

# Xử lý ảnh và Thị giác máy tính

# Chương 3. Khôi phục và tái tạo ảnh

- ❑ Lọc trung bình và lọc trung vị
- ❑ Lọc cực đại và lọc cực tiểu

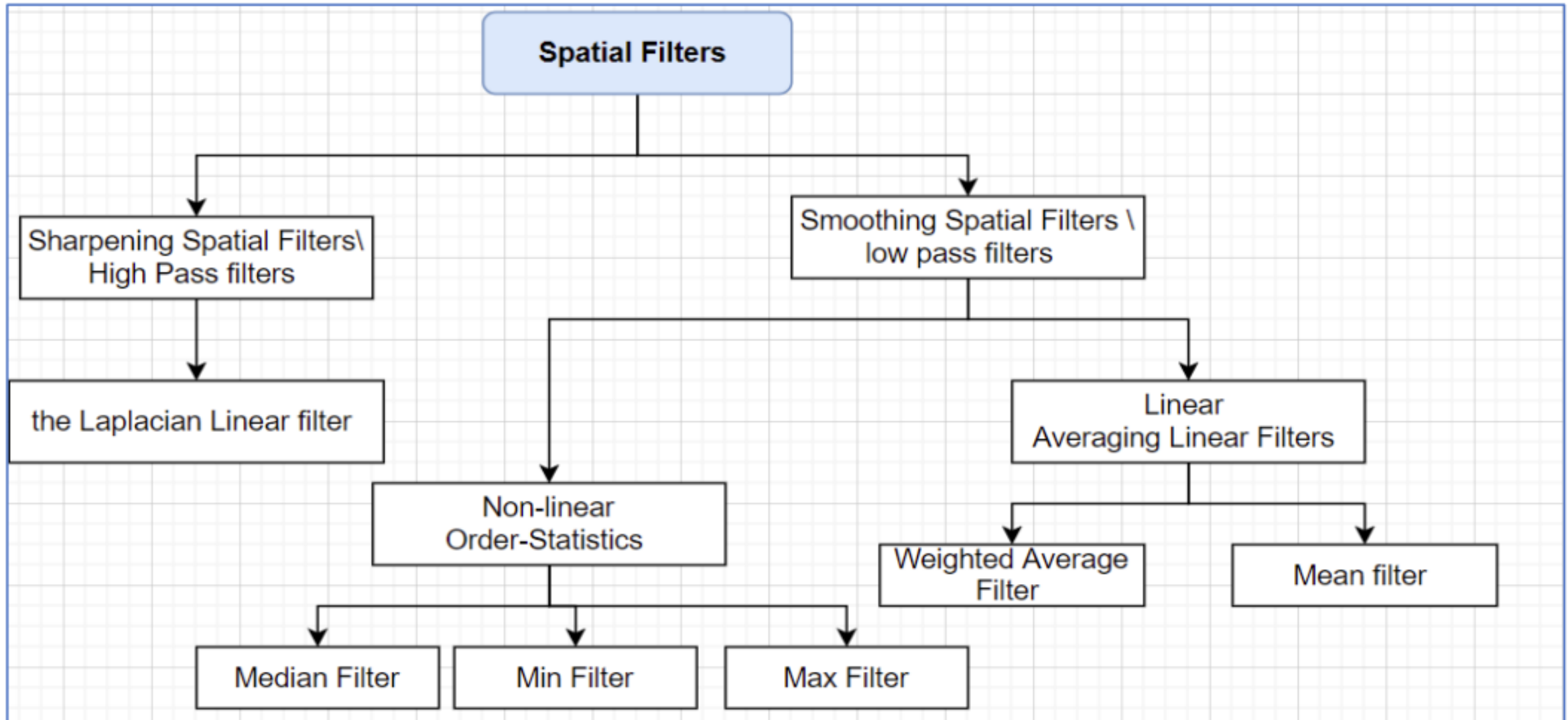
# Khôi phục ảnh

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



## 3.1 Số trung bình

Cho dataset  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  có  $k$  phần tử

□ Số trung bình (mean/average): một giá trị cố định, trung bình cộng của một dataset

$$\text{mean} = \frac{\sum_{i=1}^k a_i}{k}$$

# Ví dụ

Cho dataset

6 2 3 8 1

$$\text{mean} = \frac{6 + 2 + 3 + 8 + 1}{5} = 4$$

# Nhận xét

- ❑ Khi có giá trị ngoại lai (bất thường – **outlier**) xuất hiện, giá trị trung bình sẽ bị ảnh hưởng lớn và có thể không còn đại diện cho dataset



