

Matematická morfológia

Cvičenia z Počítačového Videnia

Čo už vieme

Načítať obrázok

Konvertovať na šedoúrovňový

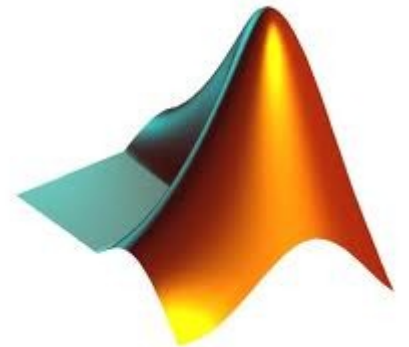
Ekvalizovať histogram

Vyhladiť

Prahovať

Nájsť hrany

<= Binárny obrázok

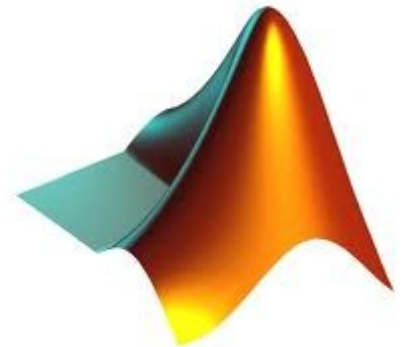


Čo ďalej

Matematická morfológia

Hľadanie objektov:

- Houghova transformácia
- Počet objektov
- Veľkosť, tvar...



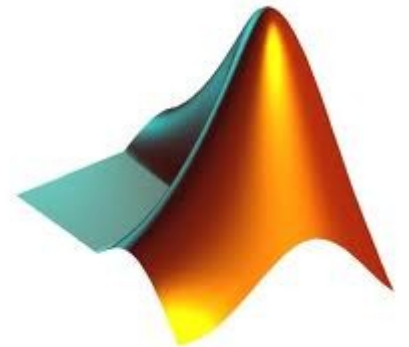
Doplnenie k minulotýždňovým cvičeniam

Separabilné filtre

Konvolúcia maskou $k \times k$ stojí k^2 operácií pre každý pixel

Niektoré masky môžu byť rozdelené na 1D masky – horizontálne a vertikálne

Cena sa zníži na $2k$ operácií



Separabilné filtre

$$\frac{1}{K^2}$$

1	1	...	1
1	1	...	1
⋮	⋮	1	⋮
1	1	...	1

$$\frac{1}{16}$$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

$$\frac{1}{256}$$

1	4	6	4	1
4	16	24	16	4
6	24	36	24	6
4	16	24	16	4
1	4	6	4	1

$$\frac{1}{8}$$

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

$$\frac{1}{4}$$

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

$$\frac{1}{K}$$

1	1	...	1
---	---	-----	---

$$\frac{1}{4}$$

1	2	1
---	---	---

$$\frac{1}{16}$$

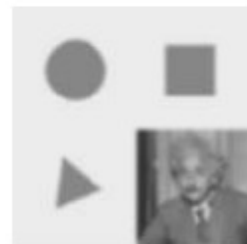
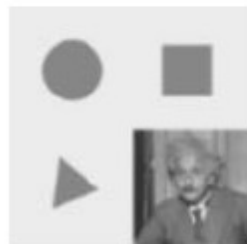
1	4	6	4	1
---	---	---	---	---

$$\frac{1}{2}$$

-1	0	1
----	---	---

$$\frac{1}{2}$$

1	-2	1
---	----	---



(a) box, $K = 5$

(b) bilinear

(c) "Gaussian"

(d) Sobel

(e) corner

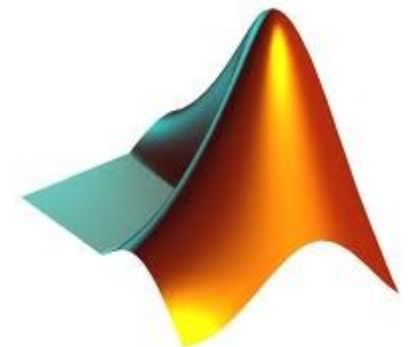
Matematická morfológia

- pracuje s transformáciami, ktoré sú opísané s použitím operátorov v nelineárnej algebre
- predstavuje protipól ku tradičnému spracovaniu signálov, ktoré používa lineárne operátory (napr. konvolúcia)

Morfológia

binárna (2D bodová množina)

šedotónová (3D bodová množina)

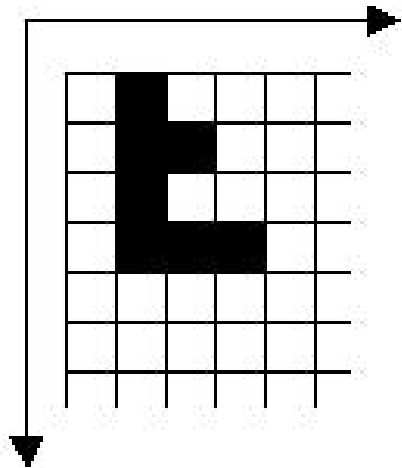


Matematická morfológia I.

