



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Verkko-optimointiin perustuva torjuntatason laskenta mellakkapoliisin resurssien kohdentamisessa (valmiin työn esittely)

Paavo Kivistö

21.01.2013

Ohjaaja: *Kai Virtanen*

Valvoja: *Raimo P. Hämäläinen*

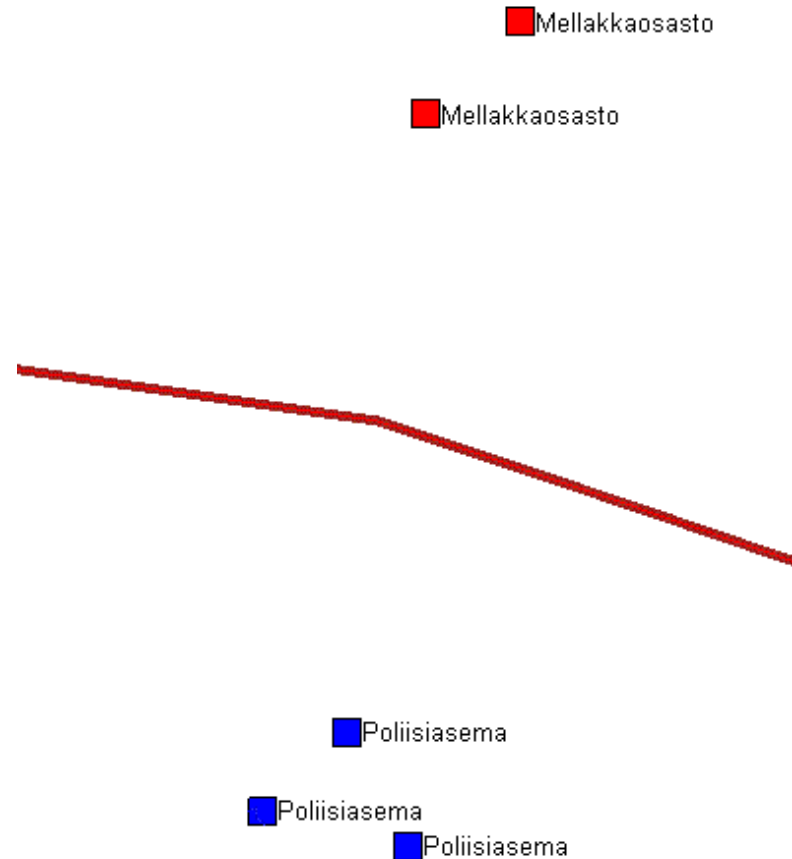
Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Tausta (1/2)

- Olemassa oleva simulointimalli mellakkapoliisin resurssien kohdentamiseen
- Simulointimallilla haetaan vastauksia kysymyksiin kuten
 - minkälaiset resurssit vaaditaan, jotta mellakoitsijat kyetään torjumaan annetuilla alueilla?
 - millä alueilla mellakoitsijat voidaan torjua annetuilla resursseilla?

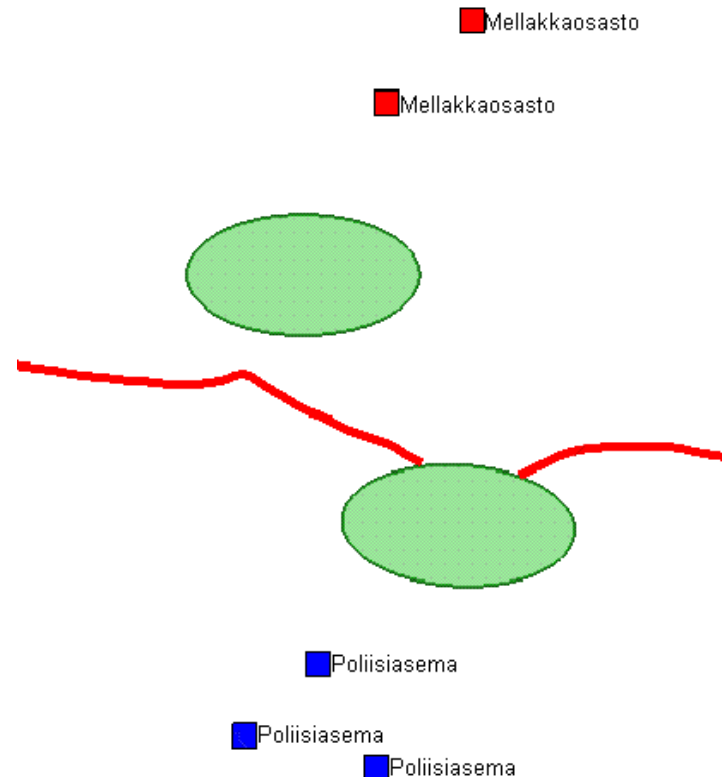
Tausta (2/2)

