

# TELEDETECȚIE – LUCRĂRI PRACTICE

Nume Prenume, niculita.mihai@gmail.com

## 1. PROCESARE DATELOR SATELITARE LANDSAT

Procesarea datelor satelitare LANDSAT este realizată pe mai multe niveluri<sup>1</sup> cu ajutorul Landsat Product Generation System (LPGS). Scenele cu nivel de procesare care au erorile de georeferențiere mai mici de  $\pm 12$  m RMSE intră la nivelul 1 (Tier 1). Majoritatea L1TP sunt în această categorie. Scenele care nu intră în această categorie sunt cu nivel de procesare 2 (Tier 2), deci L1GT și L1GS.

### Precision and Terrain Correction (L1TP)

Procesarea de precizie și corecție a terenului (L1TP), cel mai înalt nivel de procesare, este încercată pentru fiecare scenă Landsat. Procesarea Landsat utilizează punctele de control la sol (GCP) și datele modelului digital de altitudine (DEM) pentru corecție. În unele cazuri (și mai probabil în datele Landsat mai vechi), problemele cu anumite scene și/sau senzori sau date de referință insuficiente pot duce la eșecul procesării L1TP și la revenirea la nivelul precedent. Scenele care conțin zăpadă, gheață și nori pot împiedica înregistrarea corectă a GCP-urilor într-o scenă. Problemele senzorului includ măsurarea/valori anormale ale satelitului sau telemetria instrumentală a unui interval care afectează, de asemenea, capacitatea de utilizare a GCP-urilor.

### Systematic Terrain Correction (L1GT)

Produsele sistematice corectate în funcție de teren (L1GT) sunt create atunci când produsul sistematic are o precizie de localizare consecventă și suficientă pentru a permite aplicarea unui model numeric al terenului. Precizia geodezică a locației sistematice a imaginilor față de cea a modelului numeric al altitudinii (DEM) va avea un impact asupra preciziei geometrice generale a L1GT. Datele dobândite la latitudini nordice, precum și în Antarctica, sunt susceptibile de a fi procesate în produse L1GT.

