

Digital Image Processing

المحاضرة العاشرة Morphological Operations

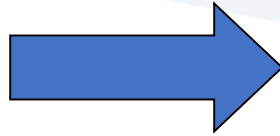
د. عيسى الغنام د. إياد حاتم
2023 الفصل الصيفي

What are Morphological Operations?

Morphological operations come from the word “morphing” in Biology which means “**changing a shape**”.



Morphing



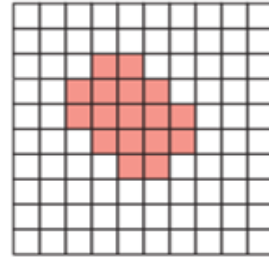
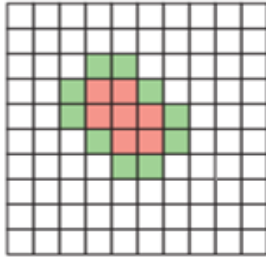
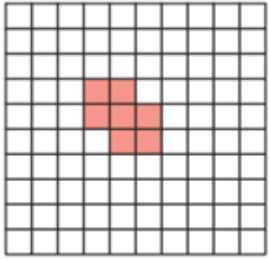
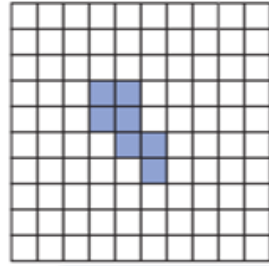
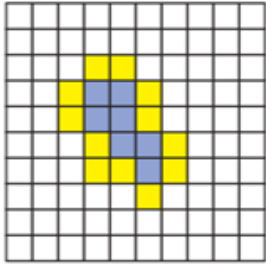
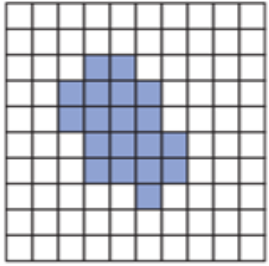
changing a shape



□ إن جوهر العمليات المورفولوجية هو التعامل مع **أشكال الكائنات** في الصورة بطريقة متوقعة ومتحكم بها.

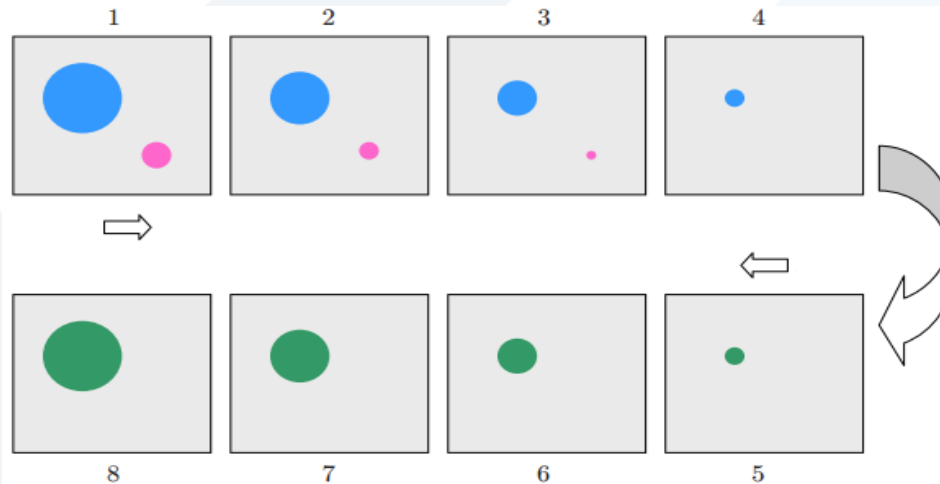
- **Image morphological operations are used to manipulate object shapes such as thinning, thickening, and filling.**
- **Binary morphological operations are derived from set operations.**

إزالة البنى الصغيرة



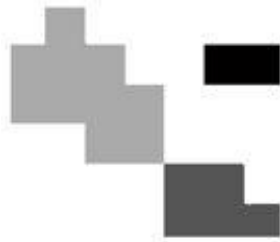
■ **التقلص:** إزالة طبقة من المناطق الأمامية التي تكون فيها البكسلات على اتصال مباشر مع الخلفية

■ **النمو:** إضافة طبقة من البكسلات في محيط البنى الأمامية

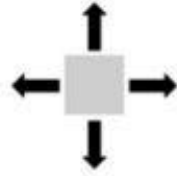


مفاهيم

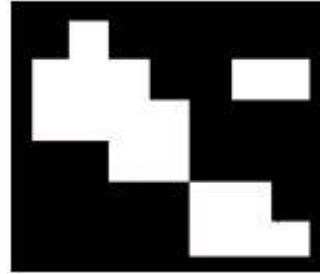
- في الصورة الثنائية: البكسلات الأمامية تأخذ قيمة 1 والبكسلات الخلفية تأخذ قيمة 0
- الكائن مجموعة من البكسلات المتصلة بعضها ببعض
- يعتمد الاتصال بين البكسلات على نوع رابطة الجيران المستخدمة 4-connection أو 8-connection



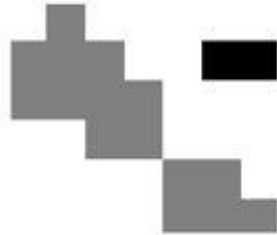
الصورة الناتجة



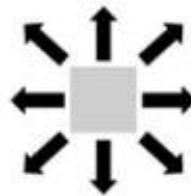
الرابطة الرباعية



الصورة الأصلية



الصورة الناتجة



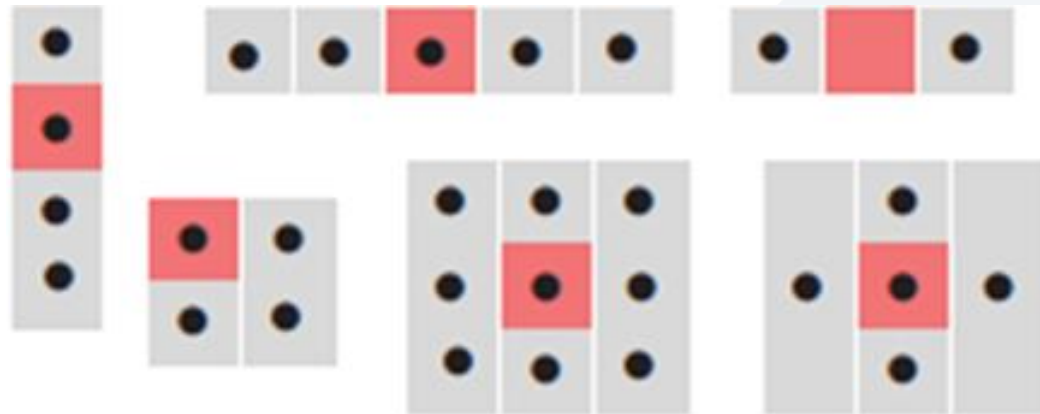
الرابطة الثمانية

عنصر البناء Structure Element

■ تتحدد خواص العمليات المورفولوجية وفقاً لقيم عناصر مصفوفة هي عنصر البناء بشكل مشابه لنواة المرشحات الخطية

