keskeinen ongelma luonnollisen kielen ymmärtämisessä. Tehtävän viimeaikaisissa muotoiluissa on tyypillisesti keskitytty vastausten valintaan joukosta ehdokkaita, jotka on määritetty manuaalisesti tai ulkoisen NLP-putken avulla. Rajpurkar et al. (2016) julkaisivat kuitenkin hiljattain SQUAD-tietokannan, jossa vastaukset voivat olla mielivaltaisia merkkijonoja annetusta tekstistä. Tässä artikkelissa keskitymme tähän vastausten louhintatehtävään ja esittelemme uudenlaisen malliarkkitehtuurin, joka rakentaa rekursiivisen verkon avulla tehokkaasti kiinteän pituisia representaatioita kaikista todistusasiakirjan väleistä. Osoitamme, että eksplisiittisten jännevälirepresentaatioiden pisteytys parantaa suorituskykyä merkittävästi verrattuna muihin lähestymistapoihin, joissa ennuste kerrotaan sanoja tai alku- ja loppumerkkejä koskeviin erillisiin ennusteisiin. Lähestymistapamme parantaa Wangin & Jiangin (2016) parhaita julkaistuja tuloksia 5 % ja pienentää Rajpurkarin ym. perustason virhettä > 50 %.

**Tulos**

EKSTRAKTIIVINEN KYSYMYKSIIN VASTAAMINEN

**Esimerkki 2.2404**

Tavoite: Potilaiden mahdollisuus päästä omiin sähköisiin potilastietoihinsa sähköisten potilasportaalien kautta voi parantaa potilaskeskeistä hoitoa. Lääketieteellisen jargonin, jota EHR-muistiinpanoissa on runsaasti, on kuitenkin todettu olevan esteenä potilaan EHR-muistiinpanojen ymmärtämiselle. Olemassa olevat tietopankit, jotka yhdistävät lääketieteellisen jargonin maallikkotermiin tai määritelmiin, ovat tärkeitä tämän ongelman lieventämisessä, mutta niiden kattavuus lääketieteellisestä jargonista koostuvissa EHR-tietokannoissa on heikko. Kehitimme tietoon perustuvan lähestymistavan, jossa EHR-tietokantoja hyödynnetään lääketieteellisen jargonin tunnistamiseksi ja luokittelemiseksi sen tärkeyden perusteella potilaille, jotta voidaan tukea EHR-keskeisten maallikkokielen resurssien rakentamista. Menetelmät: Kehitimme tukivektorikoneisiin perustuvan innovatiivisen mukautetun etävalvontamallin (ADS), jonka avulla EHR-tietokannoista löytyvä lääketieteellinen jargon voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen. Etävalvonnassa käytimme avointa, yhteistoiminnallista kuluttajien terveyssanastoa, joka on laaja, julkisesti saatavilla oleva resurssi, joka yhdistää maallikkotermit lääketieteelliseen jargoniin. Tutkimme sekä tietoon perustuvia piirteitä Unified Medical Language Systemistä että hajautettuja sanarepresentaatioita (word embeddings), jotka on opittu merkitsemättömistä suurista korpuksista. Arvioimme ADS-mallia käyttämällä lääkärin tunnistamia tärkeitä lääketieteellisiä termejä. Tulokset: ADS-mallimme ylitti merkittävästi kaksi uusinta automaattista termintunnistusmenetelmää, TF\*IDF:n ja C-arvon, sillä niiden ROC-AUC-arvo oli 0,810 verrattuna 0,710:een ja 0,667:ään. Mallimme tunnisti yli 10 000 tärkeää lääketieteellistä termiä sen jälkeen, kun se oli rankannut yli 100 000 termiehdokasta, jotka oli poimittu yli 7500:sta EHR-kertomuksesta. Päätelmät: Työmme on tärkeä askel kohti sellaisten leksikaalisten resurssien rikastamista, jotka yhdistävät lääketieteellisen jargonin maallikoiden termeihin/määritelmiin, jotta voidaan tukea potilaiden EHR-tietojen ymmärtämistä. Tunnistetut lääketieteellisen jargonin termit ja niiden sijoitukset ovat saatavilla pyynnöstä.

**Tulos**

Lääketieteellisen jargonin sijoittaminen sähköisten terveystietojen muistiinpanoihin mukautetun etävalvonnan avulla.

**Esimerkki 2.2405**

Tässä työssä esitellään tehokas puhe-tekstimuunnin mobiilisovellusta varten. Tärkein motiivi on laatia järjestelmä, joka antaisi optimaalisen suorituskyvyn monimutkaisuuden, tarkkuuden, viiveen ja muistivaatimusten suhteen mobiiliympäristössä. Puheesta tekstiksi -muunnin koostuu kahdesta vaiheesta, nimittäin etupään analyysistä ja hahmontunnistuksesta. Etupään analyysi käsittää esikäsittelyn ja ominaisuuksien louhinnan. Perinteiset puheaktiivisuuden havaitsemisalgoritmit, jotka jäljittävät vain energiaa, eivät pysty onnistuneesti tunnistamaan potentiaalista puhetta syötteestä, koska myös ei-toivotussa puheosassa on jonkin verran energiaa ja se vaikuttaa puheelta. Ehdotetussa järjestelmässä käytetään VAD-järjestelmää, joka laskee korkeataajuisen osan energian erikseen nollan ylitysnopeutena erottaakseen kohinan puheesta. Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) -menetelmää käytetään ominaisuuksien louhintamenetelmänä ja Generalized Regression Neural Network -verkkoa tunnistimena. MFCC:n avulla saadaan alhainen sanavirheprosentti ja parempi ominaisuuksien erottelu. Neuroverkko parantaa tarkkuutta. Näin ollen pieni tietokanta, joka sisältää kaikki käyttäjän mahdolliset tavut, riittää antamaan tunnistustarkkuuden, joka on lähempänä 100 prosenttia. Näin ollen ehdotettu tekniikka mahdollistaa reaaliaikaisten puhujasta riippumattomien sovellusten, kuten matkapuhelinten ja kämmentietokoneiden, toteuttamisen.

**Tulos**

Puhujasta riippumaton jatkuva puhe tekstiksi muunnin mobiilisovellukseen

**Esimerkki 2.2406**

Ehdotamme tietoteoreettista kehystä akustisen mallinnuksen kvantitatiivista arviointia varten Piilomarkov-malliin (HMM) perustuvaa automaattista puheentunnistusta varten. Akustinen mallintaminen tuottaa HMM:n sanan alatilojen todennäköisyydet lyhyelle puheen akustisten piirteiden ajalliselle ikkunalle. Asetamme ASR:n viestintäkanavaksi, jossa syötetyn sanan osatodennäköisyydet välittävät tietoa HMM:n tilasekvenssistä. Akustisen mallin laatua mitataan siten tämän kanavan kautta välitetyn tiedon perusteella. Prosessi, jossa todennäköisin HMM-tilajärjestys päätellään alasanojen todennäköisyyksistä, tunnetaan dekoodauksena. HMM-pohjaisessa dekoodauksessa oletetaan, että akustinen malli tuottaa tarkkoja tilatason todennäköisyyksiä ja että taustalla olevan piilotetun tilan mukainen datajakauma on riippumaton kaikista muista sekvenssin tiloista. Määritämme 1) akustisen mallin tarkkuuden ja 2) sen kestävyyden datan ja HMM:n ehdollisen riippumattomuusoletuksen välisen epäsuhdan suhteen eräiden keskinäisen informaation suureiden avulla. Tässä yhteydessä syvän neuroverkon (DNN) jälkitodennäköisyyksien hyödyntäminen johtaa yksinkertaiseen ja suoraviivaiseen analyysikehykseen, jonka avulla voidaan arvioida akustisen mallin puutteita HMM-pohjaisessa dekoodauksessa. Tämän analyysin avulla voimme arvioida Gaussin sekoitusakustista mallia (GMM) ja monien piilokerrosten merkitystä DNN:ssä ilman eksplisiittistä puheentunnistusta. Lisäksi se valottaa matalaulotteisten mallien osuutta akustisen mallinnuksen parantamisessa, jotta se vastaisi paremmin HMM-pohjaisen dekoodauksen vaatimuksia.

**Tulos**

DNN-HMM-akustisen mallinnuksen tietoteoreettinen analyysi

**Esimerkki 2.2407**

Koneoppiminen (ML) on osoittautunut erityisen hyödylliseksi haittaohjelmien havaitsemisessa. Koska haittaohjelmat kuitenkin kehittyvät hyvin nopeasti, haittaohjelmista poimittujen ominaisuuksien vakaus on kriittinen kysymys haittaohjelmien havaitsemisessa. Syväoppimisen viimeaikainen menestys kuvantunnistuksessa, luonnollisen kielen käsittelyssä ja konekääntämisessä osoittaa, että haittaohjelmien havaitsemisen tehokkuuden vakauttamiseen on olemassa potentiaalinen ratkaisu. Tässä tutkimuksessa emme ole poimineet Android-sovelluksista valittuja piirteitä (esim. op-koodin, luokkien, funktioiden metodien ja niiden kutsumisajankohtien ohjausvirta jne.). Kehitämme oman menetelmän Android-sovellusten kääntämiseksi rgb-värikoodiksi ja muunnamme ne kiinteäkokoiseksi koodatuksi kuvaksi. Tämän jälkeen koodattu kuva syötetään konvoluutiohermoverkkoon (CNN) automaattista ominaisuuksien louhintaa ja oppimista varten, mikä vähentää asiantuntijan toimenpiteitä. Syväoppimiseen liittyy yleensä suuri määrä parametreja, joita ei voida oppia vain pienestä tietokokonaisuudesta. Tällä tavoin olemme tällä hetkellä keränneet 1500 000 Android-sovellusnäytettä, ajaneet järjestelmäämme näille 800 000 haittaohjelmanäytteelle (hyvänlaatuiset ja haitalliset näytteet ovat suurin piirtein samankokoisia) ja pystymme havaitsemaan haittaohjelmat tehokkaasti myös back-end-tietokantamme avulla (60 miljoonaa kuukausittaista aktiivista käyttäjää ja 10 000 uutta haittaohjelmanäytettä päivässä). Uskomme, että menetelmämme ja vastaava syväoppimisen haittaohjelmaluokituksen käyttö voivat voittaa Android-haittaohjelmien havaitsemiseen perustuvan yleisen staattisen/dynaamisen analyysiprosessin tai koneoppimiseen perustuvan Android-haittaohjelmien havaitsemismenetelmän heikkoudet ja laskennalliset kustannukset.

**Tulos**

R2-D2: Color-vaikutteinen konvolutiivinen neuroverkko (CNN), joka perustuu AndroiD-haittaohjelmien havaitsemiseen.

**Esimerkki 2.2408**

Tarkastelemme online-sisällön suosittelua, johon liittyy implisiittistä palautetta pareittaisten vertailujen avulla, mikä on formalisoitu niin sanottuna dueling bandit -ongelmana. Tutkimme dueling bandit -ongelmaa Condorcet-voittaja-asetelmassa ja tarkastelemme kahta katumuksen käsitettä: paremmin tutkittua vahvaa katumusta, joka on 0 vain silloin, kun molemmat vedetyt kädet ovat Condorcet-voittajia, ja vähemmän tutkittua heikkoa katumusta, joka on 0, jos jompikumpi vedetyistä käsistä on Condorcet-voittaja. Ehdotamme tähän ongelmaan uutta algoritmia, Winner Stays (WS), jossa on muunnelmia kummallekin katumukselle: WS:n heikon katumuksen (WS-W) odotettu kumulatiivinen heikko katumus on O(N) ja O(N log(N)), jos käsivarsilla on kokonaisjärjestys; WS:n vahvan katumuksen (WS-S) odotettu kumulatiivinen vahva katumus on O(N + N log(T )) ja O(N log(N) +N log(T )), jos käsivarsilla on kokonaisjärjestys. WS-W on ensimmäinen Dueling Bandit -algoritmi, jolla on heikko katumus ja joka on vakio ajassa. WS on helppo laskea, jopa ongelmille, joissa on monta kättä, ja osoitamme simuloidulla ja todellisella datalla tehtyjen numeeristen kokeiden avulla, että WS:llä on huomattavasti pienempi katumus kuin olemassa olevilla algoritmeilla sekä heikon että vahvan katumuksen tilanteissa.

**Tulos**

Dueling Bandits with Weak Regret

**Esimerkki 2.2409**

Tässä artikkelissa analysoimme verkostomotiiveja viidestä eri tekstistä (neljä kirjaa ja yksi portaali) muodostetuissa kroatian kielen suuntautuneissa verkostoissa. Aineiston valmistelun ja verkon rakentamisen jälkeen suoritamme verkkomotiivianalyysin. Analysoimme motiivien frekvenssejä ja Z-pistemääriä viidessä verkossa. Esitämme kolmion merkitsevyysprofiilin viidestä aineistosta. Lisäksi vertaamme tuloksiamme olemassa oleviin tuloksiin kielellisistä verkoista. Ensinnäkin osoitamme, että kroaatin kielen triadien merkitsevyysprofiili on hyvin samankaltainen muiden kielten kanssa ja että kaikki verkot kuuluvat samaan verkostoperheeseen. Kroatian kielen ja muiden analysoitujen kielten välillä on kuitenkin tiettyjä eroja. Päättelemme, että tämä johtuu kroaatin kielen vapaasta sanajärjestyksestä.

**Tulos**

Kroatian kirjallisuuden verkostomotiivien analyysi

**Esimerkki 2.2410**

Esittelemme eräkohtaisen laiskan algoritmin valvottua luokittelua varten, jossa käytetään päätöspuita. Sillä vältetään tarpeettomat käynnit epäolennaisissa solmuissa, kun sitä käytetään ennusteiden tekemiseen joko innokkaasti tai laiskasti koulutettujen päätöspuiden avulla. Joukko kokeita osoittaa, että ehdotettu algoritmi voi päihittää sekä perinteiset että laiskat päätöspuualgoritmit sekä laskenta-ajan että muistin kulutuksen osalta tarkkuudesta tinkimättä.

**Tulos**

Eräkohtaiset laiskat päätöspuut

**Esimerkki 2.2411**

Hierarkkisen vahvistusoppimisen on aiemmin osoitettu nopeuttavan RL-suunnittelualgoritmien konvergenssinopeutta sekä lieventävän ominaisuuksiin perustuvaa mallin virhespesifikaatiota Mankowitz et al. (2016a,b); Bacon & Precup (2015). Tätä varten se hyödyntää hierarkkisia abstraktioita, jotka tunnetaan myös nimellä taidot - eräänlainen ajallisesti laajennettu toiminta Sutton et al. (1999) suunnitella korkeammalla tasolla, abstrahoimalla pois alemman tason yksityiskohdista. Sisällytämme riskiherkkyyden, jota kutsutaan myös tilannetietoisuudeksi (Situational Awareness, SA) , ensimmäistä kertaa hierarkkiseen RL:ään määrittelemällä ja oppimalla riskitietoiset taidot todennäköisyyspohjaisessa tavoitteellisessa semimarkovipäätöksentekoprosessissa (Probabilistic Goal Semi-Markov Decision Process, PG-SMDP). Tähän päästään käyttämällä uutta SARiCoS-algoritmia (Situational Awareness by Risk-Conscious Skills), jolla on teoreettinen konvergenssitakuu. Osoitamme RoboCup-jalkapallopelissä, että opitut riskitietoiset taidot osoittavat monimutkaista inhimillistä käyttäytymistä, kuten ajan tuhlaamista jalkapallopelissä. Lisäksi opitut riskitietoiset taidot kykenevät lieventämään palkitsemiseen perustuvaa mallin virheellistä spesifikaatiota.

**Tulos**

Tilannetietoisuus riskitietoisten taitojen avulla

**Esimerkki 2.2412**

Päättely ei toimi hyvin, jos sitä tehdään erillään sen merkityksestä sekä toimijan tarpeiden ja etujen kannalta että suhteessa laajempaan maailmaan. Lisäksi näitä kysymyksiä voidaan ehkä parhaiten käsitellä uudenlaisella tietorakenteella, joka menee tietopohjaa pidemmälle ja sisältää havaintotietoon liittyviä näkökohtia ja vielä enemmän, ja jossa eräänlainen ennakoiva toiminta voi olla avainasemassa. Pois norsunluutornista Päättely on yksi tekoälyn vanhimmista aiheista. Siinä on tapahtunut paljon edistystä muun muassa maalaisjärjellä tapahtuvan päättelyn (CSR), suunnittelun ja automaattisen teoreemantarkastelun muodossa. Epäilen kuitenkin, että se on törmännyt esteeseen, joka on ylitettävä, jos aiomme lähestyä jotakin ihmistason päättelyä vastaavaa. Esitän tässä todisteita tällaisesta esteestä ja ideoita sen voittamiseksi, jotka perustuvat löyhästi ihmisten käyttäytymisestä saatuihin todisteisiin. Karkeana yhteenvetona voidaan todeta, että päättely ei toimi hyvin, jos sitä tehdään erillään sen laajemmasta merkityksestä sekä toimijan tarpeiden ja etujen että laajemman maailman kannalta. Lisäksi nämä kysymykset voidaan ehkä parhaiten käsitellä uudenlaisella tietorakenteella, joka menee tietopohjaa pidemmälle ja sisältää havaintotiedon ja vielä enemmänkin, ja jossa eräänlainen ennakoiva toiminta on avainasemassa. Epäilen, että tämä liittyy viimeaikaisiin kehotuksiin, joiden mukaan tekoälyyn pitäisi palauttaa "tiede" (Levesque 2013, Langley 2012). Väitän nimittäin jossain mielessä, että päättelyä olisi pidettävä pikemminkin "luonnossa" tapahtuvien tapahtumien kehittyessä kuin eristetyn tietovaraston hallinnassa; ja että tämä puhuu pikemminkin maailman kanssa vuorovaikutuksessa olevasta agentista kuin abstraktin päättelyn arvoituksesta (kuitenkin väitän myös, että jopa "puhdas" päättely, kuten matematiikassa, hyötyy valtavasti monista yhteyksistä maailmaan). Ja lopuksi päädymme tutkimaan maailmaan sulautuneiden kognitiivisten agenttien, myös ihmisten, luonnetta. Tämä on kuitenkin hyvin laajasti ja yleisesti, kun taas pääkohdanani on tekninen ehdotus päättelystä, joka perustuu merkitykseen, erityisesti kokemukseen ja toimintaan liittyvään merkitykseen. Tämä on hieman muokattu versio artikkelista, joka ilmestyi AAAI2016-tapahtumassa. Yksi nopea esimerkki aluksi: Wasonin valintatehtävä (Wason 1968) osoittaa, että ihmisen päättelyä auttaa vahvasti se, että tehtävän yksityiskohdilla on todellinen merkitys, johon koehenkilöt voivat liittää itselleen tärkeitä asioita, mikä auttaa pitämään huomion merkityksellisissä asioissa; ja tämä pätee myös silloin, kun tehtävä on abstraktisti niin sanotun puhtaan logiikan asia. Vaikka tätä voitaisiin pitää ihmisen päättelykyvyn puutteena, johon tietokoneet eivät koskaan kompastuisi, se osoittaa mielestäni päinvastaiseen suuntaan: päättely ilman laajempaa merkitystä ei ole kovinkaan arvokasta eikä siinä kannata olla hyvä. Havainnollistan pääkohdistani esimerkkejä, jotka perustuvat todistamiseen, suunnitteluun ja ymmärtämiseen.

**Tulos**

Luonnossa tapahtuvan päättelyn viisi ulottuvuutta

**Esimerkki 2.2413**

Suhteiden louhinta on tiedon louhinnan perustehtävä. Useimmissa nykyisissä menetelmissä tukeudutaan vahvasti ihmisten asiantuntijoiden tekemiin merkintöihin, jotka ovat kalliita ja aikaa vieviä. Tämän epäkohdan poistamiseksi ehdotamme uutta REHESSION-kehystä, jonka avulla relaatio-uuton oppiminen voidaan toteuttaa käyttämällä heterogeenisten tietolähteiden, kuten tietopohjan ja toimialan heuristiikkojen, annotaatioita. Nämä merkinnät, joita kutsutaan heterogeeniseksi valvonnaksi, ovat usein ristiriidassa keskenään, mikä tuo uuden haasteen alkuperäiseen relaatioiden louhintatehtävään: miten päätellä todellinen merkintä tietyn instanssin hälyisistä merkinnöistä. Koska kontekstitieto on sekä relaatioiden louhinnan että todellisten merkintöjen löytämisen selkäranka, otamme käyttöön upotustekniikoita oppiaksemme kontekstin hajautetut esitykset, jotka yhdistävät kaikki osatekijät toisiinsa iteratiivisella tavalla keskinäisen parantamisen avulla. Laajat kokeelliset tulokset osoittavat, että REHESSION on ylivoimainen verrattuna uusimpaan tekniikkaan.

**Tulos**

Heterogeeninen valvonta relaatioiden louhinnassa: Representation Learning Approach

**Esimerkki 2.2414**

Ehdollinen riippumattomuus ja Markov-ominaisuudet ovat tehokkaita työkaluja, joiden avulla moniulotteisia todennäköisyysjakaumia voidaan ilmaista matalaulotteisten jakaumien avulla. Koska moniulotteisia possibilistisia malleja on tutkittu jo useita vuosia, tarve vastaaville työkaluille mahdollisuusteoriassa vaikuttaa varsin luonnolliselta. Tämän artikkelin tarkoituksena on edistää de Coomanin mittateoreettista lähestymistapaa mahdollisuusteoriaan, sillä tämän lähestymistavan avulla voidaan löytää analogioita monille tärkeille tuloksille, jotka on saatu todennäköisyysteoreettisissa puitteissa. Ensin muistutamme ehdollisen possibilis tisen riippumattomuuden semi graphoidisista ominaisuuksista, jotka on parametrisoitu jatkuvalla t-normilla, ja löydämme riittävät ehdot sille, että arkimedealaisten t-normien luokalla on graphoidinen ominaisuus. Tämän jälkeen esitellään mahdollisuuksien jakaumien Markov-ominaisuudet ja faktorointi (jälleen parametrisoituna jatkuvalla t-normilla) ja löydetään niiden väliset suhteet. Näiden tulosten rinnalla on joukko vastakkaisia esimerkkejä, jotka osoittavat, että tiettyjen teoreemojen oletukset ovat olennaisia.

**Tulos**

Ehdollinen riippumattomuus ja Markovin ominaisuudet mahdollisuusteoriassa

**Esimerkki 2.2415**

Tässä artikkelissa vertaillaan erilaisia rekursiivisia yksiköitä rekursiivisissa neuroverkoissa (RNN). Keskitymme erityisesti kehittyneempiin yksiköihin, jotka toteuttavat porttimekanismin, kuten LSTM-yksikkö (Long Short Short Memory) ja hiljattain ehdotettu GRU-yksikkö (Gated Recurrent Unit). Arvioimme näitä rekursiivisia yksiköitä moniäänisen musiikin ja puhesignaalin mallintamistehtävissä. Kokeemme osoittivat, että nämä kehittyneet toistuvat yksiköt ovat todellakin parempia kuin perinteisemmät toistuvat yksiköt, kuten tanh-yksiköt. Lisäksi havaitsimme GRU:n olevan verrattavissa LSTM:ään.

**Tulos**

Empiirinen arviointi ohjautuvien toistuvien neuroverkkojen käytöstä sekvenssimallinnuksessa.

**Esimerkki 2.2416**

Kaikkien syvän verkon tietyn tason solmujen toimintojen esikuva on niiden syötteiden joukko, jotka johtavat samaan solmun toimintaan. Täysin kytketyille monikerroksisille tasasuuntaajaverkoille osoitamme, kuinka lasketaan mielivaltaisten tasojen aktiviteettien esikuvat syvän tasasuuntaajaverkon parametrien tuntemuksen perusteella jättämällä huomiotta max-poolingin vaikutukset. Jos verkon tietyn aktiviteetin esikuvajoukko sisältää elementtejä useammasta kuin yhdestä luokasta, se tarkoittaa, että nämä luokat ovat peruuttamattomasti sekoittuneet. Tämä merkitsee sitä, että preimage-joukot, jotka ovat kappalemääräisesti lineaarisia moninaisuuksia, ovat rakennuspalikoita, joilla kuvataan tulomonisteiden moninaisuuksien tiettyjä luokkia, eli kaikkien preimage-joukkojen tulisi mieluiten olla samasta luokasta. Uskomme, että tieto siitä, miten esikuvat lasketaan, on arvokasta ymmärrettäessä syväoppimisverkkojen osoittamaa tehokkuutta, ja sitä voitaisiin mahdollisesti käyttää tehokkaampien koulutusalgoritmien suunnittelussa.

**Tulos**

TASASUUNTAAJAVERKON TOIMINNAN ESIKUVA

**Esimerkki 2.2417**

Ihmisen kallonsisäisten sähköenkefalogrammitallenteiden (iEEG) epileptisten kohtausten monitasorakenteen perusteella esitämme hierarkkisen Dirichlet-prosessin uuden muunnoksen, monitasoisen klusterointihierarkkisen Dirichlet-prosessin (MLC-HDP), joka klusteroi tietokokonaisuuksia samanaikaisesti useilla tasoilla. Kohtaustietoaineistomme sisältää aivotoimintaa, joka on tallennettu tyypillisesti yli sadalla yksittäisellä kanavalla kunkin potilaan jokaisen kohtauksen osalta. MLC-HDP-malli klusteroi kanavatyypit, kohtaustyypit ja potilastyypit samanaikaisesti. Kuvaamme tätä mallia ja sen toteutusta yksityiskohtaisesti. Esittelemme myös simulaatiotutkimuksen tulokset, joissa verrataan MLC-HDP:tä vastaavaan malliin, Nested Dirichlet Processiin, ja lopuksi osoitamme MLC-HDP:n käytön useiden potilaiden kohtausten mallintamisessa. MLC-HDP:n klusterointi on mielestämme verrattavissa ihmislääkäreiden riippumattomiin klusterointeihin. Tietojemme mukaan MLCHDP-malli on ensimmäinen epilepsiakirjallisuudessa, joka pystyy klusteroimaan kohtauksia potilaiden sisällä ja välillä.

**Tulos**

Hierarkkinen Dirichlet-prosessimalli, jossa on useita klusterointitasoja ihmisen EEG-kohtausten mallintamiseen.

**Esimerkki 2.2418**

Paikallisilla hakumenetelmillä voidaan löytää nopeasti laadukkaita ratkaisuja tapauksissa, joissa järjestelmälliset hakumenetelmät saattavat viedä paljon aikaa. Lisäksi kuviojoukkojen louhinnan yhteydessä ei voida käyttää tyhjentäviä hakumenetelmiä, koska niiden on tutkittava suuri hakuavaruus. Tässä asiakirjassa ehdotetaan stokastisen paikallishakumenetelmän soveltamista kuviojoukkojen louhinnan ratkaisemiseen. Tarkemmin sanottuna käsitteiden oppimiseen. Sovelsimme useita paikallishakualgoritmeja kuviojoukkojen louhinnan vakioesimerkkitapauksiin, ja tulokset osoittavat, että niissä on mahdollisuuksia jatkotutkimukseen.

**Tulos**

Stokastinen paikallishaku kuviojoukkojen louhintaa varten

**Esimerkki 2.2419**

Esittelemme uuden järjestelmän S epävarmuuden käsittelyyn kvantifioidussa modaalilogiikassa (ensimmäisen asteen modaalilogiikka). Järjestelmä perustuu sekä todennäköisyysteoriaan että todistusteoriaan. Järjestelmä on johdettu Chisholmin epistemologiasta. Konkretisoimme Chisholmin järjestelmää perustamalla hänen määrittelemättömän ja primitiivisen (eli perustavanlaatuisen) kohtuullisuuden käsitteensä todennäköisyys- ja todistusteoriaan. S voi olla hyödyllinen järjestelmissä, joiden on oltava vuorovaikutuksessa ihmisten kanssa ja annettava perusteluja epävarmuudelleen. Demonstraationa järjestelmästä sovellamme järjestelmää lottoparadoksin ratkaisemiseen. Järjestelmän etuna on myös se, että sitä voidaan käyttää epävarmuusarvojen antamiseen kontrafaktuaalisille väitteille. Kontrafaktuaaliset väittämät ovat väittämiä, joiden agentti tietää varmasti olevan vääriä. Kontrafaktuaaliset lausumat ovat hyödyllisiä muun muassa silloin, kun järjestelmien on selitettävä toimintansa käyttäjille (Jos en olisi tehnyt α, niin φ olisi tapahtunut). Epävarmuudet kontrafaktuaalien osalta ilmenevät luonnollisesti järjestelmästämme. Tehokas päättely pelkällä yksinkertaisella ensimmäisen kertaluvun logiikalla on vaikea ongelma. Ratkaisupohjaiset ensimmäisen kertaluvun päättelyjärjestelmät ovat viime vuosikymmeninä edistyneet merkittävästi sellaisten järjestelmien rakentamisessa, jotka ovat ratkaisseet ei-triviaaleja tehtäviä (jopa matematiikan ratkaisemattomia arvauksia). Esittelemme luonnoksen uudesta päättelyalgoritmista, joka laajentaa ensimmäisen kertaluvun resoluutiota. Lopuksi, vaikka propositionaalisille logiikoille, ensimmäisen kertaluvun logiikoille ja propositionaalisille modaalilogiikoille on kehitetty monia epävarmuusjärjestelmiä, ensimmäisen kertaluvun modaalilogiikoille on tehty hyvin vähän työtä epävarmuusjärjestelmien rakentamiseksi. Jäljempänä kuvattu työ on parhaillaan käynnissä, ja kun se on valmis, se korjaa tämän puutteen.

**Tulos**

Vahvuustekijät: Kvantifioidun modaalilogiikan epävarmuusjärjestelmä

**Esimerkki 2.2420**

Sosiaalisen median yleistymisen myötä ihmiset saavat ja jakavat tietoa lähes välittömästi 24/7. Monilla tutkimusaloilla on pyritty saamaan arvokkaita oivalluksia näistä suurista määristä vapaasti saatavilla olevaa käyttäjien tuottamaa sisältöä. Älykkäiden liikennejärjestelmien ja älykkäiden kaupunkien tutkimusalat eivät ole poikkeus. Merkityksellisen ja käyttökelpoisen tiedon poimiminen käyttäjien tuottamasta sisällöstä on kuitenkin monimutkainen tehtävä. Ensinnäkin kullakin sosiaalisen median palvelulla on omat tiedonkeruun erityispiirteensä ja rajoituksensa, toiseksi tuotettujen viestien/postausten määrä voi olla ylivoimainen automaattisen käsittelyn ja tiedonlouhinnan kannalta, ja viimeisenä muttei vähäisimpänä, sosiaalisen median tekstit ovat yleensä lyhyitä, epävirallisia ja sisältävät paljon lyhenteitä, jargonia, slangia ja idiomeja. Tässä väitöskirjassa yritämme ratkaista joitakin edellä mainituista haasteista ja pyrimme louhimaan sosiaalisen median virroista tietoa, josta voisi olla hyötyä älykkäiden liikennejärjestelmien ja älykkäiden kaupunkien yhteydessä. Suunnittelimme ja kehitimme kehyksen maantieteellisesti paikannettujen twiittien keräämistä, käsittelyä ja louhintaa varten. Tarkemmin sanottuna se tarjoaa toimintoja geo-paikannettujen twiittien rinnakkaiseen keräämiseen useista ennalta määritellyistä raja-alueista (kaupungeista tai alueista), mukaan lukien vaatimustenvastaisten twiittien suodattaminen, tekstin esikäsittely portugalin- ja englanninkielistä tekstiä varten, aihepiirien mallintaminen ja liikennekohtaiset tekstiluokittelijat sekä tietojen yhdistäminen ja visualisointi. Suoritimme laajan eksploratiivisen data-analyysin geo-paikannetuista twiiteistä viidessä eri kaupungissa: Niihin sisältyi yhteensä yli 43 miljoonaa twiittiä kolmen kuukauden ajalta. Lisäksi suoritimme laajamittaisen aiheiden mallintamisen vertailun Rio de Janeiron ja São Paulon välillä. Tietojemme mukaan tämä on laajin Brasiliasta peräisin olevien maantieteellisesti paikannettujen twiittien sisällönanalyysi. Mielenkiintoista on, että suurin osa aiheista on yhteisiä molemmissa kaupungeissa, joita pidetään hyvin erilaisina väestön, talouden ja elämäntyylin osalta, vaikka ne sijaitsevat samassa maassa. Hyödynnämme sanojen upotusten viimeaikaista kehitystä ja koulutamme tällaisia representaatioita maantieteellisesti paikannettujen twiittien kokoelmista. Sen jälkeen käytämme yhdistelmää bag-of-embeddings ja perinteistä bag-of-words -menetelmää kouluttaaksemme portugalin- ja englanninkielisiä matkailuaiheisia luokittelijoita, joiden avulla voidaan suodattaa matkailuaiheinen sisältö muusta kuin matkailuaiheisesta sisällöstä. Loimme erityisen kultaisen standardiaineiston, jotta saamiemme luokittelijoiden empiirinen arviointi voidaan suorittaa. Tulokset ovat linjassa muilla sovellusalueilla tehdyn tutkimustyön kanssa, sillä ne osoittavat, että sanojen upotusten avulla voidaan oppia sanojen samankaltaisuuksia, joita bag-of-words ei pysty kuvaamaan. Tässä väitöskirjassa kehitetty lähdekoodi ja resurssit ovat julkisesti saatavilla, jotta älykkäiden kaupunkien ja älykkäiden liikennejärjestelmien tutkimusyhteisö voi kehittää niitä edelleen.

**Tulos**

Sosiaalisen median tekstinkäsittely ja semanttinen analyysi älykkäitä kaupunkeja varten

**Esimerkki 2.2421**

Nimettyjen entiteettien tunnistus (NER) on keskeinen NLP-tehtävä, joka on entistäkin haastavampi Webissä ja käyttäjien tuottamassa sisällössä, jossa kieli on monipuolista ja jatkuvasti muuttuvaa. Tässä artikkelissa pyritään määrittämään, miten tämä monimuotoisuus vaikuttaa<lb>nykyaikaisiin NER-menetelmiin mittaamalla nimettyjen entiteettien (NE) ja kontekstin<lb>vaihtelevuutta, ominaisuuksien harvinaisuutta ja niiden vaikutusta tarkkuuteen ja palautukseen. Tuloksemme osoittavat, että NER-menetelmillä on vaikeuksia yleistää moninaisia lajityyppejä, kun harjoitusaineisto on rajallinen. Erityisesti näkymättömät NE:t ovat tärkeässä asemassa, sillä niitä esiintyy enemmän erilaisissa genreissä, kuten sosiaalisessa mediassa<lb> kuin tavallisemmissa genreissä, kuten uutislehdissä. Yhdessä näkymättömien piirteiden yleisemmän esiintyvyyden<lb> ja laajojen harjoituskorpusten puuttumisen kanssa tämä<lb>johtaa siihen, että F1-pisteet ovat huomattavasti alhaisemmat erilaisissa genreissä kuin säännöllisemmissä genreissä. Huomaamme myös, että johtavat järjestelmät tukeutuvat voimakkaasti harjoitusaineistosta löytyviin pintamuotoihin, ja niillä on ongelmia yleistää niitä pidemmälle.

**Tulos**

Yleistäminen nimettyjen entiteettien tunnistuksessa: Kvantitatiivinen analyysi

**Esimerkki 2.2422**

Matkustajakokemuksesta on tulossa keskeinen mittari lentoliikennejärjestelmän suorituskyvyn arvioinnissa. Lentoasematoiminnan hoitamiseen tarvitaan tehokkaita ja vankkoja välineitä sekä matkustajien etujen ja huolenaiheiden parempaa ymmärtämistä. Tässä asiakirjassa tutkitaan lentoaseman porttien aikataulutusta lentoaseman eri toimintojen joukossa matkustajakokemuksen parantamiseksi. Esitetään kolme tavoitetta, jotka koskevat matkustajia, ilma-aluksia ja toimintaa. Näiden tavoitteiden välisiä kompromisseja analysoidaan ja ehdotetaan tasapainottavaa tavoitefunktiota. Tulokset osoittavat, että tasapainotetun tavoitteen avulla voidaan parantaa liikennevirran tehokkuutta matkustajaterminaaleissa ja rampeilla sekä porttitoimintojen kestävyyttä.

**Tulos**

Lentoaseman porttien aikataulutus matkustajia, ilma-aluksia ja toimintaa varten.

**Esimerkki 2.2423**

Matkaviestintäoperaattoreille on ratkaisevan tärkeää luoda asiakkaistaan ja verkottuneista käyttäjistä mieltymysprofiileja, joiden avulla operaattorit voivat laatia parempia markkinointistrategioita ja tarjota yksilöllisempiä palveluja. Kun pakettien syvä tarkastus (Deep Packet Inspection, DPI) otetaan käyttöön televerkoissa, teleoperaattoreiden on mahdollista saada selville käyttäjien verkkopreferenssit. DPI:llä on kuitenkin rajoituksensa, ja pelkästään DPI:stä johdettuihin käyttäjäpreferensseihin liittyy harvinaisuus- ja kylmäkäynnistysongelmia. Käyttäjän mieltymysten parempaa päättelyä varten tutkitaan puhelujen yksityiskohtaisista tiedoista (CDR) johdettua sosiaalista korrelaatiota televerkon käyttäjien verkossa suhteessa online-mieltymyksiin. Vaikka sosiaalista korrelaatiota on laajalti todennettu useissa sosiaalisissa verkkoverkoissa, sitä ei ole tutkittu laajassa mittakaavassa käyttäjien verkkopreferenssien välillä matkapuhelinverkoissa, joissa CDR-tiedoista johdetut suhteet eivät ole yhtä sosiaalisia ja joissa käyttäjän mobiilin internetin surffaustoiminta ei näy naapurustolle. Perustuen reaalimaailman televiestintätietoaineistoon, joka sisältää CDR-tiedot ja yli 550 000 käyttäjän mieltymykset useiden kuukausien ajalta, varmistimme, että verkkopreferenssien välillä on korrelaatio tällaisessa moniselitteisessä sosiaalisessa verkossa. Lisäksi havaitsimme, että mitä vahvemmat siteet käyttäjät luovat, sitä enemmän samankaltaisuutta heidän mieltymyksissään voi olla. Määriteltyämme preferenssien päättelytehtävän Top-K-suositusongelmaksi sisällytimme Matrix Factorization Collaborative Filtering -mallin, jossa sosiaalinen korrelaatio ja siteiden vahvuus perustuvat soittomalleihin, luodaksemme Top-K-luokkia käyttäjille. Ehdotettu Tie Strength Augmented Social Recommendation (TSASoRec) -malli ottaa huomioon tietojen harvinaisuuden ja kylmäkäynnistyskäyttäjäongelmat Lupa valmistaa digitaalisia tai paperikopioita tästä työstä tai sen osasta henkilökohtaiseen tai opetuskäyttöön myönnetään maksutta edellyttäen, että kopioita ei valmisteta tai levitetä voiton tai kaupallisen edun tavoittelemiseksi ja että kopiot on varustettu tällä ilmoituksella ja täydellisellä viittauksella ensimmäisellä sivulla. Muiden kuin ACM:n omistamien tämän teoksen osien tekijänoikeuksia on kunnioitettava. Tiivistelmän julkaiseminen on sallittua. Muunlainen kopiointi, uudelleenjulkaiseminen, palvelimille laittaminen tai luetteloihin jakaminen edellyttää etukäteen annettua erityislupaa ja/tai maksua. Pyydä luvat osoitteesta permissions@acm.org. KDD '16 13.-17. elokuuta 2016, San Francisco, Kalifornia, Yhdysvallat c © 2016 ACM. ISBN XXX-X-XXXX-XXXX-XXXX-X/XX/XX/XX. . . $10.00 DOI: 10.1145/1235 tili, kun otetaan huomioon sekä kirjatut että puuttuvat kirjatut luokkamerkinnät. Kokeilu todellisella tietokokonaisuudella osoittaa, että ehdotettu malli voi paremmin päätellä käyttäjän mieltymykset, erityisesti kylmäkäynnistyksen käyttäjien osalta.

**Tulos**

Tie Strength Augmented Social Correlation mobiilipalvelujen käyttäjien preferenssien päättelyyn

**Esimerkki 2.2424**

Tässä asiakirjassa esitellään tietoon perustuva ohjausmenetelmä kysyntäjoustoa varten todellisissa asuinrakennuksissa. Tavoitteena on ajoittaa käyttövesipuskurin lämmitysjaksot optimaalisesti siten, että maksimoidaan paikallisen aurinkosähkötuotannon omakäyttö. Mallipohjaista vahvistusoppimistekniikkaa käytetään taustalla olevan peräkkäisen päätöksenteko-ongelman ratkaisemiseen. Ehdotettu algoritmi oppii käyttäjien stokastisen käyttäytymisen, ennustaa aurinkosähkötuotannon ja ottaa huomioon järjestelmän dynamiikan. Tätä algoritmia käytetään todellisessa kokeessa, jossa on kuusi asuinrakennusta. Tulokset osoittavat, että aurinkosähkötuotannon omakäyttö kasvaa merkittävästi verrattuna oletustermostaatin oletusohjaukseen. Vahvistusoppiminen, kysyntäjousto, lämmin käyttövesi, kenttäkoe March 1, 2017

**Tulos**

Vahvistusoppimisen käyttäminen lämpimän käyttöveden puskurien kysyntäjoustoon: todellisen elämän esittelyn avulla

**Esimerkki 2.2425**

Tutkimme erityyppisten sopeutuvien (ei-epätietoisten) vastustajien tehoa asiantuntijaneuvontaa sisältävässä ennustamisessa sekä täydellä informaatiolla että rosvopalautteella. Mittaamme pelaajan suorituskykyä käyttämällä uutta katumuksen käsitettä, joka tunnetaan myös nimellä policy regret ja joka kuvaa paremmin vastustajan sopeutumiskykyä pelaajan käyttäytymiseen. Tilanteessa, jossa tappioiden sallitaan ajelehtia, kuvaamme lähes täydellisesti sellaisten sopeutuvien vastustajien tehoa, joilla on rajattu muisti ja vaihtokustannukset. Osoitamme erityisesti, että kytkentäkustannusten kanssa saavutettavissa oleva nopeus bandiittipalautteella on Θ̃(T ). Mielenkiintoista on, että tämä nopeus on huomattavasti huonompi kuin Θ( √ T ) -nopeus, joka on saavutettavissa kytkentäkustannusten kanssa täyden tiedon tapauksessa. Uudenlaisen reduktion avulla asiantuntijoista bandiitteihin osoitamme myös, että rajattua muistia käyttävä vastustaja voi pakottaa Θ̃(T ) katumukseen jopa täyden informaation tapauksessa, mikä osoittaa, että kytkentäkustannuksia on helpompi hallita kuin rajattua muistia käyttäviä vastustajia. Alemmat rajoituksemme perustuvat uuteen stokastiseen vastustajastrategiaan, joka tuottaa tappioprosesseja, joilla on vahvat riippuvuudet.

**Tulos**

Verkko-oppiminen vaihtokustannusten ja muiden mukautuvien vastustajien kanssa

**Esimerkki 2.2426**

Videovalvontajärjestelmän käytännöllisyyttä rajoittaa haitallisesti henkilöresursseihin kohdistuvien kyselyjen määrä ja heidän valppautensa vastaamisessa. Tämän rajoituksen poistamiseksi on parhaillaan käynnissä suuri ponnistus sisällyttää ohjelmistoja, jotka (täysin tai ainakin osittain) automaattisesti analysoivat videomateriaalia, mikä vähentää järjestelmälle aiheutuvaa rasitusta. Tässä ehdotamme puolivalvottua inkrementaalista oppimiskehystä kehittyville kuvavirroille vankan ja joustavan jälkien luokittelujärjestelmän kehittämiseksi. Ehdotettu menetelmämme oppii peräkkäisistä eristä päivittämällä ensembleä joka kerta. Se pyrkii löytämään tasapainon järjestelmän suorituskyvyn ja tunnistettavan datan määrän välille. Koska mitään rajoituksia ei oteta huomioon, järjestelmä voi ratkaista monia käytännön ongelmia kehittyvässä monikameraskenaariossa, kuten käsitteiden ajautuminen, luokkien kehittyminen ja videovirtojen eri pituudet, joita ei ole aiemmin käsitelty. Kokeet suoritettiin sekä synteettisellä että todellisella visuaalisella datalla ei-stationäärisissä ympäristöissä, ja ne osoittivat suurta tarkkuutta melko vähäisellä ihmisen yhteistyöllä.

**Tulos**

Rinnakkaisten videovirtojen aktiivinen louhinta

**Esimerkki 2.2427**

Tässä asiakirjassa käsitellään AMR-tekstin tuottamista hyödyntämällä synkronista solmujen korvaavaa kielioppia. Harjoittelun aikana graafi-merkkijono-säännöt opitaan käyttämällä heuristista louhinta-algoritmia. Testihetkellä graafimuunninta sovelletaan syötettyjen AMR-lausekkeiden romuttamiseen ja tuotetaan lähtölauseet. SemEval-2016 Task 8 -tehtävässä arvioituna menetelmämme BLEU-pistemäärä on 25,62, mikä on paras tähän mennessä raportoitu tulos.

**Tulos**

AMR-tekstin tuottaminen synkronisella solmujen korvaamisella Kielioppi

**Esimerkki 2.2428**

Tutkitaan uskomusverkkojen ja relaatiotietokantojen välistä suhdetta. Tämän analyysin perusteella ehdotetaan menetelmää, jolla uskomusverkot voidaan rakentaa automaattisesti tilastollisista relaatiotiedoista. Menetelmämme ja muiden menetelmien vertailu osoittaa, että menetelmällämme on useita etuja, kun halutaan yleistää tai ennustaa.

**Tulos**

Relaatiotietokannoista uskomusverkkoihin

**Esimerkki 2.2429**

Äskettäin älypuhelimiin ja kodinelektroniikkaan kehitettyjä älykkäitä avustajia (esim. Siri ja Alexa) voidaan pitää uudenlaisina risteytyksinä, joissa on sekä toimialakohtaisia tehtäväkeskeisiä puhuttuja vuoropuhelujärjestelmiä että avoimen toimialan ei-tehtäväkeskeisiä järjestelmiä. Tällaisten hybrididialogijärjestelmien toteuttamiseksi tässä artikkelissa tutkitaan sen määrittämistä, aikooko käyttäjä keskustella järjestelmän kanssa vai ei. Tätä tehtävää koskevien vertailuaineistojen puuttuessa rakennamme uuden aineiston, joka koostuu 15 160 lausahduksesta, jotka on kerätty kaupallisen älykkään avustajan todellisista lokitiedoista (ja julkaisemme aineiston tulevan tutkimustoiminnan helpottamiseksi). Lisäksi tutkimme twiittien ja web-hakukyselyjen käyttöä avoimen alueen käyttäjien lausumien käsittelyssä, jotka ovat tyypillisiä chat-tunnistustehtävälle. Kokeet osoittivat, että vaikka yksinkertaiset valvotut menetelmät ovat tehokkaita, twiittien ja hakukyselyjen käyttö parantaa F1-tulosta edelleen 86,21:stä 87,53:een.

**Tulos**

Keskustelun havaitseminen älykkäässä avustajassa: tehtäväkeskeisten ja ei-tehtäväkeskeisten puhekeskustelujärjestelmien yhdistäminen

**Esimerkki 2.2430**

Tässä asiakirjassa tarkastelemme useita epätäydellisiin todennäköisyysjärjestelmiin liittyviä muodostustyyppejä ja yhdistämismenetelmiä. \Erotamme toisistaan a priori- ja evi dentiaalisen tiedon. Ensin mainittu on koko populaation kuvaus, jälkimmäinen on tiettyä tapausta koskeviin havaintoihin perustuva rajoitus. Sitten ehdotamme erilaisia yhdistelmämenetelmiä kummallekin. "Pidämme ehdollistamista myös a priori- ja todisteellisen tiedon heterogeenisena yhdistelmänä. Todennäköinen tieto esitetään todennäköisyysfunktioiden koverana joukkona. Näihin liittyy todennäköisyysjakauma, joka käyttäytyy klassisen mahdollisuusteorian mukaisesti.

**Tulos**

YLEMMÄN JA ALEMMAN TODENNÄKÖISYYDEN YHDISTELMÄ

**Esimerkki 2.2431**

Kuvailemme hakupohjaisen strukturoidun ennustealgoritmin "Searn" mukauttamista ja soveltamista valvomattomiin oppimisongelmiin. Osoitamme, että valvomaton oppiminen on mahdollista redusoida valvotuksi oppimiseksi, ja demonstroimme laadukkaan valvomattoman shift-reduce-jäsennysmallin. Lisäksi osoitamme läheisen yhteyden valvomattoman Searnin ja odotusten maksimoinnin välillä. Lopuksi osoitamme puolivalvotun laajennuksen tehokkuuden. Keskeinen idea, joka mahdollistaa tämän, on predict-self-idean soveltaminen valvomattomaan oppimiseen.

**Tulos**

Epävalvottuun hakuun perustuva strukturoitu ennustaminen

**Esimerkki 2.2432**

Luokkien epätasapainon oppiminen verkossa on uusi tutkimusaihe, jossa yhdistyvät usein sekä luokkien epätasapainon että käsitteiden ajautumisen haasteet. Siinä käsitellään tietovirtoja, joissa luokkien jakaumat ovat hyvin vinoja ja joissa voi esiintyä käsitteiden ajautumista. Se on viime aikoina saanut enemmän huomiota tutkimuksessa, mutta hyvin harva työ käsittelee yhdistettyä ongelmaa, jossa sekä luokkien epätasapaino että käsitteiden ajelehtiminen esiintyvät rinnakkain. Tämä on ensimmäinen systemaattinen tutkimus käsitteiden ajelehtimisen käsittelystä luokkien epätasapainoisissa tietovirroissa, ja tässä asiakirjassa esitetään ensin kattava katsaus alan tutkimuksen nykytilanteeseen, mukaan lukien tutkimuksen nykyiset painopisteet ja avoimet haasteet. Sen jälkeen tehdään perusteellinen kokeellinen tutkimus, jonka tavoitteena on ymmärtää, miten käsitteiden ajelehtiminen voidaan parhaiten hallita verkko-oppimisessa, jossa luokkatasapaino on epätasapainossa. Analyysin perusteella ehdotetaan yleisiä suuntaviivoja tehokkaan algoritmin kehittämistä varten.

**Tulos**

Systemaattinen tutkimus verkkoluokkien epätasapainon oppimisesta käsitteiden ajelehtimisen avulla.

**Esimerkki 2.2433**

Suurten tietokokonaisuuksien klusterointi on perustavanlaatuinen ongelma, jolla on monia sovelluksia koneoppimisessa. Tietoja kerätään usein eri paikkoihin, ja klusterointi on suoritettava hajautetusti ja vähäisellä tiedonsiirrolla. Haluaisimme, että hajautetun klusteroinnin laatu vastaisi keskitetyn klusteroinnin laatua, kun kaikki tiedot sijaitsevat yhdessä paikassa. Tässä työssä tutkimme sekä graafien että geometristen klustereiden klusterointiongelmia kahdessa hajautetussa mallissa: (1) pisteestä pisteeseen -mallissa ja (2) mallissa, jossa on broadcast-kanava. Annamme molemmissa malleissa protokollia, jotka ovat lähes optimaalisia osoittamalla lähes vastaavat kommunikaation alarajat. Työmme korostaa broadcast-kanavan yllättävää tehoa klusterointiongelmissa; karkeasti sanottuna, jos halutaan klusteroida spektrisesti n pistettä tai n kärkeä graafissa, joka on hajautettu s:lle palvelimelle, pahimmassa tapauksessa tiedonsiirron monimutkaisuus on pisteestä pisteeseen -mallissa n - s, kun taas broadcast-mallissa se on n + s. Samanlainen ilmiö pätee myös geometriseen asetelmaan. Toteutamme algoritmejämme ja osoitamme tämän ilmiön todellisilla tietokokonaisuuksilla, mikä osoittaa, että algoritmimme ovat myös käytännössä erittäin tehokkaita. ∗ Tämän artikkelin alustava versio on julkaistu 30th Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS), 2016. †Department of Computer Science, Indiana University, Bloomington, Yhdysvallat. Työtä ovat osittain tukeneet NSF CCF1525024 ja IIS-1633215. Sähköposti: jiecchen@indiana.edu ‡Department of Computer Science, University of Bristol, Bristol, UK. h.sun@bristol.ac.uk §IBM Research Almaden, San Jose, USA. dpwoodru@us.ibm.com ¶Department of Computer Science, Indiana University, Bloomington, USA. Työtä ovat osittain tukeneet NSF CCF1525024 ja IIS-1633215. Sähköposti: qzhangcs@indiana.edu ar X iv :1 70 2. 00 19 6v 1 [ cs .D S] 1 F eb 2 01 7.

**Tulos**

Viestintäoptimaalinen hajautettu klusterointi∗ .

**Esimerkki 2.2434**

Esittelemme tietoon perustuvan menetelmän, jolla määritetään huhuihin perustuvien väitteiden todenperäisyys sosiaalisen median tietojen perusteella. Eri lähteistä peräisin olevia huhuun liittyviä twiittejä käsitellään kolmella tasolla: ensinnäkin kullekin twiitille määritetään faktatietoisuusarvot, jotka perustuvat neljään journalistisen käyttötapauksemme kannalta merkitykselliseen tekstikategoriaan; nämä yhdistävät puhujien tuen polariteetin ja sitoutumisen varmuuden ja spekulaation osalta. Seuraavaksi näiden leksikaalisten vihjeiden osuuksia käytetään twiitin varmuuden ennustajina yleistetyssä lineaarisessa regressiomallissa. Tämän jälkeen leksikaalisten vihjeiden osuuksia, ennustettua varmuutta sekä niiden aikakäyrän ominaisuuksia käytetään kunkin huhun todenperäisyyden laskemiseen huhun ratkaisevan twiitin identiteetin ja sen binäärisen resoluutioarvostelun perusteella. Järjestelmä toimii ilman pääsyä ekstrakielellisiin resursseihin. Järjestelmä arvioitiin sillä aineistolla, josta oli saatavilla käsin merkittyjä esimerkkejä, ja se saavutti 0,74 F1-tuloksen huhun ratkaisevien twiittien tunnistamisessa ja 0,76 F1-tuloksen ennustamisessa, onko huhu ratkaistu todeksi vai vääräksi. 1 Tausta ja tehtävän määrittely Yhä useammat tutkimukset tutkivat, miten huhut ja meemit leviävät ja muuttuvat sosiaalisen median alustoilla (Leskovec et al., 2009; Qazvinian et al., 2011; Procter et al., 2013); kun otetaan huomioon käyttäjien tuottaman sisällön määrä, automaattisten faktantarkistus- ja väitteiden todentamismenettelyjen tarve on ilmeinen. Totuudenmukaisuuden laskemiseksi on viime aikoina luotu järjestelmiä, joilla voidaan arvioida lähteiden ja väitteiden uskottavuutta (Berti-Équille ja Borge-Holthoefer, 2015). Tulevissa aloitteissa sosiaalisen median sisällön todenperäisyyden havaitseminen hyväksyttiin yhteiseksi tehtäväksi, ja niissä kehotetaan kohdennettuihin sovelluksiin ja julkaistaan vertailutietoja1. Tähän haasteeseen vastaamiseksi toteutimme järjestelmän, jolla pyritään saavuttamaan kolme tavoitetta: (i) laskea tekstivihjeiden ja ennustetun puhujan varmuuden perusteella tuomio, joka osoittaa, kuinka tosiasioihin perustuva väite on, (ii) tunnistaa, mikä twiitti ratkaisee huhun, joukosta twiittejä, joissa kyseisestä huhusta keskustellaan, ja (iii) ennustaa huhun resoluutioarvo eli se, onko huhu todennettu todeksi vai vääräksi. Totuudenmukaisuuden laskenta perustuu kolmesta huhuiluun liittyvästä informaatiokerroksesta saatavaan tietoon: (1) leksikaalitason asiallisuusvihjeet, (2) ajalliset kuviot ja (3) puhujan varmuus. Järjestelmä on puhtaasti datapohjainen ja toimii ilman, että analysoidulle sisällölle rakennetaan väitelähdeprofiileja. Seuraavassa esitellään motivaatiomme aiempien ja aiheeseen liittyvien töiden yhteydessä. Keinot, joilla tosiseikkoja välitetään, koodataan suurelta osin mutta ei yksinomaan kielellisillä tasoilla, ja ne liittyvät läheisesti varmuuden käsitteeseen. Varmuutta ja muita merkityksen ekstrapropositionaalisia aspekteja on tutkittu näkyvästi modaalisuuden, negaation ja spekulatiivisten kieli-ilmiöiden kannalta (Morante ja Blanco, 2012; Morante ja Sporleder, 2012). Vertailukorpuksia ja annotaatioita on kehitetty (Saurı́́ ja Pustejovsky, 2009; Farkas et al., 2010), ja järjestelmiä on rakennettu (Saurı́́ ja Pustejovsky, 2012; de Marneffe et al., 2012; Velldal ja Read, 2012) käsittelemään tekstejä kirjallisuuden, uutislehtien, biolääketieteen ja verkkotietosanakirjojen genreistä tyypillisesti leksikaalisten ja syntaktisten vihjeiden avulla. (Szarvas et al., 2012) ehdottavat menetelmää, jolla epävarmuuden havaitseminen voidaan siirtää eri genrejen ja alojen välillä. (Kilicoglu et al., 2015) esittelevät täysimittaisen, kompositionaalisen lähestymistavan faktuaalisuuteen ∗UDR:ää on tuettu Alexander von Humboldt-seuran apurahalla. †PL:ää tukee PHEME FP7 -hanke (apuraha nro 611233). http://alt.qcri.org/semeval2017/task8/ ar X iv :1 61 1. 02 59 0v 1 [ cs .C L ] 8 N ov 2 01 6 biolääketieteen alan tekstien mallintaminen ja havaitseminen hienojakoisen typologian ja sanakirjapohjaisen luokittelun perusteella ekstrapropositiopohjaisten ilmiöiden osalta. Useat mallin osat on motivoitu tieteellisen viestinnän luonteella, jonka tarkoituksena on seurata hypoteesien rakentamisprosesseja alustavin tuloksin analogisesti journalististen uutisraporttien kanssa. (Soni et al., 2014) keskittyvät sosiaalisen median datan faktuaalisuuden kehystämiseen lainatuissa väittämissä pienellä joukolla vihjeitä, kun taas (Finn et al., 2014) toteuttavat avainsanapohjaisen negaation havaitsemisen tarjoamatta kvantitatiivista arviointia. Kielellisesti ilmaistun epävarmuuden ohella ekstrakielellinen informaatio, kuten väitteiden ajallinen jakautuminen, osoittautuu tärkeäksi näkökohdaksi todenperäisyyden laskennassa. Aiemmissa tutkimuksissa, joissa on tutkittu reaalimaailman tapahtumissa esiin nouseviin väittämiin sidottujen kielellisten vihjeiden ajallisia malleja, on keskitytty sentimenttiin, nimettyihin entiteetteihin ja toimialan termeihin liittyviin avainsanoihin (Temnikova et al., 2014), mutta ei tosiseikkoja välittäviin vihjeisiin. (Wei et al., 2013) raportoivat ensimmäisestä twiitteihin perustuvasta epävarmuuskorpuksesta sekä epävarmoja twiittejä koskevista luokittelutuloksista. Alustakohtaisen metatiedon ohella he hyödynsivät annotoitujen epävarmojen twiittien vihjelauseita ja algoritmia piikkien havaitsemiseksi aineistosta. (Kwon ja Cha, 2014) ja (Ma et al., 2015) osoittavat huhujen havaitsemisen osalta, että tarkkuutta voidaan parantaa tarkastelemalla viestiin liittyvien ominaisuuksien lisäksi myös sitä, miten nämä ominaisuudet muuttuvat ajan myötä. (Ma et al., 2015) ehdottavat aikasarjarakennetta ominaisuuksille ja niiden deltoja luokittelun syötteeksi. Koko PHEME-tietoaineistolla (Lukasik et al., 2016) raportoivat kannan havaitsemisesta ajallisen dynamiikan yhteydessä. He hyödyntävät tekstuaalista tietoa kielimallinnuksen avulla, mutta eivät arvioi tekstuaalisten piirteiden osuutta verrattuna muihin piirteisiin. Samassa tietokokonaisuudessa (Zubiaga et al., 2016) analysoitiin leimattuja varmuusarvoja väitteen resoluutiosta riippuen ja havaittiin, että twiittaajat julkaisevat viestejä tilastollisesti samanlaisella varmuudella ennen ja jälkeen väitteen resoluution, lisäksi riippumatta resoluutioarvosta. Tutkimuksessa (Lendvai et al., 2016) analysoimme ja validoimme englannin- ja saksankielisen PHEME-aineiston osajoukon, jonka mukaan leksikaalisten merkintöjen ajallista jakaumaa ja polariteettia voidaan käyttää huhun elinkaaren aikana tapahtuvien faktuaalisuuden kehystämisen muutosten esittämiseen ja kvantifiointiin. Nykyinen tutkimuksemme edistää tätä tutkimusta sisällyttämällä, arvioimalla ja visualisoimalla ajallisesti ankkuroituja piirteitä väitteen ratkaisupisteen sekä väitteen ratkaisun arvon ennustamiseen englanninkielisissä huhuissa, joista keskustellaan mahdollisesti meluisassa, käyttäjien tuottamassa sisällössä. Tutkimus on jäsennelty seuraavasti. Jaksossa 2 esittelemme taustalla olevat aineistot ja varmuusmerkinnät ja kuvaamme automaattisen laajennuksen leksikaalisille vihjeille, jotka on osoitettu neljälle tosiseikatasolle. Jaksossa 3 arvioidaan varmuuden ja kunkin tosiseikatason välistä suhdetta, ja regressioanalyysin avulla ennustetaan varmuusarvoja vihjetyyppisuhteiden avulla. Jaksossa 4 kvantifioidaan leksikaalisten vihjeiden suhdelukujen ja ennustettujen varmuusarvojen aikasarjadatan trendikatkoksia huhujen ratkaisupisteiden kuvaamiseksi. Vihjeiden suhdelukuja, varmuutta sekä niiden aikakäyrän ominaisuuksia hyödynnetään jaksossa 5, jossa koulutamme luokittelijoita tunnistamaan väitteen ratkaisevat twiitit väitteen elinkaaren kattavista twiittisarjoista ja lisäksi ennustamaan väitteen ratkaisun arvoa. Tuloksia käsitellään jaksossa 6.

**Tulos**

Totuudenmukaisuuden laskeminen leksikaalisista vihjeistä ja koetun varmuuden suuntauksista

**Esimerkki 2.2435**

Ehdollisen riippumattomuuden (CI) lausekkeiden loogisilla päättelyalgoritmeilla on tärkeitä sovelluksia, jotka ulottuvat johdonmukaisuuden testaamisesta tiedonhankinnan aikana graafisten mallien rakenteiden oppimiseen rajoitteisiin perustuen. Osoitamme, että CI-lauseiden implikaatio-ongelma on ratkaistavissa, kun satunnaismuuttujien toimialueiden koko tunnetaan ja on kiinteä. Esitämme likimääräisen loogisen päättelyalgoritmin, jossa yhdistyvät vääristely- ja uusi validointialgoritmi. Validointialgoritmi esittää jokaisen CI-lausumien joukon harvalukuisena 0-1-matriisinaA ja validoi implikaatio-ongelman tapaukset ratkaisemalla erityisiä lineaarisia ohjelmia, joissa on rajoitusmatriisi A. Osoitamme kokeellisesti, että algoritmi on sekä tehokas että tehokas validoitaessa ja falsifioidessa todennäköisyyteen perustuvan CI-implikaatio-ongelman tapauksia.

**Tulos**

Loogiset päättelyalgoritmit ja matriisiedustukset todennäköisyysperusteista ehdollista riippumattomuutta varten

**Esimerkki 2.2436**

Tässä artikkelissa esitellään kehys syvän neuroverkon (Deep Neural Network, DNN) suunnittelun testaamiseen Pythonilla. Ensin käsitellään big dataa, koneoppimista (ML) ja keinotekoisia neuroverkkoja (ANN), jotta lukija perehtyisi tällaisen järjestelmän merkitykseen. Seuraavaksi esitellään edut ja haitat tällaisen järjestelmän toteuttamisesta Pythonilla. Lopuksi selitetään järjestelmän erityispiirteet ja esitetään joitakin kokeellisia tuloksia järjestelmän tehokkuuden osoittamiseksi.

**Tulos**

Kehys hajautetun syväoppimiskerroksen suunnitteluun Pythonilla

**Esimerkki 2.2437**

Huulien lukeminen eli puheen tunnistaminen puhujan kasvojen pelkästään visuaalisista tallenteista voidaan toteuttaa pelkästään neuroverkkoihin perustuvalla prosessointiputkella, joka tuottaa huomattavasti paremman tarkkuuden kuin perinteiset menetelmät. Syöttö- ja rekursiiviset neuroverkkokerrokset (nimittäin pitkä lyhytkestoinen muisti, LSTM) pinotaan yhdeksi rakenteeksi, jota koulutetaan levittämällä virhegradientteja kaikkien kerrosten kautta. Tällaisen pinotun verkon suorituskykyä arvioitiin kokeellisesti ja sitä verrattiin tavanomaiseen tukivektorikone-luokittimeen, jossa käytettiin tavanomaisia tietokonenäön piirteitä (Eigenlips ja Histograms of Oriented Gradients). Arviointi suoritettiin 19 puhujan tiedoilla julkisesti saatavilla olevasta GRID-korpuksesta. Kun luokiteltavana oli 51 erilaista sanaa, raportoimme parhaaksi sanatarkkuudeksi 79,6 %:n tarkkuuden pidetyillä arviointikaiuttimilla, kun käytettiin päästä päähän -neuraaliverkkoon perustuvaa ratkaisua (11,6 %:n parannus parhaaseen arvioituun ominaisuuksiin perustuvaan ratkaisuun verrattuna).

**Tulos**

HUULILTA LUKEMINEN PITKÄN LYHYTKESTOISEN MUISTIN AVULLA

**Esimerkki 2.2438**

Tarkastelemme ongelmaa, jossa useat agentit havaitsevat ja toimivat ympäristössä<lb> tavoitteenaan maksimoida yhteinen hyöty. Näissä ympäristöissä agenttien on<lb>opiskeltava viestintäprotokollat, jotta he voivat jakaa tehtävien<lb>ratkaisuun tarvittavaa tietoa. Käyttämällä syviä neuroverkkoja pystymme demonstroimaan protokollien oppimista päästä päähän<lb>päähän monimutkaisissa ympäristöissä, joiden innoittajina ovat kommunikaatio<lb>rattaat ja moniagenttiset tietokonenäköongelmat, joissa on osittainen havaittavuus. Ehdotamme<lb>kaksi lähestymistapaa oppimiseen näillä aloilla: Vahvistettu agenttien välinen<lb>oppiminen (Reinforced Inter-Agent<lb>Learning, RIAL) ja Differentiable Inter-Agent Learning (DIAL). Edellinen käyttää<lb>syvää Q-oppimista, kun taas jälkimmäisessä hyödynnetään sitä, että oppimisen aikana agentit voivat<lb>taaksepäin levittää virhejohdannaisia (meluisten) viestintäkanavien kautta. Näin ollen <lb>Tämä lähestymistapa käyttää keskitettyä oppimista mutta hajautettua suoritusta. Kokeilumme<lb>esittelevät uusia ympäristöjä viestintä<lb>protokollien oppimisen tutkimiseen ja esittävät joukon teknisiä innovaatioita, jotka ovat välttämättömiä menestykselle<lb> näillä aloilla.

**Tulos**

Oppiminen kommunikoimaan syvässä moniagenttioppimisessa (Deep Multi-Agent Reinforcement Learning)

**Esimerkki 2.2439**

Koska 2D-soluautomaattien suorituskyky on rajallinen tilankäytön kannalta, kun asiakirjojen määrä kasvaa, ja klustereiden visualisoinnin kannalta, motivaatiomme oli kokeilla näitä soluautomaatteja suurentamalla kokoa, jotta voisimme tarkastella koon vaikutusta tulosten laatuun. Tekstimuotoisen datan esittäminen toteutettiin vektorimallilla, jonka komponentit on johdettu käytetyn korpuksen yleisestä tasapainottamisesta Term Frequency - Inverse Document Frequency (TF IDF).WorldNet-tesaurusta on käytetty sanojen lemmatisoinnin ongelman ratkaisemiseen, koska tässä tutkimuksessa käytetty esitys on sanapussien esitys. Toinen kielen riippumaton menetelmä, jota käytettiin tekstitietueiden esittämiseen, on n-grammien esittäminen. Useita samankaltaisuuden mittoja on testattu. Luokittelun validoimiseksi olemme käyttäneet kahta arviointimittaria, jotka perustuvat recall- ja precision-arvoihin (f-mitta ja entropia). Tulokset ovat lupaavia ja vahvistavat ajatuksen lisätä ulottuvuutta luokkien spatiaalisuuden ongelmaan. Saadut tulokset puhtausluokan suhteen (eli entropian vähimmäisarvo) osoittaa, että asiakirjojen määrä pidempään uskoo, että tulokset ovat parempia 3D-soluautomaateille, mikä ei ollut ilmeistä 2D-ulottuvuuden suhteen. Paikkatietoisen navigoinnin kannalta soluautomaatit tarjoavat erittäin hyvän 3D-suorituskyvyn visualisoinnin kuin 2D-soluautomaatit.

**Tulos**

Visualisointi ja klusterointi 3D-soluautomaateilla: sovellus jäsentymättömään dataan

**Esimerkki 2.2440**

Luonnollisen kielen päättely (Natural Language Inference, NLI) on luonnollisen kielen käsittelyssä erittäin tärkeä tehtävä, jolla on monia sovelluksia. Hiljattain julkaistu Stanford Natural Language Inference (SNLI) -korpus on mahdollistanut oppimiskeskeisten menetelmien, kuten syvien neuroverkkojen, kehittämisen ja arvioinnin NLI-tehtävää varten. Tässä artikkelissa ehdotamme erityistä pitkän lyhytkestoisen muistin (LSTM) arkkitehtuuria NLI:tä varten. Mallimme perustuu hiljattain ehdotettuun neutraalin huomion malliin NLI:tä varten, mutta se perustuu merkittävästi erilaiseen ideaan. Sen sijaan, että luokittelussa käytettäisiin lauseen upotuksia premisseille ja hypoteeseille, ratkaisussamme käytetään matching-LSTM:ää, joka suorittaa hypoteesin ja premissien sanakohtaisen yhteensovittamisen. Tämä LSTM pystyy painottamaan enemmän tärkeitä sanatason vastaavuustuloksia. Havaitsemme erityisesti, että tämä LSTM muistaa tärkeät epäsuhteet, jotka ovat kriittisiä ristiriidan tai neutraalin suhdelapun ennustamisen kannalta. SNLI-korpuksella tekemämme kokeet osoittavat, että mallimme on nykyistä parempi, sillä se saavuttaa 86,1 prosentin tarkkuuden testiaineistossa.

**Tulos**

Luonnollisen kielen oppiminen LSTM:n avulla

**Esimerkki 2.2441**

Tässä artikkelissa esitellään uusi kehys, jossa yhdistetään eri alojen harvoja malleja. Havaitut tiedot ovat lineaarinen yhdistelmä harvasta Gaussin Markov-mallista (jonka tarkkuusmatriisi on harva) ja harvasta Gaussin riippumattomuusmallista (jonka kovarianssimatriisi on harva). Tarjoamme tehokkaita menetelmiä datan jakamiseksi kahteen alueeseen, eli Markovin ja riippumattomuuden alueisiin. Kuvaamme joukon riittäviä ehtoja tunnistettavuudelle ja mallin johdonmukaisuudelle. Hajotusmenetelmämme perustuu yksinkertaiseen muunnokseen suositusta `1-penalized maximumlikelihood estimaattorista (`1-MLE). Todistamme, että estimaattorimme on johdonmukainen molemmilla alueilla, eli se palauttaa onnistuneesti sekä Markov- että riippumattomuusmallien tuet, kun näytteiden lukumäärä n on n = Ω(d log p), jossa p on muuttujien lukumäärä ja d on Markov-mallin solmujen maksimiaste. Palauttamisehtomme ovat verrattavissa `1-MLE:n ehtoihin harvojen Markov-mallien johdonmukaisessa estimoinnissa, ja siten takaamme onnistuneen korkea-ulotteisen estimoinnin rikkaammalle malliluokalle vertailukelpoisilla ehdoilla. Kokeemme vahvistavat nämä tulokset ja osoittavat myös, että mallimme ovat tarkempia yksinkertaisilla algoritmeilla, kuten loopy belief propagation -menetelmällä.

**Tulos**

Korkea-ulotteinen kovarianssin hajottaminen harvoihin Markov- ja riippumattomuusalueisiin.

**Esimerkki 2.2442**

Tunnettu klusterointialgoritmi Fuzzy C-Means (FCM) sallii jokaisen syötteen näytteen kuulua useampaan kuin yhteen klusteriin, mikä tarjoaa enemmän joustavuutta kuin muut kuin sumeat klusterointimenetelmät. FCM:n tarkkuus on kuitenkin altis virheellisille havainnoille, jotka johtuvat meluisista tietueista, heikosta ominaisuuksien valinnasta ja algoritmin alhaisesta varmuudesta joissakin tapauksissa. Väärät havainnot ovat erittäin tärkeitä joillakin päätöksenteon sovellusalueilla, kuten verkkoturvallisuudessa ja lääketieteellisessä diagnostiikassa, joissa tällaisiin vääriin havaintoihin perustuvat heikot päätökset voivat johtaa katastrofaalisiin tuloksiin. Ne syntyvät pääasiassa siitä, että päätöksiä tehdään tietueiden osajoukosta, joka ei tarjoa riittävästi näyttöä hyvän päätöksen tekemiseksi. Tässä artikkelissa ehdotamme menetelmää tällaisten moniselitteisten tietueiden havaitsemiseksi FCM:ssä ottamalla käyttöön varmuustekijän virheellisten havaintojen vähentämiseksi. Tämän lähestymistavan avulla voimme lähettää havaitut moniselitteiset tietueet toiseen erottelumenetelmään syvempää tutkimusta varten, mikä lisää tarkkuutta alentamalla virheprosenttia. Suurin osa tietueista käsitellään edelleen nopeasti ja alhaisella virhetasolla, mikä estää suorituskyvyn heikkenemisen verrattuna vastaaviin hybridimenetelmiin. Kokeelliset tulokset ehdotetun menetelmän soveltamisesta useisiin eri alojen tietokokonaisuuksiin osoittavat, että virhetaso on laskenut merkittävästi ja algoritmin herkkyys on parantunut.

**Tulos**

Epäselvyyteen perustuva sumea C-Means-klusterointi: Miten havaita epävarmat klusteroidut tietueet?

**Esimerkki 2.2443**

Kun otetaan huomioon, että eri ihmisten mielipiteitä kuvaavien asiakirjojen määrä kasvaa jatkuvasti verkossa, myös Web 2.0 on mahdollistanut sen, että mistä tahansa tuotteesta voi esittää mielipiteensä verkossa. Tässä asiakirjassa tarkastelemme twiiteissä ilmaistuja erilaisia mielipiteitä ja luokittelemme ne (myönteiset, kielteiset tai neutraalit) Bayesin menetelmän osalta hymiöiden ja Turneyn menetelmän osalta adjektiivien ja adverbien avulla.

**Tulos**

Mielipiteiden havaitseminen twiiteistä

**Esimerkki 2.2444**

Tässä työssä keskitymme tehokkaisiin heuristiikkoihin, joilla voidaan ratkaista joukko stokastisia suunnitteluongelmia, joita esiintyy monissa liike-elämän, investointien ja teollisuuden sovelluksissa. Ongelma voidaan parhaiten kuvata tulevaisuuden osto- ja myyntisopimusten avulla. Ostamalla vähemmän luotettavia mutta halvempia ostosopimuksia (toimitussopimuksia) yritys tai elinkeinonharjoittaja voi kattaa luotettavampien ja kalliimpien myyntisopimusten position. Tavoitteena on maksimoida odotettavissa oleva nettovoitto (voitto) rakentamalla käytettävissä olevista osto- ja myyntisopimuksista lähes optimaalinen salkku. Tämä stokastinen suunnitteluongelma voidaan muotoilla kaksivaiheiseksi stokastiseksi lineaariseksi ohjelmointiongelmaksi, johon liittyy regressi. Tämä formalisointi johtaa kuitenkin ratkaisuihin, jotka ovat eksponentiaalisia mahdollisten vikakombinaatioiden määrän suhteen. Näin ollen tämä lähestymistapa ei ole toteutettavissa suurissa ongelmissa. Tässä työssä tutkitaan heuristisia approksimointitekniikoita, jotka lieventävät tehokkuusongelmaa. Keskitymme ensisijaisesti klusterointimenetelmään ja kehitämme heuristiikkoja hyviin approksimaatioihin johtavien klusterointien löytämiseksi. Havainnollistamme lähestymistavan laatua ja toteutettavuutta kokeellisten tietojen avulla.

**Tulos**

Klusterointimenetelmä suurten stokastisten yhteensovitusongelmien ratkaisemiseksi

**Esimerkki 2.2445**

Ehdotamme yhdistelmäkohtaisia kaskadibanditteja, jotka ovat osittaisten valvontaongelmien luokka, jossa oppiva agentti valitsee jokaisessa vaiheessa maastokohteiden joukon, johon sovelletaan rajoituksia, ja saa palkkion, jos ja vain jos kaikkien valittujen kohteiden painot ovat yksi. Kohteiden painot ovat binäärisiä, stokastisia ja toisistaan riippumattomia. Agentti tarkkailee sen ensimmäisen valitun kohteen indeksiä, jonka paino on nolla. Tämä havainnointimalli tulee esiin esimerkiksi verkon reitityksessä, jossa oppiva agentti voi havaita vain reitityspolun ensimmäisen linkin, joka on alhaalla, ja estää polun. Ehdotamme UCB:n kaltaista algoritmia, CombCascade, ongelmiemme ratkaisemiseksi ja todistamme aukosta riippuvaiset ja aukottomat ylärajat sen n-askeleen katumukselle. Todistuksemme perustuvat viimeaikaisiin töihin stokastisten kombinatoristen semi-banditien parissa, mutta niissä käsitellään myös kahta uutta haastetta, jotka liittyvät asetelmaamme, epälineaarista palkitsemisfunktiota ja osittaista havainnoitavuutta. Arvioimme CombCascadea kahdessa reaalimaailman ongelmassa ja osoitamme, että se toimii hyvin, vaikka mallinnusoletuksiamme rikottaisiin. Osoitamme myös, että asetelmamme edellyttää uutta oppimisalgoritmia.

**Tulos**

Yhdistelmäkohtaiset kaskadoituvat rosvot

**Esimerkki 2.2446**

Latent Dirichlet Allocation (LDA) -menetelmällä, jolla louhitaan asiakirjojen temaattista rakennetta, on tärkeä rooli luonnollisen kielen käsittelyssä ja koneoppimisessa. LDA:n todennäköisyysjakauma kuvaa kuitenkin vain korpuksen esiintymien tilastollista suhdetta, ja käytännössä todennäköisyys ei yleensä ole paras valinta ominaisuuksien esittämiseen. Viime aikoina on ehdotettu upotusmenetelmiä, kuten Word2Vec- ja Doc2Vec-menetelmiä, joiden avulla voidaan esittää sanoja ja asiakirjoja oppimalla olennaisia käsitteitä ja representaatioita. Upotetut representaatiot ovat osoittautuneet tehokkaammiksi kuin LDA-tyyppiset representaatiot monissa tehtävissä. Tässä artikkelissa ehdotamme Topic2Vec-lähestymistapaa, jolla voidaan oppia aiheiden representaatioita samassa semanttisessa vektoriavaruudessa sanojen kanssa, vaihtoehtona todennäköisyydelle. Kokeelliset tulokset osoittavat, että Topic2Vec-menetelmällä saavutetaan mielenkiintoisia ja mielekkäitä tuloksia.

**Tulos**

Topic2Vec: Aiheiden hajautettujen esitysten oppiminen

**Esimerkki 2.2447**

Oikean viiteluokan ja oikean aikavälin valitseminen, kun on olemassa ristiriitaisia ehdokkaita ja kun ei ole mahdollista määrittää osajoukon tyylin dominanssia, on ollut Kyburgin todistusvoimaisen todennäköisyysjärjestelmän ongelma. Loui ja Kyburg ovat ehdottaneet erilaisia menetelmiä tämän ongelman ratkaisemiseksi tavalla, joka on sekä intuitiivisesti houkutteleva että perusteltavissa Kyburgin järjestelmän puitteissa. Tässä artikkelissa ehdotettu järjestelmä johtaa vahvempiin tilastollisiin väitteisiin uhraamatta liikaa Ky burgin viimeisimmän ehdotuksen intuitiivista vetovoimaa. 1 Yleiskatsaus ongelmaan

**Tulos**

Todistustodennäköisyyden muutos

**Esimerkki 2.2448**

Todennäköisyyslogiikkaohjelmat ovat logiikkaohjelmia, joissa osa tosiasioista on merkitty todennäköisyyksillä. Useat klassiset todennäköisyyspohjaiset päättelytehtävät (kuten MAP ja marginaalien laskeminen) eivät ole vielä saaneet paljon huomiota tässä formalismissa. Tämän artikkelin kontribuutio on se, että kehitämme tehokkaita päättelyalgoritmeja näitä tehtäviä varten. Tämä perustuu todennäköisyyslogiikkaohjelman sekä kyselyn ja todisteiden muuntamiseen painotetuksi CNF-kaavaksi. Näin voimme redusoida päättelytehtävät hyvin tutkittuihin tehtäviin, kuten painotettuun mallilaskentaan. Tällaisten tehtävien ratkaisemiseen käytämme uusimpia menetelmiä. Tarkastelemme useita menetelmiä ohjelmien muuntamiseen sekä painotetun CNF-kaavan päättelyyn. Tuloksena saatua lähestymistapaa arvioidaan kokeellisesti ja osoitetaan, että se parantaa todennäköisyyslogiikkaohjelmoinnin nykytilaa.

**Tulos**

Todennäköisyyslogiikkaohjelmien päättely painotettuja CNF:iä käyttäen

**Esimerkki 2.2449**

Klikkausten ennustaminen on yksi sponsoroidun haun perusongelmista. Useimmissa nykyisissä tutkimuksissa hyödynnettiin koneoppimisen lähestymistapoja mainoksen klikkauksen ennustamiseksi jokaiselle mainoksen katselutapahtumalle itsenäisesti. Todellisessa sponsoroidussa hakujärjestelmässä havaitaan kuitenkin, että käyttäjän käyttäytyminen mainosten suhteen on hyvin riippuvainen siitä, miten käyttäjä on käyttäytynyt menneen ajanjakson aikana, erityisesti sen suhteen, mitä kyselyjä hän on lähettänyt, mitä mainoksia hän on napsauttanut tai jättänyt huomiotta ja kuinka kauan hän on viettänyt napsautettujen mainosten laskeutumissivuilla jne. Näiden havaintojen innoittamana esittelemme uudenlaisen kehyksen, joka perustuu toistuviin neuroverkkoihin (Recurrent Neural Networks, RNN). Perinteisiin menetelmiin verrattuna tässä kehyksessä mallinnetaan suoraan käyttäjän peräkkäisen käyttäytymisen riippuvuus klikkausten ennustamisprosessissa RNN:n rekursiivisen rakenteen avulla. Laajamittaiset arvioinnit kaupallisen hakukoneen klikkauslokeissa osoittavat, että lähestymistapamme voi parantaa merkittävästi klikkausten ennustustarkkuutta verrattuna sekvenssistä riippumattomiin lähestymistapoihin.

**Tulos**

Sequential Click Prediction for Sponsored Search with Recurrent Neural Networks (Jatkuvan klikkauksen ennustaminen sponsoroitua hakua varten toistuvilla neuroverkoilla)

**Esimerkki 2.2450**

Nimetyt yksiköt (Named Entities, NE) kirjoitetaan usein ilman ortografisia muutoksia eri kielissä, joilla on yhteiset aakkoset. Osoitamme, että tätä voidaan hyödyntää nimettyjen entiteettien tunnistuksen (NER) parantamiseksi käyttämällä toissijaisten kielten valvomattomia sanaklustereita ominaisuuksina uusimmissa erottelevissa NER-järjestelmissä. Suorituskyky paranee merkittävästi, ja havaitsemme, että erityisesti henkilöiden ja paikkojen tunnistaminen paranee ja että fylogeneettisesti läheiset kielet tarjoavat arvokkaampia piirteitä kuin kaukaisemmat kielet.

**Tulos**

"Käännös ei voi muuttaa nimeä": Monikielisen datan käyttäminen nimettyjen yksiköiden tunnistamiseen.

**Esimerkki 2.2451**

Määritellään logiikka, jonka avulla voidaan ilmaista tietoja tilastollisista todennäköisyyksistä ja uskomusasteista tietyissä ehdotuksissa. Tulkitsemalla nämä kaksi todennäköisyystyyppiä yhdessä yhteisessä todennäköisyysavaruudessa annettu semantiikka soveltuu hyvin mallintamaan tilastollisen tiedon vaikutusta subjektiivisten uskomusten muodostumiseen. Ristikkäisen entropian minimointi on keskeinen elementti näissä semantiikoissa, ja sen käyttöä perustellaan osoittamalla, että tuloksena syntyvässä logiikassa on joitakin hyvin järkeviä ominaisuuksia.

**Tulos**

Logiikka todennäköisyyksien oletusarvoista päättelyä varten

**Esimerkki 2.2452**

Talousuutiset sisältävät hyödyllistä tietoa pörssiyhtiöistä ja markkinoista. Tässä artikkelissa sovellamme suosittuja sanojen upottamismenetelmiä ja syviä neuroverkkoja talousuutisten hyödyntämiseen ennustamaan osakekurssien muutoksia markkinoilla. Kokeelliset tulokset ovat osoittaneet, että ehdottamamme menetelmät ovat yksinkertaisia mutta erittäin tehokkaita, ja ne voivat parantaa osakkeiden ennustustarkkuutta tavallisessa rahoitustietokannassa merkittävästi verrattuna perusjärjestelmään, joka käyttää vain historiallisia hintatietoja.

**Tulos**

Taloudellisten uutisten hyödyntäminen osakekurssien muutosten ennustamisessa sanojen upotusten ja syvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2453**

Äskettäin esitellyn älykkään kokeilu- ja virhealgoritmin (IT&E) avulla robotit voivat mukautua luovasti vaurioihin muutamassa minuutissa yhdistämällä off-line-evoluutioalgoritmin ja Bayesin optimointiin perustuvan on-line-oppimisalgoritmin. Laajennamme IT&E-algoritmia siten, että robotit oppivat kompensoimaan vaurioita suorittaessaan tehtäväänsä (tehtäviään). Tämä johtaa puoliepisodiseen oppimisjärjestelmään, joka lisää robotin elinikäistä autonomiaa ja sopeutumiskykyä. Alustavat kokeet lelusimulaatiossa ja 6-jalkaisen robotin liikkumistehtävässä osoittavat lupaavia tuloksia.

**Tulos**

Kohti puoliepisodista oppimista robotin vaurioiden korjaamisessa

**Esimerkki 2.2454**

Espanjan kultakauden huipputeos ja niin sanotun pikareskiromaanin esi-isä Lazarillo de Tormesin elämä ja hänen onnensa ja vastoinkäymisensä on edelleen nimetön teksti. Vaikka arvostetut tutkijat ovat yrittäneet osoittaa sen eri tekijöille eri kriteerien perusteella, yhteisymmärrykseen ei ole vielä päästy. Ehdokkaiden luettelo on pitkä, eivätkä kaikki ehdokkaat nauti samaa kannatusta tiedeyhteisössä. Analysoimalla heidän teoksiaan datavetoisesta näkökulmasta ja soveltamalla koneoppimistekniikoita tyylin ja tekstin sormenjälkien tunnistamiseen valotamme Lazarillon tekijyyttä. Kuten state-of-the-art-tutkimuksessa, keskustelemme käytetyistä menetelmistä ja siitä, miten ne toimivat erityistapauksessamme. Menetelmiemme mukaan todennäköisin kirjoittaja näyttää olevan Juan Arce de Otálora, jota seuraa Alfonso de Valdés. Menetelmä toteaa, että tietyn korpuksen perusteella ei voida tehdä varmaa määritystä.

**Tulos**

Lazarillo de Tormesin elämä ja hänen koneoppimisensa vastoinkäymiset

**Esimerkki 2.2455**

Käsittelemme ongelmaa, joka liittyy tekstin ja visuaalisen tiedon yhdistämiseen sanojen merkityksen esittämiseen tarkoitetuissa vektoriavaruusmalleissa. Esittelemme ensin Residual CCA (R-CCA) -menetelmän, joka täydentää tavanomaista CCA-menetelmää esittämällä kunkin modaliteetin osalta alkuperäisen signaalin ja jaettuun, maksimikorrelaatioavaruuteen projisoidun signaalin välisen eron. Tämän jälkeen osoitamme, että visuaalisten ja tekstimuotoisten esitysten rakentaminen ja niiden jälkikäsittely yleisten mallinnusmenetelmien, kuten PCA:n, CCA:n, R-CCA:n ja lineaarisen interpoloinnin (eli sekventiaalisen mallintamisen) avulla tuottaa korkealaatuisia malleja. Viidessä standardissa semanttisessa vertailuarvossa sekventiaaliset mallit ovat parempia kuin viimeaikaiset multimodaalisen representaation oppimisen vaihtoehdot, mukaan lukien sellaiset, jotka perustuvat yhteiseen representaation oppimiseen. Kahdessa näistä vertailuarvoista R-CCA-menetelmämme on osa algoritmimme tuottamaa parasta kokoonpanoa.

**Tulos**

Kielen ja näön tehokas yhdistäminen mallin muodostamisen ja R-CCA-menetelmän avulla.

**Esimerkki 2.2456**

Esitämme yleiset puitteet harvojen ja epäsäännöllisesti näytteistettyjen aikasarjojen luokittelua varten. Tällaisten aikasarjojen ominaisuudet voivat johtaa huomattavaan epävarmuuteen taustalla olevien ajallisten prosessien arvoista, minkä vuoksi tietoja on vaikea käsitellä tavanomaisilla luokittelumenetelmillä, joissa oletetaan kiinteäulotteiset ominaisuusavaruudet. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi ehdotamme epävarmuustietoista luokittelukehystä, joka perustuu erityiseen laskentakerrokseen, jota kutsumme Gaussin prosessisovittimeksi ja joka voi liittää epäsäännöllisesti näytteistetyt aikasarjadat mihin tahansa mustalaatikkoluokittimeen, joka voidaan oppia gradienttilaskeutumisen avulla. Näytämme, miten tarvittavia laskutoimituksia voidaan skaalata yhdistämällä strukturoitua kernelinterpolointikehystä ja Lanczos-approksimaatiomenetelmää, ja miten Gaussin prosessisovitin voidaan kouluttaa erottelevasti yhdessä useiden luokittelijoiden kanssa päästä päähän käyttämällä backpropagationia.

**Tulos**

Skaalautuva päästä päähän - Gaussin prosessin sovitin epäsäännöllisesti näytteistettyjen aikasarjojen luokittelua varten.

**Esimerkki 2.2457**

Tilastollisten mallien parametrien kouluttaminen kuvaamaan tiettyä tietoaineistoa on keskeinen tehtävä tiedonlouhinnan ja koneoppimisen alalla. Erittäin suosittu ja tehokas tapa parametrien estimointiin on maksimiluotettavuusestimointi (maximum likelihood estimation, MLE). Tilastollisten mallien yleisimmin käytettyjä perheitä ovat seosmallit, erityisesti Gaussin jakaumien seokset. Suosittu MLE-ongelman kovan klusteroinnin muunnos on niin sanottu täydennetyn maksimaalisen todennäköisyyden estimointimenetelmä (CMLE, completedata maximum likelihood estimation). Vakiomalli CMLE-ongelman ratkaisemiseksi on Classification-Expectation-Maximization (CEM) -algoritmi [CG92]. Valitettavasti on vain taattu, että algoritmi konvergoi johonkin (mahdollisesti mielivaltaisen huonoon) kohdefunktion stationaariseen pisteeseen. Tässä artikkelissa esitellään kaksi algoritmia CMLE-ongelman rajoitetulle versiolle. Toisin sanoen algoritmimme approksimoivat CMLE-ongelman järkeviä ratkaisuja, jotka täyttävät tietyt luonnolliset ominaisuudet. Lisäksi ne laskevat ratkaisuja, joiden kustannukset (eli täydellisten tietojen log-likelihood-arvot) ovat korkeintaan kertoimen (1 + ε) huonommat kuin etsimiemme ratkaisujen kustannukset. Huomattakoon, että CMLE-ongelma sen yleisimmässä eli rajoittamattomassa muodossa ei ole hyvin määritelty ja sallii triviaaleja optimaalisia ratkaisuja, joita voidaan pitää degeneroituneina ratkaisuina.

**Tulos**

Kova klusterointi Gaussin sekoitusmalleilla (Hard-Clustering with Gaussian Mixture Models)

**Esimerkki 2.2458**

Deklaratiivisen laajamittaisen koneoppimisen (ML) tavoitteena on ML-algoritmien määrittely korkean tason kielellä ja hybridien suoritusaikojen automaattinen luominen, joka vaihtelee yhden solmun muistissa suoritettavista laskennoista hajautettuihin laskentoihin MapReduce (MR) -ohjelmalla tai vastaavilla kehyksillä, kuten Sparkilla. Laajamittaisten ML-ohjelmien kokoamisessa on monia mahdollisuuksia automaattiseen optimointiin. Kehittyneet kustannuspohjaiset optimointitekniikat edellyttävät perusedellytyksenä tarkkaa kustannusmallia optimointipäätösten vaikutusten arvioimiseksi. Tässä artikkelissa jaamme näkemyksiä yksinkertaisesta ja vankasta mutta tarkasta tekniikasta ML-ohjelmien vaihtoehtoisten ajoaikaisten suoritussuunnitelmien kustannuslaskentaan. Kustannusmallimme perustuu ajonaikaisten suunnitelmien luomiseen ja kustannuslaskentaan, jotta kaikki peräkkäiset optimointivaiheet voidaan ottaa automaattisesti huomioon. Kustannuslaskenta kattaa myös kontrollivirtarakenteet, kuten silmukat ja haarautumiset, sekä erilaiset kustannustekijät, kuten IO-, latenssi- ja laskentakustannukset. Lopuksi linearisoimme kaikki nämä kustannustekijät yhdeksi odotetun suoritusajan mittariksi. SystemML:ssä tätä kustannusmallia hyödynnetään useilla kehittyneillä optimoijilla, kuten resurssien optimoinnilla ja globaalilla tietovirtaoptimoinnilla. Jaamme kokemuksemme, jotta voimme tarjota perustan ML-ohjelmien optimoinnille.

**Tulos**

Kustannuslaskenta suurten koneoppimisohjelmien generoiduille suoritusaikaisille suoritussuunnitelmille

**Esimerkki 2.2459**

Epämääräisiä samankaltaisuusmittareita käytetään usein bioinformatiikassa kohdistamispisteiden avulla, mutta ne ovat yleisiä myös muilla aloilla, kuten muodon mittaaminen kuvien hakemisessa. Koska taustalla ei ole vektoriavaruutta, tiedot annetaan vain pareittaisina samankaltaisuuksina. Tällaisia tietoja varten käytettävissä olevat muutamat algoritmit eivät sovellu suurempiin tietokokonaisuuksiin. Keskitytään todennäköisyysluokitteleviin eräluokittimiin, ja iKFD (Indefinite Kernel Fisher Discriminant) ja PCVM (Probabilistic Classification Vector Machine) ovat molemmat tehokkaita algoritmeja tämäntyyppisille aineistoille, mutta niiden kompleksisuus on kuutiomainen. Tässä ehdotetaan iKFD:n ja PCVM:n laajentamista siten, että lineaarinen ajoaika ja muistin monimutkaisuus saavutetaan matalan rankin epämääräisillä ytimillä. Käytämme Nyströmin approksimaatiota epämääräisille ytimille ja ehdotamme myös uutta lähes parametritonta lähestymistapaa maamerkkien tunnistamiseen, joka on rajoitettu valvottuun oppimisongelmaan. Arvioinnit useilla suuremmilla samankaltaisuustiedoilla eri aloilta osoittavat, että ehdotetut menetelmät tarjoavat samankaltaiset yleistysominaisuudet, mutta ne ovat samalla helpompia parametroida ja huomattavasti nopeampia suuren mittakaavan tiedoille.

**Tulos**

Todennäköisyysluokittelijat, joilla on matalan luokituksen epämääräiset ytimet.

**Esimerkki 2.2460**

Matkojen suositteleminen matkustajille on tärkeä ja laajasti tutkittu aihealue. Ratkaisuehdotuksiin kuuluu<lb>erilaisia POI-suosituksia ja reittisuunnittelua. Tarkastelemme tehtävää suositella<lb>sekvenssiä POI-kohteita, jossa käytetään samanaikaisesti tietoa<lb> POI-kohteista ja reiteistä. Lähestymistapamme yhtenäistää eri tietolähteiden käsittelyn<lb> esittämällä ne ominaisuuksina koneoppimisalgoritmeissa, jolloin voimme oppia<lb> aikaisemmasta käyttäytymisestä. POI-kohteita koskevaa tietoa käytetään<lb>oppimaan POI-luokitusmalli, joka ottaa huomioon matkojen alku- ja<lb>päätepisteet. Aiempia reittejä koskevia tietoja käytetään<lb> POI:iden välisten siirtymämallien oppimiseen, jonka avulla voimme<lb>suositella todennäköisiä reittejä. Lisäksi ehdotetaan probabilistista<lb>mallia, jolla yhdistetään POI-luokittelun ja<lb> POI:sta POI:hin siirtymisen tulokset. Ehdotamme uutta F1-pistemäärää<lb> POI-pareille, jotka kuvaavat käyntien järjestystä. Empiiriset uudelleen<lb>tulokset osoittavat, että lähestymistapamme parantaa viimeaikaisia menetelmiä,<lb>ja osoittaa, että pisteiden ja reittien yhdistäminen mahdollistaa<lb>paremmat reittisuositukset.

**Tulos**

Oppimiskohteet ja reitit, joiden avulla suositellaan kehityskaaria

**Esimerkki 2.2461**

Tutkimme kahden pelaajan turvallisuuspelejä, joita voidaan pitää nollasummattomien matriisipelien sarjoina, joita pelaavat hyökkääjä ja puolustaja. Pelin kehitys perustuu stokastiseen kuvitteelliseen peliprosessiin, jossa pelaajilla ei ole pääsyä toistensa voittomatriisiin. Kummankin on havainnoitava toistensa toimia tähän asti ja pelattava toimintaa, joka perustuu parhaaseen vastaukseen näihin havaintoihin. Säännöllisessä fiktiivisessä peliprosessissa kukin pelaaja tekee maksimiluotettavuusarvion vastustajan sekastrategiasta, mikä johtaa ajassa muuttuvaan päivitykseen, joka perustuu edelliseen arvioon ja nykyiseen toimintaan. Tässä artikkelissa tutkimme vaihtoehtoista järjestelmää taajuuspäivitykselle, jonka keskimääräinen dynamiikka on sen sijaan ajassa muuttumaton. Tutkimme fiktiivisen peliprosessin keskimääräisen dynamiikan konvergenssiominaisuuksia tällaisella päivitysjärjestelmällä ja osoitamme tasapainopisteen paikallisen stabiilisuuden, kun molemmat pelaajat rajoitetaan kahteen toimintaan. Ehdotamme myös mukautuvaa algoritmia, joka perustuu tähän ajallisesti muuttumattomaan taajuuspäivitykseen.

**Tulos**

Fiktiivinen leikki, jossa aika-invariantti taajuuspäivitys verkkoturvallisuutta varten

**Esimerkki 2.2462**

Rintasyöpä on yksi naisten yleisimmistä syöpäkuolemien syistä maailmanlaajuisesti. Kliinisessä rutiinissa rintojen ultraäänikuvien (BUS) automaattinen segmentointi on erittäin haastavaa ja olennaista syövän diagnosoinnissa ja hoidon suunnittelussa. Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana on tutkittu monia BUS-segmentointimenetelmiä, ja ne on osoitettu tehokkaiksi yksityisissä tietokokonaisuuksissa. Tällä hetkellä BUS-kuvan segmentoinnin kehitys näyttää olevan pullonkaulassa. Suorituskyvyn parantaminen on yhä haastavampaa, ja viime vuosina on julkaistu vain muutamia uusia lähestymistapoja. Nyt on aika tarkastella alaa tarkastelemalla aiempia lähestymistapoja kattavasti ja tutkia tulevaisuuden suuntia. Tässä asiakirjassa tutkimme lähestymistapojen perusajatuksia, teorioita, hyviä ja huonoja puolia, ryhmittelemme ne luokkiin ja tarkastelemme kutakin luokkaa perusteellisesti keskustelemalla periaatteista, sovelluskysymyksistä ja eduista/haitoista. Avainsana: rintojen ultraäänikuvat, rintasyöpä, segmentointi, vertailuarvo, varhainen havaitseminen, tietokoneavusteinen diagnoosi (CAD).

**Tulos**

Automaattinen rintojen ultraäänikuvien segmentointi: Tutkimus

**Esimerkki 2.2463**

Symmetristen Bayes-päätösongelmien ratkaiseminen on käytettävästä algoritmista riippumatta laskentaintensiivinen tehtävä. Tässä artikkelissa ehdotamme menetelmää, jolla parannetaan Bayesin päätösongelmien ratkaisemiseen käytettävien algoritmien tehokkuutta. Menetelmä perustuu laiskan arvioinnin periaatteeseen, jonka on äskettäin osoitettu parantavan Bayesin verkkojen päättelyn tehokkuutta. Perusajatuksena on säilyttää potentiaalien koostumukset ja lykätä laskutoimituksia mahdollisimman pitkälle. Laiskaan arviointiin perustuvalla menetelmällä saavutettua tehokkuusparannusta korostetaan esimerkkien avulla. Lopuksi laiska arviointiin perustuvaa menetelmää verrataan HUGIN- ja arvostukseen perustuviin järjestelmäarkkitehtuureihin symmetristen Bayes-päätösongelmien ratkaisemiseksi.

**Tulos**

Symmetristen Bayes-päätösongelmien laiska arviointi (Lazy Evaluation of Symmetric Bayesian Decision Problems)

**Esimerkki 2.2464**

Toistuva neuroverkko (Recurrent Neural Network, RNN) on suosittu valinta ajallisten ja peräkkäisten tehtävien mallintamiseen, ja sillä saavutetaan monia huippuluokan tuloksia erilaisissa monimutkaisissa ongelmissa. Useimmissa uusimmissa RNN-verkoissa on kuitenkin miljoonia parametreja ja ne vaativat paljon laskentaresursseja uusien tietojen kouluttamiseen ja ennustamiseen. Tässä artikkelissa ehdotetaan vaihtoehtoista RNN-mallia, jolla parametrien määrää voidaan vähentää merkittävästi esittämällä painoparametrit Tensor Train (TT) -muodossa. Tässä artikkelissa toteutetaan TT-muotoinen esitys useille RNN-arkkitehtuureille, kuten yksinkertaiselle RNN:lle ja Gated Recurrent Unitille (GRU). Vertaamme ja arvioimme ehdotettua RNN-malliamme pakkaamattomaan RNN-malliin sekvenssien luokittelu- ja ennustustehtävissä. Ehdotetut TT-muotoiset RNN-mallit pystyvät säilyttämään suorituskyvyn ja samalla vähentämään RNN-parametrien määrää merkittävästi, jopa 40 kertaa pienemmäksi.

**Tulos**

Rekursiivisen neuroverkon pakkaaminen Tensor Trainin avulla

**Esimerkki 2.2465**

Laskennallinen pullonkaula sovellettaessa verkko-oppimista massiivisiin tietomassoihin on yleensä projektiovaihe. Esittelemme tehokkaita verkko-oppimisalgoritmeja, jotka välttävät projisointia ja suosivat paljon tehokkaampia lineaarisia optimointivaiheita Frank-Wolfe-tekniikan avulla. Saamme useita katumuksen rajoja verkossa tapahtuvalle koveralle optimoinnille, ja paremmat rajat erityistapauksille, kuten stokastiselle sileälle koveralle verkko-optimoinnille. Laskennallisen edun lisäksi algoritmeillemme on suotavaa, että ne ovat stokastisessa tapauksessa parametrittomia ja tuottavat harvoja päätöksiä. Sovellamme algoritmejämme laskentaintensiivisiin yhteissuodatuksen sovelluksiin ja osoitamme teoreettisten parannusten olevan selvästi nähtävissä tavanomaisilla tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

Projektiovapaa verkko-oppiminen

**Esimerkki 2.2466**

Tämä on alustava raportti työstä, jonka tarkoituksena on tehdä CR-Prologista - ASP-versiosta, jossa on johdonmukaisuuden palautussäännöt - sopivampi opetuskäyttöön ja suuriin sovelluksiin. Aluksi kuvaamme CR-Prologin lajitellun version nimeltä SPARC. Toiseksi käännetään CR-Prologin perusversio DLV-kielelle ja verrataan sen suorituskykyä CR-Prologin nykyiseen ratkaisijaan. Tulokset luovat perustan SPARC:n tulevalle tehokkaammalle ja käyttäjäystävällisemmälle toteutukselle ja valottavat kahden hyödyllisen tiedon esittämiskonstruktion, johdonmukaisuutta palauttavien sääntöjen ja DLV:n heikkojen rajoitteiden, välistä suhdetta.

**Tulos**

SPARC - Lajiteltu ASP ja johdonmukaisuuden palautussäännöt

**Esimerkki 2.2467**

Viimeaikaiset edistysaskeleet ovat mahdollistaneet stokastisen variaatioparadigman soveltamisen latentin Dirichlet-allokaation (LDA) kokoonpainettuun esitykseen. Vaikka stokastista variaatioparadigmaa on menestyksekkäästi sovellettu hierarkkisen Dirichlet-prosessin (hierarchical Dirichlet process, HDP) supistamattomaan esitykseen, tähän mennessä ei ole tehty yhtään yritystä soveltaa tämäntyyppistä päättelyä ei-parametrisen aihepiirien mallintamisen supistettuun ympäristöön. Tässä artikkelissa tarkastelemme tällaista HDP:tä koskevaa stokastista variaatiopohjaista Bayesinferenssiä. Ehdotettu online-algoritmi on helppo toteuttaa, ja siinä otetaan huomioon hyperparametrien päättely. Ensimmäiset kokeet osoittavat lupaavaa parannusta ennustuskyvyssä. 1 Tausta Aluksi tarkastellaan mallia, jossa jokainen asiakirja d on K diskreetin aihejakauman φk sekoitus θd V-termistä koostuvassa sanastossa. Olkoon zdi ∈ {1, ...,K} asiakirjassa d ∈ {1, ..., D} olevan i-sanan wdi ∈ {1, ..., V } aihealue ja asetetaan Dirichlet-priorit parametreille θd, φk. Meillä on zdi | θd ∼ Discrete(θd) , θd ∼ Dirichlet(απ) , wdi | zdi, {φk} ∼ Discrete(φzdi) , φk ∼ Dirichlet(β) , missä π on ylimmän tason jakauma aiheiden yli ja α ja β ovat keskittymisparametreja. Vaikka K:n dimensiomäärä on kiinteä latentissa Dirichlet-jakautumassa (LDA), haluamme, että malli määrittää tarvittavien aiheiden määrän. Näin ollen noudatamme hierarkkisen Dirichlet-prosessin (HDP) [1] oletuksia laskettavasta mutta äärettömästä määrästä aiheita, joista vain äärellinen määrä käytetään posteriorissa. Prioriteettimme π muodostetaan typistetyllä sick-breaking-prosessilla [2],

**Tulos**

Käytännöllinen kollaboitunut stokastinen variatiivinen päättely HDP:tä varten.

**Esimerkki 2.2468**

MERT-koulutus (Minimum error rate training) on laajalti käytetty koulutusmenetelmä tilastollisessa konekääntämisessä. Tämän lähestymistavan yleisenä ongelmana on, että hakuavaruus on helppo konvergoitua paikalliseen optimiin ja että hankittu painojoukko ei vastaa piirrefunktioiden todellista jakaumaa. Tässä asiakirjassa otetaan käyttöön koordinaattijärjestelmän valinta (RSS) MERT:n hakualgoritmissa. Toisin kuin aiemmissa lähestymistavoissa, joissa jokainen ulottuvuus vastaa vain yhtä riippumatonta ominaisfunktiota, luomme useita koordinaattijärjestelmiä siirtämällä yhden ulottuvuuden uuteen suuntaan. Perusajatus on melko yksinkertainen mutta kriittinen, sillä yhteistyöhön perustuvan harjoitusmenettelyn tulisi perustua hakusuuntien muodostamaan koordinaatistoon, mutta ei suoraan piirrefunktioihin. Kokeet osoittavat, että valitsemalla koordinaattijärjestelmiä virityssarjan tulosten avulla voidaan saada parempia tuloksia ilman muuta kielitaitoa.

**Tulos**

Koordinaattijärjestelmän valinta tilastollisen konekääntämisen minimivirheprosentin harjoittelua varten

**Esimerkki 2.2469**

Lukuisat tiedonlouhintatekniikat on kehitetty tiedon louhimiseen, kuvioiden tunnistamiseen ja trendien ennustamiseen suurista tietokokonaisuuksista. Tässä tutkimuksessa sovelletaan kahta luokittelutekniikkaa, C4.5-algoritmin J48-toteutusta ja Naive Bayes -luokittelijaa keuhkosyövän eloonjäämismahdollisuuksien ennustamiseen laajasta tietokokonaisuudesta, joka sisältää viidentoista vuoden potilastiedot. Tarkoituksena on todentaa näiden kahden tekniikan ennustustehokkuus todellisilla, historiallisilla aineistoilla. Sen lisäksi, että tulokseksi saadaan J48-luokittimen olevan marginaalisesti parempi kuin Naive Bayes -tekniikan, kuvataan yksityiskohtaisesti dataa ja tarvittavia esikäsittelytoimia. Suorituskykytulokset vahvistavat odotukset, kun taas jotkin kokeilujen aikana ilmenneet ongelmat korostavat, että on tärkeää, että on olemassa aluespesifinen ymmärrys, jotta voidaan hyödyntää dataan mahdollisesti sisältyviä aluespesifisiä ominaisuuksia.

**Tulos**

C4.5- ja Naive Bayes -luokittimen vertailu keuhkosyövän eloonjäämisennusteessa.

**Esimerkki 2.2470**

Ensimmäisen kertaluvun logiikan ja tilastollisen päättelyn (maailmankaikkeuden globaalit ja paikalliset ominaisuudet) välinen perustavanlaatuinen ristiriita osoittautuu esteeksi logiikan ja todennäköisyyden yhdistämiselle Bacchuksen L.p. -logiikassa. L.p.-käyttäytymisen ristiriitaisuuden voittamiseksi ehdotetaan 3-arvoista logiikkaa.

**Tulos**

Uskomukset ja todennäköisyys Bacchuksen l.p. logiikassa: Bacon Bacchus: 3-arvoinen looginen ratkaisu näennäiseen vasta-intuitioon.

**Esimerkki 2.2471**

CUR-matriisin purku laskee tietyn matriisin matalarivisen approksimaation käyttämällä matriisin todellisia rivejä ja sarakkeita. Se on ollut erittäin hyödyllinen työkalu suurten matriisien käsittelyssä. Yksi CUR-matriisien purkamiseen käytettävien nykyisten algoritmien rajoitus on se, että niiden on saatava käyttöönsä koko matriisi, mikä voi olla vaikeaa monissa todellisissa sovelluksissa. Tässä työssä lievennämme tätä rajoitusta kehittämällä CUR-matriisien purkualgoritmin osittain havaituille matriiseille. Ehdotettu algoritmi laskee kohdematriisin matalarivisen approksimaation i) satunnaisesti otettujen rivien ja sarakkeiden ja ii) matriisista satunnaisesti otettujen havaittujen merkintöjen osajoukon perusteella. Analyysimme osoittaa ehdotetun algoritmin suhteellisen virheen rajan, joka mitataan spektrinormilla, kun kohdematriisi on täysarvoinen. Osoitamme myös, että ehdotettu algoritmi tarvitsee vain O(nr ln r) havainnoitua merkintää, jotta n × n kokoinen r-luokan matriisi saadaan täydellisesti takaisin, mikä parantaa nykyisten matriisitäydennysalgoritmien näytteenottokompleksisuutta. Sekä synteettisillä että todellisilla tietokokonaisuuksilla tehdyt empiiriset tutkimukset vahvistavat teoreettiset väitteemme ja osoittavat ehdotetun algoritmin tehokkuuden.

**Tulos**

CUR-algoritmi osittain havaituille matriiseille

**Esimerkki 2.2472**

Syvät Gaussin prosessit (DGP) ovat monikerroksisia hierarkkisia yleistyksiä Gaussin prosesseista (GP), ja ne vastaavat muodollisesti neuroverkkoja, joissa on useita äärettömän leveitä piilokerroksia. DGP:t ovat ei-parametrisia todennäköisyysmalleja, ja siksi ne ovat luultavasti joustavampia, kykenevät paremmin yleistämään ja tarjoavat parempia kalibroituja epävarmuusestimaatteja kuin vaihtoehtoiset syvät mallit. Tässä artikkelissa kehitetään uusi likimääräinen Bayesin oppimisjärjestelmä, jonka avulla DGP:tä voidaan ensimmäistä kertaa soveltaa erilaisiin keskisuuriin ja suuriin regressio-ongelmiin. Uudessa menetelmässä käytetään approksimatiivista odotusarvojen leviämismenettelyä ja uudenlaista ja tehokasta laajennusta probabilistisesta backpropagation-algoritmista oppimiseen. Arvioimme uutta menetelmää epälineaarista regressiota varten yhdellätoista reaalimaailman tietokokonaisuudella ja osoitamme, että se on aina parempi kuin GP-regressio ja lähes aina parempi kuin Bayesin neuroverkkojen deterministiset ja otantaan perustuvat likimääräiset päättelymenetelmät. Sivutuotteena tämä työ tarjoaa kattavan analyysin kuudesta likimääräisestä Bayesin menetelmästä neuroverkkojen kouluttamiseen.

**Tulos**

Syvät Gaussin prosessit regressiota varten käyttäen likimääräistä odotusarvojen etenemistä (Approximate Expectation Propagation)

**Esimerkki 2.2473**

Tiivistelmätutkimuksen kehitystä on haitannut merkittävästi viitetiedostojen kallis hankinta. Tässä artikkelissa ehdotetaan tehokasta tapaa kerätä automaattisesti laajamittaisia uutisiin liittyviä monidokumenttisia tiivistelmiä viitaten sosiaalisen median reaktioihin. Hyödynnämme twiiteissä olevia kahdenlaisia sosiaalisia merkintöjä eli hashtageja ja hyperlinkkejä. Hashtageja käytetään asiakirjojen ryhmittelyyn eri aihekokonaisuuksiin. Lisäksi hyperlinkillä varustettu twiitti korostaa usein tiettyjä avainkohtia vastaavasta asiakirjasta. Syntetisoimme linkitettyjen asiakirjojen klusterin muodostaaksemme viitteellisen yhteenvedon, joka voi kattaa useimmat avainkohdat. Tätä varten otamme käyttöön ROUGE-mittarit kattavuuden mittaamiseksi ja kehitämme kokonaislukuisen lineaarisen ohjelmointiratkaisun, jonka avulla löydämme lausejoukon, joka saavuttaa ROUGE:n ylärajan. Koska yhteenvetolauseet voidaan valita sekä asiakirjoista että laadukkaista twiiteistä, luodut viiteyhteenvedot voivat olla abstrakteja. Kerättyjen tiivistelmien informatiivisuus ja luettavuus tarkistetaan manuaalisesti. Lisäksi koulutamme Support Vector Regression -yhteenvedonmuodostajan DUC:n yleisten monidokumenttisten yhteenvetojen vertailuarvojen avulla. Kun kerätyt tiedot toimivat ylimääräisenä koulutusresurssina, tiivistelmän suorituskyky paranee huomattavasti kaikissa testikokonaisuuksissa. Julkaisemme tämän tietokokonaisuuden jatkotutkimusta varten.

**Tulos**

TGSum: Tweet-ohjatun monidokumenttisen tiivistämistietokannan rakentaminen: Build Tweet Guided Multi-Document Summarization Dataset

**Esimerkki 2.2474**

Parannamme Auerin ja muiden (2002) Upper Confidence Bound (UCB) -algoritmin katumusrajaa ja osoitamme, että sen katumus on suurella todennäköisyydellä ongelmasta riippuvainen vakio. Lineaaristen rosvojen tapauksessa (Dani et al., 2008) parannamme ongelmasta riippuvaa rajaa ulottuvuuden ja aika-askeleiden määrän suhteen. Lisäksi edellisestä tuloksesta poiketen todistamme, että rajamme pätee pienillä otoskokoluokilla, ja samalla pahimman tapauksen raja paranee logaritmisella kertoimella ja vakio paranee.

**Tulos**

Online-estimointi pienimmillä neliöillä itse normalisoitujen prosessien avulla: An Application to Bandit Problems∗

**Esimerkki 2.2475**

Robustit hakumenettelyt ovat keskeinen osa mustan laatikon rajoitusohjelmointiratkaisujen suunnittelua. Tässä artikkelissa ehdotetaan toimintopohjaista hakua, jossa hakua ohjataan muuttujien aktiivisuuden avulla etenemisen aikana. Aktiivisuuspohjaista hakua verrattiin kokeellisesti vaikutuspohjaiseen hakuun ja wdeg-heuristiikkaan. Kokeelliset tulokset useilla vertailuarvoilla osoittavat, että aktiviteettipohjainen haku on muita heuristiikkoja kestävämpi ja voi parantaa suorituskykyä merkittävästi.

**Tulos**

Toimintapohjainen haku mustan laatikon rajoitusohjelmoinnin ratkaisijoille (Black-Box Contraint-Programming Solvers)

**Esimerkki 2.2476**

Useat hiljattain kehitetyt Multi-Agent Path Finding (MAPF) -ratkaisuohjelmat skaalautuvat suuriin MAPF-instansseihin etsimällä MAPF-suunnitelmia kahdella tasolla: Korkean tason haku ratkaisee agenttien väliset törmäykset, ja matalan tason haku suunnittelee yksittäisten agenttien polut korkean tason haun asettamien rajoitusten mukaisesti. Ratkaisemme MAPF-ongelman epätäydellisellä suunnitelman toteutuksella ja pienillä keskimääräisillä aikaväleillä seuraavilla tavoilla: Ensinnäkin formalisoimme MAPF-ongelman viivästymistodennäköisyyksillä (MAPF-DP), määrittelemme kelvolliset MAPF-DP-suunnitelmat ja ehdotamme kelvollisten MAPF-DP-suunnitelmien vankkojen suunnitelmien toteuttamiskäytäntöjen käyttöä, jotta voidaan valvoa, miten kukin agentti etenee polullaan. Toiseksi käsittelemme kahta luokkaa hajautettuja vankkoja suunnitelman toteuttamiskäytäntöjä (nimeltään Fully Synchronized Policies ja Minimal Communication Policies), jotka estävät törmäykset suunnitelman toteuttamisen aikana kelvollisten MAPF-DP-suunnitelmien osalta. Kolmanneksi esitellään 2-tasoinen MAPF-DP-ratkaisija (nimeltään Approximate Minimization in Expectation), joka tuottaa kelvollisia MAPF-DP-suunnitelmia.

**Tulos**

Moniagenttinen reitinetsintä viiveiden todennäköisyyksillä

**Esimerkki 2.2477**

Osoitamme, että on olemassa pitkälti tutkimaton luokka funktioita (positiiviset polymatroidit), jotka voivat määritellä oikeat diskreetit metriikat binäärivektoriparien yli ja joita on melko helppo optimoida. Hyödyntämällä submodulaarisuutta pystymme antamaan vaikeustuloksia ja approksimaatioalgoritmeja tällaisten metriikoiden optimoimiseksi. Lisäksi osoitamme empiirisesti näiden metriikoiden ja niihin liittyvien algoritmien tehokkuuden sekä metriikan minimointitehtävässä (eräänlainen klusterointi) että metriikan maksimointitehtävässä (erilaisten k-best-listojen tuottaminen).

**Tulos**

Submodulaariset Hamming-mittarit

**Esimerkki 2.2478**

Vektoriavaruuden esitykset tarjoavat geometrisia työkaluja, joiden avulla voidaan päätellä objektien joukon samankaltaisuutta ja niiden välisiä suhteita. Viimeaikaiset koneoppimismenetelmät sanojen vektoriavaruuden upotusten johtamiseksi (esim. word2vec) ovat saavuttaneet huomattavaa menestystä luonnollisen kielen käsittelyssä. Näillä vektoriavaruuksilla on myös osoitettu olevan yllättävä kyky vangita verbaalisia analogioita, ja samankaltaisia tuloksia on saatu myös luonnollisista kuvista, mikä antaa uutta eloa klassiselle mallille analogioista rinnakkaisina suorakulmioina, jota kognitiotieteilijät ehdottivat ensimmäisen kerran. Arvioimme analogioiden parallelogrammimallia sovellettuna nykyaikaisiin sanojen upotuksiin ja analysoimme yksityiskohtaisesti, missä määrin tämä lähestymistapa kuvaa ihmisten relatiivisia samankaltaisuustuomioita suuressa vertailutietoaineistossa. Huomaamme, että jotkin semanttiset suhteet saadaan paremmin esiin kuin toiset. Tämän jälkeen esitämme todisteita parallelogrammimallin syvemmistä rajoituksista, jotka perustuvat vektoriavaruuksien geometrisiin rajoituksiin, ja jotka ovat samansuuntaisia kuin ensimmäisen asteen samankaltaisuutta koskevat klassiset tulokset.

**Tulos**

Analogian vektoriavaruusmallien arviointi

**Esimerkki 2.2479**

Yksi tekoälyn pitkän aikavälin tavoitteista on rakentaa agentti, joka pystyy kommunikoimaan älykkäästi ihmisen kanssa luonnollisella kielellä. Suurin osa nykyisistä luonnollisen kielen oppimiseen liittyvistä töistä perustuu pitkälti harjoitteluun ennalta kerätyn, merkinnöillä varustetun tietokokonaisuuden avulla, mikä johtaa siihen, että agentti vastaa lähinnä kiinteän ulkoisen harjoitteluaineiston tilastoja. Koska harjoitusaineisto on lähinnä staattinen tilannekuva kommentoijalta saadusta tiedosta, tällä tavoin koulutetun agentin sopeutumiskyky ja käyttäytymisen yleistettävyys on rajallinen. Lisäksi tämä eroaa suuresti ihmisten kielenoppimisprosessista, jossa kieli omaksutaan kommunikaation aikana tekemällä puhetoimia ja oppimalla puhetoimien seurauksista vuorovaikutteisesti. Tässä artikkelissa esitellään vuorovaikutteinen ympäristö perusteltua luonnollisen kielen oppimista varten, jossa agentti oppii luonnollista kieltä olemalla vuorovaikutuksessa opettajan kanssa ja oppimalla palautteesta, jolloin se oppii ja parantaa kielitaitoaan osallistumalla keskusteluun. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi ehdotamme mallia, joka sisältää sekä jäljittelyn että vahvistamisen hyödyntämällä yhdessä opettajan antamaa lause- ja palkitsemispalautetta. Ehdotetun lähestymistavan tehokkuuden validoimiseksi tehdään kokeita.

