

1/2018



INFORS

Suomen Operaatiotutkimusseura ry:n jäsenlehti

Suomen
Operaatiotutkimusseura ry:n
jäsenlehti INFORS

N:o 1 - 2018

Suomen
Operaatiotutkimusseura ry
PL 702, 00101 Helsinki
<http://www.operaatiotutkimus.fi/>

Vastaava päätoimittaja,
seuran puheenjohtaja:

Juuso Liesiö
Aalto-yliopiston
kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelujohtamisen laitos
PL 21220, 00076 Aalto
juuso.liesio@aalto.fi

Toimittaja, seuran sihteeri:

Lauri Neuvonen
Aalto-yliopiston
kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelujohtamisen laitos
PL 21220, 00076 Aalto
lauri.neuvonen@aalto.fi

Jäsenmaksun suuruus:

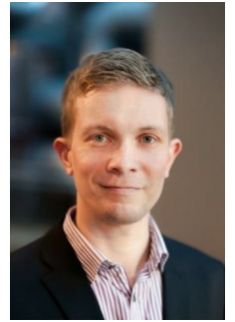
30 euroa / vuosi
jatko-opiskelijat 25 euroa/vuosi
perusopiskelijat 0 euroa / vuosi

Mainoshinnat:

Sivu 150 euroa
½ Sivua 100 euroa
Takansi 300 euroa

Sama ilmoitus seuraavissa
numeroissa 50% alennuksella

Puheenjohtajan palsta



Aloitin ensimmäisen puheenjohtajan palstani esittämällä lämpimät kiitokset seuramme edelliselle puheenjohtajalle Mikael Collanille hänen ansiokkaasta työstään seuran toiminnan kehittämisessä. Mikael palveli kolme vuotta johtokunnan jäsenenä ja kaksi vuotta sen puheenjohtajana. Mikaelin johdolla seuramme on useiden mielenkiintoisten seminaarien ja työpajojen järjestämisen lisäksi aktivoitunut sosiaalisessa mediassa ja uudistanut verkkosivunsa. Kiitos Mikael ja onnea tuleviin haasteisiin!

Seuramme saavuttaessa tänä vuonna kypsän 45 vuoden iän on mukavaa huomata, että operaatiotutkimukselle on kysyntää ehkä enemmän kuin koskaan. Uusia mahdollisuuksia mallien ja menetelmien soveltamiselle tarjoavat esimerkiksi nopeasti kasvavat tietoaaineistot, lisääntynyt laskentateho, uudet algoritmit ja käyttäjäystävälliset mallinnusteknologiat.

Operaatiotutkimus joutuu kuitenkin jatkuvasti tekemään töitä oman identiteettinsä määrittelemiseksi erilaisten populaaritermien ristivaikutuksessa. Operaatiotutkimuksen kansainväliset tiedeyhteisöt ovat viime vuosina pyrkineet sulauttamaan joitakin näistä termeistä (kuten analytiikan) osaksi omaa brändiään. Toisaalta suhtautuminen lehdistössä paljon tilaa saaneeseen tekoäly-termiin on omien havaintojeni mukaan aiheuttanut paljon keskustelua alamme tutkijoiden ja soveltajien keskuudessa.

Välillä onkin hyvä muistuttaa itselleen mitä operaatiotutkimuksella tarkoitetaan. Esimerkkinä voi käyttää seuramme sivuilta löytyvää määritelmää, jonka mukaan operaatiotutkimus avustaa käytännön suunnittelua ja päätöksentekoa soveltamalla systemaattisia menetelmiä yleensä tietotekniikkaa käyttäen. Operaatiotutkimus pyrkii myös lisäämään johtamisongelmien hallittavuutta ja ymmärtämistä sekä luomaan malleja, joilla voidaan tutkia erilaisten päätösvaihtoehtojen aiheuttamia seurauksia.

Parempien päätösten ja suunnitelmien tekeminen voitaneen siis kiistatta nostaa keskeiseksi operaatiotutkimuksen tavoitteeksi. Tämä tavoite puolestaan tarjoaa mahdollisuuksia erottua positiivisella tavalla tekoäly-hypestä, jossa usein puhutaan ainoastaan päätöksenteon automatisoinnista. Esimerkiksi työ- ja elinkeinoministeriön paljon julkisuutta saanut raportti Suomen tekoälyaika määrittelee, että tekoälyllä tarkoitetaan "laitteita, ohjelmistoja ja järjestelmiä, jotka kykenevät oppimaan ja tekemään päätöksiä lähes samalla

tavalla kuin ihmiset." Miksi emme tavoittelisi parempia päätöksiä?

Määritelmien pyörittelyä tärkeämpää on tietysti edelleen vahvistaa alamme vaikuttavuutta. Tätä tavoitetta ei ainakaan haittaa, että kehitämme ammattitaitoamme myös niiden menetelmien ja sovellusten osalta, jotka usein luetaan kuuluvan tekoäly-termin alle. Erinomainen tilaisuus tähän tarjoutuu FORSin kevätseminaarissa, jossa kuulemme kuinka suomalaiset yritykset soveltavat tekoäly- ja operaatiotutkimusmenetelmiä. Seminaari järjestetään Säätytalolla torstaina 19.4. ja siihen voi ilmoittautua seuramme kotisivuilla.

Aurinkoista kevättä kaikille seuramme jäsenille!

Terveisin,

Juuso Liesiö

Sisältö

Puheenjohtajan palsta.....	2
Seminaari tekoälyn sovelluksista.....	3
Johtokunta vuodelle 2018..	4
Millä edellytyksillä tekoäly on ihmistä parempi päätöksentekijä?.....	8
Aalto Centre for Operations Research (ACOR).....	11
Opinnäytetöitä.....	12
Tapahtumakalenteri.....	15

Seminaari: Tekoäly - Ennustaja, neuvonantaja vai päätöksentekijä?

