

## ➤ 4.2. PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN CỤC BỘ

- Là phương pháp lọc phát hiện biên dựa vào trung bình cục bộ
- Xác định biên không theo sự biến đổi mà dựa vào trung bình giá trị các điểm lân cận
- Với cửa sổ  $m \times n$  với tâm là  $(i,j)$  thì nếu

$$\frac{\sum W(i, j)}{m * n} > I(i, j) + \delta$$

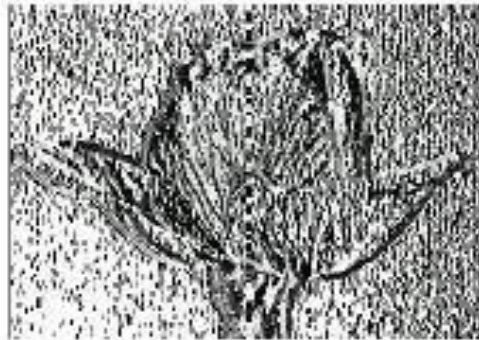
- → thì điểm ảnh  $I(i,j)$  sẽ là điểm biên và ngược lại sẽ là điểm nền

Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



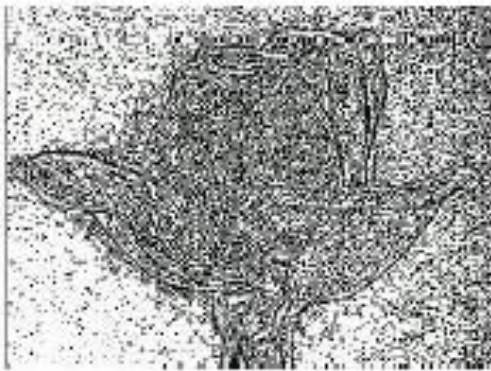
a) Ảnh gốc



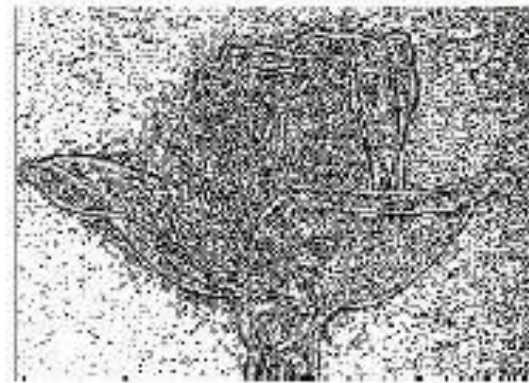
b) Ảnh qua lọc Sobel Hx



c) Ảnh qua lọc Sobel Hy



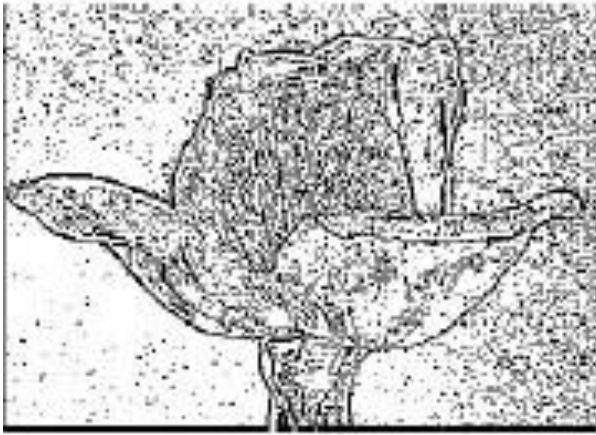
d) Ảnh qua lọc Kirsh



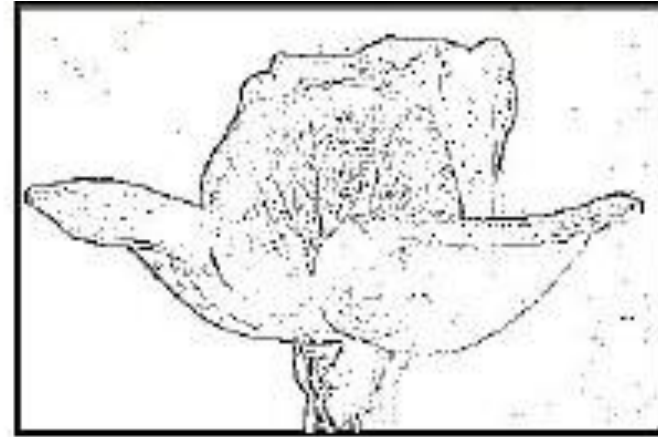
e) Ảnh qua lọc Laplace

Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



a) Ảnh biên thu được với  $\delta_1 = 25$



b) Ảnh biên thu được với  $\delta_1 = 250$

Nguyễn Đình Nguyễn

## ➤ 4.3. DÒ BIÊN THEO QUY HOẠCH ĐỘNG

- Xét ảnh  $I$  với kích thước  $M \times N$ .
- Điểm ảnh tại vị trí  $(i,j)$  có giá trị  $I(i,j)$
- Chúng ta tạm xét ảnh đen trắng  $(0,1)$  cho đơn giản.

## ➤ Điểm 4 và 8 láng giềng.

➤ Với điểm  $(i,j)$  thì điểm:

➤ 4 láng giềng là điểm lân cận trên, dưới, trái và phải (P2,P4,P6,P8)

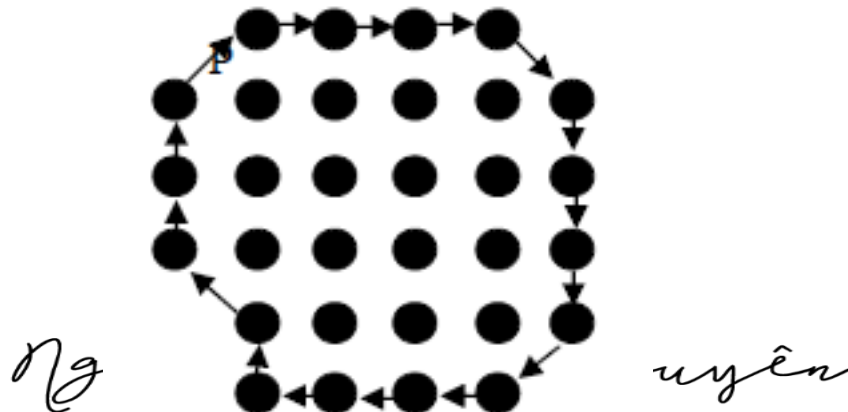
➤ 8 láng giềng là điểm lân cận cả tám hướng.

P1	P2	P3
P8	P	P4
P7	P6	P5

Nguyễn Đình Nguyễn

## ➤ Chu tuyến

- Chu tuyến của đối tượng là tập hợp các điểm trong ảnh  $\langle P_1, P_2, \dots, P_n \rangle$  sao cho:
  - $P_i$  và  $P_{i+1}$  là 8-láng giềng với nhau
  - $P_1$  và  $P_n$  là 8-láng giềng với nhau
  - Với mọi  $i$  thì tồn tại một điểm  $Q$  không thuộc đối tượng sao cho  $Q$  là 4-láng giềng của  $P_i$

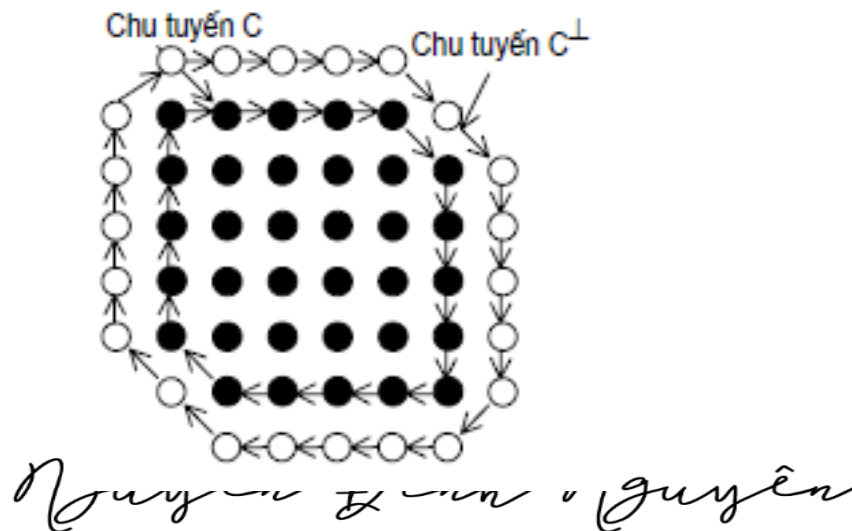


## ➤ Chu tuyến đối ngẫu

➤ Hai chu tuyến  $C = \langle P_1, P_2, \dots, P_n \rangle$  và  $C^\perp = \langle Q_1, Q_2, \dots, Q_n \rangle$  là đối ngẫu nếu:

➤ Với mọi  $i$  tồn tại  $j$  sao cho  $P_i$  và  $P_j$  là 4 láng giềng của nhau

➤  $P_i$  là nền thì  $Q_j$  là đối tượng hoặc ngược lại



- **Dò biên sử dụng quy hoạch động**
- Thuật toán gồm các bước:
  - Xác định điểm xuất phát
  - Dự báo và xác định điểm biên tiếp theo
  - Lặp bước 2 cho đến khi gặp điểm xuất phát
- Việc xác định điểm xuất phát sẽ quyết định tính chất của các đường biên thu được
- Để tăng hiệu quả của thuật toán ta có thể sử dụng cặp nền vùng thay vì chỉ một điểm biên

*Nguyễn Đình Nguyễn*



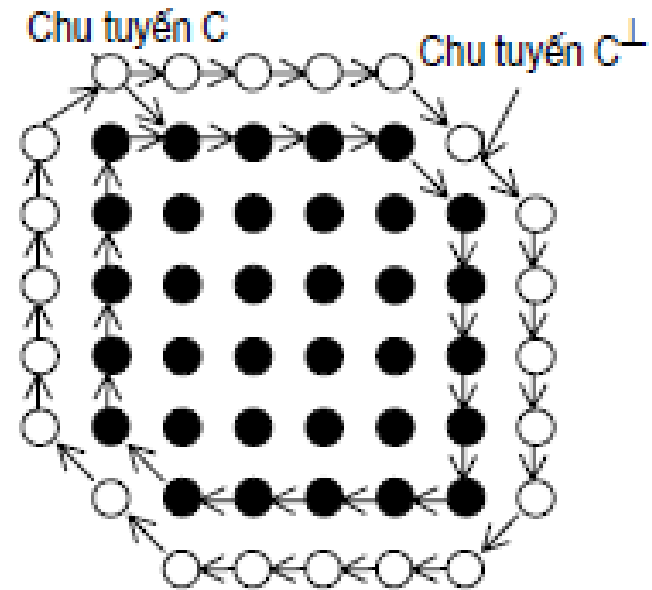
- *Thuật toán tổng quát sẽ như sau:*
  - Xác định cặp nền-vùng xuất phát
  - Xác định cặp nền-vùng tiếp theo
  - Lựa chọn điểm biên vùng
  - Thực hiện tiếp từ bước 2 cho đến khi gặp cặp nền-vùng xuất phát
- Để tìm cặp nền-vùng xuất phát có thể duyệt ảnh từ trên xuống dưới, từ trái qua phải.

