Technical University of Cluj - Napoca
Computer Science Department

Procesarea Imaginilor

(An 3, Semestrul 2)

Curs 5: Operatii morfologice.

Definiţii

Morfologie matematica ⇒ unelte pentru modificarea formei sau extragere de componente, reprezentarea si descrierea formei unei regiuni / obiect (contur, skeleton).

Teorie mulțimilor (set-urilor) ⇒ Limbajul folosit in morfologia matematica

Fie A o **mulțime** din Z^2. Dacă a = (a_1,a_2) este un element din A:

$a \in A$.

Similar, daca a **nu** este un element din A:

$a \notin A$.

Mulțimea fără nici un element: Ø.

Notație: { … }

Elementele mulțimilor pe care le consideram: pixeli $b(x,y)$ ai obiectelor imagini binare

Relaţii şi operaţii cu mulţimi

1. Incluziunea

$A \subseteq B$

2. Reuniunea

$C = A \cup B$

3. Intersecția

$D = A \cap B$

4. Mulțimi disjuncte (mutual exclusive)

$A \cap B = \emptyset.$

5. Complementul

$A^C = \{w \mid w \notin A\}$

6. Diferența

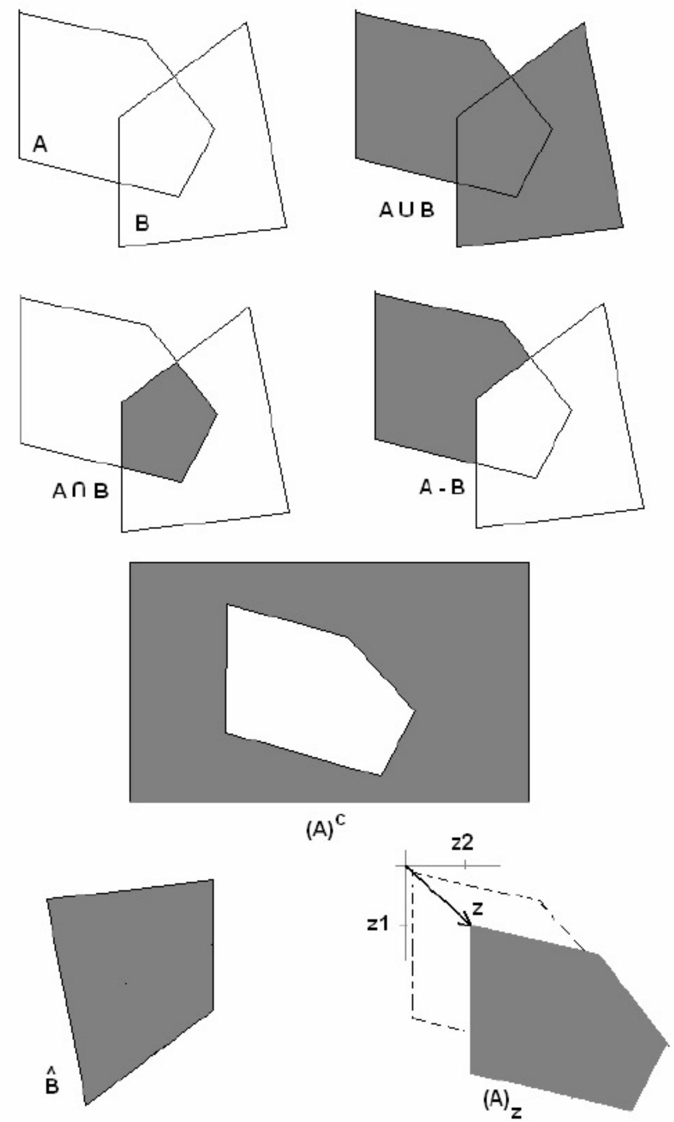
$A - B = \{w \mid w \in A, w \notin B\} = A \cap B^C$

7. Reflexia (flip orizontal + vertical)

$\hat{B} = \{w | w = -b, \text{ for } b \in B\}$

8. Translația (setului A cu $z=(z_1,z_2)$)

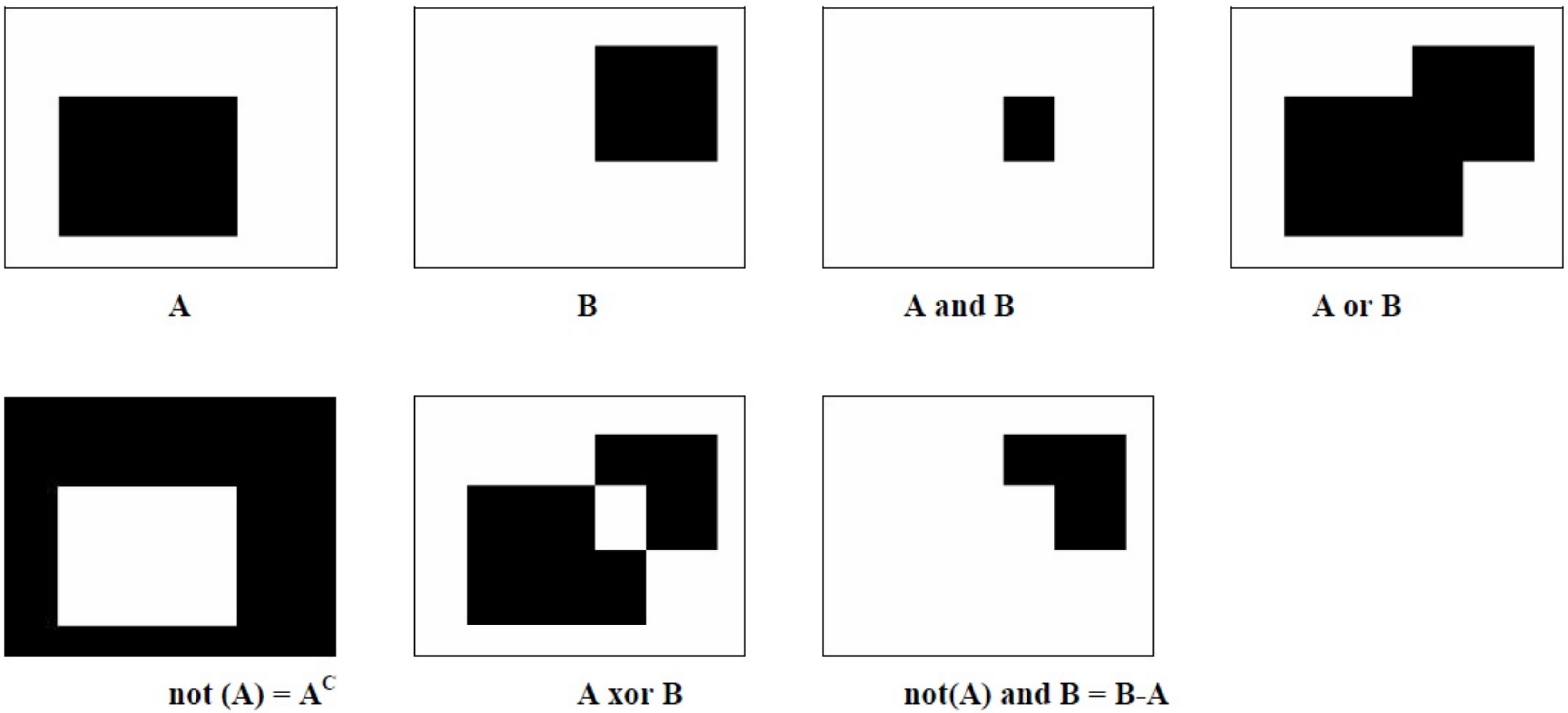
$(A)_Z = \{c | c = a + z, \text{ for } a \in A\}$