Yhdistys järjestää 19.4. Seminaarin tekoälystä ja sen käytöstä erilaisissa sovelluksissa. Tarkoituksena on valottaa tekoälyn sovelluskohteita, rajoituksia sekä roolia päätöksenteossa. Alustajina toimivat tekoälyosaajat erilaisista yrityksistä ja akateemisesta maailmasta. Varmistuneita esiintyjä ovat: Petri Kärkäs (Supercell), Pekka Mild (Maintpartner), Joonas Kaivosoja (UPM) sekä Pekka Malo (Aalto-yliopisto, Tieto- ja palvelujohtamisen laitos).

Tilaisuudessa on kahvitarjoilu. Seminaarin jälkeen halukkaat siirtyvät jatkamaan keskustelua läheiseen ravintolaan omakustanteisen illallisen merkeissä.

Ajantasainen ohjelma, ilmoittautuminen sekä muut tiedot löytyvät yhdistyksen nettisivuilta.

>>> TUTUSTU ja ILMOITTAUDU

Ennen seminaaria, klo 14 alkaen samassa osoitteessa, järjestetään myös yhdistyksen vuosikokous, jonne jäsenet ovat myös lämpimästi tervetulleita! Kutsu vuosikokoukseen lähetetään sähköpostitse jäsenille.

19.4.2018 klo 15:00
@Säätytalo

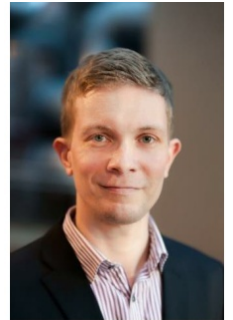
Vuoden 2018 johtokunta esittäytyy

Puheenjohtaja Juuso Liesiö

TkT

**Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelujohtamisen laitos**

Toimin apulaisprofessorina Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa Management Science oppiaineessa. Tutkimusalani on päätösanalyysi- ja optimointimallit, sekä näiden soveltaminen yritysten ja julkishallinnon portfolio- ja resurssiallokointipäätösten tukemisessa. Viime aikoina olen kehittänyt laskennallisia menetelmiä tehokkaiden sijoitusportfolioiden tunnistamiseen tilanteissa, joissa päätöksentekijän riskiasennetta kuvaava hyötyfunktion ei ole tarkasti määritetty. Soveltavampaa tutkimusta edustanee tilausennusteiden parantaminen vähittäiskaupan toimitusketjuissa sekä hankintasopimusten optimointi energia-alalla. Opetan kauppakorkeakoulussa kursseja, jotka käsittelevät päätösanalyysin, optimoinnin ja simuloinnin käyttöä liiketalouden päätöksenteon tukena.



Varapuheenjohtaja Antti Punkka

TkT

**Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos**

Työskentelen Professor of Practice –nimikkeellä systeemianalyysin laboratoriossa, joka on osa matematiikan ja systeemianalyysin laitosta Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulussa. Tyypillisten akateemisten tehtävien lisäksi vedän tuoretta perustieteiden korkeakoulun strategista aloitetta Aalto Centre for Operations Research. Ennen paluutani Aaltoon joulukuussa 2017 työskentelin neljän vuoden ajan VR:llä, jossa tiimini operatiivisten vastuidemme ohella kehitti henkilöstön käytön suunnittelun optimointimalleja, -algoritmeja ja -työkaluja. Tutkimusta olen tehnyt monitavoitteisessa päätös- ja tehokkuusanalyysissä, joiden ympärille myös opetustehtäväni keskittyvät.

Rahastonhoitaja Tommi Mäkipää

KTM, Konsultti

Profiz Business Solution Oy

Olen KTM vuodelta 1988 HKKK:lta, pääaineena Ltt:systeemit ja tietojenkäsittely - Kvantitatiivinen suunnittelu. Toimin tällä hetkellä SAP-konsulttina Profiz Business Solution Oy:ssä. Konsultointia olen tehnyt reilut parikymmentä vuotta toiminnanohjaukseen, tietovarastoihin ja analytiikkaan sekä sisäiseen ja ulkoiseen laskentaan liittyen. Aiemmin työskentelin teollisuusyrityksessä controllerina ja IT-päällikkönä sekä ohjelmistotalon tuotekehityksessä. Matematiikka ja mallintaminen ovat minulle lähinnä kiinnostava harrastus, joskin niistä on ollut paljon hyötyä vuosien varrella.





Hallituksen jäsen Tommi Ekholm

TkT

**Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos**

Olen tutkijatohtori Aalto-yliopistossa, mitä ennen toimin VTT:llä tutkijana yli 10 vuoden ajan. Työni sisältää tutkimusta ja päätöksenteon tukea ilmasto- ja energiapolitiikkaan liittyen niin Suomen, EU:n kuin kansainväliselläkin tasolla. Fokusalueitani tässä aihepiirissä ovat kustannustehokkuus, pitkän aikavälin skenaariot sekä epävarmuuksien hallinta, joita olen lähestynyt teknistaloudellisen mallinnuksen ja optimoinnin avulla. Nykyisessä tehtävässäni kehitän päätöksenteon menetelmiä syvien epävarmuuksien hallitsemiseksi. Olen myös luennoinut Aallossa energiajärjestelmien mallinnuksesta ja optimoinnista.

Hallituksen jäsen Tuomas Lahtinen

**TkT, Lead Analyst
Finnair Oyj**

Valmistuin Aalto-yliopistolta tekniikan tohtoriksi 2018 alkuvuodesta. Väitöskirjani "Improving the practice of model based problem solving with a systemic behavioral perspective" auttaa ymmärtämään ja hallitsemaan inhimilliseen toimintaan liittyviä ilmiöitä malliperusteisessa ongelmanratkaisussa. Mallipohjaiseen ongelmanratkaisuprosessiin vaikuttaa monin tavoin esimerkiksi erilaiset ihmisten käyttäytymiseen, kognitioon ja motivaatioon liittyvät ilmiöt. Vuoden alusta alkoi myös pestini Finnairilla, jossa olen hyvin käytännöllisesti saanut nähdä lentoliikenteen suunnittelun olevan systeeminen ja monivaiheinen teknis-sosiaalitaloudellinen prosessi. Tällä hetkellä painin mm. huollon resurssitarpeen ja tarjonnan ennakointiin, työn suunnitteluun, ja rekrytointiin ja koulutuksiin liittyvän päätöksenteon pulmien kanssa.



