

Računarska vizija

Stefan Nožinić (stefan@lugons.org)

tipovi grafika

Generativna grafika

- iz podataka generišemo sliku
- Podaci o verteksima
- podaci o teksturi
- podaci o bojama, osvetljenju itd...
- Projekcija 3D scene na 2D ekran

Računarska vizija

- iz slike dobijamo podatke
- preprocesiranje slike
- segmentacija
- detekcija oblika
- opis oblika
- kognitivna grafika

Kamera i slika

foto senzori

- charge-coupled device
- CMOS: većina kamera koristi ovaj tip senzora
- detektujemo količinu svetlosti pristiglu na senzor i to pretvaramo u napon

obrada signala

- diskretizacija (uzorkovanje)
- kvantovanje

Kvantovanje



Kvantovanje



kako nastaje slika u boji?

- imamo senzor za crvenu, zelenu i plavu boju zasebno
- Matrica slojevitih senzora
- jedan sloj matrice sa različitim tipom senzora u svakoj ćeliji
 - koristimo interpolaciju za dobijanje količine crvene, zelene i plave za dati piksel

G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G

Proces uklanjanja šuma unutar kamere

- senzori često detektuju šum
- radi se filtriranje od strane kamere
- Detekcija kamere

Osnovne osobine slike

Okolina piksela

- bitno je kako definišemo okolinu piksela
- 4-okolina
- 8-okolina
- primer dve prave koje se seku u realnosti ali na slici ne zbog diskretizacije

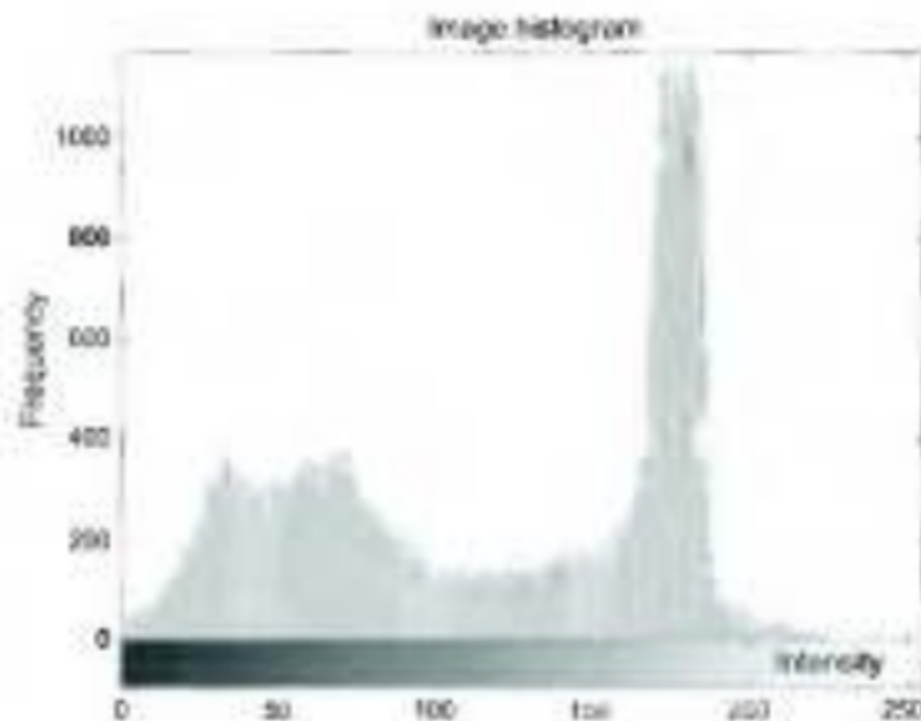
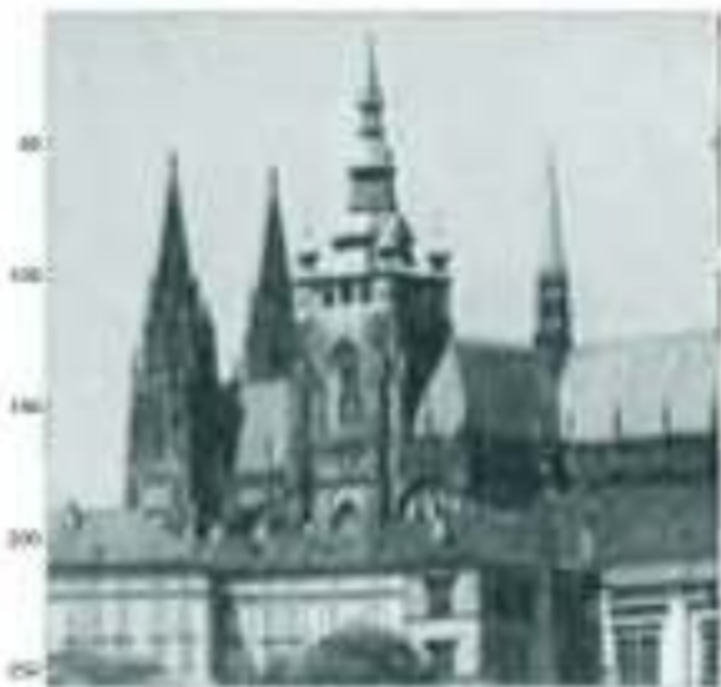
Grayscale slika

-

$$s = \frac{r + g + b}{3}$$

Histogram osvetljenosti

- verovatnoća pojave svake osvetljenosti na slici
- prolazak kroz sliku i brojanje pojedinačnih osvetljenosti čiji broj čuvamo u niz