## 3.2 Số trung vị

Cho tập  $A = \{a_1, \leq a_2, \leq \dots, \leq a_k\}$  có  $k$  phần tử

□ Số trung vị (median): là giá trị nằm giữa dataset, với 50% data  $\geq$  median và 50% data  $\leq$  median. Dataset phải được sắp xếp trước từ nhỏ đến lớn

$$\text{Median} = \begin{cases} \text{mean}(a_{K/2}, a_{K/2+1}) & \text{với } k \text{ chẵn} \\ a_{(K+1)/2} & \text{với } k \text{ lẻ} \end{cases}$$



# Ví dụ

Cho dataset

1 3 23 9 0 10 4 6 7 8

$$\text{median} = \underbrace{0 \ 1 \ 3 \ 4 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 23}_{\text{Sắp xếp}} = \frac{6 + 7}{2} \approx 6.5$$

# Ví dụ

Ví dụ: Cho dataset

6 2 3 8 1 10 12 13 20 25 31 24

mean = ?

median = ?

# Ứng dụng của số trung vị

- ❑ Khi gặp có giá trị ngoại lai (bất thường – **outlier**), số trung bình sẽ bị ảnh hưởng, khi đó có thể dùng số trung vị để đại diện cho dataset
- ❑ Sử dụng số trung vị để làm giảm thiểu ảnh hưởng của giá trị outlier lên dataset

## 3.3 Lọc trung bình

- ☐ Dùng để làm trơn ảnh (smooth) hoặc lọc nhiễu (noise reduction)
- ☐ Giá trị trung tâm của một kernel sẽ được thay bằng trung bình cộng của các pixel lân cận

# Ví dụ

1	1	1	5
2	3	2	4
4	4	1	2
5	6	1	6

Tính giá trị trung bình của kernel và thay thế cho pixel (1,1) bằng 3 ban đầu

1	1	1
2	<b>3</b>	2
4	4	1

$$= \frac{19}{9} \approx 2.1 \rightarrow$$

1	1	1
2	<b>2.1</b>	2
4	4	1

→

1	1	1	5
2	<b>2.1</b>	2	4
4	4	1	2
5	6	1	6

## 3.3 Lọc trung bình

### ❑ Trường hợp tính giá trị pixel biên?

- Phương pháp **padding 0**  
tính giá trị pixel (0,0)

0	0	0			
0	1	1	1	5	
0	2	3	2	4	
	4	4	1	2	
	5	6	1	6	

$$= \frac{7}{9} \approx 0.8$$

- Phương pháp **mirror padding**  
tính giá trị pixel (0,0)

1	1	1			
1	1	1	1	5	
2	2	3	2	4	
	4	4	1	2	
	5	6	1	6	

$$= \frac{13}{9} \approx 1.4$$

# Lọc trung bình có trọng số

- ❑ Hoạt động tương tự Mean filter nhưng chỉ khác trọng số các pixel trong kernel **không giống nhau**
- ❑ Có thể thể áp mặt nạ trung bình có trọng số và dùng phép tích chập tương đương để làm trơn ảnh

$$\frac{1}{5} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{32} \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 16 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{8} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

# Ví dụ

1	1	1	5
2	3	2	4
4	4	1	2
5	6	1	6

0	1	0
1	<b>1</b>	1
0	1	0

$\frac{1}{5}$

1	1	1
2	<b>3</b>	2
4	4	1

$$= \frac{12}{5} \approx 2.4 \rightarrow$$

1	1	1
2	<b>2.4</b>	2
4	4	1

$\rightarrow$

1	1	1	5
2	<b>2.4</b>	2	4
4	4	1	2
5	6	1	6



# Làm mờ bằng bộ lọc trung bình $N^2$

□ Khi kích thước bộ lọc càng lớn thì ảnh sẽ càng mờ

$$\frac{1}{N^2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \cdots & 1 \end{bmatrix}_{N \times N}$$

