



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Geneettiset algoritmit symmetrisen kauppamatkustajan ongelman ratkaisussa

Jussi Hakosalo

04.12.2019

Ohjaaja: M.Sc. *Juho Andelmin*

Valvoja: Prof. *Harri Ehtamo*

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

Mitä tänään syötäisiin?

- Taustaa: GA ja kauppamatkustajan ongelma
- Työn tavoitteet ja laajuus
- Lähteet ja aineistot
- Menetelmät ja työkalut
- Aikataulu

Taustaa: Kauppamatkustajan ongelma

- Etsittävä lyhyin reitti, joka kiertää suuntaamattoman verkon kaikkien solmujen kautta, käyden jokaisessa solmussa vain kerran ja palaten lopuksi takaisin lähtösolmuun. Solmut voivat kuvastaa esimerkiksi kaupunkeja kartalla tai pisteitä euklidisessa avaruudessa.
- NP-täydellinen ongelma -> ratkaisun optimaalisuus hyvin raskasta tarkistaa tehokkaasti. Nopein tunnettu eksakti algoritmi antaa teoreettisen rajan $O(n^2 2^n)$ (Held-Karp)
- Heuristiset algoritmit eivät ratkaise ongelmaa tarkasti, mutta ovat huomattavasti nopeampia ja pääsevät varsin käyttökelpoisiin tuloksiin, usein muutamien prosenttien päähän optimista.
- Sovelluskohteita: logistiikka, geeniteknologia, pienelektroniikan valmistus, astronomia

Taustaa: Geneettinen algoritmi

- Luonnonvalinnasta ja geneettisestä suvunjatkamisesta mallia ottava algoritmi, ensimmäiset maininnat 1975 John Hollandin toimesta.
- Käytetään muun muassa tuotesuunnittelussa ja matemaattisessa optimoinnissa.
- Evolutionäärinen algoritmi: yksittäisiä ratkaisuja (yksilöitä) yhdistellään, karsitaan ja satunnaistetaan, sukupolvi sukupolvelta.

Geneettisen algoritmin kulku

1. Alkupopulaation muodostaminen: tyypillisesti arvotaan satunnaisia ratkaisuita.
2. Valinta: valitaan jollain kriteereillä sukupolvesta ne yksilöt, jotka ovat riittävän hyviä, ja viedään valitut seuraavaan vaiheeseen
3. Risteytys: käytetään kohdassa 2. valittuja yksilöitä vanhempina, ja yhdistellään näiden ominaisuuksia. Tuloksena populaatio uusia jälkeläisiä -> uusi sukupolvi.
4. Mutaatio: muokataan jälkeläisiä satunnaisesti jollakin kriteerillä (kuten luonnossa) -> turvataan populaation monimuotoisuus.
5. Palataan kohtaan 2, kunnes annettu lopetusehto, esimerkiksi aikarajoite, toteutuu.

Työn tavoitteet ja laajuus

- Tutkia kauppamatkustajan ongelman ratkaisemista geneettisillä algoritmeilla
- Tutkia muutamia yleisesti käytettyjä mutaatio-, valinta- ja risteytysmetodeja ja vertailla näiden suorituskykyä pienehköillä testi-instansseilla.
- Rakentaa graafinen simulaatiotyökalu, joka selkeyttää algoritmin toteuttamista ja toimintaa.
- Mahdollisesti myös tutkia valittujen populaatiokokojen ja lopetusehtojen vaikutusta algoritmin toimintaan.

Menetelmät ja työkalut

- Tutkimuksen keskeisin työkalu tulee olemaan graafinen simulaatiosovellus, jonka kehittäminen tulee olemaan työn aikaa vievin osa.
- Kehitetyllä sovelluksella ajetaan valittu joukko esimerkkiongelmia, joiden optimaaliset ratkaisut tunnetaan. Testi-instanssit haetaan TSPLibistä.
- Esimerkkiongelmia ajetaan useaan kertaan erilaisilla algoritmikombinaatioilla. Tulosten avulla analysoidaan algoritmin toimintaa.

Aikataulu (heh?)

- Työ ajoittuu pääasiassa kevätlukukaudelle 2019, päättyen toivottavasti kesän aikaan.
- Aikaa vievin osuus on simulaatiotyökalun koodaaminen (mikä toteutetaan C++ kielellä). Työn aikataulun suurin kysymysmerkki on sovelluskehitys ja sen ajoittaminen.
- Simulaatiota ja tuloksia lukuun ottamatta, ideaalisesti työ on olennaisilta osin valmis maalis-huhtikuussa. Lopullinen valmistumisaika riippuu simulaatiotyökalun kehityksen etenemisestä.

Kiitos!

Ensisijaiset lähteet

- Reeves, C.R.: Handbook of Metaheuristics (Springer 2010)
- Potvin, J.: Genetic algorithms for the Travelling Salesman Problem (Annals of Operation Research 1996)
- Applegate et al.: The Travelling Salesman Problem: A Computational Study (Princeton University Press 2007)
- Biggs et al.: Graph Theory 1736-1936 (Oxford University Press 1976)
- Reinelt, G: TSPLIB. <http://elib.zib.de/pub/mp-testdata/tsp/tsplib/tsplib.html> . University of Heidelberg.