

Hardverska implementacija Viola-Jones algoritma

Diplomski rad

Risto Pejašinović

Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu

Oktobar 2019

Sadržaj

1 Viola-Jones

- Uvod
- Integralna slika
- HAAR obležja
- Ada Boost
- Kaskadni Klasifikator
- Skaliranje slike
- Osetljivost na osvetljaj i rotaciju

2 OpenCV

3 Specifikacije za izvršavanje

4 Arhitektura hardvera

- rd_addrngen
- Generator integralne slike
- Frame Buffer
- Računanje standardne devijacije
- Memorija obeležja

Viola-Jones Algoritam

Algoritam za detekciju objekata na slici.

- Paul Viola, Michael Jones 2001.
- Najčešće korišćen za detekciju lica.
- Mobilni telefoni, digitalni fotoaparati.

Viola-Jones Algoritam

Tri ključne stvari.

- Integralna slika.
- AdaBoost.
- Kaskadni Klasifikator.

Integralna slika

Piksel integralne slike predstavlja zbir svih piksela koji se nalaze gore i levo na originalnoj slici.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Ulazna slika

1	2	3
2	4	6
3	6	9

Integralna slika

Integralna slika

Računanje bilo koje površine u konstantnom vremenu.
2 oduzimanja i jedno sabiranje. Potrebne samo ivice.

Originalna

5	2	3	4	1
1	5	4	2	3
2	2	1	3	4
3	5	6	4	5
4	1	3	2	6

$$\begin{aligned} &5 + 4 + 2 + \\ &2 + 1 + 3 = 17 \end{aligned}$$

Integralna

5	7	10	14	15
6	13	20	26	30
8	17	25	34	42
11	25	39	52	65
15	30	47	62	81

$$\begin{aligned} &(D) - (B) - (C) + (A) = S \\ &34 - 14 - 8 + 5 = 17 \end{aligned}$$

HAAR obeležja

- Ciljaju karakteristike objekta
- Pravougaona obeležja.
- 2 ili 3 pravougaonika i težina.
- Tipične dimenzije prozora 24x24.
- Oko 160,000 mogućih obeležja.

Tip 1



Tip 2



Tip 3



Tip 4



Tip 5



HAAR obeležja, Ciljaju karakteristike objekta

Čelo svetlije od očiju.
Nos svetliji od očiju.

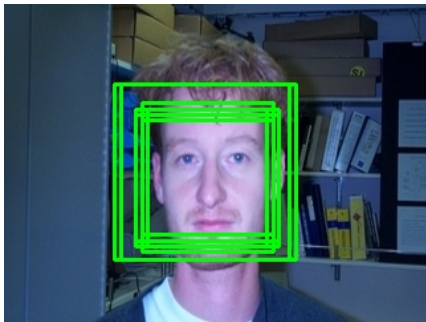


Ada Boost

- Mašinsko učenje.
- 160,000 obeležja.
- Ponavljaju se, nisu sva korisna.
- Weak Learner 50% +
- Kombinacijom Strong Classifier

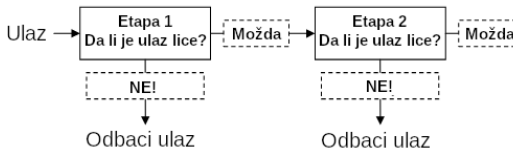
Kaskadni Klasifikator

- 2913 obeležja u modelu.
- Veliki deo slike pozadina.



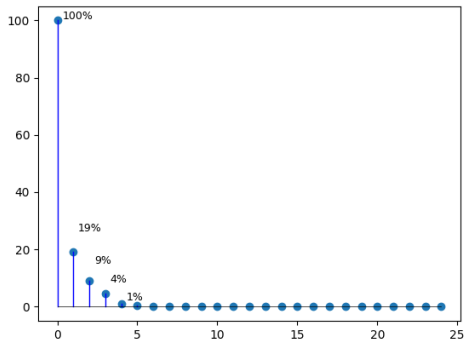
Kaskadni Klasifikator

- 2913 obeležja u modelu.
- Veliki deo slike pozadina.
- Ranije odbacivanje pozadine.
- 2913 klasifikatora u 25 etapa.



Kaskadni Klasifikator

- 2913 obeležja u modelu.
- Veliki deo slike pozadina.
- Ranije odbacivanje pozadine.
- 2913 klasifikatora u 25 etapa.
- Posle pete etape odbačeno 99%.



