

IT4440

Đa phương tiện và các ứng dụng giải trí

(MULTIMEDIA AND GAMES)

Nội dung môn học

<u>Tuần</u>	<u>Chủ đề</u>	<u>Số tiết</u>
1	Giới thiệu về môn học	
1 – 5	Phần I. Tổng quan về thông tin đa phương tiện và các kỹ thuật xử lý	15
1	Chương I: Nhập môn Multimedia	1
1	Chương II: Một số kiến thức cơ bản	1
2	Chương III: Ảnh	4
3	Chương IV: Màu	3
4	Chương V: Video	3
5	Chương VI: Audio	3
6 –	Phần II. Một số ứng dụng đa phương tiện	
	Chương V: Multimedia- ứng dụng và giải trí	
	Chương VI: Ứng dụng web	
	Chương VII: Ứng dụng mobile	
	Chương VIII: Ứng dụng 3D	
	Chương IX: Ứng dụng Game	
	Bảo vệ Bài tập lớn, Tổng kết ôn tập	

Nội dung môn học

<u>Tuần</u>	<u>Chủ đề</u>	<u>Số tiết</u>
1	Giới thiệu về môn học	
1 – 5	Phần I. Tổng quan về thông tin đa phương tiện và các kỹ thuật xử lý	15
1	Chương I: Nhập môn Multimedia	1
1	Chương II: Một số kiến thức cơ bản	1
2	Chương III: Ảnh	4
3	Chương IV: Màu	3
4	Chương V: Video	3
5	Chương VI: Audio	3
6 –	Phần II. Một số ứng dụng đa phương tiện	
	Chương V: Multimedia- ứng dụng và giải trí	
	Chương VI: Ứng dụng web	
	Chương VII: Ứng dụng mobile	
	Chương VIII: Ứng dụng 3D	
	Chương IX: Ứng dụng Game	
	Bảo vệ Bài tập lớn, Tổng kết ôn tập	

Chương III: Ảnh

Phần I: Tổng quan về thông tin đa phương tiện và các kỹ thuật xử lý

Chương I: Nhập môn Multimedia

Chương II: Một số kiến thức cơ bản

Chương III: Ảnh

- ❖ Mục tiêu của chương
- ❖ Quá trình tạo ảnh
- ❖ Biểu diễn và lưu trữ ảnh
- ❖ Nén ảnh
- ❖ Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản
- ❖ Một số công cụ xử lý ảnh
- ❖ Tổng kết chương
- ❖ Tài liệu tham khảo

III.1 Mục tiêu của chương

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Người học sẽ:

❖ Được trang bị **kiến thức** về quá trình **tạo ảnh, biểu diễn, nén và lưu trữ ảnh**

❖ Được giới thiệu một số **kỹ thuật xử lý ảnh** cơ bản, một số **công cụ xử lý**

❖ Sau khi kết thúc chương, người học :

❖ Nắm được **kiến thức cơ bản** của tạo ảnh, biểu diễn, lưu trữ ảnh

❖ Biết **vận dụng** một số kỹ thuật, công cụ xử lý ảnh để thực hành xử lý một số ảnh cụ thể

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Ảnh (Bimmaped Image) được tạo ra như thế nào ?



III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

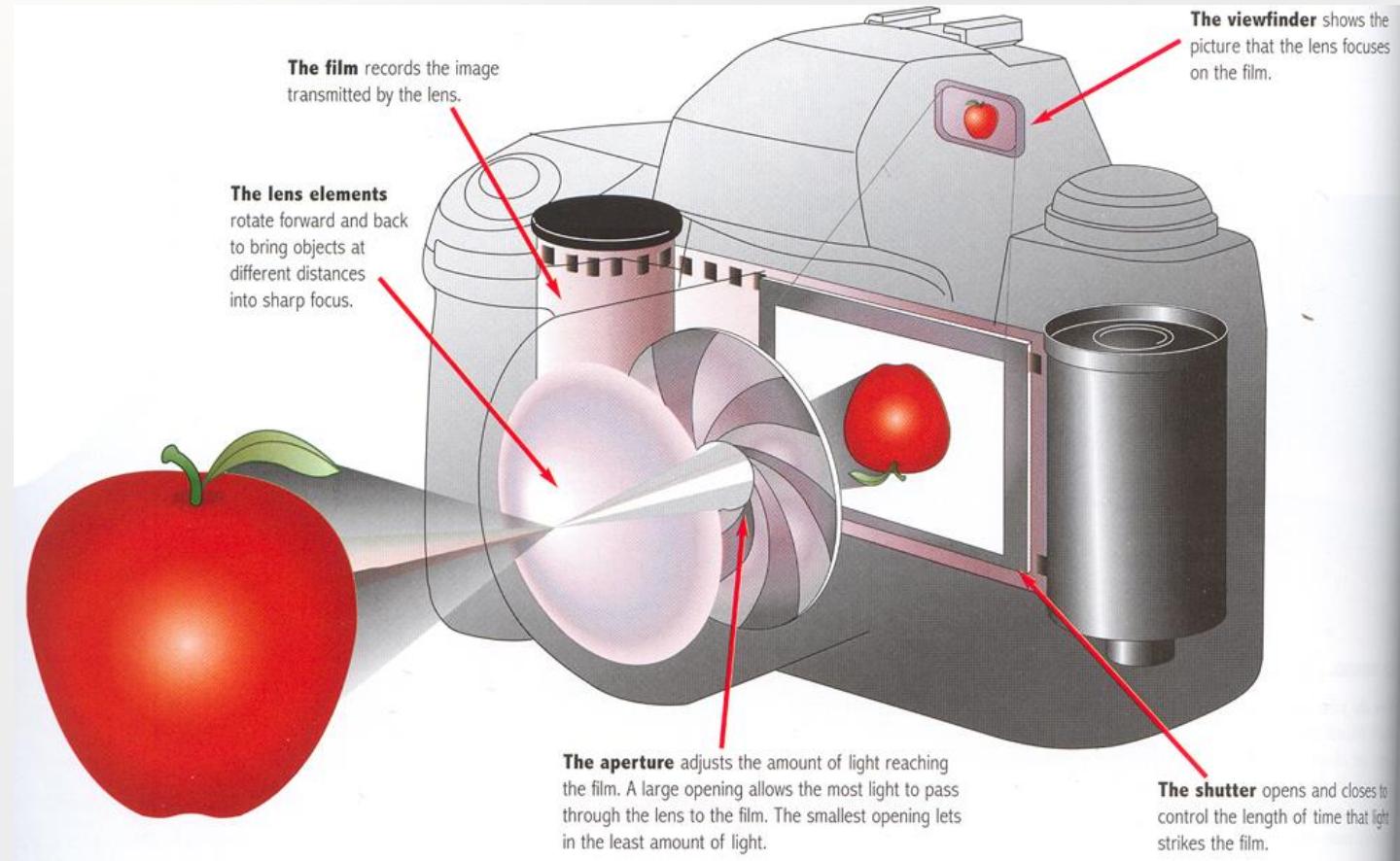
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

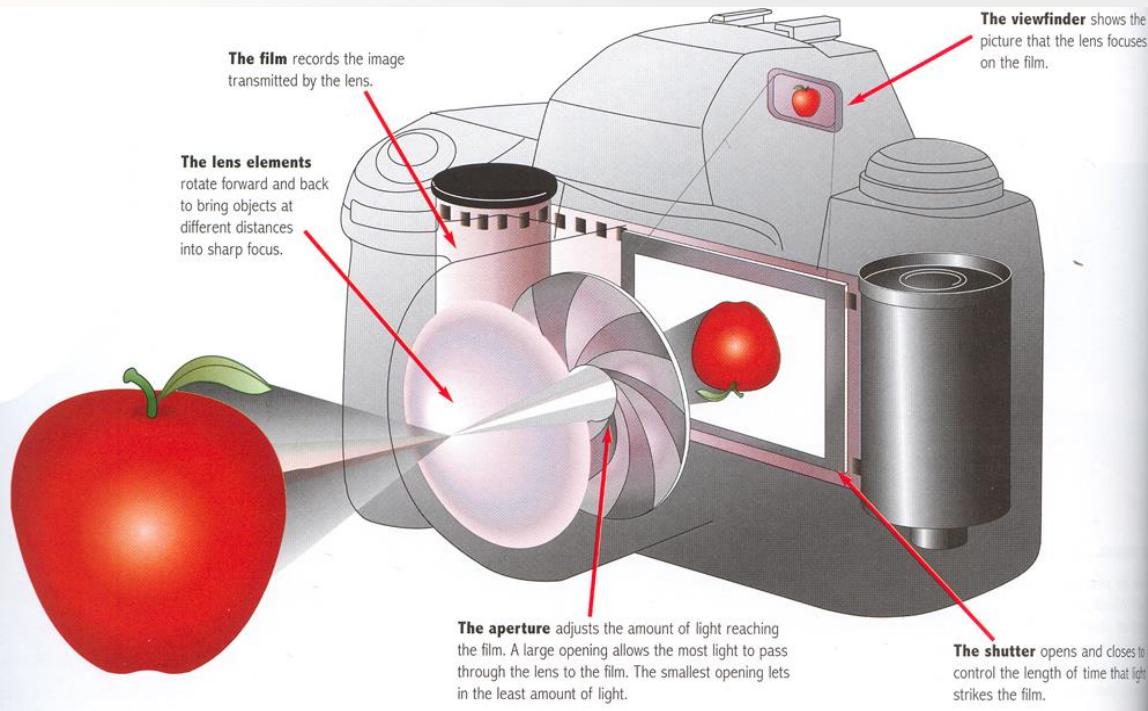
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



- ❖ Ông kính và điểm nhìn xác định phối cảnh
- ❖ Độ mở ống kính và tốc độ đóng quyết định độ sáng ảnh
- ❖ Độ mở và các hiệu ứng khác quyết định độ sâu ảnh
- ❖ Film hay cảm biến cho phép lưu ảnh

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

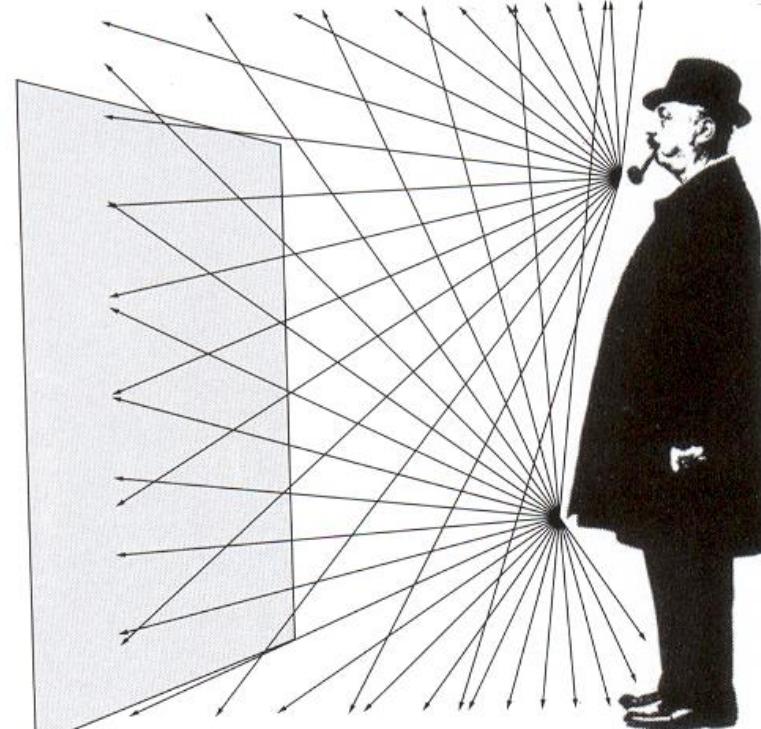
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Bộ cảm biến, film sẽ « cảm» ánh sáng từ mọi phía

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

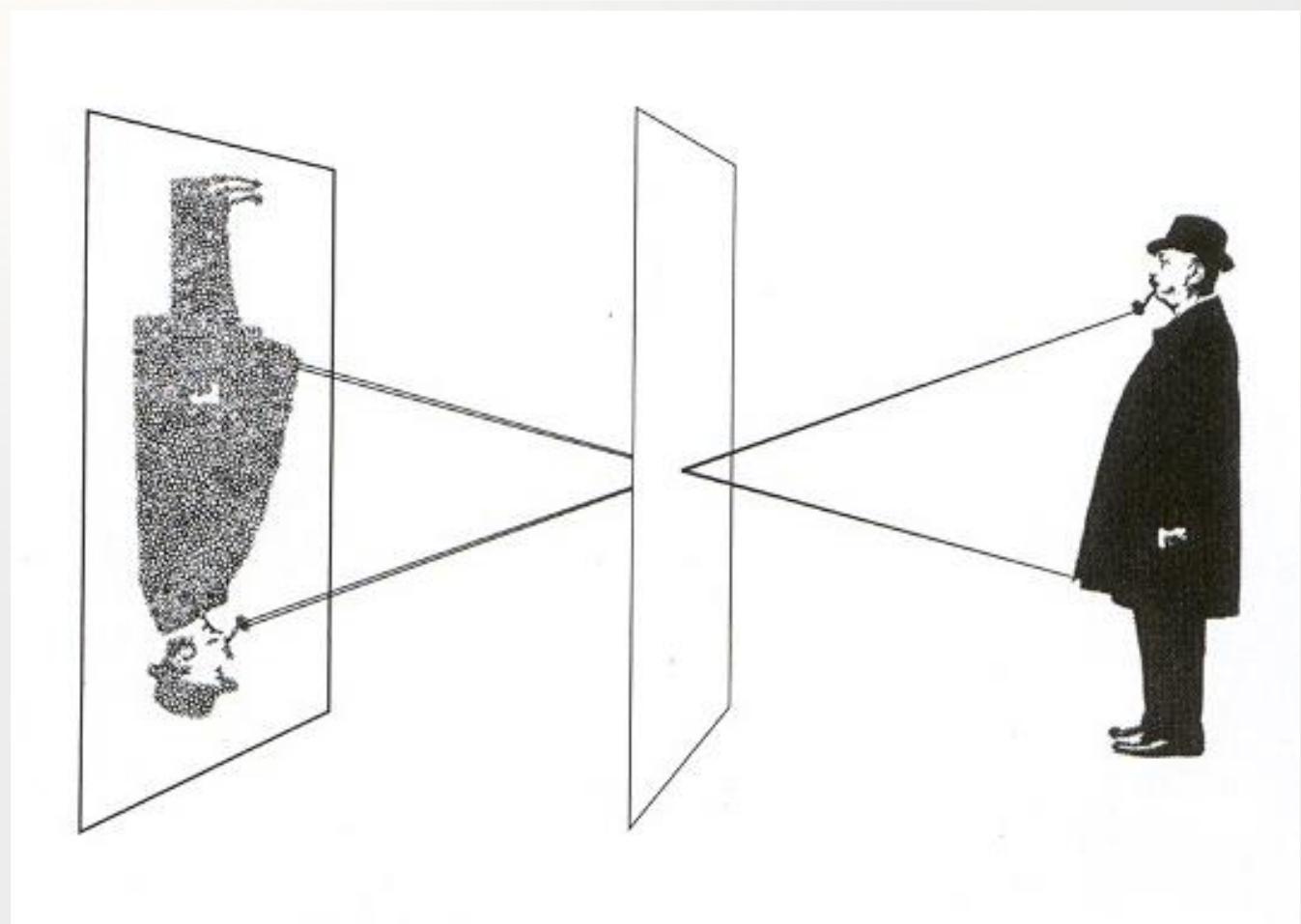
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Pinhole Camera model: ánh sáng đi qua một lỗ nhỏ

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

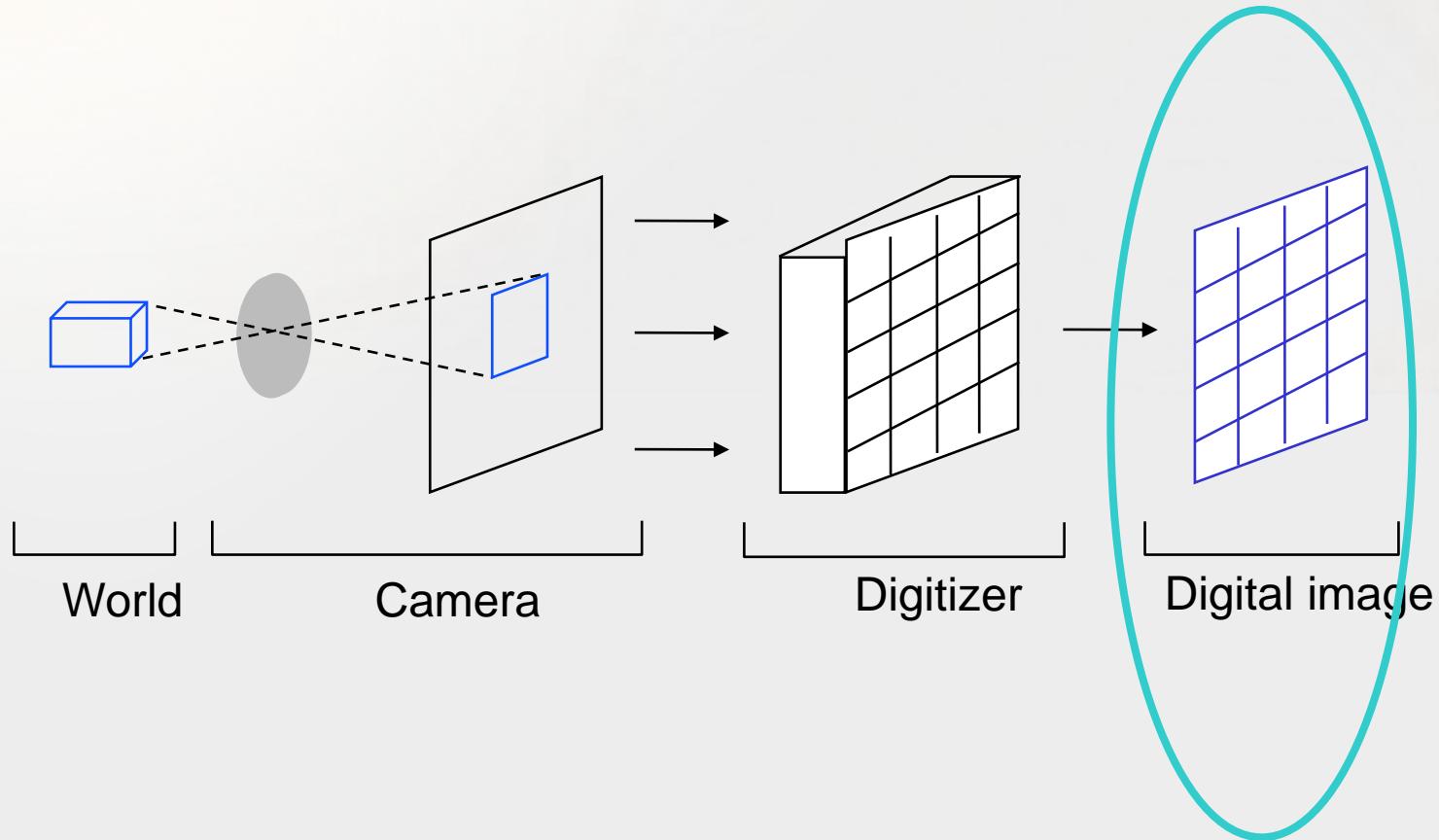
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Quá trình tạo ảnh số (digital image)

Source : Tal Hassner. Computer Vision. Weizmann Institute of Science (Israel).

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

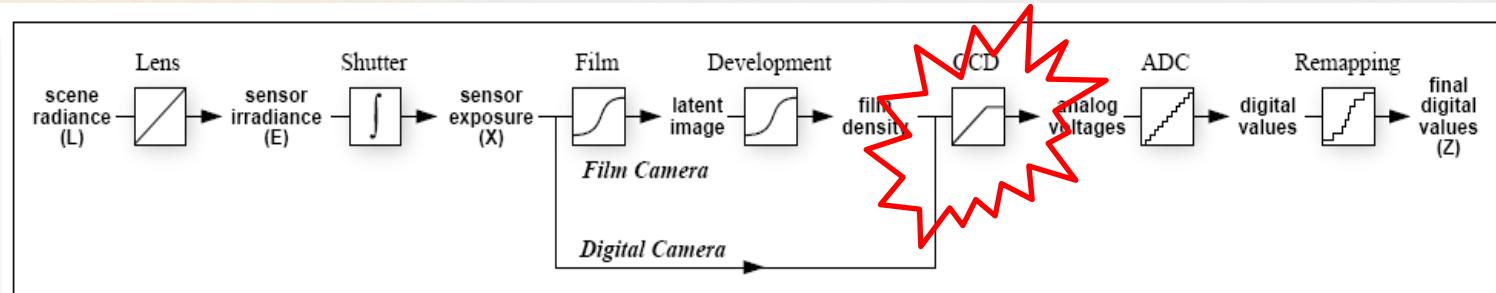
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



- **CCD: Charge Coupled Device (Thiết bị tích điện kép)**
 - Tiếp nhận ánh sáng tới
 - Ánh sáng tới được chuyển thành các tín hiệu điện
 - Năng lượng của tín hiệu điện tỷ lệ thuận với lượng ánh sáng tới
 - Có các bộ lọc để tăng tính chọn lựa

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

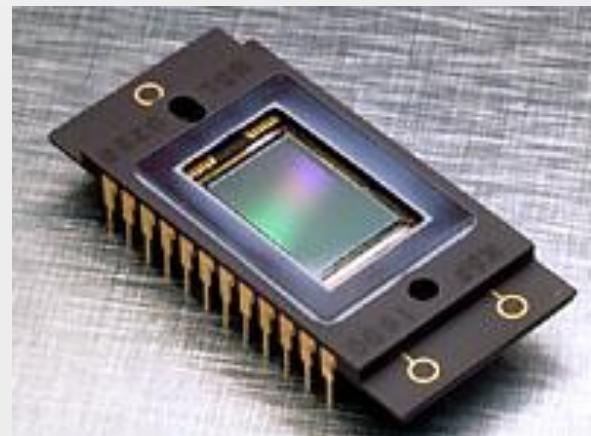
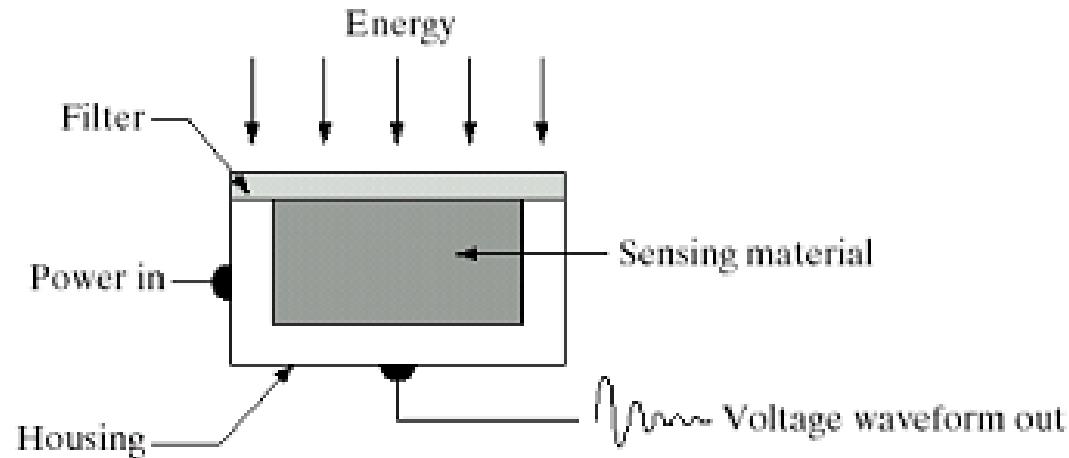
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

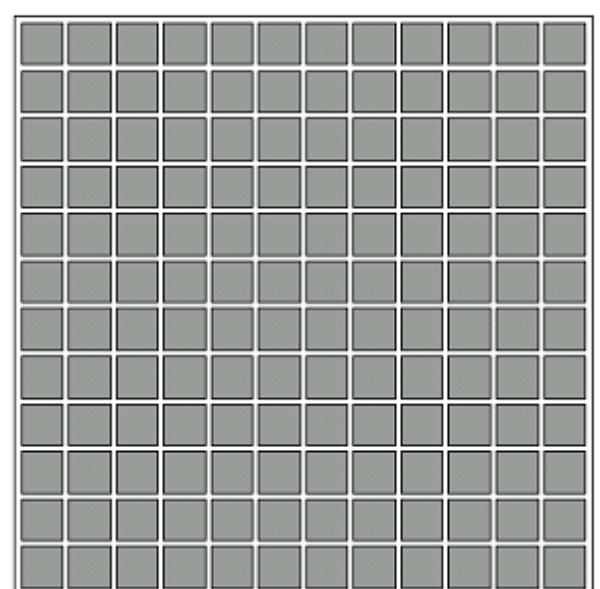
III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Cảm biến quang CCD



KAF-1600 - Kodak.



