

Abstract

- În medicina modernă, **identificarea leziunilor cutanate** poate fi dificilă, evaluarea vizuală devenind subiectivă. Datorită variațiilor mari de culoare, formă și textură, delimitarea precisă a leziunilor din imagini dermatoscopice rămâne o provocare importantă.
- Această lucrare propune un flux complet de **segmentare a leziunilor cutanate** bazat pe **arhitectura U²-Net**. Modelul utilizează blocuri reziduale de tip „U-în-U” pentru a capta eficient caracteristicile multi-scală și contextul global, depășind limitările evaluării vizuale subiective cauzate de variațiile mari de formă, culoare și textură.

Introducere

- Leziunile cutanate** pot prezenta caracteristici vizuale complexe, precum margini neregulate, contrast redus față de pielea sănătoasă sau prezența zgomotului (păr, reflexii, artefacte). **Evaluarea manuală** a acestor imagini este subiectivă și depinde de experiența specialistului, motiv pentru care **segmentarea automată** a devenit un subiect intens studiat în procesarea imaginilor medicale.
- În ultimii ani, **rețelele neuronale convoluționale de tip encoder-decoder**, precum U-Net, au demonstrat performanțe ridicate în sarcini de segmentare semantică. **U²-Net** reprezintă o evoluție a acestui concept, introducând blocuri reziduale imbricate care permit extragerea eficientă a caracteristicilor la mai multe scări. Scopul acestui proiect este de a analiza și implementa arhitectura U²-Net pentru segmentarea leziunilor pielii.



Figura 1. Imaginea inițială.



Figura 2. Imagine segmentată folosind U²-Net.

Metodă de implementare

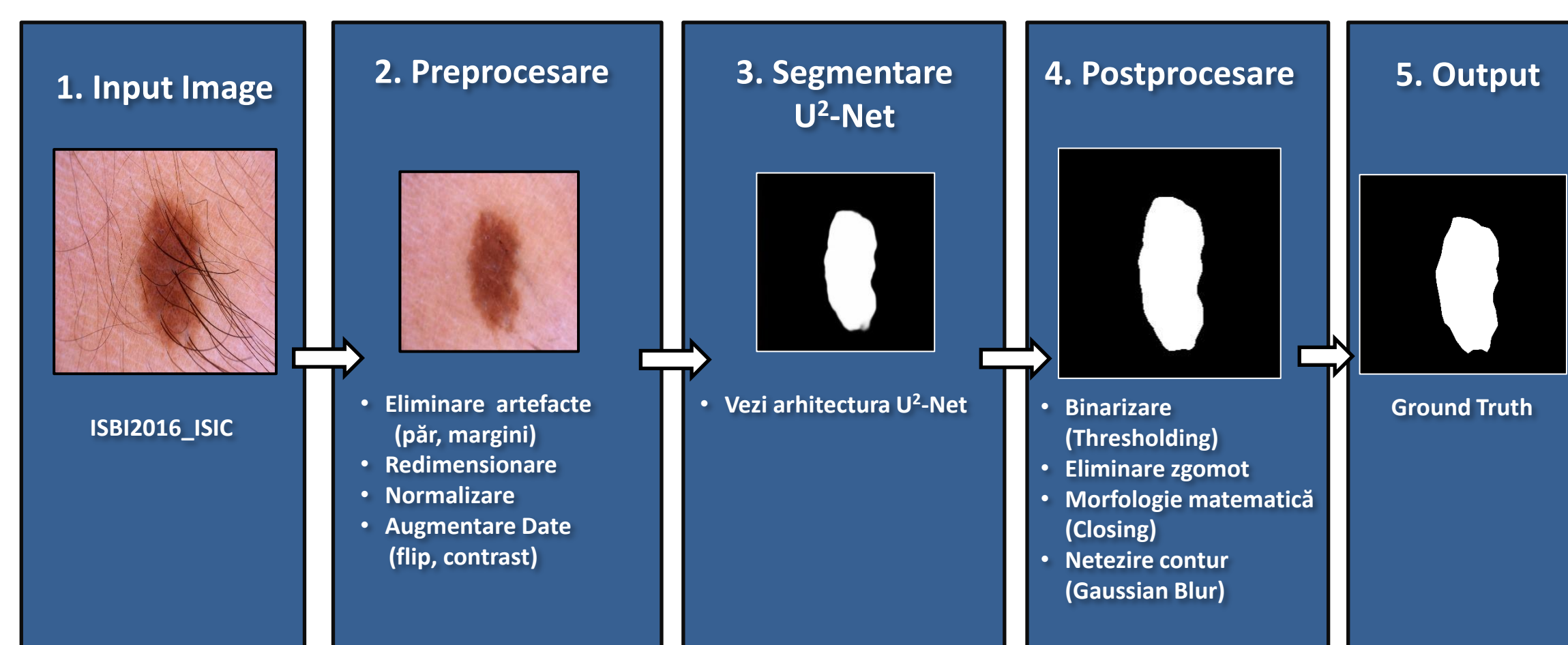


Figura 3. Pipeline de preprocesare, segmentare și postprocesare pentru leziuni cutanate (U²-Net)

