



Maankäyttöluokituksen tekoa eurooppalaisessa CORINE-projektissa Ruotsissa.

Eurooppalaisten tarkkojen satelliittikuvien tarjonta lisääntyy nyt, kun Ikonoksen lisäksi toiminnassa on toinenkin keilain.

Vastaanottoasemien ja jakeluverkoston kattavuus on koko maailma. Kuvien jakeluverkostona on Internetissä toimiva ImageNet. Metria vastaa Pohjois-Euroopan markkinoista sekä vastaanottamalla kuvia että olemalla osa jakeluverkostoa. Metrialla on myös pitkä kokemus satelliittikuvien hyödyntämisestä.

ILMAKUVANTARKKOJA SATELLIITTIKUVIA suoraan netistä

Anneli Palmén

Luonnonvarain kaukokartoitussatelliitteista lienee tunnetuin Landsat-satelliitti, joka on ollut toiminnassa jo pitkään. Usein satelliittien ottamat kuvat miellettäenkin Landsat-kuvien tapaan: matala resoluutio ja monikanavaisuus – kuvien tulkinta tuo mieleen tietokoneavusteisen luokittelumenetelmin tehtävän kuvankäsittelyn. Viime aikoina on kuitenkin markkinoille tullut korkean resoluution satelliitteja, joista käytetään yleensä nimitystä Very High Resolution eli VHR-satelliitit. VHR-satelliitin ottaman kuvan resoluutio on alle 5 metriä. Viereisellä

sivulla on kuvasimulaatio, joka kertoo eri satelliittien tarkkuudesta.

Uusien satelliittien helppokäyttöisyyden, kuvien suuren tietosisällön ja helpon saatavuuden (Internetistä) sekä suhteellisen halvan hintansa vuoksi tarkat satelliittikuvat tulevat mullistamaan kaukokartoituskuvien tarjonnan. Kaupallisten VHR-satelliittien kohdalle on sattunut myös vastoinkäymisiä kummassakin nykyisessä hankkeessa. Satelliittien laukaisut ovat epäonnistuneet, mikä on viivästyttänyt näiden hankkeiden toteutusta. Satelliitin tuhoutuminen ennen

aikojaan on aina iso tappio sekä taloudellisesti että kuvien aikasarjojen jatkuvuuden kannalta.

Markkinoille on tulossa satelliitteja, joiden valmistuskustannukset ovat 5–20 % aiempien hinnasta. Kaikkiaan näyttää korkean erotuskyvyn omaavia VHR-satelliitteja on suunnitelmassa lähettää radalleen 10–20 kpl tällä vuosikymmenellä (Hartnor, Metria Satellus). Aikataulun mukaisesti tänä vuonna tullaan laukaisemaan vielä kaksi uutta satelliittia, QuickBird (syyskuussa) ja OrbView 4 (lokakuussa).

Nykyään on käytössä kaksi kaupallista VHR-satelliittia. Toinen niistä on vuonna 1999 radalleen laukaistu IKONOS ja toinen viime vuoden joulukuussa toimintansa aloittanut EROS A1. Ikonoksen spektraalinen ulottuvuus on laajempi ja se on myös tarkempi kuin EROS A1.

Ikonoksen ongelmana on kuitenkin ollut se, että kuvia ei ole Euroopan alueelta ollut riittävästi saatavilla. ”Paitsi saatavuuden suhteen, oletan Erosksen myyvän paremmin myös siksi, että se on halvempi”, sanoo **Jörgen Hartnor**, Metria Satelluksen markkinointipäällikkö. Erosksen erotuskyky on parhaimmillaan myös yksi metri, ja se pystyy kilpailemaan amerikkalaisten kaupallisen IKONOS-satelliitin kanssa. Myös venäläisten kaukokartoitussatelliitit yltyvät noin yhden metrin erotuskykyyn. Intialaisen IRS-ID -satelliitin erotuskyky puolestaan on 5,8 metriä.