III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

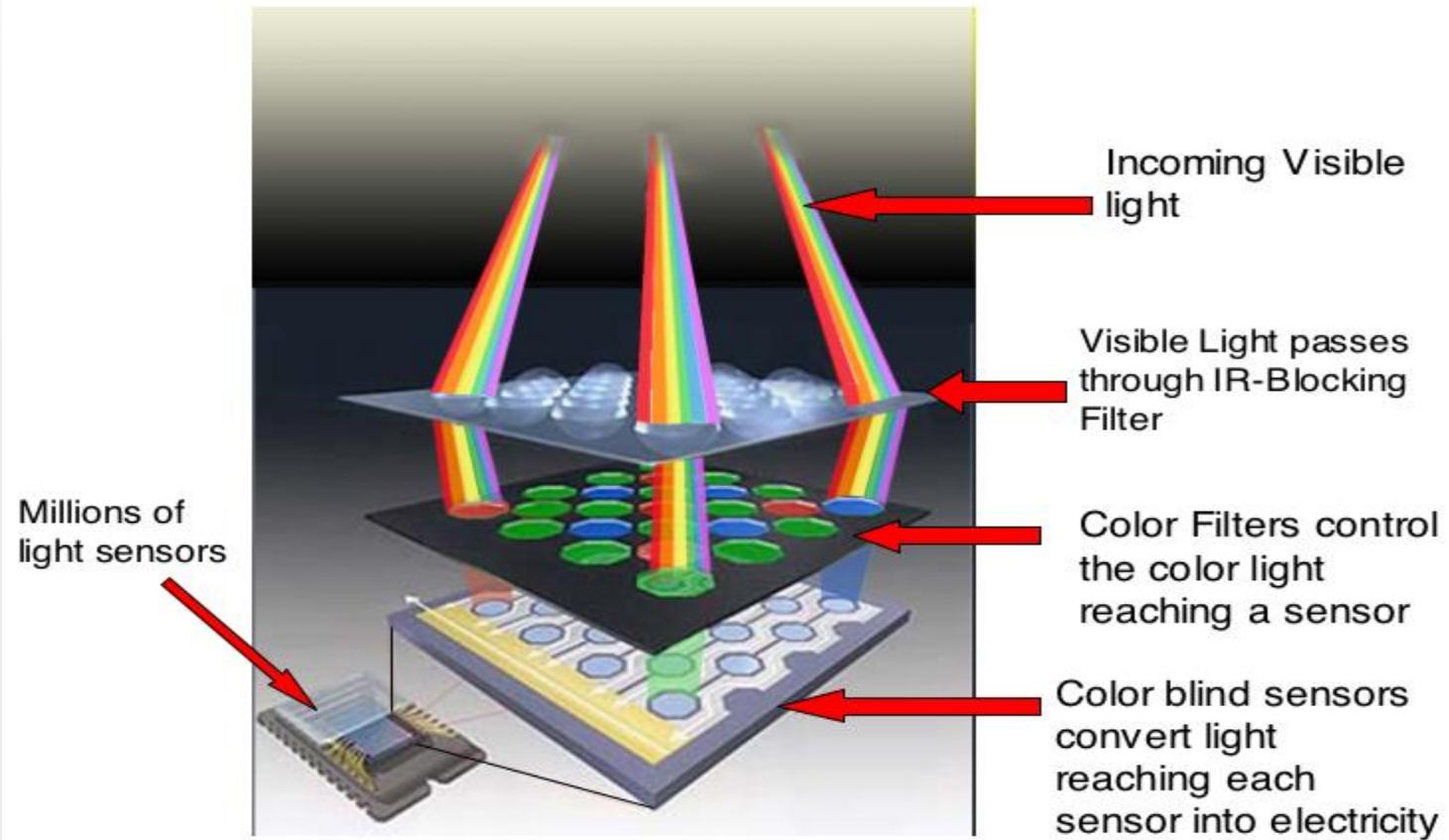
III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Tạo ảnh màu như thế nào ?

RGB Inside the Camera



III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

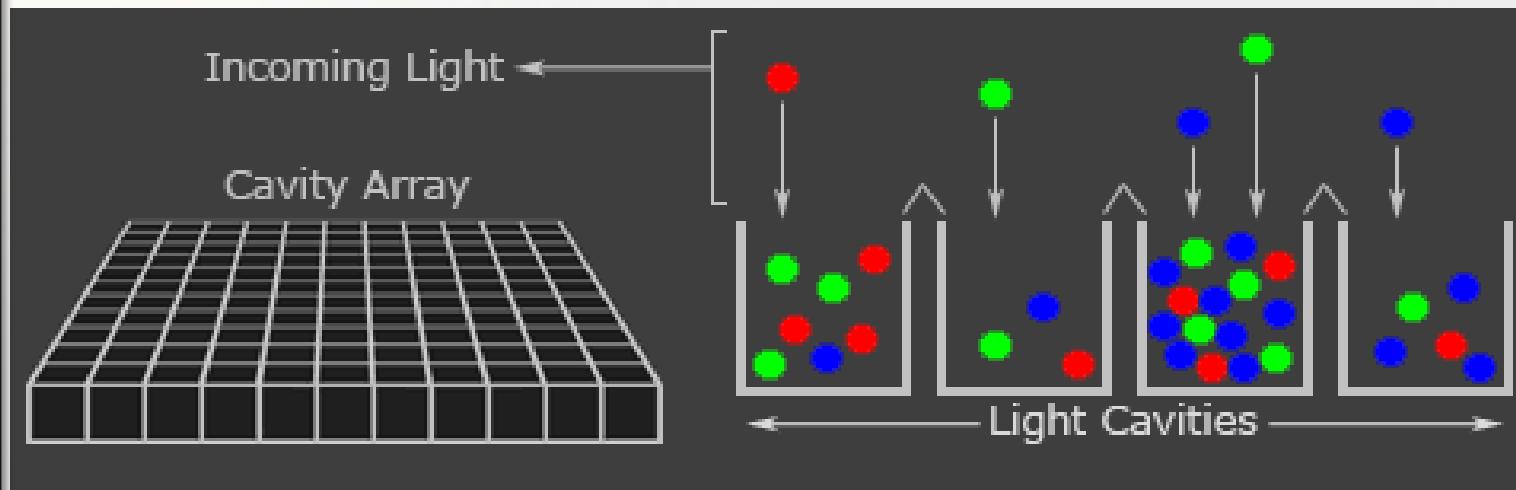
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Minh họa quá trình tạo ảnh RGB



- ❖ Mỗi điểm ảnh trên cảm biến được coi như một thùng chứa
- ❖ Các photon ánh sáng sẽ rơi vào các thùng chứa.
- ❖ Cường độ sáng tỷ lệ thuận với số photon ánh sang có trong thùng chứa

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

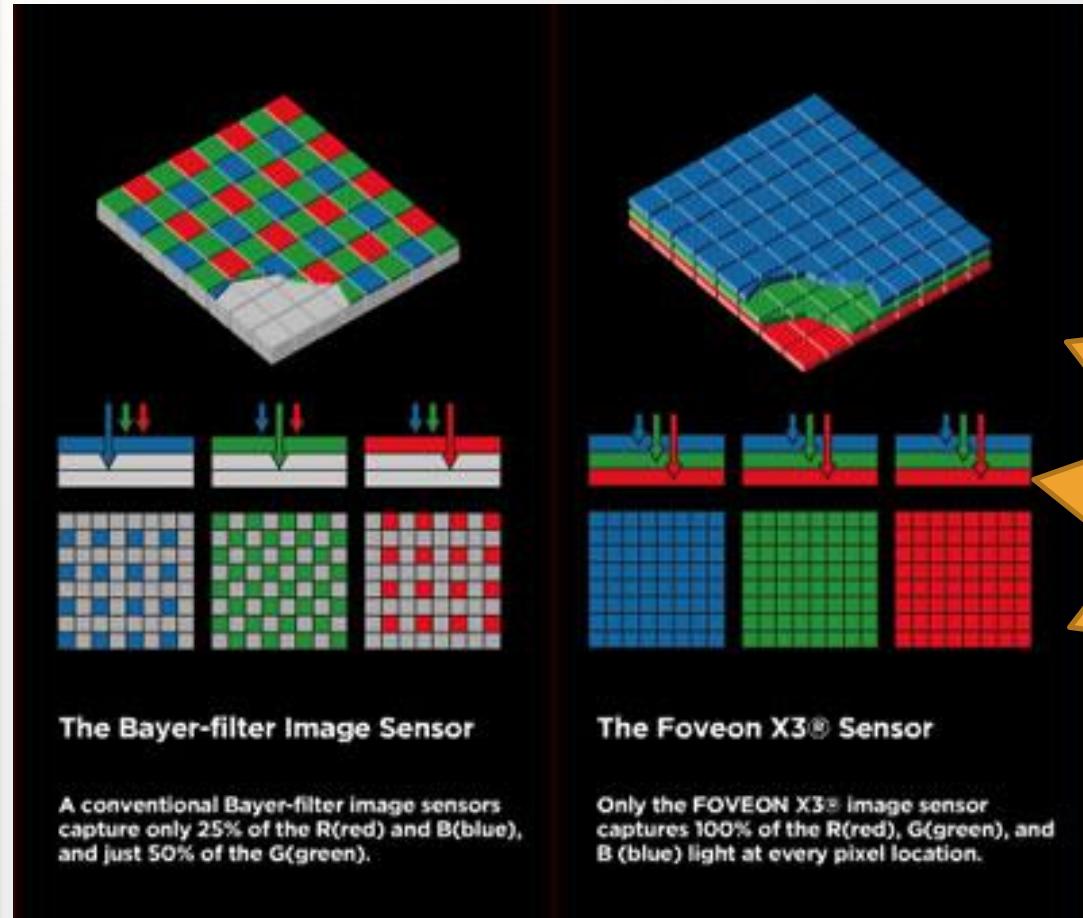
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Cảm biến Bayer và Foveon



Tại sao lại có hai Green, một Blue và một Red trong mô hình Bayer ?

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Thực sự thì
camera đã
« nhìn » thấy
gì ?

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

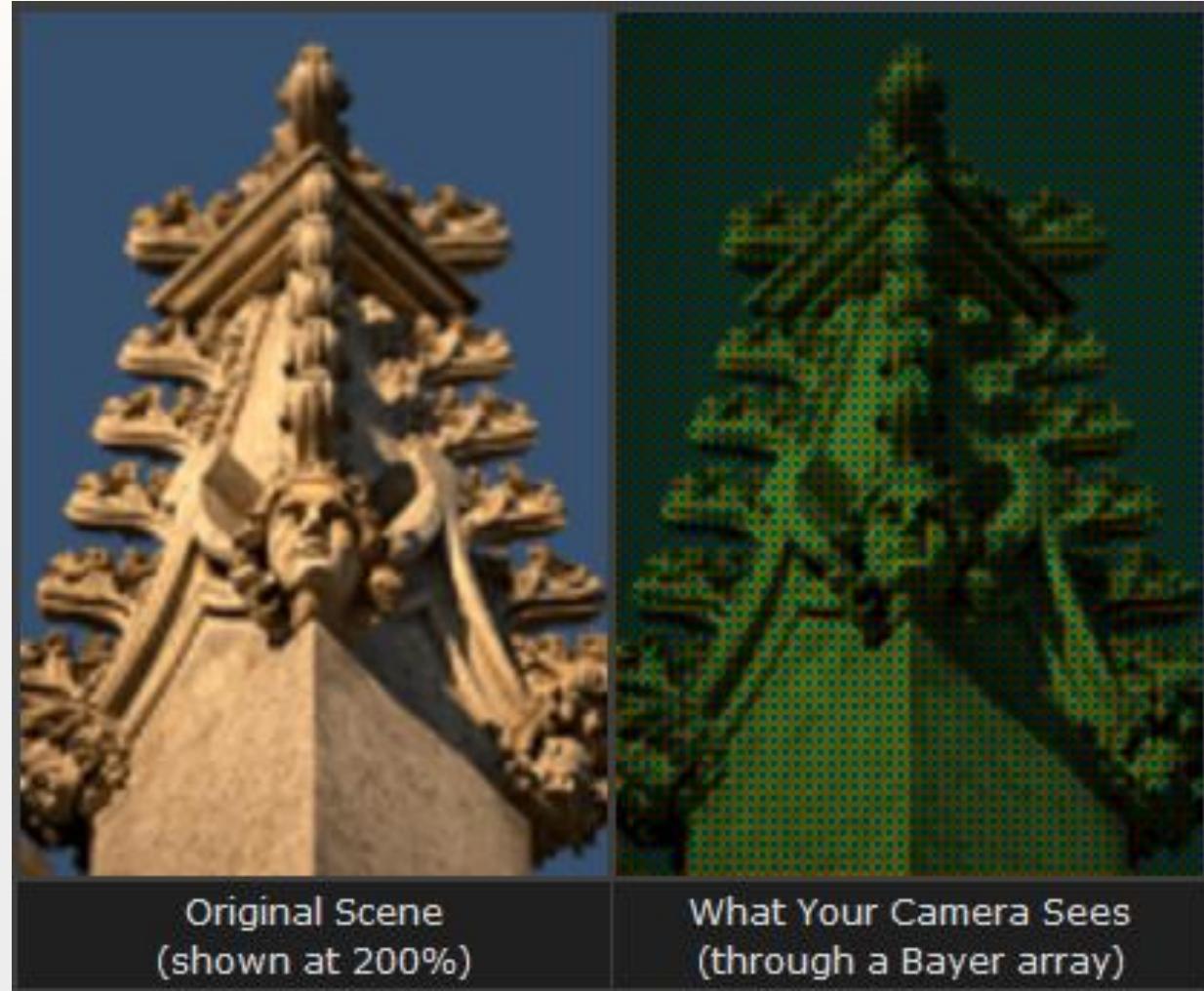
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

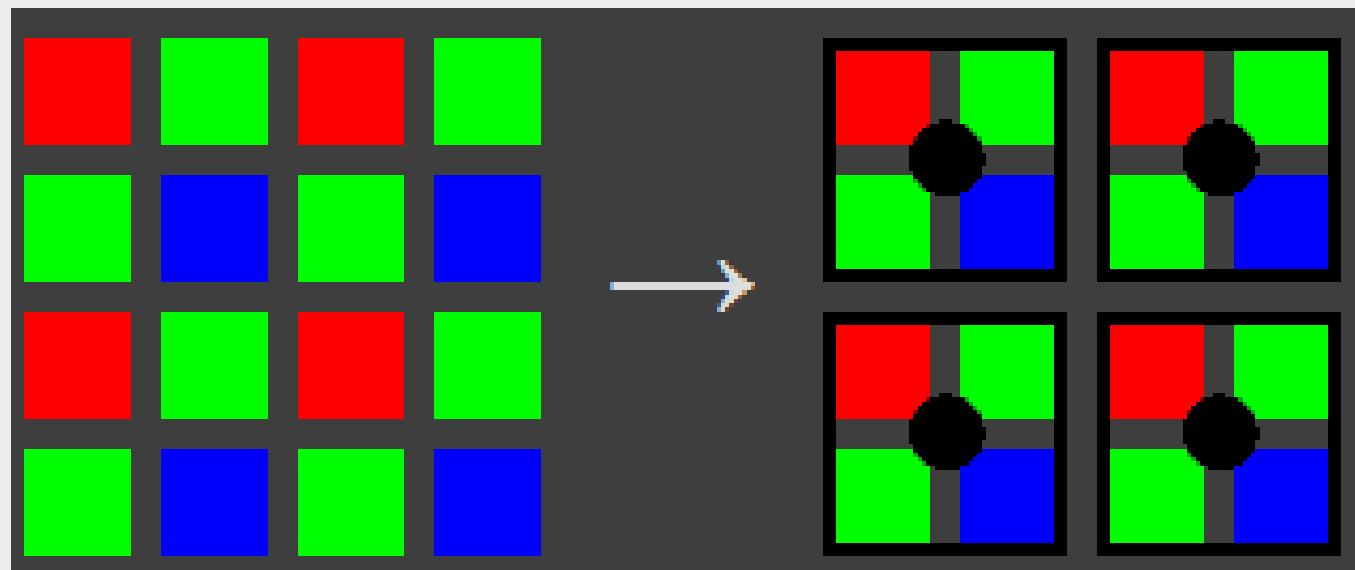
III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Để tạo thành bức ảnh giống như ta nhìn thấy, cần phải thực hiện bước « Demosaicing »

❖ Đối với mô hình Bayer, kết hợp 4 phần tử liền kề để tạo thành một điểm ảnh có giá trị RGB



III.3 Ảnh số: Biểu diễn

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ❖ Các giá trị **điện thế** mà ta thu được tương ứng với **đáp ứng** của bộ cảm biến quang đối với môi trường quan sát
- ❖ Các giá trị này (Voltage) là các giá trị **liên tục** (Analog)
- ❖ Các giá trị này sẽ được **số hóa** để cho ta mãng các điểm, mỗi điểm có 3 giá trị (**R**, **G**, **B**) => Ảnh số

Light → Electric charge → Number

III.3 Ảnh số: Biểu diễn

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



ảnh số được
tạo ra như
thế nào ?

III.3 Ảnh số: Biểu diễn

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

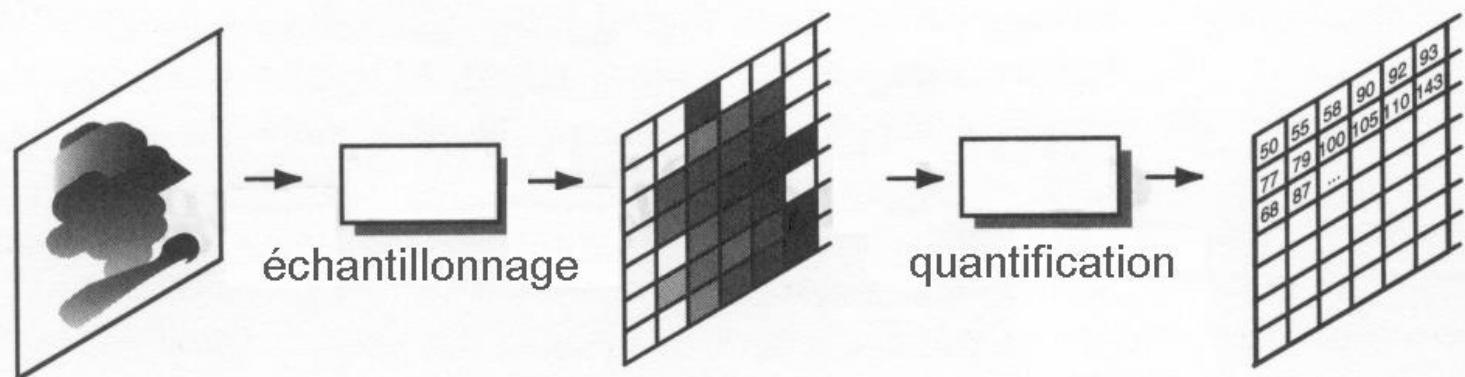
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Digitization = Sampling + Quantization



III.3 Ảnh số: Biểu diễn

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

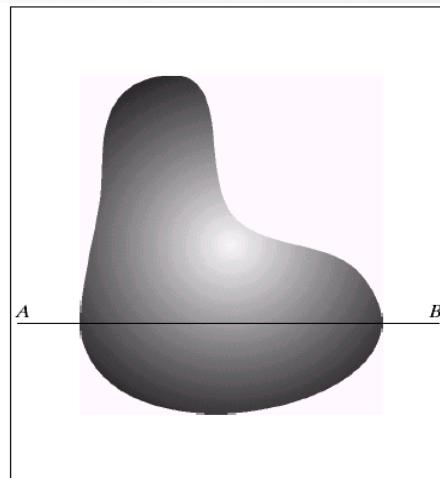
III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

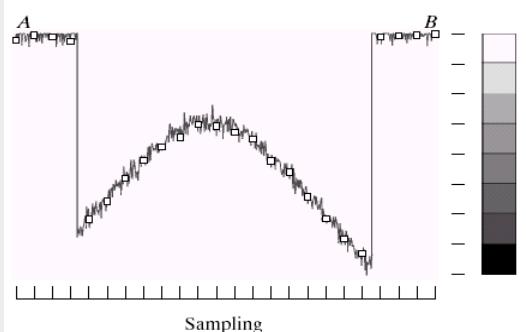
III.8 Tài liệu tham khảo

Lấy mẫu và lượng tử hóa

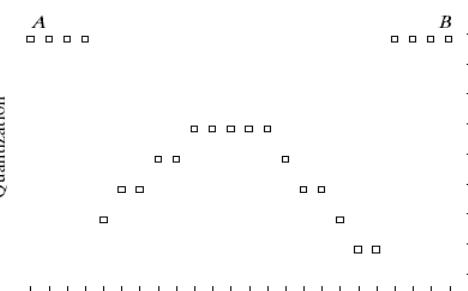
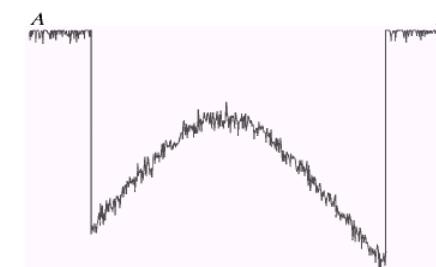
Ảnh gốc



Lấy mẫu



a b
c d



Cường độ sáng của đường quét ngang



Lượng tử hóa



FIGURE 2.16 Generating a digital image. (a) Continuous image. (b) A scan line from A to B in the continuous image, used to illustrate the concepts of sampling and quantization. (c) Sampling and quantization. (d) Digital scan line.

Source : Gonzalez and Woods. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, 2002.

