

# Thao Tác Trên Miền Không Gian

Võ Hoài Việt

[vhviet@fit.hcmus.edu.vn](mailto:vhviet@fit.hcmus.edu.vn)

# Tầm quan trọng của lảng giềng



- Cả con ngựa vằn và chó đốm đều có điểm ảnh màu trắng và đen với số lượng tương tự nhau
- Sự khác biệt giữa hai con là sự xuất hiện đặc tính của nhóm các điểm ảnh hơn là giá trị tại những điểm ảnh riêng biệt

# Nội dung

- Lọc không gian là gì?
- Tích chập xoắn
- Lọc trung bình
- Lọc trung vị
- Lọc gauss

# Lọc không gian là gì?

3	3	3
3	3	3
3	3	3

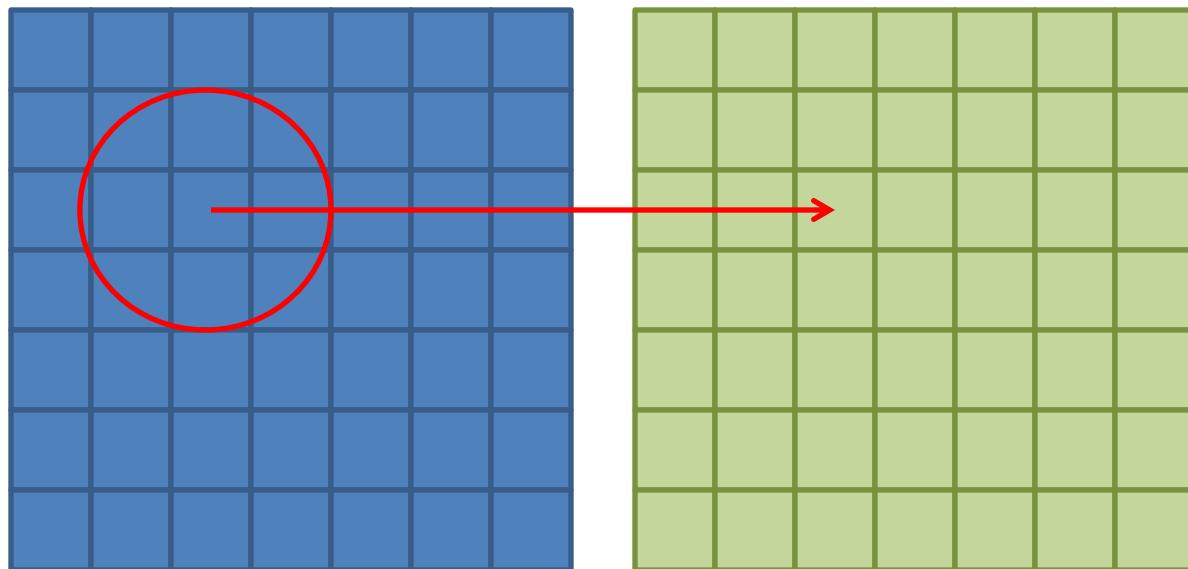
Giá trị của điểm ảnh trung tâm là bao nhiêu?

3	4	3
2	3	3
3	4	2

Giả định của bạn là gì để xác định giá trị của điểm ảnh trung tâm?

# Lọc không gian là gì?

- Giá trị tại một điểm ảnh phụ thuộc vào giá trị của các điểm trong không gian lân cận của nó.

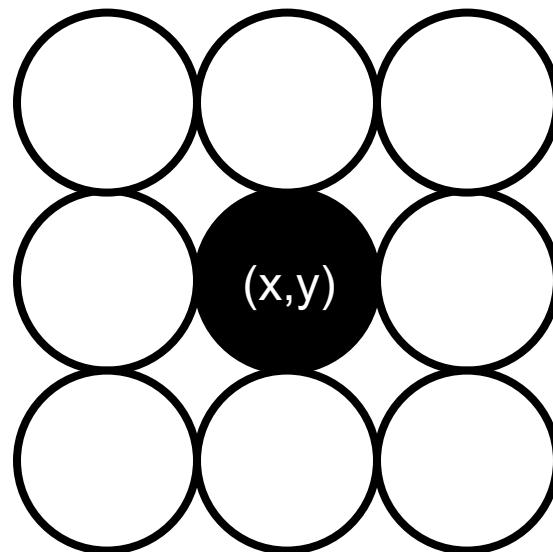
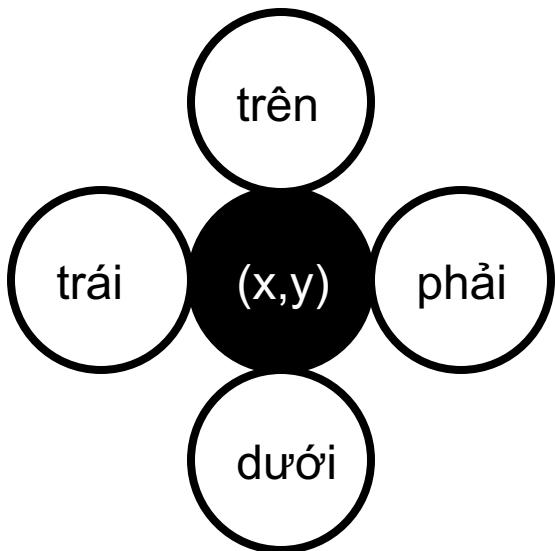


$$J(x, y) = \Phi[I](x, y)$$

$\Phi$  là hàm thao tác  
trên lân cận điểm  
ảnh

# Lân cận

- Có hai loại lân cận cơ bản : lân cận 4 và lân cận 8.
  - **Lân cận 4:**  $N_4(x, y) = \{(x-1, y), (x, y+1), (x+1, y), (x, y-1)\}$
  - **Lân cận 8:**  $N_8(x, y) = \{(x-1, y), (x-1, y+1), (x, y+1), (x+1, y+1), (x+1, y), (x+1, y-1), (x, y-1), (x-1, y-1)\}$



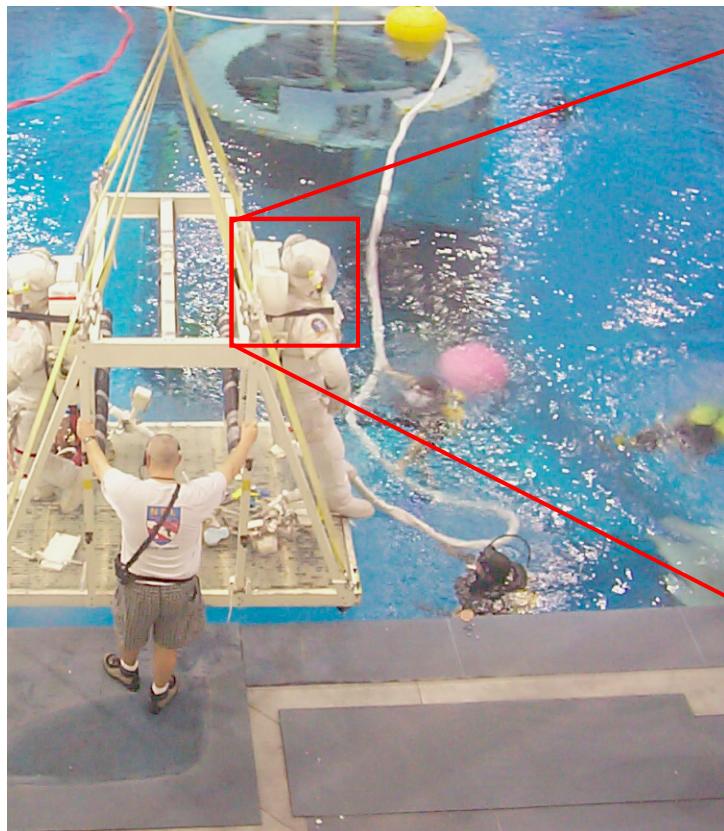
# Lọc không gian là gì?

- Lấy  $I, J$  là sao ảnh sao cho  $J = \Phi[I]$  và một của sổ hình vuông  $M \times N$  ( cả  $M$  và  $N$  đều lẻ)

$$\begin{aligned}\mathbf{J}(r,c) &= \Phi[\mathbf{I}](r,c) \\ &= \Phi\left[\{\mathbf{I}(\rho, \chi) \mid \rho \in \{r-m, \dots, r, \dots, r+m\}, \chi \in \{c-n, \dots, c, \dots, c+n\}\}\right].\end{aligned}$$

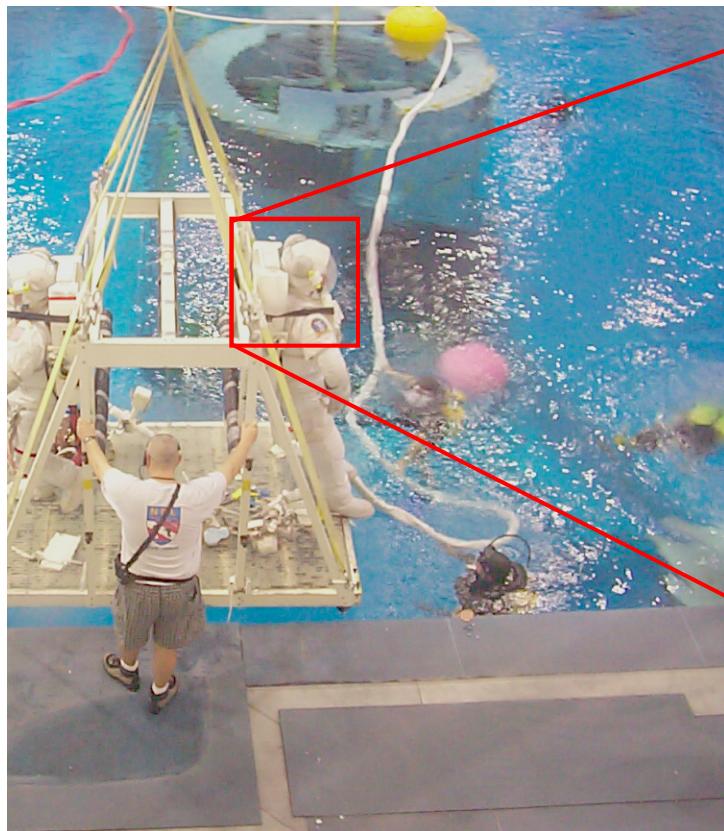
- Giá trị độ sáng mà  $J$  nhận được tại  $(r,c)$  là kết quả của hàm  $\Phi$  tác động lên giá trị độ sáng của các điểm ảnh trên  $I$  nằm trong cửa sổ hình chữ nhật  $M \times N$ ,  $(2m+1) \times 2(n+1)$ , quanh vị trí  $(r,c)$  trên  $I$

