

# Prepoznavanje novčanica

## Bojan Vujić RA170/2017

### MOTIVACIJA

Plaćanje papirnim novcem je jedan od najrasprostranjenijih vidova plaćanja na svetu. Prepoznavanje papirnih novčanica sa slike može naći mnogobrojne primene u praksi. Neke od primena su: pomoć slepim osobama pri kupovini, detekcija novčanica u prtljazima putnika na graničnim prelazima u cilju sprečavanja prenošenja ilegalno stečenog novca, softver se može ugraditi i u mašine za brojanje novčanica.

### SKUP PODATAKA

Skup podataka je ručno pravljen. Sve fotografije su uslikane kamerom mobilnog telefona. Skup podataka čine fotografije novčanica uslikane na različitim pozadinama, u različitim uslovima osvetljenosti, novčanice su postavljene pod različitim uglovima...

Fotografije su razvrstane po folderima čiji nazivi predstavljaju klasu kojoj novčanica pripada. Kada su u pitanju fotografije koje sadrže više novčanica, labeliranje podataka je vršeno ručno, tako što je u csv fajlu zapisan naziv fotografije i zatim slede klase novčanica koje se nalaze na fotografiji.

5e	2/21/2021 6:47 PM	File folder
10d	2/19/2021 1:28 AM	File folder
10e	2/21/2021 6:42 PM	File folder
20d	2/21/2021 6:48 PM	File folder
20e	2/21/2021 6:48 PM	File folder
50d	2/19/2021 1:14 AM	File folder
50e	2/21/2021 6:39 PM	File folder
100d	2/21/2021 6:49 PM	File folder
100e	2/26/2021 5:41 PM	File folder
200d	2/19/2021 1:30 AM	File folder
200e	2/19/2021 12:52 AM	File folder
500d	2/19/2021 1:25 AM	File folder
500e	2/21/2021 6:50 PM	File folder
1000d	2/19/2021 1:38 AM	File folder
2000d	2/26/2021 6:37 PM	File folder

	A	B	C	D
1	20210207_005704.jpg	20e	50e	100e
2	20210207_005719.jpg	20e	50e	100e
3	20210207_005731.jpg	50e	20e	100e
4	20210218_194715.jpg	500d	1000d	2000d

### PRISTUPI REŠAVANJA PROBLEMA

Za rešavanje projektnog zadatka korišćena su dva pristupa. Prvi pristup predstavlja upotreba **SIFT** (Scale invariant feature transform) algoritma za izdvajanje feature-a i upotreba **KNN** klasifikatora. Drugi pristup predstavlja upotreba **CNN** (Convolutional neural network)

### SIFT + KNN

Preprocesiranje pojedinačne fotografije podrazumeva izdvajanje novčanica sa fotografija. Naredni koraci preprocesiranja primenjeni su na fotografije trening i test skupa podataka:

1. Fotografija se pretvori u grayscale.
2. Grayscale fotografija se pretvori u binarnu.
3. Dobijena binarna fotografija se invertuje.
4. Vrš se izdvajanje onog dela fotografije na kojem se nalazi novčanica.
5. Ovako dobijena fotografija se ponovo pretvori u grayscale i zatim se primenjuje **SIFT** algoritam za izdvajanje feature-a

Ovim koracima se eliminiše faktor pozadine fotografije u cilju da se **SIFT** algoritmu da što "čistija" fotografija kako bi bile izdvojene samo one osobine koje pripadaju samoj novčanici. Za fotografije na kojima se nalazi više novčanica primenjen je **watershed** algoritam kako bi se razdvojili regioni (novčanice) koji se preklapaju.

Za svaku detektovanu novčanicu trening i test skupa računaju se **deskriptori** (descriptors) i **ključne tačke** (keypoints) i vrši se upoređivanje deskriptora svake trening fotografije sa svakom test fotografijom. Test fotografija čiji deskriptori imaju najviše sličnosti sa deskriptorima trening fotografije predstavlja rezultat predikcije.