- Simulaatiossa lasketaan torjuntatasa
 - Missä poliisi ja mellakoijat kohtaavat ensimmäisen kerran?



Tavoitteet

- Torjuntatasen laskennan kehittäminen
 - Huomioidaan esteet
 - Esteet mielivaltaisen muotoisia
- Toteutus verkko-optimoinnin avulla
- Mahdollisuus kiinnittää toimijoiden reittipisteitä
- Reittipisteiden vaikutus torjuntatasaan



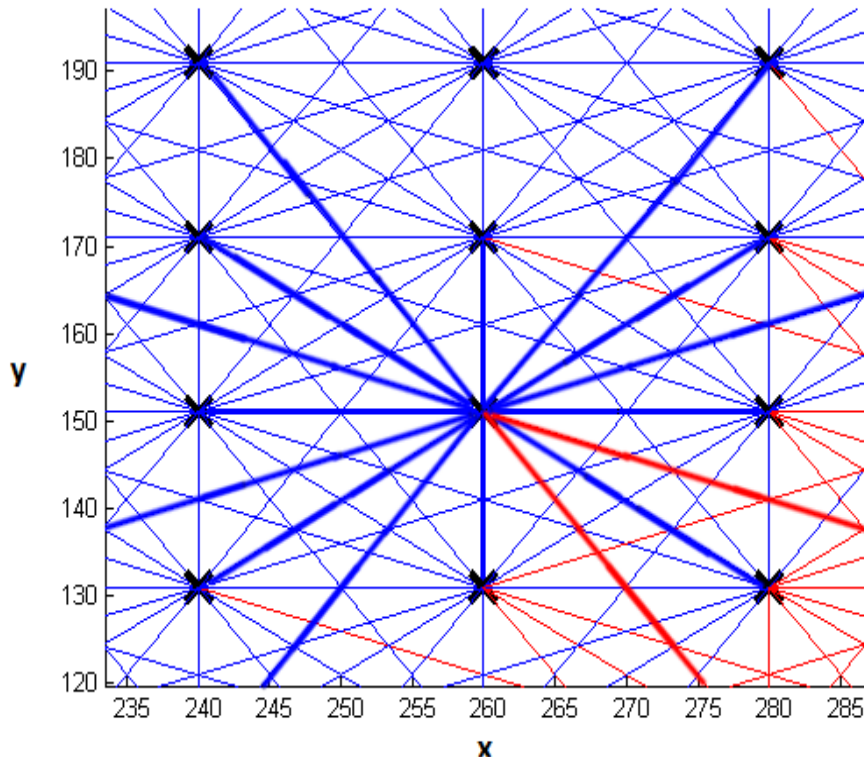
Rajaukset

- Toimijoilla vakiona pysyvä maksiminopeus
- Tunnetaan mellakoijien resurssit
 - Ei huomioida epävarmuuksia

Työn sisältö

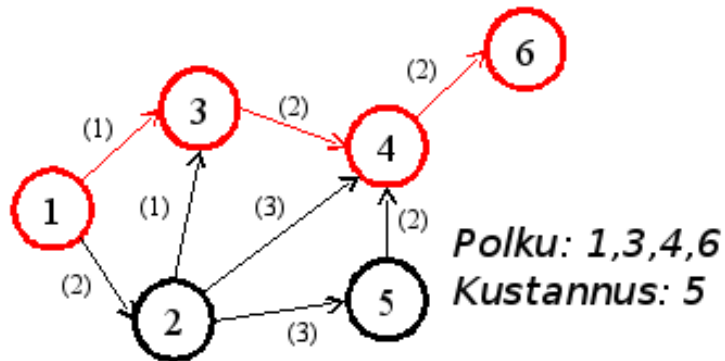
- Verkko-optimointitehtävä
 - Verkon rakenne
 - Lyhimmän polun tehtävä
- Torjuntatasen laskenta – havainnollistava esimerkki
- Torjuntatasen laskenta verkossa
- Verkko-optimoinnilla toteutetun laskentatavan tehokkuuden arviointi ja vertailu aiempaan tapaan