**Tulos**

Kuuntele, vuorovaikuta ja puhu: Vuorovaikutuksen kautta puhumaan oppiminen

**Esimerkki 2.2480**

Riemannin geometriaa on käytetty menestyksekkäästi monissa aivo-tietokoneliitännän (BCI) luokitusongelmissa, ja se on osoittanut ylivoimaista suorituskykyä. Tässä artikkelissa sitä sovelletaan ensimmäistä kertaa BCI-regressio-ongelmiin, jotka ovat tärkeä BCI-sovellusten luokka. Tarkemmin sanottuna ehdotamme uutta ominaisuuksien louhintamenetelmää elektroenkefalogrammiin (EEG) perustuville BCI-regressio-ongelmille: ensin käytetään spatiaalista suodatinta EEG-kokeiden signaalin laadun parantamiseksi ja myös kovarianssimatriisien dimensioiden vähentämiseksi, minkä jälkeen louhitaan Riemannin tangenttiavaruuden ominaisuudet. Validoimme ehdotetun lähestymistavan suorituskyvyn reaktioajan arvioinnissa EEG-signaaleista, jotka mitattiin laajamittaisessa jatkuvan tarkkaavaisuuden psykomotorisessa tarkkaavaisuustehtävässä, ja osoitamme, että perinteisiin tehokaistapiirteisiin verrattuna tangenttiavaruuden piirteet voivat vähentää estimoinnin keskimääräistä neliöjuurivirhettä 4,30-8,30 prosenttia ja lisätä estimoinnin korrelaatiokerrointa 6,59-11,13 prosenttia.

**Tulos**

EEG-pohjainen käyttäjän reaktioajan arviointi Riemannin geometrian ominaisuuksien avulla

**Esimerkki 2.2481**

Nykyaikaiset sekvenssien merkintäjärjestelmät vaativat perinteisesti suuria määriä tehtäväkohtaista tietämystä käsityönä laadittujen ominaisuuksien ja tietojen esikäsittelyn muodossa. Tässä artikkelissa esitellään uusi neutraali verkkoarkkitehtuuri, jossa hyödynnetään automaattisesti sekä sana- että merkkitason representaatioita käyttämällä kaksisuuntaisen LSTM:n, CNN:n ja CRF:n yhdistelmää. Järjestelmämme on aidosti päästä päähän - se ei vaadi piirteiden suunnittelua tai tietojen esikäsittelyä, joten sitä voidaan soveltaa monenlaisiin sekvenssien merkintätehtäviin eri kielillä. Arvioimme järjestelmäämme kahdella aineistolla kahta sekvenssien merkintätehtävää varten: Penn Treebank WSJ -korpuksella POS-merkintää varten ja CoNLL 2003 -korpuksella nimettyjen entiteettien tunnistusta varten. Saavutamme molemmissa aineistoissa huipputason suorituskyvyn - 97,55 prosentin tarkkuuden POS-merkinnässä ja 91,21 prosentin F1-tarkkuuden NER:ssä.

**Tulos**

Päästä-päähän-sekvenssin merkitseminen kaksisuuntaisen LSTM-CNNs-CRF:n avulla

**Esimerkki 2.2482**

Kuvaamme menetelmän, jolla tuotetaan verkko, jossa nykyisillä menetelmillä, kuten DeepFoolilla, on suuria vaikeuksia tuottaa vastakkaisia näytteitä. Rakennelmamme antaa viitteitä siitä, miten syväverkot toimivat. Esitämme kohtuullisia analyysejä siitä, että konstruktiomme on vaikea voittaa, ja osoitamme kokeellisesti, että menetelmämme on vaikea voittaa käyttämällä useita vakioverkkoja ja tietokokonaisuuksia. Käytämme menetelmäämme tuottaaksemme järjestelmän, joka pystyy luotettavasti havaitsemaan, onko kuva kuva todellisen kohtauksen kuva vai ei. Järjestelmäämme sovelletaan kuviin, jotka on otettu syvyyskartoilla (RGBD-kuvat), ja se tarkistaa, onko kuvan ja syvyyskartan pari yhdenmukainen. Järjestelmä perustuu siihen, että kuvien luonnollisten syvyyskarttojen tuottaminen jälkikäsittelyssä on suhteellisen vaikeaa. Osoitamme, että järjestelmämme on kestävä nykyisin tunnetuista hyökkäysmenetelmistä rakennetuille vastakohtaisille esimerkeille.

**Tulos**

SafetyNet: Adversarial Examples: Adversarial Examples Detecting and Rejecting Robustly (Vastakkaisten esimerkkien havaitseminen ja hylkääminen kestävästi)

**Esimerkki 2.2483**

Inkluusio-minimaalisten osumajoukkojen löytäminen tietylle joukkojen kokoelmalle on perustavanlaatuinen kombinatorinen ongelma, jolla on sovelluksia niinkin erilaisilla aloilla kuin Boolen algebra, laskennallinen biologia ja tiedonlouhinta. Suuri osa algoritmikirjallisuudesta keskittyy minimitapaamisjoukkojen kokoelman tunnistamisen ongelmaan; monissa sovelluksissa on kuitenkin tärkeämpää tuottaa nämä tapaamisjoukot. Tarkastelemme kahtakymmentä algoritmia eri aloilta ja tarkastelemme niiden historiaa, luokittelua, hyödyllisiä ominaisuuksia ja laskennallista suorituskykyä erilaisilla synteettisillä ja todellisilla syötteillä. Tarjoamme myös näiden algoritmien toteutussarjan, jossa on käyttövalmis, alustasta riippumaton käyttöliittymä, joka perustuu Docker-kontteihin ja AlgoRun-kehykseen, jotta kiinnostuneet tietojenkäsittelytieteilijät voivat helposti suorittaa samanlaisia testejä omien tutkimusalojensa syötteillä omilla tietokoneillaan tai kätevän web-käyttöliittymän kautta.

**Tulos**

Minimaalisen osuma-joukon muodostamisongelma: algoritmit ja laskennat

**Esimerkki 2.2484**

Monet reaalimaailman päätösteoreettiset suunnitteluongelmat voidaan luonnollisesti mallintaa diskreeteillä ja jatkuvilla Markovin päätösprosesseilla (DC-MDP). Vaikka aiemmissa töissä on käsitelty automatisoitua päätösteoreettista suunnittelua DC-MDP:ille, optimaalisia ratkaisuja on toistaiseksi määritelty vain rajoitetuille asetuksille, esimerkiksi DC-MDP:ille, joilla on hypersuorakulmaiset kappalemaisesti lineaariset arvofunktiot. Tässä työssä laajennamme symbolisen dynaamisen ohjelmoinnin (SDP) tekniikoita, jotta voimme tarjota optimaalisia ratkaisuja huomattavasti laajemmalle DCMDP-luokalle. SDP:n luontaisten kombinatoristen näkökohtien käsittelemiseksi otamme käyttöön XADD:n - algebrallisen päätösdiagrammin (ADD) jatkuvan muuttujan laajennuksen - joka säilyttää tarkan arvofunktion kompaktit esitykset. Empiirisesti osoitamme SDP:n toteutuksen XADD:n avulla erilaisissa DC-MDP:ssä, näytämme ensimmäiset optimaaliset automaattiset ratkaisut DCMDP:ille, joissa on lineaarisia ja epälineaarisia kappaleittain osioituja arvofunktioita, ja osoitamme rajoituksiin perustuvan karsinnan edut XADD:ille.

**Tulos**

Symbolinen dynaaminen ohjelmointi diskreetin ja jatkuvan tilan MDP-ohjelmia varten

**Esimerkki 2.2485**

Rakennetun infrastruktuurin seurannassa tehokas polunsuunnittelualgoritmi on olennaisen tärkeä suurten pintojen robottitarkastuksessa tietokonenäön avulla. Tässä työssä muotoilemme tarkastuspolun suunnitteluongelman ensin laajennettuna travelling salesman -ongelmana (TSP), jossa sekä kattavuus että esteiden välttäminen on otettu huomioon. Tämän jälkeen ehdotetaan parannettua diskreettia hiukkasparvioptimointialgoritmia (DPSO) TSP:n ratkaisemiseksi, jonka suorituskykyä parannetaan käyttämällä determinististä alustusta, satunnaista mutaatiota ja reunanvaihtoa. Lopuksi hyödynnämme rinnakkaislaskentaa ja toteutamme DPSO:n GPU-pohjaisessa kehyksessä, jolloin laskenta-aikaa voidaan lyhentää merkittävästi laitteistovaatimusten pysyessä ennallaan. Ehdotetun algoritmin tehokkuuden osoittamiseksi esitetään kokeellisia tuloksia tietokokonaisuuksista, jotka on saatu toimistorakennuksen ja sillan UAV-tarkastuksesta.

**Tulos**

Parannettu diskreetti hiukkasparvioptimoinnin polkusuunnittelu UAV:n näköhavaintoon perustuvaan pintatarkastukseen

**Esimerkki 2.2486**

Tässä artikkelissa käsittelemme ongelmaa, joka liittyy sulautettujen ominaisuuksien valintaan listan kärjessä olevien ongelmien sijoittamiseen. Asetamme tämän ongelman regularisoiduksi empiirisen riskin minimoinniksi, jossa on p-normin työntävä häviöfunktio (p = ∞) ja harvuutta aiheuttavat regularisaattorit. Hyödynnämme tähän haastavaan optimointiongelmaan liittyviä kysymyksiä tarkastelemalla vuorottelusuuntaista kertoimien menetelmää (alternating direction method of multipliers algorithm), joka rakentuu häviöfunktion ja regularisaattorin proksimaalisten operaattoreiden varaan. Tärkein tekninen panoksemme on siten numeerisen järjestelmän tarjoaminen äärettömän työntämisen häviöfunktion proksimaalisen operaattorin laskemiseen. Kokeelliset tulokset lelu-, DNA-mikrosiru- ja BCI-ongelmista osoittavat, miten uusi algoritmimme on kilpailijoihin verrattuna parempi, kun se sijoittuu kärkeen ja käyttää vähemmän muuttujia pisteytysfunktiossa.

**Tulos**

Harva tukivektori Infinite Push

**Esimerkki 2.2487**

Tilastopedagogiikan arvot erilaisten esimerkkien avulla. Internetissä olevien tekstiresurssien ansiosta ja koska tilastopaketeilla on mahdollisuus analysoida merkkijonodataa, on nyt helppo käyttää kielipohjaisia esimerkkejä tilastotieteen tunneilla. Tässä käsitellään kolmea tällaista esimerkkiä. Ensinnäkin monissa sanaleikeissä (esim. ristisanatehtävissä ja hirsipuuhissa) etsitään sanoja, joiden kirjaimet täyttävät tietyn kuvion. Toiseksi kielitieteessä on osoitettu, että idiomaattiset sanaparit esiintyvät usein yhdessä useammin kuin sattumalta. Esimerkiksi Brownin korpuksessa tämä pätee fraasiverbiin oksentaa (p-arvo = 7,92E10). Kolmanneksi pangram sisältää kaikki aakkosten kirjaimet vähintään kerran. Näitä etsitään Charles Dickensin teoksesta A Christmas Carol, ja niiden pituuksia verrataan odotusarvoon, jonka epätodennäköisen kuponkikeräilijän ongelma sekä simulaatiot antavat.

**Tulos**

Kielipohjaisia esimerkkejä tilastotieteen luokassa

**Esimerkki 2.2488**

Tässä artikkelissa osoitamme, että jakaumatieto on erityisen tärkeää, kun tarkastellaan käsitteiden saatavuutta implisiittisessä kielenoppimisessa. Erilaisista käyttäytymiskokeista saatujen tulosten perusteella väitämme, että semanttisten säännönmukaisuuksien implisiittinen opittavuus riippuu siitä, missä määrin kyseinen käsite näkyy kielenkäytössä. Simulaatioissamme harjoittelemme VectorSpace-mallia joko englannin- tai kiinankielisellä korpuksella ja syötämme tuloksena saadut representaatiot feed-forward-neuraaliverkolle. Neuroverkon tehtävänä oli löytää kartoitus sanarepresentaatioiden ja uusien sanojen välille. Käyttämällä neljästä käyttäytymiskokeesta, joissa käytettiin erilaisia semanttisia manipulaatioita, saatiin hyvin samankaltaisia oppimismalleja kuin ihmisillä.

**Tulos**

Jakautumissemantiikan lähestymistapa implisiittiseen kielenoppimiseen

**Esimerkki 2.2489**

Algoritmisella säveltämisellä tarkoitetaan musiikin säveltämisprosessin osittaista tai täydellistä automatisointia tietokoneiden avulla. Algoritmisessa säveltämisessä on 1950-luvulta lähtien käytetty erilaisia tekoälyyn liittyviä laskentatekniikoita, kuten kieliopillisia esityksiä, todennäköisyysmenetelmiä, neuroverkkoja, symbolisia sääntöpohjaisia järjestelmiä, rajoitusohjelmointia ja evoluutioalgoritmeja. Tämän katsauksen tavoitteena on olla kattava selvitys algoritmisen sommittelun tutkimuksesta, joka antaa tekoälyn tutkijoille perusteellisen kuvan alasta.

**Tulos**

AI Methods in Algorithmic Composition: Kokonaisvaltainen katsaus

**Esimerkki 2.2490**

Esittelemme yksinkertaisen rekursiivisen muunnelma-autokooderiarkkitehtuurin, joka parantaa merkittävästi kuvan mallintamista. Järjestelmä edustaa sekä ImageNet- että Omniglot-tietokantojen latenttimuuttujamallien uusinta tekniikkaa. Osoitamme, että se erottelee luonnollisesti globaalin käsitteellisen tiedon alemman tason yksityiskohdista, mikä vastaa yhteen valvomattoman oppimisen perustavista toivotuista ominaisuuksista. Lisäksi mahdollisuus rajoittaa kuvasta vain globaalin tiedon tallentaminen mahdollistaa laadukkaan "käsitteellisen tiivistämisen".

**Tulos**

Kohti käsitteellistä tiivistämistä

**Esimerkki 2.2491**

Tässä käsikirjoituksessa käsitellään ongelmaa, joka liittyy (n - 1)-puzzlen ja yhteistoiminnallisen polunetsinnän (CPF) ratkaisemiseen suboptimaalisesti sääntöpohjaisilla algoritmeilla. Tehtävänä palapelissä on järjestää n - 1 kiviä n×n-kokoisessa neliöruudukossa yhden vapaan paikan avulla haluttuun tavoitekokoonpanoon. Olemassa olevaan polynomaaliaikaiseen algoritmiin ehdotetaan parannusta, jota analysoidaan kokeellisesti. Parannettu algoritmi pyrkii siirtämään kiviä alkuperäistä algoritmia tehokkaammin ryhmittelemällä ne niin sanottuihin käärmeisiin ja siirtämällä niitä yhdessä käärmeen sisällä. Kokeellinen arviointi osoitti, että käärmeitä käyttävä algoritmi tuottaa ratkaisuja, jotka ovat 8-9 % lyhyempiä kuin alkuperäisen algoritmin tuottamat ratkaisut. Käärmeisiin perustuva siirto on integroitu myös sääntöpohjaisiin algoritmeihin, joilla ratkaistaan CPF-ongelmaa osaoptimaalisesti, mikä on läheisesti siihen liittyvä tehtävä. CPF-ongelman tehtävänä on siirtää joukko abstrakteja robotteja, jotka liikkuvat suuntaamattomassa graafissa tiettyihin päätepisteisiin. Robotit voivat siirtyä tyhjiin naapuripisteisiin, ja kuhunkin pisteeseen voidaan sijoittaa enintään yksi robotti. (n - 1)-puzzle on CPF:n erikoistapaus, jossa taustalla oleva graafi on esitetty 4-kytkentäisellä ruudukolla ja jossa on vain yksi tyhjä piste. Tutkimuksessamme oli mukana kaksi tärkeintä sääntöpohjaista algoritmia CPF:lle: BIBOX ja PUSH-and-SWAP (PUSH-and-ROTATE). BIBOX-algoritmin käärmeitä käyttämällä saavutetut parannukset olivat vakaita noin 30 % (n - 1)-puzzlen ratkaisemisessa ja jopa 50 % CPF:ssä kaksiliitäntäisissä graafeissa, joissa on erilaisia korvan hajoamisia ja useita tyhjiä kärkipisteitä. PUSH- ja SWAP-algoritmissa käärmeiden avulla saavutettu parannus oli noin 5-8 prosenttia. PUSH-and-SWAP-algoritmin tapauksessa parannus oli kuitenkin epävakaa ja tuskin ennustettavissa.

**Tulos**

Parannukset (N - 1)-pelin osaoptimaalisessa ratkaisussa kivien yhteisen siirtämisen avulla ja sen sovellukset sääntöpohjaiseen yhteistoiminnalliseen polunhakuun.

**Esimerkki 2.2492**

Useiden robottien reittisuunnittelua on tutkittu paljon tekoäly- ja robotiikkayhteisöissä. Robottien on löydettävä tietyssä diskretisoidussa ympäristössä törmäysvapaita polkuja tiettyihin päämääräpaikkoihin. Robotit voivat olla täysin anonyymejä, ei-anonyymejä tai ryhmiin järjestäytyneitä. Vaikka tälle abstraktille ongelmalle on olemassa tehokkaita ratkaisijoita, ne tekevät yksinkertaistavia oletuksia jättämällä huomiotta kinemaattiset rajoitukset, mikä vaikeuttaa saatujen suunnitelmien käyttämistä todellisissa roboteissa. Tässä artikkelissa esitellään ratkaisu, jossa otetaan huomioon kinemaattiset rajoitukset, kuten maksiminopeudet, ja taataan samalla käyttäjän määrittelemä robottien välinen vähimmäisturvaetäisyys. Näytämme lähestymistapamme simulaatiossa ja todellisilla roboteilla 2D- ja 3D-ympäristöissä.

**Tulos**

Polun suunnittelu robottiryhmien kineemaattisilla rajoituksilla

**Esimerkki 2.2493**

Vaikka rinnakkaiskorpuksilla on korvaamaton rooli konekääntämisessä, niiden laajuus ja kattavuus eivät vielä vastaa todellisia tarpeita. Verkossa olevilla muilla kuin rinnakkaiskorpusresursseilla on mittaamaton potentiaalinen arvo konekääntämisessä ja muissa luonnollisen kielen käsittelytehtävissä. Tässä artikkelissa ehdotetaan puolivalvottua transduktiivista oppimismenetelmää, jolla voidaan laajentaa tilastollisen konekäännösjärjestelmän harjoituskorpusta poimimalla rinnakkaisia lauseita ei-paralleelista korpuksesta. Menetelmä vaatii vain pienen määrän merkittyjä korpuksia ja suuren määrän merkitsemättömiä korpuksia, jotta voidaan rakentaa suorituskykyinen luokittelija erityisesti silloin, kun merkittyjä korpuksia on vähän. Kokeelliset tulokset osoittavat, että yhdistämällä ei-paralleelisen korpuksen kohdistamisen ja puolivalvotun transduktiivisen oppimismenetelmän voimme tehokkaammin hyödyntää niiden vahvuuksia konekäännösjärjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi.

**Tulos**

Konekäännösmalli perustuu

**Esimerkki 2.2494**

Tässä artikkelissa tarkastellaan vastausjoukkojen ohjelmoinnin (Answer Set Programming, ASP) panosta toisen kielen oppimisen alalla vakiintuneen teorian tutkimiseen: Syötteiden käsittely. Teoria kuvaa oletusstrategioita, joita toisen kielen oppijat käyttävät poimiessaan tekstistä merkityksiä, jotka perustuvat heidän tietämykseensä toisesta kielestä ja taustatietoonsa maailmasta. Formalisoimme tämän teorian ASP:ssä, ja sen tuloksena pystyimme määrittelemään mahdollisuuksia sen luonnollisen kielen kuvauksen tarkentamiseen sekä suuntia teorian tulevalle kehittämiselle. Sovelsimme malliamme sen ennustamisen automatisointiin, miten englanninoppijat tulkitsisivat passiivia sisältäviä lauseita. Esittelemme PIas-järjestelmän, joka käyttää näitä ennusteita kieltenopettajien apuna opetusmateriaalin suunnittelussa. Julkaisussa Theory and Practice of Logic Programming (TPLP).

**Tulos**

Vastausjoukkojen ohjelmoinnin soveltaminen toisen kielen oppimisen alalla

**Esimerkki 2.2495**

AGM-malli on huomattavin kehys uskomusten tarkistamisen mallintamiseen. Se ei kuitenkaan ole kaikilta osin täydellinen. Parakonsistentti uskomusten tarkistus, usean agentin uskomusten tarkistus ja ei-priorisoitu uskomusten tarkistus ovat kolme erilaista laajennusta AGM-malliin, joilla pyritään vastaamaan kolmeen tärkeään siihen kohdistettuun kritiikkiin. Tässä artikkelissa ehdotamme AGM:ään perustuvaa kehystä, joka ottaa kantaa kuhunkin näistä kategorioista. Lisäksi keskustelemme kehyksemme joistakin piirteistä ja tutkimme AGM:n postulaattien täytettävyyttä tässä uudessa kontekstissa.

**Tulos**

Lähdeherkkä uskomusmuutos

**Esimerkki 2.2496**

Satunnaisilla pistejoukoilla tapahtuvaan numeeriseen integrointiin käytettävän vakiomuotoisen Kernel Quadrature -menetelmän (jota kutsutaan myös Bayesin Monte Carlo -menetelmäksi) tiedetään konvergoivan keskimääräisen neliövirheen keskivirheen osalta nopeudella, joka määräytyy suhdeluvun s/d mukaan, jossa s ja d kuvaavat integraatin sileyttä ja ulottuvuutta. Empiirinen tutkimus kuitenkin paljastaa, että nopeusvakio C on erittäin herkkä satunnaispisteiden jakaumalle. Toisin kuin tavallisessa Monte Carlo -integroinnissa, jossa optimaalinen tärkeysnäytteenotto tunnetaan hyvin, Kernel Quadrature -menetelmässä C:n minimoiva näytteenottojakauma ei ole suljettu muoto. Tässä artikkelissa väitetään, että näytteenottojakauman käytännön valinta on tärkeä avoin ongelma. Yksi ratkaisu on uusi automaattinen lähestymistapa, joka perustuu adaptiiviseen karkaisuun ja peräkkäiseen Monte Carlo -menetelmään. Empiiriset tulokset osoittavat, että ehdotetulla menetelmällä voidaan saavuttaa jopa neljän suuruusluokan dramaattinen vähennys integrointivirheessä.

**Tulos**

Kernel-kvadratuurin näytteenotto-ongelma

**Esimerkki 2.2497**

Tässä artikkelissa esitellään agenttiarkkitehtuuri autonomisen agentin ohjaamiseksi stokastisissa ympäristöissä. Arkkitehtuurissa yhdistetään osittain havaittavissa oleva Markovin päätösprosessi (POMDP) -malli ja uskomus-toive-aikomus (BDI). POMDP-BDI-hybridiagenttiarkkitehtuurissa yhdistyvät näiden kahden lähestymistavan parhaat ominaisuudet, eli POMDP-teoriasta peräisin olevien palkkion maksimoivien toimintatapojen online-tuottaminen ja BDI-teoriasta peräisin oleva kehittynyt useiden tavoitteiden hallinta. Esittelemme perusarkkitehtuurin esittelyn jälkeen saavutetut edistysaskeleet, joihin kuuluvat i) kyky pyrkiä useisiin tavoitteisiin samanaikaisesti ja ii) suunnitelmakirjasto valmiiksi kirjoitettujen suunnitelmien ja äskettäin luotujen suunnitelmien tallentamiseksi tulevaa uudelleenkäyttöä varten. Arkkitehtuurin versio ilman suunnitelmakirjastoa on toteutettu ja sitä arvioidaan simulaatioiden avulla. Simulointikokeiden tulokset osoittavat, että lähestymistapa on toteuttamiskelpoinen.

**Tulos**

Hybridinen POMDP-BDI-agenttiarkkitehtuuri, jossa on stokastinen online-suunnittelu ja suunnitelmien välimuistiin tallentaminen.

**Esimerkki 2.2498**

Aiemmin kehitetyn monitasoisen aggregaatiomenetelmän pohjalta ehdotetaan uutta kaksitasoista aggregaatiomenetelmää pääkomponenttianalyysin (PCA) ongelmien tehokkaaseen iteratiiviseen ratkaisemiseen. Alkuperäisen kovarianssimatriisin kurssiaggregaatiomallia käytetään ominaisarvo-ongelman iteratiivisessa ratkaisussa tehoitkutusmenetelmällä. Menetelmää testataan useilla tietokokonaisuuksilla, jotka koostuvat suuresta määrästä tekstiasiakirjoja.

**Tulos**

ITERATIIVINEN AGGREGOINTIMENETELMÄ PÄÄKOMPONENTTIANALYYSIN ONGELMIEN RATKAISEMISEKSI

**Esimerkki 2.2499**

Eksponentiaaliset lineaariset yksiköt (Exponential Linear Units, ELUs) ovat hyödyllinen oikaisulaite syväoppimisarkkitehtuurien rakentamisessa, sillä ne voivat nopeuttaa ja muutoin parantaa oppimista, koska niillä ei ole häviäviä gradientteja ja koska niiden keskimääräinen aktivointi on lähellä nollaa [1]. ELU-aktivointi, sellaisena kuin se on parametrisoituna [1], ei kuitenkaan ole jatkuvasti differentioituva syötteensä suhteen, kun muotoparametri α ei ole yhtä suuri kuin 1. Esitämme vaihtoehtoisen parametrisoinnin, joka on C-jatkuva kaikilla α:n arvoilla, mikä tekee tasasuuntaajasta helpommin järkeistettävän ja α:sta helpommin viritettävän. Tällä vaihtoehtoisella parametrisoinnilla on useita muita hyödyllisiä ominaisuuksia, joita ELU:n alkuperäisellä parametrisoinnilla ei ole: 1) sen derivaatta x:n suhteen on rajattu, 2) se sisältää sekä lineaarisen siirtofunktion että ReLU:n erikoistapauksina ja 3) se on skaalallisesti samankaltainen α:n suhteen. Eksponentiaalinen lineaarinen yksikkö, sellaisena kuin se on kuvattu [1], on seuraava: ELU(x, α) = { x jos x ≥ 0 α(exp(x)- 1) muuten (1) missä x on funktion tulo ja α on muotoparametri. Tämän funktion derivaatta x:n suhteen on: d dx ELU(x, α) = { 1 jos x ≥ 0 α exp(x) muuten (2) Kuvissa 1a ja 1b on esitetty tämä aktivointi ja sen derivaatta x:n suhteen α:n eri arvoille. Näemme, että kun α 6= 1, aktivoinnin derivaatta on epäjatkuva kohdassa x = 0. Lisäksi näemme, että suuret α:n arvot voivat aiheuttaa suuren ("räjähtävän") gradientin pienille negatiivisille x:n arvoille, mikä voi vaikeuttaa harjoittelua. Vaihtoehtoinen parametrisointimme ELU:lle, jota kutsumme "CELU:ksi", on yksinkertaisesti ELU, jossa negatiivisten arvojen aktivointia on muutettu siten, että derivaatta x = 0:ssa on 1 kaikilla α:n arvoilla: CELU(x, α) = { x jos x ≥ 0 α ( exp ( x α ) - 1 ) muuten (3) Huomaa, että ELU ja CELU ovat identtisiä, kun α = 1: ∀x ELU(x, 1) = CELU(x, 1) (4) Aktivoinnin derivaatta x:n ja α:n suhteen on seuraava: d dx CELU(x, α) = { 1 jos x ≥ 0 exp ( x α ) muuten (5) d dα CELU(x, α) = { 0 jos x ≥ 0 exp ( x α ) ( 1- x α ) - 1 muuten Kuten ELU:ssa, CELU:n derivaatat voidaan ELU:n tapaan laskea tehokkaasti laskemalla etukäteen exp ( x α ) ja käyttämällä sitä aktivaatiolle ja sen derivaatalle. ELU:sta poiketen CELU on skaalaltaan samankaltainen x:n ja α:n funktiona: CELU(x, α) = 1 c CELU(cx, cα) (6) CELU konvergoi myös ReLU:hun, kun α lähestyy 0:aa oikealta, ja konvergoi lineaariseen "no-op"-aktivointiin, kun α lähestyy∞: (7) lim<lb>α→∞<lb>CELU(x, α) = x<lb> (8) Tämä antaa CELU:lle mukavan tulkinnan tapana in-<lb>interpoloida ReLU:n ja lineaarisen funktion välillä α:n avulla.<lb>Naturally, CELU voidaan hieman siirtää x:n ja y:n suhteen siten, että<lb>se konvergoi mihin tahansa mielivaltaisesti siirrettyyn ReLU:hun, jos negatiiviset<lb>aktivoinnit ovat toivottavia jopa α:n pienillä arvoilla.<lb>viitteet<lb>[1] D. Clevert, T. Unterthiner, and S. Hochreiter. Fast and accu-<lb>rate deep network learning by exponential linear units (elus).<lb>CoRR, abs/1511.07289, 2015. 1<lb>ar<lb>X<lb>iv<lb>:1<lb>70<lb>4.<lb>07<lb>48<lb>3v<lb>1<lb>[<lb>cs<lb>.L<lb>G<lb>]<lb>2<lb>4<lb>A<lb>pr<lb>2<lb>01<lb>7

**Tulos**

Jatkuvasti differentioituvat eksponentiaaliset lineaariset yksiköt

**Esimerkki 2.2500**

Osoitamme, miten kvanttilaskennalla voidaan saavuttaa ei-triviaalisia parannuksia perceptron-mallin laskennalliseen ja tilastolliseen monimutkaisuuteen. Kehitämme kaksi kvantialgoritmia perceptronin oppimista varten. Ensimmäinen algoritmi hyödyntää kvanttitiedonkäsittelyä erottavan hypertason määrittämiseksi käyttäen askelten määrää, joka on sublineaarinen datapisteiden N määrään nähden, eli O( √ N). Toinen algoritmi havainnollistaa, miten klassista virherajaa O( 1 γ2 ) voidaan parantaa edelleen O( 1 √ γ ):ksi kvanttikeinojen avulla, missä γ tarkoittaa marginaalia. Tällaiset parannukset saavutetaan soveltamalla kvanttiamplitudivahvistusta perceptronimallin versioavaruustulkintaan.

**Tulos**

Kvanttiperceptronimallit

**Esimerkki 2.2501**

Syvät neuroverkot (Deep Neural Network, DNN) ovat tällä hetkellä erittäin kiinnostavia tutkimuksessa ja sovelluksissa. Näiden verkkojen kouluttaminen on laskentaintensiivinen ja aikaa vievä tehtävä. Koulutusaikojen lyhentämiseksi siedettävään määrään kohtuullisin kustannuksin laajennamme suosittua Caffe-työkaluryhmää DNN:lle tehokkaalla hajautetun muistin viestintämallilla. Hyvän skaalautuvuuden saavuttamiseksi korostamme laskennan ja kommunikaation päällekkäisyyttä ja suosimme hienorakeisia synkronointikuvioita globaalien esteiden sijaan. Näiden viestintäkuvioiden toteuttamisessa käytämme "Global address space Programming Interface" version 2 (GPI-2) -viestintäkirjastoa. Tämä rajapinta tarjoaa kevyen joukon asynkronisia yksipuolisia viestintäperusteita, joita täydennetään lukkiutumattomilla hienojakoisilla datan synkronointimekanismeilla. Siksi CaffeGPI on Caffe-ohjelman rinnakkaisversion nimi. Ensimmäiset vertailuarvot osoittavat, että skaalautumiskäyttäytyminen on parempi kuin muilla laajennuksilla, esimerkiksi IntelTMCaffe:lla. Jopa yhdessä symmetrisessä moniprosessorikoneessa, jossa on neljä grafiikkaprosessoriyksikköä, CaffeGPI skaalautuu paremmin kuin tavallinen Caffe-työkalupakki. Nämä ensimmäiset tulokset osoittavat, että HPC-laitteiston (High Performance Computing) käyttö on pätevä kustannussäästökeino suurten DDN:ien kouluttamiseen. I/O on toinen pullonkaula DDN:ien kanssa työskentelylle tavallisessa rinnakkaisessa HPC-ympäristössä, jota tarkastelemme yksityiskohtaisemmin tulevassa artikkelissa.

**Tulos**

GPI-2:n käyttö Caffe-työkaluryhmän rinnakkaistamiseen hajautetun muistin avulla syvien neuroverkkojen harjoittelun nopeuttamiseksi

**Esimerkki 2.2502**

Tutkimme ongelmaa, joka koskee epätäydellisen m × n-matriisin, jonka arvo on r ja jonka sarakkeet saapuvat verkossa ajan mittaan, palauttamista. Tämä tunnetaan elinikäisen matriisin täydentämisen ongelmana, ja sitä sovelletaan laajalti suositusjärjestelmiin, tietokonenäköön, järjestelmän tunnistamiseen jne. Haasteena on suunnitella todistettavia algoritmeja, jotka sietävät suurta määrää häiriöitä ja joiden näytteenottokompleksisuus on pieni. Tässä työssä esitämme algoritmeja, joilla saavutetaan vahva takuu kahdessa realistisessa kohinamallissa. Rajoitetussa deterministisessä kohinassa vastustaja voi lisätä jokaiseen sarakkeeseen mitä tahansa rajoitettua mutta jäsentymätöntä kohinaa. Tätä ongelmaa varten esitämme algoritmin, joka palauttaa pienen virheen matriisin, jonka otoskompleksisuus on lähes yhtä pieni kuin parhaat aiemmat tulokset kohinattomassa tapauksessa. Harvassa satunnaiskohinassa, jossa korruptoituneet sarakkeet ovat harvoja ja satunnaisesti arvottuja, esitämme algoritmin, joka palauttaa μ0-epäkoherentin matriisin täsmälleen todennäköisyydellä, joka on vähintään 1- δ, ja jonka otoskompleksisuus on yhtä pieni kuinO (μ0rn log(r/δ)). Tämä tulos edistää uusinta tekniikkaa ja vastaa alarajaa pahimmassa tapauksessa. Tutkimme myös skenaariota, jossa piilomatriisi sijaitsee aliavaruuksien sekoituksessa, ja osoitamme, että näytteen monimutkaisuus voi olla vielä pienempi. Ehdotetut algoritmit toimivat kokeellisesti hyvin sekä synteettisissä että todellisissa tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Kohinaa sietävä elinikäinen matriisien täydennys mukautuvan näytteenoton avulla

**Esimerkki 2.2503**

Yhä useammat ovat kiinnostuneita kuva-aineiston ja ominaisuuksien kuvaajien esittämisestä kompaktien binäärikoodien avulla nopeaa lähinaapurihakua varten. Vaikka binäärikoodien motiivina on niiden käyttö suorina indekseinä (osoitteina) hash-taulukkoon, yli 32 bittiä pitkiä koodeja ei käytetä sellaisenaan, koska sen ajateltiin olevan tehotonta. Esittelemme tiukan tavan rakentaa useita hash-taulukoita binäärikoodien osajonoista, mikä mahdollistaa tarkan k-läheisimmän naapurin haun Hamming-avaruudessa. Lähestymistapa on suoraviivainen toteuttaa ja tallennustehokas. Teoreettinen analyysi osoittaa, että algoritmi käyttäytyy tasaisesti hajautetuille koodeille sub-lineaarisesti. Empiiriset tulokset osoittavat huomattavaa nopeutumista lineaarisen haun perustasoon verrattuna, kun datajoukkoihin kuuluu jopa miljardi 64-, 128- tai 256-bittistä koodia.

**Tulos**

Nopea tarkka haku Hamming-avaruudessa moni-indeksisellä salausmenetelmällä varustettuna

**Esimerkki 2.2504**

Ehdotetaan kaksivaiheista Christoffel-funktioon perustuvaa ratkaisua jakeluregressio-ongelmaan. Ensimmäisessä vaiheessa muodostetaan Christoffel-funktio jokaiselle havaintopussille, jotta voidaan mallintaa havaintojen jakautuminen pussin sisällä. Toisessa vaiheessa muodostetaan tulosmuuttuja Christoffel-funktio, mutta käytetään pussin Christoffel-funktion arvoa tietyssä pisteessä pussin tuloksen painona. Lähestymistapa mahdollistaa tuloksen saamisen suljetussa muodossa ja sen jälkeen sen numeerisen arvioinnin. Useimmat nykyiset lähestymistavat minimoivat jonkinlaisen virheen tuloksen ja ennusteen välillä, mutta ehdotettu lähestymistapa on käsitteellisesti erilainen, koska siinä käytetään Christoffelin funktiota tiedon esittämiseen, mikä vastaa käsitteellisesti työskentelyä pelkästään todennäköisyyksien kanssa. Mahdollisten lopputulosten ja niiden todennäköisyyksien vastaanottamiseksi voidaan rakentaa Gaussin kvadraatti toisen askeleen mittausta varten, jolloin solmut antavat mahdolliset lopputulokset ja normalisoidut painot - lopputulosten todennäköisyydet. Käytettävissä on kirjasto, joka tarjoaa numeerisesti vakaan polynomiperustan näitä laskutoimituksia varten, mikä tekee ehdotetusta lähestymistavasta käytännöllisen.

**Tulos**

Usean instanssin oppiminen: Christoffel-funktion lähestymistapa jakauman regressio-ongelmaan

**Esimerkki 2.2505**

Liikeanalyysissä ja -ymmärryksessä on tärkeää pystyä sovittamaan sopiva malli tai rakenne havaittujen tietojen ajalliseen sarjaan, jotta liikemalleja voidaan kuvata tiiviisti ja erottaa ne toisistaan. Kun kyseessä on valvomaton tilanne, eli liikkuvan kohteen (kohteiden) aiempaa mallia ei ole saatavilla, tällainen rakenne on opittava datasta alhaalta ylöspäin suuntautuvalla tavalla. Viime aikoina ovat yleistyneet volumetriset lähestymistavat, joissa liike kuvataan useilla kameroilla ja kameranäkymistä muodostetaan vokseli-joukkoinen esitys kehosta, koska ne ovat houkuttelevia ominaisuuksia, kuten luontainen näkymä-invarianttisuus ja kestävyys peittymiä vastaan. Liikkuvien kehojen automaattinen, valvomaton segmentointi kokonaisia sekvenssejä pitkin ajallisesti yhtenäisellä ja kestävällä tavalla voi tarjota keinon rakentaa liikkuvan kehon alhaalta ylöspäin suuntautuva malli ja jäljittää liikkeen vihjeitä, joita voidaan myöhemmin hyödyntää liikkeen luokittelussa. Spektraaliset menetelmät, kuten paikallisesti lineaarinen sulauttaminen (LLE), voivat olla hyödyllisiä tässä yhteydessä, koska ne säilyttävät niveltyvien muotojen "ulkonemat" eli 3D-tilavuuden korkeakurvikkaat alueet ja parantavat samalla niiden erottelua alempiulotteisessa avaruudessa, jolloin ne on helpompi klusteroida. Tässä asiakirjassa ehdotetaankin spektraalista lähestymistapaa, jonka avulla voidaan tehdä valvomatonta ja ajallisesti yhtenäistä kehon ulkonemien segmentointia aikasekvenssejä pitkin. Volumetriset muodot klusteroidaan sulautumisavaruudessa, klustereita siirretään ajassa koherenssin varmistamiseksi ja niitä yhdistetään tai jaetaan kehon topologiassa tapahtuvien muutosten huomioon ottamiseksi. Kokeet esitetään sekä synteettisillä että todellisilla tiheän vokselijoukon datasarjoilla. Tämä tukee ehdotetun menetelmän kykyä klusteroida kehon osia johdonmukaisesti ajan mittaan täysin valvomattomalla tavalla, sen kestävyyttä näytteenottotiheyden ja muodon laadun suhteen sekä sen mahdollisuuksia alhaalta ylöspäin suuntautuvaan mallin rakentamiseen.

**Tulos**

Robusti ajallisesti yhtenäinen Laplacian-protrusion-segmentointi 3D-nivelletyistä kehoista (Robust Temporally Coherent Laplacian Protrusion Segmentation of 3D Articulated Bodies)

**Esimerkki 2.2506**

Boolen funktioiden polynomi-approksimaatiot ovat johtaneet moniin myönteisiin tuloksiin tietojenkäsittelytieteessä. Erityisesti polynomiset approksimaatiot merkkifunktiolle ovat perustana algoritmeille, joilla voidaan oppia agnostisesti puoliavaruuksia, sekä puoliavaruuksien pseudosatunnaisgeneraattoreille. Tässä työssä tutkimme näiden tekniikoiden rajoja osoittamalla merkkifunktion approksimoitavuuden puutteita. Ensinnäkin Kalai et al. (SIAM J. Comput. 2008) "polynomial regression" -algoritmi osoittaa, että puoliavaruudet voidaan oppia log-konkaviin jakaumiin nähden Rn:ssä haastavassa agnostisessa oppimismallissa. Tämän algoritmin teho perustuu siihen, että log-konkaavilla jakaumilla puoliavaruuksia voidaan approksimoida mielivaltaisen hyvin matala-asteisilla polynomeilla. Kysymme, voidaanko tätä tekniikkaa laajentaa log-konkaavien jakaumien ulkopuolelle, ja saamme kielteisen tuloksen. Osoitamme, että minkä tahansa asteen polynomit eivät pysty approksimoimaan merkkifunktiota mielivaltaisen pienellä virheellä suurelle joukolle ei-log-konkaavoja jakaumia reaaliviivalla, mukaan lukien ne, joiden tiheys on verrannollinen exp(-|x|0.99). Tämä mahdottomuustulos ulottuu myös monimuuttujaisiin jakaumiin ja rajoittaa siten vahvasti polynomiregressioalgoritmin tehoa puoliavaruuksia varten. Toiseksi tutkimme Chernoff-tyyppisten konsentraatioepäyhtälöiden derandomointia. Chernoff-tyyppisillä riippumattomien satunnaismuuttujien summien häntäkorkeusrajoilla on laajoja sovelluksia teoreettisessa tietojenkäsittelytieteessä. Schmidt et al. (SIAM J. Discrete Math. 1995) osoittivat, että nämä epäyhtälöt voidaan määrittää satunnaismuuttujien summille, joilla on vain O(log(1/δ))-suuntainen riippumattomuus, kun häntätodennäköisyys on δ. Osoitamme, että heidän tuloksensa ovat tiukkoja vakiokertoimiin asti. Nämä tulokset perustuvat tekniikoihin painotetusta approksimaatioteoriasta, jossa tutkitaan, kuinka hyvin reaaliviivan funktioita voidaan approksimoida polynomeilla eri jakaumilla. Uskomme, että näillä tekniikoilla on lisäsovelluksia muilla teoreettisen tietojenkäsittelytieteen alueilla. Harvardin yliopisto, School of Engineering and Applied Sciences. NDSEG:n apuraha ja NSF:n apuraha CNS-1237235. Harvardin yliopisto, School of Engineering and Applied Sciences. NSF:n apurahalla CCF-1116616 ja Lord Rutherford Memorial Research Fellowship -apurahalla tuettu.

**Tulos**

Painotetut polynomilähestymiset: Oppimisen ja pseudosatunnaisuuden rajat

**Esimerkki 2.2507**

Viime aikoina klusterointitutkimus, jossa algoritmien analysoinnissa käytetään pahinta mahdollista lähestymistapaa, on herättänyt suurta kiinnostusta. Tyypillinen ajatus on suunnitella klusterointialgoritmi, joka tuottaa lähes optimaalisen ratkaisun edellyttäen, että tiedot täyttävät jonkin luonnollisen stabiilisuuskäsitteen. Esimerkiksi Bilu ja Linial (2010) sekä Awasthi et al. (2012) esittelivät algoritmeja, jotka tuottavat lähes optimaalisia ratkaisuja olettaen, että optimaalinen ratkaisu säilyy syöttöetäisyyksiin kohdistuvissa pienissä häiriöissä. Tämän lähestymistavan haittapuolena on se, että algoritmit on usein rakennettu eksplisiittisesti stabiilisuusoletuksen mukaan eivätkä ne anna takeita pahimmassa tapauksessa; useat viimeaikaiset algoritmit tuottavat mielivaltaisen huonoja ratkaisuja jopa silloin, kun vain pieni osa datasta ei täytä annettua stabiilisuuskäsitettä. Tässä työssä puutumme tähän ongelmaan kahdella tavalla. Ensinnäkin tarjoamme algoritmeja, jotka perivät klusterointi-approksimaatioalgoritmien pahimman tapauksen takuut ja takaavat samalla lähes optimaaliset ratkaisut, kun data on stabiili. Algoritmimme ovat luonnollisia muunnoksia nykyisiin nykyaikaisiin approksimaatioalgoritmeihin. Toiseksi aloitamme tutkimuksen paikallisesta stabiilisuudesta, joka on pikemminkin yksittäisen optimaalisen klusterin kuin koko optimaalisen ratkaisun ominaisuus. Osoitamme, että algoritmimme tuottavat kaikki optimaaliset klusterit, jotka täyttävät paikallisen stabiilisuuden. Saavutamme erityisesti vahvoja positiivisia tuloksia paikallisessa kehyksessämme viimeaikaisilla stabiilisuuskäsitteillä, mukaan lukien metrinen häiriökestävyys (Angelidakis et al. 2017) ja kestävä häiriökestävyys (Balcan ja Liang 2012) k-mediaani-, k-means- ja symmetrinen/asymmetrinen k-keskipiste -tavoitteille. ∗Tekijöiden osoitteet: ninamf@cs.cmu.edu, crwhite@cs.cmu.edu. Tätä työtä on osittain tuettu apurahoilla nsfccf 1535967, NSF CCF-1422910, NSF IIS-1618714, Sloan Fellowship, Microsoft Research Fellowship ja National Defense Science and Engineering Graduate (NDSEG) -apuraha. ar X iv :1 70 5. 07 15 7v 1 [ cs .D S] 1 9 M ay 2 01 7

**Tulos**

Klusterointi paikallisen vakauden vallitessa: Pahimman tapauksen ja pahimman tapauksen ulkopuolisen analyysin välisen kuilun umpeen kurominen.

**Esimerkki 2.2508**

Tarkastellaan asetelmaa, jossa itsekkäät agentit jaetaan koalitioihin tai projekteihin joukosta P. Kullekin projektille k ∈ P on ominaista arvostusfunktio; vk(S) on arvo, jonka tuottaa projektissa k työskentelevien agenttien joukko S. Tutkimme seuraavaa klassista ongelmaa tässä ympäristössä: "Miten agenttien tulisi jakaa arvo, jonka he yhdessä luovat?". Yksi perinteinen lähestymistapa yhteistoiminnallisessa peliteoriassa on tutkia ydinvakautta olettaen implisiittisesti, että yhdestä hankkeesta on ääretön määrä kopioita ja että agentit voivat jakautua mihin tahansa määrään koalitioita. Sitä vastoin me tarkastelemme mallia, jossa on rajallinen määrä ei-identtisiä hankkeita; tämä tekee sekä korkean hyvinvoinnin ratkaisujen että ydinmaksujen laskemisesta erittäin epätriviaalista. Tämän artikkelin tärkein panos on black-box-mekanismi, joka vähentää lähes optimaalisen vakaan ydinratkaisun laskemisen ongelman puhtaasti algoritmiseksi hyvinvoinnin maksimointiongelmaksi. Sovellamme tätä mekanismia laskeaksemme likimain vakaan ydinratkaisun, joka tuottaa neljäsosan optimaalisesta sosiaalisesta hyvinvoinnista subadditiivisten arvostusten luokassa. Näytämme myös paljon vahvempia tuloksia useille suosituille alaluokille: anonyymit, murto-osittain subadditiiviset ja submodulaariset arvostukset, sekä tarjoamme uusia approksimaatioalgoritmeja hyvinvoinnin maksimointiin anonyymien funktioiden kanssa. Lopuksi luomme yhteyden asetelmamme ja hyvin tutkittujen samanaikaisten huutokauppojen välille, joissa on kohteiden tarjoaminen; mukautamme tuloksemme näiden huutokauppojen likimääräisten puhtaiden Nash-tasapainotilojen laskemiseen.

**Tulos**

Vakaiden koalitioiden laskeminen: Approksimaatioalgoritmit palkintojen jakamista varten

**Esimerkki 2.2509**

<lb>Monet kanoniset koneoppimisongelmat tiivistyvät konveksiseen optimointiongelmaan, jolla on äärellinen<lb>summarakenne. Vaikka nopeampien algoritmien kehittämisessä<lb>tälle asetelmalle on edistytty paljon, olemassa olevat alemmat<lb>rajat eivät kuitenkaan tyydyttävästi vastaa näiden ongelmien luontaisiin rajoituksiin. Nykyiset rajat keskittyvät ensimmäisen kertaluvun optimointialgoritmeihin, ja niitä sovelletaan vain usein<lb>epärealistisessa tilanteessa, jossa iteraatioiden määrä on alle O(d/n) (jossa d on ulottuvuus ja n<lb>näytteiden määrä). Tässä työssä laajennamme Arjevanin ja muiden [3, 5] kehystä ja tarjoamme<lb>uusia alarajoja, jotka ovat dimensiovapaita ja menevät nykyisten rajojen oletuksia pidemmälle, ja siten<lb>kattavat tavanomaiset äärellisen summan optimointimenetelmät, kuten SAG, SAGA, SVRG, SDCA ilman dualiteettia, sekä<lb>sekä stokastiset koordinaatti-laskeutumismenetelmät, kuten SDCA ja kiihdytetty proksimaalinen SDCA.

**Tulos**

Äärellisen summan optimointiongelmien dimensiovapaa iteraatiokompleksisuus

**Esimerkki 2.2510**

Ehdotimme Neural Enquireria neuroverkkoarkkitehtuuriksi, joka suorittaa SQL:n kaltaisen kyselyn tietopankista (KB) vastausten saamiseksi. Periaatteessa Neural Enquirer etsii kyselyn hajautetun esityksen ja suorittaa sen sitten tietopankin taulukoissa saadakseen vastauksen yhtenä taulukoiden arvoista. Toisin kuin vastaavanlaiset pyrkimykset semanttisen jäsentäjän loppuun asti tapahtuvaan koulutukseen [11, 9], Neural Enquirer on täysin "neuralisoitu": se ei ainoastaan anna kyselyn ja tietopohjan distributiivista esitystä, vaan myös toteuttaa koostumuksellisten kyselyjen suorittamisen sarjana eriytettäviä operaatioita, joiden välitulokset (jotka koostuvat taulukoiden merkinnöistä eri tasoilla) tallennetaan useille muistikerroksille. Neuraalista Enquireria voidaan kouluttaa gradienttilaskeutumismenetelmällä, jonka avulla voidaan oppia tyhjästä paitsi ohjauskomponenttien ja semanttisen jäsennyskomponentin parametrit myös taulukoiden ja kyselysanojen upotukset. Harjoittelu voidaan tehdä päästä päähän -periaatteella, mutta se voi ottaa vastaan vahvempaa ohjausta, esimerkiksi vaiheittaista ohjausta monimutkaisille kyselyille, ja hyötyä siitä. Neural Enquirer on yksi askel kohti sellaisten neuroverkkojärjestelmien rakentamista, jotka pyrkivät ymmärtämään kieltä suorittamalla sitä reaalimaailmassa. Kokeemme osoittavat, että Neural Enquirer voi oppia suorittamaan melko monimutkaisia kyselyjä taulukoissa, joissa on rikas rakenne.

**Tulos**

Neural Enquirer: Oppiminen taulukoiden kyselyyn

**Esimerkki 2.2511**

Tarkastelemme i.i.d. (mahdollisesti ei-gaussilaisen) vektorin x ∈ R estimointia mittauksista y ∈ R, jotka on saatu yleisellä kaskadimallilla, joka koostuu tunnetusta lineaarisesta muunnoksesta, jota seuraa todennäköisyysperusteinen komponenttikohtainen (mahdollisesti epälineaarinen) mittauskanava. Esitetään uusi menetelmä, jota kutsutaan adaptiiviseksi yleistetyksi likimääräiseksi viestinsiirroksi (Adaptive Generalized Approximate Message Passing, Adaptive GAMP) ja joka mahdollistaa ennakko- ja mittauskanavan tilastojen oppimisen yhdessä tuntemattoman vektorin x estimoinnin kanssa. Ehdotettu algoritmi on yleistys hiljattain kehitetystä EM-GAMP:sta, joka käyttää odotusarvon maksimoinnin (EM) iteraatioita, joissa E-vaiheiden posteriorit lasketaan likimääräisen viestinsiirron avulla. Menetelmää voidaan soveltaa suureen luokkaan oppimisongelmia, kuten harvalukuisten prioreiden oppimiseen kompressiivisessa aistimisessa tai lineaaristen ja epälineaaristen kaskadimallien tunnistamiseen dynaamisissa järjestelmissä ja neuraalisissa piikkiprosesseissa. Osoitamme, että suurille i.i.d. Gaussin muunnosmatriiseille adaptiivisen GAMP-algoritmin asymptoottinen komponenttikohtainen käyttäytyminen ennustetaan yksinkertaisella skalaaristen tilakehitysyhtälöiden joukolla. Lisäksi osoitamme, että kun jokaisessa askeleessa voidaan suorittaa tietty suurimman todennäköisyyden estimointi, adaptiivinen GAMP-menetelmä voi tuottaa asymptoottisesti johdonmukaisia parametriestimaatteja, mikä merkitsee, että algoritmi saavuttaa rekonstruktion laadun, joka vastaa oraakkelialgoritmia, joka tietää oikeat parametriarvot. Huomionarvoista on, että tätä tulosta voidaan soveltaa tuntemattomien jakaumien periaatteessa mielivaltaisiin parametrisointeihin, mukaan lukien epälineaariset ja ei-gaussilaiset jakaumat. Adaptiivinen GAMP-menetelmä tarjoaa näin ollen järjestelmällisen, yleisen ja laskennallisesti tehokkaan menetelmän, jota voidaan soveltaa moniin monimutkaisiin lineaarisiin ja epälineaarisiin malleihin ja jolla on todistettavat takuut.

**Tulos**

Approksimatiivinen viestien välitys johdonmukaisella parametrien arvioinnilla ja sovelluksia harvaan oppimiseen

**Esimerkki 2.2512**

Suuntaamaton tekniikka be lief-verkkojen arvioimiseksi [Jensen et al., 1990a, Lauritzen ja Spiegelhalter, 1988] edellyttää verkon solmujen ryhmittelyä solmupuuksi. Perinteisen näkemyksen mukaan risteyspuu muodostetaan moralisoidun ja trianguloidun uskomusverkon klikeistä: triangulaatiota pidetään primitiivisenä käsitteenä, päämääränä, jota kohti mikä tahansa klusterointialgoritmi (esim. solmujen eliminointi) on suunnattu. Tässä artikkelissa esitämme vaihtoehtoisen klusterointikäsityksen, jossa klustereilla ja risteyspuuominaisuudella on primitiivien rooli: kun on annettu klustereista koostuva graafi (ei puu), joka noudattaa (muunnettua versiota) risteyspuuominaisuudesta, muutamme tätä graafia, kunnes saamme puun. Tällä lähestymistavalla on useita etuja: se on paljon selkeämpi ja helpompi ymmärtää, mikä on tärkeää uskomusverkkoja rakentaville ihmisille; se sallii laajemman valikoiman heuristiikkoja, jotka voivat mahdollistaa tehokkaammat tai paremmat klusterointialgoritmit; ja se toimii luonnollisena perustana inkrementaaliselle klusteroinnille, jonka kuvaamme.

**Tulos**

Klusterointi ilman triangulaatiota (ajattelematta)

**Esimerkki 2.2513**

Yksi semanttisen jäsennyksen rajoituksista avoimen alueen kysymyksiin vastaamisessa on luonnollisen kielen kysymysten ja tietopankkitietueiden välinen leksikosyntaktinen kuilu - kysymyksen voi esittää monella tavalla, ja kaikilla on sama vastaus. Tässä artikkelissa ehdotamme tämän kuilun kuromista umpeen tuottamalla syötekysymyksen parafraaseja, joiden tavoitteena on, että ainakin yksi niistä on oikein yhdistetty tietopankkikyselyyn. Esittelemme uudenlaisen kielioppimallin parafraasien tuottamista varten, joka ei vaadi mitään lausekohtaista parafraasikorpusta. Keskeinen ajatuksemme on hyödyntää latenttimuuttujien todennäköisyyteen perustuvien kontekstivapaiden kielioppien joustavuutta ja skaalautuvuutta parafraasien näytteenottoon. Arvioimme parafraasejamme ulkoisesti liittämällä ne Freebasen semanttiseen jäsentäjään. WebQuestions-vertailutietokannalla tekemämme arviointikokeet osoittavat, että semanttisen jäsentäjän suorituskyky paranee vahvoihin perusasetuksiin verrattuna.

**Tulos**

Parafraasien tuottaminen latenttimuuttujien PCFG:istä semanttista jäsennystä varten.

**Esimerkki 2.2514**

Verkkoterveysyhteisöissä käytävien keskustelujen aiheiden tunnistaminen on kriittisen tärkeää eri sovellusten kannalta, mutta se voi olla vaikeaa, koska verkkoterveysyhteisöjen sisällön aiheet ovat yleensä heterogeenisiä ja alueesta riippumattomia. Tässä asiakirjassa tarjoamme moniluokkaisen skeeman, annotoidun tietokokonaisuuden ja valvotut luokittelijat, jotka perustuvat konvolutiiviseen neuroverkkoon (convolutional neural network, CNN) ja muihin malleihin keskusteluaiheiden luokittelua varten. Sovellamme CNN-luokittelijaa suosituimpaan rintasyöpäkeskustelujen verkkoyhteisöön ja teemme pitkittäisanalyysin, jossa näytämme aiheiden jakaumat ja aiheiden muutokset jäsenten osallistumisen aikana. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että CNN päihittää muut luokittelijat aiheiden luokittelutehtävässä ja että aiheiden muutosten osalta voidaan havaita tiettyjä kehityskulkuja.

**Tulos**

Rintasyöpäyhteisön keskusteluaiheiden pitkittäisanalyysi konvolutiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2515**

Mobiilimainonta on miljardin punnan ala, joka laajenee nopeasti. Mainoksen menestys mitataan sen perusteella, miten käyttäjät ovat vuorovaikutuksessa sen kanssa. Tässä artikkelissa tutkitaan, voitaisiinko valvomattoman oppimisen ja assosiaatiosääntöjen louhinnan avulla kohdentaa mobiilimainoksia yksilöllisesti vuorovaikutusprosentin kasvattamiseksi. Touko- ja kesäkuun 2014 aikana tallennimme mainosvuorovaikutukset, kuten mainoksen napauttamisen tai koko mainosvideon katsomisen, sekä sovellukset, jotka käyttäjä oli asentanut vuorovaikutuksen aikaan. Käyttäjien asentamien sovellusten perusteella sovelsimme k-means-klusterointia profiloidaksemme käyttäjät johonkin kymmenestä luokasta. Koska sovellusten määrä oli suuri, sovellusten ominaisuustilaa pienennettiin vähentämällä dimensioita kartoittamalla sovellukset niiden iTunes-luokkiin ja klusteroimalla käyttäjät sen perusteella, kuinka suuri osa heidän sovelluksistaan vastaa kutakin iTunes-sovellusluokkaa. Klusterointi validoitiin ulkoisesti tutkimalla eroja kymmenen profiilin ja eri mainoslajien (elämäntapa-, talous- ja viihdemainokset) välisessä vuorovaikutuksessa. Lisäksi suoritettiin assosiaatiosääntöjen louhintaa, jotta saatiin selville, ovatko tietyt profiilit todennäköisemmin vuorovaikutuksessa mainoslajien kanssa sen mukaan, mihin vuorokaudenaikaan mainos esitetään ja kuinka monta sovellusta käyttäjä on asentanut. Tulokset osoittivat, että profiileissa oli selviä eroja siinä, miten ne olivat vuorovaikutuksessa eri mainoslajien kanssa, ja tämän asiakirjan tulokset viittaavat siihen, että mobiilimainonnan kohdentaminen parantaisi käyttäjien vuorovaikutustiheyttä mainoksen kanssa.

**Tulos**

Mobiilimainonnan personointi käyttäjien asennettujen sovellusten perusteella

**Esimerkki 2.2516**

Yhteistoiminnallinen reitinmääritys on ongelma, jossa etsitään joukko ei-ristiriitaisia reittejä useille liikkuville agenteille. Sen sovelluksia ovat esimerkiksi liikkuvien robottien ryhmien, kuten autonomisten lentokoneiden, autojen tai vedenalaisten ajoneuvojen suunnittelu. Yhteistoiminnallisen reitinmäärityksen uusimmat algoritmit perustuvat yleensä johonkin heuristiseen eteenpäin etenevään reitinmääritystekniikkaan, jossa A\* on usein valittu algoritmi. Tässä ehdotamme MA-RRT\*:tä, uutta algoritmia usean agentin polkusuunnitteluun, joka perustuu hiljattain ehdotettuun asymptoottisesti optimaaliseen näytteenottoon perustuvaan algoritmiin lyhimmän polun löytämiseksi yhden agentin polulla nimeltä RRT\*. Arvioimme kokeellisesti algoritmin suorituskykyä ja osoitamme, että otantaan perustuva lähestymistapa tarjoaa paremman skaalautuvuuden kuin klassinen eteenpäin etsimiseen perustuva lähestymistapa suhteellisen suurissa, mutta harvoissa ympäristöissä, jotka ovat tyypillisiä todellisissa sovelluksissa, kuten usean lentokoneen yhteentörmäysten välttämisessä.

**Tulos**

Moniagenttinen RRT\*: Näytteenottoon perustuva yhteistoiminnallinen polunmääritys

**Esimerkki 2.2517**

Dungin abstraktia argumentaatioteoriaa voidaan pitää yleisenä kehyksenä ei-monotoniselle päättelylle. Tärkeä kysymys onkin: mikä on niiden logiikoiden luokka, jotka voidaan sisällyttää tämän teorian instansseihin? Tämän artikkelin tavoitteena on tunnistaa ja tutkia Dungin teorian logiikkapohjaisten instantioiden suurta luokkaa, joka vastaa maksimikonsistentti-operaattoria eli funktiota, joka palauttaa epäjohdonmukaisen tietopohjan maksimikonsistentit osajoukot. Toisin sanoen tutkimme instantioiden luokkaa, jossa jokainen argumentaatiojärjestelmän laajennus vastaa täsmälleen yhtä tietopohjan maksimaalisen johdonmukaista osajoukkoa. Osoitamme, että tähän luokkaan kuuluvan hyökkäysrelaation on oltava ristiriitariippuvainen, ei saa olla pätevä, ei saa olla ristiriitapitoinen, ei saa olla symmetrinen jne. Sitten osoitamme, että jotkin hyökkäyssuhteet toimivat luokan ala- tai ylärajoina (esim. jos hyökkäyssuhde sisältää kanonisen aliarvostuksen, se ei kuulu tähän luokkaan). Tulostemme avulla osoitamme kaikille olemassa oleville hyökkäyssuhteille, kuuluvatko ne tähän luokkaan vai eivät. Määrittelemme myös uusia hyökkäyssuhteita, jotka kuuluvat tähän luokkaan. Lopuksi tulkitsemme tuloksiamme ja keskustelemme yleisistä kysymyksistä, kuten: mikä on argumentoinnin lisäarvo tällaisessa ympäristössä? Uskomme, että tämä työ on ensimmäinen askel kohti pitkän aikavälin tavoitettamme, joka on ymmärtää paremmin argumentoinnin roolia ja erityisesti Dung-tyylisten argumentointikehysten logiikkaan perustuvien instanssien ilmaisukykyä.

**Tulos**

Maxikonsistenttien operaattoreiden luokan tunnistaminen argumentoinnissa

**Esimerkki 2.2518**

Tutustuminen tuntemattomaan ympäristöön on liikkuvien robottien keskeinen toiminto. Oppimiseen perustuvat etsintämenetelmät, kuten konvoluutio-neuraaliverkot, tarjoavat erinomaisia strategioita ilman ihmisen suunnittelemaa logiikkaa ominaisuuksien louhintaa varten [1]. Perinteiset valvotut oppimisalgoritmit maksavat kuitenkin väistämättä paljon vaivaa tietokokonaisuuksien merkintätyöstä. Koulutusjoukkoon sisältymättömiä kohtauksia ei myöskään useimmiten tunnisteta. Ehdotamme syvää vahvistusoppimismenetelmää liikkuvien robottien tutkimiseen sisätilaympäristössä pelkän RGB-D-anturin syvyystiedon avulla. Deep Q-Network -puitteistoon [2] perustuen raaka syvyyskuva otetaan ainoaksi syötteeksi estimoidaksemme kaikkia liikkuvia komentoja vastaavat Q-arvot. Verkon painot koulutetaan päästä päähän. Mielivaltaisesti rakennetuissa simulointiympäristöissä osoitamme, että robotti voi sopeutua nopeasti tuntemattomiin kohtauksiin ilman ihmisen tekemää merkintää. Lisäksi ominaisuuksien representaatioiden reseptiivisten kenttien analyysin avulla syvä vahvistusoppiminen motivoi konvoluutioverkkoja arvioimaan kohtausten kulkukelpoisuutta. Testituloksia verrataan erikseen syvään oppimiseen [1] tai vahvistusoppimiseen [3] perustuviin tutkimusstrategioihin. Vaikka ne on koulutettu vain simuloidussa ympäristössä, koetulokset todellisessa ympäristössä osoittavat, että robotin ohjaimen kognitiivinen kyky paranee huomattavasti verrattuna valvottuun menetelmään. Uskomme, että tämä on ensimmäinen kerta, kun raakaa anturitietoa käytetään kognitiivisen etsintästrategian rakentamiseen liikkuville roboteille päästä päähän -syvä vahvistusoppimisen avulla.

**Tulos**

Kohti kognitiivista etsintää liikkuvien robottien syvän vahvistusoppimisen kautta

**Esimerkki 2.2519**

Mallintarkastaja voi tuottaa virheelliselle ohjelmalle vastakkaisnäytteen, joka on usein pitkä ja vaikeasti ymmärrettävä. Yleensä silmukoita koskeva osa on tämän jäljen ohjeista suurin. Tämä tekee silmukoissa olevien virheiden paikantamisesta kriittisen tärkeää koko ohjelman virheiden analysoimiseksi. Tässä artikkelissa tutkimme LocFaultsin skaalautuvuusominaisuuksia. LocFaults on virheiden paikannusmenetelmämme, jossa hyödynnetään CFG:n (Control Flow Graph) polkuja vastaesimerkistä MCD:n (Minimal Correction Deviations) ja MCS:n (Minimal Correction Subsets) laskemiseksi kustakin löydetystä MCD:stä. Esitämme lähestymistapamme ajat ohjelmille, joissa While-silmukoita on käännetty b kertaa ja joiden poikkeavien ehtojen määrä vaihtelee 0:sta n:ään. Alustavat tuloksemme osoittavat, että lähestymistapamme rajoituksiin perustuvan ja virtauslähtöisen lähestymistavan ajat ovat paremmat kuin BugAssistilla, joka perustuu SAT:iin ja muuttaa koko ohjelman Boolen kaavaksi, ja lisäksi LocFaultsin tarjoamat tiedot ovat käyttäjälle ilmaisuvoimaisempia.

**Tulos**

LocFaults-lähestymistavan skaalautuvuuden tutkiminen virheiden lokalisoinnissa While-silmukoiden ohjelmissa

**Esimerkki 2.2520**

Kaukokartoituskuvien räjähdysmäinen saatavuus on haastanut valvotut luokittelualgoritmit, kuten tukivektorikoneet (SVM), koska harjoitusnäytteet ovat yleensä hyvin rajallisia kalliin ja työläs tehtävä<lb>maaperän totuuden määrittäminen. Ajallinen korrelaatio ja spektrinen samankaltaisuus<lb>moniaikaisten kuvien välillä ovat avanneet mahdollisuuden<lb> lievittää tätä ongelmaa. Tässä tutkimuksessa ehdotetaan SVM-pohjaista sekvenssi-<lb>tilaluokittelijan harjoittelua (SCT-SVM) kaukokartoituskuvien<lb>moniaikaista luokittelua varten. Lähestymistavassa<lb>käytetään hyväksi edellisten kuvien luokittelijoita, jotta voidaan vähentää<lb>tulevan kuvan luokittelijan koulutukseen tarvittavien<lb>harjoitusnäytteiden määrää. Kullekin saapuvalle kuvalle ennustetaan ensin karkea luokittelija<lb>, joka perustuu joukon<lb>edellisten luokittelijoiden ajalliseen kehitykseen. Ennustettua luokittelijaa hienosäädetään<lb> tarkempaan asemaan nykyisten harjoitusnäytteiden avulla. Tätä<lb>lähestymistapaa voidaan soveltaa asteittain peräkkäisiin kuvatietoihin,<lb> jolloin kustakin kuvasta tarvitaan vain pieni määrä harjoitusnäytteitä<lb>. Kokeet tehtiin Sentinel-2A<lb>moniaikaisella aineistolla Australiassa sijaitsevan maatalousalueen yllä. Tulokset<lb> osoittivat, että ehdotettu SCT-SVM saavutti paremman luokittelutarkkuuden<lb> verrattuna kahteen uusimpaan mallinsiirto-<lb>algoritmiin. Verrattuna ilman aiempien kuvien<lb>apua saatuihin tuloksiin yleinen luokittelutarkkuus<lb>parani 76,2 prosentista 93,8 prosenttiin, mikä osoittaa, että aiempien kuvien a priori-<lb>tiedon hyödyntäminen voi tarjota<lb>edullista apua myöhempien kuvien<lb>luokittelussa moniaikaisissa kuvissa.

**Tulos**

Tehokas peräkkäinen luokittelijan koulutus moniaikaisen kaukokartoituskuvan luokitteluun

**Esimerkki 2.2521**

Tässä työssä esitellään konvoluutiohermoverkko (CNN), joka käsittelee yhdessä matalan, keskitason ja korkean tason näkötehtäviä yhtenäisessä arkkitehtuurissa, joka koulutetaan alusta loppuun. Tällainen universaali verkko voi toimia kuin "sveitsiläinen veitsi" näkötehtäviä varten; kutsumme tätä arkkitehtuuria UberNetiksi osoittaaksemme sen kokonaisvaltaisen luonteen. Käsittelemme kahta keskeistä teknistä haastetta, jotka nousevat esiin, kun yhden CNN:n käsittelemien tehtävien valikoimaa laajennetaan: (i) syväarkkitehtuurin kouluttaminen monipuolisten harjoitusjoukkojen pohjalta ja (ii) monien (mahdollisesti rajattomien) tehtävien kouluttaminen rajallisella muistibudjetilla. Näiden kahden ongelman asianmukainen ratkaiseminen antaa meille mahdollisuuden kouluttaa tarkkoja ennustajia moniin tehtäviin tarkkuudesta tinkimättä. Näiden edistysaskeleiden avulla koulutamme päästä päähän -periaatteella CNN:n, joka käsittelee samanaikaisesti (a) rajojen havaitsemista (b) normaalin estimoinnin (c) saliaation estimoinnin (d) semanttisen segmentoinnin (e) ihmisen osan segmentoinnin (f) semanttisen rajan havaitsemisen, (g) alue-ehdotuksen luomisen ja kohteen havaitsemisen. Saavutamme kilpailukykyisen suorituskyvyn, kun käsittelemme kaikki nämä tehtävät yhdessä 0,7 sekunnissa ruutua kohti yhdellä GPU:lla. Järjestelmän esittely löytyy osoitteesta cvn.ecp.fr/ubernet/.

**Tulos**

UberNet : "Universaalin" konvoluutio-neuraaliverkon kouluttaminen matalan, keskitason ja korkean tason näkemiseen käyttäen erilaisia tietokokonaisuuksia ja rajallista muistia.

**Esimerkki 2.2522**

Ehdotamme oppimisympäristöä, jossa merkitsemätön data on ilmaista, ja merkinnän kustannukset riippuvat sen arvosta, jota ei tiedetä etukäteen. Tutkimme binääriluokittelua ääritapauksessa, jossa algoritmi maksaa vain negatiivisista merkinnöistä. Motivaationamme ovat sovellukset, kuten petosten havaitseminen, jossa rehellisen liiketoimen tutkimista tulisi mahdollisuuksien mukaan välttää. Kutsumme asetelmaa auditoinniksi ja tarkastelemme algoritmin auditointikompleksisuutta: negatiivisten merkintöjen määrää, jonka algoritmi tarvitsee oppiakseen hypoteesin pienellä suhteellisella virheellä. Suunnittelemme auditointialgoritmeja yksinkertaisille hypoteesiluokille (kynnysarvot ja suorakulmiot) ja osoitamme, että näillä algoritmeilla auditointikompleksisuus voi olla huomattavasti pienempi kuin aktiivisten etikettien kompleksisuus. Käsittelemme myös yleistä kilpailukykyistä lähestymistapaa auditointiin ja mahdollisia muutoksia kehykseen.

**Tulos**

Tilintarkastus: Aktiivinen oppiminen tuloksesta riippuvien kyselykustannusten kanssa

**Esimerkki 2.2523**

Kun graafinen malli on annettu, yksi olennainen ongelma on MAP-päätelmä, eli mallin mukaisen todennäköisimmän tilakokoonpanon löytäminen. Vaikka tämä ongelma on NP-vaikea, suuria tapauksia voidaan ratkaista käytännössä. Tärkeä avoin kysymys on selittää, miksi näin on. Esitämme luonnollisen ehdon, jonka täyttyessä voimme todistaa, että MAP päättely voidaan suorittaa polynomisessa ajassa. Edellytämme, että optimaalisen ratkaisun ylittävien LP-relaksaation murtopisteiden määrä on rajoitettu polynomilla ongelman koon suhteen. Tämä ratkaisee Dimakisin, Goharin ja Wainwrightin avoimen kysymyksen. Sitä vastoin kokonaislukuisten ohjelmien yleisten LP-relaksaatioiden osalta tunnetut tekniikat pystyvät käsittelemään vain vakiomäärää murtopisteitä, joiden arvo ylittää optimaalisen ratkaisun. Todistamme kokeellisesti tämän ehdon ja osoitamme, kuinka tehokkaasti eri kokonaislukuohjelmointimenetelmät poistavat murtoratkaisuja.

**Tulos**

Tarkka MAP-ulottuvuus välttämällä murtopisteitä.

**Esimerkki 2.2524**

Syväoppimisessa on viime aikoina otettu käyttöön tarkkaavaisuusmekanismeja eri tehtävissä luonnollisen kielen käsittelyssä ja tietokonenäössä. Niiden suosiosta huolimatta implisiittisesti opittujen huomiokarttojen "oikeellisuutta" on kuitenkin arvioitu vain kvalitatiivisesti visualisoimalla useita esimerkkejä. Tässä artikkelissa keskitymme arvioimaan ja parantamaan tarkkaavaisuuden oikeellisuutta neuraalisissa kuvakuvausmalleissa. Erityisesti ehdotamme kvantitatiivista arviointimittaria sille, kuinka hyvin huomiokartat vastaavat ihmisen arvostelukykyä, käyttäen hiljattain julkaistuja tietokokonaisuuksia, joissa on kuvien alueiden ja kuvatekstien entiteettien välinen vastaavuus. Sitten ehdotamme uusia malleja, joissa on eri tasoisia eksplisiittisiä valvontamalleja huomiokarttojen oppimiseksi harjoittelun aikana. Valvonta voi olla voimakasta, kun alueiden ja kuvatekstin kokonaisuuksien välinen kohdistaminen on saatavilla, tai heikkoa, kun vain objektin segmentit ja kategoriat ovat saatavilla. Osoitamme suosituilla Flickr30k ja COCO -tietokannoilla, että huomiokarttojen valvonta harjoittelun aikana parantaa huomattavasti sekä huomion oikeellisuutta että kuvatekstien laatua.

**Tulos**

Huomion oikeellisuus neuraalisessa kuvatekstien teksteissä

**Esimerkki 2.2525**

Moniselitteisyys on kiistaton ja kaikkialla läsnä oleva kielellisten tuotteiden ominaisuus. Tässä artikkelissa tutkimme sekä monitulkintaisuuden sijaintia kielen arkkitehtuurissa että monitulkintaisuuden alkuperää luonnollisissa viestintäjärjestelmissä. Paikannamme monitulkintaisuuden Kielen ulkoistamishaaraan ja tutkimme monitulkintaisuuden syntyä viestinnässä loogisen palautumattomuuden käsitteen ja Shannonin informaatioteorian puitteissa. Tämä johtaa meidät tarkkaan ja yleiseen ilmaisuun Zipfin sanastotasapainon taustalla olevasta intuitiosta koodaus- ja dekoodausprosessien monimutkaisuuden välisen symmetriayhtälön muodossa, joka asettaa luonnolliseen viestintään väistämättömän määrän loogista epävarmuutta. Vastaavasti peruuttamattomien laskutoimitusten syntyminen on välttämätöntä, jos koodaus- ja dekoodausprosessien monimutkaisuudet ovat tasapainossa symmetrisessä skenaariossa, mikä tarkoittaa, että monitulkintaisten koodien syntyminen on välttämätön edellytys luonnollisen kommunikaation onnistumiselle.

**Tulos**

Monitulkintaisuudesta. Sen sijainti kielen arkkitehtuurissa ja sen alkuperä tehokkaassa kommunikaatiossa.

**Esimerkki 2.2526**

Markovin online-päätösprosessi (MDP) on klassisen Markovin päätösprosessin yleistys, joka sisältää muuttuvia palkitsemisfunktioita. Tässä artikkelissa ehdotetaan käytännöllisiä online-MDP-algoritmeja, joissa on toimintatapojen iterointi, ja teoreettisesti määritetään sublineaarinen katumusraja. Ehdotetun algoritmin huomattava etu on, että se voidaan helposti yhdistää funktion approksimaatioon, jolloin suuria ja mahdollisesti jatkuvia tila-avaruuksia voidaan käsitellä tehokkaasti. Kokeiden avulla osoitamme ehdotetun algoritmin hyödyllisyyden.

**Tulos**

Markovin online-päätösprosessit ja politiikan iterointi

**Esimerkki 2.2527**

Lisenssivapaiden taajuuskaistojen jatkuvasti kasvava käyttö edellyttää luotettavaa rinnakkaiselon hallintaa, jotta väliaineen käyttö olisi determinististä. Häiriöiden lieventämiseksi asianmukainen langattoman häiriön tunnistaminen (WII) on olennaisen tärkeää. Tässä työssä ehdotamme ensimmäistä WII-lähestymistapaa, joka perustuu syviin konvoluutiohermoverkkoihin (CNN). CNN oppii naiivisti ominaisuutensa itseoptimoinnin avulla laajan datapohjaisen GPU-pohjaisen koulutusprosessin aikana. Ehdotamme CNN-esimerkkiä, joka perustuu aistittaviin tilannekuviin, joiden rajoitettu kesto on 12,8 μs ja kaistanleveys 10 MHz. CNN eroaa 15 luokan välillä. Ne edustavat IEEE 802.11 b/g, IEEE 802.15.4 ja IEEE 802.15.1 -standardien pakettilähetyksiä, joiden taajuuskanavat ovat päällekkäisiä 2,4 GHz:n ISM-kaistalla. Osoitamme, että CNN on parempi kuin nykyiset WII-menetelmät ja että sen luokittelutarkkuus on yli 95 prosenttia, kun signaali-kohinasuhde on vähintään -5 dB.

**Tulos**

Langattomien häiriöiden tunnistaminen konvolutiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2528**

Vaikka vaikutuskaavioilla on monia etuja Bayesin päätösongelmien esitystapana, niillä on vakava haitta epäsymmetristen päätösongelmien käsittelyssä. Jotta epäsymmetrinen päätösongelma voidaan esittää vaikutuskaaviossa, se on symmetrisoitava. Kun symmetristä vaikutuskaaviota arvioidaan tavanomaisilla algoritmeilla, voi aiheutua huomattavan paljon tarpeetonta laskentaa. Tässä artikkelissa esitellään lähestymistapa, jolla vältetään tällainen tarpeeton laskenta vaikutuskaavioiden arvioinnissa.

**Tulos**

Epäsymmetristen päätösongelmien ratkaiseminen vaikutuskaavioiden avulla

**Esimerkki 2.2529**

Esittelemme uusia matemaattisia malleja ja algoritmeja (lyhimpien tai k eri) selitysten tuottamiseksi biolääketieteellisiin kyselyihin vastausjoukkojen ohjelmointia käyttäen. Toteutamme nämä algoritmit ja integroimme ne BIOQUERY-ASP:iin. Havainnollistamme näiden menetelmien hyödyllisyyttä eräillä monimutkaisilla biolääketieteellisillä kyselyillä, jotka liittyvät lääkkeiden löytämiseen ja jotka koskevat biolääketieteellisiä tietovarantoja PHARMGKB, DRUGBANK, BIOGRID, CTD, SIDER, DISEASE ONTOLOGY ja ORPHADATA.

**Tulos**

Selitysten luominen biolääketieteellisiin kyselyihin

**Esimerkki 2.2530**

Tässä asiakirjassa tutkimme, onko "big data" arvokkaampaa kuin "tarkka" tieto energian erittelyn ongelmassa: kokonaisenergiankäytön erittelyssä laitekohtaisesti. Nykyiset disaggregointitekniikat perustuvat energiamittaukseen, jonka resoluutio on vähintään 1 minuutti, mutta useimmat sähkömittarit antavat lukeman nykyään vain kerran kuukaudessa ja korkeintaan kerran 15 minuutissa. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta tekniikkaa nimeltä Neighborhood NILM, jossa hyödynnetään "naapuritalojen" tietoja energian disaggregoimiseksi, kun käytössä on vain yksi energialukema kuukaudessa. Lähestymistapamme keskeinen intuitio on se, että "samankaltaisilla" kodeilla on "samankaltainen" energiankulutus laitekohtaisesti. Neighborhood NILM yhdistää jokaisen kodin ja joukon "naapureita", joilla on suora alimittausinfrastruktuuri eli yksittäisten virtapiirien tai kuormien virtamittarit. Tällaisia koteja on jo paljon. Sen jälkeen se arvioi kohdekodin laitetason energiankulutuksen olevan sen K naapurin keskiarvo. Arvioimme tätä lähestymistapaa 25 kodin avulla, ja tulokset osoittavat, että lähestymistapamme antaa vertailukelpoisen tai paremman erittelyn verrattuna kirjallisuudessa esitettyyn uusimpaan tarkkuuteen, joka perustuu manuaaliseen mallin kouluttamiseen, korkeataajuuksiseen energiamittaukseen tai molempiin. Tulokset osoittavat, että Neighbourhood NILM -menetelmällä saavutetaan 83 % ja 79 % tarkkuus jääkaapin ja lämmitys-/jäähdytyskuormien erottelussa, kun FHMM-menetelmällä saavutetaan 74 % ja 73 %. Lisäksi se saavuttaa jopa 64 prosentin tarkkuuden pesukoneen, kuivausrummun, astianpesukoneen ja valaistuksen kuormituksissa, mikä on enemmän kuin aiemmin raportoidut tulokset. Monet nykyiset tekniikat eivät pysty erottelemaan näitä kuormia lainkaan. Nämä tulokset osoittavat, että alimittausinfrastruktuurin asentamisesta muutamaan valikoituun kotiin voi olla huomattavaa etua sen sijaan, että kaikkiin koteihin asennettaisiin uusi korkeataajuuksinen älykäs mittausinfrastruktuuri.

**Tulos**

Naapurusto NILM: Big-data-lähestymistapa kotitalouksien energian hajasijoitukseen.

**Esimerkki 2.2531**

Konvoluutioverkon suodattimet on tyypillisesti parametrisoitu pikselikohtaisesti. Ortonormaalina perustana pikselit voivat edustaa mitä tahansa mielivaltaista vektoria R:ssä. Tässä artikkelissa lievennämme tätä ortonormaalisuusvaatimusta ja laajennamme käyttökelpoisten perusteiden joukkoa yleistettyyn kehysten käsitteeseen. Sovellettaessa sopivia kehysperustoja Cifar-10+:n ResNets-verkkoihin osoitamme, että virhetasot ovat parantuneet pelkällä korvaamisella. Hyödyntämällä tällaisten yleistettyjen emästen transformaatio-ominaisuuksia saamme aikaan ohjattavia kehyksiä, joiden avulla CNN-suodattimia voidaan jatkuvasti muuntaa mielivaltaisten Lie-ryhmien mukaisesti. Lisäksi pystymme erottamaan paikallisesti asennon ja kanonisen ulkonäön. Toteutamme tämän dynaamisessa ohjattavassa kehysverkossa, joka arvioi dynaamisesti suodattimien muunnokset syötteen perusteella. Johdettu menetelmä on dynaamisten suodatinverkkojen ja spatiaalisten muunnosverkkojen hybridi, joka voidaan toteuttaa missä tahansa konvoluutioarkkitehtuurissa, kuten havainnollistamme kahdella esimerkillä. Ensin havainnollistamme ohjautuvien kehysten estimointiominaisuuksia dynaamisella ohjautuvalla kehysverkolla verrattuna dynaamiseen suodinverkkoon reunojen havaitsemistehtävässä, jossa osoitamme johdettujen ohjautuvien kehysten selkeät edut. Lopuksi lisäämme dynaamisen ohjautuvan kehyksen verkon moduulina konvolutiiviseen LSTM-verkkoon, kun tehtävänä on käsivarsien ja liikkeiden tunnistaminen videosta rajoitetun datan perusteella, ja havainnollistamme tehokasta dynaamista regularisointia ja osoitamme selviä etuja Spatial Transformer Networks -verkkoon verrattuna. Tässä artikkelissa olemme luoneet kehyspohjaisten konvoluutioverkkojen ja dynaamisten ohjautuvien kehysverkkojen perustan ja havainnollistaneet niiden etuja piirteiden jatkuvassa muuntamisessa ja datatehokkaassa oppimisessa.

**Tulos**

DYNAAMISET OHJATTAVAT RUNKOVERKOT

**Esimerkki 2.2532**

Tässä asiakirjassa pyritään löytämään algoritminen rakenne, jonka avulla voidaan ennustaa ja selittää taloudellista valintakäyttäytymistä erityisesti epävarmuuden vallitessa (satunnaispolitiikat) manipuloimalla vallitsevaa toimijakriittistä oppimismenetelmää niiden vaatimusten täyttämiseksi, joita meille on asetettu siitä lähtien, kun neuroekonomian ala on tullut meille tutuksi. Samalla kun selvitämme joitakin neuroekonomian perusasioita, jotka saattavat olla merkityksellisiä keskustelumme kannalta, yritämme hahmotella joitakin tärkeitä teoksia, joita on tähän mennessä esitetty valinnanprosessien simuloimiseksi. Kun otetaan huomioon neurologiset havainnot, joiden mukaan on olemassa kaksi erityistä toimintoa, nimittäin "palkkiot" ja "uskomukset", jotka toteutetaan tietyn reitin kautta basaaliganglioista aina aivokuoren alapuolisille alueille asti, tarjoamme muunnetun version toimija-kriittisestä algoritmista, jolla valotetaan näiden toimintojen välistä suhdetta ja ennen kaikkea ratkaistaan toimija-kriittisten algoritmien haasteena pidetty periytyvyyden tai hierarkian puuttuminen, jonka vuoksi järjestelmää ei voida kehittää jatkuvassa ajassa tehtävissä, jolloin konvergenssia ei välttämättä saavuteta. Asiasanat-neuroekonomia, valintakäyttäytyminen, toimijakriittinen algoritmi, päätöksenteko, vahvistusoppiminen.

**Tulos**

Valvottu tavoitteellinen algoritmi taloudellisessa valintakäyttäytymisessä: Toimijakriittinen lähestymistapa

**Esimerkki 2.2533**

Kielimallit ovat tilastollisia malleja, jotka laskevat todennäköisyyksiä sanojen tai muiden erillisten symbolien sarjoille. Tällä hetkellä kielimallinnukseen on olemassa kaksi pääparadigmaa: laskentaan perustuvat n-grammimallit, joiden etuna on skaalautuvuus ja testiajan nopeus, ja neuraaliset LM-mallit, joilla saavutetaan usein parempi mallinnusteho. Osoitamme, miten molemmat mallilajit voidaan yhdistää yhdeksi mallinnuskehykseksi, jossa määritellään joukko todennäköisyysjakaumia sanastolle ja lasketaan dynaamisesti seospainot näiden jakaumien yli. Tämän muotoilun avulla voimme luoda uusia hybridimalleja, joissa yhdistyvät laskentaan perustuvien ja neuraalisten LM-mallien toivotut ominaisuudet, ja kokeet osoittavat näiden lähestymistapojen edut.

**Tulos**

Laskentaan perustuvien ja neuraalisten kielimallien yleistäminen ja yhdistäminen

**Esimerkki 2.2534**

Tiedon esittämis- ja päättelyvalmiudet ovat kognitiivisen robotiikan kannalta elintärkeitä, koska ne mahdollistavat korkeamman tason kognitiiviset toiminnot, joilla voidaan päättelyä toiminnasta, ympäristöstä, tavoitteista, havaitsemisesta jne. tehdä. Vaikka vastausjoukkojen ohjelmointi (ASP) soveltuu hyvin tällaisten toimintojen mallintamiseen, ASP:tä ei ole toistaiseksi voitu käyttää saumattomasti robottiympäristössä. Korjaamme tämän puutteen ja osoitamme, miten äskettäin kehitetty reaktiivinen ASP-järjestelmä voidaan valjastaa tarjoamaan asianmukaiset päättelyvalmiudet robottijärjestelmässä. Tarkemmin sanottuna toimitamme paketin, joka integroi reaktiivisen ASP-ratkaisijan oClingon suosittuun avoimen lähdekoodin robottivälineohjelmaan ROS. Tuloksena syntyvä järjestelmä, ROSoClingo, tarjoaa yleisen tavan, jolla ASP-ohjelmaa voidaan käyttää robotin käyttäytymisen ohjaamiseen ja robotin toimien tuloksiin vastaamiseen.

**Tulos**

ROSoClingo: ROS-paketti ASP-pohjaiseen robotinohjaukseen

**Esimerkki 2.2535**

Viimeaikaiset työt ontologian käsitteiden upottamiseksi ovat perustuneet joko kalliisiin manuaalisiin merkintöihin tai automaattisiin käsitteiden merkintämenetelmiin, joissa ei oteta huomioon käsitteitä ympäröiviä tekstikonteksteja. Ehdotamme uutta menetelmää käsitteiden, lauseiden ja sanojen upotusten oppimiseen yhdessä merkitsemättömästä tekstikorpuksesta käyttämällä ontologian käsitteitä edustavia lauseita etävalvontana. Opimme upotuksia lääketieteellisille käsitteille Unified Medical Language System -järjestelmässä ja yleiskäsitteille YAGO-järjestelmässä käyttäen erilaisia korpuksia. Upotustemme suorituskyky on kilpailukykyinen nykyisten menetelmien kanssa käsitteiden samankaltaisuus- ja sukulaisuustehtävissä, vaikka ne eivät vaadi ihmisen antologiaa ja kattavuus on yli kolminkertainen sanaston koon suhteen.

**Tulos**

Heikosti valvottu menetelmä käsitteiden, lauseiden ja sanojen yhteiseen upottamiseen.

**Esimerkki 2.2536**

Tässä työssä pyritään tutkimaan syvän neuroverkon käyttöä kaupallisten harrastuslennokkien havaitsemiseksi todellisissa ympäristöissä analysoimalla niiden äänitietoja. Työn tarkoituksena on edistää järjestelmää, jonka avulla voidaan havaita haitallisiin tarkoituksiin, kuten terrorismiin, käytettävät lennokit. Erityisesti esitämme menetelmän, jolla voidaan havaita kaupallisten harrastuslennokkien läsnäolo binäärisenä luokittelu-ongelmana, joka perustuu äänitapahtumien havaitsemiseen. Nauhoitimme muutaman suositun kaupallisen harrastuslennokin tuottaman äänen ja täydensimme tätä tietoa erilaisilla ympäristön äänitiedoilla, jotta voisimme korjata lennokkien äänitiedon puutteen erilaisissa ympäristöissä. Tutkimme uusimpien äänitapahtumien luokittelumenetelmien, eli Gaussin sekoitusmallin (GMM), konvolutiivisen neuroverkon (CNN) ja rekursiivisen neuroverkon (RNN), tehokkuutta lennokkien äänen havaitsemisessa. Empiiriset tuloksemme, jotka saatiin kaupunkikadulla kerätyllä testiaineistolla, vahvistivat näiden mallien tehokkuuden toimimisessa todellisessa ympäristössä. Yhteenvetona voidaan todeta, että RNN-mallimme osoittivat parhaan havaitsemistuloksen F-tuloksella 0,8009 240 ms:n tuloäänellä ja lyhyellä käsittelyajalla, mikä osoittaa niiden soveltuvuuden reaaliaikaisiin havaitsemisjärjestelmiin.

**Tulos**

Empiirinen tutkimus lennokin äänen havaitsemisesta todellisessa ympäristössä syvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2537**

Tässä asiakirjassa esitellään lähestymistapa tietojen rakeisuuden muuttamiseksi hierarkkisissa tietokannoissa binäärisiä päätösongelmia varten soveltamalla regressiota alempien rakeisuustasojen kategorisiin attribuutteihin. Relaatiotietokannan alemman hierarkian yksikön attribuuttien tietosisältö optimoidaan regressiolla, joka tehdään pienellä yksinoikeudella merkityllä otoksella koulutetun kategorioiden ́ histogrammin perusteella tavanomaisen jakauman moodiluokan sijasta. Artikkelissa validoidaan lähestymistapa binäärisessä päätöksentekotehtävässä, joka koskee toisen asteen koulujen laadun arviointia, ja keskitytään siihen, miten logistinen regressio muuttaa oppilaiden ́ ja opettajien ́ attribuutit koulun attribuuteiksi. Kokeet suoritettiin brasilialaisilla koulujen ́ julkisilla tietokannoilla vertailemalla 10-kertaisesti ristiinvalidoinnin avulla myös logistisella regressiolla tuotettua luokituspistemäärää. Ehdotettu lähestymistapa saavutti paremman suorituskyvyn kuin tavanomainen jakaantumistavan muunnos ja vastasi asiantuntijapunnintamenetelmää, jota mitattiin Kolmogorov-Smirnovin suurimmalla etäisyydellä ja ROC-käyrän alapuolella olevalla pinta-alalla 0,01 merkitsevyystasolla. Avainsanat: Granulariteettimuunnos; kategoriset attribuutit; koulutusalan tiedonlouhinta; relaatiotietokannat; jakotapa; regressio ACM-luokitus I.2 ARTIFICIAL INTELLIGENCE H.2.8 tietokantasovellukset, J.1 ADMINISTRATIIVINEN TIEDONKÄSITTELY-Koulutus;

**Tulos**

Optimaalinen kategorinen attribuutin muunnos rakeisuuden muuttamiseksi relaatiotietokannoissa binäärisiä päätösongelmia varten koulutukseen liittyvässä tiedonlouhinnassa.

**Esimerkki 2.2538**

Tässä artikkelissa käytämme todisteisiin perustuvaa arvokorjausta nopeuttamaan Bayes-verkkojen päättelyä. Tämä tapahtuu ryhmittelemällä muuttujien arvoja ja käsittelemällä yhdistettyjä arvoja yhtenä kokonaisuutena. Kuten osoitamme, tällaisilla abstraktioilla voidaan hyödyntää ehdollisten todennäköisyysjakaumien säännönmukaisuuksia ja myös havaittujen muuttujien erityisiä arvoja. Arvojen abstrahoinnin muodolliseksi perusteluksi määrittelemme turvallisen arvojen abstrahoinnin käsitteen ja kehitämme päättelyalgoritmeja, jotka käyttävät sitä vähentääkseen päättelyn kustannuksia. Menetelmämme on erityisen hyödyllinen oppiessa monimutkaisia verkkoja, joissa on monia piilomuuttujia. Tällaisissa tapauksissa E M- tai muita parametrien optimointitekniikoita varten tarvitaan toistuvia todennäköisyyslaskentoja. Koska nämä laskutoimitukset toistetaan saman todistejoukon osalta, menetelmämme voivat nopeuttaa oppimisprosessia merkittävästi. Esittelemme algoritmia geneettisissä linkitysongelmissa, joissa arvojen abstraktien käyttö tekee joskus eron toteuttamiskelpoisen ja toteuttamiskelvottoman ratkaisun välillä.

**Tulos**

Todennäköisyyslaskenta arvon abstraktiota käyttäen

**Esimerkki 2.2539**

Luonnollisen kielenkorjauksen avulla voidaan auttaa kieltenoppijoita parantamaan kirjoitustaitojaan. Vaikka eri virhetyyppejä varten erillisiä luokittelijoita käyttävien lähestymistapojen tarkkuus on suuri, ne eivät pysty käsittelemään joustavasti esimerkiksi redundanssin tai epäidiomaattisen sanamuodon kaltaisia virheitä. Toisaalta sana- ja fraasipohjaisia konekäännösmenetelmiä ei ole suunniteltu ortografisten virheiden käsittelyyn, ja neuraaliset mallit ovat viime aikoina ohittaneet ne. Näistä syistä esitämme neuroverkkoihin perustuvan lähestymistavan kielen korjaamiseen. Menetelmämme ydinosa on koodaaja-dekooderi-rekurrenssi neuroverkko, jossa on huomiomekanismi. Koska verkko toimii merkkitasolla, se välttää sanaston ulkopuolella olevien sanojen ongelman. Havainnollistamme lähestymistapamme joustavuutta aineistolla, joka koostuu käyttäjien tuottamasta meluisasta tekstistä, joka on kerätty englanninoppijoiden foorumilta. Kun menetelmämme yhdistetään kielimalliin, saavutamme huippuluokan F0,5-tuloksen CoNLL 2014 Shared Task -tehtävässä. Lisäksi havainnollistamme, että verkon harjoittelu ylimääräisellä datalla, jossa on syntetisoituja virheitä, voi parantaa suorituskykyä.

**Tulos**

Neuraalinen kielenkorjaus merkkipohjaisen huomion avulla

**Esimerkki 2.2540**

Kohdistuksesta vapaat sekvenssianalyysimenetelmät tarjoavat biologisessa sekvenssianalyysissä tärkeän vaihtoehdon moninkertaiselle sekvenssikohdistukselle (MSA), koska kohdistuksesta vapaiden menetelmien laskentakompleksisuus on pieni eivätkä ne ole riippuvaisia korkeasta sekvenssi-identiteetin tasosta. Useimmat nykyisistä kohdistuksesta vapaista menetelmistä eivät kuitenkaan käytä sekvenssien todellista täyttä informaatiosisältöä, eivätkä siten voi paljastaa DNA-sekvenssien välisiä yhtäläisyyksiä ja eroja tarkasti. Esittelemme uudenlaisen Ramanujan-Fourier-muunnokseen (RFT) perustuvan, kohdistuksista vapaan laskentamenetelmän sekvenssianalyysiä varten, jossa DNA-sekvenssien koko informaatio säilyy. Esitämme DNA-sekvenssit neljänä binäärisenä indikaattorisekvenssinä ja sovellamme RFT:tä indikaattorisekvensseihin niiden muuntamiseksi taajuusalueelle. DNA-sekvenssien täydellisten RFT-kertoimien euklidista etäisyyttä käytetään samankaltaisuuden mittana. RFT-kertoimien eri pituuksien huomioimiseksi Euklidisessa avaruudessa täytämme nollat lyhyisiin DNA-binäärisekvensseihin niin, että binäärisekvenssit vastaavat vertailusekvenssidatan pisintä pituutta. Näin DNA-sekvenssejä verrataan samankokoisessa taajuusavaruudessa ilman informaatiohäviötä. Osoitamme ehdotetun menetelmän hyödyllisyyden esittämällä kokeellisia tuloksia geenien ja genomien hierarkkisesta klusteroinnista. Ehdotettu menetelmä avaa uuden väylän biologisten sekvenssien analysointiin, luokitteluun ja rakennemoduulien tunnistamiseen.

**Tulos**

Uusi menetelmä DNA-jaksojen vertailevaan analyysiin Ramanujan-Fourier-muunnoksen avulla

**Esimerkki 2.2541**

Dialogivastausten laadun automaattinen arviointi jäsentymättömillä aloilla on haastava ongelma. Valitettavasti nykyiset automaattiset arviointimittarit ovat puolueellisia ja korreloivat hyvin huonosti ihmisen tekemien vastauksen laatua koskevien arvioiden kanssa (Liu et al., 2016). Tarkka automaattinen arviointimenettely on kuitenkin ratkaisevan tärkeää dialogitutkimuksen kannalta, sillä se mahdollistaa uusien mallien nopean prototyyppien luomisen ja testaamisen ilman kalliita inhimillisiä arviointeja. Vastauksena tähän haasteeseen muotoilemme automaattisen dialogin arvioinnin oppimisongelmaksi. Esittelemme arviointimallin (ADEM), joka oppii ennustamaan ihmisen kaltaisia pisteitä syötetyille vastauksille käyttäen uutta dataa ihmisten vastauspisteistä. Osoitamme, että ADEM-mallin ennusteet korreloivat merkittävästi ja paljon korkeammalla tasolla kuin BLEU:n kaltaiset sanojen päällekkäisyysmittarit ihmisen antamien arvioiden kanssa sekä lausuma- että järjestelmätasolla. Osoitamme myös, että ADEM-malli voi yleistyä niin, että sillä voidaan arvioida dialogimalleja, joita ei ole nähty harjoittelun aikana, mikä on tärkeä vaihe automaattisessa dialogin arvioinnissa.

**Tulos**

Kohti automaattista Turingin testiä: Dialogivastausten arvioinnin oppiminen.

**Esimerkki 2.2542**

Frank-Wolfen menetelmä (eli ehdollinen gradienttialgoritmi) tasaista optimointia varten on herättänyt viime vuosina jälleen paljon kiinnostusta suuren mittakaavan optimoinnin ja koneoppimisen yhteydessä. Menetelmän keskeisenä etuna on, että se välttää monissa sovelluksissa laskennallisen pullonkaulan projisoinnit korvaamalla sen lineaarisella optimointivaiheella. Tästä edusta huolimatta FW-menetelmän tunnetut konvergenssinopeudet jäävät jälkeen tavallisista ensimmäisen kertaluvun menetelmistä useimmissa kiinnostavissa asetuksissa. Nopeampien lineaariseen optimointiin perustuvien algoritmien johtaminen erilaisille koveran optimoinnin asetuksille on aktiivinen tutkimuskohde. Tässä artikkelissa tarkastelemme erikoistapausta optimointi vahvasti koverien joukkojen yli, jolle todistamme, että vanila FW-menetelmä konvergoi nopeudella 1 t2 . Tämä antaa nelinkertaisen parannuksen konvergenssinopeuteen verrattuna yleiseen tapaukseen, jossa konvergenssi on suuruusluokkaa 1t ja jonka tiedetään olevan tiukka. Osoitamme, että erilaiset `p-normien, Schatten-normien ja ryhmänormien indusoimat pallot ovat toisaalta vahvasti koveria ja toisaalta lineaarinen optimointi näiden joukkojen yli on suoraviivaista ja antaa suljetun muodon ratkaisun. Lisäksi osoitamme, miten useat aiemmat FW-menetelmän nopeat tulokset seuraavat helposti analyysistämme.

**Tulos**

Frank-Wolfe-menetelmän nopeammat nopeudet vahvasti kupera-alaisilla joukoilla

**Esimerkki 2.2543**

Tässä artikkelissa käsitellään algoritmeja, joilla voidaan ennustaa diskreettejä sekvenssejä äärellisessä aakkostossa käyttäen muuttuvan järjestyksen Markov-malleja. Tällaisten algoritmien luokka on laaja ja sisältää periaatteessa minkä tahansa häviöttömän pakkausalgoritmin. Keskitymme kuuteen merkittävään ennustusalgoritmiin, kuten kontekstipuun painotukseen (CTW), osittaisen vastaavuuden perusteella tapahtuvaan ennustamiseen (PPM) ja todennäköisyyspuut (PST). Keskustelemme näiden algoritmien ominaisuuksista ja vertailemme niiden suorituskykyä käyttäen todellisia sekvenssejä kolmelta alueelta: proteiineista, englanninkielisestä tekstistä ja musiikkikappaleista. Vertailu tehdään ennusteiden laadun suhteen, jota mitataan keskimääräisellä log-lossilla. Vertailemme myös näihin ennustimiin perustuvia luokittelualgoritmeja useiden suurten proteiinien luokittelutehtävien osalta. Tuloksemme osoittavat, että "hajotettu" CTW (CTW-algoritmin muunnos) ja PPM päihittävät kaikki muut algoritmit sekvenssin ennustustehtävissä. Hieman yllättäen erilainen algoritmi, joka on Lempel-Zivin pakkausalgoritmin muunnos, päihittää kaikki algoritmit merkittävästi proteiinien luokittelutehtävissä.

**Tulos**

Ennustamisesta muuttuvan järjestyksen Markov-mallien avulla

**Esimerkki 2.2544**

Tässä artikkelissa tarkastellaan aiheeseen liittyvää työtä ja uusimpia julkaisuja Parkinsonin taudin motoristen oireiden tunnistamiseksi. Siinä esitellään tutkimustoimia, joilla on pyritty selvittämään, miten hyvin perinteiset koneoppimisalgoritmit pystyvät selviytymään tästä tehtävästä. Erityisesti tuodaan esiin neljä Parkinson-potilaaseen liittyvää motorista oiretta (vapina, bradykinesia, kävelyn jähmettyminen ja dyskinesia) ja esitetään yhteenveto niiden yksityiskohdista. Tämän tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on näin ollen tarjota kirjallisuusperusta sellaisten algoritmien kehittämiselle ja parantamiselle, joilla voidaan havaita Parkinsonin tautiin liittyviä motorisia oireita.

**Tulos**

PARKINSONIN TAUDIN MOTORISET OIREET KONEOPPIMISESSA: KATSAUS

**Esimerkki 2.2545**

Yleisesti käytetty tekniikka tekoälyn monimutkaisuuden hallitsemiseksi reaaliaikaisissa strategiapeleissä (RTS-peleissä) on käyttää toimintojen ja/tai tilojen abstraktioita. Korkean tason abstraktiot voivat usein johtaa hyviin ratkaisuihin. Korkean tason abstraktiot voivat usein johtaa hyvään strategiseen päätöksentekoon, mutta taktisten päätösten laatu voi kärsiä yksityiskohtien katoamisen vuoksi. Kilpaileva menetelmä on hakuavaruuden näytteenotto, joka johtaa usein hyvään taktiseen suorituskykyyn yksinkertaisissa skenaarioissa, mutta huonoon korkean tason suunnitteluun. Ehdotamme, että käytämme syvää konvoluutiohermoverkkoa (CNN), joka valitsee rajallisen joukon abstrakteja toimintavaihtoehtoja, ja käytämme jäljelle jäävää laskenta-aikaa pelipuuhakuun matalan tason taktisten ratkaisujen parantamiseksi. CNN koulutetaan valvotulla oppimisella pelin tiloihin, jotka on merkitty Puppet Search -strategisella hakualgoritmilla, joka käyttää toimintaabstraktioita. Verkkoa käytetään sitten käsikirjoituksen valintaan - anionit. Verkkoa käytetään sitten valitsemaan skripti - abstraktio toiminta - tuottamaan matalan tason toimia kaikille yksiköille. toiminta - tuottamaan matalan tason toimia kaikille yksiköille. Tämän jälkeen pelipuun hakualgoritmi parantaa yksiköiden osajoukon taktisia toimia käyttäen rajoitettua näkymää pelitilasta, jossa otetaan huomioon vain yksiköt, jotka ovat lähellä vastustajan yksiköitä. Kokeet μRTS-pelissä osoittavat, että yhdistetty algoritmi johtaa korkeampiin voittomääriin kuin kumpikaan sen kahdesta itsenäisestä osasta ja muut nykyaikaiset μRTS-agentit. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen onnistunut sovellus, jossa konvoluutioverkkoa käytetään täydellisen RTS-pelin pelaamiseen tavanomaisilla pelikartoilla, sillä aiemmissa töissä on keskitytty osaongelmiin, kuten taisteluun, tai hyvin pieniin karttoihin.

**Tulos**

Strategisen oppimisen ja taktisen haun yhdistäminen reaaliaikaisissa strategiapeleissä

**Esimerkki 2.2546**

Esittelemme universum-oppimisen [1], [2] moniluokkaisiin ongelmiin ja ehdotamme uutta muotoilua moniluokkaiselle universum-SVM:lle (MU-SVM). Ehdotamme myös MU-SVM:lle span boundia, jota voidaan käyttää mallin valintaan, jolloin vältetään uudelleen näytteenotto. Empiiriset tulokset osoittavat MU-SVM:n ja ehdotetun rajan tehokkuuden.

**Tulos**

Universum Learning for Multiclass SVM

**Esimerkki 2.2547**

Tutkimme Robust Least Squares Regression (RLSR) -ongelmaa, jossa useat vastemuuttujat voivat olla vahingoittuneita. Tarkemmin sanottuna, datamatriisille X ∈ Rp×n ja taustalla olevalle mallille w∗ vastevektori generoidaan muodossa y = XTw∗+b, jossa b ∈ R on korruptoitumisvektori, joka on tuettu enintään C -n koordinaatistossa. Olemassa olevat tarkat palautustulokset RLSR:lle keskittyvät ainoastaan L1-sanktioon perustuviin koveriin muotoiluihin ja asettavat suhteellisen tiukkoja mallioletuksia, kuten vaatimuksen, että korruptoituneet b:t valitaan X:stä riippumattomasti. Tässä työssä tutkimme yksinkertaista Torrent-nimistä kovan kynnyksen algoritmia, joka voi X:lle asetettujen lievien ehtojen vallitessa palauttaa w∗:n täsmällisesti, vaikka b korruptoisi vastemuuttujat vastakkaisella tavalla, eli sekä b:n tuki että merkinnät valitaan vastakkaisesti X:n ja w∗:n havainnoinnin jälkeen. Tuloksemme pätevät deterministisillä oletuksilla, jotka täyttyvät, jos X on poimittu mistä tahansa ali-Gaussin jakaumasta. Toisin kuin nykyiset tulokset, jotka koskevat vain kiinteää w∗, joka on luotu X:stä riippumatta, meidän tuloksemme ovat universaaleja ja pätevät mille tahansa w∗ ∈ R. Seuraavaksi ehdotamme Torrentin gradienttilaskeutumiseen perustuvia laajennuksia, jotka voivat skaalautua tehokkaasti suuriin ongelmiin, kuten korkea-ulotteiseen harvan rungon palautukseen, ja todistamme samankaltaiset palautustakuut näille laajennuksille. Empiirisesti havaitsimme, että Torrent ja etenkin sen laajennukset tarjoavat huomattavasti nopeamman palautuksen kuin nykyaikaiset L1-ratkaisijat. Esimerkiksi jopa keskikokoisissa tietokokonaisuuksissa (p = 50K), joissa on noin 40 % korruptoituneita vastauksia, ehdotetun menetelmän muunnos Torrent-HYB on yli 20 kertaa nopeampi kuin paras L1-ratkaisija. "Jos näiden virheiden joukossa on joitakin, jotka vaikuttavat liian suurilta ollakseen hyväksyttäviä, hylätään ne yhtälöt, jotka tuottivat nämä virheet, koska ne ovat peräisin liian virheellisistä kokeista, ja tuntemattomat määritetään muiden yhtälöiden avulla, jotka antavat silloin paljon pienempiä virheitä." A. M. Legendre, On the Method of Least Squares. 1805.

**Tulos**

Kovan kynnysarvon avulla toteutettu kestävä regressio

**Esimerkki 2.2548**

Kyky hahmottaa tarkasti, esittääkö puhuja kysymyksen vai lausuman, on ratkaisevan tärkeää onnistuneen vuorovaikutuksen kannalta. Tonaalisten mallien oppiminen ja luokittelu on kuitenkin ollut haastava tehtävä automaattiselle puheentunnistukselle ja tonaalisen esityksen malleille, sillä tonaalisille ääriviivoille on ominaista huomattava vaihtelu. Tässä artikkelissa esitetään luokittelumalli kyproksenkreikkalaisille kysymyksille ja lausumille. Arvioimme kahta uusinta verkkoarkkitehtuuria: LSTM-verkkoa (Long Short-Term Memory) ja ConvNet-verkkoa (Convolutional Network). ConvNet päihittää LSTM-verkon luokittelutehtävässä, ja sen luokittelutarkkuus on 95 prosenttia.

**Tulos**

Prosodisen rakenteen mallintaminen keinotekoisten neuroverkkojen avulla Prosodisen rakenteen mallintaminen keinotekoisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2549**

Bayes-verkot tarjoavat suuria mahdollisuuksia laajamittaisten diagnostisten tutkimustehtävien automatisointiin. Gibbs-näytteenotto on tärkein tekniikka, jota käytetään diagnostisen päättelyn suorittamiseen suurissa, runsaasti toisiinsa kytketyissä Bayes-verkoissa. Valitettavasti Gibbsin näytteenotto voi viedä liikaa aikaa edustavan näytteen tuottamiseen. Tässä artikkelissa kuvaamme ja testaamme useita heuristisia strategioita näytteenoton tehostamiseksi kohina- tai Bayes-verkoissa. Strategiat sisältävät muita Monte Carlo Markovin ketjun näytteenottotekniikoita kuin Gibbsin näytteenotto. Painopiste on strategioissa, jotka voidaan toteuttaa hajautetuissa järjestelmissä.

**Tulos**

Parannettu näytteenotto Bayes-verkkojen diagnostista päättelyä varten

**Esimerkki 2.2550**

Liikuteltavien todistusmassojen käsite, joka virtaa asiantuntijoiden määrittelemistä superjoukoista osajoukkoihin, on sopiva kehys epävarmuuden vallitessa tapahtuvalle päättelylle. Massan virtausta ohjataan erikoistumismatriisien avulla. Uudet todisteet integroidaan harkintakehikkoon ehdollistamalla tai tarkistamalla (Dempsterin ehdollistamissääntö), jota varten on olemassa erityisiä erikoistumismatriiseja. Jopa jotkin ei-monotonisen päättelyn näkökohdat voidaan esittää tiettyjen erikoistumismatriisien avulla.

**Tulos**

Päättely massajakaumien avulla

**Esimerkki 2.2551**

Ehdotamme menetelmää, jolla voidaan oppia virtaavasta visuaalisesta datasta käyttämällä kompaktia, vakiokokoista esitystä kaikesta tietystä hetkestä asti nähdystä datasta. Konkreettisesti rakennamme virtaavan datan "ydinjoukkojen" esityksen käyttämällä rinnakkaistettua algoritmia, joka on joukon approksimaatio suhteessa tämän joukon ja sen ympäröivän tilan kaikkien muiden pisteiden välisiin neliöetäisyyksiin. Opettelemme mukautuvan kohteen ulkonäkömallin coreset-puusta vakioajassa ja logaritmisessa tilassa ja käytämme sitä kohteen seurantaan havaitsemalla. Menetelmämme tuottaa erinomaisia tuloksia kohteiden seurannassa kolmella vakiotietoaineistolla yli 100 videosta. Kyky tiivistää dataa tehokkaasti tekee menetelmästämme ihanteellisesti sopivan pitkien videoiden seurantaan, kun tilaa ja aikaa on rajoitettu. Osoitamme tämän kyvyn päihittämällä erilaiset algoritmit TLD-tietokannassa, jossa on keskimäärin 2685 ruutua. Tätä ydinjoukkoon perustuvaa oppimismenetelmää voidaan soveltaa sekä pienten, vaihtelevien aineistojen reaaliaikaiseen oppimiseen että suurten aineistojen nopeaan oppimiseen.

**Tulos**

Coreset-pohjainen mukautuva seuranta

**Esimerkki 2.2552**

Esittelemme uudenlaisen luonnollisen kielen tuottamisjärjestelmän puhuttuja dialogijärjestelmiä varten, joka pystyy harjaantumaan (sopeutumaan) käyttäjien puhetapaan ja tarjoamaan kontekstiin sopivia vastauksia. Generaattori perustuu toistuviin neuroverkkoihin ja sekvenssistä sekvenssiin -lähestymistapaan. Se on täysin koulutettavissa datasta, joka sisältää edeltävän kontekstin sekä generoitavat vastaukset. Osoitamme, että kontekstin huomioon ottava generaattori tuottaa merkittäviä parannuksia perustasoon verrattuna sekä automaattisissa mittareissa että ihmisten pareittain tekemässä preferenssitestissä.

**Tulos**

Kontekstitietoinen luonnollisen kielen generaattori dialogijärjestelmiä varten

**Esimerkki 2.2553**

Tunkeutumistestaus on vakiintunut käytännön konsepti, jonka avulla voidaan tunnistaa mahdollisesti hyödynnettävissä olevat tietoturvaheikkoudet ja joka on tärkeä osa tietoturvatarkastusta. Kokonaisvaltaisen tietoturva-arvioinnin tekeminen useista sadoista isäntäkoneista koostuville verkoille on kuitenkin tuskin mahdollista ilman jonkinlaista koneellistamista. Haittojen lieventämisestä, eli vastatoimien priorisoinnista tietyn budjetin puitteissa, ei tällä hetkellä ole vankkaa teoreettista ymmärrystä, joten se on enemmän taidetta kuin tiedettä. Tässä työssä ehdotamme ensimmäistä lähestymistapaa kattavien "mitä jos" -analyysien tekemiseen, jotta lieventämistä voidaan pohtia käsitteellisesti hyvin perustellulla tavalla. Arvioidaksemme ja vertaillaksemme lieventämisstrategioita käytämme simuloitua tunkeutumistestausta eli automaattista hyökkäysten etsimistä, joka perustuu verkkomalliin, johon sovelletaan osajoukkoa tietystä lieventämistoimien joukosta, esimerkiksi muutoksia verkkotopologiaan, järjestelmäpäivityksiä, konfiguraatiomuutoksia jne. Määritämme optimaaliset yhdistelmät, jotka minimoivat hyökkääjän maksimaalisen menestyksen (Stackelberg-pelin tapaan), ja tarjoamme näin perustan kokonaisvaltaiselle torjuntastrategialle. Osoitamme, että nämä "mitä jos" -analyysimallit voidaan suurelta osin johtaa verkkotarkistuksesta, julkisista haavoittuvuustietokannoista ja manuaalisesta tarkastuksesta eriasteisesti automatisoituna ja yksityiskohtaisesti, ja simuloimme lieventämisanalyysiä erikokoisissa ja haavoittuvuudeltaan erilaisissa verkoissa.

**Tulos**

Simuloitu tunkeutumistestaus ja suojausanalyysi

**Esimerkki 2.2554**

Tässä artikkelissa ehdotamme erittäin yksinkertaista syvämallia valvomatonta epälineaarista dimensioiden pienentämistä varten - syviä hajautettuja satunnaisotoksia. Ensinnäkin sen verkkorakenne on uudenlainen: verkon jokainen kerros on ryhmä toisistaan riippumattomia k-keskipisteiden klustereita. Toiseksi sen oppimismenetelmä on äärimmäisen yksinkertainen: kunkin klusteroinnin k-keskukset ovat vain k satunnaisesti valittua esimerkkiä harjoitusaineistosta; pienissä aineistoissa k-keskukset rekonstruoidaan edelleen satunnaisesti yksinkertaisella syklisen siirron operaatiolla. Epälineaarista dimensioiden pienentämistä koskevat kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotettu menetelmä voi oppia abstrakteja representaatioita sekä suuren että pienen mittakaavan ongelmissa, ja samalla se on paljon nopeampi kuin syvät neuroverkot suuren mittakaavan ongelmissa.

**Tulos**

Syvien representaatioiden oppiminen hajautetuilla satunnaisotannoilla

**Esimerkki 2.2555**

Tässä artikkelissa esitellään yleistettyjä todennäköisyysmalleja korkea-asteen projektivoimaista riippuvuuksien jäsentelyä varten sekä algoritmikehys näiden tilastollisten mallien oppimiselle riippuvuuspuiden avulla. Korkean asteen riippuvuuspuiden jakofunktiot ja marginaalit voidaan laskea tehokkaasti mukauttamalla algoritmeja, jotka laajentavat inside-outside-algoritmin korkeamman asteen tapauksiin. Algoritmiemme tehokkuuden osoittamiseksi teemme kokeita kolmella kielellä - englannilla, kiinalla ja tšekillä - käyttäen maksimaalista ehdollista todennäköisyysestimaatiota mallin kouluttamiseen ja L-BFGS:ää parametrien estimointiin. Menetelmämme ovat kilpailukykyisiä englannin kielessä ja parempia kuin kaikki aiemmin raportoidut riippuvuuksien jäsentäjät kiinan ja tšekin kielessä.

**Tulos**

Todennäköisyysmallit korkea-asteisen projektiivisen riippuvuuden jäsennyksen analysointiin

**Esimerkki 2.2556**

Syvä vahvistusoppiminen (Deep Reinforcement Learning, RL) on viime aikoina noussut yhdeksi kilpailukykyisimmistä lähestymistavoista oppimiseen peräkkäisissä päätöksenteko-ongelmissa, joissa on täysin havainnoitavissa olevat ympäristöt, esimerkiksi tietokone Go. Syvässä RL:ssä on kuitenkin tehty hyvin vähän työtä osittain havainnoitavien ympäristöjen käsittelemiseksi. Ehdotamme uutta arkkitehtuuria nimeltä Action-specific Deep Recurrent Q-Network (ADRQN) parantamaan oppimistuloksia osittain havaittavissa ympäristöissä. Toiminnot koodataan täysin yhdistetyllä kerroksella ja yhdistetään konvoluutiohavaintoon toiminta-havaintoparin muodostamiseksi. Toiminta-havaintoparien aikasarjat integroidaan sitten LSTM-kerroksella, joka oppii latentteja tiloja, joiden perusteella täysin kytketty kerros laskee Q-arvot kuten perinteisissä syvissä Q-verkoissa (Deep QNetwork, DQN). Osoitamme uuden arkkitehtuurimme tehokkuuden useilla osittain havainnoitavilla aloilla, kuten välkkyvissä Atari-peleissä.

**Tulos**

POMDP:n syvä vahvistusoppimisen parantaminen

**Esimerkki 2.2557**

Osoitamme, että retorisen rakenneteorian määrittelemä ja olemassa olevan diskurssijäsennyksen tarjoama diskurssirakenne hyödyttää tekstin luokittelua. Lähestymistapamme käyttää rekursiivista neuroverkkoa ja hiljattain ehdotettua tarkkaavaisuusmekanismia laskeakseen tekstin esityksen, joka keskittyy sekä RST:n että tehtävän näkökulmasta erottuvaan sisältöön. Kokeissa tarkastellaan lähestymistavan vaihtoehtoja ja havainnollistetaan sen vahvuuksia ja heikkouksia.

