

Monitavoitteiseen optimointiin soveltuvan evoluutioalgoritmin tarkastelu

(Valmiin työn esittely)

Antti Levo

11.4.2011

Ohjaaja: Ville Mattila

Valvoja: Raimo Hämäläinen

Työn tavoite

- Tutkia evoluutioalgoritmia (Lee et. al, 2008), joka on tarkoitettu epävarmojen, monitavoitteisten optimointitehtävien ratkaisuun
- Testata algoritmin suorituskykyä eräillä yleisesti käytetyillä testiongelmilla
- Antaa tietoa algoritmin toiminnasta suhteessa muihin algoritmeihin, joiden tuloksia esitetty kirjallisuudessa

Monitavoitteinen optimointi ja epävarmuus

- Monitavoitteinen optimointitehtävä
 - Ei yksikäsitteistä ratkaisua
 - Pareto-optimalisuus
 - Dominanssi
- Epävarmuus kohdefunktioissa
 - $\hat{g}_i(x) = g_i(x) + \varepsilon$, missä kohina $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$
 - Kohdefunktion evaluointi tuottaa aina eri realisaation
 - Dominanssi ei yksikäsitteinen
 - Todennäköisyys, että ratkaisuvaihtoehto dominoi toista ratkaisuvaihtoehtoa

Evoluutioalgoritmit monitavoitteisten optimointitehtävien ratkaisemisessa

- Evoluutioalgoritmit todettu hyväksi menetelmiksi deterministisissä tapauksissa
 - Pystyvät löytämään Pareto-joukon ei-konveksin osan ratkaisut
 - Laskennallisesti kuitenkin raskaita
- Soveltamista epävarmoihin tehtävin tutkittu vähän
 - Yksi keino toistaa kohdefunktioiden evaluointeja ja hyödyntää kohdefunktioiden arvojen piste-estimaatteja