# Dịch chuyển cửa sổ



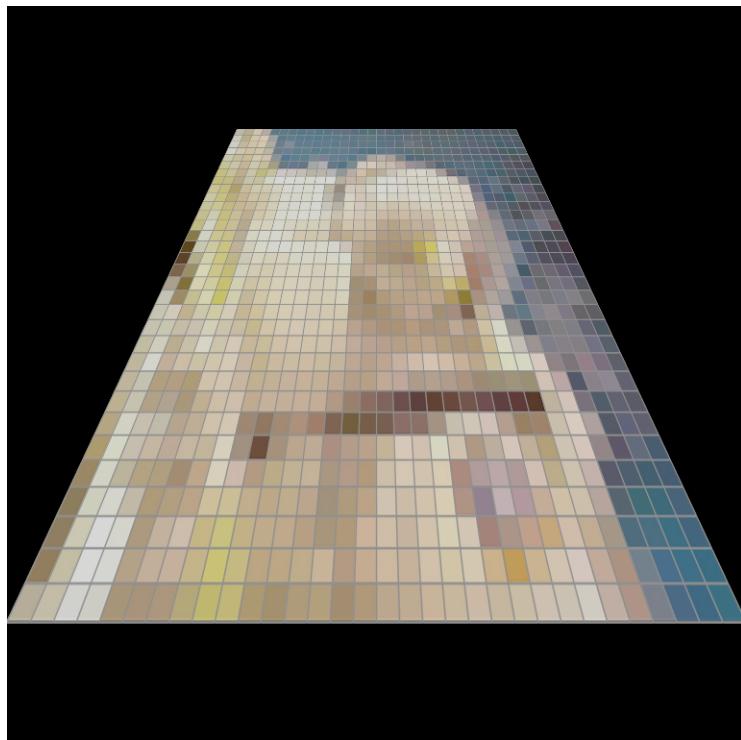
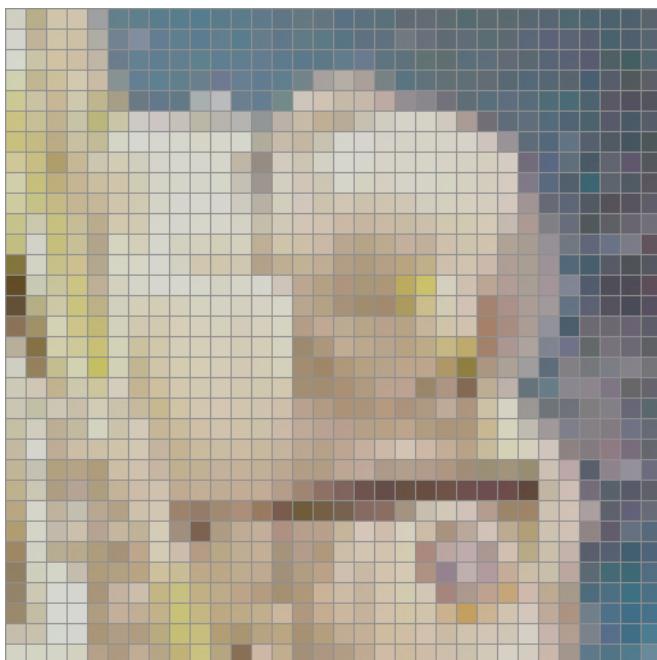
Xét vùng ảnh

# Dịch chuyển cửa sổ

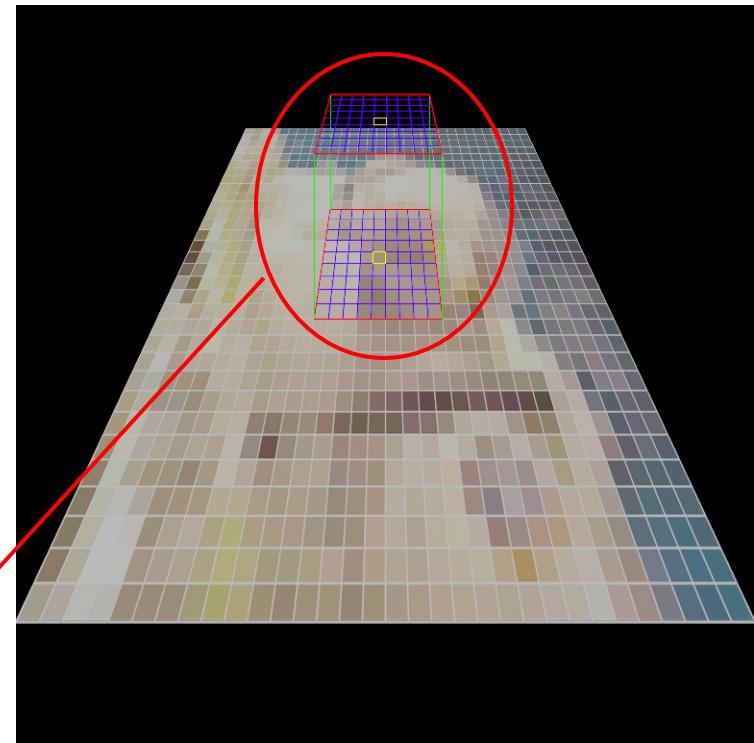
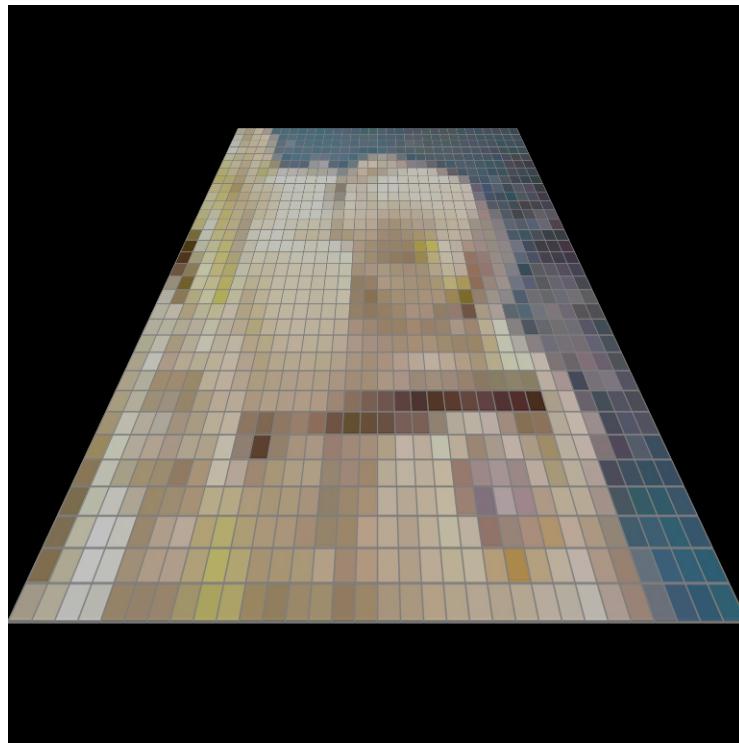


Lưới điểm ảnh

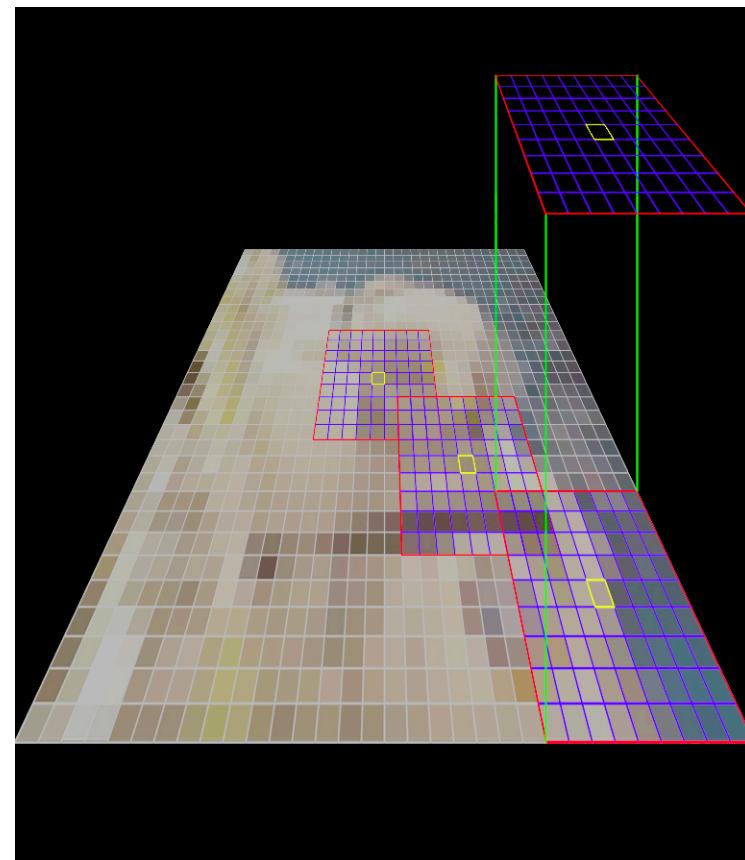
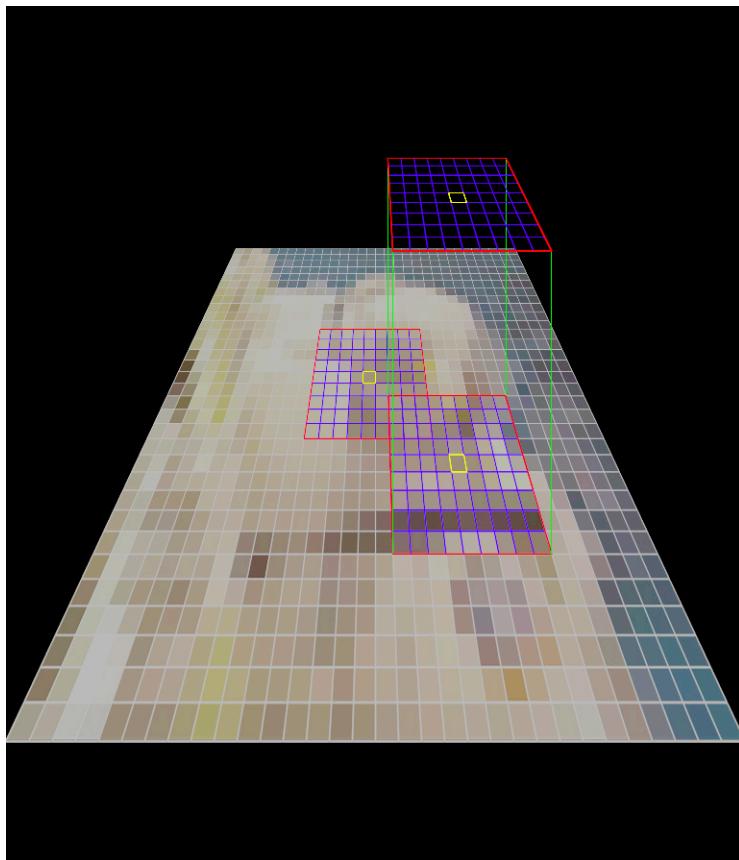
# Dịch chuyển cửa sổ