Operaţii aritmetice şi logice aplicate pe imagini binare

- Unare: imagine op operand_scalar
- Binare: imagine1 op imagine2
- Realizate la nivel de pixel

Operații logice: AND, OR, and NOT (COMPLEMENT) + orice alte combinații



Dilatarea şi eroziunea

Dilatarea si eroziunea - cele doua primitive de baza ale operațiilor morfologice!

$A, B \subset Z^2$

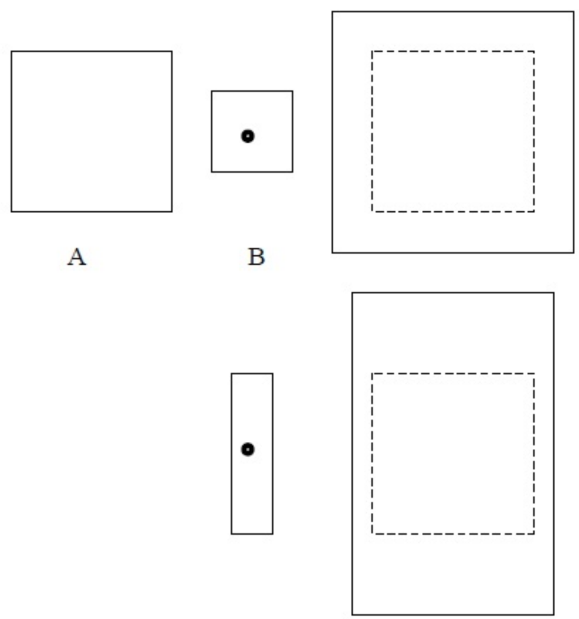
DILATAREA

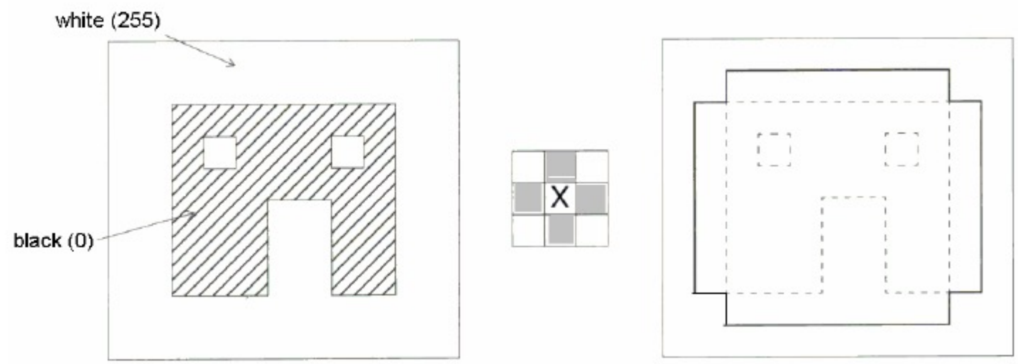
Dilatarea A cu B

$$A \oplus B = \{z \mid (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\} \quad \text{sau} \quad A \oplus B = \{z \mid [(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\}$$

B – element structural

:





a. Original image.

b. Structural element; x = origin.

c. Image after dilation; original in dashes.

Dilatarea şi eroziunea

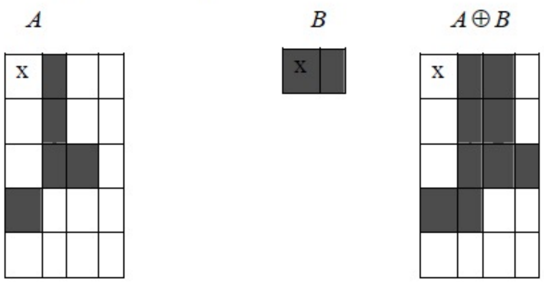
Alta definiție pt. dilatare

$a=(a_1, a_2, \ldots, a_N)$ şi $b=(b_1, b_2, \ldots, b_M)$.

$$A \oplus B=\{z \in Z^2 \mid z=a+b \text{ pt. un } a \in A \text{ şi } b \in B\}$$

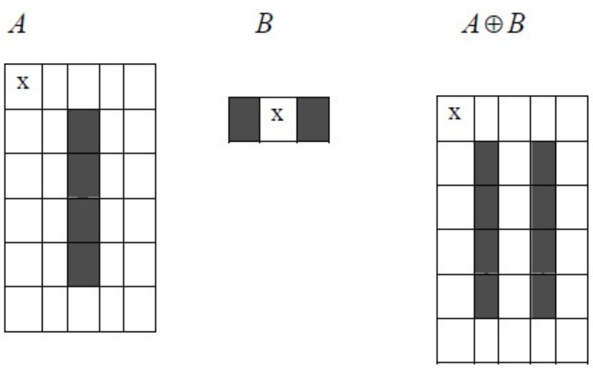
Ex: $A=\{(0,1), (1,1), (2,1), (2,2),(3,0)\};$

