Chapitre 06
Traitement morphologique de l'image

Aissa Boulmerka

2020-2021

1- PRINCIPES FONDAMENTAUX

Introduction

- La morphologie est une branche de la biologie qui traite les formes et les structures des animaux et des plantes.

- Dans le traitement d’images, on utilise la morphologie mathématique, pour extraire des composantes utiles pour la représentation, la description des formes de régions.

- On peut utiliser la morphologie aussi pour améliorer le résultat de la segmentation ou réduire le bruit.

- Le langage utilisé dans la morphologie est emprunté de la **théorie des ensembles**. Les **ensembles** dans les images représentent les **objets** ou les **régions**.

Introduction

- En plus de la théorie des ensembles, on a aussi les l'opération de **réflexion** et la **translation**.

- Soit B un ensemble. La réflexion de B, dénotée $\hat{B}$, est définie comme suit:

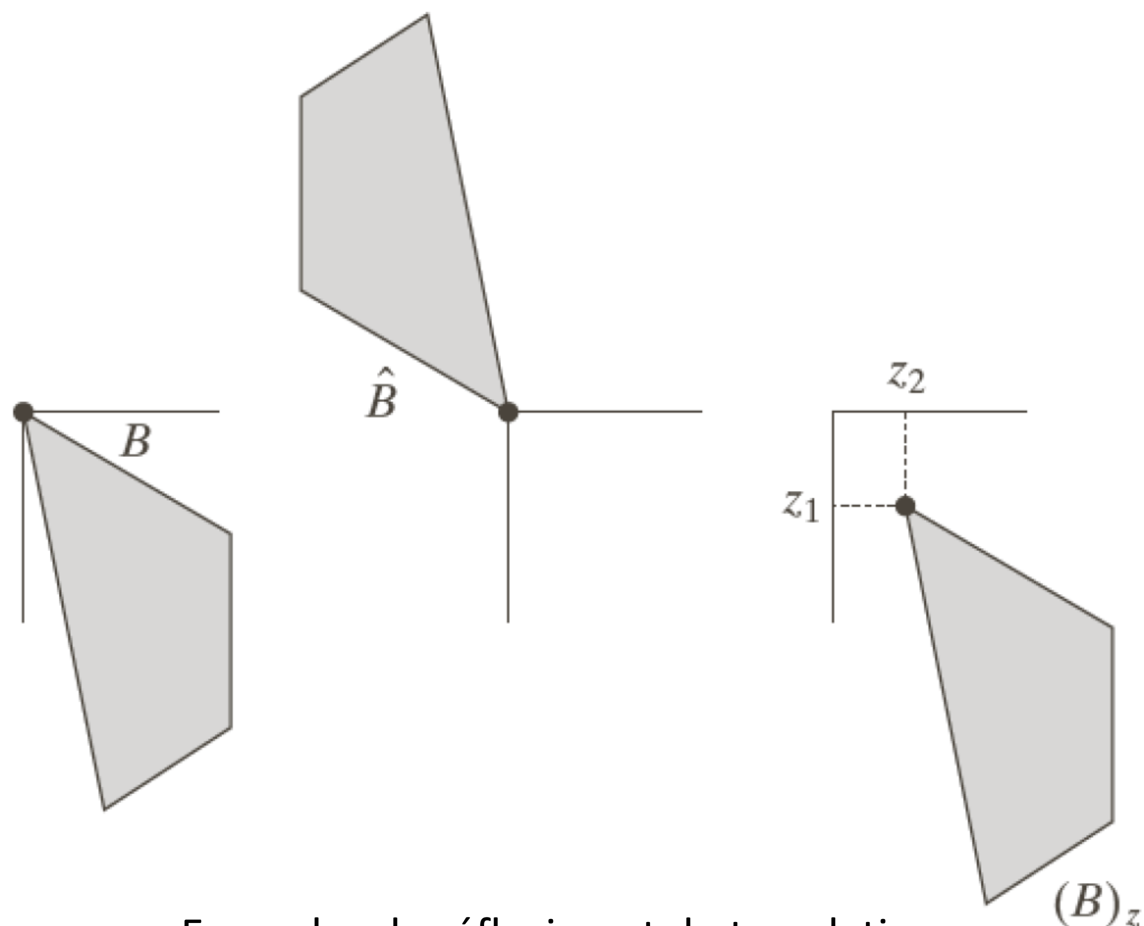
$$\hat{B} = \{w | w = -b, \qquad pour\ b \in B\}$$

- Autrement dit, est l'ensemble des pixels $(x, y) \in B$ dont les coordonnées sont remplacées par $(-x, -y)$

- La translation de B par un vecteur $z = (z_1, z_2)$, dénotée $(B)_z$ est définie par:

$$(B)_z = \{c | c = b + z, \qquad pour\ b \in B\}$$

Introduction



Exemples de réflexion et de translation.

