

Ako vidí robot?

Andrej Lúčný

Katedra aplikovanej informatiky

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

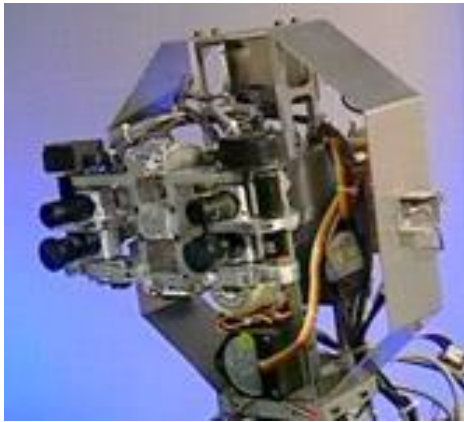
Univerzita Komenského v Bratislave

lucny@fmph.uniba.sk

dai.fmph.uniba.sk/w/Andrej_Lucny/sk

Mobilné roboty, ktoré vidia

Mobilný robot sleduje scénu a má v nej
rozpoznať určitý objekt

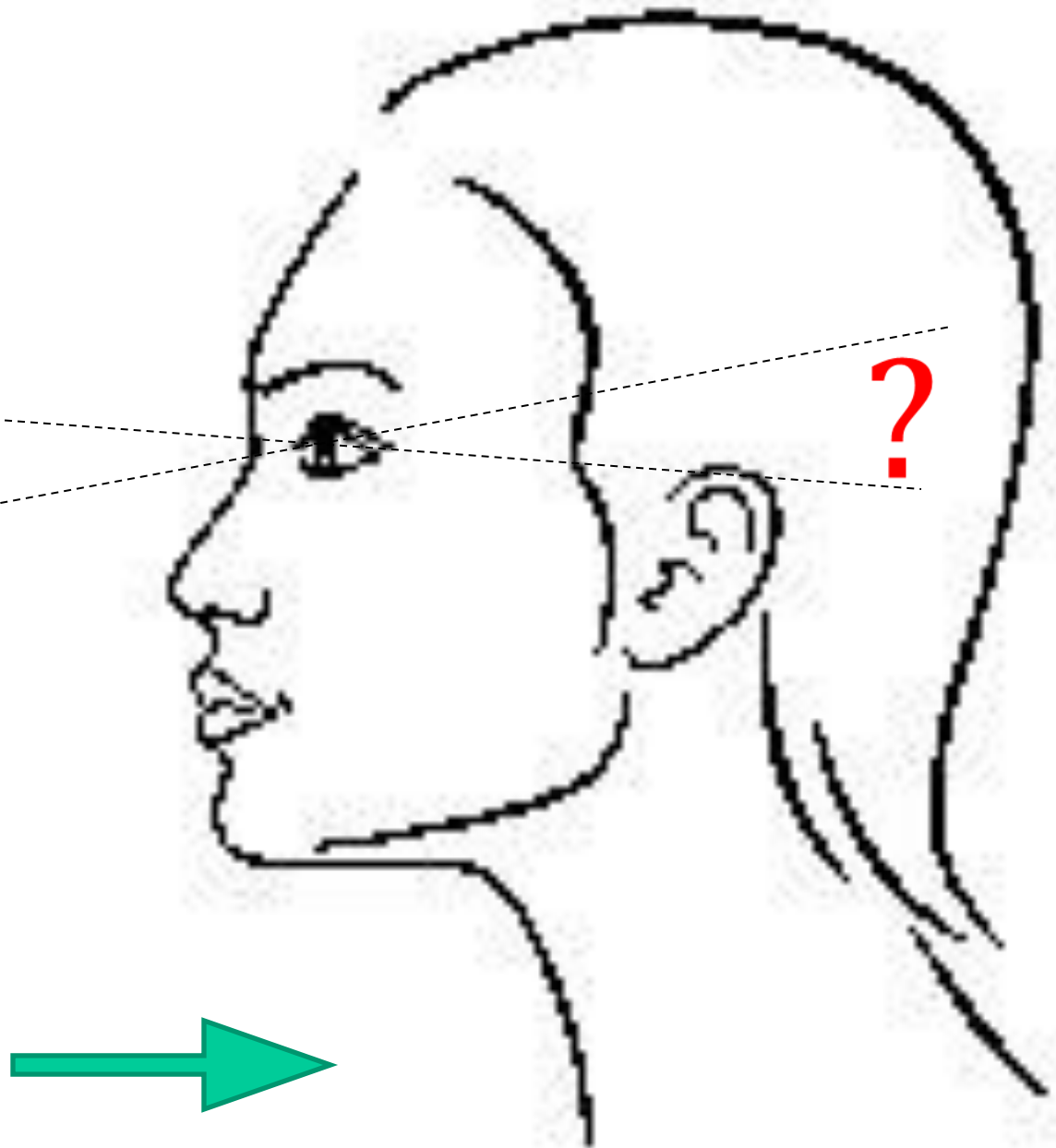


COG 1993

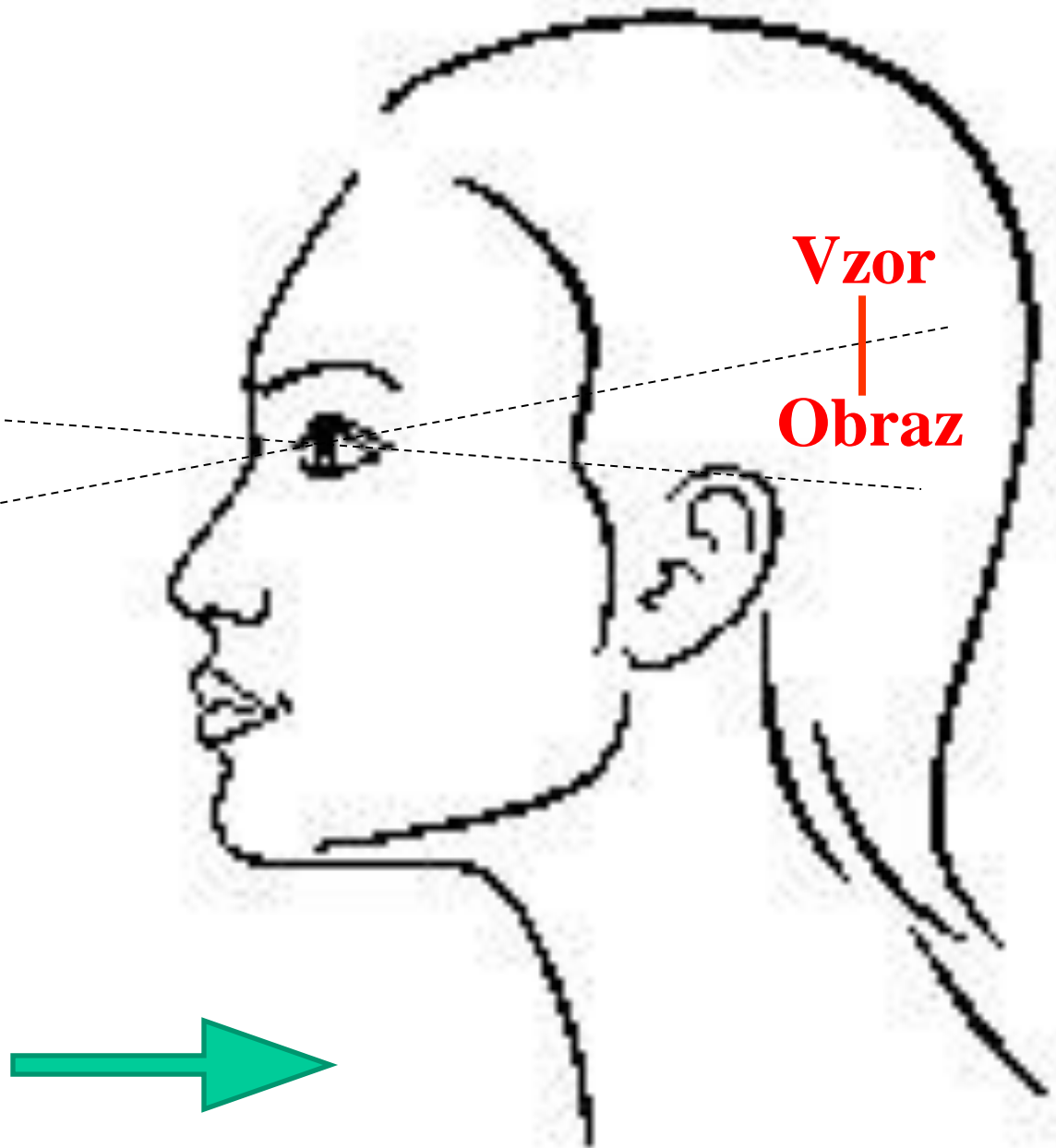


iCub 2007

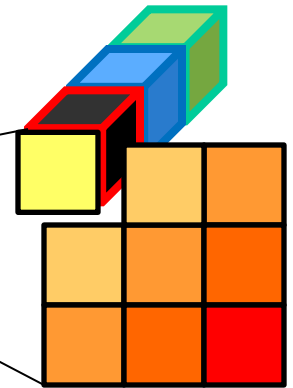
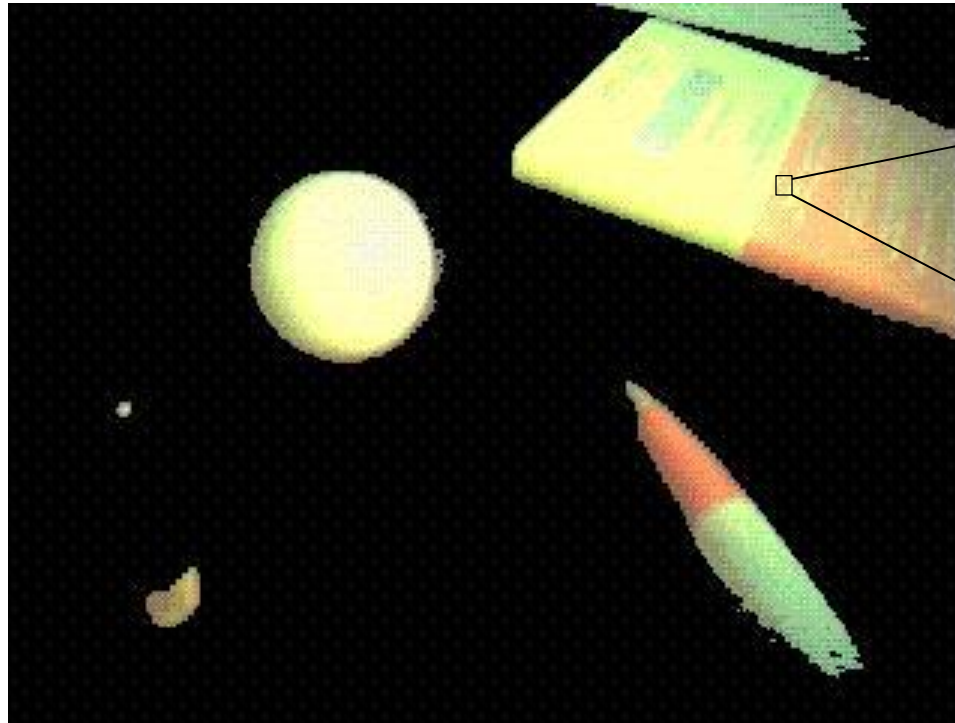
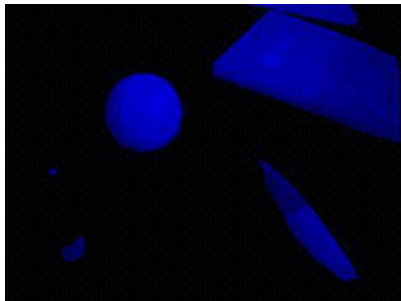
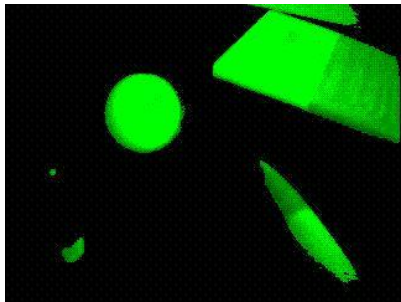
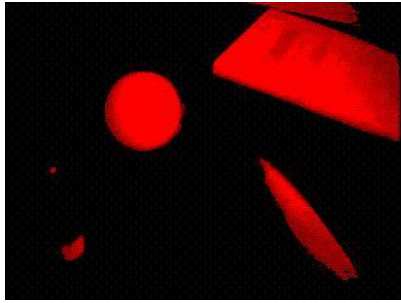
Čo to
znamená
vidieť ?



Čo to
znamená
vidieť ?



