**Esimerkki 2.1454**

Liikkuvia robotteja käytetään yhä useammin monimutkaisten tehtävien suorittamiseen dynaamisissa ympäristöissä. Vahvistusoppimisen (RL) menetelmät ovat lupaavia tällaisten tehtävien määrittelyssä suhteellisen yksinkertaisella tavalla. Oppimismenetelmän ja opittavan tehtävän välinen voimakas riippuvuus on kuitenkin tunnettu ongelma, joka rajoittaa RL:n käytännön toteutuksia robotiikassa ja edellyttää usein parametrien huomattavaa muuttamista ja muiden tekniikoiden lisäämistä kutakin tehtävää varten. Tässä artikkelissa esitellään RL:n käytännön ydintoteutus, joka mahdollistaa useiden robottitehtävien oppimisprosessin mahdollisimman pienellä tehtäväkohtaisella virittämisellä tai ilman mitään virityksiä. Tämä toteutus perustuu arvo-iteraatiomenetelmiin, ja se sisältää uudenlaisen toimintojen valintaa koskevan lähestymistavan, jota kutsutaan Q-biased softmax regressioksi (QBIASSR) ja jolla vältetään oppimisprosessin heikko suorituskyky, kun robotti saavuttaa uusia tutkimattomia tiloja. Lähestymistapamme hyödyntää tilaavaruuden rakennetta kiinnittämällä huomiota siihen liittyviin fyysisiin muuttujiin (esim. etäisyydet esteisiin, X ,Y , θ-asento jne.), joten kokeneet tilajoukot voivat suosia päätöksentekoprosessissa tutkimattomia tai harvoin tutkittuja tiloja. Tällä parannuksella on merkitystä algoritmin virittämisen vähentämisessä tiettyjä tehtäviä varten. Kokeet todellisilla ja simuloiduilla roboteilla, jotka on tehty myös tässä esitellyllä ohjelmistokehyksellä, osoittavat, että toteutuksemme pystyy tehokkaasti oppimaan erilaisia robottitehtäviä ilman oppimismenetelmän virittämistä. Tulokset viittaavat myös siihen, että todellisen online-SARSA(λ):n (TOSL) ja QBIASSR:n yhdistelmä voi päihittää nykyiset RL-ydinalgoritmit matalaulotteisissa robottitehtävissä.

**Tulos**

Kohti vahvistusoppimisen yhteistä toteutusta useita robottitehtäviä varten

**Esimerkki 2.1455**

Monte Carlo -estimoinnin tehokkuuden parantamiseksi käytännön toimijat ovat siirtyneet puolueellisiin Markovin ketjujen Monte Carlo -menetelmiin, joissa asymptoottinen tarkkuus vaihdetaan laskennalliseen nopeuteen. Perusteluna on, että nopeammasta otannasta johtuva varianssin pieneneminen voi olla suurempi kuin aiheutuva harha. Epätarkkuus luo kuitenkin uusia haasteita näytteenottajalle ja parametrien valinnalle, sillä otoksen laadun vakiomittaukset, kuten tehokas otoskoko, eivät ota huomioon asymptoottista harhaa. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi esitellään uusi Steinin menetelmään perustuva laskettavissa oleva laatumittari, joka kvantifioi otoksen ja tavoiteodotusten välisen suurimman poikkeaman suuressa testifunktioiden luokassa. Käytämme työkaluamme tarkkojen, harhaisen ja determinististen otosjaksojen vertailuun ja havainnollistamme sovelluksia hyperparametrin valintaan, konvergenssinopeuden arviointiin ja harhan ja varianssin välisten kompromissien kvantifioimiseen jälkijohtopäätöksissä.

**Tulos**

Näytteen laadun mittaaminen Steinin menetelmällä

**Esimerkki 2.1456**

Nykyaikaisten tietokokonaisuuksien laajuus edellyttää tehokkaiden hajautettujen optimointimenetelmien kehittämistä koneoppimista varten. Esittelemme hajautetun ympäristön yleiskehyksen, CoCoA:n, jossa on tehokas viestintäjärjestelmä ja jota voidaan soveltaa monenlaisiin koneoppimisen ja signaalinkäsittelyn ongelmiin. Laajennamme kehystä kattamaan yleiset ei-vahvasti konveksiset regularisaattorit, mukaan lukien L1-regularisoidut ongelmat, kuten lasso, harva logistinen regressio ja elastisen verkon regularisointi, ja osoitamme, miten aiemmat työt voidaan johtaa erikoistapauksena. Annamme konvergenssitakeita konveksoitujen regularisoitujen tappion minimointitavoitteiden luokalle hyödyntäen uutta lähestymistapaa ei-vahvasti konveksoitujen regularisaattoreiden ja ei-sileiden tappiofunktioiden käsittelyssä. Tuloksena saatu kehys parantaa suorituskykyä huomattavasti verrattuna uusimpiin menetelmiin, kuten havainnollistamme laajalla joukolla kokeita todellisilla hajautetuilla tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

CoCoA: CoCoA: Yleinen kehys tiedonsiirtotehokkaalle hajautetulle optimoinnille

**Esimerkki 2.1457**

Marginaalinen MAP-ulkoistus tarkoittaa MAP-ennusteiden tekemistä järjestelmissä, joissa on latentteja muuttujia tai puuttuvaa tietoa. Se on huomattavasti vaikeampaa kuin<lb>puhtaat marginalisointi- ja MAP-tehtävät, joita varten on olemassa suuri joukko tehokkaita ja kon-<lb>vergenttejä variaatiorialgoritmeja, kuten dual decomposition. Tässä työssä me<lb>yleistämme dual-<lb>hajotuksen yleiseen potenssisumman päättelytehtävään, joka in-<lb>sisältää marginaalisen MAP:n sekä puhtaan marginalisoinnin ja MAP:n erikoistapauksina.<lb>Menetelmämme perustuu lohkokoordinaattien laskeutumisalgoritmiin uudella konveksisella<lb>hajotuksen sidoksella, joka taatusti konvergoituu monotonisesti ja joka voidaan<lb>parallellistaa<lb>tehokkaasti. Demonstraamme lähestymistapaamme marginaalisilla MAP-kyselyillä<lb>, jotka on määritelty UAI:n approksimatiivisen päättelyn haasteesta peräisin olevissa reaalimaailman ongelmissa,<lb>näyttäen, että kehyksemme on nopeampi ja luotettavampi kuin aiemmat menetelmät.

**Tulos**

Marginaalisen MAP:n hajotusrajat

**Esimerkki 2.1458**

Työssämme käsitellään kahta tärkeää ongelmaa, jotka liittyvät rekursiivisiin neuroverkkoihin: (1) ne ovat yliparametrisoituja ja (2) rekurenssimatriisi on huonosti ehdollistettu. Edellinen lisää oppimisen otoskompleksisuutta ja koulutusaikaa. Jälkimmäinen aiheuttaa häviävän ja räjähtävän gradientin ongelman. Esittelemme joustavan rekursiivisen neuroverkkomallin nimeltä Kronecker Recurrent Units (KRU). KRU:lla saavutetaan parametritehokkuus RNN-verkoissa Kronecker-faktoroidun rekursiivisen matriisin avulla. Se voittaa rekurrenssimatriisin huonon ehdon asettamalla tekijöille pehmeät yksikkörajoitukset. Faktoreiden pienen ulottuvuuden ansiosta näiden rajoitusten ylläpitäminen on laskennallisesti tehokasta. Kokeelliset tuloksemme viidellä vakiomuotoisella aineistolla osoittavat, että KRU voi vähentää parametrien määrää kolmella suuruusluokalla rekursiivisessa painomatriisissa verrattuna nykyisiin rekursiivisiin malleihin ilman, että tilastollinen suorituskyky kärsii. Nämä tulokset osoittavat erityisesti, että vaikka korkea-ulotteisesta rekursiivisesta avaruudesta on etua, mallin rekursiivisen osan kapasiteettia voidaan vähentää huomattavasti.

**Tulos**

Kroneckerin toistuvat yksiköt

**Esimerkki 2.1459**

Nopeimmat tunnetut tarkat algoritmit Bayesin verkkojen pisteisiin perustuvaan rakenteen löytämiseen n solmun Bayes-verkoissa toimivat ajassa ja tilassa 2n. Näiden algoritmien käyttö rajoittuu enintään noin 25 solmun verkkoihin lähinnä tilantarpeen vuoksi. Tässä tutkimme tila-aikakompromisseja optimaalisen verkkorakenteen löytämiseksi. Kun käytettävissä on vain vähän tilaa, sovellamme Gurevichin ja Shelahin rekurrenssia, joka on alun perin ehdotettu Hamilton-polkuongelmaa varten, ja saamme ajan 2n ja tilan 2n mille tahansa s = n/2, n/4, n/8, . . . .; oletamme, että kunkin solmun indegree on rajoitettu vakiolla. Käytännönläheisempään tilanteeseen, jossa tilaa on kohtalaisen paljon, esitämme uuden järjestelmän. Se tuottaa ajoaikaa 2(3/2)n ja tilaa 2(3/4)n, kun p = 0, 1, . . . . , n/2; nämä rajat pitävät paikkansa, kunhan indegrees on enintään 0,238n. Lisäksi jälkimmäinen järjestelmä mahdollistaa helpon ja tehokkaan rinnakkaistamisen aiempiin algoritmeihin verrattuna. Tutkimme myös empiirisesti esitettyjen tekniikoiden mahdollisuuksia.

**Tulos**

Tarkka rakenteen löytäminen Bayes-verkoissa pienemmällä tilalla

**Esimerkki 2.1460**

Käsittelemme ongelmaa, joka koskee törmäysvapaiden reittien suunnittelua useille agenteille, käyttämällä optimointimenetelmiä, jotka tunnetaan proksimaalialgoritmeina. Tätä lähestymistapaa tutkittiin hiljattain Bento et al. (2013), joka osoitti sen helppouden rinnakkaistamisessa ja hajauttamisessa, nopeuden, jolla algoritmit tuottavat hyvälaatuisia ratkaisuja, ja sen kyvyn sisällyttää erilaisia proksimaalioperaattoreita, joista jokainen varmistaa, että polut täyttävät halutun ominaisuuden. Valitettavasti johdetut operaattorit soveltuvat vain 2D-polkuihin ja edellyttävät, että kaikki välipisteet, joita haluamme agenttien noudattavan, on ennalta määritetty tietyille agenteille, mikä rajoittaa niiden sovellettavuutta. Tässä artikkelissa ratkaistaan nämä rajoitukset. Otamme käyttöön uusia operaattoreita, jotka käsittelevät mielivaltaisissa ulottuvuuksissa liikkuvia agentteja ja jotka ovat nopeampia laskea kuin niiden 2D-edeltäjät, ja otamme käyttöön maamerkkejä, avaruusaikaisia paikkoja, jotka osoitetaan automaattisesti agenttijoukolle eri optimaalisuuskriteerien mukaisesti. Lopuksi raportoimme uusien operaattoreiden suorituskyvystä useissa numeerisissa kokeissa.

**Tulos**

Proksimaaliset operaattorit moniagenttista reittisuunnittelua varten

**Esimerkki 2.1461**

Monet luonnollisen kielen tuottamistehtävät, kuten abstrakti tiivistäminen ja tekstin yksinkertaistaminen, ovat parafraasipainotteisia. Näissä tehtävissä kopiointi ja uudelleenkirjoittaminen ovat kaksi tärkeintä kirjoitustapaa. Useimmat aiemmat sekvenssistä sekvenssiin (Seq2Seq) -mallit käyttävät yhtä dekooderia ja jättävät tämän tosiasian huomiotta. Tässä artikkelissa kehitämme uudenlaisen Seq2Seq-mallin, joka yhdistää kopioivan dekooderin ja rajoitetun generatiivisen dekooderin. Kopioiva dekooderi löytää kopioitavan kohdan tyypillisen huomiomallin perusteella. Generatiivinen dekooderi tuottaa sanoja, jotka on rajattu lähdekohtaiseen sanastoon. Kahden dekooderin yhdistämiseksi ja lopullisen tuotoksen määrittämiseksi kehitämme ennustajan, joka ennustaa kopioinnin tai uudelleenkirjoittamisen tilan. Tätä ennustajaa voidaan ohjata harjoitusaineiston todellisen kirjoitustavan perusteella. Teemme laajoja kokeita kahdella erilaisella parafraasitietoaineistolla. Tulos osoittaa, että mallimme on nykyisiä lähestymistapoja parempi sekä informatiivisuuden että kielen laadun suhteen.

**Tulos**

Yhteinen kopiointi ja rajoitettu generointi parafraasia varten

**Esimerkki 2.1462**

Kiinteän sanaston kielimallit eivät ota huomioon yhtä luonnollisen kielen tyypillisimmistä tilastollisista tosiasioista: uusien sanatyyppien tiheää luomista ja uudelleenkäyttöä. Vaikka merkkitason kielimallit tarjoavat osittaisen ratkaisun, sillä ne voivat luoda sanatyyppejä, joita ei ole esiintynyt harjoituskorpuksessa, ne eivät kuitenkaan pysty kuvaamaan tällaisten sanojen "räjähdysmäistä" jakautumista. Tässä artikkelissa täydennämme hierarkkista LSTM-kielimallia, joka luo sanamerkkien sarjoja merkki kerrallaan, välimuistimekanismilla, joka oppii käyttämään aiemmin luotuja sanoja uudelleen. Mallimme validoimiseksi rakennamme uuden avoimen sanaston kielimallinnusjoukon (Multilingual Wikipedia Corpus; MWC) vertailukelpoisista Wikipedia-artikkeleista seitsemällä typologisesti erilaisella kielellä ja osoitamme mallimme tehokkuuden tällä kielivalikoimalla.

**Tulos**

Sanojen luomisen ja uudelleenkäytön oppiminen avoimen sanaston neurologisessa kielimallinnuksessa

**Esimerkki 2.1463**

Yksittäisten ristikkäisten preferenssiprofiilien alue on laajalti tutkittu alue sosiaalisen valinnan teoriassa. Se on yleistetty puiden suhteen yhden risteävän preferenssiprofiilin alueeksi, joka perii monia toivottavia ominaisuuksia yhden risteävän profiilin alueelta, esimerkiksi enemmistösuhteen transitiivisuuden, polynomiaikaisen algoritmin olemassaolon Kemeny-äänestyssäännön voittajien löytämiseksi jne. Tässä artikkelissa tarkastelemme puiden yksittäisten ristikkäisten preferenssiprofiilien alueen yleistämistä edelleen alueeksi, joka koostuu kaikista preferenssiprofiileista, jotka voidaan laajentaa yksittäisten ristikkäisten preferenssiprofiilien alueeksi jonkin puun suhteen lisäämällä siihen lisää preferenssijärjestyksiä. Kutsumme tätä aluetta heikon yhden risteyksen puiden alueeksi. Tiedetään, että suurin osa puiden yhden risteyksen alueen toivottavista ominaisuuksista pätee edelleen puiden heikosti yhden risteyksen alueella. Tässä artikkelissa todistamme useita mielenkiintoisia rakenteellisia ominaisuuksia puiden heikosti yksittäisen risteävän alueen rakenteellisista ominaisuuksista ja hyödynnämme niitä suunnitellaksemme tehokkaita algoritmeja puiden heikosti yksittäisen risteävän alueen preferenssiprofiilien tunnistamiseen ja esiin tuomiseen. Aloitamme osoittamalla, että jokaiselle heikosti yksittäisen risteävän puun preferenssiprofiilille P on olemassa ainutkertainen inkluusio-minimaalinen joukko preferenssijärjestyksiä Q, joiden sisällyttäminen P:hen tekee tuloksena olevasta profiilista P = P ⊎Q yksittäisen risteävän jonkin puun suhteen. Kutsumme profiilia P P:n sulkeumaksi. Käyttämällä tätä puiden heikosti yhden risteävän preferenssiprofiilin sulkeumaominaisuutta ja Clearwaterin et al. [CPS15] tunnettua puiden yhden risteävän preferenssiprofiilin tunnistusalgoritmia suunnittelemme polynomiaikaisen algoritmin puiden heikosti yhden risteävän preferenssiprofiilin tunnistamiseen. Tämän jälkeen kehitämme polynomiaikaisen algoritmin, jolla on alhainen kyselykompleksisuus ja jolla voidaan tunnistaa heikosti yhden risteyksen preferenssiprofiileja puissa myös silloin, kun emme tunne yhtään puuta, jonka suhteen syötetyn preferenssiprofiilin sulkeutuminen on yhden risteyksen ja preferenssejä voidaan kysyä vain peräkkäin; lisäksi syötetyn preferenssiprofiilin peräkkäinen järjestys on tuntematon. Täydennämme preferenssien hakualgoritmimme suorituskykyä osoittamalla, että algoritmimme tekee optimaalisen määrän kyselyitä vakiokertoimiin asti, kun syötetyssä preferenssiprofiilissa olevien preferenssijärjestysten määrä on suuri verrattuna ehdokkaiden määrään, vaikka

**Tulos**

Heikosti yksittäisten risteysprofiilien tunnistaminen ja tuottaminen puissa.

**Esimerkki 2.1464**

Tarkastelemme empaattisia ajallisen eron oppimisalgoritmeja politiikan arviointia varten diskontattavissa Markov-päätösprosesseissa, joissa on äärelliset tilat. Tällaisia algoritmeja ehdottivat hiljattain Sutton, Mahmood ja White (2015) parannettuna ratkaisuna ongelmaan, joka koskee politiikan ulkopuolisen ajallisen eron oppimisen divergenssiä lineaarisen funktion approksimaation avulla. Esitämme tässä artikkelissa ensimmäiset konvergenssitodistukset kahdelle empiiriselle algoritmille, ETD(λ) ja ELSTD(λ). Todistamme, että ELSTD(λ):n iteraattien konvergenssi on L:ssä yleisissä off-policy-olosuhteissa ja että molemmilla algoritmeilla lasketut approksimoidut arvofunktiot, jotka käyttävät yhtä ainoaa äärettömän pitkää rataa, lähenevät lähes varmasti. Analyysimme sisältää uusia tekniikoita, joilla on sovelluksia muihinkin kuin empaattisiin algoritmeihin ja jotka johtavat esimerkiksi ensimmäiseen todisteeseen siitä, että vakio-TD(λ) konvergoi myös off-policy-harjoittelussa, kun λ on riittävän suuri.

**Tulos**

Empaattisen ajallisen eron oppimisen konvergenssista∗ \*.

**Esimerkki 2.1465**

Tässä käsikirjoituksessa osoitetaan, että AdaBoost ja sen välittömät muunnokset voivat tuottaa likimääräisiä maksimimarginaaliluokittelijoita yksinkertaisesti skaalaamalla askelkoon valintoja kiinteällä pienellä vakiolla. Tällä tavoin, kun skaalaamaton askelkoko on optimaalinen valinta, nämä tulokset antavat takuut Friedmanin empiirisesti onnistuneelle "kutistamismenettelylle" gradienttiboostingille (Friedman, 2000). Takuita saadaan myös useille muille askelkoolle, mikä vahvistaa intuition, jonka mukaan yhä regularisoidummat linjahaut tarjoavat paremmat marginaalitakuut. Tulokset pätevät eksponentiaaliselle häviölle ja vastaaville häviöille, erityisesti logistiselle häviölle.

**Tulos**

Marginaalit, kutistuminen ja vahvistaminen

**Esimerkki 2.1466**

Sekoitettavuus on tappion ominaisuus, joka kuvaa, milloin nopea konvergenssi on mahdollista ennustuspelissä, jossa on asiantuntijaneuvoja. Osoitamme, että sekoitettavuuden keskeinen ominaisuus yleistyy, eivätkä tavallisessa teoriassa esiintyvät exp- ja log-operaatiot ole niin erikoisia kuin olisi voinut luulla. Tässä yhteydessä esittelemme yleisemmän Φ-sekoitettavuuden käsitteen, jossa Φ on yleinen entropia (eli mikä tahansa kovera funktio todennäköisyyksille). Osoitamme, miten minkä tahansa tällaisen entropian konveksin kaksoispuolelle ominainen ominaisuus tuottaa luonnollisen algoritmin (katumuksen minimoijan), joka analogisesti klassisen aggregaatioalgoritmin kanssa takaa vakiokatumuksen käytettäessä Φ-sekoitettavissa olevia tappioita. Me kuvaamme tarkasti, millä Φ:llä on Φ-sekoitettavissa olevat tappiot, ja esitämme useita arvauksia optimaalisuudesta ja eri entropiavalintojen välisistä suhteista.

**Tulos**

Yleistetty sekoitettavuus entrooppisen dualiteetin avulla

**Esimerkki 2.1467**

Määritämme optimaaliset rajat k-konsistenssitesteissä käytettävien etenemisvaiheiden lukumäärälle. Tiedetään, että paikalliset johdonmukaisuusalgoritmit, kuten kaari-, polku- ja k-konsistenssi, eivät ole tehokkaasti rinnakkaistettavissa. Niiden luontainen sekventiaalinen luonne johtuu pitkistä ketjuista, joissa on sisäkkäisiä etenemisvaiheita, joita ei voida suorittaa rinnakkain. Tämä motivoi kysymyksen "Mikä on pienin mahdollinen määrä sisäkkäisiä etenemisvaiheita, jotka k-konsistenssialgoritmien on suoritettava (binääri)rajoitusverkoissa, joissa on n muuttujaa ja joiden toimialueen koko on d?". Aiemmin tiedettiin, että 2-konsistenssi vaatii Ω(nd) ja 3-konsistenssi Ω(n) peräkkäistä etenemisvaihetta. Vastaamme kysymykseen tyhjentävästi jokaiselle k ≥ 2: on olemassa binäärisiä rajoitusverkkoja, joissa minkä tahansa k-konsistenssimenetelmän on suoritettava Ω(nk-1dk-1) sisäkkäistä etenemisvaihetta ennen kuin paikalliset epäjohdonmukaisuudet havaitaan. Tämä raja on tiukka, koska k-konsistenssin suorittamien etenemisvaiheiden kokonaismäärä on enintään nk-1dk-1.

**Tulos**

Paikallisen johdonmukaisuuden leviämissyvyys

**Esimerkki 2.1468**

Tässä artikkelissa tutkimme empiirisesti erilaisten ohitusyhteyksien vaikutuksia pinotuissa kaksisuuntaisissa LSTM-muisteissa peräkkäistä merkintää varten. Tutkimme kolmenlaisia LSTM-soluihin kytkeytyviä ohitusyhteyksiä: (a) ohitusyhteydet portteihin, (b) ohitusyhteydet sisäisiin tiloihin ja (c) ohitusyhteydet solujen ulostuloihin. Esitämme kattavia kokeita, jotka osoittavat, että solujen ulostuloihin liittyvät ohitusyhteydet ovat parempia kuin kaksi muuta. Lisäksi havaitsemme, että porttien identiteettifunktioiden käyttäminen ohitusyhteyksinä toimii melko hyvin. Tämän uudenlaisten ohitusyhteyksien perusteella koulutamme onnistuneesti syviä pinottuja kaksisuuntaisia LSTM-malleja ja saamme huippuluokan tuloksia CCG-supertaggauksesta ja vertailukelpoisia tuloksia POS-taggauksesta.

**Tulos**

Empiirinen tutkimus ohitusyhteyksistä peräkkäisten merkintöjen merkitsemisessä

**Esimerkki 2.1469**

Bayes-verkkoja voidaan käyttää muuttujien osajoukon havaitun tilan selittämiseen. Tässä asiakirjassa selvitetään selityksen toivomuksia ja asetetaan ne vastakkain nykyisten menetelmien ehdottaman selityksen käsitteen kanssa. Keskustelemme kausaalisten lähestymistapojen huomioon ottamisen tarpeellisuudesta, kun kausaaligraafi on käytettävissä. Sen jälkeen esitellään kausaaliset selityspuut, jotka perustuvat selityspuiden rakentamiseen kausaalisen informaation ow-mittarin avulla (Ay ja Polani, 2006). Tätä lähestymistapaa verrataan useisiin muihin menetelmiin tunnetuilla verkoilla.

**Tulos**

Selityspuut kausaalisia Bayes-verkkoja varten

**Esimerkki 2.1470**

Elektromyografiasignaali (EMG-signaali) on neuromuskulaarisen aktivaation sähköinen ilmentymä, joka antaa pääsyn fysiologisiin prosesseihin, jotka saavat lihaksen tuottamaan voimaa ja tuottamaan liikettä. Ei-invasiiviset proteesit käyttävät tällaisia signaaleja, jotka käyttäjän tyngään asetetut elektrodit havaitsevat, syöttötietona tuottaakseen käden asentoliikkeitä proteesin käyttäjän aikomusten mukaisesti. Tämän pilottitutkimuksen tavoitteena on tutkia toistettavuutta eli kykyä luokitella 17 erilaista EMG-signaalin esittämää käden asentoa päivien ajan valvonta-algoritmin avulla. Tiedonkeruukokeet kestivät neljä päivää, ja signaalit kerättiin yhden koehenkilön kyynärvarresta. Huomasimme, että tukivektorikoneen (SVM) luokittelutulokset ovat riittävän korkeat takaamaan yli 10 asennon oikean luokittelun kullakin hetkellä tarkastellun ajanjakson aikana.

**Tulos**

Ei-invasiivisten käsiproteesien hallinnan tutkiminen pitkien aikavälien ajan kuluessa

**Esimerkki 2.1471**

Koska älylaitteiden käyttäjiä on maailmanlaajuisesti valtava määrä, mobiilit terveysteknologiat (mHealth) toivottavasti vaikuttavat myönteisesti ja laajasti ihmisten terveyteen. Ne pystyvät tarjoamaan laitteiden käyttäjille joustavia, kohtuuhintaisia ja kannettavia terveysoppaita. Nykyisissä mHealth-menetelmissä oletetaan, että käyttäjät ovat täysin heterogeenisiä. Ne eivät jaa mitään tietoja käyttäjien kesken ja oppivat kullekin käyttäjälle erillisen toimintatavan. Kunkin käyttäjän tiedot ovat kuitenkin hyvin rajallisia, jotta ne tukisivat erillistä verkko-oppimista, mikä johtaa epävakaisiin toimintatapoihin, jotka sisältävät paljon vaihtelua. Lisäksi havaitsemme totuuden, että käyttäjä voi olla samankaltainen joidenkin mutta ei kaikkien käyttäjien kanssa, ja toisiinsa yhteydessä olevilla käyttäjillä on yleensä samankaltainen käyttäytyminen. Tässä artikkelissa ehdotamme verkkoyhteenkuuluvuutta rajoittavaa (toimijakriittistä) vahvistusoppimismenetelmää (Reinforcement Learning, RL) mHealth-menetelmää varten. Tavoitteena on tutkia, miten tietoa voidaan jakaa samankaltaisten käyttäjien kesken, jotta rajallinen käyttäjätieto voidaan muuntaa paremmin terävämmiksi opituiksi toimintatavoiksi. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen online-toimijakriittinen RL-menetelmä mHealth-alalla ja ensimmäinen verkkokoherenssia rajoittava (toimijakriittinen) RL-menetelmä kaikissa sovelluksissa. Verkon koheesio on tärkeää tehokkaiden toimintatapojen johtamiseksi. Keksimme uudenlaisen menetelmän verkon oppimiseen käyttämällä lämpimän alun liikerataa, joka heijastaa suoraan käyttäjien ominaisuutta. Mallimme optimointi on vaikeaa ja hyvin erilaista kuin yleinen valvottu oppiminen, koska arvot havaitaan epäsuorasti. Panoksena ehdotamme kahta algoritmia ehdotetulle online-RL:lle. Ehdotettuja menetelmiä voidaan mHealthin lisäksi helposti soveltaa tai mukauttaa muihin terveyteen liittyviin tehtäviin. Laajat kokeilutulokset HeartSteps-tietokannasta osoittavat, että ehdotetut kaksi menetelmää parantavat selvästi uusimpia menetelmiä useilla parametriasetuksilla.

**Tulos**

Koheesiopohjainen online-toimijakriittinen vahvistusoppiminen mHealth-interventiota varten.

**Esimerkki 2.1472**

Nykyaikaiset konfliktipohjaiset lausekeoppimismenetelmät (CDCL) tarjoavat tehokkaan automaattisen analyysin reaalimaailman järjestelmien ominaisuusmalleista (FM) autoista käyttöjärjestelmiin. On tunnettua, että reaalimaailman FM-mallien ratkaisijapohjainen analyysi skaalautuu hyvin, vaikka tällaisista FM-malleista saadut SAT-instanssit ovat suuria ja vastaavien analyysiongelmien tiedetään olevan NP-täydellisiä. Ymmärtääksemme paremmin, miksi SAT-ratkaisijat ovat niin tehokkaita, tutkimme systemaattisesti monia syntaktisia ja semanttisia ominaisuuksia edustavasta joukosta suuria reaalimaailman FM:iä. Havaitsimme, että keskeinen syy siihen, miksi suuria reaalimaailman FM-malleja on helppo analysoida, on se, että suurin osa näiden mallien muuttujista on rajoittamattomia, eli mallit ovat täytettävissä sekä tosi- että vääränlaisille muuttujille nykyisen osittaisen tehtävänannon mukaisesti. Tämän löydön ja CDCL SAT -ratkaisujen ymmärtämisen perusteella osoitamme, että ratkaisut löytävät helposti tyydyttäviä tehtäviä tällaisille malleille ilman liian monia takapolkuja suhteessa mallin kokoon, mikä selittää, miksi ratkaisut skaalautuvat niin hyvin. Tarkempi analyysi osoitti, että rajoittamattomien muuttujien esiintyminen näissä reaalimaailman malleissa voi johtua niiden suuresta vaihteluasteesta. Lisäksi kokeilimme useita tunnettuja ei-taaksepäin seurattavia yksinkertaistuksia, jotka ovat erityisen tehokkaita FM-mallien ratkaisemisessa. Yksinkertaistusten jälkeen jäljelle jääviä muuttujia/lausekkeita, joita kutsutaan ytimeksi, on niin vähän, että ne ovat helposti ratkaistavissa myös takaperin, mikä vahvistaa päätelmiämme entisestään. Selitämme havaintojemme ja takaporttien välisen yhteyden, jonka teoreetikot ovat esittäneet selittääkseen SAT-ratkaisukoneiden tehon. Tämä yhteys vahvistaa hypoteesiamme, jonka mukaan FM:ien SAT-pohjainen analyysi on helppoa. Toisin kuin havaintomme, aiemmat tutkimukset kuvaavat satunnaisesti generoitujen FM:ien analysoinnin vaikeutta puun leveyden perusteella. Kokeemme viittaavat siihen, että todellisen maailman FM:ien analysoinnin vaikeutta ei voida selittää puunleveyden avulla. Tämän teoksen tai sen osan digitaalisten tai painettujen kopioiden valmistaminen henkilökohtaiseen tai luokkahuonekäyttöön on sallittua ilman maksua edellyttäen, että kopioita ei valmisteta tai levitetä voittoa tai kaupallista hyötyä varten ja että kopioissa on tämä ilmoitus ja täydellinen viittaus 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. SPLC 2015, 20.-24. heinäkuuta 2015, Nashville, TN, USA c © 2015 ACM. ISBN 978-1-4503-3613-0/15/07. . . 15,00 $ DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2791060.2791070 CCS Käsitteet -Ohjelmistot ja niiden suunnittelu → Ohjelmistotuoteryhmät;

**Tulos**

Suurten reaalimaailman ominaisuusmallien SAT-pohjainen analyysi on helppoa

**Esimerkki 2.1473**

Esitetään kehys infomax-periaatteeseen perustuvaan representaatioiden valvomattomaan oppimiseen laajamittaisille hermopopulaatioille. Käytämme asymptoottista approksimaatiota Shannonin keskinäiselle informaatiolle suurelle hermopopulaatiolle osoittaaksemme, että hierarkkisella infomax-menetelmällä voidaan saada hyvä alkuapproksimaatio globaalille tietoteoreettiselle optimille. Aloitusratkaisusta lähtien ehdotetaan tehokasta algoritmia, joka perustuu lopullisen tavoitefunktion gradienttilaskeutumiseen ja jonka avulla voidaan oppia representaatioita syötetiedostoista, ja menetelmä toimii täydellisille, ylitäydellisille ja vajaatäydellisille tietokannoille. Numeeriset kokeet vahvistavat, että menetelmämme on vankka ja erittäin tehokas poimittaessa merkittäviä piirteitä syötetiedostoista. Verrattuna tärkeimpiin olemassa oleviin menetelmiin algoritmimme on selvä etu sekä harjoittelunopeuden että valvomattoman esitysten oppimisen kestävyyden suhteen. Lisäksi ehdotettu menetelmä on helppo laajentaa valvottuun tai valvomattomaan malliin syvien rakenneverkkojen kouluttamiseksi.

**Tulos**

NEURAALINEN VÄESTÖ INFOMAX

**Esimerkki 2.1474**

Tutkimme stokastisten gradienttimenetelmien yleistymisominaisuuksia oppimisessa koverilla tappiofunktioilla ja lineaarisesti parametrisoitujen funktioiden kanssa. Osoitamme, että ilman rangaistuksia tai rajoituksia algoritmin stabiilisuutta ja approksimaatio-ominaisuuksia voidaan hallita virittämällä joko askelkoko tai datan läpikäyntien määrä. Tästä näkökulmasta näiden parametrien voidaan katsoa ohjaavan eräänlaista implisiittistä regularisointia. Numeeriset tulokset täydentävät teoreettisia havaintoja.

**Tulos**

Yleistymisominaisuudet ja implisiittinen säännönmukaistaminen usean läpikäynnin SGM:lle

**Esimerkki 2.1475**

Offline-käsienkirjoituksen tunnistusjärjestelmät tarvitsevat rajattuja tekstirivikuvia sekä<lb>koulutusta että tunnistusta varten. Toisaalta sijainnin ja trans-<lb>skriptin merkitseminen rivitasolla on kallista. Toisaalta automaattiset rivien erottelualgoritmit ovat alttiita virheille, jotka heikentävät myöhempää tunnistusta. Tässä artikkelissa ehdotamme muunnosta suosittuihin ja tehokkaisiin moni<lb>ulotteisiin pitkä<lb>kestomuistisiin rekursiivisiin neuroverkkoihin (MDLSTM-<lb>RNN), jotta käsinkirjoitettujen kappaleiden käsittely olisi mahdollista alusta loppuun. Tarkemmin sanottuna korvaamme kaksiulotteisen esityksen kaksiulotteiseksi ennusteiden sarjaksi muuttavan sortumakerroksen toistuvalla versiolla, joka voi tunnistaa<lb>yksi rivin kerrallaan. Ehdotetussa mallissa neuroverkko suorittaa eräänlaisen<lb>implicit-viivan segmentoinnin laskemalla huomiopainot kuvan edustukselle. Rimes- ja IAM-tietokannan kappaleilla tehdyissä kokeissa saatiin tuloksia,<lb>jotka ovat kilpailukykyisiä rivitasolla koulutettujen verkkojen tulosten kanssa, ja ne muodostavat<lb>merkittävän askeleen kohti kokonaisten asiakirjojen loppuun asti ulottuvaa transkriptiota.

**Tulos**

Yhteinen rivien segmentointi ja transkriptio käsinkirjoitettujen kappaleiden tunnistamiseksi alusta loppuun

**Esimerkki 2.1476**

Tunneanalyysi on yhä tärkeämpi keino tutkia ohjelmistokehittäjien tunteita louhimalla joukolla tuotettua sisältöä sosiaalisten ohjelmistokehitystyökalujen avulla. Valmiit tunneanalyysityökalut on kuitenkin koulutettu muille kuin teknisille aloille ja yleiskäyttöiseen sosiaaliseen mediaan, mikä johtaa teknisen jargonin ja ongelmaraporttien virheelliseen luokitteluun. Tässä esittelemme Senti4SD:n, joka on erityisesti kehittäjien viestintäkanavien tunneanalyysin tueksi koulutettu luokittelija. Senti4SD on koulutettu ja validoitu käyttämällä kultaista standardia, joka koostuu Stack Overflow -kysymyksistä, -vastauksista ja -kommenteista, jotka on manuaalisesti kommentoitu sentimenttien polariteetin mukaan. Se hyödyntää sekä leksikko- ja avainsanapohjaisia piirteitä että sanojen upottamiseen perustuvia semanttisia piirteitä. Senti4SD vähentää neutraalien ja positiivisten viestien virheellistä luokittelua emotionaalisesti negatiivisiksi verrattuna valmiiseen työkaluun, jota käytämme perustasona. Kannustaaksemme replikaatioita julkaisemme laboratoriopaketin, joka sisältää luokittimen, sanojen upotusavaruuden ja kultaisen standardin annotaatio-ohjeineen.

**Tulos**

Sentimenttien polariteetin havaitseminen ohjelmistokehitystä varten

**Esimerkki 2.1477**

Ihmisen havaintojärjestelmä voi tehdä kasvojen perusteella monimutkaisia päätelmiä, jotka vaihtelevat sukupuolta, etnistä alkuperää, ilmettä, ikää, identiteettiä jne. koskevista objektiivisista arvioista subjektiivisiin arvioihin kasvojen houkuttelevuudesta, luotettavuudesta, sosiaalisuudesta, ystävällisyydestä jne. Objektiivisia näkökohtia on tutkittu laajasti, mutta kasvojen subjektiivisen havaitsemisen mallintamiseen on kiinnitetty vähemmän huomiota. Tässä tutkimuksessa mukautamme 6 uusinta neuroverkkoa, jotka on esivalmennettu erilaisiin kuvatehtäviin (kohteiden luokittelu, kasvojen tunnistaminen, kasvojen paikantaminen), ennustamaan ihmisten arvioita 40:stä kasvojen sosiaalisesta arvostelusta 10k:n yhdysvaltalaisessa aikuisten kasvotietokannassa. VGG-16-verkon conv5 2 -kerroksen PCA:n valvottu harharegressio antaa parhaat ennusteet keskimääräisistä ihmisarvosteluista. Ihmisten ryhmäsopimusta arvioitiin jakamalla arvioijat toistuvasti satunnaisesti kahteen puolikkaaseen kunkin kasvon osalta ja laskemalla Pearsonin korrelaatio näiden kahden keskiarvoluokitusjoukon välillä. Tämän menetelmän ansiosta mallien korrelaatiot ihmisten keskimääräisten luokitusten kanssa voivat ylittää tämän pistemäärän. Havaitsimme, että 1) mallin suorituskyky kasvaa, kun yksimielisyys kasvonpiirteestä kasvaa, ja 2) mallien korrelaatiot ovat aina korkeampia kuin ihmisten keskinäiset korrelaatiot. Nämä tulokset havainnollistavat kasvojen subjektiivisen havaitsemisen opittavuutta, erityisesti silloin, kun vallitsee konsensus, sekä esineiden tunnistamista varten opittujen representaatioiden silmiinpistävää monipuolisuutta ja siirrettävyyttä. Tällä työllä on vahvoja sovelluksia sosiaaliseen robotiikkaan, jolloin robotit voivat päätellä ihmisten arvioita toisistaan.

**Tulos**

Oppia näkemään ihmiset ihmisinä

**Esimerkki 2.1478**

Tässä työssä pyritään käsittelemään kuvapohjaisen kysymysten vastaamisen (QA) ongelmaa uusien mallien ja tietokokonaisuuksien avulla. Työssämme ehdotamme, että käytämme toistuvia neuroverkkoja ja visuaalisia semanttisia sulautuksia ilman välivaiheita, kuten kohteiden tunnistusta ja kuvan segmentointia. Mallimme suoriutuu 1,8 kertaa paremmin kuin äskettäin julkaistut tulokset samasta tietokokonaisuudesta. Toinen keskeinen panos on automaattinen kysymysten generointialgoritmi, joka muuntaa tällä hetkellä saatavilla olevan kuvakuvaustietokannan QA-muotoon, jolloin saadaan 10 kertaa suurempi tietokanta, jossa vastaukset jakautuvat tasaisemmin.

**Tulos**

Kuvakysymyksiin vastaaminen: Visuaalinen semanttinen sulautusmalli ja uusi tietokanta

**Esimerkki 2.1479**

ABSTRACT: Kognitiotieteen "helppo" ongelma on selittää, miten ja miksi voimme tehdä sen, mitä voimme tehdä. "Vaikea" ongelma on selittää, miten ja miksi tunnemme. Turingin kognitiotieteen metodologia (Turingin testi) perustuu tekemiseen: Suunnittele malli, joka voi tehdä mitä tahansa, mitä ihminen voi tehdä, erottamattomasti ihmisestä, ihmiselle, ja olet selittänyt kognition. Searle on osoittanut, että onnistunut malli ei voi olla pelkästään laskennallinen. Aistimukselliset ja motoriset robottikyvyt ovat välttämättömiä, jotta ainakin osa mallin sanoista voidaan perustaa siihen, mitä robotti voi tehdä niillä maailman asioilla, joista sanat kertovat. Maadoittaminenkaan ei kuitenkaan riitä takaamaan sitä, että -tai selittämään, miten ja miksi - malli tuntee (jos tuntee). Tämä ongelma on paljon vaikeampi ratkaista (ja ehkä ratkaisematon).

**Tulos**

Alan Turing ja kognition "vaikea" ja "helppo" ongelma: Turing: Tekeminen ja tunteminen: Doing and Feeling

**Esimerkki 2.1480**

Multi Expression Programming (MEP) on evoluutiotekniikka, jota voidaan käyttää laskennallisesti vaikeiden ongelmien ratkaisemiseen. MEP käyttää lineaarista ratkaisumallia. Jokainen MEP-yksilö on merkkijono, joka koodaa monimutkaisia lausekkeita (tietokoneohjelmia). MEP-yksilö voi koodata useita ratkaisuja nykyiseen ongelmaan. Tässä artikkelissa MEP:ää käytetään TSP-heuristiikan (Traveling Salesman Problem) kehittämiseen kolmioepätasa-arvon täyttäville graafeille. Kehitettyä MEP-heuristiikkaa verrataan lähimmän naapurin heuristiikkaan (Nearest Neighbor Heuristic, NN) ja pienimmän jännityspuun heuristiikkaan (Minimum Spanning Tree Heuristic, MST) joissakin TSPLIB:n vaikeissa ongelmissa. Useimmissa tarkastelluissa ongelmissa kehittynyt MEP-heuristiikka päihittää NN:n ja MST:n. Saavutettua algoritmia testattiin joissakin TSPLIB:n ongelmissa. Tulokset korostavat, että kehittynyt MEP-heuristiikka on tehokas työkalu vaikeiden TSP-tapausten ratkaisemiseen.

**Tulos**

TSP-heuristiikkojen kehittäminen käyttäen moniulotteista ohjelmointia (Multi Expression Programming)

**Esimerkki 2.1481**

Tämän asiakirjan tarkoituksena on toimia vertailuoppaana AIML-kielellä toteutettujen chatterbottien kehittämisessä. Tätä varten kuvataan mallintunnistuksen alan keskeisiä käsitteitä, koska AIML käyttää tällaisia teoreettisia puitteita syntaktisissa ja semanttisissa rakenteissaan. Tämän jälkeen AIML-kieli kuvataan, ja jokaisen AIML-komennon/tunnisteen jälkeen annetaan sovellusesimerkki. Lisäksi osoitetaan AIML:n upotettujen tunnisteiden käyttö ihmisten ja koneiden välisten sekvenssidialogirajoitusten käsittelyssä. Lopuksi luokitellaan ja kuvataan tietokonejärjestelmiä, jotka avustavat keskustelurobottien suunnittelussa AIML-kielen avulla.

**Tulos**

TEKOÄLYN MERKINTÄKIELI: LYHYT OPETUSOHJELMA

**Esimerkki 2.1482**

Tässä artikkelissa tarkastellaan negatiivisella otannalla varustetun ohitusgrammimallin (SGNS) inkrementaalista harjoittelustrategiaa sekä empiirisestä että teoreettisesta näkökulmasta. Nykyiset neuraalisten sanojen upotusten menetelmät, mukaan lukien SNGS, ovat monipass-algoritmeja, eivätkä ne näin ollen pysty suorittamaan inkrementaalista mallipäivitystä. Tämän ongelman ratkaisemiseksi esitämme yksinkertaisen inkrementaalisen laajennuksen SNGS:lle ja esitämme perusteellisen teoreettisen analyysin sen pätevyyden osoittamiseksi. Empiiriset kokeet osoittivat teoreettisen analyysin oikeellisuuden sekä inkrementaalisen algoritmin käytännön hyödyllisyyden.

**Tulos**

Inkrementaalinen hyppygrammimalli negatiivisella näytteenotolla

**Esimerkki 2.1483**

SentiWordNet on tärkeä leksikaalinen resurssi, joka tukee tunteiden analysointia mielipiteiden louhintasovelluksissa. Tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta lähestymistapaa vietnaminkielisen SentiWordNetin (VSWN) rakentamiseksi. SentiWordNet luodaan tyypillisesti WordNetistä, jossa jokaisella synsetillä on numeeriset pisteet, jotka ilmaisevat sen mielipidepolariteetit. Monissa aiemmissa tutkimuksissa nämä pisteet on saatu soveltamalla koneoppimismenetelmää WordNetiin. Vietnamin WordNetiä ei kuitenkaan valitettavasti ole saatavilla tätä asiakirjaa laadittaessa. Siksi ehdotamme menetelmää, jolla VSWN voidaan rakentaa vietnaminkielisestä sanakirjasta, ei WordNetistä. Osoitamme ehdotetun menetelmän tehokkuuden luomalla automaattisesti VSWN:n, jossa on 39 561 synsettiä. Menetelmää testataan kokeellisesti 266 synsetillä, joissa on positiivisuuden ja negatiivisuuden aspekti. Se saavuttaa kilpailukykyisen tuloksen verrattuna englanninkieliseen SentiWordNetiin, joka on 0,066 ja 0,052 eroa positiivisuus- ja negatiivisuusjoukoille.

**Tulos**

Vietnamin SentiWordNetin rakentaminen vietnaminkielisen sanakirjan avulla

**Esimerkki 2.1484**

Tekstien luokittelu on prosessi, jossa asiakirjat ryhmitellään luokkiin niiden sisällön perusteella. Tämä prosessi on tärkeä tiedonhaun helpottamiseksi, ja se on tullut entistä tärkeämmäksi, koska verkossa on saatavilla valtavasti tekstimuotoista tietoa. Tekstiluokittelun pääongelma on se, miten luokittelutarkkuutta voidaan parantaa. Vaikka arabiankielisen tekstin luokittelu on uusi lupaava ala, alalla on tehty vain vähän tutkimuksia. Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta menetelmää arabialaisen tekstin luokitteluun vektorin arvioinnin avulla. Ehdotetussa menetelmässä käytetään kategorisoitua arabialaisten asiakirjojen korpusta, minkä jälkeen testatun asiakirjan sanojen painot lasketaan asiakirjan avainsanojen määrittämiseksi, joita verrataan korpuksen avainsanoihin kategorisoidun asiakirjan parhaan luokan määrittämiseksi.

**Tulos**

ARABIALAISEN TEKSTIN LUOKITTELUALGORITMI VEKTORIN ARVIOINTIMENETELMÄÄ KÄYTTÄEN

**Esimerkki 2.1485**

<lb>Seuraava oppiminen sijoittamaan kohteita moniasentoisissa näytöissä tai luetteloissa on tehtävä, joka voidaan heittää<lb>multiple-play-puolibändiasetelmaan. Suurena huolenaiheena tässä yhteydessä on kuitenkin se, kun järjestelmä ei pysty päättämään<lb>onko kunkin kohteen käyttäjäpalaute todella hyödynnettävissä. Käyttäjä on saattanut<lb>yksinkertaisesti sivuuttaa suuren osan sisällöstä. Tässä työssä ehdotetaan, että käytettävissä olevaa tietoa näytön<lb>asentoharhasta hyödynnetään niin sanotun asentopohjaisen klikkausmallin (PBM) mukaisesti. Aluksi käsitellään sitä, miten tämä malli eroaa<lb>kaskadimallista ja sen muunnelmista, joita on tarkasteltu useissa viimeaikaisissa monipeliryöstöjä käsittelevissä teoksissa. Sen jälkeen tarjoamme tälle mallille uudenlaisen katumuksen alarajan sekä laskennallisesti tehokkaita algoritmeja, jotka<lb>näyttävät hyvää empiiristä ja teoreettista suorituskykyä.

**Tulos**

Usean pelaajan rosvot sijaintiin perustuvassa mallissa

**Esimerkki 2.1486**

Tietämyksen esittäminen on keskeinen osa kaikkien sääntöpohjaisten järjestelmien, myös oppivien luokittelujärjestelmien, onnistumista. Tämä komponentti antaa tietoa siitä, miten ongelma-avaruus voidaan jakaa, mikä puolestaan vaikuttaa merkittävästi koko järjestelmän yleistämiskykyyn. Tiedon esittäminen on viime aikoina saanut paljon huomiota tiedonlouhintayhteisöissä, koska se vaikuttaa sääntöpohjaisiin järjestelmiin tehokkuuden ja vaikuttavuuden kannalta. Tässä työssä pyritään löytämään kattava ja samalla yksityiskohtainen näkemys nykyisistä tiedon esittämistekniikoista LCS-alalla yleensä ja XCS-alalla erityisesti. Tavoitteiden saavuttamiseksi tiedon esittämistekniikat ryhmitellään eri luokkiin sen luokittelutavan perusteella, johon ne on sisällytetty. Kussakin luokassa esitellään taustalla oleva sääntöesityskaavio ja vastaavaa esitystä tukevan luokittelun edellytyksen muoto. Lisäksi esitetään tarkka selitys siitä, miten kukin tekniikka jakaa ongelma-avaruuden, sekä laajoja kokeellisia tuloksia. Jotta kunkin tekniikan toimivuudesta saataisiin tarkempi kuva, esitetään nykyisten tekniikoiden vertaileva analyysi joistakin tavanomaisista ongelmista. Odotamme F. Shoeleh Computer Science and Engineering Dept. Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: shoeleh@cse.shirazu.ac.ir M. Majd E-mail: majd@cse.shirazu.ac.ir A. Hamzeh E-mail: ali@cse.shirazu.ac.ir S. Hashemi E-mail: s hashemi@shirazu.ac.ir tämä tutkimus on kiinnostava LCS-tutkijoille ja -ammattilaisille, koska se tarjoaa suuntaviivat oikean tiedon esittämistekniikan valitsemiseksi tietylle ongelmalle ja avaa myös uusia tutkimussuuntia tällä alalla.

**Tulos**

Tiedon esittäminen oppivissa luokittelujärjestelmissä: Katsaus

**Esimerkki 2.1487**

Stokastiset paikallishakualgoritmit (SLS) ovat osoittautuneet erittäin tehokkaiksi Boolen tyydyttävyysongelman (SAT) satunnaisten tapausten mallien löytämisessä. WalkSAT on yksi tunnetuimmista ja käytetyimmistä SLS-algoritmeista, ja sillä on keskeinen rooli SAT:n SLS-algoritmien kehityksessä, ja sillä on myös huippuluokan suorituskyky satunnaisissa instansseissa. Tässä työssä ehdotetaan WalkSAT:lle uutta toteutusta, jossa vähennetään turhia laskutoimituksia, mikä johtaa huomattavaan nopeutumiseen ja siten WalkSAT:n viimeisimmän version ja sen kehittyneiden muunnosten hallintaan.

**Tulos**

Tehokas toteutus WalkSAT:lle

**Esimerkki 2.1488**

Tekoäly määritellään yleisesti kyvyksi saavuttaa tavoitteita maailmassa. Vahvistusoppimisessa tavoitteet koodataan palkitsemisfunktioiksi, jotka ohjaavat agentin käyttäytymistä, ja havaittujen palkkioiden summa antaa käsityksen edistymisestä. Joillakin aloilla ei kuitenkaan ole tällaista palkitsemissignaalia tai palkitsemissignaali on niin harva, että se vaikuttaa puuttuvan. Ilman palkkiopalautetta agenttien käyttäytyminen on tyypillisesti satunnaista, usein päämäärättömästi epäröivää ja vailla tarkoituksellisuutta. Tässä artikkelissa esitellään algoritmi, joka pystyy oppimaan tarkoituksenmukaista käyttäytymistä ilman palkkioita. Algoritmi etenee rakentamalla ajallisesti laajennettuja toimintoja (vaihtoehtoja) tunnistamalla tarkoituksia, jotka ovat "juuri ja juuri agentin nykyisen käyttäytymisen ulottumattomissa". Nämä tarkoitukset asettavat agentille sisäisiä tavoitteita, joita hän voi oppia, ja lopulta tuloksena on joukko käyttäytymismalleja, jotka kannustavat agenttia vierailemaan tilaavaruuden eri osissa. Lähestymistapa soveltuu erityisesti tilanteisiin, joissa palkintoja on hyvin vähän, ja tällaiset käyttäytymismallit voivat auttaa ympäristön tutkimisessa, kunnes palkkio havaitaan.

**Tulos**

Tarkoituksenmukaisen käyttäytymisen oppiminen palkintojen puuttuessa

**Esimerkki 2.1489**

<lb>Tutkimme yleistä versiota verkkopohjaisesta oppimisongelmasta. Meille annetaan päätös<lb>joukko X refleksiivisessä Banach-avaruudessa X ja palkkiovektoreiden sarja X:n kaksoisavaruudessa. <lb>jokaisessa iteraatiossa valitsemme toiminnon X:stä, joka perustuu havaittuun aiempien palkkioiden sekvenssiin.<lb>Tavoitteenamme on minimoida katumus, joka on määritelty toteutuneen palkkion ja jälkikäteen parhaan kiinteän toiminnan palkkion<lb> välisenä erotuksena. Käyttämällä äärettömän ulottuvuuden koveran analyysin tuloksia, me<lb>yleistämme Dual Averaging -menetelmän (tai Follow the Regularized Leader -menetelmän) asetelmaamme ja<lb>saamme huonoimman tapauksen katumuksen yleiset ylärajat, jotka kattavat laajan joukon tuloksia<lb>kirjallisuudesta. Kun oletetaan, että palkkiot ovat tasaisesti jatkuvia, saamme eksplisiittiset anytime regret<lb>rajat tilanteessa, jossa päätösjoukko on sellaisten todennäköisyysjakaumien joukko kompaktissa metriikka-<lb>avaruudessa S, joiden Radon-Nikodym-derivaatat ovat L(S):n elementtejä jollakin p > 1. Tärkeää on, <lb>että emme tee mitään konveksisuusoletuksia joukolle S tai palkitsemisfunktioille. Todistamme myös<lb>yleisen alarajan minkä tahansa online-algoritmin pahimman tapauksen katumukselle. Sitten sovellamme näitä<lb>tuloksia oppimisongelmaan toistuvissa jatkuvissa kahden pelaajan nollasummapeleissä, joissa<lb>pelaajien strategiajoukot ovat kompakteja metrisiä avaruuksia. Näin tehdessämme todistamme ensin, että jos molemmat pelaajat<lb>pelaavat Hannan-yhteensopivaa strategiaa, niin todennäköisyydellä 1 empiiriset pelijakaumat<lb>konvergoituvat heikosti<lb>pelin Nash-tasapainojen joukkoon. Tämän jälkeen osoitamme, että lievillä oletuksilla<lb>Kaksoiskeskiarvoistaminen todennäköisyysjakaumien (äärettömän moniulotteisessa) avaruudessa todellakin saavuttaa<lb>Hannan-konsistenssin. Lopuksi havainnollistamme tuloksiamme numeeristen esimerkkien avulla.<lb>

**Tulos**

Katumuksen minimointi refleksiivisissä Banach-avaruuksissa ja Nash-tasapainojen oppiminen jatkuvissa nollasummapeleissä

**Esimerkki 2.1490**

Nykyään insinöörien on usein kehitettävä ohjelmistoja tietämättä edes sitä, millä laitteistolla ne lopulta toimivat lukuisissa matkapuhelimissa, tableteissa, pöytätietokoneissa, kannettavissa tietokoneissa, datakeskuksissa, supertietokoneissa ja pilvipalveluissa. Valitettavasti optimoivat kääntäjät eivät enää pysy mukana jatkuvasti muuttuvien tietokonejärjestelmien yhä monimutkaisemmissa järjestelmissä, ja ne saattavat tuottaa erittäin suorituskyvyttömiä suoritettavia koodeja ja tuhlaavat samalla kalliita resursseja ja energiaa. Esittelemme ensimmäisen tietojemme mukaan käytännöllisen, yhteistoiminnallisen ja julkisesti saatavilla olevan ratkaisun tähän ongelmaan. Autamme ohjelmistosuunnitteluyhteisöä asteittain toteuttamaan ja jakamaan kevyitä kääreitä minkä tahansa ohjelmistokappaleen ympärille, jossa on käytettävissä useampi kuin yksi toteutus- tai optimointivaihtoehto. Nämä kääreet on yhdistetty julkiseen Collective Mind -automaattiviritysinfrastruktuuriin ja tietovarastoon, jonka avulla voidaan jatkuvasti valvoa näiden osien (laskennallisten lajien) kaikkia tärkeitä ominaisuuksia lukuisissa olemassa olevissa laitteistokokoonpanoissa realistisissa ympäristöissä yhdessä satunnaisesti valittujen optimointien kanssa. Samaan aikaan Collective Mind Node) mahdollistaa helpon joukkoistamisen (crowdsource) aikaa vievän automaattisen virityksen olemassa olevissa Android-pohjaisissa mobiililaitteissa, mukaan lukien tavanomaiset matkapuhelimet ja taulukot. Luonnontieteiden tapaan voimme nyt jatkuvasti seurata kaikkia voittavia ratkaisuja (optimoinnit tietylle laitteistolle, kuten kääntäjän liput, OpenCL/CUDA/OpenMP/MPI/skeleton-parametrit, säikeiden määrä ja kaikki muut käyttäjien paljastamat), jotka minimoivat kaikki laskennan kustannukset (suoritusaika, käytetty energia, koodin koko, virheet, muistin ja tallennuksen jalanjälki, optimointiaika, virheet, riidat, epätarkkuus ja niin edelleen) tietyn lajin Pareto-rajalla yhdessä odottamattoman käyttäytymisen kanssa osoitteessa c-mind.org/repo . Lisäksi yhteisö voi jatkuvasti luokitella ratkaisuja, karsia tarpeettomia ratkaisuja ja korreloida niitä ohjelmistojen, niiden syötteiden (tietokokonaisuuksien) ja käytetyn laitteiston eri ominaisuuksien kanssa joko manuaalisesti (kuten Wikipedia) tai käyttämällä saatavilla olevia big data -analytiikan ja koneoppimisen tekniikoita. Lähestymistapamme voi myös auttaa tietokonetekniikan yhteisöä luomaan ensimmäisen julkisen, realistisen, laajan, monipuolisen, hajautetun, edustavan ja jatkuvasti kehittyvän vertailulaskennan, johon liittyy optimointitietämystä ja joka kattaa vähitellen kaikki mahdolliset ohjelmistot ja laitteistot, jotta voidaan ennustaa parhaita optimointeja ja parantaa kääntäjiä käyttöskenaarioiden ja vaatimusten mukaan. Tällaisesta jatkuvasti kasvavasta kollektiivisesta tiedosta, joka on saatavilla yksinkertaisen verkkopalvelun kautta, voi tulla olennainen osa itseään virittävien tietokonejärjestelmien käytännön ohjelmistojen ja laitteistojen yhteissuunnittelua, kuten osoitamme useissa todellisissa käyttöskenaarioissa, jotka on validoitu teollisuudessa....

**Tulos**

Kollektiivinen mieli, osa II: Kohti suorituskyky- ja kustannustietoista ohjelmistosuunnittelua luonnontieteenä.

**Esimerkki 2.1491**

Tutkimme totuudenmukaisia mekanismeja yhteensovittamiseen ja siihen liittyviin ongelmiin osittaisessa informaatio<lb>asetelmassa, jossa agenttien todelliset hyödyt ovat piilossa ja algoritmilla on pääsy vain tavalliseen preferenssitietoon. Mallimme taustalla on se, että monissa tilanteissa agentit<lb>eivät voi ilmaista hyötyjensä numeerisia arvoja eri lopputuloksille, mutta pystyvät silti<lb>sijoittamaan lopputulokset paremmuusjärjestykseen. Erityisesti tutkimme ongelmia, joissa<lb>perustototuus on olemassa agenttien hyötyjen painotetun graafin muodossa, mutta algoritmi voi<lb>vain saada agenttien yksityisen tiedon kunkin agentin<lb>painojen aiheuttaman preferenssijärjestyksen muodossa. Tätä taustaa vasten suunnittelemme totuudenmukaisia algoritmeja, jotka<lb>lähestyvät todellista optimaalista ratkaisua piilopainojen suhteen. Tekniikkamme<lb> tuottavat universaalisti totuudenmukaisia algoritmeja useille graafiongelmille: 1,76-lähestymis<lb>algoritmi Max-Weight Matching -ongelmaan, 2-lähestymisalgoritmi Max k-matching -ongelmaan, 6-<lb>lähestymisalgoritmi Densest k-subgraph -ongelmaan ja 2-lähestymisalgoritmi Max<lb>Traveling Salesman -ongelmaan niin kauan kuin piilopainot muodostavat metriikan. Tarjoamme myös im-<lb>todistettuja approksimaatioalgoritmeja tällaisille ongelmille, kun agentit eivät voi valehdella<lb>mieltymyksistään. Tuloksemme ovat ensimmäiset ei-triviaalit totuudenmukaiset approksimaatioalgoritmit<lb>näille ongelmille, ja ne osoittavat, että monissa tilanteissa voimme suunnitella vankkoja algoritmeja myös<lb> silloin, kun agentit voivat valehdella ja antaa tarkkojen hyötyjen sijasta vain ordinaalista tietoa.

**Tulos**

Totuudenmukaiset mekanismit täsmäämistä ja klusterointia varten järjestyslukujen maailmassa

**Esimerkki 2.1492**

Psykolingvistiikan kirjallisuudessa esiintyvä Cmabrigde Uinervtisy (Cambridgen yliopisto) -ilmiö on osoittanut, että ihmisillä on vankka sanankäsittelymekanismi, jossa sekalaiset sanat (esim. Cmabrigde/Cambridge) tunnistetaan pienin kustannuksin. Cmabrigde Uinervtisy -ilmiöstä saatujen havaintojen innoittamana ehdotamme sanantunnistusmallia, joka perustuu puolimerkkitason rekursiiviseen neuroverkkoon (scRNN). Kokeissamme osoitamme, että scRNN:n suorituskyky sanojen oikeinkirjoituksen korjauksessa (eli sanojen tunnistamisessa) on huomattavasti vankempi kuin nykyisten oikeinkirjoituksen tarkistusohjelmien. Lisäksi osoitamme, että malli on kognitiivisesti uskottava toistamalla psykolingvistinen koe, jossa käytettiin malliamme ihmisten lukemisvaikeuksiin.

**Tulos**

Robsut Wrod Reocginiton kautta semi-Character Recurrent Neural Network (neuroverkko)

**Esimerkki 2.1493**

Segmenttikohtaiset ehdolliset satunnaiskentät (SCRF) ja konnektionistinen ajallinen luokittelu (CTC) ovat kaksi sekvenssien merkintätavoitetta, joita käytetään puheentunnistusmallien kokonaisvaltaiseen harjoitteluun. Molemmat mallit määrittelevät transkriptiotodennäköisyyden marginalisoimalla latentteja segmentointivaihtoehtoja koskevat päätökset sekvenssitodennäköisyyden johtamiseksi: ensimmäinen malli käyttää globaalisti normalisoitua segmenttimerkintöjen ja kestojen yhteistä mallia, ja jälkimmäinen luokittelee jokaisen kehyksen joko lähtösymboliksi tai edellisen merkinnän "jatkoksi". Tässä asiakirjassa koulutamme tunnistusmallin optimoimalla SCRF- ja CTC-häviöiden välisen interpolaation, jossa käytetään samaa toistuvan neuroverkon (RNN) koodaajaa, jota käytetään ominaisuuksien louhintaan molemmille tuotoksille. Huomaamme, että tämä monitehtävätavoite parantaa tunnistustarkkuutta, kun dekoodataan joko SCRF- tai CTC-mallilla. Lisäksi osoitamme, että CTC:tä voidaan käyttää myös RNN-kooderin esivalmennukseen, mikä parantaa konvergenssinopeutta yhteisen mallin oppimisessa.

**Tulos**

Monitehtäväoppiminen CTC:n ja segmentaalisen CRF:n avulla puheen tunnistuksessa

**Esimerkki 2.1494**

Esittelemme uudenlaisen lähestymistavan HMM:n oppimiseen, jonka tuotokset jakautuvat parametrisen perheen mukaisesti. Tämä tapahtuu erottamalla oppimistehtävä kahdeksi vaiheeksi: ensin estimoidaan lähtöparametrit ja sitten estimoidaan piilotilojen siirtymistodennäköisyydet. Ensimmäinen vaihe toteutetaan sovittamalla sekoitusmalli ulostulon pysyvään jakaumaan. Kun tämän seosmallin parametrit on tiedossa, toinen vaihe muotoillaan helposti ratkaistavissa olevan konveksisen kvadraattisen ohjelman ratkaisuksi. Esitämme virheanalyysin estimoituja siirtymätodennäköisyyksiä varten ja osoitamme, että ne ovat kestäviä pienille häiriöille seosparametrien estimaateissa. Lopuksi tuemme analyysiämme joillakin rohkaisevilla empiirisillä tuloksilla.

**Tulos**

Parametrisen ulostulon HMM:ien oppimisesta

**Esimerkki 2.1495**

Monissa todellisissa tehtävissä ominaisuudet kehittyvät, ja jotkin ominaisuudet häviävät ja toiset lisääntyvät. Esimerkiksi ympäristönvalvonnassa osa antureista poistuu ja osa uusista otetaan käyttöön; mobiilipelien suosittelussa osa peleistä poistuu ja osa uusista lisätään. Oppiminen tällaisten inkrementaalisten ja degmentaalisten ominaisuuksien kanssa on ratkaisevan tärkeää, mutta sitä tutkitaan harvoin, varsinkin kun tiedot tulevat virtana, jolloin koko datan säilyttäminen optimointia varten on mahdotonta. Tässä artikkelissa tutkimme tätä haastavaa ongelmaa ja esittelemme OPID-lähestymistavan. Lähestymistapamme pyrkii pakkaamaan kadonneiden piirteiden tärkeät tiedot elossa olevien piirteiden funktioihin ja sitten laajentamaan ne sisältämään lisätyt piirteet. Kyseessä on yhden läpikäynnin oppimislähestymistapa, jonka tarvitsee skannata kukin instanssi vain kerran eikä sen tarvitse tallentaa koko dataa, ja joka siten täyttää kehittyvän virtaavan datan luonteen. Lähestymistapamme tehokkuus validoidaan teoreettisesti ja empiirisesti.

**Tulos**

Yhden läpikäynnin oppiminen inkrementaalisten ja dekrementaalisten ominaisuuksien avulla

**Esimerkki 2.1496**

RDF ja kuvauslogiikka toimivat avoimessa maailmassa, jossa tiedon puuttuminen ei ole tietoa puuttumisesta. Kuvauslogiikan aksioomat voidaan kuitenkin tulkita suljetun maailman ympäristössä, ja tässä ympäristössä niitä voidaan käyttää sekä rajoitusten tarkistamiseen että suljetun maailman tunnistamiseen tietolähteitä vastaan. Kun tietolähteet ilmaistaan hyvin käyttäytyvällä RDF- tai RDFS-muodolla (eli RDF- tai RDFS-semantiikan mukaisesti tulkittuina RDF-grafeina), tämä rajoitusten tarkistus ja suljetun maailman tunnistaminen on helppo kuvata. Lisäksi tämä rajoitusten tarkistus voidaan toteuttaa SPARQL-kyselynä ja siten tehokkaasti per-

**Tulos**

Kuvauslogiikan käyttäminen RDF-rajoitusten tarkistamiseen ja suljetun maailman tunnistamiseen

**Esimerkki 2.1497**

Tässä asiakirjassa käsitellään ongelmaa, joka liittyy sen todennäköisyyden arviointiin, että yksi tapahtuma on syy toiseen tapahtumaan tietyssä skenaariossa. Käyttämällä välttämättömän tai riittävän syyn (tai molempien) todennäköisyyksien rakenteellisia ja semanttisia määritelmiä osoitamme, miten nämä suureet voidaan sitoa optimaalisesti kokeellisissa ja havainnollisissa tutkimuksissa saaduista tiedoista, kun tehdään minimaaliset oletukset tietojen tuottamisprosessista. Vahvistamme erityisesti Pearlin (1999) tuloksia heikentämällä tietojen tuottamista koskevia oletuksia ja johtamalla teoreettisesti teräviä rajoja kausaalisuuden todennäköisyyksille. Nämä tulokset kuvaavat tarkasti, miten empiiristä tietoa voidaan käyttää sekä syyllisyyskysymysten ratkaisemisessa että syyllisyyteen liittyvien päätöksenteko-ongelmien ratkaisemisessa.

**Tulos**

Syy-yhteyden todennäköisyydet: Raja-arvot ja tunnistaminen

**Esimerkki 2.1498**

Tutkimme ahneiden ominaisuuksien valintamenetelmien käyttöä morfosyntaktisessa merkinnässä useissa eri olosuhteissa. Vertaamme staattista piirteiden järjestystä dynaamiseen järjestykseen, joka perustuu keskinäisen informaation tilastoihin, ja sovellamme tekniikoita erillisiin merkintälaitteisiin sekä yhteisiin järjestelmiin merkintää ja jäsennystä varten. Viidellä kielellä tehdyt kokeet osoittavat, että ominaisuuksien valinnalla voidaan saada aikaan tiiviimpiä malleja ja korkeampi tarkkuus kaikissa olosuhteissa, mutta myös, että dynaaminen järjestys toimii paremmin kuin staattinen järjestys ja että yhteiset järjestelmät hyötyvät enemmän kuin erilliset taggerit. Osoitamme myös, että samoja tekniikoita voidaan käyttää valittaessa, mitkä morfosyntaktiset kategoriat ennustetaan, jotta voidaan maksimoida syntaktinen tarkkuus yhteisessä järjestelmässä. Lopulliset tuloksemme parantavat huomattavasti tekniikan nykytilaa useiden kielten osalta ja vähentävät samalla sekä ominaisuuksien määrää että ajoaikaa jopa 80 prosenttia joissakin tapauksissa.

**Tulos**

Staattinen ja dynaaminen ominaisuuksien valinta morfosyntaktisissa analysaattoreissa

**Esimerkki 2.1499**

Raportoimme kokeista, joissa käytettiin konvoluutio-neuraaliverkkoja (CNN), jotka oli koulutettu valmiiksi koulutettujen sanavektoreiden päälle lausetason luokittelutehtäviä varten. Osoitamme ensin, että yksinkertainen CNN, jossa on vain vähän hyperparametrien viritystä ja staattiset vektorit, saavuttaa erinomaisia tuloksia useissa vertailuarvoissa. Tehtäväkohtaisten vektoreiden oppiminen hienosäädön avulla parantaa suorituskykyä entisestään. Lisäksi ehdotamme arkkitehtuuriin yksinkertaista muutosta, joka mahdollistaa sekä tehtäväkohtaisten että staattisten sanavektorien käytön. Tässä käsitellyt CNN-mallit parantavat huipputason malleja neljässä tehtävässä seitsemästä, joihin kuuluvat tunneanalyysi ja kysymysten luokittelu.

**Tulos**

Convolutional Neural Networks for Sentence Classification (Neuraaliverkot lauseiden luokittelussa)

**Esimerkki 2.1500**

Kiinankielisten sanojen segmentointi on keskeinen tehtävä kiinan kielen käsittelyssä. Rakeisuuden epäsopivuusongelma on suurin syy virheisiin. Tässä artikkelissa osoitettiin, että binääripuuesitys voi tallentaa tulosteet eri rakeisuudella. Lisäksi suunnitellaan binääripuuhun perustuva kehys, jolla voidaan ratkaista rakeisuusongelma. Tässä kehyksessä on kaksi vaihetta, nimittäin puun rakentaminen ja puun karsiminen. Puun karsintavaihe on suunniteltu erityisesti rakeisuusongelmaan keskittymistä varten. Kiinankielisten sanojen segmentointia koskevia aiempia töitä, kuten sekvenssin merkitsemistä, voidaan helposti käyttää tässä kehyksessä. Tämä kehys voi myös tarjota kvantitatiivisia virheanalyysimenetelmiä. Kokeet osoittivat, että kun käytetään kehittyneempää puun karsintafunktiota uusimpaan ehdolliseen satunnaiskenttään perustuvaan perustasoon, virheiden väheneminen voi olla jopa 20 prosenttia.

**Tulos**

Binääripuuhun perustuva kiinalaisen sanan segmentointi

**Esimerkki 2.1501**

Kun tilastolliset luokittelijat sisällytetään reaalimaailman sovelluksiin, on tärkeää ottaa huomioon niiden tarkkuuden lisäksi myös niiden kestävyys tietojen jakauman muutosten suhteen. Tässä artikkelissa tarkastelemme tapausta, jossa on olemassa havaitsematon sekoittava muuttuja z, joka vaikuttaa sekä ominaisuuksiin x että luokkamuuttujaan y. Kun z:n vaikutus muuttuu koulutusdatasta testausdataan, havaitsemme, että luokittelijan tarkkuus voi heikentyä nopeasti. Lähestymistavassamme oletamme, että voimme ennustaa z:n arvon harjoittelun aikana tietyllä virheellä. Tämän jälkeen z:n ennuste syötetään Pearlin takaisinsovitukseen mallimme rakentamiseksi. Koska z:n mittausvirheestä aiheutuu vaimennusharha, tavanomaiset lähestymistavat z:n kontrollointiin ovat tehottomia. Vastauksena tähän ehdotamme menetelmää, jolla z:n vaikutus voidaan kontrolloida asianmukaisesti estimoimalla ensin sen suhde luokkamuuttujaan y ja päivittämällä sitten z:n ennusteet vastaamaan tätä estimoitua suhdetta. Säätämällä z:n vaikutusta osoitamme, että pystymme rakentamaan mallin, joka ylittää kilpailevat perusmallit sekä tarkkuudessa että kestävyydessä useilla sekoittavilla suhteilla.

**Tulos**

Havaitsemattomien häiriötekijöiden hallinta luokittelussa korrelaatiorajoitusten avulla

**Esimerkki 2.1502**

Runsas ydinsarja on tietojen osajoukko, joka sisältää lähes kaikki olennaiset tiedot. Esitämme deterministisiä, matalan polynomiajan algoritmeja rikkaiden ydinjoukkojen muodostamiseksi yksinkertaista ja monivasteista lineaarista regressiota varten sekä alarajoja, jotka osoittavat, että tuloksiamme ei ole paljon parantamisen varaa.

**Tulos**

Runsaat ydinsarjat rajoitettua lineaarista regressiota varten

**Esimerkki 2.1503**

Tässä artikkelissa kuvataan osallistumistamme SemEval 2017 -tapahtuman tehtävään 5, raita 2, jonka tarkoituksena oli ennustaa tietyn yrityksen talousuutisotsikoiden tunnetilaa jatkuvalla asteikolla välillä -1 ja 1. Ratkaisimme ongelman käyttämällä useita lähestymistapoja, joissa hyödynnettiin tukivektoriregressiota (SVR) ja kaksisuuntaista pitkää lyhytkestoista muistia (BLSTM). Löysimme 4-6 prosentin parannuksen käyttämällä LSTM-mallia verrattuna SVR-malliin, ja sijoittuimme kilpailussa neljänneksi. Raportoimme useista erilaisista arvioinneista, joissa käytettiin rahoituskohtaista sanojen upotusmallia, ja pohdimme eri arviointimittareiden käytön vaikutuksia.

**Tulos**

Lancaster A at SemEval-2017 Tehtävä 5: Arviointimittareilla on väliä: tunnetilojen ennustaminen talousuutisotsikoista

**Esimerkki 2.1504**

Robottien kyky arvioida sijaintinsa on ratkaisevan tärkeää monenlaisten autonomisten toimintojen kannalta. Tilanteissa, joissa GPS ei ole käytettävissä, pelkät etäisyys- tai suuntamittaushavainnot suhteessa kiinteisiin majakoihin tarjoavat tehokkaan keinon arvioida robotin sijaintia sen navigoidessa. Tällaisen majakoihin perustuvan paikannusjärjestelmän tarkkuus riippuu sekä siitä, miten majakat on sijoitettu ympäristöön, että siitä, miten robotin sijainti päätellään etäisyyden tai suuntima-asennon kohinaisten mittausten perusteella. On kuitenkin laskennallisesti haastavaa etsiä sijoitus- ja päättelystrategiaa, jotka yhdessä ovat optimaalisia. Nykyiset menetelmät irrottavat nämä päätökset toisistaan ja luopuvat optimaalisuudesta helppokäyttöisyyden vuoksi. Ehdotamme uutta optimointimenetelmää, jolla määritetään yhdessä majakan sijoitus ja päättelyalgoritmi. Mallinnamme päättelyn neuroverkkona ja sisällytämme majakan sijoittelun erilaistuvana neurokerroksena. Tämän muotoilun avulla voimme optimoida sijoittelun ja päättelyn kouluttamalla yhdessä päättelyverkon ja majakkakerroksen. Arvioimme menetelmäämme erilaisissa paikannusongelmissa ja osoitamme, että sen suorituskyky ylittää käsin laaditut perustasot.

**Tulos**

Sijoituksen ja päättelyn yhteinen optimointi majakkapohjaista paikannusta varten

**Esimerkki 2.1505**

Tässä asiakirjassa esitellään uusi heuristinen optimointialgoritmi, joka perustuu suurimpien jalkapalloliigojen suorituskykyyn kullakin kaudella EU-maissa. Algoritmi alkaa alkupopulaatiosta, johon kuuluu kolme eri joukkueryhmää: varakkain (vahvin), tavallinen ja köyhin (heikoin). Kukin populaation yksilö muodostaa jalkapallojoukkueen, kun taas jokainen pelaaja on osoitus pelaajasta virassa. Optimointi voi toivottavasti tapahtua, kun kaikkien liigojen joukkueiden välistä kilpailua jäljitellään, sillä vahvimmat joukkueet ostavat yleensä kanta-joukkueiden parhaat pelaajat ja kanta-joukkueet puolestaan ostavat heikoimpien parhaat pelaajat, joiden pitäisi aina löytää nuoria pelaajia ammattilaisten ostamisen sijaan. On osoitettu, että algoritmi voi toivottavasti konvergoitua hyväksyttävään ratkaisuun, joka ratkaisee erilaisia vertailukohtia.

**Tulos**

Jalkapalloliigan optimointi: Euroopan maiden jalkapallojärjestelmän innoittama heuristinen algoritmi.

**Esimerkki 2.1506**

Kehystäminen on poliittinen strategia, jossa poliitikot muotoilevat lausuntonsa huolellisesti, jotta he voivat hallita yleisön käsitystä asioista. Aiemmissa poliittista kehystämistä käsittelevissä teoksissa on yleensä analysoitu kehystämisen käyttöä pidemmissä teksteissä, kuten kongressin puheissa. Esittelemme kokoelman heikosti valvottuja malleja, jotka hyödyntävät kollektiivista luokittelua ennustamaan poliittisessa keskustelussa käytettyjä kehyksiä mikroblogialusta Twitterissä. Globaalit todennäköisyysmallimme osoittavat, että yhdistämällä twiittien leksikaalisia piirteitä ja Twitterin verkkopohjaisia käyttäytymisominaisuuksia pystymme nostamaan keskimääräistä, valvomatonta F1-pistemäärää 21,52 pistettä verrattuna pelkkään leksikaaliseen perustasoon.

**Tulos**

Käyttäytymiseen liittyvän ja sosiaalisen tiedon hyödyntäminen Twitterissä käytävän poliittisen keskustelun heikosti valvotussa kollektiivisessa luokittelussa.

**Esimerkki 2.1507**

Useimmissa vahvistusoppimismenetelmissä oppiminen tapahtuu maksimoimalla kumulatiivinen palkkio, joka on odotetusti ja manuaalisesti määritelty tietyille tehtäville. Todellisessa maailmassa palkkiot ovat kuitenkin ilmiöitä, jotka syntyvät agenttien ja ympäristön monimutkaisesta vuorovaikutuksesta. Tässä artikkelissa ehdotamme implisiittistä yleistä palkkiomallia vahvistusoppimista varten. Toisin kuin manuaalisesti tietyille tehtäville määritellyt palkkiot, tällainen implisiittinen palkkio on tehtävästä riippumaton. Se syntyy ainoastaan poikkeamasta agenttien aiemmista kokemuksista.

**Tulos**

Kokemuksen rikastamiseen perustuva tehtävästä riippumaton palkitsemismalli

**Esimerkki 2.1508**

Tarkastelemme syvien neuroverkkojen Bayesin parametrien estimoinnin ongelmaa, joka on tärkeä ongelmissa, joissa meillä voi olla vain vähän dataa ja/tai joissa tarvitsemme tarkkoja posteriorisia ennustetiheyksiä p(y|x,D), esimerkiksi sovelluksissa, joihin liittyy bandiitteja tai aktiivista oppimista. Yksi yksinkertainen lähestymistapa tähän on käyttää online Monte Carlo -menetelmiä, kuten SGLD (stochastic gradient Langevin dynamics). Valitettavasti tällaisessa menetelmässä on tallennettava monia kopioita parametreista (mikä tuhlaa muistia) ja tehtävä ennusteita käyttämällä monia versioita mallista (mikä tuhlaa aikaa). Kuvaamme menetelmän, jolla Monte Carlo -approksimaatio posterioriselle ennustetiheydelle voidaan "tislata" kompaktimpaan muotoon, nimittäin yhteen syvään neuroverkkoon. Vertaamme sitä kahteen hyvin tuoreeseen lähestymistapaan Bayesin neuroverkkoihin, nimittäin odotuspropagointiin perustuvaan lähestymistapaan [HLA15] ja variational Bayesiin perustuvaan lähestymistapaan [BCKW15]. Menetelmämme suoriutuu paremmin kuin nämä molemmat, on paljon yksinkertaisempi toteuttaa ja käyttää vähemmän laskentaa testiaikana.

**Tulos**

Bayesilainen pimeä tieto

**Esimerkki 2.1509**

<lb>Tässä työssä käsitellään katumuksen minimoinnin ongelmaa ei-stokastisissa multi-<lb>armed bandit -ongelmissa keskittyen suorituskykytakuisiin, jotka pitävät paikkansa suurella<lb>todennäköisyydellä. Tällaisia tuloksia on kirjallisuudessa melko vähän, koska niiden todistaminen uudelleen<lb>vaatii paljon teknistä vaivaa ja merkittäviä muutoksia tavallisiin,<lb>intuitiivisempiin algoritmeihin, jotka tulevat vain odotusarvolla pitävillä takuilla.<lb>Yksi näistä muutoksista on se, että oppija pakotetaan ottamaan näytteitä tasaisesta<lb>jakaumasta vähintään Ω(<lb>√<lb>T ) kertaa T kierroksen aikana, mikä voi vaikuttaa haitallisesti per-<lb>suorituskykyyn, jos monet aseet ovat epäoptimaalisia. Vaikka laajalti arvellaan, että<lb>tämä ominaisuus on välttämätön korkean todennäköisyyden katumuksen rajojen todistamiseksi, osoitamme<lb>tämässä artikkelissa, että on mahdollista saavuttaa näin vahvoja tuloksia ilman tätä ei-toivottua<lb>etsintäkomponenttia. Tuloksemme perustuu yksinkertaiseen ja intuitiiviseen tappioestimointi<lb>strategiaan nimeltä Implicit eXploration (IX), joka mahdollistaa huomattavan puhtaan analyysin<lb>. Osoittaaksemme tekniikkamme joustavuuden, johdamme useita parannettuja<lb>korkean todennäköisyyden rajoja tavallisen monikätisen banditin<lb>kehyksen eri laajennuksille. Lopuksi suoritamme yksinkertaisen kokeen, joka havainnollistaa implisiittisen etsintätekniikkamme kestävyyttä<lb>.

**Tulos**

Tutki enää: Parannetut korkean todennäköisyyden katumuksen rajat ei-stokastisille bandiiteille.

**Esimerkki 2.1510**

Syviä neuroverkkoja (Deep Neural Networks, DNN) analysoidaan informaation pullonkaulan (IB) periaatteen teoreettisen viitekehyksen avulla. Ensin osoitetaan, että mikä tahansa DNN voidaan kvantifioida kerrosten ja tulo- ja lähtömuuttujien välisen keskinäisen informaation avulla. Tämän esityksen avulla voimme laskea DNN:n optimaaliset tietoteoreettiset rajat ja saada äärellisen otoksen yleistysrajat. Etu, joka saadaan, kun päästään lähemmäs teoreettista rajaa, on mitattavissa sekä yleistysrajan että verkon yksinkertaisuuden avulla. Väitämme, että sekä optimaalinen arkkitehtuuri, kerrosten lukumäärä että ominaisuudet/yhteydet kussakin kerroksessa, liittyvät informaation pullonkaulan kompromissin bifurkaatiopisteisiin, nimittäin syötekerroksen merkitykselliseen tiivistymiseen suhteessa lähtökerrokseen. Kerrosverkon hierarkkiset esitykset vastaavat luonnollisesti rakenteellisia vaiheiden siirtymiä informaatiokäyrällä. Uskomme, että tämä uusi oivallus voi johtaa uusiin optimaalisuusrajoihin ja syväoppimisalgoritmeihin.

**Tulos**

Syväoppiminen ja pullonkaulaperiaate

**Esimerkki 2.1511**

OmniGraph on uudenlainen esitystapa, joka tukee erilaisia NLP-luokittelutehtäviä ja joka yhdistää leksikaaliset elementit, syntaktiset riippuvuudet ja semanttiset kehysjäsennykset graafeiksi. Ominaisuuksien suunnittelu on sisällytetty oppimiseen konvoluutiograafin ytimen oppimisen avulla, jotta voidaan tutkia graafin eri osia. Ominaisuuksien korkea-ulotteinen avaruus sisältää yksittäisiä solmuja monimutkaisiin verkkoihin. Kokeissa, jotka tehtiin tekstin ennustamisongelmassa, jossa ennustetaan osakekurssimuutoksia uutisista yritysten mainintojen osalta, OmniGraph päihittää useita vertailuarvoja, jotka perustuvat sanasäkkeihin, syntaktisiin riippuvuuksiin ja semanttisiin puihin. OmniGraphin löytämät erittäin ilmaisuvoimaiset piirteet tarjoavat tietoa eri markkinasektoreiden semantiikasta. Menetelmän yleisyyden osoittamiseksi raportoimme myös sen korkeat suorituskykytulokset hienojakoisessa sentimenttikorpuksessa.

**Tulos**

OmniGraph: Runsas representaatio ja graafin ytimen oppiminen

**Esimerkki 2.1512**

Vaikka päästä päähän neuraalinen konekääntäminen (NMT) on saavuttanut huomattavaa edistystä viimeisten kahden vuoden aikana, se kärsii merkittävästä haittapuolista: NMT-järjestelmien tuottamat käännökset ovat usein riittämättömiä. On laajalti havaittu, että NMT:llä on taipumus kääntää toistuvasti joitakin lähdesanoja ja jättää virheellisesti huomiotta muita sanoja. Tämän ongelman lievittämiseksi ehdotamme NMT:lle uutta koodaaja-dekooderi-rakentaja-rakentaja-kehystä. NMT-malliin sisällytetty rekonstruktori onnistuu rekonstruoimaan syötetyn lähdelauseen ulostulon kohdelauseen piilotetusta kerroksesta sen varmistamiseksi, että lähdepuolen informaatio muunnetaan kohdepuolelle mahdollisimman paljon. Kokeet osoittavat, että ehdotettu kehys parantaa merkittävästi NMT-tulosten riittävyyttä ja saavuttaa paremman käännöstuloksen kuin nykyaikaiset NMT- ja tilastolliset MT-järjestelmät.

**Tulos**

Neuraalinen konekäännös ja rekonstruktio

**Esimerkki 2.1513**

Yksi merkittävimmistä klusterointiin liittyvistä haasteista on "käyttäjän dilemma", eli ongelma, joka koskee sopivan klusterointialgoritmin valitsemista tiettyä tehtävää varten. Muodollinen lähestymistapa tämän ongelman ratkaisemiseen perustuu sellaisten ytimekkäiden, käyttäjäystävällisten ominaisuuksien tunnistamiseen, jotka kuvaavat muodollisesti, milloin tietyt klusterointimenetelmät ovat suositeltavampia kuin toiset. Tähän asti nämä ominaisuudet ovat keskittyneet klassisten linkityspohjaisten algoritmien etuihin, eikä niissä ole pystytty määrittelemään, milloin muut klusterointiparadigmat, kuten suositut keskipisteisiin perustuvat menetelmät, ovat suositeltavampia. Esitämme yllättävän yksinkertaisia uusia ominaisuuksia, jotka kuvaavat yleisten klusterointiparadigmojen välisiä eroja, mikä osoittaa selvästi ja muodollisesti keskipohjaisten menetelmien edut joissakin sovelluksissa. Nämä ominaisuudet koskevat sitä, kuinka herkkiä algoritmit ovat elementtien frekvenssien muutoksille, ja kuvaamme tämän yleistetyissä olosuhteissa, joissa jokaiseen elementtiin liittyy reaaliarvoinen painoarvo. ∗E-mail: mackerman@fsu.edu †E-mail: shai@cs.uwaterloo.ca ‡E-mail: simina.branzei@gmail.com §E-mail: dloker@cs.uwaterloo.ca 1 ar X iv :1 10 9. 18 44 v2 [ cs .L G ] 4 O ct 2 01 6

**Tulos**

Painotettu klusterointi

**Esimerkki 2.1514**

Otamme käyttöön uuden kahden jakauman välisen eroavaisuuspisteytyksen, joka antaa viitteitä niiden samankaltaisuudesta. Vaikka paljon on tutkittu sitä, onko kaksi<lb>näytettä peräisin täsmälleen samasta jakaumasta, paljon vähemmän on tutkittu sitä ongelmaa, onko kaksi äärellistä näytettä peräisin samankaltaisista jakaumista.<lb>Uusi pisteytys antaa intuitiivisen tulkinnan samankaltaisuudesta; se häiritsee<lb>jakaumia optimaalisesti niin, että ne sopivat parhaiten toisiinsa. Pistemäärä määritellään<lb>jakaumien välillä, ja se voidaan tehokkaasti estimoida näytteistä. Esitämme estimoidun pistemäärän konvergenssi<lb>rajat ja kehitämme hypoteesin testausmenetelmiä<lb>, joilla testataan, ovatko kaksi datajoukkoa peräisin samankaltaisista jakaumista. Näiden menettelyjen tilastollinen teho esitellään simulaatioiden avulla. Vertaamme myös pisteytyksen kykyä<lb> havaita samankaltaisuus muiden tunnettujen mittareiden kykyyn<lb> havaita samankaltaisuus todellisilla aineistoilla.

**Tulos**

Häiriintynyt muunnelma

**Esimerkki 2.1515**

Käsittelemme ongelmaa, joka liittyy ei-yhteistyökykyisten WiFi-laitteiden paikallistamiseen laajalla alueella. Tärkein motiivimme on paikallistaa ihmisiä paikallistamalla heidän WiFi-laitteensa, esimerkiksi luonnonkatastrofin jälkeisten etsintä- ja pelastusoperaatioiden aikana. Käytämme aktiivista havaintomenetelmää, jossa miehittämättömät ilma-alukset (UAV) keräävät signaalin voimakkuuden mittauksia informatiivisissa paikoissa. Ongelma on haastava, koska mittaukset vastaanotetaan mielivaltaisina ajankohtina ja ne saadaan vain silloin, kun UAV on laitteen läheisyydessä. Näistä syistä on erittäin tärkeää tehdä harkittuja päätöksiä hyvin harvoilla mittauksilla. Käytämme Bayesin optimointimenetelmää, joka perustuu Gaussin prosessin (GP) regressioon. Tämä lähestymistapa soveltuu hyvin sovellukseemme, koska GP-prosessit antavat luotettavia ennusteita hyvin harvoilla mittauksilla, kun taas bayesiläinen optimointi tekee harkitun kompromissin etsinnän ja hyödyntämisen välillä. Kenttäkokeissa, jotka suoritettiin 1000 × 1000 metrin alueella, osoitamme, että lähestymistapamme pienentää etsintäalueen alle 100 metriin WiFi-laitteen ympärillä vain 5 minuutissa. Kaiken kaikkiaan lähestymistapamme paikallistaa laitteen alle 15 minuutissa alle 20 metrin virheellä.

**Tulos**

UAV:t käyttävät Bayesin optimointia WiFi-laitteiden paikantamiseen

**Esimerkki 2.1516**

Suhteiden luokittelu on tärkeä tutkimusalue luonnollisen kielen käsittelyn (NLP) alalla. Tässä artikkelissa esittelemme SDP-LSTM:n, uudenlaisen neuroverkon, jonka avulla voidaan luokitella kahden lauseessa olevan entiteetin suhde. Neuroarkkitehtuurimme hyödyntää lyhintä riippuvuuspolkua (SDP) kahden entiteetin välillä; monikanavaiset rekursiiviset neuroverkot, joissa on LSTM-yksiköitä (long short term memory), keräävät heterogeenista tietoa SDP:n varrella. Ehdotetulla mallilla on useita erityispiirteitä: (1) Lyhimmät riippuvuuspolut säilyttävät olennaisimmat tiedot (relaatioiden luokittelun kannalta) ja poistavat samalla lauseesta epäolennaiset sanat. (2) Monikanavaiset LSTM-verkot mahdollistavat heterogeenisistä lähteistä peräisin olevan tiedon tehokkaan integroinnin riippuvuuspolkuja pitkin. (3) Räätälöity pudotusstrategia säännöllistää neuroverkkoa liiallisen sovittamisen lieventämiseksi. Testaamme malliamme SemEval 2010 -suhteiden luokittelutehtävässä ja saavutamme 83,7 %:n F1-tuloksen, joka on korkeampi kuin kirjallisuudessa esitetyt kilpailevat menetelmät.

**Tulos**

Suhteiden luokittelu lyhintä riippuvuusreittiä pitkin pitkäkestoisen lyhytkestoisen muistin verkostojen avulla

**Esimerkki 2.1517**

Esittelemme työn alla olevan tilannekuvan oppimisesta 15 miljardin parametrin syväoppimisverkolla HPC-arkkitehtuurilla, jota sovelletaan suurimpaan tähän mennessä julkaistuun julkisesti saatavilla olevaan luonnollisten kuvien ja videoiden tietokokonaisuuteen. Viimeaikaiset edistysaskeleet valvomattomissa syvissä neuroverkoissa viittaavat siihen, että tällaisten verkkojen skaalaaminen sekä mallin että harjoitustietokannan koon suhteen voi tuottaa merkittäviä parannuksia käsitteiden oppimisessa ylimmillä kerroksilla. Koulutamme kolmikerroksista syvää neuroverkkoa Yahoo! Flickr Creative Commons 100M -tietokannalla. Tietokanta sisältää noin 99,2 miljoonaa kuvaa ja 800 000 käyttäjän luomaa videota Yahoon Flickr-kuvien ja -videoiden jakamisalustalta. Verkkomme harjoittelu kestää kahdeksan päivää 98 GPU-solmulla Lawrence Livermoren kansallisen laboratorion High Performance Computing Centerissä. Tutkimuksessa esitellään ja käsitellään rohkaisevia alustavia tuloksia ja tulevia tutkimussuuntia.

**Tulos**

LAAJAMITTAINEN SYVÄOPPIMINEN YFCC100M-TIETOKANNASSA

**Esimerkki 2.1518**

Tekstit ovat monimutkaisia rakenteita, jotka syntyvät monimutkaisesta järjestelmästä, joka koostuu syntaktisista rajoituksista ja semanttisista suhteista. Vaikka tällaisten rakenteiden täydellinen mallintaminen on epäkäytännöllistä kielellisiin rakenteisiin liittyvän suuren monimutkaisuuden vuoksi, tietyt tehtävät voidaan kuitenkin suorittaa rajoitetulla alueella. Tekstien analysointiin tähtäävät tilastolliset tekniikat, joita kutsutaan tekstianalytiikaksi, ovat viime aikoina siirtyneet pelkkien sanojen lukumäärätilastojen käytöstä kohti uutta paradigmaa. Tekstinlouhinta perustuu nykyään kehittyneempiin menetelmiin, joihin kuuluu tekstien esittäminen monimutkaisina verkkoina. Tässä näkökulmassa verkot edustavat joukon tekstielementtejä, tyypillisesti sanoja, ja linkit muodostetaan vierekkäissuhteiden avulla. Vaikka nykyiset sanojen esiintyvyysmenetelmät (co-occurrence) onnistuvat ymmärtämään kirjoitettujen tekstien syntaktisia ja tyylillisiä piirteitä, ne eivät pysty kuvaamaan tekstidatan tärkeitä näkökohtia, kuten sen temaattista rakennetta. Tämän vuoksi nykyiset menetelmät jättävät usein huomiotta tekstien mesoskooppisen rakenteen. Kirjoitettujen tekstien semanttisen sisällön mesoskooppisten ominaisuuksien hahmottamiseksi kehitimme verkostomaisen lähestymistavan, jolla voidaan analysoida asiakirjoja moniulotteisesti ja mesoskooppisesti. Ehdotetussa mallissa rajoitettu määrä vierekkäisiä kappaleita esitetään solmuina, jotka yhdistetään toisiinsa aina, kun ne jakavat semanttisen sisällön vähimmäismäärän. Mallimme kykyjen havainnollistamiseksi esittelemme käyttötapauksena Lewis Carrollin romaanin "Liisan seikkailut ihmemaassa" laadullisen analyysin. Osoitamme, että verkkoina mallinnettujen asiakirjojen mesoskooppinen rakenne paljastaa monia tekstien semanttisia piirteitä, ja tätä ominaisuutta voitaisiin hyödyntää lukemattomissa semanttisissa sovelluksissa.

**Tulos**

Tekstien mesoskooppinen esittäminen monimutkaisina verkostoina

**Esimerkki 2.1519**

Annamme tulkinnan Maxi mum Entropy (MaxEnt) -periaatteesta peliteoreettisin termein. Tämän tulkinnan perusteella erotamme muodollisesti toisistaan erilaiset tavat soveltaa Maximum Entropy -jakaumia. MaxEnt-periaatetta on usein kritisoitu sillä perusteella, että se johtaa erittäin edustuksesta riippuvaisiin tuloksiin. Meidän erottelumme avulla voimme välttää tämän ongelman monissa tapauksissa.

**Tulos**

Maksimaalinen entropia ja lasit, joiden läpi katsot.

**Esimerkki 2.1520**

Kielten oppimisen ajatellaan olevan erittäin monimutkainen prosessi. Yksi kielen oppimisen esteistä on kielen syntaksisääntöjen oppiminen. Syntaksisäännöt ovat usein järjestettyjä siten, että ennen kuin yhtä sääntöä voidaan soveltaa, on sovellettava toista sääntöä. On ajateltu, että oppiakseen n säännön järjestyksen on käytävä läpi kaikki n! permutaatiota. Näin ollen 27 säännön järjestyksen oppiminen vaatisi 27! askelta eli 1,08889x10 askelta. Tämä luku on paljon suurempi kuin maailmankaikkeuden alusta lähtien kuluneiden sekuntien määrä! Kielitieteilijä Block ([Block 86], s. 62-63, s. 238) osoitti oivaltavassa analyysissään, että transitiivisuusolettamalla tämä valtava oppimisvaiheiden määrä vähenee vain 377 vaiheeseen. Esitämme matemaattisen analyysin Blockin algoritmin monimutkaisuudesta. Algoritmin monimutkaisuus on suuruusluokkaa n, kun otetaan huomioon n sääntöä. Lisäksi parannamme Blockin tuloksia eksponentiaalisesti esittelemällä algoritmin, jonka monimutkaisuus on pienempi kuin n log n.

**Tulos**

Kielen oppimisen monimutkaisuudesta: Blockin algoritmin parantaminen

**Esimerkki 2.1521**

Osittaiset valvontapelit ovat toistuvia pelejä, joissa oppija saa palautetta, joka voi poiketa vastustajan siirrosta tai jopa oppijan saamasta palkkiosta. Hiljattain ehdotettiin yleistä mallia kombinatorisille osittaisvalvontapeleille (CPM-peleille) [1], joissa oppijan toiminta-avaruus voi olla eksponentiaalisen suuri ja vastustaja poimii siirtonsa rajatusta, jatkuvasta avaruudesta kiinteän jakauman mukaisesti. Artikkelissa esitettiin luottamusrajoihin perustuva algoritmi (GCB), jolla saavutetaan O(T 2/3 logT ) jakaumasta riippumattomat ja O(log T ) jakaumasta riippuvat katumusrajat. Heidän algoritminsa toteutus riippuu kahdesta erillisestä offline-orakkelista, ja jakaumariippuvainen katumus edellyttää lisäksi oppijalle yksilöllisen optimaalisen toiminnan olemassaoloa. Hyväksymällä heidän CPM-mallinsa ensimmäinen panoksemme on PEGE-algoritmi (Phased Exploration with Greedy Exploitation). Eri algoritmeilla saavutetaan O(T 2/3 √ logT ) jakaumasta riippumaton ja O(log T ) jakaumasta riippuvainen katumus. Ratkaisevaa on, että kehyksemme tarvitsee vain GCB:n yksinkertaisemman "argmax"-orakkelin ja että jakelusta riippuvainen katumus ei edellytä ainutlaatuisen optimaalisen toiminnan olemassaoloa. Toinen panoksemme on toinen algoritmi, PEGE2, jossa yhdistetään aukkojen estimointi PEGE-algoritmiin, jotta saavutetaan O(log T ) katumuksen raja, joka vastaa GCB:n takuuta mutta poistaa riippuvuuden oppijan toiminta-avaruuden koosta. GCB:n tavoin PEGE2 vaatii kuitenkin pääsyn sekä offline-orakeleihin että ainutkertaisen optimaalisen toiminnan olemassaolon. Lopuksi keskustelemme siitä, miten algoritmiamme voidaan tehokkaasti soveltaa käytännössä kiinnostavaan CPM-ongelmaan, nimittäin online-järjestykseen, jossa palaute on huipulla.

**Tulos**

Vaiheittainen etsintä ja ahne hyödyntäminen stokastisissa yhdistelmäpeleissä, joissa on osittainen valvonta.

**Esimerkki 2.1522**

Sanasulkeumia käytetään menestyksekkäästi erilaisissa tehtävissä, joissa on kyse yksittäisten sanojen välisestä leksikaalisesta semanttisesta samankaltaisuudesta. Valvomattomia menetelmiä ja pelkkää kosinin samankaltaisuutta käyttäen saatiin rohkaisevia tuloksia analogisten samankaltaisuuksien osalta. Tässä artikkelissa tutkimme esivalmistettujen sanasulkeumien mahdollisuuksia tunnistaa yleisiä semanttisia suhteita valvomattomassa kokeessa. Ehdotamme uutta suhteellista samankaltaisuusmittaa, joka perustuu word2vecin CBOW-syöttö- ja lähtövektoreiden yhdistelmään ja joka päihittää samanaikaiset vektoriedustukset, kun sitä käytettiin valvomattomaan klusterointiin SemEval 2010 Relation Classification -aineistossa.

**Tulos**

Semanttisten suhteiden vektoriavaruuksien tutkiminen

**Esimerkki 2.1523**

Monet peräkkäiset prosessointitehtävät edellyttävät monimutkaisia epälineaarisia siirtymäfunktioita vaiheesta toiseen. Tällaisia "syviä" siirtymäfunktioita sisältäviä toistuvia neuroverkkoja on kuitenkin vaikea kouluttaa, vaikka käytettäisiinkin pitkäkestoisen lyhytkestoisen muistin verkkoja. Esittelemme uudenlaisen Geršgorinin ympyräteoreemaan perustuvan teoreettisen analyysin rekursiivisista verkoista, joka valaisee useita mallinnus- ja optimointikysymyksiä ja parantaa ymmärrystämme LSTM-solusta. Tämän analyysin perusteella ehdotamme Recurrent Highway Networks (RHN) -verkkoja, jotka ovat pitkiä paitsi ajallisesti myös avaruudellisesti ja jotka yleistävät LSTM:t suuremmille askelsyvyyksille. Kokeet osoittavat, että ehdotettu arkkitehtuuri johtaa monimutkaisiin mutta tehokkaisiin malleihin, jotka päihittävät aiemmat mallit merkkien ennustamisessa Hutter Prize -aineistossa alle puolella parametreista.

**Tulos**

Toistuvat valtatieverkot

**Esimerkki 2.1524**

Monet suositut tietograafit, kuten Freebase, YAGO tai DBPedia, ylläpitävät luetteloa ei-diskreeteistä attribuuteista kunkin entiteetin osalta. Intuitiivisesti nämä attribuutit, kuten korkeus, hinta tai asukasluku, pystyvät luonnehtimaan tietograafien entiteettejä monipuolisesti. Tämä lisätietolähde voi auttaa lieventämään tietograafeille ominaisia harvinaisuus- ja epätäydellisyysongelmia. Valitettavasti monissa uusimmissa relaatio-oppimismalleissa tämä tieto jätetään huomiotta, koska ei-diskreettisten tietotyyppien käsitteleminen tietograafeissa, jotka ovat luonnostaan binäärisiä, on haastavaa. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta monitehtäväistä neuroverkkomenetelmää, jolla voidaan sekä koodata että ennustaa ei-diskreettistä attribuuttitietoa relaatioympäristössä. Koulutamme neuroverkon triplettien ennustamista varten sekä erillisen verkon aribuuttiarvojen regressiota varten. Monitehtäväoppimisen avulla pystymme oppimaan olioiden, relaatioiden ja aribuuttien representaatioita, jotka koodaavat tietoa molemmista tehtävistä. Lisäksi tällaiset aribuutit eivät ole keskeisiä monissa ennustustehtävissä ainoastaan tietolähteenä vaan myös ennustuskohteena. Siksi mallit, jotka pystyvät koodaamaan, sisällyttämään ja ennustamaan tällaista tietoa relaatio-oppimisen yhteydessä, ovat myös erittäin houkuttelevia. Osoitamme, että lähestymistapamme on monia nykyisiä menetelmiä parempi relaatiotriplien luokittelussa ja attribuuttiarvojen ennustamisessa.

**Tulos**

Monitehtäväinen neuroverkko ei-diskreettisten ominaisuuksien ennustamiseen tietograafeissa (Multi-Task Neural Network for Non-discrete Aribute Prediction in Knowledge Graphs)

**Esimerkki 2.1525**

Kriittiset infrastruktuurit, kuten sähkö- ja viestintäverkot, ovat erittäin riippuvaisia toisistaan, jotta ne toimisivat täysimääräisesti. Näiden toisistaan riippuvaisten verkkojen keskinäisen riippuvuuden ja vika-analyysin mallintamiseksi on tehty monia merkittäviä tutkimuksia. Useimmat näistä malleista eivät kuitenkaan pysty kuvaamaan monimutkaisia keskinäisiä riippuvuuksia, joita infrastruktuurien välillä voi todellisuudessa olla. Hiljattain ehdotettiin implikatiivista riippuvuusmallia, jossa käytetään Boolen logiikkaa monimutkaisten riippuvuuksien kuvaamiseen ja jolla poistetaan nykyisten mallien rajoitukset. Tämän mallin pohjalta tutkittiin useita ongelmia. Tässä asiakirjassa tutkitaan keskinäisriippuvaisen sähkö- ja viestintäverkon kestävyysongelmaa. Robustisuus määritellään kahden parametrin K ∈ I ∪ {0} ja ρ ∈ (0, 1) suhteen. Hyödynsimme implikatiivisen riippuvuusmallin mallia kuvaamaan kahden verkon välistä monimutkaista riippuvuutta. Malli luokittelee riippuvuussuhteet neljään tapaukseen. Ongelman laskennallista monimutkaisuutta analysoidaan kunkin tapauksen osalta. Ensimmäiselle tapaukselle suunnitellaan polynomiaikainen algoritmi, joka tuottaa optimaalisen ratkaisun. Kaikki muut tapaukset osoittautuvat NP-täydellisiksi. Kolmannelle tapaukselle annetaan lähestymättömyysraja. Yleistä tapausta varten laaditaan optimaalisen ratkaisun saamiseksi kokonaislukuinen lineaarinen ohjelma ja polynomiaikainen heuristiikka. Heuristiikan soveltuvuutta arvioidaan Arizonan Maricopan piirikunnan sähkö- ja viestintäverkkotietojen avulla. Kokeelliset tulokset osoittivat, että heuristiikka tuotti lähes aina parametrin K lähes optimaalisen arvon, kun ρ < 0,42.

**Tulos**

Monikerroksisen riippuvaisen verkon kestävyydestä

**Esimerkki 2.1526**

Tässä asiakirjassa kuvataan useita Wimmics-tutkimuslaboratorion tuloksia, joiden nimet tarkoittavat seuraavia: web-instrumentoitu ihmisen ja koneen vuorovaikutus, yhteisöt ja semantiikka. Tässä esitellyt lähestymistavat perustuvat graafisuuntautuneeseen tiedon esittämiseen, päättelyyn ja operationalisointiin, jotta voidaan mallintaa ja tukea toimijoita, toimia ja vuorovaikutusta verkkopohjaisissa episteemisissä yhteisöissä. Tutkimustuloksia sovelletaan verkkoyhteisöjen vuorovaikutuksen tukemiseen ja edistämiseen sekä niiden resurssien hallintaan.

**Tulos**

Sosiaalisen semantiikan ja formaalin semantiikan yhdistämisen haasteet verkossa

**Esimerkki 2.1527**

Ulkoisista neuromuistirakenteista on viime aikoina tullut suosittu työkalu algoritmisessa syväoppimisessa (Graves et al., 2014; Weston et al., 2014). Näissä malleissa käytetään yleensä perinteisten diskreettien muistinhakurakenteiden (satunnaiskäyttö, pinot, nauhat) eriytettäviä versioita laskentatehtävien edellyttämän tallennustilan tarjoamiseksi. Tässä työssä väitämme, että näistä hermostollisista muistijärjestelmistä puuttuu erityinen rakenne, joka on tärkeä suhteelliselle indeksoinnille, ja ehdotamme vaihtoehtoista mallia, Lieaccess-muistia, joka on nimenomaisesti suunniteltu hermostolliseen ympäristöön. Tässä paradigmassa muistia käytetään jatkuvan pään avulla avainavaruuden moninaisuudessa. Päätä liikutetaan ohjaimen tuottamien Lie-ryhmän toimien, kuten siirtojen tai kiertojen, avulla, ja muistin käyttö tapahtuu lineaarisella tasoituksella avainavaruudessa. Väitämme, että Lie-ryhmät tarjoavat luonnollisen yleistyksen diskreeteistä muistirakenteista, kuten Turingin koneista, koska ne tarjoavat käänteis- ja identiteettioperaattoreita säilyttäen samalla differentioituvuuden. Kokeillaksemme tätä lähestymistapaa toteutamme yksinkertaistetun Lie-access-neuraalisen Turingin koneen (LANTM) erilaisilla Lie-ryhmillä. Huomaamme, että tämä lähestymistapa pystyy suoriutumaan hyvin erilaisista algoritmisista tehtävistä.

**Tulos**

VALHEESEEN PÄÄSEVÄT NEURAALISET TURING-KONEET

**Esimerkki 2.1528**

Tässä artikkelissa ehdotamme yksinkertaista mutta tehokasta menetelmää representaatioiden oppimiseen valvotun oppimisen skenaarioissa, joissa syötetietopistettä kuvataan joukolla ominaisuusvektoreita ja siihen liittyvä tuotos voidaan antaa pehmeillä merkinnöillä, jotka ilmaisevat esimerkiksi luokkatodennäköisyyksiä. Esitämme syötetietopisteen K-ulotteisena vektorina, jossa jokainen komponentti on todennäköisyyksien sekoitus vastaavien ominaisvektorien joukossa. Kukin todennäköisyys ilmaisee, kuinka todennäköisesti ominaisuusvektori kuuluu yhteen K:sta tuntemattomasta prototyyppimallista. Ehdotamme todennäköisyysmallia, joka parametrisoi nämä prototyyppikuviot piilomuuttujien avulla, ja siksi sitä voidaan kouluttaa perinteisillä todennäköisyyden maksimointiin perustuvilla lähestymistavoilla. Vielä tärkeämpää on, että sekä mallin parametrit että prototyyppikuviot voidaan oppia datasta erottelevalla tavalla. Osoitamme, että mallimme voidaan nähdä todennäköisyyspohjaisena yleistyksenä oppimisvektorikvantisoinnista (LVQ). Sovellamme menetelmäämme muotoluokituksen, hyperspektrikuvantamisen luokittelun ja ihmisten työtehtävien luokittelun ongelmiin ja osoitamme menetelmämme ylivoimaisen suorituskyvyn verrattuna tavanomaiseen prototyyppipohjaiseen luokittelumenetelmään ja muihin kilpaileviin vertailuarvoihin.

**Tulos**

Diskriminoiva todennäköisyyspohjainen prototyyppien oppiminen

**Esimerkki 2.1529**

Internetissä saatavilla olevien kuva-asiakirjojen jatkuvasti kasvava määrä motivoi jatkuvasti parempien merkintämallien ja tehokkaampien hakumenetelmien tutkimusta. Kuvien objektien ja tapahtumien, niiden vuorovaikutuksen ja kontekstin monimutkaisuuden muodollinen esittäminen ei ole enää vaihtoehto laadukkaalle kuvatietokannalle, vaan välttämättömyys. Esittelemme ontologiapohjaisen online-kuvien annotaatiotyökalun WNtags ja osoitamme sen hyödyllisyyden useissa tyypillisissä multimedian hakutehtävissä käyttäen International Affective Picture System -järjestelmän emotionaalisesti annotoitua kuvatietokantaa. WNtags on rakennettu WordNetin leksikaalisen ontologian ympärille, mutta se pitää Suggested Upper Merged Ontologya ensisijaisena merkintäformalismina. WNtags käyttää painotettujen WordNet-synsettien sarjoja korkean tason kuvan semanttisina kuvaajina, ja kyselyjen täsmäytys suoritetaan sanojen kantojen ja solmujen etäisyysmittareiden avulla. Esittelemme myös lähitulevaisuuden suunnitelmamme laajentaa kuvien sisällönkuvausta indusoidulla affektilla ihmisen tunteiden ja tarkkaavaisuuden tutkimuksessa käytettävien ärsykkeiden avulla.

**Tulos**

WNtagit: Web-pohjainen työkalu kuvien merkitsemiseen ja hakemiseen leksikaalisten ontologioiden avulla.

**Esimerkki 2.1530**

Siinä missä akausaaliset Bayes-verkot edustavat todennäköisyyteen perustuvaa riippumattomuutta, kausaaliset Bayes-verkot edustavat kausaalisia suhteita. Tässä artikkelissa tarkastelemme Bayesin menetelmiä molempien verkkotyyppien oppimiseen. Bayesiläiset menetelmät akausaalisten verkkojen oppimiseen ovat melko hyvin kehittyneitä. Näissä menetelmissä käytetään usein oletuksia, jotka helpottavat prioreiden rakentamista, kuten parametrien riippumattomuutta, parametrien modulaarisuutta ja todennäköisyyden vastaavuutta koskevia oletuksia. Osoitamme, että vaikka nämä oletukset voivat soveltua myös kausaaliverkkojen oppimiseen, tarvitsemme lisäoletuksia kausaaliverkkojen oppimiseen. Esittelemme kaksi riittävää oletusta, joita kutsutaan mekanismin riippumattomuudeksi ja komponenttien riippuvuudeksi. Osoitamme, että kun nämä uudet oletukset yhdistetään parametrin riippumattomuuteen, parametrin modulaarisuuteen ja todennäköisyyden ekvivalenssiin, voimme soveltaa kausaalisten verkkojen oppimisessa käytettäviä menetelmiä kausaalisten verkkojen oppimiseen.

**Tulos**

Bayesiläinen lähestymistapa kausaaliverkkojen oppimiseen

**Esimerkki 2.1531**

Folksonomia on tulosta vapaista henkilökohtaisista tiedoista tai tunnisteiden antamisesta kohteelle (URI:n perusteella), jotta se voidaan löytää. Tunnistaminen tapahtuu kollektiivisessa ympäristössä. Folksonomiat rakentuvat itsestään, ja ne perustuvat määritelmien yhteisesiintymiseen eivätkä niinkään tietojen hierarkkiseen rakenteeseen. Tämän varjopuolena oli se, että muutamat sivustot ja sovellukset pystyvät menestyksekkäästi hyödyntämään kirjanmerkkien jakamista. Tarvitaan välineitä, jotka pystyvät ratkaisemaan määritelmien monitulkintaisuuden, sillä yksinkertaisten välineiden tarve niiden visualisointiin, muokkaamiseen ja hyödyntämiseen verkkosovelluksissa estää edelleen niiden leviämistä ja laajaa käyttöönottoa. Folksonomioiden älykkäässä vuorovaikutteisessa käyttöliittymäsuunnittelussa olisi otettava huomioon kontekstisidonnainen suunnittelu ja kysely, joka perustuu samanaikaiseen vuorovaikutukseen havaintokäyttöliittymiä varten. Tässä asiakirjassa käytetään folksonomioiden esittämiseen uutta käsiterakennetta nimeltä "Folksodriven". Samalla esitellään Folksodriven Structure Network (FSN), jonka avulla ratkaistaan folksonomian tunnisteiden määritelmien epäselvyys ja annetaan käyttäjälle ehdotuksia. Tältä pohjalta kehitetään ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutusjärjestelmä (Human-Computer Interactive, HCI) folksonomioiden tietokantojen - FSN - visualisointia, navigointia, päivittämistä ja ylläpitoa varten verkon kautta. Järjestelmän toiminnot ja sen sisäinen rakenne esitellään.

**Tulos**

Älykkäät rajapinta-arkkitehtuurit folksonomiapohjaista rakenneverkkoa varten

**Esimerkki 2.1532**

Esittelemme arvo-iteraatioverkon, joka on täysin differentioituva neuroverkko, johon on upotettu suunnittelumoduuli. Arvo-iteraatioverkot soveltuvat ennustusten tekemiseen tuloksista, joihin liittyy suunnitteluun perustuvaa päättelyä, kuten halutun liikeradan ennustaminen kartan havainnosta. Keskeistä lähestymistavassamme on uusi differentioituva approksimaatio arvo-iteraatioalgoritmista, joka voidaan esittää konvoluutiohermoverkkona ja kouluttaa päästä päähän tavanomaisen backpropagationin avulla. Arvioimme arvo-iteraatioverkkojamme tehtävänä ennustaa optimaalisia esteitä välttäviä lentoratoja maisemakuvasta sekä synteettisellä datalla että haastavilla Marsin maaston raakakuvilla.

**Tulos**

Arvo Iteraatioverkot

**Esimerkki 2.1533**

Suosittu Alternating Least Squares (ALS) -algoritmi tensorien hajottamiseen on erittäin tehokas, mutta se konvergoi usein huonoihin paikallisiin optimiarvoihin, erityisesti silloin, kun tekijöiden painot ovat epäyhtenäisiä. Ehdotamme ALS-menetelmään muunnosta, joka on yhtä tehokas kuin tavallinen ALS, mutta palauttaa todisteellisesti todelliset tekijät satunnaisella alustuksella, kun tensorin tekijöitä koskevat tavanomaiset inkoherenssioletukset ovat voimassa. Osoitamme lähestymistapamme huomattavan käytännön paremmuuden perinteiseen ALS:ään verrattuna (sekä satunnaisella että SVD-pohjaisella alustuksella) erilaisissa synteettistä dataa koskevissa tehtävissä - mukaan lukien tensorifaktorointi tarkoilla, kohinaisilla ja ylitäydellisillä tensoreilla sekä tensorien täydentäminen - sekä sanojen upotusten laskemisessa kolmannen kertaluvun sanojen kolmoisesiintymistensoreista.

**Tulos**

Ortogonalisoitu ALS: Teoreettisesti perusteltu tensoripurkualgoritmi käytännön käyttöön.

**Esimerkki 2.1534**

Esittelemme konkreettisen mallin Solomonoffin inkrementaaliselle koneoppimisjärjestelmälle, joka soveltuu pöytätietokoneisiin. Käytämme referenssikoneena R5RS Schemeä ja sen standardikirjastoa muutamin puuttein. Esittelemme stokastiseen kontekstivapaaseen kielioppiin perustuvan Levin-hakuvaihtoehdon yhdessä uusien päivitysalgoritmien kanssa, jotka käyttävät samaa kielioppia ohjaavana todennäköisyysjakaumana inkrementaalisessa koneoppimisessa. Päivityksiin kuuluu tuotantotodennäköisyyksien mukauttaminen, aiempien ratkaisujen uudelleenkäyttö, ohjelmointi-idiomien oppiminen ja usein toistuvien aliohjelmien löytäminen. Keskustellaan a priori -todennäköisyysjakauman laajentamiseen ja bootstrappingiin liittyvistä kysymyksistä. Olemme toteuttaneet suuren osan ehdotetuista algoritmeista. Kokeet leluongelmilla osoittavat, että päivitysalgoritmit toimivat odotetulla tavalla.

**Tulos**

Gigamachine: inkrementaalinen koneoppiminen pöytätietokoneilla

**Esimerkki 2.1535**

Kernel-kanoninen korrelaatioanalyysi (KCCA) on epälineaarinen moninäkökulmainen representaatio-oppimistekniikka, jota voidaan soveltaa laajasti tilastotieteessä ja koneoppimisessa. Vaikka KCCA:n tavoitteelle on olemassa suljetussa muodossa oleva ratkaisu, se edellyttää N × N-ominaisarvojärjestelmän ratkaisemista, jossa N on harjoitusjoukon koko, mikä tekee sen laskennallisista vaatimuksista sekä muistin että ajan suhteen mahdottomia suurissa ongelmissa. KCCA:lle on kehitetty erilaisia approksimaatiotekniikoita. Yleisesti käytetty lähestymistapa on ensin muuntaa alkuperäiset syötteet M-ulotteiseen satunnaiseen ominaisuusavaruuteen siten, että ominaisuusavaruuden sisäiset tuotteet approksimoivat ytimen arviointeja, ja sitten soveltaa lineaarista CCA:ta muunnettuihin syötteisiin. Monissa sovelluksissa satunnaisen piirreavaruuden ulottuvuuden M on kuitenkin oltava hyvin suuri, jotta saadaan riittävän hyvä approksimaatio; tällöin lineaarisen CCA-vaiheen suorittaminen tuloksena oleville hyvin suuriulotteisille tietomatriiseille on haastavaa. Näytämme, miten voidaan käyttää stokastista optimointialgoritmia, jota on hiljattain ehdotettu lineaarista CCA:ta ja sen neuroverkkolaajennusta varten, jotta likimääräisen KCCA:n laskentavaatimuksia voidaan entisestään lieventää. Tämän lähestymistavan avulla voimme suorittaa likimääräistä KCCA:ta puheaineistolla, jossa on 1,4 miljoonaa harjoitusnäytettä ja satunnainen ominaisuusavaruus, jonka dimensio on M = 100000, tavallisella työasemalla.

**Tulos**

LAAJAMITTAINEN LIKIMÄÄRÄINEN KERNEL-KANONINEN KORRELAATIOANALYYSI (KERNEL CANONICAL CORRELATION ANALYSIS)

**Esimerkki 2.1536**

Vuoden 2002 kauppa-agenttikilpailu (TAC) tarjosi haastavan markkinapelin matkaostosten alalla. Yksi keskeisistä kysymyksistä tällä alalla on epävarmuus hotellien hinnoista, jotka vaikuttavat merkittävästi vaihtoehtoisten matkasuunnitelmien suhteellisiin kustannuksiin. Näin ollen lähes kaikki osallistujat käyttävät jotakin menetelmää hotellien hintojen ennustamiseen. Tutkimme turnauksessa käytettyjä lähestymistapoja ja havaitsemme, että toimijat käyttävät mielenkiintoisia erilaisia tekniikoita, joissa otetaan huomioon erilaiset hintoihin vaikuttavat todisteet. Analysoimme näiden lähestymistapojen suhteellista tehokkuutta niiden tietojen perusteella, jotka osallistujat ovat toimittaneet agenttiensa todellisista ennusteista TAC-02:n finaalissa ja semifinaalissa. Tulokset osoittavat, että pelikohtaisten lentohintoja koskevien tietojen huomioon ottaminen on merkittävä erottava tekijä. Koneoppimismenetelmät indusoivat tehokkaasti lento- ja hotellihintojen välisen suhteen pelidatasta, ja puhtaasti analyyttinen lähestymistapa, joka perustuu kilpailutasapainon analyysiin, saavuttaa saman tarkkuuden ilman historiatietoja. Käytämme uutta ennusteiden laadun mittaria, jolla absoluuttinen tarkkuus suhteutetaan pelissä saavutettuun tulokseen.

**Tulos**

Hinnan ennustaminen kauppa-agenttikilpailussa

**Esimerkki 2.1537**

Tukivektorikoneesta (Support Vector Machine, SVM) on tullut erittäin suosittu koneoppimismenetelmä tekstin luokittelussa. Yksi syy tähän on olemassa olevien ytimien valikoima, joiden avulla voidaan luokitella tietoja, jotka eivät ole lineaarisesti erotettavissa. Lineaarinen, polynominen ja RBF-ydin (Gaussin radiaalinen perusfunktio) ovat yleisesti käytettyjä, ja ne toimivat vertailupohjana tutkimuksessamme. Näytämme, miten kvadraattisen Power Kernelin (PK) - jota kutsutaan myös Negative Euclidean Distance Kerneliksi (NDK) - alkumuoto johdetaan kompleksilukujen avulla. Esimerkkinä NDK:sta käytämme tekstien luokittelua käyttäen Dewey Document Classification (DDC) -luokitusta kohdejärjestelmänä. Arviointimme osoittaa, että potenssikernel tuottaa F-pistemäärät, jotka ovat vertailukelpoisia referenssikernelien kanssa, mutta on - lineaarista ydintä lukuun ottamatta - nopeampi laskea. Lopuksi osoitamme, miten NDK-lähestymistapaa voidaan laajentaa ottamalla mukaan Mahalanobis-väli. Asiasanat-SVM, kernel-funktio, tekstin luokittelu.

**Tulos**

Negatiivisen etäisyyden ytimen kompleksinen hajonta

**Esimerkki 2.1538**

Syvät neuroverkot (Deep Neural Networks, DNN) ovat tehokkaita keinotekoisia neuroverkkoja (ANN), joissa käytetään useita piilokerroksia. Ne ovat viime aikoina saaneet huomattavaa huomiota puheen transkriptio- ja kuvantunnistusyhteisössä (Krizhevsky et al., 2012), koska niillä on erinomaiset ennusteominaisuudet, mukaan luettuna kestävyys ylisovitusta vastaan. Niiden soveltamista algoritmiseen kaupankäyntiin ei kuitenkaan ole aiemmin tutkittu, mikä johtuu osittain niiden laskennallisesta monimutkaisuudesta. Tässä artikkelissa kuvataan DNN:ien soveltamista rahoitusmarkkinoiden liikesuuntien ennustamiseen. Erityisesti kuvataan konfigurointi- ja koulutusmenetelmä ja sitten demonstroidaan niiden soveltamista yksinkertaisen kaupankäyntistrategian takautuvaan testaamiseen 43:lla eri hyödyke- ja valuuttatermiinien keskihinnalla 5 minuutin välein. Kaikki tässä artikkelissa esitetyt tulokset on tuotettu Intel Xeon Phi -koprosessorilla toteutetulla C++-toteutuksella, joka on 11,4 kertaa nopeampi kuin sarjaversio, sekä Python-strategian backtestausympäristöllä, jotka molemmat ovat saatavilla kirjoittajien kirjoittamana avoimena lähdekoodina.

**Tulos**

Luokitteluun perustuva rahoitusmarkkinoiden ennustaminen syvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1539**

Tarkastelemme tensoreiden suhteellisen virheen alhaista luokkaa olevaa approksimaatiota Frobeniuksen normin suhteen. Nimittäin, kun annetaan järjestys-q tensori A ∈ R ∏q i=1 ni , tulostetaan rank-k tensori B, jolle ‖A - B‖F ≤ (1 + ) OPT, missä OPT = infrank-k A′ ‖A - A‖F . Huolimatta siitä, että matriiseille on onnistuttu saamaan suhteellisen virheen alhaista arvoa kuvaavia approksimaatioita, tensoreille ei tunneta vastaavia tuloksia. Yksi rakenteellinen ongelma on se, että ei välttämättä ole olemassa rank-k tensor Ak:ta, jolla saavutetaan edellä mainittu infinum. Toinen laskennallinen ongelma on se, että tehokas suhteellisen virheen matalan rankin approksimaatioalgoritmi tensoreille antaisi mahdollisuuden laskea tensorin rankin, mikä on NP-vaikeaa. Ohitamme nämä kaksi ongelmaa (1) kaksikriteeristen ja (2) parametrisoitujen monimutkaisuusratkaisujen avulla: 1. Esitämme algoritmin, joka tuottaa tensorin B, jolle ‖A - B‖F ≤ (1+ ) OPT on nnz(A)+n -poly(k/ ) -ajassa reaalisessa RAM-mallissa, kun joko Ak on olemassa tai OPT > 0. Tässä nnz(A) tarkoittaa nollasta poikkeavien merkintöjen määrää A:ssa. Jos sekä Ak ei ole olemassa että OPT = 0, B sen sijaan täyttää ‖A - B‖F < γ, missä γ on mikä tahansa positiivinen, mielivaltaisen pieni n:n funktio. 2. Annamme algoritmin mille tahansa δ > 0, joka tuottaa k-rankin tensorin B, jolle ‖A-B‖F ≤ (1+ ) OPT ja joka toimii ajassa (nnz(A)+n poly(k/ )+exp(k/ )). -nδ ajassa yksikkökustannus-RAM-mallissa, kun OPT > 2-O(n ) ja on olemassa rank-k tensori B = ∑k i=1 ui ⊗ vi ⊗ wi, jolle ‖A - B‖F ≤ (1 + /2) OPT ja ‖ui‖2, ‖vi‖2, ‖wi‖2 ≤ 2 δ). Jos OPT ≤ 2-Ω(nδ), niin B sen sijaan täyttää ‖A-B‖F ≤ 2-Ω(n δ). Ensimmäinen tuloksemme on polynomiaikainen ja itse asiassa panos harvinaisuusaikainen n:n, k:n ja 1/ :n suhteen millä tahansa k ≥ 1:llä ja millä tahansa 0 < < 1:llä, kun taas toinen tuloksemme on kiinteän parametrin suhteen käsiteltävissä k:n ja 1/ :n suhteen. Rank-k-tensorin tai jopa bikriteeriratkaisun, jolla on rank-Ck tiettyyn vakioon C > 1, tulostamiselle osoitamme 2 1-o(1)) ajan alarajan eksponentiaalisen ajan hypoteesin mukaisesti. Tuloksemme perustuvat "iteratiiviseen eksistentiaaliseen argumenttiin", ja ne antavat ensimmäiset suhteellisen virheen matalan rankin approksimaatiot tensoreille suurelle määrälle virhemittoja, joista ei tiedetty mitään. Erityisesti annamme ensimmäiset suhteellisen virheen approksimaatioalgoritmit tensoreille: sarakkeen rivin ja putken osajoukon valintaan, entrywise `p-low rank approksimaatioon, kun 1 ≤ p < 2, low rank approksimaatioon kasvojen tai putkien euklidisten normien summan suhteen, painotettuun low rank approksimaatioon ja low rank approksimaatioon hajautetuissa ja streaming-malleissa. Saamme myös useita uusia tuloksia matriiseille, kuten nnz(A)-aikaisia CUR-dekompositioita, jotka parantavat aiempia nnz(A) log n-aikaisia CUR-dekompositioita, jotka voivat olla itsenäisesti kiinnostavia. ∗Työ tehty IBM Almadenin vierailun aikana, ja sitä on osittain tuettu UTCS:n teknisen opetuksen avulla (CS361 Spring 17 Introduction to Computer Security). †Tuki osittain Simons Foundationilta ja NSF CCF-1617955. ar X iv :1 70 4. 08 24 6v 1 [ cs .D S] 2 6 A pr 2 01 7.

**Tulos**

Suhteellinen virhe Tensor Low Rank approksimaatio

**Esimerkki 2.1540**

Tässä asiakirjassa ehdotamme yhtenäistä kehystä rakenteelliselle ennustukselle latenttien muuttujien avulla, joka sisältää piilotetut ehdolliset satunnaiskentät ja latentit rakenteelliset tukivektorikoneet erikoistapauksina. Kuvaamme tätä yleistä muotoilua varten paikallisen entropian approksimaation, jossa käytetään dualiteettia, ja johdamme tehokkaan viestinvälitysalgoritmin, jonka konvergenssi on taattu. Osoitamme sen tehokkuuden kuvien segmentoinnissa sekä 3D-sisäkuvien ymmärtämisessä yksittäisistä kuvista ja osoitamme, että lähestymistapamme on parempi kuin latenttirakenteiset tukivektorikoneet ja piilotetut ehdolliset satunnaiskentät.

**Tulos**

Tehokas strukturoitu ennustaminen latenttien muuttujien avulla yleisissä graafisissa malleissa.

**Esimerkki 2.1541**

Tässä asiakirjassa esitellään konveksinen neuroverkkoarkkitehtuuri. Kyseessä ovat skalaariarvoiset (mahdollisesti syvät) neuroverkot, joiden verkkoparametreille on asetettu rajoituksia siten, että verkon ulostulo on (joidenkin) syötteiden kovera funktio. Verkot mahdollistavat tehokkaan päättelyn optimoimalla joitakin verkon syötteitä muiden syötteiden perusteella, ja niitä voidaan soveltaa muun muassa strukturoituun ennustamiseen, tietojen imputointiin ja vahvistusoppimiseen. Tässä artikkelissa luodaan näiden mallien perusta, ehdotetaan menetelmiä päättelyä, optimointia ja oppimista varten ja analysoidaan niiden edustavuus. Osoitamme, että monet nykyiset neuroverkkoarkkitehtuurit voidaan tehdä syötteen suhteen konvekseiksi vain pienin muutoksin, ja kehitämme erikoistuneita optimointialgoritmeja, jotka on räätälöity tätä asetelmaa varten. Lopuksi tuomme esiin menetelmien suorituskyvyn usean merkin ennusteissa, kuvien täydentämisessä ja vahvistusoppimisongelmissa, joissa osoitamme monissa tapauksissa parannusta nykyiseen tekniikan tasoon verrattuna.

**Tulos**

Input Convex Neural Networks

**Esimerkki 2.1542**

Tiivistelmä. Tutkimme oppimisalgoritmia, joka vastaa empiirisen riskin määrittelemää inkrementaalista gradienttilaskeutumista äärettömän ulottuvuuden hypoteesiavaruudessa. Tarkastelemme tilastollista oppimisasetelmaa ja osoitamme, että näin saatu oppimisalgoritmi on universaalisti johdonmukainen, jos sille annetaan universaali askelkoko ja sopiva aikainen pysäytyssääntö, ja johdamme äärelliset otosrajat. Tuloksemme tarjoavat teoreettisen perustan varhaisen pysäytyksen huomioon ottamiselle online-oppimisalgoritmeissa ja valaisevat sitä, millainen vaikutus on sillä, että dataa voidaan käyttää useaan kertaan.

**Tulos**

SÄÄNNÖLLISTÄMINEN VARHAISEN PYSÄYTYKSEN AVULLA VERKKO-OPPIMISALGORITMEILLE

**Esimerkki 2.1543**

Ytimien rooli on keskeinen koneoppimisessa. Koska potenssilakijakaumat ovat tärkeitä mallintamisessa, simuloinnissa ja oppimisessa, ehdotamme tässä artikkelissa Gaussin ytimen potenssilakijakauman yleistystä. Tämä yleistys perustuu q-Gaussin jakaumaan, joka on potenssilakijakauma, jota on tutkittu ei-yksinkertaisen tilastollisen mekaniikan yhteydessä. Todistamme, että ehdotettu ydin on positiivisesti definiittinen, ja esitämme joitakin näkemyksiä vastaavasta toistuvan ytimen Hilbert-avaruudesta (Reproduducing Kernel Hilbert Space, RKHS). Tutkimme myös qGaussin ytimien käytännön merkitystä luokittelussa, regressiossa ja klusteroinnissa ja esitämme joitakin simulointituloksia.

**Tulos**

q-Gaussin ytimestä ja sen toistuvasta ytimen Hilbert-avaruudesta (Reproduducing Kernel Hilbert Space)

**Esimerkki 2.1544**

Nykyiset syväkuvantamismenetelmät pystyvät oppimaan kuvista kompaktin euklidisen avaruuden, jossa euklidiset etäisyydet vastaavat samankaltaisuusmetriikkaa. Oppimisen tehostamiseksi ja tehostamiseksi käytetään yleensä kovaa näytteiden louhintaa, jossa näytteet tunnistetaan laskemalla euklidinen ominaisuusetäisyys. Globaali euklidinen etäisyys ei kuitenkaan pysty kuvaamaan uskollisesti todellista ominaisuuksien samankaltaisuutta monimutkaisessa visuaalisessa ominaisuuksien avaruudessa, jossa luokkien välinen etäisyys voi olla suurempi tiheällä alueella kuin luokkien välinen etäisyys matalalla tiheydellä sijaitsevilla alueilla. Tässä artikkelissa esitellään PDDM-yksikkö (Position-Dependent Deep Metric), joka pystyy oppimaan paikalliseen piirderakenteeseen mukautuvan samankaltaisuusmetriikan. Tätä metriikkaa voidaan käyttää aidosti kovien näytteiden valitsemiseen paikallisessa naapurustossa ohjaamaan syvän upottamisen oppimista verkossa ja kestävällä tavalla. Uusi kerros on houkutteleva siinä mielessä, että se voidaan liittää mihin tahansa konvoluutioverkkoon ja se koulutetaan alusta loppuun. Paikallinen samankaltaisuustietoinen ominaisuuksien upotus ei ainoastaan nopeuta konvergenssia ja paranna suorituskykyä kahdessa monimutkaisessa kuvien hakuaineistossa, vaan sen suuri marginaali johtaa myös ylivoimaisiin yleistystuloksiin suurissa ja avoimissa siirto-oppimisen ja nollakuvaoppimisen skenaarioissa ImageNet 2010- ja ImageNet-10K-tietokannoissa.

**Tulos**

Paikallinen samankaltaisuustietoinen syvien ominaisuuksien upottaminen

**Esimerkki 2.1545**

<lb>Harkitsemme aliavaruuden klusteroinnin ongelmaa: kun on annettu pisteitä, jotka sijaitsevat monien matalaulotteisten lineaaristen aliavaruuksien liitoksessa tai niiden lähellä, palautetaan aliavaruudet. Tätä varten tunnistetaan ensin<lb>joukot pisteitä, jotka ovat lähellä samaa aliavaruutta, ja käytetään joukkoja aliavaruuksien estimointiin. Koska klusterien (lineaaristen aliavaruuksien)<lb>geometrinen rakenne estää yleisten<lb>etäisyyteen perustuvien lähestymistapojen, kuten K-meansin, asianmukaisen suorituskyvyn, on ehdotettu monia mallikohtaisia menetelmiä.<lb>Tässä artikkelissa tarjoamme uusia yksinkertaisia ja tehokkaita algoritmeja tähän ongelmaan. Tilastollinen<lb>analyysimme osoittaa, että algoritmeille taataan tarkka (täydellinen) klusterointisuorituskyky pisteiden lukumäärää ja aliavaruuksien välistä affiniteettia koskevin<lb>tietynlaisin ehdoin. Nämä ehdot<lb>ovat heikommat kuin tavanomaisessa tilastollisessa kirjallisuudessa tarkastellut ehdot. Kokeelliset tulokset<lb>synteettisellä datalla, joka on tuotettu standardilla aliavaruuksien liittojen mallilla, osoittavat teoriamme.<lb>Olemme myös osoittaneet, että algoritmimme suoriutuu kilpailukykyisesti verrattuna uusimpiin algoritmeihin<lb>reaalimaailman sovelluksissa, kuten liikesegmentoinnissa ja kasvojen klusteroinnissa, paljon yksinkertaisemmalla<lb>toteutuksella ja pienemmillä laskennallisilla kustannuksilla.

**Tulos**

Ahne aliavaruuden klusterointi

**Esimerkki 2.1546**

Tässä artikkelissa ehdotamme, että kuvakysymyksiin vastaamiseen (QA) käytetään konvoluutiohermoverkkoa (convolutional neural network, CNN). Ehdottamamme CNN tarjoaa konvoluutioarkkitehtuurilla varustetun kokonaisvaltaisen kehyksen, jonka avulla voidaan oppia kuvan ja kysymyksen representaatioiden lisäksi myös niiden intermodaaliset vuorovaikutukset vastauksen tuottamiseksi. Tarkemmin sanottuna mallimme koostuu kolmesta CNN:stä: yhdestä kuva-CNN:stä, joka koodaa kuvan sisällön, yhdestä lause-CNN:stä, joka muodostaa kysymyksen sanat, ja yhdestä multimodaalisesta konvoluutiokerroksesta, joka oppii niiden yhteisen esityksen luokittelua varten vastausehdokkaiden sanojen avaruudessa. Osoitamme ehdotetun mallin tehokkuuden DAQUAR- ja COCO-QA-aineistoissa, jotka ovat kaksi kuvan laadunvarmistuksen vertailuaineistoa, ja suorituskyky on huomattavasti parempi kuin uusimmassa tekniikassa.

**Tulos**

Kysymyksiin vastaamisen oppiminen kuvasta käyttämällä konvolutiivista neuroverkkoa

**Esimerkki 2.1547**

Maailmassa saatavilla olevan tiedon määrä kasvaa nopeammin ja suuremmaksi kuin kykymme käsitellä sitä. Jos kuitenkin hyödynnämme sisäistä rakennetta, datasta voi tulla paljon pienempää koneoppimista varten. Tässä artikkelissa keskitymme yhteen perustavanlaatuisimmista koneoppimistehtävistä, empiiriseen riskien minimointiin (ERM), ja tarjoamme nopeampia algoritmeja datan klusterointirakenteen avulla. Esittelemme yksinkertaisen käsitteen raakaklusterointi, joka voidaan saada tehokkaasti vain yhdellä datan läpikäynnillä, ja ehdotamme kahta algoritmia. Varianssin vähentämiseen perustuva algoritmimme ClusterSVRG esittelee uuden gradienttiestimaattorin, joka käyttää klusterointitietoa, ja nopeutettu algoritmimme ClusterACDM perustuu uudenlaiseen Haar-muunnokseen, jota sovelletaan kunkin klusterin kaksoisavaruuteen. Algoritmimme ovat parempia kuin niiden klassiset vastineet sekä teoriassa että käytännössä.

**Tulos**

Rakenteen hyödyntäminen: Stokastiset gradienttimenetelmät raakaklustereiden avulla

**Esimerkki 2.1548**

Tarkastelemme politiikan ulkopuolisen arvioinnin ongelmaa, jossa arvioidaan tavoitepolitiikan arvoa käyttämällä toisen politiikan avulla kerättyjä tietoja, kontekstuaalisen bandit-mallin mukaisesti. Määritämme minimax-alarajan keskimääräiselle neliövirheelle (MSE) ja osoitamme, että käänteinen propensity scoring (IPS) -estimaattori vastaa sitä vakiotekijöihin asti. Koska IPS on alioptimaalinen [Li et al., 2015] monikätisessä bandit-ongelmassa, tuloksemme korostaa kontekstuaalisen asetelman vaikeutta, kun kontekstijakaumat eivät ole degeneroituneita. Lisäksi tarkastelemme parannuksia tähän minimax MSE -rajaan, kun käytettävissä on palkitsemismalli. Osoitamme, että nykyinen kaksinkertaisesti kestävä lähestymistapa, joka hyödyntää tällaista palkkiomallia, voi edelleen kärsiä suuresta varianssista, vaikka palkkiomalli olisi täydellinen. Ehdotamme uutta SWITCH-nimistä estimaattoria, joka käyttää palkkiomallia tehokkaammin ja saavuttaa paremman harha-varianssi-suhteen aiempiin töihin verrattuna. Todistamme ylärajan sen MSE:lle ja osoitamme empiirisesti sen edut erilaisilla tietokokonaisuuksilla, joissa havaitaan usein suuruusluokkien parannuksia useisiin perusasetuksiin verrattuna.

**Tulos**

Optimaalinen ja mukautuva politiikan ulkopuolinen arviointi kontekstisidonnaisissa rosvojoukkueissa.

**Esimerkki 2.1549**

Sähköiset terveyskertomukset keräävät potilastietoja käyttämällä strukturoituja kontrolloituja sanastoja ja strukturoimatonta kertovaa tekstiä. Strukturoitu tieto sisältää yleensä laboratorioarvot, tapaamiset ja lääkitysluettelot, kun taas strukturoimaton tieto sisältää lääkärin tulkinnan potilaan tilasta, ennusteesta ja vasteesta terapeuttisiin toimenpiteisiin. Tässä artikkelissa osoitamme, että tiedon louhinta strukturoimattomasta kliinisestä kertomustekstistä on olennaisen tärkeää useimmissa kliinisissä sovelluksissa. Toteutamme empiirisen tutkimuksen väitteen vahvistamiseksi ja osoitamme, että pelkkä strukturoitu tieto ei riitä ratkaisemaan kelpoisuuskriteerejä potilaiden rekrytoimiseksi kroonista lymfaattista leukemiaa (CLL) ja eturauhassyöpää koskeviin kliinisiin tutkimuksiin. Strukturoimattomat tiedot ovat välttämättömiä, kun halutaan ratkaista 59 prosenttia CLL-tutkimusten kriteereistä ja 77 prosenttia eturauhassyöpätutkimusten kriteereistä. Tarkemmin sanottuna ajallisia rajoitteita sisältävien kelpoisuuskriteerien ratkaisemiseksi osoitamme, että tarvitaan ajallista päättelyä ja tietojen integrointia lääketieteellisten tapahtumien kanssa jäsentymättömien kliinisten kertomusten ja jäsenneltyjen tietojen sisällä ja niiden välillä.

**Tulos**

Kuinka olennaisia strukturoimattomat kliiniset kertomukset ja tietojen yhdistäminen ovat kliinisten tutkimusten rekrytoinnissa?

**Esimerkki 2.1550**

Tarkastelemme uudelleen Blumin ja Hardtin (2015) esittelemää leaderboard-ongelmaa, jolla pyritään vähentämään ylisovittamista koneoppimisen vertailuarvoissa. Osoitamme, että heidän Ladder-algoritminsa satunnaistettu versio saavuttaa leaderboard-virheen O(1/n0,4) verrattuna aiempaan parhaaseen arvoon O(1/n1/3). Emme voi todistaa, että algoritmimme on optimaalinen, mutta osoitamme merkittävän esteen, joka haittaa edistystä. Mikä tahansa parannus ylärajaamme johtaisi asymptoottisiin parannuksiin yleisessä adaptiivisessa estimointiympäristössä, joita ei ole viime vuosina saatu aikaan. Tämä yhteys johtaa myös suoraan alempiin rajoihin tietyille algoritmiluokille. Esittelemme erityisesti uuden hyökkäyksen leaderboard-algoritmia vastaan, joka sekä teoreettisesti että empiirisesti erottaa algoritmimme aiemmista leaderboard-algoritmeista.

**Tulos**

Kiipeän huteria tikkaita pitkin: Parempi mukautuva riskinarviointi

**Esimerkki 2.1551**

Syvät neuroverkot (Deep Neural Networks, DNN) ovat tällä hetkellä uusinta tekniikkaa kuvien luokittelutehtävissä. Viimeaikaiset työt ovat kuitenkin osoittaneet, että näitä järjestelmiä voidaan helposti huijata tunnistamaan kuvia väärin muokkaamalla kuvaa tietyillä tavoilla, jolloin ne ovat usein käytännössä hyödyttömiä. Lisäksi kirjallisuudessa tähän mennessä ehdotetut puolustusmekanismit ovat useimmiten hyökkäyskohtaisia ja osoittautuvat tehottomiksi uusia hyökkäyksiä vastaan. Viimeaikainen universaaleja häiriöitä koskeva työ voi tuottaa kaikille testikuville yhden ainoan muutoksen, joka saa nykyiset verkot luokittelemaan väärin 90 prosenttia ajasta. Tietojemme mukaan tällä hetkellä mikään puolustusmekanismi ei ole tehokas tämän estämiseksi. Näin ollen neuroverkkojen yleisen puolustusstrategian suunnittelu monenlaisia hyökkäyksiä vastaan on haastava ongelma. Tässä artikkelissa saamme inspiraatiota kyberturvallisuuden ja moniagenttijärjestelmien viimeaikaisista edistysaskelista ja ehdotamme, että Moving Target Defense (MTD) -konseptia käytetään ImageNet-tietokannalla koulutettujen tunnettujen syväverkkojen kestävyyden lisäämiseksi tällaisia hyökkäyksiä vastaan. Tätä tekniikkaa käytettäessä formalisoimme ja hyödynnämme käsitettä eri verkkojen erilainen immuniteetti tiettyjä hyökkäyksiä vastaan. Yhden testikuvan luokittelemiseksi valitsemme joka kerta yhden koulutetuista verkoista ja käytämme sen luokittelutulosta. Varmistaaksemme maksimaalisen kestävyyden luomme tehokkaan strategian muotoilemalla tämän vuorovaikutuksen toistuvaksi Bayesin Stackelberg-peliksi (BSG), jossa on puolustaja (joka isännöi luokitusverkkoja) ja käyttäjät (sekä lailliset käyttäjät että hyökkääjät). Verkonvaihtostrategiana laskemme vahvan Stackelbergin tasapainon, joka optimoi ennustustarkkuuden ja vähentää samalla vääräluokittelun määrää testikuvien vastahyökkäysmuokkauksen yhteydessä. Osoitamme, että vaikka lähestymistapamme tuottaa laillisille käyttäjille 92,79 prosentin tarkkuuden, hyökkääjät pystyvät luokittelemaan kuvia väärin vain 58 prosenttia (93,7 prosentin sijasta) ajasta, vaikka he valitsisivat parhaan käytettävissä olevan hyökkäyksen. Tämä on vähintään kaksi kertaa parempi, joskus jopa suuruusluokkaa parempi, verrattuna pahiten kärsivien verkkojen tarkkuuslukuihin.

**Tulos**

Syvien neuroverkkojen suojaaminen hyökkäyksiä vastaan liikkuvan kohteen puolustuksen avulla

**Esimerkki 2.1552**

Yksi paremmin tutkituista ominaisuuksista, joita operaattorit käyttävät tuomioiden aggregoinnissa, on riippumattomuus, joka tarkoittaa sitä, että kollektiivinen tuomio yhdestä asiasta ei saisi riippua jostakin muusta samassa asialistassa olevasta asiasta tai asioista annetuista yksittäisistä tuomioista. Vaikka riippumattomuutta pidetäänkin toivottavana ominaisuutena, se on liian vahva, koska yhdessä lievien lisäehtojen kanssa se merkitsee diktatuuria. Ehdotamme tässä riippumattomuuden heikentämistä, jota kutsutaan nimellä agendan erotettavuus: tuomioiden yhdistämissääntö täyttää sen, jos aina kun agendassa on useita itsenäisiä osa-agendoja, tuloksena olevat kollektiiviset tuomiojoukot voidaan laskea erikseen kullekin osa-agendalle ja sitten koota yhteen. Osoitamme, että tämä ominaisuus on erotteleva siinä mielessä, että kirjallisuudessa tähän mennessä tutkituista tuomioiden yhdistämissäännöistä osa täyttää sen ja osa ei. Keskustelemme lyhyesti siitä, miten asialistan erotettavuus vaikuttaa tuomioiden yhdistämissääntöjen laskentaan.

**Tulos**

Asialistan erotettavuus tuomioiden yhdistämisessä

**Esimerkki 2.1553**

Todistamme tässä artikkelissa, että k-means++ -algoritmin tavoitefunktion odotusarvo näytteille konvergoi populaation odotusarvoon. Koska k-means++ tarjoaa näytteitä varten vakiokertoimen approksimaation k-meansin tavoitteille, tällainen approksimaatio voidaan saavuttaa populaatiolle näytekoon kasvaessa. Tällä tuloksella voi olla käytännön merkitystä, kun harkitaan osanäytteenoton käyttöä suurten tietokokonaisuuksien (suurten tietokantojen) klusteroinnissa.

**Tulos**

k-means++ -algoritmin johdonmukaisuudesta

**Esimerkki 2.1554**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta neuroverkkomallia nimeltä RNN Encoder-Decoder, joka koostuu kahdesta toistuvasta neuroverkosta (RNN). Toinen RNN koodaa symbolisarjan kiinteäpituiseksi vektoriesitykseksi ja toinen dekoodaa esityksen toiseksi symbolisarjaksi. Ehdotetun mallin kooderi ja dekooderi koulutetaan yhdessä maksimoimaan kohdejonon ehdollinen todennäköisyys, kun lähtöjono on annettu. Tilastollisen konekäännösjärjestelmän suorituskyky paranee empiirisesti käyttämällä RNN-kooderi-dekooderin laskemia lausekeparien ehdollisia todennäköisyyksiä lisäominaisuutena nykyisessä log-lineaarisessa mallissa. Laadullisesti osoitamme, että ehdotettu malli oppii semanttisesti ja syntaktisesti mielekkään esityksen kielellisistä lausekkeista.

**Tulos**

Lauseiden esitysten oppiminen RNN-kooderi-dekooderin avulla tilastollista konekääntämistä varten.

**Esimerkki 2.1555**

NFL-pelien tietojen perusteella yritämme ennustaa pelin lopputulosta useilla eri tavoilla, kuten päätös- ja luokittelupuilla, lähimmillä naapureilla, Naive Bayesilla, lineaarisella diskriminaatioanalyysillä, tukivektorikoneilla ja regressiolla sekä keinotekoisilla neuroverkoilla. Sovellus tästä on seuraava: syöttämällä erilaisia pelivaihtoehtoja voidaan määrittää paras peli tietyssä tilanteessa reaaliajassa. Vaikka pelin lopputulosta voidaan kuvata monin tavoin, saimme lupaavimmat tulokset uudella mittarilla, jota kutsumme edistykseksi. Pidämme tätä työtä ensimmäisenä askeleena ennakoivan analyysin sisällyttämisessä NFL:n pelikoodaukseen.

**Tulos**

NFL pelata ennuste

**Esimerkki 2.1556**

Syvät neuroverkot pystyvät mallintamaan erittäin epälineaarisia toimintoja kuvaamalla datan eri abstraktiotasoja hierarkkisesti. Kun syviä neuroverkkoja koulutetaan, järjestelmä alustetaan ensin lähelle hyvää optimia ahneella kerrosviisaalla valvomattomalla esivalmennuksella. Datan määrän kasvaessa ja arkkitehtuurin ulottuvuuksien kasvaessa tämän lähestymistavan ajallinen monimutkaisuus kasvaa kuitenkin valtavaksi. Lisäksi kerrosten ahne esivalmennus on usein haitallista, koska se johtaa kerroksen ylikouluttamiseen, jolloin se menettää harmoniansa muun verkon kanssa. Tässä asiakirjassa ehdotetaan synkronoitua rinnakkaista algoritmia syvien verkkojen esivalmennukseen moniydinkoneissa. Eri kerrokset koulutetaan rinnakkaisilla säikeillä, jotka toimivat eri ytimillä säännöllisellä synkronoinnilla. Näin esivalmennusprosessi nopeutuu ja ylikoulutuksen mahdollisuudet vähenevät. Tämä on validoitu kokeellisesti käyttämällä pinottua autokooderia MNIST-käsinkirjoitettujen numeroiden tietokannan dimensioiden vähentämiseen. Ehdotetulla algoritmilla saavutettiin 26 prosentin nopeus verrattuna ahneeseen kerroksittaiseen esivalmennukseen, kun saavutettiin sama rekonstruktiotarkkuus, mikä osoittaa sen potentiaalin vaihtoehtona.

**Tulos**

Syvien pinottujen autokoodereiden nopeampi oppiminen moniydinjärjestelmissä käyttämällä synkronoitua kerroksittaista esivalmennusta.

**Esimerkki 2.1557**

Tässä artikkelissa käsittelemme uutta moniluokkaisen oppimisen kehystä, joka määritellään sopivalla koodaus- ja dekoodausstrategialla, nimittäin simplex-koodauksella, jonka avulla voidaan yleistää useisiin luokkiin binääriluokittelussa yleisesti käytetty rentoutumismenetelmä. Tässä kehyksessä voidaan kehittää relaksaatiovirheanalyysi, jossa vältetään rajoituksia, jotka koskevat tarkasteltua hypoteesiluokkaa. Lisäksi osoitamme, että tässä ympäristössä on mahdollista johtaa ensimmäinen todistettavasti johdonmukainen regularisoitu menetelmä, jonka harjoittelun/virityksen monimutkaisuus on riippumaton luokkien lukumäärästä. Esitellään konveksuaalisen analyysin työkaluja, joita voidaan käyttää tämän asiakirjan soveltamisalan ulkopuolella.

**Tulos**

Moniluokkainen oppiminen Simplex-koodauksella

**Esimerkki 2.1558**

Pseudo-riippumaton (PI) malli on proba bilistinen toimialueen malli (PDM), jossa kollektiivisesti riippuvaisten muuttujien joukon oikeat osajoukot osoittavat marginaalista riippumattomuutta. PI-malleja ei voida oppia oikein monilla algoritmeilla, jotka perustuvat yhden linkin hakuun. Aiemmissa PI-mallien oppimista koskevissa töissä on ehdotettu suoraviivaista monilinkkihakualgoritmia. Kun alue sisältää rekursiivisesti upotettuja PI-alamalleja, se saattaa kuitenkin jäädä tällaisen algoritmin havaitsematta. Tässä artikkelissa ehdotamme parannettua algoritmia, joka varmistaa kaikkien sellaisten em bedded PI-alamallien oppimisen, joiden koko on ennalta määritetyn parametrin ylärajoissa. Osoitamme, että tämä parannettu oppimiskyky lisää monimutkaisuutta vain hieman edellisen algoritmin monimutkaisuutta enemmän. Uuden algoritmin suorituskyky osoitetaan kokeellisesti.

**Tulos**

Uskomusverkkojen oppiminen rekursiivisesti upotetuilla pseudo-riippumattomilla alamalleilla varustetuilla alueilla

**Esimerkki 2.1559**

Tässä artikkelissa esittelemme uuden tavan ennustaa vahvistusoppimisperiaatteen suorituskykyä, kun otetaan huomioon historiatieto, joka on mahdollisesti tuotettu toisella periaatteella. Kyky arvioida politiikkaa historiallisen datan perusteella on tärkeää sovelluksissa, joissa huonon politiikan käyttöönotto voi olla vaarallista tai kallista. Osoitamme empiirisesti, että algoritmimme tuottaa estimaatteja, joiden keskimääräinen neliövirhe on usein suuruusluokkaa pienempi kuin nykyisten menetelmien - se hyödyntää käytettävissä olevaa dataa tehokkaammin. Uusi estimaattorimme perustuu kahteen edistysaskeleeseen: tuplasti robustin estimaattorin laajennukseen (Jiang & Li, 2015) ja uuteen tapaan sekoittaa mallipohjaisia estimaatteja ja tärkeysotantaan perustuvia estimaatteja.

**Tulos**

Datatehokas politiikan ulkopuolinen politiikan arviointi vahvistusoppimista varten

**Esimerkki 2.1560**

Monte Carlo -näytteenotosta on tullut tärkeä väline Bayes-verkkojen likimääräisessä päättelyssä. Tässä artikkelissa tutkimme useita asiaan liittyviä simulointitapoja, jotka tunnetaan yhteisesti nimellä kvasi-Monte Carlo -menetelmät, jotka perustuvat deterministisiin matalan diskrepanssin sekvensseihin. Ensin hahmotellaan useita determinististen matalan diskrepanssin sekvenssien teoreettisia näkökohtia, esitellään kolme esimerkkiä tällaisista sekvensseistä ja keskustellaan sitten käytännön kysymyksistä, jotka liittyvät niiden soveltamiseen uskomusten päivittämiseen Bayes-verkoissa. Ehdotamme algoritmia Sobolin sekvenssin suuntanumeroiden valitsemiseksi. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että matalan diskrepanssin sekvenssit (erityisesti Sobol-sekvenssi) parantavat merkittävästi Bayes-verkkojen simulointialgoritmien suorituskykyä verrattuna Monte Carlo -näytteenottoon.

**Tulos**

Bayes-verkkojen simulointialgoritmien matalan diskrepanssin sekvenssien laskennallinen tutkimus.

**Esimerkki 2.1561**

Joukkoistamisalustojen avulla voidaan ehdottaa yksinkertaisia älykkyystehtäviä suurelle määrälle osallistujia, jotka toteuttavat nämä tehtävät. Työntekijät saavat usein pienen rahasumman tai alustat sisältävät muita kannustinmekanismeja, esimerkiksi ne voivat nostaa työntekijöiden mainepistemäärää, jos he suorittavat tehtävät oikein. Käsittelemme ongelmaa, joka liittyy asiantuntijoiden tunnistamiseen osallistujien eli työntekijöiden joukosta, jotka vastaavat kysymyksiin yleensä oikein. Kun tiedetään, ketkä ovat luotettavia työntekijöitä, voidaan parantaa vastauksista saatavan tiedon laatua. Toisin kuin muissa kirjallisuudessa esitetyissä teoksissa, me oletamme, että osallistujat voivat antaa osittaisia tai epätäydellisiä vastauksia, jos he eivät ole varmoja siitä, että heidän vastauksensa ovat oikeita. Mallinnamme tällaisia osittaisia tai epätäydellisiä vastauksia uskomusfunktioiden avulla ja johdamme mittarin, joka kuvaa kunkin osallistujan asiantuntemuksen tasoa. Tämä mittari perustuu täsmällisyys- ja tarkkuusasteisiin, jotka edustavat asiantuntijatason kahta osaa. Tarkkuusaste kuvastaa osallistujien luotettavuustasoa ja täsmällisyysaste osallistujien tietämystasoa. Analysoimme malliamme myös simuloinnin avulla ja osoitamme, että rikkaampi mallimme voi johtaa luotettavampaan asiantuntijoiden tunnistamiseen.

