

Xử lý ảnh và Thị giác máy tính

Chương 3. Khôi phục và tái tạo ảnh

- ☐ Mô hình nhiễu
- ☐ Khôi phục ảnh khi có nhiễu
- ☐ Các phương pháp lọc

1. Nhiễu trong ảnh

- ❑ Do các hạn chế vật lý vốn có của các thiết bị ghi khác nhau, hình ảnh có xu hướng bị nhiễu ngẫu nhiên trong quá trình thu nhận hình ảnh
- ❑ Nhiễu có thể hiểu là hiện tượng méo tín hiệu

1. Nhiễu trong ảnh

- ❑ Ảnh thường bị biến dạng do nhiễu ngẫu nhiên. Nhiễu xuất hiện trong quá trình thu nhận ảnh hoặc truyền tin
- ❑ Các yếu tố môi trường, ví dụ điều kiện ánh sáng yếu, nhiệt độ của thiết bị cảm biến cũng ảnh hưởng đến sự xuất hiện của nhiễu
- ❑ Nhiễu có thể là nhiễu trắng, nhiễu Gauss, nhiễu xung hoặc nhiễu muối tiêu

Ví dụ



2. Mô hình nhiễu

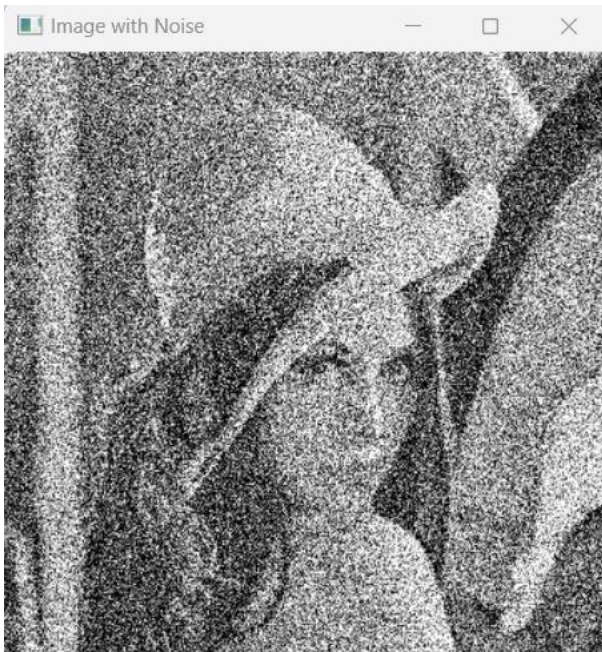
$$f(x, y) = g(x, y) + n(x, y)$$

Trong đó

- ❑ $f(x, y)$ là ảnh nhiễu
- ❑ $g(x, y)$ là ảnh gốc
- ❑ $n(x, y)$ là ma trận nhiễu

