

# Detekcija sigurnosnih atributa prometnica u snimkama

Ivan Relić

14. 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

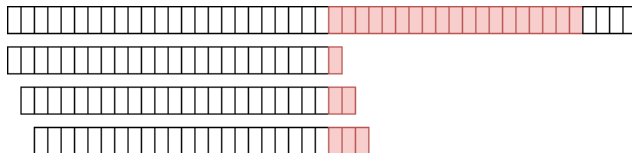
## Skup podataka s diskriminativnim oznakama



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

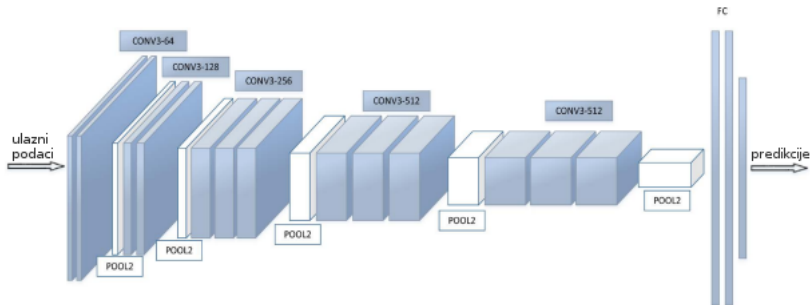


## Skup podataka s oznakama iz sustava FTTS iRAP



- ▶ 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 klasifikaciji 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 sekvenca 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 pogrešnih predikcija su lažni negativni – 91%
- ▶ analiza geolokacija krivih predikcija – 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!