■ عند التعامل مع الصور الثنائية تنحصر قيم مصفوفة عنصر البناء بالقيم 0,1

$$H(i, j) \in \{0, 1\}$$



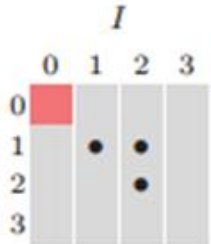
مجموعات النقاط

□ يمكن وصف الصورة الثنائية بمجموعة نقاط ثنائية الأبعاد تمثل أزواج الإحداثيات لكل بكسل أمامي

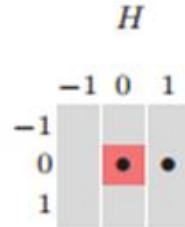
$$Q_I = \{p | I(p) = 1\}$$



$$I \equiv Q_I = \{(1, 1), (2, 1), (2, 2)\}$$

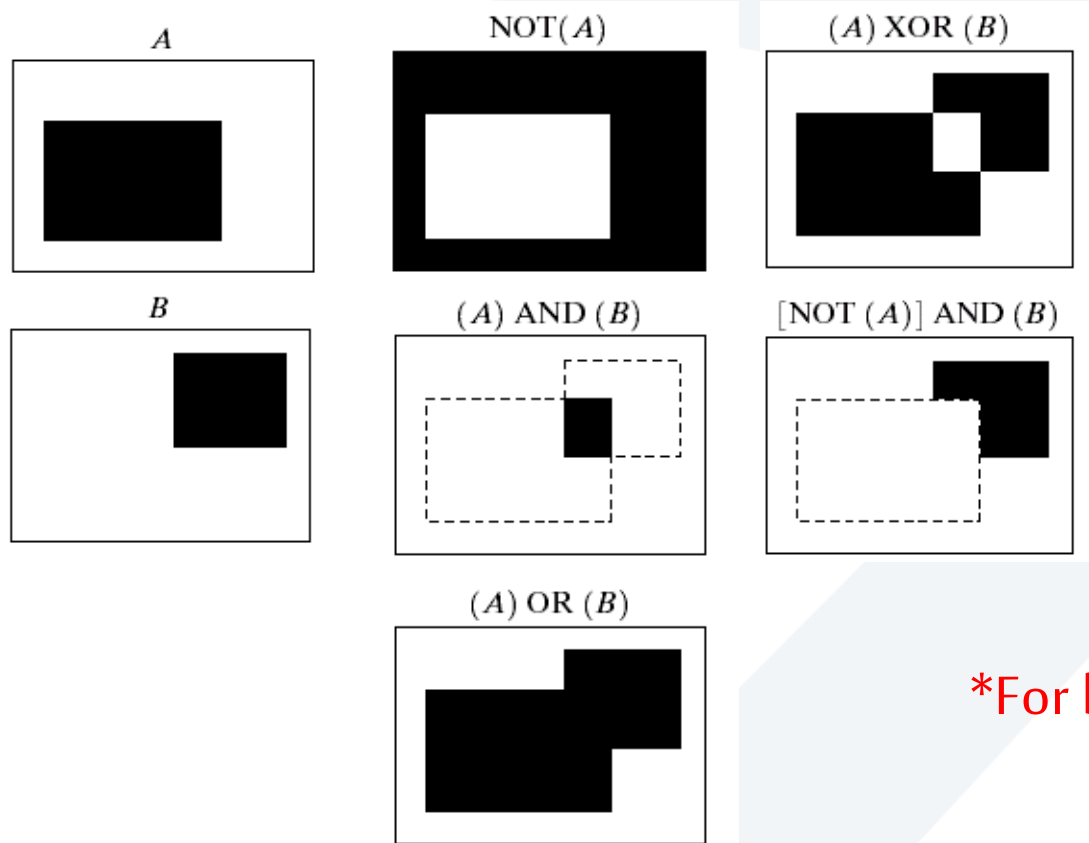


$$I \equiv Q_I = \{(1, 1), (2, 1), (2, 2)\}$$



$$H \equiv Q_H = \{(0, 0), (1, 0)\}$$

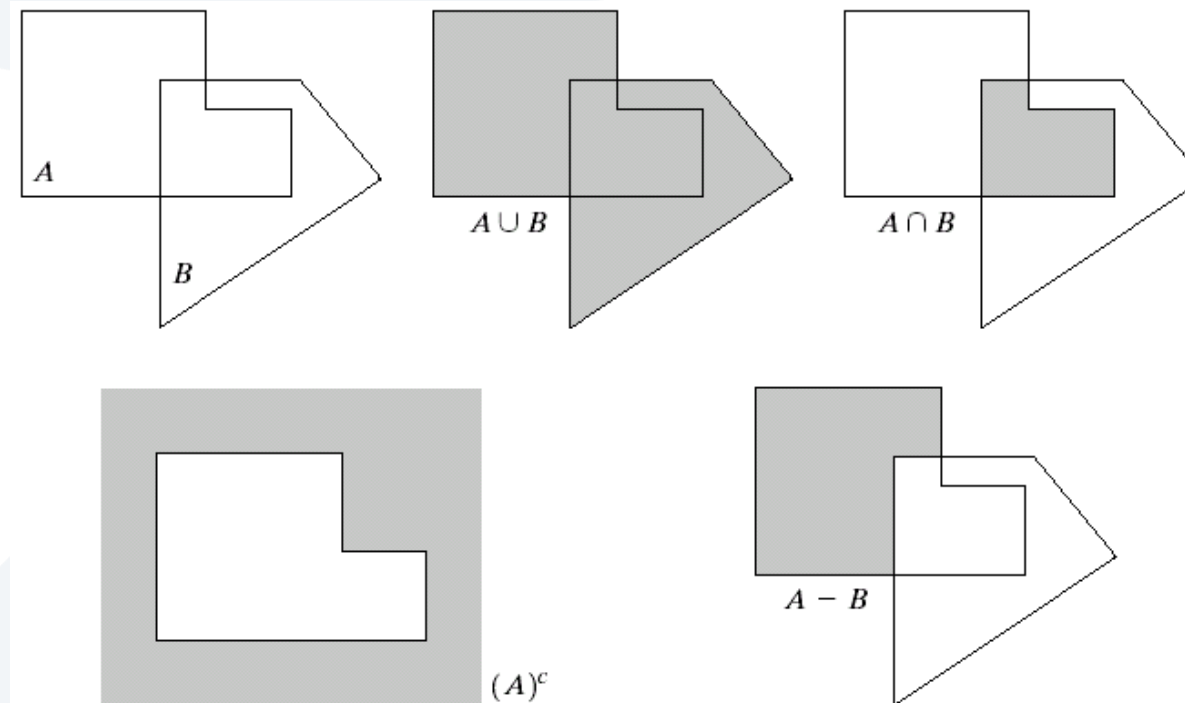
Logical Operations*



p	q	$p \text{ AND } q \text{ (also } p \cdot q \text{)}$	$p \text{ OR } q \text{ (also } p + q \text{)}$	$\text{NOT } (p) \text{ (also } \bar{p} \text{)}$
0	0	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	0

*For binary images only