Hallituksen jäsen Eeva Vilkkumaa

TkT

**Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelujohtamisen laitos**

Toimin apulaisprofessorina Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa Management Science -oppiaineessa. Tutkimuksessani olen keskittynyt matemaattisten mallien kehittämiseen yritysten ja julkishallinnon päätöksenteon ja resurssien allokoinnin tueksi. Erityisesti tarkastelen epävarmuuksien mallintamista, ryhmäpäättökentekoa sekä monivaiheisia päätösprosesseja. Viime aikoina olen tutkinut analytiikan ja operaatiotutkimuksen menetelmien soveltamista terveydenhuollon päätöksenteon tuessa. Opetan kauppakorkeakoulussa kursseja, jotka käsittelevät talousmatematiikkaa ja liiketoiminnan analytiikkaa.

Johtokunnan varajäsenet

Jussi Hakanen

FT

Jyväskylän yliopisto,
Industrial Optimization Group

Toimin Jyväskylän yliopiston Informaatioteknologian tiedekunnassa yliopistotutkijana. Tutkimusintresseihini kuuluu optimointi eri muodoissaan, pääasiassa kuitenkin monitavoiteoptimointi ja olen teollisen optimoinnin dosentti. Tutkimukseni on pääasiassa liittynyt epälineaarisen ja jatkuvan monitavoiteoptimoinnin interaktiivisiin menetelmiin, toteutuksiin ja erityisesti laskennallisesti vaativiin teollisuussovelluksiin. Pääasiassa olen työskennellyt kemian prosessisuunnitteluun liittyvien sovellusten parissa, esim. liittyen jätevedenpuhdistukseen. Viime aikoina tutkimukseni on suuntautunut data-pohjaiseen optimointiin ja päätöksentekoon. Opetan lisäksi tietotekniikan laitoksella pidettäviä optimointikursseja. Vapaa-ajalla olen Roopen (9v) ja Kasperin (3v) isä ja pelaan sekä sählyä että koripalloa.



Jukka Nurminen

TkT, Johtava tutkija
VTT

Teollinen optimointi



Aloitin vuoden 2016 alussa työt johtavana tutkijana VTT:n Teollinen optimointi tutkimusryhmässä. Sitä ennen olin viisi vuotta Aalto Yliopistossa tietotekniikan professorina, jossa jatkan edelleen osa-aikaisesti Adjunct Professor nimikkeellä. Ennen akateemiseen maailmaan siirtymistä työskentelin lähes 25 vuotta Nokialla ohjelmistotutkimuksessa. Olen erityisen innostunut uusien asioiden oppimisesta ja soveltamisesta todellisten ongelmien ratkaisemiseen. Kokemukseni ylittää matemaattisesta mallinnuksesta asiantuntijajärjestelmiin, verkkosuunnittelutyökaluista matkapuhelimiin ja R&D projektien hallinnasta kymmeneen patentoituihin keksintöihin. Valmistuin tekniikan tohtoriksi vuonna 2003 Teknillisen korkeakoulun Systemianalyysin laboratoriosta.

Toni Lastusilta

TkT

VTT

Teollinen optimointi

Olen toiminut vuodesta 2006 optimoinnin parissa. Vuonna 2016 siirryin tutkijaksi Teknologian tutkimuskeskus VTT Oyn teollisen optimoinnin tutkimusryhmään, jossa tehtäviini kuuluvat yksityisen ja julkisen sektorin kehitysprojektit. Tätä ennen olen toiminut saksassa GAMS Software GmbH:ssä jossa tehtäviini kuuluivat tekninen asiakastuki, projekti- ja sovelluskehitystehtävät sekä edustus tehtävät. Tämän lisäksi olen toteuttanut GAMS/AlphaECP ratkaisijan väitöskirjani yhteydessä. Olen kiinnostunut soveltamaan optimointia sekä yritysten että yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi.





Esa Lappi

StT

Puolustusvoimat

Sotatieteiden tohtori ja MPKK:n sotatekniikan dosentti Esa Lappi valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1991 ja täydensi systeemi- ja operaatiotutkimuksen opintoja matematiikan lisensiaattitutkinnolla Tampereen yliopistosta vuonna 2005. Vuosina 1991-2002 hän toimi palo- ja riskianalyyseitehtävissä sekä tulipalon simulointitehtävissä, jonka jälkeen hän siirtyi puolustusvoimien tutkimustehtäviin. Puolustusvoimissa tehtävät ovat liittyneet taistelu mallinnukseen ja järjestelmien vaikuttavuuden arviointiin. Erikoisupseerin virassa tehtävät ovat olleet, tutkijan tehtävät, erikoistutkijan tehtävät ja johtavan tutkijan tehtävä. Tämän jälkeen Lappi on toiminut informaatiotekniikkaosaston johtajana vuosina 2013-2015, Pääesikunnan suunnitteluosastolla 2015-2016, Tietoliikennetoimialan päällikkönä Järjestelmäkeskuksessa 2016-2017 ja vuoden 2018 alusta teknisten päätoimisena luottamusmiehenä. Hän on opettanut osa-aikaisesti lukioikäisiä nuoria Päivölän matematiikkalinjalla vuodesta 1997 ja toiminut monissa muissakin opetustehtävissä koko uransa ajan.

