

# **Pokročilé spracovanie obrazu**

**Binárna matematická morfológia**  
RNDr. Paula Budzáková

# Matematická morfológia

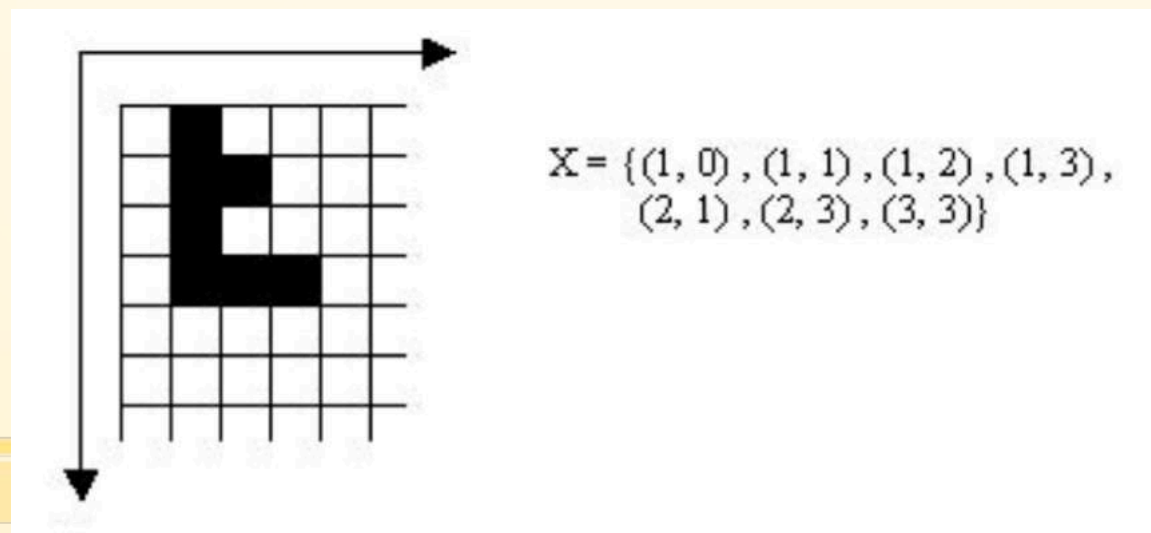
- zaoberá sa štúdiom objektov z pohľadu ich tvaru, geometrie a topológie
  - používa kombinácie metód z teórie množín, topológie a diskkrétnej matematiky
  - predstavuje protipól ku tradičnému spracovaniu signálov, ktoré používa lineárne operátory (napr. konvolúcia)
- a) binárna** (2D bodová množina)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

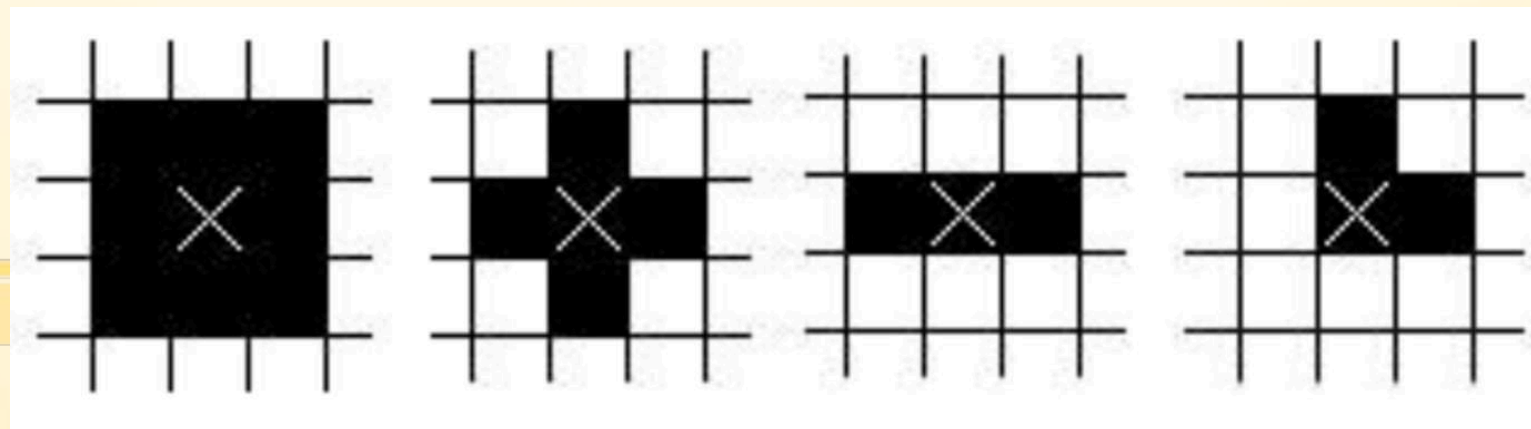
- predspracovanie
  - odstránenie šumu, zjednodušenie tvaru
- tvorba kostry, stenčovanie / zhrubovanie obrazu, tvorba konvexného obalu
- segmentácia