2- L'ÉROSION ET LA DILATATION

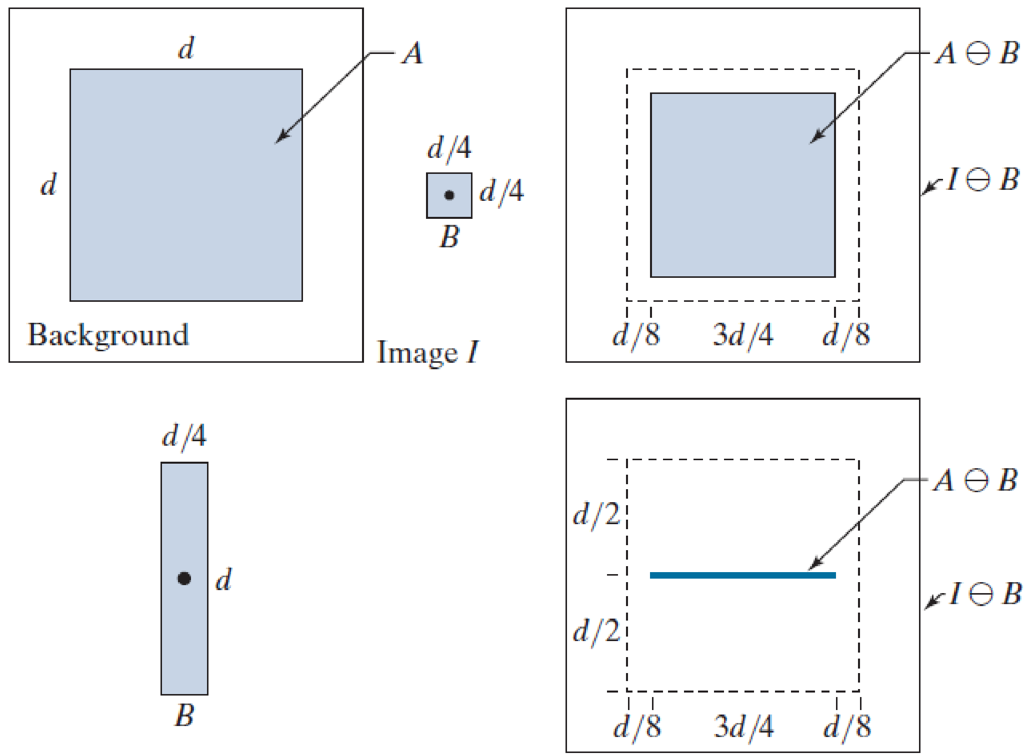
L’érosion

- Soient deux ensembles A et B. L'érosion de A par B est définie par :

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

- En d'autres mots, l'érosion est l'ensemble de tous les points z tels que B translaté par z est contenu dans A.

Exemples de l'érosion



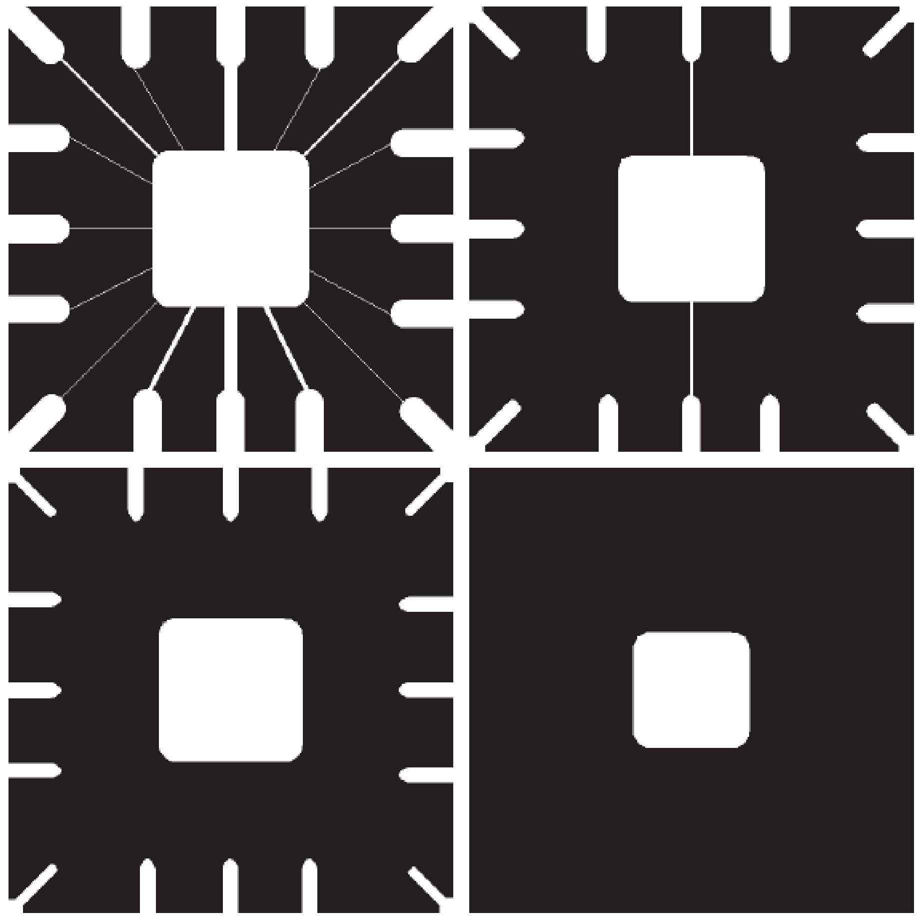
a b c
d e

FIGURE 9.4
(a) Image I, consisting of a set (object) A, and background.
(b) Square SE, B (the dot is the origin).
(c) Erosion of A by B (shown shaded in the resulting image).
(d) Elongated SE.
(e) Erosion of A by B. (The erosion is a line.) The dotted border in (c) and (e) is the boundary of A, shown for reference.

Exemples de l’érosion

a b
c d

FIGURE 9.5
Using erosion to remove image components. (a) A 486 × 486 binary image of a wire-bond mask in which foreground pixels are shown in white. (b)–(d) Image eroded using square structuring elements of sizes 11 × 11, 15 × 15, and 45 × 45 elements, respectively, all valued 1.



