

SVEUČILIŠTE U RIJECI

Fakultet informatike i digitalnih tehnologija

Diplomski sveučilišni studij informatike

# KRATKI IZVJEŠTAJ O PRVOM EKPERIMENTALNOM RADU

EKSPERIMENTALNI RAD IZ KOLEGIJA RAČUNALNI VID

**Mentori:** Prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos

**mag. Inf. Kristina Host**

**Autori:** Duje Vidas, Tim Jerić

## Uvod

Cilj ovog zadatka bio je osmisliti inovativan način za izbjegavanje sudara brodova sa santama leda, pri čemu se naglasak stavio na razvoj sustava koji može ranije detektirati sante leda i upozoriti posadu. U okviru ovog projekta implementirane su, trenirane i evaluirane tri jednostavne konvolucijske neuronske mreže (CNN) za klasifikaciju slika santi leda i brodova. Krajnji cilj bio je identificirati model s najboljim performansama na validacijskom skupu podataka, čime bi se doprinijelo razvoju učinkovitih alata za prevenciju nesreća.

## 1. Učitavanje i analiza podataka

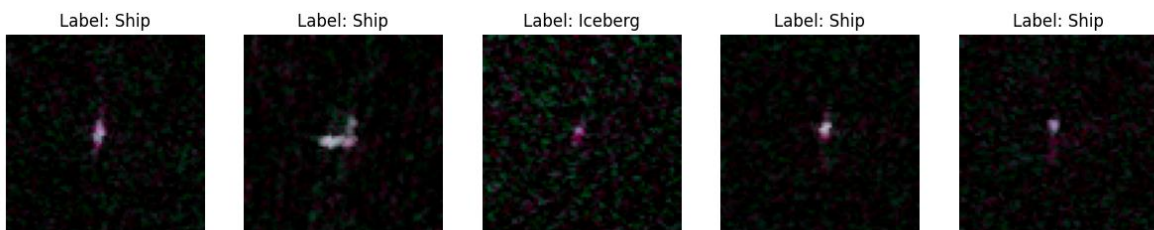
Podaci za treniranje i validaciju učitani su iz *.npz* datoteke ([input\\_data.npz](#)). Datoteka sadrži sljedeće elemente:

- **X\_train** i **Y\_train**: podaci za treniranje
- **X\_validation** i **Y\_validation**: podaci za validaciju

Osnovne informacije o skupu podataka su sljedeće:

- **Dimenzije ulaznih slika**: Svaka slika ima dimenzije 75×75×3, što znači da su slike u boji (RGB format).
- **Broj uzoraka za treniranje**: 4113 uzoraka
- **Broj uzoraka za validaciju**: 100 uzoraka
- **Klase**: [0 - Brod, 1 - Santa leda]
- **Distribucija klasa**:
  - Trening podaci: 2001 brodova i 2112 santi leda (relativno uravnoteženo).
  - Validacijski podaci: 51 brod i 49 santi leda (gotovo potpuno uravnoteženo).
- **Nedostajuće vrijednosti (NaN)**: Nema nedostajućih vrijednosti u podacima.

Prikazano je nekoliko uzoraka slika s pripadajućim oznakama za vizualnu provjeru kvalitete podataka.



## 2. Implementacija CNN modela

Razvijene su tri verzije CNN modela, svaka s različitim razinama složenosti:

### SimpleCNN\_v1:

- **Slojevi:** Jedan konvolucijski sloj s 8 filtera, kernel veličine  $3 \times 3$ .
- **Aktivacija:** ReLU
- **Pooling:** MaxPooling ( $2 \times 2$ )
- **Potpuno povezani slojevi:** Jedan sloj s 32 neurona i izlazni sloj s 2 neurona (za binarnu klasifikaciju).

### SimpleCNN\_v2:

- **Slojevi:** Dva konvolucijska sloja s 32 i 64 filtera, oba kernela veličine  $3 \times 3$ .
- **Aktivacija:** ReLU
- **Pooling:** MaxPooling ( $2 \times 2$ ) nakon svakog konvolucijskog sloja.
- **Potpuno povezani slojevi:** Jedan sloj s 128 neurona i izlazni sloj s 2 neurona.