العمليات المورفولوجية الثنائية مشتقة من العمليات على المجموعات



a	b	c
d	e	

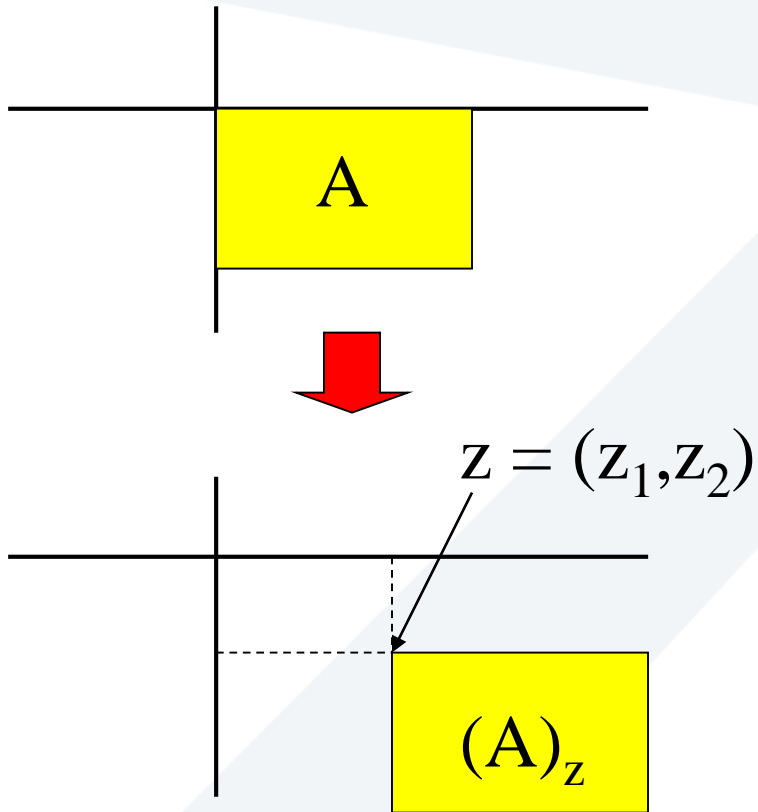
FIGURE 9.1
(a) Two sets A and B . (b) The union of A and B . (c) The intersection of A and B . (d) The complement of A . (e) The difference between A and B .

Concept of a set in binary image morphology:

Each set may represent one object. Each pixel (x,y) has its status: **belong to a set** or **not belong to a set**.

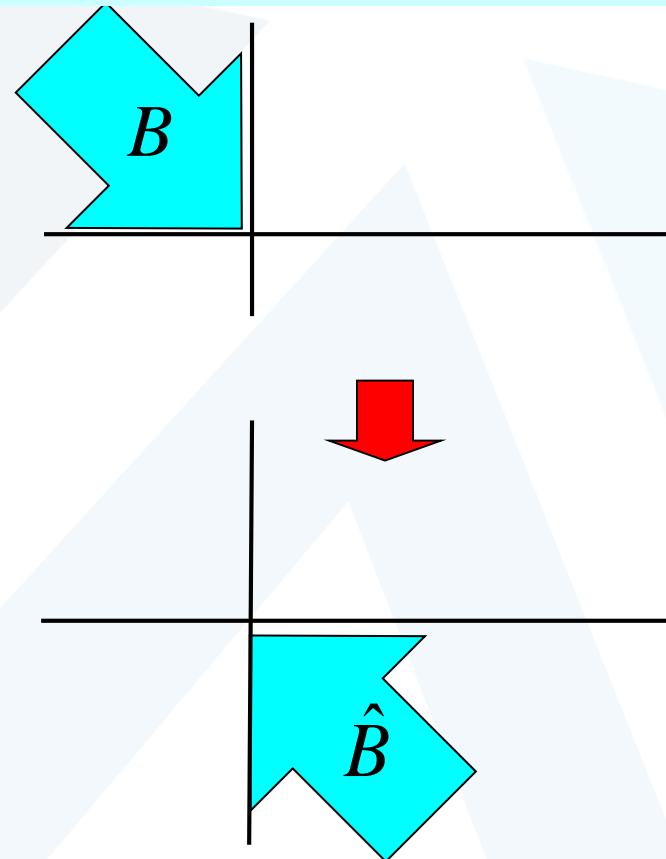
Translation

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



Reflection

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



⊕ Dilation التمدد

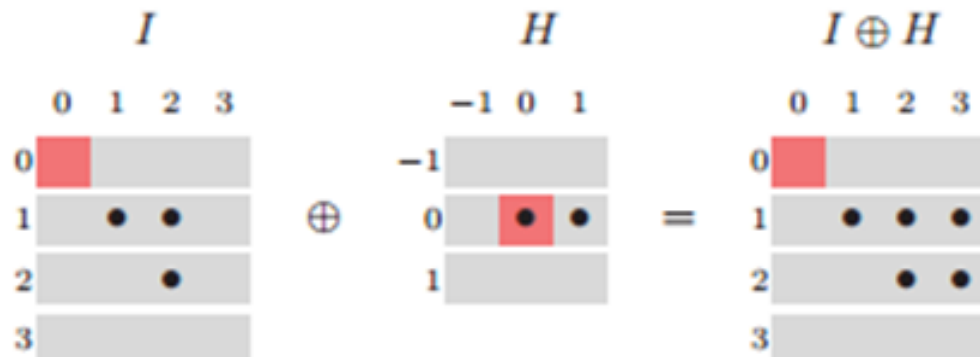
□ عملية مورفولوجية ينتج عنها نمو الكائنات، ويرمز لها بالرمز ⊕

$$I \oplus H \equiv \{(p + q) \mid p \in I, q \in H\}$$

Does
SE **hit** the
set?