III.3 Ảnh số: Biểu diễn

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

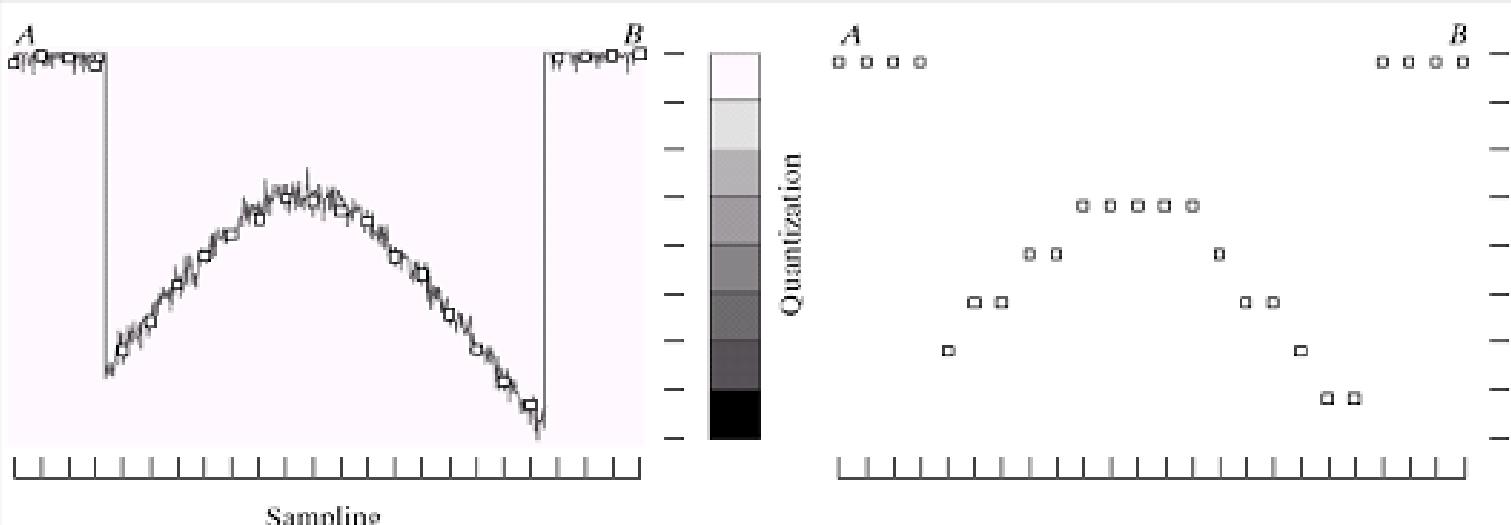
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- **Lấy mẫu ảnh** bị giới hạn bởi kích thước của cảm biến (kích thước của ma trận điểm ảnh trên cảm biến)
- **Lượng tử hóa** bị hạn chế bởi số mức ánh sáng định nghĩa trong một giải nào đó



Source : Gonzalez and Woods. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, 2002.

III.3 Ảnh số: Biểu diễn

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

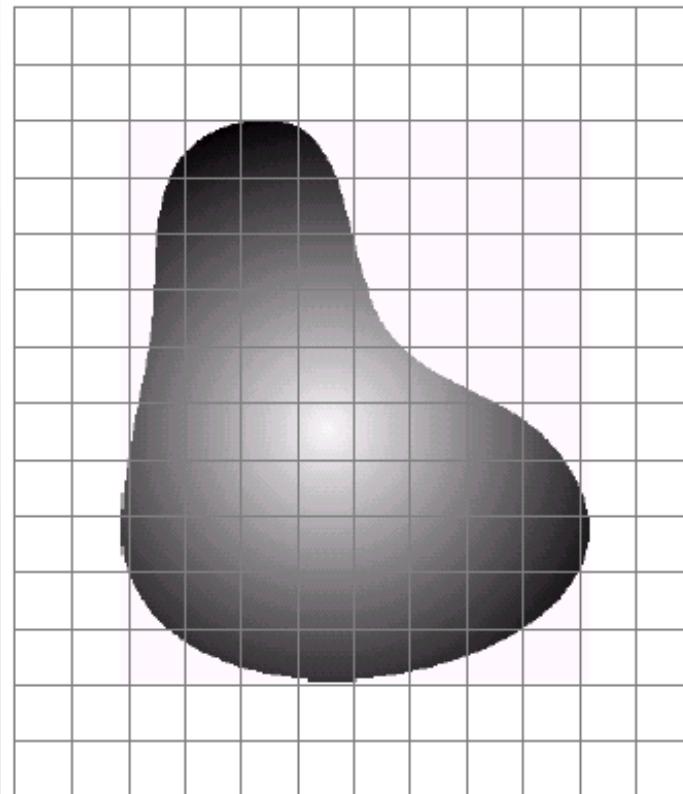
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

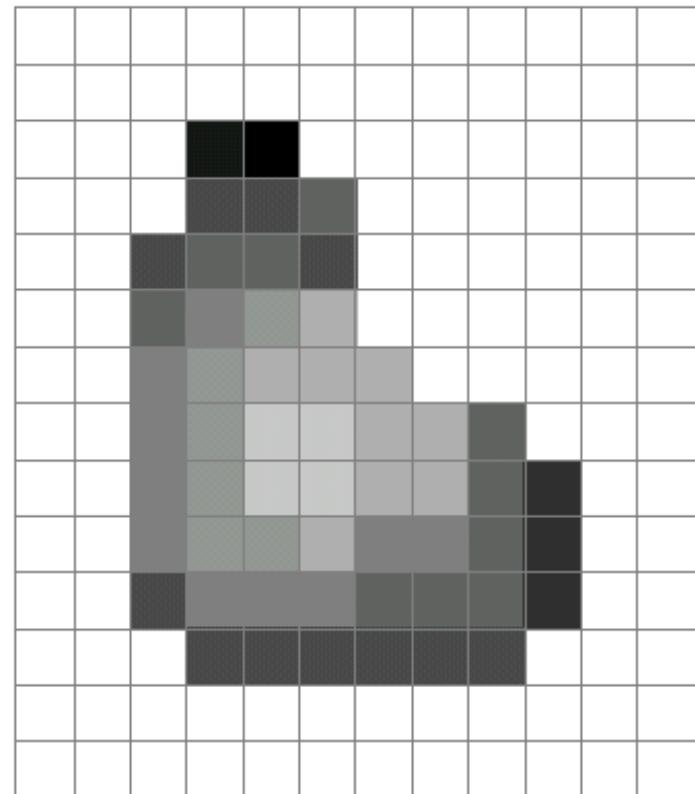
III.8 Tài liệu tham khảo

Ảnh tương tự trên cảm biến



a

Ảnh sau khi lấy mẫu và lượng tử hóa



b

FIGURE 2.17 (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

Source : Gonzalez and Woods. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, 2002.

III.3 Ảnh số: Biểu diễn

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ❖ Ảnh được biểu diễn bởi một **ma trận** kích thước $M \times N$, tương ứng với số điểm ảnh của bộ cảm biến quang
- ❖ Mỗi phần tử của ảnh sẽ có **1 đến 3** giá trị tùy thuộc vào ảnh mức xám (đen trắng) hay ảnh màu
- ❖ Các giá trị là một **số nguyên** nằm trong khoảng $[L_{\min}, L_{\max}]$
- ❖ Tổng số bit cần thiết để **biểu diễn** các mức xám trong khoảng L là K sao cho: $L = 2^K$
- ❖ Tổng số bit cần để **lưu trữ** một ảnh là: $M \times N \times K$ (bit)

III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- Độ phân giải trong không gian
 - Là phần tử nhỏ nhất nhìn thấy được (kích thước điểm ảnh)
- Độ phân giải theo mức xám
 - Sự thay đổi màu sắc nhỏ nhất có thể quan sát được
- Một ảnh có độ phân giải không gian $M \times N$ điểm ảnh có độ phân giải mức xám là K bits hay L mức xám

III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Độ phân giải không gian



200 X 278



50 X 70



12 X 18

III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

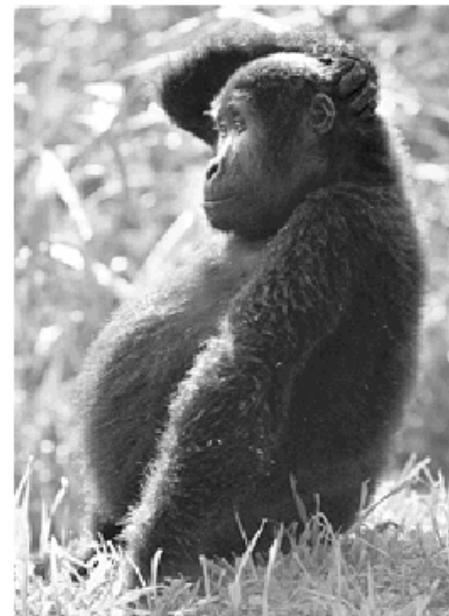
III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Độ phân giải mức xám



8 bits



4 bits



2 bits

III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

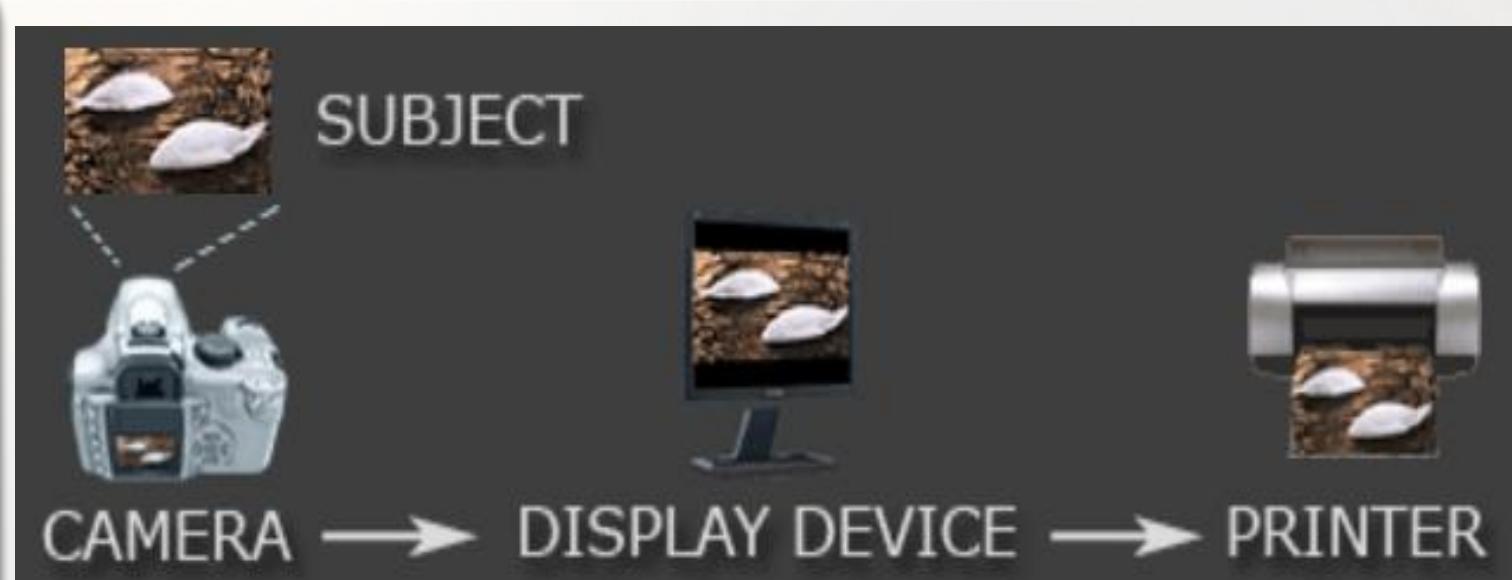
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Kích thước vật lý của một ảnh khi nó được hiển thị phụ thuộc vào mật độ điểm ảnh trên thiết bị hiển thị (dpi = dots per inch)

III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

72 dpi



115 dpi



600 dpi



Device resolution and image size

III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

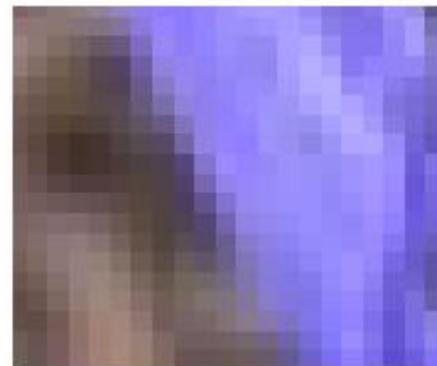
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

72 dpi, 198 × 149 px



600 dpi, 1654 × 1240 px



Resolution and pixel dimensions

Hầu hết các định dạng file ảnh để lưu độ phân giải ảnh cùng với giá trị các điểm ảnh, thường là độ phân giải của thiết bị thu nhận (camera)

III.3 Ảnh số: Lưu trữ

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

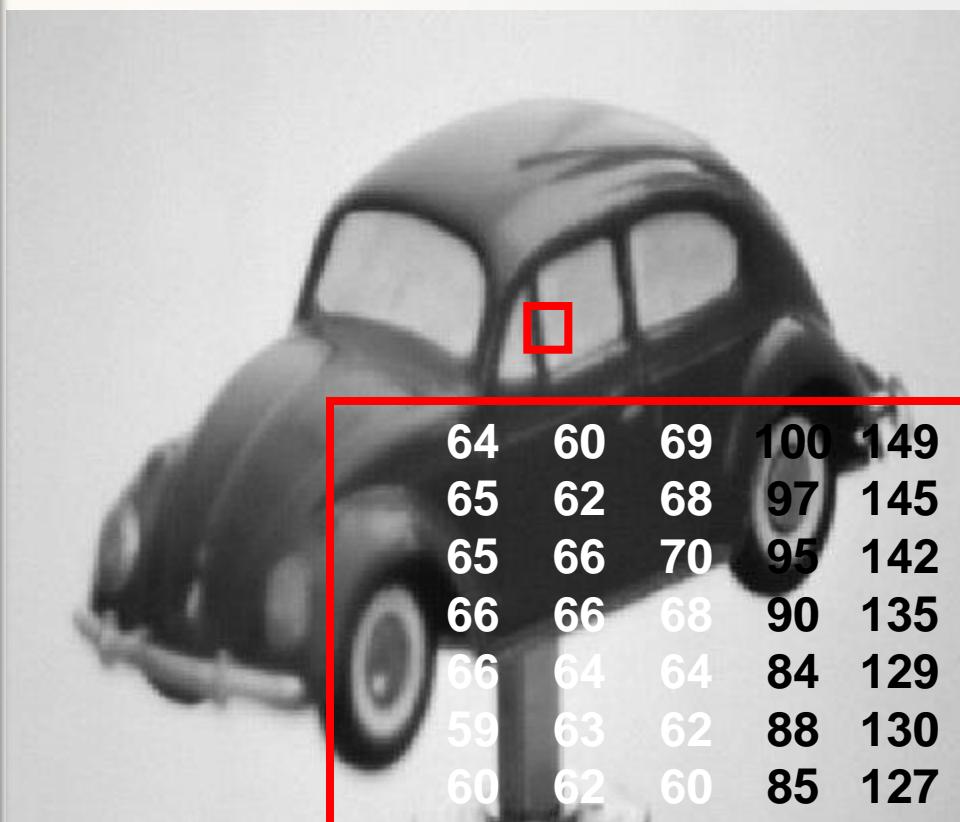
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Mức xám - 8 bits:

0 - đen

255 - trắng

64	60	69	100	149	151	176	182	179
65	62	68	97	145	148	175	183	181
65	66	70	95	142	146	176	185	184
66	66	68	90	135	140	172	184	184
66	64	64	84	129	134	168	181	182
59	63	62	88	130	128	166	185	180
60	62	60	85	127	125	163	183	178
62	62	58	81	122	120	160	181	176
63	64	58	78	118	117	159	180	176

III.3 Ảnh số: Lưu trữ

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



III.3 Ảnh số: Biểu diễn và lưu trữ

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Ảnh là một tín hiệu 2D (x, y)

❖ Về mặt toán học: Ảnh là một ma trận biểu diễn tín hiệu

❖ Đối với người dùng: Ảnh chứa các thông tin ngữ nghĩa (khung cảnh đường phố)

Phân loại ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

■ **Ảnh tự nhiên** – thu nhận từ các thiết bị

- camera, microscope, tomography, infrared, satellite, ...

■ **Ảnh nhân tạo** –

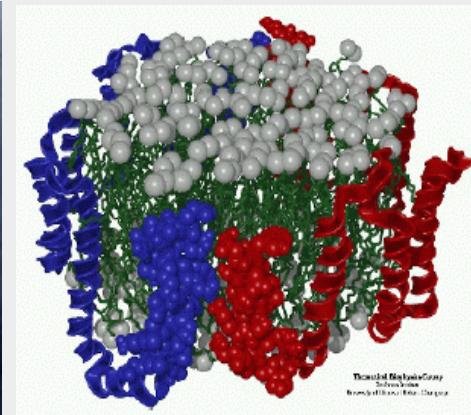
- Đồ họa máy tính (computer graphics), thực tại ảo (virtual reality)



Ảnh tự nhiên



Ảnh nhân tạo



Ảnh nhân tạo

Phân loại ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Ảnh mức xám $I(x,y)$ in $[0..255]$



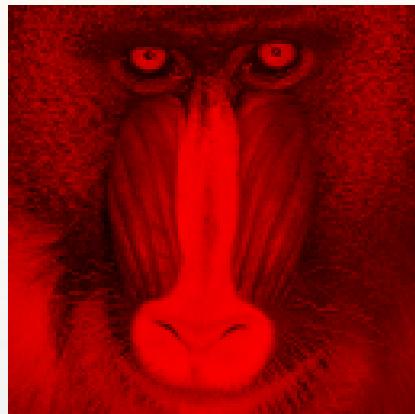
Ảnh nhị phân $I(x,y)$ in $\{0, 1\}$



Ảnh màu

$I_R(x,y)$ $I_G(x,y)$ $I_B(x,y)$

Ảnh màu trong hệ tọa độ RGB



Bên cạnh hệ tọa độ màu RGB ta còn có các hệ tọa độ màu khác

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Tại sao
cần phải
nén ?

Tại sao
ta
có thể
nén ảnh
?

Các **phương
pháp** thường
dùng để nén
ảnh ?

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Tại sao cần phải nén ?

- ❖ Lượng dữ liệu ngày càng lớn
- ❖ Các yêu cầu về lưu trữ và truyền thông
 - DVD
 - Video conference
 - Printer
- ❖ Tốc độ truyền dữ liệu cinema không nén: 1Gbps

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Tại sao ta có thể nén ảnh ?

- ❖ Sự dư thừa thông tin theo không gian, thời gian, tần số
- ❖ Các pixel lân cận không độc lập nhưng tương quan lẫn nhau

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Dư thừa thông tin trong không gian (Spatial Redundancy)

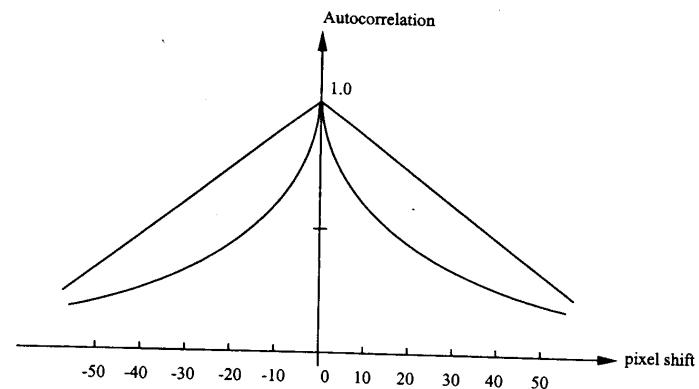
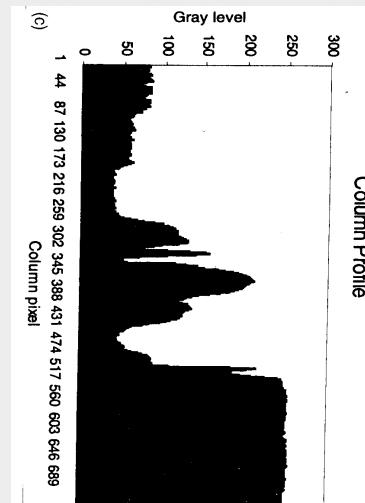
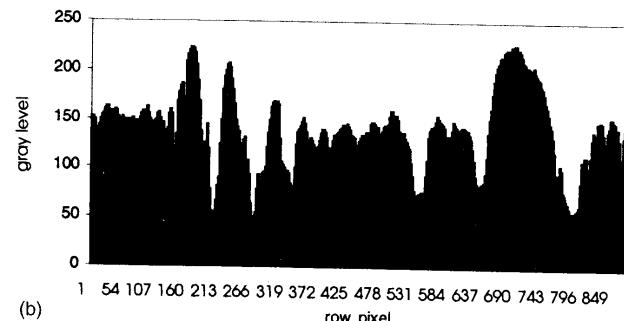


FIGURE 1.3 Autocorrelation in the horizontal direction for some pictures. (After Kretzmer, 1952.)

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

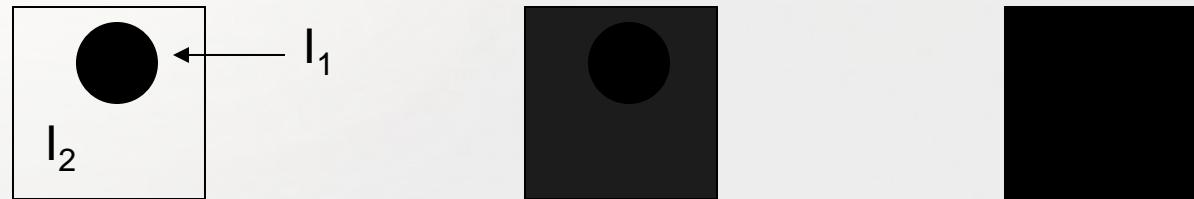
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Dư thừa thông tin theo cường độ sáng



- ❖ Theo định luật Weber: sai khác $\Delta I = I_1 - I_2$, chỉ có thể phân biệt được khi $\Delta I/I_1$ đủ lớn
- ❖ The high (bright) values need a less accurate representation compared to the low (dark) values
- ❖ Weber's law holds for all human senses!

