

Laser mallintaa maailmaa

■ Markus Hotakainen

Laserkeilaus on tulevaisuuden tekniikkaa jo tänään. Melko nuorena tutkimus- ja sovellusalana se kasvaa nopeasti, mutta jo nyt sitä käytetään monilla yhteiskunnan ja elämän alueilla – jopa pelikonsoleissa. Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikössä yhdistyy perustutkimus ja soveltava tutkimus, jonka avulla käytännön hyötyä saadaan samantien eikä vasta vuosien kuluttua. Mitä laserkeilaus oikein on ja miten sitä huippuyksikössä tutkitaan?

Laserkeilauksen periaate on hyvin yksinkertainen: tarkasteltavan kohteen ja laserin välinen etäisyys mitataan valon nopeudella tunnetulla nopeudella etenevän laserpulssin edestakaisen kulkuajan perusteella. Jotta tieto etäisyydestä voidaan muuttaa kohteen sijainniksi, on tiedettävä tarkasti laserkeilaimen asento ja paikka.

– Laserkeilauksessa yhdistyy laserin etäisyysmittaus, inertia- eli kallistusmittaus ja satelliittipaikannus. Ala on aika nuori, sillä käytännössä sen alku ajoittuu siihen, kun avaruustekniikka teki satelliittipaikannuksen mahdolliseksi, kertoo professori Juha Hyypä Geodeettiselta laitokselta.

Ensimmäiset laserkeilauksen sovellukset olivat sotilaallisia, joten sen tarkkaa syntymävuotta on mahdoton sanoa, mutta 1980- ja 1990-luvun vaihteessa tekniikka oli jo käytössä. Ensimmäinen kaupallinen laserkeilain tuli markkinoille vuonna 1994. Edelläkävijöiden joukossa olivat ruotsalaiset – ja syykin on selvä.

– Tällä tekniikalla etsittiin sukellusveneitä – ja etsitään edelleen. Vihreä laser mahdollistaa mittaukset sameassa Itämeressä paljon tavallista valoa syvemmälle. Jos vertailukohtana on valkolevyn avulla määritetty näkösyvyys, laserkeilaimella päästään 2,5 kertaa syvemmälle.

Uuden tekniikan ensimmäiset kaupalliset sovellukset olivat lentolaserkeilaimia, joita käytettiin lentokoneissa. Pian niiden jälkeen otettiin käyttöön maastolaserkeilaimet, joissa siirrettävä laite on kolmijalan päällä. Niissä ei vielä ollut gps-vastaanotinta eikä inertiamittareita, mutta käyttökohteiden määrä oli paljon suurempi kuin hankintahinnaltaan ja käyttökustannuksiltaan kalliimmilla lentävillä laitteilla. Vuoden 2005 tienoilla tulivat liikkuvat laserkeilaimet ja sen jälkeen kehitys on ollut sekä laitteistojen että sovelluskohteiden määrän osalta nopeaa.

Laserkeilaustutkimuksen huippuyksikössä tehdään sekä laitetekniikan tutkimusta että kehitystä. Oleellisessa osassa on myös paikannusteknologioiden kehittäminen sekä niihin pohjautuvien uusien innovaatioiden, datankäsittelymenetelmien, esitystekniikoiden ja käytännön sovellusten tutkimus.

Huippuyksikköä johtava Hyypä on ollut mukana laserkeilauksen kehittämisessä melkein alusta lähtien. Hän oli 1990-luvun puolivälissä silloisen TKK:n radiolaboratoriossa tekemässä väitöskirjaa tutkaetäisyysmittauksesta, kun maailmalta kantautui tietoja uudesta tekniikasta, joka laajensi Hyypän tutkimuskohteen käyttöaluetta huomattavasti.

– Laitteet olivat alkuun niin kalliita, ettei niihin ollut varaa, mutta kun tekniikka tuli tutuksi, aloimme tehdä niitä itse. Laserkeilausta on kehitetty Geodeettisella laitoksella vuodesta 2000 lähtien. Tällä hetkellä pystymme tekemään muiden huippuyksikössä mukana olevien kanssa kaiken tarvittavan itse.

Kahdessa vuosikymmenessä kehitys on ollut huimaa. Hyypän mukaan ala kasvaa ”kuin pul-lataikina” ja se on tunkeutumassa vauhdilla tutkimuksen lisäksi myös ihmisten arkeen.

Alan kasvu pohjaa moneen seikkaan, jotka ovat osuneet sopivasti yksiin. Elektroniikan kehitys on tehnyt mahdolliseksi laitteistojen keventymisen ja halpenemisen, laskentatehon kasvu saadun datan entistä monipuolisemman käsittelyn ja uusien sovellusten kehittäminen tekniikan yhä laajemman hyödyntämisen.