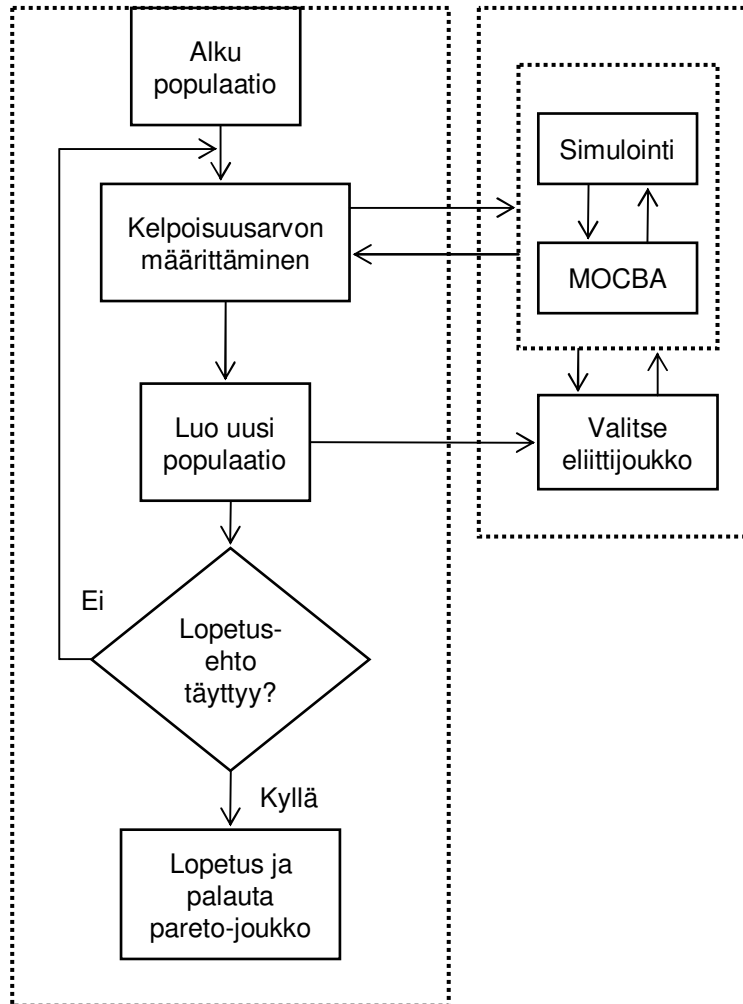
Epävarmuuden vaikutus

- Epävarmuus heikentää evoluutioalgoritmin toimintaa
 - Todellisen Pareto-pinnan löytäminen riittävällä tarkkuudella
- Evaluaatioiden toistaminen kasvattaa laskenta-aikaa
 - Kohdefunktioiden arvojen tarkka estimointi saattaa vaatia useita evaluaatioita
- Kuinka tunnistaa hyvät ratkaisut ilman, että laskenta-aika kasvaa liian suureksi?

Ratkaisu

- Lee et al. (2008) , integrated MOEA
 - MOEA (multiobjective evolutionary algorithm)
 - Monitavoitteisiin tehtäviin soveltuva evoluutioalgoritmi
 - MOCBA (multiobjective computing budget allocation)
 - Menetelmä, joka allokoii ratkaisujen evaluointiin käytettävää laskenta-aikaa
 - Lupaaville ratkaisuille suoritetaan enemmän evaluaatioita
 - Toistaa evaluaatioita, kunnes ei-dominoidut ratkaisut on tunnistettu riittäväällä varmuudella

Integroitu MOEA



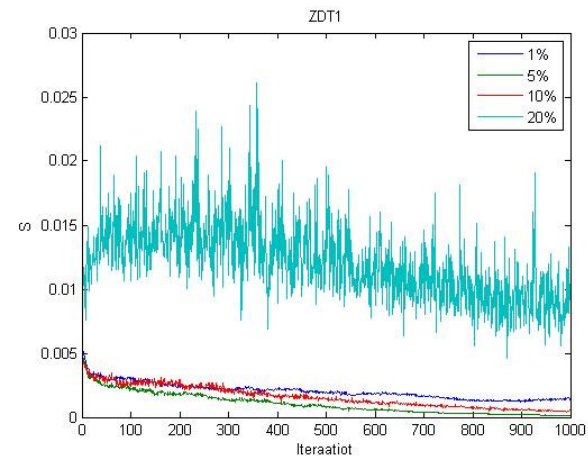
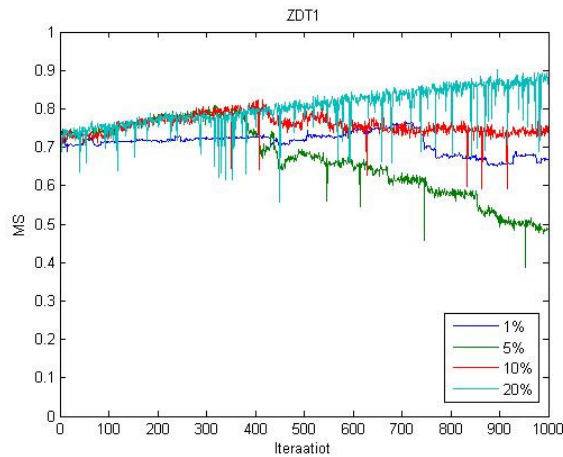
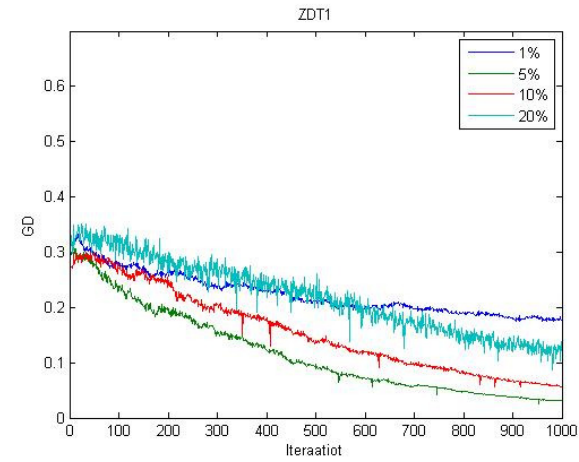
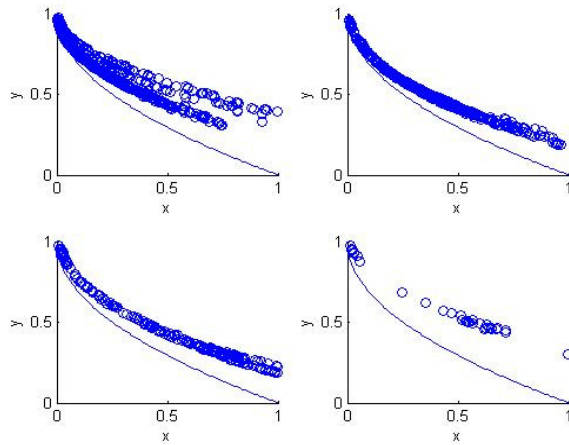
1. Satunnainen alkupopulaatio
2. Kelpoisuusarvo = todennäköisyys kuinka ei-dominoitu ratkaisu on, hyvyyden mitta
3. MOCBA ja simulointi lupaavien ratkaisujen tarkempaan laskemiseen
4. Eliittijoukko = pareto-optimaaliset ratkaisut, päivitetään joka kierroksella
5. Uusi populaatio evolutiivisesti + mutaatiot
 - Tournament selection
 - Crossover
6. Terminointi kun ei lisätä uusia vaihtoehtoja eliittijoukkoon tai tarpeeksi sukupolvia iteroitu

