

SOLUȚIE DE ORTORECTIFICARE CU SURSE ETEROGENE DE DATE DE REFERINȚĂ

□ Alexandru Badea, □□ Mircea Juc □□□ Olesia Mitrofan

Ortorectificarea imaginilor provenite de la sateliții de teledetecție presupune alegerea unei soluții adecvate de procesare a datelor. În cazul datelor Landsat disponibile pentru prima fază a proiectului FAO-TCP/MOL/2903, „Building capacity in inventory of land cover/land use by remote sensing”, a fost nevoie de corelarea mai multor surse de date de referință. Soluția aleasă a permis asigurarea unei omogenități a datelor la frontiera dintre România și Republica Moldova, în condițiile utilizării unor sisteme de proiecție diferite (Stereo70, respectiv UTM)

Considerații generale privind rectificarea și georeferențierea imaginilor provenite de la sateliții de observare a Terrei

Suprafața neregulată a Terrei este reprezentată deformat de imaginile de teledetecție brute astfel încât, chiar și în cazul unor regiuni cu fragmentare limitată și energie de relief nesemnificativă, apar distorsiuni datorate curburii pământului dar și geometriei senzorului care captează imaginea.

Prin rectificare se urmărește transformarea datelor dintr-un sistem de tip rețea de pixeli într-un alt sistem de același tip astfel încât să fie asigurată coerența cu alte date poziționate într-un sistem de proiecție predefinit. În funcție de precizia de procesare corespunzătoare, în mod curent, transformarea utilizează o transformare polinomială de grad n . Practic, pentru orice aplicație de teledetecție/SIG este necesară rectificarea pentru a alinia informația într-un sistem de proiecție cartografică pe baza unei hărți, a unei imagini de referință sau prin utilizarea tehnologiei GPS, utilă mai ales în cazul imaginilor de foarte înaltă rezoluție (Ikonos, Quick Bird, EROS, SPOT 5, Cartosat).

Corecția geometrică se sprijină pe relația matematică dintre coordonatele imagine și coordonatele cartografice corespondente. În cazul imaginilor de înaltă rezoluție (HR) această metodă de lucru nu necesită cunoașterea caracteristicilor geometrice ale senzorului. Practic, metoda poate fi aplicată oricărei imagini digitale, inclusiv înregistrărilor aeriene digitale cu condiția unor variații de relief limitate.

În timpul rectificării se poate pierde o parte din integritatea spectrală a datelor. Trebuie amintit faptul că numai imaginile brute păstrează caracteristica spectrală a

înregistrării, iar prin referențiere rigurozitatea radiometrică este atenuată. Aceasta înseamnă că procesul de atribuire a coordonatelor cartografice datelor imagine implică pierderi de informație care trebuie avute în vedere (mai ales în cazul clasificărilor).

Procedurile specifice de rectificare și georeferențiere a imaginilor permit introducerea coordonatelor "citite" de pe hărți (manual) sau selectarea lor de pe alte imagini deja rectificate (imagini de teledetecție sau hărți scanate deja aduse într-un sistem cartografic predefinit). Nu trebuie neglijat faptul că metoda impune utilizarea unor hărți la o scară aleasă în corelat cu precizia impusă de studiul/proiectul pentru care se face transformarea. Altfel spus, scara hărții utilizate trebuie să fie mai mare sau egală cu scara de lucru imaginii transformate.

