



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Implementation of Selected Metaheuristics to the Travelling Salesman Problem (valmiin työn esittely)

*Jari Hast*

*xx.12.2013*

Ohjaaja: *Harri Ehtamo*

Valvoja: *Hari Ehtamo*

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

# Tausta

- Vaikeiden kombinatoristen ongelmien ratkaisu on usein liian aikaa vievää niiden eksponentiaalisuusaikaisuuden vuoksi
    - Tällöin on yleensä riittävää löytää 'tarpeeksi hyvä' ratkaisu
  - Eräs vaihtoehto on metaheuristiikkojen soveltaminen
    - Metaheuristiikat kuvaavat ongelmanratkaisuprosessin hyvin yleisellä ja abstraktilla tasolla. Niitä voi soveltaa moniin erilaisiin ongelmiin
  - Aihe on oma ja professori Ehtamolla hyväksytty
-

# Kauppamatkustajan ongelma

- Muodosta lyhin reitti annettujen kaupunkien välillä niin, että jokaisessa kaupungeissa vieraillaan täsmälleen kerran ja lopuksi palataan lähtökaupunkiin
  - Etäisyys jokaisen kaupunkiparin välillä on tunnettu
- Yksi tutkituimmista optimointiongelmista
- Sovelluksia niin logistiikan, suunnittelun kuin mm. mikropiirisuunnittelun alalla

# Tavoitteet ja raja

- Työssä selvitetään seuraavien metaheuristiikkojen toimintaperiaatteet
  - Greedy algorithm
  - Ant colony optimization
  - Genetic algorithm
  - Artificial bee colony
- Selvitetään aiheeseen liittyviä olennaisia käsitteitä ja määritelmiä
- Lisäksi tutkitaan kyseisten metaheuristiikkojen soveltamista kauppamatkustajan ongelmaan Matlabilla

# Tärkeitä käsitteitä

- Ongelman koodaus ja kohdefunktion määrittely
- Naapurusto ratkaisuavaruudessa
- Vahvistaminen (intensification) ja erilaistaminen (diversification)

# Metaheuristiikoiden esittely ja soveltaminen - *Greedy algorithm*

- **Periaate:** Aseta päätösmuuttujalle arvo yksi kerrallaan siten, että kohdefunktio minimoituu
- Kauppatiekustajan ongelman tapauksessa päädyimme valitsemaan lähimmän naapurin
- Toisin sanoen, seuraava kaupunki reitillä se sellainen käymätön kaupunki, joka on lyhimmän etäisyyden päässä nykyisestä sijainnista

# Metaheuristiikoiden esittely ja soveltaminen - *Ant colony optimization*

- **Periaate:** Agentit keskustelevat keskenään epäsuorasti feromonin välityksellä
- Agentit eli muurahaiset valitsevat reitillään seuraavan kaupungin sekä etäisyyden että feromonin määrän perusteella
- Feromonin haihtuminen johtaa parhaimpien reittien vahvistumiseen ja heikoimpien heikkenemiseen

# Metaheuristiikoiden esittely ja soveltaminen - *Genetic algorithm*

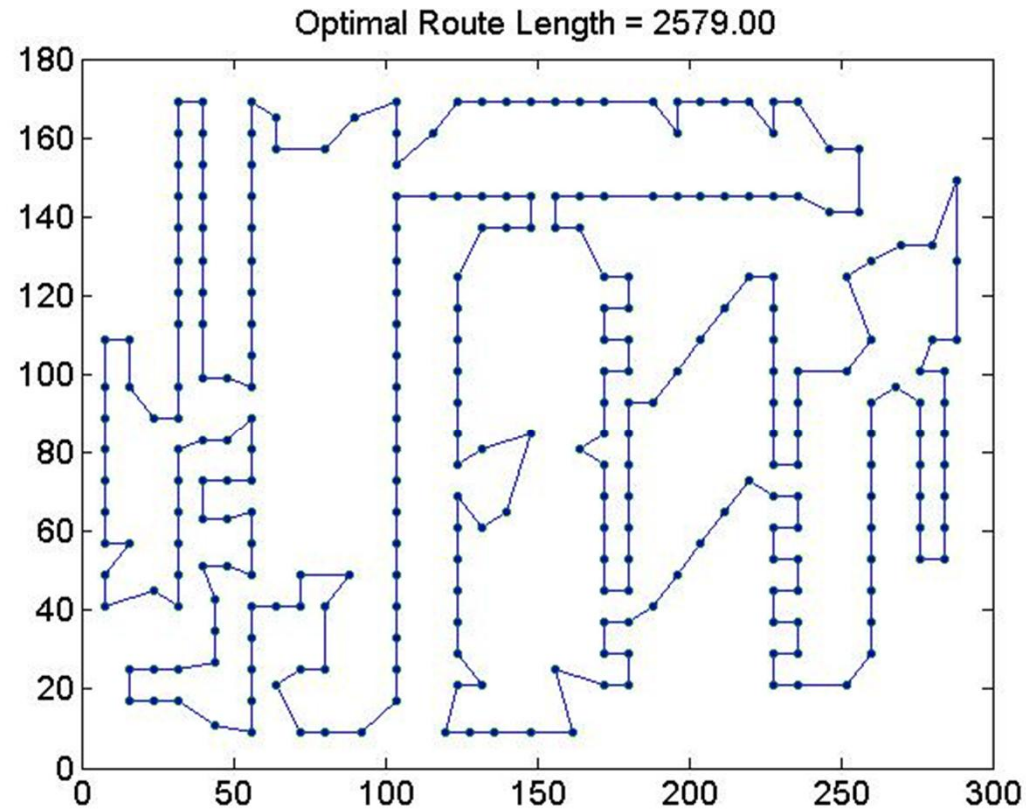
- **Periaate:** Risteyttämällä hyviä ratkaisuja saadaan aikaan parempia ratkaisuja
- Koko populaatio risteytetään *1st order crossover* – operaattorilla
- Paras puolikas jatkaa seuraavalle sukupolvelle (iteraatiolle), kun taas huonompi puolikas alustetaan uudelleen



