

# Detekcija sigurnosnih atributa prometnica u snimkama

Ivan Relić

13. srpnja 2017.

# Uvod

- ▶ iRAP – međunarodna organizacija za inspekciju kvalitete cesta
- ▶ ocjena kvalitete ceste na temelju sigurnosnih atributa (pripajanja, ograničenja brzine, osvjetljenje, broj traka, objekti pored ceste...)
- ▶ zamjena procesa ručnog dodjeljivanja atributa strojnim
- ▶ FTTS iRAP – snimke engleskih autocesta s oznakama sigurnosnih atributa

# Zadatak

- ▶ detektiranje atributa “pripajanje trakova”



- ▶ dva skupa podataka:
  - ▶ skup podataka s diskriminativnim oznakama
  - ▶ skup podataka s oznakama iz sustava FTTS iRAP

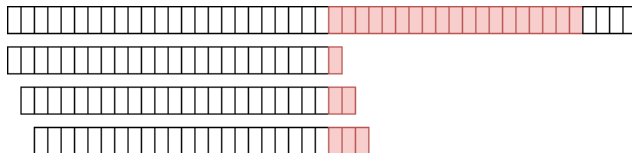
## Skup podataka s diskriminativnim oznakama



- ▶ raspodjela po podskupovima:
  - ▶ učenje – 1796 slika
  - ▶ validacija – 626 slika
  - ▶ testiranje – 594 slike
- ▶ rezolucije:
  - ▶ 700x280
  - ▶ 525x210
  - ▶ 350x140
  - ▶ 175x70

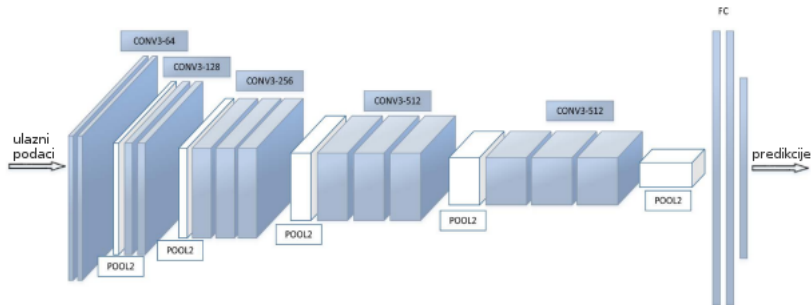


## Skup podataka s oznakama iz sustava FTTS iRAP



- ▶ generiran automatiziranim postupkom – georeferencirane videosnimke, geolokacije pripajanja
- ▶ svakoj slici pridružena geolokacija
- ▶ pojedinačne slike + sekvence duljine 25 slika
- ▶ pojedinačne slike rezolucije 700x280
- ▶ sekvence slika rezolucije 350x140
- ▶ raspodjela po podskupovima:
  - ▶ učenje – 7554 sekvenci
  - ▶ validacija – 1720 sekvenci
  - ▶ testiranje – 1642 sekvenci

# Korištene arhitekture



- ▶ zasnovane na prednaučenoj arhitekturi VGG-16 namijenjenoj za klasifikaciju slika
- ▶ uklonjeni posljednji potpuno povezani slojevi

## Arhitektura za klasifikaciju pojedinačnih slika

- ▶ izlazi prednjeg dijela prednaučene arhitekture VGG-16 obrađuju se sljedećim slojevima:
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 200 (ReLU aktivacijska funkcija, grupna normalizacija, L2 regularizacija)
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 2 (normalizirajuća eksponencijalna aktivacijska funkcija, L2 regularizacija)
- ▶ eksperimenti na slikama s diskriminativnim oznakama i na pojedinačnim slikama s oznakama iz sustava FTTS iRAP

## Arhitektura za klasifikaciju sekvenci korištenjem vremensko-prostornog sažimanja

- ▶ za svaku sliku sekvence izračunavaju se izlazi prednjeg dijela prednaučene arhitekture VGG-16
- ▶ dobiveni izlazi pretvaraju se u tenzor dimenzija  $25 \times 20480$  i obrađuju se sljedećim slojevima:
  - ▶ sloj za sažimanje maksimalnom vrijednošću  $2 \times 2$  – sažimanje značajki bliskih vremenski i prostorno
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 200 (ReLU aktivacijska funkcija, grupna normalizacija, L2 regularizacija)
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 2 (normalizirajuća eksponencijalna aktivacijska funkcija, L2 regularizacija)