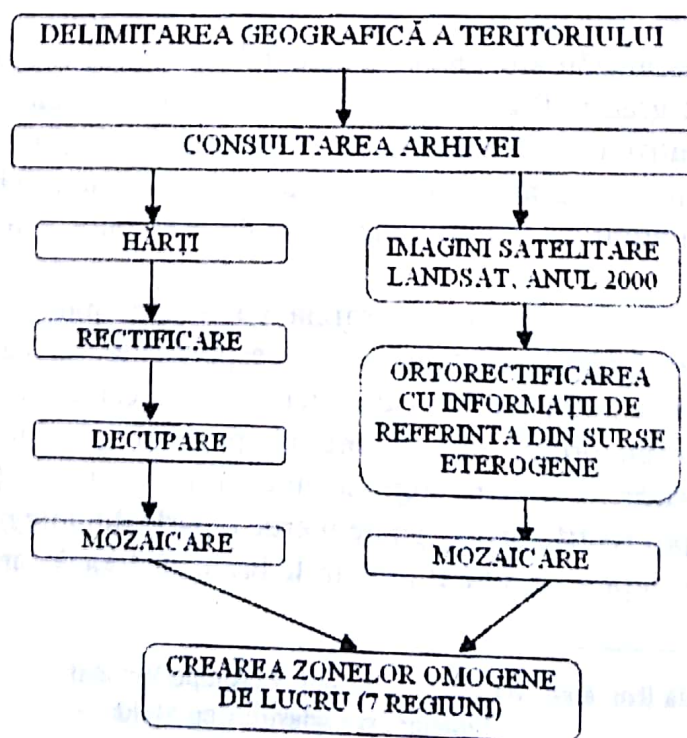
Corectarea imaginilor prin intermediul punctelor de control extrase de pe hărți poate fi înlocuită cu utilizarea unor puncte ale căror coordonate sunt măsurate la teren cu ajutorul tehnologiilor GPS. Această metodă, mult mai precisă, implică costuri suplimentare pentru echipamente și deplasare pe teren.

Ortorectificarea Imaginilor Landsat pentru Republica Moldova

Selectarea datelor cartografice și de teledetecție în scopul inventarierii ocupării / utilizării terenului

Tehnologia utilizată până în momentul de față se bazează pe folosirea de date cartografice de arhivă și de imagini satelitare de dată foarte recentă. În cazul de față s-a apelat la fondul de hartă la scara 1:50 000 existent și la acoperirea cu imagini Landsat din anul 2000. Operațiunile de procesare sunt prezentate în schema de mai jos (figura 1).

Fig. 1. Operațiunile de procesare a datelor



Procesarea hărților scanate

În vederea ortorectificării a fost necesară utilizarea materialului cartografic scanat disponibil, respectiv harta topografică la scara 1:50 000. Foile de hartă au fost rectificat și astfel a fost obținută o compatibilizare a fișierelor imagine în același sistem de coordonate (inițial Gauss-Kruger, Krassovski, Pulkovo 1942).

Realizarea mozaicului a implicat eliminarea elementelor grafice exterioare care constituie cadrul geografic-ornamental al hărților analogice. Aceasta operațiune s-a efectuat prin delimitarea cu ajutorul funcției ERDAS AOI a suprafeței din interiorul cadrului hărții. Odată obținut mozaicul, după verificarea omogenității s-a trecut la reproiectarea fișierelor imagine din coordonate GK42 în UTM 35 N - WGS-84.

Procesarea imaginilor Landsat

Pentru crearea unui mozaic de imagini Landsat pentru întregul teritoriu al Republicii Moldova au fost folosite trei imagini Landsat, achiziționate în vara anului 2000 și georeferențiate brut în sistemul UTM WGS-84 (fig. 4, vezi planșa). Utilizarea imaginilor astfel procesate a servit unor scopuri informative care nu necesitau o abordare riguroasă a procesării.

Ca date de referință pentru georeferențierea imaginilor au fost folosite hărțile la scara 1:50 000 scanate și pre-procesate în proiecția UTM, modelul numeric al terenului DTED nivel 1, cât și imagini Landsat ortorectificate anterior pentru proiectul LCCS România (fig. 5). Acestea din urmă, cât și MNT-ul au fost în prealabil transpuse în aceeași proiecție cartografică (UTM). Utilizarea imaginilor ortorectificate pentru România ca sursa de coordonate a facilitat asigurarea continuității geometrice a bazelor de date raster și vector. Trebuie remarcat faptul că pentru ortorectificarea imaginilor din proiectul LCCS Romania a fost acoperită numai o bandă de circa 10 de kilometri în interiorul teritoriului Republicii Moldova (puncte cotate extrase de pe hărțile la scara 1:25000 disponibile în arhivă).

Următoarea operațiune a constat în preluarea punctelor de control (definite prin perechi de coordonate: coordonatele sursă și coordonatele de referință) de pe hărțile topografice și de pe imaginile sursă, succedată de localizarea și punctarea acestora pe imaginile brute. Pentru selectarea punctelor de control, pe teritoriul Republicii Moldova s-a utilizat, evident, criteriul fundamental al selectării detaliilor stabile în timp ținând seama de faptul că hărțile sunt cu mult mai vechi decât imaginea.

