

# Poboljšanje performanse kaskade boostanih Haarovih klasifikatora dodatnim ispitivanjem detekcijskih odziva

---

---

---

Maja Šverko

mentor: Doc. dr. sc. Siniša Šegvić

# Sadržaj:

- motivacija
- kaskada boostanih Haarovih klasifikatora
- jaki klasifikator u dodatnom stupnju kaskade
- podatci za učenje i ispitivanje
- eksperimentalni rezultati

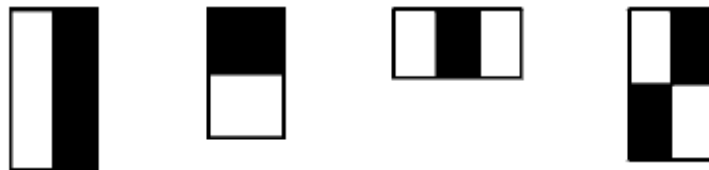
# Motivacija

- automatizirana evaluacija prometne signalizacije
  - znakovi kategorije A - znakovi opasnosti



# Kaskada boostanih Haarovih klasifikatora

- binarni klasifikator za detekciju objekata primijenjen nad detekcijskim oknom
- Haarovi klasifikatori
  - temelje se na Haarovim značajkama
    - zbroj piksela unutar bijelih pravokutnika - zbroj piksela unutar crnih pravokutnika

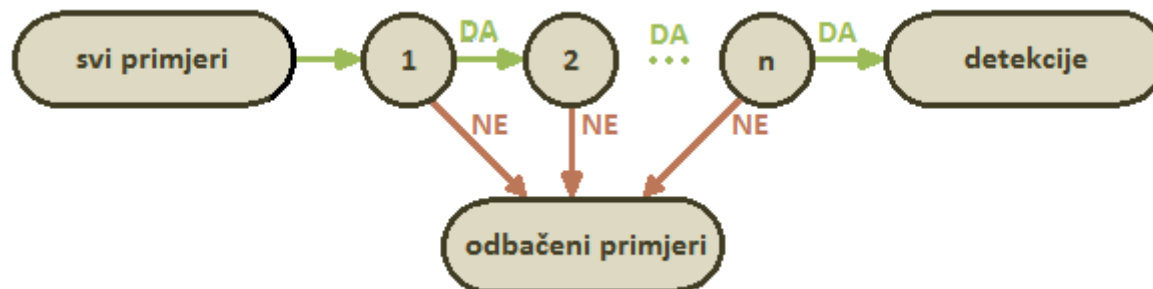


# Kaskada boostanih Haarovih klasifikatora

- boosting
  - jaki klasifikator od velikog broja slabih Haarovih klasifikatora
    - naglašavanje neispravno klasificiranih primjera
    - smanjivanje težina ispravno klasificiranim primjerima

# Kaskada boostanih Haarovih klasifikatora

- kaskada
  - bolja detekcija uz značajno skraćeno vrijeme obrade
  - početni stupnjevi kaskade:
    - jednostavniji (brži) boostani klasifikatori
  - viši stupnjevi kaskade:
    - kompleksniji boostani klasifikatori



# Kaskada boostanih Haarovih klasifikatora

- veoma dobar odziv
- rad u stvarnom vremenu
- nezadovoljavajuća preciznost
- nepouzdana lokalizacija detekcija

# Kaskada boostanih Haarovih klasifikatora

- Preciznost

$$\text{preciznost} = \frac{\text{ispravne detekcija}}{\text{ispravne detekcija} + \text{neispravne detekcija}}$$

- neispravne detekcije:



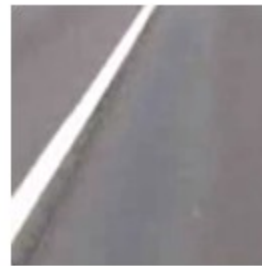
a



b



c



d



e

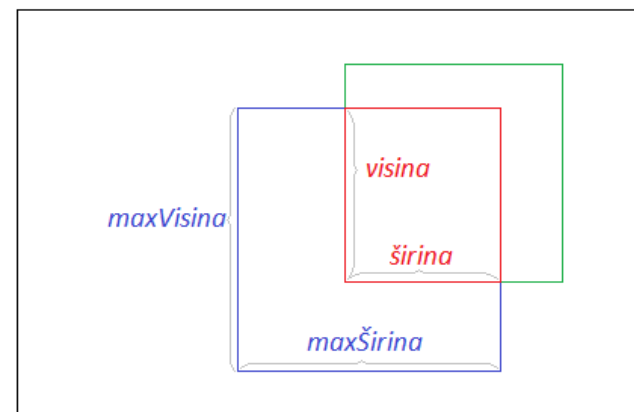


# Kaskada boostanih Haarovih klasifikatora

- Lokalizacijsko odstupanje

$$\text{odstupanje}_{(\text{uz preklapanje})} = 1 - \frac{\text{širina}}{\text{maxŠirina}} \cdot \frac{\text{visina}}{\text{maxVisina}}$$

$$\text{odstupanje}_{(\text{bez preklapanja})} = \sqrt{\left(\frac{x_1 - x_2}{\text{maxŠirina}}\right)^2 + \left(\frac{y_1 - y_2}{\text{maxVisina}}\right)^2}$$



a



b



c

# Jaki klasifikator u dodatnom stupnju kaskade

- smanjenje broja neispravnih i loše lokaliziranih detekcija
  - neuronska mreža
  - svojstveni znakovi (PCA)
    - uz klasifikaciju postupkom najbližeg susjeda (1-NN)
  - Fisherova diskriminantna analiza (LDA)
    - uz klasifikaciju postupkom najbližeg susjeda (1-NN)
  - stroj s potpornim vektorima (SVM)

# Jaki klasifikator u dodatnom stupnju kaskade

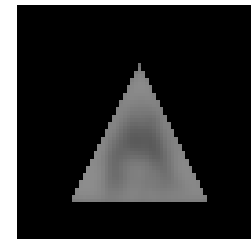
- korištene komponente:
  - Viola Jones
    - komponenta dobivena od mentora (više autora)
  - neuronska mreža
    - komponenta dobivena od mentora  
(autori: Igor Bonači, Ivan Kovaček, Ivan Kušalić)
  - PCA i LDA
    - komponenta dobivena od mentora (više autora)
  - SVM
    - LIBSVM - A Library for Support Vector Machines
  - HOG
    - komponenta dobivena od mentora  
(autori: Igor Bonači, Ivan Kovaček, Ivan Kušalić)

# Podatci za učenje i ispitivanje

- skup slika za učenje T2009
  - 2098 slika
  - 2151 ručno označen znak opasnosti
- skup slika za testiranje T2010
  - 1037 slika
  - 1261 ručno označen znak opasnosti
- slike snimljene iz vozila u pokretu

# Podatci za učenje i ispitivanje

- PCA i LDA:
  - priprema uzoraka za učenje:
    - odbacivanje polovice linija i interpolacija (deinterlacing)
    - promjena veličine na 64x64 piksela
    - pretvorba slike u sivu sliku
    - normalizacija kontrasta
    - izdvajanje područja interesa maskom



# Podatci za učenje i ispitivanje

- PCA i LDA:
  - koraci učenja:

korak	primjeri za učenje	Opis	broj slika
1.	pozitivni	slike izrezanih znakova iz skupa T2009	2151*2
	negativni	slučajno izrezani kvadratni isječki iz slika bez znakova	5349*2
2.	pozitivni	slike izrezanih znakova iz skupa T2009	2151*2
	negativni	neispravne detekcije postupka Viola Jones na skupu T2009	5307*2
3.	pozitivni	slike izrezanih znakova iz skupa T2009	2151*2
	negativni	neispravne detekcije postupka Viola Jones na skupu T2009	3000*2
		loše lokalizirani znakovi postupka Viola Jones na skupu T2009	2302*2

