

The background of the slide is a histological micrograph showing various cellular structures stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image displays clusters of cells with prominent nuclei (stained blue/purple) and surrounding tissue with pinkish-red staining, likely representing connective tissue or extracellular matrix. The overall texture is granular and complex, typical of biological tissue sections.

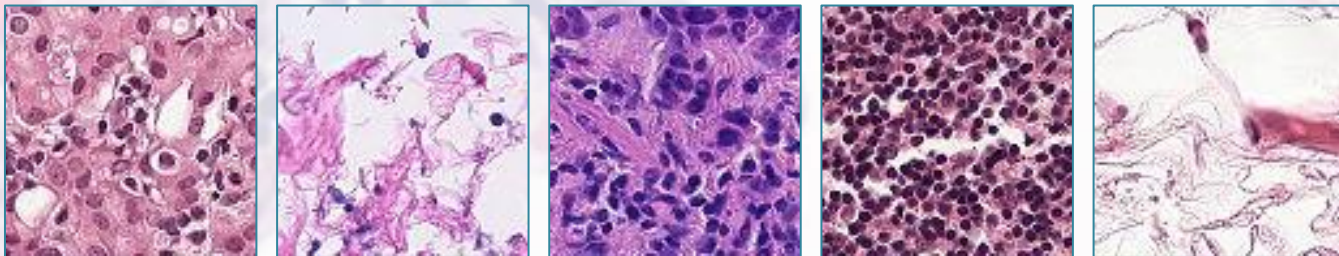
TIM PANDE

Bjanka Bašić, Ivan Knezić i Jelena Lončar

Detekcija raka na temelju histoloških preparata

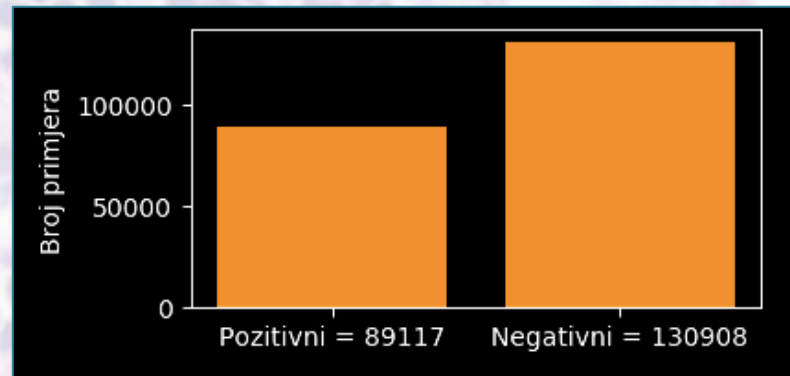
Opis problema

- Problem: detekcija prisutnosti metastatskog raka na temelju fotografija histoloških preparata tkiva
- Dijagnostička procedura dugotrajna je i naporna za patologe
 - potrebno ispitati veliko područje tkiva
 - malene se metastaze lako mogu previdjeti
- Naš zadatak: izgraditi binarni klasifikator za prepoznavanje tumornog tkiva
- Podaci: fotografije(96x96px) koje predstavljaju mikroskopske snimke tkiva limfnih čvorova, na koje je primjenjeno HE bojenje

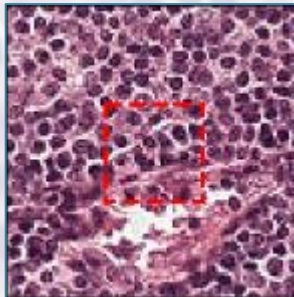


Eksploratorna analiza

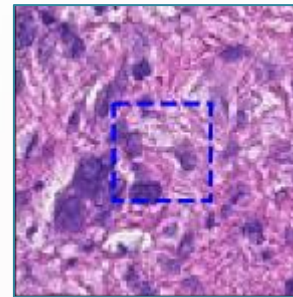
- U datasetu se nalazi: 220025 primjera za treniranje
57458 primjera za testiranje
- Omjer negativnih i pozitivnih je **59/41**