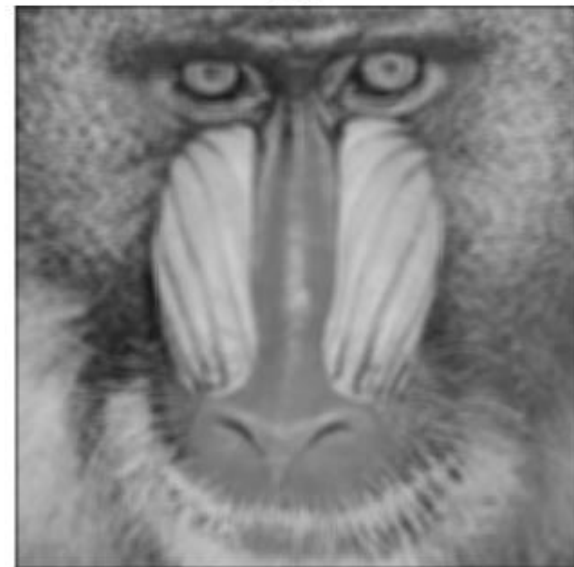
# Ví dụ

$$\frac{1}{N^2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}_{N \times N}$$

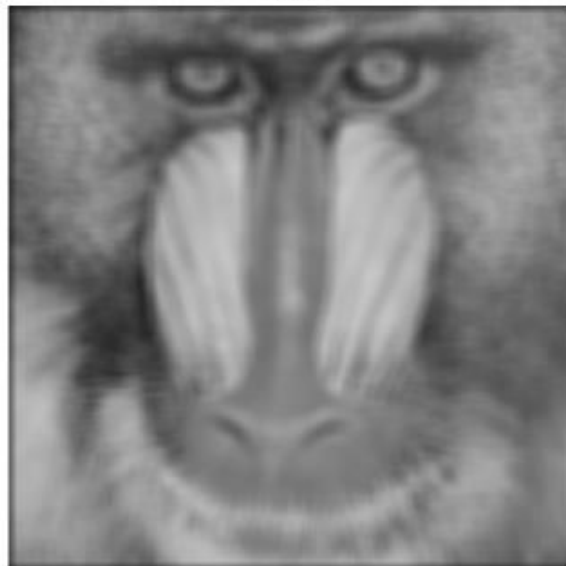
3x3



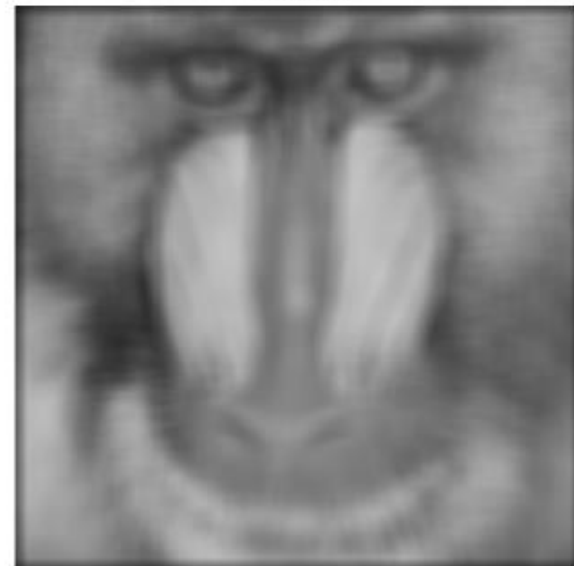
5x5



9x9

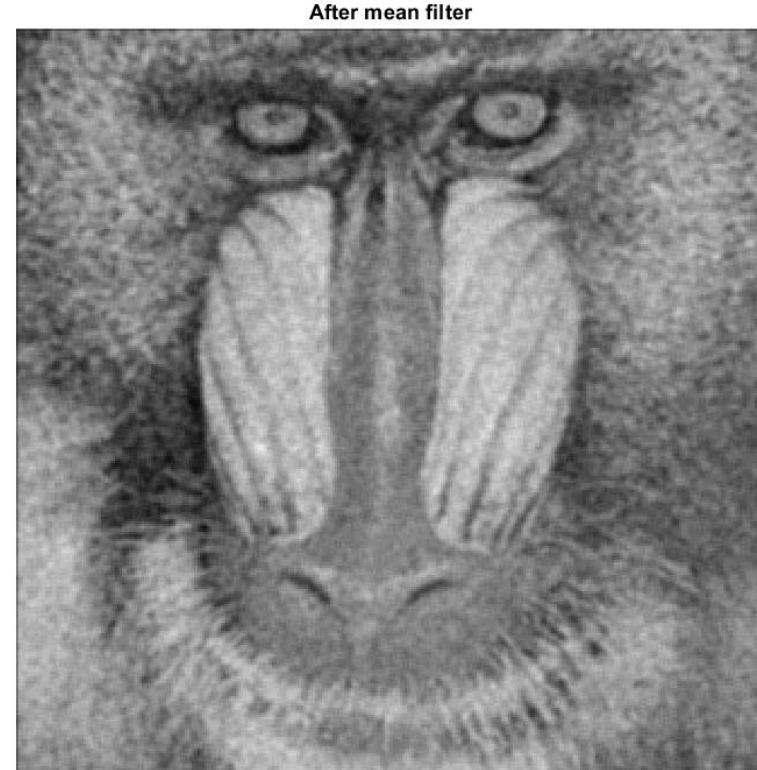


13x13



