

Prepoznavanje saobraćajnih znakova i njihova klasifikacija

Uroš Aksentijević
aksaa002@gmail.com

Sažetak. Današnje vreme nemoguće je zamisliti bez tehnologije koju ćemo neprestano razvijati do trenutka kada će ona početi sama da se razvija. Primena mašinskog učenja proširuje naše poglede na polju tehnoglogije, medicine, filologije i ostalih disciplina. Prepoznavanje saobraćajnih znakova i njihova klasifikacija je veoma mali segment mašinskog učenja i veliku primenu ima u sistemu autonomnih vozila. Sistem se zasniva na korišćenjem neuronskih mreža, kao i posebnu vrstu istih za detekciju objekata sa slike.

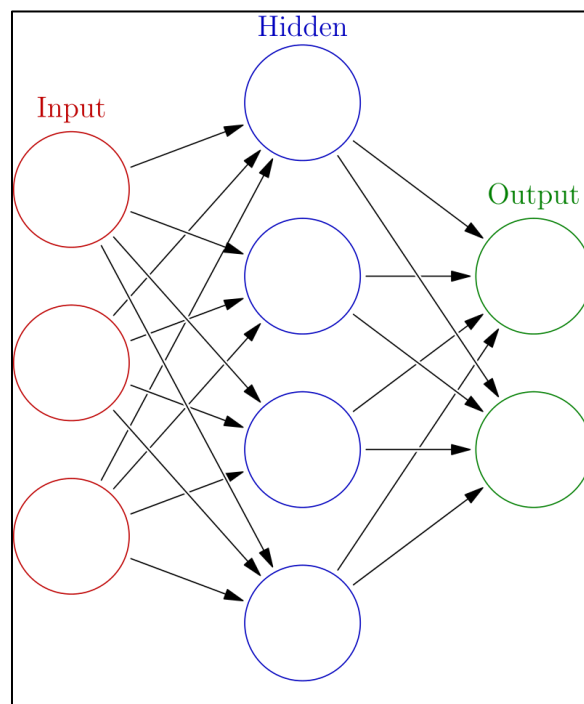
Sadržaj:

Sažetak	2
Sadržaj	3
1. Uvod u mašinsko učenje	4
2. Primena projekta	5
3. Baza podataka	6
4. Treniranje neuronskih mreža	6
4.1. Neuronska mreža	7
4.2. Konvolucionarna neuronska mreža	9
Reference	10

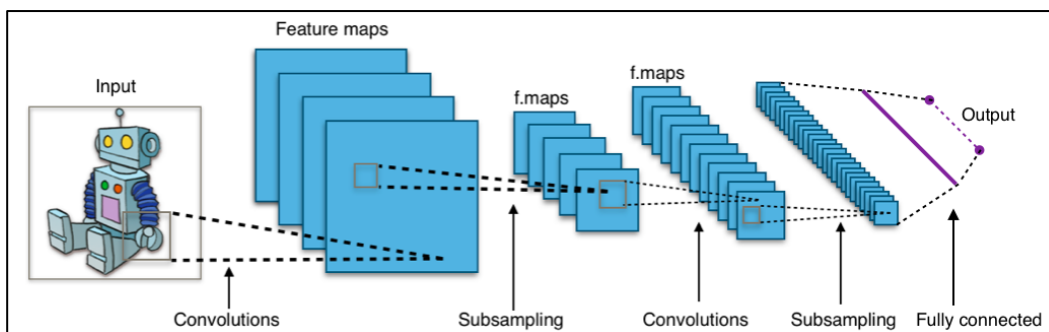
1. Uvod u mašinsko učenje

Mašinsko učenje^[1] (*machine learning*; ML) je deo veštačke inteligencije i predstavlja naučnu disciplinu o algoritmima i statističkim modelima koje računarski sistem koristi kako bi izvršio operacije bez eksplicitnih instrukcija oslanjajući se na obrasce i zaključke. Algoritmi mašinskog učenja prave matematičke modele zasnovane na podacima, koji se često nazivaju na engleskom “training data”, kako bi napravili predikcije i odluke bez pravljenja posebnog programa da izvrši neku operaciju.