Verkon rakenne



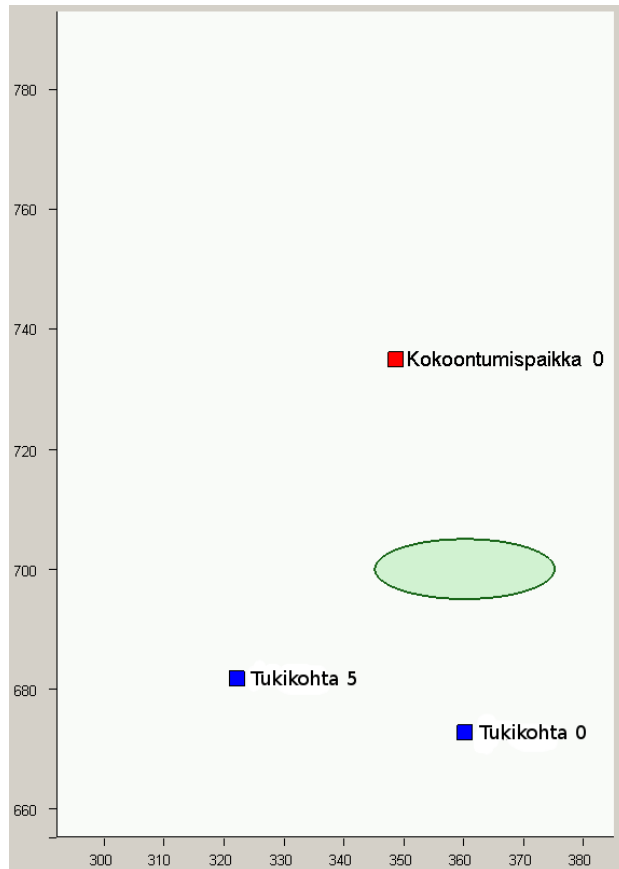
- Verkon solmut muodostavat neliöhilan.
- Verkon kaaret
 - Kaaret lähekkäisten solmujen välillä
 - Kaarella kustannus
- Kustannus
 - Normaalisti solmujen etäisyys
 - Esteiden päällä ääretön
- Kaaria lisäys => parempi laskentatarkkuus, enemmän laskenta-aikaa

Lyhimmän polun tehtävä



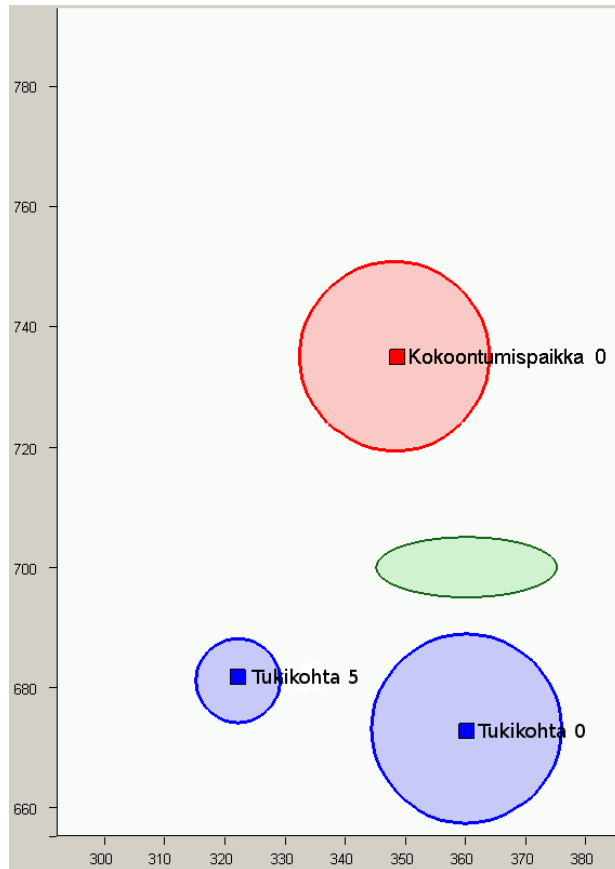
- Tehtävänä löytää solmujen vierailujärjestys, joka minimoi kaarien kustannusten summan
- Yksikäsitteinen optimikustannus
- Esimerkki: Etsi lyhin polku solmusta 1 solmuun 6