# Podatci za učenje i ispitivanje

- SVM

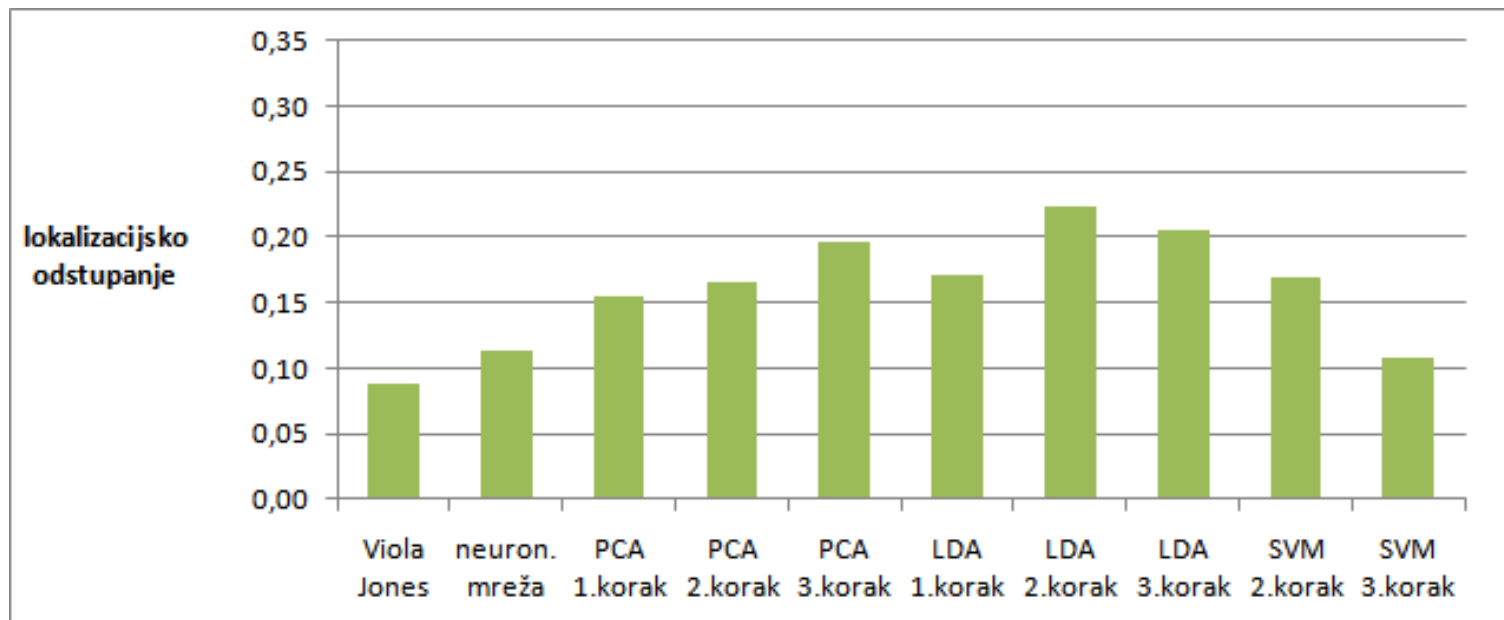
- vektori značajki izlučeni na temelju histograma orijentacije gradijenta

- koraci učenja:

korak	primjeri za učenje	Opis	broj slika
2.	<b>pozitivni</b>	slike izrezanih znakova iz skupa T2009	2151*2
	<b>negativni</b>	neispravne detekcije postupka Viola Jones na skupu T2009	5307*2
3.	<b>pozitivni</b>	slike izrezanih znakova iz skupa T2009	2151*2
	<b>negativni</b>	neispravne detekcije postupka Viola Jones na skupu T2009	3000*2
		loše lokalizirani znakovi postupka Viola Jones na skupu T2009	2302*2

