



Izrada igrača za igru Minesweeper korištenjem neuronskih mreža

Heidi Sokolovski

Minesweeper

- Koautori Curt Johnson i Robert Donner, 1990.
- Težine:
 - Beginner (8x8 ploča, 10 mina)
 - Intermediate (16x16 ploča, 40 mina)
 - Expert (16x30 ploča, 99 mina)



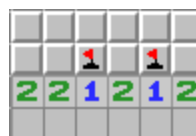
Sl. 1 Brojevi u odnosu na broj susjednih mina



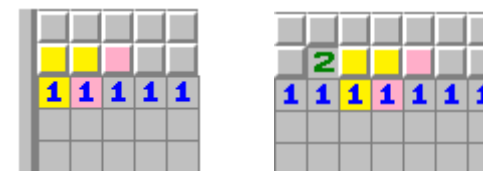
Sl. 2 Prikaz Minesweeper igre (pobjeda)

Strategije igranja

- Pamćenje i pronalaženje uzoraka
- Kombiniranje uzoraka u lance
- Neke ploče su nerješive



Sl. 3 1-2-X uzorak



Sl. 4 1-1-X uzorak

Minesweeper igrač

- Igrač zna kako otvoriti ćelije
- Neuronska mreža ima ulogu mozga
- Predviđa postotak da se na određenoj ćeliji nalazi mina
- Nasumično generirane igre za treniranje

board.py

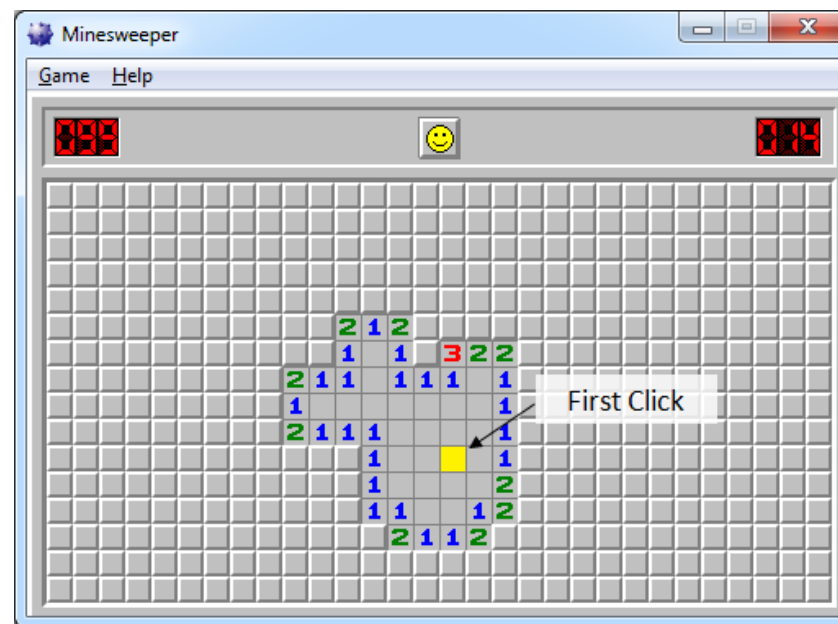
- Ploča je opisana NumPy *array*-jem dimenzija visina x širina x 3 kanala
 - Otvorenost ćelije (2 ili 0)
 - Postojanje mine (1 ili 0)
 - Brojevni hintovi (od 0 do 8)

```
self.board = np.zeros((difficulty.dim1_height,  
difficulty.dim2_width, 3), dtype=int)
```

- NumPy *array*za model neuronske mreže, visine x širine x 11 kanala
 - Otvorenost ćelije (1 ili 0)
 - Kanal cijeli napunjen jedinicama
 - Ostalih 9 za brojevne hintove (1 ili 0)

```
self.data = np.zeros((difficulty.dim1_height,  
difficulty.dim2_width, 11), dtype=int)
```

