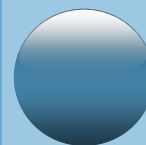




# XỬ LÝ ẢNH & THỊ GIÁC MÁY TÍNH

*IMAGE PROCESSING AND  
COMPUTER VISION*





## CHƯƠNG 4

# PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN

*(Edge Detection)*

Khái quát về biên và các kỹ thuật phát hiện biên

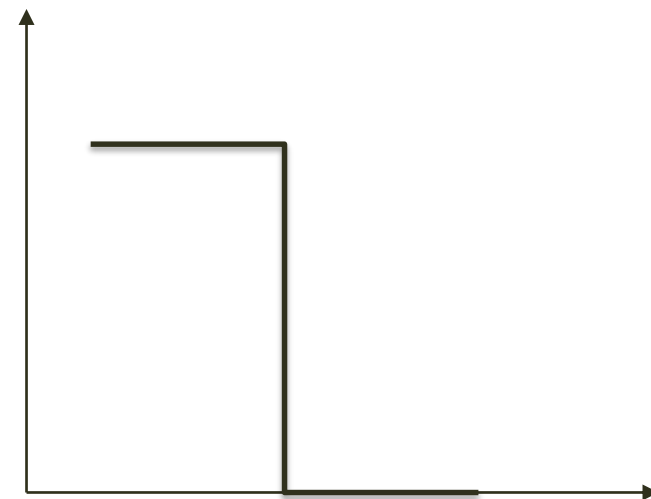
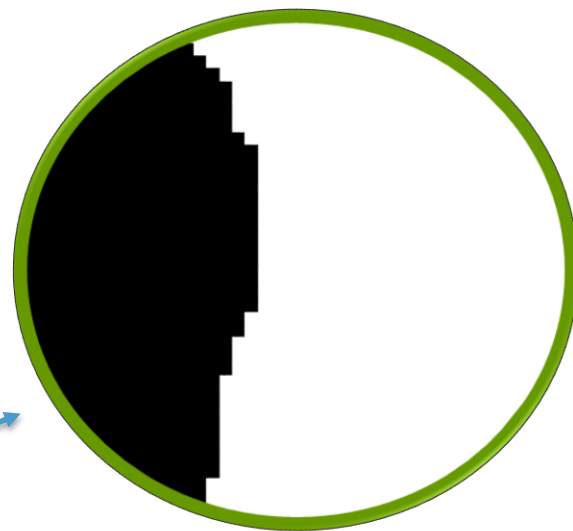
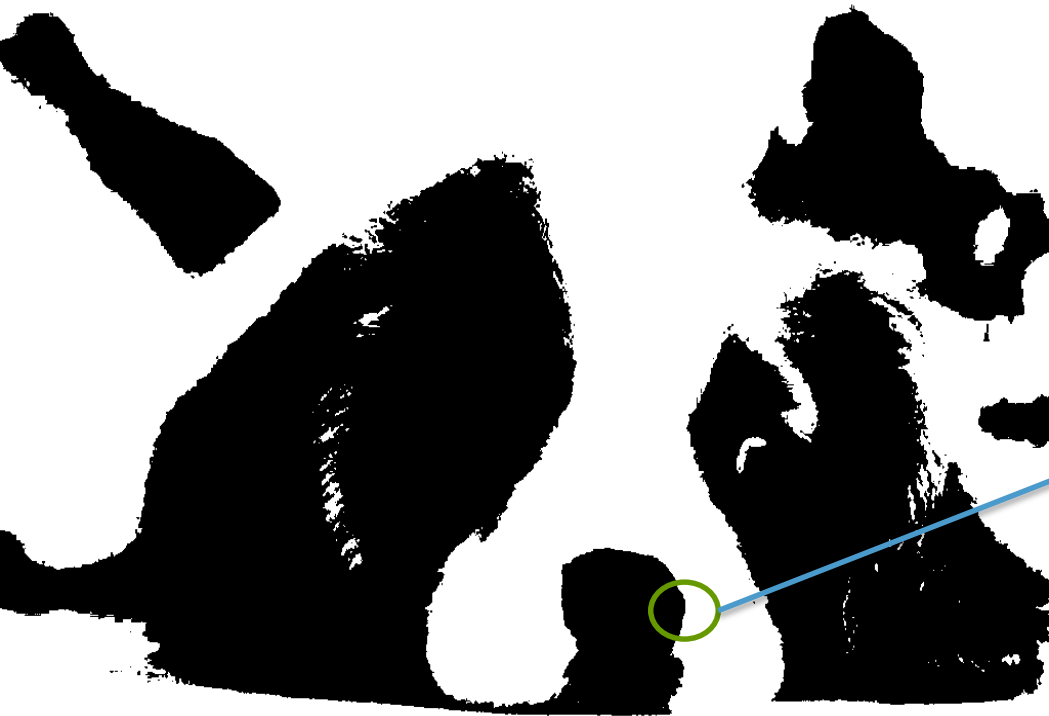
Phương pháp phát hiện biên cục bộ