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Dư thừa thông tin theo tần số

- ❖ Hệ thống thị giác của con người cũng giống như một bộ lọc: Các thành phần tần số quá cao sẽ bị bỏ qua

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

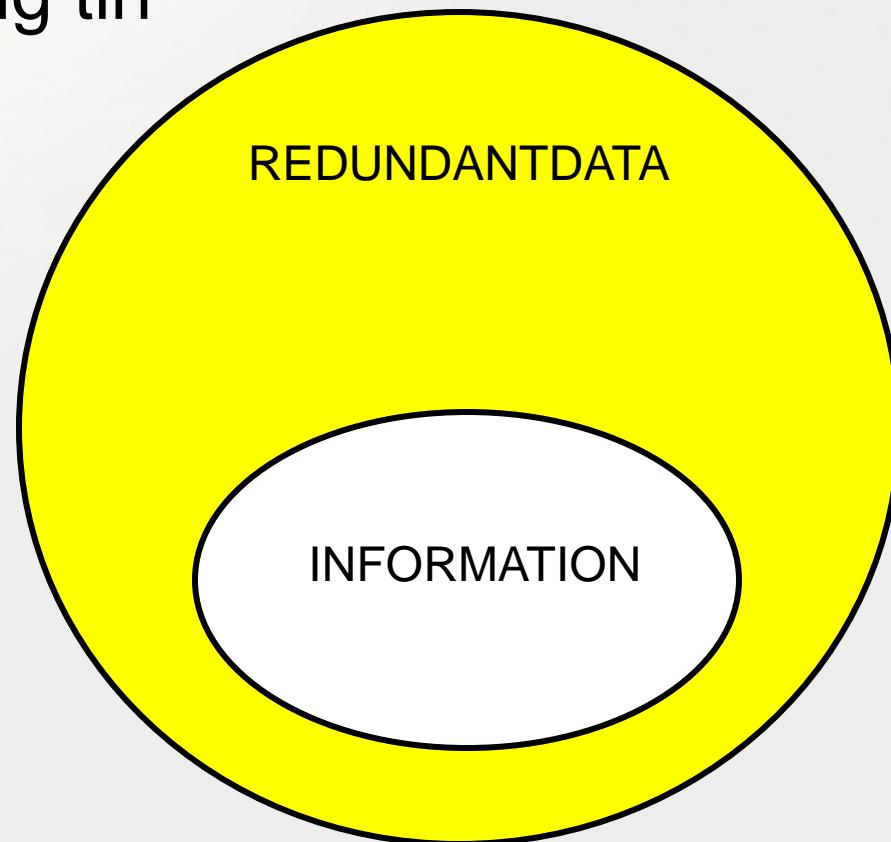
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

⊕ **Nguyên lý nén ảnh là gì ? Chỉ dũ lại thông tin**



$$\text{DATA} = \text{INFORMATION} + \text{REDUNDANT DATA}$$

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ **Nguyên lý nén ảnh là gì ? Chỉ dũ lại thông tin**

❖ **Vậy làm thế nào để phát hiện ra sự dư thừa thông tin phục vụ trong các giải thuật nén ảnh**

III.4 Nén ảnh (image compression)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

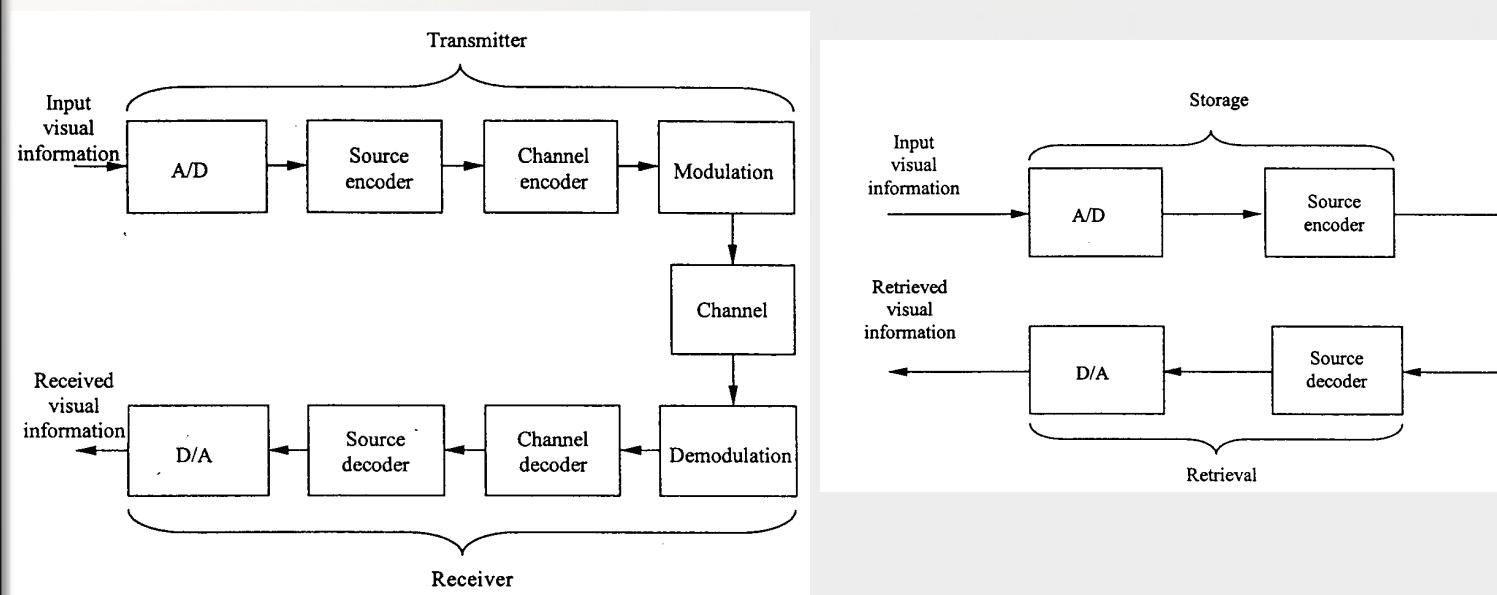
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Mô hình chung của nén ảnh trong các hệ thống truyền và lưu trữ dữ liệu



Coder: (en)coder + decoder = codec

Source encoder: removes redundancy

Channel encoder: adds redundancy

A/D, D/A, en/decryption optional

Only deal with the source coder

Bộ mã hóa nguồn tin

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

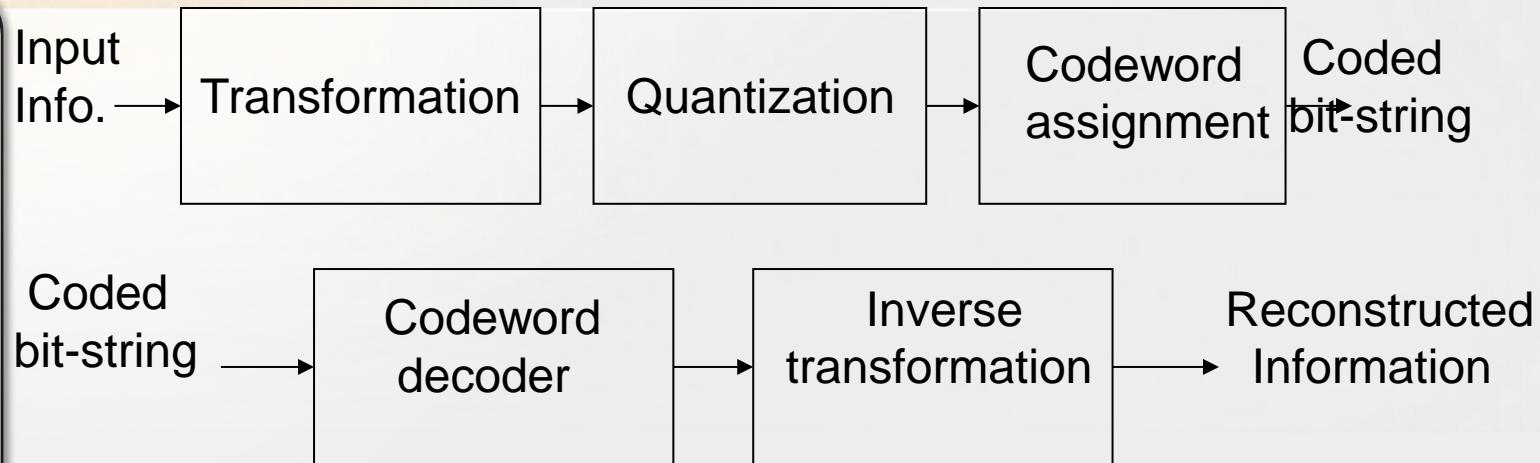
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



- Transformation: new representation of data
Differential coding, transform coding (MM2)
- Quantization: In-reversible process => lossy coding
- Codeword assignment (entropy coding): Info. Theory: Huffman, run length, arithmetic, dictionary coding

Codeword assignment

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ❖ After transformation and quantization
=> source symbols: $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$
- ❖ The symbols need to be represented by bits
- ❖ Remove the redundancy in the symbols (lossless)
- ❖ Methods: Run length, Huffman, arithmetic, modifications, dictionary (LZW: zip, gif, tiff, pdf,...)
- ❖ Quick introduction to run length and Huffman coding

Run length coding

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- Input: 7,7,7,7,7,13,90,9,9,9,2,1,1,0,5,...= 15 Byte
- RLE: 5,7,13,90,3,9,2,2,1,0,5,...= 11 Byte
- How to distinguish between values and counts?
- One value of a byte to indicate a count, e.g. 0 or 255, e.g. 255:
255,5,7,13,90,255,3,9,2,255,2,1,0,5,...= 14 Byte
- One bit to indicate count [1] and value [0] for 8 values =>
[10001001],5,7,13,90,3,9,2,2,[000...],1,0,5..
~ 12,5 Byte

Huffman coding

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ➊ Arrange symbols: $p(s_2) > p(s_5) > \dots > p(s_3)$
- ➋ l_i = length in bits of the $i'th$ symbol s_i
- ➌ Key idea: use fewer bits to code the most likely symbols: $l_2 < l_5 < \dots < l_3$

Huffman coding

TABLE 5.9
Source Alphabet and Huffman Codes in Example 5.9

Source Symbol	Occurrence Probability	Codeword Assigned	Length of Codeword
S ₁	0.3	00	2
S ₂	0.1	101	3
S ₃	0.2	11	2
S ₄	0.05	1001	4
S ₅	0.1	1000	4
S ₆	0.25	01	2

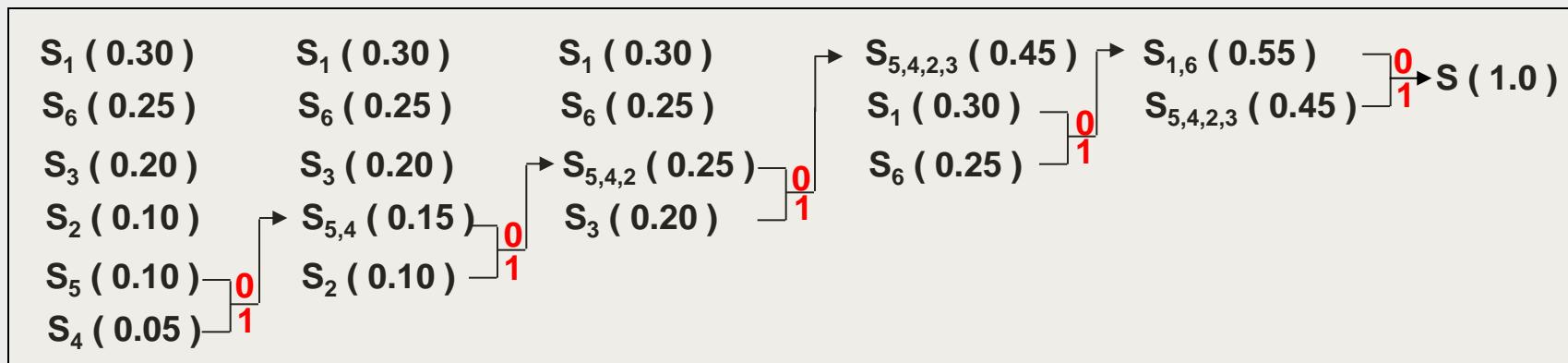
Algorithm:

Arrange symbols

Loop:

- Combine the two symbols with lowest probabilities into a new symbol
 - Assign one bit and update probabilities
 - Re-arrange symbols

⊕ Codewords: back trace



III.4 Nén ảnh: JPEG

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ "Joint Photographic Expert Group".

Voted as international standard in 1992.

❖ Works with color and grayscale images,
e.g., satellite, medical, ...

❖ Lossy and lossless

III.4 Nén ảnh: JPEG

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ◆ 1987: ITU + ISO => international standard for still image compression, due to grows in the PC market: JPEG = Joint Photographic Expert Group
- ◆ Goal: non-binary images keeping a good to excellent image quality
- ◆ First standard in 1992
- ◆ JPEG is NOT an algorithm but rather a framework with several algorithms and user-settings

III.4 Nén ảnh : JPEG

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

⊕ First generation JPEG uses DCT + Run length Huffman entropy coding.

⊕ Second generation JPEG (JPEG2000) uses wavelet transform + Bit plane coding + Arithmetic entropy coding.

III.4 Nén ảnh: JPEG

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ❖ Các **thông tin tần số cao** có thể bị loại bỏ mà không làm mất mát thông tin quan sát vì mắt người **không cảm nhận** được những hiệu ứng do các thành phần tần số cao mang lại **một cách chính xác**
- ❖ Ảnh được chuyển sang **miền tần số** sử dụng phép biến đổi Cosin rời rạc - Discrete Cosine Transform (**DCT**).
- ❖ Phép biến đổi DCT thường được áp dụng cho các **khối pixel** kích thước 8×8 .
- ❖ Việc áp dụng DCT **không làm giảm kích thước của dữ liệu**, vì số các hệ số của DCT cũng bằng tổng số pixel của khối (64).
- ❖ Tuy nhiên, các hệ số của DCT được **lượng tử hóa**, vì thế số bit cần thiết để biểu diễn các hệ số DCT sẽ giảm đi. Việc lượng tử hóa sẽ làm mất một số thông tin.

III.4 Nén ảnh: JPEG

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Tại sao là
DCT mà
không phải là
DFT ?

- ✿ DCT is similar to DFT, but can provide a better approximation with fewer coefficients
- ✿ The coefficients of DCT are real valued instead of complex valued in DFT.

III.4 Nén ảnh: JPEG

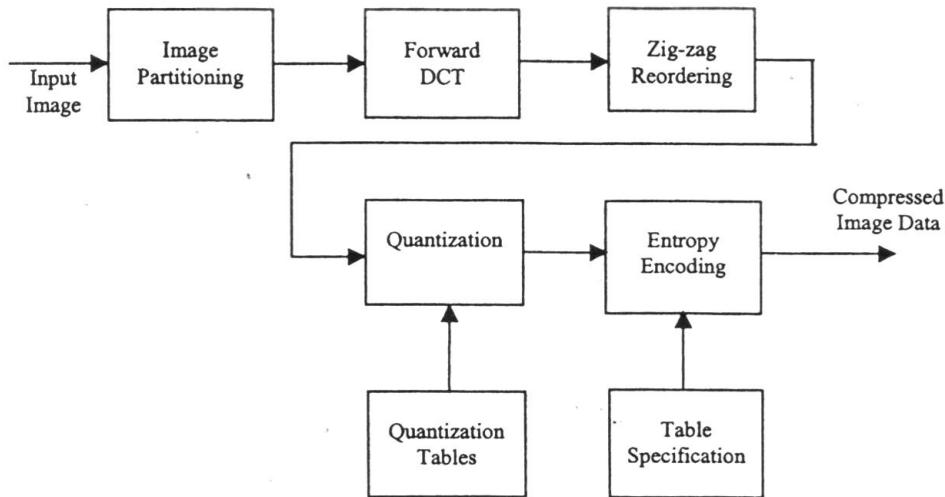


FIGURE 7.3 Block diagram of a sequential DCT-based encoding process.

$$\text{FDCT: } S_{uv} = \frac{1}{4} C_u C_v \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 s_{ij} \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16}$$

$$\text{IDCT: } s_{ij} = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C_u C_v S_{uv} \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16}$$

$$C_u C_v = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{for } u, v = 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

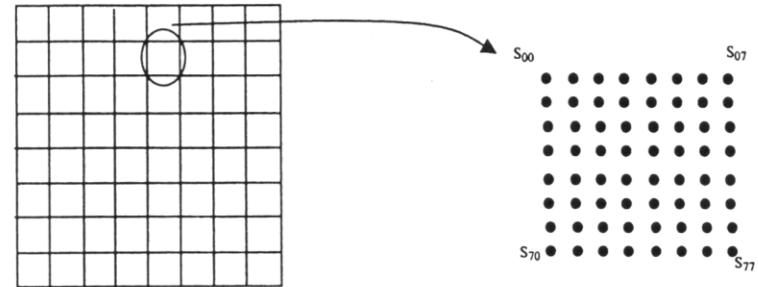


FIGURE 7.4 Partitioning to 8×8 blocks.

DC

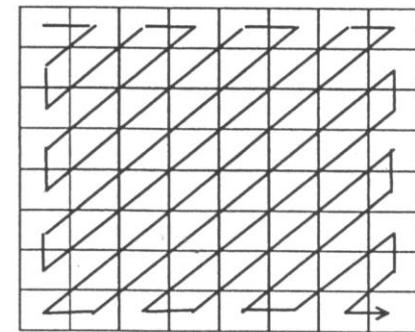
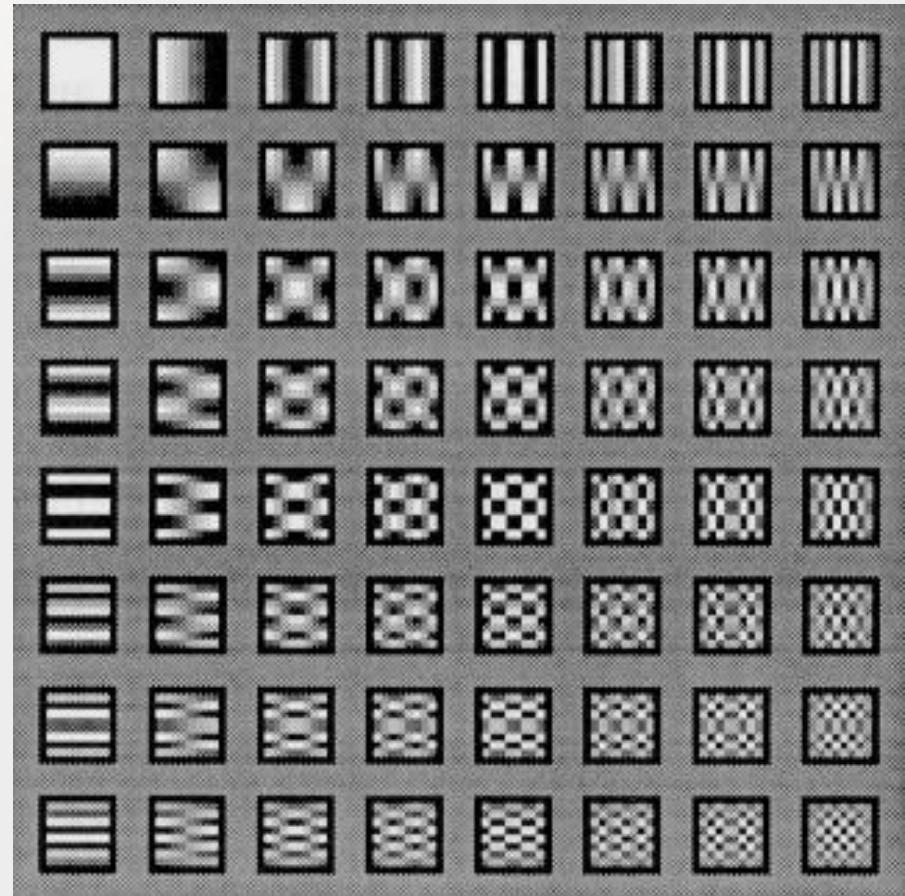


FIGURE 7.5 Zigzag scanning order of DCT coefficients.

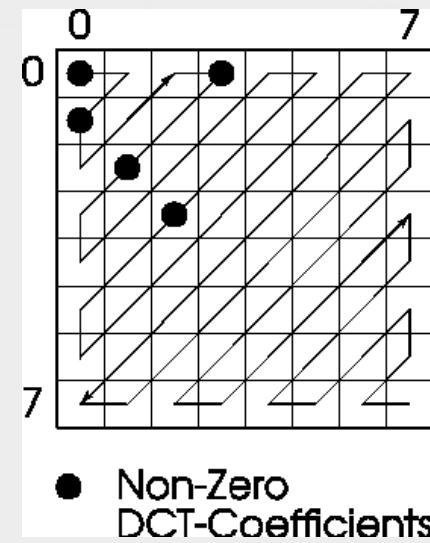
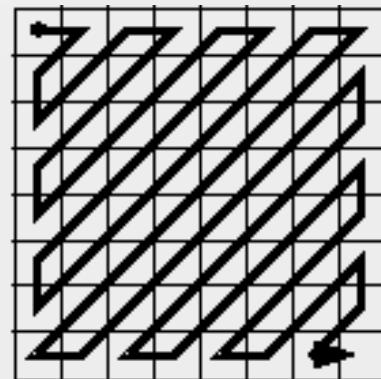
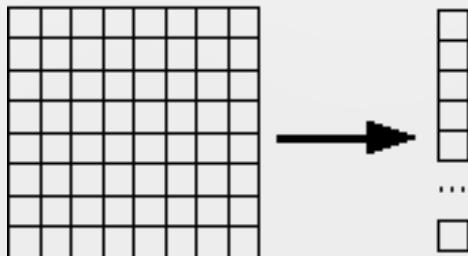
The 64 (8 X 8) DCT Basis Functions

- Each 8x8 block can be looked at as a weighted sum of these basis functions.
- The process of 2D DCT is also the process of finding those weights.



Zig-zag Scan DCT Blocks

- ✿ Why? -- To group low frequency coefficients in top of vector.
- ✿ Maps 8×8 to a 1×64 vector.



Ảnh gốc



Ảnh JPEG 27:1



JPEG2000 27:1



Ví dụ về nén JPEG

- ❖ Original image

 - ❖ $512 \times 512 \times 8$ bits
= 2,097,152 bits

- ❖ JPEG

 - ❖ 27:1 reduction
= 77,673 bits

Bài tập

- ❖ Why is it possible to compress images?
- ❖ Explain the JPEG framework
- ❖ What is the compression factor of this luminance DCT-block?

130	5	4	-34	11	-17	14	10
2	47	6	1	-8	14	21	22
-19	1	-2	-3	6	3	-1	-21
-3	5	-1	5	-1	-2	17	11
7	-9	2	10	9	1	-4	9
2	4	-6	-11	12	-7	40	-17
-1	-12	-3	1	9	14	57	34
22	5	4	-2	33	-21	14	-27

Các định dạng file ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

 **GIF**

 **PNG**

 **JPEG**

 **TiFF**

 **BMP**

Graphics Interchange Format - GIF

- ❖ là một định dạng tập tin hình ảnh bitmap cho các hình ảnh dùng ít hơn 256 màu sắc khác nhau và các hoạt hình dùng ít hơn 256 màu cho mỗi khung hình.
- ❖ GIF là định dạng nén dữ liệu đặc biệt hữu ích cho việc truyền hình ảnh qua đường truyền lưu lượng nhỏ.
- ❖ Định dạng này được CompuServe cho ra đời vào năm 1987 và nhanh chóng được dùng rộng rãi trên World Wide Web cho đến nay.

Portable Network Graphics - PNG

- ❖ Là một dạng hình ảnh sử dụng phương pháp nén dữ liệu mới - không làm mất đi dữ liệu gốc.
- ❖ PNG được tạo ra nhằm cải thiện và thay thế định dạng ảnh GIF với một định dạng hình ảnh không đòi hỏi phải có giấy phép sáng chế khi sử dụng.
- ❖ PNG được hỗ trợ bởi thư viện tham chiếu **libpng**, một thư viện nền tảng độc lập bao gồm các hàm của C để quản lý các hình ảnh PNG.

Joint Photographic Experts Group) - JPEG

- ❖ Là một trong những phương pháp nén ảnh hiệu quả, có tỷ lệ nén ảnh tới **vài chục lần**.
- ❖ Tuy nhiên ảnh sau khi giải nén sẽ khác với ảnh ban đầu. **Chất lượng ảnh bị suy giảm sau** khi giải nén. Sự suy giảm này tăng dần theo hệ số nén.
- ❖ Sự mất mát thông tin này là có thể chấp nhận được vì việc **loại bỏ những thông tin không cần thiết** được dựa trên những nghiên cứu về hệ nhãn thị của mắt người.
- ❖ Phần mở rộng của các file JPEG thường có dạng **.jpeg, .jfif, .jpg, .JPG, hay .JPE**; dạng **.jpg** là dạng được dùng phổ biến nhất.
- ❖ Hiện nay dạng nén ảnh JPEG rất được phổ biến trong **ĐTDD** cũng như những trang thiết bị lưu giữ có **dung lượng nhỏ**.