Érosion avec un masque de 11x11

Érosion avec un masque de 15x15

Érosion avec un masque de 45x45

La dilation (dilatation)

- Soient deux ensembles A et B. La **dilatation** de A par B est définie par :

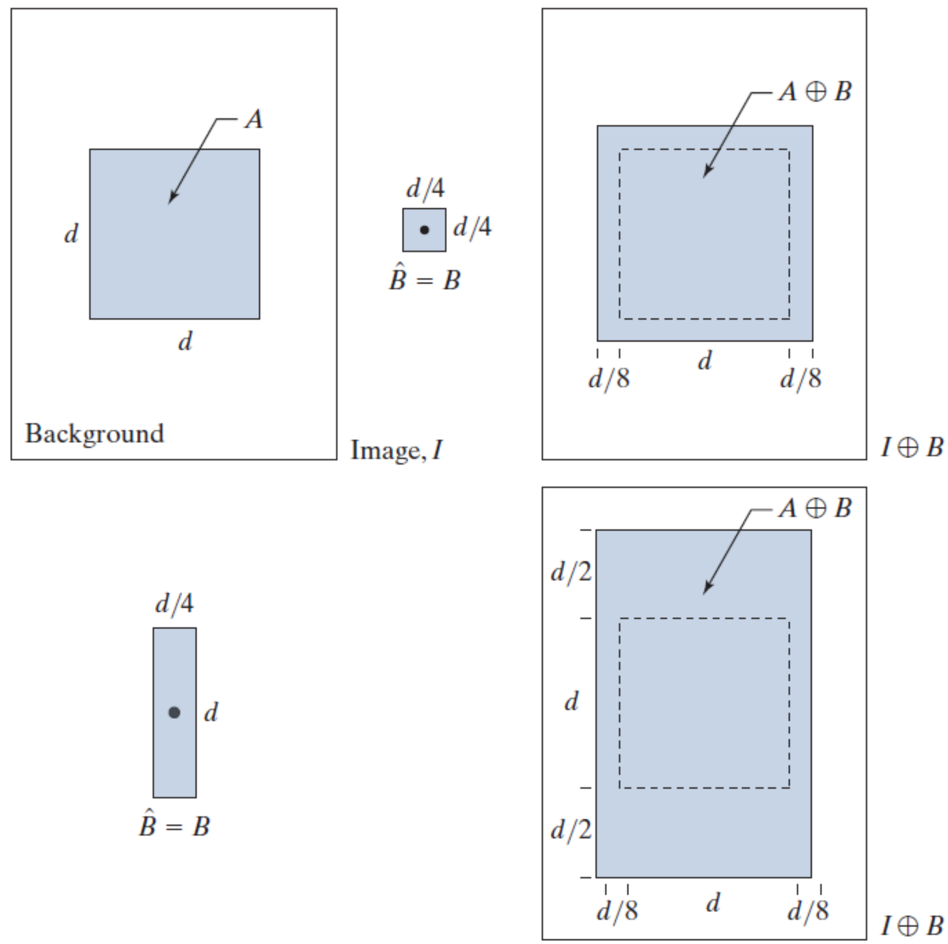
$$A \oplus B = \left\{ z \middle| \left(\hat{B} \right)_z \cap A \neq \emptyset \right\}$$

- En d'autres mots, la dilatation est l'ensemble de tous les déplacements z tels que $\hat{B}$ et A se chevauchent avec au moins un pixel.

Exemples de la dilatation

a b c
d e

FIGURE 9.6
(a) Image I, composed of set (object) A and background.
(b) Square SE (the dot is the origin).
(c) Dilation of A by B (shown shaded).
(d) Elongated SE.
(e) Dilation of A by this element. The dotted line in (c) and (e) is the boundary of A, shown for reference.

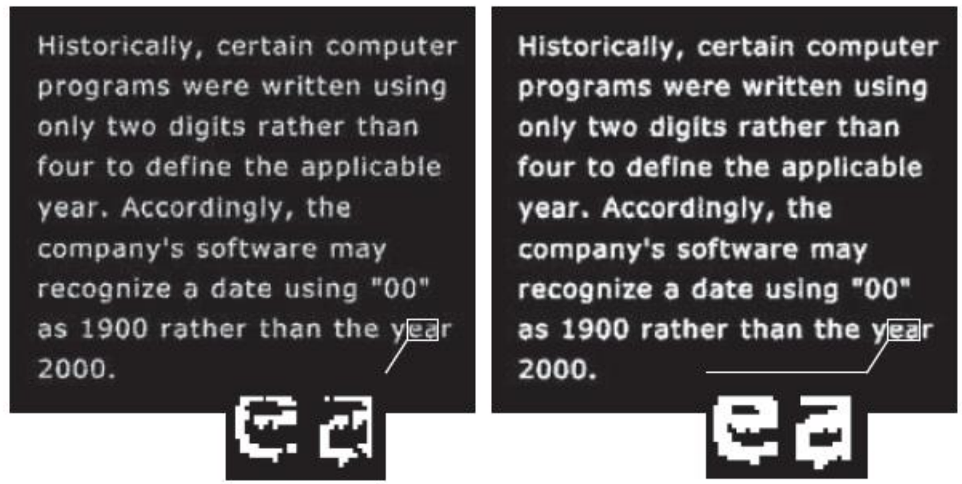


Exemples de la dilatation

Exemple d'application de la dilatation: (remplissage des vides)

a c
b

FIGURE 9.7
(a) Low-resolution text showing broken characters (see magnified view).
(b) Structuring element.
(c) Dilation of (a) by (b). Broken segments were joined.



