



# Analiza kardioloških slika korištenjem duboke neuronske mreže

Završni rad

Adam Vuković

Mentor: Akademik prof. dr. sc.  
Sven Lončarić

3. rujan 2024.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet elektrotehnike i računarstva

# Sadržaj

---

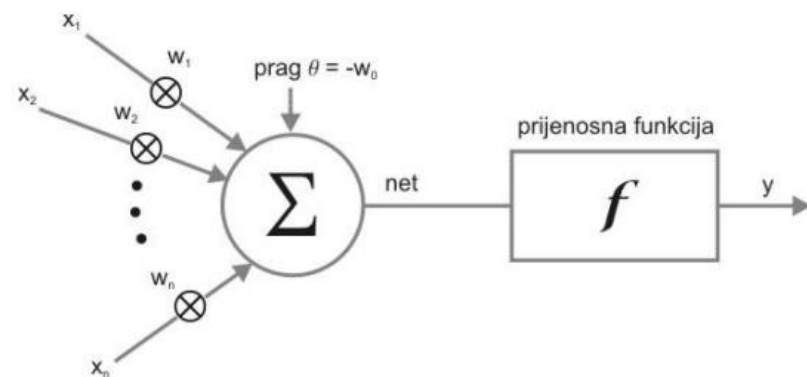
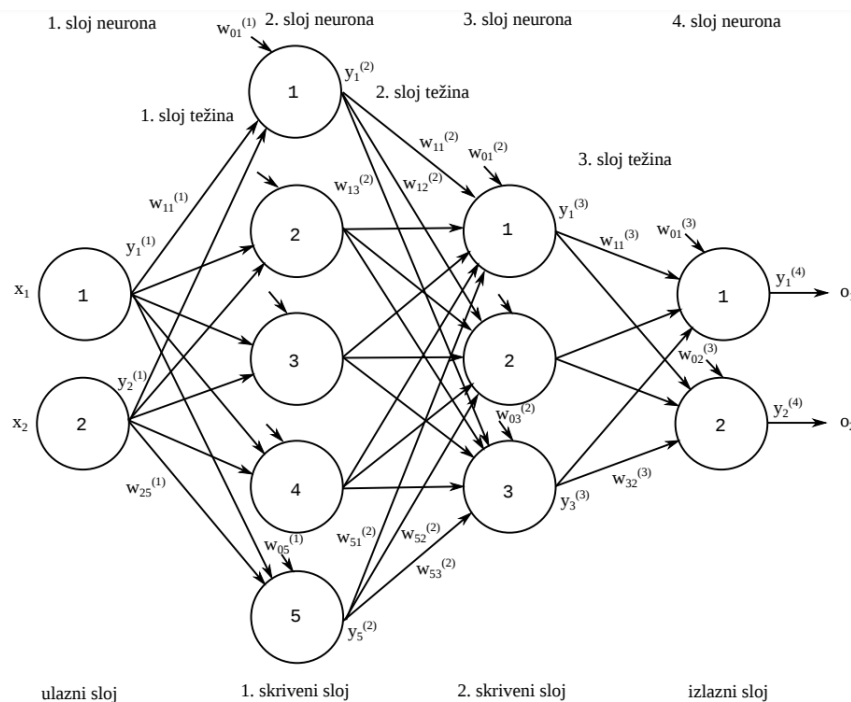
- Motivacija
- Umjetne neuronske mreže
- Konvolucijske neuronske mreže
- Skup podataka
- Programska implementacija
- Rezultati
- Zaključak
- Literatura

# Motivacija

- Stupanj odbacivanja presatka transplatiranog srca
- Problemi: subjektivna dijagnoza, potreba za stručnjakom
- Rješenje: umjetne neuronske mreže

