

Pokročilé spracovanie obrazu

Binárna matematická morfológia
Cvičenia – 2.11.2016

Matematická morfológia

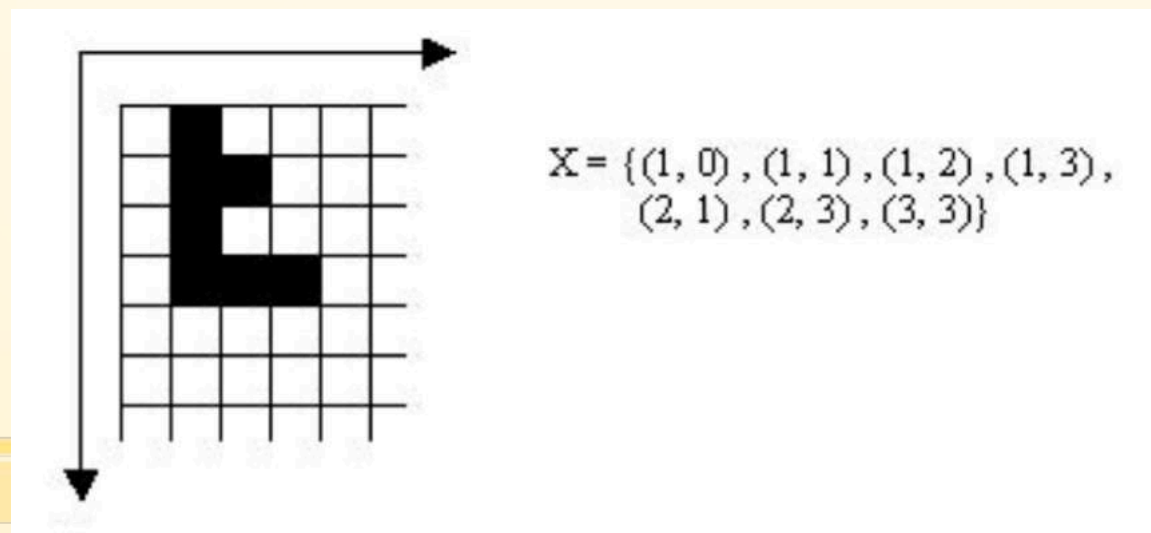
- zaoberá sa štúdiom objektov z pohľadu ich tvaru, geometrie a topológie
 - používa kombinácie metód z teórie množín, topológie a diskkrétnej matematiky
 - predstavuje protipól ku tradičnému spracovaniu signálov, ktoré používa lineárne operátory (napr. konvolúcia)
- a) binárna** (2D bodová množina)
- b) šedotónová** (3D bodová množina)

Matematická morfológia

- predpokladá, že obraz sa dá modelovať pomocou bodových množín

Bodová množina

- množina súradníc obrazových bodov, ktoré patria objektu



Použitie

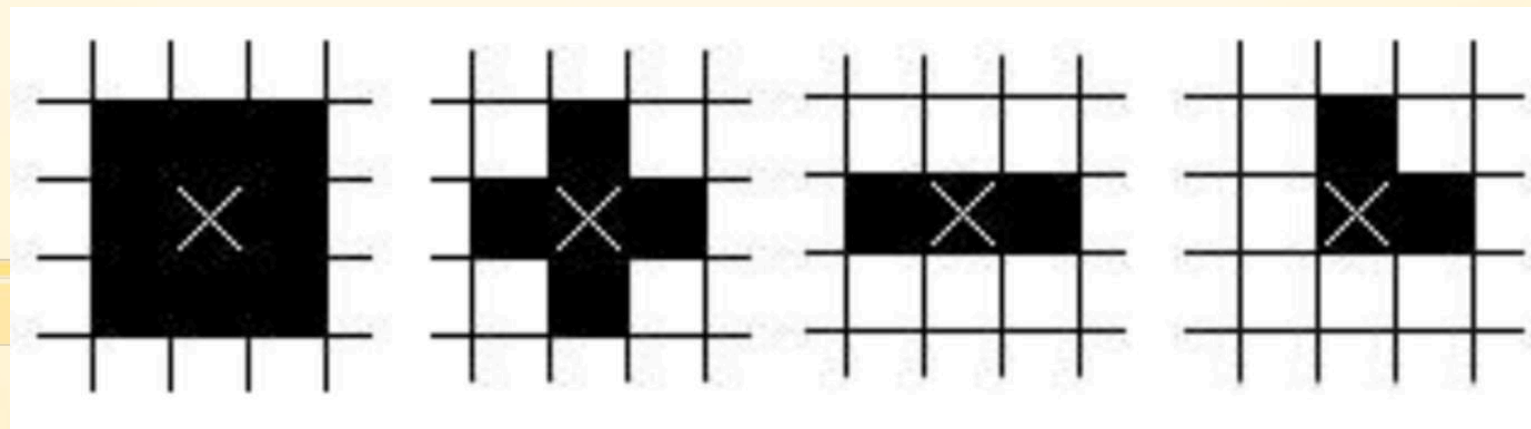
- predspracovanie
 - odstránenie šumu, zjednodušenie tvaru
- tvorba kostry, stenčovanie / zhrubovanie obrazu, tvorba konvexného obalu
- segmentácia