Prostori boja

- svaki piksel možemo predstaviti kao vektor
- svaka komponenta vektora je količina određene boje
- sve boje se dobijaju kombinacijom datih vektora
- ovakvom predstavom dobijamo prostor
- da li možemo u svakom prostoru predstaviti svaku boju?

transformacije nad bojama

- $I'(x, y) = F(I(x, y))$
- RGB to grayscale
- RGB to HSV
- HSV to RGB
- CMYK to RGB
- thresholding

Paleta

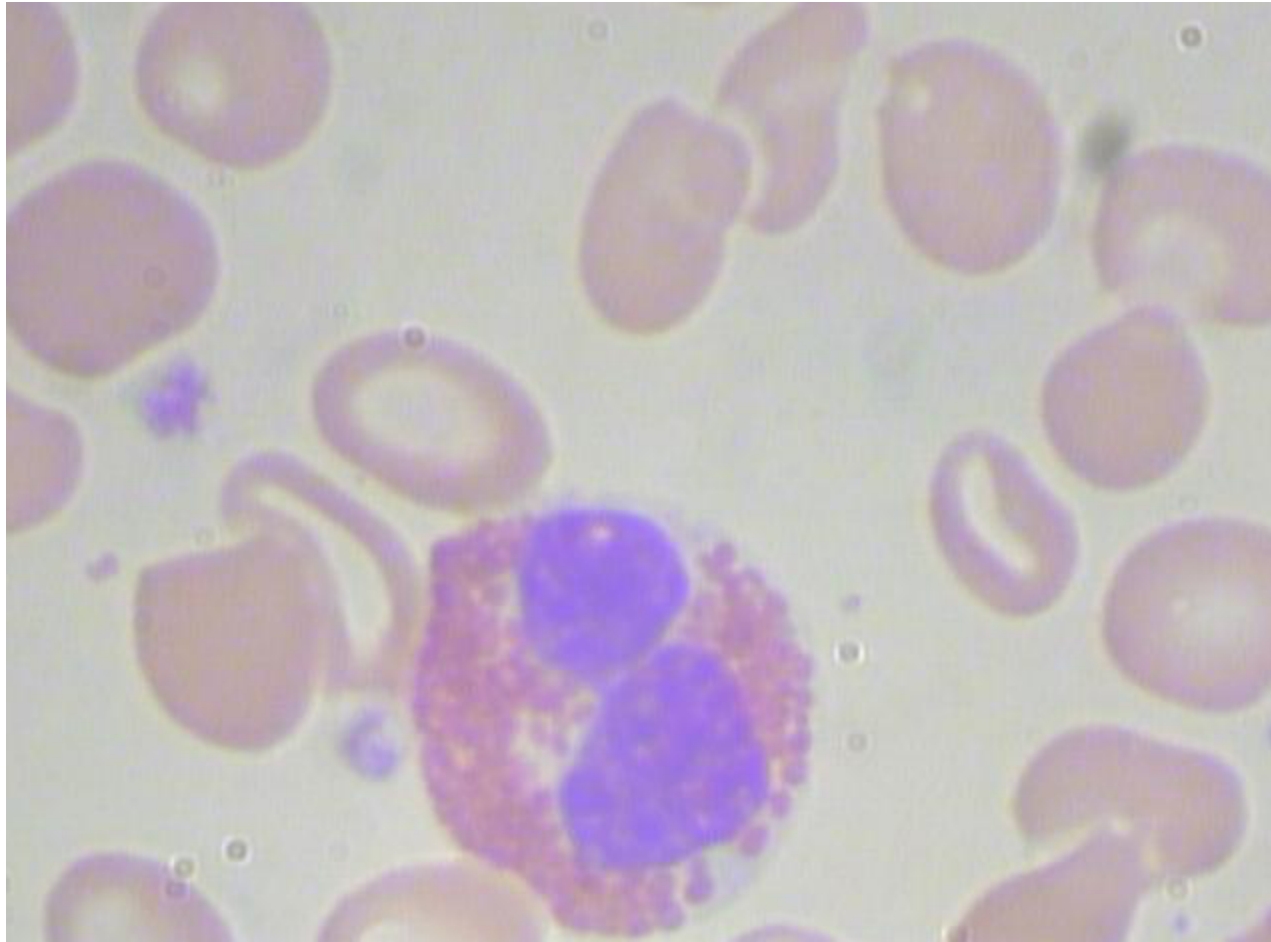
- čuvamo najčešće boje u tabeli i referenciramo ih u vrednostima piksela radi kompresije