Ahti Salo

Professori, TKT

Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu,
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

Olen työskennellyt vuodesta 1999 lähtien professorina systeemianalyysin laboratoriossa, joka on osa matematiikan ja systeemianalyysin laitosta Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulussa. Tutkimusryhmäni painopisteitä ovat päätösanalyysi ja sen sovellukset innovaatiojohtamisessa, resurssien jakamisessa, tehokkuusvertailuissa ja riskienhallinnassa. Toimin systeemianalyysin, päätöksenteon ja riskienhallinnan tutkijakouluverkoston johtajana, Tutkijoiden ja kansanedustajien seuran (Tutkas) hallituksessa sekä Suomen IASA-työryhmässä (International Institute for Applied Systems Analysis).



Seuran sihteeri Lauri Neuvonen

Diplomi-insinööri

Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelujohtamisen laitos

Suoritan jatko-opintoja Management Science pääaineessa Aalto-yliopiston Kauppakorkeakoulun tieto- ja palvelujohtamisen laitoksella. Tutkimukseni kohdistuu tällä hetkellä erilaisiin preskriptiivisen päätöksenteon menetelmiin sovelluskohteenaan terveydenhuollon päätösten optimointi.



Ennen jatko-opintojani toimin 6 vuotta Pöyry Management Consulting Oy:ssä konsulttina auttaen etenkin energia-alan yrityksiä päätöksenteossa. Lisäksi olen perustajana mukana Joukon Voima -nimisessä yrityksessä, joka pyrkii antamaan kansalaisille mahdollisuuden sijoittaa kannattavasti kestävä kehitys edistäviin hankkeisiin. Päätöksenteon lisäksi energia- ja avaruus kiinnostavat aiheina paljon. Koulutukseltani olen teknillisen fysiikan ja matematiikan DI Aalto-yliopistosta.

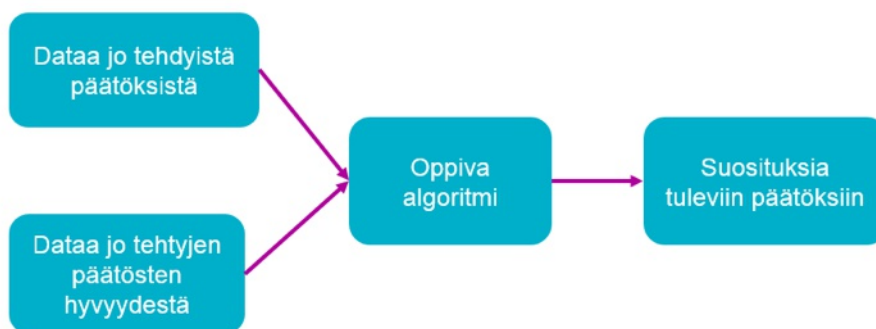
Millä edellytyksillä tekoäly on ihmistä parempi päätöksentekijä?

Eeva Vilkkumaa | Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
| Tieto- ja palvelujohtamisen laitos



Vuonna 2016 DeepMind-yrityksen kehittämä AlphaGo-tekoälyalgoritmi teki jotain ennennäkemätöntä: se päihitti maailman johtavan Go-pelaajan, korealaisen Lee Sedolin voiton 4-1. Tähän asti Go'ta oli pidetty tietokoneelle liian vaikeana pelinä johtuen mahdollisten pelistrategioiden valtavasta määrästä. Tapoja asettaa nappulat Go-laualle on n. 10^{170} kappaletta, kun esimerkiksi atomeja koko maailmankaikkeudessa on yhteensä n. 10^{80} . Näin ollen algoritmi, joka kävisi läpi kaikki mahdolliset pelistrategiat kussakin pelitilanteessa ja valitsisi niistä parhaan, on laskennallisesti mahdoton toteuttaa. Lisäksi ihmisen tekemien siirtojen ajoittaisesta satunnaisuudesta oli koettu olevan sellaista hyötyä, jota kylmän rationaalinen tekoäly ei kykenisi peittoamaan.

Kaikkien mahdollisten strategioiden enumeroinnin sijaan AlphaGo'n tekoälyalgoritmi hyödynsi syvän oppimisen neuroverkkoja, joiden avulla se kykeni tehokkaasti luomaan voitokkaita pelistrategioita ohjatun oppimisen keinoin (supervised learning; ks. kuva 1). Ohjatussa oppimisessa algoritmilta syötetään dataa jo tehdyistä päätöksistä (esimerkiksi pelistrategioista) ja niiden hyvydestä (johtiko kyseinen strategia voittoon vai tappioon). Näiden perusteella tekoälyalgoritmi oppii luomaan hyviä päätössuosituksia, eli esimerkiksi siirtoja tuleviin pelitilanteisiin. AlphaGo'lla oli koulutusaineistonaan 150 000 ihmisten pelaamaan peliä, minkä

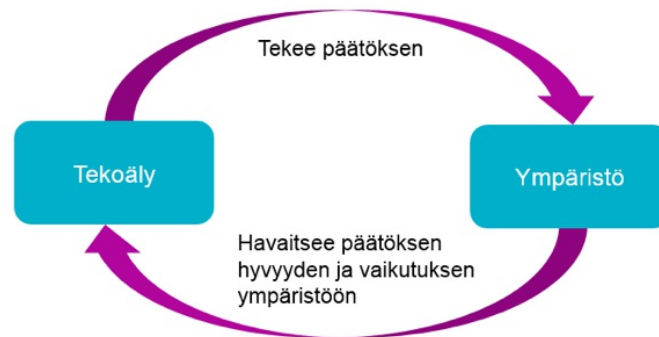


Kuva 1: Ohjatun oppimisen peruseriaate

jälkeen se kehitti osaamistaan edelleen pelaamalla itse itseään vastaan. Syvän oppimisen neuroverkkojen ominaisuuksiin kuuluu, että niiden tuottamien päätössuosittelujen perusteet jäävät ihmiselle hämäräksi. Lee Sedolia vastaan pelatessaan AlphaGo tekikin siirtoja, jotka näyttivät ihmisten silmissä satunnaisilta ja jopa järjettömiltä, mutta osoittautuivat voiton kannalta nerokkaiksi. Tekoäly ei siis enää jäljitellyt ihmistä vaan teki omia, parempia päätöksiä.

