



# Học phần: Thị giác máy tính (Computer vision)

## Chương 2: Ảnh và lọc ảnh



Nguyễn Hữu Tuân: [huu-tuan.nguyen@vimaru.edu.vn](mailto:huu-tuan.nguyen@vimaru.edu.vn)

# Nội dung chương 2

Ảnh số

Lọc ảnh trong miền không gian

Histogram của ảnh

# Ảnh số (digital image) là gì?

Ảnh số là dạng số hóa của hình ảnh trong thế giới thực được thu nhận qua một thiết bị thu nhận và biểu diễn trên máy tính. Một bức ảnh số là một tín hiệu rời rạc được biểu diễn dưới dạng một ma trận các điểm ảnh. Trong đó mỗi điểm ảnh có 1 giá trị gọi là cường độ sáng (intensity) hay màu sắc (color). Theo lý thuyết ba màu đại diện thì bất cứ màu sắc tự nhiên nào cũng có thể tổ hợp được từ 3 màu cơ bản của 1 hệ màu. Có nhiều hệ màu khác nhau phù hợp với các mục đích khác nhau (lưu trữ, xử lý, in ấn, biểu diễn ...) và có chuyển đổi được. Một bức ảnh màu được xem là tổ hợp của 3 ma trận màu sắc tương ứng với các màu cơ bản của 1 hệ màu.

# Các loại ảnh số

- Ảnh màu là ảnh có ít nhất 3 kênh (mỗi kênh là 1 bức ảnh biểu diễn màu tương ứng của hệ màu sử dụng).
- Ảnh xám (grayscale image) là ảnh chỉ có 1 kênh với các giá trị màu sắc nằm trong khoảng  $[0..255]$ . Ảnh xám hạn chế về biểu diễn màu sắc nhưng vẫn chứa đựng các thông tin quan trọng nhất của 1 bức ảnh. 1 ảnh màu là tổ hợp của 3 ảnh xám có cùng kích thước.
- Ảnh nhị phân/đen trắng là ảnh mà mỗi điểm ảnh có giá trị màu hoặc là đen hoặc là trắng.

# Các loại ảnh số



Ảnh màu

Ảnh xám

Ảnh nhị phân

# Các thuộc tính của ảnh số

- Độ sâu màu (color depth): số bit cần sử dụng để biểu diễn màu sắc của một điểm ảnh, độ sâu màu càng lớn thì ảnh càng có khả năng biểu diễn màu sắc linh hoạt hơn. Ảnh nhị phân có độ sâu màu là 1 bpp (bit per pixel), ảnh xám là 8 bpp, ảnh màu là 24 bpp.
- Độ phân giải ảnh (image resolution): số cột (số điểm ảnh) nhân với số hàng, cùng 1 bức ảnh nhưng nếu độ phân giải cao thì khả năng biểu diễn sẽ tốt hơn. Các độ phân giải phổ biến là 640x480, 800x600, 1600x900.

# Các thuộc tính của ảnh số

- Tỷ lệ ảnh (image ratio): tỷ lệ giữa độ rộng và chiều cao của ảnh, ví dụ 1 ảnh có độ phân giải 800x600 sẽ có tỷ lệ là  $800:600 = 4:3$ .
- Tần số của ảnh: các thay đổi về màu sắc ít tương ứng với các tần số thấp, các thay đổi mạnh về màu sắc tương ứng với các tần số cao.