# Giảm nhiễu bằng bộ lọc trung bình

- ❑ Nhiễu gaussian, mean = 0, variance = 0.01



Bộ lọc trung bình hiệu quả với loại nhiễu phân bố Gauss



# Giảm nhiễu bằng bộ lọc trung bình

- ❑ Nhiễu gaussian, mean = 0, variance = 0.05

Original Image



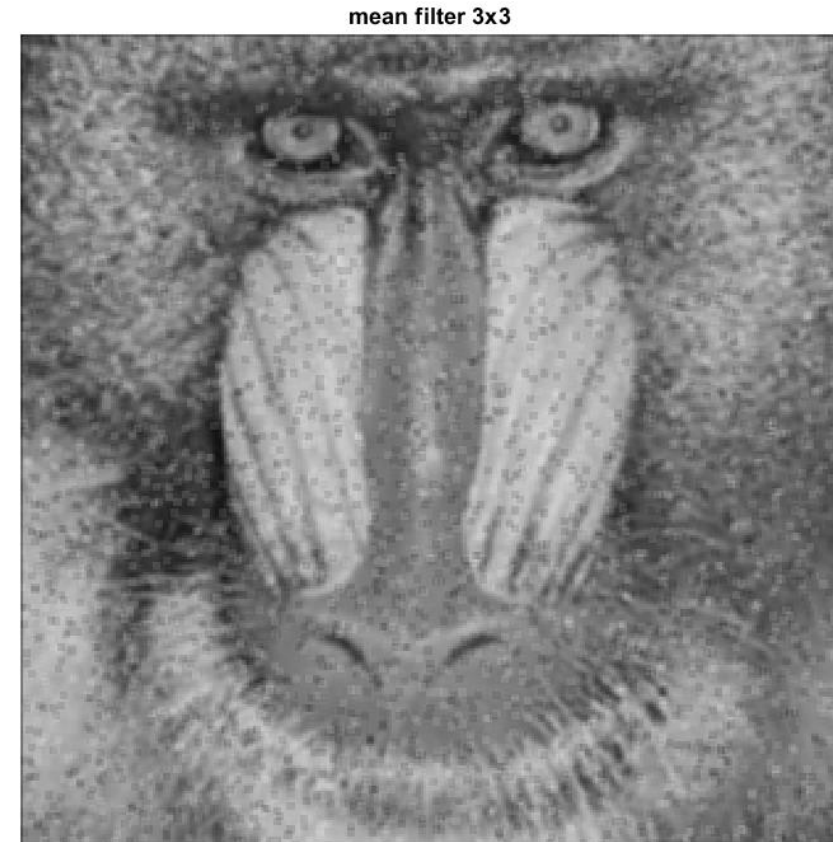
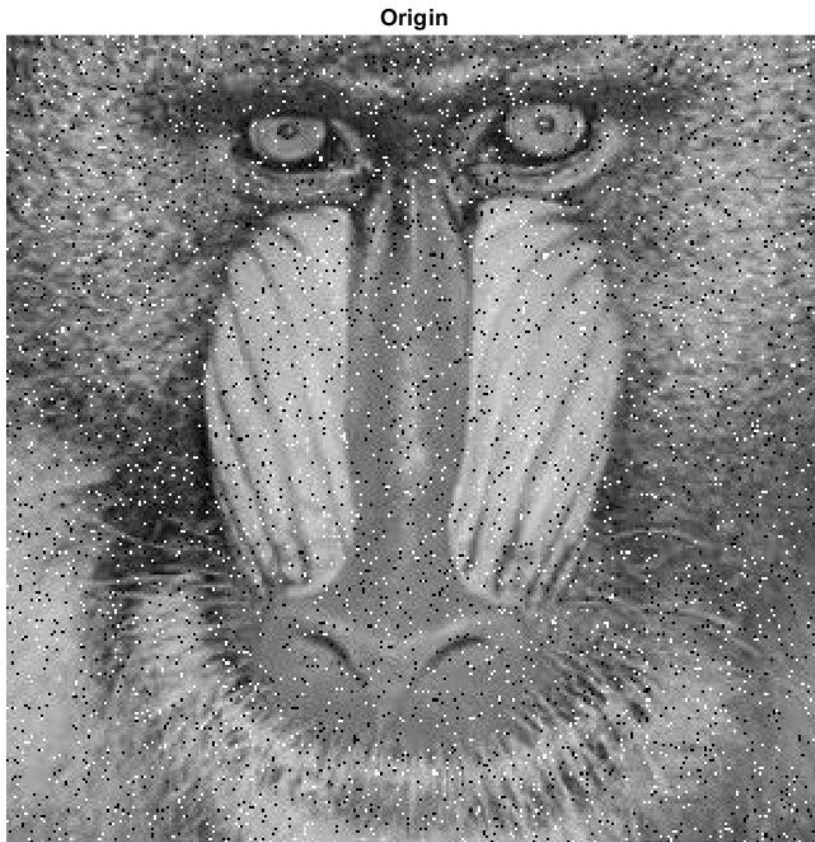
After mean filter



