



MASIT03

Inversio-ongelmat ja mallien luotettavuus



Lappeenrannan teknillinen yliopisto
heikki.haario@lut.fi

Helsingin yliopisto
ljp@rni.helsinki.fi

Teknillinen korkeakoulu
erkki.somersalo@hut.fi

Oulun yliopisto
markku.lehtinen@sgo.fi

Kuopion yliopisto
jari.kaipio@uku.fi

Ilmatieteen laitos
johanna.tamminen@fmi.fi

Käänteisten ongelmien huippututkimusta Suomessa

- Projekti kehittää menetelmiä inversio-ongelmiin ja hyödyntää niitä teollisissa sovelluksissa
- Inversio-ongelmien ydinryhmät toimivat useissa yliopistoissa, maailmanlaajuisesti kiistatta johtavalla tasolla

Lappeenrannan teknillinen yliopisto	Mallien luotettavuus, metsävarojen kaukokartoitus
Helsingin yliopisto	Virustomografia
Oulun yliopisto	Paikallisten säätukaennusteiden tarkentaminen
Teknillinen korkeakoulu	Aineenvaihdunnan mallintaminen, 'veretön kirurgia'
Kuopion yliopisto	Mallivirhe, mallien yksinkertaistukset, prosessitografia
Ilmatieteen laitos	Kaukokartoitusmallien luotettavuus

Projektissa mukana olevat tutkimusyksiköt ja vastualueet

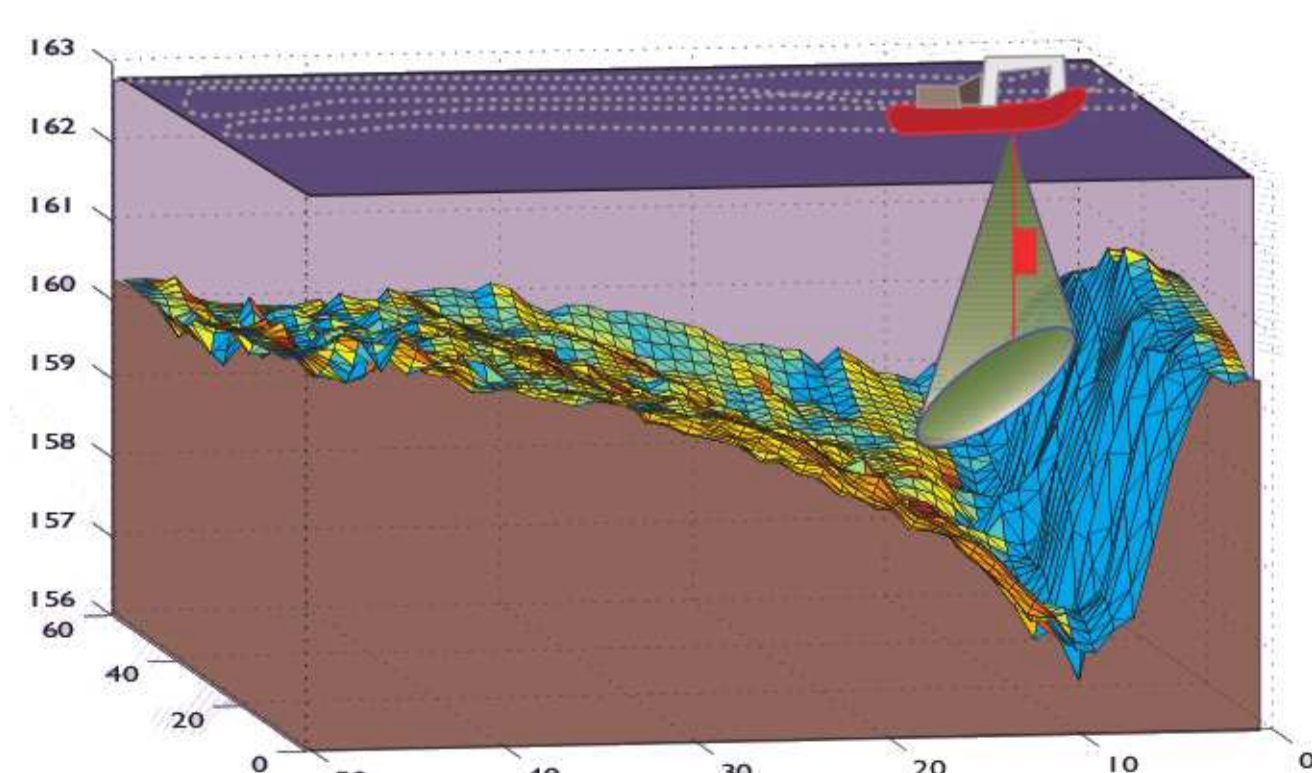
- Projektissa mukana olevat yritykset:

- PaloDEX Group Oy
- Kemira Oyj
- Nokia Oyj
- Stora Enso Oyj
- UPM-Kymmene Oyj
- Oy TM Systems Finland Ltd
- Oy Arbonaut Ltd

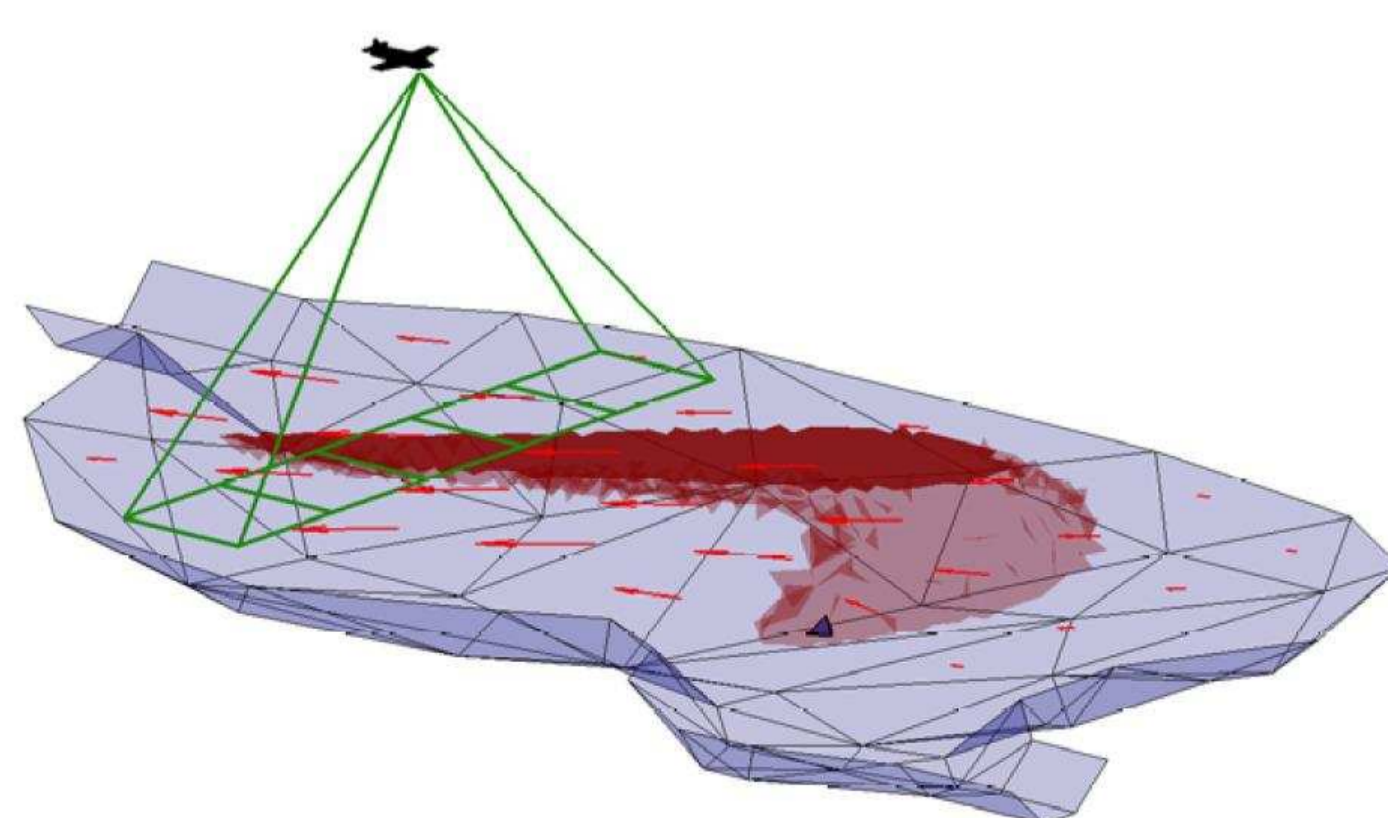
Avainsanat: Inversio-ongelmat, tilastollinen inversio, parametrien estimointi, kaukokartoitus, MCMC (Markov chain Monte Carlo)

