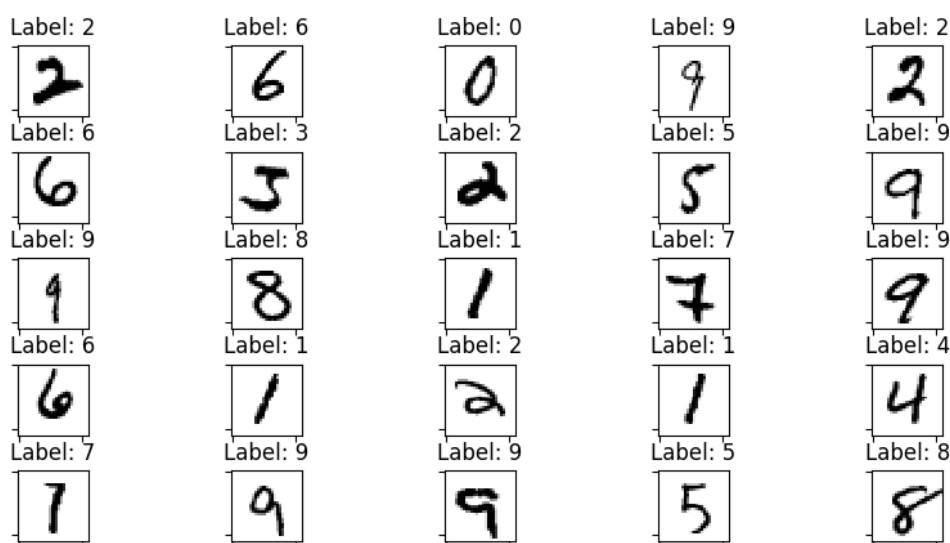


VJEŽBA 6: KLASIFIKACIJA RUKOM PISANIH BROJEVA

I. Cilj vježbe: *Primijeniti znanje stečeno o neuronskim mrežama na problemu klasifikacije rukom pisanih brojeva.*

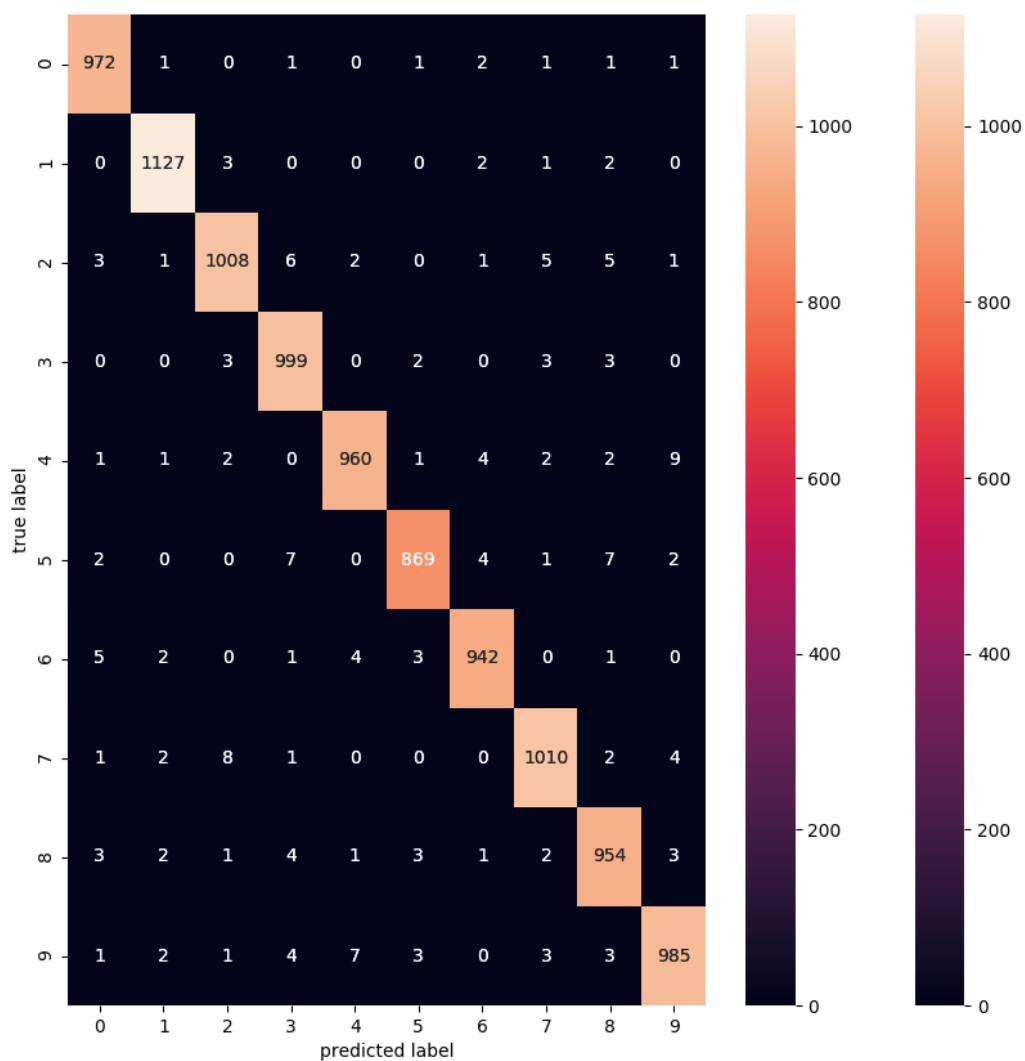
II. Opis vježbe:

U ovoj vježbi razmatra se problem klasifikacije rukom pisanih brojeva. Za izgradnju modela za klasifikaciju rukom pisanih brojeva na raspolaganju je skup podataka pod nazivom MNIST. Ovaj skup sadrži slike rukom pisanih brojeva 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 8.1.

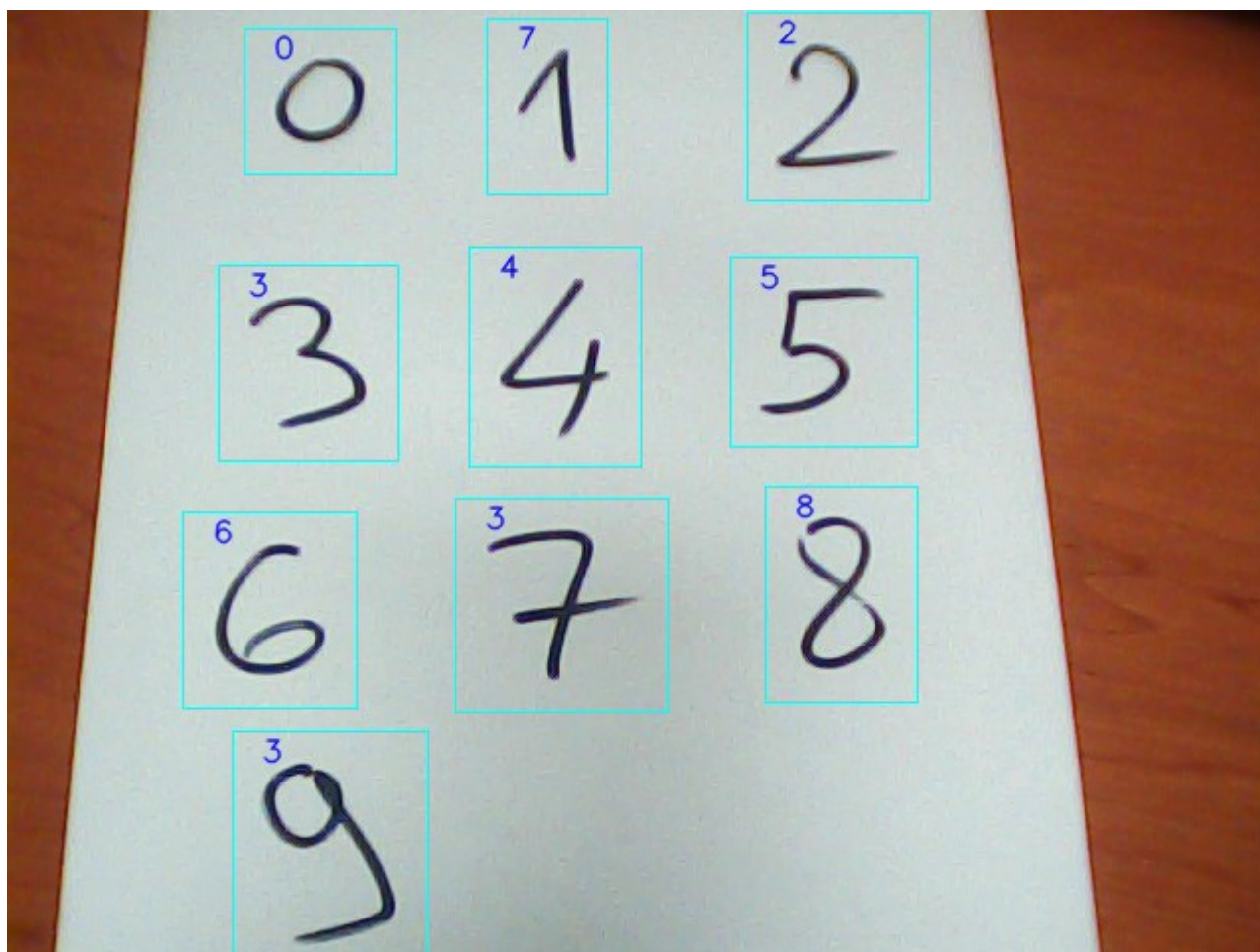


Sl. 6.1. Primjer podataka iz trening skupa MNIST.