1	1	1
1	1	1
1	1	1

Structure utilisé pour réparer les caractères

3- L’OUVERTURE ET LA FERMETURE

L’ouverture et la fermeture

- L'ouverture d'un ensemble A par un élément B, est définie par :

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

qui est l'érosion de A par B, suivie par une dilatation par B.

- La fermeture d'un ensemble A par un élément B, est définie par :

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

qui est une dilatation de A par B, suivie d'une érosion par B.

L'ouverture et la fermeture

- On peut interpréter **l'ouverture** comme suit :
- Supposons que B est un ballon qui se déplace. La frontière de $A \circ B$ est établie par les points de B qui arrivent au plus loin de la frontière de A quand B est roulée à **l'intérieur** de la frontière.

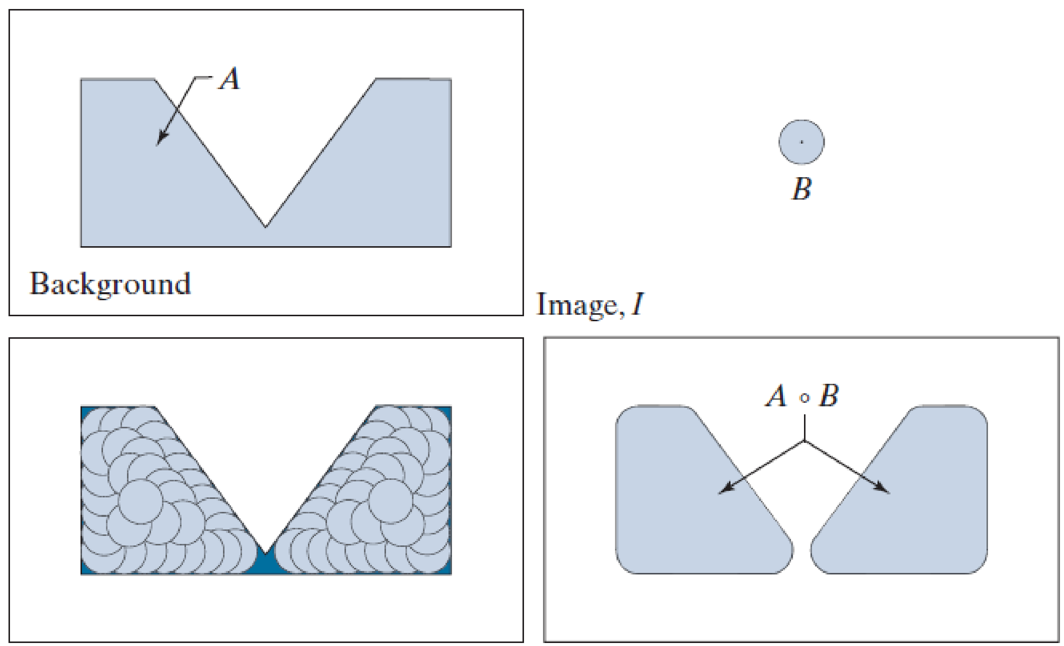
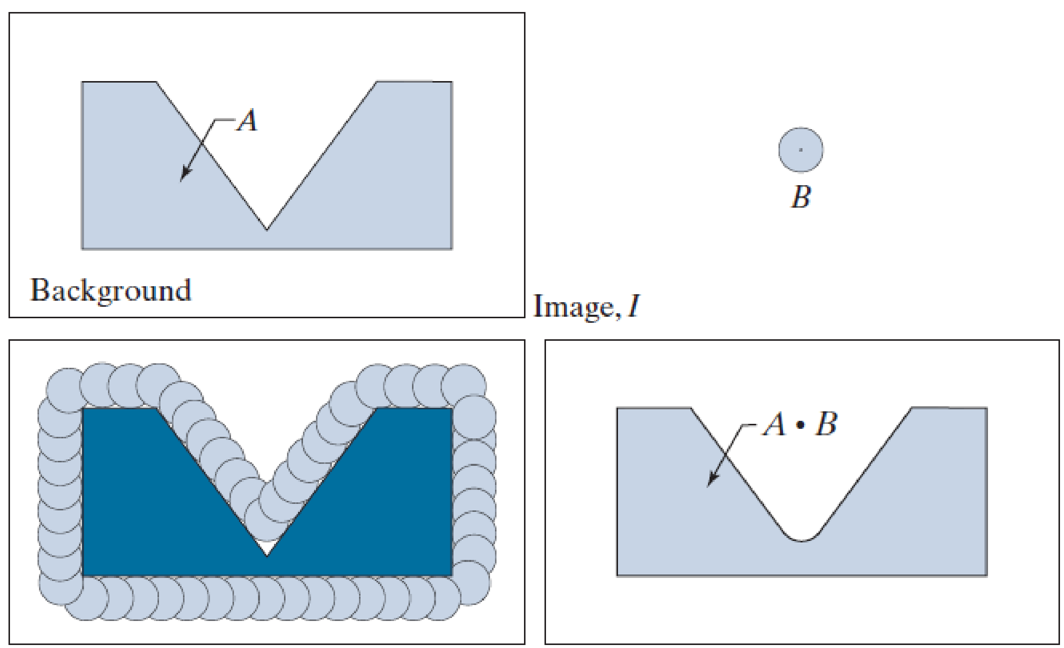


FIGURE 9.8
(a) Image I, composed of set (object) A and background.
(b) Structuring element, B.
(c) Translations of B while being contained in A. (A is shown dark for clarity.)
(d) Opening of A by B.