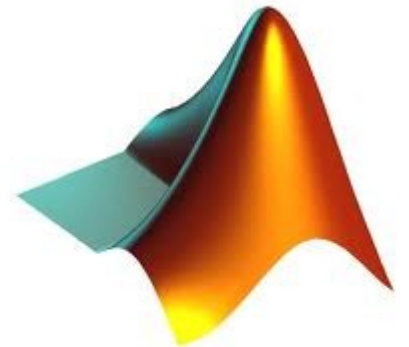
- predpokladá, že obraz sa dá modelovať pomocou bodových množín

Bodová množina

- množina súradníc obrazových bodov, ktoré patria objektu

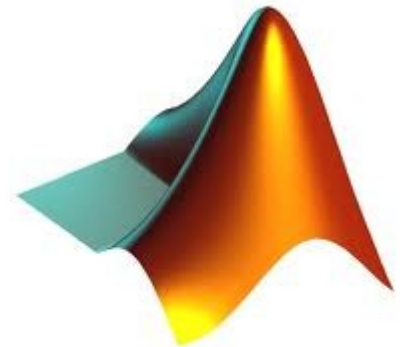


$$X = \{(1, 0), (1, 1), (1, 2), (1, 3), (2, 1), (2, 3), (3, 3)\}$$



Použitie

- predspracovanie
 - odstránenie šumu, zjednodušenie tvaru
- tvorba kostry, stenčovanie/zhrubnutie obrazu, tvorba konvexného obalu...
- segmentácia

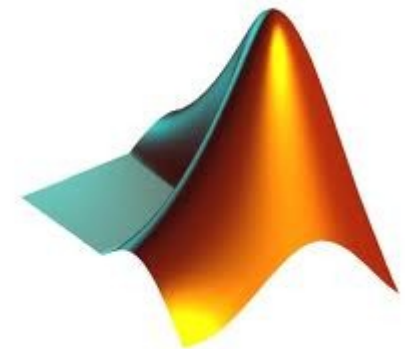
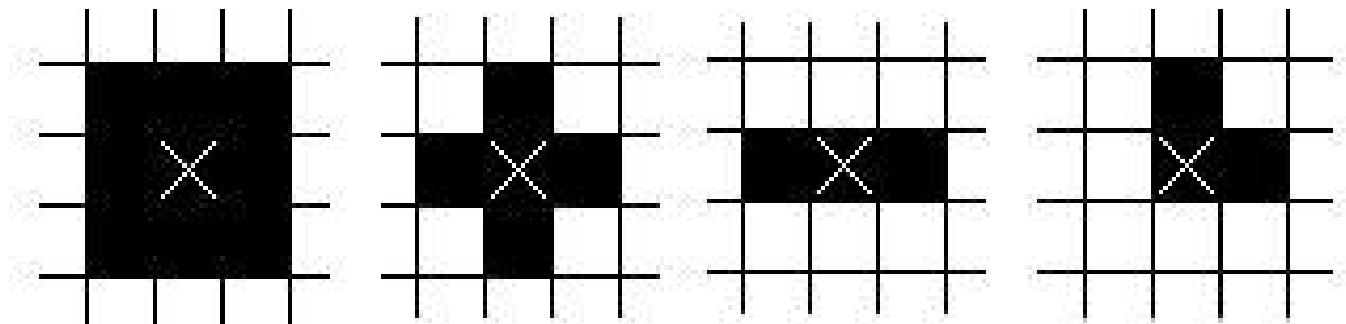


Morfologická transformácia

- relácia medzi bodovou množinou X a štruktúrnym elementom B

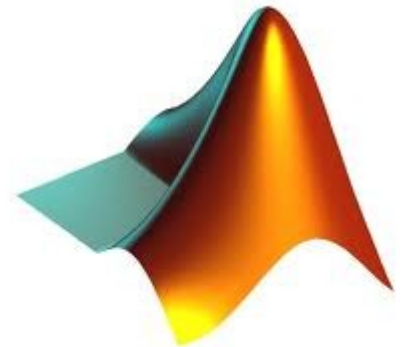
Štruktúrálly element:

- bodová množina
- obsahuje jeden reprezentatívny bod O



Morfologické transformácie

- dilatácia, erózia
- opening (otvorenie), closing (uzavretie)
- hit-or-miss
- translácia, reflexia, komplement, rozdiel, extrancia hranice, nájdenie konvexného obalu, stenčenie, zhrubnutie, nájdenie kostry...

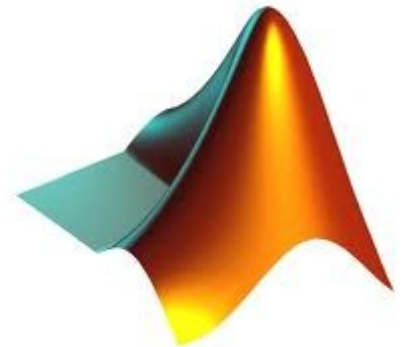


Dilatácia

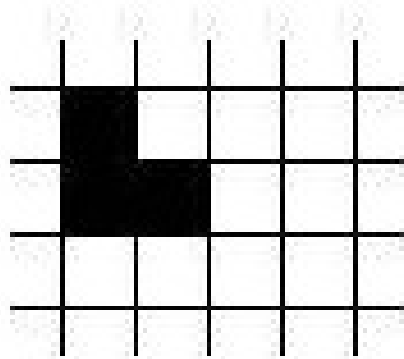
- založená na Minkowského súčte

$$X \oplus B = \{p \in \varepsilon^2, p = x + b, x \in X, b \in B\}$$

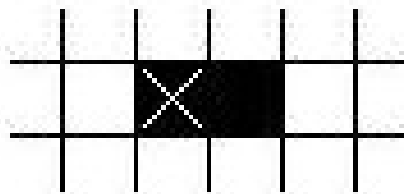
- relácia, ktorá skladá body dvoch množín pomocou vektorového súčtu
- zjednotenie posunutých bodových množín
- komutatívna, asociatívna, invariantná na otočenie