Vuonna 2017 DeepMind teki kenties vielä suuremman läpimurron AlphaGo Zero -tekoälyalgoritmillaan, jonka kehityksessä ei ollut käytetty minkäänlaista koulutusaineistoa. Sen sijaan tekoällylle oli syötetty vain pelin säännöt, minkä jälkeen se oli pelannut itseään vastaan 29 miljoonaa peliä 40 päivässä oppien hyviä pelistrategioita puhtaasti yrityksen ja erehdyksen kautta. Tätä lähestymistapaa, jossa tekoäly tekee päätöksen (esim. siirron Go-pelissä) ja

havainnoi sen hyvyyden (esim. vaikutuksen voiton todennäköisyyteen) ja vaikutuksen ympäristöön (esim. pelitilanteen muutokseen) kutsutaan vahvistusoppimiseksi (reinforcement learning; ks. kuva 2). Vahvistusoppimista soveltanut AlphaGo Zero pelasi AlphaGo'ta vastaan ja voitti sen 100-0. Tekoäly oli siis paitsi parempi päätöksentekijä kuin ihminen, se myös pärjäsi paremmin kehittämällä täysin omat strategiansa ilman ihmisten päätöksiin perustuvaa koulutusdataa.



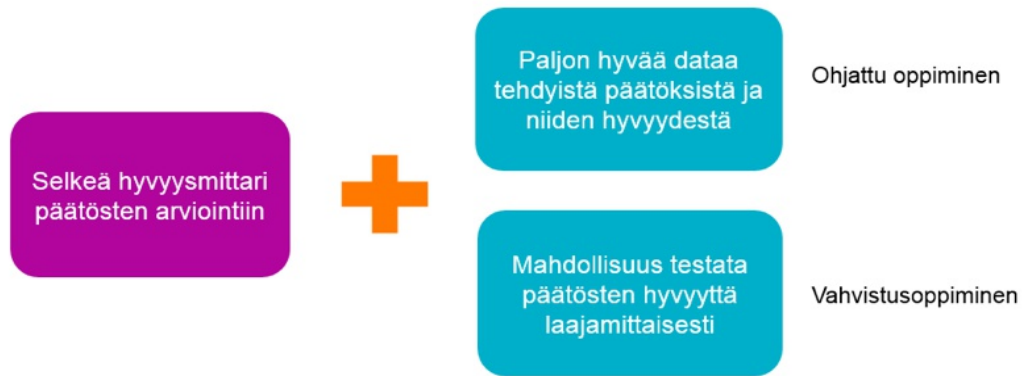
Kuva 2: Vahvistusoppimisen peruseriaate

Perinteisesti tekoälyn hyödyt on nähty erityisesti rutiinipäätösten laadun parantamisessa. Selkeiden päätössääntöjen puitteissa tekoäly on ihmistä nopeampi ja tarkempi eikä kärsi esimerkiksi erilaisista päätöksenteon vinoumista. Toisaalta tekoälyn keinoin on saatettu tukea ihmisen tekemiä päätöksiä esimerkiksi tarkempien ennustemallien rakentamisen kautta. AlphaGo Zeron menestyksen innoittamana keskustelu tekoälyn roolista ihmisen korvaajana monimutkaisemmissa päätöksentekotilanteissa on kuitenkin saanut lisävauhtia. Esimerkiksi DeepMind on ilmoittanut haluavansa soveltaa vahvistusoppimisen periaatteita seuraavaksi terveydenhuollon päätöksentekoon. Mutta missä määrin tekoälyn hegemonia Go-pelissä on siirrettävissä yhteiskunnalliseen ja liiketoiminnalliseen päätöksentekoon?

Jotta tekoäly voisi tehdä ihmistä parempia päätöksiä, tulee sen käytössä olla selkeä hyvyysmittari päätösten arviointiin ja joko paljon hyvää dataa tehdyistä päätöksistä ja niiden hyvydestä (jolloin voidaan soveltaa ohjattua oppimista) tai mahdollisuus päätösten hyvyyden testaamisen laajamittaisesti (jolloin voidaan soveltaa vahvistusoppimista; ks. kuva 3). Kuten kaikkien pelien, AlphaGo'n ja AlphaGo Zeron tapauksessa luonnollinen hyvyysmittari päätökselle on vaikutus voiton todennäköisyyteen. Myöskään datan määrä ja laatu ei pelien tapauksessa ole ongelma; olihan esimerkiksi AlphaGo'lla käytössään täydelliset kuvaukset 150 000 pelistä ja niiden lopputulemista. Päätösten laajamittainen ja kontrolloitu testaaminen on niin ikään pelien maailmassa helppoa, kuten AlphaGo Zeron itseään vastaan pelaamat 29 miljoonaa peliä osoittavat.

Millaisissa päätöksentekotilanteissa edellä kuvatut edellytykset (hyvyysmittarin selkeys ja joko laadukkaan datan saatavuus tai laajamittainen testausmahdollisuus) sitten toteutuvat? Esimerkiksi osakeportfoliopäätöksissä hyvyysmittarina voidaan perustellusti käyttää jonkinlaista yhdistelmää tuotosta ja volatiliiteetista. Portfoliopäätöksistä on myös saatavilla paljon laadukasta dataa, ja päätösten hyvyttä voidaan simuloiduilla valinnoilla testata laajamittaisesti investoimatta varsinaisesti mitään. Tekoälyalgoritmien käyttö osakeportfolioiden ja hedge-rahastojen hallinnassa onkin yleistynyt sitä mukaa, kun näyttöä tekoälyn yliveraisuudesta ihmiskunhoitajaan verrattuna on saatu.