Nguyễn Đình Nguyễn

## ➤ *Toán tử dò biên*

➤ Xác định cặp xuất phát

➤ Xác định cặp tiếp theo



Nguyễn Đình Nguyễn

## 4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHÁC

### 1. Các phép toán hình thái cơ bản

- Nghiên cứu cấu trúc hình học của đối tượng ảnh
- Có các phép toán chủ yếu “giãn nở” (dilation) và “co” (erosion).
- Các phép toán được định nghĩa dựa vào các điều kiện:
  - Đối tượng là  $X$
  - Phần tử cấu trúc  $B$
  - $B_x$  là phép dịch chuyển  $B$  tới vị trí  $x$

Nguyễn Đình Nguyễn

- Với ảnh nhị phân, mức xám chỉ có 2 giá trị là 0 hay 1.
- Do vậy, ta coi một phần tử ảnh như một phần tử lô gíc và có thể áp dụng các toán tử hình học (morphology operators) dựa trên khái niệm biến đổi hình học của một ảnh bởi một phần tử cấu trúc (structural element).

- Phần tử cấu trúc là một mặt nạ dạng bất kỳ mà các phần tử của nó tạo nên một mô-típ. Người ta tiến hành rê mặt nạ đi khắp ảnh và tính giá trị điểm ảnh bởi các điểm lân cận với mô-típ của mặt nạ theo cách lấy hội (phép và) hay lấy tuyển (phép hoặc).
- Dựa vào nguyên tắc trên, người ta sử dụng 2 kỹ thuật: giãn ảnh (dilatation) và co ảnh (erosion).

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

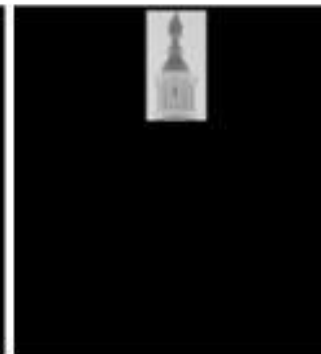
- (a) Ảnh gốc (b) Ảnh mặt nạ AND (c) Ảnh kết quả của toán tử AND trên ảnh (a) và (b)
- (d) Ảnh gốc (e) Ảnh mặt nạ OR (f) Ảnh kết quả của toán tử OR trên ảnh (d) và (e)



(a)



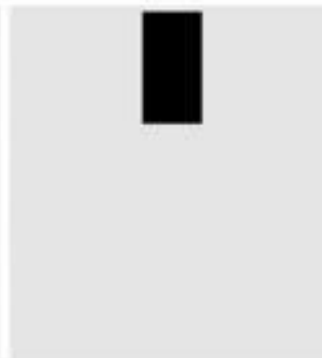
(b)



(c)



(d)



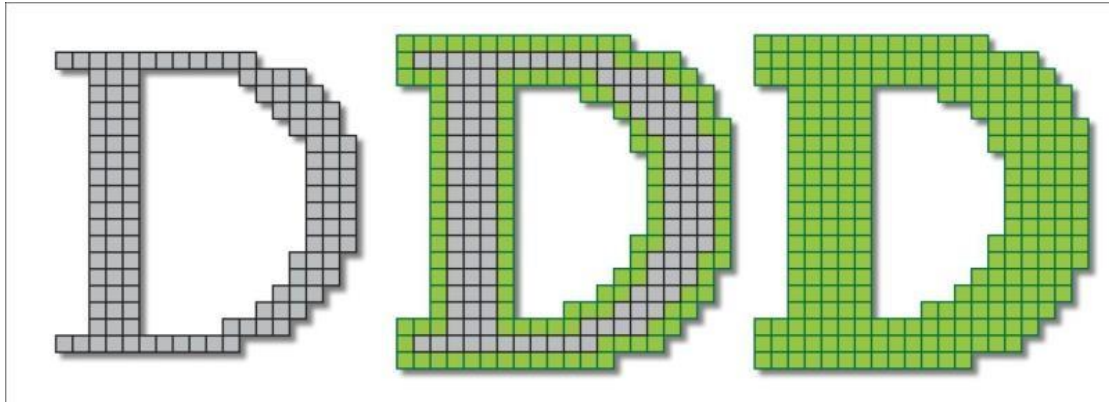
(e)



(f)

yên

## Phép giãn nở (dilation)



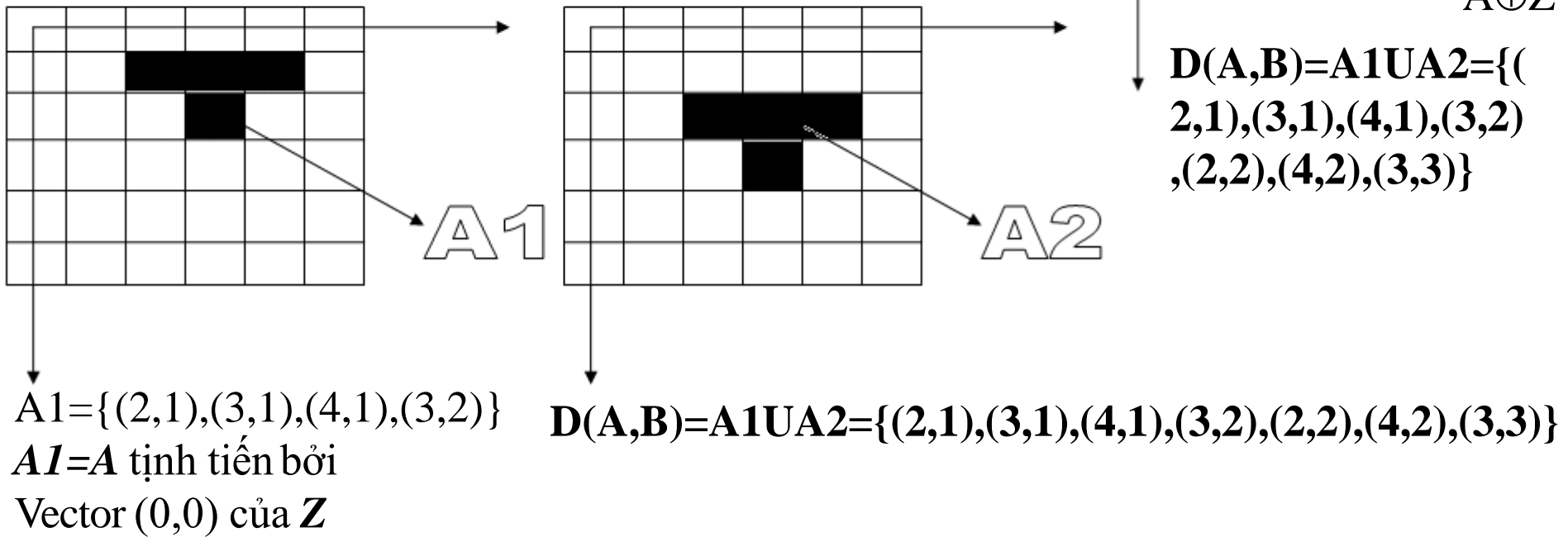
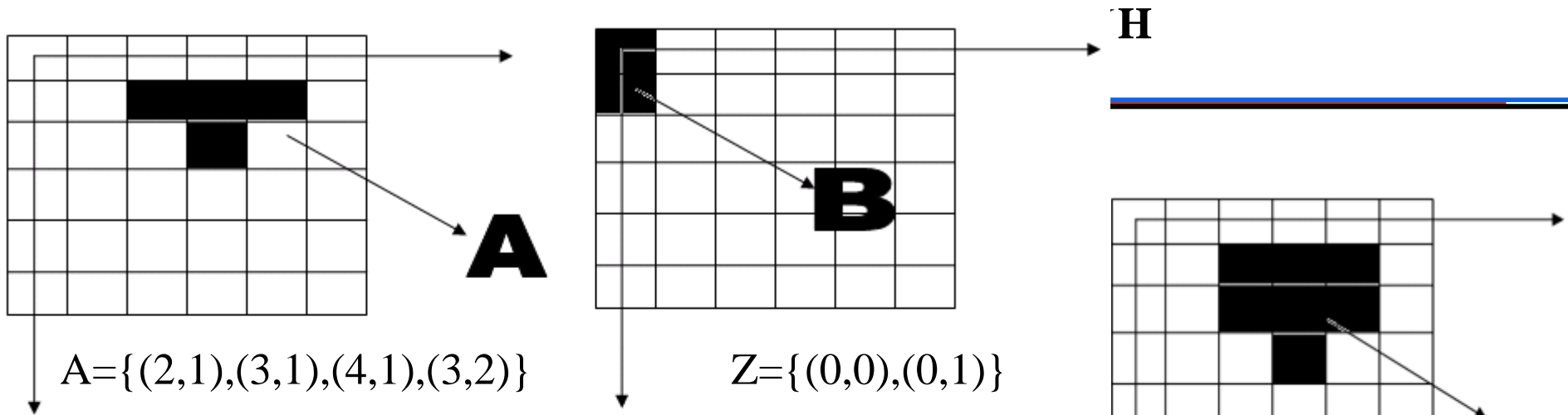
Hợp của các  $B_x$  với  $x$  thuộc  $X$

$$X \oplus B = \bigcup_{x \in X} B_x$$

Nguyễn Đình Nguyễn

- Dẫn ảnh nhằm loại bỏ điểm đen bị vây bởi các điểm trắng. Trong kỹ thuật này, một cửa sổ  $N+1 \times N+1$  được rê đi khắp ảnh và thực hiện đối sánh một pixel của ảnh với  $(N+1)^2-1$  điểm lân cận (không tính điểm ở tâm). Phép đối sánh ở đây thực hiện bởi phép tuyển logic (OR)
- Giá trị của các pixel ra là giá trị lớn nhất của tất cả các pixel trong vùng lân cận của pixel vào tương ứng .
- Trong một ảnh nhị phân, nếu bất kì pixel nào có giá trị 1, pixel ra sẽ là 1