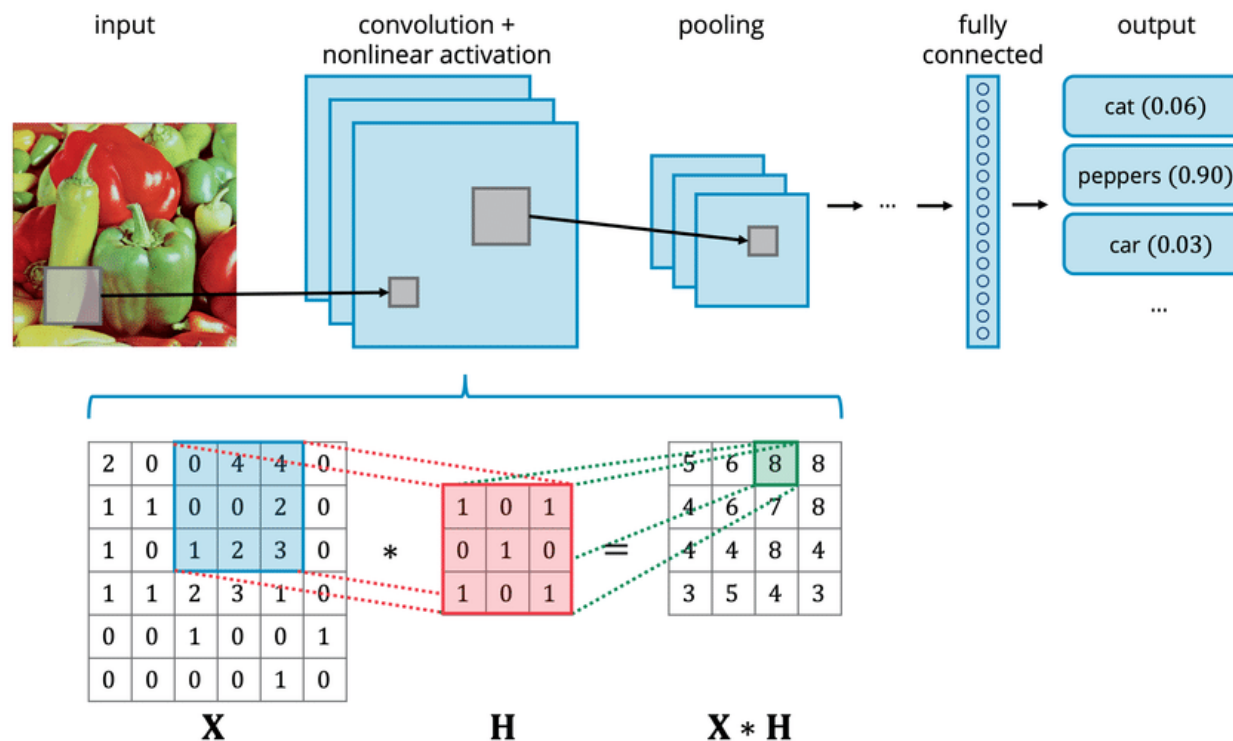
# Umjetne neuronske mreže

- Imitacija ljudskog mozga
- Aktivacijske funkcije
- Funkcije gubitka



# Konvolucijske neuronske mreže

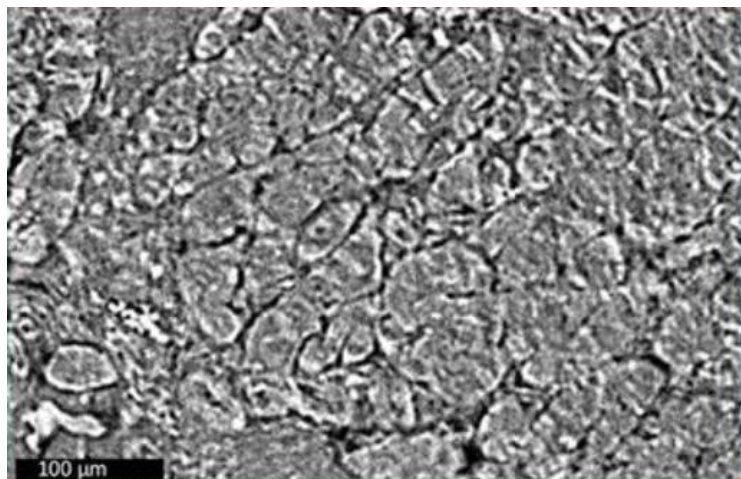
- Konvolucija
- ResNet – rezidualni blokovi
- DenseNet – gusti blokovi



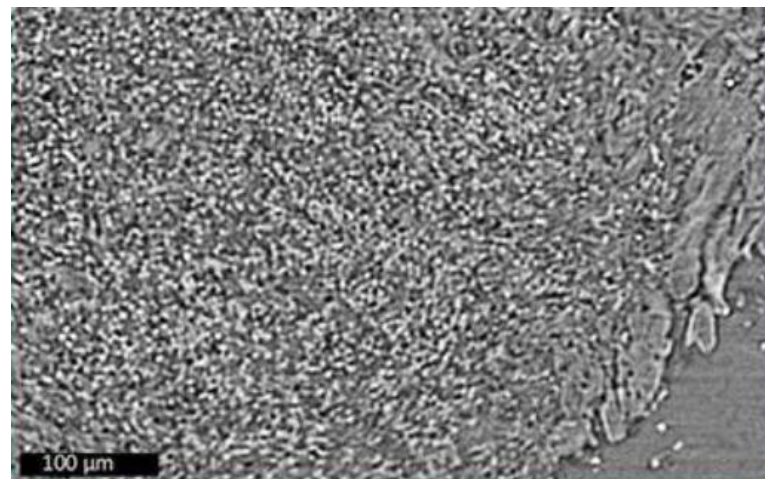
# Podatkovni skup

- Sivonijanske X-PCI slike formata TIF
- 1024 x 1024 i 2048 x 2048

| Stupanj odbacivanja | Skup za treniranje | Skup za provjeru | Skup za testiranje |
|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| 0R                  | 8012               | 2160             | 4221               |
| 1R                  | 2160               | 2160             | 4721               |
| 2R                  | 4320               | 2160             | 4919               |
| 3R                  | 3881               | 2160             | 8138               |



Stupanj odbacivanja “0R”

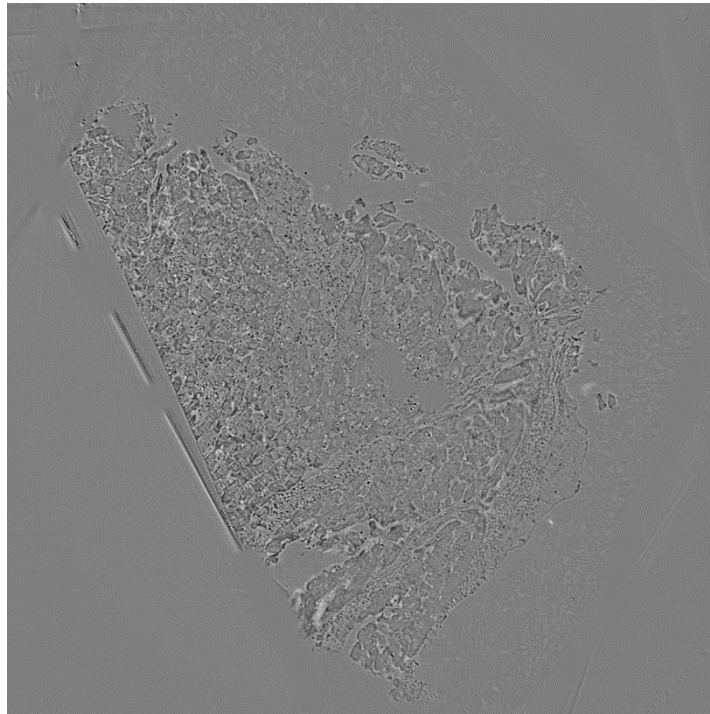


Stupanj odbacivanja “3R”