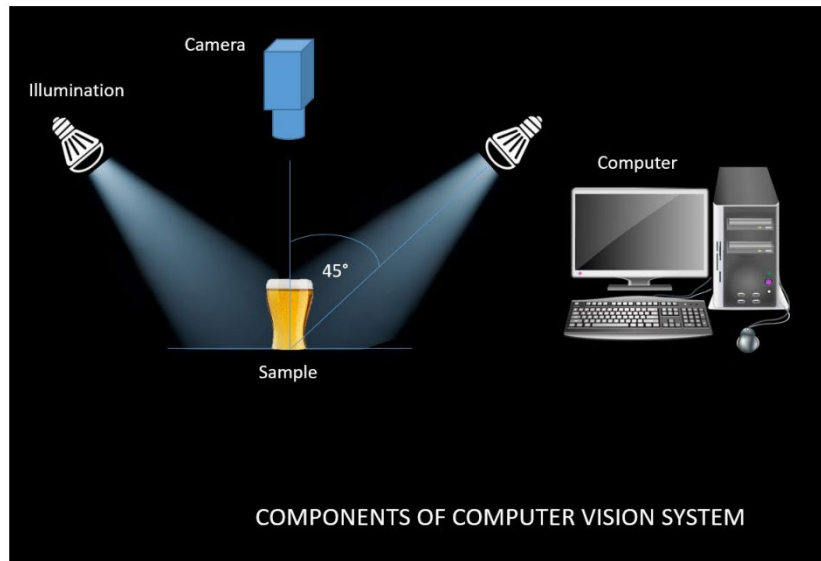
## Định dạng (format) ảnh phổ biến

Format của ảnh: cách thức lưu trữ thông tin về bức ảnh dưới dạng file, ảnh bitmap (.bmp do MS đưa ra trên Windows) là định dạng không nén, kích thước lớn, đọc nhanh. Ảnh JPEG (.jpg, .jpeg) do nhóm chuyên gia hình ảnh của các tập đoàn CNTT lớn trên thế giới nghĩ ra (Joint Picture Expert Group), là định dạng ảnh nén mất thông tin (tỉ lệ nén từ 1-100%). Định dạng PNG (.png, Portable Network Picture) là định dạng phổ biến trên nền tảng Linux có thể hỗ trợ thêm 1 kênh là background, cũng là ảnh nén nhưng chất lượng tốt hơn JPEG. Với các yêu cầu đặc thù có thể sử dụng các ảnh có định dạng cho phép biểu diễn ảnh động, chất lượng cao như TIFF, HDR, GIF ...



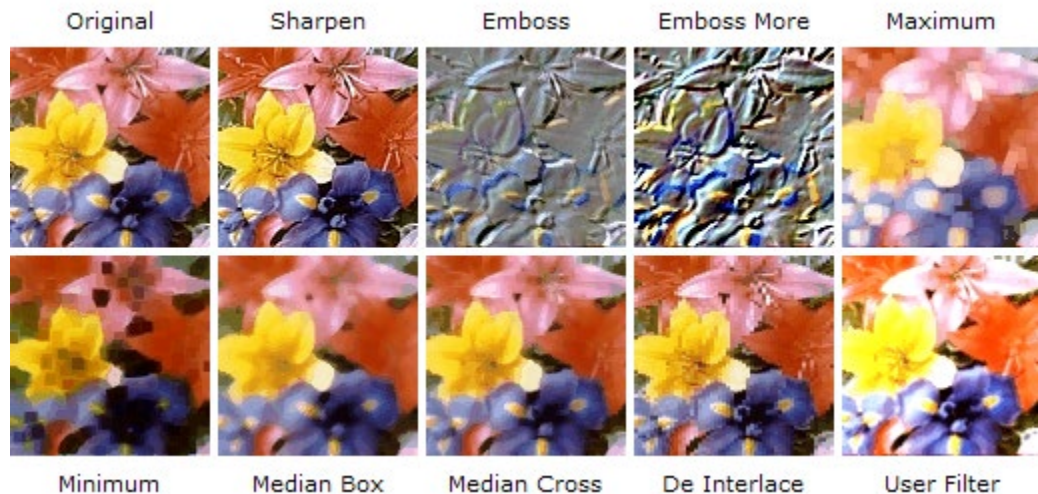
# Các thành phần của một hệ thống Thị giác máy tính

- + Bộ thu nhận hình ảnh từ thế giới thực (digital camera)
- + Hệ thống phần cứng (computer)
- + Các thuật toán và phương pháp xử lý dữ liệu hình ảnh.



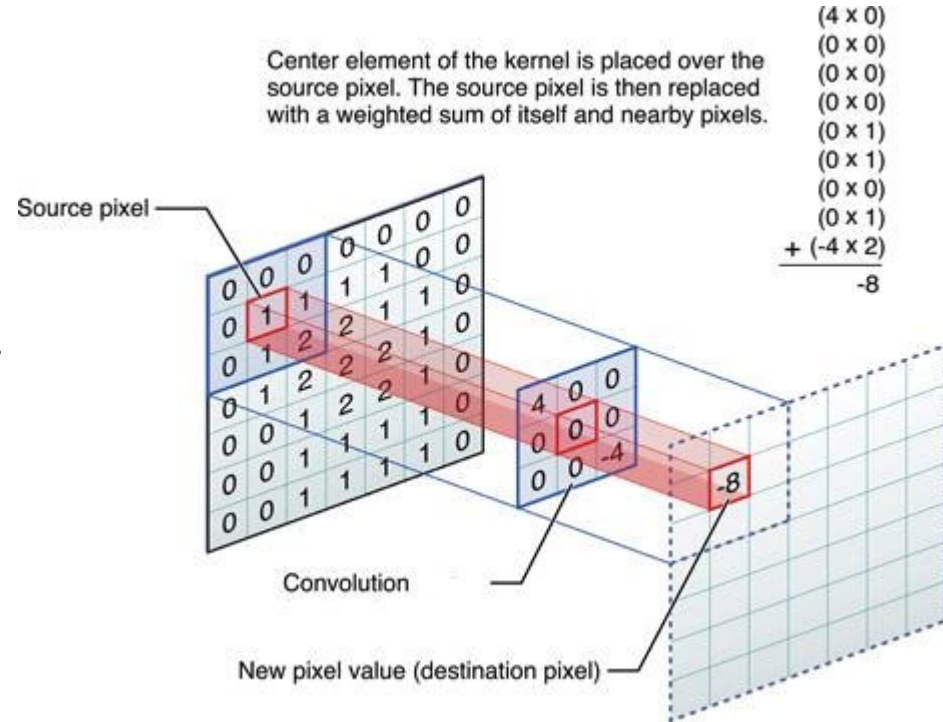
# Lọc ảnh (image filtering)