Veštačka neuronska mreža^[2] (en. *Artificial neural networks*; ANN) je model mašinskog učenja i ovaj sistem uči da radi određene operacije bez dodatnog programiranja istog. Sličan je biološkim neuronskim mrežama. ANN zasniva se na kolekciji ujedinjenih čvorova (en. *artificial neurons*), tj. pojednostavljenje verzije bioloških neurona u mozgu. Svaka veza između ovih čvorova može da transmutuje signal od jednog do drugog. Neuron koji primi signal može da ga obradi i zatim preda njegov ishod drugim neuronima sa kojima je povezan. Glavni cilj ANN jeste da rešava probleme kao što i ljudski mozak to radi. Primeri ANN-a su: computer vision, speech recognition, filtriranje socijalnih mreža, igranje igrice, medicinske dijagnoze.



Duboko učenje^[3] (en. *Deep learning*; DP) je deo mašinskog učenja koji koristi model ANN, tačnije konvolucionarnu neuronsku mrežu (en. *Convolutional neural network*; CNN ili ConvNet) i ona se koristi najviše za analiziranje slika. Takođe koristi se za klasifikaciju slika, analizu medicinskih slika, obradu prirodnog jezika... CNN su izvedene kao višeslojni preceptor (en. *multilayer perceptron*). To znači da je svaki neuron u jednom sloju povezan sa svim neuronima u sledećem sloju (en. *fully connected network*). DP takođe koristi više slojeva kako bi dobio više podataka sa čistog ulaza. Primer, u analizi slike, manji slojevi mogu da identifikuju ivice, dok viši slojevi mogu da prepoznaju cifre, slova ili lica ljudi.



2. Primena projekta

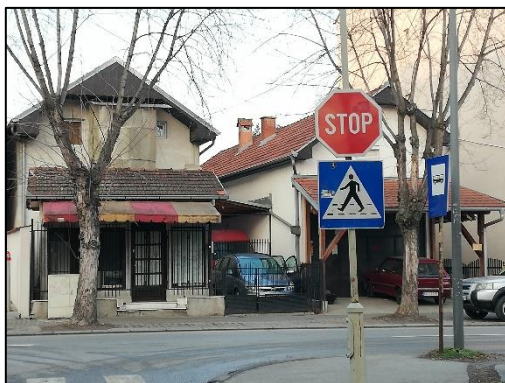
Sistem prepoznavanja i klasifikacije objekata sa slike, već duže vreme ima veliku primenu na raznim poljima tehnologije. Koristi se za prepoznavanje raznih bolesti u medicini, može da se koristi u bezbednosnim sistemima za prepoznavanje ljudskih lica, ali takođe veliku primenu ima i u sistemu autonomnih vozila. Tada prepoznavanje i klasifikacija saboraćajnih znakova ima veliku ulogu.



Tesla – autonomsko vozilo^[4]

3. Baza podataka

Neuronske mreže rade po principu učenja, te je neophodno stvoriti bazu podataka (u ovom slučaju bazu slika saobraćajnih znakova), na kojoj će se neuronska mreža učiti da prepozna i klasifikuje predmete. Baze podataka (dataset) mogu se naći i na internetu i za ovaj projekat korišćena je baza podataka koja je sa istog i preuzeta i ona je korišćena za treniranje neuronske mreže za prepoznavanje saobraćajnih znakova. Pored nje korišćena je i baza slika saobraćajnih znakova iz realnih situacija koja služi kao sredstvo za treniranje konvolucionarne neuronske mreže za detekciju i obeležavanje objekata na slici. Ova baza nije preuzeta sa interneta.