2. Mô hình nhiễu

$$f(x, y) = g(x, y) + n(x, y)$$



=



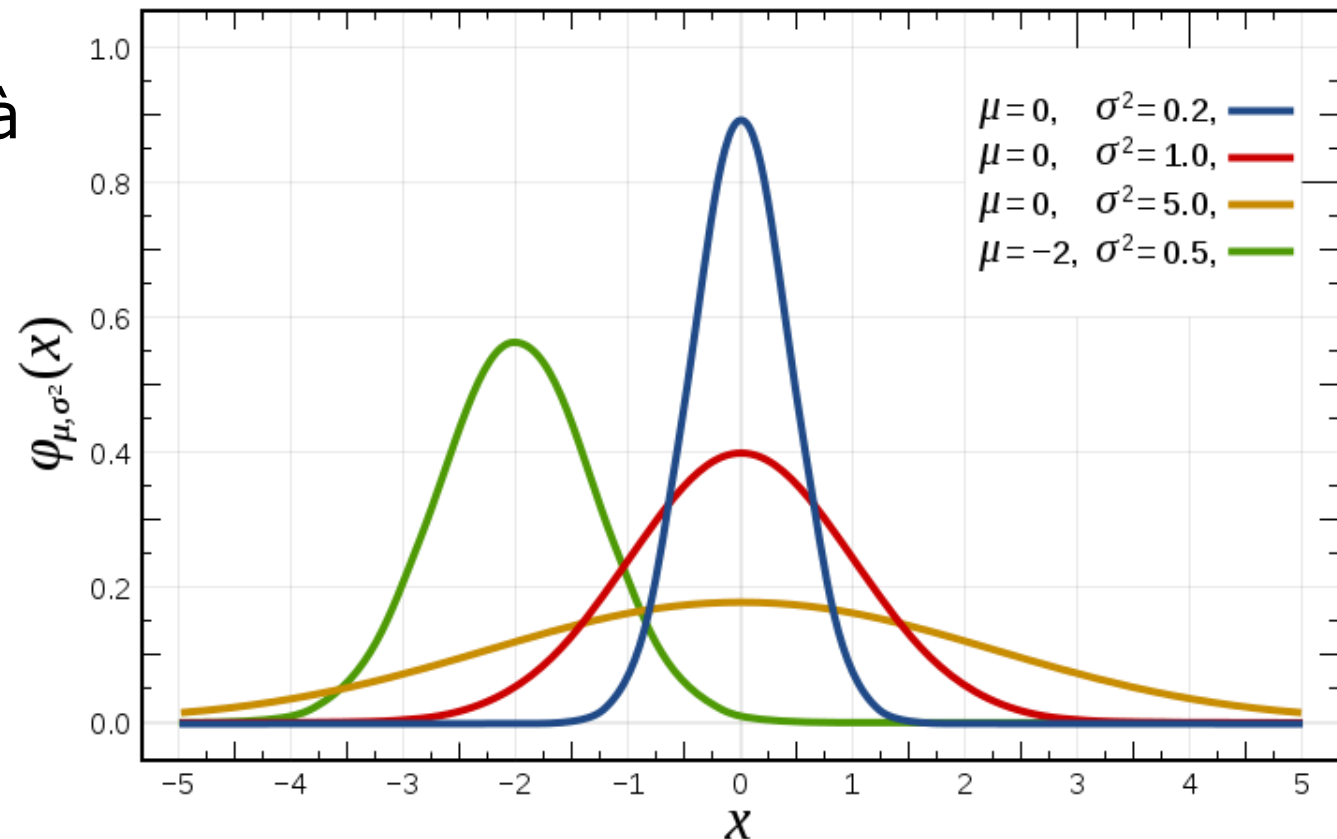
+



2.1 Nhiều Gauss

- Mật độ phân bố xác suất của nhiều là hàm Gauss, được đặc trưng bởi giá trị trung bình μ và phương sai σ^2