Dò biên theo quy hoạch động



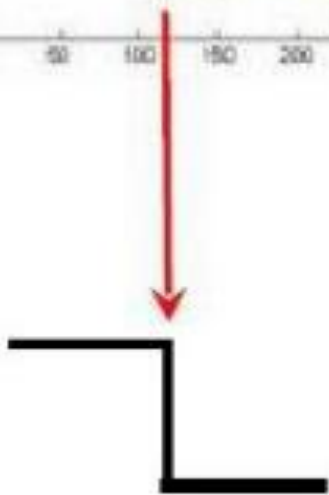
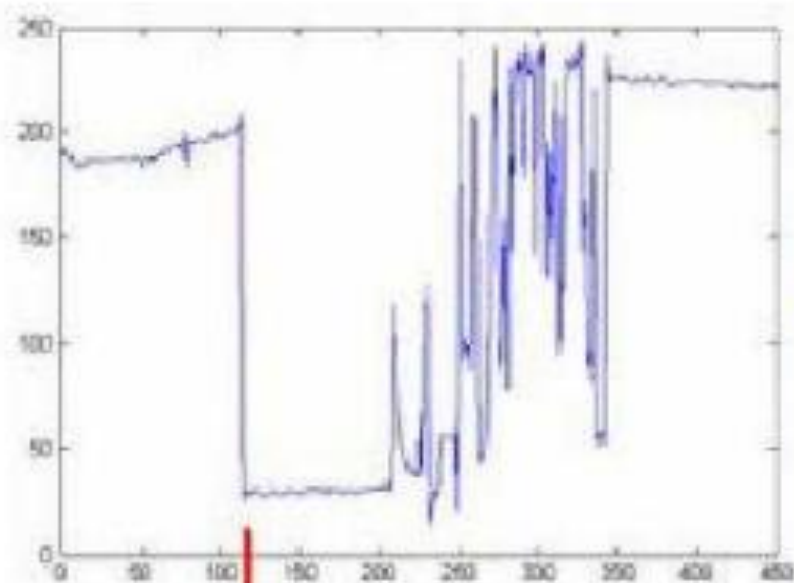
# KHÁI QUÁT VỀ BIÊN VÀ CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

- **Điểm biên:** Một điểm ảnh được coi là điểm biên nếu có sự thay đổi **nh nhanh** hoặc **đột ngột** về **mức xám** (hoặc **màu**).
- **Ví dụ:** trong ảnh nhị phân, điểm đen gọi là điểm biên nếu lân cận nó có ít nhất một điểm trắng





# KHÁI QUÁT VỀ BIÊN VÀ CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

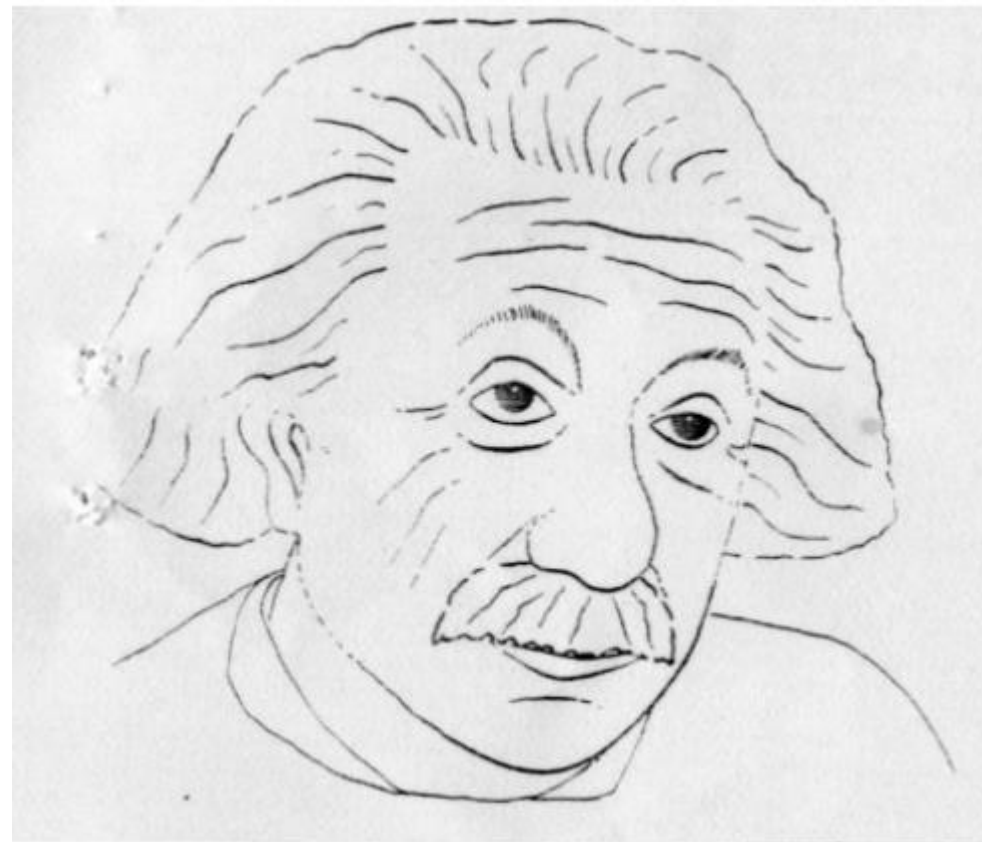




# KHÁI QUÁT VỀ BIÊN VÀ CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

- *Đường biên*: tập hợp các điểm biên liên tiếp tạo thành một **đường biên** hay **đường bao (Boundary)**
- *Ý nghĩa của đường biên trong xử lý*:
  - Đường biên là một loại **đặc trưng cục bộ** tiêu biểu trong phân tích, nhận dạng ảnh.
  - Biên được sử dụng để phân cách các **vùng xám** (màu) cách biệt. Ngược lại, các vùng ảnh cũng được sử dụng để tìm đường phân cách.