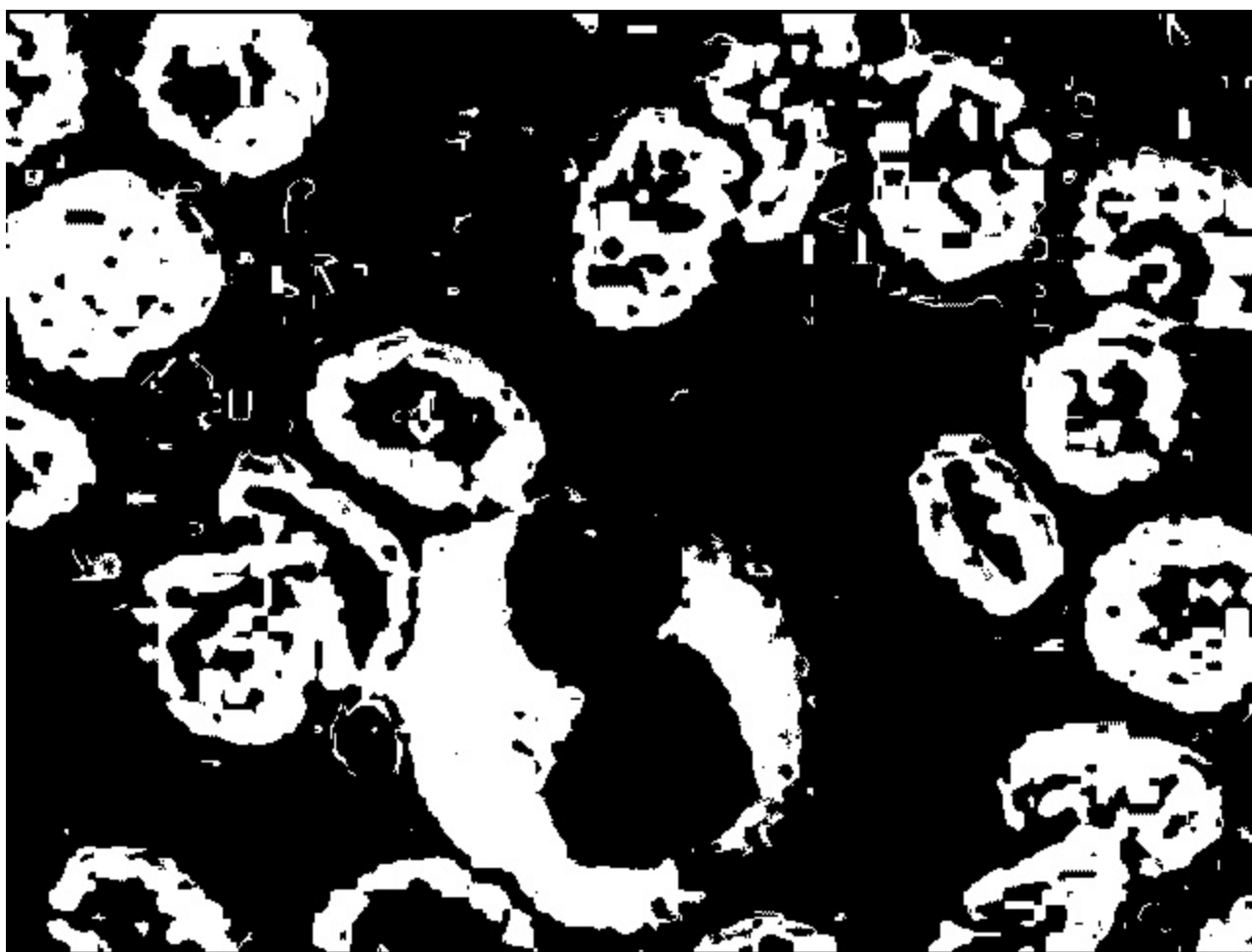
Thresholding

- binarizacija slike
- multi level thresholding
- optimalan thresholding

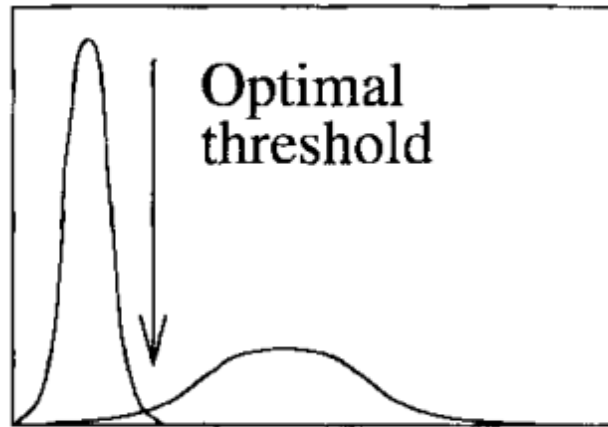
$$I(x, y) = \begin{cases} 1 & g(I, x, y) > T \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

- $g(i, x, y) = I(x, y)$
- $g(i, x, y) = I(x, y)e^{-k(x+y)}$
- ...



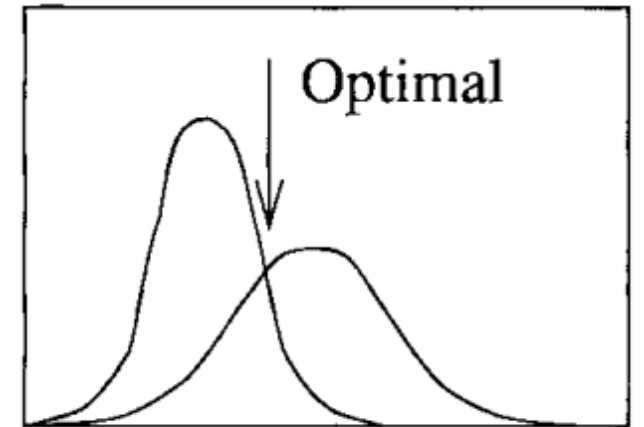
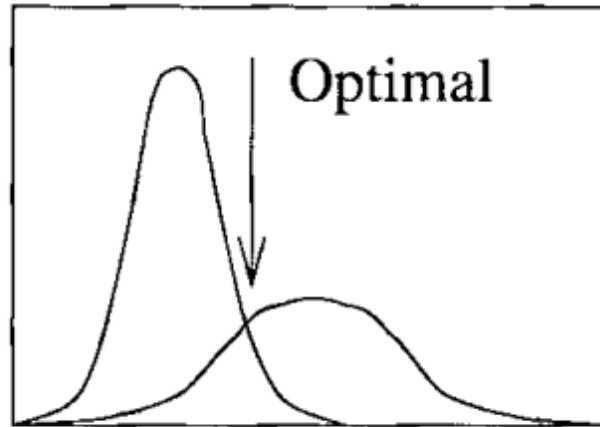