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

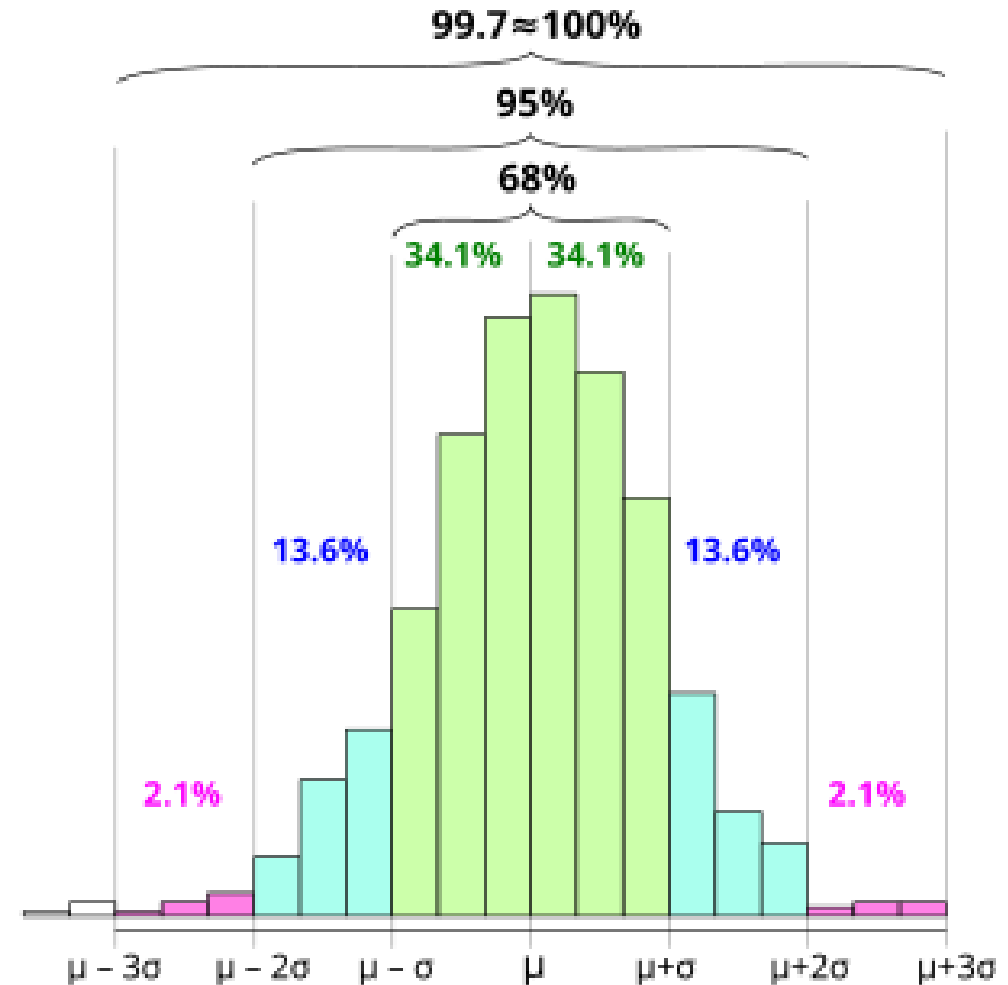


Phân phối chuẩn Gaussian

$$\Pr(\mu - 1\sigma \leq X \leq \mu + 1\sigma) \approx 68.27\%$$

$$\Pr(\mu - 2\sigma \leq X \leq \mu + 2\sigma) \approx 95.45\%$$

$$\Pr(\mu - 3\sigma \leq X \leq \mu + 3\sigma) \approx 99.73\%$$



2. Mô hình nhiễu Gauss

$$f(x, y) = g(x, y) + n(x, y)$$

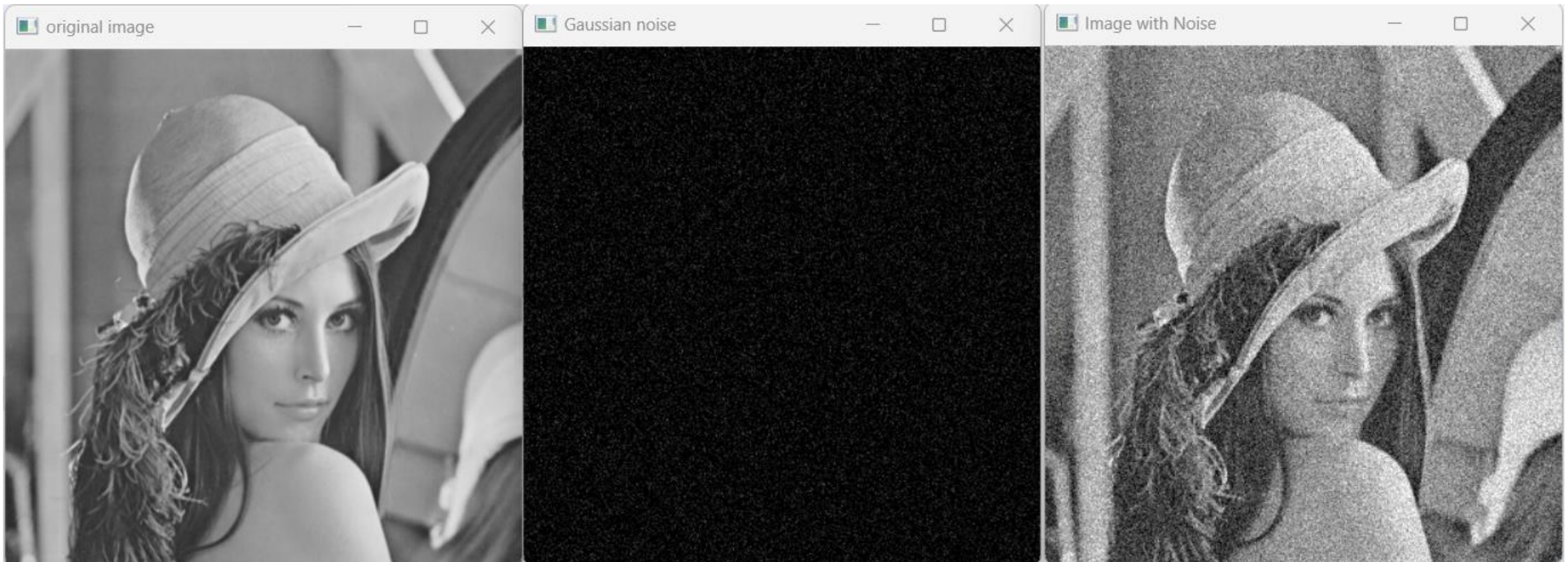
Trong đó

- ❑ $f(x, y)$ là ảnh nhiễu
- ❑ $g(x, y)$ là ảnh gốc
- ❑ $n(x, y)$ là ma trận nhiễu gauss (theo phân phối chuẩn)

Ví dụ

```
n = np.random.normal(loc=mean, scale=sigma, size=(x,y))
```

```
f = g + n
```



2.2 Nhiều trắng

- ❑ Nhiều trắng là nhiễu có phổ năng lượng không đổi
- ❑ Nếu nhiễu có phổ năng lượng nhiều hơn ở một vài tần số, nhiễu được gọi là nhiễu màu

Ví dụ

Original Image



White noise



2.3 Nhiều Poisson

- ❑ Trong quá trình thu nhận, nếu số lượng lớn hạt photon tập trung vào một điểm, chúng sẽ tạo ra nhiễu tại điểm đó
- ❑ Nhiễu được đặc trưng bởi hàm mật độ phân bố xác suất Poisson, nên được gọi là nhiễu Poisson

Ví dụ

Original Image



Poisson noise



2.4 Nhiều muối tiêu (salt & pepper)

- ❑ Nhiều xung đặc trưng bởi một điểm ảnh có giá trị mức xám khác biệt lớn so với những điểm lân cận
- ❑ Xung của nhiễu có thể là âm (đen) hoặc dương (trắng)

Ví dụ nhiễu muối tiêu



Ví dụ chỉ có nhiều muối



Ví dụ chỉ có nhiều tiêu



2.5 Nhiều đốm (Speckle Noise)

- ❑ Speckle noise là nhiễu xuất hiện trong quá trình thu nhận hình ảnh, dưới dạng các “đốm”