### SimpleCNN\_v3:

- **Slojevi:** Tri konvolucijska sloja s 32, 64 i 128 filtera.
- **Aktivacija:** ReLU
- **Pooling:** MaxPooling ( $2 \times 2$ ) nakon svakog konvolucijskog sloja.
- **Potpuno povezani slojevi:** Jedan sloj s 128 neurona i izlazni sloj s 2 neurona.

### 3. Treniranje i validacija modela

Svi modeli trenirani su korištenjem skripte **train.py**, koja podržava:

- **Treniranje pojedinačnih modela** (v1, v2, v3).
- **Treniranje svih modela odjednom.**

**Postavke treniranja:**

- **Optimizator:** Adam
- **Funkcija gubitka:** *CrossEntropyLoss*
- **Broj epoha:** Maksimalno 1000 (s ranim zaustavljanjem)
- **Rano zaustavljanje:** Aktivira se ako gubitak na validacijskom skupu ne pokazuje poboljšanje kroz 3 uzastopne epohe.
- **Metode evaluacije:** Točnost (Accuracy), Preciznost (Precision), Odziv (Recall), F1 score

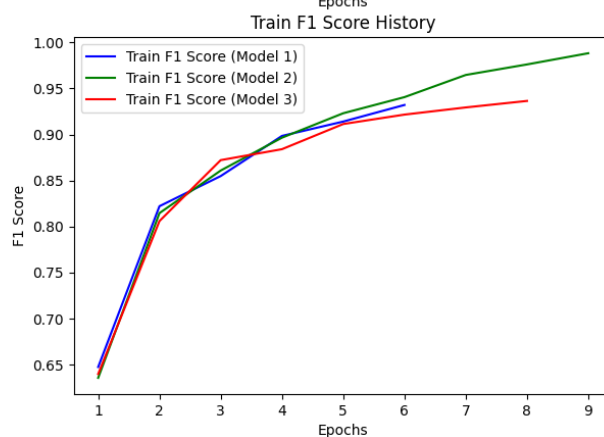
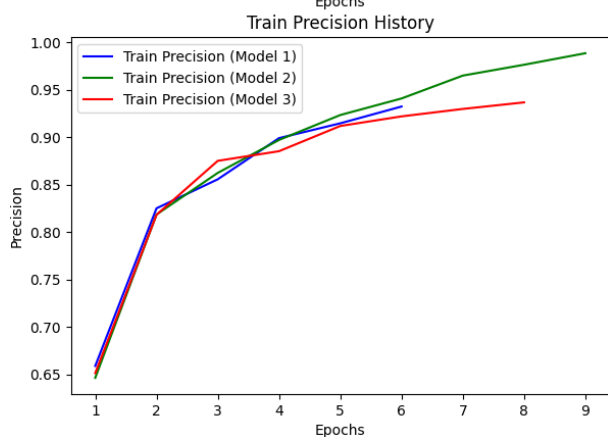
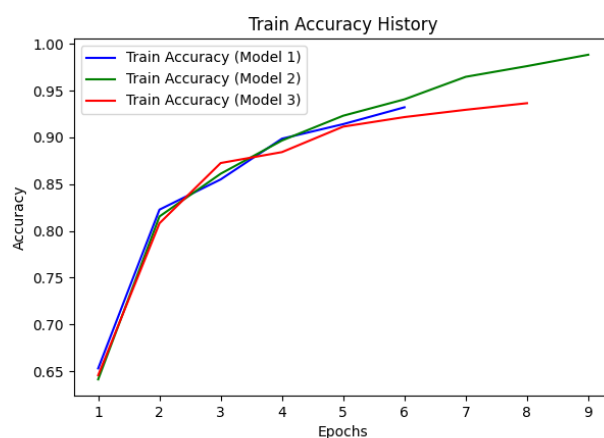
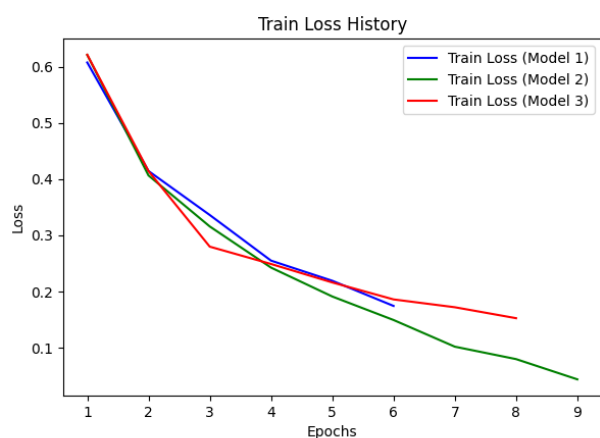
Rezultati treniranja pohranjeni su u JSON datoteke (training\_history\_model\_v1.json, itd.), dok su težine modela spremljene u .pth formate.