# 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** (hit-and-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
```

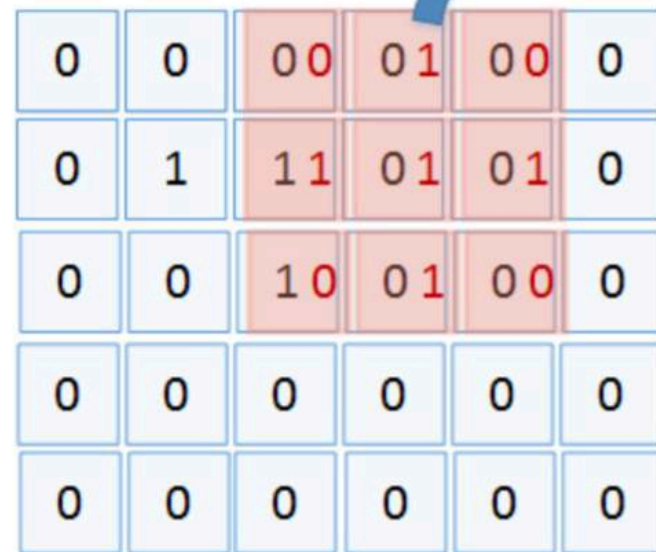
# Dilatácia

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

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



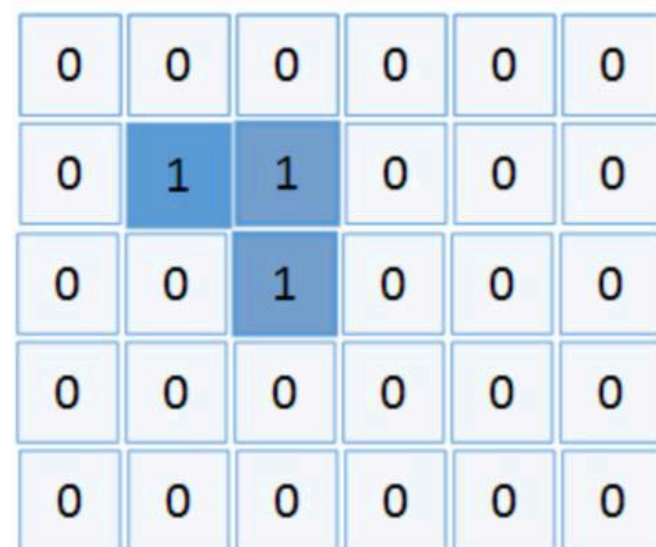
# Dilatácia



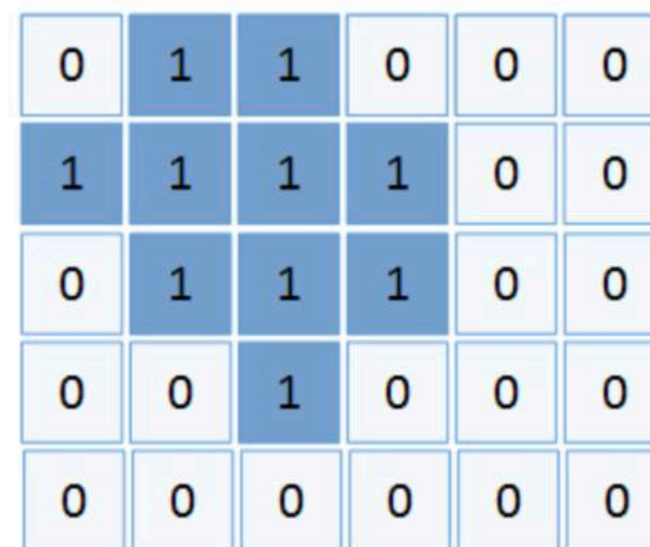
0	0	00	01	00	0
0	1	11	01	01	0
0	0	10	01	00	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0



0	1	1	0	0	0
1	1	1	1		

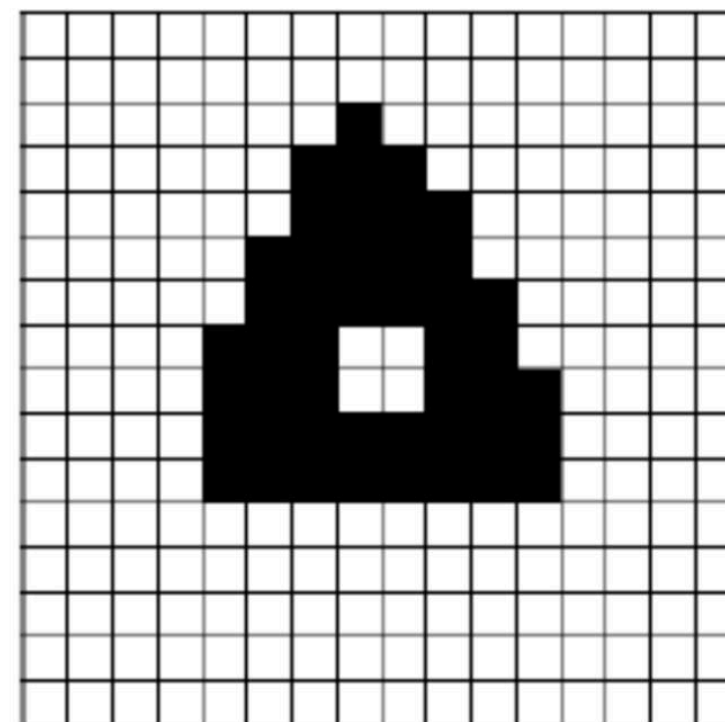
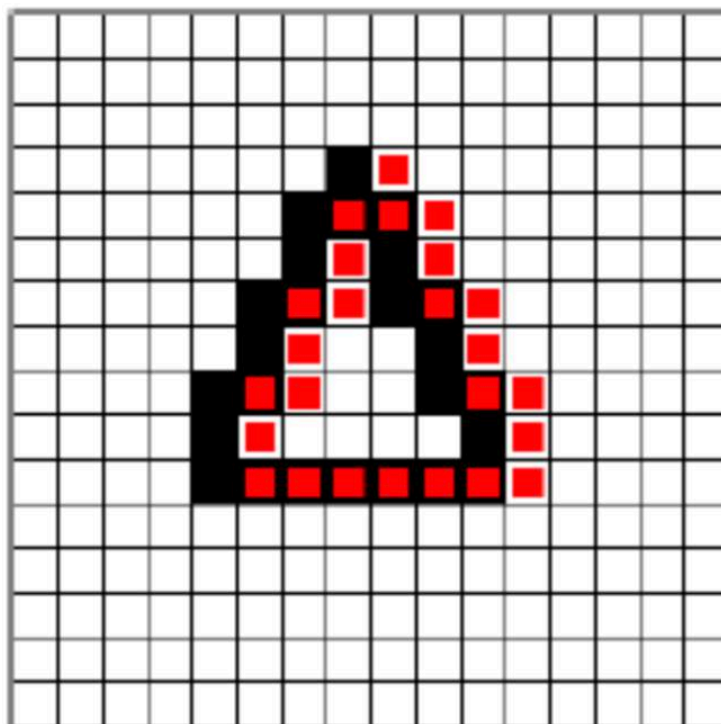