# Eksperimentalni rezultati

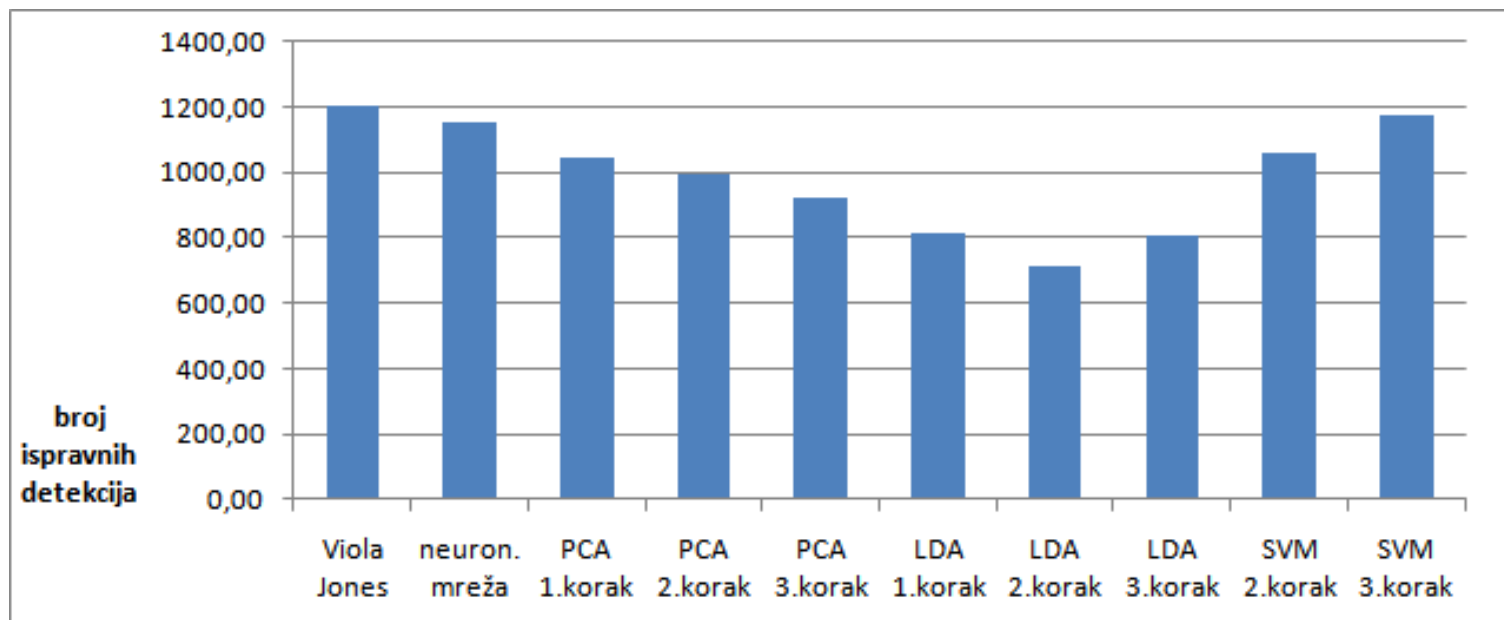
- srednje lokalizacijsko odstupanje
  - (u obzir se uzimaju samo najbolje detekcije)