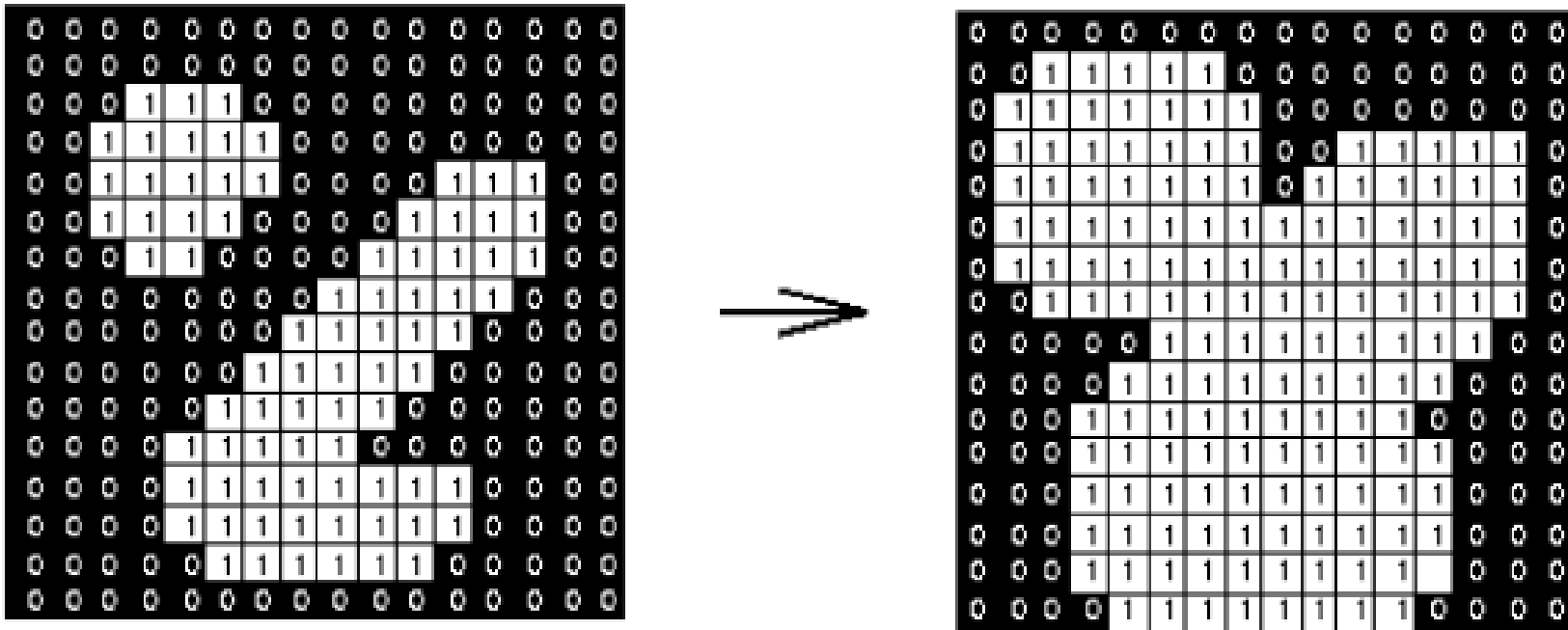
Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

- Sử dụng cửa sổ 3x3—có dạng cho phép mở rộng đều về cả 8 hướng.

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

- Kết quả dilation trên ảnh mẫu như sau



Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

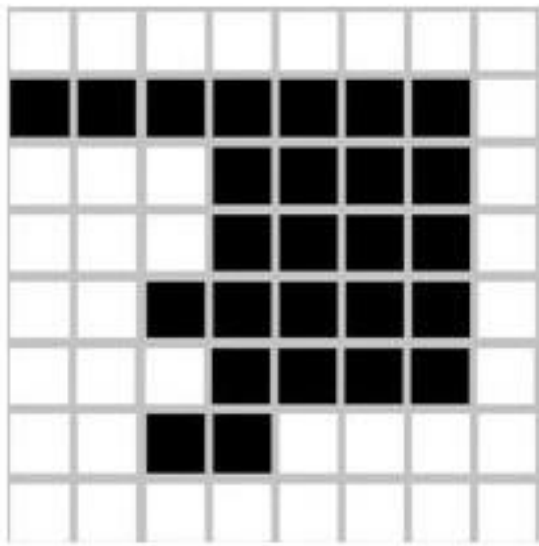
$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} \otimes & 1 \end{bmatrix}$$

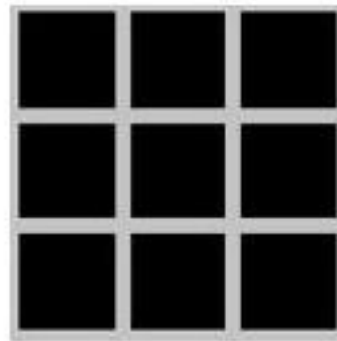
Nguyễn Đình Nguyễn

## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

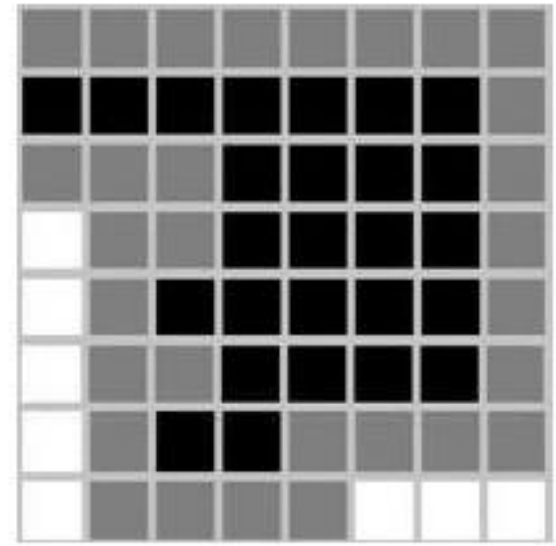
- B được áp lên mọi pixel của ảnh. Tâm của B được kết hợp với từng pixel, toàn bộ B được áp cho pixel đang xét theo cách thay thế pixel đó bằng B.
- Khái niệm “áp” là hoạt động “cộng logic nhị phân giữa các giá trị 0, 1”.