**Tulos**

Asiantuntijoiden luonnehdinta joukkoistamisalustoilla

**Esimerkki 2.1562**

Tutkimme sellaisten tiettyjen ei-redundanttien jos-jos-sääntöjoukkojen ominaisuuksia, jotka kuvaavat luokiteltujen attribuuttien välisiä riippuvuuksia. Otamme käyttöön gradienttiattribuutti-implikaatioiden joukkojen kylläisyyden ja todistetun ei-redundanttiuden käsitteet ja osoitamme, että pseudo-intenttien järjestelmien antamat gradienttiattribuutti-implikaatioiden perusteet vastaavat ei-redundantteja gradienttiattribuutti-implikaatioiden joukkoja, joilla on tyydyttyneet seuraukset, kun sisältämiensä gradienttiattribuutti-implikaatioiden etukäteisarvot todistavat ei-redundanttiuden olevan olemassa. Esittelemme algoritmin, joka muuttaa minkä tahansa täydellisen, globalisaatiolla parametrisoidun asteittaisten attribuutti-implikaatioiden joukon pseudo-intenttien antamaksi perustaksi. Esitetään kokeellinen arviointi, jossa verrataan menetelmää, jolla saadaan suojausten avulla yleisten parametrisointien perusteet aikaisempiin graafipohjaisiin lähestymistapoihin.

**Tulos**

Joukoista, joissa on asteittaisia attribuutti-implikaatioita, joiden todistettu ei-redundanttius on olemassa

**Esimerkki 2.1563**

Kielen välittämät ajalliset tiedot kuvaavat sitä, miten ympäröivä maailma muuttuu ajan myötä. Tapahtumat, kestot ja ajat ovat kaikki ajallisia elementtejä, joita voidaan tarkastella aikaväleinä. Nämä aikavälien välit liittyvät joskus tekstissä ajallisesti toisiinsa. Tällaisten suhteiden luonteen automaattinen määrittäminen on monimutkainen ja ratkaisematon ongelma. Jotkin sanat voivat toimia "signaaleina", jotka viittaavat intervallien väliseen ajalliseen järjestykseen. Tässä artikkelissa käytämme näitä signaalisanoja parantamaan ajallisten yhteyksien luokittelua koskevan tuoreen lähestymistavan tarkkuutta.

**Tulos**

Signaalien käyttö ajallisten suhteiden automaattisen luokittelun parantamiseksi

**Esimerkki 2.1564**

Esittelemme uuden kehyksen syvien representaatioiden valvomattomaan oppimiseen, joka perustuu uudenlaiseen hierarkkiseen informaation hajotukseen. Intuitiivisesti data ohjataan asteittain hienojakoisten seulojen läpi. Jokainen seulan kerros palauttaa yhden latentin tekijän, joka on mahdollisimman informatiivinen datan monimuuttujaisesta riippuvuudesta. Tiedot muunnetaan jokaisen läpiviennin jälkeen siten, että jäljelle jäävä selittämätön informaatio valuu seuraavaan kerrokseen. Lopulta jäljelle jää joukko latentteja tekijöitä, jotka selittävät kaiken alkuperäisen datan riippuvuuden, ja jäljelle jäävä informaatio koostuu riippumattomasta kohinasta. Esittelemme tämän kehyksen käytännön toteutuksen diskreeteille muuttujille ja sovellamme sitä useisiin eri tehtäviin, kuten riippumattomien komponenttien analyysiin, häviölliseen ja häviöttömään pakkaukseen sekä puuttuvien arvojen ennustamiseen datassa. Toive löytää tiivis periaate, joka selventää aivojen tiedonkäsittelykykyä, on usein herättänyt kiinnostusta tietoteoreettisiin ajatuksiin [1, 2]. Koneoppimisessa taas on viime vuosikymmenellä siirrytty kohti ilmaisuvoimaisia, hierarkkisia malleja, joissa on ymmärrettävät päivityssäännöt. Menestyksen taustalla ovat yhä tehokkaammat tavat hyödyntää merkittyä dataa rikkaiden mallien oppimiseen [3, 4]. Tietoteoreettisia ajatuksia, kuten kunnioitettavaa InfoMax-periaatetta [5, 6], voidaan soveltaa ja sovelletaan molemmissa yhteyksissä, mutta ne eivät juurikaan valaise kysymyksiä siitä, milloin ja miksi syvät representaatiot ovat hyödyllisiä oppimisessa. Esittelemme uudenlaisen inkrementaalisen ja hierarkkisen informaation purkamisen ja osoitamme, että se määrittelee puitteet syvien representaatioiden valvomattomalle oppimiselle, jossa jokaisen kerroksen panos voidaan määrittää tarkasti. Lisäksi tämä järjestelmä määrittää automaattisesti esityksen piilotettujen yksiköiden rakenteen ja syvyyden vain paikallisten oppimissääntöjen perusteella. Näkökulman muutos, joka mahdollistaa informaation purkamisen, on keskittyminen siihen, kuinka hyvin opittu edustus selittää datan monimuuttujaista keskinäistä informaatiota (mitta, joka alun perin esiteltiin nimellä "kokonaiskorrelaatio" [7]). Lähestymistapamme rakentaa hierarkkisen esityksen datasta läpäisemällä sen asteittain hienojakoisten seulojen sarjan läpi. Seulan ensimmäisellä kerroksella opimme tekijän, joka selittää mahdollisimman suuren osan datan riippuvuudesta. Tämän jälkeen data muutetaan "jäännösinformaatioksi", josta tämä riippuvuus on poistettu. Seulan seuraavassa kerroksessa etsitään suurinta riippuvuuden lähdettä jäljelle jäävästä informaatiosta, ja sykli toistuu. Jokaisella vaiheella saadaan peräkkäin tiukempi ylä- ja alaraja aineiston monimuuttujaiselle informaatiolle, ja rajat lähenevät toisiaan, kun jäljelle jäävä informaatio koostuu ainoastaan riippumattomista tekijöistä. Koska päädymme riippumattomiin tekijöihin, tätä hajotusta voidaan pitää myös uutena tapana tehdä riippumaton komponenttianalyysi (ICA) [8, 9]. Perinteisistä menetelmistä poiketen emme oleta, että tiedolla on tietty generatiivinen malli (eli että se koostuu riippumattomien lähteiden lineaarisesta muunnoksesta), ja poimimme riippumattomat tekijät asteittain emmekä kaikkia kerralla. Tässä kehittelemämme toteutus käyttää vain diskreettejä muuttujia, ja siksi se soveltuu parhaiten haastavaan ICA:n ongelmaan diskreeteillä muuttujilla, jolla on sovelluksia pakkaamiseen [10]. 1 ar X iv :1 50 7. 02 28 4v 1 [ st at .M L ] 8 J ul 2 01 5 Esiteltyämme hieman taustaa luvussa 1 esittelemme luvussa 2 uuden tavan hajottaa iteratiivisesti datan sisältämä informaatio ja näytämme luvussa 3, miten näitä hajotuksia voidaan käyttää määrittelemään käytännöllinen ja inkrementaalinen kehys valvomattomalle esitysten oppimiselle. Osoitamme tämän kehyksen monipuolisuuden soveltamalla sitä ensin riippumattomaan komponenttianalyysiin (luku 4). Seuraavaksi käytämme seulaa häviöllisenä pakkauksena jäljitellessämme generatiivisten mallien perinteisiä vahvuuksia, kuten maalausta ja uusien näytteiden tuottamista (luku 5). Lopuksi seulaa käytetään häviöttömänä pakkauksena ja osoitetaan, että se päihittää tavanomaiset pakkausjärjestelmät vertailutehtävässä (luku 6). 1 Informaatioteoreettinen oppimisen tausta Käytetään standardimerkintätapaa [11], jossa isolla kirjaimella Xi merkitään satunnaismuuttujaa, joka ottaa arvoja jollakin alueella ja jonka instanssit merkitään pienellä kirjaimella xi. Tässä asiakirjassa kaikkien muuttujien alue katsotaan diskreetiksi ja äärelliseksi. Lyhennämme monimuuttujaisia satunnaismuuttujia, X ≡ X1:n ≡ X1, . . . . . , Xn, ja niihin liittyvällä todennäköisyysjakaumalla pX(X1 = x1, . . . , Xn = xn), josta käytetään tyypillisesti lyhennettä p(x). Monimuuttujaisten satunnaismuuttujien eri ryhmiä indeksoidaan yläpuolella olevilla kirjaimilla X, kuten kuvassa 1 on määritelty. Annamme X:n merkitä alkuperäisiä havaittuja muuttujia, ja jätämme tässä tapauksessa usein yliviivoituksen pois luettavuuden vuoksi. Entropia määritellään tavalliseen tapaan seuraavasti: H(X) ≡ EX [log 1/p(x)]. Käytämme logaritmikantajaa kaksi, jotta informaation yksikkö on bittiä. Korkeamman kertaluvun entropiat voidaan muodostaa eri tavoin tästä tavanomaisesta määritelmästä. Esimerkiksi kahden satunnaismuuttujaryhmän, X ja Y, keskinäinen informaatio voidaan kirjoittaa toisen muuttujan epävarmuuden vähenemisenä, kun otetaan huomioon tieto toisesta muuttujasta, I(X;Y ) = H(X)-H(X|Y ). InfoMax-periaate [5, 6] ehdottaa, että valvomatonta oppimista varten Y:t olisi rakennettava siten, että niiden keskinäinen informaatio maksimoidaan suhteessa aineiston X kanssa. Intuitiivisesta houkuttelevuudestaan huolimatta tähän lähestymistapaan liittyy useita mahdollisia ongelmia (ks. esimerkki [12]). Tässä keskitymme siihen, että InfoMax-periaate ei ole kovin käyttökelpoinen "syvien representaatioiden" luonnehtimisessa, vaikka siihen usein vedotaankin tässä yhteydessä [13]. Tämä seuraa suoraan tietojenkäsittelyn epätasa-arvosta (samanlainen argumentti esiintyy artikkelissa [14]). Nimittäin, jos aloitamme X:stä, rakennamme kerroksen piilotettuja yksiköitä Y 1 , jotka ovat funktio X:stä, ja jatkamme kerrosten lisäämistä pinottuun esitykseen siten, että X → Y 1 → Y 2 . . . . Y , niin tieto, joka Y:llä on X:stä, ei voi kasvaa ensimmäisen kerroksen jälkeen, I(X;Y ) = I(X;Y ). Keskinäisen informaation näkökulmasta Y 1 on kopio ja Y 2 on vain kopion kopio. Vaikka karkearakeinen kopio saattaa olla hyödyllinen, InfoMax-periaate ei määrittele, miten tai miksi. I(X;Y ):n maksimoimisen sijasta äskettäin käyttöön otetussa kokonaiskorrelaation selittämisen (CorEx) periaatteessa [15, 16] ehdotetaan sellaisten Y:iden rakentamista, jotka selittävät X:n monimuuttujaista riippuvuutta monimuuttujaisen keskinäisen informaation mittarin mukaisesti, joka esiteltiin ensimmäisen kerran nimellä "kokonaiskorrelaatio" [7]. TC(X) ≡ DKL ( p(x)|| n ∏

**Tulos**

Tiedon seula

**Esimerkki 2.1565**

Keskusteluvastausten tuottamiseen käytettävät sekvenssistä sekvenssiin perustuvat neuroverkkomallit tuottavat yleensä turvallisia, arkipäiväisiä vastauksia (esim. en tiedä) syötteestä riippumatta. Ehdotamme, että perinteinen tavoitefunktio, eli tuotoksen (vastausten) todennäköisyys syötteen (viestien) perusteella, ei sovellu vastausten generointitehtäviin. Sen sijaan ehdotamme maksimaalisen keskinäisen informaation (Maximum Mutual Information, MMI) käyttämistä neuromallien tavoitefunktiona. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotettu tavoitefunktio tuottaa monipuolisempia, kiinnostavampia ja sopivampia vastauksia, mikä parantaa merkittävästi BLEU-pistemäärää kahdessa keskusteluaineistossa.

**Tulos**

Moninaisuutta edistävä tavoitefunktio neuraalisia keskustelumalleja varten

**Esimerkki 2.1566**

Koska kompositionaalisen semantiikan distributiivisten mallien empiirinen menestys on lisääntynyt, on ajankohtaista pohtia, millaisia tekstilogiikan tyyppejä tällaiset mallit pystyvät kuvaamaan. Tässä artikkelissa käsitellään puutteita nykyisten mallien kyvyssä kuvata loogisia operaatioita, kuten negaatiota. Ratkaisuksi ehdotamme kolmiosaisen muotoilun semantiikan jatkuvan vektoriavaruuden esitykselle ja käytämme tätä esitystä kehittääksemme muodollisen kompositionaalisen käsitteen negaatiolle tällaisissa malleissa.

**Tulos**

"Ei ole huono" ei ole "huono": Negaation distributiivinen tarkastelu

**Esimerkki 2.1567**

Tarkastelemme katumuksen minimointia toistuvissa peleissä, joissa tappiofunktiot eivät ole konvekseja. Katumuksen vakiokäsitteen minimointi on laskennallisesti hankalaa. Siksi määrittelemme luonnollisen katumuksen käsitteen, joka mahdollistaa tehokkaan optimoinnin ja yleistää offline-takuun konvergenssista likimääräiseen paikalliseen optimiin. Esitämme gradienttipohjaisia menetelmiä, joilla saavutetaan optimaalinen katumus, mikä puolestaan takaa konvergenssin tasapainoon tässä kehyksessä.

**Tulos**

Tehokas katumuksen minimointi ei-konveksisissa peleissä

**Esimerkki 2.1568**

Tässä artikkelissa aloitamme tutkimuksen siitä, voidaanko harvoja estimointitehtäviä suorittaa tehokkaasti suurissa ulottuvuuksissa robustissa tilanteessa, jossa ε-fraktio näytteistä on korruptoitunut vastakkaisesti. Tutkimme luonnollista robustia versiota kahdesta klassisesta harvasta estimointiongelmasta, nimittäin harvasta keskiarvon estimoinnista ja harvasta PCA:sta piikkikovarianssimallissa. Tarjoamme molemmille ongelmille ensimmäiset tehokkaat algoritmit, jotka antavat ei-triviaalit virhetakuut kohinan läsnäollessa, kun käytetään vain näytteiden määrää, joka on samanlainen kuin näissä ongelmissa ilman kohinaa tarvittavien näytteiden määrä. Työmme antaa myös viitteitä siitä, että näissä ongelmissa on uusia laskennallisia ja tilastollisia aukkoja (samanlaisia kuin harvan PCA:n ongelmissa ilman kohinaa), jotka ilmenevät vain kohinan läsnä ollessa.

**Tulos**

Robustit harvat estimointitehtävät suurissa ulottuvuuksissa

**Esimerkki 2.1569**

Lääkäreillä odotetaan olevan ajantasainen ja laaja tietämys potilaan sairauden hoitovaihtoehdoista. Verkkopohjaiset<lb>terveystietolähteet sisältävät runsaasti tietoa. Koska asiaankuuluvan tiedon<lb>levittämiseen ja järjestykseen asettamiseen tarvitaan kuitenkin paljon aikaa, tiedon tiivistäminen tiiviimpään muotoon on tarpeen.<lb>Tutkimuksemme tavoitteena on tarjota kliinikoille tiivis yleiskatsaus tietyn sairauden suosituista hoitomuodoista käyttäen<lb>tietoa, joka on laskettu automaattisesti Medline-abstrakteista. Analysoimme kahden sairauden - eteis<lb>värinän ja sydämen vajaatoiminnan - hoitoja. Laskimme tarkkuus-, recall- ja f-pisteet kahdelle ranking<lb>menetelmällemme tulosten tarkkuuden mittaamiseksi. Eteisvärinähäiriön osalta New<lb>Treatments-punnitusmenetelmän suurin f-pistemäärä on 0,611, joka esiintyy 60 hoidon kohdalla. Kongestiivisen sydämen vajaatoiminnan häiriön osalta<lb>Maksimi f-pistemäärä New Treatments -punnitusmenetelmällä on 0,503, joka saavutetaan 80 hoidon kohdalla.

**Tulos**

Sairauden hoitomuotojen automaattinen poimiminen, luokittelu ja visuaalinen yhteenveto.

**Esimerkki 2.1570**

Suurissa, todellisissa induktiivisen oppimisen ongelmissa harjoitusesimerkkien määrää on usein rajoitettava harjoitusesimerkkien hankkimisesta, valmistelusta ja tallentamisesta aiheutuvien kustannusten ja/tai niistä oppimiseen liittyvien laskentakustannusten vuoksi. Tällaisessa tilanteessa yksi käytännön kannalta tärkeä kysymys on: jos voidaan valita vain n harjoitusesimerkkiä, missä suhteessa luokkien tulisi olla edustettuina? Tässä artikkelissa autamme vastaamaan tähän kysymykseen analysoimalla kiinteän harjoitusjoukon koon osalta harjoitusaineiston luokkajakauman ja näistä aineistoista johdettujen luokituspuiden suorituskyvyn välistä suhdetta. Tutkimme kaksikymmentäkuusi datajoukkoa ja määrittelemme jokaiselle niistä parhaan luokkajakauman oppimista varten. Luonnollisesti esiintyvän luokkajakauman osoitetaan yleisesti ottaen suoriutuvan hyvin, kun luokittelijan suorituskykyä arvioidaan käyttämällä erittelemätöntä virhetasoa (0/1-häviö). Kun luokittimen suorituskykyä arvioidaan ROC-käyrän alapuolella olevan alueen avulla, tasapainoinen jakauma osoittautuu kuitenkin toimivaksi. Koska kumpikaan näistä luokkajakauman valinnoista ei aina tuota parhaiten toimivaa luokittelijaa, otamme käyttöön "budjettiherkän" progressiivisen otanta-algoritmin, jolla harjoitusesimerkit valitaan kuhunkin esimerkkiin liittyvän luokan perusteella. Tämän algoritmin empiirinen analyysi osoittaa, että tuloksena saadun harjoitusjoukon luokkajakauma tuottaa luokittelijoita, joilla on hyvä (lähes optimaalinen) luokittelusuorituskyky.

**Tulos**

Oppiminen, kun harjoitusdata on kallista: luokkajakauman vaikutus puun induktioon

**Esimerkki 2.1571**

Esittelemme uudenlaisen spektraalisen oppimisalgoritmin samanaikaista paikannusta ja kartoitusta (SLAM) varten etäisyystiedoista, joissa on tunnetut vastaavuudet. Tämä algoritmi on yleisen spektraalisen järjestelmätunnistuskehyksen esimerkki, josta se perii useita toivottavia ominaisuuksia, kuten tilastollisen johdonmukaisuuden ja sen, ettei paikallisia optimeja ole. Verrattuna suosittuihin eräoptimointi- tai usean hypoteesin seurantamenetelmiin (MHT) pelkkää etäisyyttä käyttävään SLAM-menetelmään, spektraalinen lähestymistapamme tarjoaa taatusti alhaiset laskentavaatimukset ja hyvän seurantasuorituskyvyn. Verrattuna suosittuihin laajennetun Kalmanin suodattimen (EKF) tai laajennetun informaatiosuodattimen (EIF) lähestymistapoihin ja moniin MHT-menetelmiin, lähestymistapamme ei tarvitse linearisoida siirtymä- tai mittausmallia; tällaiset linearisoinnit voivat aiheuttaa vakavia virheitä EKF:ssä ja EIF:ssä ja vähemmässä määrin MHT:ssä, erityisesti kun kyseessä ovat erittäin epägaussiset jälkijäämät, joita esiintyy pelkän kantaman SLAM:ssa. Esitämme menetelmämme teoreettisen analyysin, mukaan lukien äärellisten otosten virherajat. Lopuksi osoitamme todellisessa robotti-SLAM-ongelmassa, että algoritmimme ei ole vain teoreettisesti perusteltu, vaan se toimii myös hyvin käytännössä: useiden menetelmien vertailussa pienimmät virheet saadaan algoritmimme ja eräoptimoinnin yhdistelmästä, mutta menetelmämme yksin tuottaa lähes yhtä hyvän tuloksen paljon pienemmillä laskentakustannuksilla.

**Tulos**

Spektraalinen oppimismenetelmä vain etäisyydellä tapahtuvaan SLAM:iin (Range-Only SLAM)

**Esimerkki 2.1572**

Koodin superoptimointi on tehtävä, jolla jokin ohjelma muutetaan tehokkaammaksi versioksi siten, että sen tulo- ja lähtökäyttäytyminen säilyy. Jossain mielessä se muistuttaa luonnollisen kielen käsittelyssä esiintyvää parafraasi-ongelmaa, jossa tarkoituksena on muuttaa lausuman syntaksia muuttamatta sen semantiikkaa. Koodin optimointia on tutkittu vuosia, ja sen tuloksena on kehitetty sääntöpohjaisia muunnosstrategioita, joita kääntäjät käyttävät. Viime aikoina on kuitenkin osoitettu, että joukko stokastiseen hakuun perustuvia menetelmiä päihittää nämä strategiat. Tässä lähestymistavassa ohjelmaan tehdään toistuvasti näytteitä ehdotusten jakaumasta, ja muutokset hyväksytään tai hylätään sen perusteella, säilyttävätkö ne oikeellisuuden ja saavutetun parannuksen. Nämä menetelmät eivät kuitenkaan opi aiemmasta käyttäytymisestä eivätkä yritä hyödyntää tarkasteltavana olevan ohjelman semantiikkaa. Tämän havainnon perusteella esitämme uudenlaisen oppimiseen perustuvan lähestymistavan koodin superoptimointiin. Intuitiivisesti menetelmämme toimii oppimalla ehdotusten jakauman käyttämällä odotetun parannuksen gradientin puolueettomia estimaattoreita. Automaattisesti luoduista ja olemassa olevista ("Hacker's Delight") ohjelmista koostuvilla vertailuarvoilla tehdyt kokeet osoittavat, että ehdotettu menetelmä kykenee huomattavasti parempaan suorituskykyyn kuin nykyiset lähestymistavat koodin superoptimointiin.

**Tulos**

Ohjelmien superoptimoinnin oppiminen

**Esimerkki 2.1573**

Määrittelemme sisäisen symmetrian käsitteen. Tämä on symmetria rajoitusten tyydyttämisongelman ratkaisun sisällä. Vertaamme tätä ratkaisun symmetriaan, joka on saman ongelman eri ratkaisujen välinen kartoitus. Väitämme, että voimme ehkä hyödyntää molempia symmetriatyyppejä ratkaisuja etsiessämme. Havainnollistamme sisäisten symmetrioiden hyödyntämismahdollisuuksia kahdella vertailualueella: Van der Waerdenin luvuilla ja armollisilla graafeilla. Tunnistamalla sisäisiä symmetrioita pystymme laajentamaan tekniikan tasoa molemmissa tapauksissa.

**Tulos**

Ratkaisujen symmetria

**Esimerkki 2.1574**

Kuvaamme Swapout-menetelmän, uuden stokastisen koulutusmenetelmän, joka päihittää identtisen verkkorakenteen omaavat ResNets-verkot ja tuottaa vaikuttavia tuloksia CIFAR-10- ja CIFAR100-verkoissa. Swapout poimii näytteitä runsaasta joukosta arkkitehtuureja, mukaan lukien dropout [17], stokastinen syvyys [6] ja jäännösarkkitehtuurit [4, 5] erikoistapauksina. Kun swapoutia tarkastellaan regularisointimenetelmänä, se ei estä ainoastaan yksiköiden yhteissopeutumista kerroksessa, kuten dropout, vaan myös verkon kerrosten välillä. Oletamme, että swapout saavuttaa vahvan regularisoinnin sitomalla epäsuorasti parametrit kerrosten välillä. Kun sitä tarkastellaan ensemble-harjoittelumenetelmänä, se poimii paljon monipuolisemman joukon arkkitehtuureja kuin nykyiset menetelmät, kuten dropout tai stokastinen syvyys. Ehdotamme parametrisointia, joka paljastaa yhteydet olemassa oleviin arkkitehtuureihin ja ehdottaa paljon rikkaampaa arkkitehtuurijoukkoa tutkittavaksi. Osoitamme, että muotoilumme ehdottaa tehokasta koulutusmenetelmää, ja validoimme johtopäätöksemme CIFAR-10- ja CIFAR-100-arkkitehtuureilla, jotka vastaavat uusimman tekniikan tasoa. Huomionarvoista on, että 32-kerroksinen laajempi mallimme toimii samalla tavalla kuin 1001-kerroksinen ResNet-malli.

**Tulos**

Vaihtokauppa: Syväarkkitehtuurien kokonaisuuden oppiminen

**Esimerkki 2.1575**

Kahta erilaista gradienttimenetelmää, jotka maksavat vähän kustannuksia per iteraatio, on tutkittu laajasti rinnakkain. Toinen on online tai stokastinen gradienttilaskeutuminen ( OGD/SGD) ja toinen on satunnaiszied coordinate descent (RBCD). Tässä artikkelissa yhdistämme ensimmäistä kertaa nämä kaksi menetelmätyyppiä yhteen ja ehdotamme online satunnaistettua lohkokoordinaattikoordinaattilaskeutumista (ORBCD). ORBCD laskee jokaisessa iteraatiossa vain yhden lohkokoordinaatin osittaisen gradientin yhdestä minierän näytteestä. ORBCD soveltuu hyvin yhdistettyyn minimointiongelmaan, jossa yksi funktio on suuren näytemäärän häviöiden keskiarvo ja toinen on yksinkertainen regularisaattori, joka on määritelty korkea-ulotteisille muuttujille. Osoitamme, että ORBCD:n iteraatiokompleksisuus on samaa luokkaa kuin OGD:n tai SGD:n. Vahvasti kuperien funktioiden osalta stokastisten gradienttien varianssia vähentämällä osoitamme, että ORBCD voi konvergoitua geometrisella odotuksenopeudella, joka vastaa SGD:n konvergenssia varianssin vähentämisen ja RBCD:n kanssa.

**Tulos**

Satunnaistettu lohkokoordinaattien laskeutuminen online- ja stokastista optimointia varten

**Esimerkki 2.1576**

Syväoppimismalleja koulutetaan usein menestyksekkäästi käyttämällä gradienttilaskeutumista, vaikka taustalla oleva ei-konveksaalinen optimointiongelma on pahimmassa<lb> tapauksessa vaikea. Keskeinen kysymys onkin sitten,<lb>millä ehdoilla voidaan todistaa, että optimointi onnistuu. Tässä esitämme vahvan tuloksen<lb>tällaisen. Tarkastelemme neuroverkkoa, jossa on yksi piilokerros ja konvoluutiorakenne, jossa<lb>ei ole päällekkäisyyttä ja ReLU-aktivointifunktio. Tämän rakenteen osalta osoitamme, että oppiminen on NP-<lb>täydellinen yleisessä tapauksessa, mutta että kun syötteen jakauma on Gaussin, gradienttilaskeutuminen<lb>konvergoi globaaliin optimiin polynomisessa ajassa. Tietojemme mukaan tämä on<lb>ensimmäinen globaalin optimaalisuuden takuu gradienttilaskeutumiselle konvoluutiohermoverkossa, jossa on ReLU<lb>aktivointeja.

**Tulos**

Globaalisti optimaalinen gradientin laskeutuminen ConvNet-verkkoon, jossa on Gaussin syötteet.

**Esimerkki 2.1577**

Suunnittelua hajautetuille agenteille, joilla on osittainen tilatieto, tarkastellaan päätösteoreettisesta näkökulmasta. Kuvaamme sekä MDP- että POMDP-mallien yleistyksiä, jotka mahdollistavat hajautetun ohjauksen. Jopa pienelle määrälle agentteja molempia mallejamme vastaavat äärellisen horisontin ongelmat ovat täydellisiä epämääräisessä eksponentiaalisessa ajassa. Nämä monimutkaisuustulokset havainnollistavat perustavanlaatuisen eron Markov-prosessien keskitetyn ja hajautetun ohjauksen välillä. Toisin kuin MDP- ja POMDP-ongelmissa, tarkastelemamme ongelmat eivät todistettavasti salli polynomiaikaisia algoritmeja, ja niiden ratkaiseminen vaatii pahimmassa tapauksessa todennäköisesti kaksinkertaisesti eksponentiaalista aikaa. Olemme näin ollen antaneet matemaattista näyttöä siitä, että hajautetun suunnittelun ongelmia ei voida helposti pelkistää keskitetyiksi ongelmiksi ja ratkaista täsmällisesti vakiintuneilla tekniikoilla.

**Tulos**

Markovin päätösprosessien hajautetun ohjauksen monimutkaisuus

**Esimerkki 2.1578**

Kehitämme T-SKIRTin: ajallisen, strukturoidun tietämyksen IRT-pohjaisen menetelmän opiskelijoiden vastausten ennustamiseen verkossa. Ottamalla nimenomaisesti huomioon opiskelijoiden oppimisen ja käyttämällä strukturoitua, moniulotteista esitystä opiskelijoiden taidoista malli päihittää tavanomaiset IRT-pohjaiset menetelmät verkkovastausten ennustamistehtävässä, kun mallia sovelletaan todellisiin vastauksiin, jotka on kerätty opiskelijoilta, jotka ovat vuorovaikutuksessa erilaisten opetussisältöjen kanssa.

**Tulos**

T-SKIRT: Opiskelijan taitojen online-arviointi mukautuvassa oppimisjärjestelmässä

**Esimerkki 2.1579**

Laajasti käytetty työkalu binääriseen luokitteluun on tukivektorikone (SVM), joka on valvottu oppimistekniikka, joka löytää lineaarisen "maksimimarginaalin" erottimen kahden luokan välille. Vaikka SVM:ää on tutkittu hyvin eräajossa (offline), on huomattavasti vähemmän työtä tehty suoratoisto- (online) -asetuksessa, joka vaatii vain yhden läpikäynnin datan yli käyttämällä sublineaarista tilaa. Nykyiset streaming-algoritmit eivät vielä ole kilpailukykyisiä erätoteutuksen kanssa. Tässä artikkelissa käytämme SVM:n muotoilua MEB-ongelmana (Minimum Enclosing Ball) tarjotaksemme suoratoisto-SVM-algoritmin, joka perustuu Agarwalin ja Sharathkumarin alun perin ehdottamaan sumeaan pallonpeittoon. Toteutuksemme on johdonmukaisesti parempi kuin nykyiset streaming SVM -lähestymistavat ja tarjoaa useissa tietokokonaisuuksissa korkeamman tarkkuuden kuin libSVM, mikä tekee siitä kilpailukykyisen tavallisen SVM-erätoteutuksen kanssa.

**Tulos**

Tarkka suoratoisto tukivektorikoneiden avulla

**Esimerkki 2.1580**

Ehdotamme uutta kehystä yksikanavaiselle lähteiden erottelulle, joka sijoittuu täysin valvotun ja valvomattoman asetelman väliin. Valvonnan sijaan annamme kullekin lähdesignaalille syöttöominaisuudet ja käytämme konveksisia menetelmiä näiden ominaisuuksien ja havaitsemattoman signaalin hajotuksen välisten korrelaatioiden arvioimiseksi. Analysoimme teoreettisesti `2-häviön tapausta ja osoitamme, että signaalikomponenttien palauttaminen riippuu vain eri signaalien ominaisuuksien välisestä ristikkäiskorrelaatiosta, ei saman signaalin ominaisuuksien välisistä korrelaatioista. Kontekstuaalisesti valvottu lähteiden erottelu soveltuu luonnollisesti alueille, joilla on suuria määriä dataa, mutta ei nimenomaista valvontaa; motivoiva sovelluksemme on tuntikohtaisten älykkäiden mittareiden datan energiaerottelu (koko kodin sähkösignaalien erottelu eri energiankäyttömuotoihin). Tässä sovellamme kontekstuaalista valvontaa tuhansien kotien energiankäytön erittelyyn neljän vuoden ajalta, mikä on huomattavasti suurempi mittakaava kuin aiemmin julkaistut yritykset, ja osoitamme synteettisellä datalla, että menetelmämme on parempi kuin valvomaton lähestymistapa.

**Tulos**

Kontekstuaalisesti valvottu lähteiden erottelu ja soveltaminen energian erotteluun

**Esimerkki 2.1581**

Lähdekontekstia hyödyntävien erottelevien käännösmallien on osoitettu auttavan tilastollisen konekääntämisen suorituskykyä. Ehdotamme tähän työhön uutta laajennusta, jossa käytetään kohdekontekstitietoa. Yllättäen osoitamme, että tämä malli voidaan integroida tehokkaasti suoraan dekoodausprosessiin. Lähestymistapamme skaalautuu suurille harjoitusdatamäärille, ja se parantaa johdonmukaisesti käännöksen laatua neljällä kieliparilla. Esitämme myös analyysin, jossa vertaamme lähdekontekstin perusmallin vahvuuksia laajennettuun lähde- ja kohdekontekstimalliimme, ja osoitamme, että laajennuksen avulla pystymme kuvaamaan paremmin morfologista koherenssia. Työmme on vapaasti saatavilla osana Moses-ohjelmaa.

**Tulos**

Kohde-puolen konteksti tilastollisen konekääntämisen diskriminoivia malleja varten

**Esimerkki 2.1582**

Ehdotamme todennäköisyyspohjaista kehystä toimialueen mukauttamista varten, jossa yhdistyvät sekä generatiivinen että diskriminatiivinen mallintaminen periaatteellisella tavalla. Maksimoimalla sekä marginaaliset että ehdolliset log-likelihoodit, tämän kehyksen avulla johdetut mallit voivat käyttää sekä lähdealueen merkittyjä tapauksia että merkitsemättömiä tapauksia sekä lähde- että kohdealueilta. Tässä kehyksessä osoitamme, että autoenkooderin suosittu rekonstruktiohäviö vastaa merkitsemättömien tapausten negatiivisten marginaalisten log-likelihoodien ylärajaa, kun marginaalijakaumat annetaan oikeilla ytimen tiheysestimaateilla. Tämä tarjoaa tavan tulkita autokoodereiden empiiristä menestystä toimialueiden mukauttamisessa ja puolivalvotussa oppimisessa. Toteutamme kehyksemme käyttämällä neuroverkkoja ja rakennamme konkreettisen mallin, DAuto. Osoitamme empiirisesti DAuton tehokkuuden teksti-, kuva- ja puhetietoaineistoissa ja osoitamme, että se päihittää siihen liittyvät kilpailijansa, kun aluesopeutuminen on mahdollista.

**Tulos**

Generatiivisen ja diskriminoivan mukauttamisen periaatteelliset hybridit

**Esimerkki 2.1583**

Nashin likimääräisten tasapainojen laskeminen suurissa nollasummapeleissä on saanut valtavasti huomiota lähinnä vuotuisen tietokonepokerikilpailun ansiosta. Välittömästi sen perustamisen jälkeen syntyi kaksi kilpailevaa ja näennäisesti erilaista lähestymistapaa - toinen on noregret online learning -sovellus ja toinen hienostunut gradienttimenetelmä, jota sovelletaan kovera-konkaavaan satulapisteen muotoiluun. Sittemmin molemmat lähestymistavat ovat kehittyneet suhteellisen erillään toisistaan, eikä toisen osapuolen kehitys ole vaikuttanut toiseen. Tässä artikkelissa korjaamme tämän epäkohdan erittelemällä ja tavallaan yhdistämällä nämä kaksi näkemystä.

**Tulos**

Yhtenäinen näkemys suuren mittakaavan nollasummakeskiarvolaskennasta

**Esimerkki 2.1584**

Esittelemme visuaalisesti perustellun puhetuntemuksen mallin, joka projisoi puhutut lausumat ja kuvat yhteiseen semanttiseen tilaan. Käytämme monikerroksista rekurrenssiverkkoa puhutun puheen ajallisen luonteen mallintamiseen ja osoitamme, että se oppii poimimaan sekä muotoon että merkitykseen perustuvaa kielellistä tietoa tulosignaalista. Analysoimme perusteellisesti koulutetun mallin eri osien käyttämiä representaatioita ja osoitamme, että semanttisten näkökohtien koodauksella on taipumus rikastua kerrosten hierarkiassa ylöspäin mentäessä, kun taas kielellisen syötteen muotoon liittyvien näkökohtien koodauksella on taipumus aluksi lisääntyä ja sitten pysähtyä tai vähentyä.

**Tulos**

Kielen representaatiot visuaalisesti perustellun puhesignaalin mallissa

**Esimerkki 2.1585**

Kerromme pyrkimyksistä saada parempia resursseja puhutun tekstin koneelliseen kääntämiseen englanniksi ja arabiaksi. Erityisesti tarkastelemme elokuvien tekstityksiä ainutlaatuisena ja rikkaana resurssina, sillä yhden kielen tekstitykset käännetään usein muille kielille. Elokuvien tekstitykset eivät ole uusi resurssi, ja niitä on tutkittu aiemmissa tutkimuksissa; tässä luomme kuitenkin paljon suuremman bi-tekstin (tähän mennessä suurimman) ja tuotamme siihen myös parempilaatuista linjausta. Kun saman elokuvan tekstitykset ovat eri kielillä, keskeinen ongelma on, miten ne kohdistetaan fragmenttitasolla. Tavallisesti tämä tehdään pituuteen perustuvan kohdistuksen avulla, mutta elokuvien tekstityksissä on myös aikatietoa. Tässä hyödynnämme tätä tietoa ja kehitämme omaperäisen algoritmin, joka päihittää nykyisen parhaan tekstitysten kohdistustyökalun subalignin. Arviointitulokset osoittavat, että lisäämällä meidän bi-tekstimme IWSLT-koulutuksen bi-tekstiin saadaan yli kahden BLEU-pisteen absoluuttinen parannus.

**Tulos**

Elokuvien tekstitysten kahden tekstin kohdistaminen puhuttua englannin ja arabian välistä tilastollista konekääntämistä varten.

**Esimerkki 2.1586**

Tässä artikkelissa kuvataan Institute for Infocommin (IR), Laboratoire d'Informatique de l'Universit du Mainen (LIUM), Nanyangin teknillisen yliopiston (NTU) ja Itä-Suomen yliopiston (UEF) yhteisesti toimittamat järjestelmät vuoden 2015 NIST Language Recognition Evaluation (LRE) -arviointiin. Esitetty järjestelmä on yhdeksän osajärjestelmän fuusio, joka perustuu erityyppisistä piirteistä poimittuihin i-vektoreihin [1]. i-vektoreiden perusteella kielentunnistustehtävään käytetään useita luokittelijoita, kuten tukivektorikoneita (SVM) [2], moniluokkaista logistista regressiota (MCLR), todennäköistä lineaarista diskriminaatioanalyysiä (PLDA) [3] ja syviä neuroverkkoja (DNN).

**Tulos**

Fantastic 4 -järjestelmä NIST 2015 Language Recognition Evaluation -arvioinnissa (NIST 2015 Language Recognition Evaluation)

**Esimerkki 2.1587**

Valvotun oppimisen harvat menetelmät pyrkivät löytämään hyviä lineaarisia ennusteita mahdollisimman harvoista muuttujista, toisin sanoen niiden tukien kardinaalisuus on pieni. Tämä kombinatorinen valintaongelma muutetaan usein koveraksi optimointiongelmaksi korvaamalla kardinaliteettifunktio sen koveralla kuorella (tiukin kovera alaraja), tässä tapauksessa l1-normilla. Tässä artikkelissa tutkimme kardinaalisuutta yleisempiä joukkofunktioita, jotka voivat sisältää ennakkotietoa tai rakenteellisia rajoitteita, jotka ovat yleisiä monissa sovelluksissa: osoitamme nimittäin, että ei-taantuville submodulaarisille joukkofunktioille voidaan saada vastaava kovera kuori sen Lovász-laajennuksesta, joka on submodulaarisen analyysin yleinen työkalu. Tämä määrittelee polyedristen normien perheen, jolle tarjoamme yleisiä algoritmisia työkaluja (aligradientit ja proksimaaliset operaattorit) ja teoreettisia tuloksia (tuen palauttamisen ehdot tai korkea-ulotteinen päättely). Valitsemalla tiettyjä submodulaarisia funktioita voimme antaa uuden tulkinnan tunnetuille normeille, kuten rank-statistiikkaan perustuville normeille tai ryhmitellyille normeille, joissa on mahdollisesti päällekkäisiä ryhmiä; määrittelemme myös uusia normeja, erityisesti sellaisia, joita voidaan käyttää ei-faktoriaalisina prioreina valvotussa oppimisessa.

**Tulos**

Strukturoidut harvennuksen aikaansaavat normit submodulaaristen funktioiden avulla

**Esimerkki 2.1588**

Tässä artikkelissa esitellään uusi lineaarisen online-regression algoritmi, jonka tehokkuusvaatimukset täyttävät KWIK-kehyksen (Knows What It Knows) vaatimukset. Algoritmi parantaa nykyisten huipputason menettelyjen monimutkaisuusrajoja tässä ympäristössä. Tutkimme useita tämän algoritmin sovelluksia kompaktien vahvistusoppimisrepresentaatioiden oppimiseen. Osoitamme, että KWIK:n lineaarista regressiota voidaan käyttää faktoroidun MDP:n palkitsemisfunktion oppimiseen ja toiminnan tulosten todennäköisyyksien oppimiseen stokastisissa STRIPS- ja olio-orientoituneissa MDP:issä, joista minkään ei ole aiemmin osoitettu olevan tehokkaasti opittavissa RL-asetelmassa. Yhdistämme myös KWIK lineaarista regressiota muihin KWIK-oppijoihin oppiaksemme suurempia osia näistä malleista, mukaan lukien kokeet, joissa opimme faktoroitujen MDP:iden siirtymä- ja palkitsemisfunktioita yhdessä.

**Tulos**

Kompaktien vahvistusoppimisen representaatioiden tutkiminen lineaarisen regression avulla

**Esimerkki 2.1589**

Tässä artikkelissa ehdotetaan ja validoidaan kokeellisesti dynaamisiin ympäristöihin mukautetun etäisyysmittarin Bayes-verkkomalli. Kaikki mallinnusoletukset selitetään tarkasti, ja kaikilla mallin parametreilla on fysikaalinen tulkinta. Tämän lähestymistavan tuloksena on läpinäkyvä ja intuitiivinen malli. Mitä tulee nykyaikaiseen sädemalliin, tämä työ: (i) ehdotetaan erilaista funktionaalista muotoa mallintamattomien kohteiden aiheuttamien etäisyysmittausten todennäköisyydelle, ii) selitetään intuitiivisesti nykyisessä sädemallissa esiintyvä epäjatkuvuus ja iii) vähennetään malliparametrien määrää säilyttäen samalla sama edustavuus kokeellisen datan osalta. Ehdotetun sädemallin nimi on RBBM, joka on lyhenne sanoista Rigorously Bayesian Beam Model. Malliparametrien oppimiseen ehdotetaan maksimiluotettavuus- ja varioiva Bayes-estimaattori (molemmat perustuvat odotusarvon maksimointiin). Lisäksi RBBM-mallia laajennetaan kahdessa vaiheessa täydelliseksi skannausmalliksi: ensin täydelliseksi skannausmalliksi staattisille ympäristöille ja sitten täydelliseksi skannausmalliksi yleisille, dynaamisille ympäristöille. Täydellinen skannausmalli ottaa huomioon säteiden välisen riippuvuuden ja mukautuu paikalliseen näytetiheyteen hiukkassuodatinta käytettäessä. Toisin kuin Gauss-pohjaiset nykyaikaiset mallit, ehdotettu täyden skannauksen malli käyttää näytteisiin perustuvaa approksimaatiota. Tämä näytteisiin perustuva approksimaatio mahdollistaa dynaamisten ympäristöjen käsittelyn ja multimodaalisuuden tallentamisen, jota esiintyy jopa yksinkertaisissa staattisissa ympäristöissä.

**Tulos**

Rigoristisesti Bayesilainen sädemalli ja adaptiivinen täyden skannauksen malli etäisyysmittareita varten dynaamisissa ympäristöissä.

**Esimerkki 2.1590**

Raportissa esitellään bulgarian äidinkielisten lasten puhuttua puhetta sisältävän tietokannan suunnittelu-, muotoilu- ja kehittämisprosessi. Ehdotettu malli on suunniteltu 4-6-vuotiaille lapsille, joilla ei ole puhehäiriöitä, ja se heijastaa heidän erityisiä kykyjään. Tässä iässä suurin osa lapsista ei osaa lukea, he eivät pysty keskittymään pysyvästi, he ovat tunteellisia jne. Tavoitteena on yhdistää kaikki puhutun puheen tallentamiseen ja käsittelyyn liittyvä mediatieto ja siten helpottaa puheentunnistuksen tutkijoiden työtä. Tietokantaa käytetään lasten puheentunnistusjärjestelmien, lasten puhesynteesijärjestelmien, puheohjauksen mahdollistavien pelien jne. kehittämiseen. Ehdotetun mallin tuloksena esitellään puheentunnistusjärjestelmän prototyyppi.

**Tulos**

Lasten puhetietokannan suunnittelu ja kehittäminen

**Esimerkki 2.1591**

Syväoppiminen on osoittautunut menestyksekkääksi koneoppimismenetelmäksi useissa eri tehtävissä, ja sen suosio on johtanut lukuisten avoimen lähdekoodin syväoppimisohjelmistojen julkaisemiseen. Syväoppimisverkon kouluttaminen on yleensä hyvin aikaa vievä prosessi. Syväoppimisen valtavaan laskennalliseen haasteeseen vastaamiseksi monet työkalut hyödyntävät laitteiston ominaisuuksia, kuten moniydinsuorittimia ja moniydinsuorittimia GPU:ita, koulutusajan lyhentämiseksi. Eri työkaluilla on kuitenkin erilaiset ominaisuudet ja suorituskyky koulutettaessa erityyppisiä syväverkkoja eri laitteistoalustoilla, minkä vuoksi loppukäyttäjien on vaikea valita sopivaa ohjelmisto- ja laitteistoparia. Tässä asiakirjassa pyrimme tekemään vertailevan tutkimuksen uusimmista GPU-kiihdytetyistä syväoppimisen ohjelmistotyökaluista, kuten Caffe, CNTK, TensorFlow ja Torch. Vertailemme näiden työkalujen suorituskykyä kolmen suositun neuroverkkotyypin kanssa kahdella CPU-alustalla ja kolmella GPU-alustalla. Panoksemme on kaksitahoinen. Ensinnäkin syväoppimisen loppukäyttäjille benchmarking-tuloksemme voivat toimia oppaana sopivan ohjelmistotyökalun ja laitteistoalustan valinnassa. Toiseksi syvällisen oppimisen ohjelmistokehittäjille perusteellinen analyysimme osoittaa mahdollisia tulevia suuntia koulutussuorituskyvyn optimoimiseksi edelleen.

**Tulos**

Vertailuanalyysi uusimmista syväoppimisohjelmistotyökaluista

**Esimerkki 2.1592**

Neuroverkkojen tilastollisen tehon hyödyntäminen kielen ymmärtämisessä ja symbolisessa päättelyssä on vaikeaa, kun on suoritettava tehokkaita erillisiä operaatioita suurta tietopohjaa vastaan. Tässä työssä esitellään neuraalinen symbolinen kone, joka sisältää a) neuraalisen "ohjelmoijan" eli sekvenssi-sekvenssimallin, joka kartoittaa kielelliset lausumat ohjelmiksi ja käyttää avainmuuttujamuistia kompositionaalisuuden käsittelyyn b) symbolisen "tietokoneen" eli Lisp-tulkin, joka suorittaa ohjelman suorituksen ja auttaa löytämään hyviä ohjelmia karsimalla hakuavaruutta. Sovellamme REINFORCEa optimoidaksemme suoraan tämän strukturoidun ennustamisongelman tehtäväpalkkion. Jotta voimme harjoitella heikolla valvonnalla ja parantaa REINFORCEn vakautta, täydennämme sitä iteratiivisella maksimitodennäköisyysprosessilla. NSM päihittää uusimman tekniikan tason WEBQUESTIONSSP-tietokannassa, kun se koulutetaan vain kysymys-vastaus-pareista ilman, että tarvitaan mitään ominaisuuksien suunnittelua tai aluespesifistä tietämystä.

**Tulos**

Neuraaliset symboliset koneet: Semanttisten jäsentäjien oppiminen Freebase-tietokantaan heikolla valvonnalla.

**Esimerkki 2.1593**

Viime aikoina on ollut paljon kiinnostusta spektraalisiin lähestymistapoihin moninaisuuksien oppimisessa - niin sanottuihin kernel-ominaiskarttamenetelmiin. Näillä menetelmillä on saavutettu jonkin verran menestystä, mutta niiden sovellettavuus on rajallinen, koska ne eivät ole häiriönkestäviä. Tämän rajoituksen poistamiseksi tarkastelemme kahden moninaisuuden ongelmia, joissa rekonstruoimme samanaikaisesti kaksi toisiinsa liittyvää moninaisuutta, jotka kumpikin edustavat eri näkymää samasta datasta. Ratkaisemalla nämä toisiinsa liittyvät oppimisongelmat yhdessä ja sallimalla tiedon kulkea niiden välillä, kahden moninaisuuden algoritmit pystyvät onnistumaan siinä, missä integroimaton lähestymistapa epäonnistuu: kummankin näkymän avulla voimme tukahduttaa toisen näkymän kohinan ja vähentää harhaa samalla tavalla kuin instrumenttimuuttujan avulla voimme poistaa harhaa lineaarisessa dimensioiden vähentämisongelmassa. Ehdotamme kahden moninaisuuden ongelmia varten algoritmiluokkaa, joka perustuu ristikkäiskovarianssioperaattoreiden spektraaliseen hajotukseen Hilbert-avaruudessa. Lopuksi keskustelemme tilanteista, joissa kahden moninaisuuden ongelmat ovat hyödyllisiä, ja osoitamme, että kahden moninaisuuden ongelman ratkaiseminen voi auttaa epälineaarisen dynaamisen järjestelmän oppimisessa rajoitetusta datasta.

**Tulos**

Kahden moninaisuuden ongelmat

**Esimerkki 2.1594**

Yritysten ympäristöraporttien tehokkuuden mittaamista pidetään usein pelottavana tehtävänä, koska se on erittäin laadullista ja vähemmän säänneltyä. Tehtävä muuttuu monimutkaisemmaksi, jos vertailuja halutaan tehdä. Tässä tutkimuksessa pyritään ratkaisemaan fyysiseen todentamiseen liittyvät ongelmat tiedonlouhintatekniikan avulla. Lisäksi siinä tutkitaan tehokkuutta suorittamalla eksploratiivinen analyysi ja rakenneyhtälömalli, jotta voidaan tuoda esiin merkittävät yhteydet valittujen 10 muuttujan välillä. Kansainvälisestä hakemistosta poimittujen 539 raportin otoksia eri maista käytetään tilastollisten analyysien, kuten yksisuuntaisen ANOVA:n (varianssianalyysin), MDA:n (monimuuttujaisen diskriminaatioanalyysin) ja SEM:n (rakenneyhtälömallinnuksen), suorittamiseen. Tulokset osoittavat, että ympäristöraportoinnissa on merkittäviä eroja erityyppisten teollisuudenalojen välillä, ja tutkivat tekijät, kuten sidosryhmät, organisaatiostrategia ja teollisuuteen suuntautuneet tekijät, osoittautuivat merkittäviksi. Tärkein saavutus on se, että tulokset vastaavat GRI:n käsitteellistä kehystä.

**Tulos**

Yritysten ympäristöraporttien analysointi tilastollisten tekniikoiden ja tiedonlouhinnan avulla

**Esimerkki 2.1595**

Kuvailemme, miten propositionaalista mallilaskentaa voidaan käyttää tuotekokoonpanotietojen kvantitatiiviseen analyysiin. Lähestymistapamme laskee arvokasta metatietoa, kuten kelvollisten konfiguraatioiden kokonaismäärän tai komponenttien suhteellisen frekvenssin. Tätä tietoa voidaan käyttää dokumentaatiovirheiden vakavuuden arviointiin tai dokumentaation laadun mittaamiseen. Sovellusesimerkkinä näytämme, miten sovellamme näitä menetelmiä Mercedes-Benz-ajoneuvomalliston tuotedokumentaatiokaavoihin. Näiden suurten kaavojen käsittelyä varten kehitimme ja otimme käyttöön uuden mallilaskurin ei-CNF-kaavoille. Mallilaskurimme pystyy käsittelemään kaavoja, joiden CNF-edustuksia ei tähän mennessä ole voitu käsitellä.

**Tulos**

Mallien laskenta tuotekonfiguraatiossa

**Esimerkki 2.1596**

Alkuperäisen takaisinkulkeutumiseen perustuvan neuraaliverkkoon perustuvan koneoppimisalgoritmin kohdatessa jatkuvasti kasvava tietomäärä asettaa kaksi ei-triviaalia haastetta: valtava tietomäärä vaikeuttaa sekä tehokkuuden että tarkkuuden säilyttämistä, ja redundantti tieto pahentaa järjestelmän työmäärää. Tässä hankkeessa keskitytään pääasiassa ratkaisuun edellä mainittuihin ongelmiin yhdistämällä syväoppimisalgoritmi ja pilvipalvelualusta suuren mittakaavan datan käsittelyyn. Hankkeessa suunnitellaan MapReduce-pohjainen käsinkirjoitusmerkkien tunnistin, jotta voidaan todentaa, miten tehokkuus paranee tämän mekanismin avulla harjoittelussa ja käytännön suurissa datamäärissä. Huolellinen keskustelu ja kokeilu kehitetään havainnollistamaan, miten syväoppimisalgoritmi toimii käsinkirjoitettujen numeroiden datan kouluttamiseksi, miten MapReduce toteutetaan syväoppimisneuroverkossa ja miksi tämä yhdistelmä nopeuttaa laskentaa. Suorituskyvyn lisäksi tässä raportissa mainitaan myös skaalautuvuus ja kestävyys. Järjestelmämme mukana on kaksi esittelyohjelmistoa, jotka havainnollistavat visuaalisesti käsinkirjoitettujen numeroiden tunnistus-/koodaussovellustamme. 1

**Tulos**

Suuren mittakaavan keinotekoinen neuroverkko: MapReduce-pohjainen syväoppiminen

**Esimerkki 2.1597**

Laajamittaisen, korkea-ulotteisen datan sulauttaminen ja visualisointi kaksiulotteiseen avaruuteen on tärkeä ongelma, koska tällainen visualisointi voi paljastaa syvällisiä oivalluksia monimutkaisesta datasta. Useimmat nykyiset upottamismenetelmät toimivat kuitenkin liian suurella tarkkuudella ja jättävät huomiotta sen tosiasian, että upottamisen tulokset muunnetaan lopulta karkearakeisiksi pikselikoordinaateiksi näytön avaruudessa. Tällaisen havainnon perusteella ja pikseleiden koordinaattien suoran huomioon ottamisen vuoksi nopeutamme Barnes-Hut-puuhun perustuvaa t-hajautettua stokastista naapurien upottamista (BH-SNE), joka tunnetaan uusimpana 2D-yksityiskohtien upotusmenetelmänä, ja ehdotamme uutta PixelSNE-menetelmää, joka on erittäin tehokas, näytön resoluutioon perustuva 2D-yksityiskohtien upotusmenetelmä, jonka laskennallinen monimutkaisuus on lineaarinen datan määrään suhteutettuna. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että PixelSNE-menetelmä on huomattavasti nopeampi kuin BH-SNE-menetelmä, mutta samalla sulauttamisen laatu heikkenee mahdollisimman vähän. Menetelmämme lähdekoodi on julkisesti saatavilla osoitteessa https: //github.com/awesome-davian/sasne.

**Tulos**

PixelSNE: Pikselikohtaisen stokastisen naapurin upottamisen avulla nopea visualisointi juuri riittävällä tarkkuudella.

**Esimerkki 2.1598**

Tässä työssä hyödynnämme edustusoppimisen viimeaikaisia edistysaskeleita ehdottaaksemme neuroarkkitehtuuria luonnollisen kielen päättelyongelmaa varten. Lähestymistapamme on linjattu jäljittelemään sitä, miten ihminen tekee luonnollisen kielen päättelyprosessin kahden lausuman perusteella. Malli käyttää tehtävän suorittamiseen pitkäkestoisen lyhytkestoisen muistin (Long Short Term Memory, LSTM) muunnelmia, huomiomekanismia ja kokoonpantavia neuroverkkoja. Mallin jokainen osa voidaan yhdistää selkeään toiminnallisuuteen, jota ihmiset tekevät luonnollisen kielen päättelytehtävän suorittamiseksi. Malli on päästä päähän erilaistuva, mikä mahdollistaa harjoittelun stokastisella gradienttilaskeutumisella. Stanford Natural Language Inference (SNLI) -tietokannassa ehdotettu malli saavuttaa paremmat tarkkuusluvut kuin kaikki kirjallisuudessa julkaistut mallit.

**Tulos**

Ihmistä alusta loppuun jäljittelevä hermoarkkitehtuuri luonnollisen kielen päättelyä varten.

**Esimerkki 2.1599**

Tarkastelemme log-supermodulaarisia malleja binäärimuuttujille, jotka ovat todennäköisyysmalleja, joiden negatiiviset log-tiheydet ovat submodulaarisia. Nämä mallit tarjoavat todennäköisyystulkintoja yleisistä kombinatorisista optimointitehtävistä, kuten kuvan segmentoinnista. Tässä artikkelissa keskitymme ensisijaisesti parametrien estimointiin malleissa tunnetuista ylärajoista vaikeasti ratkaistavissa olevalle log-jakautumisfunktiolle. Osoitamme, että submodulaarisen funktion peruspolytoopin separoituvaan optimointiin perustuva raja on aina huonompi kuin "perturb-and-MAP"-ideoihin perustuva raja. Sitten parametrien oppimiseksi, kun otetaan huomioon, että log-jakofunktion approksimaatiomme on odotus (oman satunnaistamisemme yli), käytämme stokastista subgradienttitekniikkaa maksimoidaksemme log-likelihoodin alemman rajan. Tämä voidaan laajentaa myös ehdolliseen maksimiluotettavuuteen. Havainnollistamme uusia tuloksiamme binäärikuvien kohinanpoistoon liittyvillä kokeilla, joissa korostamme todennäköisyysmallin joustavuutta oppimisessa puuttuvien tietojen kanssa.

**Tulos**

Parametrin oppiminen log-supermodulaarisille jakaumille

**Esimerkki 2.1600**

Yksi useimpien semanttisten esitystekniikoiden suurimmista puutteista on se, että ne yleensä mallintavat sanatyypin yhdeksi pisteeksi semanttisessa avaruudessa, jolloin kaikki sanan mahdolliset merkitykset sekoittuvat toisiinsa. Tämän ongelman ratkaiseminen oppimalla erillisiä representaatioita sanojen yksittäisille merkityksille on ollut useiden tutkimusten aiheena viime vuosina. Muodostetut merkitysrepresentaatiot eivät kuitenkaan joko liity mihinkään merkitysinventaarioon tai ovat epäluotettavia harvoin esiintyvien sanan merkitysten osalta. Ehdotamme tekniikkaa, joka puuttuu näihin ongelmiin purkamalla sanojen representaatioita semanttisesta verkosta johdetun syvällisen tiedon perusteella. Lähestymistapamme tarjoaa useita etuja aiempiin töihin verrattuna, muun muassa suuren kattavuuden ja kyvyn tuottaa tarkkoja representaatioita jopa harvinaisille sanan aisteille. Teemme arviointeja kuudella tietokokonaisuudella kahdessa semanttisessa samankaltaisuustehtävässä ja raportoimme uusimmat tulokset useimmissa niistä.

**Tulos**

Puretut semanttiset esitykset

**Esimerkki 2.1601**

Simuloidun robotiikan ja laitteistokokeiden välisen todellisuuskuilun umpeen kurominen voisi nopeuttaa robottitutkimusta parantamalla tietojen saatavuutta. Tässä artikkelissa tutkitaan domain randomization - yksinkertaista tekniikkaa, jolla simuloitujen kuvien avulla voidaan kouluttaa malleja, jotka siirtyvät todellisiin kuviin satunnaistamalla renderöintiä simulaattorissa. Kun simulaattorissa on riittävästi vaihtelua, todellinen maailma voi näyttäytyä mallille vain toisena variaationa. Keskitymme esineiden paikantamiseen, joka on ponnahduslauta yleisiin robottimanipulaatiotaitoihin. Huomaamme, että on mahdollista kouluttaa reaalimaailman objektien tunnistin, joka on 1,5 cm:n tarkkuudella tarkka ja kestävä häiriötekijöille ja osittaisille peittymille käyttäen vain simulaattorista saatuja tietoja, joissa on epärealistisia satunnaisia tekstuureja. Osoittaaksemme havaitsijamme kyvyt, osoitamme, että niitä voidaan käyttää tarttumiseen sekavassa ympäristössä. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen onnistunut siirto syvästä neuroverkosta, joka on koulutettu vain simuloituihin RGB-kuviin (ilman esiharjoittelua oikeilla kuvilla), todelliseen maailmaan robottien ohjausta varten.

**Tulos**

Domain Randomization syvien neuroverkkojen siirtämiseksi simulaatiosta reaalimaailmaan.

**Esimerkki 2.1602**

Rakenteellinen vastaavuusoppiminen (Structural Correspondence Learning, SCL) on tehokas menetelmä kieltenväliseen tunteiden luokitteluun. Tässä lähestymistavassa käytetään merkitsemättömiä asiakirjoja sekä sanakäännösorakkelia, jotta voidaan automaattisesti luoda tehtäväkohtaisia, kieltenvälisiä vastaavuuksia. Se siirtää tietoa tunnistamalla tärkeitä piirteitä eli pivot-piirteitä. Yksinkertaisuuden vuoksi siinä kuitenkin oletetaan, että sanakäännösorakkelin avulla kukin lähdekielen pivot-ominaisuus vastaa täsmälleen yhtä sanaa kohdekielessä. Tämä yksi yhteen -kartoitus eri kielten sanojen välillä on liian tiukka. Myöskään kontekstia ei oteta lainkaan huomioon. Tässä artikkelissa ehdotetaan sanojen hajautettuun esitykseen perustuvaa monikielistä SCL:ää, joka voi oppia mielekkäitä yksi-moneen-kartoituksia pivot-sanoille käyttämällä suuria määriä yksikielistä dataa ja pientä sanakirjaa. Teemme kokeita NLP&CC 2013 -monikielisellä tunneanalyysitietokannalla, jossa lähdekielenä on englanti ja kohdekielenä kiina. Menetelmämme ei ole riippuvainen rinnakkaisista korpuksista, ja kokeelliset tulokset osoittavat, että lähestymistapamme on kilpailukykyisempi kuin uusimmat menetelmät kieltenvälisessä tunteiden luokittelussa.

**Tulos**

Rakenteellinen vastaavuusoppiminen monikielistä aistimusten luokittelua varten yhdestä moniin -mappien avulla

**Esimerkki 2.1603**

Vaihtelevien uusiutuvien<lb>resurssien epävarmuuden lieventämiseksi käytetään kahta valmista koneoppimisvälinettä<lb> aurinkosähköjärjestelmän aurinkosähkötehon ennustamiseen.<lb>Tukivektorikoneet tuottavat ennusteet ja<lb>Sattumanvarainen metsä toimii ensemble-oppimismenetelmänä ennusteiden yhdistämisessä<lb>. Tuuli- ja aurinkoenergian<lb>tehon ennustamisessa yleinen ensemble-tekniikka on useista lähteistä<lb>lähteistä peräisin olevien meteorologisten tietojen yhdistäminen. Tässä tutkimuksessa useiden mallien nykyiset ja aiemmat<lb>aurinkoenergiaennusteet sekä<lb> niihin liittyvät säätiedot sisällytetään kuitenkin satunnais<lb>metsään, jotta voidaan yhdistää ja parantaa yhden päivän<lb>aurinkoenergiaennusteiden tarkkuutta. Yhdistetyn mallin suorituskykyä<lb>arvioidaan koko vuoden ajan ja sitä verrataan muihin<lb>yhdistämistekniikoihin. Avainsanat: Yhdistelmäoppiminen, jälkikäsittely, satunnaismetsä,<lb>aurinkoenergia, tukivektoriregressio.

**Tulos**

Satunnaismetsäkokoonpano tukivektoriregressiomalleista aurinkoenergian ennustamista varten

**Esimerkki 2.1604**

Tässä artikkelissa esitellään uusi distributiivinen menetelmä predikaatti-argumentin temaattisen sopivuuden arviointien mallintamiseksi. Käytämme syntaksiin perustuvaa DSM:ää rakentaaksemme prototyyppisen esityksen verbikohtaisista rooleista: jokaisesta verbistä poimimme kunkin roolinsa merkittävimmät toisen asteen kontekstit (eli tyypillisten roolitäyttöjen merkittävimmät ulottuvuudet), ja sitten laskemme temaattisen sopivuuden painotettuna päällekkäisyytenä täytekandidaattien ja roolin prototyyppien parhaiden piirteiden välillä. Kokeemme osoittavat, että menetelmämme on jatkuvasti parempi kuin perusratkaisu, joka on toteutettu uudelleen uusinta tekniikkaa edustavalla järjestelmällä, ja että sillä saavutetaan parempia tai vertailukelpoisia tuloksia kuin kirjallisuudessa raportoiduilla muilla valvomattomilla järjestelmillä. Lisäksi se tarjoaa eksplisiittisen esityksen ominaisuuksista, jotka kuvaavat verbikohtaisia semanttisia rooleja.

**Tulos**

Temaattisen sopivuuden mittaaminen jakauman ominaisuuksien päällekkäisyyden avulla

**Esimerkki 2.1605**

Taustaa: Potilaiden mahdollisuus päästä omiin sähköisiin potilastietoihinsa potilasportaalien kautta voi parantaa potilaskeskeistä hoitoa. Sähköisen potilastietojärjestelmän muistiinpanot sisältävät kuitenkin runsaasti lääketieteellistä jargonia, jota potilaiden voi olla vaikea ymmärtää. Yksi tapa auttaa potilaita on vähentää tiedon ylikuormitusta ja auttaa heitä keskittymään heille tärkeimpiin lääketieteellisiin termeihin. Tämän jälkeen voidaan kehittää kohdennettua koulutusta, jolla parannetaan potilaiden EHR-tiedon ymmärtämistä ja hoidon laatua. Tavoite: Tämän työn tavoitteena oli kehittää FIT (Finding Important Terms for patients), valvomaton luonnollisen kielen prosessointijärjestelmä (NLP), joka asettaa EHR-merkinnöissä olevat lääketieteelliset termit paremmuusjärjestykseen sen perusteella, miten tärkeitä ne ovat potilaille. Menetelmät: Rakensimme FIT:n uuden valvomattoman ensemble-luokittelumallin, joka on johdettu puolueellisesta satunnaiskävelyalgoritmista ja jossa yhdistetään heterogeeniset tietoresurssit kunkin EHR-merkinnän termiehdokkaiden luokittelemiseksi. FIT:ssä yhdistetään neljä yksittäistä termien tärkeyttä kuvaavaa näkymää (rankkeria): lääketieteellisten käsitteiden käyttö potilailla, termien merkitys asiakirjan tasolla, termien sanaan esiintymiseen perustuva termien keskinäinen yhteys ja aiheen johdonmukaisuus. Se sisältää myös osittaista tietoa termien tärkeydestä, joka välittyy termien tuntemattomuustasoista ja semanttisista tyypeistä. Arvioimme FIT:tä 90:llä asiantuntijan kommentoimalla EHR-merkinnällä ja käytimme neljää yhden näkymän luokittelijaa vertailukohtana. Lisäksi käytimme kolmea vertailevaa valvomatonta ensemble-ranking-menetelmää vahvoina vertailukohtina. Tulokset: FIT saavutti 0,885 AUC-ROC-arvon EHR-merkintöjen termiehdokkaiden luokittelussa tärkeiden termien tunnistamiseksi. Kun termien tunnistaminen otettiin mukaan, FIT:n suorituskyky tärkeiden termien tunnistamisessa EHR-merkinnöistä oli 0,813 AUC-ROC. Molemmat suorituskykyarvot ylittivät merkittävästi neljän yksittäisen luokittelijan vastaavat tulokset (P<.001). FIT päihitti myös kolme ensemble-luokittajaa useimmissa mittareissa. Sen suorituskyky on suhteellisen epäherkkä sen parametrille. Päätelmät: FIT voi automaattisesti tunnistaa potilaille tärkeitä EHR-termejä. Se voi auttaa kehittämään tulevia toimenpiteitä hoidon laadun parantamiseksi. Koska FIT:ssä käytetään valvomatonta oppimista sekä vankkaa ja joustavaa kehystä tietojen yhdistämiseen, sitä voidaan helposti soveltaa myös muilla aloilla ja sovelluksissa.

**Tulos**

Sähköisen potilastietokannan muistiinpanojen termien järjestäminen ilman valvontaa niiden tärkeyden perusteella potilaille.

**Esimerkki 2.1606**

Tutkimme kaksintaistelubandiitteja, joilla on heikko hyötyyn perustuva katumus, kun aseita koskevilla preferensseillä on kokonaisjärjestys ja ne sisältävät havaittavia ominaisuusvektoreita. Järjestyksen oletetaan määräytyvän näiden ominaisuusvektoreiden, tuntemattoman preferenssivektorin ja tunnetun hyötyfunktion perusteella. Tämä rakenne tuo riippuvuuden aseparien preferenssien välille ja mahdollistaa yhden aseparin preferenssin oppimisen toisen aseparin preferenssistä. Ehdotamme tähän asetelmaan algoritmia nimeltä Comparing The Best (CTB), jonka odotettu kumulatiivinen heikon hyödyn perusteella laskettu katumus on vakio. Esitämme Bayesin tulkinnan CTB:lle, toteutuksen, joka soveltuu pienelle määrälle aseita, ja vaihtoehtoisen toteutuksen monille aseille, jota voidaan käyttää silloin, kun syöttöparametrit täyttävät hajotettavuusehdon. Numeeristen kokeiden avulla osoitamme, että sopivilla syöttöparametreilla varustettu CTB päihittää kaikki tarkastellut vertailukohteet.

**Tulos**

Kaksintaisteleva rosvot riippuvaisten aseiden kanssa

**Esimerkki 2.1607**

Järkeily ja päättely edellyttävät ihmisiltä sekä prosessi- että muistitaitoja. Neuroverkot pystyvät käsittelemään esimerkiksi kuvantunnistustehtäviä (paremmin kuin ihminen), mutta muistin osalta ne ovat edelleen rajallisia (huomiomekanismi, koko). Toistuva neuroverkko (Recurrent Neural Network, RNN) ja sen muunnettu versio LSTM pystyvät ratkaisemaan pieniä muistitehtäviä, mutta kun asiayhteys kasvaa kynnysarvoa suuremmaksi, niitä on vaikea käyttää. Ratkaisu on käyttää suurta ulkoista muistia. Tämä asettaa kuitenkin monia haasteita, kuten miten kouluttaa neuroverkkoja diskreetin muistin esittämiseen, miten kuvata pitkän aikavälin riippuvuuksia peräkkäisissä tiedoissa jne. Merkittävimmät tällaisiin tehtäviin tarkoitetut neuraaliset arkkitehtuurit ovat muistiverkot: päätelmäkomponentit yhdistettyinä pitkäkestoiseen muistiin ja neuraaliset Turingin koneet: neuroverkot, jotka käyttävät ulkoisia muistiresursseja. Näiden ratkaisujen tueksi tarvitaan myös lisätekniikoita, kuten huomiomekanismi, gradienttilasku diskreetin muistin esitystapaan. Edellä mainittujen neuraalisten arkkitehtuurien alustavat tulokset yksinkertaisissa algoritmeissa (lajittelu, kopiointi) ja kysymysvastaussovelluksissa (tarinat, dialogit) ovat vertailukelpoisia tekniikan nykytilanteen kanssa. Tässä artikkelissa selitän näitä arkkitehtuureja (yleisesti), käytettyjä lisätekniikoita ja tuloksia niiden soveltamisesta.

**Tulos**

Collaborative Intelligence -seminaari: Neuraaliverkkojen avulla tapahtuva päättely

**Esimerkki 2.1608**

Tehokkaan ja todistettavasti oikean rinnakkaisen neuroverkkokäsittelyn suunnittelu ja toteuttaminen on haastavaa. Nykyiset korkean tason rinnakkaisabstraktiot, kuten MapReduce, eivät ole riittävän ilmaisuvoimaisia, kun taas matalan tason työkalut, kuten MPI ja Pthreads, jättävät ML-asiantuntijat toistuvasti ratkomaan samoja suunnitteluhaasteita. Monimuotoisuus ja suuri datakoko ovat kuitenkin aiheuttaneet merkittävän haasteen rakentaa joustava ja suorituskykyinen toteutus syväoppiville neuroverkoille. Suorituskyvyn parantamiseksi ja skaalautuvuuden säilyttämiseksi esittelemme CNNLabin, uudenlaisen syväoppimiskehyksen, jossa käytetään GPU- ja FPGA-pohjaisia kiihdyttimiä. CNNLab tarjoaa käyttäjille yhtenäisen ohjelmointimallin niin, että laitteistototeutus ja aikataulutus ovat ohjelmoijille näkymättömiä. Suoritusaikana CNNLab hyödyntää GPU:n ja FPGA:n välisiä kompromisseja ennen tehtävien siirtämistä kiihdyttimille. Nvidia K40 GPU:lla ja Altera DE5 FPGA-levyllä tehdyt kokeilutulokset osoittavat, että CNNLab voi tarjota yleiskehyksen, joka tukee tehokkaasti erilaisia sovelluksia ilman, että ohjelmoijien taakka kasvaa. Lisäksi analysoimme yksityiskohtaisesti kvantitatiivista suorituskykyä, läpimenoa, tehoa, energiaa ja suorituskykytiheyttä molempien lähestymistapojen osalta. Kokeelliset tulokset hyödyntävät GPU:n ja FPGA:n välisiä kompromisseja ja tarjoavat hyödyllisiä käytännön kokemuksia syväoppimisen tutkimusyhteisölle.

**Tulos**

CNNLab: uusi rinnakkainen kehys neuroverkoille GPU:n ja FPGA:n avulla.

**Esimerkki 2.1609**

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 tietokokonaisuudet, jotka koostuvat neljältä eri foorumilta peräisin olevasta datasta. 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 vähenee, kun niitä sovelletaan uusiin foorumeihin, ja tavanomaiset puolivalvotun oppimisen ja toimialueiden mukauttamisen tekniikat ovat vain rajallisesti tehokkaita näissä aineistoissa, mikä viittaa tarpeeseen parantaa näitä tekniikoita. Julkaisemme 93 924 viestiä sisältävän tietokokonaisuuden neljältä foorumilta, jossa on 1 938 viestin annotaatiot.

**Tulos**

Tuotteiden tunnistaminen verkkorikollisuuden verkkomarkkinoilla: Tietokanta ja hienojakoinen toimialueen mukauttamistehtävä

**Esimerkki 2.1610**

Konvoluutiohermoverkkoja (CNN) voidaan siirtää 2D-kuvien tai 3D-videoiden segmentointiin. Niillä on kiinteä syöttökoko, ja ne havaitsevat tyypillisesti vain pienet paikalliset yhteydet pikseleistä, jotka luokitellaan etu- tai taustakuviksi. Sitä vastoin moniulotteiset toistuvat neuroverkot (MD-RNN) voivat hahmottaa kunkin pikselin koko spatio-temporaalisen kontekstin muutamalla pyyhkäisyllä kaikkien pikselien läpi, erityisesti silloin, kun neuroverkkona on pitkä lyhytkestoinen muisti (LSTM). Näistä teoreettisista eduista huolimatta aiempia MD-LSTM-muunnoksia oli kuitenkin vaikea rinnakkaistaa grafiikkasuorittimilla, toisin kuin CNN:iä. Tässä järjestämme MD-LSTM:n perinteisen kuutiomaisen laskentajärjestyksen uudelleen pyramidimaisesti. Tuloksena syntynyt PyraMiD-LSTM on helppo rinnakkaistaa erityisesti 3D-tietojen, kuten aivoleikkauskuvien pinojen, kanssa. PyraMiD-LSTM:llä saavutettiin parhaat tunnetut pikselikohtaiset aivokuvien segmentointitulokset MRBrainS13-ohjelmassa (ja kilpailukykyiset tulokset EM-ISBI12-ohjelmassa).

**Tulos**

Rinnakkainen moniulotteinen LSTM ja sen soveltaminen nopeaan biolääketieteelliseen tilavuuskuvan segmentointiin

**Esimerkki 2.1611**

Pelattavien tekoälyjen kyvyt ovat viime aikoina lisääntyneet räjähdysmäisesti. Monet RL-tehtäväluokat Atari-peleistä moottorinohjaukseen ja lautapeleihin ovat nykyään ratkaistavissa melko yleisillä, syväoppimiseen perustuvilla algoritmeilla, jotka oppivat pelaamaan kokemuksen perusteella ja joilla on vain vähän tietoa kiinnostavasta erityisalasta. Tässä työssä tutkimme näiden menetelmien suorituskykyä Super Smash Bros. Melee (SSBM) -pelissä, joka on suosittu konsolin taistelupeli. SSBM-ympäristössä on monimutkaista dynamiikkaa ja osittaista havainnoitavuutta, mikä tekee siitä haastavan sekä ihmiselle että koneelle. Moninpelinäkökulma on lisähaaste, sillä valtaosa viimeaikaisista RL:n edistysaskeleista on keskittynyt yhden pelaajan ympäristöihin. Näytämme kuitenkin, että on mahdollista kouluttaa agentteja, jotka ovat kilpailukykyisiä ihmisammattilaisia vastaan ja jopa ylittävät heidät, mikä on uusi tulos moninpeliympäristössä.

**Tulos**

Maailman parhaiden voittaminen Super Smash Bros. Melee -pelissä syvällä vahvistusoppimisella

**Esimerkki 2.1612**

Algebristen sanatehtävien ratkaiseminen edellyttää aritmeettisten operaatioiden sarjan - ohjelman - suorittamista lopullisen vastauksen saamiseksi. Koska ohjelmat voivat kuitenkin olla mielivaltaisen monimutkaisia, niiden tuottaminen suoraan kysymys-vastauspareista on valtava haaste. Jotta tämä tehtävä olisi helpommin toteutettavissa, ratkaisemme nämä ongelmat tuottamalla vastausperusteluja, luonnollisen kielen ja ihmisen luettavissa olevien matemaattisten lausekkeiden sekvenssejä, jotka johtavat lopullisen vastauksen useiden pienten vaiheiden avulla. Vaikka vastausperustelut eivät määrittele eksplisiittisesti ohjelmia, ne tarjoavat välitavoitteiden kautta rakennetelineen niiden rakenteelle. Lähestymistapamme arvioimiseksi olemme luoneet uuden 100 000 esimerkin tietokokonaisuuden kysymyksistä, vastauksista ja perusteluista. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ohjelmien oppimisen epäsuora valvonta vastausrationaalien avulla on lupaava strategia aritmeettisten ohjelmien tuottamiseen.

**Tulos**

Ohjelman induktio perustelujen luomisen avulla: Algebralliset sanaongelmat: Oppiminen ratkaisemaan ja selittämään algebrallisia sanaongelmia.

**Esimerkki 2.1613**

Tällä hetkellä plagioinnin havaitsemisessa on paljon erilaisia lähestymistapoja. Mutta vain harvat niistä on toteutettu ja mukautettu persian kielille. Tässä artikkelissa kuvataan esikäsittelyyn ja NLP-tekniikkaan perustuvan plagiaatintunnistusjärjestelmän suunnittelua ja toteutusta. Lisäksi esitellään korpuksella tehtyjen testien tulokset. Avainsanat- Ulkoinen plagiointi, plagiointi, kopioinnin havaitseminen, luonnollisen kielen käsittely, tekoäly , persian kieli.

**Tulos**

Suunnittele persialainen automaattinen plagiaatintunnistin (AMZPPD)

**Esimerkki 2.1614**

Ominaisuuksien oppiminen massiivisesta merkitsemättömästä datasta on laajalti esillä oleva aihe, joka liittyy korkean tason tehtäviin monissa koneoppimissovelluksissa. Viimeaikaiset suuret parannukset vertailutietoaineistoissa, jotka on saavutettu yhä monimutkaisemmilla valvomattomilla oppimismenetelmillä ja syväoppimismalleilla, joissa on paljon parametreja, vaativat yleensä monia työläitä temppuja ja paljon asiantuntemusta virittämiseen. Näillä monimutkaisilla arkkitehtuureilla opitut suodattimet ovat kuitenkin visuaalisesti melko samankaltaisia kuin tavalliset käsin luodut piirteet. Tässä asiakirjassa käytetään valvomattomia oppimismenetelmiä, kuten PCA:ta tai autokooderia, rakennuspalikkana suodatinpankkien oppimisessa kullakin kerroksella. Alemman kerroksen vasteet siirretään viimeiseen kerrokseen (trans-kerros), jolloin muodostuu täydellisempi esitys, joka sisältää enemmän tietoa. Lisäksi ehdotettuihin syviin transkerrosverkkoihin lisätään joitakin hyödyllisiä menetelmiä, kuten paikallinen kontrastin normalisointi ja valkaisu, suorituskyvyn parantamiseksi entisestään. Trans-kerroksen esityksiä seuraavat lohkohistogrammit, joissa on binäärikooderikaavio, jotta voidaan oppia translaatio- ja rotaatiomuuttumattomia esityksiä, joita hyödynnetään korkean tason tehtävissä, kuten tunnistamisessa ja luokittelussa. Perinteisiin syväoppimismenetelmiin verrattuna toteutetulla ominaisuuksien oppimismenetelmällä on paljon vähemmän parametreja, ja se on validoitu useissa tyypillisissä kokeissa, kuten numeroiden tunnistaminen MNIST- ja MNIST-muunnoksilla, esineiden tunnistaminen Caltech 101 -tietokannassa ja kasvojen todentaminen LFW-tietokannassa. Syvässä, valvomattomassa transkerroksisessa oppimisessa saavutetaan 99,45 prosentin tarkkuus MNIST-tietokannassa, 67,11 prosentin tarkkuus 15 näytteellä luokkaa kohti ja 75,98 prosentin tarkkuus 30 näytteellä luokkaa kohti Caltech 101 -tietokannassa ja 87,10 prosentin tarkkuus LFW-tietokannassa.

**Tulos**

Syvät transkerroksiset valvomattomat verkot representaatioiden oppimiseen

**Esimerkki 2.1615**

Kausaliteetti on hiljattain otettu käyttöön tietokannoissa, jotta voidaan mallintaa, luonnehtia ja mahdollisesti laskea syitä kyselyjen tuloksiin (vastauksiin). Kyselyvastausten kausaalisuuden, johdonmukaisuuteen perustuvan diagnoosin, tietokantojen korjausten (koskien eheysrajoitusten rikkomuksia), abduktiivisen diagnoosin ja näkymän päivitysongelman välille on löydetty yhteyksiä. Tässä työssä tutkitaan edelleen kyselyiden ja vastausten kausaalisuuden, abduktiivisen diagnoosin ja näkymän päivitysongelman välisiä yhteyksiä. Tässä yhteydessä määrittelemme ja tutkimme myös kyselyn ja vastauksen kausaalisuuden käsitettä eheysrajoitusten yhteydessä.

**Tulos**

Tietokannoista saatavien kyselyvastausten syyt, datalogin abduktio ja näkymäpäivitykset: Eheysrajoitusten läsnäolo

**Esimerkki 2.1616**

Tässä artikkelissa tutkimme nostettua päättelyä painotetun ensimmäisen järjestyksen mallin laskentaongelmaa (Weighted First-Order Model Counting problem, WFOMC) varten, jossa lasketaan ne tehtävät, jotka täyttävät tietyn lauseen ensimmäisen järjestyksen logiikassa (First Order Logic, FOL); sillä on sovelluksia tilastollisessa relaatio-oppimisessa (Statistical Relational Learning, SRL) ja todennäköisyyspohjaisissa tietokannoissa (Probabilistic Databases, PDB). Esittelemme useita tuloksia. Ensinnäkin kuvaamme nostetun päättelyalgoritmin, joka yleistää aiempia SRL:n ja PDB:n lähestymistapoja. Toiseksi esitämme uudenlaisen dikotomian tuloksen FO CNF -lauseiden ei-triviaalille fragmentille, joka osoittaa, että jokaisen lauseen WFOMC-ongelma on joko PTIME-ajassa tai #P-vaikea syötettävän alueen koon suhteen; todistamme, että ensimmäisessä tapauksessa algoritmimme ratkaisee WFOMC-ongelman PTIME-ajassa ja toisessa tapauksessa se epäonnistuu. Kolmanneksi esitämme useita algoritmin ominaisuuksia. Lopuksi keskustelemme nostetun päättelyn rajoituksista symmetrisissä todennäköisyyspohjaisissa tietokannoissa (joissa pohjalitteraalien painot riippuvat vain relaation nimestä eivätkä toimialueen vakioista) ja todistamme, että todennäköisyyspohjaisen päättelyn monimutkaisuutta koskeva dikotomiatulos on mahdoton koko FOL-kielelle.

**Tulos**

Nostetun päättelyn ja epäsymmetrisen painotetun mallilaskennan monimutkaisuuden ymmärtäminen

**Esimerkki 2.1617**

Jake Ryland Williams, ∗ James P. Bagrow, † Andrew J. Reagan, ‡ Sharon E. Alajajian, § Christopher M. Danforth, ¶ ja Peter Sheridan Dodds ∗∗ Kalifornian yliopiston Berkeleyn informaatiotieteiden laitos 102 South Hall #4600 Berkeley, CA 94720-4600. Matematiikan ja tilastotieteen laitos, Vermontin monimutkaisten järjestelmien keskus, Computational Story Lab ja Vermont Advanced Computing Core, Vermontin yliopisto, Burlington, VT 05401. (Päiväys: 29. syyskuuta 2017)

**Tulos**

Kielen tuottamisen valintamallit tukevat tietoon perustuvaa tekstin ositusta: intuitiivinen ja käytännöllinen tekstianalyysijärjestelmä, joka perustuu lauseiden pussitukseen.

**Esimerkki 2.1618**

Kun ihminen saa kuvan, hän voi vaivattomasti suorittaa kuvanmuodostusprosessin mielessään takaperin: hän voi erottaa albedon varjostuksesta, etualan taustasta ja etualan kohteiden takaa ja kuvitella näkymän peitetyt osat etualan kohteiden taakse. Tässä työssä ehdotamme heikosti valvottua käänteiskonetta, joka on koulutettu tuottamaan samanlaisia mielikuvia, jotka, kun ne renderöidään eriytettävillä, grafiikan kaltaisilla dekoodereilla, tuottavat alkuperäisen visuaalisen syötteen. Rajoitamme mielikuvitusavaruuksia tarjoamalla esimerkkimuistivarastoja etualan segmentoitujen objektien, albedon, varjostuksen ja taustakohtausten muodossa ja asettamalla mielikuvitusavaruuksille vastakkaisia tappioita. Mallimme oppii suorittamaan tällaisen inversion heikolla valvonnalla ilman, että se on koskaan nähnyt paritettua kommentoitua dataa, toisin sanoen ilman, että se on nähnyt kuvan paritettuna vastaavien perustotuuden mielikuvien kanssa. Demonstraamme menetelmäämme soveltamalla sitä kolmeen tietokonenäkötehtävään: kuvan maalaamiseen, sisäiseen hajotukseen ja kohteen segmentointiin, joista jokaisella on oma erilaistuva renderöijänsä. Dataan perustuvat vastakohtaiset mielikuvituspriorit ohjaavat tehokkaasti inversiota, minimoivat käsin suunniteltujen sileyden tai hyvän jatkumon prioreiden tarpeen tai paritetun kommentoidun datan tarpeen. Tarkastellaan kuvaa 1. Kuvittelemme, että puuttuva kolmio peittää kolme pientä mustaa ympyrää eikä kolmea huolellisesti aseteltua pacman-muotoa - mitä pikselit kuvaavat. Kuvassa (b) emme hahmota kahta meren osaa, joita erottaa seisova henkilö, vaan pikemminkin yhtenäisen merimaiseman. Kuvassa (c) selitämme syötteen "naamioiduksi 8:ksi" pikemminkin kuin kahdeksi puoliympyräksi. Visuaalisten havaintojen johdonmukaisia selityksiä tuttujen käsitteiden ja muistojen avulla kutsumme "mielikuviksi". Mielikuvat kääntävät kuvanmuodostusprosessin ylösalaisin ja ehdottavat 3D-muotoa, kameran asentoa, kohtauksen kerrostuneisuutta, avaruudellista asettelua, albedoa, varjostusta, maalaamattomia, peittämättömiä käsityksiä maailmasta, jotka ovat välttämättömiä visuaalisen kohtauksen ymmärtämiseksi ja vuorovaikutuksessa sen kanssa. Gestalt-filosofit (Smith (1988)) ehdottivat joukon periaatteita, joilla selitetään tällaisten käsitysten muodostumista, kuten sulkeutuminen, keskipisteen ympäröimä pop-out, hyvä jatkuvuus, sileys jne., ja monissa teoksissa pyritään käyttämään suunnitteluperiaatteita, jotta ne voitaisiin sisällyttää esimerkiksi havaintojen ryhmittelyn laskennallisiin kehyksiin (Yu (2003)). Tässä työssä esittelemme oppimiseen perustuvan inversiomallin, joka sen sijaan käyttää dataan perustuvia prioreita. Ehdotamme laskennallista mallia, joka käsittelee inversio-ongelmia tietokonenäköalalla käyttäen vastakkaisia mielikuvitusprioreita. Kuva 2 havainnollistaa malliamme. Se koostuu generaattori-neuraaliverkosta, joka visuaalisen syötteen perusteella ennustaa visuaalisia mielikuvia, kuten maalatun kuvan, peittämättömän taustakuvan, kohteen segmentoinnin, albedon ja varjostuksen jne. osalta. Merkitykselliset muistit, joiden oletetaan olevan +

**Tulos**

VASTAKKAISEN MIELIKUVITUKSEN ENNAKKOARVIOT

**Esimerkki 2.1619**

Neuroverkkoarkkitehtuurien oppiminen on keino löytää uusia, hyvin ennustavia malleja. Ehdotamme, että keskitymme tähän ongelmaan eri näkökulmasta, jossa tavoitteena on löytää arkkitehtuureja, jotka ovat tehokkaita sekä ennusteiden laadun että laskentakustannusten (esim. aika millisekunneissa, operaatioiden määrä...) kannalta. Lähestymistapamme pystyy esimerkiksi ratkaisemaan seuraavan tehtävän: löydetään paras neuroverkkoarkkitehtuuri (hyvin suuresta joukosta mahdollisia arkkitehtuureja), joka pystyy ennustamaan hyvin alle 100 millisekunnissa matkapuhelimessani. Toimintamme perustuu uuteen malliperheeseen, jota kutsutaan budjetoiduiksi superverkoiksi ja joka opitaan käyttämällä vahvistusoppimisen innoittamia tekniikoita, joita sovelletaan budjetoituun oppimistavoitefunktioon, joka sisältää laskentakustannukset levy-/muistioperaatioiden aikana päätelmien tekemisessä. Esitämme joukon kokeita tietokonenäköongelmista ja osoitamme menetelmämme kyvyn löytää tehokkaita arkkitehtuureja sekä ennusteiden laadun että laskenta-ajan suhteen.

**Tulos**

Ajallisesti tehokkaiden syväarkkitehtuurien oppiminen budjetoitujen superverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1620**

Kaikkien tietokantojen louhintamenetelmien validointi tapahtuu arviointiprosessin kautta, jossa vertailuarvojen saatavuus on olennaisen tärkeää. Tässä asiakirjassa tarkoituksena on luoda satunnaisesti relaatiotietokantojen vertailuarvoja, joiden avulla voidaan tarkistaa attribuuttien väliset todennäköisyysriippuvuudet. Olemme erityisen kiinnostuneita PRM-malleista (Probabilistic Relational Models), jotka laajentavat Bayesin verkot (BN) relaatiotiedon louhintaan ja mahdollistavat tehokkaan ja vankan päättelyn relaatiotiedoissa. Vaikka lukuisat työt ovatkin keskittyneet erikseen satunnaisten Bayes-verkkojen ja relaatiotietokantojen tuottamiseen, PRM:ien osalta ei ole havaittu yhtään työtä tällä tiellä. Tässä työssä esitetään algoritminen lähestymistapa satunnaisten PRM:ien tuottamiseen tyhjästä ja täytetään näin tämä aukko. Ehdotetun menetelmän avulla voidaan luoda PRM:iä sekä synteettisiä relaatiotietoja satunnaisesti generoidusta relaatioskeemasta ja satunnaisesta todennäköisyysriippuvuuksien joukosta. Tämä voi olla kiinnostavaa paitsi koneoppimisen tutkijoille, jotka voivat arvioida ehdotuksiaan yhteisessä kehyksessä, myös tietokantojen suunnittelijoille, jotka voivat arvioida tietokannan hallintajärjestelmän komponenttien tehokkuutta.

**Tulos**

Todennäköisyyteen perustuvan relaatiomallin vertailuarvojen tuottaminen

**Esimerkki 2.1621**

Vaikka tunnettujen herkkyysanalyysi- ja parametrien viritysalgoritmien suoritusaika on eksponentiaalinen verkon koon suhteen, näiden ongelmien tarkkaa laskennallista monimutkaisuutta ei ole vielä määritetty. Tässä artikkelissa tutkimme useita viritysongelman muunnelmia ja osoitamme, että nämä ongelmat ovat yleensä NP-täydellisiä. Lisäksi osoitamme, että ongelmat pysyvät NP-täydellisinä tai PP-täydellisinä useissa rajoitetuissa muunnelmissa. Nämä monimutkaisuustulokset antavat tietoa siitä, voidaanko herkkyysanalyysin ja virityksen viimeaikaiset saavutukset laajentaa yleisempiin, käytännöllisiin menetelmiin.

**Tulos**

Herkkyysanalyysin ja parametrien virittämisen laskennallinen monimutkaisuus

**Esimerkki 2.1622**

Akustisten mallien oppiminen suoraan raa'asta aaltomuotodatasta minimaalisella käsittelyllä on haastavaa. Nykyisissä aaltomuotoihin perustuvissa malleissa on yleensä käytetty hyvin harvoja (∼2) konvoluutiokerroksia, jotka saattavat olla riittämättömiä korkean tason erottelevien piirteiden muodostamiseen. Tässä työssä ehdotamme erittäin syviä konvoluutio-neuraaliverkkoja (CNN), jotka käyttävät suoraan aika-alueen aaltomuotoja syötteenä. CNN:t, joissa on jopa 34 painokerrosta, ovat tehokkaita optimoimaan hyvin pitkiä sekvenssejä (esim. 32000-kokoinen vektori), joita tarvitaan akustisten aaltomuotojen käsittelyssä. Tämä saavutetaan eränormalisoinnilla, jäännösoppimisella ja alkukerrosten alasnäytteenoton huolellisella suunnittelulla. Verkkomme ovat täysin konvolutiivisia, ilman täysin kytkettyjä kerroksia ja pudotusta, jotta esityksen oppiminen olisi mahdollisimman tehokasta. Käytämme ensimmäisessä konvoluutiokerroksessa suurta reseptiivistä kenttää kaistanpäästösuodattimien jäljittelemiseksi, mutta sen jälkeen hyvin pieniä reseptiivisiä kenttiä mallin kapasiteetin hallitsemiseksi. Osoitamme suorituskyvyn paranemisen syvemmillä malleilla. Arviointimme osoittaa, että 18 painokerrosta sisältävä CNN on absoluuttisessa tarkkuudessa yli 15 prosenttia parempi kuin 3 painokerrosta sisältävä CNN ympäristöäänten tunnistustehtävässä ja vastaa log-mel-ominaisuuksia käyttävien mallien suorituskykyä.

**Tulos**

ERITTÄIN SYVÄT KONVOLUUTIO-NEURAALIVERKOT KÄSITTELEMÄTTÖMIÄ AALTOMUOTOJA VARTEN

**Esimerkki 2.1623**

Syvä jäännösoppiminen (ResNet) (He et al., 2016) on uusi menetelmä hyvin syvien neuroverkkojen kouluttamiseen, jossa käytetään identiteettikartoitusta oikopolkuyhteyksille. ResNet on voittanut ImageNet ILSVRC 2015 -luokittelutehtävän ja saavuttanut huippuluokan suorituksia monissa tietokonenäkötehtävissä. Jäännösoppimisen vaikutusta meluisissa luonnollisen kielen käsittelytehtävissä ei kuitenkaan vielä tunneta hyvin. Tässä artikkelissa suunnittelemme uudenlaisen konvoluutiohermoverkon (CNN), jossa on jäännösoppimista, ja tutkimme sen vaikutuksia etävalvottuun meluisten relaatioiden louhintatehtävään. Vastoin yleistä käsitystä, jonka mukaan ResNet toimii hyvin vain hyvin syvissä verkoissa, havaitsimme, että jopa 9-kerroksisilla CNN-verkoilla identiteettikartoituksen käyttäminen voi parantaa merkittävästi suorituskykyä etävalvotussa relaatioiden louhinnassa.

**Tulos**

Syvä jäännösoppiminen heikosti valvottuun suhteiden poimintaan (Deep Residual Learning for Weakly-Supervised Relation Extraction)

**Esimerkki 2.1624**

Syväneuraalisten verkkojen soveltaminen hakukoneiden luokitteluun voi poistaa tarpeen laajamittaiseen ominaisuuksien suunnitteluun, joka on tyypillistä nykyisille oppimismenetelmille. Osoitamme kuitenkin, että BM25:n kaltaisten yksinkertaisten relevanssin täsmäytysominaisuuksien yhdistäminen olemassa oleviin syvän neuroverkon malleihin parantaa usein huomattavasti näiden mallien tarkkuutta, mikä osoittaa, että ne eivät kaappaa olennaisia paikallisia relevanssin täsmäytyssignaaleja. Kuvaamme uudenlaisen syväpohjaisen Recurrent Neural Net -pohjaisen mallin, jota kutsumme Match-Tensoriksi. Match-Tensor-mallin arkkitehtuuri ottaa samanaikaisesti huomioon sekä paikallisen relevanssin vastaavuuden että globaalin ajankohtaisuuden signaalit, mikä mahdollistaa niiden välisen monipuolisen vuorovaikutuksen laskettaessa asiakirjan relevanssia kyselyn kannalta. Suurella sosiaalisen median asiakirjoista koostuvalla testijoukolla osoitamme, että Match-Tensor ei ainoastaan päihitä BM25:tä ja muita DNN-luokkia, vaan se myös pitkälti kattaa näissä malleissa esiintyvät signaalit.

**Tulos**

Match-Tensor: syvällinen relevanssimalli hakua varten

**Esimerkki 2.1625**

Käyttämällä erilaisia viestintäkanavia, kuten verbaalista kieltä, eleitä tai kasvojen ilmeitä, virtuaalisesti ruumiillistetut vuorovaikutteiset ihmiset tarjoavat ainutlaatuisen mahdollisuuden kuroa umpeen kuilua ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen ja todellisen ihmisten välisen viestinnän välillä. Virtuaalisten ihmisten käyttö on näin ollen yhä suositumpaa monilla aloilla, joilla tällainen luonnollinen viestintä voi olla hyödyllistä, kuten viihteessä, koulutuksessa, mielenterveystutkimuksessa ja muilla aloilla. Tämän kehityksen taustalla on useita teknologisia edistysaskeleita monilla eri aloilla, erityisesti luonnollisen kielen käsittelyssä, tietokonenäössä ja puhesynteesissä. Tässä artikkelissa käsittelemme virtuaalista ihmisjournalistia, hanketta, jossa käytetään useita näiden tieteenalojen uusia ratkaisuja ja jonka tavoitteena on osoittaa niiden toimivuus tuottamalla humanoidi keskusteluagentti, joka kykenee luonnollisesti saamaan tietoa ihmiskäyttäjältä ja reagoimaan siihen. Joukko laadullisia ja määrällisiä arviointijaksoja osoitti järjestelmän teknisen toteutettavuuden ja paljasti samalla useita puutteita sen kyvyssä sitouttaa käyttäjiä tavalla, joka koettaisiin luonnolliseksi ja emotionaalisesti kiinnostavaksi. Väitämme, että luonnollisuutta ei pitäisi aina pitää toivottavana tavoitteena, ja ehdotamme, että virtuaalisen ihmisen vuorovaikutuksen luonnollisuuden tarkoituksellinen heikentäminen, esimerkiksi muuttamalla sen persoonallisuusvihjeitä, saattaa joissakin tapauksissa tuottaa toivottavampia tuloksia.

**Tulos**

Tutkin, siksi olen: Virtuaalisen toimittajan suunnittelu inhimillisillä tunteilla

**Esimerkki 2.1626**

K-kertaista ristiinvalidointia käytetään yleisesti SVM:n tehokkuuden arviointiin valituilla hyperparametreilla. Tiedetään, että SVM:n k-kertainen ristiinvalidointi on kallista, koska se edellyttää k SVM:n kouluttamista. Kuitenkin vain vähän on tutkittu h SVM:n uudelleenkäyttöä (h+1) SVM:n kouluttamiseen k-kertaisen ristiinvalidoinnin tehokkuuden parantamiseksi. Tässä artikkelissa ehdotetaan kolmea algoritmia, jotka käyttävät h SVM:ää uudelleen (h + 1) SVM:n kouluttamisen tehokkuuden parantamiseksi. Keskeinen ajatuksemme on tunnistaa tukivektorit tehokkaasti ja arvioida tarkasti niihin liittyvät seuraavan SVM:n painot (joita kutsutaan myös alfa-arvoiksi) käyttämällä edellistä SVM:ää. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että algoritmimme ovat useita kertoja nopeampia kuin k-kertainen ristiinvalidointi, jossa ei käytetä aiemmin koulutettua SVM:ää. Lisäksi algoritmimme tuottavat samat tulokset (ja siten saman tarkkuuden) kuin k-kertainen ristiinvalidointi, jossa ei käytetä aiemmin koulutettua SVM:ää.

**Tulos**

SVM:n k-kertaisen ristiinvalidoinnin tehokkuuden parantaminen Alpha-kylvön avulla

**Esimerkki 2.1627**

Painotettu maksimaalisen tyydyttävyyden ongelma (painotettu MAX-SAT) on NP-vaikea ongelma, jolla on lukuisia sovelluksia tekoälyssä. Tehokkaana työkaluna heuristiikkasuunnittelussa selkärankaa on sovellettu heuristiikkasuunnitteluun monille NP-vaikeille ongelmille. Tässä artikkelissa tutkittiin selkärangan hakemisen laskennallista monimutkaisuutta painotetussa MAX-SAT:ssa ja kehitettiin uusi algoritmi tämän ongelman ratkaisemiseksi. Osoitimme, että täydellisen selkärangan hakeminen on hankalaa olettaen, että NP P  . Lisäksi on hankalaa hakea myös kiinteä osa selkärangasta. Sitten esittelimme selkärangan ohjatun paikallisen haun (BGLS) Walksat-operaattorilla painotetulle MAX-SAT:lle. BGLS koostuu kahdesta vaiheesta: ensimmäinen vaihe ottaa näytteitä selkärangan tiedoista paikallisista optimeista ja selkärangan vaihe suorittaa paikallishakua selkärangan ohjaamana. Laajat kokeelliset tulokset vertailuarvosta osoittivat, että BGLS päihittää nykyiset heuristiikat sekä ratkaisun laadussa että ajoajassa.

**Tulos**

Selkärangan approksimointi painotetussa maksimaalisen tyydytettävyyden ongelmassa

**Esimerkki 2.1628**

Nykyaikaisissa luokitusongelmissa on usein lievästä vakavaan epätasapainoon ja luokitusominaisuuksiin liittyviä erityisvaatimuksia, ja niissä on optimoitava suorituskykymittareita, jotka eivät ole hajotettavissa tietokokonaisuuksiin, kuten F-mitta. Tällaiset mittarit ovat herättäneet paljon kiinnostusta ja asettavat erityisiä haasteita oppimisalgoritmeille, koska niiden ei-additiivinen luonne estää hyvin tutkittujen laajamittaisten optimointimenetelmien, kuten stokastisen gradienttilaskun, suoran soveltamisen. Tässä artikkelissa osoitamme, että kahdelle suurelle suorituskykymittariperheelle, jotka voidaan ilmaista todellisten positiivisten/negatiivisten prosenttien funktioina, on todellakin mahdollista toteuttaa pistemäisiä stokastisia päivityksiä. Tarkastelemamme perheet ovat TPR:n ja TNR:n koveria ja pseudolineaarisia funktioita, jotka kattavat useita yleisesti käytettyjä suorituskykymittareita, kuten F-mitta, G-keskiarvo ja H-keskiarvo. Keskeinen panoksemme on näiden perheiden mukautuva linearisointijärjestelmä, jonka avulla kehitämme optimointitekniikoita, jotka mahdollistavat todella pistepohjaiset stokastiset päivitykset. Koverille suorituskykymittareille ehdotamme SPADEa, stokastista primääriduaaliratkaisua, ja pseudolinjaisille mittareille ehdotamme STAMPia, stokastista vaihtoehtoista maksimointimenettelyä. Molemmilla menetelmillä on selkeä konvergenssitakuu, ne ovat huomattavasti nopeampia kuin nykyiset menetelmät, usein suuruusluokkaa tai enemmän, ja ne antavat samanlaisia tai tarkempia ennusteita testidatassa.

**Tulos**

Ei hajoavien suorituskykymittareiden optimointi: Kahden luokan tarina

**Esimerkki 2.1629**

Tietojen yhdistäminen on edistynyt tutkimusalue, joka voi auttaa päätöksentekijöitä parantamaan päätöksiään. Tämän artikkelin tavoitteena on suunnitella uusi monikerroksinen kehys, joka voi tukea päätöksentekoprosessia saatujen uskomusten perusteella käyttämällä informaatiofuusiota. Koska ei ole helppo tehtävä ylittää kuilua tiettyjen hypoteesien laskettujen uskomusten ja päätösten välillä, ehdotettu kehys koostuu seuraavista kerroksista, jotta saadaan aikaan sopiva arkkitehtuuri (järjestetty alhaalta ylöspäin): 1. Kerros, jossa yhdistetään perususkomuksia käyttäen tiedon fuusiointimenetelmää. Tällaisessa lähestymistavassa hyödynnetään Dezert-Smarandache-teoriaa (DSmT) ja suhteellista konfliktin uudelleenjakoa realistisempien lopullisten uskomusten tuottamiseksi. 2. Kerros, jolla lasketaan peruslausumien pignistinen todennäköisyys vastaavista lopullisista uskomuksista. 3. Kerros todennäköisyyspohjaisen päättelyn suorittamiseen Bayes-verkon avulla, jolla voidaan saada proposition todennäköinen syy sen pignistisestä todennäköisyydestä. 4. Järjestelmän päätösten asettamista paremmuusjärjestykseen käytetään viime kädessä päätöksenteon tukena. Konseptin todistamiseksi on suoritettu tapaustutkimus eri toimintaolosuhteissa, minkä lisäksi on todettu, että: 1. DSmT:n käyttö tiedon fuusioinnissa tuottaa paitsi realistisempia uskomuksia myös luotettavia pignistisiä todennäköisyyksiä taustalla oleville lauseille. 2. Pignististen todennäköisyyksien hyödyntäminen tietofuusion integroimiseksi Bayes-verkkoon tarjoaa todennäköisyyspohjaista päättelyä ja mahdollistaa päätöksenteon sekä uskomuksiin perustuvien todennäköisyyksien perusteella taustalla oleville propositioille että Bayes-pohjaisten todennäköisyyksien perusteella vastaaville syille. Vol. 8, No. 28, July 2013, 1237-1250.

**Tulos**

Puitteiden suunnittelu päätöksenteon helpottamiseksi tietojen yhdistämisen avulla

**Esimerkki 2.1630**

Mined Semantic Analysis (MSA) on uusi käsiteavaruusmalli, jossa käytetään valvomatonta oppimista tekstin semanttisten esitysten tuottamiseen. MSA edustaa tekstirakenteita (termejä, lauseita, asiakirjoja) käsiteavaruuden pussina, jossa käsitteet johdetaan käsiterikkaista tietosanakirjakorpuksista. Perinteiset käsiteavaruusmallit hyödyntävät käsiteavaruuden rakentamisessa vain kohdekorpuksen sisältöä. MSA paljastaa vaihtoehtoisesti käsitteiden välisiä implisiittisiä suhteita etsimällä niiden assosiaatioita (esim. louhimalla Wikipedian "Katso myös" -linkkigraafia). Arvioimme MSA:n suorituskykyä vertailuaineistoissa, joilla mitataan leksikaalista semanttista sukulaisuutta. Empiiriset tulokset osoittavat, että MSA:n suorituskyky on kilpailukykyinen verrattuna aiempiin uusimpiin menetelmiin. Lisäksi esittelemme ensimmäisen analyyttisen tutkimuksen, jossa tarkastellaan eri semanttisen sukulaisuuden menetelmien raportoimien tulosten tilastollista merkitystä. Tutkimuksemme osoittaa, että parhaiden menetelmien tulosten vivahteet voivat olla tilastollisesti merkityksettömiä. Tutkimuksen mukaan MSA on yksi uusimmista menetelmistä semanttisen sukulaisuuden mittaamisessa.

**Tulos**

Semanttisen yhteenkuuluvuuden mittaaminen kaivetun semanttisen analyysin avulla

**Esimerkki 2.1631**

Jokaisella tutkimusalalla on useita sovellusalueita, joilla käytetään rutiininomaisesti erilaisia tekniikoita ongelmien ratkaisemiseen. Tutkimusmäärän räjähdysmäisen kasvun myötä on tullut vaikeaksi pitää kirjaa jatkuvasti kasvavasta sovellusalueiden määrästä ja niihin liittyvistä ongelmanratkaisutekniikoista. Tässä asiakirjassa tarkastelemme laskennallisen kielitieteen alaa ja esittelemme uudenlaisen tiedonlouhintajärjestelmän, joka muodostaa automaattisesti kokoelman kaikista tämän alan sovellusalueista ja yhdistää ne asianmukaisesti vastaaviin ongelmanratkaisutekniikoihin. Lisäksi luokittelemme yksittäiset tutkimusartikkelit niiden sovellusalueen ja artikkelissa ehdotettujen/käytettyjen tekniikoiden perusteella. Sovellusalueiden poimimiseen käytetään k-grammiin perustuvaa diskonttausmenetelmää yhdessä käsinkirjoitettujen sääntöjen ja bootstrapped pattern learning -oppimisen kanssa. Tämän jälkeen ehdotetaan kielen mallintamismenetelmää kunkin artikkelin luonnehtimiseksi sen sovellusalueen perusteella. Vastaavasti ongelmanratkaisutekniikoiden poimimisessa käytetään säännöllisiä lausekkeita ja korkean pistemäärän omaavia substantiivilausekkeita. Ehdotamme ahnetta lähestymistapaa kunkin artikkelin luonnehtimiseksi tekniikoiden perusteella. Lopuksi esitämme taulukon, jossa esitetään yleisimmät tekniikat, jotka on otettu käyttöön tietyllä sovellusalueella. Lopuksi ehdotamme kolmea käyttötapausta, joissa esitetään laaja ajallinen analyysi tekniikoiden ja sovellusalueiden käytöstä.

**Tulos**

Mitä tekniikoita sovelluksesi käyttää? Tieteellisiä artikkeleita koskeva tiedonlouhintakehys

**Esimerkki 2.1632**

Poisjättö ja muut ominaisuuksien häivytysjärjestelmät estävät ylisovittamisen häiritsemällä harjoitusdataa keinotekoisesti. Yleistetyissä lineaarisissa malleissa dropout suorittaa eräänlaisen<lb>adaptiivisen regularisoinnin. Tätä näkökulmaa käyttäen osoitamme, että dropout-säännöstely<lb>suunnittelija vastaa ensimmäisen kertaluvun L2-säännöstelyä, jota sovelletaan sen jälkeen, kun piirteet on skaalattu<lb> Fisherin käänteisdiagonaalisen informaatiomatriisin estimaatilla. Luomme myös<lb>yhteyden AdaGradiin, online-oppimisalgoritmiin, ja havaitsemme, että AdaGradin läheinen sukulainen<lb>toimii ratkaisemalla toistuvasti lineaarisia dropout-säännösteltyjä prob-<lb>lemsejä. Heittämällä dropout regularisaatioksi kehitämme luonnollisen puolivalvotun<lb>algoritmin, joka käyttää merkitsemätöntä dataa paremman adaptiivisen regularisaattorin luomiseen. Sovellamme tätä ideaa dokumenttien luokittelutehtäviin ja osoitamme, että se parantaa johdonmukaisesti dropout-koulutuksen suorituskykyä ja parantaa huipputason tuloksia<lb>IMDB:n arvostelutietokannassa.

**Tulos**

Pudotuskoulutus mukautuvana säännönmukaistamisena

**Esimerkki 2.1633**

Tässä asiakirjassa esitellään ajatus tietokoneälyn soveltamisesta lautapelien, erityisesti sokkeloiden, luomisprosessissa. Ehdotettua ideaa on tutkittu kahden eri algoritmin osalta. Kokeiden tulokset esitetään ja niistä keskustellaan, jotta voidaan esittää edut ja haitat. Avainsanat: Tietokoneäly, heuristinen algoritmi.

**Tulos**

Pystyykö parviäly luomaan sokkeloita?

**Esimerkki 2.1634**

Collaborative ltering on tehokas suositustekniikka, jossa yksilön mieltymykset voidaan mahdollisesti ennustaa muiden jäsenten mieltymysten perusteella. Varhaiset algoritmit nojasivat usein preferenssitietojen vahvaan paikallisuuteen, eli riittää, että käyttäjän mieltymys tiettyyn tuotteeseen voidaan ennustaa pienen osajoukon perusteella, joka koostuu muista käyttäjistä, joilla on samanlainen maku, tai muista tuotteista, joilla on samanlaisia ominaisuuksia. Viime aikoina yhtä kilpailukykyisiksi ovat osoittautuneet ulottuvuuden pienentämistekniikat, jotka perustuvat paikallisuuden sijasta yhteisesiintymismalleihin. Tässä artikkelissa tutkitaan ja laajennetaan Boltzmannin koneena tunnettua todennäköisyysmallia yhteistoiminnallisia litterointitehtäviä varten. Se integroi saumattomasti sekä samankaltaisuuden että yhteisesiintyvyyden periaatteellisella tavalla. Erityisesti tutkitaan parametrointivaihtoehtoja, joilla voidaan käsitellä preferenssien ordinaalista luonnetta, ja ehdotetaan sekä käyttäjä- että kohdepohjaisten prosessien yhteistä mallintamista. Kokeilut kohtuullisen ja suuren mittakaavan elokuvasuosituksista osoittavat, että kehyksemme kilpailee nykyisten tunnettujen menetelmien kanssa.

**Tulos**

Ordinal Boltzmann Machines for Collaborative Filtering (Ordinaaliset Boltzmannin koneet yhteistoiminnallista suodatusta varten)

**Esimerkki 2.1635**

Lukuisat kokeelliset tiedot osoittavat, että tukivektorikone (SVM) -algoritmilla on ilmeisen suuria etuja tekstiluokittelussa, käsialan tunnistuksessa, kuvien luokittelussa, bioinformatiikassa ja joillakin muilla aloilla. SVM:n optimointi riippuu jossain määrin sen ydinfunktiosta ja Slack-muuttujasta, joiden määräävä tekijä on sen parametrit δ ja c luokittelufunktiossa. Toisin sanoen SVM-algoritmin optimoimiseksi näiden kahden parametrin optimoinnilla on valtava merkitys. Ant Colony Optimization (ACO) on optimointialgoritmi, joka simuloi muurahaisia löytääkseen optimaalisen polun. Saatavilla olevassa kirjallisuudessa sekoitamme ACO-algoritmin ja rinnakkaisalgoritmin yhteen löytääksemme hyvin parametrit. Avainsana: SVM, parametrit, ACO, OpenCL, Parallel I. TUKIVEKTORILUOKITUS JA PARAMETRIT SVM perustuu rakenteellisen riskin minimoinnin periaatteeseen, jossa käytetään rajoitettuja harjoitusnäytteitä päätösfunktion korkeamman yleistämiskyvyn saavuttamiseksi. Oletetaan näytejoukko (xi, yi) , jossa i = 1, 2...N tarkoittaa harjoitusnäytteiden lukumäärää, x∈R tarkoittaa näytteen ominaisuuksia, y ∈ {+1,-1} tarkoittaa näytteen luokittelua. SVM-luokitusfunktio: y = ωx+ b (ω tarkoittaa painovektoria, b tarkoittaa asetelmaa).

**Tulos**

Rinnakkainen tapa valita SVM:n parametrit muurahaisoptimointialgoritmiin perustuen

**Esimerkki 2.1636**

Suosittu lähestymistapa aihepiirien mallintamiseen on korpuksen n-grammien erottaminen semanttisiksi teemoiksi. Teeman sisältämien n-grammien joukko edustaa taustalla olevaa aihetta, mutta useimmat aiheen mallintamiseen käytetyt lähestymistavat eivät pysty merkitsemään näitä sanajoukkoja yhdellä n-grammilla. Tällaiset merkinnät ovat hyödyllisiä aiheen tunnistamisessa tiivistelmäjärjestelmissä. Tässä artikkelissa esitellään uusi lähestymistapa yksittäisen aiheen muodostavan n-grammien ryhmän merkitsemiseen. Lähestymistavassa täydennetään nykyisiä aihepiirijakaumia sanoille tunnetulla jakaumalla, joka perustuu ennalta määritettyyn aihepiirijoukkoon. Tämä tehdään integroimalla olemassa olevat merkityt tietolähteet, jotka edustavat tunnettuja potentiaalisia aiheita, probabilistiseen aihepiirimalliin. Nämä tietolähteet muunnetaan jakaumaksi, ja niitä käytetään sanojen yli luodun Dirichlet-jakauman hyperparametrien asettamiseen. Päättelyssä nämä muunnetut jakaumat ohjaavat latenttien aiheiden konvergenssia täydentävien jakaumien mukaiseksi. Tällä lähestymistavalla varmistetaan, että aiheiden päättelyprosessi on johdonmukainen olemassa olevan tiedon kanssa. Täydentävistä tietolähteistä saadut merkintöjen osoitukset siirretään sitten korpuksen latentteihin aiheisiin. Tulokset osoittavat, että aiheille on annettu tarkat merkinnät ja että aiheiden generointi on parempi kuin latentin Dirichlet-allokaation (LDA) eri merkintämenetelmien avulla saadut tulokset, kun niitä verrataan pisteenmukaisen keskinäisen informaation (PMI) arvioinnilla.

**Tulos**

Lähde-LDA: Probabilististen aihepiirimallien parantaminen käyttämällä aiempia tietolähteitä

**Esimerkki 2.1637**

Verkon tunkeutumisen havaitsemisjärjestelmät (NIDS) valvovat verkkoa ja pyrkivät erottamaan verkon haitallisen toiminnan hyvänlaatuisesta toiminnasta. Vaikka monenlaisia lähestymistapoja on käytetty vaihtelevalla menestyksellä, useimmat IDS-järjestelmät perustuvat siihen, että niillä on pääsy tietokantaan, joka sisältää tunnettuja hyökkäyssignaattoreita, jotka tietoturva-asiantuntijat ovat kirjoittaneet. Nykyään vääriin positiivisiin hälytyksiin liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi käytetään korrelaatioalgoritmeja, joilla IDS-hälytysten sekvensseihin lisätään lisärakennetta. Tällaiset tekniikat eivät kuitenkaan auta uusien hyökkäysten tai tunnettujen hyökkäysten muunnelmien löytämisessä, mihin ihmisen immuunijärjestelmä pystyy omalla erikoistuneella alallaan. Tässä asiakirjassa esitellään uusi immuunialgoritmi, jota sovelletaan tunkeutumisen havaitsemisongelmaan. Tavoitteena on löytää paketteja, jotka sisältävät uusia muunnelmia hyökkäyksistä, jotka sisältyvät olemassa olevaan allekirjoituskantaan.

**Tulos**

Sisäsyntyisen ja adaptiivisen immuniteetin integrointi tunkeutumisen havaitsemiseksi

**Esimerkki 2.1638**

Latenttipuuanalyysillä pyritään mallintamaan satunnaismuuttujien joukon välisiä korrelaatioita latenttien muuttujien puun avulla. Sitä ehdotettiin parannukseksi latenttiluokka-analyysiin, jota käytetään laajalti yhteiskuntatieteissä ja lääketieteessä homogeenisten alaryhmien tunnistamiseen populaatiossa. Se tarjoaa uusia ja hedelmällisiä näkökulmia useille koneoppimisen alueille, kuten klusterianalyysiin, aiheiden havaitsemiseen ja syvään todennäköisyysmallinnukseen. Tässä artikkelissa luodaan katsaus latenttipuuanalyysin tutkimukseen ja sen eri käyttötapoihin käytännössä. Suuri osa koneoppimisesta on muuttujien välisten korrelaatioiden mallintamista ja hyödyntämistä. Luokittelussa tehtävänä on luoda attribuuttien ja luokkamuuttujien välisiä suhteita, jotta näkymätön data voidaan luokitella tarkasti. Bayes-verkoissa muuttujien väliset riippuvuudet esitetään suunnattuina asyklisinä graafeina, ja graafeja käytetään helpottamaan tehokasta todennäköisyyspohjaista päättelyä. Teemamalleissa sanojen yhteisesiintymiset otetaan huomioon olettamalla, että kaikki sanat generoidaan todennäköisyyteen perustuvalla tavalla samasta joukosta aiheita, ja generointiprosessi palautetaan tilastollisen päättelyn avulla aiheiden määrittämiseksi. Syvissä uskomusverkoissa havaittujen yksiköiden välisiä korrelaatioita mallinnetaan käyttämällä useita piilotettujen yksiköiden tasoja, ja ylimmän tason piilotettuja yksiköitä käytetään datan esityksenä jatkoanalyysiä varten. Latentti puuanalyysi (LTA) pyrkii mallintamaan havaittujen muuttujien välisiä korrelaatioita käyttämällä puumallia, jota kutsutaan latentiksi puumalliksi (LTM), jossa lehtisolmut edustavat havaittuja muuttujia ja sisäiset solmut latentteja muuttujia. kahden havaitun muuttujan välinen riippuvuus selitetään niiden välisellä polulla. Yksinkertaisuudestaan huolimatta LTM-mallit käsittävät kaksi akateemisessa tutkimuksessa laajalti käytettyä malliluokkaa. Ensimmäinen on latenttiluokkamallit (Latent Class Model, LCM) (Lazarsfeld ja Henry, 1968; Knott ja Bartholomew, 1999), jotka ovat LTM-malleja, joissa on yksi latentti muuttuja. Niitä käytetään kategoristen tietojen klusterointiin yhteiskuntatieteissä ja lääketieteessä. Toinen luokka on todennäköisyyspohjaiset fylogeneettiset puut (Durbin et al., 1998), jotka ovat työkalu lajijoukon evoluutiohistorian määrittämiseen. Fylogeneettiset puut ovat erityisiä LTM:iä, joissa mallirakenteet ovat binäärisiä (haarautuvia) puita ja kaikki Copyright c © 2017, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. muuttujilla on sama määrä mahdollisia tiloja. LTA tarjoaa myös uusia ja hedelmällisiä näkökulmia useille koneoppimisen alueille. Yksi alue on klusterianalyysi. Tässä käytetään yleisesti LCM:n kaltaisia äärellisiä seosmalleja. Äärellisessä seosmallissa on yksi latentti muuttuja, ja näin ollen se antaa yhden pehmeän osion datasta. LTM-mallissa on tyypillisesti useita latentteja muuttujia, ja näin ollen LTA antaa useita pehmeitä osioita datasta samanaikaisesti. Toisin sanoen LTA suorittaa moniulotteisen klusteroinnin (Chen et al., 2012; Liu et al., 2013). Se on mielenkiintoista, koska monimutkaisilla tiedoilla on yleensä useita puolia ja ne voidaan mielekkäästi klusteroida usealla eri tavalla. Toinen alue on aiheiden havaitseminen. Soveltamalla LTA:ta tekstidataan voimme jakaa asiakirjakokoelman useilla eri tavoilla. Osioissa olevat asiakirjaklusterit voidaan tulkita aiheiksi. Lisäksi on mahdollista oppia hierarkkisia LTM:iä, joissa latentit muuttujat on järjestetty useisiin kerroksiin. Tämä johtaa vaihtoehtoiseen menetelmään hierarkkiseen aiheiden havaitsemiseen (Liu, Zhang ja Chen, 2014; Chen et al., 2016a), jonka on osoitettu löytävän mielekkäämpiä aiheita ja aihehierarkioita kuin latenttiin Dirichlet-allokaatioon perustuva state-of-the-art-menetelmä (Paisley et al., 2015). Kolmas alue on syvä todennäköisyysmallinnus. Hierarkkinen LTM ja syvä uskomusverkko (deep belief network, DBN) (Hinton, Osindero ja Teh, 2006) ovat samankaltaisia siinä mielessä, että ne molemmat koostuvat useista muuttujien kerroksista, joiden alareunassa on havaintokerros ja sen päällä useita piilotettujen yksiköiden kerroksia. Erona on se, että DBN:ssä vierekkäisten kerrosten yksiköt ovat täysin kytkettyjä, kun taas HLTM on puurakenteinen. Olisi mielenkiintoista tutkia näiden kahden ääripään välimaastoa ja kehittää algoritmeja niin sanottujen harvojen DBN:ien oppimiseen. Rakenteiden oppiminen syvämalleille on mielenkiintoinen avoin ongelma. LTA:n laajentaminen voisi tarjota yhden ratkaisun (Chen et al., 2016b). Latenttipuumallien käsite esiteltiin (Zhang, 2002, 2004), jossa niitä kutsuttiin hierarkkisiksi latenttiluokkamalleiksi. Termi "latenttipuumallit" esiintyi ensimmäisen kerran (Zhang et al., 2008; Wang, Zhang ja Chen, 2008). Mourad et al. (2013) kartoitti yksityiskohtaisesti latenttipuumalleja koskevaa tutkimusta vuoteen 2012 mennessä. Tässä artikkelissa esitetään tiivis katsaus menetelmään. Selostukset ovat käsitteellisempiä ja vähemmän teknisiä kuin (Mourad et al., 2013). Myös vuoden 2012 jälkeinen kehitys on otettu mukaan. ar X iv :1 61 0. 00 08 5v 1 [ cs .L G ] 1 O ct 2 01 6

**Tulos**

Latenttipuuanalyysi

**Esimerkki 2.1639**

Tekoälyn (AI) edistysaskeleet tulevat muuttamaan nykyajan elämää muokkaamalla liikennettä, terveydenhuoltoa, tiedettä, taloutta ja armeijaa [1, 2, 3]. Jotta voimme mukauttaa julkista politiikkaa, meidän on ennakoitava näitä edistysaskeleita paremmin [4, 5]. Tässä raportoimme tulokset laajasta koneoppimisen tutkijoiden keskuudessa tehdystä kyselystä, joka koski heidän uskomuksiaan tekoälyn edistymisestä. Tutkijat ennustavat tekoälyn päihittävän ihmisen monissa toiminnoissa seuraavan kymmenen vuoden aikana, kuten kielten kääntämisessä (vuoteen 2024 mennessä), lukioesseiden kirjoittamisessa (vuoteen 2026 mennessä), kuorma-auton kuljettamisessa (vuoteen 2027 mennessä), vähittäiskaupassa työskentelyssä (vuoteen 2031 mennessä), bestseller-kirjan kirjoittamisessa (vuoteen 2049 mennessä) ja kirurgina työskentelyssä (vuoteen 2053 mennessä). Tutkijat uskovat, että on 50 prosentin todennäköisyys sille, että tekoäly päihittää ihmisen kaikissa tehtävissä 45 vuoden kuluessa ja automatisoi kaikki ihmisen työpaikat 120 vuoden kuluessa, ja aasialaiset vastaajat odottavat näitä päivämääriä paljon aikaisemmin kuin pohjoisamerikkalaiset. Nämä tulokset antavat tutkijoille ja poliittisille päättäjille tietoa tekoälyn kehityssuuntausten ennakoinnista ja hallinnasta.

**Tulos**

Milloin tekoäly ylittää ihmisen suorituskyvyn? Todisteita tekoälyasiantuntijoilta

**Esimerkki 2.1640**

Skip-thought-malli on osoittautunut tehokkaaksi lauseiden esitysten oppimisessa ja lauseiden semantiikan tallentamisessa. Tässä artikkelissa ehdotamme joukko tekniikoita sen trimmaamiseksi ja parantamiseksi. Ensinnäkin validoimme hypoteesin, jonka mukaan nykyisen lauseen perusteella edellisen ja seuraavan lauseen päätteleminen tarjoavat samanlaisen valvontatehon, minkä vuoksi vain yksi dekooderi seuraavan lauseen ennustamista varten säilytetään karsitussa skip-thought-mallissamme. Toiseksi esittelemme koodaajan ja dekoodaajan välisen kytkentäkerroksen, jonka avulla malli voi yleistää paremmin semanttista sukulaisuutta koskevia tehtäviä. Kolmanneksi havaitsimme, että hyvä sanojen upottamisen alustaminen on myös olennaisen tärkeää parempien lause-esitysten oppimiselle. Koulutamme malliamme valvomattomasti suurella korpuksella, jossa on yhtenäisiä lauseita, ja arvioimme sitten koulutettua mallia seitsemässä valvotussa tehtävässä, joihin kuuluvat semanttisen sukulaisuuden, parafraasien havaitsemisen ja tekstiluokittelun vertailutehtävät. Osoitamme empiirisesti, että ehdotettu malli on nopeampi, kevyempi ja yhtä tehokas vaihtoehto kuin alkuperäinen ohitusajatusmalli.

**Tulos**

Ohitusajatusvektoreiden leikkaaminen ja parantaminen

**Esimerkki 2.1641**

Vaikka CSP (constraint satisfaction problem, rajoitusten tyydyttämisongelma) on NP-täydellinen, jopa silloin, kun kaikki rajoitukset ovat binäärisiä, tietyt tapausten luokat ovat käsiteltävissä. Tutkimme tapausten luokkia, jotka on määritelty jättämällä osaongelmat pois. Tämä lähestymistapa on hiljattain johtanut uudenlaisten käsiteltävien luokkien löytämiseen. Kaikkien sellaisten jäljitettävien luokkien täydellinen kuvaaminen, jotka on määritelty kieltämällä kuvioita (jossa kuvio on yksinkertaisesti osaongelmien joukon kompakti esitys), on haastava ongelma. Osoitamme kahtiajakautuneisuuden tapauksissa, joissa kielletyt kuviot koostuvat joko yhdestä tai kahdesta rajoituksesta. Tämän ansiosta olemme löytäneet uusia helposti lähestyttäviä luokkia, joihin kuuluu esimerkiksi 2SAT:n uusi yleistys.

**Tulos**

Kaksijakoisuus kahden rajoituksen kielletyille CSP-kuvioille

**Esimerkki 2.1642**

Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta arkkitehtuuria ja oppimisalgoritmeja moniulotteiselle hybridi-kaskadihermoverkolle, jossa neuronipoolin optimointi kussakin kaskadissa on mahdollista. Ehdotettu järjestelmä eroaa tunnetuista kaskadijärjestelmistä siinä, että se pystyy käsittelemään moniulotteisia aikasarjoja online-tilassa, mikä mahdollistaa epästationaaristen stokastisten ja kaoottisten signaalien käsittelyn vaaditulla tarkkuudella. Perinteisiin analogeihin verrattuna ehdotettu järjestelmä on laskennallisesti yksinkertainen ja sillä on sekä seuranta- että suodatusominaisuudet.

**Tulos**

Moniulotteinen kaskadimuotoinen neuro-fuzzy-järjestelmä, jossa neuronipoolin optimointi jokaisessa kaskadissa on mahdollista.

**Esimerkki 2.1643**

Osana älykkäitä kaupunkeja koskevia aloitteita kansalliset, alueelliset ja paikalliset hallintoelimet kaikkialla maailmassa ovat saaneet toimeksiannon olla avoimempia sen suhteen, miten ne jakavat tietojaan. Tämän toimeksiannon mukaisesti monet näistä hallituksista julkaisevat tietoja avoimen julkisen hallinnon datan sateenvarjon alla, johon kuuluu myös mittaustietoja kaupunkien laajuisista sensoriverkoista. Lisäksi monet näistä tiedoista julkaistaan niin sanotuissa tietoportaaleissa asiakirjoina, jotka voivat olla taulukkolaskentataulukoita, CSV-tiedostoja (comma-separated value) tai PDF- tai Word-asiakirjoja. Näiden asiakirjojen jakaminen voi olla tiedon tarjoajalle kätevä tapa välittää ja julkaista tietoja, mutta se ei ole ihanteellinen tapa tietojen kuluttajille käyttää tietoja uudelleen. Tietojen uudelleenkäyttöön liittyvät ongelmat voivat vaihdella esimerkiksi vaikeuksista avata asiakirja, joka on toimitettu muussa kuin pelkkää tekstiä sisältävässä muodossa, varsinaiseen ongelmaan, joka liittyy kunkin asiakirjan sisältämän tiedon merkityksen ymmärtämiseen. Ehdotuksessamme puututaan näihin haasteisiin tunnistamalla metatiedot, joita on pidetty mittaustietojen kannalta merkityksellisinä, ja tarjoamalla näille metatiedoille skeema. Lisäksi hyödynnämme HASNetO-ontologiaa (Human-Aware Sensor Network Ontology) rakentaaksemme arkkitehtuurin kaupunkiympäristössä kerättyä tietoa varten. Keskustelemme HASNetO:n ja sitä tukevan infrastruktuurin käytöstä sekä tietojen että metatietojen hallinnassa Fortalezan kaupungin, suuren brasilialaisen suurkaupunkialueen, tukemiseksi.

**Tulos**

Kontekstitietojen keruu älykkäitä kaupunkeja varten

**Esimerkki 2.1644**

Markovin ketjujen Monte Carlo -menetelmissä yksi suurimmista eroista teorian ja järjestelmän välillä on skannausjärjestys - vaikka suurin osa sekoitusaika-analyysin teoreettisesta kehityksestä käsittelee satunnaispäivityksiä, reaalimaailman järjestelmät on toteutettu systemaattisilla skannausjärjestyksillä. Kuromme tämän kuilun umpeen sellaisten mallien osalta, joilla on kaksiosainen rakenne, mukaan lukien erityisesti rajoitettu/syvä Boltzmann-kone. Näiden mallien käytännön toteutus skannaa muuttujia kerroksittain. Osoitamme, että Gibbsin näytteenottimen, jossa skannausjärjestys on kerroksittain vuorotteleva, relaksaatioaika (epookkeina) ei ole suurempi kuin satunnaispäivityksellä varustetun Gibbsin näytteenottimen (muuttujien päivityksinä). Rakennamme myös esimerkkejä osoittaaksemme, että tämä raja on asymptoottisesti tiukka. Standardien epäyhtäläisyyksien avulla tuloksestamme seuraa myös sekoitusaikoja koskeva vertailu.

**Tulos**

KERROKSITTAINEN SYSTEMAATTINEN SKANNAUS: SYVÄT BOLTZMANNIN KONEET JA MUUTKIN LAITTEET

**Esimerkki 2.1645**

Arvioimme elokuviin ja dokumenttielokuviin sovellettavien yleisten tekstin tiivistämisalgoritmien suorituskykyä käyttämällä uutisartikkeleista otettuja otteita, jotka on tuotettu ekstraktiivisen tiivistämisen vertailumalleilla. Käytämme kolmea tietokokonaisuutta: (i) uutisartikkelit, (ii) elokuvien käsikirjoitukset ja tekstitykset ja (iii) dokumenttien tekstitykset. Tuotettuja tiivistelmiä verrataan uutisten tiivistelmiin, juonitiivistelmiin ja tiivistelmiin tavanomaisilla ROUGE-mittareilla. Osoitamme, että parhaiten toimivat algoritmit ovat LSA uutisartikkeleille ja dokumenttielokuville ja LexRank ja Support Sets elokuville. Elokuvien ja dokumenttien erilaisesta luonteesta huolimatta niiden suhteellinen käyttäytyminen vastaa uutisartikkeleiden osalta saatuja tuloksia. c © 2016 Elsevier Ltd. Kaikki oikeudet pidätetään.

**Tulos**

Elokuvien ja dokumenttielokuvien tiivistäminen tekstitysten ja käsikirjoitusten perusteella

**Esimerkki 2.1646**

Segmentointi, jota pidetään osioiden yhdistämisenä kuvaan, on vaikea tehtävä. Se voidaan jakaa kahteen vaiheeseen: ensin luodaan ja järjestetään sarjaan sisäkkäisiä osioita (tai hierarkiaa) liittyvien ääriviivojen perhe, minkä jälkeen asiaankuuluvat ääriviivat poimitaan. Karkeampi osio saadaan yhdistämällä vierekkäisiä alueita hienommasta osiosta. Tämän jälkeen ääriviivan vahvuus mitataan sen mukaan, millä hierarkiatasolla sen kaksi vierekkäistä aluetta yhdistyvät. Esittelemme automaattisen segmentointistrategian, jossa käytetään monenlaisia stokastisia vedenjakajahierarkioita. Lähestymistapamme valitsee annetulle joukolle homogeenisia kuvia automaattisesti parhaan hierarkian ja leikkaustason kuvan yksinkertaistamista varten, kun otetaan huomioon arviointipisteet. Kokeelliset tulokset havainnollistavat lähestymistapamme edut useilla tosielämän kuvien tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

STOKASTISTEN VALUMA-ALUEHIERARKIOIDEN AUTOMAATTINEN VALINTA

**Esimerkki 2.1647**

Jatkuvia toimintoja sisältävät online-mallittomat vahvistusoppimismenetelmät (RL) ovat merkittävässä asemassa, kun käsitellään reaalimaailman sovelluksia, kuten robotiikkaa. Kun nämä menetelmät joutuvat kohtaamaan epästationäärisiä ympäristöjä, ne perustuvat kuitenkin ratkaisevasti tutkimus- ja hyödyntämisvaihtoehtoon, jota harvoin mukautetaan dynaamisesti ja automaattisesti ympäristön muutoksiin. Tässä ehdotetaan aktiivista etsintäalgoritmia RL:lle strukturoidussa (parametrisoidussa) jatkuvassa toimintaavaruudessa. Tämä kehys käsittelee joukkoa diskreettejä toimintoja, joista jokainen on parametrisoitu jatkuvilla muuttujilla. Diskreettiä etsintää ohjataan Boltzmannin softmax-funktion avulla, jolla on käänteislämpötilan β parametri. Samanaikaisesti jatkuviin toimintaparametreihin sovelletaan Gaussin eksploraatiota. Sovellamme meta-oppimisalgoritmia, joka perustuu lyhytaikaisten ja pitkäaikaisten palkkioiden juoksevien keskiarvojen vaihteluiden vertailuun, jotta voimme samanaikaisesti virittää β:n ja sen Gaussin jakauman leveyden, josta jatkuvat toimintaparametrit piirretään. Kun tätä algoritmia sovelletaan yksinkertaiseen virtuaaliseen ihmisen ja robotin vuorovaikutustehtävään, osoitamme, että se on parempi kuin jatkuvan parametroidun RL:n algoritmi sekä ilman aktiivista etsintää että Kalman-Q-oppimisalgoritmin mittaamiin epävarmuusvaihteluihin perustuvan aktiivisen etsinnän avulla.

**Tulos**

Aktiivinen etsintä parametrisoidussa vahvistusoppimisessa

**Esimerkki 2.1648**

Esittelemme tapaustutkimuksen tekoälytekniikoista, joita sovelletaan tuotantopainolaitteiden ohjaukseen. Kuten monet muutkin reaalimaailman sovellukset, tämä monimutkainen alue edellyttää nopeaa itsenäistä päätöksentekoa ja vankkaa jatkuvaa toimintaa. Tietojemme mukaan tämä työ on ensimmäinen onnistunut teollinen sovellus sulautetusta toimialariippumattomasta ajallisesta suunnittelusta. Järjestelmämme käsittelee suoritushäiriöitä ja monitavoitteisia preferenssejä. Sen ytimessä on on-line-algoritmi, jossa yhdistyvät tila-avaruussuunnittelun ja osittaisjärjestyksen aikataulutuksen tekniikat. Ehdotamme, että tämä yleinen arkkitehtuuri voi osoittautua hyödylliseksi muissa sovelluksissa, kun älykkäämmät järjestelmät toimivat jatkuvassa on-line-tilassa. Järjestelmäämme on käytetty useiden kaupallisten prototyyppien ohjaamiseen, ja se on mahdollistanut uuden tuotearkkitehtuurin teollisuuskumppanillemme. Verrattaessa uusimpiin off-line-suunnittelijoihin järjestelmämme on satoja kertoja nopeampi ja löytää usein parempia suunnitelmia. Kokemuksemme osoittaa, että heuristiseen hakuun perustuva toimialariippumaton tekoälysuunnittelu voi käsitellä joustavasti aikaa, resursseja, uudelleensuunnittelua ja useita tavoitteita nopeassa käytännön sovelluksessa ilman käsin koodattua ohjaustietoa.

**Tulos**

Online-suunnittelu ja -aikataulutus: Sovellus modulaaristen tulostimien ohjaukseen

**Esimerkki 2.1649**

Tässä artikkelissa tutkimme SPPIM-pohjaista tekstiluokitusmenetelmää, ja kokeilu osoittaa, että SPPIM-menetelmä on yhtä hyvä tai jopa parempi kuin SGNS-menetelmä tekstiluokitustehtävässä kolmessa kansainvälisessä ja vakiotekstiaineistossa, nimittäin 20newsgroups, Reuters52 ja WebKB. SGNS-menetelmään verrattuna SPPMI tarjoaa paremman ratkaisun, mutta se ei välttämättä ole SGNS-menetelmää parempi tekstiluokittelutehtävissä ... Analyysimme perusteella SGNS ottaa huomioon painojen laskennan hajotusprosessin aikana, joten sen suorituskyky on parempi kuin SPPIMin joissakin vakiotietoaineistoissa. Tämän innoittamana ehdotamme SPPIM-malliin perustuvaa WL-SPPIM-semanttista mallia, ja kokeilu osoittaa, että WL-SPPIM-lähestymistavan luokittelu ja skaalautuvuus ovat parempia tekstinluokittelutehtävässä verrattuna LDA-, SGNS- ja SPPIM-lähestymistapoihin.

**Tulos**

WL-SPPIM-semanttinen malli asiakirjojen luokittelua varten

**Esimerkki 2.1650**

Tässä artikkelissa kehitetään malli, joka käsittelee syntaktista sulauttamista koneellista ymmärtämistä varten, joka on luonnollisen kielen ymmärtämisen keskeinen tehtävä. Ehdotettu malli, syntaktisten puiden rakenteellinen sulauttaminen (Structural Embedding of Syntactic Trees, SEST), ottaa lauseen jokaisen sanan, muodostaa syntaktisista jäsennyspuista poimittujen syntaktisten solmujen sarjan ja koodaa sarjan vektoriesitykseksi. Opittu vektori sisällytetään sitten neuraaliseen huomiomalliin, jonka avulla voidaan oppia syntaktisten rakenteiden kartoitus kysymys- ja kontekstiparien välillä. Arvioimme lähestymistapaamme SQuAD-tietokannassa ja osoitamme, että mallimme pystyy tunnistamaan lauseiden syntaktiset rajat tarkasti ja poimimaan vastauksia, jotka ovat syntaktisesti yhtenäisempiä kuin perusmenetelmät.

**Tulos**

Syntaktisten puiden rakenteellinen sulauttaminen koneellista ymmärtämistä varten

**Esimerkki 2.1651**

Viime aikoina rekursiiviset neuroverkot (RNN) tehokkaina sekvenssimalleina ovat nousseet uudelleen esiin mahdollisena akustisena mallina tilastollisessa parametrisessa puhesynteesissä (SPSS). Pitkän lyhytkestoisen muistin (LSTM) arkkitehtuuri on erityisen houkutteleva, koska se ratkaisee tavallisissa RNN-verkoissa esiintyvän häviävän gradientin ongelman, mikä helpottaa niiden kouluttamista. Vaikka viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että LSTM:t voivat saavuttaa SPSS:ssä huomattavasti paremman suorituskyvyn kuin syvät feedforward-neuraaliverkot, tiedetään vain vähän siitä, miksi. Tässä yritämme vastata kahteen kysymykseen: a) miksi LSTM:t toimivat hyvin SPSS:n sekvenssimallina; b) mikä komponentti (esim. input gate, output gate, forget gate) on tärkein. Esitämme visuaalisen analyysin sekä useita kokeita, joiden tuloksena on ehdotus yksinkertaistetuksi arkkitehtuuriksi. Yksinkertaistetussa arkkitehtuurissa on huomattavasti vähemmän parametreja kuin LSTM:ssä, mikä vähentää sukupolven monimutkaisuutta huomattavasti laadun heikkenemättä.

**Tulos**

TUTKITAAN PORTTIKYTKENTÄISIÄ REKURSIIVISIA VERKKOJA PUHESYNTEESIÄ VARTEN

**Esimerkki 2.1652**

Ehdotamme satunnaistettua pienimmän neliösumman arvojen iterointia (RLSVI) - uutta vahvistusoppimisalgoritmia, joka on suunniteltu tutkimaan ja yleistämään tehokkaasti lineaarisesti parametrisoitujen arvofunktioiden avulla. Selitämme, miksi Boltzmann- tai -greedy-etsintää käyttävät versiot pienimmän neliösumman arvoitsemisestä voivat olla erittäin tehottomia, ja esitämme laskennallisia tuloksia, jotka osoittavat RLSVI:n tehokkuuden dramaattisen kasvun. Lisäksi asetamme RLSVI:n odotetulle katumukselle ylärajan, joka osoittaa, että se on lähes optimaalinen tabula rasa -oppimisen yhteydessä. Tuloksemme viittaavat laajemmin siihen, että satunnaistetut arvofunktiot tarjoavat lupaavan lähestymistavan vahvistusoppimisen kriittiseen haasteeseen: tehokkaan etsinnän ja tehokkaan yleistämisen yhdistämiseen.

**Tulos**

Yleistäminen ja tutkiminen satunnaistettujen arvofunktioiden avulla

**Esimerkki 2.1653**

Tässä asiakirjassa esitetään bulgarian kielen automaattiseen lemmatisointiin kehitetyn ohjelmiston tarkkuuden analyysin tulokset. Tämä lemmatisointiohjelmisto on kirjoitettu kokonaan Javalla, ja se jaetaan GATE-lisäosana. Ohjelmiston tarkkuuden määrittelyssä käytetään tiettyjä tilastollisia menetelmiä. Analyysin tulokset osoittavat 95 prosentin lemmatointitarkkuutta.

**Tulos**

BGLemmatizerin tarkkuuden arviointi

**Esimerkki 2.1654**

Yhdistämme syvien neuroverkkojen ja Bayesin approksimatiivisen päättelyn ideat ja luomme yleistetyn luokan syviä, suunnattuja generatiivisia malleja, jotka on varustettu uudella algoritmilla skaalautuvaa päättelyä ja oppimista varten. Algoritmimme ottaa käyttöön tunnistusmallin, joka edustaa likimääräisiä posteriorisia jakaumia ja joka toimii tiedon stokastisena koodaajana. Kehitämme stokastisen takaisinkulkeutumisen - stokastisten muuttujien kautta tapahtuvan takaisinkulkeutumisen säännöt - ja kehitämme sen avulla algoritmin, joka mahdollistaa sekä generatiivisen mallin että tunnistusmallin parametrien yhteisen optimoinnin. Osoitamme useilla reaalimaailman aineistoilla, että malli tuottaa realistisia näytteitä, antaa tarkat imputoinnit puuttuville tiedoille ja on hyödyllinen väline korkea-ulotteisen datan visualisointiin.

**Tulos**

Stokastinen back-propagation ja variationaalinen päättely syvässä latentissa Gaussin mallissa (Deep Latent Gaussian Models)

**Esimerkki 2.1655**

Positiivisen ja merkitsemättömän datan oppimisessa yleinen lähestymistapa on kouluttaa luokittelumalli merkityn ja merkitsemättömän datan välille. Tämän strategian tiedetään itse asiassa antavan optimaalisen luokittelijan lievissä olosuhteissa, mutta se johtaa kuitenkin harhaanjohtaviin empiirisiin arvioihin luokittelijan suorituskyvystä. Tässä työssä osoitamme, että tyypillisesti käytettyjä suorituskykymittareita, kuten receiver operating characteristic -käyrää tai precisionrecall-käyrää, jotka on saatu tällaisesta datasta, voidaan korjata tietämällä luokkapriorit eli positiivisten ja negatiivisten esimerkkien osuudet merkitsemättömässä datassa. Laajennamme tulokset koskemaan myös kohinaista tilannetta, jossa osa positiivisiksi leimatuista esimerkeistä on todellisuudessa negatiivisia, ja osoitamme, että korjaus edellyttää myös tietoa kohinaisten esimerkkien osuudesta leimattujen positiivisten esimerkkien joukossa. Käyttämällä uusimpia algoritmeja positiivisen luokan ennakkoarvion ja kohinan osuuden arvioimiseksi arvioimme kokeellisesti kahta korjausmenetelmää ja osoitamme niiden tehokkuuden todellisessa datassa. Johdanto Suorituskyvyn estimointi binääriluokittelussa liittyy läheisesti luokittelutehtävän luonteeseen. Tämän seurauksena erilaisia suorituskykymittareita voidaan optimoida suoraan koulutuksen aikana. Kun (virhe)luokittelukustannukset ovat käytettävissä, luokittimen koulutus ja arviointi suoritetaan mieluiten kustannustietoisesti odotettujen kustannusten minimoimiseksi (Whalen 1971; Elkan 2001). Useimmiten luokittelukustannukset eivät kuitenkaan ole tiedossa, ja kokonaissuorituskykyä arvioidaan keskiarvottamalla suorituskyky eri luokittelutilojen välillä. Laajimmin tutkittu ja laajimmin käytetty suorituskyvyn arviointi binääriluokittelussa käsittää ROC-käyrän (Receiver Operating Characteristic) arvioinnin, jossa esitetään luokittimen oikean positiivisen tuloksen osuus sen väärän positiivisen tuloksen osuuden funktiona (Fawcett 2006). ROC-käyrä antaa tietoa siitä, miten luokittimen tarkkuus positiivisten ja negatiivisten esimerkkien välillä on eri päätöksentekokynnysten välillä. Lisäksi ROC-käyrän alapuolella olevalla pinta-alalla (AUC) on mielekäs probabilistinen tulkinta, joka korreloi luokittelijan kyvyn kanssa erottaa luokat toisistaan, ja sitä käytetään usein luokittelijoiden asettamiseen paremmuusjärjestykseen (Hanley ja McNeil 1982). Toinen tärkeä suorituskykyperuste, jota käytetään yleisesti tiedonhaussa, perustuu tarkkuus-palautus Copyright c © 2017, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. (pr-rc) -käyrä, joka on tarkkuuden kuvaaja muistutuksen funktiona. Precision-recall-arviointi, mukaan lukien pr-rc-käyrästä johdetut yhteenvetotilastot, voi olla parempi kuin ROC-käyrät, kun luokat ovat voimakkaasti vinoutuneita (Davis ja Goadrich 2006). Vaikka mallioppiminen ja suorituskyvyn arviointi valvotussa ympäristössä tunnetaan hyvin (Hastie et al. 2001), merkitsemättömän datan saatavuus antaa lisävaihtoehtoja ja asettaa myös uusia haasteita. Tyypillisessä puolivalvotussa skenaariossa on saatavilla positiivista, negatiivista ja (suuria määriä) merkitsemätöntä dataa. Tässä tapauksessa merkitsemätöntä dataa voidaan käyttää harjoittelun parantamiseen (Blum ja Mitchell 1998) tai merkityn datan vääristämättömyyteen (Cortes et al. 2008); esimerkiksi luokkien osuuksien estimointiin, joita tarvitaan mallin kalibrointiin ja tarkkuuden tarkkaan estimointiin, kun merkityn datan luokkatasapainot (mutta ei luokkien ehdolliset jakaumat) eivät ole edustavia (Saerens et al. 2002). Näin on usein silloin, kun yhden luokan esimerkkien merkitseminen on kalliimpaa tai vaikeampaa kuin toisen luokan esimerkkien. Erikoistapaus puolivalvotusta asetelmasta syntyy, kun vain yhden luokan esimerkit on merkitty. Siihen kuuluvat avoimen maailman alat, kuten molekyylibiologia, jossa esimerkiksi märkälaboratoriokokeet, joilla määritetään proteiinin aktiivisuus, ovat yleensä vakuuttavia; proteiinin toiminnasta ei kuitenkaan voida tulkita olevan todisteita, jotka osoittavat, että proteiini ei toimi. Tämä johtuu siitä, että vaikka merkitsemistä yritettäisiinkin, funktionaalinen määritys ei välttämättä johda haluttuun aktiivisuuteen useista kokeellisista syistä. Muilla aloilla, kuten sosiaalisissa verkostoissa, voidaan kerätä vain positiivisia esimerkkejä (kuten tietystä tuotteesta "tykkääminen"), koska negatiivinen leimaaminen ei lähtökohtaisesti ole sallittua. Luokittelumallien kehittämistä tässä ympäristössä kutsutaan usein positiivisesti merkitsemättömäksi oppimiseksi (Denis et al. 2005). Positiivis-merkitsemättömän oppimisen uusimmat tekniikat käsittelevät tätä ongelmaa käsittelemällä merkitsemätöntä näytettä negatiivisena ja kouluttamalla luokittimen erottamaan merkityt (positiiviset) ja merkitsemättömät esimerkit toisistaan. Elkanin ja Noton (2008) mukaan kutsumme perinteisiksi luokittelijoiksi luokittelijoita, jotka on koulutettu merkityllä näytteellä syötteiden todellisesta jakaumasta, joka sisältää sekä positiivisia että negatiivisia esimerkkejä. Vastaavasti kutsumme luokittelijoita, jotka on koulutettu merkityn ja merkitsemättömän datan perusteella, ei-perinteisiksi luokittelijoiksi. Teoriassa sekä perinteisten että ei-perinteisten luokittelijoiden todellista suorituskykyä voidaan arvioida merkityllä samar X iv :1 70 2. 00 51 8v 1 [ st at .M L ] 2 F eb 2 01 7 ple todellisen jakauman merkityllä samar X iv :1 70 2. 00 51 8v 1 [ st at .M L ] 2 F eb 2 01 7 ple (perinteinen arviointi). Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista ei-perinteisille oppijoille, koska tällaista otosta ei ole saatavilla positiivisessa, merkitsemättömässä oppimisessa. Tämän seurauksena ei-perinteisiä luokittelijoita arvioidaan käyttämällä merkitsemätöntä näytettä merkittyjen negatiivien korvikkeena (ei-perinteinen arviointi). Yllättävää kyllä, useiden suorituskykyperusteiden osalta ei-perinteiset luokittelijat saavuttavat perinteisessä arvioinnissa samanlaisen suorituskyvyn kuin optimaaliset perinteiset luokittelijat (Blanchard et al. 2010; Menon et al. 2015). Intuitio näille tuloksille tulee siitä, että monissa käytännön tilanteissa posteriorijakaumat perinteisessä ja ei-perinteisessä asetelmassa antavat saman optimaalisen datapisteiden järjestyksen tietyllä testinäytteellä (Jain et al. 2016; Jain, White ja Radivojac 2016). Lisäksi laajalti hyväksytyt arviointimenetelmät, joissa käytetään ROC- tai pr-rc-käyriä, eivät ole herkkiä raakojen ennustepisteiden vaihtelulle, elleivät ne vaikuta järjestykseen. Vaikka ei-perinteisten luokittelijoiden tehokkuutta on tutkittu perusteellisesti (Peng et al. 2003; Elkan ja Noto 2008; Ward et al. 2009; Menon et al. 2015), niiden todellisen suorituskyvyn arviointia on tutkittu paljon vähemmän. Tällaiseen suorituskyvyn arviointiin kuuluu usein oikein ja väärin luokiteltujen esimerkkien osuuden tai osuuksien laskeminen molemmista luokista; jos merkittyjä negatiivisia esimerkkejä ei kuitenkaan ole, ei-perinteisen arvioinnin perusteella lasketut osuudet ovat virheellisiä, mikä johtaa harhaanjohtaviin arvioihin. Kuvassa 1 havainnollistetaan tämän harhan vaikutusta esittämällä perinteinen ja ei-perinteinen ROC-käyrä käsintehtyyn aineistoon. Koska osa harjoitusjoukon merkitsemättömistä esimerkeistä on itse asiassa positiivisia, ROC-käyrän alapuolinen alue, joka on arvioitu, kun merkitsemättömät esimerkit katsottiin negatiivisiksi (ei-perinteinen asetus), aliarvioi positiivisen ja negatiivisen luokittelun todellista suorituskykyä (perinteinen asetus). Tässä artikkelissa formalisoidaan ja arvioidaan ei-perinteisen luokittelijan suorituskyvyn arviointia perinteisessä ympäristössä, kun ainoat käytettävissä olevat harjoitusaineistot ovat (mahdollisesti kohinaisia) positiivisia esimerkkejä ja merkitsemätöntä dataa. Osoitamme, että tällaisen luokittimen todellinen (perinteinen) suorituskyky voidaan palauttaa, kun tiedetään luokkapriorit ja väärin merkittyjen esimerkkien osuus positiivisessa joukossa. Johdamme kaavat ROC- ja pr-rc-käyrien muuntamiseksi ei-perinteisestä asetuksesta perinteiseen asetukseen. Näiden palautuskaavojen avulla esitämme menetelmiä todellisen luokittelusuorituksen arvioimiseksi. Kokeemme osoittavat, että menetelmät luokittelijan suorituskyvyn palauttamiseksi ovat järkeviä ja tehokkaita. Ongelman muotoilu Tarkastellaan binääristä luokitusongelmaa syötteestä x ∈ X tulosteeseen y ∈ Y = {0, 1} positiivisessa, merkitsemättömässä ympäristössä. Olkoon f todellinen jakauma tuloavaruudessa X, josta merkitsemätön näyte poimitaan, ja olkoon f1 positiivisten ja f0 negatiivisten esimerkkien jakaumat. Tästä seuraa, että f voidaan ilmaista f1:n ja f0:n sisältävänä kaksikomponenttisena sekoituksena seuraavasti: f(x) = αf1(x) + (1- α)f0(x), kaikille x ∈ X, missä α ∈ [0, 1] on sekoitussuhde (positiivisen luokan ennakkoarvo), joka antaa positiivisten esimerkkien osuuden f:ssä. ́ ́ ° ° ° AUC = 0,8000 AUC = 0,9375 B. Positiivinen vs. merkitsemätön A. Aineisto: ennustepisteet ja luokkatunnisteet C. Positiivinen vs. negatiivinen 0,986 kyllä, kuten 1 0,943 ei 0,863 kyllä, kuten 1 0,789 ei 0,009 ei 0,699 kyllä, kuten 1 0,473 ei 0,211 ei 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 Ennuste Merkitty Todellinen luokkatunnus

**Tulos**

Todellisen luokittelijan suorituskyvyn palauttaminen positiivisesti merkitsemättömässä oppimisessa

**Esimerkki 2.1656**

Tässä artikkelissa esitellään ensimmäinen empiirinen tutkimus empaattisesta temporaalidifferenssioppimisalgoritmista (ETD) ja verrataan sitä perinteiseen temporaalidifferenssioppimiseen, erityisesti lineaariseen TD(0)-algoritmiin, Mountain Car -ongelman on-policy- ja off-policy-muunnoksissa. Alkuperäinen motivaatio ETD:n kehittämiselle oli se, että sillä on hyvät konvergenssiominaisuudet off -policy-oppimisessa (Sutton, Mahmood & White 2016), mutta se on myös uusi algoritmi on-policy-tapauksessa. Sekä on-policy- että off-policy-kokeissamme havaitsimme, että kumpikin menetelmä konvergoi tyypilliselle asymptoottiselle virhetasolle, ja ETD oli parempi kuin TD(0). TD(0) saavutti tilapäisesti vielä alemman virhetason ennen kuin se putosi takaisin korkeammalle asymptoottiselle tasolleen, kun taas ETD ei koskaan osoittanut tällaista "pomppimista". Epäkäytännön tapauksessa (jossa TD(0):n konvergenssi ei ole taattu) ETD oli huomattavasti hitaampi. 1 Emphatic Temporal Difference Learning Tarkastelemme ongelmaa, joka koskee arvofunktion oppimista Markov-päätösprosessille ja tietylle politiikalle. Agentti ja ympäristö ovat vuorovaikutuksessa diskreeteillä aika-askeleilla t = 0, 1, 2, . . ., jolloin ympäristö on tilassa St, agentti valitsee toiminnan At ja sen seurauksena ympäristö lähettää palkkion Rt+1 ja seuraavan tilan St+1. Tämän jälkeen agentti valitsee toiminnon At, jonka seurauksena ympäristö lähettää palkkion Rt+1 ja seuraavan tilan St+1. Tämän jälkeen agentti valitsee toiminnon At ja ympäristö valitsee toiminnon At. Tilat esitetään agentille ominaisvektoreina φt = φ(St) ∈ R. Pyrimme löytämään sellaisen parametrivektorin θt ∈ R, että sisäinen tuote θ> t φt approksimoi odotettua tuottoa E [ Rt+1 + γRt+2 + γ Rt+3 + - - - | At:∞ ∼ π ] , jossa π : A × S → [0, 1] on politiikka, jolla valitaan tulevat toimet. Itse asiassa kaikki toimet valitaan vaihtoehtoisella politiikalla μ. Jos π = μ, niin harjoittelua kutsutaan on-politiikaksi, kun taas jos nämä kaksi politiikkaa ovat erilaisia, harjoittelua kutsutaan off-politiikaksi. Tarkastelemme empaattisen ajallisen eron oppimisalgoritmin (ETD) erikoistapausta, jossa bootstrapping on täydellinen (λ(s) = 0,∀s) ja diskonttausta ei ole (γ(s) = 1,∀s). TD- ja ETD-menetelmien tutkiminen täydellisellä bootstrappingilla on sopivaa, koska tällöin niiden väliset erot maksimoituvat. Kun λ lähestyy 1:tä, menetelmät käyttäytyvät samankaltaisemmin aina siihen pisteeseen asti, jossa ne ovat samanarvoisia, kun λ = 1. Asettamalla λ = 0 ja γ = 1 ETD-algoritmi voidaan 30th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2016), Barcelona, Espanja. ar X iv :1 70 5. 04 18 5v 2 [ cs .A I] 1 2 M ay 2 01 7 kokonaan kuvata seuraavasti: θt+1 . = θt + αρtFt ( Rt+1 + θ T t φt+1 - θ t φt ) φt, Ft . = ρt-1Ft-1 + 1, jossa F0 . = 1, ρt . = π(At|St) μ(At|St) , missä α > 0 on askelkoon parametri. F on seurausjälki, jonka mukaan kullakin aika-askeleella tapahtuvaa päivitystä korostetaan tai vähennetään. TD saadaan poistamalla F ensimmäisestä yhtälöstä. F:n vuoksi ETD eroaa TD:stä myös on-policy-tapauksessa, jossa ρ on aina 1. ETD:n perusteellinen selitys löytyy (Sutton, Mahmood & White 2016). 2 On-policy TD:n stabiilius muuttuvalla λ:llä: A Counterexample Tässä luvussa osoitamme, että vaikka alkuperäinen motivaatio ETD:n kehittämiselle oli se, että sillä on hyvät konvergenssiominaisuudet off-policy-harjoittelussa (Yu 2015), se on erilainen algoritmi myös on-policy-harjoittelussa. Näiden kahden eron korostamiseksi esitämme yksinkertaisen esimerkin, jossa TD(λ) ei ole konvergentti on-policy-harjoittelussa, mutta ETD on. On jo pitkään tiedetty, että TD(λ) konvergoi millä tahansa vakioarvolla λ on-policy-harjoittelussa (Tsitsiklis & Van Roy 1997). Yllättävää kyllä, TD(λ) ei varmuudella konvergoi muuttuvalla λ:llä edes politiikkakoulutuksessa. Yu on hiljattain esittänyt vastaesimerkin (henkilökohtainen tiedonanto), jossa tilasta riippuvainen λ ei ole konvergentti. Esimerkki on yksinkertainen Markovin päätösprosessi, joka koostuu kahdesta tilasta ja jossa järjestelmä yksinkertaisesti siirtyy tilasta toiseen syklinä. Prosessi alkaa kummastakin tilasta yhtä suurella todennäköisyydellä. Olkoon λ(S1) = 0 ja λ(S2) = 1, φ(S1) = (3, 1) ja φ(S2) = (1, 1) ja γ = 0,95. Kuten jäljempänä osoitetaan, tämän ongelman TD(λ)-avainmatriisi ei ole positiivisesti määräinen. Lisäksi avainmatriisin molemmilla ominaisarvoilla on negatiiviset reaaliosat, joten TD(λ) divergoi tässä tapauksessa. S1 S2 Avainmatriisi = ( -0,4862 0,1713 -0,7787 0,0738 ) Tässä tapauksessa ETD on konvergentti sekä off-policy- että on-policy-harjoittelussa muuttujalla λ. Tämä esimerkki on esitetty tarkemmin lisämateriaalissa. 3 Fixed-policy Mountain Car Testbed Kokeellisessa tutkimuksessamme käytimme uutta muunnelmaa vuoristoauton ohjausongelmasta (Sutton & Barto 1998) ennustamisongelman muodostamiseksi. Alkuperäisessä vuoristoauto-ongelmassa on kaksiulotteinen tila, sijainti (välillä -1,2-0,6) ja nopeus (välillä -0,07-0,07) sekä kolme toimintoa, täyskaasu eteenpäin, täyskaasu taaksepäin ja 0 kaasua. Jokainen jakso alkaa mäen alareunasta (tasainen satunnaisluku välillä -0,4 ja -0,6). Palkkio on -1 kaikilla aika-askelilla, kunnes auto ohittaa tavoitteensa kukkulan huipulla, jolloin jakso päättyy. Tehtävä on diskonttaamaton. Vuoristoauto-ongelman variaatiossamme on kiinteä tavoitepolitiikka, jonka mukaan on aina työnnettävä nopeuden suuntaan eikä työnnettävä mihinkään suuntaan, kun nopeus on 0. Kutsumme vuoristoauto-ongelman uutta variaatiota kiinteän politiikan vuoristoautotestialustaksi. Käyttämämme suorituskykymittari on estimoitu keskiarvon neliövirhe (MSVE), joka kuvastaa todellisen arvofunktion ja estimoidun arvofunktion välistä keskimääräistä neliöeroa painotettuna sen mukaan, kuinka usein kussakin tilassa käydään tilaavaruudessa käyttäytymispolitiikan mukaisesti:

**Tulos**

Ensimmäinen empiirinen tutkimus empaattisen ajallisen eron oppimisesta.