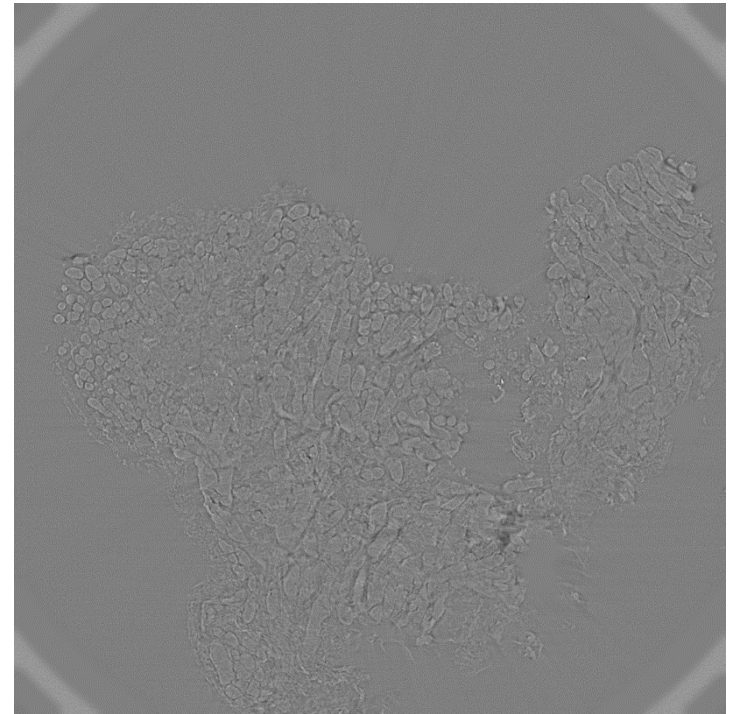


# Podatkovni skup – problemi

- Artefakti
- Razlika u kontrastu



Skup za trening/provjeru  
(stupanj “3R”)



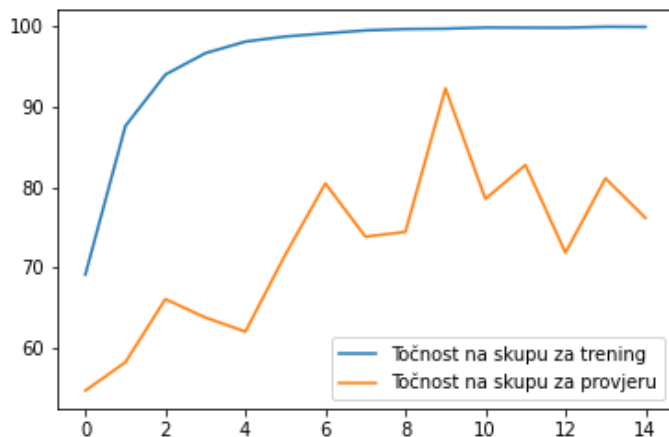
Skup za testiranje  
(stupanj “3R”)

# Programska implementacija

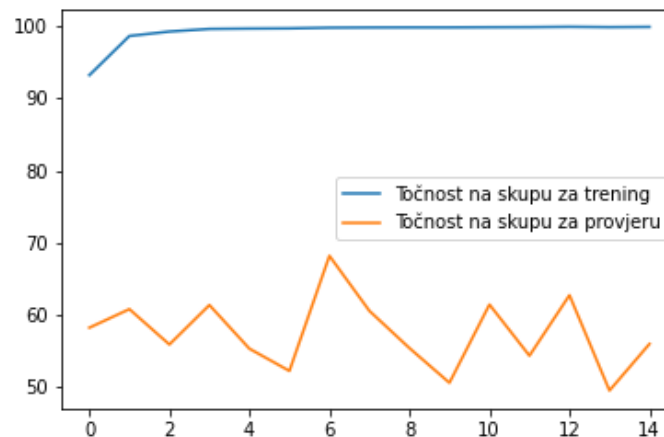
- PyTorch radni okvir
- Učitavanje podatkovnog skupa: klasa CustomImageDataset
  - Transformacije: mijenjanje veličine, rotiranje, pretvaranje u tenzor, normalizacija
  - Mini-grupe: 4 slike
- Modeli: prilagođene klase ResNetNeuralNetwork i DenseNetNeuralNetwork
  - Klasifikacija i regresija
  - Ulaz s jednim kanalom
  - Sigmoidalna aktivacijska funkcija
- Treniranje:
  - 15 epoha
  - Srednje kvadratno odstupanje (MSE) i gubitak unakrsne entropije
  - Stopa učenja:  $10^{-5}$
  - Adam optimizator
  - CUDA



