



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Ilmavalvontatutkien sijaintien optimointi kokonaislukuohjelmoinnin avulla (aihe-esittely)

*Jonni Järvinen*

*15.01.2025*

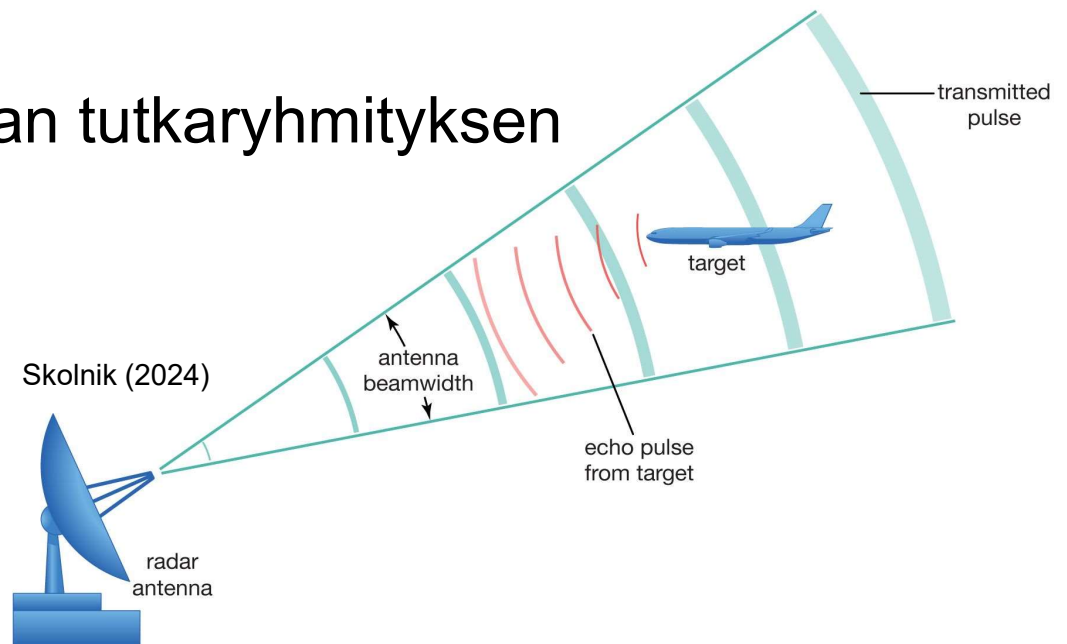
*Ohjaaja: Markus Virtanen*

*Valvoja: Kai Virtanen*

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

# Tausta

- RADAR = RAdio Detection And Ranging
- Perustuu sähkömagneettisen säteilyn heijastumiseen kappaleista
- Useasta tutkasta koostuvan tutkaryhmytyksen havaintokykyyn vaikuttaa
  - tutkien tyypit
  - tutkien määrä
  - tutkien kantama
  - tutkien sijoituskorkeus
  - maastokatve
  - maalityypistä riippuva tutkapoikkipinta-ala



© Encyclopædia Britannica, Inc.

# Tavoitteet 1/2: Tutkaryhmyksen optimointitehtävän formulointi

- Tarkasteltavan alueen korkeusmalli
  - Jaetaan alue 10 m x 10 m –ruutuihin
  - Kunkin ruudun korkeuden keskiarvo tiedetään 1.4 m tarkkuudella
- Päätösmuuttujat
  - Kullakin ruudulla kokonaislukumuuttuja, joka kuvaa, millainen tutka ruutuun sijoitetaan (esim. 0 = ei tutkaa, 1 = lyhyen kantaman tutka,...)
- Rajoitukset
  - Eri kantaman tutkia on käytettävissä annetut määrät
  - Tutkat tulisi sijoittaa mahdollisimman korkeaan ja vähäkatveiseen ruutuun
  - Tutkat eivät saa sijaita lähellä toisinsa
- Maksimoitava kohdefunktio
  - Tutkien näkemä, i.e., 3D-tilavuus
  - Kokonaislukuoptimointitehtävä

# Tavoitteet 2/2: Tutkaryhmyksen optimointitehtävän ratkaiseminen

- Etsitään kussakin esimerkkitehtävässä ruudukolta  $2N$  korkeinta ruutua ( $N =$  tutkien määrä)
  - Tutkien käyvät sijainnit
- Ratkaistaan tehtävä erilaisilla kokonaislukuoptimointimenetelmillä
  - Otetaan huomioon käyvät sijainnit

# Rajaukset

- Tarkastellaan vain yksitavoitteisia optimointitehtäviä
- Korkeusmallissa käytetään 10 m x 10 m –ruutukokoa 1.4 m tarkkuudella

# Menetelmät ja työkalut

- Optimointitehtävän toteutus ja numeerinen ratkaiseminen joko Matlab:lla tai Matlabin Optimization Toolboxilla
- Optimitulosten visualisointi Matlab:n Radar Toolboxilla

# Tietolähteet

- Boudjemaa, R., & Oliva, D. (2019). A multi-objective approach to weather radar network architecture. *Soft Computing*, Vol. 23, pp. 4221–4238
- Tema, E. Y., Sahmoud, S., & Kiraz, B. (2024). Radar placement optimization based on adaptive multi-objective meta-heuristics. *Expert Systems with Applications*, Vol. 239, 122568
- Virtanen, M. (2024). *Evaluation of quality of air surveillance using spatial multi-criteria decision analysis*, Diplomityö, Aalto-yliopiston Perustieteiden korkeakoulu, Matematiikan ja systeemianalyysin laitos.
- Korkeusmalli 10 m, Maanmittauslaitos, 2024  
<https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/aineistot-ja-rajapinnat/tuotekuvaukset/korkeusmalli-10-m>
- Skolnik, M. I. Radar, Encyclopaedia Britannica, 2024  
<https://www.britannica.com/technology/radar>

# Aikataulu

- Lähteisiin ja aineisiin tutustuminen: 01/2025
- Aiheen esittely: 01/2025
- Työn kirjoittaminen: 01-03/2025
- Esimerkkitehtävien ratkaiseminen: 02/2025
- Valmis työ: 04/2025