$$I \oplus H = \{z \mid (\hat{H})_z \cap I \neq \Phi\}$$

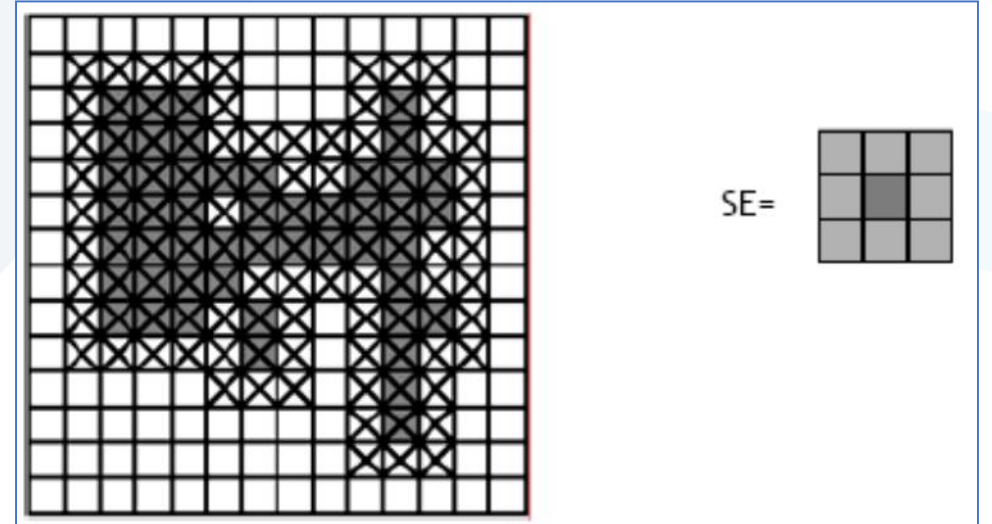
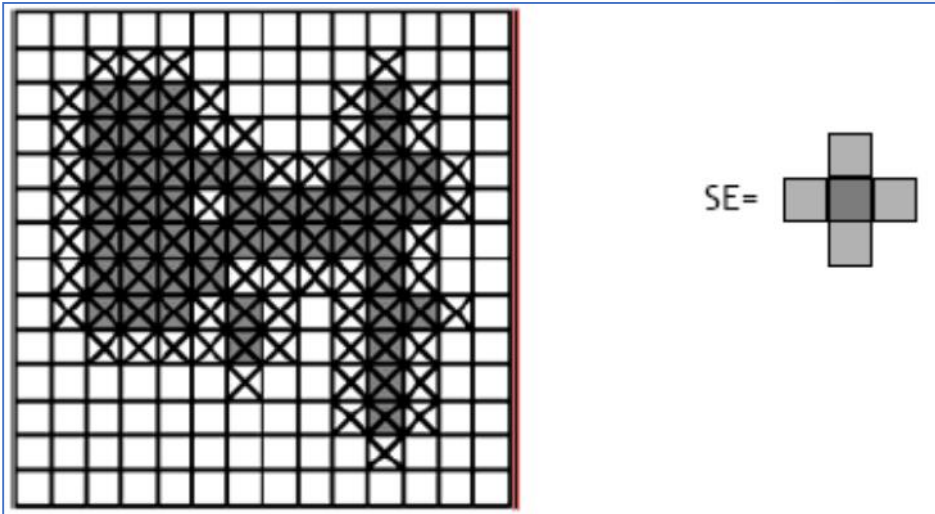
جمع كل احتمالات
الأزواج الممكنة
لإحداثيات النقاط
في المجموعتين I, H



$$I \equiv \{(1, 1), (2, 1), (2, 2)\}, H \equiv \{(0, 0), (1, 0)\}$$

$$I \oplus H \equiv \{(1, 1) + (0, 0), (1, 1) + (1, 0), (2, 1) + (0, 0), (2, 1) + (1, 0), (2, 2) + (0, 0), (2, 2) + (1, 0)\}$$

التمدد: مثال 1



$$A \oplus B = \left\{ z \mid (\hat{B})_z \cap A \neq \phi \right\}$$

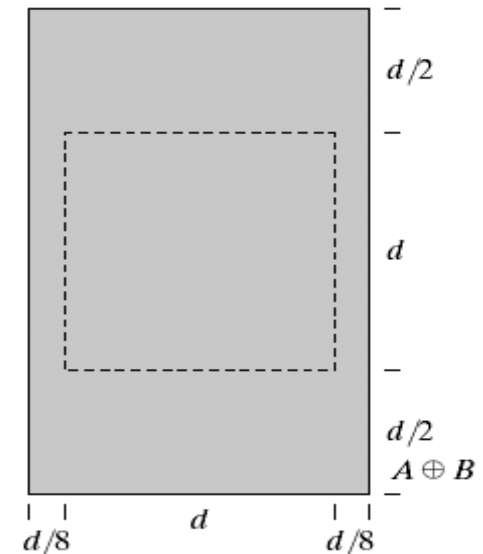
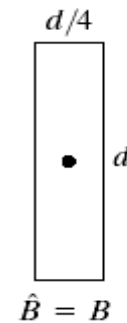
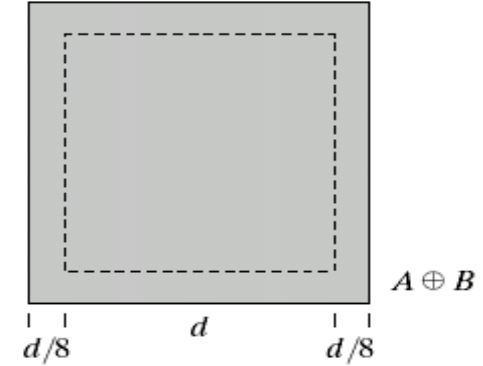
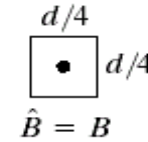
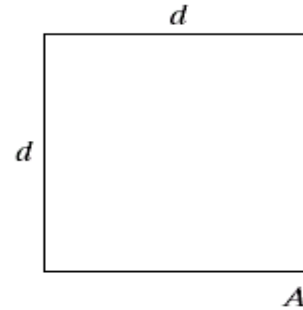
ϕ = Empty set

Dilate means "extend"

A = Object to be dilated

B = Structuring element

- (a) Set A
- (b) Square structuring element
- (c) Dilation of A by B
- (d) Elongated structuring element
- (e) Dilation of A using (d)



التمدد: مثال 3

مثال 6.1 عملية التمدد	
Matlab code	شرح البرنامج
<code>a=imread('part.jpg');</code>	%قراءة الصورة palmyra
<code>a=im2bw(a);</code>	%تحويل الصورة إلى صورة ثنائية
<code>a=bwmorph(a, 'dilate');</code>	%تنفيذ عملية التمدد على الصورة
ملاحظة:	

6 الصور المعروضة هي معكوس الصور الأصلية.