Original Image

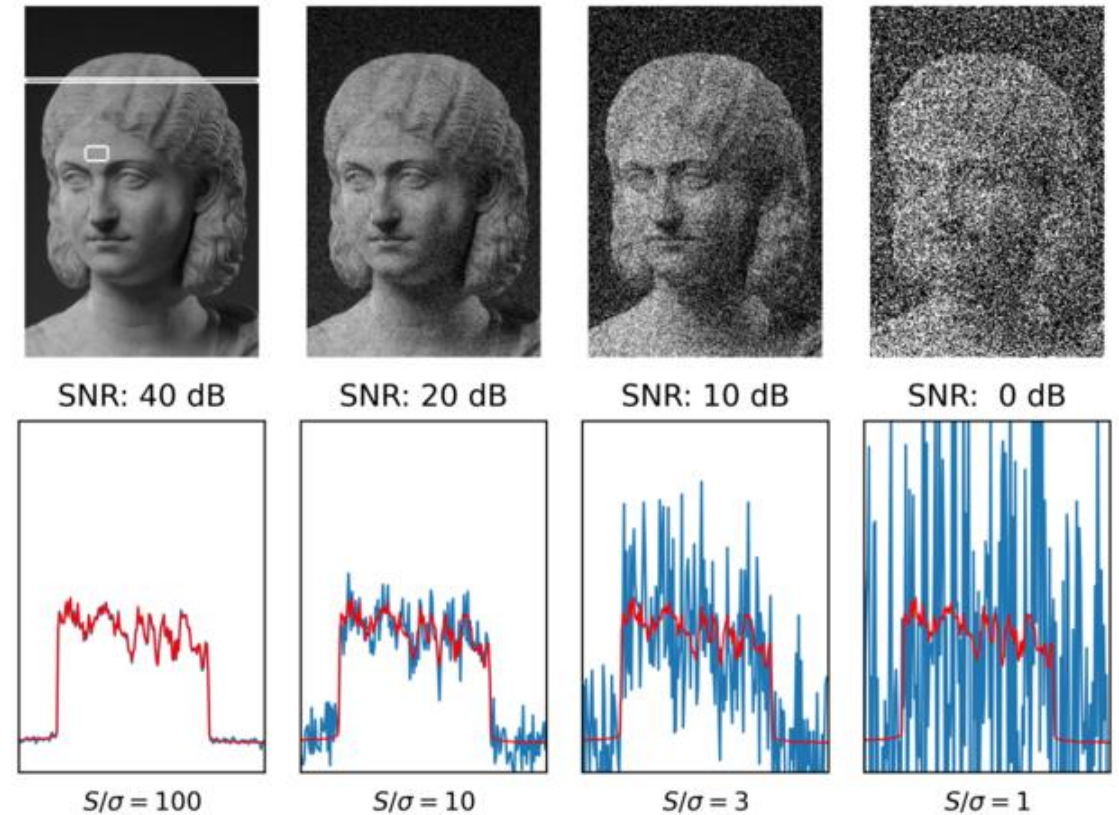


Image with speckle noise



3. Các phương pháp khử nhiễu

- ❑ Mục đích hướng đến của các phương pháp khử nhiễu
 - ❑ Giảm nhiễu trong hình ảnh tự nhiên
 - ❑ Giảm thiểu việc mất các tính năng gốc và cải thiện độ nhiễu tín hiệu (SNR – Signal Noise ratio)



