



# **Matematická morfologie a segmentace obrazu**

**10. Přednáška  
předmětu Zpracování obrazů**

**Martina Mudrová  
2004**

# Úvod

---



**Morfologie** = nauka o tvarech

**Matematická morfologie** = matematické nástroje pro extrakci požadovaných součástí obrazu

**Jaké jsou principy matematické morfologie?**

- Jsou založeny na **nelineárních** operacích v obrazu
- Obraz je popsán při použití terminologie teorie množin

**Jaké jsou typické aplikace těchto metod?**

- předzpracování obrazu
- finální úpravy obrazu
- detekce hran, segmentace obrazu, granulometrie, ...

# Reprezentace obrazu v pojmech binární MM



Mathematická morfologie:

- Binární
- Šedotónová

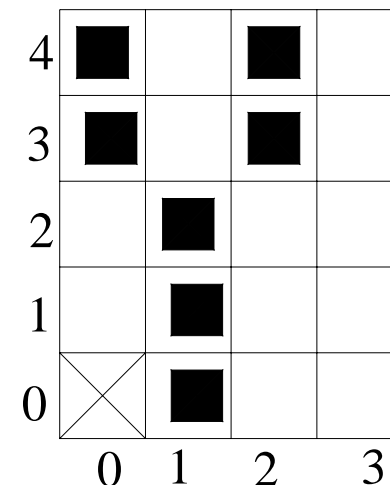
Objekt v binárním obraze je popsán jako množina 2D bodů s hodnotou = 1:

$X \subset \mathcal{E}_2$        $\mathcal{E}_2$  ... 2D Euklidovský prostor

$X = \{(1,0), (1,1), (1,2), (0,3), (0,4), (2,3), (2,4)\}$

$X^c$  ...Komplementární (doplňková) množina  
(body s hodnotou =0)  
...pixely pozadí

Počátek ... bod  $(0,0)$





# Strukturní element

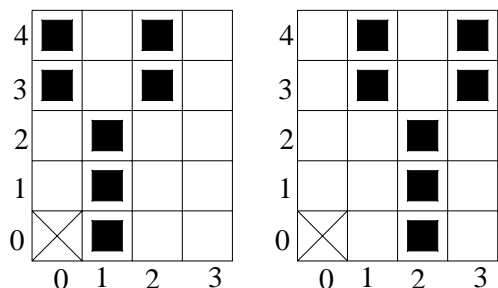


## Morfologická transformace **Y**

= relace mezi obrazem **X** a **strukturním elementem B**,  
počátek **B** = reprezentativní bod

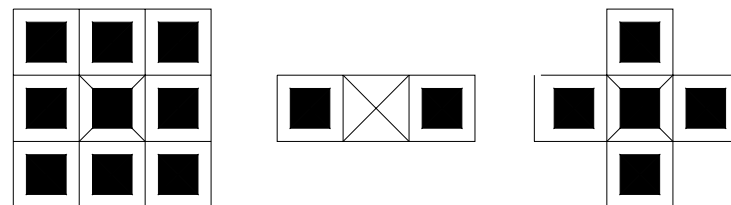
**B** je systematicky posouván po **X**,  
výsledek transformace je zapisován  
do výsledného binárního obrazu

**Translace (posunutí):** o vektor ***h***



$$X_h = \{ p \in \mathcal{E}^2, p = x + h, \text{ pro některá } x \in X \}$$

## Typické strukturní elementy:



**Isotropický strukt. element:**  
Morfologická transformace má  
stejné chování ve všech směrech

# Základní operace binární morfologie

---



- Dilatace
- Eroze
- Otevření
- Uzavření
- Transformace Tref či miň (Hit or miss)
- ...