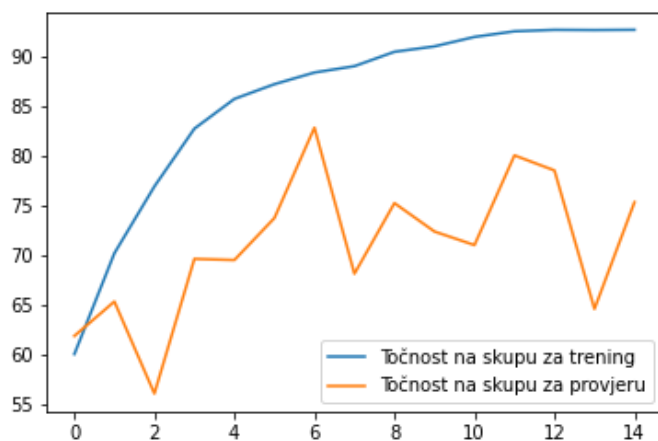
# Rezultati - točnosti



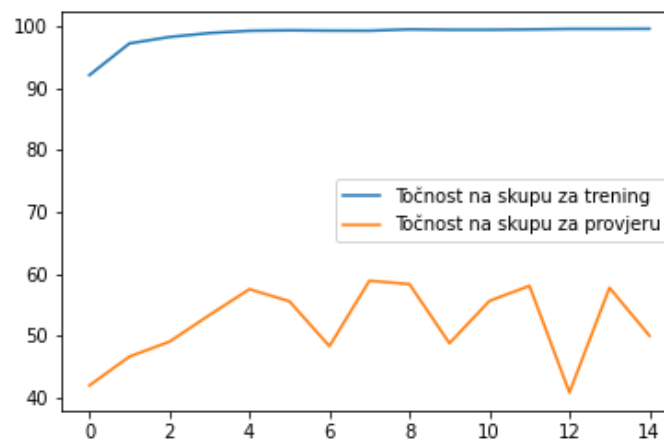
ResNet regresija



ResNet klasifikacija



DenseNet regresija

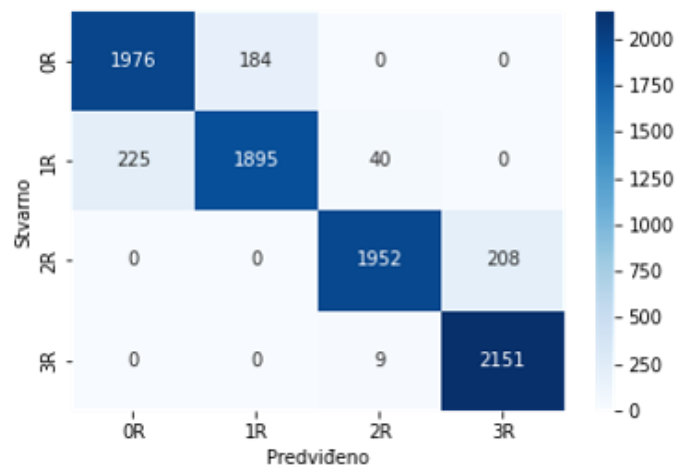


DenseNet klasifikacija

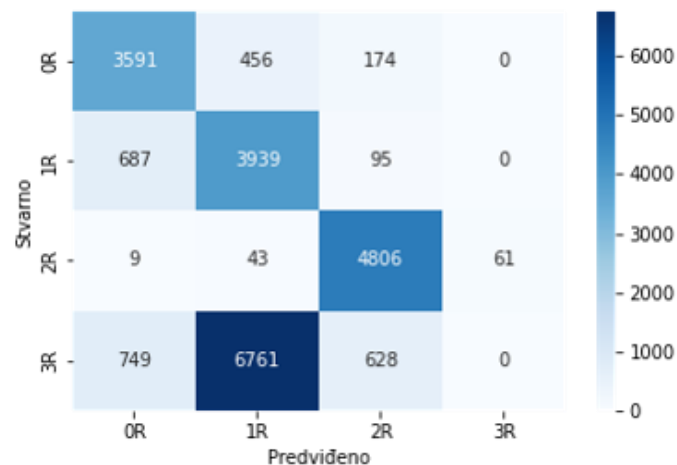
# Rezultati – točnosti

| Model                    | Točnost na skupu za provjeru | Točnost na skupu za testiranje |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| ResNet – regresija       | 92.29%                       | 56.08%                         |
| ResNet – klasifikacija   | 68.23%                       | 39.81%                         |
| DenseNet – regresija     | 82.89%                       | 50.55%                         |
| DenseNet - klasifikacija | 58.90%                       | 40.28%                         |

