

Radiotaajuusratkaisut

TkT Janne Lahtinen

Sisältö

- Johdanto
- Satelliittitietoliikenne
- Mikroaaltokaukokartoitus
- Signaalitiedustelu
- Satelliittipaikannus
- Yhteenveto

Johdanto (1/3)

- Puhuja

- 20+ vuotta mikroaalto- ja avaruusalalla
- Avaruustekniikan tohtori, Aalto-yliopiston dosentti
- Harp Technologies Oy:n toimitusjohtaja (2007-)

- Yritys

- RF- ja mikroaaltotekniikkaan keskittyvä insinööritoimisto avaruus-, puolustus-, kaukokartoitus- ja tietoliikennealoilla

Toimittaja PVT02017-projektissa "Kustannustehokkaat satelliitit"

Johdanto (2/3)

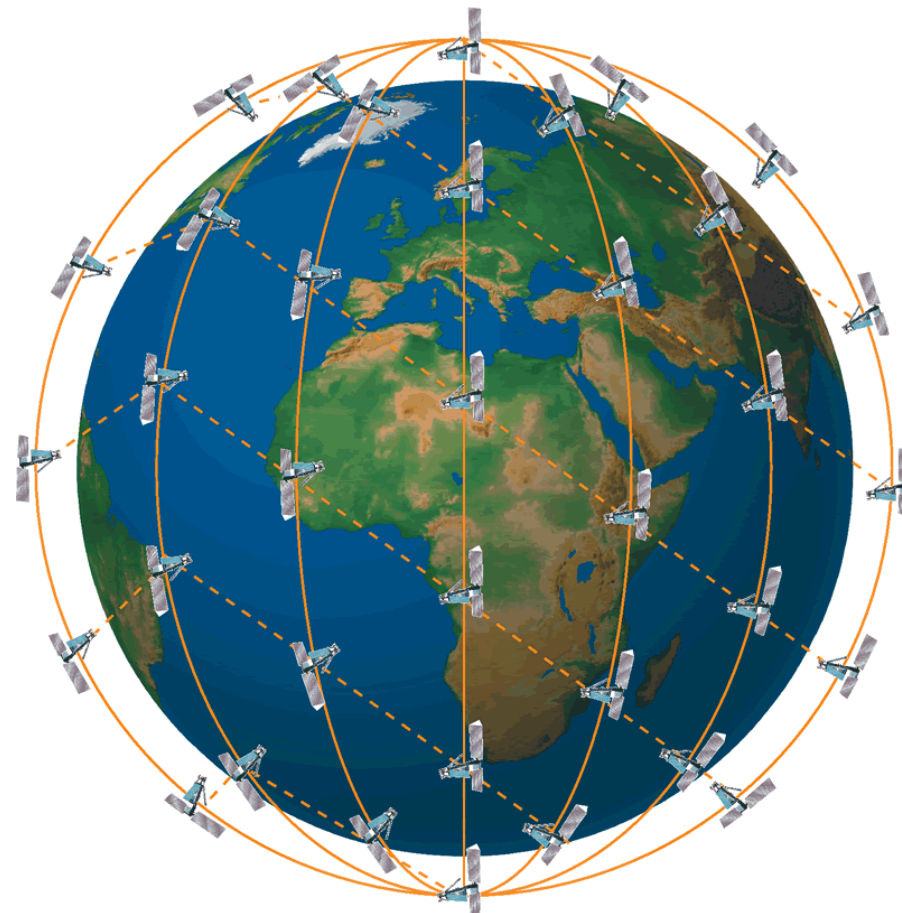
- Radiotaajuuksia voidaan hyödyntää monissa sotilastoiminnan kannalta kiinnostavissa avaruussovellutuksissa
 - Satelliittitietoliikenne
 - Mikroaaltokaukokartoitus
 - Signaalitiedustelu (SIGINT)
 - Satelliittipaikannus

Johdanto (3/3)

- Perinteisesti vain suurilla valtioilla on ollut resursseja omaan (sotilas-) satelliittijärjestelmään
- Piensatelliitit ja laukaisujen halpeneminen muuttavat tilannetta
 - Yksittäisiä satelliitteja on mahdollista kehittää, laukaista ja operoida taskurahalla (tyypillisiin asejärjestelmiin verrattuna)
 - Kattavia satelliittikonstellatioita on mahdollista rakentaa järjelliseen hintaan (tyypillisiin asejärjestelmiin verrattuna)

Satelliittitietoliikenne (1/2)

- Satelliitteihin tukeutuva 24/7-järjestelmä vaatii satelliittikonstellaation
 - Koko maapallo: ~50 satelliittia (esim. Iridium: 66 satelliittia)
 - Suomen leveysasteet: ~25 satelliittia