Tagged Image File Format - TIFF

- ❖ TIFF is an extensible format, often used for storing **uncompressed digital photographs**, and for **interchange** of images.

BMP

- ◆ Trong đồ họa máy vi tính, **BMP**, còn được biết đến với tên tiếng Anh khác là *Windows bitmap*, là một định dạng tập tin hình ảnh khá phổ biến.
- ◆ Các tập tin đồ họa lưu dưới dạng BMP thường có đuôi là **.BMP** hoặc **.DIB** (*Device Independent Bitmap*).
- ◆ BMP thường là không nén

BẢNG TỔNG KẾT CÁC ĐỊNH DẠNG FILE

Color data mode - Bits per pixel

TIF

RGB - 24 or 48 bits,
Grayscale - 8 or 16 bits,
Indexed color - 1 to 8 bits,
Line Art (bilevel)- 1 bitFor TIF files, most programs allow either no compression or LZW compression (lossless, but is less effective for 24 bit color images). Adobe Photoshop also provides JPG or ZIP compression too (but which greatly reduces third party compatibility of TIF files). "Document programs" allow ITCC G3 or G4 compression for 1 bit text (Fax is G3 or G4 TIF files), which is lossless and tremendously effective (small).

PNG

RGB - 24 or 48 bits,
Grayscale - 8 or 16 bits,
Indexed color - 1 to 8 bits,
Line Art (bilevel) - 1 bitPNG uses ZIP compression which is lossless, and slightly more effective than LZW (slightly smaller files). PNG is a newer format, designed to be both versatile and royalty free, back when the LZW patent was disputed.

JPG

RGB - 24 bits,
Grayscale - 8 bitsJPEG always uses **lossy** JPG compression, but its degree is selectable, for higher quality and larger files, or lower quality and smaller files.

GIF

Indexed color - 1 to 8 bitsGIF uses lossless LZW compression, effective on indexed color. GIF files contain no dpi information for printing purposes.

File format and purpose

	Photographic Images	Graphics, including Logos or Line art
Properties		
For Unquestionable Best Quality	Photos are continuous tones, 24 bit color or 8 bit Gray, no text, few lines and edges	Graphics are often solid colors, up to 256 colors, with text or lines and sharp edges
Smallest File Size	TIF or PNG (lossless compression and no JPG artifacts)	PNG or TIF (lossless compression, and no JPG artifacts)
Maximum Compatibility (PC, Mac, Unix)	JPG with a higher Quality factor can be decent.	TIF LZW or GIF or PNG (graphics/logos without gradients normally permit indexed color of 2 to 16 colors for smallest file size)
Worst Choice	TIF or JPG 256 color GIF is very limited color, and is a larger file than 24 bit JPG	TIF or GIF JPG compression adds artifacts, smears text and lines and edges

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Các phép xử lý cơ bản

❖ Các bộ lọc tuyến tính

- Blurring
- Sharpening
- Edge detection
- Wiener denoising

❖ Các bộ lọc phi tuyến

- Median filter
- Bilateral filter
- Cross-bilateral filter

Lược đồ ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

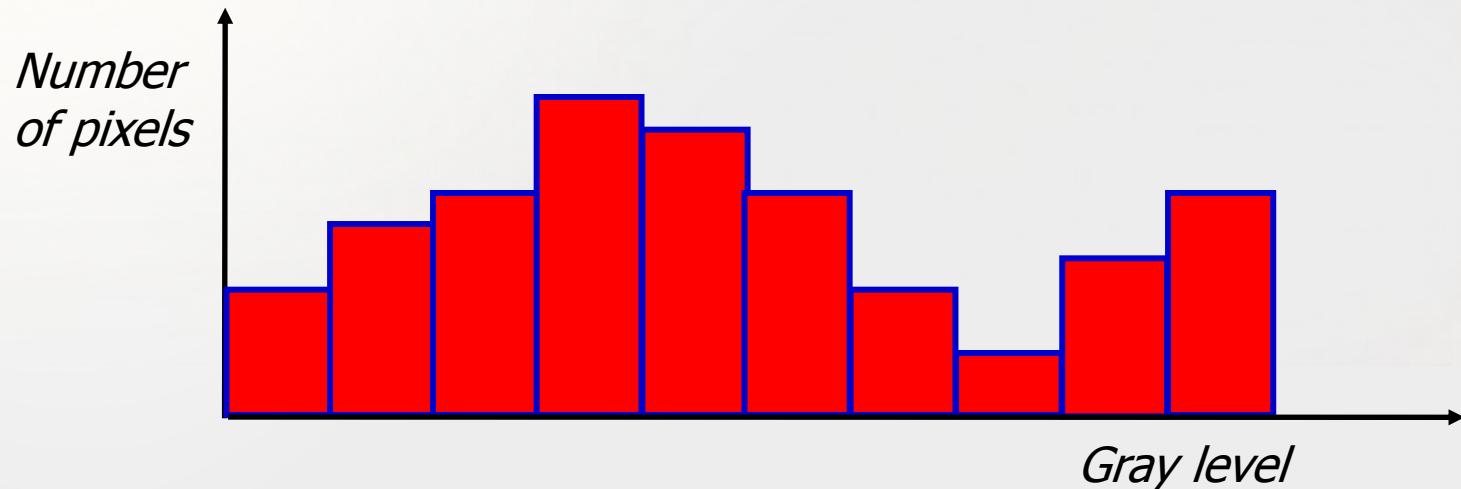
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



- Lược đồ ảnh là phân bố các giá trị mức xám (màu) của một ảnh
- $H(k) = \text{tổng số pixel trong ảnh có giá trị } k$

Lược đồ ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

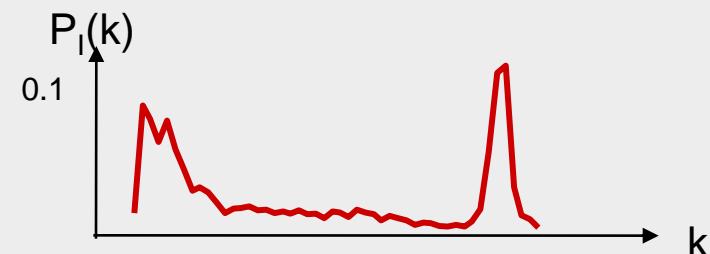
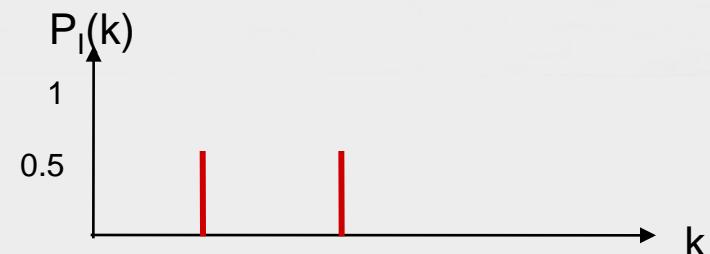
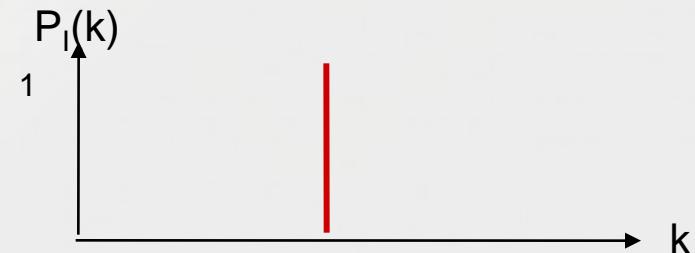
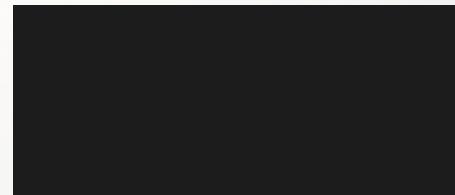


Image dynamic range = [min_value, max_value]

Luminance (độ sáng)

Chương III: Ảnh

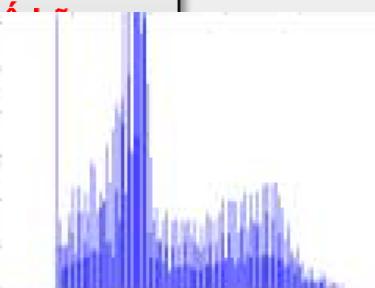
III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số thuật xử lý cơ bản

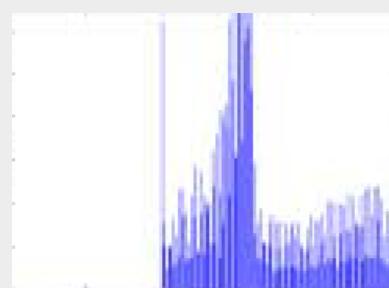
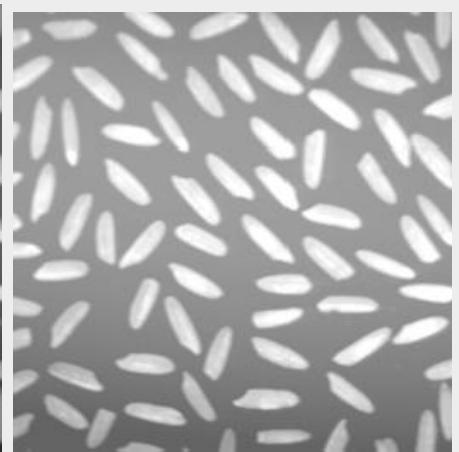
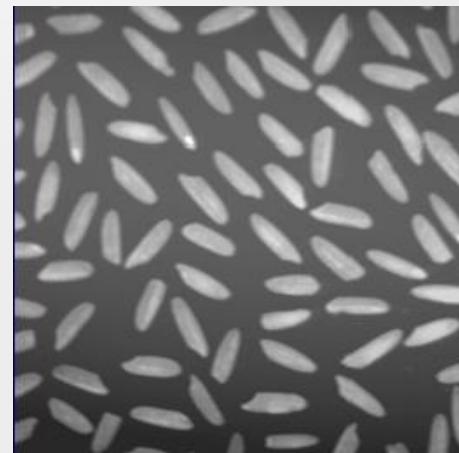


III.6 Một số cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- Luminance của một ảnh được định nghĩa là giá trị trung bình của tất cả các mức xám trong ảnh
- Trong ảnh dưới đây, chỉ có luminance thay đổi



Source : Eric Favier. *L'analyse et le traitement des images*. ENISE.

Contrast (độ tương phản)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- The contrast can be defined in many different ways :
 - Standard deviation of the gray levels

$$C = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} (f(x,y) - Moy)^2}$$

- Variation between the min and max gray level

$$C = \frac{\max[f(x,y)] - \min[f(x,y)]}{\max[f(x,y)] + \min[f(x,y)]}$$

Contrast (độ tương phản)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

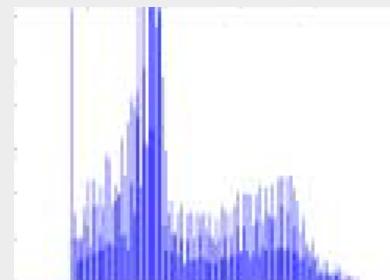
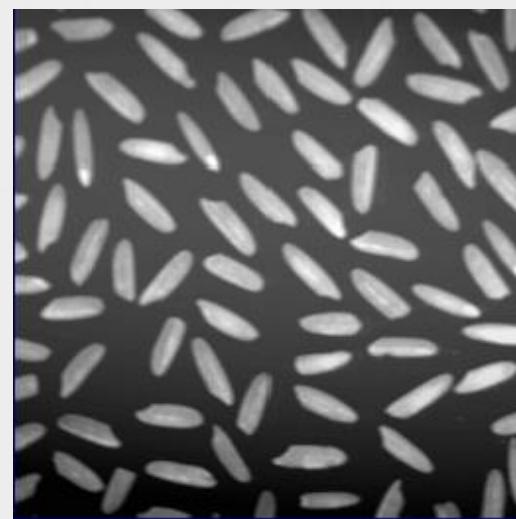
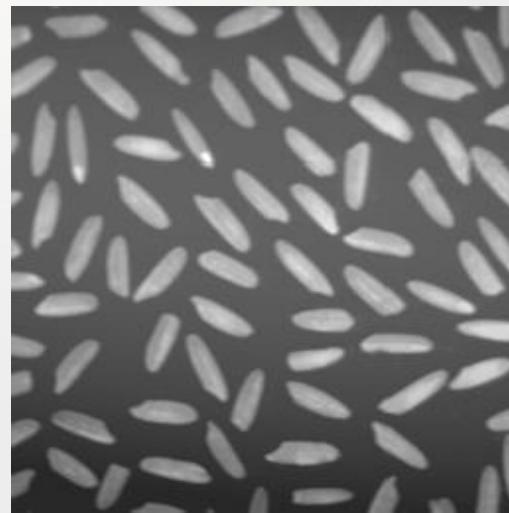
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Hai ảnh dưới đây khác nhau về độ tương phản



Ví dụ về độ tương phản của ảnh

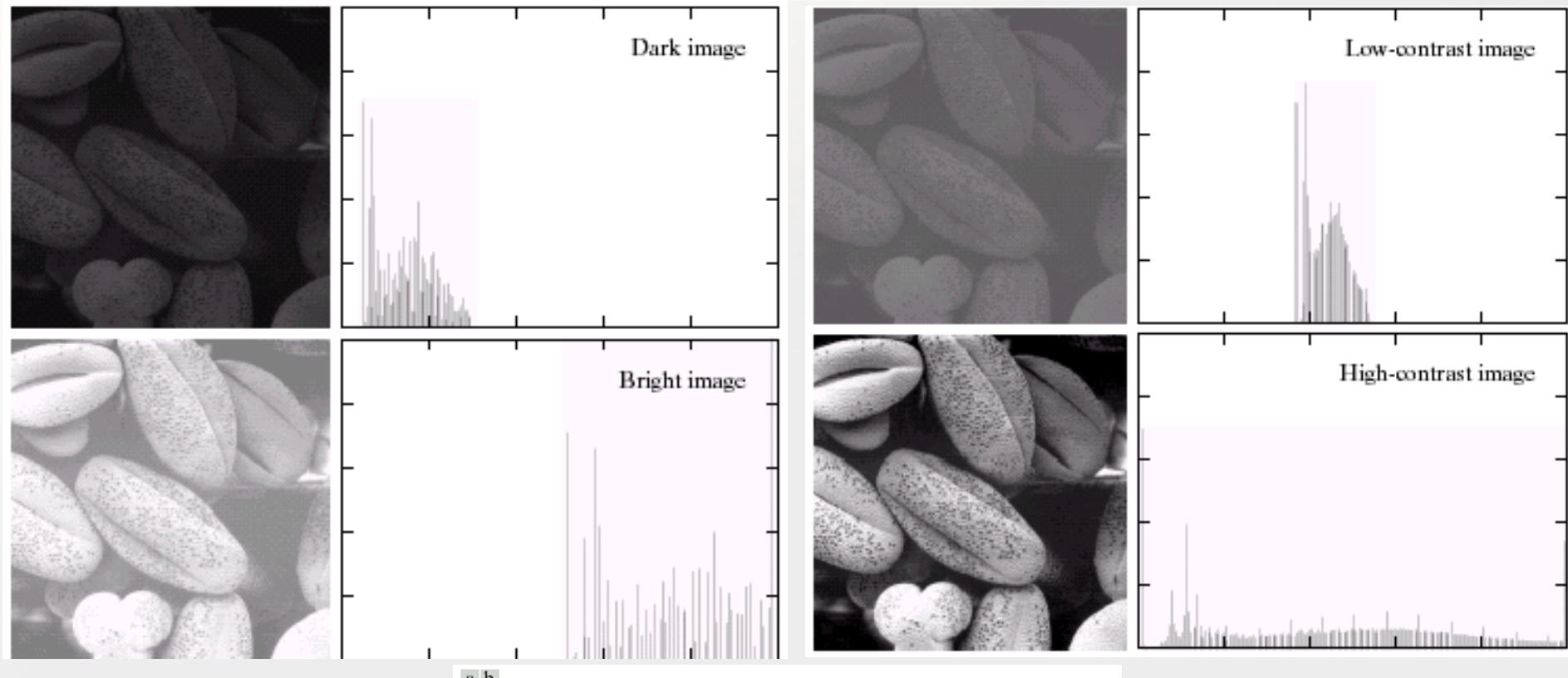


FIGURE 3.15 Four basic image types: dark, light, low contrast, high contrast, and their corresponding histograms. (Original image courtesy of Dr. Roger Heady. Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia.)

Tăng cường độ tương phản ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

■ Có nhiều phương pháp

- Chuyển đổi tuyến tính
- Piecewise linear transform
- Non-linear transform
- Histogram equalization

Biến đổi tuyến tính

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

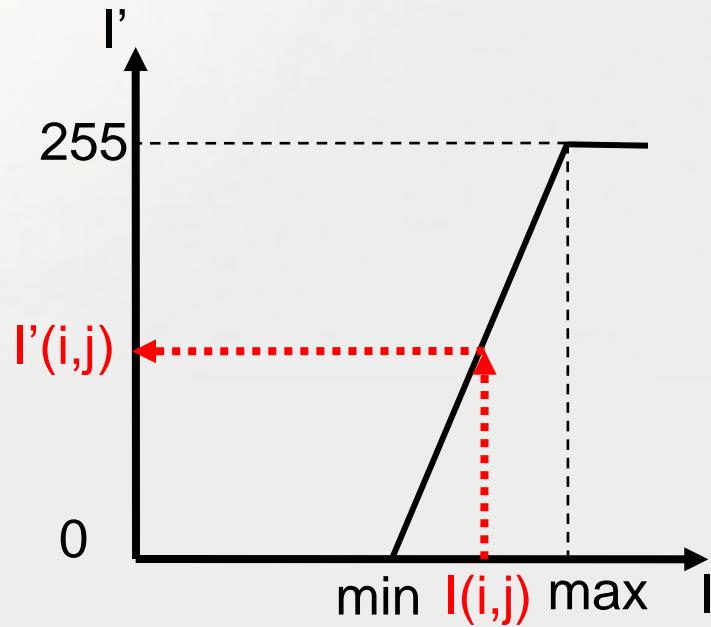
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



$$I'(i,j) = \frac{255}{\max - \min} (I(i,j) - \min) \quad \text{with } \frac{(I(i,j) - \min)}{\max - \min} \in [0, 1]$$

Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Biến đổi tuyến tính

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

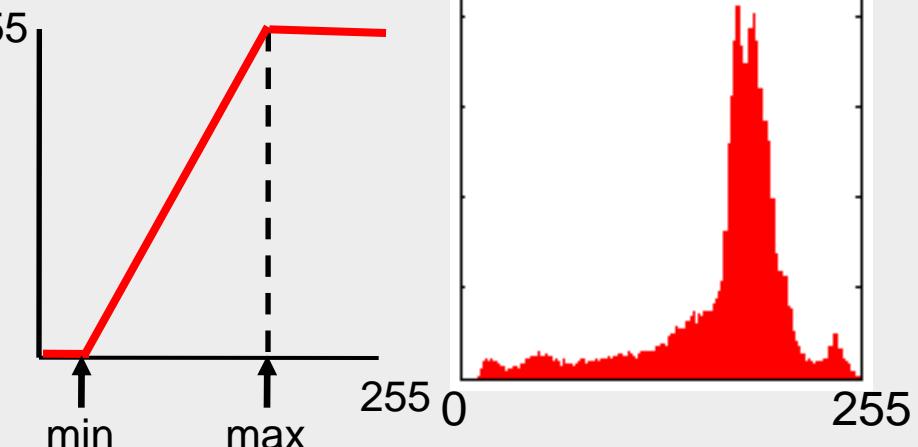
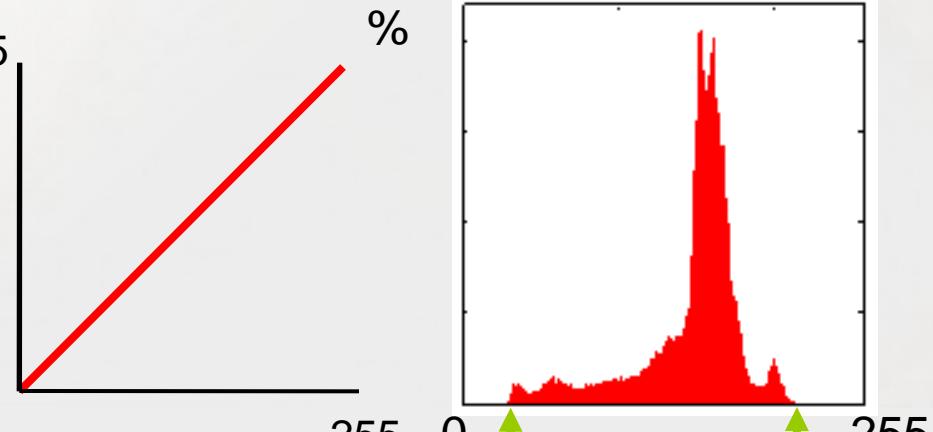
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Cân bằng lược đồ xám

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

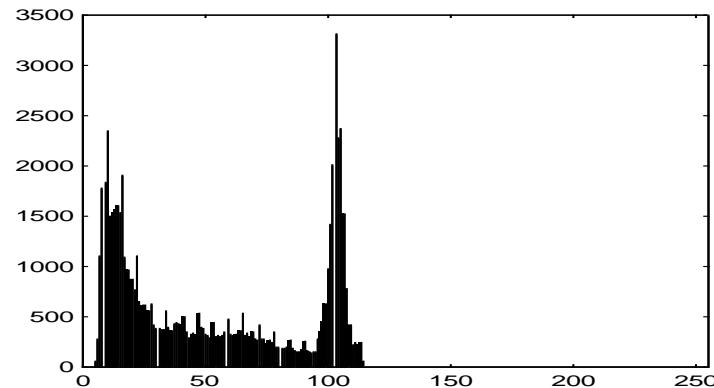
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

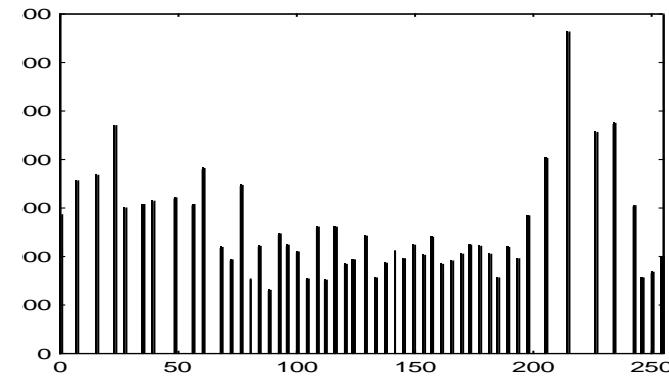
III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



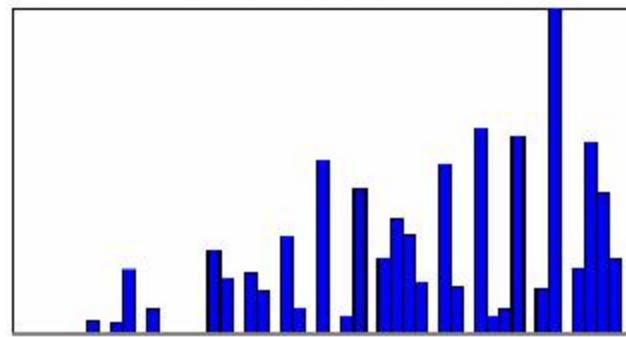
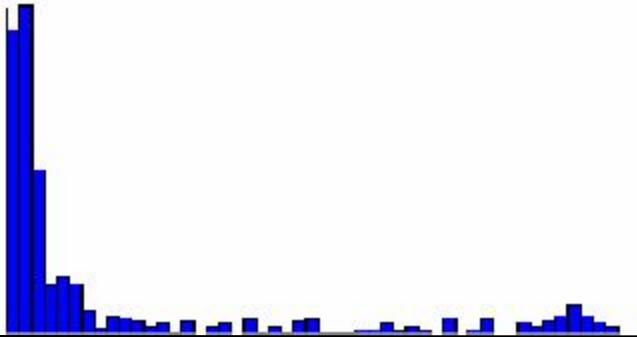
Source image



More contrasted image

Source : Tal Hassner. Computer Vision. Weizmann Institute of Science (Israel).