# Dịch chuyển cửa sổ

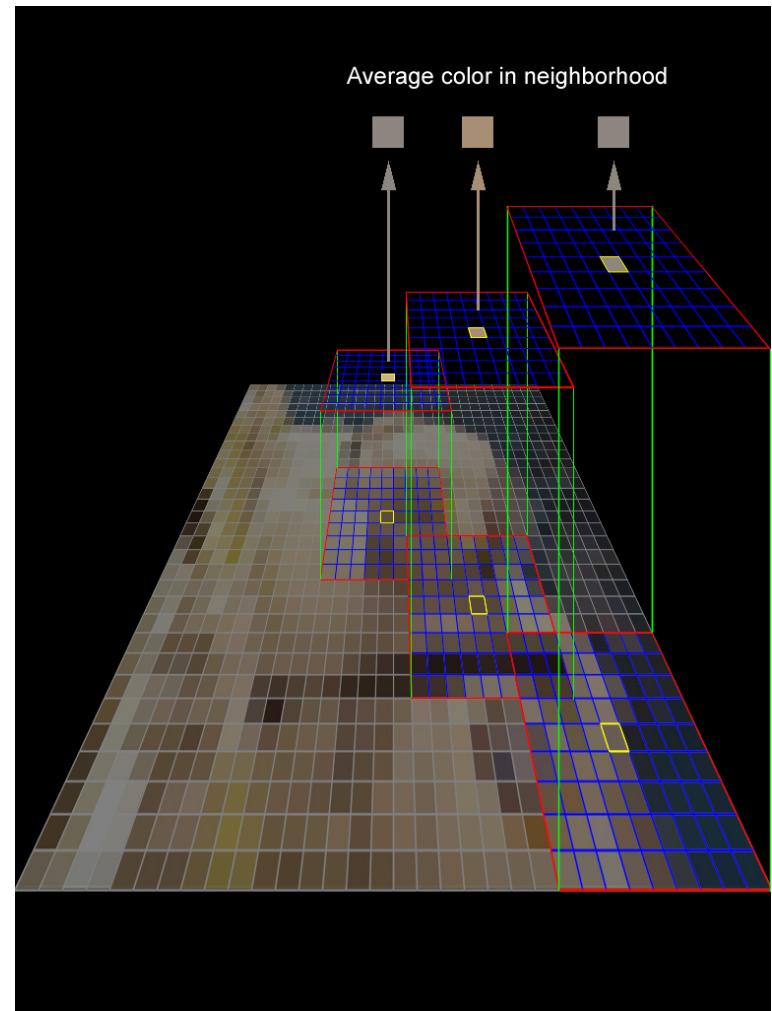


# Dịch chuyển cửa sổ

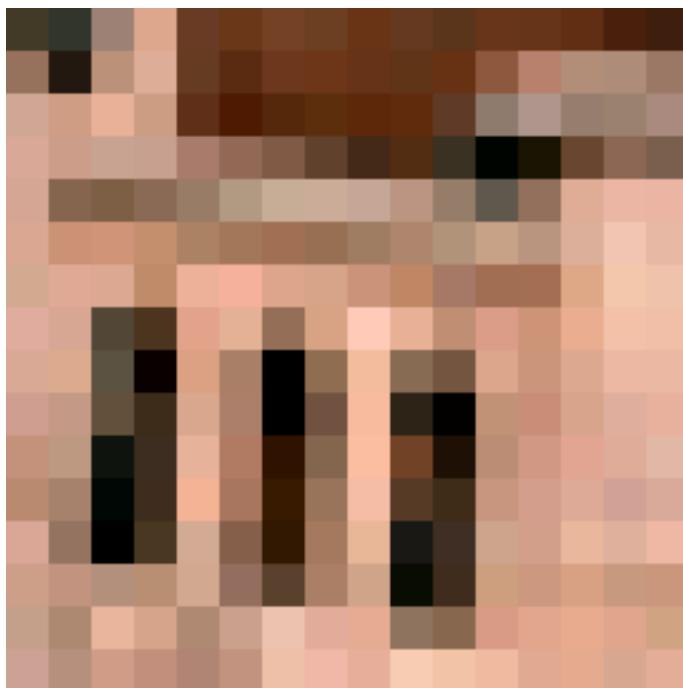


# Dịch chuyển cửa sổ

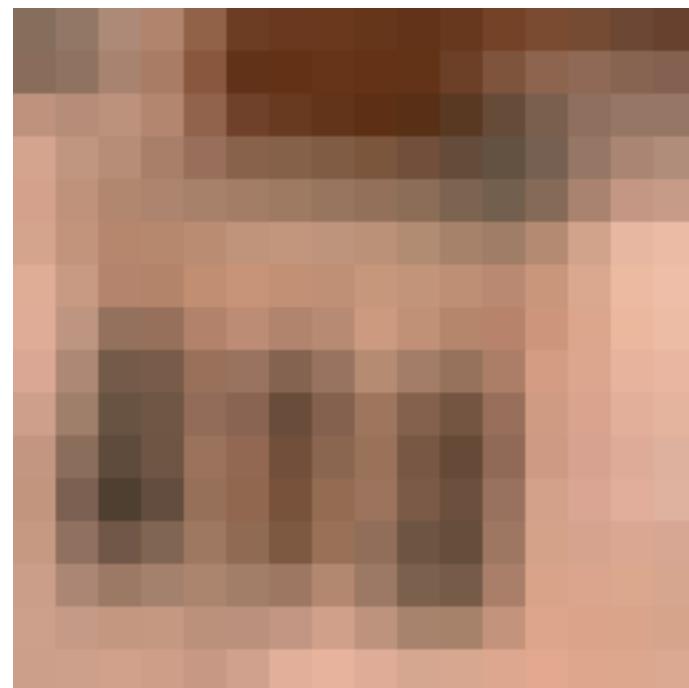
Giá trị độ sáng tại  $r, c$  trên ảnh  $J$  bằng trung bình cộng giá trị độ sáng của những điểm quanh vị trí này trên ảnh  $I$