- Ploča se inicijalizira prvim klikom na praznu, pokrivenu ćeliju
- Zatim se postavljaju mine i brojčani hintovi
- Rukovanje statusima pokrenute igre događa se u *game.py* datoteci




Sl. 5 Prvi klik na praznu ploču

models.py

- Klasa *ModelAdapter* služi za adaptiranje ulaza i izlaza ovisno o tipu korištene neuronske mreže
- CNN podaci za *fit*-anje:
 - Dohvaća se trenutno stanje podataka ploče za treniranje mreže
- ANN podaci za *fit*-anje
 - Svi kanali za pojedinu ćeliju se stapaju u jednu vrijednost i skaliraju na decimalnu vrijednost između 0 i 1
- *Arrays* jednim kanalom gdje se pohranjuju preokrenute vrijednosti otvorenosti ćelije

Pomoću metode *predict*, predviđa se kolika je vjerojatnost postojanja mine za svaku pojedinu ćeliju



Svaka se vjerojatnost zbraja s vrijednostima otkrivenosti ćelije ploče (2 ili 0)



Bira se ćelija s najmanjom vjerojatnosti da je na njoj mina

brain.py

- Tri funkcije za postavljanje istine
 1. Vrijednost se postavlja na 1 ako je novootvorena ćelija sadržavala minu
 2. Kao istinu predaje cijelu ploču sa svim informacijama gdje su mine
 3. Vrijednost se postavlja na 1 gdje se nalaze mine na svim susjedima od otkrivenih ćelija
- Poziva se *fit* funkcija koja se trenira na pojedinim klikovima čiji se broj odredi prilikom pokretanja programa

```
fit_data = self.model_adapter.get_fit_data()  
history = self.model.fit(fit_data, self.model_adapter.y_data, batch_size=32,  
epochs=epochs, validation_split=0.3, callbacks=[tensorboard])
```

- Model se trenira po sesijama (skupovi od određenog broja odigranih poteza)
- Podaci se zapisuju u log datoteke
 - *loss* (vrijednost funkcije gubitka od podataka za treniranje)
 - *val_loss* (vrijednost funkcije gubitka od podataka za kros validaciju)
 - Broj ukupno odigranih igara
 - Broj ukupnih pobjeda
 - Broj igara po sesiji
 - Prosjek klikova za jednu igru po sesiji
 - Prosjek pobjeda po sesiji
 - Prosjek otkrivenih ćelija za jednu igru po sesiji
- Model se sprema svakih deset sesija



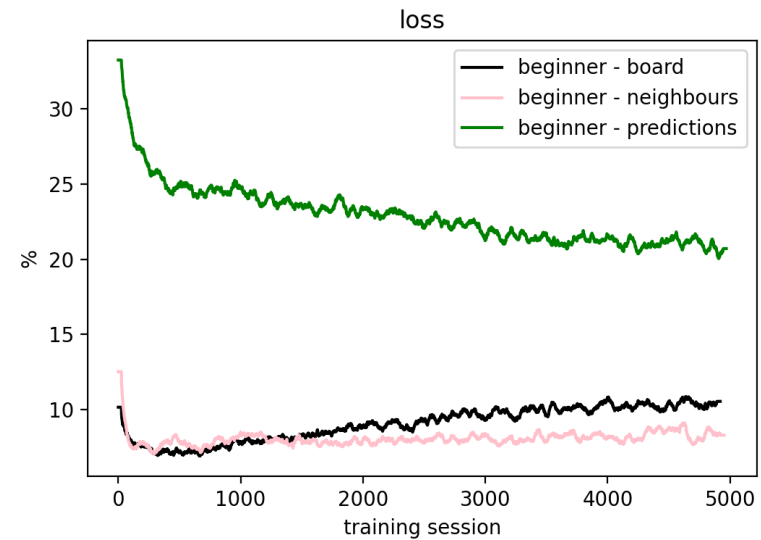
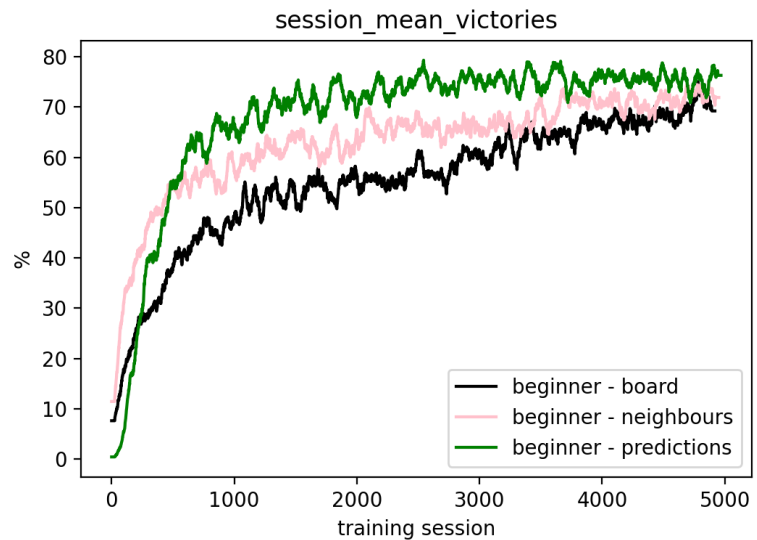
train.py