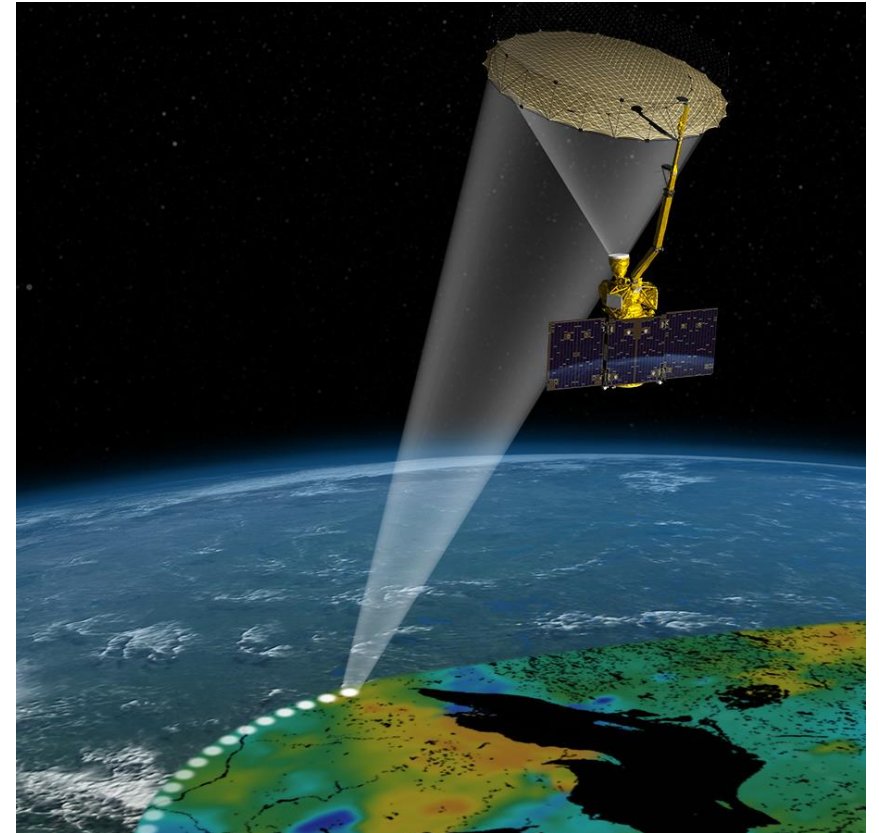


Satelliittitietoliikenne (2/2)

- Useita kaupallisia järjestelmiä olemassa, lisäksi millimetriaaltoja hyödyntäviä megakonstellaatioita suunnitteilla ja kehitteillä
=> kapasiteettia on kaupan ja lisää on tulossa (paljon)
- Mutta: oma järjestelmä on omassa hallinnassa kaikissa tilanteissa
- Järjestelmän hintaan vaikuttavat esimerkiksi
 - Maantieteellinen peitto (koko maapallo vai vain osa siitä)
 - Tiedonsiirtotarve per käyttäjä
 - Samanaikaisten käyttäjien lukumäärä
 - Päätelaitteen (ja antennin) sallittu maksimikoko
- Luotettavuusvaatimukset

Mikroaaltokaukokartoitus (1/3)

- Mikroaaltosensorit
 - Eivät vaadi auringonvaloa (kuvaaminen myös yöllä)
 - Näkevät pilvien, sumun ja (kevyen) sateen läpi
 - Jako aktiivisiin (eli tutkat) ja passiivisiin sensoreihin



Kuva: JPL/NASA

Mikroaaltokaukokartoitus (2/3)

- Reaalisen apertuurin tutkat
 - Maaresoluutio vähintään kilometrejä
 - Soveltuvat geofysikaalisten parametrien määrittämiseen laajoilla alueilla (meteorologia, hydrologia, jne.)
- Synteettisen apertuurin tutkat (SAR-tutkat)
 - Erittäin hyvä maaresoluutio (jopa < 1 m)
 - Soveltuvat myös tilannetietoisuuden parantamiseen
- Perinteiset SAR-tutkasatelliitit erittäin kalliita (n x 100 M€)

Mikroaaltokaukokartoitus (3/3)

- Passiiviset mikroaaltosensorit
 - Maaresoluutio vähintään kilometrejä
 - Soveltuvat geofysikaalisten parametrien määrittämiseen laajoilla alueilla (meteorologia, jne)



Artist's impression of the SMOS satellite in orbit
image courtesy ESA - AOES Medialab

Signaalitiedustelu (1/3)

