

Hardverska implementacija Viola-Jones algoritma

Diplomski rad

Risto Pejašinović

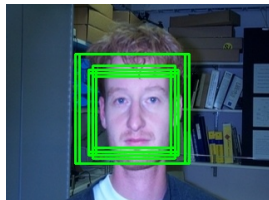
Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu

Oktobar 2019

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

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

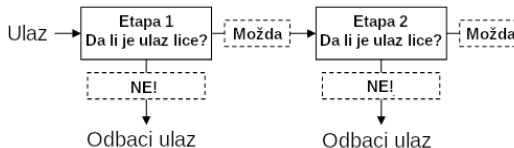


Ada Boost

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

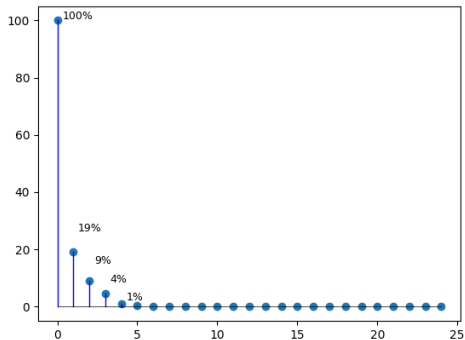
Kaskadni Klasifikator

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



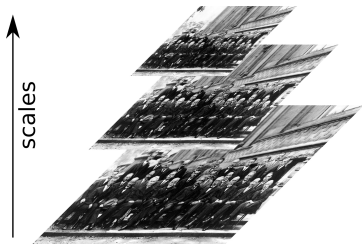
Kaskadni Klasifikator

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



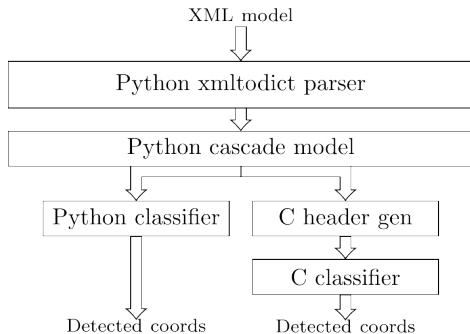
Skaliranje slike

- Objekti različite veličine.
- Piramida skaliranih slika.