**Tulos**

Neuraalinen diskurssirakenne tekstin luokittelussa

**Esimerkki 2.2558**

Neuraalinen konekääntäminen (Neural Machine Translation, NMT) nojautuu voimakkaasti huomioverkkoon, joka tuottaa kontekstivektorin kutakin kohdesanan ennustetta varten. Käytännössä huomaamme, että eri kohdesanojen kontekstivektorit ovat melko samanlaisia keskenään ja siksi ne eivät riitä kohdesanojen erottelevaan ennustamiseen. Syynä tähän saattaa olla se, että vaniljaisen huomioverkon tuottamat kontekstivektorit ovat vain painotettu summa lähderepresentaatioista, jotka ovat muuttumattomia dekooderin tilojen suhteen. Tässä artikkelissa ehdotamme NMT:tä varten uutta GRU-ohjattua tarkkaavaisuusmallia (GAtt), joka parantaa kontekstivektoreiden erottelukykyä antamalla lähderepresentaatioiden olla herkkiä dekooderin tuottamalle osittaiselle käännökselle. GAtt-mallissa käytetään GRU-yksikköä (gated recurrent unit) yhdistämään kahdenlaista tietoa: alun perin kaksisuuntaisen koodaajan tuottamaa lähdemerkintävektoria käsitellään historiatilana, kun taas vastaava edellinen dekooderin tila on GRU:n syötteenä. GRU:n yhdistämä tieto muodostaa uuden lähteen merkintävektorin. Tällä tavoin saadaan käännösherkkiä lähderepresentaatioita, jotka sitten syötetään huomioverkkoon diskriminoivien kontekstivektorien tuottamiseksi. Lisäksi ehdotamme muunnelmaa, jossa lähteen annotaatiovektoria pidetään nykyisenä syötteenä ja edellistä dekooderin tilaa historiana. Kokeet NIST:n kiinan ja englannin käännöstehtävissä osoittavat, että molemmat GAtt-pohjaiset mallit parantavat merkittävästi vaniljaista huomioperusteista NMT:tä. Huomion painoja ja kontekstivektoreita koskevat lisäanalyysit osoittavat GAtt:n tehokkuuden representaatioiden erottelukyvyn parantamisessa ja ylikääntämisen haastavan ongelman käsittelyssä.

**Tulos**

GRU-ohjattu tarkkaavaisuusmalli neuraalista konekääntämistä varten

**Esimerkki 2.2559**

Soittimien tunnistaminen moniäänisistä musiikkitallenteista on haastava mutta tärkeä ongelma musiikin tiedonhaun alalla. Se mahdollistaa musiikkihakujen tekemisen soittimien mukaan, auttaa tunnistamaan musiikkilajeja tai voi tehdä musiikin transkription helpommaksi ja tarkemmaksi. Tässä artikkelissa esitellään konvoluutio-neuroverkkojärjestelmä, jonka avulla voidaan tunnistaa soittimia todellisessa moniäänisessä musiikissa. Koulutamme verkkomme kiinteän pituisista musiikkikappaleista, joissa on yksi merkitty hallitseva soitin, ja arvioimme mielivaltaisen määrän hallitsevia soittimia äänisignaalista, jonka pituus vaihtelee. Saadaksemme ääniotekohtaisen tuloksen, yhdistämme useita tulosteita liukuikkunoista testiaudion yli. Tässä yhteydessä tutkimme kahta erilaista aggregointimenetelmää: toisessa käytetään kunkin instrumentin keskiarvoa ja toisessa instrumenttikohtaista summaa, jota seuraa normalisointi. Lisäksi teimme laajoja kokeita useista tärkeistä suorituskykyyn vaikuttavista tekijöistä, kuten analyysi-ikkunan koosta, tunnistuskynnyksestä ja neuroverkkojen aktivointifunktioista, jotta löytäisimme optimaaliset parametrit. Käyttämällä arvioinnissa 10 000 ääniotteen tietokokonaisuutta 11 soittimesta havaitsimme, että konvoluutio-neuraaliverkot ovat vankempia kuin perinteiset menetelmät, joissa hyödynnetään spektripiirteitä ja lähteiden erottelua tukivektorikoneilla. Kokeelliset tulokset osoittivat, että ehdotetun konvoluutioverkkoarkkitehtuurin F1-arvo oli 0,602 mikroille ja 0,503 makroille, ja se paransi suorituskykyä 19,6 % ja 16,4 % verrattuna muihin uusimpiin algoritmeihin.

**Tulos**

Syvät konvoluutio-neuraaliverkot moniäänisen musiikin hallitsevan instrumentin tunnistamiseen

**Esimerkki 2.2560**

Perusteet 5 Oppimistehtävät . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5 Tehtävätyypit ja luominen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5 Lisäasetukset . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 10 Oppimistehtävän avaaminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 10 Oppimistehtävän muokkaaminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 13 Esimerkkitehtäviä ja käteviä toimintoja . . . . . . . . . . . . . 15 Oppijat . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 15 Oppijan rakentaminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 15 Oppijan käyttäminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 17 Oppijan muuttaminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 20 Oppijoiden luettelointi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 21 Oppijan kouluttaminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 22 Oppijan mallien käyttäminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 23 Muita vaihtoehtoja ja kommentteja . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 26 Tulosten ennustaminen uusille tiedoille . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 27 Ennusteen käyttäminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 29 Kynnyksen säätäminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 33 Ennusteen visualisointi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 35 Oppijan suorituksen arviointi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 38 Käytettävissä olevat suorituskykymittarit . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 38 Toimenpiteiden luettelointi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 39 Suorituskykytoimenpiteiden laskeminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . 40 Suorituskykymittarin käyttäminen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 41 Binääriluokitus . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 42 Uudelleen näytteenotto . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 44 Ositettu uudelleenotanta . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 47

**Tulos**

mlr opetusohjelma

**Esimerkki 2.2561**

Esittelemme token-tason päätösyhteenvetokehyksen, jossa hyödynnetään lausumien piileviä aihepiirirakenteita "yhteenvedon arvoisten" sanojen tunnistamiseksi. Konkreettisesti tutkitaan useita valvomattomia aihepiirimalleja, ja kokeelliset tulokset osoittavat, että hienojakoiset aihepiirimallit, jotka löytävät aiheita pikemminkin lausetasolla kuin asiakirjatasolla, voivat paremmin tunnistaa päätöksentekoprosessin pääkohdat. Lisäksi ehdottamamme token-tason tiivistämismenetelmä, joka pystyy poistamaan sanontojen sisällä olevat redundanssit, on parempi kuin nykyiset sanontojen luokitteluun perustuvat tiivistämismenetelmät. Lopuksi tutkitaan myös asiayhteystietoja, jotta tiivistelmään voidaan lisätä merkityksellistä lisätietoa.

**Tulos**

Epäohjattuja aihepiirien mallintamismenetelmiä päätösten tiivistämiseen puhutuissa kokouksissa

**Esimerkki 2.2562**

Autonominen ajaminen on herättänyt viime vuosina yhä enemmän kiinnostusta sekä teollisuudessa että akateemisessa maailmassa. Vakavia ponnisteluja tehdään oikeudellisten, teknisten ja logististen ongelmien ratkaisemiseksi ja autonomisten autojen tekemiseksi toteuttamiskelpoiseksi vaihtoehdoksi jokapäiväisessä liikenteessä. Yksi merkittävä haaste on aika ja ponnistus, joka tarvitaan näissä ajoneuvoissa käytettävien päätöksenteko- ja valvonta-algoritmien todentamiseen ja validointiin turvallisen ja miellyttävän ajokokemuksen varmistamiseksi. Tarvitaan satoja tuhansia ajokilometrejä, jotta saadaan hyvin kalibroitu ohjausjärjestelmä, joka pystyy käyttämään autonomista ajoneuvoa epävarmassa liikenneympäristössä, jossa ajoneuvojen ja kuljettajien välillä on samanaikaisesti useita vuorovaikutussuhteita. Liikennesimulaattorit, joissa nämä vuorovaikutussuhteet voidaan mallintaa ja esittää kohtuullisen tarkasti, voivat auttaa vähentämään autonomisen ajamisen ohjausalgoritmien kehittämiseen tarvittavaa aikaa ja vaivaa tarjoamalla tilaisuuden, jossa hyväksyttävät alustavat ohjauskalibroinnit voidaan saavuttaa nopeasti ja turvallisesti ennen varsinaisia liikennetestejä. Tässä asiakirjassa esitellään peliteoreettinen liikennemalli, jota voidaan käyttää 1) erilaisten autonomisten ajoneuvojen päätöksenteko- ja ohjausjärjestelmien testaamiseen ja vertailuun ja 2) olemassa olevan ohjausjärjestelmän parametrien kalibrointiin. Esittelemme kaksi esimerkkitapaustutkimusta, joissa ensimmäisessä tapauksessa testaamme ja vertailemme kvantitatiivisesti kahta autonomisen ajoneuvon ohjausjärjestelmää niiden turvallisuuden ja suorituskyvyn kannalta ja toisessa tapauksessa optimoimme autonomisen ajoneuvon ohjausjärjestelmän parametreja käyttäen ehdotettua liikennemallia ja simulointiympäristöä.

**Tulos**

Kuljettajan ja ajoneuvon vuorovaikutuksen peliteoreettinen mallintaminen autonomisten ajoneuvojen ohjausjärjestelmien todentamiseksi ja validoimiseksi.

**Esimerkki 2.2563**

Yhteistyösuodatuksen kylmäkäynnistysongelma voidaan ratkaista pyytämällä uusia käyttäjiä arvioimaan pientä edustavien kohteiden siemenjoukkoa tai pyytämällä edustavia käyttäjiä arvioimaan uutta kohdetta. Kysymys on siitä, miten voidaan rakentaa siemenjoukko, joka antaa riittävästi preferenssitietoa hyvien suositusten antamiseksi. Yksi onnistuneimmista lähestymistavoista, nimeltään Representative Based Matrix Factorization, perustuu Maxvol-algoritmiin. Valitettavasti tällä lähestymistavalla on yksi tärkeä rajoitus - tietyn kokoinen siemenjoukko edellyttää kiinteän rankin omaavaa arvostelumatriisifaktorointia, jonka pitäisi olla yhtenevä kyseisen koon kanssa. Tämä ei välttämättä ole optimaalista yleisessä tapauksessa. Tässä artikkelissa esittelemme nopean algoritmin tämän lähestymistavan analyyttiselle yleistykselle, jota kutsumme nimellä Rectangular Maxvol. Sen avulla faktoroinnin arvo voi olla pienempi kuin siemenjoukon vaadittu koko. Lisäksi artikkeli sisältää teoreettisen analyysin menetelmän virheestä, olemassa olevien menetelmien monimutkaisuusanalyysin ja vertailun uusimpiin lähestymistapoihin.

**Tulos**

Tehokas suorakulmainen maksimitilavuusalgoritmi arvioinnin saamiseksi yhteissuodatuksessa

**Esimerkki 2.2564**

Artikkelissa keskitytään ongelmaan, joka koskee sakkadien oppimista visuaalisen kohteen etsinnän mahdollistamiseksi. Kehitetyssä järjestelmässä yhdistetään vahvistusoppiminen ja neuroverkko, joka oppii ennustamaan toimintojensa mahdollisia tuloksia. Validoimme ratkaisun kolmessa erityyppisessä ympäristössä, jotka koostuvat (pseudo)satunnaisesti generoiduista numeromatriiseista. Kokeellisen todentamisen jälkeen käydään keskustelua elementeistä, joita fovean liikettä jäljitteleviltä järjestelmiltä vaaditaan, ja mahdollisista jatkotutkimussuunnista.

**Tulos**

Syvä vahvistusoppimisen hyödyntäminen sakkadipohjaisessa kohteen visuaalisessa haussa

**Esimerkki 2.2565**

Tässä artikkelissa ehdotamme CNF-kaavojen rakenneparametrin ja käytämme sitä painotettujen MaxSAT- ja #SAT-ratkaisujen tapausten tunnistamiseen, jotka voidaan ratkaista polynomisessa ajassa. Kun CNF-kaava on annettu, sanomme, että joukko lausekkeita on täsmällisesti täytettävissä, jos on olemassa jokin täydellinen tehtävä, joka täyttää vain nämä lausekkeet. Olkoon kaavan ps-arvo täsmälleen tyydyttävien lausekkeiden joukkojen lukumäärä. Soveltamalla CNF-kaavoihin haarautumisen käsitettä ja käyttämällä ps-arvoa leikkausfunktiona määritellään kaavan ps-leveys. Polynomiaalisen ps-leveyden omaavalle kaavalle osoitamme dynaamisia ohjelmointialgoritmeja, jotka ratkaisevat painotetut MaxSAT- ja #SAT-kaavat polynomiajassa. Yhdistämällä nämä tulokset seuraaviin tuloksiin: Belmonte ja Vatshelle, Graph classes with structured neighborhoods and algorithmic applications, Theor. Comput. Sci. 511: 54-65 (2013)' saadaan polynomiaikaisia algoritmeja, jotka ratkaisevat painotetun MaxSAT:n ja #SAT:n joillekin strukturoitujen CNF-kaavojen luokille. Esimerkiksi saamme O(m(m + n)s)-algoritmeja kaavoille F, joissa on m lauseketta ja n muuttujaa ja joiden koko on s, jos F:ssä on muuttujien ja lausekkeiden lineaarinen järjestys siten, että minkä tahansa lausekkeessa C esiintyvän muuttujan x osalta, jos x esiintyy ennen C:tä, mikä tahansa niiden välinen muuttuja esiintyy myös C:ssä, ja jos C esiintyy ennen x:ää, x esiintyy myös missä tahansa niiden välisessä lausekkeessa. Huomattakoon, että tällaisten kaavojen esiintymisgrafiikkaluokalla ei ole rajattua clique-leveyttä.

**Tulos**

MaxSAT- ja #SAT-ratkaisu strukturoiduilla CNF-kaavoilla.

**Esimerkki 2.2566**

Esittelemme uudenlaisen todennäköisyysmallien harjoitteluperiaatteen, joka on vaihtoehto maksimiluotettavuudelle. Ehdotettu GSN-kehys (Generative Stochastic Networks) perustuu sellaisen Markov-ketjun siirtymäoperaattorin oppimiseen, jonka stationaarijakauma arvioi datajakauman. Markovin ketjun siirtymäjakauma on ehdollinen edelliselle tilalle, johon yleensä liittyy pieni siirto, joten tällä ehdollisella jakaumalla on vähemmän hallitsevia moodeja, sillä se on unimodaalinen pienten siirtojen rajalla. Näin ollen se on helpompi oppia, koska sen ositusfunktiota on helpompi approksimoida, enemmän kuin oppimalla suorittamaan valvottua funktion approksimointia, jonka gradientit voidaan saada backprop:lla. Esitämme teoreemoja, jotka yleistävät viimeaikaisia töitä, jotka koskevat denoising-autokoodereiden todennäköisyystulkintaa, ja saamme matkan varrella mielenkiintoisen perustelun riippuvuusverkoille ja yleistetylle pseudolikelihoodille sekä sopivan yhteisen jakauman ja näytteenottomekanismin määritelmän myös silloin, kun ehdollistumat eivät ole johdonmukaisia. GSN-verkkoja voidaan käyttää puuttuvien syötteiden kanssa, ja niitä voidaan käyttää muuttujien osajoukkojen näytteenottoon loput muuttujat huomioon ottaen. Validoimme nämä teoreettiset tulokset kokeilla kahdella kuvatietoaineistolla käyttäen arkkitehtuuria, joka jäljittelee Deep Boltzmann Machine Gibbs -näytteenottajaa, mutta mahdollistaa harjoittelun yksinkertaisella backprop-menetelmällä ilman kerroksittaista esivalmennusta. P(X)

**Tulos**

Syvät generatiiviset stokastiset verkot, jotka voidaan kouluttaa backprop-menetelmällä

**Esimerkki 2.2567**

Tuoreessa artikkelissaan Christiansen ja Chater (2015) esittelevät kielen perustavanlaatuisen rajoituksen eli nyt tai ei koskaan -pullonkaulan, joka syntyy ohimenevästä muististamme, ja tutkivat sen vaikutuksia, esim. chunk-and-pass-prosessointia, hahmottelemalla kehyksen, jonka luvataan yhdistävän eri tutkimusaloja. Tässä tutkimme lisätukea tälle rajoitteelle ja ehdotamme lisäyhteyksiä kvantitatiivisesta kielitieteestä ja tietoteoriasta.

**Tulos**

Kommentti artikkeliin "The now-or-never bottleneck: a fundamental constraint on language", Christiansen ja Chater (2015).

**Esimerkki 2.2568**

Esitämme dataan perustuvan lähestymistavan induktiivisen tietokoneohjelman synteesin ongelmaan. Menetelmämme oppii todennäköisyysmallin todellisen maailman ohjelmille olemassa olevan koodin korpuksesta. Se käyttää tätä mallia synteesin aikana päättelemään automaattisesti jälkijakauman syntetisoitavan ongelman luonnoksista eli syntaktisista malleista. Tämän jälkeen tästä posteriorisesta mallista poimittuja luonnoksia käytetään ohjelman kombinatoriseen synteesiin korkean tason ohjelmointikielellä. Lähestymistapamme keskeinen tekninen innovaatio - joka on toteutettu BAYOU-nimisessä järjestelmässä - on se, että käyttäjän antamia todisteita ohjelman halutusta käyttäytymisestä käytetään yhdessä Bayesin päivityksen kanssa, jotta saadaan jälkijakauma ohjelman todelliselle, piilevälle spesifikaatiolle (joka ilmaisee käyttäjän aikomuksen), joka puolestaan tuottaa jälkijakauman mahdollisista luonnoksista. Kuten kokeellisesti osoitamme, määrittelyn epävarmuuden eksplisiittinen mallintaminen lisää merkittävästi synteesialgoritmin tarkkuutta. Arvioimme BAYOUn kykyä syntetisoida Java- ja Android-menetelmiä. BAYOU pystyy syntetisoimaan monimutkaisia metodirunkoja, joista osa toteuttaa tehtäviä, joita ei ole koskaan tavattu harjoittelun aikana, käyttämällä vain muutamia esimerkkejä API-sekvensseistä käyttäjän aikomusten välittämiseksi.

**Tulos**

Bayesilainen luonnosoppiminen ohjelmien synteesiä varten

**Esimerkki 2.2569**

Ohjelmointi esimerkin avulla (Programming by Example, PBE) tähtää tietokoneohjelman automaattiseen päättelyyn tietyn tehtävän suorittamiseksi esimerkin syötteestä ja tulosteesta. Tässä artikkelissa ehdotamme syviin neuroverkkoihin (DNN) perustuvaa PBE-mallia nimeltä Neural Programming by Example (NPBE), joka voi oppia syötteen ja tuloksen merkkijonoista ja johtaa ohjelmia, jotka ratkaisevat merkkijonojen käsittelyongelmia. NPBE-mallissamme on neljä neuroverkkopohjaista komponenttia: merkkijonon koodaaja, tulo-lähtöanalysaattori, ohjelmageneraattori ja symbolinvalitsin. Osoitamme NPBE:n tehokkuuden harjoittelemalla sitä päästä päähän ratkaisemaan joitakin taulukkolaskentajärjestelmien yleisiä merkkijonojen manipulointiongelmia. Tulokset osoittavat, että mallimme voi indusoida merkkijonojen manipulointiohjelmia tehokkaasti. Työmme on yksi askel kohti DNN:n opettamista tuottamaan tietokoneohjelmia.

**Tulos**

Neuraalinen ohjelmointi esimerkin avulla

**Esimerkki 2.2570**

Ehdotamme moniverkkolaajennusta konvoluutiohermoverkoille (CNN). Sen sijaan, että verkkokerrokset käsittelisivät yksittäisessä avaruudellisessa ruudukossa eläviä representaatioita, ne toimivat koko mittakaava-alueella, tensoreista koostuvalla pyramidilla. Ne kuluttavat moniverkkosyötteitä ja tuottavat moniverkkotulosteita; konvoluutiosuodattimilla on sekä mittakaavan sisäinen että mittakaavan ylittävä ulottuvuus. Tämä näkökohta eroaa yksinkertaisista moniasteikkomalleista, jotka käsittelevät syötteitä vain eri asteikoissa. Tiedonkulun kannalta tarkasteltuna moniverkko välittää viestejä avaruuspyramidin yli. Tämän seurauksena reseptiivisen kentän koko kasvaa eksponentiaalisesti syvyyden myötä, mikä helpottaa kontekstin nopeaa integrointia. Mikä tärkeintä, multigrid-rakenne mahdollistaa sen, että verkot oppivat sisäisen huomion ja dynaamiset reititysmekanismit ja käyttävät niitä sellaisten tehtävien suorittamiseen, joissa nykyaikaiset CNN:t epäonnistuvat. Kokeet osoittavat, että moniverkon suorituskyvyllä on laaja-alaisia etuja. CIFAR-kuvaluokittelussa siirtyminen yhdestä moniverkosta moniverkkoarkkitehtuuriin tavanomaisissa CNN-arkkitehtuureissa parantaa tarkkuutta vaatimattomalla laskentatehon ja parametrien lisäyksellä. Multigrid on riippumaton muista arkkitehtuurivalinnoista; osoitamme synergistisiä tuloksia yhdessä jäännösyhteyksien kanssa. Pikselikohtaista tulosta vaativissa tehtävissä voitot voivat olla huomattavia. Näytämme dramaattisen parannuksen synteettisessä semanttisessa segmentointitietokannassa. Huomattavaa on, että suhteellisen matalat multigrid-verkot voivat oppia suorittamaan suoraan spatiaalisia muunnostehtäviä, joissa nykyiset CNN-verkot sen sijaan epäonnistuvat. Tuloksemme viittaavat siihen, että ominaisuuksien jatkuva evoluutio moniverkkopyramidissa voisi korvata käytännössä kaikki nykyiset CNN-mallit.

**Tulos**

Neuraalinen moniverkko

**Esimerkki 2.2571**

Tärkeä ongelma sekä grafiikan että visioinnin kannalta on syntetisoida 3D-kohteen uusia näkymiä yhdestä kuvasta. Tämä on erityisen haastavaa, koska 3D-kohteen projisointi kuva-avaruuteen on osittain havaittavissa ja koska kohteen muodon ja asennon päätteleminen on ongelmallista. Voimme kuitenkin kouluttaa neuroverkon ongelman ratkaisemiseksi, jos rajoitamme huomiomme tiettyihin objektiluokkiin (meidän tapauksessamme kasvot ja tuolit), joista voimme kerätä runsaasti harjoitusdataa. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta rekursiivista konvolutiivista kooderi-dekooderi-verkkoa, joka koulutetaan alusta loppuun tehtävään, joka koskee kiertyneiden kohteiden renderöintiä yhdestä kuvasta alkaen. Rekurrenssirakenteen ansiosta mallimme pystyy vangitsemaan pitkän aikavälin riippuvuudet pitkin muunnossarjaa. Osoitamme mallin ennusteiden laadun ihmiskasvoille Multi-PIE-tietokannassa ja 3D-tuolimalleja sisältävälle tietokannalle ja osoitamme myös sen kyvyn erottaa latentit vaihtelutekijät (esim. identiteetti ja asento) ilman täydellistä valvontaa.

**Tulos**

Heikosti valvottu erottelu toistuvien muunnosten avulla 3D-näkymien synteesiä varten

**Esimerkki 2.2572**

Tarkastelemme stokastista monikätistä rosvoamista koskevaa ongelmaa, jossa on ennakkojakauma palkkiojakaumille. Olemme kiinnostuneita tutkimaan ennakkoluulottomia ja ennakkoluulosta riippuvaisia katumuksen rajoja, jotka ovat hyvin samassa hengessä kuin tavanomaiset jakelusta riippumattomat ja jakelusta riippuvaiset rajat ei-bayesilaiselle stokastiselle banditille. Audibertin ja Bubeckin [2009] sekä Russon ja Royn [2013] tekniikoiden pohjalta osoitamme ensin, että Thompson-näytteenotto saavuttaa optimaalisen priorivapaan rajan siinä mielessä, että mille tahansa priorijakaumalle sen bayesilainen katumus on ylhäältä päin rajoitettu 14 √ nK:lla. Tämä tulos on parantumaton siinä mielessä, että on olemassa sellainen ennakkojakauma, että minkä tahansa algoritmin Bayesin katumus on alhaalta rajoitettu 1 20 √ nK. Tutkimme myös tapausta, jossa käytetään Bubeckin ja muiden [2013] asettamia prioreita (joissa tunnetaan optimaalinen keskiarvo sekä pienimmän kuilun alaraja), ja osoitamme, että tässä tapauksessa Thompson Samplingin katumus on itse asiassa tasaisesti rajattu ajan suhteen, mikä osoittaa, että Thompson Sampling voi suuresti hyödyntää näiden priorien mukavia ominaisuuksia.

**Tulos**

Thompsonin näytteenoton ennakkoluulottomat ja ennakkoluulosta riippuvaiset katumuksen rajat (prior-free and prior-dependent regret bounds for Thompson Sampling)

**Esimerkki 2.2573**

Rajoitettu laskenta on tärkeää eri aloilla tekoälystä ohjelmistoanalyysiin. On jo olemassa muutamia lähestymistapoja mallien laskemiseen erityyppisten rajoitusten yli. Viime aikoina hashing-pohjaisilla lähestymistavoilla on saavutettu sekä teoreettiset takuut että skaalautuvuus, mutta ne perustuvat edelleen ratkaisujen luettelemiseen. Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta todennäköisyyspohjaista polynomiaikaista likimääräistä mallilaskuria, joka on myös hashing-pohjainen universaali kehys, mutta jossa käytetään vain tyydyttävyyskyselyjä. Lisäksi esitellään muunnelma, jossa on dynaaminen pysäytyskriteeri. Empiirinen arviointi vertailuarvojen avulla propositionaalisen logiikan kaavoilla ja SMT(BV)-kaavoilla osoittaa, että lähestymistapa on lupaava.

**Tulos**

Uusi todennäköisyysalgoritmi likimääräiseen mallilaskentaan (Approximate Model Counting)

**Esimerkki 2.2574**

Yksi koneellisesti opittujen NLP-mallien heikkouksista on, että ne toimivat tyypillisesti huonosti toimialueen ulkopuolisilla aineistoilla. Tässä työssä tutkimme verkkoverkkorikollisuuden foorumeilla ostettujen ja myytyjen tuotteiden tunnistamista, jossa on erityisen haastavia toimialueiden välisiä vaikutuksia. Muotoilemme tehtävän, joka on risteytys aukkotäytteisen tiedonlouhinnan ja nimettyjen entiteettien tunnistamisen välillä, ja annotoimme dataa neljältä eri foorumilta. Kukin näistä foorumeista muodostaa oman "hienojakoisen toimialueensa", koska foorumit kattavat eri markkinasektoreita, joilla on erilaisia ominaisuuksia, vaikka kaikki foorumit kuuluvat laajaan tietoverkkorikollisuuden toimialueeseen. Luonnehdimme näitä toimialue-eroja oppimiseen perustuvan järjestelmän yhteydessä: valvottujen mallien tarkkuus laskee, kun niitä sovelletaan uusiin foorumeihin, ja tavanomaiset puolivalvotun oppimisen ja toimialueiden mukauttamisen tekniikat eivät ole kovin tehokkaita näissä aineistoissa, mikä viittaa siihen, että näitä tekniikoita on parannettava. Julkaisemme tietokokonaisuuden, joka sisältää 1 938 kommentoitua viestiä neljältä eri foorumilta.1

**Tulos**

Tuotteiden tunnistaminen verkkorikollisuuden verkkomarkkinoilla: Hienojakoista toimialueen mukauttamista varten laadittu tietokokonaisuus

**Esimerkki 2.2575**

Haasteena haittaohjelmiin liittyvässä toiminnassa on eri haittaohjelmavaihtoehtojen oikea tunnistaminen ja luokittelu. Erilaiset haittaohjelmat käyttävät koodin hämärtämismenetelmiä, jotka muuttavat niiden koodin allekirjoituksia, mikä estää tehokkaasti haittaohjelmien havaitsemistekniikoita, joissa käytetään staattisia menetelmiä ja allekirjoitustietokantaa. Tässä tutkimuksessa käytimme lähestymistapaa, jossa haittaohjelman binääri muunnetaan kuvaksi, ja käytimme Random Forestia eri haittaohjelmaperheiden luokitteluun. Tuloksena saatu tarkkuus 0,9562 osoittaa menetelmän tehokkuuden haittaohjelmien havaitsemisessa.

**Tulos**

Satunnainen metsä haittaohjelmien luokittelua varten

**Esimerkki 2.2576**

Muodin verkkokauppa on haastava käyttötapaus henkilökohtaiselle suositukselle: Myymälät tarjoavat valtavan valikoiman erikokoisia tuotteita. Pienet varastot, suuret palautusprosentit, kausiluonteisuus ja muuttuvat trendit aiheuttavat myytävien artikkelien jatkuvaa vaihtuvuutta kaikilla aikajänteillä. Asiakkaat tekevät ostoksia yleensä harvoin, mutta ostavat usein useita tuotteita kerralla. Raportoimme backtest-kokeiluista, joissa käytettiin 100 000 usein ostavan ostajan myyntitietoja Zalandossa, Euroopan johtavassa verkkomuotialustassa. Suosittelumenetelmämme mallintaa muuttuvia asiakas- ja myymäläympäristöjä käyttämällä paria neuroverkkoa: Kylmäkäynnistysongelman voittamiseksi feedforward-verkko luo "muotiavaruuteen" artikkelien upotuksia, jotka toimivat syötteenä rekursiiviselle neuroverkolle, joka ennustaa tyylivektorin tässä avaruudessa kullekin asiakkaalle heidän aiempien ostosarjojensa perusteella. Vertailemme tuloksiamme staattiseen yhteissuodatusmenetelmään ja suosiojärjestykseen perustuvaan perustasoon.

**Tulos**

LSTM-pohjainen dynaaminen asiakasmalli muotisuosituksia varten

**Esimerkki 2.2577**

1 College of Computer, National University of Defense Technology, 410073 Changsha, Hunan, CHINA. plliu@nudt.edu.cn Tiivistelmä: Proteiini-proteiini-interaktioiden louhinta on proteiinien tietoverkon rakentamisen keskeinen edellytys, ja se on erittäin tärkeää biolääketieteen tutkimuksen kannalta. Tässä artikkelissa uutetaan biologisesta tekstistä suuntaa antavia proteiini-proteiini-interaktioita SVM-pohjaisella menetelmällä. Kokeet arvioitiin LLL05-korpuksella, josta saatiin hyviä tuloksia. Tulokset osoittavat, että riippuvuusominaisuudet ovat tärkeitä proteiini-proteiini-interaktioiden uuttamisessa ja vuorovaikutussanaan liittyvät ominaisuudet ovat tehokkaita vuorovaikutuksen suunnan arvioinnissa. Lopuksi analysoimme eri piirteiden vaikutuksia ja suunnittelimme seuraavaa vaihetta.

**Tulos**

Proteiini-proteiini-interaktioiden automaattinen poiminta kirjallisuudesta

**Esimerkki 2.2578**

Tässä asiakirjassa määritellään tapahtumailmaisut luonnollisen kielen lauseissa ja tapahtumien väliset semanttiset suhteet. Määritelmän perusteella tarkastelemme muodollisesti tekstin ymmärtämisprosessia, jonka perusyksikkönä ovat tapahtumat.

**Tulos**

Luonnollisen kielen ymmärtäminen lauseiden välisten semanttisten suhteiden perusteella

**Esimerkki 2.2579**

Tässä työssä olemme kiinnostuneita rakenteiden oppimisesta joukolle alueellisesti hajautettuja dynaamisia järjestelmiä, joissa yksittäiset osajärjestelmät on kytketty toisiinsa latenttien muuttujien avulla ja joita tarkkaillaan suodattimen kautta. Esitämme tämän mallin suunnattuna syklisenä graafina (DAG), joka kuvaa osajärjestelmien välistä yksisuuntaista kytkentää. Tavanomaisia rakenteiden oppimiseen liittyviä lähestymistapoja ei voida soveltaa tähän kehykseen piilomuuttujien vuoksi, mutta voimme kuitenkin hyödyntää tiettyjen dynaamisten järjestelmien ominaisuuksia muotoillaksemme täsmällisiä menetelmiä, jotka perustuvat tilaavaruuden rekonstruointiin. Lähestymme ongelmaa käyttämällä rekonstruktioteorioita, jotta voimme analyyttisesti johtaa lähestyttävän lausekkeen DAG-ehdokkaan KL-divergenssille havainnoidusta datajoukosta. Osoitamme, että tämä mitta voidaan purkaa kahden tietoteoreettisen toimenpiteen, siirtoentropian ja stokastisen vuorovaikutuksen, funktiona. Esitämme sitten kaksi matemaattisesti vankkaa pisteytysfunktiota, jotka perustuvat siirtokentropiaan ja tilastolliseen riippumattomuustestiin. Nämä tulokset tukevat aiemmin esitettyä olettamusta, jonka mukaan siirtoentropiaa voidaan käyttää todellisen kytkeytyneisyyden päättelemiseen monimutkaisissa verkoissa.

**Tulos**

Hajautettujen dynaamisten järjestelmien kytkennän päättely siirtoentropian avulla

**Esimerkki 2.2580**

Esittelemme riippuvaisten ovien ongelman abstraktioksi tilanteille, joissa on tehtävä sarja mahdollisesti toisistaan riippuvaisia päätöksiä ilman, että saadaan palautetta aiemmin tehtyjen toimien tehokkuudesta. Epävirallisesti ongelmaan kuuluu joukko d ovea, jotka ovat aluksi kiinni, ja tavoitteena on avata kaikki ovet mahdollisimman nopeasti. Avatakseen oven algoritmi koputtaa sitä, ja ovi saattaa avautua tai olla avautumatta jonkin todennäköisyysjakauman mukaan. Tämä jakauma voi riippua siitä, mitkä muut ovet ovat tällä hetkellä auki ja mitkä muut ovet olivat auki kunkin edellisen koputuksen aikana. Algoritmin tavoitteena on minimoida odotettu aika, joka kuluu siihen, että kaikki ovet avautuvat. Ratkaisevaa on, että sen on toimittava milloin tahansa tietämättä, ovatko muut ovet jo avautuneet tai mitkä ovet ovat avautuneet. Tässä työssä keskitytään skenaarioihin, joissa ovien väliset riippuvuudet ovat sekä positiivisesti korreloituneita että asyklisiä. Oven perusjakauma kuvaa todennäköisyyttä, jolla ovi aukeaa parhaissa olosuhteissa (suhteessa siihen, että muut ovet ovat auki tai kiinni). Osoitamme, että jos kahdessa d oven kokoonpanossa vastaavilla ovilla on sama perusjakauma, näillä kokoonpanoilla on sama optimaalinen ajoaika universaaliin vakioon asti riippumatta siitä, mitkä ovat ovien väliset riippuvuudet ja mitkä ovat jakaumat. Tunnistamme myös algoritmeja, jotka ovat optimaalisia universaaliin vakiokertoimeen asti. Tapausta varten, jossa kaikilla ovilla on sama perusjakauma, esitämme lisäksi yksinkertaisemman algoritmin ja kaavan sen suoritusajan laskemiseksi. Lisäksi analysoimme palautteen puuttumisen hintaa useissa vakiofundamentaalijakaumien hallitsemissa kokoonpanoissa. Osoitamme erityisesti, että hinta on logaritminen d:n suhteen muistittomien ovien tapauksessa, mutta se voi kasvaa lineaariseksi d:n suhteen muiden jakaumien tapauksessa. Tämän jälkeen keskitymme tutkimaan tarkkoja rajoja. Jopa kahden oven tapauksessa optimaalisen järjestyksen tunnistaminen on kiehtova kombinatorinen kysymys. Tässä tutkimme kahden muistittoman oven tapausta. Toisin sanoen ensimmäinen ovi aukeaa jokaisen koputuksen yhteydessä itsenäisesti todennäköisyydellä p1. Toinen ovi voi avautua vain, jos ensimmäinen ovi on auki, jolloin se avautuu jokaisesta koputuksesta riippumatta todennäköisyydellä p2. Ratkaisemme tämän ongelman lähes kokonaan tunnistamalla algoritmeja, jotka ovat optimaalisia 1:n additiiviseen termiin asti.

**Tulos**

Riippuvaisten ovien ongelma: tutkimus peräkkäisistä päätöksistä ilman palautetta∗∗.

**Esimerkki 2.2581**

Agglutinatiivisten kielten sanamuotojen määrä on teoriassa ääretön, ja tämä sanamuotojen kirjo aiheuttaa harvinaisuutta monissa luonnollisen kielen käsittelytehtävissä. Puhekielen osien merkitseminen (Part-of-speech tagging, PoS tagging) on yksi näistä tehtävistä, jotka kärsivät usein harvuudesta. Tässä artikkelissa esitellään valvomaton Bayesin malli, jossa käytetään piilotettuja Markov-malleja (Hidden Markov Models, HMM) yhteiseen PoS-taggaus- ja stemming-toimintoon agglutinatiivisille kielille. Stemmingin avulla vähennetään harvinaisuutta PoS-taggauksessa. Kaksi tehtävää suoritetaan yhdessä, jotta molemmista tehtävistä saadaan molemminpuolista hyötyä. Tuloksemme osoittavat, että yhteinen POS-taggaus ja stemming parantavat PoS-taggauspisteitä. Esitämme tuloksia turkille ja suomelle agglutinatiivisina kielinä ja englannille morfologisesti köyhänä kielenä.

**Tulos**

Agglutinatiivisten kielten yhteinen PoS-merkintä ja kantojen muodostus

**Esimerkki 2.2582**

Tässä asiakirjassa esitellään tietojemme mukaan ensimmäinen kokonaisvaltainen kohteenseurantamenetelmä, joka kartoittaa suoraan anturien raakasyötteet kohteen jälkiä anturialueella ilman, että tarvitaan mitään ominaisuuksien suunnittelua tai järjestelmän tunnistamista laitos- tai anturimallien muodossa. Järjestelmämme ottaa vastaan raa'an anturidatan virran toisessa päässä ja tuottaa reaaliaikaisesti arvion koko ympäristön tilasta ulostulossa, mukaan lukien jopa peitetyt kohteet. Saavutamme tämän asettamalla ongelman syväoppimistehtäväksi ja hyödyntämällä toistuvien neuroverkkojen muodossa olevia sekvenssimalleja oppiaksemme kartoituksen anturimittauksista kohteiden jälkiin. Ehdotamme erityisesti oppimismenetelmää, joka perustuu eräänlaiseen syötteen poisjättämiseen, joka mahdollistaa oppimisen valvomattomalla tavalla, ainoastaan raa'an, peittävän anturidatan perusteella ilman pääsyä pohjatodellisuusmerkintöihin. Esittelemme lähestymistapamme käyttämällä synteettistä dataa, joka on suunniteltu jäljittelemään 2D-laserdatan objektien seurantaa - kuten robotiikkasovelluksissa usein tapahtuu - ja osoitamme, että se oppii seuraamaan monia dynaamisia objekteja peittymisestä ja anturihälystä huolimatta.

**Tulos**

Syväseuranta: Rekursiivisia neuroverkkoja hyödyntäen

**Esimerkki 2.2583**

Kiinalaisia merkkejä voidaan verrata molekyylirakenteeseen: merkki on analoginen molekyylin kanssa, radikaalit ovat kuin atomeja, kalligrafiset vedot vastaavat alkeishiukkasia, ja kun merkit muodostavat yhdisteitä, ne ovat kuin molekyylirakenteita. Kemiassa kaikkien näiden rakennetasojen yhdistyminen tuottaa sen, mitä me pidämme aineena. Kielessä viivojen, radikaalien, merkkien ja yhdisteiden yhdistäminen tuottaa merkityksen. Mutta milloin merkitys syntyy? Me kaikki tiedämme, että radikaalit ovat tietyssä mielessä kiinalaisen kirjoituksen semanttisia peruskomponentteja, mutta entä viivat? Kun otetaan huomioon, että monet merkit muodostetaan lisäämällä yksittäisiä viivoja radikaaleihin (yhdistelmiin), voidaan perustellusti kysyä, onko viivoilla merkitystä vai ei. Tässä puheenvuorossa esittelen hankkeeni, jossa laajennan perinteisiä NLP-tekniikoita radikaaleihin ja viivoihin. Tarkoituksena on saada syvällisempää ymmärrystä siitä, miten ideografiset kielet mallintavat maailmaa.

**Tulos**

Merkityksen etsiminen viivoista, radikaaleista, merkeistä ja yhdisteistä koostuvassa tilassa

**Esimerkki 2.2584**

Esittelemme yksinkertaisen uuden regularisaattorin autokoodereille, joiden piiloyksikön aktivointifunktiot sisältävät vähintään yhden nollagradienttialueen (kyllästetty). Tämä regularisaattori rohkaisee nimenomaisesti aktivointeja vastaavan aktivointifunktion tyydyttyneellä alueella (tyydyttyneillä alueilla). Kutsumme näitä tyydyttäviä autokoodereita SATAE:ksi (Saturating Auto-Encoders). Osoitamme, että kyllästyssäännöstelijä rajoittaa nimenomaisesti SATAE:n kykyä rekonstruoida syötteitä, jotka eivät ole lähellä datan moninaisuutta. Lisäksi osoitamme, että erilaisia aktivointifunktioita käytettäessä voidaan oppia monenlaisia ominaisuuksia. Lopuksi luodaan yhteydet supistuviin ja harvoihin autokoodereihin.

**Tulos**

Kyllästävä automaattinen kooderi

**Esimerkki 2.2585**

Latenttimuuttujamallit ovat koneoppimissovellusten perustavanlaatuinen mallinnustyökalu, mutta niihin liittyy merkittäviä laskennallisia ja analyyttisiä haasteita. Suosittu EM-algoritmi ja sen muunnokset ovat paljon käytetty algoritmityökalu, mutta sen suorituskyvyn tarkat tiedot ovat hyvin puutteelliset. Balakrishnan et al. (2014) ovat hiljattain osoittaneet, että tärkeässä ongelmaluokassa EM-algoritmilla on lineaarinen paikallinen konvergenssi. Korkea-ulotteisessa ympäristössä M -askel ei kuitenkaan välttämättä ole hyvin määritelty. Me käsittelemme juuri tätä asetelmaa yhtenäisellä käsittelyllä, jossa käytetään regularisointia. Vaikka korkea-ulotteisten ongelmien regularisointi ymmärretään nykyään hyvin, iteratiivinen EM-algoritmi vaatii huolellista tasapainoilua sen välillä, että edetään kohti ratkaisua ja tunnistetaan samalla oikea rakenne (esim. harvinaisuus tai matala-asteisuus). Erityisesti M-askeleen regularisointi käyttäen uusimpia korkea-ulotteisia reseptejä (esim. à la Wainwright (2014)) ei takaa tätä tasapainoa. Algoritmimme ja analyysimme liittyvät toisiinsa tavalla, joka paljastaa optimoinnin ja tilastollisten virheiden välisen tasapainon. Erikoistamme yleisen kehyksemme harvalukuisiin gaussisiin sekoitusmalleihin, korkea-ulotteiseen sekaregressioon ja puuttuvia muuttujia sisältävään regressioon ja saamme tilastolliset takuut jokaiselle näistä esimerkeistä.

**Tulos**

Säännellyt EM-algoritmit: Yhtenäinen kehys ja tilastolliset takeet

**Esimerkki 2.2586**

Tässä lyhyessä muistiossa esitellään pitkän lyhytkestoisen muistin (LSTM) neuroverkkojen laajennus, jossa käytetään syvyysporttia vierekkäisten kerrosten muistisolujen yhdistämiseen. Näin saadaan aikaan lineaarinen riippuvuus alemman ja ylemmän kerroksen rekursiivisten yksiköiden välillä. Tärkeää on, että lineaarinen riippuvuus ohjataan porttifunktion avulla, jota kutsumme syvyysportiksi. Tämä portti on alemman kerroksen muistisolun, tämän kerroksen syötteen ja menneen muistisolun funktio. Teimme kokeita ja varmistimme, että tämä uusi LSTM-arkkitehtuuri pystyi parantamaan konekääntämisen ja kielimallinnuksen suorituskykyä.

**Tulos**

Syvyys-ohjattu LSTM

**Esimerkki 2.2587**

Tietojen puhdistus on usein tärkeä vaihe, jolla varmistetaan, etteivät järjestelmälliset virheet, kuten epäjohdonmukaiset, vanhentuneet tai poikkeavat tiedot, vaikuta ennustemalleihin, kuten regressioon ja luokitteluun. Likaisen datan tunnistaminen on usein manuaalinen ja iteratiivinen prosessi, ja se voi olla haastavaa suurissa tietokokonaisuuksissa. Monet datan puhdistustyönkulut voivat kuitenkin tuoda koulutusprosesseihin hienovaraisia harhoja riippumattomuusoletusten rikkomisen vuoksi. Ehdotamme ActiveCleania, progressiivista puhdistusmenetelmää, jossa mallia päivitetään asteittain uudelleenkoulutuksen sijaan ja jolla voidaan taata tarkkuus osittain puhdistetuissa tiedoissa. ActiveClean tukee suosittua mallien luokkaa, jota kutsutaan koveriksi häviömalleiksi (esim. lineaarinen regressio ja SVM). ActiveClean hyödyntää myös käyttäjän mallin rakennetta priorisoidakseen niiden tietueiden puhdistamisen, jotka todennäköisesti vaikuttavat tuloksiin. Arvioimme ActiveCleania viidellä todellisella tietokokonaisuudella: UCI Adult, UCI EEG, MNIST, Dollars For Docs ja WorldBank, joissa on sekä todellisia että synteettisiä virheitä. Tuloksemme osoittavat, että ehdotetut optimoinnit voivat parantaa mallin tarkkuutta jopa 2,5-kertaisesti samalla puhdistetulla tietomäärällä. Lisäksi kiinteällä puhdistusbudjetilla ja kaikilla todellisilla likaisilla aineistoilla ActiveClean tuottaa tarkempia malleja kuin yhtenäinen näytteenotto ja Active Learning.

**Tulos**

ActiveClean: Interaktiivinen tietojen puhdistus oppimalla kuperia häviömalleja.

**Esimerkki 2.2588**

Vuonna 2014 Amin, Heidari ja Kearns osoittivat, että puuverkot voidaan oppia tarkkailemalla vain tartuntaprosessin tartunnan saaneiden kärkipisteiden joukkoa riippumattoman kaskadimallin mukaisesti sekä aktiivisessa että passiivisessa kyselymallissa. He osoittivat myös empiirisesti, että heidän algoritmiensa yksinkertaiset laajennukset toimivat harvoissa verkoissa. Tässä työssä keskitymme aktiiviseen malliin. Osoitamme, että Aminin ym. algoritmin yksinkertainen muunnos toimii yleisemmissä verkkoluokissa, nimittäin i) verkoissa, joissa on suuri ympärysmitta ja alhainen polun kasvunopeus, ja ii) verkoissa, joissa on rajattu aste. Tämä antaa myös osittaisen teoreettisen selityksen Amin et al. kokeiluille harvoilla verkoilla.

**Tulos**

Verkostorakenteiden oppiminen leviämisestä

**Esimerkki 2.2589**

Tässä artikkelissa tarkastellaan useita tekniikoita kattavuuden parantamiseksi HPSG-kielioppeja analysoitaessa, määritetään asianmukaiset arviointimenetelmät ja vertaillaan niiden avulla suorituskykyä. Tietokokonaisuudesta riippuen kattavuuden puutteita voidaan vähentää 75-100 prosenttia ja samalla parantaa EDM:n F1-pistemäärää.

**Tulos**

HPSG:n vankkojen jäsennysmenetelmien vertailu

**Esimerkki 2.2590**

Tässä artikkelissa tarkastellaan ongelmaa, joka liittyy lineaaristen stokastisten differentiaaliyhtälöiden järjestelmän riippuvuusrakenteen oppimiseen näytteistä,<lb>jos osa muuttujista on latentteja. Erityisesti havaitsemme joidenkin muuttujien aika<lb>kehitystä, emmekä koskaan havaitse muita muuttujia; tästä<lb>halutaan löytää havaittujen muuttujien välinen riippuvuusrakenne - erottelemalla pois latenttien muuttujien aikasarjojen (marginaali-<lb>ulkoistamisen) aiheuttamat väärät vuorovaikutukset. Kehitämme uuden,<lb>konveksuaaliseen optimointiin perustuvan menetelmän, jolla tämä voidaan tehdä siinä tapauksessa, että<lb>latenttien muuttujien lukumäärä on pienempi kuin havaittujen muuttujien lukumäärä. Tapausta<lb> varten, <lb>jolloin havaittujen muuttujien välinen riippuvuusrakenne on harva,<lb>määritämme teoreettisesti korkea-ulotteisen skaalaustuloksen rakenteen uudelleen<lb>löytämistä varten. Tarkistamme teoreettisen tuloksemme sekä synteettisellä että todellisella datalla<lb>(osakemarkkinoilta).

**Tulos**

Oppiminen aikasarjojen latenttien tekijöiden avulla

**Esimerkki 2.2591**

Päätöksenteko epävarmoissa ja riskialttiissa ympäristöissä on merkittävä tutkimusalue. Tavanomaiset talousteoriat eivät pysty täysin selittämään ihmisten käyttäytymistä, kun taas mahdollisesti lupaava vaihtoehto voi olla vahvistusoppimisen (Reinforcement Learning, RL) teoria. Analysoimme 46 pelaajan tietoja, jotka on poimittu rahoitusmarkkinoiden verkkopelistä, ja testasimme, voisiko vahvistusoppiminen (Q-Learning) kuvata näiden pelaajien käyttäytymistä käyttämällä rahoitusmallinnukseen perustuvaa riskimittaria. Lisäksi testataan aiempaa hypoteesia, jonka mukaan pelaajat ovat "naı̈ve" (lyhytnäköisiä). Tuloksemme osoittavat, että yksinkertainen vahvistusoppimismalli, jossa otetaan huomioon vain tehtävän myyntikomponentti, kuvaa pelaajien osajoukon päätöksentekoprosessia, mutta se ei riitä johtopäätösten tekemiseen koko populaatiosta. Havaitsimme myös, että pelaajien sopeutuminen ei ole merkittävästi parempi, kun käytetään täydellistä RL-mallia kuin lyhytnäköistä versiota, jossa pelaajat arvostavat vain välitöntä palkkiota. Tämä osoittaa, että jos pelaajat käyttävät vahvistusoppimista, he tekevät sen naiivisti.

**Tulos**

Pörssisijoittajien mallintaminen vahvistusoppimisagentteina [Korjaus].

**Esimerkki 2.2592**

Esineiden internet on saapumassa koteihimme tai kaupunkeihimme jo tunnettujen alojen, kuten älykkäiden kotien, älykkäiden kaupunkien tai älykkäiden kaupunkien, kautta. Kaupunkien ympäristöolosuhteiden seuranta voi auttaa mukauttamaan kaupunkien sisätiloja, jotta niissä oleskelevat ihmiset viihtyisivät paremmin. Yksi tapa parantaa sisäolosuhteita on tehokas lämpötilan säätö, mutta se riippuu monista tekijöistä, kuten ulkolämpötilan ja kosteuden erilaisista yhdistelmistä. Siksi sisälämpötilan säätäminen ei ole arvon asettamista toisen arvon mukaan. Huomioon otettavia tekijöitä on paljon enemmän, joten perinteistä binääritiloihin perustuvaa logiikkaa ei voida käyttää. Monia ongelmia ei voida ratkaista binääristen ratkaisujen avulla, ja tarvitsemme uudenlaista kehitystapaa. Sumea logiikka kykenee tulkitsemaan monia tiloja, enemmän kuin kaksi tilaa, ja se antaa tietokoneille kyvyn reagoida samalla tavalla kuin ihmiset. Tässä asiakirjassa ehdotamme uutta lähestymistapaa lämpötilan säätöön esineiden internetin ja sen alustojen sekä sumean logiikan avulla sisäilman lämpötilan lisäksi myös ulkolämpötilan ja ilmankosteuden osalta energian säästämiseksi ja miellyttävämmän ympäristön luomiseksi käyttäjille. Lopuksi ∗ Vastaava kirjoittaja Sähköpostiosoitteet: danielmeanallorian@gmail.com (Daniel Meana-Llorián), gonzalezgarciacristian@hotmail.com (Cristian González Garćıa), crispelayo@uniovi.es (B. Cristina Pelayo G-Bustelo), cueva@uniovi.es (Juan Manuel Cueva Lovelle), nestor@uniovi.es (Nestor Garcia-Fernandez).

**Tulos**

IoFClime: Sumea logiikka ja esineiden internet sisäilman lämpötilan hallitsemiseksi ulkoilman olosuhteiden perusteella.

**Esimerkki 2.2593**

Tässä artikkelissa käsitellään sanojen merkityksen induktiota leksikaalisista esiintymiskertymäkaavioista. Rakennamme tällaiset graafit suurista venäjänkielisistä korpuksista ja sitten käytämme tietoja Mail.ru-hakutulosten klusterointiin kyselyssä olevien merkitysten mukaan. Vertailemme erilaisia menetelmiä tällaisen klusteroinnin suorittamiseksi ja erilaisia lähdekorpuksia. Kuvaamme malleja, joiden avulla distributiivista semantiikkaa voidaan soveltaa suuriin kieliaineistoihin.

**Tulos**

Venäläisten verkkohakutulosten semanttinen klusterointi: mahdollisuudet ja ongelmat.

**Esimerkki 2.2594**

Useimmissa nykyisissä sanan ennustamisjärjestelmissä käytetään n-grammikielimalleja (LM) arvioimaan seuraavan sanan todennäköisyyttä lauseessa. Viime vuosina on yritetty monesti rikastuttaa tällaisia kielimalleja syntaktisella tai semanttisella lisätiedolla. Haluamme tutkia latentin semanttisen analyysin (Latent Semantic Analysis, LSA) ennustusvoimaa, menetelmän, jonka on osoitettu antavan luotettavaa tietoa kontekstissa olevien sanojen välisistä pitkän matkan semanttisista riippuvuuksista. Esittelemme ja arvioimme tässä useita menetelmiä, joissa LSA:han perustuva tieto yhdistetään tavalliseen kielimalliin: semanttinen välimuisti, osittainen uudelleenjärjestäminen ja erilaiset interpolointimuodot. Havaitsimme, että kaikki menetelmät parantavat merkittävästi 4grammaiseen perustasoon verrattuna ja useimmat niistä myös yksinkertaiseen välimuistimalliin verrattuna.

**Tulos**

Menetelmät kielimallin ja semanttisen tiedon integroimiseksi sanan ennustuskomponenttia varten

**Esimerkki 2.2595**

Tekijäanalyysi (Authorship Analysis, AA) on tutkimus, jossa tutkitaan tekijöiden piilotettuja ominaisuuksia eksponentiaalisesti räjähdysmäisesti kasvavasta tekstiaineistosta. Siinä poimitaan kirjoittajan identiteetti ja sosiolingvistiset ominaisuudet tekstissä heijastuvien kirjoitustyylien perusteella. Se on olennainen prosessi eri aloilla, kuten tietoverkkorikollisuuden tutkinnassa, psykolingvistiikassa, poliittisessa sosialisaatiossa jne. Useimmat aiemmat tekniikat ovat kuitenkin kriittisesti riippuvaisia manuaalisesta ominaisuuksien suunnitteluprosessista. Näin ollen ominaisuusjoukon valinta on osoittautunut skenaariosta tai tietokokonaisuudesta riippuvaiseksi. Tässä asiakirjassa ehdotamme ihmisen lauseenmuodostusprosessin jäljittelemiseksi neuroverkkomenetelmää käyttäen, että sanojen hajautettuun edustukseen sisällytetään eri kielellisten piirteiden luokkia, jotta voidaan oppia samanaikaisesti kirjoitustyylien edustukset merkitsemättömien tekstien perusteella tekijyyden analysointia varten. Ehdotetut mallit mahdollistavat erityisesti topikaalisten, leksikaalisten, syntaktisten ja merkkitason ominaisuuksien vektoreiden poimimisen kustakin asiakirjasta tyylimäärityksinä. Arvioimme lähestymistapamme suorituskykyä tekijyyden luonnehdinnan ja tekijyyden todentamisen ongelmissa Twitter-, romaani- ja esseetietoaineistojen avulla. Kokeet viittaavat siihen, että ehdotettu tekstiedustuksemme on parempi kuin bag-of-lexical-n-grams, Latent Dirichlet Allocation, Latent Semantic Analysis, PVDM, PVDBOW ja word2vec -edustukset.

**Tulos**

Tyylilukumuotoisten esitysten oppiminen tekijyyden analysointia varten

**Esimerkki 2.2596**

Tässä asiakirjassa esitellään harmony search -algoritmin mukautus, jolla ratkaistaan saapuvien ja lähtevien konttien varastojen jako-ongelma. Ongelmaa tutkitaan ottaen huomioon useat eri konttityypit (tavallinen kontti, avokontti, avokontti, säiliö, tyhjä kontti ja jäähdytetty kontti), mikä tekee tilanteesta monimutkaisemman, koska erilaisia varastointirajoituksia ilmenee. Tavoitteena on löytää optimaalinen konttijärjestely, jossa noudatetaan konttien lähtöpäiviä ja minimoidaan konttien uudelleenkäsittelytoimet. Ehdotetun lähestymistavan suorituskyky tarkistetaan vertaamalla sitä geneettisen algoritmin ja LIFO-algoritmin tuottamiin tuloksiin. Yleiset termit Konttien varastointiongelma, metaheuristiikka.

**Tulos**

Harmoninen haku konttien varastointiongelman ratkaisemiseksi erilaisilla konttityypeillä varustettujen konttien kanssa

**Esimerkki 2.2597**

Tapahtumien tosiseikkojen tunnistaminen on tärkeää NLP-sovelluksissa. Tässä asiakirjassa ehdotamme tätä tehtävää varten syväoppimiskehystä, jossa ensin poimitaan olennaiset tiedot raakateksteistä ja sitten tunnistetaan tapahtumien asiallisuus syvässä neuroverkossa, jossa yhdistetään asianmukaisesti BiLSTM-neuroverkko (Bidirectional Long Short-Term Memory) ja CNN-neuroverkko (Convolutional Neural Network). FactBank-tietopankkia koskevat kokeelliset tulokset osoittavat, että kehyksemme on huomattavasti parempi kuin useat nykyaikaiset perusratkaisut.

**Tulos**

Tapahtuman tosiseikkojen tunnistaminen syvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2598**

Menestyksestään huolimatta konvoluutiohermoverkot ovat laskennallisesti kalliita, koska niiden on tutkittava kaikki kuvan paikat. Stokastiseen huomiokykyyn perustuvien mallien on osoitettu parantavan laskennallista tehokkuutta testihetkellä, mutta niitä on edelleen vaikea kouluttaa, koska posteriorinen päättely on hankalaa ja stokastisten gradienttiestimaattien varianssi on suuri. Esittelemme syvien generatiivisten mallien kouluttamista käsittelevästä kirjallisuudesta lainattuja tekniikoita käyttäen Wake-Sleep Recurrent Attention Model -menetelmän, joka on stokastisten huomioverkkojen kouluttamismenetelmä, joka parantaa posteriorista päättelyä ja vähentää stokastisten gradienttien vaihtelua. Osoitamme, että menetelmämme voi nopeuttaa huomattavasti stokastisten huomioverkkojen harjoitteluaikaa kuvien luokittelussa ja kuvatekstien tuottamisessa.

**Tulos**

Wake-Sleep-takaisin toistuvan huomion mallien oppiminen

**Esimerkki 2.2599**

Tehokkaita ahneita siirtymäjärjestelmiä käyttävän jäsennystarkkuus on parantunut dramaattisesti viime vuosina neuroverkkojen ansiosta. Riippuvuuksien jäsennyksessä saavutetuista vaikuttavista tuloksista huolimatta neuraaliset mallit eivät kuitenkaan ole ylittäneet uusimpia lähestymistapoja vaalipiirien jäsennyksessä. Korjataksemme tämän ongelman esittelemme uuden siirtymävälitysjärjestelmän, jonka pino sisältää pelkkiä lausekkeiden välisiä jaksoja, joita edustaa minimaalinen määrä LSTM-ominaisuuksia. Suunnittelemme myös ensimmäisen todistettavasti optimaalisen dynaamisen oraakkelin vaalipiirien jäsennystä varten, joka toimii O(1)-ajassa verrattuna O(n)-aikaisiin oraakeleihin tavallisessa riippuvuuksien jäsennyksessä. Tämän oraakkelin avulla harjoittelemalla saavutamme parhaat F1-pisteet sekä englannin että ranskan kielessä kaikista jäsentäjistä, jotka eivät käytä uudelleenjärjestämistä tai ulkoista dataa.

**Tulos**

Span-pohjainen vaalipiirien jäsennys rakenne-etuliitejärjestelmällä ja todistettavasti optimaalisilla dynaamisilla oraakeleilla

**Esimerkki 2.2600**

Stemming tai suffix stripping, joka on tärkeä osa nykyaikaisia tiedonhakujärjestelmiä, on juurisanan (kantasanan) löytäminen tietystä sanaryhmästä. Nykyiset algoritmit, jotka on suunnattu tähän ongelmaan, on kehitetty sattumanvaraisesti. Tässä työssä mallinnamme tämän ongelman optimointiongelmana. Nykyisten lähestymistapojen puutteiden korjaamiseksi kehitetään kokonaislukuohjelma. Ehdotetun menetelmän esimerkkituloksia verrataan myös alan vakiintuneeseen tekniikkaan englannin kielen osalta. Samaa IP:tä varten on annettu myös AMPL-koodi.

**Tulos**

Suffix Stripping -ongelma optimointiongelmana

**Esimerkki 2.2601**

Tässä artikkelissa keskitytään sellaisten morfologisten perheiden valvomattomaan mallintamiseen, jotka yhdessä muodostavat metsän kielen sanastosta. Tämän muotoilun avulla voimme kuvata reunimmaisia ominaisuuksia, jotka heijastavat yksivaiheisia morfologisia derivaatioita, sekä koko metsän globaaleja jakeluominaisuuksia. Nämä globaalit ominaisuudet rajoittavat affiksijoukon kokoa ja edistävät tiiviiden morfologisten perheiden muodostumista. Tuloksena oleva tavoite ratkaistaan käyttämällä lineaarista kokonaisohjelmointia (ILP) ja kontrastiivista estimointia. Harjoittelemme mallia optimoimalla vuorotellen paikallista log-lineaarista mallia ja globaalia ILP-tavoitetta. Arvioimme järjestelmäämme kolmessa tehtävässä: juurten havaitsemisessa, morfologisten perheiden klusteroinnissa ja segmentoinnissa. Kokeemme osoittavat, että mallimme tuottaa johdonmukaisia parannuksia kaikissa kolmessa tehtävässä verrattuna parhaisiin julkaistuihin tuloksiin.1

**Tulos**

Morfologisten metsien valvomaton oppiminen

**Esimerkki 2.2602**

Tässä artikkelissa käsitellään ongelmaa, joka liittyy usein esiintyvien mielipiteiden poimimiseen epävarmoista tietokannoista. Esittelemme mielipiteiden louhintamenetelmän perustan määrittelemällä mallin ja tukimittarin. Tukimittari johdetaan sitoutumisen määritelmästä. Esitellään yksityiskohtaisesti uusi algoritmi nimeltä OpMiner, joka poimii usein esiintyvien mielipiteiden joukon, joka on mallinnettu massafunktioina. Lopuksi sovellamme lähestymistapaamme todelliseen biolääketieteelliseen tietokantaan, johon on tallennettu asiantuntijoiden mielipiteitä biolääketieteellisten tietojen luotettavuuden arvioimiseksi. Suorituskykyanalyysi osoitti, että ehdotetun mallin laatumallit ovat parempia kuin kirjallisuuteen perustuvien menetelmien.

**Tulos**

Asiantuntijalausuntojen poimiminen biolääketieteellisestä tietokannasta

**Esimerkki 2.2603**

Älykkäiden sovellusten yleistyminen on herättänyt kiinnostusta tietovirtojen loogiseen päättelyyn. Viime aikoina eri yhteisöissä on ehdotettu erilaisia kyselykieliä ja tietovirtojen käsittely- ja päättelymoottoreita. Teoreettisen perustan puuttuessa näiden erilaisten lähestymistapojen ilmaisukyky ja semantiikka on kuitenkin esitetty vain epävirallisesti. Selkeiden määrittelyjen ja analyyttisten tutkimusvälineiden aikaansaamiseksi tarvitaan muodollinen kehys, jossa niiden semantiikka määritellään täsmällisesti. Tätä varten esitämme ensimmäisen askeleen kohti ideaalista semantiikkaa, joka mahdollistaa virtausten päättelyjärjestelmien tarkat kuvaukset ja vertailut.

**Tulos**

Kohti ideaalista semantiikkaa virran päättelyn analysoimiseksi

**Esimerkki 2.2604**

Convolutional Neural Networks & Convolutional Deep Belief Networks -paradigmoihin perustuvien visuaalisten objektien tunnistusarkkitehtuurien kehitys on mullistanut keinotekoisen näöntutkimuksen. Nämä arkkitehtuurit poimivat ja oppivat reaalimaailman hierarkkisia visuaalisia piirteitä käyttämällä valvottuja ja valvomattomia oppimismenetelmiä. Molemmat lähestymistavat eivät kuitenkaan pysty realistisesti skaalautumaan niin, että ne pystyisivät tunnistamaan hyvin suuren määrän, jopa 10 000 objektia. Ehdotamme kaksitasoista hierarkkista syväoppimisarkkitehtuuria, joka perustuu hajota ja hallitse -periaatteeseen ja joka hajottaa suuren mittakaavan tunnistusarkkitehtuurin juuri- ja lehtitason malliarkkitehtuureihin. Kukin juuri- ja lehtitason malli koulutetaan yksinomaan siten, että saadaan parempia tuloksia kuin mitä nykyisin vallitsevilla yksitasoisilla syväoppimisarkkitehtuureilla on mahdollista saavuttaa. Ehdotettu arkkitehtuuri luokittelee kohteet kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa juuritason malli luokittelee kohteen korkean tason luokkaan. Toisessa vaiheessa kaikkien lehtitason mallien joukosta valitaan tunnistetun korkean tason luokan lehtitason tunnistusmalli. Tälle lehtitason mallille esitetään sama syötetty objektikuva, joka luokittelee sen tiettyyn luokkaan. Lisäksi ehdotamme sekoitusta lehtitason malleista, jotka on koulutettu joko valvotulla tai valvomattomalla oppimisella. Valvomaton oppiminen soveltuu silloin, kun merkityt tiedot ovat vähäisiä tiettyjä lehtitason malleja varten. Tällä hetkellä lehtitason mallien koulutus on käynnissä; tähän mennessä olemme kouluttaneet 25 lehtitason mallia 47:stä. Olemme kouluttaneet lehtitason mallit, ja parhaassa tapauksessa top-5-virheprosentti on 3,2 % validointidatan perusteella kyseisiä lehtitason malleja varten. Osoitamme myös, että lehtitason mallien validointivirhe kyllästyy kohti edellä mainittua tarkkuutta, kun epookkien määrä kasvaa yli kuudenkymmeneen. Koko kaksitasoisen arkkitehtuurin top-5-virhetaso on laskettava yhdessä juuri- ja kaikkien lehtimallien virhetasojen kanssa. Tämän kaksitasoisen visuaalisen tunnistusarkkitehtuurin toteuttaminen parantaa huomattavasti tarkkuutta laajamittaisissa objektien tunnistusskenaarioissa, joita vaaditaan niinkin erilaisissa käyttötapauksissa kuin lennokkien visioinnissa, lisätyssä todellisuudessa, vähittäiskaupassa, kuvien etsinnässä, robottinavigoinnissa, kohdennetussa mainonnassa jne.

**Tulos**

HIERARKKINEN SYVÄOPPIMISARKKITEHTUURI 10K KOHTEEN LUOKITTELUA VARTEN

**Esimerkki 2.2605**

Hiljattain ehdotetut neuroverkkojen aktivointifunktiot, kuten oikaiseva lineaarinen, maksimointi ja paikallinen voittaja ottaa kaiken, ovat mahdollistaneet syvien neuroarkkitehtuurien nopeamman ja tehokkaamman harjoittelun suurilla ja monimutkaisilla tietokokonaisuuksilla. Yhteistä näille funktioille on se, että ne toteuttavat paikallisen kilpailun pienten yksikköryhmien välillä kerroksen sisällä, jolloin vain osa verkosta aktivoituu tietylle syötemallille. Tässä artikkelissa pyrimme visualisoimaan ja ymmärtämään tätä itsemodularisaatiota ja ehdotamme yhtenäistä selitystä tällaisten verkkojen hyödyllisille ominaisuuksille. Osoitamme myös, miten oivalluksistamme voi olla suoraa hyötyä, kun neuroverkkoja käytetään tehokkaasti suurten tietokokonaisuuksien hakuun. Tämän artikkelin versio toimitettiin NIPS 2014 -tapahtumaan 06-06-2014.

**Tulos**

Paikallisesti kilpailukykyisten verkostojen ymmärtäminen

**Esimerkki 2.2606**

Esittelemme uuden algoritmin kontekstuaalisen bandiittioppimisen ongelmaan, jossa oppija tekee toistuvasti jonkin toiminnon vastauksena havaittuun kontekstiin ja tarkkailee palkkiota vain kyseisestä toiminnosta. Menetelmämme olettaa, että meillä on käytettävissämme oraakkeli kustannusherkkien luokitteluprobleemien ratkaisemiseksi, ja saavutamme tilastollisesti optimaalisen katumustakuun vain Õ( √ T ) oraakkeli-kutsuilla kaikilla T kierroksella. Näin saamme käytännöllisimmän kontekstisidonnaisen bandit-oppimisalgoritmin niiden lähestymistapojen joukossa, jotka toimivat yleisissä toimintatapaluokissa. Lisäksi suoritamme proof-of-concept-kokeen, joka osoittaa algoritmimme (online-muunnoksen) erinomaisen laskennallisen ja ennustussuorituskyvyn suhteessa useisiin perusratkaisuihin.

**Tulos**

Hirviön kesyttäminen: Nopea ja yksinkertainen algoritmi kontekstisidonnaisia rosvoja varten.

**Esimerkki 2.2607**

Nykyään, kun pankkien ja rahoitus- ja luottolaitosten asiakkaiden luotonsaannin kysyntä kasvaa, on erittäin tärkeää käyttää tehokasta ja toimivaa menetelmää, jolla voidaan pienentää riskiä siitä, että luoton takaisinmaksua ei suoriteta. Asiakkaiden luoton arviointi on yksi pankkien ja laitosten tärkeimmistä ja olennaisimmista tehtävistä, ja jos tällä alalla tapahtuu virhe, se johtaa pankkien ja laitosten suuriin tappioihin. Näin ollen tietokonejärjestelmien ennakointi on kehittynyt merkittävästi viime vuosikymmeninä. Luottolaitosten johtajille toimitetut tiedot auttavat heitä tekemään suoran päätöksen luoton myöntämisestä tai myöntämättä jättämisestä. Tässä asiakirjassa arvioimme asiakasluottoja yhdistetyn luokittelun avulla, jossa käytetään keinotekoisia neuroverkkoja, geneettistä algoritmia ja Bayesin todennäköisyyksiä samanaikaisesti, ja kolmesta edellä mainitusta menetelmästä saatuja tuloksia käytettäisiin asianmukaisen ja lopullisen tuloksen saavuttamiseksi. Käytämme K\_folds-ristiinvalidointitestiä menetelmän arvioimiseksi, ja lopuksi vertaamme ehdotettua menetelmää sellaisiin menetelmiin kuin CLC (Clustering-Launched Classification), SVM (Support Vector Machine) sekä GA+SVM, joissa genetiikka-algoritmia on käytetty parantamaan niitä. AvainsanatTietojen luokittelu; yhdistetty klusterointi; keinotekoiset neuroverkot; genetiikka-algoritmi; Bayyesin todennäköisyydet.

**Tulos**

Asiakasluottojen arviointi keinotekoisten neuroverkkojen, genetiikka-algoritmin ja Bayesin todennäköisyyksien yhdistetyn klusteroinnin avulla.

**Esimerkki 2.2608**

Monet viimeaikaiset työt ovat osoittaneet tietämysgraafien sulautusten edut yksikielisten tietämysgraafien täydentämisessä. Koska toisiinsa liittyviä tietämyskantoja rakennetaan useilla eri kielillä, monikielisen tietämyksen yhteensovittaminen auttaa ihmisiä rakentamaan johdonmukaisen tietämyskannan ja koneita käsittelemään erilaiset entiteettisuhteiden ilmaisut eri ihmiskielillä. Valitettavasti tämän erittäin toivottavan kieltenvälisen yhdenmukaistamisen toteuttaminen ihmistyönä on hyvin kallista ja virhealtista. Siksi ehdotamme MTransE:tä, käännöspohjaista mallia monikielisten tietämysgrafiikkojen sulauttamiseen, joka tarjoaa yksinkertaisen ja automaattisen ratkaisun. Koodaamalla kunkin kielen entiteetit ja relaatiot erilliseen upotusavaruuteen MTransE tarjoaa kullekin upotusvektorille siirtymiä sen monikielisiin vastineisiin muissa avaruuksissa säilyttäen samalla yksikielisten upotusten toiminnot. Käytämme kolmea erilaista tekniikkaa kieltenvälisten siirtymien esittämiseen, nimittäin akselikalibrointia, käännösvektoreita ja lineaarisia muunnoksia, ja johdamme MTransE:lle viisi vaihtoehtoa, joissa käytetään erilaisia tappiofunktioita. Mallimme voidaan kouluttaa osittain kohdistetuille graafeille, joissa vain pieni osa kolmioista on kohdistettu ristiinkielisten vastineidensa kanssa. Ristiinkielistä entiteettien täsmäytystä ja kolmiokohtaisen kohdistuksen todentamista koskevat kokeet osoittavat lupaavia tuloksia, ja jotkin variantit ovat johdonmukaisesti parempia kuin muut eri tehtävissä. Tutkimme myös, miten MTransE säilyttää yksikielisen vastineensa TransE:n keskeiset ominaisuudet.

**Tulos**

Monikieliset tietämysgraafien sulautukset monikielistä tiedon yhdenmukaistamista varten

**Esimerkki 2.2609**

Esittelemme käytännöllisen lähestymistavan, jonka avulla voidaan käsitellä mobiilien anturien aikasarjadataa jatkuvaa syväoppimista varten. Lähestymistapa käsittää tietojen puhdistuksen, normalisoinnin, rajauksen, aikapohjaisen pakkauksen ja lopuksi luokittelun toistuvan neuroverkon avulla. Osoitamme lähestymistavan tehokkuuden tapaustutkimuksessa, jossa oli 279 osallistujaa. Verkko ennustaa jatkuvasti harvalukuisten anturitapahtumien perusteella, aikovatko osallistujat vastata ilmoitukseen 10 minuutin kuluessa. Satunnaiseen perustasoon verrattuna luokittimen suorituskyky kasvaa 40 prosenttia (AUC 0,702) pidätetyssä testijoukossa. Tämän lähestymistavan ansiosta voidaan luopua resursseja vievästä, alaan liittyvästä ja virhealttiista ominaisuuksien suunnittelusta, mikä voi lisätä huomattavasti koneoppimisen soveltuvuutta matkapuhelimen anturidataan.

**Tulos**

Mobiilin anturidatan käytännön käsittely jatkuvaa syväoppimisennusteita varten

**Esimerkki 2.2610**

Aiemmin on kehitetty useita yleisiä tiivistämisalgoritmeja, joita on sovellettu menestyksekkäästi esimerkiksi tekstin ja puheen tiivistämiseen. Tässä artikkelissa tarkastelemme näitä algoritmeja ja sovellamme niitä musiikkiin. Arvioidaksemme tiivistämisen suorituskykyä käytämme ulkoista lähestymistapaa: vertaamme Fado-genren luokittelijan suorituskykyä, joka käyttää typistettyjä yhtenäisiä klippejä, kyseisillä algoritmeilla poimittuihin tiivistelmiin kahdessa eri tietokokonaisuudessa. Osoitamme, että Maximal Marginal Relevance (MMR), LexRank ja Latent Semantic Analysis (LSA) parantavat luokittelusuoritusta molemmissa testauksessa käytetyissä tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Yleisten tiivistämisalgoritmien soveltamisesta musiikkiin

**Esimerkki 2.2611**

Nykyään on yleinen käytäntö verrata ihmisen kielen prosessoinnin malleja ennustamalla osallistujien reaktioita (kuten lukuaikoja) korpuksiin, jotka koostuvat rikkaasta naturalistisesta kieliaineistosta. Monet näissä tutkimuksissa käytetyistä korpuksista perustuvat kuitenkin naturalistisiin teksteihin, eivätkä ne siten sisällä monia matalataajuisia syntaktisia rakenteita, joita usein tarvitaan kielenkäsittelyteorioiden erottamiseksi toisistaan. Tässä kuvaamme uuden korpuksen, joka koostuu englanninkielisistä teksteistä, jotka on muokattu sisältämään monia matalataajuisia syntaktisia rakenteita, mutta kuulostavat silti äidinkielisten puhujien mielestä sujuvilta. Korpus on annotoitu käsin korjatuilla jäsennyspuilla, ja se sisältää myös itseohjautuvaa lukuaikatietoa. Seuraavassa luodaan yleiskatsaus korpuksen sisältöön ja julkaistaan aineisto.1

**Tulos**

The Natural Stories Corpus

**Esimerkki 2.2612**

Optinen koherenssitomografia (OCT) tarjoaa ainutlaatuisen kyvyn kuvata silmän verkkokalvoa 3D:nä mikrometrin tarkkuudella ja antaa silmälääkärille mahdollisuuden visualisoida verkkokalvosairauksia, kuten ikään liittyvää makuladegeneraatiota (AMD). OCT-tilavuuksien visuaalinen tarkastelu on edelleen tärkein menetelmä AMD:n tunnistamiseksi, mutta se on aikaa vievää, koska lääkärin on tarkastettava jokainen tilavuuden poikkileikkaus erikseen. Samoin on kallista ja aikaa vievää hankkia pohjatodellisuustietoa jokaisesta poikkileikkauksesta. Tämä rajoittaa suuresti mahdollisuutta hankkia suuria määriä pohjatotuutta, mikä puolestaan vaikuttaa patologian automaattiseen tunnistamiseen tarkoitettujen oppimispohjaisten menetelmien suorituskykyyn. Tämän taakan välttämiseksi ehdotamme uutta strategiaa OCT-tilavuuksien automaattiseen analysointiin, jossa tarvitaan vain tilavuusmerkintöjä. Toisin sanoen koulutamme luokittelijan puolivalvotusti tätä tehtävää varten. Lähestymistapamme käyttää uudenlaista konvoluutio-neuraaliverkkoarkkitehtuuria (Convolutional Neural Network, CNN), joka tarvitsee vain tilavuustason merkintöjä koulutettavaksi, jotta voidaan automaattisesti arvioida, onko OCT-tilavuus terve vai sisältääkö se AMD:tä. Arkkitehtuurissamme opitaan ensin poikkileikkauksen patologian luokittelija käyttäen pseudo-leimoja, jotka voivat olla korruptoituneita, ja sitten hyödynnetään niitä tarkemman tilavuustason luokittelun aikaansaamiseksi. Tämän jälkeen osoitamme, että lähestymistapamme tuottaa erinomaisia tuloksia julkisesti saatavilla olevassa tietokokonaisuudessa ja päihittää useita nykyisiä automaattisia tekniikoita. avainsanat - Optinen koherenssitomografia (OCT), konvolutiiviset neuroverkot (CNN), ikärappeuma (AMD), patologian tunnistaminen, silmätautioppi, koneoppiminen.

**Tulos**

RetiNet: AMD:n automaattinen tunnistaminen OCT-tilavuusdatasta

**Esimerkki 2.2613**

Spektrimenetelmät ovat suosittuja havaittaessa globaaleja rakenteita annetusta datasta, joka voidaan esittää matriisina. Kun datamatriisi on kuitenkin harva tai kohinainen, klassiset spektrimenetelmät eivät yleensä toimi, koska harvinaisuuden tai kohinan aiheuttama omavektoreiden (tai singulaarivektoreiden) lokalisointi on vaikeaa. Tässä työssä ehdotamme yleistä menetelmää lokalisointiongelman ratkaisemiseksi oppimalla regularisointimatriisi lokalisoiduista ominaisvektoreista. Matriisin häiriöanalyysin avulla osoitamme, että opitut regularisoinnit tukahduttavat lokalisoituihin ominaisvektoreihin liittyvät ominaisarvot ja mahdollistavat globaalia rakennetta edustavien informatiivisten ominaisvektoreiden palauttamisen. Näytämme menetelmämme sovelluksia useissa päättelyongelmissa: yhteisöjen havaitseminen verkoissa, klusterointi pareittaisten samankaltaisuuksien perusteella, sijaluvun estimointi ja matriisien täydentämisongelmat. Laajojen kokeiden avulla havainnollistamme, että menetelmämme ratkaisee lokalisointiongelman ja toimii teoreettisen havaittavuuden rajoihin asti erilaisissa synteettisissä aineistoissa. Tämä on vastakohta nykyisille spektrialgoritmeille, jotka perustuvat datamatriisiin, ei-taaksepäin seurattavaan matriisiin, laplakialaisiin ja niihin, joissa on rank-one-regularisoinnit ja jotka toimivat huonosti harvalukuisessa tapauksessa, jossa on kohinaa.

**Tulos**

Globaalien rakenteiden vankka spektrinen havaitseminen datassa oppimalla säännönmukaistamista.

**Esimerkki 2.2614**

Tarkastelemme ongelmaa, joka koskee kausaaligraafin oppimista muuttujien joukosta, jossa on interventioita. Tutkimme kustannusoptimaalista kausaaligraafin oppimisongelmaa: Suunnittele annetulle runkojoukolle (kausaaligraafin suuntaamaton versio) joukko toimenpiteitä, joiden kokonaiskustannukset ovat mahdollisimman pienet ja joilla voidaan yksiselitteisesti tunnistaa mikä tahansa kausaaligraafi, jolla on annettu runkojoukko. Osoitamme, että tämä ongelma on ratkaistavissa polynomisessa ajassa. Myöhemmin tarkastelemme tapausta, jossa toimenpiteiden määrä on rajoitettu. Tätä tapausta varten tarjoamme polynomiaikaisia algoritmeja, kun luuranko on puu tai klikkipuu. Kehitämme yleiselle sointurungolle tehokkaan ahneen algoritmin, jota voidaan parantaa, kun kausaaligraafin luuranko on intervalligraafi.

**Tulos**

Kustannusoptimaalinen kausaaligraafien oppiminen

**Esimerkki 2.2615**

Koneoppimisjärjestelmät, jotka on koulutettu käyttäjän antamilla tiedoilla, ovat alttiita datan myrkyttämishyökkäyksille, joissa pahantahtoiset käyttäjät syöttävät väärää harjoitusdataa, jonka tarkoituksena on turmella opittu malli. Vaikka viimeaikaisessa työssä on ehdotettu useita hyökkäyksiä ja suojautumiskeinoja, vain vähän tiedetään puolustuksen pahimmasta mahdollisesta tappiosta määrätietoisen hyökkääjän kohdatessa. Pyrimme ratkaisemaan tämän ongelman rakentamalla likimääräiset ylärajat tappiolle laajalle joukolle hyökkäyksiä, kun puolustajat ensin poistavat poikkeamat ja sen jälkeen minimoivat empiirisen riskin. Rajamme on yhdistetty hyökkäysehdokkaaseen, joka lähes toteuttaa rajan, ja näin saamme tehokkaan työkalun, jonka avulla voimme nopeasti arvioida puolustuksia tietyssä tietokokonaisuudessa. Empiirisesti havaitsemme, että jopa yksinkertaisella puolustuksella MNIST-1-7- ja Dogfish-tietokannat ovat vastustuskykyisiä hyökkäykselle, kun taas IMDB-tunnetietokanta voidaan saada 12 prosentista 23 prosenttiin testivirheestä lisäämällä vain 3 prosenttia myrkytettyä dataa.

**Tulos**

Sertifioidut suojaukset datan myrkytyshyökkäyksiä vastaan

**Esimerkki 2.2616**

Kuvaamme uudenlaisen lähestymistavan korkean tason käyttäytymisen seurantaan käyttäen tekoälyn suunnittelun käsitteitä. Tavoitteenamme on ymmärtää, mitä ohjelma tekee sen järjestelmäkutsujäljen perusteella. Tämä kyky on erityisen tärkeä haittaohjelmien havaitsemisessa. Lähestymme ongelmaa rakentamalla käyttöjärjestelmän abstraktin mallin STRIPS-suunnittelukielellä, jossa järjestelmäkutsut ovat suunnitteluoperaattoreita. Järjestelmäkutsujäljen perusteella simuloimme vastaavat operaattorit mallissamme, ja havainnoimalla saavutetun tilan ominaisuuksia saamme tietoa alkuperäisen ohjelman luonteesta ja sen käyttäytymisestä. Toisin kuin useimmissa tilastollisissa havaitsemismenetelmissä, joissa keskitytään syntaktisiin ominaisuuksiin, lähestymistapamme on luonteeltaan semanttinen. Siksi se on kestävämpi haittaohjelmien käyttämiä häivytystekniikoita vastaan, jotka muuttavat jäljen ulkoista olemusta mutta eivät sen vaikutusta. Osoitamme lähestymistapamme tehokkuuden arvioimalla sitä todellisilla järjestelmäkutsujäljillä.

**Tulos**

Suunnitelmallinen lähestymistapa tietokoneohjelmien käyttäytymisen valvontaan

**Esimerkki 2.2617**

Tässä artikkelissa ehdotamme erityyppistä aggregointifunktiota, joka yleistää käsitteen Ordered Weighted Averaging Function OWA. Tuloksena syntyviä funktioita kutsutaan dynaamisiksi järjestetyiksi painotetuiksi keskiarvofunktioiksi (Dynamic Ordered Weighted Averaging Functions - DYOWA). Tätä yleistystä kehitetään siten, että painovektorit ovat muuttujia, jotka riippuvat syöttövektorista. Erityisesti nämä operaattorit yleistävät aggregaatiofunktioita: Niitä käytetään laajasti kuvankäsittelyssä. Tällä tutkimusalalla tarkastellaan kahta ongelmaa: Kuvien vähentämismenetelmien määrittäminen ja ∗Preprint submitted to IEEE Transactions on Fuzzy Systems. †Federal University of Semi-Arid UFERSA, Pau dos Ferros, RN, Brasilia, 59.900-000, antonio.diego@ufersa.edu.br ‡DIMAp, valdigleis@ppgsc.ufrn.br §DIMAp, ranyer.lopes@gmail.com ¶DIMAp, bedregal@dimap.ufrn.br ‖Dimap, regivan@dimap.ufrn.br ∗∗DIMAP: Department of Informatics and Applied Mathematics, Federal University of Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasilia, 59.072-970 1 ar X iv :1 60 1. 03 78 5v 1 [ cs .A I] 1 5 Ja n 20 16 rakentaminen tekniikoita, joilla saadaan aikaan melunvaimennus. Tässä kuvattuja operaattoreita voidaan käyttää molemmissa tapauksissa. Kuvanvähennyksen osalta sovellamme [1] esitettyä menetelmää. Käytämme tässä saatuja kohinanvähennysoperaattoreita käsitellessämme ensimmäisessä osassa saatuja kuvia, jolloin saamme parempilaatuisia kuvia.

**Tulos**

Järjestettyjen painotettujen keskiarvofunktioiden yleistämiseen perustuva kuvan pienentämismenetelmä∗∗

**Esimerkki 2.2618**

Tässä artikkelissa esitellään siirto-oppimismenetelmä musiikin luokittelu- ja regressiotehtäviä varten. Ehdotamme, että käytämme valmiiksi koulutettua convnet-ominaisuutta, joka on yhdistetty ominaisuusvektori, jossa käytetään koulutetun konvoluutioverkon useiden kerrosten ominaisuuskarttojen aktivointeja. Näytämme, miten tämä convnet-ominaisuus voi toimia yleiskäyttöisenä musiikin representaationa. Kokeissa convnet-ominaisuus koulutetaan musiikin merkitsemistä varten, minkä jälkeen se siirretään muihin musiikkiin liittyviin luokittelu- ja regressiotehtäviin. Convnet-ominaisuus päihittää MFCC-perusominaisuuden kaikissa tarkastelluissa tehtävissä ja useissa aiemmissa lähestymistavoissa, joissa yhdistetään MFCC-ominaisuuksia sekä matalan ja korkean tason musiikkiominaisuuksia.

**Tulos**

SIIRTO-OPPIMINEN MUSIIKIN LUOKITTELU- JA REGRESSIOTEHTÄVISSÄ

**Esimerkki 2.2619**

Tutkimme sellaisten funktioiden monimutkaisuutta, joita syvät syöttöverkot, joilla on paloittain lineaarinen aktivointi, voivat laskea lineaaristen alueiden lukumäärän perusteella. Syvät verkot pystyvät kartoittamaan peräkkäin osia kunkin kerroksen tuloavaruudesta samaan ulostuloon. Tällä tavoin syvät mallit laskevat funktioita, joilla on kompositionaalinen rakenne, joka pystyy käyttämään laskennan osia uudelleen eksponentiaalisen usein niiden syvyyden suhteen. Tässä muistiinpanossa tutkitaan tällaisten koostumuskarttojen monimutkaisuutta ja esitetään uusia teoreettisia tuloksia syvyyden eduista neuroverkoissa, joissa on kappalemääräisiä lineaarisia aktivointifunktioita.

**Tulos**

Syvien neuroverkkojen lineaaristen alueiden lukumäärästä

**Esimerkki 2.2620**

Argumentointi on lupaava malli päättelyyn epävarmalla ja epäjohdonmukaisella tiedolla. Hyväksyttävyyden keskeinen käsite mahdollistaa argumenttien ja kumoavien argumenttien erottamisen toisistaan: Väitteen varmuutta voidaan tällöin arvioida kyseiselle väitteelle hyväksyttävimpien argumenttien avulla. Tässä artikkelissa tutkimme erilaisia toisiaan täydentäviä näkökulmia: suorien kukistajien olemassaoloon perustuvaa hyväksyttävyyttä ja puolustajien olemassaoloon perustuvaa hyväksyttävyyttä. Preferenssipohjaisia argumentaatioperiaatteita koskevan aikaisemman työn pohjalta toteutamme molemmat näkökulmat ottamalla huomioon preferenssijärjestykset argumenttien vertailussa. Lähestymistapaamme havainnollistetaan kerrostuneilla tietopohjilla tapahtuvan päättelyn yhteydessä.

**Tulos**

Argumenttien hyväksyttävyydestä preferenssipohjaisessa argumentoinnissa

**Esimerkki 2.2621**

Tässä tutkimuksessa esitellään menetelmä, jolla parannetaan langattomista kehoon kiinnitetyistä antureista peräisin olevien epätasapainoisten moniluokkaisten tietovirtojen luokittelutulosta. Tietojen epätasapaino on toiminnan tunnistamisen luontainen ongelma, joka johtuu toimintojen epäsäännöllisestä ajallisesta jakautumisesta, sillä toiminnot ovat peräkkäisiä ja riippuvaisia aiemmista liikkeistä. Käytämme ehdollisia satunnaiskenttiä (CRF, conditional random fields), joka on graafinen malli strukturoitua luokittelua varten, hyödyntämään toimintojen välisiä riippuvuuksia sekvenssissä. CRF-mallit eivät kuitenkaan ota huomioon luokkien epätasapainon kielteisiä vaikutuksia koulutuksen aikana. Ehdotamme luokkakohtaista dynaamisesti painotettua CRF-mallia (dWCRF), jossa painot määritetään automaattisesti koulutuksen aikana maksimoimalla odotettu kokonais-F-tulos. Kolmeen tapaustutkimukseen perustuvat tuloksemme terveydenhuoltosovelluksesta, jossa käytetään kehossa kannettavaa paristotonta anturia, osoittavat, että menetelmämme parantaa yleisesti ottaen kokonais- ja vähemmistöluokkien F-tulosta verrattuna muihin CRF-pohjaisiin luokittelijoihin ja saavuttaa samanlaisen tai paremman kokonais- ja luokkakohtaisen suorituskyvyn verrattuna SVM-pohjaisiin luokittelijoihin rajoitetun koulutusdatan olosuhteissa. Vahvistamme lähestymistapamme suorituskyvyn myös käyttämällä ylimääräistä akkukäyttöistä kehossa kannettavaa anturiaineistoa, jossa saavutamme samanlaisia tuloksia, kun luokkien epätasapaino on suuri.

**Tulos**

Oppiminen epätasapainoisista moniluokkaisista sekventiaalisista tietovirroista dynaamisesti painotettujen ehdollisten satunnaiskenttien avulla

**Esimerkki 2.2622**

Tässä artikkelissa esitellään kroatialaisten tekstien luokittelu käyttäen ominaisuuksina ei-standardisanoja (NSW). Non-Standard Words ovat: numerot, päivämäärät, lyhenteet, lyhenteet, valuutat jne. Kroatian kielen NSW-sanat määritellään Kroatian NSW-taksonomian mukaisesti. Tätä tutkimusta varten kerättiin 390 tekstidokumenttia, jotka muodostivat SKIPEZ-kokoelman, jossa on kuusi luokkaa: virallinen, kirjallinen, informatiivinen, populaari, opetuksellinen ja tieteellinen. Tekstien luokittelukokeilu suoritettiin SKIPEZ-kokoelman kolmella eri esitystavalla: ensimmäisessä esitystavassa käytetään NSW:iden frekvenssejä ominaisuuksina, toisessa esitystavassa käytetään NSW:iden tilastollisia mittoja (varianssi, variaatiokerroin, keskihajonta jne.) ominaisuuksina ja kolmannessa esitystavassa yhdistetään kaksi ensimmäistä ominaisuussarjaa. Tekstien luokittelukokeissa käytettiin Naive Bayes-, CN2-, C4.5-, kNN-, Classification Trees- ja Random Forest -algoritmeja. Parhaat kategorisointitulokset saavutetaan käyttämällä ensimmäistä ominaisuusjoukkoa (NSW-taajuudet), ja kategorisointitarkkuus on 87 %. Tämä viittaa siihen, että NSW-taajuuksia olisi pidettävä ominaisuuksina vahvasti taivutettavissa kielissä, kuten kroatian kielessä. NSW-pohjaiset piirteet vähentävät piirreavaruuden dimensiota ilman tavanomaisia lemmatisointimenettelyjä, ja siksi NSW-pussit olisi otettava huomioon kroatialaisten tekstien kategorisointikokeissa.

**Tulos**

Epätavalliset sanat tekstin luokittelun ominaisuuksina

**Esimerkki 2.2623**

Tarkastelemme uudelleen yleistä ongelmaa, jossa valitaan ensisijainen todennäköisyysmitta niiden todennäköisyysmittojen joukosta, jotka täyttävät tietyt rajoitukset. Entropian maksimoinnin tässä yhteydessä saama hallitseva asema kyseenalaistetaan väittämällä, että sen perustana oleva minimi-informaatioperiaate voitaisiin korvata vähintään yhtä uskottavalla "todistusaineiston todennäköisyyden" periaatteella. Tämän jälkeen tarkastelemme menetelmää, jolla tietyt valintafunktiot voidaan muuttaa edustuksesta riippumattomiksi muunnoksiksi, ja keskustelemme tähän muutokseen liittyvistä kompromisseista.

**Tulos**

Toimenpiteen valinta: Rationaalisuuden ja edustuksen riippumattomuuden käsitteet

**Esimerkki 2.2624**

Logiikkaan perustuvat tapahtumien tunnistusjärjestelmät päättelevät tapahtumien esiintymistä ajassa käyttämällä tapahtumamääritelmiä ensimmäisen järjestyksen sääntöjen muodossa. Tapahtumalaskenta on ajallinen logiikka, jota on käytetty perustana tapahtumien tunnistussovelluksissa ja joka tarjoaa muun muassa suoran yhteyden koneoppimiseen induktiivisen loogisen ohjelmoinnin (ILP) kautta. OLED on hiljattain ehdotettu ILP-järjestelmä, joka oppii tapahtumamääritelmiä tapahtumalaskennan teorioiden muodossa yhdellä kertaa tietovirran läpi. Tässä työssä esittelemme OLED-järjestelmän version, joka mahdollistaa hajautetun online-oppimisen. Arvioimme lähestymistapaamme vertailuarvona käytetyllä toimintatunnistustietoaineistolla ja osoitamme, että voimme lyhentää harjoitusaikoja merkittävästi vaihtamalla minimaalisesti tietoa prosessointisolmujen välillä.

**Tulos**

Tapahtumien määritelmien hajautettu verkko-oppiminen

**Esimerkki 2.2625**

Kun robotit tulevat ihmisten ympäristöihin, niiden odotetaan suorittavan valtavasti erilaisia tehtäviä. Robottisuunnittelijoiden ei ole mahdollista ohjelmoida näitä käyttäytymismalleja etukäteen tai tietää niitä etukäteen, joten yksi tapa ratkaista tämä on loppukäyttäjän ohjelmointi, kuten oppiminen demonstraatiosta (LfD). Vaikka robottioppimisen mahdollistamista ihmisopettajalta on tutkittu paljon, yksi tutkimatta jäänyt näkökohta on oppimisprosessin aikana tapahtuvan molemminpuolisen palautteen antaminen ihmisopettajan ja robotin välillä, eli implisiittinen oppiminen. Tässä artikkelissa tarkastelemme yhtä tämän keskinäisen ymmärryksen osa-aluetta, maadoitussekvenssejä, joissa sekä ihminen että robotti antavat nonverbaalista palautetta osoittaakseen keskinäisen ymmärryksensä vuorovaikutuksen aikana. Toteutimme tutkimuksen, jossa ihmiset opettivat autonomista humanoidirobottia tanssimaan, ja teimme eleanalyysin mitataksemme ihmisten reaktioita robotille oikeiden ja väärien esitysten aikana.

**Tulos**

Ihmisen implisiittisten reaktioiden tutkiminen robotin virheisiin demonstraatiosta oppimisessa -tehtävässä

**Esimerkki 2.2626**

Monet edistysaskeleet syövän immunologisia vuorovaikutuksia koskevassa tutkimuksessa on kehitetty tavallisten differentiaaliyhtälömallien (ODE) avulla. Nämä mallit eivät kuitenkaan pysty tehokkaasti kuvaamaan ongelmia, jotka liittyvät yksilölliseen paikantamiseen, muistiin ja kehittyviin ominaisuuksiin, jotka ovat immuunijärjestelmän solujen ja molekyylien yhteisiä ominaisuuksia. Agenttipohjainen mallintaminen ja simulointi on vaihtoehtoinen paradigma ODE-malleille, joka poistaa nämä rajoitukset. Tässä asiakirjassa tutkitaan agenttipohjaisen mallintamisen ja simuloinnin potentiaalista hyötyä verrattuna ODE-mallintamiseen ja simulointiin. Etsimme vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Onko mahdollista saada vastaava agenttipohjainen malli ODE-formuloinnista? Eroavatko tulokset toisistaan? Onko jommankumman menetelmän käytöstä hyötyä toiseen verrattuna? Vastataksemme näihin kysymyksiin olemme tarkastelleet kolmea tapaustutkimusta, joissa on käytetty vakiintuneita matemaattisia malleja immuunijärjestelmän vuorovaikutuksesta varhaisvaiheen syövän kanssa. Nämä tapaustutkimukset käsitteellistettiin uudelleen agenttipohjaisella näkökulmalla, ja simulointituloksia verrattiin sitten ODE-malleista saatuihin tuloksiin. Tuloksemme osoittavat, että on mahdollista saada vastaavia agenttipohjaisia malleja (eli toteuttaa samat mekanismit); molempien mallityyppien simulointitulokset voivat kuitenkin poiketa toisistaan mallinnettavan järjestelmän ominaisuuksista riippuen. Joissakin tapauksissa agenttipohjaisen mallintamisen avulla saatiin lisäymmärrystä. Kaiken kaikkiaan voimme vahvistaa, että agenttipohjainen mallintaminen on hyödyllinen lisä immunologien työkalupakkiin, koska siinä on lisäominaisuuksia, jotka mahdollistavat simulaatiot, joiden ominaisuudet ovat lähempänä biologisia ilmiöitä.

**Tulos**

Varhaisvaiheen syövän immunovuorovaikutusten matemaattisten mallien tutkiminen agenttipohjaisen mallintamisen näkökulmasta.

**Esimerkki 2.2627**

Massiivinen avoin verkkokurssi (MOOC) on laajentunut merkittävästi viime vuosina. MOOCin yleistymisen myötä mahdollisuus opiskella kiehtovia kursseja ilmaiseksi on houkutellut lukuisia ihmisiä erilaisista koulutustaustoista ympäri maailmaa. Big datan aikakaudella MOOCin keskeinen tutkimusaihe on se, miten pilvipalvelun massiivisista kurssitietokannoista voidaan louhia kullekin yksittäiselle (kurssi)oppijalle tarvittavat kurssit tarkasti ja nopeasti, kun kurssien määrä kasvaa nopeasti. Keskeinen haaste tässä yhteydessä on, miten voidaan toteuttaa henkilökohtainen kurssisuositus sekä vähentää valtavien kurssitietojen laskenta- ja tallennuskustannuksia. Tässä artikkelissa ehdotamme big data -tuettua, kontekstioppimiseen perustuvaa verkko-oppimiseen perustuvaa kurssisuositusjärjestelmää, joka voisi käsitellä dynaamisia ja äärettömän massiivisia tietokokonaisuuksia ja joka suosittelee kursseja käyttämällä henkilökohtaista kontekstitietoa ja historiallisia tilastoja. Kontekstitietoisuus ottaa huomioon henkilökohtaiset mieltymykset, jolloin suositus soveltuu erilaisista taustoista tuleville ihmisille. Lisäksi algoritmi saavuttaa sublineaarisen katumustuloksen, mikä tarkoittaa, että se voi vähitellen suositella oppijoille useimmiten suosittuja ja sopivia kursseja. Toisin kuin muissa olemassa olevissa algoritmeissa, meidän algoritmimme rajoittaa aika- ja tilakompleksisuuden lineaarisesti. Lisäksi suunnittelemamme tallennusmoduuli on laajennettu hajautettuihin yhdistettyihin pilviin, jotka voivat käsitellä massiivisia kurssitallennusongelmia heterogeenisistä lähteistä. Kokeilutuloksemme vahvistavat algoritmiemme paremmuuden, kun niitä verrataan olemassa oleviin töihin suurten tietojen ympäristössä.

**Tulos**

Kontekstitietoinen verkko-oppiminen MOOC Big Datan kurssisuosituksia varten

**Esimerkki 2.2628**

Evoluutioalgoritmin (EA) kyky löytää globaali optimaalinen ratkaisu riippuu sen kyvystä löytää hyvä suhde tähän mennessä löydettyjen elementtien hyödyntämisen ja hakuavaruuden tutkimisen välillä. Luonnonilmiöiden innoittamina tutkijat ovat kehittäneet monia menestyksekkäitä evoluutioalgoritmeja, joiden alkuperäiset versiot määrittelevät operaattoreita, jotka jäljittelevät tapaa, jolla luonto ratkaisee monimutkaisia ongelmia, ottamatta varsinaisesti huomioon etsintä-hyödyntämis-tasapainoa. Tässä artikkelissa esitellään uusi, luonnosta inspiroitunut algoritmi nimeltä States of Matter Search (SMS). SMS-algoritmi perustuu aineen tilat -ilmiön simulointiin. SMS:ssä yksilöt jäljittelevät molekyylejä, jotka ovat vuorovaikutuksessa keskenään käyttämällä evoluutio-operaatioita, jotka perustuvat lämpöenergian liikemekanismin fysikaalisiin periaatteisiin. Algoritmi on suunniteltu tarkastelemalla kutakin aineen tilaa yhdellä eri tutkimus- ja hyödyntämissuhteella. Evoluutioprosessi on jaettu kolmeen vaiheeseen, jotka jäljittelevät aineen kolmea tilaa: kaasu, neste ja kiinteä. Kussakin tilassa molekyyleillä (yksilöillä) on erilainen liikkumiskyky. Algoritmi aloittaa kaasutilasta (puhdas etsintä) ja muuttaa etsinnän ja hyödyntämisen intensiteettejä, kunnes saavutetaan kiinteä tila (puhdas hyödyntäminen). Tämän tuloksena lähestymistapa voi parantaa huomattavasti tasapainoa etsinnän ja hyödyntämisen välillä säilyttäen kuitenkin evoluutiomenetelmän hyvät hakukyvyt. Ehdotetun algoritmin pätevyyden ja kestävyyden havainnollistamiseksi sitä verrataan muihin tunnettuihin evoluutiomenetelmiin, mukaan luettuina uudet muunnelmat, jotka sisältävät monimuotoisuuden säilyttämisjärjestelmiä. Vertailussa tarkastellaan useita vakiomuotoisia vertailutehtäviä, joita yleisesti pidetään EA:n alalla. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotetulla menetelmällä saavutetaan hyvä suorituskyky verrattuna vastaaviin menetelmiin, mikä johtuu sen paremmasta tutkimus- ja hyödyntämistasapainosta.

**Tulos**

Materian tilojen innoittama optimointialgoritmi, joka parantaa tasapainoa etsinnän ja hyödyntämisen välillä.

**Esimerkki 2.2629**

Varasto on yksi yrityksen tärkeimmistä osa-alueista. Siksi on tarpeen parantaa varastonhallintajärjestelmää (Warehouse Management System, WMS) niin, että sillä on yksinkertainen toiminto, jolla voidaan määrittää varastoitavien tavaroiden asettelu. Tässä asiakirjassa ehdotamme parannettua varaston sijoittelumenetelmää, joka perustuu muurahaispesäalgoritmiin ja backtracking-algoritmiin. Menetelmä toimii kahdessa vaiheessa. Ensin se luo ratkaisuparametripuun backtracking-algoritmista. Toiseksi se vähentää ratkaisuparametrit käyttämällä muurahaispesäalgoritmin ja backtracking-algoritmin yhdistelmää. Menetelmää testattiin mittaamalla puun rakentamiseen ja tilan täyttämiseen tarvittava aika kahdella skenaariolla. Menetelmä tarvitsee puun rakentamiseen 0,294-33,15 sekuntia ja varaston täyttämiseen 3,23 sekunnista (paras tapaus) 61,41 minuuttiin (huonoin tapaus). Menetelmä osoittautuu houkuttelevaksi vaihtoehtoiseksi ratkaisuksi varaston layout-järjestelmään. Avainsanat-varaston sijoittelu; lohkojen pinoamismenetelmä; muurahaispesäalgoritmi; backtracking-algoritmi.

**Tulos**

Ant Colony- ja Backtracking-algoritmiin perustuva varaston sijoittelumenetelmä

**Esimerkki 2.2630**

Verkko-oppiminen muodostaa matemaattisen ja vakuuttavan kehyksen peräkkäisten päätöksenteko-ongelmien analysoimiseksi vastakkaisissa ympäristöissä. Oppija valitsee toistuvasti jonkin toiminnan, ympäristö vastaa siihen tuloksella, ja sitten oppija saa palkkion pelatusta toiminnasta. Oppijan tavoitteena on maksimoida kokonaispalkkionsa. On kuitenkin tilanteita, joissa kumulatiivisen palkkion maksimoinnin lisäksi päätösten järjestykseen liittyy joitakin lisärajoitteita, jotka oppijan on keskimäärin täytettävä. Tässä artikkelissa tutkimme verkko-oppimisen laajennusta, jossa oppija pyrkii maksimoimaan kokonaispalkkion ottaen huomioon, että joitakin lisärajoituksia on täytettävä. Hyödyntämällä rajoitetun optimoinnin Lagrangen menetelmän teoriaa ehdotamme Lagrangen eksponentiaalisesti painotetun keskiarvon (LEWA) algoritmia, joka on tunnetun eksponentiaalisesti painotetun keskiarvon algoritmin primaari-duaalinen muunnos, jolla voidaan tehokkaasti ratkaista rajoitettuja online-päätöksenteko-ongelmia. Uudenlaisen teoreettisen analyysin avulla selvitämme katumuksen ja rajoitusrajojen rikkomisen täyden informaation ja rosvopalautteen malleissa.

**Tulos**

Tehokas rajoitettu regretin minimointi

**Esimerkki 2.2631**

Tässä artikkelissa kuvataan sääntöpohjaisen grafeemi-foneemi-muuntimen arkkitehtuuri ja toteutus turkkia varten. Järjestelmä hyväksyy syötteenä pintamuodon ja tuottaa kaikkien rinnakkaisten ääntämysten SAMPA-kartoituksen morfologisen analyysin mukaisesti yhdessä korostusasentojen kanssa. Järjestelmä on toteutettu Python-kielellä.

**Tulos**

Kohti turkkilaista ASR:ää: sääntöpohjaisen turkkilaisen g2p:n anatomia.

**Esimerkki 2.2632**

Koulutusmaksujen kallistuessa yhä useammat opiskelijat hakevat stipendejä. Näin ollen rahoittajan on käsiteltävä satoja ja jopa tuhansia hakemuksia. Ongelmien ratkaisemiseksi on valittava joitakin vaihtoehtoja, jotka perustuvat useisiin ominaisuuksiin (kriteereihin). Tällaisten sumeiden ongelmien ratkaisemiseksi voidaan käyttää FMDAM-menetelmää (Fuzzy Multiple Attribute Decision Making). Tässä tutkimuksessa sovelletaan Unified Modeling Language (UML) -menetelmää FMADM:ssä TOPSIS- ja Weighted Product (WP) -menetelmillä, jotta voidaan valita ehdokkaat akateemisiin ja ei-akateemisiin stipendeihin Universitas Islam Negeri Sunan Kalijagassa. Aineistona käytettiin raakaa ja sumeaa tietoa. Tulokset osoittavat, että TOPSIS- ja Weighted Product FMADM -menetelmiä voidaan käyttää sopivimpien hakijoiden valitsemiseen apurahojen saajiksi, koska tässä menetelmässä käytetyt etusijajärjestysarvot voivat osoittaa hakijat, joilla on korkein kelpoisuus. Avainsana: Painotettu tuote, TOPSIS, sumea moniattribuuttinen päätöksenteko, apuraha.

**Tulos**

Sumea Topsis moniarvoinen päätöksenteko apurahojen valinnassa (Fuzzy Topsis Multiple-Attribute Decision Making)

**Esimerkki 2.2633**

Tässä artikkelissa havainnollistetaan säiliön ominaisuuden (hiekkaosuus) mallintamista seismisten ominaisuuksien eli seismisen impedanssin, seismisen amplitudin ja hetkellisen taajuuden perusteella käyttämällä neuro-sumeaa (NF) lähestymistapaa. Lähtötietoaineistoon kuuluu 3D-seismisiä attribuutteja ja kuusi porausreikää, jotka on hankittu Intian länsirannikolla sijaitsevasta hiilivetykentästä. Ohuiden hiekka- ja liuskekerrosten esiintyminen valuma-alueella tekee varaston ominaisuuksien mallintamisesta haastavan tehtävän. Vaikka seismiset tiedot ovat hyödyllisiä ekstrapoloitaessa varaston ominaisuuksia porausreikien ulkopuolella, voi olla haastavaa rajata ohuita hiekka- ja liuskekivivarastoja seismisten tietojen avulla, koska niiden erotuskyky on rajallinen. Siksi on tärkeää kehittää nykyaikaisia älykkäitä menetelmiä, joilla kalibroidaan epälineaarinen kartoitus seismisen datan ja kohdesäiliömuuttujien välillä. Neuroverkot ovat osoittaneet, että niillä voidaan mallintaa tällaisia epälineaarisia kartoituksia, mutta malliin ja tietokokonaisuuksiin liittyvät epävarmuustekijät ovat edelleen ongelma. Siksi sumean logiikan (Fuzzy Logic, FL) käyttöönotto on hyödyllistä näiden epävarmuustekijöiden käsittelyssä. Tarkemmin sanottuna keinotekoisen neuroverkon (Artificial Neural Network, ANN) ja sumean logiikan hybridivaihtoehdot, eli NF-menetelmät, pystyvät mallintamaan säiliöiden ominaisuuksia yhdistämällä FL:n eksplisiittisen tiedon esittämistehon neuroverkkojen oppimiskykyyn. Tässä asiakirjassa valitsemme ANN:n ja kolme eri luokkaa adaptiivista neuro-sumeaa päättelyjärjestelmää (ANFIS), jotka perustuvat käytettävissä olevien tietokokonaisuuksien klusterointiin. Näiden kolmen erilaisen NF-mallin (eli Sugenotype-sumeat sumeat päättelyjärjestelmät, jotka käyttävät ruudukkojakoa datassa (malli 1), käyttävät subtraktiivista klusterointia (malli 2) ja käyttävät Fuzzy c-means (FCM) -klusterointia (malli 3)) ja ANN:n vertaileva analyysi osoittaa, että malli 3 on ollut suorituskyvyn arvioijien kannalta parempi kuin vastaavat mallit nykyisessä datajoukossa. Valittujen algoritmien suorituskykyä arvioidaan korrelaatiokertoimien (CC), keskimääräisen neliövirheen (RMSE), absoluuttisen virhekeskiarvon (AEM) ja hajontaindeksin (SI) avulla tavoite- ja ennustettujen hiekkaosuusarvojen välillä. Saavutettu arviointitarkkuus voi poiketa toisistaan hyvin vähän riippuen tietyn tutkimusalueen geologisista ominaisuuksista. Tässä tutkimuksessa dokumentoidut tulokset osoittavat, että tavoite- ja ennustemuuttujien välillä on hyväksyttävä yhdenmukaisuus, ja näin ollen ne kannustavat soveltamaan integroituja koneoppimismenetelmiä, kuten Neuro-Fuzzy-menetelmää, säiliöiden karakterisoinnissa. Lisäksi hiekan todennäköisyyden vaihtelun visualisointi tutkimusalueella auttaisi tunnistamaan mahdollisten kaivojen sijoituspaikat tulevia porauksia varten.

**Tulos**

Hiekkaosuuden kvantifiointi seismisten ominaisuuksien perusteella neuro-sumean lähestymistavan avulla

**Esimerkki 2.2634**

Tässä artikkelissa esitellään viisiarvoinen esitys bifuzzy-joukoille. Tämä esitys liittyy viisiarvoiseen logiikkaan, jossa käytetään seuraavia arvoja: tosi, epätosi, epäjohdonmukainen, epätäydellinen ja moniselitteinen. Viisiarvoisen esityksen puitteissa rakennetaan kaavat bifuzzy-joukkojen samankaltaisuudelle, entropialle ja syntropialle.

**Tulos**

Entropia ja syntropia viisiarvoisissa logiikoissa

**Esimerkki 2.2635**

Tässä työssä ehdotetaan uutta neuro-fuzzy-järjestelmän arkkitehtuuria ja oppimismenetelmää, joka säätää sen painoja sekä määrittää automaattisesti neuronien määrän, jäsenyysfunktioiden keskusten sijainnin ja reseptivisen kentän parametrit online-tilassa suurella käsittelynopeudella. Tämän lähestymistavan perusajatuksena on säätää sekä synaptiset painot että jäsenyysfunktiot valvotun oppimisen ja itseoppimisen paradigmojen avulla. Lähestymistapa ongelman ratkaisemiseen liittyy sellaisten online neuro-sumeiden järjestelmien kehittämiseen, jotka voivat käsitellä tietoja epävarmuusolosuhteissa. Tulokset todistavat kehitetyn arkkitehtuurin ja oppimismenettelyn tehokkuuden.

**Tulos**

Kehittyvä neuro-sumea järjestelmä, jossa on verkko-oppiminen/itseoppiminen

**Esimerkki 2.2636**

Latentteja muuttujia sisältävien syvien generatiivisten mallien valvomaton koulutus ja johtopäätösten tekeminen on edelleen haastava ongelma monimutkaisille, korkea-ulotteisille jakaumille. Yksi peruslähestymistapa tähän ongelmaan on niin sanottu Helmholtz-kone, ja siinä koulutetaan apumalli, jonka avulla voidaan tehdä likimääräinen päättely yhdessä koulutusdataan sovitettavan generatiivisen mallin kanssa. Ylhäältä alaspäin suuntautuva generatiivinen malli toteutetaan tyypillisesti suunnattuna mallina, joka lähtee jostain priorista ylhäällä ja laskee empiiriseen jakaumaan alhaalla. Likimääräinen päättelymalli kulkee päinvastaiseen suuntaan, ja se koulutetaan tyypillisesti päättelemään tehokkaasti korkean todennäköisyyden latentteja tiloja, kun otetaan huomioon havaitut tiedot. Tässä ehdotamme uutta menetelmää, jota kutsutaan geometriseksi keskiarvon sovittamiseksi (GMM) ja joka perustuu ajatukseen, että generatiivisen mallin pitäisi olla lähellä sitä jakaumien luokkaa, joka voidaan mallintaa likimääräisellä päättelyjakaumallamme. Saavutamme tämän tulkitsemalla sekä ylhäältä alaspäin että alhaalta ylöspäin suunnatut mallit likimääräisiksi päättelyjakaumiksi ja määrittelemällä harjoitusdataan sovitettavan kohdejakauman näiden kahden geometriseksi keskiarvoksi. Esitämme ylärajan tämän mallin log-likelihoodille ja osoitamme, että tämän rajan optimointi painostaa mallia pysymään lähellä likimääräisiä päättelyjakaumia. Kokeellisessa osiossa osoitamme, että voimme käyttää tätä lähestymistapaa sovittamaan syviä generatiivisia malleja, joissa on useita kerroksia piilotettuja binäärisiä stokastisia muuttujia, monimutkaisiin ja korkea-ulotteisiin harjoitusjakaumiin.

**Tulos**

Vastakkain suunnattujen mallien koulutus geometrisen keskiarvon sovittamisen avulla

**Esimerkki 2.2637**

Didelez (2000) ja Nodelmann et al. (2002) ovat ehdottaneet suunnattuja, mahdollisesti syklisiä graafeja stokastisten prosessien dynaamisten riippuvuuksien esittämiseksi. Nämä riippuvuudet perustuvat Granger-kausaliteetin yleistämiseen jatkuvaan aikaan, jonka ensimmäisenä Markov-prosesseja varten kehitti Schweder (1970), joka kutsui niitä paikallisiksi riippuvuuksiksi. Ne ansaitsevat erityistä huomiota, koska ne ovat epäsymmetrisiä. Tässä artikkelissa keskitymme niiden graafiseen esittämiseen ja kehitämme epäsymmetrisen erottelun käsitteen. Tämän erotuksen ja paikallisen riippumattomuuden ominaisuuksia tutkitaan yksityiskohtaisesti epäsymmetristen (puoli)grafoidien puitteissa, jolloin saadaan käsitys siitä, mitä tietoa näistä grafiodeista voidaan lukea.

**Tulos**

Epäsymmetrinen erottelu paikallisille riippumattomuusgraafeille

**Esimerkki 2.2638**

Tässä artikkelissa ehdotetaan elokuvan genreennustusta, joka perustuu multinomiaaliseen todennäköisyysmalliin. Tietojemme mukaan tätä ongelmaa ei ole vielä käsitelty suosittelujärjestelmien alalla. Elokuvan lajityypin ennustamisella on monia käytännön sovelluksia, kuten asiantuntijoiden antamien kategorioiden täydentäminen ja yllätyksellisyys käyttäjälle annetuissa suosituksissa. Käytämme mulitnomiaalista tapahtumamallia elokuvan lajityypin todennäköisyyden arvioimiseksi ja Bayesin sääntöä elokuvan lajityypin jälkitodennäköisyyden arvioimiseksi. Kokeet MovieLens-tietokannalla validoivat lähestymistapamme. Saavutimme 70 prosentin ennusteprosentin käyttämällä vain 15 prosenttia koko aineistosta harjoitteluun. Avainsanat: Suosittelujärjestelmä, luokan ennuste, multinomiaalinen malli, Naive Bayes -luokittelija.

**Tulos**

Multinomiaalinen todennäköisyysmalli elokuvan lajityypin ennustamiseen

**Esimerkki 2.2639**

Vaikka kuvien piirteiden sijainteja merkitsevien merkitsijöiden välistä yhteisymmärrystä on aiemmin tutkittu tilastollisesta näkökulmasta, vain vähän on pyritty kvantifioimaan, missä määrin tämä ilmiö vaikuttaa etualan ja taustan segmentointialgoritmien arviointiin. Monet tutkijat käyttävät kokeiluissa pohjatotuutta, ja useimmiten tämä pohjatotuus on peräisin yhden merkitsijän mielipiteestä. Miten mielipide-ero vaikuttaa algoritmin arviointiin? Menetelmää sovelletaan neljään kuvankäsittelyongelmaan, jotta voidaan kvantifioida annotoijien välinen varianssi ja tarjota tietoa yhteisymmärryksen ja perustotuuden käytön taustalla olevista mekanismeista. Havaitaan, että lineaaristen rakenteiden havaitsemisessa annotoijien yksimielisyys on hyvin vähäistä. Rakenteen sijaintia koskeva yksimielisyys voidaan osittain selittää kuvan perusominaisuuksilla. Automaattisia segmentointialgoritmeja verrataan kommentoijien yksimielisyyteen, ja havaitaan, että näiden kahden välillä on selvä yhteys. Useita perustotuuden arviointimenetelmiä käytetään algoritmien suorituskyvyn päättelemiseksi. Havaitaan, että: ilmaisimen sijoitus riippuu suuresti perustotuuden muodostamiseen käytetystä menetelmästä; ja että vaikka STAPLE ja LSML näyttävät edustavan yksittäisten annotaatioiden avulla mitattujen suorituskykyjen keskiarvoa, kun annotaatioita on vähän tai niissä on suuri hajonta, nämä estimaatit heikkenevät. Lisäksi yksi yleisimmin käytetyistä yhdistelmämenetelmistä - konsensusäänestys - korostaa ilmeisempiä piirteitä, mikä johtaa suorituskyvyn yliarviointiin. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että joissakin tietokokonaisuuksissa ei ole mahdollista päätellä luotettavasti algoritmin sijoitusta, kun sitä arvioidaan yhden perustotuuden perusteella.

**Tulos**

Empiirinen tutkimus kommentoijien sopimuksesta, perustotuuden arvioinnista ja algoritmien arvioinnista.

**Esimerkki 2.2640**

Kun koneoppimisalgoritmeja käyttävien sovellusten määrä kasvaa, algoritmien harjoitteluun tarvittavien merkittyjen tietojen tarve kasvaa. Merkintöjen hankkiminen edellyttää tyypillisesti ihmisten palkkaamista merkintöjen tekemiseen, mikä johtaa suoraan koulutus- ja työkustannuksiin. Joukkoistamisalustat ovat tehneet merkintöjen tekemisen halvemmaksi ja nopeammaksi, mutta niihin liittyy edelleen merkittäviä kustannuksia, erityisesti silloin, kun merkintöjen tekemiseen soveltuvien tietojen potentiaalinen määrä on suuri. Tässä asiakirjassa kuvataan menetelmä ja prototyyppijärjestelmä, joilla pyritään vastaamaan tähän haasteeseen web-mittakaavan ongelmissa teollisessa ympäristössä. Keskustelemme ajatuksista, joiden avulla voidaan tehokkaasti valita koneoppimisalgoritmien koulutukseen käytettävät tiedot kustannusten vähentämiseksi. Näytämme tuloksia, joilla saavutetaan hyvä suorituskyky pienemmillä kustannuksilla valitsemalla huolellisesti, mitkä tapaukset merkitään. Ehdotettu algoritmi esitellään osana koulutustietokantojen hallintaan ja tuottamiseen tarkoitettua kehystä, joka sisältää muiden komponenttien ohella ihmisen laskentaan liittyvän elementin.

**Tulos**

Tiedonhallintamenetelmä tietokokonaisuuksien valintaa varten inhimillisen laskennan avulla

**Esimerkki 2.2641**

Kuvien luonnollisuuden mittaaminen on tärkeää realististen kuvien luomiseksi tai kuvien luonnottomien alueiden havaitsemiseksi. Lisäksi luonnollisuutta mittaava menetelmä voi täydentää CNN-pohjaisia (Convolutional Neural Network) ominaisuuksia, joiden tiedetään olevan epäherkkiä kuvien luonnollisuudelle. Useimmilla todennäköisyysmalleilla ei kuitenkaan ole riittäviä valmiuksia mallintaa tuntemaamme monimutkaista ja abstraktia luonnollisuutta, koska ne on rakennettu suoraan kuvien raakapikselien perusteella. Tässä työssä oletamme, että luonnollisuutta voidaan mitata korkean tason piirteiden ennustettavuudella silmänliikkeen aikana. Tämän oletuksen perusteella ehdotamme uutta menetelmää luonnollisuuden arvioimiseksi rakentamalla rekurrenssiverkkojen kielimallin muunnelma valmiiksi koulutettujen CNN-edustusten pohjalta. Menetelmäämme sovelletaan kahteen tehtävään ja osoitamme, että 1) käyttämällä menetelmäämme regularisaattorina voimme tuottaa ymmärrettävämpiä kuvia kuvan piirteistä kuin nykyiset lähestymistavat, ja 2) menetelmämme tuottamat luonnottomuuskartat saavuttavat huippuluokan silmänkiinnityksen ennustussuorituskyvyn kahdessa hyvin tutkitussa tietokokonaisuudessa.