Základné morfológické operácie

- mechanizmus podobný filtrácií
- pixel obrazu nahradený novou hodnotou vypočítanou algoritmom s využitím hodnôt jeho typologických susedov
- **dilatácia** (dilatation)
- **erózia** (erosion)
- **morfológické otvorenie** (opening)
- **morfológické uzavretie** (closing)
- **hit-or-miss**

Morfologické transformácie

- relácia medzi bodovou množinou F a štruktúrálnym elementom S
- Štruktúrálly element
 - bodová množina
 - obsahuje jeden reprezentatívny bod O



MATLAB štruktúrálny 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', 5) % disk, radius 15
```

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

Dilatácia

- založená na Minkowskeho súčte $\mathbf{F} \oplus \mathbf{S}$
- zjednotenie posunutých bodových množín
- zväčšujeme bielu plochu binárnej oblasti

$$\mathbf{F} \oplus \mathbf{S} = \bigcup_{s \in \mathbf{S}} \mathbf{F}_s$$

Dilatácia

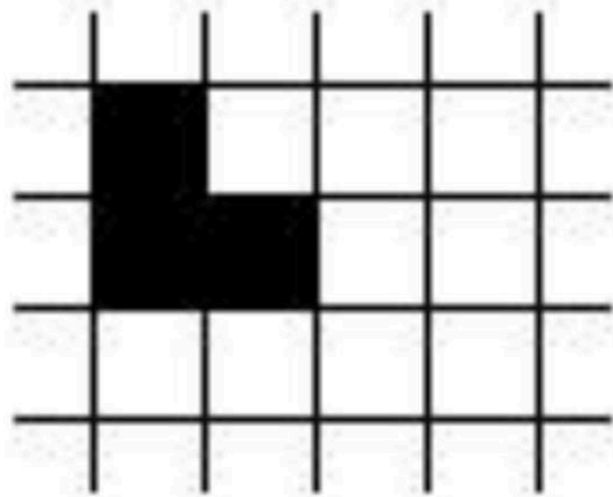
0	0	00	01	00	0
0	1	11	01	01	0
0	0	10	01	00	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