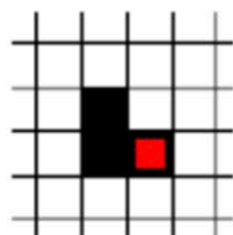
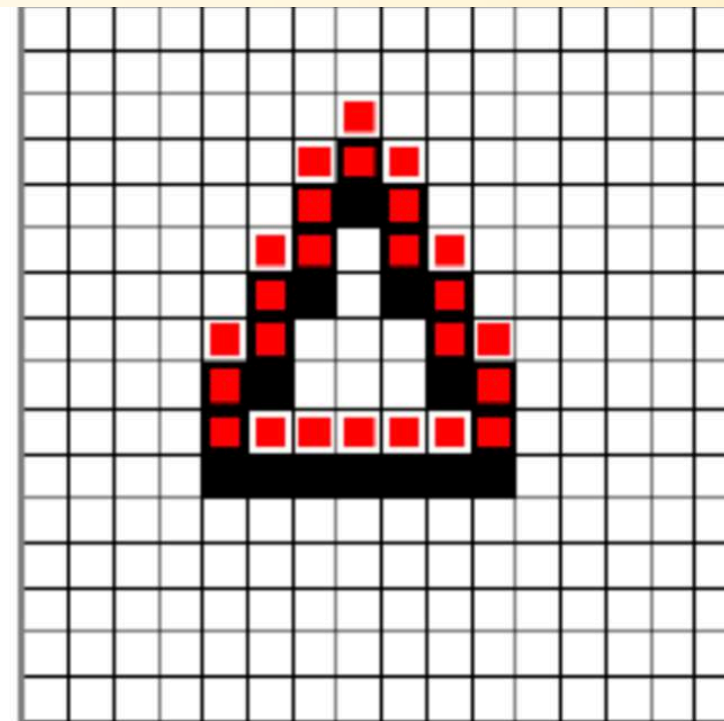
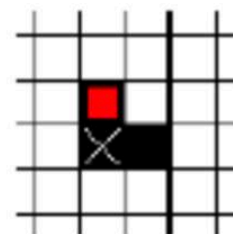
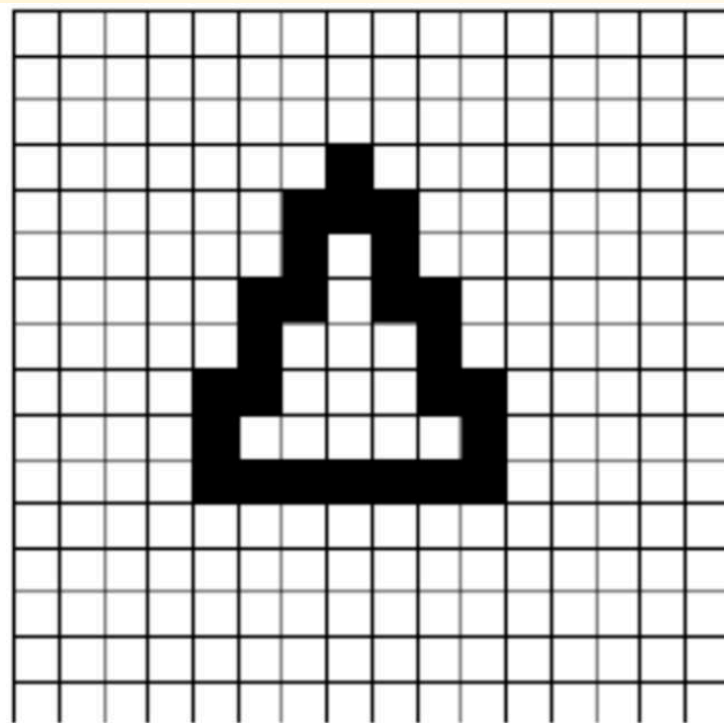


0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0



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