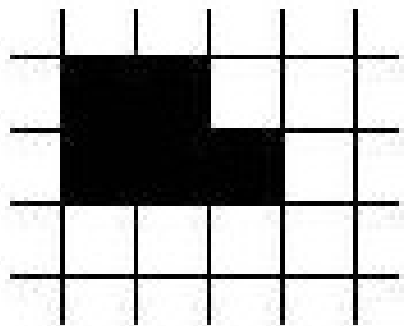
Dilatácia



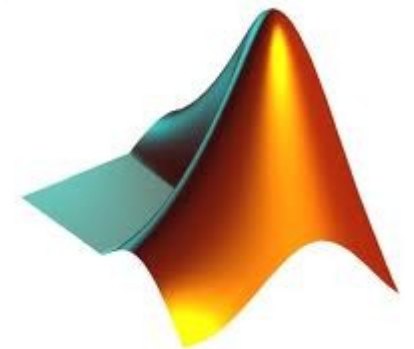
$$X = \{(1, 0), (1, 1), (2, 1)\}$$



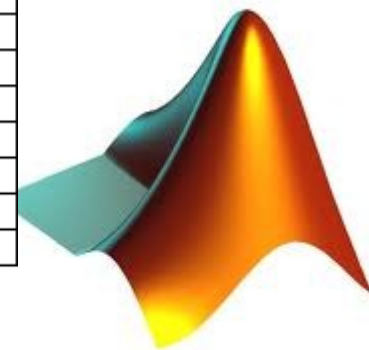
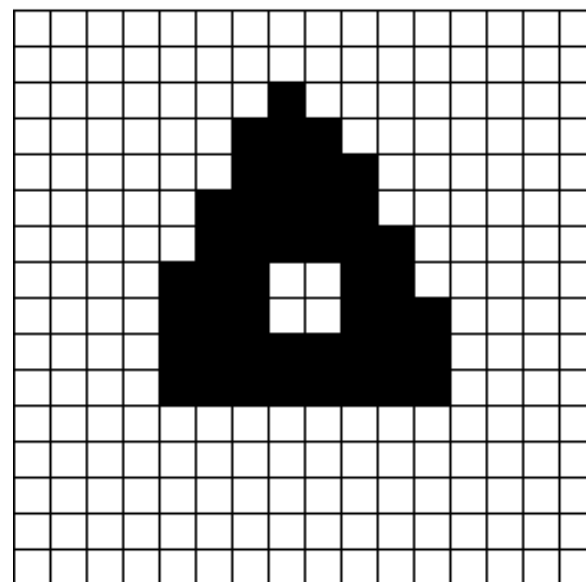
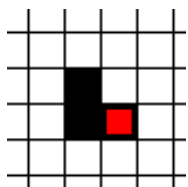
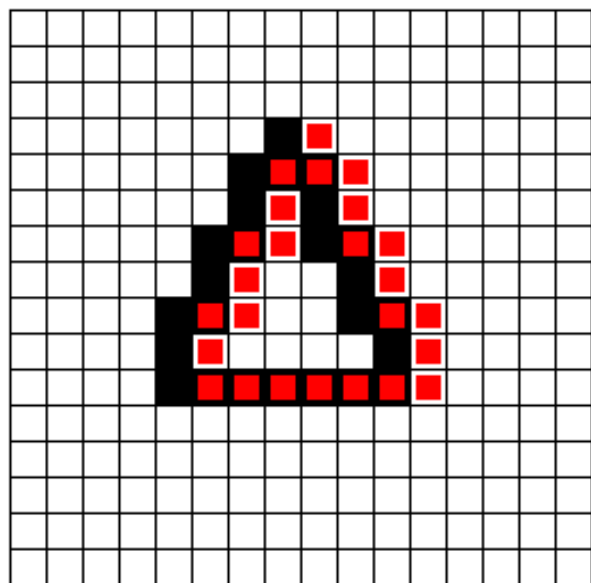
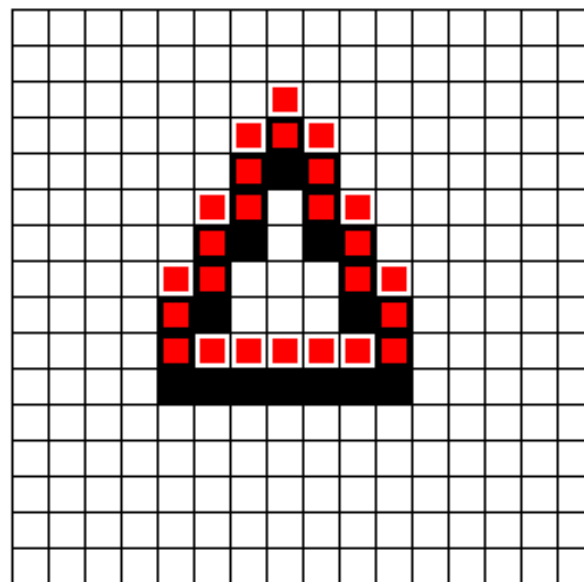
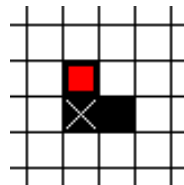
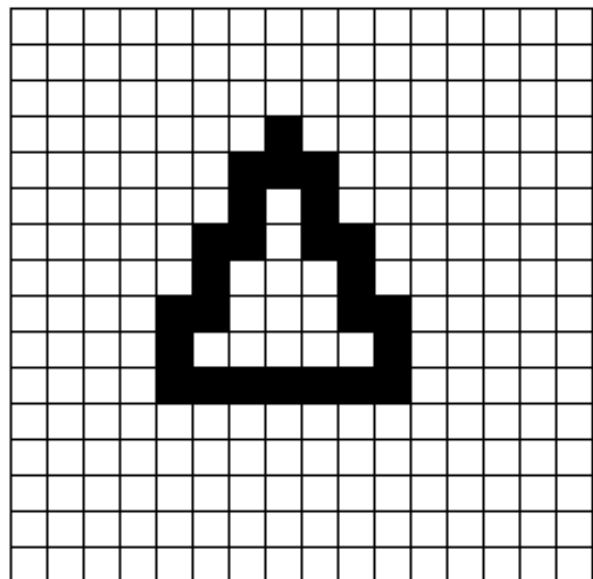
$$B = \{(0, 0), (1, 0)\}$$