# Arhitektura za klasifikaciju sekvenci korištenjem LSTM ćelija

- ▶ za svaku sliku sekvence izračunavaju se izlazi prednjeg dijela prednaučene arhitekture VGG-16
- ▶ dobivena izlazna sekvencija se zatim obrađuje s nekoliko slojeva LSTM ćelija kako slijedi:
  - ▶ LSTM sloj sa stanjem dimenzionalnosti 128
  - ▶ LSTM sloj sa stanjem dimenzionalnosti 64
  - ▶ LSTM sloj sa stanjem dimenzionalnosti 32
- ▶ izlaz posljednjeg LSTM sloja u posljednjem vremenskom trenutku se dalje obrađuje sljedećim slojem:
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 2 (normalizirajuća eksponencijalna aktivacijska funkcija, L2 regularizacija)

## Arhitektura za klasifikaciju sekvenci korištenjem vremenskog potpuno povezanog sloja

- ▶ za svaku sliku sekvence izračunavaju se izlazi prednjeg dijela prednaučene arhitekture VGG-16
- ▶ izlaz svake pojedine slike obrađuje se sljedećim slojem:
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 64 (ReLU aktivacijska funkcija, grupna normalizacija, L2 regularizacija)
- ▶ dobiveni izlazi pretvaraju se u tenzor dimenzija 25x64 i obrađuju se sljedećim slojevima:
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 64 (ReLU aktivacijska funkcija, grupna normalizacija, L2 regularizacija)
  - ▶ potpuno povezani sloj dimenzionalnosti 2 (normalizirajuća eksponencijalna aktivacijska funkcija, L2 regularizacija)

## Rezultati na slikama s diskriminativnim oznakama

- ▶ različite rezolucije ulaznih slika
- ▶ eksperiment proveden za pronalaženje najniže rezolucije na kojoj su performanse zadovoljavajuće

Tablica: Rezultati na podskupu za testiranje

rezolucija slika	točnost	preciznost	odziv	prosječna preciznost
700x280	0.93	0.88	1.0	0.99
525x210	0.98	0.97	0.99	1.0
350x140	0.98	0.96	0.99	0.99
175x70	0.87	0.84	0.90	0.92

## Rezultati na pojedinačnim slikama s oznakama iz sustava FTTS iRAP

- rezolucija ulaznih slika 700x280

Tablica: Rezultati

	točnost	preciznost	odziv	prosječna preciznost
učenje	0.95	0.94	0.96	0.99
validacija	0.88	0.92	0.83	0.93
testiranje	0.83	0.87	0.77	0.91

- lošiji rezultati u odnosu na slike s diskriminativnim oznakama

## Rezultati na sekvencama slika s oznakama iz sustava FTTS iRAP

- ▶ rezolucija ulaznih slika 350x140
- ▶ arhitektura koja koristi vremensko-prostorno sažimanje

Tablica: Rezultati

	točnost	preciznost	odziv	prosječna preciznost
učenje	0.91	0.96	0.85	0.97
validacija	0.89	0.96	0.82	0.95
testiranje	0.80	0.93	0.65	0.91

- ▶ nema poboljšanja u odnosu na pojedinačne slike

## Rezultati na sekvencama slika s oznakama iz sustava FTTS iRAP

- ▶ rezolucija ulaznih slika 350x140
- ▶ arhitektura koja koristi LSTM slojeve

Tablica: Rezultati

	točnost	preciznost	odziv	prosječna preciznost
učenje	0.98	0.98	0.99	0.99
validacija	0.90	0.94	0.85	0.94
testiranje	0.86	0.88	0.82	0.93

- ▶ poboljšanje u odnosu na pojedinačne slike

## Rezultati na sekvencama slika s oznakama iz sustava FTTS iRAP

- ▶ rezolucija ulaznih slika 350x140
- ▶ arhitektura koja koristi vremenski potpuno povezani sloj

Tablica: Rezultati

	točnost	preciznost	odziv	prosječna preciznost
učenje	0.99	0.99	1.0	1.0
validacija	0.89	0.99	0.79	0.96
testiranje	0.86	0.96	0.74	0.94

- ▶ najveće poboljšanje u odnosu na pojedinačne slike

## Analiza pogrešaka i detekcija krivih oznaka

- ▶ evaluacija koristeći model koji koristi vremenski potpuno povezani sloj
- ▶ većina krivih detekcija su lažni negativni – 89%
- ▶ analiza geolokacija krivih detekcija – atribut pripajanja pridružen drugom traku
- ▶ skup podataka kontaminiran krivim oznakama





# Zaključak

- ▶ zadovoljavajuće performanse s obzirom na kontaminiranost skupa podataka
- ▶ koristeći geolokacije validirati oznake i generirati novi, pročišćeni skup podataka
- ▶ rjeđe uzorkovane, dulje sekvence slika
- ▶ modernije arhitekture

# Hvala na pažnji!