Arhitectura U²-Net

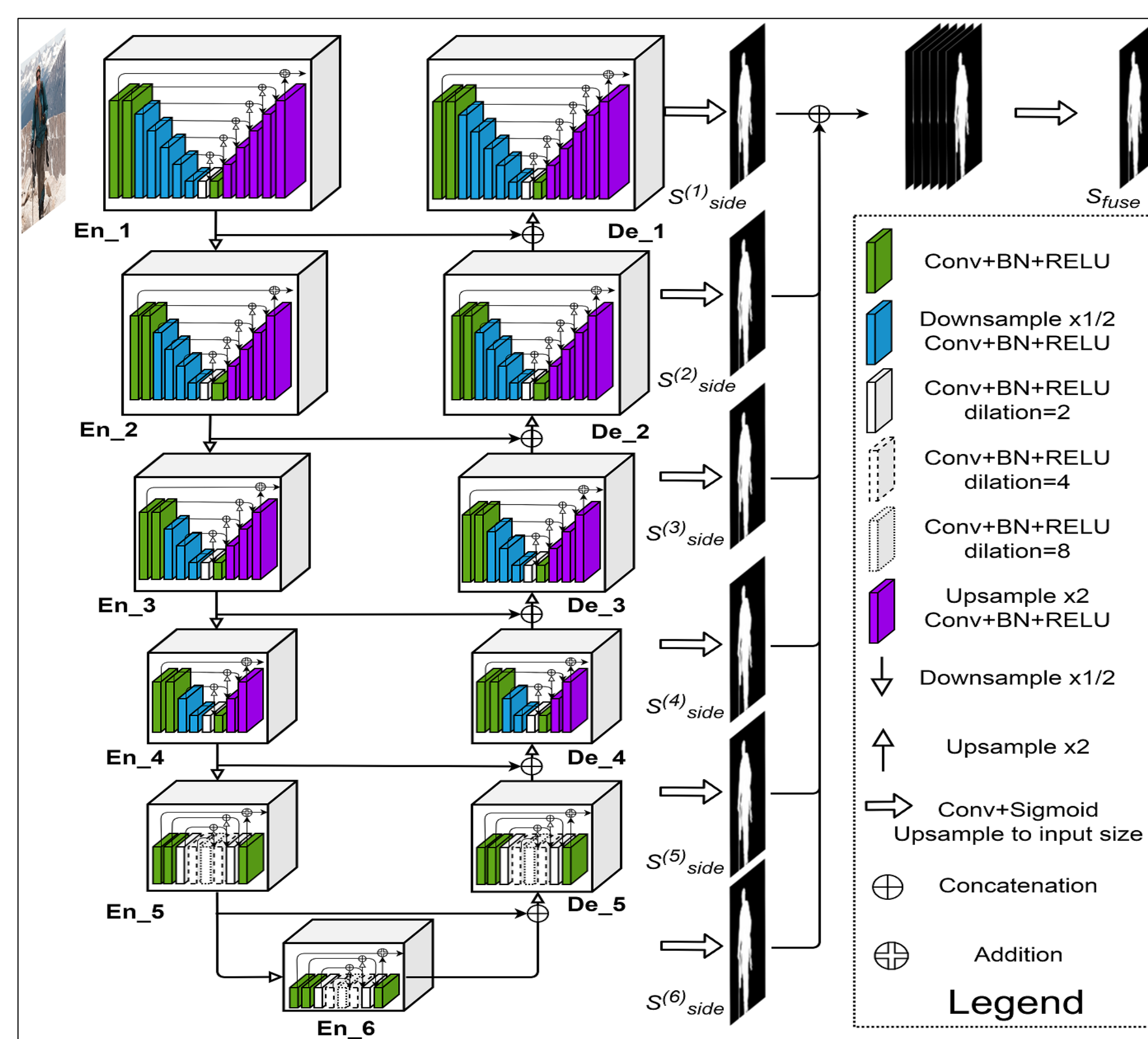


Figura 4. Arhitectura rețelei neuronale

Rezultate

- Evaluarea performanței** a fost realizată prin compararea măștilor generate cu ground-truth-ul disponibil, utilizând **metrici standard de segmentare**, precum coeficientul **Dice** și alți indicatori de similaritate. Rezultatele confirmă eficiența arhitecturii U²-Net în segmentarea leziunilor cutanate.
- Pentru setul de date **ISIC 2016**, am obținut un **Dice Score** cu o acuratețe de **90%** și un **Jaccard Score** cu o acuratețe de **83%**.
- Pentru setul de date **ISIC 2018**, am obținut un **Dice Score** cu o acuratețe de **85%** și un **Jaccard Score** cu o acuratețe de **79%**.