$$X \oplus B = \{(1, 0), (1, 1), (2, 1) \\ (2, 0), (2, 1), (3, 1)\}$$

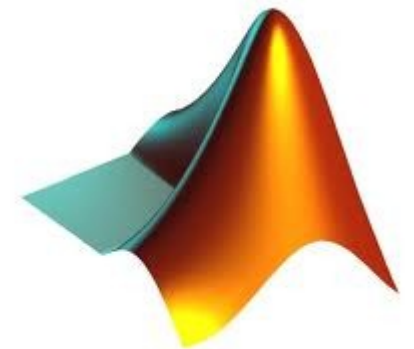


Dilatácia

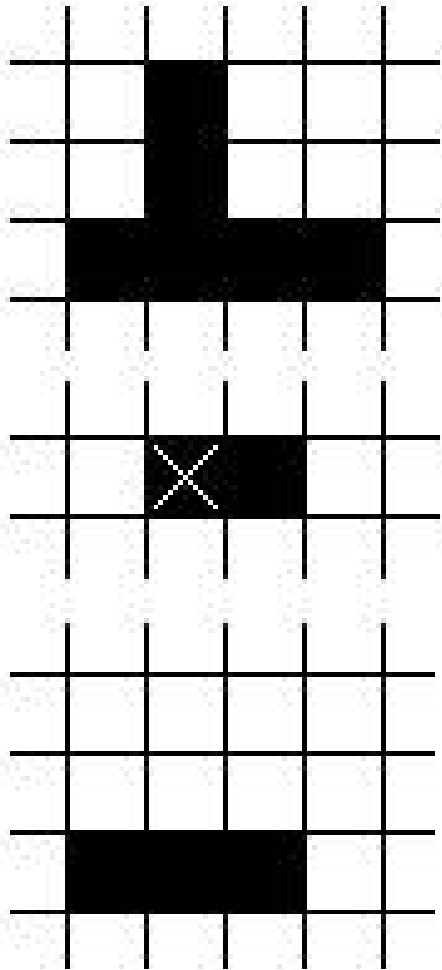


Erózia

- založená na Minkowského rozdieli
$$X - B = \{p \in \mathbb{R}^2, p+b \in X, b \in B\}$$
- komutatívna, invariantná voči posunutiu
- prienik všetkých posunutí