**Tulos**

Visuaalisen kielen mallintaminen CNN-kuvaesityksillä

**Esimerkki 2.2642**

Olemme aiemmin raportoineet Bayes-algoritmista, jolla voidaan määrittää pisteiden koordinaatit kolmiulotteisessa avaruudessa epävarmojen rajoitusten perusteella. Menetelmä on käyttökelpoinen biologisen molekyylirakenteen määrittämisessä. Sitä rajoittaa kuitenkin vaatimus, jonka mukaan rajoitteiden epävarmuus on normaalisti jakautunut. Tässä artikkelissa esitellään alkuperäisen algoritmin laajennus, jonka avulla rajoitteiden epävarmuus voidaan esittää Gaussin sekoituksena, jolloin rajoitteiden jakaumat ovat mielivaltaisia. Havainnollistamme tämän algoritmin suorituskykyä molekyylirakenteiden määrittämiseen liittyvässä ongelmassa, jossa monikomponenttinen rajoitteiden esitys tuottaa paljon tarkemman ratkaisun kuin vanha yhden komponentin mekanismi. Uusi mekanismi käyttää sekoitusjakaumia ongelman jakamiseksi joukoksi riippumattomia ongelmia, joiden rajoitusten epävarmuus on unimodaalinen. Yksimodaalisten osaongelmien tulokset yhdistetään ajoittain uudelleen Bayesin lakia käyttäen, jotta vältetään kombinatorinen räjähdysmäinen kasvu. Uusi algoritmi soveltuu erityisesti rinnakkaiseen

**Tulos**

Todennäköisyyteen perustuva rajoitusten tyydyttäminen ei-gaussimaisella kohinalla

**Esimerkki 2.2643**

LSTM-verkko (Long Short-Term Memory) on eräänlainen rekursiivinen neuroverkkoarkkitehtuuri, joka on viime aikoina saavuttanut hyviä tuloksia erilaisissa sekvenssien mallintamistehtävissä. Ainoa tähän mennessä tutkittu LSTM-rakenne on lineaarinen ketju. Luonnollisessa kielessä on kuitenkin syntaktisia ominaisuuksia, jotka luonnollisesti yhdistävät sanoja lauseiksi. Esittelemme Tree-LSTM:n, joka on LSTM:n yleistys puustruktuurisille verkkotopologioille. TreeLSTM:t päihittävät kaikki olemassa olevat järjestelmät ja vahvat LSTM-perusverkot kahdessa tehtävässä: kahden lauseen semanttisen sukulaisuuden ennustaminen (SemEval 2014, tehtävä 1) ja tunteiden luokittelu (Stanford Sentiment Treebank).

**Tulos**

Paremmat semanttiset representaatiot puurakenteisista pitkän lyhytkestoisen muistin verkoista

**Esimerkki 2.2644**

Seuraavan sukupolven exascale-järjestelmien nykyiset suuntaukset ovat kohti monenlaisten erikoistuneiden (rinnakkais)prosessoreiden integroimista perinteisiin supertietokoneisiin. Koska heterogeeniset järjestelmät ovat tehokkaita wattien ja FLOPSien osalta pinta-alayksikköä kohti, heterogeenisten alustojen avaaminen laajemmalle käyttäjäkunnalle on tärkeä ongelma, joka on ratkaistava. Heterogeeniset alustat rajoittavat kuitenkin sovellusten siirrettävyyttä ja lisäävät kehitystyön monimutkaisuutta vaadittavien ohjelmointitaitojen vuoksi. Ohjelman muuntaminen voi helpottaa heterogeenisten järjestelmien ohjelmointia määrittelemällä vaiheittaisen muunnosprosessin, joka muuntaa tietyn alkuperäisen koodin semanttisesti vastaavaksi lopulliseksi koodiksi, joka on kuitenkin mukautettu tietylle alustalle. Ohjelmanmuodostusjärjestelmät edellyttävät tehokkaiden muunnosstrategioiden määrittelyä, jotta voidaan ratkaista yhdistelmäongelma, joka syntyy, koska kussakin prosessin vaiheessa voidaan soveltaa suurta määrää muunnoksia. Tässä asiakirjassa ehdotetaan koneoppimiseen perustuvaa lähestymistapaa, jolla opitaan heuristiikkoja ohjelmien muunnosstrategioiden määrittelyä varten. Lähestymistapamme tarjoaa uudenlaisen vahvistusoppimisen ja luokittelumenetelmien yhdistelmän, jolla voidaan tehokkaasti ratkaista tämäntyyppisille järjestelmille ominaiset ongelmat. Alustavat tulokset osoittavat lähestymistavan soveltuvuuden.

**Tulos**

Proseduraalisen koodin mekaanisten muunnosten heuristiikkojen automaattinen oppiminen∗∗.

**Esimerkki 2.2645**

Syvät neuroverkot ovat tällä hetkellä huippuluokkaa useilla aloilla. Samaan aikaan tämän luokan mallit ovat hyvin vaativia laskentaresurssien suhteen. Erityisesti yleisesti käytetyt täysin kytketyt kerrokset vaativat suuren määrän muistia, mikä vaikeuttaa mallien käyttämistä low-end-laitteissa ja estää mallin koon kasvattamisen entisestään. Tässä artikkelissa muunnamme täysin kytkettyjen kerrosten tiheät painomatriisit Tensor Train [15] -muotoon siten, että parametrien määrä vähenee valtavasti ja samalla kerroksen ilmaisuvoima säilyy. Erityisesti Very Deep VGG -verkkojen [19] osalta raportoimme, että täysin kytketyn kerroksen tiheän painomatriisin pakkauskerroin on jopa 200000-kertainen, mikä johtaa koko verkon pakkauskertoimeen jopa 7-kertaisena.

**Tulos**

Neuraaliverkkojen sensurointi

**Esimerkki 2.2646**

Esittelemme uudenlaisen LSTM-rekurrenssia neuroverkkoja koskevan sovelluksen diagnoosien monimerkkiluokitteluun, jossa käytetään vaihtelevan pituisia kliinisten mittausten aikasarjoja. Menetelmämme ylittää vahvan perustason useilla eri mittareilla.

**Tulos**

Kliinisten aikasarjojen fenotyypitys LSTM-rekurrenssia neuroverkoilla.

**Esimerkki 2.2647**

Korkean ulottuvuuden superpositiomallit kuvaavat havaintoja käyttämällä parametreja, jotka voidaan kirjoittaa useiden komponenttiparametrien summana, joilla kullakin on oma rakenteensa, esim. matalarivisten ja harvalukuisten matriisien summa, harvalukuisten ja pyöritettyjen harvalukuisten vektoreiden summa jne. Tässä artikkelissa tarkastelemme yleisiä superpositiomalleja, jotka sallivat minkä tahansa määrän komponenttiparametrien summan, ja kutakin komponenttirakennetta voidaan luonnehtia millä tahansa normilla. Esitämme yksinkertaisen estimaattorin tällaisille malleille, annamme geometrisen ehdon, jonka täyttyessä komponentit voidaan estimoida tarkasti, kuvaamme estimaattorin otoskompleksisuutta ja annamme suurella todennäköisyydellä ei-oireettomat rajat komponenttikohtaiselle estimointivirheelle. Käytämme tilastolliseen analyysiin työkaluja empiirisistä prosesseista ja geneerisestä ketjuttamisesta, ja tuloksemme, jotka olennaisesti yleistävät aiempaa työtä superpositiomalleista, ovat sopivien joukkojen Gaussin leveyksien suhteen.

**Tulos**

Korkean ulottuvuuden strukturoidut superpositiomallit

**Esimerkki 2.2648**

Nykyaikana jokainen Internetin käyttäjä jättää valtavat määrät digitaalisia jäänteitä (jalanjälkiä) käyttämällä erilaisia verkkopalveluja. Kaikki tämä tieto on jo kerätty ja tallennettu useiksi vuosiksi. Viimeaikaisissa töissä on osoitettu, että on mahdollista soveltaa yksinkertaisia koneoppimismenetelmiä kerättyjen digitaalisten jalanjälkien analysointiin ja yksilöiden psykodemografisten profiilien luomiseen. Vaikka näissä töissä osoitettiin selvästi koneoppimismenetelmien soveltuvuus tällaiseen analyysiin, luoduista yksinkertaisista ennustemalleista puuttuu kuitenkin edelleen tarkkuus, joka on tarpeen, jotta niitä voitaisiin soveltaa menestyksekkäästi käytännön tarpeisiin. Olemme olettaneet, että kehittyneiden syväoppimismenetelmien käyttäminen voi lisätä huomattavasti ennusteiden tarkkuutta. Aloitimme yksinkertaisilla koneoppimismenetelmillä perusennustuskyvyn arvioimiseksi ja siirryimme eteenpäin soveltamalla kehittyneitä menetelmiä, jotka perustuvat mataliin ja syviin neuroverkkoihin. Sitten vertailimme tutkittujen mallien ennustuskykyä ja teimme johtopäätöksiä sen suorituskyvystä. Lopuksi esitimme hypoteeseja siitä, miten ennustustarkkuutta voidaan edelleen parantaa. Tämän työn tuloksena tarjoamme kokeiluissa käytetyn täyden lähdekoodin kaikille kiinnostuneille tutkijoille ja ammattilaisille vastaavassa GitHub-arkistossa. Uskomme, että syvän koneoppimisen soveltaminen psykodemografiseen profilointiin voi vaikuttaa valtavasti yhteiskuntaan (hyvässä tai pahassa) ja antaa keinoja tekoälyjärjestelmille ymmärtää ihmisiä paremmin luomalla heidän psykologisia profiilejaan. Näin tekoälyagentit voivat saavuttaa ihmisen kaltaisen kyvyn osallistua keskustelun (kommunikaation) kulkuun ennakoimalla ihmisen vastustajien reaktioita, odotuksia ja käyttäytymistä. Tarjoamalla tutkimuksemme täyden lähdekoodin toivomme, että laajempi tutkijakunta voi tehostaa alan tutkimusta.

**Tulos**

Syvä koneoppimisen soveltaminen Internetin käyttäjien psykodemografiseen profilointiin käyttäen O.C.E.A.N.-persoonallisuusmallia.

**Esimerkki 2.2649**

Esitämme laskennallisen analyysin kolmesta kielilajikkeesta: äidinkielestä, kehittyneestä ei-äidinkielestä ja käännöksestä. Tavoitteenamme on tutkia muiden kuin äidinkielen tuotosten ja käännösten yhtäläisyyksiä ja eroja ja asettaa molemmat vastakkain äidinkielen kanssa. Käyttämällä erilaisia laskennallisia menetelmiä saamme kolme päätulosta: (1) nämä kolme tekstityyppiä ovat helposti erotettavissa toisistaan; (2) ei-natiivikieli ja käännökset ovat lähempänä toisiaan kuin kumpikaan niistä on äidinkielen kanssa; ja (3) jotkin näistä piirteistä riippuvat lähde- tai äidinkielestä, kun taas toiset eivät, mikä heijastaa kenties yhtenäisiä periaatteita, jotka vaikuttavat käännöksiin ja ei-natiivikieleen samalla tavalla.

**Tulos**

Äidinkielisten, ei-äidinkielisten ja käännettyjen tekstien yhtäläisyyksistä

**Esimerkki 2.2650**

Tarkastelemme tehtävää, jossa yhdistetään seitsemän asiantuntijan uskomuksia. Oletamme, että nämä uskomukset esitetään todennäköisyysjakaumina. Väitämme, että minkä tahansa aggregointitekniikan arviointi riippuu tehtävän semanttisesta kontekstista. Ehdotamme kehystä, jossa oletamme, että luonto tuottaa näytteitä "oikeasta" jakaumasta ja että eri asiantuntijat muodostavat uskomuksensa niiden tietojen osajoukkojen perusteella, joita heillä on mahdollisuus havaita. Luonnollisesti optimaalinen aggregaattijakauma olisi yhdistetyistä näytejoukoista opittu jakauma. Tällainen muotoilu johtaa luonnolliseen tapaan mitata aggregointimekanismin tarkkuutta. Osoitamme, että tunnettu aggregointioperaattori LinOP soveltuu erinomaisesti tähän tehtävään. Ehdotamme Bayesin oppimiseen kehitetyistä tekniikoista inspiroitunutta LinOP-pohjaista oppimisalgoritmia, joka aggregoi Bayesin verkkoina esitettyjä asiantuntijoiden jakaumia. Osoitamme kokeellisesti, että tämä algoritmi toimii hyvin käytännössä.

**Tulos**

Opittujen todennäköisyysuskomusten yhdistäminen

**Esimerkki 2.2651**

Harva PCA tarjoaa lineaarisen yhdistelmän pienestä määrästä ominaisuuksia, joka maksimoi varianssin koko datassa. Vaikka Sparse PCA:lla on ilmeisiä etuja PCA:han verrattuna, kuten parempi tulkittavuus, sen katsotaan yleisesti olevan laskennallisesti paljon kalliimpi. Tässä artikkelissa osoitamme yllättävän tosiasian, että harva PCA voi olla käytännössä helpompi kuin PCA ja että sitä voidaan luotettavasti soveltaa hyvin suuriin aineistoihin. Tämä johtuu tiukasta ominaisuuksien eliminoinnin esikäsittelyn tuloksesta, johon yhdistyy se suotuisa tosiasia, että tosielämän datan ominaisuuksilla on tyypillisesti eksponentiaalisesti pienenevät varianssit, mikä mahdollistaa monien ominaisuuksien eliminoinnin. Esittelemme nopean lohkokoordinaattien nousualgoritmin, jonka laskennallinen monimutkaisuus on paljon parempi kuin nykyisten ensimmäisen kertaluvun algoritmien. Esitämme kokeellisia tuloksia, jotka on saatu tekstikorpuksista, joissa on miljoonia asiakirjoja ja satoja tuhansia piirteitä. Nämä tulokset osoittavat, miten Sparse PCA voi auttaa järjestämään suuren tekstidatakorpuksen käyttäjän tulkittavissa olevalla tavalla ja tarjota houkuttelevan vaihtoehtoisen lähestymistavan aihepiirimalleille.

**Tulos**

Suuren mittakaavan harva pääkomponenttianalyysi ja sen soveltaminen tekstidataan

**Esimerkki 2.2652**

Tutkimme ongelmaa, jossa ennustetaan peräkkäin mielivaltaisen painotetun graafin solmujen binääriset merkinnät. Osoitamme, että sopivalla ongelman parametrisoinnilla optimaalinen ennustusvirheiden määrä voidaan luonnehtia (logaritmisiin kertoimiin asti) graafin satunnaisen jännityspuun leikkauskoolla. Leikkauskoko saadaan aikaan graafin solmujen tuntemattomasta vastakkaisesta merkinnästä. Kun johdamme luonnehdintamme, saamme yksinkertaisen satunnaistetun algoritmin, jolla saavutetaan odotusarvoisesti optimaalinen virherajaus missä tahansa polynomisesti yhdistetyssä painotetussa graafissa. Algoritmimme piirtää alkuperäisen graafin satunnaisen jännityspuun ja ennustaa sitten tämän puun solmut vakio-odotuksellisessa amortisoidussa ajassa ja lineaarisessa tilassa. Kokeet todellisilla tietokokonaisuuksilla osoittavat, että menetelmämme pärjää hyvin sekä globaaleille (Perceptron) että paikallisille (label propagation) menetelmille ja on käytännössä yleisesti ottaen nopeampi.

**Tulos**

Satunnaiset jännityspuut ja painotettujen graafien ennustaminen

**Esimerkki 2.2653**

Monet luonnollisen kielen tekstilajit ovat narratiivisesti jäsenneltyjä, mikä on osoitus siitä, että meillä on taipumus järjestää kokemuksemme kertomuksiksi. On vallalla laaja yksimielisyys siitä, että kertomuksen ymmärtäminen edellyttää hahmojen tavoitteiden ja toiveiden sekä niiden kerronnallisten lopputulosten tunnistamista ja seuraamista. Tähän mennessä on kuitenkin tehty vain vähän työtä tämän ongelman laskennallisten mallien parissa. Esittelemme uuden tietokokonaisuuden, DesireDB:n, joka sisältää goldstandard-tunnisteet toiveiden ilmaisujen tunnistamiseksi, tekstuaalista todistusaineistoa toiveiden täyttymisestä ja merkintöjä siitä, täyttyykö ilmoitettu toive, kun otetaan huomioon kerronnallisen kontekstin todistusaineisto. Raportoimme kokeiluista, joissa seurataan toiveiden täyttymistä eri menetelmillä, ja osoitamme, että LSTM Skip-Thought -malli saavuttaa korpuksessamme F-mitan 0,7.

**Tulos**

Päähenkilön tavoitteiden ja toiveiden mallintaminen ensimmäisen persoonan kerronnassa

**Esimerkki 2.2654**

Tässä artikkelissa ehdotetaan progressiivista oppimistekniikkaa moniluokkaista luokittelua varten. Tämä äskettäin kehitetty oppimistekniikka on riippumaton luokkarajoitusten määrästä, ja se voi oppia uusia luokkia säilyttäen samalla tiedon aiemmista luokista. Aina kun uusi luokka (joka ei ole tähän mennessä opitun tiedon mukainen) tulee vastaan, neuroverkon rakennetta muokataan automaattisesti helpottamalla uusien neuronien ja yhteyksien muodostamista, ja parametrit lasketaan siten, että se säilyttää tähän mennessä opitun tiedon. Tämä tekniikka soveltuu reaalimaailman sovelluksiin, joissa luokkien lukumäärä on usein tuntematon ja joissa tarvitaan online-oppimista reaaliaikaisesta datasta. Progressiivisen oppimistekniikan johdonmukaisuutta ja monimutkaisuutta analysoidaan. Kehitetyn tekniikan suorituskyvyn arvioimiseksi käytetään useita vakiotietoaineistoja. Vertaileva tutkimus osoittaa, että kehitetty tekniikka on parempi. Avainsanat-luokittelu, koneoppiminen, moniluokkaisuus, peräkkäinen oppiminen, progressiivinen oppiminen.

**Tulos**

Uusi progressiivinen oppimistekniikka moniluokkaista luokittelua varten

**Esimerkki 2.2655**

Ehdotamme online-ohjaamatonta toimialueen mukauttamista (DA), joka suoritetaan asteittain sitä mukaa, kun dataa tulee, ja jota voidaan soveltaa silloin, kun eräkohtainen DA ei ole mahdollista. POS-merkintöjen (part-of-speech) arvioinnissa havaitsimme, että online-ohjaamaton DA toimii yhtä hyvin kuin eräkohtainen DA.

**Tulos**

Sanaesitysten online-päivitys puheosamerkintöjä varten

**Esimerkki 2.2656**

Viimeaikaiset työt kustannuspohjaisista relaksaatioista ovat parantaneet rajoitusohjelmoinnin (CP) malleja matkamyyjäongelmaa (TSP) varten. Esitämme lyhyen katsauksen epäsymmetrisen TSP:n ratkaisemiseen CP:llä. Sen jälkeen ehdotamme uusia implikoituja propagaattoreita, jotka perustuvat yleisiin graafien ominaisuuksiin. Osoitamme kokeellisesti, että tällaiset implisiittiset propagattorit ovat vankkoja patologisia tapauksia vastaan, ja korostamme, että graafin rakenne voi merkittävästi parantaa hakuheuristiikan käyttäytymistä. Lopuksi osoitamme, että lähestymistapamme on parempi kuin nykyiset uusimmat tulokset.

**Tulos**

Epäsymmetrisen TSP:n parantaminen ottamalla huomioon graafin rakenne

**Esimerkki 2.2657**

Tässä artikkelissa kuvataan uusi menetelmä luokittelijan virheen vähentämiseksi. Siinä käytetään painonkorjauspäivitystä, mutta se sisältää hyvin yksinkertaisen säännön, jonka mukaan korjausta joko lisätään tai vähennetään sen mukaan, onko datapiste tällä hetkellä suurempi vai pienempi kuin haluttu arvo, ja pisteittäin. Tämä antaa lisää joustavuutta konvergenssimenetelmään, jossa siirtojen avulla kaukana olevat arvot voivat jatkaa kohti haluttua arvoa, kun taas alun perin paljon lähempänä olevat arvot voivat heilahdella puolelta toiselle. Testit osoittavat, että menetelmä pystyy onnistuneesti luokittelemaan joitakin tunnettuja tietokokonaisuuksia. Menetelmä voi toimia myös eräajona, jolloin harjoitteluaika on lyhyempi, ja sitä voidaan käyttää osana neuroverkkoa tai luokittelijoita yleensä. Lisäksi on joitakin päivityksiä aiempaan aaltomuoto-artikkeliin.

**Tulos**

Uusi värähtelevän virheen tekniikka luokittelijoita varten

**Esimerkki 2.2658**

Esitämme yleisen teoreettisen analyysin strukturoidusta ennustamisesta. Ottamalla käyttöön uuden monimutkaisuusmitan, jossa otetaan eksplisiittisesti huomioon lähtöavaruuden rakenne ja tappiofunktio, pystymme johtamaan uusia datasta riippuvaisia oppimistakuita laajalle tappioperheelle ja hypoteesijoukoille, joilla on mielivaltainen tekijägraafin hajotus. Laajennamme tätä teoriaa hyödyntämällä Voted Risk Minimization (VRM) -periaatetta ja osoittamalla, että oppiminen on mahdollista monimutkaisilla tekijägraafeilla. Esitämme uusia oppimisrajoja tässä kehittyneessä ympäristössä sekä johdamme kaksi uutta algoritmiperhettä, Voted Conditional Random Fields ja Voted Structured Boosting, jotka voivat hyödyntää hyvin monimutkaisia piirteitä ja tekijägraafeja ilman ylisovittamista. Lopuksi validoimme teoriamme kokeilemalla sitä useilla tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

Faktorigraafin monimutkaisuuteen perustuva strukturoitu ennustusteoria

**Esimerkki 2.2659**

Ehdotamme useita yksinkertaisia lähestymistapoja syvien neuroverkkojen kouluttamiseen datalle, jossa on kohinaisia merkintöjä. Otamme verkkoon käyttöön ylimääräisen kohinakerroksen, joka mukauttaa verkon ulostulot vastaamaan meluista merkintäjakaumaa. Tämän kohinakerroksen parametrit voidaan arvioida osana koulutusprosessia, ja ne edellyttävät yksinkertaisia muutoksia syvien neuroverkkojen nykyisiin koulutusinfrastruktuureihin. Esittelemme lähestymistapoja useilla tietokokonaisuuksilla, mukaan lukien laajamittaiset kokeet ImageNet-luokitusvertailumallilla, ja osoitamme, miten ylimääräinen meluisa data voi parantaa nykyaikaisia tunnistusmalleja. 1 Johdanto Viime vuosina syväoppimismenetelmät ovat osoittaneet vaikuttavia tuloksia kuvien luokittelutehtävissä. Tämä saavutus on kuitenkin mahdollista vain, koska merkittyjen kuvien määrä on suuri. Kuvien merkitseminen käsin on työlästä ja vie paljon aikaa ja rahaa. Vaihtoehtoinen lähestymistapa on luoda merkinnät automaattisesti. Tämä sisältää sosiaalisilta verkkosivustoilta saatuja käyttäjien tunnisteita ja kuvahakukoneista saatuja avainsanoja. Kun otetaan huomioon tällaisten meluisten merkintöjen runsaus, on tärkeää löytää tapa hyödyntää niitä syväoppimisessa. Valitettavasti nämä merkinnät ovat hyvin hälyisiä, eikä niistä todennäköisesti ole apua syväverkkojen kouluttamisessa ilman lisätemppuja. Tavoitteenamme on tutkia etikettien kohinan vaikutusta syväverkkoihin ja tutkia yksinkertaisia tapoja parantaa sitä. Keskitymme syväverkkojen robustisuuteen datan puhdistusmenetelmien sijaan, joita on tutkittu hyvin ja joita voidaan käyttää yhdessä robustien mallien kanssa suoraan. Vaikka tähän mennessä on ehdotettu monia kohinankestäviä luokittelijoita, syvien verkkojen harjoittelusta meluisilla merkityillä tiedoilla, erityisesti suurilla tietokokonaisuuksilla, ei ole paljon töitä. Tässä artikkelissa esitämme uudenlaisen tavan muokata syväoppimismalleja siten, että niitä voidaan tehokkaasti kouluttaa datalla, jossa on paljon merkintäkohinaa. Muutos tehdään yksinkertaisesti lisäämällä lineaarinen kerros softmax-kerroksen päälle, mikä tekee siitä helposti toteutettavan. Tämä lisäkerros muuttaa verkon ulostuloa siten, että se vastaa paremmin meluisia merkintöjä. Lisäksi on mahdollista oppia kohinajakauma suoraan kohinatiedoista. Todellisten kuvien luokittelutehtävien avulla osoitamme, että malli toimii käytännössä erittäin hyvin. Osoitamme jopa, että satunnaiset kuvat ilman merkintöjä (täydellinen kohina) voivat parantaa luokittelutulosta. 2 Aiheeseen liittyvät työt Missä tahansa luokittelumallissa suorituskyvyn heikkeneminen on väistämätöntä, kun harjoitusmerkinnöissä on kohinaa [13, 15]. Yksinkertainen tapa käsitellä kohinaisia merkintöjä on datan esikäsittelyvaihe, jossa virheellisiksi epäillyt merkinnät poistetaan tai korjataan [1, 3]. Tämän lähestymistavan heikkoutena on kuitenkin se, että informatiivisia kovia näytteitä on vaikea erottaa haitallisista väärin merkityistä näytteistä [6]. Sen sijaan tässä artikkelissa keskitytään malleihin, jotka ovat kestäviä etikettikohinan suhteen. 1 ar X iv :1 40 6. 20 80 v1 [ cs .C V ] 9 J un 2 01 4 Merkintäkohinan vaikutusta on tutkittu hyvin tavallisissa luokittelijoissa (esim. SVM, kNN, logistinen regressio), ja niiden merkintäkohinan kestäviä muunnoksia on ehdotettu. Ks. kattava katsaus [5]. Tuoreemmassa työssä [2] ehdotettiin yleistä puolueetonta estimaattoria binääriluokittelua varten, jossa on kohinaisia merkintöjä. He käyttävät korvaavaa kustannusfunktiota, joka voidaan ilmaista alkuperäisten kustannusfunktioiden painotettuna summana, ja antoivat teoreettiset rajat suorituskyvylle. Tässä artikkelissa tarkastelemme myös tätä ajatusta ja laajennamme sitä moniluokkaiseksi. Meidän kustannusfunktiomme kaltaista kustannusfunktiota ehdotetaan [2], jotta logistinen regressio olisi kestävä merkintäkohinan suhteen. He ehdottivat myös oppimisalgoritmia kohinaparametreille. Me kuitenkin tarkastelemme syväverkkoja, jotka ovat tehokkaampi ja monimutkaisempi luokittelija kuin logistinen regressio, ja ehdotamme erilaista oppimisalgoritmia kohinaparametreille, joka soveltuu paremmin back-propagation-koulutukseen. Kun otetaan huomioon syväoppimisen viimeaikainen menestys [8, 17, 16], on olemassa hyvin vähän teoksia syväoppimisesta kohinaisten merkintöjen perusteella. Teoksessa [11, 9] kohinan mallintaminen on sisällytetty neuroverkkoon samalla tavalla kuin ehdottamamme malli. Kuitenkin [11] tarkastelee vain binääristä luokittelua, ja [9] olettaa symmetrisen etikettikohinan (kohina on riippumaton todellisesta etiketistä). Siksi on vain yksi kohinaparametri, joka voidaan virittää ristiinvalidoinnin avulla. Tässä artikkelissa tarkastelemme moniluokkaista luokittelua ja oletamme realistisemman epäsymmetrisen merkintäkohinan, minkä vuoksi kohinaparametrien säätäminen ristiinvalidoinnin avulla on mahdotonta (parametreja voi olla miljoona). 3 Lähestymistapa Tässä asiakirjassa tarkastelemme kahta lähestymistapaa olemassa olevan luokittelumallin, jota kutsumme perusmalliksi, muuttamiseksi kestäväksi kohinaisten merkintöjen suhteen: bottom-up- ja top-down-kohinamallit. Alhaalta ylöspäin -mallissa malliin lisätään lisäkerros, joka muuttaa perusmallin antamia merkintätodennäköisyyksiä niin, että ne vastaavat paremmin meluisia merkintöjä. Top-down-malli puolestaan muuttaa annettuja meluisia merkintöjä ennen niiden syöttämistä perusmalliin. Molemmat mallit edellyttävät kohinamallia harjoittelua varten, joten annamme helpon tavan arvioida kohinatasoja puhtaiden tietojen avulla. Myös alhaalta ylös -mallissa on mahdollista oppia kohinajakauma meluisesta datasta. Vaikka kokeissamme käytetään vain syviä neuroverkkoja, molempia lähestymistapoja voidaan soveltaa mihin tahansa luokittelumalliin, jossa on ristiinentropiakustannus. 3.1 Bottom-up-kohinamalli Oletamme, että etikettikohina on satunnaista, joka on ehdollistettu todelliseen luokkaan, mutta joka on riippumaton syötteestä x (katso [10], jossa kerrotaan tarkemmin tämäntyyppisestä kohinasta). Tämän oletuksen perusteella lisäämme syvään verkkoon (ks. kuva 1) lisäkerroksen, joka muuttaa sen ulostuloa niin, että se vastaisi paremmin kohinaisia etikettejä. Tämän kerroksen painot vastaavat todennäköisyyksiä sille, että tietty luokka leimataan väärin toiseen luokkaan. Koska näitä todennäköisyyksiä ei useinkaan tunneta, näytämme, miten niitä voidaan arvioida puhtaista lisätiedoista tai itse meluisista tiedoista. Olkoon D todellinen datajakauma, joka tuottaa oikein merkittyjä näytteitä (x, y∗), joissa x on syötevektori ja y∗ on vastaava merkintä. Tarkkailemme kuitenkin vain meluisia leimattuja näytteitä (x, ỹ), jotka on tuotettu jostain meluisesta jakaumasta D̃. Oletamme, että merkintäkohina on satunnaista todellisten merkintöjen perusteella. Tällöin kohinajakauma voidaan parametrisoida matriisilla Q = {qji}: qji := p(ỹ = j|y∗ = i). Q on todennäköisyysmatriisi, koska sen elementit ovat positiivisia ja jokaisen sarakkeen summa on yksi. Todennäköisyys sille, että tulo x merkitään j:ksi D̃:ssä, on seuraava: p(ỹ = j|x, θ) = ∑ i p(ỹ = j|y∗ = i)p(y∗ = i|x) = ∑ i qjip(y ∗ = i|x, θ). (1) missä p(y∗ = i|x, θ) on perusmallin todennäköisyystulos parametreilla θ. Jos todellinen kohinajakauma tunnetaan, voimme muuttaa tätä kohinajakaumaa kohinaisen merkityn datan osalta. Koulutuksen aikana Q toimii sovittimena, joka muuttaa mallin tuotoksen vastaamaan paremmin meluisia merkintöjä. Deep network Learnin from noisy labels in deep neural networks Sainbayar Sukhbaatar Dept. of Computer Science, NYU, 715 Broadway, New Y rk, NY 10003 sainbar@cs.nyu.edu Rob Fergus Courant Institute, NYU, 715 Broadway, New York, NY 10003 fergus@cs.nyu.edu

**Tulos**

Oppiminen meluisista etiketeistä syvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2660**

Dueling bandits -ongelma on verkko-oppimisympäristö pareittaisesta preferenssipalautteesta oppimiseen, ja se soveltuu erityisen hyvin sellaisten asetusten mallintamiseen, jotka saavat aikaan subjektiivista tai implisiittistä palautetta ihmisiltä. Tässä artikkelissa tutkimme usean kaksintaistelubanditin ongelmaa, jossa on riippuvaisia aseita, mikä laajentaa alkuperäistä kaksintaistelubanditin asetelmaa siten, että samanaikaisesti kaksintaistellaan useita aseita ja mallinnetaan myös aseitten välisiä riippuvuuksia. Nämä laajennukset kuvaavat monissa reaalimaailman sovelluksissa esiintyviä keskeisiä ominaisuuksia ja antavat mahdollisuuden kehittää huomattavasti tehokkaampia algoritmeja kuin alkuperäisessä asetelmassa oli mahdollista. Ehdotamme SELFSPARRING-algoritmia, joka pelkistää usean kaksintaistelubanditin ongelman tavanomaiseksi bandiittiasetelmaksi, joka voidaan ratkaista stokastisella bandiittialgoritmilla, kuten Thompsonin näytteenotolla, ja jossa voidaan luonnollisesti mallintaa riippuvuuksia Gaussin prosessin ennakkoarvion avulla. Esitämme katumattoman analyysin multi-dueling-asetelmalle ja osoitamme algoritmimme tehokkuuden empiirisesti monenlaisissa simulaatioasetelmissa.

**Tulos**

Riippuvilla aseilla varustetut usean kaksintaisteluryöstäjän rosvot

**Esimerkki 2.2661**

Biologian ja tietotekniikan integrointi hyödyttää molempia aloja. On ehdotettu monia asiaan liittyviä malleja, kuten laskennallisen visuaalisen kognition malleja, laskennallisen motorisen kontrollin malleja, molempien yhdistelmiä ja niin edelleen. Yleensä tunnistuksen kestävyys ja tarkkuus on yksi esineiden tunnistusmallien keskeisistä ongelmista. Tässä asiakirjassa ehdotetaan ihmisen tunnistamisprosessin piirteiden ja niiden biologisten mekanismien innoittamana uutta integroitua ja dynaamista kehystä, joka jäljittelee ihmisen visuaalisen prosessoinnin semanttista uuttamista, käsitteenmuodostusta ja ominaisuuksien uudelleenvalintaa. Ehdotetun mallin tärkeimmät tulokset ovat seuraavat: (1) Semanttisten piirteiden louhinta: Paikalliset semanttiset piirteet opitaan episodisista piirteistä, jotka uutetaan raakakuvista syvän neuroverkon avulla; (2) Integroitu käsitteenmuodostus: Käsitteet muodostetaan paikallisen semanttisen tiedon ja verkon kautta opitun rakenteellisen tiedon avulla. (3) Ominaisuuksien uudelleenvalinta: Kun tunnistamisprosessin aikana havaitaan epäselvyyttä, tunnistusta varten valitaan uudelleen erottuvat piirteet epäselvien ehdokkaiden välisen eron mukaan. Kokeelliset tulokset käsinkirjoitetuilla numeroilla ja kasvojen muotoja koskevilla tietokokonaisuuksilla osoittavat, että muihin menetelmiin verrattuna uusi ehdotettu malli on vakaampi ja tarkempi visuaalisessa tunnistuksessa erityisesti silloin, kun syötteenäytteet ovat monitulkintaisia. Samalla käyttöön otetut biologiset mekanismit vahvistavat entisestään neurotieteen ja informaatiotieteen välistä vuorovaikutusta.

**Tulos**

Uusi biologisiin mekanismeihin perustuva visuaalisen kognition malli - Semantiikan automaattinen poiminta, integroitujen käsitteiden muodostaminen ja monitulkintaisuuden uudelleenvalintaominaisuudet.

**Esimerkki 2.2662**

Vaikka visuaalisen hahmottamisen tehtävissä, kuten kuvien luokittelussa ja havaitsemisessa, on tapahtunut edistystä, tietokoneilla on edelleen vaikeuksia ymmärtää kohteiden keskinäistä riippuvuutta kokonaisuudessa, esimerkiksi kohteiden välisiä suhteita tai niiden ominaisuuksia. Nykyiset menetelmät jättävät usein huomiotta globaalit kontekstin vihjeet, jotka kuvaavat eri objektien välisiä vuorovaikutussuhteita, ja ne pystyvät tunnistamaan vain muutamia tyyppejä harjoittelemalla tyhjentävästi yksittäisiä ilmaisimia kaikkia mahdollisia suhteita varten. Tällaisen globaalin keskinäisen riippuvuuden havaitsemiseksi ehdotamme syväpohjaista VRL-järjestelmää (Variation-structured Reinforcement Learning), jonka avulla havaitaan peräkkäin objektien suhteet ja attribuutit koko kuvassa. Ensin rakennetaan suunnattu semanttinen toimintagraafi, jossa käytetään kieliprioreja, jotta saadaan rikas ja tiivis esitys objektiluokkien, predikaattien ja attribuuttien välisistä semanttisista korrelaatioista. Seuraavaksi käytämme toimintagraafin läpi kulkevaa variaatiorakenteista läpikäyntiä rakentaaksemme kullekin askeleelle pienen, mukautuvan toimintajoukon, joka perustuu nykyiseen tilaan ja aiempiin toimintoihin. Erityisesti käytetään moniselitteisyystietoista kohteiden louhintajärjestelmää ratkaisemaan semanttisia moniselitteisyyksiä sellaisten kohdeluokkien välillä, joita kohteiden tunnistin ei pysty erottamaan. Tämän jälkeen teemme peräkkäisiä ennusteita käyttämällä syvää RL-kehystä, joka sisältää globaalit kontekstivihjeet ja aiemmin poimittujen lausekkeiden semanttiset upotukset tilavektoriin. Kokeemme Visual Relationship Detection (VRD) -tietokokonaisuudella ja laajamittaisella Visual Genome -tietokokonaisuudella vahvistavat VRL:n paremmuuden, sillä sillä voidaan saavuttaa huomattavasti parempia havaintotuloksia tietokokonaisuuksissa, joissa on tuhansia suhde- ja attribuuttityyppejä. Osoitamme myös, että VRL kykenee ennustamaan toimintagraafiin upotettuja näkymättömiä tyyppejä oppimalla korrelaatioita jaetuissa graafin solmuissa.

**Tulos**

Syvä vaihtelurakenteinen vahvistusoppiminen visuaalisten suhteiden ja attribuuttien havaitsemiseen

**Esimerkki 2.2663**

Tuoreessa artikkelissa Levy ja Goldberg [2] huomauttivat mielenkiintoisesta yhteydestä ennusteisiin perustuvien sanojen upotusmallien ja pistemäiseen keskinäiseen informaatioon perustuvien laskentamallien välillä. He osoittivat, että tietyin edellytyksin molemmat mallit päätyvät optimoimaan toisiaan vastaavia kohdefunktioita. Tässä artikkelissa tarkastellaan tätä yhteyttä yksityiskohtaisemmin ja esitetään tekijät, jotka johtavat näiden mallien välisiin eroihin. Optimoinnin kannalta merkittävimmät erot ovat seuraavat: (i) ennustemallit toimivat matalaulotteisessa avaruudessa, jossa upotusvektorit voivat olla voimakkaasti vuorovaikutuksessa keskenään; (ii) koska ennustemalleilla on vähemmän parametreja, ne ovat vähemmän alttiita ylisovittamiselle. Analyysimme oivalluksen innoittamana osoitamme, miten laskentamallit voidaan regularisoida periaatteellisella tavalla, ja tarjoamme suljetun muodon ratkaisuja L1- ja L2-regularisoinnille. Lopuksi ehdotamme uutta upotusmallia, jolla on konveksinen tavoite ja lisäetuna se, että se on ymmärrettävä.

**Tulos**

Ennustus- ja laskentamallien parempi ymmärtäminen

**Esimerkki 2.2664**

Tässä artikkelissa esitellään uusi syvä konvoluutio-neuraaliverkkomoduuli (ConvNet), joka edistää moniulotteisten konvoluutiosuodattimien välistä kilpailua. Tämä uusi moduuli on saanut inspiraationsa inception-moduulista, jossa korvaamme alkuperäisen yhteistoiminnallisen yhdistämisvaiheen (joka koostuu moniasteisten suodattimien ulostulojen ketjuttamisesta) kilpailullisella yhdistämisellä, jota edustaa maxout-aktivointiyksikkö. Tällä laajennuksella on seuraavat kaksi tavoitetta: 1) maksimivasteen valitseminen moniasteisten suodattimien välillä estää suodattimien yhteissovittamisen ja mahdollistaa useiden aliverkkojen muodostamisen saman mallin sisällä, minkä on osoitettu helpottavan monimutkaisten oppimisongelmien harjoittelua; ja 2) maxout-yksikkö vähentää moniasteisten suodattimien ulostulojen dimensiota. Osoitamme, että ehdottamamme moduulin käyttö tyypillisissä syvissä ConvNets-verkoissa tuottaa luokittelutuloksia, jotka ovat joko parempia tai verrattavissa tekniikan tasoon seuraavissa vertailutietoaineistoissa: MNIST, CIFAR-10, CIFAR-100 ja SVHN.

**Tulos**

Kilpailukykyinen moniasteinen konvoluutio

**Esimerkki 2.2665**

Kaukolämpöverkkoon liitettyjen termostaattiohjattujen kuormien optimaalista ohjausta pidetään peräkkäisenä päätöksenteko-ongelmana epävarmuuden vallitessa. Suoraan malliin perustuvan lähestymistavan käytännöllisyyttä haittaa kaksi haastetta, jotka ovat ongelman suuresta ulottuvuudesta johtuva skaalautuvuus ja tarkan mallin määrittämiseksi tarvittava järjestelmän tunnistaminen. Näiden ongelmien lieventämiseksi tässä asiakirjassa hyödynnetään vahvistusoppimisen viimeaikaista kehitystä yhdessä markkinapohjaisen moniagenttijärjestelmän kanssa, jotta saadaan skaalautuva ratkaisu, jolla saavutetaan merkittävä suorituskyvyn parannus käytännöllisessä oppimisajassa. Ohjausmenetelmää sovelletaan skenaarioon, joka käsittää 100 termostaattiohjattua kuormaa, jotka on liitetty säteittäiseen kaukolämpöverkkoon, jota syöttää keskitetty lämmön ja sähkön yhteistuotantovoimalaitos. Sekä energia-arbitraasin että huippukulutuksen vähentämisen tavoitteen osalta ohjausmenetelmä vaatii 60 päivää, jotta suorituskyky olisi enintään 65 prosenttia teoreettisesta kustannusten alarajasta.

**Tulos**

Kaukolämpöverkkoon liitettyjen termostaattisäätöisten kuormien malleista riippumaton säätö

**Esimerkki 2.2666**

Kuvatekstejä varten on kehitetty semanttinen kompositionaalinen verkko (SCN), jossa semanttiset käsitteet (eli tunnisteet)<lb>havaitaan kuvasta ja kunkin tunnisteen todennäköisyyttä<lb>käytetään pitkän lyhytkestoisen muistin (LSTM) verkon parametrien koostamiseen. SCN laajentaa jokaisen LSTM:n painomatriisin<lb> tunnisteista riippuvaisten painomatriisien kokonaisuudeksi.<lb>Kokonaisuuden kunkin jäsenen käyttöaste<lb>kuvatekstin luomiseksi on sidottu vastaavan tunnisteen kuvasta riippuvaan<lb>todennäköisyyteen. Kuvatekstien<lb>muodostamisen lisäksi laajennamme SCN:ää myös tuottamaan kuvatekstejä<lb>videoleikkeille. Analysoimme kvalitatiivisesti semanttista koostamista<lb> SCN:ssä ja arvioimme algoritmia kvantitatiivisesti kolmella<lb>vertailutietoaineistolla: <lb>Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotettu menetelmä päihittää huomattavasti aiemmat huipputason lähestymistavat useilla arviointimittareilla.

**Tulos**

Semanttiset kompositionaaliset verkostot kuvatekstien tekstejä varten

**Esimerkki 2.2667**

Tiivistelmä: Kohtaamme usein tilanteita, joissa kokeen suorittaja haluaa löytää peräkkäisillä kokeilla xmax = arg maxx f(x), jossa f(x) on (mahdollisesti tuntematon) funktio hyvin hallittavissa olevasta muuttujasta x. Fysiikasta ja tekniikasta saatujen vaikutteiden pohjalta olemme suunnitelleet uuden menetelmän, jolla tämä ongelma voidaan ratkaista. Tässä artikkelissa esittelemme ensin menetelmän jatkuvassa ajassa ja sitten kaksi algoritmia käytettäväksi peräkkäisissä kokeissa. Simulointitutkimusten avulla osoitamme, että menetelmä on tehokas tuntemattomien funktioiden maksimien löytämiseksi kokeellisesti, vaikka funktioiden maksimi ajautuisi tai signaali-kohinasuhde olisi alhainen.

**Tulos**

Thompsonin näytteenotto online-bootstrapilla

**Esimerkki 2.2668**

Epävarmojen tai stokastisten alojen päätöksenteko-ongelmat muotoillaan usein Markov-päätösprosesseiksi (MD Ps). Pol icy iteration (PI) on suosittu algoritmi, jolla etsitään politiikka-avaruutta, jonka koko on eksponentiaalinen tilojen lukumäärän suhteen. Olemme kiinnostuneita PI:n monimutkaisuuden rajoista, jotka eivät riipu diskonttokertoimen arvosta. Tässä artikkelissa todistamme ensimmäiset tällaiset ei-triviaalit, pahimmassa tapauksessa sovellettavat ylärajat PI:n optimaaliseen politiikkaan konvergoitumiseen tarvittavien iteraatioiden määrälle. Analyysimme valottaa myös tapaa, jolla PI etenee politiikkojen avaruudessa.

**Tulos**

Politiikan toistamisen monimutkaisuudesta

**Esimerkki 2.2669**

Big Datan aikakaudella mielenkiintoinen tutkimusongelma on alkuperän määrittäminen. Fyysisten tavaroiden alkuperän yksityiskohtainen arviointi - esimerkiksi lääkkeen ainesosien jäljittäminen tai ylellisyystavaroiden aitouden osoittaminen - ei useinkaan ole ollut mahdollista nykyisissä tuotteissa, jotka tuotetaan ja kuljetetaan monimutkaisissa, organisaatioiden välisissä ja usein kansainvälisissä toimitusketjuissa. Esineiden internetin ja lohkoketjuteknologian viimeaikainen käyttöönotto lupaa parempaa toimitusketjun alkuperän todentamista. Olemme erityisen kiinnostuneita lohkoketjuista, koska monet lohkoketjujen suosimat käyttötapaukset liittyvät alkuperän seurantaan. Olemme kiinnostuneita myös ontologioiden soveltamisesta, sillä ontologioiden avulla on tehty jonkin verran työtä tiedon alkuperän, jäljitettävyyden ja elintarvikkeiden alkuperän parissa. Tässä asiakirjassa perustelemme, miksi ontologiat voivat edistää lohkoketjujen suunnittelua. Tämän tapauksen tueksi analysoimme jäljitettävyysontologiaa ja käännämme joitakin sen esityksiä älykkäiksi sopimuksiksi, jotka suorittavat provenienssijäljen ja valvovat jäljitettävyysrajoituksia Ethereum-lohkoketjualustalla.

**Tulos**

Kohti ontologiavetoisen lohkoketjun suunnittelua toimitusketjun alkuperää varten

**Esimerkki 2.2670**

On ehdotettu monia piirteiden osajoukkojen valinta-algoritmeja (FSS), mutta kaikki niistä eivät sovellu tiettyyn piirteiden valintaongelmaan. Samaan aikaan toistaiseksi on harvoin löydetty hyvää tapaa valita sopivia FSS-algoritmeja kyseiseen ongelmaan. Näin ollen FSS-algoritmien automaattinen suosittelu on erittäin tärkeää ja käytännössä hyödyllistä. Tässä artikkelissa esitellään metaoppimiseen perustuva FSS-algoritmien automaattinen suosittelumenetelmä. Ehdotetussa menetelmässä tunnistetaan ensin k -lähin naapuri -luokittelualgoritmin avulla tietokokonaisuudet, jotka ovat samankaltaisimpia kuin tarkasteltavana oleva tietokokonaisuus, ja näiden tietokokonaisuuksien väliset etäisyydet lasketaan yleisesti käytettyjen tietokokonaisuuksien ominaisuuksien perusteella. Sen jälkeen kaikki ehdokkaat FSS-algoritmit asetetaan paremmuusjärjestykseen niiden suorituskyvyn perusteella näissä samankaltaisissa tietokokonaisuuksissa ja valitaan parhaat suorituskyvyt omaavat algoritmit sopiviksi. FSS-algoritmiehdokkaiden suorituskykyä arvioidaan monikriteerimittarilla, jossa otetaan huomioon valittujen piirteiden luokittelutarkkuuden lisäksi myös piirteiden valinnan suoritusaika ja valittujen piirteiden määrä. Ehdotettua suosittelumenetelmää testataan laajasti 115 reaalimaailman tietokokonaisuudella, joissa käytetään 22:ta tunnettua ja usein käytettyä erilaista FSS-algoritmia viidelle edustavalle luokittelijalle. Tulokset osoittavat ehdotetun FSS-algoritmien suosittelumenetelmän tehokkuuden.

**Tulos**

Automaattinen suosittelumenetelmä, joka valitsee osajoukon ominaisuuksista

**Esimerkki 2.2671**

Nollaresurssiton puheteknologia on kasvava tutkimusalue, jolla pyritään kehittämään menetelmiä puheen käsittelyyn ilman transkriptioita, leksikoita tai kielen mallintamistekstejä. Varhaiset järjestelmät keskittyivät tunnistamaan yksittäisiä toistuvia termejä korpuksesta, kun taas uudemmat täyden kattavuuden järjestelmät pyrkivät segmentoimaan ja klusteroimaan äänen kokonaan sanan kaltaisiksi yksiköiksi ja suorittamaan käytännössä valvomatonta puheentunnistusta. Tietojemme mukaan tässä artikkelissa esitellään ensimmäinen tällainen järjestelmä, joka on arvioitu laajasanastoisella, usean puhujan aineistolla. Järjestelmä käyttää Bayesin mallinnuskehystä, jossa käytetään segmentaalisia sanarepresentaatioita: jokainen sanasegmentti esitetään kiinteäulotteisena akustisena upotuksena, joka saadaan kuvaamalla ominaisuuksien kehysten sekvenssi yhdeksi upotusvektoriksi. Vertaamme järjestelmäämme englannin- ja Xitsonga-tietoaineistoissa uusimpiin perustasoihin käyttäen erilaisia mittareita, kuten sanavirheprosenttia (joka saadaan yhdistämällä valvomaton tuloste pohjatotuuden transkriptioihin). Osoitamme, että käyttämällä johdonmukaista ylhäältä alaspäin suuntautuvaa segmentointia ja samalla alhaalta ylöspäin suuntautuvaa tietoa havaituista tavurajoista, järjestelmämme sekä yhden että usean puhujan versiot ovat parempia kuin puhtaasti alhaalta ylöspäin suuntautuva, yhden puhujan tavuihin perustuva lähestymistapa. Osoitamme myös, että löydetyistä klustereista voidaan tehdä vähemmän puhuja- ja sukupuolikohtaisia käyttämällä automaattisen koodaajan kaltaista automaattista ominaisuuksien poimintaohjelmaa, jolla opitaan parempia kehystason ominaisuuksia (ennen upottamista). Järjestelmämme löytämät klusterit eivät ole vieläkään yhtä puhtaita kuin kahden usean puhujan termien löytämisjärjestelmän löytämät klusterit, mutta niiden kattavuus on huomattavasti parempi.

**Tulos**

Segmenttikehys täysin valvomatonta suuren sanaston puheentunnistusta varten

**Esimerkki 2.2672**

Annetaan opettaja, jolla on hallussaan funktio f : X → R jostain funktioluokasta C. Opettaja voi vastaanottaa oppijalta elementin d alueelta X (kysely) ja palauttaa funktion arvon d:ssä, f(d) ∈ R. Oppijan tavoitteena on löytää f mahdollisimman pienellä määrällä kyselyitä, optimaalisella aikakompleksisuudella ja optimaalisilla resursseilla. Tässä katsauksessa esitellään joitakin kirjallisuudesta tunnettuja tuloksia, erilaisia käytettyjä tekniikoita, joitakin uusia ongelmia ja avoimia ongelmia. ar X iv :1 70 6. 03 93 5v 1 [ cs .L G ] 1 3 Ju n 20 17

**Tulos**

Tarkka oppiminen rehelliseltä opettajalta, joka vastaa jäsenyyskyselyihin

**Esimerkki 2.2673**

Tässä asiakirjassa esitellään ensin uusi selitys loogisten piirien ja keinotekoisten neuroverkkojen, loogisten piirien ja sumean logiikan sekä keinotekoisten neuroverkkojen ja sumeiden päättelyjärjestelmien väliselle suhteelle. Sitten ehdotamme näiden tulosten perusteella uutta neuro-sumeaa laskentajärjestelmää, joka voidaan toteuttaa tehokkaasti memristori-ristikytkentärakenteella. Yksi ehdotetun järjestelmän tärkeä piirre on, että sen laitteisto voidaan kouluttaa suoraan Hebbin oppimissäännön avulla ja ilman tarvetta optimointiin. Järjestelmällä on myös erittäin hyvät valmiudet käsitellä valtavaa määrää input-out-koulutustietoja ilman ongelmia, kuten ylikoulutusta.

**Tulos**

Neuro-Fuzzy Computing -järjestelmä, joka voidaan toteuttaa Memristor-Crossbarilla ja optimointivapaalla laitteistokoulutuksella.

**Esimerkki 2.2674**

Tässä ehdotamme aivojen innoittamaa voittaja-ottaa-kaiken-emotionaalista-neuraaliverkkoa (WTAENN) ja todistamme uudenlaisen arkkitehtuurin universaalin approksimaatio-ominaisuuden. WTAENN on yksikerroksinen feedforward-neuraaliverkko, joka hyötyy ihmisaivojen hermostossa esiintyvistä herättävistä, estävistä ja laajentavista hermoyhteyksistä sekä voittaja ottaa kaiken (WTA) -kilpailuista. WTA-kilpailu lisää mallin informaatiokapasiteettia lisäämättä piiloneuroneja. Ehdotetun arkkitehtuurin universaalia approksimointikykyä havainnollistetaan kahdella esimerkkitoiminnolla, jotka on koulutettu geneettisellä algoritmilla, ja sen jälkeen sitä sovelletaan useisiin kilpaileviin tuoreisiin ja vertailuongelmiin, kuten käyränsovitukseen, hahmontunnistukseen, luokitteluun ja ennustamiseen. Sitä testataan erityisesti kahdellatoista UCI-luokittelutietoaineistolla, kasvontunnistusongelmalla, kolmella reaalimaailman ennustusongelmalla (kaksi kaoottista aikasarjaa geomagneettisen aktiivisuuden indekseistä ja tuulipuistojen sähköntuotantotiedot), kahdella synteettisellä tapaustutkimuksella, joissa on vakio ja ei-vakioitu kohinan varianssi, sekä k-valinta- ja lineaarisen ohjelmoinnin ongelmilla. Tulokset osoittavat, että lähestymistapa on yleisesti sovellettavissa ja usein ylivoimainen, koska se on tarkempi ja mallin monimutkaisuus pienempi, erityisesti silloin, kun alhainen laskennallinen monimutkaisuus on tärkeää.

**Tulos**

Voittaja vie kaikki -lähestymistapa emotionaalisiin neuroverkkoihin, joilla on universaali approksimaatio-ominaisuus.

**Esimerkki 2.2675**

Syväoppimismenetelmillä saavutetaan yli-inhimillinen suorituskyky monissa eri ympäristöissä. Tällaiset menetelmät ovat erittäin tehottomia, sillä usein kohtuullisen suorituskyvyn saavuttamiseksi tarvitaan suuruusluokkia enemmän dataa kuin ihmisillä. Ehdotamme Neural Episodic Control -menetelmää: syvä vahvistusoppimisagentti, joka pystyy omaksumaan nopeasti uusia kokemuksia ja toimimaan niiden perusteella. Agenttimme käyttää arvofunktion puoli-taulukkomuotoista esitystä: aiempien kokemusten puskuri, joka sisältää hitaasti muuttuvia tilojen esityksiä ja nopeasti päivitettyjä arvofunktion estimaatteja. Osoitamme useissa eri ympäristöissä, että agenttimme oppii huomattavasti nopeammin kuin muut nykyaikaiset yleiskäyttöiset syväoppimisagentit.

**Tulos**

Neuraalinen episodinen ohjaus

**Esimerkki 2.2676**

Sepsis on johtava kuolinsyy tehohoitoyksiköissä, ja se aiheuttaa sairaaloille vuosittain miljardeja kustannuksia. Sepsispotilaan hoito on erittäin haastavaa, koska yksittäiset potilaat reagoivat hyvin eri tavoin lääketieteellisiin toimenpiteisiin eikä sepsiksen hoitoon ole olemassa yleisesti sovittua hoitoa. Potilaan fysiologisen tilan ymmärtäminen tietyllä hetkellä voisi olla avain tehokkaisiin hoitokäytäntöihin. Tässä työssä ehdotamme uutta lähestymistapaa optimaalisten hoitokäytäntöjen päättelemiseksi sepsispotilaille käyttämällä jatkuvia tilatilamalleja ja syvällistä vahvistusoppimista. Hoitokäytäntöjen oppiminen jatkuvissa tiloissa on tärkeää, koska säilytämme enemmän potilaan fysiologista tietoa. Mallimme pystyy oppimaan kliinisesti tulkittavia hoitokäytäntöjä, jotka ovat tärkeiltä osin samanlaisia kuin lääkäreiden hoitokäytännöt. Arvioidessamme algoritmiamme tehohoitopotilaiden aiemmilla tiedoilla havaitsimme, että mallimme voi vähentää potilaiden kuolleisuutta sairaalassa jopa 3,6 prosenttia verrattuna havaittuihin kliinisiin hoitokäytäntöihin, kun lähtötilanteen kuolleisuus oli 13,7 prosenttia. Opittuja hoitokäytäntöjä voitaisiin käyttää apuna tehohoitoklinikan lääkäreiden lääketieteellisessä päätöksenteossa ja parantaa potilaiden selviytymisen todennäköisyyttä.

**Tulos**

Jatkuvat tila-avaruusmallit optimaalista sepsiksen hoitoa varten - syvä vahvistusoppimisen lähestymistapa

**Esimerkki 2.2677**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta oppimiseen perustuvaa menetelmää aivokasvaimen automaattiseen segmentointiin multimodaalisissa MRI-kuvissa. MRI-kuvan vokselien luokitteluun käytetään täysin konvoluutio- eli konvoluutiohermoverkon (FCN) koneellisesti opittuja piirteitä ja käsin suunniteltuja tekstonpiirteitä. Ominaisuuskarttana käytetään pikselikohtaisia ennusteita sisältävää pistekarttaa, joka opitaan multimodaalisesta MRI-koulutustietoaineistosta FCN:n avulla. Opittuja piirteitä sovelletaan sitten satunnaismetsään kunkin MRI-kuvan vokselin luokittelemiseksi normaaleihin aivokudoksiin ja kasvaimen eri osiin. Menetelmää arvioitiin BRATS 2013 -haastetietokannassa. Tulokset osoittavat, että satunnaismetsäluokittimen soveltaminen multimodaalisiin MRI-kuviin käyttämällä FCN:ään perustuvia koneellisesti opittuja piirteitä ja tekstoneihin perustuvia käsin suunniteltuja piirteitä tuottaa lupaavia segmentointeja. Automaattisen aivokasvainsegmentoinnin Dice-ylitysmitta perustotuuteen nähden on 0,88, 080 ja 0,73 täydelliselle kasvaimelle, ydinkasvaimelle ja laajenevalle kasvaimelle.

**Tulos**

Multimodaalinen MRI-aivokasvainten segmentointi satunnaismetsillä, joissa käytetään täysin konvolutiivisesta neuroverkosta opittuja piirteitä.

**Esimerkki 2.2678**

Latentit tilaavaruusmallit ovat perustavanlaatuinen ja laajalti käytetty työkalu dynaamisten järjestelmien mallintamiseen. Niitä on kuitenkin vaikea oppia datasta, ja opituilla malleilla ei useinkaan ole suorituskykytakeita päättelytehtävissä, kuten suodatuksessa ja ennustamisessa. Tässä työssä esitellään PREDICTIVE STATE INFERENCE MACHINE (PSIM), joka on dataan perustuva menetelmä, jossa dynaamisen järjestelmän päättelymenettelyä tarkastellaan ennustajien koostumuksena. Keskeinen ajatus on, että sen sijaan, että ensin opittaisiin latentti tilaavaruusmalli ja sen jälkeen käytettäisiin opittua mallia päättelyyn, PSIM oppii suoraan ennustajia päättelyä varten ennustavassa tilaavaruudessa. Annamme teoreettiset takeet päättelylle sekä toteutettavissa että agnostisissa asetuksissa ja esittelemme käytännön suorituskykyä erilaisissa simuloiduissa ja todellisissa robotiikan vertailuarvoissa.

**Tulos**

Suodatuksen oppiminen ennakoivien tila-interferenssikoneiden avulla

**Esimerkki 2.2679**

Ehdotamme menetelmää luotettavien keinotekoisten neuroverkkojen (Artificial Neural Networks, ANN) suunnittelemiseksi laajentamalla ymmärrettävyyden, oikeellisuuden ja pätevyyden käsitteitä, jotka ovat nykyisten sertifiointistandardien keskeisiä osatekijöitä. Sovellamme tätä käsitettä konkreettisessa tapaustutkimuksessa, jossa suunnitellaan korkealla ajoradalla toimivaa ANN-pohjaista liikkeenennustinta, jolla taataan turvallisuusominaisuudet, kuten se, että egoajoneuvo ei voi ehdottaa siirtymistä oikealle kaistalle, jos sen oikealla puolella on toinen ajoneuvo.

**Tulos**

Turvallisuuskriittisten sovellusten neuroverkot - haasteita, kokeita ja näkymiä

**Esimerkki 2.2680**

Määrittelemme propositiokaavojen logiikan lisäämällä propositionaalisen logiikan syntaksiin indeksoituja lauseita (esim. pi) ja iteroituja konnektiiveja ∨ tai ∧, jotka ulottuvat aritmeettisilla muuttujilla parametrisoitujen intervallien yli (esim. ∧n i=1 pi, jossa n on parametri). Täytettävyysongelma osoittautuu ratkaisemattomaksi tälle uudelle logiikalle, mutta esittelemme hyvin yleisen luokan skeemoja, joita kutsutaan rajallisiksi lineaarisiksi, ja joille tämä ongelma on ratkaistavissa. Tämä tulos saadaan redusoimalla tiettyyn skeemaluokkaan, jota kutsutaan säännölliseksi ja jolle esitämme järkevän ja täydellisen päättyvän todistusmenettelyn. Tämä skeemalaskenta (nimeltään stab) mahdollistaa todistusmallien kuvaamisen, jotka vastaavat suurta luokkaa propositionaalisella logiikalla määriteltyjä ongelmia. Osoitamme myös, että tyydyttävyysongelmasta tulee jälleen ratkaisematon tämän luokan pienille laajennuksille, ja osoitamme näin, että rajalliset lineaariset skeemat ovat hyvä kompromissi ilmaisuvoiman ja ratkaisukyvyn välillä.

**Tulos**

Propositioskeemojen ratkaistavuuden ja ratkaisemattomuuden tulokset

**Esimerkki 2.2681**

Nopea, matalan viiveen esteiden välttäminen, joka ei ole herkkä anturihäiriöille, on välttämätöntä, jotta useat hajautetut robotit voivat toimia luotettavasti sekavissa ja dynaamisissa ympäristöissä. Vaikka muita hajautettuja moniagenttisia törmäysten välttämisjärjestelmiä on olemassa, nämä järjestelmät edellyttävät geometrista online-optimointia, jossa tarvitaan työlästä parametrien virittämistä ja täydellistä tunnistusta. Esittelemme uudenlaisen päästä päähän -periaatteen, jolla luodaan reaktiivinen törmäysten välttämiskäytäntö tehokasta hajautettua moniagenttista navigointia varten. Menetelmämme muotoilee agentin navigointistrategian syvän neuroverkon kartoituksena havaituista meluisista anturimittauksista agentin ohjauskäskyihin liikenopeuden muodossa. Harjoittelemme verkkoa suurella määrällä törmäysten välttämistä koskevia tietoja, jotka on kerätty ajamalla toistuvasti moniagenttisimulaattoria eri parametriasetuksilla. Validoimme opitun syvän neuroverkon toimintaperiaatteen joukossa simuloituja ja todellisia skenaarioita, joissa on meluisia mittauksia, ja osoitamme, että menetelmämme pystyy luomaan vankan navigointistrategian, joka ei ole herkkä epätäydelliselle havainnoinnille ja toimii luotettavasti kaikissa tilanteissa. Osoitamme myös, että menetelmämme voidaan hyvin yleistää skenaarioihin, joita ei esiinny harjoitusaineistossamme, mukaan lukien kohtaukset, joissa on staattisia esteitä ja erikokoisia agentteja. Videot ovat saatavilla osoitteessa https://sites.google.com/view/deepmaca.

**Tulos**

Syvästi opittu törmäysten välttämiskäytäntö hajautettua moniagenttista navigointia varten

**Esimerkki 2.2682**

Tässä artikkelissa esitetään analyysi kontekstitiedon vaikutuksesta dialogitekojen tunnistamiseen. Teimme kokeita laajasti tutkitulla Switchboard-korpuksella sekä tuoreen ISO 24617-2 -standardin mukaisesti annotoidulla aineistolla. Jälkimmäinen aineisto saatiin Tilburgin dialogipankista ja Let's Go -korpuksen osajoukon annotaatioiden kartoituksen avulla. Käytimme SVM:ään perustuvaa luokittelumenetelmää, joka oli osoittautunut menestyksekkääksi aiemmassa työssä ja jonka avulla pystyimme rajoittamaan annettujen kontekstitietojen määrää. Näin pystyimme havainnoimaan vaikutuskuvioita, kun kontekstitietojen määrä kasvoi. Perusominaisuutemme koostuivat n-grammista, välimerkeistä ja wh-sanoista. Kontekstitietoa saatiin yhdestä viiteen edeltävästä segmentistä, ja se annettiin joko n-grammeina tai dialogitekojen luokituksina, joista jälkimmäinen johti yleensä parempiin tuloksiin ja vakaampiin vaikutuskuvioihin. Kontekstitiedon tärkeyttä ja vaikutusta koskevien päätelmien lisäksi Switchboard-korpuksella tekemämme kokeet johtivat myös tuloksiin, jotka edistivät kyseisen korpuksen dialogitapahtumien tunnistustehtävän huipputason tuloksia. Lisäksi ISO 24617-2 -standardin mukaisesti annotoidusta datasta saadut tulokset määrittelevät perustason tulevaa työtä varten ja edistävät alan kokeiden standardointia.

**Tulos**

Kontekstin vaikutus dialogitekojen tunnistamiseen

**Esimerkki 2.2683**

Nopea vuorovaikutus ihmisopettajan ja oppivan koneen välillä tarjoaa lukuisia etuja ja haasteita, kun työskennellään verkkomittakaavan tietojen kanssa. Ihminen ohjaa konetta suorittamaan kiinnostavaa tehtävää. Oppiva kone hyödyntää big dataa löytääkseen esimerkkejä, jotka maksimoivat sen ja opettajan välisen vuorovaikutuksen koulutusarvon. Kun opettaja on rajoitettu merkitsemään koneen valitsemia esimerkkejä, tämä ongelma on aktiivisen oppimisen tapaus. Kun opettaja voi antaa koneelle lisätietoja (esim. ehdotuksia siitä, mitä esimerkkejä tai ennakoivia ominaisuuksia tulisi käyttää) oppimistehtävän edetessä, ongelmasta tulee vuorovaikutteisen oppimisen ongelma. Tehokkaaseen vuorovaikutteiseen oppimiseen tarvittavan kaksisuuntaisen viestintäkanavan mahdollistamiseksi opettaja ja kone tarvitsevat ympäristön, joka tukee vuorovaikutuskielen käyttöä. Kone pystyy käyttämään, käsittelemään ja tiivistämään enemmän esimerkkejä kuin opettaja ehtii nähdä koko elämänsä aikana. Koneen tuotoksen perusteella opettaja voi tarkistaa tehtävän määritelmää tai tarkentaa sitä. Sekä opettaja että kone oppivat jatkuvasti ja hyötyvät vuorovaikutuksesta. Olemme rakentaneet alustan, jonka avulla 1) voimme tuottaa arvokkaita ja käyttökelpoisia malleja ja 2) tukea tutkimusta, joka koskee sekä koneoppimisen että käyttöliittymän haasteita vuorovaikutteisen oppimisen ongelmassa. Alusta perustuu omaan, matalan viiveen, hajautettuun, muistissa olevaan arkkitehtuuriin, jonka avulla voimme rakentaa web-mittakaavan oppimiskoneita nopealla vuorovaikutusnopeudella. Tämän artikkelin tarkoituksena on kuvata tätä arkkitehtuuria ja osoittaa, miten se tukee tutkimustoimintaamme. Alustavia tuloksia esitellään arkkitehtuurin havainnollistamiseksi, mutta ne eivät ole tämän artikkelin pääpaino.

**Tulos**

ICE: Mallien interaktiivinen rakentaminen ilman asiantuntijoita laajamittaisia yksipuolisia ongelmia varten

**Esimerkki 2.2684**

Tässä artikkelissa väitämme, että tekoälytutkimuksen tulevaisuus piilee kahdessa avainsanassa: integraatio ja ruumiillisuus. Tuemme tätä väitettä analysoimalla alan viimeaikaisia edistysaskeleita. Integroinnin osalta toteamme, että viimeaikaiset vaikuttavimmat tulokset on saatu aikaan integroimalla viimeaikaisia koneoppimismenetelmiä (jotka perustuvat erityisesti syväoppimiseen ja toistuviin neuroverkkoihin) perinteisempiin menetelmiin (esim. Monte-Carlo-puuhaku, tavoitepuheiden etsintä tai osoitettavissa olevat muistijärjestelmät). Toteutuksen osalta toteamme, että perinteiset vertailutehtävät (esim. visuaalinen luokittelu tai lautapelit) alkavat olla vanhentuneita, sillä uusimmat oppimisalgoritmit lähestyvät ihmisen suorituskykyä tai jopa ylittävät sen useimmissa niistä, mikä on hiljattain rohkaissut kehittämään ensimmäisen persoonan 3D-pelialustoja, joihin on sisällytetty realistista fysiikkaa. Tämän analyysin pohjalta ehdotamme aluksi ruumiillistettua kognitiivista arkkitehtuuria, joka yhdistää tekoälyn heterogeeniset osa-alueet yhtenäiseksi kehykseksi. Osoitamme lähestymistapamme hyödyllisyyden osoittamalla, miten alan tärkeimmät saavutukset voidaan ilmaista ehdotetussa kehyksessä. Tämän jälkeen väitämme, että vertailuympäristöissä on luotava ekologisesti hyväksyttävät olosuhteet, jotta yhä monimutkaisempien kognitiivisten taitojen hankkiminen voidaan aloittaa yhä monimutkaisempien kognitiivisten taitojen hankkimisen käynnistämiseksi ruumiillistuneiden agenttien välisen kognitiivisen kilpajuoksun avulla.

**Tulos**

Kehitetty tekoäly hajautetun mukautuvan ohjauksen avulla: Integroitu kehys

**Esimerkki 2.2685**

Tavalliset pienimmät neliöt (OLS) on oletusmenetelmä lineaaristen mallien sovittamiseen, mutta sitä ei voida soveltaa ongelmiin, joiden ulottuvuus on suurempi kuin otoskoko. Näissä ongelmissa suosittelemme OLS:n yleistettyä versiota, joka perustuu harjaregressioon, ja ehdotamme kahta uutta kolmivaiheista algoritmia, jotka sisältävät pienimmän neliösovituksen ja kovan kynnysarvon määrittämisen. Algoritmit ovat metodologisesti yksinkertaisia ymmärtää intuitiivisesti, laskennallisesti helppoja toteuttaa tehokkaasti ja teoreettisesti houkuttelevia, koska ne mahdollistavat mallien johdonmukaisen valinnan. Numeeriset harjoitukset, joissa verrataan menetelmiämme rankaisupohjaisiin lähestymistapoihin simulaatioissa ja data-analyyseissä, havainnollistavat ehdotettujen algoritmien suurta potentiaalia.

**Tulos**

Ei rangaistusta, ei kyyneleitä: Pienimmät neliöt korkea-ulotteisissa lineaarisissa malleissa.

**Esimerkki 2.2686**

Lopullisten lineaaristen CSP:iden koodaaminen Boolen kaavoiksi ja niiden ratkaiseminen nykyaikaisilla SAT-ratkaisuohjelmilla on osoittautunut erittäin tehokkaaksi, kuten palkittu Sugar-järjestelmä osoittaa. Tässä kehitämme vaihtoehtoisen lähestymistavan, joka perustuu ASP:hen. Näin voimme käyttää ensimmäisen järjestyksen koodauksia, mikä antaa meille suuren joustavuuden, jotta voimme helposti kokeilla erilaisia toteutuksia. Tuloksena syntyvässä aspartame-järjestelmässä käytetään uudelleen osia sugar-järjestelmästä CSP:iden jäsentämiseen ja normalisointiin. Saatu tosiasioiden joukko yhdistetään sitten ASP-koodaukseen, joka voidaan perustaa ja ratkaista valmiilla ASP-järjestelmillä. Vahvistamme lähestymistapamme kilpailukyvyn vertailemalla empiirisesti aspartamea ja sokeria.

**Tulos**

Aspartaami: Constraint Satisfaction -ongelmien ratkaiseminen vastausjoukkojen ohjelmoinnilla".

**Esimerkki 2.2687**

Tässä artikkelissa käsitellään musiikkiesityksen äänisignaalien reaaliaikaista sovittamista vastaavaan partituuriin (eli partituurin seuraamista), jolla voidaan käsitellä tempomuutoksia, virheitä ja mielivaltaisia toistoja ja/tai ohituksia (toistoja/ohituksia) esityksissä. Tällainen partituurin seuraaminen on erityisen hyödyllistä harjoitusten ja harjoitusten automaattisessa säestyksessä, jossa tehdään usein virheitä ja toistoja/hyppyjä. Kirjallisuudessa aiemmin ehdotettujen algoritmien yksinkertaiset laajennukset eivät ole sovellettavissa näissä tilanteissa käytännöllisen pituisiin partituuriin suuren laskennallisen monimutkaisuuden ongelman vuoksi. Tämän ongelman ratkaisemiseksi esitämme kaksi piilomarkovin mallia, jotka kuvaavat monofonista esitystä, jossa on virheitä ja mielivaltaisia toistoja/hyppyjä, ja johdamme tehokkaita partituurinseuranta-algoritmeja olettaen, että partituurin sijainnin todennäköisyysjakaumat ennen toistoja/hyppyjä ja niiden jälkeen ovat toisistaan riippumattomia. Vahvistimme algoritmien reaaliaikaisen toiminnan käytännön pituisilla (noin 10000 nuotin) musiikkipartituurilla nykyaikaisella kannettavalla tietokoneella ja niiden kyvyn seurata syötesuoritusta keskimäärin 0,7 sekunnin kuluessa toistojen/hyppyjen jälkeen klarinetinsoiton esitystiedoissa. Lisäksi keskustellaan lisäparannuksista ja laajennuksista polyfonisia signaaleja varten. Avainsanat: Partituurin seuraaminen, äänen kohdistaminen partituuriin, mielivaltaiset toistot ja ohitukset, nopea Viterbi-algoritmi, piilotettu Markovin malli, musiikkisignaalien käsittely, musiikkisignaalien käsittely.

**Tulos**

Virheitä ja mielivaltaisia toistoja ja hyppyjä sisältävien musiikkiesitysten reaaliaikainen äänen ja partituurin yhteensovittaminen

**Esimerkki 2.2688**

Päätöspuu on luokittelu- (ja regressio-) malli, joka pystyy tietyn kohteen ominaisuuksien perusteella ja sääntöjä soveltaen luokittelemaan sen (tai palauttamaan jatkuvan arvon, jos kyseessä on regressio). Päätöspuiden indusointi joukosta aiemmin luokiteltuja kohteita on yksi suosituimmista koneoppimismalleista muun muassa niiden harjoittelun vähäisen laskennallisen vaatimuksen ja tulosten tulkittavuuden vuoksi, joten se on edustava white box -malli. ID3-algoritmi, jonka R. Quinlan esitteli vuonna 1983 päätöspuiden automaattista rakentamista varten ominaisuuksien kokoelman avulla kuvatusta harjoitusjoukosta. Jokainen harjoitusjoukon objekti kuuluu johonkin luokkaan (jota yleensä edustaa sen kohdeominaisuuden arvo) toisiaan poissulkevien luokkien joukossa. ID3 on ollut yksi koneoppimisen käytetyimmistä tekniikoista, ja sitä on sovellettu niinkin erilaisiin tehtäviin kuin epidemioiden ennustamiseen, robottien ohjaukseen ja pankkien tai vakuutuslaitosten asiakkaiden automaattiseen luokitteluun [19, 18, 7]. Tämän työn päätavoitteena on tarjota menetelmä, jonka avulla voidaan suorittaa koneoppimistehtäviä päätöspuiden avulla monirelaatioiden graafidatassa. Tässä yhteydessä kunkin kohteen mahdollisten ominaisuuksien määrä ylittää huomattavasti ne ominaisuudet, jotka siihen on suoraan liitetty, sillä myös siihen liittyvien elementtien ominaisuuksia voidaan pitää kohteen ominaisuuksina, ja jopa kohteiden ympäristössään muodostamaa topologista rakennetta ja erilaisia graafirakenteesta otettavia toimenpiteitä voidaan pitää lisäominaisuuksina. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi analysoimme erilaisia tekniikoita, jotka mahdollistavat päätöksentekopuiden automaattisen induktion graafitiedoista, ja esittelemme ehdotuksemme, GGQ-ID3, jonka tarkoituksena on tarjota kehys graafin alarakenteiden luokitteluun yksinkertaisista solmuista ja reunoista laajempiin polkuihin ja aliraafeihin hyödyntäen Generalized Graph Query (GGQ) -menetelmää [1]. Tämä artikkeli rakentuu seuraavasti: aluksi tarkastelemme erilaisia relaatiopäätöksentekopuiden induktiotekniikoita; sitten esittelemme ehdotuksemme, joka perustuu Generalized Graph Queries -menetelmän käyttöön arviointivälineenä; kun ehdotuksemme on esitelty, näytämme joitakin esimerkkejä sen soveltamisesta; ja lopuksi esitämme joitakin johtopäätöksiä ja tulevia työlinjoja.

**Tulos**

Päätöspuiden induktio yleistettyjen graafikyselyjen perusteella

**Esimerkki 2.2689**

Resource Description Framework (RDF) on semanttisen webin standardi, joka tarjoaa datakielen, jota kutsutaan yksinkertaisesti RDF:ksi, sekä kevyen ontologiakielen, jota kutsutaan RDF Schemaksi. Tutkimme RDF:n sulauttamista logiikkaan ja osoitamme, miten tavallista logiikkaohjelmointia ja kuvauslogiikan tekniikkaa voidaan käyttää päättelyyn RDF:n avulla. Tämän jälkeen tarkastelemme RDF:n laajennuksia, jotka tukevat tietotyyppejä, ja tarkastelemme RDF:n semantiikkaspesifikaatiossa määriteltyä D-entailmenttia ja ter Horstin esittelemää D\*-entailmenttia, joka on D-entailmentin semanttinen heikentymä. Käytämme logiikoiden sulautuksia ja ominaisuuksia määrittääksemme uusia ylärajoja päättelyn monimutkaisuudelle. Tämän jälkeen asetamme kaksi uutta alarajaa, jotka osoittavat, että RDFS-ketjuuntuminen on PTime-complete ja että yksinkertainen D-ketjuuntuminen on coNP-hard, kun tarkastellaan mielivaltaisia tietotyyppejä, molemmat ketjuuntumisgraafin koon suhteen. Tulokset osoittavat, että RDFS ei ehkä olekaan niin kevyt kuin voisi olettaa.

**Tulos**

RDF(S):n loogiset perusteet tietotyyppien avulla

**Esimerkki 2.2690**

Tässä artikkelissa ehdotamme kehystä, jonka avulla voidaan kouluttaa useita neuroverkkoja samanaikaisesti. Kaikkien mallien parametrit säännellään tensorijäljenormilla, jotta yksi neuroverkko rohkaistaisiin mahdollisuuksien mukaan käyttämään muiden parametreja uudelleen - tämä on monitehtäväoppimisen tärkein motivaatio. Toisin kuin monissa syvässä monitehtäväoppimistyössä, me emme määrittele parametrien jakamisstrategiaa etukäteen sitomalla joidenkin (yleensä alimpien) kerrosten parametreja, vaan kehyksemme sallii jakamisen kaikille jaettavissa oleville kerroksille, joten jakamisstrategia opitaan puhtaasti dataan perustuvalla tavalla.

**Tulos**

Jälki normalisoitu syvä monitehtäväoppiminen (Trace Norm Regularised Deep Multi-Task Learning)

**Esimerkki 2.2691**

Tässä artikkelissa esitellään todisteiden levittämisoperaatiot vaikutuskaavioilla ja käsite todisteiden arvo, jolla mitataan kokeilun arvoa. Todisteiden etenemisoperaatiot ovat kriittisiä todisteiden arvon laskennassa, yleisissä päivitys- ja päättelyoperaatioissa normatiivisissa asiantuntijajärjestelmissä, jotka perustuvat vaikutuskaavio-paradigmaan (yleistetty Bayesin verkko). Evidenssin arvon avulla voidaan suoraan laskea tulosherkkyys, täydellisen tiedon arvo ja kontrolliarvo, joita käytetään päätösanalyysissä (tiede päätöksenteosta epävarmuuden vallitessa). Tarkemmin sanottuna tulosherkkyys on suurin ero todistusarvojen välillä, täydellisen tiedon arvo on todistusarvojen odotusarvo ja kontrolliarvo on todistusarvojen optimaalinen arvo. Käsittelemme myös toteutusta ja suhteellista laskentatehokkuutta koskevia kysymyksiä, jotka liittyvät todisteiden arvoon ja täydellisen tiedon arvoon.

**Tulos**

Vaikutuskaavioiden todistusarvo

**Esimerkki 2.2692**

"Päättelyn" uskottava määritelmä voisi olla "aiemmin hankitun tiedon algebrallinen manipulointi uuteen kysymykseen vastaamiseksi". Tämä määritelmä kattaa ensimmäisen kertaluvun loogisen päättelyn tai todennäköisyyspohjaisen päättelyn. Se sisältää myös paljon yksinkertaisempia manipulaatioita, joita käytetään yleisesti suurten oppimisjärjestelmien rakentamiseen. Voimme esimerkiksi rakentaa optisen merkintunnistusjärjestelmän harjoittelemalla ensin merkkien segmentoijan, erillisen merkintunnistimen ja kielimallin käyttäen sopivia merkattuja harjoitusjoukkoja. Näiden moduulien asianmukainen yhdistäminen ja tuloksena syntyvän järjestelmän hienosäätö voidaan nähdä algebrallisena operaationa malliavaruudessa. Tuloksena syntyvä malli vastaa uuteen kysymykseen eli tekstisivun kuvan muuntamiseen tietokoneella luettavaksi tekstiksi. Tämä havainto viittaa käsitteelliseen jatkuvuuteen algebrallisesti rikkaiden päättelyjärjestelmien, kuten loogisen tai todennäköisyyspohjaisen päättelyn, ja yksinkertaisten manipulaatioiden, kuten pelkän koulutettavien oppimisjärjestelmien ketjuttamisen, välillä. Sen sijaan, että yrittäisimme kuroa umpeen kuilua koneoppimisjärjestelmien ja kehittyneiden "yleiskäyttöisten" päättelymekanismien välillä, voimme sen sijaan algebrallisesti rikastuttaa koulutusjärjestelmiin sovellettavien manipulaatioiden joukkoa ja rakentaa päättelykyvykkyyksiä alusta alkaen.

**Tulos**

Koneoppimisesta koneelliseen päättelyyn

**Esimerkki 2.2693**

Korf, Reid ja Edelkamp esittivät kaavan, jolla ennustetaan, kuinka monta solmua IDA\* laajentaa yhden iteraation aikana tietyllä johdonmukaisella heuristiikalla, ja osoittivat kokeellisesti, että kaava pystyy tekemään erittäin tarkkoja ennusteita. Tässä artikkelissa osoitamme, että sen lisäksi, että heuristiikan on oltava johdonmukainen, heidän kaavansa ennusteet ovat tarkkoja vain niillä raa'an hakupuun tasoilla, joilla heuristiikan arvot noudattavat heidän määrittelemäänsä ja kaavaansa käyttämäänsä ehdotonta jakaumaa. Tämän jälkeen ehdotamme uutta kaavaa, joka toimii hyvin ilman näitä vaatimuksia, eli se voi tehdä tarkkoja ennusteita IDA\*:n suorituskyvystä epäjohdonmukaisilla heuristiikoilla ja jos heuristiikan arvot millä tahansa tasolla eivät noudata ehdotonta jakaumaa. Tätä varten otamme käyttöön heurististen arvojen ehdollisen jakauman, joka on yleistys niiden ehdottomasta heuristisesta jakaumasta. Esitämme myös kaavaamme laajennuksia, jotka käsittelevät yksittäisiä alkutiloja ja IDA\*:n täydentämistä kaksisuuntaisella pathmaxilla (BPMX), tekniikalla, jolla heuristisia arvoja voidaan levittää, kun käytetään epäjohdonmukaisia heuristiikkoja. Kokeelliset tulokset osoittavat uuden menetelmämme ja sen kaikkien muunnelmien tarkkuuden.

**Tulos**

IDA\*:n suorituskyvyn ennustaminen ehdollisten jakaumien avulla

**Esimerkki 2.2694**

Suurin osa nykyisistä kuvasta kuvaan -käännösjärjestelmistä - yhden alueen kuvan liittäminen toisen alueen vastaavaan kuvaan - perustuu valvottuun oppimiseen, eli käännösfunktion oppimiseen tarvitaan kahden alueen vastaavat kuvaparit. Tämä rajoittaa suuresti niiden sovelluksia, koska vastaavien kuvien ottaminen kahdelta eri alueelta on usein vaikea tehtävä. Ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme UN-ohjattua kuvasta kuvaan -käännösjärjestelmää (UNIT), joka perustuu varioiviin autokoodereihin ja generatiivisiin vastakkaisverkkoihin. Ehdotettu kehys voi oppia käännösfunktion ilman vastaavaa kuvaa kahdella alueella. Tämä oppimisvalmius mahdollistetaan yhdistämällä painonjakorajoite ja vastakkaisperäinen koulutustavoite. Erilaisista valvomattomista kuvankäännöstehtävistä saatujen visualisointitulosten avulla voimme todentaa ehdotetun kehyksen tehokkuuden. Ablaatiotutkimus paljastaa lisäksi kriittiset suunnitteluvalinnat. Lisäksi sovellamme UNIT-kehystä valvomattomaan toimialueen mukauttamistehtävään ja saavutamme parempia tuloksia kuin kilpailevat algoritmit vertailuaineistoissa.

**Tulos**

Valvomattomat kuvasta kuvaan -käännösverkot

**Esimerkki 2.2695**

Ehdolliset satunnaiskentät (CRF) määritetään yleensä graafisten mallien avulla, mutta tässä artikkelissa ehdotamme todennäköisyyslogiikkaohjelmien käyttöä ja niiden geneeristä määrittelyä. Tarkoituksenamme on ensinnäkin tarjota yhtenäinen lähestymistapa CRF:iin monimutkaista mallintamista varten Turingin täydellisen kielen avulla ja toiseksi tarjota kätevä tapa toteuttaa generatiivis-diskriminoivia pareja koneoppimisessa generatiivisten ja diskriminoivien mallien vertailemiseksi ja parhaan mallin valitsemiseksi. Toteutimme lähestymistapamme D-PRISM-kielenä muokkaamalla PRISM-kielen, joka on logiikkapohjainen todennäköisyyspohjainen mallinnuskieli generatiivista mallintamista varten, ja hyödyntämällä sen dynaamista ohjelmointimekanismia tehokkaaseen todennäköisyyslaskentaan. Testasimme D-PRISMiä logistisella regressiolla, lineaarisen ketjun CRF:llä ja CRF-CFG:llä ja vahvistimme empiirisesti niiden erinomaisen diskriminointikyvyn verrattuna niiden generatiivisiin vastineisiin eli naive Bayesiin, HMM:ään ja PCFG:hen. Esittelimme myös uusia CRF-malleja, CRF-BNC:tä ja CRF-LCG:tä. Ne ovat CRF-versioita Bayesin verkkoluokittelijoista ja todennäköisyysperusteisista vasemmanpuoleisista kieliopeista, ja ne on helppo toteuttaa D-PRISM-ohjelmassa. Osoitimme empiirisesti, että ne ovat odotetusti parempia kuin generatiiviset vastineensa.

**Tulos**

Logiikkaan perustuva lähestymistapa geneerisesti määriteltyyn erottelevaan mallintamiseen.

**Esimerkki 2.2696**

Jos yritysjohtajat voisivat tietää etukäteen käynnissä olevien prosessi-instanssien suuntauksen eri ominaisuuksien, kuten odotetun valmistumisajan, osalta, he voisivat puuttua ajoissa ei-toivottuihin tilanteisiin tappioiden välttämiseksi. Näin ollen kyky ennustaa tarkasti käynnissä olevien liiketoimintaprosessitapahtumien tulevia ominaisuuksia olisi erittäin hyödyllinen apu prosessien hallinnoinnissa, erityisesti palvelutasosopimusten asettamien rajoitusten puitteissa. Näin tarkkojen ennusteiden tekeminen ei kuitenkaan ole helppoa: monet tekijät voivat vaikuttaa ennustettuihin ominaisuuksiin. Ongelman ratkaisemiseksi on ehdotettu monia lähestymistapoja, mutta kaikissa niissä oletetaan, että taustalla oleva prosessi on paikallaan. Todellisissa tapauksissa tämä oletus ei kuitenkaan aina pidä paikkaansa. Tässä työssä esitellään uusia menetelmiä käynnissä olevien tapausten jäljellä olevan ajan ennustamiseen. Erityisesti ehdotamme menetelmää, jossa oletetaan prosessin olevan stationaarinen ja joka on parempi kuin uusimmat menetelmät, sekä kahta muuta menetelmää, jotka pystyvät tekemään ennusteita myös epästationäärisillä prosesseilla. Kuvaamme myös lähestymistavan, jolla voidaan ennustaa käynnissä olevan tapauksen koko toimintojen sarja. Kaikkia näitä menetelmiä arvioidaan laajasti kahdessa todellisessa tapaustutkimuksessa.

**Tulos**

Liiketoimintaprosessi-instanssien aika- ja toimintojaksojen ennustaminen

**Esimerkki 2.2697**

Esittelemme kehyksen, jonka avulla voidaan esittää erilaisia mielenkiintoisia ongelmia todennäköisyysmalliohjelmien suorittamiseen liittyvinä päätelminä. Esitämme "ratkaisun" tällaiseen ongelmaan opasohjelmana, joka suoritetaan malliohjelman rinnalla ja joka vaikuttaa malliohjelman satunnaisvalintoihin, jolloin malliohjelma ottaa näytteitä eri jakaumasta kuin sen prioreista. Ihannetapauksessa opasohjelma vaikuttaa malliohjelmaan siten, että se ottaa näytteitä posterioreista, kun otetaan huomioon evidenssi. Näytämme, miten todellisen posteriorijakauman ja ohjattujen malliohjelmien indusoiman jakauman välinen KL-divergenssi voidaan arvioida tehokkaasti (additiiviseen vakioon asti) ottamalla näytteitä useista ohjattujen malliohjelmien suorituksista. Lisäksi näytämme, miten ohjattua ohjelmaa voidaan käyttää ehdotetun jakauman ehdotuksena tärkeysotannassa, jotta voidaan tilastollisesti todistaa alemmat rajat todisteen todennäköisyydelle sekä hypoteesin ja todisteen todennäköisyydelle. Voimme käyttää näiden kahden rajan osamäärää estimaattina hypoteesin ehdolliselle todennäköisyydelle, kun otetaan huomioon todisteet. Näin muutamme päättelyongelman heuristiseksi paremman opasohjelman etsinnäksi. Ongelman määrittely Ottaen huomioon osittaiset havainnot monimutkaisesta järjestelmästä, jota hallitsevat tunnetut tai tuntemattomat todennäköisyyslaskentasäännöt, haluaisimme automaattisesti päätellä järjestelmän piilossa olevien osien todennäköisen tilan. Järjestelmät, joissa on tunnetut säännöt Mallinnamme järjestelmämme ohjelmana yleiskäyttöisellä ohjelmointikielellä. Kutsumme tätä malliohjelmaksi. Emme välitä siitä, mitä ohjelmointikieltä käytämme. Vaadimme vain, että se on deterministinen lukuun ottamatta choose-funktiota, joka ottaa argumenttina todennäköisyysjakauman ja palauttaa siitä satunnaisvalinnan. Malliohjelma määrittelee siis todennäköisyysjakauman P(x) suorituspoluille x. Jos malliohjelman suorituspolun x aikana choose-funktiota kutsutaan n kertaa jakaumilla (P1, P2 ... Pn) ja satunnaisesti valitut arvot ovat (c1, c2 ... cn), niin kyseisen suorituspolun todennäköisyys on P(x) = ∏i Pi(ci). Olemme kiinnostuneita ehdollisesta odotusarvosta E(h(x)|e), jossa h on jokin suorituspolun funktio ja e on jokin sellainen todiste, että voimme helposti laskea P(e|x) millä tahansa x:llä. Ohjelmointikielessämme on oltava konstruktiot P(e|x) ja h(x) määrittämistä varten. Malliohjelma ilmoittaa P(e|x) kaikkien funktiokutsujen tulona: evidenssi. Tämä on erityisen kätevää siinä mielessä, että evidenssifunktiolle voidaan välittää boolean-arvoja, jotka tulkitaan 0:ksi tai 1:ksi. Voimme esimerkiksi esittää havainnon, jonka mukaan ruoho on märkä, kutsulla evidence(grass\_wet). Jos ruoho\_kostea on väärä, P(e|x) kerrotaan 0:lla, ja jos ruoho\_kostea on väärä, P(e|x) jätetään ennalleen. Hypoteesin h(x) arvo määritellään globaalin muuttujan \*h\* lopulliseksi arvoksi. Meillä ei välttämättä ole hypoteesia, ja saatamme olla kiinnostuneita vain ohjelman otantajuoksuista todisteiden perusteella. Tällöin \*h\*:ta ei välttämättä aseteta tai käytetä. Esimerkki 1: Heitetään kolmea reilua noppaa ja havaitaan, että niiden summa on 7. Mikä on todennäköisyys, että ensimmäinen heitetty noppa oli 5? Seuraava malliohjelma (esitetty pseudokoodina) voisi koodata tämän ongelman. die1 := choose(uniform(1..6)) die2 := choose(uniform(1..6)) die3 := choose(uniform(1..6))

**Tulos**

Variationaalinen ohjelman päättely

**Esimerkki 2.2698**

Tässä muistissa teimme suunnittelun indeksointimalli arabian kielen ja mukauttaminen standardit kuvaavat oppimisresursseja käytetään (LOM ja niiden sovellusprofiilit) oppimisen olosuhteet, kuten tasot koulutuksen opiskelijoiden, niiden ymmärtämisen tasot... pedagoginen konteksti ottaen huomioon edustava elementtejä tekstin, tekstin pituus,... erityisesti, korostamme erityispiirteet arabian kielen, joka on monimutkainen kieli, jolle on ominaista sen flexion, sen voyellation ja sen agglutination. Avainsanat: indeksointimalli, pedagoginen indeksointi, arabian kielen monimutkaisuus, opetusresurssien standardikuvaus, pedagoginen konteksti, sisäiset ja ulkoiset ominaisuudet, indeksointiteksti, prisma, fasetti.

**Tulos**

Pedagogisesti indeksoidun tekstitietokannan mallin kehittäminen arabian kielen opetusta varten.

**Esimerkki 2.2699**

Tässä artikkelissa luodaan joitakin teoreettisia yhteyksiä summatuotosverkkojen (SPN) ja Bayes-verkkojen (BN) välille. Todistamme, että jokainen SPN voidaan muuntaa BN:ksi lineaarisessa ajassa ja tilassa verkon koon suhteen. Keskeinen oivallus on käyttää algebrallisia päätösdiagrammeja (ADD), joiden avulla voidaan esittää kompaktisti paikalliset ehdolliset todennäköisyysjakaumat jokaisessa solmussa tuloksena syntyvässä BN:ssä hyödyntämällä kontekstisidonnaista riippumattomuutta (CSI). Tuotetun BN:n rakenne on yksinkertainen suunnattu kaksiosainen graafi. Osoitamme, että soveltamalla Variable Elimination -algoritmia (VE) luotuun BN:ään ADD-edustusten avulla voimme palauttaa alkuperäisen SPN:n, jolloin SPN:ää voidaan pitää VE:n päättelyprosessin historiatietona tai välimuistina. Todistuksen selventämiseksi esitämme normaalin SPN:n käsitteen ja teoreettisen analyysin sen johdonmukaisuus- ja hajotettavuusominaisuuksista. Lopuksi keskustelemme todistuksen seurauksista ja luomme yhteyden SPN:n syvyyden ja sitä vastaavan BN:n puunleveyden alarajan välille.

**Tulos**

Summatuotosverkkojen ja Bayes-verkkojen välisestä suhteesta.

**Esimerkki 2.2700**

Käynnissä olevan prosessin seuraavan toiminnon ennustaminen on tärkeä osa prosessinhallintaa. Tähän haasteeseen on viime aikoina ehdotettu keinotekoisia neuroverkkoja, niin sanottuja syväoppimismenetelmiä. Tässä demopaperissa kuvataan ohjelmistosovellus, jossa Tensorflow-syväoppimiskehystä sovelletaan prosessien ennustamiseen. Ohjelmistosovellus lukee teollisuusstandardin mukaisia XES-tiedostoja harjoittelua varten ja esittää käyttäjälle helppokäyttöisen graafisen käyttöliittymän sekä harjoittelua että ennustamista varten. Järjestelmä tarjoaa useita parannuksia aiempaan työhön verrattuna. Tässä demopaperissa keskitytään ohjelmistototeutukseen ja kuvataan arkkitehtuuri ja käyttöliittymä.

**Tulos**

XES Tensorflow - Prosessien ennustaminen Tensorflow-syväoppimiskehyksen avulla

**Esimerkki 2.2701**

Nykyään valvottua oppimista käytetään yleisesti monilla aloilla. Monissa teoksissa ehdotetaankin uuden tiedon oppimista esimerkeistä, jotka kuvaavat tarkasteltavan järjestelmän odotettua käyttäytymistä. Keskeinen kysymys valvotussa oppimisessa on esimerkkien esittämiseen käytetty kuvauskieli. Tässä artikkelissa ehdotetaan menetelmää, jolla voidaan arvioida esimerkkien kuvaamiseen käytettävää ominaisuusjoukkoa. Menetelmämme perustuu esimerkkipohjan johdonmukaisuuden laskemiseen. Toteutimme tapaustutkimuksen maantieteellisellä alalla arvioidaksemme maantieteellisten kohteiden kuvaamiseen käytettyjä toimenpidekokonaisuuksia. Tapaustutkimus osoittaa, että menetelmämme avulla voidaan antaa asianmukaisia arvioita toimenpidekokonaisuuksista. Valvottu ominaisuuksien arviointi; johdonmukaisuuslaskenta; geomatiikka.

**Tulos**

Valvottu ominaisuuksien arviointi johdonmukaisuusanalyysin avulla: sovellus maantieteellisten kohteiden kuvaamiseen käytettäviin mittaussarjoihin.

**Esimerkki 2.2702**

<lb>Tässä artikkelissa esitellään AdaSDCA: mukautuva muunnelma stokastisesta kaksoiskoordinaattien as-<lb>sentista (SDCA) regularisoitujen empiiristen riskien minimointiongelmien ratkaisemiseen. Muutoksemme koostuu siitä, että menetelmä voi mukautuvasti<lb>muuttamaan todennäköisyysjakaumaa dual<lb>muuttujille koko iteratiivisen prosessin ajan. AdaS-<lb>DCA saavuttaa todistettavasti paremman monimutkaisuusrajan<lb> kuin SDCA parhaalla kiinteällä todennäköisyysjakaumalla, joka tunnetaan nimellä importance sampling. Miten-<lb>vain se on teoreettista, koska sen toteuttaminen on kallista-<lb>. Ehdotamme myös AdaSDCA+:<lb>käytännöllistä muunnosta, joka kokeissamme päihittää nykyiset ei-adaptiiviset menetelmät.

**Tulos**

Stokastinen kaksoiskoordinaattien nousu mukautuvilla todennäköisyyksillä

**Esimerkki 2.2703**

Esittelemme AP16-OL7-tietokannan, joka julkaistiin APSIPA 2016 -tapahtuman itämaisten kielten tunnistamishaasteen (OLR) harjoitus- ja testidatana. Tietokannan perusteella rakennettiin perusjärjestelmä i-vektorimallin pohjalta. Raportoimme AP16-OLR-arviointisuunnitelmassa määritellyillä eri mittareilla arvioidut perustason tulokset ja osoitamme, että AP16-OL7 on järkevä tietoresurssi monikieliseen tutkimukseen.

**Tulos**

AP16-OL7: Monikielinen tietokanta itämaisia kieliä varten ja kielentunnistuksen perustaso

**Esimerkki 2.2704**

Esittelemme abduktiivisen menetelmän riippumattomien tietolähteiden johdonmukaista integrointia varten. Ajatuksena on laatia luettelo tiedoista, jotka olisi lisättävä yhdistettyyn tietokantaan tai poistettava siitä, jotta sen johdonmukaisuus voidaan palauttaa. Menetelmä toteutetaan abduktiivisella ratkaisijalla (Asystem), joka soveltaa SLDNFA-ratkaisua metateoriaan, joka yhdistää erilaisia, mahdollisesti ristiriitaisia syötetietokantoja. Esitämme myös puhtaasti malliteoreettisen analyysin mahdollisista tavoista "palauttaa" johdonmukaista tietoa epäjohdonmukaisesta tietokannasta sellaisten tietokantamallien avulla, jotka sisältävät mahdollisimman vähän epäjohdonmukaista tietoa. Näin voimme luonnehtia "talteen otettuja tietokantoja" teorian "mieluisimpien" (eli johdonmukaisimpien) mallien avulla. Lopputuloksena on abduktiopohjainen sovellus, joka on järkevä ja täydellinen suhteessa vastaavaan mallipohjaiseen, ensisijaiseen semantiikkaan, ja joka - tietojemme mukaan - on ilmaisuvoimaisempi (ja siten yleisempi) kuin mikään muu tietokantojen johdonmukaisen integroinnin toteutus.

**Tulos**

Tietokantojen johdonmukainen integrointi abduktiivisen loogisen ohjelmoinnin avulla

**Esimerkki 2.2705**

Esitetään tehokas algoritmi rekursiivisen neuroverkon harjoittelua varten. Lähestymistapa nopeuttaa harjoittelua tehtävissä, joissa syöttösekvenssin pituus voi vaihdella merkittävästi. Ehdotettu lähestymistapa perustuu optimaaliseen erien jakamiseen syöttösekvenssin pituuden mukaan ja tietojen rinnakkaistamiseen useilla graafisilla prosessoriyksiköillä. Koulutuksen perussuorituskykyä ilman sekvenssin bucketingia verrataan ehdotettuun ratkaisuun eri määrässä bucketteja. Esimerkkinä käytetään online-käsikirjoitustunnistustehtävää, jossa käytetään LSTM-rekurrenssia neuroverkkoa. Arviointi suoritetaan seinäkellon ajan, epookkien lukumäärän ja validointihäviön arvon perusteella.

**Tulos**

Rekursiivisen neuroverkon harjoittelun nopeuttaminen

**Esimerkki 2.2706**

Tekstin hyvän esityksen oppiminen on avainasemassa monissa suositussovelluksissa. Esimerkkinä voidaan mainita uutissuosittelu, jossa suositeltuja tekstejä julkaistaan jatkuvasti päivittäin. Useimmat nykyiset suosittelutekniikat, kuten matriisifaktorointiin perustuvat menetelmät, perustuvat kuitenkin pääasiassa vuorovaikutushistoriaan kohteiden representaatioiden oppimisessa. Vaikka kohteiden latentteja tekijöitä voidaan oppia tehokkaasti käyttäjän vuorovaikutustiedoista, monissa tapauksissa tällaisia tietoja ei ole saatavilla, varsinkaan äskettäin ilmestyneiden kohteiden osalta. Tässä työssä pyrimme ratkaisemaan ongelman, joka liittyy täysin uusien kohteiden personoituun suositteluun, kun saatavilla on tekstitietoa. Käsittelemme ongelmaa personoidun tekstiluokittelun ongelmana ja ehdotamme yleistä kehystä, jossa yhdistetään tekstin upottaminen ja personoitu suosittelu. Käyttäjät ja tekstisisältö upotetaan latenttiin ominaisuusavaruuteen. Tekstin upotusfunktio voidaan oppia alusta loppuun ennustamalla käyttäjän vuorovaikutusta kohteiden kanssa. Vuorovaikutustiedon harvalukuisuuden lieventämiseksi ja suuren tekstidatan hyödyntämiseksi, jossa on vain vähän tai ei lainkaan käyttäjän vuorovaikutusta, ehdotamme lisäksi yhteistä tekstin upottamismallia, joka sisältää tekstin upottamisen ilman valvontaa ja yhdistelmämoduulin. Kokeelliset tulokset osoittavat, että mallimme voi merkittävästi parantaa suosittelujärjestelmien tehokkuutta todellisissa tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Yhteinen tekstin sulauttaminen yksilöllistä sisältöpohjaista suositusta varten

**Esimerkki 2.2707**

Tässä artikkelissa esitellään uusi laskentamalli, joka perustuu Turingin koneiden väliseen yhteistyöhön ja jota kutsutaan organisoiduiksi koneiksi. Kuten universaalit Turingin koneet, myös orkestroidut koneet on suunniteltu simuloimaan Turingin koneita, mutta ne voivat myös muuttaa mukana olevien Turingin koneiden alkuperäistä toimintaa luodakseen uuden kerroksen jonkinlaista kollektiivista käyttäytymistä. Tämän uuden mallin avulla voimme määritellä joitakin kiinnostavia käsitteitä, jotka liittyvät Turingin koneiden yhteistyökykyyn, kuten Turingin koneiden älykkyysosamäärän tai tunneälykkyysosamäärän.

**Tulos**

Onko olemassa älykkäitä Turingin koneita?

**Esimerkki 2.2708**

Tässä asiakirjassa kuvataan puheenkäsittelytoimia, joita on toteutettu CLARIN-hankkeen puolalaisessa konsortiossa. Hankkeen tämän osan tarkoituksena oli kehittää erityisiä työkaluja, joiden avulla voidaan käsitellä automaattisesti ja puoliautomaattisesti suuria määriä akustista puhetietoa. Työkaluihin kuuluvat seuraavat: grafeemien muuntaminen foneemeiksi, puheen kohdistaminen tekstiin, puheaktiivisuuden havaitseminen, puhujan päiväkirjamerkintä, avainsanojen havaitseminen ja automaattinen puheen transkriptio. Lisäksi näiden työkalujen kehittämiseksi tallennettiin suuri korkealaatuinen studiopuhekorpus, joka julkaistiin avoimella lisenssillä, jotta kannustettaisiin kehitystä puolalaisen puheen tutkimuksen alalla. Korpuksen toinen tarkoitus oli toimia viitteenä fonetiikan ja ääntämisen tutkimuksessa. Kaikki työkalut ja resurssit julkaistiin puolalaisella CLARIN-sivustolla. Tässä artikkelissa käsitellään hankkeen nykytilaa ja tulevaisuuden suunnitelmia.

**Tulos**

Puolalainen puhekorpus puhevälineitä ja -palveluita varten

**Esimerkki 2.2709**

Esittelemme hermostollisen arkkitehtuurin sekvenssien käsittelyä varten. ByteNet on pino kahdesta laajentuneesta konvoluutiohermoverkosta, joista toinen koodaa lähdesekvenssin ja toinen purkaa kohdesekvenssin, ja kohdeverkko avautuu dynaamisesti tuottaakseen vaihtelevan pituisia ulostuloja. ByteNetillä on kaksi keskeistä ominaisuutta: se toimii ajassa, joka on lineaarinen sekvenssien pituuteen nähden, ja se säilyttää sekvenssien ajallisen resoluution. ByteNet-dekooderi saavuttaa huippuluokan suorituskyvyn merkkitason kielimallinnuksessa ja ylittää aiemmat parhaat tulokset, jotka on saatu rekursiivisilla neuroverkoilla. ByteNet saavuttaa myös raa'an merkkitason konekääntämisessä suorituskyvyn, joka lähestyy parhaiden neuraalisten käännösmallien suorituskykyä, jotka toimivat kvadraattisessa ajassa. ByteNetin oppima implisiittinen rakenne heijastaa sekvenssien odotettuja linjauksia.

**Tulos**

Neuraalinen konekääntäminen lineaarisessa ajassa

**Esimerkki 2.2710**

Tässä artikkelissa esitellään Deep Recurrent Attentive Writer (DRAW) -neuraaliverkkoarkkitehtuuri kuvien luomista varten. DRAW-verkoissa yhdistyvät uusi avaruudellinen tarkkaavaisuusmekanismi, joka jäljittelee ihmissilmän foveaatiota, ja sekventiaalinen variaatiokoodausjärjestelmä, joka mahdollistaa monimutkaisten kuvien iteratiivisen rakentamisen. Järjestelmä parantaa huomattavasti MNIST-tietokannan generatiivisten mallien nykytilaa, ja kun se koulutettiin Street View House Numbers -tietokannalla, se tuottaa kuvia, joita ei voi erottaa todellisesta datasta paljain silmin.

**Tulos**

DRAW: Rekursiivinen neuroverkko kuvien tuottamiseen

**Esimerkki 2.2711**

Esitämme ratkaisuja kahteen perustavanlaatuiseen laskennalliseen ongelmaan, jotka liittyvät ontologiapohjaiseen tiedonhakuun W3C-standardin mukaisella ontologiakielellä OWL2QL: ontologiavälitteisten kyselyjen (OMQ) ensimmäisen järjestyksen uudelleenkirjoitusten tiiviysongelmaan ja OMQ-kyselyihin vastaamisen monimutkaisuusongelmaan. Luokittelemme OMQ-kyselyt niiden konjunktiivisten kyselyjen muodon (puun leveys, lehtien lukumäärä) ja ontologioiden eksistentiaalisen syvyyden mukaan. Määritämme kunkin luokan osalta OMQ-vastaamisen yhdistetyn monimutkaisuuden ja sen, onko kaikilla luokan OMQ-kysymyksillä polynomikokoisia ensimmäisen asteen, positiivisia eksistentiaalisia ja ei-rekursiivisia datalogin uudelleenkirjoituksia. Saamme tiiviystulokset käyttämällä hypergrafiohjelmia, joka on uusi Boolen funktioiden laskentamalli, jonka avulla on mahdollista yhdistää OMQ-kirjoitusten koko ja piirien monimutkaisuus.

**Tulos**

Ontologiavälitteiset kyselyt: Uudelleenkirjoitusten yhdistetty monimutkaisuus ja lyhyys piirien monimutkaisuuden avulla.

**Esimerkki 2.2712**

Suosittelujärjestelmät soveltavat tiedonlouhintatekniikoita ja ennustusalgoritmeja ennustaakseen käyttäjien kiinnostusta tietoihin, tuotteisiin ja palveluihin valtavasta määrästä saatavilla olevia kohteita. Internetissä olevan tiedon valtava kasvu ja verkkosivustojen kävijämäärät tuovat suosittelujärjestelmiin joitakin keskeisiä haasteita. Näitä ovat täsmällisten suositusten tuottaminen, monien suositusten tehokas käsittely ja järjestelmään osallistujien määrän valtava kasvu. Siksi tarvitaan uusia suosittelujärjestelmätekniikoita, jotka pystyvät nopeasti tuottamaan laadukkaita suosituksia myös valtaville tietomäärille. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi olemme tutkineet useita yhteissuodatustekniikoita, kuten kohdepohjaista lähestymistapaa, jossa tunnistetaan kohteiden väliset suhteet ja lasketaan epäsuorasti suosituksia käyttäjille näiden suhteiden perusteella. Lisäksi tutkittiin käyttäjälähtöistä lähestymistapaa, jossa tunnistetaan samankaltaisen maun omaavien käyttäjien väliset suhteet ja lasketaan suosituksia näiden suhteiden perusteella. Tässä artikkelissa esitellään suosittelujärjestelmää. Siinä esitetään tapoja arvioida suosittelujärjestelmän tehokkuutta, skaalautuvuutta ja tarkkuutta. Työssä analysoidaan myös erilaisia algoritmeja, jotka perustuvat käyttäjiin ja kohteisiin perustuviin tekniikoihin suositusten luomiseksi. Lisäksi tehtiin yksinkertainen kokeilu, jossa käytettiin tiedonlouhintasovellusta Wekato, jossa sovellettiin tiedonlouhinta-algoritmeja suositusjärjestelmään. Lopuksi ehdotetaan lähestymistapaa, joka saattaa parantaa suosittelujärjestelmien laatua.

**Tulos**

Suosittelujärjestelmiä koskeva katsaus

**Esimerkki 2.2713**

Luonnollisen kielen semantiikan asianmukainen esittäminen edellyttää, että käytettävissä on valtavat määrät maalaisjärkeä ja aluespesifistä tietämystä maailmasta. Alan aiempi työ perustui puhtaasti tilastollisiin tekniikoihin, joissa ei hyödynnetty taustatietoa, rajallisiin leksikografisiin tietopankkeihin, kuten WordNet, tai valtaviin manuaalisiin ponnisteluihin, kuten CYC-hankkeessa. Tässä ehdotamme uutta menetelmää, nimeltään eksplisiittinen semanttinen analyysi (ESA, Explicit Semantic Analysis), rajoittamattomien luonnollisen kielen tekstien hienojakoista semanttista tulkintaa varten. Menetelmämme edustaa merkityksen korkea-ulotteisessa käsiteavaruudessa, joka on johdettu Wikipediasta, joka on suurin olemassa oleva tietosanakirja. Esitämme eksplisiittisesti minkä tahansa tekstin merkityksen Wikipediaan perustuvien käsitteiden avulla. Arvioimme menetelmämme tehokkuutta tekstien luokittelussa ja luonnollisen kielen tekstikatkelmien semanttisen sukulaisuuden asteen laskemisessa. ESA:n käyttäminen johtaa huomattaviin parannuksiin aiempaan tekniikan tasoon verrattuna molemmissa tehtävissä. Tärkeää on, että luonnollisten käsitteiden käytön ansiosta ESA-mallia on helppo selittää käyttäjille.

**Tulos**

Wikipediaan perustuva semanttinen tulkinta luonnollisen kielen käsittelyä varten

**Esimerkki 2.2714**

Kirjallisuudessa on aiemmin ehdotettu haara- ja sidontalähestymistapaa vaikutuskaavioiden ratkaisemiseksi, mutta sitä ei ole ilmeisesti koskaan toteutettu ja arvioitu - ilmeisesti siksi, että haara- ja sidontahakua varten on vaikea laskea tehokkaita rajoja. Tässä artikkelissa kuvaamme, miten tehokkaat rajat voidaan laskea tehokkaasti, ja kehitämme syvyyssuuntaisen haara- ja sidontahaun käytännöllisen toteutuksen vaikutuskaavioiden arviointia varten, joka päihittää olemassa olevat menetelmät monivaiheisten vaikutuskaavioiden ratkaisemiseksi.

**Tulos**

Monivaiheisten vaikutuskaavioiden ratkaiseminen haara- ja sidoshaun avulla

**Esimerkki 2.2715**

Neuroverkkojärjestelmien (NN) suunnittelun suurimpana haasteena on määrittää paras rakenne ja parametrit verkolle, kun otetaan huomioon koneoppimisongelmaan liittyvät tiedot. Esimerkkejä parametreista ovat kerrosten ja solmujen lukumäärä, oppimisnopeudet ja keskeytysnopeudet. Tyypillisesti nämä parametrit valitaan heurististen sääntöjen perusteella ja niitä hienosäädetään manuaalisesti, mikä voi olla hyvin aikaa vievää, koska yksittäisen NN:n parametrisoinnin suorituskyvyn arviointi voi vaatia useita tunteja. Tässä asiakirjassa käsitellään NN:n sopivien parametrien valinnan ongelmaa muotoilemalla se laatikkorajoitteiseksi matemaattiseksi optimointiongelmaksi ja soveltamalla johdannaisvapaata optimointityökalua, joka etsii parametriavaruutta automaattisesti ja tehokkaasti. Optimointityökalussa käytetään radiaalipohjaista funktiomallia tavoitefunktion (NN:n ennustetarkkuus) kuvaamiseen, jotta voidaan nopeuttaa korkean tarkkuuden tuottavien konfiguraatioiden löytämistä. Algoritmin tutkimat konfiguraatioehdokkaat koulutetaan pieneen määrään epookkeja, ja vain lupaavimmat ehdokkaat saavat täyden koulutuksen. Ehdotetun menetelmän suorituskykyä arvioidaan vertailujoukoissa ja lääkkeiden ja lääkkeiden välisten vuorovaikutusten ennustamisen yhteydessä, ja tulokset ovat lupaavia. Tässä työssä käytetty optimointityökalu on avoimen lähdekoodin työkalu.

**Tulos**

Tehokas algoritmi neuroverkkojen hyperparametrien optimointiin

**Esimerkki 2.2716**

Syvemmälle menemisen on todettu parantavan konvoluutiohermoverkkojen (CNN) suorituskykyä, mutta CNN:n pienentäminen on saanut viime aikoina yhä enemmän huomiota, koska se on houkutteleva mobiilissa/insinööritetyissä sovelluksissa. On edelleen aktiivinen ja tärkeä aihe, miten suunnitella pieni verkko säilyttäen samalla suurten ja syvien CNN-verkkojen (esim. Inception Nets, ResNets) suorituskyky. Vaikka CNN-verkkojen koon pienentämistä on jo tutkittu intensiivisesti, suorituskyvyn huomattava heikkeneminen on edelleen keskeinen huolenaihe monissa suunnitelmissa. Tässä asiakirjassa käsitellään tätä huolenaihetta useilla uusilla panoksilla. Ensinnäkin ehdotamme yksinkertaista mutta tehokasta menetelmää syvien CNN-verkkojen koon pakkaamiseen, joka perustuu parametrien binarisointiin. Huomattava ero useimpiin aiempiin parametrien binarisointia/kvantisointia koskeviin töihin on 1 × 1-konvoluutioiden ja k × k-konvoluutioiden (k > 1) erilaisessa käsittelyssä, jossa binarisoimme vain k × k-konvoluutiot binäärikuvioiksi. Tuloksena syntyviä verkkoja kutsutaan kuvioverkoiksi. Tällä tavoin osoitamme, että aiempia syviä CNN-verkkoja, kuten GoogLeNet- ja Inception-tyyppisiä verkkoja, voidaan tiivistää huomattavasti suorituskyvyn marginaalisen heikkenemisen kanssa. Toiseksi, ottaen huomioon 1 × 1 -konvoluutioiden (datan projisointi/muunnos) ja k × k -konvoluutioiden (kuvioiden louhinta) erilaiset toiminnallisuudet, ehdotamme uutta lohkorakennetta, jonka koodinimi on kuviojäännöslohko, joka lisää 1 × 1 -konvoluutioiden tuottamat muunnetut ominaiskartat k × k -konvoluutioiden tuottamiin kuvio-ominaisuuskarttoihin, ja jonka perusteella suunnittelemme pienen verkon, jossa on ∼ 1 miljoona parametria. Yhdistettynä parametrien binarisointiin saavutamme paremman suorituskyvyn ImageNetissä kuin käyttämällä samankokoisia verkkoja, kuten hiljattain julkaistuja Google MobileNets -verkkoja.

**Tulos**

SEP-verkot: pienet ja tehokkaat kuviointiverkot

**Esimerkki 2.2717**

Mielenterveysongelmat ovat yksi aikamme kiireellisimmistä kansanterveysongelmista. Vaikka neuvonta ja psykoterapia voivat olla tehokkaita hoitomuotoja, tietämyksemme siitä, miten onnistuneita neuvontakeskusteluja voidaan käydä, on ollut rajallista, koska laajamittaisia tietoja, joissa olisi merkitty keskustelujen tulokset, ei ole. Tässä artikkelissa esittelemme laajamittaisen kvantitatiivisen tutkimuksen tekstiviestipohjaisten neuvontakeskustelujen diskurssista. Kehitämme joukon uusia laskennallisia diskurssianalyysimenetelmiä, joilla mitataan, miten keskustelujen eri kielelliset näkökohdat korreloivat keskustelun tulosten kanssa. Käyttämällä tekniikoita, kuten sekvenssipohjaisia keskustelumalleja, kielimallien vertailua, viestien klusterointia ja psykolingvistiikkaan perustuvia sanataajuusanalyysejä, löydämme toimintakelpoisia keskustelustrategioita, jotka ovat yhteydessä parempiin keskustelutuloksiin.

**Tulos**

Neuvontakeskustelujen laajamittainen analyysi: Luonnollisen kielenkäsittelyn soveltaminen mielenterveydenhuoltoon.

**Esimerkki 2.2718**

Syvien konvoluutiohermoverkkojen (CNN) käyttöä monissa reaalimaailman sovelluksissa haittaavat suurelta osin niiden korkeat laskentakustannukset. Tässä artikkelissa ehdotamme CNN:ille uutta oppimisjärjestelmää, jolla voidaan samanaikaisesti 1) pienentää mallin kokoa, 2) pienentää ajonaikaista muistijalanjälkeä ja 3) vähentää laskentatoimien määrää tarkkuudesta tinkimättä. Tämä saavutetaan pakottamalla kanavatason harvinaisuus verkkoon yksinkertaisella mutta tehokkaalla tavalla. Monista nykyisistä lähestymistavoista poiketen ehdotettua menetelmää sovelletaan suoraan nykyaikaisiin CNN-arkkitehtuureihin, se aiheuttaa mahdollisimman vähän yleiskustannuksia koulutusprosessiin eikä vaadi erityisiä ohjelmisto- tai laitteistokiihdyttimiä tuloksena syntyviä malleja varten. Kutsumme lähestymistapaamme verkon keventämiseksi, joka ottaa syöttötietoina laajoja ja suuria verkkoja, mutta koulutuksen aikana merkityksettömät kanavat tunnistetaan automaattisesti ja karsitaan jälkikäteen, jolloin saadaan ohuita ja kompakteja malleja, joiden tarkkuus on vertailukelpoinen. Osoitamme empiirisesti lähestymistapamme tehokkuuden useilla uusimmilla CNN-malleilla, kuten VGGNet-, ResNet- ja DenseNet-malleilla, erilaisissa kuvien luokittelua koskevissa aineistoissa. VGGNet-verkon osalta verkon laihduttamisen moniportainen versio pienentää mallin kokoa 20 kertaa ja vähentää laskentatoimintoja 5 kertaa.

