

Algoritmiikka-laboratorio

- Yksi kuudestatoista TUCS-tutkimuslaboratorioista
- Johtajat
 - Prof. Olli Nevalainen
 - Prof. Risto Lahdelma
- Pääasiassa Turun yliopiston IT-laitoksen tutkijoita

Algoritmiikka-laboratorion tutkimusalue

- Erilaisten algoritmien suunnittelu, analysointi ja toteutus
- Sekä teoreettinen että soveltava algoritmitutkimus
 - Kombinatoriset algoritmit
 - Tekstin, sanakirjojen ja kuvien tiivistäminen
 - Merkkijonoalgoritmit
 - Tietokantarakenteet ja tietokantahaut
 - Teolliset algoritmit
 - Rajoiteohjelmointi
 - Rinnakkaislaskenta ja rinnakkaiset algoritmit
 - Klusterointimenetelmät
 - Bio-lääketieteellisten signaalien analysointi
 - Tietokonepelit
 - Sulautetut algoritmit

Algoritmiikka-laboratorion organisaatio

- Professorit: 5 (2 vakituista, 1 ma, 2 mvs)
 - Timo Knuutila
 - Risto Lahdelma
 - Ville Leppänen
 - Olli Nevalainen
 - Jukka Teuhola
- Tutkijat: 3 (2 TUCS Postdoc, 1 SA-projektitutkija)
 - Tero Aittokallio
 - Esa Alhoniemi
 - Jouni Smed
- Jatko-opiskelijat: n. 18

Algoritmiikka-laboratorion julkaisut 2004

- Lahdelma, Risto and Makkonen, Simo and Salminen, Pekka: Treating Dependent Uncertainties in Multi-Criteria Decision Problems. Volume Vol II, Allied Publishers Pvt. Ltd, 2004
- Rong, Aiyang and Lahdelma, Risto: An Efficient Linear Model and Optimization Algorithm for Trigeneration. Number 598, 2004
- Alhoniemi, Esa and Knuutila, Timo and Johnsson, Mika and Røyhkiö, Juha and Nevalainen, Olli S.: Data Mining in Maintenance of Electronic Component Libraries. Number 605, 2004
- Codrea, Marius C. and Tyystjärvi, Esa and vandeVen, Martin and Valcke, Roland and Nevalainen, Olli S.: Classifying Apples by the Means of Fluorescence Imaging. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence (IJPRAI), Volume 18, Number 2, 2004
- Lahdelma, Risto and Tervonen, Tommi: Efficient Implementation of Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis. Number 590, 2004
- Luoma, Olli: Indexing XML Data with a Schema Graph. 2004

Algoritmiikka-laboratorion journal- julkaisut 2003

- Virpi Ahola, Tero Aittokallio, Esa Uusipaikka, and Mauno Vihinen. Efficient estimation of emission probabilities in profile hidden markov models. *Bioinformatics*, 19(18):2359-2368, Dec 2003.
- Tero Aittokallio, Tapio Pahikkala, Pekka Ojala, Timo J. Nevalainen, and Olli Nevalainen. Electrophoretic signal comparison applied to mRNA differential display analysis. *BioTechniques*, 34(1):116-122, Jan 2003.
- Tero Aittokallio, Markus Kurki, Tuomas Nikula, Anne West, Riitta Lahesmaa, and Olli Nevalainen. Computational strategies for analyzing data in gene expression microarray experiments. *Journal of Bioinformatics and Computational Biology*, 1(3):541-586, Oct 2003.
- Jyrki Kangas, Joonas Hokkanen, Annika Kangas, Risto Lahdelma, and Pekka Salminen. Applying stochastic multicriteria acceptability analysis to forest ecosystem management with both cardinal and ordinal criteria. *Forest Science*, (49):928-937, 2003.
- Mika Keränen, Eva-Mari Aro, Esa Tyysjärvi, and Olli Nevalainen. Automatic plant identification with chlorophyll fluorescence fingerprinting. *Precision Agriculture*, (4):53-67, 2003.
- Risto Lahdelma and Henri Hakonen. An efficient linear programming algorithm for combined heat and power production. *European Journal of Operational Research*, 148(1)(148):141-151, 2003.
- Arsi Rosengren, Jussi Salmi, Tero Aittokallio, Jan Westerholm, Riitta Lahesmaa, Tuula Nyman, and Olli Nevalainen. Comparison of PDQuest and progenesis software packages in the analysis of two-dimensional electrophoresis gels. *PROTEOMICS*, 3(10):1936-1946, Oct 2003.
- Tarja Saaresranta, Tero Aittokallio, Päivi Polo-Kantola, Hans Helenius, and Olli Polo. Effect of medroxyprogesterone on inspiratory flow shapes during sleep in postmenopausal women. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 134(2):131-143, Feb 2003.
- Marius Cosmin Codrea, Tero Aittokallio, Mika Keränen, Esa Tyystjärvi, and Olli S. Nevalainen. Feature learning with a genetic algorithm for fluorescence fingerprinting of plant species. *Pattern Recognition Letters*, 24(15):2663-2673, Nov 2003.
- Jouni Smed, Kari Salonen, Mika Johnsson, Tommi Johtela, and Olli Nevalainen. Grouping PCBs with minimum feeder changes. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 15:19-35, 2003. forthcoming.
- Riikka Lund, Tero Aittokallio, Olli Nevalainen, and Riitta Lahesmaa. Identification of novel genes regulated by IL-12, IL-4, or TGF- β during the early polarization of CD4⁺ lymphocytes. *Journal of Immunology*, 171(10):5328-