- Postavljaju se početni parametri za treniranje modela
 - Ime funkcije koja kreira željeni model
 - Težina igre (mogu biti i proizvoljne dimenzije te broj mina)
 - Ime funkcije za dohvaćanje istine
 - Broj sesija
 - Broj klikova po sesiji
 - Broj epoha

Beginner CNN model

- Ulazni sloj
- Pet 2D konvolucijskih slojeva
- Izlazni sloj se množi s preokrenutim vrijednostima kanala koji opisuje otkrivenost ploče
- 250 klikova po sesiji

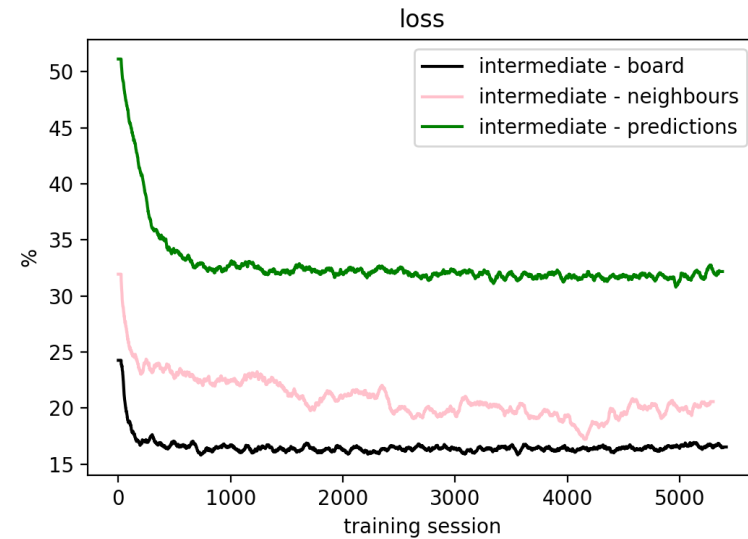
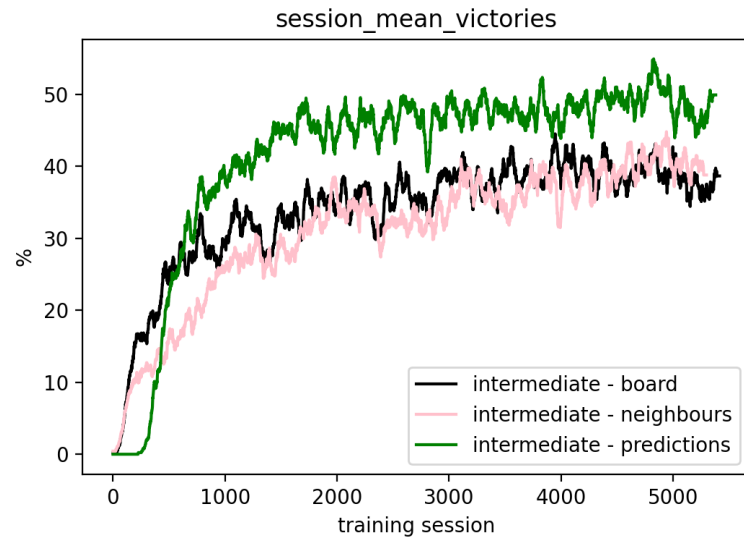
Beginner CNN rezultati