**Tulos**

Tehokkaiden konvoluutioverkkojen oppiminen verkon keventämisen avulla

**Esimerkki 2.2719**

Pitkään jatkunut haaste coreference-ratkaisussa on ollut entiteettitason tiedon sisällyttäminen - piirteet, jotka on määritelty mainintojen klustereille mainintaparien sijasta. Esittelemme neuroverkkopohjaisen coreference-järjestelmän, joka tuottaa korkea-ulotteisia vektoriesityksiä coreference-klusterien pareille. Näiden esitysten avulla järjestelmämme oppii, milloin klustereiden yhdistäminen on toivottavaa. Koulutamme järjestelmää hakuoppimisalgoritmilla, joka opettaa sille, mitkä paikalliset päätökset (klusterien yhdistämiset) johtavat korkeat pisteet saaneeseen lopulliseen ydinviittausosioon. Järjestelmä on huomattavasti nykyistä huippuluokkaa parempi CoNLL 2012 Shared Task -tietokannan englannin- ja kiinankielisissä osissa, vaikka se käyttää vain vähän käsin kehitettyjä piirteitä.

**Tulos**

Coreference Resolution -ratkaisun parantaminen oppimalla entiteettitason hajautettuja representaatioita.

**Esimerkki 2.2720**

Kuvien peittävät reunat, jotka vastaavat havaitsijan näkökulmasta katsottuna kohtauksen epäjatkuvuusaluetta, ovat tärkeä edellytys monissa näkötehtävissä ja liikkuvien robottien tehtävissä. Vaikka peitesärmät voidaan poimia etäisyystiedoista, niiden poimiminen kuvista ja videoista on haastavaa, ja se olisi erittäin hyödyllistä monissa robotiikkaan perustuvissa sovelluksissa. Koulutimme syvän konvoluutio-neuroverkon (CNN) tunnistamaan peittosärmiä kuvista ja videoista, joissa on sekä RGB-D- että RGB-syötteet. CNN:n käytöllä vältetään ominaisuuksien käsin tekeminen, jotta voidaan automaattisesti eristää peittosärmiä ja erottaa ne ulkonäön reunoista. Kvantitatiivisten okkluusioreunojen tunnistustulosten lisäksi esitetään myös kvalitatiivisia tuloksia, jotka osoittavat kompromissin korkean resoluution analyysin ja kehystason laskenta-ajan välillä, mikä on kriittistä reaaliaikaisissa robotiikkasovelluksissa.

**Tulos**

Syvien konvoluutioverkkojen käyttö RGB-D-kuvien reunojen havaitsemiseen peittävyyden perusteella

**Esimerkki 2.2721**

Hakutehtävät edellyttävät tyypillisesti kohteiden asettamista paremmuusjärjestykseen kyselyn perusteella. Yhteistyösuodatustehtävissä taas opitaan mallintamaan käyttäjän mieltymyksiä kohteiden suhteen. Tässä artikkelissa tutkimme yhteistä ongelmaa, jossa käyttäjälle suositellaan kohteita tietyn kyselyn perusteella, mikä on yllättävän yleinen tehtävä. Tämä asetelma eroaa tavanomaisesta yhteissuodatuksesta siinä, että meille annetaan koulutettavaksi kysely × käyttäjä × kohde -tensori perinteisemmän käyttäjä × kohde -matriisin sijasta. Dokumenttien hakuun verrattuna meillä on kysely, mutta meillä voi olla tai ei voi olla sisältöominaisuuksia (tarkastelemme molempia tapauksia), ja voimme myös ottaa huomioon käyttäjän profiilin. Otamme käyttöön tätä uutta tehtävää varten faktoroidun mallin, joka optimoi parhaaksi luokitellut kohteet, jotka palautetaan tietylle kyselylle ja käyttäjälle. Raportoimme empiirisiä tuloksia, joissa se päihittää useita perusmalleja.

**Tulos**

Latentti yhteistoiminnallinen haku

**Esimerkki 2.2722**

On kulunut kauan siitä, kun tiedonlouhintateknologia on löytänyt tiensä tiedonhallinnan alalle. Luokittelu on yksi tärkeimmistä tiedonlouhintatehtävistä etikettien ennustamisessa, kohteiden luokittelussa ryhmiin, mainonnassa ja tiedonhallinnassa. Tässä asiakirjassa keskitymme tavanomaiseen luokitusongelmaan, joka on tuntemattomien etikettien ennustaminen euklidisessa avaruudessa. Suurin osa koneoppimisyhteisöjen ponnisteluista on omistettu menetelmille, jotka käyttävät todennäköisyysalgoritmeja, jotka tukeutuvat raskaasti laskentaan ja lineaarialgebraan. Useimmilla näistä tekniikoista on skaalautuvuusongelmia suurille datamäärille, ja ne ovat tuskin rinnakkaistettavissa, jos niiden on tarkoitus säilyttää korkea tarkkuus vakiomuodossaan. Näytteenotto on uusi tapa parantaa skaalautuvuutta käyttämällä monia pieniä rinnakkaisia luokittelijoita. Tässä artikkelissa keskitymme perinteisten näytteenottomenetelmien sijaan diskreettiin luokittelualgoritmiin, jonka odotettu suoritusaika on O(n). Lähestymistapamme suorittaa samanlaisen tehtävän kuin näytteenottomenetelmät. Käytämme kuitenkin sarakekohtaista näytteenottoa datasta kirjallisuudessa käytetyn rivikohtaisen näytteenoton sijasta. Kummassakin tapauksessa algoritmimme on täysin deterministinen. Algoritmimme ehdottaa tapaa yhdistää 2D-konveksisia runkoja, jotta saavutetaan korkea luokittelutarkkuus ja skaalautuvuus samaan aikaan. Aluksi kuvaamme ja todistamme perusteellisesti O(n)-algoritmimme 2D-pistejoukon koveran rungon löytämiseksi. Sitten osoitamme kokeellisesti, että tähän ideaan perustuva luokittelumallimme on erittäin kilpailukykyinen verrattuna nykyisiin kehittyneisiin luokittelualgoritmeihin, jotka sisältyvät kaupallisiin tilastosovelluksiin, kuten MATLABiin.

**Tulos**

DataGrinder: 2D-konveksien avulla tapahtuva nopea, tarkka ja täysin ei-parametrinen luokitusmenetelmä.

**Esimerkki 2.2723**

Laskennallisen biologian sovelluksen perusteella tarkastelemme matalarivistä matriisikertolaskentaa, jossa yhdelle tekijälle on {0, 1}-rajoitteet ja toiselle tekijälle valinnaisesti koverat rajoitteet. Muiden matriisifaktorointijärjestelmien kanssa jaetun epäkonveksaalisuuden lisäksi ongelmaamme vaikeuttaa vielä 2m-r-kokoinen kombinatorinen rajoitusjoukko, jossa m on datapisteiden ulottuvuus ja r faktoroinnin arvo. Ilmeisestä vaikeasti ratkaistavuudesta huolimatta tarjoamme - Aroran et al. (2012) ei-negatiivisten matriisien faktorointia koskevan viimeaikaisen työn mukaisesti - algoritmin, joka todistettavasti palauttaa taustalla olevan faktoroinnin tarkassa tapauksessa O(mr2r +mnr + rn) operaatiolla n datapisteelle. Tämän tuloksen saamiseksi käytämme teoriaa, joka liittyy Littlewood-Offord-lemmaan kombinatoriikasta.

**Tulos**

Matriisitekijöinti binäärikomponenttien avulla

**Esimerkki 2.2724**

Positiivinen merkitsemätön oppiminen (PU) on hyödyllistä useissa käytännön tilanteissa, joissa on tarve oppia luokittelija kiinnostavalle luokalle merkitsemättömästä datajoukosta, joka voi sisältää poikkeamia sekä näytteitä tuntemattomista luokista. Oppimistehtävä voidaan muotoilla optimointiongelmaksi tilastollisen oppimisteorian puitteissa. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on analysoitu teoreettisesti sen ominaisuuksia ja yleistettävyyden suorituskykyä, mutta skaalautuvuusongelmaa ei ole juurikaan pohdittu, erityisesti silloin, kun käytettävissä on suuria joukoittain merkitsemätöntä dataa. Tässä työssä ehdotamme uutta skaalautuvaa PU-oppimisalgoritmia, jonka on teoreettisesti todistettu tuottavan optimaalisen ratkaisun ja osoittavan samalla ylivoimaista laskenta- ja muistisuorituskykyä. Kokeellinen arviointi vahvistaa teoreettiset todisteet ja osoittaa, että ehdotettua menetelmää voidaan soveltaa menestyksekkäästi monenlaisiin PU-oppimista sisältäviin reaalimaailman ongelmiin.

**Tulos**

Tehokas harjoittelu positiivista merkitsemätöntä oppimista varten

**Esimerkki 2.2725**

Induktiivisen invariantin päättelyn ongelma ohjelman turvallisuuden todentamiseksi voidaan muotoilla binäärisen luokittelun avulla. Tämä on koneoppimisen vakio-ongelma: kun annetaan otos hyvistä ja huonoista pisteistä, pyydetään löytämään luokittelija, joka yleistää otoksen ja erottaa nämä kaksi joukkoa toisistaan. Tässä tapauksessa hyvät pisteet ovat ohjelman saavutettavissa olevia tiloja, ja huonot pisteet ovat niitä, joissa saavutetaan turvallisuusominaisuuden rikkominen. Opittu luokittelija on siis invarianttiehdokas. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta algoritmia, joka käyttää päätöspuita oppiakseen ehdokasinvarianttia mielivaltaisten numeeristen epäyhtälöiden Boolen yhdistelmien muodossa. Olemme käyttäneet algoritmiamme kirjallisuudesta poimittujen C-ohjelmien todentamiseen. Algoritmi pystyy päättelemään turvallisia invariantteja useille haastaville vertailuarvoille ja se on hyvä verrattuna muihin ML-pohjaisiin invarianttien päättelytekniikoihin. Erityisesti se skaalautuu hyvin suurille näytejoukoille.

**Tulos**

Invariantien oppiminen päätöspuiden avulla

**Esimerkki 2.2726**

UCT-algoritmi, jossa yhdistyvät UCB-algoritmi ja Monte-Carlo Tree Search (MCTS), on tällä hetkellä MCTS:n laajimmin käytetty muunnos. Viime aikoina on tehty useita tutkimuksia muiden bandit-algoritmien soveltamisesta MCTS:ään, ja niistä on saatu mielenkiintoisia tuloksia. Tässä tutkimuksessa tutkitaan mahdollisuutta yhdistää Auerin ja muiden [2] ehdottama parannettu UCB-algoritmi MCTS:ään. Parannetun UCB-algoritmin erilaiset ominaisuudet ja piirteet eivät kuitenkaan välttämättä ole ihanteellisia suoraa soveltamista varten MCTS:ään. Sen vuoksi parannettuun UCB-algoritmiin tehtiin joitakin muutoksia, jotta se soveltuisi paremmin pelipuun etsinnän tehtävään. Mi-UCT-algoritmi on modifioidun UCB-algoritmin sovellus puihin sovellettuna. Mi-UCT-algoritmin suorituskyky on osoitettu 9× 9 Go ja 9× 9 NoGo -peleissä, ja se on osoittautunut paremmaksi kuin pelkkä UCT-algoritmi, kun käytettävissä on vain pieni määrä peliesityksiä, ja suunnilleen samalla tasolla, kun käytettävissä on enemmän peliesityksiä.

**Tulos**

Parannettujen ylempien luottamusrajojen mukauttaminen Monte-Carlo-puuhakuun

**Esimerkki 2.2727**

Stokastinen gradienttilaskeutuminen (SGD, Stochastic gradient descent) on vakiooptimointimenetelmä, jolla minimoidaan harjoitusvirhe verkkoparametrien suhteen nykyaikaisessa neuroverkko-oppimisessa. Se kärsii kuitenkin tyypillisesti satulapisteiden lisääntymisestä korkea-ulotteisessa parametriavaruudessa. Siksi on erittäin toivottavaa suunnitella tehokas algoritmi, jolla päästään pois näistä satulapisteistä ja saavutetaan parametrialue, jolla on paremmat yleistämiskyvyt. Tässä ehdotetaan SGD:n yksinkertaista laajennusta, nimittäin vahvistettua SGD:tä, jossa yksinkertaisesti lisätään aiempia ensimmäisen asteen gradientteja stokastisesti todennäköisyydellä, joka kasvaa oppimisaikana. Kuten yksinkertaisella synteettisellä aineistolla todettiin, tämä menetelmä nopeuttaa oppimista merkittävästi alkuperäiseen SGD:hen verrattuna. Yllättäen se vähentää huomattavasti ylisovitusvaikutuksia jopa verrattuna uusimpaan adaptiiviseen oppimisalgoritmiin Adamiin. Käsin kirjoitettuja numeroita koskevan vertailutietokannan osalta oppimistulos on verrattavissa Adamin oppimistulokseen, mutta sen lisäetuna on se, että se vaatii kertaisesti vähemmän tietokoneen muistia. Vahvistettua SGD:tä verrataan myös SGD:hen, jossa on kiinteä tai mukautuva momentumparametri, ja Nesterovin momentumiin, mikä osoittaa, että ehdotettu kehys pystyy saavuttamaan samanlaisen yleistystarkkuuden pienemmillä laskentakustannuksilla. Kaiken kaikkiaan menetelmämme tuo stokastisen muistin gradientteihin, jolla on tärkeä rooli sen ymmärtämisessä, miten gradienttipohjaiset koulutusalgoritmit voivat toimia ja sen suhde syvien verkkojen yleistämiskykyyn.

**Tulos**

Vahvistettu stokastinen gradientti laskeutuminen syvien neuroverkkojen oppimisessa

**Esimerkki 2.2728**

Tässä asiakirjassa esitellään viimeaikainen työmme uuden, laajamittaisen tietokokonaisuuden suunnittelemiseksi ja kehittämiseksi. Nimeämme tietokokonaisuuden MS MARCO (MAchine Reading COmprehension). Tällä uudella tietokokonaisuudella pyritään korjaamaan useita tunnettuja heikkouksia, joita aiemmissa julkisesti saatavilla olevissa tietokokonaisuuksissa on ollut samaa lukemisen ymmärtämisen ja kysymyksiin vastaamisen tehtävää varten. MS MARCO:ssa kaikki kysymykset on poimittu todellisista anonyymeistä käyttäjäkyselyistä. Kontekstikohdat, joista tietokannan vastaukset johdetaan, poimitaan todellisista verkkodokumenteista Bing-hakukoneen kehittyneimmän version avulla. Kyselyjen vastaukset ovat ihmisen tuottamia. Lopuksi osajoukossa näistä kyselyistä on useita vastauksia. Tavoitteenamme on julkaista miljoona kyselyä ja niitä vastauksia tietokokonaisuudessa, joka on tietojemme mukaan sekä määrällisesti että laadullisesti kattavin reaalimaailman tietokokonaisuus. Julkaisemme tällä hetkellä 100 000 kyselyä ja niitä vastauksia, jotta saamme inspiraatiota luetun ymmärtämiseen ja kysymyksiin vastaamiseen liittyvään työhön ja keräämme palautetta tutkimusyhteisöltä.

**Tulos**

MS MARCO: Ihmisen luoma koneellinen lukemisen ymmärtämistietokanta (MAchine Reading COmprehension Dataset).

**Esimerkki 2.2729**

Asuinrakennusten ja pienten liikerakennusten kysyntäjouston arvioidaan muodostavan jopa 65 prosenttia kysyntäjouston koko energiansäästöpotentiaalista, ja aiemmat tutkimukset osoittavat, että täysin automatisoitu energianhallintajärjestelmä on välttämätön edellytys kysyntäjouston toteuttamiselle näillä alueilla. Tässä asiakirjassa ehdotetaan uudenlaista EMS-järjestelmän muotoilua näiden alojen DR-ongelmia varten. Erityisesti muotoilemme täysin automatisoidun EMS:n uudelleenajoitusongelman vahvistusoppimisongelmaksi (RL-ongelmaksi) (jota kutsutaan laitepohjaiseksi RL-ongelmaksi) ja osoitamme, että tämä RL-ongelma hajoaa laitteisiin kohtuullisin oletuksin. Nykyisiin muotoiluihin verrattuna uusi muotoilumme (1) ei vaadi käyttäjän tyytymättömyyden eksplisiittistä mallintamista työn uudelleenjärjestelyn suhteen, (2) mahdollistaa EMS:n itse käynnistää työt, (3) antaa käyttäjälle mahdollisuuden käynnistää joustavampia pyyntöjä ja (4) laskennallinen monimutkaisuus on lineaarinen laitteiden lukumäärään nähden. Ehdotamme myös useita uusia suorituskykymittareita RL-algoritmeille, joita sovelletaan laitepohjaiseen RL-ongelmaan, ja esittelemme simulointituloksia, joita saadaan soveltamalla Q-learningia, yhtä suosituimmista ja klassisimmista RL-algoritmeista, edustavaan esimerkkiin.

**Tulos**

Optimaalinen kysyntäjousto käyttämällä laitepohjaista vahvistusoppimista

**Esimerkki 2.2730**

Tässä artikkelissa kuvataan InfoGAN, informaatioteoreettinen laajennus generatiiviselle vastakkaisverkolle, joka kykenee oppimaan eriytettyjä representaatioita täysin valvomattomalla tavalla. InfoGAN on generatiivinen vastakkaisverkko, joka myös maksimoi pienten latenttien muuttujien osajoukon ja havainnon välisen keskinäisen informaation. Johdamme keskinäisen informaation tavoitteen alarajan, joka voidaan optimoida tehokkaasti. InfoGAN erottaa menestyksekkäästi kirjoitustyylit numeron muodoista MNIST-tietokannassa, asennon 3D-renderöityjen kuvien valaistuksesta ja taustanumerot keskusnumerosta SVHN-tietokannassa. Lisäksi se löytää visuaalisia käsitteitä, kuten hiustyylit, silmälasien olemassaolon tai puuttumisen ja tunteet CelebA-kasvotietokannassa. Kokeet osoittavat, että InfoGAN oppii tulkittavia representaatioita, jotka ovat kilpailukykyisiä nykyisillä valvotuilla menetelmillä opittujen representaatioiden kanssa.

**Tulos**

InfoGAN: tulkinnanvarainen representaatio-oppiminen informaatiota maksimoivilla generatiivisilla vastakkaisverkoilla (Information Maximizing Generative Adversarial Nets)

**Esimerkki 2.2731**

Pitkän asiakirjan ymmärtäminen edellyttää sen seuraamista, miten kokonaisuuksia otetaan käyttöön ja miten ne kehittyvät ajan myötä. Esittelemme uudentyyppisen kielimallin, ENTITYNLM:n, joka voi eksplisiittisesti mallintaa entiteettejä, päivittää dynaamisesti niiden representaatioita ja luoda kontekstisidonnaisia mainintoja. Mallimme on generatiivinen ja joustava; se voi mallintaa mielivaltaisen määrän entiteettejä kontekstissa ja tuottaa samalla jokaisen entiteetin maininnan mielivaltaisen pituisena. Lisäksi sitä voidaan käyttää useisiin eri tehtäviin, kuten kielen mallintamiseen, ydinviittausten ratkaisemiseen ja entiteettien ennustamiseen. Kaikkia näitä tehtäviä koskevat kokeelliset tulokset osoittavat, että mallimme on jatkuvasti parempi kuin vahvat perusmallit ja aiemmat työt.

**Tulos**

Dynaamiset entiteettiedustukset neuraalisissa kielimalleissa

**Esimerkki 2.2732**

Tässä artikkelissa käsitellään uskottavaa päättelyä, joka perustuu epätäydelliseen tietoon laajamittaisista alueellisista ominaisuuksista. Käytettävissä oleva tieto, joka koostuu joukosta pistemäisiä havaintoja, ekstrapoloidaan naapuripisteisiin. Käytämme uskomusfunktioita kuvaamaan tietyssä pisteessä olevan tiedon vaikutusta toiseen pisteeseen; tämän vaikutuksen kvantitatiivinen voimakkuus vähenee, kun etäisyys molempien pisteiden välillä kasvaa. Nämä vaikutukset aggregoidaan käyttämällä Dempsterin yhdistelmäsäännön muunnosta, jossa otetaan huomioon havaintojen välinen suhteellinen riippuvuus.

**Tulos**

Uskottava päättely paikkatietohavaintojen perusteella

**Esimerkki 2.2733**

Tarkastelemme ongelmaa, joka liittyy lauseiden tiivistämistekniikoiden käyttämiseen kyselyihin keskittyvän useiden asiakirjojen tiivistämisen helpottamiseksi. Esittelemme lauseiden pakkaamiseen perustuvan kehyksen tehtävää varten ja suunnittelemme joukon oppimiseen perustuvia pakkaamismalleja, jotka perustuvat jäsennyspuihin. Ehdotetaan innovatiivista säteenhakupurkulaitetta, jonka avulla voidaan tehokkaasti löytää erittäin todennäköisiä pakkauksia. Näissä puitteissa osoitamme, miten erilaiset suuntaa-antavat mittarit, kuten kielellinen motivaatio ja kyselyn relevanssi, voidaan integroida tiivistämisprosessiin johtamalla uusi muotoilu tiivistämisen pisteytysfunktiolle. Paras mallimme saavuttaa tilastollisesti merkittäviä parannuksia verrattuna uusimpiin järjestelmiin useilla mittareilla (esim. 8,0 %:n ja 5,4 %:n parannukset ROUGE-2:ssa) DUC 2006- ja 2007-tiivistystehtävässä.

**Tulos**

Lauseiden pakkaamiseen perustuva kehys kyselyihin keskittyvää monidokumenttien tiivistämistä varten

**Esimerkki 2.2734**

<lb>Monille koneoppimismenetelmille on ominaista, että ne ovat vuorovaikutuksessa harjoitusdatan kanssa. Näitä ovat muun muassa muisti- ja peräkkäisen pääsyn rajoitukset<lb>(esim. nopeat ensimmäisen kertaluvun menetelmät stokastisten optimointiongelmien ratkaisemiseksi); viestintärajoitteet<lb> (esim. hajautettu oppiminen); osittainen pääsy taustalla olevaan dataan (esim. puuttuvat piirteet<lb>ja monikätiset bandiitit) ja muut. Tällä hetkellä meillä on kuitenkin vain vähän tietoa siitä, miten tällaiset<lb>tietorajoitukset vaikuttavat olennaisesti suorituskykyyn, riippumatta oppimisprob-<lb>lemin semantiikasta. Onko esimerkiksi olemassa oppimisongelmia, joissa mikä tahansa algoritmi, jolla on pieni<lb>muistijalanjälki (tai joka voi käyttää mitä tahansa rajattua määrää bittejä kustakin esimerkistä tai jolla on tietyt<lb>tietoliikennerajoitukset), suoriutuu huonommin kuin se, mikä on mahdollista ilman tällaisia rajoituksia?<lb>Tässä artikkelissa kuvaamme, miten yksi ainoa tulossarja antaa positiivisen vastauksen edellä esitettyihin kysymyksiin<lb>erilaisissa asetuksissa.

**Tulos**

Tilastollisen oppimisen ja arvioinnin online-algoritmien ja hajautettujen algoritmien perusrajoitukset

**Esimerkki 2.2735**

Tässä työssä kehitettiin laskennallisen älykkyyden (CI) tekniikka nimeltä joustava neuraalipuu (FNT), jolla ennustetaan lääkkeiden rakeiden täyttöä ja tunnistetaan merkittävät täyttöprosessin muuttujat. FNT muistuttaa feedforward-neuraaliverkkoa, joka luo puumaisen rakenteen geneettisen ohjelmoinnin avulla. Tarkkuuden parantamiseksi FNT:n parametreja optimoitiin differentiaalisen evoluutioalgoritmin avulla. FNT:hen perustuvan CI-mallin suorituskykyä arvioitiin ja sitä verrattiin muihin CI-tekniikoihin: monikerroksiseen perceptroniin, Gaussin prosessin regressioon ja vähennettyyn virheeseen perustuvaan karsintapuuhun. CI-mallin tarkkuutta arvioitiin kokeellisesti käyttäen tapaustutkimuksena muotin täyttöä. Täyttökokeet suoritettiin käyttämällä mallikenkäjärjestelmää ja kolmea erilaatuista mikrokiteistä selluloosajauhetta (MCC) (MCC PH 101, MCC PH 102 ja MCC DG). Syöttöjauheet tiivistettiin rullalla ja jauhettiin rakeiksi. Tämän jälkeen rakeet seulottiin eri kokoluokkiin kuuluviksi näytteiksi. Muottiin laskeutuneiden rakeiden massa mitattiin eri kengän nopeuksilla. Näistä kokeista muodostettiin tietokokonaisuus, joka koostui todellisesta tiheydestä, keskihalkaisijasta (d50), rakeen koosta ja kengän nopeudesta syötteinä ja laskeutuneesta massasta tulosteena. Ennustemallien kehittämiseksi ja validoimiseksi käytettiin ristiinvalidointimenetelmiä (CV), kuten 10FCV ja 5x2FCV. Todettiin, että FNT-pohjainen CI-malli (molemmissa CV-menetelmissä) toimi paljon paremmin kuin muut CI-mallit. Lisäksi havaittiin, että prosessimuuttujilla, kuten rakeiden koolla ja kengitysnopeudella, oli suurempi vaikutus ∗ Vastaava kirjoittaja Neural Comput & Applic (2016) DOI:10.1007/s00521-016-2545-8 1 ar X iv :1 70 9. 04 31 8v 1 [ cs .N E ] 1 6 M ay 2 01 7 ennustettavuuteen kuin jauheen ominaisuudella, kuten d50:llä. Lisäksi mallin ennusteen validointi kokeellisilla tiedoilla osoitti, että karkeiden rakeiden muotin täyttökäyttäytyminen voitiin ennustaa paremmin kuin hienojen rakeiden.

**Tulos**

Farmaseuttisten rakeiden täyttöprosessin ennustava mallintaminen joustavan neuraalisen puun avulla

**Esimerkki 2.2736**

Sparse Filtering on suosittu ominaisuuksien oppimisalgoritmi kuvien luokitteluputkistoissa. Tässä artikkelissa yhdistämme harvan suodatuksen suorituskyvyn vastaavien ominaisuusmatriisien spektriominaisuuksiin. Tämä yhteys tarjoaa uusia näkemyksiä Sparse Filteringistä; erityisesti se ehdottaa Sparse Filteringin varhaista pysäyttämistä. Esitämme siksi optimaalisen pyöreyskriteerin (ORC), joka on uusi pysäytyskriteeri harvaan suodatukselle. Osoitamme, että tämä pysäytyskriteeri liittyy esikäsittelymenetelmiin, kuten tilastolliseen valkaisuun, ja osoitamme, että sen avulla voidaan tehdä kuvien luokittelusta huomattavasti nopeampaa ja tarkempaa. Johdanto Tavanomaisia tapoja parantaa kuvien luokittelua on kerätä enemmän näytteitä tai muuttaa datan esitystapaa ja käsittelyä. Käytännössä näytteiden määrä on yleensä rajallinen, joten jälkimmäinen lähestymistapa tulee ajankohtaiseksi. Tärkeä väline tässä toisessa lähestymistavassa ovat ominaisuuksien oppimisalgoritmit, joilla pyritään helpottamaan luokittelutehtävää muuttamalla dataa. Hiljattain ehdotetuilla syväoppimismenetelmillä pyritään oppimaan yhdessä ominaisuuksien muunnos ja luokittelu (Krizhevsky, Sutskever ja Hinton 2012). Tässä työssä keskitymme kuitenkin valvomattomaan ominaisuuksien oppimiseen, erityisesti Sparse Filtering -menetelmään, niiden yksinkertaisuuden ja skaalautuvuuden vuoksi. Kuvien luokitteluputkissa käytettävät ominaisuuksien oppimisalgoritmit koostuvat yleensä kolmesta vaiheesta: esikäsittelystä, (valvomattomasta) sanakirjojen oppimisesta ja koodauksesta. Jokaiseen näistä vaiheista on saatavilla runsaasti menettelyjä, mutta tarkkaa kuvanluokittelua varten tarvitaan tehokkaita menettelyjä, jotka toimivat hyödyllisessä vuorovaikutuksessa toistensa kanssa (Agarwal ja Triggs 2006; Coates ja Ng 2011; Coates, Ng ja Lee 2011; Jia, Huang ja Darrell 2012; Le 2013; LeCun, Huang ja Bottou 2004). Siksi näiden menettelyjen syvällinen ymmärtäminen on ratkaisevan tärkeää tarkkojen tulosten ja tehokkaiden laskutoimitusten varmistamiseksi. Tässä artikkelissa tutkimme Sparse Filteringin (Ngiam et al. 2011) suorituskykyä kuvien luokittelussa. Tärkeimmät panoksemme ovat: Copyright © 2015, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. - osoitamme, että Sparse Filtering voi hyötyä voimakkaasti varhaisesta pysäytyksestä; - osoitamme, että Sparse Filteringin suorituskyky korreloi ominaisuusmatriisien spektraalisten ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien ominaisuuksien kanssa; - esittelemme optimaalisen pyöreyskriteerin (Optimal Roundness Criterion, ORC), joka on edellä mainittuun korrelaatioon perustuva pysäytyskriteeri Sparse Filteringille, ja osoitamme, että ORC:llä voidaan parantaa huomattavasti kuvien luokitusta. Ominaisuuksien oppiminen kuvien luokittelua varten Ominaisuuksien oppimisalgoritmit koostuvat usein kahdesta vaiheesta: Ensimmäisessä vaiheessa opitaan sanakirja ja toisessa vaiheessa näytteet koodataan tämän sanakirjan perusteella. Tyypillinen sanakirjan oppimisvaihe kuvanluokittelua varten on esitetty kuvassa 1: Ensin harjoituskuvista poimitaan satunnaisia laikkuja (näytteitä). Näitä laikkuja esikäsitellään esimerkiksi tilastollisella valkaisulla tai kontrastin normalisoinnilla. Lopuksi sovelletaan valvomatonta oppimisalgoritmia sanakirjan oppimiseen esikäsitellyistä laikuista. Kun sanakirja on opittu, on sovellettava useita lisävaiheita, jotta kuvaluokittelija voidaan lopulta kouluttaa, ks. esimerkiksi (Coates ja Ng 2011; Coates, Ng ja Lee 2011; Jia, Huang ja Darrell 2012; Le 2013). Meidän menetelmämme on samanlainen kuin (Coates ja Ng 2011): Otamme 9 × 9 pikseliä käsittäviä neliönmuotoisia laikkuja, esikäsittelemme ne kontrastin normalisoinnilla1 ja/tai tilastollisella valkaisulla ja siirrämme ne lopuksi satunnaislaikkujen tai harvan suodatuksen läpi. (Huomaa, että tuloksemme eroavat hieman (Coates ja Ng 2011) tuloksista, koska käytämme neliönmuotoisia laikkuja, joiden koko on 9 × 9 pikseliä 6 × 6 pikselin sijasta). Tämän jälkeen käytämme pehmeää kynnysarvoa koodaukseen, 4×4 spatiaalista maksimipoolausta piirteiden poimimiseen harjoitusdatan kuvista ja lopuksi L2 SVM-luokittelua (vrt. (Coates ja Ng 2011)). Lukuisat esimerkit osoittavat, että ominaisuuksien oppiminen voi parantaa luokittelua huomattavasti. Sen vuoksi on erittäin kiinnostavaa ymmärtää ominaisuuksien oppimiseen liittyvien algoritmien, kuten tilastollisen valkaisun ja harvan suodatuksen, taustalla olevia periaatteita. Kontrastin normalisointi koostuu pikseliarvojen keskiarvon vähentämisestä ja jakamisesta niiden keskihajonnalla. ar X iv :1 40 9. 46 89 v2 [ cs .C V ] 2 4 M ay 2 01 5 Harjoituskuvat Satunnaisten laikkujen poimiminen Esikäsittely Valvomaton oppiminen Sanakirja Kuva 1: Tyypillinen sanakirjan oppimisvaihe. Tilastollinen valkaisu ja kontrastin normalisointi ovat esimerkkejä esikäsittelymenetelmistä; satunnaisten laikkujen haku ja harva suodatus ovat esimerkkejä valvomattoman oppimisen menetelmistä. Matemaattisesti ilmaistuna piirteiden oppimisalgoritmi tarjoaa muunnoksen F : Rl×p → Rn×p X 7→ F(X) (1) alkuperäisestä piirdematriisista X ∈ Rl×p uuteen piirdematriisiin F(X) ∈ Rn×p. Käytämme konventiota, jonka mukaan matriisien rivit vastaavat piirteitä ja sarakkeet näytteitä; tämä konventio merkitsee erityisesti, että l ∈ N on alkuperäisten piirteiden lukumäärä, p ∈ N näytteiden lukumäärä ja n ∈ N uusien piirteiden lukumäärä. Ominaisuusmatriisien optimaalisen pyöristyksen kriteeri Ominaisuuksien oppiminen voidaan nähdä kompromissina ominaisuuksien esityksen korrelaatioiden vähentämisen ja relevantin informaation säilyttämisen välillä. Tämä kompromissi voidaan helposti ymmärtää, kun tarkastellaan tilastollista valkaisua. Muistutetaan, että esikäsittely tilastollisella valkaisulla muuttaa kuvan laikkujen joukon uudeksi laikkujen joukoksi muuttamalla paikallista korrelaatiorakennetta. Tarkemmin sanottuna tilastollinen valkaisu muuttaa laikut XPatch ∈ R ′×p (n′ < n), eli koko ominaisuusmatriisin osajoukot, uusiksi laikuiksi FPatch(XPatch) siten, että FPatch(XPatch)FPatch(XPatch) = n′ In′ . Tilastollinen valkaisu vaikuttaa siis paikallisesti: vaikka yksittäisten laikkujen korrelaatiorakenteet muuttuvat suoraan ja radikaalisti, koko matriisin rakenteeseen vaikutetaan vain epäsuorasti. Nämä epäsuorat vaikutukset koko matriisiin ovat kuitenkin tärkeitä seuraavien seikkojen kannalta. Näiden vaikutusten kuvaamiseksi otamme siksi käyttöön piirrematriisin F := F(X) pyöristyksen, kun alkuperäinen piirrematriisi X on annettu. Korkealla tasolla sanomme, että uusi ominaisuusmatriisi F on pyöreä, jos siihen liittyvän Gram-matriisinFF ∈ Rn×n spektri on kapea. Tämän käsitteen täsmentämiseksi merkitsemme FF:n järjestettyjä ominaisarvoja σ1(F ) ≥ - - - ≥ σn(F ) ≥ 0 ja niiden keskiarvoa σ(F ) := 1 n ∑n i=1 σi(F ) ja määrittelemme pyöreyden seuraavasti: Määritelmä 1. Minkä tahansa matriisin F 6= 0 pyöristyneisyys määritellään seuraavasti

**Tulos**

Laske vähemmän saadaksesi enemmän: ORC:n käyttäminen harvojen suodatusten parantamiseen

**Esimerkki 2.2737**

Koska ruoasta on tullut tärkeä osa nykyaikaista elämää, verkossa jaetut reseptit ovat hyvä indikaattori eri maiden sivilisaatioista ja kulinaarisista asenteista. Samoin ainesosat, maut ja ravitsemustiedot ovat vahvoja merkkejä eri puolilla maailmaa asuvien ihmisten makumieltymyksistä. Silti meillä ei ole perusteellista ymmärrystä näistä makutottumuksista. Tässä artikkelissa esittelemme laajamittaisen tutkimuksen verkossa julkaistuista resepteistä ja niiden sisällöstä, jonka tavoitteena on ymmärtää keittiöitä ja kulinaarisia tottumuksia eri puolilla maailmaa. Käyttämällä tietokantaa, joka sisältää yli 157 000 reseptiä yli 200 eri keittiöstä, analysoimme ainesosia, makuja ja ravintoarvoja, jotka erottavat eri alueiden ruoat toisistaan, ja käytämme tätä tietoa arvioidaksemme eri keittiöiden reseptien ennustettavuutta. Sen jälkeen käytämme maiden terveystilastoja ymmärtääkseen näiden tekijöiden ja eri maiden terveysindikaattoreiden, kuten lihavuuden, diabeteksen, muuttoliikkeen ja terveydenhuoltomenojen, välistä suhdetta. Tuloksemme vahvistavat maantieteellisten ja kulttuuristen yhtäläisyyksien voimakkaat vaikutukset resepteihin, terveysindikaattoreihin ja kulinaarisiin mieltymyksiin eri maiden välillä eri puolilla maailmaa.

**Tulos**

Kissing Cuisines: World Culinary Habits on the Web: Exploring Worldwide Culinary Habits on the Web (Maailmanlaajuisten ruokailutottumusten tutkiminen verkossa)

**Esimerkki 2.2738**

Tässä artikkelissa kerrotaan uudesta syväarkkitehtuurista, jota kutsutaan nimellä Maxout-verkko verkossa (MIN), joka voi parantaa mallin erottelukykyä ja helpottaa tiedon abstrahointiprosessia reseptiivisen kentän sisällä. Ehdotettu verkko ottaa käyttöön hiljattain kehitetyn Network In Network -rakenteen kehyksen, joka liu'uttaa universaalin approksimaattorin, monikerroksisen perceptronin (MLP), jossa on oikaisuyksiköitä, tarkkoihin ominaisuuksiin. MLP:n sijasta käytämme maxout MLP:tä oppiaksemme erilaisia kappaleittain lineaarisia aktivointifunktioita ja välittääksemme kadonneiden gradienttien ongelmaa, joka voi esiintyä käytettäessä oikaisuyksiköitä. Lisäksi sovelletaan eränormalisointia maxout-yksiköiden kyllästymisen vähentämiseksi mallin esivalmistelulla ja dropoutia ylisovittamisen estämiseksi. Lopuksi kaikissa poolointikerroksissa käytetään keskimääräistä yhdistämistä maxout MLP:n säännönmukaistamiseksi, jotta tiedon abstrahointi helpottuisi jokaisessa reseptiivisessä kentässä ja samalla siedettäisiin kohteen sijainnin muuttumista. Koska average pooling säilyttää kaikki piirteet paikallisessa kentässä, ehdotettu MIN-malli voi pakottaa epäolennaisen tiedon poistamisen koulutuksen aikana. Kokeemme osoittivat huippuluokan luokittelusuorituksen, kun MIN-mallia sovellettiin MNIST-, CIFAR-10- ja CIFAR-100-tietokantoihin, ja vertailukelpoisen suorituskyvyn SVHN-tietokannassa.

**Tulos**

Batch-normalisoitu Maxout-verkko verkossa

**Esimerkki 2.2739**

Aktiivisen oppimisen otoskompleksisuutta toteutettavuusolettaman mukaisesti on tutkittu hyvin. Toteutettavuusolettamus pitää kuitenkin harvoin käytännössä paikkansa. Tässä artikkelissa luonnehditaan teoreettisesti aktiivisen oppimisen otoskompleksisuutta ei-realisoituvassa tapauksessa moninäkymäasetelmassa. Todistamme, että rajoittamattomalla Tsybakovin kohinalla moninäkymäisen aktiivisen oppimisen otoskompleksisuus voi olla Õ(log 1ǫ ), toisin kuin yhden näkymän asetelmassa, jossa polynomiparannus on paras mahdollinen saavutus. Todistamme myös, että yleisessä monikatseluasetelmassa aktiivisen oppimisen otoskompleksisuus rajoittamattomalla Tsybakovin kohinalla on Õ(1ǫ ), jossa 1/ǫ:n järjestys on riippumaton Tsybakovin kohinan parametrista, toisin kuin aiemmissa polynomirajoissa, joissa 1/ǫ:n järjestys liittyy Tsybakovin kohinan parametriin.

**Tulos**

Monen näkymän aktiivinen oppiminen ei-realisoitavassa tapauksessa

**Esimerkki 2.2740**

Tässä artikkelissa kuvaamme COLINin, eteenpäin suuntautuvan heuristisen hakusuunnittelijan, joka pystyy päättelemään PDDL2.1:n täydellisen temporaalisen semantiikan lisäksi myös COntinuous LINear -numeeristen muutosten kanssa. Tämän työn avulla saavutamme kaksi edistysaskelta suunnittelijoiden päättelykyvyissä: jatkuvan lineaarisen muutoksen käsittely ja kestosta riippuvien vaikutusten käsittely yhdessä keston epätasa-arvojen kanssa, jotka molemmat edellyttävät suunnittelun aikana tiukasti kytkettyä ajallista ja numeerista päättelyä. COLIN yhdistää FF-tyylisen ketjuuntuvan etenemishaun ja lineaarisen ohjelman (LP) käytön vuorovaikutteisten ajallisten ja numeeristen rajoitusten johdonmukaisuuden tarkistamiseen kussakin tilassa. LP:tä käytetään laskemaan rajoituksia muuttujien arvoille kussakin tilassa, mikä vähentää niiden toimien määrää, joita on harkittava sovellusta varten. Lisäksi kehitämme CRIKEY3:n Temporal Relaxed Planning Graph -heuristiikan laajennuksen, joka tukee päättelyä suoraan jatkuvan muutoksen kanssa. Laajennamme niiden tehtävämuuttujien valikoimaa, joita pidetään sopivina ehdokkaina määrittämään toiminnan aiheuttaman jatkuvan numeerisen muutoksen gradientti. Lopuksi tarkastelemme mahdollisuuksia käyttää kokonaislukuista ohjelmointia apuvälineenä suunnitelman toimintojen aikaleimojen optimoinnissa, kun ratkaisu on löydetty. Tämän tueksi tarjoamme lisäksi valikoiman laajennettuja vertailualueita, jotka sisältävät jatkuvia numeerisia vaikutuksia. Esitämme COLINinin tuloksia, jotka osoittavat sen skaalautuvuuden useilla vertailuarvoilla, ja vertaamme niitä nykyisiin huipputason suunnittelijoihin.

**Tulos**

COLIN: Suunnittelu jatkuvalla lineaarisella numeerisella muutoksella

**Esimerkki 2.2741**

Monissa kustannusherkkää oppimista koskevissa tutkimuksissa oletettiin, että ongelmalle on tiedossa ainutkertainen kustannusmatriisi. Tämä oletus ei kuitenkaan välttämättä päde monissa todellisissa ongelmissa. Luokittelijaa saatetaan esimerkiksi joutua soveltamaan useissa tilanteissa, joista jokaiseen liittyy erilainen kustannusmatriisi. Tai eri ihmisasiantuntijoilla on erilaisia mielipiteitä tietyn ongelman kustannuksista. Näiden seikkojen perusteella tässä tutkimuksessa pyritään etsimään minimax-luokitin useille kustannusmatriiseille. Yhteenvetona todistaa teoreettisesti, että riippumatta siitä, kuinka monta kustannusmatriisia on kyseessä, minimax-ongelma voidaan ratkaista ratkaisemalla joukko tavanomaisia kustannusherkkiä ongelmia ja osaongelmia, joihin liittyy vain kaksi kustannusmatriisia. Tämän tuloksena ehdotetaan yleistä kehystä minimax-luokittelijan saavuttamiseksi useiden kustannusmatriisien yli, ja se perustellaan alustavilla empiirisillä tutkimuksilla.

**Tulos**

Minimax-luokitin epävarmoja kustannuksia varten

**Esimerkki 2.2742**

Tässä artikkelissa käsitellään yksityiskohtaisesti algoritmin toteuttamista korkean tason tietoverkon automaattista luomista varten, jotta voidaan suorittaa järkeenkäypää päättelyä, erityisesti robottitehtävien korjaamista varten. Verkko esitetään Bayesin loogisella verkolla (Bayesian Logic Network, BLN) (Jain, Waldherr ja Beetz 2009), jossa yhdistetään joukko abstraktien käsitteiden, kuten IsA, AtLocation, HasProperty ja UsedFor, välisiä suunnattuja suhteita ja vastaava todennäköisyysjakauma, joka mallintaa näihin suhteisiin sisältyvää epävarmuutta. Tämän verkon kautta tehtävä päättely mahdollistaa abstraktien käsitteiden päättelyn, jotta voidaan suorittaa asianmukaiset objektikäsitteet, jotta voidaan suorittaa asianmukainen objektin korvaaminen tai paikantaa robotin ympäristöstä puuttuvat objektit. Verkon rakenne luodaan yhdistämällä kahdesta olemassa olevasta tietolähteestä peräisin olevaa tietoa: ConceptNet (Speer ja Havasi 2012) ja WordNet (Miller 1995). Tämä tehdään "paikannetulla" tavalla sisällyttämällä vain tietyssä kontekstissa merkityksellistä tietoa. Tulokset osoittavat, että luotu verkko pystyy ennustamaan tarkasti esineiden luokat, sijainnit, ominaisuudet ja varusteet kolmessa eri kotitaloudessa.

**Tulos**

Bayesilaisen loogisen verkon rakenteiden oppiminen yleistajuista päättelyä varten (Situated Structure Learning of a Bayesian Logic Network for Commonsense Reasoning)

**Esimerkki 2.2743**

Keskeinen ongelma sensoriverkoissa on päättää, miltä sensoreilta<lb> kysytään milloin, jotta saadaan mahdollisimman hyödyllistä tietoa<lb> (esim. tarkan ennusteen tekemistä varten), kun otetaan huomioon rajoitukset<lb> (esim. teho ja kaistanleveys). Monissa sovelluksissa<lb>hyötyfunktiota ei tunneta etukäteen, se on opittava<lb>tiedoista ja se voi jopa muuttua ajan myötä. Lisäksi<lb>suurissa sensoriverkoissa keskitetyn optimointitehtävän ratkaiseminen anturien valitsemiseksi ei ole mahdollista, ja siksi etsimme täysin<lb>hajautettua ratkaisua. Tässä artikkelissa esitellään Distributed<lb>Online Greedy (DOG), tehokas, hajautettu algoritmi, jolla<lb>toistuvasti valitaan antureita verkossa ja joka saa vain palautetta<lb>valittujen antureiden hyödyllisyydestä. Todistamme erittäin vahvat teoreettiset takeet siitä, että ei tarvitse katua, ja niitä sovelletaan aina, kun (tuntematon) hyötyfunktio täyttää luonnollisen vähenevän tuoton<lb>ominaisuuden, jota kutsutaan submodulaarisuudeksi. Algoritmimme kommunikointivaatimukset ovat erittäin<lb>matalat, ja se skaalautuu hyvin suuriin anturiasemiin. Laajennamme DOG:ia siten, että se sallii havainnoista<lb>riippuvan anturivalinnan. Osoitamme empiirisesti algoritmimme<lb>tehokkuuden useissa reaalimaailman havainto-<lb>tehtävissä.

**Tulos**

Online hajautetun anturin valinta

**Esimerkki 2.2744**

<lb>Logistisen tappion minimointi on suosittu lähestymistapa valvottuun oppimiseen. Työmme<lb>lähtee liikkeelle yllättävästä havainnosta, että sovitettaessa lineaarisia (tai kernelöityjä) luokittelijoita,<lb>logistisen häviön minimointi vastaa eksponentiaalisen rado-häviön<lb>minimointia<lb>laskettuna (i) muunnetuilla tiedoilla, joita kutsumme Rademacher-havainnoiksi (rados), ja (ii)<lb>samalla luokittelijalla kuin logistisen häviön luokittelija. Näin ollen radoista opittua luokittelijaa voidaan<lb>suorasti käyttää havaintojen luokitteluun. Tarjoamme oppimisalgoritmin radojen yli, jolla on boosting-<lb>yhteensopiva konvergenssinopeus logistiselle häviölle (laskettuna esimerkkien yli). Kokeet<lb>alueilla, joilla on jopa miljoonia esimerkkejä, ja teoreettiset perustelut osoittavat, että<lb>oppiminen pienellä joukolla satunnaisia radoja voi haastaa tekniikan nykytason, joka oppii<lb>kokonaisten esimerkkien joukosta. Osoitamme, että radot täyttävät erilaiset yksityisyyden suojaa koskevat vaatimukset<lb>, jotka tekevät niistä hyviä ehdokkaita koneoppimiseen yksityisyyden suojaa koskevissa puitteissa. Esitämme useita<lb>algebrallisia, geometrisia ja laskennallisia vaikeustuloksia esimerkkien rekonstruoimiseksi radoista.<lb>Näytämme myös, miten on mahdollista luoda radoja ja oppia niistä tehokkaasti differentiaalisen yksityisyyden<lb>kehyksen puitteissa. Testit paljastavat, että oppiminen differentiaalisesti yksityisistä radoista voi kilpailla oppimisen<lb>sattumanvaraisista radoista oppimisen<lb> kanssa, ja siten esimerkkien eräoppimisen kanssa, jolloin saavutetaan ei-triviaali yksityisyyden<lb>vs tarkkuuden kompromissi.

**Tulos**

Rademacher-havainnot, yksityiset tiedot ja tehostaminen

**Esimerkki 2.2745**

Kaksi suosittua lähestymistapaa SVM:ien hajautettuun koulutukseen suuressa datassa ovat parametrien keskiarvoistaminen ja ADMM. Parametrien keskiarvoistaminen on tehokasta, mutta kärsii tarkkuuden heikkenemisestä osioiden lukumäärän kasvaessa, kun taas ADMM-menetelmä ominaisuusavaruudessa on tarkka, mutta kärsii hitaasta konvergenssista. Tässä artikkelissa esitellään hybridilähestymistapa, jota kutsutaan painotetuksi parametrikeskiarvoksi (Weighted Parameter Averaging, WPA) ja jossa optimoidaan regularisoitu saranahäviö parametrien painojen suhteen. Ongelman osoitetaan olevan sama kuin SVM:n ratkaiseminen projisoidussa avaruudessa. Osoitamme myös WPA:n antaman lopullisen hypoteesin O( 1 N ) stabiilisuusrajan käyttäen uusia todistustekniikoita. Kokeelliset tulokset erilaisilla lelu- ja reaalimaailman tietokokonaisuuksilla osoittavat, että lähestymistapamme on huomattavasti tarkempi kuin parametrien keskiarvoistaminen, kun osioiden määrä on suuri. On myös nähtävissä, että ehdotettu menetelmä konvergoi paljon nopeammin kuin ADMM ominaisuuksien avaruudessa.

**Tulos**

Hajautettu painotettu parametrien keskiarvoistaminen SVM-koulutusta varten suuressa datassa

**Esimerkki 2.2746**

Otamme käyttöön kopulasekoitusmallin, jolla voidaan suorittaa riippuvuutta etsivä klusterointi, kun käytettävissä on näytteitä eri tietolähteistä. Mallissa hyödynnetään kopulakehyksen tarjoamaa suurta joustavuutta, jonka avulla voidaan laajentaa kanonisen korrelaatioanalyysin sekoituksia monimuuttujaiseen dataan, jossa on mielivaltaisia jatkuvia marginaalitiheyksiä. Muotoilemme mallimme ei-parametrisena Bayesin sekoituksena ja tarjoamme samalla tehokkaan MCMC-inferenssin. Synteettisillä ja todellisilla aineistoilla tehdyt kokeet osoittavat, että kopulaseoksen lisääntynyt joustavuus parantaa merkittävästi klusterointia ja tulosten tulkittavuutta.

**Tulos**

Copula-sekoitusmalli riippuvuutta etsivää klusterointia varten

**Esimerkki 2.2747**

Esittelemme Bayesin tapausmallin (BCM), joka on yleinen kehys Bayesin tapauspohjaista päättelyä (CBR) sekä prototyyppien luokittelua ja klusterointia varten. BCM tuo CBR:n intuitiivisen tehon Bayesin geneeriseen kehykseen. BCM oppii prototyyppejä, "keskeisiä" havaintoja, jotka edustavat parhaiten tietokokonaisuuden klustereita, tekemällä yhteisiä päätelmiä klusteritunnisteista, prototyypeistä ja tärkeistä ominaisuuksista. Samanaikaisesti BCM pyrkii harvaan oppimalla aliavaruuksia eli piirteiden joukkoja, joilla on tärkeä rooli prototyyppien luonnehdinnassa. Prototyyppi- ja aliavaruusesitys tarjoaa kvantitatiivisia etuja tulkittavuudessa samalla kun luokittelutarkkuus säilyy. Ihmiskokeet vahvistavat, että BCM:n tuottamien selitysten käyttö parantaa tilastollisesti merkittävästi osallistujien ymmärrystä verrattuna aiempaan tekniikkaan perustuviin selityksiin.

**Tulos**

Bayesin tapausmalli: Generatiivinen lähestymistapa tapauspohjaiseen päättelyyn ja prototyyppien luokitteluun.

**Esimerkki 2.2748**

Esittelemme paritettuja oppimis- ja päättelyalgoritmeja, joilla voidaan merkittävästi vähentää laskentaa ja nopeuttaa vektorien pistetuotosten laskentaa monien NLP-komponenttien ytimessä olevissa luokittelijoissa. Tämä saavutetaan jakamalla piirteet peräkkäisiin malleihin, jotka on järjestetty siten, että korkea luotettavuus voidaan usein saavuttaa käyttämällä vain pientä osaa kaikista piirteistä. Parametrien estimointi järjestetään siten, että tarkkuus ja varhainen luottamus maksimoidaan tässä järjestyksessä. Lähestymistapamme on yksinkertaisempi ja soveltuu paremmin NLP:hen kuin muut vastaavat kaskadimenetelmät. Esitämme kokeita, jotka koskevat vasemmalta oikealle tapahtuvaa puhekielen osamerkintää, nimettyjen olioiden tunnistusta ja siirtymiin perustuvaa riippuvuuksien jäsentämistä. Tyypillisissä vertailutietokannoissa pystymme säilyttämään POS-tunnistustarkkuuden yli 97 % ja jäsennystarkkuuden LAS yli 88,5 %, molemmat yli viisinkertaistamalla suoritusajan, ja NER F1 yli 88 yli kaksinkertaistamalla nopeuden.

**Tulos**

Dynaamisen ominaisuuksien valinnan oppiminen nopeaa peräkkäistä ennustamista varten

**Esimerkki 2.2749**

Tässä artikkelissa muotoilemme puitteet piilotetun ortonormaalin perustan palauttamiselle, kun käytettävissä on tietty "perustan koodausfunktio". Kuvaamme luokan Basis Encoding Functions (BEF), jotka ovat sellaisia, että<lb> niiden paikalliset maksimit yksikköpallolla ovat yksi-yhteen vastaavuudessa peruselementtien kanssa. Tämä<lb>kuvaus perustuu näiden funktioiden tiettyyn "piilokupera" ominaisuuteen. Useat viimeaikaiset teoreettiset<lb>ja käytännölliset ongelmat voidaan tulkita piilotetun perustan palauttamiseksi mahdollisesti<lb>hämäristä havainnoista. Näytämme erityisesti, miten yksinkertainen ja yleinen kehyksemme soveltuu riippumattomaan<lb>komponenttianalyysiin (ICA), tensoripoikkeamiin, spektriseen klusterointiin ja Gaussin sekoitusoppimiseen.<lb>Kuvaamme uuden algoritmin, "gradientti-iteraation", piiloperustan todistettavaan palauttamiseen. Esitämme<lb>täydellisen teoreettisen analyysin gradientti-iteraatiosta sekä tarkalle tapaukselle että<lb>tapaukselle, jossa havaittu funktio on "todellisen" taustalla olevan BEF:n häiriö. Molemmissa tapauksissa osoitamme<lb>konvergenssi- ja monimutkaisuusrajat, jotka ovat polynomiaalisia ulottuvuuden ja muiden relevanttien parametrien, kuten häiriön koon, suhteen. Häiriötuloksiamme voidaan pitää hyvin yleisenä epälineaarisena versiona<lb>klassisesta Davis-Kahanin lauseesta symmetristen matriisien häiriöiden ominaisvektoreille. Lisäksi<lb>näytämme, että tarkassa tapauksessa algoritmi konvergoi superlineaarisesti ja annamme ehtoja, jotka liittyvät<lb>konvergenssiasteeseen ja peruskoodausfunktion ominaisuuksiin. Algoritmiamme voidaan pitää<lb>klassisen potenssi-iteraatiomenetelmän yleistyksenä symmetristen matriisien ominaisanalyysille sekä<lb>tensoreiden potenssi-iteraatioiden yleistyksenä. Lisäksi Gradientti-iteraatioalgoritmi voidaan helposti<lb>ja tehokkaasti toteuttaa käytännössä.

**Tulos**

Piilotetun perustan oppiminen epätäydellisten mittausten avulla: Algoritminen alkeisohjelma

**Esimerkki 2.2750**

Determinanttipisteprosessit (Determinantal Point Processes, DPP) ovat kohdejoukkojen jakaumia, jotka mallintavat monimuotoisuutta ytimien avulla. Niiden sovelluksia koneoppimisessa ovat muun muassa yhteenvetojen poiminta ja suosittelujärjestelmät. DPP:stä näytteenoton kustannukset ovat kuitenkin kohtuuttoman suuret laajamittaisissa sovelluksissa, minkä vuoksi on pyritty kehittämään tehokkaita likimääräisiä näytteenottajia. Rakennamme uudenlaisen MCMC-näytteenottimen, jossa yhdistyvät yhdistelmägeometrian, lineaarisen ohjelmoinnin ja Monte Carlo -menetelmien ideat näytteenottoon DPP:istä, joilla on kiinteä näytteenottokardinaalisuus ja joita kutsutaan myös projektion DPP:iksi. Näytteenottimemme hyödyntää hit-and-run MCMC-ytimen kykyä liikkua tehokkaasti kuperien kappaleiden yli. Aikaisempien teoreettisten tulosten mukaan ketjumme sekoitusaika on nopea, kun kohteena on jakauma, joka on lähellä projektio-DPP:tä, mutta ei DPP:tä yleensä. Empiiriset tuloksemme osoittavat, että tämä pätee myös projektiivisten DPP:iden näytteenottoon, eli näytteenottimemme on aiempia lähestymistapoja näytteenottotehokkaampi, mikä puolestaan johtaa nopeampaan konvergenssiin, kun käsitellään kalliita arvioitavia funktioita, kuten yhteenvedon louhintaa kokeissamme.

**Tulos**

Zonotope Hit-and-run tehokasta näytteenottoa varten projisointi-DPP:stä.

**Esimerkki 2.2751**

Satunnaisprojektiomenetelmästä on tullut erittäin suosittu laajamittaisissa sovelluksissa tilastollisessa oppimisessa, tiedonhaussa, bioinformatiikassa ja muissa sovelluksissa. Käyttämällä projisoitua dataa varten hyvin suunniteltua koodausjärjestelmää, jossa määritetään kutakin projisoitua arvoa varten tarvittavien bittien määrä ja näiden bittien jakaminen, voidaan merkittävästi parantaa algoritmin tehokkuutta sekä tallennuskustannusten että laskentanopeuden osalta. Tässä artikkelissa tutkimme useita yksinkertaisia koodausjärjestelmiä keskittyen samankaltaisuuden estimointiin ja lineaaristen luokittelijoiden koulutukseen. Osoitamme, että yhtenäinen kvantisointi päihittää nykyisen vaikutusvaltaisen standardimenetelmän [8]. Itse asiassa väitämme, että monissa tapauksissa riittää koodaus vain pienellä määrällä bittejä. Lisäksi kehitämme myös epäyhtenäisen 2-bittisen koodausjärjestelmän, joka toimii käytännössä yleisesti ottaen hyvin, kuten lineaaristen tukivektorikoneiden (SVM) kouluttamista koskevat kokeilumme vahvistavat.

**Tulos**

Satunnaisprojektioiden koodaus

**Esimerkki 2.2752**

Tarkastellaan semantiikan roolia nollakuvio-oppimisessa. Aiempien lähestymistapojen tehokkuutta analysoidaan sen mukaan, millaista valvontaa on annettu. Jotkin lähestymistavat oppivat semantiikkaa itsenäisesti, kun taas toiset valvovat vain harjoitusluokkien selittämää semanttista aliavaruutta. Edellinen pystyy siis rajoittamaan koko avaruutta, mutta ei pysty mallintamaan semanttisia korrelaatioita. Jälkimmäisessä tämä ongelma on ratkaistu, mutta osa semanttisesta avaruudesta jää valvomatta. Tätä täydentävyyttä hyödynnetään uudessa konvoluutio-neuraaliverkon (CNN) kehyksessä, jossa ehdotetaan semantiikan käyttöä tunnistamisen rajoitteina. Vaikka luokittelua varten koulutetulla CNN:llä ei ole siirtokykyä, sitä voidaan edistää oppimalla piilotettu semanttinen kerros yhdessä luokittelun semanttisen koodin kanssa. Tämän jälkeen esitellään kaksi semanttisten rajoitteiden muotoa. Ensimmäinen on häviöpohjainen regularisaattori, joka asettaa yleistysrajoituksen kullekin semanttiselle ennustajalle. Toinen on koodisana-regularisaattori, joka suosii semanttisia ja luokkien välisiä kartoituksia, jotka ovat yhdenmukaisia aikaisemman semanttisen tiedon kanssa, ja sallii niiden oppimisen datasta. Useissa tietokokonaisuuksissa saavutetaan huomattavia parannuksia uusimpaan tekniikkaan verrattuna.

**Tulos**

Semanttisesti johdonmukainen säännönmukaistaminen nollakuvantunnistusta varten

**Esimerkki 2.2753**

Minkä tahansa dynaamisen verkon muodostavien aikaleimattujen reunojen virran osalta tärkeä valinta on se, minkälaista aggregointirakeisuutta analyytikko käyttää tietojen luokitteluun. Tällaisen ikkunoinnin valitseminen tehdään usein käsin tai jätetään tietoja keräävän tekniikan varaan. Valinnalla voi kuitenkin olla suuri merkitys dynaamisen verkon ominaisuuksiin. Tämä on aika-asteikon havaitsemisongelma. Aiemmissa töissä tämä ongelma on usein ratkaistu heuristiikalla valvomattomana tehtävänä. Valvomattomana ongelmana on vaikea mitata, miten hyvin tietty algoritmi suoriutuu. Lisäksi osoitamme, että ikkunoinnin laatu on riippuvainen siitä, minkä tehtävän analyytikko haluaa suorittaa verkossa ikkunoinnin jälkeen. Tämän vuoksi aika-asteikon havaitsemisongelmaa ei pitäisi käsitellä erillään muusta verkon analyysistä. Esittelemme kehyksen, joka käsittelee näitä molempia kysymyksiä: Mittaamalla aika-asteikon havaitsemisalgoritmin suorituskykyä sen perusteella, miten hyvin tietty tehtävä suoritetaan tuloksena syntyvässä verkossa, pystymme ensimmäistä kertaa vertailemaan suoraan eri aika-asteikon havaitsemisalgoritmeja toisiinsa. Tätä kehystä käyttäen esitellään aika-asteikon havaitsemisalgoritmeja, jotka käyttävät valvottua lähestymistapaa: ne hyödyntävät harjoitusdatan perustotuutta löytääkseen hyvän ikkunoinnin testidatalle. Vertaamme valvottua lähestymistapaa aiempiin lähestymistapoihin ja useisiin perusratkaisuihin todellisessa datassa.

**Tulos**

Valvottu lähestymistapa dynaamisten verkkojen aika-asteikon havaitsemiseen

**Esimerkki 2.2754**

Ehdotimme syväoppimismenetelmää tulkittavissa olevan diabeettisen retinopatian (DR) havaitsemiseen. Ehdotetun menetelmän visuaalisesti tulkittava ominaisuus saavutetaan lisäämällä regressioaktivointikartta (RAM) konvoluutioverkkojen (CNN) globaalin keskiarvopoolauskerroksen jälkeen. RAM:n avulla ehdotettu malli voi paikallistaa verkkokalvokuvan erottelevia alueita, jotta voidaan osoittaa tietty kiinnostava alue sen vakavuusasteen suhteen. Uskomme, että tämä ehdotetun syväoppimismallin etu on erittäin haluttu DR-havaitsemiseen, koska käytännössä käyttäjät eivät ole kiinnostuneita vain korkeasta ennustuskyvystä, vaan myös innokkaita ymmärtämään DR-havaitsemisen oivalluksia ja sitä, miksi hyväksytty oppimismalli toimii. Suurella verkkokalvokuvatietoaineistolla suoritetuissa kokeissa osoitamme, että ehdotetulla CNN-mallilla voidaan saavuttaa korkea suorituskyky DR-havaitsemisessa verrattuna uusimpaan tekniikkaan, ja samalla saavutetaan ansiot, jotka liittyvät RAM-muistin tarjoamiseen syöttökuvan korostavien alueiden korostamiseksi.

**Tulos**

Diabeettisen retinopatian havaitseminen syvien konvoluutioverkkojen avulla erottelevaa lokalisointia ja visuaalista selitystä varten

**Esimerkki 2.2755**

Sanojen välisen semanttisen yhteenkuuluvuuden asteen arviointi on tärkeä tehtävä monissa semanttisissa sovelluksissa, kuten ontologioiden oppimisessa semanttista webiä varten, semanttisessa haussa tai kyselyjen laajentamisessa. Tämän automaattisen tehtävän suorittamiseksi on ehdotettu monia sukulaisuusmittareita. Useimmat näistä mittareista koodaavat kuitenkin vain perustana olevan korpuksen sisältämää tietoa, eivätkä siten suoraan mallinna ihmisen intuitiota. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme, että metriikkaoppimisella parannetaan olemassa olevia semanttisia sukulaisuusmittareita oppimalla lisätiedosta, kuten eksplisiittisestä inhimillisestä palautteesta. Tätä varten ehdotamme, että perinteisten korkea-ulotteisten vektoriedustusten sijasta käytetään sanojen upotuksia, jotta voidaan hyödyntää niiden semanttista tiheyttä ja vähentää laskentakustannuksia. Testaamme lähestymistapaamme tarkasti useilla aloilla, mukaan lukien merkintätiedot sekä Wikipedian teksteihin ja navigointiin perustuvat julkisesti saatavilla olevat upotukset. Oppimista ja arviointia varten otetaan inhimillistä palautetta semanttisesta sukulaisuudesta julkisesti saatavilla olevista aineistoista, kuten MEN tai WS-353. Huomaamme, että menetelmämme voi parantaa semanttisen sukulaisuuden mittareita merkittävästi oppimalla lisätiedosta, kuten eksplisiittisestä inhimillisestä palautteesta. Olemme ensimmäiset, jotka luovat ja tutkivat upotuksia tunnistetietoja varten. Tuloksemme ovat erityisen kiinnostavia ontologia- ja suositteluinsinööreille, mutta myös kaikille muille semanttisen webin tekniikoiden tutkijoille ja harjoittajille.

**Tulos**

Semanttisen yhteenkuuluvuuden oppiminen ihmisen palautteesta metrisen oppimisen avulla

**Esimerkki 2.2756**

Prepositiot ovat hyvin yleisiä ja moniselitteisiä, ja niiden merkityksen ymmärtäminen on ratkaisevan tärkeää lauseen merkityksen ymmärtämiseksi. Prepositioiden merkityksen määrittelyä varten on vain vähän valvottuja korporaatioita, mikä viittaa puolivalvottuun lähestymistapaan. Osoitamme, että monikielisestä, kommentoimattomasta aineistosta saatavia signaaleja voidaan käyttää parantamaan preposition merkityksestä tehtävää valvottua disambiguointia. Lähestymistapamme avulla esivalmistetaan LSTM-kooderi preposition käännöksen ennustamista varten, minkä jälkeen esivalmistettu kooderi liitetään osaksi valvottua luokittelujärjestelmää ja hienosäädetään tehtävään sopivaksi. Monikieliset signaalit parantavat johdonmukaisesti tuloksia kahdessa prepositioaistitietoaineistossa.

**Tulos**

Puolivalvottu prepositio-merkityksen erottelu monikielisen datan avulla

**Esimerkki 2.2757**

Määrittelemme kaksi algoritmia tiedon levittämiseksi luokitusongelmissa, joissa on pareittaisia suhteita. Algoritmit perustuvat supistumiskarttoihin, ja ne liittyvät epälineaariseen diffuusioon ja satunnaiskävelyihin graafeissa. Lähestymistapa liittyy myös viestinsiirtoalgoritmeihin, mukaan lukien uskomusten eteneminen ja keskikenttämenetelmät. Kuvaamiemme algoritmien konvergenssi on taattu graafeilla, joilla on mielivaltainen topologia. Lisäksi ne konvergoituvat aina ainutlaatuiseen kiintopisteeseen, joka on riippumaton alustuksesta. Todistamme, että tarkasteltavien algoritmien kiintopisteet määrittelevät alemmat rajat Markovin satunnaiskentän energiafunktiolle ja maksimimarginaaleille. Teoreettiset tulokset havainnollistavat myös viestinvälitysalgoritmien ja arvo-iteraation välistä suhdetta äärettömän horisontin Markov-päätösprosessissa. Havainnollistamme tutkittujen algoritmien käytännön soveltamista numeerisilla kokeilla, jotka koskevat kuvan palauttamista, stereosyvyyden estimointia ja binääriluokittelua ruudukkoon.

**Tulos**

Diffuusiomenetelmät luokittelussa pareittaisten suhteiden avulla

**Esimerkki 2.2758**

ion in Belief Networks: Gregory Provan\* Institute for Decision Systems Research 4984 El Camino Real, Suite 110 Los Altos, CA 94022 Los Altos, CA 94022

**Tulos**

Abstraktio uskomusverkoissa: Välitilojen rooli diagnostisessa päättelyssä

**Esimerkki 2.2759**

Monille nykyaikaisille moniluokkaisille ja monileimausongelmille on ominaista yhä laajemmat lähtöavaruudet. Näissä ongelmissa etikettien sulautukset ovat osoittautuneet hyödylliseksi primitiiviksi, joka voi parantaa laskennallista ja tilastollista tehokkuutta. Tässä työssä hyödynnämme rank-rajoitetun estimoinnin ja matalaulotteisten etikettien upotusten välistä vastaavuutta, joka paljastaa nopean etikettien upotusalgoritmin, joka toimii sekä moniluokkaisissa että monimerkkisissä asetuksissa. Tuloksena on satunnaistettu algoritmi, jonka suoritusaika on eksponentiaalisesti nopeampi kuin naiivien algoritmien. Esittelemme tekniikkamme kahdella laajamittaisella julkisella tietokokonaisuudella, jotka ovat Large Scale Hierarchical Text Challenge -tapahtumasta ja Open Directory Project -hankkeesta, ja saamme niistä huipputuloksia.

**Tulos**

Nopeat etikettien upotukset satunnaistetun lineaarialgebran avulla

**Esimerkki 2.2760**

Tutkimme stokastista ja hajautettua algoritmia ei-konvekseille ongelmille, joiden tavoite koostuu N ei-konvekseista Li/N -sileistä funktioista ja ei-sileästä regularisaattorista. Ehdotettu NonconvEx primal-dual SpliTTing (NESTT) -algoritmi jakaa ongelman N osaongelmaan ja käyttää laajennettuun Lagrangianiin perustuvaa primal-dual-järjestelmää ratkaisemaan sen hajautetusti ja stokastisesti. Erityisen epäyhtenäisen näytteenoton avulla NESTT:n versio saavuttaa -stationaarisen ratkaisun käyttämällä O((( ∑N i=1 √ Li/N) / ) gradienttiarviointeja, mikä voi olla jopa O(N) kertaa parempi kuin (proksimaaliset) gradienttilaskeutumismenetelmät. Sillä saavutetaan myös Q-lineaarinen konvergenssinopeus ei-konvekseille `1-rangaistaville kvadraattisille ongelmille, joissa on polyedrisiä rajoitteita. Lisäksi paljastamme perustavanlaatuisen yhteyden primaali-duaalipohjaisten menetelmien ja muutamien pelkkiin primaaleihin perustuvien menetelmien, kuten IAG/SAG/SAGA:n, välillä.

**Tulos**

NESTT: Epäkonveksaalinen primaali-kaksoisjakomenetelmä hajautetulle ja stokastiselle optimoinnille

**Esimerkki 2.2761**

Tiedon siirtäminen toisiinsa liittyvien tehtävien välillä on tärkeä haaste vahvistavassa oppimisessa. Huolimatta monista rohkaisevista empiirisistä todisteista, jotka osoittavat siirron hyödyt, teoreettista analyysia on tehty hyvin vähän. Tässä artikkelissa tutkimme luokkaa elinikäisiä vahvistus-<lb>oppimisongelmia: agentti ratkaisee sarjan tehtäviä, jotka on mallinnettu äärellisinä Markovin päätösprosesseina<lb>(MDP), joista kukin kuuluu äärelliseen joukkoon MDP:itä, joilla on samat tila-/toiminta-avaruudet ja erilaiset siirtymä-/palkitsemisfunktiot<lb>. Elinikäisessä oppimisessa tarvittavan tehtävien välisen etsinnän innoittamana<lb>muodostamme uudenlaisen online-havainto-ongelman ja annamme optimaalisen oppimisalgoritmin sen ratkaisemiseksi. Tällaisten<lb>tulosten avulla voimme kehittää uuden elinikäisen vahvistusoppimisen algoritmin, jonka kokonaisnäytteen<lb>monimutkaisuus tehtäväsarjassa on paljon pienempi kuin yhden tehtävän oppimisessa ja jolla on suuri todennäköisyys<lb>, vaikka tehtäväsarjan tuottaisi vastustaja. Algoritmin edut<lb>demonstroidaan simuloidussa ongelmassa.

**Tulos**

Online Discovery -ongelma ja sen soveltaminen elinikäiseen vahvistusoppimiseen (Lifelong Reinforcement Learning)

**Esimerkki 2.2762**

Tässä työssä tutkitaan merkityksellisten ja epäolennaisten boolean-muuttujien vaikutusta luokittelijoiden tarkkuuteen. Analyysissä käytetään oletusta, että muuttujat ovat ehdollisesti riippumattomia luokan suhteen, ja siinä keskitytään luonnolliseen oppimisalgoritmien perheeseen tällaisia lähteitä varten, kun relevanteilla muuttujilla on pieni etu satunnaiseen arvaukseen verrattuna. Tärkein tulos on, että algoritmeilla, jotka tukeutuvat pääasiassa epäolennaisiin muuttujiin, virhetodennäköisyydet menevät nopeasti nollaan tilanteissa, joissa algoritmeilla, jotka rajoittavat epäolennaisten muuttujien käyttöä, on alhaalla positiivisella vakiolla rajattuja virheitä. Osoitamme myös, että tarkka oppiminen on mahdollista myös silloin, kun esimerkkejä on niin vähän, että ei voida suurella varmuudella määrittää, onko jokin yksittäinen muuttuja relevantti vai ei.

**Tulos**

Merkityksettömien muuttujien välttämättömyydestä

**Esimerkki 2.2763**

Berkeley FrameNet on englannin kielen leksikaalis-semanttinen resurssi, joka perustuu kehyssemantiikan teoriaan. Sitä on hyödynnetty monissa luonnollisen kielen käsittelysovelluksissa, ja se on innoittanut kehysverkkojen kehittämistä monille kielille. Esittelemme metodologisen lähestymistavan monikielisen FrameNet-pohjaisen kieliopin ja leksikon louhintaan ja tuottamiseen. Lähestymistavassa hyödynnetään FrameNet-annotoituja korpuksia, joista poimitaan automaattisesti joukko kieltenvälisiä semanttis-syntaktisia valenssimalleja. Ehdotettu lähestymistapa perustuu Berkeleyn FrameNet- ja ruotsalaisen FrameNet-verkon tietoihin, ja se on toteutettu Grammatical Framework (GF) -ohjelmalla, joka on monikielisiin kielioppiin erikoistunut kategoriaalinen kielioppiformalismi. Kieliopin ja leksikon toteutusta tukee FrameNetin rakenne, joka tarjoaa kehyssemanttisen abstraktiokerroksen, kieltenvälisen semanttisen API:n (sovellusohjelmointirajapinta), GF:n resurssikielioppikirjaston jo tarjoaman kieltenvälisen syntaktisen API:n päälle. Hankitun kieliopin ja sanaston arviointi osoittaa lähestymistavan toteutettavuuden. Lisäksi havainnollistamme, miten FrameNet-pohjaista kielioppia ja sanastoa hyödynnetään kahdessa eri monikielisessä ohjatussa luonnollisen kielen sovelluksessa. Tuotetut resurssit ovat saatavilla avoimen lähdekoodin lisenssillä.

**Tulos**

Monikielinen FrameNet-pohjainen kielioppi ja sanasto hallittua luonnollista kieltä varten.

**Esimerkki 2.2764**

Ehdotamme tehokasta tekniikkaa, jolla voidaan ratkaista arvostelutason tunteenluokitusongelma käyttämällä lausetason polariteettikorjausta. Polariteetin korjaustekniikassamme otetaan huomioon lauseiden (positiivisten ja negatiivisten) polariteettien yhdenmukaisuus kussakin tuotearvostelussa ennen varsinaisen koneoppimistehtävän suorittamista. Epäjohdonmukaisia polariteetteja sisältävät lauseet poistetaan, mutta johdonmukaisia polariteetteja sisältäviä lauseita käytetään uusimpien luokittelijoiden oppimiseen. Tekniikalla saavutettiin parempia tuloksia erityyppisissä tuotearvosteluissa ja se päihitti perusmallit, joissa ei käytetty korjaustekniikkaa. Kokeelliset tulokset osoittavat, että F-mitta on keskimäärin 82 % neljällä eri tuotearvostelualueella.

**Tulos**

Arvostelutason tunteiden luokittelu lauseen tason polariteetin korjauksen avulla

**Esimerkki 2.2765**

Useimmissa sosiaalisen median asiakirjojen luokitteluun tarkoitetuissa neuroverkkomalleissa keskitytään tekstitietoihin, mutta muut tiedot näillä alustoilla jätetään huomiotta. Tässä artikkelissa luokittelemme sosiaalisen median kanavissa olevia viestejä ja kehitämme UTCNN:n, neuroverkkomallin, joka sisällyttää käyttäjien makutottumukset, aiheiden makutottumukset ja käyttäjien kommentit viesteistä. UTCNN ei toimi ainoastaan sosiaalisen median teksteissä, vaan se analysoi myös foorumeilla ja ilmoitustauluilla olevia tekstejä. Kiinalaisella Facebook-datalla ja englanninkielisellä verkkokeskustelufoorumidatalla tehdyt kokeet osoittavat, että UTCNN saavuttaa Facebook-datalla 0,755:n makrokeskiarvoisen f-pistemäärän kannustaville, neutraaleille ja ei-tukeville asentoluokille, mikä on huomattavasti parempi kuin malleissa, joissa joko käyttäjä-, aihe- tai kommentointitieto on salattu. Tämä mallin rakenne lieventää huomattavasti alaikäisluokan tietojen puutetta ilman ylinäytteenottoa. Lisäksi UTCNN tuottaa englanninkielisellä verkkokeskustelufoorumidatalla tarkkuuden 0,842, mikä on myös huomattavasti parempi kuin aiemmissa töissä saadut tulokset ja muut syväoppimismallit, mikä osoittaa, että UTCNN toimii hyvin kielestä tai alustasta riippumatta.

**Tulos**

UTCNN: syväoppimismalli sosiaalisen median tekstin kannanluokitteluun

**Esimerkki 2.2766**

Syvien neuroverkkojen käyttäminen funktion approksimaattorina vahvistusoppimistehtävissä on viime aikoina osoittautunut erittäin tehokkaaksi ratkaisuksi ongelmiin, jotka lähestyvät reaalimaailman monimutkaisuutta, kuten [1]. Käyttäen näitä tuloksia vertailukohtana keskustelemme siitä, millainen rooli diskonttokertoimella voi olla syvän Q-verkon (DQN) oppimisprosessin laadussa. Kun diskonttokerroin kasvaa asteittain lopulliseen arvoonsa asti, osoitamme empiirisesti, että oppimisvaiheiden määrää on mahdollista vähentää merkittävästi. Kun sitä käytetään yhdessä vaihtelevan oppimisnopeuden kanssa, osoitamme empiirisesti, että se päihittää alkuperäisen DQN:n useissa kokeissa. Yhdistämme tämän ilmiön neuroverkkojen epävakauteen, kun niitä käytetään likimääräisessä dynaamisessa ohjelmoinnissa. Kuvaamme myös mahdollisuutta joutua paikalliseen optimiin oppimisprosessin aikana ja yhdistämme näin keskustelumme etsintä/hyödyntäminen -dilemmaan.

**Tulos**

Miten diskontata syvä vahvistusoppiminen: Kohti uusia dynaamisia strategioita

**Esimerkki 2.2767**

Tässä työssä tutkimme arvoitusten lajia ("kuva-arvoitukset"), johon kuuluu joukko kuvia ja kysymys. Näiden arvoitusten ratkaiseminen edellyttää sekä vi-<lb>suaalista havaitsemista (mukaan lukien esineiden ja toimintojen tunnistaminen) että,<lb>tietoon perustuvaa tai maalaisjärjellä tapahtuvaa päättelyä. Kootaan<lb>tietokanta, joka sisältää yli 3 000 arvoitusta, joissa kussakin on 4<lb>kuvaa ja perustotuuden mukainen vastaus. Merkinnät validoidaan joukkoarvioinnin avulla. Määrittelemme myös<lb>automaattisen arviointimittarin, jolla voidaan seurata tulevaa edistystä. Tehtävällämme on yhtäläisyyksiä yleisesti tunnettujen älykkyysosamäärätehtävien<lb>, kuten analogioiden ratkaisemisen ja sekvenssien täyttämisen, kanssa, joita käytetään usein älykkyyden testaamiseen<lb>. Kehitämme Probabilistic Reasoning -pohjaisen lähestymistavan<lb>, joka hyödyntää todennäköisyyspohjaista maalaisjärjen tietoa näiden arvoitusten an-<lb>vastaamiseksi kohtuullisella tarkkuudella. Osoitamme<lb>lähestymistapamme tulokset käyttämällä sekä automaattista että<lb>ihmisen suorittamaa arviointia. Lähestymistapamme tuottaa lupaavia<lb>tuloksia näissä arvoituksissa ja tarjoaa vahvan lähtökohdan tulevia yrityksiä varten. Asetamme koko tietokokonaisuuden ja siihen liittyvät ma-<lb>teriaalit julkisesti yhteisön saataville ImageRiddle<lb>Website-sivustolla (http://bit.ly/22f9Ala).

**Tulos**

Kuva-arvoituksiin vastaaminen visuaalisen näkemisen ja todennäköisyyspohjaisen pehmeän logiikan avulla tapahtuvan päättelyn avulla

**Esimerkki 2.2768**

Mielipiteiden louhinta ja tunneanalyysi on prosessi, jossa tunnistetaan mielipiteitä suurista strukturoimattomista/jäsennellyistä tiedoista ja analysoidaan sitten näiden mielipiteiden polariteetti. Mielipiteiden louhintaa ja tunneanalyysiä on sovellettu laajalti verkkoluokitusten analysoinnissa, tuotepohjaisten arvostelujen analysoinnissa, sähköisessä hallinnassa ja vihamielisen sisällön hallinnassa internetissä. Tässä asiakirjassa ehdotetaan algoritmia, jolla toteutetaan aspektitason sentimenttianalyysi. Algoritmi ottaa syötteen opiskelijan eri opettajien lähettämistä huomautuksista. Muodostetaan aspektipuu, jossa on eri tasoja, ja kullekin oksalle määritetään painotukset aspektin tason tunnistamiseksi. Algoritmi laskee aspektin arvon ehdotetun aspektipuun avulla. Sanakirjapohjainen menetelmä otetaan käyttöön huomautuksen napaisuuden arvioimiseksi. Algoritmi palauttaa aspektiarvon yhdessä mielipidearvon ja tunnearvon kanssa, mikä auttaa päättelemään huomautuksen yhteenlasketun arvon. Avainsanat - näkökulmapuu, näkökulma-arvo, mielipiteiden louhinta, mielipidearvo, sentimenttianalyysi

**Tulos**

Aspektipohjainen tunneanalyysi tarkan mielipidearvon poimimiseksi

**Esimerkki 2.2769**

Viime vuosina syvät neuroverkot ovat saavuttaneet suurta menestystä englannin kielen tunnetilaluokittelussa, mikä johtuu osittain siitä, että saatavilla on runsaasti annotoituja resursseja. Valitettavasti useimmilla muilla kielillä ei ole yhtä runsaasti kommentoitua aineistoa sentimenttianalyysia varten. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme ADAN-verkkoa (Adversarial Deep Averaging Network), jonka avulla voidaan siirtää merkityistä englanninkielisistä aineistoista opittua tunnetietämystä kieliin, joissa on vain merkitsemätöntä aineistoa. ADAN on Y-muotoinen verkko, jossa on kaksi erottelevaa haaraa: sentimenttiluokittelija ja adversaarinen kieliennustaja. Molemmat haarat saavat syötteensä ominaisuuksien poimijalta, jonka tavoitteena on oppia piilotettuja representaatioita, jotka kuvaavat tekstin taustalla olevaa tunnetta ja ovat muuttumattomia eri kielillä. Kiinalaista tunnetilaluokitusta koskevat kokeet osoittavat, että ADAN on huomattavasti parempi kuin useat perustasot, mukaan luettuna vahva putkilinjalähestymistapa, joka perustuu Google Translateen, joka on uusin kaupallinen konekäännösjärjestelmä.

**Tulos**

Adversarial Deep Averaging Networks for Cross-Lingual Sentiment Classification (Syväkeskiarvoistavat verkostot kieltenväliseen mielialaluokitukseen)

**Esimerkki 2.2770**

Tutkimme syvällisiä vahvistusoppimismenetelmiä moniagenttialueita varten. Aloitamme analysoimalla perinteisten algoritmien vaikeutta moniagenttitapauksessa: Q-oppimista haastaa ympäristön luontainen epästationaarisuus, kun taas politiikan gradientti kärsii varianssista, joka kasvaa agenttien määrän kasvaessa. Esittelemme sitten toimijakriittisten menetelmien mukautuksen, jossa otetaan huomioon muiden agenttien toimintapolitiikat ja jolla voidaan menestyksekkäästi oppia politiikkoja, jotka edellyttävät monimutkaista moniagenttikoordinaatiota. Lisäksi esittelemme koulutusohjelman, jossa käytetään kunkin agentin toimintatapojen muodostamaa kokonaisuutta, joka johtaa vankempiin usean agentin toimintatapoihin. Osoitamme lähestymistapamme vahvuuden verrattuna nykyisiin menetelmiin sekä yhteistyö- että kilpailutilanteissa, joissa agenttipopulaatiot pystyvät löytämään erilaisia fyysisiä ja tiedollisia koordinointistrategioita.

**Tulos**

Moniagenttinen toimijakriittinen arviointi sekoittuneissa yhteistyö- ja kilpailuympäristöissä.

**Esimerkki 2.2771**

Passiivisessa POMDP:ssä toimet eivät vaikuta maailman tilaan, mutta ne aiheuttavat silti kustannuksia. Kun agenttia rajoittavat tiedonkäsittelyrajoitukset, se voi säilyttää vain likimääräisen uskomuksen. Esitämme variaatioperiaatteen sille ongelmalle, joka koskee kustannusten minimoinnin kannalta hyödyllisimmän tiedon säilyttämistä, ja esittelemme tehokkaan ja yksinkertaisen algoritmin optimin löytämiseksi.

**Tulos**

Rajoitettu suunnittelu passiivisissa POMDP:issä

**Esimerkki 2.2772**

<lb>Harkitsemme tilannetta, jossa näemme näytteitä Xn ∈ R, jotka on piirretty i.i.d. jostain<lb>jakaumasta, jonka keskiarvo on nolla ja jonka kovarianssi A on tuntematon. Haluamme laskea A:n<lb>huippuominaisvektorin inkrementaalisesti algoritmilla, joka ylläpitää<lb>estimaattia huippuominaisvektorista O(d)-avaruudessa ja säätää<lb>estimaattia inkrementaalisesti jokaisen saapuvan uuden datapisteen myötä. Kaksi klassista tällaista järjestelmää ovat<lb>Krasulina (1969) ja Oja (1983). Annamme molemmille äärellisten otosten konvergenssinopeudet<lb>.

**Tulos**

Inkrementaalisen PCA:n nopea lähentyminen

**Esimerkki 2.2773**

Aikaisemmissa kiinalaista semanttista roolimerkintää (SRL) koskevissa tutkimuksissa on keskitytty yhteen semanttisesti annotoituun korpukseen. Yksittäisen korpuksen harjoitusaineisto on kuitenkin usein rajallinen. Samaan aikaan on yleensä olemassa muita semanttisesti annotoituja korpuksia kiinalaista SRL:ää varten, jotka ovat hajallaan eri annotaatiokehyksissä. Aineiston niukkuus on edelleen pullonkaula. Tämä tilanne edellyttää suurempia harjoitusaineistoja tai tehokkaita lähestymistapoja, jotka voivat hyödyntää hyvin heterogeenisiä aineistoja. Näissä artikkeleissa keskitymme pääasiassa jälkimmäiseen eli kiinalaisen SRL:n parantamiseen käyttämällä heterogeenisiä korporaatioita yhdessä. Ehdotamme uutta progressiivista oppimismallia, jossa progressiivista neuroverkkoa täydennetään Gated Recurrent Adaptersin avulla. Malli pystyy käsittelemään heterogeenisiä syötteitä ja siirtämään tehokkaasti tietoa niiden välillä. Julkaisemme myös uuden korpuksen, Chinese SemBankin, kiinalaista SRL:ää varten. CPB 1.0:lla tehdyt kokeet osoittavat, että mallimme päihittää uusimmat menetelmät.

**Tulos**

Progressiivisen oppimisen lähestymistapa kiinalaiseen SRL:ään käyttäen heterogeenisiä tietoja.

**Esimerkki 2.2774**

Yksi tietokonenäön päätavoitteista on antaa tietokoneille mahdollisuus tulkita visuaalisia tilanteita - abstrakteja käsitteitä (esim. "koiraa ulkoiluttava henkilö", "bussia odottava väkijoukko", "piknik"), joiden kuvamuodot liittyvät toisiinsa pikemminkin yhteisen tilallisen ja semanttisen rakenteen kuin matalan tason visuaalisen samankaltaisuuden kautta. Tässä artikkelissa ehdotamme uudenlaista ennakko-oppimis- ja aktiivista objektinpaikannusmenetelmää tällaista tietoon perustuvaa hakua varten staattisissa kuvissa. Järjestelmässämme ennakkotieto tilanteesta tallennetaan joukolla joustavia, kernel-pohjaisia tiheysestimaatioita - tilannemallilla - jotka edustavat tietyn tilanteen odotettua avaruudellista rakennetta. Näitä arvioita päivitetään tehokkaasti järjestelmän etsiessä relevantteja kohteita saadulla tiedolla, jolloin järjestelmä voi käyttää kontekstia hakua kaventaakseen sitä mukaa kuin se havaitaan. Tarkemmin sanottuna järjestelmä käyttää testikuvaan kohdistuvan ajon aikana kuvan ominaisuuksia ja löytämiään kontekstitietoja tunnistamaan pienen harjoittelukuvien osajoukon - tärkeän klusterin - jonka katsotaan olevan kontekstin perusteella eniten samankaltainen kuin kyseinen testikuva. Tätä osajoukkoa käytetään päivitetyn tilannemallin luomiseen on-line-muodossa käyttäen tehokasta monipolaarista laajentamistekniikkaa. Sovellamme algoritmia konseptin todisteena erittäin monipuoliseen ja haastavaan tietokokonaisuuteen, joka koostuu koiran ulkoiluttamistilanteen tapauksista. Tuloksemme tukevat hypoteesia, jonka mukaan dynaamisesti renderoidut, kontekstiin perustuvat todennäköisyysmallit voivat tukea tehokasta kohteen paikannusta visuaalisissa tilanteissa. Lisäksi lähestymistapamme on riittävän yleinen sovellettavaksi erilaisiin koneoppimisparadigmoihin, jotka edellyttävät tulkittavissa olevia, osittain havainnoidusta datasta tuotettuja todennäköisyysrepresentaatioita.

**Tulos**

Nopea online-ydintiheyden estimointi aktiivista kohteen paikannusta varten

**Esimerkki 2.2775**

Ihmisen näkökyky hyötyy suuresti kohteiden kokoa koskevasta tiedosta. Koon merkitystä useissa visuaalisen päättelyn tehtävissä on tutkittu perusteellisesti ihmisen havaitsemisen ja kognition alalla. Esineiden kokoa koskevan tiedon vaikutusta tekoälyyn ei kuitenkaan ole vielä selvitetty. Oletamme, että tämä johtuu pääasiassa kattavan kokotietovarannon puutteesta. Tässä artikkelissa esittelemme menetelmän, jonka avulla voidaan automaattisesti päätellä esineiden kokoja hyödyntämällä verkosta saatavaa visuaalista ja tekstimuotoista tietoa. Maksimoimalla teksti- ja visuaalisten havaintojen yhteistä todennäköisyyttä menetelmämme oppii luotettavia suhteellisia kokoestimaatteja ilman nimenomaista ihmisen valvontaa. Esittelemme suhteellisen koon tietokokonaisuuden ja osoitamme, että menetelmämme on parempi kuin kilpailevat tekstuaaliset ja visuaaliset perusmenetelmät kokovertailujen päättelyssä.

**Tulos**

Ovatko norsut isompia kuin perhoset? Esineiden kokoja koskeva päättely

**Esimerkki 2.2776**

Konekääntäminen on yksi tärkeimmistä vanhimmista ja aktiivisimmista luonnollisen kielen käsittelyn tutkimusalueista. Tällä hetkellä tilastollinen konekääntäminen (SMT) hallitsee konekäännöstutkimusta. Tilastollinen konekääntäminen on konekääntämisen lähestymistapa, jossa käytetään malleja, joiden avulla voidaan oppia käännösmalleja suoraan datasta ja yleistää ne uuden, ennennäkemättömän tekstin kääntämiseen. SMT-lähestymistapa on pitkälti kieliriippumaton, eli malleja voidaan soveltaa mihin tahansa kielipariin. Tilastollisessa konekääntämisessä (SMT, Statistical Machine Translation) käännökset pyritään tuottamaan tilastollisin menetelmin, jotka perustuvat kaksikielisiin tekstikorpuksiin. Jos tällaisia korporaatioita on saatavilla, samankaltaisten tekstien kääntämisessä voidaan saavuttaa erinomaisia tuloksia, mutta tällaisia korporaatioita ei ole vielä saatavilla monille kielipareille. Tilastollisilla konekäännösjärjestelmillä on yleensä vaikeuksia käsitellä morfologiaa lähde- tai kohdekielessä, erityisesti morfologisesti rikkaissa kielissä. Kohdekielen morfologian tai syntaksin virheillä voi olla vakavia vaikutuksia lauseen merkitykseen. Ne muuttavat sanojen kieliopillista funktiota tai lauseen ymmärrettävyyttä verbin virheellisen aikamuototiedon kautta. Perus-SMT-järjestelmä, joka tunnetaan myös nimellä Phrase Based Statistical Machine Translation (PBSMT), ei käytä mitään kielitietoa, vaan se toimii vain sanan pintamuodon perusteella. Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että kielellisen tiedon lisääminen auttaa parantamaan käännöstarkkuutta pienemmällä määrällä kaksikielisiä korpuksia. Kielitiedon lisääminen voidaan tehdä Factored Statistical Machine Translation -järjestelmän avulla esikäsittelyvaiheiden avulla. Ja mikä tärkeintä, konekäännösjärjestelmä kielipareille, joilla on erilainen morfologinen rakenne, tarvitsee parhaan esikäsittelyn tai mallintamisen ennen kääntämistä. Englannin ja tamilin kielet kuuluvat eri kieliperheeseen, joten järjestelmän on vaikea automatisoida niiden välistä morfosyntaktista kartoitusta tilastollisin menetelmin. Tässä artikkelissa tutkitaan, miten englanninkielistä esikäsittelyä käytetään englannin ja tamilin välisen SMT-järjestelmän tarkkuuden parantamiseen.

**Tulos**

Englannin ja tamilin välisen tilastollisen konekäännösjärjestelmän suorituskyvyn parantaminen lähdepuolen esikäsittelyn avulla

**Esimerkki 2.2777**

Jaksomerkintä lääketieteellisten tapahtumien ja niiden ominaisuuksien poimimiseksi sähköisen potilastietojärjestelmän (EHR) muistiinpanojen jäsentymättömästä tekstistä on keskeinen askel kohti EHR:ien semanttista ymmärtämistä. Sillä on tärkeitä sovelluksia terveydenhuollon tietotekniikassa, kuten lääketurvatoiminnassa ja lääkevalvonnassa. Tämän alan uusimmat valvotut koneoppimismallit perustuvat CRF-malleihin (Conditional Random Fields), joiden piirteet lasketaan kiinteistä konteksti-ikkunoista. Tässä sovelluksessa tutkittiin rekursiivisia neuroverkkokehyksiä ja osoitettiin, että ne ovat huomattavasti parempia kuin CRF-mallit.

**Tulos**

Kaksisuuntainen RNN lääketieteellisten tapahtumien havaitsemiseen sähköisissä terveyskertomuksissa

**Esimerkki 2.2778**

Viime aikoina sekvenssistä sekvenssiin -malli, jossa käytetään koodaaja-dekooderi-neuraaliverkkoa, on saavuttanut suosiota automaattisessa puheentunnistuksessa (ASR). Arkkitehtuurissa käytetään yleisesti tarkkaavaisuusmekanismia, jonka avulla malli oppii lähdepuhesekvenssin ja kohdetekstisekvenssin väliset kohdistukset. Useimmat nykyisin käytetyt tarkkaavaisuusmekanismit perustuvat globaaliin tarkkaavaisuusominaisuuteen, joka edellyttää kooderin tilojen tuottaman koko syötesekvenssin painotetun yhteenvedon laskemista. Se on kuitenkin laskennallisesti kallista ja tuottaa usein virheellistä kohdistusta pidemmälle syötesekvenssille. Lisäksi se ei sovi puheentunnistustehtävän monotoniseen tai vasemmalta oikealle -luonteeseen. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta huomiomekanismia, jolla on paikalliset ja monotoniset ominaisuudet. Lisäksi tutkitaan erilaisia tapoja hallita näitä ominaisuuksia. Kokeelliset tulokset osoittavat, että koodaaja-dekooderipohjainen ASR, jossa on paikallinen monotoninen huomio, voi parantaa suorituskykyä merkittävästi ja vähentää laskennallista monimutkaisuutta verrattuna standardia globaalia huomioarkkitehtuuria käyttävään järjestelmään.

**Tulos**

Paikallinen monotoninen tarkkaavaisuusmekanismi päästä päähän -puheentunnistusta varten

**Esimerkki 2.2779**

Puolivalvotun oppimisen menetelmien tavoitteena on yhdistää merkityt ja merkitsemättömät tiedot tehokkaasti paremman mallin saamiseksi. Monet menetelmät perustuvat graafipohjaisiin lähestymistapoihin, joissa merkinnät levitetään syötettyjen esimerkkien graafin kautta. Useimmissa nykyisissä menetelmissä oppimistavoitteen taustalla oleva etenemismekanismi perustuu satunnaiskävelyihin. Vaikka satunnaiskävelyt ovat teoreettisesti tyylikkäitä, niillä on useita haittoja, jotka voivat heikentää ennustuskykyä. Tässä työssä tutkimme dynaamisia infektioprosesseja vaihtoehtoisena etenemismekanismina. Niissä merkitsemättömät solmut voidaan "tartuttaa" jo tartunnan saaneiden naapureidensa merkinnöillä. Tarjoamme tehokkaan, skaalautuvan ja rinnakkaistettavan algoritmin odotettujen tartuntatulosten arvioimiseksi. Kuvaamme myös menetelmän optimointinäkökulman, joka liittyy Laplacian-lähestymistapoihin. Lopuksi kokeet osoittavat, että menetelmä on erittäin kilpailukykyinen useissa vertailuarvoissa ja eri oppimisasetuksissa.

**Tulos**

Puolivalvottu oppiminen kilpailevilla infektiomalleilla

**Esimerkki 2.2780**

Automaattinen esseepisteytys (AES) on ollut varsin suosittu ja sitä käytetään laajalti. Asianmukaisten menetelmien puuttuminen englantia äidinkielenään puhumattomien esseiden arvioimiseksi on kuitenkin johtanut epätasapainoiseen edistymiseen tällä alalla. Tässä artikkelissa raportoimme ensimmäiset tulokset kokeiluistamme, joissa käytimme ei-äidinkielen AES-menetelmää, joka oppii ei-äidinkielen esseiden manuaalisesta arvioinnista. Tätä varten toteutimme harjoituksen, jossa testiympäristössä olevien englantia äidinkielenään puhumattomien kirjoittamia esseitä arvioitiin sekä manuaalisesti että kokeilua varten suunnitellulla automaattisella järjestelmällä. Samalla kokeilimme muutamia ominaisuuksia oppiaksemme nonnatiivien arviointiin liittyviä vivahteita. Ehdotetun automaattisen esseenarviointimenetelmän korrelaatiokerroin manuaalisen arvioinnin kanssa oli 0,750.

**Tulos**

Automaattisen esseen pisteytyksen tutkiminen englantia äidinkielenään puhumattomille henkilöille

**Esimerkki 2.2781**

Pawlakin karkean joukon teoriassa joukko approksimoidaan alemman ja ylemmän approksimaation parilla. Jotta approksimaation karkeutta voitaisiin mitata numeerisesti, Pawlak otti käyttöön karkeuden kvantitatiivisen mittarin, jossa käytetään alemman ja ylemmän approksimaation kardinaalisuuksien suhdetta. Vaikka karkeuden mitta on tehokas, sen haittapuolena on, että se ei ole tiukasti monotoninen osioiden vakiojärjestyksen suhteen. Viime aikoina on tehty joitakin parannuksia ottamalla huomioon osioiden rakeisuus. Tässä artikkelissa lähestymme karkeusmittaa aksiomaattisella tavalla. Kun karkeusmitta ja partitiomitta on määritelty aksiomaattisesti, esitämme karkeusmitan yhtenäisen rakenteen, jota kutsutaan vahvaksi Pawlakin karkeusmitaksi, ja sitten tutkimme tämän mitan ominaisuuksia. Osoitamme, että kirjallisuudessa esiintyvät parannetut karkeusmitat ovat vahvan Pawlak-karkeusmitan erikoisyksilöitä, ja esittelemme myös kolme muuta vahvaa Pawlak-karkeusmittaa. Aksiomaattisen lähestymistapamme etuna on se, että jotkin karkeusmitan ominaisuudet ilmenevät välittömästi heti, kun mitta täyttää asianomaisen aksiomaattisen määritelmän.

**Tulos**

Aksiomaattinen lähestymistapa karkeiden joukkojen karkeusmittaukseen

**Esimerkki 2.2782**

Oppivissa luokittelujärjestelmissä käytettäväksi on esitetty useita esitysmalleja, jotka vaihtelevat binäärikoodauksista neuroverkkoihin. Tässä asiakirjassa esitellään tuloksia tutkimuksesta, jossa tutkittiin diskreetin dynaamisen järjestelmän esityksen käyttöä XCS-oppimisluokitinjärjestelmässä. Erityisesti käytetään asynkronisia satunnaisia Boolean-verkkoja perinteisten ehto-toiminta-tuotantojärjestelmän sääntöjen esittämiseen. Osoitetaan, että XCS:ssä on mahdollista käyttää itsesopeutuvaa, avointa evoluutiota tällaisten diskreettien dynaamisten järjestelmien muodostaman kokonaisuuden suunnittelemiseksi ja useiden tunnettujen testiongelmien ratkaisemiseksi.

**Tulos**

Diskreetti dynaaminen geneettinen ohjelmointi XCS:ssä

**Esimerkki 2.2783**

Ominaisuuksien osajoukkojen valinta, joka on yleisen osajoukkojen valintaongelman erikoistapaus, on ollut lukuisten tutkimusten aiheena tiedonlouhintasovellusten kasvavan merkityksen vuoksi. Ominaisuuksien osajoukkojen valintaongelmassa on kaksi pääongelmaa, jotka on ratkaistava: i) Sopivan mittafunktion löytäminen, joka voidaan laskea melko nopeasti ja kestävästi korkea-ulotteisille tiedoille. (ii) Hakustrategia, jolla optimoidaan mitta-arvo osajoukkoavaruudessa kohtuullisessa ajassa. Tässä artikkelissa mittafunktioksi katsotaan piirteiden ja luokkatunnisteiden välinen keskinäinen informaatio. Vastavuoroiselle informaatiolle ehdotetaan kahta sarjan laajennusta, ja osoitetaan, että useimmat kirjallisuudessa ehdotetut heuristiset kriteerit ovat näiden laajennusten typistettyjä approksimaatioita. On tunnettua, että koko osajoukkoavaruuden etsiminen on NP-kova ongelma. Tässä ehdotetaan perinteisten peräkkäisten hakualgoritmien sijasta semidefiniittiseen ohjelmointiin (SDP) perustuvaa rinnakkaista hakustrategiaa, jolla voidaan hakea osajoukkoavaruus polynomiajassa. Hyödyntämällä ehdotetun algoritmin ja graafiteorian maksimileikkausongelman yhtäläisyyksiä johdetaan tämän algoritmin approksimointisuhde ja verrataan sitä takaperin eliminointimenetelmän approksimointisuhteeseen. Kokeet osoittavat, että voi olla harhaanjohtavaa arvioida toimenpiteen laatua pelkästään luokittelutarkkuuden perusteella ottamatta huomioon ei-optimaalisen hakustrategian vaikutusta.

**Tulos**

Puolifiniittiseen ohjelmointiin perustuva hakustrategia ominaisuuksien valintaan keskinäisen informaation avulla

**Esimerkki 2.2784**

Haluamme varmasti vankan perustan. Millaisen linnan voimme rakentaa hiekalle? Mitä järkeä on uhrata vaivaa parvekkeisiin ja minareetteihin, jos perustus voi olla niin heikko, että rakenne romahtaa omasta painostaan? Haluamme, että perustuksemme asetetaan kallioperään, joka kestää sukupolvia. Kuka haluaisi arkkitehdin, joka ei pysty todistamaan rakennustensa perustusten kestävyyttä?

**Tulos**

Miksi tarvitsemme epävarmuuksien mallintamisen perusteita?

**Esimerkki 2.2785**

Vahvistusoppiminen voi hankkia monimutkaisia käyttäytymismalleja korkean tason määrittelyistä. Tehokkaasti optimoitavan ja oikean tehtävän koodaavan kustannusfunktion määrittely on kuitenkin käytännössä haastavaa. Tutkimme, miten käänteistä optimaalista ohjausta (IOC, inverse optimal control) voidaan käyttää käyttäytymisen oppimiseen demonstraatioista, ja sovellamme sitä korkea-ulotteisten robottijärjestelmien vääntömomentin ohjaukseen. Menetelmämme vastaa kahteen käänteisen optimaalisen ohjauksen keskeiseen haasteeseen: ensinnäkin informatiivisten ominaisuuksien ja tehokkaan regularisoinnin tarpeeseen kustannuksen rakenteen asettamiseksi ja toiseksi vaikeuteen oppia kustannusfunktio tuntemattomassa dynamiikassa korkea-ulotteisissa jatkuvissa järjestelmissä. Ensimmäiseen haasteeseen vastaamiseksi esitämme algoritmin, jolla voidaan oppia mielivaltaisia epälineaarisia kustannusfunktioita, kuten neuroverkkoja, ilman huolellista ominaisuuksien suunnittelua. Jälkimmäisen haasteen ratkaisemiseksi muotoilemme tehokkaan otokseen perustuvan approksimaation MaxEnt IOC:lle. Arvioimme menetelmäämme simuloitujen tehtävien ja todellisten robottimanipulaatio-ongelmien avulla ja osoitamme, että se on huomattavasti parempi kuin aiemmat menetelmät sekä tehtävän monimutkaisuuden että näytteenoton tehokkuuden suhteen.

**Tulos**

Ohjattu kustannusoppiminen: Syvä käänteinen optimaalinen ohjaus politiikan optimoinnin avulla

**Esimerkki 2.2786**

Laskentaan perustuvien etsintäalgoritmien tiedetään toimivan lähes optimaalisesti, kun niitä käytetään yhdessä taulukkomuotoisten vahvistusoppimismenetelmien (RL) kanssa pienten diskreettien Markov-päätösprosessien (MDP) ratkaisemiseen. Yleisesti ajatellaan, että laskentaan perustuvia menetelmiä ei voida soveltaa korkea-ulotteisissa tila-avaruuksissa, koska useimmat tilat esiintyvät vain kerran. Viimeaikaiset syvät RL-etsintästrategiat pystyvät käsittelemään korkea-ulotteisia jatkuvia tila-avaruuksia monimutkaisten heuristiikkojen avulla, jotka usein luottavat optimismiin epävarmuuden tai sisäisen motivaation edessä. Tässä työssä kuvaamme yllättävän havainnon: klassisen laskentaan perustuvan lähestymistavan yksinkertaisella yleistyksellä voidaan saavuttaa lähes huippuluokan suorituskyky useissa korkea-ulotteisissa ja/tai jatkuvissa syvän RL:n vertailukohteissa. Tilat kartoitetaan hash-koodeiksi, jolloin niiden esiintymiset voidaan laskea hash-taulukon avulla. Näitä lukuja käytetään sitten palkkion laskemiseen klassisen laskentaan perustuvan etsintäteorian mukaisesti. Huomaamme, että yksinkertaisilla hash-funktioilla voidaan saavuttaa yllättävän hyviä tuloksia monissa haastavissa tehtävissä. Lisäksi osoitamme, että alasta riippuvainen opittu hash-koodi voi parantaa näitä tuloksia entisestään. Yksityiskohtainen analyysi paljastaa hyvän hash-funktion tärkeitä piirteitä: 1) sopiva rakeisuus ja 2) MDP:n ratkaisemisen kannalta olennaisen tiedon koodaaminen. Tällä etsintästrategialla saavutetaan lähes huippuluokan suorituskyky sekä jatkuvissa valvontatehtävissä että Atari 2600 -peleissä, joten se tarjoaa yksinkertaisen mutta tehokkaan perustason sellaisten MDP:iden ratkaisemiseen, jotka vaativat huomattavaa etsintää.

**Tulos**

#Exploration:Tutkimus Count-Based Exploration for Deep Reinforcement Learning -menetelmästä.

**Esimerkki 2.2787**

Tässä tietotekniikan aikakaudella tarvitaan kätevä ja käyttäjäystävällinen käyttöliittymä, jotta tietokonejärjestelmää voidaan käyttää erittäin nopeasti. Puhe on ihmiselle luonnollinen viestintämuoto, ja sillä on potentiaalia olla nopea ja kätevä vuorovaikutustapa tietokoneen kanssa. Puheentunnistuksella on tärkeä rooli, kun teknologia tuodaan heidän ulottuvilleen. Tämän aikakauden tarve on saada tietoa muutamassa sekunnissa. Tässä asiakirjassa kuvataan puhujasta riippumattoman ja englanninkielisen komentotulkkausjärjestelmän suunnittelua ja kehittämistä tietokonetta varten. HMM-mallia käytetään foneemien kaltaisten puhekomentojen esittämiseen. Kokeet on tehty reaalimaailman tiedoilla, ja järjestelmä on koulutettu normaalitilanteessa reaalimaailman kohteelle.

**Tulos**

CONATION: englanninkielinen tietokoneiden komentojen syöttö- ja tulostusjärjestelmä (Command Input/Output System for Computers)

**Esimerkki 2.2788**

Ehdotamme uutta lähestymistapaa, jolla voidaan tuottaa automaattisesti useita värillisiä versioita harmaasävykuvasta. Menetelmämme perustuu havaintoon, jonka mukaan automaattinen väritys on suhteellisen helppoa, jos värikuvasta on olemassa matalaresoluutioinen versio. Koulutamme ensin ehdollisen PixelCNN:n tuottamaan matalaresoluutioisen väriversion annetusta harmaasävykuvasta. Sitten, kun annamme syötteinä luodun matalan resoluution värikuvan ja alkuperäisen harmaasävykuvan, koulutamme toisen CNN:n luodaksemme kuvan korkean resoluution värityksen. Osoitamme, että lähestymistapamme tuottaa monipuolisempia ja uskottavampia värityksiä kuin nykyiset menetelmät, kuten ihmisarvioijat arvioivat "visuaalisessa Turingin testissä".

**Tulos**

PIXCOLOR: PIKSELIN REKURSIIVINEN VÄRITYS

**Esimerkki 2.2789**

Miten voimme löytää automaattisesti tärkeimmät vastaavuudet kahden tai useamman kielen sanojen välillä? Miten voimme tehdä niin, että voimme ottaa huomioon minkä tahansa kielten osajoukon väliset vastaavuudet hukkumatta turhiin tuloksiin ja samalla säilyttää yksityiskohtaisuuden tason hallinnassa? Juuri näihin kysymyksiin vastaamme tässä asiakirjassa. Lähestymme ongelmaa minimaalisen kuvauksen pituuden periaatteen avulla ja esitämme tehokkaan algoritmin tilastollisesti tärkeiden vastaavuuksien löytämiseksi. Testaamme menetelmämme tehokkuutta joukolla slaavilaisia kieliä. Kokeet osoittavat, että menetelmämme löytää automaattisesti ei-triviaaleja assosiaatioita, mikä mahdollistaa sekä kvantitatiivisen että kvalitatiivisen analyysin useista kielistä.

**Tulos**

Useiden kielten välisten vastaavuuksien löytäminen MDL:n avulla

**Esimerkki 2.2790**

Tässä asiakirjassa esitellään uusi menetelmä eri kirjoitusasujen asiakirjojen erottamiseksi toisistaan. Asiakirja kuvataan numeeristen arvojen yhtenäisesti koodatuksi tekstiksi. Se johdetaan kirjainten sijainnista tekstirivillä niiden typografisten ominaisuuksien perusteella. Jokaista koodia pidetään harmaana tasona. Näin ollen koodatusta tekstistä saadaan 1-D-kuva, jolle suoritetaan tekstuurianalyysi juoksupituuden tilastojen ja paikallisen binäärikuvion avulla. Se määrittää ominaisvektorit, jotka edustavat asiakirjan käsikirjoitussisältöä. Asiakirjan ominaisuusvektoriin sovellettava muunnettu klusterointimenetelmä ryhmittelee samalla käsikirjoituksella kirjoitetut asiakirjat. Kokeet, jotka on tehty kahdella asiakaskohtaisella tietokannalla, jotka sisältävät historiallisia asiakirjoja vanhoilla kyrillisillä, kulmikkailla ja pyöreillä glagoliittisilla sekä antiqua- ja fraktur-kirjoitusmerkeillä, osoittavat ehdotetun menetelmän paremmuuden verrattuna tunnetuimpiin uusimpiin menetelmiin.

**Tulos**

Asiakirjakuvien koodaus ja klusterointi käsikirjoitusten erottelua varten

**Esimerkki 2.2791**

Useat puhujan tunnistusjärjestelmät tuottavat hyvää suorituskykyä puhtaalla puheella, mutta meluisten ääniolosuhteiden aiheuttamat häiriöt vaikuttavat niihin. Tämän ongelman ratkaisemiseksi tutkimme täydentävän tiedon käyttöä eri tasoilla tuntemattoman puhujan yhdistetyn vastaavuuspisteen laskemiseksi. Tässä työssä tarkastelemme kahden valvotun koneoppimismenetelmän, kuten tukivektorikoneiden (SVM) ja Naïve Bayesin (NB), vaikutusta. Määrittelemme kaksi ominaisvektorijoukkoa, jotka perustuvat mel frequency cepstral coefficients (MFCC) ja relative spectral perceptual linear predictive coefficients (RASTA-PLP). Kukin ominaisuus mallinnetaan Gaussin sekoitusmallilla (GMM). Useat tavat yhdistää näitä tietolähteitä parantavat merkittävästi tekstistä riippumatonta puhujan tunnistustehtävää, kun käytetään erittäin suurta, puhelimesta huonontunutta NTIMIT-tietokantaa.

**Tulos**

Monitasoinen tiedon yhdistäminen puhujan tunnistamiseksi puhelimen puheesta

**Esimerkki 2.2792**

Käytännön tilanteissa esiintyy usein väliarvoisia sumeampia joukkoja. Tässä artikkelissa esitellään ensinnäkin varjostetut joukot intervalliarvojen sumeiden joukkojen tulkitsemiseksi ja ymmärtämiseksi. Tarjoamme myös analyyttisen ratkaisun kynnysparin laskemiseen etsimällä epävarmuuden tasapainoa varjostettujen joukkojen puitteissa. Toiseksi rakennamme virheisiin perustuvia kolmiulotteisia approksimaatioita intervalliarvoisille sumeille joukoille. Tarjoamme myös vaihtoehtoisen päätöksentekoteoreettisen muotoilun parin kynnysarvojen laskemiseksi muuttamalla intervalliarvoiset häviöfunktiot yksiarvoisiksi häviöfunktioiksi, joissa vaaditut kynnysarvot lasketaan minimoimalla päätöksentekokustannukset. Kolmanneksi laskemme virheisiin perustuvia kolminkertaisia approksimaatioita intervalliarvoisille sumeille joukoille käyttämällä intervalliarvoisia häviöfunktioita. Lopuksi käytämme useita esimerkkejä havainnollistamaan sitä, miten intervalliarvoisen jäsenyysasteen omaavalle kohteelle voidaan tehdä toimenpide käyttämällä intervalliarvoisia häviöfunktioita.

**Tulos**

Päätösteoreettisiin karkeisiin joukkoihin perustuvia kolmitieapproksimaatioita väliarvoisille sumeille joukoille

**Esimerkki 2.2793**

Esitämme joitakin perusteluja sille, miksi nykyiset agenttien esittämiseen tarkoitetut menetelmät ovat riittämättömiä keinoelämän kannalta keskeisissä sovelluksissa. Käyttämällä ajatuskokeilua, johon liittyy kuvitteellinen biosfäärin dynaamisten järjestelmien malli, väitämme, että aineenvaihdunnan, liikkuvuuden ja kontrafaktuaalisen vaihtelun käsitteen pitäisi olla yhteensopivia minkä tahansa dynaamisten järjestelmien agenttikuvauksen kanssa. Tämän jälkeen ehdotamme tietoteoreettista käsitettä integroiduista spatiotemporaalisista malleista, jonka uskomme voivan toimia agenttimääritelmän perusrakenteena. Väitämme, että nämä mallit pystyvät ratkaisemaan edellä mainitut ongelmat. Testaamme tätä myös joissakin alustavissa kokeissa.

**Tulos**

Kohti tietoon perustuvia spatiotemporaalisia malleja dynaamisten järjestelmien agenttien esittämisen perustana.

**Esimerkki 2.2794**

Entiteettien ja relaatioiden sulautusten oppiminen on tehokas ja monipuolinen menetelmä koneoppimisen suorittamiseen relaatiotiedoissa, kuten tietämysgraafeissa. Tässä työssä ehdotamme holografisia upotuksia (HOLE) kokonaisten tietämysgraafien kompositionaalisten vektoriavaruusesitysten oppimiseen. Ehdotettu menetelmä liittyy assosiatiivisen muistin holografisiin malleihin siten, että siinä käytetään ympyräkorrelaatiota kompositionaalisten esitysten luomiseen. Käyttämällä korrelaatiota kompositio-operaattorina HOLE voi tallentaa runsaasti vuorovaikutusta, mutta samalla se on tehokas laskea, helppo kouluttaa ja skaalautuva hyvin suurille tietokokonaisuuksille. Laajoissa kokeissa osoitamme, että holografiset upotukset pystyvät päihittämään nykyiset menetelmät linkkien ennustamisessa tietämysgrafiikoissa ja relaatio-oppimisen vertailutietoaineistoissa.

**Tulos**

Tietograafien holografiset sulautukset

**Esimerkki 2.2795**

Kun digitaalisia pelejä tutkitaan yhä enemmän ratkaisuina kasvatuksellisiin ja käyttäytymiseen liittyviin haasteisiin, tarve arviointimenetelmille, jotka tukevat sekä pelimuodon ainutlaatuisuutta että tarvetta vertailla niitä muihin lähestymistapoihin, kasvaa jatkuvasti. Tässä työpajapaperissa kuvataan erilaisia haasteita, jotka liittyvät erityisesti digitaalisten pelien avulla tapahtuvaan kulttuuriseen oppimiseen ja siihen, miten sitä voidaan parhaiten arvioida, ymmärtää ja ylläpitää tutkimuksen tukeman iteratiivisen prosessin avulla. Lisäksi esitetään eettisiä näkökohtia ja keinoja hyödyntää arviointituloksia iteratiivisessa syklissä ja antaa palautetta oppijoille. Lisäksi esitellään eettisiä näkökohtia ja keinoja hyödyntää arviointituloksia iteratiivisessa syklissä ja antaa palautetta oppijoille. Tapausesimerkkinä esitellään vakava peli, joka on peräisin Mobile Assistance for Social Inclusion and Empowerment of Immigrants with Persuasive Learning Technologies and Social Networks (MASELTOV) -hankkeesta, ja keskustellaan kehyksen käytöstä integratiivisen hankkeen yhteydessä painottaen tarvetta tarkastella pelipohjaista oppimista pikemminkin kulttuurisen oppimisprosessin yhdistettynä osana kuin erillisenä ratkaisuna. Tässä tapaustutkimuksessa tarkastellaan myös mobiilipelaamista, joka tarjoaa alustan, jonka avulla sisältöä voidaan toimittaa ja päivittää arviointitulosten perusteella. Keskustelussa pohditaan kulttuurisen oppimisen ja yleisemmin käyttäytymisen muutoksen arviointiin liittyviä yleisiä haasteita ja ehdotetaan, että tulevassa työssä olisi käsiteltävä tarvetta tarjota kestäviä, tutkimukseen perustuvia alustoja pelipohjaiselle oppimissisällölle.

**Tulos**

Arvioidaan kulttuurista osaamista ja käyttäytymisen muutosta edistävien pelipohjaisten oppimismenetelmien ulottuvuutta ja vaikutusta.

**Esimerkki 2.2796**

Generatiiviset vastakkaisverkot (Generative Adversarial Networks, GAN) [2] ovat herättäneet paljon kiinnostusta tekoäly-yhteisössä sen ilmestymisestä lähtien. Kuvien generoinnissa useat hankkeet osoittivat, miten GANit pystyvät tuottamaan fotorealistisia kuvia, mutta toistaiseksi tulokset eivät näyttäneet riittävän visuaalisen median tuotantoteollisuuden laatuvaatimuksiin. Esittelemme optimoidun kuvantuotantoprosessin, joka perustuu syviin konvolutiivisiin generatiivisiin adversaaliverkkoihin (Deep Convolutional Generative Adversarial Networks, DCGANs) ja jonka avulla voidaan luoda fotorealistisia korkearesoluutioisia kuvia (jopa 1024x1024 pikseliä). Lisäksi järjestelmälle syötettiin rajallinen, alle kaksituhatta kuvaa käsittävä tietokanta. Kaikki nämä tulokset antavat lisää viitteitä GANien tulevasta hyödyntämisestä tietokonegrafiikan ja visuaalisten tehosteiden alalla.

**Tulos**

Megapikselikokoisten kuvien luominen generatiivisten adversaaliverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2797**

Tarkastellaan seuraavaa perustavanlaatuista estimointiongelmaa: on olemassa n oliota, joilla kullakin on tuntematon parametri pi ∈ [0, 1], ja havainnoimme n riippumatonta satunnaismuuttujaa,X1, . . . . , Xn, joissaXi ∼Binomial(t, pi). Kuinka tarkasti voidaan palauttaa pis:n "histogrammi" (eli kumulatiivinen tiheysfunktio)? Vaikka empiiriset estimaatit palauttaisivat histogrammin maansiirtoetäisyyden Θ( 1 √ t ) (vastaavasti `1 etäisyys CDF:ien välillä), osoitamme, että edellyttäen, että n on riittävän suuri, voimme saavuttaa virheen O( 1t ), joka on tietoteoreettisesti optimaalinen. Laajennamme tuloksemme myös moniulotteiseen parametritapaukseen, joka kattaa asetukset, joissa jokaisella populaation jäsenellä on useita parametreja. Teoreettisten tulosten lisäksi osoitamme, että palautusalgoritmi toimii hyvin käytännössä erilaisissa tietokokonaisuuksissa, mikä tarjoaa valaisevia näkemyksiä useilla aloilla, kuten politiikassa ja urheiluanalytiikassa.