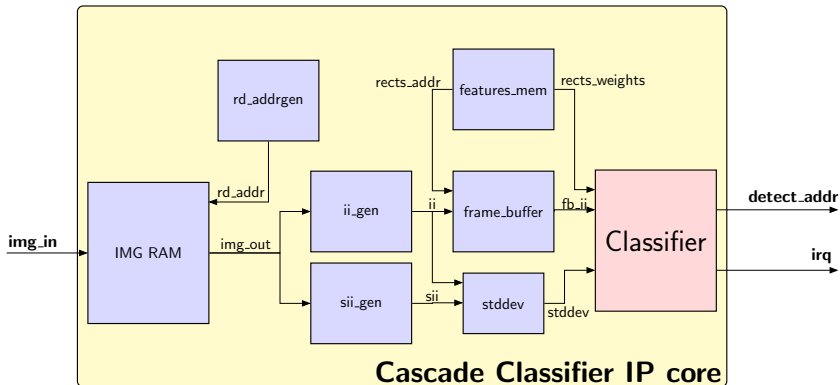
Specifikacije za izvršavanje

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



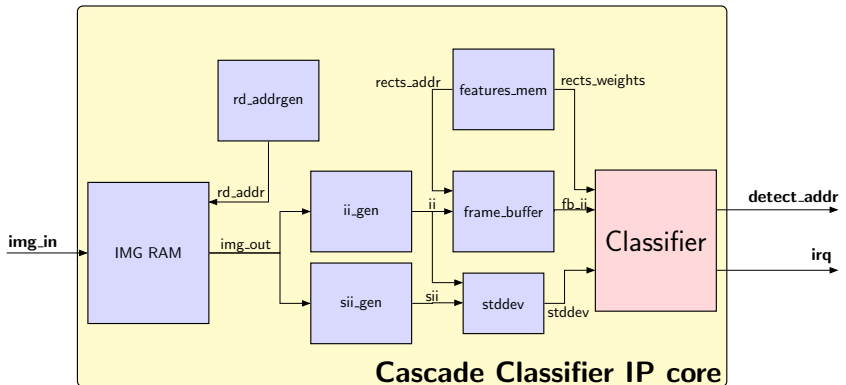
Arhitektura hardvera, Interfejsi

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



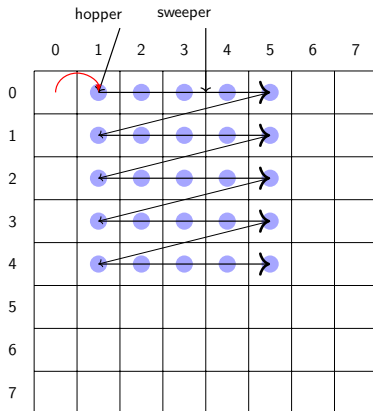
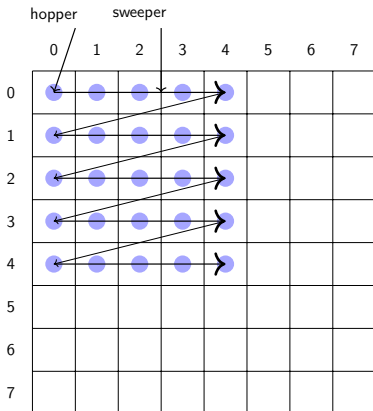
IMG RAM

- RAM memorija za skladištenje slike.
- Ušteta pristupa eksternoj memoriji.



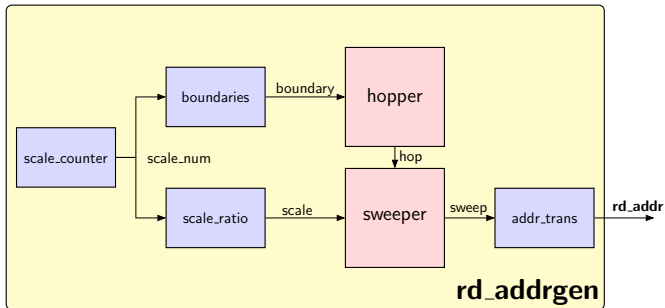
rd_addrngen

- Generiše adrese za čitanje iz IMG RAM.