Algoritmiikka-laboratorion journal- julkaisut 2003 (jatk.)

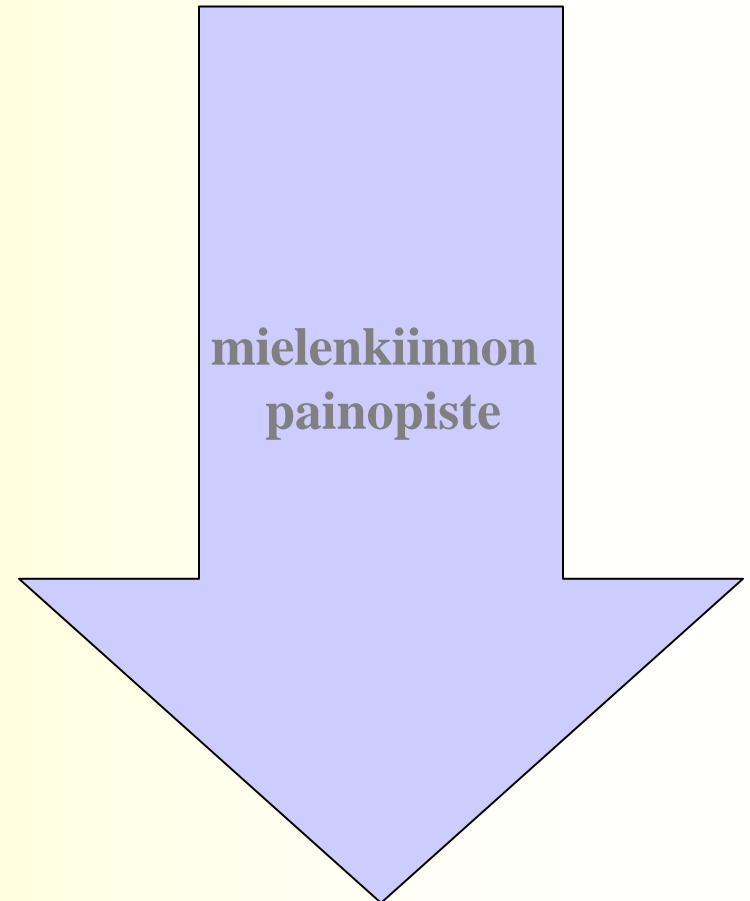
- Zhi Chen, Riikka Lund, Tero Aittokallio, Minna Kosonen, Olli Nevalainen, and Riitta Lahesmaa. Identification of novel IL-4/stat6-regulated genes in t lymphocytes. *Journal of Immunology*, 171(7):3627-3635, sep 2003.
- Riikka Lund, Emmi Ylikoski, Tero Aittokallio, Olli Nevalainen, and Riitta Lahesmaa. Kinetics and stat4- or stat6-mediated regulation of genes involved in lymphocyte polarization to th1 and th2 cells. *European Journal of Immunology*, 33(5):1105-1116, Apr 2003.
- Simo Makkonen, Risto Lahdelma, Anna-Maria Asell, and Antti Jokinen. Multi-criteria decision support in the liberalized energy market. *Journal of multi-criteria decision analysis*, 12:1-16, Dec 2003.
- Jouni Smed, Timo Kaukoranta, and Harri Hakonen. Networking and multiplayer computer games - the story so far. *International Journal of Intelligent Games & Simulation*, 2(2):101-110, 2003. Available at <http://www.scit.wlv.ac.uk/~cm1822/ijigs22.htm>.
- Risto Lahdelma, Kaisa Miettinen, and Pekka Salminen. Ordinal criteria in stochastic multicriteria acceptability analysis. *European Journal of Operational Research*, (147):117-127, 2003.
- Tero Aittokallio, Mats Gyllenberg, Tarja Saaresranta, and Olli Polo. Prediction of inspiratory flow shapes during sleep with a mathematical model of upper airway forces. *Sleep*, 26(7):857-863, Nov 2003.
- Juha Kivijärvi, Pasi Fränti, and Olli Nevalainen. Self-adaptive genetic algorithm for clustering. *Journal of Heuristics*, 9(2):113-129, 2003.
- Esa Alhoniemi. Simplified time series representations for efficient analysis of industrial process data. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 17(2):103-114, 2003.
- Irina Virtanen, Tero Aittokallio, Jarno Tähtinen, Jussi Salmi, Jaakko Järvi, Päivi Polo-Kantola, and Olli Polo. State of vigilance, oestrogen replacement therapy, and lipid profile as modifiers of nocturnal movement-induced heart rate responses. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 23(5):293-299, sep 2003.
- Risto Lahdelma, Pekka Salminen, and Markku Kuula. Testing the efficiency of two pairwise comparison methods in discrete multiple criteria problems. *European Journal on Operational Research*, (145):496-508, 2003.