Ảnh nguồn



SE

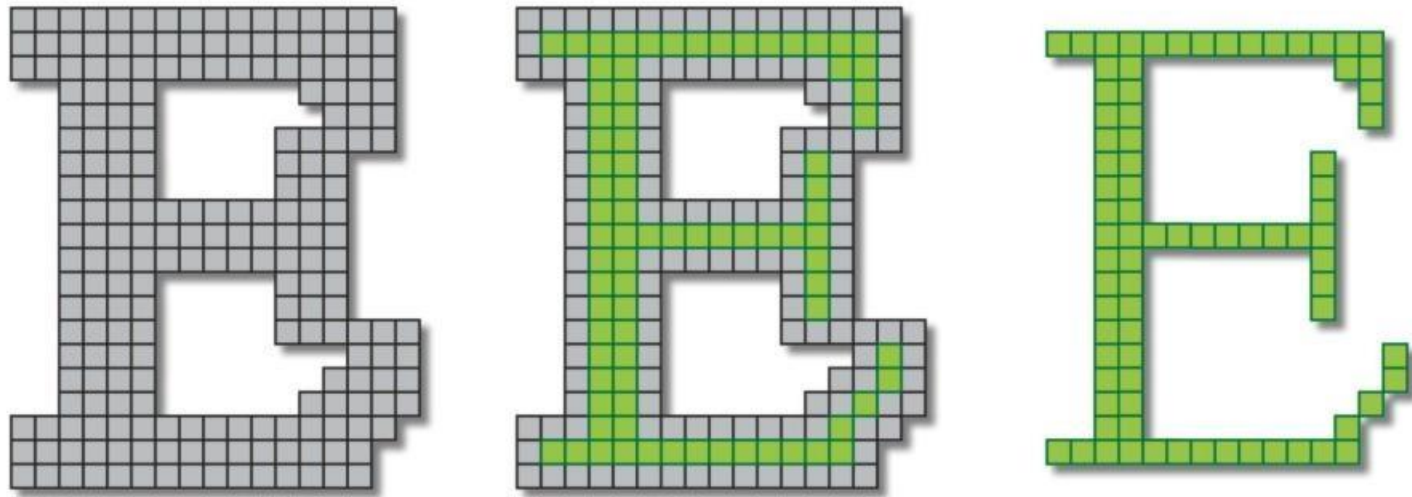


Đã giãn

## Phép co (erosion)

Tập hợp các điểm  $x$  sao cho  $B_x$  nằm trong  $X$

$$X \ominus B = \{x: B_x \subseteq X\}$$



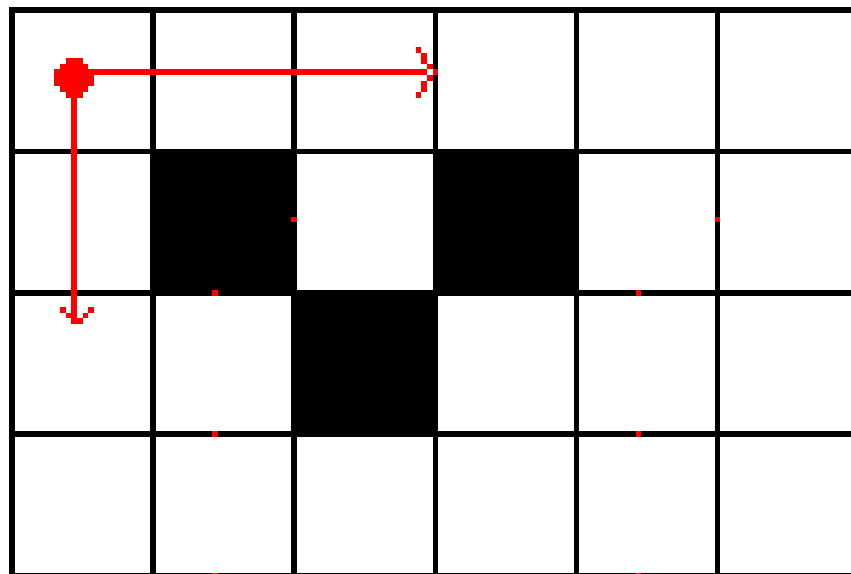
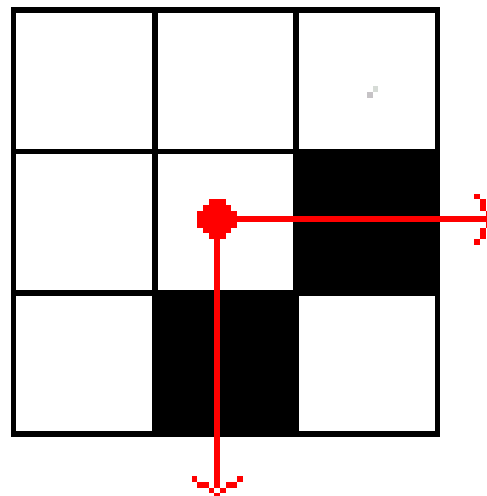
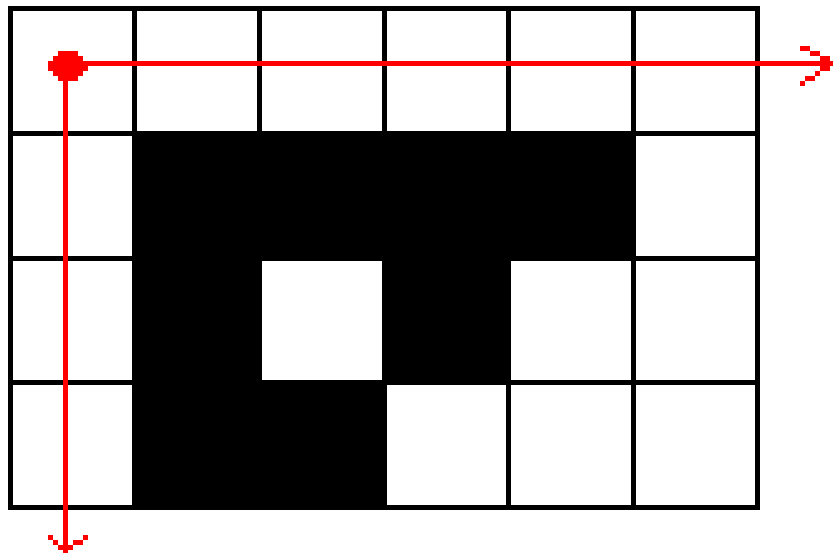
Nguyễn Đình Nguyễn

## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

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

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

Nguyễn Đình Nguyễn



Nguyễn Đình Nguyễn

## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

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

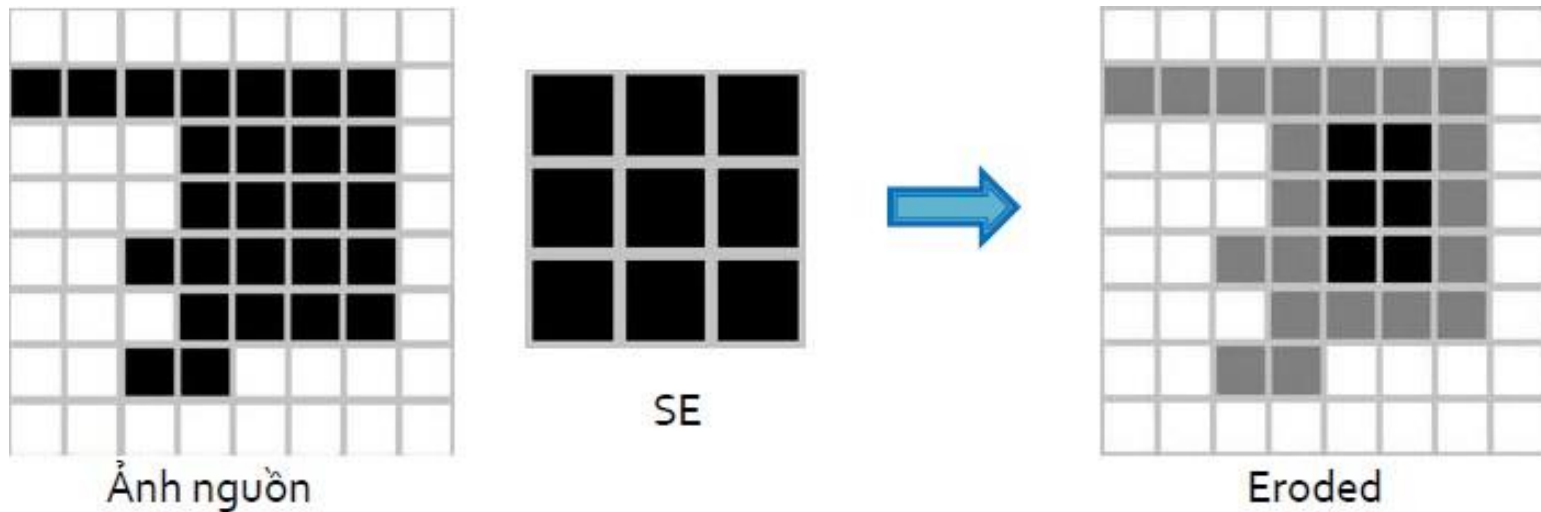
$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Nguyễn Đình Nguyễn



## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

- Xét pixel của ảnh, nếu mọi phần tử của SE trùng với phần ảnh tương ứng, thì **logical disjunction (OR operation)** được thực hiện giữa tâm của SE với pixel tương ứng để tạo ra pixel trong ảnh output.



- Các đối tượng nhỏ hơn SE sẽ bị xóa, các đối tượng nối với nhau bởi đường mảnh sẽ tách rời và kích cỡ đối tượng sẽ giảm

Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

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

$$B = \begin{bmatrix} \otimes & 1 \end{bmatrix}$$

Nguyễn Đình Nguyễn

- **Áp dụng:** Người ta thường vận dụng kỹ thuật này cho các ảnh nhị phân như vân tay, chữ viết.
- Để không làm ảnh hưởng đến kích thước của đối tượng trong ảnh, người ta tiến hành  $n$  lần dãn và  $n$  lần co.

- Dilation: nhằm tăng kích thước, bịt các lỗ hổng
  - Có tính giao hoán:
$$A(A, B) = A \oplus B = B \oplus A = D(B, A)$$
- Có tính kết hợp:  $(A \oplus B) \oplus C = A \oplus (B \oplus C)$
- Erosion : co kích thước, mở rộng khoảng hở
  - Không có tính giao hoán
  - Không có tính kết hợp
  - Dilation và erosion có tính đối ngẫu

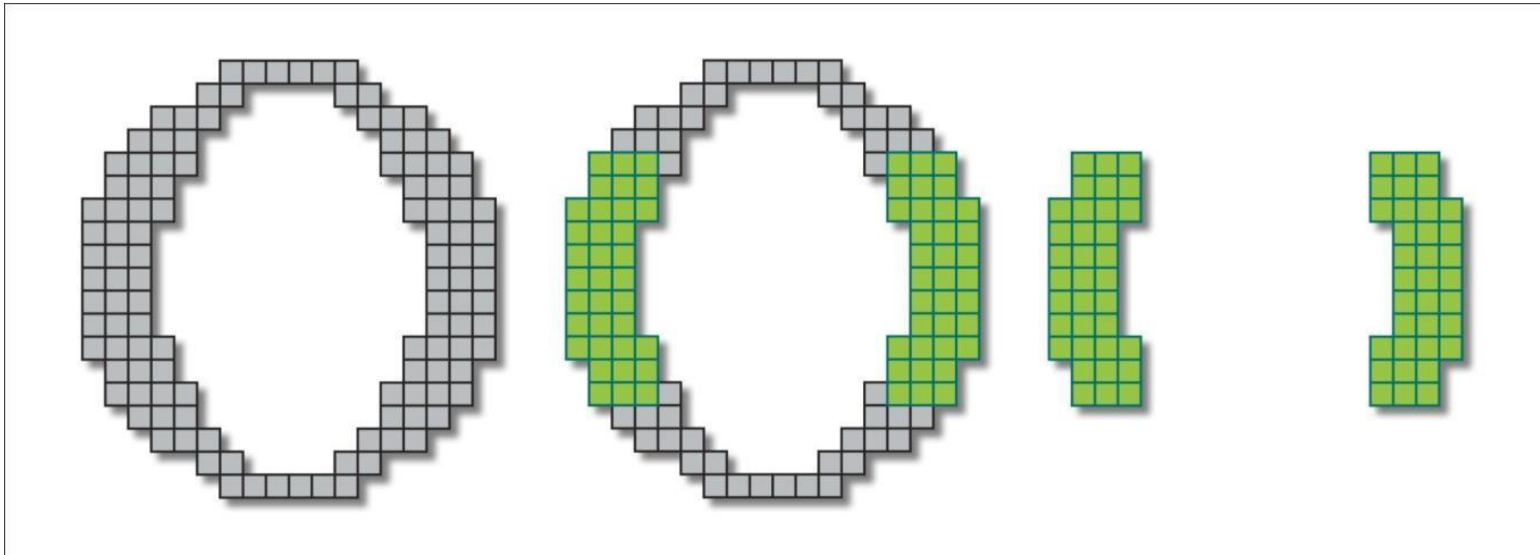
*Nguyễn Đình Nguyễn*

- Hai phép toán phát triển và bào mòn thường được sử dụng cùng nhau. Từ nhu cầu đó, người ta kết hợp 2 phép toán này để tạo nên một số phép toán có mức độ quan trọng cao hơn: **phép mở và phép đóng.**