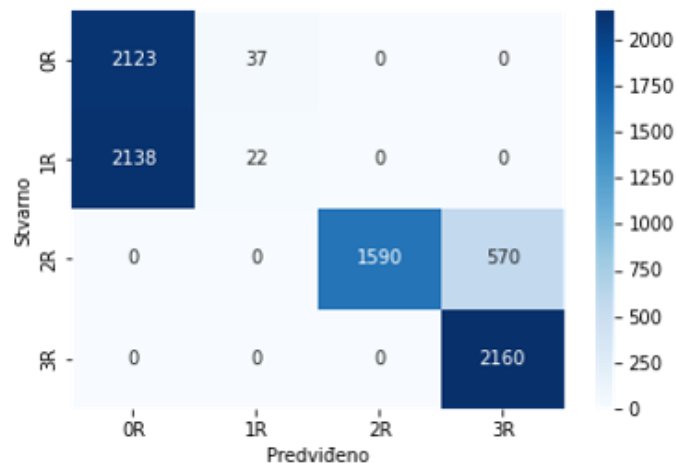
# Rezultati – ResNet matrice zabune



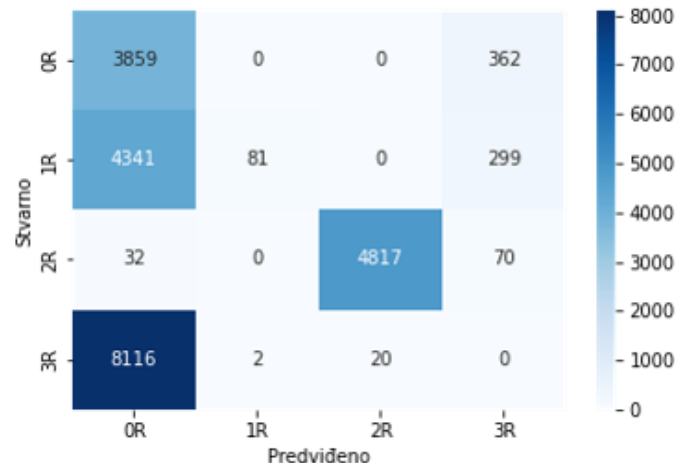
ResNet regresija – skup za provjeru



ResNet regresija – skup za testiranje

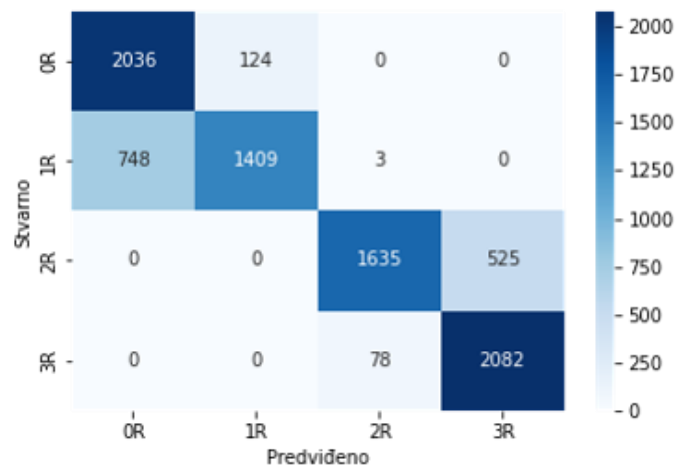


ResNet klasifikacija – skup za provjeru

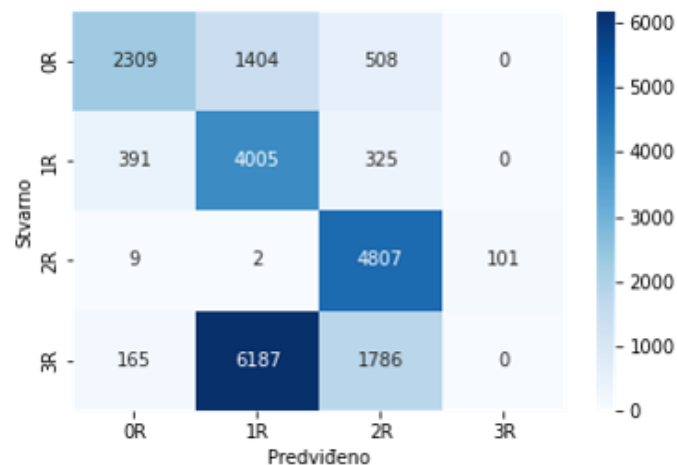


ResNet klasifikacija – skup za testiranje

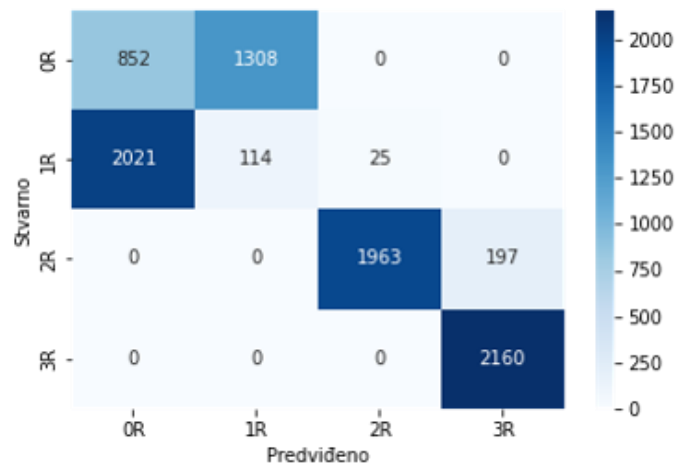
