



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Pareittaisen dominanssin laskenta alkeistapahtumille vikapuuanalyysissä

Henri Losoi

27.05.2013

Ohjaaja: *DI Antti Toppila*

Valvoja: *Professori Ahti Salo*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Tausta

- **A. Toppila ja A. Salon julkaisu (2013) [1]**
 - PRA vikapuuanalyysin laajentaminen todennäköisyyksiin
 - Dominanssin laskeminen multilineaarisista kohdefunktioista
- **PRA (Probabilistic risk assessment)**
 - Kehitetty alunperin ydinvoimalaitosten turvallisuustarkasteluihin
 - Sovelluskohteita riskien analyysissä etenkin laajoissa teknisissä järjestelmissä
- **Multilineaaristen funktioiden optimointi**
 - Multilineaarinen funktio = lineaarinen jokaisen muuttujansa suhteen
 - Esim. $F(p_1, \dots, p_N) = p_1 p_2 + p_2 p_3 p_4 + p_5 + c_1$
 - Sovelluskohde on PRA ja siihen vaihtoehtoisia tietorakenteita esim.
 - Harva lista-lista rakenne, jonka heikkous on järjestyksen puuttuminen: hidas haku mutta nopea alustus. Esim. PRA projektityöseminaarin BEPO [2].
 - Järjestetty matriisi: nopea haku mutta hitaampi alustus kuin lista-lista

Tavoitteet

1. Tehokkaan tietorakenteen ja algoritmin kehitys dominanssin laskemiseen Matlabilla
2. Toteutus BEPO:oon [2]
 - Tarkoituksenmukainen tietorakenne multilineaarille funktioille = nopea vakion haku + nopea funktioiden lisäys + nopea muuttujien evaluointi koska dominanssi riippuu korvauksesta, lisäyksestä ja vakion hausta [2]

Työn sisältö & rajaukset

- Kirjallisuuskatsaus
 - Dominanssirakenteen laskeminen erilaisilla algoritmeilla [4]
 - Vaihtoehtoiset esitystavat multilineaarille funktioille
- Matriisipohjainen tietorakenne ja algoritmi
 - Järjestäminen ja valinta osittaisjärjestetyssä joukossa [3]
 - Rakenne kuvaa multilineaarisia funktioita
 - Esim. jokaista MLF:ää vastaa sarake matriisissa ja matriisin rivit vastaavat mitkä muuttujat ovat kulloisessakin termissä
- Laskennallinen kompleksisuusanalyysi
 - Teoreettinen kompleksisuusanalyysi
 - Käytännön testaus Matlabilla (BEPO)

Tietolähteet & aineistot

- [1] A. Toppila and A. Salo, “*A computational framework for prioritization of events in fault tree analysis under interval-valued probabilities*”, IEEE Transactions on Reliability, 2013, to appear June 2013.
- [2] J. Laitonen, H. Losoi, M. Losoi and K. Ylilammi, “*Tools for analyzing epistemic uncertainties in probabilistic risk analysis*”, Aalto University School of Science, Department of Mathematics and Systems Analysis, the final report of the course Mat-24177 Seminar on Case Studies in Operations Research Project, 2013.
- [3] C. Daskalakis, R. Karp, E. Mossel, S. Riesenfeld and E. Verbin, “*Sorting and selection in posets*”, SIAM Journal on Computing, vol. 40, no. 3, pp. 597–622, 2011.
- [4] K. O. Geddes, S. R. Czapor and G. Labahn, Algorithms for computer algebra. Kluwer Academic Pub, 1992.

Menetelmät & työkalut

- Matlabin profiloija

```
time  calls  line
      1 function const=mlfconst(mlf)
      2 % MLFCONST Returns the constant term of a multilinear function
      3 %   const=mlfconst(mlf);
      4 %
      5 %   Input:
      6 %
      7 %   mlf   The multilinear function of which the constant term will be
      8 %         taken
      9 %
     10 %   Output:
     11 %
     12 %   const The constant term of multilinear function
     13
     14 % Get all variables from mlf
     8 15 variables=symvar(mlf);
     16
     17 % Assign all variables as a zero to the multilinear function to get constant term
     8 18 const=mlf;
     8 19 for i=1:length(variables)
0.30 18 20 const=mlfsubst(const,variables(i),0);
     8 21 end
     22
     8 23 end
```

Aikataulu

- Viikko 22 Tavoitteet selvästi kuten data-rakenteen ja algoritmin kehitys, jossa nopea haku.
- Viikko 24 Kandiseminaari: aihe-esittely
- Viikko 24 **Tietorakenteen matemaattinen kehittäminen ja sen teoreettisuuden laskeminen.**
- Viikko 25 Tieteellisen tutkimuksen kartoituksen raportointi.
- Viikko 27 **Tietorakenteen implementointi ja implementoinnin testaaminen Matlabilla.**
- Viikko 29 **Tulosten raportointi ja niistä keskustelu.**
- Viikko 31 Matlab toteutuksen raportointi ja API:n kuvaus.
- Viikko 32 Tulosten oikoluku ja pienet muutokset.
- Viikko 33 **Työn päätulokset valmiit.**
- Viikko 34 Valmistelevat kalvot valmiin työn esittelyyn ja hyväksytään ne ohjaajalla.**
- Viikko 35 Kaikki oleellinen tehty.
- Viikko Z Tulosten esittely