## Phép mở (open)

Phép mở là co rồi giãn nở

$$OPEN(X, B) = X \circ B = (X \ominus B) \oplus B$$



Nguyễn Đình Nguyễn

## Phép mở (open)

Phép mở là co rồi giãn nở

$$OPEN(X, B) = X \circ B = (X \ominus B) \oplus B$$

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \otimes & 1 \end{bmatrix}$$

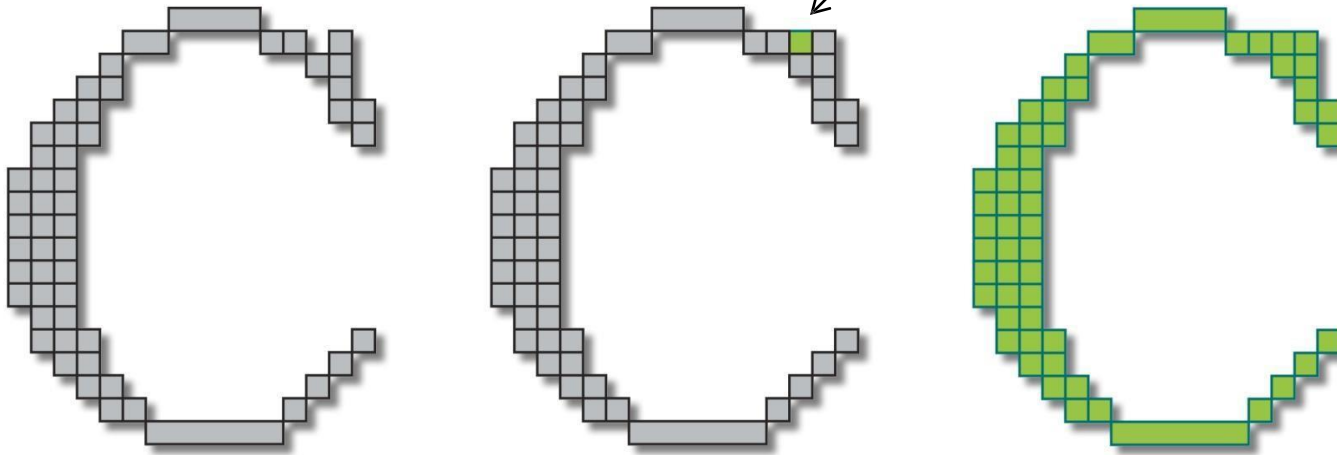
Nguyễn Đình Nguyễn

## Phép đóng (close)

Phép đóng là giãn nở rồi co

$$CLOSE(X, B) = X \bullet B = (X \oplus B) \ominus B$$

Close



Nguyễn Đình Nguyễn



## Phép đóng (close)

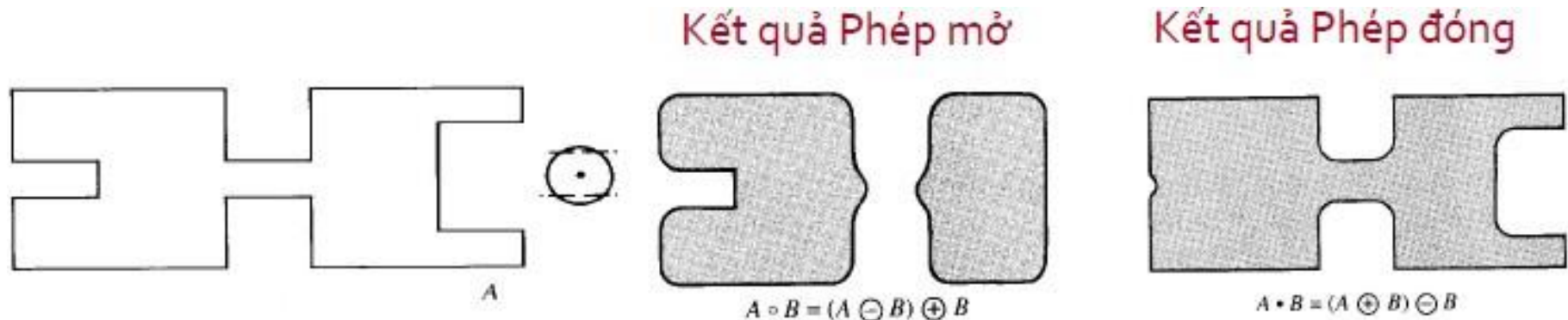
Phép đóng là giãn nở rồi co

$$CLOSE(X, B) = X \bullet B = (X \oplus B) \ominus B$$

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \otimes & 1 \end{bmatrix}$$

Nguyễn Đình Nguyễn

# Kết quả của phép mở và phép đóng:



## ➤ Ứng dụng

- Phép mở có thể sử dụng để loại bỏ các cầu nối, các cạnh hoặc phần nhô ra của ảnh.
- Phép đóng có thể sử dụng để lấp đầy các lỗ hổng, các khe hở nhỏ.

Nguyễn Đình Nguyễn

### Một số tính chất của phép mở:

- Tính phản mở rộng :  $A \circ B \subseteq A$
- Tính đơn điệu tăng :  $A1 \subseteq A2 \implies A1 \circ B \subseteq A2 \circ B$
- Tính dừng :  $(A \circ B) \circ B = A \circ B$

### Một số tính chất của phép đóng :

- Tính mở rộng :  $A \subseteq A \bullet B$
- Tính đơn điệu tăng :  $A1 \subseteq A2 \implies A1 \bullet B \subseteq A2 \bullet B$
- Tính dừng :  $(A \bullet B) \bullet B = A \bullet B$

- **Phép rút xương (Tìm xương ảnh-Skeleton).**
- Xương là biểu diễn dạng đường của một đối tượng, trong đó:
  - Đường này có độ rộng 1 điểm ảnh,
  - Đường này đi qua phần "giữa" của đối tượng đó
  - Đường này bảo toàn tô pô của đối tượng.

*Nguyễn Đình Nguyễn*

- Có nhiều thuật toán làm xương ảnh khác nhau, trong đó công trình làm xương ảnh của Lantuejou đang được đánh giá cao. Công thức xương ảnh này là

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

$$S_k(A) = (A \ominus kB) - (A \ominus kB) \circ B;$$

$$k = \max \{ k | (A \ominus kB) \neq \emptyset \}$$

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

Nguyễn Đình Nguyễn

## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

- Trình tự các bước trong thuật toán được diễn tả trong bảng sau

Erosions	Openings	Set differences
$A$	$A \circ B$	$A - (A \circ B)$
$A \ominus B$	$(A \ominus B) \circ B$	$(A \ominus B) - ((A \ominus B) \circ B)$
$A \ominus 2B$	$(A \ominus 2B) \circ B$	$(A \ominus 2B) - ((A \ominus 2B) \circ B)$
$A \ominus 3B$	$(A \ominus 3B) \circ B$	$(A \ominus 3B) - ((A \ominus 3B) \circ B)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$A \ominus kB$	$(A \ominus kB) \circ B$	$(A \ominus kB) - ((A \ominus kB) \circ B)$

Nguyễn Đình Nguyễn

## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

- Ví dụ . Làm xươg ảnh A, bằng phần tử cấu trúc B như hình sau:

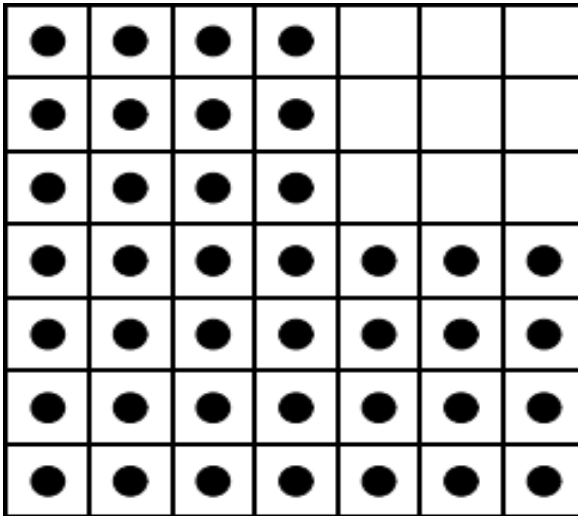
$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

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

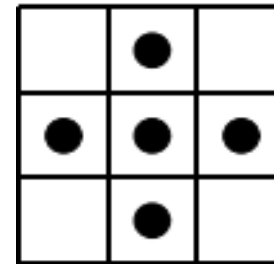
Nguyễn Đình Nguyễn

## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

- Ví dụ . Làm xương ảnh A, bằng phần tử cấu trúc B như hình sau:



*A*

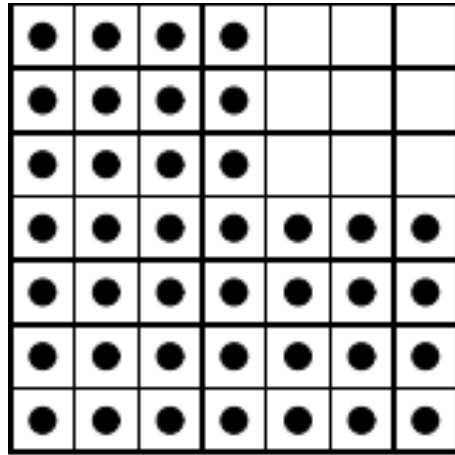


*B*

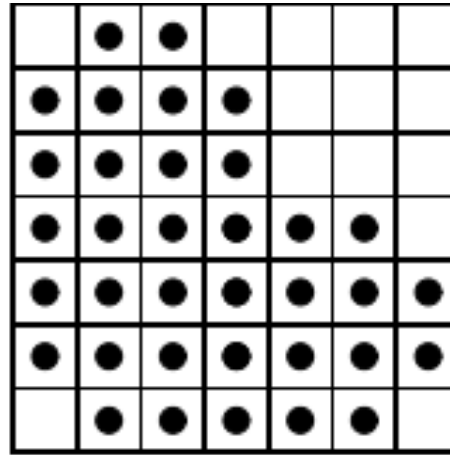
Nguyễn Đình Nguyễn



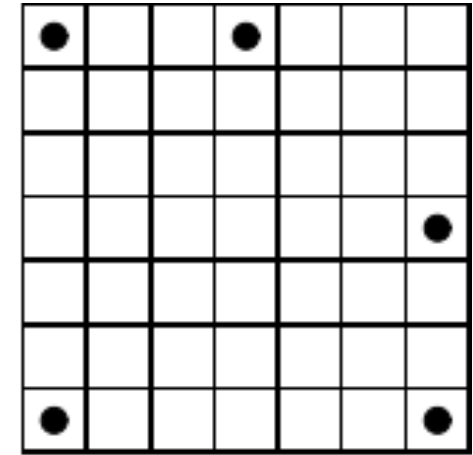
# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