- Lọc ảnh là một phép biến đổi (transformation/mapping) ảnh từ trạng thái ban đầu sang một trạng thái khác nhằm tăng cường chất lượng ảnh theo một tiêu chí cụ thể nào đó (lọc nhiễu, làm mịn, làm sắc nét ..).



# Lọc ảnh (image filtering)

- Các phép lọc ảnh sử dụng một ma trận gọi là nhân lọc (kernel) áp dụng tại tất cả các điểm ảnh 1 cách riêng rẽ. Khi áp dụng tại 1 điểm ảnh, các điểm lân cận nằm trong nhân với điểm đang xét ở vị trí trong tâm (neo – anchor) và thực hiện tính toán dựa trên giá trị của các điểm nằm trong nhân (của ảnh gốc) với các giá trị của nhân lọc để đưa ra kết quả của phép lọc tại vị trí điểm ảnh đang áp dụng.



# Lọc trung bình (mean/box filter)

- Tại mỗi điểm đang xét của ảnh input, tính giá trị trung bình của tất cả các điểm ảnh trong lân cận bao bởi cửa sổ lọc (ma trận có kích thước  $W \times H$  – lân cận được bao là các điểm nằm trong cửa sổ lọc).

**Ví dụ:**

5	60	123	204
0	65	19	76
28	198	2	90
7	87	39	25

**Cửa sổ lọc có kích thước  $3 \times 3$  thì kết quả là:**

	56	93	
	49	67	

## Lọc trung bình

- Đối với các điểm biên có thể bù thêm các hàng, cột để thực hiện lọc hoặc bỏ qua. Các giá trị bù có thể lấy đối xứng qua biên (các cơ chế bù: valid, same, full, zeros, mirror).
- Bộ lọc trung bình đơn giản, có khả năng lọc nhiễu ở mức độ không cao, ảnh được làm mịn nhưng độ mịn không trơn. Các giá trị trong ảnh output là các giá trị không thật (không có trong ảnh gốc).

## Lọc trung vị

- Phần tử trung vị của 1 tập hợp: Giá trị trung vị của một tập hợp N phần tử là giá trị của phần tử ở vị trí  $N/2$  sau khi đã sắp xếp.

Ví dụ: tập gồm các phần tử như hình sau:

5	60	123
0	65	19
28	198	2

Sẽ có giá trị trung vị là 28 (0, 2, 5, 19, 28, 60, 65, 123, 198).

## Lọc trung vị

- Lọc trung vị được thực hiện bằng cách áp dụng việc tìm phần tử trong vị nằm trong một lân cận tại vị trí đang xét và gán kết quả cho vị trí đó trong ảnh output. Lọc trung vị khá giống lọc trung bình, chỉ khác là lọc trung bình thực hiện tính giá trị trung bình, lọc trung vị thực hiện tìm giá trị trung vị trong lân cận được xét.

Ví dụ, cho ảnh gốc:

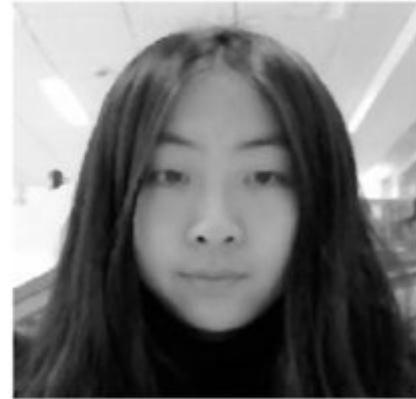
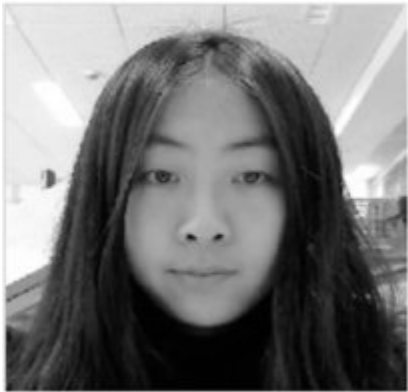
5	60	123	204
0	65	19	76
28	198	2	90
7	87	39	25

Kết quả của phép lọc trung vị sẽ là:

	28	76	
	28	65	

## Lọc trung vị

- Lọc trung vị đặc biệt hiệu quả với các nhiễu muối tiêu (tương ứng với các giá trị gần cực trị), các giá trị output là các giá trị thật (đã có trong ảnh gốc).