نتائج تطبيق عملية التمدد



الصورة الأصلية

Example: Application of Dilation

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

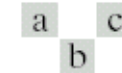


FIGURE 9.5

(a) Sample text of poor resolution with broken characters (magnified view).
(b) Structuring element.
(c) Dilation of (a) by (b). Broken segments were joined.

“Repair” broken characters

0	1	0
1	1	1
0	1	0

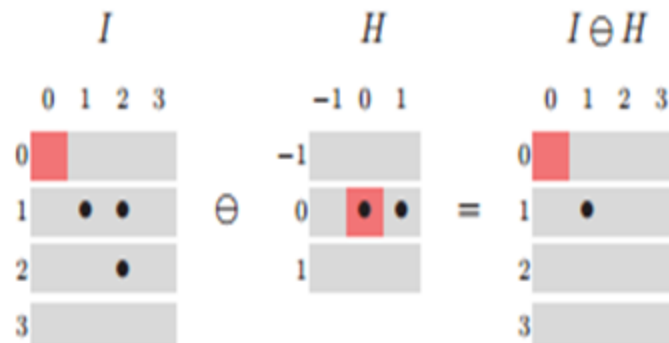
الحثّ Erosion \ominus

□ عكس عملية التمدد ويرمز لها بالرمز \ominus

$$I \ominus H \equiv \{p \in \mathbb{Z}^2 \mid (p + q) \in I \text{ for each } q \in H\}$$

Does
SE **fit**
the set?

$$I \ominus H \equiv \{p \in \mathbb{Z}^2 \mid H_p \subseteq I\}$$

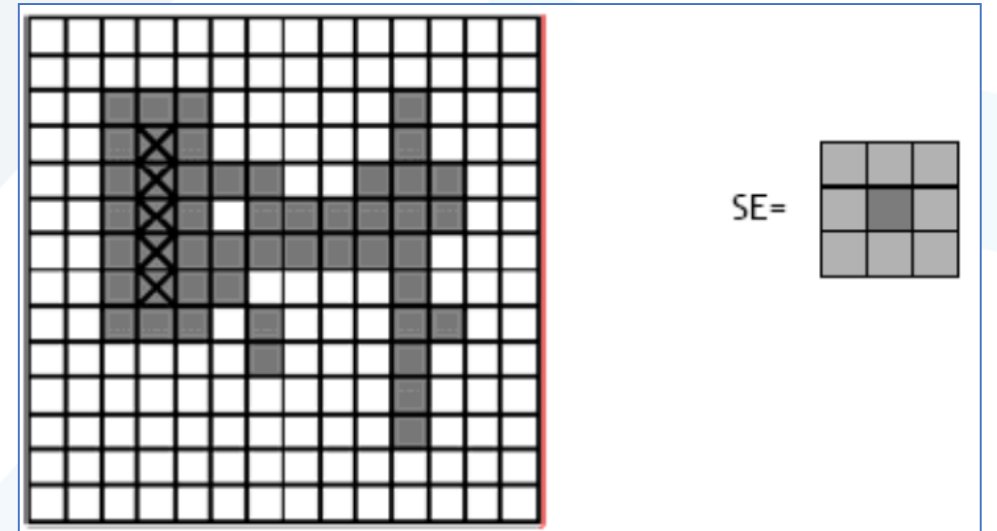
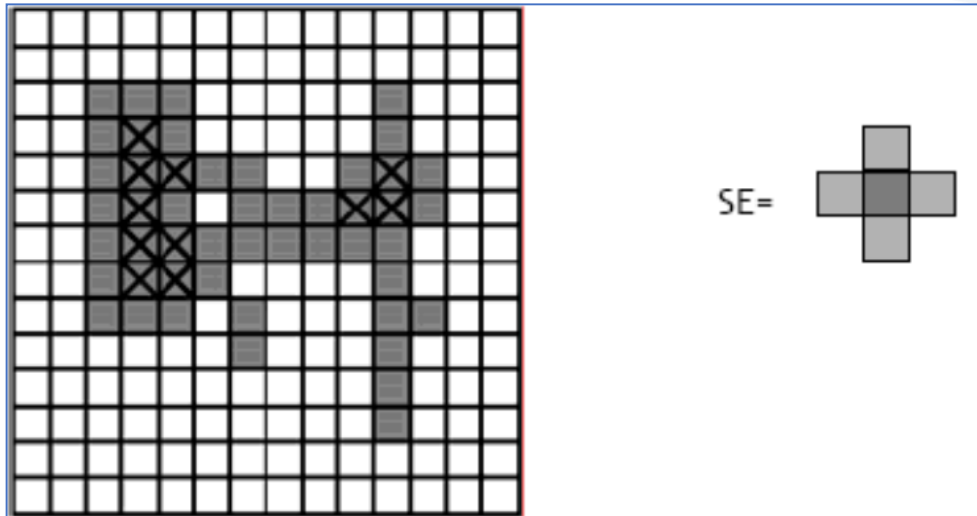


$$I \equiv \{(1,1), (2,1), (2,2)\}, H \equiv \{(0,0), (1,0)\}$$

$$I \ominus H \equiv \{(1,1)\}$$

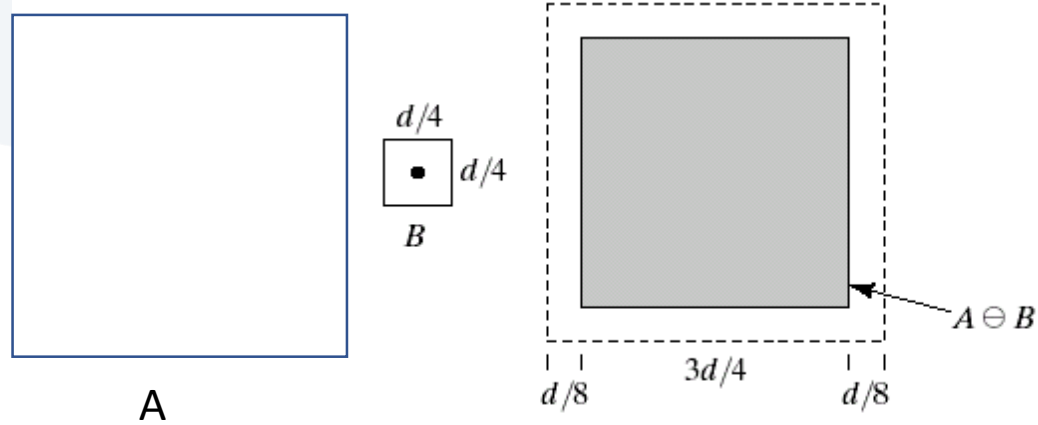
$$(1,1) + (0,0) = (1,1) \in I \text{ and } (1,1) + (1,0) = (2,1) \in I$$