$A$



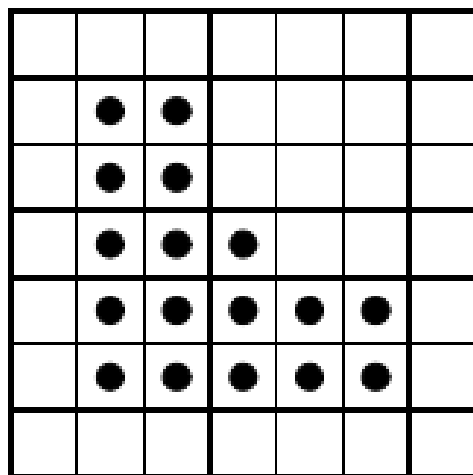
$A \circ B$



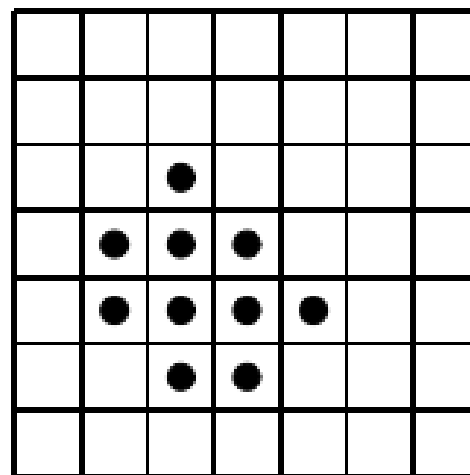
$A - (A \circ B)$

Nguyễn Đình Nguyễn

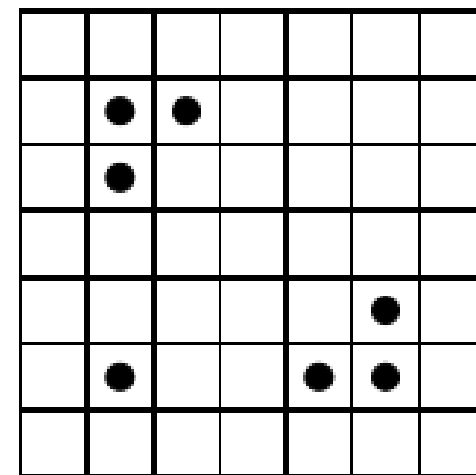
# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



$A \ominus B$



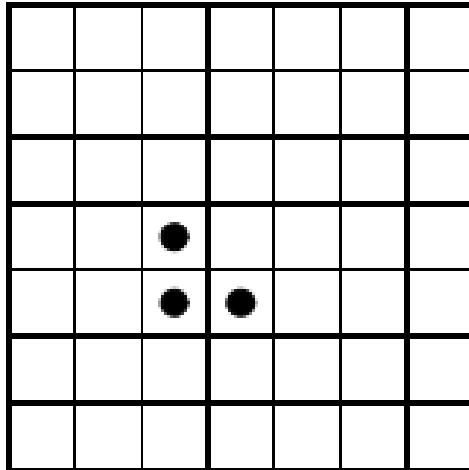
$(A \ominus B) \odot B$



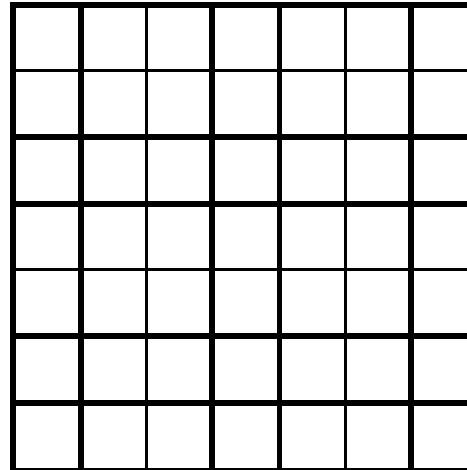
$(A \ominus B) - ((A \ominus B) \odot B)$

Nguyễn Đình Nguyễn

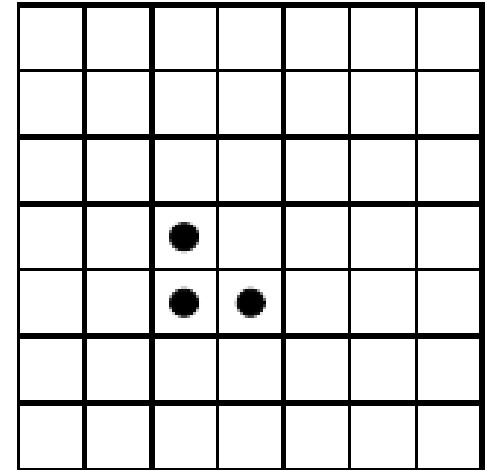
# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



$A \ominus 2B$



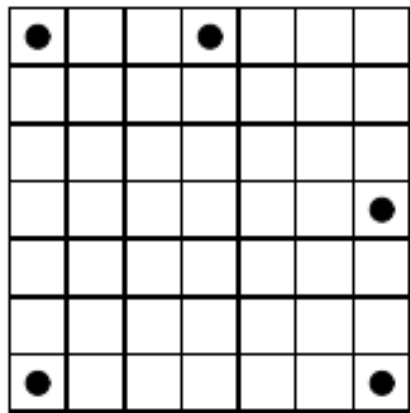
$(A \ominus 2B) \circ B$



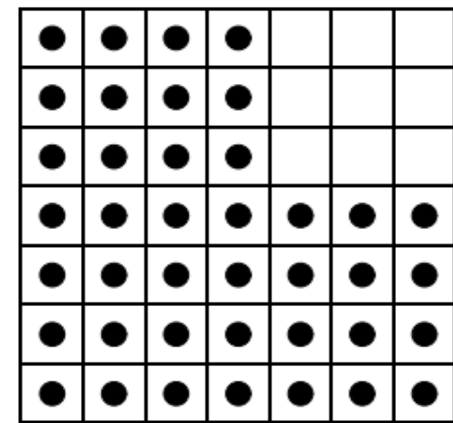
$(A \ominus 2B) - ((A \ominus 2B) \circ B)$

Nguyễn Đình Nguyễn

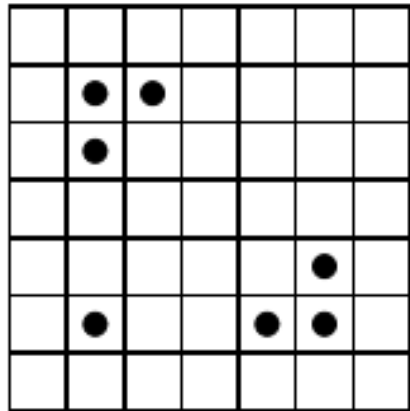
# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ



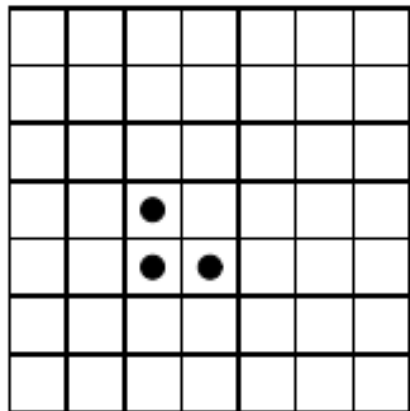
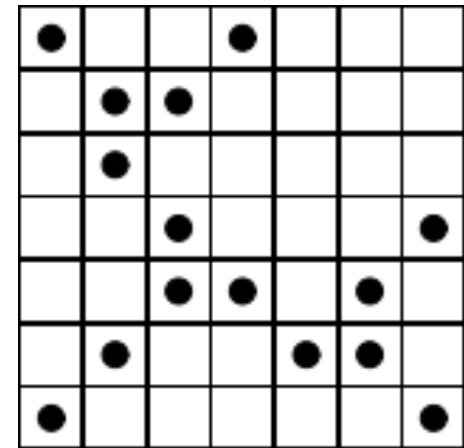
$A - (A \circ B)$



$A$



$(A \ominus B) - ((A \ominus B) \circ B)$

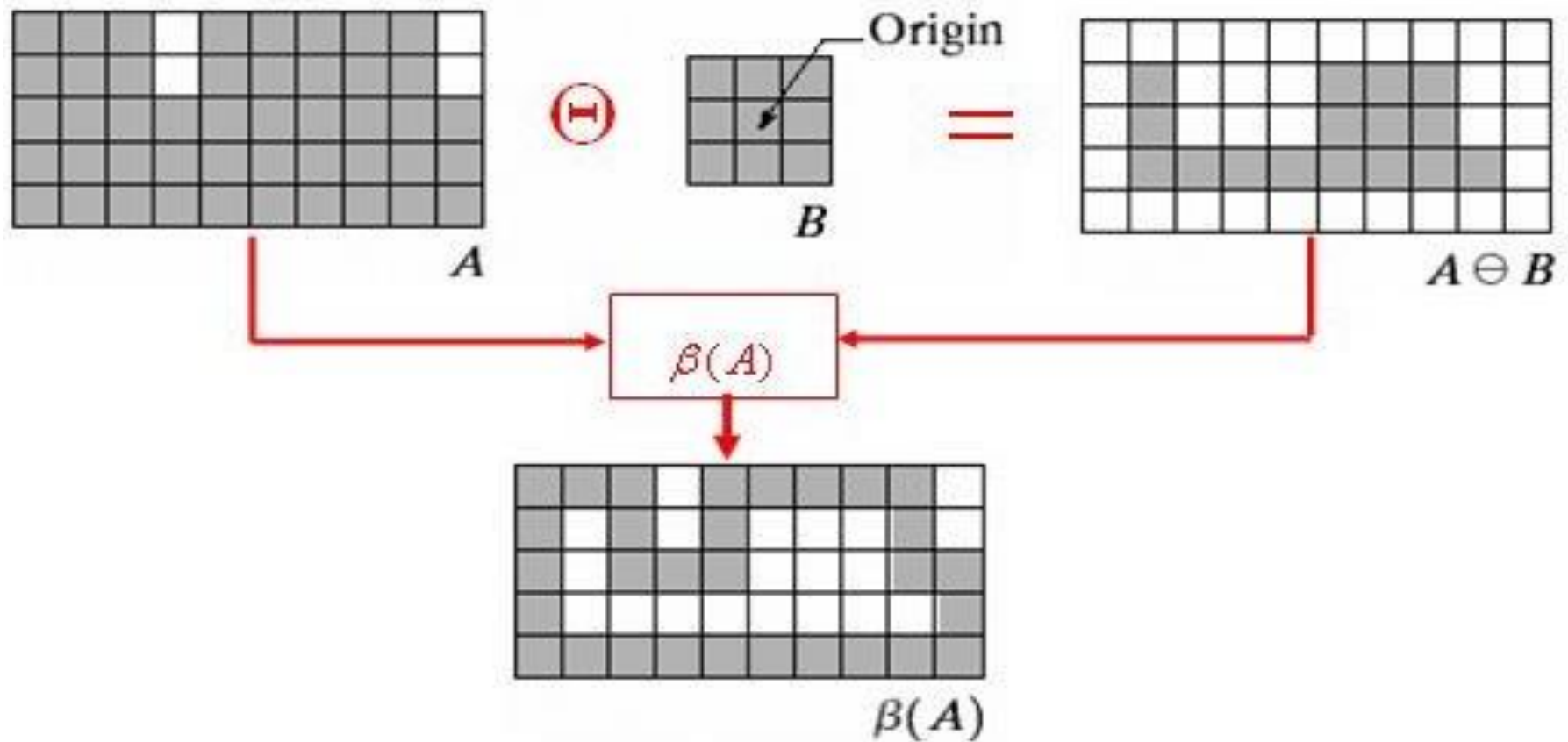


$(A \ominus 2B) - ((A \ominus 2B) \circ B)$

Nguyễn Đình Nguyễn

- **Xác định đường biên của ảnh ( Boundary extraction)**
- Cho ảnh A, phần tử cấu trúc B. Khi đó
- Xác định biên ngoài:
  - $\beta B(A) = (A \ominus B) - A$ .
- Xác định đường biên bên trong ảnh:
  - $\beta B(A) = (A \oplus B) - (A \ominus B)$

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



Nguyễn Đình Nguyễn

## BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Nguyễn Đình Nguyễn

### ➤ **Phép biến đổi "Hit or miss"**

- Phần lớn các phép toán hình thái học được suy từ phép biến đổi "hit or miss". Phần tử cấu trúc dùng trong biến đổi "hit or miss" bao gồm các pixel nền và không nền.
- Biến đổi "hit or miss" có những tác dụng sau :
  - Có thể thực hiện các phép : co, giãn, mở, đóng, làm mảnh, làm dày hoặc kết nối với tập hợp toán tử đơn giản.
  - Được dùng để đối sánh, tìm kiếm các đối tượng đặc biệt trong ảnh
  - Xác định các điểm cô lập trong ảnh nhị phân
  - Xác định các điểm cuối khi làm xương ảnh nhị phân.