Optimalan thresholding



Distribution of objects

Distribution of background



Histogram equalization

- izmeniti vrednosti piksela kako bismo dobili ujednačen histogram

Lokacijske transformacije

Afine transformacije

- translacija
- rotacija
- skaliranje
- problemi sa deformacijom

Filtriranje i konvolucija

konvolucija

$$I'(x, y) = \sum_{(m,n) \in O} I(i - m, j - n)h(m, n)$$

Primeri

- Flitriranje slike
- detekcija određenih osobina

median filtering

$$h(i, j) = \frac{1}{9}$$

morfološke transformacije

- erozija
- dilatacija
- otvaranje
- zatvaranje

Detekcija ivica

Uvod

- važno je da detektujemo ivice kako bismo videli granice objekata
- jako korisno kasnije tokom segmentacije

Gradient

$$G_x(x, y) = I(x + 1, y) - I(x, y)$$

$$G_y(x, y) = I(x, y + 1) - I(x, y)$$

$$G(x, y) = \sqrt{G_x^2(x, y) + G_y^2(x, y)}$$

Gradient - bolji način

$$G_x(x, y) = \frac{I(x + 1, y) - I(x - 1, y)}{2}$$

$$G_y(x, y) = \frac{I(x, y + 1) - I(x, y - 1)}{2}$$

Detekcija pravih i krivih - Hafova transformacija

- renemo od jednačine prave

$$y = kx + n$$

- uzmemo sve piksele iz binarizovan slike koji su vrednosti 1
- za svaku kombinaciju (k,n) brojimo koliko piksela zadovoljava jednačinu
- uzmemo (k,n) za koje je broj lokalni maksimum

Bolji način reprezentacije prave

$$s = x \cos \theta + y \sin \theta$$

detekcija drugih krivih

- isti metod kao sa pravama
- problemi velikog prostora parametara

Segmentacija

Definisanje regiona

- ispunjava dva svojstva:
- homogenost:

-

$$H(R_i) = 1$$

-

$$H(R_i \cup R_j) = 0$$

Region merging

- krenemo da je svaki piksel region za sebe
- spajamo 2 regiona sve dok druga osobina nije zadovoljena
- završavamo kada ne postoje više dva regiona koja se mogu spojiti

Region splitting

- krenemo od jednog regiona koji je cela slika
- razdvajamo delove od regiona sve dok osobine nisu zadovoljene

Distance transform

0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0

5	4	4	3	2	1	0	1
4	3	3	2	1	0	1	2
3	2	2	2	1	0	1	2
2	1	1	2	1	0	1	2
1	0	0	1	2	1	0	1
1	0	1	2	3	2	1	0
1	0	1	2	3	3	2	1
1	0	1	2	3	4	3	2

Opis objekata

Bounding rectangle

- Oko detektovanog objekta pravimo pravougaonik
- najjednostavniji model opisa projekta
- možemo raditi affine transformacije nad pravougaonikom
- možemo ga analizirati kao bilo koju drugu sliku

Konveksni omotač



- za nekonveksne objekte, radi se split

Ivica regiona

- svi pikseli koji pripadaju regionu a za svoju okolinu imaju bar jedan piksel koji ne pripada regionu

Segmentacija zmijom

- ideja je naći krivu $(x(t), y(t))$ tako da maksimizujemo fitting funkciju $f(x(t), y(t))$
- fitting funkcija može biti:
 - lokalna svojstva piksela na krivi
 - globalna svojstva slike u odnosu na krivu
 - osobine krive (zakrivljenost)

Segmentacija klasterovanjem

- uradimo transformaciju nad prostorom boja
- sada za svaki piksel imamo vektor $(x,y,A,B,C,...)$
- piksele možemo klasterovati algoritmima za klasterizaciju:
 - k-means
 - mean shift clustering
- Primeri transformacija boja
 - RGB to LU
 - RGB to HSV
 - analiza tekstura

Geometrijski deformirajući objekti

- imamo početni oblik koji donekle segmentira sliku
- na osnovu neke heuristike, menjamo oblik krive
- možemo menjati heuristiku i videti rezultate za svaku od njih

