



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ**

DIN CLUJ-NAPOCA

**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE**  
**DEPARTAMENTUL CALCULATOARE**

SINTEZA

proiectului de diplomă cu titlul:

**ANALIZA AUTOMATĂ A EVOLUȚIEI GHEȚARILOR DIN IMAGINI  
SATELITARE FOLOSIND REȚELE NEURONALE CONVOLUȚIONALE**

Autor: **Rareș MICLEA**  
Coordonator: **Prof. dr. ing. Florin-Ioan ONIGA**

**1. Cerințele temei:**

Lucrarea își propune dezvoltarea unui sistem software complet, capabil să analizeze automat evoluția ghețarilor în timp pe baza imaginilor satelitare Sentinel. Sistemul trebuie să includă un model propriu de segmentare semantică, un backend pentru descărcarea și procesarea imaginilor și o interfață web interactivă pentru vizualizarea și compararea rezultatelor anuale. Obiectivul principal este automatizarea și accesibilizarea procesului de monitorizare glaciară în contextul schimbărilor climatice.

**2. Soluții alese:**

Modelul propus este un Residual U-Net, antrenat pe imagini RGB provenite din date multispectrale Sentinel. Acesta folosește blocuri convoluționale reziduale, skip-connections și strat de bottleneck pentru extragerea și reconstrucția caracteristicilor glaciare. Backend-ul este dezvoltat în Node.js, gestionează accesul la Sentinel Hub, rulează modelul ONNX și calculează automat suprafața glaciară per an. Frontend-ul, realizat în React/Next.js, permite selectarea interactivă a regiunilor, vizualizarea rezultatelor prin imagini, măști și grafice, fiind complet responsiv și modular. Datele sunt persistate local în format JSON.

**3. Rezultate obținute:**

Modelul atinge o acuratețe globală de 87.2% și un coeficient Dice de 0.65, valori comparabile cu cele din literatura de specialitate, în ciuda utilizării doar a canalelor RGB. Sistemul permite analiza și vizualizarea evoluției ghețarilor pentru perioade de 12 ani, iar rezultatele sunt prezentate intuitiv prin suprapuneri vizuale și grafice temporale. Aplicația a fost testată cu succes pe multiple regiuni montane, demonstrând robustețe și reproductibilitate completă a analizei.

#### 4. Testări și verificări:

Testarea a inclus:

- verificări unitare și de integrare pentru fiecare modul (model, backend, frontend);
- validarea funcțională a fluxului complet (selectare zonă, descărcare, analiză, vizualizare);
- teste de uzabilitate cu utilizatori non-tehnici;
- evaluare vizuală și numerică a segmentării;
- testarea reproductibilității prin reanalizarea automată a acelorași regiuni.

Modelul a fost antrenat pe Google Colab (GPU L4), iar inferența este rulată local asincron din backend. Toate rezultatele sunt salvate și accesibile ulterior fără rerulare.

#### 5. Contribuții personale:

- Proiectarea și implementarea completă a modelului CNN (Residual U-Net), cu suport ONNX;
- Integrarea backendului RESTful cu servicii Sentinel Hub și orchestrarea fluxului asincron;
- Dezvoltarea unei interfețe web moderne, scalabile, complet reactive și accesibile;
- Optimizarea completă a procesului de analiză și vizualizare a ghețarilor;
- Elaborarea unui format standardizat pentru metadate și rezultate (config.json).

#### 6. Surse de documentare:

Documentarea a fost realizată pe baza unor lucrări științifice din reviste IEEE, articole din domeniul teledetecției și procesării imaginilor satelitare, precum și a documentațiilor tehnice pentru bibliotecile utilizate (TensorFlow, Next.js, Sentinel Hub API). Referințele complete sunt listate în bibliografia lucrării.

Data: 11.07.2025

Autor



Coordonator