الحت: مثال 1



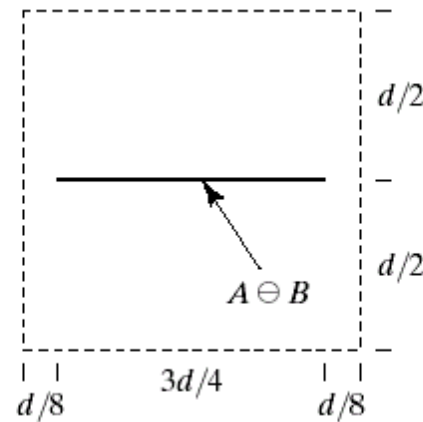
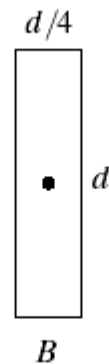
الحت: مثال 2

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



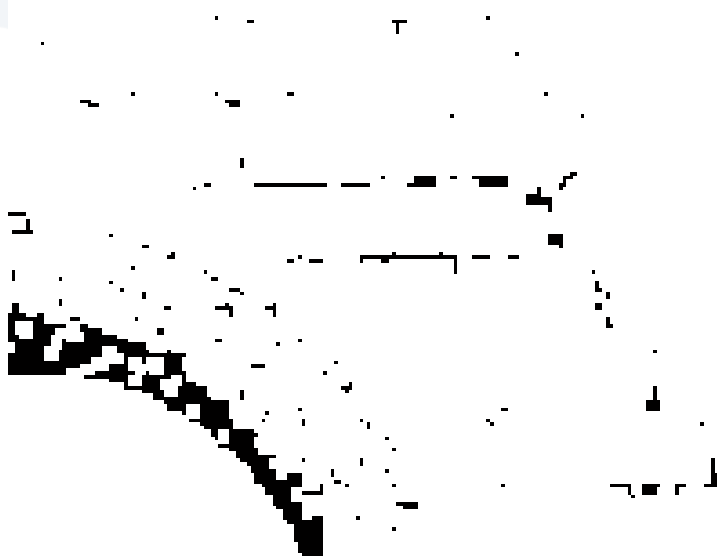
Erosion means “trim”

- (a) Set A
- (b) Square structuring element
- (c) Erosion of A by B
- (d) Elongated structuring element
- (e) Erosion of A using (d)



A = Object to be eroded
 B = Structuring element

الحت: مثال 3

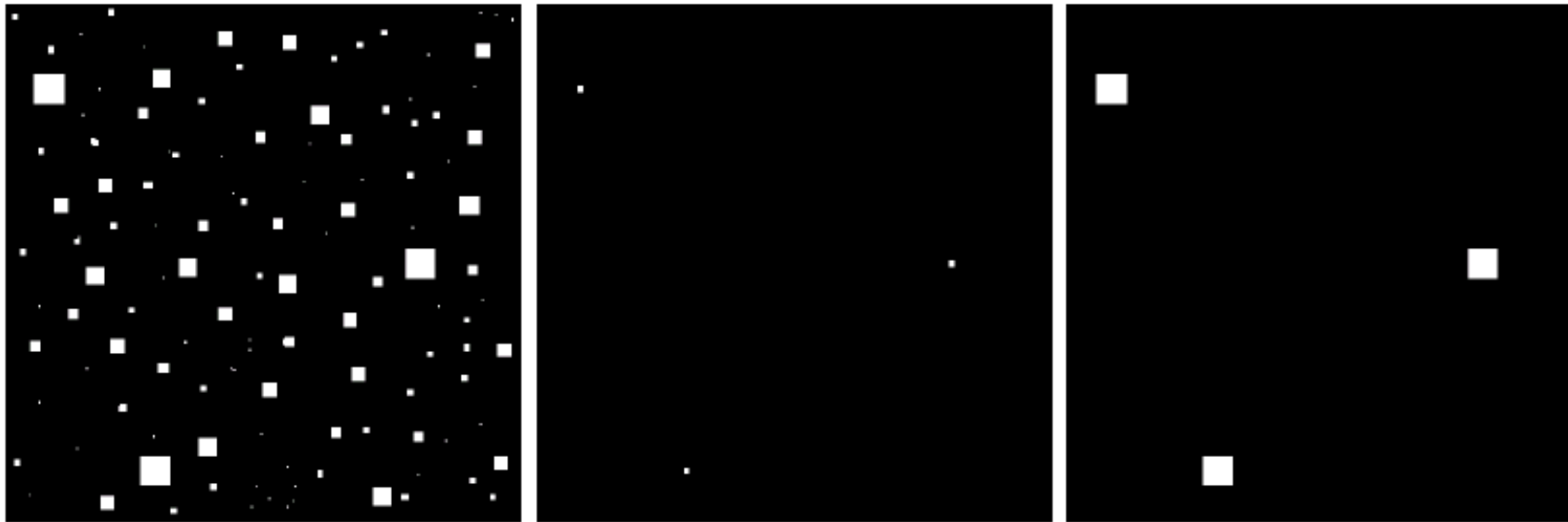


نتيجة الحت الثنائي.



الصورة الأصلية

Example: Application of Dilation and Erosion



a b c

FIGURE 9.7 (a) Image of squares of size 1, 3, 5, 7, 9, and 15 pixels on the side. (b) Erosion of (a) with a square structuring element of 1's, 13 pixels on the side. (c) Dilation of (b) with the same structuring element.

