

Prepoznavanje cifara

Ahmed Zekić

Prirodno-matematički fakultet Sarajevo

Teorijska kompjuterska nauka

Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ahmedzekic10@gmail.com

Abstract—U ovom radu je opisan algoritam mašinskog učenja za prepoznavanje cifara na slici. Korišteni su različiti klasifikatori pa je objašnjen njihov princip rada te su prikazani eksperimentalni rezultati algoritma za svaki klasifikator.

Ključne riječi—cifre, ML, klasifikator

I. UVOD

Prepoznavanje cifara nečijeg rukopisa je dugogodišnji problem kojim se bavi oblast *kompjuterska vizija*. Povećanjem broja podataka i razvojem *mašinskog učenja* dobivaju se efikasna i elegantna rješenja za ovaj problem.

Mašinsko učenje se zasniva na ideji da postoje generički algoritmi koji mogu reći nešto interesantno o skupu podataka. Umjesto pisanja koda, podaci se u bacuju u generičke algoritme koji naprave logiku na osnovu podataka.

Postoji nekoliko osnovnih kategorija mašinskog učenja: nadgledano učenje, nenadgledano učenje, djelimično nadgledano učenje.

U nadgledanom učenju, algoritam kreira matematički model iz skupa podataka koji sadrži ulazne i izlazne podatke. Klasifikacija i regresija su dio nadgledanog učenja.

Nenadgledano učenje podrazumijeva skup podataka koji sadrži samo ulazne podatke bez željenih izlaznih rješenja.

Djelimično nadgledano učenje je učenje u kojem su za jedan dio podataka poznate izlazne veličine, a za drugi ne.

S obzirom da problem prepoznavanja cifara spada u problem klasifikacije, u nastavku su detaljnije objašnjeni algoritmi za klasifikaciju.

II. KLASIFIKACIJA

Klasifikacija spada u nadgledano učenje i podrazumijeva otkrivanje kojoj kategoriji (klasi) pripada posmatrani objekat na osnovu skupa podataka gdje je za svaki član poznato kojoj klasi pripada. Primjeri klasifikacije je pridruživanje datog email-a klasi „spam“ ili „non-spam“. U problemu prepoznavanja cifara, postoji deset klasa koje predstavljaju deset cifara. U nastavku su navedeni neki algoritmi klasifikacije koji su testirani na problemu prepoznavanja cifar.

A. Stablo odluke

Učenje stablom odluke (engl. Decision tree learning) koristiti stablo odluke da bi od osobina objekta (predstavljene na granama) došlo do zaključka o izlaznoj vrijednosti objekta (list stabla). Kada je u pitanju klasifikacija, listovi predstavljaju labele klase.

B. K-najbližih susjeda

K-najbližih susjeda (engl. K-nearest neighbor) podrazumijeva ulaz koji se sastoji od k (cijeli broj, najčešće ne prevelik) najbližih primjera za treniranje u prostoru. Izlaz je pripadnost klasi. Pripadnost klasi se određuje na osnovu najveće zastupljenosti neke klase između k susjeda.

C. Nasumična šuma

Nasumična šuma (engl. Random forest) funkcioniše tako što kreira više stabala odluke i daje kao izlaz kojoj klasi pripada objekat.

D. Naivni Bajesov klasifikator

Naivni Bajesov klasifikator (engl. Naive Bayes classifier) je jednostavni klasifikator zasnovan na Bajesovom teoremu

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \times P(A)}{P(B)}$$

E. Logistička regresija

Logistička regresija (engl. Logistic regression) je model koji je zasnovan na vjerovatnoći pripadnosti nekoj klasi.

F. Mašina potpornih vektora

U mašinskom učenju, mašina potpornih vektora (engl. Support-vector machine) je metoda koja za ulaz ima podatke koji pripadaju jednoj od dvije kategorije te izlaznu veličinu pridružuje jednoj od dvije kategorije. Ulazni podaci su predstavljeni kao tačke u prostoru koje su jasno podijeljene u dvije kategorije.

III. PREPOZNAVANJE CIFARA I EKSPERIMENTALNI REZULTATI

A. Implementacija

Skup podataka sadrži 42000 sivoskaliranih slika ručno pisanih cifara od nula do devet. Svaka slika je 28 piksela široka i 28 piksela visoka što je ukupno 784 piksela. Podaci su predstavljeni kao 42000 redova (broj slika) i 785 kolona gdje je prva kolona labela tj. cifra koja je na slici, a ostale kolone predstavljaju vrijednosti piksela (od 0 do 255).

Model je treniran na prvih 21000 slika, a testiran na ostatku. Koristeći različite klasifikatore, dobiveni su rezultati prikazani na slici 1.

KLASIFIKATOR	USPJEŠNOST (%)	VRIJEME IZVRŠAVANJA (s)
Stablo odluke	83.79047619047620	7.473186254501343
K-najbližih susjeda	95.95238095238095	764.6550643444061
Nasumična šuma	92.59523809523810	1.9270994663238525
Naivni Bajevov klasifikator	55.99047619047619	3.7093520164489746
Logistička regresija	88.86190476190477	1384.391518831253
Mašina potpornih vektora	84.08095238095238	31.298946380615234

Slika 1: uspješnost i vrijeme izvršavanja različitih klasifikatora

IV. ZAKLJUČAK

Najbolji rezultat za problem prepoznavanja cifara daje klasifikator *k-najbližih susjeda*, ali uz dugo vrijeme izvršavanja. *Nasumična šuma* ima odličan rezultat uz najkraće vrijeme. Ostali klasifikatori daju zadovoljavajuće rezultate osim *Naivnog Bajevog klasifikatora* i *Logističke regresije* kojoj treba previše vremena za obradu.

V. REFERENCE

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning
- [2] <https://towardsdatascience.com/machine-learning-classifiers-a5cc4e1b0623>