# MATLAB Dilatácia

`imdilate(Obrazok, strukt. Element)`

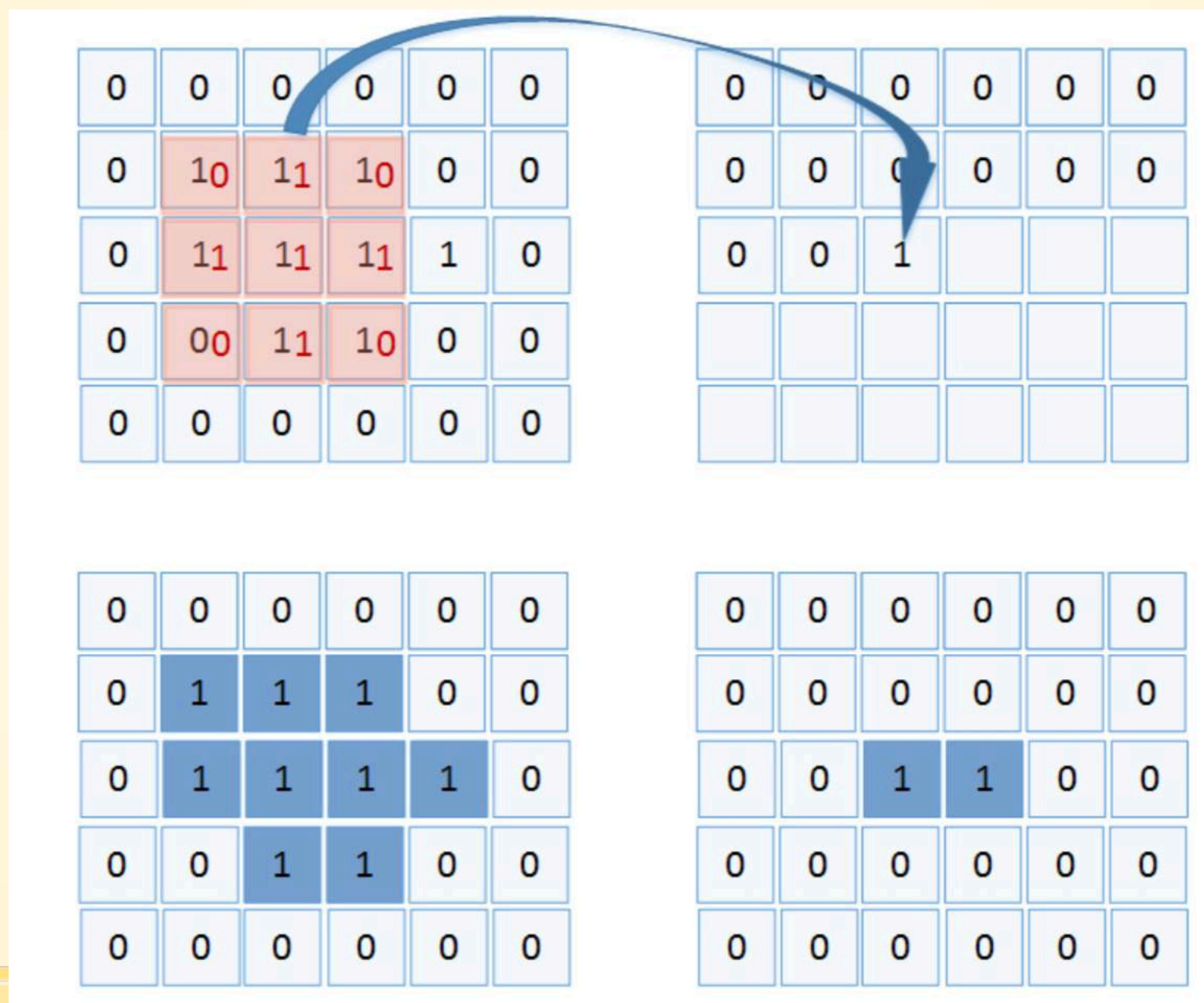
```
I = imread('circles.png');  
I=rgb2gray(I); %% ak treba  
se = strel('disk',11);  
DI = imdilate(I,se);  
imshow(I);  
figure,imshow(DI);
```

# Erózia

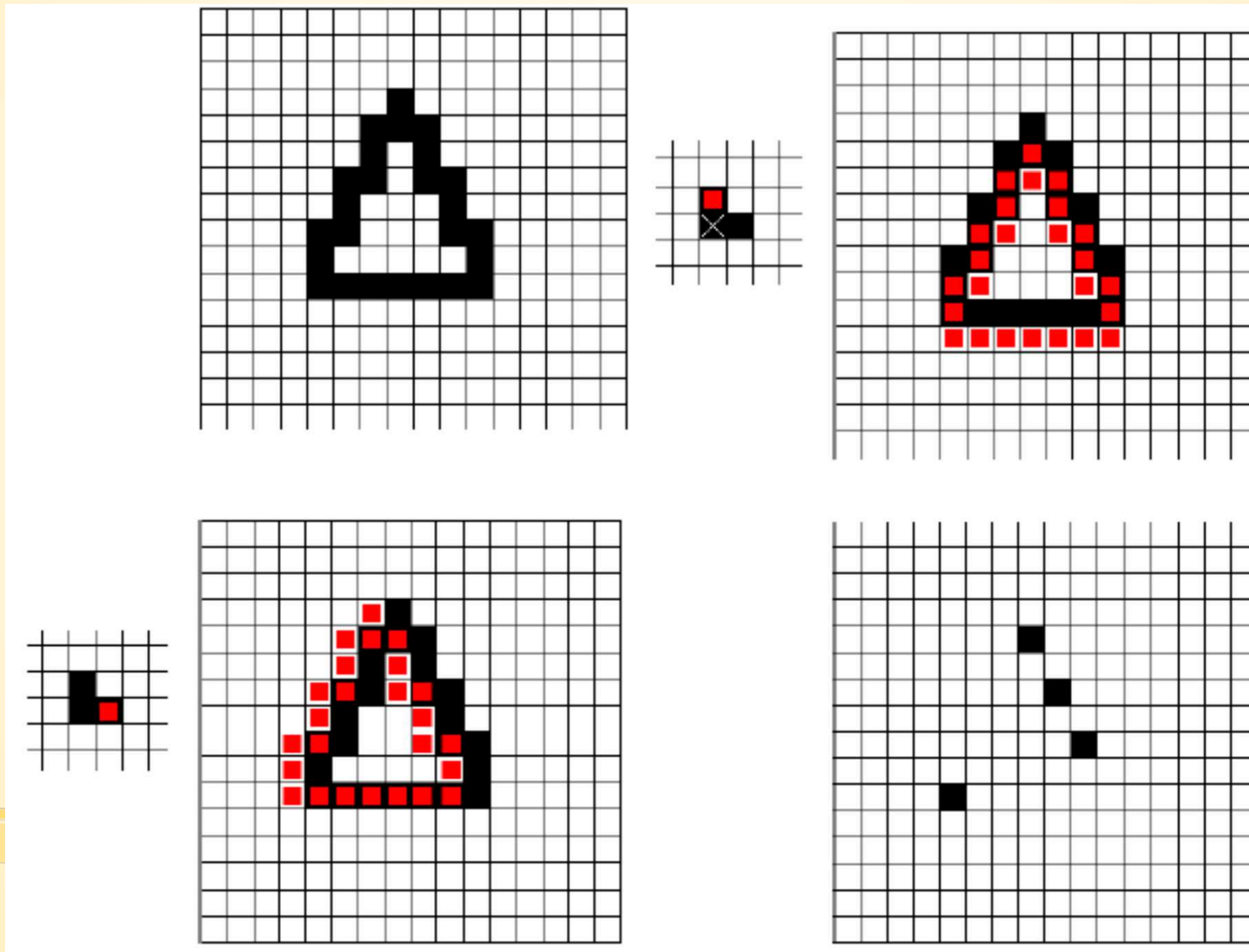
- založená na Minkowského rozdieli  $\mathbf{F} \ominus \mathbf{S}$
- prienik všetkých posunutí
- zmenšujeme bielu plochu binárnej oblasti

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

# Erózia



# Erózia



# 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);
```



