



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Minimilataenssiongelman ratkaisualgoritmeja (valmiin työn esittely)

Antti Salmela

03.03.2014

Ohjaaja: *Harri Ehtamo*

Valvoja: *Harri Ehtamo*

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

Esityksen sisältö

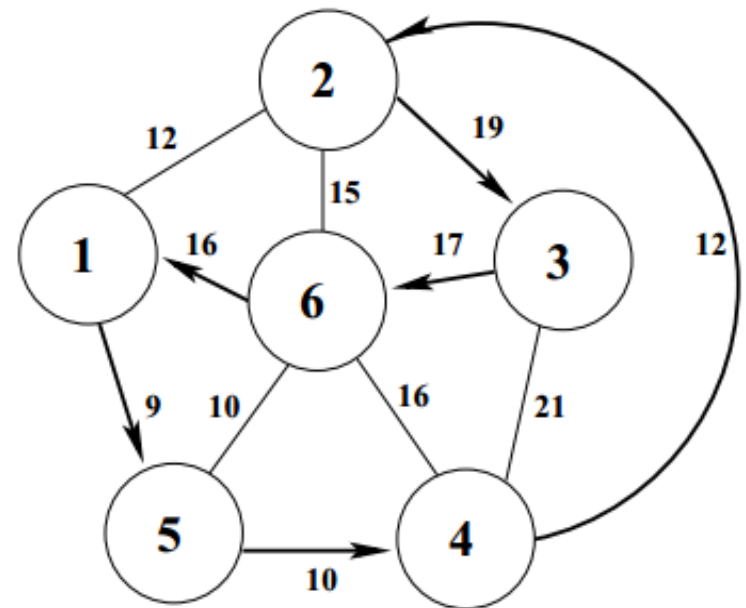
1. Minimilatenssiongelman esittely
2. Työn sisältö
3. Tulokset
4. Kirjallisuusviitteet

1. Minimilatenssiongelman esittely

- Minimilatenssiongelmassa lähdetään liikkeelle jostakin solmukohtasta, käydään kaikissa muissa solmukohtissa ja palataan lopuksi aloitusolmukohtaan.
- Tavoite on minimoida saapumisaikojen summa kaikkiin eri solmukohtiin.

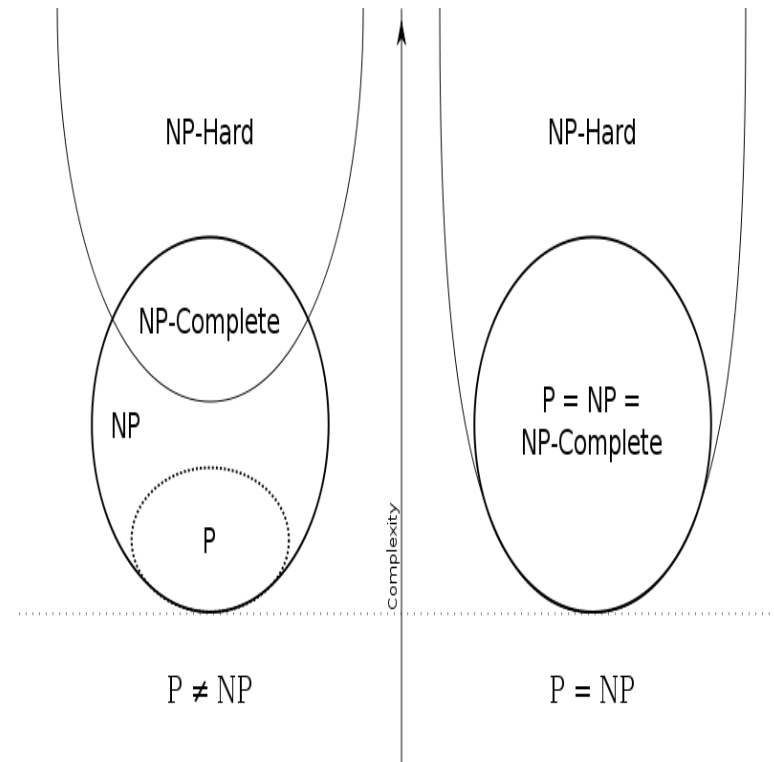
- Ratkaisu kuvan esimerkkiverkostoon olisi:

$$\begin{aligned} &\triangleright 9 + (9+10) + (9+10+12) \\ &+ (9+10+12+19) + (9+10+12+19+17) + \\ &+ (9+10+12+19+17+16) = 259 \end{aligned}$$



2. Työn sisältö

- Tässä työssä on esitelty kaikki kirjallisuudesta löytyneet tapaukset, joissa eksakti ratkaisu tunnetaan. Eksakteja ratkaisuja tunnetaan tapauksissa, joissa ongelma kuuluu P-joukkoon.
- Muissa tapauksissa ongelma voidaan ratkaista heuristisin menetelmin. Näistä menetelmistä on esitelty geneettinen algoritmi ja tabu-algoritmi.