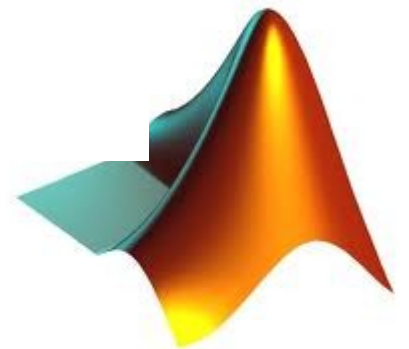
Erózia



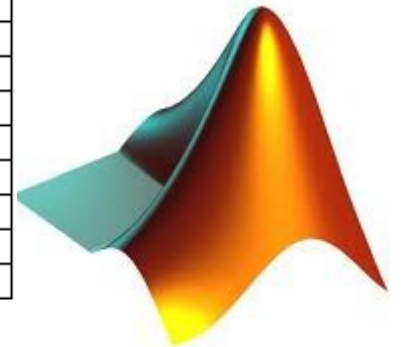
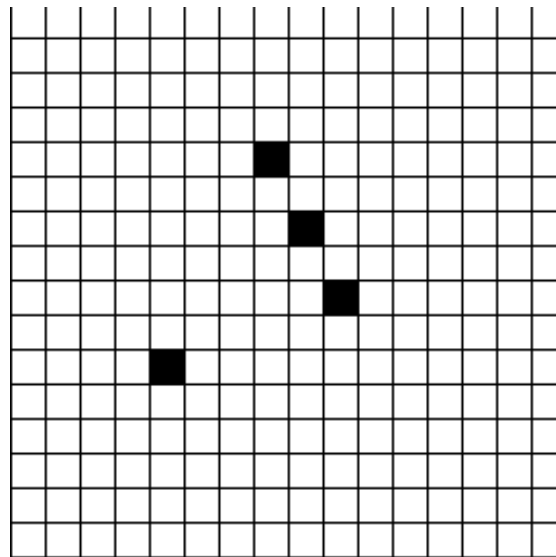
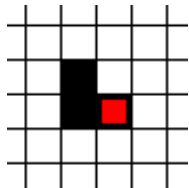
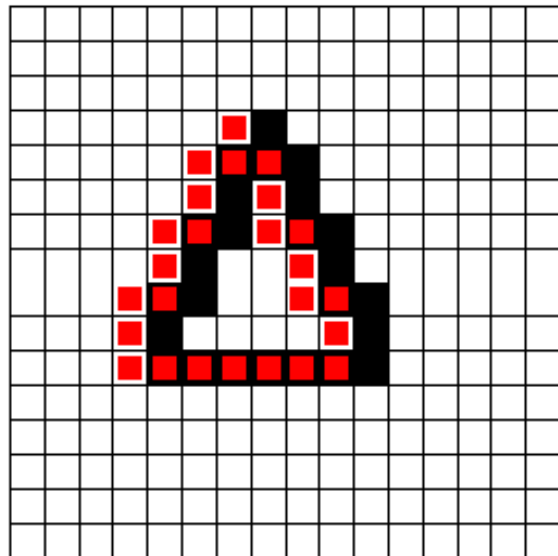
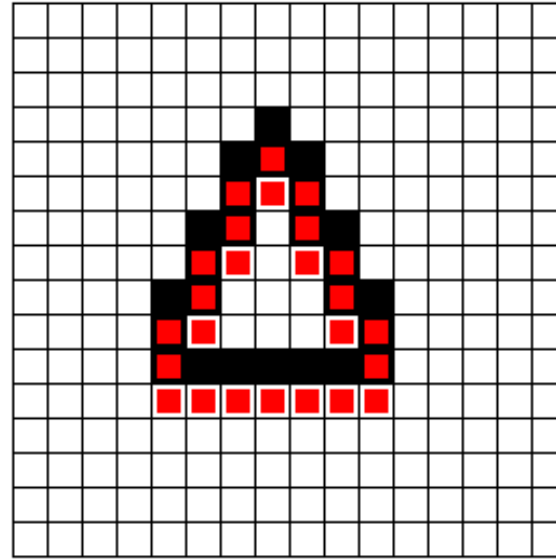
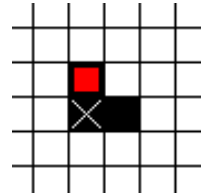
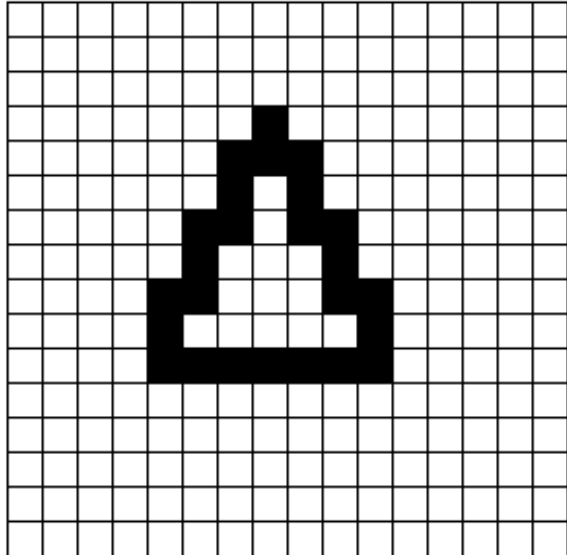
$$X = \{(1, 0), (1, 1), (1, 2), (0, 2), \\ (1, 2), (2, 2), (3, 2)\}$$

$$B = \{(0, 0), (1, 0)\}$$

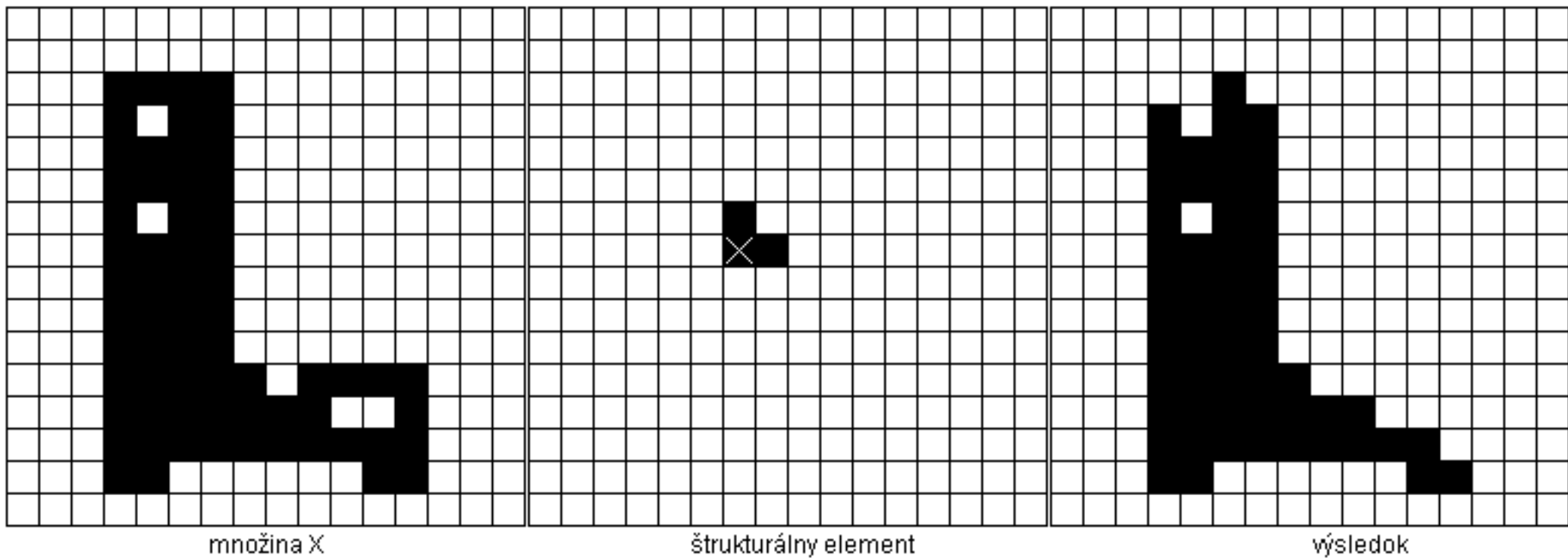
$$X \ominus B = \{(0, 2), (1, 2), (2, 2)\}$$