0	1	1	0	0	0
1	1	1	1		

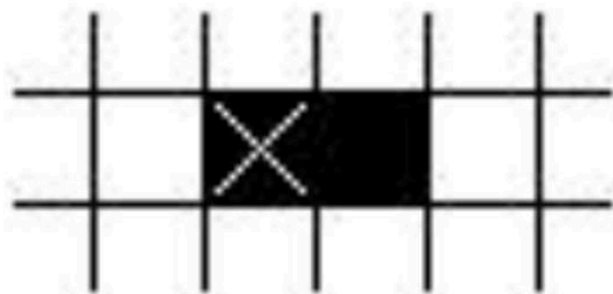
0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

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

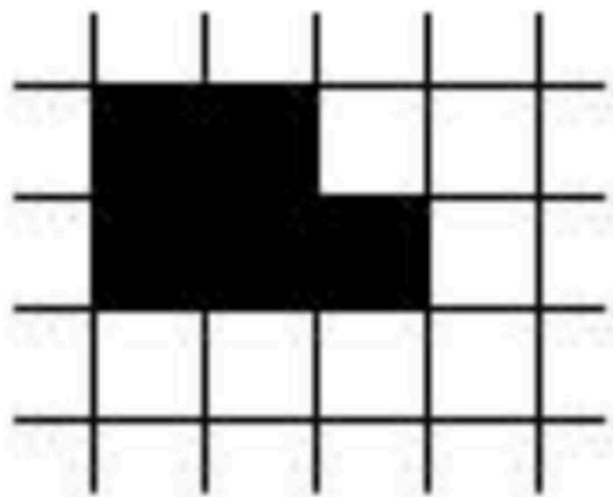
Dilatácia



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

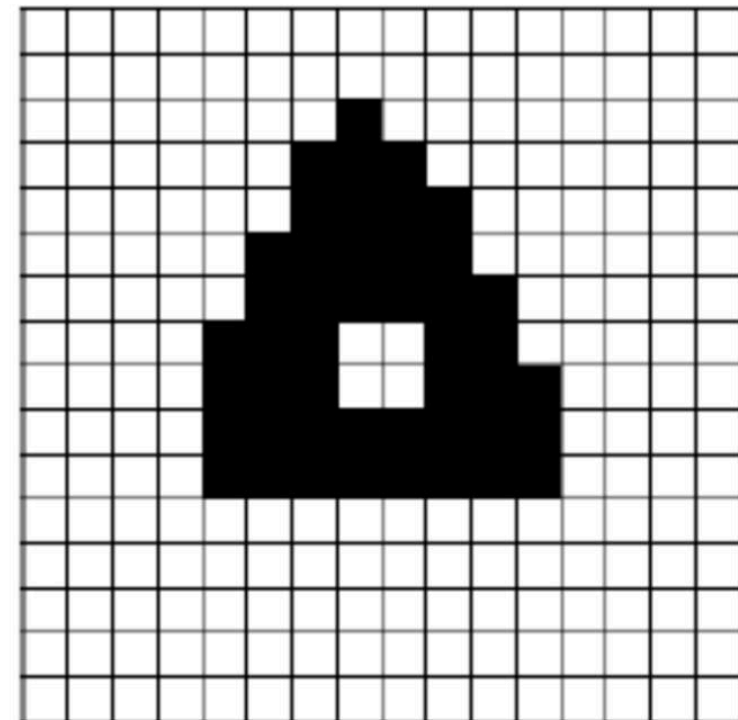
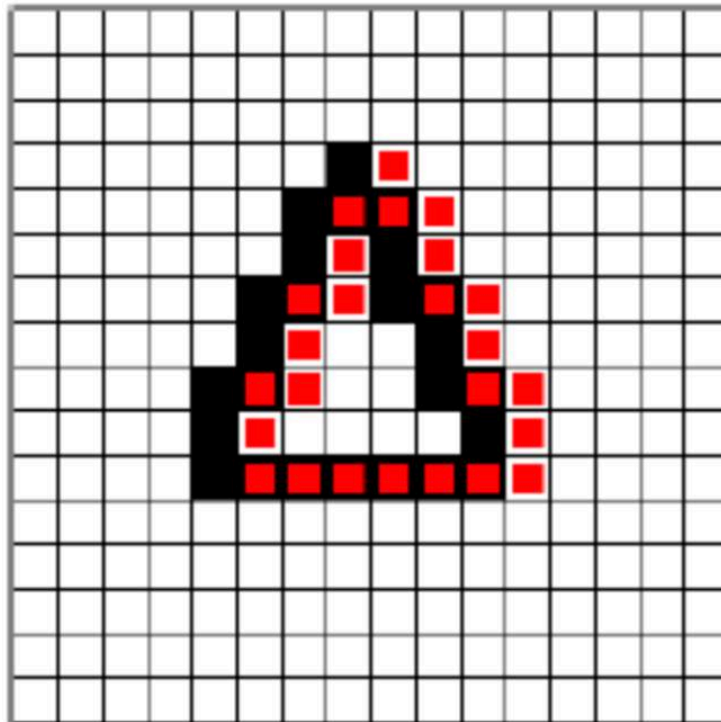
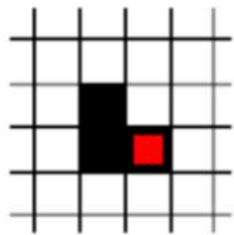
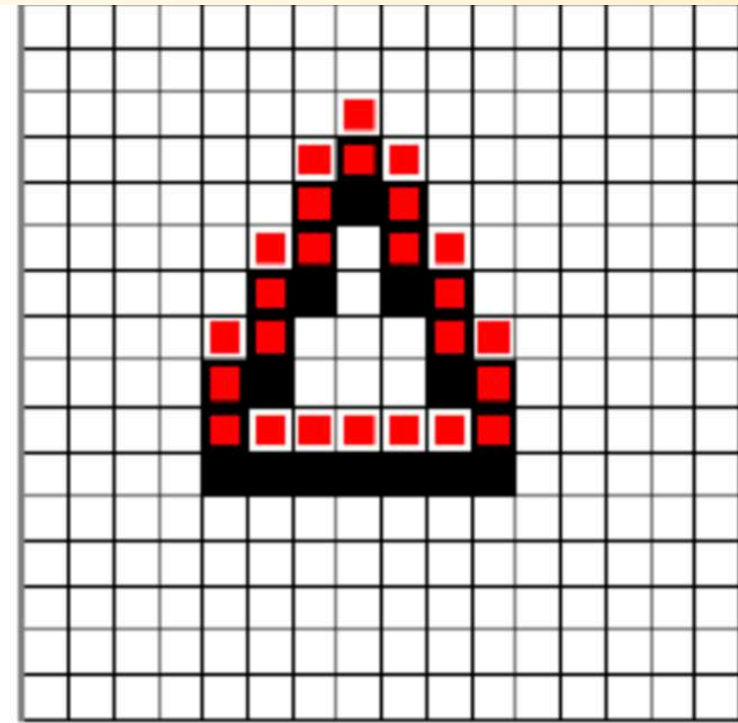
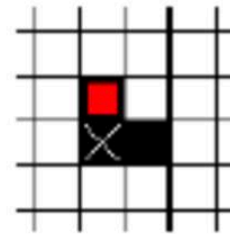