**Esimerkki 2.1657**

Useimmat SDN-liikennesuunnittelusovellukset (Software Defined Networks) käyttävät liiallista ja tiheää maailmanlaajuista seurantaa löytääkseen optimaaliset QoS-reitit verkon nykytilaa varten. Tässä työssä esitellään Cognitive Routing Engine (CRE) -nimisen SDN-sovelluksen motiivit, arkkitehtuuri ja alustava arviointi. Sovellus pystyy löytämään lähes optimaalisia polkuja käyttäjän määrittelemälle QoS:lle, ja samalla se käyttää hyvin pientä seurannan yleiskustannusta verrattuna globaaliin seurantaan, jota tarvitaan optimaalisten polkujen löytymisen takaamiseksi. Pienemmän valvontakustannuksen etuna on SDN-ohjainten ja -kytkimien pienempi vasteaika. CRE:n alustava arviointi akateemisen GEANT-verkon SDN-edustuksessa osoittaa, että on mahdollista löytää lähes optimaalisia reittejä, joiden optimaalisuusero on pieni, 1,65 prosenttia, ja käyttää 9,5 kertaa vähemmän valvontaa.

**Tulos**

Kohti kognitiivista reititysmoottoria ohjelmistokohtaisia verkkoja varten

**Esimerkki 2.1658**

Tarkastelemme verkko-oppimisalgoritmien suunnittelua yleisessä oppimisympäristössä, ja tavoitteena on saada laskennallisesti tehokkaita algoritmeja, jotka eivät kadu mitään, kun käytettävissä on oraakkeli ongelman offline-optimointiversiota varten. Esitämme algoritmin, jota kutsumme Generalized Follow-thePerturbed-Leaderiksi (Generalized FTPL), ja annamme ehdot, joiden täyttyessä se saavuttaa häviävän katumuksen ja on tehokkaasti toteutettavissa oraakkelin avulla. Toinen keskeinen panoksemme on uuden online-huutokauppasuunnittelukehyksen käyttöönotto tulojen maksimointia varten ja oraakkelitehokkaan oppimistuloksemme soveltaminen huutokauppojen adaptiiviseen optimointiin. Oppimisalgoritmimme on Kalain ja Vempalan [27] klassisen FTPL-algoritmin yleistys, joka pelaa jokaisella iteraatiolla historiallisesti parhaiten suoriutuvaa toimintaa sen jälkeen, kun kunkin toiminnan suorituskykyyn on lisätty jokin häiriö. Suunnittelumme ydin on häiriöiden lisääminen tavalla, joka johtaa oraakkelitehokkuuteen. Pelkistämme tämän translaatiomatriisin suunnitteluun, joka muuntaa matalaulotteisen vektorin, jossa on riippumattomia kohinakomponentteja, korkea-ulotteiseksi vektoriksi, joka koostuu oppijan toiminta-avaruuden häiriöistä. Lähestymistapamme yleistää aiempaa työtä oraakkelitehokkaasta verkko-oppimisesta [11, 22, 27, 35], joka koskee muun muassa yhdistelmäoptimointia verkossa, oppimista samanaikaisissa huutokaupoissa ja kontekstuaalista oppimista. Huutokauppasuunnittelukehyksessämme tarkastellaan huutokaupanpitäjää, joka oppii optimaalisen huutokauppasäännön verkossa, joka päivä havainnoimalla vastakkaisesti valittua arvostusvektoria. Huutokaupanpitäjän tavoitteena on saavuttaa tulot, jotka kilpailevat optimaalisen huutokaupan jälkikäteen arvioitujen tulojen kanssa johonkin kohdeluokkaan kuuluvien huutokauppojen osalta. Annamme oraakkelitehokkaita oppimistuloksia: (1) VCG-huutokaupat, joissa on tarjoajakohtaiset reservit yhden parametrin asetuksissa, joissa on matroidirajoituksia, (2) kateettoman kohteen hinnoittelun usean kohteen huutokaupoissa, joissa tarjonta on rajoittamaton, ja (3) Morgensternin ja Roughgardenin [28] s-tason huutokaupat yhden kohteen asetuksissa. Viimeinen tulos merkitsee hyvää katumusta optimaalista kokonaishuutokauppaa vastaan, kun arvostukset tulevat nopeasti sekoittuvasta Markovin ketjusta, joka on riippumaton eri tarjoajien välillä. Laajennamme tuloksemme myös tapaukseen, jossa oppija havaitsee sivutietoa tarjoajista ennen huutokaupan suorittamista (kontekstuaalinen oppiminen). Esitämme lisälaajennuksia kontekstuaaliseen oppimiseen ja oppimiseen likimääräisillä oraakeleilla, jotka toteutetaan FPTAS- tai Maximal-in-Range-algoritmeilla. Esitämme lisäsovelluksia online-hyvinvoinnin maksimointiin usean yksikön huutokaupoissa ja no-regret-oppimiseen samanaikaisissa huutokaupoissa, mikä vastaa aiemmassa työssä esitettyyn avoimeen kysymykseen. ∗Microsoft Research, New York, mdudik@microsoft.com †Computer Science Department, Carnegie Mellon University, nhaghtal@cs.cmu.edu ‡Microsoft Research, New York, haipeng@microsoft.com §Microsoft Research, New York, schapire@microsoft.com ¶Microsoft Research, New England, vasy@microsoft.com ‖Microsoft Research, New York, jenn@microsoft.com ar X iv :1 61 1 . 01 68 8v 1 [ cs .L G ] 5 N ov 2 01 6

**Tulos**

Oraclen tehokas oppiminen ja huutokaupan suunnittelu

**Esimerkki 2.1659**

Kontrolloidussa kokeilussa, jossa testattiin sekvenssi-sekvenssi-lähestymistapoja lauseiden korjaustehtävää varten, havaittiin, että merkkipohjaiset mallit ovat yleensä tehokkaampia kuin sanapohjaiset mallit ja mallit, jotka koodaavat alasanatietoa konvoluutioiden avulla, ja että tulostietojen mallintaminen sarjana eroja parantaa tehokkuutta tavanomaisiin lähestymistapoihin verrattuna. Vahvin sekvenssistä sekvenssiin -mallimme parantaa 6 M2-pistettä (0,5 GLEU-pistettä) vahvinta lausekepohjaista tilastollista konekäännösmalliamme verrattuna, kun käytössä on sama data. Lisäksi osoitamme CoNLL-2014-standardin mukaisessa dataympäristössä, että erojen mallintaminen (ja virittäminen niitä vastaan) tuottaa samanlaisia tai parempia M2-pisteitä yksinkertaisemmilla malleilla ja/tai huomattavasti pienemmällä datamäärällä kuin aiemmat sekvenssistä sekvenssiin -lähestymistavat.

**Tulos**

Jaksomallien mukauttaminen lauseiden korjaamiseen

**Esimerkki 2.1660**

Raportoimme pyrkimyksistä tulkita pitkä- ja lyhytkestoisen muistin neuroverkkoa, joka on koulutettu tunnistamaan sukupuoli ja kirjoitusohjeet esseesarjasta, joka on peräisin psykologisesta koulutusinterventiosta, joka tunnetaan nimellä arvojen vahvistaminen. Säätämällä mallia testihetkellä niin, että se tuottaa peräkkäisiä todennäköisyyksiä jokaisen uuden merkin kohdatessa sen sijaan, että ennustaisi luokan kokonaisvaltaisesti, kyselemme mallia huolellisesti rakennetuilla lauseilla, jotka on suunniteltu testaamaan teoreettisesti perusteltua hypoteesia: mies- ja naispuoliset opiskelijat kirjoittavat tavalla, joka heijastaa suurempaa itsenäisyyden ja keskinäisen riippuvuuden korostamista. LSTM-malli on parempi kuin perusmalli, ja mallin ennusteet rakennetuille testilauseillemme antavat vaatimatonta tukea näille hypoteeseille.

**Tulos**

Neuraaliverkkojen tulkinta kirjallisten perustelujen ymmärtämiseksi arvoja vahvistavissa esseissä

**Esimerkki 2.1661**

Diskreetit Fourier-muunnokset nopeuttavat merkittävästi konvoluutioiden laskentaa syväoppimisessa. Tässä työssä osoitamme, että sen tehokkaan laskennan etujen lisäksi spektrialue tarjoaa myös tehokkaan esityksen, jolla voidaan mallintaa ja kouluttaa konvoluutiohermoverkkoja (CNN). Käytämme spektraalisia esityksiä ottaaksemme käyttöön useita innovaatioita CNN:ien suunnittelussa. Ensiksi ehdotamme spektraalipoolingia, joka vähentää dimensiota typistämällä esityksen taajuusalueella. Tämä lähestymistapa säilyttää huomattavasti enemmän informaatiota parametria kohden kuin muut pooling-strategiat ja mahdollistaa joustavuuden pooling-ulostulon ulottuvuuden valinnassa. Tämä esitys mahdollistaa myös uudenlaisen stokastisen regularisoinnin muuttamalla resoluutiota satunnaisesti. Osoitamme, että näillä menetelmillä saavutetaan kilpailukykyisiä tuloksia luokittelu- ja approksimointitehtävissä ilman, että käytetään mitään pudotusta tai maksimipoolausta. Lopuksi osoitamme konvoluutiosuodattimien kompleksitehokkaan spektrisen parametrisoinnin tehokkuuden. Vaikka tämä jättää taustalla olevan mallin ennalleen, se johtaa esitystapaan, joka helpottaa huomattavasti optimointia. Havaitsemme useilla suosituilla CNN-konfiguraatioilla, että tämä johtaa huomattavasti nopeampaan konvergenssiin harjoittelun aikana.

**Tulos**

Spektriset esitykset konvolutiivisille neuroverkoille

**Esimerkki 2.1662**

Suosittelujärjestelmien vakiomalli on matriisitäydennysmalli: kun on olemassa osittain tunnettu matriisi, jossa käyttäjät (rivit) ovat antaneet arvosanoja kohteille (sarakkeet), päätellään tuntemattomat arvosanat. Viime vuosikymmeninä on tehty vain vähän yrityksiä käsitellä tätä tavoitetta neuroverkkojen avulla, mutta viime aikoina autokoodereihin perustuva arkkitehtuuri on osoittautunut lupaavaksi lähestymistavaksi. Tässä artikkelissa parannamme tätä arkkitehtuuria i) käyttämällä häviöfunktiota, joka on mukautettu puuttuvia arvoja sisältäviin syöttötietoihin, ja ii) sisällyttämällä siihen sivutietoa. Kokeet osoittavat, että vaikka sivutiedot parantavat testivirheiden keskiarvoa vain hieman kaikkien käyttäjien/kohteiden osalta, niillä on suurempi vaikutus kylmiin käyttäjiin/kohteisiin.

**Tulos**

Autokoodereihin perustuva hybridi suosittelujärjestelmä

**Esimerkki 2.1663**

Puheentunnistuksen alalla on meneillään paradigman muutos: alusta loppuun ulottuvat neuroverkot haastavat piilomarkov-mallien hallitsevan aseman keskeisenä teknologiana. Huomiomekanismin käyttäminen rekursiivisessa kooderi-dekooderiarkkitehtuurissa ratkaisee dynaamisen aikakohdistusongelman, mikä mahdollistaa akustisten ja kielimallinnuskomponenttien yhteisen päästä päähän -koulutuksen. Tässä artikkelissa laajennamme kokonaisvaltaista kehystä siten, että akustisen koodausverkon sisällä voidaan käsitellä mikrofoniryhmän signaalia kohinan vaimentamiseksi ja puheen parantamiseksi. Näin säteenmuodostuskomponentit voidaan optimoida yhdessä tunnistamisarkkitehtuurissa, jotta päästä päähän -päätteinen puheentunnistustavoite paranee. Kokeet meluisilla puhevertailuanalyyseillä (CHiME-4 ja AMI) osoittavat, että monikanavainen päästä päähän -järjestelmämme oli parempi kuin huomiopohjainen perusjärjestelmä, jossa oli perinteisen mukautuvan säteenmuodostajan panos.

**Tulos**

Monikanavainen päästä päähän -tunnistus puheen tunnistaminen

**Esimerkki 2.1664**

Aluekohtaisia samankaltaisuusmittareita voidaan käyttää<lb>sopeutumiskyvyn mittaamiseen ja sopivien<lb>tietojen valitsemiseen siirto-oppimista varten, mutta nykyisissä ap-<lb>menetelmissä määritellään tapauskohtaisia mittareita, joiden katsotaan soveltuvan kulloiseenkin tehtävään. Opetussuunnitelmien oppimiseen liittyvien töiden innoittamana ehdotamme tietojen valintamittojen oppimista<lb> Bayesin optimoinnin avulla ja niiden arviointia<lb>mallien, alojen ja tehtävien välillä. Oppimamme mittarit päihittävät olemassa olevat<lb>alueiden samankaltaisuusmittarit merkittävästi<lb> kolmessa tehtävässä: sentimenttianalyysissä, puhe-<lb>osien merkitsemisessä ja jäsennyksessä. Osoitamme<lb>, että on tärkeää täydentää samankaltaisuutta monimuotoisuudella ja että opitut mittarit ovat jossain määrin siirrettävissä<lb>mallien, toimialueiden ja jopa tehtävien välillä.

**Tulos**

Oppiminen valitsemaan dataa siirtooppimista varten Bayesin optimoinnin avulla

**Esimerkki 2.1665**

Kun otetaan huomioon joukko ristiriitaisia argumentteja, voi olla useita uskottavia mielipiteitä siitä, mitkä argumentit olisi hyväksyttävä, hylättävä tai katsottava ratkaisemattomiksi. Tutkimme ongelmaa siitä, miten useita tällaisia mielipiteitä voidaan yhdistää. Määrittelemme ongelman mukauttamalla erilaisia klassisia sosiaalisen valinnan teorian ominaisuuksia argumentointialueelle. Osoitamme, että vaikka argumenttiviisas moniäänestys täyttää monet ominaisuudet, se ei pysty takaamaan lopputuloksen kollektiivista rationaalisuutta. Tämän jälkeen esitämme yleisempiä tuloksia ja todistamme useita mahdottomuustuloksia minkä tahansa hyvän aggregaatio-operaattorin olemassaolosta. Sen jälkeen, kun olemme luonnehtineet riittävät ja välttämättömät ehdot kollektiivisen rationaalisuuden täyttymiselle, tutkimme, voimmeko välttyä mahdottomuustulokselta, jos rajoitamme argumenttiviisaiden moniäänestysten alueen klassiseen semantiikkaan. Lopuksi mainitsemme pari graafiteoreettista rajoitusta, joiden vallitessa argumenttiviisas moniarvosääntö tuottaa kollektiivisesti rationaalisia tuloksia. Sen lisäksi, että tunnistamme perustavanlaatuisia esteitä kollektiiviselle argumenttien arvioinnille, tuloksemme edistävät argumentoinnin ja laskennallisen sosiaalisen valinnan risteyskohdan tutkimusta. 1 ar X iv :1 40 5. 65 09 v3 [ cs .A I] 1 9 Ju l 2 01 5

**Tulos**

Tuomioiden yhdistäminen moniagenttisessa argumentoinnissa

**Esimerkki 2.1666**

Tekijyyden määrittäminen tarkoittaa automaattista tekijän määrittämistä tietyn tekstinäytteen perusteella. Se on ongelma, jolla on pitkä historia ja jolla on laaja sovellusalue. Kirjoittajaprofiilien laatiminen kielimallien avulla on yksi onnistuneimmista menetelmistä tämän tehtävän automatisoimiseksi. Uudet neuroverkkoihin perustuvat kielimallinnusmenetelmät lieventävät ulottuvuuden kirousta ja ovat yleensä perinteisiä N-grammimenetelmiä parempia. Niiden soveltamista tekijyyden määrittelyyn ei kuitenkaan ole tutkittu kovinkaan paljon. Tässä artikkelissa esitellään uudenlainen neuroverkkokielimalli (NNLM) ja sovelletaan sitä tietokantaan, joka sisältää tekstinäytteitä eri kirjoittajilta. Tutkimme, miten NNLM suoriutuu tehtävästä, jossa tekijäjoukon koko on kohtalainen ja harjoitus- ja testiaineisto suhteellisen rajallinen, ja miten tekstinäytteiden aiheet vaikuttavat tarkkuuteen. NNLM:llä saavutetaan lähes 2,5 prosentin vähennys perpleksisyydessä, jolla mitataan koulutetun kielimallin soveltuvuutta testidataan. Kun otetaan huomioon 5 satunnaista testilauseen määrää, se lisää myös kirjoittajan luokittelutarkkuutta keskimäärin 3,43 prosenttia verrattuna SRILM-työkaluja käyttäviin N-grammimenetelmiin. Menetelmämme avoimen lähdekoodin toteutus on vapaasti saatavilla osoitteessa https://github.com/zge/authorship-attribution/.

**Tulos**

Aluekohtainen tekijöiden määrittäminen feedforward-neuraaliverkon kielimallin perusteella

**Esimerkki 2.1667**

Pawlakin ehdottamaa karkean joukon teoriaa on käytetty laajalti tietojen luokitteluun liittyvien ongelmien käsittelyssä. Alkuperäinen karkeajoukkomalli on kuitenkin varsin herkkä kohinaisten tietojen suhteen. Näin ehdotettu Tzung käsittelee ongelmaa, joka koskee sumeiden varmojen ja sumeiden mahdollisten sääntöjen tuottamista kvantitatiivisesta datasta, jossa on ennalta määritetty epävarmuuden ja virheellisen luokittelun toleranssiaste. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotetaankin tätä sallittua mallia, jossa yhdistyvät muuttuvan tarkkuuden karkeajoukkomalli ja sumeiden joukkojen teoria. Tässä asiakirjassa käsitellään siis ongelmaa, joka liittyy sumeiden varmojen ja mahdollisten sääntöjen tuottamiseen epätäydellisistä määrällisistä tiedoista, joissa on ennalta määritetty epävarmuuden ja virheellisen luokittelun toleranssiaste. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotetaan uutta menetelmää, epätäydellistä määrällistä tietoa karkeajoukkomallia ja sumeaa joukko-oppia varten. Siinä kukin kvantitatiivinen arvo muunnetaan ensin jäsenyysfunktioiden avulla kielellisten termien sumeaksi joukoksi ja sen jälkeen etsitään epätäydelliset kvantitatiiviset tiedot alemmilla ja ylemmillä sumeilla approksimaatioilla. Toiseksi lasketaan sumea β-alin ja sumea β-ylin approksimaatio. Tämän jälkeen luodaan tietyt ja mahdolliset säännöt näiden sumeiden approksimaatioiden perusteella. Näitä sääntöjä voidaan sitten käyttää tuntemattomien kohteiden luokitteluun. Avainsanat-komponentti: Sumea joukko; Karkea joukko; Tiedonlouhinta; Varma sääntö; Mahdollinen sääntö; Kvantitatiivinen arvo; epätäydellinen tieto

**Tulos**

Sumeiden β-varmojen ja β-mahdollisten sääntöjen louhinta epätäydellisestä kvantitatiivisesta datasta karkeilla joukoilla

**Esimerkki 2.1668**

Kysymyksiin vastaamisen (QA) järjestelmät, jotka voivat poimia vastauksia tekstistä, ovat edistyneet nopeasti. Nykyiset neuraaliset lähestymistavat käyttävät kalliita kaksisuuntaisen huomion mekanismeja tai pisteyttävät kaikki mahdolliset vastausvälit, mikä rajoittaa skaalautuvuutta. Ehdotamme sen sijaan, että ekstraktoiva QA esitetään iteratiivisena hakuongelmana: valitaan vastauksen lause, aloitussana ja lopetussana. Tämä esitys vähentää kunkin hakuvaiheen tilaa ja mahdollistaa laskennan ehdollisen kohdentamisen lupaaville hakupoluille. Osoitamme, että päätöksentekoprosessin globaalinen normalisointi ja takaisinkytkentä säteenhaun kautta tekee tästä esityksestä toteuttamiskelpoisen ja oppimistehokkaan. Osoitamme empiirisesti tämän lähestymistavan edut käyttämällä malliamme Globally Normalized Reader (GNR), joka saavuttaa toiseksi parhaan yksittäisen mallin suorituskyvyn Stanford Question Answering Dataset -aineistossa (68,4 EM, 76,21 F1 dev) ja on 24,7 kertaa nopeampi kuin bi-attention-flow. Esittelemme myös datan laajentamismenetelmän, jolla tuotetaan semanttisesti päteviä esimerkkejä kohdistamalla nimetyt entiteetit tietopohjaan ja vaihtamalla ne uusiin samantyyppisiin entiteetteihin. Tämä menetelmä parantaa kaikkien tässä työssä tarkasteltujen mallien suorituskykyä, ja se on itsenäisesti kiinnostava erilaisissa NLP-tehtävissä.

**Tulos**

Globaalisti normalisoitu lukija

**Esimerkki 2.1669**

Tämän asiakirjan taustalla on neuropsykologisten testien automatisointi, johon sisältyy diskurssianalyysi sellaisten potilaiden kertomusten uudelleenkertomuksissa, joilla on mahdollinen kognitiivinen häiriö. Tässä skenaariossa lauseiden rajojen havaitseminen puheäänitteistä on tärkeää, koska diskurssianalyysiin liittyy luonnollisen kielen prosessointityökaluja, kuten taggereita ja jäsentimiä, jotka ovat riippuvaisia lauseesta prosessointiyksikkönä. Tässä artikkelissa tavoitteenamme on tarkistaa, mikä upotusinduktiomenetelmä toimii parhaiten lauseenrajojen havaitsemistehtävässä, erityisesti ne, joita on ehdotettu semanttisten, syntaktisten tai morfologisten yhtäläisyyksien havaitsemiseksi.

**Tulos**

Sanojen sulautusten arviointi lauseiden rajojen havaitsemiseksi puheäänitteissä

**Esimerkki 2.1670**

Uskomusharha-ilmiö on ilmiö, joka syntyy, kun luulemme arvioivamme väitteen päättelymme perusteella, mutta todellisuudessa siihen vaikuttavat uskomuksemme ja aiempi tietämyksemme. Evans, Barston ja Pollard suorittivat psykologisen syllogistisen päättelytehtävän todistaakseen tämän vaikutuksen. Osallistujilta kysyttiin, hyväksyvätkö vai hylkäävätkö he tietyn syllogismin. Keskustelemme eräästä erityistapauksesta, jonka yleisesti oletetaan olevan uskottava, mutta joka ei todellisuudessa ole loogisesti pätevä. Ottamalla käyttöön poikkeavuuksia, abduktiota ja taustatietoa mallinnamme tämän tapauksen asianmukaisesti heikon täydennyssemantiikan mukaisesti. Formalisointimme paljastaa uusia kysymyksiä abduktiivisen päättelyn mahdollisista laajennuksista. Esimerkiksi havainnot ja niiden selitykset saattavat sisältää jotakin relevanttia aiempaa abduktiivista taustatietoa, joka koskee jotakin sivuseikkaa tai johtaa kiistettävään tai kumottavaan sivuseikkaan. Heikompi käsite ilmaisee joidenkin relevanttien seurausten tukemisen aikaisemmalla abduktiivisella kontekstilla. Toinen määritelmä kuvaa yhteisesti tuettuja relevantteja seurauksia, mikä kuvaa ajatusta kahdesta havainnosta, jotka sisältävät toisiaan tukevia sivuvaikutuksia. Vaikka uusia yleisiä abduktiivisen kontekstin määritelmiä on motivoitu ja havainnollistettu psykologian sovelluksella, ne esitellään tässä ja niille annetaan ensimmäistä kertaa deklaratiivinen semantiikka, ja niiden soveltamisala on paljon laajempi. Pereiran ja Pinton käyttöön ottaman tarkastuspisteiden käsitteen avulla voimme ilmaista nämä määritelmät syntaktisesti ja liittää ne operatiiviseen semantiikkaan.

**Tulos**

Kontekstuaalinen abduktiivinen päättely sivuvaikutusten kanssa

**Esimerkki 2.1671**

Suunnittelemme uuden ei-parametrisen menetelmän, jonka avulla voidaan arvioida monimuuttujaisen Hawkes-prosessin integroitujen ytimien matriisi. Tämä matriisi ei ainoastaan koodaa prosessin kunkin solmun keskinäisiä vaikutteita, vaan myös purkaa niiden väliset kausaalisuhteet. Lähestymistapamme on ensimmäinen, joka johtaa tämän matriisin estimointiin ilman itse ytimien parametrista mallintamista ja estimointia. Näin ollen sen avulla voidaan arvioida solmujen (tai käyttäjien) välisiä kausaliteettisuhteita niiden toiminnan aikaleimojen perusteella (esimerkiksi sosiaalisessa verkostossa) tuntematta tai arvioimatta toiminnan elinkaaren muotoa. Tätä tarkoitusta varten otamme käyttöön momenttisovitusmenetelmän, joka sopii prosessin toisen ja kolmannen asteen integroituihin kumulantteihin. Teoreettisen analyysin avulla voimme todistaa, että tämä uusi estimointimenetelmä on johdonmukainen. Lisäksi osoitamme numeeristen kokeiden avulla, että lähestymistapamme on todellakin hyvin kestävä ytimien muodon suhteen ja antaa houkuttelevia tuloksia MemeTracker-tietokannassa ja rahoitustoimeksiantojen kirjanpitotiedoissa.

**Tulos**

Kausaalisuuden paljastaminen monimuuttujaisten Hawkesin integroitujen kumulanttien avulla

**Esimerkki 2.1672**

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että neuroverkkoa, jossa on binääriset painot ja aktivoinnit, voidaan kouluttaa kouluttamishetkellä lisäämällä painot erittäin tarkalla jatkuvalla latentilla muuttujalla, joka kerää pieniä muutoksia stokastisen gradienttilaskeutumisen avulla. Teoreettinen analyysi, jossa selitettäisiin, miksi voimme tehokkaasti vangita datamme piirteet binäärisillä painoilla ja aktivoinneilla, on kuitenkin puutteellinen. Tärkein tuloksemme on, että Courbariaux'n, Hubaran ym. (2016) menetelmällä koulutetut neuroverkot, joissa on binääriset painot ja aktivoinnit, toimivat binäärivektoreiden korkea-ulotteisen geometrian vuoksi. Erityisesti ihanteelliset jatkuvat vektorit, jotka poimivat piirteitä näiden BNN:ien välirepresentaatioissa, ovat hyvin lähellä binäärivektoreita siinä mielessä, että pistetuotokset säilyvät likimain. Verrattuna aiempaan tutkimukseen, joka osoitti tällaisten BNN:ien toimivuuden, työmme selittää, miksi nämä BNN:t toimivat HD-geometrian kannalta. Teoriamme toimii perustana paitsi BNN:ien myös erilaisten menetelmien ymmärtämiselle, joilla pyritään tiivistämään perinteisiä neuroverkkoja. Lisäksi monikerroksisten binääristen neuroverkkojen parempi ymmärtäminen toimii lähtökohtana BNN:ien yleistämiselle muihin neuroverkkoarkkitehtuureihin, kuten rekursiivisiin neuroverkkoihin.

**Tulos**

Binääristen neuroverkkojen korkea-ulotteinen geometria

**Esimerkki 2.1673**

Metrinen oppiminen on osoittautunut erittäin tehokkaaksi keinoksi parantaa lähimmän naapurin luokittelun suorituskykyä. Tässä artikkelissa käsittelemme metrisen oppimisen ongelmaa symmetrisille positiivisesti määritetyille matriiseille (SPD), kuten kovarianssimatriiseille, joita esiintyy monissa reaalimaailman sovelluksissa. Euklidisen geometrian mukaisten tavanomaisten Mahalanobis-metriikkaoppimismenetelmien naiivi käyttö SPD-matriiseille ei ole tarkoituksenmukaista, koska SPD-matriisien erotus voi olla muu kuin SPD-matriisi ja näin ollen saatu ratkaisu voi olla tulkinnanvarainen. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme, että käytämme asianmukaisesti parametrisoitua logeuklidista etäisyyttä ja optimoimme metriikan suhteessa ytimen ja kohteen kohdistamiseen, joka on valvottu kriteeri ytimen oppimiselle. Tuloksena oleva ei-triviaali optimointiongelma ratkaistaan hyödyntämällä Riemannin geometriaa. Lopuksi osoitamme kokeellisesti LogEuklidisen metriikan oppimisalgoritmimme hyödyllisyyden todellisissa luokittelutehtävissä EEG-signaalien ja tekstuurilaikkujen osalta.

**Tulos**

Valvottu logeuklidinen metriikan oppiminen symmetrisille positiivisesti määrätyille matriiseille

**Esimerkki 2.1674**

Stokastiset neuronit voivat olla hyödyllisiä useista syistä syväoppimismalleissa, mutta monissa tapauksissa ne aiheuttavat haastavan ongelman: miten estimoidaan tappiofunktion gradientti tällaisten stokastisten neuronien syötteen suhteen, eli voimmeko "takautuvasti levittää" näiden stokastisten neuronien kautta? Tarkastelemme tätä kysymystä, olemassa olevia lähestymistapoja ja esittelemme kaksi uutta ratkaisuperhettä, joita voidaan soveltaa eri ympäristöissä. Erityisesti osoitetaan, että yksinkertaisen biologisesti uskottavan kaavan avulla saadaan puolueeton (mutta kohinainen) estimaattori gradientille binäärisen stokastisen neuronin laukaisutodennäköisyyden suhteen. Toisin kuin muissa estimaattoreissa, joissa kohinaa pidetään pienenä häiriönä gradienttien estimoinnissa äärellisillä differensseillä, tämä estimaattori on puolueeton jopa ilman oletusta, että stokastinen häiriö on pieni. Tämä estimaattori on mielenkiintoinen myös siksi, että sitä voidaan soveltaa hyvin yleisissä asetuksissa, jotka eivät salli gradientin takaisinkulkeutumista, mukaan luettuna gradientin estimointi tulevien palkkioiden suhteen, kuten vaaditaan vahvistusoppimisasetuksissa. Ehdotamme myös lähestymistapaa, jolla tätä puolueetonta mutta korkean varianssin estimaattoria voidaan approksimoida oppimalla ennustamaan sitä käyttämällä puolueellista estimaattoria. Toisessa ehdotetussa lähestymistavassa oletetaan, että gradientin estimaattori voidaan levittää taaksepäin, ja se tarjoaa gradientin puolueettoman estimaattorin, mutta se voi toimia vain epälineaarisuuksien kanssa, jotka eivät ole tasaisia koko alueellaan, toisin kuin kova kynnysarvo, mutta kuten tasasuuntaaja. Tämä on samanlainen kuin perinteiset sigmoidiset yksiköt, mutta sillä on se etu, että monille syötteille voidaan tuottaa kova päätös (esim. 0-lähtö), mikä olisi kätevää ehdollisessa laskennassa ja harvojen esitysten ja harvojen gradienttien saavuttamisessa.

**Tulos**

Stokastisten neuronien avulla tapahtuva gradienttien arviointi tai levittäminen

**Esimerkki 2.1675**

Tässä artikkelissa laajennamme symbolista assosiaatiokehystä siten, että se pystyy käsittelemään puuttuvia elementtejä multimodaalisissa sekvensseissä. Työn yleisenä kohteena ovat symbolisten assosiaatioiden yhdistäminen objektien ja sanojen välille, kuten se tapahtuu kielenkehityksessä pikkulapsilla. Toisin sanoen kaksi eri representaatiota samoista abstrakteista käsitteistä voidaan assosioida molempiin suuntiin. Tämä skenaario on kiinnostanut pitkään tekoälyä, psykologiaa ja neurotiedettä. Tässä työssä laajennamme hiljattain kehitettyä lähestymistapaa multimodaalisia sekvenssejä (visuaalinen ja ääni) varten siten, että se pystyy käsittelemään myös puuttuvia elementtejä yhdessä tai molemmissa modaliteeteissa. Lähestymistapamme käyttää kahta rinnakkaista LSTM-muistia (Long Short-Term Memories) ja EM-algoritmiin perustuvaa oppimissääntöä. Se sovittaa molemmat LSTM-ulostulot yhteen DTW:n (Dynamic Time Warping) avulla. Ehdotamme, että yhdistelmään sisällytetään ylimääräinen vaihe, jossa käytetään maksimitoimintoa molempien sekvenssien yhteisten elementtien hyödyntämiseksi. Intuitio perustuu siihen, että yhdistelmä toimii ehdonvalitsimena, jonka avulla valitaan paras esitys molemmista LSTM:istä. Arvioimme ehdotettua laajennusta seuraavissa skenaarioissa: puuttuvat elementit toisessa modaliteetissa (visuaalinen tai ääni) ja puuttuvat elementit molemmissa modaliteeteissa (visuaalinen ja ääni). Laajennuksemme suorituskyky on parempi kuin alkuperäisen mallin ja samanlainen kuin kumpaankin modaliteettiin koulutetun yksittäisen LSTM:n.

**Tulos**

Symbolien maadoitusassosiaatio multimodaalisissa sekvensseissä, joista puuttuu elementtejä.

**Esimerkki 2.1676**

Tässä artikkelissa ehdotetaan DRL-Sense-mallia, joka on monimerkityksisen sanan esityksen oppimismalli sanan merkityssisällön epäselvyyden ratkaisemiseksi. Siinä merkityksen valintamoduuli ja merkityksen esitysmoduuli opitaan yhdessä vahvistusoppimisen avulla. Ehdotetaan uudenlaista palkkionsiirtomenetelmää, joka mahdollistaa valintamoduulin ja edustusmoduulin yhteisen harjoittelun. Modulaarinen rakenne toteuttaa pelkän aistitason representaatio-oppimisen lineaarisessa ajassa tapahtuvan aistivalinnan (dekoodauksen) kanssa. Lisäksi kehitämme ei-parametrisen oppimisalgoritmin ja aistien etsintämekanismin joustavuuden ja kestävyyden parantamiseksi. Vertailuaineistolla tehdyt kokeet osoittavat, että ehdotetulla lähestymistavalla saavutetaan huippuluokan suorituskyky kontekstuaalisten sanojen samankaltaisuuksissa ja vertailukelpoinen suorituskyky Googlen word2vec-ohjelman kanssa, vaikka harjoitusdataa käytetään paljon vähemmän.

**Tulos**

DRL-Sense: Deep Reinforcement Learning for Multi-Sense Word Representations: Syvä vahvistusoppiminen moniulotteisia sanarepresentaatioita varten

**Esimerkki 2.1677**

Ehdotamme yksinkertaista ja eleganttia ratkaisua, jolla voidaan käyttää yhtä neuraalista konekäännösmallia (NMT) useiden kielten kääntämiseen. Ratkaisumme ei vaadi muutoksia malliarkkitehtuuriin perusjärjestelmästämme, vaan sen sijaan otamme syöttölauseen alkuun keinotekoisen merkin, jolla määritetään tarvittava kohdekieli. Muu osa mallista, joka sisältää koodaajan, dekoodaajan ja huomion, pysyy muuttumattomana ja on yhteinen kaikille kielille. Jaetun sanakappaleen sanaston avulla lähestymistapamme mahdollistaa monikielisen NMT:n yhdellä ainoalla mallilla ilman parametrien lisäämistä, mikä on huomattavasti yksinkertaisempaa kuin aiemmat ehdotukset monikieliseksi NMT:ksi. Menetelmämme parantaa usein kaikkien mukana olevien kieliparien käännöksen laatua, vaikka malliparametrien kokonaismäärä pysyy vakiona. WMT'14-vertailumittareissa yhdellä monikielisellä mallilla saavutetaan vertailukelpoinen suorituskyky englannin→ranskan kielen osalta ja se ylittää uusimmat tulokset englannin→saksan kielen osalta. Vastaavasti yksi monikielinen malli ylittää uusimman tekniikan tason tulokset ranskan→englannin ja saksan→englannin osalta WMT'14:n ja WMT'15:n vertailuarvoissa. Tuotantokorporaatioissa jopa kahdentoista kieliparin monikieliset mallit mahdollistavat monien yksittäisten kieliparien paremman kääntämisen. Sen lisäksi, että mallimme parantavat niiden kieliparien käännöslaatua, joilla malli on koulutettu, ne voivat myös oppia tekemään implisiittistä siltausta sellaisten kieliparien välillä, joita ei ole koskaan nähty eksplisiittisesti koulutuksen aikana, mikä osoittaa, että siirto-oppiminen ja nollapistekääntäminen ovat mahdollisia neuraalisessa kääntämisessä. Lopuksi esitämme analyysejä, jotka viittaavat universaaliin kieltenväliseen edustukseen malleissamme, ja näytämme joitakin mielenkiintoisia esimerkkejä, kun kieliä sekoitetaan.

**Tulos**

Googlen monikielinen neuraalinen konekäännösjärjestelmä: Zero-Shot-käännöksen mahdollistaminen

**Esimerkki 2.1678**

Viimeaikainen edistys monissa kuvantamis- ja näkötehtävissä on perustunut syvien feed-forward-neuraaliverkkojen käyttöön, joita koulutetaan levittämällä lopulliseen ulostuloon määritellyn häviön gradientteja takaisin verkon läpi ensimmäiseen suoraan kuvaa käsittelevään kerrokseen asti. Ehdotamme, että takaisinpäin eteneviä neuroverkkoja käytetään vielä askeleen pidemmälle, jotta kameran anturisuunnittelua voidaan oppia yhdessä sellaisten verkkojen kanssa, jotka tekevät päätelmiä niiden ottamista kuvista. Tässä artikkelissa tarkastelemme erityisesti suunnittelu- ja päättelyongelmia tyypillisessä värikamerassa, jossa anturi pystyy mittaamaan vain yhden värikanavan kussakin pikselipaikassa ja jossa täyden värikuvan rekonstruoimiseksi tarvitaan laskennallista päättelyä. Opimme kameran anturin värimultipleksointikuvion koodaamalla sen kerrokseksi, jonka opittavissa olevat painot määräävät, mikä värikanava kiinteästä joukosta mitataan kussakin paikassa. Nämä painot koulutetaan yhdessä rekonstruktioverkon painojen kanssa, joka toimii vastaavilla anturimittauksilla täyden värikuvan tuottamiseksi. Verkkomme tarkkuus paranee merkittävästi verrattuna useimmissa värikameroissa käytettyyn perinteiseen Bayer-kuvioon. Se oppii automaattisesti käyttämään harvoja värimittauksia, jotka ovat samankaltaisia kuin eräässä äskettäisessä mallissa, ja lisäksi se parantaa kyseistä mallia oppimalla optimaalisen asettelun näille mittauksille.

**Tulos**

Sensoreiden multipleksointisuunnittelun oppiminen back-propagationin avulla

**Esimerkki 2.1679**

Luonnollisen kielen ymmärtäminen ja dialogikäytäntöjen oppiminen ovat molemmat olennaisen tärkeitä keskustelujärjestelmissä, jotka ennustavat järjestelmän seuraavia toimia vastauksena käyttäjän nykyiseen lausahdukseen. Perinteiset lähestymistavat yhdistävät erilliset luonnollisen kielen ymmärtämisen (NLU) ja järjestelmän toimintojen ennustamisen (SAP) mallit putkeksi, joka on herkkä virhealttiiden NLU:n kohinaisille tuloksille. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi ehdotamme päästä päähän ulottuvaa syvää toistuvaa neuroverkkoa, jossa on rajallinen kontekstuaalinen dialogimuisti, kouluttamalla NLU:ta ja SAP:ta yhdessä DSTC4:n monialaisissa ihmisen ja ihmisen välisissä dialogeissa. Kokeet osoittavat, että ehdotettu mallimme päihittää merkittävästi nykyaikaiset putkimallit sekä NLU:n että SAP:n osalta, mikä osoittaa, että yhteinen mallimme kykenee lieventämään NLU:n meluisten tuotosten vaikutuksia ja että NLU-mallia voidaan tarkentaa virhevirroilla, jotka etenevät takaisinpäin järjestelmän toimien ylimääräisistä valvotuista signaaleista.

**Tulos**

LUONNOLLISEN KIELEN YMMÄRTÄMISEN JA DIALOGIN HALLINNAN YHTEISTOIMINNALLINEN OPPIMINEN ALUSTA LOPPUUN

**Esimerkki 2.1680**

Tässä artikkelissa tarkastellaan visuaalisen esittämisen näkökulmasta visuaalisia esityksiä yleisessä SOM-paradigmassa. Tässä yhteydessä SOM-pohjaisia visualisointeja tarkastellaan Bertinin ja Tuften datagrafiikkaa koskevien teorioiden silmin. Vaikka SOM:n (Self-Organizing Map) säännöllinen ruudukkomuoto on hyveenä visualisointien liittämiselle siihen, se rajoittaa klusterirakenteiden esittämistä. Tietovisualisoinnin näkökulmasta tämä artikkeli tarjoaa yleisen, mutta yksinkertaisen ratkaisun SOM:n projektiopohjaiseen väritykseen, joka paljastaa rakenteet. Ensinnäkin ehdotettu väriavaruus on helppo rakentaa ja mukauttaa käyttötarkoitukseen sopivaksi, ja sen tavoitteena on olla havaintokieleltään oikea ja informatiivinen kahden erotettavissa olevan ulottuvuuden avulla. Toiseksi väritysmenetelmä ei ole riippuvainen mistään tietystä projektiomenetelmästä, vaan se on pikemminkin modulaarinen, jotta se soveltuu mihin tahansa tehtävään sopivaan tavoitefunktioon. Klusterien väritystä havainnollistetaan kahdella tietokokonaisuudella: iirisdatalla sekä hyvinvointi- ja köyhyysindikaattoreilla. AsiasanatSelf-Organizing Maps (SOM); klusterien väritys;

**Tulos**

Itseorganisoituvan kartan klusteriväritys: Tietojen visualisoinnin näkökulma

**Esimerkki 2.1681**

Tämän asiakirjan tavoitteena on tutkia, mikä yhteys on itseopiskelulla saavutettavan suorituskyvyn kasvun ja tässä lähestymistavassa käytettyjen korporaatioiden samankaltaisuuden välillä. Itseopiskelu on puolivalvottu tekniikka, jonka tarkoituksena on lisätä koneoppimisalgoritmien suorituskykyä luokittelemalla automaattisesti jonkin tehtävän tapauksia ja lisäämällä ne lisäkoulutusmateriaalina samaan luokittimeen. Kieltenkäsittelytehtävien yhteydessä tämä koulutusmateriaali on useimmiten (annotoitu) korpus. Valitettavasti itseopiskelu ei aina johda suorituskyvyn kasvuun, ja sen toteutumista ei voida aina ennustaa. Osoitamme, että korpusten samankaltaisuutta voidaan käyttää tunnistamaan ne asetelmat, joissa itseopiskelusta voi olla hyötyä. Pidämme tätä tutkimusta askeleena kehitettäessä luokittelijaa, joka pystyy mukautumaan jokaiseen uuteen testikorpukseen, joka sille esitetään.

**Tulos**

Itsekoulutuksen tehokkuuden ennustaminen: Soveltaminen tunnearvojen luokitteluun

**Esimerkki 2.1682**

Digitalisaation aikakaudella käyttäjän sosiaalisten näkökohtien tuntemisesta on tullut olennainen osa käyttäjäkohtaisten suosittelujärjestelmien rakentamisessa. Nämä sosiolektiset näkökohdat voitaisiin löytää louhimalla käyttäjän kielellinen jakaminen tekstin muodossa sosiaalisessa mediassa ja arvosteluissa. Tässä asiakirjassa kuvataan PAN Author Profiling 2017 -tehtävässä suoritettua kokeilua. Tehtävän tavoitteena on löytää käyttäjien sociolect-aspekteja heidän twiiteistään. Tässä kokeessa huomioituja sosiolektisia näkökohtia ovat käyttäjän sukupuoli ja äidinkielen tiedot. Tässä käyttäjän twiitit, jotka on kirjoitettu eri kielellä kuin hänen äidinkielellään, esitetään Document Term Matrix -muodossa, jossa rajoituksena on dokumenttien frekvenssi. Luokittelussa käytetään tukivektorikonetta, jonka kohdeluokkina ovat sukupuoli ja äidinkieli. Tämän kokeen keskimääräinen tarkkuus on 73,42 prosenttia sukupuolen ennustamisessa ja 76,26 prosenttia äidinkielen tunnistamisessa.

**Tulos**

Vektoriavaruusmalli kognitiivisena tilana tekstin luokittelussa

**Esimerkki 2.1683**

Esityksen oppimiseen perustuvat menetelmät ovat tällä hetkellä huippuluokkaa monissa luonnollisen kielen käsittelyyn ja tietopohjan päättelyyn liittyvissä tehtävissä. Suurena haasteena on kuitenkin se, miten tervejärkinen tieto voidaan tehokkaasti sisällyttää tällaisiin malleihin. Tuore lähestymistapa säännöllistää relaatio- ja oliorepresentaatioita propositionalisoimalla ensimmäisen järjestyksen logiikan sääntöjä. Propositionaalistaminen ei kuitenkaan sovellu laajemmalle kuin alueille, joilla on vain muutama entiteetti ja sääntö. Tässä artikkelissa esittelemme erittäin tehokkaan menetelmän implikaatiosääntöjen sisällyttämiseksi hajautettuihin esityksiin automaattista tietopohjien rakentamista varten. Kartoitamme entiteettien ja parien sulautumat likimain Boolen avaruuteen ja kannustamme osittaiseen järjestykseen relaatioiden sulautumissa, jotka perustuvat WordNetistä louhittuihin implikaatiosääntöihin. Yllättäen havaitsemme, että entiteettien ja kupoleiden upotusavaruuden voimakas rajoittaminen ei haittaa mallin ilmaisuvoimaa, vaan se toimii jopa regularisaattorina, joka parantaa yleistettävyyttä. Sisällyttämällä muutamia yleisiä sääntöjä saavutamme 2 prosenttiyksikön lisäyksen keskimääräiseen tarkkuuteen verrattuna matriisitekijöintiin perustuvaan perusmalliin, ja samalla havaitsemme vähäisen lisäyksen suoritusaikaan.

**Tulos**

Nostettu sääntöinjektio relaatioiden sulauttamiselle (Lifted Rule Injection for Relation Embeddings)

**Esimerkki 2.1684**

Monissa tietokonenäkötehtävissä käsillä olevan ongelman ratkaisun kannalta olennainen tieto sekoittuu epäolennaiseen, häiritsevään tietoon. Tämä on motivoinut tutkijoita suunnittelemaan tarkkaavaisuusmalleja, jotka voivat dynaamisesti keskittyä kuvien tai videoiden tärkeisiin osiin esimerkiksi vähentämällä epäolennaisten pikseleiden painoarvoa. Tässä työssä ehdotamme spatiotemporaalista tarkkaavaisuusmallia, joka oppii suoraan ihmisen fiksaatiotietojen perusteella, mihin videossa katsotaan. Mallinnamme visuaalisen tarkkaavaisuuden Gaussin sekoituksella kussakin kuvassa. Tätä jakaumaa käytetään ilmaisemaan kunkin pikselin saliency-todennäköisyys. Videoiden ajallinen johdonmukaisuus mallinnetaan hierarkkisesti seuraavasti: 1) syvät 3D-konvoluutio-ominaisuudet, jotka edustavat spatiaalisia ja lyhytaikaisia aikasuhteita leiketasolla, ja 2) päälle tuleva pitkän lyhytkestoisen muistin verkko, joka yhdistää peräkkäisten leikkeiden leiketason esityksen ja laajentaa siten ajallisen alueen muutamasta kehyksestä sekuntiin. Ehdotetun mallin parametrit optimoidaan maksimaalisen todennäköisyyden estimoinnilla käyttäen harjoitusdatana ihmisen kiinnittymisiä ilman tietoa kunkin videon toiminnasta. Hollywood2:lla tehdyt kokeet osoittavat, että videon saliaation ennustaminen on huippuluokkaa. Osoitamme myös, että Hollywood2:lla koulutettu tarkkaavaisuusmallimme yleistyy hyvin UCF101:ään, ja sitä voidaan hyödyntää toiminnan luokittelutarkkuuden parantamiseen molemmissa aineistoissa.

**Tulos**

TOISTUVA SEKOITUSTIHEYSVERKKO AJALLISTA VISUAALISTA TARKKAAVAISUUTTA VARTEN

**Esimerkki 2.1685**

Tässä artikkelissa esitellään uusi laskennallinen tekniikka, jolla voidaan havaita ja analysoida tilastollisesti merkittävää maantieteellistä vaihtelua kielessä. Aiemmissa lähestymistavoissa on keskitytty pääasiassa alueiden väliseen leksikaaliseen vaihteluun, mutta meidän menetelmämme tunnistaa sanoja, joissa on myös semanttista ja syntaktista vaihtelua. Meta-analyysimenetelmämme ottaa huomioon sanojen käytön tilastolliset ominaisuudet eri maantieteellisillä alueilla ja käyttää tilastollisia menetelmiä tunnistamaan merkittäviä aluekohtaisia muutoksia. Laajennamme hiljattain kehitettyjä neuraalisten kielimallien tekniikoita oppiaksemme sanarepresentaatioita, jotka kuvaavat eri maantieteellisten alueiden erilaista semantiikkaa. Tämän vaihtelun kvantifioimiseksi ja todellisten alueellisten erojen havaitsemiseksi laadimme nollamallin, jonka avulla määritetään, ovatko havaitut muutokset tilastollisesti merkitseviä. Menetelmämme on ensimmäinen tällainen lähestymistapa, jossa otetaan nimenomaisesti huomioon sattumasta johtuva satunnaisvaihtelu samalla kun havaitaan sanojen merkityksen alueellinen vaihtelu. Mallimme validoimiseksi tutkimme ja analysoimme kahta erilaista massiivista verkkoaineistoa: miljoonia Twitterin twiittejä, jotka kattavat neljän eri maan lisäksi myös viisikymmentä osavaltiota, sekä miljoonia Googlen Book Ngrams -tietokannan sisältämiä lauseita. Analyysimme paljastaa kiinnostavia puolia kielen muutoksesta useilla maantieteellisen resoluution mittakaavoilla - naapurivaltioista kaukaisiin maanosiin. Lopuksi ehdotamme mallimme avulla kielten välisen semanttisen etäisyyden mittaamista. Analyysimme brittiläisestä ja amerikkalaisesta englannista 100 vuoden ajalta paljastaa, että näiden murteiden välinen semanttinen vaihtelu on supistumassa.

**Tulos**

Fuksi vai fuksi? Kvantifioimalla kielen maantieteellistä vaihtelua sosiaalisessa verkkomediassa.

**Esimerkki 2.1686**

<lb>Nonlineaarinen komponenttianalyysi, kuten kernel Principle Component Analysis (KPCA) ja kernel<lb>Canonical Correlation Analysis (KCCA), ovat laajalti käytössä koneoppimisessa, tilastotieteessä ja data-analyysissä,<lb>mutta ne eivät pysty skaalautumaan suurille tietokokonaisuuksille. Viimeaikaisissa yrityksissä on käytetty satunnaisia piirteiden approksimaatioita<lb> ongelman muuntamiseksi primaariseen muotoon lineaarisen laskennallisen monimutkaisuuden saavuttamiseksi. Laadukkaiden<lb>ratkaisujen saamiseksi satunnaisten piirteiden lukumäärän pitäisi kuitenkin olla samaa suuruusluokkaa kuin datapisteiden<lb>lukumäärän, joten tällaista lähestymistapaa ei voida suoraan soveltaa järjestelmään, jossa on miljoonia datapisteitä.<lb>Ehdotamme yksinkertaista, laskennallisesti tehokasta ja muistiystävällistä algoritmia, joka perustuu "kaksinkertaisiin<lb>stokastisiin gradientteihin", jotta voidaan skaalata erilaisia ytimen epälineaarisia komponenttianalyysejä, kuten kernel PCA, CCA<lb>ja SVD. Huolimatta näiden ongelmien epäkonveksaalisesta luonteesta menetelmämme nauttii teoreettisia takeita<lb> siitä, että se konvergoi Õ(1/t)-nopeudella globaaliin optimiin jopa k:n suurimman ominaistiedon aliavaruuden osalta. Toisin kuin<lb>monissa vaihtoehdoissa, algoritmimme ei vaadi eksplisiittistä ortogonalisointia, joka on mahdoton toteuttaa suurilla<lb>tietoaineistoilla. Osoitamme algoritmimme tehokkuuden ja skaalautuvuuden suurilla synteettisillä ja<lb>reaalimaailman aineistoilla.

**Tulos**

Epälineaarisen komponenttianalyysin laajentaminen kaksinkertaisesti stokastisilla gradienteilla

**Esimerkki 2.1687**

Tutkimme painotettujen äänestyspelien tehoindeksiäänestyspelien suunnitteluongelmaa: ongelmana on löytää painotettu äänestyspeli, jossa pelaajien teho on mahdollisimman lähellä tiettyä tavoitejakaumaa. Tavoitteenamme on löytää algoritmeja, jotka ratkaisevat tämän ongelman tarkasti. Tätä varten tarkastelemme yksinkertaisten pelien eri alaluokkia ja niihin liittyviä esitysmenetelmiä. Tarkastelemme algoritmeja ja mahdottomuustuloksia synteesiongelmalle eli yksinkertaisen pelin esityksen muuntamiselle toiseksi esitykseksi. Osallistumme synteesiongelman ratkaisemiseen osoittamalla, että on mahdotonta laskea polynomisessa ajassa pelin kattokoalitioiden (tunnetaan myös nimellä shift-maximal losing coalitions) luetteloa sen kattokoalitioiden (tunnetaan myös nimellä shift-minimal winning coalitions) luettelosta ja päinvastoin. Sitten jatketaan tutkimalla painotettujen äänestyspelien joukon luettelemisen ongelmaa. Esitämme ensin naiivin algoritmin, joka toimii kaksinkertaisesti eksponentiaalisessa ajassa. Synteesiongelmaa koskevan tietämyksemme avulla parannamme sitten tätä naiivia algoritmia ja saamme luettelointialgoritmin, joka toimii kvadraattisessa eksponentiaaliajassa (eli O(2 2 - p(n)) polynomille p). Lisäksi osoitamme, että tämä algoritmi toimii polynomiajassa, mikä tekee siitä parhaan mahdollisen luettelointialgoritmin polynomikertoimeen asti. Lopuksi ehdotamme eksponentiaalisessa ajassa toimivaa eksaktia algoritmia tehoindeksin äänestyspelien suunnitteluongelmaa varten. Algoritmi on suoraviivainen ja yleinen: se laskee virheen jokaiselle luetellulle pelille ja antaa tulokseksi pelin, joka minimoi tämän virheen. Lähestymistapamme yleisyyden ansiosta algoritmimme avulla voidaan löytää painotettu äänestyspeli, joka optimoi minkä tahansa eksponentiaalisessa ajassa laskettavan funktion. Toteutamme algoritmimme normalisoidun Banzhaf in∗Algorithms, Combinatorics and Optimization; Centrum Wiskunde & Informatica; Alankomaat; Sähköposti: keijzer@cwi.nl. †Algoritmics; Delft University of Technology; Alankomaat; Sähköposti: T.B.Klos@tudelft.nl. ‡Ekonometrian osasto; Erasmus University Rotterdam; Alankomaat; Sähköposti: ‡Tietokanta; Erasmus University Rotterdam; Alankomaat; Sähköposti: ‡Tietokanta; Erasmus University Rotterdam; Alankomaat:

**Tulos**

Painotettujen äänestyspelien suunnitteluongelmien ratkaiseminen optimaalisesti: Representaatiot, synteesi ja luetteleminen

**Esimerkki 2.1688**

Visuaalisen tunnistuksen tehtävissä valvottu oppiminen toimii erinomaisesti. Toisaalta valvomattomassa oppimisessa hyödynnetään halpaa merkitsemätöntä dataa, ja sen avulla voidaan ratkaista samat tehtävät tehokkaammin. Osoitamme, että fysiikasta omaksuttu rekursiivinen autokonvoluutio-operaattori tehostaa nykyisiä valvomattomia menetelmiä oppimaan tehokkaampia suodattimia. Käytämme vakiintunutta monikerroksista konvoluutioverkkoa ja koulutamme suodattimet kerroksittain. Vahvemman luokittelijan rakentamiseksi suunnittelemme erittäin kevyen SVM-mallien komitean. Koulutettavien parametrien kokonaismäärää vähennetään myös huomattavasti käyttämällä jaettuja suodattimia ylemmissä kerroksissa. Arvioimme verkkojamme MNIST-, CIFAR-10- ja STL-10-vertailuarvoilla ja raportoimme useita huipputuloksia muiden valvomattomien menetelmien joukossa.

**Tulos**

Autokonvoluutio valvomatonta ominaisuuksien oppimista varten

**Esimerkki 2.1689**

Metaforan yleisyys jokapäiväisessä viestinnässämme tekee siitä tärkeän ongelman luonnollisen kielen ymmärtämisessä. Suurin osa tähänastisista metaforien käsittelyjärjestelmistä perustuu kuitenkin käsin kehitettyihin piirteisiin, eikä alalla ole vieläkään päästy yksimielisyyteen siitä, mitkä piirteet ovat optimaalisia tähän tehtävään. Tässä artikkelissa esittelemme ensimmäisen syväoppimisarkkitehtuurin, joka on suunniteltu metaforisen koostumuksen tallentamiseen. Tuloksemme osoittavat, että se päihittää nykyiset lähestymistavat metaforien tunnistamistehtävässä.

**Tulos**

Hienojakoisen asian ymmärtäminen: Metaforan havaitseminen: Valvottu samankaltaisuusverkko metaforan havaitsemiseen

**Esimerkki 2.1690**

Stokastisen gradienttilaskeutumisen (SGD) konvergenssia koveria häviöfunktioita käyttäen on tutkittu laajasti. Konveksisia häviöitä käyttävät vanilja SGD-menetelmät eivät kuitenkaan toimi hyvin, kun on kyse meluisista merkinnöistä, jotka vaikuttavat haitallisesti SGD-menetelmien primäärimuuttujan päivitykseen. Valitettavasti häiriömerkinnät ovat yleisiä reaalimaailman sovelluksissa, kuten joukkoistamisessa. Tässä artikkelissa esitellään SGD-menetelmiin soveltuva vankkojen tappioiden perhe, jonka avulla voidaan käsitellä kohinaisia merkintöjä. SGD-menetelmät vähentävät menestyksekkäästi meluisten etikettien aiheuttamia kielteisiä vaikutuksia jokaisessa alkumuuttujan päivityksessä käyttämällä robustia häviötä. Emme ainoastaan paljasta, että konvergenssinopeus on O(1/T ) SGD-menetelmille, joissa käytetään robustia häviötä, vaan esitämme myös robustisuusanalyysin kahdesta edustavasta robustista häviöstä. Kattavat kokeelliset tulokset kuudesta todellisesta tietokokonaisuudesta osoittavat, että SGD-menetelmät, joissa käytetään robustia häviötä, ovat selvästi robustimpia kuin muut perusmenetelmät useimmissa tilanteissa ja konvergenssi on nopeaa.

**Tulos**

Stokastisen gradienttilaskeutumisen robustien häviöiden perheen konvergenssista.

**Esimerkki 2.1691**

Tässä artikkelissa esitämme perustavanlaatuisen tärkeän arvojakauman eli vahvistusoppivan agentin saaman satunnaisen tuoton jakauman merkitystä. Tämä on vastakohta vahvistusoppimisen yleiselle lähestymistavalle, jossa mallinnetaan tämän tuoton eli arvon odotusta. Vaikka arvojakaumaa tutkivaa kirjallisuutta on jo vakiintunut, sitä on toistaiseksi aina käytetty tiettyyn tarkoitukseen, kuten riskitietoisen käyttäytymisen toteuttamiseen. Aloitamme teoreettisilla tuloksilla sekä politiikan arviointi- että valvonta-asetelmissa ja paljastamme jälkimmäisessä merkittävän jakauman epävakauden. Sen jälkeen käytämme jakaumanäkökulmaa suunnitellaksemme uuden algoritmin, joka soveltaa Bellmanin yhtälöä likimääräisten arvojakaumien oppimiseen. Arvioimme algoritmiamme Arcade Learning Environment -oppimisympäristön pelisarjan avulla. Saamme sekä huipputason tuloksia että anekdoottista näyttöä, joka osoittaa arvojakauman merkityksen likimääräisessä vahvistusoppimisessa. Lopuksi yhdistämme teoreettisen ja empiirisen todistusaineiston korostaaksemme tapoja, joilla arvojakauma vaikuttaa oppimiseen likimääräisessä ympäristössä.

**Tulos**

Jakaumanäkökulma vahvistusoppimiseen (Distributional Perspective on Reinforcement Learning)

**Esimerkki 2.1692**

Ehdotamme uutta, ei-parametrista lähestymistapaa Markov-päätösprosessien (MDP) siirtymädynamiikan oppimiseen ja esittämiseen, joka voidaan helposti yhdistää dynaamisen ohjelmoinnin menetelmiin politiikan optimointia ja arvon estimointia varten. Lähestymistavassa hyödynnetään hiljattain kehitettyä ehdollisten jakaumien esittämistä toistuvan ytimen Hilbert-avaruuden (RKHS) upotuksina. Tällaisten esitysten avulla ei tarvitse arvioida siirtymätodennäköisyyksiä tai tiheyksiä, ja niitä voidaan soveltaa mihin tahansa alueeseen, jossa voidaan määritellä ytimiä. Näin vältetään tarve laskea hankalia integraaleja, koska odotukset esitetään RKHS:n sisäisinä tuotteina, joiden laskeminen on lineaarisesti monimutkaista upotuksen esittämiseen käytettyjen pisteiden määrän mukaan. Annamme takuut ehdotetuille sovelluksille MDP:ssä: arvo-iteraatioalgoritmin yhteydessä todistamme, että konvergenssi joko optimaaliseen politiikkaan tai optimaalisen politiikan lähimpään projektioon malliluokassamme (RKHS) on kohtuullisilla oletuksilla. Kokeissa tutkimme oppimistehtävää tyypillisessä klassisessa säätöympäristössä (vajaatoiminen heiluri) ja navigointiongelmassa, jossa havainnoidaan vain anturin antamia kuvia. Politiikan optimointia vertaamme pienimmän neliösumman iterointiin, jossa arvofunktion estimointiin käytetään Gaussin prosessia. Arvojen estimointia verrataan myös NPDP-menetelmään. Lähestymistapamme saavuttaa paremman suorituskyvyn kaikissa kokeissa. Julkaisussa Proceedings of the 29 th International Conference on Machine Learning, Edinburgh, Skotlanti, Yhdistynyt kuningaskunta, 2012. Tekijän (tekijöiden)/omistajan (omistajien) tekijänoikeudet 2012.

**Tulos**

MDP:iden siirtymädynamiikan mallintaminen RKHS-sulkeumien avulla

**Esimerkki 2.1693**

Liiketoiminta-analytiikassa mitta-arvot, kuten myyntiluvut tai kuljetetun rahdin määrät, summataan usein yhden tai useamman vastaavan luokan, kuten ajan tai kuljetuskontin, arvojen mukaan. Kaikkia mittareita ei kuitenkaan pitäisi oletusarvoisesti laskea yhteen (esimerkiksi tyypillisemmin halutaan keskiarvo joukon ihmisten pituuksista); samoin joitakin mittareita pitäisi laskea yhteen vain tiettyjen rajoitusten puitteissa (esimerkiksi väestömäärää koskevia mittareita ei tarvitse laskea yhteen vuosien osalta). Watson Analyticsin kaltaisissa järjestelmissä mittauksen tarkan additiivisen käyttäytymisen määrittelee usein inhimillinen asiantuntija. Tässä työssä ehdotamme pientä joukkoa ominaisuuksia tätä kysymystä varten. Käytämme näitä piirteitä tapauskohtaisessa päättelyssä, jossa järjestelmä ehdottaa yhteenlaskukäyttäytymistä 86 prosentin tarkkuudella keräämässämme tietokokonaisuudessa.

**Tulos**

Puoli-additiivisen käyttäytymisen oppimismittarit

**Esimerkki 2.1694**

Tässä asiakirjassa kuvataan ontologian verkkohakukoneen toteutusta. Ontology Web Search Engine on toteutettavissa itsenäisenä projektina ja osana muita projekteja. Tämän artikkelin päätarkoituksena on esitellä Ontology Web Search Engine -hakukoneen toteutuksen yksityiskohdat osana Semanttisen Webin asiantuntijajärjestelmää ja esitellä Ontology Web Search Engine -hakukoneen toiminnan tuloksia. Semanttisen webin asiantuntijajärjestelmän odotetaan kykenevän käsittelemään ontologioita webistä, tuottamaan sääntöjä näistä ontologioista ja kehittämään tietopohjaansa.

**Tulos**

ONTOLOGIAN VERKKOHAKUKONEEN TOTEUTTAMINEN

**Esimerkki 2.1695**

Korkea-ulotteisen datan binäärinen sulauttaminen vaatii pitkiä koodeja, jotta tuloavaruuden erottelukyky säilyy. Perinteiset binäärikoodausmenetelmät kärsivät usein hyvin korkeista laskenta- ja tallennuskustannuksista tällaisessa tilanteessa. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme Circulant Binary Embedding (CBE) -menetelmää, joka tuottaa binäärikoodeja projisoimalla datan circulant-matriisin avulla. Sirkulanttirakenne mahdollistaa nopean Fourier-muunnoksen käytön laskennan nopeuttamiseksi. Verrattuna menetelmiin, jotka käyttävät strukturoimattomia matriiseja, ehdotettu menetelmä parantaa aikakompleksisuutta O(d2):sta O(d log d):een ja tilakompleksisuutta O(d2):sta O(d):een, jossa d on syötteen ulottuvuus. Ehdotamme myös uutta aika-taajuus-vuorottelevaa optimointia datasta riippuvien sirkulanttiprojektioiden oppimiseksi, joka minimoi tavoitteen vuorotellen alkuperäisellä ja Fourier-alueella. Osoitamme laajoilla kokeilla, että ehdotettu lähestymistapa antaa paljon paremman suorituskyvyn kuin uusimmat lähestymistavat kiinteän ajan osalta ja tarjoaa paljon nopeamman laskennan ilman suorituskyvyn heikkenemistä kiinteän bittimäärän osalta.

**Tulos**

Circulant Binary Embedding

**Esimerkki 2.1696**

Esittelemme kaksi uutta ja vastakkaista toistuvaan neuroverkkoon (Recurrent Neural Network, RNN) perustuvaa arkkitehtuuria asiakirjojen tiivistämistä varten. Luokitteluun perustuva arkkitehtuuri hyväksyy tai hylkää peräkkäin jokaisen alkuperäisen asiakirjan järjestyksessä olevan lauseen, jotta se kuuluisi lopulliseen yhteenvetoon. Selector-arkkitehtuuri puolestaan voi vapaasti valita yhden lauseen kerrallaan missä tahansa mielivaltaisessa järjestyksessä ja koota yhteenvedon. Molempien arkkitehtuurien mukaiset mallit kuvaavat yhdessä lauseiden tärkeyden ja redundanssin käsitteitä. Näiden mallien etuna on lisäksi se, että ne ovat hyvin tulkittavissa, koska niiden avulla voidaan visualisoida niiden ennusteita abstraktien piirteiden, kuten tietosisällön, korostuneisuuden ja redundanssin, mukaan jaoteltuina. Osoitamme, että mallimme saavuttavat tai päihittävät nykyaikaiset valvotut mallit kahdella eri korpuksella. Lisäksi suosittelemme kokeelliseen näyttöön perustuvia olosuhteita, joissa yksi arkkitehtuuri on toista parempi.

**Tulos**

ASIAKIRJOJEN TIIVISTÄMINEN

**Esimerkki 2.1697**

Ehdotamme uusia menetelmiä, joilla nopeutetaan ADMM-menetelmän (Alternating Direction Method of Multipliers) konvergenssia. ADMM on yleinen optimointityökalu laajamittaisessa ja hajautetussa oppimisessa. Ehdotettu menetelmä nopeuttaa konvergenssin nopeutta päättämällä automaattisesti parametrien konsensukseen tarvittavan rajoitussakon jokaisessa iteraatiossa. Lisäksi ehdotamme menetelmän laajennusta, joka määrittää adaptiivisesti maksimimäärän iteraatioita rangaistuksen päivittämiseksi. Osoitamme, että tämä lähestymistapa johtaa tehokkaasti hajautetun optimoinnin taustalla olevaan adaptiiviseen, dynaamiseen verkkotopologiaan. Uusien rangaistusten päivitysjärjestelmien hyödyllisyys osoitetaan sekä synteettisillä että todellisilla tiedoilla, mukaan lukien tietokonenäköä koskeva sovellus, jossa hajautettu rakenne perustuu liikkeeseen.

**Tulos**

Nopea ADMM-algoritmi hajautettuun optimointiin mukautuvalla rangaistussummalla

**Esimerkki 2.1698**

Aktiivinen havainnointi on keskeinen ongelma robottien ympäristön havainnoinnissa ja seurannassa: Miten robottiryhmä<lb>suunnittelee informatiivisimmat havainnointireitit minimoidakseen epävarmuuden ympäristön ilmiön mallintamisessa ja ennustamisessa? Tässä artikkelissa esitellään kaksi periaatteellista ap-<lb>lähestymistapaa tehokkaaseen tietoteoreettiseen polkusuunnitteluun, jotka perustuvat entropia- ja keskinäisen informaation kriteereihin in situ -aktiiviseen havainnointiin tärkeässä laajassa laajassa luokassa laajalti esiintyviä ympäristöilmiöitä, joita kutsutaan anisotrooppisiksi kentiksi. Ehdotetut algoritmit ovat uudenlaisia, koska niissä käsitellään kompromissia aktiivisen havainnointitehon ja aikatehokkuuden välillä. Tärkeä käytännön seuraus on, että algoritmeissämme voidaan hyödyntää<lb>Gaussin prosessiin perustuvien<lb>anisotrooppisten kenttien alueellista korrelaatiorakennetta ja parantaa ajallista tehokkuutta samalla kun säilytetään lähes optimaalinen aktiivinen havaintoteho. Analysoimme<lb>algoritmiemme aikakompleksisuutta ja todistamme analyyttisesti, että ne skaalautuvat paremmin kuin nykyaikaiset algoritmit<lb>suunnitteluhorisontin pituuden kasvaessa. Annamme<lb>teoreettiset takeet<lb>algoritmiemme aktiivisen havainnoinnin suorituskyvystä<lb>tutkimustehtävien luokassa, jota kutsutaan tran-<lb>sect samplingiksi ja jota voidaan erityisesti parantaa<lb>pitkemmällä suunnitteluajalla ja/tai pienemmällä spatiaalisella korrelaatiolla pitkin<lb>transsektiä. Empiirinen arviointi todellisen maailman anisotrooppisella<lb>kenttädatalla osoittaa, että algoritmimme voivat suoriutua paremmin tai<lb>vähintään yhtä hyvin kuin uusimmat algoritmit, mutta<lb>tarvitaan<lb>kymmenen kertaluokkaa vähemmän laskenta-<lb>aikaa, vaikka kenttäolosuhteet olisivat epäedullisemmat.

**Tulos**

Multi-robottien informatiivinen reittisuunnittelu ympäristöilmiöiden aktiivista havainnointia varten: Kahden algoritmin tarina

**Esimerkki 2.1699**

Klusterointiin liittyvien liikeratakuvioiden samankaltaisuudella on ollut tärkeä rooli erilaisten liikkuvien kohteiden ryhmien liikekäyttäytymisen selvittämisessä. Trajektoridatan sekvenssien välisen samankaltaisuuden mittaamiseen on ehdotettu useita lähestymistapoja. Useimmat näistä mittareista perustuvat euklidiseen avaruuteen tai paikkaverkkoon, ja jotkin niistä ovat käsitelleet ajallisia näkökohtia tai järjestystyyppejä. Ne eivät kuitenkaan sovellu langattomissa verkoissa esiintyvien tila-ajallisten liikkuvuusmallien ominaisuuksiin. Tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta samankaltaisuusmittaa liikkuvuusmalleille langattoman verkon soluavaruudessa. Toimenpiteemme rakentaminen koostuu kahdesta vaiheesta seuraavasti. Ensin esitämme muodolliset määritelmät, joiden avulla voidaan kuvata matemaattisesti kaksi spatiaalista ja temporaalista liikkuvuusmallien samankaltaisuusmittaa. Sen jälkeen määrittelemme kokonaisyhdennäköisyysmitan näiden samankaltaisuuksien painotetun yhdistelmän avulla. Osittaisen ja kokonaisvaltaisen samankaltaisuusmitan totuus todistetaan matemaattisesti. Lisäksi työssämme käytetään aikavälien tai järjestyksen sijasta aikaleimaa, jolloin kaksi liikkuvuusmallia on samassa solussa. Lisäksi kuvataan tapaustutkimus, jossa yhdistelmämittaria verrataan muihin mittareihin.

**Tulos**

PAINOTETTU YHDISTELMÄ SAMANKALTAISUUSMITTA LIIKKUVUUSMALLEILLE LANGATTOMISSA VERKOISSA

**Esimerkki 2.1700**

CMA-ES [7, 8] on uusin evolutiivinen optimointimenetelmä ainakin jatkuvan mustan laatikon optimoinnin alalla. Periaatteessa siinä luodaan uusia hakupisteitä ottamalla näytteitä moniulotteisesta normaalijakaumasta, jonka keskiarvo ja varianssi päivitetään sukupolvesta toiseen. Erityisesti populaatio x (g+1) 1 , . . . . , x (g+1) λ ∈ R d g + 1. sukupolvessa, g ≥ 1, noudattaa normaalijakaumaa, jonka keskiarvo on m ∈ R ja varianssi (σ)C ∈ R ja joka on tulosta g-nen sukupolven päivityksestä,

**Tulos**

Kaksi Gaussin lähestymistapaa black-box-optomointiin

**Esimerkki 2.1701**

Kokonaisvaihtelua (TV) ja Eulerin elastista (EE) on viime vuosina sovellettu menestyksekkäästi kuvankäsittelytehtävissä, kuten äänenvaimennuksessa ja maalauksessa. Tässä artikkelissa tutkitaan, miten TV:tä ja EE:tä voidaan laajentaa valvottuun oppimiseen korkea-ulotteisessa datassa. Valvotun oppimisen ongelma voidaan muotoilla energiafunktionaalin minimoinniksi Tikhonovin regularisointijärjestelmässä, jossa energia muodostuu neliöllisestä häviöstä ja kokonaisvaihtelun tasoituksesta (tai Eulerin elastisesta tasoituksesta). Sen ratkaiseminen variaatioperiaatteiden avulla johtaa Euler-Lagrange PDE:hen. PDE on kuitenkin aina korkea-ulotteinen, eikä sitä voida ratkaista suoraan tavanomaisilla menetelmillä. Sen sijaan kohdefunktion approksimointiin käytetään radiaalisia perusfunktioita, jolloin ongelma supistuu perusfunktioiden lineaaristen kertoimien löytämiseen. Sovellamme ehdotettuja menetelmiä valvotun oppimisen tehtäviin (mukaan lukien binääriluokitus, moniluokkainen luokitus ja regressio) vertailuaineistoissa. Laajat kokeet ovat osoittaneet ehdotettujen menetelmien lupaavat tulokset.

**Tulos**

Kokonaisvaihtelu ja Eulerin Elastica valvottua oppimista varten

**Esimerkki 2.1702**

Seq2Seq-mallit (Seq2Seq), joihin on kiinnitetty huomiota, ovat menestyneet erinomaisesti tehtävissä, joihin liittyy luonnollisen kielen lauseiden tuottaminen, kuten konekääntämisessä, kuvatekstien tuottamisessa ja puheentunnistuksessa. Suorituskykyä on edelleen parannettu hyödyntämällä merkitsemätöntä dataa, usein kielimallin muodossa. Tässä työssä esitellään Cold Fusion -menetelmä, jossa hyödynnetään esivalmistettua kielimallia harjoittelun aikana, ja osoitetaan sen tehokkuus puheentunnistustehtävässä. Osoitamme, että Cold Fusion -menetelmällä varustetut Seq2Seq-mallit pystyvät hyödyntämään kielitietoa paremmin, kun ne i) konvergoituvat nopeammin ja yleistyvät paremmin ja ii) siirtyvät lähes täydellisesti uudelle alalle käyttäen alle 10 prosenttia leimattua harjoitusdataa.

**Tulos**

Kylmäfuusio: Seq2Seq-mallien kouluttaminen yhdessä kielimallien kanssa

**Esimerkki 2.1703**

Tässä työssä kehitämme yksinkertaisen algoritmin puolivalvottua regressiota varten. Keskeinen ajatus on käyttää sekä merkityistä että merkitsemättömistä esimerkeistä johdettuja integraalioperaattorin parhaita ominaistoimintoja perusfunktioina ja oppia ennustefunktio yksinkertaisella lineaarisella regressiolla. Osoitamme, että integraalioperaattoria koskevilla sopivilla oletuksilla tämä lähestymistapa pystyy saavuttamaan paremman regressiovirheen rajan kuin nykyiset valvotun oppimisen rajat. Varmistamme myös ehdotetun algoritmin tehokkuuden empiirisellä tutkimuksella.

**Tulos**

Yksinkertainen algoritmi puolivalvottuun oppimiseen, jossa on parannettu yleistämisvirheen rajaa

**Esimerkki 2.1704**

Konekääntäminen on tieteenala, jolla kehitetään automaattisia työkaluja, joilla käännetään yhdestä ihmiskielestä toiseen. Tilastollinen konekääntäminen (SMT, Statistical Machine Translation) on alan hallitseva paradigma. SMT:ssä käännökset luodaan tilastollisten mallien avulla, joiden parametrit opitaan kaksikielisestä datasta. Skaalautuvuus on SMT:ssä keskeinen huolenaihe, koska halutaan hyödyntää mahdollisimman paljon dataa parempien käännösjärjestelmien kouluttamiseksi. Viime vuosina on tullut laajalti saataville mobiililaitteita, joissa on riittävästi laskentatehoa. Vaikka NLP-järjestelmiin tukeutuvat mobiilisovellukset ovat hyvin menestyksekkäitä, ne noudattavat edelleen asiakas-palvelinarkkitehtuuria, josta on vain vähän hyötyä, koska Internet-yhteydet ovat usein rajalliset ja kalliit. Tämän väitöskirjan tavoitteena on osoittaa, miten voidaan rakentaa skaalautuva konekäännösjärjestelmä, joka voi toimia mobiililaitteen rajallisilla resursseilla. Suurin haaste käännösjärjestelmien siirtämisessä mobiililaitteisiin on muistin käyttö. Mobiililaitteessa käytettävissä olevan muistin määrä on paljon pienempi kuin mitä yleensä on käytettävissä asiakas-palvelinsovelluksen palvelinpuolella. Tässä tutkielmassa tutkitaan vaihtoehtoja kahdelle komponentille, jotka estävät vakiokäännösjärjestelmiä toimimasta mobiililaitteissa suuren muistinkäytön vuoksi. Osoitamme, että kun nämä vakiokomponentit korvataan ehdottamillamme vaihtoehdoilla, saadaan skaalautuva käännösjärjestelmä, joka voi toimia laitteessa, jossa on rajallinen muisti. Tämän tutkielman kaksi ensimmäistä lukua ovat johdantolukuja. Luvussa 1 käsitellään yksityiskohtaisemmin tehtävään ryhtymistämme ja tuodaan esiin panoksemme. Luvussa 2 esitellään lyhyesti tilastollinen konekääntäminen. Luvussa 3 tarkastelemme online-kielioppiuuttimia muistitehokkaana vaihtoehtona fraasitaulukoille. Ehdotamme nopeampaa ja yksinkertaisempaa louhinta-algoritmia aukkoja sisältäville käännössäännöille, mikä parantaa hierarkkisiin vaiheisiin perustuvien käännösjärjestelmien louhinta-aikaa. Luvussa 4 tutkimme perusteellisesti, miten neuraaliset kielimallit olisi integroitava käännösjärjestelmiin. Päädymme uudenlaiseen yhdistelmään, jossa yhdistetään kohinan kontrastiivinen estimointi ja ulostulokerroksen faktorointi Brownin klustereiden avulla. Saamme aikaan korkealaatuisen käännösjärjestelmän, joka on nopea sekä koulutettaessa että dekoodattaessa, ja käytämme sitä osoittaaksemme, että neuraaliset kielimallit päihittävät perinteiset n-grammimallit muistin rajallisissa ympäristöissä. Luku 5 päättää työmme, jossa osoitetaan, että online-kieliopin poimijoiden ja neuraalisten kielimallien avulla voidaan rakentaa skaalautuvia, korkealaatuisia järjestelmiä, joilla voidaan kääntää tekstiä mobiililaitteen rajallisilla resursseilla.

**Tulos**

Skaalautuva konekääntäminen muistin rajallisissa ympäristöissä

**Esimerkki 2.1705**

Jopa tavallisiin NLP-tehtäviin ei ole saatavilla riittävää valvontaa monissa kielissä - morfologinen merkintä ei ole poikkeus. Tässä esiteltävässä työssä tutkimme siirto-oppimismenetelmää, jossa koulutamme merkkitason rekursiivisia neuraalisia merkintäohjelmia ennustamaan morfologisia merkintöjä sekä korkean että matalan resurssiluvun kielille. Useiden sukulaiskielten yhteisten merkkiedustusten oppiminen mahdollistaa onnistuneesti tiedonsiirron korkearesurssisista kielistä matalaresurssisiin kieliin, mikä parantaa tarkkuutta jopa 30 prosenttia.

**Tulos**

Monikielinen, merkkitason neuraalinen morfologinen merkitseminen

**Esimerkki 2.1706**

Tärkeä Bayesin hybridiverkkojen alaluokka ovat ne, jotka edustavat ehdollista lineaarista Gaussin (CLG) jakaumaa,jakaumaa, jossa on monimuuttujainen Gaussin komponentti kullekin diskreetin muuttujan instantialleeraukselle. Tässä artikkelissa tarkastelemme CLG:iden päättelyn ongelmaa ja esitämme monimutkaisuustuloksia tärkeälle CLG-luokalle, johon kuuluvat Switching Kalman -suodattimet. Erityisesti todistamme, että vaikka CLG rajoitettaisiin äärimmäisen yksinkertaiseen polytree-rakenteeseen, päättelytehtävä on NP-vaikea. Lisäksi osoitamme, että ellei P=NP, jopa ap-läheinen päättely näissä yksinkertaisissa verkoissa on vaikeasti lähestyttävä. Kun otetaan huomioon, että jopa likimääräisen päättelyn laskentakustannukset ovat usein kohtuuttoman suuret, meidän on hyödynnettävä erityisiä verkkotunnuksia, jotka voivat mahdollistaa tehokkaan päättelyn. Keskitymme vikadiagnostiikkaan ja tutkimme useita likimääräisiä päättelyalgoritmeja. Nämä algoritmit pyrkivät löytämään pienen osajoukon Gaussin jakaumia, jotka ovat hyvä approksimaatio koko jakaumalle. Tarkastelemme kahta Monte Carlo -menetelmää ja uutta lähestymistapaa, jossa sekoitusjakauman komponentit luetellaan ennakkotodennäköisyyden mukaisessa järjestyksessä. Vertailemme näitä menetelmiä erilaisissa ongelmissa ja osoitamme, että uusi algoritmimme on erittäin lupaava suurissa hybrididiagnoosiongelmissa.

**Tulos**

Päättely hybridiverkoissa: Teoreettiset rajat ja käytännön algoritmit

**Esimerkki 2.1707**

Tietojen laadun arviointi ja tietojen puhdistus ovat asiayhteydestä riippuvaisia toimintoja. Tämän havainnon perusteella ehdotamme ontologista moniulotteista tietomallia (OMD-malli), jota voidaan käyttää kontekstien mallintamiseen ja esittämiseen logiikkaan perustuvina ontologioina. Arvioitavat tiedot liitetään kontekstiin lisäanalyysiä, käsittelyä ja laatutietojen louhintaa varten. Tuloksena syntyvät kontekstit mahdollistavat ulottuvuuksien esittämisen, ja moniulotteinen tiedon laadun arviointi on mahdollista. Moniulotteisen kontekstin ytimenä on yleistetty moniulotteinen tietomalli ja Datalog±-ontologia, jolla on todistetusti hyvät ominaisuudet kyselyihin vastaamisen kannalta. Näitä pääkomponentteja käytetään kuvaamaan ulottuvuushierarkioita, ulottuvuusrajoituksia, ulottuvuussääntöjä ja dene-predikaatteja laadukkaan tiedon määrittelyä varten. Kyselyihin vastaaminen perustuu ulottuvuushierarkioihin ja käynnistää niiden kautta navigoinnin, ja siitä tulee laatutietojen louhinnan perusväline. OMD-malli on sinänsä mielenkiintoinen, eikä sitä voida soveltaa pelkästään tietojen laatuun. Se mahdollistaa logiikkapohjaisen ja laskennallisesti helppokäyttöisen moniulotteisen datan esittämisen ja laajentaa aiempia moniulotteisia tietomalleja lisäilmaisuvoimalla ja -toiminnoilla.

**Tulos**

Ontologiset moniulotteiset tietomallit ja kontekstuaalinen tiedon laatu

**Esimerkki 2.1708**

Tyypilliset sekvenssien luokittelutekniikat on suunniteltu hyvin segmentoituja sekvenssejä varten, joita on muokattu kohinaisten tai epäolennaisten osien poistamiseksi. Tämän vuoksi tällaisia menetelmiä ei voida helposti soveltaa todellisissa sovelluksissa odotettavissa oleviin meluisiin sekvensseihin. Tässä artikkelissa esitellään TAGM-malli (Temporal Attention-Gated Model), jossa yhdistetään ajatuksia tarkkaavaisuusmalleista ja ohjautuvista rekursiivisista verkoista, jotta voidaan käsitellä paremmin meluisia tai segmentoimattomia sekvenssejä. Tarkemmin sanottuna laajennamme huomiomallin käsitettä mittaamaan sekvenssin jokaisen havainnon (aika-askeleen) merkitystä. Sen jälkeen käytämme uutta portoitua rekursiivista verkkoa oppiaksemme piilotetun esityksen lopullista ennustetta varten. Lähestymistapamme tärkeä etu on tulkittavuus, sillä ajalliset huomiopainot antavat merkityksellisen arvon sekvenssin kunkin aika-askeleen tärkeydelle. Osoitamme TAGM-lähestymistapamme edut sekä ennustustarkkuuden että tulkittavuuden osalta kolmessa eri tehtävässä: puhuttujen numeroiden tunnistaminen, tekstipohjainen tunneanalyysi ja visuaalisten tapahtumien tunnistaminen.

**Tulos**

Temporaalinen tarkkaavaisuusohjattu malli vakaaseen sekvenssien luokitteluun

**Esimerkki 2.1709**

Esittelemme uudenlaisen latentin vektoriavaruuden mallin, joka oppii yhdessä<lb> sanojen, sähköisen kaupankäynnin tuotteiden latentit representaatiot ja<lb>kartoituksen näiden kahden välille ilman eksplisiittisiä annotaatioita.<lb>Mallin teho piilee sen kyvyssä mallintaa suoraan dis-<lb>kriminatiivista suhdetta tuotteiden ja tietyn sanan välillä. Vertailemme<lb>menetelmäämme olemassa oleviin latenttien vektoriavaruuksien malleihin (LSI,<lb>LDA ja word2vec) ja arvioimme sitä ominaisuutena learning to<lb>rank -asetelmassa. Latentti vektoriavaruusmallimme saavuttaa parannetun<lb>suorituskykynsä, kun se oppii parempia tuoteselityksiä. Lisäksi<lb> sanojen kuvaaminen tuotteisiin ja sanojen edustukset<lb> hyötyvät suoraan virheistä, jotka leviävät takaisin<lb>tuotedesityksistä parametrien estimoinnin aikana. Esitämme<lb>syvällisen analyysin mallimme suorituskyvystä ja analysoimme<lb>oppimiemme representaatioiden rakennetta.

**Tulos**

Latenttien vektoriavaruuksien oppiminen tuotehakua varten

**Esimerkki 2.1710**

Asiakirjoissa on peräkkäinen rakenne useilla eri abstraktiotasoilla (esim. lauseet, kappaleet, jaksot). Nämä abstraktiotasot muodostavat luonnollisen hierarkian, jonka avulla voidaan esittää asiayhteys, josta voidaan päätellä sanojen ja laajempien tekstikatkelmien merkitys. Tässä artikkelissa esitellään CLSTM (Contextual LSTM), joka on rekursiivisen neuroverkon LSTM-mallin (Long-Short Term Memory) laajennus, jossa malliin sisällytetään kontekstuaalisia piirteitä (esim. aiheita). Arvioimme CLSTM:ää kolmessa erityisessä NLP-tehtävässä: sanan ennustaminen, seuraavan lauseen valinta ja lauseen aiheen ennustaminen. Kahdella korpuksella, Wikipedian englanninkielisillä asiakirjoilla ja englanninkielisen Google Newsin tuoreen tilannekuvan artikkelien osajoukolla, suoritettujen kokeiden tulokset osoittavat, että sekä sanojen että aiheiden käyttäminen ominaisuuksina parantaa CLSTM-mallien suorituskykyä perus-LSTM-malleihin verrattuna näissä tehtävissä. Esimerkiksi seuraavan lauseen valintatehtävässä suhteellinen tarkkuus paranee 21 prosenttia Wikipedian aineistossa ja 18 prosenttia Google News -aineistossa. Tämä osoittaa selvästi, että kontekstin asianmukaisesta käytöstä on merkittävää hyötyä luonnollisen kielen tehtävissä. Tällä on vaikutuksia monenlaisiin NL-sovelluksiin, kuten kysymyksiin vastaamiseen, lauseiden täydentämiseen, parafraasien luomiseen ja seuraavan lausuman ennustamiseen dialogijärjestelmissä.

**Tulos**

Kontekstuaaliset LSTM-mallit (CLSTM) laajamittaisiin NLP-tehtäviin

**Esimerkki 2.1711**

Avoimen maailmankaikkeuden todennäköisyysmallien (OUPM) kielillä voidaan esittää tilanteita, joissa on tuntematon määrä objekteja ja epävarmuus identiteetistä. Tällaisia tapauksia esiintyy monissa tärkeissä reaalimaailman sovelluksissa, mutta nykyiset yleiskäyttöiset päättelymenetelmät OUPM-malleille ovat paljon tehottomampia kuin rajoitetumpia kieliä ja malliluokkia varten käytettävissä olevat menetelmät. Tässä artikkelissa korjataan tätä puutetta jonkin verran esittelemällä ja osoittamalla, että Gibbs-näytteenoton yleistäminen osittaisiin maailmoihin, joiden mallirakenne mahdollisesti vaihtelee, on oikein. Lähestymistapamme perustuu aiempiin yleisiin OUPM-epäilymenetelmiin sekä apumuuttujien näytteenottomenetelmiin ei-parametrisille seosmalleille ja laajentaa niitä. Se on toteutettu BLOG:lle, joka on tunnettu OUPM-kieli. Yhdessä kääntämisen aikaisten optimointien kanssa tuloksena oleva algoritmi nopeuttaa huomattavasti olemassa olevia menetelmiä useissa testitapauksissa ja parantaa huomattavasti OUPM-kielten käytännöllisyyttä yleisesti.

**Tulos**

Gibbs-näytteenotto avoimen universumin stokastisissa kielissä (Gibbs Sampling in Open-Universe Stochastic Languages)

**Esimerkki 2.1712**

Graafien yhteensovittaminen on haastava ongelma, jolla on erittäin tärkeitä sovelluksia monilla eri aloilla, kuten kuva- ja videoanalyysissä sekä biologisissa ja biolääketieteellisissä ongelmissa. Ehdotamme vankkaa graafien yhteensovittamisalgoritmia, joka on saanut inspiraationsa harvuuteen liittyvistä tekniikoista. Muodostamme ongelman, joka muistuttaa ryhmä- tai yhteistoiminnallisia harvuusmuotoiluja, ei-sileänä koverana optimointiongelmana, joka voidaan ratkaista tehokkaasti käyttämällä lisätyn Lagrangen tekniikoita. Menetelmällä voidaan käsitellä painotettuja tai painottamattomia graafeja sekä multimodaalista dataa, jossa eri graafit edustavat erityyppistä dataa. Ehdotettu lähestymistapa voidaan myös integroida luontevasti yhteistoiminnallisiin graafien päättelytekniikoihin ja ratkaista yleisiä verkkojen päättelyongelmia, joissa havaitut muuttujat, jotka ovat mahdollisesti peräisin eri modaliteeteista, eivät vastaa toisiaan. Algoritmia testataan ja verrataan uusimpiin graafien yhteensovittamistekniikoihin sekä synteettisissä että todellisissa graafeissa. Esittelemme myös tuloksia multimodaalisista graafeista ja sovelluksia aivojen yhteistoiminnallisen kytkeytyvyyden päättelyyn kohdistusvapaista toiminnallisista magneettikuvausdatoista (fMRI). Koodi on julkisesti saatavilla.

**Tulos**

Vankka multimodaalinen graafien täsmäytys: harva koodaus ja graafien täsmäytys

**Esimerkki 2.1713**

Esittelemme menetelmän, jolla voidaan ratkaista implisiittisiä (faktoroituja) Markovin päätösprosesseja (MDP), joiden tila-avaruudet ovat hyvin suuria. Esittelemme tilaavaruuden osioiden ominaisuuden, jota kutsumme f-homogeenisyydeksi. Intuitiivisesti f-homogeeninen osio ryhmittelee tiloja, jotka käyttäytyvät suunnilleen samalla tavalla kaikkien tai joidenkin politiikkojen osajoukon alla. Esitämme algoritmin, joka ottaa MDP:n faktoroidun esityksen ja 0 � f � I:n ja laskee tila-avaruuden faktoroidun f-homogeenisen osion, lainaten viimeaikaista työtä mallien minimoinnista tietokoneavusteisessa ohjelmistojen verifioinnissa. Tämä osio määrittelee sukulais-MOP:ien perheen - sellaisten MOP:ien, joiden tila-aukio on yhtä suuri kuin osion lohkot ja siirtymätodennäköisyydet "appro:X:imately" kuten minkä tahansa (alkuperäisen MDP:n) tilan siirtymätodennäköisyydet lähdelohkossa. Tutkiaksemme muodollisesti tällaisia MDP-perheitä otamme käyttöön uuden käsitteen "rajoitetun parametrin MDP" (BMDP), joka on (perinteisten) MOP:ien perhe, joka määritellään määrittelemällä siirtymätodennäköisyyksien ja palkkioiden ylä- ja alarajat. Kuvaamme algoritmeja, jotka toimivat BMDP:llä löytääkseen toimintatapoja, jotka ovat suunnilleen optimaalisia alkuperäisen MDP:n suhteen. Yhdessä menetelmämme, jolla suuri implisiittinen MDP redusoidaan mahdollisesti paljon pienemmäksi BMDP:ksi f-homogeenisen osituksen avulla, ja menetelmämme toimintojen valitsemiseksi BMDP:ssä muodostavat uuden lähestymistavan suurten implisiittisten MOP:ien analysointiin. Tämän uuden lähestymistavan eduista mainittakoon, että se tarjoaa näkemystä olemassa oleviin algoritmeihin implisiittisten MDP:iden ratkaisemiseksi, tarjoaa hyödyllisiä yhteyksiä automaattiteoriaan ja mallien minimointiin ja ehdottaa menetelmiä, joihin sisältyy f:n vaihtelu, jotta voidaan vaihtaa aikaa ja tilaa (erityisesti vastaavan tilaavaruuden koon suhteen) ratkaisun laatuun.

**Tulos**

Mallin vähentämistekniikat Markovin päätösprosessien likimääräisesti optimaalisten ratkaisujen laskemiseksi

**Esimerkki 2.1714**

Suunnittelussa on kyse sellaisten toimintojen järjestysongelmien automaattisesta ratkaisemisesta, jotka on kuvattu deklaratiivisilla kielillä, joissa annetaan toimintojen ennakkoehdot ja vaikutukset. Yksi tämän teknologian tärkeä sovellusalue on uusien prosessien luominen liiketoimintaprosessien hallinnassa (Business Process Management, BPM), joka on välttämätöntä yhä dynaamisemmassa liiketoimintaympäristössä. Suunnittelun soveltamisen suurimpana esteenä tällä alalla on mallintaminen. Sopivan mallin hankkiminen suunnittelua varten - mieluiten kuvaus PDDL:llä, yleisimmin käytetyllä suunnittelukielellä - on usein kohtuuttoman monimutkaista ja/tai kallista. Keskeinen havaintomme tässä työssä on, että tätä ongelmaa voidaan lieventää hyödyntämällä mallipohjaisen ohjelmistokehityksen synergiaetuja. Sovelluksemme SAP:ssa, joka on yksi johtavista yritysohjelmistojen toimittajista, osoittaa, että jopa mallien yksiselitteinen uudelleenkäyttö on mahdollista. Kyseinen malli on nimeltään Status and Action Management (SAM). Se kuvaa Business Objectsin (BO) eli laajamittaisten tietorakenteiden käyttäytymistä liiketoiminnan asiantuntijoiden kieltä vastaavalla abstraktiotasolla. SAM kattaa yli 400 erilaista BO:ta, joista kukin kuvataan tilamuuttujien avulla ja sen avulla, miten niiden arvoja tarvitaan ja miten ne vaikuttavat liiketoiminnallisesti atomisiin käsittelyvaiheisiin (toimiin). SAP kehitti SAMin osana suurta mallipohjaista ohjelmistosuunnittelua. Näytämme tässä, että samaa mallia voidaan käyttää suunnitteluun, jolloin saadaan BPM-suunnittelusovellus, joka ei aiheuta lainkaan mallintamisen yleiskustannuksia. Käännämme SAM:n PDDL:n muunnelmaksi ja mukautamme valmiin suunnittelijan tämäntyyppisen ongelman ratkaisemiseen. Tuloksena syntyvän tekniikan ansiosta liiketoiminnan asiantuntijat voivat luoda uusia prosesseja yksinkertaisesti määrittelemällä halutun käyttäytymisen tilamuuttujien arvojen muutoksina: käytännössä kuvaamalla prosessin omalla kielellään.

**Tulos**

SAP Speaks PDDL: ohjelmistokehitysmallin hyödyntäminen liiketoimintaprosessien hallinnan suunnittelussa

**Esimerkki 2.1715**

Variatiiviset autokooderit ovat tehokas kehys valvomattomaan oppimiseen. Aiemmat työt ovat kuitenkin rajoittuneet mataliin malleihin, joissa on yksi tai kaksi kerrosta täysin faktoroituja stokastisia latentteja muuttujia, mikä rajoittaa latentin edustuksen joustavuutta. Ehdotamme kolmea edistysaskelta varioivien autokoodereiden koulutusalgoritmiin, jotka mahdollistavat ensimmäistä kertaa jopa viiden stokastisen kerroksen syvien mallien kouluttamisen: (1) Ladder-verkon kaltaisen rakenteen käyttäminen päättelymallina, (2) lämpenemisjakso, jolla tuetaan stokastisten yksiköiden pysymistä aktiivisina varhaisessa harjoittelussa, ja (3) eränormalisoinnin käyttö. Näiden parannusten avulla näytämme huippuluokan log-likelihood-tuloksia generatiivisen mallintamisen osalta useilla vertailutietoaineistoilla.

**Tulos**

Syvien varioivien autokoodereiden ja todennäköisyyteen perustuvien tikapuuverkkojen kouluttaminen

**Esimerkki 2.1716**

Kehitämme harjuregressiolle uudenlaisen esikäsittelymenetelmän, joka perustuu viimeaikaisiin lineaarisiin luonnostelumenetelmiin. Varustamalla stokastisen varianssin vähennetyn gradientin (SVRG) tällä esikäsittelyprosessilla saavutamme merkittävän nopeuden verrattuna nopeisiin stokastisiin menetelmiin, kuten SVRG, SDCA ja SAG.

**Tulos**

Ridge-regression ratkaiseminen käyttäen luonnosteltua esiarvoistettua SVRG:tä (Sketched Preconditioned SVRG)

**Esimerkki 2.1717**

Oppivissa luokittelujärjestelmissä käytettäväksi on esitetty useita esitysmalleja, jotka vaihtelevat binäärikoodauksista neuroverkkoihin ja viime aikoina dynaamiseen geneettiseen ohjelmointiin (DGP). Tässä asiakirjassa esitellään tuloksia tutkimuksesta, joka koskee sumean DGP-edustuksen käyttöä XCSF-oppimisluokitinjärjestelmässä. Erityisesti käytetään asynkronisia sumean logiikan verkkoja perinteisten ehto-toiminta-tuotantojärjestelmän sääntöjen esittämiseen. Osoitetaan, että XCSF:ssä on mahdollista käyttää itsesopeutuvaa, avointa evoluutiota tällaisten sumeiden dynaamisten järjestelmien muodostaman kokonaisuuden suunnitteluun useiden tunnettujen jatkuva-arvoisten testausongelmien ratkaisemiseksi.

**Tulos**

Sumea dynaaminen geneettinen ohjelmointi XCSF:ssä

**Esimerkki 2.1718**

Tarkastelemme teknisten järjestelmien kannalta tärkeää tilannetta, jossa pienitehoiset hajautetut anturit mittaavat kukin erittäin meluisia mittauksia jostakin tuntemattomasta kohdefunktiosta. Keskus haluaa oppia tämän funktion tarkasti kyselemällä pieneltä määrältä antureita, mikä tavallisesti olisi mahdotonta suuren kohinan vuoksi. Kysymyksemme on, voiko anturien välinen paikallinen viestintä yhdessä luonnollisen parhaan vastauksen dynamiikan kanssa sopivasti määritellyssä pelissä puhdistaa järjestelmää tuhoamatta todellista signaalia ja salliiko keskuksen onnistua vain pienellä määrällä aktiivisia kyselyitä. Käyttämällä peliteorian ja empiiristen prosessien tekniikoita todistamme positiivisia (ja negatiivisia) tuloksia useiden luonnollisten dynamiikoiden denoising-tehosta. Tämän jälkeen osoitamme kokeellisesti, että kun tämä prosessi yhdistetään viimeaikaisiin agnostisiin aktiivisen oppimisen algoritmeihin, se voi saavuttaa alhaisen virhemäärän hyvin harvoista kyselyistä, jolloin se toimii huomattavasti paremmin kuin aktiivinen tai passiivinen oppiminen ilman näitä denoising-dynamiikkoja sekä passiivinen oppiminen denoisingin kanssa.

**Tulos**

Aktiivinen oppiminen ja Best-Response-dynamiikka

**Esimerkki 2.1719**

Suurten datamäärien aikakaudella on yleistymässä se, että dataa on useista eri muodoista tai useista eri lähteistä, joita kutsutaan moninäkökulmaisiksi tiedoiksi (multi-view data). Koska moninäkökulmainen data on yleensä merkitsemätöntä ja peräisin korkea-ulotteisista tiloista (kuten kielisanastoista), moninäkökulmaisten ominaisuuksien valvomaton valinta on ratkaisevan tärkeää monissa sovelluksissa, kuten mallien tulkinnassa ja tallennuksen vähentämisessä. Se ei kuitenkaan ole triviaali seuraavien haasteiden vuoksi. Ensinnäkin tiedot eivät välttämättä mahdu muistiin, koska instansseja on liikaa tai ominaisuuksien dimensiot ovat liian suuria. Miten valita hyödyllisiä piirteitä, kun muistitilaa on rajoitetusti? Toiseksi tiedot voivat tulla virtoina, ja käsitteitä voi ajautua. Miten valita piirteitä virtaavasta datasta ja käsitellä käsitteiden ajautumista? Kolmanneksi, eri näkemykset voivat jakaa joitakin johdonmukaisia ja toisiaan täydentäviä tietoja. Miten hyödyntää eri näkymien johdonmukaista ja täydentävää tietoa ominaisuuksien valinnan parantamiseksi tilanteessa, jossa tiedot ovat liian suuria tai ne tulevat virtoina? Tietojemme mukaan mikään aiemmista töistä ei pysty ratkaisemaan kaikkia haasteita samanaikaisesti. Tässä artikkelissa ehdotamme OMVFS-järjestelmää (Online unsupervised MultiView Feature Selection), joka käsittelee verkossa suuren mittakaavan/virtatietoa useista näkymistä. OMVFS yhdistää valvomattoman ominaisuuksien valinnan klusterointialgoritmiin ei-negatiivisen matriisifaktorisaation ja harvan oppimisen avulla. Lisäksi se sisältää graafin regularisoinnin, jolla säilytetään paikallinen rakennetieto ja autetaan valitsemaan erottelevia piirteitä. Kaikkien historiallisten tietojen tallentamisen sijaan OMVFS käsittelee moninäkymätiedot kappaleittain ja kokoaa kaiken tarvittavan tiedon useisiin pieniin matriiseihin. Käyttämällä puskurointitekniikkaa ehdotettu OMVFS voi vähentää laskenta- ja tallennuskustannuksia ja hyödyntää samalla rakennetietoa. Lisäksi OMVFS voi kaapata tietovirroissa esiintyvät konseptivirheet. Laajat kokeet neljällä todellisella tietokokonaisuudella osoittavat ehdotetun OMVFS-menetelmän tehokkuuden ja toimivuuden. Mikä tärkeintä, OMVFS on noin 100 kertaa nopeampi kuin offline-menetelmät.

**Tulos**

Online-valvontaan perustumaton usean näkymän ominaisuuksien valinta

**Esimerkki 2.1720**

Tiedonlouhinnan ammattilaiset kohtaavat haasteita, jotka liittyvät verkkorakenteisiin tietoihin. Tässä artikkelissa käsittelemme globaalitilaverkkojen erityisluokkaa, joka koostuu joukosta verkkoinstansseja, joilla on samankaltainen rakenne, mutta joilla on erilaiset arvot paikallisissa solmuissa. Kukin instanssi liittyy globaaliin tilaan, joka ilmaisee tapahtuman esiintymisen. Tavoitteena on löytää pieni joukko erottelevia aliverkkoja, jotka voivat optimaalisesti luokitella verkon globaalitilan arvot. Toisin kuin useimmissa nykyisissä tutkimuksissa, joissa tutkitaan eksponentiaalista aliverkkoavaruutta, me ratkaisemme tämän vaikean ongelman käyttämällä avaruusmuunnoslähestymistapaa. Esittelemme algoritmin, joka optimoi rajoitetun kaksitavoitefunktion oppiakseen matalaulotteisen aliavaruuden, joka kykenee erottelemaan eri globaaleilla tiloilla merkityt verkot ja joka samalla sovittaa yhteen verkkojen yhteisen topologian jakamisen eri tapausten välillä. Algoritmimme perustuu spektraalisten graafien oppimiseen, ja osoitamme, että globaalisti optimaalinen ratkaisu voidaan saavuttaa matriisin ominaistiedostojen purkamisen avulla.

**Tulos**

Diskriminoivat aliverkot säännellyllä spektrioppimisella globaalin tilan verkkodataa varten

**Esimerkki 2.1721**

Tässä asiakirjassa esitellään SGNMT, kokeellinen alustamme konekäännöstutkimusta varten. SGNMT tarjoaa geneerisen käyttöliittymän neuraalisiin ja symbolisiin pisteytysmoduuleihin (ennustajiin), joilla on vasemmalta oikealle suuntautuva semantiikka, kuten käännösmalleihin, kuten NMT, kielimalleihin, käännösristikoihin, n-best-listoihin tai muunlaisiin pisteytyksiin ja rajoituksiin. Ennustimia voidaan yhdistää toisiin ennustimiin monimutkaisten dekoodaustehtävien muodostamiseksi. SGNMT toteuttaa useita hakustrategioita, joiden avulla ennustimien kattama avaruus voidaan läpikäydä ja jotka soveltuvat erilaisiin ennustajakokoonpanoihin. Uusien ennustimien tai dekoodausstrategioiden lisääminen on erityisen helppoa, mikä tekee siitä erittäin tehokkaan työkalun uusien tutkimusideoiden prototyyppien kehittämiseen. SGNMT:tä käyttävät aktiivisesti Cambridgen yliopiston koneoppimisen, puhe- ja kieliteknologian MPhil-ohjelman opiskelijat kurssitöissä ja opinnäytetöissä sekä suurimmassa osassa ryhmämme tutkimustyötä.

**Tulos**

SGNMT - Joustava NMT-dekoodausalusta uusien mallien ja hakustrategioiden nopeaa prototyyppien kehittämistä varten.

**Esimerkki 2.1722**

Syväoppimisen menestys lukuisilla sovellusalueilla synnytti halun käyttää ja kouluttaa niitä mobiililaitteissa. Tämä on kuitenkin ristiriidassa niiden laskennallisen, muisti- ja energiaintensiivisen luonteen kanssa, mikä on johtanut kasvavaan kiinnostukseen pakkaamista kohtaan. Han et al. (2015a) ovat hiljattain ehdottaneet putkea, joka sisältää neuroverkon painojen uudelleenkoulutuksen, karsinnan ja kvantisoinnin ja jolla saavutetaan huippuluokan pakkausasteet. Tässä artikkelissa osoitamme, että kilpailukykyiset pakkausnopeudet voidaan saavuttaa käyttämällä versiota "pehmeästä painojen jakamisesta" (Nowlan & Hinton, 1992). Menetelmällämme saavutetaan sekä kvantisointi että karsinta yhdellä yksinkertaisella (uudelleen)koulutusmenettelyllä. Tämä näkökulma paljastaa myös pakkauksen ja MDL-periaatteen (Minimum Description Length) välisen yhteyden.

**Tulos**

NEUROVERKON PAKKAAMINEN

**Esimerkki 2.1723**

Koneoppimiskilpailun järjestäjän ongelmana on ylläpitää tarkkaa tulostaulukkoa, joka edustaa uskollisesti kunkin kilpailevan tiimin parhaan esityksen laatua. Erityisen haastavaksi tämän estimointiongelman tekee sen peräkkäinen ja mukautuva luonne. Kun osallistujien annetaan arvioida toistuvasti esityksiään johtotaululla, ne voivat alkaa sopeutua liikaa johtotaulua tukevaan dataan. Harvat teoreettiset tulokset antavat käyttökelpoisia neuvoja luotettavan johtotaulun suunnitteluun. Nykyiset lähestymistavat turvautuvatkin usein huonosti ymmärrettyihin heuristiikkoihin, kuten vastausten bittitarkkuuden ja uusintalähetysten määrän rajoittamiseen. Tässä työssä esitellään kilpailun muotoon räätälöity johtajataulun tarkkuuden käsite. Esittelemme luonnollisen algoritmin nimeltä Ladder ja osoitamme, että se tukee samanaikaisesti vahvoja teoreettisia takuita täysin adaptiivisessa estimointimallissa, kestää käytännön vastahyökkäyksiä ja saavuttaa korkean hyötysuhteen Kagglen isännöimän todellisen kilpailun todellisissa lähetystiedostoissa. Pystymme erityisesti kiertämään adaptiivisen riskinarvioinnin hiljattain saadun vahvan kovuustuloksen, joka sulkee meidän kaltaisemme algoritmit pois näennäisesti hyvin samanlaisen tarkkuuden käsitteen perusteella. Käytännön syistä tarjoamme algoritmillemme täysin parametrittoman muunnoksen, jota voidaan käyttää todellisessa kilpailussa ilman minkäänlaista virittämistä.

**Tulos**

Tikkaat: Ladder: Luotettava tulostaulu koneoppimiskilpailuihin

**Esimerkki 2.1724**

Avoimena haasteena dialogijärjestelmien rakentamisessa on kehittää menetelmiä, joilla dialogistrategioita voidaan oppia automaattisesti suurista määristä merkitsemätöntä dataa. Viimeaikaisessa työssä on ehdotettu NextUtterance-Classification (NUC) -luokittelua korvaavaksi tehtäväksi dialogijärjestelmien rakentamiseksi tekstidatasta. Tässä asiakirjassa tutkitaan ihmisten suoriutumista tästä tehtävästä, jotta voidaan vahvistaa NUC:n merkitys arviointimenetelmänä. Tuloksemme osoittavat kolme päähavaintoa: (1) ihmiset pystyvät luokittelemaan vastaukset oikein paljon paremmin kuin sattumanvaraisesti, mikä vahvistaa, että tehtävä on toteutettavissa, (2) ihmisten suoritustasot vaihtelevat eri tehtäväalueilla (tarkastelemme kolmea tietokokonaisuutta) ja eri asiantuntijatasoilla (aloittelijat vs. asiantuntijat), mikä osoittaa, että tämäntyyppisessä tehtävässä on mahdollista saavuttaa erilaisia suoritustasoja, (3) uusimpia koneoppimismenetelmiä hyödyntävät automaattiset vuoropuhelujärjestelmät suoriutuvat samankaltaisesti kuin aloittelevat ihmiset, mutta huonommin kuin asiantuntijat, mikä vahvistaa tämän tehtäväluokan hyödyllisyyden automaattisten vuoropuhelujärjestelmien jatkotutkimuksen edistämisessä.

**Tulos**

Dialogijärjestelmien arviointi seuraavan lausuman luokittelun avulla

**Esimerkki 2.1725**

Vuonna 2015 aivohalvaus oli Indonesian yleisin kuolinsyy. Suurin osa aivohalvauksista on iskeemisiä. Aivohalvauksen diagnosoinnissa käytetään tavallisesti tietokonetomografiaa. Indonesian kaltaisissa kehitysmaissa tietokonetomografian saatavuus on hyvin rajallinen ja edelleen suhteellisen kallis. Saatavuuden vuoksi toinen laite, jolla aivohalvaus voidaan diagnosoida Indonesiassa, on EEG. Iskeeminen aivohalvaus johtuu tukoksesta, joka voi saada aivoverenkierron (CBF) aivohalvauksen saaneen henkilön aivoverenkierron (CBF) pienemmäksi kuin normaalin henkilön (kontrolli) CBF:n, jolloin EEG-signaali hidastuu. Tässä tutkimuksessa suoritamme 1D Convolutional Neural Networkin (1DCNN) kyvyn rakentaa luokittelumalli, joka voi erottaa EEG- ja EOG-iskutiedot EEG- ja EOG-kontrollitiedoista. Koulutusprosessin nopeuttamiseksi mallimme käyttää Batch Normalization. Mukana on 62 henkilötietokohdetta ja jätämme yhden pois skenaariosta, jossa mittausta toistetaan viisi kertaa, ja saamme keskimääräisen tarkkuuden 0,86 (F-Score 0,861) vain 200 epookissa. Tämä tulos on parempi kuin kaikki pinnalliset ja suositut luokittelijat, joita käytetään vertailussa (paras tulos on tarkkuus 0,69 ja F-tulos 0,72 ). Tutkimuksessamme käytettiin vain 24 "käsityönä" tehtyä ominaisuutta, jotka on erotettu yksinkertaisella ominaisuuksien poimintaprosessilla.

**Tulos**

Iskeemisen aivohalvauksen tunnistaminen EEG:n ja EOG:n perusteella käyttäen 1D-konvoluutio-neuraaliverkkoa ja eränormalisointia.

**Esimerkki 2.1726**

amLite on kehitetty kehys, jonka avulla ASCII-translitteroidut amharankieliset tekstit voidaan palauttaa alkuperäisiin amharankielisiin kirjainteksteihin. Tällaisen kehyksen tavoitteena on tehdä olemassa olevista amharankielisistä kielitiedoista yhdenmukaisia ja yhteentoimivia tutkijoiden kesken. Tavoitteen saavuttamiseksi laaditaan avainkarttasanakirja, jossa käytetään mahdollisia ASCII-kombinaatioita, joita käytetään aktiivisesti amharankielisten kirjainten translitteroinnissa, ja yhdistelmät kartoitetaan vastaaviin amharankielisiin kirjaimiin. Kartoitusta käytetään sitten amharankielisen kielitekstin korvaamiseen takaisin alkuperäisen amharankielisen kirjaintekstin muotoon. Järjestelmä osoitti 97,7, 99,7 ja 98,4 prosentin tarkkuutta kolmen satunnaisen testidatan muuntamisessa. Järjestelmän tarkkuutta on kuitenkin mahdollista parantaa lisäämällä poikkeus algoritmin toteutukseen tai esikäsittelemällä syöttöteksti ennen muuntamista. Tässä asiakirjassa esiteltiin kehyksen kehittämistarpeen taustalla olevat syyt ja kehityksessä käytetyt prosessit.

**Tulos**

amLite:Amharic Transliteration Using Key  
 Karttasanakirjaakäyttäen

**Esimerkki 2.1727**

Kroonisten sairauksien, kuten sydämen vajaatoiminnan, diabeteksen ja kroonisen obstruktiivisen keuhkosairauden (COPD) hoito on merkittävä ongelma terveydenhuollossa. Lääkärikunta on kehittänyt laajalle levinneiden kroonisten sairauksien, kuten kroonisen sydämen vajaatoiminnan, hoitamiseksi tavanomaisen lähestymistavan, jossa asiantuntijakomitea laatii ohjeet, joita kaikkien lääkäreiden olisi noudatettava. Nämä ohjeet koostuvat yleensä monitahoisista säännöistä, joissa annetaan suosituksia potilaan tietojen perusteella. Ohjeiden monimutkaisuuden vuoksi niitä usein joko sivuutetaan tai ei noudateta lainkaan, mikä voi johtaa huonoihin hoitokäytäntöihin. Ei ole edes selvää, onko näiden ohjeiden noudattaminen inhimillisesti mahdollista niiden pituuden ja monimutkaisuuden vuoksi. CHF:n hoidon osalta ohjeissa on lähes 80 sivua. Tässä artikkelissa kuvaamme CHF:n hoitoa koskevaa lääkärin neuvontajärjestelmää, joka koodaa kaikki CHF:n kliinisen hoitokäytännön ohjeet käyttäen vastausjoukkojen ohjelmointia. Lähestymistapamme perustuu päättelymallien (joita kutsumme tietämysmalleiksi) kehittämiseen ja näiden mallien käyttämiseen CHF:n kliinisten ohjeiden systemaattiseen koodaamiseen ASP-sääntöinä. Tietomallien käyttö helpottaa huomattavasti järjestelmämme kehittämistä. Potilaan lääketieteellisten tietojen perusteella järjestelmämme luo hoitosuosituksen aivan kuten ihmislääkäri tekisi, kun hän käyttää ohjeita. Järjestelmämme toimii, vaikka tiedot olisivat epätäydellisiä. Työllämme on kaksi merkitystä: i) se osoittaa, että erittäin monimutkaiset ohjeet voidaan onnistuneesti koodata ASP-sääntöinä, ja ii) siinä kehitetään tietämysmalleja, jotka helpottavat luonnollisella kielellä ilmaistun tiedon koodaamista ja joita voidaan käyttää muilla sovellusalueilla. Tämä asiakirja on parhaillaan käsiteltävänä TPLP:ssä.

**Tulos**

Lääkärin neuvontajärjestelmä kroonisen sydämen vajaatoiminnan hoitoa varten tietämyskuvioiden perusteella

**Esimerkki 2.1728**

Painotettuja äärellisiä automaatteja ja muuntimia (mukaan lukien piilotetut Markovin mallit ja ehdolliset satunnaiskentät) käytetään laajalti luonnollisen kielen prosessoinnissa (NLP) muun muassa morfologiseen analyysiin, puheosien merkitsemiseen, kappalemäärittelyyn, nimettyjen entiteettien tunnistamiseen ja puheen tunnistamiseen. Rinnakkaistaminen grafiikkasuorittimilla (GPU) hyödyttäisi monia NLP:n aloja. Vaikka tutkijat ovat toteuttaneet GPU-versioita perusgrafiikkalgoritmeista, painotettujen äärellisten automaattien GPU-algoritmeista on tietojemme mukaan tehty vain vähän aiempaa työtä. Esittelemme Viterbi- ja forward-backward-algoritmin GPU-toteutuksen, jolla saavutetaan jopa 5,2-kertainen nopeus dekoodaukseen verrattuna eri tietokonearkkitehtuureilla toimivaan sarjatoteutukseen ja 6093-kertainen nopeus OpenFST:hen verrattuna.

**Tulos**

Dekoodaus äärellisten tilamuunninten avulla GPU:lla

**Esimerkki 2.1729**

Tässä artikkelissa esitetään analyysi lahjojen vaihtopelikokeilusta saaduista tiedoista. Koe kuvattiin artikkelissa "The Impact of Social Comparisons on Reciprocity" (Sosiaalisten vertailujen vaikutus vastavuoroisuuteen), Gächter ym. 2012. Koska tässä artikkelissa käytetään uusimpia datatieteen tekniikoita, tulokset tarjoavat erilaisen näkökulman ongelmaan. Kuten kokeellisen taloustieteen alan kirjallisuudessa on jo osoitettu, ihmisten päätökset poikkeavat rationaalisesta voiton maksimoinnista. Keskimääräinen lahjaprosentti oli 31 prosenttia. Lahjaprosentti ei missään olosuhteissa ollut nolla. Lisäksi johdamme joitakin erityishavaintoja ja laskemme niiden merkityksen.

**Tulos**

Vastavuoroisuus lahjojen vaihtopeleissä

**Esimerkki 2.1730**

Tässä asiakirjassa tehdään kattava tutkimus neuroverkkokielen mallintamisesta (NNLM). Siinä kuvataan ja tutkitaan erilaisia neuroverkkokielimallien perusarkkitehtuureja. Erilaisia parannuksia perustason neuroverkkokielimalleihin, kuten tärkeysnäytteenotto, sanaluokat, välimuistiin tallentaminen ja kaksisuuntainen rekursiivinen neuroverkko (BiRNN), tutkitaan erikseen, ja kunkin tekniikan etuja ja haittoja arvioidaan. Tämän jälkeen tutkitaan neuroverkkokielimallinnuksen rajoja malliarkkitehtuurin ja tiedon esittämisen näkökulmasta. Osa sanasekvenssin tilastollisesta informaatiosta häviää, kun sitä käsitellään sana sanalta tietyssä järjestyksessä, ja neuroverkon kouluttamismekanismi, jossa painomatriiseja ja vektoreita päivitetään, asettaa vakavia rajoituksia NNLM:n merkittävälle parantamiselle. Tietämyksen esittämisen osalta neuroverkon kielimallien edustama tieto on pikemminkin tietystä harjoitusaineistosta saatujen sanasekvenssien likimääräinen todennäköisyysjakauma kuin itse kieltä tai luonnollisen kielen sanasekvenssien välittämää tietoa. Lopuksi pohditaan, miten neuroverkkokielimallinnusta voitaisiin parantaa edelleen.

**Tulos**

Tutkimus neuroverkon kielimallinnuksesta

**Esimerkki 2.1731**

Ehdotamme Novel Object Captioneria (NOC), syvällistä visuaalista semanttista kuvatekstimallia, joka voi kuvata suuren määrän objektiluokkia, joita ei ole olemassa olevissa kuvatekstiaineistoissa. Viimeaikaiset kuvatekstimallit ovat rajallisia kyvyiltään skaalautua ja kuvata käsitteitä, jotka eivät kuulu paritettuihin kuva-teksti-korpuksiin. Mallissamme hyödynnetään ulkoisia lähteitä, jotka ovat objektintunnistusdatajoukoista peräisin olevia leimattuja kuvia, sekä kommentoimattomasta tekstistä poimittua semanttista tietoa ja yhdistetään ne tuottamaan kuvauksia uusista objekteista. Ehdotamme yhteisen tavoitteen minimointia, joka voi oppia erilaisista tietolähteistä ja hyödyntää distributiivisia semanttisia sulautuksia, jolloin malli voi yleistää ja kuvata uusia objekteja kuvantunnistustietokantojen ulkopuolella. Osoitamme, että mallimme hyödyntää semanttista tietoa tuottaakseen kuvatekstejä sadoille ImageNet-objektintunnistustietokannassa oleville objektiluokille, joita ei ole havaittu kuvatekstien harjoitteluaineistossa, sekä monille luokille, joita havaitaan hyvin harvoin.

**Tulos**

Kuvien otsikointi erilaisilla kohteilla

**Esimerkki 2.1732**

Viime vuosina kiinnostus "älykkäiden" autonomisten koneiden, kuten robottien, mahdollisia etuja kohtaan on kasvanut. Hondan Asimo-humanoidirobotti, iRobotin Roomba-robotti-imuri ja Googlen kuljettajattomat autot ovat herättäneet suuren yleisön mielikuvituksen, ja sosiaalisessa mediassa spekuloidaan avuliaiden robottiavustajien utopistisesta maailmasta tai tulevasta robottimaailmanlopusta! On kuitenkin vielä pitkä matka siihen, että autonomiset järjestelmät saavuttavat sen kyvykkyyden tason, jota tarvitaan yksinkertaisimmissa ihmisen ja robotin vuorovaikutukseen liittyvissä tehtävissä, etenkin jos niihin liittyy kommunikatiivista käyttäytymistä, kuten puhetta ja kieltä. Tekoäly (Artificial Intelligence, AI) on tietenkin edistynyt huomattavasti näillä aloilla, ja se on siirtynyt abstrakteista korkean tason sääntöpohjaisista paradigmoista ruumiillistettuihin arkkitehtuureihin, joiden toiminta perustuu todellisiin fyysisiin ympäristöihin. Vielä puuttuu kuitenkin kokonaisvaltainen teoria älykkäästä viestinnällisestä käyttäytymisestä, jonka avulla voidaan tehdä järjestelmätason suunnittelupäätöksiä, jotta järjestelmien integrointiin saataisiin yhtenäisempi lähestymistapa. Tässä luvussa esitellään tällaisen kehyksen alkeet, jotka perustuvat Perceptual Control Theory (PCT) -teorian periaatteisiin. Erityisesti havaitaan, että PCT:ssä on tähän asti ollut taipumus tarkastella havaintoprosesseja suhteellisen suoraviivaisina muunnoksina aistimuksesta havaintoon ja että siinä on jätetty huomiotta tehokkaiden generatiivisten mallipohjaisten ratkaisujen mahdollisuudet, joita on syntynyt käytännön aloilla, kuten visuaalisen tai auditiivisen kohtausanalyysin alalla. Ensimmäisistä periaatteista lähtien esitetään joukko perusteluja, jotka osoittavat, miten nämä ajatukset voitaisiin integroida PCT:hen, ja jotka myös laajentavat PCT:tä kohti huomattavan symmetristä arkkitehtuuria tarvelähtöiselle kommunikatiiviselle agentille. Johtopäätöksenä todetaan, että jos käyttäytyminen on havaitsemisen ohjausta (PCT:n keskeinen periaate), niin havaitseminen (ainakin kommunikatiivisten agenttien osalta) on käyttäytymisen simulointia.

**Tulos**

PCT ja sen jälkeen: Towards a Computational Framework for 'Intelligent' Communicative Systems: Towards a Computational Framework for 'Intelligent' Communicative Systems'.

**Esimerkki 2.1733**

Käytettävissä olevien tietokokonaisuuksien koko on historiallisesti rajoittanut edistystä useiden kohteiden jäljittämisessä (MOT). Esittelemme tehokkaan kehyksen liikeratojen merkitsemistä varten ja käytämme sitä ennennäkemättömän kokoisen MOT-tietokannan tuottamiseen. Uudessa polunvalvonnassamme merkitsijä seuraa kohdetta löyhästi kursorin avulla videota katsellessaan ja antaa polun merkinnän jokaiselle sekvenssin kohteelle. Lähestymistapamme pystyy muuttamaan tällaiset heikot merkinnät tiheiksi laatikkoradoiksi. Kokeilumme olemassa olevilla tietokokonaisuuksilla osoittavat, että kehyksemme tuottaa tarkempia annotaatioita kuin nykyinen tekniikka murto-osassa ajasta. Validoimme lähestymistapamme myös joukkoistamalla PathTrack-tietokannan, jossa on yli 15 000 henkilön liikerataa 720 sekvenssissä1. Seurantaan perustuvista lähestymistavoista voi olla hyötyä, kun niitä harjoitellaan tällaisilla laajoilla tietokokonaisuuksilla, samoin kuin esineiden tunnistamisesta. Todistamme tämän harjoittelemalla uudelleen valmiita henkilöitä tunnistavaa verkkoa, joka on alun perin koulutettu MOT15-tietokannalla, ja lähes puolittamalla virheellisen luokittelun osuuden. Lisäksi harjoittelu meidän aineistollamme parantaa johdonmukaisesti jäljitystuloksia sekä meidän aineistossamme että MOT15-tietokannassa. Jälkimmäisellä aineistolla parannamme parhaiten suoriutunutta jäljittäjää (NOMT) pudottamalla ID-vaihtojen määrää 18 prosentilla ja fragmenttien määrää 5 prosentilla.

**Tulos**

PathTrack: Trajectory Annotation with Path Supervision: Nopea liikeratojen merkintä polunvalvonnan avulla

**Esimerkki 2.1734**

Erilaiset haittaohjelmaperheet käyttävät verkkotunnusten luomisalgoritmeja (DGA) luodakseen suuren määrän pseudosattumanvaraisia verkkotunnuksia, joiden avulla voidaan muodostaa yhteys komento- ja hallintapalvelimeen (C2-palvelin). DGA C2-liikenteen estämiseksi tietoturvayhtiöiden on ensin löydettävä algoritmi käänteismallintamalla haittaohjelmanäytteitä ja sitten luotava luettelo verkkotunnuksista tietylle siemenelle. Verkkotunnukset joko esirekisteröidään, suljetaan tai julkaistaan DNS:n mustalla listalla. Prosessi ei ole vain työläs, vaan haittaohjelmien laatijat voivat myös helposti kiertää sen. Vaihtoehtoinen tapa estää haittaohjelmia käyttämästä DGA:ita on siepata DNS-kyselyt verkossa ja ennustaa, ovatko verkkotunnukset DGA:n tuottamia. Suuri osa aiemmasta DGA:n havaitsemiseen liittyvästä työstä perustuu samankaltaisten verkkotunnusten ryhmittelyyn ja niiden tilastollisten ominaisuuksien käyttämiseen sen määrittämiseksi, ovatko ne DGA:n tuottamia. Näitä tekniikoita käytetään kuitenkin suurissa aikaikkunoissa, eikä niitä voida käyttää reaaliaikaiseen havaitsemiseen ja estämiseen. Lisäksi monet näistä tekniikoista käyttävät myös kontekstisidonnaisia tietoja, kuten passiivista DNS:ää ja koko verkon kaikkien NXDomainien yhdistelmiä. Tällaisten vaatimusten integroiminen on kallista, mutta se ei välttämättä ole mahdollista monien järjestelmien (kuten päätelaitteiden havaitsemisen) reaalimaailman rajoitusten vuoksi. Vaihtoehto näille järjestelmille on paljon vaikeampi ongelma: DGA:n luomisen havaitseminen verkkotunnuskohtaisesti ilman muita tietoja kuin verkkotunnuksen nimi. Aiemmat työt tämän vaikeamman ongelman ratkaisemiseksi ovat osoittautuneet huonosti toimiviksi, ja monet näistä järjestelmistä ovat pitkälti riippuvaisia ominaisuuksien manuaalisesta luomisesta; tämä on aikaa vievä prosessi, jota haittaohjelmien tekijät voivat helposti kiertää. Tässä artikkelissa esitellään DGA-luokittelija, joka hyödyntää LSTM-verkkoja (Long Short Short Memory) DGA:iden reaaliaikaiseen ennustamiseen ilman kontekstuaalista tietoa tai manuaalisesti luotuja piirteitä. Lisäksi esitelty tekniikka pystyy suorittamaan tarkasti moniluokkaisen luokittelun, jolloin DGA:n tuottama verkkotunnus voidaan liittää tiettyyn haittaohjelmaperheeseen. Tekniikka on erittäin helppo toteuttaa käyttämällä avoimen lähdekoodin työkaluja, joten sitä voidaan käyttää lähes missä tahansa ympäristössä. Tulokset ovat huomattavasti parempia kuin kaikkien uusimpien tekniikoiden tulokset, sillä ne antavat binääriluokittelussa 0,9993 aluetta vastaanottimen käyttöominaiskäyrän alapuolella ja mikrokeskiarvoisen F1-pistemäärän 0,9906. Toisin sanoen LSTM-tekniikalla voidaan saavuttaa 90 prosentin havaitsemisaste, kun väärien positiivisten tulosten määrä on 1:10000, mikä on parikymmenkertainen parannus seuraavaksi parhaaseen menetelmään verrattuna. Tässä artikkelissa esitetyt kokeet on tehty avoimilla tietokannoilla, ja tulosten toistamiseksi annetaan koodinpätkiä.

**Tulos**

Toimialueen generointialgoritmien ennustaminen pitkien lyhytkestoisten muistiverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1735**

Esitetään lähestymistapa, jossa syväoppiminen sisällytetään iteratiiviseen kuvan rekonstruktiokehykseen, jotta kuvat voidaan rekonstruoida erittäin epätäydellisistä mittaustiedoista. Käytämme erityisesti konvoluutiohermoverkkoa (convolutional neural network, CNN) kvasiprojektio-operaattorina pienimmän neliösumman minimointimenettelyssä. CNN on koulutettu koodaamaan korkean tason tietoa kuvattavasta kuvaluokasta; tätä tietoa hyödynnetään iteratiivisen menetelmän avulla tuotettujen välikuvien artefaktien lieventämiseksi. Menetelmän rakenne on saanut vaikutteita proksimaalisesta gradienttilaskeutumismenetelmästä, jossa proksimaalinen operaattori on korvattu syvällä CNN:llä ja gradienttilaskeutumisvaihe on yleistetty käyttämällä lineaarista rekonstruktiooperaattoria. Osoitetaan, että tämä lähestymistapa parantaa kuvanlaatua useissa rajoitetun näkymän kuvien rekonstruktiotapauksissa ja että CNN:n käyttäminen iteratiivisessa menetelmässä lisää suorituskykyä verrattuna perinteisiin kuvien rekonstruktiomenetelmiin. Testaamme menetelmäämme useissa rajoitetun näkymän kuvien rekonstruktio-ongelmissa. Kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset tulokset osoittavat, että menetelmä on huippuluokan suorituskykyinen.

**Tulos**

Syväoppimisen ohjaama kuvan rekonstruktio epätäydellisestä datasta

**Esimerkki 2.1736**

Jos vedenjakeluverkostoon pääsee bakteriologista tai kemiallista myrkkyä, suuri joukko kuluttajia voi altistua saastuttajalle. Kontaminaatiotapahtuma voi olla huonosti ennustettavissa oleva dynaaminen prosessi, koska kuluttajat ja vesihuoltolaitosten johtajat ovat vuorovaikutuksessa tapahtuman aikana. Kuluttajat, jotka tulevat tietoisiksi uhasta, voivat valita suojatoimia, jotka muuttavat heidän vedentarvettaan tyypillisistä kysyntämalleista, ja voi syntyä uusia hydraulisia olosuhteita, jotka poikkeavat olosuhteista, jotka on ennustettu, kun kysyntää pidetään ulkoisina panoksina. Näin ollen epäpuhtausjuovan liikkuminen putkiverkostossa voi poiketa odotetusta reitistään. Tässä kehitetään sosiotekninen malli, jolla kuluttajia koskevat agenttipohjaiset mallit voidaan yhdistää teknisen vedenjakelujärjestelmän malliin ja jolla voidaan kuvata kuluttajien käyttäytymisen ja vedenjakelujärjestelmän välistä dynamiikkaa epäpuhtauksien kulkeutumisen ja väestön altistumisen ennustamiseksi. Kuluttajat simuloidaan agentteina, joiden käyttäytyminen on määritelty vedenkäyttötoiminnoille, liikkuvuudelle, suusta suuhun -viestinnälle ja kysynnän vähentämiselle, ja se perustuu sääntöihin, jotka edustavat agentin autonomiaa ja reagointia terveysvaikutuksiin, ympäristöön ja muiden agenttien toimiin. Kun kuluttajat vähentävät vedenkäyttöään, vedenjakelujärjestelmään kohdistuva kysyntä päivitetään; kun virtaussuunnat ja -määrät muuttuvat tämän seurauksena, saastepilven sijainti päivitetään ja kunkin agentin kuluttama saastemäärä lasketaan. Järjestelmää testataan simuloimalla realistisia saasteskenaarioita virtuaalikaupungille ja vedenjakelujärjestelmälle.

**Tulos**

Agenttipohjainen mallinnuskehys vedenjakelun saastumistapahtumien sosiaaliteknistä simulointia varten.

**Esimerkki 2.1737**

Epämääräisten ilmiöiden olemuksen ja ominaisuuksien syvällisen analyysin perusteella tässä asiakirjassa keskitytään epämääräisten ilmiöiden jäsenyysasteiden teorian aksiomaattisen perustan luomiseen ja esitetään aksiomaattinen järjestelmä jäsenyysasteiden ja niiden keskinäisten yhteyksien hallitsemiseksi. Tältä pohjalta otetaan käyttöön epämääräisen osituksen käsite, ja lisäksi Zadehin vuonna 1965 esittelemä sumean joukon käsite määritellään uudelleen epämääräisen osituksen perusteella aksiomatisoinnin näkökulmasta. Tässä artikkelissa puolustetaan teesiä, jonka mukaan epämääräisten attribuuttiarvojen välisen suhteen pitäisi olla lähtökohtana epämääräisten ilmiöiden tunnistamisessa ja mallintamisessa kvantitatiivisesta näkökulmasta.

**Tulos**

Epämääräiseen ositukseen perustuvan sumean joukon käsitteen uudelleenmäärittely aksiomatisoinnin näkökulmasta

**Esimerkki 2.1738**

Monimutkaisten visuaalisten tehtävien toimintatapoja on onnistuttu oppimaan syväoppimisen avulla käyttämällä lähestymistapaa, jota kutsutaan syvä-Q-verkoiksi (deep Q-networks, DQN), mutta hyvän suorituskyvyn saavuttamiseksi tarvitaan suhteellisen suuria (tehtäväkohtaisia) verkkoja ja laajaa harjoittelua. Tässä työssä esittelemme uudenlaisen menetelmän nimeltä policy distillation, jonka avulla voidaan poimia vahvistusoppimisagentin politiikka ja kouluttaa uusi verkko, joka suoriutuu asiantuntijatasolla ja on samalla huomattavasti pienempi ja tehokkaampi. Lisäksi samaa menetelmää voidaan käyttää useiden tehtäväkohtaisten politiikkojen yhdistämiseen yhdeksi politiikaksi. Osoitamme nämä väitteet käyttämällä Atari-aluetta ja osoitamme, että monitehtäväinen tislattu agentti päihittää yhden tehtävän opettajat sekä yhdessä koulutetun DQN-agentin.

**Tulos**

POLIITTINEN TISLAUS

**Esimerkki 2.1739**

Ehdotamme huomiota hyödyntävää koodaaja-dekooderi-mallia grafeemien muuntamista foneemeiksi koskevaa ongelmaa varten. Useimmissa aiemmissa töissä ongelmaa on käsitelty yhteisten sekvenssimallien avulla, jotka vaativat eksplisiittisiä linjauksia harjoittelua varten. Sen sijaan huomiokykyinen koodaaja-dekooderi-malli mahdollistaa merkkien kohdistamisen ja muuntamisen foneemeiksi oppimisen yhdessä. Tutkimme erityyppisiä huomiomalleja, mukaan lukien globaali ja paikallinen huomio, ja parhaat mallit saavuttavat huipputuloksia kolmella vakiomuotoisella aineistolla (CMUDict, Pronlex ja NetTalk).

**Tulos**

YHDESSÄ OPPIMINEN GRAFEEMIEN KOHDISTAMISEKSI JA MUUNTAMISEKSI FONEEMEIKSI NEURAALISEN TARKKAAVAISUUDEN MALLIEN AVULLA.

**Esimerkki 2.1740**

Tässä artikkelissa pohdimme, miten koneoppimista voitaisiin käyttää systemaattisen ja objektiivisemman poliittisen diskurssianalyysin tuottamiseen. Poliittiset jalanjäljet ovat vektoriavaruusmalleja (VSM), joita sovelletaan poliittiseen diskurssiin. Kukin niiden vektoreista edustaa sanaa, ja ne on tuotettu harjoittelemalla englanninkielistä sanastoa suurilla tekstikorpuksilla. Tässä artikkelissa esitellään poliittisten jalanjälkien yksinkertainen toteutus, joitakin heuristiikkoja niiden käytöstä ja niiden soveltaminen neljään tapaukseen: YK:n Kioton pöytäkirjaan ja Pariisin sopimukseen sekä kahteen Yhdysvaltain presidentinvaaliin. Lukijalle tarjotaan useita syitä uskoa, että poliittiset jalanjäljet tuottavat merkityksellisiä tuloksia, sekä joitakin ehdotuksia siitä, miten niiden täytäntöönpanoa voitaisiin parantaa.

**Tulos**

Poliittiset jalanjäljet: Poliittisen diskurssin analyysi käyttäen ennalta koulutettuja sanavektoreita.

**Esimerkki 2.1741**

Kiinnostus todennäköisyyden ja logiikan yhdistämiseen maailman mallintamisessa on lisääntynyt nopeasti viime vuosina. Yksi tehokkaimmista lähestymistavoista on distribuutiosemantiikka, joka on otettu käyttöön monissa loogisissa ohjelmointikielissä ja kuvauslogiikassa. Tässä artikkelissa havainnollistamme tällä tutkimusalalla tekemäämme työtä esittelemällä todennäköisyyssemantiikan kuvauslogiikoille sekä päättely- ja oppimisalgoritmeille. Erityisesti esittelemme yksityiskohtaisesti TRILL-järjestelmän, joka laskee todennäköisyyskyselyjen todennäköisyystietopohjien todennäköisyyttä ja joka on toteutettu Prolog-kielellä. Huomautus: Laajennettu tiivistelmä / täysversio artikkelista, joka on hyväksytty esitettäväksi 30. kansainvälisen loogisen ohjelmoinnin konferenssin (ICLP 2014) tohtorikonsortiossa 19.-22. heinäkuuta Wienissä, Itävallassa.

**Tulos**

Todennäköisyyslogiikalla päätteleminen

**Esimerkki 2.1742**

Tässä kuvataan uusi menetelmä optimaalisten, ortonormaalien wavelet-perustojen oppimiseksi 1- ja 2D-signaalien esittämiseksi, joka perustuu wavelet-muunnoksen ja täysin kytkettyjen keinotekoisten neuroverkkojen välisiin rinnakkaisuuksiin. Näiden kahden käsitteen rakenteellisia yhtäläisyyksiä tarkastellaan ja yhdistetään "wavenetiksi", joka mahdollistaa optimaalisen wavelet-suodatinkertoimen suoran oppimisen stokastisen gradienttilaskeutumisen ja takaisinkulkeutumisen avulla harjoitussyötteiden kokonaisuuksissa, joissa ortonormaalien wavelet-perustojen muodostamiseen tarvittavien suodatinkertoimien ehdot esitetään kvadraattisina regularisointitermeinä. Kuvaamme tämän menetelmän käytännön toteutuksen [1] ja tutkimme sen suorituskykyä korkean energian fysiikan törmäystapahtumissa QCD 2 → 2 -prosesseissa. Osoitetaan, että optimaalinen ratkaisu löytyy jopa korkea-ulotteisessa hakuavaruudessa, ja keskustellaan tuloksen vaikutuksista.

**Tulos**

Optimaalisten wavelet-pohjien oppiminen neuroverkkomenetelmällä

**Esimerkki 2.1743**

Käsittelemme ääriviivojen havaitsemisen ongelmaa reunapisteiden pikselikohtaisten luokittelujen avulla. Prosessin helpottamiseksi ehdotettu lähestymistapa hyödyntää DenseNetiä, joka on tehokas moniasteisten konvoluutiohermoverkkojen (CNN) toteutus, poimimaan informatiivisen ominaisuusvektorin jokaiselle pikselille ja käyttää SVM-luokittelijaa ääriviivojen havaitsemiseen. Suurin haaste on mukauttaa valmiiksi koulutettu kuvakohtainen CNN-malli pikselikohtaisten kuvaominaisuuksien tuottamiseksi. Ehdotamme, että perustamme DenseNet-arkkitehtuurin pikselikohtaisen hienosäädön aikaansaamiseksi ja harkitsemme sen jälkeen kustannusherkkää strategiaa oppimisen parantamiseksi edelleen pienellä datajoukolla, joka koostuu reunallisista ja reunattomista kuvalaikuista. Tarkastelemme ääriviivojen havaitsemista koskevassa kokeessa eri CNN-kerroksista peräisin olevien pikselikohtaisten piirteiden yhdistämisen tehokkuutta ja saamme BSDS500:lla vertailukelpoisia tuloksia huipputason tekniikkaan verrattuna.

**Tulos**

ÄÄRIVIIVOJEN HAVAITSEMINEN KUSTANNUSTIETOISEN KON-

**Esimerkki 2.1744**

Tässä artikkelissa esitellään lähestymistapa moniäänisten äänitapahtumien havaitsemiseen tosielämän äänitteistä, joka perustuu kaksisuuntaiseen pitkäaikaiseen lyhytkestoiseen muistiin (BLSTM) perustuviin rekursiivisiin neuroverkkoihin (RNN). Yksi monimerkkinen BLSTM RNN koulutetaan kartoittamaan useiden luokkien äänistä koostuvan sekoitussignaalin akustiset piirteet kunkin tapahtumaluokan binäärisiksi aktiivisuusindikaattoreiksi. Menetelmäämme testataan suurella tietokannalla, joka sisältää 61 luokkaa (esim. musiikki, auto, puhe) 10 eri arkipäivän kontekstista. Ehdotettu menetelmä on huomattavasti parempi kuin aiemmat lähestymistavat, ja tuloksia parannetaan edelleen käyttämällä datan lisäämiseen liittyviä tekniikoita. Kaiken kaikkiaan järjestelmämme keskimääräinen F1-tulos on 65,5 % yhden sekunnin lohkoilla ja 64,7 % yksittäisillä kehyksillä, mikä on 6,8 %:n ja 15,1 %:n suhteellinen parannus aiempaan huipputason lähestymistapaan verrattuna.

**Tulos**

REKURSIIVISET NEUROVERKOT POLYFONISTEN ÄÄNITAPAHTUMIEN HAVAITSEMISEEN TOSIELÄMÄN ÄÄNITTEISSÄ

**Esimerkki 2.1745**

RNN-pohjaista ennustemenetelmää käytetään havaitsemaan varhaisessa vaiheessa poikkeamia teollisuuden monimuuttujaisissa aikasarjatiedoissa, jotka on saatu simuloidusta Tennessee Eastman Process -prosessista (TEP), johon on kohdistunut useita verkkohyökkäyksiä. Tämä työ on jatkoa aiemmin ehdotetulle LSTM-pohjaiselle lähestymistavalle vikojen havaitsemiseen yksinkertaisemmassa datassa. RNN-verkkoa katsotaan tarpeelliseksi mukauttaa käsittelemään tietoja, jotka sisältävät stokastista, stationaarista, siirtyvää ja runsaasti erilaisia poikkeavia käyttäytymismalleja. Erityistä huomiota kiinnitetään varhaiseen havaitsemiseen erityisellä NABmetriikalla. Tutkimusta verrataan DPCA-menetelmään. Luodut aineistot ovat julkisesti saatavilla.

**Tulos**

RNN-pohjainen kyberhyökkäyksen varhainen havaitseminen Tennessee Eastmanin prosessissa

**Esimerkki 2.1746**

Nykyaikaisten tietokoneverkkojen myötä vikadiagnostiikka on ollut tutkimustoiminnan kohteena. Tässä asiakirjassa tarkastellaan vikadiagnostiikan historiaa verkoissa ja käsitellään tärkeimpiä menetelmiä, jotka liittyvät vikadiagnostiikan tiedonkeruuosioon, tiedon analysointiosioon sekä diagnosointi- ja kierrätysosioon. Painopiste on tietoon perustuvissa menetelmissä, ja eri menetelmien eduista ja puutteista keskustellaan. Tutkimuksen lopuksi kuvataan joitakin avoimia ongelmia. Asiasanat - vikadiagnoosi verkoissa; asiantuntijajärjestelmä; Bayesin verkot; keinotekoinen neuroverkko.

**Tulos**

Katsaus nykyaikaisiin vianmääritysmenetelmiin verkoissa

**Esimerkki 2.1747**

Tässä tutkimuksessa käytetään keinotekoista neuroverkkoa (Artificial Neural Network, ANN) parametrisen tutkimuksen tekemiseen prosessista, jossa voiteluaineita uutetaan raskasöljypaloista. Mallin kouluttamiseen käytettiin teollisuuslaitoksesta kerättyjä kenttätietoja. Syöttö- ja liuotinvirtausnopeutta, virtausten lämpötilaa ja sekoitusnopeutta koskevia toimintaolosuhteita pidettiin mallin syöttötietoina, kun taas päätuotteen virtausnopeutta pidettiin ANN-mallin lähtötietona. Syöttö eteenpäin suuntautuvaa monikerroksista perceptron-neuraaliverkkoa sovellettiin onnistuneesti syöttö- ja lähtöparametrien välisen suhteen kuvaamiseen.

**Tulos**

Voiteluöljyn tuotannon parametrinen tutkimus keinotekoisen neuroverkon (ANN) avulla.

**Esimerkki 2.1748**

Nykyaikaiset koneoppimistekniikat vähentävät huomattavasti laadukkaan ohjelmankokoamisen edellyttämiä ponnisteluja, sillä ilman koneoppimisen apua ohjelmankokoaminen riippuisi muutoin suuresti ihmisen manipuloinnista ja asiantuntijoiden puuttumisesta asiaan. Koneoppimistekniikoiden menestyksekäs soveltaminen kääntämistehtäviin johtuu suurelta osin ohjelman luonnehdinnan viimeaikaisesta kehityksestä ja edistymisestä, eli prosessista, jossa kohdeohjelma kvantifioidaan numeerisesti tai rakenteellisesti. Vaikka ohjelmien luonnehdinnassa käytettävien keskeisten ominaisuuksien tunnistamisessa on saavutettu suuria tuloksia, oikean ominaisuuksien joukon valitseminen tiettyä kääntämistehtävää varten on edelleen tapauskohtainen menettely. Ominaisuuksien kattavan kattavuuden takaamiseksi kääntäjien on yleensä valittava liian suuri määrä ominaisuuksia. Tämä valitettavasti johtaisi mahdollisesti useiden samankaltaisten piirteiden valintaan, mikä puolestaan voisi luoda uuden ongelman, joka liittyy puolueellisuuteen, joka korostaa tiettyjä ohjelman ominaisuuksien näkökohtia, mikä heikentäisi tarkkuutta ja suorituskykyä kohdekääntäjän tehtävässä. Tässä artikkelissa ehdotamme FEAST:ia (FEAture Selection for compilation Tasks), joka on tehokas ja automatisoitu kehys merkityksellisimpien ja edustavimpien piirteiden määrittämiseksi piirrejoukosta. FEAST hyödyntää automaattiseen ominaisuuksien valintaan laajalti käytettyjä tilasto- ja koneoppimisvälineitä, kuten LASSO:ta ja peräkkäistä eteenpäin- ja taaksepäinvalintaa, ja sitä voidaan yleisesti soveltaa mihin tahansa numeeriseen ominaisuusjoukkoon. Lisäksi tässä asiakirjassa ehdotetaan automaattista lähestymistapaa kääntäjäparametrien määrittämiseen FEASTin suorituskyvyn arvioimiseksi. Intensiiviset kokeelliset tulokset osoittavat, että kääntäjäparametrien määritystehtävässä FEAST voi saavuttaa vertailukelpoisia tuloksia noin 18 prosentilla piirteistä, jotka valitaan automaattisesti koko piirrejoukosta. Tarkastelemme myös näitä valittuja ominaisuuksia ja keskustelemme niiden roolista ohjelman suorituksessa.

**Tulos**

FEAST: Automaattinen ominaisuuksien valintakehys kääntämistehtäviä varten

**Esimerkki 2.1749**

Bayes-verkon rakenteen oppiminen on tunnetusti vaikea ongelma löytää Bayes-verkko, joka edustaa optimaalisesti tiettyä harjoitusaineistoa. Tässä artikkelissa tutkimme tarkan Bayes-verkon rakenteen oppimisen laskennallista pahinta mahdollista monimutkaisuutta (suunnattua) superrakennetta koskevien graafiteoreettisten rajoitusten alaisuudessa. Superrakenne on suuntaamaton graafi, joka sisältää alagraafeina ratkaisuverkkojen luurangot. Esittelemme suunnatun superrakenteen luonnollisena yleistyksenä sen suuntaamattomalle vastineelle. Tuloksemme soveltuvat useisiin pistelaskupohjaisen Bayes-verkon rakenteen oppimisen muunnelmiin, joissa verkon pisteet hajoavat sen solmujen paikallisiksi pisteiksi. Tulokset: Osoitamme, että tarkka Bayesin verkkorakenteen oppiminen voidaan suorittaa epäyhtenäisessä polynomiajassa, jos superrakenteella on rajattu puunleveys, ja lineaarisessa ajassa, jos superrakenteella on lisäksi rajattu maksimiaste. Lisäksi osoitamme, että jos suunnattu superrakenne on asyklinen, tarkka Bayesin verkkorakenteen oppiminen voidaan suorittaa kvadraattisessa ajassa. Täydennämme näitä myönteisiä tuloksia useilla kovuustuloksilla. Osoitamme, että molemmat rajoitukset (puun leveys ja aste) ovat olennaisia, eikä niistä voida luopua menettämättä yhtenäistä polynomiajan saavutettavuutta (monimutkaisuusteoreettisen oletuksen mukaisesti). Vastaavasti Bayesin täsmällinen verkkorakenteiden oppiminen on NP-vaikeaa "lähes asyklisille" suunnatuille superrakenteille. Lisäksi osoitamme, että rajoitukset pysyvät olennaisina, jos emme etsi globaalisti optimaalista verkkoa vaan pyrimme parantamaan tiettyä verkkoa enintään k kaaren lisäyksellä, poistolla tai käänteisellä kaarenvaihdolla (k-neighborhood local search).

**Tulos**

Parametrisoidut monimutkaisuustulokset tarkalle Bayesin verkkorakenteen oppimiselle

**Esimerkki 2.1750**

Tarkastellaan huonosti ratkaistua käänteisongelmaa, jossa estimoidaan kausaalisia tekijöitä havainnoista, joista yhden tiedetään sijaitsevan lähellä jotakin (tuntematonta) matalaulotteista, epälineaarista moninaisuutta, joka ilmaistaan ennalta määritellyllä Mercer-ytimellä. Tämän ongelman ratkaiseminen edellyttää näiden tekijöiden samanaikaista estimointia ja niiden matalaulotteisen esityksen oppimista. Tässä työssä esitellään uusi epälineaarinen dimensiosäännöstelytekniikka tällaisten ongelmien ratkaisemiseksi ilman esiopetusta. Muotoilemme Kernel-PCA:n uudelleen energian minimointiongelmaksi, jossa matalan ulottuvuuden rajoitukset otetaan käyttöön energian regularisointiterminä. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen yritys luoda dimensiosäännöstelytoiminto KPCA-kehyksessä. Lähestymistapamme perustuu siihen, että talteenotettujen tekijöiden sijoitusta rangaistaan robustisti suoraan implisiittisessä ominaisuusavaruudessa, jotta niiden matalaulotteiset approksimaatiot voidaan luoda suljetussa muodossa. Lähestymistapamme toteuttaa vankan KPCA:n puuttuvien tietojen ja kohinan läsnä ollessa. Esitämme huipputason tuloksia puuttuvien tietojen ennustamisessa vakioöljyvirtaustietokannassa. Lisäksi arvioimme menetelmäämme haastavassa ongelmassa Non-Rigid Structure from Motion, ja lähestymistapamme tuottaa lupaavia tuloksia CMU:n mocap-tietokannassa huolimatta huomattavasta peittymisestä ja kohinasta.

**Tulos**

KÄÄNTEISONGELMIEN RATKAISEMINEN

**Esimerkki 2.1751**

Esittelemme uuden lähestymistavan polunhakuun liittyvien ongelmien ratkaisemiseen epävarmuuden vallitessa esittämällä ne todennäköisyysmalleina ja soveltamalla malleihin toimialariippumattomia päättelyalgoritmeja. Tämä lähestymistapa erottaa ongelman esittämisen päättelyalgoritmista ja tarjoaa puitteet polunhakukäytäntöjen tehokkaalle oppimiselle. Arvioimme uutta lähestymistapaa Canadian Traveller Problem -ongelmaan, jonka muotoilemme todennäköisyysmallina, ja osoitamme, miten todennäköisyyspohjaisen päättelyn avulla saadaan tehokkaita stokastisia käytäntöjä tähän ongelmaan.