# MATLAB Rekonštrukcia

- Podmienená dilatácia
- `IM = imreconstruct(marker,mask)`

```
mask = imread('text.png');  
figure, imshow(mask)  
marker = false(size(mask));  
marker(13,94) = true;  
im = imreconstruct(marker,mask);  
figure, imshow(im)
```



# Cvičenia:

- Načítajte circles.png
- Erodujte štruktúrnym elementom štvorec 20
- Dilatujte erodovaný obraz rovnakým štruktúrnym elementom
- Aplikujte na erodovaný obraz rekonštrukciu (podmienenú dilatáciu)
- Výsledky porovnajte
- Postup opakujte s iným štruktúrnym elementom

# Otvorenie a Zatvorenie

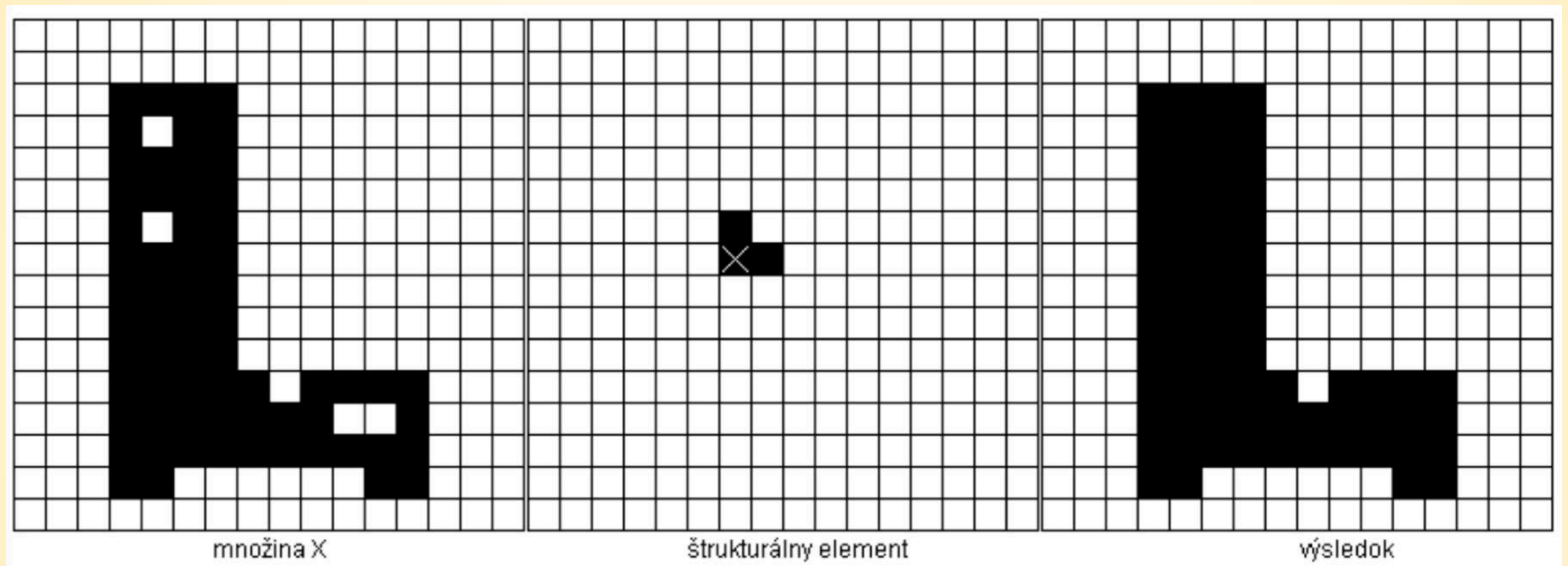
- obe operácie sú idempotentné:
  - ich opätovná aplikácia nemení predošlý výsledok
- použitie **rovnakého** štruktúrneho prvku
- duálne operácie
  - zatvorenie popredia dá rovnaký výsledok ako otvorenie pozadia