**Tulos**

Optimaalisesti oppivat parametripopulaatiot

**Esimerkki 2.2798**

Tässä raportissa esitellään suunnitelma älykkään Meta-hakukoneen kehittämiseksi,<lb>iral. Tämän metahakukoneen tarkoituksena on tarjota kattavia, tehokkaita ja<lb>tarkoituksenmukaisia hakutuloksia tiettyihin kyselyihin yhdistämällä eri hakukoneiden<lb>tuloksia. Näin käyttäjät voivat kattaa laajemman World Wide Webin tietokannan<lb>kyselyilleen ja saada relevantimpia hakutuloksia. Toisaalta tämä Meta<lb>hakukone luo suuremman käyttäjäkunnan ja houkuttelee online-markkinointia<lb>Abster-iT:lle. Tämä tarjoaa Abster-iT:lle uuden liiketoimintaympäristön.

**Tulos**

Älykäs hakuoptimointi keinotekoisen sumean logiikan avulla

**Esimerkki 2.2799**

Tässä asiakirjassa kuvataan lähestymistapa, jota käytimme tviittien asennon havaitsemisessa (SemEval-2016 Task 6). Hyödynsimme viimeaikaisia edistysaskeleita lyhyiden tekstien luokittelussa syväoppimisen avulla luodaksemme sana- ja merkkitason malleja. Valinta sana- ja merkkitason mallien välillä kussakin yksittäistapauksessa perustui validointisuoritukseen. Lopullinen järjestelmämme on yhdistelmä luokittelijoita, jotka käyttävät sana- tai merkkitason malleja. Käytimme myös uusia datan lisäämiseen liittyviä tekniikoita laajentaaksemme ja monipuolistaaksemme harjoitustietokantaamme ja tehdessämme järjestelmästämme siten kestävämmän. Järjestelmämme saavutti makrokeskiarvoina tarkkuuden 0,67, palautuksen 0,61 ja F1-pisteet 0,635.

**Tulos**

DeepStance SemEval-2016 -tapahtumassa Tehtävä 6: Stance-tunnistus twiiteissä merkki- ja sanatason CNN:ien avulla

**Esimerkki 2.2800**

Lumiere-hankkeessa keskitytään todennäköisyyden ja hyödyllisyyden hyödyntämiseen tietokoneohjelmien käyttäjien auttamiseksi. Tarkastelemme Bayesin käyttäjämalleja, joita voidaan käyttää käyttäjän tarpeiden päättelyyn ottamalla huomioon käyttäjän tausta, toimet ja kyselyt. Lumiere-tutkimuksessa käsiteltiin useita ongelmia, kuten ( 1) Bayes-mallien rakentaminen tietokoneen käyttäjien ajassa muuttuvien tavoitteiden päättelemiseksi heidän havaituista toiminnoistaan ja kyselyistään, (2) pääsy ohjelmistosovellusten tapahtumavirtoihin, (3) sellaisen kielen kehittäminen, jolla järjestelmän tapahtumat voidaan muuntaa Bayes-käyttäjämalleissa esitettäviksi havainnollisiksi muuttujiksi, ( 4) pysyvien profiilien kehittäminen käyttäjän asiantuntemuksen muutosten tallentamiseksi ja (5) älykkään käyttöliittym än kokonaisarkkitehtuurin kehittäminen. Lumiere-prototyypit toimivat perustana Microsoft Office '97 -ohjelmapaketin Office Assis tant -ohjelmalle.

**Tulos**

Lumiere-projekti: Bayesian User Modeling for Inferring the Goals and Needs of Software Users (Bayesiläinen käyttäjämallinnus ohjelmistojen käyttäjien tavoitteiden ja tarpeiden päättelemiseksi)

**Esimerkki 2.2801**

Ehdotamme yksinkertaista, skaalautuvaa ja nopeaa gradienttilaskeutumisalgoritmia ei-konveksaalisen tavoitteen optimoimiseksi rangan minimointiongelmalle ja siihen läheisesti liittyvälle semidefiniittisten ohjelmien perheelle. Kun käytetäänO(r3κ2n log n) satunnaismittauksia positiivisesta semidefiniittisestä n×nmatriisista, jonka arvo on r ja ehtoluku κ, menetelmämme konvergoi taatusti lineaarisesti globaaliin optimiin.

**Tulos**

Konvergentti gradientti laskeutumisalgoritmi rangin minimointiin ja puolimäärätön ohjelmointi satunnaisista lineaarisista mittauksista käsin

**Esimerkki 2.2802**

Suurilla valvotuilla tietokokonaisuuksilla koulutetut syvät neuroverkot ovat viime vuosina tuottaneet vaikuttavia tuloksia. Koska hyvin kommentoitujen tietokokonaisuuksien kerääminen voi kuitenkin olla kohtuuttoman kallista ja aikaa vievää, viimeaikaisessa työssä on tutkittu suurempien, mutta kohinaisempien ja helpommin saatavien tietokokonaisuuksien käyttöä. Tässä artikkelissa tutkimme syvien neuroverkkojen käyttäytymistä harjoitusjoukoissa, joissa on runsaasti kohinaisia merkintöjä. Osoitamme, että menestyksekäs oppiminen on mahdollista jopa lähes mielivaltaisella määrällä kohinaa. Esimerkiksi MNIST-tietokannassa havaitsemme, että yli 90 prosentin tarkkuus on edelleen saavutettavissa, vaikka tietokokonaisuutta on laimennettu 100:lla meluisella esimerkillä kutakin puhdasta esimerkkiä kohti. Tällainen käyttäytyminen pätee useisiin eri kohinatyyppeihin, vaikka kohinatyypit olisivat vinoutuneet sekavien luokkien suuntaan. Lisäksi osoitamme, miten onnistuneen harjoittelun edellyttämä tietokokonaisuus kasvaa, kun merkintäkohina kasvaa. Lopuksi esitämme yksinkertaisia toimintatekniikoita, joilla voidaan parantaa oppimista suuren merkintäkohinan vallitessa.

**Tulos**

Syväoppiminen kestää massiivista etikettikohinaa hyvin

**Esimerkki 2.2803**

Tutkimme ongelmaa, joka koskee ennustamista asiantuntijoiden neuvojen avulla, kun asiantuntijoiden määrä voi olla erittäin suuri tai jopa ääretön. Kehitämme algoritmin, jolla saadaan tiukka katumusraja r OpǫT `N ` ? NT q, missä N on ympäristön tuottamien tappiofunktioiden sarjan empiirinen ǫ-peittävä lukumäärä. Lisäksi esitämme suojausmenettelyn, jonka avulla voimme löytää optimaalisen ǫ:n jälkikäteen. Lopuksi käsittelemme muutamia mielenkiintoisia algoritmimme sovelluksia. Osoitamme, miten algoritmimme on sovellettavissa Hazan et al., 2016, esittämässä noin matalan rankin asiantuntijamallissa, ja keskustelemme rajoittuneen vaihtelun omaavien asiantuntijoiden tapauksesta, jossa tilastollisissa ja online-asetuksissa saatujen katumusrajojen välillä on yllättävän suuri ero.

**Tulos**

Verkko-opiskelu monien asiantuntijoiden kanssa

**Esimerkki 2.2804**

Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että syviä neuroverkkoja (deep neural networks, DNN) voidaan käyttää syvien puhujavektorien (d-vektorit) poimimiseen, jotka säilyttävät puhujan ominaisuudet ja joita voidaan käyttää puhujan todentamiseen. Tätä uutta menetelmää on testattu tekstiriippuvaisissa puhujan todentamistehtävissä, ja parannusta raportoitiin, kun se yhdistettiin perinteiseen i-vektorimenetelmään. Tässä artikkelissa d-vektorimenetelmää laajennetaan puoliksi tekstistä riippumattomiin puhujan todentamistehtäviin, eli puheen teksti koostuu rajoitetusta joukosta lyhyitä lauseita. Tutkitaan d-vektorin louhintaan käytettävän DNN-rakenteen eri asetuksia ja esitellään puhelimesta riippuvainen koulutus, jossa käytetään ASR-järjestelmästä saatuja jälkikäteisominaisuuksia. Kokeelliset tulokset osoittavat, että d-vektoreita on mahdollista soveltaa puoliksi tekstistä riippumattomaan puhujantunnistukseen, ja puhelimesta riippuvainen koulutus parantaa järjestelmän suorituskykyä.

**Tulos**

Syväkieliset puhujavektorit puoliksi tekstiriippumatonta puhujan todentamista varten

**Esimerkki 2.2805**

Esittelemme Bayesin lähestymistavan hyvin koulutetun kontekstiriippuvaisen, syvän neuroverkon piilomarkov-mallin (CD-DNN-HMM) parametrien mukauttamiseen automaattisen puheentunnistuksen suorituskyvyn parantamiseksi. Kun DNN-parametreja on runsaasti, mutta dataa on vain rajallinen määrä, mukautetun DNN-mallin tehokkuus voi usein heikentyä. Muotoilemme erityisesti suunnitellun CD-DNN-HMM:n parametrien maksimaalisen jälkikäteisen (MAP) mukauttamisen, jossa on lisätty lineaarisia piiloverkkoja, jotka on yhdistetty ulostulon sidottuihin tiloihin eli senoneihin, ja vertaamme sitä aiemmin ehdotettuun ominaisuusavaruuden MAP-lineaariseen regressioon. Kokeelliset todisteet 20 000 sanan avoimen sanaston Wall Street Journal -tehtävästä osoittavat ehdotetun kehyksen toteutettavuuden. Valvotussa mukauttamisessa ehdotettu MAP-sovitusmenetelmä vähentää suhteellista virhettä yli 10 prosenttia ja on jatkuvasti parempi kuin perinteiset muunnokseen perustuvat menetelmät. Lisäksi esitämme ensimmäisen yrityksen luoda hierarkkisia prioreja sopeutumisen tehokkuuden ja vaikuttavuuden parantamiseksi rajallisella sopeutumisdatalla hyödyntämällä senonien välisiä yhtäläisyyksiä.

**Tulos**

Verkkoparametrien maksimaalinen a posteriori -sovitus syvissä malleissa

**Esimerkki 2.2806**

Tavanomaisessa LDA-mallissa on se ongelma, että kunkin sanan aiheen määrittely on riippumaton ja sanojen välinen korrelaatio jätetään näin ollen huomiotta. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme tässä artikkelissa mallia nimeltä Word Related Latent Dirichlet Allocation (WR-LDA), jossa sanakorrelaatio sisällytetään LDA:n aihekohtaisiin malleihin. Tämä johtaa uusiin mahdollisuuksiin, joita tavallisella LDA-mallilla ei ole, kuten harvoin esiintyvien sanojen arviointiin tai monikieliseen aihepiirimallinnukseen. Kokeelliset tulokset osoittavat mallimme tehokkuuden verrattuna tavalliseen LDA:han.

**Tulos**

Sanojen sukulaisuuden mallintaminen Latent Dirichlet Allocation -menetelmällä

**Esimerkki 2.2807**

Esittelemme harvinaisen yksinkertaisen, portilla varustetun toistuvan neuroverkon (RNN), jonka suorituskyky on verrattavissa tunnettuihin portilla varustettuihin arkkitehtuureihin, kuten LSTM:iin ja GRU:iin, sanatason kielen mallintamistehtävässä. Todistamme, että mallillamme on yksinkertainen, ennustettava ja ei-koottinen dynamiikka. Tämä on jyrkässä ristiriidassa tavanomaisempien porttiarkkitehtuurien kanssa, joiden taustalla olevissa dynaamisissa järjestelmissä on kaoottista käyttäytymistä.

**Tulos**

TOISTUVA NEUROVERKKO ILMAN KAAOSTA

**Esimerkki 2.2808**

Kirjoituksessa esitellään uusi käsikirjoitusten luokittelumenetelmä eteläslaavilaisten keskiaikaisten etikettien erottelua varten. Se koostuu käsikirjoitustyyppien tekstuurianalyysistä. Ensimmäisessä vaiheessa kukin kirjain koodataan vastaavalla kirjoitustyypillä, joka määritellään sen typografisten piirteiden perusteella. Saadulle koodatulle tekstille tehdään tilastollinen analyysi ja vierekkäisten paikallisten binäärikuvioiden analyysi piirteiden poimimiseksi. Tulos osoittaa, että erotetut kirjoituspiirteet ovat erilaisia, mikä tekee piirteiden luokittelusta tehokkaampaa. Se on pohjana käsikirjoitusten tunnistamisen luokitteluprosessille, jossa käytetään asiakirjojen klusterointia koskevan uusimman lähestymistavan laajennusta. Ehdotettua menetelmää arvioidaan esimerkissä, jossa on käsin kaiverrettuja kiveen ja käsin painettuja paperitarroja vanhassa kyrillisessä, kulmikkaassa ja pyöreässä glagoliittisessa kirjoitusasussa. Kokeet osoittavat erittäin myönteisiä tuloksia, jotka todistavat ehdotetun menetelmän tehokkuuden.

**Tulos**

Lähestymistapa eteläslaavilaisten keskiaikaisten etikettien analyysiin kuvatekstuurin avulla.

**Esimerkki 2.2809**

Hyväksyttävän suorituskyvyn saavuttamiseksi tekoälytehtävissä voidaan joko käyttää kehittyneitä piirteiden louhintamenetelmiä kaksikerroksisen valvotun oppimismallin ensimmäisenä kerroksena tai oppia piirteet suoraan syvällä (monikerroksisella) mallilla. Ensimmäinen lähestymistapa on hyvin ongelmakohtainen, kun taas jälkimmäiseen lähestymistapaan liittyy laskennallisia yleiskustannuksia, jotka liittyvät useiden kerrosten oppimiseen ja mallin hienosäätöön. Tässä artikkelissa ehdotamme kaarikosiini-ytimiin perustuvaa laajaksi oppimiseksi kutsuttua lähestymistapaa, joka oppii yhden äärettömän leveän kerroksen. Ehdotamme eksakteja ja epätäsmällisiä oppimisstrategioita laajalle oppimiselle ja osoitamme, että laaja oppiminen yhdellä kerroksella päihittää yksikerroksiset sekä äärellisen leveät syväarkkitehtuurit joillakin vertailutietoaineistoilla.

**Tulos**

Syvälle vai laajalle oppimisessa?

**Esimerkki 2.2810**

Hypoteesimme on, että varustamalla tietyt älykästä rakennusta ohjaavan moniagenttijärjestelmän agentit automaattisella päätöksenteon tuella voidaan lisätä kahta tärkeää tekijää. Ensimmäinen on rakennuksen energiansäästö. Toinen on asiakasarvo - miten rakennuksen asukkaat kokevat agenttien toiminnan vaikutukset. Tämän hypoteesin paikkansapitävyydestä saadaan näyttöä kokeellisilla havainnoilla, jotka liittyvät keinotekoisen päätöksenteon välineisiin. Useita oletuksia, jotka liittyvät koekohteen tilojen agenttien hallintaan valvomalla ja delegoimalla tehtäviä toisenlaisille agenteille, lievennetään. Kukin oletus ohjaa ainakin yhtä epävarmuutta, joka vaikeuttaa huomattavasti menettelyjä, joilla valitaan kunkin tällaisen agentin osa toimia. Osoitamme, että realistisissa päätöksentekotilanteissa huoneita valvovat agentit voivat tehdä rajoitetusti rationaalisia päätöksiä jopa dynaamisissa reaaliaikarajoituksissa. Tämä tulos voidaan yleistää, ja se on yleistetty, muihin alueisiin, joilla on vielä kovempia aikarajoituksia.

**Tulos**

Keinotekoinen päätöksenteko epävarmuuden vallitessa älykkäissä rakennuksissa

**Esimerkki 2.2811**

Ehdotamme monikerroksista verkkoa, joka perustuu Bayesin kehykseen FGrn (Factor Graphs in Reduced Normal Form), jota sovelletaan kaksiulotteiseen ristikkoon. Latenttimuuttujamalli (Latent Variable Model, LVM) on nelipuuhierarkian perusrakenne, joka on rakennettu satunnaismuuttujien alimman kerroksen päälle, jotka edustavat kuvan pikseleitä, ominaisuuskarttaa tai yleisemmin kokoelmaa spatiaalisesti jakautuneita diskreettejä muuttujia. Monikerrosarkkitehtuuri toteuttaa hierarkkisen datan esityksen, jota voidaan uskomusten etenemisen avulla käyttää oppimiseen ja päättelyyn. Tyypillisiä käyttökohteita ovat kuvioiden täydentäminen, korjaaminen ja luokittelu. FGrn-paradigma tarjoaa suurta joustavuutta ja modulaarisuutta, ja se vaikuttaa lupaavalta ehdokkaalta syvien verkkojen rakentamiseen: järjestelmää voidaan helposti laajentaa ottamalla käyttöön uusia ja erilaisia (kardinaliteetiltaan ja tyypiltään) muuttujia. Ennakkotietoa tai valvottua tietoa voidaan lisätä eri mittakaavoissa. FGrn-paradigma tarjoaa kätevän tavan rakentaa kaikenlaisia arkkitehtuureja liittämällä toisiinsa vain kolmenlaisia yksiköitä: SISO-lohkot (Single Input Single Output), lähteet ja replikaattorit. Verkko on suunniteltu piirikaavion tapaan, ja uskomusviestit kulkevat kaksisuuntaisesti koko järjestelmässä. Oppimisalgoritmit toimivat vain paikallisesti kunkin lohkon sisällä. Järjestelmää demonstroidaan tässä artikkelissa kolmikerrosrakenteella, jota sovelletaan vakiomuotoisesta aineistosta poimittuihin kuviin.

**Tulos**

Kohti syvien verkkojen rakentamista Bayesin faktorigraafien avulla

**Esimerkki 2.2812**

Vaikka tekoäly, ohjelmistoagentit ja robotiikka ovat edistyneet, nykyään on vain vähän sellaisia järjestelmiä, joita voidaan todella kutsua täysin autonomisiksi järjestelmiksi. Oletamme, että suurin este autonomian kehittymiselle on luottamuksen puute. Luotettava autonomia on tieteellinen ja tekninen ala, jolla luodaan perusta ja pohjatyö sellaisten luotettavien autonomisten järjestelmien (robotiikka ja ohjelmistoagentit) kehittämiseksi, joita voidaan käyttää jokapäiväisessä elämässämme ja jotka voidaan integroida ihmisiin saumattomasti, luonnollisesti ja tehokkaasti. Tässä asiakirjassa tarkastelemme tätä kirjallisuutta paljastaaksemme tutkijoille ja käytännön toimijoille mahdollisuuksia työskennellä aiheiden parissa, jotka voivat luoda harppauksen eteenpäin luotettavan autonomian alan edistämisessä. Keskitymme artikkelissa "luottamukseen", joka on ihmisten ja koneiden välinen yhdistävä teknologia. Tätä aihetta koskeva tutkimuksemme pyörii kolmen alateeman ympärillä: (1) luottamuksen mallintamista koskevan kirjallisuuden tarkastelu ja asemointi luotettavan autonomian kannalta, (2) kriittisen osajoukon tarkastelu anturiteknologioista, joiden avulla kone voi aistia ihmisen tiloja, ja (3) eräiden kriittisten kysymysten määrittely luotettavan autonomian alan edistämiseksi. Tutkimusta täydennetään käsitteellisillä malleilla, joita ehdotamme matkan varrella kokoamalla ja muokkaamalla kirjallisuutta uudelleen muotoon, jonka avulla luotettavat autonomiset järjestelmät voivat toteutua. Kirjoituksessa esitetään visio luotetusta kyborgiparvesta, joka on jatkoa aiemmalle kognitiivisen kybersymbioosin käsitteellemme, jossa ihmiset ja koneet sulautuvat yhteen harmonisesti, saumattomasti ja koordinoidusti.

**Tulos**

Katsaus luotettavan autonomian teoreettisiin ja käytännöllisiin haasteisiin suuressa datassa.

**Esimerkki 2.2813**

Tietämyksen tehokkaaseen esittämiseen on käytettävissä vain vähän tiedon esittämistekniikoita (KR). Monimutkaisuuden lisääntyessä tarvitaan kuitenkin parempia menetelmiä. Jotkut tutkijat ovat kehittäneet hybridimekanismeja yhdistämällä kaksi tai useampia menetelmiä. Kun pyritään rakentamaan älykäs tietokonejärjestelmä, ensisijainen näkökohta on edustaa suuria tietomääriä tavalla, joka mahdollistaa tiedon tehokkaan käytön ja tehokkaan organisoinnin, jotta suositeltujen johtopäätösten tekeminen olisi helpompaa. Yhdistelmillä on hyvät ja huonot puolensa, ja KR:n standardoitua menetelmää tarvitaan. Tässä asiakirjassa tutkittiin perusteellisesti erilaisia KR:n hybridijärjestelmiä ja esiteltiin yksityiskohtia. AvainsanatTiedon esittäminen; hybridi järjestelmä; hybridi skeemarakenne.

**Tulos**

Hybridijärjestelmät tietämyksen esittämiseen tekoälyssä (Hybrid Systems for Knowledge Representation in Artificial Intelligence)

**Esimerkki 2.2814**

<lb>Harkitsemme verkko-oppimista, kun aikahorisontti on tuntematon. Sovellamme<lb>minimax-analyysia, aloitamme kiinteän horisontin tapauksesta ja siirrymme sitten<lb>kahteen tuntemattoman horisontin asetukseen, joista toisessa oletetaan, että horisontti valitaan satunnaisesti<lb>jollakin tunnetulla jakaumalla, ja toisessa vastustajalle annetaan<lb>täysi kontrolli horisonttiin. Satunnaista horisonttia ja rajoitettuja tappioita varten<lb>johdamme täysin optimaalisen minimax-algoritmin. Ja vastustajan horisonttiasetukselle<lb>todistamme ei-triviaalin alarajan, joka osoittaa, että vastustaja saa<lb>tarkasti enemmän valtaa kuin silloin, kun horisontti on kiinteä ja tunnettu. Satunnaisen horisonttiasetelman mini-<lb>max-ratkaisun perusteella ehdotamme sitten uutta adaptiivista algo-<lb>rytmiä, joka "teeskentelee", että horisontti on poimittu jostakin erityisestä<lb>perheen jakaumasta, mutta riippumatta siitä, miten todellinen horisontti valitaan, pahimman tapauksen katumus on<lb>optimaalinen. Lisäksi algoritmimme voidaan yleistää monin tavoin,<lb> mukaan lukien muiden tuntemattomien tietojen ja muiden online-oppimisasetusten käsittely.<lb>Kokeet osoittavat, että algoritmimme päihittää monet muut olemassa olevat algoritmit<lb>lineaarisessa online-optimointiasetelmassa.

**Tulos**

Verkko-opiskelu tuntemattomalla aikajänteellä

**Esimerkki 2.2815**

Graafisten mallien AND/OR-hakuavaruuksien hiljattain käyttöön otetun kehyksen innoittamana ehdotamme, että moniarvoisia päätösdiagrammeja (MDD) täydennetään AND-solmuilla, jotta voidaan kuvata funktioiden hajoamisrakenne ja laajentaa nämä kootut tietorakenteet yleisiin painotettuihin graafisiin malleihin (esim. todennäköisyysmalleihin). Esittelemme AND/OR-moniarvoisen päätöskaavion (AND/OR Multi-Valued Decision Diagram, AOMDD), joka kokoaa graafisen mallin kanoniseen muotoon, joka tukee polynomiaikaisia (esim. ratkaisujen laskenta, uskomusten päivitys) tai vakioaikaisia (esim. graafisten mallien ekvivalenssi) kyselyjä. Tarjoamme kaksi algoritmia graafisen mallin AOMDD:n laatimiseksi. Ensimmäinen on hakupohjainen, ja se toimii soveltamalla reduktiosääntöjä muistia vaativan AND/OR-hakualgoritmin jälkiin. Toinen on päättelyyn perustuva ja käyttää Bucket Elimination -aikataulua syöttöfunktioiden AOMDD:iden yhdistämiseen APPLY-operaattorin avulla. Molempien algoritmien osalta kokoamisaika ja AOMDD:n koko ovat pahimmassa tapauksessa eksponentiaalisia graafisen mallin puunleveyden eikä polunleveyden suhteen, kuten järjestettyjen binääristen päätöskaavioiden (OBDD) tapauksessa. Esittelemme semanttisen puunleveyden käsitteen, joka auttaa selittämään, miksi päätöskaavion koko on usein paljon pienempi kuin pahimman tapauksen raja. Esitämme kokeellisen arvioinnin, joka osoittaa AOMDD:n mahdollisuudet.

**Tulos**

AND/OR moniarvoiset päätöskaaviot (AOMDD) graafisia malleja varten.

**Esimerkki 2.2816**

CAPTCHA:t eli käänteiset Turingin testit ovat reaaliaikaisia arviointeja, joita ohjelmat (tai tietokoneet) käyttävät erottaakseen ihmiset ja koneet toisistaan. Tämä saavutetaan antamalla ja arvioimalla vaikeita tekoälyongelmia, jotka ihminen voi ratkaista helposti, mutta koneet eivät. Tällaisten arviointien sovellukset vaihtelevat roskapostittajien estämisestä täyttämästä automaattisesti verkkolomakkeita ja hakkereiden estämisestä tekemästä sanakirjahyökkäyksiä. Nykyään CAPTCHA:iden tekijöiden ja rikkojien välinen kilpailu on edennyt pisteeseen, jossa ehdotettuihin CAPTCHA:iin ei pysty vastaamaan edes ihminen. Pidämme tällaisia CAPTCHA:ita käyttäjäystävällisinä. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta tekniikkaa käänteistä Turing-testiä varten, jota kutsumme nimellä Line CAPTCHAs, jossa keskitytään pääasiassa käyttäjäystävällisyyteen, mutta ei tingitä turvallisuusnäkökohdista, joita tällaisen järjestelmän odotetaan tarjoavan.

**Tulos**

Käyttäjäystävällinen linja CAPTCHA

**Esimerkki 2.2817**

Tämä artikkeli on selvitystyö suurempaa hanketta varten, jossa suunnitellaan visuaalista SLAM-robottia tuntemattoman, jäsentymättömän ympäristön tiheän 3D-kartan luomiseksi. SLAM-robottia suunniteltaessa on otettava huomioon monia tekijöitä. SLAM-robotin anturimenetelmä olisi määriteltävä ottaen huomioon, millaista ympäristöä on tarkoitus mallintaa. Samoin ympäristön tyyppi määrittää sopivan ominaisuuksien louhintamenetelmän. Tässä asiakirjassa käydään läpi eräissä hiljattain julkaistuissa julkaisuissa käytetyt havaintomenetelmät. Tämän tutkimuksen päätavoitteena on tehdä vertaileva tutkimus nykyisten havaintomenetelmien ja ominaisuuksien louhinta-algoritmien välillä ja poimia niistä parhaat työhömme.

**Tulos**

TUTKIMUS HAVAINTOMENETELMISTÄ

**Esimerkki 2.2818**

Hashtagit ovat semanttis-syntaktisia konstruktioita, joita käytetään eri sosiaalisissa verkostoissa ja mikrobloggausalustoilla, jotta käyttäjät voivat aloittaa aihekohtaisen keskustelun tai luokitella viestin haluttuun kategoriaan. Hashtagien sisältämien kokonaisuuksien segmentointi ja linkittäminen voisi näin ollen auttaa ymmärtämään paremmin sosiaalisessa mediassa jaettua tietoa ja poimimaan sitä. Koska hashtageissa (esim. #nsavssnowden) ei kuitenkaan ole välilyöntiä, hashtagien segmentointi yksittäisiin kokonaisuuksiin (tässä tapauksessa "NSA" ja "Edward Snowden") ei ole helppo tehtävä. Useimmat nykyiset sosiaalisen median analyysijärjestelmät, kuten tunneanalyysi ja entiteettien yhdistäminen, joko jättävät hashtagit huomiotta tai käsittelevät niitä yhtenä sanana. Tässä artikkelissa esitellään kontekstitietoinen lähestymistapa, jonka avulla hashtagien sisältämät entiteetit voidaan segmentoida ja linkittää tietopankkiin (KB) twiitin kontekstin perusteella. Lähestymistapamme segmentoi ja linkittää hashtagien entiteetit siten, että hashtagien semantiikan ja twiitin välinen johdonmukaisuus maksimoidaan. Tietojemme mukaan mikään olemassa oleva tutkimus ei käsittele hashtageissa olevien entiteettien linkittämistä semanttisen tiedon poimimiseksi. Arvioimme menetelmäämme kahdella eri tietokokonaisuudella ja osoitamme, että tekniikkamme parantaa twiittien kokonaisvaltaista entiteettien linkittämistä semanttisen lisätiedon avulla, joka saadaan segmentoimalla ja linkittämällä entiteetit hashtageihin.

**Tulos**

Kohti hashtagien syvällistä semanttista analyysia

**Esimerkki 2.2819**

Ennustemarkkinat tarjoavat tehokkaan keinon arvioida ennusteiden epävarmoja suureita. Perinteisten ja kilpailuun perustuvien tiukasti asianmukaisten pisteytyssääntöjen on osoitettu kannustavan pelaajia antamaan totuudenmukaisia todennäköisyysennusteita. Osoitamme kuitenkin, että kun nämä pelaajat voivat tehdä yhteistyötä, nämä mekanismit voivat sen sijaan estää heitä ilmoittamasta sitä, mitä he todella uskovat. Kun pelaajat, joilla on erilaiset uskomukset, voivat tehdä yhteistyötä ja muodostaa koalition, nämä mekanismit sallivat arbitraasin, ja on olemassa raportti, joka maksaa koalition jäsenille aina enemmän kuin heidän totuudenmukaiset ennusteensa. Jos koalition muodostaisi välittäjä, kuten verkkoportaali, välittäjälle taattaisiin voitto.

**Tulos**

Täysin asianmukaiset mekanismit, joissa on yhteistyöhön osallistuvia toimijoita

**Esimerkki 2.2820**

Kudoksen segmentointi on tärkeä edellytys tehokkaalle ja tarkalle diagnostiikalle digitaalisessa patologiassa. On kuitenkin hyvin tiedossa, että kokodia-skannerit voivat epäonnistua kaikkien kudosalueiden havaitsemisessa esimerkiksi kudostyypin tai heikon värjäytymisen vuoksi, koska niiden kudostunnistusalgoritmit eivät ole riittävän vankkoja. Tässä artikkelissa esitellään kaksi erilaista konvoluutio-neuraaliverkkoarkkitehtuuria koko dia-kuvauksen segmentointiin, jotta kudosalueet voidaan tunnistaa tarkasti. Vertaamme algoritmeja myös julkaistuun perinteiseen menetelmään. Keräsimme algoritmeja validoidaksemme 54 kokolevykuvaa, joissa oli erilaisia värjäytymiä ja kudostyyppejä kolmesta laboratoriosta. Osoitamme, että vaikka nämä kaksi menetelmää eivät eroa merkittävästi toisistaan, ne ovat perinteistä vastinettaan parempia (Jaccard-indeksi 0,937 ja 0,929 vs. 0,870, p < 0,01).

**Tulos**

ERI MENETELMIEN VERTAILU KUDOSTEN SEGMENTOINNISSA HISTOPATOLOGISISSA KOKOLEIKKAUSKUVISSA

**Esimerkki 2.2821**

Sosiaalinen dynamiikka käsittelee ensisijaisesti yksilöiden välistä vuorovaikutusta ja siitä johtuvaa ryhmäkäyttäytymistä ja mallintaa sosiaalisten järjestelmien ajallista kehitystä yksilöiden vuorovaikutuksen avulla. Erityisesti sosiaalisista verkostoista ja sensoriverkoista saatavien laajamittaisten tietojen saatavuus tarjoaa ennennäkemättömän mahdollisuuden ennustaa yksilötasolla tapahtuvia tilamuutoksia. Esimerkkejä tällaisista tapahtumista ovat tautien leviäminen, mielipiteiden muuttuminen vaaleissa ja huhujen leviäminen. Toisin kuin aiemmassa tutkimuksessa, jossa on keskitytty sosiaalisten järjestelmien kollektiivisiin vaikutuksiin, tässä tutkimuksessa tehdään tehokkaita päätelmiä yksilötasolla. Suuren yksilömäärän dynaamisten vuorovaikutusten käsittelemiseksi otamme käyttöön stokastisen kineettisen mallin, jonka avulla voidaan kuvata adaptiivisia siirtymätodennäköisyyksiä, ja ehdotamme tehokasta variationaalista päättelyalgoritmia, jonka monimutkaisuus kasvaa lineaarisesti - eikä eksponentiaalisesti - yksilöiden lukumäärän kasvaessa. Menetelmän validoimiseksi olemme suorittaneet epidemiadynaamisia kokeita langattomien sensoriverkkojen tiedoilla, jotka on kerätty yli kymmeneltä tuhannelta ihmiseltä kolmen vuoden aikana. Ehdotettua algoritmia käytettiin tautien leviämisen seuraamiseen ja kunkin yksilön tartunnan todennäköisyyden ennustamiseen. Tuloksemme osoittavat, että tämä menetelmä on tehokkaampi kuin näytteenotto ja saavuttaa silti korkean tarkkuuden.

**Tulos**

Sosiaalisen dynamiikan käyttäminen yksilöllisten ennusteiden tekemiseen: Stokastisen kineettisen mallin avulla tehty muunnoshyötyjen päättely.

**Esimerkki 2.2822**

Syvällisen jäsennyksen symboliset lähestymistavat edellyttävät usein laaja-alaista ja hienojakoista leksikaalista tietoa, kuten syntaktista leksikkoa. Kielitieteilijöiden 70-luvulta lähtien huolellisesti kehittämät LexiconGrammar-taulukot (Gross 1975, 1994) muodostavat tällaisen syntaktisen resurssin. Kukin taulukko edustaa luokkaa predikaatteja, joilla on yhteisiä syntaktisia piirteitä. Kukin rivi vastaa leksikaalista merkintää (verbi, predikatiivinen substantiivi, predikatiivinen adjektiivi, adverbi, kiinteä ilmaus) ja kukin sarake vastaa syntaktista piirrettä (konstruktio, argumenttijako jne.). Niitä ei kuitenkaan voida suoraan hyödyntää NLP-sovelluksissa, koska tietoja ei ole koodattu muodollisesti, vaikka niiden epävirallisia kuvauksia on saatavilla kirjallisuudessa. Joissakin hankkeissa, kuten (Hathout et Namer 1998, Gardent et al. 2006, Sagot et Fort 2007, Danlos et Sagot 2009), LexiconGrammar-taulukoita on yritetty muotoilla uudelleen NLP:tä varten käytettäväksi leksikoksi. Näissä hankkeissa kullekin luokalle on annettu erityinen konfiguraatio, joka koodaa puuttuvan tiedon ja määrittelee uudelleenrakentamisoperaatiot. Esimerkiksi (Gardent et al. 2006) kukin konfiguraatio esitetään graafilla, joka tekee luokkarakenteesta selkeän ja kääntää jokaisen sarakeotsikon ominaisuusrakenteeksi. Lexicon-Grammar-taulukoita kuitenkin päivitetään jatkuvasti parannettaviksi (esim. ominaisuuksien lisääminen ja uudelleen nimeäminen), ja tämän lähestymistavan ylläpito voi olla työlästä. Jos esimerkiksi sama ominaisuus lisätään useisiin luokkiin, kaikkia vastaavia kokoonpanoja on muutettava. Tässä asiakirjassa kuvaamme LGExtract-työkalun, joka käyttää kokonaisvaltaista lähestymistapaa. Ensinnäkin se luottaa niin sanottuun luokkataulukkoon, joka koodaa alkuperäisissä luokissa määrittelemättömiä tietoja, erityisesti ominaisuuksia, jotka ovat vakioita koko luokassa. Seuraavaksi, koska syntaktisella piirteellä on täsmälleen yksi tulkinta luokkien joukossa, uuttokomentosarjamme määrittää kullekin piirteelle joukon uudelleenmuotoiluoperaatioita kerran. Tämä artikkeli on järjestetty seuraavasti. Ensin kuvaamme lyhyesti LexiconGrammar-luokat ja luokkataulukon sekä niiden merkityksen työmme kannalta. Sitten esittelemme LGExtractin yksityiskohtaisesti, havainnollistamme sitä konkreettisella esimerkillä ranskan kielestä ja keskustelemme sen tärkeimmistä eduista ja haitoista.

**Tulos**

Geneerinen työkalu, jolla luodaan NLP:n sanasto sanasto-grammari-taulukoiden avulla

**Esimerkki 2.2823**

Tässä artikkelissa tutkitaan uutta lähestymistapaa nimettyjen entiteettien tunnistamiseen ja mainintojen havaitsemiseen luonnollisen kielen käsittelyssä. Sen sijaan, että NER:ää käsiteltäisiin sekvenssien merkintäongelmana, ehdotamme uutta paikallista tunnistamismenetelmää, joka perustuu viimeaikaiseen kiinteän koon ordinaalisesti unohtuvaan koodausmenetelmään (fixed-size ordinally forgetting encoding, FOFE), jolla jokainen lauseenosa ja sen vasen/oikea-kontekstit koodataan täysin kiinteän kokoiseen esitykseen. Tämän jälkeen käytetään yksinkertaista feedforward-neuraaliverkkoa hylkäämään tai ennustamaan kunkin yksittäisen fragmentin entiteettilappu. Ehdotettua menetelmää on arvioitu useissa suosituissa NER- ja mainintojen tunnistustehtävissä, kuten CoNLL 2003 NER-tehtävässä ja TAC-KBP2015- ja TAC-KBP2016-kolmikielisissä entiteettien löytämis- ja linkitystehtävissä (EDL). Menetelmämme ovat tuottaneet melko vahvaa suorituskykyä kaikissa näissä tutkituissa tehtävissä. Tämä paikallinen tunnistusmenetelmä on osoittanut monia etuja verrattuna perinteisiin sekvenssien merkintämenetelmiin.

**Tulos**

FOFE-pohjainen paikallinen havaintomenetelmä nimettyjen yksiköiden tunnistamiseen ja mainintojen havaitsemiseen

**Esimerkki 2.2824**

On olemassa monia monimutkaisia kombinatorisia ongelmia, joissa etsitään suuntaamaton graafi, joka täyttää annetut rajoitukset. Tällaiset ongelmat ovat usein erittäin haastavia, koska niiden ratkaisujen isomorfisten esitysten määrä on suuri. Tässä artikkelissa esitellään tehokkaita ja kompakteja, täydellisiä symmetriaa rikkovia rajoitteita pienten graafien etsintään. Näiden symmetriakatkojen avulla tapahtuva luetteleminen tuottaa kaikki ja vain ei-isomorfiset ratkaisut. Pienille hakuongelmille, joissa on enintään 10 kärkeä, lasketaan instanssista riippumattomat symmetriarajoitukset. Pienille hakuongelmille, joissa on suurempi määrä kärkipisteitä, osoitamme, että laskemme instanssista riippuvia rajoituksia, jotka ovat täydellisiä. Havainnollistamme täydellisten symmetriaa rikkovien rajoitteiden soveltamista kahden tunnetun OEIS:n sarjan laajentamiseen, jotka liittyvät graafien luettelointiin.

**Tulos**

Symmetrian rikkominen graafihaussa kanonisoivien joukkojen avulla

**Esimerkki 2.2825**

Esittelemme uusia algoritmeja Bayes-verkkojen oppimiseen tiedoista, joissa on puuttuvia arvoja, ilman oletusta, että tiedot ovat satunnaisesti puuttuvia (MAR). Tarkka Bayesin verkkojen oppimisalgoritmi saadaan muuttamalla ongelma tavanomaiseksi Bayesin verkkojen oppimisongelmaksi ilman puuttuvia tietoja. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen tarkka algoritmi tälle ongelmalle. Kuten odotettua, tarkka algoritmi ei skaalaudu suurille alueille. Rakennamme tarkan menetelmän pohjalta uuden likimääräisen algoritmin, jossa käytetään kukkulan kiipeämistekniikkaa. Tämä algoritmi skaalautuu suurille alueille, kunhan saatavilla on sopiva standardirakenteiden oppimismenetelmä täydellisille tiedoille. Suoritamme monenlaisia kokeita osoittaaksemme Bayes-verkkojen oppimisen edut ilman MAR-oletusta.

**Tulos**

Bayes-verkkojen oppiminen ilman satunnaista katoamisolettamaa

**Esimerkki 2.2826**

Esittelemme monikieliset kielimallit, toistuvat neuroverkkomallit, jotka on koulutettu ennustamaan monien eri kielten symbolisekvenssejä käyttämällä symbolien yhteisiä representaatioita ja ehdollistamalla ne ennustettavaa kieltä koskevalla typologisella tiedolla. Sovellamme näitä malleja puhelinsekvenssien mallintamisen ongelmaan, johon universaalit symboliluettelot ja kieltenvälisesti jaetut ominaisuuksien representaatiot sopivat luontevasti. Sisäinen arviointi, joka perustuu pidättäytyneeseen hämmennykseen, opittujen representaatioiden laadullinen analyysi ja ulkoinen arviointi kahdessa myöhemmässä sovelluksessa, joissa hyödynnetään foneettisia piirteitä, osoittavat, että i) polyglotteiset mallit yleistyvät pidättäytyneeseen dataan paremmin kuin vastaavat yksikieliset mallit ja ii) polyglotteiset foneettisten piirteiden representaatiot ovat laadukkaampia kuin yksikielisesti opitut mallit.

**Tulos**

Monikieliset neuraaliset kielimallit: Tapaustutkimus monikielisen äänne-esityksen oppimisesta

**Esimerkki 2.2827**

Tavoitteenamme on ottaa käyttöön erittäin tarkka järjestelmä, joka alkaa nollasta harjoitusesimerkistä. Tarkastelemme työympäristöä, jossa syötteiden saapuessa käytämme reaaliaikaista joukkoistamista epävarmuuden ratkaisemiseksi tarvittaessa ja ennusteiden tuottamiseksi, kun olemme varmoja. Kun malli paranee ajan mittaan, joukkoistamiseen turvautuminen vähenee. Asetelmamme on Bayesin päätösteoriaan perustuva stokastinen peli, jonka avulla pystymme tasapainottamaan viivettä, kustannuksia ja tarkkuutta koskevat tavoitteet periaatteellisella tavalla. Optimaalisen politiikan laskeminen on hankalaa, joten kehitämme Monte Carlo Tree Search -menetelmään perustuvan approksimaation. Testasimme lähestymistapaamme kolmella tietokokonaisuudella - nimimerkkien tunnistaminen, tunteiden luokittelu ja kuvien luokittelu. NIMER-tehtävässä saimme aikaan yli kertaluokkaa pienemmät kustannukset kuin täydellisessä inhimillisessä merkinnässä, mutta samalla suorituskyky parani verrattuna asiantuntijan antamiin merkintöihin. Saavutimme myös 8 prosentin F1-parannuksen verrattuna siihen, että koko joukko olisi merkitty yhdellä ihmisellä, ja 28 prosentin F1-parannuksen verrattuna online-oppimiseen. "Huono on se oppilas, joka ei ylitä mestariaan." - Leonardo da Vinci

**Tulos**

Työpaikalla tapahtuva oppiminen Bayesin päätösteorian avulla

**Esimerkki 2.2828**

Kuvaamme toistuvia neuroverkkoja (RNN), jotka ovat herättäneet suurta huomiota peräkkäisissä tehtävissä, kuten käsialan tunnistuksessa, puheentunnistuksessa ja kuvasta tekstiksi -tehtävissä. Verrattuna yleisiin feedforward-neuraaliverkkoihin RNN-verkoissa on kuitenkin takaisinkytkentäsilmukoita, mikä tekee backpropagation-vaiheen ymmärtämisestä hieman vaikeaa. Näin ollen keskitymme perusasioihin, erityisesti virheen takaisinkulkeutumiseen, jolla lasketaan gradientit malliparametrien suhteen. Lisäksi selvitetään yksityiskohtaisesti, miten virheen takaisinkulkeutumisalgoritmia sovelletaan pitkäkestoiseen lyhytkestoiseen muistiin (LSTM) purkamalla muistiyksikkö.

**Tulos**

Hellävarainen opetusohjelma rekursiivisesta neuroverkosta virheen takaisinkulkeutumisen avulla

**Esimerkki 2.2829**

Ehdotamme uutta erottelevaa mallia, joka oppii upotuksia monikielisestä ja multimodaalisesta datasta, mikä tarkoittaa, että mallimme voi hyödyntää monikielisiä kuvia ja kuvauksia upotusten laadun parantamiseksi. Tätä varten otamme käyttöön pareittaisen kontrastiivisen estimointioptimifunktion muunnoksen koulutustavoitteeksi. Arvioimme upotuksia kuva-lauseke-ranking- (ISR), semanttisen tekstin samankaltaisuus- (STS) ja neuraalisen konekäännöstehtävän (NMT) avulla. Huomaamme, että monikieliset lisäsignaalit johtavat parannuksiin sekä ISR- että STS-tehtävissä, ja erottelukustannuksia voidaan käyttää myös NMT-mallien tuottamien n-parhaiden luetteloiden uudelleenjärjestykseen asettamisessa, jolloin saadaan voimakkaita parannuksia.

**Tulos**

Monikieliset multimodaaliset sulautukset luonnollisen kielen käsittelyä varten

**Esimerkki 2.2830**

Ehdotettu algoritminen lähestymistapa käsittelee sanan merkityksen löytämistä sähköisestä datasta. Nykyään ihmiset käyttävät eri viestintävälineissä, kuten internetissä, mobiilipalveluissa jne., muutamia sanoja, jotka ovat luonteeltaan slangisanoja. Tämä lähestymistapa havaitsee nämä loukkaavat sanat käyttämällä valvottua oppimismenetelmää. Todellisessa elämässä slangisanoja ei kuitenkaan käytetä aina täydellisissä sanamuodoissa. Useimmiten näitä sanoja käytetään erilaisissa lyhennetyissä muodoissa, kuten samankaltaisissa ääntämismuodoissa, tabumorfeemeissa jne. Tässä ehdotetussa lähestymistavassa voidaan havaita myös nämä lyhennetyt muodot käyttämällä puolivalvottua oppimismenetelmää. Tekstin synset- ja käsiteanalyysin avulla arvioidaan myös epäilyttävän sanan todennäköisyys olla slangisana.

**Tulos**

Slangisanojen havaitseminen sähköisessä aineistossa käyttäen puolivalvottua oppimista.

**Esimerkki 2.2831**

Useat kirjoittajat ovat selittäneet, että like lihood -suhde mittaa havaintojen edustaman todistusaineiston vahvuutta tilastollisissa ongelmissa. Tämä ajatus toimii hyvin, kun tavoitteena on arvioida yksinkertaisen hypoteesin käytettävissä olevan todistusaineiston vahvuutta verrattuna toiseen yksinkertaiseen hypoteesiin. Tämän ajatuksen soveltuvuus rajoittuu kuitenkin yksinkertaisiin hypoteeseihin, koska todennäköisyysfunktio määritellään ensisijaisesti parametriavaruuden yksinkertaisille pisteille. Tässä artikkelissa määritetään yleinen todisteiden painoarvo, jota voidaan soveltaa sekä yksinkertaisiin että koostettuihin hypoteeseihin. Se perustuu Dempster Shaferin uskottavuuden käsitteeseen, ja sen osoitetaan olevan todennäköisyyssuhteen yleistys. Funktionaaliset mallit ovat perustavanlaatuisen tärkeitä tässä artikkelissa ehdotetun yleisen todistusvoiman kannalta. Olennaiset käsitteet ja ajatukset selitetään tutun uurniongelman avulla, ja esitetään erään todellisen lääketieteellisen ongelman yleinen analyysi.

**Tulos**

Todennäköisyydestä uskottavuuteen

**Esimerkki 2.2832**

Käsitepuut ovat tietokantatyyppi, jolla voidaan järjestää mielivaltaista tekstimuotoista tietoa hyvin yksinkertaisen säännön avulla. Kukin puu pyrkii edustamaan yhtä yhtenäistä käsitettä, ja puita voidaan linkittää toisiinsa navigointia ja semanttisia tarkoituksia varten. Puut ovat siis eräänlainen semanttinen verkko, ja ne hyötyisivät siitä, että jokaisella solmulla olisi yhtenäinen asiayhteys. Konseptipuun solmuilla on matemaattinen perusta, joka mahdollistaa johdonmukaisen rakentamisprosessin. Ne edustavat esimerkiksi substantiivia tai verbiä tekstilauseessa. Uutta suunnittelussa voivat sitten olla luettelot kuvailevista elementeistä kutakin solmua varten. Kuvailevia elementtejä voidaan myös painottaa, mutta niiden ei tarvitse noudattaa puun solmujen tiukkaa laskentasääntöä. Uusien kuvauskerrosten avulla voidaan saavuttaa paljon rikkaampi tietämystyyppi, jota voidaan edelleen perustella automaattisesti. Licas-verkon linkitysrakenne on nyt hyvin merkityksellinen käsitepuiden rakentamisen kannalta, ja se muodostaa perustan niiden rakentamiselle. Myös käsitepuiden symbolisen neuroverkon suhdetta laajennetaan edelleen.

**Tulos**

Kontekstin lisääminen käsitepuihin

**Esimerkki 2.2833**

Twitter-tietojen hyödyllisyyttä väestötason mielenterveysseurannan tukena ei tunneta hyvin. Pyrkimyksenämme ymmärtää paremmin valvottujen koneoppimisen luokittelijoiden ennustusvoimaa ja ominaisuusjoukkojen vaikutusta masennukseen liittyvien twiittien tehokkaaseen luokitteluun laajassa mittakaavassa teimme kaksi ominaisuustutkimuskokeilua. Ensimmäisessä kokeessa arvioimme piirrejoukkojen, kuten leksikaalisen tiedon (esim. unigrammit) ja tunteiden (esim. vahvasti negatiivinen), osuutta käyttämällä piirreablaatiotutkimusta. Toisessa kokeessa määritimme parhaiten sijoittuneiden piirteiden prosenttiosuuden, joka tuotti optimaalisen luokittelusuorituksen soveltamalla kolmivaiheista piirteiden eliminointimenetelmää. Ensimmäisessä kokeessa havaitsimme, että leksikaaliset piirteet ovat kriittisiä masennusoireiden tunnistamisessa, erityisesti masentuneen mielialan (-35 pistettä) ja häiriintyneen unen (-43 pistettä) osalta. Toisessa kokeessa havaitsimme, että parhaiten sijoittuneiden piirteiden optimaalinen F1-pistemääräinen suorituskyky vaihteli eri luokissa, esimerkiksi väsymys tai energian menetys (5. persentiili, 288 piirrettä) ja masentunut mieliala (55. persentiili, 3168 piirrettä), mikä viittaa siihen, että masennukseen liittyvien twiittien ennustamiseen ei ole olemassa mitään johdonmukaista piirteiden määrää. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että yksinkertaiset leksikaaliset ominaisuudet ja suppeammat ominaisuusjoukot voivat tuottaa vertailukelpoisia tuloksia kuin suuremmat ominaisuusjoukot.

**Tulos**

Ominaisuustutkimukset masennusoireiden luokittelemiseksi Twitter-tiedoista väestön terveyttä varten

**Esimerkki 2.2834**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta autonomista jarrujärjestelmää, joka perustuu syvään vahvistusoppimiseen. Ehdotettu autonominen jarrujärjestelmä päättää automaattisesti, käytetäänkö jarrua kullakin aika-askeleella törmäysvaaran kohdatessa, käyttäen antureiden saamaa tietoa esteestä. Jarrunohjauksen suunnittelun ongelma muotoillaan optimaalisen toimintatavan etsimisenä Markovin päätösprosessin (MDP) mallissa, jossa tilana on esteen suhteellinen sijainti ja ajoneuvon nopeus ja toiminta-avaruus määritellään siten, että jarrutetaanko vai ei. Jarrunohjauksessa käytettävä toimintatapa opitaan tietokonesimulaatioiden avulla käyttäen syvää vahvistusoppimismenetelmää, jota kutsutaan syväksi Q-verkoksi (deep Q-network, DQN). Halutun jarrutuspolitiikan johtamiseksi ehdotamme palkitsemisfunktiota, joka tasapainottaa esteelle onnettomuuden sattuessa aiheutuvan vahingon ja saavutetun palkkion, kun ajoneuvo pääsee riskistä mahdollisimman pian. DQN:ää koulutetaan skenaariota varten, jossa ajoneuvo kohtaa kaupunkitietä ylittävän jalankulkijan. Kokeet osoittavat, että ohjausagentti osoittaa toivottavaa ohjauskäyttäytymistä ja välttää törmäyksen virheettömästi erilaisissa epävarmoissa ympäristöissä.

**Tulos**

Autonominen jarrujärjestelmä syvän vahvistusoppimisen avulla

**Esimerkki 2.2835**

Moniagenttiset suunnittelu- ja koordinointiongelmat ovat yleisiä ja tunnetusti laskennallisesti vaikeita. Osoitamme, että suuri joukko kahden agentin ongelmia voidaan muotoilla bilineaarisiksi ohjelmiksi. Esitämme peräkkäisen approksimaatioalgoritmin, joka päihittää merkittävästi kattavuusjoukkoalgoritmin, joka on tämän luokan moniagenttiongelmien uusin menetelmä. Koska algoritmi on muotoiltu bilineaarisille ohjelmille, se on yleisempi ja yksinkertaisempi toteuttaa. Uusi algoritmi voidaan lopettaa milloin tahansa, ja toisin kuin kattavuusjoukkoalgoritmi, se helpottaa käyttökelpoisen online-suorituskyvyn rajoituksen johtamista. Se on myös paljon tehokkaampi, sillä se lyhentää optimaalisen ratkaisun laskenta-aikaa keskimäärin noin neljä kertaluokkaa. Lopuksi esittelemme automaattisen ulottuvuuden vähentämismenetelmän, joka parantaa algoritmin tehokkuutta, laajentaa sen sovellettavuutta uusille alueille ja tarjoaa uuden tavan analysoida bilineaaristen ohjelmien alaluokkaa.

**Tulos**

Bilineaarinen ohjelmointi moniagenttisuunnittelua varten

**Esimerkki 2.2836**

Yhteistyöhön osallistuvien suunnitteluryhmien yhteisten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä koordinointi- ja viestintäponnistuksia. Yksittäisen agentin järjestelmässä, jonka suunnitelma epäonnistuu dynaamisessa ympäristössä, yritykset korjata epäonnistunut suunnitelma eivät yleensä suoraan tuota mitään hyötyä ajallisen monimutkaisuuden kannalta. Moniagenttiympäristöissä viestinnän monimutkaisuus saattaa kuitenkin olla paljon tärkeämpää, ja suuri viestinnän yleiskustannus saattaa olla jopa mahdoton tietyillä aloilla. Oletamme, että hajautetuissa järjestelmissä, joissa koordinointi on pakollista yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi, epäonnistuneiden moniagenttisuunnitelmien korjaamisyritysten pitäisi johtaa pienempään viestinnän yleiskustannukseen kuin suunnittelun aloittaminen alusta. Esitetyn artikkelin panos on kolminkertainen. Ensinnäkin esittelemme muodollisesti moniagenttisuunnitelmien korjausongelman ja esitämme muodollisesti työn perustana olevan keskeisen hypoteesin. Toiseksi ehdotamme kolmea algoritmia moniagenttisuunnitelmien korjaamiseen, jotka vähentävät ongelman moniagenttisuunnitteluongelman erikoistuneisiin instansseihin. Lopuksi esitämme kokeellisen validoinnin tulokset, jotka vahvistavat työn keskeisen hypoteesin.

**Tulos**

Hajautettu moniagenttinen suunnitelman korjaus dynaamisissa ympäristöissä∗ \*.

**Esimerkki 2.2837**

Tässä artikkelissa pyrimme ratkaisemaan englannin kielen prepositiolausekkeiden (PP) liitännäisongelman. Motivaatio työhön tulee NLP-sovelluksista, kuten konekäännöksestä, jossa prepositioiden oikean kiinnityksen saaminen on erittäin tärkeää. Ajatuksena on korjata lauseen PP-liitteet toisen kielen rinnakkaisista aineistoista saatujen linjausten avulla. Työmme uutuus on ongelman muotoilu kaksoispurkuun perustuvaksi algoritmiksi, joka asettaa kahden kielen jäsennyspuiden välille yhteisymmärryksen rajoitteeksi. Kokeet suoritettiin englannin ja hindin kieliparilla, ja suorituskyky parani 10 prosenttia perustasoon verrattuna, jossa perustaso on englannille koulutetun MSTParser-mallin ennustama kiinnitys.

**Tulos**

Prepositio-liitteen disambiguointi kaksikielisen jäsennyksen ja rinnastusten avulla

**Esimerkki 2.2838**

Kuvatekstejä on tähän mennessä tutkittu lähinnä englanniksi, koska suurin osa saatavilla olevista tietokokonaisuuksista on tällä kielellä. Kuvatekstien käyttöä ei kuitenkaan pitäisi rajoittaa kielen mukaan. Kuvatekstejä on tutkittu vain vähän eri kielillä. Toisin kuin näissä töissä, joissa rakennetaan manuaalisesti tietokokonaisuus kohdekielelle, me pyrimme oppimaan monikielisen kuvatekstimallin täysin konekäännetyistä lauseista. Käännettyjen lauseiden epäselvyyksien poistamiseksi ehdotamme tässä asiakirjassa epäselvyysohjattua oppimismenetelmää. Järjestelmä koostuu moduulista, joka arvioi automaattisesti lauseiden selkeyttä, ja toisesta moduulista, joka käyttää arvioituja selkeyspisteitä kouluttaakseen tehokkaasti kohdekielen kuvatekstimallin. Kuten kahdella kaksikielisellä (englanti-kiina) tietokokonaisuudella tehdyt kokeet osoittavat, lähestymistapamme parantaa sekä kiinankielisten kuvatekstien vaikuttavuutta että niiden relevanssia ilman, että käytetään yhtään manuaalisesti kirjoitettua kohdekielistä lausetta.

**Tulos**

Sujuvuusohjattu monikielinen kuvatekstitys

**Esimerkki 2.2839**

Tässä artikkelissa esitellään agenttipohjainen neuvottelumalli neuvotteluryhmille, jotka neuvottelevat sopimuksen vastustajan kanssa. Agenttipohjaiset neuvotteluryhmät ovat agenttiryhmiä, jotka yhdistyvät yhdeksi neuvotteluosapuoleksi, koska niillä on yhteinen neuvotteluprosessiin liittyvä intressi. Malli perustuu luotettuun välittäjään, joka koordinoi ja auttaa tiimin jäseniä päätöksissä, jotka heidän on tehtävä neuvotteluprosessin aikana: mikä tarjous lähetetään vastustajalle ja hyväksytäänkö vastustajalta saadut tarjoukset vai ei. Ehdotetun neuvottelumallin tärkein vahvuus on se, että se takaa yksimielisyyden tiimin päätöksissä, koska päätökset ilmoittavat tiimin jäsenille hyödyn, joka on suurempi tai yhtä suuri kuin heidän pyrkimystasonsa kullakin neuvottelukierroksella. Tässä työssä analysoidaan, miten yksimieliset päätökset tehdään tiimissä ja miten vankka malli on erityyppisiä manipulaatioita vastaan. Lisäksi suoritetaan empiirinen arviointi, jossa tutkitaan mallin eri parametrien vaikutusta.

**Tulos**

Yksimielisten sopimusten saavuttaminen agenttipohjaisissa neuvotteluryhmissä, joissa on lineaariset ja monotoniset hyötyfunktiot.

**Esimerkki 2.2840**

Twiittien tunteiden analysointi on tärkeää, koska se auttaa määrittämään käyttäjien mielipiteen. Ihmisten mielipiteiden tunteminen on ratkaisevan tärkeää useisiin eri tarkoituksiin, kuten asiakaskuntaa, sähköistä hallintoa ja kampanjoita koskevan tiedon keräämiseen. Tässä raportissa tarkoituksena on kehittää järjestelmä, jolla voidaan havaita tunteet twiiteistä. Käytämme useita kielellisiä piirteitä sekä joitakin muita ulkoisia tietolähteitä twiitin tunnetilan havaitsemiseksi. Osoitamme, että 140 merkin pituisen twiitin täydentäminen twiitissä jaetuista ulkoisista url-osoitteista kerätyillä tiedoilla sekä sosiaalisen median ominaisuuksilla parantaa merkittävästi sentimentin ennustustarkkuutta.

**Tulos**

Twitterin tunneanalyysi : Twiittaustekstin lisäksi muuta kuin twiittaustekstiä

**Esimerkki 2.2841**

Ehdotamme uutta algoritmia, jolla optimoidaan monimuuttujaisia lineaarisia kynnysfunktioita päätöspuiden jakofunktioina parempien Random Forest -luokittelijoiden luomiseksi. Tavanomaiset puun induktiomenetelmät turvautuvat otantaan ja tyhjentävään hakuun hyvien yksimuuttujaisten jakofunktioiden löytämiseksi. Menetelmämme sen sijaan laskee lineaarisen yhdistelmän piirteistä jokaisessa solmussa ja optimoi lineaarisen yhdistelmän (vinon) jakofunktion parametrit käyttämällä latenttimuuttujan SVM-menetelmän muunnosta. Kehitämme yksitasoisen päätöksentekopuun luokittelutappion konveksin-konveksin ylärajan ja optimoimme rajan stokastisella gradienttilaskeutumisella puun jokaisessa sisäisessä solmussa. Luodaan jopa 1000:sta jatkuvasti optimoidusta vinosta (CO2) päätöksentekopuusta koostuvia metsiä, jotka ovat huomattavasti parempia kuin Random Forest, jossa on yksimuuttujaisia jakoja, ja aiemmat tekniikat vinojen puiden rakentamiseksi. Kokeelliset tulokset raportoidaan moniluokkaisilla luokittelumittareilla ja LFW-tietokannalla (Labeled Faces in the Wild).

**Tulos**

CO2-metsä: Parannettu satunnaismetsä optimoimalla vinoja jakoja jatkuvasti.

**Esimerkki 2.2842**

Tässä artikkelissa esitellään järjestelmä, jolla luodaan ja visualisoidaan todennäköisyyteen perustuvia semanttisia yhteyksiä tesauruksen käsitteiden ja luokitusjärjestelmän luokkien välillä. Linkkien luomisessa hyödynnetään Polylingual Labeled Topic Model (PLL-TM) -mallia [6]. PLL-TM tunnistaa todennäköiset tesauruskuvaajat kullekin luokitusjärjestelmän luokalle käyttämällä asiakirjojen luonnollisen kielen tekstin tietoja, niille osoitettuja tesauruskuvaajia ja niille nimettyjä luokkia. Linkit esitetään sitten järjestelmän käyttäjille interaktiivisessa visualisoinnissa, joka antaa heille automaattisesti luodun yleiskuvan tesauruksen ja luokittelujärjestelmän välisistä suhteista. Lisa Posch GESIS - Leibniz Institute for the Social Sciences Köln, Saksa Institute for Web Science and Technologies University of Koblenz-Landau, Saksa E-mail: lisa.posch@gesis.org Philipp Schaer GESIS - Leibniz Institute for the Social Sciences Köln, Saksa E-mail: philipp.schaer@gesis.org Arnim Bleier GESIS - Leibniz Institute for the Social Sciences Köln, Saksa E-mail: arnim.bleier@gesis.org Markus Strohmaier GESIS - Leibniz Institute for the Social Sciences Köln, Saksa Institute for Web Science and Technologies University of Koblenz-Landau, Saksa E-mail: markus.strohmaier@gesis.org.

**Tulos**

Järjestelmä tesaurusten ja luokittelujärjestelmien todennäköisyyteen perustuvaa yhdistämistä varten.

**Esimerkki 2.2843**

Yksi vaikeus Bayes-verkon (BN) tietämyksen kehittämisessä on kvantifiointivaihe, jossa määritetään ehdolliset todennäköisyystaulukot (CPT). CPT-taulukoihin sisältyvien parametrien määrä kasvaa eksponentiaalisesti emomuuttujien määrän myötä. Yleisin ratkaisu on ns. kanonisten porttien soveltaminen. Noisy-OR-portti (NOR-portti), jossa hyödynnetään kausaalisten vuorovaikutusten riippumattomuutta, vähentää CPT:n määrittämiseen tarvittavien parametrien määrää logaritmisesti. Tässä artikkelissa ehdotetaan NOR-mallin laajennusta, joka perustuu uskomusfunktioiden teoriaan ja jonka nimi on Belief Noisy-OR (BNOR). BNOR pystyy käsittelemään sekä verkon aleatorista että episteemistä epävarmuutta. NOR-malliin verrattuna voidaan saada runsaampaa tietoa, jolla on suuri arvo päätöksenteon kannalta, kun käytettävissä oleva tieto on epävarmaa. Erityisesti silloin, kun episteemistä epävarmuutta ei ole, BNOR muuttuu NOR:ksi. Lisäksi tässä asiakirjassa esitellään erilaisia BNOR-rakenteita insinöörien erilaisten tarpeiden täyttämiseksi. BNOR-mallin soveltaminen verkottuneiden järjestelmien luotettavuuden arviointiin osoittaa sen tehokkuuden.

**Tulos**

USKOMUS-MELU-TAI-MALLI SOVELLETTUNA VERKON LUOTETTAVUUSANALYYSIIN

**Esimerkki 2.2844**

Tutkimme ehdokasvalvonnan laskennallista monimutkaisuutta vaaleissa, joissa on vain vähän äänestäjiä (eli otamme äänestäjien määrän parametriksi). Tarkastelemme sekä tavanomaista ehdokkaiden lisäämisen ja poistamisen skenaariota, jossa kysytään, voiko tietystä ehdokkaasta tulla voittaja (tai tuhoisassa tapauksessa voidaan estää voitto) lisäämällä/poistamalla joitakin ehdokkaita, että kombinatorista skenaariota, jossa ehdokkaan lisääminen/poistaminen tarkoittaa automaattisesti koko ehdokasjoukon lisäämistä/poistamista. Tuloksemme osoittavat, että ehdokkaiden hallinnan parametrisoitu monimutkaisuus (jossa äänestäjien määrä on parametri) on paljon monipuolisempi kuin tilanteessa, jossa äänestäjiä on paljon.

**Tulos**

Vaalit, joissa on vähän äänestäjiä: Ehdokasvalvonta voi olla helppoa

**Esimerkki 2.2845**

Koneellista oppimista on viime vuosina käytetty uusien haittaohjelmien havaitsemiseen, ja haittaohjelmien tekijöillä on vahva motivaatio hyökätä tällaisia algoritmeja vastaan.Haittaohjelmien tekijöillä ei yleensä ole pääsyä haittaohjelmien havaitsemisjärjestelmien käyttämien koneellisen oppimisen mallien yksityiskohtaisiin rakenteisiin ja parametreihin, ja siksi he voivat tehdä vain mustan laatikon hyökkäyksiä. Tässä artikkelissa ehdotetaan MalGAN-nimistä generatiiviseen vastustajaverkkoon (GAN) perustuvaa algoritmia, jolla luodaan haittaohjelmia haittaavia esimerkkejä, jotka pystyvät ohittamaan mustan laatikon koneoppimiseen perustuvat havaintomallit. MalGAN käyttää korvaavaa ilmaisinta, joka sopii black-box-haittaohjelmien havaitsemisjärjestelmään. Generatiivinen verkko koulutetaan minimoimaan korvikeilmaisimen ennustamat haittaohjelmia sisältävien esimerkkien haittaohjelmatodennäköisyydet. MalGANin ylivoimaisuus perinteisiin gradienttipohjaisiin vastakkaisnäytteiden generointialgoritmeihin verrattuna on siinä, että MalGAN pystyy laskemaan havaitsemisasteen lähes nollaan ja tekemään uudelleenkoulutukseen perustuvasta vastakkaisnäytteiden torjuntamenetelmästä vaikeasti toimivan.

**Tulos**

GAN:iin perustuvien haittaohjelmia koskevien esimerkkien luominen mustan laatikon hyökkäyksiä varten

**Esimerkki 2.2846**

Tutkimme pivot-kielten käyttöä lausepohjaisessa tilastollisessa konekääntämisessä (PB-SMT) sukulaiskielten välillä, kun rinnakkaiskorporaatioiden määrä on rajallinen. Osoitamme, että sukulaisuuteen liittyvän pivot-kielen kautta tapahtuva osa-sanatason pivot-käännös on i) erittäin kilpailukykyinen parhaan suoran käännösmallin kanssa ja ii) parempi kuin pivot-malli, joka käyttää sukulaisuuteen liittymätöntä pivot-kieltä, mutta jolla on käytössään suuret rinnakkaiskorporaatiot lähde-pivot- (S-P) ja pivot-kohde (P-T) käännösmallien rakentamiseksi. Sen sijaan sana- ja morfeemitasolla koulutetut pivot-mallit ovat huomattavasti huonompia kuin niiden suorat vastineet. Osoitamme myös, että useiden toisiinsa liittyvien pivot-kielten käyttö voi päihittää suoran käännösmallin. Näin ollen alasanojen käyttö käännösyksikköinä yhdistettynä useiden sukulaiskielten käyttöön voi kompensoida suoran rinnakkaiskorpuksen puutetta. Alasanayksiköt tekevät pivot-malleista kilpailukykyisiä i) hyödyntämällä leksikaalista samankaltaisuutta niiden taustalla olevien S-P- ja P-T-käännösmallien parantamiseen ja ii) vähentämällä käännösehdokkaiden häviämistä pivotoinnin aikana.

**Tulos**

Leksikaalisen samankaltaisuuden hyödyntäminen pivot-käännöksessä, jossa on mukana resursseiltaan köyhiä, sukulaiskieliä.

**Esimerkki 2.2847**

Oppiminen. Tiivistelmä: Asiakirjojen luokittelu on tekniikka, jossa asiakirjan luokka määritetään. Tässä artikkelissa verrataan kolmea tunnettua valvottua oppimistekniikkaa, jotka ovat Support Vector Machine (SVM), Naïve Bayes (NB) ja Stochastic Gradient Descent (SGD), bengalilaisten asiakirjojen kategorisointiin. Luokittelijan lisäksi luokittelu riippuu myös siitä, miten ominaisuus valitaan tietokannasta. Tässä artikkelissa sovelletaan myös useita ominaisuuksien valintatekniikoita, nimittäin Khiin neliöjakaumaa, normalisoitua TFIDF:ää (termien frekvenssi ja käänteinen asiakirjan frekvenssi) ja sana-analysaattoria, jotta voidaan analysoida luokittelijan suorituskykyä asiakirjan ennustamisessa kahteentoista luokkaan. Pyrimme siis tutkimaan näiden kolmen luokittelualgoritmin tehokkuutta käyttämällä tässä artikkelissa kahta eri ominaisuuksien valintatekniikkaa.

**Tulos**

Vertaileva tutkimus erityyppisistä lähestymistavoista bengalinkielisten asiakirjojen kategorisointiin

**Esimerkki 2.2848**

Verkossa käytettävien kielten lisääntyvä moninaisuus tekee tiedonhakujärjestelmistä entistä monimutkaisempia. Emme voi enää olettaa, että tekstisisältö on kirjoitettu yhdellä kielellä tai edes samalla kieliperheellä. Tässä artikkelissa esitellään, miten voidaan rakentaa massiivisia monikielisiä annotaattoreita minimaalisella inhimillisellä asiantuntemuksella ja puuttumisella. Kuvaamme järjestelmää, joka rakentaa nimettyjen entiteettien tunnistuksen (NER) annotaattoreita 40 tärkeimmälle kielelle käyttäen Wikipediaa ja Freebasea. Lähestymistapamme ei vaadi ihmisen kommentoimia NER-tietokantoja tai kielikohtaisia resursseja, kuten puupankkeja, rinnakkaisia korpuksia ja ortografisia sääntöjä. Lähestymistavan uutuus on siinä, että siinä käytetään vain kielestä riippumattomia tekniikoita ja saavutetaan samalla kilpailukykyinen suorituskyky. Menetelmämme oppii hajautettuja sanaesityksiä (word embeddings), jotka koodaavat kunkin kielen sanojen semanttiset ja syntaktiset piirteet. Sen jälkeen luomme automaattisesti tietokokonaisuuksia Wikipedian linkkirakenteesta ja Freebase-attribuuteista. Lopuksi sovellamme kahta esikäsittelyvaihetta (ylinäytteenotto ja tarkka pintamuodon täsmäytys), jotka eivät vaadi kielitieteellistä asiantuntemusta. Arviointimme on kaksitahoinen: Ensinnäkin osoitamme järjestelmän suorituskyvyn ihmisten kommentoimilla tietokokonaisuuksilla. Toiseksi ehdotamme uutta, tilastolliseen konekääntämiseen perustuvaa etäarviointimenetelmää sellaisten kielten osalta, joiden osalta ei ole saatavilla kultaisia vertailukohtia.

**Tulos**

POLYGLOT-NER: Massiivinen monikielinen nimettyjen entiteettien tunnistaminen

**Esimerkki 2.2849**

Koska nykyisissä toimintojen luokittelua koskevissa tietokannoissa (UCF-101 ja HMDB-51) on vain vähän videoita, on ollut vaikeaa tunnistaa hyviä videoarkkitehtuureja, sillä useimmat menetelmät tuottavat samankaltaisia tuloksia nykyisissä pienissä vertailuanalyyseissä. Tässä artikkelissa arvioidaan uudelleen uusimpia arkkitehtuureja uuden Kinetics Human Action Video -tietokannan valossa. Kineticsissä on kaksi kertaluokkaa enemmän dataa, 400 ihmistoimintaluokkaa ja yli 400 klippiä luokkaa kohti, ja se on kerätty realistisista, haastavista YouTube-videoista. Analysoimme, miten nykyiset arkkitehtuurit pärjäävät toimintojen luokittelussa tässä tietokokonaisuudessa ja miten paljon suorituskyky paranee pienemmissä vertailutietokokonaisuuksissa Kineticsin esiharjoittelun jälkeen. Esittelemme myös uuden Two-Stream Inflated 3D ConvNet (I3D) -arkkitehtuurin, joka perustuu 2D ConvNet-inflaatioon: erittäin syvien kuvanluokittelu-ConvNet-arkkitehtuurien suodattimet ja pooling-ytimet laajennetaan 3D:hen, jolloin videosta voidaan oppia saumattomia spatio-temporaalisia ominaisuuksien poimijoita ja samalla hyödyntää menestyksekkäitä ImageNet-arkkitehtuurimalleja ja jopa niiden parametreja. Osoitamme, että Kineticsillä suoritetun esiharjoittelun jälkeen I3D-mallit parantavat huomattavasti toimintojen luokittelun huippuluokkaa, sillä ne saavuttavat 80,7 prosenttia HMDB-51:ssä ja 98,0 prosenttia UCF-101:ssä.

**Tulos**

Quo Vadis, toiminnan tunnistaminen? Uusi malli ja kinetiikkatietokanta

**Esimerkki 2.2850**

Kuvauslogiikkaan perustuva tapauspohjainen päättely (CBR) on saanut viime aikoina paljon huomiota. Mukauttaminen on CBR:n perustehtävä, joka voidaan mallintaa tietopohjan tarkistusongelmana, joka on ratkaistu propositionaalisessa logiikassa. DL:ssä mukauttaminen on kuitenkin edelleen haasteellinen ongelma, koska olemassa olevat tarkistusoperaattorit toimivat hyvin vain DL-Lite-perheen DL:ssä. On vaikeaa suunnitella tarkistusalgoritmeja, jotka ovat syntaksista riippumattomia ja hienojakoisia. Tässä artikkelissa esitellään uusi mukauttamismenetelmä, joka perustuu helposti lähestyttävään DL EL⊥:hen. Ajatuksen mukauttamisesta tarkistamisena mukaisesti laajennamme ensin loogisen perustan tapausten kuvaamiseksi propositionaalisesta logiikasta DL EL⊥:hen ja esitämme sitten EL⊥:hen perustuvan mukauttamisen formalismin. Tämän formalismin avulla osoitamme, että nykyiset DL:n revisio-operaattorit ja -algoritmit eivät sovellu siihen, ja esittelemme sitten mukauttamisalgoritmimme. Algoritmimme on syntaksista riippumaton ja hienojakoinen, ja se täyttää tarkistusoperaattoreille asetetut vaatimukset.

**Tulos**

Algoritmi jäljitettävissä olevassa kuvauslogiikassa esitettyjen tapausten mukauttamiseksi

**Esimerkki 2.2851**

Viimeaikaisissa töissä on korostettu tyypillisen syväverkon painoavaruudessa esiintyvää mittakaavainvarianssia tai symmetriaa ja sen kielteistä vaikutusta euklidiseen gradienttiin perustuvaan stokastiseen gradienttioptimointiin. Tässä työssä osoitamme, että yleisesti käytetyllä syväverkolla, joka käyttää konvoluutiota, eränormalisointia, reLU:ta, max-poolingia ja alinäytteenottoputkea, on monimutkaisempia symmetrian muotoja, jotka johtuvat verkon painojen skaalautumiseen perustuvasta uudelleenparametrisoinnista. Ehdotamme, että käsittelemme painoavaruuden symmetriaa koskevaa ongelmaa rajoittamalla suodattimet siten, että ne sijaitsevat yksikkönormin moninaisuudella. Näin ollen verkon kouluttaminen on pelkkää stokastisten gradienttilaskeutumispäivitysten käyttämistä yksikkönormin moninaisuudella. MNIST-tietokantaan perustuva empiirinen todistusaineistomme osoittaa, että ehdotetut päivitykset parantavat testisuorituskykyä enemmän kuin mitä saavutetaan eränormalisoinnilla ja ilman, että painojen päivitysten laskennallinen tehokkuus kärsii.

**Tulos**

Symmetrioiden ymmärtäminen syväverkoissa

**Esimerkki 2.2852**

Aistinteknologian kehittyminen ja internetin kasvu ovat johtaneet nykyaikaisten tietokokonaisuuksien räjähdysmäiseen kasvuun, mutta tallennus- ja prosessointiteho ovat edelleen jäljessä. Tämän vuoksi tarvitaan algoritmeja, jotka ovat tehokkaita sekä tarvittavien mittausten määrän että suoritusajan suhteen. Suuriin tietokokonaisuuksiin liittyvien haasteiden ratkaisemiseksi ehdotamme aktiivisen hierarkkisen klusteroinnin yleistä kehystä, jossa valmis klusterointialgoritmi ajetaan toistuvasti pienille osajoukoille dataa ja jossa on takuut suorituskyvystä, mittauskompleksisuudesta ja suoritusaikakompleksisuudesta. Toteutamme tämän kehyksen yksinkertaisella spektraalisella klusterointialgoritmilla ja annamme konkreettisia tuloksia sen suorituskyvystä osoittaen, että tietyin oletuksin tämä algoritmi palauttaa kaikki Ω(log n)-kokoiset klusterit käyttäen O(n log n) samankaltaisuuksia ja että se toimii O(n log n)-ajassa n objektin tietokokonaisuudelle. Laajojen kokeiden avulla osoitamme myös, että tämä kehys on käytännössä houkutteleva.

**Tulos**

Tehokkaat aktiiviset algoritmit hierarkkista klusterointia varten

**Esimerkki 2.2853**

Osoitamme, että tarkkaavaisuuteen perustuvaa koodaaja-dekooderi-mallia voidaan käyttää lausetason kielioppivirheiden tunnistamiseen vuoden 2016 jaetussa tehtävässä Automated Evaluation of Scientific Writing (AESW). Huomioon perustuvia koodaaja-dekooderimalleja voidaan käyttää virheiden tunnistamisen lisäksi myös korjausten tuottamiseen, mikä on kiinnostavaa tietyissä loppukäyttäjäsovelluksissa. Osoitamme, että merkkipohjainen koodaaja-dekooderimalli on erityisen tehokas, sillä se päihittää muut AESW Shared Task -tehtävässä saadut tulokset yksinään ja osoittaa voittoa sanapohjaiseen vastineeseen verrattuna. Lopullinen mallimme - kolmen merkkipohjaisen koodaaja-dekooderimallin, yhden sanapohjaisen koodaaja-dekooderimallin ja lausetason CNN:n yhdistelmä - on parhaiten suoriutunut järjestelmä AESW 2016 binary prediction Shared Task -tehtävässä.

**Tulos**

Lausetason kielioppivirheiden tunnistaminen lauseesta toiseen tapahtuvana korjauksena.

**Esimerkki 2.2854**

Eräs uusi tapa käsitellä korkea-ulotteista ei-euklidista dataa on olettaa, että taustalla oleva rakenne voidaan kuvata graafilla. Viime aikoina on alettu esittää ajatuksia, jotka liittyvät ajassa muuttuvien graafisignaalien analysointiin. Tässä työssä pyritään nostamaan yhteisen harmonisen analyysin käsite täysimittaiseksi kehykseksi, jota kutsutaan aika-vertex-signaalinkäsittelyksi ja joka yhdistää aika-alueen signaalinkäsittelytekniikat graafisignaalinkäsittelyn uusiin välineisiin. Tähän liittyy kolme pääpanosta: a) Tarjoamme muodollisen motivaation harmoniselle aika-vertex-analyysille analyysivälineenä yksinkertaisten graafien osittaisdifferentiaaliyhtälöiden tilakehitykselle. (b) Parannamme yhteissuodatusoperaattoreiden tarkkuutta jopa kahdella suuruusluokalla. (c) Rakennamme yhteissuodattimiemme avulla aika-vertex-sanakirjoja, joissa analysoidaan signaalin eri skaaloja ja paikallista aikataajuussisältöä. Työkalujemme hyödyllisyyttä havainnollistetaan lukuisissa sovelluksissa ja tietokokonaisuuksissa, kuten dynaamisissa verkkokorjauksissa ja -luokituksissa, still-videoiden maalauksessa ja seismisten tapahtumien lähteiden paikantamisessa. Tuloksemme viittaavat siihen, että aika-vertex-signaalien yhteinen analyysi voi tuoda hyötyjä regressioon ja oppimiseen.

**Tulos**

Aika-vertex-signaalin käsittelyjärjestelmä Skaalautuva käsittely ja mielekkäät esitykset aikasarjoille graafien avulla.

**Esimerkki 2.2855**

Yhdistäminen on joissakin kielissä erittäin tuottava sananmuodostusprosessi, joka on usein ongelmallinen luonnollisen kielen käsittelysovelluksissa. Tässä artikkelissa tutkimme, voiko sanojen upotusten muodossa oleva distributiivinen semantiikka mahdollistaa tavanomaisia merkkijonopohjaisia menetelmiä syvällisemmän eli tietorikkaamman yhdyssanojen käsittelyn. Esittelemme valvomattoman lähestymistavan, jossa hyödynnetään semanttisen vektoriavaruuden säännönmukaisuuksia (jotka perustuvat analogioihin, kuten "kirjakauppa on kaupalle kuin kirjahylly on hyllylle") korkealaatuisten yhdyssanojen analyysien tuottamiseksi. Näihin analyyseihin perustuva yhdisteiden jakoalgoritmi on erittäin tehokas erityisesti moniselitteisten yhdisteiden osalta. Saksan ja englannin väliset konekäännöskokeet osoittavat, että tämä semanttiseen analogiaan perustuva yhdyssanojen erottelija johtaa parempiin käännöksiin kuin yleisesti käytetty taajuuteen perustuva menetelmä.

**Tulos**

Yhdisteiden jakaminen semanttisen analogian avulla

**Esimerkki 2.2856**

EM-algoritmi on yleinen menettely, jolla saadaan suurimman todennäköisyyden estimaatit, jos osa verkon muuttujien havainnoista puuttuu. Tässä asiakirjassa algoritmin stokastinen versio on mukautettu todennäköisyysluonteisiin neuroverkkoihin, jotka kuvaavat muuttujien assosiatiivista riippuvuutta. Näillä verkoilla on probabilistinen jakauma, joka on erikoistapaus probabilististen päättelyverkkojen tuottamasta jakaumasta. Näin ollen molempia verkkotyyppejä voidaan yhdistellä, jolloin voidaan integroida todennäköisyyspohjaisia sääntöjä sekä määrittelemättömiä assosiaatioita järkevällä tavalla. Tuloksena syntyvällä verkolla voi olla useita mielenkiintoisia piirteitä, kuten todennäköisyyspohjaisten sääntöjen syklit, piilotetut "havaitsemattomat" muuttujat sekä epävarmat ja ristiriitaiset todisteet.

**Tulos**

Todennäköisyyssääntöjen integrointi neuroverkkoihin: Stokastinen EM-oppimisalgoritmi

**Esimerkki 2.2857**

<lb>Moniagenttialueilla agentin toiminta voi muuttaa paitsi maailmaa ja agentin tietoa ja uskomuksia<lb>maailmasta, myös muiden agenttien tietoa ja uskomuksia maailmasta ja heidän tietoa ja<lb>uskomuksiaan muiden agenttien tiedosta ja uskomuksista maailmasta. Vastaavasti agentin tavoitteet moniagentti<lb>maailmassa voivat sisältää muiden agenttien tiedon ja uskomusten manipulointia ja jälleen, ei vain heidän tietonsa<lb>maailmasta, vaan myös heidän tietonsa muiden agenttien tiedosta<lb>maailmasta. Tämän artikkelin tavoitteena on<lb>esittää toimintakieli, nimeltään mA+, jolla on tarvittavat ominaisuudet edellä mainittujen näkökohtien huomioon ottamiseksi, kun kyseessä on toiminnan ja muutoksen esittäminen<lb>ja päättely moniagenttialueilla.<lb>Tämä toimintakieli voidaan nähdä kirjallisuudessa laajasti tutkittujen yhden agentin toimintakielten yleistyksenä<lb>moniagenttialueiden tapaukseen. Kieli mahdollistaa sellaisten erityyppisten toimintojen esittämisen ja päättelemisen, joita agentti voi suorittaa alueella, jossa voi olla monia muita agentteja, kuten<lb>maailman muutostoimia, havaintotoimia ja ilmoitus-/kommunikaatiotoimia. Toimintakieli mahdollistaa myös<lb>agenttien dynaamisen tietoisuuden määrittelyn toimintatapahtumista, mikä vaikuttaa tulevaisuudessa siihen, mitä agentit<lb>tietävät maailmasta ja mitä muut agentit tietävät maailmasta. Kieli mA+ huomioi kolme erilaista<lb>tietoisuuden tyyppiä: täysi tietoisuus, osittainen tietoisuus ja täydellinen unohdus toimintatapahtumasta ja sen vaikutuksista.<lb>Tämä pitää kielen yksinkertaisena, mutta riittävän tehokkaana, jotta se voi käsitellä monenlaisia tiedonkäsittelyskenaarioita<lb>moniagenttisissa toimialueissa.<lb>Kielen semantiikka perustuu tilan käsitteeseen, jota kuvataan teräväkärkisellä Kripke-mallilla ja<lb>sen avulla koodataan agentin tietämys ja maailman todellinen tila. Semantiikka määritellään siirtymä<lb>funktiolla, joka kuvaa toiminta- ja tilapareja tilojen joukoiksi. Artikkelissa havainnollistetaan toimintateorioiden ominaisuuksia,<lb> mukaan lukien ominaisuudet, jotka takaavat alkutilojen joukon äärellisyyden ja niiden käytännön toteutettavuuden. Lopuksi <lb>artikkelissa suhteutetaan mA+ muihin vastaaviin formalismeihin, jotka edistävät toimintojen päättelyä moniagenttialueilla.

**Tulos**

Toimintakieli moniagenttialueita varten: Foundations

**Esimerkki 2.2858**

Jäännöstaitojen säilyttäminen henkilöille, jotka menettävät osittain kognitiiviset tai fyysiset kykynsä, on erittäin tärkeää. Tutkimuksessa keskitytään kehittämään järjestelmiä, jotka tarjoavat tarveperusteista apua tällaisten jäljellä olevien taitojen säilyttämiseksi. Tässä artikkelissa kuvataan uusi kognitiivinen yhteistoiminnallinen ohjausarkkitehtuuri CA, joka on suunniteltu vastaamaan haasteisiin, joita liittyy pyörätuolin navigoinnin tarveperusteisen avun kehittämiseen. CA:n organisointi on yksityiskohtainen ja ehdotetun arkkitehtuurin simuloinnin tulokset esitellään. Ehdotetun arkkitehtuurin simuloinnissa on käytetty ROS-järjestelmää (Robot Operating System) ohjauskehyksenä ja 3D-robottisimulaattoria nimeltä USARSim (Unified System for Automation and Robot Simulation).

**Tulos**

C3A: Kognitiivinen yhteistoiminnallinen ohjausarkkitehtuuri älykästä pyörätuolia varten.

**Esimerkki 2.2859**

Viime vuosina syviin neuroverkkoihin (Deep Neural Networks, DNN) perustuvat menetelmät ovat saavuttaneet huomattavaa suorituskykyä monissa eri tehtävissä, ja ne ovat olleet tehokkaimpia ja laajimmin käytettyjä tekniikoita tietokonenäössä, puheentunnistuksessa ja luonnollisen kielen käsittelyssä. DNN-pohjaiset menetelmät ovat kuitenkin sekä laskentaintensiivisiä että resursseja kuluttavia, mikä vaikeuttaa näiden menetelmien soveltamista sulautetuissa järjestelmissä, kuten älypuhelimissa. Tämän ongelman lievittämiseksi esitämme uudenlaisen Fixed-point Factorized Networks (FFN) -menetelmän valmiiksi koulutettuihin malleihin, jolla vähennetään verkkojen laskennallista monimutkaisuutta sekä tallennustarvetta. Laajat kokeet laajamittaisessa ImageNet-luokittelutehtävässä osoittavat ehdotetun menetelmän tehokkuuden.

**Tulos**

Kiinteän pisteen faktoroidut verkot

**Esimerkki 2.2860**

Kielten opiskelijat ovat sitoutuneimpia lukiessaan tekstejä, joiden vaikeustaso on sopiva. Nykyisissä tekstin vaikeusasteen arviointimenetelmissä keskitytään kuitenkin pääasiassa sanastoon eikä kieliopillisia piirteitä aseteta etusijalle, joten ne eivät sovellu hyvin kieliopin puutteellisesti hallitseville kieltenoppijoille. Tässä artikkelissa esitellään kieliopillisia malleja, asiantuntijoiden tunnistamia kieliopin yksiköitä, joita opiskelijat oppivat tunneilla, tärkeäksi tekstin vaikeusasteen arvioinnin piirteeksi. Kokeelliset luokittelutulokset osoittavat, että kieliopillisten mallien piirteet parantavat tekstin vaikeuden ennustustarkkuutta huomattavasti 7,4 % perusluettavuuspiirteisiin verrattuna. Lisäksi luomme yksinkertaisen ja ihmiselle ymmärrettävän lähestymistavan tekstin vaikeuden arviointiin, jonka tarkkuus on 87,7 % käyttämällä vain viittä kieliopillista mallipiirrettä.

**Tulos**

Kieliopilliset mallit: Tekstin vaikeusasteen arvioinnin parantaminen kielenoppijoiden kannalta

**Esimerkki 2.2861**

Musiikin tunnetunnistusta (MER) pidetään yleensä monimerkintätehtävänä, ja jokainen musiikkikappale voi inspiroida tiettyjä tunnetunnisteita. Useimmat tutkijat poimivat musiikista akustisia piirteitä ja tutkivat näiden piirteiden ja niitä vastaavien tunnetunnisteiden välisiä suhteita. Kun otetaan huomioon, että saman musiikkikatkelman innoittamat tunteet eivät ole ihmisillä yhteneväisiä, keskeisten, tunteisiin todella vaikuttavien akustisten piirteiden etsiminen on todella haastava tehtävä. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta MER-menetelmää, jossa käytetään syvää konvoluutiohermoverkkoa (CNN) musiikkispektrogrammeihin, jotka sisältävät sekä alkuperäistä aika- että taajuusalueen tietoa. Ehdotetun menetelmän avulla ei tarvita lisäponnistuksia erityispiirteiden poimimiseksi, vaan se jätetään CNN-mallin koulutusprosessin tehtäväksi. Kokeet suoritetaan standardien CAL500- ja CAL500exp-tietokokonaisuuksien avulla. Tulokset osoittavat, että molemmissa aineistoissa ehdotettu menetelmä on parempi kuin uusimmat menetelmät.

**Tulos**

CNN-POHJAINEN MUSIIKIN TUNNELUOKITUS

**Esimerkki 2.2862**

Tietolähteet, kuten relaatiotietokannat, taulukkolaskentaohjelmat, XML, JSON ja web-rajapinnat, sisältävät valtavan määrän strukturoitua tietoa, jota voidaan hyödyntää tietämysgraafien rakentamisessa ja täydentämisessä. Ne tarjoavat kuitenkin harvoin semanttista mallia niiden sisällön kuvaamiseksi. Tietolähteiden semanttiset mallit kuvaavat tiedon implisiittistä merkitystä määrittelemällä käsitteet ja suhteet tiedon sisällä. Tällaiset mallit ovat keskeisiä tekijöitä, joiden avulla tiedot voidaan julkaista automaattisesti tietämysgraafeiksi. Tietolähteiden semantiikan mallintaminen manuaalisesti vaatii huomattavaa vaivaa ja asiantuntemusta, ja vaikka näiden mallien automaattinen rakentaminen onkin toivottavaa, se on haastava ongelma. Suurin osa asiaan liittyvästä työstä keskittyy tietokenttien (lähdeattribuuttien) semanttiseen merkitsemiseen. On kuitenkin ratkaisevan tärkeää rakentaa semanttinen malli, joka kuvaa eksplisiittisesti attribuuttien välisiä suhteita niiden semanttisten tyyppien lisäksi. Esittelemme uudenlaisen lähestymistavan, jossa hyödynnetään toimialueontologiasta saatavaa tietoa ja aiemmin mallinnettujen lähteiden semanttisia malleja, jotta uudelle lähteelle voidaan automaattisesti oppia rikas semanttinen malli. Tämä malli edustaa uuden lähteen semantiikkaa toimialueontologiassa määriteltyjen käsitteiden ja suhteiden avulla. Kun uudesta lähteestä saadaan joitakin esimerkkitietoja, hyödynnämme toimialueontologian tietämystä ja tunnettuja semanttisia malleja rakentaaksemme painotetun graafin, joka edustaa uuden lähteen uskottavien semanttisten mallien tilaa. Tämän jälkeen lasketaan k parasta ehdokasta semanttista mallia ja ehdotetaan käyttäjälle järjestettyä luetteloa uuden lähteen semanttisista malleista. Lähestymistavassa otetaan huomioon käyttäjän tekemät korjaukset, jotta voidaan oppia tarkempia semanttisia malleja tulevista tietolähteistä. Arviointimme osoittaa, että menetelmämme tuottaa ilmaisuvoimaisia semanttisia malleja tietolähteille ja palveluille minimaalisella käyttäjän panoksella. Nämä tarkat mallit mahdollistavat tietojen automaattisen integroinnin eri lähteisiin ja tarjoavat runsaasti tukea lähteiden löytämiselle ja palvelujen koostamiselle. Niiden avulla on myös mahdollista julkaista semanttista tietoa automaattisesti tietämysgraafeissa.

**Tulos**

Strukturoitujen tietolähteiden semantiikan oppiminen

**Esimerkki 2.2863**

Sen ymmärtäminen, miten julkiseen keskusteluun osallistujat muotoilevat väitteitään, on tärkeää, kun halutaan ymmärtää, miten yleinen mielipide muodostuu. Tässä artikkelissa esitämme kannan, jonka mukaan on aika lisätä laskennallisesti suuntautunutta tutkimusta kehystämiseen liittyvistä ongelmista. Tämän tavoitteen edistämiseksi ehdotamme seuraavaa erityistä, mielenkiintoista ja mielestämme suhteellisen helposti lähestyttävää kysymystä: Eroavatko GMO:ien käyttöä maataloudessa koskevassa kiistassa GMO:ien puolesta ja niitä vastaan puhuvat artikkelit toisistaan siinä, valitsevatko ne "tieteellisemmän" sävyn? Tieteen retoriikkaa ja sosiologiaa koskeva aiempi työ viittaa siihen, että suojautuminen voi erottaa populaaritieteelliset tekstit ammattitieteilijöiden kollegoilleen kirjoittamista teksteistä. Ehdotamme yksityiskohtaista lähestymistapaa sen tutkimiseksi, voidaanko suojauksen havaitsemista käyttää tieteellisen kehystämisen ymmärtämiseen GMO-keskusteluissa, ja tarjoamme korporaatiota tämän tutkimuksen helpottamiseksi. Jotkin alustavat analyysimme viittaavat siihen, että suojauksia esiintyy tieteellisessä keskustelussa harvemmin kuin populaaritekstissä, mikä on ristiriidassa kirjallisuudessa aiemmin esitettyjen väitteiden kanssa. Toivomme, että alustava työmme ja aineistomme rohkaisevat muita jatkamaan tätä lupaavaa tutkimuslinjaa. Julkaisupaikka: ACL Workshop on ExtraPropositional Aspects of Meaning in Computational Linguistics, 2012.

**Tulos**

Hedge-havainnointi linssinä GMO-keskustelujen kehystämisessä: kannanotto

**Esimerkki 2.2864**

IS-A-suhteiden uuttamisessa käytettävät kuviopohjaiset menetelmät perustuvat pitkälti niin sanottuihin Hearstin kuvioihin. Nämä ovat tapoja ilmaista luokkien luettelemia esiintymiä luonnollisella kielellä. Vaikka nämä leksikaalis-syntaktiset kuviot osoittautuvat varsin hyödyllisiksi, ne eivät välttämättä kata kaikkia tekstissä ilmaistuja taksonomisia suhteita. Siksi tässä artikkelissa kuvataan uusi menetelmä IS-A-suhteiden poimimiseksi kuvioista, jossa käytetään morfosyntaktisia merkintöjä sekä IS-A-suhteeseen osallistuvien entiteettien muodostavien substantiivilauseiden kieliopillista tapausta. Kuvaamme myös menetelmän, jolla voidaan lisätä poimittujen suhteiden määrää ja jota kutsumme pseudo-alaluokkien tehostamiseksi ja jota on mahdollista soveltaa missä tahansa kuvioihin perustuvassa suhteiden poimintamenetelmässä. Kokeet tehtiin noin 0,5 miljardista puolankielisestä verkkodokumentista koostuvalla korpuksella.

**Tulos**

Kieliopilliseen tapaukseen perustuva IS-A-suhteen poiminta tehostamisella puolan kielessä

**Esimerkki 2.2865**

Esittelemme EVE-nimisen valvomattoman selitettävien sanojen upottamistekniikan, joka perustuu Wikipedian rakenteeseen. Ehdotettu malli määrittelee sanaa edustavan semanttisen vektorin ulottuvuudet ihmisen luettavissa olevien merkintöjen avulla, jolloin se on helposti tulkittavissa. Kukin vektori muodostetaan käyttämällä Wikipedian luokkagraafirakennetta ja Wikipedian artikkelien linkkirakennetta. Testataksemme ehdotetun sanojen upotusmallin tehokkuutta tarkastelemme sen hyödyllisyyttä kolmessa perustehtävässä: 1) tunkeutujien havaitseminen - arvioidaan sen kykyä tunnistaa epäyhtenäinen vektori yhtenäisten vektoreiden luettelosta, 2) kyky klusteroida - arvioidaan sen taipumusta ryhmitellä toisiinsa liittyvät vektorit yhteen ja pitää toisiinsa liittymättömät vektorit erillisissä klustereissa, ja 3) asiaankuuluvien kohteiden lajittelu ensimmäiseksi - arvioidaan sen kykyä asettaa kyselyn kannalta merkitykselliset vektorit (kohteet) tuloksen tärkeysjärjestykseen. Kutakin tehtävää varten ehdotetaan myös strategiaa, jolla mallista luodaan tehtäväkohtainen ihmisen tulkittavissa oleva selitys. Nämä osoittavat EVE:n tuottamien selitettävien upotusten yleisen tehokkuuden. Lopuksi vertailemme EVE:tä Word2Vec-, FastText- ja GloVe-kuviointitekniikoihin kolmessa tehtävässä ja raportoimme parannuksia uusimpaan tekniikkaan verrattuna.

**Tulos**

EVE: selitettävissä oleva vektoripohjainen sulauttamistekniikka Wikipedian avulla

**Esimerkki 2.2866**

Esineiden internetissä (IoT) erilaiset heterogeeniset, kaikkialla läsnä olevat laitteet voisivat muodostaa yhteyden ja kommunikoida toistensa kanssa saumattomasti alasta riippumatta. Tietojen semanttinen esittäminen yksityiskohtaisten standardoitujen merkintöjen avulla on parantanut toisiinsa liitettyjen heterogeenisten laitteiden integrointia. Näiden heterogeenisten tietolähteiden semanttista esittämistä ympäristönseurantajärjestelmissä ei kuitenkaan vielä tueta hyvin. Jotta esineiden internetistä saataisiin mahdollisimman suuri hyöty kuivuuden ennustamisessa, tarvitaan erityinen semanttinen väliohjelmistoratkaisu. Tässä tutkimuksessa ehdotetaan väliohjelmistoa, joka edustaa semanttisesti heterogeeniset tietolähteet ja integroi niihin kotoperäisen tiedon, joka perustuu yhtenäiseen ontologiaan, tarkkaa esineiden internetiin perustuvaa kuivuuden ennakkovaroitusjärjestelmää (DEWS) varten.

**Tulos**

Kohti heterogeenisten anturitietojen semanttista integrointia alkuperäiskansojen tietämyksen kanssa kuivuuden ennustamista varten.

**Esimerkki 2.2867**

Monissa ubiikkitietokonehankkeissa on käsitelty terveys- ja hyvinvointikäyttäytymistä, kuten terveellistä ruokavaliota. Terveellisiä aterioita koskevilla suosituksilla voidaan auttaa yksilöitä ehkäisemään tai hallitsemaan diabeteksen ja liikalihavuuden kaltaisia sairauksia. Ihmisten ruokamieltymysten selvittäminen ja heidän makunsa mukaisten terveellisten suositusten antaminen on kuitenkin haastavaa. Nykyiset lähestymistavat joko oppivat vain korkean tason mieltymyksiä tai vaativat pitkän oppimisjakson. Ehdotamme Yum-mea, henkilökohtaista terveellisten aterioiden suosittelujärjestelmää, joka on suunniteltu vastaamaan yksilöiden terveystavoitteisiin, ruokavaliorajoituksiin ja hienojakoisiin ruokamieltymyksiin. Yum-me yhdistää ideoita käyttäjien mieltymysten oppimisesta ja terveellisen ruokavalion edistämisestä ja mahdollistaa yksinkertaisen ja tarkan ruokamieltymysten profilointimenettelyn kuvapohjaisen verkko-oppimiskehyksen avulla ja projisoi opitun profiilin terveellisten ruokavaihtoehtojen alueelle löytääkseen ne, jotka miellyttävät käyttäjää. Esittelemme Yum-me:n suunnittelun ja toteutuksen ja keskustelemme sen kriittisimmästä osasta: FoodDist, joka on uusinta tekniikkaa edustava ruoan kuvien analysointimalli. Osoitamme FoodDistin ylivoimaisen suorituskyvyn huolellisen vertailuanalyysin avulla ja keskustelemme sen soveltuvuudesta monenlaisiin ruokavaliosovelluksiin. Validoimme Yum-me:n toteutettavuuden ja tehokkuuden 60 henkilön käyttäjätutkimuksella, jossa Yum-me parantaa suositusten hyväksymisprosenttia 42,63 prosenttia perinteiseen ruokapreferenssitutkimukseen verrattuna. ACM-luokitus

**Tulos**

Yum-me: Henkilökohtainen terveellisten aterioiden suosittelujärjestelmä

**Esimerkki 2.2868**

-Tässä tutkimuksessa ehdotetaan epävarmuuspohjaisen ryhmäpäätösjärjestelmän (UGDSS) kehystä. Se tarjoaa alustan monikriteeristä päätösanalyysia varten kuudesta näkökulmasta, joihin kuuluvat (1) päätöksentekoympäristö, (2) päätösongelma, (3) päätöksentekoryhmä, (4) päätöksentekokonflikti, (5) päätöksentekojärjestelyt ja (6) ryhmäneuvottelut. Moniin keinotekoisiin älykkäisiin teknologioihin perustuva kehys tarjoaa luotettavan tuen sovellusten ja kehittyneiden päätöksentekomenetelmien kattavalle käsittelylle suunnittelemalla integroidun moniagenttiarkkitehtuurin.

**Tulos**

Kohti luotettavaa kehystä epävarmuuteen perustuvalle ryhmäpäätöksenteon tukijärjestelmälle.

**Esimerkki 2.2869**

Äärimmäisten sääilmiöiden havaitseminen ja tunnistaminen laajamittaisissa ilmastosimulaatioissa on tärkeä ongelma riskienhallinnan kannalta, hallitusten poliittisten päätösten perustana ja ilmastojärjestelmän perusymmärryksen edistämiseksi. Viimeaikaiset työt ovat osoittaneet, että täysin valvotut konvoluutiohermoverkot (CNN) voivat tuottaa hyväksyttävää tarkkuutta tunnettujen äärimmäisten sääilmiöiden luokittelussa, kun käytettävissä on suuria määriä merkittyä dataa. Simulaatiodatassa on kuitenkin monia erilaisia alueellisesti paikallisia ilmastomalleja (kuten hurrikaanit, ekstra-trooppiset syklonit, säärintamat, estävät tapahtumat jne.), joista ei ole saatavilla merkittyjä tietoja suuressa mittakaavassa kaikista kiinnostavista simulaatioista. Esittelemme monikanavaisen spatiotemporaalisen koodaaja-dekooderi CNN-arkkitehtuurin puolivalvottua rajalaatikkoennustusta ja eksploratiivista data-analyysia varten. Tämä arkkitehtuuri on suunniteltu mallintamaan täysin monikanavaista simulaatiodataa, ajallista dynamiikkaa ja merkitsemätöntä dataa rekonstruktio- ja ennustuskehyksessä, jotta voidaan parantaa monenlaisten äärimmäisten sääilmiöiden havaitsemista. Arkkitehtuuriamme voidaan pitää 3D-konvoluutioautokooderina, jossa on lisäksi modifioitu yhden läpiviennin rajalaatikkoregressiotappio. Osoitamme, että lähestymistapamme pystyy hyödyntämään ajallista tietoa ja merkitsemätöntä dataa äärimmäisten sääilmiöiden paikallistamisen parantamiseksi. Lisäksi tutkimme mallimme oppimia representaatioita, jotta voimme ymmärtää paremmin tätä tärkeää tietoa ja helpottaa jatkotyötä ilmastonmuutoksen vaikutusten ymmärtämiseksi ja lieventämiseksi.

**Tulos**

ÄÄRIMMÄISTEN SÄÄILMIÖIDEN PUOLIVALVOTTU HAVAITSEMINEN SUURISTA ILMASTOTIETOAINEISTOISTA.

**Esimerkki 2.2870**

Taaksepäin simulointi on Bayesin uskomusverkkojen likimääräinen päättelytekniikka. Se eroaa nykyisistä simulointimenetelmistä siinä, että simulointi aloitetaan tunnetusta todistusaineistosta ja työskennellään taaksepäin (eli vastoin kaarien suuntaa). Tekniikan keskittyminen todistusaineistoon johtaa parempaan konvergenssiin tilanteissa, joissa jälkikäteisuskomuksia hallitsevat todistusaineisto eikä ennakkotodennäköisyydet. Koska tämä tilanneluokka on laaja, tekniikka voi tehdä Bayesin uskomusverkkojen likimääräisen päättelyn soveltamisesta käytännöllistä monissa reaalimaailman ongelmissa.

**Tulos**

Taaksepäin simulointi Bayes-verkoissa

**Esimerkki 2.2871**

Markovin prosesseja on käytetty pitkään stokastisten ympäristöjen mallintamiseen. Vahvistusoppiminen on noussut esiin kehyksenä, jonka avulla voidaan ratkaista peräkkäisiä suunnittelu- ja päätöksenteko-ongelmia tällaisissa ympäristöissä. Viime vuosina on yritetty soveltaa vahvistusoppimisen menetelmiä päätöksenteon tukijärjestelmien rakentamiseen toiminnan valintaa varten markovisissa ympäristöissä. Vaikka perinteiset vahvistusoppimisen menetelmät ovat osoittautuneet hyödyllisiksi peräkkäistä päätöksentekoa koskevissa ongelmissa, niitä ei voida soveltaa nykyisessä muodossaan päätöksenteon tukijärjestelmiin, kuten esimerkiksi lääketieteen aloilla, koska ne ehdottavat toimintatapoja, jotka ovat usein hyvin määrääviä ja jättävät vain vähän tilaa käyttäjän panokselle. Ilman kykyä antaa joustavia ohjeita on epätodennäköistä, että nämä menetelmät voivat saada jalansijaa tällaisten järjestelmien käyttäjien keskuudessa. Tässä artikkelissa esitellään uusi käsite, ei-deterministiset käytännöt, jonka avulla käyttäjän päätöksentekoprosessiin voidaan lisätä joustavuutta ja samalla rajoittaa päätökset niin, että ne pysyvät lähellä optimaalisia ratkaisuja. Esitämme kaksi algoritmia ei-determinististen politiikkojen laskemiseksi diskreeteillä alueilla. Tutkimme näiden menetelmien tuloksia ja suoritusaikaa synteettisissä ja todellisissa ongelmissa. Ihmisillä tehdyssä kokeessa osoitamme, että ihmiset, joita avustavat ei-deterministisiin politiikkoihin perustuvat vihjeet, suoriutuvat verkkonavigointitehtävässä paremmin sekä pelkistä ihmisistä että pelkistä tietokoneista koostuvista agenteista.

**Tulos**

Epädeterministiset toimintaperiaatteet markovilaisissa päätöksentekoprosesseissa

**Esimerkki 2.2872**

Vaikka tukivektorikoneiden menestyksen kannalta se on elintärkeä, erottelumarginaalin maksimoinnin periaatetta ei käytetä syväoppimisessa. Osoitamme, että marginaalin varianssin minimointi eikä marginaalin maksimointi soveltuu paremmin yleistyksen parantamiseen syväarkkitehtuurissa. Ehdotamme Halfway-häviöfunktiota, joka minimoi normalisoidun marginaalivarianssin (NMV) syväoppimismallien ulostulossa, ja arvioimme sen suorituskykyä Softmax Cross-Entropy -menetelmää vastaan MNIST-, smallNORB- ja CIFAR-10-tietokannoissa.

**Tulos**

Marginaalijakauman optimoinnin vaikutukset yleistämiseen syväarkkitehtuurissa.

**Esimerkki 2.2873**

Rajoitetyytyväisyyttä käsittelevässä kirjallisuudessa on määritelty useita "rakenteellisia" ominaisuuksia, joita CSP:llä voi olla, kuten (epä)johdonmukaisuus, korvattavuus tai vaihdettavuus. Nykyiset rajoitteiden ratkaisuun tarkoitetut työkalut havaitsevat tällaiset ominaisuudet yleensä tehokkaasti epätäydellisten mutta tehokkaiden algoritmien avulla ja käyttävät niitä hakuavaruuden pienentämiseen ja haun tehostamiseen. Tässä artikkelissa tarjoamme yhdistävän kehyksen, joka kattaa useimmat tähän mennessä tunnetuista ominaisuuksista sekä CSP:n että muiden alojen kirjallisuudessa, ja valotamme niiden välisiä semanttisia suhteita. Tämä antaa yhtenäisen ja kattavan näkemyksen aiheesta, mahdollistaa uusien, tuntemattomien ominaisuuksien esiin nousemisen ja selventää eri havainto-ongelmien laskennallista monimutkaisuutta. Erityisesti esiin nousee kaksi uutta käsitettä, kiinnitettävyys ja poistettavuus, jotka osoittautuvat ihanteellisiksi luonnehdinnoiksi arvoille, jotka voidaan turvallisesti määrittää tai poistaa muuttujan alueelta säilyttäen ongelman tyydyttävyys. Näihin kahteen käsitteeseen sisältyy suuri määrä tunnettuja ominaisuuksia, kuten epäjohdonmukaisuus, korvattavuus ja muut. Koska kaikkien ominaisuuksien havaitsemiseen liittyvien ongelmien laskennallinen vaikeasti ratkaistavuus on vaikeaa, määrittelemme CSP-lähestymistavan avulla useita relaksaatioita, jotka tarjoavat riittävät ehdot niiden ratkaistavuudelle. Hyödynnämme erityisesti kielirajoituksia ja paikallista päättelyä.

**Tulos**

Yhtenäinen kehys CSP:iden rakenteellisille ominaisuuksille: Määritelmät, monimutkaisuus, käsiteltävyys

**Esimerkki 2.2874**

Tässä työssä laajennamme intervalliarvoihin päällekkäisfunktioiden käsitteen ja käsittelemme menetelmää, jossa käytetään intervalliarvojen päällekkäisfunktioita OWA-operaattoreiden rakentamiseen intervalliarvoilla painotetuilla painoilla. . Analysoidaan joitakin intervalliarvoisten päällekkäisfunktioiden ominaisuuksia ja johdettuja intervalliarvoisia OWA-operaattoreita. Keskitymme erityisesti homogeenisuus- ja migratiivisuusominaisuuksiin.

**Tulos**

Yleistetyt intervalliarvoiset OWA-operaattorit intervalliarvoisista päällekkäisfunktioista johdetuilla intervallipainotuksilla

**Esimerkki 2.2875**

Voimme ohjelmoida reaaliaikaisen (RT) musiikki-improvisaatiojärjestelmän C++:lla ilman muodollista semantiikkaa tai voimme mallintaa sen prosessilaskelmilla, kuten Non-deterministic Timed Concurrent Constraint (ntcc) -laskennalla. "A Concurrent Constraints Factor Oracle (FO) model for Music Improvisation" (Ccfomi) on ntcc-laskentaan perustuva improvisointimalli. Koska Ccfomi improvisoi ei-deterministisesti, valintoja ei voida kontrolloida, joten improvisaation aikana tapahtuvaa sekvenssivaihtelua ei voida kontrolloida. Tämän välttämiseksi laajensimme Ccfomi-mallia käyttämällä Probabilistic Non-deterministic Timed Concurrent Constraint -laskentaa. Laajennuksemme Ccfomiin ei muuta FO:n rakentamisen aika- ja tilakompleksisuutta, joten laajennuksemme on yhteensopiva RT:n kanssa. Ccfomin suorittamiseen ei kuitenkaan ollut RT:n kykenevää ntcc-tulkkia. Kehitimme Ntccrt:n - RT-kykyisen tulkin ntcc:lle - ja suoritimme Ccfomin Ntccrt:llä. Tulevaisuudessa aiomme laajentaa Ntccrt:tä niin, että se voi suorittaa Ccfomi-tulkkimme laajennuksen.

**Tulos**

Todennäköisyysperusteinen laajennus musiikin improvisaation samanaikaisen rajoitustekijä-orakkelin malliin (Concurrent Constraint Factor Oracle Model)

**Esimerkki 2.2876**

Laitteeton paikannus on kehittyvä tekniikka, jonka avulla voidaan havaita ja jäljittää yksiköitä, jotka eivät kanna mitään laitteita eivätkä osallistu aktiivisesti paikannusprosessiin. Tyypillisesti DF-järjestelmät vaativat suuren määrän lähettimiä ja vastaanottimia hyväksyttävän tarkkuuden saavuttamiseksi, mikä ei ole mahdollista monissa tilanteissa, kuten kodeissa ja pienissä yrityksissä. Tässä artikkelissa esitellään MonoStream, joka on tarkka yksivirtainen DF-paikannusjärjestelmä, jossa hyödynnetään runsasta kanavan tilatietoa (CSI) sekä fyysisen kerroksen MIMO-tietoa tarkan DF-paikannuksen aikaansaamiseksi vain yhdellä virralla. Tarkkuuden lisäämiseksi ja matalien laskentavaatimusten saavuttamiseksi MonoStream mallintaa DF-paikannusongelman kohteiden tunnistamisongelmana ja käyttää uudenlaisia CSI-kontekstiominaisuuksia ja tekniikoita, joiden tarkkuus ja tehokkuus on osoitettu. Kokeellinen arviointi kahdessa tyypillisessä testialustassa ja rinnakkaisvertailu uusimpaan tekniikkaan osoittavat, että MonoStreamilla voidaan saavuttaa 0,95 metrin tarkkuus ja vähintään 26 prosentin parannus etäisyyden mediaanivirheeseen käyttämällä vain yhtä virtaa. Tämä tarkkuuden paraneminen saavutetaan tehokkaalla suorituksella, joka kestää alle 23 sekuntia sijainnin päivittämistä kohti tyypillisessä kannettavassa tietokoneessa. Tämä korostaa MonoStreamin käyttömahdollisuuksia reaaliaikaisissa DF-seurantasovelluksissa.

**Tulos**

MonoStream: Minimal-Hardware High Accuracy Device-free WLAN Localization System: Minimal-Hardware High Accuracy Device-free WLAN Localization System

**Esimerkki 2.2877**

Determinanttipisteprosessit (Determinantal Point Processes, Dpps) ovat tyylikkäitä todennäköisyysmalleja, jotka kuvaavat hylkimistä ja moninaisuutta diskreeteissä kohdejoukoissa. Niiden soveltuvuutta suuriin joukkoihin haittaavat kuitenkin kalliit matriisioperaatiot, jotka ovat kuutiokompleksisia perustehtävissä, kuten näytteenotossa. Tämän vuoksi ehdotamme uutta menetelmää likimääräiseen näytteenottoon diskreeteistä k-Dpps:istä. Menetelmämme hyödyntää Dpp:stä poimittujen osajoukkojen monimuotoisuusominaisuutta ja etenee kahdessa vaiheessa: ensin se rakentaa perusjoukon ydinjoukot ja sen jälkeen se poimii tehokkaasti osajoukot, jotka perustuvat rakennettuihin ydinjoukkoihin. Aiemmista lähestymistavoista poiketen algoritmimme pyrkii minimoimaan kokonaisvaihteluetäisyyden alkuperäiseen jakaumaan. Sekä synteettisillä että todellisilla aineistoilla tehdyt kokeet osoittavat, että näytteenottoalgoritmimme toimii tehokkaasti suurissa aineistoissa ja tuottaa tarkempia näytteitä kuin aiemmat lähestymistavat.

**Tulos**

Tehokas näytteenotto k-determinanttipisteprosesseille

**Esimerkki 2.2878**

BN20-verkko on kaksitasoinen uskomusverkko, jossa vanhempien vuorovaikutukset mallinnetaan noisy-or-vuorovaikutusmallin avulla. Tässä artikkelissa käsittelemme SPI:n paikallisen ilmaisukielen [1] soveltamista tehokkaaseen päättelyyn suurissa BN20-verkoissa. Erityisesti osoitamme, että on olemassa merkittävä rakenne, jota voidaan hyödyntää Quickscore-tuloksen parantamiseksi. Lisäksi kuvaamme, miten symboliset tekniikat voivat tarjota tietoa, joka voi merkittävästi vähentää kaikkien syyjälkimarginaalien laskemiseen tarvittavaa laskentaa. Lopuksi esitellään uusi approksimointitekniikka, josta on saatu alustavia kokeellisia tuloksia.

**Tulos**

Symbolinen todennäköisyyspohjainen päättely suurissa BN20-verkoissa

**Esimerkki 2.2879**

Yleisiä tekstin sulautuksia käytetään menestyksekkäästi erilaisissa tehtävissä. Ne opitaan kuitenkin usein keräämällä esiintymisrakenne puhtaista tekstikorpuksista, mikä rajoittaa niiden yleistettävyyttä. Tässä artikkelissa tutkitaan malleja, jotka sisällyttävät visuaalista tietoa tekstin esitykseen. Kattavien ablaatiotutkimusten perusteella ehdotamme käsitteellisesti yksinkertaista, mutta hyvin toimivaa arkkitehtuuria. Se päihittää aiemmat multimodaaliset lähestymistavat joukossa vakiintuneita vertailuarvoja. Parannamme myös huipputason tuloksia kuviin liittyvissä tekstidatajoukoissa käyttämällä kertaluokkaa vähemmän dataa.

**Tulos**

Parempi tekstin ymmärtäminen kuvan ja tekstin välisen siirron avulla

**Esimerkki 2.2880**

Perinteisissä neuroverkoissa oletetaan vektorimuotoiset syötteet, koska verkko on järjestetty kerroksiksi, jotka koostuvat yksirivisistä laskentayksiköistä, joita kutsutaan neuroneiksi. Tämä erityinen rakenne edellyttää, että ei-vektorimuotoiset syötteet, kuten matriisit, muunnetaan vektoreiksi. Tämä prosessi voi olla ongelmallinen. Ensinnäkin datan elementtien välinen paikkatieto voi kadota vektoroinnin aikana. Toiseksi ratkaisuavaruudesta tulee hyvin suuri, mikä edellyttää verkon parametrien erityiskäsittelyä ja suuria laskentakustannuksia. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi ehdotamme matriisi-neuraaliverkkoja (MatNet), jotka ottavat syötteenä suoraan matriiseja. Kukin neuroni aistii tiivistettyä tietoa alemman kerroksen yksiköistä saadun bilineaarisen kartoituksen avulla täsmälleen samalla tavalla kuin klassiset feed forward -neuraaliverkot. Tässä rakenteessa verkon parametrien tehokkaaseen määrittämiseen voidaan käyttää back prorogation- ja gradient descent -yhdistelmää. Lisäksi sitä voidaan kätevästi laajentaa multimodaalisia syötteitä varten. Sovellamme MatNet-verkkoa MNIST-luokitukseen käsinkirjoitettujen numeroiden luokitteluun ja kuvan superresoluutiotehtäviin osoittaaksemme sen tehokkuuden. Ilman suurempia muutoksia MatNet saavuttaa molemmissa tehtävissä vertailukelpoisen suorituskyvyn kuin uusimmat menetelmät, ja sen monimutkaisuus on huomattavasti pienempi.

**Tulos**

Matriisi-neuraaliset verkot

**Esimerkki 2.2881**

Aikailmaisujen poimiminen vapaasta tekstistä on perustavanlaatuinen tehtävä monissa sovelluksissa. Analysoimme neljästä tietokokonaisuudesta peräisin olevia aika-ilmaisuja ja havaitsimme, että vain pientä sanaryhmää käytetään aikatiedon ilmaisemiseen ja että aika-ilmaisujen sanat käyttäytyvät syntaktisesti samankaltaisesti. Havaintojen perusteella ehdotamme tyyppipohjaista lähestymistapaa, nimeltään SynTime, aikailmaisujen tunnistamiseksi. Määrittelemme kolme syntaktista päätyyppiä, nimittäin aikamerkin, muuntajan ja numeron, ryhmitelläksemme aikaan liittyviä säännöllisiä lausekkeita merkkien yli. Näiden tyyppien perusteella laadimme yksinkertaiset heuristiset säännöt aika-ilmaisujen tunnistamiseksi. Tunnistuksessa SynTime tunnistaa ensin aikamerkit raakatekstistä, etsii sitten niiden ympäristöstä modifiointimerkkejä ja numeraaleja, joista muodostuu aikasegmenttejä, ja lopuksi yhdistää aikasegmentit aikalausekkeiksi. SynTime on kevyt sääntöpohjainen tunnistin, joka toimii reaaliajassa, ja sitä voidaan helposti laajentaa lisäämällä yksinkertaisesti avainsanoja erityyppisille ja eri alojen teksteille. Kokeiden tulokset osoittavat, että SynTime päihittää uusimmat menetelmät vertailutietokannoissa ja twiittaustiedoissa.