# Di chuyển cửa sổ

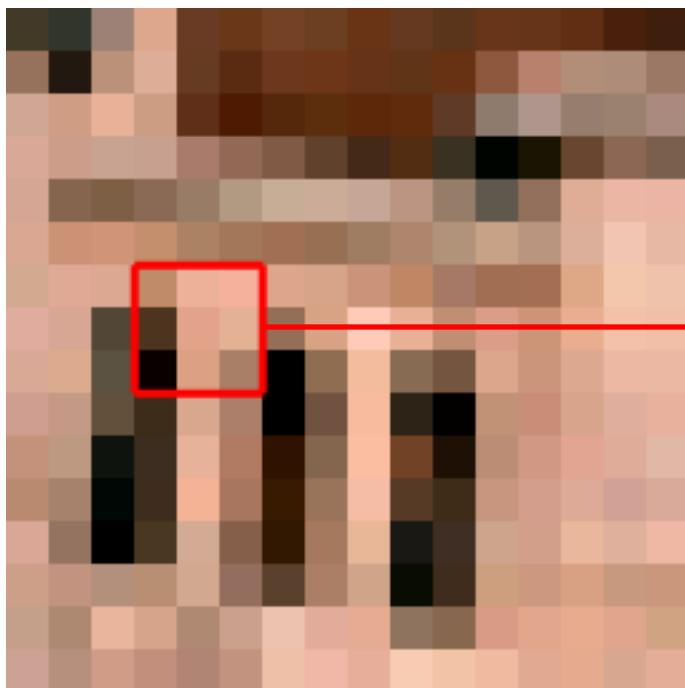


original

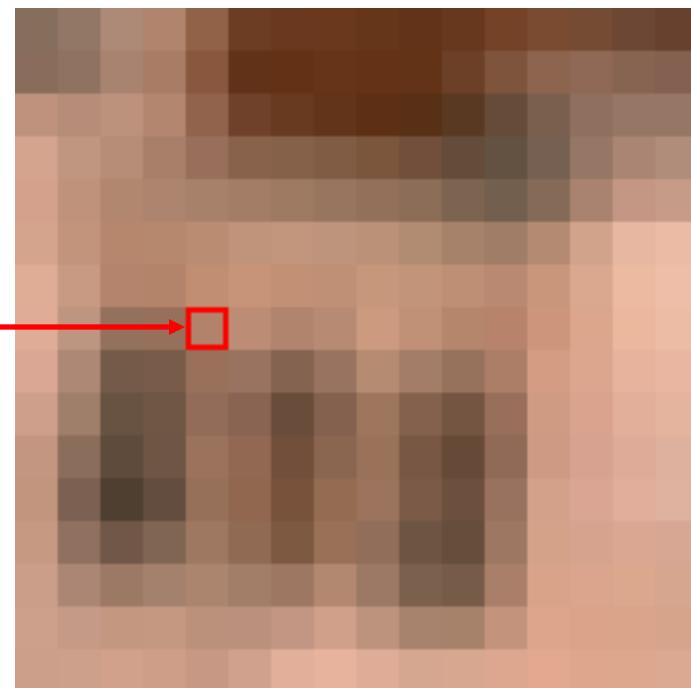


3x3 average

# Di chuyển cửa sổ

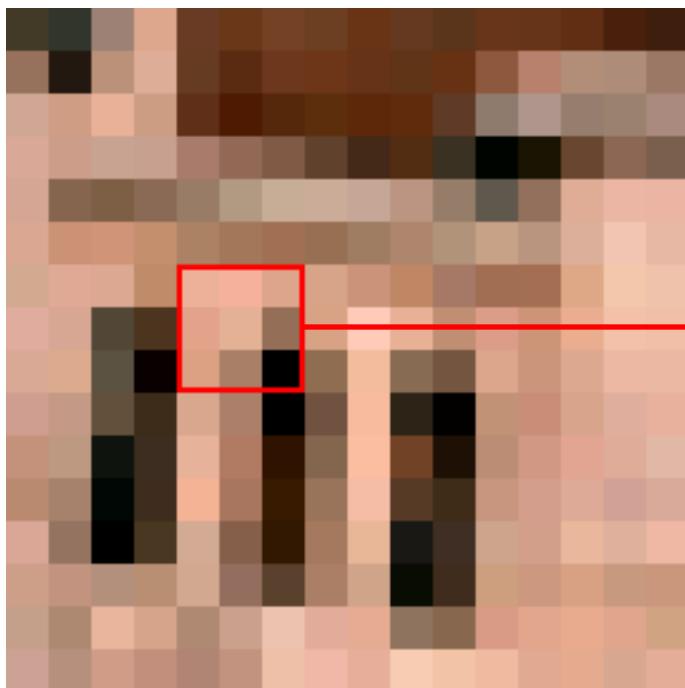


original

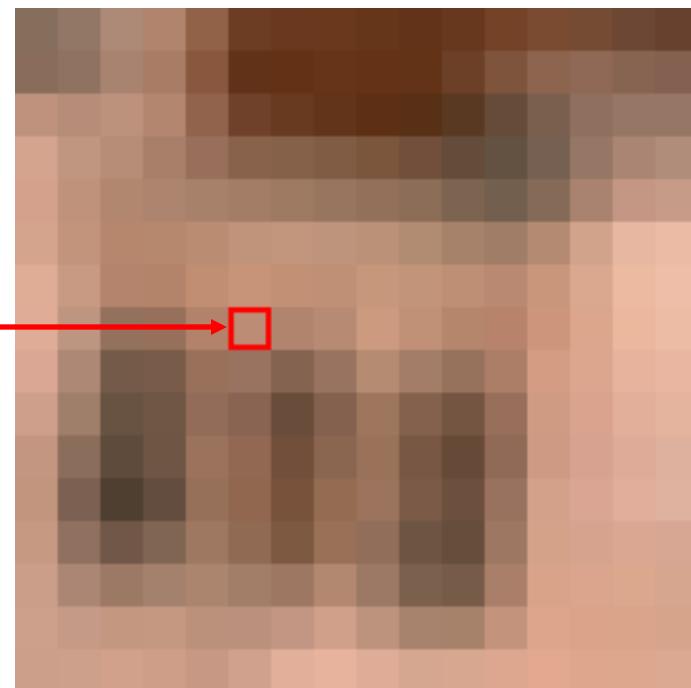


3x3 average

# Di chuyển cửa sổ

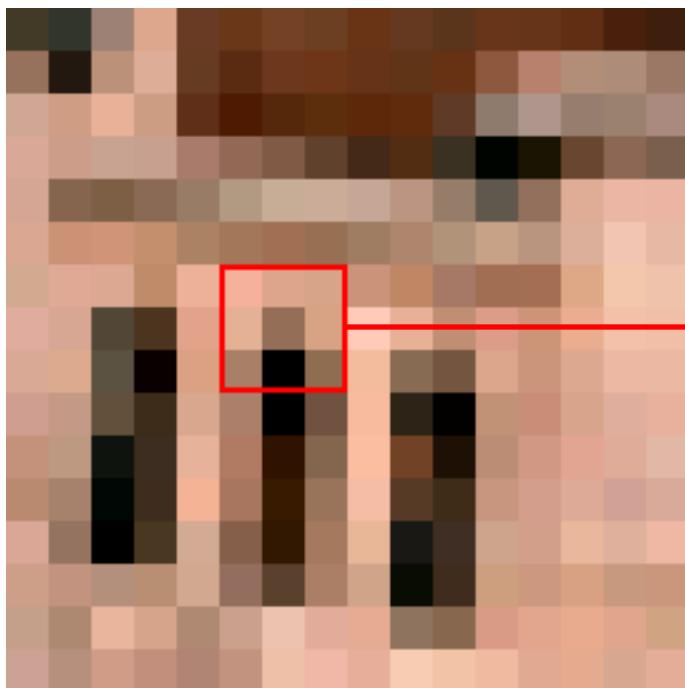


original

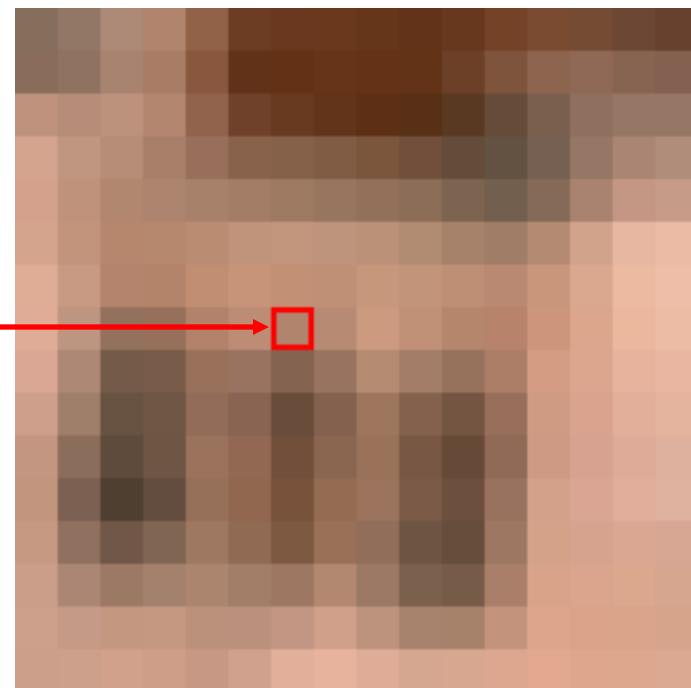


3x3 average

# Di chuyển cửa sổ

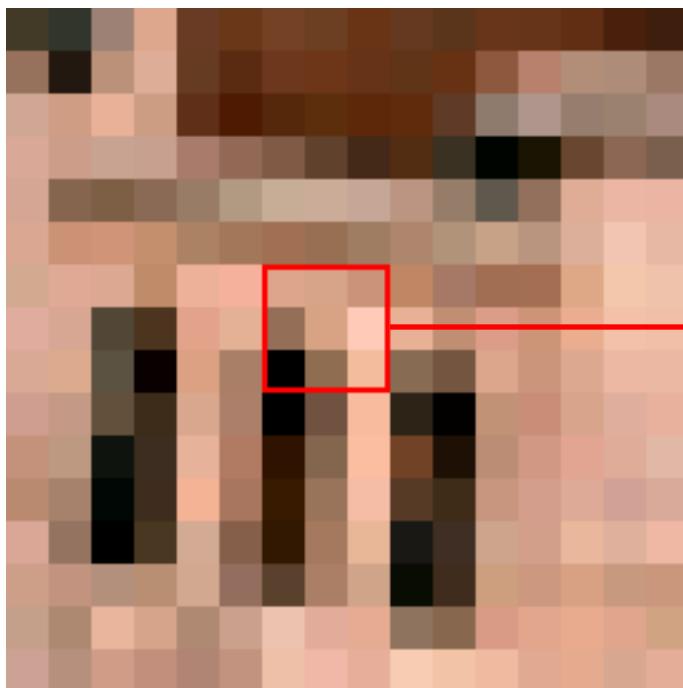


original

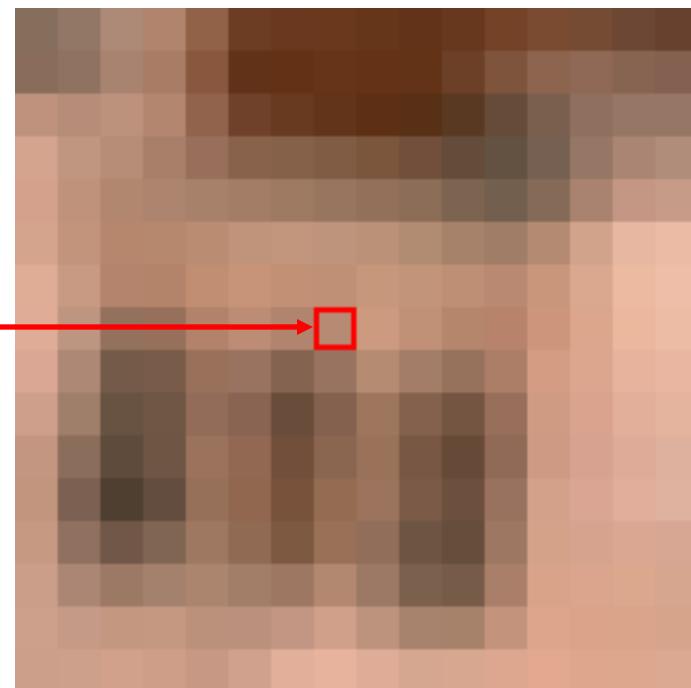


3x3 average

# Di chuyển cửa sổ

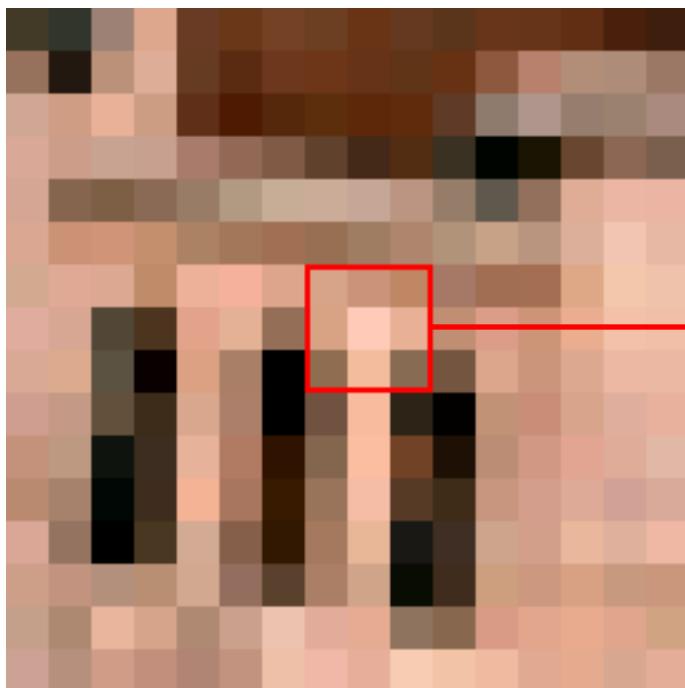


original

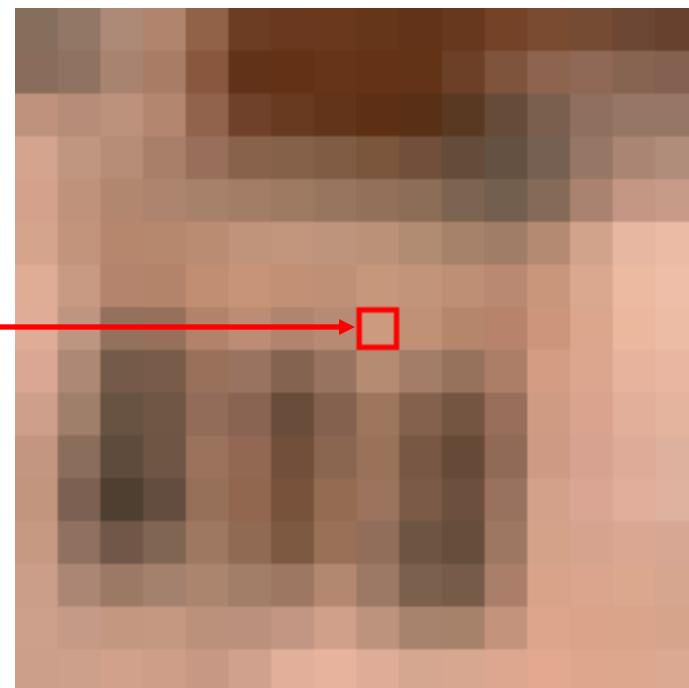


3x3 average

# Di chuyển cửa sổ

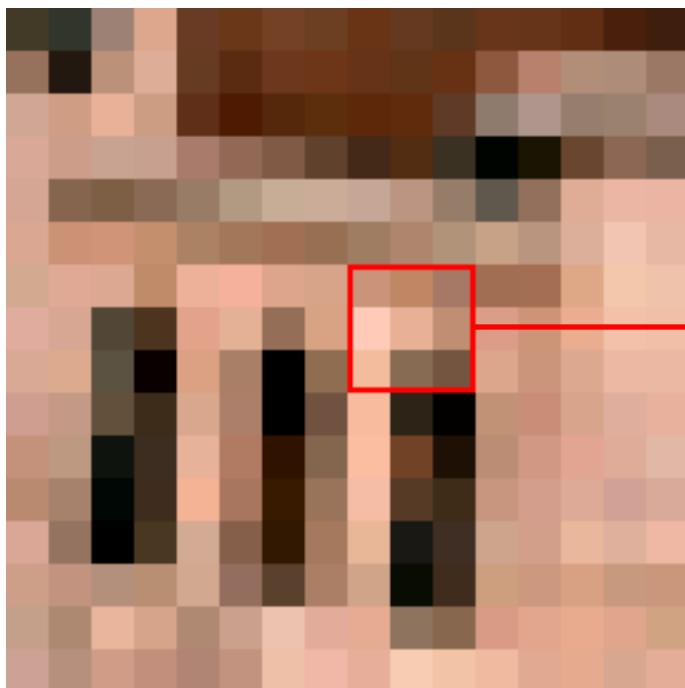


original

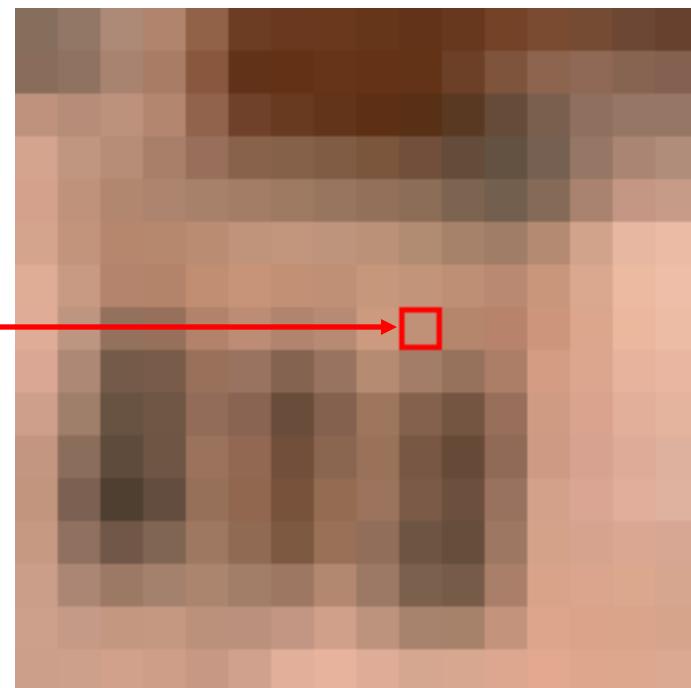