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



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

Ex: $A=\{(1,2), (2,2), (3,2), (4,2)\};$ $B=\{(0,-1), (0,1)\}$



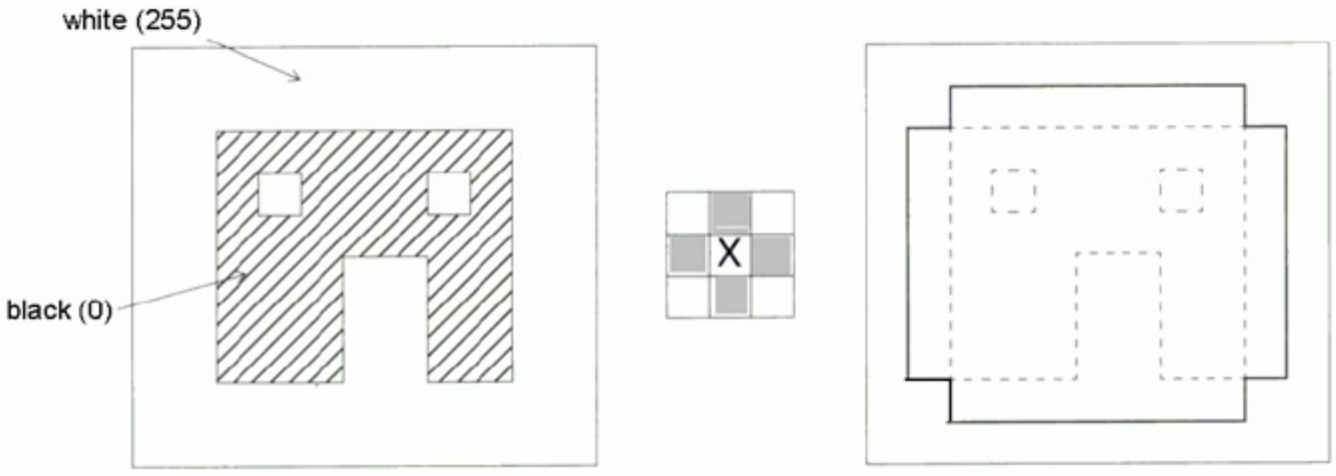
$A \oplus B =\{(1,1), (2,1), (3,1), (4,1), (1,3), (2,3), (3,3), (4,3)\}$

Dilatarea şi eroziunea

Modalitate practica de aplicare (laborator)

Pixelii destinaţie sunt iniţializaţi ca pixeli fundal.
Se glisează elementul structural pe imaginea sursă:

1. Dacă originea elementului structural coincide cu un pixel fundal, nu se face nimic, se trece la pixelul următor
2. Dacă originea elementului structural coincide cu un pixel obiect, pixelii destinaţie corespunzători elementului structural sunt transformaţi în pixeli obiect.



a. Original image.

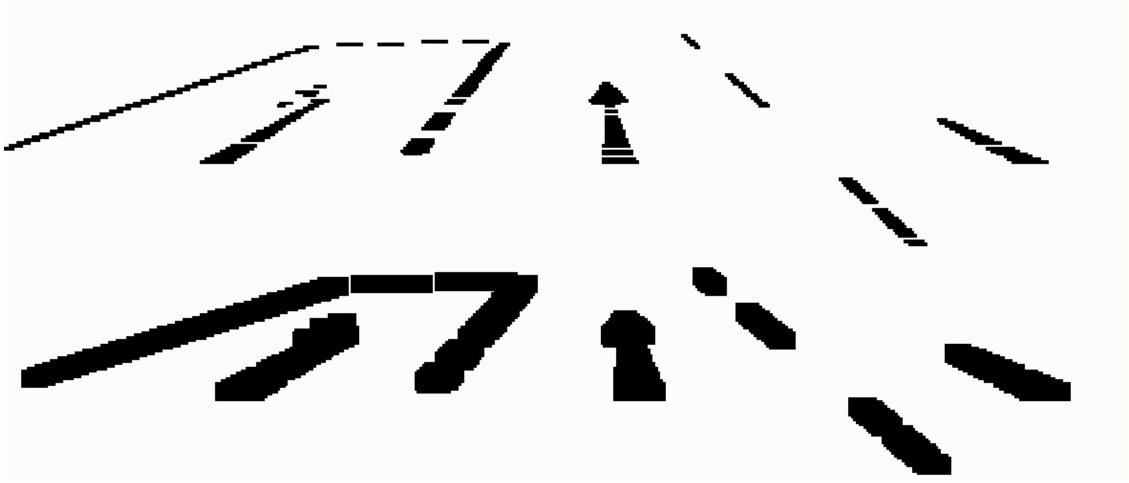
b. Structural element; x = origin.

c. Image after dilation; original in dashes.

Technical University of Cluj Napoca
Computer Science Department

Dilatarea şi eroziunea

Aplicaţiile dilatării: umplerea golurilor rezultate în urma procesului de binarizare



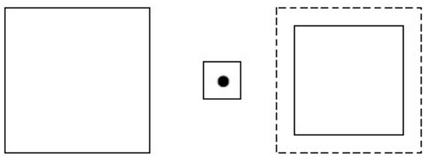
Technical University of Cluj Napoca
Computer Science Department