# Rezultati – DenseNet matrice zabune



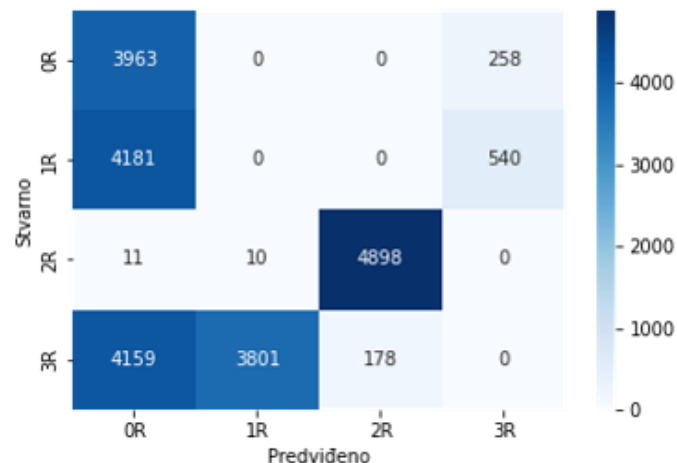
DenseNet regresija – skup za provjeru



DenseNet regresija – skup za testiranje

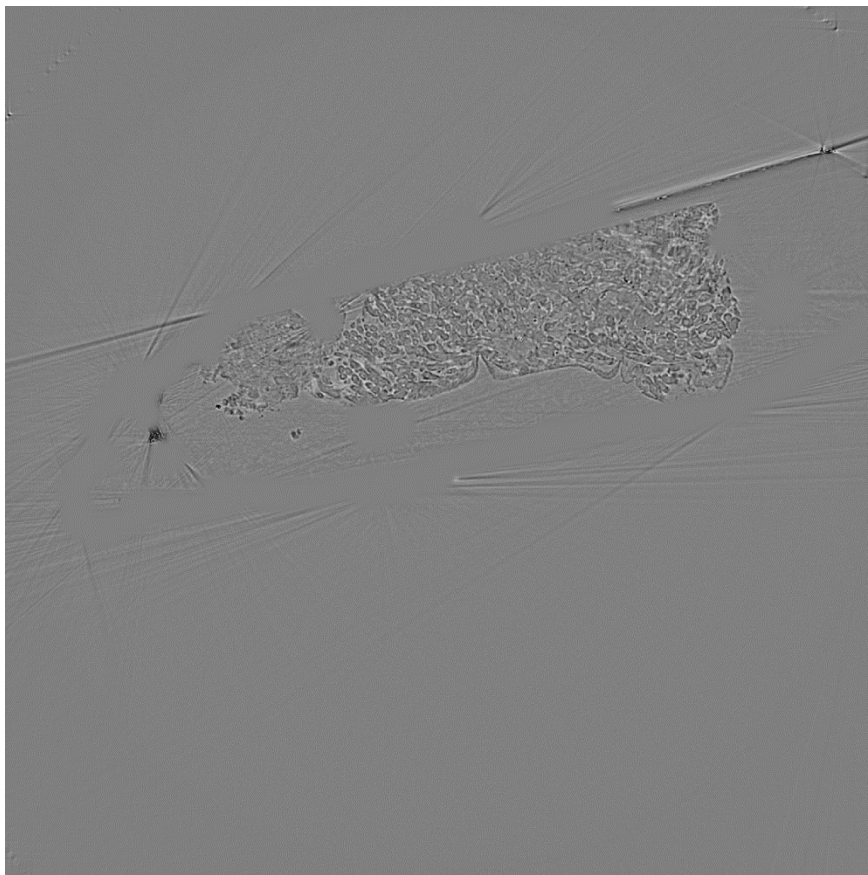


DenseNet klasifikacija – skup za provjeru

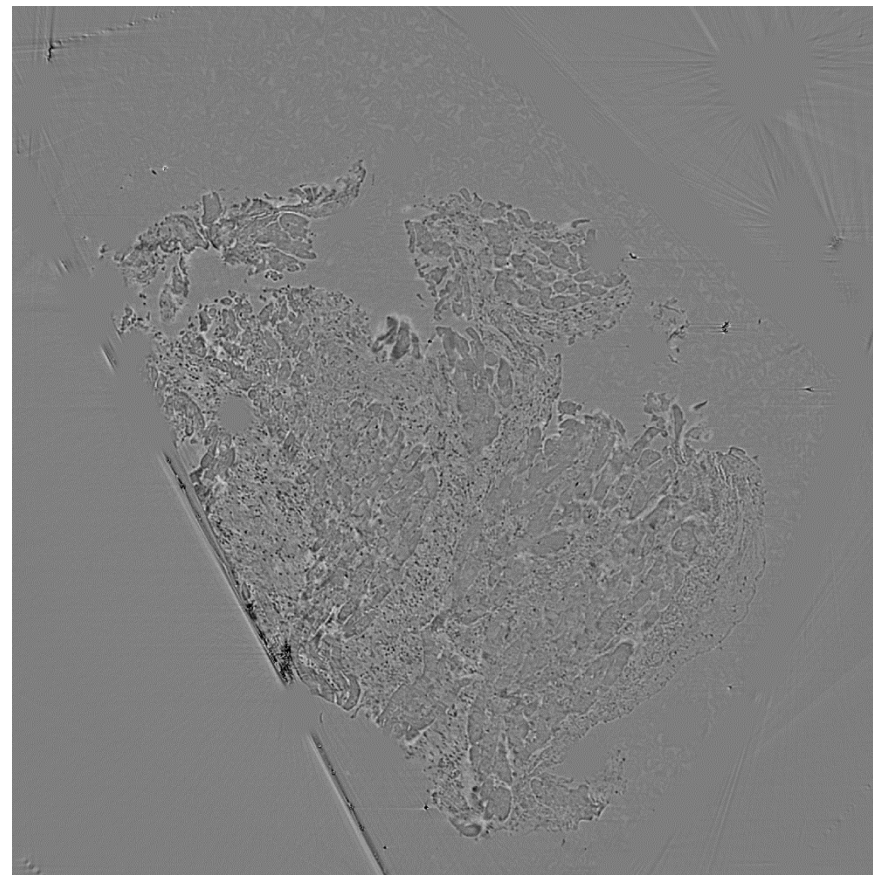


DenseNet klasifikacija – skup za testiranje

# Rezultati – područja aktivacije



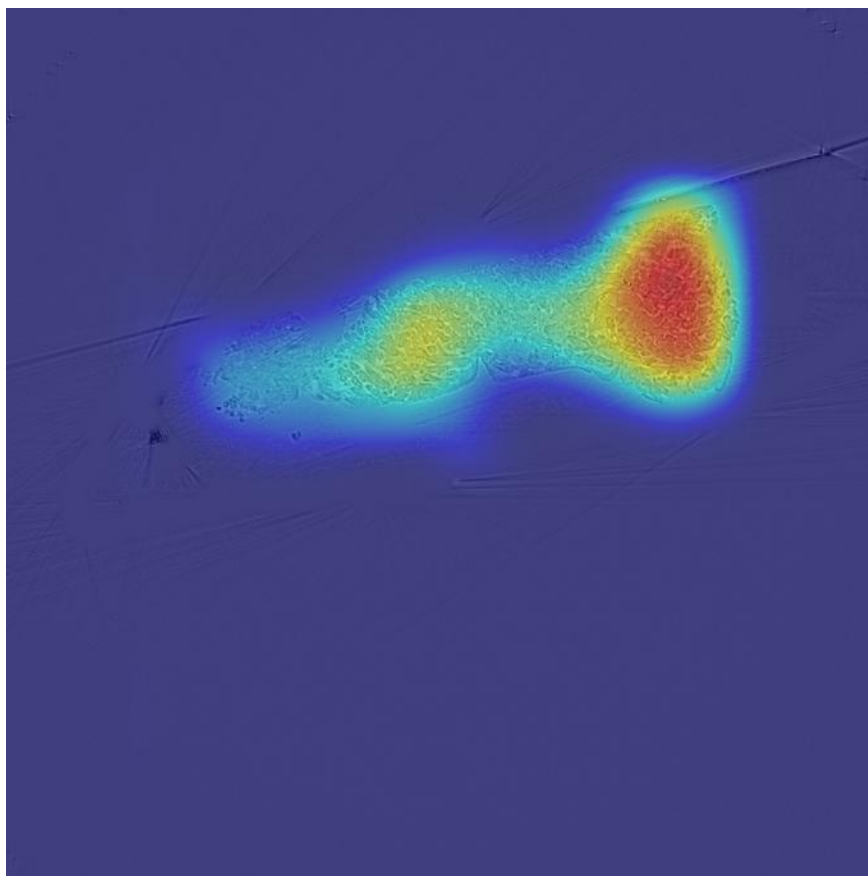
Stupanj odbacivanja “0R”