Remove small objects such as noise

خصائص عمليتي التمدد والحتّ

- عملية التمدد هي تبديلية

$$I \oplus H = H \oplus I$$

$$(I_1 \oplus I_2) \oplus I_3 = I_1 \oplus (I_2 \oplus I_3)$$

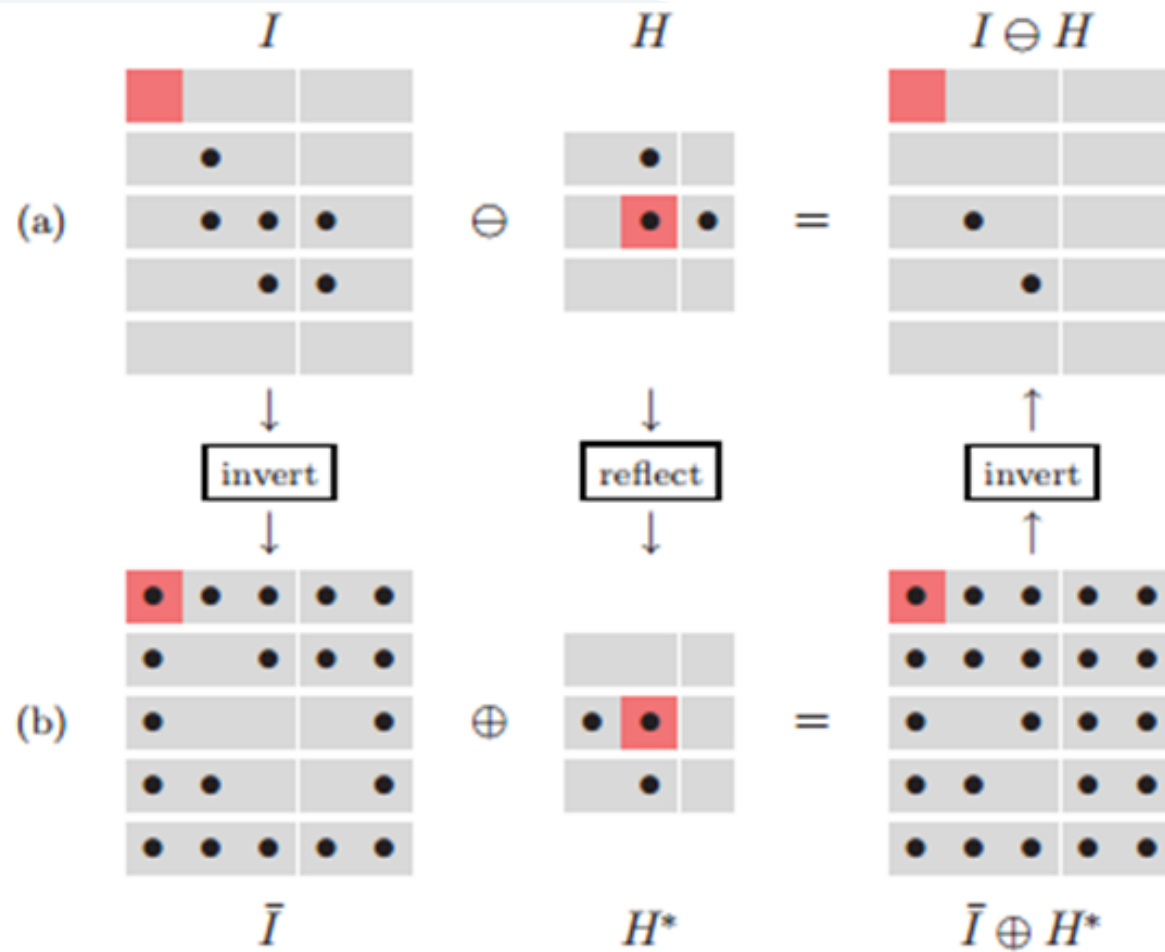
- تجميعية

- الحتّ هو

- عملية غير تبديلية

$$I \ominus H \neq H \ominus I$$

الحث بالتمدد وبالعكس

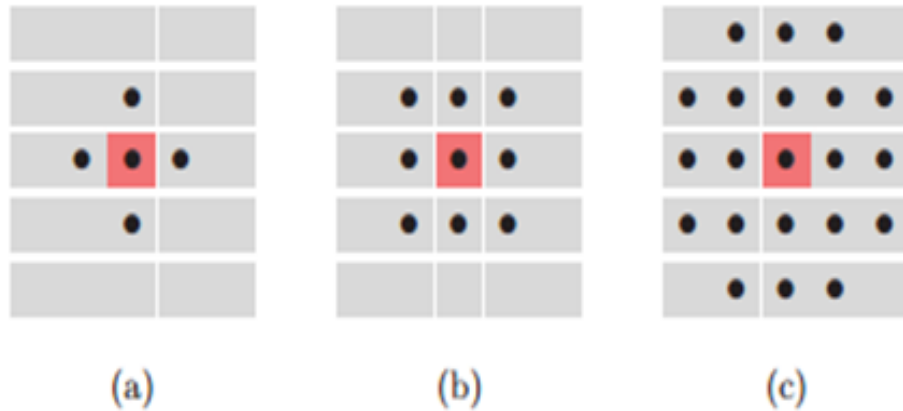


$$I \ominus H = \overline{(\bar{I} \oplus H^*)}$$

$$I \oplus H = \overline{(\bar{I} \ominus H^*)}$$

تصميم عنصر البناء

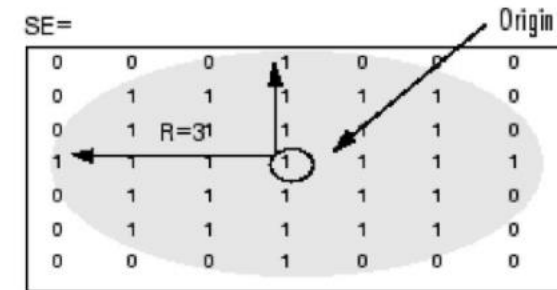
- يتحدد عمل العملية المورفولوجية بنوعها ومحتويات عنصر البناء الذي يطبق على الصورة
- ويتحدد حجم عنصر البناء وشكله اعتماداً على عوامل عدّة منها التطبيق المرغوب ودقة الصورة وغيرها



عناصر البناء الصغيرة الشائعة يمثل (a) الجيران الأربعة،
(b) الجيران الثمانية، (c) قرص صغير "small disk".

Strel Examples (I)

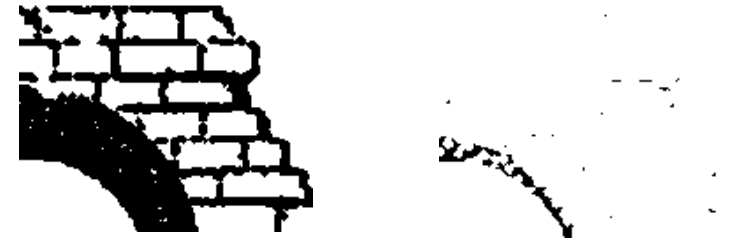
- `SE = strel('disk', R, N)` creates a flat, disk-shaped structuring element, where `R` specifies the radius.