L'ouverture et la fermeture

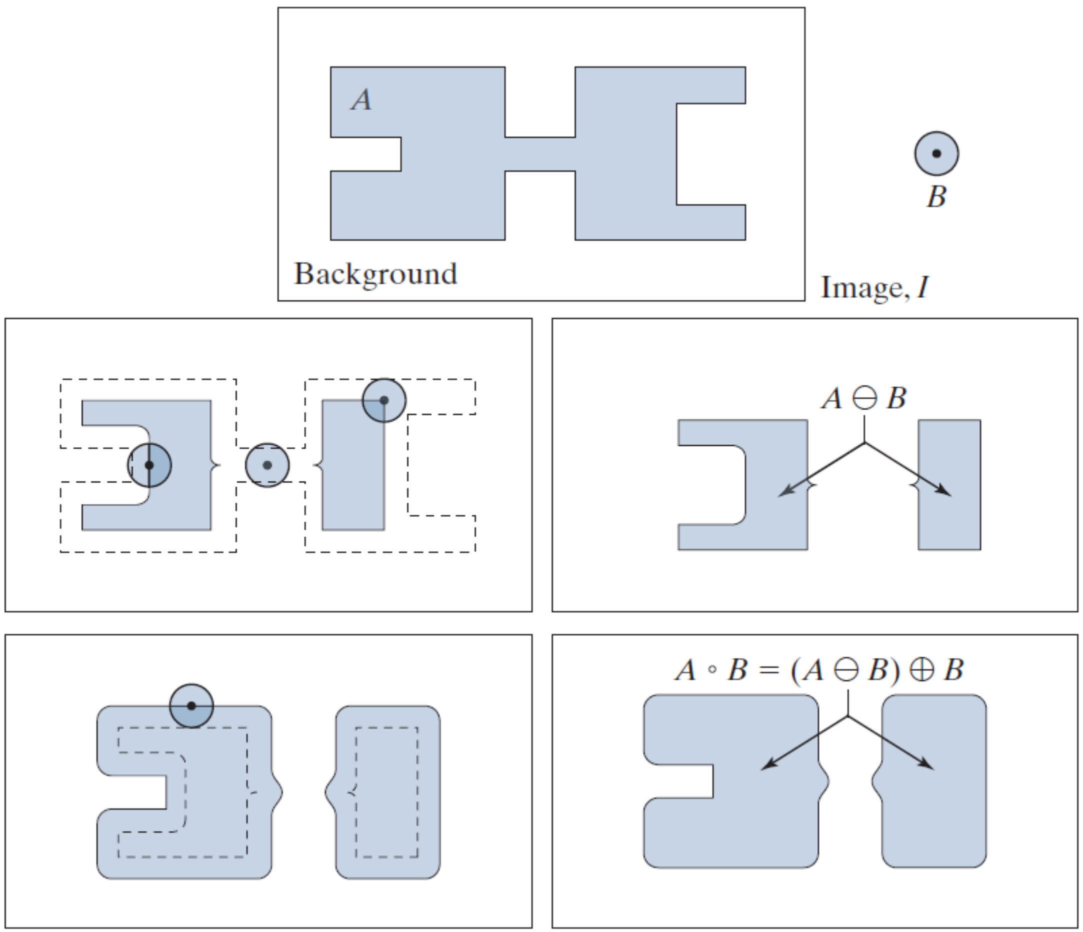
- On peut interpréter **la fermeture** comme suit :
- Supposons que B est un ballon qui se déplace. La frontière de $A \bullet B$ est établie par les points de B qui arrivent au plus loin de la frontière de A quand B est roulée à **l'extérieur** de la frontière.