EROS-satelliittien sarja

Ensimmäinen EROS-sarjan satelliitti EROS A1 laukaistiin radalleen joulukuun 5. päivänä 2000. EROS A1 -satelliitin arvioidaan pysyvän toiminnassa ainakin kuusi vuotta. Hiljakkoin A-sarjan kaksoisatelliitin EROS A2:n suunniteltu laukaisu peruttiin, ja EROS-satelliittien sarjassa siirrytään suoraan B-sarjaan. Niiden ohjattavuus on hiukan parempi ja satelliitin toimintaikä arvioidaan noin kymmeneksi vuodeksi. Resoluutio on parempi (0,5 m) ja kuvaleveys suurempi (nykyisen 12 km, B-sarjan 16 km). Kaikkiaan kuusi EROS-satelliittia on tarkoitus saada toimintaan vuoteen 2005 mennessä.

Satelliitin omistaa ja sitä operoi vuonna 1997 perustettu ISI (ImageSat International). ISI:n omistus pohja on monikansallinen ja sen päämaja on Kyproksella. Sillä on myös ImageNet-jakeluverkosto Internetissä. Verkosto kattaa kaikkien vastaanottoasemien tallentamat kuvat. EROS A1 -satelliitin vastaanottoasemat voivat päivittää Internetissä olevan kuvatietokannan muutaman tunnin kuluessa kuvien vastaanotosta.

Satelliitti on hyvin ohjautuva ja tarjoaa siten suuren joustavuuden, kun halutaan kuvata jostain ennalta määritellystä kohdasta. Kun tämä yhdistetään ImageSatin maailmanlaajuiseen vastaanottoasemaverkostoon, mahdollistuu se, että asiakkaat voivat nyt saada lähes reaaliajassa korkearesoluutioisia satelliittikuvia.

Eros A1 -satelliitti on aurinkosynkronisella kiertoradalla. Aurinkosynkronoidut satelliitit ovat optimaalisia sovelluksissa, joissa tutkitaan ympäristön tilan muutosta, koska ne ohittavat tietyn maantieteellisen kohteen aina samaan vuorokaudenaikaan. EROS A1 ylittää päiväntasaajan kello 9.45 paikallista aikaa. Myöhemmän vaiheen EROS-satelliitit tulevat olemaan erilaisia mm. siten, että ylitysaika vaihtelee varhaisesta aamusta iltapäivään. Tällä tavalla saadaan kompensoitua sitä, että tietyt maantieteelliset alueet ovat pilvisiä aina tiettyyn aikaan päivästä.

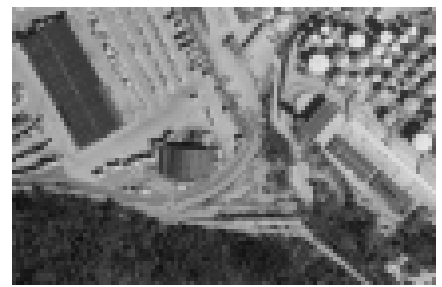
Satelliitin kuvausprosessit ohjataan maasta käsin. Ohjauksen voivat tehdä siihen oikeutetut nk. Satellite Operating Partner -asemat. Kuvaus voidaan suunnata kohteeseen kääntämällä satelliittia aina 45 asteeseen saakka. Lisäksi kamera voi keilata kohdetta satelliitin liikettä hitaammin. Tämä mahdollistaa tarvittaessa yhdellä radalla saman kohteen kuvaamisen pitemmän aikaa, jolloin saavutetaan parempi kuvanlaatu. Sama alue kuvataan ainoastaan yhdellä pyyhkäisyllä, ellei kyseessä ole stereokuvaus. Sensorin kääntö mahdollistaa myös kuvan ottamisen viereiseltä radalta. Lähes mikä tahansa maapallon kohde voidaan kuvata joka seitsemäs päivä (15 asteen keilauskulmalla) ja $\pm 40^\circ$:een leveyspiirin välisellä vyöhykkeellä kahdesta seitsemään päivän välein (30 asteen keilauskulmalla). Suomen korkeudella voidaan laskea, että kuva saadaan noin kolmen