Mitä ovat inversio-ongelmat?

- Suorassa ongelmassa etsitään vastausta annettuun kysymykseen. Käänteisissä ongelmissa tavoitteena on löytää kysymys, kun vastaus on annettu.
- Esimerkki
 - Suora ongelma: millainen kaiku saadaan, kun joen pohja tunnetaan ja siihen kohdistetaan ääniaaltoja?
 - Käänteinen ongelma: kaikuluotaus – kaiun perusteella päätellään pohjan muoto



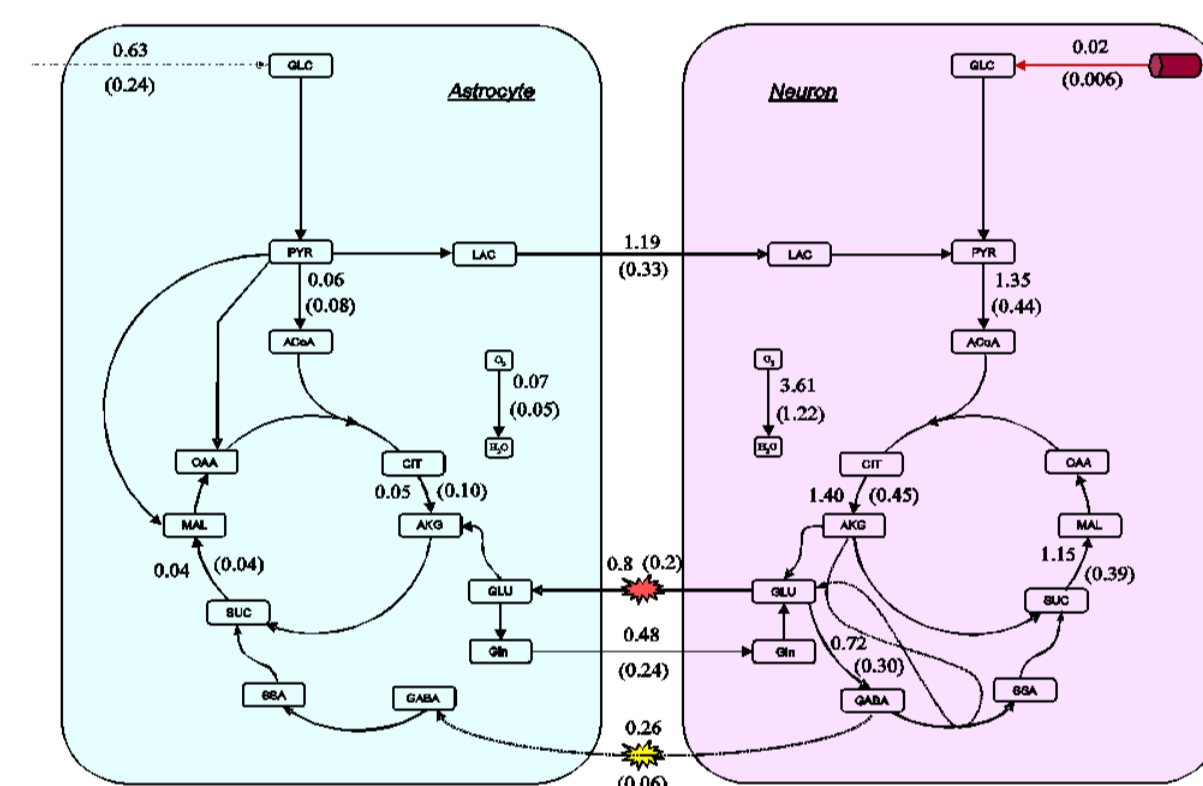
Joenpohjan kaikuluotaus.