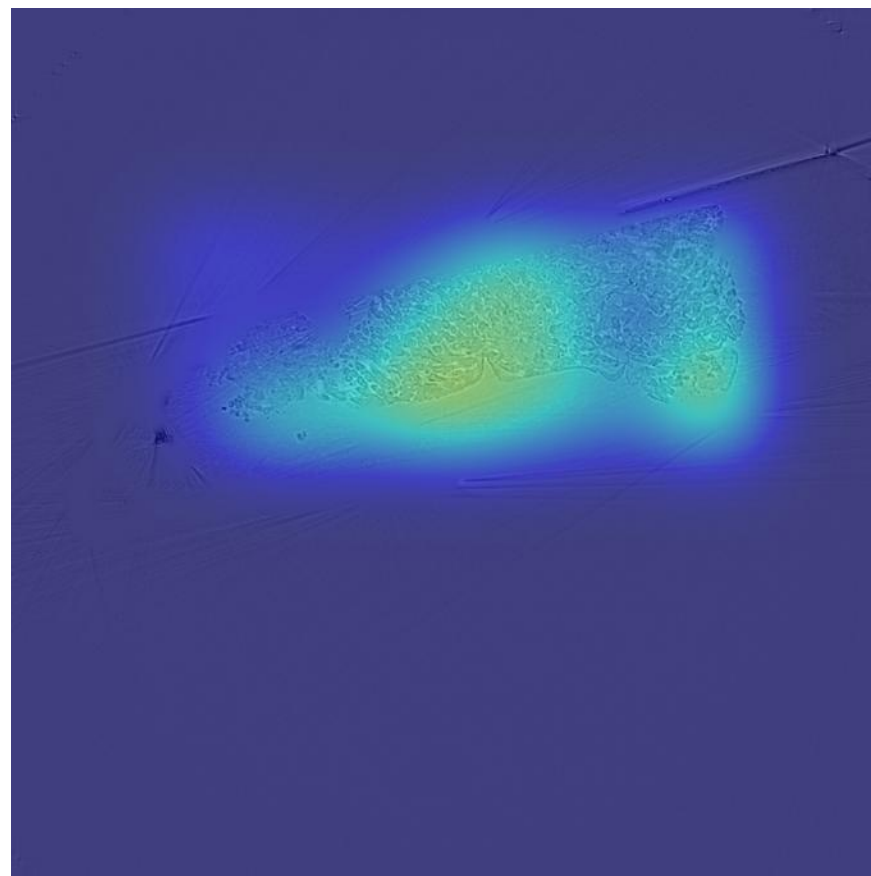
Stupanj odbacivanja “3R”



# Rezultati – područja aktivacije



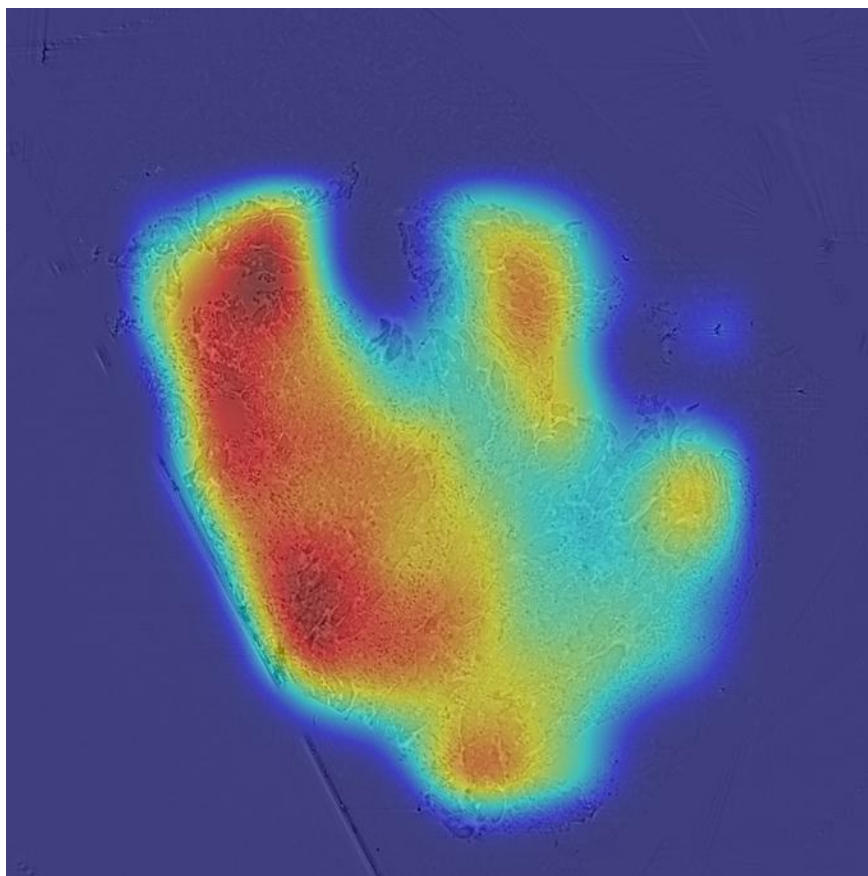
ResNet regresija – stupanj odbacivanja “0R”