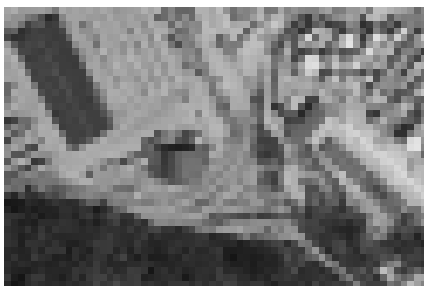
A



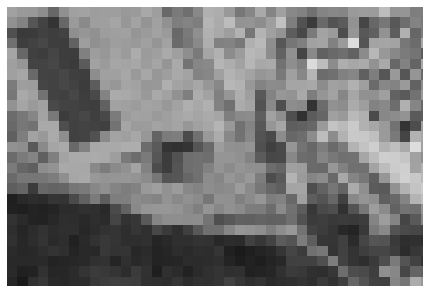
B



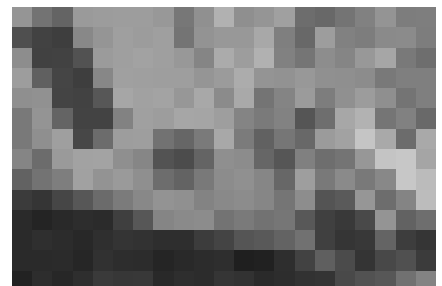
C



D



E



F

Ilmakuvasta tehdyt vertailukuvat, joilla on eri resoluutiot. Sulkeissa mainitaan sensori, jota kuva simuloi: A) yhden metrin resoluutio (IKONOS), B) 1,8 m resol. (EROS A1), C) 5 m resol. (IRS-1D), D) 10 m resol. (SPOT Pan), E) 15 m resol. (Landsat-7 Pan), F) 30 m resol. (Landsat-7 MS).

päivän välein, mikäli sää vain sallii. Kun kaikki satelliitit ovat radallaan, mikä tahansa kohde voidaan kuvata pari kertaa päivässä.

EROS-satelliittikuva-aineisto

Ensimmäinen EROS-sarjan satelliitti on pankromaattinen eli siinä on yksi kanava, jonka aallonpituus on noin 500–900 nm. Myöhemmissä EROS-sarjan satelliiteissa (vuonna 2003) tulee olemaan sekä

pankromaattinen että multispektraalikanava.

Nyt toimivassa satelliitissa kuvien leveys on 12,5 km ja erotuskyky 1,8 m (Standard-tuote). Kuvatarkkuus on riittävä vähintään 1:10 000 -mittakaavasiin töihin. Yhden metrin tarkennetun erotuskyvyn (OS – over-sampled) aineisto on sopiva 1:5 000-, mahdollisesti jopa 1:2 500-mittakaavan työhön. EROS A1 -kuva on 11-bittinen (2048 harmaasävyä).



© IMAGESAT INTERNATIONAL 2001



© LANTMÄTERIET 2001

Kuvasarja esittää samasta kohteesta (Tukholma) sekä EROS A1-että ilmakuvan. Ylempi kuva on EROS A1 -satelliittikuva, jonka maastopikselikoko on 1,8 m. Alempi kuva on Metrian omasta Internet-palvelusta online-ladattu harmaasävyilmakuva, jonka maastopikselikoko on 1 metriä.

Satelliitti lentää maastoon nähden nopeammin kuin kuvaa ja kallistuu kuvauksen aikana taaksepäin, jolloin ilmaisin kohdistuu kuhunkin maastokohteeseen kauemmin. Tämä parantaa kuvan radiometristä erotuskykyä, jolloin voidaan erottaa paremmin esimerkiksi varjoissa olevia kohteita.

Radiometrisesti korjattu data (1A) on korjattu siten, että jokaiselle yksittäiselle satelliitin ilmaisimelle on määriteltävä oma kalibrointikertoimensa. Tämä datatyyppi ei ole geometrisesti korjattu.

Radiometrisesti ja geometrisesti korjatulle datalle (1B) on tehty sekä 1A-datan radiometrisen korjaus että geometrisen korjaus. Korjaukset 1A ja 1B ovat eräänlaisia järjestelmäkorojauksia. Nämä korjaukset tekevät satelliittikuvasta oikeaisemattoman ilmakuvan kaltaisen. Suurin osa satelliittidatan käytöstä vaatii ennakkotyönä korkealaatuisen radiometrisen ja geometrisen tarkkuuden, siis korjaukset 1A ja 1B. Internetissä toimivan ImageNet-verkon tuotteet ovat 1A- ja 1B-korjattuja.