Tutkimusaiheita (Nevalainen et al.)

- Piirikortin valmistus
 - Työkalun vaihtoaikojen määrittäminen (deterministinen/stokastinen)
 - Töiden ryhmittely ladonnassa (tyyppitetyt syöttimet / laatikkosyöttimet)
 - Kaksikätesen ladontarobotin toiminnan mallintaminen
- Ohjelmistolisenssien lukumäärän arviointi jonoteorian avulla
- Tuulen vaikutus rantaviivalla
- Biologiset sovellukset

Tietokonepelien algoritmiset ongelmat (Jouni Smed, Harri Hakonen)

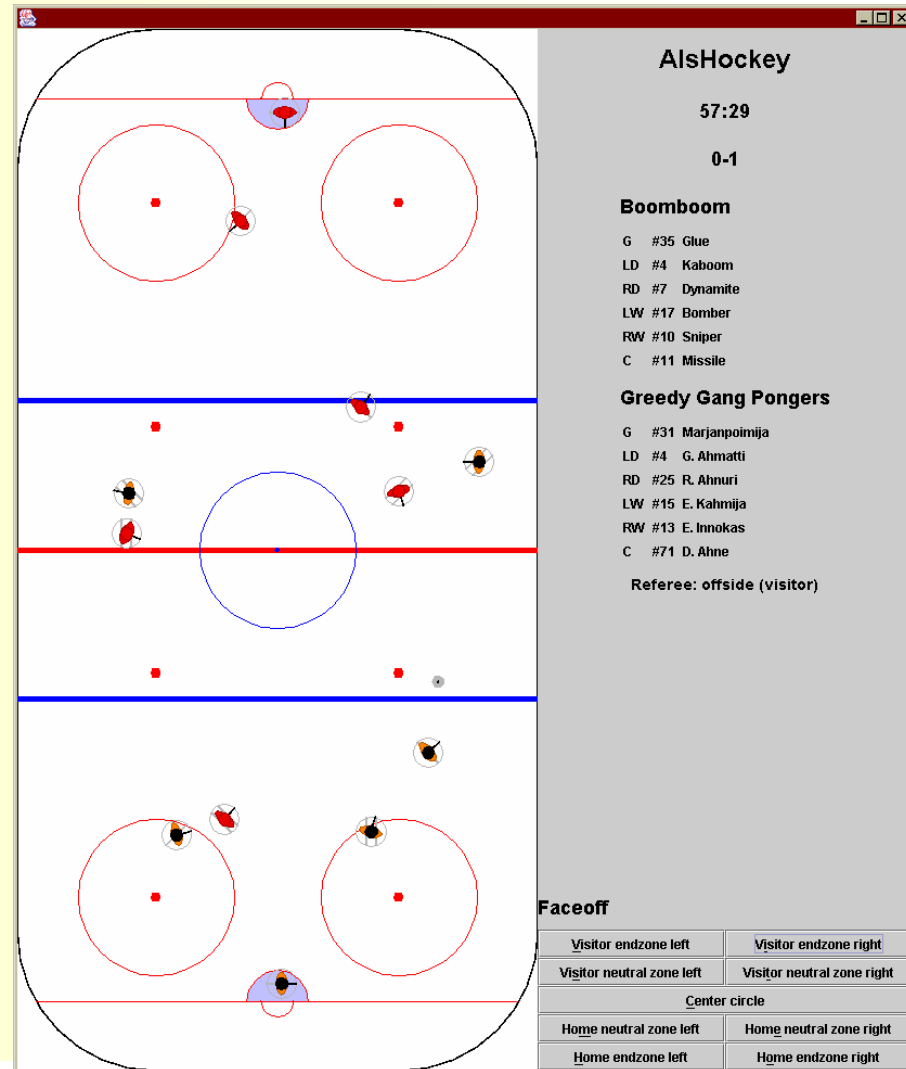
- grafiikka ja ääni
 - 3D-renderöinti
 - kameraliikkeet
 - adaptiivinen ääniraita
- simulaatio ja mallintaminen
 - fysiikka- ja pelikoneistot
- moninpelien verkkoyhteydet
 - protokollat ja turvallisuus
 - resurssien hajautus
- tekoäly
 - tietokoneen ohjaamat *synteettiset pelaajat*



AIshockey

- yksinkertaistettua jääkiekkoa:
 - viralliset IIHF-säännöt
 - todenmukaiset mitat ja painot
 - newtonilainen fysiikkakoneisto
- hajautettu järjestelmä
 - asiakas-palvelin-arkkitehtuuri
- toteutettu Javalla

Turun yliopisto/IT-laitos



Tutkimusaiheita (Lahdelma et al.)

- Optimointimenetelmät ja ohjelmistot
- Diskreetti tapahtumapohjainen simulointi
- Adaptiivinen metallurginen raaka-aineoptimointi (AMRO)