Bộ lọc trung bình hiệu quả với loại nhiễu phân bố Gauss

# Giảm nhiễu bằng bộ lọc trung bình

- ❑ Nhiễu muối tiêu (salt and pepper noise)



# Nhận xét

## Ưu điểm:

- ☐ Vùng tần số thấp ít bị ảnh hưởng, nhưng vùng tần số cao (các vùng rìa – edge) sẽ bị ảnh hưởng
- ☐ Lọc trung bình có hiệu quả với nhiều dạng phân bố Gauss

## Khuyết điểm:

- ☐ Khi xuất hiện các pixel bất thường (outlier), giá trị trung bình sẽ không đại diện cho toàn bộ pixel lân cận
- ☐ Khi đi đến vùng rìa (edge), giá trị trung bình sẽ làm mờ đi vùng rìa đó → việc mờ đi không cần thiết



## 3.4 Lọc trung vị

- ☐ Lọc trung vị sẽ giải quyết hai khuyết điểm trên của bộ lọc trung bình
- ☐ Bộ lọc trung vị được sử dụng để giữ lại những vùng rìa trong khi khử nhiễu
- ☐ Bộ lọc trung vị là một bộ lọc phi tuyến, dựa vào thứ tự (order filter) để loại bỏ nhiễu

# Lọc trung vị

- ❑ Lọc trung vị là dạng lọc theo thứ tự thống kê (order statistics)
- ❑ Sắp xếp toàn bộ các pixel của ảnh trong một “window” theo thứ tự từ nhỏ đến lớn. Sau đó thay thế giá trị trung vị vào giá trị trung tâm