Sen sijaan esimerkiksi terveydenhuollon päätöksissä hyvyysmittarin määrittäminen on hankalampaa. Onko päätösten tavoitteena terveyshyötyjen maksimointi vai kustannusten minimointi? Tai ehkä resurssien kustannusvaikuttava käyttö? Tai terveyserojen minimointi eri väestöryhmien kesken? Tai mahdollisesti jokin yhdistelmä edellisistä? Terveydenhuollon



Kuva 3: Edellytykset sille, että tekoäly tekee parempia päätöksiä kuin ihminen

päätöksistä on paljon dataa, mutta se on usein epärakenteellista ja hankalasti yhdisteltävissä. Toisaalta mahdollisuudet tekoälyn tekemien päätösten testaamiseen ovat rajalliset johtuen muun muassa eettisistä ja laillisista rajoitteista sekä lääkärin vastuukysymyksistä hoitopäätöksissä. Lisäksi syvän oppimisen neuroverkkoihin perustuvien tekoälyalgoritmien käyttö niin terveydenhuollossa kuin muissakin ihmisiä koskevissa päätöksissä on ongelmallista, sillä päätösten perusteita ei voida tarkasti määrittää.

Tekoäly ei siis ainakaan toistaiseksi voi korvata ihmistä monimutkaisten, monitavoitteisen, harvoin toistuvien ja perusteltavuutta vaativien päätösten tekemisessä. Perinteisillä operaatiotutkimuksen menetelmillä kuten ongelman jäsentämisellä, päätösanalyysillä ja optimoinnilla on kuitenkin tärkeä rooli myös tällaisten päätösten systemaattisessa tukemisessa. Parhaimmillaan päätöksenteon tuessa voitaisiin hyödyntää kiistatta tehokkaita tekoälymenetelmiä esimerkiksi monimutkaisten ilmiöiden rakenteiden analysointiin tai ennustemallien luomiseen, jolloin päätösmallien rakentamisessa voitaisiin keskittyä ongelman rajaamiseen ja jäsentelyyn, ristiriitaisten tavoitteiden ja etujen yhteensovittamiseen, vaihtoehtojen luomiseen ja niiden vaikutusten arviointiin, sekä perusteltujen päätösuositusten tuottamiseen ja kommunikointiin. Tästä näkökulmasta operaatiotutkijan on hyvä pitää mielessä tekoälyn suomat mahdollisuudet, mutta myös World Economic Forumın raportin lista kymmenestä tärkeimmästä taidosta tulevaisuuden työelämässä (kuva 4).



Kuva 4: Kymmenen tärkeintä taitoa tulevaisuuden työelämässä (Future of Jobs Report, WEF, 2016)

Aalto-yliopisto panostaa operaatiotutkimukseen: uusi operaatiotutkimukseen keskittyvä strateginen aloite

Antti Punkka | Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu | Matematiikan ja systeemianalyysin laitos



Vuonna 2017 perustettu ja vuonna 2018 toimintansa aloittava Aalto Centre for Operations Research (ACOR) on Aallon perustieteiden korkeakoulun strateginen aloite, joka korkeakoulun muiden viiden strategisen aloitteen tapaan pyrkii edistämään sekä Aallon että perustieteiden korkeakoulun strategisten tavoitteiden toteutumista omalla alallaan. ACOR on Aallon tutkijoiden verkosto, jonka kotipesä on Matematiikan ja systeemianalyysin laitoksella. ACORin toimintaa koordinoin minä.

ACORin tavoitteina on mm. lisätä operaatiotutkimuksen ja sen alalla tehtävän tutkimuksen tunnettavuutta sekä Aallossa että akateemisen toimintaympäristön ulkopuolella. Aallon osalta tämä tarkoittaa erityisesti operaatiotutkimuksen menetelmiä hyödyntävien tai sen hyödyntämisestä hyötyvien tutkimusryhmien ja operaatiotutkimusta tutkivien ja kehittävien tutkijoiden yhteen saattamista – operaatiotutkimus ei tunnu olevan terminä tai tutkimusalana kovin tunnettu, vaikka sen menetelmiä laajasti hyödynnetäänkin. Parhaimmillaan tämä tuottaa uutta kovatasoista tutkimusta ja tuo uusia keskeisiä sovellusalueita OR-tutkijoiden ulottuville.

Yritysten ja muiden operaatiotutkimuksen menetelmiä hyödyntävien osalta tavoitteena on ensinnäkin tuoda laajempaan tietoon koko operaatiotutkimus: mitä se on ja mitä se ei ole, miksi se on hyödyllistä ja miten se eroaa perinteisten ”analyysien” tekemisestä? Toisena yhtä tärkeänä tavoitteena on madaltaa yritysten ja muiden organisaatioiden kynnystä päästä hyödyntämään parasta operaatiotutkimusosaamista. Operaatiotutkimusosaamiselle kyllä riittää kysyntää, mutta keinot päästä hyödyntämään sitä ovat oman kokemukseni mukaan kovin rajalliset. ACOR haluaakin muutaman vuoden päästä olla ensisijainen kontaktipiste sekä akateemisille että muille operaatiotutkimuksen hyödyntämisestä kiinnostuneille toimijoille, joita on muuten huomattavasti enemmän kuin osaamme kuvitellakaan.

Suomalaisen operaatiotutkimuksen kannalta ACOR on erittäin positiivinen asia. Ensinnäkin sen perustaminen sisältää viestin, että operaatiotutkimus nähdään erittäin tärkeänä – ja toivottavasti kasvavanakin - osana Aallon tulevaisuuden toimintaa. Lisäksi se on aito kannustus ja mahdollisuus kokeilla erilaisia toimintatapoja, joilla hyvinkin lähellä tutkimuksen ja menetelmäkehityksen lopullista hyödyntäjää oleva saa helposti yhteyden parhaaseen asiantuntemukseen sekä erilaisia ketteriä keinoja operaatiotutkimusosaamisen hyödyntämiseen.