**Tulos**

Polun löytäminen epävarmuuden vallitessa todennäköisyyspohjaisen päättelyn avulla

**Esimerkki 2.1752**

Imusolmukkeiden automaattinen tunnistaminen on tärkeä kliininen diagnostinen tehtävä, mutta se on hyvin haastavaa, koska ympäröivien rakenteiden kontrasti on alhainen tietokonetomografiassa (CT) ja koska imusolmukkeet ovat erikokoisia, -asentoisia, -muotoisia ja harvaan jakautuneita. Uusimmat tutkimukset osoittavat, että 3D HAAR-ominaisuuksien kertaluonteisella tehostamisella saavutetaan 52,9 prosentin herkkyys 3,1 väärässä positiivisessa tapauksessa tilavuutta kohti (FP/tilavuus) tai 60,9 prosentin herkkyys 6,1 väärässä positiivisessa tapauksessa tilavuutta kohti (FP/tilavuus) keskiruumiin LN:n osalta. Tässä asiakirjassa käytämme ensin alustavaa ehdokkaiden luomisvaihetta, jonka tavoitteena on ∼100 % herkkyys korkeiden FP-tasojen kustannuksella (∼40 potilasta kohti), jotta voimme kerätä kiinnostavat tilavuudet (VOI). 2,5D-lähestymistapamme hajottaa näin ollen minkä tahansa 3D VOI:n ottamalla uudelleen näytteitä 2D-muotoilluista ortogonaalisista näkymistä N kertaa mittakaavan, satunnaisten käännösten ja kiertojen avulla VOI:n keskipisteen koordinaattien suhteen. Näitä satunnaisnäkymiä käytetään sitten syvän Convolutional Neural Network (CNN) -luokittelijan kouluttamiseen. Testauksessa CNN:ää käytetään määrittämään LN-todennäköisyyksiä kaikille N satunnaiselle näkymälle, jotka voidaan yksinkertaisesti keskiarvoistaa (joukkona) lopullisen luokittelutodennäköisyyden laskemiseksi VOI:ta kohti. Validoimme lähestymistavan kahdella tietokokonaisuudella: 90 CT-tilavuutta, joissa oli 388 mediastinaalista LN:ää, ja 86 potilasta, joissa oli 595 vatsan LN:ää. Saavutamme 70 %/83 %:n herkkyysasteen 3 FP/tilavuus ja 84 %/90 %:n herkkyysasteen 6 FP/tilavuus keskivartalossa ja vatsassa, mikä on huomattavasti parempi kuin aiemmissa huippututkimuksissa. ∗holger.roth@nih.gov, h.roth@ucl.ac.uk

**Tulos**

Uusi 2,5D-edustus imusolmukkeiden havaitsemiseen käyttäen satunnaisia syvien konvoluutio-neuraaliverkkohavaintojen joukkoja

**Esimerkki 2.1753**

Kehitämme kysymysten vastaamisen vahvistusoppimistehtäväksi, ja kutsumme lähestymistapaa aktiiviseksi kysymysten vastaamiseksi. Ehdotamme agenttia, joka asettuu käyttäjän ja mustan laatikon kysymys-vastausjärjestelmän väliin ja joka oppii muotoilemaan kysymykset uudelleen saadakseen parhaat mahdolliset vastaukset. Agentti kysyy järjestelmältä mahdollisesti useita luonnollisen kielen muotoiluja alkuperäisestä kysymyksestä ja yhdistää palautetut todisteet parhaan vastauksen löytämiseksi. Uudelleenmuotoilujärjestelmä koulutetaan alusta loppuun vastausten laadun maksimoimiseksi politiikan gradientin avulla. Arvioimme järjestelmän SearchQA:lla, joka on Jeopardy! -sarjasta poimittujen monimutkaisten kysymysten tietokokonaisuus. Agenttimme parantaa F1-arvoa 11 % verrattuna huipputason perusmalliin, joka käyttää alkuperäisiä kysymys-vastauspareja.

**Tulos**

Kysy oikeita kysymyksiä: Aktiivinen kysymysten uudelleenmuotoilu vahvistusoppimisen avulla

**Esimerkki 2.1754**

Tässä artikkelissa esitellään robottiennusteagentti, joka sisältää darkforest Go -moottorin, FML-arviointimoottorin (fuzzy markup language), FML-pohjaisen päätöksenteon tukimoottorin ja robottimoottorin Go-pelin sovellusta varten. FML-arviointimoottorin tietopohja ja sääntöpohja rakennetaan viittaamalla NUTN:ssä ja OPU:ssa sijaitsevan darkforest Go -moottorin tietoihin, esimerkiksi MCTS-simulaatioiden määrään ja voittosuhteen ennustamiseen. Ehdotettu robottiennusteagentti hakee ensin Go-kilpailusivuston tietokannan, ja sitten FML-arviointimoottori päättelee voittomahdollisuuden darkforest Go -moottorin tuottamien tietojen perusteella. FML-pohjainen päätöksenteon tukimoottori laskee voittomahdollisuuden FML-arviointimoottorin päättelemän osittaisen pelitilanteen perusteella. Lopuksi robottimoottori yhdistyy Fujisoftin tuottaman ihmisystävällisen robottikumppanin PALROn kanssa ja ilmoittaa pelitilanteen ihmisen Go-pelaajille. Kokeelliset tulokset osoittavat, että FML-pohjainen ennusteagentti voi toimia tehokkaasti. Avainsanat-Sumea merkintäkieli; ennusteagentti; päätöksenteon tukimoottori; robottimoottori; darkforest Go -moottori.

**Tulos**

FML-pohjainen ennusteagentti ja sen soveltaminen Go-peliin

**Esimerkki 2.1755**

Tutkimme kahden tuntoanturin, iCubin sormenpääanturin ja BioTacin, vasteita erilaisiin ulkoisiin ärsykkeisiin. Kiinnostava kysymys on, missä määrin molemmat anturit i) mahdollistavat anturiin kohdistuvan voiman arvioinnin ja ii) mahdollistavat eriasteisten kaarevuuksien tunnistamisen. Käyttämällä voimaohjattua lineaarimoottoria, joka vaikuttaa tuntoantureihin, saamme useita korkealaatuisia tietokokonaisuuksia, joiden avulla voimme tutkia molempia antureita täsmälleen samoissa olosuhteissa. Tutkimme myös tuntoärsykkeiden edustuksen rakennetta tallennetuissa tuntoanturitiedoissa käyttämällä t-SNE-kuvioita. Kokeet osoittavat, että sekä iCub että BioTac erottuvat edukseen eri olosuhteissa.

**Tulos**

ML-pohjainen tuntoanturin kalibrointi: Yleispätevä lähestymistapa

**Esimerkki 2.1756**

Tässä artikkelissa kuvataan Bayes-ohjelmoinnin soveltamista autonomisen avatarin ohjaamiseen moninpelissä (esimerkki perustuu World of Warcraftiin). Mallinnamme tiettyä tehtävää, joka koostuu sen valitsemisesta, mitä tehdä ja minkä kohteen valita tilanteessa, jossa on sekä liittolaisia että vihollisia. Selitämme mallin Bayes-ohjelmoinnilla ja osoitamme, miten voimme oppia ehdolliset todennäköisyydet ihmisten pelisessioiden aikana kerätystä datasta.

**Tulos**

Ihmisen MMORPG-pelaajan Bayesin mallintaminen

**Esimerkki 2.1757**

Syvien neuroverkkojen kouluttamista vaikeuttaa se, että kunkin kerroksen syötteiden jakauma muuttuu koulutuksen aikana, kun edellisten kerrosten parametrit muuttuvat. Tämä hidastaa harjoittelua vaatimalla alhaisempaa oppimisnopeutta ja huolellista parametrien alustamista, ja se tekee tunnetusti vaikeaksi sellaisten mallien kouluttamisen, joissa on kyllästyviä epälineaarisuuksia. Kutsumme tätä ilmiötä sisäiseksi kovariaattisiirtymäksi ja käsittelemme ongelmaa normalisoimalla kerrosten syötteet. Menetelmämme vahvuus perustuu siihen, että normalisoinnista tehdään osa malliarkkitehtuuria ja että normalisointi suoritetaan jokaiselle harjoitusminierälle. Eränormalisoinnin ansiosta voimme käyttää paljon suurempia oppimisnopeuksia ja olla vähemmän varovaisia alustuksen suhteen. Se toimii myös regularisaattorina, joka joissakin tapauksissa poistaa Dropout-toiminnon tarpeen. Soveltamalla Batch Normalization -menetelmää uusimpaan kuvanluokittelumalliin saavutetaan sama tarkkuus 14 kertaa pienemmällä harjoittelumäärällä, ja se päihittää alkuperäisen mallin huomattavasti. Käyttämällä eränormalisoitujen verkkojen muodostamaa kokonaisuutta parannamme parasta julkaistua ImageNet-luokittelutulosta: saavutamme 4,9 prosentin top-5-validointivirheen (ja 4,8 prosentin testivirheen), mikä ylittää ihmisluokittelijoiden tarkkuuden.

**Tulos**

Erän normalisointi: Sisäistä muuttujien siirtymää vähentämällä nopeutetaan syvien verkkojen koulutusta.

**Esimerkki 2.1758**

Metonyymi on sana, jolla on metaforan kaltainen kuvaannollinen merkitys. Koska metonyymit ovat läheistä sukua metaforille, sovellamme metaforien tunnistamisessa menestyksekkäästi käytettyjä piirteitä metonyymien havaitsemiseen. ACL SemEval 2007 Task 8 -aineistossa, jossa oli kultaisen standardin mukaiset metonyymi-merkinnät, järjestelmämme saavutti 86,45 prosentin tarkkuuden sijaintimetonyymien suhteen. Koodimme löytyy GitHubista.

**Tulos**

Metaforisten aistien ja sanaesitysten tutkiminen metonyymien tunnistamiseksi.

**Esimerkki 2.1759**

Twitteristä on tullut yksi tärkeimmistä uutislähteistä monille ihmisille. Kun reaalimaailman tapahtumat ja hätätilanteet etenevät, Twitterissä pyörii satoja tuhansia tarinoita tapahtumista. Jotkut näistä tarinoista ovat harmittomia, kun taas toiset voivat olla mahdollisesti hengenvaarallisia tai pahansuovien huhujen lähteitä. Siksi on erittäin tärkeää pystyä tehokkaasti seuraamaan Twitterissä leviäviä tarinoita näiden tapahtumien aikana. Tässä artikkelissa esittelemme uudenlaisen puoliautomaattisen työkalun, jonka avulla käyttäjät voivat tehokkaasti tunnistaa ja seurata tarinoita reaalimaailman tapahtumista Twitterissä. Teimme 25 osallistujan kanssa käyttäjätutkimuksen, joka osoitti, että perinteisempiin menetelmiin verrattuna työkalumme voi lisätä nopeutta ja tarkkuutta, jolla käyttäjät voivat seurata tarinoita todellisista tapahtumista.

**Tulos**

Puoliautomaattinen menetelmä sosiaalisen median tarinoiden tehokkaaseen havaitsemiseen

**Esimerkki 2.1760**

Symmetrian rikkominen on osoittautunut tehokkaaksi esikäsittelytekniikaksi tyydyttävyysratkaisussa (SAT). Tässä artikkelissa siirrämme huipputason SAT-symmetrian rikkomismenetelmän BreakID:n vastausjoukkojen ohjelmointiin (ASP). Tuloksena on kevyt työkalu, joka voidaan liittää ASP:llä mallinnettaessa yleisten pohjustus- ja ratkaisuvaiheiden väliin. Vertaamme työkalua sbassiin, joka on nykyinen uusin symmetriamurtaja ASP:lle.

**Tulos**

BreakID: Static Symmetry Breaking for ASP (Järjestelmän kuvaus)

**Esimerkki 2.1761**

Automaattinen otsikoiden tuottaminen on tärkeä tutkimusalue tekstin tiivistämisen ja lauseiden tiivistämisen alalla. Viime aikoina on ehdotettu neuraalisia otsikoiden generointimalleja, joissa hyödynnetään hyvin koulutettuja neuroverkkoja lauseiden representaatioiden oppimisessa ja sekvenssin kartoittamisessa sekvenssiin. Perinteinen neuroverkkokooderi käyttää kuitenkin parametrien optimointiin suurimman todennäköisyyden estimointia, mikä rajoittaa odotetun koulutustavoitteen sanatasolla eikä lausetasolla. Lisäksi mallin ennusteiden suorituskyky riippuu merkittävästi harjoitusdatan jakaumasta. Näiden haittojen voittamiseksi käytämme tässä artikkelissa minimiriskin koulutusstrategiaa, joka optimoi suoraan mallin parametrit arviointimittareiden suhteen ja johtaa tilastollisesti merkittäviin parannuksiin otsikoiden tuottamisessa. Kokeiden tulokset osoittavat, että lähestymistapamme on parempi kuin uusimmat järjestelmät sekä englannin- että kiinankielisten otsikoiden tuottamistehtävissä.

**Tulos**

Neuraalisten otsikoiden tuottaminen minimiriskikoulutuksella

**Esimerkki 2.1762**

Tarkastelemme Markov-päätösprosesseja parametrien epävarmuuden vallitessa. Aiemmat tutkimukset rajoittuvat kaikki tapaukseen, jossa eri tilojen epävarmuudet eivät ole kytköksissä toisiinsa, mikä johtaa konservatiivisiin ratkaisuihin. Sitä vastoin otamme käyttöön intuitiivisen käsitteen "Salama ei iske kahdesti", jolla voidaan mallintaa kytkettyjä epävarmoja parametreja. Erityisesti edellytämme, että järjestelmä voi poiketa nimellisistä parametreistaan vain rajoitetun määrän kertoja. Annamme todennäköisyystakeita, jotka osoittavat, että tämä malli edustaa todellisia tilanteita, ja kehitämme helposti lähestyttäviä algoritmeja optimaalisten ohjauskäytäntöjen laskemiseksi.

**Tulos**

Salama ei iske kahdesti: Robustit MDP:t, joissa on kytketty epävarmuus.

**Esimerkki 2.1763**

Puhujan aikomuksen havaitseminen ja semanttisten aukkojen täyttäminen ovat kaksi kriittistä tehtävää puhutun kielen ymmärtämisessä (SLU) dialogijärjestelmiä varten. Tässä artikkelissa kuvaamme toistuvan neuroverkon (RNN) mallin, joka suorittaa yhdessä aikomuksen havaitsemisen, aukkojen täyttämisen ja kielen mallintamisen. Neuroverkkomalli päivittää aikomusennustetta sitä mukaa, kun transkriptoituun lausahdukseen tulee sana, ja käyttää sitä kontekstuaalisena piirteenä yhteisessä mallissa. Kielimallin ja online SLU-mallin arviointi tehdään ATIS-vertailuaineistolla. Kielen mallintamistehtävässä yhteinen mallimme vähentää 11,8 prosenttia suhteellista monimutkaisuutta verrattuna itsenäisesti koulutettuun kielimalliin. SLU-tehtävissä yhteinen mallimme on 22,3 prosenttia parempi kuin riippumaton koulutusmalli tarkoituksen havaitsemisvirheiden määrässä, mutta aukkotäytön F1-tulos heikkenee hieman. Yhteinen malli on myös suorituskykyinen realistisissa ASR-asetuksissa, joissa puhe on meluisaa.

**Tulos**

Puhutun kielen ymmärtäminen ja kielen mallintaminen verkossa rekursiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1764**

Cocktailkutsujen kuuntelutilanteissa ihmisaivot pystyvät erottamaan kilpailevat puhesignaalit toisistaan. Aivojen toteuttamaa signaalinkäsittelyä cocktail-juhlakuuntelua varten ei kuitenkaan tunneta hyvin. Tässä koulutimme kaksi erillistä konvolutiivista autokooderia syviä neuroverkkoja (DNN) erottamaan kahden samanaikaisen puhevirran monauraaliset ja binauraaliset sekoitukset. Sitten käytimme näitä DNN:iä konvolutiivisina syvämuuntajina (CDT) suorittamaan probabilistisen uudelleensynteesin. CDT:t toimivat suoraan aika-alueella. Simulaatiomme osoittavat, että hyvin yksinkertaiset neuroverkot pystyvät hyödyntämään monauraalista ja binauraalista informaatiota, joka on saatavilla cocktail-juhlien kuuntelutilanteessa.

**Tulos**

Deep Transform: Cocktail Party Source Separation todennäköisyysperusteisen uudelleensynteesin avulla.

**Esimerkki 2.1765**

BooMF-menetelmällä (Boolean matrix factorisation) saadaan binäärisen datamatriisin tulkittavissa olevat hajonnat pariksi matalarangaisia binäärimatriiseja: Toinen sisältää mielekkäitä kuvioita ja toinen kvantifioi sen, miten havainnot voidaan ilmaista näiden kuvioiden yhdistelmänä. Esittelemme OrMachine-mallin, joka on BooMF:n probabilistinen generatiivinen malli, ja johdamme Metropolised Gibbs -näytteenottimen, joka mahdollistaa erittäin tehokkaan rinnakkaisen posteriorisen päättelyn. Menetelmämme päihittää kaikki tällä hetkellä olemassa olevat lähestymistavat Boolen matriisifaktorointiin ja -täydennykseen, kuten osoitamme simuloidulla ja reaalimaailman datalla. Tämä on ensimmäinen menetelmä, joka tarjoaa BooMF:lle täydellisen posteriorisen päättelyn, mikä on tärkeää sovelluksissa, esimerkiksi väärien positiivisten tulosten määrän hallitsemiseksi yhteissuodatuksessa, ja mikä tärkeintä, se parantaa päättelykuvioiden tulkittavuutta. Ehdotettu algoritmi skaalautuu suurille tietokokonaisuuksille, kuten osoitamme analysoimalla 1,3 miljoonan hiiren aivosolun yhden solun geeniekspressiotietoja 11 000 geenin osalta tavanomaisella laitteistolla.

**Tulos**

Bayesilainen Boolen matriisitekijöiden faktorointi

**Esimerkki 2.1766**

Koneellista oppimista käytetään useissa turvallisuuteen liittyvissä sovelluksissa, kuten biometrisessä käyttäjätunnistuksessa, puhujan tunnistamisessa jne. Eräs koneoppimiseen kohdistuva syyllinen eheyshyökkäys, jota kutsutaan Poisoning-hyökkäykseksi, toimii siten, että harjoitusaineistoon syötetään erityisesti muokattuja datapisteitä, jotta luokittimen väärien positiivisten tulosten osuus kasvaisi. Biometrisen todennuksen yhteydessä tämä tarkoittaa sitä, että useammat tunkeilijat luokitellaan päteviksi käyttäjiksi, ja puhujan tunnistusjärjestelmässä käyttäjä A luokitellaan käyttäjäksi B. Tässä asiakirjassa tarkastelemme myrkytyshyökkäystä SVM:ää vastaan ja esittelemme Curie-menetelmän, jolla SVM-luokitin suojataan myrkytyshyökkäykseltä. Menetelmämme perusajatuksena on tunnistaa vastustajan syöttämät myrkytetyt datapisteet ja suodattaa ne pois. Menetelmämme on kevyt, ja se voidaan helposti integroida olemassa oleviin järjestelmiin. Kokeelliset tulokset osoittavat, että se toimii erittäin hyvin myrkytettyjen tietojen suodattamisessa.

**Tulos**

Curie: Menetelmä SVM-luokittelijan suojaamiseksi myrkytyshyökkäykseltä

**Esimerkki 2.1767**

Keinotekoisten agenttien lisääntyessä on yhä tärkeämpää varmistaa, että niiden vuorovaikutus toistensa kanssa sujuu hyvin. Tässä artikkelissa formalisoimme yleisen järjen mukaisen käsitteen siitä, milloin algoritmit ovat hyvin käyttäytyviä: algoritmi on turvallinen, jos se ei aiheuta haittaa. Syväoppimisen viimeaikaisen kehityksen innoittamana keskitymme erityistapaukseen, jossa agentit päivittävät toimintojaan gradienttilaskeutumisen mukaisesti. Ensimmäinen tulos on, että gradienttilasku konvergoi Nash-tasapainoon turvallisissa peleissä. Työssä esitetään riittävät ehdot, jotka takaavat turvallisen vuorovaikutuksen. Tärkein kontribuutio on määritellä vahvasti tyypitetyt agentit ja osoittaa, että niiden turvallinen vuorovaikutus on taattu. Joukko esimerkkejä osoittaa, että vahvasti tyypitetyt agentit yleistävät tietyt koveruuden keskeiset piirteet ja että ne liittyvät läheisesti sokeaan lähteiden erotteluun. Analyysi esittelee uuden näkökulman klassisiin monilineaarisiin peleihin, joka perustuu tensoripurkuun.

**Tulos**

Vahvasti tyypitettyjen agenttien vuorovaikutus on taattu turvallisesti

**Esimerkki 2.1768**

Kaldi 1 -työkalupakista on tulossa suosittu automaattisten puheentunnistusjärjestelmien (ASR) rakentamisessa. Syvät neuroverkot (DNN) ovat viime vuosina osoittaneet huippuluokan suorituskykyä erilaisissa ASR-tehtävissä. Tässä asiakirjassa kuvataan reseptimme, joilla toteutamme täysimittaisen DNN-akustisen mallinnuksen Kaldin ja PDNN:n avulla. PDNN on kevyt syväoppimisen työkalupakki, joka on kehitetty Theano-ympäristössä. Näiden reseptien avulla voimme rakentaa useita järjestelmiä, kuten DNN-hybridijärjestelmiä, konvoluutiohermoverkkojärjestelmiä (CNN) ja pullonkaulaominaisuusjärjestelmiä. Nämä reseptit perustuvat suoraan Kaldi Switchboard 110-tunnin kokoonpanoon. Niiden mukauttaminen uusiin tietokokonaisuuksiin on kuitenkin helppoa.

**Tulos**

Kaldi+PDNN: DNN-pohjaisten ASR-järjestelmien rakentaminen Kaldin ja PDNN:n avulla

**Esimerkki 2.1769**

Viime aikoina sanojen sulauttamisen ja neuroverkkojen nopea kehitys on tuonut uutta inspiraatiota erilaisiin NLP- ja IR-tehtäviin. Tässä asiakirjassa kuvaamme vaiheittaisen hybridimallin, jossa yhdistetään toistuvia konvoluutiohermoverkkoja (RCNN) ja maantiekerroksia. Keskelle sisällytetty valtatieverkkomoduuli ottaa ensimmäisen vaiheen kaksisuuntaisen rekursiivisen neuroverkkomoduulin (Bi-RNN) ulostulon ja antaa syötteen viimeisen vaiheen konvoluutiohermoverkkomoduulille (CNN). Kokeilu osoittaa, että mallimme päihittää tavanomaiset neuroverkkomallit (CNN, RNN, Bi-RNN) tunneanalyysitehtävässä. Lisäksi analyysi siitä, miten sekvenssin pituus vaikuttaa RCNN:ään, jossa on maantiekerroksia, osoittaa, että mallimme pystyy oppimaan hyvän esityksen pitkälle tekstille.

**Tulos**

Tekstin esittämisen oppiminen käyttämällä rekursiivista konvoluutiohermoverkkoa, jossa on väyläkerroksia

**Esimerkki 2.1770**

Perinteiset kuvien klusterointimenetelmät ovat kaksivaiheisia: ominaisuuksien oppiminen ja klusterointi suoritetaan peräkkäin. Viimeaikaiset tutkimustulokset ovat kuitenkin osoittaneet, että yhdistämällä erilliset vaiheet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi ja kouluttamalla ne yhdessä voidaan saavuttaa parempi suorituskyky. Tässä artikkelissa esitellään ensin täysin konvolutiiviset autokooderit kuvien ominaisuuksien oppimista varten ja ehdotetaan sitten yhtenäistä klusterointikehystä, jossa opitaan yhdessä kuvan representaatiot ja klusterikeskukset täysin konvolutiivisen autokooderin ja pehmeiden k-means-pisteiden perusteella. Oppimisprosessin alkuvaiheessa autokooderista poimitut representaatiot eivät välttämättä ole kovin erottelevia jälkimmäisen klusteroinnin kannalta. Ratkaisemme tämän ongelman ottamalla käyttöön tehostetun diskriminoivan jakauman, jossa korkeiden pisteiden määrityksiä korostetaan ja matalien pisteiden määrityksiä vähennetään. Asteittain tehostetun diskriminaation avulla klusteritoimeksiantojen pisteet erottuvat ja klusterien puhtautta kasvatetaan. Kokeet useilla visuaalisen näkemisen vertailutietoaineistoilla osoittavat, että menetelmämme voivat saavuttaa huippuluokan suorituskyvyn.

**Tulos**

Diskriminoivasti tehostettu kuvien klusterointi täysin konvolutiivisilla automaattikoodereilla (Fully Convolutional Auto-Encoders)

**Esimerkki 2.1771**

Nykyisin menestyksekäs lähestymistapa laskennalliseen semantiikkaan on esittää sanat upotuksina koneellisesti opittavassa vektoriavaruudessa. Esittelemme ensemble-menetelmän, jossa yhdistetään GloVen (Pennington et al., 2014) ja word2vecin (Mikolov et al., 2013) tuottamat upotukset semanttisista verkoista ConceptNet (Speer ja Havasi, 2012) ja PPDB (Ganitkevitch et al., 2013) saatuun rakenteiseen tietoon ja yhdistetään niiden tiedot yhteiseksi esitykseksi, jossa on laaja, monikielinen sanasto. Sen tuottamat upotukset saavuttavat huippuluokan suorituskyvyn monissa sanojen samankaltaisuuden arvioinneissa. Sen tulos ρ = .596 harvinaisia sanoja koskevassa arvioinnissa (Luong et al., 2013) on 16 % korkeampi kuin edellisen parhaan tunnetun järjestelmän.

**Tulos**

Ensemble-menetelmä korkealaatuisten sanojen sulautusten tuottamiseksi

**Esimerkki 2.1772**

Yhä suurempi osa verkossa olevasta tiedosta on dialogista, kuten Facebookin uutisvirrat, foorumikeskustelut ja uutisartikkelien kommenttiketjut. Toisin kuin perinteisissä, monologisissa luonnollisen kielen prosessoinnin resursseissa, kuten uutisissa, sosiaalisessa mediassa käydään usein erittäin sosiaalista vuoropuhelua, mikä tekee siitä haastavan kontekstin NLP:lle. Tässä artikkelissa testataan bootstrapping-menetelmää, joka on alun perin ehdotettu monologisella alalla, ja sen avulla voidaan kouluttaa luokittelijoita tunnistamaan kaksi erilaista subjektiivisen kielen tyyppiä vuoropuhelussa: sarkasmi ja ilkeys. Tutkitaan kahta menetelmää, joilla kehitetään kielellisiä indikaattoreita, joita käytetään ensimmäisen tason luokittimessa, jonka tavoitteena on maksimoida tarkkuus muistamisen kustannuksella. Ensimmäisen vaiheen parhaiten suoriutuva luokittelija saavuttaa 54 prosentin tarkkuuden ja 38 prosentin palautusprosentin sarkastisille lausumille. Tämän jälkeen käytämme aiemmasta työstä saatuja yleisiä syntaktisia malleja luodaksemme yleisempiä sarkasmimittareita, joiden avulla tarkkuus paranee 62 %:iin ja palautus 52 %:iin. Testataksemme menetelmän yleisyyttä lisää, sovellamme sitä sitten luokittimen käynnistämiseen ilkeämielisten dialogisten tekojen luokitteluun. Ensimmäisessä vaiheessa, jossa käytämme joukkoistettuja ilkeysindikaattoreita, saavutamme 58 prosentin tarkkuuden ja 49 prosentin palautuksen, joka kasvaa 75 prosentin tarkkuuteen ja 62 prosentin palautukseen, kun bootstrap-menetelmällä yleistetään ensimmäinen taso yleistetyillä syntaktisilla kuvioilla.

**Tulos**

Niinkö? No... Ilmeisesti Bootstrapping parantaa verkkodialogin sarkasmiluokittelun ja ilkeysluokittelun suorituskykyä.

**Esimerkki 2.1773**

Teacher Forcing -algoritmi kouluttaa rekursiivisia verkkoja antamalla havaitut sekvenssiarvot syötteinä harjoittelun aikana ja käyttämällä verkon omia yhden askeleen ennakkoennusteita monivaiheiseen näytteenottoon. Esittelemme Professor Forcing -algoritmin, joka käyttää vastakkaisen toimialueen mukauttamista rohkaistakseen rekursiivisen verkon dynamiikkaa olemaan sama, kun verkkoa koulutetaan ja kun verkosta otetaan näytteitä useiden aika-askelten aikana. Sovellamme Professor Forcing -algoritmia kielen mallintamiseen, äänisynteesiin raa'an aaltomuodon perusteella, käsialan generointiin ja kuvien generointiin. Empiirisesti havaitsimme, että Professor Forcing toimii regularisaattorina, joka parantaa testin todennäköisyyttä merkkitason Penn Treebankissa ja MNISTin peräkkäisissä testeissä. Huomaamme myös, että malli parantaa näytteitä laadullisesti erityisesti silloin, kun näytteenotto tapahtuu suurella määrällä aika-askeleita. Tätä tukee näytteen laadun inhimillinen arviointi. Keskustellaan professorin pakottamisen ja aikataulutetun näytteenoton välisistä kompromisseista. Tuotamme T-SNE:t, jotka osoittavat, että professorin pakottaminen onnistuu tekemään verkon dynamiikasta koulutuksen ja näytteenoton aikana samankaltaisempaa.

**Tulos**

Professori Forcing: Uusi algoritmi rekursiivisten verkkojen kouluttamiseen

**Esimerkki 2.1774**

Esittelemme nostetun Generalized Belief Propagation (GBP) -viestinvälitysalgoritmin summatuotoskyselyjen laskemiseen todennäköisyysperusteisissa relaatiomalleissa (esim. Markovin logiikkaverkko). Algoritmi muodostaa kompaktin aluegraafin ja luo muunnetun version viestien välittämisestä, joka jäljittelee GBP:n käyttäytymistä vastaavassa perusmallissa. Kompakti graafi saadaan hyödyntämällä klustereiden graafista esitystä, joka vähentää klusterien symmetrian havaitsemisen isomorfismitesteiksi pienillä paikallisilla graafeilla. Kehys pystyy näin ollen käsittelemään monimutkaisia malleja ja on samalla riippumaton toimialueen koosta.

**Tulos**

Lifted Message Passing yleistetyn uskomuksen etenemisessä (Generalized Belief Propagation)

**Esimerkki 2.1775**

Täysin rationaalinen päätöksentekijä valitsee joukosta mahdollisia toimia parhaan toiminnan, jolla on suurin hyöty. Tällaisia päätöksentekoprosesseja kuvaavissa optimaalisuusperiaatteissa ei oteta huomioon optimaalisen toiminnan löytämisestä aiheutuvia laskennallisia kustannuksia. Rajoitettu rationaalinen päätöksenteko ratkaisee tämän ongelman käymällä kauppaa tiedonkäsittelykustannusten ja odotetun hyödyn välillä. Mielenkiintoista on, että samanlainen kompromissi energian ja entropian välillä syntyy, kun kuvataan muutoksia termodynaamisissa järjestelmissä. Tätä samankaltaisuutta on hiljattain käytetty rajoittuneen rationaalisten toimijoiden kuvaamiseen. Ratkaisevaa on, että tässä kehyksessä oletetaan, että ympäristö ei muutu, kun päätöksentekijä laskee optimaalista politiikkaa. Jos tämä vaatimus ei täyty, päätöksentekijä kärsii hyötyjen tehottomuudesta, joka johtuu siitä, että nykyinen politiikka on optimaalinen menneessä ympäristössä. Tässä lainaamme käsitteitä epätasapainotermodynamiikasta kvantifioidaksemme nämä tehottomuudet ja havainnollistamme simulaatioiden avulla niiden suhdetta laskentaresursseihin.

**Tulos**

Rajoitetun rationaalinen päätöksenteko muuttuvissa ympäristöissä

**Esimerkki 2.1776**

Sen jälkeen, kun LISA (Bahdanau et al., 2014) esitteli ensimmäisen kerran verkossa neuraalisen konekääntämisen (NMT), NMT:n kehitys on viime aikoina siirtynyt laboratoriojärjestelmistä tuotantojärjestelmiin, mistä ovat osoituksena useat tahot, jotka ovat ilmoittaneet ottavansa käyttöön NMT-moottoreita nykyisten tekniikoidensa korvaamiseksi. NMT-järjestelmissä on suuri määrä harjoituskonfiguraatioita, ja tällaisten järjestelmien koulutusprosessi on yleensä hyvin pitkä, usein muutaman viikon mittainen, joten kokeilujen rooli on kriittinen ja tärkeä jakaa. Tässä työssä esittelemme lähestymistapamme tuotantokelpoisiin järjestelmiin samaan aikaan, kun julkaisemme online-demonstraattoreita, jotka kattavat suuren määrän eri kieliä (12 kieltä, 32 kieliparia). Tutkimme erilaisia käytännön valintoja: tehokas ja kehittyvä avoimen lähdekoodin kehys, tietojen valmistelu, verkkoarkkitehtuuri, toteutetut lisäominaisuudet, tuotantokäyttöön virittäminen jne. Keskustelemme arviointimenetelmistä, esittelemme ensimmäiset havaintomme ja hahmotamme lopuksi jatkotyötä. Perimmäisenä tavoitteenamme on jakaa asiantuntemustamme kilpailukykyisten tuotantojärjestelmien rakentamiseksi "yleistä" kääntämistä varten. Pyrimme osaltaan luomaan yhteistoiminnalliset puitteet, joilla nopeutetaan teknologian käyttöönottoa, edistetään lisätutkimusta ja mahdollistetaan oikeisiin tuotantotyönkulkuihin integroitujen, käyttötapausspesifisten moottoreiden toimittaminen ja käyttöönotto teollisuudelle tai teollisuuden toimesta. Teknologian hallitseminen antaisi meille mahdollisuuden rakentaa erityistarpeisiin sopivia käännösmoottoreita, jotka olisivat nykyisiä yksinkertaisia/yhtenäisiä järjestelmiä tehokkaampia.

**Tulos**

SYSTRANin puhtaat neuraaliset konekäännösjärjestelmät

**Esimerkki 2.1777**

Esittelemme ja analysoimme agnostisen aktiivisen oppimisalgoritmin, joka toimii ilman versioavaruuden ylläpitämistä. Toisin kuin kaikissa aiemmissa lähestymistavoissa, joissa koko oppimisen ajan ylläpidetään rajoitettua joukkoa hypoteesiehdokkaita ja palautetaan aina vain hypoteeseja tästä joukosta. Vältäessä tätä versioavaruuslähestymistapaa algoritmimme välttää versioavaruuksien ylläpitämiseen liittyvän laskennallisen taakan ja haurastumisen, mutta mahdollistaa silti huomattavat parannukset valvottuun oppimiseen verrattuna luokittelussa.

**Tulos**

Agnostinen aktiivinen oppiminen ilman rajoituksia

**Esimerkki 2.1778**

Lähellä dataa tapahtuvalla tietojenkäsittelyllä (Near Data Processing, NDP) tarkoitetaan muistin tai tallennustilan täydentämistä prosessointiteholla. Huolimatta sen mahdollisuuksista nopeuttaa tietojenkäsittelyä ja vähentää tehontarvetta, NDP:n yleistyminen on eri syistä johtuen edennyt vain vähän. Viime aikoina on tapahtunut kaksi merkittävää muutosta, jotka ovat herättäneet uutta kiinnostusta ja aiheuttaneet NDP:n uuden nousun. Ensimmäinen on koneoppimisen (ML) menestys, sillä se vaatii usein paljon laskentaa harjoittelua varten, mikä edellyttää suurten datamäärien toistuvia siirtoja. Toinen on NAND-flash-pohjaisten kiintolevyjen (SSD-asemien) suosio, jotka sisältävät moniytimisiä prosessoreita, joihin mahtuu ylimääräistä laskentaa tietojenkäsittelyä varten. Tässä artikkelissa arvioimme NDP:n mahdollisuuksia ML:ssä käyttämällä uutta SSD-alustaa, jonka avulla voimme simuloida ML-työkuormien instorage-prosessointia (ISP). Alustamme (nimeltään ISP-ML) on realistisen monikanavaisen SSD-levyn täysimittainen simulaattori, joka voi suorittaa erilaisia ML-algoritmeja SSD-levylle tallennettujen tietojen avulla. Suorituskyvyn perusteellisen analyysin ja syvällisen vertailun suorittamiseksi vaihtoehtoisiin tekniikoihin keskitymme tiettyyn algoritmiin: stokastiseen gradienttilaskeutumiseen (SGD), joka on de facto standardi differentioituvien mallien, kuten logistisen regression ja neuroverkkojen, kouluttamisessa. Toteutamme ja vertailemme kolmea SGD-vaihtoehtoa (synkroninen, Downpour ja elastinen keskiarvoistaminen) ISP-ML:llä hyödyntäen useita NAND-kanavia SGD:n rinnakkaistamiseen. Lisäksi vertaamme ISP:n ja perinteisen in-host-käsittelyn suorituskykyä, mikä paljastaa ISP:n edut. Kokeissamme havaittujen etujen ja rajoitusten perusteella keskustelemme myös tulevista tutkimussuunnista, jotka koskevat ISP:tä ML:n nopeuttamiseksi.

**Tulos**

Lähellä dataa tapahtuva käsittely eriytettävissä koneoppimismalleissa

**Esimerkki 2.1779**

Esittelemme uudenlaisen graafisen mallin, jota kutsumme "muistitekijäverkoksi" (MFN). Näytämme, miten MFN:ien avulla voidaan mallintaa monentyyppisille tietomäärille ominaista rakennetta. Esittelemme myös siihen liittyvän viestinvälitystyylisen algoritmin nimeltä "proaktiivinen viestinvälitys" (proactive message passing, PMP), joka tekee päätelmiä MFN-verkoissa. PMP:llä on konvergenssitakuu, ja se on tehokas verrattuna kilpaileviin algoritmeihin, kuten uskomuspropagoinnin muunnelmiin. Erikoistamme MFN:t ja PMP:n useisiin erityyppisiin datatyyppeihin (diskreetti, jatkuva, merkitty) ja päättelyongelmiin (interpolointi, hypoteesin testaus), annamme esimerkkejä ja keskustelemme tehokkaan toteutuksen lähestymistavoista.

**Tulos**

Proaktiivinen viestien välitys muistitekijäverkoissa Proaktiivinen viestien välitys muistitekijäverkoissa Proaktiivinen viestien välitys muistitekijäverkoissa

**Esimerkki 2.1780**

Korrelaatiosuodatin on algoritmi, joka kouluttaa lineaarisen mallin erottamaan kuvat ja niiden käännökset toisistaan. Se soveltuu hyvin objektien seurantaan, koska sen muotoilu Fourier-alueella tarjoaa nopean ratkaisun, jonka ansiosta tunnistin voidaan kouluttaa uudelleen kerran kuvaa kohti. Aiemmissa korrelaatiosuodatinta käyttävissä töissä on kuitenkin otettu käyttöön piirteitä, jotka on joko suunniteltu manuaalisesti tai koulutettu eri tehtävää varten. Tämä työ on ensimmäinen, jossa tämä rajoitus korjataan tulkitsemalla korrelaatiosuodattimen oppija, jolla on suljetun muodon ratkaisu, syvän neuroverkon differentioituvana kerroksena. Tämä mahdollistaa syvien ominaisuuksien oppimisen, jotka ovat tiukasti sidoksissa korrelaatiosuodattimeen. Kokeet osoittavat, että menetelmämme tärkeä käytännön hyöty on se, että kevyillä arkkitehtuureilla voidaan saavuttaa huippuluokan suorituskyky suurilla kuvanopeuksilla.

**Tulos**

End-to-end-edustuksen oppiminen korrelaatiosuodattimeen perustuvaa seurantaa varten

**Esimerkki 2.1781**

Tässä artikkelissa esitellään uusi algoritmisen vakauden käsite, jota kutsutaan tyypilliseksi vakaudeksi. Kun tavoitteenamme on julkaista tietokokonaisuudelle laskettuja reaaliarvoisia kyselyitä (tilastoja), tämä käsite ei edellytä, että kyselyiden herkkyys on rajoitettu - ehto, joka yleensä oletetaan algoritmisen vakauden vakiokäsitteessä, joka tunnetaan nimellä differentiaalinen yksityisyys [DMNS06, Dwo06]. Sen sijaan tyypillinen stabiilisuus edellyttää, että kun kyselyn tulos lasketaan taustalla olevasta jakaumasta poimitusta tietokokonaisuudesta, se on "hyvin keskittynyt" odotusarvonsa ympärille kyseisen jakauman suhteen. Tyypillistä stabiilisuutta voidaan perustella myös vaihtoehtoiseksi määritelmäksi tietokantojen yksityisyydelle (tällöin kutsumme sitä tyypilliseksi yksityisyydeksi). Kuten differentiaalisella yksityisyydellä, myös tällä käsitteellä on useita tärkeitä ominaisuuksia, kuten kestävyys jälkikäsittelyn ja mukautuvan koostumuksen suhteen. Keskustelemme myös tyypillisen vakauden takuista yleistysvirheelle (eli tietokokonaisuudelle lasketun kyselyn arvon ja kyselyn odotusarvon erotukselle suhteessa todelliseen tietojakaumaan). Osoitamme, että nämä takuut pätevät laajemmalle kyselyluokalle kuin rajoitetun herkkyyden kyselyille. Tämä luokka sisältää kaikki kyselyt, joiden tulojakaumilla on "kevyt" häntä, esim. subgaussiset ja subeksponentiaaliset kyselyt. Erityisesti osoitamme, että jos tyypillisesti stabiili vuorovaikutus tietokokonaisuuden kanssa tuottaa kyseiseen luokkaan kuuluvan kyselyn, niin kun tätä kyselyä arvioidaan samalla tietokokonaisuudella, sillä on suurella todennäköisyydellä pieni yleistysvirhe (eli se ei sovi liikaa tietokokonaisuuteen). Keskustelemme tyypillisen vakauden koostumustakuista ja todistamme koostumusteoremin, joka antaa luonnehdinnan tyypillisen vakauden/yksityisyyden parametrien heikkenemisestä k-kertaisen adaptiivisen koostumuksen yhteydessä. Annamme myös yksinkertaisia kohinanlisäysalgoritmeja, joilla tämä käsite saavutetaan. Nämä algoritmit ovat samanlaisia kuin niiden differentiaalisesti yksityiset vastineet, mutta lisätty kohina kalibroidaan eri tavalla. ∗University of California San Diego, Center for Information Theory and Applications ja Department of Computer Science and Engineering. rbassily@ucsd.edu †University of California San Diego, Department of Computer Science and Engineering. yfreund@eng.ucsd.edu ar X iv :1 60 4. 03 33 6v 1 [ cs .L G ] 1 2 A pr 2 01 6

**Tulos**

Tyypillisyyteen perustuva vakaus ja yksityisyys

**Esimerkki 2.1782**

Sosiaalisen median koodisekoitettua dataa käyttävällä tunneanalyysillä on useita sovelluksia mielipiteiden etsinnässä asiakastyytyväisyydestä sosiaalisten kampanjoiden analysointiin monikielisissä yhteiskunnissa. Tämän alan edistymistä haittaa sopivan kommentoidun tietokannan puute. Esittelemme hindi-englanti (Hi-En) -koodisekoitetun tietokokonaisuuden tunneanalyysia varten ja suoritamme empiirisen analyysin, jossa vertaillaan erilaisten nykyaikaisten analyysimenetelmien soveltuvuutta ja suorituskykyä sosiaalisessa mediassa. Tässä artikkelissa esitellään merkin- tai sanatason representaatioiden sijaan sanatason alapuolella olevien representaatioiden oppiminen LSTM-arkkitehtuurissa (Subword-LSTM). Tämä arkkitehtuurimme kielellinen ennakkotieto antaa meille mahdollisuuden oppia tietoa tärkeiden morfeemien tunnearvosta. Tämä näyttää toimivan hyvin myös erittäin meluisissa, kirjoitusvirheitä sisältävissä teksteissä, kuten kokeilumme osoittavat, mikä käy ilmi mallimme oppimista morfeemitason ominaisuuskartoista. Oletamme myös, että tämän kielellisen ennakkoarvion koodaaminen Subword-LSTM-arkkitehtuuriin johtaa parempaan suorituskykyyn. Järjestelmämme saavuttaa 4-5 % suuremman tarkkuuden kuin perinteiset lähestymistavat aineistossamme, ja se myös päihittää 18 %:lla saatavilla olevan järjestelmän, joka analysoi tunteita Hi-En-koodin sekoittamassa tekstissä.

**Tulos**

Kohti sanatason osia hindi-englanti-koodin sekatekstin tunneanalyysia varten.

**Esimerkki 2.1783**

Tutkimuskysymys, joka on erittäin kiinnostava, on sen ymmärtäminen, millä tavoin tieto saavuttaa suuren yleisön tietoisuuden. Tarkastelemme, voiko tiedon muotoilutapa - sanavalinta ja lauserakenne - vaikuttaa tähän prosessiin ja miten. Tätä varten kehitämme analyysikehyksen ja rakennamme elokuvasitaattien korpuksen, johon on merkitty muistettavuustietoja ja jossa voimme kontrolloida sekä puhujaa että sitaattien ympäristöä. Löydämme merkittäviä eroja muistettavien ja ei-muistettavien sitaattien välillä useissa keskeisissä ulottuvuuksissa. Yksi niistä on leksikaalinen erottuvuus: muistettavat sitaatit käyttävät vähemmän yleisiä sanavalintoja, mutta samalla ne rakentuvat yleisten syntaktisten mallien varaan; toinen on se, että muistettavat sitaatit ovat yleensä yleisempiä tavalla, joka tekee niistä helposti sovellettavia uusissa yhteyksissä. Osoitamme myös, miten "mieleenpainuvan kielen" käsitettä voidaan laajentaa eri aloille. Ilmestyy ACL 2012 -tapahtumassa 1 Hello. Nimeni on Inigo Montoya. Sen ymmärtäminen, mitkä asiat jäävät yleisön tietoisuuteen ja miksi, on perustavanlaatuisen kiinnostava kysymys monilla aloilla, kuten markkinoinnissa, politiikassa, viihteessä ja sosiaalisessa mediassa; kuten me kaikki tiedämme, monet asiat tuskin rekisteröityvät, kun taas toiset jäävät mieleen ja vakiintuvat monien ihmisten mieliin. Viimeaikaisessa laskennallisessa työssä on käytetty erilaisia näkökulmia tähän kysymykseen. Diffuusion sosiologian [27, 31] pohjalta tutkijat ovat tutkineet tapoja, joilla verkostorakenne vaikuttaa tiedon leviämiseen, ja kiinnostuksen kohteena ovat olleet muun muassa blogit [1, 11], sähköposti [37], verkkokauppa [22] ja sosiaalinen media [2, 28, 33, 38]. Viimeaikaisessa tutkimuksessa on myös käsitelty ajallisia näkökohtia, jotka liittyvät siihen, miten eri medialähteet välittävät tietoa [23, 30, 39], ja tapoja, joilla ihmiset reagoivat eri tavoin eri aiheita koskevaan tietoon [28, 36]. Kaikkien näiden tekijöiden lisäksi ihmisten jokapäiväiset kokemukset näillä aloilla viittaavat kuitenkin siihen, että tapa, jolla tieto ilmaistaan - sanavalinta ja muotoilu - saattaa myös vaikuttaa olennaisesti siihen, missä määrin se jää ihmisten mieleen. Laajaan tietoisuuteen pääsevät käsitteet kulkevat usein poliittisten iskulauseiden, markkinointilauseiden tai aforismien kaltaisissa viesteissä, joiden kieli tuntuu intuitiivisesti olevan mieleenpainuvaa, "tarttuvaa" tai muuten kiehtovaa. Ensimmäinen haasteemme tämän hypoteesin tutkimisessa on kehittää "menestyksekkään" kielen käsite, joka on riittävän tarkka kvantitatiivisen arvioinnin mahdollistamiseksi. Haasteena on myös sellaisen arviointiasetelman kehittäminen, jossa viestin sanamuoto erotetaan olosuhteista, joissa se on annettu - paljon siteeratut sitaatit on yleensä annettu pakottavissa olosuhteissa tai ne sopivat olemassa olevaan kulttuuriseen, poliittiseen tai yhteiskunnalliseen kertomukseen, ja mahdollisesti se, mikä meitä sitaatissa miellyttää, on oikeastaan vain se, että siinä vedotaan näihin kielenulkoisiin konteksteihin. Lisääkö kielen muoto vaikutusta näiden (ilmeisesti hyvin ratkaisevien) tekijöiden lisäksi tai niistä riippumatta? Kysymyksen tutkimiseksi tarvitaan keino, jolla voidaan valvoa X iv :1 20 3. 63 60 v1 [ cs .C L ] 2 8 M ar 2 01 2 ling - mahdollisimman paljon - sitä roolia, joka kielen ympäröivällä kontekstilla on. Käsillä oleva työ (i): Kieleen perustuvan mieleenpainuvuuden arviointi Sen määrittely, mikä tekee lausumasta mieleenpainuvan, on hienovaraista, ja useiden alojen tutkijat ovat kirjoittaneet tästä kysymyksestä. On vallinnut karkea yhteisymmärrys siitä, että asianmukaiseen määritelmään sisältyy sekä tunnistamiseen liittyviä elementtejä - ihmisten pitäisi pystyä säilyttämään lainaus ja tunnistamaan se, kun he kuulevat siihen viitattavan - että tuottamiseen liittyviä elementtejä - ihmisten pitäisi olla motivoituneita viittaamaan siihen asiaankuuluvissa tilanteissa [15]. Yksi ehdotettu syy siihen, miksi jotkut meemit menestyvät, on niiden kyky herättää tunteita [16]. Vaihtoehtoisesti mieleenpainuvat sitaatit voivat olla hyviä ilmaisemaan yksilön, ryhmän tai kulttuurin (zeitgeist) tunteita, tunnelmaa tai tilannetta: "Tietyt sitaatit vangitsevat erinomaisesti tunnelman tai tunteen, jonka haluamme välittää jollekin. Me kuulemme ne ... ja varastoimme ne tulevaa käyttöä varten" [10]. Mikään näistä havainnoista ei kuitenkaan toimi määritelmänä, ja mielestämme onkin toivottavaa, ettei abstraktiin määritelmään sitouduta etukäteen, vaan että otetaan käyttöön operatiivinen muotoilu, joka perustuu ulkoisiin inhimillisiin arvioihin. Tutkimusta suunniteltaessa keskitymme alaan, jossa (i) kieltä käytetään runsaasti ja osa siitä on saavuttanut syvän kulttuurisen levinneisyyden; (ii) on jo olemassa suuri määrä ulkoisia inhimillisiä arvioita - ehkä implisiittisiä, mutta sellaisessa muodossa, että ne voidaan poimia; ja (iii) voimme kontrolloida ympäristöä, jossa tekstiä on käytetty. Käytämme erityisesti noin 1000 elokuvan täydellisiä käsikirjoituksia, jotka edustavat erilaisia genrejä, aikakausia ja suosion tasoja, ja pohdimme, mitkä repliikit ovat "mieleenpainuvimpia". Muistettavuusmerkintöjen hankkimiseksi selvitämme kunkin käsikirjoituksen jokaisen lauseen osalta, ovatko laajalti tunnetun IMDb:n (Internet Movie Database) käyttäjät listanneet sen "muistettavaksi lainaukseksi", ja arvioimme myös, kuinka monta kertaa se esiintyy verkossa. Molemmat näistä toimivat tarkoituksiamme varten muistettavuuden mittareina. Arvioidessamme mieleenpainuvien sitaattien ominaisuuksia vertaamme niitä sitaatteihin, joita ei ole arvioitu mieleenpainuviksi, mutta jotka sama hahmo on lausunut suunnilleen samassa kohdassa samaa elokuvaa. Näin pystymme kontrolloimaan melko hienojakoisesti edellä käsiteltyjä kontekstin sekoittavia vaikutuksia: voimme havaita eroja, jotka säilyvät myös sen jälkeen, kun olemme ottaneet huomioon sekä puhujan että ympäristön. Pilottivakiointitutkimuksessa havaitsimme, että koehenkilöt tunnistavat tehokkaasti kahdesta sitaatista IMDb:n muistettavamman, jopa elokuvien osalta, joita he eivät ole nähneet. Tämä motivoi etsimään sitaattien tekstille ominaisia piirteitä, jotka viestivät muistettavuudesta. Itse asiassa koehenkilöiden osana tehtävää antamissa kommenteissa ehdotettiin kahta perusmuotoa, joita tällaiset tekstisignaalit voisivat olla: koehenkilöt olivat sitä mieltä, että i) mieleenpainuviin sitaatteihin liittyy usein omaleimainen sananvaihto ja ii) mieleenpainuvilla sitaateilla on taipumus vedota yleisiin teemoihin, jotka eivät ole sidoksissa tiettyyn ympäristöön, josta ne ovat peräisin, ja siten niihin voidaan helpommin vedota myöhempää (asiayhteyden ulkopuolista) käyttöä varten. Testaamme näitä molempia periaatteita aineiston analyysissä. Tämä työ (ii): Mikä erottaa mieleenpainuvat sitaatit Edellä hahmotellussa kontrolloidussa vertailuasetelmassa havaitsemme, että mieleenpainuvat sitaatit eroavat merkittävästi muista sitaateista useissa perustavanlaatuisissa seikoissa, ja nämä erot aineistossa vahvistavat ihmisen pilottitutkimuksen kahta pääperiaatetta. Ensinnäkin osoitamme, että mieleenpainuvat sitaatit ovat todellakin erityispiirteitä: Brownin korpuksen [21] uutislehtiosioilla koulutettujen leksikaalisten kielimallien osalta mieleenpainuvilla sitaateilla on huomattavasti alhaisempi todennäköisyys kuin ei-mieleenpainuvilla sitaateilla. Mielenkiintoista on, että tämä erottuvuus tapahtuu sanojen tasolla, mutta ei muiden syntaktisten piirteiden tasolla: mieleenpainuvien sitaattien part-ofspeech-koostumus on itse asiassa todennäköisempi suhteessa newswireen. Voimme siis ajatella, että mieleenpainuvat sitaatit koostuvat kokonaisuutena epätavallisista sanavalinnoista, jotka on rakennettu yhteisten puhekielisten mallien telineeseen. Tunnistamme myös useita tapoja, joilla mieleenpainuvat sitaatit välittävät enemmän yleisyyttä. Verbien aikamuotojen, persoonapronominien ja määritteitä koskevien mallien osalta mieleenpainuvat lainaukset ovat rakenteeltaan "itsenäisempiä", ja ne sisältävät vähemmän merkkejä, jotka osoittavat viittauksia läheiseen tekstiin. Muistettavat lainaukset eroavat toisistaan myös muiden mielenkiintoisten seikkojen, kuten äännejakauman, osalta. Muistettavien elokuvasitaattien analyysimme antaa viitekehyksen, jonka avulla tekstin muistettavuutta voitaisiin tutkia useilla eri aloilla. Esitämme todisteita siitä, että tällaiset alojen väliset ominaisuudet voivat olla olemassa, ja käytämme apuna yhtä motivoivaa sovellustamme markkinoinnissa. Analysoimme erityisesti mainoslauseiden korpusta ja osoitamme, että mainoslauseiden todennäköisyys on huomattavasti suurempi sekä sanatasolla että sananosien tasolla, kun kyseessä on mieleenpainuviin elokuvasitaatteihin koulutettu kielimalli verrattuna vastaavaan kielimalliin, joka on koulutettu ei-muistettaviin elokuvasitaatteihin. Tämä viittaa siihen, että joitakin mieleenpainuvan tekstin taustalla olevia periaatteita voidaan soveltaa eri aloilla. Etenemissuunnitelmassa 2 esitetään työmme empiirinen perusta: julkisesti saatavilla olevan elokuvasitaattitietokannan suunnittelu ja luominen (2.1 kohta), pilottitutkimus ihmisillä, jossa validoidaan IMD:hen perustuvia mieleenpainuvuusmerkintöjä (2.2 kohta), ja hakukoneiden laskentatietojen sisällyttämistä koskeva lisätutkimus (2.3 kohta). §Kolmannessa luvussa käsitellään yksityiskohtaisesti analyysi- ja ennustuskokeilujamme, joissa käytetään sekä elokuvasitaattien tietoja että sloganien tietoja, joilla tutkitaan alojen välistä sovellettavuutta. §4:ssä tarkastellaan aiheeseen liittyvää työtä useilla eri aloilla. §5 tekee lyhyen yhteenvedon ja osoittaa joitakin tulevaisuuden suuntaviivoja. 2 Olen valmis lähikuvaani.

**Tulos**

Sait minut jo sanomaan "hei": Miten muotoilu vaikuttaa mieleenjäämiseen?

**Esimerkki 2.1784**

Ehdotamme uutta algoritmia aiheiden mallintamiseen, Vec2Topicia, joka tunnistaa korpuksen tärkeimmät aiheet käyttämällä semanttista tietoa, joka on kerätty korkea-ulotteisten hajautettujen sanojen upotusten avulla. Tekniikkamme on valvomaton ja tuottaa luettelon aiheista, jotka on järjestetty tärkeysjärjestykseen. Huomaamme, että se toimii paremmin kuin nykyiset aiheiden mallintamistekniikat, kuten Latent Dirichlet Allocation, kun tunnistetaan keskeisiä aiheita käyttäjien tuottamasta sisällöstä, kuten sähköposteista, keskusteluista jne., joissa aiheet ovat hajallaan koko korpuksessa. Vec2Topic toimii yhtä hyvin myös muussa kuin käyttäjien tuottamassa sisällössä, kuten papereissa, raporteissa jne., ja pienissä korpuksissa, kuten yksittäisissä asiakirjoissa.

**Tulos**

Aihepiirien mallintaminen käyttämällä hajautettuja sanojen sulautuksia

**Esimerkki 2.1785**

Tutkimme ongelmaa, joka liittyy aikasarjadatan muuttumattomien edustusten oppimiseen ja samalla monimutkaisten ajallisten latenttien riippuvuuksien siirtämiseen eri alojen välillä. Mallimme, jota kutsutaan nimellä Variational Recurrent Adversarial Deep Domain Adaptation (VRADA), on rakennettu variational recurrent neural network (VRNN) -mallin päälle, ja se harjoittelee adversariaalisesti kaapatakseen monimutkaisia ajallisia suhteita, jotka ovat toimialue-invariantteja. Tämä on (tietojemme mukaan) ensimmäinen tapa vangita ja siirtää monimuuttujaisten aikasarjadatojen ajallisia latentteja riippuvuuksia. Kokeilemalla reaalimaailman monimuuttujaisia terveydenhuollon aikasarjatietoaineistoja osoitamme empiirisesti, että ajallisten riippuvuuksien oppiminen auttaa mallimme kykyä luoda toimialue-invariantteja representaatioita, minkä ansiosta mallimme voi päihittää nykyiset huipputason syväaluesopeutumismenetelmät.

**Tulos**

VARIATIONAALINEN TOISTUVA VASTAKKAINEN SYVÄ ALUEELLINEN SOPEUTUMINEN

**Esimerkki 2.1786**

Suosittelujärjestelmä on tietojen suodatustekniikka, jota voidaan käyttää ennustamaan kohteiden (tuotteiden, palvelujen, elokuvien jne.) suositusluokituksia ja/tai antamaan paremmuusjärjestys kohteista, jotka todennäköisesti kiinnostavat käyttäjää. Kontekstitietoiset suosittelujärjestelmät (CARS) oppivat ja ennustavat käyttäjien makua ja mieltymyksiä sisällyttämällä suositteluprosessiin saatavilla olevaa kontekstuaalista tietoa. Yksi suurimmista haasteista kontekstitietoisten suosittelujärjestelmien tutkimuksessa on automaattisten menetelmien puute, joilla näihin järjestelmiin voitaisiin hankkia kontekstisidonnaista tietoa. Tässä artikkelissa ehdotetaan, että kontekstiin liittyvää tietoa käytetään kohteiden (verkkosivujen) aihehierarkioista, jotta voidaan parantaa kontekstitietoisten suosittelujärjestelmien suorituskykyä. Aihehierarkiat muodostetaan LUPI-pohjaisen inkrementaalisen hierarkkisen klusterointimenetelmän laajennuksella, jossa otetaan huomioon kolmenlaista tietoa: perinteinen sanasäkki (tekninen tieto) ja nimettyjen entiteettien (etuoikeutettu tieto I) yhdistelmä toimialan termeihin (etuoikeutettu tieto II). Arvioimme kontekstitietoa neljässä kontekstitietoisessa suosittelujärjestelmässä. Kullekin tietotyypille annettiin eri painotukset. Empiiriset tulokset osoittivat, että aihehierarkiat, joissa on yhdistetty kahdenlaista etuoikeutettua tietoa, voivat antaa parempia suosituksia. Avainsanat: Kontekstitieto; kontekstitietoiset suosittelujärjestelmät; tekstinlouhinta; aihehierarkia; nimetyt entiteetit; toimialueen termit.

**Tulos**

Etuoikeutetun tiedon yhdistäminen kontekstitietoisten suosittelujärjestelmien parantamiseksi

**Esimerkki 2.1787**

Näiden verkostojen, esimerkiksi kuutio kuutiolla (The Society of Mind, Marvin Minsky, MIT, 1985) ja "oppimisen" mekanismit (The Organization of Behavior, Donald O. Hebb, 1949) eivät välttämättä muodosta älykkyyttä. Nämä prosessit täyttävät kentät käyttäjäympäristön arvoilla, joita voidaan käyttää valikoivasti (vastoin kovakoodattuja määriteltyjä joukkoja). Esimerkiksi NEST-oppiva termostaatti käyttää syöttöarvoja säätääkseen haluamasi lämpötilan. Sivu 2 ● Olen tekoälyoptimisti. Artikkelini tekoälystä (Agents: Where Artificial Intelligence Meets Natural Stupidity) on täällä http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41914 (2002) ▪ Dr Shoumen Palit Austin Datta, Research Affiliate, MIT Auto-ID Labs, Department of Mechanical Engineering, MIT ▪ Tutustu verkkosivuihin http://autoid.mit.edu Is Intelligence an Illusion in Artificial Intelligence? On parempi pitää suu kiinni ja tulla luulluksi hölmöksi kuin avata suu ja poistaa kaikki epäilykset ● Twain Yhtälöihin/sääntöihin perustuvien (hauraiden ja staattisten) rakenteiden elementit aiheuttivat asiantuntijajärjestelmien romahduksen ja lopettivat The AI Business (Winston ja Prendergast, MIT, 1984) houkutuksen ennen keinotekoisten neuroverkkojen (ANN:ien suosion nousua noin vuonna 1990). Topologia ja synaptiset painot yhdistettynä tarjosivat joustavan infrastruktuurin, jonka avulla voitiin hankkia merkityksellisempiä arvoja ja hyötyä datasta. Tämä on tärkeä edistysaskel. Mutta onko se todella älykkyyttä? Sen sijaan, että osittaisdifferentiaaliyhtälöt olisivat räjähtäneet tilafunktioiden lisääntymisen vuoksi (parametrien suuren määrän vuoksi), agentit mahdollistivat jokaisen muuttujan esittämisen yhden funktion kokonaisuutena. Agenttien muodostaman toimiston kollektiivinen tuotos paransi ennustus- tai määrittelytarkkuutta verrattuna operaatiotutkimussovelluksiin (ks. kuva alla). Agenttien ja virastojen käyttäytyminen tekoälykäsitteiden avulla sai alkunsa stigmergyn periaatteiden (Pierre-Paul Grasse, 1959) luomasta perustasta, joka kehittyy edelleen keinotekoisena elämänä ja pystyy ratkaisemaan monimutkaisia liiketoimintaongelmia. Viimeaikainen "big dataan" liittyvä hype on nostanut kannattavuuden analytiikasta etualalle. Älykkyyttä markkinoidaan tässä skenaariossa hyödykkeenä. Jotta älykkyyttä voitaisiin markkinoida palveluna, tekoälyparadigma uudistetaan hyödykkeeksi (aivot laatikossa) ja sitä mainostetaan yrityksille ja teollisuudelle välttämättömänä välineenä, jonka avulla päästään valovoimaiseen huippukokoukseen [$]. Voittamista peleissä ANN:n avulla pidetään älykkyytenä. Älykkyys ja älykkyys ovat nousemassa spekulatiiviseksi iltapäivälehtien ravinnoksi. On syvästi huolestuttavaa seurata, miten nopeasti spekulaatioita käsittelevä iltapäivälehtien rehu muuttuu (liike)totuudeksi. Väitteet "omaperäisestä" ajattelusta tietojen ja prosessien konttipohjaistamisessa ovat hyviä ideoita, mutta ne esiintyivät käsitteinä, joita Marvin Minsky ehdotti lähes puoli vuosisataa sitten (alkuperäisen kirjan sivu 315 tai etsi sivu 311 tästä kirjan PDF-versiosta). Entiteettien (konttien) yhdistäminen IPv6:n avulla vastaa noin kymmenen vuotta sitten ehdotettuja ideoita. On kuitenkin rauhoittavaa, että käsitteet eivät ole kadonneet, vaan niitä kehitetään edelleen digitaalisen muutoksen edistämiseksi (ks. Digital Twins https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/104429). Sivu 3 ● Olen tekoälyoptimisti. Artikkelini tekoälystä (Agents: Where Artificial Intelligence Meets Natural Stupidity) on täällä http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41914 (2002) ▪ Dr Shoumen Palit Austin Datta, Research Affiliate, MIT Auto-ID Labs, Department of Mechanical Engineering, MIT ▪ Tutustu verkkosivuihin http://autoid.mit.edu Is Intelligence an Illusion in Artificial Intelligence? On parempi pitää suu kiinni ja tulla luulluksi hölmöksi kuin avata suu ja poistaa kaikki epäilykset ● Twain Onko oppiminen myytti "ihmistason" tekoälyjärjestelmissä? En pysty parantamaan Rodney Brooksin sisältöä, joten lainaan sanatarkasti seuraavasti: "Olemme löytäneet tavan rakentaa äärellisistä tilakoneistamme kiinteän topologian verkkoja, jotka voivat suorittaa oppimista eristettynä osajärjestelmänä näihin esimerkkeihin verrattavalla tasolla. Tällä hetkellä olemme tietysti juuri siinä tilanteessa, josta aiemmin tässä asiakirjassa haukuttiin useimpia tekoälytyöntekijöitä. Meillä on eristetty moduuli järjestelmästä, joka toimii, ja tulot ja lähdöt on jätetty roikkumaan." (Intelligence without Representation, 1991) Oppiminen aiheuttaa hermoverkkoissamme syvällisiä, pysyviä ja usein pitkäaikaisia muutoksia monilla tasoilla, joita emme voi edes alkaa ymmärtää tai käsittää sen kognitiivisia vaikutuksia. Näin ollen lähes kaikki McCullochin ja Pittsin (1943) tekemät olettamukset rikkoutuvat (liite 1). McCullochin ja Pittsin (1943) olettama "kaikki tai ei mitään" -ilmiö on merkityksellinen vain mekaanisesta näkökulmasta, jos oletetaan (tietysti virheellisesti), että syötetiedon oletetaan siirtävän signaalin ja että siitä johtuva toimintapotentiaali (hermosolujen aktivoituminen) voi olla yksi oppimisen todisteen muoto. Neurologit vastustavat tätä voimakkaasti ja äänekkäästi. Tekoälyasiantuntijat saattavat haluta omaksua tämän näkemyksen väittääkseen oppimista tekoälyn yhteydessä. Oppimisen, kognition ja käyttäytymisen neurologinen tila on yleensä jatkuva funktio, jota moduloidaan evoluutiopainoilla, jotka eivät ole millään tavalla alttiita diskreettitilakoneiden rajoituksille. Koneoppimisen mallien soveltaminen on usein epäjohdonmukaista ja virheellistä. Diskreeteissä järjestelmissä on rajallinen (laskettavissa oleva) määrä tiloja, joita voidaan kuvata tarkoilla matemaattisilla malleilla. Tietokone on äärellinen tilakone, jota voidaan pitää diskreettinä järjestelmänä. Aivot eivät ole tietokone. Neuraalinen infrastruktuuri ja hermoverkot eivät ole äärellisiä tilakoneita. Minkä tahansa tällaisen mallin (reaalimaailman jatkuvat järjestelmät) tai harkitsemattoman abstraktion tai karkean ekstrapoloinnin (jotka eivät ole niin hyvin perillä asioista) käyttöönotto voi vain pahentaa mielikuvitusta tekoälyjärjestelmiin liittyvästä älykkyydestä ja oppimisesta. "Hermojärjestelmäämme virtaavasta valtavasta aistitiedon virrasta olemme tietoisia vain harvoista ja nimeämme vielä harvempia. On nimittäin tosiasia, että jopa percepta on sanaton. Vain välttämättömyydessämme liitämme sanaston siihen, mitä kosketamme, näemme, maistamme ja haistamme, ja sellaisiin kuulemiimme ääniin, jotka eivät itsessään ole sanoja. Katselemme maisemaa, katedraalin rikkaita kaiverruksia ja majesteetillista arkkitehtuuria, kuuntelemme sinfonian harmonioiden kehittymistä tai ihailemme erityistä taitoa peleissä, ja huomaamme, että meillä ei ole valitettavan vähän kykyä kuvailla havaintojamme. Sanat, kuten hyvin oikeutetusti sanotaan, eivät pysty kuvaamaan näiden kokemusten selviä tosiasioita tai välittämään muille tunteitamme." (G Jefferson CBE, FRS, MS, FRCS, neurokirurgian professori artikkelissa The Mind of Mechanical Man, British Medical Journal, 25. kesäkuuta 1949). Kirjoittaja oli tietoinen "tohtori Wieneristä Bostonista, hänen viihdyttävästä kirjastaan Cybernetics (1948)". Sivu 4 ● Olen tekoälyoptimisti. Artikkelini tekoälystä (Agents: Where Artificial Intelligence Meets Natural Stupidity) löytyy täältä http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41914 (2002) ▪ Dr. Shoumen Palit Austin Datta, Research Affiliate, MIT Auto-ID Labs, Department of Mechanical Engineering, MIT ▪ Tutustukaa verkkosivuihin http://autoid.mit.edu Is Intelligence an Illusion in Artificial Intelligence? On parempi pitää suu kiinni ja tulla luulluksi hölmöksi kuin avata suu ja poistaa kaikki epäilykset ● Twain Alan Turing oli tietoinen siitä, että tekoälyn "älykkyyden" väittäminen on liioiteltua, ja hän esitteli mahdollisia vastaväitteitä, kuten Godelin teoreema (matemaattinen vastaväite) ja "Argumentti tietoisuudesta", jonka hän lainasi professori Geoffrey Jeffersonilta lainauksena (Listerin juhlapuheesta), 1949): "Vasta sitten, kun kone voi kirjoittaa sonetin tai säveltää konserton ajatusten ja tunteiden perusteella eikä symbolien sattumanvaraisen putoamisen seurauksena, voimme hyväksyä, että kone vastaa aivoja, jotka eivät ainoastaan kirjoita sitä, vaan myös tietävät, että ne ovat kirjoittaneet sen. Mikään mekanismi ei voisi tuntea (eikä vain keinotekoisesti viestittää, helppo keksintö) iloa onnistumisistaan, surua, kun sen venttiilit sulavat, lämmetä imartelusta, kurjistua virheistään, hurmaantua seksistä, suuttua tai masentua, kun se ei saa haluamaansa." A. M. Turing (1950) Computing Machinery and Intelligence. Mind 49 433-460 (PDF) Sivu 452 (ks. liite 2) poistaa kaikki epäilykset siitä, että Turingilla oli vakavia epäilyksiä älykkyyttä koskevien väitteiden suhteen tietokoneiden yhteydessä. Turingin ehdottama lähtökohta on "lapsikone" (liite 2). Sitten hän ehdottaa, että lisätään "evoluution", "perintöaineksen", "mutaation", "koulutuksen" ja "luonnonvalinnan" roolit tai prosessit, jotta "lapsikone" kypsyisi "jäljittelemään aikuisen ihmismielen toimintaa", mikä olisi tie älykkyyteen. Ymmärtääkseen edes epämääräisesti, mitä tapahtuu "mielen alkutilan, vaikkapa syntymän jälkeen", lukijaa kehotetaan tutustumaan Ray Jackendoffin Patterns in the Mind -teokseen (1966) ja ottamaan sitten huomioon kielitieteen ja luonnollisen kielen kehityksen ala (1970, Terry Winogradin väitöskirja, MIT http://hci.stanford.edu/winograd/shrdlu/AITR-235.pdf). Jotta kaikki tämä tapahtuisi, meidän on käsiteltävä kehitykseen ja ympäristöön liittyvien signaalien kautta koodattua tietoa. Tästä johtuvat ehdotus, tutkimus ja lähentyminen molekulaaristen logiikkaporttien käsitteeseen. Prosessin monimutkaisuus voi auttaa estämään päätelmän, jonka mukaan kyseessä on älykkyys tietokoneiden, koneiden tai tekoälyjärjestelmien osalta. Ihmishenki ja tieteellisen tutkimuksen rakenne eivät kuitenkaan voi väistää ongelmia, vaikka kaikki käytettävissä oleva järki viittaisi siihen, että jokin asia on sillä hetkellä mahdotonta. Juuri tällä innolla vuonna 1956 Dartmouthin kesätutkimushanketta tekoälystä (17. kesäkuuta - 16. elokuuta) ehdotti vuonna 1955 visionäärinen ryhmä arvostettuja ja oppineita akateemisia tutkijoita (www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1904/1802). Ehdotuksessa (ks. liite 3) myönnetään, että kyseessä on "arvelu", mutta jatketaan, että "oppimisen tai minkä tahansa muun älykkyyden piirteen jokainen osa-alue voidaan periaatteessa kuvata niin tarkasti, että kone voidaan saada simuloimaan sitä". Suuria edistysaskeleita (liite 4) on otettu, mutta vuoden 1956 kesätutkimuksen "arvelu" leijuu edelleen yllä. Mutta "uskomme" tekoälyn edistymiseen käy ilmi Russellin ja Norvigin 1145-sivuisesta kirjasta (AI A Modern Approach, 3. painos). Opimme, miten päätöksiä voidaan tehdä ilman aivoja kognitiivisissa organismeissa (yksisoluinen home Physarum polycephalum). Sivu 5 ● Olen tekoälyoptimisti. Artikkelini tekoälystä (Agents: Where Artificial Intelligence Meets Natural Stupidity) on täällä http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41914 (2002) ▪ Dr Shoumen Palit Austin Datta, Research Affiliate, MIT Auto-ID Labs, Department of Mechanical Engineering, MIT ▪ Tutustu verkkosivuihin http://autoid.mit.edu Is Intelligence an Illusion in Artificial Intelligence? On parempi pitää suu kiinni ja tulla luulluksi hölmöksi kuin avata suu ja poistaa kaikki epäilykset ● Twain Neurobiologia 101 neuronit niiden numerot ja verkot Topologia ja painot ovat tekoälyjärjestelmien tukipilarina toimivien keinotekoisten neuroverkkojen (ANN) perustana. Kuinka luotettavia nämä ekstrapolaatiot ovat? Puhummeko yhä tekoälystä? Haluan toistaa sen, mitä Rodney Brooks on todennut, mutta eri tavalla. Verkkotopologian rakenteellisella suunnittelulla pyritään jäljittelemään yleisesti havaittua neuronien organisaatiota. Neuronien organisaatioon perustuva topologia (pienen maailman verkot) voi olla täynnä virheitä, kuten osoittavat johdotuskonfiguraatiota koskevat tutkimukset ja neuroanatomiset analyysit, jotka paljastavat eroja piirien arkkitehtuurissa ja kytkeytyvyydessä, jos niitä tarkastellaan mesoskooppisessa ja mikroskooppisessa mittakaavassa. Mesoskooppisessa mittakaavassa näennäisesti satunnaisilla verkoilla on johdonmukaisia ominaisuuksia. Saattaa olla vaikeaa, ellei jopa mahdotonta, poimia hyödyllisiä/merkityksellisiä abstraktioita näistä vastakkaisen intuitiivisista epälineaarisista mutta dynaamisista rakenne-toiminta -komplementaarisuuksista. ANN:ssä painot merkitsevät yhteyksien voimakkuutta (perceptronien välisiä yhteyksiä). Nämä ovat parhaimmillaankin mielivaltaisia, koska neuronien ja klustereiden väliset synaptiset painot riippuvat olosuhteista, jotka luulemme tietävämme vain nimeltä. Vaikka hankittaisiin neurofysiologisia tietoja, jotka liittyvät toimintapotentiaalien taajuusvaihteluihin (~200 hertsiä), jotta voitaisiin ymmärtää neuronien välisiä synaptisia painoja, tulokset eivät välttämättä ole paljastavia. Monimutkaisuutta voi lisätä se, että hermovälitteisiä lähetyksiä muokkaavat ionit, sähköinen kynnyspotentiaali ja kemialliset hermovälittäjäaineet. Synaptisessa suunnittelussa oletetaan kaikki tai ei mitään -prosessi (liite 1), ja painot mallinnetaan ekstrapoloinnin perusteella "inferenssimuutoksista", jotka ovat millisekuntien tai sekuntien luokkaa (siis havainnoinnin, tiedonkeruun ja ekstrapoloinnin kohteena). Liitettävyyden ja siitä johtuvan painon luonteeseen vaikuttavat kuitenkin myös epigeneettiset tekijät (aikaskaala - sekunneista päiviin), ontogeeniset tekijät (päivistä vuosiin) ja fylogeneettiset tekijät, jotka ovat sukupolvien tulosta tai jotka on johdettu evoluution aikaskaalasta, kuten lisäyksessä 2 todetaan. Näin ollen "inferenssimuutoksista" (lähinnä aisti- ja vastemekanismeista) johdetun painon luonne on vain jäävuoren huippu. Olemme lähes täysin pimennossa näiden kolmen muun tekijän vaikutuksen luonteesta. Kaiken kaikkiaan ehkä aloitamme ANN:n suunnittelun väärällä jalalla pitämällä kiinni oletuksista, jotka ovat yleisesti ottaen virheellisiä, koska meillä ei ole vielä riittävästi tietoa. Tämän sanottuani on kuitenkin kiirehdittävä lisäämään, että vaikka synteettiset painot olisivatkin suunnilleen oikeat, ei välttämättä ole mahdotonta ajatella ANN:ien rakentamista osittain epämääräisillä luvuilla ja epävarmoilla topologioilla. Käyttämällä välineitä, kuten takaisinkulkeutumisalgoritmeja, tekoälyjärjestelmää voidaan virittää ja virittää uudelleen dynaamisella, tietoon perustuvalla tavalla (jotkut saattavat edelleen kutsua sitä "oppimiseksi"), jotta korkeamman asteen järjestelmistä saadaan käyttökelpoista tietoa. Mallin liiallinen sovittaminen voi aiheuttaa haittaa esimerkiksi törmäyksenestojärjestelmille. Sivu 6 ● Olen tekoälyoptimisti. Artikkelini tekoälystä (Agents: Where Artificial Intelligence Meets Natural Stupidity) on täällä http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41914 (2002) ▪ Dr Shoumen Palit Austin Datta, Research Affiliate, MIT Auto-ID Labs, Department of Mechanical Engineering, MIT ▪ Tutustu verkkosivuihin http://autoid.mit.edu Is Intelligence an Illusion in Artificial Intelligence? On parempi pitää suu kiinni ja tulla luulluksi hölmöksi kuin avata suu ja poistaa kaikki epäilykset ● Twain-tutkijat jatkavat keskustelua uusista tavoista käyttää robotteja robottien tekemiseen, luoda itsestään paranevia älykkäitä koneita ja mukautuvia koneita käyttöajan optimoimiseksi. Ajattelijat keksivät tapoja valjastaa neuronien kehitysperustat - neurogeneesi. Hermoston kehityksen emuloiminen laskennallisten tekoälyjärjestelmien avulla voi sisällyttää luonnollisten hermojärjestelmien ominaispiirteet tekniseen suunnitteluun. Tutkijat väittävät, että neuroverkkojen suunnittelun sijaan neurogeneesin jäljittelyn avulla voimme luoda neuroverkkoja, jotka palvelevat tulevaisuuden dynaamisia ja entistä monimutkaisempia järjestelmiä. Tämä ohjelmoitavan keinotekoisen neurogeneesin kehittyvä ala näyttää vaativan metasuunnittelun paradigmaa, joka voi alkaa komponenteista (oliopohjainen?). Tavoitteena on rakentaa korkeamman asteen älykkäitä järjestelmiä, jotka sopeutuvat (vaatimuksiin, ympäristöön, resursseihin) ohjelmoimatta komponenttitasoisia kokonaisuuksia uudelleen. Kun komponentteja päivitetään, muutokset siirretään sopivien "oppimistoimintojen" avulla hierarkioissa ylös/alas. Suuri halu jäljitellä älykkyyteen, kognitioon ja aivoihin piilevää suurta visiota toimii melkein kuin aphrodisiac. Biologian valtavat voimat ja kyky tislata ja kaapata edes ripaus tästä potentiaalista bioinspiroiduissa järjestelmissä lähentymällä laskennan kanssa on jatkossakin Graalin malja. Tässä on yksi esimerkki biovoimasta: Ihmisen genomissa on noin 3 miljoonaa emäsparia (A-T, G-C) (3x106), jotka koodaavat noin 10 000 - 20 000 geeniä, mikä johtaa ihmiskehoon, jossa on 100 biljoonaa solua (1x1014). Ainakin kolmasosa ihmisen genomin muodostavista noin 20 000 eri geenistä on aktiivisia (ilmentyy) aivoissa. Meillä on noin 8,5x1010 hermosolua (gliasoluja on vastaava määrä). Kukin hermosolu yhdistyy keskimäärin 1000 muun hermosolun kanssa, jolloin syntyy noin 1x1014 hermoyhteyttä. Tämä hermoverkko tekee meistä ihmisiä, luo älykkyyden ja kognition. Jos voimme ajatella tiivistyssuhteena, suhde lähestyy 1011:tä (7000 geeniä luo 1x1014 yhteyttä). Tehokkain pakkausalgoritmi CMIX ei pääse edes lähellekään. Laiton 42.zip-pommi, joka purkautuu 42 kilotavun (kb) yhden symbolin zip-tiedostosta 4,5 petatavuksi (pb), lähestyy pakkaussuhdetta 1011, mutta keinotekoisessa tilanteessa, jossa ei ole mitään älyä. Inhimillinen 1011:n pakkaussuhde tarjoaa kestävää, todellista, elinikäistä älykkyyttä. Johtopäätös - Nämä "älykkäät" koneet eivät ehkä koskaan ole älykkäitä inhimillisessä mielessä (s. 339) Kvanttiharppaus, joka on vielä kryptinen tuntemattomien tuntemattomien sisällä, saattaa vapauttaa tekoälyn älykkyyden tulevaisuudessa. Meidän on jatkettava tutkimuksia kaukaa ja laajasti, jäljiteltävä hyönteisiä ja ajateltava mustekalaa. "Näemme vain lyhyen matkan eteenpäin, mutta näemme siellä paljon tehtävää." Työkalujen (tilastot, matematiikka) ja datan kuratoinnin (kohina vs. signaali) lähentyminen on täynnä lupauksia ja kannattavuutta, vaikka siitä puuttuukin (ihmistason) älykkyys. Sivu 7 ● Olen tekoälyoptimisti. Artikkelini tekoälystä (Agents: Where Artificial Intelligence Meets Natural Stupidity) on täällä http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/41914 (2002) ▪ Dr Shoumen Palit Austin Datta, Research Affiliate, MIT Auto-ID Labs, Department of Mechanical Engineering, MIT ▪ Tutustu verkkosivuihin http://autoid.mit.edu Is Intelligence an Illusion in Artificial Intelligence? On parempi pitää suu kiinni ja tulla luulluksi hölmöksi kuin avata suu ja poistaa kaikki epäilykset ● Twain

**Tulos**

Tekoälyn älykkyyden etsintä - Elusive Quest for Intelligence in Artificial Intelligence (Tekoälyn älykkyyden etsintä)

**Esimerkki 2.1788**

Tarkastelemme ongelmaa, joka liittyy hyvien liikeratojen oppimiseen manipulointitehtäviä varten. Tämä on haastavaa, koska hyvän liikeradan määrittelevä kriteeri vaihtelee käyttäjien, tehtävien ja ympäristöjen mukaan. Tässä artikkelissa ehdotamme yhteistoiminnallista verkko-oppimiskehystä, jonka avulla robotit voivat oppia käyttäjiensä mieltymykset esineiden manipulointitehtävissä. Lähestymistapamme keskeinen uutuus on käyttäjältä odotetun palautteen tyyppi: ihmiskäyttäjän ei tarvitse osoittaa optimaalisia liikeratoja harjoitusdatana, vaan hänen tarvitsee vain tarjota iteratiivisesti liikeratoja, jotka hieman parantavat järjestelmän tällä hetkellä ehdottamaa liikerataa. Väitämme, että tämä yhteistoiminnallinen preferenssipalaute on helpommin saatavissa käyttäjältä kuin optimaalisten liikeratojen demonstrointi, jota on usein haastavaa ja epäintuitiivista antaa suuren vapausasteen manipulaattoreilla. Tästä huolimatta algoritmimme teoreettiset katumusrajat vastaavat optimaalisen liikeradan algoritmien asymptoottisia nopeuksia. Osoitamme algoritmimme yleistettävyyden erilaisissa päivittäistavarakaupan kassatehtävissä, joissa preferensseihin ei vaikuttanut ainoastaan manipuloitava esine vaan myös ympäröivä ympäristö.1

**Tulos**

Manipulaattoreiden liikeratapreferenssien oppiminen iteratiivisen parantamisen avulla

**Esimerkki 2.1789**

Sosiaalisella Internet-sisällöllä on yhä tärkeämpi rooli monilla aloilla, kuten kansanterveydessä, katastrofien hallinnassa ja politiikassa. Esimerkiksi alle 1,6 prosentissa Twitter-viesteistä (twiiteistä) on maantieteellinen tunniste. Ehdotamme skaalautuvaa, sisältöön perustuvaa lähestymistapaa twiittien sijainnin arvioimiseksi käyttämällä uutta mutta yksinkertaista muunnelmaa gaussin sekoitusmalleista. Koska reaalimaailman sovellukset ovat riippuvaisia tällaisten estimaattien kvantifioidusta epävarmuudesta, ehdotamme uusia tarkkuuden, tarkkuuden ja kalibroinnin mittareita ja arvioimme lähestymistapaamme niiden mukaisesti. Kokeet 13 miljoonalla globaalilla, kattavasti monikielisellä twiitillä osoittavat, että lähestymistapamme tuottaa luotettavia, hyvin kalibroituja tuloksia, jotka ovat kilpailukykyisiä aiempien laskentaintensiivisten menetelmien kanssa. Osoitamme myös, että hyvien estimaattien saamiseksi tarvitaan suhteellisen pieni määrä harjoitteluaineistoa (noin 30 000 twiittiä) ja että mallit ovat melko ajasta riippumattomia (tehokkaita useita viikkoja uudemmissa twiiteissä kuin harjoitteluaineistossa). Lopuksi osoitamme, että toponymit ja kielet, joilla on pieni maantieteellinen jalansija, antavat hyödyllisimmät sijaintisignaalit.

**Tulos**

Twiittien alkuperäpaikkojen päätteleminen kvantitatiivisella varmuudella

**Esimerkki 2.1790**

Diskriminoivat latenttimuuttujamallit opitaan tyypillisesti EM- tai gradienttipohjaisella optimoinnilla, jotka kärsivät paikallisista optimeista. Tässä artikkelissa kehitämme uuden laskennallisesti tehokkaan ja todistettavasti johdonmukaisen estimaattorin lineaaristen regressioiden seokselle, joka on yksinkertainen esimerkki diskriminoivasta latenttimuuttujamallista. Lähestymistapamme perustuu lowrank lineaariseen regressioon symmetrisen tensorin palauttamiseksi, joka voidaan faktoroida parametreihin tensoripower-menetelmällä. Todistamme estimaattorimme konvergenssinopeuden ja esitämme empiirisen arvioinnin, joka havainnollistaa sen vahvuuksia suhteessa paikalliseen optimointiin (EM). Viimeksi muokattu: Kesäkuu 18, 2013

**Tulos**

Lineaaristen regressioiden sekoitusten arvioinnissa käytettävät spektriasiantuntijat

**Esimerkki 2.1791**

Tehtäväkeskeisessä vuoropuhelussa keskitytään keskusteluagentteihin, jotka osallistuvat käyttäjän aloitteesta käytäviin vuoropuheluihin alaan liittyvistä aiheista. Toisin kuin chat-robotit, jotka pyrkivät yksinkertaisesti ylläpitämään avointa merkityksellistä keskustelua, nykyiset tehtäväkeskeiset agentit mallintavat yleensä eksplisiittisesti käyttäjän aikomuksia ja uskomustiloja. Tässä artikkelissa tarkastellaan tällaisen eksplisiittisen edustuksen ohittamista riippuvaisena tilan latentista neuraalisesta upottamisesta ja oppimalla valikoivaa huomiota dialogihistoriaan yhdessä kopioinnin kanssa, jotta asiaankuuluva aiempi konteksti voidaan sisällyttää. Täydennämme viimeaikaista työtä osoittamalla yksinkertaisten sekvenssistä sekvenssiin -neuraalisten arkkitehtuurien tehokkuuden kopiointimekanismilla. Mallimme päihittää monimutkaisemmat, muistilla täydennetyt mallit 7 %:lla vastausta kohden luodessa, ja se on samaa tasoa kuin DSTC2:n nykyinen huipputekniikka.

**Tulos**

Kopioidusta sekvenssistä sekvenssiin -arkkitehtuuri antaa hyvän suorituskyvyn tehtäväsuuntautuneessa dialogissa.

**Esimerkki 2.1792**

Nykyaikaisten moniydinprosessoreiden hyödyntämiseksi on välttämätöntä kehittää rinnakkaisversioita perustavanlaatuisista algoritmeista. Tässä artikkelissa vertaillaan erilaisia lähestymistapoja rinnakkaiseen best-first-hakuun jaetussa muistissa. Esittelemme uuden menetelmän, PBNF:n, jossa käytetään abstraktiota tilaavaruuden jakamiseen ja päällekkäisten tilojen havaitsemiseen ilman usein toistuvaa lukitusta. PBNF mahdollistaa spekulatiiviset laajennukset tarvittaessa säikeiden työllistämiseksi. Tunnistamme ja korjaamme mahdolliset livelock-olosuhteet lähestymistavassamme ja todistamme sen oikeellisuuden käyttämällä temporaalista logiikkaa. Lähestymistapamme on yleinen, joten sitä voidaan helposti laajentaa suboptimaaliseen ja milloin tahansa tapahtuvaan heuristiseen hakuun. Empiirisessä vertailussa STRIPS-suunnittelu-, ruudukkopolunhaku- ja liukupalapalapulmiongelmissa 8-ytimisillä koneilla osoitamme, että PBNF:n avulla toteutetut A\*, painotettu A\* ja Anytime weighted A\* tuottavat nopeamman haun kuin aiempien rinnakkaishakuehdotusten parannetut versiot.

**Tulos**

Parhaan ensimmäisen heuristinen haku moniydinkoneille

**Esimerkki 2.1793**

Suuri osa koneoppimisen alalla tehdystä työstä on keskittynyt ongelmaan, joka koskee läheisen approksimaation oppimista taustalla olevalle kombinatoriselle funktiolle, kun käytössä on pieni joukko merkittyjä esimerkkejä. Reaaliarvoisille funktioille ei kuitenkaan välttämättä ole saatavilla kardinaalimerkintöjä, tai asiantuntijan voi olla vaikea antaa johdonmukaisesti reaaliarvoisia merkintöjä koko esimerkkijoukolle. Esimerkiksi kuluttajien on tunnetusti vaikea antaa luotettavasti arvoja tavaranippuille. Sen sijaan kuluttajan voi olla paljon helpompaa ilmoittaa, mistä kahdesta nipusta hän pitää enemmän. Tätä motivaatiota silmällä pitäen tarkastelemme vaihtoehtoista oppimismallia, jossa algoritmin on opittava taustalla oleva funktio pareittaisiin vertailuihin asti, pareittaisista vertailuista. Tässä mallissa esittelemme joukon uusia algoritmeja, jotka oppivat monenlaisten kombinatoristen funktioluokkien yli. Nämä vaihtelevat graafifunktioista laajoihin arvostusfunktioiden luokkiin, jotka ovat perustavanlaatuisen tärkeitä mikrotalousteoriassa, sosiaalisten verkostojen analysoinnissa ja koneoppimisessa, kuten kattavuus-, submodulaariset, XOS- ja subadditiiviset funktiot sekä funktiot, joilla on harva Fourier-tuki.

**Tulos**

Kombinatoristen funktioiden oppiminen pareittaisista vertailuista

**Esimerkki 2.1794**

Nykyisissä uskomusfunktioita sisältävissä todistusverkoissa muuttujien väliset suhteet esitetään aina yhteisillä uskomusfunktioilla, jotka ovat mukana olevien muuttujien tuoteavaruudessa. Tässä asiakirjassa käytämme ehdollisia uskomusfunktioita tällaisten suhteiden esittämiseen verkossa ja osoitamme joitakin näiden kahden esitystavan suhteita. Esittelemme myös propagointialgoritmin tällaisille verkoille. Analysoimalla joidenkin erityisten ehdollisia uskomusfunktioita käyttävien todistusvoimaverkkojen ominaisuuksia osoitamme, että päättelyprosessia voidaan yksinkertaistaa tällaisessa

**Tulos**

Todisteellinen päättely ehdollisten uskomusfunktioiden avulla

**Esimerkki 2.1795**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta mallia ehdottomaan äänen tuottamiseen, joka perustuu yhden ääninäytteen tuottamiseen kerrallaan. Osoitamme, että mallimme, joka hyötyy muistittomien moduulien eli autoregressiivisten monikerroksisten perceptronien ja tilallisten toistuvien neuroverkkojen yhdistämisestä hierarkkiseen rakenteeseen, kykenee vangitsemaan ajallisten sekvenssien taustalla olevat vaihtelun lähteet hyvin pitkien aikavälien aikana kolmella luonteeltaan erilaisella tietokokonaisuudella. Ihmisen tekemä arviointi luotujen näytteiden perusteella osoittaa, että mallimme on parempi kuin kilpailevat mallit. Osoitamme myös, miten mallin kukin komponentti vaikuttaa näytettyyn suorituskykyyn.

**Tulos**

SAMPLERNN: EHDOTON PÄÄSTÄ PÄÄHÄN -NEURAALINEN ÄÄNENTOISTOMALLI

**Esimerkki 2.1796**

Matkustavan myyntimiehen ongelma (TSP, traveling salesman problem) on klassinen tietotekniikan optimointiongelma, jolla on sovelluksia monilla tieteenaloilla, kuten teollisuustekniikassa, teoreettisessa tietojenkäsittelytieteessä, bioinformatiikassa ja monilla muilla tieteenaloilla [2]. Viime vuosina on esitetty lukuisia uusia lähestymistapoja likimääräisiin ratkaisuihin yksinkertaisista ahneista algoritmeista tekoälystä johdettuihin yhteistoiminnallisiin hajautettuihin algoritmeihin. Tässä artikkelissa suoritamme arvioinnin ja analyysin euklidisen TSP:n kulmakivialgoritmeista. Arvioimme ahneita, 2opt- ja geneettisiä algoritmeja. Algoritmien syötteenä käytetään useita tietokokonaisuuksia, kuten pientä tietokokonaisuutta, keskikokoista tietokokonaisuutta, joka edustaa Yhdysvaltojen kaupunkeja, ja synteettistä tietokokonaisuutta, joka koostuu 200 kaupungista algoritmien skaalautuvuuden testaamiseksi. Huomaamme, että ahneet ja 2-opt-algoritmit laskevat tehokkaasti ratkaisuja pienemmille tietokokonaisuuksille. Geneettinen algoritmi on paras optimaalinen keskisuurille ja suurille tietokokonaisuuksille, mutta sillä on yleensä pidempi suoritusaika. Toteutuksemme on julkisesti saatavilla 1.

**Tulos**

Empiirinen analyysi approksimointialgoritmeista euklidiselle kiertävän kauppamatkustajan ongelmalle.

**Esimerkki 2.1797**

Rekursiivisten neuroverkkojen harjoittelussa suuri haaste on niin sanottu häviävän tai räjähtävän gradientin ongelma. Normia säilyttävän siirtymäoperaattorin käyttö voi ratkaista tämän ongelman, mutta parametrisointi on haastavaa. Tässä työssä keskitytään unitäärisiin operaattoreihin ja kuvataan parametrisointi, jossa käytetään n × n unitääristen matriisien Lie-ryhmään U(n) liittyvää Lie-algebraa u(n). Eksponentiaalinen kartta tarjoaa vastaavuuden näiden tilojen välille, ja sen avulla voimme määritellä unitäärimatriisin käyttämällä n reaalista kerrointa suhteessa Lie-algebran perustaan. Parametrisointi on suljettu näiden kertoimien additiivisille päivityksille, ja näin ollen se tarjoaa yksinkertaisen tilan, jossa voidaan tehdä gradienttilaskeutumista. Osoitamme tämän parametrisoinnin tehokkuuden mielivaltaisten unitääristen operaattoreiden oppimisen ongelmassa, vertaamme sitä useisiin perusratkaisuihin ja päihitämme hiljattain ehdotetun matalaulotteisemman parametrisoinnin. Lisäksi käytämme parametrisointiamme yleistämään hiljattain ehdotetun unitäärisen rekursiivisen neuroverkon mielivaltaisiin unitäärisiin matriiseihin ja ratkaisemaan sillä tavanomaisia pitkän muistin tehtäviä. Johdanto Vaikka rekursiiviset neuroverkot (RNN) menestyvät laajalti monissa tehtävissä, niiden perusarkkitehtuuri asettaa haasteita tyypillisille koulutusalgoritmeille. Erityisesti gradienttipohjaisessa optimoinnissa esiintyy edelleen "katoavien/laajenevien gradienttien" (Hochreiter 1991) ongelma, jossa gradientit joko katoavat tai poikkeavat toisistaan verkon syvemmälle mentäessä, mikä johtaa hitaaseen koulutukseen tai numeeriseen epävakauteen. LSTM-verkko (pitkä lyhytkestoinen muisti) (Hochreiter ja Schmidhuber 1997) suunniteltiin tämän ongelman ratkaisemiseksi. Viime aikoina on tutkittu normia säilyttävien operaattoreiden käyttöä siirtymämatriisissa RNN:n myöhempiä sisäisiä tiloja yhdistävässä painomatriisissa (Arjovsky, Shah ja Bengio 2016; Mikolov ym. 2015; Le, Jaitly ja Hinton 2015). Käyttämällä operaattoreita, joilla on rajattu ominaisarvospektri, pitäisi, kuten Arjovsky, Shah ja Bengio (2016) osoittivat, rajoittaa verkon gradienttien normeja, olettaen, että käytetään sopivaa epälineaarisuutta. Unitaariset matriisit täyttävät tämän vaatimuksen, ja niihin keskitytään tässä työssä. Copyright c © 2017, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. Unitarisuuden (tai ortogonaalisuuden) määrääminen tälle siirtymämatriisille on kuitenkin haastavaa gradienttipohjaisille optimointimenetelmille, sillä additiiviset päivitykset eivät tyypillisesti säilytä unitarisuutta. Ratkaisuihin kuuluu muun muassa unitarisointi uudelleen jokaisen erän jälkeen tai unitääristen matriisien parametrisointi, joka on suljettu yhteenlaskussa. Tässä työssä ehdotamme jälkimmäiseen kategoriaan kuuluvaa ratkaisua, jossa käytämme Lie-algebrojen ja Lie-ryhmien teoriasta saatuja tuloksia määrittelemään unitääristen matriisien yleisen parametrisoinnin skew-Hermitian matriisien (unitääristen matriisien Lie-ryhmään liittyvän Lie-algebran elementit) avulla. Kuten jäljempänä tarkemmin selitetään, tämän Lie-algebran alkeet voidaan samaistaa unitäärimatriiseihin, ja algebra on suljettu yhteenlaskun suhteen muodostaen vektoriavaruuden reaalilukujen yli. Vaikka olemme motivoituneita RNN:iin liittyvistä kysymyksistä ja harkitsemme sovellusta RNN:iin, keskitymme tässä ensisijaisesti ydinkysymykseen: miten unitäärimatriiseja voidaan oppia? Jos oletetaan, että unitaarisen siirtymämatriisin valinta on sopiva mallinnusvalinta, tämän operaattorin gradienttien pitäisi lopulta ohjata sitä kohti unitariteettia, jos se on mahdollista käytetyn parametrisoinnin tai oppimisjärjestelmän puitteissa. Siksi on hyödyllistä tietää, mikä lähestymistapa on paras. Tyhjennämme ongelman yksinkertaisimpaan muotoonsa (oppimistehtävä, jota kuvataan yksityiskohtaisesti myöhemmin), jotta muut RNN:n pitkäkestoisen muistin tehtävälle ominaiset tekijät eivät voi sekoittaa havaintojamme, ennen kuin esittelemme parametrisointimme kyseisessä ympäristössä. Aiheeseen liittyvät työt Saamme eniten inspiraatiota Arjovskyn, Shahin ja Bengion (2016) äskettäisestä työstä, jossa he ehdottivat unitääristen matriisien erityistä parametrisointia ja osoittivat sen käyttökelpoisuuden RNN:ien tavanomaisissa pitkäaikaismuistitehtävissä. Kuvaamme heidän parametrisointinsa tässä, koska käytämme sitä myöhemmin. Viitaten vaikeuteen saada yleistä ja tehokasta parametrisointia unitäärisille matriiseille, he käyttävät sitä, että unitäärinen ryhmä on suljettu matriisikertoimen suhteen, muodostaakseen komposiittioperaattorin: U = D3R2FD2ΠR1FD1 (1), jossa jokainen komponentti on unitaarinen ja helposti parametrisoitavissa: - D on diagonaalimatriisi, jonka merkinnät ovat muotoa e, α ∈ R - R on kompleksinen heijastusoperaattori; R = I - 2 vv † † ‖v‖2 († tarkoittaa Hermitin konjugaattia) ar X iv :1 60 7. 04 90 3v 3 [ st at .M L ] 1 0 Ja n 20 17 - F jaF-1 ovat Fourier-muunnos ja käänteinen Fourier-muunnos (tai käytännössä niiden diskreetit matriisiesitykset) - Π on kiinteä permutaatiomatriisi Yhteensä tällä parametrisaatiolla on 7n reaalista opittavissa olevaa parametria (2n kullekin heijastusoperaattorille ja n kullekin diagonaalioperaattorille), joten se kuvaa unitääristen matriisien (joilla on n reaalista parametria) aliavaruutta. Siitä huolimatta he havaitsevat, että RNN, joka käyttää tätä operaattoria siirtymämatriisina, päihittää LSTM:t Hochreiterin ja Schmidhuberin (1997) ensimmäisenä kuvaamissa lisäys- ja muistitehtävissä. Tämä sai meidät pohtimaan muita unitääristen matriisien parametrisointeja, jotka saattaisivat olla ilmaisuvoimaisempia tai tulkittavampia. Mikolov ym. (2015) rajoittavat siirtymämatriisin osan olemaan lähellä identiteettiä, mikä toimii eräänlaisena pitkäaikaismuistivarastona, kun taas Le, Jaitly ja Hinton (2015) alustavat sen identiteettiin ja käyttävät sitten ReLU:ta epälineaarisina. Henaff, Szlam ja LeCun (2016) tutkivat analyyttisiä ratkaisuja pitkäkestoisen muistin tehtävään ja tukevat havaintoja ja intuitioita siitä, että ortogonaaliset (tai unitaariset) matriisit olisivat sopivia siirtymämatriiseiksi tähän tehtävään. He tutkivat myös ortogonaalisten ja identtisten matriisien alustuksia ja tarkastelevat kokeita, joissa tappiofunktion lisätermi kannustaa ortogonaaliseen ratkaisuun siirtymämatriisiin ilman eksplisiittistä parametrisointia. Saxe, McClelland ja Ganguli (2014) tutkivat syvien verkkojen oppimisdynamiikan tarkkoja ratkaisuja ja havaitsevat, että ortogonaaliset painojen alustukset kullakin kerroksella johtavat syvyydestä riippumattomaan oppimiseen (ja näin vältytään katoavan/räjähtävän gradientin ongelmalta). Mielenkiintoista on, että heidän mukaansa tämä johtuu siitä, että ortogonaalisten matriisien ominaisarvospektri sijaitsee yksikköympyrällä. He vertaavat painoja satunnaisiin, skaalattuihin Gaussin arvoihin, jotka säilyttävät normit odotusarvoissa (satunnaismatriisin arvojen yli), ja pitävät ortogonaalimatriiseja parempina. Näyttää siis siltä, että normien säilyttäminen ei riitä gradienttien vakauttamiseen verkon syvyydessä, vaan myös ominaisarvospektriä on valvottava tiukasti. Aiheeseen liittyvässä, mutta erillisessä tutkimuksessa Krueger ja Memisevic (2016) rankaisevat verkon myöhempien piilotettujen tilojen normien erotuseroa. Tämä ei vastaa siirtymämatriisin ortogonaalisuuden määräämistä, sillä piilotetun tilan normiin voivat vaikuttaa syötteet ja epälineaarisuudet, ja heidän menetelmänsä puuttuu suoraan tähän normiin. Lie-ryhmien ja Lie-algebrojen teoriaa on sovellettu eniten koneoppimisessa, koska sitä on käytetty invarianssin käsitteiden kuvaamiseen. Esimerkiksi Miao ja Rao (2007) oppivat infinitesimaalisia Lie-ryhmän generaattoreita (Lie-algebran elementtejä), jotka liittyvät kuvien affiinisiin muunnoksiin, jotka vastaavat visuaalisia havaintovariaatioita. Tämä eroaa meidän asetelmastamme, koska meidän generaattorimme ovat jo tiedossa (oletamme Lie-ryhmän U(n)) ja haluamme oppia tietyn muunnoksen kertoimet suhteessa tähän generaattoreiden perusjoukkoon. Lähestymistapaamme voidaan kuitenkin laajentaa tapaukseen, jossa u(n):n perusta on tuntematon ja se on opittava. Kuten myöhemmin havaitaan (liite B), perustan valinta voi vaikuttaa suorituskykyyn, joten se voi olla tärkeä näkökohta. Cohen ja Welling (2014) oppivat SO(n):n kommutatiivisia alaryhmiä (toroidisia alaryhmiä), joiden motiivina on kuvien invariantteja ominaisuuksia vastaavien symmetriaryhmän irredusoituvien esitysten oppiminen. Heidän valitsemansa ryhmän parametrisointi vastaa vastaavan Lie-algebran tietyn perustan valitsemista, kuten he kuvaavat, mutta hyödyntävät algebraa ensisijaisesti toroidisten alaryhmien ominaisuuksien ymmärtämiseksi. Tuzel, Porikli ja Meer (2008) tekevät liikkeen estimointia määrittelemällä regressiofunktion affiinisten muunnosten Lie-algebran funktiona ja oppimalla tämän. Tämä on samankaltainen kuin meidän lähestymistapamme siinä mielessä, että he tekevät optimoinnin Lie-algebrassa, mutta koska he tarkastelevat vain kaksiulotteisia affiinisia muunnoksia, heidän Lie-algebran parametrisointinsa on suoraviivaista. Hazan, Kale ja Warmuth (2016) kuvaavat online-oppimisalgoritmin ortogonaalisille matriiseille, jotka ovat reaaliarvoinen vastine unitäärisille matriiseille. He myös väittävät, että lähestymistapa on helposti laajennettavissa unitäärisiin matriiseihin. Tämän työn rakenne Aloitamme esittelemällä Lie-ryhmien ja Lie-algebrojen teorian asiaankuuluvat faktat ja määritelmät, jotta tämä työ voidaan sijoittaa asianmukaisesti matemaattiseen kontekstiinsa. Tarkemmat selitykset eivät kuulu tämän työn piiriin, ja viittaamme kiinnostuneelle lukijalle mihin tahansa asiaa käsittelevään kattavaan johdantokirjaan. Selitämme yksityiskohtaisesti parametrisointimme ja kuvaamme menetelmän, jolla voidaan laskea matriisieksponentiaalin derivaatta, joka on muuten laskennallisesti hankala suure. Sitten kuvaamme yksinkertaisen mutta selkeän kokeen, jonka tarkoituksena on testata ydinkysymyksemme yksikkömatriisien oppimisesta. Vertaamme sitä lähestymistapaan, jossa käytetään Arjovskyn, Shahin ja Bengion (2016) parametrisointia, ja lähestymistapaan, jossa käytetään polaarista hajotusta lähimpään unitaariseen matriisiin "takaisinkääntämiseen". Käytämme tätä kokeellista asetelmaa mallimme näkökohtien tutkimiseen, tutkimalla perustan valinnan merkitystä (liite B) ja yhden vaihtoehtoisen lähestymistavan käyttämän rajoitetun parametrijoukon vaikutusta. Toteutamme lisäksi parametrisointimme rekursiivisessa neuroverkossa "yleisenä unitäärisenä RNN:nä" ja arvioimme sen suorituskykyä tavanomaisissa pitkän muistin tehtävissä. Lie-algebra u(n) Lie-ryhmien ja Lie-algebrojen perusteet Lie-ryhmä on ryhmä, joka on myös differentioituva moniste, jonka elementit vastaavat monisteen pisteitä. Ryhmän operaatioiden (kertolasku ja käänteisoperaatio) on oltava sileitä (äärettömän differentioituvia) karttoja takaisin ryhmään. Tässä työssä tarkastelemme ryhmää U(n): n × n unitääristen matriisien joukko, jossa on matriisien kertolasku. Nämä ovat ortogonaalisten matriisien kompleksiarvoinen analogi, joka täyttää ominaisuuden U†U = UU† = I (2), jossa † tarkoittaa konjugaattitranspoosia (tai Hermitin konjugaattia). Unitaariset matriisit säilyttävät matriisien normit, ja niiden ominaisarvot sijaitsevat (kompleksisella) yksikköympyrällä, mikä on RNN:n siirtymämatriisin haluttu ominaisuus. Lie-ryhmien differentioituvan moninaisuuden ominaisuus avaa oven Lie-algebran tutkimukselle. Tämä kohde on Lie-ryhmän tangenttiavaruus identiteetin kohdalla (ryhmällä on oltava<lb>identtinen alkio). Tarkastellaan Lie<lb>ryhmän U(n) kautta kulkevaa käyrää yksiulotteisena aliavaruutena, jota parametrisoidaan<lb>muuttujalla t, jossa U(t = 0) = I (tämä on matriisi U(t) in<lb>U(n), jota parametrisoidaan t:llä, ei ryhmällä). Tarkastellaan unitääristen matriisien määrittely<lb>ominaisuutta (yhtälö 2) ja otetaan<lb>derivaatta tätä käyrää pitkin:<lb>U(t)†U(t) = I→ U̇(t)†U(t) + U†(t)U̇(t) = 0 (3)<lb>Valitaan t→ 0, U(t)→ I, niin saadaan<<lb>U̇(0)†I + I†U̇(0) = 0⇒ U̇(0)† = -U̇(0) (4)<lb>Elementit U̇(0) kuuluvat Lie-algebraan. Kutsumme<lb>tätä Lie-algebraa nimellä u(n) ja mielivaltaista elementtiä nimellä L. Tällöin<lb>Yhtälö 4 määrittelee näiden Lie-algebran ele-<lb>menttien properiitit; ne ovat n× n skew-Hermitian matriiseja: L† = -L.<lb>Vektoriavaruuksina Lie-algebrat ovat suljettuja yhteenlaskun suhteen.<lb>Erityisesti u(n) on vektoriavaruus yli R:n, joten sen alkioiden reaalinen lineaarinen<lb>yhdistelmä on taas u(n):ssä (tämä käy<lb>selväksi myös<lb> skew-Hermitian määritelmästä). Hyödynnämme tätä<lb>tekijää myöhemmin.<lb>Lie-algebroille on myös annettu operaatio, joka tunnetaan nimellä<lb>Lie-sulku, jolla on monia mielenkiintoisia ominaisuuksia, mutta joka on<lb>ei kuulu tämän työn piiriin. Lie-algebrat ovat mielenkiintoisia<lb>algebrallisia kohteita ja niitä on tutkittu syvällisesti, mutta tässä<lb>työssä käytämme u(n):tä eksponentiaalisen kartan vuoksi.<lb>Edellä osoitettiin, että algebran alkeet voidaan<lb>johdattaa ryhmästä (tarkastelemalla äärettömän pieniä askelia pois<lb>identiteetistä). On olemassa käänteinen operaatio, jonka avulla ryhmän el-<lb>elementit voidaan ottaa talteen algebrasta: tämä on<lb>eksponentiaalinen kartta. Matriisiryhmien tapauksessa eksponentiaalikartta on yksinkertaisesti matriisieksponentiaali:<lb>exp(L) =<lb>∞<lb>∑ j=0<lb>L<lb>j!<lb>(5)<lb>Hyvin yksinkertaisesti, L ∈ u(n), niin exp(L) ∈ U(n). Vaikka tämä<lb>kartta ei yleensä ole surjektiivinen, niin käy niin, että U(n) on<lb>kompakti, kytkeytynyt ryhmä, joten exp on todellakin surjektiivinen<lb>(Tao 2011). Toisin sanoen mille tahansa U ∈ U(n) on olemassa jokin<lb>L ∈ u(n) siten, että exp(L) = U . Huomattavaa on, että vaikka ortogonaaliset<lb>matriisit muodostavat myös Lie-ryhmän O(n), johon liittyvä Lie<lb>algebra o(n) koostuu vinosymmetrisistä matriiseista, O(n)<lb>ei ole kytketty, ja niinpä eksponentiaalinen kartta voi tuottaa<lb> vain erityisiä ortogonaalisia matriiseja, joiden determinantti<lb>yksi SO(n) on O(n):n komponentti, joka sisältää<lb>identiteetin.<lb>U(n):n parametrisointi u(n)n suhteen <lb>U(n):n ulottuvuus reaalisena vektoriavaruutena on n. Tämä<lb>johdetaan<lb>helposti siitä, että mielivaltaisella n× n kompleksisella<lb>matriisilla on 2n vapaata reaalista parametria, ja vaatimus<lb>L† = -L asettaa n rajoitusta. Näin ollen joukko n lineaarisesti<lb>riippumatonta skew-Hermitin matriisia määrittelee<lb>avaruuden perustan;<lb>{Tj}j={1,...,n2}. Tällöin mikä tahansa alkio L voidaan kirjoittaa<lb>as<lb>L =<lb>n<lb>∑ j=1<lb>λjTj<lb>(6)<lb>jossa<lb>{λj}j=1,...,n2 on n reaalilukua;<lb>L:n kertoimet perustan suhteen. Käyttämällä eksponenttikarttaa,<lb>U = exp(L) = exp  n<lb>∑ j=1<lb>λjTj <lb>(7)<lb>näemme, että nämä<lb>{λj}j=1,...,n2 riittävät U<lb>:n parametreiksi (annettuna perusta Tj). Tämä on ehdottamamme parametrisointi.<lb>Sillä on kaksi houkuttelevaa ominaisuutta:<lb>1. Se on täysin yleinen parametrisointi, koska eksponentiaalinen<lb>kartta on surjektiivinen<lb>2. Gradienttipäivitykset<lb>{λj}j=1,....,n2 säilyttävät yksikäsitteisyyden au-<lb>tomaattisesti, koska algebra on suljettu yhteenlaskussa<lb>Tämä parametrisointi tarkoittaa, että gradienttiaskeleet otetaan<lb>vektoriavaruudessa u(n), eikä U(n):n moninaisuudessa,<lb> mikä voi tarjota tasaisemman kustannusmaiseman, vaikka tämän intuition vahvistaminen vaatisi lisäanalyysia. Tämän<lb>työn tarkoituksena on tutkia tämän parametrisoinnin käyttöä<lb>mahdollisten yhtenäismatriisien oppimiseen.<lb>U(n):n perustaksi on monia mahdollisia valintoja. Me<lb>valitsimme seuraavat harvat matriisit:<lb>1. n diagonaalista, imaginaarista matriisia: Ta on i a:n diago-<lb>nal, muuten nolla.<lb>2. n(n-1)<lb>2 symmetristä, imaginaarista matriisia, joissa on kaksi ei-nolla<lb>elementtiä, esim, for n = 2,<lb>(<lb>0 i<lb>i 0<lb>)<lb>3. n(n-1)<lb>2 epäsymmetriset, reaaliset matriisit, joissa on kaksi nollasta poikkeavaa<lb>elementtiä, esim, n = 2,<lb>(<lb>0 1<lb>-1 0<lb>) Tarkastelemme perustan valinnan vaikutuksia liitteessä B. <lb>Matriisieksponentiaalin derivaatat<lb>Yhtälössä 7 esiintyvä matriisieksponentiaali aiheuttaa is-<lb>ongelman gradienttilaskennassa. Yleensä<lb>matriisieksponentiaalin derivaatalla ei ole suljettua lauseketta,<lb> joten gradienttien laskeminen on hankalaa.<lb>Tämän työn alkuvaiheessa käytimme gradienttien approksimointiin äärellisten<lb>erojen menetelmää, mikä estäisi<lb> sen käytön laajemmissa sovelluksissa (kuten RNN:ssä). Liitteessä kuvaamme tutkimusta satunnaispro-<lb>jektioiden käyttämisestä tämän rajoituksen poistamiseksi, joka oli lupaava, mutta osoittautui vain minimaalisen hyödylliseksi.<lb>Etsimme siksi matemaattisia ratkaisuja tähän monimutkaisuusongelmaan, jotka kuvaamme tässä ja yksityiskohtaisemmin<lb>liitteessä. Hyödyntämällä sitä tosiasiaa, että L on vinohermitiläinen,<lb>voimme johtaa analyyttisen lausekkeen<lb>U:n derivaatalle kunkin sen parametrin suhteen, mikä poistaa tarpeen<lb>finiittisille differensseille.<lb>Tämä lauseke on muotoa:<lb>∂U<lb>∂λa<lb>= WVaW †<lb>(8)<lb> missä W on U:n<lb>ominaisarvojen hajotuksessa saatu ominaisvektoreiden unitäärimatriisi ; U = WDW †, (D =<lb>diag(d1, . . . , dn2 ); di ovat U:n ominaisarvoja ). Jokainen Va on matriisi, joka on määritelty komponenttiviisaasti<lb>i = j :Vii = (W<lb>TaW )iie di<lb>(9)<lb>i 6= j :Vij = (W<lb>TaW )ij<lb>(<lb>ei - ej<lb>di - dj<lb>)<lb>(10)<lb>Jossa Ta on Lie-algebran perusmatriisi a-<lb>suunnassa.<lb>Toimitamme johdannon, joka perustuu Kalbfleischin ja Lawlessin (1985) sekä Jennrichin ja<lb>Brightin (1976) työhön<lb>liitteessä A.<lb>Voidaan yksinkertaistaa lauseketta W<lb>TaW jokaiselle Ta:lle, de-<lb>riippuen peruselementin tyypistä. Näissä lausekkeissa <lb>wa viittaa W:n a:nteen riviin.<lb>1. Ta puhtaasti imaginäärinen; W<lb>TaW = i - outer(w∗<lb>a,wa)<lb>2. Ta symmetrinen imaginäärinen, nollasta poikkeava asemissa (r, s) ja<lb>(s, r): W<lb>TrsW = i - (outer(w∗<lb>s ,wr) + outer(w∗<lb>r ,ws))<lb>3. Ta antisymmetrinen reaalinen, nollasta poikkeava asemissa (r, s) ja<lb>(s, r): W<lb>TrsW = outer(w∗<lb>r ,ws)- outer(w∗<lb>s ,wr)<lb>Nämä lausekkeet seuraavat perustan harvinaisuudesta ja<lb>on johdettu liitteessä A. Näin ollen vähennämme<lb> W<lb>TaW:n laskennan<lb> kahdesta matriisien monistamisesta enintään kahteen<lb>vektorin ulompaan tuotteeseen.<lb>Kaiken kaikkiaan olemme vähentäneet gradi-<lb>enttien laskentakustannukset yhteen ominaisarvojen hajotukseen ja jokaiselle pa-<lb>parametrille kahteen matriisikertomukseen (yhtälö 8), yhteen tai kahteen<lb>vektorin ulkotuotteeseen ja elementtiviisaaseen kertolaskuun<lb>kahdesta matriisista (yhtälöt 9, 10). Kuten näemme RNN-ex<lb>kokeiluissa, tämä itse asiassa tekee lähestymistavastamme nopeamman kuin (Arjovsky, Shah ja Bengio 2016) (rajoitettu) uRNN (Arjovsky, Shah ja Bengio 2016)<lb>lähes vastaavilla parametrimäärillä.<lb>Yksilukuisten operaattoreiden valvottu oppiminen<lb>Harkitsemme valvotun oppimisen ongelmaa oppia<lb>yksilukuinen matriisi U, joka generoi y:n x:stä; y = Ux, annettujen<lb>esimerkkien tällaisista x:istä ja y:istä. Tämä on keskeinen oppimisongelma, joka on ratkaistava RNN:ien tilamuunnosma-<lb>trixille. Se on samankaltainen kuin Hazan,<lb>Kale ja Warmuth (2016) (he tarkastelevat online-oppimis<lb>ongelmaa). Vertailemme useita menetelmiä U<lb>:n oppimiseen n:n eri arvoilla. Tarkastelemme lisäksi tapausta, jossa<lb> olemme keinotekoisesti rajoittaneet opittavien muuttujien lukumäärää parametrisoinnissamme (vertailun vuoksi),<lb>ja generoimme patologisen perustan muutoksen osoittaaksemme<lb>hyvän perustan valinnan merkityksellisyyden (liite B).<lb>Tehtävä<lb>Kokeellinen asetelma on seuraava: luomme n×n uni-<lb>tary matriisin U (seuraavassa luvussa kuvataan, miten tämä tehdään),<lb>silloin otamme näytteeksi vektorit x ∈ C, joiden coef-<lb>ficiitit ovat normaalisti jakautuneet. Luodaan yj = Uxj + j, jossa ∼ N (0, σ). <lb>tavoitteena on saada U takaisin<lb>{xj ,yj} -pareista minimoimalla<lb>euklidinen neliöetäisyys ennustettujen <lb>ja todellisten y-arvojen välillä;<lb>U = argmin<lb>U<lb>1<lb>N<lb>N<lb>∑ j<lb>‖ŷj-yj‖ = argmin<lb>U<<lb>1<lb>1<lb>N<lb>N<lb>∑ j<lb>‖Uxj-yj‖<lb>(11)<lb>Vaikka tämä ongelma on helposti ratkaistavissa eräasetelmassa us-<<lb> pienimmän neliösumman avulla, haluamme oppia U:n minieräerä<lb>stokastisen gradienttilaskeutumisen avulla, jotta emuloimme syväoppimisen sce-<lb>nariota.<lb>Jokaista koeajoa (yhtä U ) varten luomme yhden<lb>miljoonan harjoitus<lb>{xj ,yj}-paria, jotka on jaettu <lb>20 kokoisiin eriin. Sekä testi- että validointijoukko sisältävät 100 000 ex-<lb>näytettä. Käytännössä asetamme σ = 0,01 ja käytämme kiinteää<lb>oppimisnopeutta 0,001. Suurempia ulottuvuuksia varten ajamme<lb>mallia datan läpi useiden epookkien ajan, sekoittaen ja<lb>uusimalla joka kerta.<lb>Kaikki kokeet toteutettiin<lb>Pythonilla. Koodi on saatavilla täältä:<lb>https://github.com/ratschlab/uRNN. <lb>Matriisin eksponentiaalin<lb>laskentaan käytimme scipyn sisäänrakennettua expm,<lb>joka käyttää Pade-approksimaatiota (Al-Mohy ja Higham<lb>2009). Hyödynnämme sitä tosiasiaa, että iL on hermeettinen, jotta voimme käyttää<lb>eigh:tä (myös scipy:ssä) oma-arvojen purkamisen suorittamiseen.<lb>Pohjimmaisen totuudenmukaisen yhtenäismatriisin generointi<lb>U, jonka haluamme palauttaa, generoidaan jollakin kolmesta met-<lb>odista:<lb>1. QR<lb>hajotus: luomme n × n kompleksimatriisin<lb>, jonka merkinnät ovat normaalisti jakautuneet, ja suoritamme sitten QR<lb>hajotuksen, jolloin saadaan yksikkömatriisi U ja ylös<lb>per-kolmio-<lb>matriisi (joka hylätään). Tätä lähestymistapaa<lb>käytetään myös ortogonaalisten matriisien näytteenottoon Hazan, Kale,<lb>ja Warmuth (2016), jotka huomauttavat Stewartin (1980)<lb>tuloksen, joka osoittaa, että tämä vastaa näytteenottoa<lb>sopivasta Haar-mitasta.<lb>2. Lie-algebra: Kun u(n):n standardiperusta on annettu, otamme näytteen<lb>n normaalijakautuneesta reaalisesta λj:stä, jotta saadaan U =<lb>exp<lb>(∑<lb>j λjTj<lb>)<lb>3. Unitaarinen kompositio: Komposoimme parametrisoidut unitaariset<lb>operaattorit kuten Arjovsky, Shah ja Bengio (2016) (Yhtälö<lb>kohta 1). Parametrit poimitaan seuraavasti: kulmat<lb>D:ssä tulevat U(-π, π):stä. Kompleksiset heijastusvektorit<lb>R:ssä tulevat U(-s, s):stä, jossa s =<lb>√<lb>6<lb>2n .<lb>Tutkailemme tämän generointimenetelmän vaikutuksia testijoukon<lb>häviöön myöhemmässä kappaleessa. Vaikka emme löydä merkittävää yhteyttä generointimenetelmän ja oppimismenetelmän välillä,<lb>kokeissamme keskiarvoistamme kuitenkin yhtä monta<lb>kokeilua käyttäen kutakin menetelmää kompensoidaksemme<lb>mahdollista huomaamatonta harhaa.<lb>Menetelmät<lb>Vertailemme seuraavia lähestymistapoja U:n oppimiseen :<lb>1. projisointi: Jokaisen gradienttipäivityksen jälkeen projisoimme sen lähimpään yhtenäismatriisiin käyttäen polaarista dekom-<lb>positiota (Keller 1975). Tämä tarkoittaa 2n reaalista parame-<lb>teriä.<lb>2. arjovsky: U parametrisoidaan kuten yhtälössä 1, mikä<lb>tulee 7n reaaliparametriksi. 3. Lie-algebra: (kutsumme tätä u(n):ksi) U<lb>parametrisoidaan sen n reaalisen kertoimen<lb>{λj} avulla Lie<lb>algebrassa, kuten yhtälössä 7.<lb>Käyttäämme lähtökohtana todellista matriisia U ja satunnaista<lb>yhdysmuotoista matriisia UR, joka on tuotettu samalla menetelmällä kuin U (<lb>tämässä koeajossa).<lb>Toteutimme myös Hazan,<lb>Kalen ja Warmuthin (2016) kuvaaman algoritmin ja tarkastelimme sekä unitaarisia että<lb>ortogonaalisia oppimistehtäviä (parametrisointimme sisältää erikoistapauksena or-<lb>togonaalimatriisit), mutta havaitsimme sen liian numeerisesti<lb>epävakaaksi ja jätimme sen siksi pois analyysistämme.<lb>Taulukossa 1 esitetään testijoukon tappiot eri n-arvoilla ja<lb>eri lähestymistavoilla U:n oppimiseksi. Teimme kustakin kokeesta<lb>6-18 toistoa ja esitämme bootstrap<lb>estimaatit keskiarvoille ja keskivirheille näiden toistojen osalta.<lb>Kuten näemme, oppimistehtävä muuttuu haastavammaksi<lb>n kasvaessa, mutta meidän parametrisointimme (u(n)) on johdonmukaisesti<lb>suorituskykyisempi kuin muut lähestymistavat.<lb>Rajoittuminen 7n parametriin<lb>Kuten mainittiin, arjovsky käyttää vain 7n parametria. Tarkistaaksemme<lb>, selittääkö tämä ero taulukossa 1 havaitut erot<lb>tappiossa, teimme kokeita, joissa<lb>kiinnitimme kaikki muut paitsi 7n (satunnaisesti valittua)<lb>{λj}:n<lb>lie-algebran parametrisoinnissa. Kiinteät parametrit<lb>säilyttivät alkuarvonsa koko kokeen ajan. Huomaamme<lb>havaitsevamme, että kuten epäilimme, 7n parametriin rajoittaminen johtaa uudelleen<lb>jarjovskyn suorituskyvyn heikkenemiseen.<lb>Taulukossa 2 on esitetty tulokset n = 8, 14 ja 20:lle. Se,<lb>että rajoitettu tapaus on johdonmukaisesti<lb>jarjovskyn mallin virheen sisällä, tukee hypoteesiamme, että ero<lb>oppimiskelpoisten parametrien ero-<lb>erot selittävät eron<lb>suorituskyvyssä. Tämä viittaa siihen, että jos<lb>Arjovskyn, Shahin ja Bengion mallia yleistetään niin, että se sallii n parametria, se voi<lb>tuloksena olla samankaltainen suorituskyky kuin meidän lähestymistapamme. On kuitenkin epäselvää, miten<lb> tällainen yleistäminen toteutetaan, sillä naiivissa<lb>lähestymistavassa käytettäisiin yksinkertaisesti n operaattorin koostumusta, ja<lb>sitä tulisi todennäköisesti laskennallisesti hankalaa.<lb>Menetelmä U:n generoimiseksi<lb>Kuvaamallamme tavalla käytimme kolmea menetelmää todellisen<lb>U:n generoimiseksi. Yksi näistä tuottaa U:n aliavaruudessa, joka on käytettävissä<lb>komposition parametrisoinnille (yhtälö 1), joten olimme<lb> uteliaita näkemään, toimiiko tämä parametrisointi paremmin<lb>kokeiluissa, joissa käytettiin kyseistä menetelmää. Olimme myös huolissamme siitä, että<lb>U:n tuottaminen Lie-algebran parametrisoinnin avulla saattaisi<lb>tehdä tehtävästä liian "helpon" lähestymistapamme kannalta, koska sen satunnainen<lb>aloitus voisi olla lähellä todellista ratkaisua.<lb>Kuvassa 1 on esitetty laatikkosuunnitelmat testitappioiden<lb>jakaumasta näille kolmelle lähestymistavalle, ja siinä verrataan<lb>lähestymistapaamme (u(n)) Arjovskyn, Shahin ja Ben-<lb>gion (2016) lähestymistapaan, jota merkitään arjovskyksi. Yhdistääksemme tulokset<lb>kokeiluista, joissa käytettiin n:n eri arvoja, skaalasimme ensin testi-<lb>joukon tappiot randin (satunnainen yksikäsitteinen matriisi) suorituskyvyllä, joten y-akseli vaihtelee 0:sta (täydellinen) 1:een (ran-<lb>dom suorituskyky). Katkoviiva tarkoittaa keskiarvoa (yli<lb>0,00<lb>0,05<lb>0,10<lb>0,15 0,000<lb>0,001<lb>0,002<lb>0.003 u(n) u(n) (rajoitettu)<lb>menetelmä, jolla<lb>generoidaan U<lb>koostumus<lb>Lie-algebra<lb>QR arjovsky u(n)<lb>te<lb>st<lb>lo<lb>.ss<lb>(f<lb>ra<lb>ct<lb>io<lb>n<lb>of<lb>ra<lb>ra<lb>nd<lb>om<lb>lo<lb>ss<lb>) oppimisen lähestymistapa<lb>Kuva 1: Kysytään, vaikuttaako U<lb>luomiseen käytetty menetelmä suorituskykyyn eri oppimismenetelmissä<lb>U . Virhepalkit ovat bootstrap-estimaatteja 95 prosentin luottamusväleistä. Vertaillaksemme eri n:n välillä normalisoimme jokaisen<lb>tappion randin tappiolla kyseiselle n:lle ja raportoimme murto-osat.<lb>Katkoviiva on todellinen tappio, joka on normalisoitu samalla tavalla.<lb>U:n tuottamiseen käytetyn menetelmän<lb>valinta ei näytä vaikuttavan<lb>testijoukon tappioon eri lähestymistavoissa. Oikealla: Vasemmanpuoleisen paneelin u(n)-tuloksen tarkempi uudelleen<lb>lukeminen. Mukana on myös<lb>tapaus, jossa rajoitutaan 7n opittavaan parametriin. menetelmiin) testijoukon häviön totuudenmukainen, samalla tavalla skaalattu. Kuvan 1<lb>oikeassa paneelissa on suurennettu versio<lb>u(n)-tuloksesta, jossa vertailu true:n kanssa on keskimääräistä<lb>havainnollisempi, sekä vertailu tapaukseen, jossa olemme re-<lb>rajoittaneet 7n opittavaan parametriin (ks. aiemmin).<lb>Emme havaitse eroa (virheen sisällä)<lb>menetelmien välillä, mikä on johdonmukaista u(n):n ja arjovskyn välillä.<lb>Huolemme siitä, että Lie-algebran käyttäminen U:n tuottamiseen tekisi<lb>tehtävästä "liian helpon" u(n):lle, oli ilmeisesti perusteeton.<lb>Unitäärinen rekursiivinen neuroverkko pitkän<lb>muistin tehtäviä varten<lb>Mutta osoittaaksemme, että lähestymistapamme on käytännöllinen käytettäväksi syvässä<lb>oppimisessa, sisällytämme sen rekursiiviseen neuroverkkoon, jolla<lb>rataan tavallisia pitkän muistin tehtäviä. Tarkemmin sanottuna määrittelemme<lb>yleisen unitäärisen RNN:n, jolla on rekurenssisuhde<lb>ht = f (βUht-1 + V xt + b)<lb>(12)<lb>.jossa f on epälineaarisuus, β on vapaa skaalauskerroin, U on yhtälön 7 mukaisesti parametrisoitu<lb>unitaarinen matriisimme, ht on RNN:n piilotettu<lb>tila ja xt on syöttötieto "aikapisteessä" t.<lb>Kutsumme tätä "yleiseksi unitääriseksi RNN:ksi" (guRNN), jotta<lb>erotamme sen Arjovskyn, Shahin,<lb>ja Bengion (2016) rajoitetusta uRNN:stä.<lb>Käytämme guRNN:ää kahdessa tehtävässä: "lisäysongelmassa"<lb>ja "muistiongelmassa", joka on kuvattu ensimmäisen kerran (Hochreiter<lb>ja Schmidhuber 1997). Lyhyyden vuoksi viittaamme<lb>(Arjovsky, Shah ja Bengio 2016) erityisiin kokeellisiin yksityiskohtiin, sillä käytämme samanlaista kokeellista asetelmaa<lb>(toistettu TensorFlow:ssa; katso yllä oleva github-linkki koodia varten).<lb>Vertaamme malliamme (guRNN) rajoitettuun uRNN<lb>(ruRNN), joka on parametrisoitu yhtälön 1 mukaisesti, LSTM:ään (Hochre-<lb>iter ja Schmidhuber 1997) ja Le, Jaitly,<lb>ja Hinton (2015) IRNN:ään. Kuvassa 2 esitetään tulokset jokaiselle n<lb>tosi<lb>projektiolle<lb>arjovsky<lb>lie algebra<lb>rand<lb>3 6,004± 0.005× 10-4 8 ± 1 6.005± 0.003× 10-4 6.003± 0.003× 10-4 12.5± 0.4<lb>6<lb>∼ 0.001<lb>15± 1<lb>0.09± 0.01<lb>0.03± 0.01<lb>24 ± 1<lb>8<lb>∼ 0.002<lb>14± 1<lb>1.17± 0.06<lb>0.014± 0.006 31.6± 0.6<lb>14<lb>∼ 0.003<lb>24± 4<lb>10.8± 0.3<lb>0.07± 0.02<lb>52± 1<lb>20<lb>∼ 0.004<lb>38± 3<lb>29.0± 0.5<lb>0.47± 0.03<lb>81± 2<lb>Taulukko 1: Häviö (keskimääräinen l2-normi ŷi:n ja yi:n välillä) testijoukossa eri lähestymistavoilla, kun yksikkö<lb>matriisin ulottuvuus muuttuu. true viittaa matriisiin, jota käytettiin datan tuottamiseen, projektio on lähestymistapa, jossa käytetään<lb>polaarista hajotusta gradienttipäivitysten jälkeen, arjovsky on yhtälössä 1 määritelty koostumuslähestymistapa, u(n) on meidän<lb>parametrisointimme (yhtälö 7) ja rand on satunnainen unitaarinen matriisi, joka on tuotettu samalla tavalla kuin true. Lihavoidut arvot ovat<lb>parhainta kyseiselle n:lle (pois lukien true). True:n virhe on tyypillisesti hyvin pieni, joten jätämme sen pois.<lb>n<lb>arjovsky lie restricted lie unrestricted<lb>8 1. JOHDANTO <lb>n<lb>n<lb>arjovsky lie restricted lie unrestricted<lb>8.2± 0,1<lb>1,0± 0,2<lb>0,04± 0,01<lb>14<lb>11,6± 0,3 12,6± 0,4<lb>0,25± 0,03<lb>20 27.8± 0.7 28.0± 0.6<lb>0.19± 0.03<lb>Taulukko 2: Havaitsemme, että lähestymistapamme rajoittaminen samaan määrään opittavia parametreja kuin (Arjovsky, Shah, and<lb>Bengio 2016) aiheuttaa samanlaisen suorituskyvyn heikkenemisen tehtävässä. Tämä osoittaa, että mallimme suhteellisen parempi suorituskyky<lb>selittyy sen yleisyydellä mielivaltaisten yhtenäisten matriisien kuvaamisessa. tehtävässä, jossa sekvenssin pituus tai muistin kesto on<lb>T = 100.<lb>Kun mallimme takaa U:n yksikköisyyden, tämä ei<lb>riitä estämään gradienttien katoamista. Tarkastellaan<lb>kustannuksen C gradientin<lb>normia datan suhteen<lb>aikana τ , ja käytetään normin submultiplikatiivisuutta kirjoitettaessa;<lb>∥∥∥∥ ∂C<lb>∂xτ ∥∥∥∥ ≤<lb>∥∥∥∥ ∂C<lb>.∂xT ∥∥∥∥ (<lb>T-1<lb>∏ t=τ<lb>‖f ′ (Uht + V xt + b) ‖‖U‖<lb>∥∥∥∥∂hτ<<lb>xτ ∥∥∥∥<lb>jossa f ′ on diagonaalimatriisi, joka antaa<lb>ei-lineaarisuuden derivaatat. Yhtenäisen matriisin käyttäminen korjaa ‖U‖ = 1, mutta ilman lisärajoituksia (V:lle ja b:lle) se ei vaikuta mitenkään f ′:n normiin, joka on korkeintaan 1 tavallisille epälineaarisuuksille. Epälineaarisuuden suunnittelu gradientin<lb>normin säilyttämiseksi paremmin ei kuulu tämän työn piiriin, joten yksinkertaisesti skaalasimme<lb>U:ta vakiolla kertoimella β vastapainoksi epälineaarisuuden kym-<lb>densiivisyydelle kutistaa gradientteja. Kuvassa 2<lb>merkitsemme tätä asetelmaa guRNNβ . Tämä<lb>yksinkertainen muutos vahvistaa intuitiomme ja parantaa huomattavasti suorituskykyä molemmissa<lb>tehtävissä.<lb>Ehkä tehokkaan gradienttilaskennan (ap-<lb>liite A) ja yksinkertaisemman rekurenssisuhteen ansiosta mallimme toimii<lb>nopeammin kuin (Arjovsky, Shah ja Bengio 2016) (meidän<lb>toteutuksessamme), 4,8-kertaisesti kuvassa 2 esitetyissä lisäys- ja<lb>muistitehtävässä 2,6-kertaisesti. Tämä tarkoittaa<lb>siten, että guRNN käsittelee 61,2 ja 37,0 esimerkkiä sekunnissa<lb>kahdessa tehtävässä GeForce GTX 1080 -näytönohjaimella.<lb>Keskustelu<lb>Luotaamme Lie-ryhmien ja Lie-algebrojen rikkaasta teoriasta<lb>kuvaamme unitääristen matriisien parametrisointia ap-<lb>syväjohtoisessa oppimisessa käytettäväksi sopivaksi. Tämä parametrisointi ex-<lb>hyödyntää Lie-ryhmän ja Lie-algebran vastaavuutta<lb>eksponentiaalisen kartan avulla esittääkseen unitäärimatriisit<lb>reaalisten kertoimien avulla suhteessa tiettyyn Lie-algebran perustaan<lb>bra u(n). Koska tämä kartta u(n):stä U(n):ään on surjektiivinen,<lb>parametrisointi voi kuvata mitä tahansa unitaarista matriisia.<lb>Olemme osoittaneet, että unitaariset matriisit voidaan<lb>oppia suurella tarkkuudella käyttämällä yksinkertaista gradientti-<lb>poistamista ja että tämä lähestymistapa päihittää hiljattain<lb>ehdotetun parametrisoinnin (Arjovskyn, Shahin ja Ben-<lb>gion (2016)) ja päihittää merkittävästi lähestymistavan, jossa<lb>"uudelleen-<lb>opetetaan" gradienttipäivitysten jälkeen. Tämä kokeellinen de-<lb>signaali on melko yksinkertainen, ja se on suunniteltu luotailemaan ydinongelmaa, be-<lb>ennen RNN:ien laajemman asetelman tarkastelua.<lb>Kokeemme yleisillä yhtenäisillä RNN:illä tätä<lb>parametrisointia käyttäen osoittivat, että tämä lähestymistapa on käytännöllinen<lb>syvälle oppimiselle. Murto-osalla parametreista mallimme<lb>suorittaa LSTM:t tavanomaisessa "muistiongelmassa" ja<lb>saavuttaa vertailukelpoisen (vaikkakin huonomman) suorituskyvyn<lb>lisäysongelmassa (Hochreiter ja Schmidhuber 1997). Tarvitaan vielä<lb>lisää työtä, jotta voidaan ymmärtää ero suorituskyvyssä lähestymistapamme ja (Arjovsky,<lb>Shah ja Bengio 2016) ruRNN:n (ruRNN) välillä ehkä 7n-ulotteisessa ali-<lb>avaruus, jonka heidän parametrisointinsa vangitsee, on sattumalta<lb>edullinen näille RNN-tehtäville, vaikka huomautamme, että tässä esitetyt<lb>tulokset eivät ole tyhjentävän hyperpa-<lb>rametritutkimuksen tulosta. Erityisen kiinnostavaa on molempien uRNN:ien vaikuttava<lb>suorituskyky muistitehtävässä, jossa<lb>LSTM ja IRNN näyttävät epäonnistuvan oppimisessa.<lb>Ja vaikka RNN-kokeemme ovat osoittaneet yksikäsitteisen operaattorin käyttämisen hyödyllisyyden<lb>näissä tehtävissä, uskomme<lb>että epälineaarisuuden roolia katoavan ja ex-<lb>plodattavan gradientin ongelmassa ei saa väheksyä. Olemme<lb>näyttäneet, että yksinkertainen skaalauskerroin voi auttaa vähentämään epälineaarisuuden valinnan aiheuttamaa van-<lb>ishing-<lb>gradienttiongelmaa. On tehtävä lisää analyysejä, joissa otetaan huomioon epälineaarisuuden<lb>ja siirtymäoperaattorin yhdistelmä, jotta tähän ongelmaan voidaan puuttua paremmin.<lb>Yksittäisen operaattorin<lb>oppimisen parametrisoinnin onnistuminen viittaa siihen, että lähestymistapa, jossa gradientti<lb>oppiminen suoritetaan

**Tulos**

Unitaaristen operaattoreiden oppiminen u(n):n avulla

**Esimerkki 2.1798**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta tekniikkaa, jolla voidaan tunnistaa suoraan useita puhevirtoja, kun sekoitetun puheen yksi kanava on käytettävissä ilman, että niitä on ensin erotettava toisistaan. Tekniikkamme perustuu automaattisen puheentunnistuksen (ASR) permutaatioinvarianttiharjoitteluun (PIT). PIT-ASR:ssä laskemme keskimääräisen ristikkäisentropian (CE) koko lausuman kaikista kehyksistä jokaiselle mahdolliselle tulostuskohdeasettelulle, valitsemme sen, jonka CE on pienin, ja optimoimme tämän asettelun. PIT-ASR pakottaa kaikki saman puhujan kehykset kohdistumaan samaan lähtökerrokseen. Tämä strategia ratkaisee tyylikkäästi etikettien permutaatio-ongelman ja puhujan jäljitysongelman yhdellä kertaa. Kokeemme keinotekoisesti sekoitetuilla AMI-tiedoilla osoittivat, että ehdotettu lähestymistapa on erittäin lupaava.

**Tulos**

Monen puhujan puheen tunnistaminen permutaatioinvariantilla koulutuksella

**Esimerkki 2.1799**

Viimeaikaisessa työssä (Bengio et al., 2013) on osoitettu, miten Denoising Auto-Encoders(DAE) muuttuu tiheysestimaattorina generatiiviseksi malliksi. Käytännössä kehys kärsii kuitenkin sekoittumisongelmasta MCMC-näytteenottoprosessissa eikä suoraa menetelmää testiloglikelihoodin estimoinnille ole. Tarkastelemme suunnattua mallia, jossa on stokastinen identiteettikartoitus (yksinkertainen korruptioprosessi), päättelymallina ja DAE:tä generatiivisena mallina. Kaskadoimalla näitä malleja ehdotamme Cascading Denoising AutoEncoders (CDAE) -menetelmää, joka voi tuottaa näytteitä datan jakaumasta, joka perustuu hyväksyttävään ennakkojakaumaan olettaen, että korruptoituneen datan todennäköisyysjakauma lähestyy hyväksyttävää ennakkojakaumaa korruptoituneisuuden kasvaessa. Tässä työssä pyritään vastaamaan kahteen kysymykseen. Yhtäältä, voidaanko syviä suunnattuja malleja kouluttaa onnistuneesti ilman hankalaa jälkikäteistä päättelyä ja hyvin syvien neuroverkkojen vaikeaa optimointia päättelyssä ja generatiivisissa malleissa? Nämä ovat väistämättömiä, kun hiljattain menestyksekkäästi toteutettua suunnattua mallia, kuten VAE:tä (Kingma & Welling, 2014), koulutetaan monimutkaisilla aineistoilla, kuten todellisilla kuvilla. Toisaalta, voivatko DAE:t saada puhtaita näytteitä datan jakaumasta voimakkaasti korruptoituneista näytteistä, joita voidaan pitää käsiteltävissä olevina ennakkojakaumina kaukana datan moninaisuudesta? ns. globaali denoising-järjestelmä. Tuloksemme osoittavat myönteisiä vastauksia näihin kysymyksiin, ja tämä työ voi tarjota melko yksinkertaiset puitteet hyvin monimutkaisten tietokokonaisuuksien generatiivisille malleille. Proceedings of the 32 International Conference on Machine Learning, Lille, Ranska, 2015. JMLR: W&CP, nide 37. Tekijän tai kirjoittajien tekijänoikeudet 2015.

**Tulos**

Kaskadoituva äänenvaimennuksen automaattinen kooderi syväsuuntautuneena geneerisenä mallina

**Esimerkki 2.1800**

Distributiivisissa semanttisissa malleissa (DSM) käytetään laajalti Vector Cosine -menetelmää sanavektoreiden välisen samankaltaisuuden arvioimiseksi, vaikka tässä mittarissa on havaittu olevan useita puutteita. Viimeaikaisessa kirjallisuudessa on ehdotettu muita menetelmiä, jotka pyrkivät lieventämään näitä virheitä. Tässä artikkelissa aiomme tutkia APSyn-mittaria, joka laskee kahden kohdesanan eniten assosioituneiden kontekstien välisen leikkauspisteen laajuuden painottaen sitä kontekstin relevanssilla. Arvioimme tätä mittaria samankaltaisuuden estimointitehtävässä useilla suosituilla testijoukoilla, ja tuloksemme osoittavat, että APSyn on itse asiassa erittäin kilpailukykyinen jopa suhteessa kirjallisuudessa raportoituihin tuloksiin sanojen upotuksista. Lisäksi APSyn korjaa joitakin Vector Cosine -määreiden heikkouksia ja toimii hyvin myös aidossa samankaltaisuuden arvioinnissa.

**Tulos**

APSyn testaaminen vektorikosiiniin verrattuna samankaltaisuuden arvioinnissa

**Esimerkki 2.1801**

Esittelemme taitojen analysoinnin aikasarjakuvatietojen avulla käyttäen tiedonlouhintamenetelmiä, jotka keskittyvät pöytätennikseen. Emme käytä vartalomallia, vaan ainoastaan huippunopeaa elokuvaa, josta saadaan aikasarjadataa ja jota analysoidaan käyttämällä tiedonlouhintamenetelmiä, kuten C4.5:tä ja niin edelleen. Tunnistamme teknisten taitojen sisäiset mallit pöytätenniksen forehand-lyönnin arviointitaitona ja keskustelemme mono- ja metatoiminnallisista taidoista taitojen parantamiseksi. Avainsanat-komponentti; aikasarjadata, urheilutaito, tiedonlouhinta, kuvankäsittely, tiedonhankinta.

**Tulos**

Taitoanalyysi aikasarjakuvatietojen avulla

**Esimerkki 2.1802**

Esittelemme menetelmän, jolla rektifioidusta kuvaparista voidaan poimia syvyysinformaatiota. Lähestymistapamme keskittyy monien stereoalgoritmien ensimmäiseen vaiheeseen: yhteensovituskustannusten laskemiseen. Lähestymme ongelmaa oppimalla samankaltaisuusmitan pienille kuvalaatikoille käyttämällä konvoluutiohermoverkkoa. Harjoittelu suoritetaan valvotusti rakentamalla binäärinen luokitteluaineisto, jossa on esimerkkejä samankaltaisista ja toisistaan poikkeavista laikkupareista. Tutkimme kahta verkkoarkkitehtuuria tätä tehtävää varten: toinen on viritetty nopeuden ja toinen tarkkuuden mukaan. Konvoluutiohermoverkon ulostuloa käytetään stereosovituskustannuksen alustamiseen. Tämän jälkeen seuraa joukko jälkikäsittelyvaiheita: ristiin perustuva kustannusten aggregointi, semiglobaali sovitus, vasemman ja oikean johdonmukaisuuden tarkistus, subpikselin parannus, mediaanisuodatin ja kahdenvälinen suodatin. Arvioimme menetelmäämme KITTI 2012-, KITTI 2015- ja Middlebury-stereoaineistoissa ja osoitamme, että se päihittää muut lähestymistavat kaikissa kolmessa aineistossa.

**Tulos**

Stereo Matching kouluttamalla konvolutiivista neuroverkkoa vertailemaan kuvapaloja keskenään

**Esimerkki 2.1803**

Käyttäjän luonnollisella kielellä antamien ohjeiden ymmärtäminen on aktiivinen tutkimusaihe tekoälyn ja robotiikan alalla. Tyypillisesti luonnolliset käyttäjäohjeet ovat korkeatasoisia ja ne voidaan pelkistää matalan tason tehtäviksi, jotka ilmaistaan yleisillä verbeillä (esim. "ottaa", "saada", "laittaa"). Tällaisia ohjeita ymmärtävien robottien keskeisiä haasteita on käsitellä korkean tason käyttäjäohjeita ja toteuttaa määritellyt tehtävät robottien alkeistoiminnoilla. Tämän ratkaisemiseksi ehdotamme uusia algoritmeja, joissa hyödynnetään semanttisissa sanakirjoissa määriteltyjen yleisten verbien semanttisia rooleja ja integroidaan useita avoimia tietoja tehtäväsuunnitelmien luomiseksi. Esittelemme erityisesti uuden menetelmän käyttäjän ohjeiden semantiikan yhteensovittamiseksi ja palauttamiseksi sekä uudenlaisen tehtäväsuunnittelijan, joka hyödyntää robotin toimintamallin toiminnallista tietoa. Tarkistaaksemme ja arvioidaksemme lähestymistapaamme toteutimme prototyyppijärjestelmän, jossa käytettiin useista avoimista resursseista peräisin olevaa tietoa. Järjestelmällämme tehdyt kokeet vahvistivat algoritmiemme oikeellisuuden ja tehokkuuden. Järjestelmämme on otettu käyttöön KeJia-robotissa, joka on osallistunut vuosittaisiin RoboCup@Home-kilpailuihin kolmena viime vuotena ja saavuttanut rohkaisevan korkeita pistemääriä vertailukokeissa.

**Tulos**

Käyttäjän ohjeiden ymmärtäminen hyödyntämällä avointa tietoa palveluroboteissa

**Esimerkki 2.1804**

Keskeinen tehtävä monissa sovelluksissa on päättely prosesseista, jotka muuttuvat jatkuvassa ajassa. Nodelman et al. esittelivät hiljattain jatkuvan ajan Bayesin verkot (CTBN), jotka ovat strukturoitu esitystapa jatkuvan ajan Markov-prosessien esittämiseen strukturoidussa tilaavaruudessa. Tässä artikkelissa esitellään jatkuva-aikaiset Markov-verkot (CTMN), vaihtoehtoinen esityskieli, joka edustaa erityyppistä jatkuva-aikaista dynamiikkaa, joka soveltuu erityisesti biologisten ja kemiallisten järjestelmien mallintamiseen. Tässä kielessä prosessin dynamiikka kuvataan kahden voiman välisenä vuorovaikutuksena: kunkin entiteetin taipumus muuttaa tilaansa, jota mallinnamme jatkuva-aikaisella ehdotusprosessilla, joka ehdottaa mahdollisia paikallisia muutoksia systeemin tilaan eri nopeuksilla; ja koko systeemin globaali fitness- tai energiafunktio, joka ohjaa todennäköisyyttä, että ehdotettu muutos hyväksytään, ja jonka kuvaamme Markov-verkolla, joka koodaa eri tilojen fitnessiä. Osoitamme, että fitness-jakauma on myös Markov-prosessin stationäärijakauma, joten tämä esitys antaa kuvauksen ajallisesta prosessista, jonka stationäärijakaumalla on kompakti graafinen esitys. Kuvaamme esityksen semantiikkaa, sen perusominaisuuksia ja sen vertailua CTBN:iin. Tarjoamme myös algoritmin tällaisten mallien oppimiseen datasta ja osoitamme sen mahdollisen hyödyn muihin oppimismenetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Jatkuvan ajan Markov-verkot

**Esimerkki 2.1805**

Ensimmäisen kertaluvun todennäköisyysmalleissa yhdistyvät ensimmäisen kertaluvun logiikan ja graafisten mallien edustavuus. Ensimmäisen kertaluvun todennäköisyysmalleille pyritään parhaillaan suunnittelemaan nostettuja päättelyalgoritmeja. Analysoimme nostettua päättelyä rajoitusten käsittelyn näkökulmasta, ja tämän näkökulman kautta analysoimme ja vertailemme olemassa olevia lähestymistapoja ja paljastamme niiden edut ja rajoitukset. Teoreettiset tuloksemme osoittavat, että rajoitusten käsittelymenetelmän väärä valinta voi johtaa laskennallisen monimutkaisuuden eksponentiaaliseen kasvuun. Empiiriset testimme vahvistavat rajoitusten käsittelyn merkityksen nostetussa päättelyssä. Tämä on ensimmäinen teoreettinen ja empiirinen tutkimus rajoitusten käsittelystä nostetussa päättelyssä.

**Tulos**

Rajoitteiden käsittely nostetussa todennäköisyyspohjaisessa päättelyssä (Lifted Probabilistic Inference)

**Esimerkki 2.1806**

Valikoiva luokittelija ( f ,g) koostuu luokitusfunktiosta f ja binäärisestä valintafunktiosta g, joka määrittää, pidättäytyykö luokittelija ennustamisesta vai käyttääkö luokittelija f:ää ennustamiseen. Luokittelijaa kutsutaan pistekohtaisesti kilpailevaksi, jos se luokittelee jokaisen pisteen identtisesti parhaan luokittelijan kanssa jälkikäteen (samasta luokasta) aina, kun se ei pidättäydy ennustamisesta. Tällaisen luokittimen laatua kvantifioidaan sen hylkäysmassalla, joka määritellään sen hylkäämien pisteiden todennäköisyysmassaksi. "Nopea" hylkäysnopeus saavutetaan, jos hylkäysmassa on ylhäältä päin rajoitettu Õ(1/m), jossa m on luokittelijan kouluttamiseen käytettyjen merkittyjen esimerkkien lukumäärä (ja Õ piilottaa logaritmiset tekijät). Pistekohtaisesti kilpailevat valikoivat (PCS) luokittelijat liittyvät läheisesti erimielisyyteen perustuvaan aktiiviseen oppimiseen, ja tiedetään, että toteutettavassa tapauksessa tunnetun PCS-algoritmin (nimeltään johdonmukainen valikoiva strategia) nopea hylkäysnopeus vastaa tunnetun CAL-aktiivisen algoritmin eksponentiaalista nopeutumista. Keskitymme agnostiseen asetelmaan, jota varten on olemassa tunnettu algoritmi nimeltä LESS, joka oppii PCS-luokittelijan ja saavuttaa nopean hylkäysnopeuden (riippuen Hanneken erimielisyyskertoimesta) vahvoissa oletuksissa. Esittelemme parannetun PCS-oppimisalgoritmin nimeltä ILESS, jolle osoitamme nopean hylkäysasteen (riippuen Hanneken erimielisyyskertoimesta) ilman oletuksia. Hylkäysrajamme interpoloi sujuvasti realisoitavat ja agnostiset asetukset. Tämän artikkelin päätulos on seuraavien kolmen kokonaisuuden välinen ekvivalenssi: (i) nopean hylkäysnopeuden olemassaolo mille tahansa PCS-oppimisalgoritmille (kuten ILESS); (ii) polylogaritminen raja Hanneken erimielisyyskertoimelle; ja (iii) eksponentiaalinen nopeutus uudelle erimielisyyteen perustuvalle aktiiviselle oppijalle nimeltä Active-ILESS.

**Tulos**

Agnostisen valikoivan luokittelun aktiivisen oppimisen ja erimielisyyskertoimen välinen suhde.

**Esimerkki 2.1807**

Laadunvalvonnasta tekstiiliteollisuuden jokaisessa tuotantovaiheessa on tullut avaintekijä, jonka avulla tekstiiliteollisuus voi säilyttää asemansa erittäin kilpailluilla maailmanmarkkinoilla. Manuaalisen kangasvirheiden tarkastuksen ongelmina ovat epätarkkuus ja suuri ajankäyttö, jolloin kankaan virheiden varhainen ja tarkka havaitseminen on laadunvalvonnan tärkeä vaihe. Tietokonenäköön perustuvat, eli automatisoidut kankaan virheiden tarkastusjärjestelmät ovat monien eri maiden tutkijoiden mielestä erittäin hyödyllisiä näiden ongelmien ratkaisemiseksi. On ratkaistava kaksi suurta haastetta, jotta automatisoitu kangasvirheiden tarkastusjärjestelmä onnistuisi. Ne ovat vikojen havaitseminen ja vikojen luokittelu. Tässä työssä käsitellään erilaisia tekniikoita, joita käytetään automatisoidussa kankaan vikojen luokittelussa, sitten esitetään katsaus automaattisissa kankaan vikojen tarkastusjärjestelmissä käytettäviin luokittelijoihin ja lopuksi verrataan näitä luokittelijoita suorituskykymittareiden avulla. Tämän työn odotetaan olevan erittäin hyödyllinen automatisoidun kangasvikojen tarkastuksen tutkijoille, jotta he voivat ymmärtää ja arvioida monia mahdollisia vaihtoehtoja tällä alalla.

**Tulos**

AUTOMATISOITU KANKAAN VIKOJEN TARKASTUS: LUOKITTELIJOITA KOSKEVA SELVITYS

**Esimerkki 2.1808**

Yksityisyyden suojaavien algoritmien suunnittelun perusongelma on yksityisen maksimointiongelma: tavoitteena on valita maailmankaikkeudesta kohde, joka (likimain) maksimoi datasta riippuvaisen funktion, ja kaikki tämä differentiaalisen yksityisyyden suojaa koskevan rajoituksen puitteissa. Tätä ongelmaa on käytetty aliohjelmana monissa yksityisyyttä säilyttävissä tilasto- ja koneoppimisalgoritmeissa. Aiemmat algoritmit tähän ongelmaan ovat joko vaihteluväliriippuvaisia - eli niiden hyöty pienenee universumin koon kasvaessa - tai ne soveltuvat vain hyvin rajoitettuihin funktioluokkiin. Tämä työ tarjoaa ensimmäisen yleiskäyttöisen, alueesta riippumattoman algoritmin yksityisen maksimoinnille, joka takaa likimääräisen differentiaalisen yksityisyyden. Sen sovellettavuus osoitetaan kahdessa tiedonlouhinnan ja koneoppimisen perustehtävässä.

**Tulos**

Suuren marginaalin mekanismi erisuuruisen yksityisen maksimoinnissa

**Esimerkki 2.1809**

Monissa mustan laatikon optimoinnin sovelluksissa voidaan arvioida useita pisteitä samanaikaisesti, esimerkiksi arvioitaessa useiden eri neuroverkkojen suorituskykyä rinnakkaislaskentaympäristössä. Tässä artikkelissa kehitämme uudenlaisen Bayes-eräoptimoinnin algoritmin - rinnakkaisen tiedon gradienttimenetelmän. Rakenteeltaan tämä menetelmä tarjoaa yhden askeleen Bayes-optimaalisen erän pisteitä otantaan. Tarjoamme tehokkaan strategian tämän Bayes-optimaalisen piste-erän laskemiseen ja osoitamme, että rinnakkainen tietämysgradienttimenetelmä löytää globaalit optimaalit huomattavasti nopeammin kuin aiemmat Bayes-optimointialgoritmit sekä synteettisillä testifunktioilla että käytännön koneoppimisalgoritmien hyperparametreja viritettäessä, erityisesti kun funktioiden evaluoinnit ovat kohinaisia.