# Ý nghĩa đường biên



**Einstein**





# KHÁI QUÁT VỀ BIÊN VÀ CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

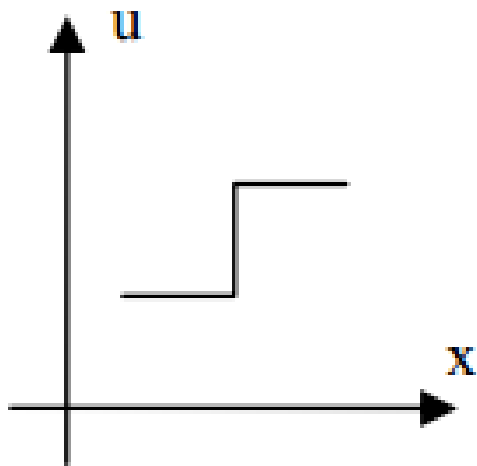
Phát hiện những nơi có sự thay đổi lớn về cường độ sáng hay không liên tục về cường độ sáng



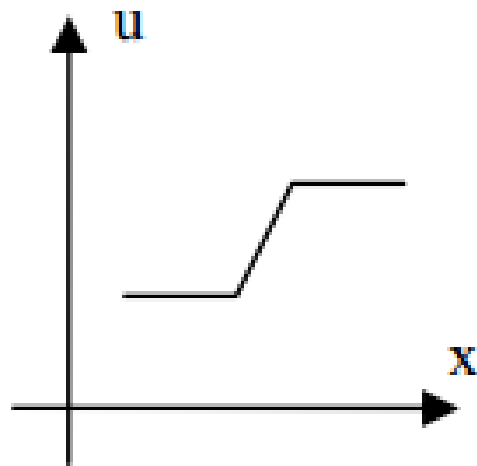


# KHÁI QUÁT VỀ BIÊN VÀ CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

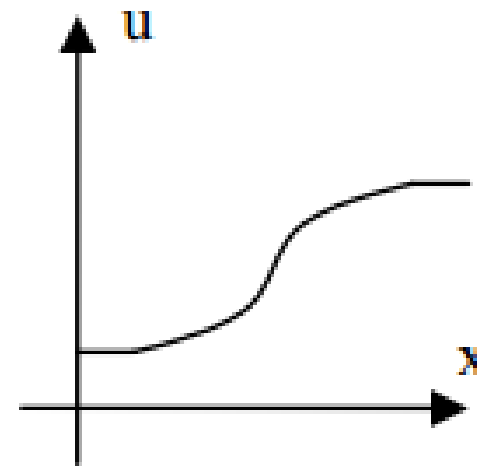
- Mô hình biểu diễn đường biên, theo toán học: điểm ảnh có sự biến đổi mức xám  $h(x)$  một cách đột ngột theo hình dưới