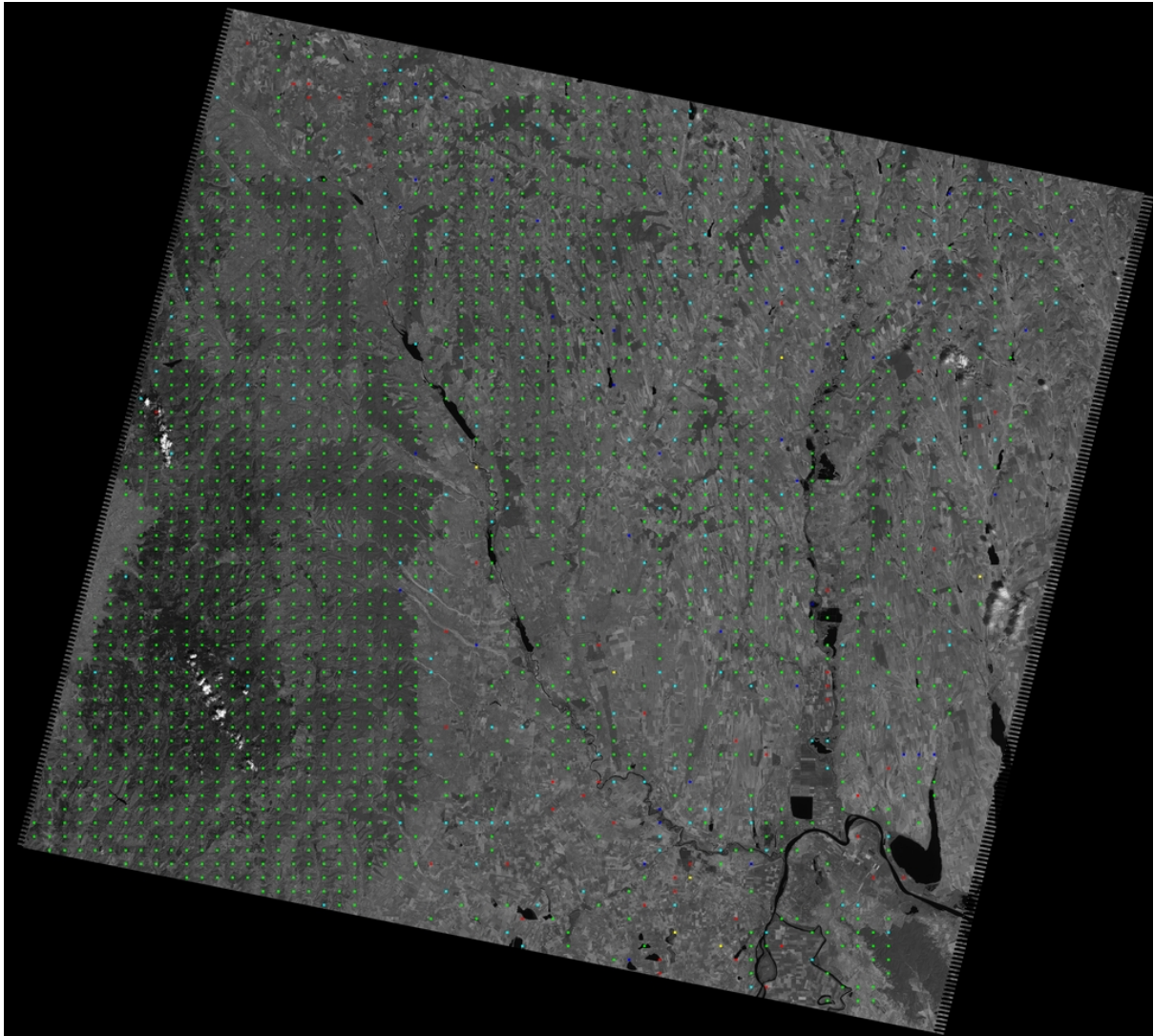
### Systematic Correction (L1GS)

Produsele L1GS sunt create atunci când precizia locației nu este suficientă pentru a aplica corecția terenului, cum ar fi: numărul insuficient de puncte de control la sol, în cazul insulelor mici sau Antarctica; nori opaci care ascund pământul; erori de localizare mai mari decât distanța de căutare a unui punct de control la sol.

În arhiva cu date LANDSAT 5 puteți observa fișierul *L5182028\_02820110824\_VER.jpg* unde se prezintă o previzualizare a erorilor de georeferențiere (Fig. 1). În fișierul *L5182028\_02820110824\_VER.txt* este un raport al erorilor de georeferențiere, iar în fișierul *L5182028\_02820110824\_GCP.txt* sunt punctele de control.

---

<sup>1</sup> <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20000070458/downloads/20000070458.pdf>



Fișierul *L5182028\_02820110824\_MTL.txt* conține metadatele scenei în lucru.

În cazul datelor satelitarea Landsat de exemplu, datele brute sunt stocate ca Digital Number (DN), iar pe baza coeficienților din metadate aceste DN pot fi transformat în radianță (exprimată în  $W/m^2/sr/\mu m$ ), la nivel de scenă, prin două metode.

- Metoda 1 – cu offset și gain

Exemplu:  $0.05518 * (B1) + 1.2378$ , unde 0,05518 este gain și 1,2378 este offset.

Gain și offset poate fi calculat din valorile de interval de radianță spectrală a post-calibrării  $L_{min}$  și  $L_{max}$  astfel:

$$Gain = \frac{L_{max\lambda}}{254} - \frac{L_{min\lambda}}{255}$$

$$Offset = L_{min\lambda}$$

- Metoda 2 – cu factori de scalare a radianței spectrale  $L_{min}$  și  $L_{max}$

$$L = \left( \frac{L_{max} - L_{min}}{DN_{max} - DN_{min}} \right) \times (DN - DN_{min}) + L_{min}$$

Apoi radianța este transformată în reflectanță la partea superioară a atmosferei prin formula:

$$\rho_{\lambda} = \pi \times L_{\lambda} \times \frac{d^2}{ESUN_{\lambda}} \times \cos \theta_s$$

Unde  $\rho_\lambda$  - reflectanța planetară la satelit,  $L_\lambda$  - radianța spectrală,  $d$  - distanța Pământ-Soare în unități astronomice,  $ESUN_\lambda$  - iradianța solară extra-atmosferică medie,  $\theta_s$  - unghiul de zenit al Soarelui, iar  $\pi$  este 3,141593.