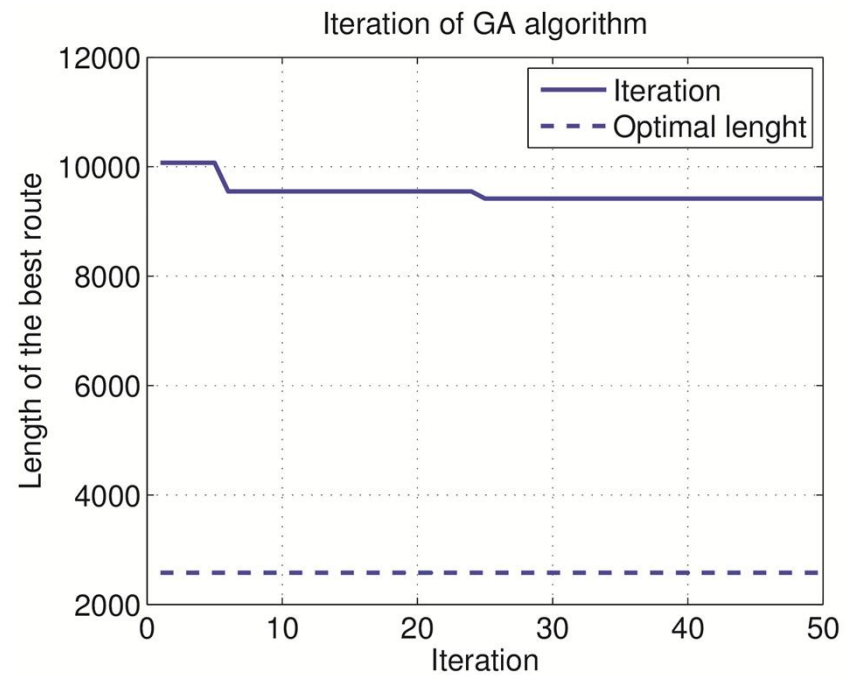
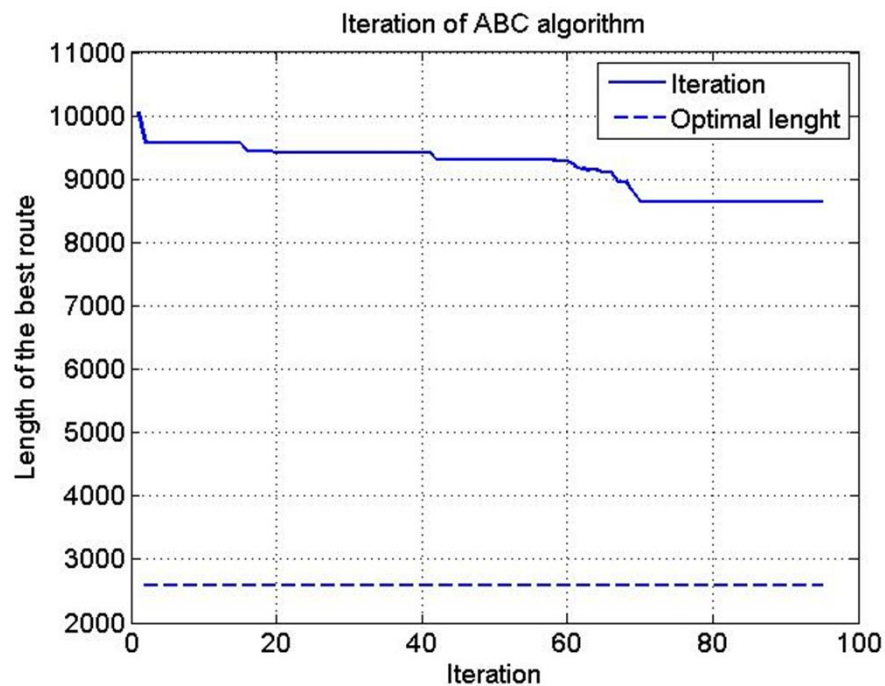
# Metaheuristiikoiden esittely ja soveltaminen - *Artificial bee colony*