a, Đường biên lý tưởng



b, Đường biên bậc thang

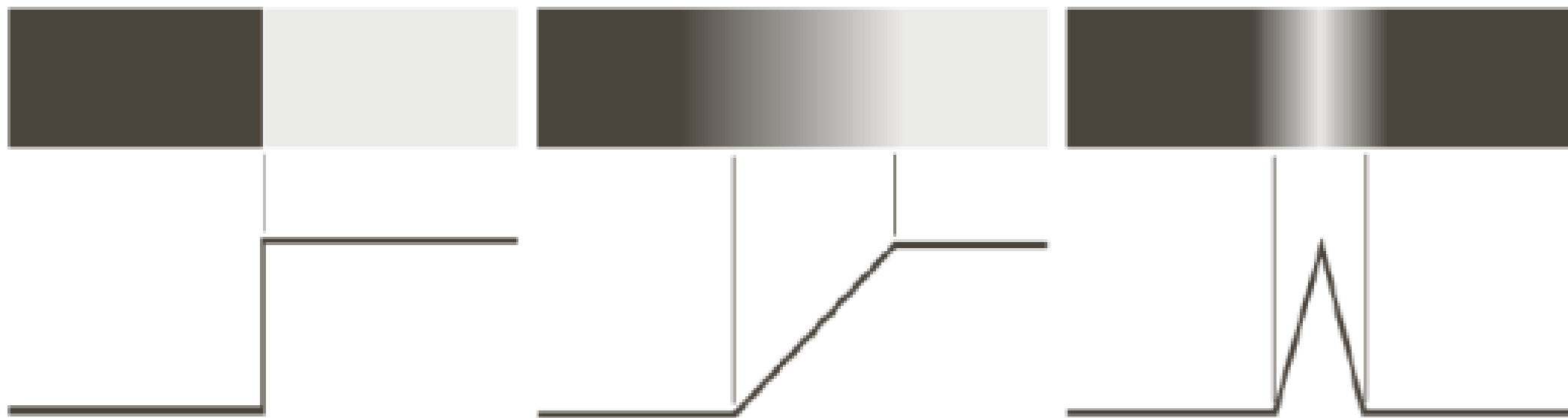


c, Đường biên thực

- Phát hiện biên là một phần trong phân tích ảnh, sau khi đã lọc ảnh (hay tiền xử lý ảnh)