# Ví dụ

Chọn kernel lân cận 3x3

1	1	1	5
2	3	2	4
4	4	1	2
5	6	1	6

1 1 1 1 2 2 3 4 4

2	2
3	3



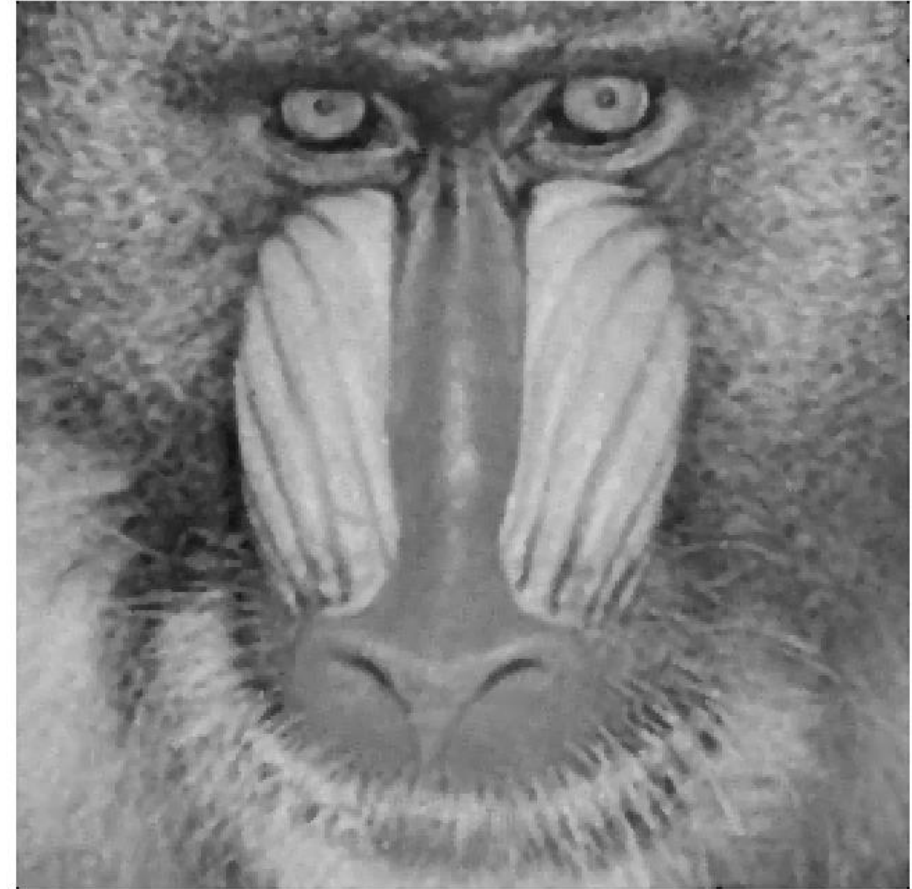
Type of Filtering Operation	Neighborhood	Sample Image Data, Input Selected Element																		
Median filter	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<table><tr><td>88</td><td>16</td><td>56</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>30</td></tr><tr><td>21</td><td>63</td><td>42</td></tr></table>	88	16	56	5	3	30	21	63	42
1	1	1																		
1	1	1																		
1	1	1																		
88	16	56																		
5	3	30																		
21	63	42																		
Minimum filter	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<table><tr><td>88</td><td>16</td><td>56</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>30</td></tr><tr><td>21</td><td>63</td><td>42</td></tr></table>	88	16	56	5	3	30	21	63	42
1	1	1																		
1	1	1																		
1	1	1																		
88	16	56																		
5	3	30																		
21	63	42																		
Maximum filter	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<table><tr><td>88</td><td>16</td><td>56</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>30</td></tr><tr><td>21</td><td>63</td><td>42</td></tr></table>	88	16	56	5	3	30	21	63	42
1	1	1																		
1	1	1																		
1	1	1																		
88	16	56																		
5	3	30																		
21	63	42																		

# Ví dụ

Original Image



After median filter



Bộ lọc trung vị hiệu quả với loại nhiễu muối tiêu (Salt & Pepper)

# Giảm nhiễu bằng bộ lọc trung vị

❑ Nhiễu muối tiêu (salt and pepper noise)

Original Image



After median filter



# Nhận xét

## Ưu điểm

- ❑ Không bị ảnh hưởng bởi các outlier
- ❑ Lọc nhiều muối tiêu tốt

## Khuyết điểm

- ❑ **Bắt buộc phải sort trước khi lọc**, tốn nhiều bộ nhớ và thời gian tính toán



## 3.5 Lọc cực tiểu (Minimum filter)

- ❑ Tương tự như bộ lọc trung vị, bộ lọc cực tiểu sẽ lấy giá trị nhỏ nhất đặt vào vị trí trung tâm trong một “window” được sắp xếp thứ tự của ảnh
- ❑ Bộ lọc cực tiểu sẽ làm việc tốt nhất khi loại bỏ ảnh bị nhiễu muối (các pixel nhiễu màu trắng)

# Ví dụ

Original Image



After minimum filter



Làm mất nhiều dạng muối (các pixel nhiều màu trắng mang giá trị 255)

# Ví dụ

Original Image



After minimum filter



Làm mất nhiều dạng muối (các pixel nhiều màu trắng mang giá trị 255)



# Ứng dụng

- ☐ Lọc nhiễu dạng muối
- ☐ Có thể nối lại các nét bị đứt màu đen (trong ảnh nhị phân)