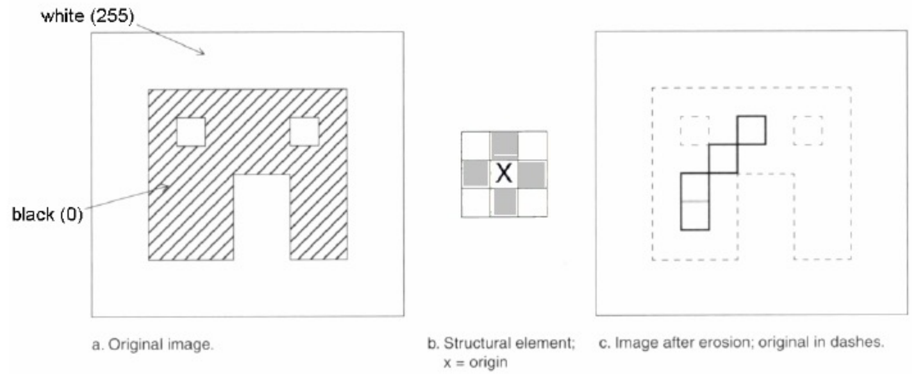
Dilatarea şi eroziunea

EROZIUNEA

Eroziunea A cu B

$$A \Theta B = \{ z \mid (B)_z \subseteq A \}$$





Alta definiție pt. eroziune

Eroziunea ↔ dilatare (duale /complementare)

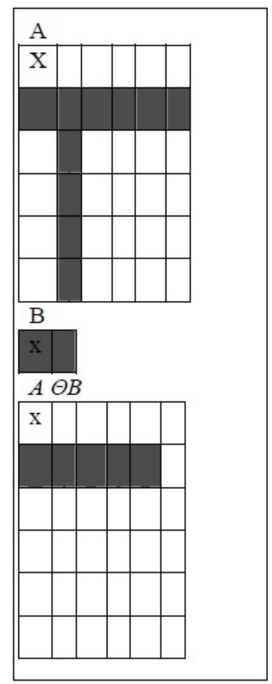
$a=(a_1, a_2, \ldots, a_N)$ şi $b=(b_1, b_2, \ldots, b_N)$.

$$A \Theta B=\{x \in Z^2 \mid x+b \in A \text{ pt. orice } b \in B\}$$

Ex1: A={(1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (2,1), (3,1), (4,1), (5,1)}

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

A ΘB={(1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4)}

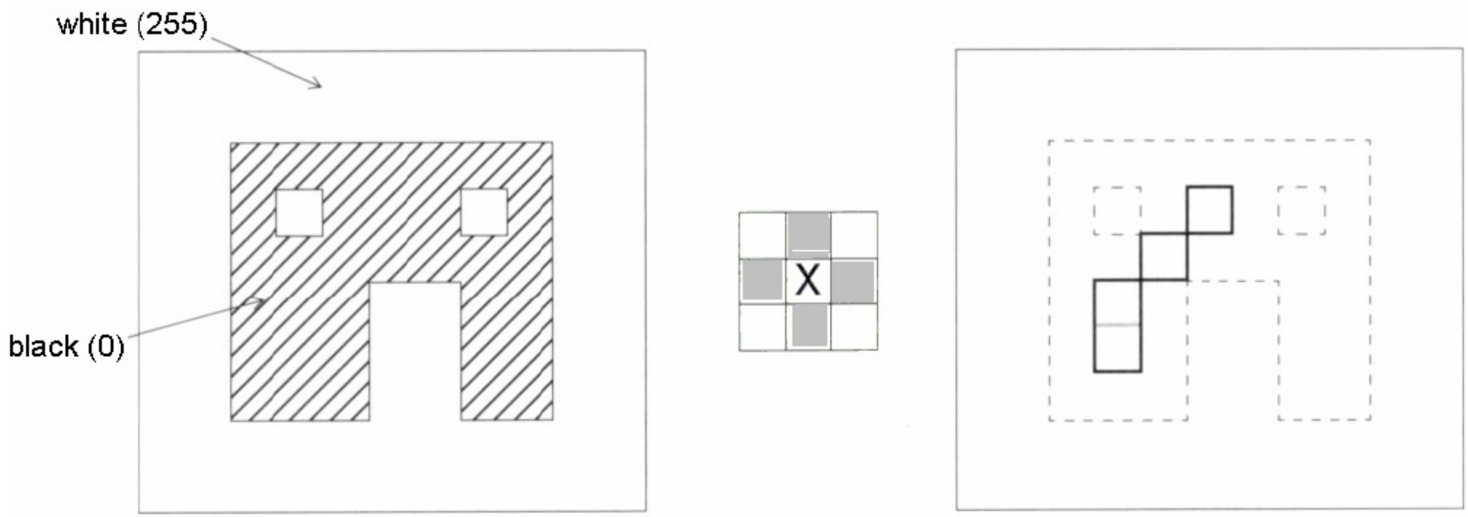


Dilatarea şi eroziunea

Modalitate practica de aplicare (laborator)

Pixelii destinaţie sunt iniţializaţi ca pixeli fundal.
Se glisează elementul structural pe imaginea sursă:

1. Dacă elementul structural acoperă doar puncte obiect, pixelul din imaginea destinaţie corespunzător poziţiei elementului structural devine pixel obiect.
2. Dacă elementul structural acoperă cel puţin un punct fundal, pixelul din imaginea destinaţie rămâne fundal.



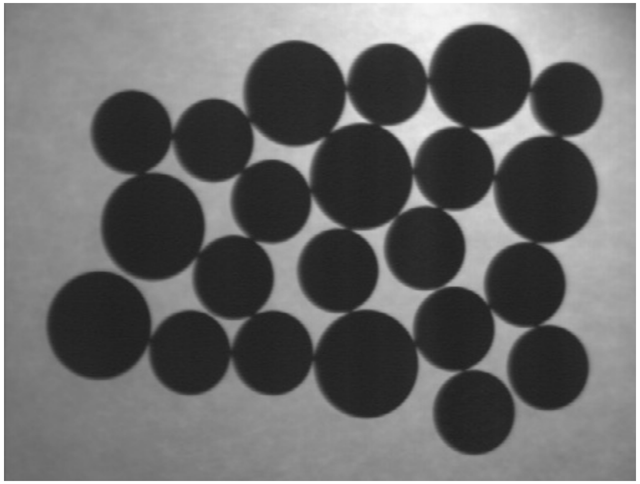
a. Original image.