Intermediate CNN

- Ulazni sloj
- Pet 2D konvolucijskih slojeva
- Izlazni sloj se množi s preokrenutim vrijednostima kanala koji opisuje otkrivenost ploče
- 1000 klikova po sesiji

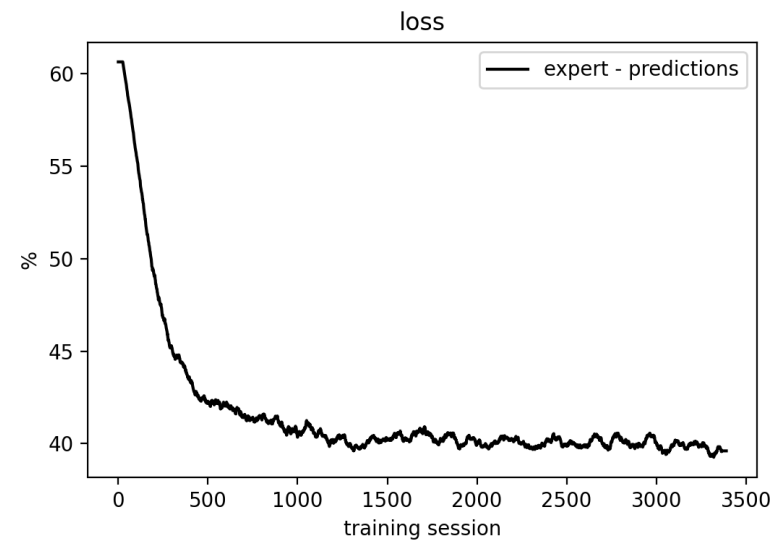
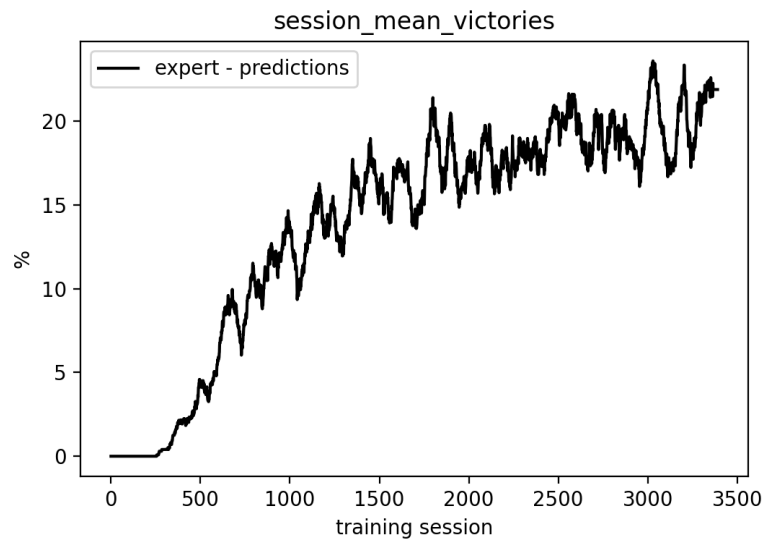
Intermediate CNN rezultati