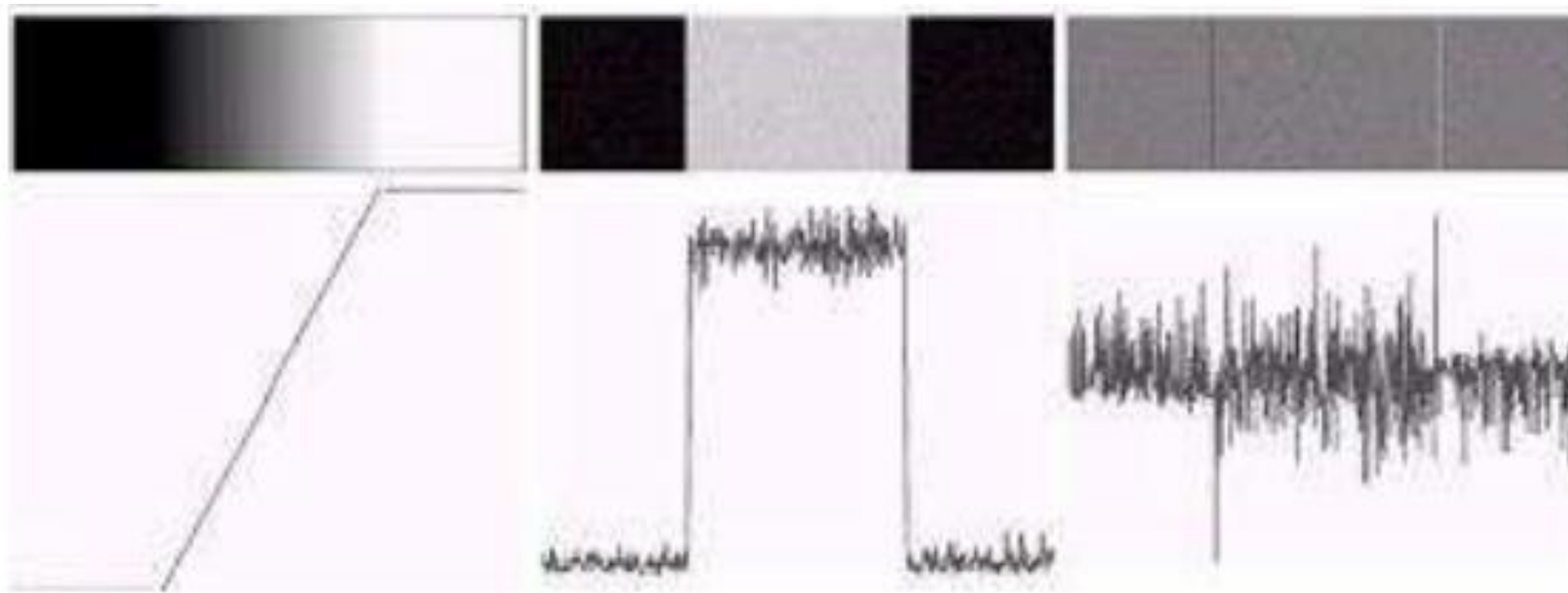


# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN



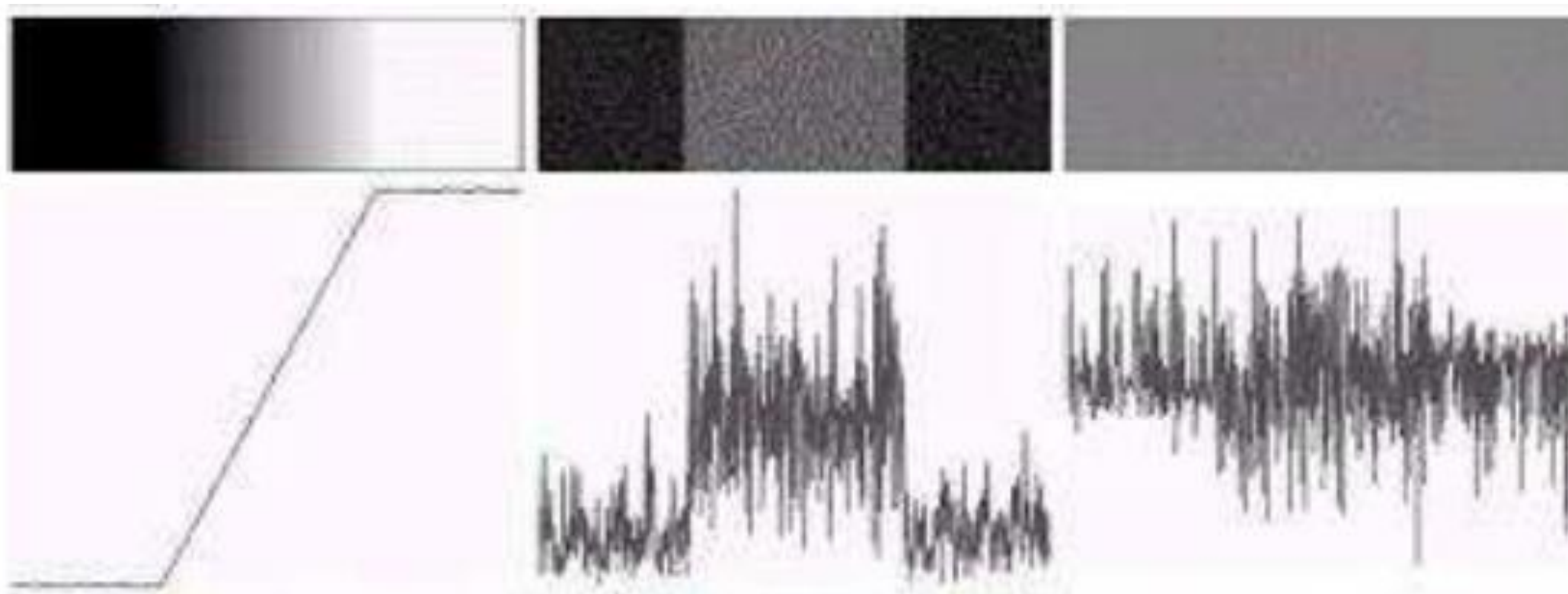
Đường biên lý tưởng

# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN



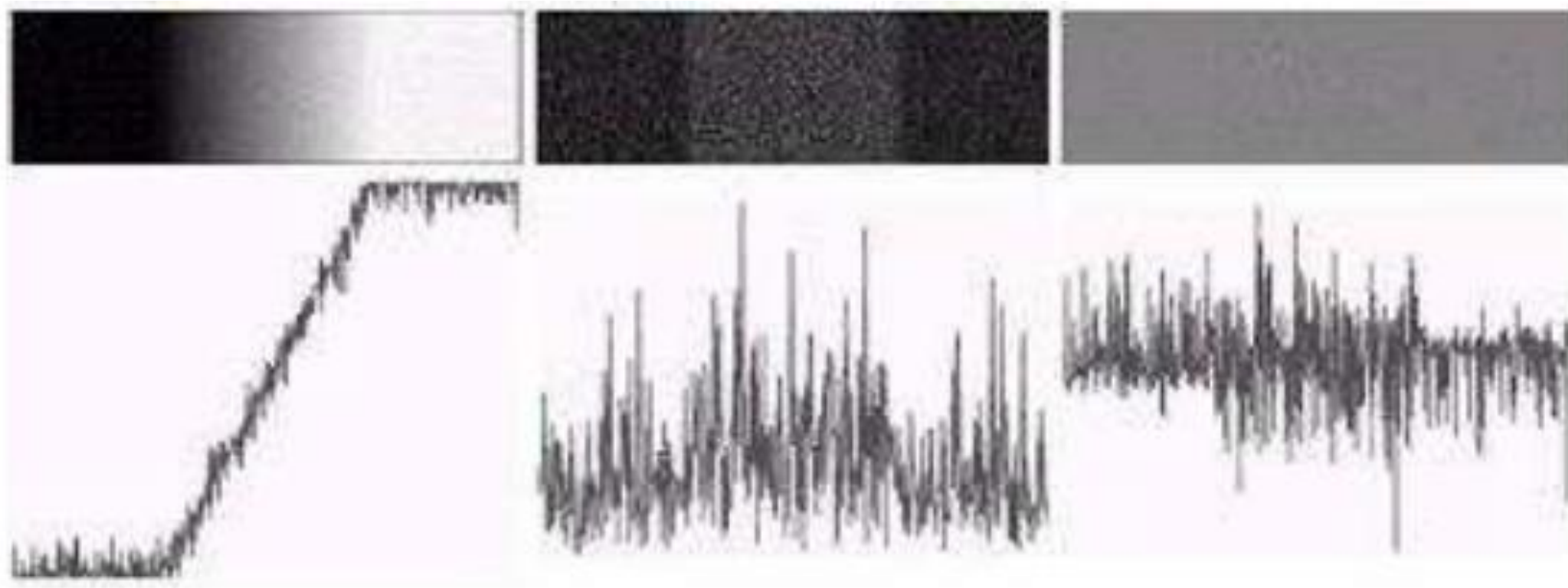
Đường biên bị nhiễu

# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN



Đường biên bị nhiễu

# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN



Đường biên bị nhiễu

# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

## • *Phương pháp phát hiện biên trực tiếp:*

- Dựa vào sự biến thiên độ sáng của điểm ảnh để làm nổi biên bằng kỹ thuật đạo hàm gọi chung là phương pháp **dò biên cục bộ**.
  - Đạo hàm bậc nhất của ảnh  $\rightarrow$  phương pháp Gradient
  - Đạo hàm bậc hai của ảnh  $\rightarrow$  phương pháp Laplace.
- Phương pháp “đi theo đường bao” dựa vào công cụ toán học là nguyên lý quy hoạch động và được gọi là phương pháp **dò biên tổng thể**.