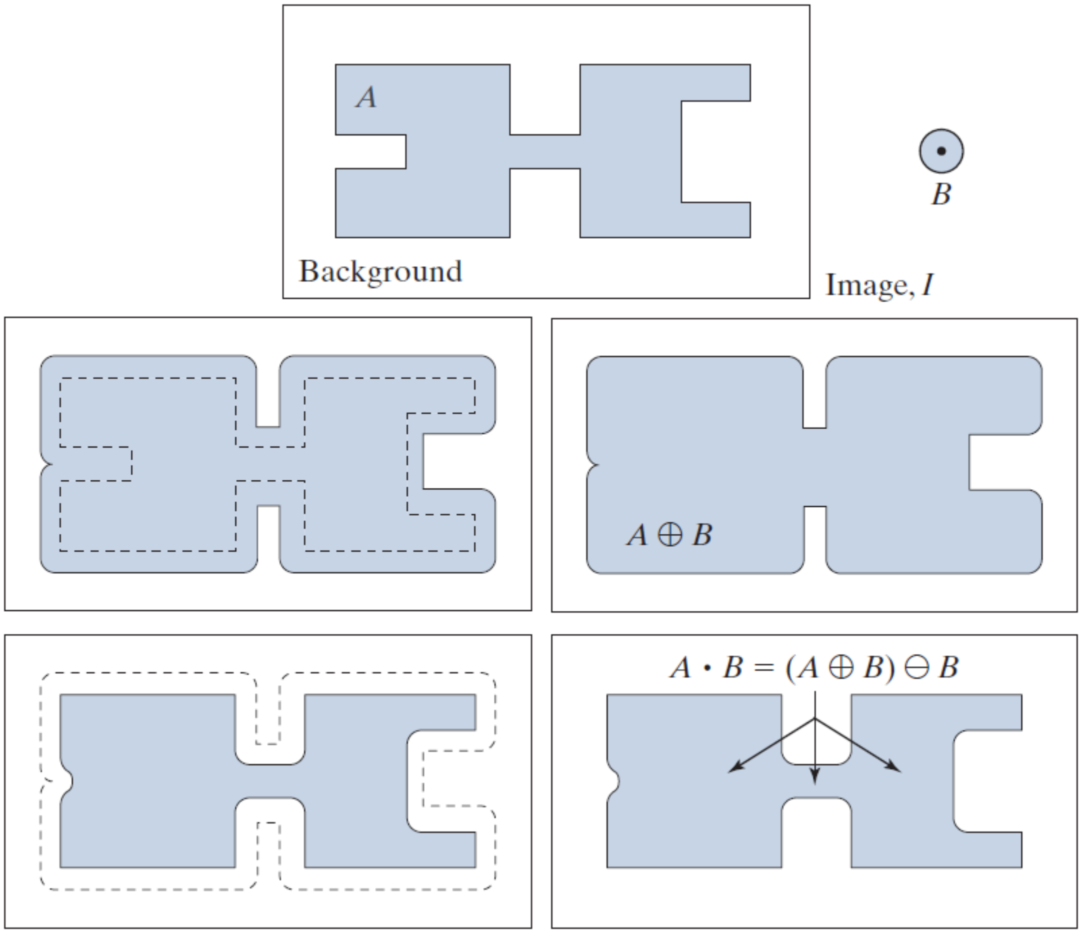
a b
c d

FIGURE 9.9
(a) Image I, composed of set (object) A, and background.
(b) Structuring element B.
(c) Translations of B such that B does not overlap any part of A. (A is shown dark for clarity.)
(d) Closing of A by B.

Exemples d'ouverture et de fermeture



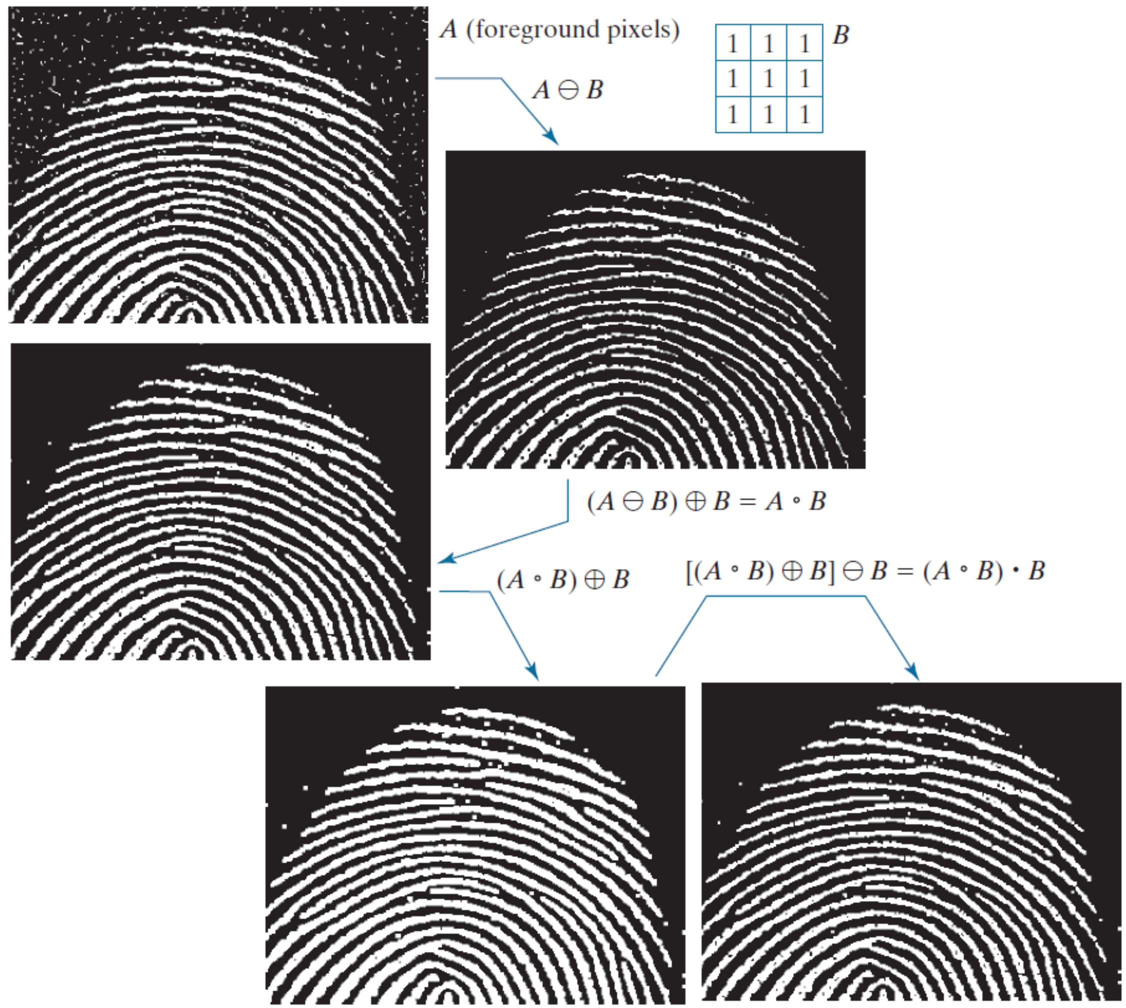
Exemples d'ouverture et de fermeture



Exemples d’ouverture et de fermeture

a b
d c
e f

FIGURE 9.11
(a) Noisy image. (b) Structuring element. (c) Eroded image. (d) Dilation of the erosion (opening of A). (e) Dilation of the opening. (f) Closing of the opening. (Original image courtesy of the National Institute of Standards and Technology.)