Jaccard coefficient

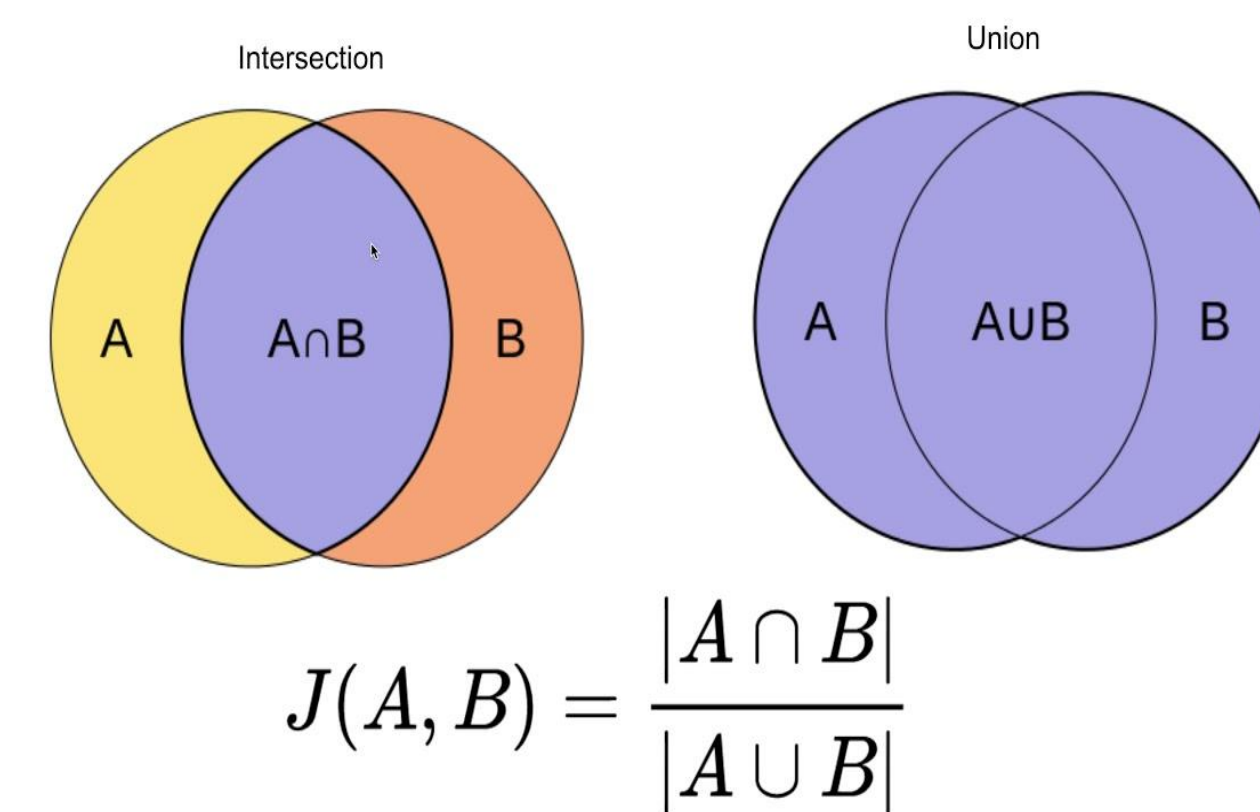


Figura 5. Formula de calcul a coeficientului Jaccard

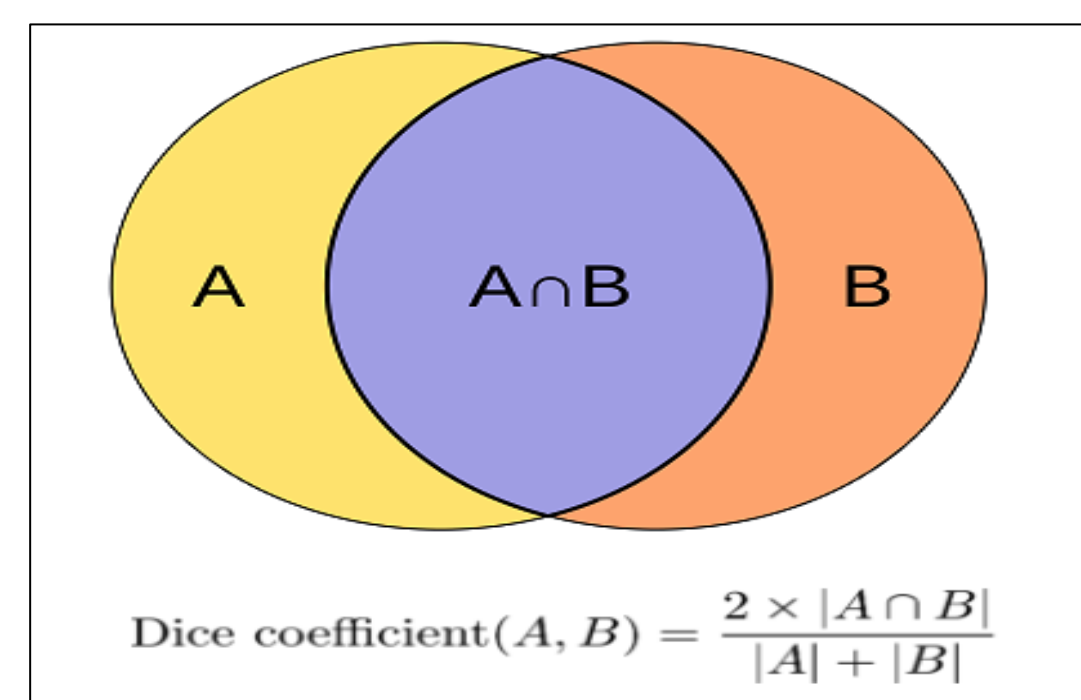


Figura 6. Formula de calcul a coeficientului Dice

Interval de performanță	Număr Imagini (Dice)	Procent din Total	Interpretare
80 - 100	39	40.6%	Segmentare foarte bună
60 - 80	25	26.0%	Segmentare satisfăcătoare
40 - 60	16	16.7%	Segmentare medie
20 - 40	12	12.5%	Segmentare slabă
0 - 20	4	4.2%	Segmentare foarte slabă
TOTAL	96	100%	

Figura 7. Rezultate preliminare ale segmentării (Dice Score) pentru ISIC 2016

Interval de Performanță	Nr. Imagini (Dice)	Procent (Dice)	Nr. Imagini (Jaccard)	Procent (Jaccard)
0.90 - 1.00 (Excelent)	240	63.3%	148	39.1%
0.80 - 0.90 (Bun)	79	20.9%	116	30.7%
0.70 - 0.80 (Mediu)	37	9.8%	60	15.8%
< 0.70 (Slab)	23	6.0%	55	14.4%
TOTAL	379	100%	379	100%

Figura 8. Rezultate finale ale segmentării (Dice Score) pentru ISIC 2016

Concluzii

- În această lucrare a fost implementată și analizată **arhitectura U²-Net** pentru **segmentarea automată a leziunilor pielii** din imagini dermatoscopice.