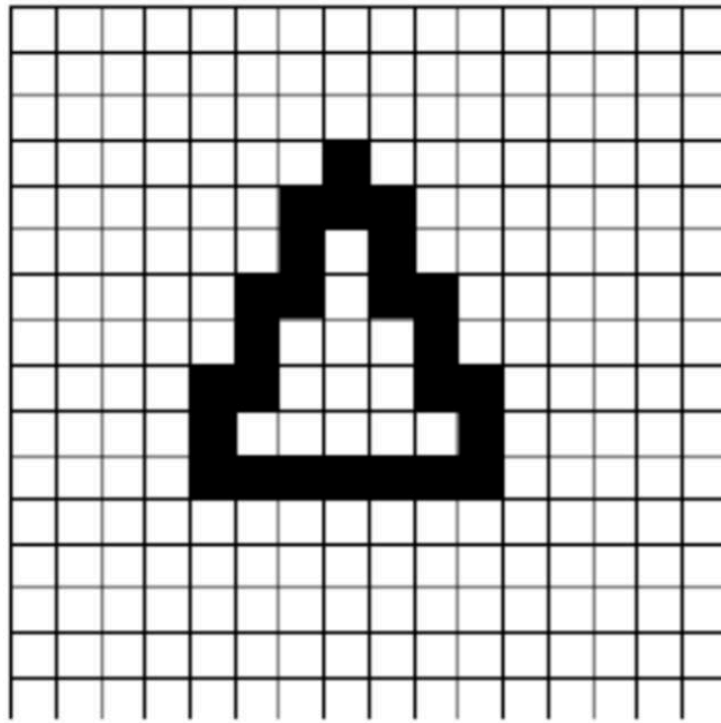


$$B = \{(0, 0), (1, 0)\}$$



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

Dilatácia



MATLAB Dilatácia

`imdilate(Obrazok, strukt. Element)`

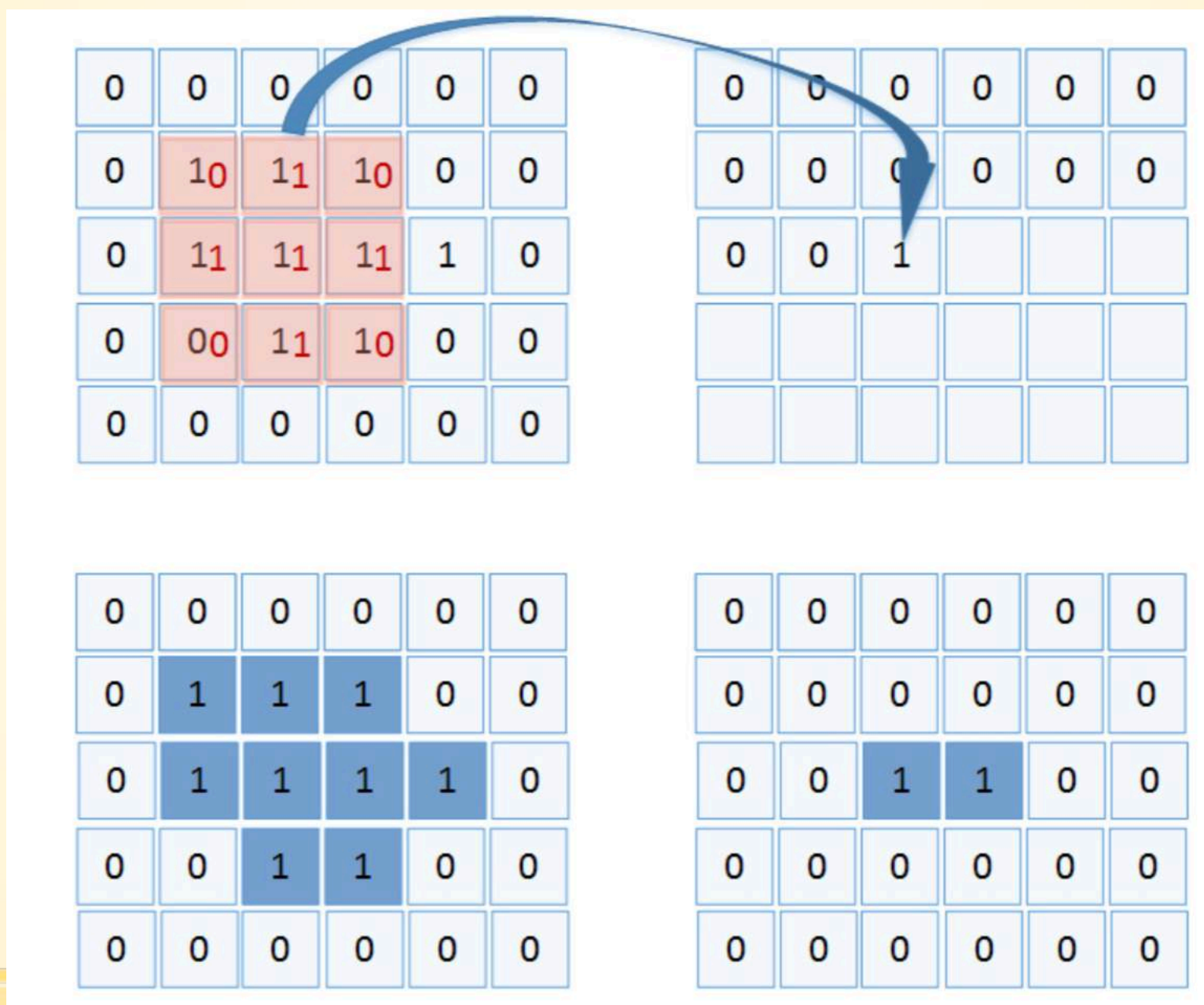
```
I = imread('circles.png');  
I=rgb2gray(I); %% ak treba  
se = strel('disk',11);  
DI = imdilate(I,se);  
imshow(I);  
figure,imshow(DI);
```

Erózia

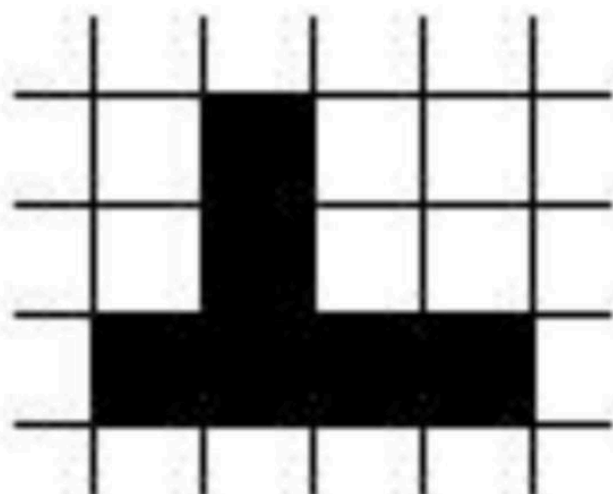
- založená na Minkowského rozdieli $\mathbf{F} \ominus \mathbf{S}$