Toiminnallisesti ACOR on tutkijaverkosto, joka järjestää muutamia verkostoitumiseen ja yhteistyömahdollisuuksien avaamiseen tähtääviä tapahtumia vuodessa, osallistuu operaatiotutkimuksen tunnettavuutta lisäävän opetuksen kehittämiseen ja pyrkii toiminnallaan saattamaan OR-tutkimuksen ja/tai OR-osaamisen ja sen soveltajat yhteen. Miten tämä tapahtuu? Sitä en ihan täsmälleen vielä tiedä, mutta sen tiedän, että ACOR tiedottaa toiminnastaan pian avattavilla verkkosivuillaan sekä sähköpostilistallaan. Sähköpostilistalle liittymistoiveiden lisäksi otan mielelläni vastaan {hyviä, erikoisia, perinteisiä, huvittomia} ideoita hyviä ideoita ACORin toimintaan liittyen!

Väitös: Behavioraaliset tekijät monikriteerisessä päätöksenteossa, DI Tommi Pajala

Ohjaaja: Prof. Jyrki Wallenius, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu

Päätöksenteko on suuressa roolissa taloudellisessa ja yhteiskunnallisessa toiminnassa. Joka päivä kuluttajat valitsevat tuotteiden välillä, ja johtajat valikoivat palkattavia työntekijöitä. Päätökset usein liittyvät moneen kriteeriin, mikä vaatii kykyä löytää eri kriteerien suhteen tasapainoinen vaihtoehto. Operaatiotutkimuksessa näiden ongelmien tutkimuksen haaraa kutsutaan monikriteeriseksi päätöksenteoksi. Tässä väitöskirjassa kytken monikriteerisen päätöksenteon metodologiaa psykologian tuloksiin ihmisten käyttäytymisestä.

Huolimatta käyttäytymistaloustieteen noususta, käyttäytymisen rooli operaatiotutkimuksen piirissä on verraten uusi tutkimussuunta. Tämä väitöskirja kontribuoi alaan soveltamalla psykologian tutkimustuloksia preferenssien ennustamisessa ja mallinnuksessa.

Essee I tutkii empiirisesti sitä, voidaanko päätöksentekijän arvofunktiota approksimoida lineaarisella arvofunktiolla. Näytämme, että lineaarinen arvofunktio on toimiva malli preferenssien ennustamiseen, vaikka kaikille päätöksentekijöille ei edes teoriassa ole olemassa lineaarista arvofunktiota, joka selittäisi heidän tekemänsä päätökset.

Essee II tarkastelee kontekstin merkitystä päätöksenteon virheille. Vaikka teoria usein käsittelee päätöksentekoa ilman kontekstia, näytämme, että emotionaalinen kiinnittyminen tuotteeseen sekä tuotetyyppi vaikuttavat todennäköisyyteen valita dominoitu vaihtoehto. Lisäksi näytämme, että kolmannen kriteerin lisääminen ei välttämättä johda informaatioähkyyn, kun lisätty kriteeri ei muuta vaihtoehtojen dominanssisuhteita.

Essee III käsittelee kriteerien tärkeyden tulkintaa. Päätöksentekijät usein sanovat, että jokin kriteeri on jotain toista kriteeriä tärkeämpi. Kuitenkin monikriteerisen arvoteorian kehikossa kriteerien tärkeyden tulkinta on hankalaa. Esseessä III otamme aiemmasta kirjallisuudesta impaktin käsitteen, ja esitämme sille yhden toimivan määritelmän, jossa impakti määritellään AHP-tekniikalla estimoitujen painojen sekä kriteerin variaatiokertoimen tulona.

Essee IV analysoi sitä, voidaanko päätöksentekotyölin mittareita käyttää selittämään päätöksenteon virheitä. Näytämme, että kognitiivinen reflektiotesti, sekä tarve tutkia eri vaihtoehtoja liittyvät korkeampaan virhetodennäköisyyteen. Kiinnostavaa on myös se, että itsensä hyvin analyttisiksi luokittelevat päätöksentekijät tekevät yhtä paljon virheitä kuin muutkin.

Kaiken kaikkiaan väitöskirjan tulokset näyttävät, että psykologiset ja behavioraaliset tekijät monikriteerisessä päätöksenteossa tulisi ottaa huomioon. Kontekstin huomiotta jättäminen voi johtaa vääriin johtopäätöksiin, ja psykologisten muuttujien tarkastelu lisää ymmärrystä yksilöiden välisistä eroista päätöksenteossa. Toisaalta lineaarinen arvofunktio voi toimia preferenssien ennustamisessa yhtä hyvin kuin monimutkaisemmat päätöksentekomallit.

Väitös: Malliperusteisen ongelmanratkaisun käytänteiden parantaminen systeemisen käyttäytymisnäkökulman avulla, DI Tuomas Lahtinen

Ohjaaja: Prof. Raimo P. Hämäläinen, Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu

Malliperusteisessa ongelmanratkaisussa keskeisiä tekijöitä ovat osallistujien toiminta ja heidän seuraamansa prosessit. Aiemmassa kirjallisuudessa on käsitelty prosesseihin liittyviä käytänteitä ja ihmisten käyttäytymiseen liittyviä ilmiöitä kuten kognitiivisia vinoumia. Näiden vuorovaikutukseen ei kuitenkaan ole kiinnitetty juurikaan huomiota. Tässä väitöskirjassa esitellään polkuriippuvuuden käsite malliperusteisen ongelmanratkaisun ja monitavoitteisen päätösanalyysin kentille. Tämä käsite luo systeemisen näkökulman, joka auttaa hahmottamaan kognitiivisten vinoumien ja muiden käyttäytymiseen liittyvien ilmiöiden kokonaisvaikutusta. Polku muodostuu ongelmanratkaisuprosessin vaiheiden tai askelten ketjusta. Vaihtoehtoisia polkuja on yleensä tarjolla, ja polun valinnalla on merkitystä. Mallinnusprojektissa voidaan päätyä eri poluille riippuen muun muassa osallistujien toiminnasta, ongelmanratkaisu ympäristöstä, seuratuista prosesseista ja käytetyistä mallinnustekniikoista. Ajatus polusta nostaa esiin dynaamisia ilmiöitä. Tässä työssä pohditaan projektin alussa tehtävien valintojen merkitystä, ihmisen toiminnan vaikutusten kasautumista ja polun vaihtamisen vaikeutta.