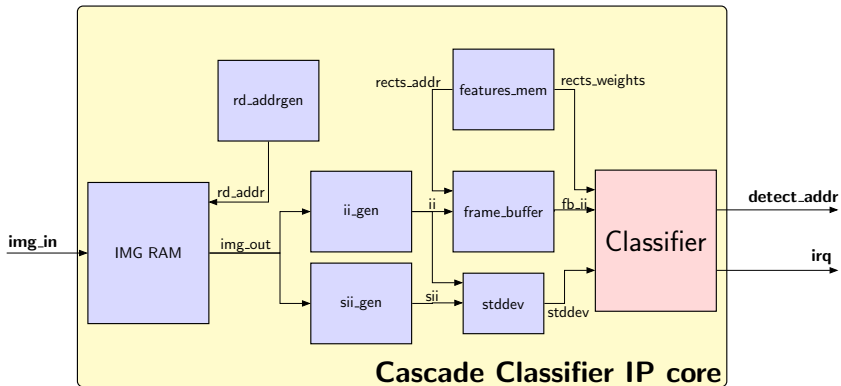


rd_addrgen

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

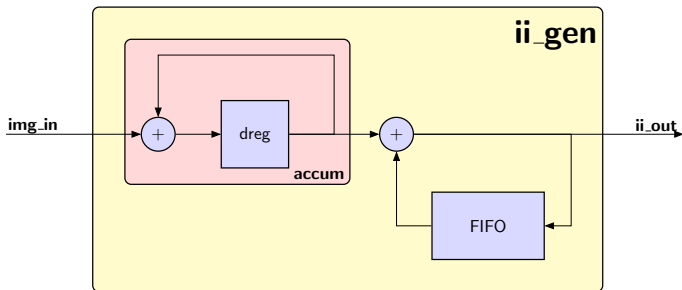


Arhitektura hardvera



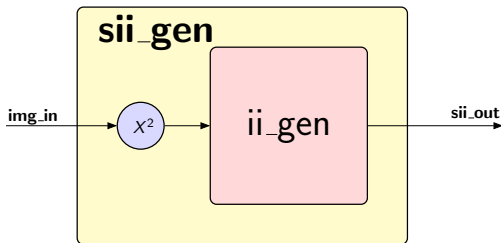
ii_gen

- Sekvencijalni generator integralne slike.

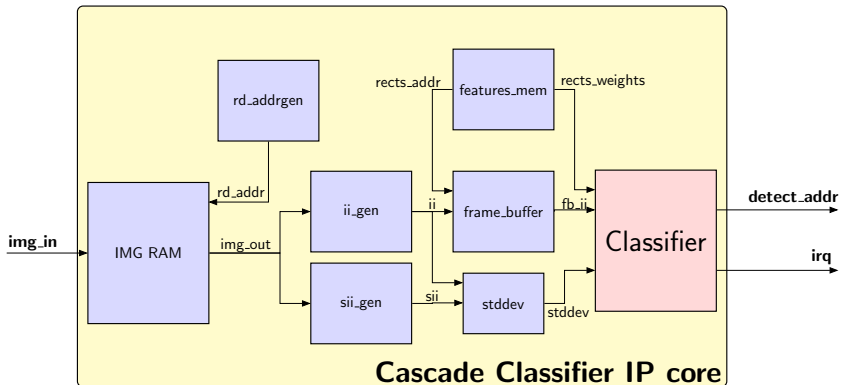


sii_gen

- Za računanje stanadardne devijacije.

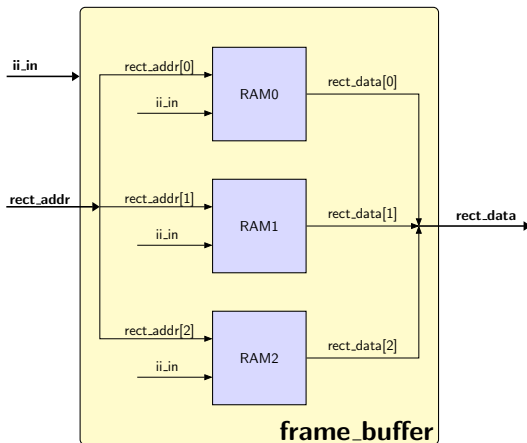


Arhitektura hardvera

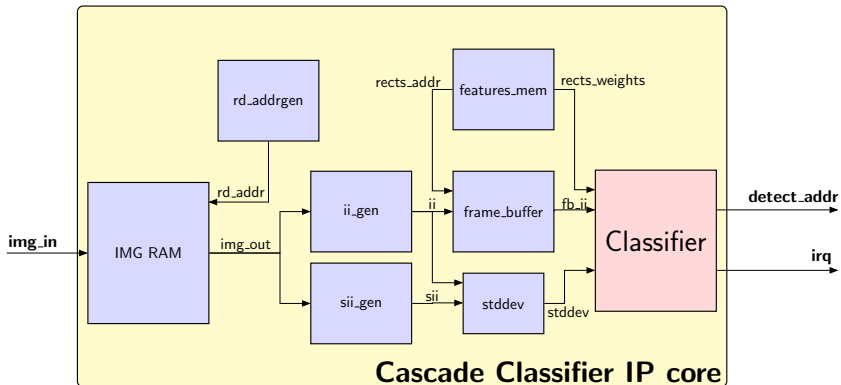


frame_buffer

- Skladištenje integralne slike.
- 3 porta za čitanje.