- Hybridinavigoinnin algoritmit
- Stokastinen monikriteerinen arvostusanalyysi (SMAA)
- Dynaaminen skenaario-optimointi strategisessa suunnittelussa (DYSCO)
- Reaaliaikaisen tietokonegrafiikan algoritmit
- Energianhallinnan optimointi (EHTO)
- Hissien ryhmäohjauksen simulointi ja optimointi
- Lääketieteellinen kuva-analyysi

Optimointimenetelmät ja ohjelmistot

- Alkaen lineaarisesta ohjelmoinnista 80-luvulla:
 - LP2: tulomuotoinen revised simplex
 - parametrinen analyysi, kompleks-algoritmi, Danzig-Wolfen dekompositioalgoritmi, MIP, parametrinen MIP, Bendersin dekompositio, kvadraattinen optimointi, WJD
 - NP2: primaalialgoritmi kauttakuljetusverkkotehtävien optimointiin
 - valtakunnallisten sähkönsiirtojen optimointi, robottien maalinvalinta
 - Power Simplex: erikoisalgoritmi sähkön ja lämmön yhteistuotannon paikalliseen optimointiin
 - pitkän aikavälin optimointi, riskianalyysi, vesivoimamalli, tariffioptimointi, dynaaminen optimointi laitestatusten määräämiseksi
 - EHTO NEXUS-järjestelmä toimitettu n. 50 energiayhtiölle 7 maassa
 - Extended Power Simplex: usean lämpötaseen yhteistuotannon optimointi (valtakunnallinen malli)
 - Tri-Commodity Simplex: kolmen tuotteen yhteistuotannon optimointi