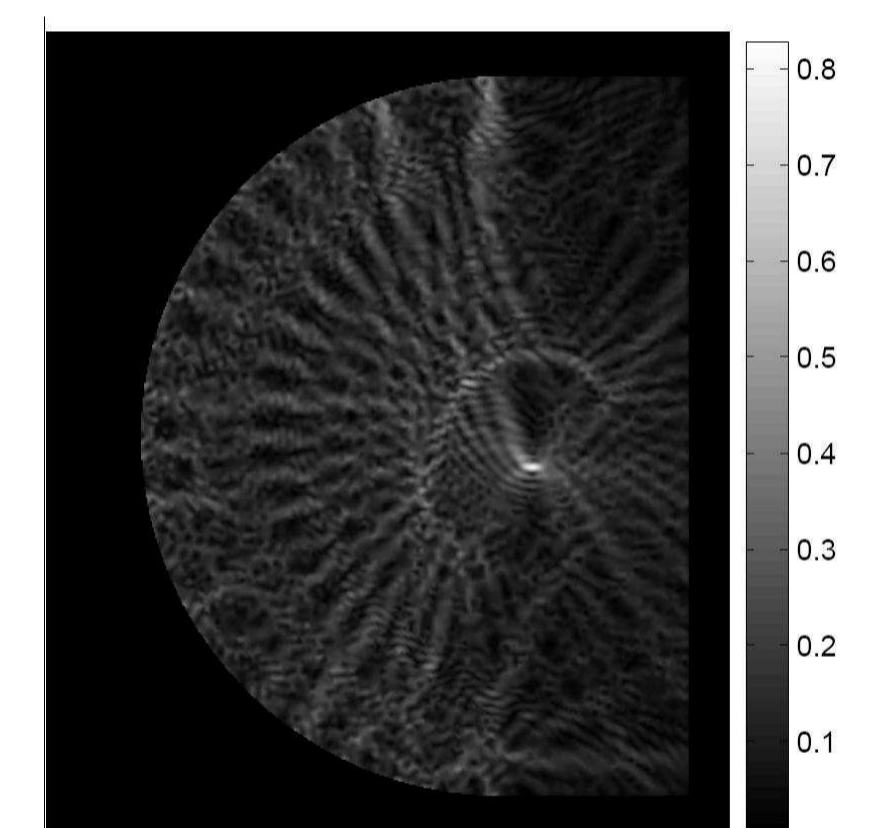
Metsän kaukokartoitus laserkeilamittauksin.

Tilastollisia menetelmiä inversio-ongelmiin

- Kehitetty uusia tilastollisia menetelmiä mallien luotettavuuden tutkimiseksi
 - Monte Carlo -menetelmät tuottavat mallin ennusteen ja sen jakauman
- Erityisesti keskitytään mallien epävarmuuksien analysointiin – epävarmuutta syntyy mallien virheellisyydestä ja mittausvirheestä
- Tarkka, mutta laskennallisesti raskas malli voidaan korvata kevyellä mallilla, kun yksinkertaistuksen tuoma virhe korjataan tilastollisilla inversio-menetelmillä.



Aineenvaihdunnan mallinnus



Veretön kirurgia

Teollisia sovelluksia

- Metsävarojen määrittäminen kaukokartoitusmittauksin. Käyttöön kesällä 2007.
- Kemiantelekniiikan sovelluksia: prosessimallien luotettavuuden tarkastelu
- Hammastomografia
- Prosessitografia

Tulevia sovelluskohteita

- Prosessimallien luotettavuus
- Lämmönvaihtimien optimointi
- Koneiden virtuaalisuunnittelu ja mekatroniikka
- Uudet tutkasovellukset, uudet kaukokartoitussovellukset
- Virustomografia: Virusten 3D rakenne mikroskooppikuvista
- Ihmisen aineenvaihdunnan simulointiohjelmisto
- Tulevaisuuden 'veretön kirurgia': syöpäsolukon kuumentaminen kohdennetuilla aalloilla