3x3 average

# Di chuyển cửa sổ

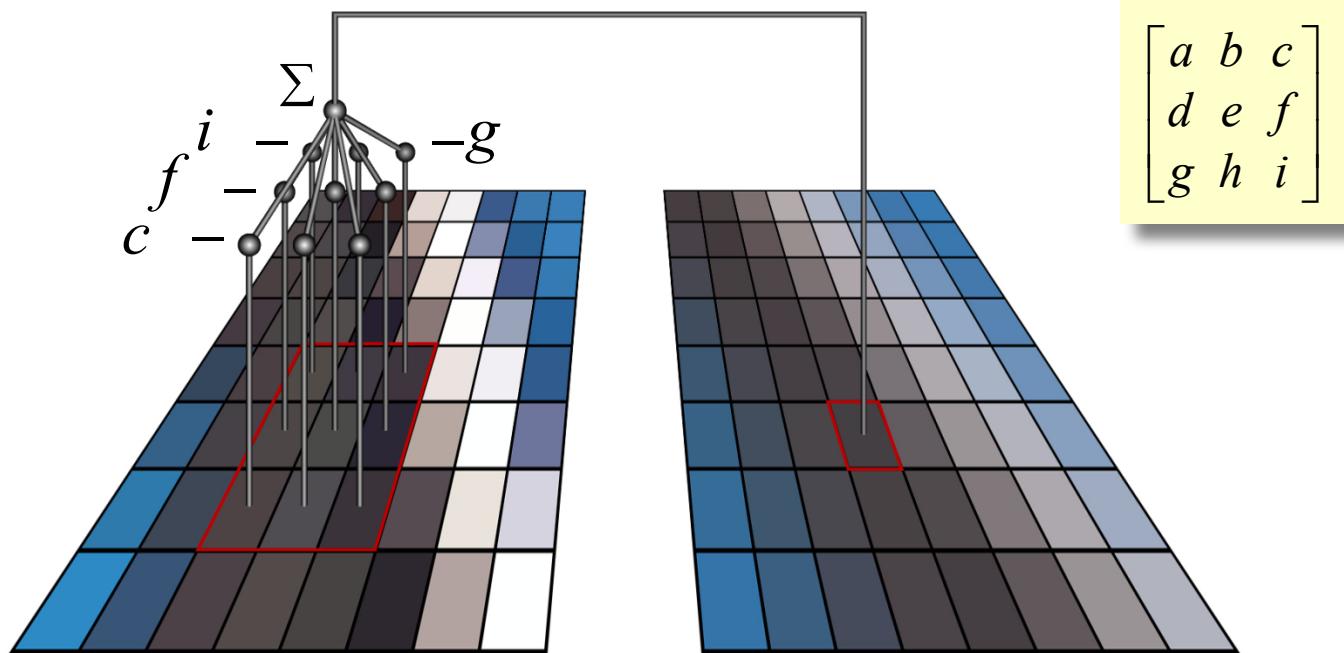


original

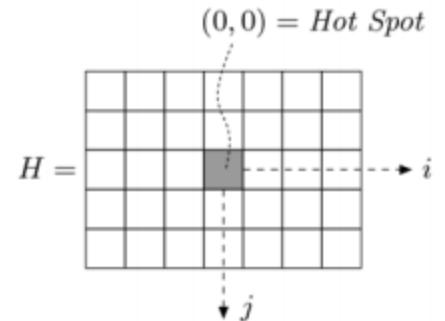
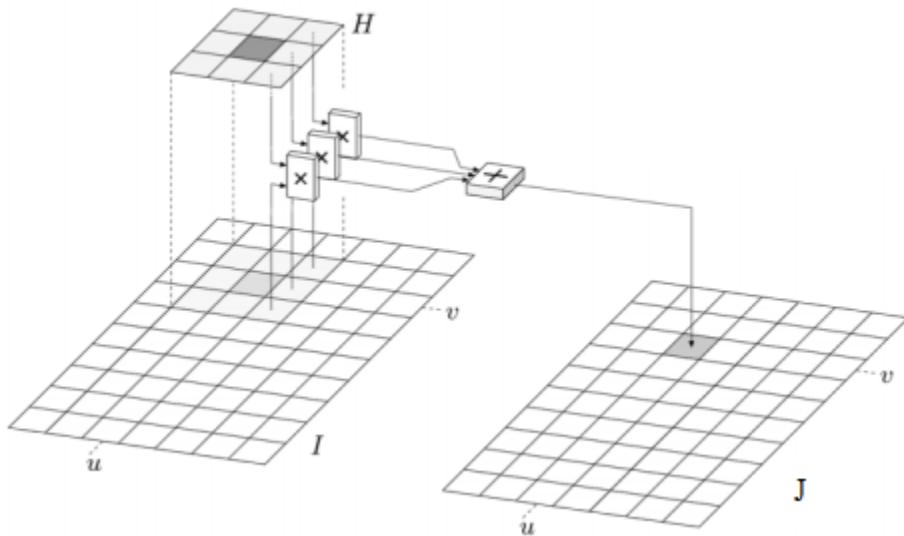


3x3 average

# Tích chập xoắn



# Tích chập xoắn



$$J(u, v) = \sum_{i=-1}^{i=1} \sum_{j=-1}^{j=1} I(u - i, v - j) \cdot H(i, j)$$

# Tích chập xoắn

$$J(u, v) = \sum_{i=-m}^{i=m} \sum_{j=-n}^{j=n} I(u - i, v - j) \cdot H(i, j)$$

- $H$  được gọi là mặt nạ (mask) hoặc nhân (kernel)
- $H$  là ma trận số
- $H$  là cửa sổ dịch chuyển trên ảnh gốc
- $H$  là hàm đánh trọng số cho mỗi điểm trong cửa sổ dịch chuyển trên ảnh gốc
- Giá trị tại vị trí  $(i,j)$  trên ảnh kết quả là tổng theo trọng số giá trị của các điểm ảnh trong lân cận cửa sổ dịch chuyển quanh  $(i,j)$  do  $H$  trên ảnh gốc