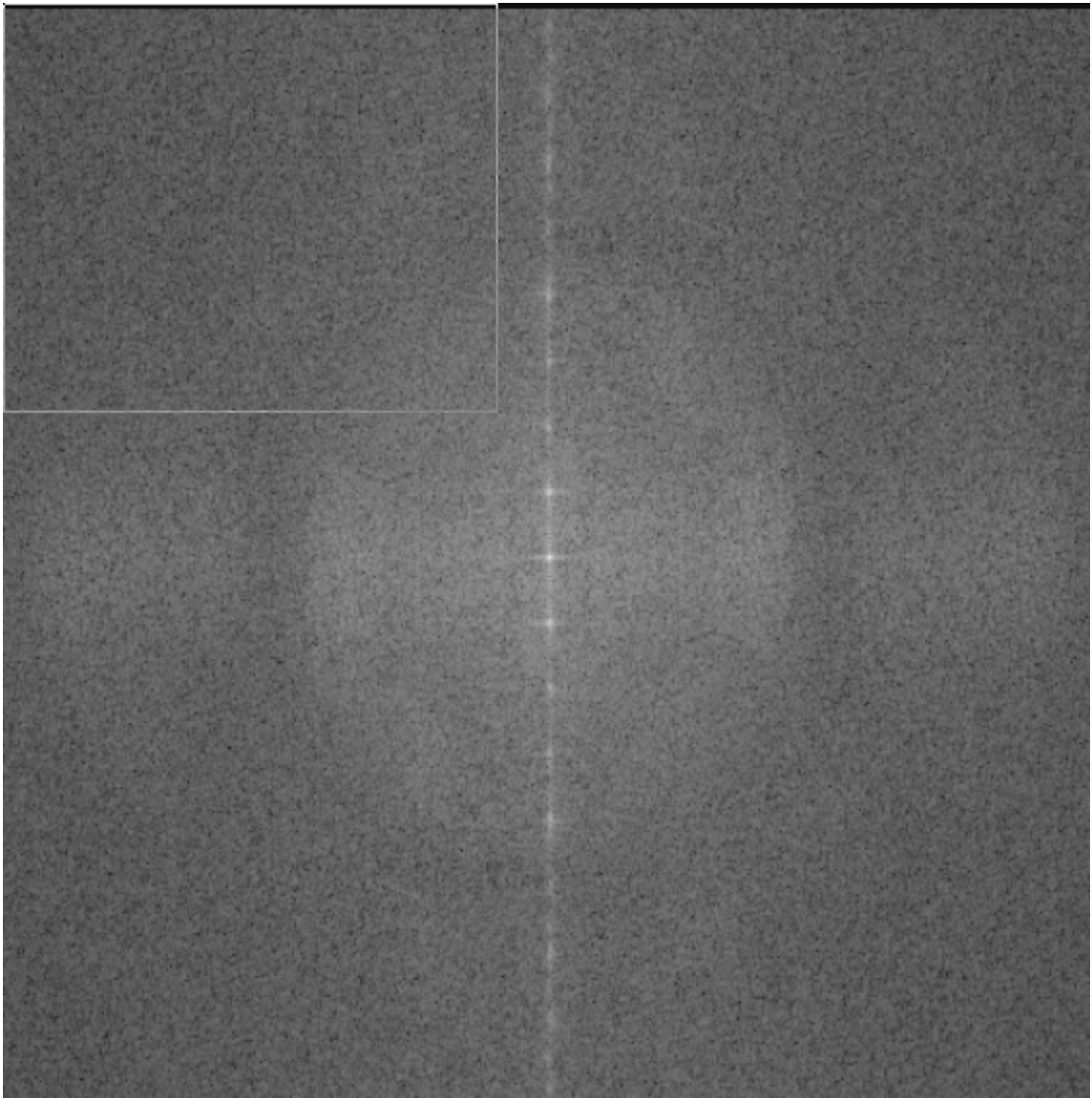
Integralne transformacije

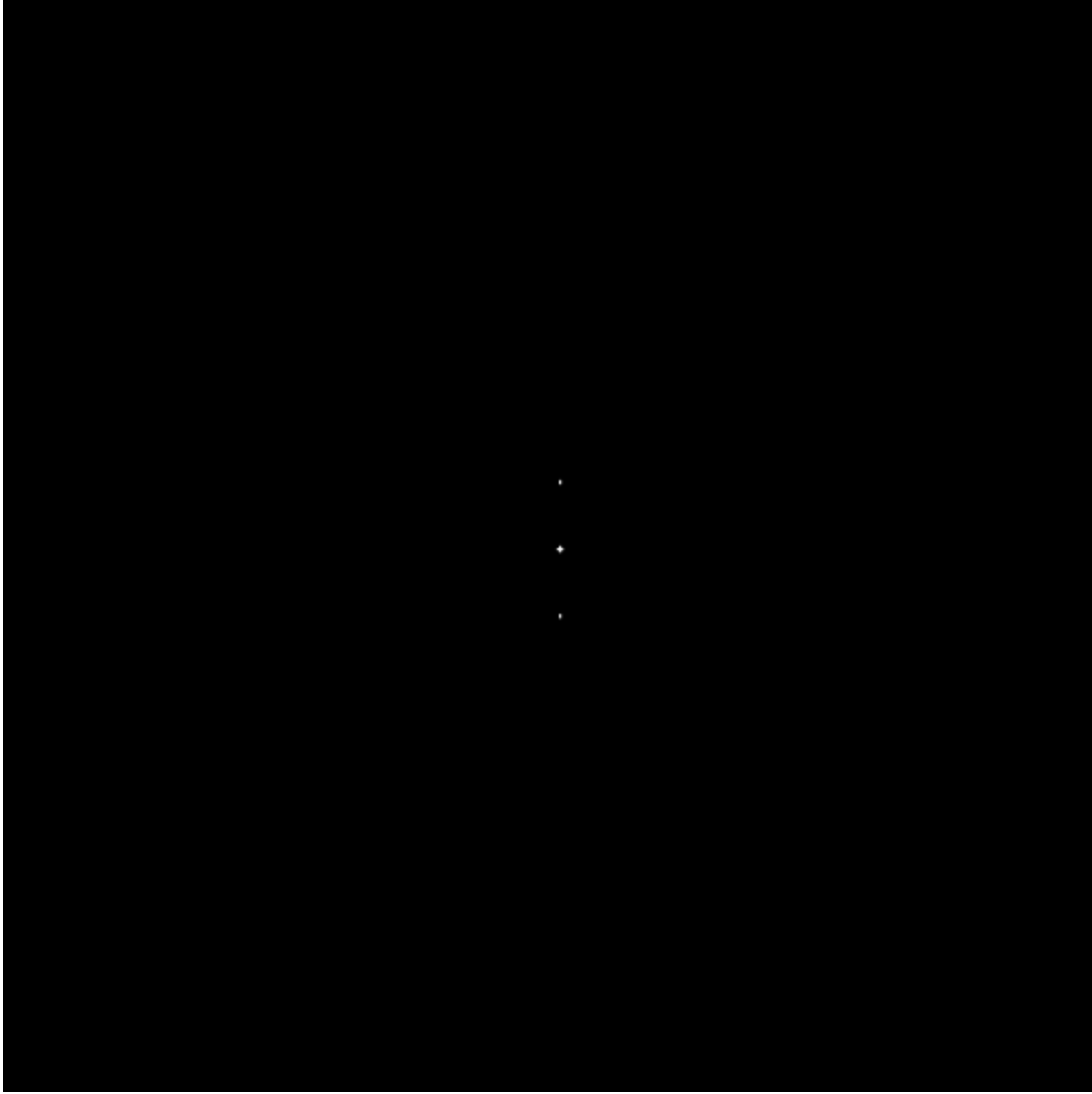
Furijeva transformacija u 2D

Sonnet for Lena

O dear Lena, your beauty is so vast
It is hard sometimes to describe it fast.
I thought the entire world I would impress
If only your portrait I could compress.
Alas! First when I tried to use VQ
I found that your cheeks belong to only you.
Your silky hair contains a thousand lines
Hard to match with sums of discrete cosines.
And for your lips, sensual and tactual
Thirteen Crays found not the proper fractal.
And while these setbacks are all quite severe
I might have fixed them with hacks here or there
But when filters took sparkle from your eyes
I said, 'Damn all this. I'll just digitize.'