- Negativni primjer



- Pozitivni primjer



Metodologija

ARHITEKTURA

- U svrhu izgradnje binarnog klasifikatora koristimo – **konvolucijske neuronske mreže (duboko učenje)**
- Isprobavali razne arhitekture – najbolji rezultat postigli sa **VGG-19**

Layer (type)	Output shape	Param #
input_5 (InputLayer)	(None, 96, 96, 3)	0
block1_conv1 (Conv2D)	(None, 96, 96, 64)	1792
block1_conv2 (Conv2D)	(None, 96, 96, 64)	36928
block1_pool (MaxPooling2D)	(None, 48, 48, 64)	0
block2_conv1 (Conv2D)	(None, 48, 48, 128)	73856
block2_conv2 (Conv2D)	(None, 48, 48, 128)	147584
block2_pool (MaxPooling2D)	(None, 24, 24, 128)	0
block3_conv1 (Conv2D)	(None, 24, 24, 256)	295168
block3_conv2 (Conv2D)	(None, 24, 24, 256)	590080
block3_conv3 (Conv2D)	(None, 24, 24, 256)	590080
block3_conv4 (Conv2D)	(None, 24, 24, 256)	590080
block3_pool (MaxPooling2D)	(None, 12, 12, 256)	0
block4_conv1 (Conv2D)	(None, 12, 12, 512)	1180160
block4_conv2 (Conv2D)	(None, 12, 12, 512)	2359808
block4_conv3 (Conv2D)	(None, 12, 12, 512)	2359808
block4_conv4 (Conv2D)	(None, 12, 12, 512)	2359808
block4_pool (MaxPooling2D)	(None, 6, 6, 512)	0
block5_conv1 (Conv2D)	(None, 6, 6, 512)	2359808
block5_conv2 (Conv2D)	(None, 6, 6, 512)	2359808
block5_conv3 (Conv2D)	(None, 6, 6, 512)	2359808
block5_conv4 (Conv2D)	(None, 6, 6, 512)	2359808
block5_pool (MaxPooling2D)	(None, 3, 3, 512)	0

Metodologija

ARHITEKTURA

- Uklonili njegov zadnji klasifikacijski sloj te ubacili gusto povezanu klasifikatorsku mrežu, završna arhitektura naše KNM:

Layer (type)	Output shape	Param #
vgg19 (Model)	(None, 3, 3, 512)	20024384
flatten_3 (Flatten)	(None, 4608)	0
dense_4 (Dense)	(None, 1024)	4719616
dropout_2 (Dropout)	(None, 1024)	0
dense_5 (Dense)	(None, 1)	1025

- Prilagođavamo *pretrained* model za naš problem:
 - „Zamrznuli” prva četiri Conv2D sloja
 - Ostale slojeve *finetune*ali

Metodologija

OPTIMIZACIJA I REGULARIZACIJA

- Optimizacijski algoritam za koji smo se odlučili – *mini-batch* varijacija gradijentnog spusta uz *momentum*
 - *Batch size*: 10
 - *Learning rate*: 1×10^{-4}
 - *Broj iteracija*: 2000
 - *Broj epoha*: 30
- Koristimo *early stopping* i, u slučaju stagnacije učenja, smanjujemo *learning rate* sa faktorom 0.3
- Augmentacijske transformacije na fotografije
 - rotiramo za nasumičan kut
 - mijenjamo širinu i visinu
 - smičemo ih
 - zoomiramo
 - zrcalimo u odnosu na osi
 - mijenjamo vrijednosti intenziteta kanala boja