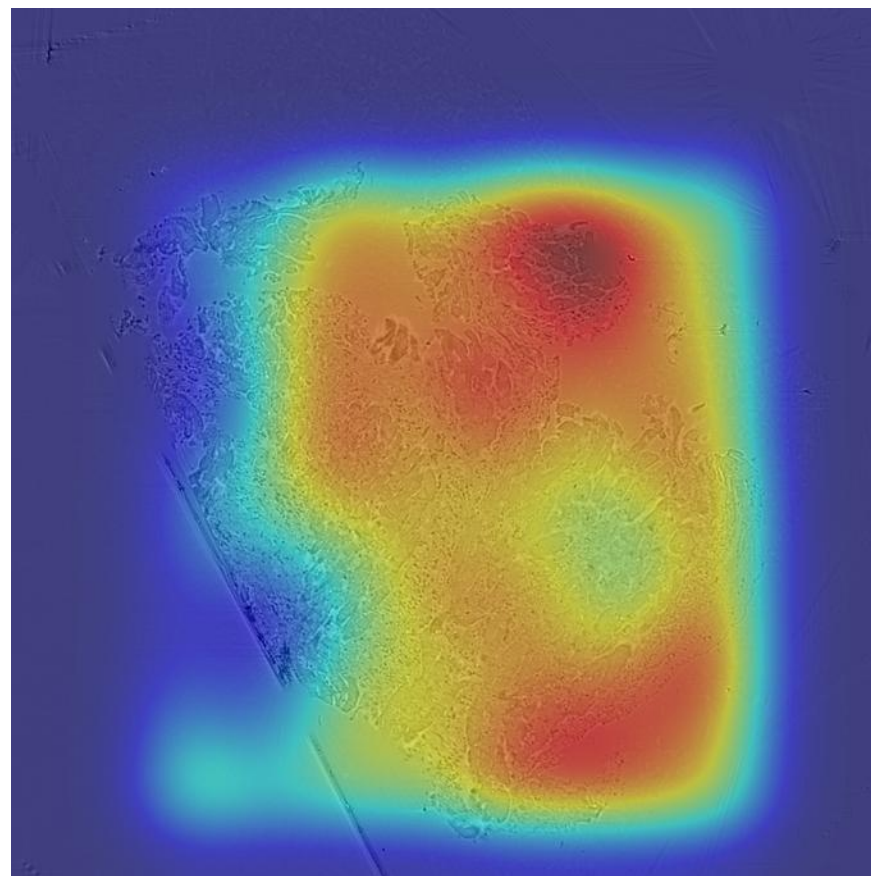
ResNet klasifikacija – stupanj odbacivanja “0R”



# Rezultati – područja aktivacije



ResNet regresija – stupanj odbacivanja “3R”



ResNet klasifikacija – stupanj odbacivanja “3R”

# Zaključak

- Nema velike razlike između ResNet i DenseNet arhitektura
- Regresijski modeli bolji od klasifikacijskih
- Problemi: predtrenirani modeli, kontrast slika, lažno negativni rezultati
- Buduća istraživanja
  - Plići modeli
  - Vlastiti modeli
  - Treniranje na zahtjevnijim (slabije kontrastnim) slikama
  - Pronalaženje anomalija na skupu slika za jedno srce

# Literatura

- B. Dalbelo Bašić, M. Čupić, i J. Šnajder, Umjetne neuronske mreže. Zagreb: Zavod za elektroniku, mikroelektroniku i inteligentne sustave, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, svibanj 2008.
- B. Dalbelo Bašić, M. Čupić, i J. Šnajder, Umjetne Neuronske mreže, 2019., akademska godina 2019./2020.
- M. Cheung, J. Shi, O. Wright, X. Liu, L. Jiang, i J. Moura, “Graph signal processing and deep learning: Convolution, pooling, and topology”, 07 2020.
- F. Ramzan, M. U. Khan, A. Rehmat, S. Iqbal, T. Saba, A. Rehman, i Z. Mehmood, “A deep learning approach for automated diagnosis and multiclass classification of alzheimer’s disease stages using resting-state fmri and residual neural networks”, Journal of Medical Systems, sv. 44, 12 2019.
- C. Raju, Ashoka, i B. Prakash, “Hybridtransfernet: Advancing soil image classification through comprehensive evaluation of hybrid transfer learning”, 06 2023.
- I. Planinc, I. Ilic, H. Dejea, P. Garcia-Canadilla, H. Gasparovic, H. Jurin, D. Milicic, B. Skoric, M. Stampanoni, B. Bijmens, A. Bonnin, i M. Cikes, “A novel threedimensional approach towards evaluating endomyocardial biopsies for follow-up after heart transplantation: X-ray phase contrast imaging and its agreement with classical histopathology”, Transplant International, sv. 36, str. 11046, Jan 2023., published 2023 Jan 24.
- A. M. From, J. J. Maleszewski, i C. S. Rihal, “Current status of endomyocardial biopsy”, Mayo Clinic Proceedings, sv. 86, br. 11, str. 1095–1102, Nov 2011., review.



# Hvala na pažnji!