# Tích chập xoắn

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

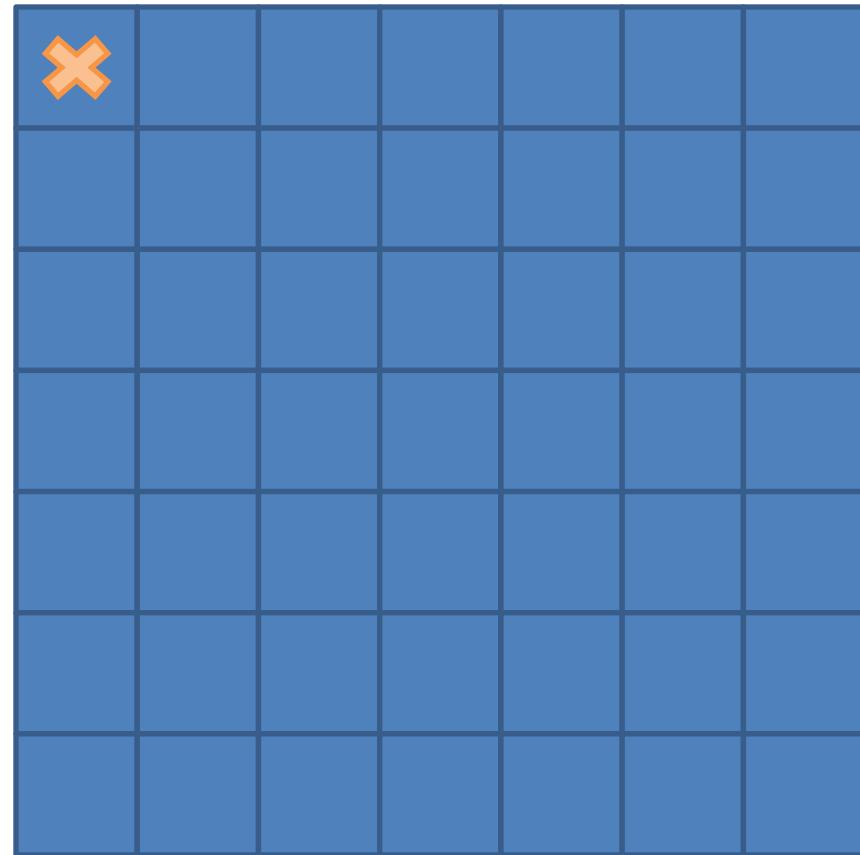
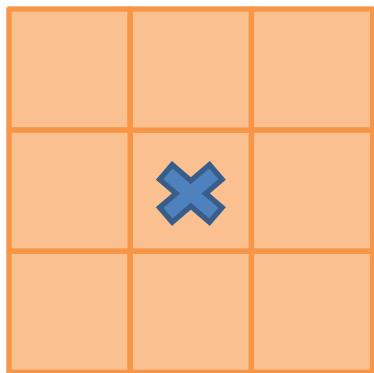
10	11	10	0	0	1
9	10	11	1	0	1
10	9	10	0	2	1
11	10	9	10	9	11
9	10	11	9	99	11
10	9	9	11	10	10

# Tích chập xoắn

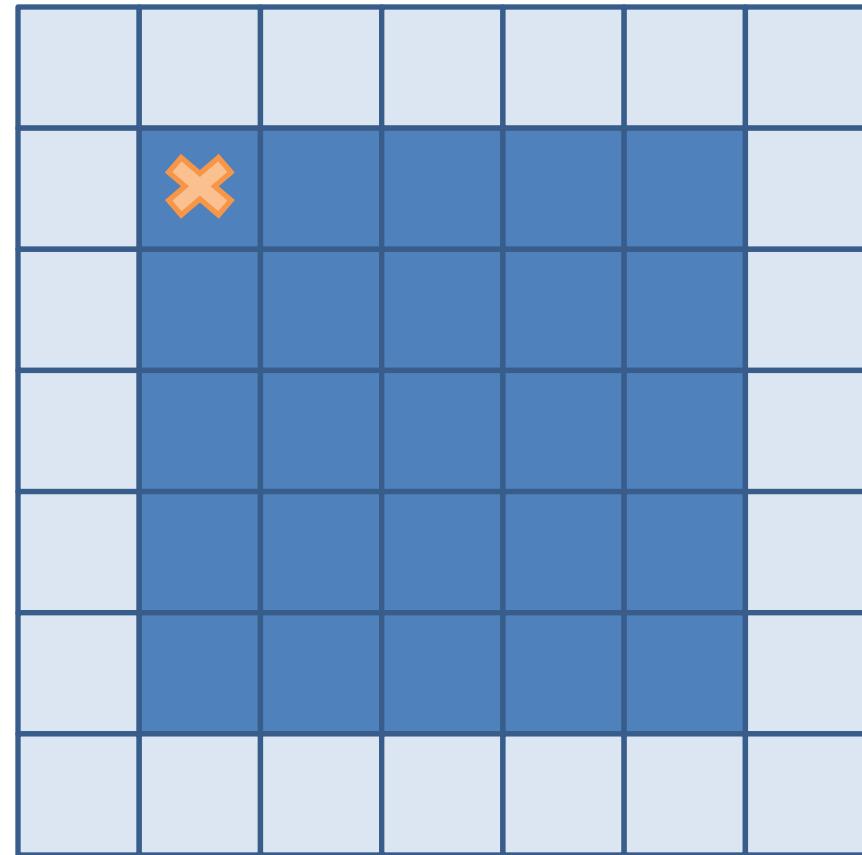
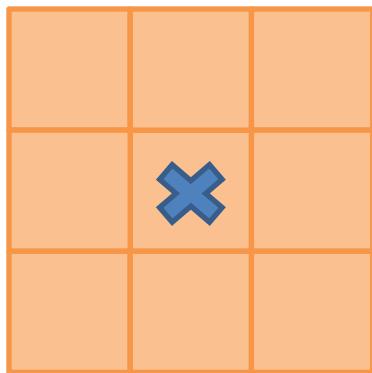
1	0	1
1	0	1
1	0	1

10	11	10	0	0	1
9	10	11	1	0	1
10	9	10	0	2	1
11	10	9	10	9	11
9	10	11	9	99	11
10	9	9	11	10	10

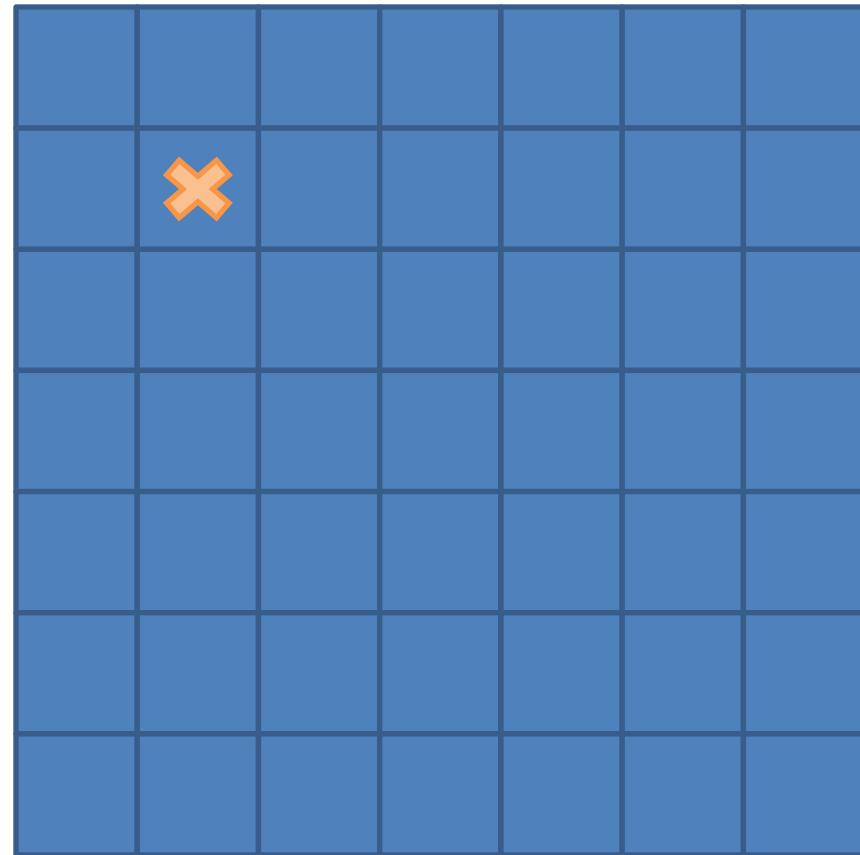
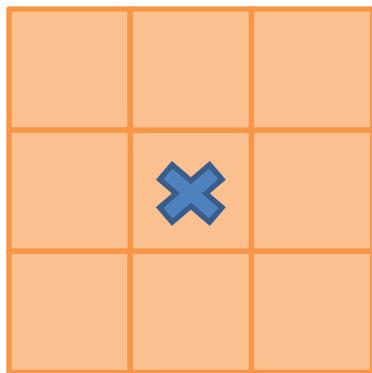
# Tích chập xoắn