- Abordarea propusă, care include etape complete de **preprocesare, segmentare și postprocesare**, demonstrează eficiența modelului în delimitarea precisă a leziunilor. Proiectul are un caracter didactic, oferind o înțelegere aprofundată a tehnicilor moderne de procesare a imaginilor și deep learning.
- Ca **direcții viitoare**, se pot explora optimizări ale modelului, extinderea bazei de date și integrarea unor mecanisme avansate de atenție pentru îmbunătățirea performanței.

Contact:

Bejenariu Codrin-Gigel
Condurache Gabriel-Florin

Facultatea de Automatică și Calculatoare din Iași

Referințe

- melSeg: An Adaptation of Segment Anything Model for Skin Lesion Segmentation - Shudipto Sekhar Roy
- Skin Lesion Segmentation Using an Ensemble of Different Image Processing Methods - Maria Tamoor
- Skin Lesion Segmentation: U-Nets versus Clustering - Bill S. Lin
- DEU-Net: Dual-Encoder U-Net for Automated Skin Lesion Segmentation - Ali Karimi
- PsLSNet: Automated psoriasis skin lesion segmentation using modified U-Net-based fully convolutional network - Manorojan Dash
- Enhancing Image Segmentation using U2-Net: An Approach to Efficient Background Removal
- U²-Net: Going Deeper with Nested U-Structure for Salient Object Detection