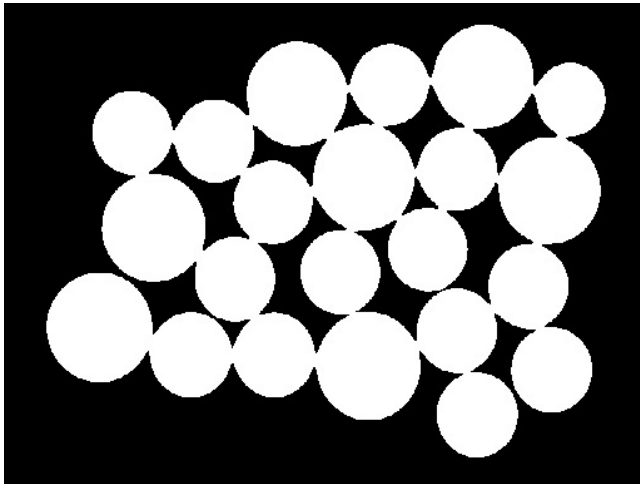
b. Structural element; x = origin

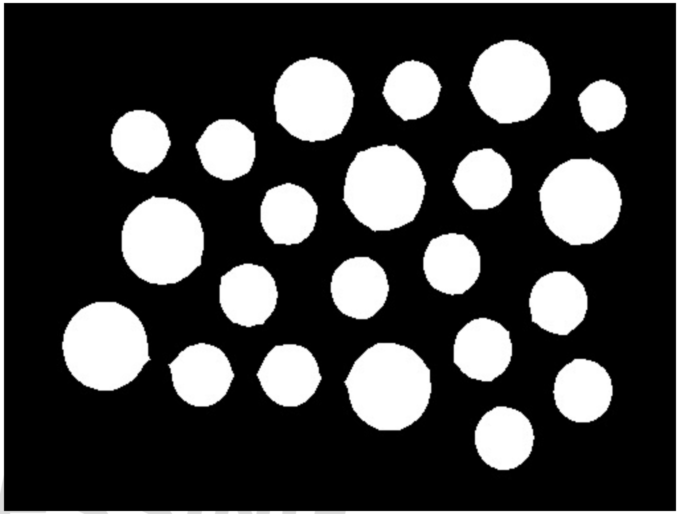
c. Image after erosion; original in dashes.

Dilatarea şi eroziunea

Aplicaţiile eroziunii: eliminarea obiectelor zgomot şi a conexiunilor false dintre obiecte







Technical University of Cluj Napoca
Computer Science Department

Deschiderea şi închiderea

Deschidere

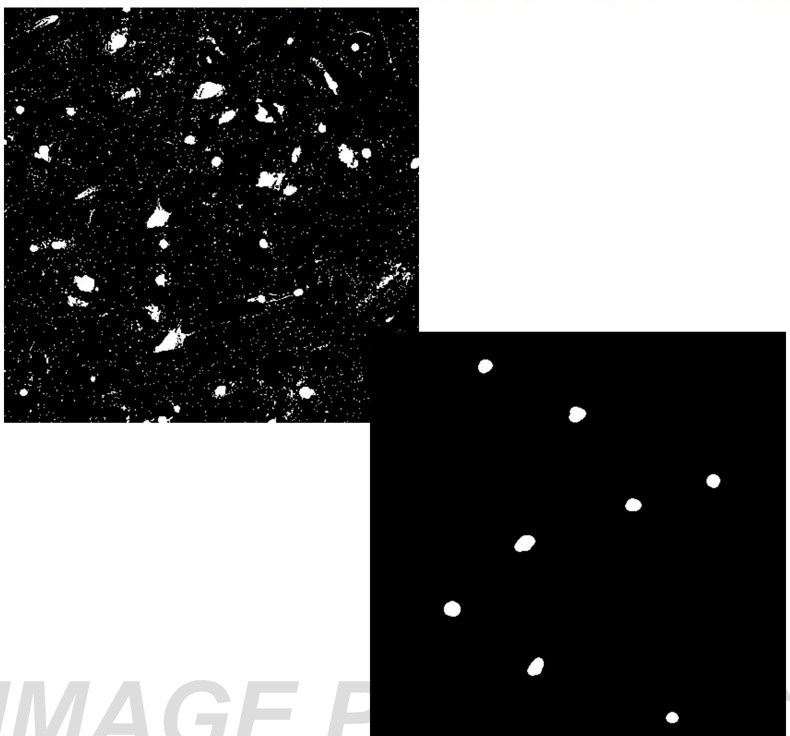
$$A \circ B = (A \Theta B) \oplus B$$

Aplicații: netezire contur, umplere goluri mici in obiecte, spargere legaturi slabe intre obiecte (istmuri)

Închidere

$$A \bullet B = (A \oplus B) \Theta B$$

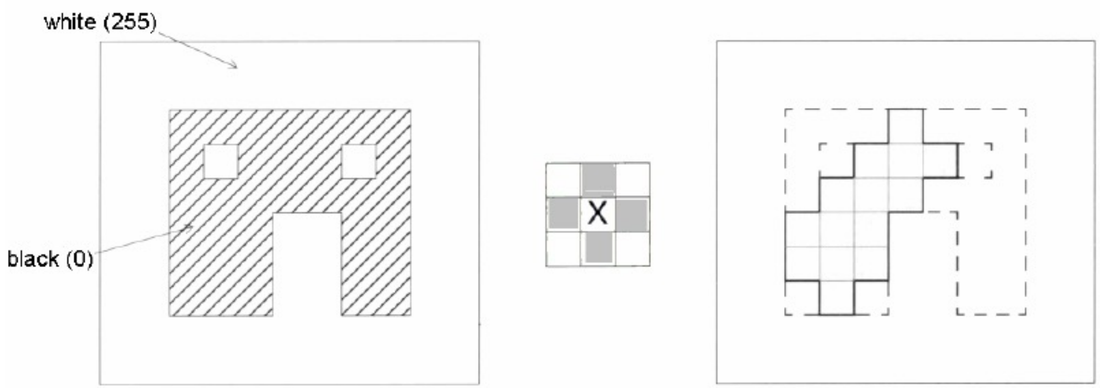
Aplicații: netezire contur, eliminare goluri mici intre obiecte, unire legaturi slabe intre obiecte (istmuri)