Dò biên trực tiếp có hiệu quả và ít bị tác động của nhiễu



# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

## • *Phương pháp phát hiện biên gián tiếp:*

- Nếu thu được các vùng ảnh khác nhau thì đường phân cách giữa các vùng đó chính là biên.
- Nói cách khác, việc xác định đường bao của ảnh được thực hiện từ ảnh đã được phân vùng.

Phương pháp dò biên gián tiếp khó cài đặt nhưng áp dụng tốt khi sự biến thiên độ sáng nhỏ

# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

## • Quy trình phát hiện biên:

- Bước 1: lọc nhiễu theo các phương pháp đã tìm hiểu ở các phần trước do ảnh ghi được thường có nhiễu.

Bước 2: làm nổi biên sử dụng các **toán tử** phát hiện biên.

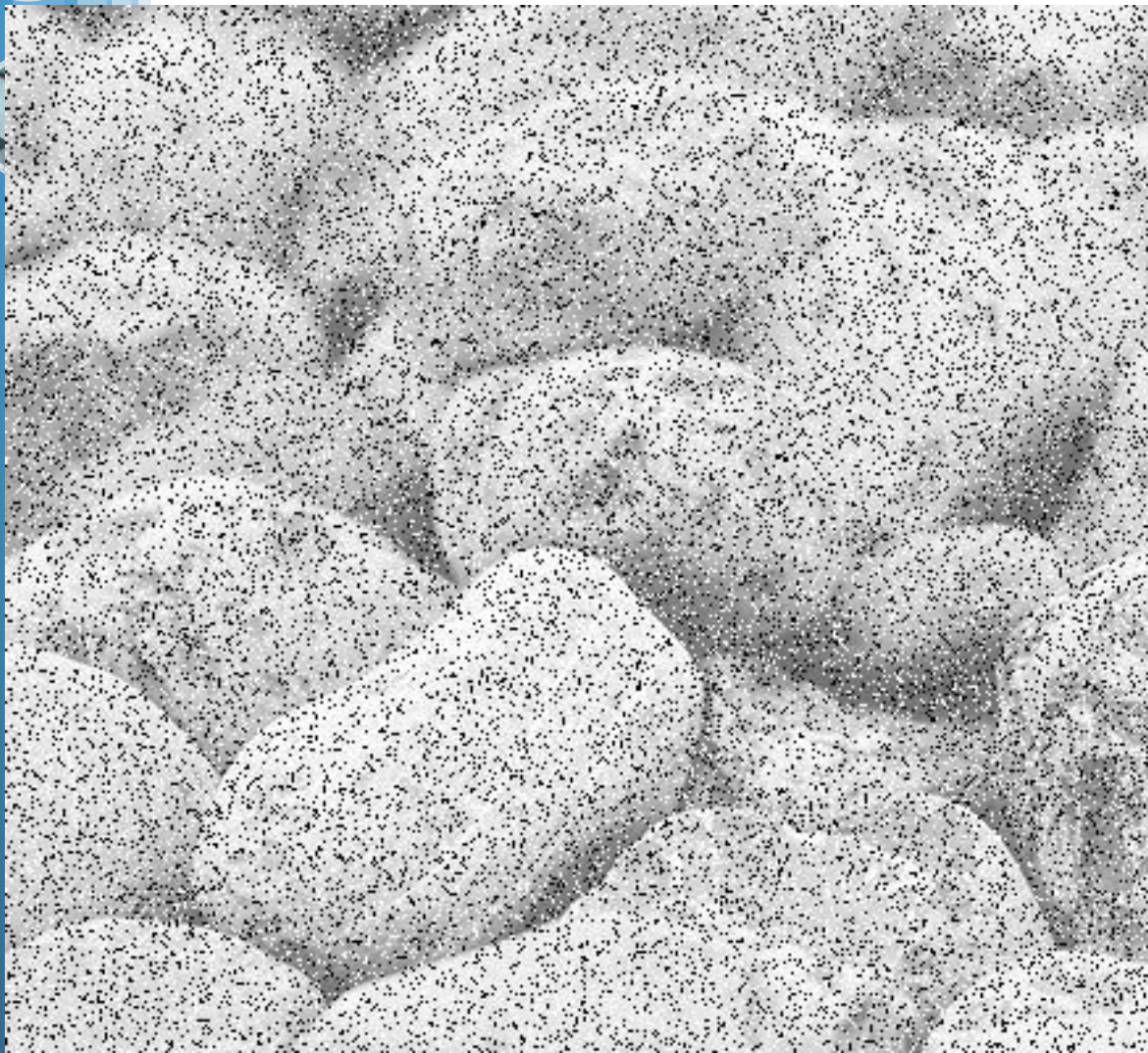
Bước 3: định vị biên.