Obraz

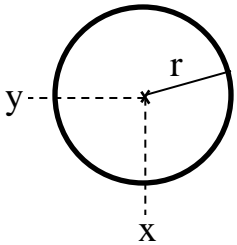


Tri polia $r[h,w]$, $g[h,w]$, $b[h,w]$, každý ich prvok je číslo $0..255$ a predstavujú červenú, zelenú a modrú zložku farby

Vzor



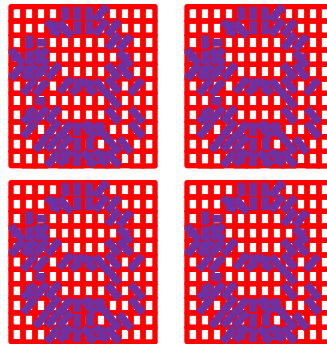
HOUGH



(x, y, r)



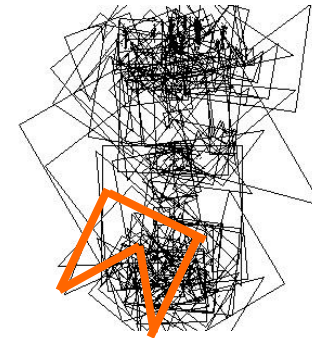
DOT (HOG)



$((0,0,0,0,3,4,...) (0,0,0,A,F,...)...)$
 $((0,0,0,0,3,4,...) (0,0,0,A,F,...)...)$
 $((0,0,0,0,3,4,...) (0,0,0,A,F,...)...)$
 $((0,0,0,0,3,4,...) (0,0,0,A,F,...)...)$



SIFT (SURF, ORB)

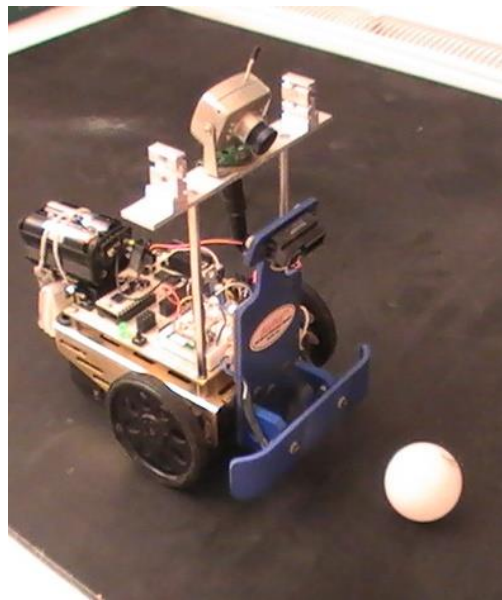


$((123,234,94,1,4,13,22,240,2,...),$
 $(123,234,32,102,44,33,232,420,...),$
...
 $(23,130,295,2,144,133,32,40,...))$

Pingpong

Petrovič - Lukáčik

2004, 2009

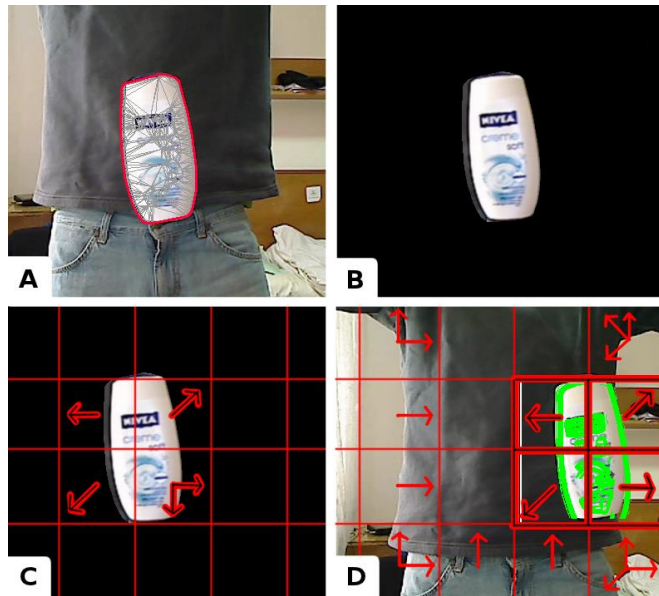


Ad-hoc,
HOUGH

Move+DOT

Vician

2011



DOT

Mobile notebook

Mikuláš

2013



SIFT (SURF, ORB)

Rozpoznávanie podľa tvaru

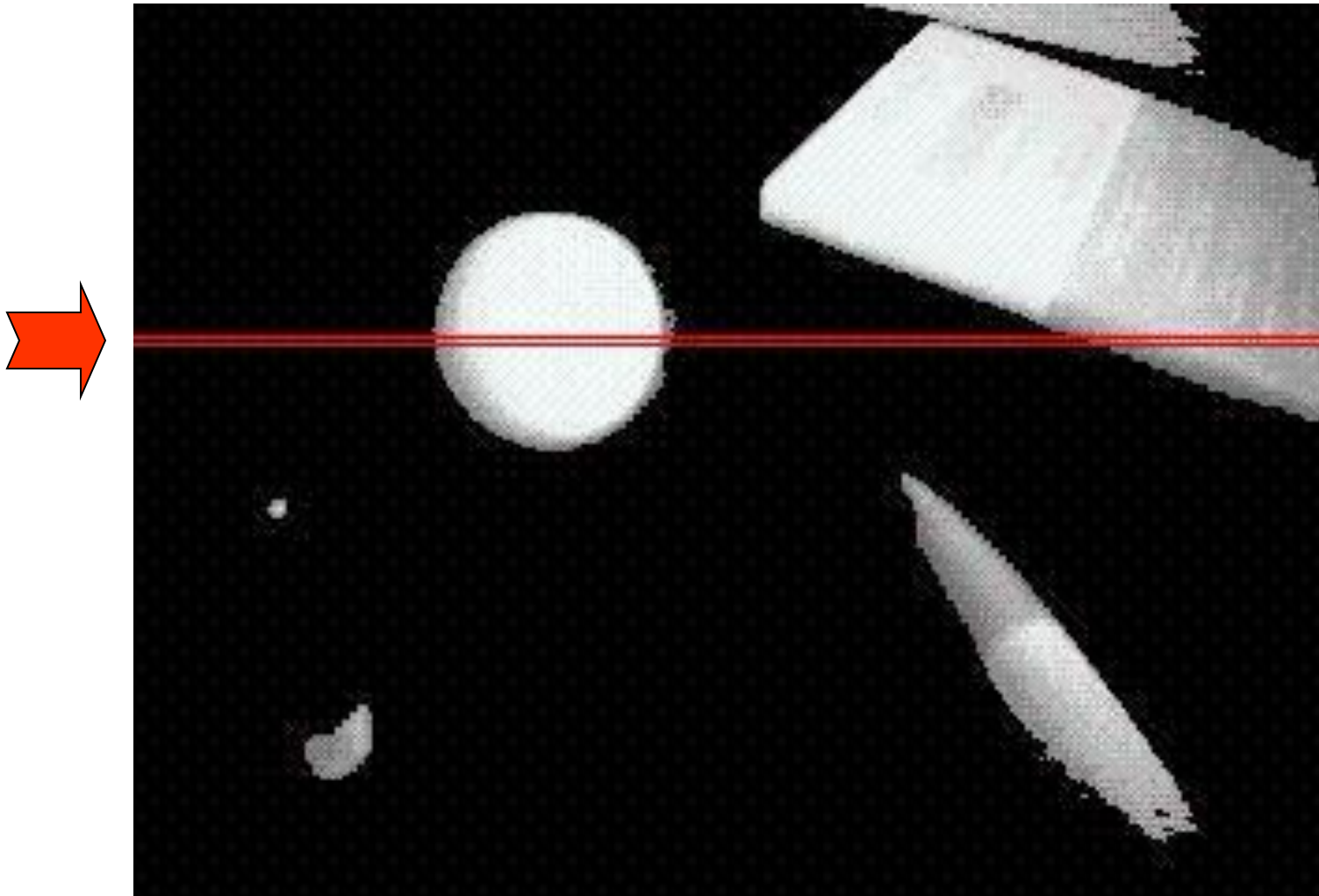


Predspracovanie je pre všetky metódy podobné

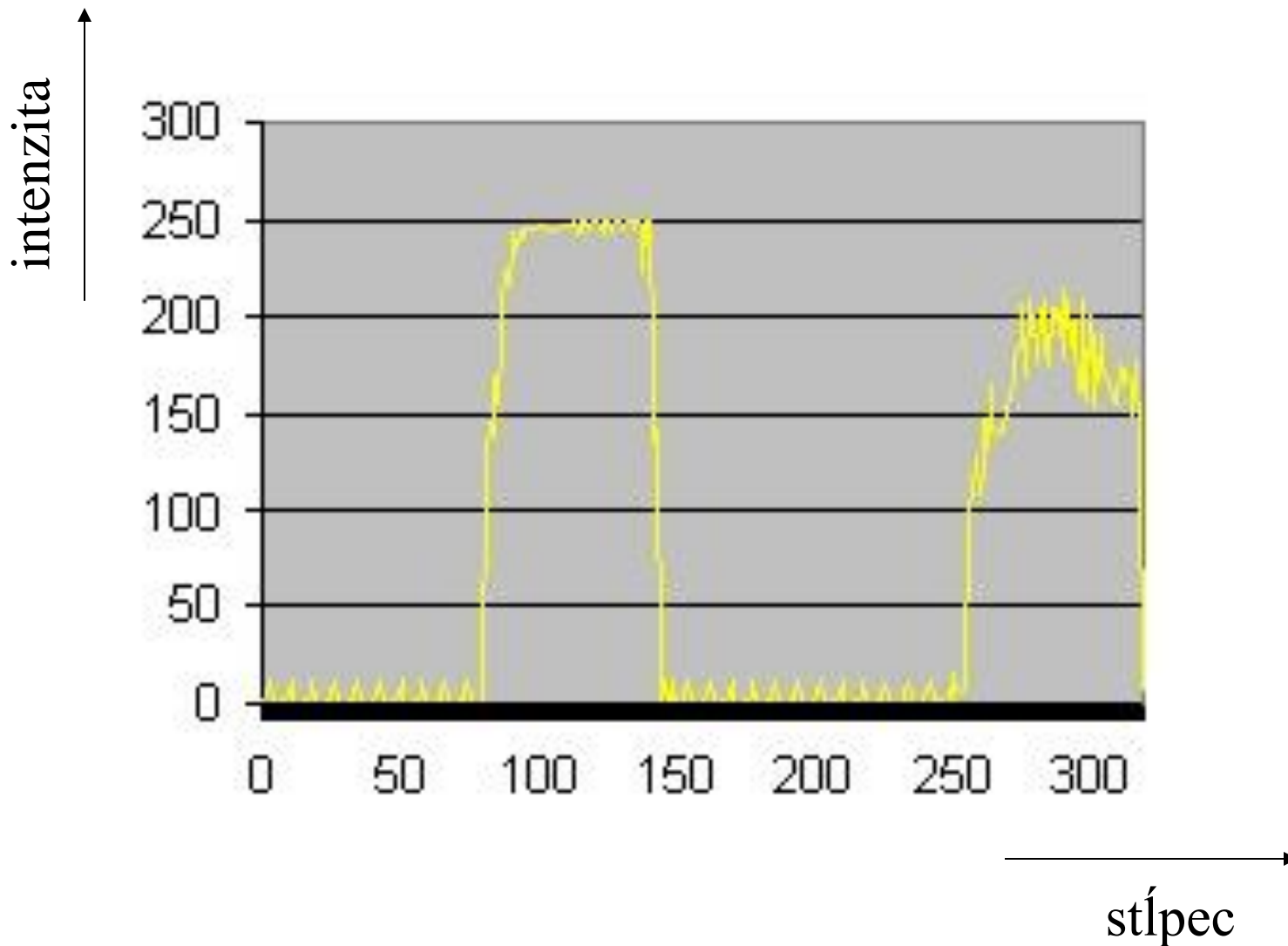
Čiernobiely obraz



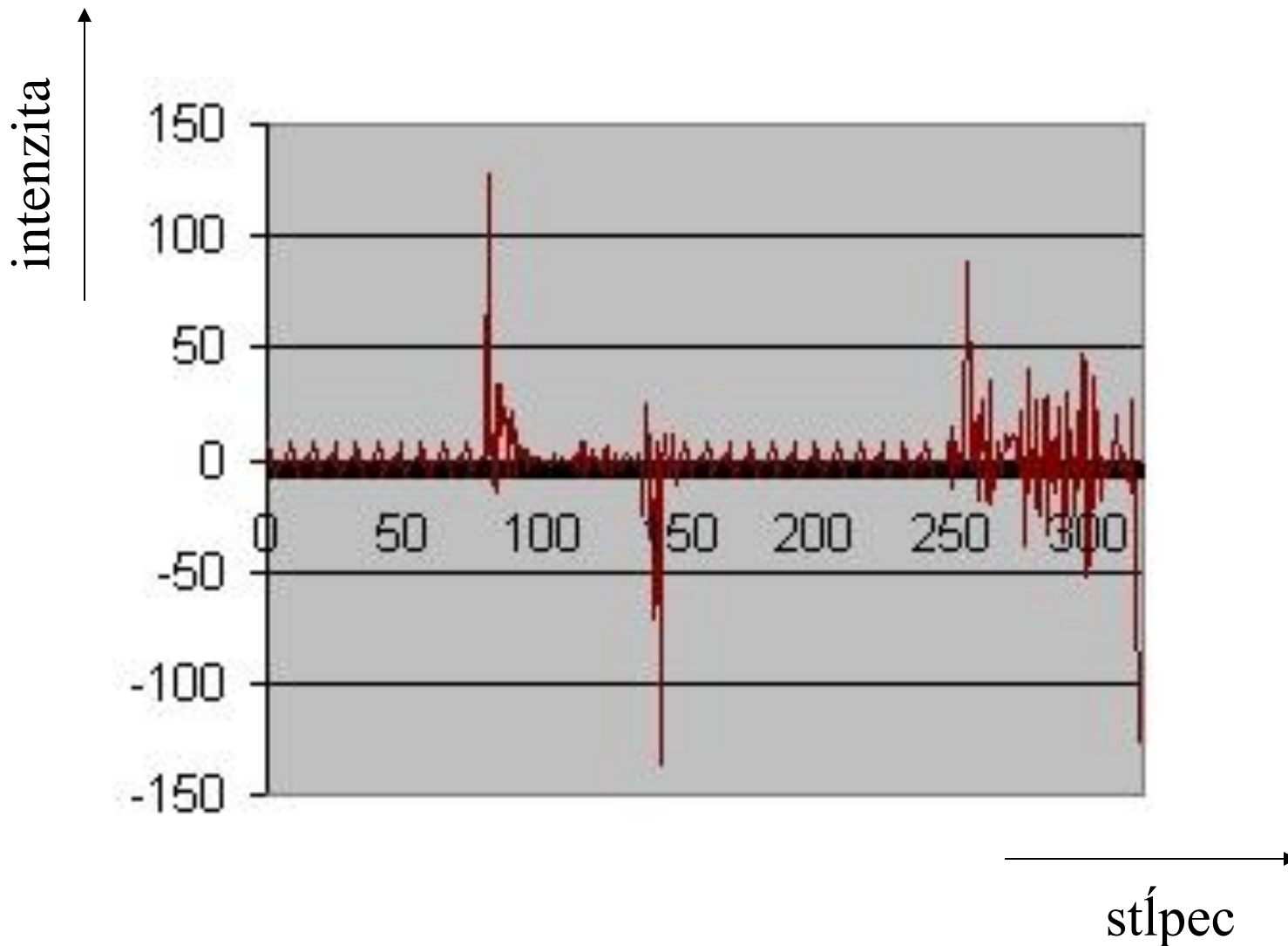
Pole $bw[h,w]$, každý jeho prvok je číslo $0..255$ a predstavuje intenzitu svetla