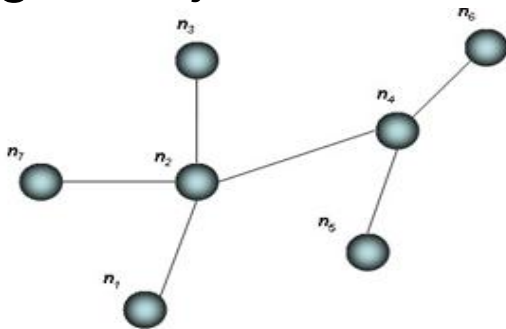
2. Työn sisältö

- Lisäksi heuristisista menetelmistä tabu-algoritmia, geneettistä algoritmia ja Monte Carlo-simulaatiota vertailtiin keskenään tekemällä kustakin algoritmista Matlab-simulaatio samaan testiverkostoon. Vertailtavat asiat olivat iteraatioiden määrä ja laskenta-aika.

3. Tulokset

Polynomi aikainen ratkaisu tunnetaan seuraavissa tapauksissa:

- Puugraafi, jossa solmukohtien väliset etäisyydet ovat samat. Ratkeaa syvyysuuntaisella läpikäynnillä.
- Puugraafi, jonka halkaisija on 3.



- Verkosto, joka on yksittäinen polku.
- Puugraafi, jossa lehtien lukumäärä on vakio.

Edellä mainittujen polynomiaikaisten ratkaisujen olemassaolo perustuu seuraavaan periaatteeseen:

- mikäli verkosto voidaan jakaa osaverkostoiksi siten, että kussakin osaverkostossa kulkeva osareitti kulkee osaverkoston solmukohtat samassa keskinäisessä järjestyksessä kuin ne kuljetaan globaalissa ratkaisussa, voidaan kyseinen ongelma ratkaista dynaamisella ohjelmoinnilla polynomisessa ajassa.

Heuristiset algoritmit minimilatenssiongelmalle

- Heuristisista menetelmistä referoitiin artikkelien perusteella geneettistä algoritmia ja tabu-algoritmia minimilatenssiongelmalle.

Geneettinen algoritmi:

- i. Etsitään jokin määrä parhaita ratkaisuja osaratkaisujoukosta;
- ii. Yhdistellään parhaimpien ratkaisujen ominaisuuksia toisiinsa;
- iii. poistetaan huonoimmat ratkaisut osaratkaisujoukosta;

- Paras tulos, joka kirjallisuudesta löydettiin geneettiselle algoritmille, löytyi artikkelista "Improved genetic algorithm for minimum latency problem" [3].
Vertailusuurena käytettiin saadun ratkaisun suhdetta optimin alarajaan. Sille oli saatu tulokseksi $1,95 \pm 0,10$.

Tabualgoritmi:

- Tabualgoritmi etsii uusia optimiratkaisuja aiempien ratkaisujen "naapurustoista" eli viereisistä solmukohdista. Siirtymän jälkeen kirjataan tabulistaan edellinen solmukohta, josta siirryttiin pois. Tabulistassa oleviin solmukohtiin ei ole luvallista siirtyä.

- Paras tabualgorithmi, joka kirjallisuudesta löydettiin minimilatenssiongelmaa, löytyi artikkelista ”Heuristics for the Traveling Repairman Problem with Profits” [4].
 - Suhteellinen ero optimin ylärajaan oli 16-25%, eli tulos on parempi kuin aiemmin referoidun geneettisen algoritmin vastaava lukema.
 - Artikkelin muotoilema minimilatenssiongelma on kuitenkin erilainen kuin geneettisen algoritmin tapauksessa, joten lukuja ei voi suoraan verrata.

Omat simulaatiot, jotka tehtiin vertailukelpoiselle testiverkostolle.

- Valitulle testiverkostolle tehtiin itse simulaatioita, jotka testasivat eri menetelmiä.
- Vertailussa ovat iteraatiot ja laskenta-aika, joiden aikana optimiratkaisu löytyi 90% varmuudella.

Algoritmi	Laskenta-aika	Iteraatiot
Monte Carlo -simulaatio	9.71s	10 000
Geneettinen algoritmi	0.84s	1700
Tabualgoritmi	0.50s	1000

Kirjallisuusviitteet

- *A. Blum, P. Chalasani, D. Coppersmith, B. Pulleyblank, P. Raghavan, M. Sudan; The minimum latency problem; School of computer science; CMU.*
<http://arxiv.org/pdf/math/9409223.pdf> [1]
- *Bang Ye Wu: Polynomial time algorithms for some minimum latency problems; Chung-Shan Institute of Science and Technology.*
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020019000001022> [2]
- *Ba Ha Bang, Nguyen Duc Nghia: Improved genetic algorithm for minimum latency problem; Hanoi University of Technology.*
<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1852614> [3]
- *Thijs Dewilde, Dirk Cattrysse, Sofie Coene, Frits C.R. Spieksma, Pieter Vansteenwegen; Heuristics for the Traveling Repairman Problem with Profits; University of Leuven.*
<http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2010/2748/pdf/4.pdf> [4]