- prienik všetkých posunutí
- zmenšujeme bielu plochu binárnej oblasti

$$\mathbf{F} \ominus \mathbf{S} = \bigcap_{s \in S} \mathbf{F}_s$$

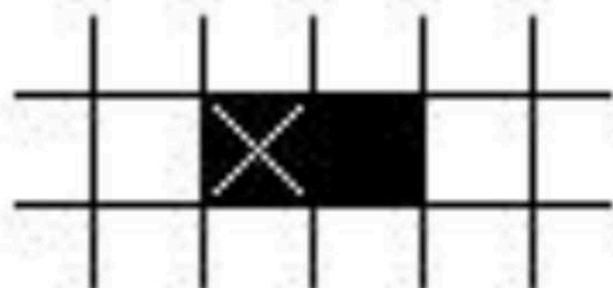
Erózia



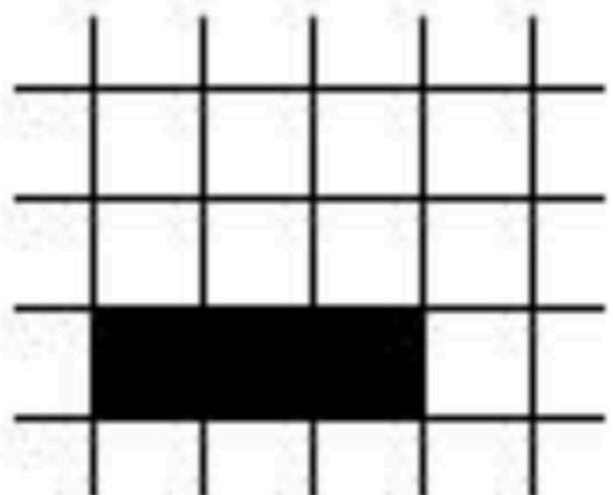
Erózia



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

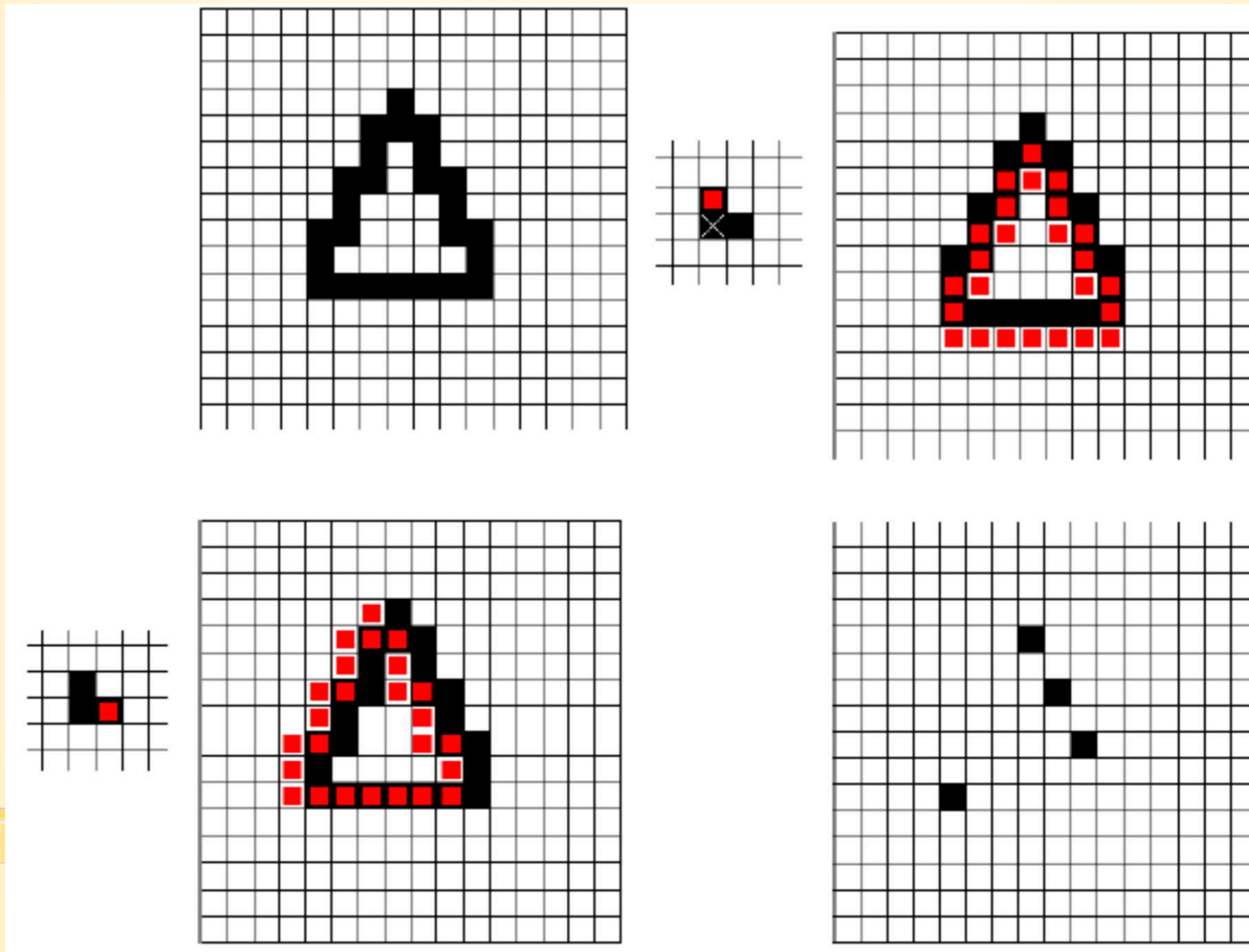


$$B = \{(0, 0), (1, 0)\}$$



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

Erózia



MATLAB Erózia

`imerode(Obrazok, strukt. Element)`