Torjuntatason laskenta 1/4



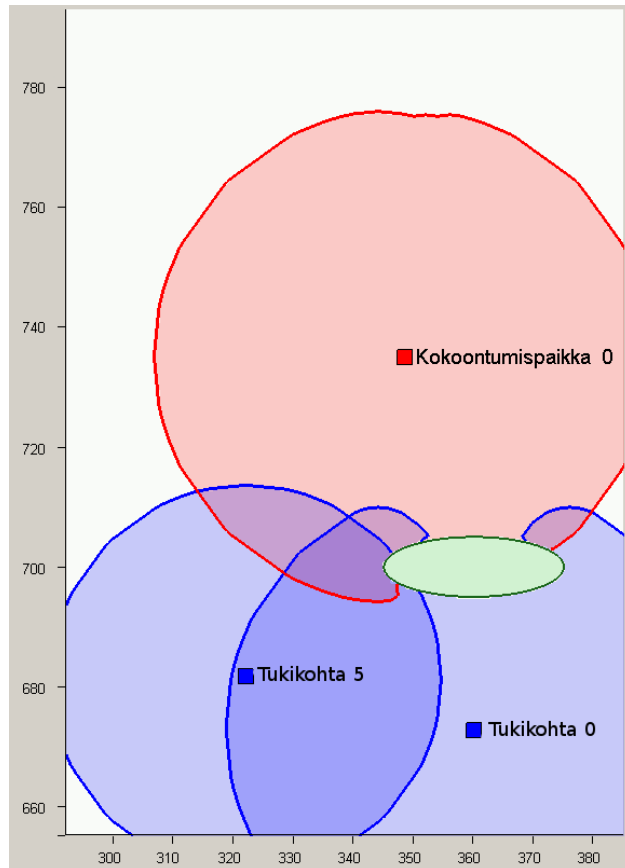
- Poliisin resurssit
 - Tukikohdat, joissa partiot odottamassa hälytystä
 - Partioilla nopeus ja hälytysviive
- Mellakkajoukot
 - Kokoontumispaikat, joista joukot lähtevät
 - Joukoilla nopeus ja lähtöviive
- Esteet

Torjuntatason laskenta 2/4



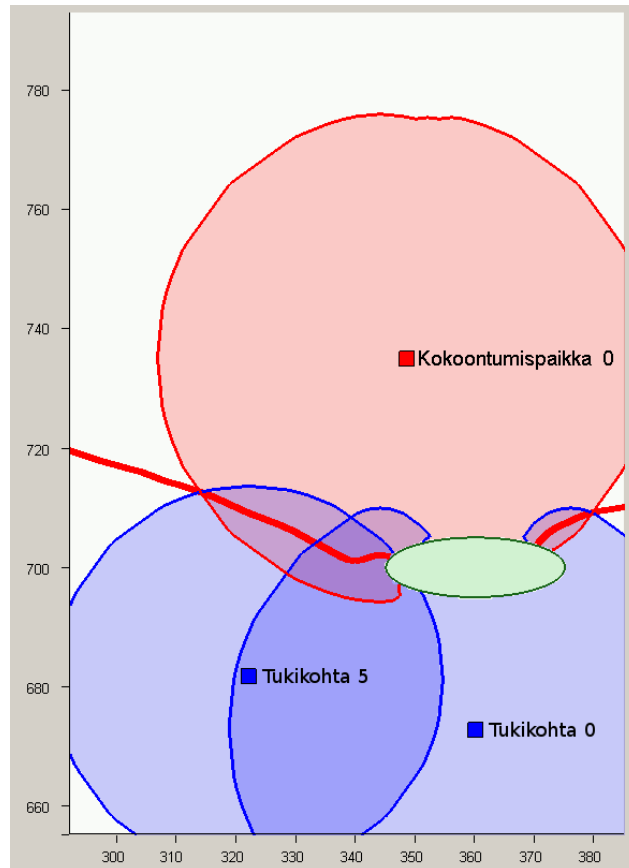
- Kantama-alue
 - Alue, johon partio tai mellakkajoukko ehtii annetulla ajanhetkellä
- Laskenta
 - Lyhimmän polun verkko-optimointitehtävän avulla
- Esittäminen
 - Verkko-optimointitehtävän ratkaisu => Kantama-alueen reuna annetulla ajanhetkellä