**Tulos**

Aika-ilmaisujen analysointi ja tunnistaminen syntaktisia tyyppejä ja yksinkertaisia heuristisia sääntöjä käyttäen

**Esimerkki 2.2882**

Erilaisissa päätöksentekoon ja päätöksenteon tukijärjestelmiin liittyvissä tehtävissä on valittava haluamansa osajoukko tietystä joukosta kohteita. Tässä keskitytään ongelmiin, joissa yksittäisiä kohteita kuvataan käyttämällä joukon ominaisuuksia, ja tarvitaan yleinen preferenssimäärittely, eli määrittely, joka voi toimia mielivaltaisen kohdejoukon kanssa. Esimerkiksi verkkolehden sisältöä koskevien preferenssien tulisi olla seuraavanlaisia: Jokaisella katselukerralla sanomalehti sisältää osajoukon tällä hetkellä saatavilla olevista artikkeleista. Tätä osajoukkoa koskeva preferenssimäärittelymme olisi annettava offline-tilassa, mutta meidän pitäisi pystyä käyttämään sitä valitaksemme osajoukon mistä tahansa tällä hetkellä saatavilla olevasta artikkelijoukosta esimerkiksi niiden tunnisteiden perusteella. Esitämme yleisen lähestymistavan, jolla voidaan nostaa useita attribuutteja sisältävien kohteiden preferenssien määrittelyyn tarkoitetut formalismit sellaisiksi, jotka määrittelevät preferenssejä tällaisten kohteiden osajoukoille. Näytämme myös, miten voimme laskea optimaalisen osajoukon tällaisen määrittelyn perusteella suhteellisen tehokkaasti. Esitämme lähestymistavan empiirisen arvioinnin sekä joitakin pahimman tapauksen monimutkaisuustuloksia.

**Tulos**

Rakenteisten kohteiden osajoukkojen yleiset preferenssit

**Esimerkki 2.2883**

Näytteenotto hierarkkisista Bayesin malleista on usein vaikeaa MCMC-menetelmille, koska malliparametrien ja hyperparametrien välillä on voimakkaita korrelaatioita. Viimeaikaisilla Riemannin moninaisuuden Hamiltonian Monte Carlo -menetelmillä (RMHMC) on merkittäviä potentiaalisia etuja tässä ympäristössä, mutta ne ovat laskennallisesti kalliita. Esittelemme uuden RMHMC-menetelmän, jota kutsumme nimellä semi-erotettava Hamiltonian Monte Carlo, jossa käytetään erityisesti suunniteltua massamatriisia, jonka avulla malliparametrien ja hyperparametrien yhteinen Hamiltonian hajoaa kahdeksi yksinkertaisemmaksi Hamiltonian menetelmäksi. Tätä rakennetta hyödynnetään uudella integraattorilla, jota kutsumme vuorottelevaksi blockwise leapfrog -algoritmiksi. Tuloksena syntyvä menetelmä voi sekoittaa nopeammin kuin yksinkertaisempi Gibbs-näytteenotto ja on samalla yksinkertaisempi ja tehokkaampi kuin aiemmat RMHMC-menetelmät.

**Tulos**

Puoli-erotettava Hamiltonian Monte Carlo Bayesin hierarkkisten mallien päättelyä varten.

**Esimerkki 2.2884**

Sanojen upotukset ovat nykyään vakiotekniikka sanojen merkityssisältöjen tuottamiseksi. Hyvien representaatioiden saamiseksi on tärkeää ottaa huomioon sanan eri merkitykset. Tässä artikkelissa ehdotamme sekoitusmallia monimerkityksisten sanojen upotusten oppimiseen. Mallimme yleistää aiempia töitä siten, että sen avulla voidaan indusoida sanan eri aistien eri painotukset. Kokeelliset tulokset osoittavat, että mallimme päihittää aiemmat mallit tavanomaisissa arviointitehtävissä.

**Tulos**

Sekoitusmalli monimerkityksisten sanojen sulautusten oppimiseen

**Esimerkki 2.2885**

Poikkeamien havaitseminen laajamittaisessa tietokannassa on merkittävä ja monimutkainen kysymys tiedon löytämisen alalla. Koska tietojen jakaumat ovat epäselviä ja epävarmoja korkea-ulotteisessa avaruudessa, useimmat nykyiset ratkaisut pyrkivät ratkaisemaan ongelman ottamalla huomioon kaksi intuitiivista seikkaa: ensinnäkin poikkeavat ovat erittäin kaukana muista pisteistä korkea-ulotteisessa avaruudessa; toiseksi poikkeavat havaitaan selvästi erilaisina projisoidussa aliulotteisessa avaruudessa. Kun kyseessä on monimutkainen tapaus, jossa poikkeamat ovat piilossa normaalien pisteiden sisällä kaikissa ulottuvuuksissa, nykyiset havaitsemismenetelmät eivät kuitenkaan löydä tällaisia sisäisiä poikkeamia. Tässä asiakirjassa ehdotetaan menetelmää, jossa on kaksi ulottuvuusprojektiota, jossa yhdistetään ensisijainen aliavaruuden poikkeamien havaitseminen ja toissijainen pisteen projektio aliavaruuksien välillä ja lasketaan yhteen kunkin pisteen useat painoarvot. Pisteet lasketaan paikallisella tiheyssuhteella erikseen kahdesti projisoiduissa ulottuvuuksissa. Prosessin jälkeen outlierit ovat pisteitä, jotka saavat suurimmat painoarvot. Ehdotetulla menetelmällä onnistutaan löytämään kaikki sisäiset poikkeamat synteettisissä testitietoaineistoissa, joiden ulottuvuus vaihtelee 100:sta 10000:een. Kokeelliset tulokset osoittavat myös, että ehdotettu algoritmi voi toimia matalaulotteisessa avaruudessa ja saavuttaa täydellisen suorituskyvyn korkeaulotteisessa avaruudessa. Tästä syystä ehdotetulla lähestymistavalla on huomattavat mahdollisuudet soveltaa sitä multimediasovelluksissa, jotka auttavat käsittelemään kuvia tai videoita, joilla on laajamittaisia ominaisuuksia.

**Tulos**

Sisäisten poikkeamien löytäminen korkea-ulotteisessa avaruudessa

**Esimerkki 2.2886**

Tässä artikkelissa esitellään, miten sanojen upotuksia voidaan käyttää ominaisuuksina kiinalaisten tunteiden luokittelussa. Ensiksi rakennetaan kiinalainen mielipidekorpus, jossa on miljoona kommenttia hotelliarvostelusivustoilta. Sen jälkeen kutakin kommenttia edustavia sanojen upotuksia käytetään eri koneoppimismenetelmissä, kuten SVM:ssä, logistisessa regressiossa, konvolutiivisessa neuroverkossa (Convolutional Neural Network, CNN) ja ensemble-menetelmissä, tunteiden luokittelussa. Näillä menetelmillä saavutetaan parempi suorituskyky kuin N-grammimalleilla, joissa käytetään Naive Bayes (NB) ja Maximum Entropy (ME). Lopuksi ehdotetaan koneoppimismenetelmien yhdistelmää, jonka tarkkuus, palautus ja F1-pisteet ovat erinomaiset. Kun yhdistelmämallin rakentamiseen on valittu hyödyllisimmät menetelmät ja testattu korpuksella, lopullinen F1-pistemäärä on 0,920.

**Tulos**

Empiirinen tutkimus kiinalaisen arvostelun tunnetilaluokittelusta sanojen upottamisen avulla.

**Esimerkki 2.2887**

Asiantuntijoiden tapa hallita epävarmuutta muuttuu yleensä sen mukaan, mitä tehtävää he suorittavat. Tämä seikka on saanut meidät pohtimaan ongelmaa, joka liittyy moduulien (tehtävätoteutusten) välittämiseen laajassa ja jäsennellyssä tietämykseen perustuvassa järjestelmässä, kun moduuleilla on erilaiset epävarmuuslaskelmat. Tässä asiakirjassa kommunikaatio-ongelman analyysissä oletetaan, että i) jokainen epävarmuuslaskelma on päättelymekanismi, joka määrittelee seuraussuhteen, ja siksi kommunikaation katsotaan olevan päättelyä säilyttävää, ja ii) rajoitumme tapaukseen, jossa eri epävarmuuslaskennat annetaan totuusfunktionaalisten moniarvoisten logiikoiden luokan avulla.

**Tulos**

Moniarvoisten logiikoiden yhdistäminen modulaarisissa asiantuntijajärjestelmissä

**Esimerkki 2.2888**

Esittelemme OWL 2 -ontologian, joka edustaa Saint Gallin suunnitelmaa, joka on yksi vanhimmista meille ehjänä saapuneista asiakirjoista, joka kuvaa benediktiiniläisen luostarikompleksin ihanteellista mallia ja joka on inspiroinut monien eurooppalaisten luostarikompleksien suunnittelua.

**Tulos**

Benediktiiniluostarin muoto: SaintGallin ontologia

**Esimerkki 2.2889**

Tunteita herättävä sisältö on keskeinen tekijä käyttäjien tuottamissa videoissa. Tällaisissa videoissa välitettyjä tunteita on kuitenkin vaikea ymmärtää, koska käyttäjien luoma sisältö on monimutkaista ja jäsentymätöntä ja koska tunteita ilmaisevia videokuvia on vähän. Tässä artikkelissa tutkimme ensimmäistä kertaa ongelmaa, joka liittyy tiedon siirtämiseen heterogeenisistä ulkoisista lähteistä, kuten kuva- ja tekstidatasta, helpottaaksemme kolmea asiaan liittyvää tehtävää videoiden tunteiden ymmärtämisessä: tunteiden tunnistamista, tunteiden osoittamista ja tunteisiin suuntautunutta yhteenvetoa. Erityisesti kehyksemme (1) oppii videokoodauksen ylimääräisestä emotionaalisesta kuvatietokannasta parantaakseen valvottua videon tunnetunnistusta ja (2) siirtää tietoa ylimääräisestä tekstikorpuksesta sellaisten tunneluokkien tunnistamiseksi, joita ei ole nähty harjoittelun aikana. Ehdotettu tiedonsiirtotekniikka helpottaa tunteiden määrittelyn ja tunteisiin suuntautuneen tiivistämisen uusia sovelluksia. Kattavat kokeet useilla tietokokonaisuuksilla osoittavat kehyksemme tehokkuuden.

**Tulos**

Heterogeeninen tiedonsiirto videon tunteiden tunnistamisessa, attribuoinnissa ja tiivistämisessä

**Esimerkki 2.2890**

Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta lähestymistapaa rinnakkaisen diskurssikorpuksen automaattiseen rakentamiseen vuoropuhelun konekääntämistä varten. Ensinnäkin rinnakkaiset tekstitystiedot ja niitä vastaavat yksikieliset elokuvakäsikirjoitustiedot kerätään Internetistä. Sen jälkeen käsikirjoitustiedoista saadut tunnistetiedot, kuten puhuja ja diskurssin rajaus, projisoidaan tekstitystietoihin tiedonhakumenetelmän avulla, jotta yksikielinen diskurssi voidaan yhdistää kaksikielisiin teksteihin. Kartoitustulosten arvioinnin lisäksi myös puhujaa koskevat tiedot sisällytetään käännökseen. Kokeet osoittavat, että ehdotetulla menetelmällä voidaan saavuttaa 81,79 % ja 98,64 % tarkkuus puhujan ja dialogin rajojen merkinnöissä, ja puhujaan perustuvalla kielimallin mukauttamisella voidaan saavuttaa noin 0,5 BLEU-pisteen parannus käännöksen laatuun. Lopuksi julkaisemme julkisesti noin 100 000 rinnakkaista diskurssidataa, joissa on manuaalinen puhujan ja dialogin rajojen annotaatio.

**Tulos**

Automaattinen diskurssikorpusten rakentaminen dialogikääntämistä varten

**Esimerkki 2.2891**

Vaiheena kohti nollatehtävien yleistämiskyvyn kehittämistä vahvistusoppimisessa (RL) esitämme uuden RL-ongelman, jossa agentin pitäisi oppia suorittamaan käskysarjoja sen jälkeen, kun hän on oppinut hyödyllisiä taitoja, jotka ratkaisevat osatehtäviä. Tässä ongelmassa tarkastelemme kahdenlaisia yleistyksiä: aiemmin tuntemattomiin ohjeisiin ja pidempiin ohjejaksoihin. Näkemättömiin ohjeisiin yleistämistä varten ehdotamme uutta tavoitetta, joka kannustaa oppimaan vastaavuuksia samankaltaisten osatehtävien välillä tekemällä analogioita. Peräkkäisten ohjeiden yleistämistä varten esitämme hierarkkisen arkkitehtuurin, jossa metaohjain oppii käyttämään opittuja taitoja ohjeiden suorittamiseen. Viivästyneen palkitsemisen käsittelemiseksi ehdotamme metaohjaimeen uutta hermoarkkitehtuuria, joka oppii, milloin osatehtävä on päivitettävä, mikä tehostaa oppimista. Kokeelliset tulokset stokastisella 3D-alueella osoittavat, että ehdotetut ideat ovat ratkaisevan tärkeitä yleistettäessä pidempiä ohjeita sekä tuntemattomia ohjeita.

**Tulos**

Tehtävän yleistäminen nollapisteellä monitehtäväisen syvän vahvistusoppimisen avulla

**Esimerkki 2.2892**

Neuroverkot kykenevät oppimaan runsaasti epälineaarisia ominaisuuksien representaatioita, jotka ovat osoittautuneet hyödyllisiksi monissa ennakointitehtävissä. Tässä työssä käytämme näitä malleja tutkiaksemme maantieteellisten ominaisuuksien käyttöä Iowan osavaltion potilaiden paksusuolisyövän eloonjäämiskäyrien ennustamisessa vuosina 1989-2012. Vertailemme mallien suorituskykyä käyttämällä uutta metriikkaa - käppyröiden välistä pinta-alaa (ABC) - arvioidaksemme, a) voidaanko Iowan osavaltion paksusuolensyöpäpotilaiden eloonjäämiskäyriä ennustaa kohtuullisesti, b) parantavatko maantieteelliset piirteet ennustuskykyä ja c) onko yksinkertainen binäärinen esitys vai rikkaampi, spektriseen klusterointiin perustuva esitys parempi. Tuloksemme viittaavat siihen, että eloonjäämiskäyrät voidaan keskimäärin arvioida kohtuullisesti, mutta ennustuskyky poikkeaa viiden vuoden eloonjäämisajan kohdalla. Havaitsimme myös, että maantieteelliset piirteet parantavat ennustuskykyä ja että paras suorituskyky saavutetaan käyttämällä rikkaampia, spektrianalyysin perusteella muodostettuja piirteitä.

**Tulos**

Rikkaiden maantieteellisten esitysten oppiminen: Iowan osavaltion paksusuolisyövän eloonjäämisen ennustaminen: Kolorektaalisyövän eloonjäämisen ennustaminen Iowan osavaltiossa

**Esimerkki 2.2893**

Tässä artikkelissa käsiteltiin CNF-SAT-ongelmaa (NP-täydellinen ongelma) ja analysoitiin kahta ratkaisua, jotka voivat ratkaista ongelman, PL-ratkaisualgoritmi ja WalkSAT-algoritmi. PL-Resolution on järkevä ja täydellinen algoritmi, jonka avulla voidaan määrittää varmuudella tyydyttävyys ja epätyydyttävyys. WalkSAT-algoritmi voi määrittää tyydyttävyyden, jos se löytää mallin, mutta se ei voi taata mallin löytymistä, vaikka sellainen olisikin olemassa. WalkSAT on kuitenkin paljon nopeampi kuin PL-ratkaisu, mikä tekee WalkSATista käytännöllisemmän. Olemme analysoineet näiden kahden algoritmin välistä suorituskykyä, ja WalkSATin suorituskyky on hyväksyttävä, jos ongelma ei ole kovin vaikea.

**Tulos**

Uusi lähestymistapa CNF-SAT-ongelman ratkaisemiseen

**Esimerkki 2.2894**

Viime vuosina adaptiiviset oppimisjärjestelmät ovat tukeutuneet yhä enemmän oppimishierarkiaan, jonka avulla kursseilla kehitettyä opetuslogiikkaa voidaan mukauttaa. Useimmissa lähestymistavoissa ei oteta huomioon, että taitojen väliset edellytysten suhteet ovat sumeat suhteet. Tässä artikkelissa kuvaamme uuden lähestymistavan sumean logiikan tekniikoiden käytännön soveltamisesta oppimishierarkioiden rakentamiseen. Tässä käytetään oppimishierarkiaa, jonka yksi tai useampi tietyn alan asiantuntija on ennalta määritellyt. Oppimishierarkiassa olevien taitojen väliset edellytysten suhteet eivät kuitenkaan ole lopullisia, vaan ne ovat epäselviä suhteita. Mittaamme kaikkien tässä oppimishierarkiassa olevien suhteiden relevanssiastetta ja pyrimme vastaamaan seuraavaan kysymykseen: Ovatko alkuperäisessä oppimishierarkiassa ennalta määritellyt edellytysten suhteet oikein vai eivät?

**Tulos**

Uusi lähestymistapa oppimishierarkian rakentamiseen sumean logiikan perusteella

**Esimerkki 2.2895**

Tässä artikkelissa kehitämme uudenlaisen paradigman, nimittäin hypergrafiasiirron, jolla löydetään todennäköisyysperusteisen äänestysstrategian avulla vankkoja graafitiloja, jotka ovat semanttisesti järkeviä sen lisäksi, että graafitilojen muodostamisessa noudatetaan itsekoherenssivaatimusta. Toisin kuin nykyisissä tekniikoissa, joissa graafitiloja etsitään siirtämällä kärkipisteitä pareittaisten reunojen (eli reunan, jolla on kaksi päätä) perusteella, meidän paradigmamme perustuu korkeamman asteen reunojen (hyperreunojen) siirtämiseen graafitilojen tuottamiseksi. Tarkemmin sanottuna muunnamme graafitilojen etsimisen ongelman uudenlaisen tavoitefunktion maksimoimisongelmaksi, jonka tavoitteena on tuottaa hyviä graafitiloja, jotka perustuvat hypergrafien reunojen siivilöintiin. Tämän tuloksena tiheisiin alihypergrafiikkoihin perustuvat tuotetut graafitilat saattavat kuvata tarkemmin kohteen semantiikkaa itsekoherenssivaatimuksen lisäksi. Todistamme myös muodollisesti, että tekniikkamme on aina konvergentti. Klusteroinnista ja graafien yhteensovittamisesta tehdään laajoja empiirisiä tutkimuksia synteettisillä ja reaalimaailman aineistoilla. Ne osoittavat, että tekniikkamme on huomattavasti parempi kuin nykyiset tekniikat.

**Tulos**

Moodien löytäminen todennäköisyyshypergraafien siirrolla (Probabilistic Hypergraphs Shifting)

**Esimerkki 2.2896**

Aistinvarainen päättely epävarmuuden vallitessa on merkittävä ongelma sekä koneoppimisessa että laskennallisessa neurotieteessä. Tärkeä mutta huonosti ymmärretty näkökohta aistien käsittelyssä on aktiivisen aistimisen rooli. Tässä esitellään Bayes-optimaalinen päättely- ja ohjauskehys aktiiviselle aistimiselle, C-DAC (Context-Dependent Active Controller). Toisin kuin aiemmin ehdotetut algoritmit, jotka optimoivat abstrakteja tilastollisia tavoitteita, kuten informaation maksimointia (Infomax) [Butko ja Movellan, 2010] tai yhden askeleen ennakointitarkkuutta [Najemnik ja Geisler, 2005], aktiivisen aistimisen mallimme minimoi suoraan käyttäytymiskustannusten yhdistelmän, kuten ajallisen viiveen, vastevirheen ja anturin uudelleensijoittamiskustannukset. Simuloimme näitä algoritmeja yksinkertaisella visuaalisella hakutehtävällä havainnollistamaan skenaarioita, joissa kontekstisidonnaisuus on erityisen hyödyllistä ja optimointi yleisten tilastollisten tavoitteiden suhteen erityisen riittämätöntä. CDAC-käytännön geometristen ominaisuuksien perusteella esitämme sekä parametrisia että ei-parametrisia approksimaatioita, jotka säilyttävät kontekstiherkkyyden ja vähentävät samalla merkittävästi laskennallista monimutkaisuutta. Näiden approksimaatioiden avulla voimme tutkia monimutkaisempaa hakuongelmaa, johon liittyy ääreisnäköä, ja huomaamme, että C-DAC:n suorituskykyetu yleisiin tilastollisiin politiikkoihin verrattuna on tässä skenaariossa vielä selvempi.

**Tulos**

Aktiivinen havainnointi Bayes-optimaalisena peräkkäisenä päätöksentekona.

**Esimerkki 2.2897**

Segmenttirakenne on yleinen kuvio monissa sekvensseissä, kuten ihmiskielten lauseissa. Tässä artikkelissa esitellään todennäköisyysmalli sekvenssejä varten niiden segmentoinnin avulla. Segmentoidun sekvenssin todennäköisyys lasketaan sen kaikkien segmenttien todennäköisyyksien tulona, ja kukin segmentti mallinnetaan käyttämällä olemassa olevia työkaluja, kuten toistuvia neuroverkkoja. Koska sekvenssin segmentointi on yleensä tuntematon etukäteen, summaamme kaikki kelvolliset segmentoinnit saadaksemme sekvenssin lopullisen todennäköisyyden. Kehitetään tehokas dynaamisen ohjelmoinnin algoritmi eteen- ja taaksepäin suuntautuvia laskutoimituksia varten ilman approksimaatioita. Näytämme lähestymistapamme tekstin segmentointi- ja puheentunnistustehtävissä. Kvantitatiivisten tulosten lisäksi osoitamme myös, että lähestymistapamme voi löytää merkityksellisiä segmenttejä vastaavissa sovelluskonteksteissa.

**Tulos**

Sekvenssin mallintaminen segmentointien avulla

**Esimerkki 2.2898**

Gaussin prosessin odotettu supremum, joka on indeksoitu indeksijoukon kuvan avulla funktioluokassa, on rajattu indeksijoukon ja funktioluokan erillisten ominaisuuksien perusteella. Rajaus on merkityksellinen epälineaaristen muunnosten estimoinnissa tai oppimisalgoritmien analysoinnissa aina, kun hypoteesit valitaan yhdistetyistä luokista, kuten monikerrosmalleissa.

**Tulos**

Gaussin prosessien odotetun supreman ketjusääntö

**Esimerkki 2.2899**

Artikkelissa esitellään yleistys tunnetuille todennäköisyysmalleille, kuten log-lineaarisille ja graafisille malleille, joita kutsutaan tässä yhteydessä multiplikatiivisiksi malleiksi. Näiden mallien, jotka ilmaisevat todennäköisyyksiä parametrien tulona, osoitetaan kuvaavan useita muuttujien välisen kontekstuaalisen riippumattomuuden muotoja, mukaan lukien päätösgraafit ja kohina-OR-funktiot. Moninkertaisille malleille esitetään päättelyalgoritmi ja todistetaan sen oikeellisuus. Päättelyalgoritmin monimutkaisuusanalyysissä käytetään hienostuneempaa parametria kuin taustalla olevan graafin puun leveys ja osoitetaan, että laskentakustannukset eivät ylitä muuttujien eliminointialgoritmin kustannuksia graafisissa malleissa. Artikkelin lopussa esitetään esimerkkejä, joissa uusien mallien ja algoritmin käyttö on laskennallisesti hyödyllistä.

**Tulos**

Multiplikatiivisten mallien päättely

**Esimerkki 2.2900**

Vertailemme neljän erilaisen syntaktisen CCG-jäsennyksen tehokkuutta semanttisessa slotfilling-tehtävässä selvittääksemme, kuinka paljon syntaktista valvontaa tarvitaan myöhemmän semanttisen analyysin suorittamiseen. Tämä ulkoinen, tehtävään perustuva arviointi tarjoaa myös ainutlaatuisen ikkunan semantiikkaan, jonka valvomattomat kielioppien induktiojärjestelmät havaitsevat (tai eivät havaitse).

**Tulos**

Indusoitujen CCG-jäsennyskielten jäsentäjien arviointi perustellun semanttisen jäsennyksen avulla.

**Esimerkki 2.2901**

Monen lauseen tiivistäminen (MSC) on erittäin arvokasta monissa reaalimaailman sovelluksissa, kuten mikroblogien tiivistämisessä, mielipiteiden tiivistämisessä ja uutislehtien tiivistämisessä. Viime aikoina MSC:ssä on ehdotettu sanagraafipohjaisia lähestymistapoja, joista on tullut suosittuja. Niiden keskeisenä oletuksena on, että toisiinsa liittyvien lauseiden joukossa oleva redundanssi tarjoaa luotettavan tavan tuottaa informatiivisia ja kieliopillisia lauseita. Tässä artikkelissa ehdotamme tehokasta lähestymistapaa sanagrafiikkapohjaisen MSC:n parantamiseksi ja käsittelemme ongelmaa, joka koskee useimpia nykyaikaisia MSC-lähestymistapoja: eli sekä informatiivisuuden että kieliopillisuuden parantamista samanaikaisesti. Lähestymistapamme koostuu kolmesta pääkomponentista: (1) monisanaiseen ilmaisuun (Multiword Expressions, MWE) perustuva yhdistämismenetelmä; (2) sanojen väliseen synonymiaan perustuva kartoitusstrategia; (3) uudelleenjärjestämisvaihe, jossa tunnistetaan parhaat POS-pohjaisen kielimallin (POS-LM) avulla tuotetut pakkausehdokkaat. Osoitamme tämän uudenlaisen lähestymistavan tehokkuuden käyttämällä englanninkielisten uutislehtien lauseiden klustereista koostuvaa tietokokonaisuutta. Havaitut parannukset tuotettujen tiivistelmien informatiivisuudessa ja kieliopillisuudessa osoittavat, että lähestymistapamme on parempi kuin nykyaikaiset MSC-menetelmät.

**Tulos**

Informatiivisuuden ja kieliopillisuuden parantaminen usean lauseen pakkauksessa

**Esimerkki 2.2902**

Internetissä saatavilla olevien verkkopalvelujen määrä ja niiden käyttö lisääntyvät hyvin nopeasti. Monissa tapauksissa yksi palvelu ei riitä täyttämään liiketoiminnan vaatimuksia, vaan verkkopalveluja koostetaan. Verkkopalveluiden itsenäinen koostaminen uusien toimintojen aikaansaamiseksi on herättänyt paljon huomiota semanttisen webin alalla. Uusien sovellusten kehitysaikaa ja -vaivaa voidaan vähentää palvelujen koostamisen avulla. Kirjallisuudessa käsitellään erilaisia lähestymistapoja verkkopalvelujen automaattiseen koostamiseen. Verkkopalvelujen koostaminen ontologioiden avulla on yksi tehokkaista lähestymistavoista. Tässä artikkelissa esitellään, miten ontologiaan perustuvaa koostamista voidaan nopeuttaa kunkin asiakkaan kohdalla. Ehdotamme kehystä, jonka avulla voidaan tarjota valmiiksi koottuja verkkopalveluja käyttäjien vaatimusten täyttämiseksi. Kerromme yksityiskohtaisesti, miten ontologioiden yhdistämistä voidaan käyttää koostamisessa, mikä nopeuttaa koko prosessia. Keskustelemme siitä, miten kehys tarjoaa asiakaskohtaisen ontologioiden yhdistämisen ja arkiston. Kerromme myös, miten ontologioiden yhdistäminen toteutetaan. Avainsanat - Semanttinen web, verkkopalvelujen koostaminen, toimialueontologia, OWL-S, ontologioiden yhdistäminen.

**Tulos**

Puitteet puoliautomaattisen verkkopalvelun koostamiselle semanttisessa webissä

**Esimerkki 2.2903**

Kuluttajien velkaantumisen mallintaminen on osoittautunut luonteeltaan monimutkaiseksi ongelmaksi. Tässä työssä hyödynnämme tiedonlouhintatekniikoita ja -menetelmiä tutkiaksemme kuluttajien velkaantumisen monitahoista näkökulmaa tarkastelemalla psykologisten tekijöiden, kuten impulsiivisuuden, osuutta kuluttajien velkaantumisen analysoinnissa. Tuloksemme vahvistavat psykologisten tekijöiden hyödyllisen vaikutuksen kuluttajien velkaantuneisuuden mallintamisessa ja ehdottavat uutta lähestymistapaa kuluttajien velkaantuneisuuden analysointiin, jossa otettaisiin huomioon enemmän kuluttajien psykologisia ominaisuuksia ja otettaisiin käyttöön tiedonlouhinnan tekniikoita ja käytäntöjä.

**Tulos**

Tiedonlouhintajärjestelmä kuluttajien velkaantumisen mallintamiseksi psykologisten tekijöiden avulla.

**Esimerkki 2.2904**

Tutkimme POMDP:ien alaluokkaa, jota kutsutaan deterministisiksi POMDP:iksi ja jolle on ominaista deterministiset toiminnot ja havainnot. Nämä mallit eivät ole yhtä yleisiä kuin POMDP-mallit, mutta ne kuvaavat useita mielenkiintoisia ja haastavia ongelmia ja mahdollistavat tehokkaammat algoritmit. Osa viimeaikaisesta suunnittelualan työstä onkin rakentunut tällaisten oletusten varaan, lähinnä etsimällä klassisia deterministisiä malleja ilmaisuvoimaisempia malleja. Esitämme tuloksia determinististen POMDP-mallien perusominaisuuksista, niiden suhteesta AND/OR-hakuongelmiin ja algoritmeihin sekä niiden laskennallisesta monimutkaisuudesta.

**Tulos**

Deterministiset POMDP:t uudelleen tarkasteltuna

**Esimerkki 2.2905**

Tutkimukset ovat osoittaneet, että konvoluutiohermoverkot sisältävät huomattavaa redundanssia, ja korkea luokittelutarkkuus voidaan saavuttaa, vaikka painot ja aktivoinnit vähennetään liukulukujen arvoista binääriarvoihin. Tässä artikkelissa esitellään Finn, kehys nopeiden ja joustavien FPGA-kiihdyttimien rakentamiseen käyttäen joustavaa heterogeenistä streaming-arkkitehtuuria. Käyttämällä uudenlaisia optimointeja, jotka mahdollistavat binarisoitujen neuroverkkojen tehokkaan kartoituksen laitteistoon, toteutamme täysin kytkettyjä, konvoluutio- ja poolointikerroksia, ja kerroskohtaiset laskentaresurssit räätälöidään käyttäjän asettamien läpäisyvaatimusten mukaan. Sulautetulla ZC706 FPGA-alustalla, joka käyttää alle 25 W:n kokonaistehoa, pystymme osoittamaan jopa 12,3 miljoonaa kuvaluokitusta sekunnissa 0,31 μs:n latenssilla MNIST-tietokannassa 95,8 prosentin tarkkuudella ja 21906 kuvaluokitusta sekunnissa 283 μs:n latenssilla CIFAR-10- ja SVHN-tietokannoissa 80,1 prosentin ja 94,9 prosentin tarkkuudella. Tietojemme mukaan nämä ovat nopeimmat tähän mennessä raportoidut luokitusnopeudet näissä vertailuarvoissa.

**Tulos**

FINN: Nopea, skaalautuva kehys nopeaan ja skaalautuvaan binaarisoituun neuroverkon päättelyyn.

**Esimerkki 2.2906**

Konjunktiivisia tietokantakyselyjä on laajennettu objektien luomiseen tarkoitetulla mekanismilla, jotta voidaan ottaa huomioon tärkeät sovellukset, kuten tiedonvaihto, tietojen integrointi ja ontologiapohjainen tiedonsaanti. Objektien luominen tuottaa tulokseen uusia objektitunnisteita, jotka eivät kuulu lähdetietokannan vakioiden joukkoon. Uudet objektitunnisteet voidaan nähdä myös Skolem-termeinä. Näin ollen objektien luomista koskevia konjunktiivisia kyselyjä voidaan pitää myös rajoitettuina toisen asteen tuple-generating dependencies (SO tgds) -riippuvuuksina, joita tarkastellaan tiedonvaihtokirjallisuudessa. Tässä artikkelissa keskitymme yhden toiminnon objektien luomiseksi tehtyjen konjunktiivisten kyselyjen luokkaan, lyhyesti sifo CQ:t. Yksittäisen funktion symbolia voidaan käyttää vain kerran kyselyn päässä. Annamme sifo CQ:iden oid-ekvivalenssille uuden luonnehdinnan, joka on yksinkertaisempi kuin Hullin ja Yoshikawan antama luonnehdinta ja sijoittaa ongelman kompleksisuusluokkaan NP. Luonnehdintamme perustuu Cohenin ekvivalenssikäsitteisiin konjunktiivisille kyselyille, joissa on moninaisuuksia. Ratkaisemme myös sifo CQ:iden loogisen päättelyongelman ja osoitamme, että myös tämä ongelma kuuluu NP-luokkaan. Pichlerin et al. tulokset ovat osoittaneet, että looginen ekvivalenssi yleisemmille SO tgd-luokille on joko ratkaisematon tai ratkaistavissa toistaiseksi tuntemattomilla monimutkaisuuden ylärajoilla.

**Tulos**

Yhden toiminnon objektien luomiseen tähtäävien konjunktiivisten kyselyjen vastaavuus (Mapping-equivalence and oid-equivalence of single-function object-creating conjunctive queries).

**Esimerkki 2.2907**

Visuaalinen kysymysten vastaaminen (Visual Question Answering, VQA) on saanut paljon huomiota parin viime vuoden aikana. Tähän tehtävään on ehdotettu useita syväoppimismalleja. On kuitenkin osoitettu [1-4], että näitä malleja ohjaavat voimakkaasti harjoitusdatan pinnalliset korrelaatiot ja että niiltä puuttuu kompositionaalisuus eli kyky vastata kysymyksiin, jotka koskevat nähtyjen käsitteiden näkymättömiä yhdistelmiä. Tämä kompositionaalisuus on toivottavaa ja keskeistä älykkyyden kannalta. Tässä artikkelissa ehdotamme visuaaliselle kysymysten vastaamiselle uutta asetelmaa, jossa testikysymys-vastausparit ovat kompositionaalisesti uusia verrattuna koulutuskysymys-vastauspareihin. Helpottaaksemme mallien kehittämistä tässä tilanteessa esitämme uuden kompositionaalisen jaon VQA v1.0 [5] -tietokannasta, jota kutsumme Compositional VQA:ksi (C-VQA). Analysoimme kysymysten ja vastausten jakautumista C-VQA:n osituksissa. Lopuksi arvioimme useita olemassa olevia VQA-malleja tässä uudessa asetelmassa ja osoitamme, että näiden mallien suorituskyky heikkenee huomattavasti alkuperäiseen VQA-asetelmaan verrattuna.

**Tulos**

C-VQA: Visual Question Answering (VQA) v1.0 -datasetin koostumusjako.

**Esimerkki 2.2908**

Runsaat tiedot ovat avain koneoppimisen onnistumiseen. Valvottu oppiminen edellyttää kuitenkin kommentoitua dataa, jota on usein vaikea saada. Luokittelutehtävässä, jossa resurssit ovat rajalliset, aktiivinen oppiminen (AL) lupaa ohjata kommentoijat esimerkkeihin, jotka tuottavat eniten arvoa luokittelijalle. AL voidaan onnistuneesti yhdistää itseopiskeluun eli harjoitusjoukon laajentamiseen merkitsemättömillä esimerkeillä, joiden osalta luokittelija on kaikkein varmimmillaan. Raportoimme kokemuksistamme AL:n systemaattisesta käytöstä SVM-luokittimen kouluttamisessa Stack Overflow -postauksiin, joissa käsitellään ohjelmistokomponenttien suorituskykyä. Osoitamme, että luokittelijan kannalta arvokkaimmiksi katsotut harjoitusesimerkit ovat myös ihmisten kannalta vaikeimpia kommentoida. Huolellisesti kehitetyistä annotaatiokriteereistä huolimatta raportoimme, että arvioijien välinen yhteisymmärrys on heikko, mutta ehdotamme myös lieventämisstrategioita. Lopuksi osoitamme yhden annotoijan työn perusteella, että itseopiskelu voi parantaa luokittelutarkkuutta. Päätämme artikkelin pohtimalla vaikutuksia tuleville tekstinlouhijoille, jotka pyrkivät käyttämään AL:ää ja itseopiskelua. Avainsanat-tekstinlouhinta, luokittelu, aktiivinen oppiminen, itseopiskelu, inhimillinen annotaatio.

**Tulos**

Aktiivisen oppimisen ja itseopiskelun käytöstä louhittaessa suorituskykyä Keskustelut Stack Overflow'ssa

**Esimerkki 2.2909**

Dawid, Kjrerulff & Lauritzen (1994) esittivät alustavan kuvauksen Monte-Carlo-näytteenottomenetelmien ja täsmällisten lo cal-laskelmien välisestä hybridistä risteyspuissa. Molempien menetelmien vahvuuksia hyödyntämällä tällaisilla hybridi-interferenssimenetelmillä on mahdollisuus laajentaa niiden ongelmien luokkaa, jotka voidaan ratkaista rajoitetuilla resursseilla, sekä ratkaista ongelmia, jotka muutoin vastustavat eksaktia ratkaisua. Artikkelissa kuvataan yksityiskohtaisesti eräs tietty tapaus tällaisesta hybridi-järjestelmästä, nimittäin ex act -päättelyn ja Gibbs-näytteenoton yhdistelmä diskreeteissä Bayes-verkoissa. Väitämme, että tämä yhdistelmä edellyttää tavallisten risteyspuiden tavanomaisen viestinvälitysjärjestelmän laajentamista.

**Tulos**

HUGS: Tarkan päättelyn ja Gibbsin näytteenoton yhdistäminen risteyspuissa.

**Esimerkki 2.2910**

Laplace-Beltrami-operaattoreiden approksimaatioista moninaisuuksilla graafilaplacien avulla on tullut suosittuja työkaluja data-analyysissä ja koneoppimisessa. Nämä diskretoidut operaattorit riippuvat yleensä kaistanleveysparametreista, joiden virittäminen on edelleen teoreettinen ja käytännön ongelma. Tässä artikkelissa käsittelemme tätä ongelmaa normalisoimattoman graafilaplacianin osalta asettamalla oraakkelin epätasa-arvon, joka avaa oven hyvin perustellulle dataan perustuvalle menettelylle kaistanleveyden valintaa varten. Lähestymistapamme perustuu Lacourin ja Massartin [LM15] viimeaikaisiin tuloksiin niin sanotusta Lepskin menetelmästä.

**Tulos**

Laplace-Beltrami-operaattorin datapohjainen estimointi

**Esimerkki 2.2911**

Syvän konvoluutiohermoverkon (CNN) kouluttaminen tyhjästä on vaikeaa, koska se vaatii suuren määrän merkittyä harjoitusdataa ja paljon asiantuntemusta, jotta voidaan varmistaa oikea konvergenssi. Lupaava vaihtoehto on hienosäätää CNN:ää, joka on esivalmennettu esimerkiksi suuren joukon merkittyjen luonnollisten kuvien avulla. Luonnollisten ja lääketieteellisten kuvien väliset huomattavat erot saattavat kuitenkin estää tällaisen tiedonsiirron. Tässä artikkelissa pyrimme vastaamaan seuraavaan keskeiseen kysymykseen lääketieteellisen kuva-analyysin yhteydessä: Voidaanko valmiiksi koulutettujen syvä-CNN:ien käyttö, joissa on riittävä hienosäätö, poistaa tarpeen kouluttaa syvä-CNN tyhjästä? Tätä kysymystä varten tarkastelimme neljää erilaista lääketieteellistä kuvantamissovellusta kolmella eri erikoisalalla (radiologia, kardiologia ja gastroenterologia), jotka sisältävät luokittelua, havaitsemista ja segmentointia kolmesta eri kuvantamismodaliteetista, ja tutkimme, miten tyhjästä koulutettujen syvien CNN:ien suorituskyky vertautuu esivalmennettuihin CNN:iin, jotka on hienosäädetty kerroksittain. Kokeemme osoittivat johdonmukaisesti, että 1) esivalmennetun CNN:n käyttö, jossa on riittävä hienosäätö, toimi paremmin tai pahimmassa tapauksessa yhtä hyvin kuin tyhjästä koulutettu CNN; 2) hienosäädetyt CNN:t olivat kestävämpiä harjoitusjoukkojen koon suhteen kuin tyhjästä koulutetut CNN:t; 3) matala viritys tai syvä viritys ei ollut optimaalinen valinta tietylle sovellukselle; ja 4) kerroksittainen hienosäätöjärjestelmämme voi tarjota käytännöllisen tavan saavuttaa paras suorituskyky kyseiselle sovellukselle käytettävissä olevan datan määrän perusteella.

**Tulos**

Convolutional Neural Networks for Medical Image Analysis: Täysi koulutus vai hienosäätö?

**Esimerkki 2.2912**

Tässä artikkelissa tutkitaan sumeiden relaatioiden ∗-yhteensopivia laajennuksia ja yleistetään joitakin Dugganin teräviä relaatioita koskevia tuloksia. Tästä yleisestä tuloksesta saadaan erityistapauksina sumeat versiot joistakin tärkeistä rapeita relaatioita koskevista laajennusteorioista (Szpilrajn, Hansson, Suzumura). Esitetään kaksi sumean relaation johdonmukaisen sulkeutumisen käsitettä.

**Tulos**

Yhteensopivat laajennukset ja johdonmukaiset sulkemiset: sumea lähestymistapa

**Esimerkki 2.2913**

Esittelemme järjestelmän, jolla tunnistetaan ihmisen toimintaa videosisällön symbolisen esityksen perusteella. Järjestelmämme syötteenä on joukko videokuvissa havaittuja lyhytkestoisia toimintoja (STA), jotka on leimattu ajallisesti. Tuloksena on joukko tunnistettuja pitkäaikaisia toimintoja (LTA), jotka ovat ennalta määriteltyjä STA:n ajallisia yhdistelmiä. STA:n rajoitukset, jotka täyttyessään johtavat LTA:n tunnistamiseen, on ilmaistu käyttämällä tapahtumalaskennan murretta. Käsitellaksemme epävarmuutta, jota luonnollisesti esiintyy ihmisen toimintojen tunnistamisessa, sovitimme tämän murteen uusimpaan todennäköisyyslogiikkaohjelmointikehykseen. Esitämme yksityiskohtaisen arvioinnin ja vertailun terävien ja todennäköisyyslähestymistapojen välillä kokeilemalla ihmisten valvontakameravideoiden vertailutietokokonaisuutta.

**Tulos**

Todennäköisyyslogiikan ohjelmointilogiikka Tapahtumalaskenta

**Esimerkki 2.2914**

Valvotussa ja valvomattomassa oppimisessa positiivisesti definiittiset ytimet mahdollistavat suurten ja mahdollisesti äärettömän mittaisten ominaisuusavaruuksien käyttämisen laskennallisilla kustannuksilla, jotka riippuvat vain havaintojen määrästä. Tämä tehdään yleensä rankaisemalla ennustinfunktioita euklidisilla tai Hilbertin normeilla. Tässä artikkelissa tarkastelemme rankaisemista harvinaisuutta lisäävillä normeilla, kuten l-normilla tai l-lohkon l-normilla. Oletamme, että ydin hajoaa suureksi summaksi yksittäisiä peruskerneleitä, jotka voidaan sulauttaa suunnattuun asykliseen graafiin. Osoitamme, että tällöin on mahdollista suorittaa ytimen valinta hierarkkisen moniydinoppimiskehyksen avulla polynomisessa ajassa valittujen ytimien lukumäärään nähden. Tätä kehystä sovelletaan luonnollisesti ei-lineaariseen muuttujien valintaan. Laajat simulaatiomme synteettisillä tietokokonaisuuksilla ja UCI:n arkistosta saaduilla tietokokonaisuuksilla osoittavat, että suuren ominaisuusavaruuden tehokas tutkiminen harvennusta aiheuttavien normien avulla johtaa huippuluokan ennustuskykyyn.

**Tulos**

Suurten ominaisuusavaruuksien tutkiminen hierarkkisen moniydinoppimisen avulla

**Esimerkki 2.2915**

Haitallinen URL-osoite eli haitallinen verkkosivusto on yleinen ja vakava uhka kyberturvallisuudelle. Haitalliset URL-osoitteet isännöivät ei-toivottua sisältöä (roskapostia, tietojenkalastelua, ohjattavia hyökkäyksiä jne.) ja houkuttelevat pahaa-aavistamattomia käyttäjiä huijausten uhreiksi (rahanmenetykset, yksityisten tietojen varastaminen ja haittaohjelmien asentaminen), ja ne aiheuttavat miljardien dollarien tappiot joka vuosi. Tällaiset uhat on ehdottomasti havaittava ja niihin on reagoitava ajoissa. Perinteisesti tämä havaitseminen tapahtuu useimmiten mustien listojen avulla. Mustat listat eivät kuitenkaan voi olla tyhjentäviä, eivätkä ne pysty havaitsemaan uusia haitallisia URL-osoitteita. Haitallisten URL-osoitteiden havaitsemisen yleistettävyyden parantamiseksi on viime vuosina kiinnitetty yhä enemmän huomiota koneoppimistekniikoihin. Tämän artikkelin tavoitteena on tarjota kattava katsaus ja rakenteellinen käsitys koneoppimisen avulla toteutetuista haitallisten URL-osoitteiden havaitsemistekniikoista. Esitämme haitallisten URL-osoitteiden havaitsemisen muodollisen muotoilun koneoppimistehtävänä ja luokittelemme ja tarkastelemme kirjallisuustutkimuksia, joissa käsitellään tämän ongelman eri ulottuvuuksia (ominaisuuksien esittäminen, algoritmien suunnittelu jne.). Lisäksi tämä artikkeli tarjoaa ajankohtaisen ja kattavan katsauksen useille eri kohderyhmille, ei ainoastaan akateemisille koneoppimisen tutkijoille ja insinööreille, vaan myös kyberturvallisuusalan ammattilaisille ja käytännön toimijoille, jotta he ymmärtäisivät tekniikan nykytilan ja voisivat helpottaa omaa tutkimustaan ja käytännön sovelluksiaan. Lisäksi keskustelemme järjestelmien suunnitteluun liittyvistä käytännön kysymyksistä, avoimista tutkimushaasteista ja osoitamme joitakin tärkeitä suuntia tulevaa tutkimusta varten.

**Tulos**

Haitallisen URL-osoitteen havaitseminen koneoppimisen avulla: Tutkimus

**Esimerkki 2.2916**

<lb>Tukivektorikone (SVM) on laajalti käytetty luokittelumenetelmä. Vaikka tehokkaiden ratkaisijoiden kehittämiseksi on tehty paljon<lb>ponnistuksia, on edelleen haastavaa soveltaa SVM:ää suuriin<lb>ongelmiin. SVM:n hyvä ominaisuus on, että tukivektoreihin kuulumattomilla vektoreilla ei ole vaikutusta tuloksena saatavaan<lb>luokittimeen. Tämän havainnon motivoimana esitämme nopeat ja tehokkaat seulontasäännöt, joiden avulla voidaan hylätä ei-<lb>tukivektorit analysoimalla SVM:n kaksoisongelmaa variationaalisten epätasa-arvojen (DVI) kautta. Tämän tuloksena <lb>optimointiin syötettävien datainstanssien määrää voidaan vähentää huomattavasti. Joitakin<lb>seulontamenetelmämme houkuttelevia piirteitä ovat: (1) DVI on turvallinen siinä mielessä, että DVI:n hylkäämät<lb>vektorit ovat taatusti tukeen kuulumattomia vektoreita; (2) datajoukko on skannattava vain kerran<lb>seulonnan suorittamiseksi, jonka laskentakustannukset ovat mitättömät verrattuna SVM-ongelman ratkaisemisen kustannuksiin; (3)<lb>DVI on riippumaton ratkaisijoista, ja se voidaan integroida mihin tahansa olemassa olevaan tehokkaaseen ratkaisijaan. Osoitamme myös<lb>että DVI-tekniikkaa voidaan laajentaa tukeen kuulumattomien vektorien havaitsemiseen pienimmän absoluuttisen poikkeaman<lb>regressiossa (LAD). Tietojemme mukaan tällä hetkellä ei ole olemassa seulontamenetelmiä LAD:lle. Olemme<lb>arvioineet DVI:tä sekä synteettisillä että todellisilla aineistoilla. Kokeet osoittavat, että DVI on huomattavasti<lb>parempi kuin nykyiset SVM:n seulontasäännöt, ja se on erittäin tehokas poistamaan<lb>ei-tukivektorit LAD:n osalta. DVI-sääntöjen avulla saavutettu nopeutuminen voi olla jopa kaksi suuruusluokkaa.

**Tulos**

SVM:n ja pienimpien absoluuttisten poikkeamien skaalaus täsmällisen tietojen vähentämisen avulla

**Esimerkki 2.2917**

Neuroverkot ovat osoittautuneet tehokkaiksi vaikeiden ongelmien ratkaisemisessa, mutta niiden arkkitehtuurien suunnittelu voi olla haastavaa, jopa pelkästään kuvien luokitteluongelmissa. Evoluutioalgoritmit tarjoavat tekniikan tällaisten verkkojen löytämiseksi automaattisesti. Huolimatta huomattavista laskennallisista vaatimuksista osoitamme, että sellaisten mallien kehittäminen, jotka kilpailevat suurten, käsin suunniteltujen arkkitehtuurien kanssa, on nykyään mahdollista. Käytämme yksinkertaisia evoluutiotekniikoita ennennäkemättömissä mittakaavoissa löytääksemme malleja CIFAR-10- ja CIFAR-100-tietokokonaisuuksille triviaaleista alkuehdoista lähtien. Tätä varten käytämme uusia ja intuitiivisia mutaatio-operaattoreita, jotka liikkuvat suurissa hakuavaruuksissa. Korostamme, että evoluution käynnistyttyä ihmisen osallistumista ei tarvita ja että tuloksena on täysin koulutettu malli. Tässä työssä painotamme erityisesti tulosten toistettavuutta, tulosten vaihtelevuutta ja laskennallisia vaatimuksia.

**Tulos**

Kuvanluokittelijoiden laajamittainen kehitys

**Esimerkki 2.2918**

Ottaen huomioon englanninkielisten merkkitason ja sanayksikkömallien edut ja viimeaikaisen menestyksen useissa NLP-tehtävissä, tarkastelemme vastaavaa mallinnusongelmaa kiinan kielessä. Kiinalainen kirjoitusasu on logografinen, ja monet kiinalaiset logogrammit koostuvat yhteisistä alarakenteista, jotka antavat semanttisia, foneettisia ja syntaktisia vihjeitä. Tässä työssä ehdotamme, että merkin visuaalinen ulkonäkö sisällytetään eksplisiittisesti merkin glyfiin sen esitystapaan, jolloin saadaan aikaan uusi glyfiinitietoinen kiinalaisten merkkien upotus. Tietokonenäön alalla menestyneiden konvoluutiohermoverkkojen innoittamana käytämme niitä sisällyttääksemme kiinalaisten glyfien tila-rakenteelliset kuviot, jotka esitetään raakapikseleinä. Kahden kiinalaisen NLP:n perustehtävän, kielen mallintamisen ja sanojen segmentoinnin, yhteydessä malli oppii edustamaan kunkin merkin tehtävän kannalta merkityksellistä semanttista ja syntaktista tietoa merkkitason upotuksessa.

**Tulos**

Kiinalaisten merkkien sulauttaminen glyfiinitietoisesti

**Esimerkki 2.2919**

Tässä artikkelissa selvitämme käsitteitä, jotka esitettiin artikkelissa [5], jossa ehdotimme informaatioteoreettista lähestymistapaa älykkyyteen laskennallisessa mielessä. Tarkastelemme tietojen ja meemien aggregointia ja tutkimme rajallisten resurssien vaikutusta tuloksena syntyviin meemien amplitudiin.

**Tulos**

Älykkyyden laskennallinen teoria: Tietojen yhdistäminen

**Esimerkki 2.2920**

Käsitteiden ajautuminen on merkittävä ongelma, joka vaikuttaa suuresti monien koneoppimisen sovellusten tarkkuuteen ja luotettavuuteen. Väitämme, että käsitteiden ajautumisen torjumiseksi on tärkeää kehittää valmiuksia sen kuvaamiseen ja analysointiin. Ehdotamme tähän tarkoitukseen työkaluja ja esitämme, että on tärkeää kuvata ajelehtimisen kvantitatiivisia kuvauksia marginaalijakaumissa. Esittelemme kvantitatiivisia ajelehtimisanalyysitekniikoita sekä menetelmiä niiden tulosten välittämiseksi. Osoitamme niiden tehokkuuden soveltamalla niitä kolmeen todelliseen oppimistehtävään.

**Tulos**

Konseptin ajautumisen ymmärtäminen

**Esimerkki 2.2921**

Entiteettien linkittäminen tarkoittaa tekstissä olevien entiteettien mainintojen tunnistamista ja niiden linkittämistä tietämyskannan tietoihin. Tehtävä on erityisen vaikea mikroblogeissa, koska niissä on vain vähän tekstiä, joka tarjoaisi yksiselitteisen kontekstin, vaan kirjoittajat luottavat pikemminkin implisiittiseen yhteiseen tietämykseen lukijoidensa kanssa. Tässä artikkelissa pyrimme saamaan kiinni osan tästä implisiittisestä kontekstista hyödyntämällä mikroblogien sosiaalista verkostorakennetta. Rakennamme homofilian teoriaan, jonka mukaan sosiaalisesti sidoksissa olevilla henkilöillä on yhteisiä kiinnostuksen kohteita, ja siksi he todennäköisesti mainitsevat samantyyppisiä kokonaisuuksia. Toteutamme tämän ajatuksen koodaamalla kirjoittajat, maininnat ja entiteetit jatkuvaan vektoriavaruuteen, joka on rakennettu siten, että sosiaalisesti yhteydessä olevilla kirjoittajilla on samanlaiset vektoriesitykset. Nämä vektorit sisällytetään neuraaliseen strukturoituun ennustemalliin, joka ottaa huomioon rakenteelliset rajoitteet, jotka ovat luontaisia entiteettien yhdistämistehtävässä. Yhdessä nämä suunnittelupäätökset tuottavat 1-5 prosentin parannuksen F1-arvoon vertailutietokannoissa verrattuna aiempaan huipputekniikkaan.

**Tulos**

Kohti sosiaalista tiedonlouhintaa: Tekijöiden, mainintojen ja entiteettien sulauttaminen

**Esimerkki 2.2922**

Tässä artikkelissa esitellään EEG- ja EMG-signaalien yhteinen pakkaus- ja luokitusmenetelmä, jossa käytetään syväoppimista. Rakennamme järjestelmämme perustuen syvään autokooderiarkkitehtuuriin, joka on suunniteltu paitsi erottamaan multimodaalisen datan esityksen erottelevia piirteitä myös rekonstruoimaan tiedot latentista esityksestä kooderi-dekooderikerrosten avulla. Koska autokooderia voidaan pitää tiivistämistapana, laajennamme sitä käsittelemään multimodaalista dataa koodauskerroksessa, joka rekonstruoidaan ja haetaan dekooderikerroksessa. Kokeellisten tulosten avulla osoitamme, että hyödyntämällä sekä multimodaalisen datan inter- että intrakorelaatiota 1) vähennetään merkittävästi signaalin vääristymiä erityisesti korkeilla pakkaustasoilla 2) saavutetaan parempi tarkkuus EEG- ja EMG-signaalien luokittelussa, jotka on tallennettu ja merkitty vapaaehtoisen henkilön tunteiden mukaan.

**Tulos**

Multimodaalinen syväoppimislähestymistapa EEG-EMG-datan pakkaamiseen ja luokitteluun yhdessä

**Esimerkki 2.2923**

IBM Watson on kognitiivinen tietokonejärjestelmä, joka pystyy vastaamaan kysymyksiin luonnollisilla kielillä. IBM Watsonin uskotaan pystyvän ymmärtämään suuria korporaatioita ja vastaamaan olennaisiin kysymyksiin tehokkaammin kuin mikään muu tällä hetkellä saatavilla oleva kysymysten vastausjärjestelmä. Watsonin koko tehon vapauttamiseksi on kuitenkin koulutettava sen instanssi suurella määrällä hyvin valmisteltuja kysymys-vastauspareja. On selvää, että tällaisten parien tuottaminen manuaalisesti on kohtuuttoman aikaa vievää ja rajoittaa merkittävästi Watsonin harjoittelun tehokkuutta. Hiljattain raportoitiin laajasta, yli 30 miljoonan kysymys-vastausparin tietokokonaisuudesta. Olettaen, että tällaisen automaattisesti luodun tietokokonaisuuden käyttäminen voisi keventää manuaalisen kysymys-vastaus-luomisen taakkaa, yritimme käyttää tätä tietokokonaisuutta Watsonin instanssin kouluttamiseen ja tarkistimme koulutuksen tehokkuuden ja tarkkuuden. Kokeidemme mukaan tämän automaattisesti luodun tietokokonaisuuden käyttö oli tehokasta Watsonin kouluttamisessa ja täydensi manuaalisesti laadittuja kysymys-vastauspareja. Kirjoittajien tietojen mukaan tämä työ on ensimmäinen yritys käyttää IBM Watsonin kouluttamiseen laajamittaista automaattisesti luotujen kysymys-vastausparien tietokokonaisuutta. Odotamme, että kokeiluistamme saadut oivallukset ja kokemukset ovat hyödyllisiä tutkijoille, jotka haluavat nopeuttaa Watsonin koulutusta automaattisesti luotujen kysymys-vastausparien avulla.

**Tulos**

IBM Watsonin kouluttaminen automaattisesti luotujen kysymys-vastausparien avulla

**Esimerkki 2.2924**

Tässä artikkelissa esittelemme uuden neurobiologisesti inspiroituneen affektiivisen kognitiivisen arkkitehtuurin: NEUCOGAR (NEUromodulating COGnitive ARchitecture). NEUCOGARin tavoitteena on kartoituksen löytäminen serotoniinin, dopamiinin ja noradrenaliinin vaikutuksesta Von Neumanin arkkitehtuuriin perustuviin laskentaprosesseihin, jotta voidaan toteuttaa affektiivisia ilmiöitä, jotka voivat toimia Turingin konemallilla. Mallinnuksen perustana käytämme ja laajennamme Lövheimin tunnekuutiota Von Neumanin arkkitehtuurin parametreilla. Validointi suoritetaan simuloimalla laskentajärjestelmällä dopamiinin neuromodulaatiota ja sen vaikutuksia aivokuoreen. Hankkeen kokeellisessa vaiheessa dopamiinijärjestelmän moduloiman tunneärsykkeen aiheuttama laskentatehon kasvu ja tallennustilan uudelleenjako vahvistivat mallin luotettavuuden.

**Tulos**

Kognitiivinen arkkitehtuuri tunteiden toteuttamiseksi tietotekniikkajärjestelmissä.

**Esimerkki 2.2925**

Tutkimme symmetristä yhteistoiminnallista vuoropuhelua, jossa kahden agentin, joilla kummallakin on yksityistä tietoa, on strategisesti kommunikoitava yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. Avoimen dialogin tila tässä tilanteessa asettaa uusia haasteita nykyisille dialogijärjestelmille. Keräsimme 11 000 ihmisen ja ihmisen välisestä dialogista koostuvan tietokokonaisuuden, jossa on mielenkiintoisia leksikaalisia, semanttisia ja strategisia elementtejä. Sekä strukturoidun tiedon että strukturoimattoman kielen mallintamiseksi ehdotamme neuraalista mallia, jossa on dynaamiset tietograafin sulautukset, jotka kehittyvät dialogin edetessä. Automaattiset ja inhimilliset arvioinnit osoittavat, että mallimme on sekä tehokkaampi tavoitteen saavuttamisessa että inhimillisempi kuin neuraaliset ja sääntöpohjaiset perusmallit.

**Tulos**

Symmetristen yhteistoiminnallisten dialogiagenttien oppiminen dynaamisilla tietämysgrafiikan sulautuksilla

**Esimerkki 2.2926**

Neuraalinen konekääntäminen (Neural Machine Translation, NMT) on parin viime vuoden aikana parantanut monien konekäännösympäristöjen nykytilaa, mutta ne vaativat suuria määriä harjoitusdataa tuottaakseen järkeviä tuloksia. Osoitamme, että NMT:tä voidaan käyttää myös matalien resurssien kielissä ottamalla käyttöön enemmän paikallisia riippuvuuksia ja käyttämällä sanojen kohdistuksia lauseiden uudelleenjärjestelyn oppimiseen käännöksen aikana. Uutta malliamme täydentäen esitämme myös empiirisen arvioinnin mataliin resursseihin perustuvasta lausekepohjaisesta tilastollisesta konekääntämisestä (SMT) ja NMT:stä, jotta voimme tutkia kyseisten tekniikoiden alarajoja. Huomaamme, että vaikka SMT on edelleen paras vaihtoehto vähäisten resurssien käyttöympäristöissä, menetelmämme voi tuottaa hyväksyttäviä käännöksiä vain 70 000 tokenin harjoitusdatalla, jolla NMT-perusjärjestelmä epäonnistuu täysin.

**Tulos**

Neuraalinen konekääntäminen vähäresurssisia kieliä varten

**Esimerkki 2.2927**

Esittelemme mallin, jonka avulla voidaan rakentaa sanojen vektoriedustuksia koostamalla merkkejä kaksisuuntaisten LSTM-muistien avulla. Verrattuna perinteisiin sanojen esitysmalleihin, joissa on itsenäiset vektorit kullekin sanatyypille, mallimme vaatii vain yhden vektorin merkkityyppiä kohti ja kiinteän joukon parametreja sommittelumallia varten. Huolimatta tämän mallin kompaktiudesta ja ennen kaikkea kielen muoto-funktio-suhteen mielivaltaisesta luonteesta, "koostetut" sanarepresentaatiomme tuottavat huippuluokan tuloksia kielen mallintamisessa ja puheosien merkitsemisessä. Hyödyt perinteisiin perusmalleihin verrattuna ovat erityisen selviä morfologisesti rikkaissa kielissä (esim. turkki).

**Tulos**

Toiminnan löytäminen muodosta: Avoimen sanaston sanojen esittämiseen tarkoitetut koostumukselliset hahmomallit.

**Esimerkki 2.2928**

Käytämme monikerroksisia LSTM-verkkoja (Long Short Term Memory) oppiaksemme videosekvenssien representaatioita. Mallimme käyttää koodaavaa LSTM-verkkoa kuvaamaan syötetyn sekvenssin kiinteän pituiseksi esitykseksi. Tämä esitys puretaan käyttämällä yhtä tai useampaa dekooderi-LSTM-verkkoa erilaisten tehtävien suorittamiseksi, kuten syötetyn sekvenssin rekonstruoimiseksi tai tulevan sekvenssin ennustamiseksi. Kokeilemme kahdenlaisia syöttöjaksoja - kuvapikselien laikkuja ja videokuvakehysten korkean tason representaatioita ("käsityksiä"), jotka on poimittu esivalmennetun konvoluutioverkon avulla. Tutkimme erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja, kuten sitä, pitäisikö dekooderin LSTM:ien olla riippuvaisia tuotetusta tulosteesta. Analysoimme mallin tuotoksia laadullisesti nähdaksemme, kuinka hyvin malli pystyy ekstrapoloimaan opitun videorepresentaation tulevaisuuteen ja menneisyyteen. Pyrimme visualisoimaan ja tulkitsemaan opittuja ominaisuuksia. Stressitestaamme mallia ajamalla sitä pidemmillä aikaskaaloilla ja toimialueen ulkopuolisilla tiedoilla. Arvioimme mallin edustuksia edelleen hienosäätämällä niitä valvotun oppimisen ongelmaan - ihmisen toiminnan tunnistamiseen UCF-101- ja HMDB-51-tietokannoissa. Osoitamme, että representaatiot auttavat parantamaan luokittelutarkkuutta erityisesti silloin, kun harjoitusesimerkkejä on vain vähän. Jopa malleilla, jotka on esivalmennettu toisiinsa liittymättömillä tietokokonaisuuksilla (300 tuntia YouTube-videoita), voidaan parantaa toimintojen tunnistussuorituskykyä.

**Tulos**

Videorepresentaatioiden valvomaton oppiminen LSTM:ien avulla

**Esimerkki 2.2929**

Sanojen kohdistaminen on tärkeä luonnollisen kielen käsittelytehtävä, joka osoittaa luonnollisten kielten välisen vastaavuuden. Viime aikoina on kiinnitetty paljon huomiota log-lineaaristen mallien valvomattomaan oppimiseen sanojen yhdenmukaistamista varten, koska siinä yhdistyvät generatiivisen ja diskriminoivan lähestymistavan edut. Yksi suuri haaste on kuitenkin edelleen olemassa: on hankalaa laskea odotuksia ei-lokaaleista piirteistä, jotka ovat kriittisiä luonnollisten kielten välisten eroavaisuuksien kuvaamisessa. Ehdotamme kontrastiivista lähestymistapaa, jonka tavoitteena on erottaa havaitut harjoitusesimerkit kohinasta. Sen lisäksi, että se ottaa käyttöön ennakkotietoa ohjaamaan valvomatonta oppimista, se myös kumoaa partitiofunktiot. Perustuen havaintoon, jonka mukaan sanojen kohdistamisen log-lineaaristen mallien todennäköisyysmassa on yleensä hyvin keskittynyt, ehdotamme top-n-kohdistusten käyttämistä odotusten approksimoimiseksi posteriorijakaumien suhteen. Tämä mahdollistaa ei-lokaalien piirteiden odotusten tehokkaan ja tarkan laskennan. Kokeet osoittavat, että lähestymistapamme parantaa merkittävästi nykyisiä sanojen yhdenmukaistamismenetelmiä.

**Tulos**

Kontrastiivinen valvomaton sanojen kohdistaminen ei-paikallisilla ominaisuuksilla

**Esimerkki 2.2930**

Tiivistelmä - Spektrinen klusterointi on tehokas työkalu valvomattomaan data-analyysiin. Tässä artikkelissa ehdotamme kontekstuaalista hypergrafian samankaltaisuusmittaa (CAHSM), joka johtaa vankkaan spektriseen klusterointiin, kun kyseessä on kohinainen data. Rakennamme kolmenlaisia hypergrafi-tyyppejä - pareittaisen hypergrafin, k-nearest-neighbor (kNN) -hypergrafin ja korkea-asteen yliklusterointihypergrafin. Pareittainen hypergrafi kuvaa datapisteiden pareittaista samankaltaisuutta, kNN-hypergrafi kuvaa kunkin pisteen naapurustoa ja klusterointihypergrafi koodaa korkeamman asteen yhteyksiä tietokokonaisuuden sisällä. Yhdistämällä näistä kolmesta hypergrafiasta saatua affiniteettitietoa CAHSM-algoritmi pystyy tutkimaan tietokokonaisuuden sisäistä topologista tietoa. Siksi tietojen klusterointi CAHSM:n avulla on yleensä vankempaa. Ottaen huomioon klusterin sisäisen tiiviyden ja klusterien välisen erotettavuuden kärkipisteiden välillä, suunnittelemme lisäksi erottelevan hypergrafian jakokriteerin (DHPC). Sekä CAHSM:n että DHPC:n avulla kehitetään vankka spektrinen klusterointialgoritmi. Teoreettinen analyysi ja kokeellinen arviointi osoittavat ehdotetun algoritmin tehokkuuden ja kestävyyden.

**Tulos**

Kontekstitietoinen hypergrafiikan rakentaminen vakaaseen spektriseen klusterointiin

**Esimerkki 2.2931**

Houkuttelevien otsikoiden (clickbait) käyttämisestä lukijoiden houkuttelemiseksi on tullut nykyään kasvava käytäntö. Ollakseen olemassa erittäin kilpaillulla media-alalla useimmat verkkomediat, myös valtavirran tiedotusvälineet, ovat alkaneet noudattaa tätä käytäntöä. Vaikka clickbait-käytäntö on laajalle levinnyt ja tekee lukijan luotettavuuden tiedotusvälineisiin haavoittuvaksi, laajamittainen analyysi tämän tosiasian paljastamiseksi puuttuu edelleen. Tässä artikkelissa analysoimme 153 mediaorganisaation luomia 1,67 miljoonaa Facebook-viestintää ymmärtääkseen clickbait-käytännön laajuutta, sen vaikutusta ja käyttäjien sitoutumista käyttämällä itse kehittämäämme clickbait-tunnistusmallia. Malli käyttää hajautettuja alasanojen upotuksia, jotka on opittu suuresta korpuksesta. Mallin tarkkuus on 98,3 prosenttia. Tämän mallin avulla tutkimme edelleen aiheiden jakautumista clickbait- ja ei-clickbait-sisällöissä.

**Tulos**

Syvälle Clickbaitteihin sukeltaminen: Kuka käyttää niitä missä määrin, missä aiheissa ja millä vaikutuksilla?

**Esimerkki 2.2932**

Suunnittelemme ja analysoimme minimax-optimaalisia algoritmeja lineaarisille onlineoptimointipeleille, joissa pelaajan valinnoille ei ole asetettu rajoituksia. Pelaaja pyrkii minimoimaan katumuksen, joka on hänen tappionsa ja post hoc -vertailustrategian tappion välinen ero. Vakiovertailukohteena on rajoitetusta vertailujoukosta valitun parhaan strategian tappio. Kun vertailujoukko ja vastustajan gradientit täyttävät L∞-rajat, annamme pelin arvon suljetussa muodossa ja todistamme, että se lähestyy √ 2T/π, kun T → ∞. Kiinnostavia algoritmeja saadaan, kun tarkastellaan pehmeitä rajoituksia vertailijalle sen sijaan, että rajoitettaisiin se rajattuun joukkoon. Lämmittelynä analysoimme peliä, jossa on kvadraattinen rangaistus. Tämän pelin arvo on täsmälleen T/2, ja tämä arvo saavutetaan ehkä kaikkein yksinkertaisimmalla online-algoritmilla: projisoimattomalla gradienttilaskeutumisella vakio-oppimisnopeudella. Sen jälkeen johdetaan minimax-optimaalinen algoritmi paljon pehmeämmälle rangaistusfunktiolle. Tällä algoritmilla saavutetaan hyvät raja-arvot vakiokäsitteellä katumuksesta mille tahansa vertailupisteelle ilman, että vertailupistejoukkoa tarvitsee määritellä etukäteen. Tämän pelin arvo konvergoi √ e:hen, kun T → ∞; annamme suljetun muodon tarkalle arvolle T:n funktiona. Tuloksena syntyvä algoritmi on luonteva rajoituksettomissa investointi- tai vedonlyöntiskenaarioissa, koska se takaa pahimmillaan vakiotappiot ja sallii samalla eksponentiaalisen palkkion "helppoa" vastustajaa vastaan.

**Tulos**

Minimax-optimaaliset algoritmit rajoittamattomalle lineaariselle optimoinnille

**Esimerkki 2.2933**

Viimeaikainen työ sanojen upotusten parissa on osoittanut, että pelkkä vektorin poisto valmiiksi koulutettujen upotusten yli on yllättävän tehokas keino erilaisten leksikaalisten suhteiden kuvaamiseen, vaikka eksplisiittistä valvontaa ei olekaan. Tätä kiehtovaa tulosta on arvioitu aiemmissa töissä käyttämällä sana-analogian ennustusmallia ja käsin valittuja suhteita, mutta tuloksen yleispätevyyttä laajemman valikoiman leksikaalisten suhteiden tyyppien ja erilaisten oppimisasetusten osalta ei ole arvioitu. Tässä artikkelissa suoritamme tällaisen arvioinnin kahdessa oppimisympäristössä: (1) spektrinen klusterointi sanasuhteiden indusoimiseksi ja (2) valvottu oppiminen vektorierojen luokittelemiseksi relaatiotyypeiksi. Huomaamme, että sanojen upotukset vangitsevat yllättävän paljon tietoa ja että sopivalla valvotulla koulutuksella vektorien vähentäminen yleistyy hyvin monenlaisiin relaatioihin, myös tuntemattomiin leksikaalisiin asioihin.

**Tulos**

Ota ja ota, Gaggle ja Goose, Book ja Read: Vektorierojen hyödyllisyyden arviointi leksikaalisten suhteiden oppimisessa.

**Esimerkki 2.2934**

Federoitu oppiminen on koneoppimisympäristö, jossa tavoitteena on kouluttaa korkealaatuinen keskitetty malli harjoitusdatan avulla, joka on hajautettu suurelle määrälle asiakkaita, joilla kaikilla on epäluotettavat ja suhteellisen hitaat verkkoyhteydet. Tarkastelemme oppimisalgoritmeja tätä asetelmaa varten, jossa kullakin kierroksella kukin asiakas laskee itsenäisesti päivityksen nykyiseen malliin paikallisen datansa perusteella ja välittää tämän päivityksen keskitetylle palvelimelle, jossa asiakaspuolen päivitykset yhdistetään uuden globaalin mallin laskemiseksi. Tyypillisiä asiakkaita tässä ympäristössä ovat matkapuhelimet, ja tiedonsiirron tehokkuus on erittäin tärkeää. Tässä asiakirjassa ehdotetaan kahta tapaa vähentää uplink-viestintäkustannuksia. Ehdotettuja menetelmiä arvioidaan sovelluksessa, jossa koulutetaan syvä neuroverkko kuvanluokittelua varten. Paras lähestymistapamme vähentää kohtuullisen mallin kouluttamiseen tarvittavaa latausviestintää kahdella kertaluokalla.

**Tulos**

Federoitu oppiminen: Viestinnän tehokkuuden parantamisen strategiat

**Esimerkki 2.2935**

Äänitapahtumat esiintyvät usein jäsentymättömissä ympäristöissä, joissa niiden taajuussisältö ja ajallinen rakenne vaihtelevat suuresti. Konvoluutiohermoverkot (Convolutional Neural Networks, CNN) pystyvät poimimaan korkeamman tason piirteitä, jotka eivät muutu paikallisista spektri- ja ajallisista vaihteluista. Toistuvat neuroverkot (RNN) ovat tehokkaita oppimaan äänisignaalien pidemmän aikavälin ajallisen kontekstin. CNN:t ja RNN:t luokittelijoina ovat viime aikoina parantaneet suorituskykyään vakiintuneisiin menetelmiin verrattuna erilaisissa äänentunnistustehtävissä. Yhdistämme nämä kaksi lähestymistapaa konvolutiiviseksi toistuvaksi neuroverkoksi (Convolutional Recurrent Neural Network, CRNN) ja sovellamme sitä polyfonisen äänitapahtuman tunnistustehtävään. Vertaamme ehdotetun CRNN-menetelmän suorituskykyä CNN:ään, RNN:ään ja muihin vakiintuneisiin menetelmiin ja havaitsemme huomattavaa parannusta neljässä eri tietokokonaisuudessa, jotka koostuvat jokapäiväisistä äänitapahtumista.

**Tulos**

Konvolutiiviset toistuvat neuroverkot polyfonisten äänitapahtumien havaitsemiseen

**Esimerkki 2.2936**

Stable Matching Problem with Couples (SMP-C) on vakaan matching-ongelman (SMP) laajennus, johon liittyy komplementaarisuutta. Vaikka SMP voidaan ratkaista polynomisessa ajassa, SMP-C on NP-täydellinen. Näin ollen ei ole selvää, mitkä, jos mitkään, kanoniseen SMP-ongelmaan liittyvistä teoreettisista tuloksista soveltuvat tähän asetelmaan. Tässä artikkelissa käytämme hiljattain kehitettyä SAT-koodausta SMP-C:n tarkkaan ratkaisemiseen. Näin voimme luetella kaikki stabiilit vastineet mille tahansa SMP-C:n tapaukselle. Tämän työkalun avulla arvioimme empiirisesti joitakin ominaisuuksia, joiden on oletettu pätevän SMP-C:lle. Olemme erityisen kiinnostuneita tutkimaan, kasvaako markkinoiden koon kasvaessa myös niiden tapausten prosenttiosuus, joissa on ainutlaatuisia stabiileja vastineita. Vaikka emme havainneet tätä suuntausta satunnaisten ongelmatapausten joukossa, havaitsimme, että niiden tapausten prosenttiosuus, joissa on vakituinen optimaalinen vastaavuus, näyttää noudattavan paremmin aiempien oletusten ennustamia suuntauksia. Määrittelemme ja tutkimme myös pysyviä Pareto-optimaalisia stabiileja yhteensovituksia ja havaitsimme, että vaikka tämä on tärkeä toivomus aiemmin SMP-C:n ratkaisemiseen suunnitelluille, lykätyn hyväksynnän tyylisille algoritmeille, ne eivät aina löydä niitä. Tutkimme myös SMP-C:n strategiaturvallisuutta ja osoitamme, että vaikka vain yksi stabiili vaste on olemassa, asukkailla on silti kannustin ilmoittaa mieltymyksensä väärin. Jos ongelmassa on kuitenkin optimaalinen vakaa vaste, osoitamme, että asukkaat eivät voi manipuloida ongelmaa katkaisemalla.

**Tulos**

Strategiatodennäköisyyden, yksikäsitteisyyden ja Pareto-optimaalisuuden tutkiminen stabiilissa paritehtäväongelmassa parien kanssa

**Esimerkki 2.2937**

Jakaumaperusteiset sanan esitysmenetelmät hyödyntävät sanojen yhteisesiintymiä rakentaakseen sanoille kompakteja vektorikoodauksia. Vaikka näitä esitystapoja käytetään laajalti nykyaikaisessa luonnollisen kielen prosessoinnissa, on epäselvää, koodaavatko ne tarkasti kaikki tarvittavat käsitteellisen merkityksen osa-alueet. Tässä artikkelissa arvioimme, kuinka hyvin nämä representaatiot pystyvät ennustamaan konkreettisten käsitteiden havainto- ja käsitteellisiä piirteitä kahden semanttisen normitietoaineiston avulla, jotka on saatu ihmisiltä. Havaitsemme, että useat tavalliset sanarepresentaatiot eivät kykene koodaamaan monia käsitteiden huomattavia havaintopiirteitä, ja osoitamme, että nämä puutteet korreloivat sanan ja sanan samankaltaisuuden ennustusvirheiden kanssa. Analyysimme tarjoavat motivaatiota perustelluille ja kehollisille kielenoppimismenetelmille, jotka voivat auttaa korjaamaan näitä puutteita.

**Tulos**

Ovatko jakauman esitykset valmiita reaalimaailmaan? Sanavektoreiden arviointi perustellun havaintomerkityksen kannalta

**Esimerkki 2.2938**

Monet suuret MDP:t voidaan esittää kompaktisti dynaamisen Bayes-verkon avulla. Vaikka arvofunktion rakenne ei säilytä prosessin rakennetta, viimeaikaiset työt ovat osoittaneet, että faktoroitujen MDP:iden arvofunktioita voidaan usein approksimoida hyvin käyttämällä faktoroitua arvofunktiota: lineaarista yhdistelmää rajoitetuista perusfunktioista, joista kukin viittaa vain pieneen osajoukkoon muuttujia. Tietyn politiikan likimääräinen faktoroitu arvofunktio voidaan laskea käyttämällä likimääräistä dynaamista pro graduointia, mutta tämä lähestymistapa (ja muut) voi tuottaa approksimaation vain suhteessa etäisyysmetriikkaan, joka on painotettu nykyisen politiikan stationaarisella jakaumalla. Tämäntyyppinen painotettu projektio soveltuu huonosti politiikan parantamiseen. Esitämme uuden lähestymistavan arvon määritykseen, jossa käytetään yksinkertaista suljetun muodon laskutoimitusta pienimmän neliösumman hajotetun approksimaation laskemiseksi arvofunktiolle mille tahansa painoille suoraan. Tämän jälkeen käytämme tätä arvonmääritysalgoritmia aliohjelmana politiikan iterointiprosessissa. Osoitamme, että faktoroidun arvofunktion indusoimat politiikat voidaan tietyin rajoituksin esittää kompaktisti päätösluettelona, ja niitä voidaan käsitellä tehokkaasti politiikan iterointiprosessissa. Esitämme myös menetelmän, jolla voidaan laskea virherajat hajotetuille arvofunktioille käyttämällä muuttujien eliminointialgoritmia funktioiden optimointiin. Kaikkien algoritmiemme monimutkaisuus riippuu järjestelmän dynamiikan ja likimääräisen arvofunktion faktoroinnista.

**Tulos**

Toimintaperiaatteiden iterointi faktoroituja MDP:tä varten

**Esimerkki 2.2939**

Graafirakenteisen datan, kuten sosiaalisten verkostojen, sääntelyverkostojen, viittausgraafien ja toiminnallisten aivoverkkojen, yleistyminen yhdessä syväoppimisen menestyksen kanssa eri sovelluksissa on herättänyt kiinnostuksen syväoppimisen mallien yleistämiseen ei-euklidisille alueille. Tässä artikkelissa esitellään uusi spektritason konvoluutioarkkitehtuuri graafien syväoppimista varten. Mallimme ydin on uusi parametristen rationaalisten kompleksifunktioiden (Cayley-polynomien) luokka, jonka avulla voidaan laskea tehokkaasti paikallisia säännöllisiä suodattimia graafeissa, jotka ovat erikoistuneet kiinnostaviin taajuuskaistoihin. Mallimme skaalautuu lineaarisesti syöttötiedon koon kanssa harvaan kytketyille graafeille, se pystyy käsittelemään erilaisia Laplacian-operaattorikonstruktioita ja vaatii tyypillisesti vähemmän parametreja kuin aiemmat mallit. Laajat kokeelliset tulokset osoittavat lähestymistapamme ylivoimaisen suorituskyvyn erilaisissa graafien oppimisongelmissa.

**Tulos**

CayleyNets: Graafikonvoluutio-neuraaliverkot monimutkaisilla rationaalisilla spektrisuodattimilla varustettuna

**Esimerkki 2.2940**

Satunnaishyötyteoria mallintaa agentin mieltymyksiä vaihtoehtoihin piirtämällä kullekin vaihtoehdolle (tyypillisesti itsenäisesti) reaaliarvoinen pistemäärä parametrisoidusta jakaumasta ja asettamalla vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen pistemäärien mukaan. Erikoistapaus, johon on kiinnitetty paljon huomiota, on Plackett-Luce-malli, jolle on saatavilla nopeita päättelymenetelmiä maksimaalisen todennäköisyyden estimaattoreita varten. Tässä artikkelissa kehitetään yleisiä satunnaishyötymalleja koskevia ehtoja, jotka mahdollistavat nopean päättelyn Bayesin kehyksessä MC-EM:n avulla, mikä tarjoaa koverat loglikelihood-funktiot ja rajoitetut globaalien maksimiratkaisujen joukot. Tulokset sekä reaalimaailman että simuloidun datan osalta tukevat lähestymistavan skaalautuvuutta ja kykyä valita malli yleisten satunnaishyötymallien, kuten Plackett-Luce-mallien, joukosta.

**Tulos**

Sosiaalisen valinnan satunnaishyötyjen teoria

**Esimerkki 2.2941**

Vaikka vaikutuskaavioiden arvioimiseksi on kehitetty useita algoritmeja, joissa hyödynnetään kaaviossa olevaa ehdollista riippumattomuutta, tarkka ratkaisu on edelleen hankala monille tärkeille ongelmille. Tässä artikkelissa esitellään päätöspiirit keinona hyödyntää päätösongelmissa yleensä esiintyvää paikallista rakennetta ja parantaa vaikutuskaavioiden analyysin suorituskykyä. Tämä työ perustuu todennäköisyyteen perustuviin päättelyalgoritmeihin, joissa käytetään aritmeettisia piirejä Bayesin uskomusverkkojen esittämiseen [Darwiche, 2003]. Kun nämä aritmeettiset piirit on koottu, ne arvioivat tehokkaasti uskomusverkon todennäköisyyskyselyjä, ja on kehitetty menetelmiä, joilla voidaan hyödyntää sekä verkon globaalia että paikallista rakennetta. Osoitamme, että päätöspiirit voidaan rakentaa samalla tavalla ja että ne lupaavat samanlaisia etuja.

**Tulos**

Vaikutuskaavioiden arviointi päätöspiirien avulla

**Esimerkki 2.2942**

Tarkan ja nopean aktivointifunktion toteuttaminen alhaisin kustannuksin on ratkaisevan tärkeää, kun syviä neuroverkkoja (DNN) toteutetaan FPGA-piireissä. Ehdotamme erittäin tarkkaa approksimaatiomenetelmää DNN:ien keinotekoisten neuronien hyperbolisen tangentin aktivointifunktiolle. Se perustuu DCTIF-suodattimeen (Discrete Cosine Transform Interpolation Filter). Ehdotetussa arkkitehtuurissa yhdistyvät yksinkertaiset aritmeettiset operaatiot hyperbolisen tangenttifunktion tallennetuille näytteille ja syöttötiedoille. Ehdotetulla DCTIF-toteutuksella saavutetaan kaksi kertaluokkaa suurempi tarkkuus kuin aiemmilla töillä, mutta samalla käytetään samoja tai vähemmän laskentaresursseja. DCTIF-parametrien erilaiset yhdistelmät voidaan valita hyperbolisen tangenttifunktion tarkkuuden ja monimutkaisuuden tasapainottamiseksi. Yhdessä tapauksessa ehdotettu arkkitehtuuri approksimoi hyperbolisen tangentin aktivointifunktiota 10 maksimivirheellä ja tarvitsee vain 1,52 kbits muistia ja 57 LUT:ia Virtex-7 FPGA:ssa. Keskustelemme myös siitä, miten aktivointifunktion tarkkuus vaikuttaa DNN:ien suorituskykyyn niiden koulutus- ja testaustarkkuuden kannalta. Osoitamme, että korkean tarkkuuden approksimaatio voi olla tarpeen, jotta DNN:n koulutus- ja testaussuorituskyky pysyy samana kuin tarkalla funktiolla.

**Tulos**

Tarkka ja tehokas hyperbolinen tangenttiaktivointifunktio FPGA:lla käyttäen DCT-interpolointisuodatinta

**Esimerkki 2.2943**

Nonnegatiivisten matriisien faktorointiin käytetään lukuisia algoritmeja, joiden oletuksena on, että matriisi on lähes separoituva. Tässä artikkelissa osoitamme, miten nämä algoritmit saadaan tehokkaiksi tietomatriiseille, joissa on paljon enemmän rivejä kuin sarakkeita, eli niin sanotuille "pitkille ja laihoille matriiseille". Yksi näiden parannettujen menetelmien avainkomponentti on ortogonaalinen matriisimuunnos, joka säilyttää NMF-ongelman erotettavuuden. Lopulliset menetelmämme tarvitsevat vain yhden läpikäynnin datamatriisin yli, ja ne soveltuvat suoratoisto-, moniydin- ja MapReduce-arkkitehtuureihin. Osoitamme näiden algoritmien tehokkuuden teratavun kokoisilla synteettisillä matriiseilla ja todellisilla matriiseilla tieteellisestä tietojenkäsittelystä ja bioinformatiikasta.

**Tulos**

Skaalautuvat menetelmät lähes erotettavissa olevien korkeiden ja laihojen matriisien ei-negatiivisten matriisien faktorisointiin

**Esimerkki 2.2944**

MXNet on monikielinen koneoppimisen (ML) kirjasto, joka helpottaa ML-algoritmien, erityisesti syvien neuroverkkojen, kehittämistä. Se on sulautettu isäntäkieleen, ja siinä yhdistyvät deklaratiivinen symbolinen ilmaisu ja imperatiivinen tensorilaskenta. Se tarjoaa automaattisen differentioinnin gradienttien johtamiseksi. MXNet on laskenta- ja muistitehokas ja toimii erilaisissa heterogeenisissa järjestelmissä mobiililaitteista hajautettuihin GPU-klustereihin. Tässä asiakirjassa kuvataan sekä MXNetin sovellusrajapinnan suunnittelu että järjestelmän toteutus ja selitetään, miten sekä symbolisen ilmaisun että tensorioperaation sulauttaminen hoidetaan yhtenäisellä tavalla. Alustavat kokeilumme paljastavat lupaavia tuloksia laajamittaisissa syvän neuroverkon sovelluksissa, joissa käytetään useita GPU-koneita.

**Tulos**

MXNet: Joustava ja tehokas koneoppimiskirjasto heterogeenisille hajautetuille järjestelmille.

**Esimerkki 2.2945**

Esittelemme yksinkertaisen, yleisen kehyksen todennäköisyysvapaalle Bayesin vahvistusoppimiselle approksimatiivisen Bayesin laskennan (ABC) avulla. Sen etuna on, että tarvitsemme vain ennakkojakauman simulaattoriluokalle. Tämä on hyödyllistä silloin, kun taustalla olevan prosessin todennäköisyysmalli on liian monimutkainen muotoilla, mutta yksityiskohtaiset simulointimallit ovat käytettävissä. ABC-RL mahdollistaa minkä tahansa Bayesin vahvistusoppimistekniikan käytön tässä tapauksessa. Sitä voidaan pitää simulointimenetelmien laajennuksena sekä suunnitteluun että päättelyyn. Osoitamme kokeellisesti tämän lähestymistavan mahdollisuudet vertaamalla sitä LSPI:hen. Lopuksi esitämme teoreeman, joka osoittaa, että ABC on järkevä.

**Tulos**

ABC vahvistusoppiminen

**Esimerkki 2.2946**

Suurissa koneoppimis- ja tiedonlouhintaongelmissa, joissa ominaisuuksien ulottuvuus on suuri, datapisteiden välinen euklidinen etäisyys voi olla epäinformatiivinen, ja etäisyysmetriikkaoppimisen (Distance Metric Learning, DML) avulla halutaan usein oppia sopiva samankaltaisuusmitta (käyttämällä sivutietoa, kuten esimerkkitietoparien samankaltaisuutta tai erilaisuutta). Nykyaikaisen suuren datan suuri ulottuvuus ja pareittaisten rajoitteiden suuri määrä voivat kuitenkin johtaa liian korkeisiin laskentakustannuksiin sekä Xingin et al. (2002) alkuperäisessä DML-menetelmässä että myöhemmissä laajennuksissa. Tässä artikkelissa esitellään hajautettu algoritmi DML:lle ja laajamittainen toteutus parametripalvelinarkkitehtuurilla. Lähestymistapamme perustuu Xingin et al. (2002) rinnakkaistettavissa olevaan uudelleenmuotoiluun ja asynkroniseen stokastiseen gradienttilaskeutumisoptimointimenettelyyn. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen hajautettu ratkaisu DML:ään, ja osoitamme, että 256 suorittimen ytimellä varustetussa järjestelmässä ohjelmamme pystyy suorittamaan DML-tehtävän 15 tunnissa tietokokonaisuudessa, jossa on miljoona datapistettä, 22 tuhatta piirrettä ja 200 miljoonaa merkattua dataparia; opittu metriikka on erittäin tehokas etäisyyksien mittaamisessa oikein.

**Tulos**

LAAJAMITTAINEN HAJAUTETTU METRINEN ETÄISYYSOPPIMINEN

**Esimerkki 2.2947**

Rekursiivisista neuroverkoista (Recurrent Neural Networks, RNN) on tullut huippuluokan valinta mallien poimimiseksi ajallisista sekvensseistä. Nykyiset RNN-mallit eivät kuitenkaan sovellu käsittelemään epäsäännöllisesti näytteistettyä dataa, jonka laukaisevat antureiden tai muiden neuronien jatkuvassa ajassa tuottamat tapahtumat. Tällaista dataa voi esiintyä esimerkiksi silloin, kun tulo tulee uusilta tapahtumapohjaisilta keinotekoisilta antureilta, jotka tuottavat harvoja, epäsynkronisia tapahtumavirtoja, tai useilta tavanomaisilta antureilta, joiden päivitysväli on erilainen. Tässä työssä esitellään vaiheistettu LSTM-malli, joka laajentaa LSTM-yksikköä lisäämällä uuden aikaportin. Tätä porttia ohjataan parametrisoidulla värähtelyllä, jonka taajuusalue tuottaa muistisolun päivityksiä vain pienen osan syklistä. Vaikka oskillaation aiheuttamat päivitykset ovat harvoja, vaiheistettu LSTM-verkko konvergoituu nopeammin kuin tavalliset LSTM-verkot tehtävissä, jotka edellyttävät pitkien sekvenssien oppimista. Malli integroi luontevasti mielivaltaisen näytteenottotaajuuden omaavista antureista tulevat syötteet, mikä avaa uusia tutkimusalueita ajoitustietoa sisältävien asynkronisten aistitapahtumien käsittelylle. Se myös parantaa huomattavasti LSTM:ien suorituskykyä tavanomaisissa RNN-sovelluksissa, ja se tekee sen kertaluokkaa pienemmällä määrällä laskutoimituksia ajonaikana.

**Tulos**

Vaiheittainen LSTM: rekursiivisen verkon harjoittelun nopeuttaminen pitkille tai tapahtumapohjaisille sekvensseille

**Esimerkki 2.2948**

Tarkastelemme ongelmaa, joka liittyy korkean tason tekstikuvausten kääntämiseen muodollisiksi esityksiksi teknisessä dokumentaatiossa osana pyrkimystä mallintaa tällaisen dokumentaation merkitys. Keskitymme erityisesti ongelmaan, joka koskee tekstikuvausten ja kohdedokumentaation perusteltujen esitysten, kuten funktioiden tai koodimallien muodollisen esityksen, välisten käännösvastineiden oppimista. Lähestymistapamme hyödyntää tällaisen dokumentaation rinnakkaista luonnetta eli korkeatasoisen tekstin ja matalan tason representaatioiden, joita pyrimme oppimaan, välistä tiivistä kytkentää. Tietoja kerätään etsimällä teknisistä asiakirjoista tällaisia rinnakkaisia teksti-edustus -pareja, joita käytetään yksinkertaisen semanttisen jäsennysmallin kouluttamiseen. Raportoimme uusia perustuloksia kuudellatoista uudella tietokokonaisuudella, joihin kuuluu yhdeksän suositun ohjelmointikielen standardikirjastodokumentaatio seitsemällä luonnollisella kielellä sekä pieni kokoelma Unix-apuohjelmien käsikirjoja.

**Tulos**

Semanttisten vastaavuuksien oppiminen teknisessä dokumentaatiossa

**Esimerkki 2.2949**

Monte Carlo Tree Search (MCTS) on parantanut pelimoottoreiden suorituskykyä Go:n, Hexin ja yleisten pelien kaltaisilla aloilla. MCTS:n on osoitettu päihittävän klassisen αβ-haun peleissä, joissa hyviä heuristisia arvioita on vaikea saada. Viime vuosina on osoitettu, että perinteisen minimax-haun ideoiden yhdistäminen MCTS:ään on edullista joillakin aloilla, kuten Lines of Action, Amazons ja Breakthrough. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta tapaa käyttää heuristisia arvioita MCTS-hakua ohjaamaan tallentamalla kaksi tietolähdettä, arvioidut voittomäärät ja heuristiset arviot, erikseen. Sen sijaan, että heuristiset arvioinnit korvaisivat pelisuunnitelmat, tekniikkamme tukee niitä implisiittisesti MCTS-simulaatioiden aikana. Näitä minimax-arvoja käytetään sitten ohjaamaan tulevia simulaatioita. Osoitamme, että implisiittisten minimax-varmistusten käyttö johtaa vahvempaan pelisuoritukseen Kalah-, Breakthrough- ja Lines of Action -ohjelmissa.

**Tulos**

Monte Carlo -puunhaku heuristisilla arvioinneilla käyttäen implisiittisiä minimax-takaiskuja

**Esimerkki 2.2950**

Neuroverkot ja rationaalifunktiot approksimoivat toisiaan tehokkaasti. Tässä osoitetaan tarkemmin, että mille tahansa ReLU-verkolle on olemassa rationaalifunktio, jonka aste on O(poly log(1/ )) ja joka on -läheinen, ja vastaavasti mille tahansa rationaalifunktiolle on olemassa ReLU-verkko, jonka aste on O(poly log(1/ )) ja joka on -läheinen. Sitä vastoin polynomit tarvitsevat asteen Ω(poly(1/ )) approksimoidakseen edes yhtä ReLU:ta. Kun ReLU-verkko muunnetaan rationaalifunktiolle edellä esitetyllä tavalla, piilovakiot riippuvat eksponentiaalisesti kerrosten lukumäärästä, minkä osoitetaan olevan tiukka; toisin sanoen kompositionaalinen esitys voi olla hyödyllinen myös rationaalifunktioille. 1. Yleiskatsaus Merkittäviä ponnistuksia on tehty niiden funktioiden luonnehtimiseksi, joita neuroverkot voivat approksimoida tehokkaasti. Tämän työn tavoitteena on luonnehtia neuroverkkoja hienojakoisemmin löytämällä sellainen funktioluokka, jota neuroverkot eivät ainoastaan approksimoi hyvin, vaan joka myös approksimoi hyvin neuroverkkoja. Tässä tutkittu funktioluokka on rationaalifunktioiden luokka: funktiot, jotka esitetään kahden polynomin suhteena, jossa nimittäjä on tiukasti positiivinen polynomi. Yksinkertaisuuden vuoksi neuroverkkojen oletetaan aina käyttävän ReLU-aktivointia σr(x) := max{0, x}; neuroverkkoja ja niiden terminologiaa tarkastellaan luvussa 1.4. Tässä luvussa käsitellään neuroverkkoja ja niiden terminologiaa. Lyhyyden vuoksi ReLU-aktivointeja käyttävää verkkoa kutsutaan yksinkertaisesti ReLU-verkoksi. 1.1. Tärkeimmät tulokset Tässä esitettävässä päätoteemassa todetaan, että ReLU-verkot ja rationaalifunktiot approksimoivat toisiaan hyvin siinä mielessä, että University of Illinois, Urbana-Champaign; työ valmistui Simons-instituutissa vieraillessa. Kirjeenvaihto osoitteeseen: Ystäväsi <mjt@illinois.edu>. Proceedings of the 34 th International Conference on Machine Learning, Sydney, Australia, PMLR 70, 2017. Tekijän tai kirjoittajien tekijänoikeudet 2017. -1,00 -0,75 -0,50 -0,25 0,00 0,25 0,50 0,75 1,00 0 1 1 2 3 4 piikkirotta poly net Kuva 1. Piikkirotta poly net. Rationaalinen, polynominen ja ReLU-verkko, joka sopii "piikkiin", funktioon, joka on 1/x pitkin [1/4, 1] ja 0 muualla. että -lähestyminen toiseen luokkaan toisella vaatii esityksen, jonka koko on polynominen ln(1 / ), sen sijaan, että se olisi polynominen 1 / . Lause 1.1. 1. Olkoon ∈ (0, 1] ja ei-negatiivinen kokonaisluku k. Olkoon p : [0, 1] → [-1,+1] ja q : [0, 1] → [2-k, 1] ovat polynomeja, joiden aste ≤ r ja joilla kullakin on≤ smonomiaaleja. Tällöin on olemassa funktio f : [0, 1] → R, joka on esitettävissä ReLU-verkkona, jonka koko (solmujen lukumäärä) on O ( k ln(1 / ) + min { srk ln(sr / ), sdk ln(dsr / ) }) ,

**Tulos**

Neuroverkot ja rationaalifunktiot

**Esimerkki 2.2951**

Ehdotetaan modulaarista menetelmää, jonka avulla voidaan oppia ja siirtää visuomotorisia toimintatapoja simulaatiosta reaalimaailmaan tehokkaasti yhdistämällä toimialueen satunnaistaminen ja mukauttaminen. Lähestymistavan toteutettavuus osoitetaan pöydällä suoritettavassa objektin tavoittamistehtävässä, jossa 7 DoF:n käsivartta ohjataan nopeustilassa tavoittamaan sinistä kuutiota sekamelskassa visuaalisten havaintojen avulla. Opitut visuomotoriset käytännöt ovat kestäviä uusille (harjoittelussa näkemättömille) esineille sekamelskassa ja jopa liikkuvalle kohteelle, ja niillä saavutetaan 93,3 prosentin onnistumisprosentti ja 2,2 cm:n ohjaustarkkuus.

**Tulos**

Visuomotoristen toimintatapojen siirto simulaatiosta todellisuuteen tavoittamista varten sekamelskassa: Modulaaristen verkkojen avulla tapahtuva satunnaistaminen ja mukauttaminen\*.

**Esimerkki 2.2952**

Näytteiden monimutkaisuus ja turvallisuus ovat suuria haasteita, kun vahvistusoppimisen avulla opitaan toimintatapoja reaalimaailman tehtäviin, etenkin kun toimintatapoja esitetään käyttämällä syvien neuroverkkojen kaltaisia monipuolisia funktion approksimaattoreita. Mallipohjaiset menetelmät, joissa reaalimaailman kohdealuetta approksimoidaan simuloidun lähdealueen avulla, tarjoavat mahdollisuuden ratkaista edellä mainitut haasteet täydentämällä todellista dataa simuloidulla datalla. Simuloidun lähdealueen ja kohdealueen väliset eroavaisuudet ovat kuitenkin haaste simuloidulle harjoittelulle. Esittelemme EPOpt-algoritmin, joka käyttää simuloitujen lähdealueiden kokonaisuutta ja eräänlaista vastakohtaista koulutusta oppiakseen toimintatapoja, jotka ovat vankkoja ja yleistyvät monenlaisiin mahdollisiin kohdealueisiin, mukaan lukien mallintamattomat vaikutukset. Lisäksi kokonaisuuden lähdealueiden todennäköisyysjakaumaa voidaan mukauttaa kohdealueelta saatujen tietojen ja Bayesin approksimatiivisten menetelmien avulla, jotta siitä saadaan asteittain parempi approksimaatio. Näin ollen oppiminen mallien kokonaisuudella yhdessä lähdealueiden mukauttamisen kanssa tarjoaa sekä vankkuuden että oppimisen/sopeutumisen edut.

**Tulos**

EPOPT: VANKKOJEN NEUROVERKKO-KÄYTÄNTÖJEN OPPIMINEN MALLIEN KOKONAISUUKSIEN AVULLA

**Esimerkki 2.2953**

Neuromallien perustavanlaatuinen etu NLP:ssä on niiden kyky oppia representaatioita tyhjästä. Käytännössä tämä tarkoittaa kuitenkin usein olemassa olevien ulkoisten kielellisten resurssien, kuten WordNetin tai alakohtaisten ontologioiden, kuten Unified Medical Language System (UMLS), huomiotta jättämistä. Ehdotamme yleistä, uutta menetelmää tällaisten resurssien hyödyntämiseksi painojen jakamisen avulla. Aiemmissa neuroverkkojen painonjakoa koskevissa töissä sitä on pidetty lähinnä keinona mallin pakkaamiseen. Sen sijaan me käsittelemme painonjakoa joustavana mekanismina, jolla ennakkotietoa voidaan sisällyttää neuromalleihin. Osoitamme, että tämä lähestymistapa tuottaa johdonmukaisesti parempaa suorituskykyä luokittelutehtävissä verrattuna perusstrategioihin, jotka eivät hyödynnä painonjakoa.

**Tulos**

Aluetuntemuksen hyödyntäminen ryhmitellyn painonjaon avulla ja soveltaminen tekstin luokitteluun

**Esimerkki 2.2954**

Tässä kirjeenvaihdossa tuomme esiin ongelman, joka liittyy adaptiivisten luokittelijoiden testaamiseen autokorreloituneella datalla. Tällaisessa tapauksessa satunnaiset muutoshälytykset voivat nostaa tarkkuuslukuja. Näin ollen emme voi olla varmoja siitä, toimiiko mukautus hyvin.

**Tulos**

Kuinka hyvä on sähkön vertailuarvo käsitteen ajelehtimisen mukauttamisen arvioimiseksi?

**Esimerkki 2.2955**

Verkkomedia tarjoaa markkinoijille mahdollisuuksia välittää brändiviestejä suurelle yleisölle. Mainosteknologia-alustojen avulla mainostajat voivat löytää oikean yleisöryhmän ja toimittaa mainosnäytöksiä heille reaaliajassa. Reaaliaikaisen tarjousten tekemisen viimeaikainen kasvu on asettanut merkittävän haasteen tällaisen monimutkaisen järjestelmän valvonnalle. Kun komponentteja on niin paljon, tarvitsemme luotettavan järjestelmän, joka havaitsee mahdolliset muutokset järjestelmässä ja hälyttää suunnittelutiimin. Tässä asiakirjassa kuvaamme mekanismin, jonka keksimme edustavien metriikoiden talteenottoon ja niiden käyttäytymisen muutosten havaitsemiseen. Osoitamme, että tämä mekanismi pystyy havaitsemaan mahdolliset ongelmat ajoissa kuvaamalla joitakin tapauksia.

**Tulos**

Neulan löytäminen miljoonasta mittarista: Poikkeavuuksien havaitseminen laajamittaisella laskennallisella mainosalustalla".

**Esimerkki 2.2956**

Linkitetyn datan alalla tehdyssä uudessa tutkimuksessa keskitytään olioiden tiivistämisen ongelmaan. Tällä alalla käsitellään ongelmaa, jossa ominaisuudet asetetaan paremmuusjärjestykseen sen mukaan, miten tärkeitä ne ovat tietyn entiteetin tunnistamistehtävän kannalta. Ihmisystävällisemmän esitystavan lisäksi nämä tiivistelmät voivat olla keskeisessä asemassa semanttisissa hakukoneissa ja semanttisissa suosittelujärjestelmissä. Nykyisissä lähestymistavoissa on pyritty soveltamaan entiteettien tiivistämistä tarkasteltavan datan luontaisten mallien perusteella. Tässä asiakirjassa ehdotettu lähestymistapa keskittyy elokuva-alaan. Siinä hyödynnetään käyttötietoja elokuvayksiköiden välisen samankaltaisuuden mittaamisen tukena. Tämän samankaltaisuuden avulla on mahdollista määrittää entiteetin k-läheisimmät naapurit. Tämä johtaa ajatukseen, että ominaisuuksia, jotka entiteetit jakavat lähimpien naapureidensa kanssa, voidaan pitää merkittävinä tai tärkeinä näille entiteeteille. Lisäksi otamme käyttöön (TF-IDF:n kaltaisen) alentavan kertoimen, jolla pyritään ratkaisemaan yleisesti esiintyvien piirteiden suuri määrä. Esimerkkinä lähestymistavasta käytetään elokuva-arvostelutietokokonaisuutta, joka on yhdistetty Freebase-olioihin.

**Tulos**

Käyttötietojen hyödyntäminen linkitetyn datan elokuvan kokonaisuuksien tiivistämisessä

**Esimerkki 2.2957**

Ehdotamme yleisten metristen tilojen pool-pohjaista ei-parametrista aktiivista oppimisalgoritmia, nimeltään MArgin Regularized Metric Active Nearest Neighbor (MARMANN), joka tuottaa lähimmän naapurin luokittelijan. Annamme ennustusvirhetakeita, jotka riippuvat syötetyn näytteen kohinamarginaaliominaisuuksista ja jotka ovat kilpailukykyisiä aiemmin ehdotettujen passiivisten oppijoiden saamien takuiden kanssa. Todistamme, että MARMANNin etikettien monimutkaisuus on huomattavasti pienempi kuin minkä tahansa passiivisen oppijan, jolla on samanlaiset virhetakuut. MARMANN perustuu yleistettyyn näytteen pakkausjärjestelmään ja uuteen merkintätehokkaaseen aktiiviseen mallinvalintamenettelyyn.

**Tulos**

Aktiivinen lähimmän naapurin oppiminen metrisissä tiloissa

**Esimerkki 2.2958**

Tutkimme tarkkaavaisuutta hyödyllisen tiedon aktiivisena etsimisenä. Tämä on vastakohta huomiolle, joka on mekanismi epäolennaisen tiedon vaimentamiseksi. Tarkastelemme myös lyhytkestoisen muistin roolia, sillä sen käyttö on kriittistä kaikille malleille, jotka eivät kykene samanaikaisesti havaitsemaan kaikkea tietoa, josta sen tuotos riippuu. Esittelemme useita yksinkertaisia synteettisiä tehtäviä, jotka muuttuvat huomattavasti mielenkiintoisemmiksi, kun asetamme voimakkaita rajoituksia sille, miten malli voi olla vuorovaikutuksessa syötteensä kanssa ja kuinka kauan sen tuotoksen tuottaminen voi kestää. Kehitämme mallin, jonka rakenne poikkeaa aiemmissa töissä käytetyistä, ja koulutamme sen käyttämällä stokastista variatiivista päättelyä opitun ehdotusjakauman avulla.

**Tulos**

Visuaalisen tarkkaavaisuuden testaaminen dynaamisissa ympäristöissä

**Esimerkki 2.2959**

Reaalimaailman aineistossa on aina olemassa - mielestämme melko suuri - mahdollisuus, että eri ominaisuuksilla voi olla erilainen merkitys. Useimmat koneoppimisalgoritmit käsittelevät tätä tosiasiaa joko valitsemalla tai poistamalla piirteitä datan esikäsittelyvaiheessa. Olemme kuitenkin sitä mieltä, että jopa merkityksellisten piirteiden välillä voi olla eriasteisia merkityksiä, ja tämä olisi otettava huomioon klusterointiprosessin aikana. K-Means on yli 50-vuotisen historiansa ansiosta kiistatta suosituin partitionaalinen klusterointialgoritmi. Ensimmäinen K-Means-pohjainen klusterointialgoritmi, joka laski ominaisuuksien painot, suunniteltiin hieman yli 30 vuotta sitten. Sen jälkeen on suunniteltu useita tällaisia algoritmeja, mutta tietojemme mukaan ei ole tehty tutkimusta, jossa yhdistettäisiin empiiriset todisteet klusterin palautuskyvystä, yleisistä puutteista ja mahdollisista tulevaisuuden tutkimussuunnista. Tässä asiakirjassa käsitellään tarkemmin ominaisuuksien painottamisen käsitettä ja käsitellään näitä kysymyksiä analysoimalla kriittisesti joitakin suosituimpia tai innovatiivisimpia K-Means-menetelmään perustuvia ominaisuuksien painotusmekanismeja.

**Tulos**

Katsaus ominaisuuksien painotukseen perustuviin K-Means-algoritmeihin

**Esimerkki 2.2960**

Tarkastelemme ongelmaa, jossa POMDP-järjestelmille etsitään hyviä äärellisen horisontin politiikkoja odotetun palkkion metriikan mukaisesti. Politiikat, joita tarkastellaan, ovat vapaita äärellisen muistin politiikkoja, joissa on rajallinen muisti; politiikka on kartoitus havainto-muistiparien avaruudesta toiminta-muistiparien avaruuteen (politiikka päivittää muistia mennessään), ja mahdollisten muistitilojen määrä on politiikan löytämisalgoritmien syötteen parametri. Tässä tarkasteltavat algoritmit ovat kolmen hakuheruritiikan alustavia toteutuksia: paikallishaku, simuloitu hehkutus ja geneettiset algoritmit. Vertaamme niiden tuloksia toisiinsa ja optimaalisiin toimintatapoihin kussakin tapauksessa. Vertailemme kunkin politiikan ja Hansenin POMDP:lle kehittämän dynaamisen ohjelmointialgoritmin suoritusaikoja, joka parantaa iteratiivisesti äärellisen tilan ohjainta, aikaisempaa tekniikan tasoa äärellisen muistin politiikkojen osalta. Parhaan politiikan arvo voi parantua vain muistin määrän kasvaessa, aina siihen asti, kun tarvitaan optimaalista äärellisen muistin politiikkaa. Yllättävin havaintomme on, että muistin lisääminen auttaa toisella tavalla: kun muistia on enemmän kuin optimaalisen politiikan tarvitsema, algoritmit konvergoituvat todennäköisemmin optimaaliseen arvopolitiikkaan.

**Tulos**

Aivoni ovat täynnä: Kun muistin lisääminen auttaa

**Esimerkki 2.2961**

Tutkimme joukkoistamisalgoritmeja, joiden avulla voidaan löytää korkealaatuisin kohde suuresta kokoelmasta esineitä, joiden laatuarvot ovat tuntemattomia. Tämä on tärkeä ongelma, jolla on monia merkityksellisiä sovelluksia, esimerkiksi verkottuneissa suosittelujärjestelmissä. Algoritmien ytimenä on, että kohteet jaetaan joukko-osallistajille, jotka palauttavat meluisan arvion. Kaikki saadut arvioinnit yhdistetään, jotta voidaan tunnistaa korkealaatuisin kohde. Esittelemme ensin yksinkertaisen todennäköisyysmallin tutkittavaa järjestelmää varten. Sen jälkeen kehitämme ja tutkimme tehokkaiden mukautuvien algoritmien luokkaa, jolla kohteet voidaan jakaa tehokkaasti työntekijöille. Vertailemme useiden algoritmien suorituskykyä, jotka vastaavat erilaisia suunnitteluparametrien/mittareiden valintoja. Lopuksi vertaamme kohteiden ominaisuuksien pisteytykseen perustuvaa lähestymistapaamme perinteisiin vertailuun ja turnauksiin perustuviin ehdotuksiin.

**Tulos**

Laadukkaimman kohteen valitseminen yleisöpisteytyksen avulla

**Esimerkki 2.2962**

Tarkastelemme kvantifioitua rajoitusten tyydyttämisongelmaa (QCSP), jonka tarkoituksena on päättää, onko lause totta rakenteen ja ensimmäisen asteen lauseen (jonka ei tässä oleteta olevan prenex-muodossa) perusteella, joka on rakennettu konjunktiosta ja kvantifioinnista. Esitämme todistusjärjestelmän QCSP-tapausten valheellisuuden varmentamiseksi ja kehitämme sen perusteoriaa; annamme esimerkiksi algoritmisen tulkinnan sen käyttäytymisestä. Todistusjärjestelmämme asettaa vakiintuneen Q-ratkaisun todistusjärjestelmän laajempaan yhteyteen, ja sen avulla voimme myös johtaa QCSP-tradittavuustuloksia.

**Tulos**

Q-RESOLUUTION JA PRENEX-MUODON ULKOPUOLELLA: KVANTIFIOIDUN RAJOITUSTEN TYYDYTTÄMISEN TODISTUSJÄRJESTELMÄ

**Esimerkki 2.2963**

Resurssirajoitusten alainen aikataulutusongelma on laajalti sovellettavissa. Yksi merkittävä esimerkki on virranhallinta, jossa virtaa on jatkuvasti rajallisesti saatavilla, mutta jossa on ajoitettava useita virtaa kuluttavia tehtäviä. Tällaisiin ongelmiin liittyy tiukasti toisiinsa kytkettyjä jatkuvia resurssirajoituksia ja jatkuvia aikarajoituksia. Käsittelemme tällaisia ongelmia esittelemällä TRN-verkon (Time Resource Network), joka on resurssirajoitteisten aikataulutusongelmien koodaus. Määrittely mahdollistaa ajalliset määrittelyt käyttämällä yleistä representaatioiden perhettä, joka on johdettu yksinkertaisesta ajallisesta verkosta, mukaan lukien yksinkertainen ajallinen verkko epävarmuuden kanssa ja todennäköisyyteen perustuva yksinkertainen ajallinen verkko (Fang et al. (2014)). Ehdotamme kahta algoritmia TRN:n johdonmukaisuuden määrittämiseksi: toinen perustuu sekoitettuun kokonaislukuohjelmointiin (Mixed Integer Programing) ja toinen rajoitusohjelmointiin (Constraint Programming), ja arvioimme niitä aikataulutusongelmissa, joissa on Simple Temporal Constraints ja Probabilistic Temporal Constraints.

**Tulos**

Aikaresurssiverkot

**Esimerkki 2.2964**

Bellemare et al. (2016) esitteli pseudolaskennan käsitteen, jolla voidaan yleistää laskentaan perustuva etsintä ei-taulukkomuotoiseen vahvistusoppimiseen. Tämä pseudolaskenta johdetaan tiheysmallista, joka korvaa tehokkaasti taulukkomuodossa käytetyn laskentataulukon. Tähän pseudolukuun perustuvan eksploraatiopalkkion ja DQN-agenttiin sovelletun Monte Carlo -päivityksen käyttö riitti huipputason saavuttamiseen Atari 2600 -pelissä Montezuma's Revenge.

**Tulos**

Count-Based Exploration neuraalisten tiheysmallien avulla

**Esimerkki 2.2965**

Luokittelun suorituskyky ei useinkaan ole yhdenmukainen koko aineistossa. Jotkin alueet syöttöavaruudessa ovat helpompia luokitella kuin toiset. Ominaisuudet, jotka sisältävät tietoa datan "vaikeudesta", voivat olla epädiskriminoivia, ja siksi ne jätetään luokitusprosessissa huomiotta. Ehdotamme meta-oppimismenetelmää, jossa suorituskykyä voidaan parantaa jälkikäsittelyllä. Tämä parannus tehdään asettamalla dynaaminen kynnysarvo perusluokittelijan tuloksille. Koska perusluokittelijaa käsitellään "mustana laatikkona", esiteltyä menetelmää voidaan käyttää mihin tahansa uusimpaan luokittelijaan sen suorituskyvyn parantamiseksi. Keskitymme siihen, miten pystytään paremmin hallitsemaan ROC-käyränä tunnettua oikean ja väärän positiivisen luokittelijan välistä kompromissia. Ehdotamme algoritmia optimaalisten kynnysarvojen määrittämiseksi jakamalla virheet uudelleen niiden ominaisuuksien mukaan, jotka sisältävät tietoa vaikeudesta. Osoitamme tuloksena olevan hyödyn sekä synteettisillä että todellisilla tiedoilla.

**Tulos**

Käyrän taivuttaminen: ROC-käyrän parantaminen virheiden uudelleenjaon avulla

**Esimerkki 2.2966**

Taustaa: Systemaattisessa katsauksessa tunnistetaan ja kootaan yhteen erilaisia kliinisiä tutkimuksia ja verrataan tietoja ja tuloksia, jotta saadaan näyttöön perustuva vastaus tiettyyn kliiniseen kysymykseen. Prosessi on manuaalinen ja vie paljon aikaa. Tämän prosessin automatisoimiseksi ei ole olemassa työkalua. Tavoite: Tämän työn tavoitteena on kehittää luonnollisen kielen käsittelyä ja koneoppimista hyödyntävä kehys, jonka avulla voidaan rakentaa tiedonlouhinta-algoritmeja, joilla voidaan tunnistaa tietoelementit uudessa primaarijulkaisussa ilman, että kullekin tietoelementtityypille on tehtävä kalliita manuaalisia merkintöjä kultaisten standardien luomiseksi. Menetelmä: Järjestelmä kehitetään kahdessa vaiheessa. Aluksi se käyttää olemassa oleviin järjestelmällisiin katsauksiin sisältyvää tietoa tunnistamaan PDF-tiedostojen sisältämistä viitteistä ne lauseet, jotka sisältävät tiettyjä kiinnostavia tietoelementtejä käyttäen muunnettua Jaccardin samankaltaisuusmittaa. Näitä lauseita on käsitelty merkittyinä tietoina. SVM-luokittelija (Support Vector Machine) koulutetaan tälle merkitylle tiedolle, jotta uudesta artikkelista voidaan poimia kiinnostavat tietoelementit. Tulokset: Teimme kokeita Cochrane-tietokannan systemaattisilla katsauksilla, jotka liittyvät sydämen vajaatoimintaan, käyttäen esimerkkitietoelementtinä sisällyttämiskriteerejä. Empiiriset tulokset osoittavat, että ehdotettu järjestelmä tunnistaa automaattisesti lauseet, jotka sisältävät kiinnostavan tietoelementin, ja sen recall-arvo on korkea (93,75 %) ja tarkkuus kohtuullinen (27,05 %, mikä tarkoittaa, että arvioijien on luettava keskimäärin vain 3,7 lausetta). Päätelmät: Empiiriset tulokset viittaavat siihen, että työkalu hakee viiteartikkeleista arvokasta tietoa, vaikka niiden tunnistaminen manuaalisesti on aikaa vievää. Näin ollen toivomme, että työkalusta on hyötyä automaattisessa tiedonlouhinnassa biolääketieteellisistä tutkimusjulkaisuista. Tämän työn tuleva soveltamisala on yleistää tämä tietokehys kaikentyyppisiä järjestelmällisiä katsauksia varten.

**Tulos**

Uusi kehys systemaattisten katsausten nopeuttamiseksi rakentamalla automaattisesti tiedonhaun harjoituskorpuksia.

**Esimerkki 2.2967**

Esittelemme aikaleimattua tekstidataa varten todennäköisyysperusteisen kielimallin, joka seuraa yksittäisten sanojen semanttista kehitystä ajan myötä. Malli edustaa sanoja ja asiayhteyksiä latentteina liikeratoina upotusavaruudessa. Kullakin ajanhetkellä upotusvektorit päätellään word2vecin (Mikolov et al., 2013b) todennäköisyyspohjaisesta versiosta. Nämä upotusvektorit yhdistetään ajallisesti latentin diffuusioprosessin avulla. Kuvaamme kaksi skaalautuvaa variationaalista päättelyalgoritmia - skipgramin tasoitus ja skip-grammin suodatus - joiden avulla voimme kouluttaa mallia yhdessä kaikkien aikojen aikana; näin ollen opimme kaikesta aineistosta samalla, kun sallimme sana- ja kontekstivektoreiden ajautumisen. Kokeelliset tulokset kolmella eri korpuksella osoittavat, että dynaaminen mallimme johtaa sanojen sulautumispolkuja, jotka ovat paremmin tulkittavissa ja johtavat korkeampiin ennustamisodotuksiin kuin kilpailevat menetelmät, jotka perustuvat staattisiin malleihin, jotka on koulutettu erikseen aikaviipaleilla.

**Tulos**

Dynaamiset sanojen upotukset ohitusmerkkien suodatuksen avulla

**Esimerkki 2.2968**

Viime aikoina olemme nähneet ohjelmoijien uudenlaiset käyttöliittymät, jotka perustuvat web-teknologiaan. Esimerkiksi JSFiddle, IPython Notebook ja R-studio. Web-teknologia mahdollistaa pilvipohjaiset ratkaisut, upottamisen opetusohjelmien verkkosivuihin, tulosten houkuttelevan esittämisen, web-mittakaavan yhteistoiminnallisen kehittämisen jne. Tässä artikkelissa kuvataan SWISH, Prologin web-etuliite. Julkisella verkkosivustolla SWIProlog on esillä SWISHin avulla, ja sillä voidaan ajaa pieniä Prolog-ohjelmia esittelyä, kokeilua ja opetusta varten. Yhdistimme SWISHin ClioPatria-semanttiseen web-työkalupakettiin, jossa se mahdollistaa tietokokonaisuuteen liittyvien ohjelmien ja kyselyjen yhteistoiminnallisen kehittämisen sekä ylläpitotehtävien suorittamisen käynnissä olevalla palvelimella, ja upotimme SWISHin Learn Prolog Now! -verkossa julkaistavaan Prolog-kirjaan.

**Tulos**

SWISH: SWI-Prolog for Sharing (SWI-Prologin jakaminen)

**Esimerkki 2.2969**

Automaattinen kääntäminen luonnollisen kielen kuvauksista ohjelmiksi on jo pitkään ollut haastava ongelma. Tässä työssä tarkastelemme yksinkertaista, mutta tärkeää osaongelmaa: kääntämistä tekstimuotoisista kuvauksista Jos-Jos-ohjelmiksi. Tätä tehtävää varten kehitämme uudenlaisen neuroverkkoarkkitehtuurin, jota koulutamme alusta loppuun. Tarkemmin sanottuna otamme käyttöön Latent Attention -menetelmän, joka laskee multiplikatiivisia<lb>painotuksia kuvauksen sanoille kaksivaiheisessa prosessissa, jonka tavoitteena on<lb>paremmin hyödyntää luonnollisen kielen rakenteita, jotka osoittavat asiaankuuluvat osat<lb>ohjelman elementtien ennustamista varten. Arkkitehtuurimme vähentää virheprosenttia 28,57 %<lb> verrattuna aiempaan tekniikkaan [3]. Ehdotamme myös If-Then<lb>-ohjelmasynteesin oppimisskenaariota ja simuloimme sitä olemassa olevalla tietokokonaisuudellamme. Osoitamme<lb>muunnoksen tämän skenaarion koulutusmenettelyyn, joka päihittää alkuperäisen<lb>menettelyn ja kuroo merkittävästi umpeen eron kaikilla aineistoilla koulutettuun malliin.