Deschiderea şi închiderea

Exemple:

Deschidere

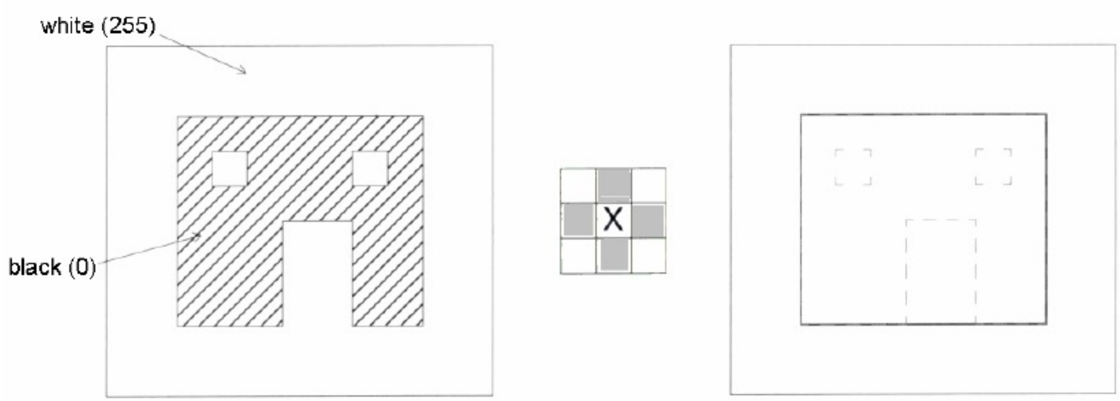


a. Original image.

b. Structural element; x = origin.

c. Image after opening; erosion followed by dilation.

Închidere



a. Original image.

b. Structural element; x = origin.

c. Image after closing; dilation followed by erosion; original in dashes.

Proprietati ale operatorilor morfologici

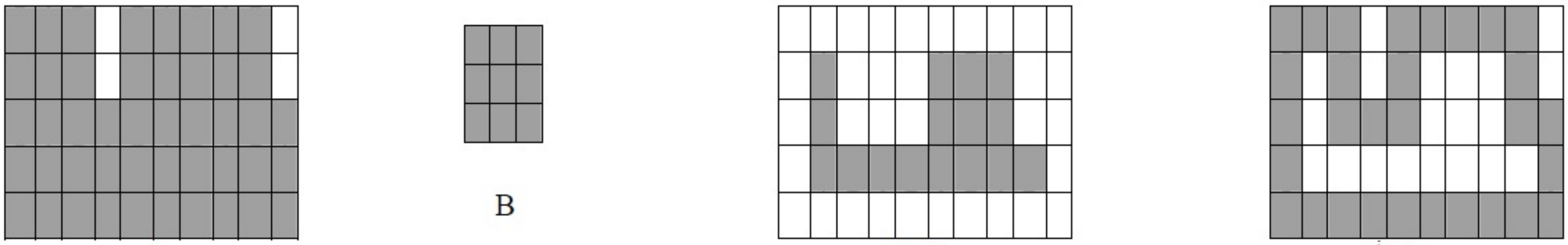
1. $A \oplus B = B \oplus A$
2. $(A \ominus B)^C = A^C \oplus B$
3. $A \circ B \subseteq A$
4. $C \subseteq D \Rightarrow C \circ B \subseteq D \circ B$
5. $(A \circ B) \circ B = A \circ B$
6. $A \subseteq A \bullet B$
7. $C \subseteq D \Rightarrow C \bullet B \subseteq D \bullet B$
8. $(A \bullet B) \bullet B = A \bullet B$

Technical University of Cluj Napoca
Computer Science Department

Aplicaţii ale operatorilor morfologici de bază

EXTRAGERE CONTUR

$\beta^{i}(A) = A - (A \Theta B)$ (contur interior)



A   B $A \Theta B$ $\beta^{i}(A)$

$\beta^{e}(A) = (A \oplus B) - A$ (contur exterior)