## 3.6 Lọc cực đại (Maximum filter)

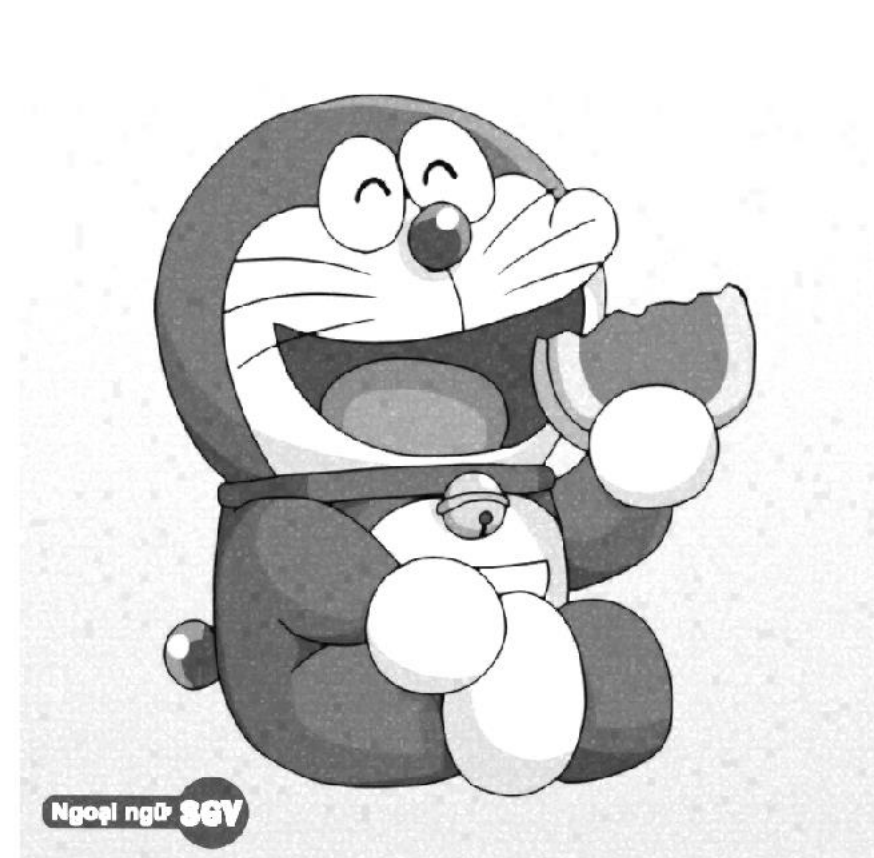
- ❑ Tương tự như bộ lọc trung vị, bộ lọc cực đại sẽ lấy giá trị lớn nhất đặt vào vị trí trung tâm trong một “window” được sắp xếp thứ tự của ảnh
- ❑ Bộ lọc cực đại sẽ làm việc tốt nhất khi loại bỏ ảnh bị nhiễu dạng tiêu (các pixel nhiễu màu đen)

# Ví dụ

Original Image



After maximum filter



Làm mất nhiều dạng tiêu (các pixel nhiễu màu đen mang giá trị 0)



# Ví dụ

Original Image



After maximum filter



Làm mất nhiều dạng tiêu (các pixel nhiều màu đen mang giá trị 0)