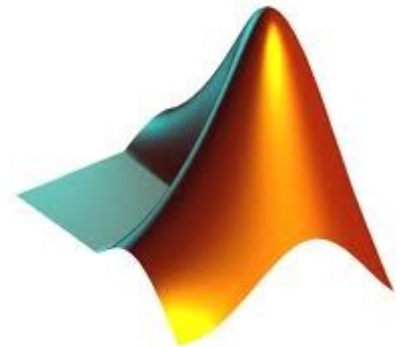
Erózia



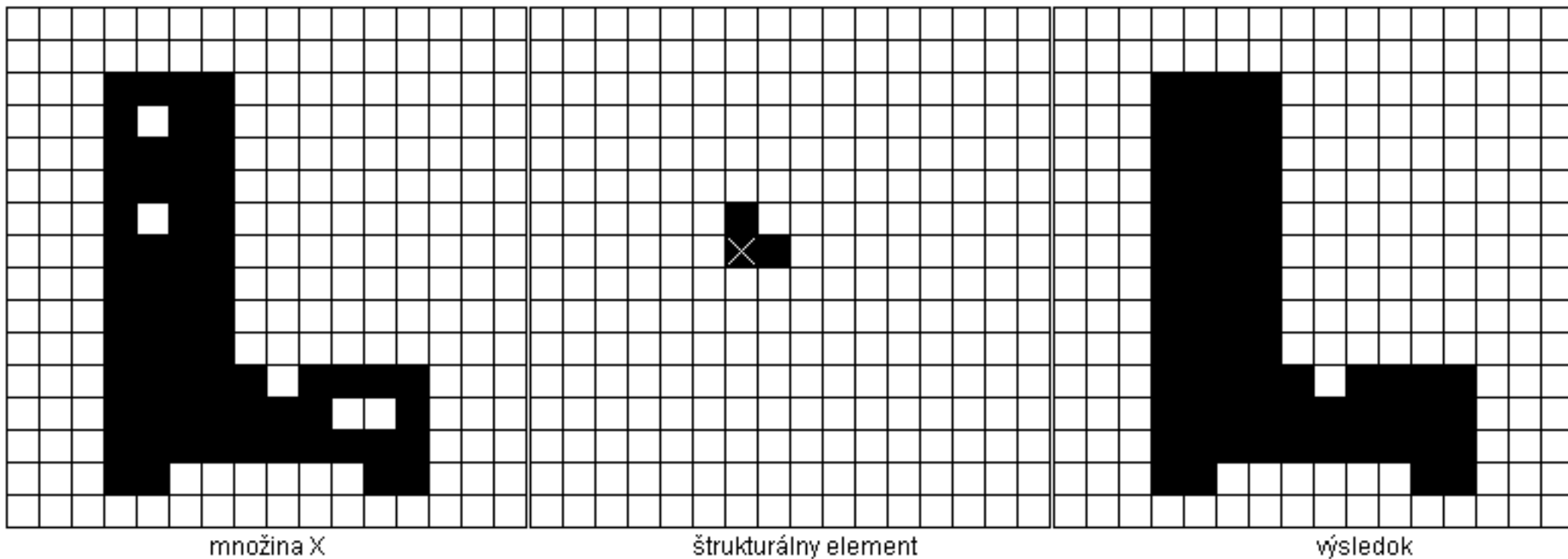
Opening



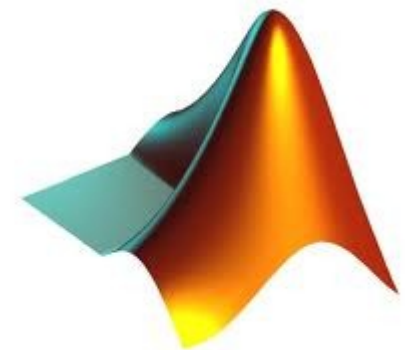
- erózia za ktorou nasleduje dilatácia
- $X \circ B = (X - B) \oplus B$



Closing

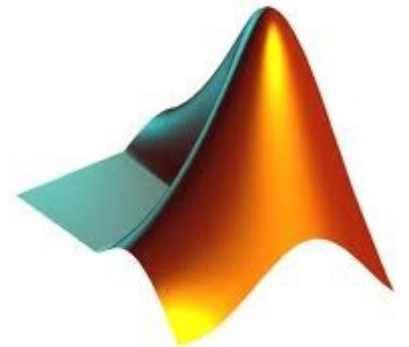


- dilatácia , za ktorou nasleduje erózia
- $X \bullet B = (X \oplus B) - B$



Opening a Closing

- obe operácie sú idempotentné: ich opätovná aplikácia nemení predošlý výsledok
- použitie rovnakého štrukturálneho prvku
- duálne operácie – zatvorenie popredia dá rovnaký výsledok, ako otvorenie pozadia