Pentru a asigura o precizie suficientă și uniformă pe toată suprafața rectificată s-au preluat puncte de reper pe o rețea densă cu pasul de aproximativ 20 km. În reprezentarea din fig. 6 (vezi planșa) este prezentat sistemul punctelor de reper pentru imaginea P181_R028. Punctele de reper, observate pe mai multe imagini brute s-au transpus în zona de acoperire a imaginile brute astfel fiind asigurată și legătura dintre imagini.

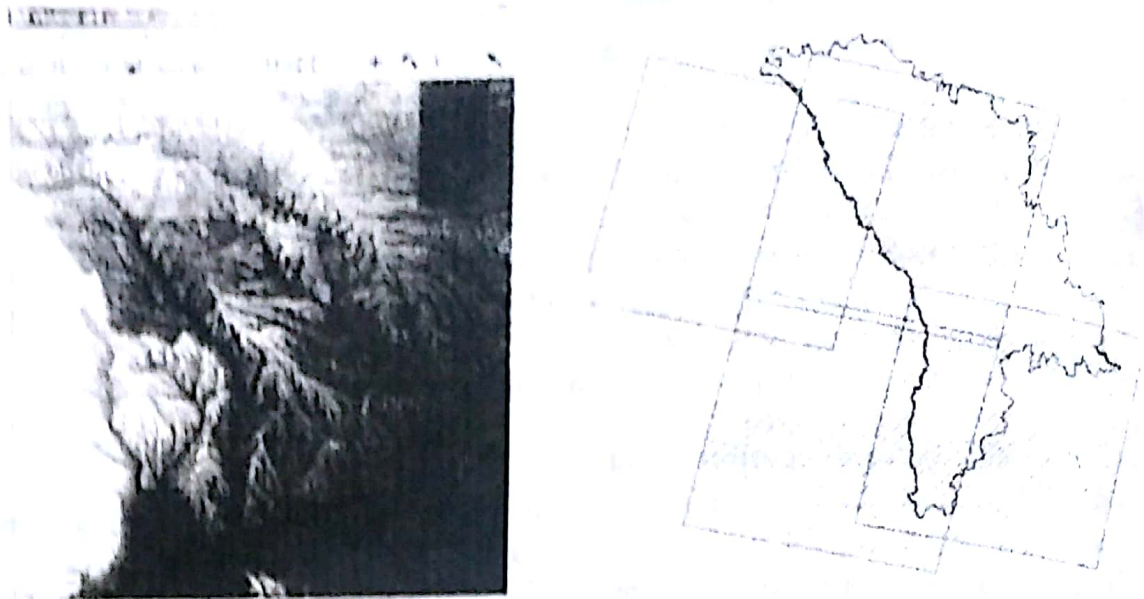


Fig. 3. În stânga, Modelul Numeric al Terenului, și schema acoperirii cu imagini Landsat ortorectificate pentru teritoriul României (în dreapta)

După preluarea punctelor de pe harta și/sau de pe imaginea de referință, cât și identificarea corespondentului pe imaginea brută, a fost definit un model polinomial de corecții geometrice. Prin activarea/dezactivarea punctelor s-a obținut un model de transformare optim în sensul minimizării erorilor medii pătratice.

Transformarea coordonatelor sursă în coordonate finale a fost validată cu ajutorul erorii RMS (root mean square) care reprezintă distanța dintre localizarea inițială a punctelor de control și localizarea transformată a aceluiași puncte. În tabelul de mai jos sunt prezentate numărul de puncte utilizate și valorile reziduale corespondente pe fiecare imagine. Modelul astfel definit, împreună cu modelul numeric al terenului, au fost utilizate pentru ortorectificarea imaginilor.