Popis pomocí Minkowského množinových operátorů

# Dilatace $\oplus$



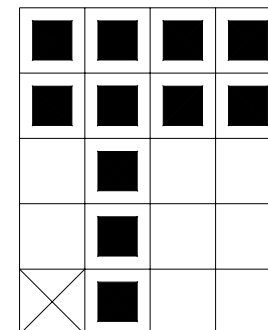
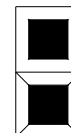
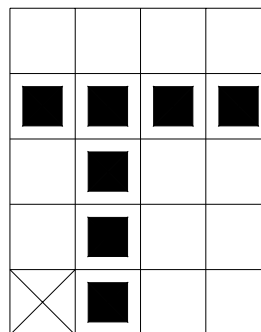
Definice:

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

Příklad:

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

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



$$X \oplus B = \{(1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (0,3), (1,3), (2,3), (1,4), (0,4), (2,4), (3,4)\}$$

# Dilatace – aplikační příklad



Originální obraz



Segmentace obrazu  
při použití prahování



- Aplikace dilatace se  
strukt. elementem 3x3:
- Objekty “byly rozšířeny  
o jednu vrstvu”
  - Díry o velikosti 1 pixelu  
byly zaplněny



# Vlastnosti dilatace

---



- Je komutativní:  $X \oplus B = B \oplus X$
- Je asociativní:  $X \oplus (B \oplus D) = (X \oplus B) \oplus D$
- Je rostoucí transformací: If  $X \subseteq Y$ , then  $X \oplus B \subseteq Y \oplus B$

**Dilatace zvětšuje objekty**

**– je používána pro zaplnění malých děr a úzkých zálivů**



# Eroze



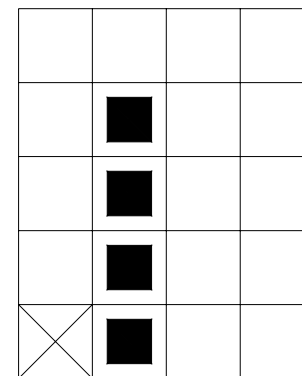
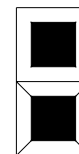
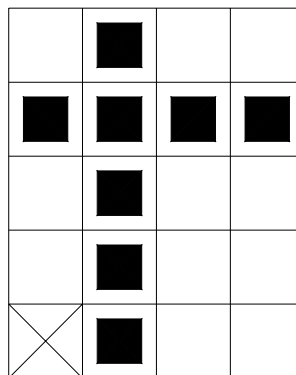
Definice:

$$X \ominus B = \{ p \in \varepsilon^2, p + b \in X \text{ for every } b \in B \}$$

Příklad:

$$X = \{(1,0), (1,1), (1,2), (0,3), (1,3), (2,3), (3,3), (1,4)\}$$

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



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

# Eroze - aplikační příklad



Originální obraz



Segmentace obrazu  
při použití prahování



- Aplikace eroze  
se strukt. elementem 3x3:
- Čáry tloušťky 1 pixelu  
zmizely
  - Složité objekty  
byly rozděleny



# Použití eroze



Detekce hran: Odečtením erodované verze od daného BW obrázku

(1) Segmentace obrázu



(2) Erodovaný obrázek



(3) = (1) - (2)



# Otevření $\circ$ a uzavření $\bullet$



## Definice:

Otevření:  $X \circ B = (X \ominus B) \oplus B$

Uzavření:  $X \bullet B = (X \oplus B) \ominus B$

## Základní vlastnosti:

- idempotence : Opakované použití transformace otevření (uzavření) nemá vliv na výsledek
- jsou rostoucími operacemi

**Otevřený obraz** ke str. el.  $B$  ... obraz se nemění otevřením se strukt. el.  $B$

**Uzavřený obraz** ke str. el.  $B$  ... obraz se nemění uzavřením se strukt. el.  $B$

# Příklady použití otevření a uzavření



Segmentace obrazu



Obraz po otevření  
se str. el. 3x3



Obraz po uzavření  
se str. el. 3x3



# Použití operací otevření a uzavření

---



## Kdy se hodí použití těchto operací?

- pro odstranění detailů v obraze, které jsou menší než použitý strukturní element bez porušení celkového tvaru objektů

### Otevření

- rozděljuje objekty spojené úzkými šíjemi
- zjednodušuje strukturu objektů

### Uzavření

- spojuje blízké objekty
- zaplňuje malé díry
- vyhlazuje tvar objektů



# Související příkazy Matlabu

---



bwmorph  
imdilate  
imerode  
(imclose)  
(imopen)  
imfill, bwfill  
bwlabel  
bwarea  
bwareaopen  
bweuler  
bwperim  
label2rgb  
bwdist  
bwselect  
strel  
(imcontour, edge, ...)