

# Hardverska implementacija Viola-Jones algoritma

Risto Pejašinović

# Sadržaj

<b>1</b>	<b>Viola-Jones algoritam</b>	<b>3</b>
1.1	Uvod . . . . .	3
1.2	Integralna slika . . . . .	3

# 1 Viola-Jones algoritam

## 1.1 Uvod

Namena algoritma je detekcija i lokalizacija objekata na slici. Osmišljen od strane Paul Viola i Michael Jones 2001. godine [1].

Dugo godina je zbog brze i pouzdane detekcije bio standardan način detekcije lica na slici. I danas je prisutan u velikom broju mobilnih telefona i digitalnih kamera, ali danas postaje polako zamenjen konvolucionim neuronskim mrežama.

Pouzdanost i brzina su postignuti uvođenjem tri ključna doprinosa:

- **Integralna slika** omogućava brzo izračunavanje obeležja.
- **AdaBoost** algoritam za učenje, odabiranjem obeležja povećava brzinu i pouzdanost detekcije.
- **Kaskadni klasifikator** Realizovanjem algoritma u kaskadama omogućava brzo odbacivanje pozadine slike kako je mala verovatnoća da će se tu naći lice.

## 1.2 Integralna slika

Kao jedan od ključnih delova algoritma, integralna slika omogućava izračunavanje površine svakog pravougana obeležja u konstantnom vremenu.

Intenzitet piksela u integralnoj slici na poziciji x,y je zbir svih piksela koji se nalaze gore i levo od pozicije x,y.

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y') \quad (1)$$

Gde je ii(x,y) integralna slika, a i(x,y) originalna slika.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Ulazna slika

1	2	3
2	4	6
3	6	9

Integralna slika

Slika 1: Primer integralne slike

Piksele integralne slike je moguće računati u paraleli, ili sekvencijalno. Izbor algoritma za računanje integralne slike značajno utiče na performanse i potrebne hardverske resurse.

U paralelnoj implementaciji cena je više pristupa memoriji i više potrebnih sabirača,

dok je kod sekvencijalne implementacije manja brzina.

Osobina koja integralnu sliku čini pogodnu za korišćenje u Viola-Jones algoritmu je da je za računanje bilo koje pravougaone površine unutar integralne slike potrebno 2 sabiranja i 2 oduzimanja.

Originalna					Integralna				
5	2	3	4	1	5	7	10	14	15
1	5	4	2	3	6	13	20	26	30
2	2	1	3	4	8	17	25	34	42
3	5	6	4	5	11	25	39	52	65
4	1	3	2	6	15	30	47	62	81

  

$5 + 4 + 2 + 2 + 1 + 3 = 17$					$(D) - (B) - (C) + (A) = S$ $34 - 14 - 8 + 5 = 17$				
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Slika 2: Primer računanja površine pravougaonika [2]

Na slici (2) je prikazano računanje površine pravougaonika na originalnoj slici i na integralnoj slici. Kao što se može videti za površinu pravougaonika MxN na originalnoj slici nam je potrebno MxN sabiranja. Dok je kod integralne slike broj operacija 2 sabiranja i 2 oduzimanja i ne zavisi od dimenzija pravougaonika.

$$\sum_{(x,y) \in ABCD} i(x,y) = ii(D) + ii(A) - i(B) - ii(C) [3] \quad (2)$$

## Literatura

- [1] P. A. Viola and M. J. Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features,” in *CVPR*, 2001.
- [2] A. Jain, “Computer vision – face detection,” 2016. [Online]. Available: <https://vinsol.com/blog/2016/06/28/computer-vision-face-detection/>
- [3] K. Cen, “Study of viola-jones real time face detector,” 2016.