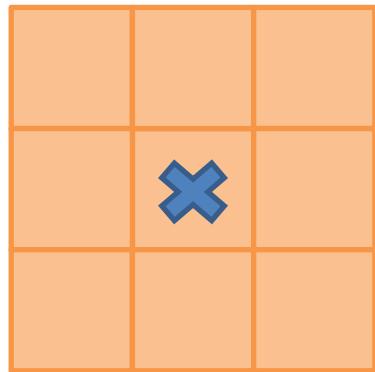
# Tích chập xoắn



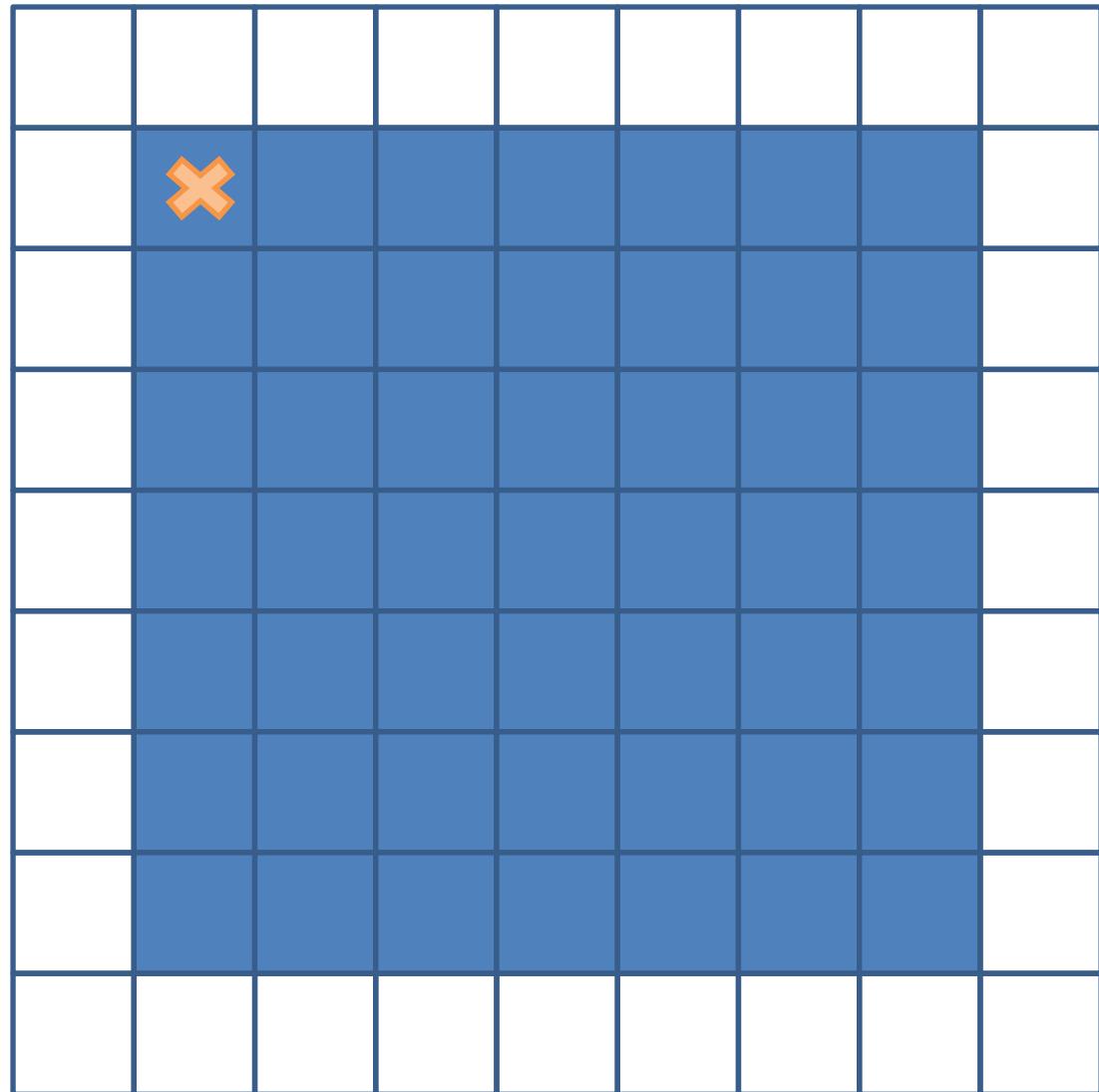
# Tích chập xoắn



# Tích chập xoắn



Zero padding



# Lọc trung bình

- Sử dụng một mặt nạ trung bình
- Mặt nạ trung bình là mặt nạ có trọng số dương mà tổng là 1. Nó được tính dựa trên trung bình có trọng số giá trị điểm ảnh của các lân cận
- Một số mặt nạ trung bình

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

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

$$\frac{1}{32} \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 16 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

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

# Lọc trung bình

10	11	10	0	0	1
9	10	11	1	0	1
10	9	10	0	2	1
11	10	9	10	9	11
9	10	11	9	99	11
10	9	9	11	10	10

I

O

F

1	1	1
1	1	1
1	1	1

1/9

$$1/9 \cdot (10 \times 1 + 11 \times 1 + 10 \times 1 + 9 \times 1 + 10 \times 1 + 11 \times 1 + 10 \times 1 + 9 \times 1 + 10 \times 1) = \\ 1/9 \cdot (90) = 10$$

X	X	X	X	X	X
X	10				X
X					X
X					X
X					X
X	X	X	X	X	X

# Lọc trung bình

10	11	10	0	0	1
9	10	11	1	0	1
10	9	10	0	2	1
11	10	9	10	9	11
9	10	11	9	99	11
10	9	9	11	10	10

X	X	X	X	X	X
X					X
X					X
X					X
X					X

1	1	1
1	1	1
1	1	1

1/9

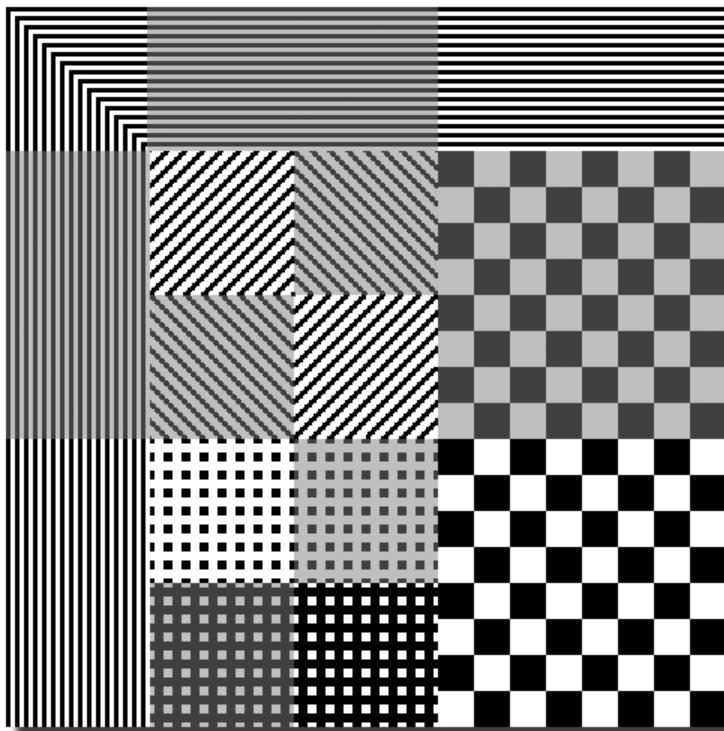
$$1/9 \cdot (10 \times 1 + 9 \times 1 + 11 \times 1 + 9 \times 1 + 99 \times 1 + 11 \times 1 + 11 \times 1 + 10 \times 1 + 10 \times 1) = \\ 1/9 \cdot (180) = 20$$

I

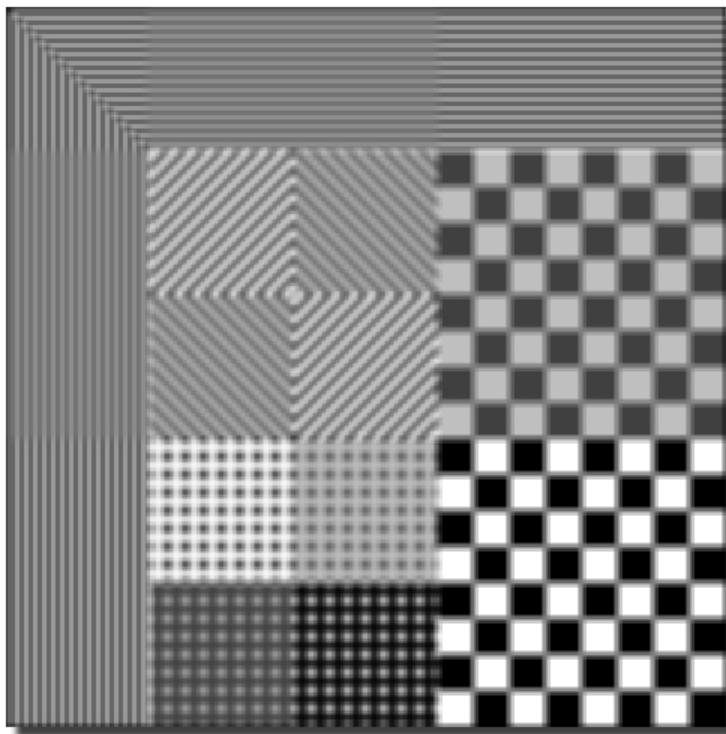
O

F

# Lọc trung bình

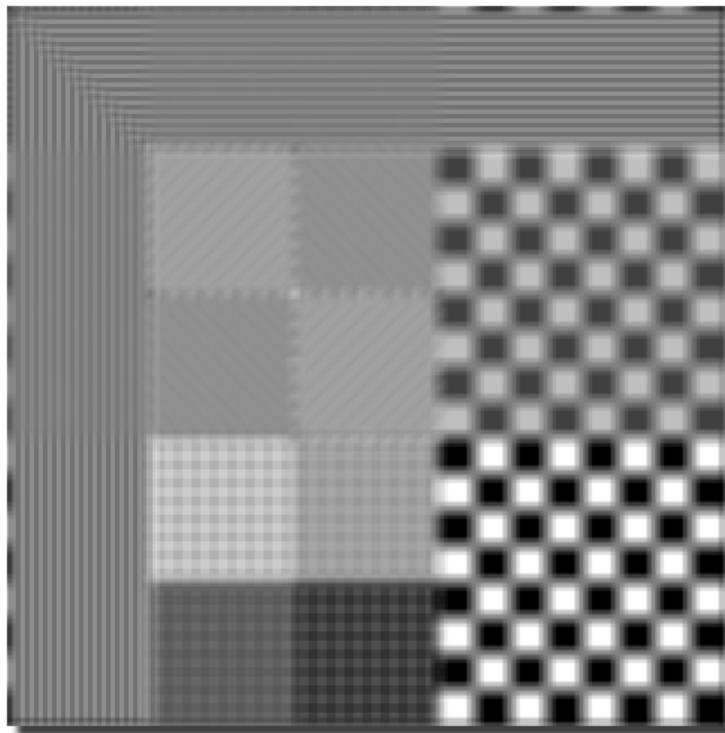


# Lọc trung bình



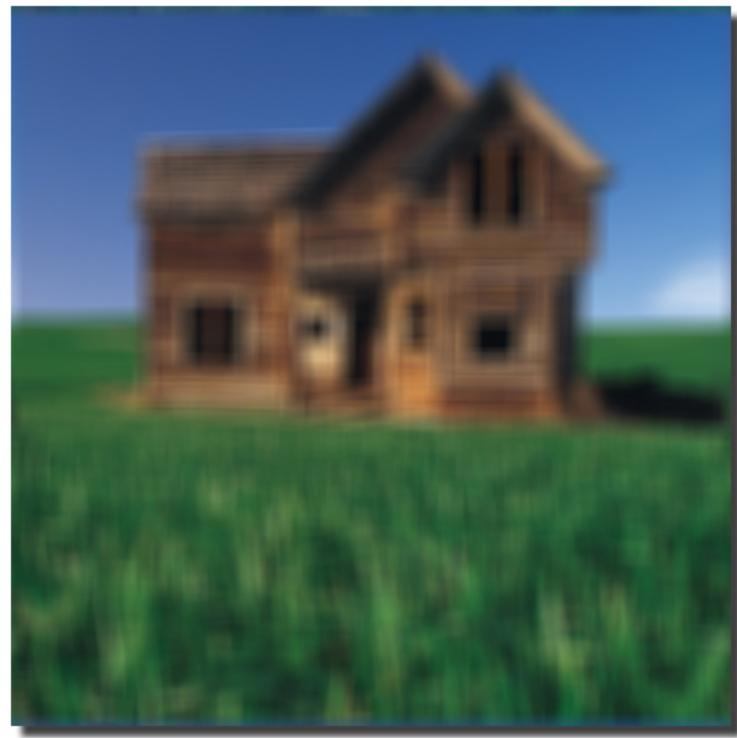
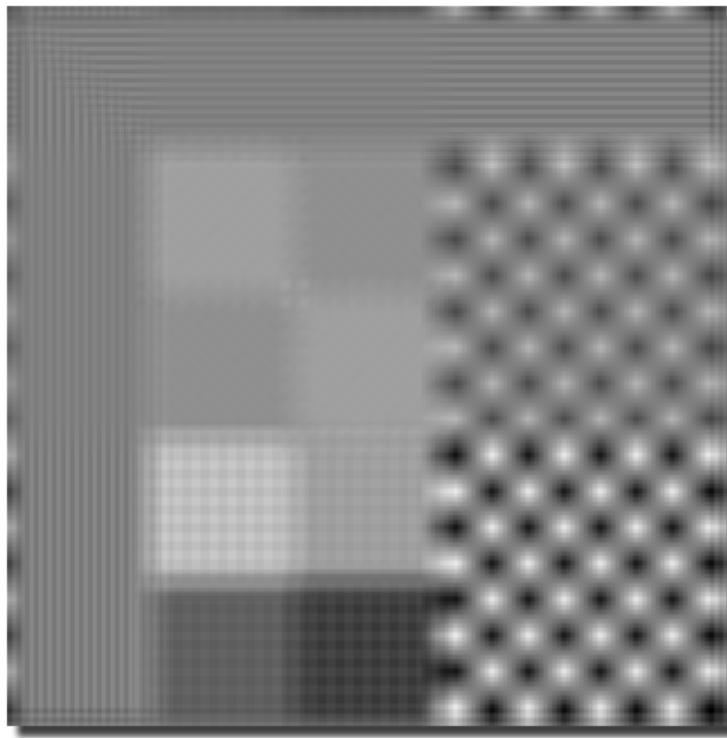
5×5