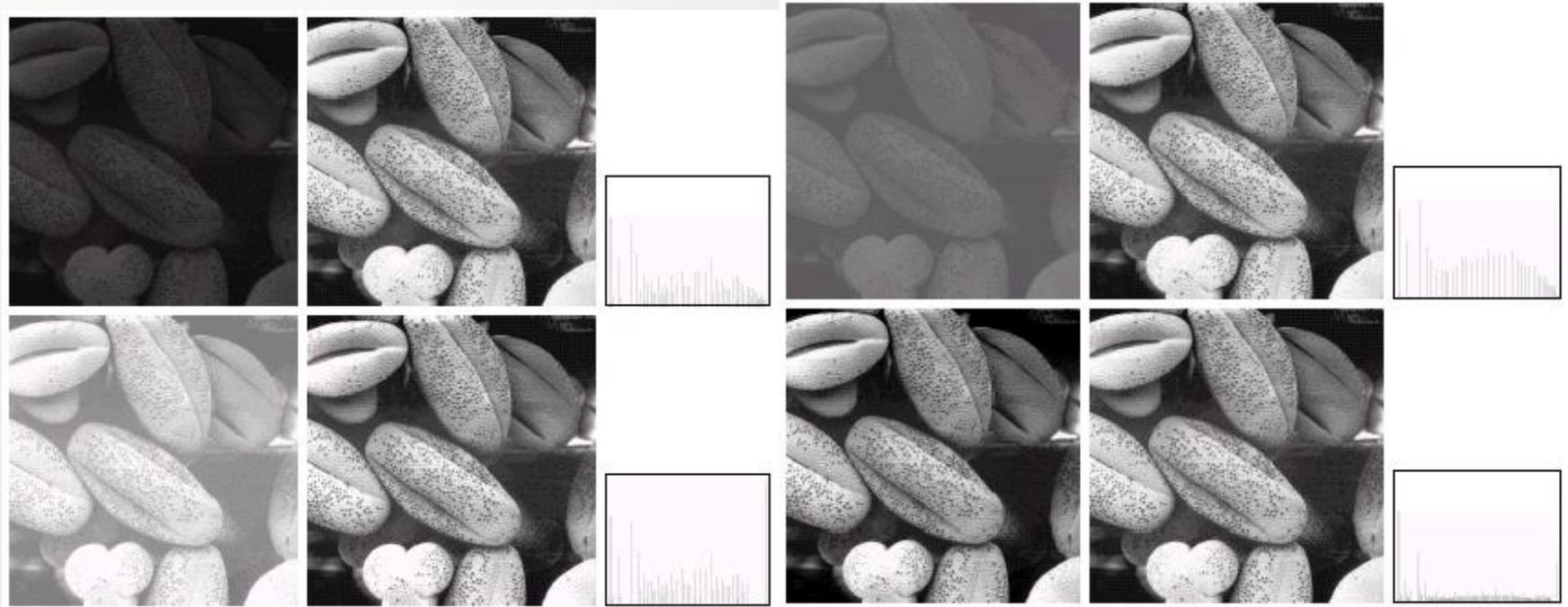
Cân bằng lược đồ xám



Histogram equalization can improve the image contrast where
histogram dynamic correction is of no use

Cân bằng lược đồ xám

If we take the **same image** with **different contrasts**, histogram equalization will give the **same results** for all images



a b c

FIGURE 3.17 (a) Images from Fig. 3.15. (b) Results of histogram equalization. (c) Corresponding histograms.

Một số toán tử logic (AND, OR)

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Logical operators can be applied to images

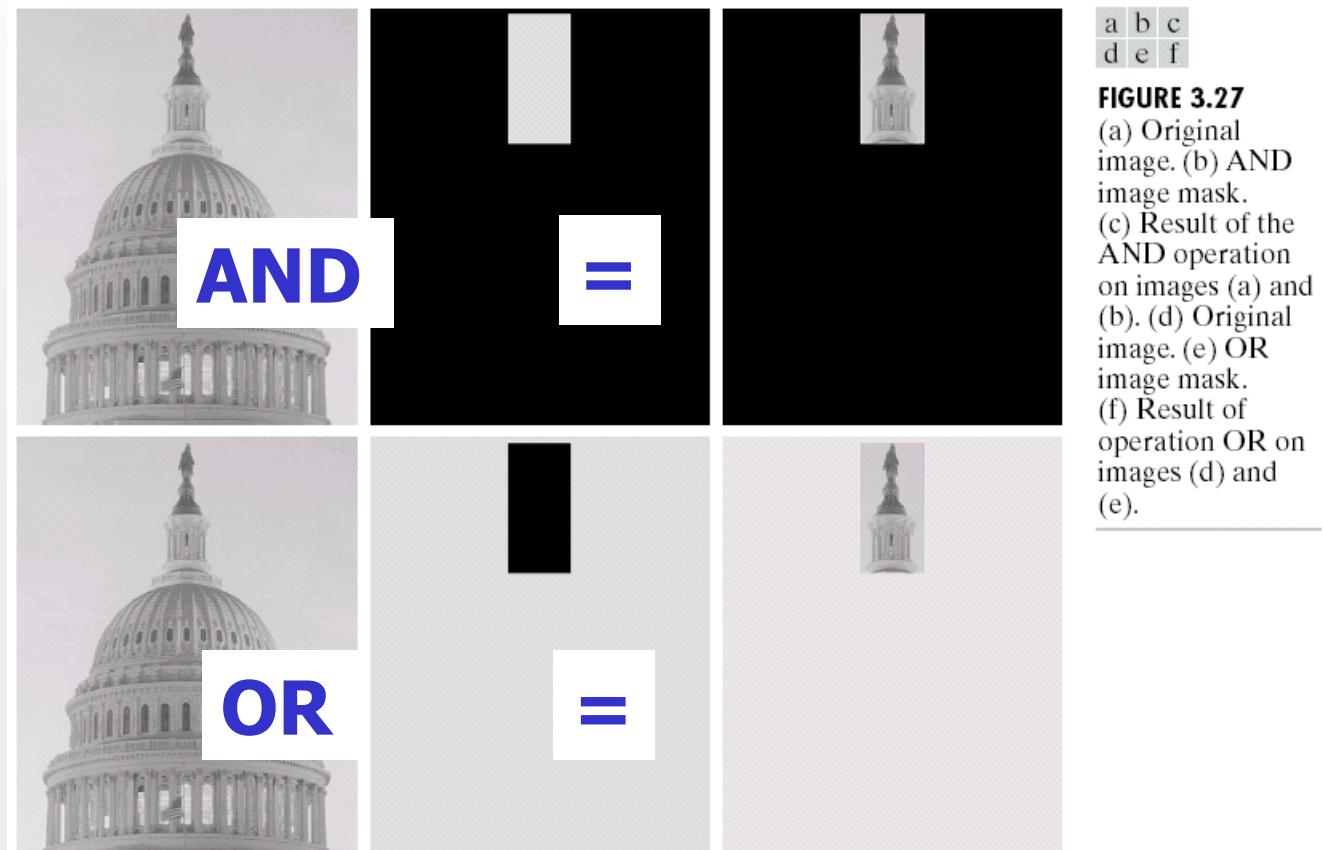


FIGURE 3.27

- (a) Original image.
(b) AND image mask.
(c) Result of the AND operation on images (a) and (b).
(d) Original image.
(e) OR image mask.
(f) Result of operation OR on images (d) and (e).

Cộng ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- If f and g are two images, the pixelwise addition R is defined as:

$$R(x,y) = \text{Min}(f(x,y)+g(x,y) ; 255)$$



- Image addition is used to
 - lower the noise in a serie of images
 - increase the luminance by adding the image to itself



Trừ ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

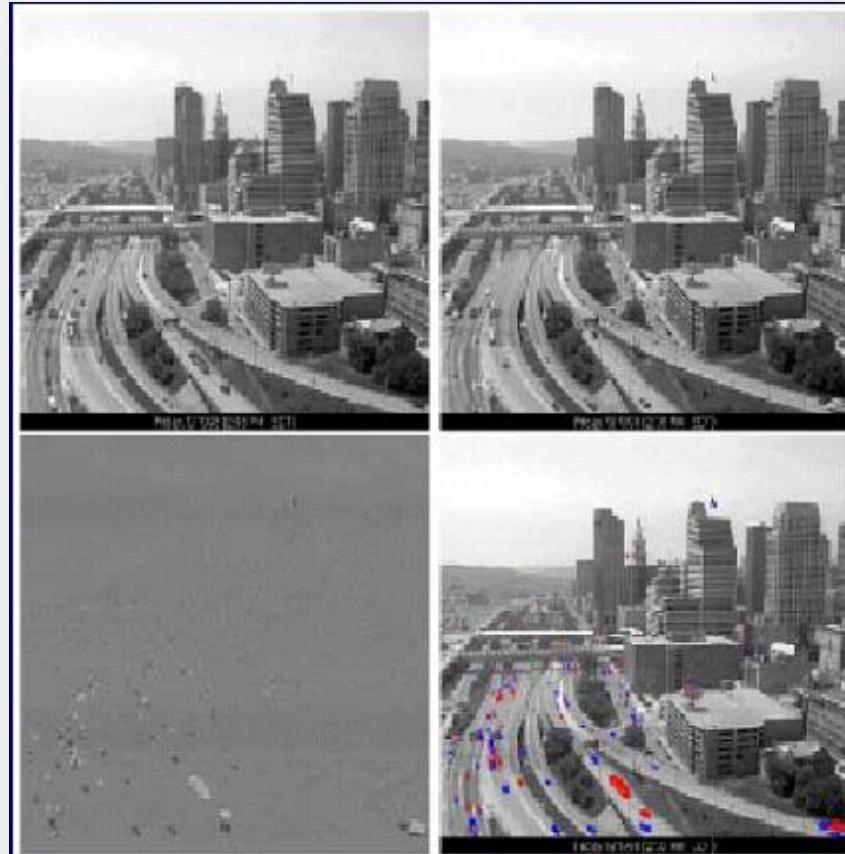
III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- The pixelwise subtraction of two images f and g is:

$$S(x,y) = \text{Max}(f(x,y) - g(x,y) ; 0)$$

- Image subtraction is used to
 - detect defaults
 - detect motion in images



Source : Eric Favier. L'analyse et le traitement des images. ENISE.

Nhân ảnh

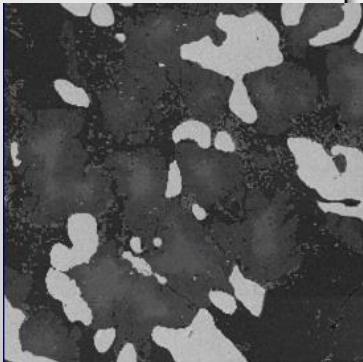
Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh



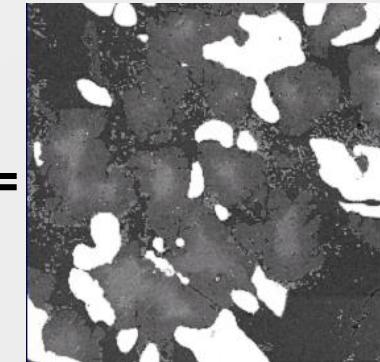
chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- The multiplication S of an image f by a ratio (factor) is defined as:

$$S(x,y) = \text{Max}(f(x,y) * \text{ratio} ; 255)$$

- Image multiplication can be used to increase the contrast or the luminosity



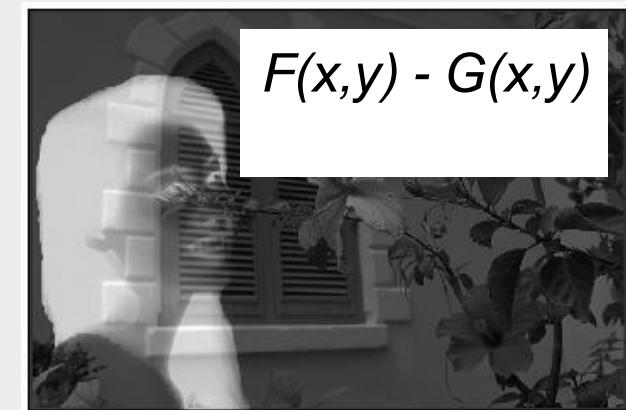
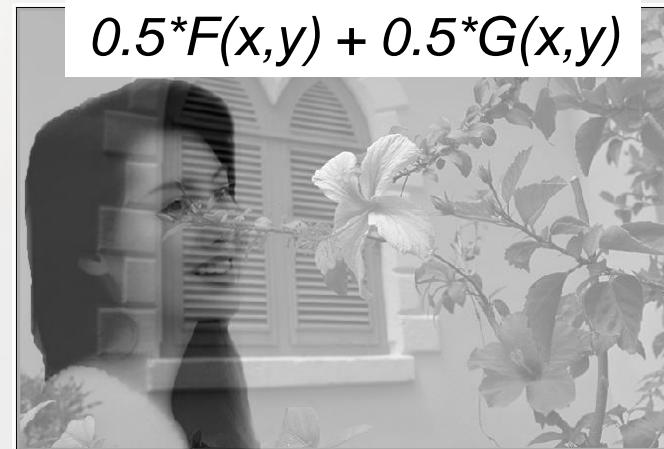
$\times 1,5 =$



$\times 1,2 =$



Một số phép toán trên các ảnh



III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Các phép xử lý cơ bản

❖ Các bộ lọc tuyến tính

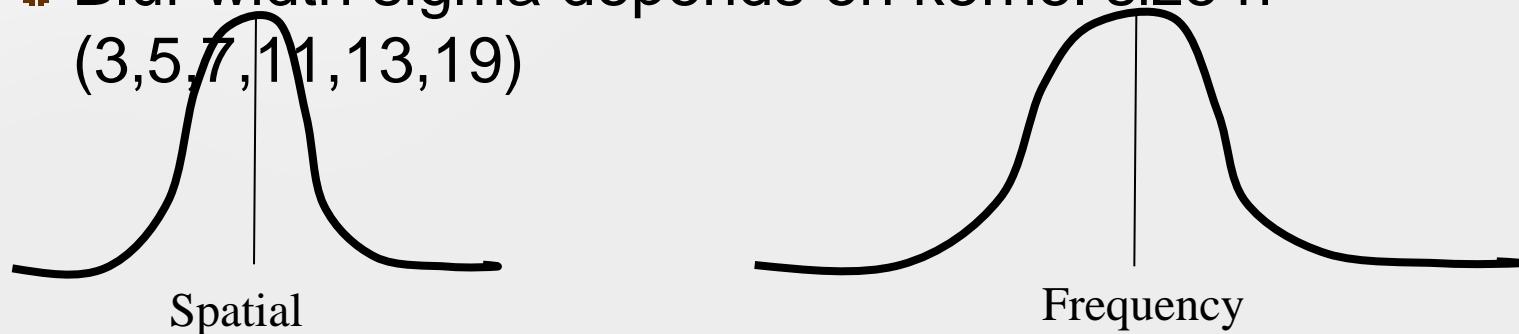
- Blurring
- Sharpening
- Edge detection

❖ Các bộ lọc phi tuyến

- Median filter
- Bilateral filter
- Cross-bilateral filter

Các bộ lọc làm mịn ảnh (Blurring)

- ❖ In general, for symmetry $f(u,v) = f(u) f(v)$
 - ❖ You might want to have some fun with asymmetric filters
- ❖ We will use a Gaussian blur
 - ❖ Blur width sigma depends on kernel size n
(3,5,7,11,13,19)



$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[\frac{-u^2}{2\sigma^2}\right]$$

$$\sigma = \text{floor}(n/2)/2$$

Discrete Filtering, Normalization

❖ Gaussian is infinite

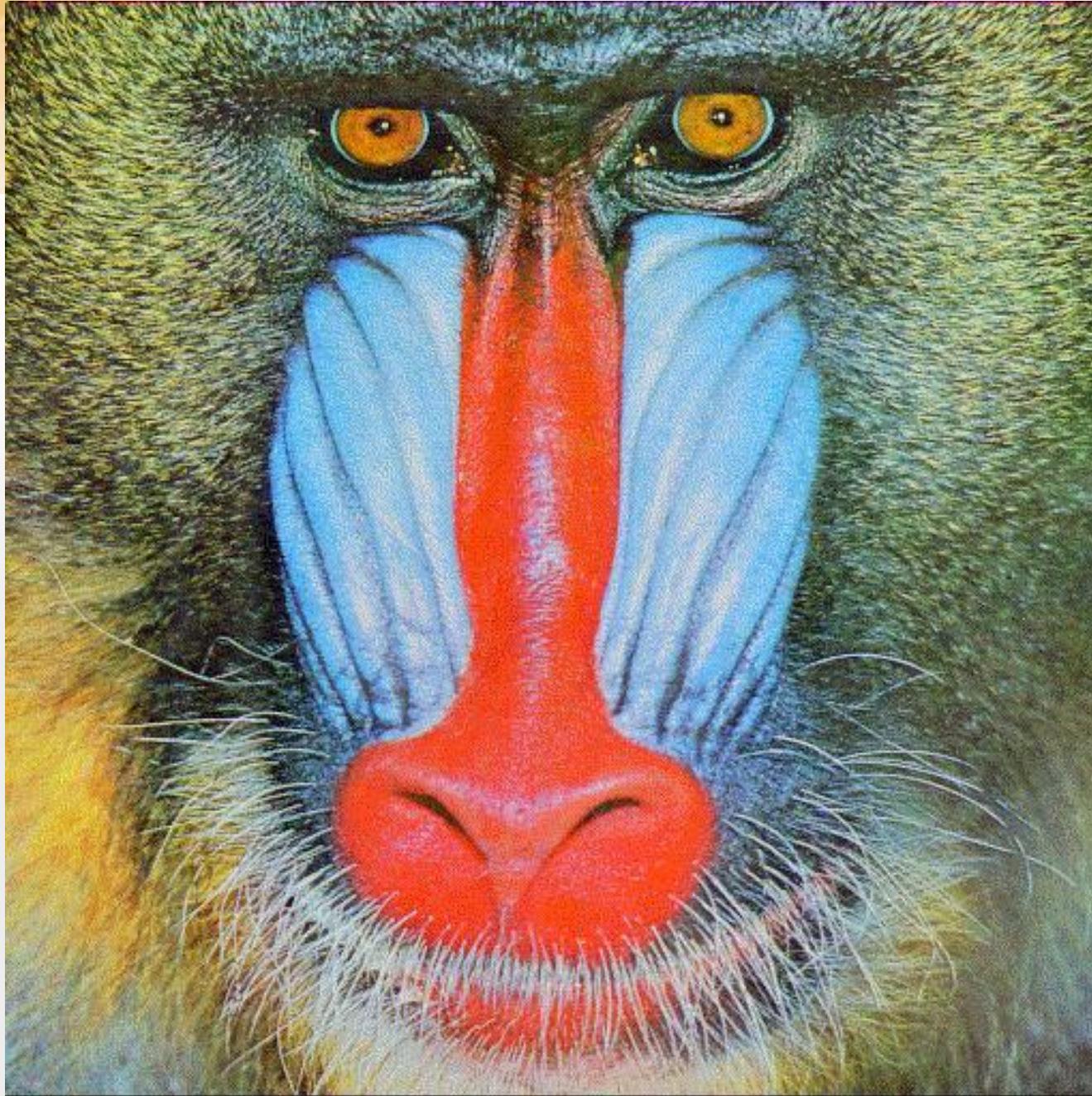
- ❖ In practice, finite filter of size n (much less energy beyond 2 sigma or 3 sigma).
- ❖ Must renormalize so entries add up to 1

❖ Simple practical approach

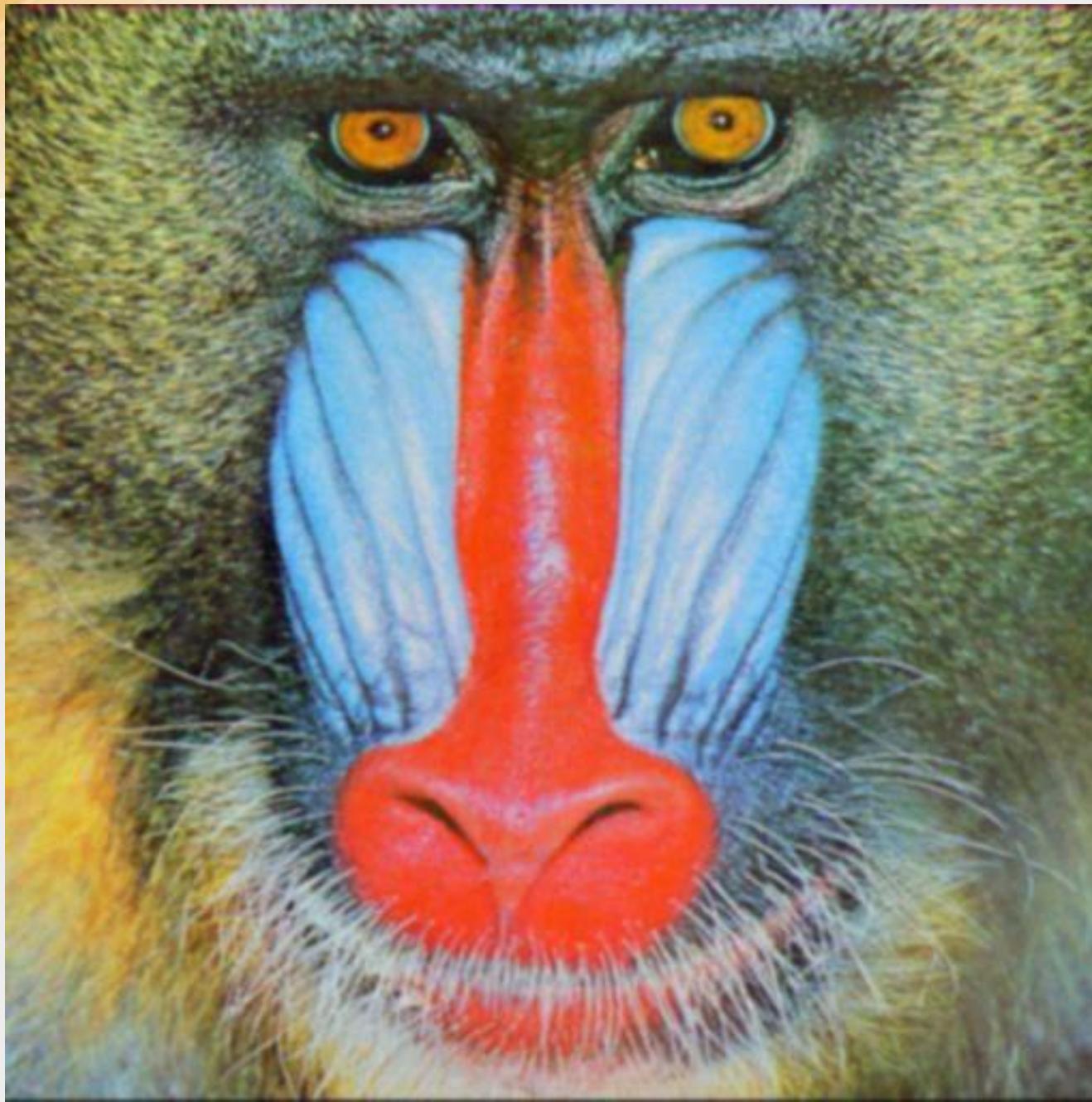
- ❖ Take smallest values as 1 to scale others, round to integers
- ❖ Normalize. E.g. for n = 3, sigma = ½

$$f(u, v) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left[-\frac{u^2 + v^2}{2\sigma^2}\right] = \frac{2}{\pi} \exp\left[-2(u^2 + v^2)\right]$$

$$\approx \begin{pmatrix} 0.012 & 0.09 & 0.012 \\ 0.09 & 0.64 & 0.09 \\ 0.012 & 0.09 & 0.012 \end{pmatrix} \approx \frac{1}{86} \begin{pmatrix} 1 & 7 & 1 \\ 7 & 54 & 7 \\ 1 & 7 & 1 \end{pmatrix}$$