- Jeden riadok poľa bw si teraz môžeme znázorniť ako funkciu intenzity od čísla stĺpca

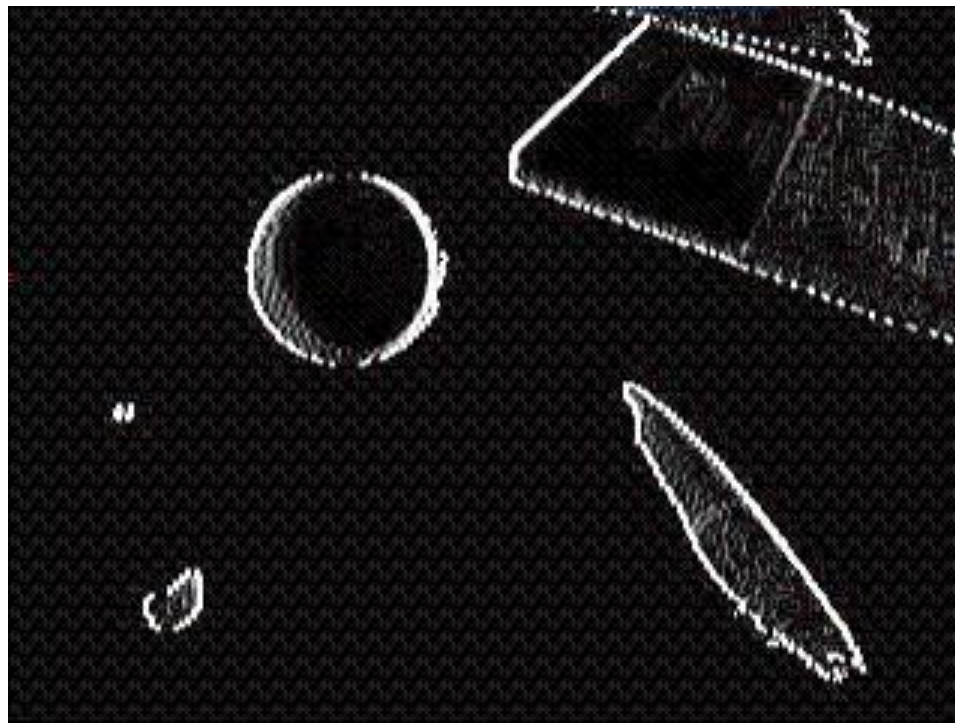


- Hranám zodpovedajú strmé úseky.
Ako ich odfiltrovať od zvyšku?



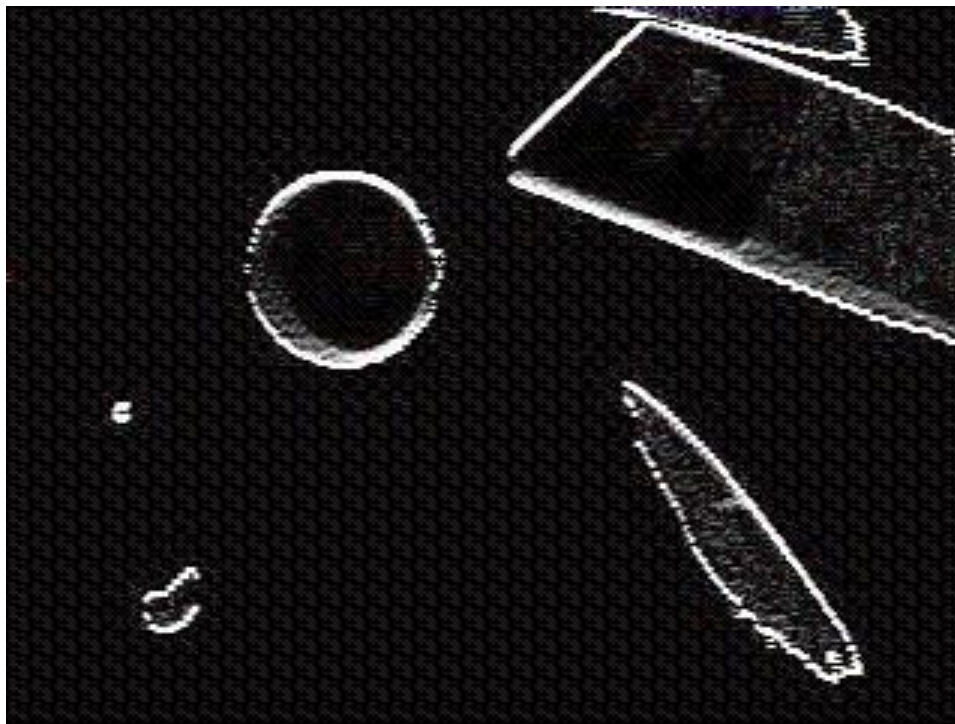
- Hrany vyskočia, keď urobíme rozdiel dvoch po sebe idúcich hodnôt

dx Sobelov operátor - vodorovne



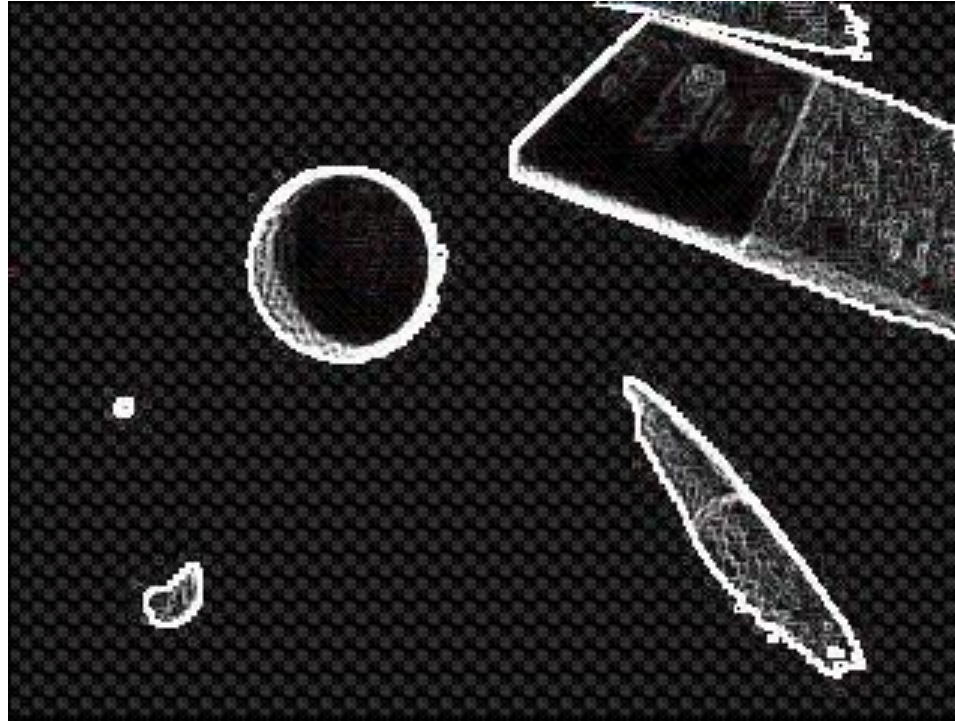
Máme pekne zvýraznené vertikálne hrany, ale horizontálne sú slabé

dy Sobelov operátor – zvisle



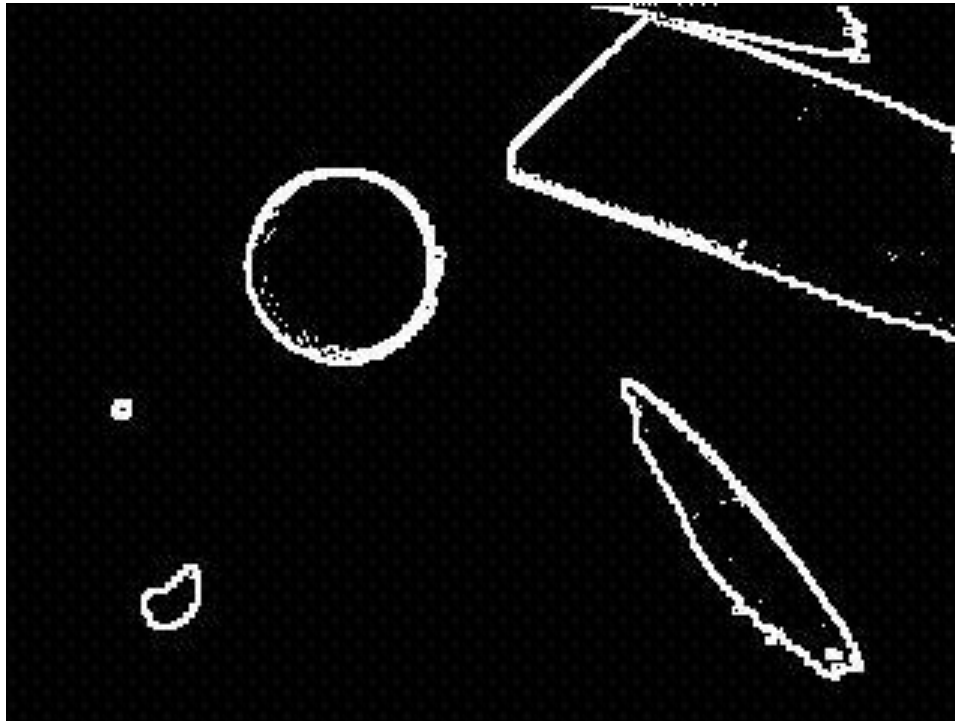
Z toho máme zase zvýraznené horizontálne hrany

Sobelov operátor



a nakoniec to sčítame. Teraz sú hrany krásne, ale stále tam máme veľa bodiek čo do hrán nepatria

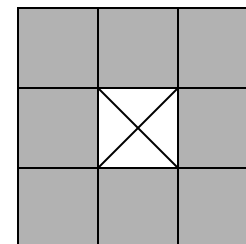
Prahovanie dá binárny obraz



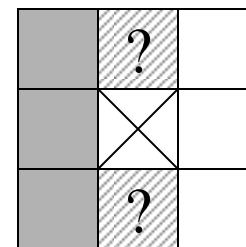
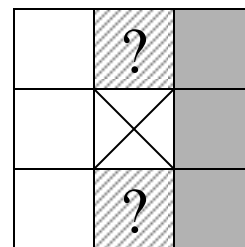
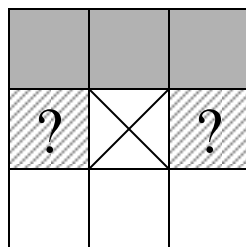
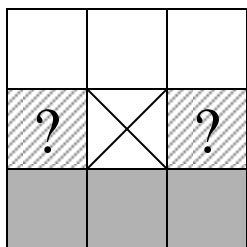
- Radi by sme doterajších 0-255 zmenili na 0/1 a mali len hrany. Dobré výsledky tu dáva keď zvolíme určitý prah, napríklad 200

Stenčovanie

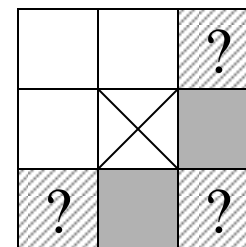
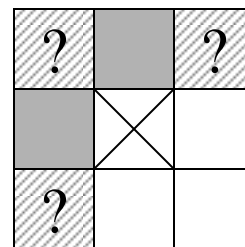
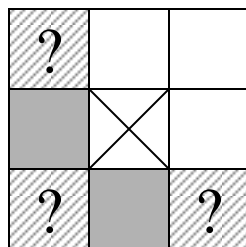
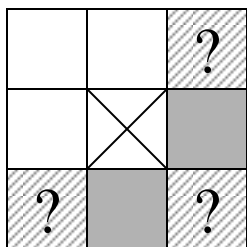
- izolované body:



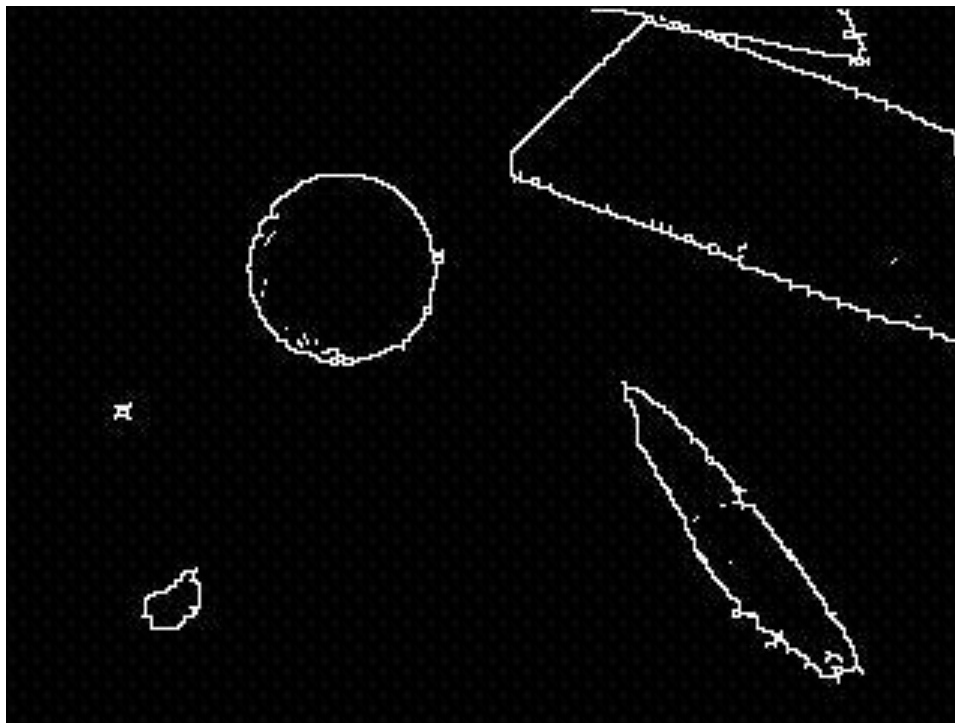
- vodorovné a zvislé hrany:



- rohy:



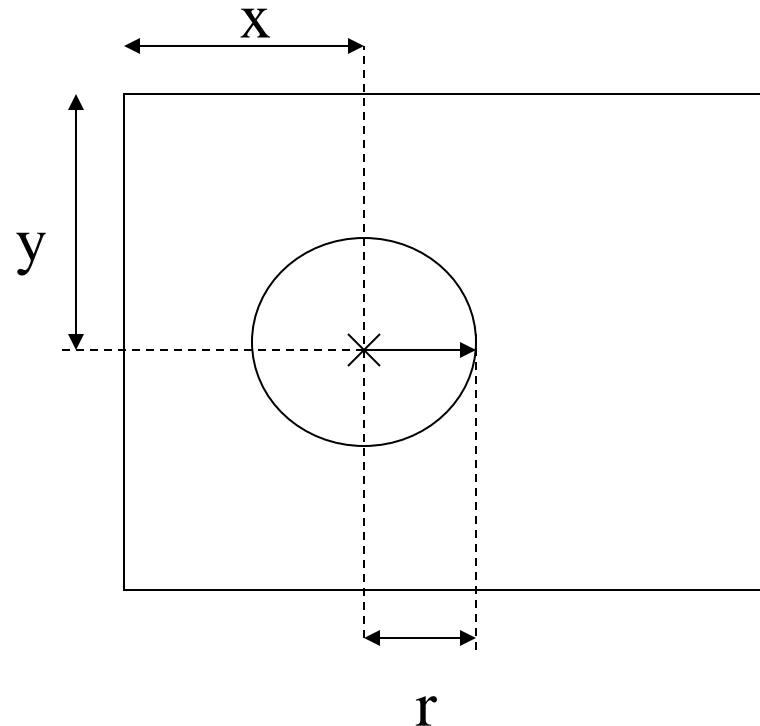
Stenčené hrany



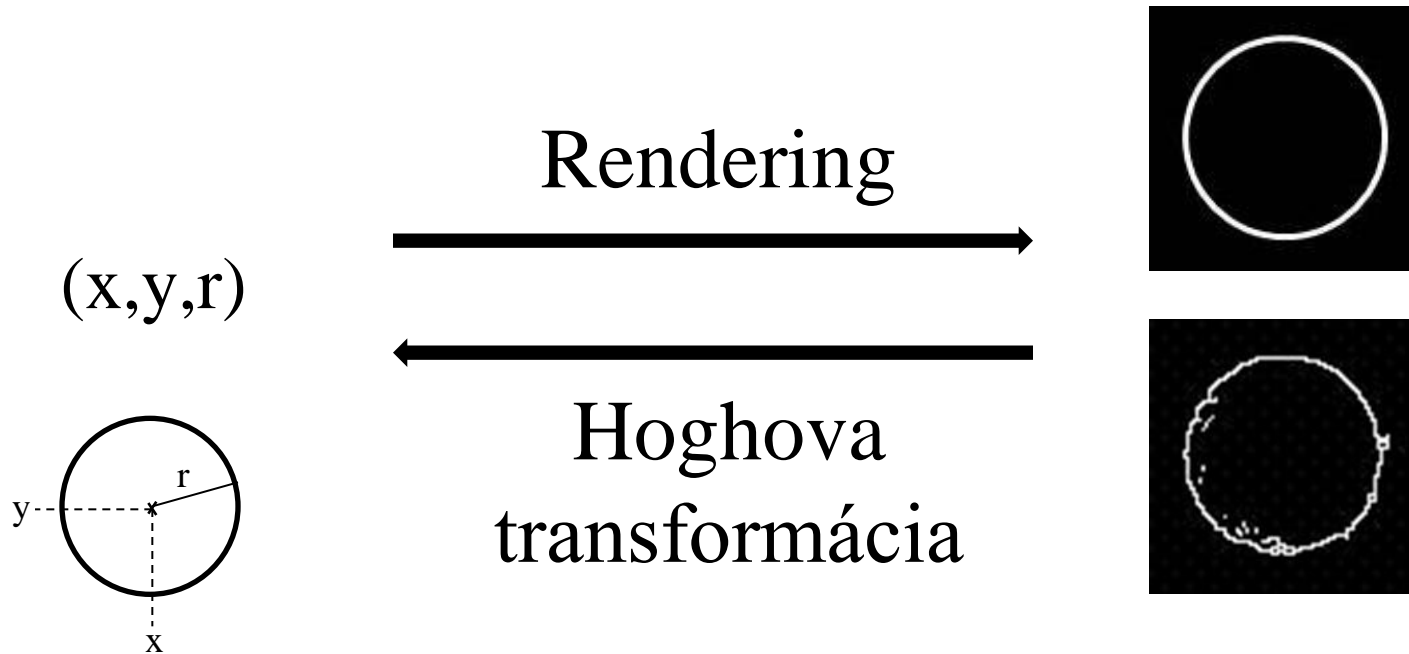
Houghova transformácia

Vieme, že kružnicu môžeme reprezentovať tromi parametrami:

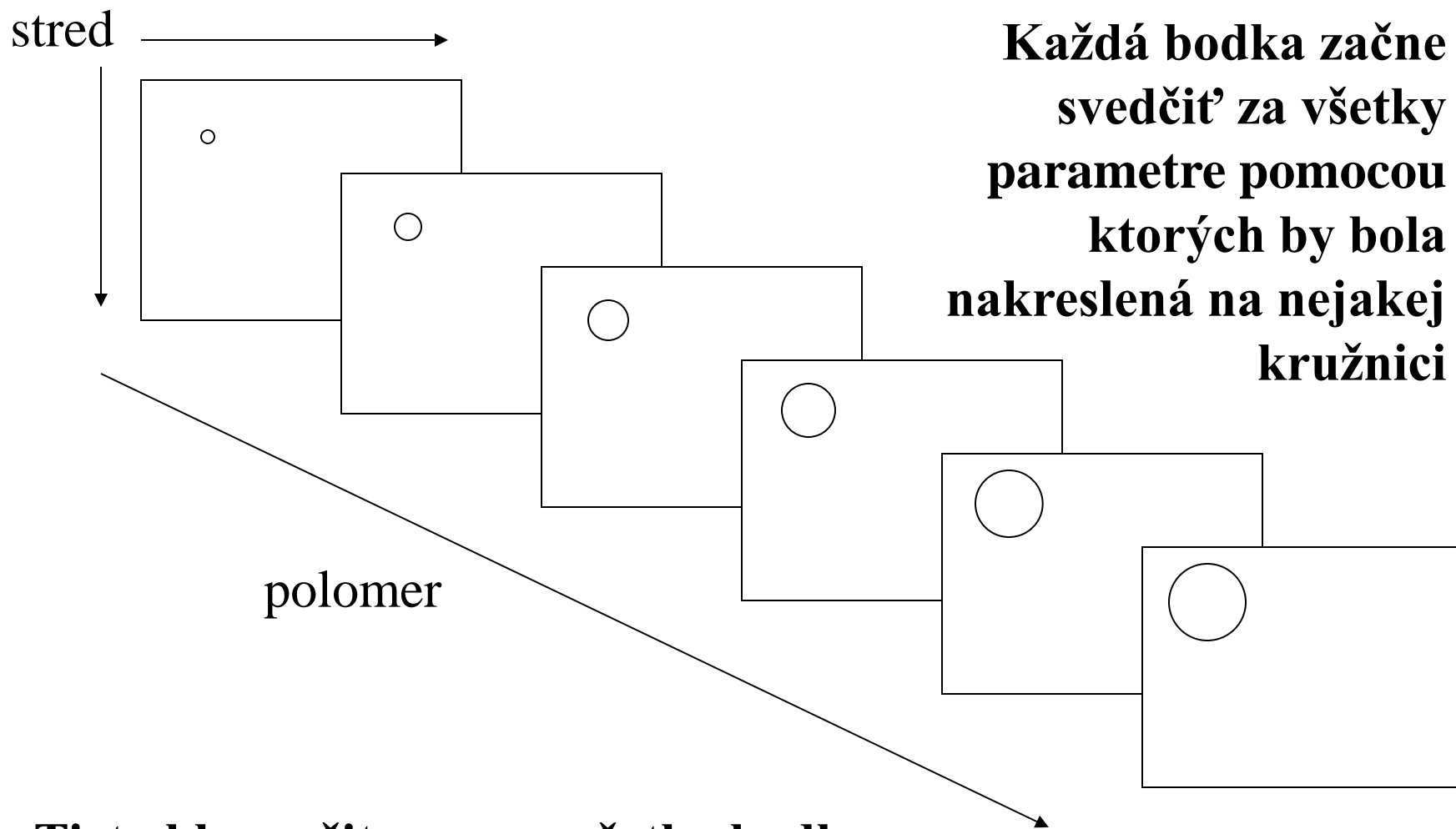
- x -súradnica stredu
- y -súradnica stredu
- polomer