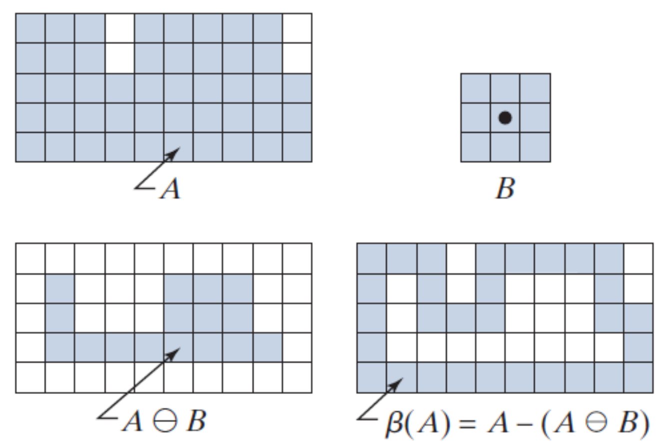
4- QUELQUES ALGORITHMES

L’extraction des frontières

- La frontière d'un ensemble A dénotée $\beta(A)$ peut être obtenue par la différence d'une image avec son érosion:

$$\beta(A) = A - (A \ominus B)$$

Exemple:



a b
c d

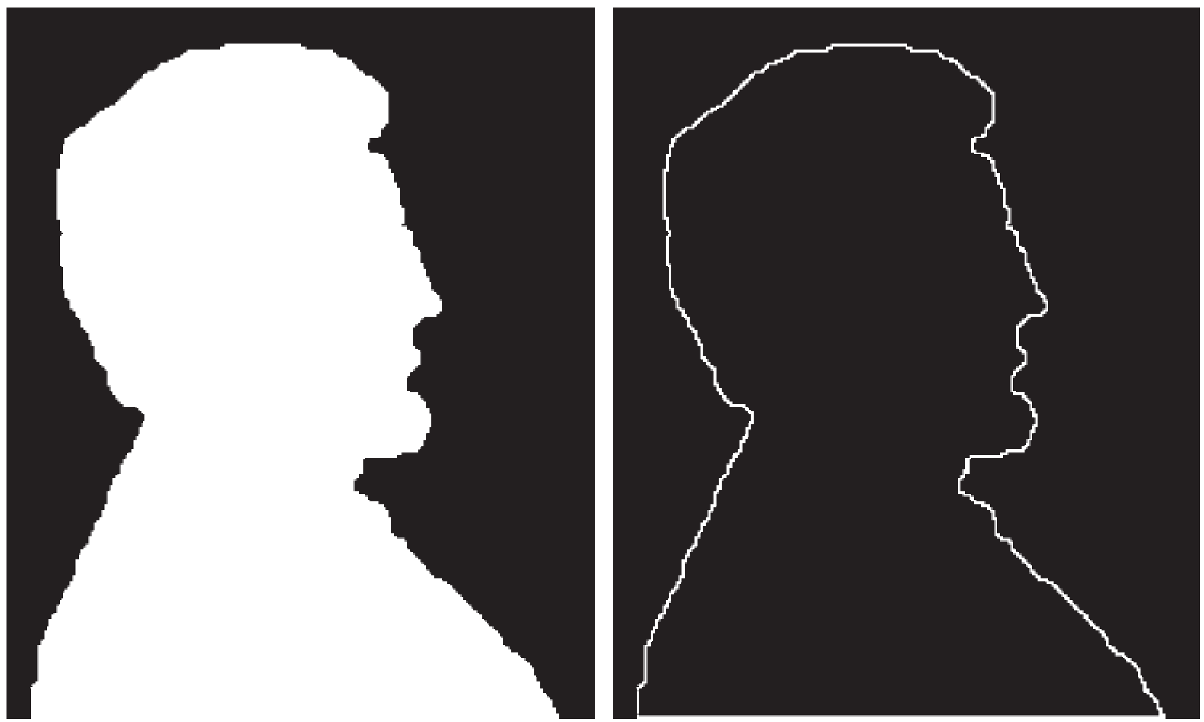
FIGURE 9.15
(a) Set, A, of foreground pixels.
(b) Structuring element.
(c) A eroded by B.
(d) Boundary of A.

L'extraction des frontières

Exemple:

a b

FIGURE 9.16
(a) A binary image.
(b) Result of using Eq. (9-18) with the structuring element in Fig. 9.15(b).



Extraction de la frontière d'un objet par un masque de 3x3.

Le remplissage de trous

- Un trou est défini comme un région du fond entourée par une frontière connexe de l'objet.

- On commence par construire une matrice X_0, composée de 0 (de la même taille que la région contenant A), sauf sur des endroits sur X_0 correspondant à des points du trou qui seront mis à 1.

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A^c, \qquad k = 1,2,3,\ldots$$

où B est l'élément de structure défini par :

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- L'algorithme termine à l'itération k, telle que: $X_k = X_{k-1}$.