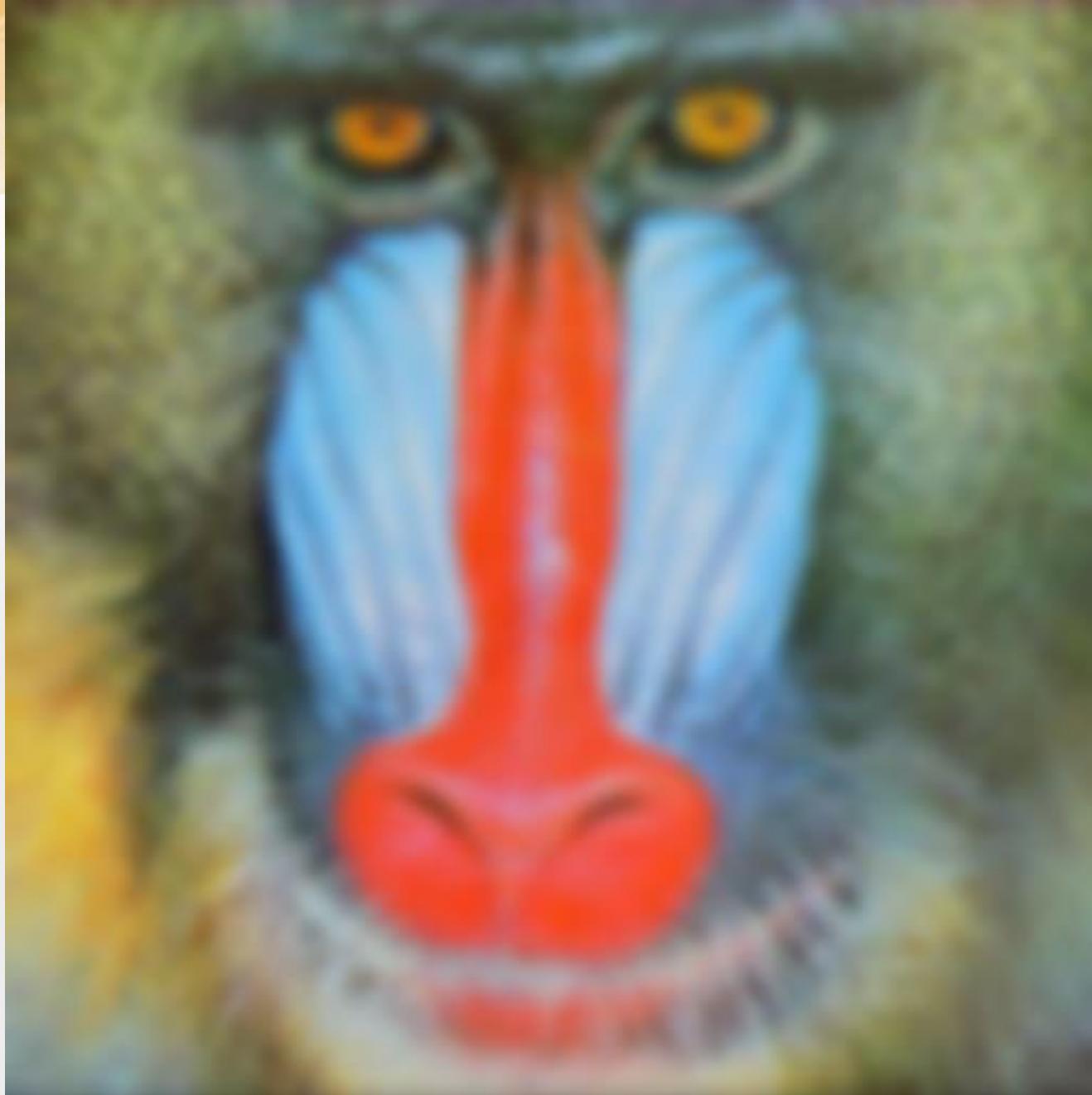


Slide credit: Ravi Ramamoorthi







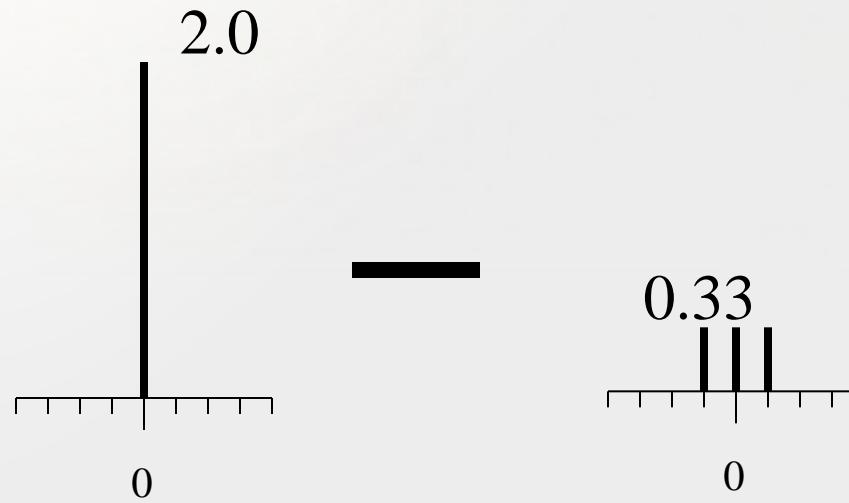


Slide credit: Ravi Ramamoorthi

Sharpening (làm sắc nét)

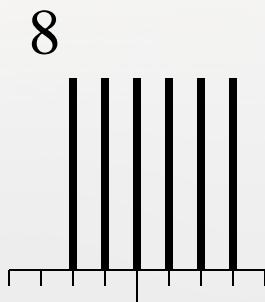


original

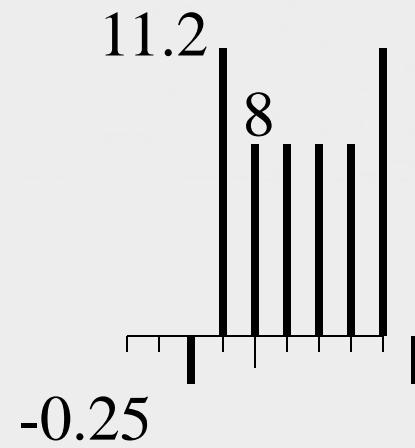
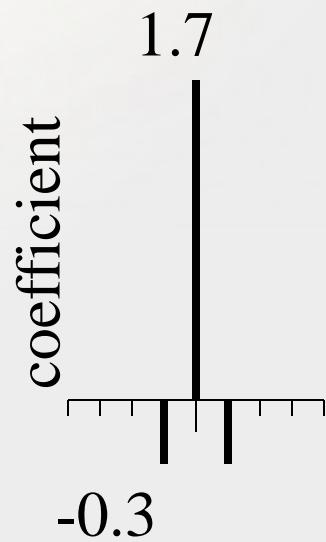


Sharpened
original

Sharpening example



original



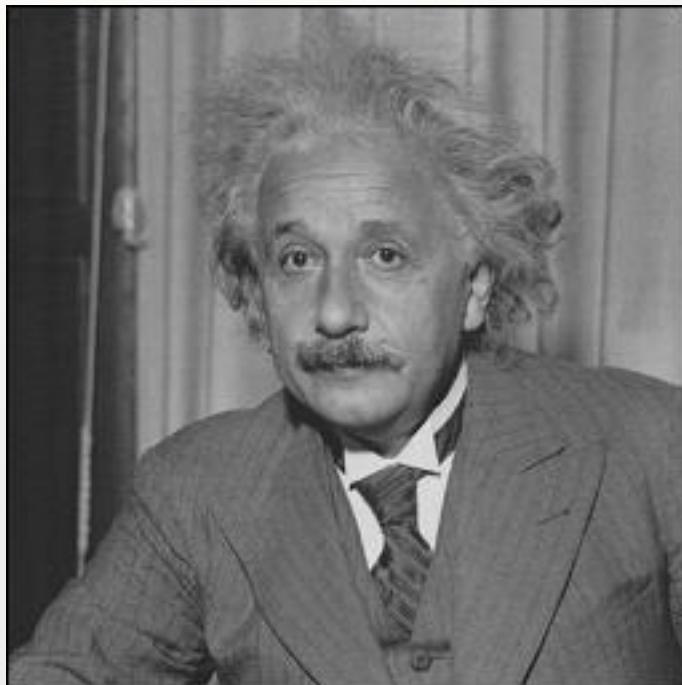
Sharpened
(differences are
accentuated; constant
areas are left untouched).

Sharpening Filter

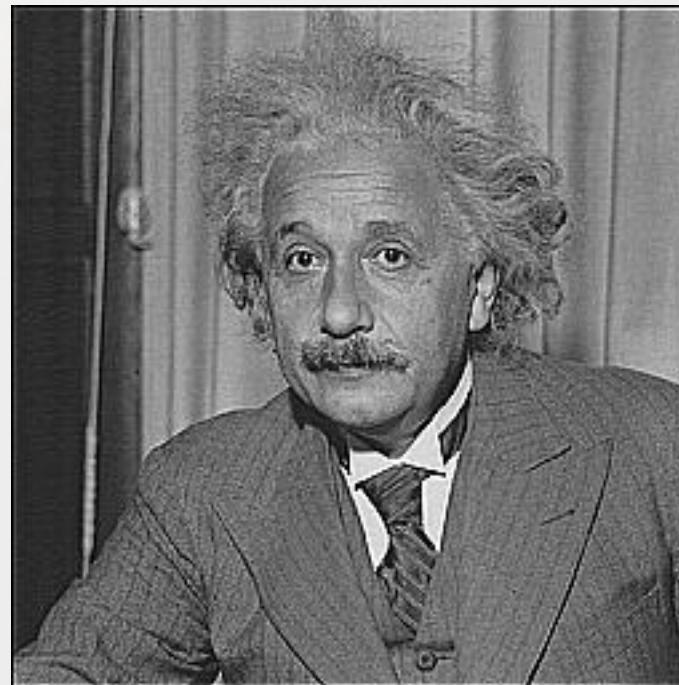
- ❖ Unlike blur, want to accentuate high frequencies
- ❖ Take differences with nearby pixels (rather than avg)

$$f(x, y) = \frac{1}{7} \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ -2 & 19 & -2 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

Sharpening

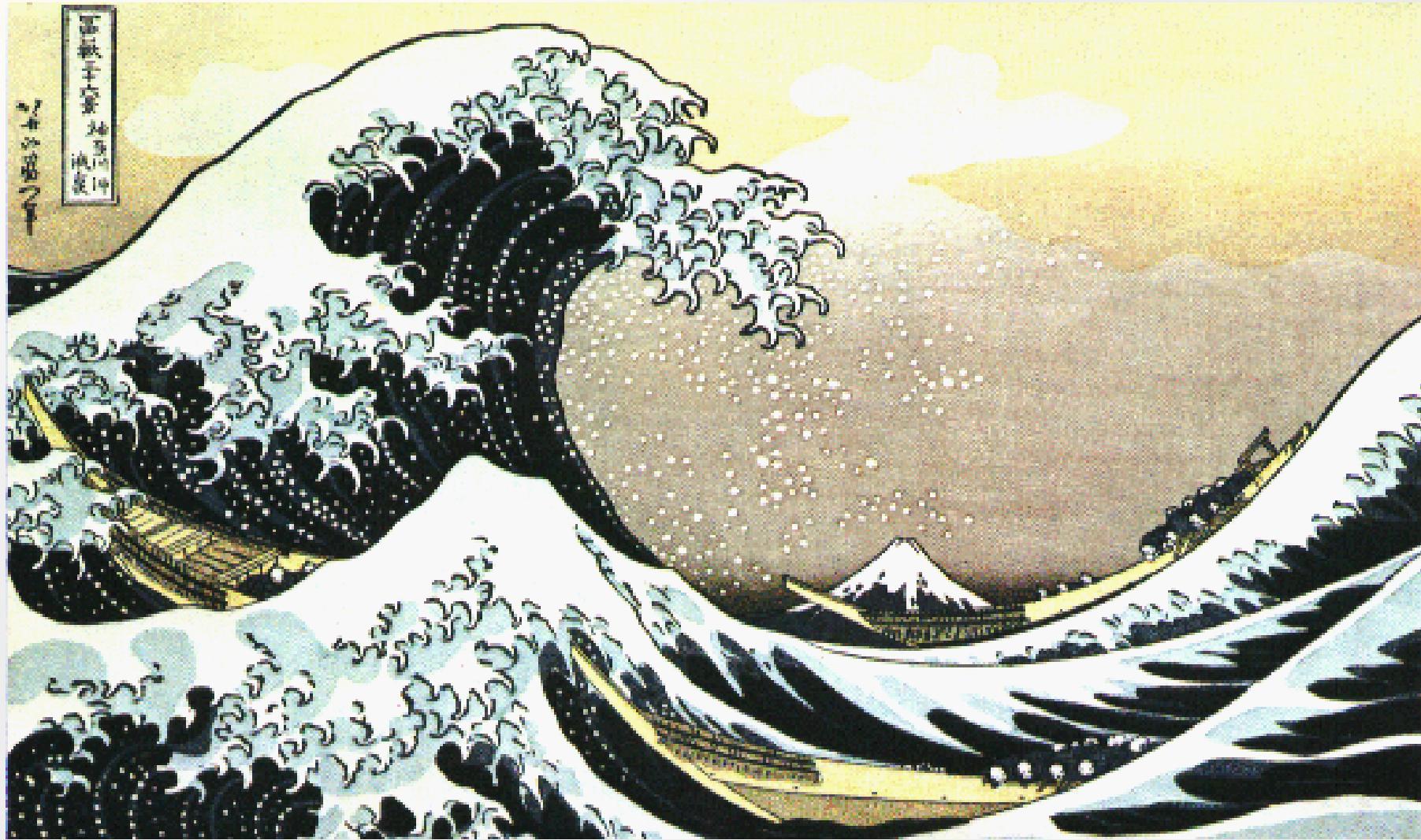


before

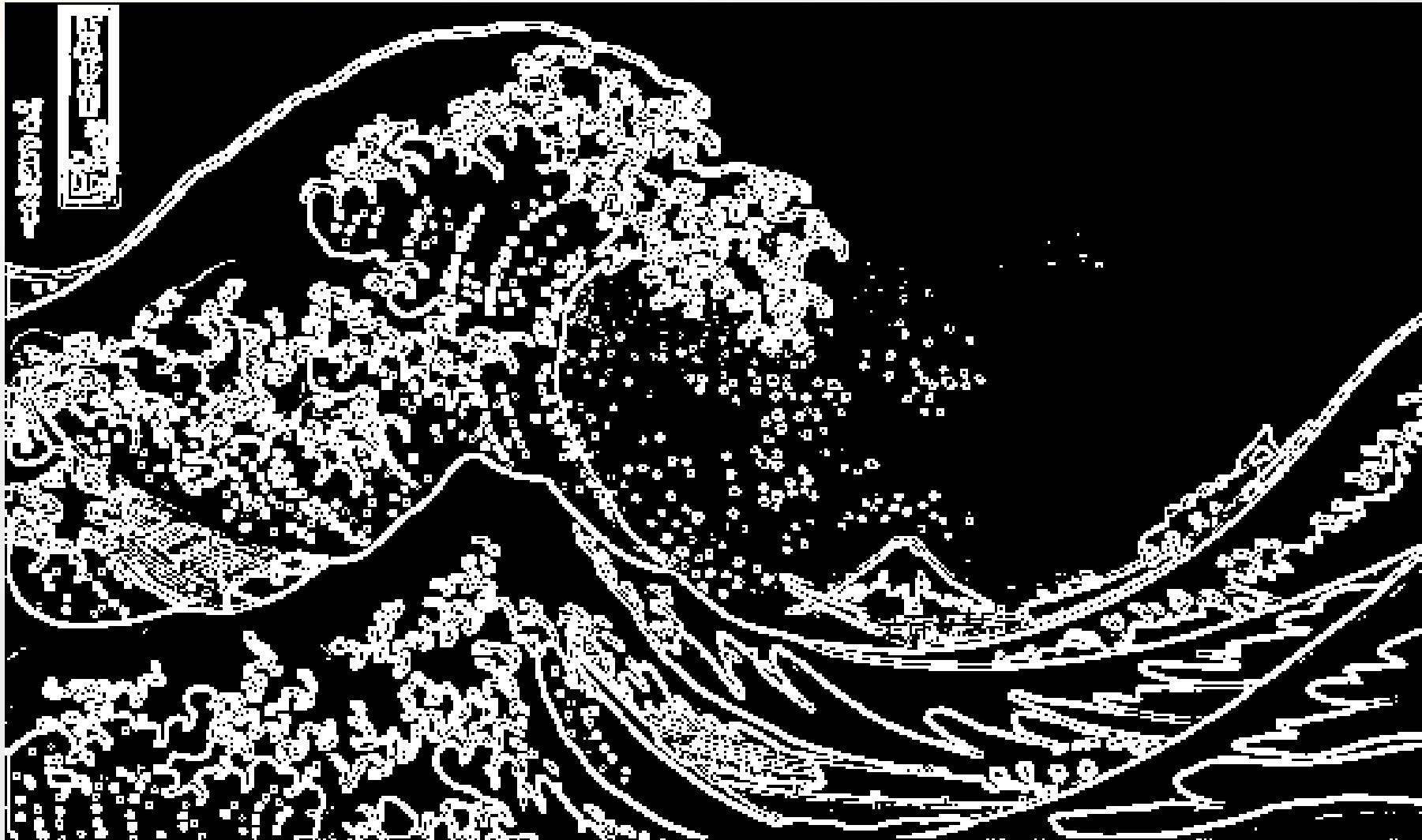


after

Edge Detection



Edge Detection



Edge Detection

- ❖ Complicated topic: subject of many PhD theses
- ❖ Here, we present one approach (Sobel edge detector)
- ❖ Step 1: Convolution with gradient (Sobel) filter
 - ❖ Edges occur where image gradients are large
 - ❖ Separately for horizontal and vertical directions
- ❖ Step 2: Magnitude of gradient
 - ❖ Norm of horizontal and vertical gradients
- ❖ Step 3: Thresholding
 - ❖ Threshold to detect edges

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Các phép xử lý cơ bản

❖ Các bộ lọc tuyến tính

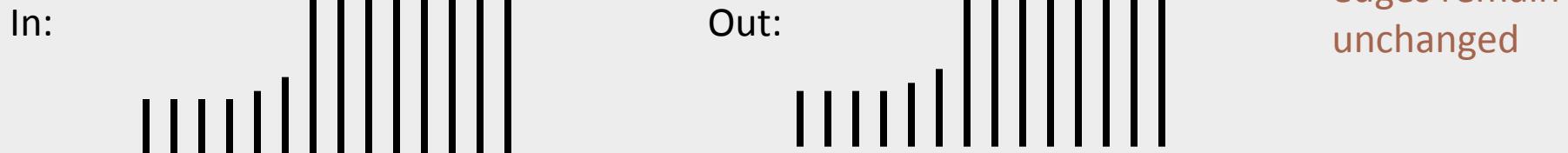
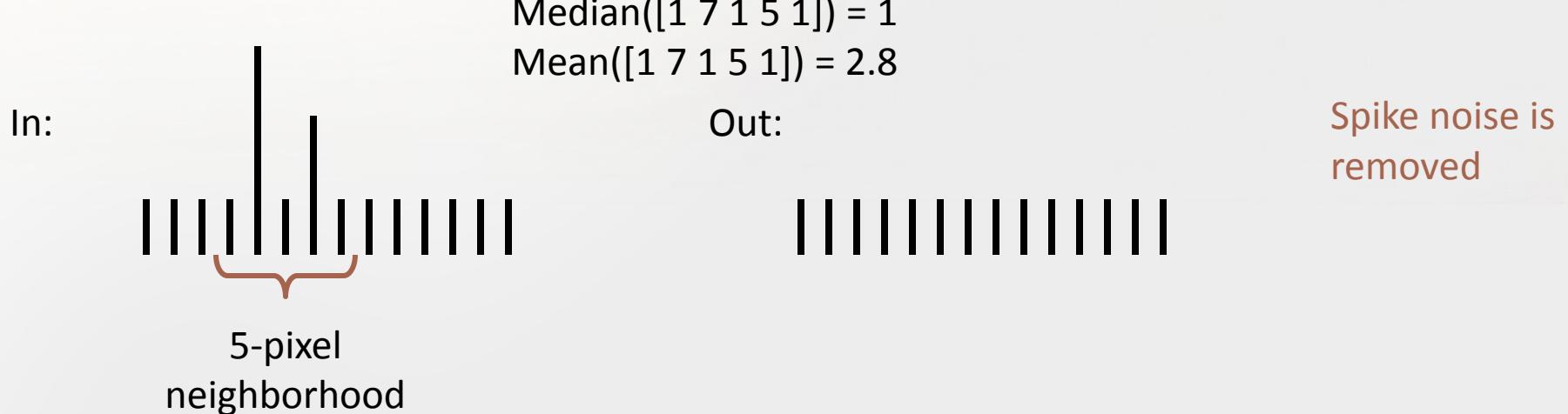
- Blurring
- Sharpening
- Edge detection

❖ Các bộ lọc phi tuyến

- Median filter
- Bilateral filter
- Cross-bilateral filter

Median filter

Replace each pixel by the median over N pixels (5 pixels, for these examples). Generalizes to “rank order” filters.



