

Utilizarea imaginilor satelitare în gestiunea teritoriului

Ionel ICHIM, Gheorghe SALCEANU - SINTA S.A. Iasi
Florin ROTARU - Institutul de Informatica Teoretica Iasi

Initiata, în primul rând, din considerente militare, cucerirea spatiului are un impact major în sectorul civil. Satelitul artificiali sunt astazi intens folositi, cel puțin în doua domenii: telecomunicatii si captarea de imagini ale atmosferei si ale suprafetei planetei.

Imaginile satelitare ale teritoriului sunt folosite în mod curent în agricultura, silvicultura, hidrologie si amenajarea teritoriului. În tara noastra, debutul a fost facut cu ajutorul unui program Phare, prin constituirea Centrului pentru utilizarea teledetectiei pentru agricultura, specializat în probleme de statistica agricola, pe baza determinarii starii vegetatiei pe mari suprafete. Un al doilea proiect, finantat de Agentia Spatiala Canadiana, a avut ca obiectiv cercetarea posibilitatilor de utilizare a imaginilor satelitare (în principal, RADARSAT) în gestiunea teritoriului. Pilotul pentru aceasta cercetare a fost judetul Iasi, la proiect colaborând, din partea româna, SINTA S.A., Institutul de Informatica Teoretica al Academiei (filiala Iasi) si Facultatea de Geografie a Universitatii Al.I.Cuza.

Cuvinte cheie: imagini optice, imagini radar, baze de date geografice.

Tehnologia prelucrării imaginilor satelitare este extrem de complexa.

Exista, în primul rând mai multe tipuri de imagini. **Imaginile optice** (pasive) sunt furnizate de catre sensori care capteaza energia reflectata în una sau mai multe benzi de frecventa. Aici se încadreaza satelitul american LANDSAT - TM (7 benzi spectrale fine, element de imagine 30x30 m) si satelitul francez SPOT-P (o banda pancromatica, element de imagine 10x10 m si 3 benzi spectrale medii, element de imagine 30x30 m).

Imaginile optice cuprind o bogata informatie, dar au dezavantajul ca depind de gradul de iluminare si de gradul de acoperire cu nori. **Imaginile radar** (active) înlatura acest dezavantaj, putând fi realizate atât ziua cât si noaptea si în orice conditii de înnoare. În aceasta categorie intra satelitul canadian RADARSAT (5,3 Ghz, doua directii de vizare, element de imagine 10x10 m). Câteva caracteristici ale acestor imagini sunt descrise în tabelul 1.

Tabelul 1

Caracteristicile suprafetei/parametri	Reactia RADARSAT
Rugozitatea suprafetei	Influenteaza puternic cantitatea de energie întoarsa la satelit. RADARSAT poate distinge diferentele create de taierile de padure, lucrarile agricole si practicile culturilor, pentru a numi doar câteva.
Topografie	Reflexia radar este mai mare pentru pantele îndreptate catre senzorul radar decât pentru pantele îndreptate invers. Aceasta creeaza o imagine de "relief umbrit", din care pot fi deduse informatii geologice si geomorfologice.
Granite/pamânt/apa	Suprafetele de apa netede tind sa reflecte energia microundelor la distanta de senzorul satelitului. Suprafetele de pamânt tind sa fie mai riguroase si sa reflecte mai multa energie înapoi catre satelit. În consecinta RADARSAT furnizeaza un contrast precis între granitele pamânt/apa.

Caracteristicile suprafetei/parametri	Reactia RADARSAT
Elemente construite de om	Acestea, cum ar fi cladirile reflecta puternic energia microundelor înapoi catre senzorul SAR. Ele apar ca puncte luminoase în imaginile RADARSAT.
Umiditate	Cantitatea de umiditate din sol sau pe vegetatie afecteaza intensitatea reflexiei SAR. Aceasta este reprezentata în imagine sub forma de variatii de ton.