Kuvista saatavaa tietoa käytetään usein GIS-sovelluksien datan keruussa tai sen päivityksessä. Hyvän radiometrisen ja geometrisen tarkkuuden lisäksi työ vaatii myös hyvää paikannustarkkuutta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kuvamateriaali pitää huolellisesti orto-oikaista. Ortokorjatun kuvan tarkkuus on riippuvainen korjauksessa käytettyjen maaston kiintopisteiden tarkkuudesta (maastossa tehdyt GPS-mittaukset tai kartalta mitatut pisteet) ja korkeusmallin tarkkuudesta. Tavallisesti ortokorjauksista varten tarvittavat kiintopisteet ja kartat saadaan asiakkaalta. Metria voi käyttää orto-oikaisussa myös omaa 90 metrin korkeusmalliaan, joka kattaa suurimman osan Eurooppaa.

Ortotarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä tarkempaa DEM-korkeusmallia (satelliittikuvatuotteena Ortho Precision Plus). Myös DEM-mallin samoin kuin maastokiintopisteet ja tarkat kartat toimittavat useimmissa tapauksissa asiakas. Tavoitteena on laittaa DEM-mallilla oikeistuja satelliittiortokuvia ImageNetiin. Tällä kuvamateriaalilla oletetaan olevan laajan käyttäjäkunnan.

Orto-oikaistusta kuvista voidaan tehdä kuvamosaiikkeja. Aikasarjana voidaan käyttää eri ajanjaksojen kuvia, jolloin saadaan esitettyä alueella tapahtuneet muutokset. Uutta tietoa voidaan saada myös siten, että useamman sensorin data yhdistetään (EROS A1 + Landsat 7 / Spot XI). Myös nämä tuotteet kuten ortokuvatkin ovat aikanaan hankittavissa Ima-

geNetistä. Systeemikorjausten jälkeistä jalostusta ei kuitenkaan tehdä automaattisesti jokaiselle kuvalle.

Edellä esitetyille, eri tasoisesti korjatuille ja käsitellyille kuville tehdään kuvatulunkinta. Tulkinta voi olla joko tietokoneavusteinen luokittelu tai visuaalinen tulkinta. Esimerkkinä tulkinnasta on maankäyttöluokitus.

EROS A1 -hinnat

EROS A1 -perusaineistojen hinnat määrittyvät yhdelle kuvalle seuraavasti:

1. Asiakas voi ostaa arkistossa olevan kuvan. Hinta on tällöin 1 500 USD tason 1A kuvalle, joka voi olla joko a) resoluutioltaan 1,8 m ja kuvakooltaan 12,5 km × 12,5 km tai b) resoluutioltaan 1 m ja kuvakooltaan 6 km × 6 km.
2. Asiakas voi tehdä kuvan vastaanottopyynnön haluamaltaan kuvausalueelta (Acquisition Request Service – ARS). Tällöin hän lähettää kuvan keskipisteen tiedon pyynnön mukana. Pyyntö maksaa USD 200. Jos pyynnön mukainen kuva saadaan, ja se vastaa laatukriteereitä – mikä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että kuvan pilvisuus on korkeintaan 20 % – ei kuvan vastaanottopalkkiota palauteta asiakkaalle. Jos asiakas ostaa pyytämänsä kuvan, hän maksaa kuvasta loppuhinnan USD 1 300. Yhden normaalikokoisen kuvan kokonaishinnaksi tulee siis yhteensä 1 500 USD.
3. Priorisoitava kuvan vastaanottopyyntö (Priority Acquisition Request – PARS) on kyseessä silloin, kun ImageSat hyväksyy satelliitin käytön etukäteen valittuna ajankohtana ja etukäteen valitulla maantieteellisellä alueella. Tilauksessa asiakkaan tulee määrittellä tilattavan normaalikokoisen kuvan keskipiste tai määrittää kuvattava alue monikulmioina. PARS-vastaanottopyyntö maksaa 1 500 USD. Vastaanottoyrityksiä tehdään viisi yhtä tilausta kohden, ja asiakkaan

kanssa ollaan tänä aikana yhteydessä. Jos asiakas päättää ostaa kuvat, hän joutuu maksamaan kustakin kuvasta 1 500 USD:n lisenssimaksun. Jos alle 20 %:n pilvetön kuvaus ei onnistu, lisenssimaksua ei tarvitse maksaa. Tilaaaja voi tällöin valita kuvan alueelta halutun palan ja maksaa siitä neliökilometrihinnan mukaan. Ohjelmointimaksua ei kuitenkaan palauteta tilaajalle.

Kohtien 2. ja 3. ero on siinä, miten satelliitin käyttöä priorisoidaan. Hinta/km² on sama USD 10 ja saatavuuteen vaikutetaan vastaanottopyyntömahdollisuudella.