Thomas Coblentz

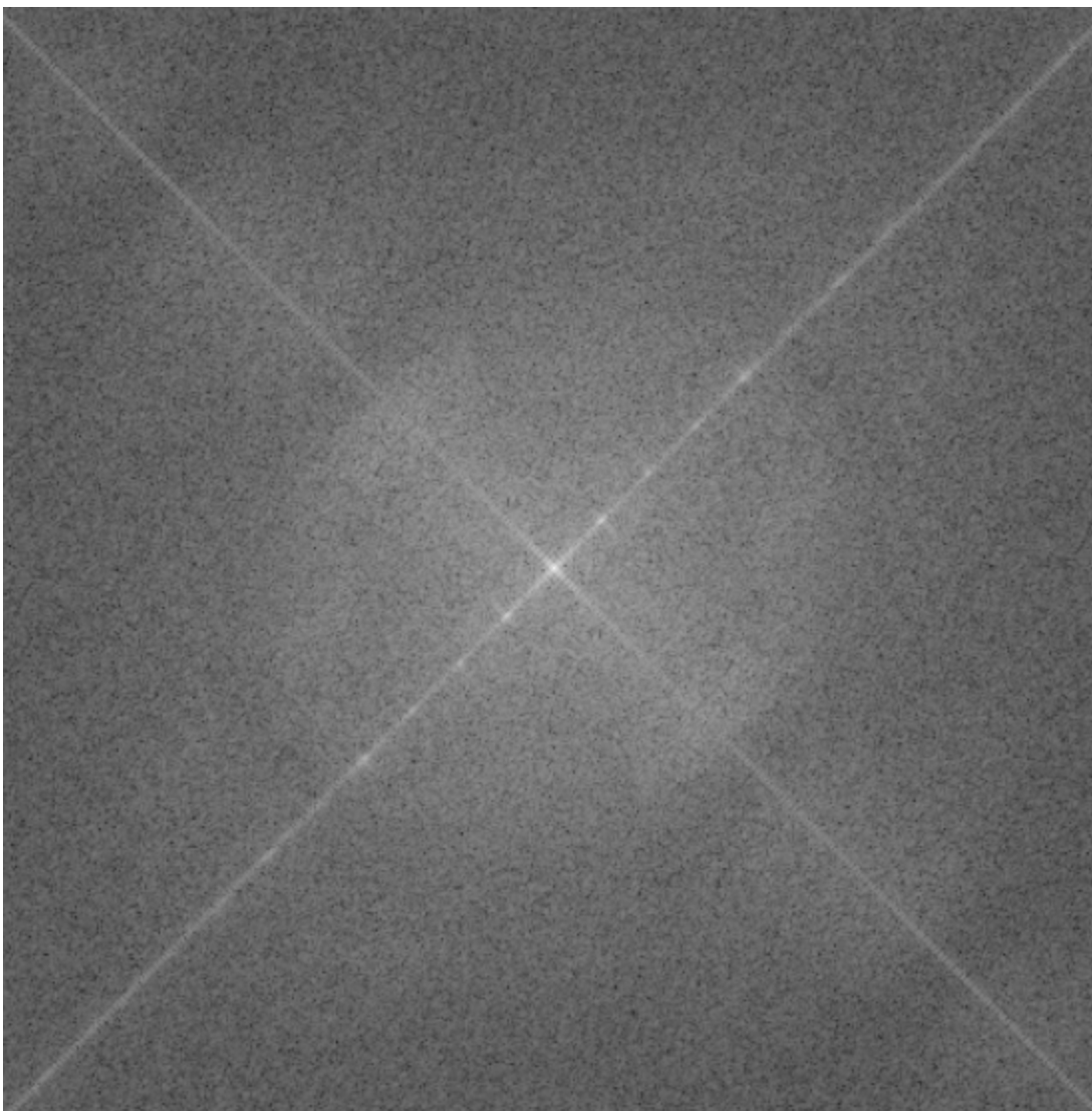


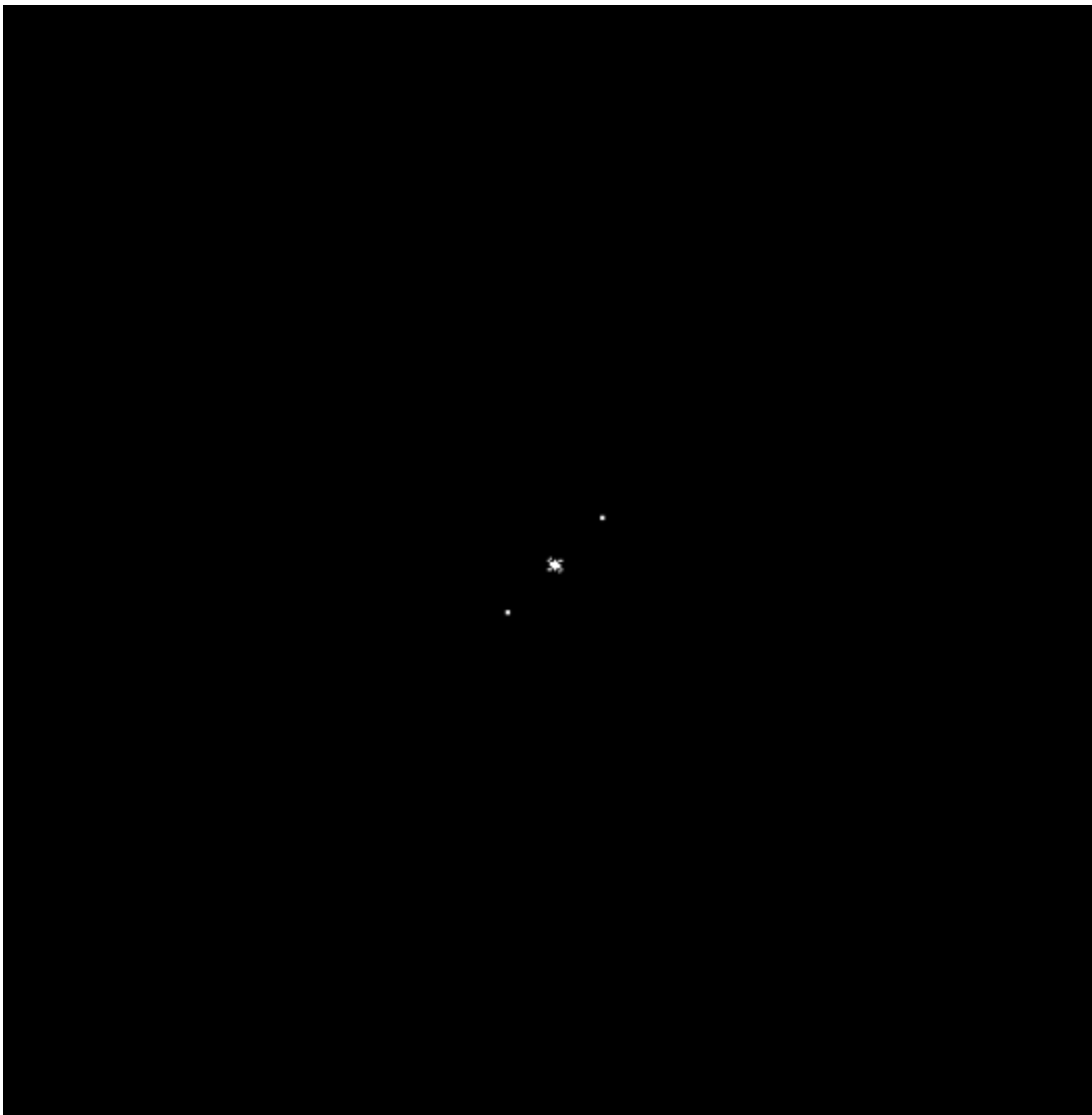


Sonnet for Lena

O dear Lena, your beauty is so vast
It is hard sometimes to describe it best.
I thought the rapture world I would impress
If only your portrait I could compress.
Alas! first when I tried to use VQ
Your silky hair contains a thousand lines
I found to match with none of tactile coarseness.
Hard for your lips, sensual and tactful,
Thirteen Crays found not the proper fractal.
And while these fixed them with backs here or there
I might have fixed them sparkle from your eyes
But when Blern took sparkle from your eyes
I said, 'Damn all this. I'll just digitize.'