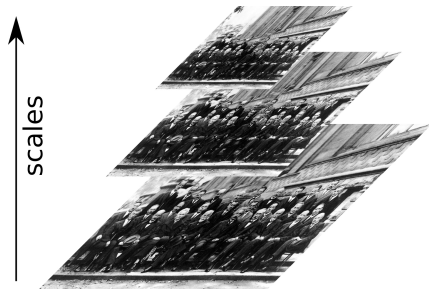
Skaliranje slike

- Objekti različite veličine.



Skaliranje slike

- Objekti različite veličine.
- Piramida skaliranih slika.



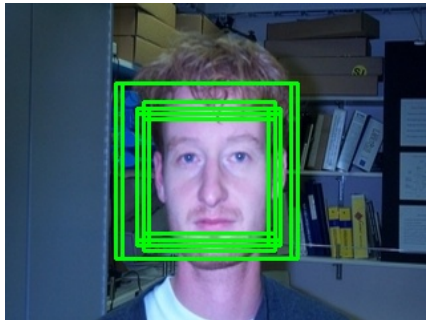
Osetljivost na osvetljaj i rotaciju

- Osetljiv na osvetljaj.



Osetljivost na osvetljaj i rotaciju

- Osetljiv na osvetljaj.
- I na rotaciju.



Osetljivost na osvetljaj i rotaciju

- Osetljiv na osvetljaj.
- I na rotaciju.

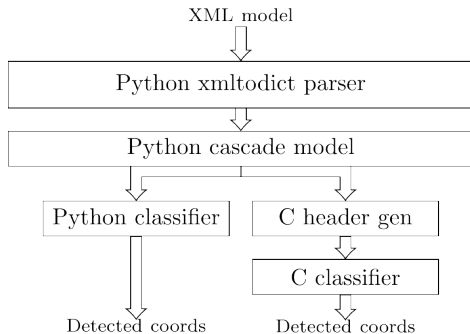


OpenCV

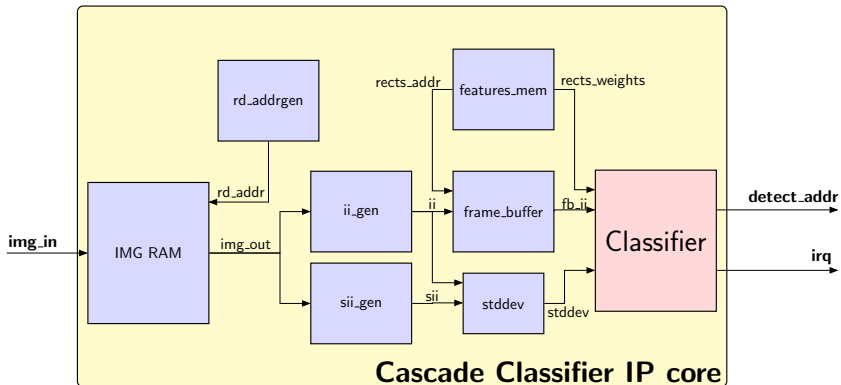
- Istrenirani modeli (.xml fajl).
- Alat za treniranje.
- Implementacija klasifikatora.

Specifikacije za izvršavanje

- Python XML parser.
- Python klasa klasifikatora.
- Python klasifikator.
- C++ Header model fajl.
- C++ klasifikator.