Asiakas voi ostaa loppuvuodesta 2001 myös yksittäistä kuvaa pienemmän alueen 1B-korjatusta aineistosta. Pienen otettava alue on yksi neliökilometri (hinta 25 USD). Suuremmilla alueilla neliökilometrihinta pienenee.

Internet-kuvat ja -kuvaustilaukset

Metria on yhdessä italialaisen IPT:n (Informatica per il Territorio) kanssa muodostanut European Consortiumin (EC), jolla on jakelusopimus (Master Distributor Agreement) ISI:n kanssa. EC:lla on vastuu kehittää Euroopan ja Pohjois-Afrikan markkinoille suuntautuvia EROS A1 -toimintoja. Vastaava sopimus Pohjois-Amerikassa on Core Software Technology -nimisellä yrityksellä. Ne eurooppalaiset asiakkaat, jotka ovat kiinnostuneita EROS A1 -kuvista, voivat kirjautua Metrian paikalliseen kuvahakemistoon osoitteessa www.lantmateriet.se omalta koneeltaan ja etsiä haluamaansa aineistoa. Hakemiston käyttö vaatii rekisteröitymisen, mutta haun käyttäminen on ilmaista. Hakemiston käyttäjä rajaa maantieteellisen alueen, sekä ajan, jolta kuvan tulisi olla, ja järjestelmä etsii, mitä kuvia alueelta on kyseiseltä ajalta arkistossa. Hakemistohaussa voi myös määrittellä yksilöidysti kuvien pilvisuusprosentin. Jos sopivia kuvia löytyy, asiakas

voi tilata kuvan joko verkon kautta suoraan tai CD:lle poltettuna.

Tulevaisuudessa palvelua on tarkoitus laajentaa. Jos asiakas ei löydä arkistosta sopivaa kuvaa (ts. aluetta ei ole kuvattu tai kuvan laatu ei ole riittävän hyvä), asiakas voi välittää vastaanottopyynnön verkon kautta. Asiakas voi myös pyytää kuvat online-toimituksena muuttaman tunnin kuluttua vastaanotosta.

Sekä paikallinen että keskusarkisto ovat osa ImageNet-järjestelmää, molempien arkistojen tietoja voidaan selata netistä, tehdä yksilöityjä materiaalihakuja sekä tilata löydettyt kuvat.

Satelliittikuvien ja jalostettujen lisäarvotuotteiden tarjoajana ImageNet on yksi suurimmista geospaatialaisen datan jakelujärjestelmästä. ImageNetillä on tällä hetkellä suuri käyttäjäryhmä, ja mm. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Association of American Geographers, Urban and Regional Information Systems Association ja ESRI ovat sen kanssa yhteistyössä.

**Kirjoittaja on filosofian maisteri, joka työskentelee Metrian Suomen toimistossa.
Sähköposti:
anneli.palmen@metria.fi**

**Lisätietoja Internetissä osoitteissa:
<http://imagenet.satellus.se>,
www.metria.fi
www.lantmateriet.se ja
www.imagesatintl.com**

METRIA

Metria, joka on Ruotsin maanmittauslaitoksen liiketoimintayksikkö, on perustettu viisi vuotta sitten 370-vuotisen maanmittauslaitoksen kaupalliseksi yksiköksi. 700 työntekijän voimin Metria tarjoaa kiinteistöjen, ilmakuvausten ja muiden paikatietoaineistojen hyödyntämiseen perustuvia tuotteita ja palveluja. Viime joulukuussa Metria osti Satelluksen Swedish Space Corporationilta. Metria Satellus on johtava kaukokartoitukseen erikoistunut yritys, joka vastaanottaa, välittää ja ja-

lostaa satelliittikuvatuotteita. Tämän kaupan avulla Metrian on ollut mahdollista lisätä satelliittikuva materiaali tuotteistukseensa. Metria Satelluksella on kaksi vastaanottoasemaa: Kiirunaa lähellä oleva Esrange ja Etelä-Ruotsissa sijaitseva Strurup. Näiden kahden vastaanottoaseman optimaalisen sijainnin vuoksi Metria voi vastaanottaa EROS A1 -kuvat kattaen lähes koko Euroopan. Kun Italian vastaanottoasema (IPT) valmistuu, myös Pohjois-Afrikka tulee katetuksi.