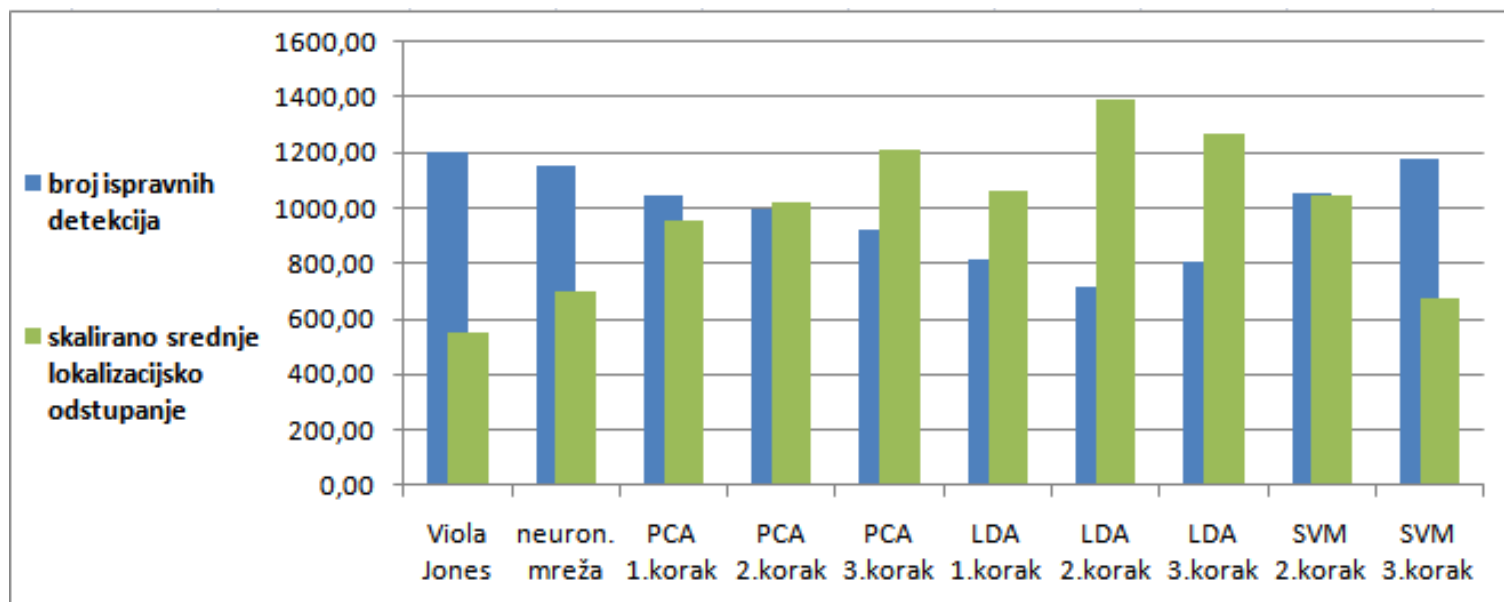
# Eksperimentalni rezultati

- broj ispravnih detekcija
  - (u obzir se uzimaju samo najbolje detekcije)



# Eksperimentalni rezultati

- broj ispravnih detekcija i srednje lokalizacijsko odstupanje
  - (u obzir se uzimaju samo najbolje detekcije)



# Eksperimentalni rezultati

- najbolji jaki klasifikatori:
  - najmanji gubitak ispravnih detekcija
  - najmanje srednje lokalizacijsko odstupanje
- neuronska mreža
- SVM
- ispravna detekcija:
  - ona čije je lokalizacijsko odstupanje manje od praga

# Eksperimentalni rezultati

- neuronska mreža:
  - preciznost: 0,9766
  - smanjeno lokalizacijsko odstupanje
- SVM:
  - veliki broj neispravnih detekcija

algoritam	preciznost	srednje lokalizacijsko odstupanje	detekcija		
			ukupno	ispravnih (tp)	neispravnih (fp)
Viola Jones.	<b>0,6510</b>	<b>0,3067</b>	32007	20837	11170
Viola Jones + SVM	<b>0,8552</b>	<b>0,2866</b>	14363	12283	2080
Viola Jones + neuronska mreža	<b>0,9766</b>	<b>0,2201</b>	11002	10745	257

# Zaključak

- jaki klasifikator u dodatnom stupnju kaskade:
  - gubi se određen broj najboljih detekcija
- ispravna detekcija: detekcija s lokalizacijskim odstupanjem  $< 0,75$ 
  - neuronska mreža:
    - preciznost 0,9766
    - pad lokalizacijskog odstupanja
    - odbačeno gotovo 98 posto neispravnih detekcija
    - gubitak od samo 4% ispravnih detekcija

Hvala na pažnji