## 4. Vizualizacija i analiza metrike

Uz detaljne grafove za metrike treninga i validacije, implementirala se i funkcionalnost za prikaz pojedinačnih slika iz validacijskog skupa s predikcijama modela.

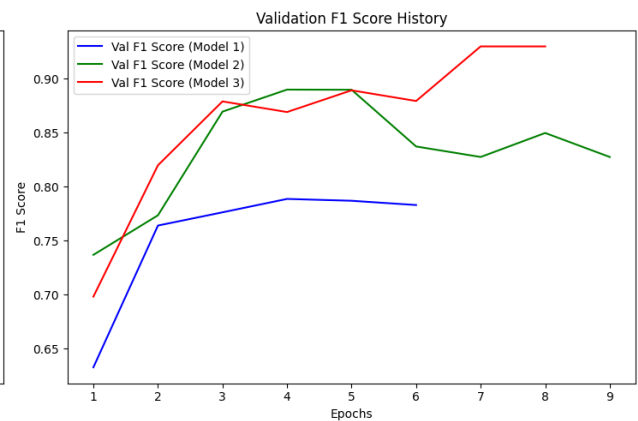
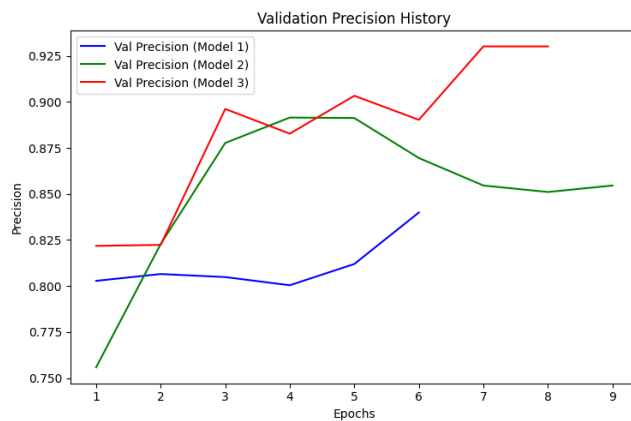
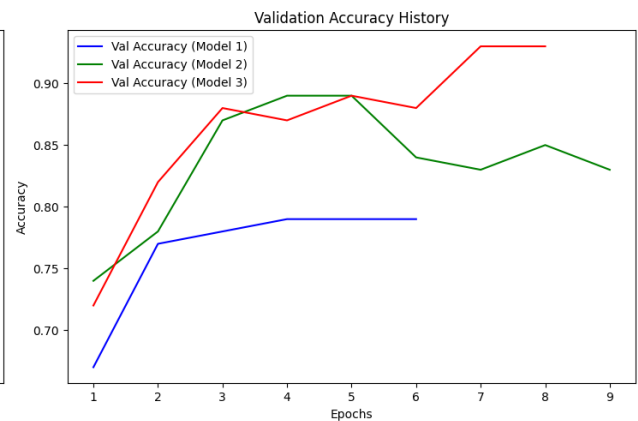
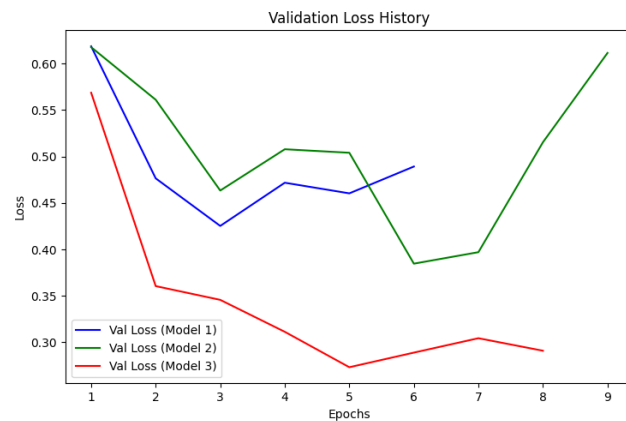
### Trening metrike:

1. **Gubitak:** Svi modeli pokazuju konstantno smanjenje gubitka kroz epohe. Model v2 postiže najniži trening gubitak, što ukazuje na njegovu visoku sposobnost učenja.
2. **Točnost:** Sva tri modela pokazuju stalan rast točnosti, pri čemu Model v2 dominira u završnim epohama s najvišom točnošću.
3. **Preciznost i F1 score:** Oba pokazatelja značajno rastu tijekom treninga, a Model v2 ima najbolje performanse na trening podacima.



## Validacijske metrike:

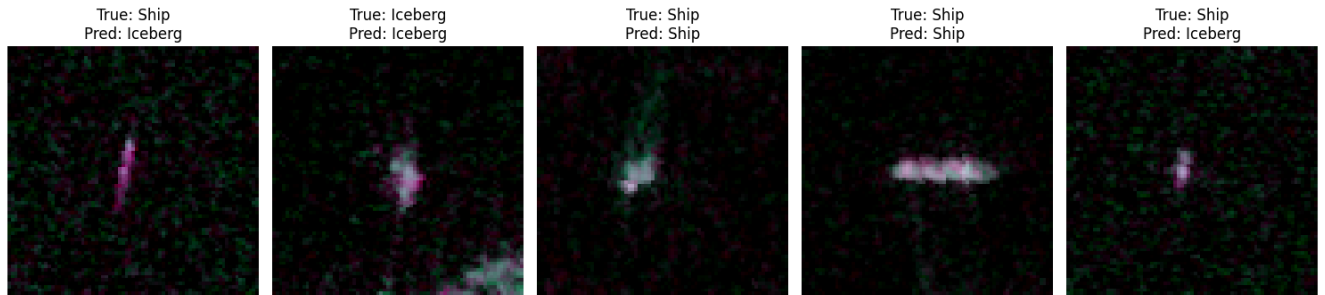
1. **Gubitak:** Validacijski gubitak kod Modela v3 pokazuje najmanju varijaciju, dok Model v2 ima oscilacije, što ukazuje na mogući problem s prekomjernim učenjem kod Modela v2.
2. **Točnost:** Točnost na validacijskom skupu raste za sve modele tijekom epoha. Model 3 postiže najvišu točnost, dok Model 1 zaostaje. Model 2 pokazuje promjene nakon 5. epohe, što može ukazivati na mogući problem s pretreniranjem ili fluktuacijama u performansama.
3. **Preciznost i F1 score:** Model v3 nadmašuje druge modele u ovim pokazateljima, što potvrđuje njegovu preciznost u klasifikaciji brodova i santi leda.