أمثلة



$r = 1$



$r = 2$



$r = 4$

تطبيق عمليتي الحثّ والتمدد باستخدام عنصر
بناء دائري بأنصاف أقطار مختلفة

مثال 6.2 تطبيق عمليتي الحثّ والتمدد باستخدام عنصر بناء دائري

Matlab code

```
a=imread('part.jpg');
```

%قراءة الصورة part

```
a=im2bw(a);
```

%تحويل الصورة إلى صورة ثنائية

```
r=2;
```

%تحديد نصف قطر عنصر البناء الدائري

```
se=strel('disk',r);
```

%تشكيل عنصر البناء الدائري بقطر r

```
b=imdilate(a,se);
```

%تنفيذ عملية التمدد على الصورة

```
b=imerode(a, se);
```

%تنفيذ عملية الحثّ على الصورة

تؤدي عملية تمدد بعنصر بناء دائري إلى إضافة طبقة ذات سماكة r إلى أي كائن موجود في الصورة. والعكس صحيح فالحث باستخدام عنصر البناء الدائري نفسه سيؤدي إلى إزالة طبقة بسماكة r

عنصر البناء

التمدد

الحتّ



تطبيق عمليتي التمدد والحتّ باستخدام
أشكال مختلفة من عناصر البناء.

تطبيقات عملية

- استخراج الحدود الداخلية Internal Boundary وهي البكسلات الأمامية التي تقع على حافة الكائن ملاصقة للبكسلات الخلفية.

$$B = I - (I \ominus H_n)$$

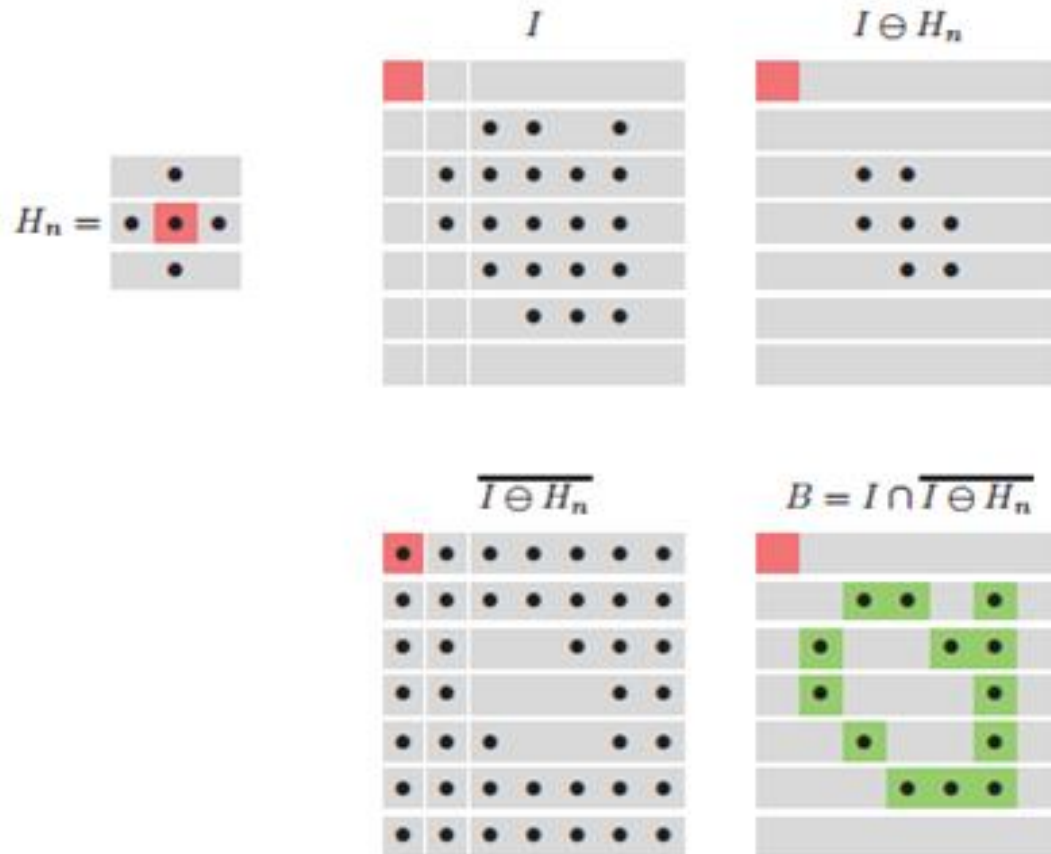
- استخراج الحدود الخارجية External Boundary وهي البكسلات الخلفية الملاصقة للكائنات الأمامية في الصورة

$$B = (I \oplus H_n) - I$$

- التدرج المورفولوجي ويتضمن الحواف الداخلية والخارجية للصورة

$$B = (I \oplus H_n) - (I \ominus H_n)$$

تطبيقات عملية



مثال 6.3 استخراج الحدود الداخلية.

شرح البرنامج

Matlab code

`a=imread('nervebrain.jpg')`

;

`a=im2bw(a,0.3);`

`se=strel('square',3);`

`b=imerode(a, se);`

`b=a-b;`

%قراءة الصورة nervebrain

%تحويل الصورة إلى صورة ثنائية

%توليد عنصر بناء يمثل الجيران الأربعة

%تنفيذ عملية الحث على الصورة

%إنجاز عملية XOR لاستخراج الحواف

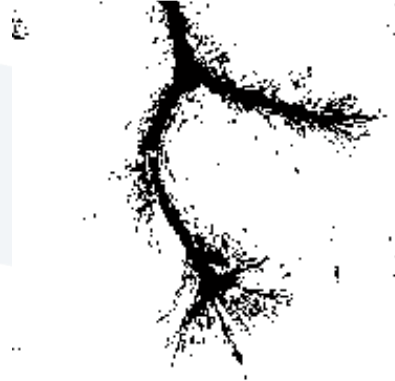
مثال



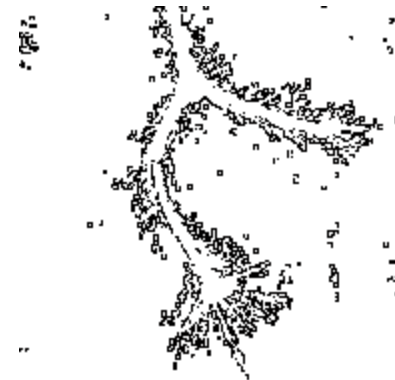
استخراج الحدود الداخلية



التدرج المورفولوجي



الصورة الأصلية



استخراج الحدود الخارجية

نهاية المحاضرة