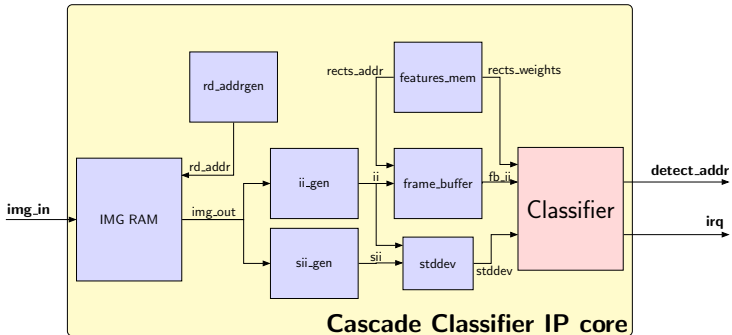


Arhitektura hardvera



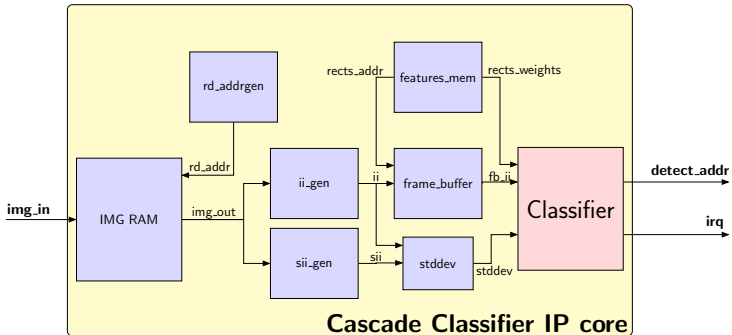
Interfejsi

- **img_in** ulazna slika.
- **detect_addr** detektovane koordinate.
- **irq** interapt signal, zavšetak slike.



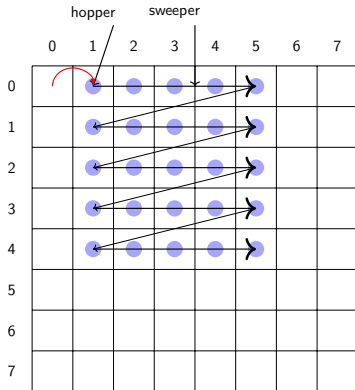
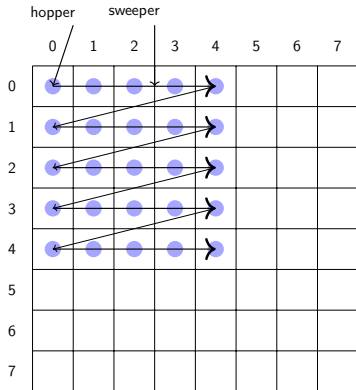
IMG RAM

- RAM memorija, za skladištenje slike.
- Ušteda pristupa eksternoj memoriji.



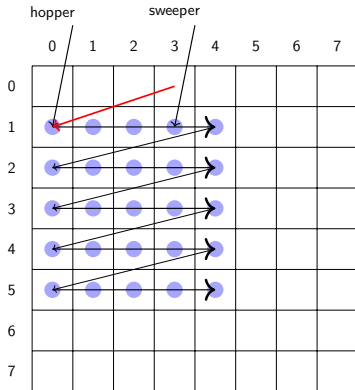
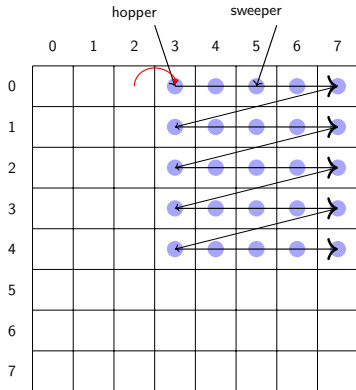
rd_addrgen

- Generiše adrese za čitanje iz IMG RAM.



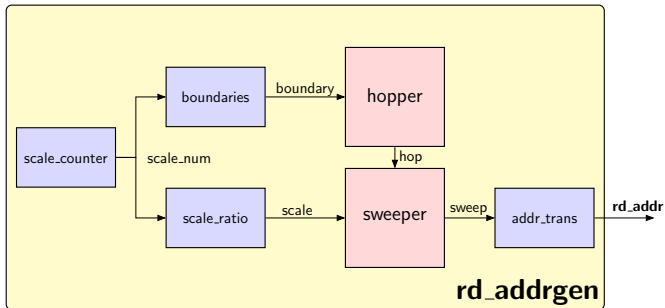
rd_addrngen

- Generiše adrese za čitanje iz IMG RAM.



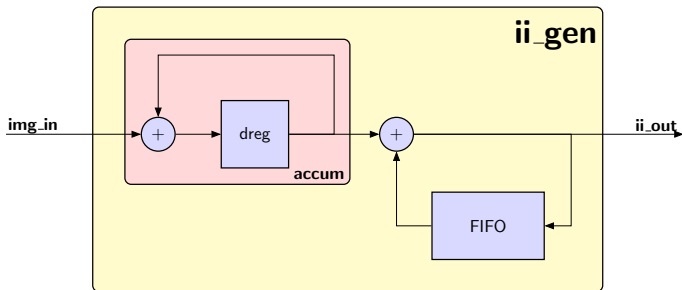
rd_addrgen

- Hopper, sweeper.
- Skaliranje, granice.
- Transliranje adrese.