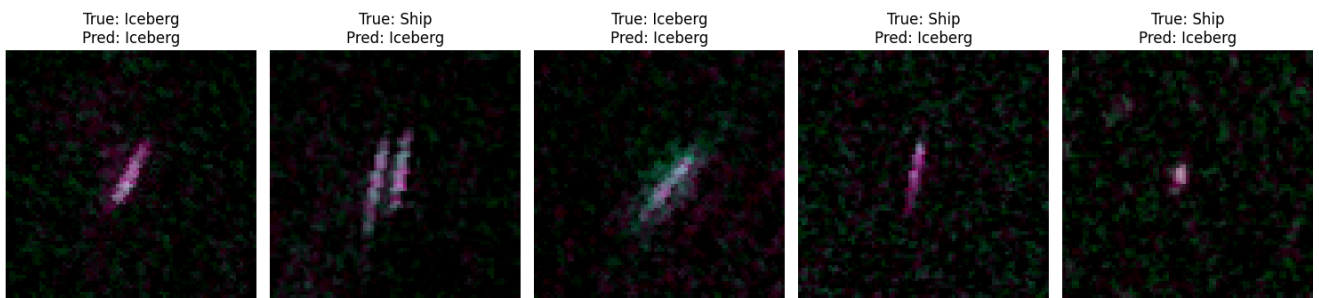
## Prikaz slika i predikcija:

Kako bi se dodatno evaluirale performanse modela, implementirana je funkcija *display\_predictions*, koja nasumično odabire slike iz validacijskog skupa i prikazuje njihove stvarne i predviđene oznake.

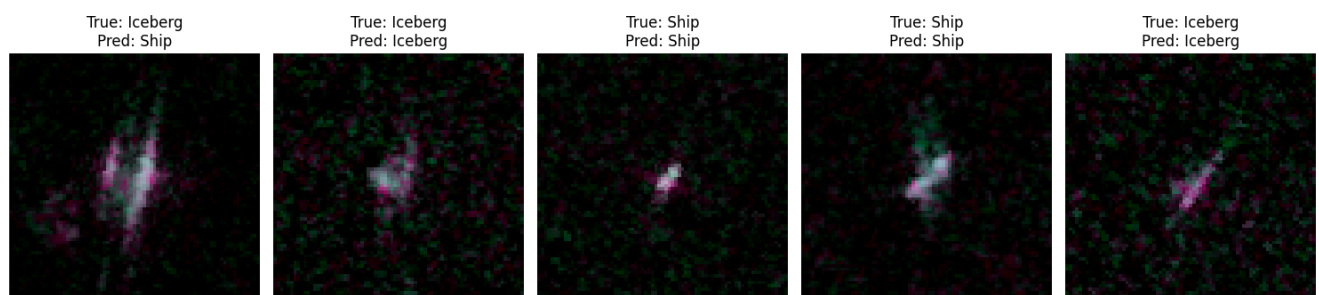
1. **Model v1 - Predikcije:** Slike za Model v1 pokazuju nekoliko netočnih predikcija, uključujući slučajeve gdje je brod klasificiran kao santa leda i obrnuto. Model ima osnovnu sposobnost prepoznavanja, ali često griješi na složenijim slikama.



2. **Model v2 - Predikcije:** Kod Modela v2 vidljivo je poboljšanje u predikcijama, iako su prisutne neke netočnosti. Primjerice, slike s većom „šumnosti“ u pozadini otežavaju ispravnu klasifikaciju.



3. **Model v3 - Predikcije:** Model v3 pokazuje najbolje performanse među svim verzijama. Većina predikcija je ispravna, a netočnosti su vrlo rijetke. Ovo potvrđuje stabilnost i robusnost Modela v3 na validacijskom skupu.





## Zaključak

**Model 3** pokazuje najbolje performanse i na skupu za treniranje i na skupu za validaciju, s najnižim gubitkom, najvišom točnošću, preciznošću i F1 rezultatom, što ukazuje na dobru generalizaciju.

**Model 2** je vrlo dobar na skupu za treniranje, ali pokazuje nestabilnost na validacijskom skupu nakon nekoliko epoha, što može biti znak pretreniranosti. **Model 1** ima najslabije performanse u svim metrikama, ali stabilno napreduje kroz epohe. Zbog toga je **Model 3** najbolji izbor za generalizaciju na novim podacima, dok bi Model 2 zahtijevao dodatnu provjeru kako bi se izbjegla pretreniranost.