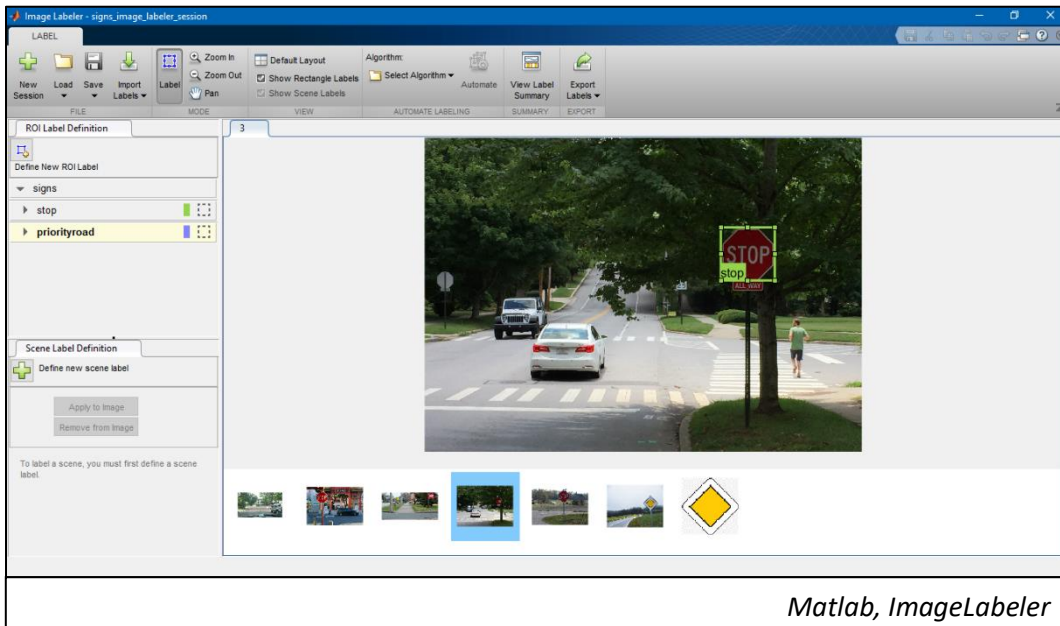


Baza podataka realnih situacija (ručno prikupljena)

4. Treniranje neuronskih mreža

Postoje razni softveri koji podržavaju mašinsko učenje kao i treniranje neuronskih mreža. Za ovaj projekat korišćen je Matlab^[6]. On u svom sastavu ima i ImageLabeler, aplikaciju koja podržava kreiranje GroundTruth-a^[7], koji se koristi za treniranje konvolucionarne neuronske mreže.

GroundTruth predstavlja objekat koji nosi informacije o izvoru podatka, definiciji labela i označene predele objekta na slici. Na osnovu njega neuronska mreža se uči da označi objekte na slici, u ovom slučaju saobraćajne znakove.



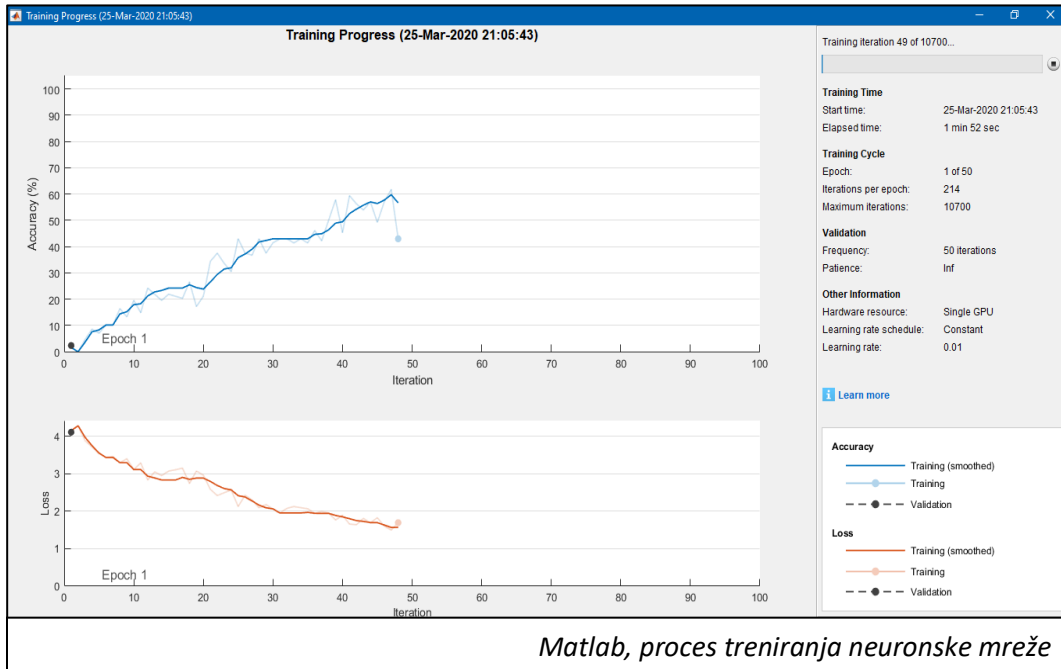
4.1. Neuronska mreža

Kao što je rečeno, za ovaj projekat potrebne su dve neuronske mreže. Ova neuronska mreža služi za prepoznavanje objekata sa slike veličine 32x32 piksela RGB formata. To znači da baza slika za ovu mrežu mora sadržati sve slike istih dimenzija i moraju biti u istom formatu.