Diskreetti tapahtumapohjainen simulointi

- SIM2 – simulointikirjasto
 - prosessorientoitunut simulointimalli
 - C++-kieleen toteutettu korutiini-mekanismi
 - luokat satunnaislukujen generointiin ja tilastolliseen analyysiin
 - sovelluksia esim tuotannosuunnittelussa, hissien ohjausjärjestelmissä, tietoliikennejärjestelmien mallinnuksessa, ...

Adaptiivinen metallurginen raaka- aineoptimointi (AMRO)

- Sumea seostusmalli romuraaka-ainepanoksen laskemiseksi
 - romut ovat heterogeenisia, niiden alkuainepitoisuuden tunnetaan epävarmasti
 - halutaan muodostaa mahdollisimman halpa seos,
 - mutta turvallisesti, niin että tuotestandardin pitoisuusrajoja ei ylitetä
 - tehtävä ratkaistaan stokastisen optimoinnin avulla

Hybridinavigoinnin algoritmit

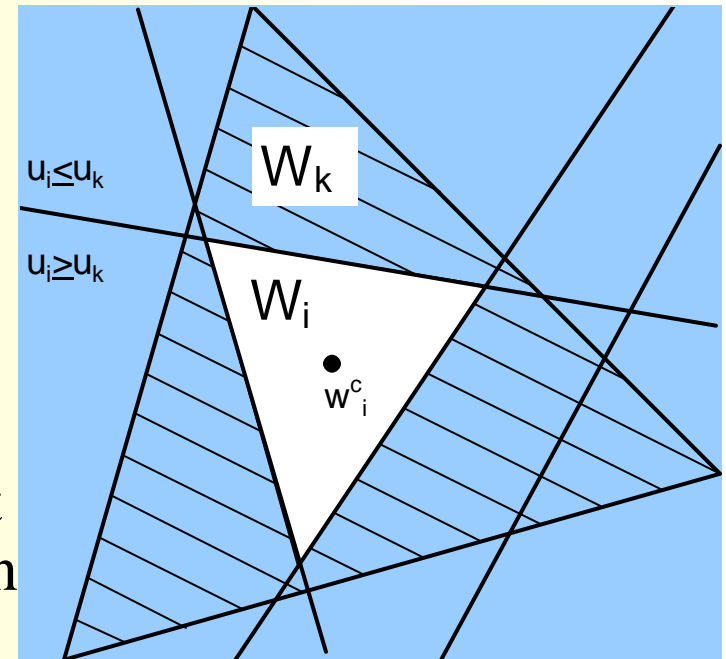
(Lahdelma, Lange, Kumar, Pikaro)

- Erikoisalgoritmeilla (FKF=Fast Kalman Filter) voidaan yhdistää paikannustietoa eri lähteistä reaaliajassa
 - GPS, GSM tukiasemasignaalit, inertia-anturit, Loran-C, jne
- Tarkempi paikannus kun tehtävä on ylideterminoitu
- Robustimpi paikannus kun riittävästi satelliitteja ei ole näkyvissä

Stokastinen monikriteerinen arvostusanalyysi (SMAA)

(Lahdelma, Salminen, Miettinen, Kangas, Tervonen)

