

VJEŽBA 7: UMJETNE NEURONSKE MREŽE.

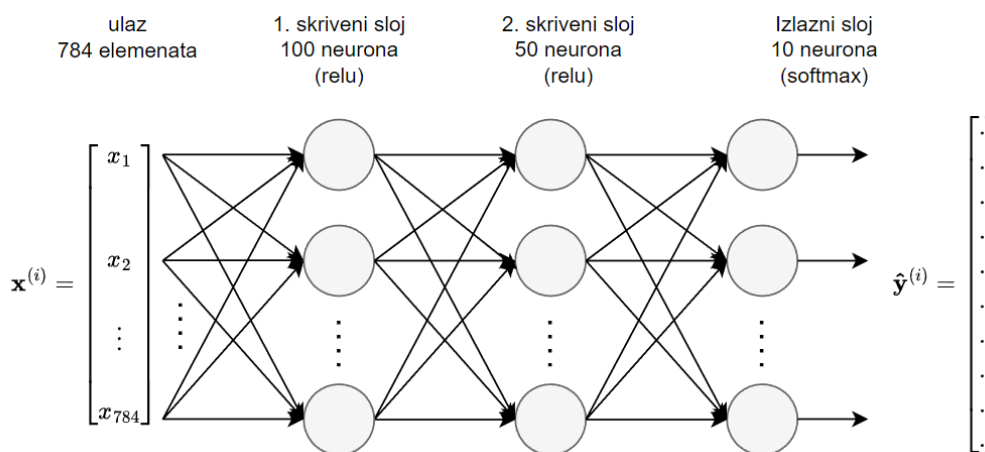
I. Cilj vježbe: *Primijeniti znanje stečeno o potpuno povezanim unaprijednim neuronskim mrežama na problemu klasifikacije rukom pisanih znamenki korištenjem Keras API-a.*

II. Opis vježbe:

II.1. Umjetne neuronske mreže

Umjetne neuronske mreže su računalni modeli inspirirani biološkim neuronima u mozgu. Sastoje se od umjetnih neurona koji su organizirani u slojeve koji su na odgovarajući način povezani ovisno o vrsti mreže. Ulazni podaci prolaze kroz mrežu, gdje se obrađuju i transformiraju kako bi se generirali odgovarajući izlazni podaci.

Potpuno povezana višeslojna unaprijedna neuronska mreža (engl. *Fully Connected Multilayer Feedforward Neural Network*) je vrsta umjetne neuronske mreže koja se sastoji od više slojeva neurona, pri čemu su neuroni u jednom sloju povezani sa svim neuronima u susjednim slojevima, ali nisu međusobno povezani unutar istog sloja. Ova mreža se naziva "unaprijedna" jer podaci teku samo u jednom smjeru, od ulaznog sloja prema izlaznom sloju, bez povratnih petlji. Na slici 7.1. je prikazana jedna takva mreža koja se sastoji od ulaznog sloja, dva skrivena sloja i jednog izlaznog sloja neurona. Strukturiranje mreže je postupak definiranja strukture mreže. To se uglavnom svodi na odabir broja slojeva, odabir broja neurona u pojedinom sloju te odabir tipa aktivacijskih funkcija u pojedinom sloju.



Sl. 7.1. Primjer potpuno povezane višeslojne unaprijedne neuronske mreže.

II.2. Keras API

Keras je API za duboko učenje napisan u Pythonu koji radi na Tensorflow platformi za strojno učenje. Omogućava brzu izradu neuronskih mreža i eksperimentiranje. Kako bi se mogle koristiti funkcije iz Keras-a potrebno ih je uključiti. Najvažnija klasa je `Sequential` kojom se stvara mreža (model) koja se sastoji od niza slojeva. Dodavanje slojeva u mrežu radi se pomoću metode `add()`. Konfiguracija procesa učenja radi se pomoću metode `compile()`, a treniranje mreže pomoću metode `.fit()`. Predikcija za nove podatkovne primjere izvodi se pomoću metode `.predict()` (vidi primjer 7.1.)

Primjer 7.1.