```
I = imread('circles.png');  
I = rgb2gray(I); %% ak treba  
se = strel('disk',11);  
EI = imerode(I,se);  
imshow(I);  
figure,imshow(EI);
```

Vlastnosti dilatácie a erózie

- komutatívnosť $\mathbf{A} \oplus \mathbf{B} = \mathbf{B} \oplus \mathbf{A}$
- asociatívnosť $\mathbf{A} \oplus (\mathbf{B} \oplus \mathbf{C}) = (\mathbf{A} \oplus \mathbf{B}) \oplus \mathbf{C}$
- invariantnosť voči posunutiu $\mathbf{A} \oplus (\mathbf{B} + \mathbf{x}) = (\mathbf{A} \oplus) \mathbf{B} + \mathbf{x}$
- sú vzájomne duálne
 - dilatovanie obrazu je ekvivalentné erodovaniu komplementárneho obrazu a naopak

Otvorenie a Zatvorenie

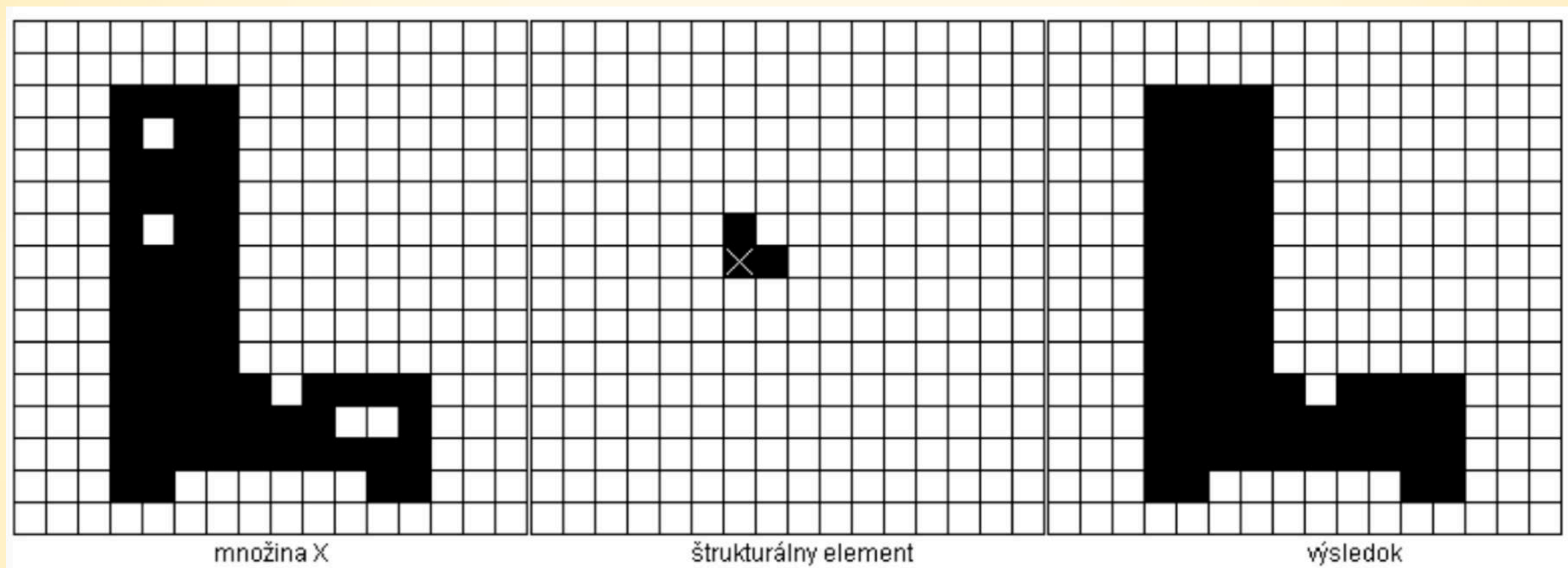
- obe operácie sú idempotentné:
 - ich opätovná aplikácia nemení predošlý výsledok
- použitie **rovnakého** štruktúrneho prvku
- duálne operácie
 - zatvorenie popredia dá rovnaký výsledok ako otvorenie pozadia

Morfologické uzavretie

- dilatácia nasledovaná erodovaním dilatovaného obrazu
- použitie rovnakého štruktúrneho elementu pre obe operácie

$$(F \oplus S) \ominus S.$$

Morfologické uzavretie



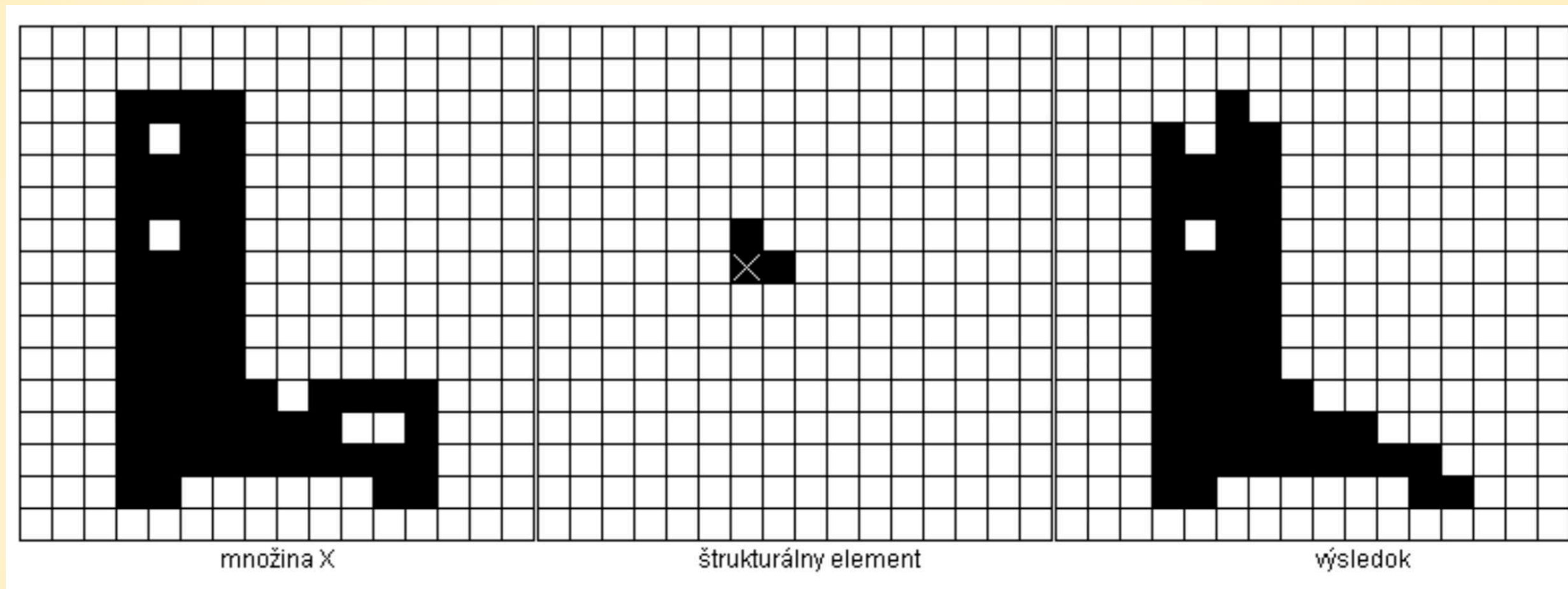
- použitie: odstránenie dier...

Morfologické otvorenie

- erózia nasledovaná dilatovaním erodovaného obrazu
- použitie rovnakého štruktúrneho elementu pre obe operácie

$$(\mathbf{F} \ominus \mathbf{S}) \oplus \mathbf{S}.$$

Morfologické otvorenie



- použitie: odstránenie šumu, ktorý je menší ako štruktúrálly element

Opening / closing



Hit-or-miss