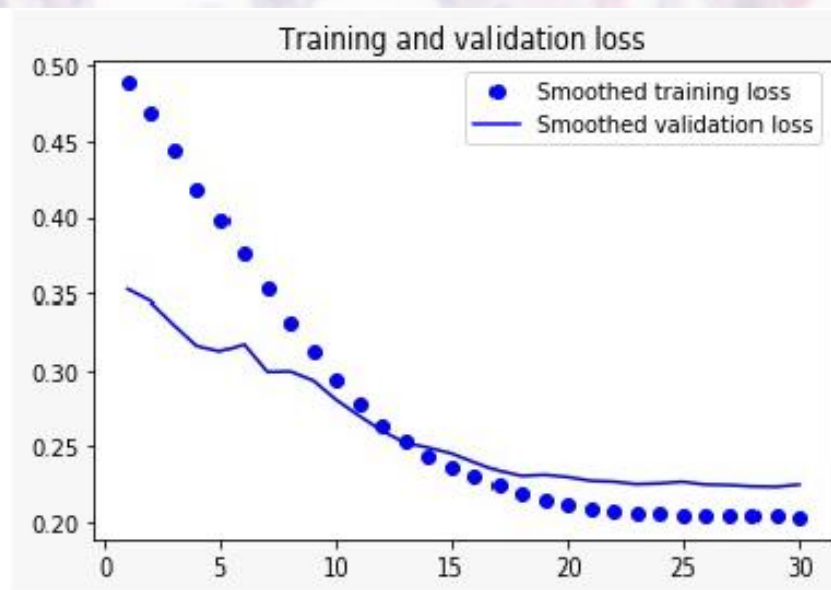
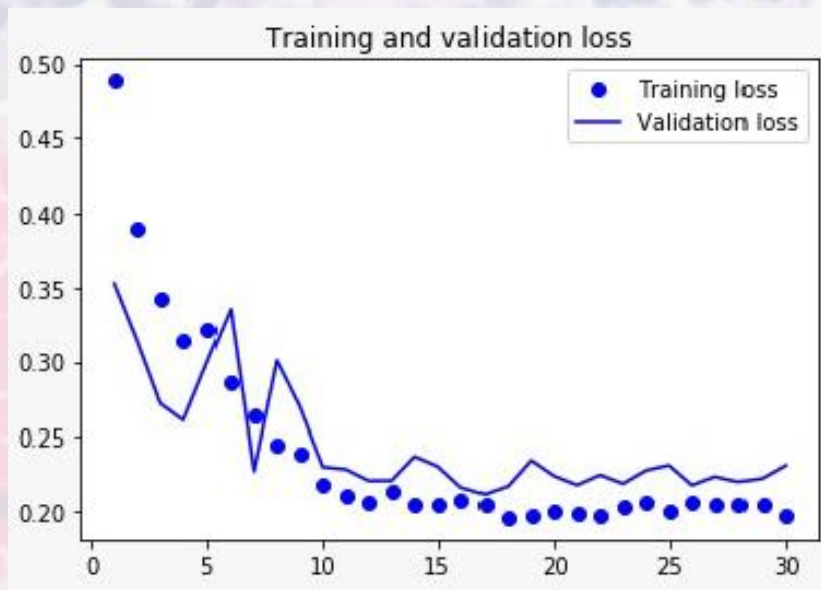
INICIJALNE VRIJEDNOSTI



Metodologija

OPTIMIZACIJA I REGULARIZACIJA

- Grafički prikaz kretanja vrijednosti *binary cross-entropy* funkcije troška tijekom treniranja