- Satelliittien avulla voidaan suorittaa radiotaajuisten signaalien tiedustelua (SIGINT)
 - Havaitseminen
 - Paikantaminen
 - Tunnistaminen
 - Sisällön selvittäminen
- Satelliitit mahdollistavat globaalin tiedustelun, eivät ole sidottuja perinteiseen radiohorisonttiin

Signaalitiedustelu (3/3)

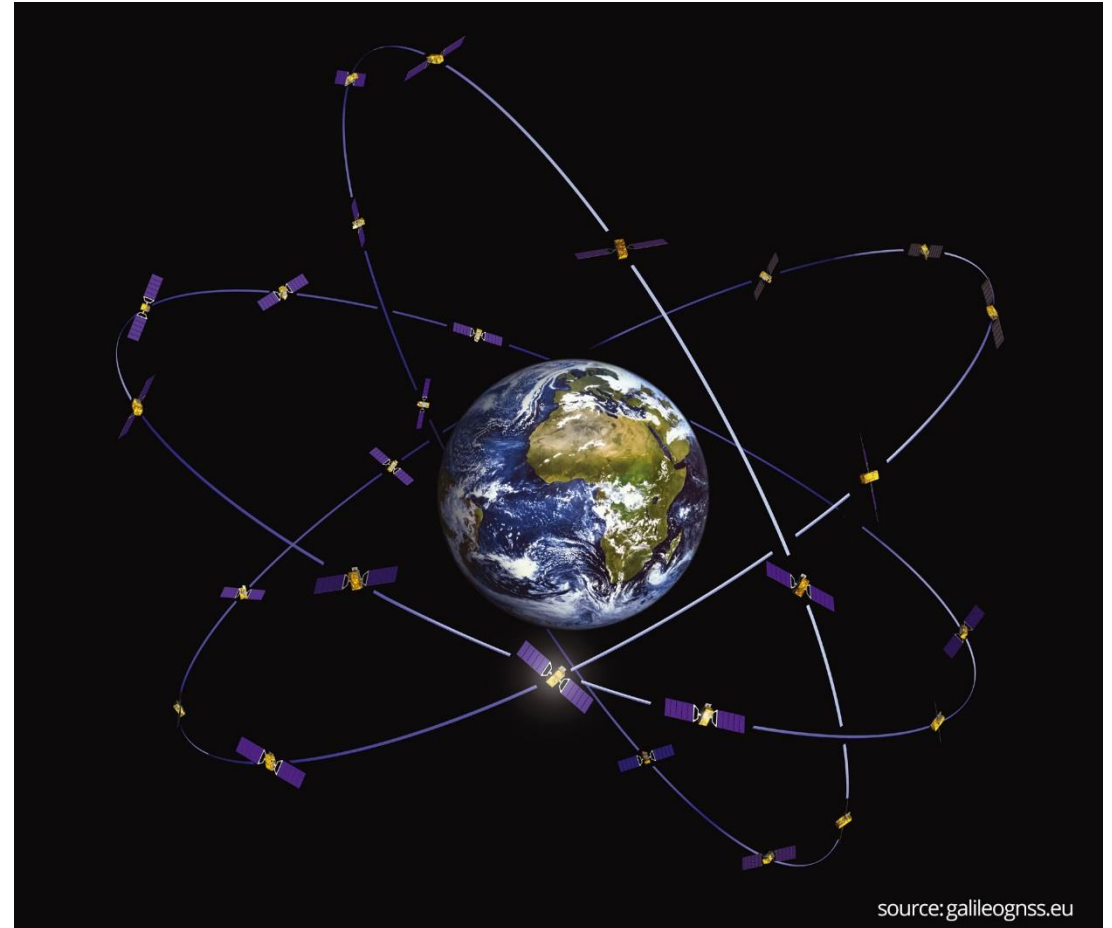
- Jos matala kiertorata
 - Voidaan käyttää pienempiä antennoja (ja satelliitteja)
 - 24/7-kattavuus => suuri konstellatio (kuten telecom)
 - Mikäli 24/7-kattavuutta ei vaadita => pieni konstellatio riittää



Kuva: DGA/CNES

Satelliittipaikannus

- Useita GNSS (Global Navigation Satellite System) –järjestelmiä on käytössä tai kehitteillä
- Erittäin tarkka paikkatieto kaikkialla maapallolla
- 20-30 satelliittia keskikorkeilla kiertoradoilla



Yhteenveto

- Radiotaajuuksia hyödyntävät satelliittisovellutukset
 - Satelliittitietoliikenne
 - Mikroaaltokaukokartoitus
 - Signaalitiedustelu (SIGINT)
 - Satelliittipaikannus
- Pienten satelliittien kehittyminen mahdollistaa (riittävän) suorituskykyisten satelliittijärjestelmien kehittämisen ja operoinnin merkittävästi aiempaa edullisemmin