Imagine	Control Point Error (m)			
	Nb Pts	X	Y	Total
P182R027	143	21.3	21.2	30.1
P181R027	123	21.5	23.0	31.4
P181R028	117	20.6	20.7	29.3

Tabelul 1. Reziduurile modelelor de corecții geometrice

Odată cu obținerea funcțiilor de transformare s-a trece la corectarea imaginii, în urma calculului rezultând o nouă imagine cu caracteristici specifice: număr de

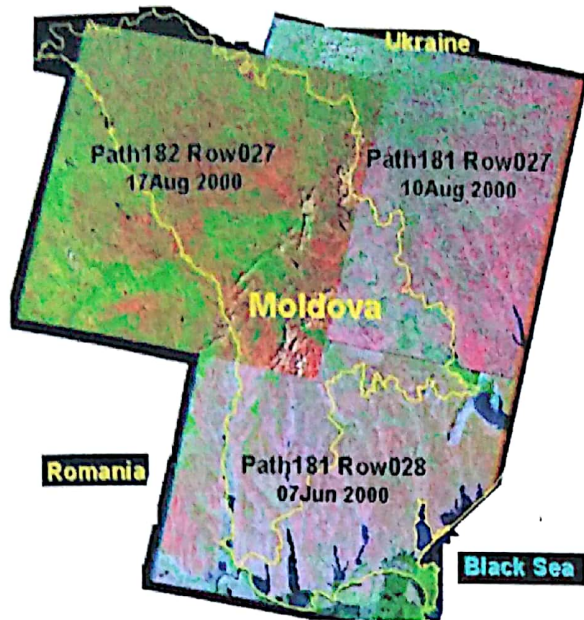


Fig. 4. Imaginile Landsat brute 2000 pentru teritoriul Republicii Moldova

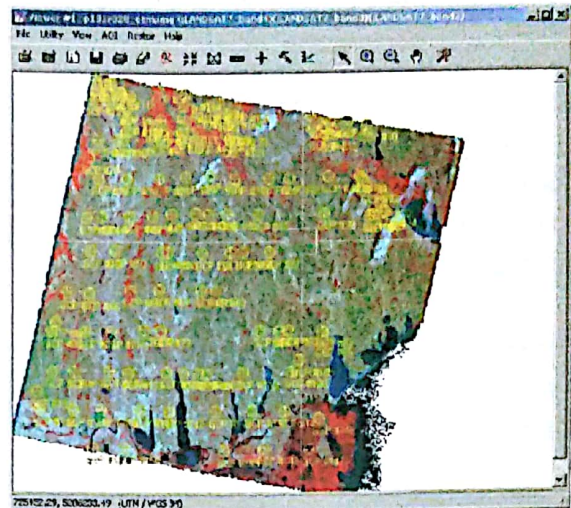


Fig. 6. Preluarea punctelor de reper pentru imaginea P181_R028

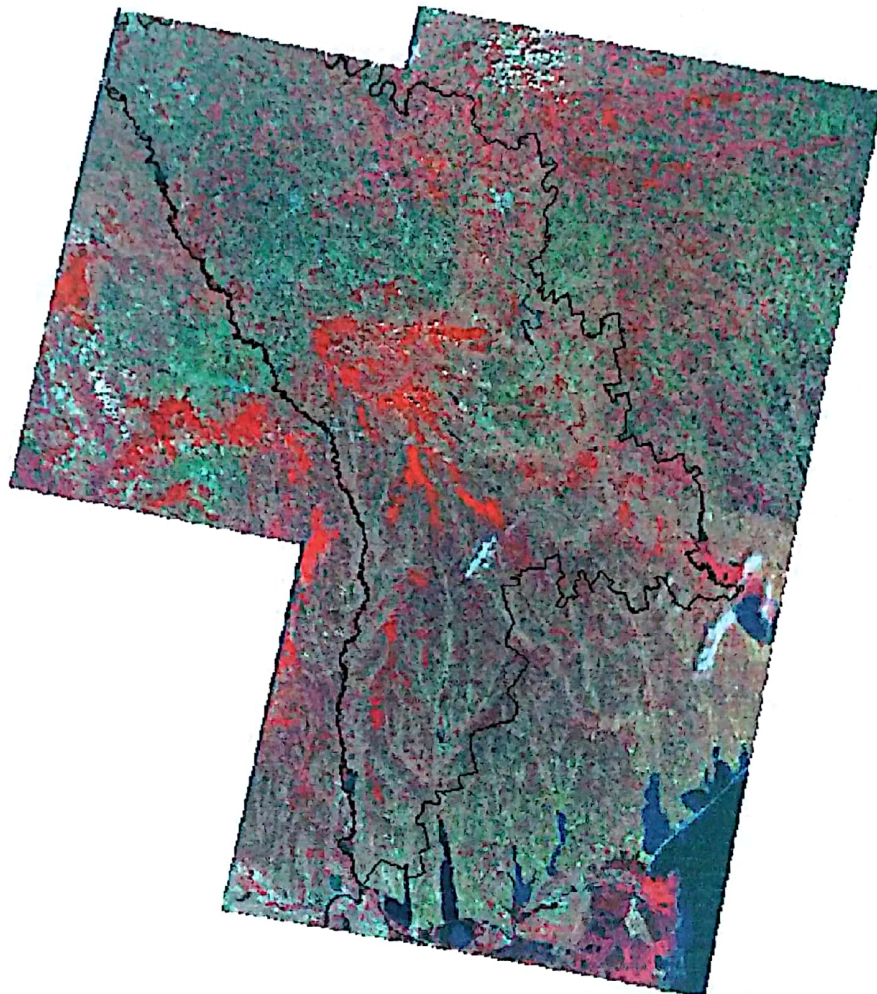


Fig.7. Mozaicul imaginilor Landsat din anul 2000

pixeli, de coloane și de linii, dar și coordonatele teren. Toate aceste operațiuni au fost efectuate automat prin utilizarea modulelor specifice programului ERDAS Imagine.

Pentru pregătirea fazei finale de mozaicare s-au vectorizat liniile de secționare ale imaginilor în scopul asamblării lor. Prin această operațiune a fost posibilă eliminarea diferențelor de radiometrie dintre imagini și eliminarea unor suprafețe acoperite de nori (fig. 7, vezi planșa).

Trebuie amintit faptul că mozaicul imaginilor Landsat (acoperire 2000) pentru teritoriul Republicii Moldova nu cuprinde o mică parte a teritoriului (nordul și nord-vestul țării), pentru care, datorită procedurilor greoaie de finanțare, nu au fost obținute imagini Landsat.

Aceeași procedură va fi utilizată și la ortorectificarea și mozaicarea imaginilor Landsat (acoperire 2004). Pe lângă crearea bazei de date de ocupare/utilizare a terenului (FAO-LLCCS), acest mozaic va fi utilizat și la realizarea de analize în domeniul de activitate de mare utilitate științifică și tehnică.