Houghova transformácia

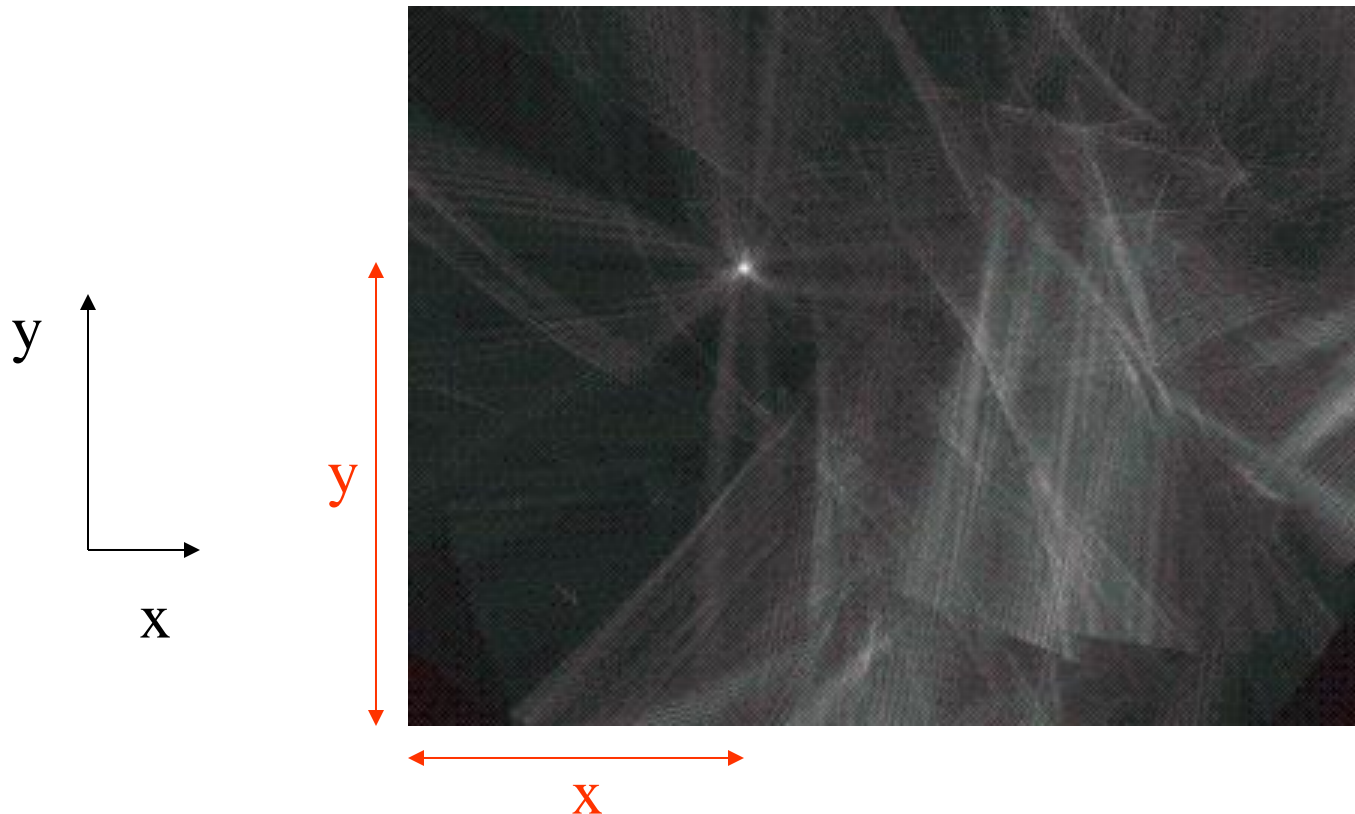


Houghova transformácia



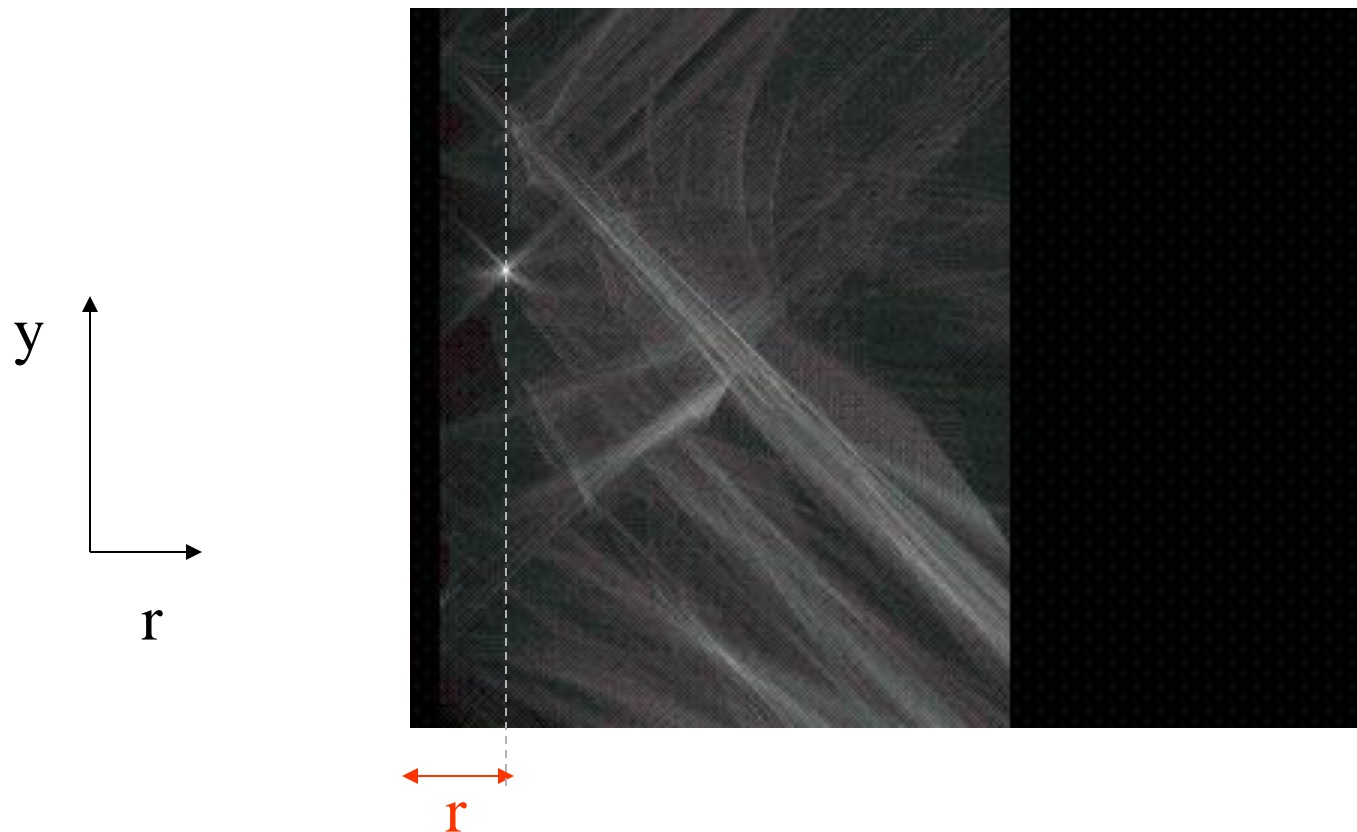
Tieto hlasy sčítame pre všetky bodky

Houghova transformácia



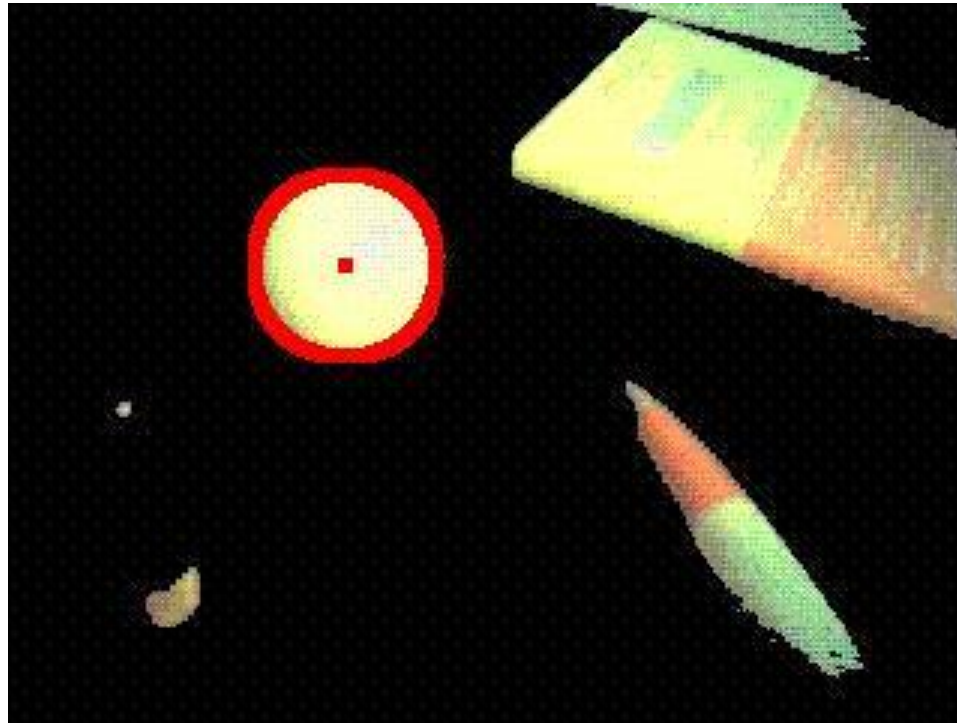
Keď sa na to pozrieme v smere polomeru
vidíme stred nájdenej guľičky ako hviezdu na oblohe

Houghova transformácia



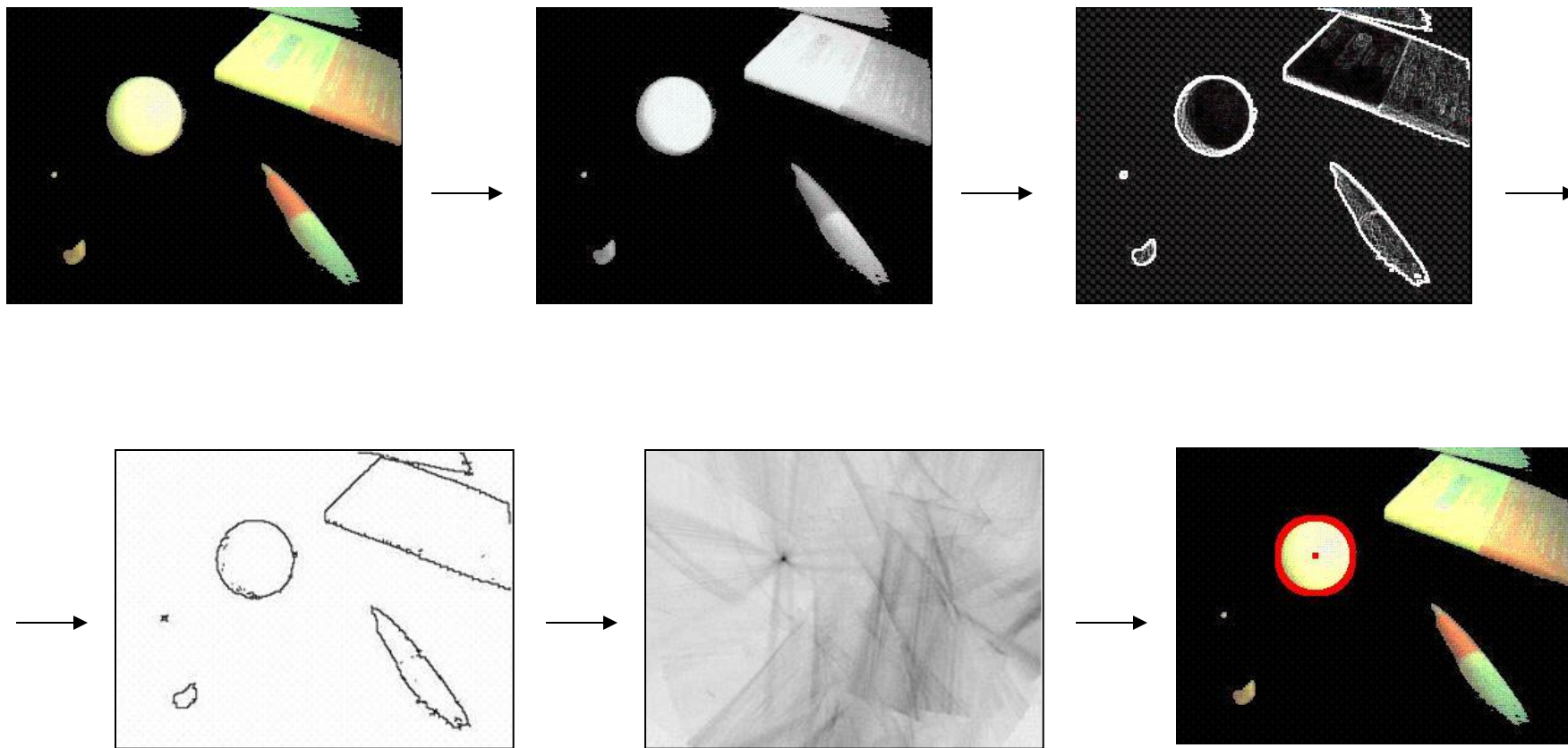
Polomer guľičky vidíme z iného pohľadu ...

Houghova transformácia



... a určíme tak parametre kružnice na obraze

Objekty s pravidelným tvarom



DOT

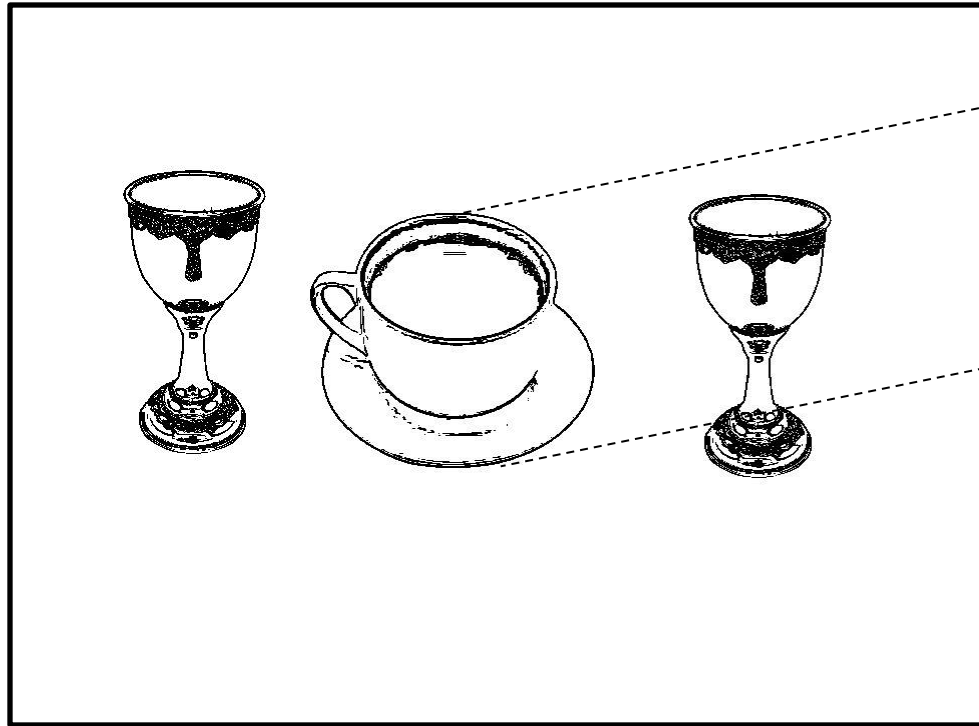
Dominant orientation templates

Šablóny význačných orientácii

- Jedna z najjednoduchších, ale účinných metód na rozpoznávanie objektov nepravidelného tvaru

Motivácia

šablóna



obraz

zamerajme sa
na hrany

Vstup: obraz z kamery



Tri polia $r[h,w]$, $g[h,w]$, $b[h,w]$, každý ich prvok je číslo $0..255$ a predstavujú červenú, zelenú a modrú zložku farby

Čiernobiely obraz



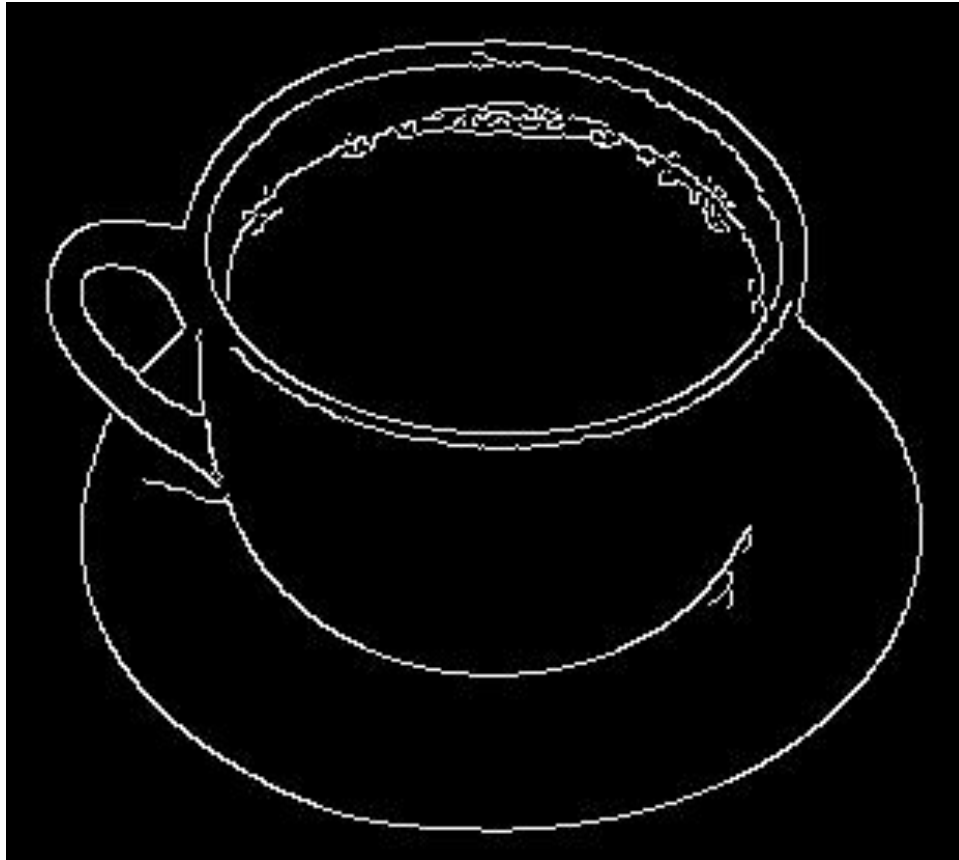
Pole $bw[h,w]$, každý jeho prvok je číslo 0..255 a predstavuje intenzitu svetla