# Morfologické uzavretie

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

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

# Morfologické uzavretie



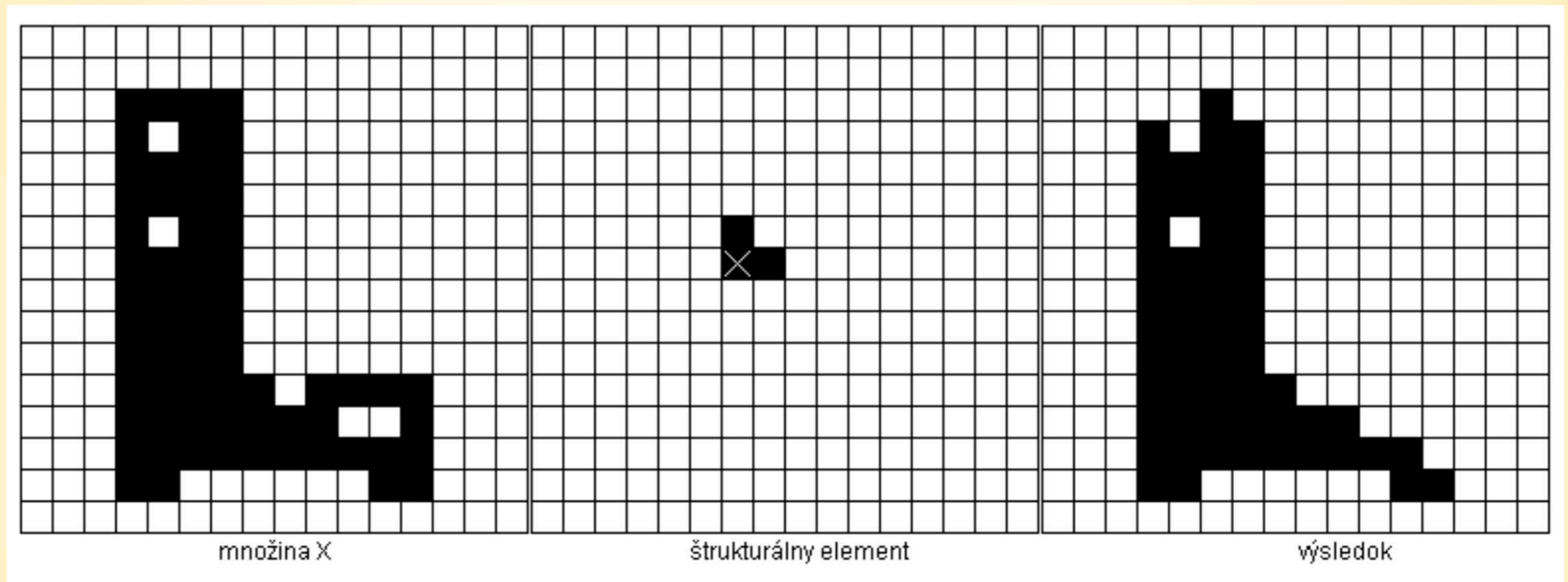
- použitie: odstránenie dier...

# 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 štruktúrálny 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

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

# 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
```