Torjuntatason laskenta 3/4



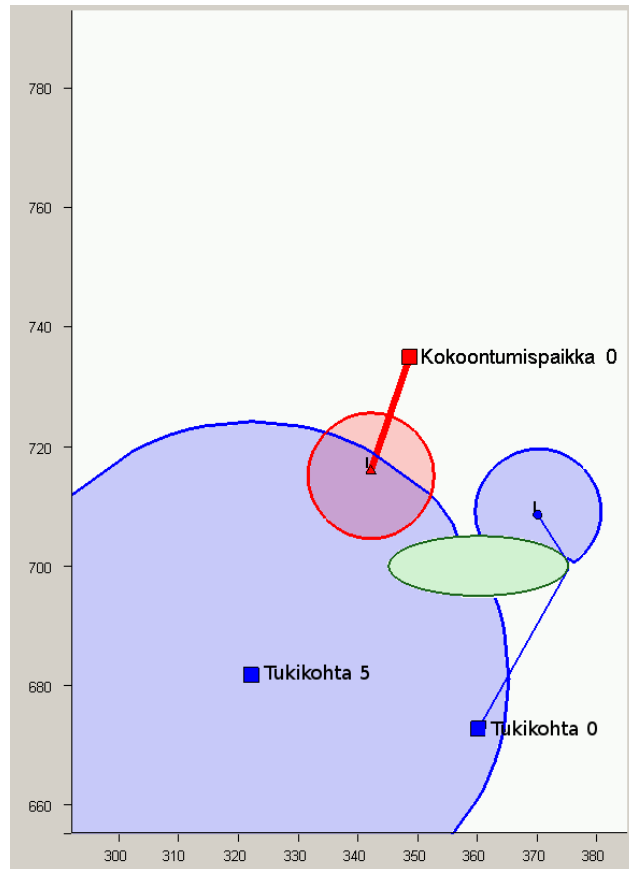
- Kantama-alue
 - Alue, johon partio tai mellakkajoukko ehtii annetulla ajanhetkellä
- Laskenta
 - Lyhimmän polun verkko-optimointitehtävän avulla
- Esittäminen
 - Verkko-optimointitehtävän ratkaisu => Kantama-alueen reuna annetulla ajanhetkellä