**Tulos**

Rinnakkainen tietämysgradienttimenetelmä Bayesin erän optimointiin

**Esimerkki 2.1810**

Puheentunnistuksessa havaitaan usein huomattavaa suorituskyvyn heikkenemistä, kun puheen nopeus (ROS) on liian alhainen tai liian korkea. Useimmissa nykyisissä lähestymistavoissa ROS-arvon vaihtelun käsittelemiseksi keskitytään ROS-arvon aiheuttamiin muutoksiin puhesignaalien dynaamisissa ominaisuuksissa ja muutetaan vastaavasti dynaamista mallia, esim. piilotetun Markov-mallin (HMM) siirtymätodennäköisyyksiä. Epänormaali ROS muuttaa kuitenkin puhesignaalien dynaamisten ominaisuuksien lisäksi myös staattisia ominaisuuksia, eikä sitä näin ollen voida kompensoida pelkästään dynaamista mallia muuttamalla. Tässä artikkelissa ehdotetaan syviin neuroverkkoihin (DNN) perustuvaa ROS-oppimismenetelmää, jossa ROS-ominaisuus on DNN-mallin syötteenä, jolloin ROS:n aiheuttama spektrin vääristymä voidaan oppia ja kompensoida. Kokeelliset tulokset osoittavat, että tällä lähestymistavalla voidaan saavuttaa parempi suorituskyky liian hitaille ja liian nopeille lausumille, mikä osoittaa olettamuksemme, että ROS vaikuttaa sekä puheen dynaamiseen että staattiseen ominaisuuteen. Lisäksi ehdotettu lähestymistapa voidaan yhdistää tavanomaiseen HMM-siirtymäsopeutusmenetelmään, jolloin suorituskyky paranee entisestään.

**Tulos**

Puheen nopeuden oppiminen puheentunnistuksessa

**Esimerkki 2.1811**

Kaskadimalli on vakiintunut malli käyttäjän ja sisällön vuorovaikutuksesta. Tässä työssä ehdotamme cascading banditsia, mallin oppimisvaihtoehtoa, jossa tavoitteena on oppia K houkuttelevinta kohdetta L:stä pohjakohteesta. Ongelma on stokastinen kombinatorinen bandiitti, jossa on epälineaarinen palkitsemisfunktio ja jossa kohteiden painotukset ovat osittain havaittavissa. Molemmat näistä ovat haastavia kombinatoristen bandiittien yhteydessä. Ehdotamme ongelmallemme kahta laskennallisesti tehokasta algoritmia, CascadeUCB1 ja CascadeKL-UCB, ja todistamme aukosta riippuvat ylärajat niiden katumukselle. Johdamme myös alemman rajan kaskadibanditeille ja osoitamme, että se vastaa CascadeKL-UCB:n ylempää rajaa logaritmisella kertoimella. Lopuksi arvioimme algoritmejamme synteettisissä ongelmissa. Kokeemme osoittavat, että algoritmit toimivat hyvin ja vakaasti myös silloin, kun mallinnusoletuksiamme rikotaan.

**Tulos**

Cascading rosvot

**Esimerkki 2.1812**

Koordinaattien laskeutuminen on yksi suosituimmista lähestymistavoista Lasson ja sen laajennusten ratkaisemiseen sen yksinkertaisuuden ja tehokkuuden vuoksi. Kun Lasson ratkaisemiseen käytetään koordinaattien laskeutumista, päivitetään yksi koordinaatti kerrallaan ja vahvistetaan loput koordinaatit. Tällainen päivitys, joka on yleensä helppo laskea, pienentää ahneesti kohdefunktion arvoa. Tässä artikkelissa pyrimme parantamaan sen laskentatehokkuutta vähentämällä koordinaattien laskeutumisiteraatioiden määrää. Tätä varten ehdotamme uutta tekniikkaa nimeltä Successive Ray Refinement (SRR). SRR hyödyntää seuraavaa säteen jatkamisominaisuutta peräkkäisissä iteraatioissa: tietylle koordinaatille seuraavassa iteraatiossa saatu arvo on lähes aina säteen päällä, joka alkaa edellisestä iteraatiosta ja kulkee nykyisen iteraation läpi. Tämän säteen jatkumisominaisuuden perusteella ehdotamme, että koordinaattien laskeutumista ei suoriteta suoraan edelliseen iteraatioon vaan tarkennettuun hakupisteeseen, jolla on seuraavat ominaisuudet: toisaalta se sijaitsee säteen päällä, joka alkaa historiaratkaisusta ja kulkee edellisen iteraation läpi, ja toisaalta se saavuttaa pienimmän tavoitefunktion arvon kaikista säteen päällä olevista pisteistä. Ehdotamme kahta järjestelmää hakupisteen määrittelemiseksi ja osoitamme, että tarkennettu hakupiste voidaan saada tehokkaasti. Empiiriset tulokset todellisille ja synteettisille datajoukoille osoittavat, että ehdotettu SRR voi merkittävästi vähentää koordinaattien laskeutumisiteraatioiden määrää, erityisesti pienillä Lasso-regularisointiparametreilla.

**Tulos**

Peräkkäisten säteiden tarkentaminen ja sen soveltaminen LASSO-koordinaattien laskeutumiseen.

**Esimerkki 2.1813**

Automaatio ja tietokoneäly tukevat<lb>monimutkaisia inhimillisiä päätöksiä, joten suurten ja<lb>hajautettujen järjestelmien hallinnasta tulee välttämätöntä pilvi- ja IoT-aikakaudella. Monimutkaisessa järjestelmässä havaitun oireen perimmäisen syyn ymmärtäminen<lb>on ollut suuri ongelma vuosikymmeniä. Kun teollisuus sukeltaa<lb>IoT-maailmaan ja vuosittain<lb>tuotetun tiedon määrä<lb>kasvaa hämmästyttävällä nopeudella, tärkeä kysymys on, miten<lb>löytää sopivia mekanismeja perimmäisten syiden määrittämiseksi, jotka pystyvät<lb>käsittelemään valtavia tietomääriä tai voivat antaa arvokasta palautetta<lb>reaaliaikaisesti. Vaikka monissa katsausartikkeleissa pyritään tekemään yhteenveto<lb>järjestelmäkäyttäytymisen mallintamiseen ja<lb>ongelman perimmäisen syyn selvittämiseen<lb>tuloksena syntyneistä<lb>malleista, yhdessäkään niistä ei keskitytä analysoimaan, miten kirjallisuudessa esiintyvät erilaiset<lb>tekniikat sopivat kasvaviin vaatimuksiin suorituskyvyn<lb>ja skaalautuvuuden osalta. Tässä katsauksessa teemme<lb>katsauksen juurisyyanalyysiin keskittyen näihin erityisiin näkökohtiin.<lb>Tarjoamme myös ohjeita parhaan juurisyyanalyysi<lb>strategian valitsemiseksi tietyn järjestelmän<lb>ja sovelluksen vaatimusten mukaan.

**Tulos**

Tutkimus juurisyiden analysointimalleista ja -tekniikoista

**Esimerkki 2.1814**

Tarkastelemme oppisopimusoppimista - eli sitä, että agentti oppii tehtävän tarkkailemalla asiantuntijaa, joka demonstroi tehtävää - osittain havainnoitavassa ympäristössä, kun ympäristön malli on epävarma. Tämä asetelma on hyödyllinen sovelluksissa, joissa ympäristön eksplisiittinen mallintaminen on vaikeaa, kuten dialogijärjestelmissä. Osoitamme, että voimme poimia tietoa ympäristön mallista päättelemällä demonstraation taustalla olevan toimintojen valintaprosessin olettaen, että asiantuntija valitsee optimaaliset toiminnot tietäen kohdeympäristön todellisen mallin. Ehdotetuilla algoritmeilla voidaan saavuttaa tarkempia arvioita POMDP-parametreista ja parempia toimintatapoja lyhyestä demonstraatiosta verrattuna menetelmiin, jotka oppivat vain ympäristön reaktioista.

**Tulos**

Osittain havaittavissa olevien ympäristöjen malliparametrien oppimisoppiminen (Apprenticeship Learning)

**Esimerkki 2.1815**

Ihmisten väliselle vuorovaikutukselle ovat ominaisia sekä eksplisiittiset että implisiittiset viestintäkanavat. Eksplisiittinen kanava välittää avoimia viestejä, kun taas implisiittiset kanavat välittävät piiloviestejä viestijästä (esim. hänen aikomuksistaan ja asenteistaan). Yhä useammin ollaan yhtä mieltä siitä, että jos tietokoneelle annetaan mahdollisuus manipuloida implisiittisiä affektiivisia vihjeitä, sen pitäisi mahdollistaa mielekkäämpi ja luontevampi tapa tutkia ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksen tiettyjä ihmisen ja ihmisen välisen viestinnän ei-verbaalisia signaaleja [1], [2]. Tässä pilottitutkimuksessa loimme ei-dynaamisen ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen ja manipuloimme samalla kolmea tiettyä ei-sanallista viestintäkanavaa: katseen mallia, kasvojen ilmeitä ja eleitä. Osallistujat arvioivat virtuaalista agenttia affektiivisilla ulottuvuusasteikoilla (mielihyvä, kiihottuneisuus ja hallitsevuus) samalla kun heidän fysiologinen signaalinsa (elektrodermaalinen aktiivisuus, EDA) kaapattiin vuorovaikutuksen aikana. Käyttäytymistietojen arviointi paljasti merkittävän ja monimutkaisen kolmitahoisen vuorovaikutuksen katseen, eleiden ja kasvojen konfiguraation välillä mielihyvän ulottuvuuden osalta sekä eleiden päävaikutuksen dominanssin ulottuvuuden osalta. Nämä tulokset viittaavat monimutkaiseen suhteeseen erilaisten ei-verbaalisten vihjeiden ja sen sosiaalisen kontekstin välillä, jossa niitä tulkitaan. Näiden tutkimustulosten valossa käsitellään tarkentavia näkökohtia ja mahdollisia jatkotoimia.

**Tulos**

Virtuaalisten ihmisten käyttö todellisten ihmisten ymmärtämiseen

**Esimerkki 2.1816**

Connectionistinen ajallinen luokittelu on viime aikoina herättänyt paljon kiinnostusta, koska se tarjoaa tyylikkään lähestymistavan akustisten mallien rakentamiseen puheentunnistusta varten. CTC-häviöfunktio kuvaa havaittavien ominaisuuksien vektoreiden syötesarjaa symbolien tulosarjaksi. Lähtösymbolit ovat ehdollisesti riippumattomia toisistaan CTC-häviöfunktiossa, joten kielimalli (LM) voidaan sisällyttää kätevästi dekoodauksen aikana, jolloin akustisten ja kielellisten komponenttien perinteinen erottelu ASR:ssä säilyy. Kiinteiden sanastojen osalta painotetut äärellisten tilojen muuntimet tarjoavat vahvan lähtökohdan CTC AM:ien tehokkaalle integroinnille n-grammien LM:ien kanssa. Merkkipohjaiset neuraaliset LM:t tarjoavat suoraviivaisen ratkaisun avoimen sanaston puheentunnistukseen ja täysin neuraalisiin malleihin, ja ne voidaan dekoodata säteenhaun avulla. Sekvenssistä sekvenssiin -malleja voidaan käyttää kääntämään yksittäisten äänteiden sekvenssi sanajonoksi. Vertailemme näiden kolmen lähestymistavan suorituskykyä ja analysoimme niiden virhemalleja, mikä antaa oivaltavia ohjeita tämän tärkeän alan tulevaa tutkimusta ja kehitystä varten.

**Tulos**

CTC-akustisten mallien dekoodausstrategioiden vertailu

**Esimerkki 2.1817**

Neuraalisen huomion mallit ovat saavuttaneet suurta menestystä erilaisissa NLP-tehtävissä. Ne eivät kuitenkaan ole lunastaneet lupauksiaan AMR:n jäsennystehtävässä, mikä johtuu datan harvuudesta. Tässä artikkelissa kuvaamme sekvenssistä sekvenssiin -mallin AMR-jäsennystä varten ja esittelemme erilaisia tapoja ratkaista datan harvinaisuusongelma. Osoitamme, että menetelmämme parantavat tuloksia merkittävästi verrattuna perusmalliin, joka perustuu neuraaliseen huomioimiseen, ja tuloksemme ovat kilpailukykyisiä myös uusimpiin järjestelmiin nähden, jotka eivät käytä ylimääräisiä kielellisiä resursseja.

**Tulos**

Datan harvinaisuusongelman ratkaiseminen neuraalisessa AMR-jäsennyksessä

**Esimerkki 2.1818**

Tarkastelemme listahäviön minimointiongelmaa monimerkkiluokittelussa, jota käsitellään yleensä merkkipareille määriteltyjen konveksisten korvaavien häviöiden avulla. Aivan hiljattain tämä lähestymistapa kyseenalaistettiin negatiivisen tuloksen myötä, joka osoitti, että yleisesti käytetyt pareittaiset sijaistappiot, kuten eksponentiaaliset ja logistiset tappiot, ovat epäjohdonmukaisia. Tässä artikkelissa osoitamme positiivisen tuloksen, joka on luultavasti yllättävä edellisen tuloksen valossa: eksponentiaalisten ja logististen sijaiskatoarvojen yksinkertaisemmat yksimuuttujavaihtoehdot (eli yksittäisille etiketeille määritellyt) ovat johdonmukaisia sijoitusasteen häviöiden minimoinnissa. Sen sijaan, että todistaisimme suoraan konvergenssin, annamme paljon vahvemman tuloksen johtamalla katumusrajat ja konvergenssinopeudet. Ehdotetut tappiot ehdottavat tehokkaita ja skaalautuvia algoritmeja, joita testataan kokeellisesti.

**Tulos**

Johdonmukainen monimerkkiluokitus yksimuuttujaisen tappion minimoinnin avulla

**Esimerkki 2.1819**

Semanttisen webin tekniikoiden jatkuva kehitys ja käyttäjien lisääntyvä omaksuminen viime vuosina ovat nopeuttaneet edistystä, joka liittyy nimenomaisen semantiikan sisällyttämiseen webissä oleviin tietoihin. Kun RDF-tiedot (Resource Description Framework) lisääntyvät nopeasti semanttisessa verkossa, suurten semanttisten graafitietojen käsittelystä on tullut entistä haastavampaa. Yhteenvetograafirakenteen rakentaminen raa'asta RDF:stä voi auttaa saamaan semanttisia tyyppisuhteita ja vähentää graafien käsittelyn laskennallista monimutkaisuutta. Tässä artikkelissa käsittelimme RDF-graafien graafien tiivistämisen ongelmaa ja ehdotimme lähestymistapaa, jolla tiivistetyt graafirakenteet voidaan rakentaa automaattisesti RDF-graafidatasta. Lisäksi otimme käyttöön mittarin, joka auttaa löytämään optimaaliset luokkien eroavaisuuskynnykset, ja tehokkaan menetelmän tyyppiluokkien löytämiseksi automaattisesti. Tulevassa työssä aiomme tutkia ehdotetun menetelmän skaalautuvuutta koskevia parannusvaihtoehtoja.

**Tulos**

Tyyppiluokkien ja -suhteiden dynaaminen löytäminen semanttisesta web-tiedosta

**Esimerkki 2.1820**

Tarkastelemme vertailun kautta tapahtuvan haun ongelmaa, jossa käyttäjälle esitetään kaksi vaihtoehtoista kohdetta ja hän saa tietää, kumpi niistä on lähempänä hänen aiottua kohdettaan. Tutkimme mukautuvia strategioita kohteen löytämiseksi, jotka edellyttävät tietoa sijasuhteista mutta eivät todellisia etäisyyksiä kohteiden välillä. Ehdotamme uutta strategiaa, joka perustuu sijoitusverkkoihin, ja osoitamme, että jos kohdejakaumalla on rajoitettu kaksinkertaistumisvakio, se löytää kohteen vertailujen määrässä, joka on lähellä kohdejakauman entropiaa ja siten optimia. Laajennamme nämä tulokset koskemaan myös meluisia oraakkeleita ja vertaamme tätä strategiaa aiempaan tekniikkaan useiden tietokokonaisuuksien avulla.

**Tulos**

Vertailuun perustuva oppiminen rank-verkoilla

**Esimerkki 2.1821**

Yksi yleisimmistä tekoälysovelluksista elektronisissa peleissä on saada keinotekoinen agentti oppimaan, miten suorittaa jokin tietty tehtävä onnistuneesti peliympäristössä. Yksi tapa toteuttaa tämä tehtävä on käyttää koneoppimisalgoritmeja, jotka pystyvät oppimaan tietyn peliympäristön voittamiseen vaadittavan toimintasarjan. On olemassa useita valvottuja oppimistekniikoita, jotka pystyvät oppimaan oikean vastauksen ongelmaan esimerkkien avulla. Elektronisten pelien pelaamista opittaessa oikea vastaus saatetaan kuitenkin tietää vasta pelin lopussa, kun kaikki toimet on jo tehty. Näin ollen ei ole mahdollista mitata kunkin yksittäisen toimenpiteen tarkkuutta kullakin aika-askeleella. Neuroevoluutio on menetelmä, jossa keinotekoisia neuroverkkoja koulutetaan evoluutioalgoritmien avulla. Tässä artikkelissa esittelemme elektronisten pelien optimointialgoritmien testaamiseen keinotekoisilla agenttiohjaimilla käytettävän kehyksen nimeltä EvoMan, joka on saanut innoituksensa toiminta-alustapelistä Mega Man II. Ympäristö voidaan konfiguroida toimimaan erilaisissa kokeilutiloissa, kuten yksittäisessä evoluutiossa, yhteisevoluutiossa ja muissa. Osoittaaksemme joitakin ehdotettuun alustaan liittyviä haasteita sovellimme ensimmäisinä kokeiluina neuroevoluutiota geneettisiä algoritmeja ja NEAT-algoritmia käyttäen kahden eri agentin kilpailulliseen yhteisevoluutioon tässä pelissä. 1

**Tulos**

Elektroninen pelikehys yhteisevoluutioalgoritmien arviointia varten.

**Esimerkki 2.1822**

Verkko-oppimisalgoritmit on suunniteltu oppimaan myös silloin, kun niiden syötteen on luonut vastapuoli. Yleisesti hyväksytty muodollinen määritelmä online-algoritmin kyvylle oppia on peliteoreettinen katumuksen käsite. Väitämme, että katumuksen vakiomääritelmä on riittämätön, jos vastustajan annetaan sopeutua verkkoalgoritmin toimiin. Määrittelemme vaihtoehtoisen käsitteen policy regret, jolla pyritään tarjoamaan mielekkäämpi tapa mitata online-algoritmin suorituskykyä mukautuvia vastustajia vastaan. Keskitymme online-bandit-asetelmiin ja osoitamme, että mikään bandit-algoritmi ei voi taata epälineaarista politiikkakateutta sopeutuvaa vastustajaa vastaan, jolla on rajaton muisti. Toisaalta, jos vastustajan muisti on rajattu, esitämme yleisen tekniikan, jolla mikä tahansa bandiittialgoritmi, jolla on epälineaarinen katumusraja, muunnetaan algoritmiksi, jolla on epälineaarinen politiikkakatumusraja. Laajennamme tämän tuloksen koskemaan myös muita katumuksen muunnelmia, kuten kytkentäkatumusta, sisäistä katumusta ja vaihtokatumusta.

**Tulos**

Online-ryöstöoppiminen mukautuvaa vastustajaa vastaan: katumuksesta politiikan katumukseen

**Esimerkki 2.1823**

Ehdotamme algoritmia, jonka avulla voidaan paljastaa korkea-ulotteisen, graafiltaan sileän ja pahasti korruptoituneen tietokokonaisuuden luontainen matalan rankin komponentti tilanteessa, jossa taustalla oleva graafi on tuntematon. Ehdotettu algoritmi, joka perustuu malliin, jossa on matalan sijan komponentti ja harva häiriö, sekä graafin alkuarvioon, oppii samanaikaisesti matalan sijan komponentin ja tarkentaa graafia. Tarkennettu graafi parantaa graafin tasaisuusrajoituksen tehokkuutta ja lisää matalan sijan estimoinnin tarkkuutta. Johdamme oppimisvaiheet ADMM:n avulla. Arvioinnit, joissa käytämme synteettistä ja todellista aivokuvantamisdataa valvotussa luokittelutehtävässä, osoittavat rohkaisevaa suorituskykyä.

**Tulos**

SAMANAIKAINEN MATALAN SIJAN KOMPONENTTI- JA GRAAFIESTIMOINTI KORKEA-ULOTTEISILLE GRAAFISIGNAALEILLE: SOVELLUS AIVOJEN KUVANTAMISEEN

**Esimerkki 2.1824**

Laskennalliset mekanismit, joiden avulla epälineaariset toistuvat neuroverkot (RNN) saavuttavat tavoitteensa, ovat edelleen avoin kysymys. On olemassa monia ongelma-alueita, joilla verkkomallin ymmärrettävyys on ratkaisevan tärkeää käyttöönoton kannalta. Tässä esitellään rekurrenssiarkkitehtuuri, joka koostuu syötteestä kytketyistä affiinisista muunnoksista, toisin sanoen RNN, jossa ei ole epälineaarisuutta ja jossa on yksi painosarja syötettä kohti. Osoitamme, että tällä arkkitehtuurilla saavutetaan lähes samanlainen suorituskyky kuin perinteisillä arkkitehtuureilla Wikipedian tekstin kielellisessä mallintamisessa samalla määrällä malliparametreja. Se voi saavuttaa tämän suorituskyvyn ja nopeuttaa laskentaa nykyisiin menetelmiin verrattuna laskemalla etukäteen pidempiä syötesarjoja vastaavat affiiniset muunnokset. Koska arkkitehtuurimme on affiininen, pystymme ymmärtämään mekanismeja, joilla se toimii lineaaristen menetelmien avulla. Näytämme esimerkiksi, miten verkko yhdistää lineaarisesti menneisyyden osuudet ennusteiden tekemiseksi nykyisellä aika-askeleella. Näytämme, miten sanojen representaatioita voidaan yhdistää, jotta voimme ymmärtää, miten konteksti siirtyy sanarajojen yli. Lopuksi osoitamme, miten järjestelmää voidaan suorittaa ja analysoida mielivaltaisissa perusteissa ymmärtämisen helpottamiseksi.

**Tulos**

YMMÄRRETTÄVÄ KIELEN MALLINTAMINEN SYÖTTEESEEN KYTKETYILLÄ AFFIINISILLA VERKOILLA

**Esimerkki 2.1825**

Tutkimme klassista verkko-oppimisongelmaa, joka liittyy ennustamiseen asiantuntijan neuvojen avulla, ja ehdotamme todella parametrivapaata ja mukautuvaa algoritmia, jolla saavutetaan useita tavoitteita samanaikaisesti ilman ennakkotietoa. Tämän työn pääkomponentti on parannettu versio NormalHedge.DT-algoritmista [Luo ja Schapire, 2014], nimeltään AdaNormalHedge. Toisaalta tämä uusi algoritmi takaa pienen katumuksen, kun kilpailijalla on pienet tappiot, ja lähes vakion katumuksen, kun tappiot ovat stokastisia. Toisaalta algoritmi pystyy kilpailemaan minkä tahansa asiantuntijoiden konveksisen yhdistelmän kanssa samanaikaisesti, jolloin katumus on priorin ja kilpailijan suhteellisen entropian mukainen. Tämä ratkaisee avoimen ongelman, jonka ovat esittäneet Chaudhuri et al. [2009] ja Chernov ja Vovk [2010]. Lisäksi laajennamme tulokset nukkuvien asiantuntijoiden tilanteeseen ja esitämme kaksi sovellusta havainnollistamaan AdaNormalHedgen tehoa: 1) kilpaileminen ajassa muuttuvien tuntemattomien kilpailijoiden kanssa ja 2) ennustaminen lähes yhtä hyvin kuin paras karsintapuu. Tuloksemme näissä sovelluksissa parantavat merkittävästi aiempia töitä eri näkökulmista, ja ensimmäisen sovelluksen erikoistapaus ratkaisee Warmuthin ja Koolenin [2014] ehdottaman toisen avoimen ongelman siitä, voidaanko samanaikaisesti saavuttaa optimaalinen siirtokateus sekä vastakkaisten että stokastisten tappioiden osalta.

**Tulos**

Saavuttaa kaikki ilman parametreja: NormalHedge

**Esimerkki 2.1826**

Tapahtumat ja entiteetit liittyvät läheisesti toisiinsa; entiteetit ovat usein tapahtumien toimijoita tai osallistujia, ja tapahtumat ilman entiteettejä ovat harvinaisia. Tapahtumien ja entiteettien tulkinta on hyvin riippuvainen kontekstista. Nykyiset tiedonlouhintatyöt mallintavat tyypillisesti tapahtumat erillään entiteeteistä ja tekevät päätelmiä lausetasolla, jolloin asiakirjan muu osa jää huomiotta. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta lähestymistapaa, jossa mallinnetaan tapahtumien, entiteettien ja niiden suhteiden muuttujien väliset riippuvuudet ja tehdään näiden muuttujien yhteinen päättely koko asiakirjassa. Tavoitteena on mahdollistaa asiakirjatason kontekstuaalisen tiedon käyttö ja helpottaa kontekstuaalisia ennusteita. Osoitamme, että lähestymistapamme on huomattavasti parempi kuin uusimmat menetelmät tapahtumien uuttamisessa ja että se on vahva lähtökohta entiteettien uuttamisessa.

**Tulos**

Tapahtumien ja entiteettien yhteinen uuttaminen asiakirjakontekstissa

**Esimerkki 2.1827**

Monissa sovelluksissa halutaan havaita poikkeavien datanäytteiden ryhmiä, joissa ryhmä mahdollisesti osoittaa epätyypillisyytensä (suhteessa vertailumalliin) koko mitatun piirrejoukon matalaulotteisella osajoukolla. Näytteet voivat olla yksittäin vain heikosti epätyypillisiä, kun taas yhdessä tarkasteltuina ne voivat olla voimakkaasti epätyypillisiä. Ryhmäpoikkeavuuksien havaitsemisongelmasta tekee varsin haastavan se, että on ennalta tuntematonta, mikä piirteiden osajoukko yhdessä ilmentää tiettyä poikkeavuuksien ryhmää. Lisäksi ei tiedetä, kuinka monta poikkeavaa ryhmää tietyssä dataerässä on. Tässä työssä kehitämme GAD-järjestelmän (Group Anomaly Detection), jolla tunnistetaan näytteiden osajoukko ja piirteiden osajoukko, jotka yhdessä määrittelevät poikkeavan klusterin. Sovellamme lähestymistapaamme verkon tunkeutumisen havaitsemiseen BotNet- ja vertaisverkkovirtausklustereiden havaitsemiseksi. Aiemmista tutkimuksista poiketen lähestymistapamme ottaa huomioon ja hyödyntää tilastollisia riippuvuuksia, joita mitattujen piirteiden välillä voi olla. Todellisilla verkkoliikennetiedoilla tehdyt kokeet osoittavat ehdotetun järjestelmämme edut ja korostavat ominaisuuksien riippuvuusrakenteen hyödyntämisen tärkeyttä verrattuna aiemmissa tutkimuksissa tehtyyn oletukseen ominaisuuksien (tai testien) riippumattomuudesta.

**Tulos**

Poikkeavuuksien klustereiden havaitseminen matalaulotteisista ominaisuusjoukoista sovellettuna verkkoliikennevirtaustietoihin.

**Esimerkki 2.1828**

Tietograafien sulauttamisen tavoitteena on sulauttaa tietograafien entiteetit ja suhteet matalaulotteisiin vektoriavaruuksiin. Kääntävät upotusmenetelmät pitävät suhteita käännöksenä pääolioista loppuolioihin, ja niillä saavutetaan tietämysgraafien upotusmenetelmien huipputulokset. Näiden menetelmien suurimpana rajoituksena on kuitenkin aikaa vievä koulutusprosessi, joka voi kestää useita päiviä tai jopa viikkoja, jos kyseessä ovat suuret tietämysgraafit, ja aiheuttaa suuria vaikeuksia käytännön sovelluksissa. Tässä artikkelissa ehdotamme tietämyksen graafien sulauttamismenetelmien kääntämistä varten rinnakkaista kehystä nimeltä ParTrans-X, jonka avulla menetelmiä voidaan rinnastaa ilman lukituksia hyödyntämällä tietämysgraafien erottuvia rakenteita. Kokeet kahdella tietokokonaisuudella kolmella tyypillisellä kääntävällä upotusmenetelmällä, TransE [3], TransH [19] ja tehokkaammalla muunnelmalla TransEAdaGrad [11], osoittavat, että ParTrans-X voi nopeuttaa koulutusprosessia yli kertaluokkaa.

**Tulos**

Eicient rinnakkaiskääntäminen ja sulauttaminen tietämysgrafiikkoja varten

**Esimerkki 2.1829**

Siitä lähtien, kun Alan Turing visioi tekoälyä (AI) [1], teknisen kehityksen tärkeimpänä liikkeellepanevana voimana on ollut kilpailu ihmisen kognition kanssa. Historialliset virstanpylväät ovat usein liittyneet siihen, että tietokoneet ovat saavuttaneet tai päihittäneet ihmisen vaikeissa kognitiivisissa tehtävissä (esim. kasvojen tunnistaminen [2], persoonallisuuksien luokittelu [3], autojen ajaminen [4] tai videopelien pelaaminen [5]) tai voittaneet ihmisen strategisissa nollasummakamppailuissa (esim. shakki [6], tammi [7], Jeopardy! [8], pokeri [9] tai Go [10]). Sen sijaan vähemmän huomiota on kiinnitetty sellaisten autonomisten koneiden kehittämiseen, jotka luovat keskinäisiä yhteistyösuhteita sellaisten ihmisten kanssa, jotka eivät välttämättä jaa koneen mieltymyksiä. Suurimpana haasteena on ollut se, että ihmisten yhteistyö ei vaadi pelkkää laskentatehoa, vaan se perustuu intuitioon [11], kulttuurisiin normeihin [12], tunteisiin ja signaaleihin [13, 14, 15, 16] sekä ennalta kehittyneisiin yhteistyöhaluihin [17], jotka ovat maalaisjärjellä toimivia mekanismeja, joita on vaikea koodata koneisiin mielivaltaisissa yhteyksissä. Tässä yhdistämme uusimman koneoppimisalgoritmin uusiin mekanismeihin signaalien tuottamiseksi ja niiden perusteella toimimiseksi, jotta saamme aikaan uuden oppimisalgoritmin, joka tekee yhteistyötä ihmisten ja muiden koneiden kanssa tasolla, joka kilpailee ihmisten yhteistyön kanssa erilaisissa kahden pelaajan toistuvissa stokastisissa peleissä. Tämä on ensimmäinen yleiskäyttöinen algoritmi, joka pystyy oppimaan, kun sille annetaan kuvaus aiemmin tuntemattomasta peliympäristöstä, tekemään yhteistyötä ihmisten kanssa lyhyessä ajassa skenaarioissa, joita algoritmin suunnittelijat eivät ole aiemmin osanneet odottaa. Tämä onnistuu ilman monimutkaista vastustajan mallintamista tai korkeamman asteen mielen teorioita, mikä osoittaa, että joustava, nopea ja yleinen ihmisen ja koneen välinen yhteistyö on laskennallisesti mahdollista saavuttaa käyttämällä ei-triviaalia mutta lopulta yksinkertaista algoritmimekanismia. ∗Kirjeenvaihto osoitetaan osoitteeseen crandall@cs.byu.edu ja irahwan@mit.edu ar X iv :1 70 3. 06 20 7v 1 [ cs .A I] 1 7 M ar 2 01 7.

**Tulos**

Yhteistyö koneiden kanssa

**Esimerkki 2.1830**

Ihmisten yhteistoiminnan perustana ovat sosiaaliset ja moraaliset normit, joita ihmiset tietoisesti ja alitajuisesti käyttävät ohjaamaan ja rajoittamaan käyttäytymistään: ne ovat ihmisyhteisöjen perustana, koska niissä määrätään, mikä on pakollista, sallittua, kiellettyä ja vapaaehtoista [1]. Näin ne mahdollistavat tehokkaan yhteistyön ja ehkäisevät henkistä ja fyysistä vahinkoa. Ajatellaanpa vaikka ravintolan keittiötä, jossa kokit ja avustajat suorittavat tehtäviä, kuten veitsien ojentamista ja vihannesten leikkaamista. Kun avustajat ojentavat veitsen kokille, he tekevät sen tavalla, joka ei näytä siltä, että he aikovat puukottaa kokkia. He eivät ainoastaan suuntaa veistä oikealla tavalla, vaan heidän on myös varottava lähestymästä kokkia uhkaavasti ja ilman ennakkovaroitusta, kun kokki on selin heille. Taustalla oleva normatiivinen periaate voitaisiin karkeasti ilmaista sääntönä: "Jos joudut luovuttamaan mahdollisesti vaarallisen esineen, jossa on terävä terä, älä osoita sillä terällä toista henkilöä, vaan tartu siihen varovasti terästä ja ojenna se siten, että sen mauton puoli tai kahva on toista henkilöä kohti". Keittiöhenkilökunnan hiljainen yhteisymmärrys on, että kaikki noudattavat tätä periaatetta, mikä mahdollistaa veitsien ja muiden mahdollisesti vaarallisten esineiden turvallisen vaihdon. Säännön noudattamatta jättäminen johtaa todennäköisesti keittiömestarin syyllistämiseen ja huomautukseen, johon on sitten puututtava joko pyytämällä anteeksi tai tarjoamalla selitys siitä, miksi sääntörikkomus oli oikeutettu [2]. On selvää, että sosiaalisilla ja moraalisilla normeilla on tärkeä toiminnallinen rooli ihmisen kognitiivisessa arkkitehtuurissa: ne toimivat havaitsemisessa moraalisesti latautuneiden kontekstien ja normirikkomusten havaitsemiseksi, niitä käytetään päätöksenteon ja käyttäytymisen toteuttamisen aikana ja niihin viitataan normikäyttäytymistä ja normirikkomuksia koskevassa viestinnässä. Toisin sanoen normatiivinen prosessointi on syvälle integroitunut ihmisen kognitiiviseen järjestelmään, ja se vaikuttaa lähes kaikkiin arkkitehtuurin osa-alueisiin (havaitsemisesta päättelyyn, toimintaan ja viestintään). Näin ollen tämäntyyppinen normipohjainen prosessointi on ratkaisevan tärkeää myös roboteille monissa ihmisen ja robotin välisissä vuorovaikutustilanteissa (esim. kun autetaan vanhuksia ja vammaisia henkilöitä autetussa asumisessa tai avustetaan ihmisiä kokoonpanotehtävissä tehtaissa tai jopa avaruusasemalla). Ihmiset odottavat vuorovaikutuskumppaneidensa, myös älykkäiden robottien, noudattavan sosiaalisia ja moraalisia normeja, ja näiden odotusten pettäminen johtaa parhaimmillaan köyhtyneeseen vuorovaikutukseen, mutta voi pahimmillaan johtaa emotionaaliseen ja fyysiseen vahinkoon. Tässä kannanotossa kuvaamme lyhyesti, miten integroidun kognitiivisen arkkitehtuurin useita komponentteja voidaan käyttää sellaisten prosessien toteuttamiseen, joita tarvitaan normatiivisessa ihmisen ja robotin välisessä vuorovaikutuksessa, erityisesti yhteistoiminnallisissa tehtävissä, joissa toimet ja tilanteet voidaan mahdollisesti kokea uhkaaviksi ja joissa on näin ollen muutettava toimintatapaa havaittujen uhkien lieventämiseksi. Keskitymme affordanssipohjaiseen päättelyyn, jolla päätellään monimutkaisia affordanssisuhteita agentin ja ympäristön kohteiden välillä, ja analogiseen päättelyyn, jolla päätetään toimintasuunnitelman sopivuudesta vertaamalla sitä muihin aiempiin tilanteisiin.

**Tulos**

Perusnormatiivisen HRI:n mahdollistaminen kognitiivisessa robottiarkkitehtuurissa

**Esimerkki 2.1831**

Viime aikoina on kiinnitetty paljon huomiota uusimpien syvien neuroverkkojen haavoittuvuuteen hyökkäyksille. Tässä työssä ehdotamme uutta algoritmia universaalien vastahäirintöjen rakentamiseen. Lähestymistapamme perustuu verkon piilotettujen kerrosten Jacobin matriisien niin sanottujen (p, q)-singulaaristen vektoreiden laskemiseen. Tuloksena saadut häiriötekijät esittävät mielenkiintoisia visuaalisia kuvioita, ja käyttämällä vain 64 kuvan erää voimme rakentaa vastakkaisia häiriötekijöitä, joiden huijausaste on suhteellisen korkea. Tutkimme myös korrelaatiota Jacobin matriisien singulaariarvojen ja vastaavan singulaarivektorin huijausasteen välillä.

**Tulos**

Singulaarivektoreiden taito ja universaalit vastakkaiset häiriötekijät

**Esimerkki 2.1832**

Ehdotetaan uutta laskennallisesti tehokasta riippuvuusmittaa ja mukautuvaa tilastollista riippumattomuustestiä. Riippuvuusmitta on yhteisen jakauman analyyttisten upotusten ja marginaalien tulon erotus, joka arvioidaan äärellisellä joukolla paikkoja (ominaisuuksia). Nämä piirteet valitaan siten, että maksimoidaan testin tehon alaraja, jolloin saadaan testi, joka on datatehokas ja joka toimii lineaarisessa ajassa (suhteessa otoskokoon n). Optimoidut piirteet voidaan tulkita todisteiksi nollahypoteesin hylkäämiselle, sillä ne osoittavat alueet yhteisellä alueella, joilla yhteinen jakauma ja marginaalien tulo eroavat eniten. Riippumattomuustestin johdonmukaisuus osoitetaan, kun piirteet valitaan sopivasti. Todellisissa vertailuarvoissa optimoituja piirteitä käyttävät riippumattomuustestit toimivat vertailukelpoisesti huipputason neliöaikaisen HSIC-testin kanssa ja päihittävät kilpailevat O(n)- ja O(n log n)-testit.

**Tulos**

Mukautuva riippumattomuustesti analyyttisten ytimien sulautusten avulla

**Esimerkki 2.1833**

Tässä asiakirjassa annamme kaikki tiedot osallistumisesta toiseen kansainväliseen sairaanhoitajien rekrytointikilpailuun (INRC-II). Ensin kuvataan ongelman muotoilu, joka on INRC-I:stä poiketen monivaiheinen menettely. Toiseksi esitellään kaikki tarvittava infrastruktuuri, jota voidaan käyttää yhdessä osallistujan ratkaisijan kanssa, mukaan lukien testialusta, tiedostomuodot ja validointi-/simulointityökalut. Lopuksi ilmoitetaan kilpailun säännöt. Kaikki ajantasaiset tiedot kilpailusta ovat saatavilla osoitteessa http://mobiz.vives.be/inrc2/.

**Tulos**

Toinen kansainvälinen sairaanhoitajien rekrytointikilpailu (INRC-II) - ongelman kuvaus ja säännöt - -

**Esimerkki 2.1834**

Harkittavaksi vuoden 2017 IEEE Jack Keil Wolf ISIT Student Paper Award -palkinnon saajaksi. Vuorovaikutusinformaatio on yksi keskinäisen informaation monimuuttujaisesta yleistyksestä, joka ilmaisee muuttujien joukon kesken jaetun informaation määrän, joka ylittää sen informaation, joka on jaettu missä tahansa näiden muuttujien asianmukaisessa osajoukossa. Toisin kuin (ehdollinen) keskinäinen informaatio, joka on aina ei-negatiivinen, vuorovaikutusinformaatio voi olla negatiivinen. Hyödynnämme tätä ominaisuutta löytääksemme muuttujien välisten kausaalivaikutusten suunnan kolmiotopologiassa joidenkin lievien oletusten mukaisesti.

**Tulos**

Vuorovaikutustieto kausaalista päättelyä varten: Suuntautuneen kolmion tapaus

**Esimerkki 2.1835**

Esitämme kaksi perustavaa laatua olevaa tulosta sellaisten Gaussin seosmallien populaation (äärettömän otoksen) todennäköisyysfunktiosta, joissa on M ≥ 3 komponenttia. Ensimmäinen päätuloksemme osoittaa, että populaation todennäköisyysfunktiolla on huonoja paikallisia maksimeja jopa erikoistapauksessa, jossa on kyse hyvin erotettujen ja pallomaisten gaussilaisten tasapainotetuista seoksista. Osoitamme, että näiden huonojen paikallisten maksimien log-likelihoodin arvo voi olla mielivaltaisesti huonompi kuin minkä tahansa globaalin optimin arvo, ja ratkaisemme näin Srebron [21] avoimen kysymyksen. Toinen päätuloksemme osoittaa, että EM-algoritmi (tai sen ensimmäisen kertaluvun muunnos), jossa on satunnainen aloitus, konvergoi huonoihin kriittisiin pisteisiin todennäköisyydellä vähintään 1 - e. Lisäksi osoitamme, että EM:n ensimmäisen kertaluvun muunnos ei konvergoi lähes varmasti tiukkoihin satulapisteisiin, mikä osoittaa, että ensimmäisen kertaluvun menetelmän huono suorituskyky johtuu pikemminkin huonojen paikallismaksimien olemassaolosta kuin huonoista satulapisteistä. Kaiken kaikkiaan tuloksemme korostavat, että EM-algoritmia käytännössä käytettäessä on tarpeen tehdä huolellinen alustaminen, vaikka sitä sovellettaisiinkin erittäin suotuisissa olosuhteissa.

**Tulos**

Paikalliset maksimit Gaussin sekoitusmallien todennäköisyydessä: Rakenteelliset tulokset ja algoritmiset seuraukset

**Esimerkki 2.1836**

Esittelemme hierarkkisten piilomarkov-mallien (HHMM) innoittamana hierarkkisen puoli-Markovin ehdollisen satunnaiskentän (HSCRF), joka on sulautettujen suuntaamattomien Markov-ketjujen yleistys monimutkaisten hierarkkisten, sisäkkäisten Markov-prosessien mallintamiseksi. Se on parametrisoitu diskriminoivassa kehyksessä, ja sillä on polynomiaikaiset algoritmit oppimista ja päättelyä varten. Tärkeää on, että tarkastelemme osittain valvottua oppimista ja ehdotamme algoritmeja yleistettyä osittain valvottua oppimista ja rajoitettua päättelyä varten. Esittelemme HSCRF:n kahdessa sovelluksessa: i) ihmisten päivittäisten toimintojen tunnistaminen sisätilojen valvontakameroista ja ii) substantiivi-lauseiden pilkkominen. Osoitamme, että HSCRF pystyy oppimaan rikkaita hierarkkisia malleja kohtuullisella tarkkuudella sekä täysin että osittain havainnoitujen tietojen tapauksessa.

**Tulos**

Hierarkkiset semimarkovin ehdolliset satunnaiskentät rekursiivista sekventiaalista dataa varten.

**Esimerkki 2.1837**

Todennäköisyyteen perustuvasta lineaarisesta diskriminaatioanalyysistä (Probabilistic Linear Discriminant Analysis, PLDA) on tullut huippuluokan menetelmä i-vektoriavaruuden mallintamiseksi puhujantunnistustehtävässä. Suorituskyky kuitenkin heikkenee, jos ilmoittautumistietojen koko vaihtelee puhujasta toiseen. Tässä artikkelissa esitetään ratkaisu tällaiseen ongelmaan ottamalla käyttöön uusi PLDA:n pisteytyksen normalisointitekniikka. Normalisointiparametrit johdetaan sokeasti, joten toisin kuin perinteisessä ZT-normissa, ylimääräisiä kehitystietoja ei tarvita. Lisäksi ehdotettu menetelmä on osoittautunut optimaaliseksi havaitsemiskustannusfunktion kannalta. NIST SRE 2014 -tietokannalla tehdyt kokeet osoittavat, että tarkkuus on parantunut sekalaisessa ilmoittautumisluku-olosuhteessa.

**Tulos**

Sokea pisteiden normalisointimenetelmä PLDA-pohjaista puhujantunnistusta varten

**Esimerkki 2.1838**

Esittelemme yksinkertaisen ja tarkan neuromallin riippuvuuksiin perustuvaa semanttisten roolien merkitsemistä varten. Mallimme ennustaa predikaatti-argumentti-riippuvuudet kaksisuuntaisen LSTM-koodaajan tilojen perusteella. Semanttisten roolien merkitsijä saavuttaa kunnioitettavan suorituskyvyn englannin kielessä jopa ilman minkäänlaista syntaktista tietoa ja käyttämällä vain paikallista päättelyä. Kun syötteenä on kuitenkin automaattisesti ennustetut puhekielen osatunnisteet, se on huomattavasti parempi kuin kaikki aiemmat paikalliset mallit ja lähestyy parhaita raportoituja tuloksia CoNLL-2009-tietokannassa. Syntaktiset jäsentäjät ovat epäluotettavia toimialueen ulkopuolisessa datassa, joten tavanomaiset (eli syntaktisesti informoidut) SRL-mallit ovat vaikeuksissa, kun niitä testataan tässä ympäristössä. Syntaksia hylkäävä mallimme vaikuttaa kestävämmältä, ja sen tulokset ovat parhaita raportoituja vakiomuotoisessa out-of-domain-testisarjassa.1

**Tulos**

Yksinkertainen ja tarkka syntaksi-agnostinen hermostollinen malli riippuvuuteen perustuvaa semanttisten roolien merkitsemistä varten.

**Esimerkki 2.1839**

Neuraaliverkkojen käyttöönoton huomattavat laskentakustannukset laajamittaisissa tai resurssirajoitteisissa ympäristöissä, kuten datakeskuksissa ja mobiililaitteissa, ovat lisänneet kiinnostusta mallien pakkaamiseen, jolla voidaan vähentää sekä aritmeettisia operaatioita että tallennusmuistia. Syöttö- ja konvoluutio-neuraaliverkkojen parametrien pienentämiseksi tai pakkaamiseksi on ehdotettu useita tekniikoita, mutta parametrien pakkaamisen vaikutuksesta rekurrenssia neuroverkoissa (RNN) tiedetään vähemmän. Erityisesti sitä, missä määrin rekursiivisia parametreja voidaan tiivistää ja miten tämä vaikuttaa lyhytaikaisen muistin suorituskykyyn, ei tunneta hyvin. Tässä artikkelissa tutkimme monimutkaisuuden vähentämisen vaikutusta singulaariarvojen hajotuksen avulla RNN- ja MGRU-verkkoihin (minimal gated recurrent unit) useissa tehtävissä. Osoitamme, että huomattavaa sijan vähentämistä on mahdollista tehdä, kun rekursiivisia painoja tiivistetään, jopa ilman hienosäätöä. Lisäksi ehdotamme häiriömallia yleisten häiriöiden, kuten tiivistämisen, vaikutuksesta RNN-verkkojen rekursiivisiin parametreihin. Mallia testataan meluttomalla muistitietokokeella, jossa selvitetään lyhytkestoisen muistin suorituskykyä. Tällä tavoin osoitamme, että kompression vaikutus rekurrenssiparametreihin riippuu datassa ja tehtävässä esiintyvän ajallisen koherenssin asteesta. Tämä työ voi ohjata lennossa tapahtuvaa RNN-pakkausta uusissa ympäristöissä tai tehtävissä, ja se tarjoaa näkemyksiä RNN-pakkauksen soveltamiseksi pienitehoisissa laitteissa, kuten kuulolaitteissa. Avainsanat-pakkaus; toistuvat neuroverkot; monimutkaisuuden vähentäminen; SVD; RNN; MGRU; MRU; MRU.

**Tulos**

Rekursiivisten neuroverkkojen parametrien pakkaaminen ja lyhytkestoisen muistin heikkeneminen

**Esimerkki 2.1840**

Määrittelemme SHIQ-logiikalle rationaalisen sulkeutumisen käsitteen, joka ei nauti äärellisen mallin ominaisuudesta, ja pohjaudumme Lehmannin ja Magidorin [23] esittelemään rationaalisen sulkeutumisen käsitteeseen. Tarjoamme SHIQ:n rationaalisen sulkeutumisen semanttisen luonnehdinnan preferenssisemantiikan muodossa, joka perustuu minimimallien äärellisen sijan luonnehdintaan. Osoitamme, että TBoxin rationaalinen sulkeutuminen voidaan laskea EXPTIME-ajassa käyttäen SHIQ:n päättelyä.

**Tulos**

Rationaalinen sulkeminen SHIQ:ssa

**Esimerkki 2.1841**

Missä määrin syvän visualisoinnin onnistuminen johtuu koulutuksesta? Voisimmeko tehdä syvävisualisointia käyttämällä kouluttamattomia, satunnaispainoisia verkkoja? Tämän kysymyksen käsittelemiseksi tutkimme uusia ja tehokkaita generatiivisia malleja kolmeen suosittuun syvävisualisointitehtävään käyttäen kouluttamattomia, satunnaispainoisia konvoluutiohermoverkkoja. Ensin käännetään representaatiot ominaisuusavaruuksissa ja rekonstruoidaan kuvat valkoisesta kohinasta. Rekonstruktion laatu on tilastollisesti parempi kuin sama menetelmä, jota sovelletaan hyvin koulutettuihin verkkoihin, joilla on sama arkkitehtuuri. Seuraavaksi syntetisoimme tekstuureja käyttämällä useiden kerrosten representaatioiden skaalattuja korrelaatioita, ja tuloksemme ovat lähes erottamattomia alkuperäisen luonnollisen tekstuurin ja koulutettuun verkkoon perustuvien syntetisoitujen tekstuurien välillä. Kolmanneksi, muokkaamalla kuvan sisältöä uudelleen erilaisten taideteosten tyyliin, luomme taiteellisia kuvia, joiden havaintolaatu on korkea ja jotka ovat erittäin kilpailukykyisiä Gatysin ym. aiempaan työhön verrattuna, jossa käytettiin esivalmennettuja verkkoja. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen demonstraatio kuvien esittämisestä harjoittelemattomien syvien neuroverkkojen avulla. Työmme tarjoaa uuden ja kiehtovan työkalun syväverkkoarkkitehtuurin esittämisen tutkimiseen ja valottaa uusia käsityksiä syvästä visualisoinnista.

**Tulos**

Tehokas geneerinen malli, joka käyttää satunnaispainoja syväkuvaesityksessä.

**Esimerkki 2.1842**

Opiskelijoiden osaamisen arviointi on tärkeä tehtävä tietokonepohjaisissa oppimisjärjestelmissä. Vertailemme IRT-pohjaisia taitojen arviointimenetelmiä Deep Knowledge Tracing (DKT) -menetelmään, joka on hiljattain ehdotettu rekursiivinen neuroverkkomalli, josta on saatu lupaavia alustavia tuloksia. Arvioimme, miten hyvin kukin malli ennustaa oppilaan tulevan vastauksen aiempien vastausten perusteella käyttäen kahta julkisesti saatavilla olevaa ja yhtä omaa aineistoa. Huomasimme, että IRT-pohjaiset menetelmät vastasivat johdonmukaisesti DKT:tä tai olivat sitä parempia kaikissa aineistoissa hienoimmalla sisällön rakeisuuden tasolla, jolla niitä oli mahdollista kouluttaa. IRT:n hierarkkinen laajennus, joka otti huomioon kohteiden ryhmittelyrakenteen, toimi kaiken kaikkiaan parhaiten. Kun aineistoihin sisältyi ei-triviaaleja autokorrelaatioita oppilaiden vastausmalleissa, IRT:n ajallinen laajennus paransi suorituskykyä tavalliseen IRT:hen verrattuna, kun taas RNN-pohjainen menetelmä ei parantanut. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että IRT-pohjaiset mallit tarjoavat yksinkertaisemman ja suorituskykyisemmän vaihtoehdon nykyisille RNN-pohjaisille opiskelijoiden vuorovaikutustietojen malleille, ja samalla ne ovat tulkinnanvaraisempia ja varmempia, koska ne on muotoiltu Bayesin todennäköisyysmalleiksi.

**Tulos**

Takaisin perusasioihin: IRT:n bayesiläiset laajennukset päihittävät neuroverkot pätevyyden arvioinnissa.

**Esimerkki 2.1843**

Tässä artikkelissa ehdotamme useita parannuksia Lacoste-Julienin et al. (2013) lohkokoordinaatioon perustuvaan Frank-Wolfe-algoritmiin (BCFW), jota käytettiin hiljattain strukturoidun tukivektorikoneen (SSVM) tavoitteen optimointiin strukturoidun ennusteen yhteydessä, vaikka sillä on laajempia sovelluksia. Parannuksiemme keskeinen intuitio on, että BCFW:n ylläpitämät estimaatit lohkojen väleistä paljastavat lohkojen alioptimaalisuuden, jota voidaan käyttää adaptiivisena kriteerinä. Ensinnäkin otamme kohteita jokaisella BCFW:n iteraatiokerralla mukautuvalla epäyhtenäisellä tavalla aukkopohjaisen näytteenoton avulla. Toiseksi yhdistämme Frank-Wolfen pareittaiset ja etä-askel-muunnokset lohkokoordinaattiasetelmaan. Kolmanneksi kätketään oraakkeli-puhelut lohkojen väleihin perustuvalla kätkökuvauskriteerillä. Neljänneksi tarjoamme ensimmäisen menetelmän, jolla voidaan laskea likimääräinen regularisointipolku SSVM:lle. Lopuksi tarjoamme kattavan empiirisen arvioinnin kaikista menetelmistämme neljällä strukturoidulla ennustetietokannalla.

**Tulos**

Rakenteisten SVM:ien lohko-Frank-Wolfe-optimoinnin aukkojen huomioiminen

**Esimerkki 2.1844**

Koneoppiminen perustuu oletukseen, että luokitteluongelman luokittelutapaukset noudattavat samaa jakaumaa kuin havaitut harjoitusaineistot. Tämä periaate voi kuitenkin pettää, kun koneellista oppimista käytetään tekemään tärkeitä päätöksiä strategisten yksilöiden hyvinvoinnista (työllisyys, koulutus, terveys). Kun tällaiset yksilöt tietävät tietoa luokittelijasta, he voivat manipuloida ominaisuuksiaan saadakseen paremman luokittelutuloksen. Tämän usein pelaamiseksi kutsutun käyttäytymisen seurauksena luokittimen suorituskyky voi heikentyä jyrkästi. Pelaaminen onkin tunnettu este koneoppimismenetelmien käytölle käytännössä; finanssipolitiikan päätöksenteossa ongelma tunnetaan laajalti nimellä Goodhartin laki. Tässä artikkelissa formalisoimme ongelman ja etsimme algoritmeja sellaisten luokittelijoiden oppimiseen, jotka ovat kestäviä pelaamiselle. Mallinnamme luokittelun peräkkäisenä pelinä "Jury"-nimisen pelaajan ja "Contestant"-nimisen pelaajan välillä. Jury suunnittelee luokittimen, ja kilpailija saa luokittimelle jakaumasta poimitun syötteen. Ennen kuin kilpailija luokitellaan, hän voi muuttaa syötettään tuomariston luokittimen perusteella. Näistä muutoksista aiheutuu kuitenkin kilpailijalle kustannusfunktion mukainen kustannus. Tuomariston tavoitteena on saavuttaa korkea luokittelutarkkuus kilpailijan alkuperäisen syötteen ja jonkin taustalla olevan tavoiteluokittelufunktion suhteen olettaen, että kilpailija vastaa parhaiten. Kilpailijan tavoitteena on saavuttaa suotuisa luokitustulos ottaen huomioon sen saavuttamisesta aiheutuvat kustannukset. Eräille luonnollisille erotettavissa oleville kustannusfunktioille ja tietyille yleistyksille saadaan laskennallisesti tehokkaita oppimisalgoritmeja, jotka ovat lähes optimaalisia ja saavuttavat luokitteluvirheen, joka on mielivaltaisesti lähellä teoreettista minimiä. Yllättäen algoritmimme ovat tehokkaita myös käsitteille, joiden oppiminen on laskennallisesti vaikeaa. Yleisille kustannusfunktioille suunnilleen optimaalisen, strategisesti varman luokittelijan suunnittelu käänteispolynomiselle approksimaatiolle on NP-vaikeaa. ar X iv :1 50 6. 06 98 0v 1 [ cs .L G ] 2 3 Ju n 20 15

**Tulos**

Strateginen luokittelu

**Esimerkki 2.1845**

Sovellamme monikerroksista bootstrap-verkkoa (multilayer bootstrap network, MBN), joka on hiljattain ehdotettu valvomaton oppimismenetelmä, valvomattomaan puhujan tunnistamiseen. Ehdotettu menetelmä poimii ensin supervektorit<lb>valvomattomasta universaalista taustamallista, sitten uudelleen<lb>muodostaa korkea-<lb>ulotteisten supervektoreiden ulottuvuutta monikerroksisen bootstrap-verkon avulla ja lopuksi suorittaa supervoimattoman puhujan tunnistuksen klusteroimalla matalaulotteiset<lb>tiedot. Vertailutulokset 2 ei-<lb>valvottuun ja 1 su-<lb>valvottuun puhujantunnistustekniikkaan osoittavat ehdotetun menetelmän ef-<lb>tehokkuuden ja kestävyyden.

**Tulos**

MONIKERROKSINEN BOOTSTRAP-VERKKO VALVOMATONTA PUHUJANTUNNISTUSTA VARTEN

**Esimerkki 2.1846**

Esittelemme annotaatiokaavion osana pyrkimystä luoda manuaalisesti annotoitu korpus arabiankielisen dialogin kielen ymmärtämistä varten, mukaan lukien puhuttu dialogi ja kirjoitettu "chat"-dialogi kysely-vastaus-aluetta varten. Ehdotettu skeema käsittelee pääasiassa pyyntö- ja vastausaktioita, joita esiintyy usein kysely-vastaus-keskustelukeskusteluissa, joissa ilmaistaan palvelupyyntöjä, ehdotuksia ja tarjouksia. Sovelsimme ehdotettua skeemaa 83:een arabiankieliseen kysely-vastaus-dialogiin.

**Tulos**

Arabian kielen kysely-vastaus-dialogitapahtumien merkintäskeema

**Esimerkki 2.1847**

Erityisesti koneoppimisen ja yleisesti ottaen tekoälyn kehitystä on vahvasti ohjannut se, ettei deduktion, abduktion ja induktion väliltä ole löytynyt sopivaa rajapintaa [1]. Tässä työssä laajennamme perinteisiä algebrallisia määrittelymenetelmiä [2] tähän suuntaan. Tässä oletamme, että tällainen rajapinta tekoälylle syntyy asianmukaisesta neuraalis-symbolisesta integraatiosta [3]. Tämä integraatio on tehty diskurssiuniversumille, joka on kuvattu topoksella [4], jota hallitsee moniarvoinen Lukasiewiczin logiikka. Lauseet integroidaan ongelma-aluetta kuvaavaan symboliseen tietopohjaan, joka on koodattu graafisella kielellä, jossa jokainen looginen yhdysside määritellään keinotekoisen verkon neuronilla. Tämä mahdollistaa ensimmäisen kertaluvun kaavojen integroimisen verkkoarkkitehtuuriin taustatietona ja yksinkertaistaa symbolisten sääntöjen poimimista koulutetuista verkoista. Tällaisten neuroverkkojen kouluttamiseen muutimme Levenderg-Marquardt-algoritmia [5] ja rajoitimme tiedon levittämistä verkkorakenteeseen pehmeän kiteytyksen avulla. Tämä menettely vähentää neuroverkon plastisuutta ilman, että oppimistulos heikkenee merkittävästi, ja mahdollistaa symbolisten mallien esiin tuomisen. Tämä tekee tuotettujen neuroverkkojen kuvauskyvystä samanlaisen kuin Lukasiewiczin logiikkakielen kuvauskyky, mikä vähentää symbolisten ja konnektionististen rakenteiden välisessä käännöksessä menetettyä tietoa. Testasimme tätä menetelmää tiedon louhinnassa määritellyistä rakenteista. Sitä varten esitämme sumean tila-automaatin käsitteen ja käytämme automaatin käyttäytymistä sen rakenteen päättelyyn. Käytämme tämäntyyppisiä automaatteja symbolisina taustatietoina määriteltyjen suhteiden mallien tuottamiseen. Käyttämällä mukana olevien automaattien käyttäytymistä tietokokonaisuuksina käytimme oppimismenetelmäämme poimiaaksemme uusia oivalluksia malleista ja syöttääksemme ne spesifikaatioon. Tämä mahdollistaa parannuksen ongelma-alueen tietämyksestä. ------------------------

**Tulos**

LUKASIEWICZIN LOGIIKALLA HALLITTU TIEDON LOUHINTA JA TIEDON INTEGROINTI

**Esimerkki 2.1848**

Käyttäjien tasapaino liikenteenjako-ongelmassa perustuu siihen, että matkustajat valitsevat minimikustannuksin kulkevan reitin jokaisen lähtöpaikka-kohde-parin välille, ja oletukseen, että tällainen käyttäytyminen johtaa liikenneverkon tasapainoon. Tässä artikkelissa tarkastelemme tätä ongelmaa, kun liikenneverkon linkit ovat sumeakustannuksisia. Tämän vuoksi kehitetään Physarum-tyyppinen algoritmi Physarum-verkon ja liikenneverkon yhdistämiseksi, jotta Physarum Polycephalumin mukautuvuutta verkon suunnittelussa voidaan hyödyntää täysimääräisesti käyttäjien tasapaino-ongelman ratkaisemiseksi. Lopulta menetelmän suorituskykyä testataan joillakin kokeilla. Tulokset osoittavat, että lähestymistapamme on kilpailukykyinen verrattuna muihin olemassa oleviin algoritmeihin.

**Tulos**

Biologisesti inspiroitunut algoritmi sumean käyttäjän tasapaino-ongelmaa varten Physarum Polycephalum -kasvintuhoojan avulla.

**Esimerkki 2.1849**

Neuraalisesta konekääntämisestä on tullut merkittävä vaihtoehto laajalti käytetylle fraasipohjaiselle tilastolliselle konekääntämiselle. Huomaamme kuitenkin, että neuraalista konekääntämistä koskevassa tutkimuksessa on keskitytty pääasiassa eurooppalaisiin kieliin, vaikka se ei ole kieliuskollinen. Tässä artikkelissa sovellamme neuraalista konekääntämistä arabiankieliseen käännöstehtävään (Ar↔En) ja vertaamme sitä tavalliseen fraasipohjaiseen käännösjärjestelmään. Teemme laajan vertailun käyttäen erilaisia kokoonpanoja arabiankielisen kirjoituksen esikäsittelyssä ja osoitamme, että fraasipohjainen ja neuraalinen käännösjärjestelmä toimivat vertailukelpoisesti keskenään ja että arabian kirjoituksen asianmukaisella esikäsittelyllä on samanlainen vaikutus molempiin järjestelmiin. Havaitsemme kuitenkin, että neuraalinen konekäännösjärjestelmä on huomattavasti parempi kuin fraasipohjainen järjestelmä toimialueen ulkopuolisessa testijoukossa, mikä tekee siitä houkuttelevan todellisen käyttöönoton kannalta.

**Tulos**

Ensimmäiset tulokset arabian kielen neuraalisesta konekääntämisestä

**Esimerkki 2.1850**

Keskustelujärjestelmiä koskevan tutkimuksen keskeinen tavoite on kouluttaa vuorovaikutteinen agentti auttamaan käyttäjää tehtävässä. Ihmisten keskustelu on kuitenkin tunnetusti epätäydellistä, monitulkintaista ja täynnä turhia yksityiskohtia. Jotta agentti voisi toimia tehokkaasti, sen on paitsi ymmärrettävä, mitä nimenomaisesti on kerrottu, myös kyettävä päättelemään puuttuvan tai epäselvän tiedon perusteella. Kun agentti ei pysty ratkaisemaan epäselvyyksiä yksin, sen on kyettävä pyytämään käyttäjältä tarvittavia selvennyksiä ja sisällyttämään vastaus päättelyynsä. Tämän ongelman innoittamana esitellään QRAQ (Query, Reason, and Answer Questions), uusi synteettinen alue, jossa käyttäjä antaa agentille lyhyen tarinan ja esittää haastekysymyksen. Näiden ongelmien tarkoituksena on testata oppimiseen perustuvan agentin päättely- ja vuorovaikutuskykyä tilanteessa, jossa tarvitaan useita keskustelukierroksia. Hyvän agentin pitäisi kysyä vain merkityksellisiä kysymyksiä, jotka eivät ole johdettavissa, kunnes sillä on tarpeeksi tietoa vastatakseen oikein käyttäjän kysymykseen. Käytämme tavanomaisia ja parannettuja vahvistusoppimiseen perustuvia muistiverkkoarkkitehtuureja QRAQ-ongelmien ratkaisemiseen vaikeassa ympäristössä, jossa palkintosignaali kertoo agentille vain, onko sen lopullinen vastaus haastekysymykseen oikea vai ei. Jotta RL-tuloksille saataisiin yläraja, koulutamme samoja arkkitehtuureja myös käyttämällä valvottua tietoa, joka kertoo agentille koulutuksen aikana, mitä muuttujia kysytään ja mikä on vastaus haastekysymykseen. Arvioimme arkkitehtuureitamme neljällä QRAQ-tietokantatyypillä ja skaalaamme kunkin monimutkaisuuden useilla ulottuvuuksilla.

**Tulos**

Oppiminen kyselemään, päättelemään ja vastaamaan moniselitteisiä tekstejä koskeviin kysymyksiin

**Esimerkki 2.1851**

Ehdotamme oppimisalgoritmien analysointiin uutta kehystä, jonka avulla voimme sanoa, milloin tällaiset algoritmit voivat ja milloin eivät voi yleistää tiettyjä malleja harjoitusdatasta testidataan. Keskitymme erityisesti tilanteisiin, joissa opittava sääntö koskee sitä, että ärsykkeen kaksi komponenttia ovat identtisiä. Kutsumme tällaista erotteluperustetta identiteettipohjaiseksi säännöksi. Identiteettipohjaiset säännöt ovat osoittautuneet vaikeiksi tai mahdottomiksi tietynlaisille oppimisalgoritmeille hankkia rajallisista tietokokonaisuuksista. Tämä on ristiriidassa ihmisen käyttäytymisen kanssa vastaavissa tehtävissä. Tässä esitämme kehyksen, jonka avulla voidaan tarkasti määrittää, mitkä oppimisalgoritmit epäonnistuvat identiteettipohjaisten sääntöjen yleistämisessä uusiin ärsykkeisiin. Käytämme tätä kehystä osoittaaksemme, että tällaiset algoritmit eivät kykene yleistämään identiteettipohjaisia sääntöjä uusiin syötteisiin, ellei niitä ole koulutettu käytännössä kaikilla mahdollisilla syötteillä. Osoitamme nämä tulokset laskennallisesti monikerroksisen syöttöneuroverkon avulla.

**Tulos**

Mitkä oppimisalgoritmit voivat yleistää identiteettiin perustuvia sääntöjä uusiin syötteisiin?

**Esimerkki 2.1852**

Käyttäjien reaktioiden, kuten klikkausten ja konversioiden, ennustaminen on erittäin tärkeää, ja sitä on käytetty monissa verkkosovelluksissa, kuten suositusjärjestelmissä, verkkohaussa ja verkkomainonnassa. Näissä sovelluksissa tiedot ovat useimmiten kategorisia ja sisältävät useita kenttiä; tyypillinen esitystapa on muuttaa ne korkea-ulotteiseksi harvaksi binääriseksi ominaisuuksien esitykseksi yhden pisteen koodauksen avulla. Äärimmäisen harvan esityksen vuoksi perinteiset mallit saattavat rajoittaa niiden kykyä louhia datasta matalia kuvioita eli matalan asteen ominaisuusyhdistelmiä. Syviä malleja, kuten syviä neuroverkkoja, ei toisaalta voida suoraan soveltaa korkea-ulotteiseen syötteeseen valtavan ominaisuusavaruuden vuoksi. Tässä asiakirjassa ehdotamme tuotepohjaisia neuroverkkoja (PNN), joissa on upotuskerros kategorisen datan hajautetun esityksen oppimiseksi, tuotekerros vuorovaikutteisten mallien kaappaamiseksi kenttien välisten luokkien välillä ja lisäksi täysin kytkettyjä kerroksia korkea-asteisten ominaisuuksien vuorovaikutusten tutkimiseksi. Kokeelliset tuloksemme kahdella laajamittaisella reaalimaailman mainosklikkaustietoaineistolla osoittavat, että PNN:t ovat jatkuvasti suorituskykyisempiä kuin uusimmat mallit eri mittareilla.

**Tulos**

Tuotepohjaiset neuroverkot käyttäjien reaktioiden ennustamiseen

**Esimerkki 2.1853**

Totuuden löytäminen on ristiriitojen ratkaisemista ja totuuden löytämistä useista lähteistä peräisin olevista lausunnoista. Perinteiset menetelmät perustuvat useimmiten lähteiden luotettavuuden ja väitteiden uskottavuuden keskinäiseen vaikutukseen, mutta niissä ei kiinnitetä huomiota samaa kohdetta koskevien väitteiden uskottavuuden keskinäiseen vaikutukseen. Ehdotamme muistiverkkoon perustuvia malleja, jotka yhdistävät nämä kaksi ajatusta totuuden löytämiseksi. Käytämme feedforward-muistiverkkoa ja feedback-muistiverkkoa oppiaksemme samaa kohdetta koskevien väitteiden uskottavuuden esityksen. Erityisesti otamme käyttöön muistimekanismin, jolla opimme lähteen luotettavuuden ja käytämme sitä totuuden ennustamisessa. Mallien oppimisen aikana käytämme useita eri tietotyyppejä (kategorista dataa ja jatkuvaa dataa) määrittämällä automaattisesti eri painotukset häviöfunktiossa niiden oman vaikutuksen perusteella totuuden löytämisen ennustamiseen. Kokeiden tulokset osoittavat, että muistiverkkoon perustuvat mallit ovat paljon suorituskykyisempiä kuin uusin menetelmä ja muut perusmenetelmät.

**Tulos**

Totuuden löytäminen Memory Networkin avulla

**Esimerkki 2.1854**

Pinotut äänenvaimennuksen automaattiset kooderit (DAE) oppivat tunnetusti hyödyllisiä syviä representaatioita, joita voidaan käyttää valvotun harjoittelun parantamiseen syväverkon alustamisen avulla. Tutkimme syvän DAE:n koulutusjärjestelmää, jossa DAE-kerroksia lisätään asteittain ja ne mukautuvat jatkuvasti, kun uusia kerroksia lisätään. Osoitamme, että keskikokoisten tietokokonaisuuksien järjestelmässä tämä asteittainen koulutus tarjoaa pienen mutta johdonmukaisen parannuksen pinottuun koulutukseen verrattuna sekä rekonstruktion laadussa että luokitteluvirheessä pinottuun koulutukseen verrattuna MNIST- ja CIFAR-tietokokonaisuuksissa. 1 TUNNISTAMISEN AUTOENKOODEREIDEN GRADUALINEN KOULUTUS Testaamme tässä syvien äänenvaimennuksen autokoodereiden asteittaista koulutusta, jossa verkkoa koulutetaan kerros kerrokselta, mutta alemmat kerrokset mukautuvat koko koulutuksen ajan. Jotta alemmat kerrokset voisivat mukautua jatkuvasti, syötetään kohinaa tulotasolle. Tämä koulutusmenettely eroaa automaattisten koodereiden pinoamiskoulutuksesta (Vincent et al., 2010) Tarkemmin sanottuna asteittaisessa koulutuksessa syvän DAE:n ensimmäinen kerros koulutetaan kuten pinoamiskoulutuksessa, jolloin syntyy kerros, jonka painot ovat w1. Kun sitten lisätään toisen kerroksen automaattinen kooderi, sen painot w2 viritetään yhdessä jo koulutettujen painojen w1 kanssa. Kun harjoitusnäyte x on annettu, luodaan meluisa versio x̃, syötetään se kaksikerroksiseen DAE:hen ja lasketaan aktivointi seuraavilla kerroksilla h1 = Sigmoid(w > 1 x), h2 = Sigmoid(w > 2 h1) ja y = Sigmoid(w ′> 3 h2). Tärkeää on, että häviöfunktio lasketaan syötteen x perusteella, ja sitä käytetään kaikkien painojen päivittämiseen, mukaan lukien w1. Vastaavasti jos koulutetaan kolmas kerros, se edellyttää w1:n ja w2:n virittämistä w3:n ja w′:n lisäksi. 4. 2 KOKEELLISET MENETELMÄT Vertailemme asteittaisen ja pinotun koulutuksen suorituskykyä kahdessa oppimisasetelmassa: valvomattomassa denoising-tehtävässä ja valvotussa luokittelutehtävässä, joka alustetaan käyttämällä valvomattomalla tavalla opittuja painoja. Arvioinnit tehtiin kolmella vertailuarvolla: MNIST-, CIFAR-10- ja CIFAR100-vertailuanalyyseissä, mutta tässä esitetään vain MNIST-tulokset tilan puutteen vuoksi. Käytimme 10 000 näytteen testijoukkoa ja usean kokoisia harjoitusjoukkoja, joissa kaikissa säilytettiin tasainen jakauma luokkien välillä. Hyperparametrit valittiin toisen tason ristiinvalidoinnin avulla, mukaan lukien oppimisnopeus, SGD-erän koko, momentti ja painon hajoaminen. Valvotuissa kokeissa harjoittelu keskeytettiin ennenaikaisesti 35 epookin jälkeen ilman parannusta. Jäljempänä esitetyt tulokset ovat keskiarvoja kolmesta koulutusvalidointijaosta. Koska asteittainen koulutus edellyttää alempien kerrosten päivittämistä, jokainen näytteen esitys sisältää enemmän painojen päivityksiä kuin yksikerroksisessa DAE:ssä. Vertaillaksemme pinottua ja asteittaista harjoittelua yhteisellä pohjalla, rajoitimme asteittaisen harjoittelun käyttämään samaa budjettia painojen päivitysvaiheita kuin pinottu harjoittelu. Esimerkiksi kun toista kerrosta koulutetaan n epookin ajan asteittaisessa koulutuksessa, pinotussa koulutuksessa käytetään 2n koulutusepookkia (yksityiskohdat koko artikkelissa). 1 ar X iv :1 50 4. 02 90 2v 1 [ cs .L G ] 1 1 A pr 2 01 5 Hyväksytty ICLR 2015:n työpajakontribuutioksi a) Valvomaton harjoittelu b) Valvottu harjoittelu 0 0,25 0,5 10,4 10,5 10,6 10,7

**Tulos**

ASTEITTAINEN HARJOITTELUMENETELMÄ AUTOMAATTISTEN KOODEREIDEN ÄÄNENVAIMENNUSTA VARTEN

**Esimerkki 2.1855**

Esittelemme menetelmän, jolla voidaan toteuttaa tehokas yhtenäinen neuroverkko (Efficient Unitary Neural Network, EUNN), jonka laskennallinen monimutkaisuus on vainO(1) parametria kohti ja joka on täysin viritettävissä, alkaen osan yhtenäisestä avaruudesta kattamisesta koko siihen. Sovellamme EUNN:ää toistuvissa neuroverkoissa ja testaamme sen suorituskykyä standardikopiointitehtävässä ja MNIST-digitunnistustehtävässä, ja havaitsemme, että se päihittää merkittävästi ei-unitaarisen RNN:n, LSTM-verkon, yksinomaan osittaisen avaruuden URNN:n ja projektiivisen URNN:n vertailukelpoisilla parametrimäärillä.

**Tulos**

Viritettävät tehokkaat yhtenäiset neuroverkot (EUNN) ja niiden soveltaminen RNN:iin.

**Esimerkki 2.1856**

Ilman diskurssin konnektiiveja implisiittisten diskurssisuhteiden luokittelu on haastava tehtävä ja pullonkaula käytännöllisen diskurssin jäsentäjän rakentamisessa. Aiemmissa tutkimuksissa on yleensä käytetty jonkinlaista diskurssikehystä, kuten PDTB:tä tai RST:tä, parantamaan diskurssisuhteiden luokittelusuoritusta. Itse asiassa eri diskurssien annotaatiokehysten alla on useita korporaatioita, joilla on sisäisiä yhteyksiä. Hyödyntääksemme erilaisten diskurssikorpusten yhdistelmää suunnittelemme korpuskohtaisia, toisiinsa liittyviä diskurssiluokittelutehtäviä ja ehdotamme uudenlaista konvolutiiviseen neuroverkkoon upotettua monitehtäväoppimisjärjestelmää näiden tehtävien syntetisoimiseksi oppimalla sekä ainutlaatuisia että yhteisiä representaatioita kutakin tehtävää varten. Kokeelliset tulokset PDTB:n implisiittisen diskurssisuhteiden luokittelutehtävässä osoittavat, että mallimme saavuttaa huomattavia etuja perusjärjestelmiin verrattuna.

**Tulos**

Implisiittisten diskurssisuhteiden luokittelu monitehtäväisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1857**

Seitsemän vuotta sen jälkeen, kun OWL:stä tuli W3C:n suositus, ja kaksi vuotta sen jälkeen, kun W3C:n tuoreempi OWL 2 -suositus julkaistiin, OWL on edelleen saanut vain hajanaisen vastaanoton verkossa. Vaikka tietyt OWL:n ominaisuudet (kuten owl:sameAs) ovat hyvin suosittuja, muut OWL:n ominaisuudet ovat Linked Data -maailman julkaisijoiden keskuudessa pitkälti laiminlyötyjä. Tämä saattaa viitata siihen, että vaikka OWL:n toisessa versiossa luvataankin helppoja toteutuksia ja ehdotetaan helposti toteutettavia profiileja, Linked Data -yhteisölle ei ole vieläkään löydetty "oikeaa" standardia. Tässä artikkelissa (1) analysoimme OWL:n käyttöönottoa tietoverkossa, (2) saamme tietoa siitä OWL:n palasesta, jota todella käytetään/käytetään verkossa, ja tulemme siihen tulokseen, että tämä palanen on todennäköisesti yksinkertaistettu profiili, joka perustuu OWL RL:ään, (3) ehdotamme ja keskustelemme tällaisesta uudesta palasesta, jota kutsumme OWL LD:ksi (linkitettyä dataa varten).

**Tulos**

OWL: vieläkö tiedon verkkoon ei ole päästy?

**Esimerkki 2.1858**

LP-relaksaatioon perustuvat viestinsiirtoalgoritmit tarjoavat tehokkaan työkalun MAP-päätelmien tekemiseen todennäköisyysgrafiikkamalleissa. Eri LP-relaksaatioilla on kuitenkin usein erilaiset tavoitefunktiot ja eri mittaiset muuttujat, mikä on esteenä tehokkaalle vertailulle ja analyysille. Lisäksi LP-relaksaatioon perustuvien menetelmien laskennallinen monimutkaisuus kasvaa nopeasti rajoitusten määrän myötä. Rajoitusten lukumäärän vähentäminen ratkaisujen laatua heikentämättä on siis toivottavaa. Ehdotamme yhtenäistä muotoilua, jonka avulla voidaan vertailla ja analysoida olemassa olevia MAP LP-relaksaatioita. Lisäksi ehdotamme uutta työkalua nimeltä Marginal Polytope Diagrams. Siinä hyödynnetään joitakin marginaalisten polytooppidiagrammien ominaisuuksia, kuten solmujen redundanssia ja reunojen vastaavuutta. Osoitamme, että marginaalipolytooppikaavioiden avulla rajoitusten määrää voidaan vähentää ilman, että LP-relaksaatioita löysätään. Sitten kehitämme marginaalipolytooppidiagrammien ja rajoitusten vähentämisen avulla kolme uutta viestinvälitysalgoritmia ja osoitamme, että kaksi näistä parantaa merkittävästi nopeuttaan verrattuna nykyisiin algoritmeihin ja tarjoaa samalla kilpailukykyisen ja joskus jopa laadukkaamman ratkaisun.

**Tulos**

Rajoitusten vähentäminen käyttämällä marginaalisia polytooppidiagrammeja MAP LP-relaksaatioita varten.

**Esimerkki 2.1859**

Likimääräinen Markovin ketjun Monte Carlo (MCMC) tarjoaa lupauksen nopeammasta näytteenotosta, mutta sen hintana on vinoutuneempi päättely. Koska tavanomaiset MCMC-diagnostiikat eivät pysty havaitsemaan näitä vääristymiä, tutkijat ovat kehittäneet laskettavissa olevia Steinin epäjatkuvuusmittoja, jotka todistettavasti määrittävät otoksen konvergenssin kohti kohdejakaumaa. Tämä lähestymistapa yhdistettiin hiljattain toistuvien ytimien teoriaan, jotta voitiin määritellä suljetussa muodossa oleva kernel-Stein-diskrepansiomittari (KSD), joka voidaan laskea laskemalla yhteen ytimen arvioinnit näytteenottopisteparien välillä. Kehitämme Steinin menetelmään perustuvan teorian KSD:n heikosta konvergenssista, osoitamme, että yleisesti käytetyt KSD:t eivät pysty havaitsemaan konvergenssin puuttumista edes Gaussin kohteille, ja osoitamme, että hitaasti hajoavilla hännillä varustetut ytimet määrittävät todisteellisesti konvergenssin suurelle joukolle kohdejakaumia. Tuloksena saadut konvergenssin määrittävät KSD:t soveltuvat vinoutuneiden, täsmällisten ja determinististen näytesarjojen vertailuun, ja ne ovat yksinkertaisempia laskea ja rinnakkaistaa kuin vaihtoehtoiset Steinin diskrepanssit. Käytämme työkalujamme vertaillaksemme vinoutuneita näytteenottajia, valitaksemme näytteenottajan hyperparametreja ja parantaaksemme nykyisiä KSD-lähestymistapoja yhden näytteen hypoteesin testaukseen ja näytteen laadun parantamiseen.

**Tulos**

Näytteen laadun mittaaminen ytimillä

**Esimerkki 2.1860**

Algoritmiportfoliot edustavat strategiaa, jossa yhdistetään useita heuristisia algoritmeja, joista kukin soveltuu eri ongelmaluokkiin, yhteen yleiseen ratkaisijaan, joka valitsee kullekin syötteelle parhaiten soveltuvan algoritmin. Tämä lähestymistapa on viime aikoina saavuttanut suosiota erityisesti kombinatoristen ongelmien ratkaisemisessa, mutta optimointisovellukset ovat vasta kehittymässä. BBOB-työpajasarjaan kuuluva COCO-alusta [6] [5] on nykyinen vakiotapa mitata jatkuvien black-box-optimointialgoritmien suorituskykyä. COCO-alustan laajennuksena esittelemme Python-pohjaisen COCOpf-kehyksen, jonka avulla voidaan koota optimointialgoritmien portfolioita ja suorittaa kokeita erilaisilla valintastrategioilla. Keskitymme kehyksessämme mustalaatikkoalgoritmisalkkuun ja adaptiiviseen online-valintaan. Demonstraationa mittaamme osakkeen SciPy [8] optimointialgoritmien ja suositun CMA-algoritmin [4] suorituskykyä yksin ja portfoliossa, jossa on kaksi yksinkertaista valintastrategiaa. Vahvistamme, että jopa naiivi valintastrategia voi parantaa suorituskykyä kaikissa ongelmaluokissa.

**Tulos**

COCOpf: Algoritmisalkun kehys

**Esimerkki 2.1861**

Tässä artikkelissa käsitellään ongelmaa, joka liittyy koherenttien liikkeiden havaitsemiseen väkijoukkokohtauksissa, ja esitellään kaksi sovellusta, jotka liittyvät väkijoukkokohtausten ymmärtämiseen: semanttisten alueiden havaitseminen ja toistuvien toimintojen louhinta. Siinä käsitellään syötettyjä liikekenttiä (esim. optisia virtauskenttiä) ja tuotetaan koherentti liikekenttä, jota kutsutaan termiseksi energiakentäksi. Lämpöenergiakenttä pystyy kuvaamaan sekä hiukkasten välisen liikekorrelaation että yksittäisten hiukkasten liikesuuntaukset, jotka auttavat löytämään hiukkasten välisen koherenssin. Lisäksi otamme käyttöön kaksivaiheisen klusterointiprosessin, jonka avulla voimme rakentaa stabiileja semanttisia alueita poimituista ajassa vaihtelevista koherenteista liikkeistä. Näitä semanttisia alueita voidaan käyttää tunnistamaan ennalta määriteltyjä toimintoja väkijoukkokohtauksissa. Lopuksi esitellään klusterointi- ja yhdistämisprosessi, joka havaitsee automaattisesti toistuvia toimintoja väkijoukkokohtauksissa klusteroimalla ja yhdistämällä erotetut koherentit liikkeet. Kokeet eri videoilla osoittavat lähestymistapamme tehokkuuden.

**Tulos**

Diffuusioon ja klusterointiin perustuva lähestymistapa yhtenäisten liikkeiden löytämiseen ja väkijoukkokohtausten ymmärtämiseen

**Esimerkki 2.1862**

Tarkastelemme tehokkaan etsinnän ongelmaa äärellisen horisontin MDP-ohjelmissa. Osoitamme, että optimistinen muunnos mallipohjaiseen arvo-iteraatioon voi saavuttaa katumusrajan Õ( √ HSAT+HSA+H √ T )missäH on aikahorisontti, S tilojen lukumäärä, A toimintojen lukumäärä ja T kulunut aika. Tämä tulos on parempi kuin paras aiemmin tunnettu raja Õ(HS √ AT ), jonka UCRL2-algoritmi Jaksch et al. (2010a) saavutti. Uusien tulostemme keskeinen merkitys on se, että kun T ≥ HSA ja SA ≥ H, se johtaa Õ( √ HSAT ):n katumukseen, joka vastaa Ω( √ HSAT ):n vakiintuneita alarajoja logaritmisella kertoimella. Analyysimme sisältää kaksi keskeistä näkemystä. Sovellamme keskittymisepätasapainoja varovasti optimaaliseen arvofunktioon kokonaisuutena eikä siirtymätodennäköisyyksiin (parantaaksemme skaalautumista S:ssä), ja käytämme Bernsteinin epätasapainoon perustuvia "tutkimusbonuksia" sekä rekursiivista -Bellmanin tyyppistä kokonaisvarianssin lakia (parantaaksemme skaalautumista H:ssä).

**Tulos**

Minimax Regret Bounds for Reinforcement Learning (Vahvistamisoppimisen minimirajat)

**Esimerkki 2.1863**

Tässä työssä kuvaamme ja arvioimme menetelmiä, joilla opitaan musiikin upotuksia. Kukin upotus on vektori, joka edustaa neljää peräkkäistä musiikin tahtia ja joka on johdettu symbolisesta esityksestä. Tarkastelemme automaattiseen koodaukseen perustuvia menetelmiä, mukaan luettuna äänenvaimennukseen perustuvat automaattiset koodaajat ja kontekstin rekonstruktio, ja arvioimme tuloksena saatuja upotuksia eteenpäin ennustamisessa ja luokittelutehtävässä.

**Tulos**

Yksikönvalintamenetelmä musiikin tuottamiseen syviä neuroverkkoja käyttäen

**Esimerkki 2.1864**

Tavoitteenamme on suunnitella tehokkaasti vankka projektiomatriisi Φ Compressive Sensing (CS) -järjestelmiä varten, kun sitä sovelletaan signaaleihin, jotka eivät ole täsmälleen harvoja. Optimaalinen projektiomatriisi saadaan pääasiassa minimoimalla ekvivalentin sanakirjan keskimääräinen koherenssi. Jotta harvan esityksen virhettä (SRE) koskevasta vaatimuksesta voidaan luopua harjoitusdatajoukon osalta, kuten [15] [16], otamme käyttöön uuden, tietystä SRE-matriisista riippumattoman rangaistusfunktion. Ilman harjoitusdataa voimme tehokkaasti suunnitella vankan projektiomatriisin ja soveltaa sitä useimpiin CS-järjestelmiin, kuten CS-järjestelmään kuvankäsittelyä varten, jossa on perinteinen wavelet-sanasto, jossa SRE-matriisia ei yleensä ole saatavilla. Simulointitulokset osoittavat ehdotetun lähestymistavan tehokkuuden ja vaikuttavuuden verrattuna uusimpiin menetelmiin. Lisäksi osoitamme kokeellisesti luonnollisilla kuvilla, että samankaltaisella pakkaustiheydellä CS-järjestelmä, jossa on opittu suurten ulottuvuuksien sanakirja, on rekonstruktiotarkkuuden suhteen parempi kuin pienien ulottuvuuksien sanakirja. Tämä yhdessä sen kanssa, että ehdotettu menetelmämme voi toimia tehokkaasti suurissa ulottuvuuksissa, viittaa siihen, että CS-järjestelmä voidaan mahdollisesti toteuttaa pienien laikkujen ulkopuolella harvaantiheyteen perustuvassa kuvankäsittelyssä.

**Tulos**

Tehokas menetelmä luotettavan projektiomatriisin suunnitteluun

**Esimerkki 2.1865**

Vastauslauseiden valinta on tehtävä, jossa tunnistetaan lauseet, jotka sisältävät vastauksen tiettyyn kysymykseen. Tämä on tärkeä ongelma sekä sinänsä että laajemmassa kontekstissa, jossa vastataan avoimiin kysymyksiin. Ehdotamme uudenlaista lähestymistapaa tämän tehtävän ratkaisemiseen hajautettujen representaatioiden avulla ja opimme yhdistämään kysymyksiä ja vastauksia ottamalla huomioon niiden semanttisen koodauksen. Tämä on vastakohta aiemmille tätä tehtävää koskeville töille, jotka tyypillisesti tukeutuvat luokittelijoihin, joissa on suuri määrä käsin laadittuja syntaktisia ja semanttisia piirteitä ja erilaisia ulkoisia resursseja. Lähestymistapamme ei edellytä ominaisuuksien suunnittelua eikä siihen tarvita kielitieteellisiä tietoja, joten malli on helposti sovellettavissa monenlaisiin aloihin ja kieliin. TREC-vertailuaineistolla tehdyt kokeilutulokset osoittavat, että yksinkertaisuudestaan huolimatta mallimme vastaa uusinta tekniikkaa vastauksen lauseenvalintatehtävässä.

**Tulos**

Syväoppiminen vastauslauseiden valinnassa

**Esimerkki 2.1866**

Verkkomalleilla on tärkeä rooli monimutkaisten järjestelmien tutkimisessa monilla tieteenaloilla. Graafisignaalien käsittely herättää yhä enemmän kiinnostusta, kun suunnitellaan uusia välineitä topologian ja signaalien analysoinnin yhdistämiseksi. Graafin Fourier-muunnos, joka on määritelty graafin Laplacianin ominaistransformaationa, mahdollistaa tavanomaisten signaalinkäsittelyoperaatioiden laajentamisen koskemaan graafeja. Yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on se, että paikallisista vuorovaikutussuhteista saadaan esiin globaali organisaatio, eli Fiedler-vektorilla on pienin nollasta poikkeava itseisarvo, ja se on avain Laplacianin sulauttamiseen ja graafien klusterointiin. Tässä esitellään Slepian-graafisignaalien suunnittelu maksimoimalla energiakonsentraatio ennalta määritellyssä osa-graafissa tietyllä spektrikaistalla. Luomme myös yhteyden klassiseen Laplacianin sulauttamiseen ja graafien klusterointiin, joille Slepian-graafin suunnittelu voi toimia yleistyksenä.

**Tulos**

Kun Slepian kohtaa Fiedlerin: Fiedler: Graafinen spektri fokusoituu: Putting a Focus on the Graph Spectrum

**Esimerkki 2.1867**

Ehdotetaan uutta lähestymistapaa nimeltä SKYSET (Synthetic Knowledge Yield Social Entities Translation), jonka avulla voidaan validoida täydellisyys ja vähentää kirjallisen opetusdokumentaation moniselitteisyyttä. SKYSET käyttää standardoitujen luokkien viisikantaista joukkoa, joka eroaa perinteisistä lähestymistavoista, joissa käytetään yleensä kolmikantaisia luokkia. SKYSET-järjestelmässä määritellään kategoriat, joita tarvitaan muodostamaan vakiomalli tiedon esittämistä varten, joka on siirrettävissä eri aloille. Se tarjoaa standardoidun kehyksen, jonka avulla kirjoitettujen ohjeiden lauseet voidaan muuntaa taulukon tai tietokannan kategorioiden tyyppisten kokonaisuuksien joukoiksi. SKYSET-oliot sisältävät käsitteellisiä yksiköitä tai lauseita, jotka edustavat alkuperäisen lähdedokumentaation tietoja. SKYSET mahdollistaa tietojen yhdistämisen, jolloin useita eri alojen asiakirjoja voidaan kääntää ja yhdistää yhdeksi yhteiseksi suodatettavaksi ja haettavaksi oliotaulukoksi. Hakusanat - Kognitiivinen kielitiede, Dual Intentional Semantic Decomposition and Reconstruction (DISDR), kehyssemantiikka, tiedon yhdistäminen, tiedon integrointi, tiedon tiivistäminen, tietämysarkkitehtuuri, tiedonhallinnan sisäinen ulkoinen (KMIE), metalingvistinen tietoisuus, synteettinen tietämys Yieldin sosiaalisten entiteettien käännös (SKYSET).

**Tulos**

Esittelyssä SKYSET - viisinkertainen lähestymistapa ohjeiden parantamiseen

**Esimerkki 2.1868**

Tutkimme moniluokkaisen luokittelun ongelmaa, jossa on erittäin suuri määrä<lb>luokkia, ja tavoitteena on saada kouluttamisen ja testaamisen aikakompleksisuus logaritmiseksi<lb>luokkien lukumäärän suhteen. Kehitämme ylhäältä alaspäin suuntautuvia puunrakennusmenetelmiä, joilla<lb>rakennetaan logaritmisia syvyyspuita. Teoreettisella puolella muotoilemme uuden<lb>tavoitteellisen funktion, joka optimoidaan puun jokaisessa solmussa ja joka luo dy-<lb>dynaamisia osioita datasta, jotka ovat sekä puhtaita (luokkatunnisteiden suhteen) että<lb>tasapainoisia. Osoitamme, että suotuisissa olosuhteissa voimme konstruoida loga-<lb>riittisiä syvyyspuita, joiden lehdissä on matala etikettien entropia. Solmujen tavoite<lb>funktiota on kuitenkin haastavaa optimoida laskennallisesti. Ratkaisemme<lb>empiirisen ongelman uudella online-päätöksentekomenettelyllä. Kokeet osoittavat, että tämä online-algoritmi saavuttaa nopeasti pienet virhetasot<lb>suhteessa yleisempiin O(k)-lähestymistapoihin ja samalla saavuttaa merkittävän parannuksen testivirheissä verrattuna muihin logaritmiseen koulutusaikaan perustuviin ap-<lb>menetelmiin.

**Tulos**

Logaritminen aika Online-moniluokkaennuste

**Esimerkki 2.1869**

Tässä työssä esitellään uusi lähestymistapa ominaisuuksien kuvaajien käsittelyyn käyttämällä koneoppimisesta johdettuja neuraalisia koodaustekniikoita. Erityisesti käsittelemme ongelmaa, joka liittyy ominaisgrafien upottamiseen vektoriavaruuksiin. Käytämme tässä työssä termiä upottaminen operaationa, jonka avulla matemaattista rakennetta X voidaan tarkastella toisen rakenteen Y sisällä funktion f : X → Y avulla. Olemme kiinnostuneita sulautuksista, jotka kykenevät kuvaamaan vektoriavaruuden ominaisuuksien (etäisyys, lineaarisuus, klusterointi jne.) puitteissa graafin mielenkiintoiset piirteet. Olisi esimerkiksi mielenkiintoista saada sulautuksia, jotka projisoitaessa graafin solmuja vektoriavaruuden pisteisiin pitävät graafin samantyyppiset reunat samoissa vektoreissa. Tällä tavoin voimme tulkita, että upotus on vanginnut suhteeseen liittyvän semantiikan. Toinen vaihtoehto on tarkistaa, todentaako upotus klusterointiominaisuudet solmujen tyyppien, särmien tyyppien, ominaisuuksien tai joidenkin graafista mitattavien metriikoiden suhteen. Tämän jälkeen käytämme näitä hyviä upotusominaisuuksia yrittäessämme saada ennuste-/luokittelu-/havaintovälineitä alkuperäiseen graafiin. Tämä asiakirja on jäsennelty seuraavasti: aluksi esitämme joitakin alustavia määritelmiä, jotka ovat tarpeen ehdotuksemme esittelyn kannalta, sekä lyhyen johdannon keinotekoisten neuroverkkojen käytöstä koodauskoneina. Tämän katsauksen jälkeen esittelemme neuraalisiin koodauskoneisiin perustuvan upotusehdotuksemme ja tarkistamme, ovatko alkuperäisen graafin topologiset ja semanttiset ominaisuudet säilyneet uudessa esityksessä. Kun uuden esityksen ominaisuudet on arvioitu, sitä käytetään koneoppimis- ja löytämistehtävien suorittamiseen todellisissa tietokannoissa. Lopuksi esitellään joitakin johtopäätöksiä ja tulevia työehdotuksia, jotka ovat nousseet esiin tämän työn toteuttamisen aikana.

**Tulos**

Semanttisesti säilyvät sulautukset yleistetyille graafeille

**Esimerkki 2.1870**

Videotekstitys on herättänyt laajaa tutkimushuomiota multimediayhteisössä. Useimmissa nykyisissä lähestymistavoissa ei kuitenkaan oteta huomioon videokuvien välisiä ajallisia tietoja tai käytetään vain paikallista kontekstisidonnaista ajallista tietoa. Tässä työssä ehdotamme uutta videotekstien laatimisjärjestelmää, jota kutsutaan nimellä BiLSTM (Bidirectional Long-Short Term Memory) ja joka tallentaa syvällisesti videon kaksisuuntaisen globaalin ajallisen rakenteen. Suunnittelemme ensin yhteisen visuaalisen mallinnuksen videodatan koodaamiseksi yhdistämällä eteenpäin suuntautuvan LSTM:n ja taaksepäin suuntautuvan LSTM:n läpikäynnin sekä CNN-verkoista (Convolutional Neural Networks) saatavia visuaalisia piirteitä. Sen jälkeen johdettu videoesitys syötetään myöhempään kielimalliin alustusta varten. Hyödyt ovat kaksitahoisia: 1) peräkkäisen ja visuaalisen tiedon kattava säilyttäminen ja 2) tiheiden visuaalisten piirteiden ja harvalukuisten semanttisten esitysten adaptiivinen oppiminen videoita ja lauseita varten. Tarkistamme ehdotetun videotekstityskehyksen tehokkuuden yleisesti käytetyllä vertailukohteella, Microsoft Video Description (MSVD) -korpuksella, ja kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotettu lähestymistapa on ylivoimainen verrattuna useisiin uusimpiin menetelmiin.

**Tulos**

Kaksisuuntainen lyhytkestoinen pitkäkestoinen muisti videokuvausta varten

**Esimerkki 2.1871**

Osoitamme, että matriisien täydentäminen tracenormi-regularisoinnilla voi vahingoittaa merkittävästi, kun matriisin merkinnät otetaan epätasaisesti. Esittelemme painotetun version tracenormi-regularisaattorista, joka toimii hyvin myös epäyhtenäisellä näytteenotolla. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että painotettu trace-normi-regularisointi todellakin tuottaa merkittäviä hyötyjä (erittäin epätasaisesti otokseen perustuvassa) Netflix-tietokannassa.

**Tulos**

Yhteistyösuodatus epäyhtenäisessä maailmassa: Oppiminen painotetun jäljen normin avulla

**Esimerkki 2.1872**

Ydinmenetelmien menestys on johtanut uusien positiivisten semidefiniittisten funktioiden suunnitteluun erityisesti strukturoitua dataa varten. Johtava suunnitteluparadigma on konvoluutioydin, joka hajottaa strukturoidut kohteet osiinsa ja laskee yhteen kaikki osaparit. Assignment-ytimet sen sijaan saadaan optimaalisen bijektion avulla osien välille, mikä voi tarjota pätevämmän käsitteen samankaltaisuudelle. Yleensä optimaalisista assosiaatioista saadaan kuitenkin epämääräisiä funktioita, mikä vaikeuttaa niiden käyttöä kernelimenetelmissä. Me kuvaamme osien vertailuun käytettävien perusytimien luokkaa, joka takaa positiivisesti semidefiniittiset optimaaliset osoitusytimet. Nämä perusytimet synnyttävät hierarkioita, joista optimaaliset osoitusytimet lasketaan lineaarisessa ajassa histogrammien leikkauksen avulla. Sovellamme näitä tuloksia kehittämällä Weisfeiler-Lehmanin optimaalisen osoitusytimen graafeille. Se tarjoaa korkean luokittelutarkkuuden laajalti käytetyissä vertailuaineistoissa, mikä parantaa alkuperäistä Weisfeiler-Lehman-ytimen luokittelutarkkuutta.

**Tulos**

Kelvollisista optimaalisista osoitusytimistä ja sovelluksia graafien luokitteluun

**Esimerkki 2.1873**

Dokumentoimme yhteyden rajoitusperustaisen päättelyn ja todennäköisyysperustaisen päättelyn välillä. Esitämme algoritmin, jota kutsutaan todennäköisyyksien kaarikonsistenssiksi ja joka on sekä rajoitusjärkeilyssä käytetyn tunnetun kaarikonsistenssialgoritmin yleistäminen että uskomusten päivitysalgoritmin erikoistuminen yksinkytketyille verkoille. Algoritmimme on tarkka yksiköllisesti kytketyille rajoitusongelmille, mutta se voi toimia hyvin approksimaationa mielivaltaisille ongelmille. Käsittelemme lyhyesti joitakin empiirisiä tuloksia ja re lated menetelmiä.

**Tulos**

Todennäköisyyteen perustuva kaaren johdonmukaisuus: Rajoitusten päättelyn ja todennäköisyyspohjaisen päättelyn välinen yhteys.

**Esimerkki 2.1874**

Kyky ennustaa, mitkä mallit muodostuvat aivoskannauksissa, kun kuvitellaan selleri tai lentokone sen perusteella, miten nämä käsitteet esiintyvät sanoina teksteissä, viittaa siihen, että mentaalisia representaatioita on mahdollista mallintaa sanatilastojen perusteella. Olipa kyse sitten siitä, että lasketaan, kuinka usein substantiivit ja verbit yhdistyvät Googlen hakukyselyissä, tai että Wikipedia-viivoista ja Shakespeare-kuvauksista koostuvista matriiseista poimitaan ominaisvektorit, nämä latentit semantiikat lähestyvät käsitteitä muodostavia assosiatiivisia yhteyksiä. Kognitio on kuitenkin pohjimmiltaan sidoksissa toimintaan; jopa verbien passiivisen lukemisen on osoitettu aktivoivan samoja motorisia piirejä kuin silloin, kun napautamme sormea tai tarkkailemme todellisia liikkeitä. Jos kielet ovat kehittyneet sopeutumalla aivoihin, sensomotoriset rajoitteet, jotka yhdistävät artikulatoriset eleet ja liikkeen osatekijät, saattavat näkyä myös sanojen yhteisesiintymistilastoissa. Tämän hypoteesin tutkimiseksi valittiin 3 × 20 tunteisiin, kasvoihin ja käsiin liittyvää verbiä, joiden tiedetään aktivoivan aivojen premotorisia alueita, ja latenttia semanttista analyysia LSA:ta sovellettiin painotetun vierekkäisyysmatriisin luomiseen. Hierarkkisesti klusteroimalla verbit ja mallintamalla niiden liitettävyys voiman suunnatun graafin sisällä ne jakautuvat suun ja käden liikkeen, kasvojen ilmeiden ja negatiivisten tunteiden moduuleihin. Kun verbit muunnetaan niiden muodostaviksi foneemeiksi, vastaavat konsonantti-vokaali-siirtymät voidaan esittää artikulaatioavaruudessa, joka määritellään kielen korkeuden ja formanttifrekvenssien avulla. Tässä vokaalit näkyvät sijoitettuina edestä taaksepäin -jatkumolla, joka heijastaa verbien kuvaamiin toimintoihin liittyviä koko- ja voimakkuusnäkökohtia. Voimakkaammat verbit yhdistävät plosiivit ja sonorantit frikatiiveihin, joille on ominaista jatkuva turbulentti ilmavirtaus, kun taas positiiviset ja negatiiviset tunneilmaukset sisältävät yleensä ylös- tai alaspäin suuntautuvia siirtymiä formanttitaajuuksissa. Tämä viittaa siihen, että artikulatoriset eleet heijastavat koon ja intensiteetin parametreja, jotka voidaan hakea toimintaverbien piilevästä semantiikasta.

**Tulos**

Kun verbejä on pakko painaa, ne kirjaimellisesti tärisevät koon ja intensiteetin latenttien semanttisten parametrien vuoksi.

**Esimerkki 2.1875**

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että Bayes-verkon koodaaminen SAT-kaavaksi ja sen jälkeen painotetun mallilaskennan suorittaminen takautuvalla hakualgoritmilla voi olla tehokas menetelmä täsmälliseen päättelyyn. Tässä artikkelissa esitellään tekniikoita, joilla tätä lähestymistapaa voidaan parantaa Bayes-verkoille, joissa on noisy-OR- ja noisy-MAX-suhteet - kaksi käytännössä laajalti käytettyä suhdetta, koska ne voivat vähentää huomattavasti määritettävien todennäköisyyksien määrää. Esitämme erityisesti kaksi SAT-koodausta noisy-OR:lle ja kaksi koodausta noisy-MAX:lle, jotka hyödyntävät relaatioiden rakennetta tai semantiikkaa parantaakseen sekä aika- että tilatehokkuutta, ja todistamme koodausten oikeellisuuden. Arvioimme tekniikoitamme kokeellisesti laajamittaisissa todellisissa ja satunnaisesti generoiduissa Bayes-verkoissa. Näissä vertailuarvoissa tekniikkamme nopeuttivat toimintaa jopa kaksi kertaluokkaa verrattuna parhaisiin aiempiin lähestymistapoihin sellaisten verkkojen osalta, joissa oli meluisia OR/MAX-suhteita, ja ne skaalautuivat suurempiin verkkoihin. Lisäksi tekniikkamme laajentavat painotetun mallilaskennan lähestymistapaa tarkan päättelyn tekemiseksi verkkoihin, jotka olivat aiemmin vaikeasti lähestyttäviä tälle lähestymistavalle.

**Tulos**

Rakenteen hyödyntäminen painotetun mallilaskennan lähestymistavoissa todennäköisyyspohjaiseen päättelyyn.

**Esimerkki 2.1876**

Tietokoneiden, tablettien ja älypuhelinten määrä kasvaa nopeasti, mikä tarkoittaa, että verkkotehtävien suorittamiseen tarvitaan useita laitteita. Kun ihmiset liikkuvat eri laitteilla suorittaakseen näitä tehtäviä, heidän identiteettinsä pirstaloituu. Näiden laitteiden käytön ja niiden välisen siirtymisen ymmärtäminen on olennaisen tärkeää, jotta voidaan kehittää tehokkaita sovelluksia usean laitteen maailmassa. Tässä artikkelissa esitellään ratkaisu käyttäjien tunnistamiseen eri laitteiden välillä, joka perustuu puolivalvottuun koneoppimiseen, jonka avulla voidaan tunnistaa, mitkä evästeet kuuluvat laitetta käyttävälle henkilölle. Tässä asiakirjassa ehdotettu menetelmä saavutti kolmannen sijan ICDM 2015 Drawbridge Cross-Device Connections -haasteessa, mikä osoittaa sen hyvän suorituskyvyn.

**Tulos**

Laitteiden välinen seuranta: Laitteiden ja evästeiden yhteensovittaminen

**Esimerkki 2.1877**

Kuvaamme konveksoitujen konvoluutiohermoverkkojen (CCNN) luokan, joka kuvaa konvoluutiohermoverkkojen parametrien jakamista konveksoidusti. Esittämällä epälineaariset konvoluutiosuodattimet vektoreina toistavan ytimen Hilbert-avaruudessa CNN-parametrit voidaan esittää matalan sijan matriisina, jota voidaan rentouttaa, jotta saadaan konveksinen optimointiongelma. Kaksikerroksisten konvoluutiohermoverkkojen oppimista varten todistamme, että konveksoidulla CNN:llä saatu yleistysvirhe konvergoi parhaan mahdollisen CNN:n virheeseen. Syvempien verkkojen oppimista varten koulutamme CCNN:t kerroksittain. Empiirisesti CCNN:t saavuttavat suorituskyvyn, joka on kilpailukykyinen takaisinkulkeutumismenetelmällä koulutettujen CNN:ien, SVM:ien, täysin kytkettyjen neuroverkkojen, pinottujen autokoodereiden ja muiden perusmenetelmien kanssa.

**Tulos**

Konveksoidut konvolutiiviset neuroverkot (Convolutional Neural Networks)

**Esimerkki 2.1878**

Lyhyet tekstiviestit, kuten twiitit, ovat hyvin äänekkäitä ja niukkasanaisia. Perinteisillä tekstimuotoisilla esityksillä, kuten tf-idf:llä, on vaikeuksia ymmärtää tällaisten tekstien semanttista merkitystä, joka on tärkeää esimerkiksi tapahtumien havaitsemisessa, mielipiteiden louhinnassa ja uutissuosituksissa. Rakensimme menetelmän, joka perustuu semanttisiin sanojen upotuksiin ja frekvenssi-informaatioon, jotta lyhyille teksteille saadaan matalaulotteisia representaatioita, jotka on suunniteltu semanttisen samankaltaisuuden hahmottamiseen. Tätä tarkoitusta varten suunnittelimme painoihin perustuvan mallin ja uudenlaiseen mediaanipohjaiseen häviöfunktioon perustuvan oppimismenetelmän. Tässä artikkelissa käsitellään mallimme ja optimointimenetelmiemme yksityiskohtia sekä kokeellisia tuloksia sekä Wikipedian että Twitterin aineistoilla. Huomaamme, että menetelmämme päihittää kokeissa peruslähestymistavat ja että se yleistyy hyvin erilaisilla sanasulkeumilla ilman uudelleenkoulutusta. Menetelmämme kykenee siis säilyttämään suurimman osan tekstin semanttisesta informaatiosta ja on sovellettavissa heti. c © 2016 Elsevier Ltd. Kaikki oikeudet pidätetään.

**Tulos**

Hyvin lyhyiden tekstien representaatioiden oppiminen painotetun sanojen upottamisen yhdistämisen avulla

**Esimerkki 2.1879**

Hajautettujen tiheiden sanavektoreiden on osoitettu olevan tehokkaita kielen semanttisten ja syntaktisten säännönmukaisuuksien tallentamisessa merkkitasolla, kun taas aihepiirimallit voivat muodostaa tulkinnanvaraisia esityksiä asiakirjoista. Tässä työssä kuvaamme lda2vec-mallin, joka oppii tiheät sanavektorit yhdessä Dirichlet-hajotettujen latenttien dokumenttitason aihevektoreiden sekoitusten kanssa. Toisin kuin jatkuvat tiheät asiakirjarepresentaatiot, tämä muotoilu tuottaa harvoja, tulkittavia asiakirjaseoksia ei-negatiivisen simplex-rajoituksen avulla. Menetelmämme on helppo sisällyttää olemassa oleviin automaattisiin erottelukehyksiin, ja sen avulla voidaan luoda tieteentekijöiden käyttöön soveltuvia valvomattomia asiakirjarepresentaatioita ja samalla oppia sanavektoreita ja niiden välisiä lineaarisia suhteita.

**Tulos**

Dirichlet-teemamallien ja sanojen sulautusten sekoittaminen lda2vec:n tekemiseen.

**Esimerkki 2.1880**

Käsittelemme yleisen valvotun oppimisen ongelmaa, kun dataa voidaan käsitellä vain datapisteiden välisen (epämääräisen) samankaltaisuusfunktion avulla. Olemassa<lb>oleva<lb>työ oppimisesta epämääräisillä ytimillä on keskittynyt ainoastaan binääri-/moniluokkaisiin<lb>luokitusongelmiin. Ehdotamme mallia, joka on riittävän yleinen käsittelemään<lb>kaikkea valvottua oppimistehtävää ja joka myös kattaa aiemmin<lb>luokittelua varten ehdotetun mallin. Annamme "hyvyyskriteerin" samankaltaisuusfunktioille tietyn<lb>valvotun oppimistehtävän suhteen ja sitten sovitamme tunnetun maamerkintätekniikan<lb>tarjoamaan tehokkaita algoritmeja valvottuun oppimiseen käyttäen "hyviä" samankaltaisuusfunktioita. Osoitamme mallimme tehokkuuden kolmessa tärkeässä yli<lb>valvotun oppimisen ongelmassa: a) reaaliarvoisessa regressiossa, b) ordinaalisessa regressiossa ja c)<lb>rankingissa, joissa osoitamme, että menetelmämme takaa rajoitetun yleistysvirheen.<lb>Elisäksi reaaliarvoisen regression tapauksessa annamme luonnollisen hyvyys<lb>määritelmän, joka, kun sitä käytetään yhdessä hiljattain saadun harvan vektorin uudelleen<lb>löytämistä koskevan tuloksen kanssa, takaa harvan ennustajan, jolla on rajoitettu yleistysvirhe. Lopuksi<lb>raportoimme oppimisalgoritmiemme tuloksia regressio- ja ordinaaliregressio<lb>tehtävissä, joissa käytetään muita kuin PSD:n kaltaisuusfunktioita, ja osoitamme<lb>algoritmiemme tehokkuuden, erityisesti harvan maamerkin valinta-algoritmin tehokkuuden, joka<lb>saavuttaa huomattavasti korkeamman tarkkuuden kuin perusmenetelmät samalla kun se tarjoaa<lb>vähentyneet laskennalliset kustannukset.

**Tulos**

Valvottu oppiminen samankaltaisuusfunktioiden avulla

**Esimerkki 2.1881**

Tutkimme ongelmaa, joka liittyy yksilöiden tunnistamiseen heidän ominaisten katsekuvioidensa perusteella mielivaltaisen tekstin lukemisen aikana. Tämän ongelman motivaationa on huomaamaton biometrinen ympäristö, jossa käyttäjää tarkkaillaan, kun hän käyttää asiakirjaa, mutta mitään erityistä haasteprotokollaa, joka vaatii käyttäjän aikaa ja huomiota, ei suoriteta. Nykyiset mallit, jotka kuvaavat yksilöllisiä eroja katseenhallinnassa lukemisen aikana, perustuvat joko yksinkertaisiin silmänliikkeiden kokonaispiirteisiin tai parametrisiin tiheysmalleihin, joilla kuvataan esimerkiksi sakkadien amplitudia tai sanan fiksaation kestoa. Kehitämme joustavia semiparametrisia malleja lukemisen aikaisille silmänliikkeille, joissa tiheydet päätellään Gaussin prosessin priorin perusteella, jonka keskiössä on parametrinen jakaumaperhe, jonka odotetaan approksimoivan hyvin todellista jakaumaa. Empiirinen tutkimus, joka tehtiin 251 henkilön lukutiedoilla, osoittaa merkittäviä parannuksia nykyiseen tekniikkaan verrattuna.

**Tulos**

Puoliparametrinen malli Bayesin lukijoiden tunnistamiseen

**Esimerkki 2.1882**

Optimaalisten suunnitelmien luominen erittäin dynaamisissa ympäristöissä on haastavaa. Suunnitelmat perustuvat oletettuun alkutilanteeseen, mutta tämä tila voi muuttua yllättäen suunnitelman laatimisen aikana, mikä saattaa mitätöidä suunnitteluponnistelut. Tässä artikkelissa esitämme kolme panosta: (1) Ehdotamme uudenlaista algoritmia optimaalisten suunnitelmien tuottamiseen ympäristöissä, joissa suunnittelua häiritsevät usein toistuvat odottamattomat tapahtumat. Se pystyy erottamaan nopeasti merkitykselliset ja merkityksettömät tilamuutokset toisistaan ja päivittämään olemassa olevan suunnittelun hakupuun tarvittaessa. (2) Kannatamme uutta kriteeriä suunnitelman mukauttamistekniikoiden arvioimiseksi: suhteellista ajoaikaa verrattuna muutosten "kokoon". Tämä on merkittävää, koska toipumisen aikana voi tapahtua lisää muutoksia, joista on toiputtava myöhemmin, ja jotta tämä toistuva toipumisprosessi päättyisi, toipumisajan on konvergoitava. (3) Osoitamme empiirisesti, että lähestymistapamme voi konvergoitua ja löytää optimaaliset suunnitelmat ympäristöissä, jotka tavallisesti uhmaavat suunnittelua niiden suuren dynamiikan vuoksi.

**Tulos**

Optimaalisten suunnitelmien luominen erittäin dynaamisilla alueilla

**Esimerkki 2.1883**

Tässä artikkelissa väitämme, että Vektorikosinus - jota yleisesti pidetään yhtenä tehokkaimmista valvomattomista toimenpiteistä sanojen samankaltaisuuden tunnistamiseksi vektoriavaruusmalleissa - voidaan päihittää täysin valvomattomalla toimenpiteellä, joka arvioi kahden kohdesanan eniten toisiinsa liittyvien kontekstien leikkauksen laajuutta ja painottaa tällaista leikkausta sen mukaan, miten jaetut kontekstit sijoittuvat riippuvuusluetteloissa. Tämä väite perustuu hypoteesiin, jonka mukaan samankaltaiset sanat eivät yksinkertaisesti esiinny samankaltaisissa yhteyksissä, vaan ne jakavat suuremman osan merkityksellisimmistä yhteyksistään verrattuna muihin sukua oleviin sanoihin. Sen todistamiseksi kuvaamme ja arvioimme APSyn, Average Precision -menetelmän muunnoksen, joka - riippumatta käytetyistä parametreista - päihittää Vector Cosine -menetelmän ja co-occurrence -menetelmän ESL- ja TOEFL-koejoukoissa. Parhaassa asetelmassa APSyn saavuttaa 0,73 prosentin tarkkuuden ESL-tietokannassa ja 0,70 prosentin tarkkuuden TOEFL-tietokannassa ja päihittää näin ollen ei-englanninkieliset yhdysvaltalaiset korkeakouluhakijat (joiden keskiarvo kirjallisuuden mukaan on 64,50 prosenttia) ja useat huipputason lähestymistavat.

**Tulos**

Mikä nörtti! Opiskelijoiden ja vektorikosiinin voittaminen ESL- ja TOEFL-tietoaineistoissa.

**Esimerkki 2.1884**

Esitämme useita sovelluksia Optimistic Mirror Descent -algoritmille, joka on online-oppimisalgoritmi, joka perustuu ennakoitavissa olevien sekvenssien ideaan<lb>. Ensin palautamme Mirror Prox -algoritmin offline-optimointiin, todistamme laajennuksen<lb> Hölderin sileisiin funktioihin ja sovellamme tuloksia satulapistetyyppisiin ongelmiin. Seuraavaksi todistamme, että optimistisen Mirror Descent -algoritmin (jolla on läheinen suhde Exponentiaaliset painot -algoritmiin) versiota<lb>voi käyttää<lb>kaksi vahvasti kytkeytymätöntä pelaajaa äärellisessä nollasummamatriisipelissä konvergoidakseen minimax-tasapainoon<lb>nopeudellaO((logT )/T ). Tämä vastaa Daskalakis et al [6] esittämään kysymykseen. Lisäksi tarkastelemme ongelman osittaisen informaation<lb>versiota. Sovellamme sitten tuloksia koveraan ohjelmointiin ja esitämme yksinkertaisen algoritmin<lb>lähestymismaksimivirtausongelmaa varten.

**Tulos**

Optimointi, oppiminen ja pelit ennustettavilla sekvensseillä

**Esimerkki 2.1885**

Seulontasääntöjen avulla voidaan varhaisessa vaiheessa hylätä epäolennaiset muuttujat Lasso-ongelmien optimoinnista tai sen johdannaisista, mikä nopeuttaa ratkaisijoita. Tässä artikkelissa ehdotamme uusia versioita niin sanotuista turvallisista säännöistä Lasso-ongelmaa varten. Uusilla säännöillämme luodaan dualiteettivajeeseen perustuvia turvallisia testialueita, joiden halkaisija konvergoi nollaan, jos tukeudutaan konvergoivaan ratkaisijaan. Tämä ominaisuus auttaa seulomaan useampia muuttujia laajemmalla regularisointiparametrin arvoalueella. Nopeamman konvergenssin lisäksi todistamme, että tunnistamme ratkaisujen aktiiviset joukot (tuet) oikein äärellisessä ajassa. Vaikka ehdotettu strategiamme soveltuu mihin tahansa ratkaisijaan, sen suorituskyky osoitetaan käyttämällä erityisesti koneoppimisen käyttötapauksiin sovitettua koordinaattien laskeutumisalgoritmia. Laskenta-aika lyhenee huomattavasti aiempiin turvallisiin sääntöihin verrattuna.

**Tulos**

Huomioi kaksinaisuuskuilu: turvallisemmat säännöt Lassolle

**Esimerkki 2.1886**

Scikit-learn on Python-moduuli, joka integroi laajan valikoiman uusimpia koneoppimisalgoritmeja keskisuuriin valvottuihin ja valvomattomiin ongelmiin. Tämä paketti keskittyy tuomaan koneoppimisen muiden kuin asiantuntijoiden ulottuville käyttämällä yleiskäyttöistä korkean tason kieltä. Painopiste on helppokäyttöisyydessä, suorituskyvyssä, dokumentoinnissa ja API:n johdonmukaisuudessa. Paketin riippuvuudet ovat minimaaliset, ja se jaetaan yksinkertaistetulla BSD-lisenssillä, mikä rohkaisee sen käyttöä sekä akateemisissa että kaupallisissa ympäristöissä. Lähdekoodi, binääritiedostot ja dokumentaatio ovat ladattavissa osoitteesta http://scikit-learn.sourceforge.net.

**Tulos**

Scikit-learn: Python

**Esimerkki 2.1887**

Itseopiskeluun (SPL) on kiinnitetty yhä enemmän huomiota koneoppimisen ja tietokonenäön alalla. Vaikka empiirisesti on osoitettu, että se on tehokas, sen teoreettista ymmärrystä ei ole vielä tutkittu. Ei ole edes tiedossa, mihin tavoitteeseen yleinen SPL-järjestelmä konvergoituu. Tässä tutkimuksessa yritetään aluksi tarjota joitakin uusia näkemyksiä tästä "heuristisesta" oppimisjärjestelmästä. Erityisesti todistamme, että SPL:n ratkaisustrategia vastaa täsmälleen majorisaation minimointialgoritmia, joka on hyvin tunnettu tekniikka optimoinnissa ja koneoppimisessa, joka on toteutettu latenttiin tavoitteeseen. Mielenkiintoisempi havainto on, että tämän latentin tavoitteen sisältämä tappiofunktio on samanlainen kuin ei-konveksaalinen säännelty rangaistus, joka on kiinnostava aihe tilastotieteessä ja koneoppimisessa. Erityisesti osoitamme, että aiemmat kovat ja lineaariset itsekorjatut regularisaattorit vastaavat vastaavasti capped normia ja minimax concave plus -rangaistuksia, joita molempia tutkitaan laajasti tilastoissa. Tällaiset yhteydet SPL:n ja aiempien tunnettujen tutkimusten välillä lisäävät uusia oivaltavia käsityksiä SPL:stä, kuten konvergenssi ja parametrien asettamisen järkevyys. Ehdotetun teorian oikeellisuutta perustellaan kokeellisilla tuloksilla synteettisillä ja UCI-tietoaineistoilla.

**Tulos**

Mitä tavoitetta itseopiskelu todellakin optimoi?

**Esimerkki 2.1888**

Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta optimointialgoritmia nimeltä Entropy-SGD syvien neuroverkkojen kouluttamista varten, joka perustuu energiamaiseman paikalliseen geometriaan. Paikallisilla ekstremeillä, joilla on alhainen yleistysvirhe, on suuri osuus lähes nollan ominaissuureita Hessianissa, jossa on hyvin vähän positiivisia tai negatiivisia ominaissuureita. Hyödynnämme tätä havaintoa rakentaaksemme paikallisentropiaan perustuvan tavoitefunktion, joka suosii hyvin yleistettäviä ratkaisuja, jotka sijaitsevat energiamaiseman suurilla tasaisilla alueilla, ja välttää huonosti yleistettäviä ratkaisuja, jotka sijaitsevat jyrkissä laaksoissa. Käsitteellisesti algoritmimme muistuttaa kahta SGD:n sisäkkäistä silmukkaa, joissa käytämme Langevinin dynamiikkaa sisäisessä silmukassa laskemaan paikallisen entropian gradientin ennen jokaista painojen päivitystä. Osoitamme, että uudella tavoitteella on tasaisempi energiamaisema, ja osoitamme parempaa yleistettävyyttä kuin SGD:llä, joka käyttää yhtenäistä stabiilisuutta tietyin oletuksin. Kokeemme konvoluutio- ja rekursiivisilla neuroverkoilla osoittavat, että Entropy-SGD on yleistysvirheen ja koulutusajan suhteen suotuisa verrattuna uusimpiin tekniikoihin.

**Tulos**

ENTROPY-SGD: KALTEVUUSLASKEUTUMISEN SUUNTAAMINEN LEVEISIIN LAAKSOIHIN.

**Esimerkki 2.1889**

Monilla ennustamisen aloilla, kuten mainosten sijoittelussa, suosituksissa, liikeratojen ennustamisessa ja asiakirjojen tiivistämisessä, on ennustettava joukko tai luettelo vaihtoehtoja. Tällaisia luetteloita arvioidaan usein käyttämällä submodulaarisia palkitsemisfunktioita, jotka mittaavat sekä laatua että monipuolisuutta. Ehdotamme yksinkertaista, tehokasta ja todistettavasti lähes optimaalista lähestymistapaa tällaisten ennustusongelmien optimointiin, joka perustuu noregret-oppimiseen. Menetelmämme hyödyntää yllättävää tulosta online-submodulaarisesta optimoinnista: yksi ainoa no-regret online -oppija voi kilpailla optimaalisella ennusteiden sarjalla. Verrattuna aiempiin töihin, joissa joko opitaan luokittelijoiden sekvenssi tai tukeudutaan vahvempiin oletuksiin, kuten realisoitavuuteen, me varmistamme sekä datatehokkuuden että suorituskykytakeet täysin agnostisessa ympäristössä. Kokeet vahvistavat lähestymistavan tehokkuuden ja soveltuvuuden monenlaisiin ongelmiin, kuten manipulaattorin liikeradan optimointiin, uutissuosituksiin ja asiakirjojen tiivistämiseen.

**Tulos**

Kontekstuaalisen submodulaarisen ennusteen oppimisperiaatteet

**Esimerkki 2.1890**

Suunnitteluongelmat, joissa toimien vaikutukset eivät ole deterministisiä, voidaan mallintaa a8 Markov-päätösprosesseilla. Suunnitteluongelmat ovat yleensä tavoitteellisia. Tässä artikkelissa ehdotetaan useita tekniikoita, joilla voidaan hyödyntää tavoitteellisuutta ja nopeuttaa value iteraatiota, joka on vakioalgoritmi Markov-päätösprosessien ratkaisemiseen. Empiiriset tutkimukset ovat osoittaneet, että tekniikat voivat nopeuttaa ratkaisua merkittävästi.

**Tulos**

Nopea arvojen iterointi tavoiteohjatuille Markov-päätösprosesseille

**Esimerkki 2.1891**

Keinotekoiset neuroverkot ovat viime aikoina kasvattaneet suosiotaan ja saavuttaneet huipputuloksia eri aloilla, kuten kuvien luokittelussa, puheentunnistuksessa ja automaattisessa ohjauksessa. Sekä tällaisten mallien suorituskyky että laskennallinen monimutkaisuus riippuvat suuresti niille ominaisten hyperparametrien suunnittelusta (esim. piilokerrosten lukumäärä, solmut kerrosta kohti tai aktivointifunktioiden valinta), jotka on perinteisesti optimoitu manuaalisesti. Kun koneoppiminen tunkeutuu matalan virrankulutuksen mobiili- ja sulautetuille alueille, tarve optimoida suorituskyvyn (tarkkuus) lisäksi myös toteutuksen monimutkaisuus on ensiarvoisen tärkeää. Tässä työssä esitellään monitavoitteinen suunnitteluavaruuden etsintämenetelmä, joka vähentää koulutettujen ja arvioitujen ratkaisuverkkojen määrää vastepintamallinnuksen avulla. Kun otetaan huomioon tilat, jotka voivat helposti ylittää 10 ratkaisua, lähes optimaalisen arkkitehtuurin manuaalinen suunnittelu on epätodennäköistä, koska mahdollisuudet vähentää verkon monimutkaisuutta suorituskyvyn säilyttäen saatetaan jättää huomiotta. Ongelmaa pahentaa se, että hyperparametrit, jotka toimivat hyvin tietyissä tietokokonaisuuksissa, voivat tuottaa huonoja tuloksia toisissa, joten ne on suunniteltava sovelluskohtaisesti. Työssämme hyödynnetään koneoppimista kouluttamalla keinotekoista neuroverkkoa ennustamaan tulevien verkkoehdokkaiden suorituskykyä. Menetelmää arvioidaan MNIST- ja CIFAR-10-kuva-aineistoissa optimoimalla sekä tunnistustarkkuus että laskennallinen monimutkaisuus. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotetulla menetelmällä voidaan lähestyä Pareto-optimaalista rintamaa, mutta samalla tutkitaan vain pieni osa suunnitteluavaruudesta.

**Tulos**

Neuroverkot Neuroverkkojen suunnittelu: Monitavoitteinen hyperparametrin optimointi: Monitavoitteinen hyperparametrin optimointi

**Esimerkki 2.1892**

Esittelemme uuden algoritmin, jolla mallinnetaan ja tutkitaan oppimisprosessia, jossa oppija hallitsee kieliopillisten sääntöjen joukon epäjohdonmukaisesta lähteestä. Ihmisen kielen omaksumisen pakottava kiinnostavuus on se, että oppiminen onnistuu lähes kaikissa tapauksissa, vaikka syöttötiedot ovat muodollisesti riittämättömiä selittämään oppimisen onnistumista. Mallimme selittää, miten oppija voi menestyksekkäästi oppia epätäydellisestä lähteestään tai jopa ylittää sen ilman, että hänellä on mitään ylimääräisiä ennakkoluuloja tai rajoitteita siitä, millaisia malleja kielessä on. Käytämme Singletonin ja Newportin (2004) keräämiä tietoja 7-vuotiaan Simon-pojan suorituksista, joka hallitsi amerikkalaisen viittomakielen (ASL) oppimalla sen vanhemmiltaan, jotka molemmat olivat epätäydellisiä ASL:n puhujia. Osoitamme, että algoritmilla on taajuutta lisäävä ominaisuus, jolloin oppija lisää lähteen yleisimmän muodon taajuutta. Selitämme myös useita Simonin ASL:n keskeisiä piirteitä.

**Tulos**

Kun oppijat ylittävät mallinsa: epäjohdonmukaisesta lähteestä oppimisen matemaattinen mallintaminen

**Esimerkki 2.1893**

Neliönmuotoisia ruudukkoja käytetään yleisesti robotiikassa ja pelikehityksessä agentin ympäristön mallintamiseen, ja ruudukkopolkujen suunnittelussa käytetään tekoälyssä tunnettuja heuristisia hakualgoritmeja (A\*, JPS, Theta\* jne.). Paljon tämän alan tutkimusta on toistaiseksi keskitetty lyhimpien polkujen etsimiseen, vaikka monissa sovelluksissa sileiden polkujen tuottaminen on parempi vaihtoehto. Työssämme tutkimme sileiden ruudukkopolkujen tuottamisen ongelmaa ja keskitymme kulmarajauksiin perustuvaan polkusuunnitteluun. Asetamme kulmarajaisen polun suunnittelun ongelman muodollisesti ja esittelemme uuden algoritmin sen ratkaisemiseksi - LIAN. Tutkimme LIANia sekä teoreettisesti että empiirisesti. Teoreettisella puolella todistamme, että LIAN on järkevä ja täydellinen (hyvin määritellyin rajoituksin). Kokeellisella puolella osoitamme, että LIAN päihittää kilpailijansa merkittävästi kyvyssä löytää ratkaisuja tiukoissa resurssirajoituksissa ja laskennallisessa tehokkuudessa.

**Tulos**

Ruutupohjainen kulmavarainen reittisuunnittelu

**Esimerkki 2.1894**

Normalisoitu web-etäisyys (Normalized web distance, NWD) on samankaltaisuus tai normalisoitu semanttinen etäisyys, joka perustuu World Wide Webiin tai muuhun suureen sähköiseen tietokantaan, esimerkiksi Wikipediaan, ja hakukoneeseen, joka palauttaa luotettavan yhteenlasketun sivumäärän. NWD antaa hakusanojen joukoille samankaltaisuuden asteikolla 0 (identtinen) - 1 (täysin erilainen). NWD approksimoi samankaltaisuutta kaikkien (ylempien puoli)laskettavissa olevien ominaisuuksien mukaisesti. Kehitämme teoriaa ja esitämme sovelluksia. NWD-menetelmän johtaminen perustuu Kolmogorovin monimutkaisuuteen.

**Tulos**

Verkon samankaltaisuus

**Esimerkki 2.1895**

Klusteroinnin arviointimittareita käytetään usein algoritmien suorituskyvyn arviointiin. Useimpia mittareita ei kuitenkaan ole normalisoitu kunnolla, ja ne jättävät huomiotta osan klusterien luontaiseen rakenteeseen liittyvästä informaatiosta. Mallinnamme kahden klusteroinnin välisen suhteen kaksiosaisena graafina ja ehdotamme yleistä komponenttipohjaista hajotuskaavaa, joka perustuu graafin komponentteihin. Useimmat nykyiset mittarit ovat esimerkkejä tästä kaavasta. Komponentin johdonmukaisuuden täyttämiseksi ehdotamme lisäksi split-merge-kehystä, jonka avulla voidaan vertailla eri tietokokonaisuuksien klusterointeja. Kehyksemme antaa mittoja, jotka ovat ehdollisesti normalisoituja, ja se voi hyödyntää datapisteinformaatiota, kuten ominaisuusvektoreita ja pareittaisia etäisyyksiä. Käytämme kehyksen entropiapohjaista instanssia ja coreference resolution -datajoukkoa osoittaaksemme empiirisesti kehyksemme käyttökelpoisuuden muihin mittareihin verrattuna.

**Tulos**

Split-Merge-kehys klusterointien vertailua varten

**Esimerkki 2.1896**

Suunnittelun mallintaminen tietorajoitusten avulla on viime aikoina herättänyt kasvavaa kiinnostusta. Näin ollen agentti maksimoi vapaaksi energiaksi kutsuttua säännöllistettyä odotettua hyötyarvoa, jossa säännöllistäjä on informaation eroavaisuus ennakko- ja jälkikäteispolitiikasta. Vaikka tätä lähestymistapaa voidaan perustella monin tavoin, muun muassa tilastomekaniikan ja tietoteorian avulla, on edelleen epäselvää, miten se liittyy päätöksentekoon vastakkaisissa ympäristöissä. Tätä yhteyttä on aiemmin ehdotettu töissä, joissa vapaa energia on liitetty riskisensitiiviseen valvontaan ja laajamittaisiin peleihin. Tässä osoitamme, että yhden agentin vapaan energian optimointi vastaa agentin ja kuvitteellisen vastustajan välistä peliä. Vastustaja voi maksamalla eksponentiaalisen sakon tuottaa kustannuksia, jotka pienentävät päätöksentekijän voittoja. Osoittautuu, että vastustajan optimaalinen strategia koostuu kustannusten valitsemisesta siten, että päätöksentekijä on välinpitämätön valintojensa välillä, mikä on Nash-tasapainon määrittelevä ominaisuus, mikä tiivistää vapaaseen energiaan perustuvan optimoinnin ja peliteorian välistä yhteyttä.

**Tulos**

Tietoteoreettisen rajoitetun järkiperäisyyden vastakkainen tulkinta (Adversarial Interpretation of Information-Theoretic Bounded Rationality)

**Esimerkki 2.1897**

Esitämme Viterbi Trainingin (VT) asymptoottisen analyysin ja asetamme sen vastakkain tavanomaisemman Maximum Likelihood (ML) -lähestymistavan kanssa piilomarkov-mallien parametrien estimoinnissa. Kun ML-estimaattori toimii maksimoimalla (paikallisesti) havaitun datan todennäköisyyden, VT pyrkii maksimoimaan todennäköisimmän piilotetun tilasekvenssin todennäköisyyden. Kehitämme analyyttisen kehyksen, joka perustuu generoivaan funktion formalismiin, ja havainnollistamme sitä täsmälleen ratkaistavissa olevalla HMM-mallilla, jossa on yksi yksiselitteinen symboli. Tämän mallin osalta ML:n tavoitefunktio on jatkuvasti degeneroitunut. VT-tavoitteen sen sijaan osoitetaan olevan vain äärellisesti degeneroitunut. Lisäksi VT konvergoi nopeammin ja johtaa harvempiin (yksinkertaisempiin) malleihin, mikä toteuttaa automaattisen Occamin partaveitsen HMM-oppimisen. Yleisemmissä skenaarioissa VT voi olla huonompi kuin ML, mutta pystyy silti palauttamaan useimmat parametrit oikein.

**Tulos**

Viterbi-harjoittelun ja Maximum Likelihood -estimoinnin vertaileva analyysi HMM:ien osalta

**Esimerkki 2.1898**

Vakiintuneet automaattiset tekstianalyysit tarkastelevat pääasiassa kielellisten yksiköiden, kuten kirjainten, sanojen ja bigrammien, frekvenssejä, kun taas yhteisesiintymisverkkoihin perustuvat menetelmät tarkastelevat tekstien rakennetta solmujen merkinnöistä (eli sanojen semantiikasta) riippumatta. Tässä artikkelissa sovitamme yhteen nämä erilaiset näkökulmat ottamalla käyttöön yleistetyn samankaltaisuusmitan tekstien vertailua varten, jossa otetaan huomioon sekä tekstien verkostorakenne että yksittäisten sanojen rooli verkostoissa. Käytämme samankaltaisuusmittaa kolmen kirjakokoelman, joissa kussakin on 8 kirjoittajaa ja 10 kirjaa kirjoittajaa kohti, tekijyyden määrittelyyn. Tarkkuusasteet olivat korkeat, tyypilliset arvot olivat 90-98,75 prosenttia, mikä on paljon korkeampi kuin perinteisellä TF-IDF-menetelmällä samojen kokoelmien osalta. Nämä tarkkuudet ovat myös korkeammat kuin jos otettaisiin huomioon vain verkkojen topologia. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että yksittäisten sanojen erilaiset ominaisuudet koko tekstin makroskooppisen mittakaavan rakenteessa ovat yhtä merkityksellisiä kuin niiden esiintymistiheys; päinvastoin, solmujen identiteetin huomioon ottaminen tuo lisätietoa verkostona esitetystä tekstikappaleesta.

**Tulos**

Sanojen rooli tekstien verkkorakenteessa: soveltaminen tekijyyden määrittelyyn.

**Esimerkki 2.1899**

Syvät neuroverkot ovat edistäneet merkittävästi monien koneoppimisen osa-alueiden tekniikan tasoa. Viime aikoina on osoitettu, että niillä on huomattava<lb>kyky tuottaa erittäin monimutkaisia visuaalisia artefakteja, kuten kuvia ja tekstiä, sen<lb>sijaan<lb>että ne yksinkertaisesti tunnistaisivat niitä.<lb>Tässä työssä käytämme neuroverkkoja kääntäessämme tehokkaasti matalaulotteisia kasvojen<lb>embedioita tuottaen samalla realistisen näköisiä yhtenäisiä kuvia. Kontribuutiomme<lb>on kaksitahoinen, ensinnäkin osoitamme, että gradientti nousun tyylisiä lähestymistapoja voidaan<lb>käyttää toistamaan johdonmukaisia kuvia ohjaavan kuvan avulla. Toiseksi osoitamme, että voimme kouluttaa erillisen neuroverkon ratkaisemaan<lb>minimointiongelman tehokkaasti yhdessä vaiheessa ja tuottamaan kuvia reaaliajassa. Sitten<lb>arvioimme tappion, joka aiheutuu, kun käytetään neuroverkkoa gradienttilaskeutumisen sijasta<lb>vertailemalla minimoidun tappiofunktion loppuarvoja.

**Tulos**

Kasvojen sulautusten kääntäminen konvoluutiohermoverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1900**

Abstrakti merkityksen esitys (Abstract Meaning Representation, AMR) on opendomain-rikkaan semantiikan esitys, jota voidaan käyttää esimerkiksi tapahtumien uuttamisessa ja konekääntämisessä. Solmujen luominen, joka tyypillisesti tapahtuu yksinkertaisella sanakirjahakutoiminnolla, on tällä hetkellä tärkeä rajoittava tekijä AMR:n jäsennyksessä. Ehdotamme pientä joukkoa toimintoja, joilla AMR-osa-graafit johdetaan tekstin osa-alueiden muunnoksilla, mikä mahdollistaa tämän vaiheen vankemman oppimisen. Rakennustoimintojemme joukko yleistyy paremmin kuin aiempi lähestymistapa, ja ne voidaan oppia yksinkertaisella luokittelijalla. Parannamme AMR-jäsennyksen aiempaa huipputason tulosta parantamalla suorituskykyä 3 F1:llä sekä LDC2013E117- että LDC2014T12-tietokannoissa.

**Tulos**

Robusti aligrafien tuottaminen parantaa abstraktin merkityksen esityksen jäsentämistä

**Esimerkki 2.1901**

Yhä suurempi osa verkossa olevasta tiedosta on dialogista, kuten Facebookin uutisvirrat, foorumikeskustelut ja uutisartikkelien kommenttiketjut. Toisin kuin uutisten kaltaisissa perinteisissä, monologisissa resursseissa, sosiaalisessa mediassa käydään hyvin usein erittäin sosiaalista vuoropuhelua, kuten kuvassa 1 esitetyt pätkät julkisesti saatavilla olevasta Internet Argument Corpus (IAC) -aineistosta (Walker et al., 2012) osoittavat. Utterances ovat usein sarkastisia, esim. Really? No, kun saan lapsen, jätän sen varmasti vain metsään, koska se osaa ilmeisesti huolehtia itsestään (R2 kuvassa 1 sekä Q1 ja R1), ja ne ovat usein ilkeitä, (R2 kuvassa 1). Huomaa myös dialogikohtaisten diskurssivihjeiden usein käytetty käyttö, esimerkiksi Ei R1:ssä, Oikeasti? Well vuonna R2 ja okay, well vuonna Q3 kuviossa 1 (Fox Tree ja Schrock, 1999; Bryant ja Fox Tree, 2002; Fox Tree, 2010).

**Tulos**

Subjektiivisen ja kuvakielen tunnistaminen verkkodialogissa

**Esimerkki 2.1902**

Saatavilla olevien linkitettyjen tietovarantojen lisääntyvä määrä luo perustan edistyneemmille semanttisen webin sovelluksille. Yksi niiden tärkeimmistä rajoituksista on kuitenkin edelleen tiedon yleinen heikko laatu. Tässä asiakirjassa keskitytään laadun mittaamiseen, johon käytettävissä olevien resurssien lisääntyminen vaikuttaa kielteisesti. Ehdotamme linkitetyn datan käsitteiden semanttisen rikkauden mittaria ja osoitamme hypoteesimme, jonka mukaan mitä enemmän käsitettä käytetään uudelleen, sitä vähemmän se on semanttisesti rikas. Tämä on merkittävä skaalautuvuusongelma, sillä yksi Linked Datan keskeisistä näkökohdista on semanttisen tiedon levittäminen verkossa yhteisiä termejä uudelleen käyttämällä. Todistamme hypoteesimme semanttisen rikkauden mittarin osalta ja validoimme mallimme empiirisesti. Lopuksi ehdotamme mahdollisia tulevaisuuden suuntaviivoja skaalautuvuusongelman ratkaisemiseksi.

**Tulos**

Linkitetyn datan skaalautuvuushaaste: Käsitteiden uudelleenkäyttö johtaa semanttiseen rappeutumiseen.

**Esimerkki 2.1903**

Tässä asiakirjassa tarkastellaan sellaisten tietojärjestelmien luokkaa, jotka kykenevät ratkaisemaan heuristisia ongelmia formaalin teorian pohjalta, jota kutsutaan muodollisten älykkäiden järjestelmien modaali- ja vektoriteoriaksi (FIS). Kirjoituksessa perustellaan FIS-ratkaisualgoritmin rakentaminen, määritellään näiden järjestelmien pääpiirteet ja todistetaan teorian perustana olevat teoreemat. FIS:ien rakentamisen representaation monimuotoisuuden periaate muotoillaan. Työssä käsitellään formaalien älykkäiden järjestelmien (FIS) rakentamisen ja toiminnan pääperiaatteita FIS-modaali- ja vektoriteorian pohjalta. Seuraavia ilmiöitä tarkastellaan: FIS:n esitystapojen osajärjestelmän modulaarinen arkkitehtuuri, tietojenkäsittelyn algoritmit esitystapojen luomisvaiheen jokaisessa vaiheessa. Lisäksi asiakirjassa ehdotetaan FIS:n rakentamisen perustana olevien neuroelementtien eli vyöhyketunnistimien ja prosessoreiden rakennetta. Aiheet: Tekoäly (cs. AI)

**Tulos**

Muodaalisten älykkyysjärjestelmien modaali- ja vektoriteorian periaatteet

**Esimerkki 2.1904**

Tämän teoksen tekijänoikeudet omistaa Association for Computational Linguistics (ACL). Kukin kirjoittaja ja työnantaja, jolle työ on tehty, pidättää kuitenkin itsellään kaikki muut oikeudet, erityisesti seuraavat: ... (4) Oikeus valmistaa teoksesta kopioita tekijän organisaation sisäistä jakelua varten ja ulkoista jakelua varten esipainoksena, uusintapainoksena, teknisenä raporttina tai vastaavana asiakirjaluokkana. Alkuperäisen artikkelin on tarkoitus ilmestyä seuraavassa lehdessä: ACL 2014: Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics Esittelemme uudenlaisen lähestymistavan kielimallien rakentamiseen, joka perustuu systemaattiseen, rekursiiviseen skip n-grammimallien tutkimiseen, jotka interpoloidaan käyttäen muunnettua KneserNey-sileytystä. Lähestymistapamme yleistää kielimallit, sillä se sisältää klassisen interpoloinnin alemman järjestyksen malleilla erikoistapauksena. Tässä artikkelissa motivoimme, formalisoimme ja esittelemme lähestymistapamme. Laajassa empiirisessä kokeessa englanninkielisillä tekstikorpuksilla osoitamme, että yleistetyt kielimallit johtavat huomattavaan perpleksiteetin vähenemiseen 3,1-12,7 % verrattuna perinteisiin kielimalleihin, joissa käytetään muunnettua Kneser-Ney-sujitusta. Lisäksi tutkimme käyttäytymistä kolmella muulla kielellä ja toimialakohtaisella korpuksella, joissa havaitsimme johdonmukaisia parannuksia. Lopuksi osoitamme myös, että lähestymistapamme vahvuus on sen kyvyssä selviytyä erityisesti harvalukuisista harjoitusaineistoista. Käyttämällä hyvin pientä, vain 736 kilotavun kokoista harjoitusaineistoa saamme aikaan jopa 25,7 prosentin parannuksen perpleksisyydessä.

**Tulos**

Yleistetty kielimalli ohitettujen n-grammien ja modifioidun Kneser-Ney-sujuvuuden yhdistelmänä.

**Esimerkki 2.1905**

Viime vuosina kilpailu tieteen alalla on lisääntynyt. Vaikka kova kilpailu tutkijoiden välillä edistää monissa tapauksissa tutkimuksen laatua, se voi myös johtaa epäeettiseen tieteelliseen käyttäytymiseen. Lisätäkseen julkaistujen artikkelien kokonaismäärää jotkut kirjoittajat turvautuvat jopa ohjelmistotyökaluihin, jotka pystyvät tuottamaan kieliopillisesti moitteettomia tieteellisiä käsikirjoituksia. Koska automaattisesti tuotetut paperit voidaan ymmärtää väärin oikeiksi artikkeleiksi, on ensiarvoisen tärkeää kehittää keinoja näiden tieteellisten huijausten tunnistamiseksi. Tässä artikkelissa kehitän menetelmän, jolla voidaan erottaa oikeat käsikirjoitukset automaattisella SCIGen-ohjelmalla tuotetuista käsikirjoituksista. Kun tekstit mallinnettiin kompleksisina verkostoina (CN), oli mahdollista erottaa aidot ja väärennetyt paperit toisistaan vähintään 89 prosentin tarkkuudella. Ominaisuuksien relevanssin systemaattinen analyysi osoitti, että saavutettavuus ja betweenness olivat käyttökelpoisia tietyissä tapauksissa, vaikka relevanssi riippuikin tietokokonaisuudesta. Tässä kuvattujen menetelmien menestyksekäs soveltaminen osoittaa periaatteessa, että verkko-ominaisuuksia voidaan käyttää tieteellisen siansaksan tunnistamiseen. Lisäksi CN-pohjainen lähestymistapa voidaan yhdistää suoraviivaisesti perinteisiin tilastollisiin kielenkäsittelymenetelmiin, jolloin suorituskyky keinotekoisesti luotujen papereiden tunnistamisessa paranee.

**Tulos**

Todellisten ja keinotekoisesti luotujen tieteellisten käsikirjoitusten topologisten ominaisuuksien vertailu

**Esimerkki 2.1906**

Useimmat reaalimaailman dynaamiset järjestelmät koostuvat erilaisista komponenteista, jotka usein kehittyvät hyvin eri tahtiin. Perinteisissä ajallisissa graafisissa malleissa, kuten dynaamisissa Bayes-verkoissa, aika mallinnetaan kiinteällä rakeisuudella, joka yleensä valitaan nopeimman komponentin kehitysnopeuden perusteella. Päättely on tällöin suoritettava tällä nopeimmalla rakeisuudella, mikä saattaa aiheuttaa huomattavia laskentakustannuksia. Continuous Time Bayesian Networks (CTBN) -verkoissa vältetään ajan viipalointi esityksessä mallintamalla järjestelmä jatkuvasti kehittyväksi ajan kuluessa. Nodelman et al. (2005) käyttämässä EP-algoritmissa (expectation-propagation) voidaan tällöin muuttaa päätelmien rakeisuutta ajan mittaan, mutta rakeisuus on yhtenäinen kaikissa järjestelmän osissa, ja se on valittava etukäteen. Tässä artikkelissa esitämme uuden EP-algoritmin, jossa hyödynnetään yleistä klusterigraafiarkkitehtuuria, jossa klusterit sisältävät jakaumia, jotka voivat olla päällekkäisiä sekä tilassa (muuttujien joukko) että ajassa. Tämän arkkitehtuurin ansiosta järjestelmän eri osia voidaan mallintaa hyvin eri aikarakeilla niiden nykyisen kehitysnopeuden mukaan. Tarjoamme myös tietoteoreettisen kriteerin, jonka avulla klusterit voidaan jakaa dynaamisesti uudelleen päättelyn aikana, jotta approksimaatiotaso voidaan sovittaa nykyiseen kehitysnopeuteen. Näin vältetään tarve valita sopiva rakeisuus käsin, ja rakeisuus mukautuu sitä mukaa, kun tietoa siirretään verkon kautta. Esitämme kokeita, jotka osoittavat, että tämä lähestymistapa voi johtaa merkittäviin laskennallisiin säästöihin.

**Tulos**

Päättely oikean ajan tarkkuudella

**Esimerkki 2.1907**

Tässä artikkelissa tutkitaan toistuvien neuroverkkojen käyttöä aikasarjojen mallintamiseen ja ennustamiseen. Ensin havainnollistetaan, että tavalliset sekvenssistä sekvenssiin - RNN:t eivät pysty kuvaamaan hyvin aikasarjojen jaksoja eivätkä käsittelemään hyvin puuttuvia arvoja, vaikka monet tosielämän aikasarjat ovat jaksollisia ja sisältävät puuttuvia arvoja. Tämän jälkeen ehdotamme laajennettua huomiomekanismia, joka voidaan ottaa käyttöön minkä tahansa RNN:n päälle ja jonka tarkoituksena on kaapata jaksot ja tehdä RNN:stä kestävämpi puuttuvien arvojen suhteen. Osoitamme tämän uuden mallin tehokkuuden laajoilla kokeilla, joissa käytetään useita yksi- ja monimuuttujaisia tietokokonaisuuksia.

**Tulos**

Aikasarjojen ennustaminen RNN:ien avulla: laajennettu tarkkaavaisuusmekanismi jaksojen mallintamiseen ja puuttuvien arvojen käsittelyyn.

**Esimerkki 2.1908**

Bayesilainen optimointi (BO) on tekniikka, jota käytetään D-ulotteisen funktion optimoinnissa, jonka arviointi on yleensä kallista. Vaikka BO on onnistunut hyvin pienissä ulottuvuuksissa, sen skaalaus suuriin ulottuvuuksiin on ollut tunnetusti vaikeaa. Aihetta koskeva olemassa oleva kirjallisuus perustuu hyvin rajoittaviin asetuksiin. Tässä artikkelissa yksilöidään kaksi keskeistä haastetta tässä pyrkimyksessä. Ratkaisemme nämä haasteet olettamalla funktiolle additiivisen rakenteen. Tämä asetelma on huomattavasti ilmaisuvoimaisempi ja sisältää monipuolisemman funktion luokan kuin aiemmat työt. Todistamme, että additiivisten funktioiden tapauksessa katumuksella on vain lineaarinen riippuvuus D:stä, vaikka funktio riippuu kaikista D:n ulottuvuuksista. Osoitamme myös useita muita tilastollisia ja laskennallisia etuja kehyksessämme. Synteettisten esimerkkien, tieteellisen simulaation ja kasvojen havaitsemisongelman avulla osoitamme, että menetelmämme päihittää naiivin BO:n additiivisilla funktioilla ja useilla esimerkeillä, joissa funktio ei ole additiivinen.

**Tulos**

Korkean ulottuvuuden bayesiläinen optimointi ja bandiitit additiivisten mallien avulla

**Esimerkki 2.1909**

Koneoppiminen on viime aikoina saanut dramaattisen käänteen, kun keinotekoiset neuroverkot (ANN) ovat nousseet esiin. Nämä biologisesti inspiroituneet laskentamallit pystyvät ylittämään huomattavasti aiempien tekoälymuotojen suorituskyvyn yleisissä koneoppimistehtävissä. Yksi vaikuttavimmista ANN-arkkitehtuurin muodoista on konvolutiivinen neuroverkko (Convolutional Neural Network, CNN). CNN:iä käytetään ensisijaisesti vaikeiden kuvapohjaisten hahmontunnistustehtävien ratkaisemiseen, ja niiden tarkka mutta yksinkertainen arkkitehtuuri tarjoaa yksinkertaistetun menetelmän ANN:ien käytön aloittamiseen. Tässä asiakirjassa esitellään lyhyesti CNN:t ja käsitellään hiljattain julkaistuja artikkeleita ja uusia tekniikoita näiden loistavien kuvantunnistusmallien kehittämiseksi. Tässä johdannossa oletetaan, että olet perehtynyt ANN:ien ja koneoppimisen perusteisiin.

**Tulos**

Johdatus konvolutiivisiin neuroverkkoihin

**Esimerkki 2.1910**

Esitämme kokonaisvaltaisen lähestymistavan hakukyselyjen entiteettien luokitteluun rekrytointialalla. Kun ymmärretään hakukyselyssä ilmaistujen kokonaisuuksien tyypit (yritys, ammattitaito, tehtävänimike jne.), voidaan tehdä älykkäämpää tiedonhakua näiden kokonaisuuksien perusteella verrattuna perinteiseen avainsanapohjaiseen hakuun. Koska hakukyselyt ovat tyypillisesti hyvin lyhyitä, perinteisen sanapussimallin käyttäminen oliotyyppien tunnistamiseen ei olisi tarkoituksenmukaista kontekstuaalisen tiedon puutteen vuoksi. Lähestymistapamme sen sijaan yhdistää eri lähteistä peräisin olevia, eri tavoin monimutkaisia vihjeitä, jotta voidaan kerätä reaalimaailman tietoa kyselyyn sisältyvistä entiteeteistä. Käytämme kyselyn entiteettien semanttisia esityksiä kahden mallin avulla: 1) Wikipedian kaltaisista tietosanakirjakorpuksista tuotetut kontekstivektorit ja 2) miljoonista työpaikkailmoituksista word2vec-ohjelmalla tuotetut korkea-ulotteiset sanojen upotusvektorit. Lisäksi lähestymistapamme hyödyntää sekä WordNetistä saatuja entiteettien kielellisiä ominaisuuksia että DBpedian ontologisia ominaisuuksia. Arvioimme lähestymistapaamme CareerBuilderin, Yhdysvaltain suurimman työpaikkailmoituspörssin, luomalla aineistolla. Tietoaineisto sisältää miljoonista työnhakijoiden/rekrytoijien hakukyselyistä, työpaikkailmoituksista ja ansioluetteloista poimittuja entiteettejä. Kun olemme rakentaneet hakuyksiköiden jakaumavektorit, käytämme valvottua koneoppimista päättelemään hakuyksiköiden tyypit. Empiiriset tulokset osoittavat, että lähestymistapamme on parempi kuin Wikipediasta koulutettu word2vec-jakautumissemantiikkamalli. Lisäksi saavutamme 97 prosentin mikrokeskiarvoisen F1-pistemäärän käyttämällä ehdotettua distributiivisten representaatioiden kokonaisuutta.

**Tulos**

Entiteettityyppien tunnistaminen käyttämällä distributiivisten semanttisten mallien muodostamaa kokonaisuutta kyselyjen ymmärtämisen parantamiseksi.

**Esimerkki 2.1911**

Nykyään ilmaliikenteen hallintajärjestelmiä pyritään nykyaikaistamaan valtavasti, jotta ne selviytyisivät epävarmuudesta, monimutkaisuudesta ja epäoptimaalisuudesta. Vastaus tähän on tiedonvaihdon tehostaminen sidosryhmien välillä. Tässä asiakirjassa esitellään kehys, joka kuroo umpeen toisaalta ilmaliikenteen hallinnan ja lennonjohdon välisen kuilun ja toisaalta maa-, lähestymis- ja reittikeskusten välisen kuilun. Esitetään alkuperäinen järjestelmä, jossa on kolme keskeistä komponenttia: lentoratamallit, optimointiprosessi ja seurantaprosessi. Lentoradan epävarmuus mallinnetaan Bayesin verkolla, jonka solmut liittyvät kahdenlaisiin satunnaismuuttujiin: ilmatilan mittapisteiden ylilentoaikaan ja näitä pisteitä yhdistävien reittien matka-aikaan. Tuloksena saatu Bayes-verkko kattaa koko ilmatilan, ja MonteCarlo-simulaatioita tehdään sektorin ruuhkautumisen ja myöhästymisten todennäköisyyksien arvioimiseksi. Tämän lentoratamallin lisäksi optimointiprosessi minimoi nämä todennäköisyydet virittämällä Bayesin lentoratamallin parametreja, jotka liittyvät mittaripisteiden ylilentoaikoihin. Viimeinen komponentti on seurantaprosessi, joka päivittää jatkuvasti ilmatilan tilannetta ja muuttaa lentoratojen epävarmuustekijöitä ilma-alusten todellisen sijainnin mukaan. Jokaisen päivityksen jälkeen lasketaan uusi optimaalinen joukko ylilentoaikoja, jotka voidaan välittää lennonjohtajille ilma-alusten lentäjille annettavina lentoselvityksinä. Tässä asiakirjassa esitetään tämän globaalin optimointiongelman muodollinen määrittely, jonka taustalla olevat perusteet on johdettu Thales Air Systemsin lennonjohtajien avulla.

**Tulos**

Lentoliikenteen lisääminen: Mikä on ongelma?

**Esimerkki 2.1912**

Esittelemme alusta loppuun ulottuvan, multimodaalisen, täysin konvolu-<lb>tionaalisen verkon semanttisten rakenteiden poimimiseksi asiakirjakuvista. Tarkastelemme asiakirjojen semanttisten rakenteiden<lb>louhintaa pikseleittäin tapahtuvana segmentointitehtävänä ja ehdotamme<lb>yhdistynyttä mallia, joka luokittelee pikselit niiden<lb>visuaalisen ulkonäön lisäksi myös niiden taustalla olevan tekstin<lb>sisällön perusteella, kuten perinteisessä sivujen<lb>segmentointitehtävässä. Lisäksi ehdotamme tehokasta synteettisten asiakirjojen luomisprosessia, jota käytämme verkko-<lb>työmme esiharjoitteludatan tuottamiseen. Kun verkko on koulutettu suurella joukolla synteettisiä<lb>asiakirjoja, hienosäädämme verkkoa merkitsemättömillä todellisilla asiakirjoilla käyttäen puolivalvottua lähestymistapaa. Tutkimme järjestelmällisesti optimaalista verkkoarkkitehtuuria ja osoitamme, että<lb>kumpikin multimodaalinen lähestymistapa ja synteettisen datan esi<lb>koulutus parantavat suorituskykyä merkittävästi.

**Tulos**

Semanttisen rakenteen oppiminen asiakirjoista multimodaalisten täysin konvolutiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1913**

Arabian kieli ja kirjoitus ovat nyt joutuneet kohtaamaan uudelleen kansainvälisiä normatiivisia ratkaisuja, jotka haastavat useimmat niiden paikallisista tai verkostopohjaisista toimintaperiaatteista. Vaikka monikieliset digitaaliset koodausratkaisut, erityisesti Unicoden ehdottamat ratkaisut, ovat ratkaisseet monia arabialaisen kirjoituksen ongelmia, kielellinen näkökulma kaipaa edelleen mukautetumpia ratkaisuja. Terminologia on yksi niistä aloista, joilla arabian kieli vaatii klassisten tuottavuusmallien syvällistä nykyaikaistamista. Normatiivista lähestymistapaa, erityisesti ISO TC37:n lähestymistapaa, ehdotetaan yhdeksi ratkaisuksi, joka mahdollistaisi sen yhdistämisen kansainvälisiin standardeihin, jotta rakenteilla oleva tietoyhteiskunta voitaisiin integroida paremmin.

**Tulos**

Arabiankielen ja -kirjoituksen normalisointi: alueelliset ja maailmanlaajuiset kulttuuriset haasteet.