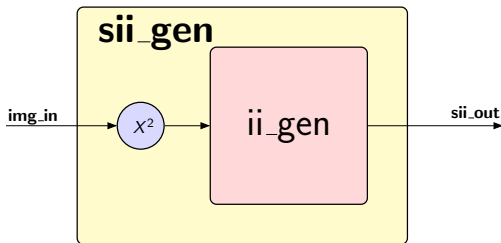
ii_gen

- Sekvencijalni generator integralne slike.



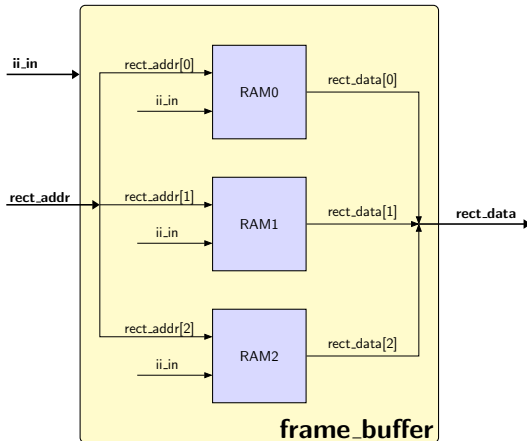
sii_gen

- Za računanje stanadardne devijacije.



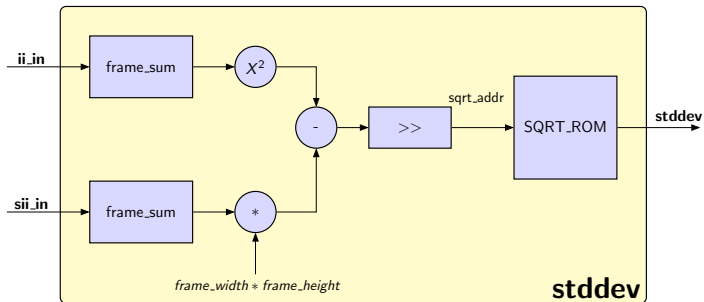
frame_buffer

- Skladištenje integralne slike.
- 3 porta za čitanje.



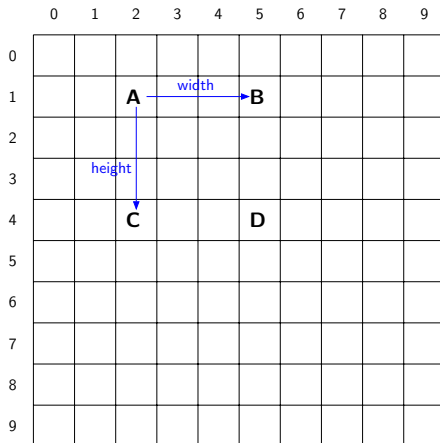
stddev

- Korekcija osetljivosti na osvetljaj.

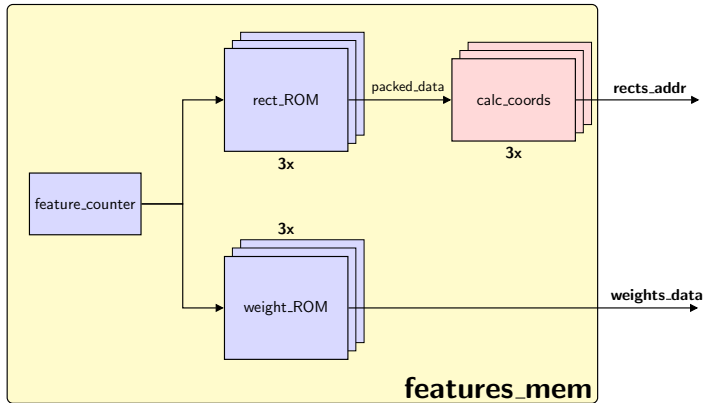


features_mem

- Pravougaonik se može predstaviti jednom tačkom, širinom i visinom.



- Pravougaonik se može predstaviti jednom tačkom, širinom i visinom.
- Po 1 RAM za svaki pravougaonik i za težine.



Classifier

- 4 memorije.
- 3 pravougaonika u paraleli.
- Pragovi za obeležje i etapu.
- Povratne vrednosti obeležja.
- Korekcija standardnom devijacijom.
- Lokalni reset.