Thomas Collier





Wavelet transformacije

Redukcija dimenzionalnosti

Feature extraction

PCA

Strukture podataka u računarskoj viziji

Matrice

Co-occurrence matrix

- $$C_{i,j} = p(I(x, y) = i | p(I(x, y)) = j)$$

Quadtree

Integralne slike

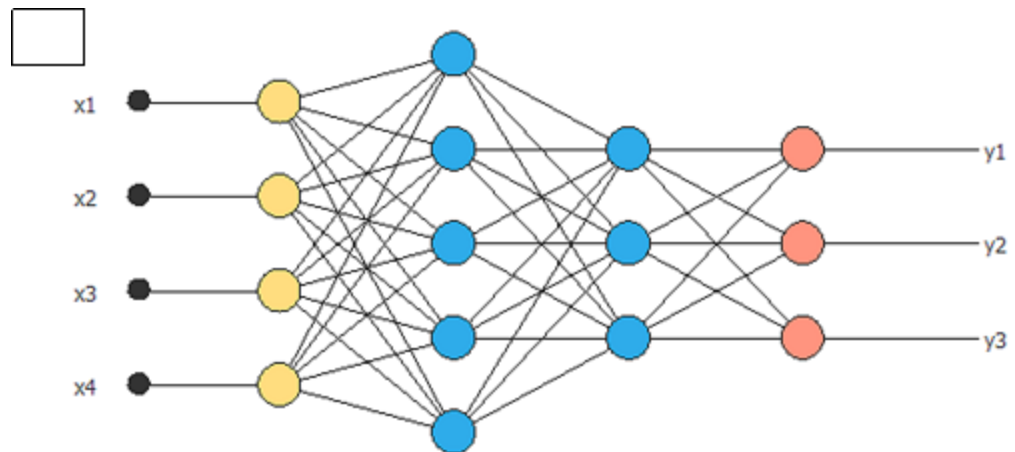
$$F_{i,j} = \sum_{m=0}^i \sum_{n=0}^j I(m, n)$$

Topološki graf

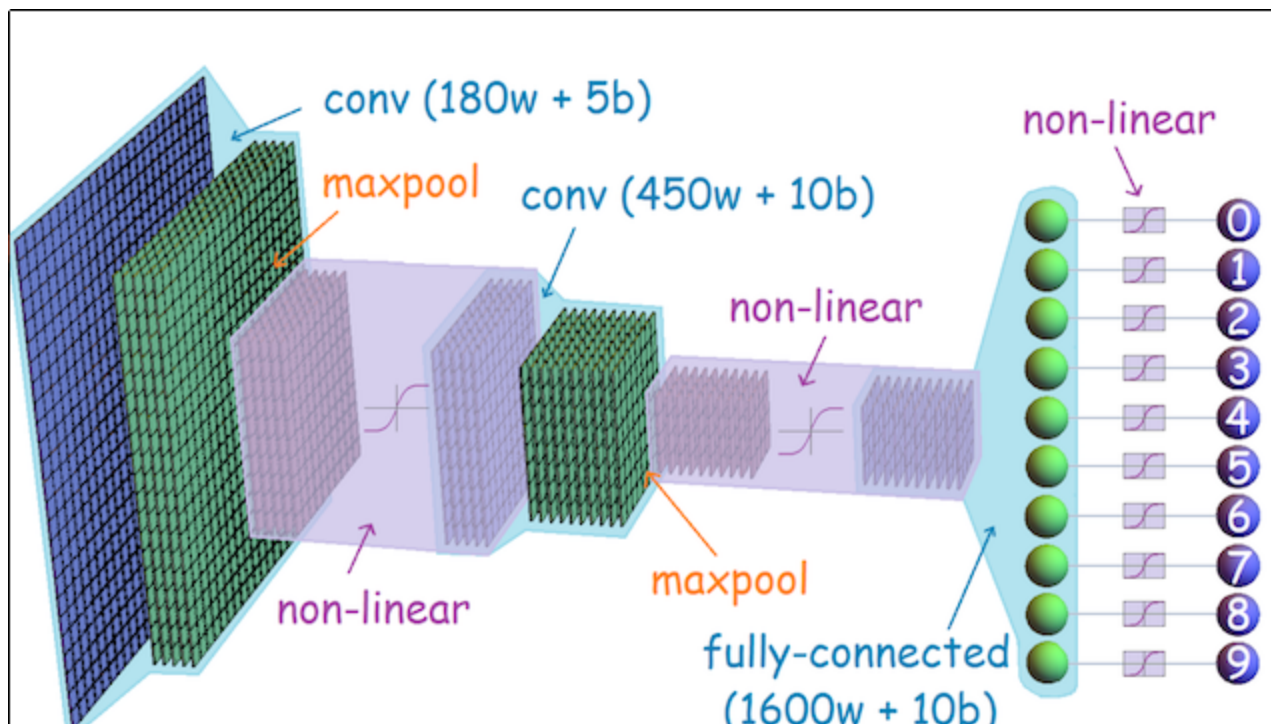
- uradimo segmentaciju slike na regione
- imamo relaciju nd skupom regiona r
- napravimo graf na osnovu date relacije

Mašinsko učenje

Neuronske mreže



Konvolucione neuronske mreže



Analiza video snimaka

Optical flow

Primeri projekata

- detekcija brendova piva na snimku
- Docuent layout analysis + paper detection
- Loši rezultati - detekcija instrumenata