Le remplissage de trous

Exemple:

a	b	c
d	e	f
g	h	i

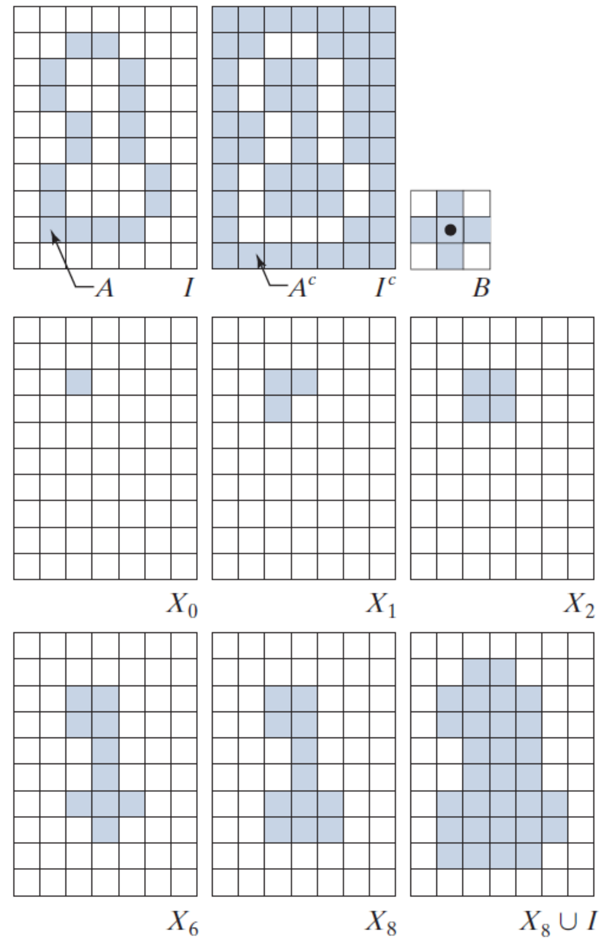
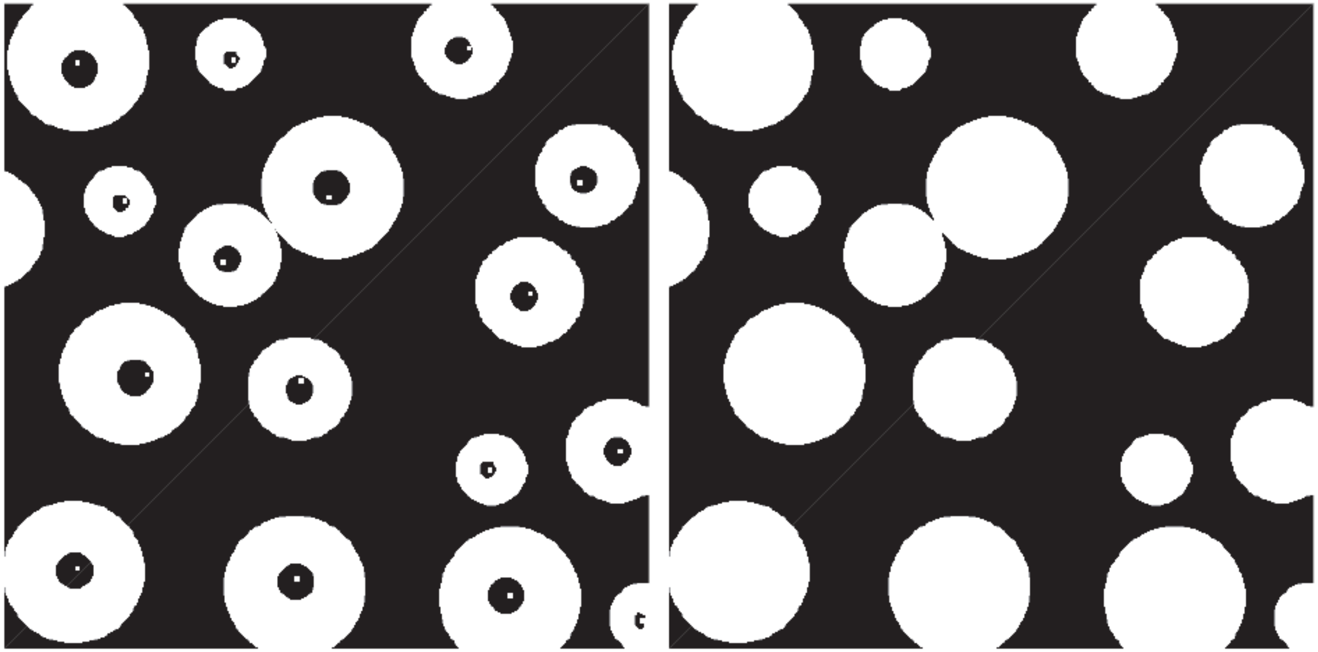


FIGURE 9.17
Hole filling.
(a) Set A (shown shaded) contained in image I.
(b) Complement of I.
(c) Structuring element B. *Only* the foreground elements are used in computations
(d) Initial point inside hole, set to 1.
(e)–(h) Various steps of Eq. (9-19).
(i) Final result [union of (a) and (h)].

Le remplissage de trous

Exemple:



a b

FIGURE 9.18
(a) Binary image. The white dots inside the regions (shown enlarged for clarity) are the starting points for the hole-filling algorithm.
(b) Result of filling all holes.

Chapitre suivant

Chapitre 07
Segmentation d'images

Références:

1. M. S. Allili. Eléments Avancés d'Analyse d'Images (Cours de 2e cycle). Université du Québec en Outaouais (UQO), Québec, Canada. Hivers 2014.
2. R. C. Gonzalez and R. E. Woods. Digital image processing. Pearson Education. 3rd Edition. 2008.
3. R. C. Gonzalez and R. E. Woods. Digital image processing. Pearson Education. 4th Edition. 2018.
4. R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and S. L. Eddins. Digital image processing using Matlab. Gatesmark Publishing. 2nd Edition. 2009.