– Esimerkiksi parhaillaan kehiteltävät itseohjautuvat autot käyttävät pääsensorinaan nimenomaan laserkeilainta. Vaikka niissä on paljon muitakin sensoreita, laserkeilain muodostaa periaatteessa auton ”silmät”. Ja kun Googlen Street View -autot kiertävät kuvaamassa maailmaa, niissä olevat laserkeilaimet tuottavat samalla kolmiulotteista tietoa ympäristöstään.

Laserkeilaimia on jo kodeissakin. Uusimmat sovellukset ovat käytössämme jo ennen kuin välttämättä tiedämme edes niiden olemassaolosta, toimintaperiaatteesta puhumattakaan. Monille on tuttu Xboxin Kinect-liikeohjain; sen toimintaperiaate on hyvin lähellä laserkeilausta. Milloin sitten saadaan ensimmäiset laserkeilaimella varustetut älypuhelimet?

– Niitä tehdään jo, Hyyppä naurahtaa.

Lentolaserkeilauksessa mittaus tuottaa muutamia satojatuhansia pisteitä sekunnissa, mobiililaitteissa luku on parin miljoonan paikkeilla. Jos esimerkiksi kone on ilmaan muutaman tunnin, keilauksen avulla saadun aineiston koko on joitakin miljardeja pisteitä. Sellaisen datamäärän käsittely ei vielä vaadi supertietokonetta.

– Laserkeilain tuottaa geometrisen pistepilven – eli x-, y- ja z-koordinaatit – jota sitten lähdetään käsittelemään. Homma hoituu tavallisella tietokoneella. Perinteisissä ilmakuvissa on itse asiassa paljon enemmän dataa. Tämä onkin yksi laserkeilauksen eduista, se tuottaa periaatteessa pelkistettyjä kuvia, joiden käsittely on yksinkertaisempaa kuin valokuvien prosessointi.

Kun ensimmäiset lentolaserkeilaimet olivat satojen kilojen painoisia paketteja, voidaan laitteisto nykyisin ympätä pieneen lennokkiin tai oktokooperiin. Kameran ja tietokoneen yhteenlaskettu paino jää alle kahden kilon.

– Muutama vuosi sitten teimme maailman ensimmäisen minilennokkilaserkeilaimen. Kun se esiteltiin alan tapahtumassa, isot yritykset oli-

vat ensin ymmällään, mutta alkoivat sitten apinoida meitä ja tehdä samanlaisia. Mutta sen jälkeen kehitimme vielä pienemmän laserkeilauslaitteiston, joka on edelleen maailman pienin.

Laitteiden koon kutustumisen myötä myös niiden hinta on pudonnut. Kun lentolaserkeilaimet maksoivat kehityksen alkuvaiheessa 1,5 miljoonaa euroa, Hyyppän johtamassa ryhmässä kehitetyn laitteen komponenttien hinta on noin 20 000 euroa. Ja se tuottaa käytännössä ammattitaisoista dataa.

– Kilpailijoilla vastaavat laitteet maksavat liki satatuhatta euroa eikä siinä ole vielä mukana gps- ja inertiayksiköiden hintaa. Jos laitteistolla on painoa 4–5 kiloa, ihan pienellä lennokilla sitä ei saa edes ilmaan.

Tällä hetkellä laserkeilauksen käytännön sovellusten puolella ollaan tilanteessa, jossa on mahdollista keksiä melkein mitä tahansa uutta. Hyyppä ei äkkiseltään keksi mitään käyttökohdetta, johon laserkeilaus olisi todettu sopimattomaksi. Periaatteeltaan yksinkertaisen tekniikan avulla tuotettua aineistoa on mahdollista hyödyntää yhtä lailla yksinkertaisilla menetelmillä.

– Testasimme muutama vuosi sitten tuotamme dataa. Lähetimme kaupunkiympäristöstä koottua laserkeilausaineistoa eri puolille maailmaa yliopistoihin, joissa oli tehty pistepilvimallinnuksia. Eräessä tanskalaisessa yliopistossa graduvaiheessa olevien opiskelijoiden ryhmä kehitti oman tulkintamenetelmän, jolla saatiin samaa tasoa olevia tuloksia kuin huippuhankkeissakin. Data on niin hyvälaatuista, että ihan järkeä käyttämällä pystyy tekemään suhteellisen yksinkertaisen prosessin ja saamaan sillä suhteellisen hyviä tuloksia.