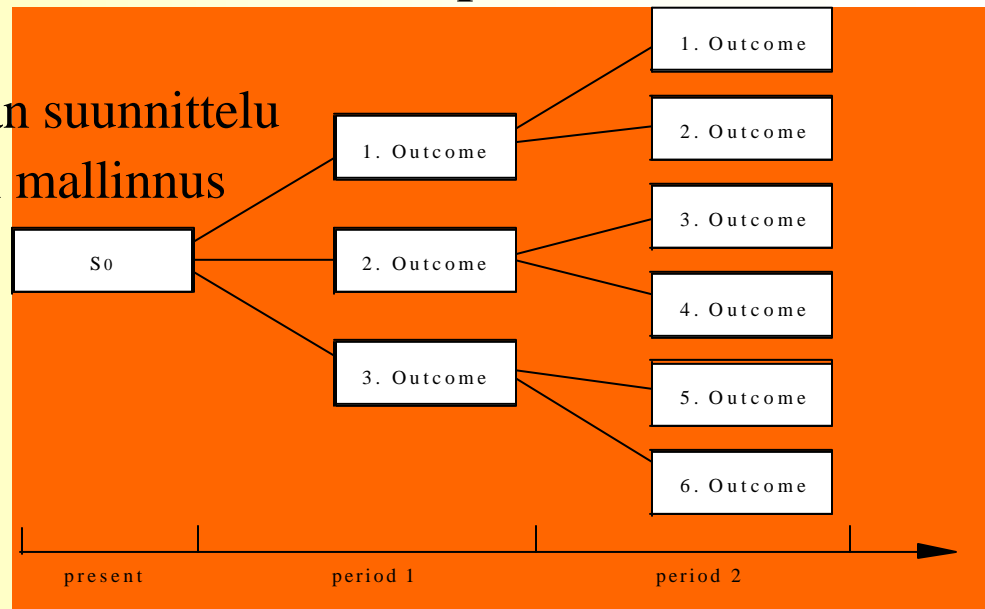
- Monikriteerisen ryhmäpäättöksen tukimenetelmä
 - mahdollistaa epävarman ja epätarkan kriteeri-informaation
 - sallii osittaisen tai puuttuvan preferenssi-informaation
 - Tuottaa deskriptiivistä informaatiota eri vaihtoehtojen hyväksyttävyydestä
- Ratkaisee käänteisesti arvostukset (preferenssit) jotka tukevat kunkin vaihtoehdon valintaa
- Erityisen sovelias julkisten päätösprosessien tueksi
 - auttaa identifioimaan laajasti hyväksyttäviä vaihtoehtoja



Dynaaminen skenaario-optimointi (DYSCO)

(Lahdelma, Korhonen, Iivanainen, Liede)

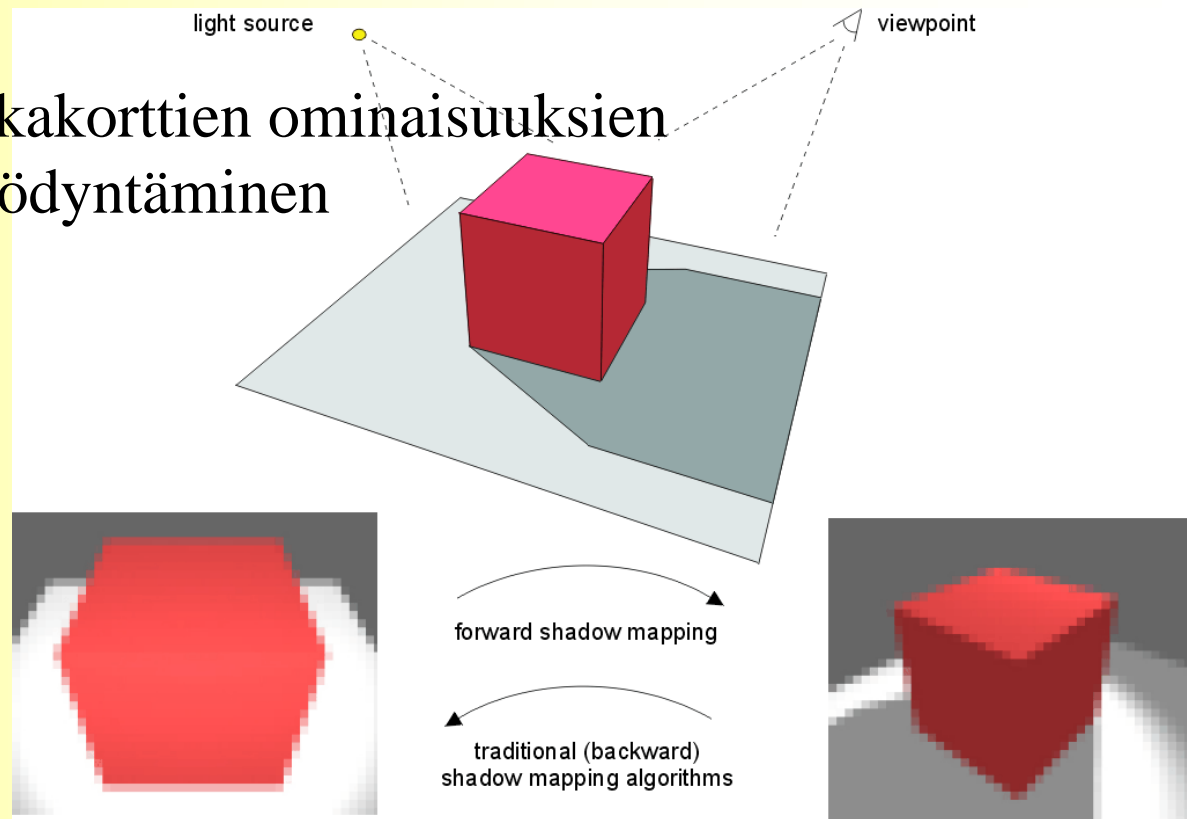
- Strateginen optimointimalli joka antaa kvantitatiivisia tuloksia
 - Skenaariopuun avulla varaudutaan erilaisiin tulevaisuuksiin
 - Löytää strategian, joka huomioi kaikki skenaariot yhtäaikaan
- Sovelias suurta epävarmuutta sisältäviin pitkän aikavälin suunnittelutehtäviin
 - energiayhtiön hankinnan suunnittelu
 - finanssikonglomeraatin mallinnus
 - resurssien sijoittelu