$$bw[i,j] = 0.3*r[i,j] + 0.59*g[i,j] + 0.11*b[i,j]$$

Hrany

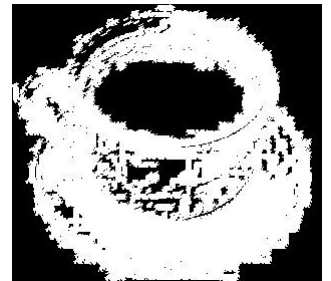
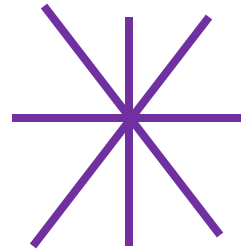
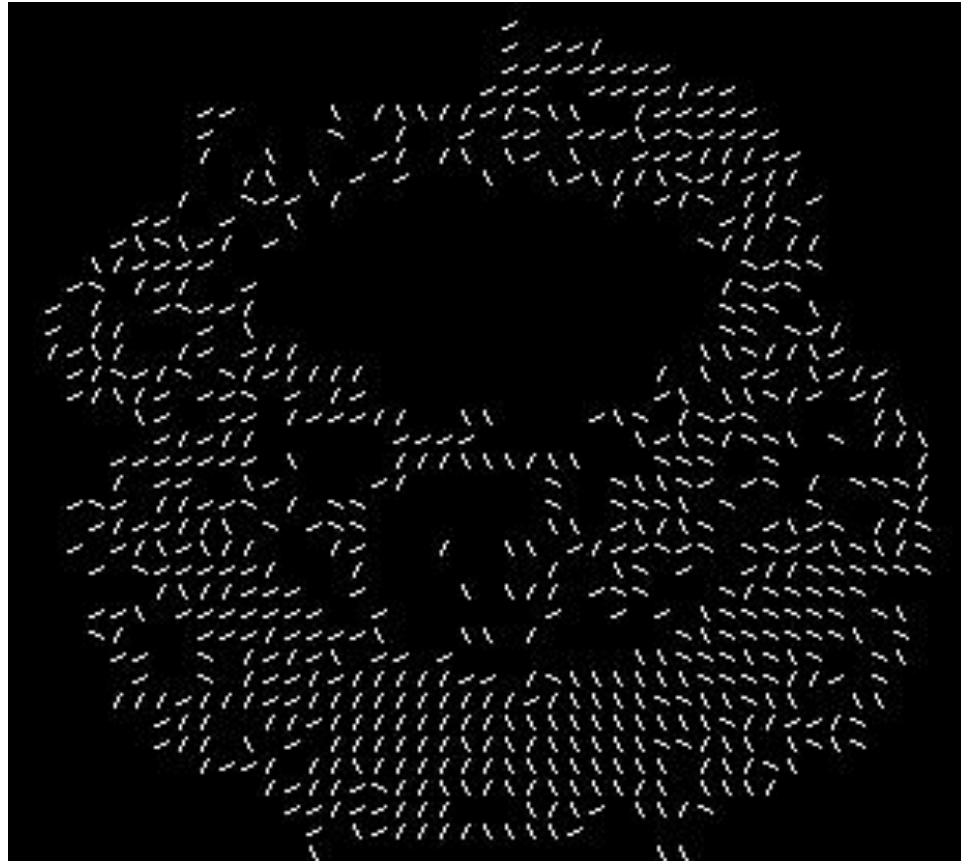
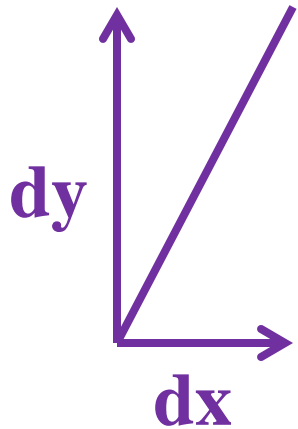
dx

dy



dx a dy môžeme zlúčiť a pomocou vhodného prahu premeniť obraz hrán na binárny. Stenčovaním čiar dostaneme výsledné hrany

Orientácie



z dx a dy môžeme určiť orientácie, v každom bode smer v ktorom sa mení jas, pričom prechody z tmavého do svetlého a opačne považujeme za rovnaké