### Problematične situacije

Primećeno je da ovakav pristup rešavanja problema ne radi baš najbolje kada su u pitanju zamućene fotografije.



U slučaju prve fotografije stvarna klasa je 100e, a prediktovana 2000d. Kod druge fotografije je stvarna klasa 5e, a prediktovana 50e.

### Mane

Kako **KNN** spada u grupu lazy algoritama za klasifikaciju, mana ovog pristupa je velika vremenska kompleksnost. Ovaj problem se može rešiti upotrebom drugih klasifikatora, kao što je recimo **SVM**.

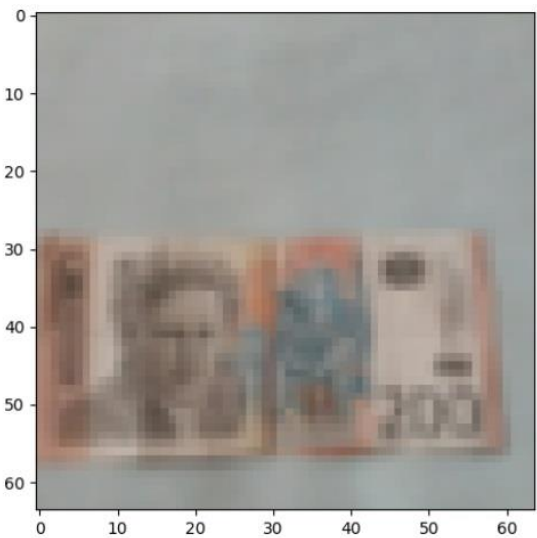
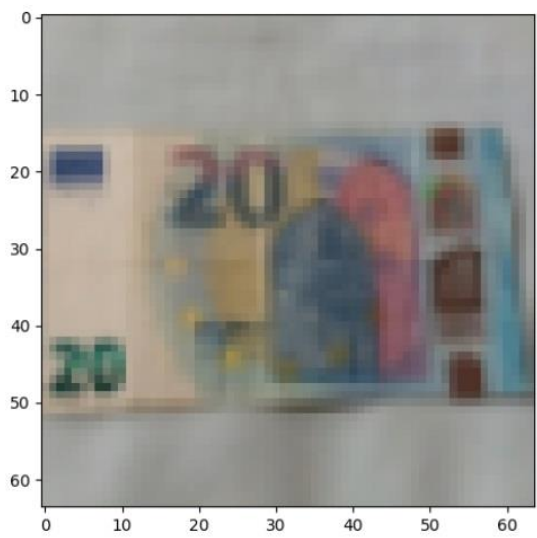
### Rezultati

U ovom pristupu korišćena je accuracy metrika. Postignuta je tačnost od **91.49%**

### CNN

Preprocesiranje fotografije kod ovog pristupa podrazumeva promenu njene veličine. Nakon ovog koraka svaka fotografija je dimenzija 64x64 piksela. Konvolutivna neuronska mreža ima 10 slojeva, od toga je 9 skrivenih i 1 izlazni.

Skup podataka je ručno pravljen i sam po sebi ne sadrži dovoljnu količinu trening fotografija. Kako bi se trening skup dodatno proširio korišćena je tehnika augmentacije podataka. Augmentacija podataka se vrši u dva prolaza. U prvom prolazu se na svaku fotografiju trening skupa primenjuje flipovanje, zumiranje, rotacija i translacija. U drugom prolazu se za svaku fotografiju dobijenu prvim prolazom ponovo vrše navedene transformacije.



### Problematične situacije

Primećeno je da kod ovog pristupa rešavanja problema CNN gotovo svaku fotografiju sa žutom pozadinom svrsta u klasu 200e.

### Rezultati

Kao i u prethodnom pristupu i ovde je korišćena accuracy metrika. Kod ovog pristupa na žalost rezultati nisu tako dobri. Postignuta tačnost iznosi svega **42.49%**. Neka od mogućih unapređenja su korišćenje većeg trening skupa ili korišćenje nekog pretreniranog modela.