Reaaliaikaisen tietokonegrafiikan algoritmi

(Lahdelma, Westerholm, Arvo, Pakarinen)

- Tarkemman ja realistisemmän grafiikan tuottaminen reaaliajassa
- Uusimpien grafiikkakorttien ominaisuuksien maksimaalinen hyödyntäminen
- Sovelluksia:
 - videopelit
 - CAD-suunnittelu-järjestelmät
 - tieteellinen visualisointi



Energianhallinnan optimointi

(Lahdelma, Alhoniemi, Rong, Makkonen, Ojanen)

- Energianhallintamallien ja optimointialgoritmien kehitys
 - laajoja, dynaamisia, stokastisia, kombinatorisia optimointitehtäviä
- Sovelluskohteita
 - Sähkön ja lämmön yhteistuotannon suunnittelu
 - CO₂-päästöjen ja päästökaupan optimointi
 - Sähkökaupan riskienhallinta

Hissien ryhmäohjauksen simulointi ja optimointi

(Lahdelma, Alhoniemi, Siikonen, Hakonen, Rong)

- Reaaliaikaisten, oppivien ja adaptiivisten algoritmien kehittäminen stokastiseen hissiryhmän allokointitehtävään
- Pyritään minimoimaan
 - matkustajien odotusaikoja
 - matkustusaikoja
 - pitkään odottavien matkustajien osuutta
 - hissien pysähdysten määrää

Lääketieteellinen kuva-analyysi

(Lahdelma, Nevalainen, Hietala, A.Järvi, Teräs)

- Menetelmän ja ohjelman kehittäminen jolla voidaan parantaa PET-aivokuvien laatua
 - erityisesti halutaan korjata partiaalivolyyymiefekti
 - tämä voidaan tehdä yhdistämällä PET- ja magneettiresonanssikuva

$$I_{obs} = I_{GM} \otimes h + I_{WM} \otimes h + I_{CSF} \otimes h$$

$$C_{GM} = I_{GMobs} / (X_{GM} \otimes h) = [I_{obs} - C_{WM} (X_{WM} \otimes h)] / (X_{GM} \otimes h)$$

- Parantunut resoluutio hyödyttää aivotutkimusta ja lääkeainekehitystä

Esimerkki 2D kohdennuksesta

Yhdistetty 2D segmentointi ja kohdennus yhdelle kuvaviipaleelle. Tämä yksinkertainen menetelmä ei toimi kuin muutamalle kuvaviipaleelle jossa kohderakenteet ovat selkeinä näkyvissä. Kehitteillä on 3D menetelmä koko rakenteen segmentoimiseksi ja kohdistamiseksi...