**Esimerkki 2.1914**

Tässä työssä tutkimme uutta semanttista lähestymistapaa kuvioiden löytämiseksi liikeradoista, jossa ontologioihin tukeutuen kohteen liiketietoa täydennetään tapahtumasemantiikalla. Lähestymistapaa voidaan soveltaa liikekuvioiden ja käyttäytymisen havaitsemiseen aina, kun liikeradalla tapahtuvien tapahtumien semantiikka on eksplisiittisesti tai implisiittisesti saatavilla. Testasimme sitä erityisesti merivalvonnan vaativassa skenaariossa eli epäilyttävien konttikuljetusten havaitsemisessa. Kehittämämme menetelmä edellyttää sovellusalueen formalisointia ontologian avulla, joka laajentaa tässä asiakirjassa kuvattua Moving Object Ontology (MOO) -ontologiaa. Tämän jälkeen liikemallit on formalisoitava joko DL-aksioomeiksi tai kyselyiksi, joiden avulla voidaan hakea malleja noudattavat liikeradat. Kokeellisessa arvioinnissamme olemme käyttäneet 18 miljoonan kontin tapahtumia sisältävää reaalimaailman tietokokonaisuutta, joka kuvaa satamassa tapahtuvia toimia laivauksen suorittamiseksi (esim. lastaaminen alukseen, vientitoiminto). Tapahtumien avulla olemme rekonstruoineet lähes 300 tuhatta kontin liikerataa, jotka liittyvät 50 tuhanteen konttiin, jotka kulkivat kolmen vuoden aikana. Olemme formalisoineet poikkeavat reittimallit DL-aksioomeiksi ja testanneet erilaisia ontologian sovellusliittymiä ja DL-järjittelijöitä epäilyttävien kuljetusten löytämiseksi. Kokeemme osoittavat, että lähestymistapa on toteutettavissa ja tehokas. Erityisesti Pelletin ja SPARQL-DL:n yhteinen käyttö mahdollistaa tietyn mallin mukaisten reittien havaitsemisen kohtuullisessa ajassa suurilla tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

Semantiikkaan perustuva poikkeavien kuvioiden havaitseminen liikkuvien esineiden liikeradoista

**Esimerkki 2.1915**

Arvostelupetokset ovat laajalle levinnyt ongelma verkkokaupassa, jossa vilpilliset myyjät kirjoittavat tai ostavat väärennettyjä arvosteluja manipuloidakseen tuotteidensa ja palveluidensa tunnettuutta. Väärennetyt arvostelut havaitaan usein useiden merkkien perusteella, kuten 1) ne esiintyvät lyhyissä aikapyrähdyksissä; 2) vilpillisillä käyttäjätileillä on vinoutuneet arvostelujakaumat. Nämä molemmat voivat kuitenkin pitää paikkansa missä tahansa tietokokonaisuudessa. Siksi ehdotamme tässä artikkelissa lähestymistapaa vilpillisten arvostelujen havaitsemiseen, jossa nämä kaksi lähestymistapaa yhdistetään periaatteellisella tavalla ja joka mahdollistaa onnistuneen havaitsemisen silloinkin, kun jompaa kumpaa näistä merkeistä ei esiinny. Näiden kahden lähestymistavan yhdistämiseksi laadimme Bayesian Inference for Rating Data (BIRD) -mallin, joka on joustava Bayesin malli käyttäjien arviointikäyttäytymisestä. Mallimme perusteella muotoilemme todennäköisyyteen perustuvan epäilyttävyysmittarin, Normalized Expected Surprise Total (NEST). Ehdotamme lineaariaikaista algoritmia Bayesin päättelyn suorittamiseksi mallimme avulla ja metriikan laskemiseksi. Todellisilla tiedoilla tehdyt kokeet osoittavat, että BIRDNEST havaitsee onnistuneesti arvostelupetokset suurissa reaalimaailman kuvaajissa: algoritmimme merkitsemät 50 epäilyttävintä Flipkart-alustan käyttäjää tutkittiin, ja Flipkartin toimialan asiantuntijat tunnistivat ne kaikki petoksiksi.

**Tulos**

BIRDNEST: Bayesin päättely arvosanojen väärinkäytösten havaitsemiseksi

**Esimerkki 2.1916**

Päätöksenteon tukijärjestelmät auttavat päätöksentekijöitä tekemään parempia päätöksiä monimutkaisissa päätöksenteko-ongelmissa (esim. investointi- tai poliittiset päätökset). Kalastus ja vesiviljely ovat aloja, joilla päätöksentekijät joutuvat tekemään tällaisia päätöksiä, koska niihin liittyy tekijöitä monilta eri tieteenaloilta. Päätöksentekojärjestelmiä ja niiden soveltamista kalastus- ja vesiviljelyalalla käsittelevästä kirjallisuudesta ei ole tehty järjestelmällistä katsausta. Tässä asiakirjassa esitetään yhteenveto tieteellisestä kirjallisuudesta, jossa kuvataan päätöksenteon tukijärjestelmiä, joita sovelletaan kalastuksen ja vesiviljelyn alalla. Käytämme kirjallisuuskartoituksen tekemiseen vakiintunutta systemaattista kartoitusmenetelmää. Tutkimuskysymyksemme ovat: Mitä päätöksenteon tukijärjestelmiä kalastusta ja vesiviljelyä varten on olemassa? Mitkä ovat kalastuksen ja vesiviljelyn päätöksenteon tukijärjestelmien aiheet, joita on tutkittu eniten, ja miten ne ovat muuttuneet ajan myötä? Tarjoavatko nykyiset kalatalouden DSS-järjestelmät reaaliaikaista analytiikkaa? Rakentavatko kalatalouden ja vesiviljelyn DSS-järjestelmät mallinsa käyttäen koneoppimista, joka tehdään kerätyistä ja perustetuista tiedoista? Tämän jälkeen esitellään yksityiskohtaisesti, miten käytämme systemaattista kartoitusmenetelmää näihin kysymyksiin vastaamiseksi. Tämän tuloksena 27 artikkelia tunnistetaan merkityksellisiksi ja esitellään tutkimuksessa pääteltyjä ensisijaisia menetelmiä päätöksenteon tukijärjestelmän suunnittelua varten. Analysoimme kerätyissä tutkimuksissa tehtyä tutkimusta. Havaitsimme, että suurin osa kirjallisuudesta ei ota työssään huomioon useita eri sidosryhmiä koskevia näkökohtia. Lisäksi havaitsimme, että reaaliaikaista analyysia on tehty vain vähän tai ei lainkaan näissä päätöksenteon tukijärjestelmissä.

**Tulos**

Kalastuksen ja vesiviljelyn päätöksenteon tukijärjestelmät: Systemaattinen katsaus

**Esimerkki 2.1917**

Esittelemme Net2Vecin, joustavan ja suorituskykyisen alustan, joka mahdollistaa syväoppimisalgoritmien suorittamisen viestintäverkossa. Net2Vec pystyy kaappaamaan dataa verkosta yli 60 Gbps:n nopeudella, muuntamaan sen mielekkäiksi tupleiksi ja soveltamaan ennusteita tupleihin reaaliajassa. Tätä alustaa voidaan käyttää eri tarkoituksiin liikenteen luokittelusta verkon suorituskyvyn analysointiin. Lopuksi esittelemme Net2Vecin käyttöä toteuttamalla ja testaamalla ratkaisua, jolla voidaan profiloida verkon käyttäjiä linjanopeudella käyttäen todellisesta verkosta tulevia jälkiä. Osoitamme, että syväoppimisen käyttö tässä tapauksessa päihittää perusmenetelmän sekä tarkkuuden että suorituskyvyn osalta.

**Tulos**

Net2Vec: Deep Learning for the Network

**Esimerkki 2.1918**

Avainpisteisiin perustuva kohteen seuranta on tärkeä ja haastava ongelma tietokonenäön ja grafiikan alalla, ja se on tyypillisesti muotoiltu tila- ja aika-avaruuteen perustuvassa tilastollisessa oppimiskehyksessä. Useimmat nykyiset keypoint-seurantaohjelmat eivät kuitenkaan kykene tehokkaasti mallintamaan ja tasapainottamaan seuraavia kolmea näkökohtaa samanaikaisesti: ajallinen mallin johdonmukaisuus kehysten välillä, tilallinen mallin johdonmukaisuus kehysten sisällä ja erottelevien ominaisuuksien rakentaminen. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotamme vankkaa avainpisteen jäljittäjää, joka perustuu tila-ajalliseen monitehtäväiseen strukturoituun tuotoksen optimointiin, jota ohjaa erotteleva metriikkaoppiminen. Näin ollen ajallinen mallin johdonmukaisuus on ominaista monitehtäväisellä strukturoidulla avainpistemallin oppimisella useissa vierekkäisissä kehyksissä, kun taas alueellinen mallin johdonmukaisuus mallinnetaan ratkaisemalla geometriseen verifiointiin perustuva strukturoitu oppimisongelma. Diskriminoivien ominaisuuksien rakentaminen mahdollistetaan metrisen oppimisen avulla luokkien sisäisen tiiviyden ja luokkien välisen erotettavuuden varmistamiseksi. Lopuksi edellä mainitut kolme moduulia optimoidaan samanaikaisesti yhteisessä oppimisjärjestelmässä. Kokeelliset tulokset ovat osoittaneet seurantalaitteemme tehokkuuden.

**Tulos**

Metriikkaoppimiseen perustuva monitehtäväinen strukturoidun tuotoksen optimointi vakaaseen avainpisteen seurantaan

**Esimerkki 2.1919**

Koneoppiminen on yhä yleisempää pörssikaupassa. Vaikka neuroverkot ovat menestyneet tietokonenäössä ja luonnollisen kielen käsittelyssä, ne eivät ole olleet yhtä hyödyllisiä pörssikaupassa. Osoittaaksemme neuroverkon soveltuvuuden osakekaupankäyntiin teimme yksikerroksisen neuroverkon, joka suosittelee osakkeen ostamista tai myymistä vertaamalla 10 peräkkäisen päivän korkeinta huippua 10 seuraavan päivän korkeimpaan huippuun, ja tämä prosessi toistetaan osakkeen vuoden mittaisen historiatiedon perusteella. χ-analyysin mukaan neuroverkko pystyy päättämään tarkasti ja asianmukaisesti, pitäisikö tietyn osakkeen osakkeita ostaa tai myydä, mikä osoittaa, että neuroverkko voi tehdä yksinkertaisia päätöksiä osakemarkkinoista.

**Tulos**

Matalan neuroverkon soveltaminen lyhytaikaiseen osakekauppaan

**Esimerkki 2.1920**

Tässä artikkelissa esittelemme uudenlaisen lähestymistavan ihmisen ja tietokoneen väliseen vuorovaikutukseen (Human Computer Interaction, HCI), jossa kursorin liikettä ohjataan reaaliaikaisen kameran avulla. Nykyiset menetelmät edellyttävät hiiren osien muuttamista, kuten lisäpainikkeiden lisäämistä tai seurantakuulan asennon muuttamista. Sen sijaan meidän menetelmässämme käytetään kameraa ja tietokonenäkötekniikkaa, kuten kuvan segmentointia ja eleiden tunnistusta, hiiren tehtävien (vasen ja oikea napsautus, kaksoisnapsautus ja vieritys) ohjaamiseen, ja näytämme, miten se pystyy suorittamaan kaiken sen, mihin nykyiset hiirilaitteet pystyvät. Ohjelmisto kehitetään JAVA-kielellä. Tunnistus ja asennon arviointi tässä järjestelmässä ovat käyttäjästä riippumattomia ja vankkoja, koska käytämme sormessamme olevia värinauhoja toimintojen suorittamiseen. Ohjelmistoa voidaan käyttää intuitiivisena syöttöliittymänä sovelluksissa, jotka vaativat moniulotteista ohjausta, esim. tietokonepelit jne.

**Tulos**

Hiiren simulointi kahden värillisen nauhan avulla

**Esimerkki 2.1921**

Tietojen visualisoinnin päätavoitteena on löytää kaikista käytettävissä olevista vaihtoehdoista käyttäjän kannalta merkitykselliset 2D/3D-näytön kartoitukset. Jos oletetaan, että käytettävissä on käyttäjän vuorovaikutustietoja tai muita kohteita tai niiden välisiä suhteita koskevia aputietoja, tavoitteena on tunnistaa, mitkä ensisijaisen datan näkökohdat tukevat käyttäjän syötettä ja, mikä on yhtä tärkeää, mitkä käyttäjän mahdollisesti häiriöherkän syötteen näkökohdat saavat tukea ensisijaisesta datasta. Ongelman ratkaisemiseksi otamme käyttöön moninäkymäisen upotuksen, jossa latentti faktorointi tunnistaa, mitkä näkökohdat kahdessa tietonäkymässä (primaaridata ja käyttäjätieto) liittyvät toisiinsa ja mitkä liittyvät vain jompaankumpaan niistä. Faktorisointi on generatiivinen malli, jossa näyttö on parametrisoitu osaksi faktorointia ja muut tekijät selittävät pois ne näkökohdat, joita ei voida ilmaista kaksiulotteisessa näytössä. Mallin toimivuus osoitetaan useilla aineistoilla.

**Tulos**

KÄYTTÄJÄLLE MERKITYKSELLISET VISUALISOINNIT USEAN NÄKYMÄN LATENTTIEN MUUTTUJIEN FAKTOROINNIN AVULLA

**Esimerkki 2.1922**

Rakennustietomallinnus (BIM) on viimeaikainen rakennusprosessi, joka perustuu 3D-malliin, joka sisältää kaikki rakennuksen toteutukseen liittyvät osat. Arkkitehdit, rakennesuunnittelijat, menetelmäinsinöörit ja muut rakennusprosessiin osallistuvat henkilöt työskentelevät tämän mallin pohjalta suunnittelusta rakentamiseen -vaiheessa. Näiden mallien suuri monimutkaisuus ja niihin sisältyvän tiedon suuri määrä aiheuttavat useita ongelmia, jotka viivästyttävät niiden laajaa käyttöönottoa teollisuudessa. Yksi tärkeimmistä on visualisointi: ammattilaisilla on vaikeuksia löytää työnsä kannalta olennaiset tiedot. Nykyiset ratkaisut kärsivät kahdesta rajoituksesta: BIM-mallien tietoja käsitellään manuaalisesti ja merkityksettömät tiedot yksinkertaisesti piilotetaan, mikä johtaa epäjohdonmukaisuuksiin rakennusmallissa. Tässä asiakirjassa kuvataan järjestelmä, joka perustuu rakennustietojen ontologiseen esitykseen rakennuselementtien automaattiseksi merkitsemiseksi. Käyttäjän osastosta riippuen visualisointia muokataan näiden merkintöjen mukaan säätämällä värejä ja kuvan ominaisuuksia automaattisesti saliaatiomalliin perustuen. Ehdotettuun saliaatiomalliin sisältyy useita mukautuksia arkkitehtuurikuvien erityispiirteiden huomioon ottamiseksi.

**Tulos**

Rakennusten rakennustietomallien mukautuva visualisointijärjestelmä Saliency-ominaisuutta käyttäen

**Esimerkki 2.1923**

Esittelemme persoonapohjaisia malleja, joilla voidaan käsitellä puhujan johdonmukaisuutta neurologisten vastausten luomisessa. Puhujamalli koodaa persoonat hajautettuihin sulautumiin, jotka kuvaavat yksilöllisiä ominaisuuksia, kuten taustatietoja ja puhetyyliä. Dyadinen puhuja-kohderyhmä-malli kuvaa kahden keskustelukumppanin välisen vuorovaikutuksen ominaisuuksia. Mallimme tuottavat laadullisia parannuksia suorituskykyyn sekä perpleksisyydessä että BLEU-pistemäärissä verrattuna perusmalleihin, jotka perustuvat sekvenssi-sekvenssi-malleihin, ja ne parantavat myös puhujan johdonmukaisuutta inhimillisten tuomareiden mittaamana.

**Tulos**

Persoonapohjainen hermostollinen keskustelumalli

**Esimerkki 2.1924**

Ehdotamme uusia mallinsiirto-oppimismenetelmiä, jotka tarkentavat päätösmetsämallia M, joka on opittu "lähde"-alueella, käyttämällä "kohde"-alueelta otettua harjoitusjoukkoa, jonka oletetaan olevan lähdealueen muunnelma. Esittelemme kaksi satunnaismetsän siirtoalgoritmia. Ensimmäinen algoritmi etsii ahneesti paikallisesti optimaalisia muutoksia kuhunkin puurakenteeseen yrittämällä paikallisesti laajentaa tai pienentää puuta yksittäisten solmujen ympärillä. Toinen algoritmi ei muuta rakennetta, vaan ainoastaan päätöksentekosolmujen yhteydessä olevia parametreja (kynnysarvoja). Ehdotamme myös molempien menetelmien yhdistämistä tarkastelemalla kokonaisuutta, joka sisältää näiden kahden metsän yhdistelmän. Ehdotetut menetelmät osoittavat vaikuttavia kokeellisia tuloksia useissa eri ongelmissa.

**Tulos**

OPI LÄHTEESTÄ, TARKENNA KOHTEESTA: MALLISIIRTO-OPPIMISKÄYTÄNNÖT, JOSSA ON RANDOM FORESTS 1 Learn on Source, Refine on Target: Mallinsiirto-oppimisen viitekehys satunnaismetsillä.

**Esimerkki 2.1925**

3D-kohtausten suunnittelu on tällä hetkellä luova tehtävä, joka vaatii huomattavaa asiantuntemusta ja vaivannäköä monimutkaisten 3D-suunnittelurajapintojen käytössä. Tämä vaivalloinen suunnitteluprosessi on jyrkässä ristiriidassa sen helppouden kanssa, jolla ihmiset voivat käyttää kieltä todellisten ja kuvitteellisten ympäristöjen kuvaamiseen. Esittelemme SCENESEERin: interaktiivisen tekstistä 3D-kohtausten luomisjärjestelmän, jonka avulla käyttäjä voi suunnitella 3D-kohtauksia luonnollisen kielen avulla. Käyttäjä antaa syöttötekstin, josta poimimme nimenomaisia rajoitteita esineille, joiden pitäisi esiintyä kohtauksessa. Näiden nimenomaisten rajoitusten perusteella järjestelmä käyttää sitten olemassa olevasta 3D-kohtausten ja 3D-esinemallien tietokannasta opittua tilatietopohjaa päättelemään, miten esineet järjestetään luonnolliseksi kohtaukseksi, joka vastaa syötetyn kuvauksen sisältöä. Käyttäjä voi sitten tekstikomentojen avulla iteratiivisesti tarkentaa luotua kohtausta lisäämällä, poistamalla, korvaamalla ja manipuloimalla objekteja. Arvioimme SCENESEERin tuottamien 3D-kohtausten laatua havaintokokeessa, jossa vertaamme niitä manuaalisesti suunniteltuihin kohtauksiin ja yksinkertaisempiin 3D-kohtausten tuottamisen perusmenetelmiin. Osoitamme, miten luotuja kohtauksia voidaan iteratiivisesti tarkentaa yksinkertaisilla luonnollisen kielen komennoilla. JOHDANTO 3D-kohtausten suunnittelu on haastava luova tehtävä. Asiantuntijakäyttäjät käyttävät paljon vaivaa oppiakseen käyttämään monimutkaisia 3D-kohtausten suunnittelutyökaluja. Silti tarvitaan valtavasti manuaalista työtä, mikä johtaa korkeisiin kustannuksiin 3D-sisällön tuottamisessa videopeleissä, elokuvissa, sisustussuunnittelussa ja arkkitehtonisessa visualisoinnissa. Vaikka kuvien tuottaminen kuvauksista on käsitteellisesti yksinkertaista, tekstistä kohtaukseen -järjestelmillä on saavutettu vain vähän menestystä. Miten voisimme antaa ihmisten luoda 3D-kohtauksia yksinkertaisella luonnollisella kielellä? Nykyiset 3D-suunnittelutyökalut mahdollistavat laajan hallinnan geometrian rakentamisessa ja tarkassa sijoittelussa 3D-kohtauksissa. Useimmat näistä työkaluista eivät kuitenkaan anna mahdollisuutta koota kohtausta intuitiivisesti olemassa olevista objekteista, mikä on ratkaisevan tärkeää muille kuin ammattikäyttäjille. Vertailun vuoksi todettakoon, että tosielämässä harva on puuseppä, mutta useimmat meistä ovat ostaneet ja järjestäneet huonekaluja. Luonnollinen kieli on ilmeinen käyttöliittymä, kun halutaan määritellä, miten esineitä kootaan ja järjestetään kohtauksiksi. On paljon helpompaa sanoa: "Laita sininen kulho ruokapöydälle" kuin hakea, lisätä ja suunnata kulhon 3D-malli. Tekstistä 3D-kohtauksiin -käyttöliittymät voivat antaa laajemmalle väestöryhmälle mahdollisuuden luoda 3D-kohtauksia pelejä, sisustussuunnittelua ja virtuaalista tarinankerrontaa varten. Tekstistä 3D-kohtauksiin -järjestelmiin liittyy useita teknisiä haasteita. Ensinnäkin luonnollinen kieli on tyypillisesti tiivistä ja epätäydellistä. Ihmiset mainitsevat harvoin monia tosiasioita maailmasta, koska nämä tosiasiat voidaan usein olettaa turvallisesti. Useimmat työpöydät ovat pystyasennossa ja lattialla, mutta vain harvat ihmiset mainitsevat tämän nimenomaisesti. Tämä implisiittinen paikkatieto on ratkaisevan tärkeää kohtausten luomiselle, mutta sitä on vaikea poimia. Toiseksi ihmiset päättelevät maailmasta 1 ar X iv :1 70 3. 00 05 0v 1 [ cs .G R ] 2 8 Fe b 20 17 paljon korkeammalla tasolla kuin 3D-kohtausten tyypilliset representaatiot (käyttämällä kuvaavaa lausetta pöytä seinää vasten vs. 3D-muunnosmatriisi). Objektien semantiikka ja niiden likimääräinen sijoittelu ovat tyypillisesti tärkeämpiä kuin geometrian tarkat ja abstraktit ominaisuudet. Useimmat 3D-kohtausten suunnittelutyökalut ovat lähtöisin tietokoneavusteisen suunnittelun ja arkkitehtuurin perinteistä, joissa hallinnan ja määrittelyn tarkkuus on paljon tärkeämpää kuin satunnaisille käyttäjille. Perinteiset käyttöliittymät mahdollistavat kattavan hallinnan, mutta niissä ei yleensä oteta huomioon korkean tason semantiikkaa. SCENESEER antaa käyttäjille mahdollisuuden luoda ja käsitellä 3D-kohtauksia arkipäivän semantiikan tasolla yksinkertaisen luonnollisen kielen avulla. Se hyödyntää olemassa olevasta 3D-kohtaustiedosta opittua paikkatietoprioria, jotta voidaan päätellä implisiittisiä, mainitsemattomia rajoitteita ja ratkaista näkymästä riippuvia tilasuhteita luonnollisella tavalla. Esimerkiksi lauseesta "ruokapöydässä on kakku" voidaan päätellä, että kakku on todennäköisesti lautasella ja että lautanen on todennäköisesti pöydällä. Tämä 3D-kohtausten suunnittelun nostaminen arkipäiväisen semantiikan tasolle on ratkaisevan tärkeää intuitiivisten suunnittelurajapintojen, nopean prototyyppien rakentamisen ja karkeasta hienosäätöön tapahtuvan hienosäädön mahdollistamiseksi. Tässä artikkelissa esitellään kehys tekstistä 3D-kohtaukseen -tehtävää varten ja käytetään sitä SCENESEER-järjestelmän suunnittelun motivoinnissa. Osoitamme, että SCENESEERiä voidaan käyttää 3D-kohtausten luomiseen lyhyistä luonnollisen kielen kuvauksista. Arvioimme empiirisesti luotujen kohtausten laatua ihmisen tekemän arviointikokeen avulla ja havaitsimme, että SCENESEER pystyy tuottamaan korkealaatuisia kohtauksia, jotka vastaavat syötettyä tekstiä. Näytämme, miten tekstikomentoja voidaan käyttää vuorovaikutteisesti SCENESEERissä tuotettujen 3D-kohtausten käsittelyyn.

**Tulos**

SceneSeer: 3D Scene Design with Natural Language

**Esimerkki 2.1926**

Tarkastelemme tehtävää, joka koskee maksimaalisen a posteriori-estimaatin saamista diskreeteille parittaisille satunnaiskentille, joilla on mielivaltaiset unaariset potentiaalit ja semimetriset parittaiset potentiaalit. Tätä ongelmaa varten ehdotamme tarkkaa hierarkkista siirtostrategiaa, jossa jokainen siirto lasketaan tehokkaasti ratkaisemalla st-MINCUT-ongelma. Toisin kuin aiemmat siirtojen tekemistä koskevat lähestymistavat, esimerkiksi laajalti käytetty α-laajennusalgoritmi, menetelmämme saavuttaa tavanomaisen lineaarisen ohjelmoinnin (LP) relaksaation takuut tärkeässä erityistapauksessa, joka koskee metristä merkintää. Toisin kuin nykyiset LP-relaksaation ratkaisijat, esimerkiksi sisäisen pisteen algoritmit tai puupainotteinen viestinvälitys, menetelmämme on huomattavasti nopeampi, koska se käyttää suunnittelussaan vain tehokasta st-MINCUT-algoritmia. Sekä synteettisten että todellisten datakokeiden avulla osoitamme, että tekniikkamme päihittää useita yleisesti käytettyjä algoritmeja.

**Tulos**

Puolimetristen MRF:ien MAP-estimointi hierarkkisten graafileikkausten avulla

**Esimerkki 2.1927**

Résumé Vaalit saavat Twitterissä aikaan voimakkaita poliittisia mielipiteitä, mutta mitä ihmiset todella ajattelevat politiikasta ? Mielipiteiden ja trendien louhinta politiikkaa käsittelevistä mikroblogeista on viime aikoina houkutellut tutkijoita useilta aloilta, kuten tiedonhaun ja koneoppimisen (ML) aloilta. Koska saatavilla olevan tiedon määrä ja laatu rajoittavat ML- ja luonnollisen kielen prosessointimenetelmien suorituskykyä, yksi lupaava vaihtoehto joihinkin tehtäviin on asiantuntijalausuntojen automaattinen lisääminen. Tässä artikkelissa on tarkoitus kehittää niin sanottu aktiivinen oppimisprosessi, jolla voidaan automaattisesti annotoida ranskankielisiä twiittejä, jotka käsittelevät poliitikkojen imagoa (eli edustusta, verkkomaineita). Keskitymme pääasiassa menetelmään, jota noudatetaan alkuperäisen annotoidun tietokokonaisuuden rakentamisessa, jossa ilmaistaan kahden ranskalaisen poliitikon mielipiteitä ajan myötä. Siksi tarkastelemme uusimpia NLP-pohjaisia ML-algoritmeja, joiden avulla twiittejä voidaan annotoida automaattisesti käyttämällä bootstrapina manuaalista aloitusvaihetta. Tässä artikkelissa keskitytään aktiiviseen oppimiseen liittyviin avainkysymyksiin, kun rakennetaan suurta annotoitua aineistoa kohinasta. Tätä tuovat esiin inhimilliset annotoijat, datan runsaus ja merkintöjen jakautuminen datan ja entiteettien kesken. Osoitamme puolestaan, että Twitterin ominaisuuksia, kuten kirjoittajan nimeä tai hashtageja, voidaan pitää kantopisteenä, jonka avulla voidaan paitsi parantaa automaattisia järjestelmiä mielipiteiden louhintaa (OM) ja aihepiiriluokittelua varten myös vähentää kohinaa ihmisten annotaatioissa. Myöhemmin tehty perusteellinen analyysi osoittaa kuitenkin, että kohinan vähentäminen saattaa johtaa ratkaisevan tärkeän tiedon häviämiseen.

**Tulos**

Aktiivinen oppiminen sähköistä mainetta käsittelevien mikroblogien kommentoinnissa

**Esimerkki 2.1928**

Syväoppimismenetelmät, kuten Deep Q-Networks (DQN), kohtaavat skaalautuvuusongelmia useissa tehtävissä (toimialueilla). Ehdotamme menetelmää usean toimialan vuoropuhelukäytäntöjen oppimiseen, jota kutsutaan NDQN:ksi, ja sovellamme sitä ravintoloiden ja hotellien toimialoilla toimivaan, tietoa etsivään puhuttuun vuoropuhelujärjestelmään. Kokeellisissa tuloksissa, joissa verrataan DQN:ää (perusversio) ja NDQN:ää (ehdotettu) simulaatioiden avulla, todetaan, että ehdotettu menetelmä on skaalautuvuudeltaan parempi ja että se on lupaava menetelmä monialueen dialogijärjestelmien käyttäytymisen optimoimiseksi.

**Tulos**

Syvä vahvistusoppiminen monialaisia dialogijärjestelmiä varten

**Esimerkki 2.1929**

Automaattinen tekstin pisteytys (ATS) tarjoaa kustannustehokkaan ja johdonmukaisen vaihtoehdon ihmisen tekemälle merkinnälle. Hyvän suorituskyvyn saavuttamiseksi järjestelmän ennustavat ominaisuudet on kuitenkin laadittava manuaalisesti ihmisasiantuntijoiden toimesta. Esittelemme mallin, joka muodostaa sanaesityksiä oppimalla, missä määrin tietyt sanat vaikuttavat tekstin pisteytykseen. Käyttämällä pitkäkestoisen ja lyhytkestoisen muistin verkkoja tekstien merkityksen esittämiseen osoitamme, että täysin automatisoidulla kehyksellä voidaan saavuttaa erinomaisia tuloksia verrattuna vastaaviin lähestymistapoihin. Pyrimme tekemään tuloksistamme helpommin tulkittavia, ja hermoverkkojen visualisoinnissa viime aikoina saavutettujen edistysaskeleiden innoittamana esittelemme uudenlaisen menetelmän, jolla tunnistetaan ne tekstin alueet, jotka malli on todennut erottelevimmiksi.

**Tulos**

Automaattinen tekstin pisteytys neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1930**

Tässä työssä, joka on saanut innoituksensa Zadehin [57, 59] esittämästä ajatuksesta "Computing with Words and Perceptions", keskitytään siihen, miten mittaukset voidaan muuntaa käsityksiksi [22] autonomisten liikkuvien robottien kartanrakennusongelmaa varten. Ehdotamme, että kaikuluotainantureista saadut havainnot mallinnetaan kahtena rasterikarttana: toinen esteille ja toinen tyhjille alueille. Säännöt, joita käytetään näiden karttojen rakentamiseen ja yhdistämiseen, ilmaistaan kielellisillä kuvauksilla ja mallinnetaan sumeilla säännöillä. Tämä lähestymistapa eroaa muista kirjallisuudessa esitetyistä tutkimuksista lähinnä siinä, että tässä esitelty menetelmä perustuu oletukseen, jonka mukaan käsitteet "varattu" ja "tyhjä" ovat pikemminkin antonyymejä kuin toisiaan täydentäviä (kuten todennäköisyyteen perustuvissa lähestymistavoissa) tai toisistaan riippumattomia (kuten aiemmissa sumeissa malleissa). Mallia on kokeiltu aidolla robotilla kolmessa edustavassa sisätilaympäristössä, ja sen tulokset on esitetty. Tarjoamme laadullisen ja määrällisen vertailun todennäköisyyslähestymistavalla, aiemmalla sumealla menetelmällä ja uudella antonyymeihin perustuvalla sumealla lähestymistavalla saaduista kartoista. On osoitettu, että antonyymipohjaisella menetelmällä saadut kartat ovat paremmin määriteltyjä, ne kuvaavat paremmin seinien ja tyhjien tilojen muotoa ja sisältävät vähemmän virheitä, jotka johtuvat reboundeista ja lyhyistä kaikuista. Lisäksi käytetyille kaikuluotaimille ominaisesta kohinasta ja alhaisesta resoluutiosta huolimatta saadut kartat ovat tarkkoja ja sietävät epätarkkuutta. Tätä työtä ovat tukeneet Espanjan tiede- ja innovaatiovirasto (MICINN) Juan de la Cierva JCI-2008-3531 -ohjelmassa ja Euroopan sosiaalirahasto. ∗ Vastaava kirjoittaja Sähköpostiosoitteet: sergio.guadarrama@softcomputing.es (Sergio Guadarrama), aruiz@fi.upm.es (Antonio Ruiz-Mayor) Preprint submitted to Elsevier July 1, 2010 ar X iv :1 00 6. 58 27 v1 [ cs .R O ] 3 0 Ju n 20 10

**Tulos**

Likimääräinen robottikartoitus kaikuluotaintiedoista mallintamalla käsityksiä antonyymien avulla

**Esimerkki 2.1931**

Tässä artikkelissa esitetään yhteenveto LVCSR-järjestelmän kehittämisestä, joka rakennettiin osana pashtun puheenkäännösjärjestelmää SCALE (Summer Camp for Applied Language Exploration) 2015 -työpajassa, jonka aiheena oli "Speech-to-text-translation for low-resource languages". Pashun kieli valittiin hyväksi "sijaiskieleksi", jolla on vähän resursseja ja jossa on useita ilmiöitä, jotka tekevät puheentunnistus- ja puhe-teksti-käännösjärjestelmien kehittämisestä vaikeaa. Vaikka datan määrä näyttäisi olevan riittävä, kun otetaan huomioon, että data on peräisin useista eri lähteistä, alustavat kokeet osoittavat, että korporaatioiden yhdistämisestä (ketjuttamisesta) ei ole juurikaan hyötyä ja että on kehitettävä tarkempia tapoja hyödyntää kaikkea dataa. Tässä asiakirjassa keskitytään vain LVCSR-osioon ja esitellään erilaisia tekniikoita, jotka on todettu hyödyllisiksi useiden eri korporaatioiden hyödyntämiseksi.

**Tulos**

HETEROGEENISTEN KORPORAATIOIDEN KÄYTTÖ ASR-JÄRJESTELMÄN KOULUTUKSESSA

**Esimerkki 2.1932**

Aktiiviset ulkonäkömallit (Active appearance models, AAM) ovat geneeristen mallien luokka, joka on saavuttanut valtavaa menestystä kasvojen analysoinnissa. Mallin oppiminen riippuu kuitenkin siitä, onko kanonisten maamerkkipisteiden yksityiskohtainen annotaatio saatavilla. Kun tarvitaan tarkkaa AAM:n sovittamista eri variaatioihin (ilme, asento, identiteetti), kerätään ja merkitään uusi tietokokonaisuus. Viime aikoina on kiinnitetty huomiota siirto-oppimismenetelmiin, joilla pyritään ratkaisemaan aikaa vievä tiedonkeruu ja annotointi. Tavoitteena on siirtää tietoa aiemmin saatavilla olleista tietokokonaisuuksista (lähde) uuteen tietokokonaisuuteen (kohde). Ehdotamme aliavaruuden siirto-oppimismenetelmää, jossa valitaan lähteestä aliavaruus, joka kuvaa parhaiten kohdeavaruutta. Ehdotamme metriikkaa, jolla lasketaan lähteen ominaisvektoreiden ja kohdeavaruuden välille suuntautuva samankaltaisuus. Osoitamme, että tämä metriikka ja kohdetietojen varianssi vastaavat toisiaan, kun ne projisoidaan lähteen ominaisvektoreihin. Tämän vastaavuuden avulla valitsemme lähteen pääsuuntausten osajoukon, joka kuvaa kohdetietojen varianssia. Mallimme määrittelemiseksi täydennämme valittua lähdeavaruutta kohdeavaruudella, joka on opittu kourallisesta kohde-esimerkkejä. Kuudella julkisesti saatavilla olevalla tietokokonaisuudella tehdyissä kokeissa osoitamme, että lähestymistapamme on nykyistä parempi sekä RMS-sovitusvirheen että niiden testiesimerkkien prosenttiosuuden osalta, joiden kohdalla AAM-sovitus konvergoi perustotuuden kanssa.

**Tulos**

Aliavaruuden valinta häiritsevän lähdetiedon tukahduttamiseksi AAM-siirto-oppimisessa (AAM Transfer Learning)

**Esimerkki 2.1933**

Kuvaamme todennäköisyyssuhteiden graafisen esityksen - vaihtoehdon Bayesin verkolle - jota kutsutaan riippuvuusverkoksi. Bayesin verkon tavoin riippuvuusverkossa on graafi ja todennäköisyyskomponentti. Graafikomponentti on (syklinen) suunnattu graafi, jossa solmun vanhemmat tekevät solmusta riippumattoman kaikista muista verkon solmuista. Todennäköisyyskomponentti koostuu solmun todennäköisyydestä, kun otetaan huomioon solmun vanhemmat kunkin solmun osalta (kuten Bayes-verkossa) . Tunnistamme useita tämän esityksen ba sisia ominaisuuksia ja kuvaamme sen käyttöä yhteistoiminnallisessa suodatuksessa (preferenssien ennustaminen) ja ennustussuhteiden visualisoinnissa.

**Tulos**

Riippuvuusverkot yhteistoiminnallista suodatusta ja tietojen visualisointia varten

**Esimerkki 2.1934**

Monet syvät konvoluutio-neuraaliverkot (CNN) tekevät virheellisiä ennusteita epäsuotuisista näytteistä, jotka on saatu puhtaiden näytteiden huomaamattomilla häiriöillä. Oletamme, että tämä johtuu siitä, että epätavallisia signaaleja ei pystytä tukahduttamaan verkkokerroksissa. Korjauskeinoksi ehdotamme symmetristen aktivointifunktioiden (SAF) käyttöä epälineaarisissa signaalinmuuntoyksiköissä. Nämä yksiköt tukahduttavat poikkeuksellisen suuret signaalit. Osoitamme, että SAF-verkot voivat suorittaa luokittelutehtäviä mielivaltaisella tarkkuudella yksinkertaistetussa tilanteessa. Käytännössä emme käytä SAF-verkkoja yksinään, vaan lisäämme niitä CNN-verkkoihin niiden kestävyyden parantamiseksi. Muutetut CNN:t voidaan helposti kouluttaa suosituilla strategioilla kohtuullisella koulutuskuormalla. Kokeemme MNIST- ja CIFAR-10-tietokannoilla osoittavat, että modifioidut CNN:t toimivat samalla tavalla kuin tavalliset CNN:t puhtailla näytteillä ja ovat huomattavasti kestävämpiä vastakkaisia ja hölynpölynäytteitä vastaan.

**Tulos**

Epätavallisen tukahduttaminen: kohti kestäviä CNN:iä symmetristen aktivointifunktioiden avulla

**Esimerkki 2.1935**

Résumé. Joukkoistaminen, joka on merkittävä taloudellinen kysymys, on tosiasia, jonka mukaan yrityksen sisäinen tehtävä on ulkoistettava suurelle yleisölle, eli yleisölle. C'est ainsi une forme de sous-traitance digitale destinée à une personne susceptible de pouvoir réaliser la tâche demandée généralement rapide et non automatisable. L'évaluation de la qualité du travail des participants est cependant un problème majeur en crowdsourcing. Osallistumisia on siis valvottava, jotta voidaan varmistaa kampanjan tehokkuus ja asianmukaisuus. Osallistujien asiantuntemuksen tason arvioimiseksi on ehdotettu useita menetelmiä. Ce travail a la particularité de proposer une méthode de calcul de degrés d'expertise en présence de données dont l'ordre de classement est connu. Asiantuntijuusasteita tarkastellaan tämän jälkeen sellaisten tietojen perusteella, joilla ei ole ennalta määriteltyä järjestystä. Cette méthode fondée sur la théorie des fonctions de croyance tient compte des incertitudes des réponses et est évaluée sur des données réelles d'une campagne réalisée en 2016.

**Tulos**

Une mesure d'expertise pour le crowdsourcing (asiantuntemuksen mittaaminen joukkoistamista varten)

**Esimerkki 2.1936**

Tässä artikkelissa raportoidaan kirjoitustyylianalyysistä, joka koskee hyperpartisaanisia (eli äärimmäisen yksipuolisia) uutisia ja valeuutisia. Siinä esitellään laaja 1 627 artikkelin korpus, jonka BuzzFeedin ammattitoimittajat tarkistivat manuaalisesti faktat. Artikkelit olivat peräisin yhdeksältä tunnetulta poliittiselta kustantajalta, joista kumpikin kolme oli valtavirrasta, hyperpuolueellisesta vasemmistosta ja hyperpuolueellisesta oikeistosta. Korpus sisältää yhteensä 299 valeuutista, joista 97 prosenttia on peräisin hyperpuolueellisilta julkaisijoilta. Ehdotamme ja demonstroimme uutta tapaa arvioida tekstiluokkien tyylin samankaltaisuutta Unmasking-menetelmällä - metaoppimismenetelmällä, joka on alun perin kehitetty tekijyyden todentamista varten - ja joka paljastaa, että vasemmistolaisilla ja oikeistolaisilla uutisilla on paljon enemmän yhteistä kuin valtavirran uutisten tyylin kanssa. Lisäksi osoitamme, että ylipuolueelliset uutiset voidaan erottaa tyylinsä perusteella hyvin valtavirrasta (F1 = 0,78), samoin kuin satiiri molemmista (F1 = 0,81). Ei ole yllättävää, että tyyliin perustuva valeuutisten havaitseminen ei onnistu (F1 = 0,46). Edelliset tulokset ovat kuitenkin tärkeitä väärennettyjen uutisten tunnistimien esiseulonnan toteuttamiseksi.

**Tulos**

Tyylilukututkimus ylipuolueellisuudesta ja valeuutisista

**Esimerkki 2.1937**

Hajautetussa tai yksityisyyttä suojaavassa oppimisessa meille annetaan usein joukko todennäköisyysmalleja, jotka on estimoitu eri paikallisista tietovarastoista, ja meitä pyydetään yhdistämään ne yhdeksi malliksi, joka antaa tehokkaan tilastollisen estimoinnin. Yksinkertainen menetelmä on keskiarvoistaa lineaarisesti paikallisten mallien parametrit, mutta tämä menetelmä on yleensä degeneroitunut tai sitä ei voida soveltaa ei-konveksisiin malleihin tai malleihin, joiden parametrien ulottuvuudet ovat erilaiset. Yksi käytännöllisempi strategia on luoda bootstrap-näytteitä paikallisista malleista ja oppia sitten yhdistettyyn bootstrap-joukkoon perustuva yhteinen malli. Valitettavasti bootstrap-menettely aiheuttaa lisäkohinaa ja voi heikentää suorituskykyä merkittävästi. Tässä työssä ehdotamme kahta varianssin vähennysmenetelmää bootstrap-kohinan korjaamiseksi, mukaan lukien painotettu M-estimaattori, joka on sekä tilastollisesti tehokas että käytännössä tehokas. Menetelmiemme demonstroimiseksi esitetään sekä teoreettinen että empiirinen analyysi.

**Tulos**

Bootstrap-mallien yhdistäminen hajautettua tilastollista oppimista varten

**Esimerkki 2.1938**

Älypuhelinten suosio on kasvanut viime vuosina valtavasti. Kun älypuhelimiin lisätään yhä uusia ominaisuuksia niiden hyödyllisyyden lisäämiseksi, niiden merkitys vain kasvaa tulevaisuudessa. Koneoppimisen ja mobiililaskennan yhdistäminen voi tehdä älypuhelimista "älykkäitä" laitteita, joita ei ole tähän asti näkynyt älypuhelimissa. Lisäksi koneoppimisen ja kontekstitietoisen tietojenkäsittelyn yhdistelmä voi antaa älypuhelimille mahdollisuuden arvioida käyttäjien tarpeita ennakoivasti ympäristöstä ja kontekstista riippuen. Näin käyttäjille voidaan tarjota tarvittavia palveluja. Tässä artikkelissa on tutkittu menetelmiä ja sovelluksia, joilla koneoppiminen ja kontekstista tietoinen laskenta voidaan yhdistää Android-alustaan, jotta käyttäjille voidaan tarjota enemmän hyötyä. Tätä varten määrittelemme koneoppimismoduulin (ML), joka on sisällytetty Androidin perusarkkitehtuuriin. Ensinnäkin olemme hahmotelleet kaksi pääasiallista toimintoa, jotka ML-moduulin olisi tarjottava. Sen jälkeen olemme esitelleet kolme arkkitehtuuria, joista kussakin ML-moduuli on sisällytetty Android-arkkitehtuurin eri tasolle. Kunkin arkkitehtuurin etuja ja puutteita on arvioitu. Lopuksi on esitelty muutamia sovelluksia, joihin ehdotettu järjestelmä voidaan sisällyttää siten, että niiden toiminnallisuutta parannetaan. Avainsanat-koneoppiminen; assosiaatiosäännöt; koneoppiminen sulautetuissa järjestelmissä; Android, ID3; Apriori; Max-Miner.

**Tulos**

Assosiointisääntöihin perustuva joustava koneoppimismoduuli sulautetuille järjestelmäalustoille, kuten Androidille.

**Esimerkki 2.1939**

Kuvaamme kaksi uutta toisiinsa liittyvää resurssia, jotka helpottavat yleistiedon päättelyn mallintamista 4. luokan luonnontieteiden kokeissa. Ensimmäinen on kokoelma kuratoituja faktoja taulukoiden muodossa, ja toinen on suuri joukko joukkorahoitteisia monivalintakysymyksiä, jotka kattavat taulukoiden faktat. Joukkolähetysmuotoisen kommentointitehtävän avulla saamme implisiittistä yhdenmukaistamistietoa kysymysten ja taulukoiden välille. Voimavaroista on hyötyä paitsi kysymysten vastaamisen parissa työskenteleville tutkijoille myös ihmisille, jotka tutkivat monenlaisia muita sovelluksia, kuten tiedon louhintaa, kysymysten jäsentelyä, vastaustyyppien tunnistamista ja leksikaalista semanttista mallintamista.

**Tulos**

TabMCQ: Tietokanta yleistietotaulukoista ja monivalintakysymyksistä.

**Esimerkki 2.1940**

Luonnollisen kielen prosessoinnin yhteydessä representaatio-oppiminen on noussut hiljattain aktiiviseksi tutkimusaiheeksi, koska se toimii erinomaisesti monissa sovelluksissa. Sanojen representaatioiden oppiminen on uraauurtava tutkimus tällä tutkimusalalla. Kappaleiden (tai lauseiden ja asiakirjojen) upottamisen oppiminen on kuitenkin sopivampaa/järkevämpää joihinkin tehtäviin, kuten tunteiden luokitteluun ja asiakirjojen tiivistämiseen. Tietojemme mukaan on kuitenkin suhteellisen vähän työtä, jossa keskitytään valvomattomien kappaleiden upottamismenetelmien kehittämiseen. Klassiset kappaleen sulauttamismenetelmät päättelevät tietyn kappaleen esityksen ottamalla huomioon kaikki kappaleessa esiintyvät sanat. Näin ollen usein esiintyvät pysäytys- tai funktionaaliset sanat voivat harhauttaa sulauttamisen oppimisprosessia ja tuottaa epäselvän kappale-esityksen. Näiden havaintojen perusteella tässä asiakirjassa esitetyt tärkeimmät tulokset ovat kaksijakoiset. Ensinnäkin ehdotamme uudenlaista valvomatonta kappaleiden upotusmenetelmää, jota kutsutaan EV-malliksi (essence vector) ja jonka tavoitteena on paitsi poimia kappaleesta edustavin tieto myös sulkea pois yleinen taustatieto, jotta kappaleesta saadaan informatiivisempi matalaulotteinen vektoriesitys. Arvioimme ehdotettua EV-mallia vertailuanalyyseissä, jotka koskevat tunteiden luokittelua ja useiden asiakirjojen tiivistämistä. Kokeelliset tulokset osoittavat ehdotetun upotusmenetelmän tehokkuuden ja sovellettavuuden. Toiseksi, kun otetaan huomioon puhutun sisällön käsittelyn kasvava merkitys, ehdotetaan EV-mallin laajennusta, joka on nimeltään denoising essence vector (D-EV) -malli. D-EV-malli ei ainoastaan peri EV-mallin edut, vaan se voi myös päätellä tietylle puhutulle kappaleelle vankemman esityksen epätäydellistä puheentunnistusta vastaan. D-EV-mallin käyttökelpoisuutta arvioidaan puhutun asiakirjan tiivistämistehtävässä, mikä vahvistaa ehdotetun upotusmenetelmän käytännön ansiot suhteessa useisiin hyväksi havaittuihin ja uusimpiin tiivistämismenetelmiin.

**Tulos**

Tislauksen oppiminen: Essence Vector Modeling Framework -puitteet

**Esimerkki 2.1941**

Tässä artikkelissa kuvataan uusi menetelmä tietokokonaisuuksien luokitteluun, jossa elementit jaetaan eri luokkiin. Sillä on sukulaisuussuhteita neuroverkkoihin, mutta se toimii eri tavalla, sillä se vaatii vain yhden läpikäynnin luokittelijan läpi painosarjojen luomiseksi. Tarvitaan ruudukkorakenne ja uudenlainen ajatus muuntaa reaaliarvojen rivi 2-D- tai ruudukkomaiseksi arvokaistojen rakenteeksi. Kukin solu kaistassa voi sitten tallentaa solun painoarvon ja myös painosarjan, joka edustaa sen omaa tärkeyttä kullekin tulostuskategorialle. Jos jokin tulo on luokiteltava, voidaan hakea ja laskea yhteen kaikki kunkin merkityksellisen solun painoluettelot ja laskea ne yhteen, jolloin saadaan todennäköisyys sille, mikä on oikea tuloluokka. Kunkin tulopisteen suhteellinen merkitys tulosteen kannalta jaetaan siis kuhunkin soluun. Itse rakentamisprosessi voi olla yksinkertaisesti painoarvojen vahvistamista, eikä se vaadi iteratiivista säätöprosessia, mikä tekee siitä mahdollisesti paljon nopeamman.

**Tulos**

Yksivaiheinen luokittelija kategorisille tiedoille

**Esimerkki 2.1942**

Osoitamme, että relaatioiden louhinta voidaan pelkistää vastaamalla yksinkertaisiin luetun ymmärtämistä koskeviin kysymyksiin yhdistämällä yksi tai useampi luonnollisen kielen kysymys kuhunkin relaatiokohtaan. Tällä pelkistämisellä on useita etuja: voimme (1) oppia korkealaatuisia relaatioiden louhintamalleja laajentamalla viimeaikaisia neuraalisia luetun ymmärtämisen tekniikoita, (2) rakentaa hyvin suuria harjoitusjoukkoja näille malleille yhdistämällä relaatiokohtaisia joukkoresurssi-kysymyksiä ja etävalvontaa ja jopa (3) tehdä nollakohtaista oppimista louhimalla uusia relaatioita, jotka määritetään vasta testihetkellä, jolloin meillä ei ole leimattuja harjoitusnäytteitä. Kokeet Wikipedian slot-filling-tehtävässä osoittavat, että lähestymistapa voi yleistää uusiin kysymyksiin tunnetuille suhteille suurella tarkkuudella ja että nollapisteen yleistäminen tuntemattomiin suhteisiin on mahdollista alhaisemmilla tarkkuustasoilla, mikä asettaa riman tulevalle työlle tässä tehtävässä.

**Tulos**

Nollapistosuhteen poiminta luetun ymmärtämisen avulla

**Esimerkki 2.1943**

Kimmo Kettunen, Eetu Mäkelä, Teemu Ruokolainen, Juha Kuokkala ja Laura Löfberg 1 Kansalliskirjasto, Säilytys- ja digitointikeskus, Mikkeli, Suomi kimmo.kettunen@helsinki.fi 2 Aalto-yliopisto, Semanttisen tietojenkäsittelyn tutkimusryhmä, Espoo, Suomi eetu.makela@aalto.fi 3 Kansalliskirjasto, Säilytys- ja digitointikeskus, Mikkeli, Suomi teemu.ruokolainen@helsinki.fi 4 Helsingin yliopisto, Nykykielitieteen laitos, Helsinki, Suomi juha.kuokkala@helsinki.fi 5 Kielitieteen ja englannin kielen laitos, Lancasterin yliopisto, UK l.lofberg@lancaster.ac.uk

**Tulos**

Vanhaa sisältöä ja nykyaikaisia työkaluja - nimettyjen entiteettien haku suomalaisesta OCRed-historiallisesta sanomalehtikokoelmasta 1771-1910

**Esimerkki 2.1944**

Tutkimme strukturoidun ennustamisen ongelmaa testiajan budjettirajoitusten puitteissa. Ehdotamme uudenlaista lähestymistapaa, jota voidaan soveltaa monenlaisiin strukturoituun ennustamiseen liittyviin ongelmiin tietokonenäön ja luonnollisen kielen käsittelyn alalla. Lähestymistapamme pyrkii luomaan adaptiivisesti laskennallisesti kalliita piirteitä testiaikana, jotta ennustamisen laskennallisia kustannuksia voidaan vähentää ennusteiden suorituskyvyn säilyttäen samalla ennusteiden suorituskyky. Osoitamme, että adaptiivisen ominaisuuksien tuottamisjärjestelmän koulutus voidaan pelkistää sarjaksi strukturoituja oppimisongelmia, mikä johtaa tehokkaaseen koulutukseen nykyisillä strukturoitujen oppimisalgoritmeilla. Tämä kehys tarjoaa teoreettisen perustelun useille kirjallisuudessa esiintyville heuristisille lähestymistavoille. Arvioimme ehdotettua adaptiivista järjestelmää kahdessa strukturoidussa ennustustehtävässä, optisessa merkintunnistuksessa (OCR) ja riippuvuuksien jäsennyksessä, ja osoitamme, että ominaisuuskustannusten vähentäminen onnistuu hyvin ilman tarkkuuden heikkenemistä.

**Tulos**

Resurssirajoitteinen strukturoitu ennustaminen

**Esimerkki 2.1945**

Tässä työssä esittelemme minimaalisen neuraalisen mallin vaalipiirien jäsennykseen, joka perustuu etikettien ja väylien riippumattomaan pisteytykseen. Osoitamme, että tämä malli on yhteensopiva klassisten dynaamisen ohjelmoinnin tekniikoiden kanssa ja että se mahdollistaa myös uudenlaisen ahneen ylhäältä alaspäin suuntautuvan päättelyalgoritmin, joka perustuu syötteen rekursiiviseen jakamiseen. Osoitamme empiirisesti, että molemmat ennustusmenetelmät ovat kilpailukykyisiä viimeaikaisten töiden kanssa, ja kun ne yhdistetään pisteytysmallin peruslaajennuksiin, ne pystyvät saavuttamaan huippuluokan yhden mallin suorituskyvyn Penn Treebankissa (91,79 F1) ja vahvan suorituskyvyn French Treebankissa (82,23 F1).

**Tulos**

Minimaaliseen spaniin perustuva hermostollinen vaalipiirien jäsentäjä (Minimal Span-Based Neural Constituency Parser)

**Esimerkki 2.1946**

Nonnegatiivisesta matriisifaktoroinnista (Nonnegative Matrix Factorization, NMF) on tullut kaikkialle levinnyt työkalu tietojen analysointiin. Tärkeä muunnos on harva NMF-ongelma, joka syntyy, kun vaadimme nimenomaisesti, että opittujen ominaisuuksien on oltava harva. Luonnollinen harvuuden mitta on L0-normi, mutta sen optimointi on NP-vaikeaa. Sekanormien, kuten L1/L2-mitan, on osoitettu mallintavan harvinaisuutta kestävällä tavalla niiden intuitiivisten ominaisuuksien perusteella, jotka tällaisten mittojen on täytettävä. Tämä on vastakohta laskennallisesti halvemmille vaihtoehdoille, kuten tavalliselle L1-normille. Nykyiset sekanormin L1/L2 optimoimiseksi suunnitellut algoritmit ovat kuitenkin hitaita, ja harvaan NMF:lle on ehdotettu muita muotoiluja, kuten L1- ja L0-normeihin perustuvia muotoiluja. Ehdotetun algoritmin avulla voimme ratkaista sekanormin harvuusrajoitukset laskenta-aikaa säästämättä. Esitämme kokeellista näyttöä todellisilla tietokokonaisuuksilla, jotka osoittavat, että uusi algoritmimme toimii suuruusluokkaa nopeammin kuin nykyiset sekanormin optimoivat huipputason ratkaisut ja soveltuu suurille tietokokonaisuuksille.

**Tulos**

Lohkokoordinaattien laskeutuminen harvahkolle NMF:lle

**Esimerkki 2.1947**

Osoitamme, että argmax-operaation jatkuvaa relaksaatiota voidaan käyttää eriytettävän approksimaation luomiseen ahneelle dekoodaukselle sekvenssi-sekvenssi (seq2seq) -malleille. Sisällyttämällä tämä approksimaatio aikataulutettuun näytteenottokoulutusmenettelyyn (Bengio et al., 2015) - tunnettu tekniikka altistumisharhojen korjaamiseksi - otamme käyttöön uuden koulutustavoitteen, joka on jatkuva ja eriytyvä kaikkialla ja joka voi tarjota informatiivisia gradientteja lähellä pisteitä, joissa aiemmat dekoodauspäätökset muuttavat niiden arvoa. Lisäksi osoitamme vastaavaa lähestymistapaa näytteenottoon perustuvaan koulutukseen käyttämällä siihen liittyvää approksimaatiota. Lopuksi osoitamme, että lähestymistapamme päihittää ristiinentrooppisen koulutuksen ja aikataulutetut näytteenottomenetelmät kahdessa sekvenssin ennustamistehtävässä: nimettyjen entiteettien tunnistamisessa ja konekääntämisessä.

**Tulos**

Differentioituva aikataulutettu näytteenotto opintopisteiden myöntämistä varten

**Esimerkki 2.1948**

Tekstin koneellinen ymmärtäminen on tärkeä ongelma luonnollisen kielen käsittelyssä. Hiljattain julkaistu tietokokonaisuus, Stanford Question Answering Dataset (SQuAD), tarjoaa suuren määrän todellisia kysymyksiä ja niiden vastauksia, jotka ihmiset ovat luoneet joukkoistamalla. SQuAD tarjoaa haastavan testialustan koneellisen ymmärtämisen algoritmien arvioimiseksi osittain siksi, että aiempiin tietokokonaisuuksiin verrattuna SQuAD:ssä vastaukset eivät tule pienestä joukosta vastausehdokkaita ja niiden pituus vaihtelee. Ehdotamme tehtävää varten päästä päähän -neuraalista arkkitehtuuria. Arkkitehtuuri perustuu match-LSTM-malliin, jota ehdotimme aiemmin tekstuaalista päättelyä varten, ja Pointer Net -malliin, joka on Vinyals et al. (2015) ehdottama sekvenssistä sekvenssiin -malli, joka rajoittaa ulostulomerkkien olevan syötesekvensseistä. Ehdotamme kahta tapaa käyttää Pointer Net -mallia tehtäväämme. Kokeemme osoittavat, että molemmat kaksi malliamme ylittävät huomattavasti Rajpurkarin et al. (2016) parhaat tulokset, jotka he saivat käyttämällä logistista regressiota ja manuaalisesti laadittuja piirteitä.

**Tulos**

KONEELLINEN YMMÄRTÄMINEN MATCH-LSTM:N AVULLA

**Esimerkki 2.1949**

Tutkimme segmentaalista rekursiivista neuroverkkoa akustisen mallinnuksen kokonaisvaltaista mallintamista varten. Tämä malli yhdistää segmentaalisen ehdollisen satunnaiskentän (CRF) ja piirteiden louhintaan käytettävän toistuvan neuroverkon (RNN). Verrattuna useimpiin aiempiin CRF-pohjaisiin akustisiin malleihin se ei ole riippuvainen ulkoisesta järjestelmästä, joka tarjoaa piirteitä tai segmentointirajoja. Sen sijaan tässä mallissa marginalisoidaan kaikki mahdolliset segmentoinnit, ja piirteet poimitaan RNN:stä, joka on koulutettu yhdessä segmentaalisen CRF:n kanssa. Pohjimmiltaan tämä malli on itsenäinen, ja se voidaan kouluttaa alusta loppuun. Tässä artikkelissa käsitellään käytännön koulutus- ja dekoodauskysymyksiä sekä menetelmää, jolla koulutusta voidaan nopeuttaa puheentunnistuksen yhteydessä. Teimme kokeita TIMIT-tietokannalla. Saavutimme 17,3 prosentin puhelinvirheprosentin (PER) ensimmäisen läpiviennin dekoodauksesta - paras raportoitu tulos CRF:llä, vaikka käytimme vain nollajärjestyksen CRF:ää ja ilman kielimallia.

**Tulos**

Segmentaaliset rekursiiviset neuroverkot puheentunnistukseen alusta loppuun

**Esimerkki 2.1950**

Kyky hyödyntää samanaikaisesti useita anturitietoja on ratkaisevan tärkeää automaattisen ajoneuvon fyysisen ympäristön hahmottamisen kannalta. Saapuvan tiedon rekisteröinnin ajallinen ja paikallinen kohdistaminen on usein edellytys yhdistetyn tiedon analysoinnille. Monimodaalisen rekisteröinnin pysyvyys ja luotettavuus ovatkin avain yhdistettyä tietoa käyttävien päätöksenteon tukijärjestelmien vakauteen. LiDAR-videojärjestelmät, kuten monissa kuljettajattomissa autoissa, ovat yleinen esimerkki siitä, että LiDAR- ja videokanavien rekisteröinti yhteisiin fyysisiin ominaisuuksiin on tärkeää. Kehitämme syväoppimismenetelmän, joka käyttää useita heterogeenisen datan kanavia havaitakseen LiDAR-videotulosten väärän suuntaisuuden. Useita variaatioita testattiin Fordin LiDAR-video-ajotestiaineistolla, ja niistä keskustellaan. Tietojemme mukaan monimodaalisten syvien konvoluutiohermoverkkojen käyttöä dynaamiseen reaaliaikaiseen LiDAR-videorekisteröintiin ei ole vielä esitelty.

**Tulos**

Multi-modaalinen anturirekisteröinti ajoneuvon havaitsemista varten syvien neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1951**

Esitämme tiukat ylä- ja alarajat m:n koveran funktion keskiarvon minimoinnin monimutkaisuudelle käyttäen komponenttifunktioiden gradientti- ja prox-orakkeleita. Osoitamme merkittävän eron deterministisen ja satunnaistetun optimoinnin monimutkaisuuden välillä. Sileille funktioille osoitamme, että nopeutettu gradienttilaskeutuminen (AGD) ja SVRG:n nopeutettu muunnos ovat optimaalisia deterministisissä ja satunnaistetuissa asetuksissa ja että gradienttiorakkelia riittää optimaaliseen nopeuteen. Epäsilevien funktioiden osalta prox-orakkelien käyttö vähentää monimutkaisuutta, ja esitämme tasoitukseen perustuvia optimaalisia menetelmiä, jotka ovat parempia kuin menetelmät, jotka käyttävät pelkkiä gradienttiavainta.

**Tulos**

Tiukat monimutkaisuusrajat yhdistettyjen tavoitteiden optimoinnille

**Esimerkki 2.1952**

Jotta autonominen robotti voisi suorittaa monimutkaisia toimintoja ihmisen elinympäristössä, sen on kyettävä ymmärtämään ympäristöä eli keräämään ja ylläpitämään paikkatietoa. Topologista karttaa käytetään yleisesti laajojen, globaalien karttojen, kuten pohjapiirustusten, esittämiseen. Vaikka topologisten karttojen louhinnan alalla on tehty paljon työtä, olemme löytäneet vain vähän aiempia töitä, joissa on käsitelty topologisen kartan oppimista todennäköisyysmallin avulla. Topologisen kartan oppimisella tarkoitetaan suuren mittakaavan avaruuden rakenteen ja paikkojen välisen riippuvuuden oppimista, esimerkiksi sitä, miten jonkin paikkaryhmän todisteet vaikuttavat muiden paikkojen ominaisuuksiin. Tämä on tärkeä askel kohti monimutkaisten toimien suunnittelua ympäristössä. Tässä tutkielmassa tarkastelemme ongelmaa, jossa käytetään todennäköisyysperusteista syväoppimismallia topologisen kartan oppimiseen, joka on pohjimmiltaan harva suuntaamaton graafi, jossa solmut edustavat paikkoja, jotka on merkitty niiden semanttisilla ominaisuuksilla (esim. paikkaluokka). Ehdotamme, että käytämme uutta probabilistista syväoppimismallia, summatuotosverkkoja (SPN) [20], niiden ainutlaatuisten ominaisuuksien vuoksi. Esittelemme kaksi menetelmää topologisten karttojen oppimiseen SPN:ien avulla: paikkaverkkomenetelmä ja mallipohjainen menetelmä. Annamme oman panoksemme algoritmiin, joka rakentaa SPN:iä graafeille käyttäen mallimalleja. Kokeissamme arvioidaan malliemme kykyä antaa roboteille mahdollisuus päätellä semanttisia attribuutteja ja havaita karttoja, joissa on uusia semanttisia attribuuttijärjestelyjä. Tuloksemme osoittavat, että ne ymmärtävät topologisen karttarakenteen ja paikkojen väliset paikkasuhteet.

**Tulos**

Suuren mittakaavan topologisten karttojen oppiminen summatuotosverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1953**

Nykyään ollaan yhä kiinnostuneempia ryhmätyötaitojen kehittämisestä koulutuksessa. Tätä kasvavaa kiinnostusta perustellaan sen pedagogisella tehokkuudella ja sillä, että työelämässä yritykset järjestävät työntekijänsä tiimeihin toteuttamaan monimutkaisia hankkeita. Vaikka tiimityöskentely on erittäin tärkeää luokkahuoneessa ja teollisuudessa, tiimien muodostamisprosessia ei tueta riittävästi. Sen lisäksi, että tiimien suorituskykyyn vaikuttavat monet tekijät, ongelmasta tulee eksponentiaalisen kallis, jos tiimejä halutaan optimoida. Tässä artikkelissa ehdotamme työkalua, jonka tavoitteena on kattaa tällainen puute. Siinä yhdistetään tekoälytekniikoita, kuten koalitiorakenteiden luominen, Bayesin oppiminen ja Belbinin rooliteoria, helpottamaan työryhmien muodostamista opetuskontekstissa. Työkalu parantaa nykyisiä ehdotuksia kolmella tavalla: i) se ottaa huomioon muiden joukkuetovereiden palautteen, jotta voidaan määrittää opiskelijan hallitsevin rooli itsetuntemuskyselyjen sijasta; ii) se käsittelee epävarmuutta kunkin opiskelijan hallitsevasta ryhmäroolista; iii) se on iteratiivinen, koska se ottaa huomioon useista vuorovaikutustilanteista saadut tiedot roolien arvioinnin parantamiseksi. Testasimme ehdotetun työkalun suorituskykyä kokeessa, johon osallistui opiskelijoita, jotka osallistuivat kolmeen eri ryhmätoimintaan. Kokeet osoittavat, että ehdotettu työkalu pystyy parantamaan tiimityön eri näkökohtia, kuten tiimin dynamiikkaa ja opiskelijoiden tyytyväisyyttä.

**Tulos**

Tekoälytyökalu heterogeenisten ryhmien muodostamiseen luokkahuoneessa

**Esimerkki 2.1954**

First-Order Variable Elimination (FOVE) -algoritmi mahdollistaa täsmällisen päättelyn soveltamisen suoraan todennäköisyyteen perustuviin relaatiomalleihin, ja se on osoittautunut huomattavasti paremmaksi kuin tavanomaisten päättelymenetelmien soveltaminen perusteltuun propositionaaliseen malliin. Silti FOVE-operaattoreita voidaan soveltaa rajoitetuin ehdoin, jolloin on usein pakko turvautua propositionaaliseen päättelyyn. Tämän artikkelin tavoitteena on laajentaa FOVE:n sovellettavuutta tarjoamalla kaksi uutta mallinmuunnosoperaattoria: ensimmäinen ja ensisijainen on yhteinen kaavanmuunnos ja toinen on juuri ja juuri erilainen laskentamuunnos. Nämä uudet operaatiot mahdollistavat tehokkaiden päättelymenetelmien soveltamisen suoraan relaatiomalleihin, joihin ei tähän mennessä ole voitu soveltaa mitään olemassa olevaa tehokasta menetelmää. Lisäksi osoitamme, miten FOVEa voidaan näiden kykyjen avulla mukauttaa siten, että se tarjoaa tarkkoja ratkaisuja relaatiomalleihin kohdistuviin MEU-kyselyihin (Maximum Expected Utility), jotka koskevat päätöksentekoa epävarmuuden vallitessa. Kokeelliset arvioinnit osoittavat, että algoritmimme nopeuttavat toimintaa huomattavasti vaihtoehtoihin verrattuna.

**Tulos**

Laajennettu nostettu päättely yhteisten kaavojen avulla

**Esimerkki 2.1955**

Ohjelmistojen estimointi on tärkeä tehtävä ohjelmistosuunnittelussa. Ohjelmiston arviointiin kuuluvat kustannukset, työmäärä, aikataulu ja koko. Ohjelmiston arvioinnin merkitys korostuu ohjelmiston elinkaaren alkuvaiheessa, kun ohjelmiston yksityiskohdat eivät ole vielä selvillä. Ohjelmistojen alkuvaiheen arviointiin on olemassa useita kaupallisia ja ei-kaupallisia työkaluja. Useimmissa ohjelmistojen työmäärän arviointimenetelmissä ohjelmiston koko on yksi tärkeistä mittareista, joten ohjelmiston koon arvioiminen alkuvaiheessa on välttämätöntä. Yksi lähestymistapa, jota on käytetty noin kahden vuosikymmenen ajan ohjelmiston koon ja työmäärän arvioinnissa varhaisessa vaiheessa, on käyttötapauspisteet. Käyttötapauspistemenetelmä perustuu käyttötapauskaavioon ohjelmistoprojektien koon ja työmäärän arvioinnissa. Vaikka käyttötapauspistemenetelmää on käytetty laajalti, sillä on joitakin rajoituksia, jotka saattavat vaikuttaa haitallisesti arvioinnin tarkkuuteen. Tässä asiakirjassa esitellään joitakin sumeaa logiikkaa ja neuroverkkoja käyttäviä tekniikoita, joilla voidaan parantaa käyttötapauspistemenetelmän tarkkuutta. Tulokset osoittivat, että ehdotetun lähestymistavan avulla voidaan saavuttaa jopa 22 prosentin parannus.

**Tulos**

Käyttötapauspisteiden arviointimenetelmän parantaminen pehmeän laskennan tekniikoita käyttäen

**Esimerkki 2.1956**

Tutkimme `∞-rajoitteista esitystä, joka on vankka kvantisointivirheille, hyödyntäen syväoppimisen työkalua. ADMM-menetelmään (Alternating Direction Method of Multipliers) perustuen muotoilemme alkuperäisen koveran minimointiongelman feed-forward-neuraaliverkoksi, jonka nimi on Deep `∞ Encoder, ottamalla käyttöön uudenlaisen BLU-neuronin (Bounded Linear Unit) ja mallintamalla Lagrangen kertoimet verkon harhaisuuksina. Tällainen rakenteellinen ennakko toimii tehokkaana verkon regularisaationa ja helpottaa mallin alustamista. Tämän jälkeen tutkimme ehdotetun mallin tehokasta käyttöä hashing-sovelluksessa kytkemällä ehdotetut kooderit valvotun parittaisen häviön alaisuuteen ja kehittämällä Deep Siamese `∞ Network -verkon, joka voidaan optimoida päästä päähän. Laajat kokeet osoittavat ehdotetun mallin vaikuttavan suorituskyvyn. Tarjoamme myös perusteellisen analyysin sen käyttäytymisestä kilpailijoita vastaan.

**Tulos**

Syvän `∞-koodaajan oppiminen salakoodausta varten

**Esimerkki 2.1957**

Syvien suunnattujen graafisten mallien, joissa on monia piilomuuttujia, kouluttaminen ja päättelyn tekeminen on edelleen suuri haaste. Helmholtzin koneet ja syvät uskomusverkot ovat tällaisia malleja, ja niiden kouluttamiseen on ehdotettu wake-sleep-algoritmia. Wake-sleep-algoritmi perustuu suunnatun generatiivisen mallin lisäksi myös ehdollisen generatiivisen mallin (päättelyverkko) kouluttamiseen, joka kulkee taaksepäin näkyvästä latenttiin ja estimoi latentin posteriorisen jakauman näkyvän perusteella. Ehdotamme uudenlaista tulkintaa wake-sleep-algoritmista, jonka mukaan gradientin parempia estimaattoreita voidaan saada ottamalla latentteja muuttujia useaan kertaan näytteitä päättelyverkosta. Tämä näkemys perustuu tärkeysnäytteenottoon todennäköisyyden estimaattorina, jossa approksimatiivinen päättelyverkko on ehdotusjakauma. Tämä tulkinta vahvistetaan kokeellisesti osoittamalla, että parempi todennäköisyys voidaan saavuttaa tällä uudelleen painotetulla heräteostomenetelmällä, joka tarjoaa myös luonnollisen tavan itse todennäköisyyden estimoinnille. Tämän tulkinnan perusteella ehdotamme, että sigmoidinen uskomusverkko ei ole riittävän tehokas päättelyverkon kerroksille, jotta latenttien muuttujien posteriorisen jakauman hyvä estimaattori saadaan talteen. Kokeemme osoittavat, että käyttämällä tehokkaampaa kerrosmallia, kuten NADEa, saadaan huomattavasti parempia generatiivisia malleja.

**Tulos**

Uudelleen painotettu herääminen-unen

**Esimerkki 2.1958**

Kuvaamme LSTM-pohjaisen mallin, jota kutsumme nimellä Byte-to-Span (BTS), joka lukee tekstiä tavuina ja tuottaa span-merkintöjä muodossa [start, length, label], jossa alkuasemat, pituudet ja labelit ovat sanastomme erillisiä merkintöjä. Koska operoimme unicode-byteillä kielikohtaisten sanojen tai merkkien sijaan, voimme analysoida monikielistä tekstiä yhdellä mallilla. Sanaston pienen koon vuoksi nämä monikieliset mallit ovat hyvin kompakteja, mutta ne tuottavat samankaltaisia tai parempia tuloksia kuin puheosien merkitsemisessä ja nimettyjen entiteettien tunnistamisessa käytettävät huipputekniikat, jotka käyttävät vain annettuja harjoitusaineistoja (ei ulkoisia tietolähteitä). Mallimme oppivat "tyhjästä", sillä ne eivät nojaudu mihinkään luonnollisen kielen prosessoinnin standardiputken elementteihin.

**Tulos**

Monikielinen kielenkäsittely Bytesista

**Esimerkki 2.1959**

Syvä vahvistusoppiminen (deep reinforcement learning, RL) voi omaksua monimutkaisia käyttäytymismalleja matalan tason syötteistä, kuten kuvista. Tällaisten menetelmien reaalimaailman sovellukset edellyttävät kuitenkin yleistämistä reaalimaailman suureen vaihtelevuuteen. Syvien verkkojen tiedetään saavuttavan huomattavan yleistyksen, kun niille annetaan valtavia määriä merkittyä dataa, mutta voimmeko tarjota näin laajan kokemuksen RL-agentille, kuten robotille? Robotti saattaa oppia jatkuvasti, kun se tutkii ympäröivää maailmaa, jopa silloin, kun se on käytössä ja suorittaa hyödyllisiä tehtäviä. Tämä oppiminen edellyttää kuitenkin palkitsemisfunktiota, joka kertoo agentille, onnistuuko se tehtävässään vai ei. Tällaisia palkitsemisfunktioita on usein vaikea mitata todellisessa maailmassa, erityisesti robotiikan ja dialogijärjestelmien kaltaisilla aloilla, joilla palkkio voi riippua esineiden tuntemattomasta sijainnista tai käyttäjän tunnetilasta. Toisaalta on usein varsin käytännöllistä antaa agentille palkitsemisfunktioita rajoitetuissa tilanteissa, kuten silloin, kun ohjaaja on paikalla, tai valvotuissa laboratorio-olosuhteissa. Voimmeko hyödyntää tätä rajoitettua valvontaa ja silti hyötyä siitä kokemuksen laajuudesta, jota agentti voi kerätä strukturoimattomassa todellisessa maailmassa? Tässä artikkelissa formalisoimme tämän ongelma-asetelman puolivalvotuksi vahvistusoppimiseksi (SSRL), jossa palkitsemisfunktio voidaan arvioida vain joukossa "merkittyjä" MDP-tietokoneita ja agentin on yleistettävä käyttäytymisensä laajalle tilojen joukolle, joita se saattaa kohdata joukossa "merkitsemättömiä" MDP-tietokoneita, käyttämällä kokemusta molemmista ympäristöistä. Ehdotettu menetelmämme johtaa tehtävän tavoitteen merkitsemättömissä MDP:issä algoritmin avulla, joka muistuttaa käänteistä RL:ää ja käyttää agentin omaa aiempaa kokemusta merkityissä MDP:issä eräänlaisena osoituksena optimaalisesta käyttäytymisestä. Arvioimme menetelmäämme haastavissa, jatkuvissa ohjaustehtävissä, jotka edellyttävät ohjausta suoraan kuvista, ja osoitamme, että lähestymistapamme voi parantaa opitun syvän neuroverkon politiikan yleistettävyyttä käyttämällä kokemusta, jolle ei ole saatavilla palkitsemisfunktiota. Osoitamme myös, että menetelmämme päihittää suoran valvotun palkkion oppimisen.

**Tulos**

TAITOJEN YLEISTÄMINEN PUOLIVALVOTUN VAHVISTUSOPPIMISEN AVULLA

**Esimerkki 2.1960**

Ehdotamme ja vertailemme erilaisia lauseenvalintastrategioita aktiivista oppimista varten, kun tehtävänä on havaita olioiden maininnat. Parhaassa strategiassa käytetään kahden tilastollisen luokittelijan, jotka on koulutettu eri näkymiin aineistosta, tulosten summaa. Kokeelliset tuloksemme osoittavat, että satunnaisvalintastrategiaan verrattuna tämä strategia vähentää tarvittavan merkityn harjoitusdatan määrää yli 50 % ja saavuttaa saman suorituskyvyn. Vaikutus on vieläkin merkittävämpi, kun otetaan huomioon vain nimetyt maininnat: järjestelmä saavuttaa saman suorituskyvyn käyttämällä vain 42 prosenttia satunnaisvalintastrategian vaatimasta harjoitusdatasta.

**Tulos**

Aktiivinen oppiminen mainintojen havaitsemiseksi: A Comparison of Sentence Selection Strategies

**Esimerkki 2.1961**

Tiivistelmä - Kollektiivisen dynamiikan syntyminen hermoverkoissa on eläinten ja ihmisten aivojen mekanismi tiedonkäsittelyssä. Tässä artikkelissa kehitämme laskennallisen tekniikan hajautetuista prosessointielementeistä, joita kutsutaan hiukkasiksi. Havainnoimme hiukkasten kollektiivista dynamiikkaa monimutkaisessa verkossa transduktiivista päättelyä varten puolivalvotuissa oppimisongelmissa. Hiukkasten dynamiikkaa ohjaavat kolme toimintoa: kävely, absorptio ja generointi. Merkityt kärjet tuottavat uusia hiukkasia, jotka kilpailevat kilpailevien hiukkasten kanssa reunojen herruudesta. Aktiiviset hiukkaset kävelevät satunnaisesti verkossa, kunnes ne imeytyvät joko kilpailevaan verteksin tai kilpailevien hiukkasten hallitseman reunan alle. Mallisimulaation tulos koostuu reunojen joukoista, jotka on lajiteltu etikettien hallitsevuuden mukaan. Kukin joukko pyrkii muodostamaan yhdistetyn aliverkon, joka edustaa tietoluokkaa. Vaikka mallin luontainen dynamiikka on stokastinen, todistamme, että on olemassa deterministinen versio, jonka laskennallinen monimutkaisuus on huomattavasti pienempi; erityisesti, että sen kasvu on alikvadraattista. Lisäksi reunojen dominointiprosessi vastaa kehittyvää karttaa. Intuitiivisesti reunat "venyvät" ja "kutistuvat" reunadynamiikan mukaisesti. Näin ollen tällainen vaikutus tiivistää merkitykselliset suhteet kärkien ja kattamattomien tietoluokkien välillä. Ehdotettu malli kuvaa tärkeitä yksityiskohtia liitettävyysmalleista reunadynamiikan kehityksen aikana, mikä on vastakohta aiemmille lähestymistavoille, jotka keskittyvät huippujen dynamiikkaan. Tietokonesimulaatiot osoittavat, että mallimme voi tunnistaa epälineaarisia piirteitä sekä todellisissa että keinotekoisissa aineistoissa, mukaan lukien eri luokkien väliset rajat ja aineiston päällekkäinen rakenne.

**Tulos**

Verkon avautumiskartta Edge Dynamics -mallinnuksen avulla

**Esimerkki 2.1962**

Ehdotamme uutta kooderi-dekooderi-menetelmää, jolla voidaan oppia hajautettuja lause-esityksiä merkitsemättömistä lauseista. Käytetään sanasta vektoriksi -esitystä ja käytetään konvoluutiohermoverkkoja lauseen koodaajina, jotka kuvaavat syötetyn lauseen kiinteän pituiseksi vektoriksi. Tämä esitys puretaan käyttämällä pitkän lyhytkestoisen muistin rekurrenssia neuroverkkoja, joissa otetaan huomioon useita tehtäviä, kuten syötetyn lauseen rekonstruointi tai tulevan lauseen ennustaminen. Lisäksi kuvataan hierarkkinen koodaaja-dekooderi-malli, jonka avulla lause voidaan koodata useiden tulevien lauseiden ennustamiseksi. Kouluttamalla mallejamme laajalla romaanikokoelmalla saamme erittäin yleisen konvoluutiolauseen koodaajan, joka toimii hyvin käytännössä. Kokeelliset tulokset useilla vertailutietokannoilla ja useissa eri sovelluksissa osoittavat ehdotetun mallin paremmuuden kilpaileviin menetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Lauseiden representaatioiden valvomaton oppiminen konvolutiivisten neuroverkkojen avulla

**Esimerkki 2.1963**

Havainnoimalla oppiminen voi olla erittäin tärkeää, kun samankaltaisia ominaisuuksia omaavat toimijat haluavat oppia toisiltaan. Tässä artikkelissa esitellään agenttiarkkitehtuuri, jonka avulla ohjelmistoagentit voivat oppia havainnoimalla suoraan asiantuntija-agenttien suorittamia toimia niiden suorittaessa tehtävää. Tämä on mahdollista, koska ehdotettu arkkitehtuuri näyttää havainnoinnin kannalta olennaiset tiedot, jolloin ohjelmistoagentit voivat havainnoida toisiaan. Agenttiarkkitehtuuri tukee oppimisprosessia, joka kattaa kaikki havainnoimalla oppimisen osa-alueet, kuten asiantuntijoiden löytämisen ja havainnoinnin, oppimisen havainnoidusta tiedosta, hankitun tiedon soveltamisen ja agentin edistymisen arvioinnin. Arvioinnin avulla valvotaan päätöstä hankkia uutta tietoa tai soveltaa hankittua tietoa uusiin ongelmiin. Yhdistämme kaksi menetelmää havaitusta tiedosta oppimiseen. Ensimmäisessä, recall-menetelmässä, käytetään uusien ongelmien ratkaisemiseen sitä järjestystä, jossa toimintoja havaittiin. Toisessa, luokittelumenetelmässä, luokitellaan havaitun tiedon sisältämä tieto ja määritetään, mihin luokkien joukkoon uudet ongelmat kuuluvat. Tulokset osoittavat, että agentit pystyvät oppimaan olosuhteissa, joissa tavanomaiset valvotun oppimisen algoritmit epäonnistuvat, kuten silloin, kun agentit eivät tiedä toimiensa tuloksia etukäteen tai kun kaikki toimien vaikutukset eivät ole näkyvissä. Tulokset osoittavat myös, että lähestymistapamme tuottaa parempia tuloksia kuin muut oppimismenetelmät, koska se vaatii lyhyempiä oppimisjaksoja.

**Tulos**

Oppiminen agenttiohjelmistojen kuvia havainnoimalla

**Esimerkki 2.1964**

Kirjoituksessa ehdotetaan uudenlaista näkemystä tavoitteen käsitteestä ja esitetään, että motivaatioasenteet, kuten halu, tavoite ja aikomus, ovat vain osa laajempaa (hyväksyttävän) lopputuloksen käsitettä. Ehdotamme, että agentin mieltymykset koodataan "vaihtoehtoisten hyväksyttävien lopputulosten" sarjoina. Sen jälkeen tutkimme, miten agentin uskomuksia ja normeja voidaan käyttää suodattamaan mentaaliset asenteet vaihtoehtoisten hyväksyttävien lopputulosten sarjoista. Lopuksi formalisoimme tällaiset intuitiot uudella modaalisella toteutumattomuuslogiikalla ja todistamme, että tuloksena oleva formalisointi on laskennallisesti toteutettavissa.

**Tulos**

Tavoitteen käsitteen taustalla olevat perustelut

**Esimerkki 2.1965**

Tässä työssä esittelemme ja analysoimme tekoälyjärjestelmien raportoituja epäonnistumisia ja ekstrapoloimme analyysimme tuleviin tekoälyihin. Väitämme, että tekoälyn tulevien epäonnistumisten taajuus ja vakavuus lisääntyvät tasaisesti. Tekoälyn turvallisuutta voidaan parantaa kyberturvallisuusasiantuntijoiden kehittämien ideoiden pohjalta. Kapeiden tekoälyjärjestelmien turvallisuushäiriöt ovat samalla, kohtalaisella, kriittisyystasolla kuin kyberturvallisuudessa, mutta yleisten tekoälyjärjestelmien kohdalla häiriöillä on täysin erilainen vaikutus. Superälykkään järjestelmän yksittäinen vikaantuminen voi aiheuttaa katastrofaalisen tapahtuman, josta ei ole mahdollisuutta toipua. Kyberturvallisuuden tavoitteena on vähentää järjestelmään kohdistuvien onnistuneiden hyökkäysten määrää, ja tekoälyn turvallisuuden tavoitteena on varmistaa, että mikään hyökkäys ei onnistu ohittamaan turvamekanismeja. Valitettavasti tällaista suoritustasoa ei voida saavuttaa. Jokainen turvajärjestelmä epäonnistuu lopulta; 100-prosenttisen turvallista järjestelmää ei ole olemassa.

**Tulos**

Tekoälyn turvallisuus ja kyberturvallisuus: tekoälyn epäonnistumisten aikajana

**Esimerkki 2.1966**

Tässä työssä tutkimme neuroverkon harjoittelun tulosten vaihtelua automaattisen puheentunnistuksen erilaisilla kokoonpanoilla. Vaikka vaihtelu itsessään tunnetaan hyvin, tämä on tietojemme mukaan ensimmäinen työ, jossa tehdään laaja empiirinen tutkimus sen vaikutuksista puheentunnistuksessa. Tarkastelemme harjoittelua näytteenottona jakaumasta ja osoitamme, että näillä jakaumilla voi olla huomattava varianssi. Nämä tulokset osoittavat, että kirjallisuudessa esitettyjen tulosten raportointi- ja tulkintatapoja on kiireellisesti harkittava uudelleen.

**Tulos**

Puheessa käytettävien neuroverkkojen harjoittelun varianssi ja suorituskyvyn arviointi

**Esimerkki 2.1967**

Käänteinen optimaalinen ohjaus, joka tunnetaan myös nimellä käänteinen vahvistusoppiminen, on ongelma, jossa tuntematon palkitsemisfunktio palautetaan Markov-päätösprosessissa optimaalisen politiikan asiantuntijoiden demonstraatioista. Esittelemme todennäköisyyteen perustuvan käänteisen optimaalisen ohjauksen algoritmin, joka skaalautuu hienovaraisesti tehtävän ulottuvuuden kasvaessa ja soveltuu suurille, jatkuville alueille, joilla jopa täydellisen politiikan laskeminen on epäkäytännöllistä. Käyttämällä palkitsemisfunktion paikallista approksimaatiota menetelmämme voi myös luopua oletuksesta, että demonstraatiot ovat globaalisti optimaalisia, ja edellyttää vain paikallista optimaalisuutta. Näin se voi oppia esimerkeistä, jotka eivät sovellu aiemmille menetelmille.

**Tulos**

Jatkuva käänteinen optimaalinen säätö ja paikallisesti optimaaliset esimerkit

**Esimerkki 2.1968**

Löytääksemme Nash-tasapainot kahden pelaajan nollasummapeleille, joissa kumpikin pelaaja pelaa kombinatorisia objekteja, kuten jännevälisiä puita, otteluita jne., tarkastelemme kahta online-oppimisalgoritmia: online mirror descent (OMD) -algoritmia ja multiplicative weights update (MWU) -algoritmia. OMD-algoritmi edellyttää tietyn Bregmanin projektion laskemista, jolla on suljettu ratkaisu yksinkertaisille koverille joukoille, kuten euklidiselle pallolle tai simpleksille. Yleisiä monitahoja varten on kuitenkin usein hyödynnettävä yleistä koveran optimoinnin koneistoa. Esitämme uudenlaisen primäärityyppisen algoritmin Bregman-projektioiden laskemiseen polymatroidien peruspolytoopeille. Seuraavaksi MWU-algoritmin tapauksessa, vaikka se skaalautuu logaritmisesti puhtaiden strategioiden tai asiantuntijoiden lukumäärän N suhteen katumuksen suhteen, algoritmi vie aikaa polynomisesti N:n suhteen; tämä tulee ongelmaksi erityisesti silloin, kun opitaan kombinatorisia kohteita. Annamme yleisen reseptin multiplikatiivisten painojen päivitysalgoritmin simuloimiseksi ajassa, joka on polynomiaalinen niiden luonnollisen ulottuvuuden suhteen. Tämä on hyödyllistä aina, kun on olemassa polynomiaikainen yleistetty laskentaorakeli (vaikka likimääräinenkin) näille objekteille. Lopuksi osoitamme symmetristen Nash-tasapainojen (SNE) kombinatorisen rakenteen avulla, kun molemmat pelaajat pelaavat matroideja, että nämä voidaan löytää yhdellä projektiolla tai koveralla minimoinnilla (ilman online-oppimista).

**Tulos**

Kombinatoristen pelien ratkaiseminen käyttäen tuotteita, projektioita ja leksikografisesti optimaalisia perustoja.

**Esimerkki 2.1969**

Esittelemme ML4PG:n - koneoppimislaajennuksen Proof Generalille. Sen avulla käyttäjät voivat kerätä todistustilastoja, jotka liittyvät tavoitteiden muotoihin, sovellettujen taktiikoiden sekvensseihin ja todistuspuurakenteisiin Coq- ja SSReflect-kielellä kirjoitettujen interaktiivisten korkeamman asteen todistusten kirjastoista. Kerätyt tiedot klusteroidaan käyttämällä MATLABissa ja Wekassa saatavilla olevia uusimpia koneoppimisalgoritmeja. ML4PG tarjoaa automaattisen liitännän Proof Generalin ja MATLAB/Wekan välille. ML4PG käyttää klusterointituloksia todistusohjeiden antamiseen interaktiivisen todisteen kehittämisen yhteydessä.

**Tulos**

Koneellinen oppiminen todisteissa Yleistä: Rajapinnat Rajapinnat

**Esimerkki 2.1970**

Tässä asiakirjassa kuvataan uutta menetelmää robotiikka-alan kehittämiseksi ja parantamiseksi tekoälyn ja esineiden internetin avulla. Nykyään voidaan sanoa, että tekoäly vie maailman robotiikkaan. Lähes kaikki teollisuudenalat käyttävät robotteja moniin töihin. Ne käyttävät yhteistyöhön perustuvia robotteja erilaisten töiden tekemiseen. Ongelmana oli kuitenkin se, että robotin tekeminen moniin tehtäviin oli vaikeaa. Tarvittiin siis uusia menetelmiä, jotta voitaisiin tehdä monitehtävärobotteja. Se onnistuu vain tekoälyn ja esineiden internetin avulla.

**Tulos**

Uusi menetelmä robotiikan kehittämiseksi tekoälyn ja esineiden internetin avulla

**Esimerkki 2.1971**

Sekä hierarkkisen että ajallisen esityksen oppiminen on ollut yksi toistuvien neuroverkkojen pitkäaikaisista haasteista. Moniasteisia toistuvia neuroverkkoja on pidetty lupaavana lähestymistapana tämän ongelman ratkaisemiseksi, mutta empiiriset todisteet siitä, että tämäntyyppiset mallit todella pystyvät vangitsemaan ajalliset riippuvuudet havaitsemalla sekvenssin piilevän hierarkkisen rakenteen, ovat olleet puutteellisia. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta moniasteista lähestymistapaa, jota kutsutaan hierarkkiseksi moniasteiseksi toistuvaksi neuroverkoksi ja joka voi vangita sekvenssin piilevän hierarkkisen rakenteen koodaamalla ajalliset riippuvuudet eri aikaskaaloilla uudenlaisen päivitysmekanismin avulla. Näytämme joitakin todisteita siitä, että ehdotettu moniasteinen arkkitehtuuri voi löytää sekvenssien taustalla olevan hierarkkisen rakenteen ilman eksplisiittistä rajatietoa. Arvioimme ehdotettua malliamme merkkitason kielen mallintamisessa ja käsinkirjoitussekvenssien luomisessa.

**Tulos**

Hierarkkiset monitasoiset toistuvat neuroverkot (hierarchical multiscale recurrent neural networks)

**Esimerkki 2.1972**

Sosiaalinen media on rikas huhujen ja vastaavien yhteisön reaktioiden lähde. Huhut heijastavat erilaisia piirteitä, joista osa on jaettuja ja osa yksilöllisiä. Muotoilemme ongelman, joka koskee huhuja koskevien tviittitason arvioiden luokittelua valvotuksi oppimistehtäväksi. Tarkasteltavana on sekä valvottua että valvomatonta toimialueen mukauttamista, jossa huhun twiitit luokitellaan muiden annotoitujen huhujen perusteella. Osoitamme, miten monitehtäväoppimisen avulla saavutetaan hyviä tuloksia Englannin vuoden 2011 mellakoista kertovissa huhuissa.

**Tulos**

Sosiaalisen median huhuja koskevien twiittaustason tuomioiden luokittelu

**Esimerkki 2.1973**

iv

**Tulos**

Monotonisten logiikoiden tietopohjien interaktiivisen virheenkorjauksen teoria

**Esimerkki 2.1974**

Käännetyt tekstit eroavat selvästi alkuperäisistä teksteistä siinä määrin, että valvotut tekstiluokitusmenetelmät pystyvät erottamaan ne toisistaan suurella tarkkuudella. Nämä erot ovat osoittautuneet hyödyllisiksi tilastollisessa konekääntämisessä. On kuitenkin esitetty, että käännöksen tunnistustarkkuus heikkenee, kun luokittelijaa arvioidaan muualla kuin sillä alueella, jolle se on koulutettu. Osoitamme, että näin todellakin on eri arviointitilanteissa. Tämän jälkeen osoitamme, että valvomaton luokittelu on erittäin tarkka tässä tehtävässä. Ehdotamme menetelmää, jolla määritetään klusterointitulosten oikeat merkinnät ja käytetään sitten merkintöjä äänestyksessä, mikä parantaa tarkkuutta entisestään. Lisäksi ehdotamme yksinkertaista menetelmää klusterointia varten haastavassa tapauksessa, jossa on kyse seka-aluetietokannoista, huolimatta siitä, että alaan liittyvät piirteet ovat hallitsevassa asemassa käännökseen liittyvien piirteiden suhteen. Tuloksena on tehokas, täysin valvomaton menetelmä alkuperäisen ja käännetyn tekstin erottamiseksi toisistaan, jota voidaan soveltaa uusilla aloilla kohtuullisella tarkkuudella.

**Tulos**

Käännösten valvomaton tunnistaminen

**Esimerkki 2.1975**

Tietojen esikäsittely on olennainen osa mitä tahansa koneoppimissovellusta, ja se on usein aikaa vievin osa-alue koneoppimisratkaisua kehitettäessä. Syväoppimisen esikäsittelylle on ominaista putket, jotka lataavat dataa laiskasti ja suorittavat datan muuntamisen, lisäämisen, lajittelun ja kirjaamisen. Monet näistä toiminnoista ovat yhteisiä eri sovelluksissa, mutta vaativat erilaisia järjestelyjä harjoittelua, testausta tai päättelyä varten. Tässä esittelemme uudenlaisen ohjelmistokehyksen nimeltä nuts-flow/ml, joka kapseloi yleiset esikäsittelytoiminnot komponenteiksi, jotka voidaan järjestää joustavasti tehokkaiden esikäsittelyputkistojen rakentamiseksi nopeasti syväoppimista varten.

**Tulos**

nuts-flow/ml : datan esikäsittely syväoppimista varten

**Esimerkki 2.1976**

Kielen ymmärtäminen on keskeinen osa puhuttua vuoropuhelua käyttävää järjestelmää. Tässä artikkelissa tutkimme, miten kielikäsitysmoduuli vaikuttaa dialogijärjestelmän suorituskykyyn tekemällä sarjan systemaattisia kokeita tehtäväsuuntautuneelle neurodialogijärjestelmälle vahvistusoppimiseen perustuvassa ympäristössä. Empiirinen tutkimus osoittaa, että erilaisista kielen ymmärtämisen virheistä slot-tason virheillä voi olla suurempi vaikutus dialogijärjestelmän kokonaissuorituskykyyn kuin intent-tason virheillä. Lisäksi kokeilumme osoittavat, että vahvistusoppimiseen perustuva dialogijärjestelmä pystyy oppimaan, milloin ja mitä on vahvistettava, jotta saavutetaan parempi suorituskyky ja suurempi kestävyys.

**Tulos**

Kielen ymmärtämisen vaikutuksen tutkiminen vahvistusoppimiseen perustuvissa dialogijärjestelmissä

**Esimerkki 2.1977**

Heterogeenisten monimuuttujaisten aikasarjatietojen selittäminen on keskeinen ongelma monissa sovelluksissa. Ongelma edellyttää kahden suuren tiedonlouhintahaasteen samanaikaista ratkaisemista: Ihmisten tulkittavissa olevien mallien oppiminen ja heterogeenisen monimuuttujaisen aikasarjadatan louhinta. Näiden kahden alueen leikkauspistettä ei ole tutkittu riittävästi nykyisessä kirjallisuudessa. Tämän puutteen korjaamiseksi ehdotamme kielioppipohjaisia päätöspuita ja algoritmia niiden oppimiseen. Kielioppipohjainen päätöspuu laajentaa päätöspuita kielioppikehyksellä. Kontekstivapaasta kieliopista johdettuja loogisia lausekkeita käytetään haarautumiseen attribuuttien yksinkertaisten kynnysarvojen sijasta. Lisätty ilmaisuvoima mahdollistaa tuen monille eri tietotyypeille säilyttäen samalla päätöspuiden tulkittavuuden. Valitsemalla ajalliseen logiikkaan perustuva kielioppi osoitamme, että kielioppipohjaisia päätöspuita voidaan käyttää tulkinnanvaraiseen luokitteluun korkea-ulotteisissa ja heterogeenisissa aikasarjadatassa. Luokittelun lisäksi osoitamme, miten kieliopillisia päätöspuita voidaan käyttää myös kategorisointiin, joka on yhdistelmä klusterointia ja tulkittavien selitysten tuottamista kullekin klusterille. Sovellamme kieliopillisia päätöspuita analysoidaksemme klassista Australian viittomakielen aineistoa sekä luokitellaksemme ja selittääksemme lähellä ilmassa tapahtuneita törmäyksiä tukeaksemme lentokoneiden törmäysten välttämisjärjestelmän prototyypin kehittämistä.

**Tulos**

Heterogeenisten aikasarjatietojen tulkittava luokittelu

**Esimerkki 2.1978**

Risteykset ovat yksi tiejärjestelmien vaarallisimmista osista. Liikennevalot ovat edelleen yleisin tapa ohjata liikennettä vilkasliikenteisissä risteyksissä, ja ne tarjoavat monia mahdollisuuksia soveltaa älykkäitä liikennejärjestelmiä liikenteen tehostamiseksi ja turvallisuuden lisäämiseksi. Tässä asiakirjassa kuvataan automatisoitu menetelmä, jolla arvioidaan konfliktialueen ylittävien tienkäyttäjien ajallista altistumista sivutörmäykselle eri suunnasta tulevien tienkäyttäjien kanssa. Tämä komponentti on osa laajempaa järjestelmää, joka perustuu videoantureihin, joiden avulla voidaan määrittää jonojen pituudet ja tilojen käyttöasteet, joita käytetään reaaliaikaiseen liikenteenohjaukseen ja -valvontaan. Menetelmää arvioidaan reaalimaailman kokeen aikana kerätyillä tiedoilla.

**Tulos**

Sivutörmäysvaaran automaattinen arviointi opastetuissa risteyksissä videoantureiden avulla

**Esimerkki 2.1979**

Ehdotamme työkalua, jolla voidaan kerätä tietoa sosiaalisista verkostoista kertovista teksteistä. Sen nimi on CHAPLIN, CHAracters and PLaces Interaction Network, ja se on toteutettu VB.NET-ohjelmalla. Kerronnallisten teosten hahmot ja paikat poimitaan raakasanojen luettelosta. Käyttöliittymän avulla käyttäjä valitsee niistä nimet. Tämän valinnan jälkeen työkalu antaa käyttäjän syöttää joitakin parametreja ja luo niiden mukaan verkon, jossa solmut ovat hahmoja ja paikkoja ja reunat niiden vuorovaikutusta. Särmät merkitään esityksillä. Tuloksena on GV-tiedosto, joka on kirjoitettu DOT-grafiikkaskriptointikielellä ja joka renderöidään ilmaisella avoimen lähdekoodin Graphviz-ohjelmalla.

**Tulos**

Hahmojen ja paikkojen verkostojen poimiminen kirjallisista teoksista CHAPLINin avulla Hahmojen ja paikkojen verkostojen poimiminen kirjallisista teoksista CHAPLINin avulla

**Esimerkki 2.1980**

Semanttinen kompositio tarkoittaa tekstin merkityksen ymmärtämistä koostamalla tekstin yksittäisten sanojen merkitykset. Semanttinen dekompositio on tehtävä, jossa yksittäisen sanan merkitys ymmärretään hajottamalla se sanan merkityksessä piileviin eri näkökohtiin (tekijöihin, osatekijöihin, komponentteihin). Käytämme semantiikassa distributiivista lähestymistapaa, jossa sana edustaa kontekstivektoria. Monissa viimeaikaisissa töissä on pohdittu koostumusten ja hajotusten tunnistamisen ongelmaa, mutta me käsittelemme vaikeampaa generointiongelmaa. Yksinkertaisuuden vuoksi keskitymme substantiivin-modifioijan bigrammeihin ja substantiivin unigrammeihin. Semanttisen koostumuksen testi on seuraava: kun on annettu kontekstivektorit substantiivin ja modifioivan substantiivin ja modifioivan bigrammin (punainen lohi) substantiivin ja modifioivan bigrammin (sockeye) välisille kontekstivektoreille, luodaan substantiivin unigrammi, joka on synonyymi annetulle bigramille (sockeye). Semanttisen hajoamisen testi on seuraava: kun annetaan kontekstivektori substantiivin unigrammille (snifter), tuotetaan substantiivi-modifioiva bigram, joka on synonyymi annetulle unigrammille (brandylasi). WordNetin noin 73 000 unigrammia sisältävän sanaston avulla bigramille on 73 000 ehdollista unigrammikompositiota ja 5 300 000 000 (73 000 neliö) ehdollista bigramipurkuehdokasta unigrammille. Luomme luokiteltuja luetteloita mahdollisista ratkaisuista kahdessa vaiheessa. Nopea valvomaton oppimisalgoritmi luo alustavan ehdokasluettelon, ja hitaampi valvottu oppimisalgoritmi tarkentaa luetteloa. Arvioimme ratkaisukandidaatteja vertaamalla niitä WordNetin synonyymijoukkoihin. Kun kyseessä on hajottaminen (unigrammi bigramiksi), 100 korkeimmalle rankattua bigrammia sisältävät WordNet-synonyymin kyseiselle unigrammille 50,7 prosentissa tapauksista. Komposition (bigrammi - unigrammi) osalta 100 korkeimmalle sijoittunutta unigrammia sisältävät annetun bigramin WordNet-synonyymin 77,8 % ajasta.

**Tulos**

Semanttinen koostaminen ja purkaminen: Tunnistamisesta generointiin

**Esimerkki 2.1981**

Oletetaan, että meille annetaan yhden muuttujan ehdollinen todennäköisyys, kun otetaan huomioon jotkin muut muuttujat. Tavallisesti tarvitaan ehdollisen muuttujan todennäköisyyden määrittämiseksi koko ehdollisten muuttujien yhteisjakauma. Missä olosuhteissa ehdollisen muuttujan todennäköisyyden määrittämiseksi riittää ehdollisen muuttujan marginaalijakauma? Riittävyys tässä mielessä vastaa ehdollisen todennäköisyysjakauman additiivista erotettavuutta. Tällainen erotettavuusrakenne on luonnollinen ja sitä voidaan hyödyntää tehokkaassa päättelyssä. Erotettavuudella on luonnollinen yleistys ehdolliseen erotettavuuteen. Erotettavuus tarjoaa täsmällisen käsitteen hi erarkkisesta hajotuksesta ajallisissa todennäköisyysmalleissa. Kun järjestelmä on hajotettu erotettavissa oleviin osajärjestelmiin, osajärjestelmien marginaaliset todennäköisyydet tulevina ajankohtina voidaan laskea etenemällä osajärjestelmien marginaalisten todennäköisyyksien avulla eikä koko järjestelmän yhteistodennäköisyyksien avulla. Näin ollen erotettavuus voi tehdä täsmällisestä ennustamisesta helposti toteutettavissa olevaa. Havainnot voivat kuitenkin rikkoa erotettavuuden, joten dynaamisten järjestelmien tarkka seuranta on edelleen vaikeaa.

**Tulos**

Riittävyys, erotettavuus ja ajalliset todennäköisyysmallit (Temporal Probabilistic Models)

**Esimerkki 2.1982**

Jakaumia sijoitusten suhteen käytetään tietojen mallintamiseen monissa reaalimaailman tilanteissa, kuten preferenssianalyysissä ja poliittisissa vaaleissa. Tällaisten jakaumien mallintamiseen liittyy kuitenkin useita laskennallisia haasteita, jotka johtuvat kohdejoukon sijoitusten joukon faktoriaalisesta koosta. Jotkin näistä haasteista ovat varsin tuttuja tekoälyyhteisölle, kuten se, miten jakauma voidaan esittää kompaktisti kombinaattorisesti suuressa avaruudessa ja miten todennäköisyyspohjainen päättely voidaan suorittaa tehokkaasti näiden esitysten avulla. Luokitteluun liittyy kuitenkin lisähaaste, jota kutsumme inhimillisen tehtävän monimutkaisuudeksi: käyttäjät ovat harvoin halukkaita antamaan täydellisen luokittelun pitkästä ehdokasluettelosta, vaan usein he antavat mieluummin osittaista luokittelutietoa. Kaikkien näiden haasteiden samanaikainen ratkaiseminen - eli sellaisen kompaktisti esitettävän mallin suunnittelu, josta voidaan tehdä tehokkaita päätelmiä ja joka voidaan oppia käyttämällä osittaista luokittelutietoa - on vaikea tehtävä, mutta se on välttämätön, jos haluamme skaalautua ei-triviaalikokoisiin ongelmiin. Tässä artikkelissa osoitamme, että hiljattain ehdotetut riffled-riippumattomuusolettamukset vastaavat puhtaasti ja tehokkaasti kaikkiin edellä mainittuihin haasteisiin. Erityisesti luomme tiiviin matemaattisen yhteyden riffled independence ja partial ranking -käsitteiden välille. Tämän vastaavuuden ansiosta voimme kehittää tehokkaita ja tarkkoja algoritmeja päätelmien tekemiseen käyttäen riffelöityyn riippumattomuuteen perustuvia esityksiä, joissa on osittaisia ranking-arvoja, mutta hieman yllättäen se osoittaa myös, että tehokas päättely ei ole mahdollista riffelöityyn riippumattomuuteen perustuville malleille (tietyssä mielessä), joiden havainnot eivät ole osittaisten ranking-arvojen muodossa. Lopuksi esittelemme päättelyalgoritmimme avulla ensimmäisen menetelmän riffelöityyn riippumattomuuteen perustuvien mallien oppimiseen osittain järjestetyistä tiedoista. 1. Todennäköisyysperusteinen mallintaminen ranking-datasta: Kolme haastetta Ranking-luokituksia esiintyy useissa koneoppimisen sovellusympäristöissä, kuten elokuvien ja kirjojen preferenssianalyysissä (Lebanon & Mao, 2008) ja poliittisten vaalien analyysissä (Gormley & Murphy, 2007; Huang & Guestrin, 2010). Monissa näistä ongelmista on erittäin kiinnostavaa rakentaa tilastollisia malleja ranking-datan päälle, jotta voidaan tehdä ennusteita, muodostaa suosituksia, havaita piileviä trendejä ja rakenteita sekä laatia ihmisten ymmärrettäviä yhteenvetoja. c ©2012 AI Access Foundation. Kaikki oikeudet pidätetään. Huang, Kapoor & Guestrin Jakaumien mallintaminen paremmuusjärjestysten yli on kuitenkin vaikea ongelma, koska paremmuusjärjestykseen asetettavien kohteiden määrän kasvaessa myös mahdollisten paremmuusjärjestysten määrä kasvaa faktorisesti. Tämä kombinatorinen räjähdysmäinen kasvu pakottaa meidät kohtaamaan kolme keskeistä haastetta, kun käsittelemme sijoituksia. Ensinnäkin meidän on käsiteltävä tallennuskompleksisuutta - miten voimme esittää kompaktisti jakauman ranking-avaruudessa?1 Sitten on vielä algoritmikompleksisuus - miten voimme vastata tehokkaasti todennäköisyyteen perustuviin päättelykyselyihin jakauman perusteella? Tämä haaste johtuu siitä, että voi olla vaikeaa saada ihmiskäyttäjältä tarkkaa ja täydellistä ranking-luokitusta suuresta ehdokasluettelosta. Valinta n! vaihtoehdon luettelosta ei ole helppo tehtävä, ja käyttäjät antavat yleensä mieluummin osittaista tietoa. Otetaan esimerkiksi American Psychological Associationin (APA) vaalit, joissa äänestäjät voivat asettaa ehdokkaat paremmuusjärjestykseen suosikista vähiten suosikkiin. Vuoden 1980 vaaleissa oli viisi ehdokasta, joten 5! = 120 tapaa asettaa nämä viisi ehdokasta paremmuusjärjestykseen. Pienestä ehdokaslistasta huolimatta useimmat äänestäjät ilmoittivat mieluummin vain k:n suurimman suosikkinsa kuin kirjoittivat äänestyslippuihinsa täydellisen järjestyksen (ks. kuvio 1). Esimerkiksi noin kolmannes äänestäjistä kirjoitti vain yhden suosikkiehdokkaansa vuoden 1980 vaaleissa. Nämä kolme toisiinsa kietoutunutta haastetta, jotka liittyvät tallennuksen, algoritmin ja ihmisen tehtävien monimutkaisuuteen, ovat keskeisiä kysymyksiä todennäköisyysjärjestyksen mallintamisessa, ja mallit, jotka eivät pysty käsittelemään tehokkaasti kaikkia kolmea monimutkaisuuden lähdettä, ovat vain rajoitetusti sovellettavissa. Tässä artikkelissa tarkastelemme joustavaa ja intuitiivista luokittelumallien luokkaa, joka perustuu hiljattain tekemässämme työssä (Huang & Guestrin, 2009, 2010) ehdotettuun todennäköisyysriippumattomuuden yleistykseen, jota kutsutaan riffelöityksi riippumattomuudeksi. Aiemmissa artikkeleissamme on keskitytty pääasiassa representaatiokysymyksiin (tallennuskompleksisuus), mutta nyt keskitymme päättelyyn ja epätäydellisiin havaintoihin (eli osittaisiin ranking-listoihin) ja osoitamme, että tallennuskompleksisuuden lisäksi riffeloituun riippumattomuuteen perustuvilla malleilla voidaan tehokkaasti ratkaista algoritmiseen ja inhimilliseen tehtäväkompleksisuuteen liittyviä kysymyksiä. Itse asiassa nämä kaksi kysymystä, algoritmisen ja inhimillisen tehtävän monimutkaisuus, liittyvät läheisesti toisiinsa riffle-riippumattomien mallien osalta. Osittaisen luokittelun avulla annamme käyttäjille enemmän joustavuutta antaa niin paljon tai niin vähän tietoa kuin he haluavat antaa. Osittaisten ranking-tietojen yhteydessä myös merkityksellisimmät päättelykyselyt ovat osittaisten ranking-luokitusten muodossa. Voimme esimerkiksi haluta ennustaa äänestäjän toiseksi valitseman ehdokkaan, kun tiedämme hänen ensimmäisestä valinnastaan. Yksi tärkeimmistä panoksistamme tässä artikkelissa on osoittaa, että tällaisten osittaisten ranking-kyselyjen päättely voidaan suorittaa erityisen tehokkaasti riffelistä riippumattomille malleille. Työmme tärkeimmät tulokset ovat seuraavat:2 - Paljastamme luonnollisen ja perustavanlaatuisen yhteyden riffeliriippumattomien mallien ja osittaisten ranking-luokitusten välillä. Erityisesti osoitamme, että osittaisten ranking-arvojen kokoelma kohdejoukon yli muodostaa täydellisen luonnehdinnan havaintojen avaruudesta, kun 1. Huomaa, että on tavallista ihmetellä, miksi halutaan esittää jakauma kaikkien rankingien yli, jos otosrankingien määrä ei ole koskaan läheskään yhtä suuri. Ongelma, että näytteiden lukumäärä on aina paljon pienempi kuin n! tarkoittaa kuitenkin sitä, että useimpia sijoituksia ei koskaan havaita, mikä rajoittaa kykyämme arvioida mielivaltaisen sijoituksen todennäköisyyttä. Ainoa tapa ratkaista näytteiden vähäisyys on hyödyntää edustuksellista rakennetta, mikä on hyvin samansuuntainen kuin tallennuskompleksisuusongelman ratkaiseminen. 2. Tämä artikkeli on laajennettu esitys artikkelistamme (Huang, Kapoor, & Guestrin, 2011), joka ilmestyi vuoden 2011 Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI) -konferenssissa, sekä ensimmäisen kirjoittajan väitöskirjan tuloksista (Huang, 2011).

**Tulos**

Riffled Independence for Efficient Inference with Partial Rankings (Riffled riippumattomuus tehokasta päättelyä varten)

**Esimerkki 2.1983**

Esitämme algoritmeja, joilla voidaan tuottaa vaihtoehtoisia ratkaisuja eksplisiittisille asyklisille AND/OR-rakenteille kustannusten suhteen ei-taantuvassa järjestyksessä. Ehdotetut algoritmit käyttävät parhaan ensimmäisen haun tekniikkaa ja ilmoittavat ratkaisut käyttämällä implisiittistä esitystä, joka on järjestetty kustannusten mukaan. Tässä artikkelissa esitämme kaksi versiota hakualgoritmista - a) parhaan ensimmäisen haun algoritmin alkuperäisen version, ASG, joka voi esittää yhden ratkaisun useammin kuin kerran tuottaessaan järjestettyjä ratkaisuja, ja b) toisen version, LASG, jossa vältetään päällekkäisten ratkaisujen rakentaminen. Varsinaiset ratkaisut voidaan rekonstruoida nopeasti käytetystä implisiittisestä kompaktista esityksestä. Olemme soveltaneet menetelmiä muutamiin testialueisiin, joista osa on synteettisiä ja osa perustuu tunnettuihin ongelmiin, kuten Hanoin 5-peg Tower of Hanoi -ongelman hakuavaruuteen, matriisiketjujen kertomisen ongelmaan ja RNA:n sekundäärirakenteen löytämisen ongelmaan. Kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotetut algoritmit ovat tehokkaampia kuin nykyiset lähestymistavat. Ehdotetuilla algoritmeilla on potentiaalista käyttöä useilla eri aloilla, jotka vaihtelevat tietoon perustuvista kehyksistä palvelujen koostamiseen, jossa AND/OR-rakennetta käytetään laajalti ongelmien esittämiseen.

**Tulos**

Algoritmit järjestettyjen ratkaisujen tuottamiseksi eksplisiittisille AND/OR-rakenteille

**Esimerkki 2.1984**

Keskustelun mallintaminen on tärkeä tehtävä luonnollisen kielen ymmärtämisessä ja koneälyssä. Vaikka aiempia lähestymistapoja on olemassa, ne rajoittuvat usein tiettyihin aloihin (esim. lentolippujen varaaminen) ja edellyttävät käsin laadittuja sääntöjä. Tässä artikkelissa esitellään tähän tehtävään yksinkertainen lähestymistapa, jossa käytetään hiljattain ehdotettua sequence to sequence -puitteistoa. Mallimme ennustaa keskustelun seuraavan lauseen, kun otetaan huomioon keskustelun edellinen lause tai edelliset lauseet. Mallimme vahvuutena on, että se voidaan kouluttaa alusta loppuun, joten se vaatii paljon vähemmän käsin laadittuja sääntöjä. Huomaamme, että tämä yksinkertainen malli pystyy tuottamaan yksinkertaisia keskusteluja, kun otetaan huomioon suuri keskustelun harjoitteluaineisto. Alustavat tulokset viittaavat siihen, että vaikka malli optimoi vääränlaista kohdefunktiota, se pystyy poimimaan tietoa sekä aluespesifisestä tietokokonaisuudesta että suuresta, meluisasta ja yleisestä aluetietokokonaisuudesta, joka koostuu elokuvien tekstityksistä. Alakohtaisessa IT-neuvontapalveluiden tietokokonaisuudessa malli pystyy löytämään ratkaisun tekniseen ongelmaan keskustelujen avulla. Meluisassa avoimen toimialueen elokuvien tekstitystietoaineistossa malli pystyy suorittamaan yksinkertaisia maalaisjärjen päättelymuotoja. Kuten odotettua, havaitsimme myös, että johdonmukaisuuden puute on mallin yleinen vikatilanne.

**Tulos**

Neuraalinen keskustelumalli

**Esimerkki 2.1985**

Pervasive systems viittaa kontekstin tiedostaviin järjestelmiin, jotka pystyvät havaitsemaan kontekstinsa ja mukauttamaan käyttäytymistään sen mukaisesti tarjotakseen mukautuvia palveluja. Tällaisten järjestelmien ennakoiva mukauttaminen mahdollistaa palvelun ja kontekstin muuttamisen ennusteiden perusteella. Kontekstin määritelmä on kuitenkin vielä epämääräinen eikä se sovellu ennustamiseen. Tässä artikkelissa keskustelemme ja luokittelemme aiempia kontekstin määritelmiä. Sitten esitämme uuden määritelmän, jonka avulla läpäisevät järjestelmät voivat ymmärtää ja ennustaa kontekstinsa. Analysoimme kontekstin määritelmään kuuluvia olennaisia linjoja ja ehdotamme joitakin skenaarioita, jotka tekevät lähestymistapamme selväksi.

**Tulos**

International Journal of Advanced Studies in Computer Science and Engineering -lehti (kansainvälinen tietotekniikan ja tekniikan alan edistyneiden opintojen lehti)

**Esimerkki 2.1986**

Viime vuosina syväarkkitehtuureja on käytetty siirto-oppimiseen, ja niiden suorituskyky on ollut huippuluokkaa monissa tietokokonaisuuksissa. Niiden ominaisuuksien ominaisuuksia ei kuitenkaan ole vielä juurikaan tutkittu siirto-oppimisen näkökulmasta. Tässä työssä esitämme laajan analyysin syvämalleista poimittujen ominaisvektoreiden kestävyydestä keskittyen erityisesti suorituskyvyn ja pakkausnopeuden väliseen kompromissiin. Tuomalla häiriöitä syvän konvoluutiohermoverkon uuttamiin kuvakuvauksiin muutamme niiden tarkkuutta ja ulottuvuuksien lukumäärää ja mittaamme, miten se vaikuttaa lopulliseen tulokseen. Osoitamme, että syvät piirteet ovat kestävämpiä näille häiriöille kuin perinteiset lähestymistavat, ja saavutamme 98,4 prosentin pakkaustuloksen, kun taas Pascal VOC 2007 -testissä alkuperäisestä pistemäärästä häviää vain 0,88 prosenttia.

**Tulos**

SYVÄT NEUROVERKOT STRESSIN ALAISENA

**Esimerkki 2.1987**

Suuri osa verkossa saatavilla olevasta tiedosta on kopioitu, uudelleenkäytetty tai muotoiltu uudelleen. Ilmiötä, jossa useat verkkolähteet poimivat tietyn tiedon, kutsutaan usein trendiksi. Keskeinen ongelma verkkotietojen louhinnassa on havaita ne verkkolähteet, jotka julkaisevat ensimmäisenä tietoa, joka synnyttää trendin. Esittelemme yksinkertaisen ja tehokkaan menetelmän, jolla voidaan löytää verkkolähteitä hallitsevia trendejä ja tunnistaa ne verkkolähteet, jotka julkaisevat trendin kannalta merkityksellistä tietoa ennen muita. Validoimme lähestymistapamme todellisilla tiedoilla, jotka on kerätty vaikutusvaltaisista teknologiauutislähteistä.

**Tulos**

Kanoniset suuntaukset: Trendinmäärittäjien havaitseminen verkkodatasta

**Esimerkki 2.1988**

Esittelemme yksinkertaisen, yleisen strategian, jolla voidaan manipuloida neuraalisen dekooderin käyttäytymistä ja jonka avulla se voi tuottaa tuotoksia, joilla on tiettyjä kiinnostavia ominaisuuksia (esim. ennalta määritellyn pituisia sekvenssejä). Mallia voidaan ajatella yksinkertaisena versiona toimija-kriitikko -mallista, joka käyttää päätöksentekoon toimijan (MLE-pohjainen merkkien tuottamispolitiikka) ja kriitikon (arvofunktio, joka arvioi halutun ominaisuuden tulevia arvoja) interpolointia. Osoitamme, että lähestymistapa pystyy sisällyttämään erilaisia ominaisuuksia, joita tavanomaiset neuraaliset sekvenssin dekooderit eivät pysty käsittelemään, kuten sekvenssin pituus ja taaksepäin suuntautuva todennäköisyys (lähteiden todennäköisyys annetuille kohteille), minkä lisäksi se tuottaa johdonmukaisia parannuksia abstraktiossa tiivistämisessä ja konekääntämisessä, kun optimoitava ominaisuus on BLEU- tai ROUGE-pisteet.

**Tulos**

Oppiminen dekoodaamaan tulevaisuuden menestystä varten

**Esimerkki 2.1989**

Semanttisilla rooleilla on tärkeä rooli tiedon poimimisessa tekstistä. Nykyiset valvomattomat lähestymistavat hyödyntävät kielioppirakenteiden piirteitä semanttisten roolien indusoimiseksi. Riippuvuus näistä kieliopeista vaikeuttaa kuitenkin niiden mukauttamista meluisiin ja uusiin kieliin. Tässä artikkelissa kehitämme dataan perustuvan lähestymistavan semanttisten roolien tunnistamiseen. Lähestymistapa on täysin valvomaton aina siihen asti, kunnes on opittava säännöt semanttisen roolin esiintymispaikan tunnistamiseksi. Tarkemmin sanottuna kehitämme modifioidun ADIOS-algoritmin, joka perustuu ADIOS Solan et al. (2005) -algoritmiin kielioppirakenteiden oppimiseksi, ja käytämme näitä kielioppirakenteita oppiaksemme säännöt semanttisten roolien tunnistamiseksi sen kontekstin perusteella, jossa kielioppirakenteet esiintyivät. Saadut tulokset ovat vertailukelpoisia nykyisiin uusimpiin malleihin, jotka ovat luonnostaan riippuvaisia ihmisen kommentoimasta datasta.

**Tulos**

Tietoon perustuva lähestymistapa semanttisten roolien merkitsemiseen kielen kieliopillisten rakenteiden perusteella.

**Esimerkki 2.1990**

Markovin ketjumallia sovelletaan laajalti monilla aloilla, erityisesti ennustamisen alalla. Klassinen diskreettiaikainen Markovin ketju (Discrete-time Markov chain, DTMC) on laajalti käytetty menetelmä ennustamiseen. Klassisella DTMC-mallilla on kuitenkin joitakin rajoituksia, kun järjestelmä on monimutkainen ja siinä on epävarmoja tietoja tai kun tilaavaruus ei ole diskreetti. Sen ratkaisemiseksi ehdotetaan uutta uskomus-Markovin ketjumallia, jossa yhdistetään Dempster-Shaferin todistusteoria ja Markovin ketju. Mallissamme epävarmat tiedot voidaan käsitellä intervallien muodossa, ja perustodennäköisyysluokitus (BPA) luodaan intervallien välisten lukujen välisen etäisyyden perusteella. Uusi uskomus-Markovin ketjumalli poistaa klassisen Markovin ketjun puutteet, ja sillä on tehokas kyky käsitellä epävarmaa tietoa. Lisäksi esimerkkinä on varaston ennustaminen ja mallimme vertailu luokitteluun∗Corresponding author at: School of Electronics and Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 710072, Kiina. Puh: (86-29)88431267. Sähköpostiosoite: jiangwen@nwpu.edu.cn, jiangwenpaper@hotmail.com Preprint submitted to Elsevier March 7, 2017 cal DTMC-malli voi osoittaa ehdottamamme mallin tehokkuuden ja järkevyyden.

**Tulos**

Uusi uskomus-Markovin ketjumalli ja sen soveltaminen varastojen ennustamiseen.

**Esimerkki 2.1991**

Vaikka useat automaattisen koodauksen mallit pakottavat harvennuksen eksplisiittisesti opittuun esitykseen, kun taas toiset eivät, on tehty vain vähän virallista analyysia siitä, mikä yleisesti ottaen edistää harvennusta näissä malleissa. Tämän vuoksi tavoitteenamme on tutkia muodollisesti tätä yleistä ongelmaa regularisoiduille autokoodereille. Osoitamme, että sekä regularisoinnilla että aktivointifunktiolla on tärkeä rooli harvennuksen edistämisessä. Esitämme riittävät ehdot molemmille kriteereille ja osoitamme, että useat suositut mallit - kuten De-noising ja Contractive auto-encoder - ja aktivoinnit - kuten Rectified Linear ja Sigmoid - täyttävät nämä ehdot; näin selitetään harvinaisuus niiden opitussa esityksessä. Teoreettinen ja empiirinen analyysimme valottaa yhdessä regularisoinnin/aktivoinnin ominaisuuksia, jotka edistävät harvuutta. Analyysistämme saatujen oivallusten sivutuotteena ehdotamme myös uutta aktivointifunktiota, joka voittaa useiden olemassa olevien aktivointien yksittäiset puutteet (harvuuden kannalta) ja tuottaa siten suorituskyvyn, joka on samantasoinen (tai parempi) kuin parhaiten toimivan aktivoinnin suorituskyky kaikissa käsitellyissä autokooderimalleissa.

**Tulos**

Miksi Regularized Auto-Encoders oppii harvan edustuksen?

**Esimerkki 2.1992**

Mikä on onnellisuutta vahvistusoppimisagenteille? Etsimme muodollista määritelmää, joka täyttää tietyt vaatimukset. Ehdottamamme onnellisuuden määritelmä on ajallinen erovirhe eli saadun palkkion ja havainnon arvon ja agentin odotuksen välisen eron välinen erotus. Tämä määritelmä täyttää useimmat toivomuksistamme ja on yhteensopiva ihmisillä tehdyn empiirisen tutkimuksen kanssa. Esitämme useita seurauksia ja keskustelemme esimerkeistä.

**Tulos**

Onnellisuuden määritelmä vahvistusoppimisagenteille∗∗ .

**Esimerkki 2.1993**

Esitämme kuvaan perustuvan kuvantuotantomallin. Malli siirtää syötetiedon kohdealueelle semanttisella tasolla ja tuottaa kohdekuvan pikselitasolla. Realististen kohdekuvien tuottamiseksi käytämme Generative Adversarial Nets -mallissa [1] käytettyä real/fake-diskriminaattoria, mutta otamme käyttöön myös uudenlaisen domain-diskriminaattorin, jonka avulla luodusta kuvasta saadaan syötekuvan kannalta relevantti. Todistamme mallimme haastavalla tehtävällä, jossa vaatekappaleen generoiminen vaatteisiin pukeutuneen henkilön tulokuvasta on vaikeaa. Esittelemme korkealaatuisen vaatetusaineiston, joka sisältää nämä kaksi aluetta, ja onnistumme osoittamaan kunnollisia tuloksia.

**Tulos**

Pikselitason verkkotunnuksen siirto

**Esimerkki 2.1994**

Reservoir Computing (RC) -paradigmassa käytetään dynaamista järjestelmää eli säiliötä ja lineaarista luokittelijaa eli lukukerrosta käsittelemään peräkkäisten luokitustehtävien tietoja. Tässä asiakirjassa tutkitaan soluautomaatin (Cellular Automata, CA) käyttöä säiliönä. CA:n käyttö RC:ssä on tuottanut lupaavia tuloksia. Tässä asiakirjassa toistetaan valikoituja huipputason kokeita. Osoitetaan, että jotkin CA-säännöt toimivat paremmin kuin toiset, ja säiliön suorituskyky paranee kasvattamalla CA-säiliön kokoa. Lisäksi tutkitaan rinnakkaisten löyhästi kytkettyjen CA-säiliöiden käyttöä, joissa kussakin säiliössä on eri CA-sääntö. Kvasi-yhtenäisellä CA-säiliöllä tehdyt kokeet antavat arvokasta tietoa CA-säiliön suunnittelusta. Tässä esitetyt tulokset osoittavat, että jotkin säännöt eivät toimi hyvin yhdessä, kun taas toiset yhdistelmät toimivat huomattavan hyvin. Tämä viittaa siihen, että epäyhtenäinen CA-sääntö voisi olla tehokas väline uudenlaisten CA-säiliöiden toteuttamiseen. Avainsanat - Reservoir Computing, Cellular Automata, Parallel Reservoir, Recurrent Neural Networks, Non-Uniform Cellular Automata.

**Tulos**

Varastolaskenta käyttäen epäyhtenäistä binääristä soluautomaattia

**Esimerkki 2.1995**

Vahvistusoppimisjärjestelmissä pyritään usein tasapainottamaan testaamattomien toimintojen tutkiminen ja hyviksi tiedettyjen toimintojen hyödyntäminen. Tutustumisesta saatava hyöty voidaan arvioida käyttämällä luokittelevaa käsitettä "tiedon arvo", joka on odotettavissa oleva parannus tulevien päätösten laadussa, joka johtuu tutustumisen kautta saadusta tiedosta. Tämän määrän arvioiminen edellyttää agentin epävarmuuden arviointia sen nykyisistä arviosta tilojen suhteen. Tässä artikkelissa tutkimme tapoja esittää ja arvioida tätä epävarmuutta algoritmeissa, joissa järjestelmä yrittää oppia mallia ympäristöstään. Esitämme eksplisiittisesti epävarmuuden mallin parametreista ja muodostamme todennäköisyysjakaumia Q-arvoille näiden perusteella. Näitä jakaumia käytetään laskemaan myooppinen approksimaatio tiedon arvosta kullekin toiminnolle ja siten valitsemaan toiminta, joka tasapainottaa parhaiten tutkimisen ja hyödyntämisen.

**Tulos**

Mallipohjainen Bayesin tutkimus

**Esimerkki 2.1996**

Koneoppimismenetelmän on sopeuduttava ajan myötä tapahtuviin ympäristön muutoksiin. Tällaisia muutoksia kutsutaan käsitteiden ajautumiseksi. Yksi tapa käsitellä käsitteiden ajautumista on syöttää koko harjoitusdatajoukko uudelleen oppivalle koneelle uudelleenkoulutusta varten. Toinen lähestymistapa on rakentaa ensemble-luokittimet uudelleen, jotta ne voivat sopeutua uuteen koulutustietoaineistoon. Kummassakin lähestymistavassa luokittelijoiden uudelleenkoulutus tai uudelleenrakentaminen on kallista eikä se ole käytännöllistä. Tässä artikkelissa ehdotetaan parannusta Online-Sequential Extreme Learning Machine (OS-ELM) -malliin ja sen muunnokseen Constructive Enhancement OS-ELM (CEOS-ELM) lisäämällä siihen sopeutumiskyky luokitus- ja regressio-ongelmia varten. Järjestelmän nimi on Adaptive OS-ELM (AOS-ELM). Kyseessä on yhden luokittelijan järjestelmä, joka toimii hyvin todellisen ja virtuaalisen ajelehtimisen sekä molempien ajelehtimisten samanaikaisen esiintymisen (hybridi ajelehtiminen) käsittelyssä. AOS-ELM toimii hyvin myös äkillisessä ajautumisessa ja toistuvassa kontekstin muutostyypissä. Järjestelmä on yksinkertainen yhtenäinen menetelmä, joka on toteutettu yksinkertaisilla koodiriveillä. Arvioimme AOS-ELM:ää regressio- ja luokitusongelmissa käyttämällä erilaisia julkisia tietokokonaisuuksia, joita käytetään laajasti käsitteiden ajelehtimisen todentamiseen SEA:sta ja STAGGER:sta, sekä muita julkisia tietokokonaisuuksia, kuten MNIST ja USPS. Kokeet osoittavat, että menetelmämme antaa korkeamman kappa-arvon kuin moniluokittaja-ELM-kokoonpano. Vaikka AOS-ELM ei käytännössä tarvitse lisätä piilosolmuja, käsittelemme joitakin piilosolmujen lisäämiseen liittyviä kysymyksiä, kuten virhetilannetta ja rank-arvoja. Ehdotamme, että pseudoinversiomatriisin sijoitus otetaan indikaattoriparametriksi, jolla havaitaan "vajaasovitus". Avainsanat - adaptiivinen, käsitteen ajautuminen, äärimmäinen oppimiskone, online-sekventiaalinen.

**Tulos**

Adaptiivinen online-sekventiaalinen ELM käsitteiden ajelehtimisen estämiseksi.

**Esimerkki 2.1997**

Todennäköinen lineaarinen diskriminaatioanalyysi (Probabilistic linear discriminant analysis, PLDA) on suosittu normalisointimenetelmä i-vektorimallia varten, ja se on tuottanut huippuluokan suorituskykyä puhujantunnistuksessa. PLDA-mallin potentiaalinen ongelma on kuitenkin se, että se olettaa puhujavektoreiden jakaumiksi Gaussin jakaumat, mikä ei aina pidä paikkaansa käytännössä. Lisäksi tavoitefunktio ei liity suoraan tehtävän tavoitteeseen, esimerkiksi todellisten puhujien ja huijareiden erottamiseen. Tässä artikkelissa ehdotamme maksimimarginaalin metriikkaoppimismenetelmää ongelmien ratkaisemiseksi. Se oppii lineaarisen muunnoksen kriteerillä, jonka mukaan kohde- ja huijarikokeiden välinen marginaali maksimoidaan. SRE08-ydintestillä tehdyt kokeet osoittavat, että PLDA:han verrattuna uudella lähestymistavalla voidaan saavuttaa vertailukelpoinen tai jopa parempi suorituskyky, vaikka pisteytys on pelkkä kosinuslaskenta.

**Tulos**

Max-Margin metriikan oppiminen puhujan tunnistusta varten

**Esimerkki 2.1998**

Hierarkkista klusterointimenetelmää valittaessa teoreettiset ominaisuudet voivat antaa jonkin verran tietoa siitä, mikä menetelmä on sopivin klusterointiongelman käsittelyyn. Tässä tutkimme kahden hierarkkisen klusterointimenetelmän perusominaisuuksia: α-unchaining single linkage eli SL(α) ja sen muunnettu versio SL∗(α). Vertaamme tuloksia klassisten linkitykseen perustuvien hierarkkisten klusterointimenetelmien ominaisuuksiin.

**Tulos**

α:n VAIHTOEHTOISEN YKSINKERTAISEN SIDOSRYHMÄN HIERARKISEN KLUSTEROINNIN OMINAISUUDET

**Esimerkki 2.1999**

Esitetään mallinnuskieli, joka soveltuu tiedon korrelaatioon silloin, kun järjestelmän toiminnallinen malli on epätäydellinen tai epävarma ja ajalliset riippuvuudet ovat epätarkkoja. Hahmotellaan tehokas inkrementaalinen toteutus, joka riippuu tietyt kriteerit täyttävistä kustannusfunktioista. Mahdollisuuslogiikka ja todennäköisyysteoria (sellaisena kuin sitä käytetään kohteena olevissa sovelluksissa) täyttävät nämä kriteerit.

**Tulos**

Epävarmojen ja ajallisten tietojen hyödyntäminen korrelaatiossa

**Esimerkki 2.2000**

Tässä artikkelissa kuvataan menetelmä, jolla pienistä rinnakkaisista korpuksista voidaan automaattisesti päätellä rakenteellisia siirtosääntöjä, joita käytetään matalan siirron konekäännösjärjestelmässä (MT). Rakenteelliset siirtosäännöt perustuvat tilastollisessa monikielisessä tekstinmuokkauksessa käytettävien mallien kaltaisiin kohdistamismalleihin. Kohdistusmallit poimitaan lauseenmukaisista rinnakkaiskorpuksista ja laajennetaan joukolla rajoituksia, jotka johdetaan monikielisen tekstinsiirtojärjestelmän kaksikielisestä sanakirjasta ja jotka ohjaavat niiden soveltamista siirtosääntöinä. Kokeet, jotka tehtiin kolmella eri kieliparilla ilmaisella/avoimen lähdekoodin MT-alustalla Apertium, osoittavat, että käännöksen laatu paranee verrattuna sana sanalta käännökseen (kun siirtosääntöjä ei käytetä) ja että tuloksena saavutettu käännöksen laatu on lähellä sitä, joka saavutetaan käyttämällä käsin koodattuja siirtosääntöjä. Esittelemämme menetelmä on täysin valvomaton, ja siinä hyödynnetään MT-järjestelmän muissa moduuleissa olevaa tietoa, joissa johdettuja sääntöjä sovelletaan.

**Tulos**

Shallow-Transfer-konekääntämissääntöjen päätteleminen pienistä rinnakkaisista korpuksista

**Esimerkki 2.2001**

Äänen muuntamisjärjestelmän rakentaminen ei-paralleelisten puhekorpusten pohjalta on haastavaa, mutta erittäin arvokasta todellisissa sovellustilanteissa. Useimmissa tilanteissa lähde- ja kohdepuhujat eivät toista samoja tekstejä tai puhuvat jopa eri kieliä. Tällöin yksi mahdollinen, vaikkakin epäsuora, ratkaisu on rakentaa puheelle generatiivinen malli. Generatiivisissa malleissa keskitytään havaintojen selittämiseen latenttien muuttujien avulla sen sijaan, että opittaisiin pareittainen muunnosfunktio, ja näin ohitetaan vaatimus puhekehysten kohdistamisesta. Tässä artikkelissa ehdotamme ei-paralleelista VC-kehystä, jossa käytetään varioivaa autoenkoodaavaa Wassersteinin generatiivista adversaaliverkkoa (Variational Auto Encoding Wasserstein Generative Adversarial Network, VAW-GAN), joka ottaa nimenomaisesti huomioon VC-tavoitteen puhemallia rakennettaessa. Kokeelliset tulokset vahvistavat kehyksemme kyvykkyyden rakentaa VC-järjestelmä kohdistamattomasta datasta ja osoittavat muunnoksen parantuneen laadun.

**Tulos**

Äänen muuntaminen kohdistamattomista korpuksista käyttäen Variational Autoencoding Wasserstein Generative Adversarial Networks -menetelmää.

**Esimerkki 2.2002**

Tässä artikkelissa osoitetaan, että käyttämällä erottimia, jotka ovat kahden toisiaan täydentävän urakoitsijan pari, voimme helposti ja tehokkaasti ratkaista robotin paikannusongelman kaikuluotainmittauksilla jäsentymättömässä ympäristössä. Otamme käyttöön erottimet, jotka liittyvät Minkowskin summaan ja Minkowskin eroon, ratkaisun helpottamiseksi. Lähestymistavan periaatteen havainnollistamiseksi esitetään testitapaus.

**Tulos**

Joukkojen Minkowskin operaatiot ja niiden soveltaminen robotin paikannukseen

**Esimerkki 2.2003**

Syvät konvoluutiohermoverkot (CNN) oppivat erottelevia spektro- ja ajallisia kuvioita, joten ne soveltuvat hyvin ympäristöäänten luokitteluun. Merkityn datan suhteellinen vähäisyys on kuitenkin estänyt tämän suurikapasiteettisten mallien perheen hyödyntämisen. Tässä tutkimuksessa on kaksi ensisijaista panosta: ensinnäkin ehdotamme syvää konvoluutiohermoverkkoarkkitehtuuria ympäristöäänten luokittelua varten. Toiseksi ehdotamme audiodatan lisäämisen käyttöä datan niukkuuden ongelman ratkaisemiseksi ja tutkimme eri lisäysten vaikutusta ehdotetun CNN-arkkitehtuurin suorituskykyyn. Yhdessä datan lisäämisen kanssa ehdotettu malli tuottaa huippuluokan tuloksia ympäristöäänten luokittelussa. Osoitamme, että parempi suorituskyky johtuu syvän, suuren kapasiteetin mallin ja täydennetyn harjoitusjoukon yhdistelmästä: tämä yhdistelmä päihittää sekä ehdotetun CNN:n ilman täydennystä että "matalan" sanakirjan oppimismallin täydennyksen kanssa. Lopuksi tarkastelemme kunkin lisäyksen vaikutusta mallin luokittelutarkkuuteen kunkin luokan osalta ja havaitsemme, että jokainen lisäys vaikuttaa eri tavalla kunkin luokan tarkkuuteen, mikä viittaa siihen, että mallin suorituskykyä voitaisiin parantaa edelleen soveltamalla luokkaehtoista datan lisäystä.

**Tulos**

Syvät konvolutiiviset neuroverkot ja tietojen lisääminen ympäristöäänten luokittelussa

**Esimerkki 2.2004**

Esitämme menetelmän, jolla lasketaan informaation opillinen arvo vaikutusdiagrammeissa (Howard & Matheson, 1981) ja joka perustuu vahvan liitospuun kehykseen (Jensen et al., 1994). Vaikutuskaavio määrittelee tietyn tai der havaintojen ja päätösten rakenteensa kautta. Tämä järjestys heijastuu vastaaviin liitospuihin solmujen marginalisointijärjestyksen kautta. Tätä marginalisointijärjestystä voidaan muuttaa taulukkojen laajennuksella ja kontrollirakenteiden käytöllä, ja tämä helpottaa tiedon odotusarvon laskemista eri informaatioskenaarioille saman risteyspuun sisällä. Vahvaa liitospuuta, jossa on laajennettuja taulukoita, voidaan käyttää informaation arvon laskemiseen useiden skenaarioiden välillä, joissa on erilainen havainnointi-päätösjärjestys. Vertaamme menetelmäämme muihin menetelmiin, joilla lasketaan informaation arvo fluenssikaavioissa.

**Tulos**

Vaikutuskaavioiden tiedon lyhytnäköinen arvo

**Esimerkki 2.2005**

Tässä tutkimuksessa käsittelemme ongelmaa, joka liittyy toistuvien käsitteiden tallentamiseen tietovirtaympäristössä. Toistuvien käsitteiden talteenotto mahdollistaa aiemmin opittujen luokittelijoiden uudelleenkäytön ilman uudelleenoppimista ja tarjoaa samalla paremman tarkkuuden käsitteiden toistumisjakson aikana. Käsitteet otetaan talteen soveltamalla diskreettiä Fourier-muunnosta (DFT) päätöspuu-luokittelijoihin, jotta puista saadaan erittäin tiivistetyt versiot käsitteiden ajelehtimispisteissä tietovirrassa, ja tällaiset puut tallennetaan arkistoon tulevaa käyttöä varten. Empiiriset tuloksemme reaalimaailman ja synteettisillä aineistoilla, joissa toistuvuus vaihtelee, osoittavat, että Fourier-pakatut puut ovat kestävämpiä kohinaa vastaan ja pystyvät tallentamaan toistuvia käsitteitä suuremmalla tarkkuudella kuin metaoppimismenetelmä, joka käyttää luokittelijoita uudelleen niiden alkuperäisessä muodossa.

**Tulos**

Toistuvien käsitteiden louhinta tietovirroista diskreetin Fourier-muunnoksen avulla

**Esimerkki 2.2006**

Esittelemme translitterointimenetelmän, jolla voidaan tuottaa translitterointeja kaikilla kielillä. Aiemmat tulokset ovat vain yhtä monikielisiä kuin Wikipedia, mutta näytämme, miten Wikipediasta saatuja harjoitustietoja voidaan käyttää minkä tahansa kielen korvaavana koulutuksena. Ongelmaksi muodostuu siis Wikipedian kielten asettaminen paremmuusjärjestykseen kohdekieleen nähden. Esittelemme useita tehtäväkohtaisia menetelmiä kielten asettamiseksi paremmuusjärjestykseen ja osoitamme, että lähestymistapamme on verrattavissa oraakkelikattoon ja jopa päihittää sen joissakin tapauksissa.

**Tulos**

Translitterointi millä tahansa kielellä korvaavien kielten avulla

**Esimerkki 2.2007**

Tässä artikkelissa esittelemme lyhyesti MiniNLP:n, luonnollisen kielen käsittelykirjaston kliinisiä kertomuksia varten. MiniNLP on kokeilu ajatuksistamme tehokkaasta ja vaikuttavasta lääketieteellisestä kielenkäsittelystä. Esittelemme MiniNLP:n yleisen rakenteen ja sen tärkeimmät komponentit ja osoitamme sen suorituskyvyn todellisissa projekteissa.

**Tulos**

Lyhyt johdanto MiniNLP:hen

**Esimerkki 2.2008**

Tarkastelemme agentin epävarmuutta ympäristöstään ja ongelmaa, joka liittyy tämän epävarmuuden yleistämiseen eri havaintojen välillä. Erityisesti keskitymme tutkimisen ongelmaan ei-taulukkomuotoisessa vahvistusoppimisessa. Sisäistä motivaatiota käsittelevästä kirjallisuudesta inspiroituneena käytämme epävarmuuden mittaamiseen sekventiaalisia tiheysmalleja ja ehdotamme uutta algoritmia pseudolaskennan johtamiseksi mielivaltaisesta sekventiaalisesta tiheysmallista. Tämän tekniikan avulla voimme yleistää laskentaan perustuvia etsintäalgoritmeja ei-taulukkomuotoiseen tapaukseen. Sovellamme ideoitamme Atari 2600 -peleihin, ja saamme aikaan järkeviä pseudolukuja raakapikseleistä. Muunnamme nämä pseudolaskennat sisäisiksi palkkioiksi ja saamme merkittävästi parannettua etsintää useissa vaikeissa peleissä, mukaan lukien surullisen vaikea MONTEZUMA'S REVENGE.

**Tulos**

Laskentaan perustuvan tutkimisen ja sisäisen motivaation yhdistäminen

**Esimerkki 2.2009**

Viime aikoihin asti keinotekoisia neuroverkkoja koskeva tutkimus rajoittui pitkälti järjestelmiin, joissa on vain kahdenlaisia muuttujia: Neuraaliset toiminnot, jotka edustavat nykyistä tai viimeaikaista syötettä, ja painot, jotka oppivat kuvaamaan säännönmukaisuuksia syötteiden, tuotosten ja voittojen välillä. Tähän rajoitukseen ei ole hyvää syytä. Synapseilla on dynamiikkaa monilla eri aikaskaaloilla, ja tämä viittaa siihen, että keinotekoiset neuroverkot voisivat hyötyä muuttujista, jotka muuttuvat hitaammin kuin aktiviteetit mutta paljon nopeammin kuin vakiopainot. Näitä "nopeita painoja" voidaan käyttää tallentamaan tilapäisiä muistoja lähimenneisyydestä, ja ne tarjoavat neuraalisesti uskottavan tavan toteuttaa sellainen menneisyyteen kiinnitettävä huomio, joka on viime aikoina osoittautunut erittäin hyödylliseksi sekvenssistä sekvenssiin -malleissa. Käyttämällä nopeita painoja voimme välttää tarpeen tallentaa kopioita hermoston aktiivisuusmalleista.

**Tulos**

Nopeiden painojen käyttäminen lähimenneisyyden huomioimiseen

**Esimerkki 2.2010**

Esittelemme uuden nopean online-klusterointialgoritmin, joka palauttaa luotettavasti mielivaltaisen muotoisia klustereita suurissa tietovirroissa. Toisin kuin nykyiset k-means- tai k-medoid-menetelmiin perustuvat online-klusterointimenetelmät, se ei tee mitään rajoittavia generatiivisia oletuksia. Lisäksi toisin kuin nykyiset ei-parametriset klusterointitekniikat, kuten DBScan tai DenStream, se antaa todistettavissa olevat teoreettiset takuut. Nopean klusteroinnin saavuttamiseksi ehdotamme, että jokainen klusteri esitetään luurankojoukon avulla, jota päivitetään jatkuvasti uusien tietojen saapuessa. Luurankojoukko koostuu painotetuista näytteistä datasta, jossa painot koodaavat paikallisia tiheyksiä. Kunkin luurankojoukon koko mukautetaan klusterin geometrian mukaan. Ehdotettu tekniikka tunnistaa automaattisesti klusterien määrän ja on kestävä poikkeaville arvoille. Algoritmi toimii äärettömässä tietovirrassa, jossa useampi kuin yksi tietojen läpikäynti ei ole mahdollista. Annamme teoreettiset takuut klusteroinnin laadusta ja osoitamme myös sen edut nykyiseen huipputekniikkaan verrattuna useilla tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

Nopea online-klusterointi satunnaisten luurankojoukkojen avulla

**Esimerkki 2.2011**

Tässä artikkelissa esitellään hybridi dialogin tilanseurantajärjestelmä, jossa yhdistyvät sääntöpohjainen ja koneoppimiseen perustuva lähestymistapa uskomustilan seurantaan. Siksi kutsumme sitä hybridiseurantajärjestelmäksi. Koneoppiminen on toteutettu LSTM-verkolla (Long Short Term Memory). Tietojemme mukaan hybridiseurantajärjestelmämme on saavuttanut uuden huipputuloksen Dialog State Tracking Challenge (DSTC) 2 -tietokannassa, kun järjestelmä käyttää syötteenä vain elävää SLU:ta.

**Tulos**

Hybrid Dialog State Tracker

**Esimerkki 2.2012**

Tässä asiakirjassa käytetään Dempster-Shafer-menetelmää teoreettisena perustana tietojen luokittelujärjestelmien luomiselle. Testauksessa käytetään kolmea suosittua (useita attribuutteja sisältävää) vertailutietoaineistoa, joissa on kaksi, kolme ja neljä luokkaa. Kussakin tapauksessa koulutuksessa käytetään osajoukkoa käytettävissä olevista tiedoista, jotta kullekin attribuutille voidaan määrittää luokkaan kuulumisen kynnysarvot, rajat tai todennäköisyydet ja näin luoda massafunktiot, jotka määrittävät luokkaan kuulumisen todennäköisyyden testiaineiston kullekin attribuutille. Kunkin tietoerän luokittelu saadaan aikaan yhdistämällä nämä todennäköisyydet Dempsterin yhdistelmäsäännön avulla. Kahden ensimmäisen tietokokonaisuuden tulokset osoittavat erittäin suurta luokittelutarkkuutta, joka on kilpailukykyinen muiden suosittujen menetelmien kanssa. Kolmas tietokokonaisuus on ei-numeerinen ja vaikeasti luokiteltava, mutta siinä voidaan saavuttaa hyviä tuloksia, jos järjestelmä ja massafunktiot suunnitellaan huolellisesti ja yhdistettäväksi valitaan oikeat attribuutit. Kaikissa tapauksissa Dempster-Shafer-menetelmä tarjoaa vertailukelpoisen suorituskyvyn muihin suositumpiin algoritmeihin verrattuna, mutta tarkkojen massafunktioiden tuottamisesta aiheutuva yleiskustannus lisää monimutkaisuutta uusien attribuuttien lisäämisen myötä. Kaiken kaikkiaan tulokset viittaavat siihen, että D-S-lähestymistapa tarjoaa sopivan kehyksen luokittelujärjestelmien suunnitteluun ja että massafunktioiden suunnittelun ja laskennan automatisointi lisäisi algoritmin käyttökelpoisuutta monimutkaisissa luokitteluongelmissa.

**Tulos**

Tietojen luokittelu Dempster-Shafer-menetelmällä

**Esimerkki 2.2013**

Tässä artikkelissa kuvataan ohjelmistomoduuli nimeltä Akshara Prosodeme (A2P) -muunnin hindiksi. Se muuntaa syötetyn grafeemin prosedemiksi (foneemien sekvenssi, jossa on määritetty tavurajat ja prosodiset merkinnät). Ohjelmisto perustuu kahteen ehdotettuun äärelliseen tilakoneeseen, joista toinen on tarkoitettu tavujen muodostamiseen ja toinen tavujen merkitsemiseen. Tämän lisäksi se käyttää myös joukkoa epälineaarisia fonologisia sääntöjä, joita on ehdotettu hindin kielen jalkojen muodostamiseen ja jotka sisältävät ratkaisuja yksinkertaisten, yhdyssanojen, johdettujen ja taivutettujen sanojen schwa-poistoon. Epälineaariset fonologiset säännöt perustuvat metriseen fonologiaan ja rekursiiviseen jalkarakenteeseen. Ohjelmistomoduuli on toteutettu Python-kielellä. Ohjelmiston testaaminen tavujen määrittelyä, tavujen merkitsemistä, schwa-poistoa ja prosodista merkitsemistä varten tuotti yli 99 prosentin tarkkuuden 28664 sanan kokoisella leksikolla.

**Tulos**

Rajoitettu tila- ja sääntöpohjainen Akshara-prosodeme (A2P) muunnin hindiksi (A2P)

**Esimerkki 2.2014**

Tässä artikkelissa laajennamme klassista käsitystä vahvoista ja heikoista takaporttijoukoista sallimalla, että takaporttimuuttujien eri instanssit johtavat eri perusluokkiin kuuluviin instansseihin; perusluokkien yhdistelmä muodostaa heterogeenisen perusluokan. Heterogeenisiin perusluokkiin kuuluvat takaovijoukot voivat olla paljon pienempiä kuin homogeenisiin perusluokkiin kuuluvat takaovijoukot, joten ne ovat paljon toivottavampia, mutta niitä on mahdollisesti vaikeampi löytää. Piirretään yksityiskohtainen monimutkaisuusmaisema ongelmalle, joka koskee vahvojen ja heikkojen takaovijoukkojen havaitsemista heterogeenisiin perusluokkiin, SAT

**Tulos**

Takaportit SAT:n ja CSP:n heterogeenisiin luokkiin

**Esimerkki 2.2015**

Esittelemme pikselirekursiivisen superresoluutiomallin, joka syntetisoi kuviin realistisia yksityiskohtia ja parantaa samalla niiden resoluutiota. Pieniresoluutioinen kuva voi vastata useita uskottavia korkearesoluutioisia kuvia, joten superresoluutioprosessin mallintaminen pikseliriippumattomalla ehdollisella mallilla johtaa usein erilaisten yksityiskohtien keskiarvottamiseen - ja siten epäselviin reunoihin. Sitä vastoin mallimme pystyy esittämään multimodaalisen ehdollisen jakauman mallintamalla asianmukaisesti korkean resoluution kuvan pikseleiden väliset tilastolliset riippuvuudet matalan resoluution syötteen perusteella. Käytämme PixelCNN-arkkitehtuuria luonnollisten kuvien vahvan ennakon määrittelemiseen ja optimoimme tämän ennakon yhdessä syvän ehdollistavan konvoluutioverkon kanssa. Ihmisten tekemät arvioinnit osoittavat, että ehdotetun mallin näytteet näyttävät realistisemmilta kuin vahvan L2-regression perustason näytteet.

**Tulos**

Pikselin rekursiivinen superresoluutio

**Esimerkki 2.2016**

Multimodaalinen konekääntäminen on lauseiden kääntämistä visuaalisessa kontekstissa. Jaamme tämän ongelman kahteen osatehtävään: kääntämisen oppimiseen ja visuaalisesti perusteltujen esitysten oppimiseen. Monitehtäväoppimisessa käännökset opitaan tarkkaavaisuuteen perustuvassa koodaaja-dekooderissa, ja maadoitetut representaatiot opitaan kuvaesityksen ennustamisen avulla. Lähestymistapamme parantaa käännössuorituskykyä verrattuna nykyiseen tekniikan tasoon Multi30K-tietokannassa. Lisäksi se on yhtä tehokas, jos kuvien ennustaminen koulutetaan ulkoisella MS COCO -tietokannalla, ja havaitsemme parannuksia, jos käännösmalli koulutetaan ulkoisella News Commentary -rinnakkaistekstillä.

**Tulos**

Mielikuvitus parantaa multimodaalista kääntämistä

**Esimerkki 2.2017**

Liiketoimintaprosessien artefaktipainotteiset mallit ovat viime aikoina herättäneet paljon huomiota, koska niissä onnistutaan saumattomasti yhdistämään rakenteelliset (eli tietoon liittyvät) ja dynaamiset (eli prosessiin liittyvät) näkökohdat. Tämä on kehittynyt rinnakkain prosessien mallintamista koskevien deklaratiivisten lähestymistapojen kanssa, joissa toimintoja ei rasiteta ylimääritellyillä rajoituksilla, kuten perinteisissä prosessikeskeisissä lähestymistavoissa, vaan niissä pyritään mukauttamaan sisäinen järjestelmä mukana oleviin ihmisiin ja niiden saamaan syötteeseen. Tässä asiakirjassa pyrimme yhdistämään nämä kaksi näkökohtaa ehdottamalla kehystä, jonka tarkoituksena on kuvata monipuolisia liiketoiminta-alueita kuvailulogiikkaan perustuvien ontologioiden avulla ja jossa joukko toimintoja antaa järjestelmälle mahdollisuuden kehittyä muokkaamalla tällaisia ontologioita. Tämän jälkeen ehdotamme tällaisen kehyksen kehittämistä, joka edustaa elinkelpoista ja muodollista ympäristöä päätöksenteko- ja suunnittelutekniikoiden kehittämiseksi DL-pohjaisia artefaktikeskeisiä liiketoiminta-alueita varten.

**Tulos**

Optimoinnit päätöksentekoa ja suunnittelua varten kuvauslogiikkaan perustuvissa dynaamisissa tietopankeissa

**Esimerkki 2.2018**

Sosiaalinen verkkomedia ja pelit korvaavat yhä useammin sosiaalista toimintaa offline-tilassa. Sosiaalinen media on nykyään välttämätön viestintämuoto, ja verkkopelit ovat paitsi aitoa sosiaalista toimintaa myös suosittua katsojaurheilua. Anonymiteetin ja laajemman yleisön ansiosta verkkovuorovaikutus kaventaa sosiaalisia ja maantieteellisiä rajoja. Näistä eduista huolimatta sosiaaliset erot, kuten sukupuolten välinen epätasa-arvo, jatkuvat sosiaalisessa verkkomediassa. Erityisesti verkkopeliyhteisöjä on kritisoitu jatkuvista sukupuolieroista ja esineellistämisestä. Kun pelaaminen kehittyy sosiaaliseksi foorumiksi, sukupuolten välisen epätasa-arvon jatkuminen on polttava kysymys. Sukupuolten epätasa-arvosta ja esineellistämisestä sosiaalisissa pelialustoissa on kuitenkin vain vähän laajamittaisia, järjestelmällisiä tutkimuksia. Tässä tutkimuksessa analysoimme yli miljardi keskusteluviestiä Twitchistä, sosiaalisesta pelien striimausalustasta, ja tutkimme, miten striimaajien sukupuoli liittyy keskustelun luonteeseen. Käyttämällä laskennallisten tekstianalyysimenetelmien yhdistelmää osoitamme, että sukupuolittunut keskustelu ja esineellistäminen on yleistä chateissa. Naispuoliset striimaajat saavat huomattavasti enemmän esineellistäviä kommentteja, kun taas miespuoliset striimaajat saavat enemmän peliin liittyviä kommentteja. Tämä ero on selvempi suosittujen striimaajien kohdalla. On myös olemassa suuri määrä käyttäjiä, jotka kirjoittavat vain nais- tai miespuolisten striimeihin. Käyttämällä neuraalista vektoriavaruuden upotusmenetelmää (paragraph vector) analysoimme sukupuolittuneita chat-viestejä ja luomme ennustemalleja, jotka (i) tunnistavat striimaajien sukupuolen kanavalle lähetettyjen viestien perusteella ja (ii) tunnistavat sukupuolen, jota katsoja mieluiten katselee chat-viestien perusteella. Tuloksemme viittaavat siihen, että sosiaalisten pelien striimausalustojen eriarvoisuus on vivahteikas ilmiö, johon liittyy sekä striimaajien sukupuoli että sukupuolittunutta ja peliin liittyvää keskustelua tuottavat henkilöt.

**Tulos**

Sukupuolittunut keskustelu sosiaalisen pelin suoratoistoalustalla

**Esimerkki 2.2019**

Tarjoamme yleisen kehyksen, jonka avulla voidaan laskea alempia rajoja Ising-mallien taustalla olevien graafien palauttamisen monimutkaisuudelle, kun näytteet ovat i.i.d.. Vaikka viime aikoina on saatu tuloksia tietyille graafiluokille, niihin liittyy melko laajoja teknisiä perusteluja, jotka ovat erikoistuneet kullekin graafiluokalle. Sitä vastoin me eristämme kaksi keskeistä graafirakenteellista ainesosaa, joita voidaan käyttää otoskompleksisuuden alarajojen määrittämiseen. Näiden rakenteellisten ominaisuuksien olemassaolo tekee graafiluokasta vaikeasti opittavan. Johdamme päätuloksestamme johtopäätöksiä, jotka eivät ainoastaan palauta olemassa olevia viimeaikaisia tuloksia, vaan tarjoavat myös alempia rajoja uusille graafiluokille, joita ei ole aiemmin tarkasteltu. Laajennamme kehystämme myös satunnaisgrafiikkaympäristöön ja johdamme johtopäätökset Erdős-Rényi-grafiikoille tietyssä tiheässä ympäristössä.