- **Periaate:** Vastuu ratkaisuavaruuden tehokkaasta läpikäynnistä on jaettu populaation kesken
- **Tiedustelijat** etsivät uusia alueita
- **Aktiiviset työläiset** suorittavat lokaalia hakua parhailla löydetyillä alueilla
- **Epäaktiiviset työläiset** valitsevat jollain todennäköisyydellä tiedustelijan reitin tarkemmin tutkittavaksi

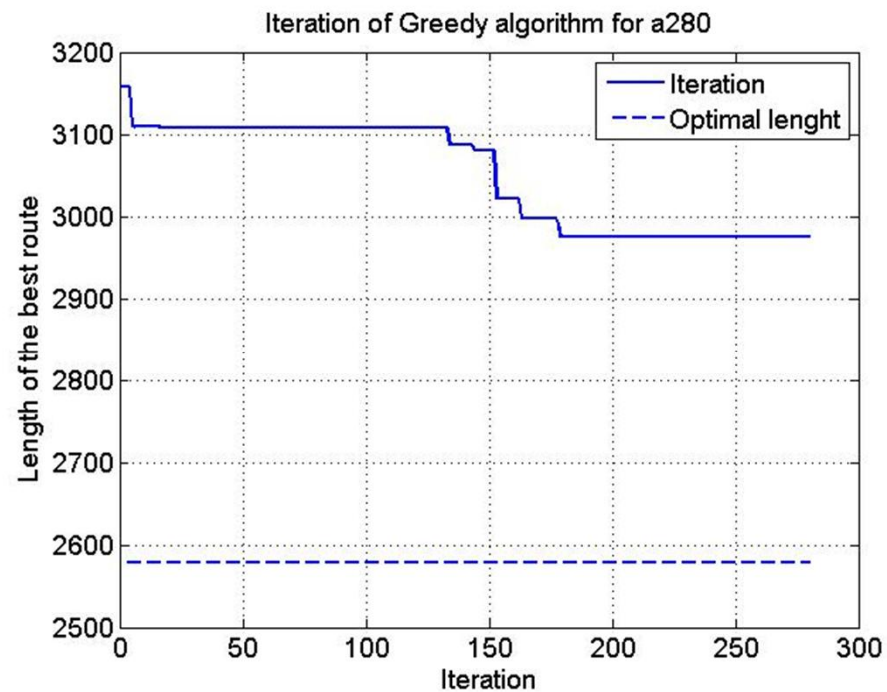
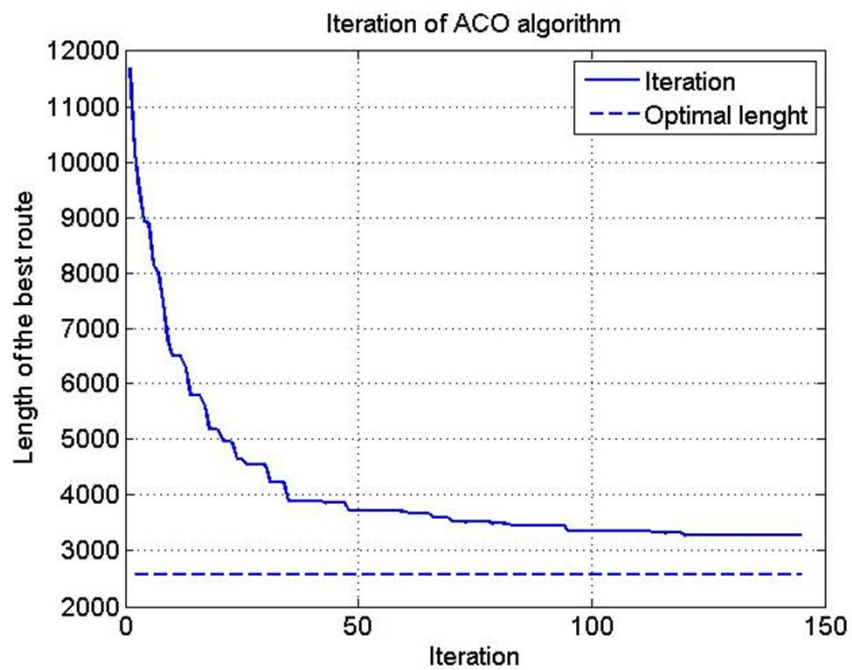
# Ongelma ja optimiratkaisu



# Tulokset – ABC ja GA



# Tulokset – ACO ja Greedy



# Havaintoja

- Artificial bee colony ja Genetic algorithm suorituivat huonosti
- Ant colony optimization ja Greedy algorithm suorituivat hyvin
- Kaikki suoriutuivat huomattavasti paremmin kuin keskimääräinen satunnainen reitti

# Pohdinnat

- Algoritmien tehoa voi parantaa optimoimalla niiden parametreja
- Tulokset eivät anna osviittaa itse *metaheuristiikoiden* paremmuudesta (No free lunch theorem)
- Tuloksissa tuli osoitettua oleellisin seikka: metaheuristiikoilla saadaan aikaiseksi tehokkaita tapoja tutkia ratkaisuavaruutta hyvien ratkaisujen löytämiseksi lyhyessä ajassa.