



## Matemaatikko tuotekehittäjänä

*Samuli Siltanen*

professori, Helsingin yliopisto

Teollisuusmatematiikan yleisresepti: laita samaan tilaan nykyaikainen tietokone, matematiikan mallinnusvoima ja luova mieli. Lisää sopiva sovellusala ja insinööriporainen työryhmä. Sekoita ja anna porista miedolla lämmöllä vuosi tai pari. Jakele uusi teknologia ympäri maailmaa.

Korkean teknologian tuotekehitys on laskennallisessa murroksessa. Digitaaliset sensorit tuottavat yhä suurempia määriä korkealaatuista mittaussaineistoa, jonka tulkinnaissa, jalostamisessa ja hyödyntämisessä voi käyttää matematiikkaa. Hankalia kokeita voidaan simuloida virtuaalimaailmassa ja kalliita laitteita korvata laskennalla. Googlen PageRank-hakumenetelmä on hieno esimerkki matematiikan voimasta: siinä matriisin ominaisarvon laskentatehtävä mahdollistaa asiakkaita parhaiten palvelevan hakutuloksen tarjoamisen.

Olen itse päässyt osallistumaan matemaatikkona lääketieteellisen tekniikan tuotekehitykseen. Väiteltyni Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1999 lähdin töihin Instrumentarium Imagingille, jossa oli juuri alkanut kolmiulotteisen röntgenkuvauksen projekti. Perinteisessä viipalekuvauksessa potilasta säteilytetään aika tavalla, mutta palkinnoksi saadaan erittäin tarkka kuva hän sisuksistaan. Tällaisen kuvantamisen rinnalle Instrussa kaavailtiin yksinkertaisempia laitteita, jotka kykenisivät tuottamaan kolmiulotteista informaatiota potilaasta perustuen vain muutamaan röntgenkuvaan.

Osoittautui, että kolmiulotteisen rekonstruktion luominen näin vähistä mittauksista on vaikeaa ja että nuo vaikeudet ovat luonteeltaan matemaattisia. Kolmen TEKES-projektin puitteissa saimme kehitettyä tarvittavat uudet menetelmät, ja tuloksena syntyi säteilypihi kuvantamislaitte hammaslääkäreille. Tarkempia tietoja on nähtävillä sivulla [http://](http://www.siltanen-research.net/project_Xray.html)

[www.siltanen-research.net/project\\_Xray.html](http://www.siltanen-research.net/project_Xray.html).

Kehittämämme VT-laitteen etu on siinä, että hammasklinikoilla jo oleva panoraamakuvauslaite muuttuu kolmiulotteiseksi tomografiakoneeksi pelkällä matemaattisella ohjelmistopäivityksellä.

Vastaavanlaisia matemaattisia tuotekehitystehtäviä on tarjolla lukuisissa lääketieteellisen tekniikan yrityksissä, kuten Palodex Group, GE Healthcare Finland, Varian, Ajat ja Planmeca. Muita matematiikkaa voimakkaasti hyödyntäviä firmoja ovat esimerkiksi tutkatekniikkaa kehittävä Vaisala, älykkäitä hissiratkaisuja tarjoava Kone sekä puunjalostus- ja automaatioteollisuuden laitteita valmistava Metso. Suomessa toimii matemaattista konsultointia harjoittavia yrityksiäkin, muun muassa Numerola ja Kuava.

Mitä matemaatikon pitäisi osata menestyäkseen teollisuuden tuotekehittäjänä? Omista työhaastatteluistani muistan erityisesti kaksi kysymystä: ”Osaatko ohjelmoida?” ja ”Oletko työskennellyt kohinaisen datan parissa?” Silloin kykenin vastaamaan sekä rehellisesti että myöntävästi ainoastaan ensimmäiseen kysymykseen, ja tämä puute maksoi minulle ainakin yhden työpaikan. Sitten olen kerännyt lisää kokemusta työntekijän, työnantajan ja teollisuusmatematiikan professorin näkökulmasta. Kokemukseni pohjalta sanoisin näin: tietty matematiikan osa-alueet on hyvä hallita, ohjelmointitaito on välttämätön, kohinaisen datan kanssa pitää hiukan pelailla ja kaikkein oleellisin on kuuntelu- ja yhteistyökyky. Erittelen näitä alla tarkemmin.

Käytännön työssä tärkeimmät matematiikan alueet ovat lineaarialgebra, optimointi, Fourier-analyysi ja todennäköisyyslasku. Niistä jokaisesta olisi hyvä hallita jonkin verran teoriaa ja (aivan välttämättä) keskeiset laskennalliset tekniikat.

Matematiikan kosketus reaali maailmaan kulkee laskennallisten algoritmien kautta. Teollisissa tuotekehitystehtävissä ei tule vastaan ongelmia, jotka voisi ratkaista kynällä ja paperilla; lopputuotteen on oltava ohjelmanpätkä. Useimmissa firmoissa pärjää Matlabilla, joskin tuotantokoodit ainakin minun aikanani tehtiin pääasiassa C- tai C++ -kielellä. Niiden perusteiden hallinnasta ei ole ainakaan haittaa ihmiselle. Kokemukseni mukaan siihen ei voi luottaa, että matemaatikko selittää tarvittavan laskennan esimerkiksi softainsinööriille ja olettaa hänen tekevän toteutuksen. Matemaattinen ohjelmointi on sen verran omanlaistaan, että koodin kirjoittaminen on matemaatikon vastuulla.

Käytännön mittauksissa on aina arvaamattomia virheitä. Siksi matemaattisten algoritmien on oltava sillä tavalla vakaita, että pienet muutokset datassa aiheuttavat vain pieniä muutoksia tuloksissa. Yksi hyvä tapa perehtyä kohinaan on kirjoittaa omia kuvankäsittelyrutiineja digitaalisille valokuville ja kokeilla niitä eri ISO-arvoilla otettuihin kuviin (esimerkiksi sama näkyvä, mutta ISO-asetuksilla 100 ja 3200).

Käytännön ongelmien matemaattisessa ratkaisussa on

kolme vaihetta. (1) Ensin ongelma täytyy ymmärtää niin perinpohjaisesti, että sille saadaan laadittua riittävän tarkka matemaattinen malli. Tämä vaatii yleensä monia keskusteluja sovellusalan asiantuntijoiden kanssa. (2) Kun malli on valmis, suoritetaan matemaattinen ongelmanratkaisu laskennallisten algoritmien avulla. Tämä on se osa, johon matemaatikko on koulutettu. (3) Tulokset täytyy kääntää takaisin sovellusalan kielelle ja katsoa, onko ongelma ratkaistu. Usein ei ole, ja edessä on paluu kohtaan (1) ja lähestymistavan parantaminen. Tässä touhussa tarvitaan kuuntelun jaloa taitoa.

Itse ajattelen soveltavan matemaatikon työtä palveluammattina. (Vertailukohteeksi voidaan ottaa vaikka sähköasentaja, joka saapuu omakotitalon työmaalle ja laittaa johdotukset ja kytkennät kuntoon. Asiakkaan ei tarvitse ymmärtää kaikkia sähköjärjestelmän hienouksia, vaan kertoa vain ammatilliselle, mihin pistorasiat laitetaan ja millaisia sähkölaitteita mihinkin on tulossa.) Kun kaikki menee hyvin, matemaatikko voi luovuttaa käyttöön ihmeitä tekevän softanpätkän, jonka ytimessä pyörii Pythagoraan, Newtonin, Gaussin ja Fourier'n henkinen perintö.