Algoritmin testaus

- Tarkasteltiin 5 yleisesti tunnettua testiongelmaa
- Kohinan tasoina σ^2 käytettiin 1%, 5%, 10% ja 20% kohdefunktioiden maksimeista
- 3 suorituskykymittaria
 - GD, löydetyn paretopinnan etäisyys todellisesta
 - MS, löydetyn paretopinnan kattavuus
 - S, löydetyn paretopinnan ratkaisuiden jakautuminen
- Vertailu löydettyjen ja todellisten Pareto-pintojen välillä

Tulokset

ZDT 1



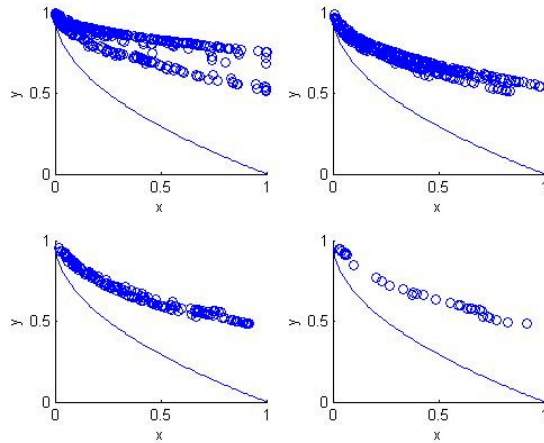
Systeemianalyysin

Laboratorio
Teknillinen korkeakoulu

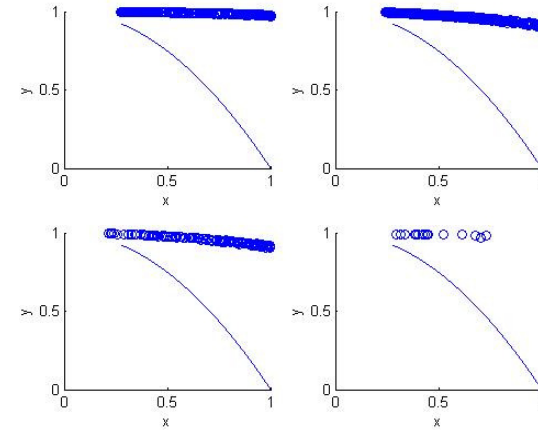
Antti Levo
Systemitieteiden kandidaattiseminaari – Kevät 2011