Yksi laserkeilauksen eduista on, että menetelmä on aktiivinen. Siinä ei vastaanoteta kohteesta tulevaa säteilyä, vaan lähetetään tunnetulla aallonpituudella lasersäde, joka sirottuaan päätyy laitteen vastaanottimeen. Siksi laserkeilauslaitteistoa voidaan käyttää myös yöllä, siis samaan tapaan kuin esimerkiksi mikroaaltotutkaa. Itse asiassa perinteisen ilmakuvauksen kannalta otollisimmat olosuhteet aurinkoisina kesäpäivinä eivät laserkeilaukseen olekaan ideaalit: lasersäteen heijastus tai käytännössä sironna aurin-

gon valaisemalta pinnalta voi olla liian vähäinen.

– Toisaalta ilmakuvauksessa tehokasta aikaa on kesällä vain noin puolitoista tuntia päivässä. Laserkeilauksessa aika on 3–5-kertainen ja sitä on hyvä tehdä muutenkin erityisesti yöllä, sillä silloin häiriötekijöitä on vähemmän.

Tekniikalla on kuitenkin rajoituksensa. Yksi niistä on säätila. Esimerkiksi sumuisella tai sateisella säällä lasersäde ei pääse etenemään riittävällä teholla. Siihen liittyy myös silmäturvallisuus, sillä laserissa ei voi olla tehoa niin paljon, että se voisi tehdä vahinkoa.

– Joskus voi rajoituksena olla myös gps-tekniikka. Jos taivaalla ei ole riittävän monta satelliittia tai mittauspaiikka on sellainen, että osa taivaasta jää katveeseen, vastaanottimella ei saada riittävän tarkkaa paikkatietoa.

Uutena piirteenä on hyperspektrin käyttö. Siinä lähetetään ”superkontinuumilaserilla” valkoista valoa, mutta sironneesta säteilystä otetaan vastaan vain tietyt aallonpituudet muutaman nanometrin välein. Näin saadaan kerralla dataa pariltasadalta kanavalta.

– Ongelmana on silloin, että kokonaistehon on oltava melko suuri, jotta jokaisella erillisellä aallonpituudella saadaan riittävän voimakas signaali. Niin suuritehoista laseria ei voi käyttää kaupungeissa, joten hyperspektritekniikan käyttö rajoittuu esimerkiksi metsiin ja teollisuusympäristöihin. Asutuilla alueilla käytetään multispektritekniikkaa eli laitteessa on useampi laser, joista jokainen lähettää säteilyä vain tietyllä aallonpituudella.

Silmäturvallisuuteen liittyy myös monissa laserkeilauslaitteissa käytetty aallonpituus eli 1,5 mikronia. Säteily on infrapuna-alueella eikä niin haitallista silmille kuin lyhyempiaaltainen näkyvä valo. Toisaalta se aiheuttaa omat ongelmansa esimerkiksi liikennesovelluksissa.

– Itseohjautuvissa autoissa laserkeilaus ei oikein toimi talvella, sillä 1,5 mikronin säteily ei heijastu kunnolla lumesta. Fotogrammetriastaan eli käytännössä ympäristön kuvaamisesta ei ole apua, koska se ei ole toimiva ratkaisu ajettaessa pimeään aikaan.

Hyypän johtamassa huippututkimusyksikössä tämä ei kuitenkaan ole keskeinen tutkimusalue.

Yksikön ytimenä on Geodeettinen laitos (vuodesta 2015 Paikkatietokeskus), jolla on jo vanhaan yhteistyötä Aalto-yliopiston ja Helsingin yliopiston kanssa. Oulun yliopisto saatiin mukaan, kun Hyypälle selvisi, että siellä saman aihepiirin ympärillä toiminut tutkimusryhmä ei ollut tehnyt huippuyksikköhakemusta.

– Tällä hetkellä yksi keskeinen tutkimuskohteemme on intensiteetin kalibrointi eli miten erilaiset pinnat sirottavat laserkeilaimen lähettämää säteilyä. Toinen tärkeä alue on edelleen lennokkilaserkeilaus. Silloin kun rakensimme ensimmäisen keilauslennokin, emme itsekään tajunneet, millaisen maailman tulimme avanneeksi. Sittemmin se on kopioitu Tasmaniaa myöten.

Mobiilikeilauksen puolella on kehitetty maastokelpoista selkäreppuversiota. Laite tuottaa miljoonan pisteen sekuntivauhdilla huippuluokan aineistoa, jonka tarkkuus on sentin luokkaa. Sillä voidaan tehdä laserkeilausta käytännössä millaisessa ympäristössä ja maastossa tahansa. Erityisen hyvin se soveltuu puuston arviointiin metsätaloudessa.