Distanța Pământ-Soare în unități astronomice este variabilă pe parcursul anului astfel:

Ziua	Distanța	Ziua	Distanța	Ziua	Distanța	Ziua	Distanța	Ziua	Distanța
1	0,9832	74	0,9945	152	1,0140	227	1,0128	305	0,9925
15	0,9836	91	0,9993	166	1,0158	242	1,0092	319	0,9892
32	0,9853	106	1,0033	182	1,0167	258	1,0057	335	0,9860
46	0,9878	121	1,0076	196	1,0165	274	1,0011	349	0,9843
60	0,9909	135	1,109	213	1,0149	288	0,9972	365	0,9833

<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-4-5-thematic-mapper-tm-calibration-notice> și poate fi calculată cu formula:

$$d^2 = (1 - 0,01674 \times \cos(0,9856 \times (ziua - 4)))^2$$

Iradianța solară extra-atmosferică medie pentru fiecare bandă spectrală este diferită și poate fi vizualizată în tabelul următor:

Landsat 5 TM				
Banda	Gain reflectanță	ESUN (OLD)	ESUN (ChKur)	Diferența %
1	775,3	1944	1958	0,72
2	370,59	1759	1827	3,87
3	434,08	1490	1551	4,09
4	358,43	1033	1036	0,29
5	547,57	209,6	214,9	2,53
7	384,66	82,24	80,65	-1,93

<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-4-5-thematic-mapper-tm-calibration-notice>

Unghiul de zenit al Soarelui este calculat ca 90-altitudinea Soarelui, existentă în metadata. În cazul de față este 39.4976999, ceea ce corespunde în radiani la 0.6893649102179.

Reflectanța la partea superioară a atmosferei trebuie apoi corectată cu influența atmosferei pentru a reprezenta reflectanța la suprafață. Dacă există diferențe de reflectanță datorită umbririi induse de pantă și expoziție, trebuie corectat și acest aspect.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) este o rație de benzi spectrale care scoate în evidență vegetația. Se utilizează banda Roșie (B3) și infraroșu apropiat (B4) cu următoarea formulă:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{NIR + R} = \frac{(B4 - B3)}{(B4 + B3)}$$

Clorofila din frunze absoarbe pentru fotosinteză radiația spectrală din zona 400-700 nm (deci banda roșie, unde vegetația apare mai închisă) și reflectă radiația infraroșie apropiată (700-1100 nm, unde va apărea mai deschisă) pentru a nu se supraîncălzi. Rația normalizată a benzilor Landsat 3 și 4, va arăta arealele cu vegetație sănătoase (multă clorofilă), unde NDVI va fi mare și apropiat de 1, față de zonele fără vegetație care vor fi apropiate de 0. Apa și zonele locuite au valori mici și pot avea chiar valori negative.

## Exerciții:

1. Stabiliți tipul satelitului și nivelul de procesare pe baza datelor din fișierele de metadata.
2. Stabiliți eroarea de procesarea geometrică și afișați spațial rezultatele acesteia.
3. Indicați valorile minime și maxime ale DN pentru fiecare bandă și valorile minime și maxime de radianță.
4. Este nevoie de o corecție a influenței atmosferei și a expoziției? Dacă nu, afișați hărți doveditoare.
5. Calculați NDVI și discutați rezultatul pe o hartă.

Exercițiile 1-5 se rezolva într-un fișier text cu atasarea hărților aferente și se trimite pe e-mail la [niculit.mihai@gmail.com](mailto:niculit.mihai@gmail.com)