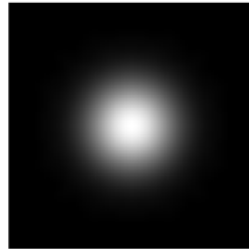
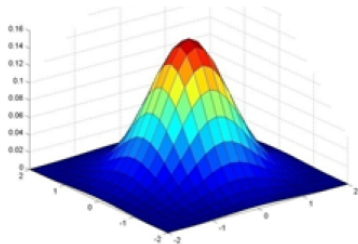


# Lọc Gauss (Gaussian filter)

Các giá trị của nhân lọc được sinh theo công thức phân bố chuẩn của lý thuyết do Gauss đưa ra như sau: giá trị phần tử của nhân lọc tại vị trí (x, y) được tính theo công thức:

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

Với vị trí gốc tọa độ (0,0) là vị trí trung tâm của nhân. Biểu diễn trực quan:



0.003	0.013	0.022	0.013	0.003
0.013	0.059	0.097	0.059	0.013
0.022	0.097	0.159	0.097	0.022
0.013	0.059	0.097	0.059	0.013
0.003	0.013	0.022	0.013	0.003

5 x 5,  $\sigma = 1$

## Lọc Gauss

- Phép lọc Gauss được thực hiện bằng cách nhân chập nhân Gauss với ảnh gốc. Nhân Gauss đối xứng qua tâm và có tổng trọng số bằng 1.
- Phép lọc Gauss là bộ lọc không gian có tác dụng lọc nhiễu và làm mịn ảnh tốt nhất.
- Giá trị của hằng số  $\sigma$  dùng để điều chỉnh mức độ mịn của nhân (giá trị càng lớn thì đỉnh của nhân – giá trị của phần tử trung tâm càng nhỏ).

## Lọc Gauss

- Phép lọc Gauss được thực hiện bằng cách nhân chập nhân Gauss với ảnh gốc. Nhân Gauss đối xứng qua tâm và có tổng trọng số bằng 1.
- Phép lọc Gauss là bộ lọc không gian có tác dụng lọc nhiễu và làm mịn ảnh tốt nhất.
- Giá trị của hằng số  $\sigma$  (Standard deviation) dùng để điều chỉnh mức độ mịn của nhân (giá trị càng lớn thì đỉnh của nhân – giá trị của phần tử trung tâm càng nhỏ).

# Lọc Gauss (Gaussian filter)



## Lọc làm sắc nét tuyến tính (linear sharpen filter)

- Lọc ảnh trong miền không gian có thể được thực hiện bằng cách nhân chập 1 nhân với ảnh gốc. Nhân có các giá trị không âm thì ảnh kết quả sẽ được làm mịn và lọc nhiễu, nếu nhân chứa các giá trị âm thì ảnh kết quả sẽ được tăng cường các chi tiết sắc nét theo các hướng cụ thể. Các chi tiết sắc nét tương ứng với các tần số cao của ảnh=> có thể tăng cường các chi tiết này bằng cách lấy ảnh gốc trừ đi ảnh đã làm mịn với hệ số liên quan phù hợp (ảnh làm mịn là kết quả từ 1 phép lọc làm mịn ảnh bất kỳ).

# Lọc làm sắc nét tuyến tính (linear sharpen filter)

Ảnh sắc nét được tính theo công thức:

$$I_{\text{sharp}} = (1 + \lambda) * I - \lambda * I_{\text{smooth}}$$

Kỹ thuật làm sắc nét ảnh tuyến tính có hiệu quả tốt trong việc nhấn mạnh các biên của ảnh (edge), và loại bỏ các quầng sáng (halos) do các nguồn sáng gây ra khi chụp ảnh nên được cài đặt mặc định trong nhiều thiết bị thu nhận ảnh.



## Bài tập

- Viết chương trình đọc file ảnh, hiển thị ảnh gốc, lọc trung bình, hiển thị ảnh kết quả và ghi vào file.
- Viết chương trình đọc file ảnh, hiển thị ảnh gốc, lọc trung vị, hiển thị ảnh kết quả và ghi vào file.
- Viết chương trình đọc file ảnh, hiển thị ảnh gốc, lọc Gauss, hiển thị ảnh kết quả và ghi vào file.
- Viết chương trình đọc file ảnh, hiển thị ảnh gốc, lọc sắc nét, hiển thị ảnh kết quả và ghi vào file.
- Thực hiện các thao tác trên với các frame của 1 file video, ghi file video kết quả.

# Questions?