- pre dva komplementárne štrukturálne elementy
 1. asociovaný s detegovaným objektom
 2. asociovaný s pozadím
- pracuje s binárnym obrazom na vstupe aj na výstupe

$$\mathbf{HM} = (\mathbf{F} \ominus \mathbf{Shm1}) \cap (\mathbf{F}^c \ominus \mathbf{Shm2}),$$

Hit-or-miss

- vhodná na hľadanie hrán a rohov objektov, nájsenie izolovaných bodov, koncových bodov kostry
- štrukturálny element
- patrí (1), nepatrí (0), nezáleží ()
- závislý na tom, čo hľadáme
- príklad: nájsenie 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	

MATLAB Hit-or-miss

- `BW2 = bwhitmiss(BW1, INTERVAL)`
- Interval:
 - Patří 1
 - Nepatří -1
 - Nezáleží 0

MATLAB Hit-or-miss

- $J = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0; & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0; & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0; & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0; & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0; & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
- $\text{interval} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0; & -1 & 1 & 1; & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix};$
- $\text{HM} = \text{bwhitmiss}(J, \text{interval})$

Vlastnosti oblastí v binárním obraze

- `s = regionprops(Bin. obrazok, 'vlastnost');`
- vlastnosti: 'Area', 'BoundingBox',
'Centroid', 'Orientation', 'Perimeter', 'ConvexArea'...

Vlastnosti oblastí v binárním obraze

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