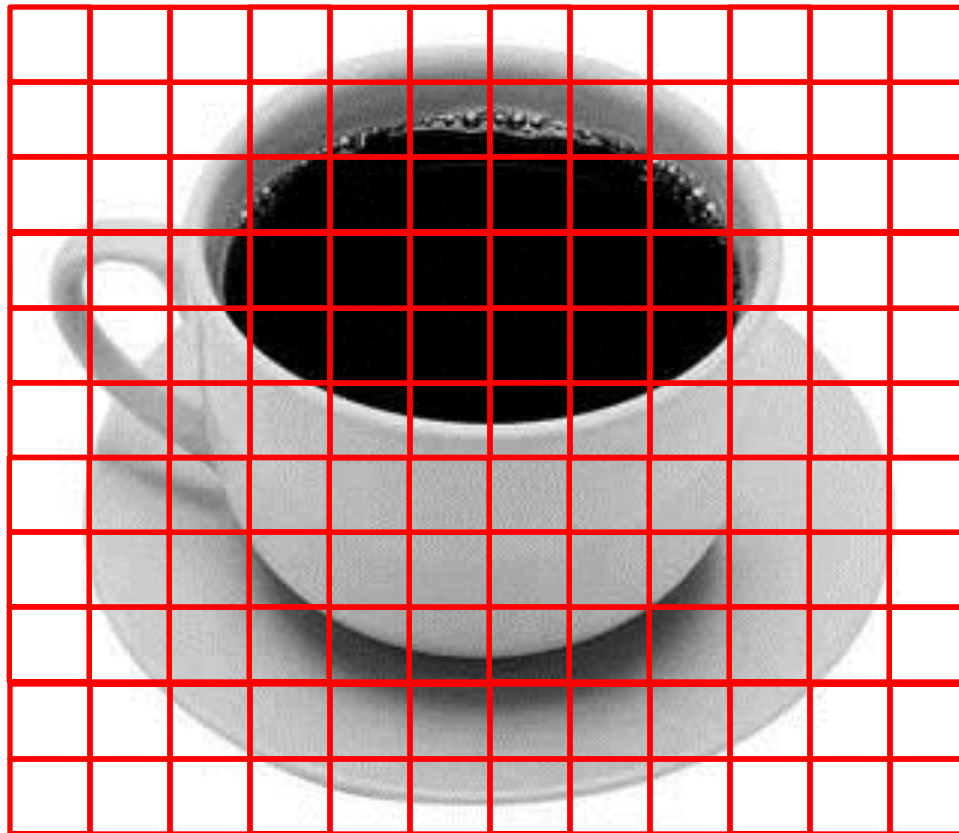
Šablóna

- Práve orientácie použijeme na zostrojenie šablóny rozpoznávaného objektu



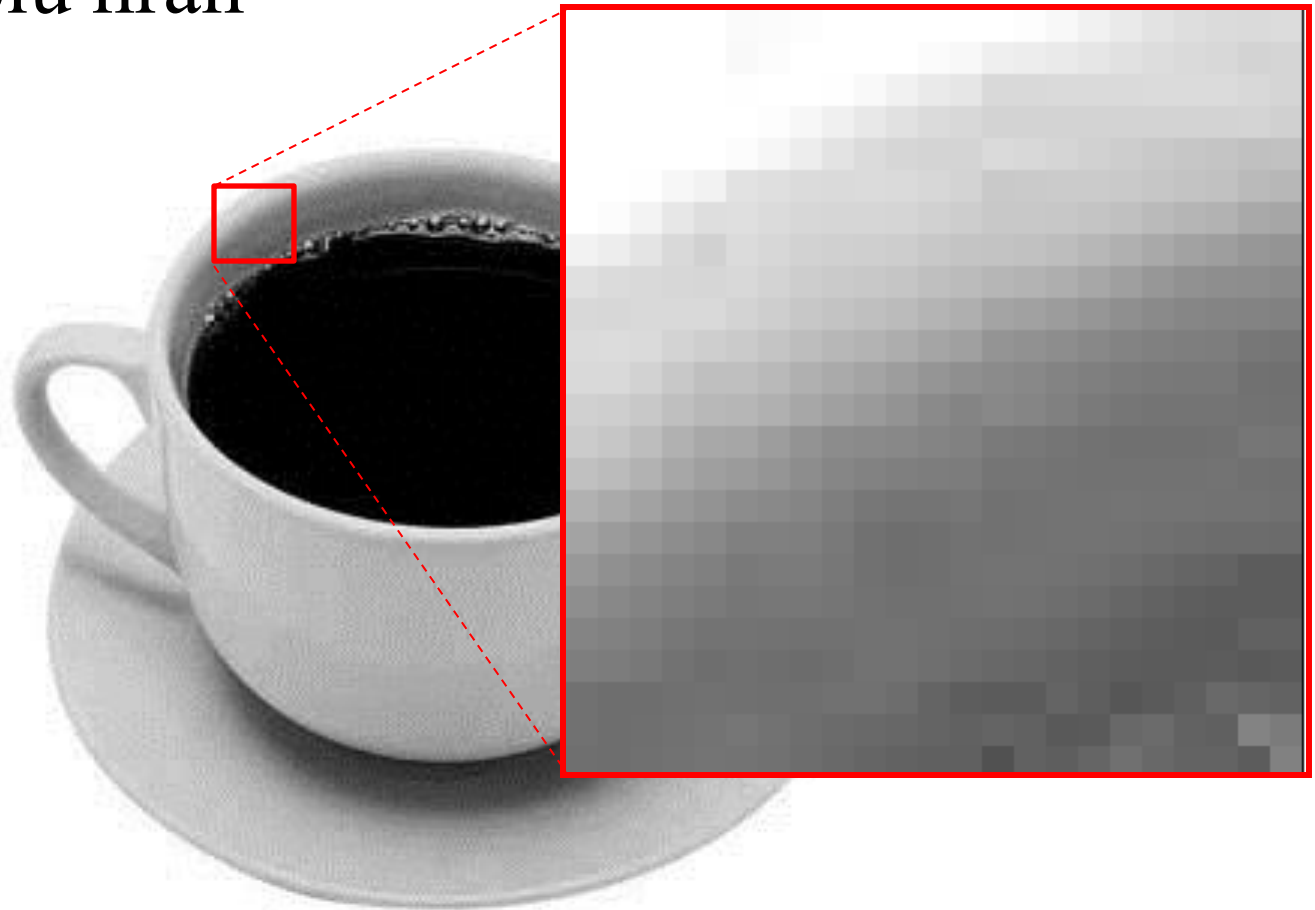
Šablóna

- objekt pokryjeme neprekrývajúcimi sa regiónmi



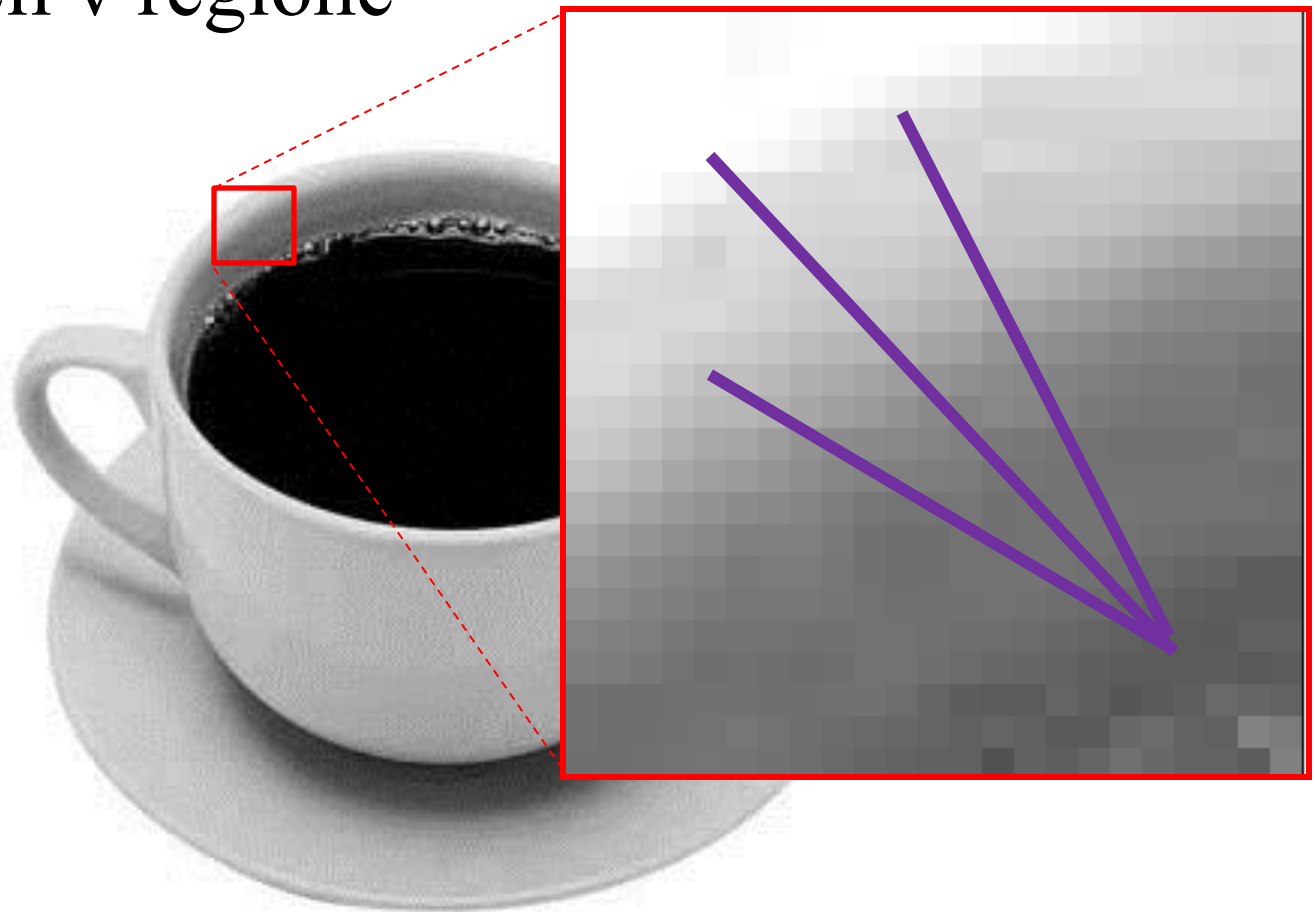
Šablóna

- Ku každému pixelu v regióne vieme orientáciu hrán



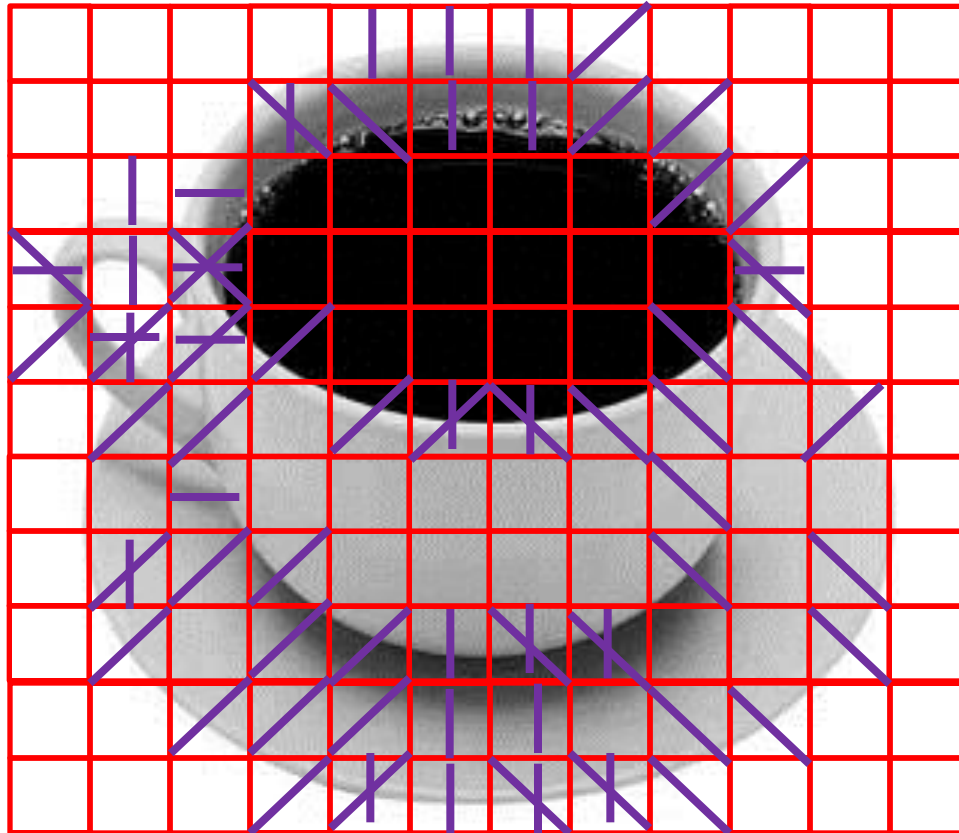
Šablóna

- Určíme z nich sadu prevládajúcich orientácií v regióne



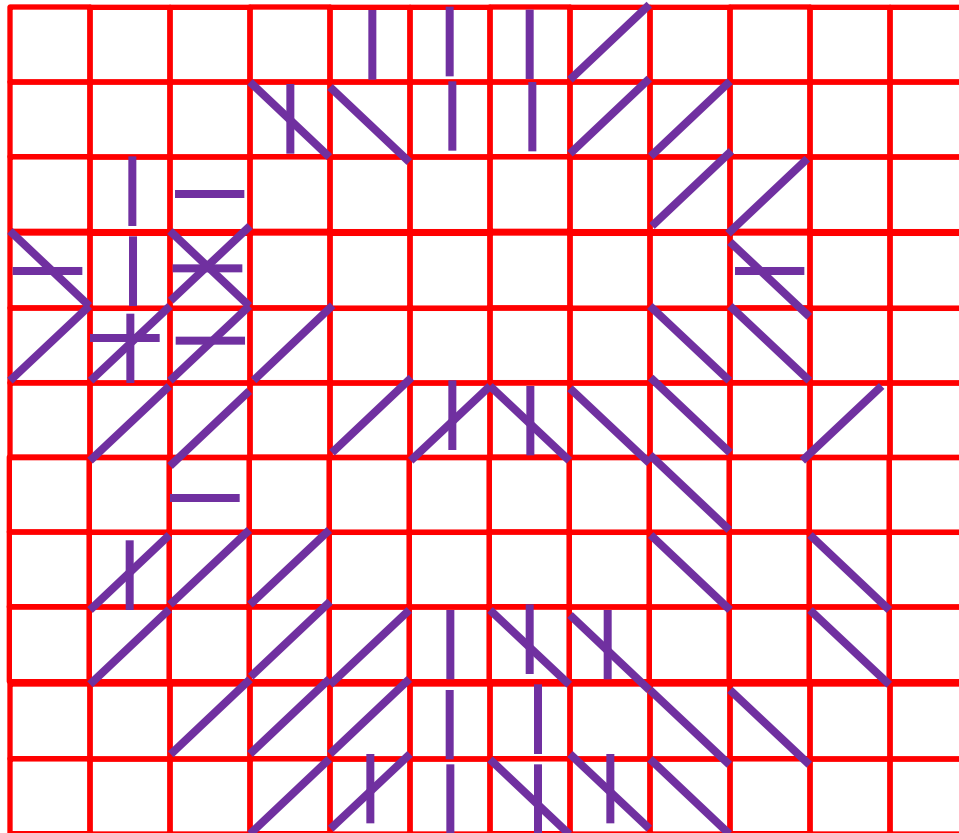
Šablóna

- Pre každý štvorček tak dostaneme sadu orientácií



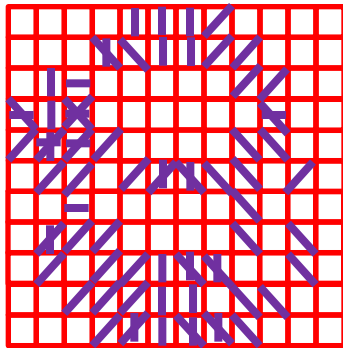
Šablóna

- A sada týchto orientácií bude tvoriť šablónu, tj. reprezentovať objekt

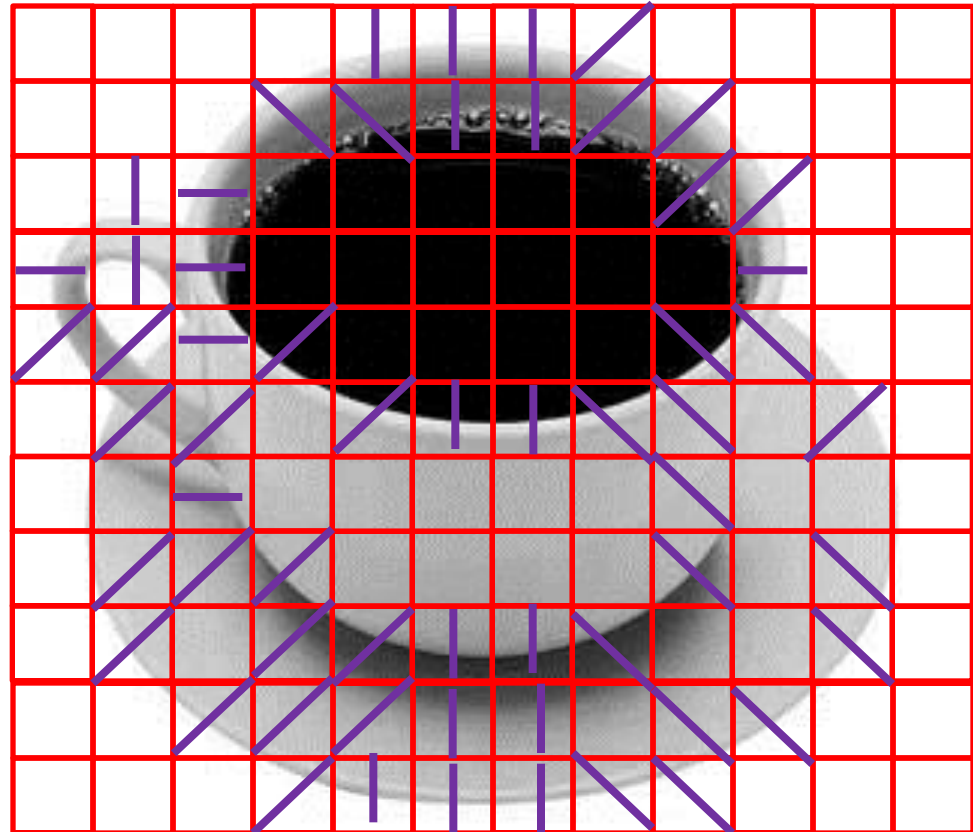


Hľadanie podľa šablóny

- Obrázok rozdelíme na regióny a v každom určíme jedinú, tzv. dominantnú orientáciu



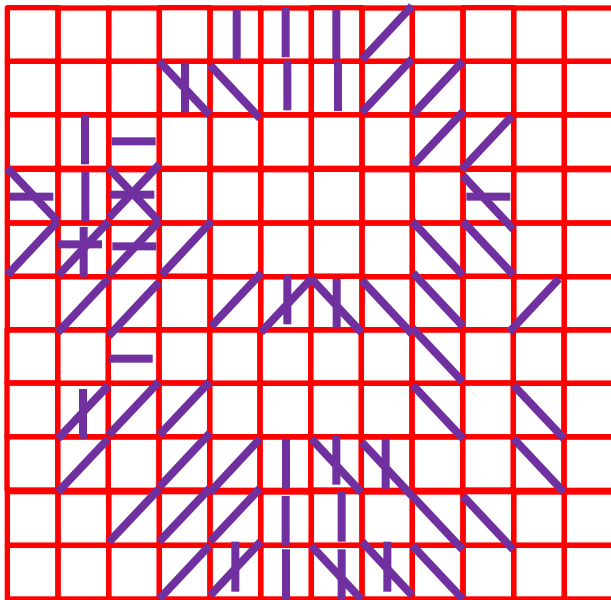
šablóna



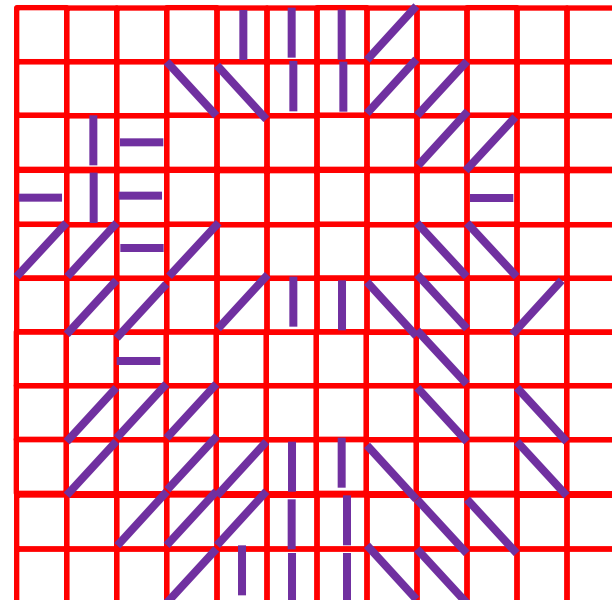
obraz

Hľadanie podľa šablóny

- Ak sa pre väčšinu regiónov nachádza dominantná orientácia v šablóne, tak OK.