# Lọc trung bình



9×9

# Lọc trung bình



17×17

# Lọc trung bình

- Bài tập (Cá nhân)
  - Viết chương trình lọc trung bình trên ảnh độ xám
  - Viết chương trình lọc trung bình trên ảnh màu
- Yêu cầu nộp bài
  - Báo cáo kết quả thực hiện chương trình (hình ảnh minh họa, nhận xét)

# Lọc trung vị

- Lọc trung vị là bộ lọc phi tuyến
- Thay mỗi điểm ảnh bởi giá trị trung vị của các điểm ảnh lân cận nó.
- Giả sử  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  là giá trị của các điểm ảnh trong lân cận của điểm ảnh cho trước với  $a_1 \leq a_2 \leq \dots \leq a_n$

$$\text{median}(A) = \begin{cases} a_{n/2} & \text{với } n \text{ chẵn} \\ a_{(n+1)/2} & \text{với } n \text{ lẻ} \end{cases}$$

- Ví dụ  $A = \{0, 1, 2, 4, 6, 6, 10, 12, 15\}$  thì  $\text{median}(A) = 6$

# Lọc trung vị

I	10	11	10	0	0	1
	9	10	11	1	0	1
	10	9	10	0	2	1
	11	10	9	10	9	11
	9	10	11	9	99	11
	10	9	9	11	10	10

10, 11, 10, 9, 10, 11, 10, 9, 10

Sắp xếp  
→

9, 9, 10, 10, 10, 10, 11, 11

J

X	X	X	X	X	X
X	10				X
X					X
X					X
X					X
X	X	X	X	X	X

median

# Lọc trung vị

10	11	10	0	0	1
9	10	11	1	0	1
10	9	10	0	2	1
11	10	9	10	9	11
9	10	11	9	99	11
10	9	9	11	10	10

I

J

10, 9, 11, 9, 99, 11, 11, 10, 10

Sắp xếp

9, 9, 10, 10, 10, 11, 11, 11, 99

median

X	X	X	X	X	X
X					X
X					X
X					X
X				10	X
X	X	X	X	X	X

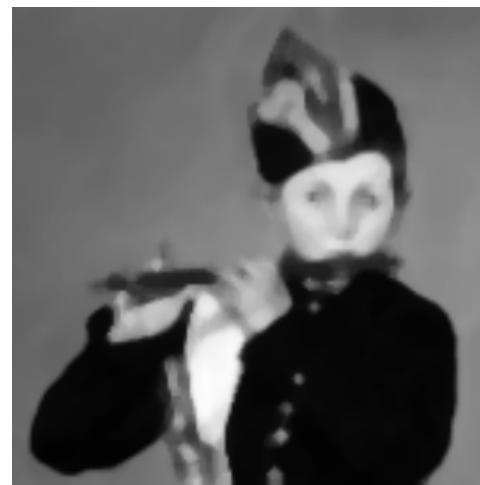
# Lọc trung vị



Ảnh gốc



Ảnh lọc 3x3



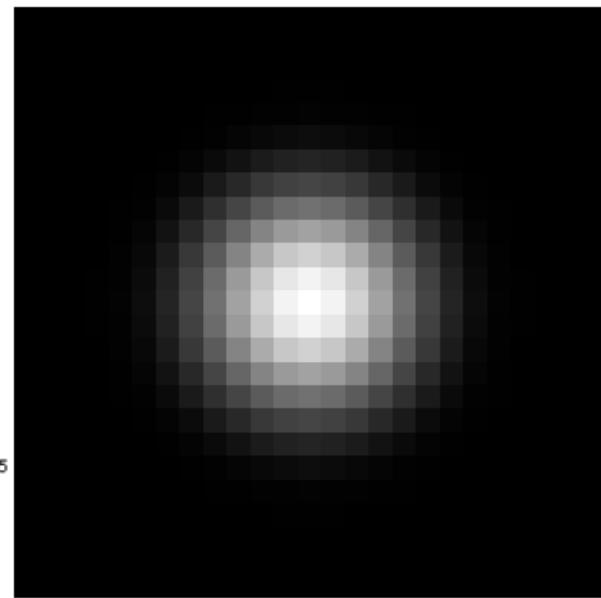
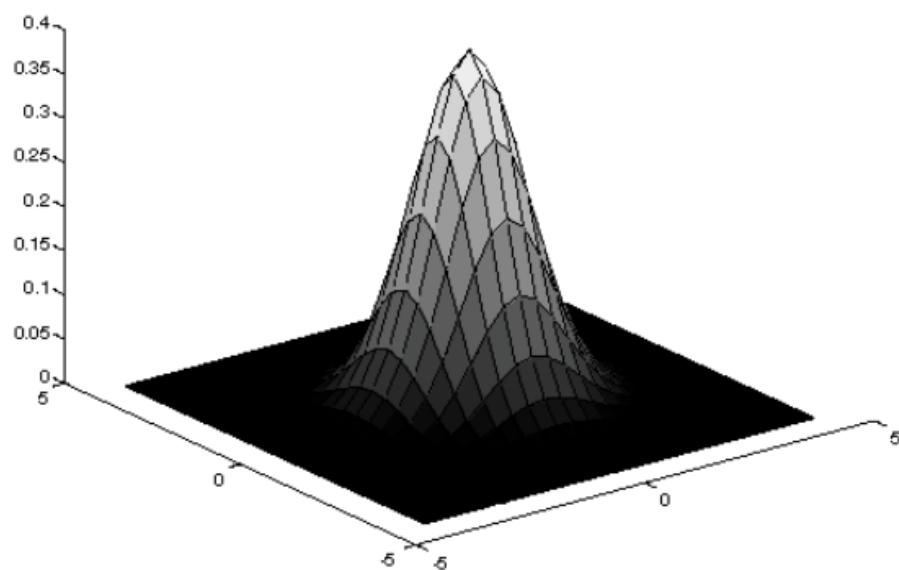
Ảnh lọc 5x5

# Lọc trung vị

- Bài tập cá nhân
  - Viết chương trình lọc trung vị trên ảnh độ xám
  - Viết chương trình lọc trung vị trên ảnh màu
- Yêu cầu nộp bài
  - Báo cáo kết quả thực hiện chương trình (hình ảnh minh họa, nhận xét)

# Lọc Gauss

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$



# Lọc Gauss

- Ma trận gauss 5x5 với sigma = 1

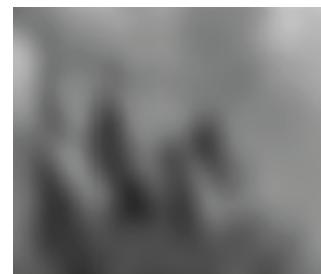
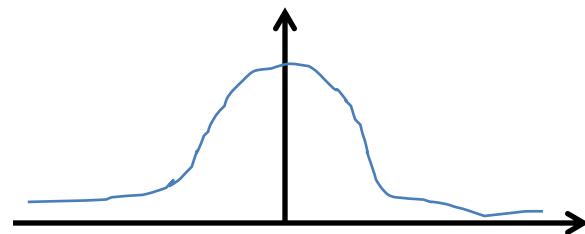
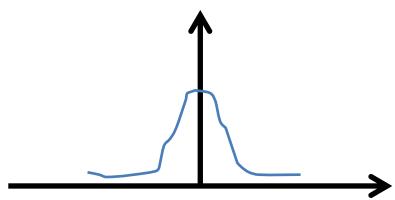
0.0001	0.0015	0.0067	0.0111	0.0067	0.0015	0.0001
0.0015	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183	0.0015
0.0067	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821	0.0067
0.0111	0.1353	0.6065	1.0000	0.6065	0.1353	0.0111
0.0067	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821	0.0067
0.0015	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183	0.0015
0.0001	0.0015	0.0067	0.0111	0.0067	0.0015	0.0001

# Lọc Gauss

$\frac{1}{273}$

1	4	7	4	1
4	16	26	16	4
7	26	41	26	7
4	16	26	16	4
1	4	7	4	1

# Lọc Gauss



# Lọc Gauss

- Bài tập (Cá nhân)
  - Viết chương trình tạo bộ lọc Gauss với kích thước cho trước n (n lẻ)
  - Viết chương trình lọc gauss cho ảnh xám
  - Viết chương trình lọc gauss cho ảnh màu
- Yêu cầu nộp bài
  - Bao cáo kết quả thực hiện chương trình (hình ảnh minh họa, nhận xét)

# Bài tập tổng hợp (Nhóm)

- Viết chương trình chạy thực nghiệm trên tập ảnh gồm 20 ảnh màu và 20 ảnh xám.
- Tiến hành thực hiện các bộ lọc trung vị, lọc trung bình và lọc gauss với kích thước bộ lọc lần lượt là  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$ ,  $7 \times 7$ ,  $9 \times 9$  và  $11 \times 11$ .
- Viết báo cáo nhận xét và so sánh kết quả các bộ lọc trên
- Thời gian làm bài là 2 tuần

H E T . . .

# Tài liệu tham khảo

- Richard Alan Peters II, EECE 4353, Image Processing, 2015.
- *Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins*, Digital Image Processing, 2nd Edition.
- *Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins*, Digital Image Processing Using MATLAB, 2nd Edition.
- OpenCV Wiki.
- Nguyen Trong Viet, Xử lý ảnh và video số, 2012.
- <http://www.had2know.com/technology/hsv-rgb-conversion-formula-calculator.html>
- <https://tinhte.vn/threads/infographic-tat-ca-nhung-gi-ban-can-biet-ve-cac-dinh-dang-anh-jpg-png-gif-tiff-va-bmp.2515321/>