*Nguyễn Đình Nguyễn*



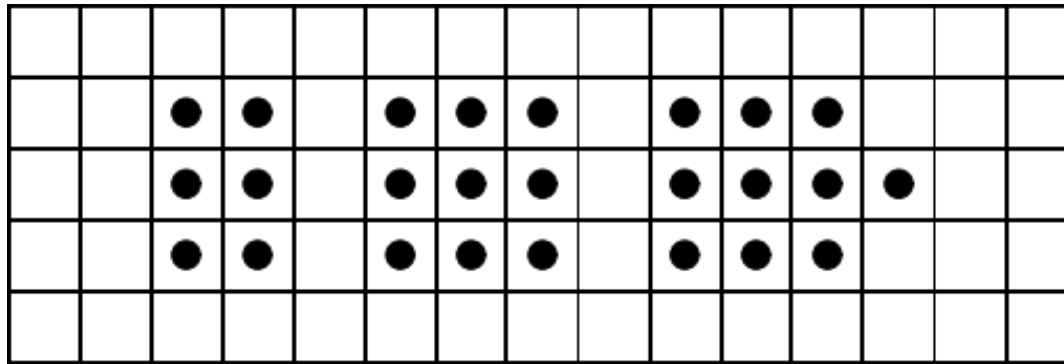
- Thực hiện biến đổi "hit or miss" theo hệ thức sau :
- $$\mathbf{A} \otimes \mathbf{B} = (\mathbf{A} \ominus \mathbf{B}_1) \cap (\mathbf{A}^c \ominus \mathbf{B}_2)$$
- 
- Trong đó  $\mathbf{A}$  là đối tượng ảnh,  $\mathbf{B}_1$  và  $\mathbf{B}_2$  là phần tử cấu trúc.
- $(\mathbf{B}_1 \cap \mathbf{B}_2) = \emptyset$  . Nếu  $\mathbf{B}_1$  là đối tượng thì  $\mathbf{B}_2$  là nền và ngược lại

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

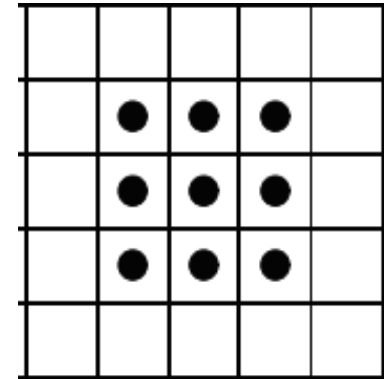
- Hình a là ảnh A, phải tìm xem trong ảnh A có bao nhiêu đối tượng có hình dạng như hình b. Gọi hình b là  $B_1$



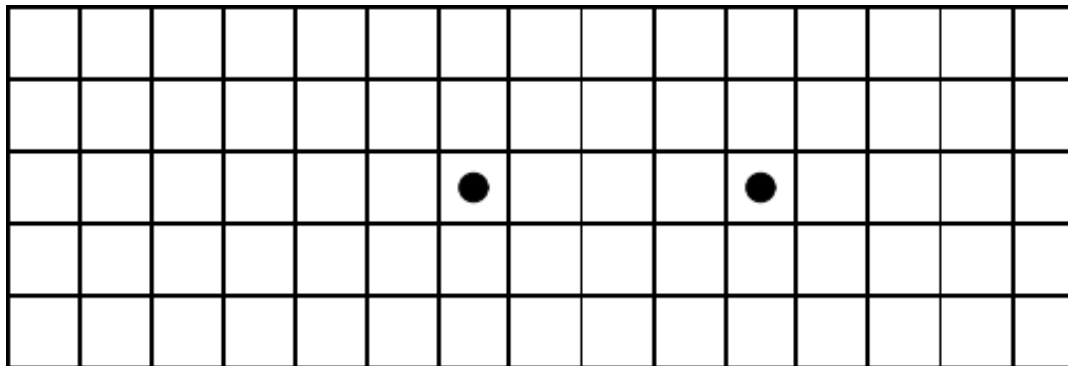
A



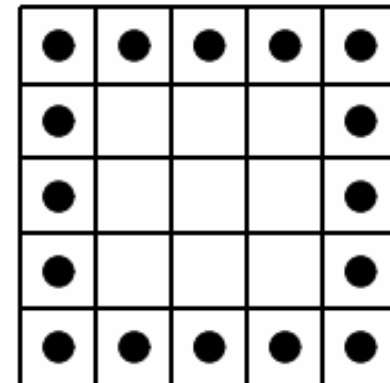
$B_1$



- Dùng  $A \ominus B_1$  ta có như hình sau



$B_2$



Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●			●				●				●	●	●
●	●			●				●					●	●
●	●			●				●				●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

$A^c$

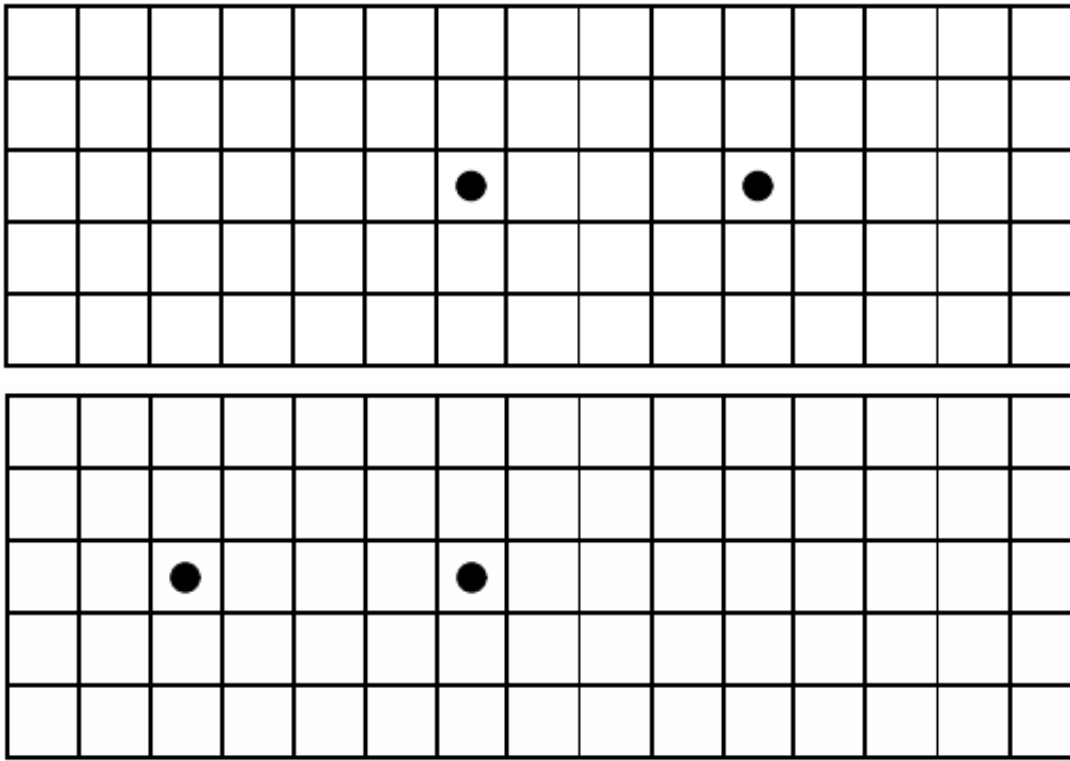
●	●	●	●	●
●				●
●				●
●				●
●	●	●	●	●

$B_2$

Dùng  $A \ominus B_2$  ta có như hình

		●				●								

Nguyễn Đình Nguyễn



- Áp dụng phép biến đổi "hit or miss" :
- $A \ominus B_1 \cap (A^c \ominus B_2)$  ta xác định được một điểm hàng 3 cột 7 trên hình là "hit". Như vậy trong ảnh A chỉ có một đối tượng giống hình b

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

Ví dụ:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad ; \quad B_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Nguyễn Đình Nguyễn

- Ứng dụng biến đổi "hit or miss" làm mỏng (thinning)
- Công thức:
  - $\text{Thin}(A, B_1B_2) = A - \text{HitMiss}(A, B_1B_2)$
- Tùy thuộc vào cách chọn  $B_1, B_2$  mà ta có các thuật toán làm gầy ảnh khác nhau. Một cách biểu diễn khác:

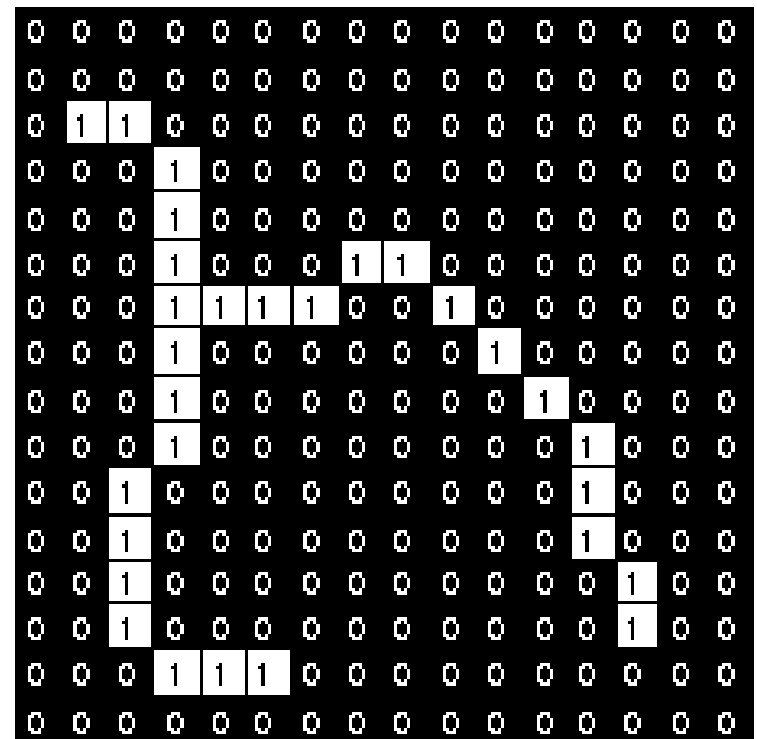
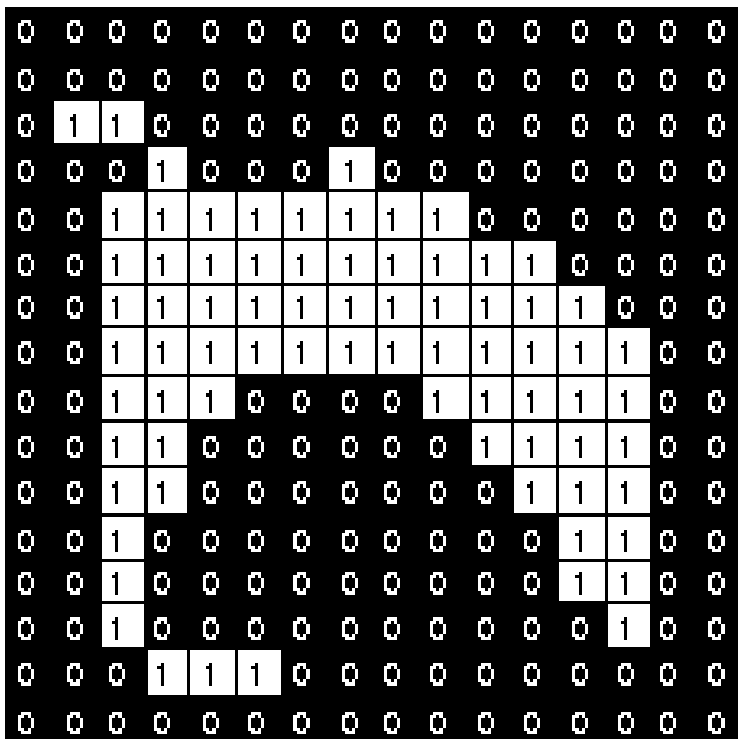
0	0	0
	1	
1	1	1

	0	0
1	1	0
	1	

- Phần tử cấu trúc được dùng để tìm xương ảnh (điểm gốc ở tâm của phần tử cấu trúc).
- Tại mỗi bước lặp, ảnh sẽ được làm gầy bởi phần tử cấu trúc bên trái, sau đó đến phần tử cấu trúc bên phải, tiếp theo với phép quay  $90^\circ$  hai phần tử cấu trúc trên. Quá trình được lặp đi lặp lại cho đến khi phép toán làm gầy không dẫn đến sự thay đổi nào nữa.

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

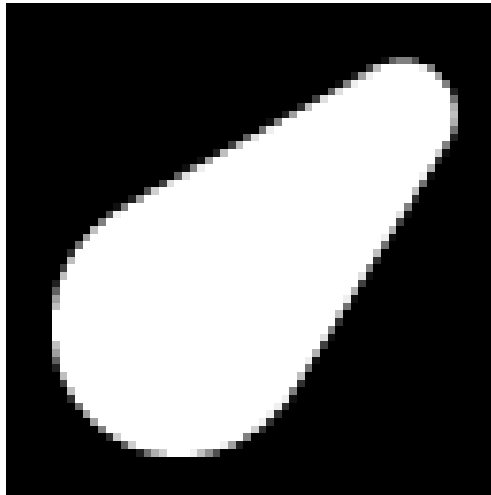
- Xương ảnh được tìm bằng phép toán làm gầy với hai phần tử cấu trúc ở trên



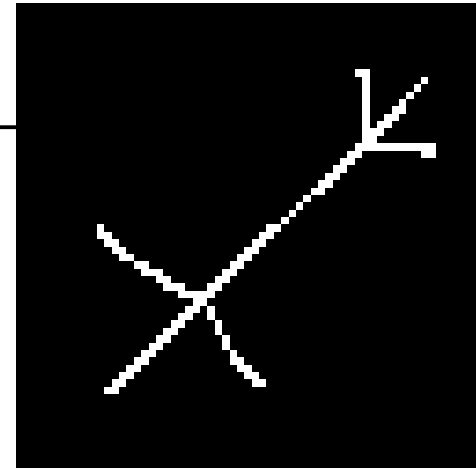
Nguyễn Đình Nguyễn



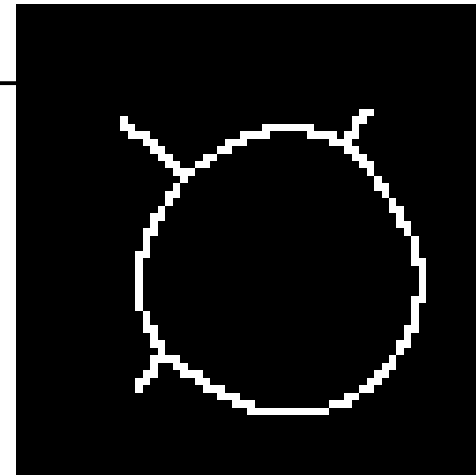
# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



→



→



Nguyễn Đình Nguyễn

- Ứng dụng biến đổi "hit or miss" làm dày (thickening)
- Công thức:
  - $\text{Thicke}(A, B_1B_2) = A \cup \text{HitMiss}(A, B_1B_2)$

## ➤ Tìm biên đơn giản

## ➤ Dựa vào ảnh co và giãn

$$\text{➤ } E_G(A) = (A \oplus B) - (A \ominus B)$$

## ➤ Nên tách ngưỡng trong hầu hết thời gian

0	1	0
1	1	1
0	1	0



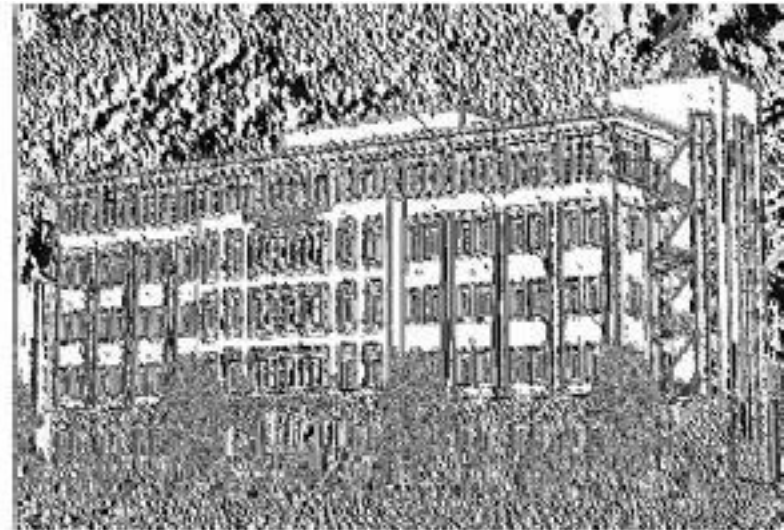
Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH

Ví dụ:



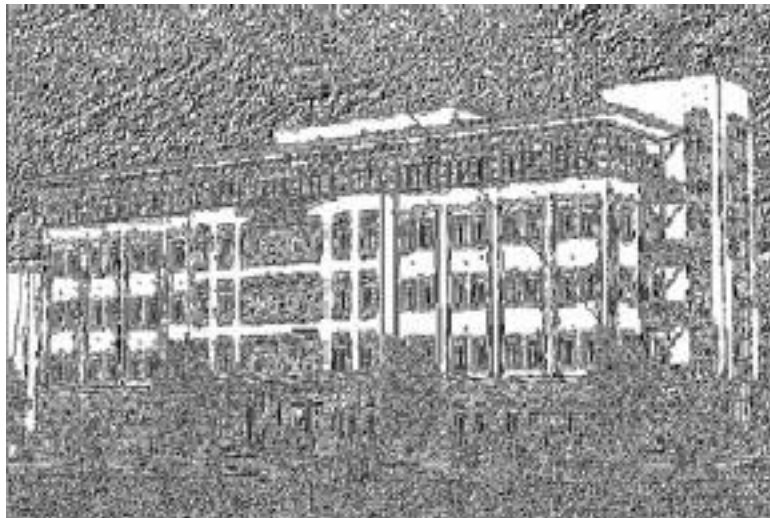
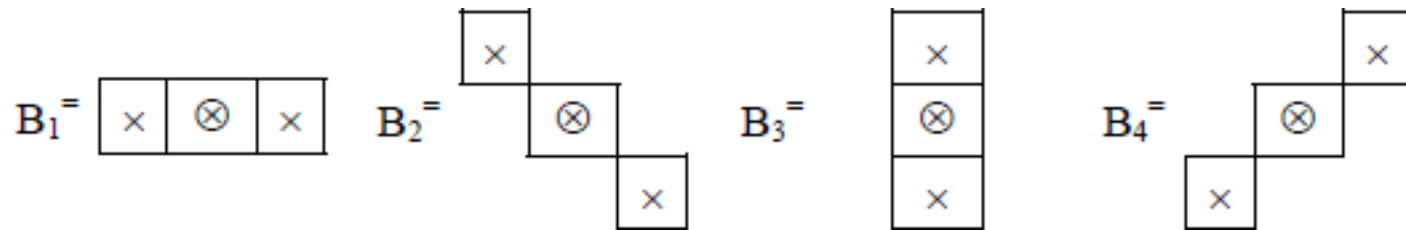
a) Ảnh gốc đa cấp xám



b) Ảnh biên thu được qua Sobel

Nguyễn Đình Nguyễn

# BÀI GIẢNG MÔN: XỬ LÝ ẢNH



c) Ảnh biên thu được qua Laplace



d) Ảnh biên kết quả dựa vào phép toán hình thái

**tách ngưỡng  $\theta = 128$**

Nguyễn Đình Nguyễn