Expert CNN

- Ulazni sloj
- Šest 2D konvolucijskih slojeva
- Izlazni sloj se množi s preokrenutim vrijednostima kanala koji opisuje otkrivenost ploče
- 2000 klikova po sesiji

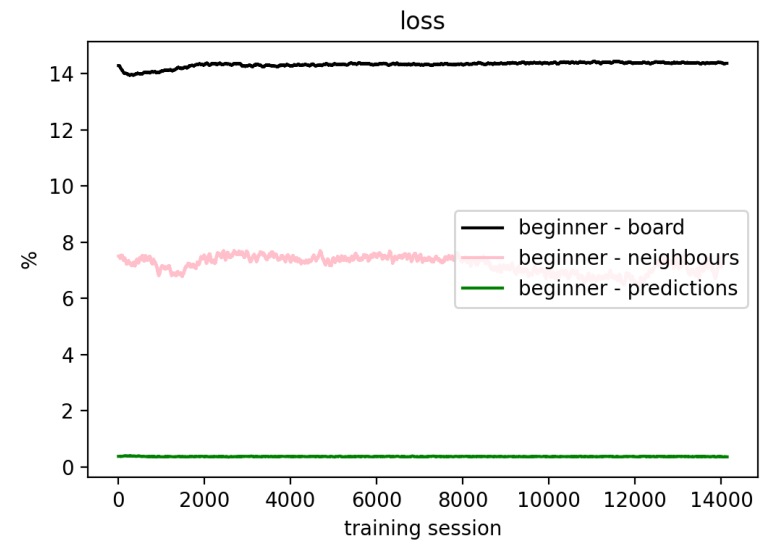
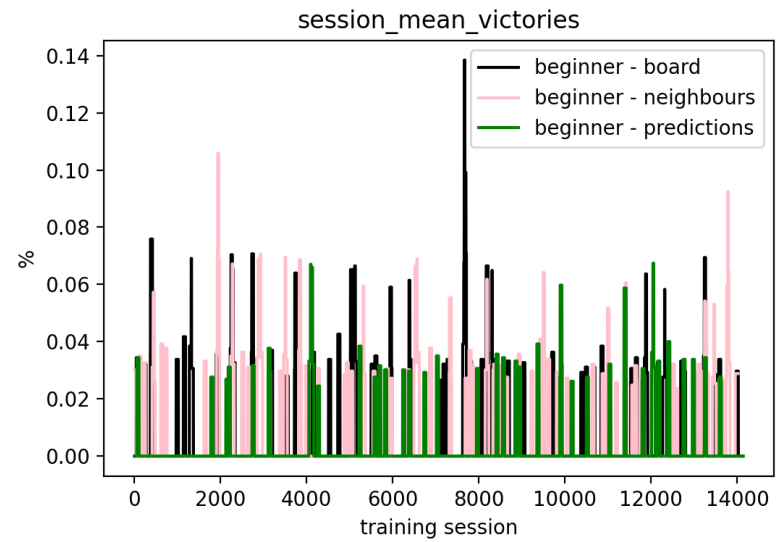
Expert CNN rezultati



Beginner ANN

- Ulazni sloj
- Četiri gusta sloja
- Izlazni sloj se množi s preokrenutim vrijednostima kanala koji opisuje otkrivenost ploče
- 250 klikova po sesiji

Beginner ANN rezultati



Zaključak

- Vjerojatnost pobjede opada kako težina igre raste
- CNN je bolja opcija od ANN zbog matričnog dizajna igre

	Beginner CNN	Intermediate CNN	Expert CNN
Vjerojatnost pobjede	75%	45%	18%



Prijedlog za poboljšanje

- Korištenje pojačanog učenja (engl. *reinforcement learning*)
- Dobro ponašanje se nagrađuje, a loše kažnjava
- S vremenom se počnu izbjegavati loši koraci i aktivno tražiti pozitivni

Hvala!



