



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Comparison of line search methods in unconstrained optimization

Aihe-esittely

*Einari Tuukkanen*

*30.08.2019*

Ohjaaja: *Juho Andelmin*

Valvoja: *Fabricio Oliveira*

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

# Tausta

- Vaikeita optimointiongelmia monilla tieteen aloilla
  - Fysiikka, lääketieteet, matematiikka, talous, koneoppiminen...
  - Muuttujien lisääminen kasvattaa nopeasti monimutkaisuutta
  - Tehokkuus yksi kynnyksysymyksistä

Lähde: The Minpack Test Problem Collection, Brett M. Avericky, Richard G. Cartery, Jorge J. More and Guo-Liang Xuey (1992)

# Tausta

- Nonlinear → kohdefunktio epälineaarinen
- Unconstrained → arvoavaruutta ei rajattu
- Optimization → keskitytään minimointiongelmiin
- Useita algoritmeja – sama perusajatus

---

## Algorithm 1 Conceptual optimisation algorithm

---

```
1: initialise. iteration count  $k = 0$ , starting point  $x_0$ 
2: while stopping criteria are not met do
3:   compute direction  $d_k$ 
4:   compute step size  $\lambda_k$ 
5:    $x_{k+1} = x_k + \lambda_k d_k$ 
6:    $k \leftarrow k + 1$ 
7: end while
8: return  $x_k$ .
```

---

### Käytetyt termit

- Kohdefunktio
- Päämetodi
- Viivahaku

Lähde: MS-E2122 - Nonlinear Optimization, Fabricio Oliveira (2018)

# Tavoitteet

- Selvittää viivahakuvalinnan merkitystä päämetodin tehokkuuteen
- Vertailla erilaisia viivahakuja ja optimointialgoritmeja

# Rajaukset

- Tarkastellaan kahta kohdefunktiota
- Satunnaiset aloituspisteet
- Ongelmien dimensio:  $n = 50$

Matrix Square Sum

$$f(\mathbf{x}) = \|A\mathbf{x} + \mathbf{b}\|^2 + c\|\mathbf{x}\|^2$$

Negative Entropy

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n x_i \log x_i$$

Lähteet: <http://benchmarkfns.xyz>, Convex Optimization, Boyd, Stephen; Lieven Vandenberghe (2004)

# Rajaukset

- Tarkastellaan neljää päämetodia
  - Newton's
  - Gradient Descent
  - Conjugate Gradient
  - Heavy Ball
- Tarkastellaan kahdeksaa viivahakua
  - Constant
  - Bisection
  - Golden Section
  - Dichotomous
  - Fibonacci
  - Newton's
  - Uniform
  - Armijo's

# Aineistot

- Tutkitut menetelmät Aallon Nonlinear Optimization (MS-E2122) -kurssilta
  - Kurssikirja *Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, 3rd Edition* (Bazaraa, Sherali, Shetty)
- Kaikki data perustuu omiin koodeihin

# Menetelmät ja työkalut

- Toteutetaan algoritmit itse Pythonilla
- Määritetään parametrit
  - Valitaan parametreille muutamat vaihtoehtoiset arvot
  - Valitaan paras vaihtoehto kullekin kohdefunktio-päämetodi-viivahaku -yhdistelmälle
- Ajetaan jokainen yhdistelmä 1000 aloituspisteellä ja vertaillaan tehokkuuksia ensisijaisesti kahdella kriteerillä
  1. Onnistumisprosentti
  2. Kesto
- Analysointi



# Aikataulu

**Kevät 2019:** Aiheeseen tutustuminen ja algoritmien toteuttaminen, teorian kirjoittaminen

**Alkukesä 2019:** Parametri- ja tehokkuusvertailujen ajaminen, menetelmien kirjoittaminen

**Loppukesä 2019:** Tulosten analysointi, viimeistely

**Syyskuu 2019:** Työ valmis