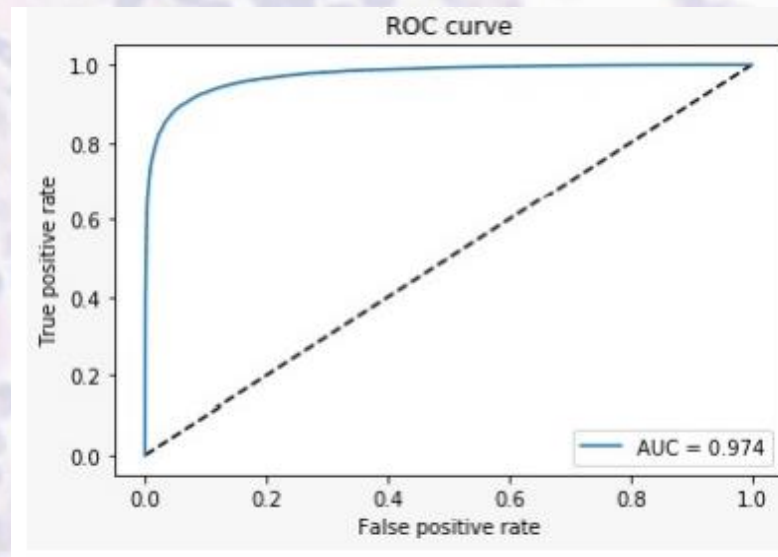
Metodologija EVALUACIJA

- Tehnika probira – ***Train & Test*** – 20% od primjera za učenje odabrano za validacijski skup
- Evaluirat ćemo sa:
 - **površinom ispod ROC krivulje (AUC)** – službena metrika Kaggle natjecanja
 - F_β mjera sa $\beta = 2$ – radi se o problemu iz medicinske diagnostike pa smo veći naglasak stavili na *false negatives*

$$F_\beta = \frac{5PR}{4P + R}$$

Rezultati

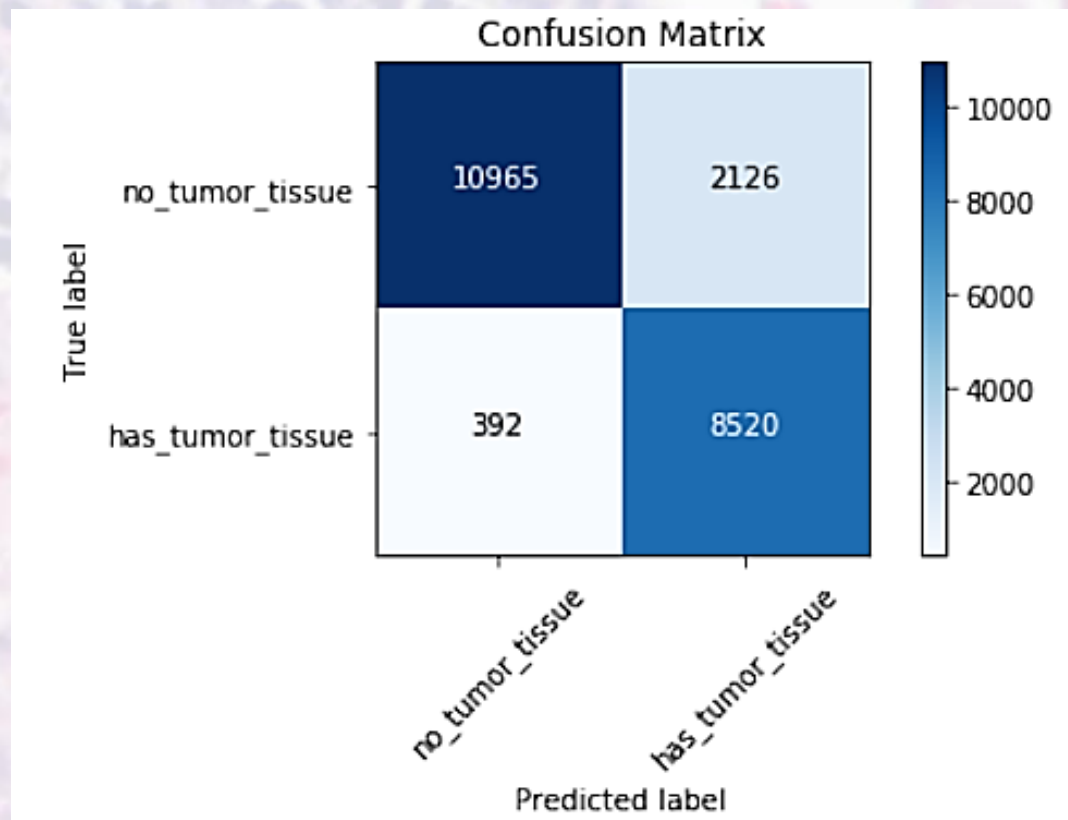
- Uspješnost našeg modela procijenjena je računanjem vrijednosti AUC na validacijskom skupu. Dobiveno je da ona iznosi **0.974**