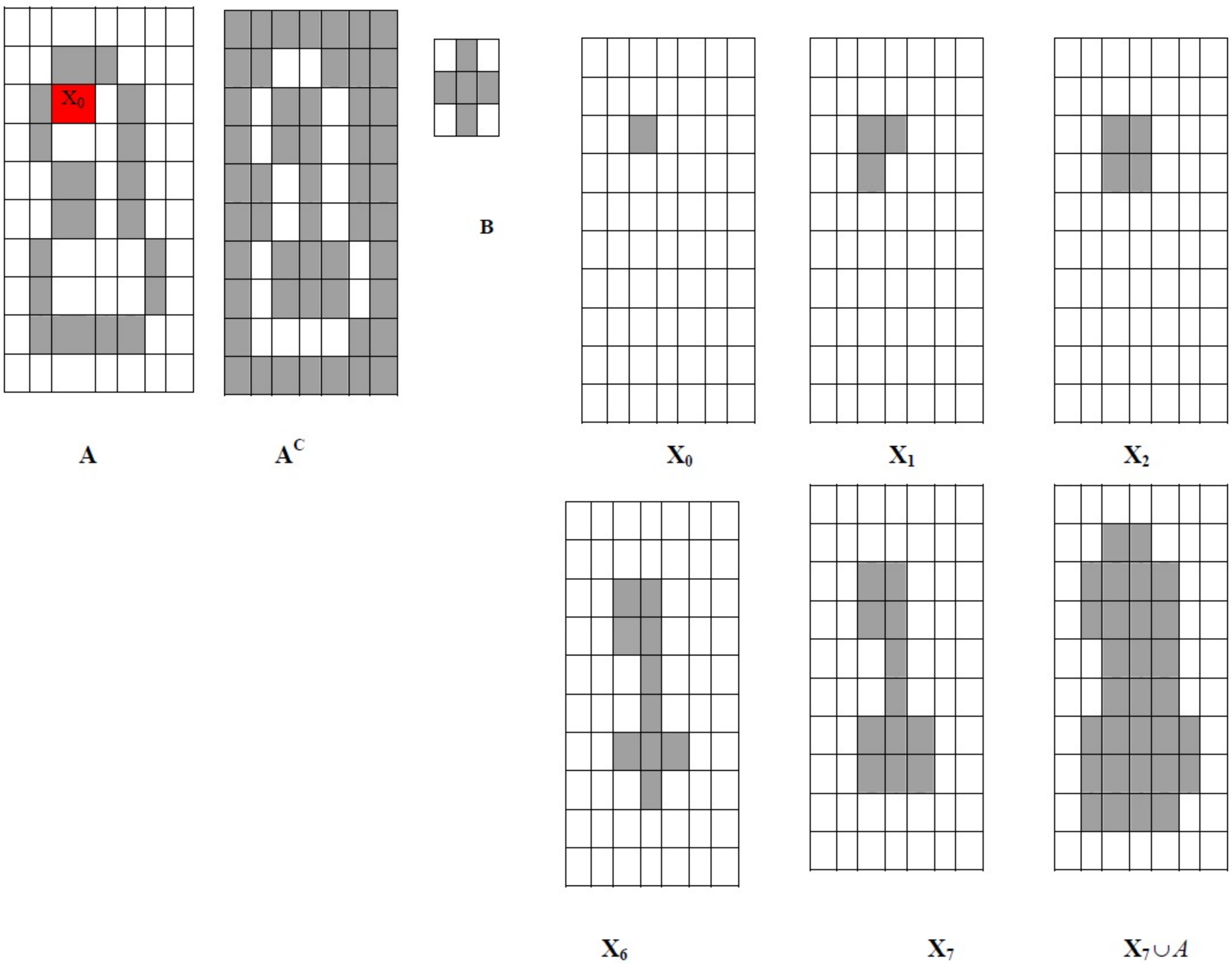
UMPLERE REGIUNI

- p in interiorul conturului A (care se doreşte a fi umplut in interior cu „1")

1. $X_0 = p$, (p='1')
2. $X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A^C \quad k=1,2,3,$
3. *Daca* $X_k = X_{k-1} \Rightarrow$ stop. Altfel repeta 2.

Obiectul final (umplut): $A \cup X_k$

Aplicaţii ale operatorilor morfologici de bază



Aplicaţii ale operatorilor morfologici de bază

EXTRAGERE COMPONENTE CONEXE (ETICHETARE)

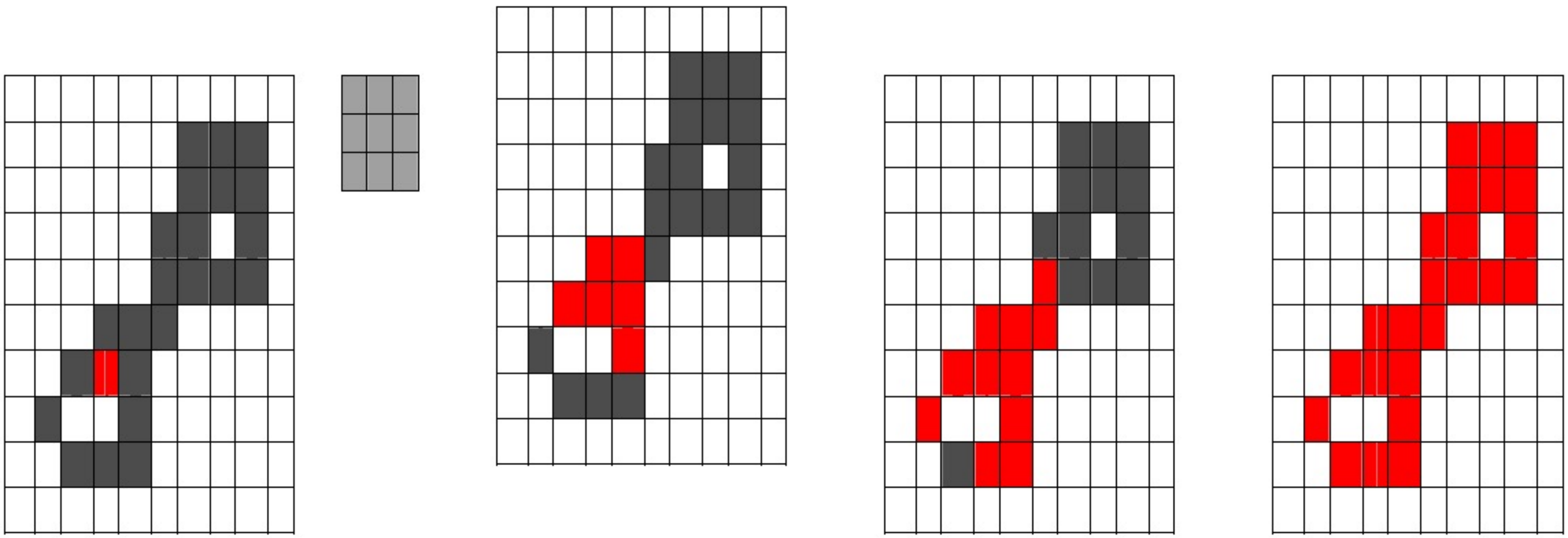
A = { Y_1, Y_2, ... Y_n}, Y_i – componente conexe