Khôi phục ảnh

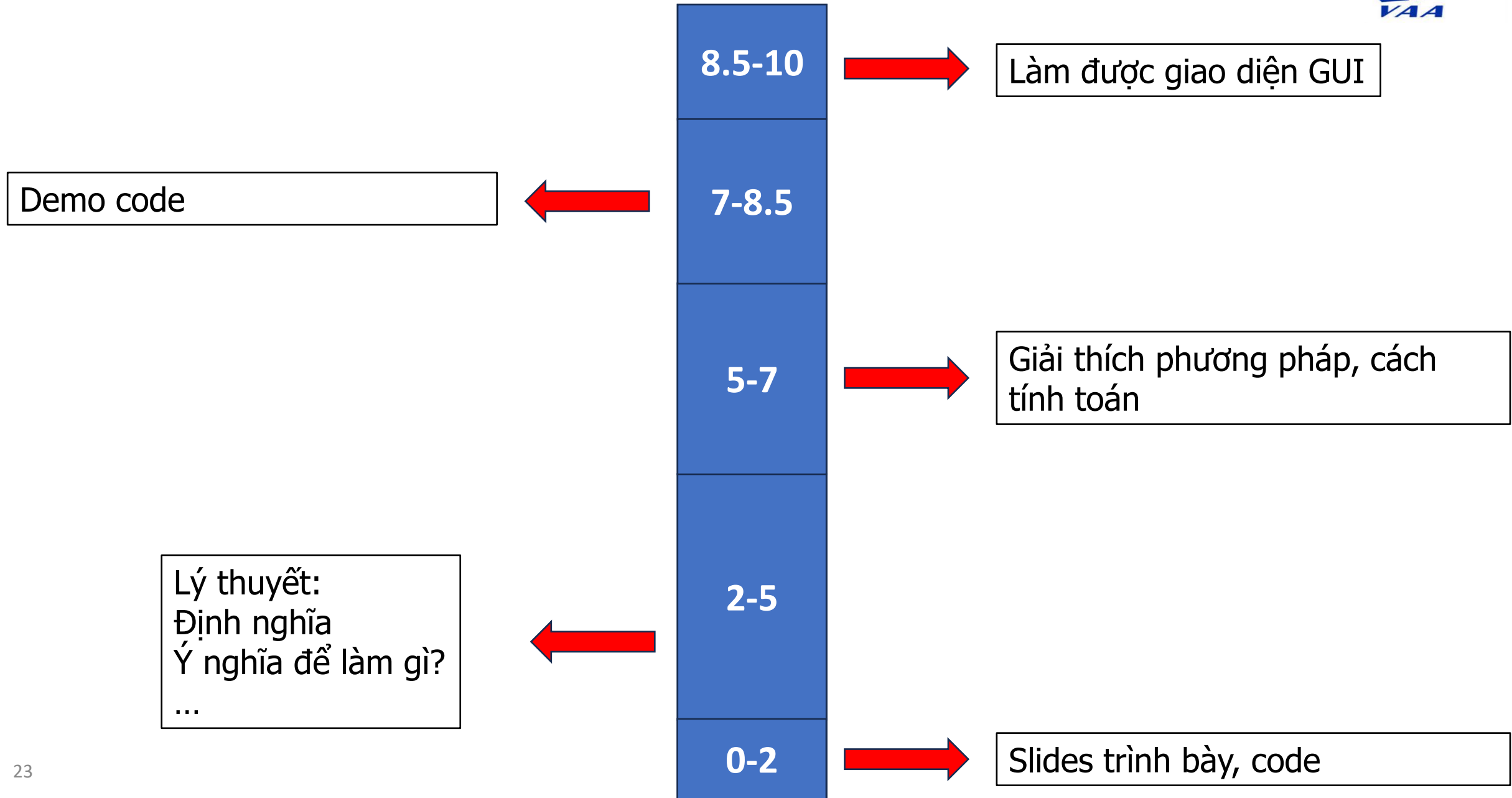
Toán tử trên miền
không gian

- Lọc sắc nét
- Lọc trung bình
- Lọc trung vị
- Lọc cực đại
- Lọc cực tiểu

Toán tử trên miền
tần số

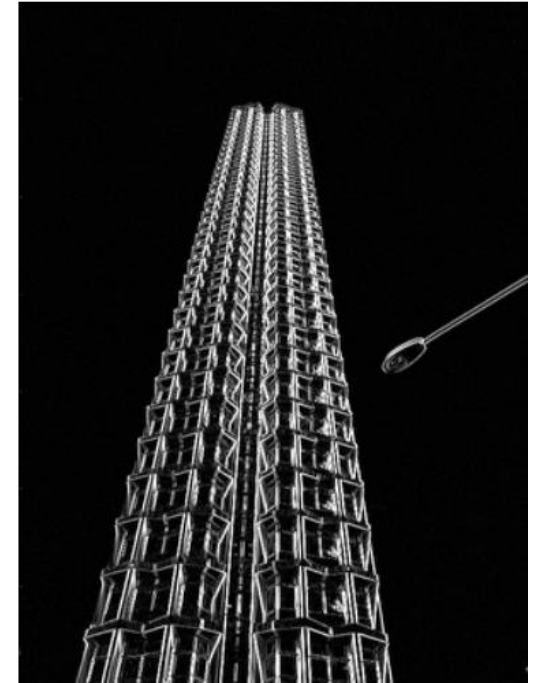
- Lọc thông thấp
- Lọc thông cao
- Lọc high-boost