U okviru vježbe potrebno je izgraditi neuronsku mrežu na MNIST skupu podataka te izvršiti njenu evaluaciju na skupu podataka za testiranje. Nadalje neuronsku mrežu je potrebno iskoristiti za klasifikaciju rukom pisanih brojeva u video signalu koji dolazi sa kamere spojene na računalo. Na slici 6.2. dan je primjer evaluacije izgrađene mreže pomoću matrice zabune na testnom skupu podataka. Na slici 6.3. dan je primjer upotrebe mreže za klasifikaciju rukom pisanih brojeva u video signalu.



Sl. 6.2. Evaluacija neuronske mreže na testnom skupu podataka.



Sl. 6.3. Upotreba neuronske mreže za klasifikaciju rukom pisanih brojeva u video signalu.

Generalni postupak učenja [MLP](#) neuronske mreže na određenom problemu u *scikit learn* okruženju može se sažeti u sljedeće korake:

1. Učitati raspoložive podatke. Dio podataka koristi se kao skup podataka za učenje dok se preostali podaci koriste za testiranje izgrađene mreže. Provesti [predobradbu](#) podataka (standardizacija, skaliranje, centriranje i sl.).
2. Strukturirati neuronsku mrežu (koristiti klasu [MLPClassifier](#)): odabir broja slojeva, odabir broja neurona u pojedinom sloju, odabir tipa aktivacijske funkcije neurona te eventualno podesiti neke dodatne parametre vezane za postupak učenja neuronske mreže poput željenog numeričkog postupka, dodatni parametre optimizacije, poput koeficijenta regularizacije, broj iteracija numeričkog postupka (tzv. epohe) i sl.
3. Na temelju skupa za učenje odrediti parametre (težine) mreže odgovarajućim numeričkim postupkom.
4. Testiranje mreže kako bi se pokazala predikcijska svojstva mreže (npr. srednja kvadratna pogreška na testnim podacima, matrica zabune i sl.).

III. Priprema za vježbu:

Nema posebne pripreme za vježbu.

IV. Rad na vježbi:

1. Klonirajte vaš repozitorij PSU_LV na računalo pomoću `git clone` naredbe. Kreirajte direktorij LV6 unutar direktorija PSU_LV. U ovaj direktorij kopirajte sve datoteke vezane za ovu vježbu, a koje se nalaze na loomen stranici predmeta pod LV6.

2. Riješite dane zadatke, pri čemu Python skripte trebaju imati naziv `zad_x.py` (gdje je `x` broj zadatka) i trebaju biti pohranjene u direktorij `PSU_LV/LV6/`. Svaki zadatak rješavajte u zasebnoj *git* grani koju spojite s glavnom granom kada riješite pojedini zadatak. Pohranite skripte u lokalni *git* repozitorij kao i u `PSU_LV` repozitorij na vašem gitlab računu. Svaki puta kada naćinite promjene koje se spremaju u *git* sustav napišite i odgovarajuću poruku prilikom izvršavanja `commit` naredbe.
3. Nadopunite postojeću tekstualnu datoteku `PSU_LV/LV6/Readme.md` s kratkim opisom vježbe i kratkim opisom rješenja vježbe te pohranite promjene u lokalnu bazu. Na kraju pohranite promjene u udaljeni repozitorij.

Zadatak 1

U prilogu vježbe nalazi se skripta 6.1. koja ućitava MNIST skup podataka. Dopunite skriptu na odgovarajućim mjestima:

- 1) Prikazite nekoliko slika iz skupa podataka (npr. pomoću `matplotlib` biblioteke).
- 2) Naućite model neuronske mreže pomoću `scikitlearn` biblioteke. Model treba imati naziv `mlp_mnist`.
- 3) Izračunajte toćnost izgraćene mreže na skupu podataka za ućenje i skupu podataka za testiranje.
- 4) Prikazite matricu zabune na skupu podataka za ućenje i na skupu podataka za testiranje. Komentirajte dobivene rezultate.

Zadatak 2

U prilogu vježbe nalazi se skripta 6.2. koja ućitava izgraćenu mrežu te sliku `test.png` sa diska. Dodajte u skriptu kod koji će klasificirati sliku pomoću mreže. Promijenite sliku pomoću nekog grafićkog alata (npr. nacrtajte broj 2) i ponovo pokrenite skriptu.

Zadatak 3

U prilogu vježbe nalazi se skripta 6.3. koja ućitava video signal kamere koja je prikljućena na računalu. Svaki video okvir video signala se pretprocesira i izdvajaju se rubovi objekata s ciljem izdvajanja pojedinaćnih brojeva. Dopunite kod kako bi se svaki izdvojeni broj klasificirao s mrežom naućenom u prošlom zadatku. Evaluirajte rješenje na naćin da na bijelom papiru napišete flomasterom brojeve od 0 do 9 te ih snimajte s kamerom s odgovarajuće udaljenosti. Komentirajte dobivene rezultate.

Zadatak 4

Dopunite kod iz zadatka 3 tako da se na ekranu osim klase ispisuje i vjerojatnost pripadanja klasi.

Zadatak 5

Promijeniti skriptu 6.1. i 6.3. tako da se umjesto mreže koristi logistićka regresija.

V. Izvještaj s vježbe

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