**Tulos**

Oppivien Ising-mallien tietoteoreettisista rajoista

**Esimerkki 2.2020**

Reaaliaikainen kääntäminen eli simultaanikääntäminen tuottaa käännössanoja ennen kuin syöttölause päättyy, mikä on haastava ongelma perinteisille konekäännösmenetelmille. Ehdotamme simultaanikääntämiseen neuraalista konekääntämistä (NMT), jossa agentti oppii tekemään päätöksiä kääntämisen ajankohdasta vuorovaikutuksesta ennalta koulutetun NMT-ympäristön kanssa. Laadun ja viiveen tasapainottamiseksi tutkimme laajasti erilaisia viiveen kohteita ja suunnittelemme simultaanimuunnosympäristössä sovellettavan palkkihakumenetelmän. Kokeet kahdella kieliparilla verrattuna uusimpiin perusohjelmiin osoittavat ehdotetun kehyksen tehokkuuden sekä määrällisesti että laadullisesti. 1

**Tulos**

Kääntämisen oppiminen reaaliaikaisesti neuraalisen konekääntämisen avulla

**Esimerkki 2.2021**

Lääketieteelliset virheet ovat johtavia kuolinsyitä Yhdysvalloissa, ja siksi virheiden ehkäiseminen on ensiarvoisen tärkeää terveydenhuollon edistämiseksi. Potilasturvallisuusraportit ovat kertomuksia, joissa kuvataan potilaille mahdollisesti aiheutuneita haittatapahtumia, ja ne ovat tärkeitä lääketieteellisten virheiden tunnistamisessa ja ehkäisemisessä. Esittelemme neuroverkkoarkkitehtuurin, jonka avulla voidaan tunnistaa turvallisuustapahtumien tyyppi, mikä on ensimmäinen askel näiden kertomusten ymmärtämisessä. Ehdotettu malli perustuu pehmeään neuraaliseen huomiomalliin, jolla parannetaan pitkien sekvenssien koodauksen tehokkuutta. Empiiriset tulokset kahdesta laajasta potilasturvallisuusraportteja sisältävästä reaalimaailman tietokokonaisuudesta osoittavat menetelmämme tehokkuuden ja parantavat sitä merkittävästi nykyisiin menetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Neuraalinen huomiomalli potilasturvallisuustapahtumien luokittelua varten

**Esimerkki 2.2022**

Tässä asiakirjassa esitellään teoreettinen, idealisoitu ajatteluprosessin malli, jolla on seuraavat ominaisuudet: 1) malli voi tuottaa monimutkaisia ajatussarjoja ja se voidaan yleistää uusiin syötteisiin, 2) se voi vastaanottaa ja ylläpitää syötetietoa loputtomiin ajatusten tuottamista ja myöhempää käyttöä varten ja 3) se tukee oppimista suorituksen aikana. Mallin ydin on sisäisen johdonmukaisuuden käsitteessä eli tuotettujen ajatusten pitäisi aina olla johdonmukaisia niiden syötteiden kanssa, joista ne on luotu. Sen ansiot, sen lisäksi, että se kykenee tuottamaan uusia luovia ajatuksia sisäisen mekanismin avulla, riippuvat mahdollisuudesta auttaa harjoittelua yleistymään paremmin. Tämä mahdollistuu siten, että syötetty tieto jaetaan useisiin osiin, joita eri prosessointikomponentit käsittelevät, ja jokaista komponenttia varten on olemassa keskittymismekanismi, joka hakee tietoa. Tämä modulaarinen näkemys fokuksen kanssa sitoo mallin laskentakykyisiin Turingin koneisiin. Loppuhuomautuksena tässä artikkelissa osoitetaan rakentavasti, että mallin laskennallinen monimutkaisuus on vähintään universaalin Turingin koneen monimutkaisuus, ellei jopa ylitä sitä.

**Tulos**

(Vielä) toinen teoreettinen ajattelumalli

**Esimerkki 2.2023**

Suurten tietämysgraafien automaattinen rakentaminen verkkomittakaavan tekstiaineistojen louhinnan avulla on saanut paljon huomiota viime vuosina, ja sen tuloksena on luotu useita tietämysgraafeja, kuten NELL, Google Knowledge Vault jne. Nämä KG:t koostuvat tuhansista predikaattisuhteista (esim. isPerson, isMayorOf ) ja miljoonista niiden instansseista (esim. (Bill de Blasio, isMayorOf, New York City)). Tällaisten automaattisesti muodostettujen KG:iden tarkkuuden arviointi on haastava ongelma niiden koon ja monimuotoisuuden vuoksi. Vaikka joukkoistaminen on ilmeinen valinta tällaiseen arviointiin, tavanomainen yhden tehtävän joukkoistaminen, jossa KG:n jokainen predikaatti arvioidaan itsenäisesti, on hyvin kallista ja erityisen ongelmallista, jos käytettävissä oleva budjetti on rajallinen. Osoitamme, että tällaiset lähestymistavat ovat epäoptimaalisia, koska niissä ei oteta huomioon eri predikaattien ja niiden instanssien välisiä riippuvuuksia. Tämän haasteen voittamiseksi ehdotamme Relational Crowdsourcing (RelCrowd) -menetelmää, jossa tehtävät luodaan ottaen huomioon predikaattien ja instanssien väliset riippuvuudet. Sovellamme tätä kehystä laajamittaisten KG:iden arviointiin ja osoitamme sen tehokkuuden laajoilla kokeilla todellisilla tietokokonaisuuksilla.

**Tulos**

Suhteellinen joukkoistaminen ja sen soveltaminen tietämysgrafiikan arviointiin

**Esimerkki 2.2024**

Hiljattain on osoitettu, että valvottu oppiminen suositulla logistisella häviöllä vastaa eksponentiaalisen häviön optimointia luokkaa koskevien riittävien tilastojen avulla: Rademacher-havainnot (rados). Näytämme ensin, että tämä odottamaton vastaavuus voidaan itse asiassa yleistää muihin esimerkki- / rado-häviöihin, ja esitämme välttämättömät ja riittävät ehdot vastaavuudelle, esimerkkinä neljä häviötä, joilla on suosittuja nimiä eri aloilla: eksponentiaalinen (boosting), keskiarvovarianssi (rahoitus), Linear Hinge (online-oppiminen), ReLU (syväoppiminen) ja unhinged (tilastot). Toiseksi osoitamme, että yleistäminen paljastaa yllättävän uuden yhteyden regularisoituun oppimiseen ja erityisesti riittävän ehdon, jonka mukaan esimerkkien yli tapahtuvan häviön regularisointi vastaa radon (Minkowskin summilla) regularisointia vastaavassa radon häviössä. Tämä tuo mukanaan yksinkertaisia ja tehokkaita radopohjaisia oppimisalgoritmeja harvinaisuutta kontrolloivalle regularisoinnille, jota havainnollistamme esimerkinomaisesti regularisoidun eksponentiaalisen rado-tappion boostausalgoritmilla, joka muodollisesti boostaa neljän regularisointityypin yli, mukaan lukien suositut ridge ja lasso sekä hiljattain keksitty SLOPE - saamme ensimmäisen todistetun boostausalgoritmin tälle viimeiselle regularisoinnille. Ensimmäisen rado- ja esimerkkipohjaisten häviöiden vastaavuutta koskevan panoksemme ansiosta ΩR.ADABOOST näyttää olevan tehokas apuväline regularisoidun logistisen häviön boostaamiseen esimerkkien yli käyttäen mitä tahansa neljästä regularisaattorista (ja mitä tahansa niiden lineaarista yhdistelmää, esimerkiksi elastisen verkon regularisointia varten). Emme ole tietoisia mistään regularisoidun logistisen tappion muodollisesta tehostamisalgoritmista, jossa olisi näin laaja valikoima regularisaattoreita. Kokeet osoittavat, että regularisointi parantaa johdonmukaisesti radopohjaisen oppimisen suorituskykyä ja voi haastaa tai voittaa esimerkkipohjaisen oppimisen nykytilanteen jopa silloin, kun oppii pienillä radojoukoilla. Lopuksi yhdistämme regularisoinnin ε-differentiaaliseen yksityisyyteen ja näytämme, kuinka pieniin budjetteihin (esim. ε < 10) on varaa suurilla alueilla ja samalla voitetaan (suojattu) esimerkkipohjainen oppiminen.

**Tulos**

Oppimispelit ja Rademacher-havainnot Tappiot

**Esimerkki 2.2025**

Ehdotamme yleistä menetelmää nimeltä typistetty gradientti, jonka avulla voidaan saada aikaan harvennusta verkossa toimivien oppimisalgoritmien painoihin, kun häviöfunktiot ovat koveria. Menetelmällä on useita keskeisiä ominaisuuksia: 1. Harvinaisuuden aste on jatkuva, ja parametri ohjaa harvennuksen nopeutta siitä, kun harvennusta ei tapahdu ollenkaan, täydelliseen harvennukseen. 2. Lähestymistapa on teoreettisesti motivoitu, ja sen instanssia voidaan pitää online-vastineena suositulle L1-säännöstelymenetelmälle eräasetelmassa. Todistamme, että pienet sparsi-asteet johtavat vain pieneen lisäkatumukseen tyypillisiin online-oppimisen takuisiin nähden. 3. Lähestymistapa toimii empiirisesti hyvin. Sovellamme lähestymistapaa useisiin tietokokonaisuuksiin ja havaitsemme, että tietokokonaisuuksissa, joissa on suuri määrä piirteitä, huomattavaa harvennusta voidaan havaita.

**Tulos**

Harva verkko-oppiminen katkaistun gradientin avulla

**Esimerkki 2.2026**

Tässä asiakirjassa käsitellään ja analysoidaan joitakin älykkäitä luokittelijoita, joiden avulla voidaan havaita ja luokitella verkkohyökkäykset automaattisesti minkä tahansa tunkeutumisen havaitsemisjärjestelmän avulla. Aluksi analysoimme niitä WEKA-ohjelmiston avulla ja käsittelemme luokittelijoita tunnetun IDS-tietokannan (Intrusion Detection Systems), kuten NSL-KDD-tietokannan, avulla. NSL-KDD-tietokanta verkkohyökkäyksistä luotiin MIT Lincoln Labsin sotilasverkossa. Sitten keskustelemme ja kokeilemme joitakin tekoälyluokittelijoita, joita voidaan käyttää IDS-järjestelmissä, ja lopuksi kehitimme Java-ohjelmiston, jossa on kolme tehokkainta luokittelijaa, ja vertasimme sitä muihin vaihtoehtoihin. Tulokset osoittavat käytettyjen yksittäisten ja yhdistettyjen luokittelijoiden havaintotarkkuuden ja tehokkuuden.

**Tulos**

Älykkäiden luokittelijoiden analyysi ja tunkeutumisen havaitsemistarkkuuden parantaminen tunkeutumisen havaitsemisjärjestelmissä

**Esimerkki 2.2027**

Viimeaikaiset epälineaariset ominaisuuksien valintamenetelmät, jotka käyttävät keskitetyn ydinkohdekohdistamisen (KTA) ahnetta optimointia, ovat saavuttaneet hyviä tuloksia yleistystarkkuuden ja harvinaisuuden suhteen. Ne ovat kuitenkin laskennallisesti liian kalliita suurille tietokokonaisuuksille. Ehdotamme randSel-algoritmia, satunnaistettua ominaisuuksien valintaalgoritmia, jolla on houkuttelevat skaalautumisominaisuudet. Teoreettinen analyysimme randSelistä antaa todennäköisyystakeita relevanttien piirteiden oikeasta tunnistamisesta kohtuullisilla oletuksilla. RandSelin ominaisuudet tekevät siitä ihanteellisen ehdokkaan informatiivisten opittujen representaatioiden tunnistamiseen. Olemme suorittaneet kokeita tämän lähestymistavan suorituskyvyn selvittämiseksi ja esitämme rohkaisevia tuloksia, mukaan lukien kolmannen sijan tulos äskettäisessä ICML:n mustan laatikon oppimishaasteessa sekä kilpailukykyisiä tuloksia signaalipeptidien ennustamisessa, joka on tärkeä ongelma bioinformatiikassa.

**Tulos**

Epälineaaristen ominaisuuskarttojen oppiminen ja soveltaminen representaatioiden oppimiseen

**Esimerkki 2.2028**

Aluekohtainen mukauttaminen on tärkeää sentimenttianalyysissä, koska tunteita ilmaisevat sanat vaihtelevat eri alojen välillä. Viime aikoina monialuesopeutuminen on yleistynyt, mutta nykyiset lähestymistavat harjoittelevat kaikilla käytettävissä olevilla lähdealueilla, myös toisistaan poikkeavilla. Sopivan harjoitusaineiston valinta on kuitenkin yhtä tärkeää kuin algoritmin valinta. Tutkimme - tietojemme mukaan ensimmäistä kertaa - laajasti alojen samankaltaisuusmittareita tunneanalyysin yhteydessä ja ehdotamme uusia esitystapoja, mittareita ja uusia mahdollisuuksia datan valintaan. Arvioimme ehdotettuja menetelmiä kahdessa laajamittaisessa monialueen mukauttamisasetelmassa twiiteissä ja arvosteluissa ja osoitamme, että ne ovat johdonmukaisesti parempia kuin vahvat satunnaiset ja tasapainoiset perusasetukset, kun taas ehdottamamme valintastrategia päihittää instanssitason valinnan ja tuottaa parhaan pistemäärän laajassa arvostelukorpuksessa. Kaikki kokeet ovat saatavilla osoitteessa url\_redacted1.

**Tulos**

Tietojen valintastrategiat monialaisen tunteiden analysointiin

**Esimerkki 2.2029**

Viimeaikaisimmassa työssä on keskitytty kasvojen ilmeistä saataviin vaikutelmiin eikä niinkään kehoon. Tässä työssä keskitytään kehon vaikutusten analysointiin. Affekti ei esiinny irrallaan. Ihmiset yhdistävät luonnollisissa vuorovaikutustilanteissa affektin yleensä johonkin toimintaan; esimerkiksi henkilö voi puhua ja hymyillä. Kehon affektin tunnistaminen sekvensseissä edellyttää tehokkaita algoritmeja, joilla voidaan tallentaa sekä iloisen ja surullisen erottavat mikroliikkeet että eri toimintojen väliset makrovaihtelut. Poikkeamme perinteisistä aikasarjatiedon analyysin lähestymistavoista ehdottamalla monitehtäväoppimisen mallia, joka oppii jaetun representaation, joka soveltuu hyvin sekä toiminnan ja affektin luokitteluun että tuottamiseen. Tässä artikkelissa valitsemme rakennuspalikoiksi Conditional Restricted Boltzmann Machines -mallin. Ehdotamme uutta mallia, joka parantaa CRBM-mallia faktoroidulla monitehtäväkomponentilla, jolloin siitä tulee Multi-Task Conditional Restricted Boltzmann Machines (MTCRBM). Arvioimme lähestymistapaamme kahdella julkisesti saatavilla olevalla tietokokonaisuudella, Body Affect -tietokokonaisuudella ja Tower Game -tietokokonaisuudella, ja osoitamme, että luokittelusuorituskyky paranee huomattavasti verrattuna uusimpaan tekniikkaan ja että mallimme generatiiviset kyvyt ovat hyvät.

**Tulos**

Toiminta-vaikutusten luokittelu ja morfing käyttäen monitehtäväistä representaatio-oppimista

**Esimerkki 2.2030**

Toimittajan valinta on tyypillinen monikriteerinen päätöksenteko-ongelma (MCDM), jossa on väistämättä paljon epävarmoja tietoja. Tämän ongelman ratkaisemiseksi ehdotettiin uutta menetelmää, joka perustuu intervallidatan yhdistämiseen. Menetelmämme noudattaa alkuperäistä tapaa tuottaa klassinen perustodennäköisyysluokitus (BPA), joka määräytyy todisteiden välisen etäisyyden perusteella. Kriteerien painot pidetään kuitenkin intervalliarvoina, jotta voidaan luoda intervalli-BPA:t ja fuusioida intervalli-BPA:t. Lopuksi järjestys asetetaan paremmuusjärjestykseen ja päätös tehdään saatujen intervallin BPA-arvojen perusteella. Tässä asiakirjassa käytetään numeerista esimerkkiä toimittajan valinnasta menetelmämme toteutettavuuden ja pätevyyden todentamiseksi. Uusi menetelmä esitellään, ja sillä pyritään ratkaisemaan monikriteerisiä päätöksenteko-ongelmia, joissa kriteerien tai asiantuntijoiden painotukset kuvataan sumeilla tiedoilla, kuten kielellisillä termeillä tai intervalliarvoilla.

**Tulos**

Todisteellinen toimittajan valinta intervallidatan fuusion perusteella

**Esimerkki 2.2031**

Monissa nykyisissä menetelmissä, joilla opitaan kuvien ja tekstin yhteistä sulauttamista, käytetään vain paritetuista kuvista ja niiden tekstiattribuuteista saatua valvottua tietoa. Hyödynnämme viimeaikaista menestystä valvomattoman oppimisen alalla syvissä neuroverkoissa ja ehdotamme kokonaisvaltaista oppimiskehystä, jolla voidaan poimia vankempia multimodaalisia representaatioita eri aloilla. Ehdotetussa menetelmässä yhdistetään representaatio-oppimismalleja (eli autokoodaajia) ja alojen välisiä oppimiskriteerejä (eli Maximum Mean Discrepancy loss) semanttisten ja visuaalisten piirteiden yhteisten upotusten oppimiseksi. Käyttöön otetaan uudenlainen tekniikka, joka perustuu valvomattomaan datan mukauttamiseen, jotta voidaan rakentaa kattavampia sulautuksia sekä merkityille että merkitsemättömille tiedoille. Arvioimme menetelmäämme Animals with Attributes- ja Caltech-UCSD Birds 200-2011 -tietokannoissa, joissa on monenlaisia sovelluksia, kuten nollakuvien ja muutaman kuvan tunnistaminen ja haku, induktiivisista ja transduktiivisiin asetuksiin. Empiirisesti osoitamme, että kehyksemme parantaa nykyistä tekniikan tasoa monissa tarkastelluissa tehtävissä.

**Tulos**

Robustien visuaalis-semanttisten sulautusten oppiminen

**Esimerkki 2.2032**

Sanojen sulauttaminen vektoriavaruuteen on saanut paljon tutkimushuomiota viime vuosina. Vaikka uusimmat menetelmät tarjoavat tehokkaan sanojen<lb> samankaltaisuuksien laskennan matalaulotteisen matriisin upottamisen avulla, niiden motivaatio on usein jäänyt<lb>epäselväksi. Tässä artikkelissa väitämme, että sanojen upottaminen voidaan luonnollisesti nähdä<lb>järjestysongelmana. Tämän näkemyksen perusteella ehdotamme sitten uutta kehys-<lb>työtä WordRank, joka arvioi tehokkaasti sanaesityksiä robustin rankingin avulla.<lb>WordRankin suorituskykyä mitataan sanojen samankaltaisuuden ja sanojen analogian<lb>vertailumittareissa, ja tuloksia verrataan uusimpiin sanojen upottamisen<lb>tekniikoihin. Algoritmimme tuottaa vektoriavaruuden, jossa on mielekäs alarakenne,<lb> kuten osoittaa sen suorituskyky, joka on 77,4 prosentin tarkkuus suositussa sanojen samankaltaisuus<lb>vertailumittarissa ja 76 prosentin tarkkuus Googlen sana-analogia-vertailumittarissa. WordRank per-<lb>suorittaa erityisen hyvin pienillä korpuksilla.

**Tulos**

WordRank: Sanojen upotusten oppiminen vankan rankingin avulla

**Esimerkki 2.2033**

Rekursiivisten neuroverkkojen (RNN) kapasiteetin kasvattaminen edellyttää yleensä piilokerroksen koon kasvattamista, mikä lisää merkittävästi laskentakustannuksia. Vaihtoehtona on rekursiivinen neuraalinen tensoriverkko (RNTN), joka lisää kapasiteettia käyttämällä erillisiä piilokerroksen painoja kullekin sanastolle. RNTN-verkon haittapuolena on se, että muistin käyttö skaalautuu lineaarisesti sanaston koon kanssa, joka voi nousta miljooniin sanatason kielimalleissa. Tässä artikkelissa esitellään rajoitetut toistuvat neuraaliset tensoriverkot (restricted recurrent neural tensor networks, r-RNTN), jotka varaavat erilliset piilotetun kerroksen painot usein esiintyville sanoille ja käyttävät samaa painosarjaa harvinaisille sanoille. Penn Treebank -korpusta tehdyt perpleksisyysarvioinnit osoittavat, että r-RNTN-verkot parantavat kielimallin suorituskykyä tavallisiin RNN-verkoihin verrattuna, kun käytetään vain pientä osaa rajoittamattomien RNTN-verkojen parametreista.

**Tulos**

Rajoitetut toistuvat neuraaliset tensoriverkot

**Esimerkki 2.2034**

Automaattien oppiminen esimerkkijäljistä (mutta ilman ekvivalenssi- tai jäsenyyskyselyjä) on perustavanlaatuinen ongelma automaattioppimisen teoriassa ja käytännössä. Tässä artikkelissa tutkimme tätä ongelmaa äärellisille automaateille, joissa on syötteet ja lähdöt, ja erityisesti Mooren automaateille. Esittelemme kolme algoritmia tämän ongelman ratkaisemiseksi: (1) PTAP-algoritmi, joka muuttaa joukon tulo-lähtö-jälkiä epätäydelliseksi Mooren koneeksi ja täydentää tämän koneen itsesilmukoilla; (2) PRPNI-algoritmi, joka käyttää tunnettua RPNI-algoritmia automaattioppimiseen oppiakseen Mooren konetta koodaavan automaattiproduktiota; ja (3) MooreMI-algoritmi, joka oppii suoraan Mooren koneen käyttäen PTAP-algoritmia laajennettuna tilojen yhdistämisellä. Todistamme, että MooreMI oppii aina oikean automaatin, kun harjoitusjoukko on ominaisnäyte, mikä ei yleensä päde kahteen muuhun algoritmiin. Vertailemme algoritmeja myös kokeellisesti opitun koneen koon ja useiden tässä artikkelissa esiteltyjen tarkkuuden käsitteiden suhteen. Lopuksi vertaamme algoritmia OSTIAan, joka oppii yleisempää muuntimien luokkaa, ja havaitsemme, että OSTIA ei yleensä opi Mooren konetta, vaikka sille syötettäisiinkin tyypillinen näyte.

**Tulos**

Moore-koneiden oppiminen tulo-lähtöjäljistä (Input-Output Traces)

**Esimerkki 2.2035**

Maalaisjärjellä perustuvan tiedon oppiminen luonnollisen kielen teksteistä ei ole yksinkertaista raportointivääristymien vuoksi: ihmiset harvoin ilmoittavat itsestäänselvyyksiä, esimerkiksi "Taloni on suurempi kuin minä". Vaikka tämä triviaali arkitieto harvoin ilmaistaan eksplisiittisesti, se kuitenkin vaikuttaa siihen, miten ihmiset puhuvat maailmasta, mikä antaa epäsuoria vihjeitä maailman päättelyyn. Esimerkiksi lausuma kuten "Tyler meni taloonsa" viittaa siihen, että hänen talonsa on Tyleria suurempi. Tässä artikkelissa esittelemme lähestymistavan, jolla voidaan päätellä tekojen ja esineiden suhteellista fyysistä tietoa viidellä ulottuvuudella (esim. koko, paino ja vahvuus) jäsentymättömästä luonnollisen kielen tekstistä. Kehitämme tiedonhankinnan kahden läheisesti toisiinsa liittyvän ongelman yhteisenä päättelynä: (1) esineparien suhteellisen fyysisen tiedon oppiminen ja (2) toimien fyysisten vaikutusten oppiminen, kun niitä sovelletaan näihin esinepareihin. Empiiriset tulokset osoittavat, että kielestä on mahdollista poimia tietoa toimista ja esineistä ja että eri tietämystyyppejä koskeva yhteinen päättely parantaa suorituskykyä.

**Tulos**

VERB FYSIIKKA: Toimintojen ja esineiden suhteellinen fyysinen tuntemus

**Esimerkki 2.2036**

Viime aikoina nollapisteoppiminen (ZSL) on herättänyt yhä enemmän kiinnostusta. Nykyisten ZSL-lähestymistapojen keskeinen ajatus on hyödyntää tiedonsiirtoa välitason semanttisen esityksen avulla, jonka oletetaan olevan yhteinen apu- ja kohdetietokokonaisuuksien välillä ja jota käytetään tiedonsiirron sillanrakentajana näiden alueiden välillä. Nykyisissä lähestymistavoissa käytetty semanttinen esitys vaihtelee visuaalisista attribuuteista [11,2,13,7] semanttisiin sanavektoreihin [3,19] ja semanttiseen sukulaisuuteen [17]. Yleinen menetelmä on kuitenkin samankaltainen: matalan tason piirteitä semanttiseen esitykseen kuvaava projektio opitaan aputietoaineistosta joko luokittelu- tai regressiomallien avulla ja sitä sovelletaan suoraan kunkin instanssin kartoittamiseen samaan semanttiseen esitysavaruuteen, jossa nollakuvausluokittelijaa käytetään tunnistamaan näkymättömät kohdeluokan instanssit yhden tunnetun "prototyypin" avulla kustakin kohdeluokasta. Tässä artikkelissa käsitellään kahta toisiinsa liittyvää työtä, joilla parannetaan perinteistä lähestymistapaa: transduktiivisen oppimisen ZSL:n hyödyntäminen ja ZSL:n yleistäminen usean merkin tapaukseen.

**Tulos**

Transduktiivinen moniluokkainen ja monimerkkinen nolla-iskuoppiminen (Zero-shot Learning)

**Esimerkki 2.2037**

Ympäristöäänen havaitseminen on haasteellinen koneoppimisen sovellus, koska signaali on luonteeltaan meluisa ja koska (merkittyjen) tietojen määrä on yleensä pieni. Tässä työssä esitetäänkin useiden huipputason syväoppimismallien vertailu IEEE:n vuoden 2016 haasteeseen Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events (DCASE) 2016 -haastetehtävässä ja -datassa, jossa äänet luokitellaan johonkin viidestätoista yleisestä sisä- ja ulkotilojen akustisesta kohtauksesta, kuten bussi, kahvila, auto, kaupungin keskusta, metsäpolku, kirjasto, juna jne. Käytettävissä on yhteensä 13 tuntia stereoäänitallenteita, joten tämä on yksi suurimmista saatavilla olevista tietokokonaisuuksista. Teemme kokeita kuudella ominaisuussarjalla, joihin kuuluvat tavalliset Mel-taajuus-keptraalikertoimet (MFCC), binauraalinen MFCC, log Mel-spektri ja kaksi erilaista suuren mittakaavan temporaalista pooling-ominaisuutta, jotka on poimittu OpenSMILE-ohjelmalla. Näihin piirteisiin sovelletaan viittä mallia: Gaussian Mixture Model (GMM), Deep Neural Network (DNN), Recurrent Neural Network (RNN), Convolutional Deep Neural Network (CNN) ja i-vector. Käyttämällä myöhäisfuusion lähestymistapaa parannamme perustason 72,5 prosentin suorituskykyä 15,6 %:lla 4-kertaisen ristiinvalidoinnin (CV) keskimääräisessä tarkkuudessa ja 11 %:lla testitarkkuudessa, mikä vastaa DCASE 2016 -haasteen parasta tulosta. Suurilla ominaisuusjoukoilla syvät neuroverkkomallit päihittävät perinteiset menetelmät ja saavuttavat parhaan suorituskyvyn kaikista tutkituista menetelmistä. Yhdenmukaisesti muiden töiden kanssa parhaiten suoriutuva yksittäinen malli on ei-ajallinen DNN-malli, mitä pidämme todisteena siitä, että DCASE-haasteen äänet eivät osoita voimakasta ajallista dynamiikkaa.

**Tulos**

SYVÄOPPIMISMENETELMIEN VERTAILU YMPÄRISTÖN ÄÄNIEN HAVAITSEMISEEN

**Esimerkki 2.2038**

Tiivistelmä on kehitetty prototyyppityökalu arkkitehtien avuksi pohjaratkaisujen suunnittelun alkuvaiheessa. Se koostuu evoluutio-ohjelmasta tilanjako-ongelmaa varten (EPSAP), joka tuottaa pohjaratkaisuvaihtoehtoja arkkitehdin mieltymysten mukaan, ja pohjaratkaisun suorituskyvyn optimointiohjelmasta (FPOP), joka optimoi valitut ratkaisut lämpötehokkuuskriteerien mukaan. Optimoinnin kohteena olevat suunnittelumuuttujat ovat ikkunoiden sijainti ja koko, ulkonemat, lamellit, seinien sijoittelu ja rakennuksen suunta. Lämpötilan arviointi- ja optimointiprosessia varten kehitettiin menettely, jossa käytetään gradienttilaskeutumista käyttävää muunnosoperaattoria, kuten käyttäytymistä, yhdistettynä dynaamiseen simulointimoottoriin. Tarve arvioida kaikki mahdolliset vaihtoehdot optimointiprosessin aikana käytettävien suunnittelumuuttujien osalta johtaa kuitenkin lämpösimuloinnin intensiiviseen käyttöön, mikä lisää merkittävästi simulointiaikaa, mikä tekee siitä epäkäytännöllisen. Vaihtoehtoinen lähestymistapa on älykäs optimointimenetelmä, jossa hyödynnetään suunnattua ja mukautuvaa hakutekniikkaa lähellä optimaalista ratkaisua olevan ratkaisun tehokkaaseen löytämiseen. Tässä asiakirjassa esitellään rakennuksen pohjapiirustusten suuntaamista koskeva hakumenetelmä sekä vastaavat tehokkuus- ja vaikuttavuusindikaattorit. Laskelmat perustuvat 100:aan EPSAP-ohjelmalla luotuun pohjaratkaisusuunnitelmaan. Kaikilla pohjaratkaisuilla on sama suunnitteluohjelma, sijainti ja säätiedot, ainoastaan niiden geometria muuttuu. Rakennusten dynaamista simulointia käytettiin tässä lähestymistavassa tehokkaasti yhdessä optimointimenettelyn kanssa suunnitelmien parantamiseksi merkittävästi. Suuntamuuttujan käyttö on sisällytetty algoritmiin.

**Tulos**

Gradientti laskeutumistekniikka yhdistettynä dynaamiseen simulaatioon pohjapiirustusten lähes optimaalisen orientaation määrittämiseksi.

**Esimerkki 2.2039**

Esitämme menetelmän, jolla voidaan arvioida joustavan algoritmin laskennan arvoa käyttämällä em pirisiä tietoja. Määrittääksemme kohtuullisen kompromissin kustannusten ja arvon välillä, rakennamme empiirisen mallin laskennan avulla saatavasta arvosta ja sovellamme tätä mallia arvioidaksemme laskennan arvoa varsin erilaisille ongelmille. Erityisesti tutkimme tätä kompromissia, kun on kyse politiikkojen rakentamisesta päätösongelmille, jotka esitetään vaikutuskaavioina. Osoitamme, miten kaksi algoritmimme ominaisuutta tuottaa kohtuullisia arvioita laskennan arvosta tällä alalla.

**Tulos**

Laskennan arvon arviointi joustavassa tiedon tarkentamisessa

**Esimerkki 2.2040**

Otsikossa mainittu haaste voidaan jakaa kahteen pääongelmaan. Ensimmäinen ongelma on jäljitellä luotettavasti tapaa, jolla käyttäjät ovat vuorovaikutuksessa käyttöliittymien kanssa. Toinen ongelma on rakentaa opastettava agentti, eli agentti, joka voidaan opettaa suorittamaan tehtäviä, jotka on ilmaistu ennen näkemättöminä luonnollisen kielen komentoina. Tässä artikkelissa ehdotetaan ratkaisua jälkimmäiseen ongelmaan, järjestelmää, jota kutsumme Helpaksi. Loppukäyttäjät voivat opettaa Helpalle mielivaltaisia uusia tehtäviä, joiden monimutkaisuustaso on samanlainen kuin nykyisin suosituimpien virtuaaliavustajien tehtävät. Helpan opettaminen ei edellytä minkäänlaista ohjelmointia. Sen sijaan käyttäjät opettavat Helpaa antamalla vain yhden esimerkin komennosta, johon liittyy demonstraatio siitä, miten kyseinen komento suoritetaan. Helpa ei nojaa mihinkään ennalta olemassa olevaan aluespesifiseen tietämykseen. Se on siis täysin toimialariippumaton. Käytettävyystutkimuksemme osoitti, että loppukäyttäjät voivat opettaa Helpalle monia uusia tehtäviä alle minuutissa, usein paljon lyhyemmässä ajassa.

**Tulos**

Kohti virtuaalista avustajaa, jolle loppukäyttäjät voivat opettaa uusia tehtäviä millä tahansa alalla.

**Esimerkki 2.2041**

Kaikenlaiset koneet ajoneuvoista teollisuuslaitteisiin varustetaan yhä useammin sadoilla antureilla. Tällaisten tietojen käyttäminen "poikkeavan" käyttäytymisen havaitsemiseen on ratkaisevan tärkeää turvallisuuden ja tehokkaan kunnossapidon kannalta. Poikkeavuuksia esiintyy kuitenkin harvoin ja hyvin vaihtelevasti tällaisissa järjestelmissä, joten poikkeavuustietoja ei useinkaan ole riittävästi luotettavien ilmaisimien rakentamiseen. Tavallinen lähestymistapa tämän ongelman lieventämiseksi on käyttää yksiluokkaisia menetelmiä, jotka perustuvat ainoastaan normaalikäyttäytymistä koskeviin tietoihin. Valitettavasti nämäkin lähestymistavat epäonnistuvat todennäköisemmin, kun kyseessä on dynaaminen järjestelmä, johon liittyy manuaalinen ohjaussyöttö. Normaali käyttäytyminen vasteena uusille ohjaussyötteille saattaa näyttää hyvin erilaiselta opitun ilmaisimen mielestä, ja se saatetaan virheellisesti havaita poikkeavaksi. Tässä asiakirjassa käsitellään tätä ongelmaa mallintamalla aikasarjat tavallisten differentiaaliyhtälöiden (ODE) avulla ja käyttämällä tällaista ODE-mallia dynaamisten järjestelmien käyttäytymisen simuloimiseksi vaihtelevien ohjaussyötteiden yhteydessä. Käytettävissä olevia tietoja täydennetään sitten ODE:n avulla tuotetuilla tiedoilla, ja poikkeamien havaitsemisjärjestelmä koulutetaan uudelleen tällä täydennetyllä tietokokonaisuudella. Kokeet osoittavat, että ODE:llä täydennetyt harjoitusaineistot kattavat paremmin mahdolliset ohjaussyötteet ja että niiden avulla voidaan oppia erottamaan aikasarjojen normaali ja poikkeava käyttäytyminen tarkemmin toisistaan.

**Tulos**

ODE - Täydennetty koulutus parantaa poikkeamien havaitsemista koneiden anturidatassa

**Esimerkki 2.2042**

Generatiivinen vastakkaisverkko (Generative Adversarial Network, GAN) on saavuttanut suurta menestystä realistisen (reaaliarvoisen) synteettisen datan tuottamisessa. Konvergenssiongelmat ja vaikeudet diskreetin datan käsittelyssä estävät kuitenkin GAN:n soveltuvuuden tekstiin. Ehdotamme kehystä realistisen tekstin tuottamiseksi vastakkaisverkkokoulutuksen avulla. Käytämme generaattorina pitkäkestoisen lyhytkestoisen muistin verkkoa ja diskriminaattorina konvoluutioverkkoa. GAN:n vakiotavoitteen sijaan ehdotamme, että todellisten ja synteettisten lauseiden korkea-ulotteisia latentteja ominaisuusjakaumia sovitetaan yhteen kernelöityjen eroavaisuusmetriikan avulla. Tämä helpottaa vastakkaiskoulutusta lieventämällä moodien yhteenkietoutumisongelmaa. Kokeemme osoittavat ylivoimaista suorituskykyä kvantitatiivisessa arvioinnissa ja osoittavat, että mallimme voi tuottaa realistisen näköisiä lauseita.

**Tulos**

Adversarial Feature Matching for Text Generation (Vastakkaisten ominaisuuksien täsmäytys tekstin tuottamiseen)

**Esimerkki 2.2043**

Neuroverkkojen alalla hyperparametrin optimointi- ja metamallinnusmenetelmät ovat laskennallisesti kalliita, koska on koulutettava suuri määrä neuroverkkokokoonpanoja. Tässä artikkelissa osoitamme, että yksinkertaisella tukivektorikoneisiin perustuvalla regressiomallilla voidaan ennustaa osittain koulutettujen neuroverkkokokoonpanojen lopullista suorituskykyä käyttämällä verkkoarkkitehtuuriin, hyperparametreihin ja aikasarjan validointitietoihin perustuvia ominaisuuksia. Käytämme tätä regressiomallia kehittääksemme neuroverkkokokoonpanojen varhaisen pysäytysstrategian. Tämän varhaisen pysäytysstrategian avulla saavutamme merkittävää nopeutumista sekä hyperparametrien optimoinnissa että metamallinnuksessa. Erityisesti metamallinnuksen yhteydessä menetelmämme voi oppia ennustamaan hyvin erilaisten arkkitehtuurien suorituskykyä, ja se voidaan saumattomasti sisällyttää vahvistusoppimiseen perustuviin arkkitehtuurin valinta-algoritmeihin. Lopuksi osoitamme, että menetelmämme on yksinkertaisempi, nopeampi ja tarkempi kuin Bayesin menetelmät oppimiskäyrän ennustamisessa.

**Tulos**

Käytännöllinen neuroverkon suorituskyvyn ennustaminen varhaista pysäytystä varten

**Esimerkki 2.2044**

Tiivistelmä - Tärkeä ongelma bioinformatiikan alalla on tunnistaa vuorovaikutteisia vaikutuksia profiloitujen muuttujien välillä tulosten ennustamiseksi. Tässä artikkelissa tarkastellaan logistista regressiomallia, jossa on pareittaisia vuorovaikutuksia binääristen kovariaattien välillä. Vuorovaikutusten rakenne mallinnetaan graafilla, ja tavoitteenamme on palauttaa vuorovaikutusgraafi riippumattomasti identtisesti jakautuneista (i.i.d.) kovariaattien ja lopputuloksen näytteistä. Kun sitä tarkastellaan ominaisuuksien valintaongelmana, ehdotetaan yksinkertaista suuretta nimeltä vaikutus (influence), joka mittaa vuorovaikutustermien marginaalivaikutuksia lopputulokseen. Tapauksessa, jossa taustalla olevan vuorovaikutusgraafin tiedetään olevan asyklinen, osoitetaan, että yksinkertaisella algoritmilla, joka perustuu maksimipainotteiseen jännityspuuhun vaikutusten lisäysestimaattien suhteen, on vahvat teoreettiset suorituskykytakeet ja että se voi myös päihittää yleiset ominaisuuksien valinta-algoritmit vuorovaikutusgraafin palauttamiseksi kovariaattien ja lopputuloksen i.i.d.-näytteiden perusteella. Tuloksemme voidaan myös laajentaa malliin, joka sisältää sekä yksilöllisiä vaikutuksia että pareittaisia vuorovaikutuksia apukovariaatin avulla.

**Tulos**

Yhteistoiminnallisten vuorovaikutusten havaitseminen logistisissa regressiomalleissa

**Esimerkki 2.2045**

Tarkastelemme Erdős-Rényi-graafia, jossa on n solmua ja reunan todennäköisyys q ja joka on upotettu satunnaiseen aligraafiin, jonka koko on K ja jonka reunan todennäköisyys on p siten, että p > q. Käsittelemme ongelmaa, joka liittyy aligraafin solmujen havaitsemiseen, kun vain graafin reunat on havaittu, ja lisäksi tiedämme pienen osan aligraafin solmuista, joita kutsutaan nimellä "cued vertices" tai "cues". Käytämme paikallista ja hajautettua algoritmia, jota kutsutaan uskomusten levittämiseksi (belief propagation, BP). Viimeaikaisissa töissä, jotka käsittelevät aliraporttien havaitsemista ilman vihjeitä, on osoitettu, että globaali maximum likelihood (ML) -tunnistus on asymptoottisen virhetason osalta ehdottomasti BP:tä parempi, eli aliraporttiparametrien on täytettävä kynnysehto, jonka alapuolella BP ei saavuta asymptoottisesti nollavirhettä, mutta ML onnistuu. Sitä vastoin osoitamme, että kun vihjeiden osuus on tiukasti rajoitettu nollasta, eli kun on olemassa ei-triviaalia sivutietoa, BP saavuttaa nollan asymptoottisen virheen jopa tämän kynnysarvon alapuolella, jolloin se lähestyy ML-tunnistuksen suorituskykyä. Avainsanat: Vastaava kirjoittaja, arun.kadavankandy@inria.fr La Detection de Sousgraphes en presence des indices grâce au Belief Propagation Résumé : Nous considérons un graphe Erdős-Rényi qui a n sommets dont q est la probabilité d'arrêtes. La dessus il y un sousgraphe placé sur leurs m sommets selectionnés aléatoirement et leur probabilité d'arrêtes est p, en sorte que p > q. Nous proposons un algorithme distribué aux calculs locales à chaque sommet, tiré du "Belief Propagation" (BP), qui détecte les sommets du sousgraphe, quand on connait une fraction de sommets du sousgraphe enant qu'indices. Des recherches récentes ont prouvé que la prestation du BP dans l'absence des indices est strictement inférior par rapport à la detection globale du maximum de vraisemblance (DMV). Sitä vastoin tässä tapauksessa on todettu, että kun indeksejä on olemassa, BP:n prestation on DMV:n yläpuolella siinä mielessä, että ensimmäinen havaitsija pyrkii havaitsemaan sielunhahmon virheellä, joka on yleensä nolla, kun taas toinen havaitsija pystyy siihen, kun kuvaajan sommettien lukumäärä on yleensä ääretön. Mots-clés : Belief Propagation, Detection de Sousgraphes, Semisupervised Learning, Graphes Aléatoires Subgraph Detection with cues using Belief Propagation 3

**Tulos**

Osagraafien havaitseminen vihjeiden avulla käyttäen uskomuspropagointia (Belief Propagation)

**Esimerkki 2.2046**

Tilastollisen konekääntämisen (SMT) käyttö on kasvanut valtavasti viime vuosikymmenen aikana, ja monet käyttävät NLP-yhteisön kehittämiä avoimen lähdekoodin ohjelmistoja. Koska kaupallinen käyttö on lisääntynyt, tarvitaan ohjelmistoja, jotka on optimoitu kaupallisiin vaatimuksiin, erityisesti nopeaan fraasipohjaiseen dekoodaukseen ja nykyaikaisten moniydinpalvelimien tehokkaampaan hyödyntämiseen. Tässä artikkelissa tarkastelemme uudelleen fraasipohjaisen dekoodauksen pääkomponentteja ja dekooderin toteutusta painottaen erityisesti nopeutta ja skaalautuvuutta moniydinkoneissa. Tuloksena on Mosesin dekooderin korvaava ratkaisu, joka on jopa viisitoista kertaa nopeampi ja skaalautuu monotonisesti ytimien määrän kasvaessa.

**Tulos**

Nopea, skaalautuva lausekepohjainen SMT-purkaminen

**Esimerkki 2.2047**

Tässä työssä tarkastelemme epäsilevien konveksisten tappiofunktioiden stokastista minimointia, joka on keskeinen ongelma koneoppimisessa. Ehdotamme uutta algoritmia nimeltä Accelerated Nonsmooth Stochastic Gradient Descent (ANSGD), jossa hyödynnetään yleisten ei-sileiden häviöfunktioiden rakennetta optimaalisen konvergenssinopeuden saavuttamiseksi ongelmaluokassa, johon kuuluvat myös SVM:t. Se on ensimmäinen stokastinen algoritmi, jolla voidaan saavuttaa optimaalinen O(1/t)-nopeus ei-sileiden häviöfunktioiden minimoinnissa (vahvan konveksisuuden kanssa). Nopeat nopeudet vahvistetaan empiirisillä vertailuilla, joissa ANSGD päihittää merkittävästi aiemmat subgradientti-laskeutumisalgoritmit, kuten SGD:n.

**Tulos**

Stokastinen tasoitus ei-sileitä minimointeja varten: SGD:n nopeuttaminen hyödyntämällä rakennetta

**Esimerkki 2.2048**

Tutkimme ongelmaa, joka koskee optimaalisen kuljetusmetriikan mielessä sellaisen toimenpiteen arviointia, jonka oletetaan olevan tuettu Hilbert-avaruuteen upotetussa moninaisuudessa. Luomalla tarkan yhteyden optimaalisten kuljetusmetriikoiden, optimaalisen kvantisoinnin ja oppimisteorian välille johdamme uusia todennäköisyysrajoja erään klassisen valvomattoman oppimisen algoritmin (k-means) suorituskyvylle, kun sitä käytetään datasta johdetun todennäköisyysmitan tuottamiseen. Analyysin aikana saamme uusia alarajoja sekä empiirisen suurten lukujen lain konvergenssinopeutta koskevia todennäköisyysperusteisia ylärajoja, jotka ovat sovellettavissa laajaan mittausten luokkaan, toisin kuin nykyiset rajat.

**Tulos**

Todennäköisyysmittojen oppiminen optimaalisten kuljetusmittareiden suhteen

**Esimerkki 2.2049**

Korkean ulottuvuuden tietokokonaisuuksissa esiintyvät redundantit piirteet vaikuttavat aina oppimis- ja louhinta-algoritmien suorituskykyyn. Niiden havaitseminen ja poistaminen on tärkeä tutkimusaihe koneoppimisen ja tiedonlouhinnan tutkimuksessa. Tässä artikkelissa ehdotetaan graafipohjaista lähestymistapaa, jolla voidaan löytää ja poistaa automaattisesti nämä tarpeettomat piirteet korkea-ulotteisista aineistoista. Sparse Feature Graph (SFG) perustuu harvaan oppimiseen perustuvaan, valvomattomaan ominaisuuksien valintakehykseen, ja sen avulla voidaan paitsi mallintaa kahden ominaisuuden välistä redundanssia myös paljastaa kahden ominaisuuksien ryhmän välinen ryhmäredundanssi. SFG:n avulla voimme jakaa kaikki piirteet eri ryhmiin ja parantaa tietojen sisäistä rakennetta poistamalla havaitut turhat piirteet. Tarkan tietorakenteen avulla voidaan saada laatuindikaattorivektoreita, joilla voidaan parantaa nykyisten valvomattomien piirteiden valintaalgoritmien, kuten MCFS:n (multi-cluster feature selection), oppimissuorituskykyä. Vertailutietokannoilla tehdyt kokeelliset tulokset osoittavat, että ehdotettu SFG ja ominaisuuksien redundanssin poistoalgoritmi voivat parantaa jatkuvasti valvomattomien ominaisuuksien valinta-algoritmien suorituskykyä.

**Tulos**

Automaattinen turhien ominaisuuksien poisto valvomatonta ominaisuuksien valintaa varten harvojen ominaisuuksien graafin avulla

**Esimerkki 2.2050**

Tässä tutkielmassa tutkitaan menetelmiä, joilla voidaan ratkaista visuaalisia kysymys-vastaus-tehtäviä (VQA) syväoppimisen avulla. Alustavasti tutkitaan luonnollisen kielen prosessoinnissa (NLP) käytettäviä LSTM-verkkoja (Long Short-Term Memory), joiden avulla voidaan ratkaista (tekstipohjaisia) kysymys-vastaus-tehtäviä. Sen jälkeen muokkaamme aiempaa mallia siten, että se hyväksyy kysymyksen lisäksi myös kuvan syötteenä. Tätä varten tutkimme VGG-16- ja K-CNN-konvoluutiohermoverkkoja, joiden avulla kuvasta voidaan poimia visuaalisia piirteitä. Nämä yhdistetään kysymyksen sanojen tai lauseiden upotukseen vastauksen ennustamiseksi. Tämä työ lähetettiin menestyksekkäästi Visual Question Answering Challenge 2016 -kilpailuun, jossa sillä saavutettiin 53,62 prosentin tarkkuus testiaineistossa. Kehitetyssä ohjelmistossa on noudatettu parhaita ohjelmointikäytäntöjä ja Python-koodityyliä, mikä tarjoaa Kerasissa johdonmukaisen perustason eri kokoonpanoille. Lähdekoodi ja mallit ovat julkisesti saatavilla osoitteessa https://github.com/imatge-upc/vqa-2016-cvprw.

**Tulos**

Avoimet visuaaliset kysymykset ja vastaukset

**Esimerkki 2.2051**

Tehokkaan toimintaperiaatteen hakualgoritmin tulisi arvioida tavoitefunktion paikallinen gradientti toimintaperiaatteen parametrien suhteen mahdollisimman harvoista kokeista. Useimmat toimintaperiaatteiden hakumenetelmät estimoivat tämän gradientin tarkkailemalla toimintaperiaatteiden kokeilujen aikana saatuja palkkioita, mutta osoitamme sekä teoreettisesti että empiirisesti, että myös anturidatan huomioon ottaminen antaa paremmat gradienttiestimaatit ja siten nopeamman oppimisen. Syynä tähän on se, että toimintaperiaatteiden toteuttamisen aikana saadut palkkiot vaihtelevat kokeilusta toiseen ympäristössä esiintyvän kohinan vuoksi. Sensoridataa, joka korreloi kohinan kanssa, voidaan käyttää tämän vaihtelun osittaiseen korjaamiseen, jolloin saadaan estimaattori, jonka varianssi on pienempi.

**Tulos**

Gradientin arvioinnin parantaminen anturitietoja hyödyntämällä

**Esimerkki 2.2052**

Ehdotamme luonnollisen kielen käsittelylle uutta, yhteiskunnallisesti vaikuttavaa tehtävää: uutiskorpuksesta poimitaan poliisin tappamien henkilöiden nimet. Esittelemme hiljattain kerätyn poliisikuolemantapausten korpuksen, jonka julkaisemme julkisesti, ja esitämme mallin tämän ongelman ratkaisemiseksi, jossa käytetään EM-pohjaista etävalvontaa logistisen regression ja konvoluutio-neuraaliverkon luokittelijoiden kanssa. Mallimme on parempi kuin kaksi valmista tapahtumien poimintajärjestelmää, ja se voi ehdottaa uhrien nimiehdokkaita joissakin tapauksissa nopeammin kuin yksi suurimmista manuaalisesti kerätyistä poliisikuolemantapauksia koskevista tietokannoista. Liite, ohjelmisto ja tiedot ovat saatavilla verkossa osoitteessa: http://slanglab.cs.umass. edu/PoliceKillingsExtraction/ [Tämä artikkeli on julkaistu julkaisussa Proceedings of EMNLP 2017. Tämä versio sisältää liitteen.]

**Tulos**

Poliisin tappamien siviilien tunnistaminen etävalvotun entiteettitapahtuman uuttamisen avulla.

**Esimerkki 2.2053**

Syväoppimisen nopean kehityksen myötä ihmiset ovat alkaneet kouluttaa erittäin suuria neuroverkkoja käyttäen valtavia datamääriä. Asynkronista stokastista gradienttipolkua (ASGD) käytetään laajalti tämän tehtävän suorittamiseen, mutta sen tiedetään kuitenkin kärsivän viivästyneen gradientin ongelmasta. Toisin sanoen, kun paikallinen työntekijä lisää laskemansa gradientin globaaliin malliin, muut työntekijät ovat saattaneet päivittää globaalin mallin, jolloin gradientti "viivästyy". Ehdotamme uutta tekniikkaa tämän viiveen kompensoimiseksi, jotta ASGD:n optimointikäyttäytyminen olisi lähempänä peräkkäisen SGD:n käyttäytymistä. Tämä tehdään hyödyntämällä gradienttifunktion Taylorin laajennusta ja tehokkaita approksimaattoreita häviöfunktion Hessin matriisille. Kutsumme vastaavaa uutta algoritmia nimellä Delay Compensated ASGD (DC-ASGD). Arvioimme ehdotettua algoritmia CIFAR-10- ja ImageNet-tietokannoilla, ja kokeelliset tulokset osoittavat, että DC-ASGD voi päihittää sekä synkronisen SGD:n että ASGD:n ja lähestyy lähes peräkkäisen SGD:n suorituskykyä.

**Tulos**

Asynkroninen stokastinen gradientin laskeutuminen viiveen kompensoinnilla hajautettua syväoppimista varten

**Esimerkki 2.2054**

Robottiteknologian kiihtyvän kehityksen myötä optimaalisesta ohjauksesta on tullut yksi tutkimuksen keskeisistä aiheista. Perinteisissä lähestymistavoissa ohjain löytää sisäisten toimintojensa avulla sopivia toimia anturiarvojen historian perusteella, ja sitä ohjaavat siihen istutetut päämäärät, aikomukset, tavoitteet, oppimissuunnitelmat ja niin edelleen. Ajatuksena on, että ohjain hallitsee maailmaa - kehoa ja sen ympäristöä - mahdollisimman luotettavasti. Elastisesti toimivissa roboteissa tämä lähestymistapa kohtaa kuitenkin vakavia vaikeuksia. Tässä asiakirjassa esitetään uusi itseorganisoituvan ohjauksen paradigma. Työssä esitellään ratkaisu, jossa ohjain, jolla ei ole omia toimintoja, annetaan kiinteän, eksplisiittisen ja kontekstittoman funktiona anturien arvojen lähihistoriasta. Sovellettaessa tätä ohjainta Myorobotics-työkalupaketin lihasjänneohjattuun käsivarsi-hartiajärjestelmään havaitaan laaja valikoima itseorganisoituneita käyttäytymismalleja: kun käsivarsi jätetään yksin, se toteuttaa pseudosattumanvaraisia sekvenssejä erilaisista asennoista, mutta järjestelmää voidaan myös manipuloida tiettyihin liikemalleihin. Mielenkiintoisinta on kuitenkin se, että kun ohjain on kiinnitetty esineeseen, se pääsee toiminnalliseen resonanssiin esineen sisäisen dynamiikan kanssa: kun sille annetaan puoliksi täytetty pullo, järjestelmä alkaa spontaanisti ravistella pulloa niin, että veden dynamiikasta saadaan mahdollisimman suuri vaste. Kun käsivarteen on kiinnitetty heiluri, ohjain ajaa heilurin ympyrätilaan. Tällä tavoin robotti havaitsee niiden esineiden dynaamiset mahdollisuudet, joiden kanssa sen keho on vuorovaikutuksessa. Keskustelemme myös mahdollisuuksista käyttää tätä ohjainparadigmaa aikomuslähtöisen käyttäytymisen luomiseen.

**Tulos**

Itseorganisoituva ohjaus tuki- ja liikuntaelimistön roboteille

**Esimerkki 2.2055**

Hajautettu rajoitusoptimointi (Distributed Constraint Optimization, DCOP) on tehokas kehys hajautettujen kombinatoristen ongelmien esittämiseen ja ratkaisemiseen, kun ongelman muuttujat ovat eri agenttien hallussa. Monet moniagenttiset ongelmat sisältävät rajoituksia, jotka tuottavat erilaisia voittoja (tai kustannuksia) osallistuville agenteille. Rajoitettujen agenttien epäsymmetrisiä voittoja ei voida luonnollisesti esittää tavallisella DCOP-mallilla. Tässä asiakirjassa ehdotetaan yleistä kehystä epäsymmetrisille DCOP-ongelmille (ADCOP). ADCOP:issa eri agenteilla voi olla eri arvot rajoituksille, joihin ne osallistuvat. Uusi kehys kuroo umpeen kuilun epäsymmetrisen rakenteen omaavien moniagenttisten ongelmien ja symmetrisen DCOP-standardimallin välillä. Ehdotetun mallin etuja verrattuna aiempiin yrityksiin yleistää DCOP-mallia käsitellään ja arvioidaan. Ehdotetun ADCOP-mallin erityisominaisuuksiin soveltuvat innovatiiviset algoritmit esitellään yksityiskohtaisesti. Niihin sisältyy täydellisiä algoritmeja, joilla on huomattava etu ajoajan ja verkkokuorman suhteen verrattuna olemassa oleviin algoritmeihin (vakio-DCOP-mallille), jotka käyttävät vaihtoehtoisia esitystapoja. Lisäksi tavanomaisia epätäydellisiä algoritmeja (eli paikallisen haun algoritmeja) ei voida soveltaa nykyisiin epäsymmetristen rajoitteiden DCOP-edustuksiin, ja kun niitä sovelletaan uuteen ADCOP-malliin, ne eivät useinkaan pääse konvergoimaan paikalliseen optimiin ja antavat huonoja tuloksia. Tässä artikkelissa ehdotetut paikallishakualgoritmit konvergoituvat laadukkaisiin ratkaisuihin. Esitetyt kokeelliset todisteet osoittavat, että ehdotetut ADCOP:n paikallishakualgoritmit saavuttavat korkealaatuisia ratkaisuja säilyttäen samalla yksityisyyden korkean tason.

**Tulos**

Epäsymmetriset hajautetut rajoitusten optimointiongelmat

**Esimerkki 2.2056**

Kiinalaisten runojen tuottaminen on erittäin haastava tehtävä luonnollisen kielen käsittelyssä. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta kaksivaiheista runojen generointimenetelmää, jossa ensin suunnitellaan runon ala-aiheet käyttäjän kirjoitustarkoituksen mukaan ja sitten generoidaan runon jokainen rivi peräkkäin käyttäen muunnettua toistuvan neuroverkon koodaaja-dekooderi-kehystä. Ehdotetulla suunnitteluun perustuvalla menetelmällä voidaan varmistaa, että tuotettu runo on johdonmukainen ja semanttisesti yhdenmukainen käyttäjän tarkoituksen kanssa. Kattava arviointi ihmisten tekemien arvioiden avulla osoittaa, että ehdotettu lähestymistapa on parempi kuin nykyaikaiset runojen luomismenetelmät ja että runojen laatu on verrattavissa ihmisrunoilijoiden laatuun.

**Tulos**

Kiinalaisen runouden tuottaminen suunnitteluun perustuvan neuroverkon avulla

**Esimerkki 2.2057**

Potilaiden demografisten tietojen automatisoitu oppiminen voidaan nähdä monimerkkiongelmana, jossa potilasmalli perustuu eri rotu- ja sukupuoliryhmiin. Tuloksena saatava malli voidaan integroida edelleen yksityisyyden suojaavaan tiedonlouhintaan, jossa niitä voidaan käyttää arvioimaan eri potilasryhmien tunnistamisriskiä. Hankkeessamme tarkastellaan diabeteksen ja potilaiden demografisten ominaisuuksien välisiä suhteita multilabel-ongelmana. Suurin osa tämän alan tutkimuksesta on tehty binääriluokituksena, jossa tavoiteluokka on selvittää, onko henkilöllä diabetes vai ei. Hyvin harva, ja ehkä ei lainkaan, on tehnyt työtä sellaisten potilaiden demografisten ominaisuuksien monimerkityn analyysin parissa, joilla on todennäköisesti diabetesdiagnoosi. Tällaisten ryhmien tunnistamiseksi sovellimme useiden monimerkkisten oppimisalgoritmien muodostamia kokonaisuuksia. Parhaiten toimivat monimerkkialgoritmiyhdistelmät ovat BR/Hoeffding Tree, CC/Hoeffding Tree, BCC/Hoeffding Tree, BR/JRIP, CC/JRIP ja BCC/ JRIP. Tämän tutkimuksen empiirisessä osassa käytimme UCI Diabetics -tietokokonaisuutta, joka sisältää yli 100 000 tietuetta ja joka on kerätty 130 yhdysvaltalaisesta sairaalasta. Tietokanta koostui attribuuteista, joihin sisältyi muun muassa demografisia tietoja, diagnoosikoodeja ja laboratoriotuloksia. Kokeet, jotka suoritettiin 1000, 10000 ja 20000 näytteen aineistoilla, osoittavat, että BR/JRip-malli saavuttaa korkean kokonaistarkkuuden 0,533 (1000 näytettä), 0,702 (10000 näytettä) ja 0,569 (20000 näytettä), mikä on parempi kuin perusmalli ZeroR, jonka tarkkuus on vastaavasti 0,526, 0,586 ja 0,562 prosenttia. Häviöfunktiot, kuten Rank Loss, One Error, Hamming Loss ja Zero One Loss, ovat myös alhaiset BCC/JRIP-mallille kaikissa tietokokonaisuuden näytteissä, mikä tekee siitä parhaan ehdokkaan parempaan suorituskykyyn, kun otetaan huomioon etikettiriippuvuudet.

**Tulos**

Potilaiden demografisten ominaisuuksien monimerkitty luokittelu: diabeetikkojen tapaustutkimus.

**Esimerkki 2.2058**

Tarkan järjestelmämallin rakentaminen mallin muodollista verifiointia varten voi olla sekä resursseja että aikaa vievää. Tämän puutteen korjaamiseksi on ehdotettu algoritmeja, joilla järjestelmämalleja voidaan oppia automaattisesti järjestelmän havaitun käyttäytymisen perusteella. Tässä artikkelissa laajennetaan todennäköisyysautomaattien oppimista koskeva algoritmi reaktiivisiin järjestelmiin, joissa havaittu järjestelmän käyttäytyminen on tulojen ja lähtöjen vuorottelevien sekvenssien muodossa. Ehdotamme algoritmia deterministisen merkityn Markov-päätösprosessin mallin automaattiseen oppimiseen reaktiivisen järjestelmän havaitusta käyttäytymisestä. Ehdotettu oppimisalgoritmi on mukautettu determinististen probabilististen äärellisten automaattien oppimiseen tarkoitetuista algoritmeista, ja sitä on laajennettu siten, että se sisältää sekä probabilistiset että ei-deterministiset siirtymät. Algoritmia analysoidaan ja arvioidaan empiirisesti oppimalla peliautomaattien järjestelmämalleja. Arviointi suoritetaan analysoimalla järjestelmän probabilistisen lineaarisen temporaalilogiikan ominaisuuksia sekä analysoimalla opittujen mallien indusoimia aikatauluttajia, erityisesti optimaalisia aikatauluttajia.

**Tulos**

Markovin päätösprosessien oppiminen mallintarkistusta varten

**Esimerkki 2.2059**

Puolivalvottu luokittelu on mielenkiintoinen ajatus, jossa luokittelumallit opitaan sekä merkityistä että merkitsemättömistä tiedoista. Sillä on useita etuja valvottuun luokitteluun verrattuna luonnollisen kielen käsittelyssä. Valvottu luokittelu hyödyntää esimerkiksi vain merkittyjä tietoja, jotka ovat kalliita, usein vaikeasti saatavissa, määrällisesti riittämättömiä ja joiden merkitsemiseen tarvitaan ihmisasiantuntijoita. Toisaalta merkitsemättömät tiedot ovat edullisia ja niitä on runsaasti. Huolimatta siitä, että monet tekijät rajoittavat puolivalvotun luokittelun laajaa käyttöä, siitä on tullut suosittu, koska sen suorituskyky on empiirisesti yhtä hyvä kuin valvotun luokittelun. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan puolivalvotun luokittelun mahdollisuuksia ja saavutuksia sekä monimutkaisuutta ja rajoituksia useissa luonnollisen kielen käsittelytehtävissä, kuten jäsennyksessä, biolääketieteellisessä tiedonkäsittelyssä, tekstiluokittelussa ja tiivistämisessä.

**Tulos**

Puolivalvottu luokittelu luonnollisen kielen käsittelyssä

**Esimerkki 2.2060**

Kemometriikassa infrapuna- tai lähi-infrapunaspektroskopian (NIR) tietoja käytetään usein yhdisteen tunnistamiseen tai materiaalin koostumuksen analysointiin. Tähän liittyy sellaisten mallien kalibrointi, jotka ennustavat materiaalin ainesosien pitoisuuksia mitatun NIR-spektrin perusteella. Monimuuttujakalibroinnin mielenkiintoinen näkökohta on tietyn tarkkuuden saavuttaminen mahdollisimman pienellä määrällä harjoitusnäytteitä, koska tämä vähentää laboratoriokokeiden määrää ja siten mallin rakentamisen kustannuksia. Näissä kemometrisissä malleissa syötteellä tarkoitetaan spektrien asianmukaista esitystä ja tulosteella näytteen ainesosien pitoisuuksia. Informatiivisimman uuden kalibrointinäytteen etsintä on siis suoritettava mallin lähtöavaruudessa eikä tuloavaruudessa, kuten perinteisissä mallinnusongelmissa. Tässä asiakirjassa ehdotamme vastaavan inversio-ongelman ratkaisemista hyödyntämällä neuroverkkojen muodostaman kokonaisuuden erimielisyyksiä ennustevirheen esittämiseksi tutkimattomassa komponenttiavaruudessa. Seuraava kalibrointinäyte valitaan tällöin koostumuksesta, jossa ensemblen yksittäiset mallit ovat eniten eri mieltä. Realistisen kemometrisen kalibrointitapauksen osalta saadut tulokset osoittavat, että ehdotetulla aktiivisella oppimisella voidaan saavuttaa tietty kalibrointitarkkuus vähemmillä harjoitusnäytteillä kuin satunnaisotannalla.

**Tulos**

Neuraaliverkkopohjainen aktiivinen oppiminen monimuuttujakalibroinnissa

**Esimerkki 2.2061**

Valintapreferenssien on jo pitkään väitetty olevan keskeisiä ydinviittausten ratkaisemisessa. Nykyiset coreference resolverit mallintavat niitä kuitenkin pääasiassa vain epäsuorasti. Ehdotamme riippuvuuksiin perustuvaa valikoivien preferenssien upotusmallia, joka mahdollistaa hienojakoiset yhteensopivuusarvioinnit, joilla on suuri kattavuus. Osoitamme, että mallimme sisällyttäminen parantaa ydinviittausten ratkaisun suorituskykyä CoNLL-tietokannassa ja vastaa monimutkaisemman järjestelmän huipputason tuloksia. Sillä on kuitenkin hintansa, minkä vuoksi on kyseenalaista, kuinka kannattavia tällaiset parannukset ovat.

**Tulos**

Valintapreferenssien tarkistaminen ydinpreferenssien ratkaisua varten

**Esimerkki 2.2062**

Tunkeutumisen havaitseminen on ollut niin suosittua viimeisten kahden vuosikymmenen aikana, jolloin järjestelmään on yritetty murtautua tai käyttää sitä väärin. Sitä on pääasiassa kahdenlaista tunkeutumisen perusteella, joista ensimmäinen on väärinkäytön tai allekirjoitukseen perustuva havaitseminen ja toinen anomalian havaitseminen. Tässä asiakirjassa käsitellään koneoppimiseen perustuvia menetelmiä, jotka ovat yksi poikkeamien havaitsemistekniikoiden tyyppi.

**Tulos**

Katsaus koneoppimiseen perustuviin poikkeamien havaitsemistekniikoihin

**Esimerkki 2.2063**

Epäjohdonmukaisuuden mittaamista pidetään tärkeänä epäjohdonmukaisuuksien käsittelyyn liittyvänä asiana. Hyvien mittausten oletetaan täyttävän joukon järkeviä ominaisuuksia. Järkevien ominaisuuksien määrittely on kuitenkin joskus ongelmallista. Tässä artikkelissa korostamme yhtä tällaista ominaisuutta, nimeltään hajotettavuus, jota käsitellään kirjallisuudessa harvoin sen mallinnusvaikeuksien vuoksi. Tätä varten ehdotamme itsenäistä hajotettavuutta, joka on intuitiivisempi kuin olemassa olevat ehdotukset. Analysoidaksemme epäjohdonmukaisuutta hienojakoisemmin otamme käyttöön tietopohjan graafisen esityksen ja erilaisia MUSdekompositioita. Yksi tietty MUS-jako, nimeltään distributable MUS-decomposition, johtaa mielenkiintoiseen tietopohjan epäjohdonmukaisuuksien jakoon siten, että useat asiantuntijat voivat tarkistaa epäjohdonmukaisuudet samanaikaisesti, mikä on mahdotonta nykyisillä toimenpiteillä. Tällainen MUS-jako johtaa epäjohdonmukaisuusmittariin, joka täyttää useita haluttuja ominaisuuksia. Lisäksi annamme toimenpiteen ylärajan monimutkaisuudelle, joka voidaan laskea käyttämällä 0/1 lineaarista ohjelmointia tai Min Cost Satisfiability -ongelmia, ja teemme alustavia kokeita sen toteutettavuuden osoittamiseksi.

**Tulos**

Konfliktien mittasuhteista: MUS-dekompositioon perustuva kehys

**Esimerkki 2.2064**

Tässä tutkimuksessa käsittelemme ongelmaa, joka koskee neuroverkon kouluttamista kielen tunnistamiseen käyttäen sekä merkittyjä että merkitsemättömiä puhenäytteitä i-vektoreiden muodossa. Ehdotamme neuroverkkoarkkitehtuuria, jolla voidaan käsitellä myös asetusten ulkopuolisia kieliä. Käytämme muunneltua versiota hiljattain ehdotetusta Ladder Network -puolisvalvotusta koulutusmenettelystä, joka optimoi äänenvaimennuksen poistavien autokooderien pinon rekonstruktiokustannukset. Osoitamme, että tätä lähestymistapaa voidaan soveltaa menestyksekkäästi tapaukseen, jossa koulutustietokanta koostuu sekä merkityistä että merkitsemättömistä akustisista tiedoista. Tulokset osoittavat, että kielen tunnistaminen on parantunut NIST 2015 -aineistossa.

**Tulos**

Puolivalvottu lähestymistapa kielen tunnistamiseen tikapuuverkkojen avulla.

**Esimerkki 2.2065**

ADMM-menetelmä (Alternating Direction Method of Multippliers) on monipuolinen työkalu monenlaisten rajoitettujen optimointiongelmien ratkaisemiseen, joissa on differentioituvia tai ei-differentioituvia kohdefunktioita. Valitettavasti sen suorituskyky on erittäin herkkä rangaistusparametrille, mikä tekee ADMM:stä usein epäluotettavan ja vaikeasti automatisoitavan muulle kuin asiantuntijakäyttäjälle. Korjaamme tämän ADMM:n heikkouden ehdottamalla menetelmää, jolla rangaistusparametreja voidaan säätää adaptiivisesti nopean konvergenssin saavuttamiseksi. Tuloksena syntyvä adaptiivinen ADMM-algoritmi (AADMM), joka on saanut vaikutteita menestyksekkäästä Barzilai-Borweinin spektraalimenetelmästä gradienttilaskeutumista varten, konvergoituu nopeasti ja on suhteellisesti epäherkkä alkuaskeleen suuruudelle ja ongelman skaalautumiselle.

**Tulos**

Adaptiivinen ADMM ja spektrisen sakkoparametrin valinta

**Esimerkki 2.2066**

Tässä työssä kehitämme Curvature Propagation (CP) -menetelmän, joka on yleinen tekniikka, jolla voidaan tehokkaasti laskea puolueettomia approksimaatioita minkä tahansa funktion Hessianille, joka lasketaan laskentagraafin avulla. Noin kahden gradienttiarvion kustannuksella CP:llä voidaan saada koko Hessianin 1. sijan approksimaatio, ja sitä voidaan soveltaa toistuvasti, jotta saadaan yhä tarkempia puolueettomia estimaatteja mille tahansa tai kaikille Hessianin merkinnöille. Erityisen kiinnostava on Hessianin diagonaali, jolle ei tiedetä olevan olemassa yleistä lähestymistapaa, joka olisi sekä tehokas että tarkka. Näytämme kokeissa, että CP toimii käytännössä hyvin, sillä se antaa erittäin tarkkoja estimaatteja esimerkiksi neuroverkkojen Hessianille suhteellisen pienellä työmäärällä. Sovellamme CP:tä myös Score Matching -menetelmään, jossa Hessianin diagonaalilla on olennainen rooli Score Matching -tavoitteessa ja jossa se yleensä lasketaan tarkasti käyttämällä tehottomia algoritmeja, jotka eivät skaalaudu suurempiin ja monimutkaisempiin malleihin.

**Tulos**

Hessianin arvioiminen takaisin etenevällä kaarevuudella (back-propagating curvature)

**Esimerkki 2.2067**

Tutkimusartikkelin merkitystä mitataan rutiininomaisesti laskemalla, kuinka monta kertaa sitä on siteerattu. Kun kaikkia viittauksia käsitellään yhtä suurella painoarvolla, jätetään kuitenkin huomiotta viittausten monenlaiset tehtävät. Haluamme tunnistaa automaattisesti kirjallisuusluettelon niiden viittausten osajoukon, joilla on keskeinen akateeminen vaikutus viitattuun artikkeliin. Tätä tarkoitusta varten tutkimme erilaisten ominaisuuksien tehokkuutta viittauksen akateemisen vaikutuksen määrittämisessä. Pyydämme kirjoittajia tunnistamaan oman työnsä keskeiset viittaukset ja luomme aineiston, jossa viittaukset on merkitty niiden akateemisen vaikutuksen mukaan. Käyttämällä automaattista ominaisuuksien valintaa valvotun koneoppimisen avulla löysimme akateemisen vaikutuksen ennustamiseen mallin, joka saavutti hyvän suorituskyvyn tässä tietokokonaisuudessa käyttämällä vain neljää ominaisuutta. Arvioimistamme piirteistä parhaat olivat piirteet, jotka perustuivat siihen, kuinka monta kertaa viittaus mainitaan siteerattavan artikkelin tekstissä. Näiden ominaisuuksien suorituskyky innoitti meitä suunnittelemaan vaikutukseen perustuvan h-indeksin (hip-indeksi). Toisin kuin perinteinen h-indeksi, se painottaa viittauksia sen mukaan, kuinka monta kertaa viite mainitaan. Kokeidemme mukaan hip-indeksi on perinteistä h-indeksiä parempi tutkijoiden suorituskyvyn mittari.

**Tulos**

Akateemisen vaikutuksen mittaaminen: Kaikki viittaukset eivät ole samanarvoisia

**Esimerkki 2.2068**

Suuret tietopankit ovat nykyisin saavuttaneet vaikuttavan koon, mutta ne eivät kuitenkaan ole vielä läheskään täydellisiä. Lisäksi useimmat nykyisistä tietopohjien täydentämismenetelmistä ottavat huomioon vain entiteettien väliset suorat yhteydet ja jättävät huomiotta relaatiopolkujen johdonmukaisen semantiikan elintärkeän vaikutuksen. Tässä artikkelissa tutkimme ongelmaa, miten tietämyskantojen entiteetit ja relaatiot voidaan upottaa paremmin erilaisiin matalaulotteisiin tiloihin hyödyntämällä täysin relaatiopolkujen lisäsemantiikkaa, ja ehdotamme relaatiopolkujen upottamisen (RPE) kompositionaalista oppimismallia. RPE:n avulla voidaan vastaavien relaatio- ja polkuprojektioiden avulla sulauttaa kukin entiteetti samanaikaisesti kahdenlaisiin latentteihin tiloihin. Lisäksi ehdotetaan, että tyyppirajoitukset voitaisiin laajentaa perinteisistä relaatiokohtaisista rajoituksista uusiin ehdotettuihin polkukohtaisiin rajoituksiin. Kokeiden tulokset osoittavat, että ehdotetulla mallilla saavutetaan merkittäviä ja johdonmukaisia parannuksia verrattuna uusimpiin algoritmeihin.

**Tulos**

Suhdepolkujen sulauttamisen kompositionaalinen oppiminen tietopohjan täydentämistä varten

**Esimerkki 2.2069**

Ennalta koulutetuista sanojen sulautuksista, jotka on opittu merkitsemättömästä tekstistä, on tullut NLP-tehtävissä käytettävien neuroverkkoarkkitehtuurien vakiokomponentti. Useimmissa tapauksissa rekurrenssiverkko, joka toimii sanatason representaatioilla tuottaakseen kontekstiherkkiä representaatioita, koulutetaan kuitenkin suhteellisen vähäisellä merkityllä datalla. Tässä artikkelissa esittelemme yleisen puolivalvotun lähestymistavan, jolla voidaan lisätä NLP-järjestelmiin kaksisuuntaisista kielimalleista saatuja esivalmennettuja kontekstisidonnaisia sulautuksia, ja sovellamme sitä sekvenssien merkintätehtäviin. Arvioimme malliamme kahdella vakiomuotoisella aineistolla nimettyjen entiteettien tunnistamista (NER) ja pilkkomista varten, ja molemmissa tapauksissa saavutimme huipputuloksia, jotka ylittävät aiemmat järjestelmät, jotka käyttävät muita siirto- tai yhteisoppimisen muotoja, joissa käytetään ylimääräistä leimattua dataa ja tehtäväkohtaisia hakemistoja.

**Tulos**

Puolivalvottu sekvenssin merkitseminen kaksisuuntaisilla kielimalleilla

**Esimerkki 2.2070**

Hakukoneet ovat tärkeimpiä välineitä verkkotietojen hankinnassa. Hakukoneet indeksoivat ja indeksoivat verkkosivuja. Käyttäjät löytävät yleensä hyödyllisiä verkkosivuja tekemällä hakukyselyn hakukoneelle. Yksi hakukoneiden hallinnan haasteista ovat roskapostisivut, jotka tuhlaavat hakukoneen resursseja. Nämä sivut yrittävät hakukoneiden luokitusalgoritmeja huijaamalla päästä tulosten ensimmäiselle sivulle. Roskapostisivujen havaitsemiseen on monia lähestymistapoja, kuten HTML-koodin tyylin samankaltaisuuden mittaaminen, sivujen kielellisten mallien analyysi ja koneoppimisalgoritmi sivun sisältöominaisuuksien perusteella. Yksi koneoppimisessa käytetyistä tunnetuista algoritmeista on SVM-luokitin (Support Vector Machine). SVM:n perusrakennetta on viime aikoina muutettu uusilla laajennuksilla, joilla on pyritty lisäämään kestävyyttä ja luokittelutarkkuutta. Tässä asiakirjassa parannetaan verkkopostin havaitsemisen tarkkuutta käyttämällä kahta epälineaarista ydintä Twin SVM:ssä (TSVM), joka on SVM:n parannettu laajennus. Luokittelijan kykyä tietojen erotteluun on lisätty käyttämällä kahta erillistä ydintä kullekin tietoluokalle. Uuden ehdotetun menetelmän tehokkuutta on kokeiltu kahdella julkisesti käytetyllä roskapostitietoaineistolla UK-2007 ja UK-2006. Tulokset osoittavat ehdotetun TSVM:n kerneloidun version tehokkuuden roskapostisivujen havaitsemisessa.

**Tulos**

Verkkopostin havaitseminen käyttämällä useita ytimiä kaksoistukivektorikoneessa (Twin Support Vector Machine)

**Esimerkki 2.2071**

Vahvistusoppimisessa siirto tarkoittaa sitä, että yleistämisen ei pitäisi tapahtua vain tehtävän sisällä vaan myös tehtävien välillä. Keskitymme siirtoon, jossa palkitsemisfunktiot vaihtelevat eri tehtävissä ympäristön dynamiikan pysyessä samana. Ehdottamamme menetelmä perustuu kahteen keskeiseen ajatukseen: "Seuraajapiirteet", arvofunktion esitys, joka irrottaa ympäristön dynamiikan palkkioista, ja "yleistetty toimintaperiaatteen parantaminen", dynaamisen ohjelmoinnin toimintaperiaatteen parantamisvaiheen yleistäminen, jossa otetaan huomioon joukko toimintaperiaatteita yhden ainoan sijasta. Yhdessä nämä kaksi ideaa johtavat lähestymistapaan, joka integroituu saumattomasti vahvistusoppimiskehykseen ja mahdollistaa siirtämisen tehtävien välillä ilman rajoituksia. Ehdotettu menetelmä tarjoaa myös suorituskykytakeita siirretylle politiikalle jo ennen kuin mitään oppimista on tapahtunut. Johdamme kaksi teoreemaa, jotka asettavat lähestymistapamme vankalle teoreettiselle pohjalle, ja esitämme kokeita, jotka osoittavat, että se edistää siirtoa käytännössä onnistuneesti.

**Tulos**

Seuraajan ominaisuudet siirtoa varten vahvistusoppimisessa (Reinforcement Learning)

**Esimerkki 2.2072**

Esitämme uuden menetelmän POMDP:n odotetun tuoton arvioimiseksi kokemuksen perusteella. Estimaattorissa ei oleteta mitään tietoa POMDP:stä, se voi arvioida tuottoa äärellisille tilasäätimille, sen avulla voidaan kerätä kokemuksia mielivaltaisista politiikkasarjoista ja se arvioi tuottoa mille tahansa uudelle politiikalle. Perustelemme estimaattoria funktion approksimaation ja tärkeän otannan näkökulmista ja johdamme sen harhan ja varianssin. Vaikka estimaattori on vinoutunut, sen varianssi on pieni, ja vinoutuneisuus on merkityksetön, kun estimaattoria käytetään pareittaisiin vertailuihin. Lopuksi tarkastelemme estimaattoria muistinvaraisiin politiikkoihin ja vertaamme sen suorituskykyä ahneessa hakualgoritmissa REINFORCE-algoritmiin, joka osoittaa, että tarvittavien kokeiden määrä on vähentynyt kertaluokkaa.

**Tulos**

Politiikan parantaminen POMDP:ssä käyttämällä normalisoitua tärkeysnäytteenottoa.

**Esimerkki 2.2073**

Tässä artikkelissa tutkitaan järjestelmällisesti CNN-arkkitehtuurien ja oppimismenetelmien viimeaikaisten edistysaskeleiden vaikutusta esineiden luokitteluongelmaan (ILSVRC). Arvioinnissa testataan seuraavien arkkitehtuurivalintojen vaikutusta: epälineaarisuus (ReLU, ELU, maxout, yhteensopivuus erän normalisoinnin kanssa), poolausvaihtoehdot (stokastinen, max, keskiarvo, sekamuotoinen), verkon leveys, luokittelijan rakenne (konvolutiivinen, täysin kytketty, SPP), kuvien esikäsittely ja oppimisparametrit: oppimisnopeus, erän koko, datan puhtaus jne. Ehdotettujen muutosten suorituskyvyn paranemista testataan ensin erikseen ja sitten yhdessä. Yksittäisten parannusten summa on suurempi kuin havaittu parannus, kun kaikki muutokset otetaan käyttöön, mutta "vaje" on pieni, mikä viittaa siihen, että niiden hyödyt ovat toisistaan riippumattomia. Osoitamme, että 128x128 pikselin kuvien käyttö riittää tekemään optimaalista verkkorakennetta koskevia kvalitatiivisia päätelmiä, jotka pätevät täysikokoisiin Caffe- ja VGG-verkkoihin. Tulokset saadaan kertaluokkaa nopeammin kuin tavallisilla 224 pikselin kuvilla.

**Tulos**

CNN:n edistysaskeleiden systemaattinen arviointi ImageNetissä

**Esimerkki 2.2074**

Rekursiiviset neuroverkot ovat saavuttaneet huomattavaa menestystä monimutkaisia rakenteita sisältävien sekvenssien luomisessa, kiitos edistysaskeleiden, joihin kuuluvat muun muassa monipuolisemmat syötteen sulautukset ja parannuskeinot kadonneiden gradienttien poistamiseksi. Jos ne on koulutettu vain tunnetun kieliopin sekvensseihin, niillä voi kuitenkin olla vaikeuksia oppia kieliopin sääntöjä ja rajoituksia. Neuraaliset attribuuttikoneet (Neural Attribute Machines, NAM) on varustettu loogisella koneella, joka edustaa taustalla olevaa kielioppia, jota käytetään opettamaan rajoitteita neuraaliselle koneelle i) lisäämällä syötesekvenssiä ja ii) optimoimalla mukautettua tappiofunktiota. Toisin kuin perinteiset RNN:t, NAM:t altistuvat kieliopille sekä näytteille kieliopin kielestä. Kielioppia generoitaessa NAM:t rikkovat huomattavasti vähemmän taustalla olevan kieliopin rajoituksia kuin RNN:t, jotka on koulutettu vain kieliopin kielestä otetuilla näytteillä.

**Tulos**

Neuraaliset attribuuttikoneet ohjelmien tuottamiseen∗ \*.

**Esimerkki 2.2075**

Ehdotamme ensimmäistä monivaiheista toimenpidekehystä, jolla torjutaan väärennettyjä uutisia sosiaalisissa verkostoissa yhdistämällä vahvistusoppiminen ja pisteprosessin verkoston toimintamalli. Väärennettyjen uutisten ja lieventävien tapahtumien leviäminen verkostossa mallinnetaan monimuuttujaisella Hawkesin prosessilla, johon on lisätty eksogeenisia kontrollitermeitä. Valitsemalla tilojen ominaisuuksien esitys, määrittelemällä lieventämistoimia ja rakentamalla palkitsemisfunktioita lieventämistoimien tehokkuuden mittaamiseksi kuvaamme valeuutisten lieventämisen ongelman vahvistusoppimisen kehykseen. Kehitämme monimuuttujaiselle verkottuneelle pisteprosessille ominaisen toimintatapojen iterointimenetelmän, jonka tavoitteena on optimoida toimet siten, että kokonaispalkkio on mahdollisimman suuri budjettirajoitusten puitteissa. Menetelmämme osoittaa lupaavaa suorituskykyä reaaliaikaisissa interventiokokeissa Twitter-verkostossa sijaisuutiskampanjan lieventämiseksi, ja se on parempi kuin vaihtoehdot synteettisissä tietokokonaisuuksissa.

**Tulos**

Valeuutisten lieventäminen pistemenetelmään perustuvalla interventiolla

**Esimerkki 2.2076**

Sovellukset ja järjestelmät joutuvat jatkuvasti tekemään päätöksiä, ja usein ne käyttävät toimintatapoja, joiden avulla ne valitsevat joukosta toimintoja, jotka perustuvat tiettyihin asiayhteyteen liittyviin tietoihin. Luomme palvelun, joka käyttää koneoppimista tämän tavoitteen saavuttamiseksi. Palvelu käyttää etsintää, kirjaamista ja verkko-oppimista luodakseen kontrafaktuaalisesti luotettavan järjestelmän, joka tukee koko datan elinkaarta. Järjestelmä on yleinen: se toimii mille tahansa diskreetille valinnalle, minkä tahansa palkitsemismittarin suhteen, ja se voi toimia monien oppimisalgoritmien ja ominaisuuksien esitysten kanssa. Palvelussa on yksinkertainen sovellusliittymä, ja se on suunniteltu modulaariseksi ja toistettavaksi, jotta sen käyttöönotto ja virheenkorjaus olisi helpompaa. Osoitamme, miten nämä ominaisuudet mahdollistavat oppimisjärjestelmät, jotka ovat vankkoja ja turvallisia. Arviointimme osoittaa, että Decision Service tekee päätöksiä reaaliajassa ja sisällyttää uutta tietoa nopeasti opittuihin käytäntöihin. Henkilökohtaisen uutissivuston laajamittainen käyttöönotto on käsitellyt kaikkea liikennettä tammikuusta 2016 lähtien, ja sen tuloksena klikkausten suhteellinen kasvu on ollut 25 prosenttia. Tekemällä Decision Service -palvelun ulkoisesti saataville toivomme, että optimaalinen päätöksenteko on kaikkien saatavilla.

**Tulos**

Monimaailman testauspäätöksentekopalvelu

**Esimerkki 2.2077**

Tarkka tekstin geokoodaus ja ajan normalisointi edellyttää, että sijainti- ja aikalauseet tunnistetaan. Monien nykyaikaisten geoparsereiden ja ajallisten parsereiden rekrytointikyky on heikko. Luokkia, joita jäsentäjät eivät yleensä löydä, ovat: substantiivit, joita käytetään muussa kuin ajallis-paikallisessa merkityksessä, adjektiivi- ja adverbiaalilauseet, prepositiolauseet ja numeeriset lauseet. Keräsimme ja annotoimme aineiston tekemällä kaupallisiin verkkohakuihin API:n kautta kyselyjä, joissa oli sellaisia spatiotemporaalisia ilmaisuja, jotka jäivät uusimmilta jäsentimiltä huomaamatta. Koska lauseiden annotointi on kallista, harjoitteluaineiston merkitsemiseen käytettiin aktiivista oppimista ja suunniteltiin uusi strategia, jonka avulla harjoitteluesimerkkejä voidaan valita paremmin merkintäkustannusten vähentämiseksi. Oppimisalgoritmina käytettiin FHMM-mallia (Featurized Hidden Markov Model). Viittä FHMM-instanssia käytettiin ensemblen luomiseen, ja lähtölause valittiin äänestämällä. Ensemble-malliamme testattiin useissa peräkkäisissä merkintätehtävissä, ja se on osoittanut kilpailukykyistä suorituskykyä. Panoksemme ovat seuraavat: (1) uusi tietokokonaisuus, joka on merkitty nimetyillä entiteeteillä ja laajennetuilla spatiotemporaalisilla ilmauksilla; (2) ensemble-mallien päättelyalgoritmien vertailu, joka osoittaa, että Belief Propagation on Viterbi Decodingia tarkempi; (3) uusi esimerkkien uudelleenpainotusmenetelmä aktiivista ensemble-oppimista varten, joka "muistaa" viimeisimmät koulutetut esimerkit; (4) spatiotemporaalinen jäsentäjä, joka tunnistaa sekä laajennetut spatiotemporaaliset ilmaukset että nimetyt entiteetit.

**Tulos**

Laajennettujen spatiotemporaalisten ilmaisujen tunnistaminen aktiivisesti koulutettujen keskimääräisten perceptronikokoonpanojen avulla

**Esimerkki 2.2078**

Tässä artikkelissa kuvaamme Variable Neighbourhood Search (VNS) -menetelmän laajennuksen, joka yhdistää VNS:n perusmenetelmän muihin täydentäviin lähestymistapoihin koneoppimisesta, tilastoista ja kokeellisesta algoritmiikasta, jotta voidaan tuottaa korkealaatuista suorituskykyä ja automatisoida tuloksena oleva optimointistrategia täysin. Tuloksena syntynyttä älykästä VNS:ää on sovellettu menestyksekkäästi pariin optimointiongelmaan, joissa ratkaisuavaruus koostuu äärellisen viitejoukon osajoukoista. Nämä ongelmat ovat merkityn jännityspuun ja metsän ongelmat, jotka on muotoiltu suuntaamattomalle merkitylle graafille; graafi, jossa jokaisella reunalla on merkintä äärellisestä merkintäjoukosta L. Ongelmat koostuvat merkintöjen osajoukon valitsemisesta siten, että näiden merkintöjen tuottama aligrafi on optimaalinen jännityspuu tai metsä. Näillä ongelmilla on useita sovelluksia reaalimaailmassa, jossa pyritään varmistamaan kytkeytyneisyys homogeenisten yhteyksien avulla.

**Tulos**

Muuttujien naapuruushaun älykäs laajennus graafien merkintäongelmiin.

**Esimerkki 2.2079**

RDF-tietomuoto on kuvaus RDF-dokumentin (eli graafin) tai tietokokonaisuuden odotetusta sisällöstä. Tärkeä osa tätä kuvausta on joukko rajoitteita, jotka asiakirjan tai tietokokonaisuuden on täytettävä. W3C perusti hiljattain (2014) RDF Data Shapes -työryhmän määrittelemään SHACL:n, joka on RDF-datamuotojen standardikieli. Kykyä nimetä ja viitata muotokielen elementteihin kutsumme rekursioksi. Tässä artikkelissa annetaan tarkka määritelmä rekursion merkityksestä Resource Shape 2.0:ssa käytettynä. Tässä artikkelissa esitetty rekursion määritelmä on pitkälti riippumaton kielikohtaisista yksityiskohdista. Oletamme, että se pätee myös ShExiin ja kaikkiin kolmeen nykyiseen SHACL-ehdotukseen. Erityisesti SHACL-SPARQL-ehdotuksessa ei sallita rekursiota, mutta oletamme, että rekursio voitaisiin lisätä käyttämällä tässä ehdotettua määritelmää ylimmän tason ohjausrakenteena.

**Tulos**

Rekursio RDF-tiedon muotoilukielissä

**Esimerkki 2.2080**

Monikriteerisen päätösanalyysin tavoitteena on tukea henkilöä, joka on päätösongelman edessä ja jolla on ristiriitaisia kriteerejä. Tarkastelemme additiivista hyödyllisyysmallia, joka tuottaa vankkoja päätelmiä päätöksentekijältä saatujen preferenssien perusteella. Näihin vankkoihin johtopäätöksiin perustuvat suositukset ovat vielä vakuuttavampia, jos niitä täydennetään selityksillä. Ehdotamme yleistä järjestelmää, joka perustuu preferenssien vaihtojen sarjaan ja jossa selitykset voidaan laskea. Osoitamme ensin, että selitysten pituus voi olla rajoittamaton yleisessä tapauksessa. Binaaristen viiteasteikkojen tapauksessa pituus on kuitenkin rajattu, ja esitämme algoritmin vastaavan selityksen laskemiseksi.

**Tulos**

Vankkojen additiivisten hyötymallien selittäminen preferenssien vaihtojen sarjoilla

**Esimerkki 2.2081**

Tutkimme uudenlaista arkkitehtuuria ja koulutusmenettelyä liikkumistehtäviä varten. Korkeataajuinen, matalan tason "selkäydinverkko", jolla on pääsy proprioseptiikka-antureihin, oppii sensomotorisia alkeita harjoittelemalla yksinkertaisia tehtäviä. Tämä esivalmennettu moduuli on kiinteä ja liitetty matalataajuiseen, korkean tason "kortikaaliseen" verkkoon, jolla on pääsy kaikkiin antureihin ja joka ohjaa käyttäytymistä moduloimalla selkäydinverkon syötteitä. Siinä missä monoliittinen end-to-end-arkkitehtuuri epäonnistuu täysin, oppiminen esivalmennetun selkäydinmoduulin avulla onnistuu useissa korkean tason tehtävissä ja mahdollistaa tehokkaan etsinnän, jota tarvitaan harvoista palkinnoista oppimiseen. Testaamme ehdotettua arkkitehtuuria kolmella simuloidulla keholla: 16-ulotteisella uivalla käärmeellä, 20-ulotteisella nelijalkaisella ja 54-ulotteisella humanoidilla (katso oheinen video).

**Tulos**

Moduloitujen liikkeenohjainten oppiminen ja siirto

**Esimerkki 2.2082**

Kemiallis-kemiallisella vuorovaikutuksella (CCI) on keskeinen rooli lääkeaihioehdokkaiden, myrkyllisyyden, terapeuttisten vaikutusten ja biologisten toimintojen ennustamisessa. CCI on luotu tekstinlouhinnan, kokeiden, samankaltaisuuksien ja tietokantojen perusteella; tähän mennessä ei ole olemassa oppimiseen perustuvaa CCI-ennustusmenetelmää. Kemiallisissa analyyseissä tarvitaan laskennallisia lähestymistapoja. Syväoppimisen viimeaikainen huomattava kasvu ja erinomainen suorituskyky ovat herättäneet paljon huomiota tutkimuksessa. Jopa uusimmissa lääkeanalyyseissä syväoppimista käytetään kuitenkin edelleen vain luokittelijana. Sen tarkoituksena ei kuitenkaan ole vain yksinkertainen luokittelu, vaan myös automaattinen ominaisuuksien louhinta. Tässä artikkelissa ehdotamme rst-oppimismenetelmää CCI:tä varten, nimeltään DeepCCI. Piilotetut piirteet johdetaan yksinkertaistetusta molekyylitulostusrivin syöttöjärjestelmästä (SMILES), joka on kemiallista rakennetta kuvaava merkkijonomerkintä, sen sijaan, että oppisimme craed-piirteistä. SMILES-merkkijonojen piilorepresentaatioiden löytämiseksi käytämme konvoluutiohermoverkkoja (CNN). Homogeenisen vuorovaikutuksen kommutatiivisen ominaisuuden takaamiseksi sovellamme mallien jakamis- ja piilotettujen representaatioiden yhdistämistekniikoita. DeepCCI:n suorituskykyä verrattiin tavalliseen syväluokittajaan ja perinteisiin koneoppimismenetelmiin. Ehdotettu DeepCCI osoitti parasta suorituskykyä kaikissa seitsemässä käytetyssä arviointimittarissa. Lisäksi kommutatiivinen ominaisuus validoitiin kokeellisesti. Automaattisesti poimitut piirteet, jotka on poimittu SMILES-oppimisen avulla, vähentävät merkittävästi manuaalisen piirteiden suunnittelun vaatimia ponnisteluja. Sen odotetaan parantavan ennusteiden suorituskykyä lääkeanalyyseissä.

**Tulos**

DeepCCI: Kokonaisvaltainen syväoppiminen kemiallis-kemiallisen vuorovaikutuksen ennustamiseen

**Esimerkki 2.2083**

Tekstistä puheeksi (TTS) ja automaattiseen puheentunnistukseen (ASR) liittyvät ääniselainsovellukset ovat ratkaisevasti riippuvaisia ääntämisleksikosta. Tässä artikkelissa kuvataan hindin ääntämisleksikon malli, joka on kehitetty hindin kielen tulostusmuotojen automaattista tuottamista varten kahdella tasolla, <foneemi> ja <PS> (PS, lyhenne sanoista Prosodic Structure). Jälkimmäiseen tasoon kuuluvat sekä tavunjako että painotuksen sijoittelu. Artikkelissa kuvataan työkalu, joka on kehitetty hindin kaksitasoisten leksikaalisten tulostusmuotojen tuottamiseen.

**Tulos**

Hindin ääntämyssanaston generatiivinen malli

**Esimerkki 2.2084**

Nykyiset tietämyspäivitysten käsittelymenetelmät eroavat suuresti toisistaan riippuen taustalla olevasta tietämyksen esitysformalismista. Kun käytetään klassista logiikkaa, päivitykset tehdään tyypillisesti manipuloimalla tietopohjaa malliteoreettisella tasolla. Vastakkaisella puolella spektriä ovat vastausjoukko-ohjelmien päivittämiseen käytettävät semantiikat, joiden on tukeuduttava sääntöjen syntaksiin. Kuitenkin yhdistävä näkökulma, joka voisi kattaa nämä molemmat tutkimusalat, on erittäin tärkeä, koska se mahdollistaa kaikkien asiaan liittyvien menetelmien ja periaatteiden syvemmän ymmärtämisen ja luo tilaa niiden ristikkäiselle hedelmöittämiselle, kypsyttämiselle ja jatkokehittämiselle. Lisäksi tällainen yhdistäminen on käytännönläheisemmästä näkökulmasta katsottuna välttämätön askel, jotta voidaan käsitellä sekä klassisesta että sääntökomponentista koostuvien hybriditietokantojen päivityksiä. Tässä asiakirjassa yhdistetään näennäisesti ristiriitaiset lähestymistavat päivityksiin. Siinä esitellään sääntöjen uusi monotoninen luonnehdinta, jota kutsutaan RE-malleiksi, ja osoitetaan, että se on SE-malleja sopivampi semanttinen perusta sääntöpäivityksille. Sen jälkeen ehdotetaan yleistä järjestelmää semanttisten sääntöpäivitystoimijoiden määrittelemiseksi. Järjestelmä perustuu ajatukseen, jonka mukaan ohjelmaa tarkastellaan sen sääntöjen RE-mallien joukkoina. Päivitykset suoritetaan lisäämällä alkuperäisen ohjelman sääntöjen RE-mallien joukkoihin uusia tulkintoja eli poikkeuksia. Esiteltyä järjestelmää käytetään sitten tiettyjen sääntöpäivitysoperaattoreiden määrittelyyn, jotka liittyvät läheisesti sekä klassisiin päivitysperiaatteisiin että perinteisiin lähestymistapoihin sääntöjen päivittämiseen ja joilla on useita uskottavia syntaktisia ja semanttisia ominaisuuksia. Lisäksi nämä operaattorit toimivat perustana ratkaisulle kahden perustavanlaatuisen sääntöpäivityssemantiikan pitkään jatkuneeseen tilojen tiivistämisongelmaan ja osoittavat, miten ne voidaan määritellä vastaavalla tavalla binäärioperaattoreina tietylle logiikkaohjelmien luokalle. Lopuksi näiden ideoiden ydin otetaan esiin poikkeuksiin perustuvien päivitysoperaattoreiden abstraktin kehyksen määrittelemiseksi, kun tietopohjaa tarkastellaan sen elementtien mallien joukkoina. Osoitetaan, että kehys voi kattaa laajan valikoiman sekä malli- että kaavapohjaisia klassisia päivitysoperaattoreita, ja näin ollen se toimii ensimmäisenä vankkana muodollisena perustana, joka yhdistää klassiset ja sääntöpäivitykset.

**Tulos**

Poikkeuksiin perustuvat tietämyspäivitykset

**Esimerkki 2.2085**

Tässä artikkelissa käsitellään yhden koneen painotettua kokonaisaikataulua, jossa on sekvenssistä riippuvaiset asetusaikataulut, joihin yleensä viitataan nimellä 1|sij | ∑ wjTj . Tässä NP-kovassa ongelmassa jokaisella työllä on siihen liittyvä käsittelyaika, eräpäivä ja painoarvo. Kullekin työparille i ja j voi olla asetusaika ennen j:n käsittelyn aloittamista, jos tämä työ ajoitetaan heti i:n jälkeen. Tavoitteena on määrittää aikataulu, joka minimoi painotetun myöhästymisen kokonaismäärän, jossa työn myöhästyminen on yhtä suuri kuin sen valmistumisaika miinus sen eräpäivä, jos työ käsitellään kokonaan vasta eräpäivän jälkeen, ja muuten nolla. Monimutkaisuutensa vuoksi tämä ongelma ratkaistaan useimmiten heuristiikan avulla. Tämän työn tavoitteena on kehittää yksinkertainen mutta tehokas rajoitusstrategia, joka nopeuttaa paikallista hakumenettelyä ilman, että ratkaisun laatu heikkenee merkittävästi. Tällainen strategia koostuu suodatusmekanismista, joka estää lupaamattomien siirtojen arvioinnin. Ehdotettu strategia on sisällytetty kirjallisuudesta peräisin olevaan paikalliseen hakuun perustuvaan metaheuristiikkaan, ja sitä on testattu klassisilla vertailutapauksilla. Laskennalliset kokeet osoittivat, että rajoitusstrategian ansiosta metaheuristiikka oli erittäin kilpailukykyinen verrattuna muihin kirjallisuuden algoritmeihin, koska se mahdollisti suuren määrän naapuruusrakenteiden käytön ilman, että CPU-aika kasvoi merkittävästi, ja näin ollen korkealaatuisia ratkaisuja voitiin saavuttaa muutamassa sekunnissa. Lisäksi analysoimme ehdotetun strategian tehokkuutta kahdessa muussa tunnetussa metaheuristiikassa. Lisäkokeita tehtiin myös ongelman 1|sij | ∑ Tj vertailutapauksilla.

**Tulos**

Tehokas paikallisen haun rajoitusstrategia yhden koneen kokonaispainotetun myöhästymisaikataulun suunnittelussa, jossa on järjestyksestä riippuvaiset asetusajat

**Esimerkki 2.2086**

Kehitämme latentin muuttujan mallin ja tehokkaan spektrialgoritmin, jota motivoi viimeaikainen kromatiinimerkkien hyvin suurten aineistojen syntyminen useista eri solutyypeistä. Luonnollinen malli yhden solutyypin kromatiinitiedoille on Piilotettu<lb>Markov-malli (HMM); me mallinnamme useiden solutyyppien välistä suhdetta<lb>liittämällä niiden piilotetut tilat toisiinsa kiinteällä puulla, jonka rakenne tunnetaan.<lb>Haasteena tällaisten mallien parametrien oppimisessa on se, että iteratiiviset met-<lb>odit, kuten EM, ovat hyvin hitaita, kun taas naiivit spektraaliset menetelmät johtavat aika- ja<lb>tilakompleksisuuteen, joka on eksponentiaalinen solutyyppien lukumäärään nähden. Hyödynnämme piilotettujen tilojen puurakenteen<lb>ominaisuuksia tarjotaksemme spektraalialgoritmeja, jotka ovat<lb>laskentatehokkaampia nykyisille biologisille tietokokonaisuuksille. Annamme esimerkin<lb>monimutkaisuusrajat algoritmillemme ja arvioimme sitä kokeellisesti yhdeksän ihmisen solutyypin biologisilla<lb>aineistoilla. Lopuksi osoitamme, että oman mallimme lisäksi<lb>joitakin algoritmisia ideoitamme voidaan soveltaa muihin graafisiin malleihin.

**Tulos**

Suurten strukturoitujen HMM:ien spektrioppiminen vertailevaa epigenomiikkaa varten

**Esimerkki 2.2087**

Yleiskäyttöisten keskusteluagenttien rakentaminen on erittäin haastava tehtävä, mutta se on välttämätöntä matkalla kohti älykkäitä agentteja, jotka voivat olla vuorovaikutuksessa ihmisten kanssa luonnollisella kielellä. Neuraaliset keskustelumallit - puhtaasti datapohjaiset järjestelmät, jotka on koulutettu alusta loppuun dialogikorpusten pohjalta - ovat viime aikoina olleet erittäin lupaavia, mutta ne tuottavat usein lyhyitä ja yleisiä vastauksia. Tässä työssä esitellään uusia koulutus- ja dekoodausmenetelmiä, jotka parantavat sekvenssistä sekvenssiin -mallien avulla tuotettujen pitkien vastausten laatua, johdonmukaisuutta ja monimuotoisuutta. Lähestymistapamme lisää dekooderiin itsetarkkailun, jotta pidempien vastausten koherenssi säilyy, ja ehdotamme käytännöllistä lähestymistapaa, jota kutsutaan glimpse-malliksi ja jota voidaan skaalata suuriin tietokokonaisuuksiin. Esittelemme stokastisen säteenhakualgoritmin, jossa on segmenttikohtainen uudelleenjärjestys, jonka avulla voimme lisätä monimuotoisuutta jo varhaisemmassa vaiheessa generointiprosessia. Harjoittelimme yli 2,3 miljardin keskusteluviestin yhdistetyllä datajoukolla, joka on poimittu verkosta. Ihmisten suorittamissa arviointitutkimuksissa menetelmämme tuottaa pidempiä vastauksia, ja pituuden kasvaessa suurempi osa vastauksista arvioidaan hyväksyttäviksi ja erinomaisiksi verrattuna perussekvenssimalleihin, joissa pituutta edistetään nimenomaisesti. Backoff-strategia tuottaa kaiken kaikkiaan parempia vastauksia koko pituusspektrillä.

**Tulos**

NEURAALISET KESKUSTELUMALLIT

**Esimerkki 2.2088**

Abstraktin anaforan ratkaiseminen on tärkeä mutta vaikea tehtävä tekstin ymmärtämisessä. Viimeaikaisten edistysaskeleiden ansiosta tämä tehtävä on kuitenkin entistä konkreettisempi tavoite. Abstraktin anaforan keskeinen ominaisuus on se, että se luo suhteen anaforalauseeseen upotetun anaforan ja sen (tyypillisesti ei-nimellisen) edeltäjän välille. Ehdotamme maininta-ranking-mallia, joka oppii, miten abstraktit anaforat suhteutuvat antecedensseihinsä LSTM-Siamese Netin avulla. Korjaamme harjoitusaineiston puutteen luomalla keinotekoisia anaforisten lauseiden ja antecedenssien pareja. Mallimme on parempi kuin uusimmat tulokset kuori-substantiivien erottelussa. Raportoimme myös ensimmäiset vertailutulokset ARRAU-korpuksen abstraktin anaforan osajoukosta. Tämä korpus on haasteellisempi, koska siinä on sekoitus nominaalisia ja pronominaalisia anaforia sekä suurempi määrä sekoittavia tekijöitä. Löysimme mallivaihtoehtoja, jotka ylittävät perusmallit nominaalisten anaforien osalta ilman yksittäisten anaforien harjoittelua, mutta jäävät edelleen jälkeen pronominaalisten anaforien osalta. Mallimme valitsee syntaktisesti uskottavia ehdokkaita ja - jos syntaksia ei oteta huomioon - erottelee ehdokkaat syvempien piirteiden avulla.

**Tulos**

Mention-Ranking-malli abstraktin anaforan ratkaisemiseen

**Esimerkki 2.2089**

Ominaisuuksien valinnalla tarkoitetaan ongelmaa, jossa valitaan sellaiset olennaiset ominaisuudet, jotka tuottavat parhaiten ennustavan tuloksen. Ominaisuuksien valintatehtävä liittyy erityisesti tietokokonaisuuksiin, jotka sisältävät valtavan määrän ominaisuuksia. Karkean joukon teoria on ollut yksi menestyneimmistä ominaisuuksien valintaan käytetyistä menetelmistä. Tällä menetelmällä ei kuitenkaan vieläkään pystytä löytämään optimaalisia osajoukkoja. Tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta ominaisuuksien valintamenetelmää, joka perustuu karkean joukko-opin ja mehiläisyhdyskuntaoptimoinnin (Bee Colony Optimization, BCO) risteytykseen ja jolla yritetään torjua tätä ongelmaa. Tätä ehdotettua työtä sovelletaan lääketieteen alalla minimaalisten reduktioiden löytämiseksi, ja sitä verrataan kokeellisesti Quick Reduct -menetelmään, entropiaan perustuvaan reduktioon ja muihin karkean joukon hybridimenetelmiin, kuten geneettiseen algoritmiin (GA), muurahaispesäoptimointiin (ACO) ja hiukkasparvioptimointiin (PSO).

**Tulos**

Uusi karkean joukon reduktioalgoritmi lääketieteelliselle alueelle, joka perustuu mehiläisyhdyskuntaoptimointiin.

**Esimerkki 2.2090**

Klusterointi on yksi laajalti käytetyistä tiedonlouhintatekniikoista lääketieteellisessä diagnostiikassa. Klusterointia voidaan pitää tärkeimpänä valvomattomana oppimistekniikkana. Useimmat klusterointimenetelmät ryhmittelevät tietoja etäisyyden perusteella ja vain harvat menetelmät ryhmittelevät tietoja samankaltaisuuden perusteella. Klusterointialgoritmit luokittelevat geeniekspressiodatan klustereihin, ja toiminnallisesti toisiinsa liittyvät geenit ryhmitellään yhteen tehokkaalla tavalla. Ryhmittelyt muodostetaan siten, että saman klusterin jäsenten välinen suhde on vahva ja eri klusterien jäsenten välinen suhde on heikko. Tässä työssä keskitymme samankaltaisia ilmentymismalleja omaavien geenien väliseen samankaltaisuussuhteeseen, jotta ehdotetusta Fuzzy Soft Rough K-Means -algoritmista voidaan tehdä johdonmukainen ja yksinkertainen analyyttinen päätös. Algoritmi on kehitetty Fuzzy Soft -joukkojen ja Rough -joukkojen pohjalta. Ehdotetun työn vertailuanalyysi tehdään vertailualgoritmeihin, kuten K-Means ja Rough K-Means, ja ehdotetun algoritmin tehokkuutta havainnollistetaan tässä työssä käyttämällä erilaisia klusterien validiteettimittoja, kuten DB-indeksiä ja Xie-Beni -indeksiä.

**Tulos**

SUMEA PEHMEÄ KARKEA K-MEANS-KLUSTEROINTI GEENIEKSPRESSIODATAA VARTEN

**Esimerkki 2.2091**

GPU:n toiminnan ennustaminen on tärkeä ja monimutkainen ongelma. Tämä johtuu tuhansien rinnakkaisten säikeiden välisestä suuresta kilpailusta. Tätä ongelmaa on käsitelty lähinnä heuristiikan avulla. Ehdotamme representaatio-oppimismenetelmää tämän ongelman ratkaisemiseksi. Mallinnamme minkä tahansa suorituskykymittarin suoritettujen ohjeiden ajallisena funktiona ja ajattelemme, että ohjeiden kulku voidaan tunnistaa koodin erillisiksi toiminnoiksi. Kokeemme osoittavat, että edustusoppimisen tarkkuus on suuri ja ennustuskyky ei-triviaali vertailuarvossa.

**Tulos**

GPU:n toiminnan ennustaminen representaatio-oppimisen avulla

**Esimerkki 2.2092**

Koneoppimisen ja viestintätekniikan alat ovat lähentymässä toisiaan. Nykyiset viestintäjärjestelmät tuottavat valtavan määrän liikennetietoa, jonka avulla voidaan merkittävästi parantaa verkkojen ja viestintäkomponenttien suunnittelua ja hallintaa, kun se yhdistetään kehittyneisiin koneoppimismenetelmiin. Lisäksi äskettäin kehitetyt päästä päähän -koulutusmenetelmät tarjoavat uusia tapoja optimoida yhdessä viestintäjärjestelmän komponentteja. Myös monilla uusilla viestintäteknologian sovellusalueilla, kuten älykkäissä kaupungeissa tai esineiden internetissä, koneoppimismenetelmät ovat keskeisessä asemassa. Tässä artikkelissa luodaan yleiskatsaus koneoppimisen käyttöön viestinnän eri aloilla ja käsitellään kahta esimerkkisovellusta langattomassa verkossa. Lisäksi siinä yksilöidään lupaavia tulevaisuuden tutkimusaiheita ja keskustellaan niiden mahdollisista vaikutuksista.

**Tulos**

KONEOPPIMISEN JA VIESTINNÄN LÄHENTYMINEN

**Esimerkki 2.2093**

Valvomattomien sanojen upotusten viimeaikainen valtava menestys lukuisissa sovelluksissa herättää ilmeisen kysymyksen, voitaisiinko samanlaisia menetelmiä johtaa myös sanasekvenssien upotusten (eli semanttisten esitysten) parantamiseen. Esittelemme yksinkertaisen mutta tehokkaan valvomattoman tavoitteen lauseiden hajautettujen edustusten kouluttamiseksi. Menetelmämme päihittää nykyaikaiset valvomattomat mallit useimmissa vertailutehtävissä ja päihittää monissa tehtävissä jopa valvotut mallit, mikä korostaa tuotettujen lauseiden upotusten kestävyyttä.

**Tulos**

Lauseiden sulauttamisen valvomaton oppiminen käyttämällä koostumuksellisia n-grammaominaisuuksia

**Esimerkki 2.2094**

Tuotantamamme kieli heijastaa persoonallisuuttamme, ja luonnollisen kielen teksteistä voidaan havaita erilaisia henkilökohtaisia ja demografisia ominaisuuksia. Keskitymme yhteen tiettyyn henkilökohtaiseen piirteeseen, sukupuoleen, ja tutkimme, miten se ilmenee alkuperäisteksteissä ja käännöksissä. Osoitamme, että kirjoittajan sukupuolella on voimakas ja selkeä signaali alkuperäisteksteissä, mutta tämä signaali hämärtyy ihmis- ja konekäännöksissä. Tämän jälkeen ehdotamme yksinkertaisia tekniikoita, joiden avulla alkuperäisen sukupuolen piirteet voidaan säilyttää käännöksessä vahingoittamatta käännöksen laatua ja luoda näin yksilöllisempiä konekäännösjärjestelmiä.

**Tulos**

Henkilökohtainen konekäännös: Alkuperäiset tekijäpiirteet säilyttäen

**Esimerkki 2.2095**

Ihmiset kehittävät yhteisen käsityksen esineiden tyylin yhteensopivuudesta niiden ominaisuuksien perusteella. Pyrimme automaattisesti vastaamaan kysymyksiin kuten "Sopiiko tämä paita tuon farkkuparin kanssa?". Tällaisiin kysymyksiin vastaamiseksi yritämme tässä artikkelissa mallintaa ihmisen tyylillisen yhteensopivuuden tunnetta. Lähestymistapamme perusoletuksena on, että verkkokaupan tuotteen useimmat tärkeät ominaisuudet sisältyvät sen otsikkokuvaukseen. Siksi on mahdollista oppia tyyliyhteensopivuus näistä kuvauksista. Suunnittelemme Siamese Convolutional Neural Network -arkkitehtuurin ja syötämme sille nimikkopareja, jotka ovat joko yhteensopivia tai yhteensopimattomia. Nämä parit kartoitetaan alkuperäisestä symbolisten sanojen avaruudesta johonkin sulautettuun tyyliavaruuteen. Lähestymistapamme ottaa syötteenä vain sanoja, eikä esikäsittelyä tarvita juuri lainkaan, eikä työlästä ja kallista ominaisuuksien suunnittelua tarvita.

**Tulos**

Täydentävän suosituksen syvä tyyliottelu

**Esimerkki 2.2096**

Vaikka nimettyjen entiteettien yleinen analyysi on saanut paljon tutkimushuomiota, nimettyjen entiteettien suhteiden analyysi ei ole saanut. Itse asiassa sekä strukturoimattomia että strukturoituja aineistoja koskevan kirjallisuuden tarkastelu paljasti, että suhteiden järjestämiseen tarvittavaa abstraktia käsitteistöä koskevassa tutkimuksessa on puutteita. Uskomme, että tällaisesta abstraktista käsitteellistämisestä voi olla hyötyä eri yhteisöille ja sovelluksille, kuten luonnollisen kielen käsittelylle, tiedon louhinnalle, koneoppimiselle ja ontologiatekniikalle. Tässä artikkelissa esittelemme CEVO:n (eli Comprehensive EVent Ontology), joka perustuu Levinin englannin verbien käsitehierarkiaan, joka luokittelee verbit jaetun merkityksen ja syntaktisen käyttäytymisen perusteella. Esittelemme tämän ontologian peruskäsitteet ja vaatimukset. Lisäksi esittelemme kolme käyttötapausta, joilla osoitetaan tämän ontologian hyödyt annotaatiotehtävissä: 1) selkokielisen tekstin relaatioiden annotointi, 2) ontologisten ominaisuuksien annotointi ja 3) tekstuaalisten relaatioiden yhdistäminen ontologisiin ominaisuuksiin.

**Tulos**

CEVO: kattava EVent-ontologia, joka parantaa kognitiivista merkintää.

**Esimerkki 2.2097**

Alkoholin väärinkäyttö voi johtaa epäsosiaaliseen käyttäytymiseen, kuten rikollisuuteen, rattijuopumukseen tai yksityisyyden suojan vuotamiseen. Esittelemme automaattisen humalatekstien ennustamisen tehtävänä tunnistaa, onko teksti kirjoitettu alkoholin vaikutuksen alaisena. Kokeilemme twiittejä, jotka on merkitty käyttämällä hashtageja etävalvontana. Luokittelijamme käyttävät N-grammi- ja tyylipiirteitä havaitakseen juopuneet twiitit. Havaintomme esittävät ensimmäisen kvantitatiivisen todisteen siitä, että teksti sisältää signaaleja, joita voidaan hyödyntää humalatekstien havaitsemisessa.

**Tulos**

Laskennallinen lähestymistapa juopuneiden tekstiviestien automaattiseen ennustamiseen

**Esimerkki 2.2098**

Tässä työssä tutkitaan multimodaalisen datan esittämistä siten, että kun raakadatan osa annetaan yhdessä modaliteetissa, saadaan välittömästi vastaava semanttinen kuvaus raakadatan osalta toisessa modaliteetissa. Tällaista representaatiokartoitusta voidaan käyttää monissa reaalimaailman sovelluksissa, kuten kuvien/videoiden hakemisessa, esineiden tunnistamisessa, toiminnan/käyttäytymisen tunnistamisessa sekä tapahtumien ymmärtämisessä ja ennustamisessa. Tätä varten esitellään yksinkertaistettu koulutustavoite multimodaalisten sulautusten oppimiseksi skip-gram-arkkitehtuuria käyttäen ottamalla käyttöön konvoluutio-"pseudosanat": sulautukset, jotka koostuvat multimodaaliseen avaruuteen projisoitujen jaettujen sanaesitysten ja kuvapiirteiden additiivisesta yhdistelmästä konvoluutiohermoverkoista. Esitämme laajoja tuloksia näiden sulautusten edustavuusominaisuuksista erilaisissa sanojen samankaltaisuusvertailuissa osoittaaksemme tämän lähestymistavan lupaavuuden.

**Tulos**

MULTIMODAALINEN SKIP-GRAMMI KÄYTTÄEN KONVOLUUTIO-SANOJA (CONVOLUTIONAL PSEUDOWORDS)

**Esimerkki 2.2099**

Kilpirauhanen, joka erittää hormoneja vereen, kierrättää tuotteensa kaikkiin kehon kudoksiin, joissa ne ohjaavat elintärkeitä toimintoja jokaisessa solussa. Kilpirauhashormonin normaali määrä auttaa aivoja, sydäntä, suolistoa, lihaksia ja lisääntymisjärjestelmää toimimaan normaalisti. Kilpirauhashormonit ohjaavat kehon aineenvaihduntaa. Kilpirauhasen toiminnan poikkeavuudet liittyvät yleensä liian vähäiseen kilpirauhashormonin tuotantoon (kilpirauhasen vajaatoiminta) tai liian suureen kilpirauhashormonin tuotantoon (kilpirauhasen liikatoiminta). Siksi näiden sairauksien oikea diagnoosi on erittäin tärkeä aihe. Tässä tutkimuksessa esitellään Linguistic Hedges NeuralFuzzy Classifier with Selected Features (LHNFCSF) kilpirauhassairauksien diagnosointia varten. Tämän järjestelmän suorituskyvyn arviointi arvioidaan käyttämällä luokittelutarkkuutta ja k-kertaista ristiinvalidointia. Tulokset osoittivat, että luokittelutarkkuus ilman ominaisuuksien valintaa oli 98,6047 % ja 97,6744 % harjoittelu- ja testausvaiheessa, ja RMSE oli 0,02335. Ominaisuuksien valinta-algoritmin soveltamisen jälkeen LHNFCSF saavutti 100 prosenttia kaikkien klusterikokojen osalta koulutusvaiheen aikana. Testausvaiheessa LHNFCSF saavutti kuitenkin 88,3721 % käyttämällä yhtä klusteria kullekin luokalle, 90,6977 % käyttämällä kahta klusteria, 91,8605 % käyttämällä kolmea klusteria ja 97,6744 % käyttämällä neljää klusteria kullekin luokalle ja 12 sumeaa sääntöä. Saavutettu luokittelutarkkuus oli erittäin lupaava verrattuna muihin kirjallisuudessa esiintyviin luokittelusovelluksiin tätä ongelmaa varten.

**Tulos**

Neuraalisiin sumeisiin sääntöihin perustuva asiantuntijajärjestelmä kilpirauhassairauksien diagnosointiin

**Esimerkki 2.2100**

SMT-ongelmien (Satisfiability Modulo Theories) ratkaisemiseen on jo olemassa melko paljon työkaluja. Tässä artikkelissa esittelemme VolCE:n, työkalun SMT-rajoitusten ratkaisujen laskemiseen eli toisin sanoen ratkaisuavaruuden tilavuuden laskemiseen. Sen syötteenä on lähinnä joukko lineaaristen rajoitusten Boolen yhdistelmiä, joissa numeeriset muuttujat ovat joko kaikki kokonaislukuja tai kaikki reaalilukuja ja jokainen muuttuja on rajattu. Työkalu laajentaa SMT-ratkaisua kokonaisratkaisujen laskemisella ja tilavuuden laskemisella/arvioinnilla koverille polytoopeille. Työkalussa käytetään tehokkaita heuristiikkoja, joiden avulla työkalu pystyy käsittelemään tehokkaasti ja täsmällisesti suuriulotteisia ongelmatapauksia.

**Tulos**

Työkalu SMT(LA)-rajoitteiden ratkaisuavaruuden tilavuuden laskemiseen ja arviointiin.

**Esimerkki 2.2101**

Visuaalinen esitys on ratkaisevan tärkeää visuaalisen seurantamenetelmän suorituskyvyn kannalta. Tavallisesti visuaalisessa seurannassa käytetyt visuaaliset esitykset perustuvat käsin laadittuihin tietokonenäön kuvaajiin. Nämä kuvaajat on kehitetty yleisluonteisesti ottamatta huomioon seurantakohtaista tietoa. Tässä artikkelissa ehdotamme, että seuratuista peräkkäisistä kuvalaikuista opitaan kompleksiarvoisia muuttumattomia representaatioita vahvan ajallisen hitausrajoituksen ja pinottujen konvoluutioautokooderien avulla. Syvät hitaat paikalliset representaatiot opitaan offline-tilassa merkitsemättömästä datasta ja siirretään ehdotetun seurantalaitteen havaintomalliin. Ehdotettu havainnointimalli säilyttää vanhat harjoitusnäytteet ajelehtimisen lieventämiseksi ja kerää negatiivisia näytteitä, jotka ovat kohteen liikemallin kanssa johdonmukaisia, jotta seuranta olisi paremmin erottelevaa. Opitun esityksen ja online-harjoitusnäytteiden avulla otetaan käyttöön logistinen regressioluokittelija, joka erottaa kohteen taustasta ja jota koulutetaan uudelleen online, jotta se voi mukautua ulkonäön muutoksiin. Tämän jälkeen havainnointimalli integroidaan hiukkassuodatinkehykseen visuaalisen seurannan suorittamiseksi. Kokeelliset tulokset erilaisilla haastavilla vertailukohtauksilla osoittavat, että ehdotettu jäljitin toimii hyvin verrattuna useisiin uusimpiin jäljittimiin.

**Tulos**

Syvän invariantin representaation itseopiskelu visuaalista seurantaa varten ajallisen hitausperiaatteen avulla

**Esimerkki 2.2102**

\*Kirjeenvaihto: aljadda@uga.edu 1Department of Computer Science, University of Georgia, Athens,GA, USA Täydellinen luettelo kirjoittajista on saatavilla artikkelin lopussa †Equal contributor Tiivistelmä Probabilistic Graphical Models (PGM) ovat erittäin hyödyllisiä koneoppimisen ja tiedonlouhinnan aloilla. Näiden mallien ratkaiseva rajoitus on kuitenkin skaalautuvuus. Bayesin verkko, joka on yksi yleisimmistä koneoppimisessa ja tiedonlouhinnassa käytetyistä PGM-malleista, osoittaa tämän rajoituksen, kun harjoitusaineisto koostuu satunnaismuuttujista, joista jokaisella on suuri joukko mahdollisia arvoja. Big data -aikakaudella odotetaan uusia laajennuksia nykyisiin PGM-menetelmiin, jotta voidaan käsitellä tietokoneiden, antureiden ja muiden elektronisten laitteiden nykyään tuottamaa valtavaa tietomäärää. Hierarkkisessa datassa, joka on järjestetty puumaiseen rakenteeseen, jossa on useita tasoja, on odotettavissa satoja tuhansia tai miljoonia arvoja, jotka on jaettu jo pienellekin määrälle tasoja. Kun tällaisia hierarkkisia tietoja mallinnetaan suurissa tietokokonaisuuksissa, Bayes-verkot eivät enää sovellu todennäköisyysjakaumien esittämiseen. Tässä artikkelissa esitellään Bayesin verkkojen laajennus, jolla voidaan käsitellä massiivisia hierarkkisia datajoukkoja kohtuullisessa ajassa ja tilassa. Ehdotetulla mallilla saavutetaan täydellinen tarkkuus (1,0) ja korkea palautusprosentti (0,93), kun sitä käytetään monimerkkiluokittimena massaspektrometriatietojen merkinnöissä. CareerBuilder.com-sivuston toimittamassa 1,5 miljardin hakulokin aineistossa malli pystyi ennustamaan hakusanojen välisiä latentteja semanttisia suhteita jopa 0,80 prosentin tarkkuudella.

**Tulos**

Massiivisen hierarkkisen datan louhinta skaalautuvan todennäköisyysgrafiikkamallin avulla

**Esimerkki 2.2103**

Havainnoitavat operaattorimallit (OOM-mallit) ja niihin liittyvät mallit ovat yksi tärkeimmistä ja tehokkaimmista välineistä stokastisten järjestelmien mallintamisessa ja analysoinnissa. Niillä voidaan kuvata tarkasti äärellisten järjestelmien dynamiikkaa, ja ne voidaan oppia tehokkaasti datasta momenttipohjaisilla algoritmeilla. Lähes kaikki OOM-oppimisalgoritmit on kehitetty olettaen, että tiedot ovat tasapainossa, mitä on hyvin vaikea taata todellisessa elämässä, erityisesti monimutkaisissa prosesseissa, joilla on suuret aikaskaalat. Tässä artikkelissa johdetaan OOM:ien oppimisalgoritmi, joka ei ole tasapainossa ja jolla voidaan tehokkaasti poimia järjestelmän tasapainodynamiikka tasapainottomasta havaintodatasta. Lisäksi ehdotamme binless OOM:ia, jotta tasapainotonta oppimista voidaan soveltaa jatkuva-arvoisiin järjestelmiin. Verrattuna muihin jatkuvilla havainnoilla toimiviin OOM-menetelmiin binless OOM-menetelmillä voidaan saavuttaa johdonmukainen estimointi tasapainottomasta datasta vain lineaarisella laskennallisella monimutkaisuudella.

**Tulos**

Dynaamisten järjestelmien spektrioppiminen ei-tasapainotiedoista∗ \*.

**Esimerkki 2.2104**

Kyvyllä jäljitellä ihmisen käsityksiä semanttisesta etäisyydestä on laajalti sovelluksia. Jotkin mittarit perustuvat vain raakatekstiin (distributiiviset mittarit) ja jotkin tietolähteisiin, kuten WordNetiin. Vaikka WordNet-pohjaisia mittareita on vertailtu laajoissa tutkimuksissa ihmisten arvioihin, distributiivisten mittareiden käyttöön semanttisen etäisyyden arvioinnissa on kiinnitetty vain vähän huomiota. Vaikka ne ovat perinteisesti suoriutuneet huonosti WordNet-pohjaisiin mittareihin verrattuna, niillä on tiettyjä ainutlaatuisen houkuttelevia ominaisuuksia, kuten niiden sovellettavuus resurssiköyhissä kielissä ja niiden kyky jäljitellä sekä semanttista samankaltaisuutta että semanttista sukulaisuutta. Siksi tässä asiakirjassa esitetään yksityiskohtainen tutkimus distributiivisista mittareista. Erityistä huomiota kiinnitetään sekä WordNet-pohjaisten että distributiivisten mittausten vahvuuksien ja rajoitusten selvittämiseen sekä siihen, miten distributiiviset etäisyysmittaukset voidaan sovittaa paremmin yhteen ihmisten käsitysten kanssa semanttisesta etäisyydestä. Lopuksi käsitellään lyhyesti viimeaikaista työtä hybridimittojen parissa.

**Tulos**

Semanttisen etäisyyden jakaumamitat: A Survey

**Esimerkki 2.2105**

Akustiset mallit, joissa käytetään todennäköisyyspohjaista lineaarista diskriminaatioanalyysiä (PLDA), kaappaavat ominaisvektoreiden sisällä olevat korrelaatiot käyttämällä aliavaruuksia, jotka eivät laajenna mallia merkittävästi. Näin voidaan käyttää korkea-ulotteisia ja korreloituneita ominaisuusavaruuksia ilman, että tarvitaan useiden korkea-ulotteisten kovarianssimatriisien estimointia. Tässä kirjeessä laajennamme hiljattain esiteltyä PLDA-sekoitusmallia puheentunnistusta varten sidotulla PLDA-lähestymistavalla, jolla pystytään paremmin hallitsemaan mallin kokoa ylisovittamisen välttämiseksi. Suoritimme kokeita Switchboard-korpuksen avulla sekä mel-taajuuskeptraalikertoimen ominaisuuksilla että syvästä neuroverkosta johdetulla pullonkaulaominaisuudella. Sanojen virhetasoa saatiin alennettua käyttämällä sidottua PLDA:ta verrattuna PLDA-seosmalliin, aliavaruus-Gaussin seosmalleihin ja syviin neuroverkkoihin.

**Tulos**

Sidottu todennäköisyyteen perustuva lineaarinen diskriminaatioanalyysi puheentunnistusta varten

**Esimerkki 2.2106**

Kuvailemme menetelmiä, joilla hallitaan niiden tietojen monimutkaisuutta, joita näytetään henkilöille, jotka ovat vastuussa tärkeiden ja aikakriittisten päätösten tekemisestä. Tekniikat tarjoavat välineitä käyttäjälle näytettävien tietojen konfiguraation ja määrän reaaliaikaiseen hallintaan sekä menetelmän joustavien ihmis-tietokone-käyttöliittymien suunnitteluun monitorointisovelluksia varten. Määriteltyämme näyttämiseen liittyvien päätöksenteko-ongelmien prototyyppisen joukon esittelemme paljastetun informaation odotusarvon (EVRI) ja siihen liittyvän näytetyn informaation odotusarvon (EVDI) . Kuvaamme, miten näitä mittareita voidaan käyttää monimutkaisten järjestelmien valvontaan käytettävien tietokonenäyttöjen parantamiseen. Esityksen päätteeksi kerromme tuloksista, joita olemme saavuttaneet päätöksentekoteoreettisen näytönohjauksen käyttämisessä aikakriittisessä valvontasovelluksessa NASA:n lennonvalvontakeskuksessa Houstonissa.

**Tulos**

Tietojen näyttäminen aikakriittistä päätöksentekoa varten

**Esimerkki 2.2107**

Koneellista oppimista käytetään yhä useammin turvallisuuden kannalta kriittisissä sovelluksissa, kuten autonomisessa ajamisessa, kasvojentunnistuksessa ja haittaohjelmien havaitsemisessa. Useimpia oppimismenetelmiä ei kuitenkaan ole suunniteltu turvallisuutta silmällä pitäen, joten ne ovat alttiita erityyppisille hyökkäyksille. Tämä ongelma on motivoinut konekielisen oppimisen tutkimusalaa, joka käsittelee oppimismenetelmien hyökkäämistä ja puolustamista. Samaan aikaan eräällä toisella tutkimuslinjalla on käsitelty hyvin samankaltaista ongelmaa: digitaalisissa vesileimoissa signaaliin upotetaan tietoa vastustajan läsnä ollessa. Tämän seurauksena tällä tutkimusalalla on myös tutkittu laajasti tekniikoita, joilla vesileimamenetelmiä vastaan voidaan hyökätä ja puolustautua. Nämä kaksi tutkimusyhteisöä ovat tähän mennessä työskennelleet rinnakkain ja kehittäneet huomaamatta samanlaisia hyökkäys- ja puolustusstrategioita. Tämä artikkeli on ensimmäinen yritys saattaa nämä yhteisöt yhteen. Tätä varten esitämme yhtenäisen notaation koneoppimisen ja vesileimojen mustan laatikon hyökkäyksille, joka paljastaa molempien asetelmien samankaltaisuuden. Osoittaaksemme tämän yhtenäisen näkemyksen tehokkuuden sovellamme vesileimojen käsitteitä koneoppimiseen ja päinvastoin. Osoitamme, että vesileimojen torjuntatoimenpiteillä voidaan lieventää viimeaikaisia mallien louhintahyökkäyksiä ja että vastaavasti koneoppimisen kovettamistekniikoilla voidaan torjua vesileimoihin kohdistuvia oraakkeli-hyökkäyksiä. Työmme tarjoaa käsitteellisen yhteyden kahden tutkimusalan välille ja avaa siten uusia suuntia sekä koneoppimisen että digitaalisten vesileimojen turvallisuuden parantamiseksi.

**Tulos**

Veljeskaksoset: Yhdistävät hyökkäykset koneoppimista ja digitaalista vesileimaa vastaan

**Esimerkki 2.2108**

Twitterin kaltaisten mikroblogialustojen käyttö kriisitilanteissa on yleistynyt. Tärkeämpää on, että katastrofien kohteeksi joutuneiden ihmisten levittämät tiedot sisältävät hyödyllistä tietoa, kuten ilmoituksia kadonneista ja löydetyistä henkilöistä, pyyntöjä kiireellisistä tarpeista jne. Nopeaa kriisinhallintaa varten humanitaariset järjestöt etsivät tilannetietoa ymmärtääkseen ja arvioidakseen kriisin vakavuuden. Tässä asiakirjassa esitellään uusi kehys, jonka avulla i) luodaan abstrakteja yhteenvetoja, jotka ovat hyödyllisiä tilannetietoisuutta varten, ja ii) kerätään alateemoja ja esitetään lyhyt informatiivinen yhteenveto kustakin aiheesta. Tiivistelmä luodaan kaksivaiheisella kehyksellä, jossa ensin poimitaan joukko tärkeitä twiittejä koko tietomäärästä ILP-pohjaisen optimointitekniikan avulla ja sen jälkeen noudatetaan sanagraafiin ja käsitetapahtumiin perustuvaa abstraktiivista tiivistämistekniikkaa lopullisen tiivistelmän tuottamiseksi. Kaikissa tehtävissä saavutetut korkeat tarkkuudet osoittavat ehdotetun kehyksen tehokkuuden.

**Tulos**

Tilannekohtaisen ja ajankohtaisen tiedon tiivistäminen kriisitilanteissa

**Esimerkki 2.2109**

Syväoppimisesta on tullut kaikkialle levinnyt teknologia, jolla parannetaan koneälyä. Suurin osa nykyisistä syväoppimismalleista on kuitenkin rakenteeltaan hyvin monimutkaisia, minkä vuoksi niitä on vaikea ottaa käyttöön mobiilialustoilla, joiden laskentateho on rajallinen. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta verkon tiivistämismenetelmää, dynaamista verkkoleikkausta, joka voi vähentää verkon monimutkaisuutta merkittävästi tekemällä yhteyden karsintaa lennossa. Toisin kuin aiemmat menetelmät, jotka suorittavat tämän tehtävän ahneella tavalla, me sisällytämme yhteyksien yhdistämisen asianmukaisesti koko prosessiin, jotta vältytään virheelliseltä karsinnalta ja tehdään siitä jatkuva verkon ylläpito. Menetelmämme tehokkuus todistetaan kokeellisesti. Menetelmämme voi ilman tarkkuuden menetystä tehokkaasti tiivistää LeNet-5:n ja AlexNetin parametrien määrää 108-kertaiseksi ja 17,7-kertaiseksi, mikä osoittaa, että se on huomattavasti parempi kuin viimeaikaiset karsintamenetelmät. Koodi asetetaan julkisesti saataville.

**Tulos**

Dynaaminen verkkoleikkaus tehokkaita DNN:iä varten

**Esimerkki 2.2110**

Neurokuva-analyysi edellyttää yleensä tuhansien tai jopa miljoonien muuttujien oppimista käyttäen vain rajallista määrää näytteitä. Tässä yhteydessä käytetään harvoja malleja, esimerkiksi lassoa, optimaalisten ominaisuuksien valitsemiseksi ja korkean diagnoositarkkuuden saavuttamiseksi. Lasso johtaa kuitenkin yleensä riippumattomiin epävakaisiin piirteisiin. Stabiilisuus, joka tarkoittaa tilastollisten tulosten toistettavuutta aineistoon ja malliin kohdistuvilla kohtuullisilla häiriöillä (Yu 2013), on tärkeä painopiste tilastotieteessä, erityisesti suurten dimensioiden analysoinnissa. Tässä artikkelissa tutkimme ei-negatiivista yleistettyä fuusioitua fuusioitua lassomallia vakaaseen piirteiden valintaan Alzheimerin taudin diagnosoinnissa. Harvuuden lisäksi mallimme sisältää kaksi tärkeää patologista prioria: leesiovokselien spatiaalisen koheesion sekä piirteiden ja tautilappujen välisen positiivisen korrelaation. Mallin optimoimiseksi ehdotamme tehokasta algoritmia osoittamalla uudenlaisen yhteyden kokonaisvariaation ja nopeiden verkkovirtausalgoritmien välillä kartiod dualiteetin avulla. Kokeet osoittavat, että ehdotettu ei-negatiivinen malli toimii paljon paremmin tutkittaessa tietojen luontaista rakennetta valitsemalla vakaita piirteitä verrattuna muihin uusimpiin tekniikoihin. Johdanto Neurokuva-analyysi on haastavaa, koska sen piirteiden dimensiot ovat suuria ja dataa on niukasti. Lasson (Tibshirani 1996) kaltaiset harvat mallit ovat saaneet suuren maineen tilastotieteessä ja koneoppimisessa, ja niitä on sovellettu tällaisten suurten dimensioiden analyysiin hyödyntämällä harvan datan ominaisuutta runsaan datan puuttuessa. Tärkeimpänä tuloksena on, että relevanttien muuttujien/ominaisuuksien automaattinen valinta tällaisella harvan muotoilun avulla tuottaa lupaavia tuloksia. Esimerkiksi artikkelissa (Liu, Zhang ja Shen 2012) lasso-mallia sovellettiin Alzheimerin taudin diagnosointiin, ja se osoitti parempaa suorituskykyä kuin tukivektorikone (SVM), joka on yksi aivokuvien luokittelun uusimmista tekniikoista. Tilastotieteessä tiedetään kuitenkin, että lasso ei aina anna tulkittavia tuloksia sen epävakauden vuoksi (Yu 2013). "Stabiilisuudella" tarkoitetaan tässä tilastollisten tulosten toistettavuutta, kun dataan kohdistuu kohtuullisia häiriöitä ja Copyright c © 2015, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (www.aaai.org). Kaikki oikeudet pidätetään. mallin. (Näihin häiriöihin kuuluvat usein käytetyt Jacknife, bootstrap ja ristiinvalidointi). Tämä lasso-mallin epävakaa käyttäytyminen on kriittinen korkea-ulotteisen datan analysoinnissa. Tästä johtuva ominaisuuksien valinnan toistamattomuus on erityisen epätoivottavaa neurokuva-analyysissä/diagnostiikassa. Toisin kuin rekisteröinnin ja luokittelun kaltaisissa ongelmissa, ominaisuuksien valinnan vakauskysymystä on kuitenkin tutkittu tällä alalla paljon vähemmän. Tässä artikkelissa ehdotamme mallia, jolla saadaan aikaan vakaampi ominaisuuksien valinta korkea-ulotteisista aivojen rakenteellisista magneettikuvauskuvista (sMRI). Ehdotetussa mallissa hyödynnetään harvuuden lisäksi kahta merkittävää patologista lisäprioria aivojen sMRI:ssä: (i) leesiovokselien spatiaalinen koheesio (fuusioehtojen avulla) ja (ii) piirteiden ja sairausmerkintöjen välinen positiivinen korrelaatio. Korrelaatioprioriteetti perustuu havaintoon, että monissa aivokuvien analyysiongelmissa (kuten Alzheimerin tauti, frontotemporaalinen dementia, kortikobasaalinen degeneraatio jne.) piirteiden ja sairausmerkintöjen välillä on vahva korrelaatio. Esimerkiksi Alzheimerin taudin harmaa aine on rappeutunut/atrofioitunut. Sen vuoksi harmaan aineen arvot (jotka osoittavat tilavuuden) korreloivat positiivisesti kognitiivisten pisteiden tai tautilappujen {-1,1} kanssa. Toisin sanoen, mitä vähemmän harmaata ainetta, sitä alhaisempi kognitiivinen pistemäärä. Näin ollen ehdotamme muuttujille ei-negatiivisia rajoitteita ennakkoarvion toteuttamiseksi ja nimeämme mallin "ei-negatiiviseksi Generalized Fused Lassoksi" (nGFL). Se laajentaa suosittua yleistettyä fuusioitua lassoa ja mahdollistaa tietojen luontaisen rakenteen tutkimisen valitsemalla vakaita piirteitä. Ominaisuuksien vakauden mittaamiseksi otamme käyttöön "Estimation Stability" -menetelmän, jota on hiljattain ehdotettu (Yu 2013), ja (monijoukkoisen) Dice-kertoimen (Dice 1945). Kokeet osoittavat, että nykyisiin malleihin verrattuna mallimme valitsee paljon vakaammat (ja patologisen etukäteiskonsistentit) vokselit. On syytä mainita, että ei-negatiivisuus sinänsä on erittäin tärkeä prior monissa käytännön ongelmissa, esim. (Lee ja Seung 1999). Vaikka nGFL:ää ehdotetaan tässä työssä AD-diagnoosin ratkaisemiseksi, mallia voidaan soveltaa yleisempiin ongelmiin. Näiden prioreiden sisällyttäminen tekee ongelmasta uudenlaisen lasson tai yleistetyn fuusioidun lasson suhteen optimoinnin näkökulmasta. Vaikka optimoinnin ratkaisemiseen voidaan soveltaa valmiita konveksisia ratkaisijoita, kuten CVX:ää (Grant ja Boyd 2013), se tuskin skaalautuu korkea-ulotteisiin ongelmiin toteutettavassa ajassa. Tässä yhteydessä ehdotamme tehokasta algoar X iv :1 50 3. 07 50 8v 1 [ cs .L G ] 2 5 M ar 2 01 5 rithmia, joka ratkaisee nGFL-ongelman tarkasti. Yleistämme proksimaalisen gradientin menetelmiä (kuten FISTA) (Beck ja Teboulle 2009) rajoitetun optimointimme ratkaisemiseksi ja todistamme sen konvergenssin. Tämän jälkeen osoitamme, että käyttämällä elementtiviisasta jälkikäsittelyä tuloksena saatu proksimaalinen operaattori voidaan pelkistää kokonaisvariaatio-ongelmaan (TV). Tiedetään, että TV voidaan ratkaista parametrivirtausalgoritmeilla (Chambolle ja Darbon 2009; Xin et al. 2014). Tässä tutkimuksessa tarjoamme uudenlaisen ekvivalenssin kartiokaksoisuuden kautta, jonka avulla saamme minimaalisen kvadraattisen kustannuksen virtausmuotoilun (Hochbaum ja Hong 1995). Nopeat virtausalgoritmit (mukaan lukien parametrinen virtaus) ovat sen jälkeen helposti sovellettavissa. Käytännössä algoritmimme toimii satoja kertoja nopeammin kuin CVX samalla tarkkuudella, ja se voi skaalautua korkea-ulotteisiin ongelmiin. Aiheeseen liittyvä työ. Harvuuden lisäksi hyödynnetään taustalla olevia tietorakenteita ja otetaan käyttöön vahvempia prioreja, kuten strukturoitu harvuus (Jacob, Obozinski ja Vert 2009), mallin vakauden lisäämiseksi. Vokselipohjaisessa sMRI-tietojen analyysissä vokselien tai alarakenteiden käsityönä tehty ryhmittely ei kuitenkaan välttämättä ole yhteneväinen erilaisten patologisten topologiaprioreiden kanssa. Näin ollen ryhmälasso (päällekkäisyydellä) (Jacob, Obozinski ja Vert 2009; Jenatton ym. 2012; Rao ym. 2013) ei ole ihanteellinen malli ongelmaan. Sen sijaan graafipohjaiset strukturoidut harvat mallit sopeutuvat paremmin tällaiseen tilanteeseen. Suosituimpaan niistä viitataan tässä yhteydessä nimellä LapL1, joka ottaa käyttöön naapuruusmuuttujien eron l2-normin regularisoinnin (esim. (Ng ja Abugharbieh 2011; Grosenick et al. 2013)). Kuten kokeiluissa osoitamme, nämä mallit valitsevat kuitenkin paljon enemmän piirteitä kuin on tarpeen. Aivan hiljattain yleistettyä fuusioitua lassoa tai kokonaisvariaatiota on sovellettu menestyksekkäästi aivokuvien analyysiongelmiin l1-eron indusoimiseksi (Gramfort, Thirion ja Varoquaux 2013; Xin et al. 2014). Kokeissa osoitamme, että sisällyttämällä ylimääräinen ei-negatiivinen rajoitus, mallimme valitsemat piirteet ovat paljon vakaampia kuin tällaisten rajoittamattomien mallien. Eräässä hyvin tuoreessa työssä (Avants et al. 2014) tutkittiin myös tätä positiivista korrelaatiota (mikä tukee osittain oletustamme), mutta ongelman muotoilu oli aivan erilainen: siinä ei otettu huomioon rakenteellista oletusta eikä käsitelty ominaisuuksien valinnan vakautta. Optimoinnin näkökulmasta sovellettu kehys on samankaltainen kuin (Xin et al. 2014), mutta siinä on kaksi keskeistä eroa: (1) (Xin et al. 2014) sovellettu FISTA- ja soft-thresholding-prosessi eivät yleisty rajoitettuihin optimointiongelmiin, me näytämme tärkeitä muutoksia ja annamme teoreettisen todisteen; (2) ehdotamme uudenlaista ymmärrystä TV:n suhteesta virtausongelmiin koonisen dualiteetin kautta ja todistamme, että (Xin et al. 2014) miniminormipisteproblematiikka on kehyksemme erikoistapaus. Ehdotettu menetelmä Nonnegative Generalized Fused Lasso (n2GFL) Olkoon {(xi, yi)}i=1 joukko näytteitä, joissa xi ∈ R ja yi ∈ R ovat piirteitä ja merkintöjä. Vaikka esimerkiksi (Ng ja Abugharbieh 2011; Grosenick et al. 2013) käytetään eri nimiä, ne ovat itse asiassa pohjimmiltaan graafin Laplacian-silotusta. X ∈ Rd×N ja y ∈ R xi:n ja yi:n yhdistelmiä. Tällöin tarkastellaan muotoilua min β∈Rd l(β;X,y) + λ1 d ∑

**Tulos**

Aivojen sMRI:n vakaiden ominaisuuksien valinta

**Esimerkki 2.2111**

Paikallisten prosessimallien (Local Process Model, LPM) löytämisessä keskitytään sellaisten prosessimallien louhintaan, joissa kukin malli kuvaa tapahtumalokissa esitettyä käyttäytymistä vain osittain, eli mahdollisten tapahtumien osajoukot otetaan huomioon niin sanottujen paikallisten prosessimallien luomiseksi. Usein tällaiset pienemmät mallit tarjoavat arvokasta tietoa prosessin käyttäytymisestä, erityisesti silloin, kun ei ole olemassa riittävää ja ymmärrettävää yksittäistä kokonaisprosessimallia, joka pystyisi kuvaamaan prosessin jäljet alusta loppuun. LPM-menetelmän käytännön soveltamista haittaavat kuitenkin laskennalliset ongelmat, kun kyseessä ovat lokit, joissa on paljon toimintoja (ongelmia voi esiintyä jo silloin, kun toimintoja on yli 17). Tässä asiakirjassa tutkitaan kolmea heuristiikkaa, joiden avulla voidaan löytää sellaisia toimintojen osajoukkoja, jotka johtavat käyttökelpoisiin lokiprojektioihin, ja joiden tavoitteena on nopeuttaa LPM:n löytämistä huomattavasti ja löytää silti laadukkaita LPM:iä. Havaitsimme, että Markovin klusterointimenetelmä projektiojoukkojen luomiseksi parantaa suoritusaikaa eniten, ja löydetyt LPM:t ovat edelleen parempia kuin satunnaisesti luotujen, samankokoisten aktiviteettijoukkojen käyttö. Toinen log-entropiaan perustuva heuristiikka nopeuttaa toimintaa hieman, mutta mahdollistaa laadukkaampien LPM:ien löytämisen. Kolmas heuristiikka, joka perustuu suhteelliseen informaatiohyötyyn, toimii epävakaasti: joidenkin tietokokonaisuuksien osalta nopeus ja LPM:ien laatu ovat parempia kuin log-entropiaan perustuvalla menetelmällä, kun taas toisten tietokokonaisuuksien osalta nopeus ei ole lainkaan parempi.

**Tulos**

Heuristiset lähestymistavat paikallisten prosessimallien luomiseen lokiprojektioiden avulla

**Esimerkki 2.2112**

On tarkasteltu ordinaaliasteikolla annettujen tietojen ryhmittelyä päällekkäisten ryhmien olosuhteissa. On ehdotettu käytettäväksi lähestymistapaa, joka perustuu jäsenyys- ja todennäköisyysfunktioiden jakamiseen. Useat suoritetut kokeet osoittivat ehdotetun menetelmän tehokkuuden. Ehdotetulle menetelmälle on ominaista kestävyys poikkeavien arvojen suhteen, mikä johtuu tavasta, jolla arvot järjestetään jäsenyysfunktioita muodostettaessa.

**Tulos**

Ordinaaliasteikolla annettujen tietojen sumea klusterointi jäsenyys- ja todennäköisyysfunktioiden jakamisen perusteella

**Esimerkki 2.2113**

Tässä artikkelissa kuvaamme autonomista tarjousagenttiamme RoxyBotia, joka voitti vuoden 2006 kauppa-agenttikilpailun matkailuosaston kuvakilpailun. Korkealla tasolla monien menestyneiden kauppa-agenttien suunnittelu voidaan tiivistää seuraavasti: (i) hintojen ennustaminen: rakennetaan malli markkinahinnoista; ja (ii) optimointi: ratkaistaan likimain optimaalinen joukko tarjouksia tämän mallin perusteella. Ennustamista varten RoxyBot rakentaa stokastisen mallin markkinahinnoista simuloimalla samanaikaisia nousevia huutokauppoja. Optimoinnissa RoxyBot käyttää otoskeskiarvon approksimaatiomenetelmää, joka on stokastinen optimointitekniikka.

**Tulos**

RoxyBot-06: Stokastinen ennustaminen ja optimointi TAC-matkailussa

**Esimerkki 2.2114**

Henkilötiedon louhinta on tiibetiläisen tietograafin rakentamisen perusta, joka tukee tiibetiläistä kysymysten vastausjärjestelmää, tiedonhakua, tiedon louhintaa ja muita tutkimuksia sekä edistää kansallista yhtenäisyyttä ja sosiaalista vakautta. Tässä asiakirjassa ehdotetaan SVM- ja mallipohjaista lähestymistapaa tiibetiläisen henkilötiedon louhintaan. Rakennamme harjoituskorpuksen avulla mallit, jotka perustuvat tiibetiläisten syntaktisten, semanttisten piirteiden ja verbien matalaan jäsennysanalyysiin. Harjoituskorpuksen avulla suunnittelemme hierarkkisen SVM-luokittimen, jonka avulla voimme louhia henkilötietoa. Lopuksi kokeelliset tulokset osoittavat, että menetelmä parantaa tiibetiläisen henkilötiedon louhintaa.

**Tulos**

Tiibetiläisen henkilötiedon louhintamenetelmä

**Esimerkki 2.2115**

Yhä useammin tarvitaan automatisoitua tukea ihmisille, jotka valvovat hajautettujen, yhteistyössä toimivien agenttiryhmien (sekä ihmisten että koneiden) toimintaa. Kuvaamme tämän ongelman aiheuttamia toimialariippumattomia haasteita ja kuvaamme, miten toimialojen ominaisuudet vaikuttavat haasteisiin ja niiden ratkaisuihin. Keskitymme dynaamisiin, runsaasti tietoa sisältäviin alueisiin, joissa ihmiset ovat viime kädessä vastuussa tiimin käyttäytymisestä. Automaattisen apuvälineen pitäisi siis tukea vuorovaikutteisesti ihmisen tehokasta ja oikea-aikaista päätöksentekoa. Esitämme toimialariippumattoman luokittelun siitä, minkä tyyppisiä hälytyksiä suunnitelmapohjainen valvontajärjestelmä voi antaa käyttäjälle, ja kukin tyyppi vaatii yleensä erilaisia valvontatekniikoita. Kuvaamme valvontakehyksen, jonka avulla voidaan integroida monia toimiala- ja tehtäväkohtaisia valvontatekniikoita ja käyttää sitten hälytyksen arvon käsitettä käyttäjän ylikuormituksen välttämiseksi. Käytämme tätä kehystä kuvaamaan suorituksen valvontatapaa, jota olemme käyttäneet toteuttaja-avustajien (Execution Assistants, EA) toteuttamiseen kahdella erilaisella dynaamisella, tietorikkaalla, todellisella toimialueella ihmisen avustamiseksi joukkueen käyttäytymisen valvonnassa. Toisella alueella (armeijan pienyksiköiden operaatiot) on satoja liikkuvia, maantieteellisesti hajautettuja agentteja, jotka ovat yhdistelmä ihmisiä, robotteja ja ajoneuvoja. Toisella alalla (miehittämättömien maa- ja ilma-alusten ryhmät) on kourallinen yhteistyössä toimivia robotteja. Molemmilla aloilla on arvaamattomia vastustajia lähistöllä. Lähestymistapamme mukauttaa valvontakäyttäytymistä kunkin tehtävän, suunnitelman ja tilanteen sekä käyttäjän mieltymysten mukaan. EA:t hälyttävät ihmisohjaajan, kun raportoidut tapahtumat uhkaavat suunnitelman toteuttamista tai uhkaavat fyysisesti ryhmän jäseniä. Hälytykset tuotettiin ajoissa ilman, että käyttäjälle annettiin liikaa hälytyksiä (alle 10 prosenttia hälytyksistä oli ei-toivottuja, kuten toimialan asiantuntijat arvioivat).

**Tulos**

Agenttiryhmien interaktiivinen suorituksen seuranta

**Esimerkki 2.2116**

Tarkastelemme lineaarisia malleja stokastista dynamiikkaa varten. Mihin tahansa tällaiseen malliin voidaan liittää verkko (nimittäin suunnattu graafi), joka kuvaa, mitkä vapausasteet<lb> ovat vuorovaikutuksessa dynamiikan vaikutuksesta. Käsittelemme ongelmaa, joka koskee tällaisen verkon<lb>oppimista järjestelmän liikeradan havainnoinnista aikaväli T:n aikana.<lb> Analysoimme l1-säännöllistä pienimmän neliösumman algoritmia, ja asetelmassa, jossa<lb> taustalla oleva verkko on harva, todistamme suorituskykytakeet, jotka ovat yksikäsitteisiä näytteenottonopeuden suhteen, kunhan näytteenottonopeus on riittävän suuri. Tämä tulos vahvistaa hyvin määritellyn "aikakompleksisuuden" käsitteen verkko-<lb>ongelmalle. avainsanat: Gaussin prosessit, mallien valinta ja rakenteen oppiminen, graafiset mallit, harvuus<lb>ja ominaisuuksien valinta.

**Tulos**

Stokastisten differentiaaliyhtälöiden oppimisverkot

**Esimerkki 2.2117**

Rajoiteohjelmointimenetelmien (CP) tärkein etu peräkkäisten kuvioiden louhinnassa (SPM) on niiden modulaarisuus, johon sisältyy mahdollisuus lisätä uusia rajoitteita (säännöllisiä lausekkeita, pituusrajoituksia jne.). Tämänhetkinen paras CP-lähestymistapa SPM:ää varten käyttää globaalia rajoitusta (moduulia), joka laskee projisoidun tietokannan ja panee täytäntöön vähimmäistaajuuden; se tekee tämän PrefixSpan-menetelmän kaltaisella suodatusalgoritmilla. Tuloksena syntyvä järjestelmä ei kuitenkaan ole yhtä skaalautuva kuin jotkin edistyneimmistä louhintajärjestelmistä, kuten Zakin cSPADE. Osoitamme, miten käyttämällä sekä tiedonlouhinnan että CP:n tekniikoita voidaan käyttää yleistä rajoitusten ratkaisijaa ja silti päihittää nykyiset erikoistuneet järjestelmät. Tämä johtuu pääasiassa kahdesta parannuksesta moduulissa, joka laskee projisoidut taajuudet: ensinnäkin projisoidun tietokannan laskemista voidaan nopeuttaa laskemalla etukäteen ne kohdat, joissa symboli voi jäädä tukematta sekvenssissä, jolloin vältetään koko sekvenssin skannaaminen joka kerta, ja toiseksi ottamalla mallia CP-ratkaisijoissa käytetystä jäljittämisestä ja kehittämällä takaisinkytkentätietoinen tietorakenne, joka mahdollistaa nopean projisoidun tietokannan inkrementaalisen tallentamisen ja palauttamisen. Yksityiskohtaiset kokeet osoittavat, miten tämä lähestymistapa päihittää nykyiset CP-ratkaisut ja SPM:ään erikoistuneet järjestelmät ja että tehokkuuden kasvu näkyy suoraan tehokkuuden lisääntymisenä muissa ympäristöissä, kuten säännöllisillä lausekkeilla tapahtuvassa louhinnassa.

**Tulos**

Tehokas algoritmi tiheiden sekvenssien louhintaan rajoitusohjelmoinnilla

**Esimerkki 2.2118**

Nykyinen koneoppiminen on laskentaintensiivistä ja käsittelee suuria tietomääriä. Se toteutetaan hajautetusti näiden skaalautuvuusongelmien ratkaisemiseksi. Työ rinnakkaistetaan useisiin laskentasolmuihin. Yleensä on vaikea arvioida etukäteen, kuinka monta solmua kannattaa käyttää tiettyyn työmäärään. Ehdotamme yksinkertaista kehystä hajautettujen koneoppimisalgoritmien skaalautuvuuden arvioimiseksi. Mittaamme skaalautuvuutta algoritmin saavuttaman nopeutumisen avulla, kun solmuja on enemmän. Ehdotamme aikakompleksisuusmalleja gradienttilaskeutumiselle ja graafiselle malliinferenssille. Validoimme mallimme kokeilla, jotka koskevat syväoppimisen harjoittelua ja uskomusten etenemistä. Tätä kehystä käytettiin koneoppimisalgoritmien skaalautuvuuden tutkimiseen Apache Sparkissa.

**Tulos**

Hajautetun koneoppimisen skaalautuvuuden mallintaminen

**Esimerkki 2.2119**

Artikkelissa esitellään AND/OR-tärkeysotanta todennäköisyysgrafiikkamalleja varten. Toisin kuin tärkeysnäytteenotossa, AND/OR-merkitysnäytteenotossa näytteet tallennetaan välimuistiin AND/OR-avaruuteen ja sen jälkeen otetaan uusi näytekeskiarvo tallennetuista näytteistä. Todistamme, että AND/OR-merkityksellisyysnäytteenotolla voi olla pienempi varianssi kuin merkityksellisyysnäytteenotolla, ja näin annamme teoreettisen perustelun sille, että se on parempi kuin merkityksellisyysnäytteenotto. Empiirinen arviointi osoittaa, että AND/OR-merkitysotanta on monissa tapauksissa paljon tarkempi kuin merkitysotanta.