$Y \subseteq A$

1. $p \in Y$. $X_0 = p$

2. $X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A \quad k=1,2,3,...$

3. Dc. $X_k = X_{k-1} \Rightarrow$ stop ($Y = X_k$). Altfel repeta 2.



Y, p **B** **X_1** **X_2** **X_3 = Y**

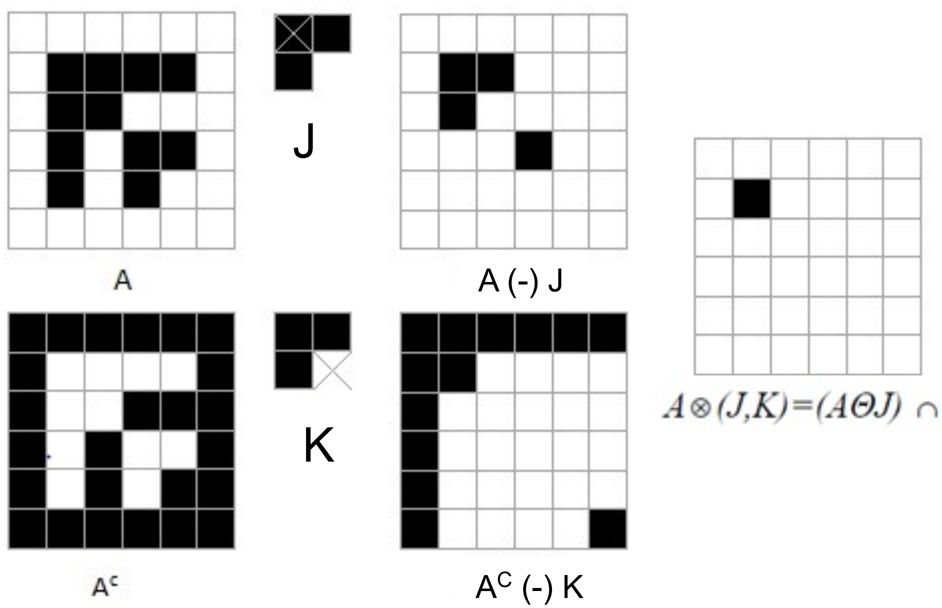
Aplicaţii ale operatorilor morfologici de bază

TRANSFORMATA „HIT-AND-MISS”

Se foloseşte la selecţia unor seturi de pixeli cu proprietăţi geometrice specifice: colturi, puncte izolate, puncte de contur, *template matching* (obiecte cu o anumită formă), subţiere, îngroşare etc.

Transformat hit & miss a unui set A cu elementele structurale *(J,K)*:

$$A \otimes (J,K) = (A \Theta J) \cap (A^C \Theta K).$$

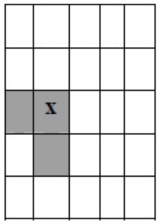


$$A \otimes (J,K) = (A \Theta J) \cap (A^C \Theta K).$$

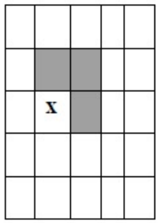
Technical University of Cluj Napoca
Computer Science Department

Aplicaţii ale operatorilor morfologici de bază

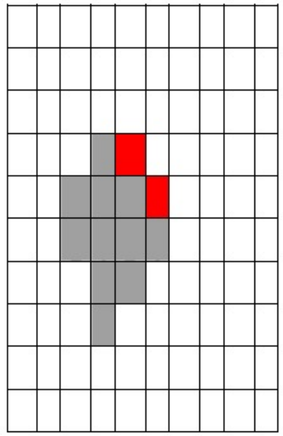
Ex.2: Detecție colțuri



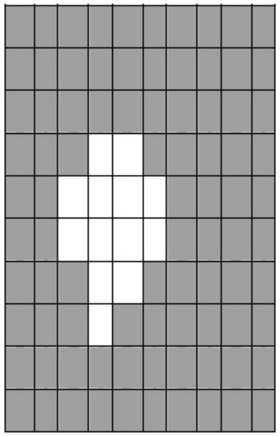
J



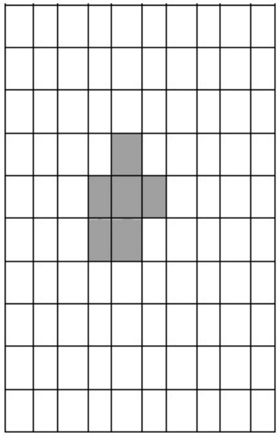
K



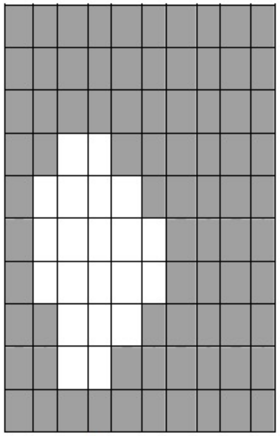
A



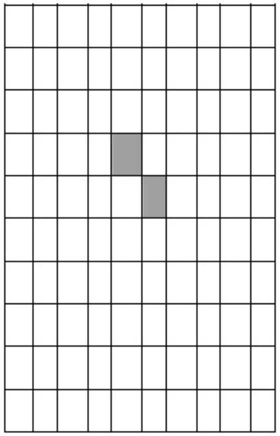
A^C



$(A\Theta J)$



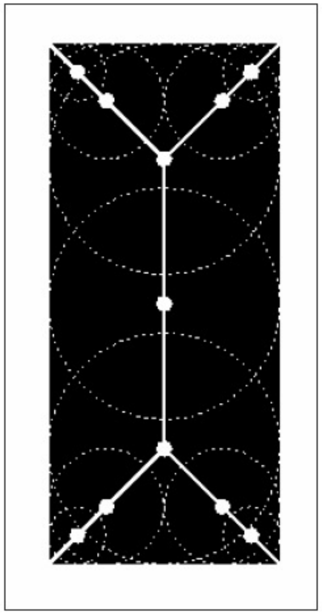
$(A^C\Theta K)$



$A\otimes(J,K)=(A\Theta J)\cap(A^C\Theta K)$

Aplicaţii ale operatorilor morfologici de bază

SKELETIZAREA



‚Skeletonul' setului A:

$$S(A) = \bigcup_{k=0}^{K} S_k(A)$$

$$S_k(A) = (A \Theta kB) - (A \Theta kB) \circ B$$

$$A \Theta kB = (...(A \Theta B) \Theta B).......) \Theta B$$

$$K = \max\{k \mid (A \Theta kB) \neq \Phi$$

Reconstrucția setului A:

$$A = \bigcup_{k=0}^{K} (S_k(A) \oplus kB)$$

K – trebuie sa fie cunoscut

Technical University of Cluj Napoca
Computer Science Department

Bibliografie

Referințe:

[1] Robert M. Haralick, Linda G. Shapiro, *Computer and Robot Vision*, Addison-Wesley Publishing Company, 1993

[2] Rafael C. Gonzalez, *Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 2002