Hit and miss

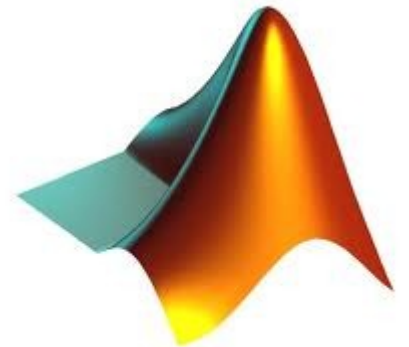
- hľadanie hrán a rohov objektov, nájdenie izolovaných bodov, koncových bodov kostry
- štruktúrálny element
 - 1,0,don't care
 - závislý na tom, čo hľadám
- príklad: nájdenie rohov

	1	
0	1	1
0	0	

	1	
1	1	0
	0	0

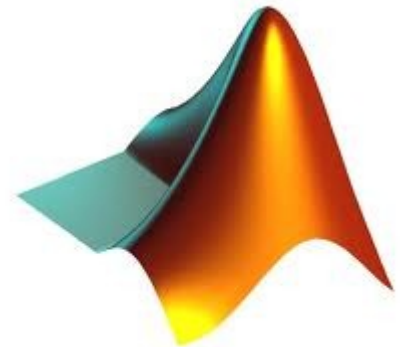
	0	0
1	1	0
	1	

0	0	
0	1	1
	1	



Iné operácie

- thinning
 - $\text{thin}(X,B) = X - \text{hit_and_miss}(X,B)$
- thickening
 - $\text{thicken}(X,B) = X \cup \text{hit_and_miss}(X,B)$
- skeletonization
- X – obraz, B – štrukturálny prvok



Hľadanie hranice

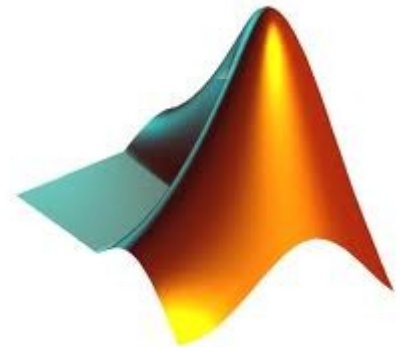
- použitie dilatácie a erózie

- **Algoritmy**

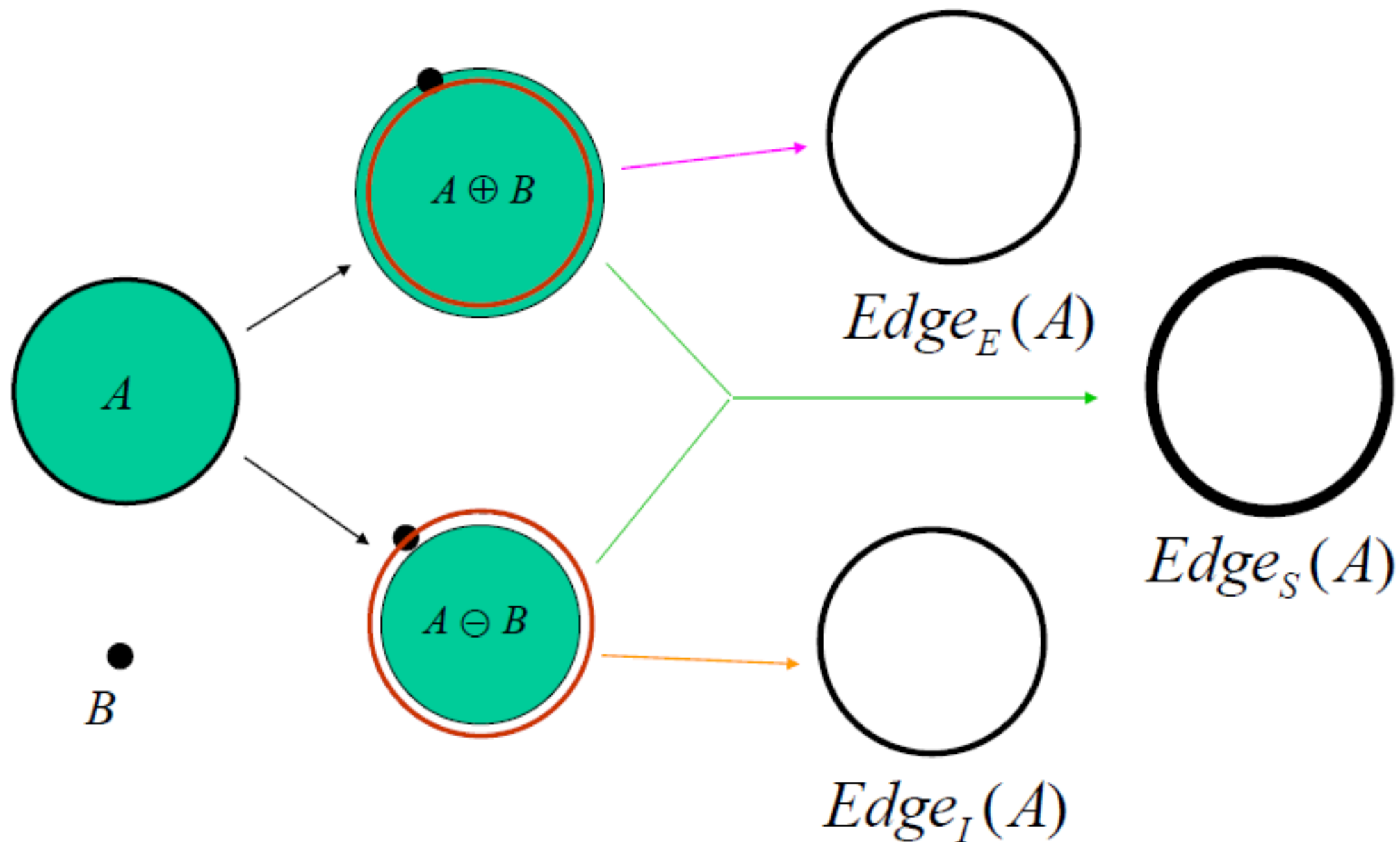
- Štandardné $Edge_s(A) = (A \oplus B) - (A \ominus B)$