šablóna

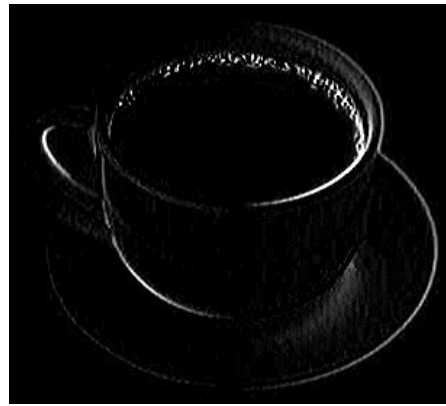


obraz

Objekty s nepravidelným tvarom



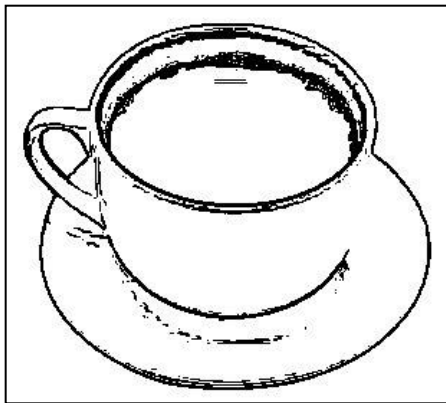
obraz



dx



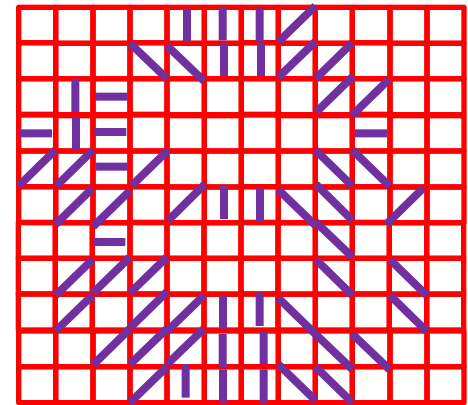
dy



hrany



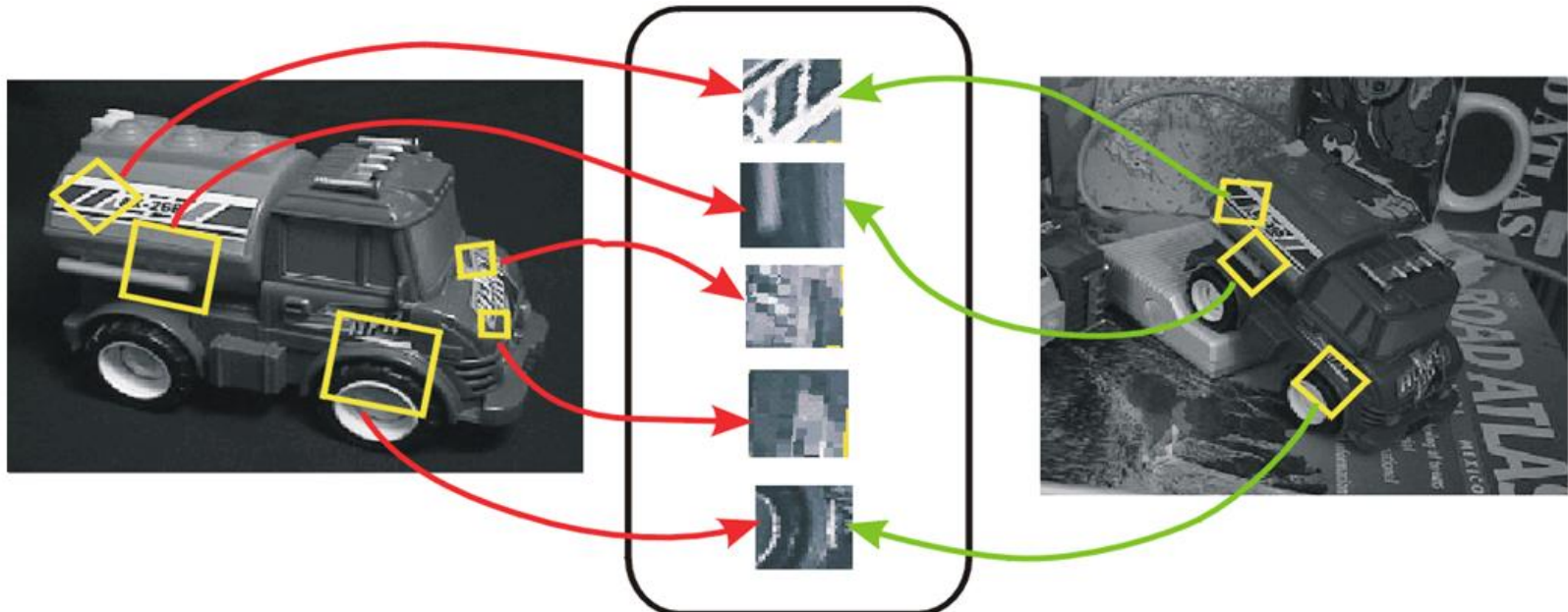
orientácie



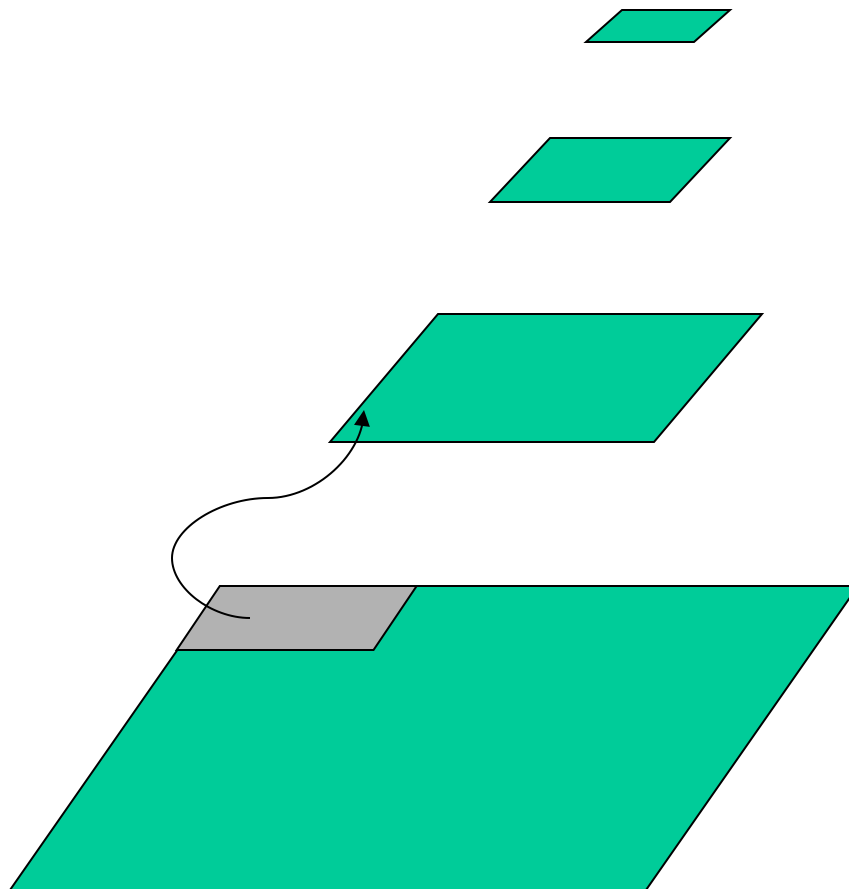
šablóny

SIFT (Scale Invariant Feature Transform)

Vzor predstavujú význačné body, ktorých okolie nachádzame v inej mierke a otočení na inom obraze

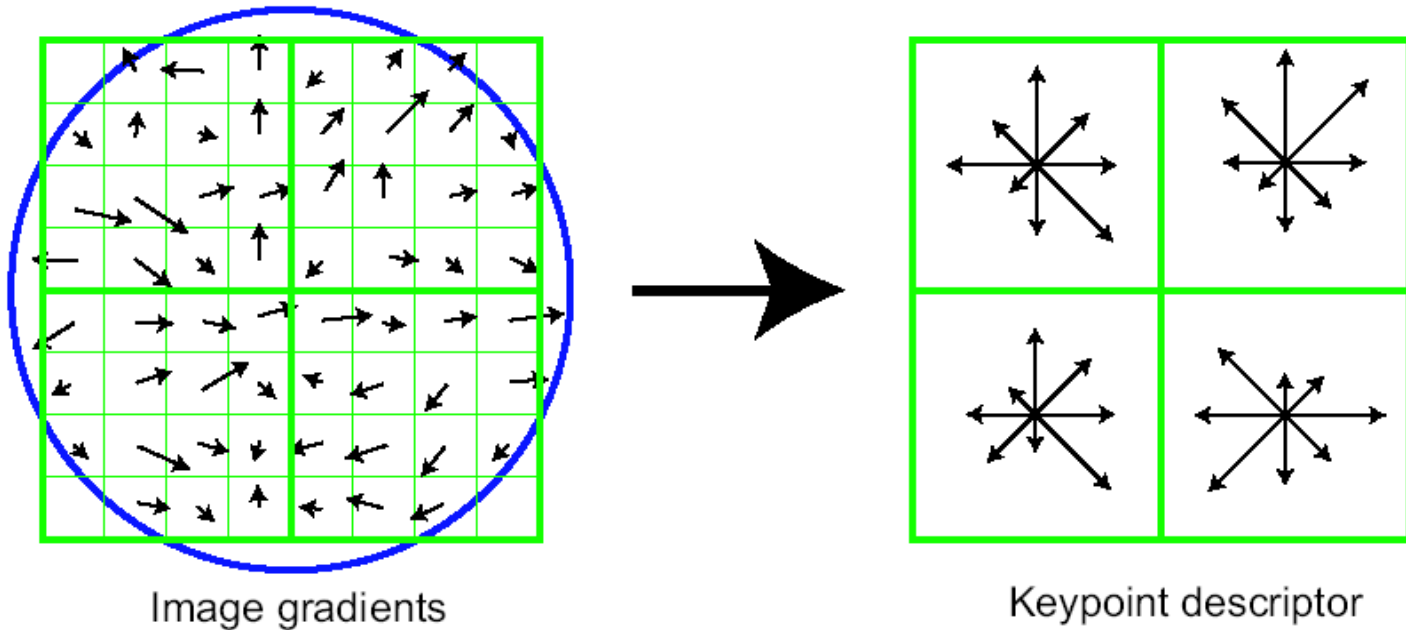


SIFT (Scale Invariant Feature Transform)



Význačné
body
spočítame ich
ako dôležité
detaily, ktoré
sa stratia pri
podvozkovaní
obrazu

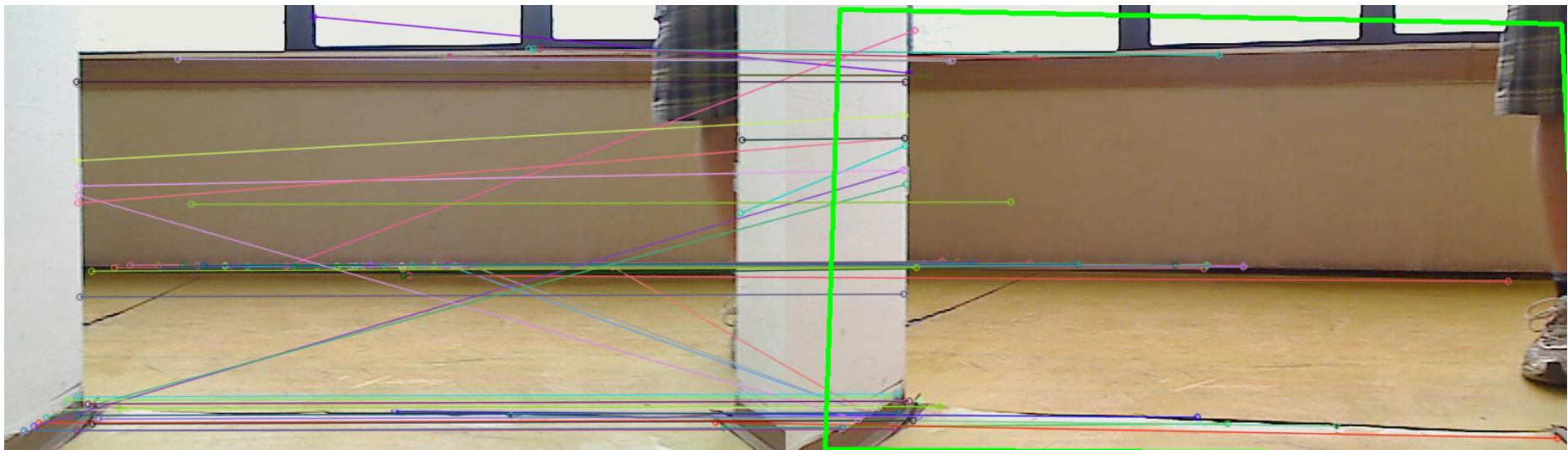
SIFT (Scale Invariant Feature Transform)



Pre každý bod urobíme popis jeho okolia

SIFT (Scale Invariant Feature Transform)

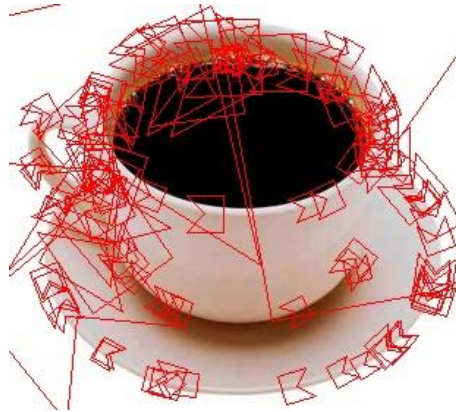
Tu si robot zapamätal, čo videl a po otočení vedel z párovania bodov z detektoru SIFT o koľko sa otočil



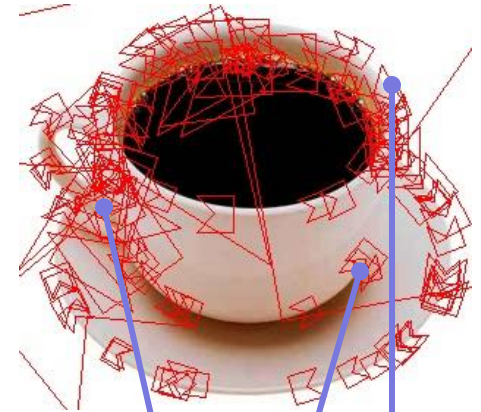
Objekty s charakteristickými plochami



obraz



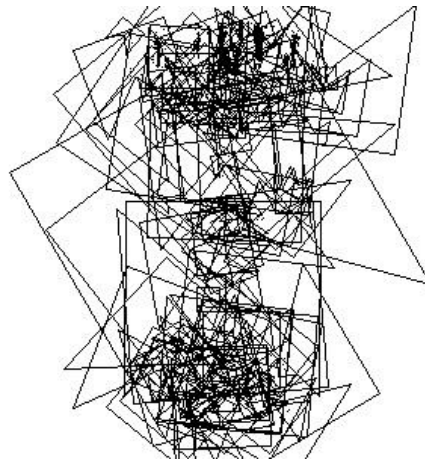
SIFT



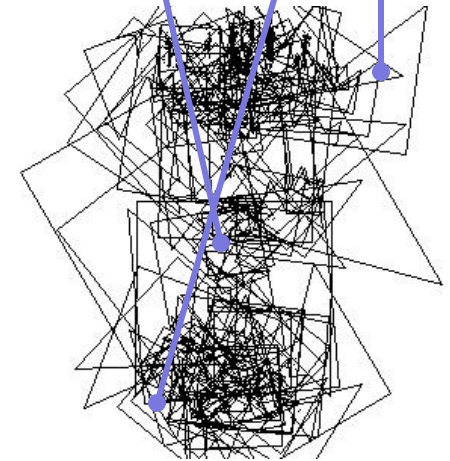
párovanie bodov



vzorový obraz



vzor



Ďakujem za pozornosť !

Andrej Lúčny

Katedra aplikovanej informatiky

FMFI UK Bratislava

lucny@fmph.uniba.sk

dai.fmph.uniba.sk/w/Andrej_Lucny/sk