

Kokonaisvaihtelumentelmät röntgentomografiassa  
Kypsyysnäyte  
Pentti Sunila  
30. lokakuuta 2017

Tutkielmassa pyrin tutkimaan kokonaisvaihteluun perustuvan regularisaation käyttöä röntgentomografian inversio-ongelman ratkaisemisessa. Tarkoitukseni oli vertailla regularisaatiomenetelmää röntgentomografiassa yleisessä käytössä olevaan suodatetun takaisinprojektion menetelmään. Ongelma-alueen tulkinta inversio-ongelmana salli tämän vertailun, jonka vuoksi oli mahdollista tarkastella menetelmien eroja rekonstruktioasolla, sekä rekonstruktioiden laatua harvan datan tapauksessa. Laadukas rekonstruktio harvan datan tapauksessa on merkittävää, sillä pienemmällä säteilymäärällä on mahdollista saada hyödyllistä informaatiota tarkasteltavan kappaleen sisäisestä rakenteesta. Vertasin menetelmiä sekä simuloidulla, että mitatulla röntgendatalla.

Tarkastelun taustalla toimii inversio-ongelmien teoria, jonka viitekehykseen röntgentomografian ongelma-alue sovitetaan. Tämä salli inversio-ongelmien teoriaan perustuvien menetelmien käytön tomografiseen rekonstruktioon. Tutkielmassa keskityn kokonaisvaihteluregularisaatioon, joka pyrkii minimoimaan rekonstruoidun signaalin kokonaisvaihtelun. Tämä merkitsee, että menetelmä suosii paloittain vakioita rekonstruktioita. Rekonstruoidut kuvat koostuvat tällöin kiinteistä palasista, joka on ongelma-alueelle hyödyllistä.

Ensimmäisessä kappaleessa kerron lyhyesti tutkielman sisällön ja rakenteen. Toisessa luvussa esittelen inversio-ongelman käsitteen, sekä tutkielmassa käyttämäni niihin liittyvät käsitteet. Määrittelen lineaarisen inversio-ongelman ja taustoitan teoriaa lyhyesti naiivin inversion menetelmän kautta. Tämän jälkeen määritän tutkielmassa tärkeät regularisaation ja inversiorikoksen käsitteet. Kolmannessa kappaleessa määrittelen tomografiseen kuvantamiseen liittyvät peruskäsitteet, sekä taustoitan ongelma-aluetta lyhyesti sen historian kautta. Ilmaisen tomografisen rekonstruktion lineaarisena inversio-ongelmana ja määritän käyttämäni matemaattisen mallin ongelman ratkaisemiseksi.

Neljännessä kappaleessa esittelen käyttämäni simuloidun ja mitatun datan, joilla vertailen rekonstruktio metodeja. Kuvaan lyhyesti datan muodostuksen. Esittelen käyttämäni suodatetun takaisinprojektion menetelmän, sekä käyttämäni toteutuksen. Määrittelen kokonaisvaihteluun perustuvan regularisaation, eli TV-regularisaation, sekä käyttämäni Chambolle-Pock -algoritmin, jonka avulla laskin TV-regularisoidut rekonstruktiot. Mainitsen myös käyttämäni menetelmän käytettävän regularisaatioparametrin valitsemiseksi.

Tulokset esitetään tutkielman viidennessä kappaleessa. Kummallekin aineistolle esitetään rekonstruktiot kummallakin käyttämälläni menetelmällä sekä täyden, että harvan datan tapauksessa. Kerron myös lyhyesti regularisaatioparametrin valinnasta käyttämäni menetelmän mukaisesti. Tuloksen tulkitaan tutkielman kuudennessä kappaleessa, jossa vertaan menetelmien tuottamia rekonstruktioita ja tulkiten niissä esiintyvät rekonstruk-

tioartifaktit.