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense

# Strukturiranje mreže
model = Sequential()
model.add(Dense(units=64, activation='relu'))
model.add(Dense(units=10, activation='softmax'))
model.summary()
```

```
# Podesavanje parametara procesa učenja
model.compile(loss='categorical_crossentropy',
              optimizer='sgd',
              metrics=['accuracy'])

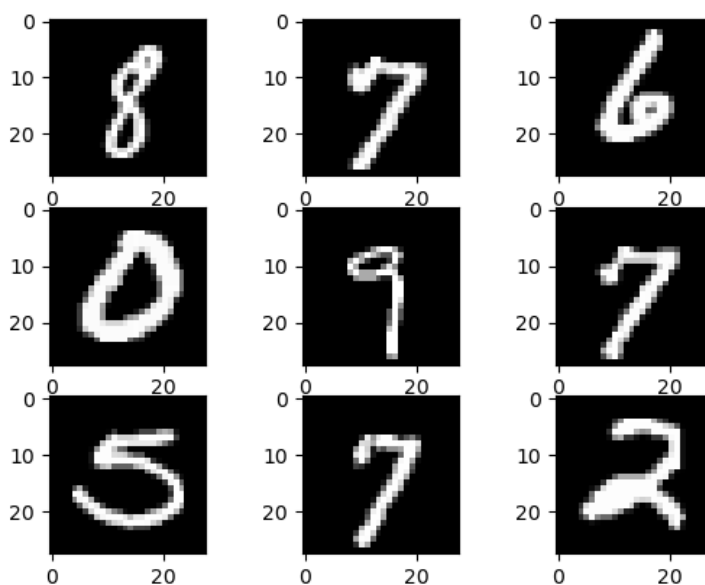
# Treniranje mreže
model.fit(x_train, y_train, epochs=25, batch_size=32)

# Evaluacija mreže na testnim podacima
loss_and_metrics = model.evaluate(x_test, y_test)

# Predikcija za nove podatkovne primjere
classes = model.predict(x_test)
```

II.3 MNIST podatkovni skup

U ovoj vježbi razmatra se problem klasifikacije rukom pisanih znamenki. Za izgradnju modela za klasifikaciju rukom pisanih znamenki na raspolaganju je skup podataka pod nazivom MNIST. Ovaj skup sadrži slike rukom pisanih znamenki koje su pisali zaposlenici u *United States Census Bureau* i američki studenti. Slike su zapisane u sivim tonovima odnosno svaki piksel na slici ima vrijednost u rasponu od 0 do 255. Slike su normirane na dimenziju 28 x 28 piksela. Svaka slika ima odgovarajuću oznaku tj. labelu (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). MNIST sadrži skup podataka za učenje od 60,000 slika, te skup podataka za testiranje koji sadrži 10,000 slika. Primjer slika iz skupa podataka za učenje dan je na slici 7.2.



Sl. 7.2. Primjer slika iz skupa MNIST.

III. Priprema za vježbu:

Nema posebne pripreme za vježbu.

IV. Rad na vježbi:

1. Riješite dane zadatke.

Zadatak 1

Potrebno je izgraditi potpuno povezanu unaprijednu višeslojnu neuronsku mrežu na temelju MNIST skupa podataka te izvršiti njenu evaluaciju. U prilogu vježbe nalazi se skripta 7.1. koja učitava MNIST skup podataka. Dopunite skriptu na odgovarajućim mjestima:

- 1) Prikažite nekoliko slika iz MNIST skupa podataka (pomoću matplotlib biblioteke).
- 2) Izgradite potpuno povezanu neuronsku mrežu pomoću Keras API. Mreža treba imati strukturu danu slikom 7.1. https://keras.io/guides/sequential_model/
- 3) Izračunajte točnost izgrađene mreže na skupu podataka za učenje i skupu podataka za testiranje.
- 4) Prikažite matricu zabune na skupu podataka za učenje i na skupu podataka za testiranje. Komentirajte dobivene rezultate.

Zadatak 2

Prikažite nekoliko nasumičnih primjera iz testnog skupa podataka koje je izgrađena mreža pogrešno klasificirala (napišite iznad slike koja je stvarna oznaka slike i oznaku koju je mreža procijenila).

V. Izvještaj s vježbe

Kao izvještaj s vježbe prihvaća se web link na repozitorij pod nazivom PSU_LV.