- F_β za vrijednost beta 2 na validacijskom skupu je **0.92**

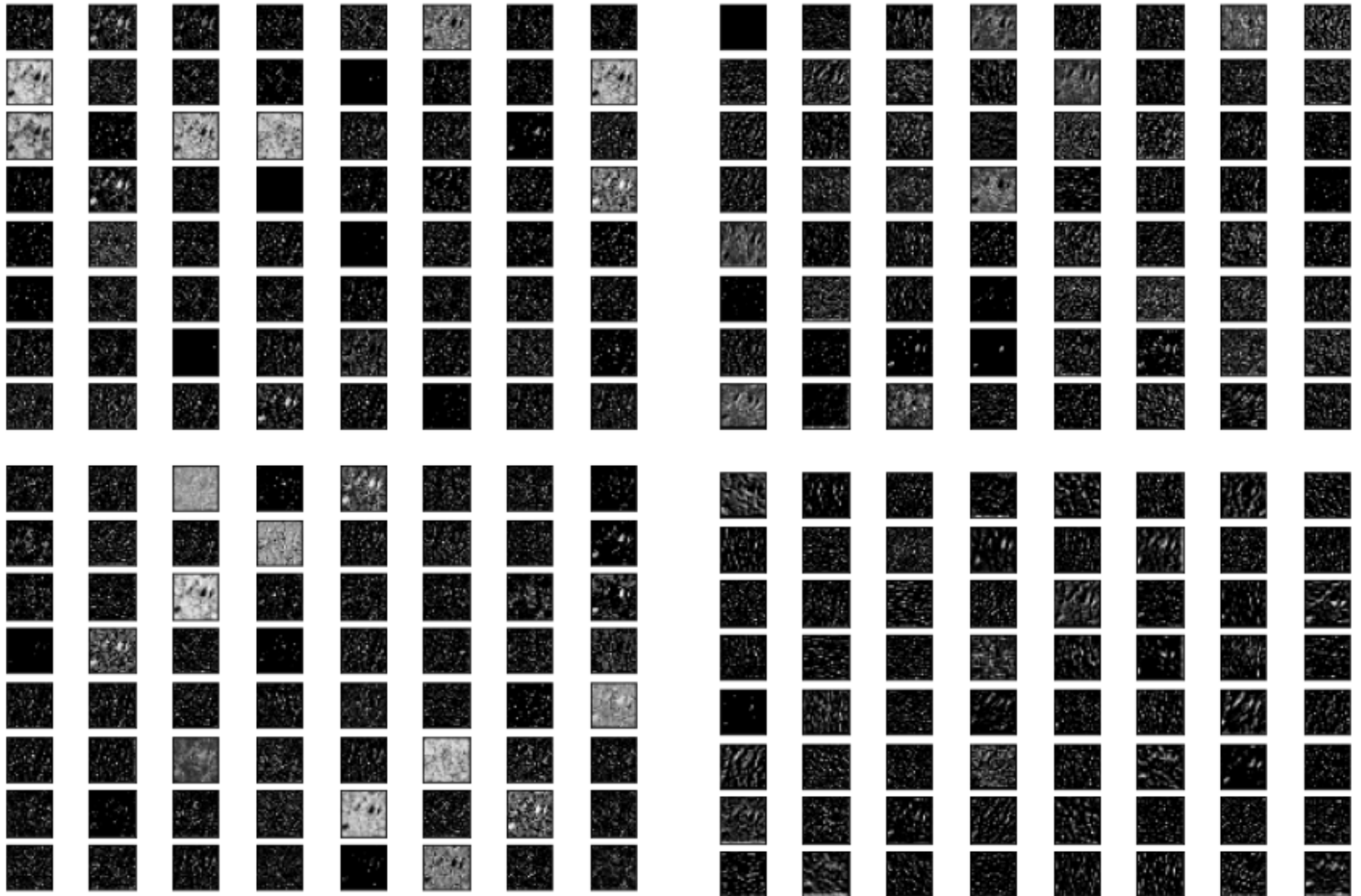
Rezultati

- Matrica konfuzije na validacijskom skupu:

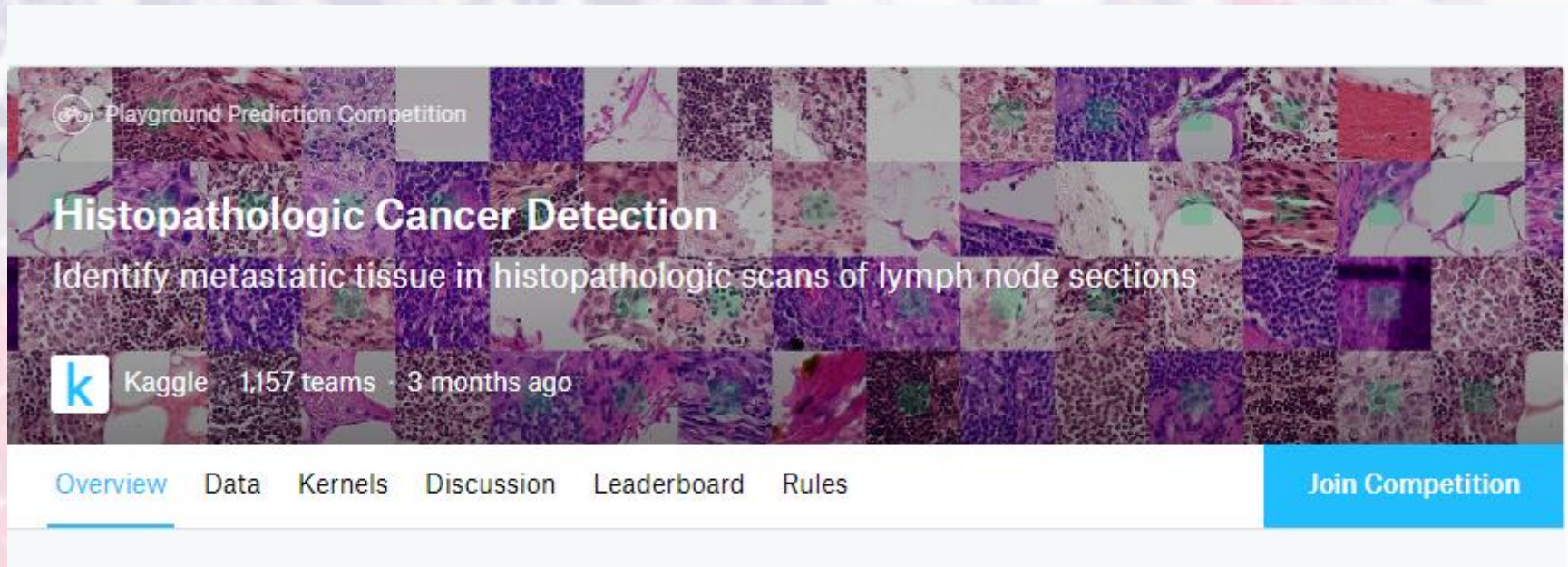


Rezultati

- *Feature maps:*



Rezultati



- Predikcija modela je napravljena i na testnom skupu te predana web-stranici Kaggle na ocjenjivanje – dobiveno AUC je **0.8941**

Osvrt na druge pristupe

- S obzirom na to da dani problem pripada domeni *computer visiona*, uglavnom je rješavan upravo pomoću konvolucijskih neuronskih mreža
- Pojedinci definirali vlastitu arhitekturu te trenirali parametre cijele mreže – uspješnije se pokazalo korištenje *pretrained* mreže
 - Razne verzije DenseNeta, tipa DenseNet169 i DenseNet121
 - Često korištene Resnet i NASNetMobile, neki konkatenerali dvije pretrained mreže, primjerice Xception i NASNetMobile
- Neka od uspješnih istraživanja koriste i *One Cycle Policy*

The background of the slide is a histological micrograph of tissue, likely stained with hematoxylin and eosin (H&E). It shows various cellular structures, including clusters of cells with dark purple nuclei and pinkish-red cytoplasm and extracellular matrix. The overall texture is granular and complex, typical of biological tissue sections.

Hvala na pažnji!