**Tulos**

Latentti huomio Jos-Jos-ohjelman synteesiä varten

**Esimerkki 2.2970**

Choquet'n odotettu hyöty (Choquet expected utility, CEU) on yksi kehittyneimmistä päätöksentekokriteereistä, joita käytetään päätöksentekoteoriassa epävarmuuden vallitessa. Se tarjoaa odotetun hyödyn yleistyksen, joka parantaa sekä kuvailevia että määritteleviä mahdollisuuksia. Tässä asiakirjassa tutkitaan CEU:n käyttöä polkusuunnittelussa epävarmuuden vallitessa ja keskitytään erityisesti kestäviin ratkaisuihin. Aluksi muistutetaan CEU-mallin pääpiirteistä ja esitellään joitakin esimerkkejä, jotka osoittavat sen kuvailevan potentiaalin. Sitten keskitymme Choquet-optimaalisten polkujen etsimiseen moniarvoisissa implisiittisissä graafeissa, joissa kustannukset riippuvat eri skenaarioista. Keskusteltuamme monimutkaisuuskysymyksistä ehdotamme kahta erilaista heuristista hakualgoritmia ongelman ratkaisemiseksi. Lopuksi esitetään numeerisia kokeita, jotka osoittavat ehdotettujen algoritmien käytännön tehokkuuden.

**Tulos**

Choquet-optimaalisten polkujen etsiminen epävarmuuden vallitessa

**Esimerkki 2.2971**

Tässä artikkelissa raportoidaan audio- ja visuaalisten piirteiden analyysistä, joka liittyy tunneulottuvuuksien ennustamiseen seitsemännessä Audio/Visual Emotion Subchallenge -tehtävässä (AVEC 2017). Visuaalisten piirteiden osalta käytimme HOG-piirteitä (Histogram of Gradients), Gaussin seosmalliin (GMM) perustuvien SIFT-piirteiden (Scale-Invariant Feature Transform) Fisher-koodauksia ja joitain esivalmennettuja konvoluutio-neuraaliverkon kerroksia piirteinä; kaikki nämä poimittiin jokaisesta videoleikkeestä. Audio-ominaisuuksina käytimme tapahtuman järjestäjien toimittaman openXBOW:n tuottamien LLD-kuvaajien (low-level descriptors) Bag-of-audio-words (BoAW) -esitystä. Tämän jälkeen koulutimme täysin kytketyn neuroverkon regressiomallin aineistolle kaikkien näiden eri modaliteettien osalta. Sovelsimme multimodaalista fuusiointia tulostusmalleihin saadaksemme konkordanssi-korrelaatiokertoimen sekä kehitys- että testijoukossa. Avainsanat: HOG, SIFT, GMM, Fisher, neuroverkot.

**Tulos**

Jatkuva multimodaalinen tunteiden tunnistaminen AVEC 2017 -tapahtumassa

**Esimerkki 2.2972**

Diskurssirakenne on piiloyhteys pintaominaisuuksien ja asiakirjatason ominaisuuksien, kuten sentimenttien polariteetin, välillä. Osoitamme, että RST-jäsennysten (Rhetorical Structure Theory) tuottamat diskurssianalyysit voivat parantaa dokumenttitason sentimenttianalyysiä diskurssipuussa olevan paikallisen informaation koostamisen avulla. Ensinnäkin osoitamme, että diskurssiyksiköiden uudelleenpainottaminen sen mukaan, mikä on niiden sijainti retorisen rakenteen riippuvuusesityksessä, voi parantaa huomattavasti leksikonipohjaista sentimenttianalyysia. Seuraavaksi esittelemme rekursiivisen neuroverkon RST-rakenteen yli, joka tarjoaa merkittäviä parannuksia luokitteluun perustuviin menetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Parempi dokumenttitason sentimenttianalyysi RST:n diskurssijäsennyksen avulla∗ \*.

**Esimerkki 2.2973**

Yleisten Ising-mallien päättely on vaikeaa, koska suuri puunleveys tekee puupohjaisista algoritmeista hankalia. Lisäksi kun vuorovaikutukset ovat voimakkaita, Gibbs-näytteenotto voi viedä eksponentiaalisen ajan konvergoidakseen stationaariseen jakaumaan. Esitämme algoritmin, jolla Ising-mallin parametrit voidaan projisoida parametrijoukkoon, joka on taatusti nopeasti sekoittuva useiden poikkeavuuksien vallitessa. Huomaamme, että Gibbs-näytteenotto projisoituja parametreja käyttäen on tarkempi kuin alkuperäisiä parametreja käyttäen, kun vuorovaikutuksen voimakkuus on voimakas ja kun näytteenottoon on käytettävissä rajallinen aika.

**Tulos**

Ising-mallin parametrien projisointi nopeaa sekoittumista varten

**Esimerkki 2.2974**

Monet muuttujakokoiset tiedot, joita haluamme mallintaa, sisältävät sisäisen hierarkkisen rakenteen puun muodossa, kuten lähdekoodi, muodolliset loogiset lausekkeet ja luonnollisen kielen lauseet, joissa on jäsennyspuut. Tällaista dataa varten on luonnollista harkita mallia, joka vastaa laskennallista rakennetta. Tässä työssä esitellään variaatiopohjaiseen autokooderiin perustuva generatiivinen malli puurakenteiselle tiedolle. Arvioimme malliamme synteettisellä tietokokonaisuudella ja tietokokonaisuudella, jossa on sovelluksia automatisoituun lauseiden todistamiseen. Oppimalla latentti esitys puiden yli mallimme voi saavuttaa samanlaisen testilokin todennäköisyyden kuin tavallinen autoregressiivinen dekooderi, mutta peräkkäisistä riippuvaisten laskutoimitusten määrä on verrannollinen puun syvyyteen puun solmujen lukumäärän sijasta.

**Tulos**

PUURAKENTEINEN VARIAATIOKOODERI

**Esimerkki 2.2975**

Nonnegatiivisen matriisin faktorointi (NMF) on ongelma, joka koskee tietyn nonnegatiivisen n × m-matriisin M hajottamista nonnegatiivisen n × d-matriisin W ja nonnegatiivisen d × m-matriisin H tuloksi. Rajoitettu NMF edellyttää lisäksi, että M:n ja W:n sarakeavaruudet ovat yhtenevät. Minimaalisen sisäisen ulottuvuuden d löytäminen on tunnetusti NP-vaikeaa sekä NMF:lle että rajoitetulle NMF:lle. Osoitamme, että rajoitettu NMF liittyy läheisesti kysymykseen minimaalisten todennäköisyysautomaattien luonteesta, jonka Paz esitti vuonna 1971 ilmestyneessä oppikirjassaan. Käytämme tätä yhteyttä vastataksemme Pazin kysymykseen kielteisesti ja kumotaksemme näin vuonna 1974 väitetyn myönteisen vastauksen. Lisäksi tutkimme, onko rationaalisella matriisilla M aina minimaalisen sisäisen ulottuvuuden rajoitettu NMF, jonka tekijät W ja H ovat myös rationaalisia. Osoitamme, että tämä pätee matriiseille M, joiden arvo on enintään 3, ja esitämme neljännen sijan matriisin, jonka W ja H vaativat irrationaalisia merkintöjä. 1998 ACM Subject Classification F.1.1 Laskentamallit, F.2.1 Numeeriset algoritmit ja ongelmat.

**Tulos**

Rajoitetusta ei-negatiivisen matriisin kertolaskennasta (Restricted Nonnegative Matrix Factorization)

**Esimerkki 2.2976**

Otamme käyttöön sanavektorit rakennusalaa varten. Vektorit saatiin ajamalla word2vec-ohjelmalla 11 miljoonan sanan korpus, jonka loimme tyhjästä hyödyntämällä vapaasti saatavilla olevia rakentamiseen liittyviä verkkotekstilähteitä. Tutkimme ensin upotusavaruutta ja osoitamme, että vektorimme kuvaavat merkityksellisiä rakennuskohtaisia käsitteitä. Sitten arvioimme vektoriemme suorituskykyä verrattuna 100 miljardin sanan korpuksella (Google News) koulutettuihin vektoreihin vammaraporttien luokittelutehtävän yhteydessä. Ilman parametrien virittämistä upotuksemme antavat kilpailukykyisiä tuloksia ja ovat monissa tapauksissa Google Newsin vektoreita parempia. Raporttien avainsanapohjaisen pakkauksen käyttö nopeuttaa myös merkittävästi ja heikentää suorituskykyä vain vähän. Julkaisemme korpuksemme ja luokittelutehtävää varten luodun datajoukon julkisesti saatavilla olevina siinä toivossa, että tulevat tutkimukset voivat käyttää niitä vertailuanalyyseihin ja työmme jatkoksi.

**Tulos**

Sanojen sulauttaminen rakennusalalla

**Esimerkki 2.2977**

Tässä artikkelissa esitellään Reiterin propositionaaliseen oletuslogiikkaan takaportin käsite ja tutkitaan sen rakenteellisia ominaisuuksia. Lisäksi tarkastelemme takaporttien havaitsemisen (parametrina ratkaisun koko) sekä takaporttien arvioinnin (parametrina annetun takaportin koko) ongelmia erityyppisille kohdeluokille (cnf, horn, krom, monotoninen, positiivinen-yksikkö). Osoitamme, että takaovien havaitseminen on kiinteäparametrisesti käsiteltävissä tarkastelluissa kohdeluokissa ja takaovien arviointi on joko kiinteäparametrisesti käsiteltävissä, para-∆P2 :ssä tai para-NP:ssä kohdeluokasta riippuen.

**Tulos**

Vahvat takaportit oletuslogiikkaan

**Esimerkki 2.2978**

Tarkastelemme laajaa luokkaa ensimmäisen kertaluvun optimointialgoritmeja, jotka ovat unohtavia siinä mielessä, että niiden askelkoot ajoitetaan riippumatta tarkasteltavasta funktiosta, lukuun ottamatta rajoitettua sivutietoa, kuten sileyden tai vahvan koveruuden parametreja. Kun nämä kaksi parametria tunnetaan, osoitamme, että mikä tahansa tällainen algoritmi saavuttaa iteraatiokompleksisuuden alarajan, joka on Ω( √ L/ǫ) L:n sileille koverille funktioille ja Ω̃( √ L/μ ln(1/ǫ)) L:n sileille μ-vahvasti koverille funktioille. Nämä alarajat ovat vahvempia kuin perinteisen oraakkeli-mallin alarajat, koska ne pätevät dimensiosta riippumatta. Niiden saavuttamiseksi hylkäämme oraakkelimallin ja suosimme rakennepohjaista lähestymistapaa, joka perustuu hiljattain [1] ehdotettuun kehykseen. Lisäksi osoitamme, että tuntematta vahvan koveruuden parametria on mahdotonta saavuttaa iteraatiokompleksisuutta, joka on parempi kuin Ω̃ ((L/μ) ln(1/ǫ)). Tätä tulosta käytetään sitten virallistamaan L-sileitä koveria funktioita koskeva havainto, nimittäin se, että ajallisesti muuttumattomia askelkokoja käyttävien algoritmien iteraatiokompleksisuuden on oltava vähintään Ω(L/ǫ).

**Tulos**

Oblivious First-Order -optimointialgoritmien iteraatiomäärän monimutkaisuudesta

**Esimerkki 2.2979**

Globaalien rajoitusten avoimet muodot mahdollistavat uusien muuttujien lisäämisen argumenttiin rajoitusohjelman suorituksen aikana. Tällaisia muotoja tarvitaan vaikeissa rajoitusohjelmointiongelmissa, joissa ongelman konstruointi ja ongelmanratkaisu ovat lomitettuja, ja ne sopivat luonnollisesti rajoituslogiikkaohjelmointiin. Yleisesti ottaen suodatus, joka on järkevä globaalille rajoitteelle, voi kuitenkin olla epäkelvo, kun rajoite on avoin. Tässä artikkelissa esitetään yksinkertainen luonnehdinta, jota kutsutaan supistettavuudeksi, rajoituksille, joiden suodatus pysyy järkevänä, kun rajoitus on avoin. Tämän luonnehdinnan avulla voimme helposti määrittää, onko rajoitteella tämä ominaisuus vai ei. Jälkimmäisessä tapauksessa voimme sen avulla johtaa supistumiskykyisen approksimaation rajoitteelle. Osoitamme tämän työn sekä kovilla että pehmeillä rajoitteilla. Samalla muotoilemme kaksi yleistä pehmeiden rajoitteiden luokkaa. Tarkastelun alla Theory and Practice of Logic Programming (TPLP).

**Tulos**

Avoimien globaalien rajoitusten sopimuskelpoisuus

**Esimerkki 2.2980**

Tässä artikkelissa kuvataan joukko todennäköisyyslähestymisalgoritmeja, jotka perustuvat kauhan poistamiseen ja joiden tarkkuus ja tehokkuus ovat säädettävissä. Analysoimme approksimointia useissa tehtävissä: todennäköisimmän selityksen löytäminen, uskomusten päivittäminen ja maksimaalisen jälkikäteishypoteesin löytäminen. Tunnistamme täydellisyysalueet ja esitämme alustavan empiirisen arvioinnin satunnaisesti generoidulla verkolla.

**Tulos**

Järjestelmä todennäköisyyspohjaisen päättelyn approksimoimiseksi

**Esimerkki 2.2981**

Tässä asiakirjassa esitellään kohdennettu näkökulmapohjainen tunneanalyysi. Tavoitteena on saada hienojakoista tietoa käyttäjien kommenteissa mainituista entiteeteistä. Tämä työ laajentaa sekä näkökohtapohjaista sentimenttianalyysia, jossa oletetaan yksi entiteetti asiakirjaa kohti, että kohdennettua sentimenttianalyysia, jossa oletetaan yksi sentimentti kohdeentiteettiä kohtaan. Tarkemmin sanottuna tunnistamme yhden tai useamman entiteetin kutakin aspektia koskevan sentimentin. Tämän tehtävän testialustana käytämme SentiHood-tietokokonaisuutta, joka on poimittu kysymysvastausten (QA) alustalta, jossa käyttäjät keskustelevat kaupunkien asuinalueista. Tässä yhteydessä tekstikappaleissa mainitaan usein useita yhden tai useamman kaupunginosan näkökohtia. Tämä on ensimmäinen kerta, kun yleistä sosiaalisen median alustaa, tässä tapauksessa QA-alustaa, käytetään hienojakoiseen mielipiteiden louhintaan. Laadunvarmistusalustoilta tuleva teksti on paljon vähemmän rajoitettua kuin arvostelukohtaisilta alustoilta tuleva teksti, johon nykyiset tietokokonaisuudet perustuvat. Kehitämme useita vahvoja perustasoja, jotka perustuvat logistiseen regressioon ja uusimpiin rekursiivisiin neuroverkkoihin.

**Tulos**

SentiHood: Kohdennettu näkökulmapohjainen tunteiden analysointitietokanta kaupunkien naapurustoja varten.

**Esimerkki 2.2982**

Trilaterointiin perustuvasta paikannuksesta (TBL) on tullut nykyteknologian kulmakivi. Tässä tutkimuksessa muotoillaan huoli siitä, miten langattomat sensoriverkot voivat hyödyntää laskennallisia älykkäitä tekniikoita käyttäen sekä yhden että usean tavoitteen hiukkasparvioptimointia (PSO), jonka yleistavoitteena on minimoida samanaikaisesti paikannukseen tarvittava aika, minimoida paikannuksen aikana kulutettu energia ja maksimoida täysin paikannettujen solmujen määrä langattomien anturien lähetysetäisyyksien säätämisellä TBL-prosessia käytettäessä. Sovellettujen PSO-vaihtoehtojen parametritutkimus johtaa tuloksiin, jotka osoittavat jopa 32 prosentin algoritmisia parannuksia arvioiduissa tavoitteissa.

**Tulos**

HIUKKASPARVEN OPTIMOITU VIRRANKULUTUS TRILATEROINTI

**Esimerkki 2.2983**

Klusterointi on yksi perustavanlaatuisimmista ja tärkeimmistä tiedonlouhinnan tehtävistä. Perinteiset klusterointialgoritmit, kuten K-means, määrittävät jokaisen datapisteen täsmälleen yhteen klusteriin. Todellisissa tietokokonaisuuksissa klusterit voivat kuitenkin olla päällekkäisiä. Lisäksi usein on olemassa poikkeamia, joiden ei pitäisi kuulua mihinkään klusteriin. Ehdotimme hiljattain NEO-K-Means (Non-Exhaustive, Overlapping K-Means) -tavoitetta keinoksi käsitellä molempia ongelmia integroidusti. Tämän diskreetin tavoitteen optimointi on NP-vaikeaa, ja vaikka tavoitteelle on olemassa konveksinen relaksaatio, suoraviivainen konveksinen optimointi on liian kallista suurille tietokokonaisuuksille. Käytännöllinen vaihtoehto on käyttää ratkaisumatriisin matalan sijan faktorisointia konveksisessa muotoilussa. Tuloksena syntyvä optimointiongelma on ei-konveksaalinen, ja voimme optimoida kohdefunktiota paikallisesti käyttämällä lisätyn Lagrangen menetelmää. Tässä artikkelissa tarkastelemme kahta nopeaa kertojamenetelmää, joilla voidaan nopeuttaa lisätyn Lagrange-menetelmän konvergenssia: proksimaalista kertojamenetelmää ja vuorottelusuuntaista kertojamenetelmää (ADMM). Proksimaalisen lisätyn Lagrangen menetelmän tai proksimaalisen kertoimien menetelmän osalta osoitamme konvergenssituloksen ei-konveksaaliselle tapaukselle, jossa osaongelmat ovat rajoitettuja. Nämä menetelmät ovat jopa 13 kertaa nopeampia - ilman laadun muutosta - verrattuna tavalliseen lisätyn Lagrangen menetelmään yli 10 000 muuttujan ongelmissa, ja niiden suoritusaika laskee yli tunnista noin 5 minuuttiin.

**Tulos**

Nopeat monikerroinmenetelmät ei-tyhjentävän, päällekkäisen klusteroinnin optimoimiseksi

**Esimerkki 2.2984**

Optimaalinen todennäköisyyslähestymistapa vahvistusoppimisessa on laskennallisesti mahdoton toteuttaa. Sen yksinkertaistaminen siten, että todellisen ympäristön ja sen mallin, joka on arvioitu rajallisen havaintomäärän avulla, välinen ero jätetään huomiotta, aiheuttaa etsintä- vs. hyödyntämisongelman. Epävarmuus voidaan ilmaista todennäköisyysjakaumana ympäristömallien avaruudessa, ja tämä epävarmuus voidaan siirtää toiminta-arvofunktioon Bellmanin iteraatioiden avulla, jotka eivät kuitenkaan ole laskennallisesti riittävän tehokkaita. Tarkastelemme mahdollisuutta mitata toiminta-arvofunktion epävarmuutta suoraan ja analysoimme tämän helpotetun lähestymistavan riittävyyttä.

**Tulos**

Suora epävarmuuden arviointi vahvistusoppimisessa (Direct Uncertainty Estimation in Reinforcement Learning)

**Esimerkki 2.2985**

Akustisia sanojen upotuksia - kiinteäulotteisia vektorimuotoisia esityksiä vaihtelevan pituisista puhutuista sanasegmenteistä - on alettu harkita esimerkiksi puheentunnistuksessa ja esimerkkikyselyjen haussa. Tällaiset sulautukset voidaan oppia erottelevasti siten, että ne ovat samanlaisia samaa sanaa vastaaville puhesegmenteille ja erilaisia eri sanoja vastaaville segmenteille. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on havaittu, että akustiset sanojen upotukset voivat päihittää dynaamisen aikasärmäyksen esimerkkikyselyssä ja vastaavissa sanojen erottelutehtävissä. Upotusmallien ja koulutustapojen kirjo on kuitenkin vielä suhteellisen tutkimaton. Tässä artikkelissa esitellään uusia diskriminoivia upotusmalleja, jotka perustuvat rekursiivisiin neuroverkkoihin (RNN). Tarkastelemme aiemmissa töissä menestyksekkäästi käytettyjä koulutustappioita, erityisesti sanojen luokitteluun tarkoitettua ristikkäistä entropiahäviötä ja kontrastiivista häviötä, jonka tarkoituksena on nimenomaisesti erottaa samansanaiset ja erisanaiset sanaparit toisistaan "siamilaisen verkon" koulutusympäristössä. Huomaamme, että sekä luokittelupohjaiset että Siamese RNN:n upotukset parantavat aiemmin raportoituja tuloksia sanojen erottelutehtävässä, ja Siamese RNN:t ovat luokittelumalleja parempia. Lisäksi esitämme analyysejä opituista sulautuksista ja muuttujien, kuten ulottuvuuden ja verkon rakenteen, vaikutuksista.

**Tulos**

EROTTELEVAT AKUSTISET SANOJEN UPOTUKSET: REKURSIIVISIIN NEUROVERKKOIHIN PERUSTUVAT LÄHESTYMISTAVAT

**Esimerkki 2.2986**

Vahvistavan oppimisen algoritmien on käsiteltävä tilojen ja toimintojen eksponentiaalista kasvua, kun tutkitaan optimaalista ohjausta korkea-ulotteisissa tiloissa. Tämä tunnetaan nimellä ulottuvuuden kirous. Projisoimalla agentin tila matalaulotteiselle moninaisuudelle voimme esittää tilaavaruuden pienemmällä ja tehokkaammalla esityksellä. Käyttämällä tätä esitystä oppimisen aikana agentti voi konvergoitua hyvään politiikkaan paljon nopeammin. Testaamme tätä lähestymistapaa Mario Benchmarking Domain -alueella. Kun Mario-robotissa käytetään dimensioiden pienentämistä, oppiminen konvergoituu paljon nopeammin hyvään toimintatapaan. Konvergenssin ja suorituskyvyn välillä on kuitenkin kriittinen kompromissi. Kun projisoimme matalaulotteiseen moninaisuuteen, jätämme huomiotta tärkeitä tietoja. Tässä artikkelissa tutkimme tätä konvergenssin ja suorituskyvyn välistä kompromissia. Havaitsemme, että oppimalla vain neljässä ulottuvuudessa (9:n sijaan) voimme parantaa suorituskykyä verrattuna oppimiseen koko ulottuvuusavaruudessa nopeammalla konvergenssinopeudella.

**Tulos**

PCA:n käyttö tilatilojen tehokkaaseen esittämiseen

**Esimerkki 2.2987**

Tässä kuvatun lähestymistavan avulla voidaan käyttää epätarkan ja epävarman tiedon sumeaa objektikohtaista esittämistä. Tämä esitys on erittäin kiinnostava käytännössä, koska sen avulla voidaan toteuttaa luokitteluun perustuvaa päättelyä sumeaan semanttiseen verkkoon perustuvalla järjestelmällä. Esimerkiksi erottelu välttämättömien, mahdollisten ja käyttäjäluokkien välillä mahdollistaa sumeassa tietopohjassa mahdollisesti esiintyvien poikkeusten huomioon ottamisen ja helpottaa käyttäjän objektien integroimista tietopohjaan. Tämä lähestymistapa kuvaa koko kokeellisen tekoälyjärjestelmän arkkitehtuurin teoreettisia näkökohtia, jotka rakensimme tarjotaksemme tehokasta online-apua uusien teknisten järjestelmien käyttäjille: ymmärrystä siitä, "miten se toimii" ja "miten tehtävät suoritetaan" varsin luonnollisilla kielillä tehdyistä kyselyistä. Mallissamme proseduraalisia semanttisia verkkoja käytetään kuvaamaan "ihanteellisen" asiantuntijan tietämystä, kun taas sumeat joukot kuvaavat aloittelevien käyttäjien likimääräistä ja epävarmaa tietämystä sumeissa semanttisissa verkoissa, jotka yhdistävät kyselyn sumeat merkinnät "ihanteellisen" asiantuntijan luokkiin.

**Tulos**

Epävarma ja approksimatiivinen tiedon esittäminen luokittelun päättelyyn sumeisiin verkkoihin perustuvalla järjestelmällä.

**Esimerkki 2.2988**

Useille tiedonlouhintaongelmille on ominaista, että tiedot ovat erittäin laajoja. Yksi suosituimmista tavoista pienentää datan dimensiota on ominaisuuksien valinta eli relevanttien ja tarpeettomien ominaisuuksien osajoukon valitseminen. Hiljattain on ehdotettu kvadraattista ohjelmointia (Quadratic Programming Feature Selection, QPFS), jossa ominaisuuksien valintaongelma muotoillaan kvadraattiseksi ohjelmaksi. Sen on osoitettu olevan monia nykyisiä ominaisuuksien valintamenetelmiä parempi useissa sovelluksissa. Vaikka QPFS on monia nykyisiä lähestymistapoja parempi, QPFS:n ajoajan monimutkaisuus on kuutiomainen piirteiden lukumäärään nähden, mikä voi olla varsin laskennallisesti kallista jopa kohtalaisen suurille tietokokonaisuuksille. Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta menetelmää ominaisuuksien valintaan yhdistämällä k-means-klusterointi ja QPFS. Lähestymistapamme perusversiossa k-means-menetelmää käytetään vähentämään niiden piirteiden määrää, jotka on siirrettävä QPFS:lle. Tämän jälkeen kehitämme tätä ideaa siten, että tarkennamme piirreavaruutta asteittain hyvin karkeasta klusteroinnista hienojakoiseen klusterointiin lomittamalla QPFS:n ja k-means-klusteroinnin vaiheet toisiinsa. Jokainen QPFS:n vaihe auttaa tunnistamaan epäolennaisten piirteiden klusterit (jotka voidaan sitten heittää pois), kun taas jokainen k-means-menetelmän vaihe hienosäätää potentiaalisesti merkityksellisiä klustereita. Osoitamme, että klustereiden iteratiivinen tarkentaminen konvergoi taatusti. Annamme rajat k-means-algoritmiin liittyvien etäisyyslaskentojen määrälle. Lisäksi kukin QPFS-ajo on nyt kuutiomainen klustereiden lukumäärän suhteen, mikä voi olla paljon pienempi kuin ominaisuuksien todellinen lukumäärä. Kahdeksalla julkisesti saatavilla olevalla tietokokonaisuudella tehdyt kokeet osoittavat, että lähestymistapamme tuottaa huomattavia laskennallisia etuja (sekä ajallisesti että muistin osalta) verrattuna tavalliseen QPFS-menetelmään ja muihin uusimpiin ominaisuuksien valintamenetelmiin, ja samalla yleinen tarkkuus paranee.

**Tulos**

K-means-menetelmän integrointi kvadraattisen ohjelmoinnin ominaisuuksien valintaan

**Esimerkki 2.2989**

Hierarkkinen vahvistusoppiminen (Hierarchical Reinforcement Learning, HRL) hyödyntää ajallista abstraktiota ratkaistakseen suuria Markovin päätösprosesseja (MDP) ja tarjotakseen siirrettäviä osatehtäväkäytäntöjä. Tässä artikkelissa esitellään HRL-algoritmi, jossa ei ole politiikkaa: Hierarchical Q-value Iteration (HQI). Osoitamme, että on mahdollista oppia tehokkaasti rekursiivisia optimaalisia toimintatapoja mille tahansa alkuperäisen MDP:n kelvolliselle hierarkkiselle hajotukselle, kun on annettu kiinteä tietokokonaisuus, joka on kerätty tasaisesta stokastisesta käyttäytymispolitiikasta. Todistamme ensin muodollisesti algoritmin konvergenssin taulukkomuotoiselle MDP:lle. Sen jälkeen kokeilumme Taksi-alueella osoittavat, että HQI konvergoituu nopeammin kuin tasainen Q-arvo-iteraatio ja että sen tilojen abstrahointi on helppoa. Lisäksi osoitamme, että algoritmimme pystyy oppimaan optimaaliset toimintatavat eri hierarkkisille rakenteille samasta kiinteästä datajoukosta, mikä mahdollistaa mallien vertailun ilman datan keräämistä uudelleen.

**Tulos**

Algoritmit hierarkkiseen vahvistusoppimiseen eräajona

**Esimerkki 2.2990**

Esittelemme menetelmän monimutkaisten epälineaaristen järjestelmien dynamiikan oppimiseen, joka perustuu syviin generatiivisiin malleihin tilojen ja toimintojen ajallisissa segmenteissä. Toisin kuin dynamiikkamallit, jotka toimivat yksittäisten diskreettien aika-askeleiden yli, me opimme jakauman tulevista tilojen liikeradoista, jotka riippuvat aiemmista tiloista, aiemmista toiminnoista ja suunnitelluista tulevista toimintojen liikeradoista, sekä latentin ennakkoarvion toimintojen liikeradoista. Lähestymistapamme perustuu konvolutiivisiin autoregressiivisiin malleihin ja varioiviin autokoodereihin. Se tekee vakaita ja tarkkoja ennusteita pitkällä aikavälillä monimutkaisille, stokastisille järjestelmille, ilmaisee tehokkaasti epävarmuutta ja mallintaa törmäysten, aistihäiriöiden ja toimintojen viiveiden vaikutuksia. Opittua dynamiikkamallia ja toimintaennakkoa voidaan käyttää päästä päähän - täysin differentioituvaan liikeradan optimointiin ja mallipohjaiseen toimintatapojen optimointiin, jota käytämme menetelmämme suorituskyvyn ja otostehokkuuden arviointiin.

**Tulos**

Ennustaminen ja ohjaus ajallisten segmenttimallien avulla

**Esimerkki 2.2991**

Suunnittelu on tunnetusti vaikea laskennallinen ongelma, joka on erittäin monimutkainen pahimmassa tapauksessa. Tutkijat ovat panostaneet merkittävästi heuristiikkojen tai rajoitusten kehittämiseen, jotta suunnittelu olisi käytännössä mahdollista. Tapauskohtainen suunnittelu on heuristinen lähestymistapa, jossa pyritään käyttämään uudelleen aiempaa kokemusta samankaltaisten ongelmien ratkaisemisesta, jotta vältyttäisiin joiltakin suunnitteluponnisteluilta. Suunnitelman uudelleenkäyttö voi tarjota mielenkiintoisen vaihtoehdon suunnitelman tuottamiselle joissakin tilanteissa. Esitämme teoreettisia tuloksia, jotka tunnistavat tilanteet, joissa suunnitelman uudelleenkäyttö on todistettavasti toteutettavissa. Suoritamme analyysimme parametrisoidun kompleksisuuden puitteissa, joka tukee tiukkaa pahimman tapauksen kompleksisuusanalyysia, jossa otetaan huomioon syötteen rakenteelliset ominaisuudet parametrien avulla. Parametrisoidun kompleksisuuden keskeinen käsite on kiinteäparametrinen käsiteltävyys, joka laajentaa klassista polynomiaikaisen käsiteltävyyden käsitettä hyödyntämällä ongelman syötteen rakenteellisten ominaisuuksien vaikutusta. Piirretään yksityiskohtainen kartta parametrisoidun monimutkaisuuden maisemasta useille ongelmavaihtoehdoille, joita esiintyy tapauskohtaisen suunnittelun yhteydessä. Tarkastelemme erityisesti olemassa olevan suunnitelman uudelleenkäytön ongelmaa asettamalla erilaisia rajoituksia parametrien suhteen, kuten niiden vaiheiden määrä, jotka voidaan lisätä olemassa olevaan suunnitelmaan, jotta se muuttuisi käsillä olevan suunnittelutapauksen ratkaisuksi.

**Tulos**

Parametrisoidun monimutkaisuuden tulokset suunnitelman uudelleenkäyttöä varten

**Esimerkki 2.2992**

Lukuisat koneoppimisalgoritmit sisältävät ytimeltään pareittaisia tilastollisia ongelmia - eli tehtäviä, jotka vaativat naiivisti toteutettuna laskutoimituksia kaikkien syöttöpisteparien yli. Näiden ongelmien tehokkaaseen ratkaisemiseen käytetään usein puurakenteita. Kaksoispuualgoritmeilla voidaan tehokkaasti ratkaista tai approksimoida monia näistä ongelmista. Peitepuiden avulla joillekin näistä algoritmeista on todistettu tiukat pahimman tapauksen suoritusaikatakuut. Tässä artikkelissa esitämme ongelmasta riippumattoman suoritusaikatakuun mille tahansa kaksoispuualgoritmille, joka käyttää peitepuuta, erottamalla ongelmasta riippuvat ja ongelmasta riippumattomat osat. Tämän ansiosta voimme vain liittää ongelmasta riippuvaisten elementtien rajat ja saada ajoitustakuun minkä tahansa pareittaisen tilastollisen ongelman kaksoispuualgoritmeille ilman, että koko todistusta tarvitsee johtaa uudelleen. Demonstraamme tätä plug-and-play-menettelyä lähimmän naapurin etsinnälle ja likimääräiselle ytimen tiheyden estimoinnille parempien suoritusaikatakuiden saamiseksi. Esitämme myös ensimmäisen lineaarisen ajoitustakuun kaksipuupohjaiselle etäisyyshaulle lievillä oletuksilla.

**Tulos**

Plug-and-play-kaksoispuualgoritmin suoritusaikaan perustuva analyysi

**Esimerkki 2.2993**

Ehdotamme approksimaatiomenetelmää singulaariarvojen kynnysarvojen määrittämiseksi käyttäen Chebyshevin polynomin approksimaatiota (CPA). Monet signaalinkäsittelyongelmat edellyttävät singulaariarvojen hajotuksen (SVD) iteratiivista soveltamista tietyn datamatriisin sijan minimoimiseksi muiden kustannusfunktioiden ja/tai rajoitusten kanssa, mitä kutsutaan matriisin sijan minimoinniksi. Matriisien sijaluvun minimoinnissa matriisin singulaariarvot kutistetaan kovalla kynnyksellä, pehmeällä kynnyksellä tai painotetulla pehmeällä kynnyksellä. SVD:n laskentakustannukset ovat kuitenkin yleensä liian korkeat, jotta sillä voitaisiin käsitellä korkea-ulotteisia signaaleja, kuten kuvia, joten tässä tapauksessa matriisien sijaluvun minimointi vaatii valtavasti laskenta-aikaa. Tässä artikkelissa hyödynnämme CPA:ta singulaariarvojen (likimääräiseen) käsittelyyn ilman singulaariarvojen ja -vektoreiden laskemista. Singulaariarvojen kynnysarvo ilmaistaan tiettyjen matriisien kertolaskulla, joka on johdettu CPA:n ominaisuudesta. Kertolasku lasketaan myös tehokkaasti käyttämällä signaalien harvinaisuutta. Tämän seurauksena laskentakustannukset pienenevät merkittävästi. Kokeelliset tulokset viittaavat menetelmämme tehokkuuteen useiden kuvankäsittelysovellusten avulla, jotka perustuvat matriisien sijaluvun minimointiin ydinnormin relaksaatiolla laskenta-ajan ja approksimointitarkkuuden suhteen.

**Tulos**

Nopea singulaariarvojen kutistaminen Chebyshev-polynomin approksimaatiolla signaalin harvinaisuuteen perustuen

**Esimerkki 2.2994**

Kohteiden paikallistamisen oppiminen minimaalisella valvonnalla on tärkeä ongelma tietokonenäköalalla, koska suurten, täysin kommentoitujen tietokokonaisuuksien hankkiminen on erittäin kallista. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta menetelmää, jolla tämä tavoite saavutetaan vain kuvatason merkinnöillä siitä, ovatko kohteet läsnä vai eivät. Lähestymistapamme yhdistää diskriminoivan submodulaarisen peittämisongelman positiivisten objekti-ikkunoiden joukon automaattiseen löytämiseen ja tasoitetun latentin SVM-formuloinnin. Jälkimmäisen avulla voimme hyödyntää tehokkaita quasiNewtonin optimointitekniikoita. Kokeemme osoittavat, että ehdotettu lähestymistapa parantaa keskimääräistä keskimääräistä tarkkuutta 50 % suhteellisesti verrattuna nykyiseen PASCAL VOC 2007 -menetelmään.

**Tulos**

Kohteiden paikallistamisen oppimisesta minimaalisella valvonnalla

**Esimerkki 2.2995**

Kokeilemalla kreikkalaisen uutisportaalin 1,6 miljoonan käyttäjän kommentteja sisältävällä uudella tietokokonaisuudella ja englanninkielisen Wikipedian kommentteja sisältävillä tietokokonaisuuksilla osoitamme, että RNN päihittää moderoinnissa aiemmat tekniikan nykytason ratkaisut. Syvä, luokittelukohtainen huomiomekanismi parantaa RNN:n kokonaissuorituskykyä entisestään. Vertailemme myös CNN:ää ja sanaluettelon perustasoa sekä täysin automaattisen että puoliautomaattisen moderoinnin osalta.

**Tulos**

Syväoppiminen käyttäjien kommenttien moderoinnissa

**Esimerkki 2.2996**

Tutkimme autokoodereihin kohdistuvia hyökkäyksiä. Ehdotamme menettelyä, joka vääristää tulokuvan ja johtaa autokooderia harhaan täysin erilaisen kohdekuvan rekonstruoimiseksi. Hyökkäämme sisäisten latenttien representaatioiden kimppuun ja pyrimme saamaan vastakkaisen syötteen tuottamaan mahdollisimman samanlaisen sisäisen representaation kuin kohdekooderin. Huomaamme, että autokooderit ovat paljon kestävämpiä hyökkäykselle kuin luokittelijat: vaikka joissakin esimerkeissä syötteen vääristymä on siedettävän pieni ja se on kohtuullisen samankaltainen kohdekuvan kanssa, näiden tavoitteiden välillä vallitsee lähes lineaarinen kompromissi. Raportoimme tuloksia MNIST- ja SVHN-tietokannoista ja testasimme myös tavallisia deterministisiä autokoodereita, ja päädyimme samanlaisiin johtopäätöksiin kaikissa tapauksissa. Lopuksi osoitamme, että vaikka luokittelijoiden tavanomainen vastahyökkäys on paljon helpompi, se on myös suorassa suhteessa syötteen vääristymisen ja tuotoksen harhaanjohtamisen välillä. Tämä suhteellisuus on kuitenkin piilotettu ulostulon normalisoinnilla, joka kuvaa lineaarisen kerroksen epälineaarisiksi todennäköisyyksiksi.

**Tulos**

Adversarial Images for Variational Autoencoders (vastakohtaiset kuvat muunnelma-autokooderit)

**Esimerkki 2.2997**

Tässä artikkelissa esittelemme heuristisen operaattorin, jonka tavoitteena on optimoida samanaikaisesti kaikkien reunojen suunnat interme diatissa Bayesin verkkorakenteessa hakuprosessin aikana. Tämä tapahtuu vuorottelemalla suunnattujen asyklisten graafien (DAG) ja luurankojen avaruuden välillä. Särmien suunnat perustuvat pisteytysfunktioon eikä indusoituihin ehdollisiin riippumattomuuksiin. Tätä operaattoria voidaan käyttää laajennuksena yleisesti käytettyihin hakustrategioihin. Sitä arvioidaan kokeissa, joissa käytetään keinotekoista ja todellista dataa.

**Tulos**

Luurankojen käytöstä Bayes-verkkojen oppimisessa

**Esimerkki 2.2998**

Harjoitusjoukon virheellisen luokitteluvirheen minimoimisen tavoite on usein vain yksi monista todellisista tavoitteista, jotka voidaan määritellä eri tietokokonaisuuksille. Voidaan esimerkiksi vaatia, että luokittimen on myös tehtävä positiivisia ennusteita tietyllä prosenttimäärällä jonkin osajoukon osalta (oikeudenmukaisuus) tai saavutettava tietty empiirinen palautusprosentti. Muita reaalimaailman tavoitteita ovat esimerkiksi vaihtuvuuden vähentäminen suhteessa aiemmin käytettyyn malliin tai verkkokoulutuksen vakauttaminen. Tässä artikkelissa ehdotamme useiden tavoitteiden käsittelyä useilla tietokokonaisuuksilla kouluttamalla tietokokonaisuusrajoitusten avulla, käyttämällä ramppirangaistusta kustannusten tarkkaan kvantifioimiseen, ja esitämme tehokkaan algoritmin, jolla voidaan likimääräisesti optimoida tuloksena oleva ei-konveksaalinen rajoitettu optimointiongelma. Kokeet sekä vertailutietokannoilla että reaalimaailman teollisuustietokannoilla osoittavat lähestymistapamme tehokkuuden.

**Tulos**

Reaalimaailman tavoitteiden täyttäminen tietokokonaisuuden rajoitusten avulla

**Esimerkki 2.2999**

On yleisesti tiedossa, että haittaohjelmat kehittyvät jatkuvasti välttääkseen havaitsemisen, ja tämä aiheuttaa sen, että koko haittaohjelmapopulaatio ei ole pysyvää. Tämän tosiasian vastaisesti aiemmissa koneoppimiseen perustuvissa Android-haittaohjelmien havaitsemista koskevissa töissä on oletettu, että havaittujen haittaohjelmien ominaisuuksien (eli piirteiden) jakauma ei muutu ajan myötä. Tässä työssä käsittelemme haittaohjelmapopulaation ajautumisen ongelmaa ja ehdotamme uudenlaista koneoppimiseen perustuvaa online-pohjaista kehystä nimeltä DroidOL, jolla se voidaan käsitellä ja havaita haittaohjelmia tehokkaasti. Tarkan havaitsemisen mahdollistamiseksi tietoturvan kannalta arkaluonteiset käyttäytymismallit kerätään sovelluksista proseduurien välisten kontrollivirran osa-graafien ominaisuuksien muodossa käyttäen uusinta graafiydintä. Skaalautuvan havaitsemisen toteuttamiseksi ja haittaohjelmapopulaatiossa tapahtuvaan ajelehtimiseen ja kehitykseen sopeutumiseksi käytetään passiivisaggressiivista online-luokittelijaa. Laajamittaisessa vertailevassa analyysissä, jossa käytettiin yli 87 000 sovellusta, DroidOL saavutti 84,29 prosentin tarkkuuden, joka oli yli 20 prosenttia parempi kuin kahdella uusimmalla haittaohjelmatekniikalla niiden tyypillisessä eräoppimisympäristössä ja yli 3 prosenttia, kun niitä koulutetaan jatkuvasti uudelleen. Kokeelliset tulokset osoittavat vahvasti, että verkko-oppimiseen perustuvat lähestymistavat soveltuvat erinomaisesti haittaohjelmien havaitsemiseen todellisessa maailmassa. keywords - Online Learning, Graph Kernels, Malware Detection.

**Tulos**

Mukautuva ja skaalautuva Android-haittaohjelmien havaitseminen verkko-oppimisen avulla

**Tehtävä numero 3**

Tässä tehtävässä sinulle annetaan kappale, ja tehtäväsi on luoda pilkulla erotettuja kokonaisuuksia, jotka esiintyvät kyseisessä kappaleessa. Generoi annetusta kappaleesta entiteetit siten, että (i) ne esiintyvät kappaleessa, (ii) ne eivät ole päällekkäisiä, (iii) niiden tila muuttui prosessin aikana. Vältä luomasta entiteettejä, jotka (i) eivät esiinny prosessin kappaleessa ja (ii) eivät ole merkittäviä.

**Esimerkki 3.0**

Kemialliset reaktiot hajottavat kiviä yhteen pitäviä sidoksia. Kivet hajoavat. Ne muodostavat yhä pienempiä kappaleita. Hapettuminen tapahtuu, kun happi yhdistyy kivien muiden alkuaineiden kanssa. Ne muodostavat uudenlaisia kiviä. Uusi aine on pehmeämpää. Karbonatisoituminen tapahtuu, kun hiilidioksidi reagoi tiettyjen kivilajien kanssa. Muodostuu liuos, jonka vesi voi helposti kuljettaa pois.

**Tulos**

kivet ; pienemmät kappaleet ,happi ,uudet kivilajit ; uusi aine ; tietyt kivilajit

**Esimerkki 3.1**

Vesi haihtuu maasta. Haihtunut vesi tiivistyy vesipisaroiksi. Vesipisarat putoavat takaisin maahan. Vesi kerääntyy maahan. Vesi kerääntyy vesistöihin. Vesi imeytyy maahan.

**Tulos**

vesi ,haihtunut vesi ,vesipisarat

**Esimerkki 3.2**

Polttoaine tuottaa lämpöä. Vesi keitetään höyryksi. Höyry pyörittää turbiinia. Generaattori käynnistyy. Tuottaa sähköä. Sähkö siirtyy muuntajiin. Tuottaa oikean jännitteen.

**Tulos**

polttoaine ,lämpö ,vesi ,höyry ,turbiini ,generaattori ,sähkö ,jännite

**Esimerkki 3.3**

Haihtumisen aikana aurinko lämmittää jokien, järvien tai valtamerten vettä ja muuttaa sen höyryksi tai höyryksi. Vesihöyry tai höyry poistuu joesta, järvestä tai merestä ilmaan. Ilmassa oleva vesihöyry kylmenee ja muuttuu takaisin nesteeksi muodostaen pilviä, mitä kutsutaan tiivistymiseksi. Sadetta syntyy, kun vettä on tiivistynyt niin paljon, että ilma ei enää pysty pitämään sitä sisällään. Vesi putoaa takaisin maahan sateen, rakeita, räntää tai lunta. Kun vesi päätyy maalle, se joko imeytyy maahan ja muuttuu osaksi "pohjavettä", jota eläimet tai kasvit voivat juoda. Se voi myös valua valtameriin, järviin tai jokiin, joissa kiertokulku alkaa uudelleen.

**Tulos**

vesi ,höyry; höyry; vesihöyry ,pilvet ,sade ,raekuuro ,rakeita ,räntää ,lunta

**Esimerkki 3.4**

Paine tapahtuu maan alla. Maanalaiset mannerlaatat vetävät ja venyvät. Maankuoreen muodostuu pieniä halkeamia. Tektoniset laatat työntyvät voimakkaasti toisiaan vasten. Jotkin maankuoren osat liikkuvat korkealla maanpinnan yläpuolella.

**Tulos**

paine ,mannerlaatat ,halkeamat ,maankuori ,maankuori

**Esimerkki 3.5**

Vesi altistuu lämpöenergialle, kuten auringonvalolle. Veden lämpötila nousee yli 212 celsiusasteen. Lämpö hajottaa veden molekyylit. Nämä molekyylit poistuvat vedestä. Vesi muuttuu höyryksi. Höyry haihtuu ilmakehään.

**Tulos**

vesi ,auringonvalo ,molekyylit ,höyry

**Esimerkki 3.6**

Hengitä sisään. Pallea ja muut lihakset laajenevat, jotta keuhkot täyttyvät. Ilma virtaa keuhkojen kapeisiin keuhkoputkiin. Keuhkoputkista keuhkorakkuloihin. Happi pääsee verenkiertoon. Vaihdetaan verenkierrossa olevan hiilidioksidin kanssa. Hiilidioksidi kulkeutuu keuhkorakkuloiden kautta. Kapeiden keuhkoputkien kautta. Keuhkoihin. Hiilidioksidi uloshengitetään ulos kehosta.

**Tulos**

ilma ,happi ,hiilidioksidi

**Esimerkki 3.7**

Tähdet polttavat massaa. Tähti palaa, kunnes polttoaine loppuu. Tähti ei enää pysty kantamaan painoaan. Vetykerrokset painavat ydintä alaspäin. Ydin pienenee ja pienenee paineen alla. Paine aiheuttaa painovoiman voimistumisen. Painovoimasta tulee niin voimakas, että mikään ei pääse sitä pakoon. Kaikki, mikä pääsee lähelle sitä, vetäytyy sen vetovoiman vaikutuksesta sinne. Valo vedetään siihen. Valo ei voi paeta.

**Tulos**

Massa ,Polttoaine ,Painovoima

**Esimerkki 3.8**

MRNA valmistetaan proteiinisynteesin ensimmäisen vaiheen eli transkription aikana. DNA:n geneettinen informaatio eli salainen koodi kirjoitetaan mRNA-juosteeseen. Transkriptio tapahtuu ytimessä. Seuraavaa vaihetta proteiinin valmistuksessa kutsutaan translaatioksi. MRNA kiinnittyy ribosomiin. Lue lisää osoitteessa: http://www.ducksters.com/science/biology/proteins\_and\_amino\_acids.php Tämä teksti on Copyright Ducksters. Älä käytä ilman lupaa. Ribosomi selvittää, mistä aloittaa mRNA:n kääntäminen löytämällä erityisen kolmikirjaimisen "alku"-sekvenssin, jota kutsutaan koodoniksi. Tämän jälkeen ribosomi liikkuu mRNA-juostetta pitkin. Kun ribosomi näkee "stop"-koodonin, se lopettaa kääntämisen ja proteiini on valmis.

**Tulos**

MRNA ,DNA:n geneettinen informaatio ,proteiini ,mRNA ,ribosomi

**Esimerkki 3.9**

Kerää kakun ainekset. Sekoita jauhot, sokeri, muna ja vesi taikinaksi. Kaada seos kakkuvuokaan. Laita kakku uuniin kypsymään. Ota kakku pois, kun se on kypsynyt kypsäksi. Anna kakun jäähtyä. Tarjoile kakku.

**Tulos**

jauhot ,sokeri ,muna ,vesi ,taikina ,kakku

**Esimerkki 3.10**

Mäntä lähtee liikkeelle ylhäältä, imuventtiili aukeaa, ja mäntä liikkuu alaspäin, jolloin moottori saa sylinterin täyteen ilmaa ja bensiiniä. Sitten mäntä liikkuu takaisin ylöspäin puristaakseen tämän polttoaineen ja ilman seoksen. Puristaminen tekee räjähdyksestä voimakkaamman. Kun mäntä saavuttaa iskunsa huipun, sytytystulppa sytyttää kipinän sytyttääkseen bensiinin. Sylinterissä oleva bensiinipanos räjähtää, jolloin mäntä painuu alaspäin. Kun mäntä saavuttaa iskunsa loppupään, pakoventtiili aukeaa ja pakokaasu poistuu sylinteristä pakoputkeen.

**Tulos**

mäntä ,ilma ,bensiini ,kipinä ,räjähdys ,pakokaasu

**Esimerkki 3.11**

Kasvi tai eläin kuolee vesipitoisessa ympäristössä. Hautautuu mutaan ja liejuun. Pehmeät kudokset hajoavat nopeasti jättäen jälkeensä kovat luut tai kuoret. Ajan myötä sedimentti kerääntyy päälle ja kovettuu kiveksi. Kun luu hajoaa, mineraali imeytyy sen tilalle. Syntyy fossiileja.

**Tulos**

kasvi; eläin ,pehmytkudokset ,luut ,mineraali ,fossiilit

**Esimerkki 3.12**

Ihmiskeho hengittää sisäänpäin. Ilma kulkeutuu keuhkoihin. Ilma pääsee keuhkorakkuloihin, keuhkojen pienimpiin ilmapusseihin. Keuhkorakkuloissa ilma kulkeutuu vereen pienissä kapillaareissa. Ilman kaasumainen happi liukenee kapillaariveriin. Liuenneen hapen keräävät punasolut. Punasolut sitovat happea hemi-nimisen proteiinin avulla. Punasolut kiertävät elimistössä ja pääsevät eri kudoksiin. Pienissä kapillaareissa hemi vapauttaa happea. Happi pääsee sitten kudoksen sisällä oleviin soluihin.

**Tulos**

ilma ,happi ,punasolut

**Esimerkki 3.13**

Kemialliset reaktiot akussa aiheuttavat elektronien kertymisen anodille. Tämän seurauksena anodin ja katodin välille syntyy sähköero. Elektronit haluavat järjestäytyä uudelleen päästäkseen eroon tästä erosta. Elektronit siirtyvät katodille. Syntyy sähköä.

**Tulos**

sähkö ,elektronit anodilla ,elektronit katodilla

**Esimerkki 3.14**

Kasvi kuolee. Kasvin jäännökset hautautuvat hyvin nopeasti sedimenttiin. Kasvin pehmeät osat mätänevät. Kasvin kovat osat korvautuvat mineraaleilla. Sedimentti muuttuu kiveksi. Kallio rapautuu. Fossiili ilmestyy maan pinnalle.

**Tulos**

kasvi ,kasvin pehmeät osat ,kasvin kovat osat ,mineraalit ,sedimentti ,kivi ,fossiili

**Esimerkki 3.15**

Hiiltä poltetaan uunissa. Syntyvä lämpöenergia käytetään veden lämmittämiseen. Lämmitetty vesi muuttuu höyryksi. Höyry pyörittää generaattoria. Näin tuotetaan sähköä.

**Tulos**

hiili ,lämpöenergia ,vesi ,höyry ,sähkö ,sähkö

**Esimerkki 3.16**

Ilma sisältää näkymätöntä kosteutta, jota kutsutaan vesihöyryksi. Ylimääräinen vesihöyry tiivistyy vedeksi vesipisaroiden muodossa. Vesipisarat nousevat pilviin. Pilvistä tulee vesipisaroiden painamia. Kun pilvi on kyllästynyt. Sataa.

**Tulos**

vesihöyry ,vesipisarat ,pilvi ,sade

**Esimerkki 3.17**

Taskulamppuun laitetaan paristot. Taskulamppu sytytetään. Kaksi kosketusnauhaa koskettaa toisiaan. Paristojen ja lampun välille syntyy virtapiiri. Taskulampun lamppu alkaa hehkua. Taskulampun heijastin suuntaa lampun säteen. Syntyy suora valonsäde. Taskulamppu sammutetaan. Virtapiiri on katkaistu. Säde ei enää näy.

**Tulos**

paristot ,taskulamppu ,lamppu ,suora valonsäde ; säde ,virtapiiri

**Esimerkki 3.18**

Polttoainelähteen on tuotettava lämpöä. Lämpöä käytetään höyryn tuottamiseen. Höyryä käytetään turbiinien käyttövoimana. Turbiinit toimivat yhdessä magneettien kanssa sähkön tuottamiseksi. Sähkö tai liikkuvat elektronit kulkevat sitten johtojen läpi. Johdot kuljettavat elektroneja koteihin ja yrityksiin etäältä.

**Tulos**

Polttoainelähde ,Lämpö ,Höyry ,Sähkö

**Esimerkki 3.19**

Virus löytää eläinsolun. Virus kiinnittyy solun pintaan. Solu nielee viruksen. Viruksen RNA vapautuu soluun. Solu lukee erehdyksessä viruksen RNA:ta oman RNA:nsa sijasta. Solu luo uusia viruksia. Eläinsolu vapauttaa uudet virukset. Uudet virukset voivat tartuttaa lisää soluja.

**Tulos**

virus ,virus' rna ,uudet virukset

**Esimerkki 3.20**

Hiili ladataan tulipesään. Kattila tuottaa höyryä korkeassa paineessa. Kattilassa tuotettu höyry virtaa sylinteriin. Aivan pyörien edessä työntää tiiviisti istuvaa mäntää, mäntää. Mäntä on kytketty yhteen tai useampaan veturin pyörään eräänlaisen käsivarsi-olkapää-olkapää-nivelen kautta, jota kutsutaan kampiakseliksi ja yhdystangoksi. Kun mäntä työntää, kampi ja yhdystanko pyörittävät veturin pyöriä ja saavat junan kulkemaan eteenpäin. Poistoventtiili aukeaa, ja mäntä työntää höyryn takaisin sylinterin läpi ja ulos veturin savupiippua pitkin.

**Tulos**

hiili ,höyry

**Esimerkki 3.21**

Kasvi tai eläin kuolee mutaan tai maaperään. Jäljelle jäävät vain luut. Ajan myötä luut peittyvät sedimenttiin. Sedimentistä tulee kiveä. Kivestä tulee fossiili.

**Tulos**

kasvi tai eläin ,luut ,sedimentti ,kiviaines ,fossiili

**Esimerkki 3.22**

Vesi virtaa alaspäin painovoiman ansiosta. Tulee patoon suurella paineella. Liikkuva vesi pyörittää voimalaitoksen turbiineja. Turbiinit pyörittävät generaattoreita. Generaattorit pyörivät ja tuottavat sähköä. Vesi poistuu padon pohjalta.

**Tulos**

vesi ,vesi ,turbiinit ,generaattorit ,sähkö

**Esimerkki 3.23**

Esineet kerätään. Esineet lajitellaan. Roskat poistetaan kaikesta muusta. Ne menevät kaatopaikalle. Esineet menevät paalauskoneeseen kutakin materiaalilajia varten. Ne tulevat ulos paaleina. Paalit lähetetään valmistajille, jotka valmistavat niistä tuotteita.

**Tulos**

tuotteet ,roskat ,paalit ,tuotteet

**Esimerkki 3.24**

Pilvissä olevasta vedestä tulee hyvin kylmää. Kylmä vesi muodostaa jääkiteitä. Jääkiteet kasvavat imemällä ympäröiviä vesipisaroita. Ne muodostavat lumihiutaleita. Lumihiutaleet putoavat maahan.

**Tulos**

vesi ,jääkiteet ,lumihiutaleet ,lumihiutaleet

**Esimerkki 3.25**

Kasvi kuolee ja kuihtuu. Kuollut kasvi alkaa vetää puoleensa mikrobeja. Mikrobit hajottavat materiaalin. Muodot hajoavat. Syntynyt materiaali häviää. Kasvi muuttuu yhdeksi maaperän kanssa.

**Tulos**

kasvi ; materiaali ,mikrobit

**Esimerkki 3.26**

Maahan istutettu siemen tai siemenet. Siemenestä tulee taimi ja se kasvaa veden avulla. Aurinko. Taimesta kasvaa täysikasvuinen kasvi. Siitä tulee kukka.

**Tulos**

siemen ; siemenet ,taimi ,kypsä kasvi ,kukka

**Esimerkki 3.27**

Vesihöyry on lämpimässä ilmassa. Lämmin ilma jäähtyy. Lämmin ilma laajenee. Ilmassa oleva vesihöyry tiivistyy. Vesihöyry muodostaa vesipisaroita tai jääkiteitä.

**Tulos**

vesihöyry ,vesipisarat; jääkiteet

**Esimerkki 3.28**

Ensin kaivetaan kokonainen. Kuoppaan laitetaan kurpitsansiemen. Siemenen päälle laitetaan multaa. Kastelet siemenen. Siemen itää. Siitä kasvaa köynnös. Köynnös kukkii. Kukkien kohdalle ilmestyy kurpitsoja.

**Tulos**

kurpitsansiemen ,viiniköynnös ,kukka

**Esimerkki 3.29**

Ruoka kulkeutuu suuhun. Ruoka sekoittuu sylkeen. Ruoka niellään. Mahalaukun entsyymit hajottavat ruoan. Ruoka siirtyy ohutsuoleen. Haimasta peräisin olevat hormonit siirtyvät ohutsuoleen. Hormonit luovat ruoasta veressä olevan sokerin määrän. Veressä oleva sokeri kulkeutuu elimistöön. Sokerista saadaan energiaa lihaksille.

**Tulos**

ruoka ,pilkottu ruoka ,sokeri ,energia

**Esimerkki 3.30**

Öljynporauslautta porautuu maaperään, jossa on öljyä. Reikään asetetaan putki. Putkeen lisätään pumppu. Öljy pumpataan ulos. Öljy sijoitetaan tynnyreihin. Tynnyrit lastataan kuorma-autoihin. Rekat menevät jalostamoon. Raakaöljy jalostetaan moottoriöljyksi. Moottoriöljy pullotetaan. Toimitetaan huoltoasemille.

**Tulos**

öljy ; raakaöljy ,moottoriöljy

**Esimerkki 3.31**

Hiili jauhetaan erittäin hienoksi jauheeksi. Hiilijauhe sekoitetaan kuumaan ilmaan ja puhalletaan kattilan tulipesään. Kattilan sisällä olevien putkien kautta pumpattu vesi muuttuu höyryksi lämmön vaikutuksesta. Jättimäisiä siipiä vasten työntävän höyryn paine kääntää turbiinin akselia. Turbiinin akseli on yhdistetty generaattorin akseliin. Generaattorin sisällä olevat magneetit pyörivät lankakelojen sisällä tuottaen sähköä.

**Tulos**

hiilijauhe ,vesi ,höyry ,turbiinin akseli ,magneetit ,sähköenergia

**Esimerkki 3.32**

Maksa ottaa verta muualta elimistöstä. Maksa käyttää entsyymejä veren puhdistamiseen. Puhdistettu veri poistuu. Maksa muodostaa suodatetuista aineista sapen. Maksa ottaa energiaa ja varastoi sen glykogeeniksi. Sappi lähetetään suolistoon.

**Tulos**

veri ,puhdistettu veri ,erät suodatetaan ,sappi ,energia ,glykogeeni

**Esimerkki 3.33**

Laita vettä jääkuutioastiaan. Laita jääpalalevy pakastimeen. Odota 5-6 tuntia. Ota jääpalalevy pois pakastimesta. Taivuta lokeroa hieman, jotta saat jääkuutiot ulos ja juomaan.

**Tulos**

vesi ,jääkuutioalusta ,jääkuutiot ,jääkuutiot

**Esimerkki 3.34**

Kukkivassa kasvissa on heteet ja pistooli. Hyönteinen tai lintu laskeutuu kasviin. Osa siitepölystä tarttuu siihen. Hyönteinen tai lintu siirtyy toiseen saman lajin kasviin. Siitepöly siirtyy uuteen kasviin.

**Tulos**

heteet ja siittiöitä ,siitepöly

**Esimerkki 3.35**

Ilma nousee. Nouseva ilma jäähtyy. Muodostuu vesihöyryä. Vesihöyry tiivistyy. Muodostuu pilviä.

**Tulos**

ilma ; nouseva ilma ,vesihöyry ,pilvet

**Esimerkki 3.36**

Aurinkopaneelit koostuvat kahdesta piityypistä. Aurinko paistaa aurinkopaneeleihin. Auringonvalo menee aurinkopaneelin yläosaan. Auringonvalo kulkeutuu aurinkopaneelin alaosaan. Kahden puoliskon välistä "hyppyä" voidaan käyttää tasavirran tuottamiseen. Aurinkoenergian "invertteri" muuttaa tasavirran vaihtovirraksi. Vaihtovirtaa voidaan käyttää kodin laitteisiin.

**Tulos**

auringonvalo ,tasavirta ,vaihtovirta

**Esimerkki 3.37**

Rakenna satelliitti. Kiinnitä raketti. Lisää rakettipolttoainetta. Laukaise raketti. Satelliitti nousee kiertoradalle.

**Tulos**

satelliitti ,raketti ,rakettipolttoaine

**Esimerkki 3.38**

Siittiöt kohtaavat munasolun naisen kohdussa. Siittiöt istuttavat itsensä munasoluun. Siittiöt ja munasolu muodostavat kohdun seinämään zygootin. Sikiö kasvaa ja kehittyy. Nainen synnyttää vauvan. Vanhemmat kasvattavat vauvan, kunnes se pystyy huolehtimaan itsestään. Henkilö lähtee maailmalle ja löytää työpaikan. Henkilö tapaa muita ihmisiä ja elää elämää. Henkilö saa uran ja menee naimisiin. Henkilö jää eläkkeelle ja lopulta kuolee.

**Tulos**

sperma ,munasolu ,zygootti ,sikiö ,vauva ,ihminen ,muut ihmiset

**Esimerkki 3.39**

Provaiheessa kromosomit tulevat näkyviin. Sentriolit erkanevat ja siirtyvät vastakkaisille navoille. Metafaasi, kromosomit asettuvat riviin keskelle. Anafaasi, kromatidit erkanevat toisistaan. Vedetään erilleen. Telofaasi, kromosomit kerääntyvät vastakkaisiin napoihin. Kaksi uutta ydinkalvoa muodostuu. Solukalvot puristuvat yhteen. Jakautuvat kahdeksi yksittäiseksi soluksi.

**Tulos**

kromosomi ,sentrioli ,karan kuitu ,kromatidi ,ydinkalvo

**Esimerkki 3.40**

Magma jäähtyy kuoren sisällä. Magma kiteytyy. Laava jäähtyy pinnalla. Laava kiteytyy. Veteen liuenneet mineraalit kiteytyvät.

**Tulos**

magma ,laava ,mineraalit

**Esimerkki 3.41**

Hanki jääpalalevy. Poista kaikki lokerossa olevat jääkuutiot. Täytä lokero kylmällä vedellä. Varmista, että lokero on täytetty tasaisesti sopivalle tasolle. Avaa pakastin. Aseta tarjotin pakastimeen. Sulje pakastimen ovi. Odota.

**Tulos**

jääpalalevy ; jääpalalevy ,jääkuutiot ,kylmä vesi

**Esimerkki 3.42**

Eliö kuolee. Jäänteisiin tihkuu vettä. Veteen liuenneet mineraalit muodostavat kiteitä. Kiteytyneet mineraalit saavat jäänteet kovettumaan. Mineraalit muodostavat fossiilin.

**Tulos**

organismi ,kiteet; kiteytyneet mineraalit; mineraalit ,fossiili

**Esimerkki 3.43**

Mehiläiset käyvät päivällä ulkona keräämässä ruokaa. Ruokaa kerätessään ne valmistavat vahaa, joka on mehiläispesän rakennusaine. Mehiläiset valmistavat ruokaa, jota kutsutaan hunajaksi. Ne käyttävät tahmeaa, liiman kaltaista ainetta, jota kutsutaan propolikseksi, joka pitää mehiläispesän kasassa. Mehiläiset tuottavat kaikki pesänsä rakentamiseen tarvittavat rakennusaineet omassa kehossaan.

**Tulos**

mehiläiset ,elintarvikkeet ,vaha ,hunaja ,propolis ,mehiläispesät

**Esimerkki 3.44**

Yli 99 % eksokriinisen haiman soluista tuottaa ruoansulatusnesteitä. Ne erittävät ruoansulatusmehua "ulkoisesti" ohutsuoleen. Siinä on entsyymejä rasvojen, proteiinien ja hiilihydraattien pilkkomiseen. Ruuansulatusmehut virtaavat haimasta erittävän kanavan kautta ohutsuoleen. Kun verensokeri nousee, kuten aterian jälkeen, insuliinia vapautuu. Kun verensokeri on liian alhainen, haima vapauttaa verenkiertoon glukagonia.

**Tulos**

ruoansulatusmehut; ruoansulatusmehu ,insuliini ,glukagoni

**Esimerkki 3.45**

Lämmin ilma pinnalta nousee korkeammalle kylmään ilmaan. Ilmassa oleva vesihöyry tiivistyy. Kondensoitunut vesi ja pöly muodostavat pilven. Pilvessä oleva tuuli lennättää vesipisaroita ympäriinsä. Pomppivat pisarat yhdistyvät toisiinsa. Suuremmat pisarat painuvat. Raskaat pisarat putoavat. Pudotessaan ne yhdistyvät ilmassa olevan kosteuden kanssa. Pisarat kasvavat. Sataa.

**Tulos**

lämmin ilma ,vesihöyry ,kondenssivesi ,pöly ,pilvi ,vesipisarat ; pisarat ,kosteus ,sade

**Esimerkki 3.46**

Kaasut aiheuttavat painetta maan alla. Kaasut paisuvat ja työntävät sulaa magmaa pintaan. Magma jäähtyy. Riittävän pitkän ajan kuluessa paine kasvaa huomattavasti. Syntyvä tulivuori voi räjähtää.

**Tulos**

kaasut ,paine ,magma; sula magma ,tulivuori

**Esimerkki 3.47**

Valitse, mihin haluat kirjoittaa kirjeen. Mieti, mitä haluat sanoa. Kirjoita mukavia asioita!. Laita kirje kirjekuoreen. Laita leima kirjekuoren oikeaan yläkulmaan. Kirjoita vastaanottajan osoite kirjekuoreen. Laita kirjekuori postilaatikkoosi. Nosta postilaatikon lippu ylös, mikä osoittaa postinkantajalle, että sinulla on lähtevää postia.

**Tulos**

kirjekuori ,lippu postilaatikossa ,kirje ,kivoja asioita ,postimerkki ,postimerkki

**Esimerkki 3.48**

Vihreä on väri, joka kerää helposti auringonvaloa. Auringonvaloa keräävät kasvin lehdet. Auringonvalo hajotetaan glukoosiksi fotosynteesin avulla. Glukoosi kulkee kasvin mukana. Kasvi käyttää glukoosin energiana kasvaakseen.

**Tulos**

auringonvalo ,glukoosi ,energia

**Esimerkki 3.49**

Komeetat lentävät avaruudessa. Komeetta lentää lähellä planeettaa. Komeetta astuu planeetan ilmakehään. Komeetta törmää planeettaan. Törmäyksen energia synnyttää planeetalle reiän.

**Tulos**

komeetta ,reikä; kraatteri

**Esimerkki 3.50**

Pöllö jättää pesänsä. Pöllö lentää ulos yöhön. Pöllö katsoo alas maahan. Pöllön terävä näkö mahdollistaa sen, että se näkee pimeässä. Pöllön herkän kuulon avulla se löytää piilossa olevan saaliin. Pöllö syöksyy alas. Pöllö nappaa hiiren kynsillään.

**Tulos**

pöllö ,hiiri

**Esimerkki 3.51**

Ilmakehässä muodostuu monenlaisia kaasuja. Ne voivat olla peräisin eri lähteistä. Kaasut jäävät ilmakehään. Auringon valon kautta kaasut sitovat lämpöä ja energiaa. Ne jäävät ilmakehään. Maapallo voi lämmetä tällä tavoin.

**Tulos**

useita kaasutyyppejä ,ilmakehä ,maa ,lämpö ,energia

**Esimerkki 3.52**

Neste. Jäte kulkeutuu munuaisiin. Munuaisten käsittelyhetki päästää jätteet ja nesteen läpi. Estää suurempien molekyylien kulun. Neste palaa takaisin verenkiertoon. Huonot jätteet poistetaan. Lopputuote muuttuu virtsaksi.

**Tulos**

neste ,jäte;suuremmat molekyylit;huono jäte ,virtsa

**Esimerkki 3.53**

Lihakset toimivat laajentumalla ja supistumalla. Lihassyyt saavat signaalin hermoltaan. Proteiinit ja kemikaalit vapauttavat energiaa joko lihaksen supistamiseksi tai rentouttamiseksi. Kun lihakset supistuvat, lihakseen liittyvät luut vetäytyvät lähemmäs toisiaan. Kun lihas rentoutuu, luut siirtyvät kauemmas toisistaan.

**Tulos**

signaali ,energia

**Esimerkki 3.54**

Sadevesi kerää hiilidioksidia ilmasta. Sadevesi menee maaperään. Hiilidioksidia sisältävä vesi kulkeutuu maaperän läpi. Vedestä tulee heikko happo. Vesi liuottaa kalkkikiveä. Kalkkikiven liukenemisessa syntyy luolia.

**Tulos**

sadevesi ,hiilidioksidi ,vesi ,heikko happo ,kalkkikivi ,luolat

**Esimerkki 3.55**

Osa maaperän kivistä on kalkkikiveä. Pitkän ajan kuluessa sade voi osua kalkkikiveen. Ja aiheuttaa happaman reaktion. Kalkkikivi hajoaa hitaasti. Kalkkikiven paikalle jää suuri rako. Tuloksena on luola.

**Tulos**

sade ,kalkkikivi ,aukko; luola

**Esimerkki 3.56**

Rikkolinjat näkyvät maan alla. Rikkolinjat kasvavat ajan myötä. Rikkolinjojen kummallakin puolella olevat kivet hankaavat toisiaan vasten. Kalliot painavat toisiaan. Kalliot murtuvat paineen vaikutuksesta. Kallioiden murtuminen vapauttaa paljon energiaa. Energia aiheuttaa seismisiä aaltoja. Seismiset aallot saavat maan tärisemään.

**Tulos**

murtumalinjat ,paine ,kalliot ,energia ,seismiset aallot

**Esimerkki 3.57**

Ihmiset lajittelevat eri materiaalit kierrätykseen. Kierrätettävät materiaalit menevät kierrätyskeskukseen. Kierrätyskeskuksessa materiaalit lajitellaan edelleen. Suuret laitteet tiivistävät materiaalit paaleiksi. Kierrätettävät materiaalit kuljetetaan muihin kierrätyskeskuksiin. Muut kierrätyskeskukset jatkokäsittelevät materiaalit, joihin keskus on erikoistunut. Valmistajat ostavat materiaalit. Valmistajat käsittelevät kierrätysmateriaaleja samalla tavalla kuin käyttäisivät uusia materiaaleja. Kierrätysmateriaalit sisällytetään uusiin tuotteisiin.

**Tulos**

kierrätettävät materiaalit ; materiaalit ,paalit ,paalit ,paalit

**Esimerkki 3.58**

Tähti palaa avaruudessa. Lopulta se polttaa kaiken vetynsä. Siitä tulee punainen jättiläinen. Kun punainen jättiläinen polttaa itsensä loppuun, - Tähden ydin romahtaa. Kaasut alkavat hajota. Jäljelle jää vain ydin. Valkoinen kääpiö on muodostunut.

**Tulos**

tähti ,vety ,punainen jättiläinen ,valkoinen kääpiö

**Esimerkki 3.59**

Ihmiset hengittävät ja erittävät hiilidioksidia. Moottorit tuottavat hiilidioksidia. Elävät olennot tuottavat jätteitä. Jätteet hajoavat. Hajoaminen tuottaa metaania. Vesi haihtuu. Vesihöyry liittyy ilmakehään. Hiilidioksidi, vesihöyry ja metaani ovat kasvihuonekaasuja.

**Tulos**

hiilidioksidi ,metaani ,vesi ,vesihöyry ,kasvihuonekaasut

**Esimerkki 3.60**

Pakkaa retkeilyvarusteet, ruoka ja vaatteet. Aja leirintäalueelle. Pystytä teltta. Sytytä tuli nuotiopaikkaan. Kypsennä ruokasi nuotiossa. Sammuta tuli, kun olet lopettanut. Mene nukkumaan. Herää. Laita teltta pois. Aja kotiin.

**Tulos**

retkeilyvarusteet ,ruoka ,vaatteet ,nuotio ,teltta

**Esimerkki 3.61**

Puhaltimet puhaltavat ilmaa höyrystimen käämeihin. Kierukoissa oleva kylmäaine imee lämpöä. Kylmäaine muuttuu nesteestä kaasuksi. Kompressori puristaa kaasua, jolloin paine kasvaa. Kuuma, paineistettu kaasu siirtyy lauhduttimeen. Kaasu tiivistyy lauhduttimessa ja muuttuu jälleen nesteeksi. Lämpö säteilee pois lauhduttimesta. Jäähtynyt neste palautetaan höyrystimeen.

**Tulos**

Ilma ,Lämpö ,Kylmäneste ,Kylmäkaasu ,Nesteet

**Esimerkki 3.62**

Vesi joutuu kosketuksiin jonkin raudasta valmistetun esineen kanssa. Vesi yhdistyy ilmassa olevan hiilidioksidin kanssa hiilihapoksi. Kun happoa muodostuu, rauta alkaa liueta. Osa vedestä hajoaa vedyksi ja hapeksi. Vapaa happi ja liuennut rauta sitoutuvat toisiinsa. Ne muodostavat rautaoksidia, joka on ruostetta.

**Tulos**

vesi ,rauta ,hiilidioksidi ,hiilihappo ,vety ,happi ,rautaoksidi ; ruoste

**Esimerkki 3.63**

Ääni kulkeutuu ihmisen korviin. Ääni osuu korvan sisällä olevaan rumpuun. Korvan sisällä oleva rumpu muuntaa äänen sähköisiksi impulsseiksi. Sähköimpulssit lähetetään aivoihin. Aivot voivat purkaa impulssit ääneksi.

**Tulos**

ääni ,sähköimpulssit ,ääni

**Esimerkki 3.64**

Magma nousee pintaan tulivuoren aikana. Magman lämpötila muuttuu. Magmassa tapahtuu paineen muutoksia. Magma jäähtyy. Magma jähmettyy. Magma kiteytyy. Muodostuu magmakivi.

**Tulos**

magma ,magmakivi

**Esimerkki 3.65**

Lämmin vesi nousee meristä. Vesi tiivistyy jäähtyessään ja nousee korkeammalle ilmaan. Kondensaatio muodostuu pilviksi. Pilvet kulkeutuvat maa-alueiden yli. Pilvet saavuttavat kyllästymispisteen. Pilvistä sataa sadetta.

**Tulos**

lämmin vesi ; vesi ,pilvet ,sade

**Esimerkki 3.66**

Aloitat jäätiköstä. Lämmittämällä tai muilla menetelmillä jäätiköstä otetaan pala pois. Kappale ajautuu mereen. Ja se laskeutuu sinne, missä se voi pysyä siinä tilassa. Sitä pidetään jäävuorena.

**Tulos**

Jäätikkö ,Chunk ,jäävuori

**Esimerkki 3.67**

Siittiöt ja munasolu kohtaavat naisen munanjohtimessa. Hedelmöittynyt munasolu, joka on nyt zygootti, siirtyy kohtuun. Sikiö implantoituu kohtuun. Siitä tulee alkio. Alkio muuttuu sikiöksi. Sikiö kasvaa noin 9 kuukautta. Nainen synnyttää vauvan. Vauva kasvaa lapseksi. Lapsesta tulee aikuinen. Aikuinen parittelee toisen aikuisen kanssa.

**Tulos**

sperma ,munasolu ,hedelmöittynyt munasolu; zygootti ,alkio ,sikiö ,vauva ,lapsi ,aikuinen

**Esimerkki 3.68**

Ihmiset syntyvät vauvoina. Vauvoista tulee pikkulapsia. Lapsista tulee lapsia. Lapset oppivat taitoja. Lapsista tulee teini-ikäisiä. Teini-ikäiset käyvät läpi murrosiän. Teini-ikäisistä tulee aikuisia. Aikuiset saavat lapsia. Aikuisista tulee vanhuksia. Iäkkäät ihmiset kuolevat.

**Tulos**

vauvat ,pikkulapset ,lapset ,teini-ikäiset ,aikuiset ,vanhukset

**Esimerkki 3.69**

Energia syntyy polttamalla joko dieseliä tai bensiiniä polttokammiossa. Energia siirretään mäntien ylös- ja alaspäin liikkumisesta suurilla nopeuksilla. Tämä männän liike muunnetaan pyörimisliikkeeksi kampiakselin ja akselin avulla. Akseli pyörittää pyöriä. Auto liikkuu eteenpäin.

**Tulos**

diesel ,bensiini ,energia ,männät ,männän liike ,pyörimisliike ,auto ,auto

**Esimerkki 3.70**

Näädänpoikanen kuoriutuu. Näädänpoikaselle kasvaa lopulta takajalat. Tadpole menettää häntänsä. Tadpolesta tulee sammakko. Sammakko parittelee toisen sammakon kanssa tuottaakseen lisää jälkeläisiä. Sammakko kuoriutuu. Kierto alkaa uudelleen.

**Tulos**

nuijapoikanen ,takajalka ,häntä ,sammakko ,jälkeläiset

**Esimerkki 3.71**

Kivihiiltä poltetaan kattilassa. Höyryä tuotetaan paineen alaisena. Se virtaa turbiiniin. Turbiini pyörii. Syntyy sähköä.

**Tulos**

hiili ,höyry ,turbiini ,sähkö

**Esimerkki 3.72**

Aivojen sähköiset signaalit kulkevat hermojen kautta lihaksiin. Lihaksissa on kahdenlaisia proteiineja filamenteissa. Säikeet liikkuvat, kun aivot käskevät niitä. Säikeiden liike saa lihaksen lyhenemään ja supistumaan. Vastakkaisia lihaspareja on olemassa, jotta tarvittava liikelaajuus voidaan saavuttaa.

**Tulos**

sähköiset signaalit ,proteiinit ,filamentit

**Esimerkki 3.73**

Organismin on kuoltava prosessin aloittamiseksi. Pehmytkudos hajoaa. Luut jäävät jäljelle. Haaskansyöjät repivät ruumiin kappaleiksi ja siirtävät luut muualle. Myös tuuli ja sade hajottavat luut edelleen. Jäljelle jäävät luut sään mukana hautautuvat hiekkaan ja maaperään. Luun proteiinit korvautuvat mineraaleilla, jotka liukenevat maaperään. Näin syntyy kivimäinen aine, jota kutsutaan fossiiliksi. Vesi- ja tuulieroosio kuluttaa fossiilin päällä olevia maakerroksia. Tämä mahdollistaa fossiilin löytämisen.

**Tulos**

organismi ,pehmytkudos ,luut ,proteiinit ,maaperä ,mineraalit ,fossiili

**Esimerkki 3.74**

Kasvit tuottavat hedelmiä, jotka sisältävät kasvin siemeniä. Eläin syö kasvin hedelmän. Eläin sulattaa hedelmän. Siemeniä ei sulateta. Siemenet kulkevat eläimen ruoansulatuskanavan läpi. Siemenet ovat eläimen ulosteessa. Siemenet ovat nyt toisessa paikassa ja voivat kasvaa.

**Tulos**

hedelmä ,siemen

**Esimerkki 3.75**

Sammakko munii veteen. Munien sisällä kehittyy poikasia. Munat kuoriutuvat. Poikaset syövät ja kasvavat. Nuijapoikasille kasvaa jalat ja niistä muodostuu sammakoita. Sammakot lähtevät vedestä.

**Tulos**

sammakot ,nuijapäät ,munat ,jalat

**Esimerkki 3.76**

Kohdussa on sikiö. He syntyvät ja ovat vauva. Vauva kasvaa lapseksi. Murrosikä tekee lapsesta nuoren. Nuoresta tulee aikuinen. Aikuisesta tulee vanhus. Vanhus kuolee.

**Tulos**

sikiö ,vauva ,lapsi ,nuori ,aikuinen ,iäkäs henkilö

**Esimerkki 3.77**

Bakteerit pääsevät elimistöön. Verenkiertoon. Kehon soluja vastaan hyökätään. Solut kuolevat. Syntyy erilaisia sairauksia.

**Tulos**

bakteerit ,solut ,sairaus

**Esimerkki 3.78**

Mehiläiset laskeutuvat kukille ja syövät kasvien mettä. Kukkien päällä ollessaan siitepöly joutuu mehiläisen turkkiin. Mehiläinen lentää toiselle alueelle, jossa on muita kukkia. Siitepöly laskeutuu kyseiselle alueelle. Kasvi pystyy lisääntymään.

**Tulos**

mehiläinen ,nektari ,siitepöly

**Esimerkki 3.79**

Metsäpalot polttavat metsiä. Metsässä elävillä eläimillä on vähemmän piilopaikkoja. Petoeläimet löytävät saaliinsa nyt helpommin. Linnut lentävät pois alueelta. Vedet lämpenevät, mikä vahingoittaa niissä uivia kaloja.

**Tulos**

metsät ,eläinten piilopaikat

**Esimerkki 3.80**

Hengität ilmaa nenän ja suun kautta. Ilma kulkeutuu keuhkoihin. Ilman happi kulkeutuu verenkiertoosi. Happi kiertää koko kehossa sydämen pumppauksen ansiosta. Hiilidioksidi kulkeutuu verestä keuhkoihin. Hiilidioksidi kulkeutuu keuhkoista henkitorvea ylöspäin. Hiilidioksidi hengitetään ulos.

**Tulos**

ilma ,happi ,hiilidioksidi

**Esimerkki 3.81**

Kasvukausi alkaa. Puun kuori kasvaa. Puun sisus kasvaa. Kuori työntyy ulos puun rungon ympäriltä. Kuori jättää renkaan. Kasvukausi hidastuu ja päättyy.

**Tulos**

kuori ,rengas

**Esimerkki 3.82**

Lintu munii munan. Munasta kuoriutuu linnunpoikanen. Linnunpoikanen syö. Kasvaa aikuiseksi linnuksi. Lintu löytää parin. Pari rakentaa pesän. Linnut munivat.

**Tulos**

muna ,linnunpoikanen ,aikuinen lintu ,pesä ,munat ,munat

**Esimerkki 3.83**

Puhut puhelimen luuriin. Ääniaallot liikuttavat osia vastaanottimen sisällä. Liike saa sisällä olevan magneetin tuottamaan sähköä. Sähkö siirretään johdon tai kaapelin kautta. Toisen henkilön puhelimessa oleva kalvo värähtelee hänen puhelimessaan olevan magneetin vaikutuksesta. Syntyy ääntä. He kuulevat sinut.

**Tulos**

Puhu ,Ääniaallot ,Sähkö ,Ääni

**Esimerkki 3.84**

Elimistösi saa aikaan "nopean hemostaasin" (verenvuodon tyrehdyttämisen) verisuonten supistumisen avulla, jolloin verisuonet sulkeutuvat tiiviisti. Tulehdus on elimistön tapa varoittaa sinua vammasta. Proliferaatio ja migraatio on, kun solut liikkuvat tietyssä järjestyksessä ollakseen kantapäähän ja edelleen supistaa verisuonia. ja. Tämän jälkeen elimistö aloittaa kudoksen uudelleenrakennusprosessin ja sitä kutsutaan angiogeneesiksi. On aika aloittaa vaurioituneen ihon uusiutuminen, jota kutsutaan reepitelisaatioksi. Synteesiä tapahtuu usein lähes samanaikaisesti, kun se muodostaa verihyytymiä. Synteesi auttaa edelleen estämään verenvuotoa, kun uutta ihoa ja suonia muodostuu.

**Tulos**

Leikkaus ,kudos ,iho ,verihyytymät ,iho ,suonet ,verisuonet

**Esimerkki 3.85**

Joku on saanut bakteeritartunnan. Bakteeri alkaa kasvaa ja lisääntyä solujen sisällä. Jakautuvat bakteerit alkavat tuottaa myrkkyjä. Nämä toksiinit vahingoittavat soluja. Sairauden oireet voivat alkaa.

**Tulos**

bakteerit ,solut ,toksiinit ,sairauden oireet

**Esimerkki 3.86**

Jäteaineet laskeutuvat vereen. Veri kuljetetaan munuaisiin munuaisvaltimoiden kautta. Munuaisissa on suodattimia. Suodattimet keräävät jätetuotteet. Jätteet yhdistyvät veteen virtsaksi. Virtsa poistuu munuaisista ja kerääntyy virtsarakkoon. Puhdistunut veri palautetaan elimistöön.

**Tulos**

jätteet ,veri ,vesi ,virtsa

**Esimerkki 3.87**

Sataa paljon. Joen tai järven vedenpinta nousee. Maahan kertyy vettä. Vesi peittää kadut. Vesi menee taloihin. Sade tai muu vedenlähde lakkaa. Vesi virtaa puroihin. Loput vedestä haihtuu.

**Tulos**

sade ,vesi ,purot ,vedenkorkeudet

**Esimerkki 3.88**

MUNA. SEN ASETTAMINEN LEHDELLE TAI KASVILLE. MUNA KUORIUTUU. TOUKKA TULEE ULOS (TOUKKA). SE ALKAA SYÖDÄ SITÄ LEHTEÄ, JOLLE SE SYNTYI. JATKAA SYÖMISTÄ KASVAAKSEEN NOPEASTI. KUN SE ON KASVANUT TÄYTEEN PITUUTEENSA, SE MUUTTUU NUKAKSI. MUUTTUU PERHOSEKSI. KUN PERHONEN ON KASVANUT, SE PUMPPAA VERTA SIIPIINSÄ SAADAKSEEN VOIMAA LENTÄÄKSEEN. PERHONEN PYSTYY PIAN LENTÄMÄÄN POIS.

**Tulos**

muna ,toukka ,toukka ,toukka ,nukke ,perhonen ,verta

**Esimerkki 3.89**

Polttoaine muuttuu energiaksi, kun ilma ja bensiini sekoittuvat. Auton moottori polttaa ilman ja bensiinin sekoitusta. Palamisesta syntyvä kuuma kaasu työntää mäntiä. Syntyvä energia pyörittää kampiakselia. Kampiakseli pyörittää vaihteita. Hammaspyörät saavat pyörät pyörimään.

**Tulos**

ilma ,bensiini; polttoaine ,energia ,kuuma kaasu

**Esimerkki 3.90**

Istuttajan on valittava viljelykasvi. Maaperä valmistellaan asianmukaisesti kyseistä viljelykasvia varten. Maahan lisätään lannoitteita. Siemenet istutetaan pellolle. Kastelujärjestelmä asennetaan, jotta viljelykasvit pysyvät asianmukaisesti kasteltuina. Kasvit kasvavat. Sadot korjataan.

**Tulos**

viljelykasvit ,lannoite ,siemenet

**Esimerkki 3.91**

Ydinreaktori tuottaa lämpöä ydinfissiolla. Syntyvä lämpö nostaa höyryä. Höyry kulkee turbiinien läpi. Turbiinit tuottavat sähköä. Sähkö lähtee asemalta.

**Tulos**

lämpö ,höyry ,sähkö

**Esimerkki 3.92**

Kasvi kuolee. Bakteerit siirtyvät maasta kasvimateriaaliin. Bakteerit vapauttavat entsyymejä kasvimateriaaliin. Entsyymit hajottavat kasvisolut yksinkertaisiksi osiksi. Bakteerit imevät syntyneet komponentit.

**Tulos**

bakteerit ,entsyymit ,kasvisolut ,komponentit

**Esimerkki 3.93**

Lepakko lähettää ääniaaltoja suustaan tai nenästään. Ääniaallot osuvat esineeseen. Syntyy kaiku. Kaiku palaa lepakon korviin. Lepakko kuulee kaiun. Lepakko voi päätellä, missä esine sijaitsee.

**Tulos**

ääniaallot ,kaiku

**Esimerkki 3.94**

Sadepilvet kulkevat taivaalla. Vuoret tai tuuli pysäyttävät tai hidastavat sadepilviä. Sadepilvet pudottavat sadetta. Pilvet eivät enää sada, kun tai jos ne pääsevät esteen toiselle puolelle. Vuorten tai sateen toisella puolella ei sada paljon. Vähän sadetta saavalle alueelle kehittyy hyvin erilainen ekosysteemi. Vähän sadetta saavasta alueesta tulee aavikko.

**Tulos**

sadepilvet ,sade ,pilvet ,hyvin erilainen ekosysteemi ,aavikko

**Esimerkki 3.95**

Lämmin, kostea ilma liikkuu etelästä pohjoiseen. Viileä, kuiva ilma liikkuu pohjoisesta etelään. Ilmamassat kohtaavat. Muodostuvat olosuhteet eivät ole vakaat, koska ilmamassat ovat niin erilaisia. Tuulet suuntautuvat tietyllä tavalla, koska ilmamassat ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Syntyy nousuvirta. Tuulet alkavat muodostaa ympyränmuotoisia kuvioita nousuvirtauksessa. Tuloksena voi olla tornado.

**Tulos**

lämmin, kostea ilma ,viileä, kuiva ilma ,ilmamassat ,ilmamassat ,tuuli ,nousuvirtaus ,pyörremyrsky ,tornado

**Esimerkki 3.96**

Sarveiskalvo ja linssi taittavat valon pieneksi kuvaksi. Näytä se verkkokalvolle. Verkkokalvon sauvat ja kartiot muuttavat sen sähköisiksi pulsseiksi. Näköhermo kuljettaa sähköimpulsseja näkökanavan läpi. Hermosäikeet päättyvät lateraaliseen sukurauhasen ytimeen ja näköaivokuoreen.

**Tulos**

valo ,pieni kuva ,verkkokalvon sauvat ja kartiot ,sähköimpulssit

**Esimerkki 3.97**

Polttoaine kuumennetaan uunissa. Uunin yläpuolella on vesisäiliö, joka on suljettu. Vesisäiliö alkaa kiehua uunin yläpuolella. Veden kiehuessa syntyy höyryä. Höyry on tiheämpää kuin ilma, joten se tarvitsee paikan, johon mennä. Höyry pakotetaan ulos säiliöstä ja männän sisään. Mäntä liikkuu ylöspäin. Männän venttiili sulkeutuu. Seuraavan männän venttiili avautuu. Höyry täyttää seuraavan männän ja ajaa sitä ylöspäin ja toista alaspäin.

**Tulos**

polttoaine ,vesi ,höyry

**Esimerkki 3.98**

Perhonen alkaa munasta. Munasta kuoriutuu. Siitä syntyy toukka. Toukka syö ja kasvaa. Toukka irrottaa nahkansa. Toukka menee koteloon. Toukka kasvaa kotelon sisällä. Aikuinen perhonen poistuu kotelosta. Aikuinen perhonen on nyt täysikasvuinen. Aikuinen perhonen munii lisää munia.

**Tulos**

muna ; munat ,toukka ,nukke ,aikuinen perhonen

**Esimerkki 3.99**

Metsäpalo syttyy. Tulipalo ympäröi koko lähiympäristön. Eläimet jäävät loukkuun. Eloonjääneiden elinympäristö tuhoutuu. Selviytyjien on löydettävä uusi elinympäristö. Syntyy konflikteja muiden eläinten kanssa.

**Tulos**

metsäpalo ,eläimet ,elinympäristö

**Esimerkki 3.100**

Jätteitä kertyy vereen. Veri pääsee munuaisiin. Veri kulkee munuaisten nefronien läpi. Erilaiset jätteet jäävät hetkellisesti munuaisiin. Puhdistettu veri virtaa ulos munuaisista. Suodatettu jäte kerääntyy nestemäiseen muotoon (virtsa). Virtsa virtaa munuaisesta virtsarakkoon.

**Tulos**

jätteet ,veri ,puhdistettu veri ,suodatetut jätteet ,virtsa

**Esimerkki 3.101**

Veri kuljettaa happea kehossa. Proteiinit ja hapot hajotetaan maksassa. Maksa vapauttaa jätteitä urean muodossa. Veri kuljettaa urean ja hiilidioksidin munuaisiin. Munuaiset siivilöivät verestä tarvittavan urean ja suolat. Sivutuote hiilidioksidi kuljetetaan takaisin keuhkoihin. Hiilidioksidi uloshengitetään keuhkoista.

**Tulos**

happi ,proteiinit ja hapot ,jätteet ; urea ,hiilidioksidi ,suola

**Esimerkki 3.102**

Vesi virtaa kivien ohi. Vesissä on kemikaaleja. Kemikaalit reagoivat kivien kanssa. Kivet muuttuvat toisenlaisiksi kiviksi. Ilman happi reagoi kivien kanssa. Kivet muuttuvat toisenlaisiksi kiviksi.

**Tulos**

vesi ,kivet ,kemikaalit ,happi

**Esimerkki 3.103**

Emolintu munii munan. Munan sisälle muodostuu linnunpoikanen, jos se on hedelmöittynyt. Linnunpoikanen alkaa nokitella munasta. Linnunpoikanen ei pysty lentämään hakemaan ruokaa. Emolinnun on syötettävä linnun poikaselle ruokaa. Lintu vahvistuu ja kasvattaa siivet. Lintu pystyy lentämään. Lintu pystyy lähtemään pesästä ja etsimään ruokaa. Lintu pystyy lisääntymään.

**Tulos**

muna ,linnunpoikanen; lintu ,siivet

**Esimerkki 3.104**

Ilma tuodaan sisään suun kautta. Kulkee keuhkojen läpi. Ja keuhkoputkien kudokseen. Hiilidioksidi poistetaan. Keuhkot tuovat happea muualle kehoon.

**Tulos**

ilma ,hiilidioksidi ,happi

**Esimerkki 3.105**

Mies ja nainen parittelevat. Alkio on C. Alkio kasvaa ja kehittyy sikiöksi naisen kohdussa. Sikiö syntyy. Alkaa kasvaa ja kehittyä imeväis- ja lapsuusiässä. Teini-iässä ihminen kokee murrosiän. Saavuttaa sukukypsyyden. 18-vuotiaana ihmisestä tulee aikuinen. Aikuinen voi lisääntyä jatkaen kiertokulkua.

**Tulos**

alkio ,sikiö ,imeväis- ja lapsuusikä ,aikuinen

**Esimerkki 3.106**

Perhonen munii munan. Toukka kypsyy munan sisällä. Toukka kuoriutuu munasta. Toukka syö ja kasvaa. Toukka kietoo ympärilleen pussin ja muodostuu nukaksi. Perhonen muodostuu kotelon sisälle. Täysikasvuinen perhonen nousee ulos kotelosta. Perhonen parittelee. Naarasperhonen munii munia.

**Tulos**

muna ; munat ,toukka ,toukka ,toukka ,nukke ,perhonen

**Esimerkki 3.107**

Ilmaan vapautuu kemikaaleja, kuten rikkidioksidia ja typpeä. Nämä aineet nousevat korkeaan ilmakehään. Ne reagoivat veden ja hapen kanssa. Näin syntyy happamampi sade. Korkean happopitoisuuden omaava sade putoaa.

**Tulos**

rikkidioksidi ,typpi ,hapan sade ,vesi ,happi

**Esimerkki 3.108**

Suolavesi lämmitetään. Kun suolavettä lämmitetään, vesi muuttuu kaasuksi. Suolahiukkaset vajoavat astian pohjalle. Kaasumainen vesi johdetaan toiseen astiaan. Annetaan jäähtyä. Suolahiukkaset jäävät ensimmäiseen astiaan. Toinen säiliö sisältää makeaa vettä.

**Tulos**

suolavesi ,kaasu ,kaasumainen vesi ,suolahiukkaset ,makea vesi

**Esimerkki 3.109**

Suolavesi on tehtaassa tai laitoksessa. Vesi keitetään erittäin korkeaan lämpötilaan. Suola irtoaa vedestä. Suola poistetaan. Tässä vaiheessa vesi on juomakelpoista.

**Tulos**

suolavesi ,suola ,vesi

**Esimerkki 3.110**

Hiilidioksidi kulkeutuu lehteen huokosten kautta. Vesi imeytyy kasviin ja kulkeutuu lehtiin. Kasvi ottaa vastaan auringonvaloa. Auringon energiasta valmistetaan ATP:n muodossa olevaa energiaa. Hiilidioksidista, vedestä ja ATP:stä muodostuu Calvinin kierron kautta sokereita. Sivutuotteena syntyy happea. Happi poistuu lehdestä stomateiden kautta. Vesi käytetään uudelleen tai se poistuu lehdestä. Kasvi voi käyttää sokerit selluloosan valmistukseen.

**Tulos**

atp ,hiilidioksidi ,vesi ,selluloosa ,happi ,sokerit ,auringonvalo; auringon energia

**Esimerkki 3.111**

Hämähäkki valitsee sopivan paikan. Hämähäkki tuottaa vatsastaan tahmeaa silkkiä. Hämähäkki kiinnittää sen esineisiin, joihin se haluaa rakentaa verkon. Hämähäkki pujottaa tätä silkkiä edestakaisin esineiden välillä. Verkko syntyy.

**Tulos**

silkki ,verkko

**Esimerkki 3.112**

Aallot iskevät rannikolle. Aalloilla on energiaa, joka työntää vettä ja sedimenttiä. Sedimentti voi auttaa maata eroosioon kuin hiekkapaperi. Vesi huuhtoo sedimentin takaisin. Osa sedimentistä jää hiekaksi.

**Tulos**

aallot ,rannikko ,vesi ,sedimentti ,maa ,hiekka ,hiekka

**Esimerkki 3.113**

Eläin kuolee ja ruumis putoaa maahan. Mikään ei syö sitä. Ruumis putoaa hiekkaiseen tai märkään paikkaan. Ruumiin ympärille muodostuu multaa. Aika kuluu ja kallio muodostuu. Miljoonia vuosia myöhemmin muodostuu fossiili. Nyt ihminen löytää fossiilin.

**Tulos**

eläin; ruumis ,maaperä ,kivi ,fossiili

**Esimerkki 3.114**

Vesi tulee suodattimen läpi. Suodattimessa on pieniä huokosia, jotka keräävät epäpuhtauksia. Suodatin ottaa kiinni klooria, raskasmetalleja ja muita kemikaaleja. Suodatin päästää veden ja mineraali-ionit, kuten fluoridin, läpi. Suodattimen toisella puolella oleva vesi on paljon puhtaampaa.

**Tulos**

kloori ,raskasmetallit ,muut kemikaalit

**Esimerkki 3.115**

Eläimet vetävät hedelmän kasvista tai poimivat hedelmän maasta. Eläimet syövät hedelmän. Eläimet pudottavat joitakin siemeniä maahan. Eläimet syövät joitakin siemeniä. Siemenet ovat eläimen jätöksissä. Jätteet joutuvat maahan. Maassa on siemeniä eri alueilla kaukana kasvista.

**Tulos**

hedelmät ,siemenet ,jätteet

**Esimerkki 3.116**

Hengität sisään nenän tai suun kautta. Ilma kulkee henkitorven läpi. Keuhkoihin. Keuhkoissasi on pieniä ilmapusseja. Ilmapussit siirtävät happea vereesi. Happi kulkee verenkierrossa. Hiilidioksidi verenkierrosta siirtyy ilmapusseihin. Hengität ulos ja poistat hiilidioksidin keuhkoistasi.

**Tulos**

ilma ,happi ,hiilidioksidi

**Esimerkki 3.117**

Kylmää vettä otetaan letkun kautta pohjaan. Lämmityselementti lämmittää vettä. Pumppu työntää vettä ylöspäin putkissa, jotka on liitetty pyöriviin meloihin. Pakotettu vesi saa lapat pyörimään kuin sprinkleri. Vesi tulee ulos lapojen pienistä rei'istä. Vesi kerätään ja käytetään uudelleen, kunnes astiat ovat puhtaita. Vesi valutetaan suodattimen läpi. Suodatin kerää ruokahiukkaset. Vesi oli niin kuumaa, että se haihtuu kuivia astioita varten.

**Tulos**

vesi ,ruokahiukkaset

**Esimerkki 3.118**

Happamat sateet tekevät vedet happamiksi. Aiheuttaa sen, että ne imevät alumiinia maaperästä. Vesi valuu maaperästä järviin, puroihin jne. Kalat ja niiden mätimunat kuolevat. Sammakot ja kasvit kuolevat. Hyönteiset ja muut luonnonvaraiset eläimet kuolevat. Ekosysteemi on epätasapainossa, mikä aiheuttaa lisää ongelmia.

**Tulos**

vesi ; hapan vesi ,alumiini ,kalat ja niiden mätimunat ,sammakot ja kasvit ,hyönteiset ja muut luonnonvaraiset eläimet

**Esimerkki 3.119**

Hiili laitetaan lämmittimeen. Hiili kuumennetaan. Lämpö liitetään kattilaan. Kattila on täynnä vettä. Lämpö muuttaa veden höyryksi. Höyry pyörittää generaattoria. Generaattori tuottaa sähköä.

**Tulos**

hiili ,lämpö ,vesi ,höyry ,generaattori ,sähkö

**Esimerkki 3.120**

Tektonisten laattojen liikkeet aiheuttavat tulivuorten syntymisen. Nämä tulivuoret purkautuvat. Purkautumisesta muodostuu tulivuoria. Joskus mannerlaatat törmäävät toisiinsa tai kulkevat toistensa yli. Joskus nämä laatat taittuvat ja vääntyvät, jolloin syntyy taittovuoristoa. Joskus ruhjelohkareet kohoavat tai kallistuvat, ja ne muodostavat lohkareisia vuoria.

**Tulos**

lohkovuoret ,taittovuoret ,mannerlaatat ,tulivuoret ,tulivuoret ,tulivuoret

**Esimerkki 3.121**

Lunta sataa alueella hyvin pitkään. Lunta kertyy hyvin pitkään. Lumi alkaa pakkautua hyvin tiiviiksi. Lumi muuttuu enemmän jään kaltaiseksi. Massassa olevat ilmataskut pienenevät edelleen. Massasta tulee niin kiinteää ja painavaa, että sitä voidaan kutsua jäätiköksi. Jäätikkö liikkuu painovoiman vaikutuksesta.

**Tulos**

jäätikkö ,lumi ,massa

**Esimerkki 3.122**

Jotain tapahtuu ja syntyy ääni. Ääni kulkee aaltoina. Ääniaallot osuvat esineeseen. Kohde absorboi osan ääniaalloista. Osa ääniaalloista kimpoaa esineestä. Heijastuneet ääniaallot voidaan kuulla, vaikka niillä on hieman erilaiset ominaisuudet kuin alkuperäisellä äänellä. Ääni jatkaa kimpoamistaan ja tuottaa kaikuja, kunnes se absorboituu tai häviää kokonaan.

**Tulos**

ääni ; ääniaallot ,kaiku

**Esimerkki 3.123**

Sinun on päätettävä satelliitin tarkoitus. Sinun on laadittava suunnitelma siitä, millaiselle kiertoradalle satelliitti kulkee. Teet valmistelut rakettia varten, joka matkustaa avaruuteen. Valmistele miehistö, joka lähettää sen sinne. Aloitat raketin lähtölaskennan. Ja sitten lähetät satelliitin avaruuteen kuljettavan raketin. Kun satelliitti on kiertoradalla, se sijoitetaan sinne, minne se on suunniteltu.

**Tulos**

satelliitti ,raketti

**Esimerkki 3.124**

Kivihiili louhitaan maasta. Hiili jauhetaan hienoksi jauheeksi. Hiili sekoitetaan kuumaan ilmaan. Hiili ja kuuma ilma puhalletaan kattilaan. Hiili ja kuuma ilma palavat nuotiossa. Erittäin puhdistettua vettä pumpataan kattilassa olevien putkien kautta. Vesi muuttuu höyryksi. Höyry puristuu turbiiniin. Turbiinit pyörivät. Sähköä tuotetaan.

**Tulos**

hiili ,kuuma ilma ,vesi ,höyry ,sähkö

**Esimerkki 3.125**

Ota paperia. Kirjoitusvälineet. Kirjoitat viestin, jossa kuvaat, mitä mielessäsi on. Laitat kirjeen kirjekuoreen. Viet kirjeen postiin. Lähetät sen vastaanottajalleen.

**Tulos**

paperi ,kirjoitusväline ,viesti ,kirje

**Esimerkki 3.126**

Sokeri kulkeutuu elimistöön. Verenkiertoon. Haima. Insuliini alentaa sokeripitoisuutta. Verensokeri palautuu normaaliksi.

**Tulos**

sokeri

**Esimerkki 3.127**

Kasvihuonekaasuja vapautuu ilmaan ihmisen toiminnasta. Maapallo muuttaa auringon energiaa lämmöksi. Lämpö nousee maasta. Ilmakehässä olevat kasvihuonekaasumolekyylit estävät lämpöä siirtymästä avaruuteen. Maapallon lämpötila nousee. Lämpötila jatkaa nousuaan ja sulattaa napajäätiköt. Lämpötila nousee vielä nopeammin.

**Tulos**

kasvihuonekaasu ,ilma ,maa ,auringon energia ,lämpö ,kasvihuonekaasumolekyylit ,napajäätikkö

**Esimerkki 3.128**

Uros ja naaras parittelevat. Naaras munii munia. Vanhemmat hautovat munia istumalla niiden päällä viikkojen ajan. Lintu kuoriutuu munasta. Vanhemmat ruokkivat niitä, kun ne jatkavat kasvuaan. Ne kehittävät lentosulkia. Vanhemmat opettavat ne lentämään. Kun ne ovat oppineet lentämään, ne lähtevät pesästä elämään omillaan. Seuraavana vuonna ne lisääntyvät ja aloittavat syklin uudelleen.

**Tulos**

munat ,lintu ,lentohöyhenet

**Esimerkki 3.129**

Kehon lämpötila nousee. Aivot käskevät verisuonia laajentumaan. Hikirauhaset aktivoituvat. Kosteutta vapautuu huokosista. Kosteus haihtuu. Haihtuminen aiheuttaa viilenemistä.

**Tulos**

keho ,aivot ,verisuonet ,hikirauhaset ,kosteus

**Esimerkki 3.130**

Tietokoneeseen tulee sähköä pistokkeesta. Sähkö pyörittää tietokoneen komponentteja. Sähkö pyörittää tuuletinta, joka pitää komponentit viileinä. Tietokoneesta vapautuu lämpöä. Sähkö pyörittää tietokoneen näyttöä. Sähköstä muodostuu valoa.

**Tulos**

sähkö ,lämpö ,valo

**Esimerkki 3.131**

Influenssaviruksella on virushiukkasen pinnalla reseptoreita, jotka ovat kuin viruksen tarranauhaa. Reseptorit lukkiutuvat kohdesoluun näiden pinnalla olevien kemiallisten reseptorien avulla, joka telakoituu solun pintaan. Reseptorit menevät sitten solun sisään. Reseptorit käyttävät sitä kuin tehdasta. Reseptorit ottavat sen haltuunsa ja saavat sen tuottamaan tuhansia tai joissakin tapauksissa miljoonia kopioita uusia viruksia. Kopiot virtaavat ulos solusta. Kopiot tarttuvat muihin soluihin ja tuottavat lisää viruksia, tai ne karkaavat elimistöstä ja tartuttavat uuden uhrin.

**Tulos**

reseptorit ,kopiot

**Esimerkki 3.132**

Maankuoren mannerlaatat liikkuvat. Liike synnyttää halkeamia. Maankuoren mullistuksia. Halkeamat mahdollistavat laavan purkautumisen tulivuoriksi maan pinnalla. Tulivuoret purkautuvat, kasaavat laavaa ja muodostavat vuoria. Kuoren kohoumat muodostavat omia vuoriaan.

**Tulos**

mannerlaatat ,halkeamat ,maankuoren mullistukset ,laava ,tulivuoret ,vuoret ,omat vuoret

**Esimerkki 3.133**

Löydät tyhjän jääpalamaljan. Täytät lokeron lämpimällä vedellä. Asetat lokeron varovasti tasaiselle alustalle pakastimeen, jonka lämpötila on vähintään 32 astetta, mikä on veden jäätymispiste. Vesi alkaa kylmetä, kunnes se alkaa jäätyä kiinteäksi. Vesi laajenee jäätyessään, ja se on yksi harvoista nesteistä, jonka tilavuus on suurempi kiinteänä. Koska käytit lämmintä vettä, vedessä olevat kaasut olivat haihtuneet pois, joten saat mukavan kirkkaita jääkuutioita, joissa ei ole halkeamia loukkuun jääneiden kaasujen takia.

**Tulos**

lämmintä vettä ,jääpaloja

**Esimerkki 3.134**

Ruoka kulkeutuu elimistöön. Ruoka hajotetaan. Ruoan sisältämät sokerit kulkeutuvat verenkiertoon. Verensokerin on oltava tietyllä alueella, jotta monet elimet eivät vahingoituisi. Joskus aivot ilmoittavat haimalle, että verensokeri (glukoosi) on liian alhainen. Haima vapauttaa glukagonia muuttaakseen verensokerin paremmalle tasolle. Joskus aivot kertovat haimalle, että verensokeri (glukoosi) on liian korkea. Haima vapauttaa insuliinia verensokerin muuttamiseksi paremmalle tasolle.

**Tulos**

ruoka ,sokerit ,verensokeri ,glukagoni ,insuliini

**Esimerkki 3.135**

Aurinkopaneelit koostuvat itse asiassa monista pienemmistä yksiköistä, joita kutsutaan aurinkokennoiksi. Valosähköinen tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että ne muuttavat auringonvalon sähköksi.). Aurinkopaneelin muodostavat monet toisiinsa liitetyt kennot. Kukin aurinkokenno on periaatteessa voileipä, joka koostuu kahdesta puolijohtavan materiaalin, yleensä piin, viipaleesta : . Valmistajat "seostavat" piitä muilla materiaaleilla, jolloin kumpikin viipale saa positiivisen tai negatiivisen sähkövarauksen. Näin kyseiseen kerrokseen lisätään ylimääräisiä elektroneja, joilla on negatiivinen varaus. Samaan aikaan alempaan kerrokseen lisätään booria, jolloin elektronien määrä vähenee eli varaus on positiivinen. Tämä kaikki lisää sähkökentän piikerrosten väliseen liitoskohtaan. Kun auringonvalon fotoni vapauttaa elektronin, sähkökenttä työntää kyseisen elektronin ulos piin liitoskohdasta. Pari muuta kennon komponenttia muuttaa nämä elektronit käyttökelpoiseksi energiaksi.

**Tulos**

auringonvalo ,sähkö ,aurinkopaneeli ,sähköinen kenttä

**Esimerkki 3.136**

Kalkkikiven liukeneminen muodostaa luolia. Sade saa hiilidioksidia ilmasta. Kun sade menee maaperään, se muodostaa happoa. Happo liuottaa kalkkikiveä halkeamia pitkin. Osa liukenee niin paljon, että muodostuu luolia.

**Tulos**

hiilidioksidi ,sade ,happo ,kalkkikivi ,luolat

**Esimerkki 3.137**

Ilman hiilidioksidi kulkeutuu lehdissä olevien pienten huokosten (reikien) läpi. Näitä huokosia kutsutaan stomateiksi. Vesi imeytyy juuriin. Se kulkee varren verisuonten läpi matkallaan lehtiin. Auringonvalo imeytyy lehdissä olevaan vihreään kemikaaliin.

**Tulos**

hiilidioksidi ,vesi ,auringonvalo

**Esimerkki 3.138**

Magma nousee maankuoren halkeamien läpi. Paine saa laatat liikkumaan. Magma räjähtää pintaan. Purkauksen laava jäähtyy muodostaen uutta kuorta. Useiden purkausten jälkeen kallio kerääntyy ja muodostuu tulivuori.

**Tulos**

tulivuori ,magma ,paine ,laava ,kuori ,kivet ,kivet

**Esimerkki 3.139**

Eläimet ja kasvit kuolevat pehmeään maaperään tai mutaan. Jäännösten päälle kertyy sedimenttiä. Jäännökset hajoavat, jolloin jäljelle jää vain pieniä määriä. Jäljelle jääneet osat korvautuvat vuosien mittaan mineraaleilla. Syntyy fossiili.

**Tulos**

eläimet ,kasvit ,sedimentti ,jäänteet ,mineraali ,fossiili

**Esimerkki 3.140**

Renkaan sisäosa muodostuu nopean kevätkasvun aikana. Puun kasvu hidastuu vuodenaikojen vaihtuessa. Kehän ulompi osa on tiheämpi. Puun kasvu työntää puun kuorta ulos. Puun kasvu pysähtyy nopeasti talvella. Tämä vuodenaikojen aiheuttama "tauko" kasvussa aiheuttaa tietyissä puulajeissa erilliset vuosirenkaat.

**Tulos**

kuori ,renkaan sisäosa

**Esimerkki 3.141**

Sähkö tulee virtalähteeseen. Virtalähde antaa sähköä transistoreille. Virtalähde antaa sähköä suorittimelle. Järjestelmät käyttävät sähköä tehtävien suorittamiseen. Niiden suorittamat signaalit lähetetään visuaalisinä signaaleina. Energiaa käytetään laskutoimitusten suorittamiseen.

**Tulos**

sähkö, energia, visuaaliset signaalit, laskennat.

**Esimerkki 3.142**

Aloita juhlat. Osallistukaa aktiviteetteihin. Tuokaa kakku esille. Laulakaa "Hyvää syntymäpäivää!". Puhalla kynttilät. Syö kakku. Avatkaa lahjat.

**Tulos**

kakku ,kynttilät

**Esimerkki 3.143**

Kasvit alkavat kasvaa kivillä tai niiden lähellä. Kasvavien kasvien juuret alkavat rikkoa kalliota. Kasvien hapot liuottavat kiveä. Kivi hajoaa pienemmiksi paloiksi. Eroosio alkaa.

**Tulos**

kasvit ,kivet ; kivi ,juuret ,pienemmät palat

**Esimerkki 3.144**

Pese haava. Laitat tarvittaessa siteen tai muun peitteen. Veri hyytyy. Rupi muodostuu. Iho paranee itsekseen ruven suojapeitteen alla. Rupi irtoaa.

**Tulos**

Haava ,Laastari ,Verihyytymä ,Rupi ,Iho ,Iho

**Esimerkki 3.145**

Veri pääsee munuaisiin. Veri kulkeutuu neophroneihin. Jätteet poistuvat neofronien kautta. Jätteet menevät virtsarakkoon virtsan muodossa. Puhdas veri poistuu munuaisista.

**Tulos**

veri ; puhdas veri ,jätteet ,virtsa

**Esimerkki 3.146**

Kun vesi jäätyy, siitä tulee 10 prosenttia suurempaa tai se vie 10 prosenttia enemmän tilaa. Kun vesi laajenee, se aiheuttaa suurta painetta sitä sisältävien tilojen seinämiin, myös sitä ympäröiviin kiviin. Ympäröivään kallioon kohdistuvan paineen voima riittää kiilaamaan halkeaman seinämät kauemmaksi toisistaan, jolloin halkeama laajenee ja syvenee. Savi laajenee märkänä kuten jää. Tämä saa kallion murtumaan. Jotkin kasvit, kuten sammalet ja jäkälät, pystyvät kasvamaan ilman maaperää paljaalla kalliolla. Tällöin niiden juuret tunkeutuvat huokosiin ja rakoihin ja aiheuttavat kivien halkeilua, kun juuret tunkeutuvat kivien läpi.

**Tulos**

halkeama ,kivi

**Esimerkki 3.147**

Siemen itää. Siitä kasvaa kasvi. Kypsä kasvi tuottaa kukkia. Kukat hedelmöittyvät. Tuottaa siemeniä hedelmässä tai siemenkodassa. Kasvi kuolee. Uudet siemenet itävät muodostaen uuden kasvin.

**Tulos**

siemen ,kasvi ,kukat ,uudet siemenet ,uusi kasvi

**Esimerkki 3.148**

Roskat sijoitetaan talon jäteastiaan. Roskat siirretään talon keskitettyyn jäteastiaan. Roskat noutaa jätehuoltoyhtiö. Roskat yhdistetään suuressa kuorma-autossa eri puolilta kaupunkia tulevien roskien kanssa. Rekka menee kaatopaikalle. Kuorma-auto tyhjentää roskat kaatopaikalle.

**Tulos**

roskat ,kuorma-auto

**Esimerkki 3.149**

Bakteerit muuttavat typpeä ammoniumiksi sitomalla sitä. Nitrifikaatioprosessissa bakteerit muuttavat ammoniumin nitraateiksi. Kasvit imevät nitraatteja maaperästä juuriinsa assimilaation kautta. Kun kasvit kuolevat, sienet ja bakteerit muuttavat typen takaisin ammoniumiksi ammonifikaation kautta. Denitrifikaatioprosessi työntää ylimääräisen typen maaperästä ilmaan. Kierto toistuu vaiheesta 1 alkaen.

**Tulos**

typpi; nitraatit ,ammonium ,kasvi ,ylimääräinen typpi

**Esimerkki 3.150**

Ilma on kylmä. Ilmassa on vettä. Vesi muodostaa pieniä jääkiteitä. Jääkiteet törmäävät toisiinsa. Jääkiteet tarttuvat toisiinsa. Jääkiteet kasvavat, kun niitä tarttuu toisiinsa enemmän. Jääkiteistä tulee liian painavia ollakseen ilmassa. Jääkiteistä tulee lumihiutaleita. Lumihiutaleet putoavat maahan lumena.

**Tulos**

vesi ,jääkiteet ,lumihiutaleet; lumihiutaleet; lumi; lumi

**Esimerkki 3.151**

Ruoka. Vesi tulee kehoon. Verenkiertoon. Ruoka ja vesi pääsevät haimaan. Haima pilkkoo hiilihydraatteja. Auttaa sulattamaan muita elintarvikkeita ja nesteitä.

**Tulos**

hiilihydraatit ,ruoka ,vesi

**Esimerkki 3.152**

Magma nousee ympäröivän kallion läpi. Kaasukuplat muodostuvat ja laajenevat, mikä aiheuttaa suuren paineen. Tämä paine työntää magman maanpinnan heikkojen kohtien läpi. Magma virtaa ulos laavana. Tämä voi tapahtua hitaasti tai valtavana räjähdyksenä.

**Tulos**

magma ,kaasukuplat ,paine ,laava ,laava

**Esimerkki 3.153**

Kuu kiertää maapalloa. Maa kiertää aurinkoa. Kuu tulee auringon ja maan väliin. Aurinko on täysin estynyt. Tapahtumassa on auringonpimennys.

**Tulos**

maa ,kuu ,aurinko ,auringonpimennys

**Esimerkki 3.154**

Yksi ilmansaasteiden tyyppi on hiilidioksidikaasun lisääminen ilmaan. Jotkut tiedemiehet uskovat, että hiilidioksidin liiallinen päästäminen ilmakehään on yksi syy ilmaston lämpenemiseen. Tämä häiritsee hiilen kierron tasapainoa. Otsonikerros auttaa suojaamaan meitä auringon haitallisilta säteiltä. Sitä vahingoittavat ilmansaasteet, kuten karjasta peräisin oleva metaanikaasu ja spray-purkeista peräisin olevat CFC-yhdisteet. Happosadetta syntyy, kun rikkidioksidin kaltaiset kaasut pääsevät korkealle ilmakehään. Tuuli voi puhaltaa näitä kaasuja kilometrien päähän, ja sateella ne huuhtoutuvat pois ilmasta. Tätä sadetta kutsutaan happosateeksi, ja se voi vahingoittaa metsiä ja tappaa kaloja.

**Tulos**

otsonikerros ,happamat sateet ,metsät ,kalat

**Esimerkki 3.155**

Lisää vettä kattilaan. Laita kattila lämmönlähteen päälle. Kytke lämpö päälle. Odota muutama minuutti. Alkaa havaita pieniä kuplia vedessä. Odota, kunnes vesi alkaa kuplia paljon. Odota, kunnes näet vedestä nousevan höyryä. Sammuta lämmönlähde. Ota kattila pois lämmönlähteestä.

**Tulos**

vesi ,kattila ,höyry ,lämpö ,pienet kuplat ,kiehuva vesi

**Esimerkki 3.156**

Tietokoneeseen tulee sähköä. Osa sähköstä muuttuu valoksi. Osa valosta muuttuu lämmöksi, kun se osuu johonkin. Osa sähköstä muuttuu kiintolevyn, DVD-aseman tai tuulettimen liikkeeksi. Liike-energia muuttuu myös lämmöksi.

**Tulos**

sähkö ,valo ,lämpö ,liike ,liike-energia

**Esimerkki 3.157**

Lämmin vesi nousee merestä. Matalapaineinen ilmatasku syntyy lähelle meren pintaa. Ulkopuolelta tuleva lämmin ilma työntyy matalapainealueelle. Lämmin ilma nousee ja muodostaa pilviä. Tuuli saa syötettyä kosteutta, joka haihtuu merestä. Tämä kosteus saa pyörteisen ilman ja pilvet kasvamaan suuremmiksi. Kun pilvet kasvavat, tuuli pyörii nopeammin.

**Tulos**

lämmin vesi ,matalapaineinen ilma ,lämmin ilma ,pilvet ,tuuli ,kosteus ,pyörteinen ilma

**Esimerkki 3.158**

Kaksi suurta laskimoa vie veren sydämeen. Veri pääsee oikeaan eteiseen. Veri virtaa kolmiliuskaläpän läpän läpi. Veri kulkeutuu oikeaan kammioon. Veri kulkee keuhkovaltimoiden kautta keuhkoihin. Veri kerää happea keuhkoissa. Happipitoista verta tulee vasempaan eteiseen. Veri menee vasempaan kammioon. Veri poistuu sydämestä aortan kautta muualle elimistöön. Hapeton veri palaa takaisin sydämeen.

**Tulos**

hapekäs veri ,hapeton veri ,happi

**Esimerkki 3.159**

Valo tunkeutuu silmiin. Linssi keskittää valon lasiaisen läpi. Sarveiskalvo tarkentaa silmän sisäisen linssin kautta. Verkkokalvo vastaanottaa kuvan. Verkkokalvo muuttaa kuvan sähköisiksi impulsseiksi. Impulssit kulkevat näköhermoa pitkin aivoihin. Aivot purkavat impulssit.

**Tulos**

kuva ,sähköiset impulssit