Torjuntatason laskenta 4/4



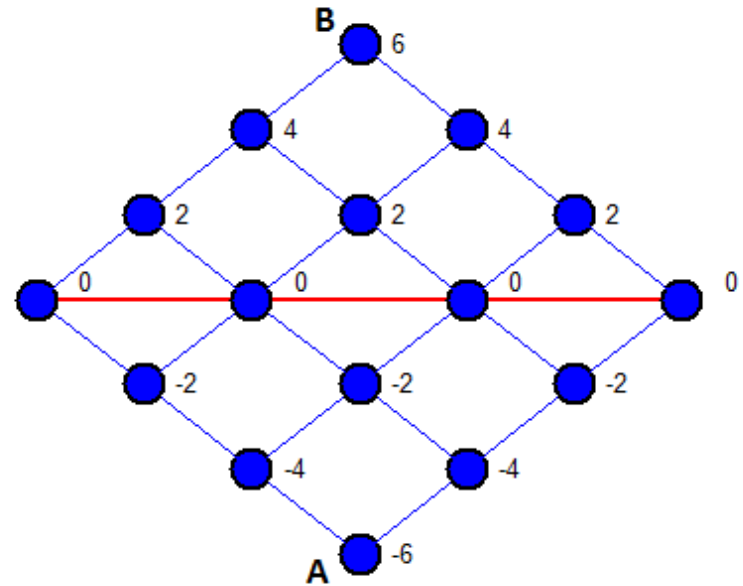
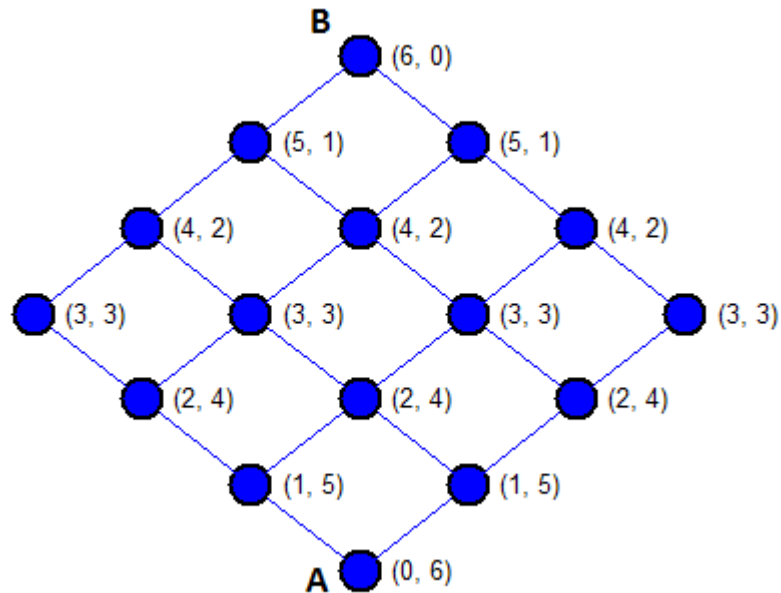
- Torjuntataso
 - Partioiden ja mellakkajoukkojen ensimmäiset mahdolliset kohtaupaikat
- Laskenta
 - Minimiajat toimijakohtaisista verkko-optimointitehtävien ratkaisuista
 - Lasketaan minimiaikojen erotus
- Esittäminen
 - Yhdistetyn verkko-optimointitehtävän ratkaisun nollataso => Torjuntataso

Reittipisteet



- Reittipiste
 - Partiolle tai mellakkajoukolla määritelty sijainti annetulla ajanhetkellä
- Reittipisteiden lisäämisen jälkeen voidaan laskea torjuntatasa reittipisteistä lähtien

Torjuntatason laskenta



Laskenta

Minimijajat toimijakohtaisista verkko-optimointitehtävien ratkaisuksista

Lasketaan minimiaikojen erotus

Esittäminen

Yhdistetyn verkko-optimointitehtävän ratkaisun nollataso => Torjuntatasa

Vertailu aiempaan lähestymistapaan

Toimijoiden määrä	2	4	10	20
Aika (algebra) (s)	0,02	0,13	13,55	214,35
Aika (verkko-optimointi) (s)	12,88	13,16	14,76	17,46

Taulukko 1: Toimijoiden määrän vaikutus laskenta-aikaan

Verkon koko solmuina	24 x 35	36 x 52	48 x 70	60 x 87
Solmujen määrä	840	1872	3360	5220
Laskenta-aika (s)	3,41	7,79	14,76	24,79

Taulukko 2: Verkon koon vaikutus laskenta-aikaan

- Verkko-optimoinnilla toteutettu laskenta korvasi algebrallisen laskentatavan
- Taulukossa 1 on vertailtu eri lähestymistapojen laskenta-aikoja => Algebra: eksponentiaalisuus, Verkko-optimointi: verkon luonti vie aikaa, kasvu lineaarista
- Taulukossa 2 on tulokset verkon koon vaikutuksesta laskenta-aikaan => Laskenta-aika on lineaarisesti riippuvainen verkon solmujen määrästä

Yhteenveto

- Verkko-optimoinnilla toteutettu laskenta toimii kohtuullisessa ajassa
- Kaikenlaiset esteet saadaan huomioitua
- Jatkokehitysideoita
 - Liikehdinnän kehittäminen, maaston muodot ja erityyppiset maastot
 - Esimerkiksi kaupungin kartan käyttäminen
 - Mahdollisuus laskea tukikohdille optimaalisia sijainteja