Käytännössä polkunäkökulma voi tukea malliperusteista ongelmanratkaisua hyödyntävien projektien hallintaa. Tässä väitöskirjassa esitetään tarkistuslista, joka auttaa polun hahmottamisessa ja polkuun vaikuttavien tekijöiden tunnistamisessa. Lisäksi tässä väitöskirjassa kuvataan tapoja vähentää kehnolle polulle jumiutumisen riskiä. Päätösanalyysissä polkunäkökulma auttaa lieventämään kognitiivisten vinoumien vaikutusta. Vinoumat ovat ongelma erityisesti, jos niiden vaikutukset kasaantuvat. Tässä väitöskirjassa näytetään, että joskus on mahdollista löytää polkuja, joita pitkin kuljettaessa eri vaiheissa syntyvien vinoumien vaikutukset kumoavat toisensa. Yleisesti ottaen tulisi välttää polkuja, joilla vinoumien vaikutukset kasaantuvat joidenkin päätösvaihtoehtojen eduksi. Tässä työssä esitellään uusia tekniikoita vinoumien vaikutusten lieventämiseksi. Nämä osoitetaan toimiviksi eräässä päätösanalyysiprosessissa.

Portfoliopäätösanalyysi on toinen tässä väitöskirjassa käsiteltävä systeeminen näkökulma. Ympäristöä koskevassa päätöksenteossa on usein haasteena muodostaa sopiva toimenpidekokonaisuus, eli portfolio. Perinteistä monitavoittemenetelmää sovellettaessa asiantuntijat luovat vaihtoehtoisia portfolioita ilman portfoliomallien apua. Tässä on riskinä, että ajattelun vinoumat ja polkuriippuvuus muodostuvat ongelmaksi. Tässä väitöskirjassa esitetään kuinka portfoliopäätösanalyysi voi auttaa välttämään nämä riskit, ja kuvataan vaihtoehtoisia tapoja mallintaa portfoliopäätöksiä. Portfoliopäätösanalyysin soveltamisen vaiheista luodaan viitekehys ympäristökysymyksiin erikoistuneiden mallintajien tueksi.

Väitös: Kustannusvaikuttavampaa terveydenhuoltoa matemaattisella mallintamisella, DI Yrjänä Hynninen

Ohjaajat: Prof. Ahti Salo, Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu; TKT Eeva Vilkkumaa, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu

Terveydenhuollon kehittämisessä on tarpeen tunnistaa ja suunnitella toimintatapoja, jotka tuottavat väestölle mahdollisimman paljon tavoiteltavia terveyshyötyjä käytettävissä olevilla resursseilla. Tällöin haasteena on vaihtoehtoisten testaus-, hoito- ja toimintatapojen suuri lukumäärä sekä näihin toimintatapoihin liittyvien erilaisten kustannusten ja terveyshyötyjen moninaisuus.

Väitöskirjassa kehitetään ja sovelletaan matemaattisia menetelmiä kustannusvaikuttavamman terveydenhuollon kehittämiseksi. Menetelmien avulla terveydenhuoltoyksiköitä voidaan vertailla kokonaisvaltaisesti ja tunnistaa täten parhaat käytännöt, joiden laajempaa käyttöönottoa on syytä edistää. Lisäksi menetelmillä voidaan tunnistaa, missä järjestyksessä ja miten yhdistellen kliinisiä testi- ja hoitotoimenpiteitä kannattaa tehdä ottaen huomioon terveyshyödyt ja kustannukset niin yksittäisen potilaan kuin kokonaisten väestöryhmien osalta. Väitöskirjassa menetelmiä sovelletaan esimerkiksi geneettisen testauksen kustannusvaikuttavan käytön määrittämiseen sydän- ja verisuonitautien ehkäisyssä.

Väitöskirjan tehokkuus- ja päätösanalyttisiä menetelmiä voidaan hyödyntää muun muassa perusteltujen vertailujen tekemiseen hallinnollisista alueista, kuten perusteilla olevista sote-alueista. Toisaalta menetelmät tukevat testaus- ja hoitopolkujen ja -ohjeistusten suunnittelussa sekä uusia testaus- tai hoitoteknologioita koskevien investointien, käyttötapojen ja hinnoittelupolitiikkojen valmistelussa. Menetelmien avulla voidaan esimerkiksi linjata, miten geneettisen testaamisen kaltaisia uusia teknologioita voidaan ottaa kustannusvaikuttavasti käyttöön. Lisäksi menetelmät auttavat segmentoimaan väestöryhmiä ja määrittämään, miten erilaisia testaus- ja hoitomenetelmiä kannattaa priorisoida eri väestöryhmissä, jotta terveyshyödyt koko väestön tasolla ovat mahdollisimman suuret.

Tapahtumakalenteri

19.4. Yhdistyksen vuosikokous

Paikka: Säätytalo, Snellmaninkatu 9-11, sali 15 klo 14:00

19.4. Seminaari: "Tekoäly: ennustaja, neuvonantaja vai päätöksentekijä?"

Paikka: Säätytalo, Snellmaninkatu 9-11, sali 15, klo 15:00

Lisätiedot: www.operaatiotutkimus.fi