**Tulos**

AND/OR Tärkeysnäytteenotto

**Esimerkki 2.2120**

1990-luvun alussa kehitelty Experience Replay (ER) on osoittautunut menestyksekkääksi mekanismiksi, jonka avulla verkko-oppimisalgoritmit voivat käyttää aiempia kokemuksia uudelleen. Perinteisesti ER:ää voidaan soveltaa kaikkiin koneoppimisen paradigmoihin (eli valvomattomaan, valvottuun ja vahvistusoppimiseen). Viime aikoina ER on auttanut parantamaan syvän vahvistusoppimisen suorituskykyä. Sen soveltamista monissa käytännön tilanteissa rajoittaa kuitenkin edelleen ER:n muistivaatimukset, joita tarvitaan aiempien havaintojen tallentamiseen. Tämän ongelman korjaamiseksi tutkimme uutta lähestymistapaa, Online Contrastive Divergence with Generative Replay (OCDGR), jossa käytetään rajoitettujen Boltzmann-koneiden (Restricted Boltzmann Machines, RBM) generatiivista kykyä tallennettujen aiempien kokemusten sijaan. RBM koulutetaan verkossa, eikä järjestelmän tarvitse tallentaa havaittuja datapisteitä. Vertaamme OCDGR:ää ja ER:ää yhdeksällä todellisella tietokokonaisuudella ja tarkastelemme pahinta mahdollista skenaariota (datapisteet saapuvat lajiteltuna järjestyksessä) sekä realistisempaa skenaariota (peräkkäiset satunnaisjärjestyksessä olevat datapisteet). Tuloksemme osoittavat, että 64,28 prosentissa tapauksista OCDGR on parempi kuin ER, ja lopuissa 35,72 prosentissa se on lähes yhtä suorituskykyinen, mutta sen tilakompleksisuus (eli muistin käyttö) on huomattavasti pienempi ja aikakompleksisuus vertailukelpoinen.

**Tulos**

Online Contrastive Divergence with Generative Replay: Kokemuksen toistaminen ilman tietojen tallentamista

**Esimerkki 2.2121**

Kollektiivisessa päätöksenteossa, jossa äänestyssääntöä käytetään kollektiivisen päätöksen tekemiseen agenttiryhmän kesken, yhden tai useamman agentin suorittamaa manipulointia pidetään yleensä negatiivisena käyttäytymisenä, jota on vältettävä tai jonka suorittaminen on ainakin tehtävä agenttien kannalta laskennallisesti vaikeaksi. On kuitenkin tilanteita, joissa manipuloinnin rajoitettu muoto voi sen sijaan olla hyödyllistä. Tässä artikkelissa tarkastelemme useiden äänestyssääntöjen iteratiivista versiota, jossa jokaisessa vaiheessa yksi agentti saa manipuloida muuttamalla äänestyslippuaan rajoitettujen manipulointiliikkeiden joukon mukaisesti, jotka ovat laskennallisesti helppoja ja joiden suorittaminen vaatii vain vähän tietoa. Todistamme iteratiivisten äänestyssääntöjen konvergenssin, kun rajoitettu manipulointi sallitaan, ja esitämme kokeita, jotka osoittavat, että useimpien iteratiivisten äänestyssääntöjen Condorcet-tehokkuus on korkeampi kuin niiden ei-iteratiivisen version.

**Tulos**

Rajoitettu manipulointi iteratiivisessa äänestyksessä: Konvergenssi ja Condorcet-tehokkuus

**Esimerkki 2.2122**

Tässä asiakirjassa tutkitaan evoluutioalgoritmien ja erityisesti evoluutiostrategioiden soveltuvuutta erään hajoamisparametrin (ns. kappa-parametrin) arviointiin teräsbetonipalkkien leikkaussuunnittelua varten. Kyseessä on ongelma, jonka laskentakustannukset ovat kalliit ja jolla on suuri merkitys pilarien ja teräsbetonirakenteiden suunnittelussa, mutta jota ei kuitenkaan ole käsitelty laajasti nykyisessä kirjallisuudessa.

**Tulos**

"ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SIMULACIONES EN INGENIERÍA CIVIL."

**Esimerkki 2.2123**

Tässä artikkelissa luodaan yleiskatsaus SP-älykkyysteoriaan, jonka tavoitteena on yksinkertaistaa ja integroida tekoälyn, valtavirran tietojenkäsittelyn sekä ihmisen havaitsemisen ja kognition käsitteitä, ja yhdistävänä teemana on tiedon tiivistäminen. Se on suunniteltu aivojen kaltaiseksi järjestelmäksi, joka vastaanottaa "uutta" tietoa ja tallentaa osan tai kaiken siitä pakattuna "vanhana" tietona, ja se on toteutettu tietokonemallina, SP-koneen ensimmäisenä versiona. Keskeisiä ajatuksia ovat mallien yhteensovittaminen ja yhdistäminen sekä moninkertaisen kohdistamisen käsite. Järjestelmä muodostaa heurististen tekniikoiden avulla moninkertaisia linjauksia, jotka ovat "hyviä" tiedon pakkaamisen kannalta. Kullekin moninkertaiselle kohdistukselle voidaan laskea todennäköisyydet siihen liittyviä päätelmiä varten. Valvomaton oppiminen tapahtuu johtamalla uusia rakenteita kuvioiden osittaisista vastaavuuksista ja etsimällä heuristisesti joukoittain rakenteita, jotka ovat "hyviä" tiedon tiivistämisen kannalta. Nämä ovat yleensä sellaisia, jotka ihmiset arvioivat "luonnollisiksi" DONSVIC-periaatteen mukaisesti - luonnollisten rakenteiden löytäminen informaation tiivistämisen avulla. SP-teoria tarjoaa tulkinnan käsitteille ja ilmiöille useilla muilla aloilla, kuten tietojenkäsittelyssä, matematiikassa ja logiikassa, tiedon esittämisessä, luonnollisen kielen käsittelyssä, hahmontunnistuksessa, useissa päättelytavoissa, tiedon tallentamisessa ja hakemisessa, suunnittelussa ja ongelmanratkaisussa, tiedon pakkaamisessa, neurotieteessä sekä ihmisen havaitsemisessa ja kognitiossa. Esimerkkeinä voidaan mainita kielen jäsentäminen ja tuottaminen, jossa syntaksissa on epäjatkuvia riippuvuuksia, hahmontunnistus useilla abstraktiotasoilla ja ∗Nyt julkaistu nimellä The SP theory of intelligence: an overview (J G Wolff, Information, 4 (3), 283-341, 2013, doi:10.3390/info4030283). †Dr. Gerry Wolff, BA (Cantab), PhD (Wales), CEng, MBCS (CITP); CognitionResearch.org, Menai Bridge, UK; jgw@cognitionresearch.org; +44 (0) 1248 712962; +44 (0) 7746 290775; Skype: gerry.wolff; Web: www.cognitionresearch.org. 1 ar X iv :1 30 6. 38 88 v4 [ cs .A I] 7 J an 2 01 5 sen integrointi osa-kokonaisuus-suhteisiin, ei-monotoninen päättely ja päättely oletusarvojen kanssa, päättely Bayes-verkoissa, mukaan lukien "pois selittäminen", kausaalidiagnoosi ja geometrisen analogiaongelman ratkaiseminen.

**Tulos**

Älykkyyden SP-teoria: yleiskatsaus∗

**Esimerkki 2.2124**

Autonomisen vedenalaisen ajoneuvon (AUV) on saavutettava tietty autonomian aste kutakin vedenalaista tehtävää varten, jotta se voi täyttää tehtävän tavoitteet onnistuneesti ja varmistaa turvallisuutensa tehtävän kaikissa vaiheissa laajassa toimintaympäristössä. Tässä asiakirjassa esitellään uusi kombinatorinen konfliktivapaa tehtävänjakostrategia, joka koostuu paikallisen reittisuunnittelijan ja mukautuvan globaalin reittisuunnittelijan vuorovaikutteisesta sitoutumisesta. Menetelmä perustuu hiukkasparvioptimoinnin (Particle Swarm Optimization, PSO) algoritmin heuristiseen hakukykyyn, jonka avulla voidaan ratkaista reititys- ja tehtävänmääritysmenetelmän diskreetti luonne ja NP-vaikean reittisuunnitteluongelman monimutkaisuus. Ehdotettu hybridimenetelmä on erittäin tehokas reaktiivisen ohjauskehyksen osalta, joka takaa tehtävien onnistuneen suorittamisen erityisesti sekavissa ympäristöissä. Menetelmän suorituskyvyn tutkimiseksi tehtävän tuottavuuden, tehtävän ajanhallinnan ja ajoneuvon turvallisuuden kannalta tehdään joukko simulaatiotutkimuksia. Simulointien tulokset osoittavat, että ehdotettu menetelmä on luotettava ja vankka erityisesti epävarmuustekijöiden käsittelyssä ja että sillä voidaan merkittävästi parantaa ajoneuvon autonomian tasoa, koska se perustuu sen reaktiiviseen luonteeseen ja kykyyn tarjota nopeita toteuttamiskelpoisia ratkaisuja. Avainsanat-Autonomiset vedenalaiset ajoneuvot, reittisuunnittelu, reittisuunnittelu, autonomia, evolutiivinen optimointi.

**Tulos**

Kohti tehokasta tehtävänjakoa ja liikesuunnittelua laajamittaisessa vedenalaisessa tehtävässä

**Esimerkki 2.2125**

Tarkastelemme moniulotteista hakuongelmaa, jonka taustalla ovat kontekstisidonnaisen päätöksenteon kysymykset, kuten dynaaminen hinnoittelu ja yksilöllinen lääketiede. Luonto valitsee tilan d-ulotteisesta yksikköpallosta ja luo sitten d-ulotteisten suuntien sarjan. Meille annetaan pääsy suuntiin, mutta ei pääsyä tilaan. Kun olemme saaneet suunnan, meidän on arvattava tilan ja suunnan välisen pistetuoton arvo. Tavoitteenamme on minimoida niiden kertojen määrä, jolloin arvauksemme on yli ǫ:n päässä oikeasta vastauksesta. Rakennamme polynomiaikaisen algoritmin, jota kutsumme nimellä Projected Volume, joka saavuttaa katumuksen O(d log(d/ǫ)), joka on optimaalinen log d -kerrointa myöten. Algoritmi yhdistää tilavuuden leikkausstrategian ja uuden geometrisen tekniikan, jota kutsumme sylinteröinniksi.

**Tulos**

Moniulotteinen binäärihaku kontekstuaalista päätöksentekoa varten

**Esimerkki 2.2126**

Re-scale boosting (RBoosting) on boostingin muunnos, jolla voidaan parantaa boosting-oppimisen yleistettävyyttä. RBoostingin keskeinen piirre on kutistumisasteen käyttöönotto ensemble-estimaatin uudelleenskaalaamiseksi jokaisessa gradientti-laskeutumisvaiheessa. Näin ollen kutistumisaste määrittää RBoostingin suorituskyvyn. Tämän asiakirjan tavoitteena on kehittää konkreettinen analyysi siitä, miten kutistumisaste määritetään L2-RBoostingissa. Ehdotamme kahta toteuttamiskelpoista tapaa valita kutistumisaste. Ensimmäinen on kutistumisasteen parametrisointi ja toinen on datapohjaisen lähestymistavan kehittäminen. Kun kutistumisasteen merkitys L2-RBoosting-oppimisessa on analysoitu tarkasti, vertailemme ehdotettujen menetelmien hyviä ja huonoja puolia. Huomaamme, että vaikka näillä lähestymistavoilla voidaan saavuttaa samat oppimisnopeudet, parametrisoidun lähestymistavan lopullisen estimaatin rakenne on parempi, mikä johtaa joskus parempaan yleistämiskykyyn, kun näytteiden määrä on rajallinen. Tämän vuoksi suosittelemme L2RBoostingin kutistumisasteen parametrisointia. Tätä varten esitämme kutistumisasteen adaptiivisen parametrienvalintastrategian ja todennamme sen toteutettavuuden sekä teoreettisen analyysin että numeerisen todentamisen avulla. Saadut tulokset parantavat RBoostingin ymmärtämistä ja antavat edelleen ohjeita siitä, miten L2-RBoostingia voidaan käyttää regressiotehtävissä.

**Tulos**

Kutistumisaste L2-re-asteikollisessa regression tehostamisessa (boosting)

**Esimerkki 2.2127**

Tässä artikkelissa käsitellään vaikutusdiagrammin (ID) arvioinnin vähentämistä Bayes-verkon (BN) päättelyongelmiksi. Tällainen pelkistäminen on mielenkiintoista, koska sen avulla voidaan helposti käyttää omaa suosikkialgoritmia BN-ulkoistukseen ID:iden tehokkaaseen arviointiin. Aiemmin on ehdotettu kahta tällaista redusointimenetelmää (Cooper 1988, Shachter ja Peot 1992). Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta menetelmää. Uuden menetelmän aiheuttamat BN-inferenssiongelmat ovat paljon helpommin ratkaistavissa kuin kahden edellisen menetelmän aiheuttamat.

**Tulos**

Todennäköisyyteen perustuva päättely vaikutuskaavioissa

**Esimerkki 2.2128**

Maximum Inner Product Search (MIPS) on tärkeä tehtävä monissa koneoppimissovelluksissa, kuten suosittelujärjestelmän matalarivisen matriisitekijämallin ennustusvaiheessa. Viime aikoina on tehty joitakin töitä siitä, miten MIPS voidaan suorittaa alalinjaisessa ajassa. Useimmissa niistä ei kuitenkaan pystytä joustavasti hallitsemaan haun tehokkuuden ja haun laadun välistä kompromissia. Tässä artikkelissa tutkimme MIPS-ongelmaa laskennallisen budjetin kanssa. Tutkimalla huolellisesti MIPS:n ongelman rakennetta kehitämme uudenlaisen Greedy-MIPS-algoritmin, joka voi käsitellä budjetoitua MIPS:ää suunnittelun ansiosta. Greedy-MIPS on yksinkertainen ja intuitiivinen, mutta sen suorituskyky on yllättävän ylivoimainen verrattuna uusimpiin lähestymistapoihin. Esimerkkinä voidaan mainita, että kun ehdokkaiden joukossa on puoli miljoonaa vektoria, joiden ulottuvuus on 200, Greedy-MIPS toimii 200 kertaa nopeammin kuin naiivi lähestymistapa ja tuottaa hakutuloksia, joiden top-5-tarkkuus on yli 75 prosenttia.

**Tulos**

Ahne lähestymistapa budjetoituun maksimaalisen sisäisen tuotteen etsintään (Budgeted Maximum Inner Product Search)

**Esimerkki 2.2129**

Kombinatorinen stokastinen semibandit-ongelma on klassisen monikätisen bandit-ongelman laajennus, jossa algoritmi vetää useampaa kuin yhtä kättä kussakin vaiheessa ja kaikkien vedettyjen käsien palkkiot paljastetaan. Erona yhden käsivarren muunnelmaan on se, että käsivarsien riippuvuusrakenne on ratkaiseva. Aiemmissa tätä asetelmaa koskevissa töissä on joko käytetty pahimman tapauksen lähestymistapaa tai edellytetty käsien riippumattomuutta. Esittelemme tavan kvantifioida ongelman riippuvuusrakenne ja suunnittelemme algoritmin, joka mukautuu siihen. Algoritmi perustuu lineaariseen regressioon, ja analyysissä kehitetään lineaarisen banditin kirjallisuuden tekniikoita. Vertailemalla sen suorituskykyä uuteen alarajaan osoitamme, että se on optimaalinen, kunnes vedettyjen varsien määrä on polylogaritminen.

**Tulos**

Kombinatorinen semi-bandit, jonka kovarianssi tunnetaan

**Esimerkki 2.2130**

Tässä artikkelissa esitellään uusi arkkitehtuuri ihmisen asennon arviointia varten, jossa käytetään monikerroksista konvoluutioverkkoarkkitehtuuria ja muunnettua oppimistekniikkaa, joka oppii matalan tason ominaisuuksia ja korkeamman tason heikon tilamallin. Rajoittamaton ihmisen asennon estimointi on yksi tietokonenäön vaikeimmista ongelmista, ja uusi arkkitehtuurimme ja oppimissuunnitelmamme parantavat nykyistä tekniikan tasoa. Tämän artikkelin tärkein anti on osoittaa ensimmäistä kertaa, että erityinen syväoppimisen muunnelma pystyy vastaamaan nykyisten perinteisten arkkitehtuurien suorituskykyyn ja monissa tapauksissa jopa ylittämään ne tässä tehtävässä. Artikkelissa käsitellään myös useita vaihtoehtoja tutkittaessa saatuja kokemuksia, erityisesti sitä, että on mahdollista oppia vahvoja matalan tason piirteiden tunnistimia alueille, jotka saattavat kattaa vain muutaman pikselin kuvassa. Korkeamman tason paikkatietomallit parantavat jonkin verran kokonaistulosta, mutta paljon odotettua vähemmän. Monet tutkijat ovat aiemmin väittäneet, että kinemaattinen rakenne ja ylhäältä alaspäin suuntautuva tieto ovat ratkaisevia tällä alalla, mutta puhtaasti alhaalta ylöspäin suuntautuvalla ja heikolla spatiaalisella mallillamme parannamme muita monimutkaisempia arkkitehtuureja, jotka tuottavat tällä hetkellä parhaat tulokset. Tämä kaikuu siitä, mitä monet muut tutkijat, kuten puheentunnistuksen, esineiden tunnistuksen ja muiden alojen tutkijat, ovat kokeneet [26]. Kuva 1: Vihreä risti on uuden tekniikkamme ranteenpaikannin, punainen risti on huipputason CVPR13 MODEC-ilmaisin [38] FLIC-tietokannassa.

**Tulos**

Ihmisen asennon arvioinnin ominaisuuksien oppiminen konvoluutioverkkojen avulla

**Esimerkki 2.2131**

Tässä artikkelissa tutkitaan, miten suurista tekstikorpuksista louhittu kielitieto voi auttaa videoiden luonnollisen kielen kuvausten tuottamisessa. Tarkemmin sanottuna integroimme sekä neuraalisen kielimallin että suurilla tekstikorpuksilla koulutetun distributiivisen semantiikan tuoreeseen LSTM-pohjaiseen arkkitehtuuriin videokuvausta varten. Arvioimme lähestymistapaamme Youtuben videokokoelmalla sekä kahdella suurella elokuvien kuvaustietokannalla, jotka osoittavat, että kieliopillisuus paranee merkittävästi ja kuvauksen laatu vain hieman.

**Tulos**

LSTM-pohjaisen videokuvauksen parantaminen tekstistä louhitun kielitiedon avulla

**Esimerkki 2.2132**

Tuhansista vaarantuneista koneista koostuvat bottiverkot voivat aiheuttaa merkittäviä uhkia muille järjestelmille käynnistämällä DDoS-hyökkäyksiä (Distributed Denial of Service), näppäinlokituksia ja takaovia. Vastauksena näihin uhkiin tarvitaan uusia tehokkaita tekniikoita bottiverkkojen havaitsemiseksi. Tässä asiakirjassa olemme käyttäneet salakuuntelutekniikkaa seurataksemme Windows Application Programming Interface (API) -sovellusrajapinnan toimintojen kutsuja, joita viestintäsovellukset tekevät, ja tallentaaksemme nämä kutsut argumentteineen lokitiedostoihin. Algoritmimme havaitsee bottiverkot epänormaalin toiminnan seuraamisen perusteella korreloimalla eri isäntien lokitiedostojen kokomuutoksia. Avainsanat-IRC; DDoS; botit; bottiverkot; API-funktiokutsut.

**Tulos**

Botverkkojen havaitseminen lokien korrelaation avulla

**Esimerkki 2.2133**

Interlingvaalipohjaisen konekääntämisen (MT) tavoitteena on koodata useita kieliä yhteiseen kielelliseen esitykseen ja sen jälkeen purkaa tämän esityksen perusteella lauseita useilla kohdekielillä. Tässä työssä tarkastelemme tätä ajatusta neuraalisten koodaaja-dekooderiarkkitehtuurien yhteydessä, vaikkakin pienemmässä mittakaavassa ja ilman, että lopputavoitteena olisi MT. Tarkemmin sanottuna tarkastelemme tapausta, jossa on kolme kieltä tai modaliteettia X, Z ja Y ja jossa olemme kiinnostuneita tuottamaan Y:n sekvenssejä X:ssä saatavilla olevasta tiedosta. X:n ja Y:n välillä ei kuitenkaan ole saatavilla rinnakkaista harjoitusdataa, mutta X:n ja Z:n sekä Z:n ja Y:n välillä on saatavilla harjoitusdataa (kuten monissa reaalimaailman sovelluksissa usein tapahtuu). Z toimii siten nivelenä/siltana. Ilmeinen ratkaisu, joka ei ehkä ole yhtä tyylikäs mutta toimii käytännössä hyvin, on kouluttaa kaksivaiheinen malli, joka muuntaa ensin X:n Z:ksi ja sitten Z:n Y:ksi. Sen sijaan tutkimme kieltenvälisen ratkaisun, joka oppii yhdessä tekemään seuraavat toimet: i) koodaamaan X:n ja Z:n yhteiseen esitykseen ja ii) purkamaan Y:n tästä yhteisestä esityksestä. Arvioimme malliamme kahdessa tehtävässä: (i) sillan translitterointi ja (ii) sillan tekstitys. Raportoimme lupaavia tuloksia molemmissa sovelluksissa ja uskomme, että tämä on oikea askel kohti todella kieltenvälisiä koodaaja-dekooderiarkkitehtuureja.

**Tulos**

Korrelatiivinen kooderi-dekooderiarkkitehtuuri pivot-pohjaista sekvenssigeneraatiota varten

**Esimerkki 2.2134**

Argumenttiosien rajojen havaitseminen (ACBD) on tärkeä osatehtävä argumentaation louhinnassa; sen tarkoituksena on tunnistaa sanasekvenssit, jotka muodostavat argumenttiosat, ja sitä pidetään yleensä argumentaation louhintaprosessin ensimmäisenä osatehtävänä. Nykyiset ACBD-menetelmät ovat pitkälti riippuvaisia tehtäväkohtaisesta tiedosta ja vaativat huomattavia inhimillisiä ponnisteluja ominaisuuksien suunnittelussa. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi muotoilemme tässä työssä ACBD:n sekvenssien merkintäongelmaksi ja ehdotamme erilaisia toistuvaan neuroverkkoon (RNN) perustuvia menetelmiä, joissa ei käytetä muita alakohtaisia tai käsin kehitettyjä piirteitä kuin lauseen suhteellista sijaintia asiakirjassa. Erityisesti ehdotamme uutta yhteistä RNN-mallia, jolla voidaan ennustaa, ovatko lauseet argumentoivia vai eivät, ja käyttää ennustettuja tuloksia argumenttikomponenttien rajojen tarkempaan havaitsemiseen. Arvioimme tekniikkaamme kahdella korpuksella kahdesta eri genrestä; tulokset osoittavat, että yhteinen RNN-mallimme saavuttaa huippuluokan suorituskyvyn molemmissa aineistoissa.

**Tulos**

Yhteinen RNN-malli argumenttikomponenttien rajojen havaitsemiseen

**Esimerkki 2.2135**

Esittelemme kLogin, uudenlaisen lähestymistavan tilastolliseen relaatio-oppimiseen. Toisin kuin tavanomaiset lähestymistavat, kLog ei esitä suoraan todennäköisyysjakaumaa. Se on pikemminkin kieli, jonka avulla voidaan suorittaa kernel-pohjaista oppimista ilmaisuvoimaisilla loogisilla ja relaatiomuotoisilla esityksillä. kLogin avulla käyttäjät voivat määritellä oppimisongelmat deklaratiivisesti. Se perustuu yksinkertaisiin mutta tehokkaisiin käsitteisiin: oppiminen tulkinnoista, olio-/suhdetietojen mallintaminen, looginen ohjelmointi ja deduktiiviset tietokannat. Ytimen pääsy rikkaaseen esitykseen tapahtuu grafisoinniksi kutsumamme tekniikan avulla: relaatioesitys muutetaan ensin graafiksi - erityisesti perustelluksi olio-/suhdekuvaksi. Tämän jälkeen graafiytimen valinta määrittelee ominaisuusavaruuden. kLog tukee sekalaisia numeerisia ja symbolisia tietoja sekä taustatietoa Prolog- tai Datalog-ohjelmien muodossa, kuten induktiivisen logiikan ohjelmointijärjestelmissä. KLog-kehystä voidaan soveltaa samoihin tehtäviin, jotka ovat tehneet tilastollisesta relaatio-oppimisesta niin suosittua, kuten luokittelu, regressio, monitehtäväoppiminen ja kollektiivinen luokittelu. Raportoimme myös empiirisistä vertailuista, joista käy ilmi, että PF oli vieraileva professori KU Leuvenissa ja FC postdoctoral fellow KU Leuvenissa, kun tämä työ aloitettiin ∗ Vastaava kirjoittaja Sähköpostiosoitteet: p-f@dsi.unifi.it (Paolo Frasconi), costa@informatik.uni-freiburg.de (Fabrizio Costa), Luc.DeRaedt@cs.kuleuven.be (Luc De Raedt), Kurt.DeGrave@cs.kuleuven.be (Kurt De Grave) Preprint submitted to Artificial Intelligence 29. heinäkuuta 2014 ar X iv :1 20 5. 39 81 v5 [ cs .A I] 2 8 Ju l 2 01 4 että kLog voi olla joko tarkempi tai samalla tarkkuustasolla paljon nopeampi kuin Tilde ja Alchemy. kLog on GPLv3-lisensoitu, ja se on saatavana osoitteessa http://klog.dinfo.unifi.it yhdessä opetusohjelmien kanssa.

**Tulos**

kLog: Kieli loogiseen ja relationaaliseen oppimiseen ytimillä

**Esimerkki 2.2136**

Tässä työssä ehdotamme CLass-Enhanced Attentive Response (CLEAR) -lähestymistapaa, jonka avulla voidaan visualisoida ja ymmärtää syvien neuroverkkojen (DNN) tekemiä päätöksiä tietyn syötteen perusteella. CLEAR helpottaa DNN:ien tarkkaavaisuusalueiden ja kiinnostuksen tasojen visualisointia päätöksentekoprosessin aikana. Se mahdollistaa myös näihin tarkkaavaisiin kiinnostuksen alueisiin liittyvien hallitsevimpien luokkien visualisoinnin. Sellaisenaan CLEAR voi lieventää joitakin lämpökarttapohjaisten menetelmien puutteita, jotka liittyvät päätöksen epäselvyyteen, ja mahdollistaa paremman näkemyksen DNN:ien päätöksentekoprosessista. Kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset kokeet kolmessa eri tietokokonaisuudessa osoittavat CLEARin tehokkuuden DNN:ien sisäisen toiminnan ymmärtämisessä päätöksentekoprosessin aikana.

**Tulos**

Selittämättömän selittäminen: CLass-Enhanced Attentive Response (CLEAR) -lähestymistapa syvien hermoverkkojen ymmärtämiseen.

**Esimerkki 2.2137**

Leksikaaliset piirteet ovat tärkein tietolähde nykyaikaisissa coreference resolvereissa. Leksikaaliset piirteet mallintavat epäsuorasti joitakin kielellisiä ilmiöitä hienojakoisella tasolla. Ne ovat erityisen käyttökelpoisia mainintojen kontekstin esittämisessä. Tässä artikkelissa tutkimme erästä haittaa, joka liittyy monien leksikaalisten piirteiden käyttöön nykyaikaisissa coreference resolvers -ohjelmissa. Osoitamme, että jos coreference resolverit perustuvat pääasiassa leksikaalisiin piirteisiin, ne tuskin pystyvät yleistymään tuntemattomiin alueisiin. Lisäksi osoitamme, että nykyisessä ydinviittausten ratkaisun arvioinnissa on selviä puutteita, koska sitä arvioidaan vain tietyn tietokokonaisuuden tietyllä osalla, jossa harjoitus-, kehitys- ja testijoukkojen välillä on huomattavaa päällekkäisyyttä.

**Tulos**

Leksikaaliset piirteet ydinviittausten ratkaisemisessa: Käytettävä varoen

**Esimerkki 2.2138**

Tässä artikkelissa ehdotetaan syväpoistavaa automaattista koodaustekniikkaa, jonka avulla voidaan poimia parempia akustisia piirteitä puhesynteesiä varten. Tekniikan avulla voidaan automaattisesti poimia matalaulotteisia piirteitä korkea-ulotteisista spektripiirteistä epälineaarisella, dataan perustuvalla, valvomattomalla tavalla. Vertailimme uutta stokastista piirteiden poimintaohjelmaa perinteiseen mel-keptraalianalyysiin synteettisessä analyysissä ja tekstistä puheeksi -kokeissa. Tuloksemme vahvistavat, että ehdotettu menetelmä parantaa synteettisen puheen laatua molemmissa kokeissa.

**Tulos**

SYVÄ ÄÄNENVAIMENNUKSEN AUTOMAATTINEN KOODERI TILASTOLLISTA PUHESYNTEESIÄ VARTEN

**Esimerkki 2.2139**

Tässä artikkelissa ehdotetaan uutta lähestymistapaa relaatioiden poimimiseen vapaasta tekstistä, joka on koulutettu käyttämään yhdessä tekstistä ja olemassa olevasta tiedosta saatavaa tietoa. Mallimme perustuu kahteen pisteytysfunktioon, jotka toimivat oppimalla matalaulotteisia sanojen sekä entiteettien ja suhteiden upotuksia tietopohjasta. Osoitamme empiirisesti New York Timesin artikkeleilla, jotka on sovitettu yhteen Freebase-suhteiden kanssa, että lähestymistapamme pystyy tehokkaasti hyödyntämään Freebase-tiedon suuren osajoukon (4 miljoonaa entiteettiä, 23 000 suhdetta) tarjoamaa lisätietoa ja parantamaan nykyisiä menetelmiä, jotka perustuvat pelkkiin tekstin ominaisuuksiin.

**Tulos**

Kielen ja tietämyskantojen yhdistäminen sulauttamismallien avulla suhteiden louhintaa varten

**Esimerkki 2.2140**

Tämän artikkelin tavoitteena on osoittaa, että ominaisuuksien sovittaminen α-stabiiliin jakaumaan on kiinnostavaa epätäydellisen datan luokittelemiseksi. Valvottu hahmontunnistus perustuu siis jatkuvien uskomusfunktioiden teoriaan, joka on tapa ottaa huomioon datan epätarkkuus ja epävarmuus. Ominaisuuksien jakaumien oletetaan olevan unimodaalisia ja estimoituja yhdellä Gaussin ja α-stabiililla mallilla. Kokeellisia tuloksia saadaan ensin synteettisestä datasta yhdistämällä kaksi yhden ulottuvuuden piirrettä ja tarkastelemalla kahden piirteen vektoria. Massafunktiot lasketaan uskottavuusfunktioista käyttämällä Bayesin yleistettyä teoreemaa. Samaa tutkimusta sovelletaan kolmen merenpohjatyypin (kallio, siltti ja hiekka) automaattiseen luokitteluun, jossa käytetään yksisäteilevällä kaikuluotaimella kerättyjä piirteitä. Arvioimme α-stabiilin mallin ja Gaussin mallin laatua analysoimalla laadullisia tuloksia Kolmogorov-Smirnovin testin (K-S-testi) avulla ja määrällisiä tuloksia luokitusasteiden avulla. Uskomusluokittelijan suorituskykyä verrataan Bayesin lähestymistapaan.

**Tulos**

Ominaisuuksien mallintaminen α-stabiililla jakaumalla: sovellus jatkuviin uskomusfunktioihin perustuvaan hahmontunnistukseen

**Esimerkki 2.2141**

Epälineaarinen riippumaton komponenttianalyysi (ICA) tarjoaa houkuttelevan kehyksen<lb>valvomattomaan ominaisuuksien oppimiseen, mutta tähän mennessä ehdotetut mallit eivät ole tunnistettavissa.<lb>Tässä ehdotamme ensin uutta intuitiivista periaatetta valvomattomaan syväoppimiseen<lb>aikasarjoista, joka hyödyntää datan epästationaarista rakennetta. Oppimis<lb>periaatteemme, aikakontrastinen oppiminen (TCL), löytää esityksen, joka mahdollistaa<lb>optimaalisen aikasegmenttien (ikkunoiden) erottelun. Yllättäen osoitamme, miten<lb>TCL voidaan liittää epälineaariseen ICA-malliin, kun ICA määritellään uudelleen siten, että se sisältää<lb>aikaiset epästationaarisuudet. Erityisesti osoitamme, että TCL yhdistettynä lineaariseen<lb>ICA:han estimoi epälineaarisen ICA-mallin aina<lb>lähteiden pistemäisiin muunnoksiin asti, ja tämä ratkaisu on ainutlaatuinen - näin saadaan ensimmäinen tunnistettavuustulos<lb>epälineaariselle ICA:lle, joka on tiukka, konstruktiivinen ja hyvin yleinen.

**Tulos**

Ohjaamaton ominaisuuksien poiminta aikakontrastiivisen oppimisen ja epälineaarisen ICA:n avulla

**Esimerkki 2.2142**

Tässä artikkelissa parannamme neuraalisen konekäännöksen huomio- tai kohdistustarkkuutta hyödyntämällä harjoituslauseparien kohdistuksia. Laskemme yksinkertaisesti koneellisen tarkkaavaisuuden ja "todellisten" linjausten välisen etäisyyden ja minimoimme tämän kustannuksen koulutusprosessissa. Kokeilumme laajamittaisessa kiinasta englanniksi -tehtävässä osoittavat, että mallimme parantaa sekä käännös- että kohdistustuloksia merkittävästi verrattuna suuren sanavaraston neuraaliseen konekäännösjärjestelmään, ja se jopa päihittää perinteisen syntaksiin perustuvan järjestelmän, joka on viimeisintä kehitystä.

**Tulos**

Neuraalisen konekääntämisen valvotut huomiot

**Esimerkki 2.2143**

Nykyisissä havaintojärjestelmissä, joita sovelletaan älykkäiden ajoneuvojen ympäristön uudelleenrakentamiseen, objektien yhdistämiselle seurantaan varattu osuus on yhä merkittävämpi. Näin voidaan ensinnäkin seurata kohteiden ajallista kehitystä ja toiseksi lisätä ympäristön havaitsemisen luotettavuutta. Tässä tiedonannossa ehdotetaan useiden kohteiden yhdistämisalgoritmin kehittämistä, jossa epäselvyyksien poisto otetaan huomioon älykkäiden ajoneuvojen dynaamisen havaintojärjestelmän suunnittelussa. Tässä algoritmissa käytetään uskomusteoriaa ja tietojen mallintamista sumealla matematiikalla, jotta voidaan käsitellä epätarkkoja ja epävarmoja tietoja, jotka johtuvat epätäydellisistä antureista. Nämä teoriat mahdollistavat myös numeerisen ja symbolisen tiedon yhdistämisen. Kehitämme tässä artikkelissa tunnettujen ja havaittujen kohteiden välisen yhteensovittamisen ongelmaa. Tämä mahdollistaa ajoneuvon dynaamisen ympäristökartan päivittämisen. Uskomusteorian avulla voimme kvantifioida uskomuksen kunkin havaitun kohteen ja kunkin tunnetun kohteen välisestä yhteydestä. Ristiriitoja voi esiintyä kohteen ilmaantuessa tai kadotessa, sekavassa tilanteessa tai huonon hahmotuksen tapauksessa. Ristiriidat poistetaan tai ratkaistaan määritysalgoritmin avulla, jolloin saadaan "parhaaksi" kutsuttu ratkaisu ja varmistetaan näin joidenkin ympäristössämme olevien kohteiden seuranta.

**Tulos**

Monen kohteen yhdistäminen dynaamisen tilanteen hahmottamisessa

**Esimerkki 2.2144**

Tässä artikkelissa esitellään kaksi tapaa jäsentää todisteiden kokonaisuuksia, joiden avulla voidaan vähentää todisteiden teorian puitteissa tavallisesti suoritettavien operaatioiden monimutkaisuutta. Ensimmäisessä rakenteessa todistuskokonaisuuden keskeiset elementit vain jaetaan niiden kardinaalisuuden mukaan. Tämän rakenteen avulla pystymme vähentämään uskomusfunktioiden Bel, PI ja Q laskemisen monimutkaisuutta. Toisen tässä ehdotetun rakenteen, hierarkkisten puiden, avulla pystymme vähentämään Belin, PI:n ja Q:n laskemisen monimutkaisuutta sekä Dempsterin yhdistelmäsäännön monimutkaisuutta suhteessa raa'an voiman algoritmiin. Molemmat rakenteet eivät edellytä kaikkien viitealueen osajoukkojen luomista.

**Tulos**

Todistusaineiston jäsentäminen

**Esimerkki 2.2145**

Rajoituksiin perustuvan sekvenssien louhinnan tavoitteena on löytää symbolien sekvenssejä, jotka sisältyvät suureen määrään syötesekvenssejä ja jotka täyttävät tietyt käyttäjän määrittelemät rajoitukset. Kirjallisuudessa on ehdotettu monia rajoituksia, mutta yleinen kehys puuttuu edelleen. Tutkimme rajoitusohjelmoinnin käyttöä yleisenä kehyksenä tähän tehtävään. Tunnistamme ensin neljä rajoitusluokkaa, joita voidaan soveltaa sekvenssien louhintaan. Sen jälkeen ehdotamme kahta rajoitusohjelmoinnin muotoilua. Ensimmäisessä muotoilussa otetaan käyttöön uusi globaali rajoitus nimeltä exists-embedding. Tämä muotoilu on tehokkain, mutta se ei tue yhtä rajoitustyyppiä. Tällaisten rajoitusten tukemiseksi kehitämme toisen muotoilun, joka on yleisempi mutta aiheuttaa enemmän yleiskustannuksia. Molemmissa muotoiluissa voidaan käyttää projisoitua tietokantatekniikkaa, jota käytetään erikoistuneissa algoritmeissa. Kokeet osoittavat joustavuuden rajoitteisiin perustuvien asetusten suhteen ja vertailevat lähestymistapaa olemassa oleviin menetelmiin.

**Tulos**

Rajoituksiin perustuva sekvenssien louhinta käyttäen rajoitusohjelmointia

**Esimerkki 2.2146**

<lb>Tässä työssä tarkastellaan ongelmaa, joka liittyy monimuuttujallisten lineaaristen puumallien rakenteen oppimiseen, joihin<lb>sisältyvät erilaiset suunnatut puugraafiset mallit, joissa on jatkuvia, diskreettejä ja sekoitettuja latentteja muuttujia<lb> kuten lineaaris-gaussiset mallit, piilotetut Markov-mallit, Gaussin sekoitusmallit ja Markovin evoluutio-<lb>tionaariset puut. Asetelma on sellainen, jossa meillä on näytteitä vain tietyistä puun havaituista muuttujista,<lb>ja tavoitteenamme on estimoida puun rakenne (eli graafi siitä, miten taustalla olevat piilomuuttujat ovat<lb>yhteydessä toisiinsa ja havaittuihin muuttujiin). Ehdotamme Spectral Recursive Grouping al-<lb>algoritmia, joka on tehokas ja yksinkertainen alhaalta ylöspäin suuntautuva menettely puun rakenteen palauttamiseksi havaittujen muuttujien riippumattomista<lb>näytteistä. Puurakenteen<lb>tarkan palauttamisen äärellisen otoskoon rajat paljastavat tietyt luonnolliset riippuvuudet taustalla olevan<lb>yhdysjakauman tilastollisista ja rakenteellisista ominaisuuksista. Lisäksi otoskoon monimutkaisuutta koskevilla takeillamme ei ole nimenomaista riippuvuutta havaittujen muuttujien<lb>ulotteisuudesta, joten algoritmia voidaan soveltaa moniin korkea-ulotteisiin joukkoihin<lb>. Algoritmimme ytimessä on spektrikvartettitesti, jolla määritetään muuttujien<lb>kvartetin suhteellinen topologia toisen asteen tilastoista.

**Tulos**

Spektraaliset menetelmät monimuuttujaisen latentin puurakenteen oppimiseksi

**Esimerkki 2.2147**

Ehdotamme uutta abstraktin tekstin tiivistämisen kehystä, joka perustuu sekvenssistä sekvenssiin suuntautuneeseen koodaaja-dekooderimalliin, joka on varustettu syvällä rekursiivisella generatiivisella dekooderilla (DRGN). Kohdeyhteenvetoihin sisältyvää latenttia rakennetietoa opitaan rekursiivisen latentin satunnaismallin perusteella yhteenvedon laadun parantamiseksi. Neuraalista variatiivista päättelyä käytetään ratkaisemaan vaikeasti ratkaistavissa oleva jälkikäteinen päättely rekursiivisten latenttien muuttujien osalta. Abstrakteja yhteenvetoja luodaan sekä generatiivisten latenttien muuttujien että diskriminoivien determinististen tilojen perusteella. Laajat kokeet joillakin erikielisillä vertailutietoaineistoilla osoittavat, että DRGN:llä saavutetaan parannuksia nykyisiin menetelmiin verrattuna.

**Tulos**

Syvä rekursiivinen geneerinen dekooderi abstraktia tekstin tiivistämistä varten∗\*

**Esimerkki 2.2148**

Kohdekokoelman yhteismittauksen tarkoituksena on koota yhteen tietoa suuresta joukosta samankaltaisia kohteita (esim. kuvia, graafeja, muotoja) parempien parien välisten karttojen parantamiseksi. Kun otetaan huomioon useita objekteja ja muutamien objektiparien välillä erikseen lasketut täsmäämiset, tavoitteena on palauttaa koko kokoelma karttoja, jotka ovat 1) globaalisti johdonmukaisia ja 2) lähellä annettuja karttoja - ja tietyissä olosuhteissa todistettavasti myös perustotuuskarttoja. Huolimatta viimeaikaisista edistysaskelista tässä ongelmassa, tunnetuimmat takuut palautuksesta rajoittuvat pieneen vakioesteeseen - mikään nykyisistä menetelmistä ei löydä teoreettista tukea, kun yli 50 prosenttia syötetyistä vastaavuuksista on korruptoitunut. Lisäksi aiemmat lähestymistavat keskittyvät enimmäkseen täysin samankaltaisiin objekteihin, kun taas on käytännössä vaativampaa sovittaa yhteen tapauksia, jotka ovat vain osittain samankaltaisia keskenään (esim. eri näkymät yhdestä fyysisestä objektista). Tässä artikkelissa ehdotamme algoritmia, jolla voidaan yhdessä sovittaa yhteen useita kohteita, jotka ovat vain osittain samanlaisia, kun käytössä on muutama (mahdollisesti hyvin epätäydellinen) pareittain samanlainen, tiheästi korruptoitunut objekti. Koodaamalla johdonmukainen osittainen karttakokoelma 0-1-puolifiniittiseksi matriisiksi ehdotamme, että totuudenmukaiset kartat saadaan takaisin parametrittoman kuperan ohjelman, MatchLiftin, avulla, joka noudattaa spektraalista menetelmää, joka ennakkoarvioi sovitettavien erillisten elementtien kokonaismäärän. Numeerisesti tämä ohjelma voidaan ratkaista tehokkaasti ADMM-menetelmällä (Alternating Direction Methods of Multippliers) ja ahneella pyöristysstrategialla. Teoreettisesti MatchLift-ohjelmalla on lähes optimaalinen virheenkorjauskyky, eli asymptoottisessa järjestelmässä se toimii taatusti myös silloin, kun hallitseva osa 1 - Θ ( log n √ n ) syötekartoista käyttäytyy kuin satunnaiset poikkeamat. Lisäksi MatchLift onnistuu minimaalisella syötteen monimutkaisuudella, nimittäin täydellinen yhteensovittaminen voidaan saavuttaa heti, kun annetut kartat muodostavat yhdistetyn karttagraafin. Arvioimme ehdotettua algoritmia erilaisilla vertailutietoaineistoilla, mukaan lukien synteettiset esimerkit ja todelliset esimerkit, jotka kaikki vahvistavat MatchLiftin käytännön sovellettavuuden ja hyödyllisyyden.

**Tulos**

Lähes optimaalinen yhteinen objektien yhteensovittaminen konveksin relaksaation avulla

**Esimerkki 2.2149**

Mallittomat syväoppimismenetelmät (RL) ovat onnistuneet hyvin monilla simuloitavilla aloilla. Syvä RL:n suurena esteenä reaalimaailmassa on kuitenkin tällaisten menetelmien suuri näytteenottokompleksisuus. Puolueettomat eräkohtaiset politiikka-gradienttimenetelmät tarjoavat vakaata oppimista, mutta niiden hintana on suuri varianssi, joka vaatii usein suuria eriä, kun taas TD-tyyliset menetelmät, kuten off-policy actor-critic ja Q-oppiminen, ovat otantatehokkaampia mutta puolueellisia ja vaativat usein kalliita hyperparametrien pyyhkäisyjä vakautuakseen. Tässä työssä pyrimme kehittämään menetelmiä, joissa yhdistyvät puolueettomien politiikkagradienttien vakaus ja off-policy RL:n tehokkuus. Esittelemme Q-Propin, politiikkagradienttimenetelmän, joka käyttää kontrollimuuttujana politiikan ulkopuolisen kriitikon Taylorin laajennusta. Q-Prop on sekä otantatehokas että stabiili, ja siinä yhdistyvät tehokkaasti on-policy- ja off-policy-menetelmien edut. Analysoimme Q-Propin ja olemassa olevien modelfree-algoritmien välistä yhteyttä ja käytämme kontrollimuuttujateoriaa johdattaaksemme kaksi muunnosta Q-Propista, joissa on konservatiivinen ja aggressiivinen sopeutuminen. Osoitamme, että konservatiivinen Q-Prop tarjoaa huomattavia hyötyjä näytteenottotehokkuudessa verrattuna TRPO-menetelmään (trust region policy optimization), jossa on yleistetty edun estimointi (GAE), ja parantaa vakautta verrattuna DDPG-menetelmään (deep deterministic policy gradient), joka on uusin on-policy- ja off-policy-menetelmä, OpenAI Gym's MuJoCo -ohjelman jatkuvissa valvontaympäristöissä.

**Tulos**

Q-PROP: OTANTATEHOKAS POLITIIKKAGRADIENTTI, JOSSA ON POLITIIKKAKRIITIKKO, JOKA EI NOUDATA POLITIIKKAA.

**Esimerkki 2.2150**

On kehitetty lineaariaikaisia laskentatekniikoita, joilla voidaan yhdistää useista eri hypoteeseista saatavilla olevia todisteita. Ne tarjoavat keinon tehostaa laskentaintensiivisiä laskutoimituksia tietyissä olosuhteissa. Valitettavasti ne rajoittavat todistusfunktioiden ortogonaalisen summan dikotomiseen rakenteeseen - se koskee vain elementtejä ja niiden täydennyksiä. Tässä artikkelissa esitämme uudenlaisen todistusrakenteen triplettien muodossa ja joukon algoritmeja todistusperäistä päättelyä varten. Tämän rakenteen ansio on se, että se jakaa todistejoukon kolmeen osajoukkoon ja erottaa triviaalit todisteelliset elementit tärkeistä - keskittyen joihinkin tiettyihin elementteihin. Sillä vältetään kaksijakoisen rakenteen puutteet todisteiden preferenssin esittämisessä ja todisteiden perustodennäköisyysluokituksen arvioinnissa. Olemme luoneet tälle rakenteelle formalismin ja yleiset kaavat todisteiden yhdistelemiseksi triplettimuodossa, jotka on teoreettisesti ja empiirisesti perusteltu.

**Tulos**

Tehokas triplettipohjainen algoritmi todistusvoimaista päättelyä varten

**Esimerkki 2.2151**

Esittelemme ensimmäisen jäsentimen UCCA:lle, joka on kieltenvälisesti sovellettavissa oleva semanttisen esittämisen kehys, joka perustuu laajaan typologiseen työhön ja tukee nopeaa annotaatiota. UCCA on haaste nykyisille jäsentelytekniikoille, sillä siinä on reentransiivisuutta (joka johtaa DAG-rakenteisiin), epäjatkuvia rakenteita ja ei-päätteisiä solmuja, jotka vastaavat monimutkaisia semanttisia yksiköitä. Tietojemme mukaan mikään olemassa oleva jäsentäjä ei tue näiden muodollisten ominaisuuksien yhdistämistä. Siirtymiin perustuva jäsentäjämme, joka käyttää uudenlaista siirtymäjoukkoa ja kaksisuuntaisiin LSTM-muisteihin perustuvia ominaisuuksia, on hyödyllinen UCCA:n jäsentämisen lisäksi: sen kyky käsitellä yleisempiä graafirakenteita voi auttaa kehittämään jäsentäjiä muille semanttisille DAG-rakenteille ja kielille, joissa käytetään usein epäjatkuvia rakenteita.

**Tulos**

Siirtymiin perustuva suunnattu asyklinen graafin jäsentäjä UCCA:lle.

**Esimerkki 2.2152**

Sää vaikuttaa mielialaan, käyttäytymiseen ja moniin elämän osa-alueisiin. Kun on aurinkoista, useimmat ihmiset ovat onnellisempia, mutta kun sataa, jotkut masentuvat. Näistä todisteista ja runsaasta tietomäärästä huolimatta sää on useimmiten jäänyt huomiotta koneoppimisen ja datatieteen tutkimuksessa. Tässä työssä esitellään kausaalianalyysi siitä, miten sää vaikuttaa televisionkatselutottumuksiin. Osoitamme, että jotkin sääominaisuudet, kuten ilmanpaine ja sademäärä, aiheuttavat suuria muutoksia televisionkatselutottumuksissa. Tietojemme mukaan tämä on ensimmäinen laajamittainen kausaalitutkimus sään vaikutuksesta televisionkatselutottumuksiin.

**Tulos**

Onko säällä väliä? TV-lokien kausaalianalyysi

**Esimerkki 2.2153**

Nykyaikaiset haittaohjelmat on suunniteltu mutaatio-ominaisuuksin, nimittäin polymorfismilla ja metamorfismilla, mikä aiheuttaa haittaohjelmanäytteiden varianttien määrän valtavan kasvun. Tietoturvayhteisölle haittaohjelmanäytteiden luokittelu niiden käyttäytymisen perusteella on välttämätöntä, jotta samaan perheeseen kuuluvat näytteet voidaan ryhmitellä. Microsoft julkaisi vuonna 2015 haittaohjelmien luokitteluhaasteen, jossa oli valtava, lähes 0,5 teratavun kokoinen tietokokonaisuus, joka sisälsi yli 20 000 haittaohjelmanäytettä. Tämän tietokokonaisuuden analysointi innoitti kehittämään uudenlaisen paradigman, joka on tehokas luokittelemaan haittaohjelmavariantit niiden varsinaisiin perheryhmiin. Tämä paradigma esitellään ja siitä keskustellaan tässä asiakirjassa, jossa on keskitytty vaiheisiin, jotka liittyvät uusien ominaisuuksien poimimiseen ja valintaan haittaohjelmanäytteiden tehokkaan esittämisen mahdollistamiseksi. Ominaisuudet voidaan ryhmitellä haittaohjelmien käyttäytymisen eri ominaisuuksien mukaan, ja niiden yhdistäminen suoritetaan luokkakohtaisen painotusparadigman mukaisesti. Ehdotetulla menetelmällä saavutettiin erittäin korkea tarkkuus (≈ 0,998) Microsoft Malware Challenge -aineistossa.

**Tulos**

Uudenlainen ominaisuuksien louhinta, valinta ja yhdistäminen haittaohjelmaperheen tehokasta luokittelua varten

**Esimerkki 2.2154**

Adaptiivisen käyttäytymisen selittäminen on keskeinen ongelma tekoälytutkimuksessa. Muodostamme sopeutuvat agentit sekoitusjakaumina syötteiden ja tuotosten sekvensseille (I/O). Jokainen sekoituksen jakauma muodostaa "mahdollisen maailman", mutta agentti ei tiedä, mikä mahdollisista maailmoista on todellisuudessa vastassaan. Ongelmana on sopeuttaa I/O-virta tavalla, joka on yhteensopiva todellisen maailman kanssa. Luonnollinen mukauttamisen mitta saadaan KullbackLeiblerin (KL) divergenssillä todellisen maailman I/O-jakauman ja sen I/O-jakauman välillä, jonka agentti odottaa saavansa, koska hän on epävarma mahdollisista maailmoista. Puhtaiden syötevirtojen tapauksessa Bayesin sekoitus tarjoaa tunnetun ratkaisun tähän ongelmaan. Osoitamme kuitenkin, että I/O-virtojen tapauksessa tämä ratkaisu pettää, koska agentti itse antaa ulostulot ja ne edellyttävät erilaista todennäköisyyssyntaksia kuin interventiolaskennan tarjoama. Tämän laskennan perusteella saamme Bayesin ohjaussäännön, joka mahdollistaa mukautuvan käyttäytymisen mallintamisen sekoitusjakaumilla I/O-virtojen yli. Tämä sääntö saattaa mahdollistaa uudenlaisen lähestymistavan adaptiiviseen ohjaukseen, joka perustuu minimaaliseen KL-periaatteeseen.

**Tulos**

Syy-seuraussuhteisiin perustuvaan mukautuvaan ohjaukseen perustuva Bayesin sääntö.

**Esimerkki 2.2155**

Näön ja kielen yhdistäminen on ollut pitkään tekoälyn (AI) unelma. Kahden viime vuoden aikana olemme nähneet räjähdysmäisen määrän työtä, jossa yhdistetään näkö ja kieli kuvista videoihin ja paljon muuta. Käytettävissä olevat korpukset ovat olleet ratkaisevassa asemassa tämän tutkimusalueen edistämisessä. Tässä artikkelissa ehdotamme laatumittareita visio- ja kielitietokokonaisuuksien arviointiin ja analysointiin sekä niiden luokitteluun. Analyysimme osoittavat, että uusimmissa tietokokonaisuuksissa on käytetty monimutkaisempaa kieltä ja abstraktimpia käsitteitä, mutta niissä on kuitenkin erilaisia vahvuuksia ja heikkouksia.

**Tulos**

Näön ja kielen empiiristen menetelmien käytettävissä olevista korpuksista

**Esimerkki 2.2156**

Minimipainon hallitseva joukko (Minimum Weight Dominating Set, MWDS) -ongelma on tärkeä yleistys MDS-ongelmasta (Minimum Dominating Set, MDS), jolla on laajoja sovelluksia. Tässä artikkelissa ehdotetaan MWDS-ongelmaan uutta paikallishakualgoritmia, joka perustuu kahteen uuteen ideaan. Ensimmäinen idea on heuristiikka nimeltä kaksitasoinen konfiguraatiotarkistus (CC), joka on uusi muunnelma viimeaikaisesta tehokkaasta konfiguraatiotarkistusstrategiasta (CC) viimeaikaisten hakupolkujen tehokkaaseen välttämiseen. Toinen idea on uusi pisteytysfunktio, joka perustuu siihen, kuinka usein kärkipisteitä ei peitetä. Algoritmimme on nimeltään CCFS näiden kahden idean nimien mukaisesti. Kokeelliset tulokset osoittavat, että CCFS toimii ratkaisun laadun suhteen paljon paremmin kuin eräät nykyaikaiset algoritmit useissa MWDS-vertailukohteissa.

**Tulos**

Minimipainon hallitsevan joukon paikallinen haku kaksitasoisella konfiguraatiotarkastuksella ja taajuuteen perustuvalla pisteytysfunktiolla varustettuna

**Esimerkki 2.2157**

Seosmallien ongelmassa oletetaan, että on olemassa K jakaumaa θ1, . . . . . , θK ja havaitaan näyte näiden jakaumien sekoituksesta, jonka kertoimet ovat tuntemattomat. Tavoitteena on yhdistää tapaukset niiden tuottaviin jakaumiin tai tunnistaa piilojakaumien parametrit. Tässä työssä oletamme, että meillä on käytettävissämme useita näytteitä, jotka on poimittu samoista K:sta taustalla olevasta jakaumasta, mutta eri sekoituspainoilla. Kuten aihepiirien mallintamisessa, useiden näytteiden käyttö on usein järkevä oletus. Sen sijaan, että aineisto yhdistettäisiin yhdeksi näytteeksi, todistamme, että on mahdollista käyttää näytteiden välisiä eroja taustalla olevan rakenteen parempaan palauttamiseen. Esitämme algoritmeja, jotka ottavat taustalla olevan rakenteen talteen nykyistä tekniikan tasoa lievemmillä oletuksilla, kun joko ulottuvuus tai erottelu on suuri. Kun menetelmiä sovelletaan aihepiirien mallintamiseen, ne mahdollistavat yleistämisen sanoihin, joita ei ole harjoitusaineistossa.

**Tulos**

Useiden näytteiden käyttäminen seosmallien oppimiseen

**Esimerkki 2.2158**

Esittelemme ja analysoimme sellaisen signaalinkäsittelyjärjestelmän dynamiikan tiukan muotoilun, jonka tavoitteena on suurten tulosignaalien tiheä skannaus. Viime aikoina ehdotetuista menetelmistä puuttuu tyydyttävä keskustelu siitä, tuottavatko ne todella määritelmänsä mukaisia oikeita tuloksia, erityisesti konvolutiivisten neuroverkkojen yhteydessä. Parannamme tätä tilannetta kuvaamalla täsmällisesti vaatimukset, jotka liittyvät järkevään liukuvan ikkunan lähestymistapaan. Tässä työssä kehitetyistä työkaluista on hyötyä erityisesti silloin, kun käytetään konvolutiivisia neuroverkkoja, mutta niitä voidaan käyttää myös yleisempänä kehyksenä validoitaessa signaalin skannaukseen liittyviä lähestymistapoja. Esitetty teoria auttaa poistamaan tarpeettomat laskutoimitukset ja tekee erikoistapausten käsittelyn tarpeettomaksi, mikä lisää tehokkuutta huomattavasti erityisesti massiivisesti rinnakkaisilla prosessoreilla.

**Tulos**

Teoria nopeaa täsmällistä signaalin skannausta varten syvien moniasteisten konvolutiivisten neuroverkkojen avulla.

**Esimerkki 2.2159**

Semanttisen datan merkitseminen metatiedoilla on yhä tärkeämpää, jotta voidaan antaa tietoa väittämistä. Vaikka ensimmäisissä ratkaisuissa on ehdotettu tietomallia, jolla voidaan esittää metatiedon tietty ulottuvuus (kuten aika tai alkuperä), tarvitaan yleinen merkintäkehys, jonka avulla voidaan esittää erilaisia kontekstiulottuvuuksia. Tässä artikkelissa laajennamme Weltyn ja Fikesin 4dFluents-ontologiaa - joka koskee ajallisen pätevyyden liittämistä väittämiin - mihin tahansa kontekstin ulottuvuuteen ja keskustelemme mahdollisista ongelmista, joita moniulotteiset kontekstiedustukset kohtaavat, ja siitä, miten me ratkaisemme ne.

**Tulos**

NdFluents: Contexts Ontology: Moniulotteinen kontekstien ontologia

**Esimerkki 2.2160**

Tässä artikkelissa esitellään, miten Dirichlet-jakauman epämääräinen hyperpriori asetetaan, ja päivitetään sen parametri adaptiivisella hylkäysotannalla (ARS). Lopuksi analysoimme tätä hyperprioria liian hyvin sovitetussa seosmallissa synteettisten kokeiden avulla.

**Tulos**

Hyperpriori symmetriselle Dirichlet-jakaumalle

**Esimerkki 2.2161**

Ehdotamme BET-koulutusta (Batch-Expansion Training), joka on kehys, jonka avulla voidaan ajaa eräoptimointia asteittain laajenevalla tietokokonaisuudella. Toisin kuin stokastisissa lähestymistavoissa, erien näytteitä ei tarvitse ottaa uudelleen i.i.d. jokaisella iteraatiokerralla, mikä tekee BET:stä resurssitehokkaamman hajautetussa ympäristössä ja silloin, kun levyn käyttöoikeus on rajoitettu. Lisäksi BET voidaan helposti yhdistää useimpiin eräoptimointimenetelmiin, se ei vaadi parametrien virittämistä, ja se on vertailukelpoinen nykyisten stokastisten ja eräoptimointimenetelmien kanssa. Osoitamme, että kun eräkoko kasvaa eksponentiaalisesti uloimpien iteraatioiden lukumäärän myötä, BET saavuttaa optimaalisen Õ(1/ǫ) tiedonsaantitason konvergenssinopeuden vahvasti koverille tavoitteille.

**Tulos**

Erälaajennuskoulutus: Koneoppiminen: Tehokas optimointiparadigma koneoppimiseen

**Esimerkki 2.2162**

Sovittelu on prosessi, jossa molemmat osapuolet sopivat ratkaisevansa riitansa neuvottelemalla sovittelijan esittämistä ratkaisuvaihtoehdoista. Tällaisten ratkaisujen rakentamiseksi sovittelu tuo neuvottelupöytään lisää tietoa ja tietämystä sekä mahdollisuuksien mukaan myös resursseja. Tämän asiakirjan panos on automatisoitu sovittelukoneisto, joka tekee näin. Siinä esitellään argumentaatiopohjainen sovittelulähestymistapa, joka laajentaa logiikkapohjaista lähestymistapaa argumentaatiopohjaiseen neuvotteluun, jossa on mukana BDI-agentteja. Työssä kuvataan sovittelualgoritmi. Vertailun vuoksi se havainnollistaa menetelmää aiemmassa työssä käytetyn tapaustutkimuksen avulla. Siinä osoitetaan, miten laskennallinen sovittelija voi selviytyä realistisista tilanteista, joissa neuvotteluagentit muuten epäonnistuisivat tiedon ja/tai resurssien puutteen vuoksi.

**Tulos**

Riitojen ratkaiseminen argumentointiin perustuvan sovittelun avulla

**Esimerkki 2.2163**

Episteeminen logiikka, jossa on epätyypillisiä tietämysoperaattoreita, erityisesti "tietämys-arvo"-operaattori, on viime aikoina saanut paljon huomiota. Tietoarvooperaattorilla voidaan ilmaista tietoa yksittäisistä muuttujista, mutta ei niiden välisistä suhteista yleensä. Tässä artikkelissa ehdotamme uutta operaattoria Kf, jolla ilmaistaan tietoa muuttujien välisistä funktionaalisista riippuvuuksista. Tämän Kf-operaattorin semantiikassa käytetään funktio-aluetta, joka asettaa rajoituksen sille, mitä pidetään funktionaalisena riippuvuussuhteena. Säätämällä tätä funktioaluetta syntyy erilaisia mielenkiintoisia logiikoita, ja tässä artikkelissa aksiomatisoimme kolme tällaista logiikkaa yhden agentin ympäristössä. Sitten osoitamme, miten nämä kolme logiikkaa voidaan yhdistää sallimalla funktioalueen muuttaminen suhteessa eri agentteihin ja mahdollisiin maailmoihin. Tässä tapauksessa annetaan usean agentin aksiomatisointi.

**Tulos**

Episteeminen logiikka ja funktionaalinen riippuvuusoperaattori

**Esimerkki 2.2164**

Esittelemme syvän kerroksellisen arkkitehtuurin, joka yleistää klassisia konvoluutiohermoverkkoja (ConvNets). Arkkitehtuuria, jota kutsutaan SimNetsiksi, ohjaa kaksi operaattoria, joista toinen on samankaltaisuusfunktio, jonka perhe sisältää ConvNetsissä käytetyn konvoluutio-operaattorin, ja toinen on uusi pehmeä max-min-mean-operaattori nimeltä MEX, joka toteuttaa klassiset operaattorit, kuten ReLU ja max pooling, mutta jolla on lisäominaisuuksia, jotka tekevät SimNetsistä ConvNetsin tehokkaan yleistyksen. Arkkitehtuurista käy ilmi kolme mielenkiintoista ominaisuutta: (i) perusrakenne, joka kulkee sisääntulosta piilokerroksesta ulostuloon, sisältää erikoistapauksina kernelkoneita, joissa on eksponentiaalinen ja yleistetty Gaussin ydin, jolloin ulostuloyksiköt ovat "neuroneja piirreavaruudessa" (ii) yleisessä muodossaan perusrakenne on korkeammalla abstraktiotasolla kuin kernelkoneita ja (iii) verkkojen initointi valvomattomalla oppimisella on luonnollista. Kokeet osoittavat, että on mahdollista saavuttaa huipputarkkuus verkoilla, jotka ovat kertaluokkaa pienempiä kuin vastaavat ConvNets-verkot.

**Tulos**

SimNets: konvoluutioverkkojen yleistys

**Esimerkki 2.2165**

Esittelemme dynaamisen kapasiteettiverkon (Dynamic Capacity Network, DCN), neuroverkon, joka voi mukautuvasti jakaa kapasiteettinsa eri osiin syötetystä datasta. Tämä saavutetaan yhdistämällä kahdenlaisia moduuleja: matalan kapasiteetin aliverkkoja ja korkean kapasiteetin aliverkkoja. Matalan kapasiteetin aliverkkoja sovelletaan suurimpaan osaan syötteestä, mutta ne tarjoavat myös ohjeen, jonka avulla voidaan valita muutama osa syötteestä, johon sovelletaan korkean kapasiteetin aliverkkoja. Valinta tehdään käyttämällä uutta gradienttipohjaista huomiomekanismia, joka tunnistaa tehokkaasti ne tuloalueet, joiden osalta DCN:n tuotos on herkin ja joihin pitäisi käyttää enemmän kapasiteettia. Keskitymme empiirisessä arvioinnissa Cluttered MNIST- ja SVHN-kuvatietoaineistoihin. Havaintomme osoittavat, että DCN:t pystyvät vähentämään laskentojen määrää huomattavasti perinteisiin konvoluutiohermoverkkoihin verrattuna ja säilyttämään samalla samanlaisen tai jopa paremman suorituskyvyn.

**Tulos**

Dynaamiset kapasiteettiverkot

**Esimerkki 2.2166**

<lb>Assosiatiivinen muisti on sisältöön osoitettavissa olevan muistin kehys, joka tallentaa kokoelman<lb>viestivektoreita (tai dataset) neuroverkon yli ja mahdollistaa samalla neuraalisesti toteutettavissa olevan mekanismin, jolla<lb>voidaan palauttaa mikä tahansa datasetissä oleva viesti sen meluisasta versiosta. Assosiatiivisen muistin suunnittelu edellyttää<lb>kahdesta päätehtävästä huolehtimista: 1) oppimisvaihe: kun on annettu tietokokonaisuus, opitaan tiivis esitys<lb>tietokokonaisuudesta graafisen mallin (tai hermoverkon) muodossa, 2) palautusvaihe: kun on annettu tietokokonaisuuden<lb>viestivektorin<lb>meluisa versio, tulostetaan oikea viestivektori neurologisesti toteuttamiskelpoisen algoritmin<lb> avulla oppimisvaiheessa opitun verkon yli. Tässä artikkelissa tutkitaan ongelmaa, joka liittyy sellaisen luokan<lb>neuraalisten assosiatiivisten muistien suunnitteluun, joka oppii verkkoedustuksen suurelle tietokokonaisuudelle, joka takaa<lb>korjauksen suurta määrää vastakkaisia virheitä vastaan muistinvaiheen aikana. Erityisesti tässä työssä suunnitellut assosiatiiviset muistit voivat tallentaa exp(n) n-pituisia viestivektoreita sisältävän tietokokonaisuuden yli<lb>verkon, jossa on O(n) n solmua, ja ne sietävät Ω( n<lb>polylogn ) adversiivisia virheitä. Tässä artikkelissa toteutetaan tämä<lb>muistisuunnittelu kuvaamalla oppimisvaihe ja palautusvaihe sanakirjan oppimisen tehtäväksi<lb>neliösanakirjan avulla ja iteratiivinen virheenkorjaus ekspanderikoodissa.

**Tulos**

Assosiatiivinen muisti sanakirjojen oppimisen ja laajennuksen dekoodauksen avulla

**Esimerkki 2.2167**

Davoud Mougouei School of Computer Science, Engineering, and Mathematics Flinders University Adelaide, Australia davoud.mougouei@inders.edu.au David M. W. Powers School of Computer Science, Engineering, and Mathematics Flinders University Adelaide, Australia david.powers@inders.edu.au Asghar Moeini School of Computer Science, Engineering, and Mathematics Flinders University Adelaide, Australia asghar.moeini@inders.edu.au

**Tulos**

Kokonaislukuohjelmointimalli binääriselle Knapsack-ongelmalle, jossa elementtien välillä on arvoon liittyviä riippuvuuksia

**Esimerkki 2.2168**

Tässä artikkelissa ehdotamme uutta valvomatonta syväoppimismallia, jota kutsutaan PCA-pohjaiseksi konvoluutioverkoksi (PCN). PCN:n arkkitehtuuri koostuu useista ominaisuuksien louhintavaiheista ja epälineaarisesta ulostulovaiheesta. Jokainen ominaisuuksien uuttamisvaihe sisältää kaksi kerrosta: konvoluutiokerros ja ominaisuuksien yhdistämiskerros. Konvoluutiokerroksessa suodatinpankit opitaan yksinkertaisesti PCA:n avulla. Epälineaarisessa ulostulovaiheessa käytetään binääristä hashingia. Ylemmillä konvoluutiokerroksilla suodatinpankit opitaan edellisessä vaiheessa saaduista ominaisuuskartoista. Testataksemme PCN:ää teimme laajoja kokeita joillakin haastavilla tehtävillä, kuten käsinkirjoitettujen numeroiden tunnistuksella, kasvojentunnistuksella ja tekstuuriluokituksella. Tulokset osoittavat, että PCN on kilpailukykyinen tai jopa parempi kuin uusimmat syväoppimismallit. Vielä tärkeämpää on se, että koska PCN ei käytä valvottua hienosäätöä, se on paljon tehokkaampi kuin nykyiset syväoppimisverkot.

**Tulos**

PCA-pohjainen konvoluutioverkko

**Esimerkki 2.2169**

String getQueueName(); abstract Serializable getCommandObject(Long workflowInstanceId,Serializable getCommandObject(Long workflowInstanceId, String taskName, String messageType, ExecutionContext context);

**Tulos**

Automaattinen rakenteiden löytäminen laajasta lähdekoodista

**Esimerkki 2.2170**

Liikkuvan robotin suorittama ympäristön kartoitus laajakulmaisella kaikuluotaimella ei ole yksinkertaista, koska siihen liittyy useita epävarmuuden lähteitä: heijastusten aiheuttamat häiriöt, esteiden sijainnin epävarmuus laajan säteen vuoksi ja etäisyyden mittausvirhe. Aiemmissa artikkeleissa on käsitelty viimeksi mainittuja ongelmia, mutta häiriöt ovat edelleen ongelma monissa ympäristöissä. Esitämme lähestymistavan, jossa poistetaan aiemmissa töissä käytetty liian optimistinen riippuvuusoletus ja käytetään Bayes-verkkoja mallin kohteiden välisten riippuvuuksien esittämiseen. Mallin kohteet koostuvat lukemista ja alueista, joilla (mahdollisten) esteiden "kvasi sijaintivarianssi" on olemassa lukemiin nähden. Simulointi tukee menetelmän toteutettavuutta. Malli on helposti laajennettavissa, jotta se voi ottaa huomioon ennakkojakaumat ja muuntyyppiset havaintotoiminnot.

**Tulos**

Bayes-verkot kaikuluotainanturien yhdistämisessä

**Esimerkki 2.2171**

Moniagenttinen reittisuunnittelu on haastava ongelma, jolla on lukuisia tosielämän sovelluksia. Keskitetyn haun, kuten A\*:n, suorittaminen kaikkien yksiköiden yhdistetyssä tilaavaruudessa on täydellistä ja kustannusoptimaalista, mutta se skaalautuu huonosti, koska tilaavaruuden koko on eksponentiaalinen liikkuvien yksiköiden lukumäärään nähden. Perinteiset hajautetut lähestymistavat, kuten FAR ja WHCA\*, ovat nopeampia ja skaalautuvampia, koska ne perustuvat ongelman hajauttamiseen. Tällaiset menetelmät ovat kuitenkin epätäydellisiä, eivätkä ne anna mitään takeita ajoajasta tai ratkaisun laadusta. Ne eivät välttämättä pysty kertomaan kohtuullisessa ajassa, onnistuisivatko ne löytämään ratkaisun tiettyyn tapaukseen. Esittelemme MAPP-algoritmin, joka on helposti lähestyttävä algoritmi monen agentin polkusuunnitteluun suuntaamattomilla graafeilla. Esittelemme perusversion ja useita laajennuksia. Niillä on pienipolynomiset pahimman tapauksen ylärajat suoritusajalle, muistivaatimuksille ja ratkaisujen pituudelle. Vaikka kaikki algoritmiversiot ovat epätäydellisiä yleisessä tapauksessa, jokainen tarjoaa muodolliset takuut ongelmista, jotka se voi ratkaista. Kunkin version osalta keskustelemme algoritmin täydellisyydestä selkeästi määriteltyjen tapausten alaluokkien osalta. Kokeet suoritettiin realistisilla peliruudukkokartoilla. MAPP ratkaisi 99,86 prosenttia kaikista liikkuvista yksiköistä, mikä on 18-22 prosenttia parempi kuin FAR:n ja WHCA:n\* prosenttiosuus. MAPP merkitsi 98,82 % kaikista yksiköistä todistettavasti ratkaistaviksi suunnitelman laskennan ensimmäisessä vaiheessa. Osa MAPP:n laskentamenetelmästä voidaan käyttää uudelleen useissa saman kartan instansseissa. MAPP on nopeudeltaan kilpailukykyinen tai huomattavasti nopeampi kuin WHCA\* riippuen siitä, suorittaako MAPP kaikki laskutoimitukset alusta alkaen. Kun tiedot, joita MAPP voi käyttää uudelleen, on esikäsitelty offline-tilassa ja ne ovat helposti saatavilla, MAPP on keskimäärin 2,18-kertaisesti hitaampi kuin erittäin nopea FAR-algoritmi. MAPP:n ratkaisut ovat keskimäärin 20 prosenttia pidempiä kuin FAR:n ratkaisut ja 7-31 prosenttia pidempiä kuin WHCA\*:n ratkaisut.

**Tulos**

MAPP: skaalautuva moniagenttinen polunsuunnittelualgoritmi, jolla on toteutettavuus- ja täydellisyystakuu.

**Esimerkki 2.2172**

Viestien välitysalgoritmit ovat osoittautuneet tehokkaiksi tekniikoiksi graafisten mallien likimääräiseen päättelyyn. Kun nämä algoritmit konvergoituvat, niiden voidaan osoittaa löytävän paikallisia (tai joskus jopa globaaleja) optimeja päätelmäongelman variatiivisille muotoiluille. Monien suosituimpien algoritmien konvergenssi ei kuitenkaan ole taattu. Tämä on johtanut viime aikoina kiinnostukseen konvergoituvia viestinvälitysalgoritmeja kohtaan. Tässä artikkelissa esitellään yhtenäinen näkemys konvergenteista viestinvälitysalgoritmeista. Esitämme yksinkertaisen johdannon abstraktille algoritmille, tree-consistency bound optimization (TCBO), joka on todistettavasti konvergentti sekä summa- että maksimituotosmuodossaan. Tämän jälkeen osoitamme, että monet nykyisistä konvergentista algoritmeista ovat TCBO-algoritmimme tapauksia, ja saamme uusia konvergentteja algoritmeja "ilmaiseksi" vaihtamalla maksimointeja ja summauksia nykyisissä algoritmeissa. Erityisesti osoitamme, että Wainwrightin ei-konvergenttinen summa-tuote-algoritmi puupohjaisia varianssimarginaaleja varten on itse asiassa konvergentti oikealla päivitysjärjestyksellä tapauksessa, jossa puut ovat monotonisia ketjuja.

**Tulos**

Konvergentit viestinvälitysalgoritmit - yhdistävä näkemys

**Esimerkki 2.2173**

Sähköiset vedenlämmittimet pystyvät varastoimaan energiaa vesipuskuriinsa vaikuttamatta loppukäyttäjän mukavuuteen. Tämän ominaisuuden ansiosta ne soveltuvat erinomaisesti kotitalouksien kysyntäjoustoon. Sähköisten vedenlämmittimien stokastinen ja epälineaarinen dynamiikka tekee kuitenkin niiden joustavuuden hyödyntämisestä haastavaa. Tämän haasteen vuoksi tässä asiakirjassa muotoillaan peräkkäinen päätöksenteko-ongelma Markov-päätösprosessiksi ja käytetään vahvistusoppimisen tekniikoita. Erityisesti sovellamme automaattista kooderiverkkoa löytääksemme anturimittauksille kompaktin ominaisuuksien esityksen, joka auttaa lieventämään ulottuvuuden kirousta. Tunnettua vahvistavan oppimisen tekniikkaa, Q-iteraatiota, käytetään ohjauskäytännön löytämiseen tämän ominaisuuksien esityksen perusteella. Simulaatioon perustuvassa kokeessa, jossa käytettiin sähköistä vedenlämmitintä, jossa oli 50 lämpötila-anturia, ehdotettu menetelmä pystyi saavuttamaan hyvät toimintaperiaatteet paljon nopeammin kuin täydellistä tilatietoa käytettäessä. Laboratoriokokeessa sovitettua Q-iteraatiota sovelletaan sähköiseen vedenlämmittimeen, jossa on kahdeksan lämpötila-anturia. Tilavektorin pienentäminen ei parantanut sovitetun Q-iteraation tuloksia. Laboratoriokokeen tulokset, jotka kestivät 40 päivää, osoittavat, että verrattuna termostaattiohjaimeen, esitetty lähestymistapa pystyi vähentämään sähköisen vedenlämmittimen energiankulutuksen kokonaiskustannuksia 15 prosenttia.

**Tulos**

Vahvistusoppiminen sovellettuna sähköiseen vedenlämmittimeen: Teoriasta käytäntöön

**Esimerkki 2.2174**

Syvien neuroverkkojen verkko-oppiminen on mielenkiintoinen koneoppimisen ongelma, koska esimerkiksi suuret tietotekniikkayritykset haluavat hallita päivittäin verkkoon ladatun massiivisen datan tietoja, ja tämä teknologia voi edistää elinikäisen oppimisen seuraavaa sukupolvea. Tavoitteenamme on kouluttaa syvät mallit uudesta datasta, joka koostuu uusista luokista, jakaumista ja tehtävistä, mahdollisimman pienin laskentakustannuksin, mitä kutsumme online-syväoppimiseksi. Valitettavasti syvien neuroverkkojen oppiminen klassisilla online- ja inkrementaalisilla menetelmillä ei toimi hyvin sekä teoriassa että käytännössä. Tässä artikkelissa esittelemme kaksoismuistiarkkitehtuurit online-inkrementaaliseen syvään oppimiseen. Ehdotettu arkkitehtuuri koostuu syvästä representaatio-oppijasta ja nopeasti opittavista matalista kernel-verkoista, jotka molemmat synergisoivat seuratakseen uuden datan informaatiota. Koulutusvaiheessa käytämme erilaisia online-, inkrementaalisia kokonaisuus- ja siirto-oppimistekniikoita, jotta arkkitehtuurin virheet saadaan pienemmiksi. MNIST-, CIFAR-10- ja ImageNet-kuvien tunnistustehtävissä ehdotetut kaksoismuistiarkkitehtuurit toimivat paljon paremmin kuin klassinen online- ja inkrementaalinen ensemble-algoritmi, ja niiden tarkkuudet ovat samanlaisia kuin eräoppijan. ICML workshop on Deep Learning 2015, Lille, Ranska, 2015. Tekijän tai kirjoittajien tekijänoikeudet 2015.

**Tulos**

Kaksoismuistiarkkitehtuurit nopeaa virtaustiedon syväoppimista varten online-inkrementaalisen siirtostrategian avulla

**Esimerkki 2.2175**

Ihmiset ovat yleensä hyviä oppimaan abstrakteja käsitteitä esineistä ja kohtauksista (esim. avaruudellinen suuntautuminen, suhteelliset koot jne.). Viime vuosina konvoluutiohermoverkot ovat saavuttaneet lähes inhimillisen suorituskyvyn konkreettisten luokkien (eli tiettyjen objektiluokkien) tunnistamisessa. Tässä artikkelissa testataan nykyisen CNN:n (GoogLeNet) suorituskykyä abstraktien luokkien erottelussa, jotka ovat ihmiselle triviaalisti erotettavissa. Koulutimme ja testasimme CNN:ää kahdella vaaka- ja pystysuuntaisen suunnan abstraktilla luokalla ja määrittelimme, kuinka hyvin verkko pystyy siirtämään opitut luokat muihin, aiemmin näkemättömiin kohteisiin.

**Tulos**

Abstraktien luokkien oppiminen syväoppimisen avulla

**Esimerkki 2.2176**

Käsikirjoitusten analysoinnilla on tärkeä rooli paleografiassa ja kvantitatiivisessa kielitieteessä. Erityisesti digitaalisessa paleografiassa tarvitaan paljon kvantitatiivisia piirteitä, joiden avulla voidaan erottaa toisistaan kirjoitusmerkit. Kuvailemme kehittyneen joukon metriikoita, jotka kvantifioivat merkkien sisältämää laadullista informaatiota ja siten epäsuorasti myös kirjoituspiirteitä. Jaamme metriikat yleisesti ottaen useisiin luokkiin ja kuvaamme jokaisen yksittäisen metriikan ja sen taustalla olevan laadullisen merkityksen. Metriikat ovat suurelta osin peräisin eleiden suunnittelun ja tunnistamisen alalta. Ehdotamme myös useita uusia metriikoita. Ehdotetut metriikat perustuvat vankasti käsialan tuottamisen ja käsialan analyysin periaatteisiin. Nämä lasketut metriikat voisivat toimia käsikirjoitusten kuvaajina ja niitä voitaisiin käyttää myös käsikirjoitusten vertailuun ja analysointiin. Havainnollistamme joitakin ehdotettuihin metriikoihin perustuvia kvantitatiivisia analyysejä soveltamalla niitä keskiaikaisen tamilinkielisen kirjoituksen paleografiseen kehitykseen Brahmista. Lisäksi hahmotellaan tulevaa työtä. Käsikirjoitusten kvantitatiivinen määrittäminen: Vinodh Rajan University of St Andrews vrs3@st-andrews.ac.uk Johdanto Käsikirjoituksia pidetään yleensä yksinkertaisina kielten kantajina. Kirjoitusten tutkimus on viime aikoihin asti ollut vähäistä ja suppeaa, lukuun ottamatta paleografian alaa. Käsikirjoitukset ovat kuitenkin tärkeä osa ihmiskunnan kulttuuriperintöä, ja niiden analysointi ja tutkiminen vaatii lisää tutkimusta. Onneksi kiinnostus käsikirjoitusten analysointiin on lisääntynyt. Altmann et al. (2008) tutkivat kirjoitusjärjestelmien ja käsikirjoitusten erilaisia ominaisuuksia, kuten monimutkaisuutta, koristeellisuutta ja erottuvuutta. Changizi et al. (2006) keskustelevat kirjoitettujen symbolien erilaisista ääriviivakokoonpanoista ja niiden samankaltaisuudesta ympäristön kanssa, jossa ne on tuotettu. He tutkivat myös eri kirjoitusten konfiguraatioiden jakautumista. Changizi et al. (2005) käsittelevät lisäksi merkkien monimutkaisuutta ja eri kirjoitusjärjestelmien iskuyhdistelmien redundanssia ihmiskunnan historiassa. Perinteisesti paleografian analyysi ja tutkimus on ollut enimmäkseen laadullista ja myös manuaalisesti tehtyä. Digitaaliset paleografiset menetelmät ovat tällä hetkellä pääsemässä yhä enemmän alalle. Kvantitatiivisen analyysin soveltaminen paleografiseen aineistoon ei kuitenkaan ole vielä suosittua ja standardoitua (Stokes, 2009). Tämä johtuu osittain paleografisten piirteiden kvantifioinnin vaikeudesta ja osittain siitä, että teoreettisesti ja laadullisesti perusteltuja metriikoita ei ole määritelty. Kirjoitukset, jotka ovat kielten visuaalisia esityksiä, sisältävät sekä kielellistä että ylikielellistä tietoa. Kielellinen tieto on läheisesti sidoksissa siihen kieleen tai niihin kieliin, joita käsikirjoitukset edustavat. Sellaiset ominaisuudet kuin merkin foneettinen valenssi ja kirjoituksen grafeemi-foneemi-suhde voidaan luokitella kielelliseksi informaatioksi. Merkkien visuaalisen ulkoasun lisäksi käsikirjoitukset ovat supralingvististä tietoa, joka kiteyttää käsinkirjoituskäyttäytymisen. Kun kyseessä on tietty glyfinen sarja, niiden voidaan katsoa kiteyttävän tietyn kirjoittajan käsinkirjoituskäyttäytymisen. Tässä asiakirjassa emme ota huomioon kirjoitusmerkkeihin sisältyvää foneettista tietoa. Foneettinen informaatio on hyvin tiukasti sidoksissa kieleen ja varsin vaihtelevaa. Keskitymme enemmän käsikirjoituksiin käsinkirjoitettujen visuaalisten symbolien joukkona. Digitaalisessa paleografiassa ja käsikirjoitustutkimuksessa merkin visuaaliset ominaisuudet ovat usein tärkeämpiä kuin sen foneettiset ominaisuudet. Näillä aloilla on paljon tärkeämpää tutkia käsialan piirteitä, jotta merkit voidaan ajoittaa tai jopa osoittaa tietylle kirjurille. Pyrimme kvantifioimaan ja poimimaan tällaisen merkin sisältämän tiedon. Käsikirjoitusten sisältämä käsinkirjoituskäyttäytyminen on monimutkaista. Kirjoitusten eri ominaisuuksien välisiä suhteita voitaisiin tutkia yksityiskohtaisesti. Tällainen keskinäisten suhteiden analyysi voisi auttaa meitä tunnistamaan joitakin merkittäviä ominaisuuksia, jotka määrittelevät ihmisten käsialaa, kuten ne, jotka liittyvät glyfien tuotantoon ja visuaaliseen ulkonäköön, ja myös valottaa ihmisen käsialan tuotantoa. Piirteiden monimuuttuja-analyysi voi myös auttaa meitä tunnistamaan yleisempiä piirteitä, jotka kuvaavat kirjoitusasujen keskeisiä piirteitä. Erityisesti paleografisten käsikirjoitusten tapauksessa ominaisuuksien muutosten arviointi ajan kuluessa osoittaisi käsikirjoituksen piirteiden yleissuuntauksen lähentymisen tai eroamisen ja myös niiden korrelaatiot. Tämä on hyödyllistä ihmisen ja tietokoneen välisessä vuorovaikutuksessa, jossa on suunniteltava optimaalisia ominaisuuksia sisältäviä elesarjoja - sekä visuaalisia että tuotannollisia. 2. Määritelmät Määritellään käsikirjoitus yhtenäiseksi visuaalisten merkkien joukoksi. Merkki puolestaan on mikä tahansa kirjoitettu symboli. Glyfi on merkin erityinen visuaalinen esitys, joka voi poiketa huomattavasti merkin normalisoidusta muodosta. Trajektori on dynaamista tietoa, joka vastaa merkin kynän liikkeitä. Viiva on käsinkirjoitusprosessin alkutekijä, ja komposiittiviiva on useista alkutekijöistä koostuva viiva. Kynän veto on kynän liikettä monitahtisissa merkeissä kynän ylös- ja alasvetotapahtumien välissä. Termi metriikka tarkoittaa mittausta, jolla yritetään kvantifioida merkin tiettyä ominaisuutta. Voimme jakaa metriikat kahteen tyyppiin - absoluuttisiin ja johdettuihin. Absoluuttiset metriikat johdetaan suoraan merkin rakenteesta tietyn ominaisuuden tai piirteen perusteella. Monissa tapauksissa, kuten pituuteen liittyvissä tapauksissa, nämä mittarit eivät ole mittakaavariantteja. Sen vuoksi voi olla tarpeen normalisoida ne ennen joitakin tilastollisia operaatioita. Johdetut metriikat ovat usein kahden absoluuttisen metriikan välisiä suhteita. Tämä on hyvin samankaltaista kuin dimensiottomat luvut, joilla on tärkeä rooli useilla tekniikan aloilla. Peruslähtökohtana on, että kahden metriikan suhteilla saadaan tietoa, joka on hyödyllisempää kuin yksittäisillä metriikoilla. 3. Merkkien esittäminen Ennen kuin siirrymme erilaisiin metriikoihin ja niiden johdannaisiin, käsittelemme merkkien esittämistä, joista metriikat johdetaan. Laskennallisesti hahmon "staattinen" muoto esitetään joukkona B-splineja. B-splinit ovat matemaattisia objekteja, joita käytetään usein monimutkaisten käyrien esittämiseen. Niiden tiedetään edustavan tarkasti käsinkirjoitettujen merkkien kaarevuutta ja muotoa (Morasso et al., 1982). Lisäksi niitä voidaan manipuloida pienellä vaivalla, ja B-spline-esityksistä on laskennallisesti helppo johtaa ominaisuuksia. Tämä merkin glyfisen muodon muuntaminen B-splineiksi voidaan tehdä automaattisesti tai manuaalisesti. Manuaalisessa prosessissa käyttäjä määrittelee merkin jokaisen muodon suoraan B-splines-joukon avulla tai piirtää nimenomaisesti muodon (esimerkiksi piirtoalustan avulla), joka sitten muunnetaan sisäisesti B-splineiksi. Hahmon automaattinen muuntaminen sisältää harvennuksen ja sen jälkeen sen muuntamisen splineiksi. Kaiken kaikkiaan koko prosessi johtaa merkin muodon esittämiseen glyfisten segmenttien joukkona B-splinesin avulla. Kuvassa 1 esitetään merkki, joka on esitetty 5 glyfisen B-spline-segmentin joukkona. Kuva 1 Merkin esittäminen 5 B-splines-joukkona Pidämme merkkien käsinkirjoitettua tuotantoa merkin sisältämänä perustietona. Tämä edellyttää, että merkki puretaan sen alkutekijöihin eli lyönteihin, jotka osallistuvat merkkien tuottamiseen. Tämä vastaa tapaa, jolla ihminen sisäistää ja tuottaa merkin. Edelman et al. (1987) hajottavat merkit neljään eri perusmallin lyöntiin, jotka ovat koukku, kuppi, gamma ja soikio. Mielestämme tällaiset ennalta määritellyt hajotukset eivät johda oikeiden primitiivien luomiseen. Kirjoittaminen on luonnollinen prosessi, joka koostuu yksilöllisistä ja ainutlaatuisista lyönneistä, joita ei voida pelkistää ennalta määritellyiksi malleiksi. Changizi et al. (2006) hajottaa merkit "erotettavissa oleviksi lyönneiksi" käyttäen kolmea koehenkilöä, jotka päättävät (yksimielisesti) hajotuksesta. Objektiivinen merkkien purkaminen olisi teoreettisesti paljon pätevämpää ja myös toistettavissa sen sijaan, että luotettaisiin johonkin tuntemattomaan subjektiiviseen kriteeriin. Suoritamme tällaisen objektiivisen hajotuksen merkkien alkeisviivoihin käyttämällä merkkien kirjoitettua liikerataa. Nykykirjoituksissa liikeratatiedot ovat usein tiedossa. Paleografisten kirjoitusmerkkien liikerata on kuitenkin yleensä tuntematon, mutta se voidaan kohtuullisesti rekonstruoida laskennallisin menetelmin niiden staattisen muodon avulla (Doermann, 1992). Pyrimme rekonstruoimaan liikeradan suorittamalla globaalin haun heuristiikkojen avulla, joilla pyritään minimoimaan käsikirjoituksen tuottamiseen tarvittava työmäärä (Jäger, 1996). Etenkin paleografisten käsikirjoitusten tapauksessa algoritmi pystyy tarjoamaan useita vaihtoehtoisia toteuttamiskelpoisia kirjoitusratoja, joista valitaan toteuttamiskelpoisin. Kuva 2 S:n nopeusprofiili ja siihen liittyvä lyöntirajaus äärimmäisen kaarevuuden kohdissa (Kandel et al., 2010) Merkin kirjoittaminen ei ole diskreetti vaan pikemminkin jatkuva prosessi, jossa yksittäiset lyönnit limittyvät toisiinsa ja muodostavat merkin (Morasso et al., 1981). Hahmon liikeradan perusteella etsitään tietyt kohdat, joissa (näennäisesti) primitiiviset yksittäiset lyönnit yhdistyvät. Fyysisesti käsinkirjoitus on ballistista toimintaa, jossa jokainen viiva vastaa kellonmuotoista nopeusprofiilia. Se koostuu kiihdytysvaiheesta, nopeusvaiheesta ja hidastusvaiheesta (Teulings, 1993). Näin ollen merkin kirjoittaminen koostuu useista vierekkäisistä kellonmuotoisista nopeusprofiileista, jotka vastaavat kutakin lyöntiä. Tämä merkin nopeusprofiili voidaan karkeasti ennustaa merkin muodon perusteella. On osoitettu, että pienimmät nopeuspisteet esiintyvät kohdissa, joissa kaarevuus on suurin tai pienin (Li et al., 1998), ja myös kohdissa, joissa iskut ovat selvästi rajattuja, kuten terävissä risteyksissä. Kaarevuuden ääripisteet havaitaan automaattisesti, ja tarvittaessa ne voidaan myös ohittaa manuaalisesti. Tämän jälkeen merkki segmentoidaan perusviivoihin kaikissa näissä pisteissä, joissa viivat ovat päällekkäin ja/tai liittyvät toisiinsa ja joita kutsumme maamerkkipisteiksi. Tällä tavoin tuotamme luonnollisen, kullekin käsikirjoitukselle ominaisen joukon alkeisviivoja. Näin luodaan myös kyseisen käsikirjoituksen aivohalvausluettelo, jota voidaan käyttää muunlaiseen analyysiin. Jos kyseessä on monitahoinen merkki, kynän veto yksittäisten viivojen välillä otetaan mukaan ylimääräisenä näkymättömänä viivana, koska siihen liittyy myös käsien liikettä. Kuvassa 2 on esitetty S-kirjaimen segmentointi. Kuvat 3 ja 4. Hahmo, jossa on rajaava laatikko ja pisteet, joissa viivat ovat erillään, ja hahmo, jossa on merkin kirjoitettu liikerata ja pisteet, joissa on alkeellisia viivoja Tämän tuloksena saadaan uusi, mutta luonnollisempi viivapohjainen esitys merkeistä, jotka on johdettu niiden liikeradoista. Tässä uudessa esityksessä merkit koostuvat pikemminkin iskuista kuin glyfisistä segmenteistä. Myös viivojen alkuosat esitetään B-splineina, jotka ovat samanlaisia kuin alkuperäisen syötemuodon glyfiset segmentit. Metriikat johdetaan laskennallisesti tästä uudesta iskupohjaisesta esityksestä. Kuvissa 3 ja 4 on esitetty merkin purkaminen. On myös täysin mahdollista johtaa piirteitä, jotka perustuvat merkin pikselimuotoiseen tai jopa ääriviivatyyppiseen esitykseen, mutta mielestämme se ei ole tarkka ja luonnollinen esitys merkistä. Näistä esityksistä johdetut ominaisuudet, kuten pikselitiheys, eivät kuvaa tarkasti hahmon tuotantoprosessia. Ne keskittyvät enemmän hahmon visuaaliseen puoleen, ja niistä johdetut piirteet ovat hienovaraisempia ja vivahteikkaampia, mikä saattaa soveltua paremmin koneelliseen tunnistukseen. Tällaisia mittareita ei aina voida suhteuttaa joihinkin ihmisten havaitsemiin eksplisiittisiin laadullisiin piirteisiin. Merkin aivohalvaukseen perustuva esitys on paljon luonnollisempi ja sopivampi esitys merkistä, sillä se kuvaa tarkasti sekä merkin sisältämää staattista että dynaamista tietoa. 4. Kuten aiemmin on todettu, hahmot sisältävät monenlaista tietoa, joka liittyy niiden tuottamiseen, ulkoasuun ja havaitsemiseen. Pyrimme poimimaan tämän tiedon hahmosta. Aiemmin on yritetty poimia "piirteitä" hahmontunnistuksen yhteydessä. Rubine (1991) ehdottaa 14 "piirteen" joukkoa kuvioiden tunnistamista varten eleentunnistusjärjestelmissä. Long et al. (2000) määrittelevät vastaavasti 22 "piirrettä", jotka laajentavat Deanin (1991) ehdottamia alkuperäisiä piirteitä. Willems et al. (2008) tekevät erittäin perusteellisen kirjallisuuskatsauksen erityyppisistä piirteistä ja ehdottavat useita uusia omia piirteitä. He käsittelevät yhteensä 90 erilaista piirrettä, jotka on tarkoitettu verkossa tapahtuvaan kynän ja eleiden tunnistamiseen. Tämä koko piirrejoukko on myöhemmin tislattu 49 peruspiirteeseen, jotka ovat optimaalisia online-symbolitunnistukseen (Delaye et al., 2013). Willems et al. (2009) ehdottavat myös lisäominaisuuksia, jotka liittyvät usean lyönnin kuvion tunnistamiseen. Vaikka piirteitä on runsaasti, voidaan todeta, että millään niistä ei pyritä erityisesti määrittämään merkkien tiettyä ominaisuutta, vaan ne tarjoavat näille piirteille käsinkirjoituksen kannalta huomattavan laadukkaan laadullisen perustan. Niitä ehdotettiin useimmiten puhtaasti "tilastollisina" ominaisuuksina, joiden avulla voidaan rakentaa ominaisuuksien vektoreita hahmontunnistusjärjestelmiä varten. Näitä piirteitä on kuitenkin sovellettu alustavasti myös semanttiseen analyysiin. Long et al. (2000) käyttävät ehdottamiaan piirteitä eleiden subjektiivisen samankaltaisuuden analysointiin, mutta he tekevät sen epäsuorasti käyttämällä moniulotteista skaalausta (MDS), kun taas Vatavu et al. (2011) käyttivät joitakin piirteitä korreloimaan eleiden "havaitun suorituksen vaikeuden" kanssa. Teimme selvityksen kaikista edellä luetelluista käsiala- ja eleanalyysin alalla käytetyistä piirteistä. Tutkimme huolellisesti kutakin piirrettä ja valitsimme metriikat, joilla on laadullista merkitystä todellisessa maailmassa ja jotka voidaan suoraan liittää merkkien ominaisuuksiin. Hylkäsimme hyvin abstraktit matemaattiset piirteet, joilla ei ole suoraa laadullista merkitystä. Monet hylätyistä piirteistä luotiin keinotekoisesti osana "piirteiden rakentamista" piirteiden määrän lisäämiseksi piirrevektorissa, mikä on yleinen prosessi hahmontunnistuksen alalla. Tämä "piirteiden rakentamisprosessi" suoritetaan yleensä soveltamalla matemaattisia funktioita, kuten logaritmeja, joihinkin peruspiirteisiin. 4.1 Visuaalinen informaatio Visuaalinen informaatio liittyy suoraan merkin ulkonäköön. Seuraavat metriikat on johdettu yksinomaan merkin staattisesta muodosta. Jäljempänä määritellyt metriikat kvantifioivat osittain myös joitakin tuotanto-ominaisuuksia hahmon visuaalisen ominaisuuden ohella. 4.1.1 Pituus Tämä on hahmon kokonaispituus. Yksitahoisten merkkien tapauksessa tämä lasketaan yksittäisten tahtien pituuksien summana. Monitahtihahmojen osalta tämä sisältää edellisen summan ja myös liikkeen kynän vedon aikana, joka approksimoidaan suoraksi viivaksi. Pituus ilmaisee merkin tuottamiseen tarvittavan kynän koko liikkeen. 4.1.2 Divergenssi Divergenssi määritellään etäisyydeksi ensimmäisen kynän alas- ja viimeisen kynän ylös-tapahtuman sijainnin välillä. Tämä metriikka mittaa kynän liikettä näiden kahden tapahtuman välillä ja mittaa, kuinka paljon kynä on visuaalisesti "poikennut" alkuperäisestä lähtöasennostaan. Tämä on yksi niistä tärkeistä ominaisuuksista, jotka voivat olla erityisiä kirjurille. 4.1.3 Koko Kokoa mitataan merkin rajapinta-alalla. Rajoituslaatikko on pienin suorakulmio, joka ympäröi tietyn merkin (ks. kuva 3). Tämä voidaan suoraan korreloida merkin "suuruuden" kanssa, ja siksi käytetään termiä "koko". Mitä suurempi rajattu laatikko on, sitä suurempi on hahmon koko. 4.1.4 Pituus-leveys-indeksi Tämä on rajaavan laatikon korkeuden ja leveyden suhde. Tämä vastaa hahmon muotoa, esim. hoikka/leveä jne. 4.1.5 Keskimääräinen kaarevuus Tämä metriikka lasketaan keskiarvottamalla kaarevuus hahmon kaikkien viivojen pisteissä. Bspline-esityksen avulla kaarevuus voidaan helposti laskea käyrän jokaisessa pisteessä. Suoran viivan kaarevuus on nolla verrattuna kaarevaan viivaan, jonka kaarevuus on suurempi. Näin ollen kaarevilla merkeillä on yleensä suurempi keskimääräinen kaarevuus verrattuna merkkeihin, joissa on vähemmän kaarevia ja/tai enemmän suoria viivoja. 4.1.6 Kompaktius Tämä on johdettu metriikka. Merkin kompaktius määritellään pituuden ja koon välisenä suhteena. Se määrittää tietyssä mielessä, kuinka kompaktilta (tai tiheältä) merkki näyttää, ja vastaa suoraan sitä, kuinka monta lyöntiä kirjuri yrittää mahduttaa tietylle alueelle. Tämä tekee siitä erittäin mielenkiintoisen mittarin, jota voidaan tarkastella merkkien yhteydessä. Jotkin kirjurit saattavat levittää merkkiä tuotantovaiheessa, kun taas toiset pyrkivät "tiivistämään" viivoja pienelle alueelle. 4.1.7 Avoimuus Tämäkin on johdettu metriikka. Merkin avoimuus voidaan määritellä poikkeavuuden ja pituuden välisenä suhteena. Tämä mittaa kynän liikettä suhteessa sen alku- ja loppupisteeseen sekä merkin pituuteen. Voisimme tutkia merkin loppupisteen vaihtelua merkin pituuden kanssa. Long et al. (2001) ehdottama varsinainen metriikka on divergenssin ja koon suhde. Tämä ei kuitenkaan vaikuta kovin ihanteelliselta. On parempi vertailla kynänliikkeiden eri puolia (eikä pinta-alaa). 4.1.8 Erottuvuus Merkkien ulkonäön vertailemiseksi on ehdotettu useita tapoja. Jan Macutek et al. (2008) ehdottavat hyvin omintakeista tapaa laskea merkkien erottuvuus, jossa merkit hajotetaan perusmalleihin ja sitten vertaillaan hajotettujen osien permutaatioita. Useissa OCR-tekniikoissa käytetään usein pikselipohjaisia tekniikoita, kuten kuvan vääristymismallia, merkkien samankaltaisuuden laskemiseen. Samankaltaisuus (tai sen puute) lasketaan yleensä käyttämällä kahden entiteetin välisen muunnoksen kustannuksia. Entiteetit, joilla on samankaltaiset esitykset, muunnetaan helposti toisiinsa, kun taas erilaisten entiteettien välinen muunnos vaatii monia muunnoksia (Hahn et al., 2003). Näin ollen hahmojen välinen erottuvuus on suoraan verrannollinen muunnoksiin, joita niiden muuttaminen samankaltaisiksi vaatii. Ehdotamme, että kahden hahmon välisen erottuvuuden laskemiseen käytetään DTW-etäisyyttä (Dynamic Time Warping) (Muller, 2007). DTW-etäisyyttä käytetään perinteisesti kahden ajallisen sekvenssin vertailuun, jotka voivat vaihdella ajassa tai nopeudessa. Tämä on ihanteellinen mittari kahden merkin välisen eron mittaamiseen. DTW yrittää sovittaa kaksi sekvenssiä yhteen ja laskee sovittamisen kustannukset. Mitä suurempi DTW-kustannus on, sitä enemmän merkit eroavat toisistaan. Tätä toimenpidettä voidaan soveltaa liikeratatietoihin tai staattisiin tietoihin. Edellinen antaa etäisyyden ulkonäön perusteella, jälkimmäinen tuotannon perusteella. 4.1.9 Nousu ja lasku Joillakin käsikirjoituksilla on perusviivat. Perusviivan ylä- ja alapuolella olevien merkkien pituuden prosenttiosuudet määritellään vastaavasti nousuksi (Ascendancy) ja laskuksi (Descendance). 4.1.10 Pyöreys & suorakulmaisuus Monissa tapauksissa hahmojen muodot näyttävät lähestyvän ihanteellista geometrista muotoa. Pyrimme mittaamaan tällaisia lähentymisiä. Circularity ja Rectangularity voidaan määritellä hahmon ääriviivojen muodon poikkeamaksi ihanteellisesta ympyrästä ja suorakulmiosta. Ympyränmuotoisuuden osalta käytetään kuperan rungon pinta-alan ja hahmoa ympäröivän pienimmän ympyrän pinta-alan suhdetta. Vastaavasti suorakulmaisuus voidaan laskea kuperan rungon ja rajaavan laatikon pinta-alan suhteesta. 4.2 Visuaalinen monimutkaisuus Visuaalinen monimutkaisuus voidaan määritellä tietyn merkin purkamiseen ja tunnistamiseen vaadittavaksi vaivaksi (Kohler, 2008). Jotkin merkit koetaan monimutkaisiksi ja toiset yksinkertaisiksi. Altman (2004) on ehdottanut tekniikkaa, jossa merkki hajotetaan viivoihin, kaaria ja käyrää, ja jokaiselle komponentille annetaan painoarvo. Painojen summa lasketaan kvantifioiduksi monimutkaisuudeksi. Peust (2006) on myös ehdottanut monimutkaisuuden mittaamista laskemalla niiden leikkauspisteiden lukumäärä, jotka hahmolla on suoran viivan kanssa. Nämä tekniikat eivät kuitenkaan vaikuta täsmällisiltä, eikä niiden tueksi ole tehty empiirisiä tutkimuksia. Vastaavasti rakenteellisen informaatioteorian (Structural Information Theory, SIT) avulla on ehdotettu hahmon "kuormituksen" kvantifiointia. Mitä suurempi "kuormitus" on, sitä monimutkaisempi hahmo hahmottuu. Siinä toistuvia kuvioita mitataan ja risteyskulmille annetaan painoarvot (Hanssen et al., 1993). Vaikka SIT toimii helposti yksinkertaisille geometrisille muodoille, sen laajentaminen monimutkaisiin muotoihin, kuten hahmoihin, on hyvin vaikeaa eikä ehkä kovin käytännöllistä. Aiemmin kuvatut menetelmät pyrkivät kvantifioimaan hyvin abstraktia käsitettä, nimittäin "visuaalista monimutkaisuutta". Se on hyvin subjektiivinen mittari verrattuna muihin. Ihmiset, jotka ovat perehtyneet erilaisiin kirjoitusjärjestelmiin, voivat määrittää merkin monimutkaisuuden hyvin eri tavoin. Sen sijaan, että pyrkisimme määrittämään kirjainten monimutkaisuuden täydellisen kvantifioinnin, ehdotamme, että kvantifioisimme vain ne tekijät, jotka vaikuttavat kirjainten visuaaliseen ilmeeseen. Käyttämällä moniulotteisia tekniikoita, kuten rinnakkaiskoordinaatistoa, voimme jäljittää visuaaliseen ilmeeseen vaikuttavien tekijöiden muutoksia. Aiemmin lueteltujen tekijöiden lisäksi luetellaan myös seuraavat tekijät, jotka voivat vaikuttaa visuaaliseen monimutkaisuuteen: iskujen välisten kulmien summa ja ylitysten määrä. 5. Dynaaminen tieto Hahmon staattisen muodon lisäksi meidän on otettava huomioon myös sen dynamiikka. Hahmon kinemaattinen (tai ajallinen) informaatio on oleellista hahmon määrittelyssä. Se sanelee, miten merkki tuotetaan käsinkirjoitusprosessin aikana. Näin ollen on erittäin tärkeää johtaa metriikoita, jotka kvantifioivat sen tuottamisen ominaisuuksia. 5.1 Iskujen määrä On perustavanlaatuinen metriikka laskea merkkien kirjoittamiseen tarvittavien käsiliikkeiden määrä. Ihmiset pyrkivät johdonmukaisesti minimoimaan merkkien kirjoittamiseen tarvittavien käsiliikkeiden määrän (Saloman, 2012). Se on mielenkiintoinen metriikka analysoitavaksi eri kirjoitusmerkkien jakautumisen kannalta. Alkeislyöntien laskennan lisäksi voidaan harkita kahta muuta metriikkaa - kynänlyönnit ja epäjatkuvat lyönnit. Ensin mainittu on absoluuttinen kädenliike, joka tarvitaan merkkien kirjoittamiseen ilman kynää, ja jälkimmäinen on yhdistelmälyönnit, jotka on rajattu teräviin risteyksiin. Esimerkiksi kuvissa 3 ja 4 esitetään merkki, jossa on yksi kynänveto, kolme yhdistettyä lyöntiä ja kahdeksan alkeislyöntiä. Laskentaan voidaan sisällyttää myös takaisinkytkennät, joissa samaa viivaa jäljitetään peräkkäin vastakkaiseen suuntaan. Kuvassa 4 oleva liike 3 on peruuttamisviiva. 5.2 Iskunpituus Yksittäisten iskujen pituuden jakautuminen ja myös keskimääräisen iskunpituuden laskeminen on hyvin tarkoituksenmukainen toimenpide kirjoituksen analysoinnin kannalta. Keskimääräinen lyönnin pituus vaihtelee eri kirjoituksissa tai eri kirjoittajien välillä. 5.3 Muuttuvuus Käsiala koostuu ylös- ja alasviivoista. Niillä on kaksi erilaista ominaisuutta, joilla on täysin erilainen fysiologinen tuotantoprosessi. On osoitettu, että yläviivat ovat alttiita muutoksille, kun taas alaviivoja pidetään muuttumattomina (Teulings 1993) ja vakaampina (Maarse 1983). Ylöspäin suuntautuvat iskut ovat nopeampia (Isokoski, 2001) ja siten ehkä vähemmän vakaita. Maarse ym. (1983) määrittelee alaslyönneiksi lyönnit, jotka tuotetaan 210° ja 280° välillä. Kulmaväli vaikuttaa hyvin rajoittavalta (koska siinä otettiin huomioon vain roomalainen käsiala). Näin ollen olemme sisällyttäneet alaspäin suuntautuvat lyönnit, jotka ovat 210° ja 330° välissä, alaspäin suuntautuviksi lyönneiksi ja kaikki muut kuin alaspäin suuntautuvat lyönnit ylöspäin suuntautuviksi lyönneiksi. Merkin muuttumiskyky eli muunneltavuus voidaan siis suoraan sitoa ylöspäin suuntautuvien ja alaspäin suuntautuvien viivojen pituuksien suhteeseen. Jos suhde on suuri, merkkiä voidaan pitää alttiina muutoksille. Näin ollen muuttuvuus metriikkana liittyy merkin herkkyyteen muuttua. 5.4 Disfluenssi Kuten aiemmin todettiin, kirjoittaminen on ballistista toimintaa. Tiedetään, että käsialan sujuvuus kärsii kohdissa, joissa kaarevuus on suurimmillaan tai pienimmillään. Myös alas- ja ylöspäin suuntautuvien lyöntien välisen siirtymän katsotaan hidastavan kirjoittamista. Myös terävien yhtymäkohtien määrä merkissä vaikuttaa osaltaan nopeuden hidastumiseen käsialan tuottamisen aikana. Kaikkien nopeuteen vaikuttavien seikkojen - kaarevuuden ääriarvojen, terävien liitosten ja kynän ylösnostotapahtumien - summa on nimeltään epäsuoruus. Tämä voi suoraan vastata merkin kirjoittamisen vaikeutta. Merkkiä, jossa on enemmän epäsuotuisia kohtia, on vaikeampi tuottaa, koska nopeus katkeaa usein. Samanlaisia mittareita on käytetty todellisten dynaamisten käsinkirjoitusnopeusdatojen kanssa arvioitaessa ihmisten käsinkirjoituksen sujuvuutta mittaamalla nopeuden hidastumisten määrää (Tucha, 2008). Kuvissa 3 ja 4 olevassa merkissä on 6 epäsuoraa pistettä. Itse asiassa epäjatkuvuuspisteiden määrää voidaan pitää erillisenä mittarina kokonaisuudessaan, koska sen vaikutus tuotannon hidastumiseen on suurempi kuin muiden pisteiden. 5.5 Entropia Informaatioteoriassa entropia määritellään kokonaisuuden sisältämän informaation keskimääräiseksi määräksi. Tämä systeemissä olevan informaation määrä on suoraan verrannollinen systeemissä esiintyvään satunnaisuuteen tai epäjärjestykseen. Kun muutostapauksia on useita, se johtaa entropian kasvuun, koska se sisältää enemmän tietoa (Aksentijevic et al., 2012). Merkin entropian laskemiseksi merkin liikerata "kvantifioidaan" Hoffman-koodeihin, jotka ilmaisevat kahdeksaa suurta suuntaa. Tämä tapahtuu osoittamalla Hoffman-koodi yksittäisille iskuille. Kahdeksan Hoffman-koodia vastaavat seuraavia suuntia: N, S, E, W, NE, NW, SE ja SW. Kuvan 3 esimerkkimerkki voidaan kvantisoida muotoon [N E W S NW NW SE SW]. Entropia lasketaan seuraavan kaavan perusteella (Bhat et al., 2009): H(s) = Σ p(si) loge p(si) Missä p(si) on iskun todennäköisyys. Se saadaan tietyn iskun (merkissä) lukumäärän suhteena iskujen kokonaismäärään. Kaikki merkit, joissa on riittävästi toistuvia kuvioita, saavat alhaisen entropian ja merkit, joissa ei ole lainkaan kuvioita, korkean entropian. Näin ollen merkkien entropia ilmaisee merkin tuottamiseen tarvittaviin kynänliikkeisiin liittyvän satunnaisuuden. 5.6 N-gram-malli käsikirjoituksista Merkin kirjoittamista voidaan hyvin pitää samanlaisena kuin lauseen rakentamista. Siinä missä lauseet koostuvat sanoista, merkit koostuvat lyönneistä. Pyrimme tässä soveltamaan joitakin luonnollisen kielen käsittelyn näkökohtia käsikirjoituksiin. N-grammimallinnusta käytetään usein luonnollisen kielen käsittelyssä monenlaisiin tarkoituksiin. N-grammimalli on todennäköisyysmalli, jonka avulla ennustetaan sarjan seuraava elementti (Fink, 2014). Koska iskuyhdistelmien määrä on yleensä pieni, bigram-malli soveltuisi paremmin käsikirjoitusten käyttäytymisen mallintamiseen. N-grammimalli tarjoaa mahdollisuuden johtaa useita metriikoita. Nyt on mahdollista laskea käsikirjoituksen entropia merkin entropian sijaan, ja sen avulla voidaan myös tutkia iskuyhdistelmien säännönmukaisuutta. 5.7 Kulmapohjaiset metriikat Analysoimalla käsikirjoituksissa esiintyvien lyöntien eri kulmia voidaan saada lisää valoa tiettyyn kirjoitusasuun. Määrittelemme muutamia tärkeitä kulmapohjaisia metriikoita, joita voidaan käyttää. Suurkulma olisi merkissä esiintyvän tärkeimmän primitiivisen iskun kulma. Alkukulma määritellään merkin alkuviivalla. Myös ensimmäisen ja viimeisen pisteen välistä poikkeavuuskulmaa Kulma voitaisiin pitää metriikkana. Monia viivoja sisältävissä merkeissä kynän vetokulma voi olla tärkeä mittari. Viivojen väliset kulmat voitaisiin piirtää histogrammina muutosten havaitsemiseksi. 5.8 Kynän vetoetäisyys Kynän vetoetäisyys on metriikka, joka liittyy usean vedon käyttäytymiseen. Se kuvaa kynänvetojen välisiä käden liikkeitä, jotka ovat tärkeä osa monijonotuotantoa. 6. Kognitiivinen tieto Merkin kirjoittaminen on yleensä ylhäältä alaspäin suuntautuva prosessi. Merkki on painettava mieleen ja sen jälkeen toistettava. Näin ollen tämä edellyttää monimutkaista liikeratojen suunnittelua. Meidän on selvitettävä, millaista likimääräistä tietoa tarvitaan merkkien kognitiiviseen muistamiseen ja tuottamiseen. Tässä yhteydessä viitataan algoritmiseen informaatioteoriaan (AIT). Erityisesti AIT:n puitteissa Kolmogorovin kompleksisuus pyrkii löytämään minimaalisen kuvauksen tietylle sekvenssille (Wallace et al., 1999). Samalla tavalla yritämme löytää merkin minimaalisen esityksen, joka tarvitaan merkin toistamiseen. Teoreettisesti nämä olisivat ne kohdat, joita tarvitaan hahmon liikeradan suunnitteluun. Itse asiassa tämä vastaa suoraan hahmon "maamerkkipisteitä", sillä ne ovat pisteitä, jotka määrittelevät hahmon muodon. Isokoski (2001) mittasi hahmojen monimutkaisuutta tutkimalla hahmon lähentämiseen tarvittavien viivojen suorien lukumäärää. Tämäkin oli kuitenkin subjektiivinen mittaustapa. Sen sijaan hahmossa tarvittavien maamerkkipisteiden lukumäärää voitaisiin pitää Isokosken monimutkaisuuden suorana teoreettisena toteutuksena. Huomaa, että kyseessä on likiarvo. Maamerkkipisteiden läheisyys ja jakautuminen voivat vaikuttaa hahmon sisältämään informaatioon (jos esimerkiksi useat pisteet ovat hyvin lähellä toisiaan, se voi luoda ylimääräisiä sekoittavia tekijöitä liikeradan suunnitteluun, mikä lisää informaatiosisältöä). Mutta toistaiseksi jätämme tällaiset monimutkaiset yksityiskohdat huomiotta. Niitä on tutkittava yksityiskohtaisesti myöhemmin. Ramer-Douglas-Peucker (RDP) -algoritmi (Douglas et al., 1956) laskee myös vähimmäismäärän pisteitä, jotka tarvitaan tietyn käyrän approksimointiin. Tämä vastaa useimmiten maamerkkipisteiden lukumäärää joissakin tapauksissa, mutta toisissa tapauksissa näin ei välttämättä ole. RDP:n ongelmana on se, että approksimaatiolle on annettava kynnysarvo, ja se saattaa antaa hieman yliarvion approksimointiin tarvittavista pisteistä. Sekä RDP:tä että maamerkkipisteiden lukumäärää voidaan pitää erilaisina mittareina, jotka vastaavat hahmossa olevaa kognitiivista tietoa, ja niitä voidaan käyttää tarpeen mukaan. 7. Käsikirjoitusten metriikat vs. hahmojen metriikat Useimmat tässä työssä käsitellyt metriikat rajoittuivat yksittäisten hahmojen metriikoihin. Kuten aiemmin on määritelty, käsikirjoitus on kuitenkin yhtenäinen joukko hahmoja. Monissa tapauksissa käsikirjoituksen metriikka voitaisiin löytää vain laskemalla yksittäisten merkkien metriikan keskiarvo. Voitaisiin esimerkiksi keskustella käsikirjoituksen keskimääräisestä kaarevuudesta ja jopa vertailla niitä keskenään. Käsikirjoituksen sisällä olevat merkit ovat yleensä heterogeeninen joukko, jolla on erilaisia tarkoituksia ja erilaisia käyttötapoja. Näin ollen käsikirjoituksen keskimääräinen metriikka ei aina ole järkevä. Tällaisissa tapauksissa on metriikoiden keskiarvon laskemisen sijasta hyödyllisempää tutkia metriikan jakaumaa eri käsikirjoituksissa. Koska käsikirjoituksen sisällä olevat merkit käyttäytyvät joukkona, ominaisuuksien homogenisoitumisen (tai eroavuuden) tutkiminen käsikirjoituksen sisällä on hyödyllinen harjoitus. Olisi myös hyödyllisempää, jos tähän voitaisiin liittää muita tietoja, kuten merkkien käyttötiheys. Mielenkiintoinen analyysi olisi esimerkiksi nähdä, miten usein käytettyjen merkkien eri ominaisuudet eroavat harvoin käytettyjen merkkien ominaisuuksista tai onko tällaisia eroja ylipäätään olemassa. 8. Keskiaikaisen tamilin kehitys Brahmista - kvantitatiivinen analyysi Kuva 5a Digitoitu Tamil 1 -skripti Kuva 5b Digitoitu Tamil 2 -skripti Kuva 5c Digitoitu Tamil 3 -skripti Havainnollistamme ehdotettujen metriikoiden avulla suoritettavaa kvantitatiivista analyysia ottamalla huomioon keskiaikaisen tamilin skriptin kolme eri kehitysvaihetta, jotka alkavat Brahmista (Ojha, 1964). Olemme kehittäneet prototyyppisovelluksen, joka toteuttaa käsitellyn merkin esityksen ja johtaa merkkien perusteella asianmukaiset metriikat. Paleografiset merkit digitoitiin käyttämällä kehystämme ja tallennettiin. Tämän jälkeen jatkoimme liikeratojen rekonstruointia, niiden segmentointia lyönneiksi ja tarvittavien metriikoiden poimimista. Olemme pyrkineet käyttämään joitakin tärkeimpiä käsiteltyjä metriikoita, jotta jakso pysyisi tiiviinä. Toivomme, että paleografit ja kvantitatiiviset kielentutkijat voivat löytää erilaisia muita tapoja käyttää näitä metriikoita (ja muita ehdotettuja metriikoita) analyysinsä tueksi tarpeen mukaan. Kuvissa 5a, 5b ja 5c esitetään keskiaikainen tamilin kirjoitus kolmessa eri kehitysvaiheessa. Niistä käytetään nimityksiä Tamil 1 (kuva 5a), Tamil 2 (kuva 5b) ja Tamil 3 (kuva 5c). 8.1 Muutokset visuaalisissa ominaisuuksissa Kuva 6: Rinnakkaiskoordinaatisto eri visuaalisten ominaisuuksien keskiarvoille - Tamil 1 (punainen), Tamil 2 (sininen) ja Tamil 3 (vihreä) Kuva 7: Rinnakkaiskoordinaatisto koko merkkijoukolle Tamil 1:ssä, Tamil 2:ssa ja Tamil 3:ssa Kuvassa 6 esitetään rinnakkaiskoordinaatisto eri visuaalisten ominaisuuksien keskiarvoille kolmessa kirjoitusasussa. Tamil 1:n perusasetelma on aluksi hyvin tiivis ja avoin ja kaarevuus on alhainen, ja merkit ovat hoikempia (kuten alhaisesta LB-indeksistä käy ilmi). Mutta tahattomasti piirteet näyttävät eronneen melko paljon alkuperäisestä ulkonäöstään. Niistä on tullut yhä symmetrisemmän kokoisia, vähemmän kompakteja, lyönnit ovat lisääntyneet ja vähemmän avoimia keskimääräisen kaarevuuden kasvaessa. Yksi mielenkiintoinen seikka tässä yhteydessä on se, että Tamil 2 alkoi kallistua kohti kaarevuutta ja päätyi lopulta erittäin kaarevaksi hyvin suurella mittakaavalla yhtä paljon kuin Tamil 3. Tämä johtui luultavasti siitä, että kirjurit yrittivät saada kirjoituksen näyttämään tyylikkäämmältä, tai ehkäpä siitä, että laite (ja kirjoitusmateriaali) muuttui. Kuviosta 7 voidaan myös nähdä, että tiiviys ja avoimuus näyttävät olevan tiiviisti yhteydessä toisiinsa (ainakin käsiteltävien kirjoitusten osalta). 8.2 Entropian jakautuminen Kuvissa 8a, 8b ja 8c esitetään histogrammina entropian jakautuminen käsikirjoitusten kesken. Kun käsikirjoitus kehittyi ajan mittaan, se näyttää saaneen informaatiota lyöntien lisäämisen kautta, minkä vuoksi jakauman muutos on vinoutunut oikealle (ks. Tamil 2). Kirjoituksen lopullisessa keskiaikaisessa versiossa osa informaatiosisällöstä näyttää kuitenkin kadonneen. Tämä voi johtua siitä, että lyöntikuvioita kehitettiin myöhemmin. Lisäksi joistakin merkeistä on myöhemmin kadonnut joitakin lyöntejä. Kuva 8a: Tamil 1:n merkkien entropioiden jakautuminen Kuva 8b: Merkkien entropioiden jakauma tamilin kielessä 2 Kuva 8c: Tamilin 3 merkin entropioiden jakauma.

**Tulos**

Käsikirjoitusten kvantifiointi: Hahmojen metriikan määrittely kvantitatiivista ja kuvailevaa analyysia varten.

**Esimerkki 2.2177**

Viime vuosina on kehitetty useita<lb>moniagenttisuunnittelumenetelmiä epävarmuuden vallitessa<lb>, jotka skaalautuvat kymmenille tai jopa sadoille agenteille. Useimmat näistä menetelmistä tekevät kuitenkin joko rajoittavia oletuksia ongelma-alueesta tai tarjoavat likimääräisiä<lb>ratkaisuja ilman minkäänlaisia laatutakuita. Jotta<lb>mahdollistetaan<lb>merkityksellinen vertailu mitattavissa olevien laatu<lb>takuiden avulla hyvin yleisessä ongelmaluokassa, tässä<lb>paperissa esitellään vaikutusoptimististen ylärajojen<lb>perhe faktoroituja Dec-POMDP:tä varten. Intuitiivisesti, me de-<lb>rajaamme hyvin suuria moniagenttisuunnitteluongelmia<lb>jakamalla ne osaongelmiin ja tekemällä jokaisessa osaongelmassa optimistisia oletuksia sen vaikutuksen suhteen, jota muu<lb>järjestelmä tulee käyttämään<lb>. Vertailemme numeerisesti eri<lb>ylärajoja ja osoitamme, kuinka voimme ensimmäistä kertaa<lb>kerrallaan saavuttaa ei-triviaalin takuun siitä, että satoja agentteja sisältävien ongelmien<lb>heuristinen ratkaisu<lb>on lähellä optimaalista. Lisäksi annamme todisteita<lb> siitä, että ylärajat voivat parantaa<lb>teuristisen vaikutushaun tehokkuutta, ja keskustelemme mahdollisista<lb>lisäsovelluksista moniagenttiseen suunnitteluun.

**Tulos**

Vaikutusoptimistiset paikalliset arvot moniagenttisuunnittelussa - laajennettu versio

**Esimerkki 2.2178**

Kuvien graafipohjaiset esitykset ovat viime aikoina saaneet tärkeän aseman luokittelutarkoituksessa koneoppimisen yhteydessä. Taustalla on ajatus siitä, että kuvan olennainen tieto on epäsuorasti koodattu koko kuvan muodostavien perusyksiköiden välisiin suhteisiin. Luokitusongelma muotoillaan tämän jälkeen uudelleen optimointiongelmaksi, joka yleensä ratkaistaan gradienttipohjaisella hakumenetelmällä. Vario-eta rakenteen kautta on likimääräinen toisen kertaluvun stokastinen optimointitekniikka, jolla saavutetaan hyvä kompromissi konvergenssin nopeuden ja vaaditun laskennallisen työmäärän välillä. Tämän tekniikan kestävyyttä suurissa ongelmissa ei kuitenkaan ole vielä arvioitu. Tässä asiakirjassa esitämme ensin teoreettisen perustelun tämän optimointimenettelyn tekemille oletuksille. Toiseksi suoritetaan algoritmin monimutkaisuusanalyysi, jolla osoitetaan sen soveltuvuus suuren mittakaavan oppimisongelmiin.

**Tulos**

Vario-etan monimutkaisuusanalyysi rakenteen avulla

**Esimerkki 2.2179**

Ehdotetaan algoritmia asentojen ja liikkeiden arvioimiseksi käyttämällä samoja piirteitä kaikenkattavissa kuvissa ja digitaalisessa maastokartassa. Aiemmassa artikkelissa tarkasteltiin tällaista algoritmia tavalliselle kameralle. Digitaalisen maastokartan (tai digitaalisen korkeuskartan) (DTM/DEM) käyttäminen globaalina referenssinä mahdollistaa kameran absoluuttisen sijainnin ja suunnan määrittämisen. Tätä varten DTM:ää käytetään kahden peräkkäisen kuvan vastaavien piirteiden välisen rajoituksen muodostamiseen. Tässä asiakirjassa näitä rajoitteita laajennetaan käsittelemään myös muita kuin keskipisteen projektioita, kuten monissa ympärisäteilevissä järjestelmissä on tapana. Kaukosuuntaisten tietojen hyödyntämisen osoitetaan parantavan navigointialgoritmin kestävyyttä ja tarkkuutta. Tämän algoritmin toteutettavuus osoitetaan laboratoriokokeilla, joissa käytetään kahta erityyppistä kaikkisuuntaista hankintajärjestelmää. Ensimmäinen on polydioptrinen kamera ja toinen katadioptrinen kamera.

**Tulos**

Poseeraus ja liike kaikkisuuntaisen optisen virtauksen ja digitaalisen maastokartan avulla€

**Esimerkki 2.2180**

Kehitämme uuden semantiikan tappiolliselle päättelylle, joka perustuu laajennettuihin todennäköisyysmittoihin, jotka voivat ottaa äärettömän pieniä arvoja, oletusarvojen interpretaatioon yleistettyinä ehdollisina todennäköisyysrajoituksina ja entropia-maximoinnin preferoidun mallin toteutukseen.

**Tulos**

Defaults and lnfinitesimals Defeasible Inference by Nonarchimedean Entropy Maximization (Toteutettavissa oleva päättely ei-arkkimedeanisen entropian maksimoinnin avulla)

**Esimerkki 2.2181**

Yhteinen tarkkaavaisuus on keskeinen, varhaisessa kehitysvaiheessa oleva sosiaalisen vuorovaikutuksen muoto. Se perustuu kykyymme erottaa muiden ihmisten katsomat kolmannen osapuolen kohteet. Vaikka on osoitettu, että ihmiset pystyvät tarkasti määrittämään, katsooko toinen ihminen suoraan heitä kohti vai kauemmas, tiedetään vain vähän ihmisen kyvystä erottaa kauempana oleviin kohteisiin suuntautuva kolmannen henkilön katse, erityisesti silloin, kun katsoja voi vapaasti liikuttaa päätään ja silmiään. Tässä artikkelissa käsittelemme tätä kysymystä tutkimalla yhdessä ihmisen psykofysiikkaa ja kognitiivisesti motivoitunutta tietokonenäkömallia, joka pystyy havaitsemaan katseen 3D-suunnan 2D-kasvokuvista. Käyttäytymistutkimuksen ja tietokonenäön synteesi tuottaa useita mielenkiintoisia löydöksiä. (1) Ihmisen tarkkuus 8°-10° näkökulman päässä toisistaan olevien kohteiden erottamisessa on noin 40 % vapaan katseen katselutehtävässä; (2) Kyky tulkita eri katsojien katseita vaihtelee dramaattisesti; (3) Tämä vaihtelu voidaan vangita laskennallisella mallilla; (4) Ihminen päihittää nykyisen mallin merkittävästi. Nämä tulokset osoittavat yhdessä, että ihmisen yhteisen tarkkaavaisuuden tarkkuus on todellakin erittäin vaikuttava, kun otetaan huomioon luonnollisen katselutehtävän laskennallinen haaste. Lisäksi ihmisen ja mallin suorituskyvyn välinen ero sekä katseen tulkinnan vaihtelu eri katsojien välillä edellyttävät lisäymmärrystä taustalla olevista mekanismeista, joita ihmiset käyttävät tässä haastavassa tehtävässä. \* Tao Gao ja Daniel Harari osallistuivat tähän työhön yhtä paljon. Kun tietokonenäkö katsoo kognitiota Tao Gao∗, Daniel Harari∗ †, Joshua Tenenbaum∗, Shimon Ullman∗ † ∗ Center for Brains, Minds and Machines, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA † Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel.

**Tulos**

Kun tietokonenäkö katsoo kognitiota

**Esimerkki 2.2182**

Aikasarjaluokittelu on tärkeä ongelma tiedonlouhintayhteisölle, koska aikasarjatietoja sisältäviä sovelluksia on monenlaisia. Viimeaikainen paradigma, nimeltään shapelets, edustaa malleja, jotka ennustavat hyvin kohdemuuttujaa. Shapeletit löydetään mittaamalla mahdollisten (shapelet-) ehdokkaiden joukon ennustustarkkuutta. Ehdokkaat koostuvat tyypillisesti tietokokonaisuuden kaikista segmenteistä, joten shapelettien löytäminen on laskennallisesti kallista. Tässä asiakirjassa ehdotetaan uutta menetelmää, jossa vältetään samankaltaisten ehdokkaiden ennustustarkkuuden mittaaminen euklidisessa etäisyysavaruudessa online-klusterointikarsintatekniikan avulla. Lisäksi algoritmimme sisältää valvotun shapelet-valinnan, joka suodattaa pois vain ne ehdokkaat, jotka parantavat luokittelutarkkuutta. Empiirinen näyttö 45:llä UCR-kokoelman datasarjalla osoittaa, että menetelmämme on 3-4 suuruusluokkaa nopeampi kuin nopein olemassa oleva shapelet-etsintämenetelmä ja tarjoaa samalla paremman ennustustarkkuuden.

**Tulos**

Aikasarjojen shapelettien skaalautuva löytäminen

**Esimerkki 2.2183**

Esitetään menetelmä sumean asiantuntijajärjestelmän (FES) kehittämiseksi ja sen soveltamiseksi maanjäristysten ennustamiseen. Ajatuksena on jäljitellä ihmisen asiantuntijan suorituskykyä maanjäristysten ennustamisessa. Tätä varten ensimmäisessä vaiheessa käytetään ihmisasiantuntijan antamia sääntöjä sumean sääntöpohjan luomiseksi. Nämä säännöt syötetään sitten päättelymoottoriin sumean päättelyjärjestelmän (FIS) tuottamiseksi ja tulosten päättelemiseksi. Tässä asiakirjassa olemme käyttäneet Sugeno-tyyppistä sumeaa päättelyjärjestelmää FES:n rakentamiseen. Seuraavassa vaiheessa käytetään ANFIS-järjestelmää (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System) FES:n parametrien tarkentamiseen ja sen suorituskyvyn parantamiseen. Tämän jälkeen ehdotettua kehystä käytetään saavuttamaan ihmisasiantuntijan suorituskyky, jota käytetään Zagrosin alueen maanjäristysten ennustamiseen kytkettyjen maanjäristysten idean perusteella. Vaikka ennustustulokset ovat lupaavia osissa testijoukkoa, yleinen suorituskyky osoittaa, että kytkettyihin maanjäristyksiin perustuva ennustemenetelmä vaatii lisää tutkimusta ja monimutkaisempaa päättelymenettelyä tyydyttävien ennusteiden aikaansaamiseksi.

**Tulos**

Sumea asiantuntijajärjestelmä maanjäristysten ennustamiseen, tapaustutkimus: Zagrosin alue

**Esimerkki 2.2184**

Tässä artikkelissa tutkitaan transitiivisten verbien semantiikkaa edustavien kolmannen asteen tensoreiden oppimista. Merkitysrepresentaatiot ovat osa tyyppipohjaista tensoripohjaista semanttista kehystä, joka on peräisin äskettäin syntyneeltä kompositionaalisen distributiivisen semantiikan alalta. Tensoreiden oppimiseen käytetään neuroverkkokirjallisuuden vakiotekniikoita, ja niitä testataan valikoivan preferenssin tyylisessä tehtävässä, jossa on yksinkertainen 2-ulotteinen lauseavaruus. Tulokset ovat lupaavia verrattuna kilpailukykyiseen korpuspohjaiseen vertailutehtävään. Väitämme, että tämän työn laajentaminen transitiivisten verbien ulkopuolelle ja korkeampiulotteisiin lauseavaruuksiin on mielenkiintoinen ja haastava ongelma, jota koneoppimisyhteisön tulisi tarkastella.

**Tulos**

Tyyppipohjaisten tensoripohjaisten merkitysrepresentaatioiden oppiminen

**Esimerkki 2.2185**

<lb>Ordinaalista vertaisarviointia on ehdotettu yksinkertaiseksi ja skaalautuvaksi ratkaisuksi, jolla voidaan kom-<lb>puta luotettavaa tietoa opiskelijoiden suorituksista massiivisilla avoimilla verkkokursseilla.<lb>Ajatuksena on ulkoistaa arviointitehtävä opiskelijoille itselleen seuraavasti. <lb>Tentin päätyttyä kutakin opiskelijaa pyydetään asettamaan paremmuusjärjestykseen<lb>laadullisesti nipun<lb>opiskelutovereiden tekemiä tenttitöitä. Tämän jälkeen aggregointisääntö yhdistää yksittäiset arvosanat maailmanlaajuiseksi arvosanaksi, joka sisältää kaikki opiskelijat. Määrittelemme laajan luokan<lb>yksinkertaisia aggregointisääntöjä ja esitämme teoreettisen kehyksen niiden tehokkuuden arvioimiseksi. Kun opiskelijoiden arvosanakäyttäytymisestä on<lb>saatavissa tilastotietoa, kehystä voidaan käyttää optimaalisen säännön laskemiseen tästä luokasta useiden suorituskykytavoitteiden suhteen. Esimerkiksi luonnollinen sääntö nimeltä<lb>Borda osoittautuu optimaaliseksi, kun opiskelijat arvostelevat oikein. Lisäksi esitämme<lb>laajat simulaatiot ja kenttäkokeen, jotka validoivat teoriamme ja todistavat, että se<lb>on erittäin tarkka aggregointisääntöjen suorituskyvyn ennustamisessa silloinkin, kun<lb>on saatavilla vain karkeaa tietoa arvosanakäyttäytymisestä.

**Tulos**

Kuinka tehokas yksinkertainen vertaisarviointi voi olla?∗?

**Esimerkki 2.2186**

Monia optimointitehtäviä joudutaan käsittelemään meluisissa ympäristöissä, joissa emme voi saada ratkaisun tarkkaa arviota vaan ainoastaan meluisan ratkaisun. Meluisiin optimointitehtäviin on sovellettu laajalti ja menestyksekkäästi evoluutioalgoritmeja, jotka ovat eräänlaisia stokastisia metaheuristisia hakualgoritmeja. Aiemmassa työssä on keskitytty lähinnä empiiriseen tutkimukseen ja EA:iden suunnitteluun meluisaa optimointia varten, kun taas teoreettista vastinetta on tutkittu vain vähän. Tässä artikkelissa tutkimme pitkälti huomiotta jäänyttä kysymystä, eli sitä, vaikeutuuko optimointiongelma aina EA:lle meluisassa ympäristössä. Todistamme, että vastaus on kielteinen odotetun suoritusajan mittauksen osalta. Tulos merkitsee sitä, että optimointitehtävissä, jotka ovat jo valmiiksi olleet melko vaikeita ratkaista, melulla ei välttämättä ole negatiivista vaikutusta, ja mitä helpompi tehtävä on, sitä negatiivisemmin melu vaikuttaa. Edustavassa ongelmassa, jossa kohinalla on voimakas negatiivinen vaikutus, tarkastelemme kahta yleisesti käytettyä mekanismia, joita EA:t käyttävät kohinaa käsitellessään, eli uudelleenarviointi- ja kynnysarvon valintastrategioita. Analyysi paljastaa, että nämä kaksi strategiaa eivät kuitenkaan ole tehokkaita, eli ne eivät tee EA:sta melua sietävämpää. Tämän jälkeen havaitsemme, että pienellä muutoksella kynnysarvon valintaan voidaan osoittaa, että se on tehokas strategia ongelman kohinan käsittelyyn.

**Tulos**

Evolutiivisen optimoinnin analysointi meluisissa ympäristöissä

**Esimerkki 2.2187**

Yleisimmissä Markov-päätösprosessin (MDP) asetuksissa agentti arvioi toimintatapaa palkkioiden (diskontatun) summan odotuksen perusteella. Monissa sovelluksissa tämä kriteeri ei kuitenkaan välttämättä ole sopiva kahdesta näkökulmasta: ensinnäkin riskin välttämistilanteessa kertyneiden palkkioiden odotus ei ole riittävän vankka, kun kertyneiden palkkioiden jakauma on voimakkaasti vinoutunut; toinen ongelma on se, että monissa sovelluksissa otetaan luonnollisesti huomioon useita tavoitteita toimintatapaa arvioitaessa, esimerkiksi autonomisessa ajamisessa agentin on tasapainotettava nopeutta ja turvallisuutta valitessaan sopivaa päätöstä. Tässä artikkelissa tarkastelemme politiikan arviointia sen tavoitetilojen joukolle aiheuttamien kvantiilien sarjan perusteella, ja ideamme on muotoilla alkuperäinen ongelma uudelleen monitavoitteiseksi MDP-ongelmaksi, jossa leksikografinen preferenssi on luonnollisesti määritelty. Optimaalisen politiikan löytämiseksi ehdotimme FLMDP-algoritmia, joka voisi ratkaista yleisen monitavoitteisen MDP-ongelman leksikografisella palkitsemispreferenssillä.

**Tulos**

Monitavoitteisten MDP-ratkaisujen ratkaiseminen leksikografisten preferenssien avulla: Sovellus stokastiseen suunnitteluun, jossa on useita kvantiileja sisältävä tavoite.

**Esimerkki 2.2188**

Jakamattomien hyödykkeiden oikeudenmukaisessa jaossa vilpittömien valintojen sarjojen (tai poimintajaksojen) käyttäminen on luonnollinen tapa jakaa hyödykkeet. Idea on seuraava: kussakin vaiheessa nimetty toimija valitsee yhden esineen jäljelle jääneiden joukosta. Tässä artikkelissa, joka rajoittuu tapaukseen, jossa toimijoilla on numeeriset additiiviset preferenssit objekteihin nähden, toistetaan jossain määrin Bramsin ja Kingin [9] uraauurtavaa artikkelia, jossa käsiteltiin nimenomaan ordinaalisia ja lineaarisia järjestyspreferenssejä objekteihin nähden. Osoitamme yhtäläisyyksiä ja eroja viimeksi mainittuun kontekstiin nähden. Erityisesti osoitamme, että mikä tahansa Pareto-optimaalinen allokaatio (additiivisten preferenssien mukaan) on sekvensoitavissa, mutta että käänteisluku ei enää päde. Tämä epäsymmetria johtaa luonnollisesti "tehokkuusasteikon" määritelmään, jossa on kolme porrasta: Pareto-optimaalisuus, sekvensoitavuus ilman Pareto-optimaalisuutta ja ei-sekvensoitavuus. Lopuksi tutkimme näiden tehokkuusominaisuuksien ja aikaisemmassa teoksessa [7] kuvaamamme "oikeudenmukaisuuden asteikon" välisiä yhteyksiä: osoitamme ensin, että allokaatio voi olla kateudeton ja sekvensoitumaton, mutta että jokainen kilpailullinen tasapaino, jossa tulot ovat yhtä suuret, on sekvensoituva. Sitten tutkimme kokeellisesti tehokkuuden ja oikeudenmukaisuuden asteikkojen välisiä yhteyksiä.

**Tulos**

Tehokkuus ja peräkkäisyys jakamattomien hyödykkeiden oikeudenmukaisessa jakamisessa additiivisilla preferensseillä

**Esimerkki 2.2189**

Tässä artikkelissa esitämme järjestelmällisen ja kattavan mallinnusperiaatteiden kokonaisuuden etymologisen tiedon esittämiseksi digitaalisissa sanakirjoissa TEI:n avulla. Tarkoituksena on integroida yhdeksi yhtenäiseksi kehykseksi sekä vanhojen sanakirjojen digitaaliset esitykset että käsin tai puoliautomaattisesti rakennetut digitaaliset leksikaalitietokannat. Esitämme esimerkkejä monista erityyppisistä etymologisista ilmiöistä perinteisestä leksikografisesta käytännöstä sekä funktionaalisen ja kognitiivisen kielitieteen analyyttisistä lähestymistavoista, kuten metaforasta, metonymiasta ja kieliopillistumisesta, joita monissa leksikografisissa ja muodollisissa kielitieteen piireissä ei useinkaan ole käsitelty aidosti etymologisina ja jotka on siten jätetty suurelta osin etymologisten sanakirjojen ulkopuolelle. Jotta ilmiöt ja niiden rakenteet voitaisiin ilmaista täydellisesti ja tarkasti, olemme tehneet useita ehdotuksia nykyisen TEI-kehyksen joidenkin näkökohtien laajentamiseksi ja muuttamiseksi. Lopuksi osoitamme sekä synkronisten että diakronisten tietojen perusteella, miten koodaajat voivat integroida TEI-sanakirjoihin semanttisen verkon/linkitetyn avoimen datan tietoresursseja merkinnän ja/tai etymonin merkityssisällön ja/tai semanttisen alueen perustaksi.

**Tulos**

Etymologisen tiedon syväkoodaus TEI:ssä

**Esimerkki 2.2190**

Viime aikoina on kyseenalaistettu paikallisten minimien ongelma erittäin suuriulotteisessa ei-konveksaalisessa optimoinnissa ja otettu käyttöön satulapisteiden ongelma. Tässä artikkelissa esitellään dynaaminen normalisointityyppi, joka pakottaa järjestelmän pakenemaan satulapisteistä. Toisin kuin muissa satulapisteistä pakenevissa algoritmeissa, toisen kertaluvun informaatiota ei hyödynnetä, ja järjestelmä voidaan kouluttaa mielivaltaisella gradienttilaskeutumisoppijalla. Järjestelmä parantaa huomattavasti useiden syvien neuroverkkojen oppimista erilaisilla data-aineistoilla verrattuna muihin kuin CPN-neuroverkkoihin. 1 SATULAPISTEONGELMA 1.

**Tulos**

LADATTU PISTE NORMALISOINTI TEHOKAS RATKAISU SATULAPISTE ONGELMAAN

**Esimerkki 2.2191**

Raportoimme tutkimuksista, jotka koskevat suuremman määrän merkitsemättömän puheaineiston puhujaluokittelua käyttäen pieniä manuaalisesti foneemisesti merkityn puheen joukotuksia. Kohosen puhekirjoitin [1] on itseorganisoituvista kartoista (SOM) koostuva puolivalvottu menetelmä, jolla saavutetaan alhaiset foneemivirheprosentit. SOM on 2D-muotoinen solujen joukko, joka oppii vektoriedustuksia datasta naapurustojen perusteella. Tässä artikkelissa raportoimme menetelmän ääntämisen arvioimiseksi monitasoisten SOM:ien avulla /hVd/ yhden tavun lausekkeilla vokaalien tutkimista varten [2] (australialaisen ääntämisen osalta).

**Tulos**

Puheen monimuotoisuuden karakterisointi itseorganisoituvien karttojen avulla

**Esimerkki 2.2192**

Näytämme, miten vektori voidaan projisoida tehokkaasti matriisin ylimpiin pääkomponentteihin ilman, että näitä komponentteja tarvitsee erikseen laskea. Esittelemme iteratiivisen algoritmin, jolla projektio voidaan todistettavasti laskea käyttämällä vain muutamia kutsuja mihin tahansa harjaregression mustan laatikon rutiiniin. Välttämällä eksplisiittisen pääkomponenttianalyysin (PCA) algoritmimme on ensimmäinen, jonka suoritusaika ei riipu ylimpien pääkomponenttien lukumäärästä. Osoitamme, että sitä voidaan käyttää nopean iteratiivisen menetelmän luomiseen suosittuun pääkomponenttiregressio-ongelmaan, mikä on ensimmäinen merkittävä parannus ajoaikaan verrattuna naiiviin menetelmään, jossa PCA ja regressio yhdistetään. Tuloksien saavuttamiseksi havaitsemme ensin, että harjuregressiota voidaan käyttää "sileän projektion" saamiseksi ylimpiin pääkomponentteihin. Tämän jälkeen terävöitämme tätä todellisen projisoinnin approksimaatiota käyttämällä matriisiaskel-funktion matala-asteista polynomiapproksimaatiota. Askelfunktion approksimointi on tieteellisen laskennan pitkäaikainen kiinnostuksen kohde. Laajennamme aiempaa teoriaa rakentamalla polynomeja, joilla on yksinkertainen iteratiivinen rakenne, ja analysoimalla tiukasti niiden käyttäytymistä rajoitetun tarkkuuden vallitessa.

**Tulos**

Pääkomponenttiprojektio ilman pääkomponenttianalyysiä

**Esimerkki 2.2193**

Viimeaikaiset tutkimukset tietopohjan täydentämisestä, eli puuttuvien suhteiden palauttamisesta tallennettujen suhteiden perusteella, osoittavat, että on tärkeää oppia sulautumia monivaiheisista suhteista. Tietokantojen koon vuoksi monivaiheisten suhteiden oppiminen suoraan havaittujen tapausten pohjalta voi kuitenkin olla kallista. Tässä artikkelissa ehdotamme Implicit ReasoNets (IRN) -verkkoa, joka on suunniteltu suorittamaan laajamittaista päättelyä implisiittisesti hakuohjaimen ja jaetun muistin avulla. Aiemmista töistä poiketen IRNs käyttää harjoitusdataa oppiakseen suorittamaan monivaiheisen päättelyn jaetun muistin kautta, jota myös päivitetään yhdessä koulutuksen aikana. Vaikka päättelyprosessi ei toimi IRN:n havaittujen tapausten päällä, ehdotettu mallimme päihittää kaikki aiemmat lähestymistavat suositussa FB15kvertailussa yli 5,7 prosentilla.

**Tulos**

IMPLISIITTINEN REASONET: LAAJAMITTAISTEN STRUKTUROITUJEN SUHTEIDEN MALLINTAMINEN JAETUN MUISTIN AVULLA.

**Esimerkki 2.2194**

Tässä artikkelissa esitellään logiikan lyhyt historia: 2-symboli- tai numeerisen logiikan erityistapauksista n-symboli- tai numeerisen logiikan yleistapaukseen. Esitämme 2-arvoisesta Boolen logiikasta yleistyksiä sumeaan logiikkaan, myös Kleenen ja Lukasiewiczin 3-symboliarvoisista logiikoista tai Belnapin 4-symboliarvoisesta logiikasta yleisimpään n-symboli- tai numeerisesti arvotettuun hienostuneeseen neutrosofiseen logiikkaan. Määritellään kaksi luokkaa neutrosofinen normi (n-normi) ja neutrosofinen konormi (n-konormi). Viimeisessä jaksossa luetellaan esimerkkejä neutrosofisen logiikan sovelluksista fysiikassa. Samanlaisia yleistyksiä voidaan tehdä n-arvoiselle jalostetulle neutrosofiselle joukolle ja vastaavasti n-arvoiselle jalostetulle neutrosopjhiselle todennäköisyydelle.

**Tulos**

n-arvoinen hienostunut neutrosofinen logiikka ja sen sovellukset fysiikkaan

**Esimerkki 2.2195**

Google Play Storessa on yli miljoona sovellusta ja yli puoli miljoonaa julkaisijaa. Tällainen valtava määrä sovelluksia ja kehittäjiä voi olla haaste sovellusten käyttäjille ja uusille julkaisijoille kaupassa. Sovellusten löytäminen voi olla haastavaa, jos sovelluksia ei ole julkaistu oikein oikeassa kategoriassa, mikä puolestaan vähentää sovelluskehittäjien tuloja. Lisäksi Google Play Storessa on yli 41 kategoriaa, joten oikean kategorian valitseminen sovelluksen julkaisemista varten voi olla kehittäjille haastavaa, koska kategorioita on niin paljon. Koneoppiminen on ollut erittäin hyödyllistä erityisesti luokitteluun liittyvissä ongelmissa, kuten tunneanalyysissä, asiakirjojen luokittelussa ja roskapostin havaitsemisessa. Näitä strategioita voidaan soveltaa myös sovellusten luokitteluun Google Play Storessa, jotta sovellusten julkaisijoille voidaan ehdottaa sopivia kategorioita sovelluksen tietojen perusteella. Tässä hankkeessa rakensimme kaksi muunnelmaa Naı̈ve Bayes -luokittelijasta käyttäen Google Play Storen huippukehittäjäsovellusten avoimia metatietoja, jotta voimme luokitella uusia sovelluksia kaupassa. Näitä luokittelijoita arvioidaan sitten eri arviointimenetelmillä ja niiden tuloksia verrataan toisiinsa. Tulokset osoittavat, että Naı̈ve Bayes -algoritmi toimii hyvin luokitusongelmassamme, ja sen avulla voidaan mahdollisesti automatisoida sovellusten luokittelu Android-sovellusten julkaisijoille Google Play -kaupassa.

**Tulos**

Naı̈ve Bayes -luokittelun soveltaminen Google Play -sovellusten luokitteluun

**Esimerkki 2.2196**

Avainlauseiden rajaluokitus (KBC) on tieteellisten artikkelien avainlauseiden havaitseminen ja niiden merkitseminen ennalta määriteltyihin tyyppeihin. Vaikka tämä tehtävä on käytännössä tärkeä, sitä ei ole toistaiseksi tutkittu riittävästi, mikä johtuu osittain merkityn aineiston puutteesta. Tämän ongelman ratkaisemiseksi tutkimme useita aputehtäviä, kuten semanttista super-sense-merkintää ja monisanaisten ilmausten tunnistamista, ja asetamme tehtävän monitehtäväoppimisongelmaksi syvien rekursiivisten neuroverkkojen avulla. Monitehtäväiset mallimme toimivat huomattavasti paremmin kuin aiemmat nykyiset lähestymistavat kahdessa tieteellisessä KBC-tietokannassa, erityisesti pitkien avainsanojen osalta.

**Tulos**

Avainsanojen rajojen luokittelun monitehtäväinen oppiminen

**Esimerkki 2.2197**

Koska järjestelmien on tarpeen yleistää toimintaansa erilaisiin aloihin ja ongelmiin, monitehtäväisyyden, siirron ja elinikäisen oppimisen tutkimuksesta on tullut yhä tärkeämpi tavoite. Erillisillä aloilla Atari-pelisarjan suorituskyky on noussut tosiasialliseksi vertailuarvoksi monitehtäväoppimisen arvioinnissa. Jatkuvilla aloilla ei kuitenkaan ole päästy yksimielisyyteen vakiomuotoisista monitehtäväarviointiympäristöistä, mikä vaikeuttaa eri lähestymistapojen tasapuolista vertailua. Tässä työssä kuvaamme vertailutehtäväjoukon, jonka olemme kehittäneet OpenAI Gymiin perustuvassa laajennettavassa kehyksessä. Suoritamme yksinkertaisen perustason käyttäen Trust Region Policy Optimizationia ja julkaisemme kehyksen julkisesti laajennettavaksi ja käytettäväksi monitehtävä-, siirto- ja elinikäisen oppimisen järjestelmälliseen vertailuun jatkuvilla aloilla.

**Tulos**

Monitehtäväisen oppimisen vertailuympäristöt jatkuvilla alueilla

**Esimerkki 2.2198**

Tässä artikkelissa ehdotamme DRRN-verkkoa (deep reinforcement relevance network), joka on uusi syväarkkitehtuuri, jolla voidaan käsitellä rajatonta toiminta-avaruutta ja jota voidaan soveltaa tekstipohjaisten pelien kielen ymmärtämiseen. Tietyssä peliluokassa käyttäjän on valittava vaihteleva määrä tekstin kuvaamia toimintoja, joiden tavoitteena on maksimoida pitkän aikavälin palkkio. Näissä peleissä paras toiminto on yleensä se, joka sopii parhaiten nykyiseen tilanteeseen (joka mallinnetaan DRRN:n tilana), jota myös kuvataan tekstillä. Koska luonnollisen kielen monimutkaisuus on eksponentiaalinen lauseen pituuteen nähden, on tyypillisesti olemassa rajaton joukko ainutkertaisia toimia. Tämän vuoksi on hyvin vaikeaa määritellä toimintojen joukko etukäteen, kuten syvässä Q-verkossa (Deep Q-network, DQN). Tämän haasteen ratkaisemiseksi DRRN poimii teksteistä korkeatasoisia upotusvektoreita, jotka kuvaavat tiloja ja toimia, ja laskee tila- ja toiminta-upotusvektoreiden sisäiset tuotteet Q-funktion approksimoimiseksi. Arvioimme DRRN:ää kahdessa suositussa tekstipelissä, ja se osoittaa DQN:ää paremman suorituskyvyn.

**Tulos**

SYVÄ VAHVISTUSOPPIMINEN RAJOITTAMATTOMALLA TOIMINTA-AVARUUDELLA

**Esimerkki 2.2199**

Hajautettuja ohjaimia käytetään usein suurissa SDN-käyttöönotoissa, joissa ne käyttävät samanaikaisesti lukemattomia verkkosovelluksia. Tällaisilla sovelluksilla voi olla erilaisia johdonmukaisuus- ja käytettävyysvaatimuksia. Näiden ohjainten on kommunikoitava itä/länsi-liitäntöjen kautta tilatietojensa synkronoimiseksi. Hajautetun tilatiedon johdonmukaisuutta ja saatavuutta ohjaa taustalla oleva johdonmukaisuusmalli. Aiemmin ehdotimme [1] adaptiivisesti johdonmukaisten ohjainten käyttöä, jotka voivat itsenäisesti virittää johdonmukaisuusparametrejaan täyttääkseen tietyn sovelluksen suorituskykyvaatimukset. Tässä artikkelissa tarkastelemme Apache Cassandran kaltaisten viritettävien johdonmukaisuusmallien päälle rakennettujen adaptiivisten ohjainten käyttökelpoisuutta. Esittelemme sopeutumisstrategian, jossa käytetään klusterointitekniikoita (sekventiaalinen k-means ja inkrementaalinen k-means) tietyn sovelluksen suorituskykyindikaattorin (χ) kuvaamiseksi toteuttamiskelpoiseksi johdonmukaisuustasoksi (Φ), jota voidaan käyttää taustalla olevan viritettävän johdonmukaisuusmallin kanssa. Mallintamissamme ja testaamissamme tapauksissa tuloksemme osoittavat, että sekventiaalisen k-means-menetelmän tapauksessa kohtuullisella klusterien määrällä (≥ 50) sovelluksen suorituskykyindikaattorien (χ) ja johdonmukaisuustason indikaattorin (Φ) välille voitiin arvioida uskottava kartoitus (alhainen RMSE). Inkrementaalisen k-means-menetelmän tulokset osoittivat myös, että uskottava kartoitus (alhainen RMSE) voitiin arvioida käyttämällä samankaltaista klusterien lukumäärää (≥ 50) käyttämällä pientä kynnysarvoa (≃ 0,01).

**Tulos**

Klusterointiin perustuva johdonmukaisuuden mukauttamisstrategia hajautetuille SDN-ohjaimille.

**Esimerkki 2.2200**

Esittelemme uudenlaisen skeeman sekvenssistä sekvenssiin oppimiseen Deep QNetwork (DQN) -verkolla, joka purkaa ulostulosekvenssin iteratiivisesti. Tavoitteena on, että dekooderi pystyy ensin käsittelemään sekvenssien helpompia osia ja sitten kääntymään selviytymään vaikeista osista. Kussakin iteraatiossa käytetään koodaaja-dekooderi-LSTM-verkkoa (Long Short-Term Memory), jonka tehtävänä on luoda syötesekvenssistä automaattisesti ominaisuuksia, jotka edustavat DQN:n sisäisiä tiloja ja laatia luettelo mahdollisista toimista DQN:lle. Esimerkkinä voidaan käyttää luonnollisen lauseen uudelleenmuotoilua. Tämä luettelo voi sisältää luokiteltuja potentiaalisia sanoja. Seuraavaksi DQN oppii tekemään päätöksen siitä, mikä toiminto (esim. sana) valitaan luettelosta nykyisen dekoodatun sekvenssin muuttamiseksi. Äskettäin muokattua tulosekvenssiä käytetään sen jälkeen DQN:n syötteenä seuraavassa dekoodauskerrassa. Jokaisessa iteraatiossa kiinnitetään myös vahvistusoppimisen huomio sellaisten sekvenssin osien tutkimiseen, joita on aiemmin ollut vaikea dekoodata. Arviointia varten ehdotettu strategia koulutettiin dekoodaamaan kymmenen tuhatta luonnollista lausetta. Kokeemme osoittavat, että verrattuna vasemmalta oikealle suuntautuvaan ahneeseen LSTM-dekooderiin ehdotettu menetelmä toimi kilpailukykyisesti hyvin, kun se dekoodasi harjoitusjoukon lauseita, mutta se oli huomattavasti parempi kuin perusjoukko, kun se dekoodasi tuntemattomia lauseita BLEU-pistemäärän suhteen.

**Tulos**

Tekstin tuottaminen syvällä vahvistusoppimisella

**Esimerkki 2.2201**

Mike Thelwall Tietokonejärjestelmien on kyettävä reagoimaan stressiin, jotta ne voivat suorittaa tietyt tehtävät optimaalisesti. Tässä artikkelissa kuvataan TensiStrength-järjestelmää, joka havaitsee sosiaalisen median tekstiviesteissä ilmaistun stressin ja rentoutumisen voimakkuuden. TensiStrength käyttää leksikaalista lähestymistapaa ja sääntöjoukkoa havaitakseen stressin tai rentoutumisen suorat ja epäsuorat ilmaisut erityisesti kuljetuksen yhteydessä. Se on hieman tehokkaampi kuin vastaava sentimenttianalyysiohjelma, vaikka niiden samankaltaiset suoritukset esiintyvätkin eroista huolimatta lähes puolessa kerätyistä twiiteistä. TensiStrengthin tehokkuus riippuu luokiteltujen twiittien luonteesta, ja erityisen ongelmallisia ovat twiitit, joissa on runsaasti stressiin liittyviä termejä. Vaikka yleiset koneoppimismenetelmät voivat antaa kaiken kaikkiaan TensiStrengthia paremman tuloksen, ne hyödyntävät aiheeseen liittyviä termejä tavalla, joka ei ehkä ole toivottavaa käytännön sovelluksissa ja joka ei ehkä toimi yhtä hyvin tarkemmin kohdennetuissa yhteyksissä. Yhteenvetona voidaan todeta, että TensiStrength ja yleiset koneoppimismenetelmät toimivat riittävän hyvin ollakseen käytännöllisiä valintoja älykkäille sovelluksille, joiden on hyödynnettävä stressitietoa, ja päätös siitä, kumpaa käytetään, riippuu analysoitavien tekstien luonteesta ja tehtävän tarkoituksesta.

**Tulos**

TensiStrength: Stressin ja rentoutumisen suuruuden havaitseminen sosiaalisen median teksteissä1