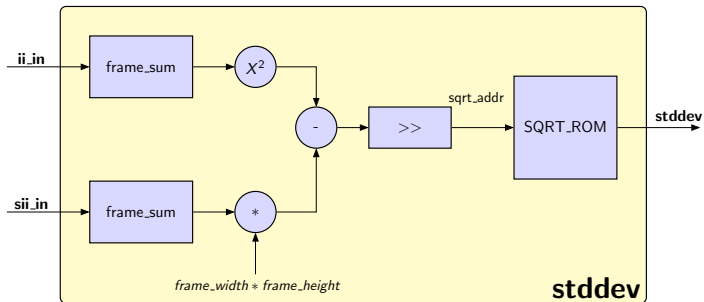


Arhitektura hardvera

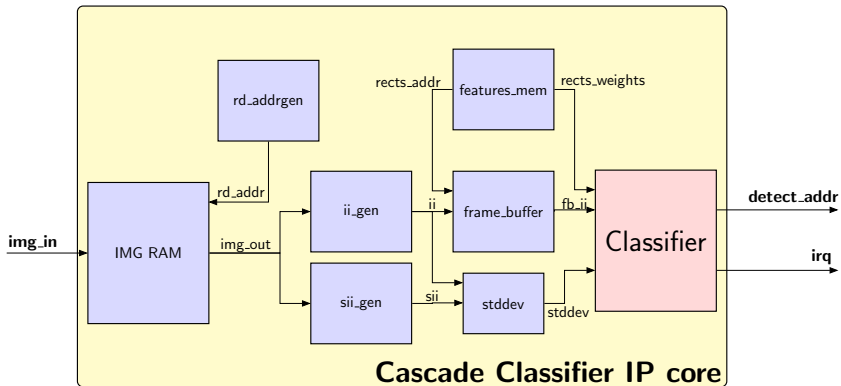


stddev

- Korekcija osetljivosti na osvetljaj.

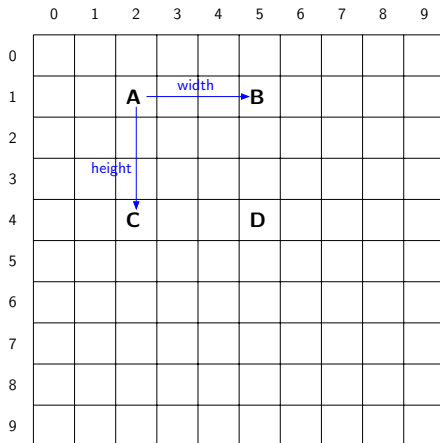


Arhitektura hardvera

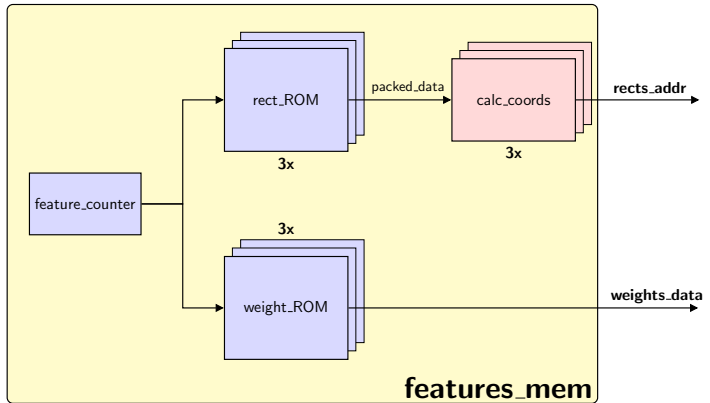


features_mem

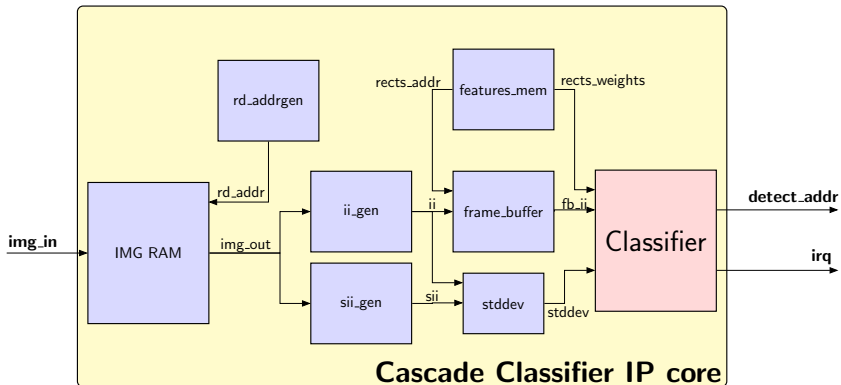
- Pravougaonik se može predstaviti jednom tačkom, širinom i visinom.