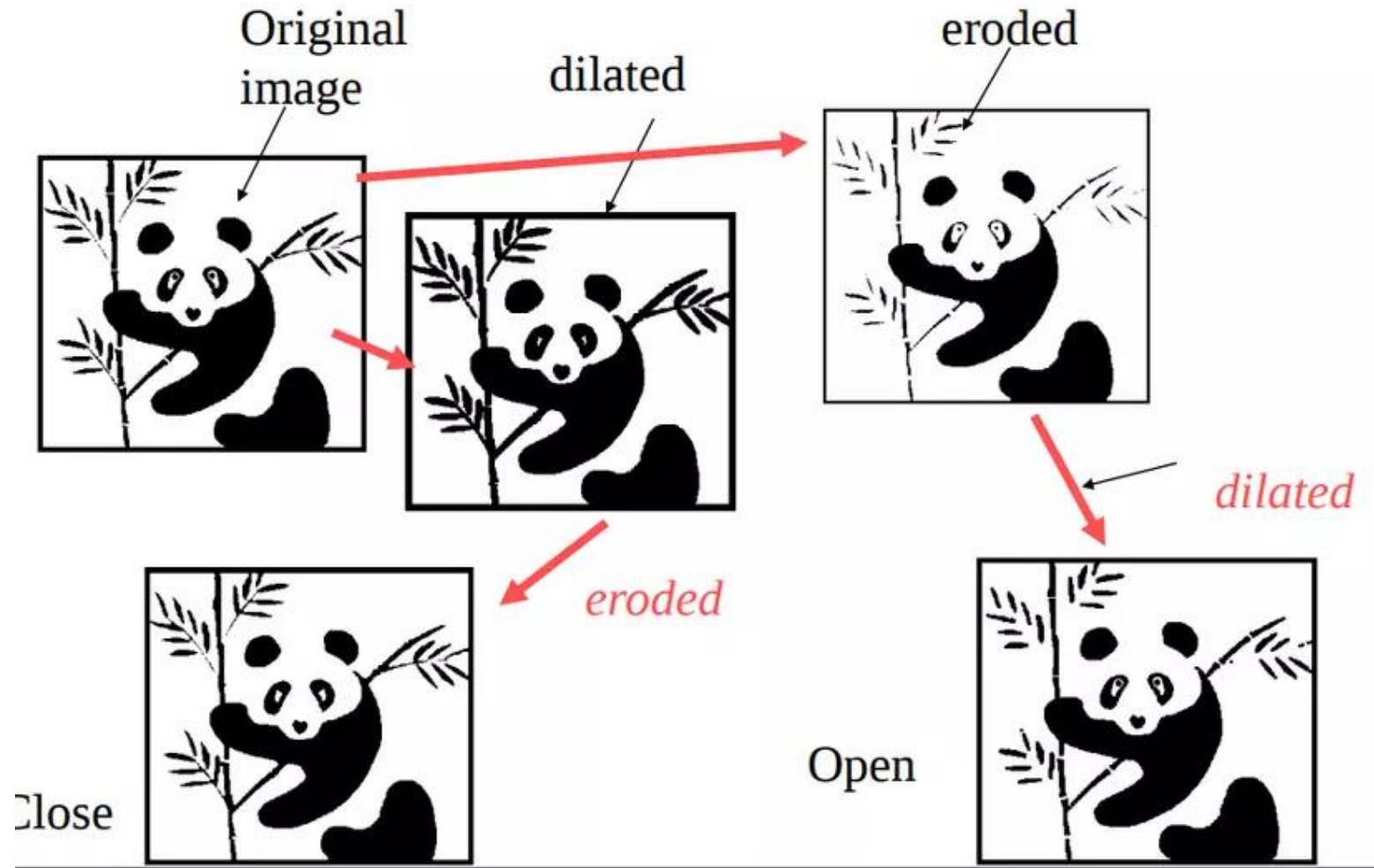


Type of Filtering Operation	Neighborhood	Sample Image Data, In Selected Element																		
Median filter	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<table><tr><td>88</td><td>16</td><td>56</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>30</td></tr><tr><td>21</td><td>63</td><td>42</td></tr></table>	88	16	56	5	3	30	21	63	42
1	1	1																		
1	1	1																		
1	1	1																		
88	16	56																		
5	3	30																		
21	63	42																		
Minimum filter	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<table><tr><td>88</td><td>16</td><td>56</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>30</td></tr><tr><td>21</td><td>63</td><td>42</td></tr></table>	88	16	56	5	3	30	21	63	42
1	1	1																		
1	1	1																		
1	1	1																		
88	16	56																		
5	3	30																		
21	63	42																		
Maximum filter	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<table><tr><td>88</td><td>16</td><td>56</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>30</td></tr><tr><td>21</td><td>63</td><td>42</td></tr></table>	88	16	56	5	3	30	21	63	42
1	1	1																		
1	1	1																		
1	1	1																		
88	16	56																		
5	3	30																		
21	63	42																		

# Ứng dụng

- ☐ Lọc nhiễu dạng tiêu (pepper)
- ☐ Dilate (thêm biên) và Erode (xóa biên)

# Dilated vs Eroded



# Yêu cầu

- ☐ Tạo một GUI gồm nút tải ảnh gốc
- ☐ Hai nút tạo nhiễu gauss và nhiễu muối tiêu
- ☐ Một entry nhập N để tạo kích thước bộ lọc  $N \times N$  cho lọc trung bình và lọc trung vị
- ☐ Bốn nút bấm lọc trung bình, lọc trung vị, lọc max, lọc min



# Tiến độ tiểu luận

- ☐ Làm được giao diện cơ bản
  - ☐ Nút load
  - ☐ Tên môn học, tên nhóm
  - ☐ Load camera laptop vào giao diện