THANG ĐIỂM CHUNG



Lọc sắc nét

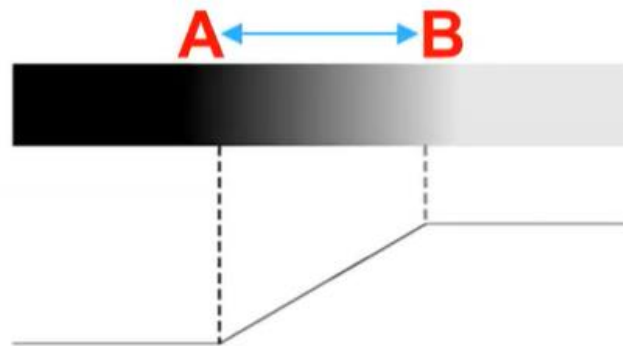
- ❑ Lọc sắc nét làm nổi bật các biên của ảnh
- ❑ Biên ảnh là tập hợp các pixel mà tại đó cường độ xám thay đổi đột ngột
- ❑ Lọc sắc nét = kỹ thuật là nổi biên ảnh



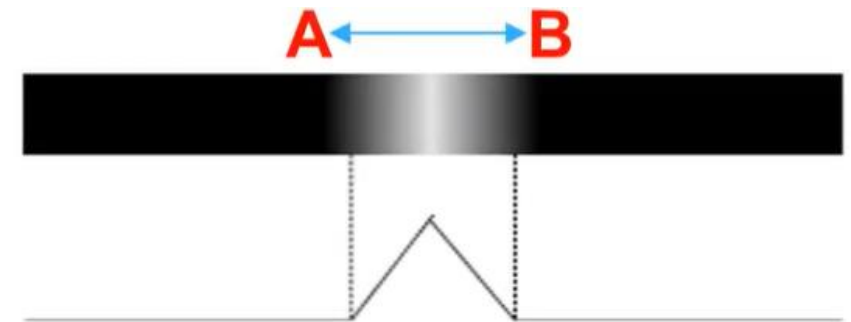
Các loại biên



biên nhảy vọt (skip)



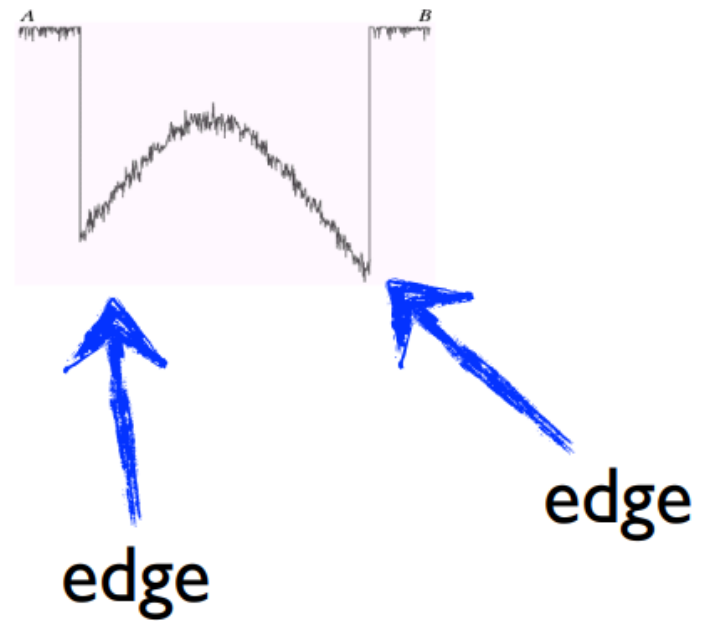
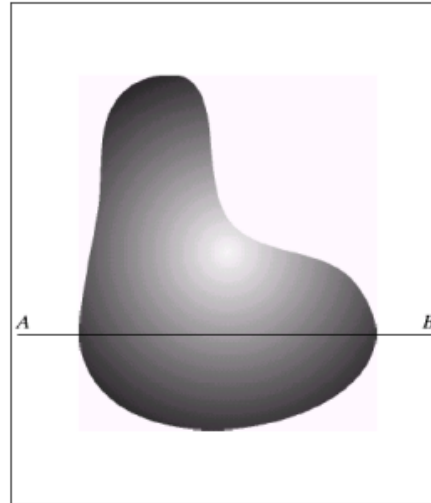
biên thoải thoải (Ramp)



biên kiểu mái nhà (Roof)



Nhận dạng biên



How would you detect an edge?

What kinds of filter would you use?