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

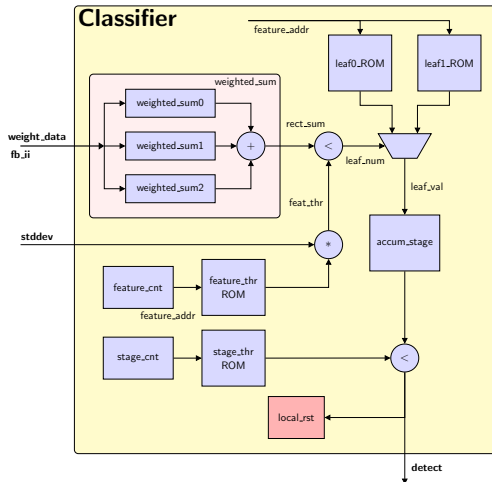


Arhitektura hardvera



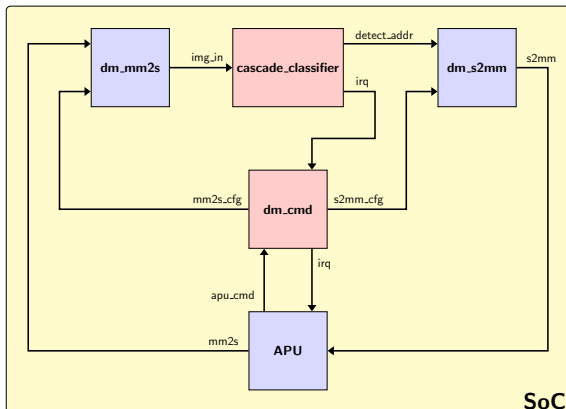
Classifier

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



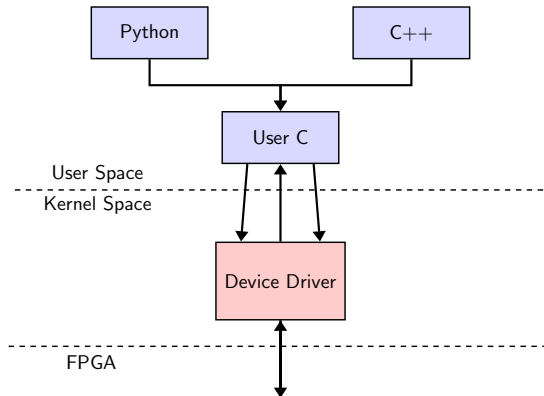
Integracija sa Zynq SoC sistemom

■ dm_cmd AXI LITE za komande



Softver procesora

- Driver ima mmap, read, write operacije.
- Korisnička aplikacija u dva nivoa.



Rezultati implementacije sistema

Hardverski resursi PyGears

Name	LUT	FF	BRAM	DSP
Cascade Classifier	2,621	2,496	43.5	7
Total	10,664	14,277	56	7

Hardverski resursi SystemVerilog

Name	LUT	FF	BRAM	DSP
Cascade Classifier	1,692	2,072	41	7
Total	9,735	13,853	53.5	7

Performanse sistema

- Slika 240x320.
- Zynq 7020 frekvencija 100 MHz
- 4.5 puta sporije od OpenCV implementacije

Platform	OpenCV Scaling Auto	OpenCV Scaling Fixed	C++ Spec	IP Core
Zynq	571 ms	205 ms	3593 ms	926 ms
Thinkpad	28 ms	10.3 ms	194 ms	N/A
Ryzen	22.8 ms	9.7 ms	192 ms	N/A

Hvala na pažnji!