*Chú ý rằng kỹ thuật nổi biên gây tác dụng phụ là gây nhiễu làm một số biên giả xuất hiện do vậy cần loại bỏ biên giả.*

Bước 4: liên kết và trích chọn biên.

# PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT PHÁT HIỆN BIÊN

- *Lọc nhiễu*



# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

- *Toán tử phát hiện biên*
- Gradient là một vec tơ  $f(x, y)$  có các thành phần biểu thị tốc độ thay đổi mức xám của điểm ảnh theo hai hướng x, y trong bối cảnh xử lý ảnh hai chiều.

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f'_x \approx \frac{f(x + dx, y) - f(x, y)}{dx}$$

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f'_y \approx \frac{f(x, y + dy) - f(x, y)}{dy}$$

- Trong đó dx, dy là khoảng cách giữa 2 điểm kế cận theo hướng x, y tương ứng (chọn dx= dy=1). Đây là phương pháp dựa theo đạo hàm riêng bậc nhất theo hướng x, y



# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

- Sử dụng đạo hàm bậc nhất: Gradient G được tính theo công thức:

$$G = \nabla I(x, y) = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} \quad G_x = \frac{\Delta I}{\Delta x} = \frac{I(\mathbf{x} + \Delta \mathbf{x}, y) - I(\mathbf{x}, y)}{\Delta x}$$

- Để đơn giản hóa: áp dụng vi phân rời rạc với  $\Delta x = 1$

$$\begin{cases} g_x = I(x + 1, y) - I(x, y) \\ g_y = I(x, y + 1) - I(x, y) \end{cases}$$



# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

- Mặt nạ lọc Robert (1965): lọc theo 2 hướng

- $F_x = (-1, 1)$

$H_x$

+1	0
0	-1

$H_y$

0	+1
-1	0

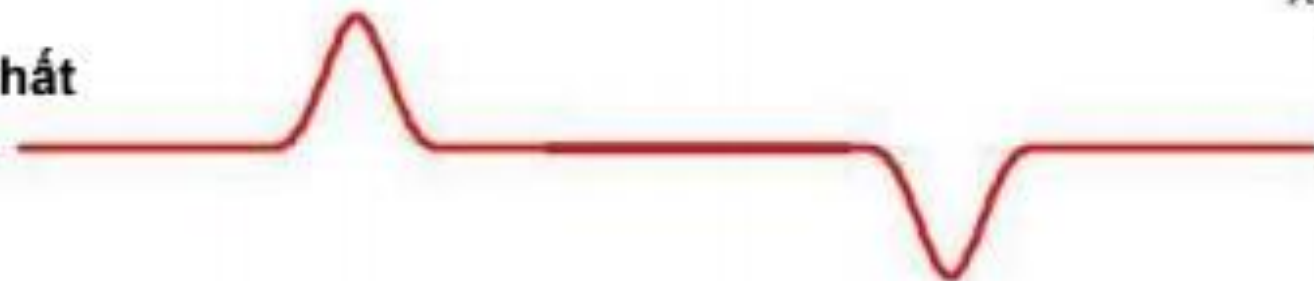
- $F_y = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$

# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

Tổ chức đồ  
1D



Đạo hàm bậc nhất  
 $f'(x)$



$|f'(x)|$



ngưỡng

Điểm đường biên  
 $|f'(x)| > \text{ngưỡng}$



# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

- Một số bộ lọc khác: trừ bộ lọc Robert, các bộ lọc khác bao gồm thao tác làm trơn ảnh + lấy đạo hàm ảnh  $\rightarrow$  hạn chế nhiều khi phát hiện biên

- **Sobel:**

$H_x$

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

$H_y$

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

$P_1$	$P_2$	$P_3$
$P_4$	$P_5$	$P_6$
$P_7$	$P_8$	$P_9$

Công thức tính xấp xỉ G

$$|G| = |(P1 + 2*P2 + P3) - (P7 + 2*P8 + P9)| + |(P3 + 2*P6 + P9) - (P1 + 2*P4 + P7)|$$

# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

- Prewitt:

 $H_x$ 

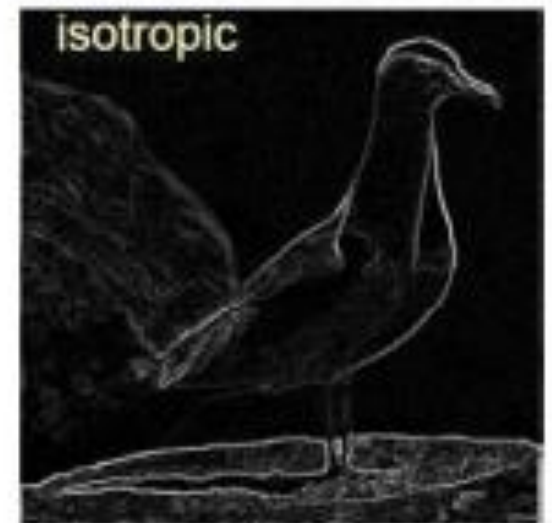
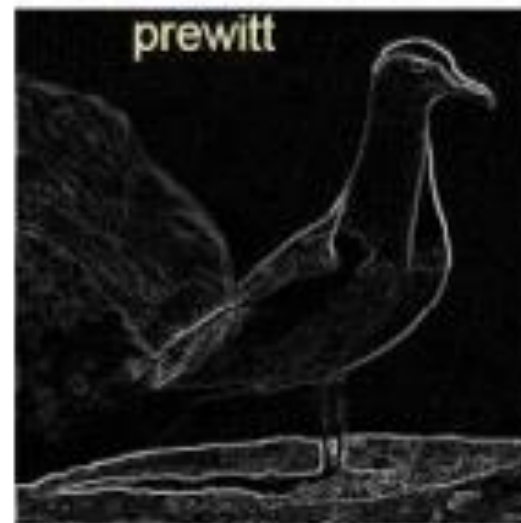
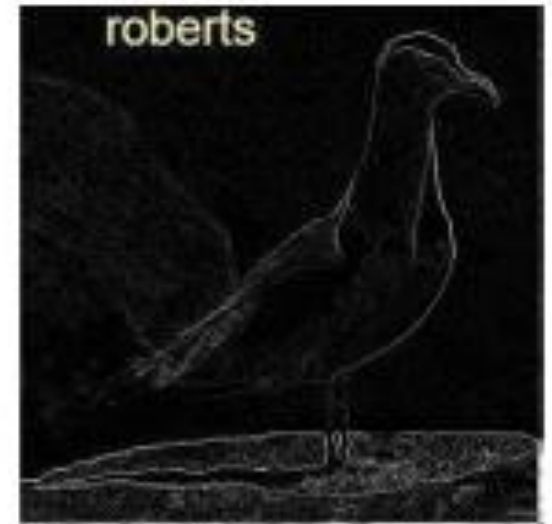
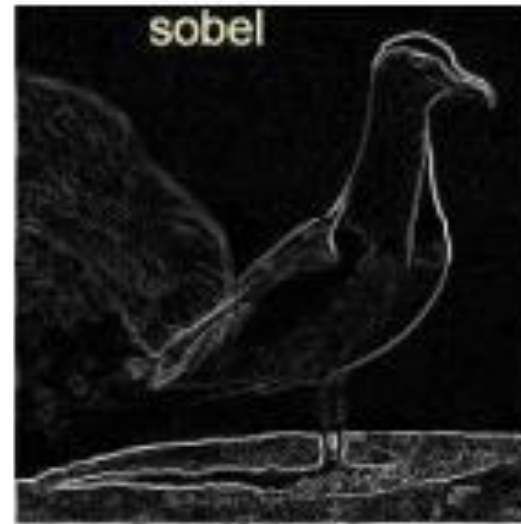
-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

 $H_y$ 

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

- Một số bộ lọc khác: Sobel, Prewitt, isotropic





# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- PHƯƠNG PHÁP GRADIENT

- Các kỹ thuật sử dụng phương pháp **Gradient** khá tốt khi **độ sáng** có tốc độ thay đổi **nhANH**, khá đơn giản trên cơ sở các mặt nạ theo các hướng.
- **Nhược điểm** của các kỹ thuật **Gradient** là nhạy cảm với **nhieu** và tạo các **biên kép** làm chất lượng biên thu được không cao

# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- LAPLACE

- Sử dụng **đạo hàm riêng bậc hai** hay toán tử **Laplace**.
- Phương pháp dò biên theo toán tử **Laplace** hiệu quả hơn phương pháp toán tử **Gradient** trong trường hợp mức xám biến đổi chậm, miền chuyển đổi mức xám có độ trải rộng.
- Định nghĩa **Laplace**:

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = 2f(x, y) - f(x-1, y) - f(x+1, y) \\ \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 2f(x, y) - f(x, y-1) - f(x, y+1) \end{array} \right.$$

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 4f(x, y) - f(x-1, y) - f(x+1, y) - f(x, y-1) - f(x, y+1)$$

# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- LAPLACE

- Toán tử **Laplace** dùng một số kiểu mặt nạ khác nhau nhằm tính gần đúng đạo hàm riêng bậc hai.
- Các **dạng bộ lọc** theo toán tử **Laplace** bậc 3x3

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

Kỹ thuật theo toán tử **Laplace** tạo **đường biên mảnh** (có độ rộng **1 pixel**). Nhược điểm của kỹ thuật này rất **nhạy với nhiễu** → đường biên thu được thường kém ổn định

# PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP- LAPLACE

- Kết quả phát hiện biên theo Laplace



# KẾT LUẬN

- Chọn bộ lọc nào cho đường biên hoàn chỉnh?
  - Không có bộ lọc cho đường biên hoàn hảo
  - Tùy thuộc vào tính chất và từng loại ảnh khác nhau
  - Một số ảnh bị nhiễu sẽ cho kết quả đường biên không chính xác → kết hợp nhiều phương pháp để có kết quả tốt nhất





---

**Thanks for your attending!**  
**Q&A**