Da bi se neuronska mreža istrenirala da prepoznaje objekte na slici, potrebno je da se zadaju slojevi (layer) kroz koje će slika prolaziti i preko kojih će neuronska mreža vršiti prepoznavanje. Pored toga potrebno je postaviti i opcije, tj. “pravila” kojih će se neuronska mreža pridržavati pri treniranju. Među njima jeste i procentualno biranje slika za treniranje i validaciju, tj. koliko slika iz baze će se koristiti za treniranje a koliko za testiranje mreže. Za treniranje ove mreže korišćeno je 30% slika iz baze, za validaciju mreže, a 70% za njeno treniranje.

Mreža će imati veći procenat tačnosti ukoliko je baza veća i ukoliko se njeno treniranje vrši tokom dužeg vremenskog perioda.

U toku treniranja neuronske mreže, stvara se grafik koji predstavlja trenutnu tačnost neuronske mreže.



Pseudokod treniranja neuronske mreže:

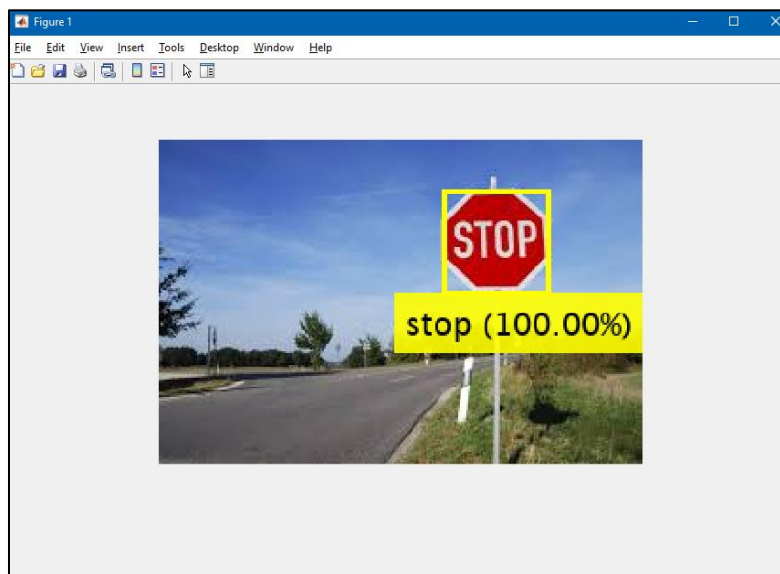
```
baza_slika = učitaj_bazu();  
slojevi = [sloj1, sloj2, sloj3];  
opcije = [epohe, frekfencija, validacija];  
neuronska_mreza = treniraj(baza_slika, slojevi, opcije);
```


4.2. Konvolucionarna neuronska mreža (R-CNN)

Konvolucionarna neuronska mreža, tj. druga neuronska mreža koja je potrebna za ovaj projekat, služi za detekciju i obeležavanje objekata na bilo kojoj slici. Takođe i ovu mrežu potrebno je istrenirati, međutim za ovu mrežu potrebna je prethodna neuronska mreža i ground truth i opcije.

Pseudokod treniranja konvolucionarne neuronske mreže:

```
ground_truth = učitaj_groundtruth();  
opcije = [epohe, frekfencija, validacija];  
rcnn = treniraj(ground_truth, neuronska_mreza, opcije);
```



Reference

- [1] Machine learning,
https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning
- [2] Artificial neural networks,
https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network
- [3] Deep learning
https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning
- [4] Tesla,
https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla,_Inc.
- [5] GTSRB, databaza za treniranje neuronske mreže
<http://benchmark.ini.rub.de/?section=gtsrb&subsection=dataset>
- [6] Matlab
<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
- [7] GroundTruth
<https://www.mathworks.com/help/vision/ref/groundtruth.html>