Odată obținut mozaicul, acesta a devenit referință pentru registrarea unor noi imagini din aceeași zonă. De fapt, pentru acoperirea cu imagini Landsat TM 2004, scenele se vor corecta individual utilizând aceleași puncte de referință. Se va ține seama de faptul că eroarea de poziționare a imaginilor rectificate cumulează eroarea din conținutul hărții și eroarea de alegere a punctului respectiv (eroare care se mărește atunci când se realizează rectificarea imagine după imagine).

Bibliografie

1. Badea, Al., *Studiul efectelor impactului lucrărilor de îmbunătățiri funciare asupra condițiilor fizico-geografice din Bărăganul de Sud utilizând mijloace informatice de colectare, analiză și gestionare a datelor*, Teză de doctorat, București 2000, Universitatea București, Facultatea de Geografie.
 2. De La Cotardiere P., Penot J.P., *Dicționarul spațiului Larousse*, Ed. Univers Enciclopedic, București 1998.
 3. Didon E., *Systemes d'Information Géographique, concepts, fonctions, applications*, CEMAGREF/ENGREF, Montpellier, 1990.
 4. Donisă V., Donisă I., *Dicționar explicativ de Teledetecție și Sisteme Informaționale Geografice*, Ed. Junimea, Iași 1998.
 5. Foin P., *Cartographie topographique et thématique*, Paradigme, Caen 1983.
 6. Juc, M., *Le satellite QuickBird*, Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Paris 2002.
- **** *Extinderea SIG prin utilizarea imaginilor de teledetecție ortorectificate*, CRUTA București 2003.
- **** *Technical and methodological guide for updating Corine Land Cover data base*, ECSC-EC-EAEC, Brussels * Luxemburg, 1997.