- Externé $Edge_E(A) = (A \oplus B) - A$

- Interné $Edge_I(A) = A - (A \ominus B)$

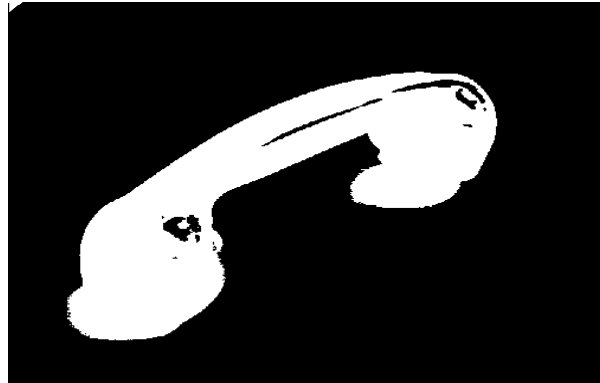


Hľadanie hranice

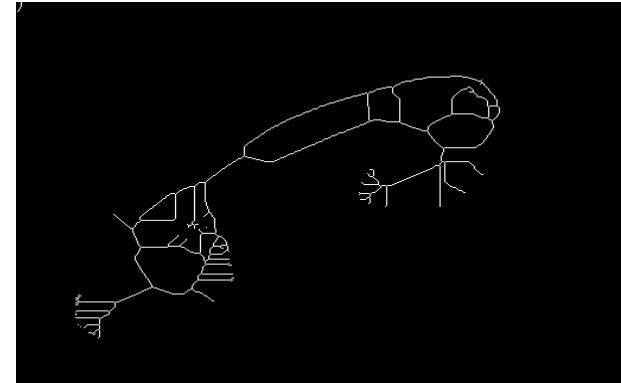


Príklad využitia

prahovanie



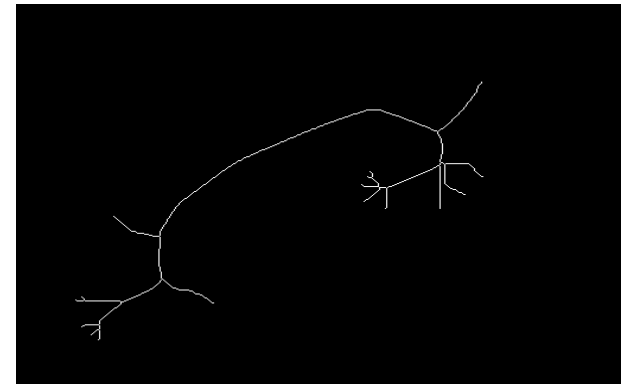
kostra



prahovanie



kostra



+ uzavretie

MATLAB

Erózia: `imerode(Obrázok, štrukt. Element)`

Dilatácia: `imdilate(Obrázok, štrukt. Element)`

Opening: `imopen(Obrázok, štrukt. Element)`

Closing: `imclose(Obrázok, štrukt. Element)`

MATLAB

Štruktúrálňy element:

SE = strel(shape, parameters);

shape:'arbitrary';'pair';'diamond';'periodicline'

'disk';'rectangle';'line';'square';'octagon'

se1 = strel('square',11) % 11-by-11 square

se2 = strel('line',10,45) % length 10, angle 45

se3 = strel('disk',15) % disk, radius 15

se4 = strel('ball',15,5) % ball, radius 15, height 5

MATLAB

Erózia: `imerode(Obrázok, štrukt. Element)`

Obrázok **binárny** alebo **šedoúrovňový**

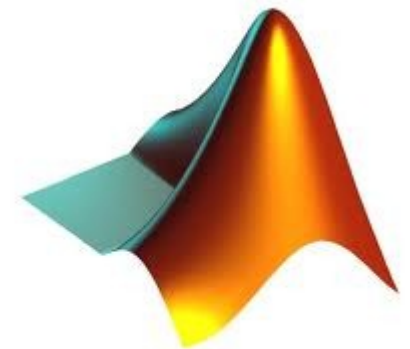
```
I = imread('circles.png');
```

```
%rgb2gray(); ak treba
```

```
se = strel('disk',11);
```

```
erl = imerode(I,se);
```

```
imshow(I); figure,imshow(erl);
```



MATLAB

Ďalšie metódy

Top Hat: `imtophat(I,se);`

original I - opening;

Bottom Hat: `imbothat(I,se);`

closing- Original I;

Hmax: `imhmax(I,h)`

potlačí maximá menšie ako h

`imregionalmax(I); imhmin(I,h)...`

MATLAB

Vlastnosti oblastí v Binárnom obr.

```
s = regionprops(Bin. obrazok, 'vlastnost');
```

vlastnosti: 'Area', 'BoundingBox',

'Centroid', 'Orientation', 'Perimeter', 'ConvexArea'...

MATLAB

```
BW = imread('text.png');  
s = regionprops(double(BW), 'centroid');  
centroids = cat(1, s.Centroid);  
imshow(BW)  
hold on  
plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'b*')  
hold off
```