Imaginile radar tipice sunt imagini digitale alb-negru, discrete, cu un numar de 256 niveluri de gri. Procedurile de procesare pot fi împartite în patru grupe functionale:

(1) **Preprocesare**, având ca scop corectarea erorilor produse la captare. Erorile sistematice, cum ar fi cele produse de curbura si rotatia Pamântului pot fi precis modelate si eliminate. Erorile nesistematice provin din fluctuatii aleatoare ale unor parametri cum ar fi pozitia si viteza satelitului sau functionarea senzorilor. Operatiile tipice pentru eliminarea acestora sunt **reducerea zgomotului** (zgomotul se manifesta prin absenta unor pachete de date din imagine sau prin existenta unor pixeli cu nivele de gri incorecte, comparativ cu ale pixelilor din imediata vecinatate), **corectii radiometrice** (efectul de încetosare) si **corectii geometrice**;

(2) **Ameliorarea contrastului**, având ca scop sa usureze interpretarea prin cresterea separabilitatii vizuale între diferite zone de imagini. În general se folosesc mai multe tehnici combinate de ameliorare aum ar fi utilizarea histogramei pentru binarizare sau dilatarea scalei de gri sau utilizarea procedului LUT (Look Up Table);

(3) **Filtrarea spatiala**. Filtrele trece-jos (filtru de mediere standard, filtru Gaussian, filtre ponderate în distanta) atenuaza componentele de înalta frecventa (detalii locale) si scot în evidenta zonele cu variatie lenta a nivelelor de gri pe când filtrele trece-sus (detectoare de muchii Laplacian, Sobel sau Prewitt) atenuaza componentele de joasa frecventa si evidentiaza detaliile locale ale imaginilor cum ar fi muchiile;

(4) **Clasificarea** al carei scop este stabilirea apartenentei la clase specifice a zonelor de pixeli ale unei imagini satelitare.

Clasificarea supervizata utilizeaza informatii din anumite zone de teren (zone martor) care permit determinarea unor corespondente între parametrii imaginii corespunzatoare zonei martor si o clasa de obiecte. Este necesara determinarea parametrilor de clasificare, proiectarea clasificatorului (de exemplu, clasificator cu distanta minima sau clasificator de încredere maxima) si clasificarea elementelor imaginii. **Clasificarea nesupervizata** utilizeaza numai vectori de parametri (caracteristici) ai elementelor de imagine pe care îi structureaza în grupuri de similitudine, utilizând algoritmi specializati (K-means, ISODATA). Între tendintele din ultimii ani în domeniul clasificarii mai trebuie mentionate retelele neurale si sistemele fuzzy.

Proiectul SYGET (Système de Gestion du Territoire) a necesitat urmatoarele activitati principale:

1. Realizarea unei banci de date geografice la scara 1:50.000 cuprinzând informatie geografica de referinta (straturile: hipsometrie, hidrologie, cai de comunicatie, limite administrative) cât si informatie geografica specifica (categorii de folosinta, soluri, loturi agricole, silvicultura, zone microclimatice);
2. Realizarea modelului numeric al terenului, necesar pentru corectia imaginilor satelitare;
3. Stabilirea zonelor martor, tinând seama de obiectivele de cercetare ale proiectului (Tabelul 2);
4. Decuparea din imaginile satelitare a zonelor supuse studiului
5. Procesarea imaginilor decupate si extragerea parametrilor de clasificare;
6. Interpretarea rezultatelor tinând seama de informatiile din teren (zonele martor).

Tabelul 2. Obiective de cercetare ale proiectului SYGET**A. Agricultura**

1. Gradul de ocupare al terenului cu agricultura pe tip general de cultura.
2. Urmărirea lucrărilor agricole: grad de curățire, procentul de teren arat, grad de pregătire pentru însămânțare, grad de recoltare.
3. Starea de vegetație și evaluarea producției.
4. Evaluarea suprafețelor atinse de: calamități naturale, atacuri de dăunători.

B. Silvicultura

1. Menținerea la zi a contururilor zonelor împădurite.
2. Supravegherea zonelor de tăiere.
3. Aducerea la zi a: drumurilor forestiere, cursurilor de apă;
4. Evaluarea ariilor afectate de calamități: dăunători, incendii, boli.

C. Hidrologie

1. Reactualizarea hărților hidrologice 1:25.000, 1:50.000 (schimbări de albie, lucrări hidraulice etc.).
2. Cartarea zonelor inundate pentru evaluarea pierderilor și organizarea măsurilor de ajutor: suprafața totală inundată, localități inundate.
3. Supravegherea de lucrări hidrologice pentru identificarea de scurgeri prin variații de umiditatea solului.

D. Pedologie

1. Utilizarea maximă a informațiilor pedologice deja existente și stabilirea unităților de sol cu condiții omogene.
2. Supravegherea limitelor de zone erodate.