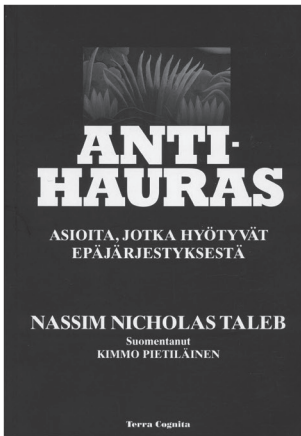
– Maailmalla tällaisia laitteita ei juuri ole. Ensimmäiset ovat tulossa, mutta meillä se on ollut käytössä jo viitisen vuotta. Kun samaa laitetta voidaan käyttää sekä auton katolla että selkärepussa, on mahdollista saada saumatonta dataa. Meidän tutkimuksemme painopiste on tällaisissa laitteissa, joita muilla ei vielä ole.

Laserkeilauksen avulla pystytään tekemään myös mittatarkkaa virtuaalimaailmaa. Kun pistepilveen yhdistetään kuvat, saadaan esimerkiksi kaupunkiympäristössä rakennusten mitat ja muodot kohdalleen ja näkyville muutaman sentin tarkkuudella.

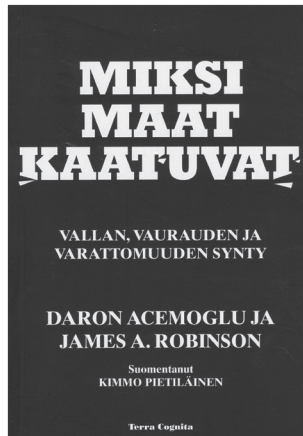
– Meidän toimintamme on tekniikan tutkimusta tyyppillisimmillään. Me julkaisemme huippujulkaisuissa ja saamme huippumäärän viittauksia, mikä on tutkimuksessa tärkeää. Toisaalta samaan aikaan tutkimustuloksia voidaan siirtää erilaisina sovelluksina käytäntöön ja kehittää jopa vientituotteiksi.

Kirjoittaja on tietokirjailija ja tiedetoimittaja.

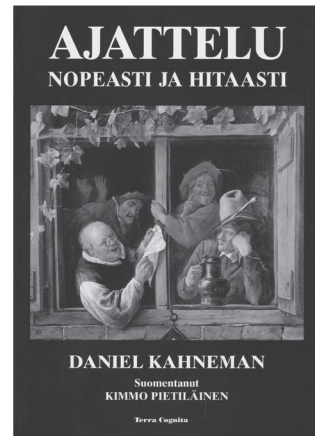
Parasta suomalaista tietokirjallisuutta



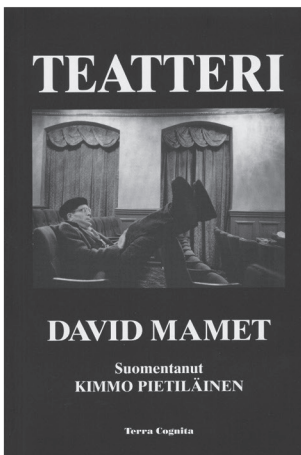
Nassim Nicholas Taleb:
*Antihauras. Asioita, jotka
hyötyvät epäjärjestyksestä.*
Ovh. 50 €



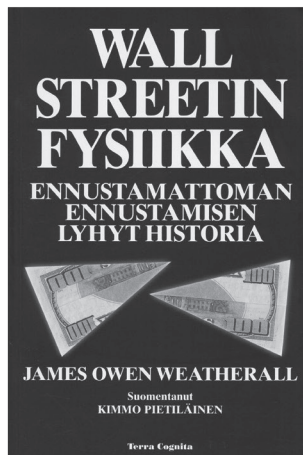
Daron Acemoglu ja
James A. Robinson:
*Miksi maat kaatuvat.
Vallan, vaurauden ja
varattomuuden synty.*
Ovh. 50 €



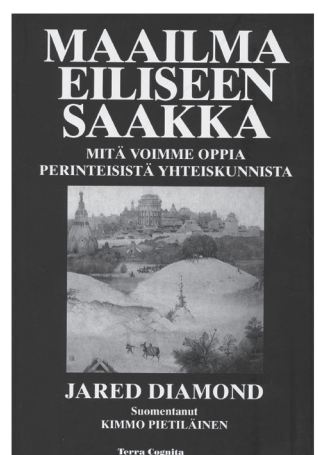
Daniel Kahneman: *Ajattelu
nopeasti ja hitaasti.*
Ovh. 50 €



David Mamet:
Teatteri.
Ovh. 25 €



James Owen Weatherall:
*Wall Streetin fysiikka.
Ennustamattoman
ennustamisen lyhyt historia.*
Ovh. 40 €



Jared Diamond: *Maailma
eiliseen saakka. Mitä
voimme oppia perinteistä
yhteiskunnista.*
Ovh. 50 €

Hyvin varustetuista kirjakaupoista tai suoraan kustantajalta
www.terracognita.fi