Tulokset

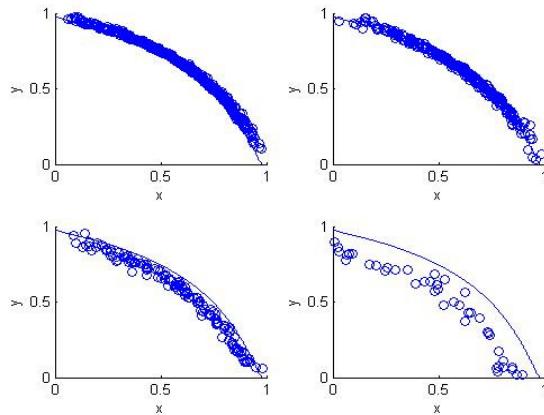
ZDT 4



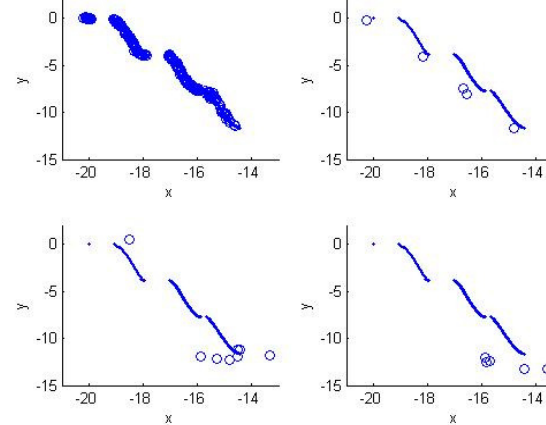
ZDT 6



FON



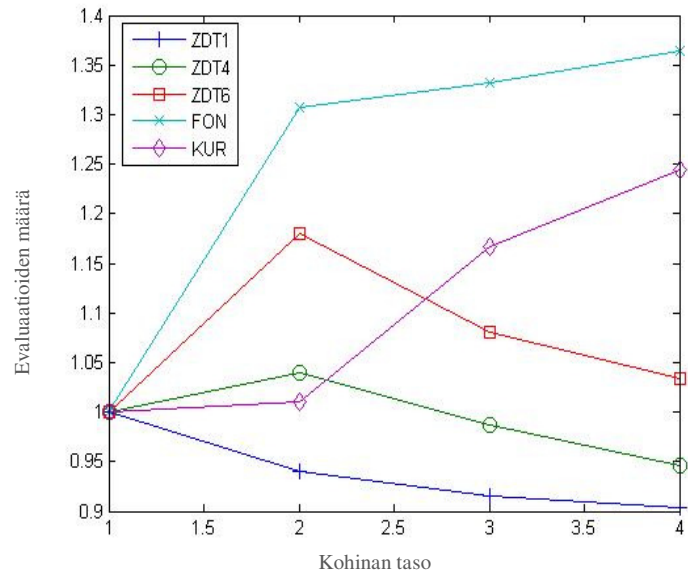
KUR



Havainnot

- Algoritmi pystyi ratkaisemaan osan testiongelmista, osa liian vaikeita
 - Kohdefunktioiden kompleksisuus
- Kohinan lisääntyminen heikensi ratkaisua
 - Ratkaisuiden määrä ja laatu

Evaluaatioiden allokointi



- MOCBA allokoii evaluaatioita ratkaisuvaihtoehdoille
 - Kohinan kasvu intuitiivisesti vaatisi lisää evaluaatioita
- Lisääntynyt kohina ei aina lisännyt evaluaatioiden määrää
 - Ratkaisut kuitenkin huonompia
- Evaluaatioiden allokoinnissa/ ratkaisuiden välisen dominanssin tunnistamisessa parannettavaa

Johtopäätökset

- Toistettujen evaluaatioiden lähestymistapa on toimiva menetelmä kohinan hallitsemiseksi
 - Voidaan tehostaa MOCBA -menetelmällä
- Algoritmi ei joissain tapauksissa pystynyt ratkaisemaan testiongelmia
- Kohinan lisääntyessä MOCBA ei kaikissa tapauksissa allokoanut tarpeeksi evaluaatioita lupaaville ratkaisuille
 - Menetelmän toiminnassa vielä parannettavaa