Đạo hàm bậc một và đạo hàm bậc 2

Đạo hàm bậc nhất	Đạo hàm bậc hai
$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x+1) - f(x)$	$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1) + f(x-1) - 2f(x)$

5	5	4	3	2	1	0	0	0	6	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	7	7	7	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Đạo hàm bậc nhất

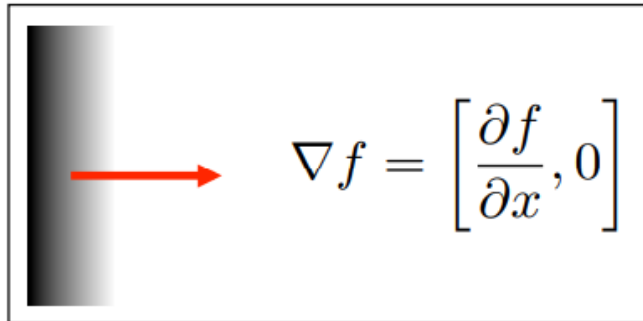
0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	6	-6	0	0	0	1	2	-2	-1	0	0	0	7	0	0	0
---	----	----	----	----	----	---	---	---	----	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---

Đạo hàm bậc hai

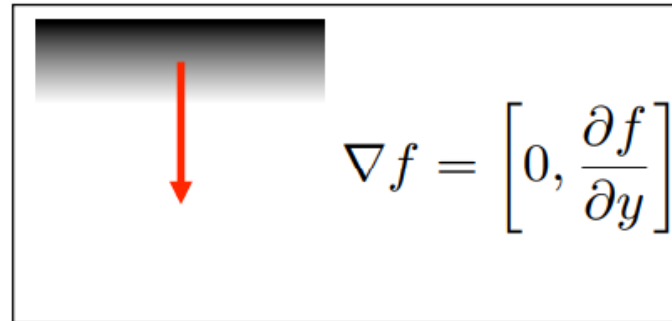
-1	0	0	0	0	1	0	0	6	-12	6	0	0	1	1	-4	1	1	0	0	7	-7	0	0
----	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	----	---	---

Toán tử Gradient

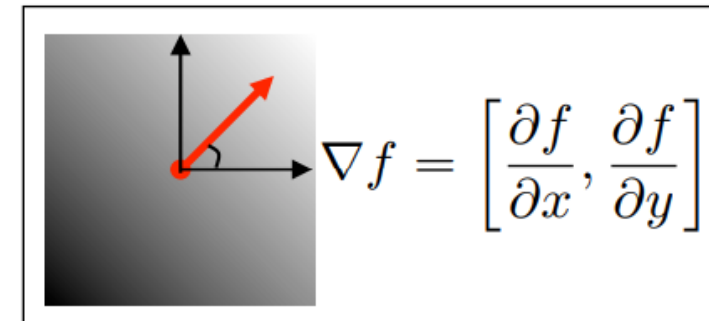
Gradient in x only



Gradient in y only



Gradient in both x and y



❑ Các toán tử Gradient phổ biến

Sobel

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

Prewitt

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

Toán tử Laplacian (mặt nạ Laplacian)

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

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Toán tử Laplacian (mặt nạ Laplacian)

$$g(x,y) = \begin{cases} f(x,y) - \nabla^2 f(x,y) & \text{If center coefficient is negative} \\ f(x,y) + \nabla^2 f(x,y) & \text{If center coefficient is positive} \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



Demo & GUI

- ☐ Gradient gồm toán tử Sobel_X và Sobel_Y
- ☐ Toán tử Laplacian
- ☐ Phép chập

Tạo GUI để xử lý ảnh

- ☐ Tạo nút nhấn browse để load ảnh đã bị nhiễu (hoặc tạo nhiễu bằng code) hoặc ảnh gốc chưa xử lý
- ☐ Áp các bộ lọc trung bình, bộ lọc trung vị, bộ lọc cực đại, cực tiểu (v...v), xuất ảnh sau khi xử lý để so sánh
- ☐ Show các ảnh sau khi đã áp bộ lọc

Hướng dẫn dùng Tkinter để tạo giao diện