E. Amenajarea teritoriului

1. Identificarea cadrului construit real.
2. Identificarea construcțiilor.
3. Delimitarea zonelor protejate.
4. Actualizarea contururilor drumurilor între localități.
5. Realizarea de hărți tematice și analiză pentru prezentarea eficientă a studiilor și propunerilor de amenajare teritorială la scarile 25.000, 50.000 și 250.000.
6. Determinarea lungimii drumurilor intravilane.

Realizarea sistemului informational pentru culegerea datelor din teren s-a făcut cu sprijinul Direcției Agricole Iași. Au fost stabilite 229 loturi martor cu marimi cuprinse între 0,5 - 10 ha cuprinzând 7 tipuri de categorii de folosință / culturi (livada, vie, grâu, porumb, orz, floarea soarelui, sfecla de zahăr). Culegerea informațiilor s-a realizat în momentele preluării imaginilor RADARSAT, comunicate în prealabil de către ASC. Fisele de observație au cuprins, atât cât a fost posibil, toți parametrii fizici care pot influența imaginile radar, cum ar fi:

– **condițiile atmosferice**, în primul rând prezenta ploii cu 6, 12 sau 24 de ore înainte și cantitatea: moderată, abundentă, pluvie

(imaginile radar sunt influențate de umiditatea solului);

– **starea terenului**: nerecoltat (acoperit cu vegetație), recoltat (acoperit cu resturi vegetale) sau eliberat total; rugozitatea solului: mare (latimea, adâncimea și direcția brazdei), medie (teren discuit), mică (teren pregătit pentru semănat);

– **starea culturilor**: suprafața rasărită, grad de uniformitate, orientarea rândurilor, distanța între rânduri, starea de vegetație, densitatea plantelor, evaluarea producției, atac de boli și dăunători, înălțimea plantelor.

Cercetările au dus la concluzii importante privind posibilitățile de utilizare ale imaginilor satelitare în agricultura, silvicultura, hi-

drologie, amenajarea teritoriului, în monitorizarea unor dezastre naturale (inundații, incendii). S-a constatat deasemeni ca majoritatea hartilor utilizate în administratia publica din România sunt vechi de cca 20 de ani și actualizarea lor cu ajutorul imaginilor satelit este o soluție eficientă. Banca de date geografice de referință la scară 1:50.000 realizată în cadrul proiectului este utilizată acum ca bază pentru Planul de Amenajare a Teritoriului (PAT) județean și Planurile de Urbanism General (PUG) la nivel comunal. Ea permite de asemenea schimbul de informații între serviciile publice din cadrul județului. Este evident că odată cu creșterea performanțelor tehnice (deosebit de importantă este hotărârea SUA de a permite utilizarea în domeniul civil a imaginilor satelit care pot oferi detalii de până la 1m) și scăderea continuă a costurilor, această tehnologie va fi în mod curent utilizată într-un mare număr de aplicații. Evoluția rapidă a acestui domeniu de vârf face necesar un efort permanent de cercetare, realizarea unor lucrări metodologice pentru abordarea acestui tip de aplicații constituind una dintre priorități.

Bibliografie

1. T. Pavlidis, "Algorithms for Graphics and Image Processing", Computer Science Press, 1982.
2. S. Banks, "Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition", Prentice Hall, 1990.
3. Crayg A. Lindely, "Practical Image Processing in C", John Wiley & Sons, 1991.
4. C.G. Schotten, L.L. Janssen, G.J. Nieuwenhuis, "Comparison of Optical and Microwave Satellite Data for Land Cover Inventory Purposes Using Digital Field Boundaries", *Advances in Remote Sensing*, vol. 2, no. 3, 1993.
5. Jan Petter Pedersen, Tore Guneriusen, Bernt Johansen, "Application of ERS-1 SAR Data in Combination with LANDSAT and SPOT Data for Forestry Mapping in a Norwegian Forest Region", *International Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings*, Tokyo, 1993, PP 46-48.
6. Thierry Toutin, "Integration d'Images Multi-Sources: Premiers Resultats avec SPOT et RADAR Aeroporte", *Canadian Journal of Remote Sensing*, vol. 20, no. 1, 1991.
7. PCI Remote Sensing Corporation, "Training Data Set", ver. 6.0, 1996.
8. PCI Remote Sensing Corporation, "Getting Started. Desktop", ver. 6.0, 1996.
9. PCI Remote Sensing Corporation, "User's Guide", ver. 6.0, 1996.
10. T.M. Lillesand, R.W. Kiefer - "Remote Sensing and Image Interpretation", John Wiley & Sons, 1979.
11. GEOMATICS, 1996, Preliminary Program.