

Heuristiikat 5 op

Heuristiikka on yksinkertaisesti strategia, jolla pyritään pääsemään hyvään lopputulokseen ilman, että tarvitsee tutkia kaikkia vaihtoehtoja. Heuristiikoita käytetään lähes kaikilla elämänaloilla: filosofia, psykologia, pelien pelaaminen, erilaisten asioiden arvioiminen ja ennen kaikkea *algoritmeissa*. Ennen kaikkea ja ennen kaikkea – meille se on ennen kaikkea tällä kurssilla.

Heuristiikoiden hyvä puoli on se, että asia on useimmiten äärimmäisen yksinkertainen. Lisäksi erilaisia, hyväksi havaittuja, heuristiikoita ei ole kovin paljon (nojaa vahvasti Sörensen & Glover havaintoihin, ks. kriittiset lähteet). Huonoja puolia onkin sitten enemmän. Hyväksikin havaittu heuristiikka ei toimi kaikissa ongelmissa. Heuristiikan soveltaminen ei ole ollenkaan yksinkertaista, vaikka itse heuristiikka sitä onkin. Heuristiikan keksiminen voi olla todella vaikeaa. Heuristiikan lisääminen koodiin voi olla vaikeaa, kun ei oikein tiedä, että mihin kohtaan mitään laitetaan ja miten.

Opintojakson suorittaminen

Opintojakso suoritetaan tekemällä tehtäviä, jotka perustuvat kirjaan *S.S. Skiena: The Algorithm Design Manual* (second edition 2008). Kirjasta käydään lävitse luvut 1, 7 ja 13. Jokaiseen lukuun liittyy tehtäviä, jotka opiskelijoiden tulee tehdä. Osassa tehtäviä joudutte koodaamaan.

Opintojakson luentoajankohdat ovat *12.1, 26.1, 9.2 ja 2.3*. Kolmella ensimmäisellä kerralla sisältönä on edellä mainitut luvut edellä mainitusta kirjasta. Viimeisellä luentokerralla tarkistetaan ainoastaan tehtävät.

Teidän tulee ennen jokaista luentoa lähettää minulle sähköpostilla kaikki tekemänne tehtävät.

Luentojen sisällöt ja tehtävät löytyvät tämän dokumentin lopusta.

Heuristiikoiden luokittelu

Luokitteluja voidaan tehdä monilla eri tavoilla eikä tämä minun valitsemani ole mikään ainoa oikea. Onpahan vain yksi tapa muiden joukossa:

1. Paikallishaku (Local Search) pienentää hakuvaruutta. Tunnetuin ja selvästi yksinkertaisin menetelmä on *hill climbing* (en uskalla suomentaa). Otsikon alle sijoitetaan myös usein *simulated annealing* ja *tabu search* vaikka ne eivät oikeastaan ole hakualgoritmeja.
2. Geneettiset algoritmit (Genetic Algorithms), joissa tärkeintä on populaation käyttö. Tämän otsakkeen alle kuuluu monia erilaisia menetelmiä, joille kaikille on yhteistä se, että ne käyttävät populaatiota.
3. Evoluutiiviset algoritmit (Evolutionary algorithms), joita on jo todella paljon. Voitaisiin myös sijoittaa kohtaan 2.
4. Hybridi-menetelmät (Hybridization) käyttävät useita eri heuristiikoita peräkkäin tai rinnakkain. Näin yritetään saada erilaisista menetelmistä niiden parhaat puolet esiin ja toivotaan, että kun kaikki yhdistetään, niin päästään parempaan lopputulokseen.
5. Matemaattiset menetelmät, joihin kuuluvat mm. neuroverkot.

Sörensen & Glover (ks. neljäs linkki omaehtoisen lukemisen listalta) ovat sitä mieltä, että heuristiikoita on ainoastaan 5 kpl – kaikki muut ovat vain näiden sovituksia (adaption). Nämä viisi ovat: 1) simulated annealing (jäähdytys), 2) tabu list, 3) geneettiset algoritmit (genetic algorithms), 4) ant colony optimization (muurahaisoptimointi) ja 5) variable neighborhood search.

Linkkejä omaehtoista lukemista varten:

- Metaheuristiikat (luku 2, oman tieteellisen tuotannon käyttäminen opetuksessa tuojämäläisyyttä toimintaan):
<https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/72127/D140%20doria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Metaheuristiikat: <https://en.wikipedia.org/wiki/Metaheuristic>
- Matemaattinen optimointi: https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_optimization
- Kriittinen katsaus metaheuristiikkoihin:
[https://www.researchgate.net/profile/Kenneth_Soerensen/publication/237009138_Metaheuristics -- the metaphor exposed/links/5a1c06caa6fdcc50adecbd94/Metaheuristics--the-metaphor-exposed.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kenneth_Soerensen/publication/237009138_Metaheuristics_-_the_metaphor_exposed/links/5a1c06caa6fdcc50adecbd94/Metaheuristics--the-metaphor-exposed.pdf)
- Toinen kriittinen katsaus:
https://www.researchgate.net/publication/289013803_Metaheuristics
- Metaheuristiikoiden historia:
https://www.researchgate.net/publication/281886731_A_History_of_Metaheuristics
- Katsaus metaheuristiikkoihin:
https://www.researchgate.net/publication/220132963_A_survey_on_metaheuristics_for_stochastic_combinatorial_optimization
- Helpot ja vaikeat ongelmat: https://en.wikipedia.org/wiki/P_versus_NP_problem

Luento ja tehtävä 1 (12.1 klo 12.45)

Käydään lävitse luku 1, josta tehtäväksi tulevat tehtävät: 1-1, 1-3, 1-5, 1-20, 1-21, 1-25, 1-26, 1-28 ja 1-29. **Muista lähettää tehtävät.**

Luento ja tehtävä 2 (26.1 klo 12.45)

Tarkistetaan tehtävät ensimmäisestä osiosta. Käydään lävitse luku 7, josta tehtäväksi tulevat tehtävät: 7-14, 7-15, 7-17 ja 7-19. Lisäksi 7-16, mutta niin, että tarkistetaan vain onko kaksi merkkijonoa toistensa anagrammeja. **Muista lähettää tehtävät.**

Luento ja tehtävä 3 (9.2 klo 12.45)

Tarkistetaan tehtävät toisesta osiosta. Käydään lävitse luku 13 ja Assignment-ohjelma. Tehtävä: hahmottele parannuksia ohjelmaan – ei siis ole pakko koodata, mutta saa koodata, jos niin tykkää ja toivottavasti tykkää. Muutama ajatus:

- voisiko swappausta jotenkin parantaa?
- voisiko Simulated Annealingistä olla jotain hyötyä?
- voisiko tabu listasta olla jotain iloa?

Palauta suunnitelmasi ja mahdollinen koodisi opettajalle.

Luento 4 (2.3 klo 12.45)

Tarkistetaan tehtävät kolmannelta osiosta.