Median filtering results

Best for salt and pepper noise



Một số thao tác với ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Panorama

❖ Image Blending

❖ Image Warping

❖ Image Morphing

Một số thao tác với ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ **Panorama**

❖ Image Blending

❖ Image Warping

❖ Image Morphing

Introduction

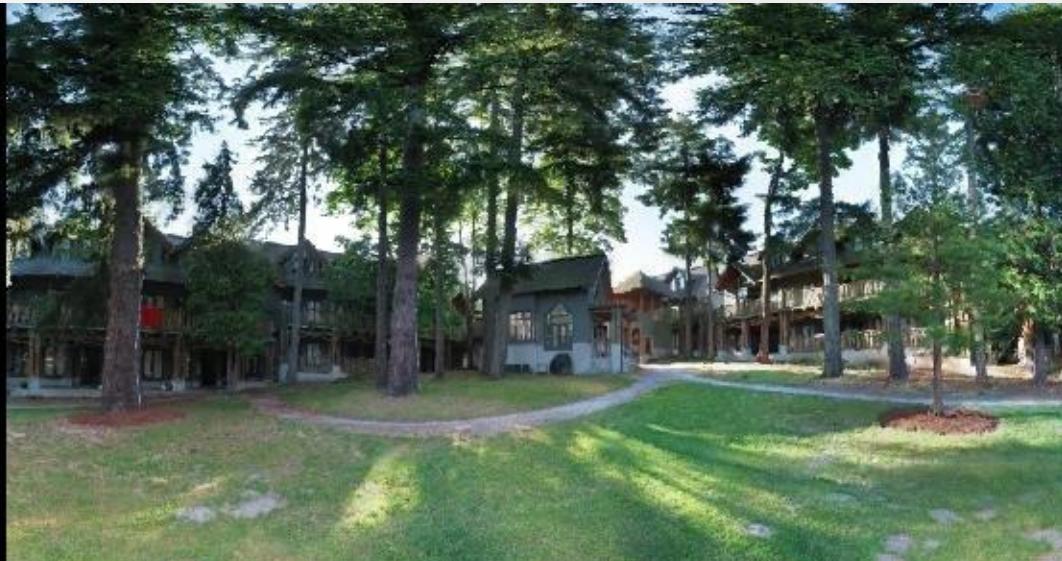
- ❖ Are you getting the whole picture?
 - ❖ Compact Camera Field of View (FOV) = $50 \times 35^\circ$



Introduction

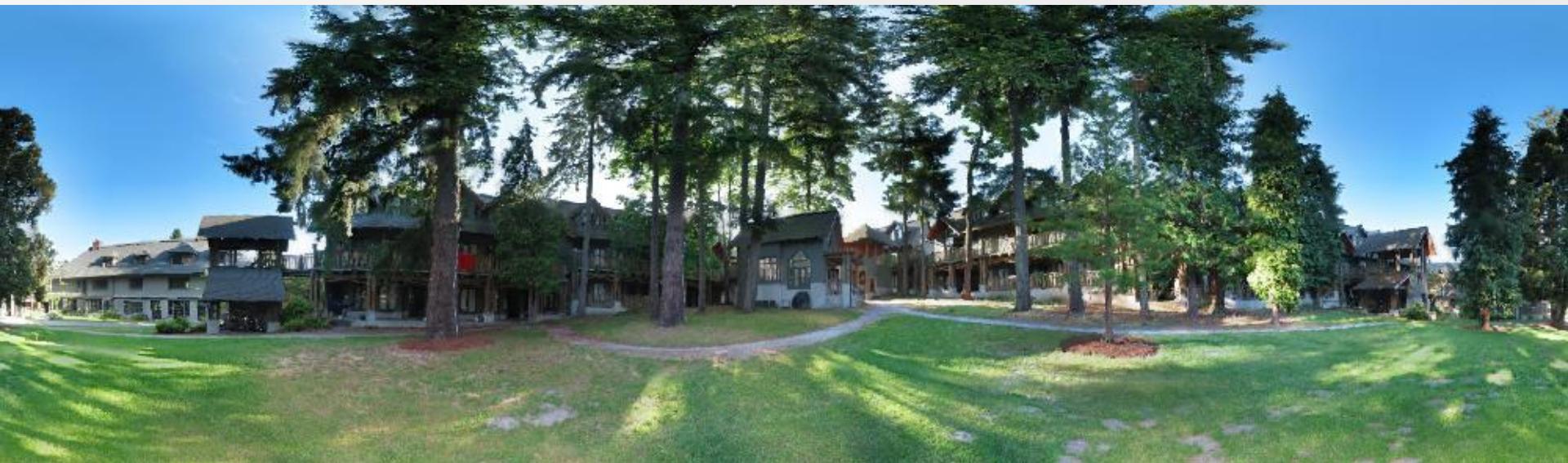
❖ Are you getting the whole picture?

- ❖ Compact Camera FOV = $50 \times 35^\circ$
- ❖ Human FOV = $200 \times 135^\circ$



Introduction

- ❖ Are you getting the whole picture?
 - ❖ Compact Camera FOV = $50 \times 35^\circ$
 - ❖ Human FOV = $200 \times 135^\circ$
 - ❖ Panoramic Mosaic = $360 \times 180^\circ$



Why “Recognising Panoramas”?

- ⊕ 1D Rotations (θ)
 - ⊕ Ordering \Rightarrow matching images



- 2D Rotations (θ, ϕ)
 - Ordering $\not\Rightarrow$ matching images



Why “Recognising Panoramas”?

- ⊕ 1D Rotations (θ)
 - ⊕ Ordering \Rightarrow matching images



- 2D Rotations (θ, ϕ)
 - Ordering $\not\Rightarrow$ matching images



Mosaics: stitching images together



virtual wide-angle camera

Slide credit: F. Durand

How to do it?

❖ Basic Procedure

- ❖ Take a sequence of images from the same position
 - Rotate the camera about its optical center
- ❖ Compute transformation between second image and first
- ❖ Transform the second image to overlap with the first
- ❖ Blend the two together to create a mosaic
- ❖ If there are more images, repeat
- ❖ ...but wait, why should this work at all?
 - ❖ What about the 3D geometry of the scene?
 - ❖ Why aren't we using it?

Một số thao tác với ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Panorama

❖ Image Blending

❖ Image Warping

❖ Image Morphing

Best blending examples

◆ Paul Gentry



Best blending examples

Marco



Best blending examples

⊕ Roger Xue



Best blending examples

❖ Alfredo



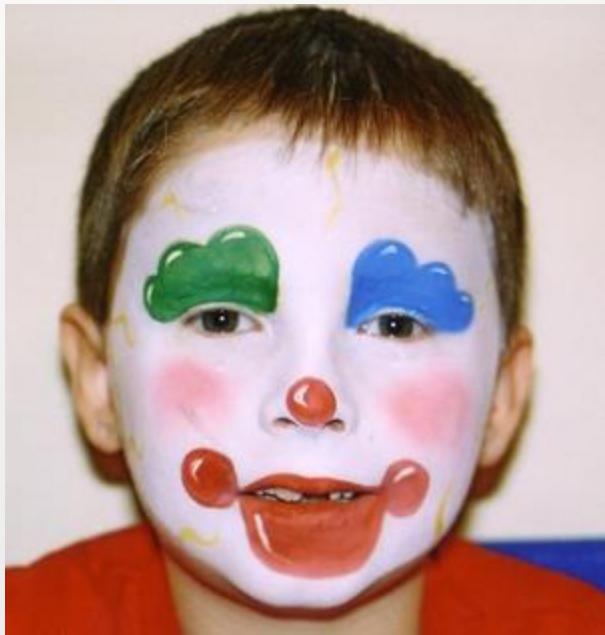
Best blending examples

❖ Merve



Best blending examples

Alex Rubinsteyn



Một số thao tác với ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ❖ Blending image được thực hiện như thế nào
- ❖ Sinh viên về nhà tự tìm hiểu

Một số thao tác với ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Panorama

❖ Image Blending

❖ Image Warping

❖ **Image Morphing**

Morphing = Object Averaging



The aim is to find “an average” between two objects

- ❖ Not an average of two images of objects...
- ❖ ...but an image of the average object!
- ❖ How can we make a smooth transition in time?
 - Do a “weighted average” over time t

How do we know what the average object looks like?

- ❖ We haven’t a clue!
- ❖ But we can often fake something reasonable
 - Usually required user/artist input

Idea #1: Cross-Dissolve



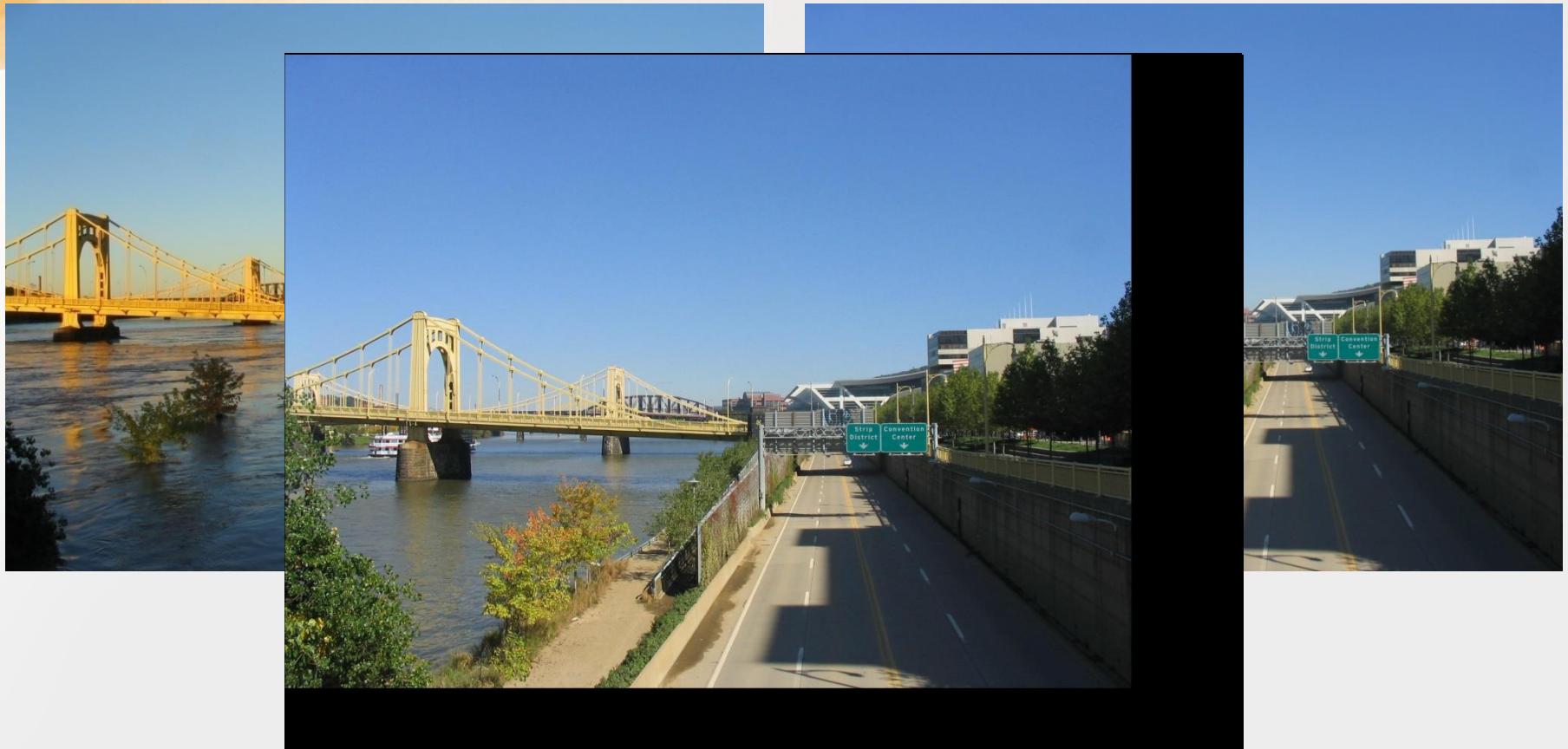
Interpolate whole images:

$$\text{Image}_{\text{halfway}} = (1-t) * \text{Image}_1 + t * \text{Image}_2$$

This is called **cross-dissolve** in film industry

But what is the images are not aligned?

Idea #2: Align, then cross-dissolve



Align first, then cross-dissolve

- ❖ Alignment using global warp – picture still valid

Một số thao tác với ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

❖ Panorama

❖ Image Blending

❖ Image Warping

❖ Image Morphing

Dog Averaging



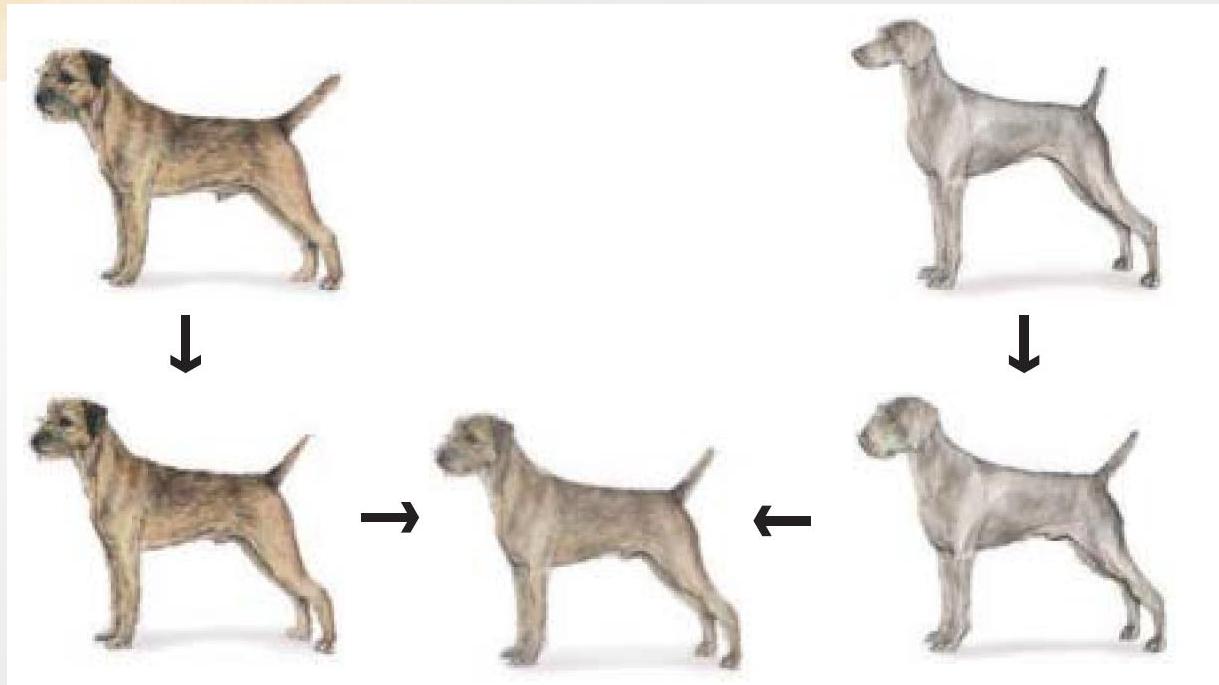
What to do?

- ➊ Cross-dissolve doesn't work
- ➋ Global alignment doesn't work
 - Cannot be done with a global transformation (e.g. affine)
- ➌ Any ideas?

Feature matching!

- ➊ Nose to nose, tail to tail, etc.
- ➋ This is a local (non-parametric) warp

Idea #3: Local warp, then cross-dissolve



Morphing procedure:

for every t ,

1. Find the average shape (the “mean dog”)
 - ❖ local warping
2. Find the average color
 - ❖ Cross-dissolve the warped images

Local (non-parametric) Image Warping



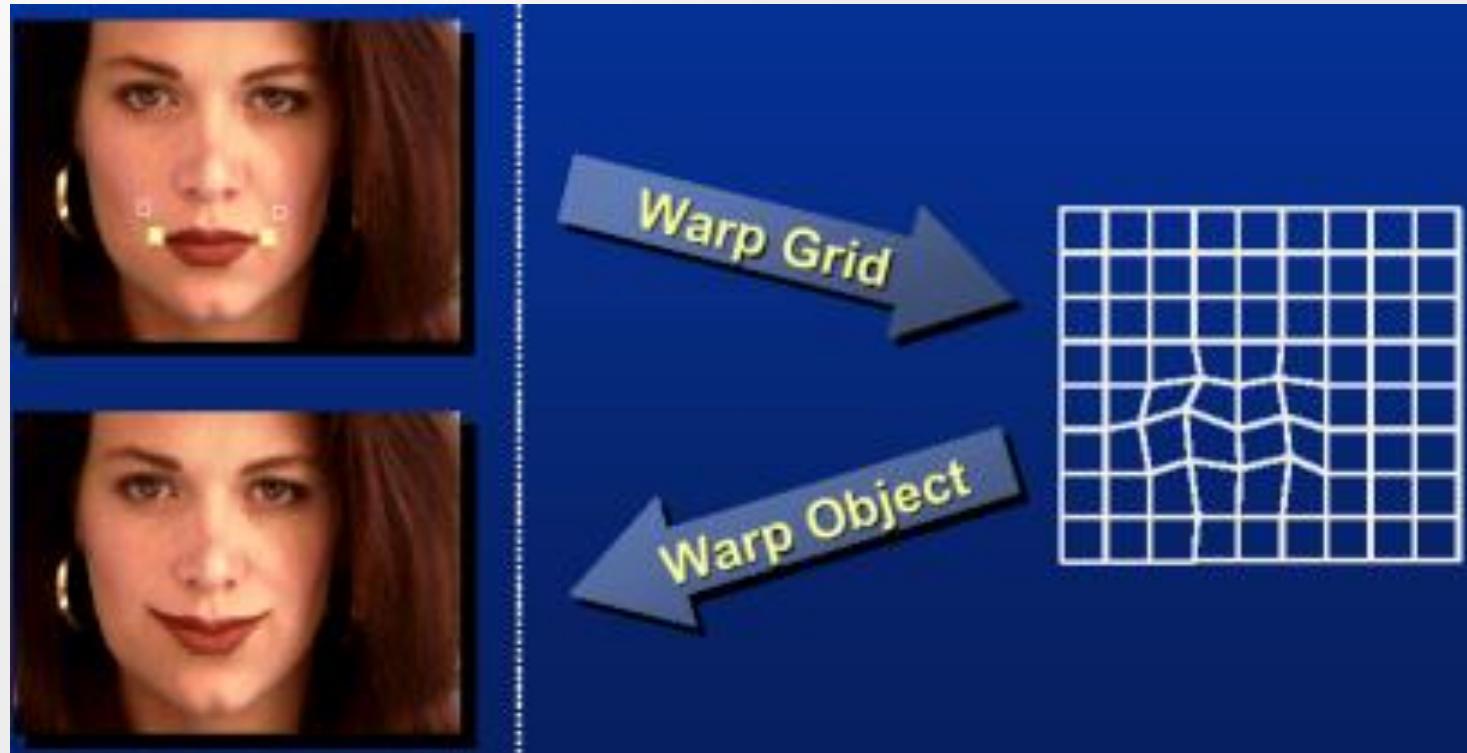
Need to specify a more detailed warp function

- ❖ Global warps were functions of a few (2,4,8) parameters
- ❖ Non-parametric warps $u(x,y)$ and $v(x,y)$ can be defined independently for every single location x,y !
- ❖ Once we know vector field u,v we can easily warp each pixel (use backward warping with interpolation)

Image Warping – non-parametric

Move control points to specify a spline warp

Spline produces a smooth vector field



Warp specification - dense

How can we specify the warp?

Specify corresponding *spline control points*

- *interpolate* to a complete warping function



But we want to specify only a few points, not a grid

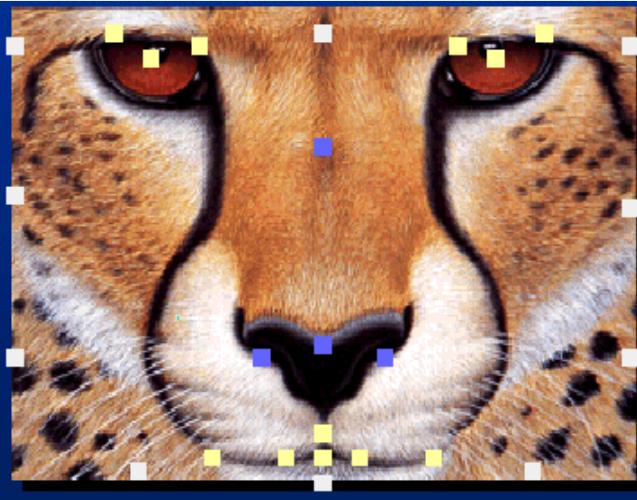
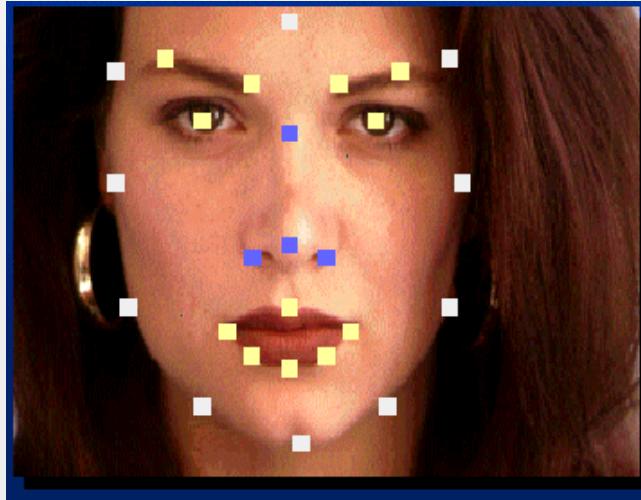
Slide credit: Alyosha Efros

Warp specification - sparse

How can we specify the warp?

Specify corresponding *points*

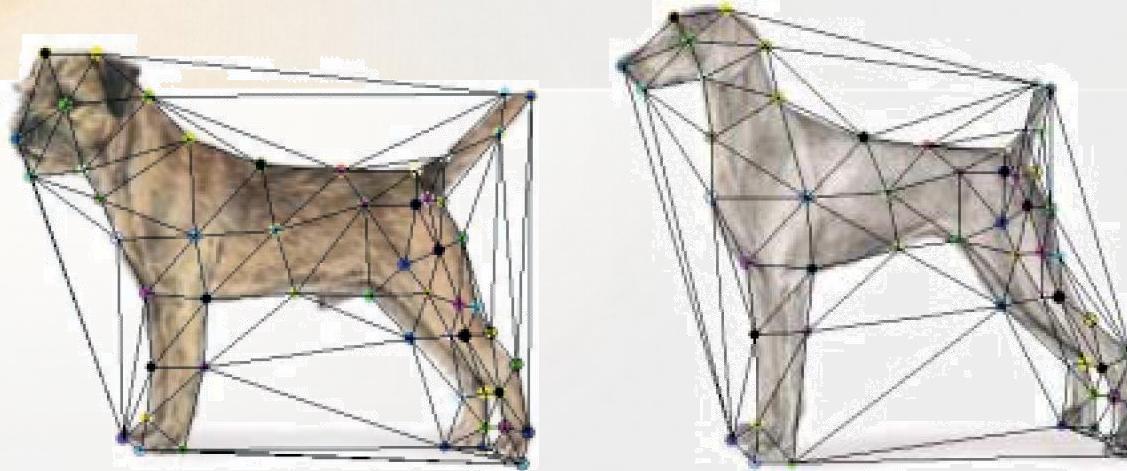
- *interpolate* to a complete warping function
- How do we do it?



How do we go from feature points to pixels?

Slide credit: Alyosha Efros

Triangular Mesh



1. Input correspondences at key feature points
2. Define a triangular mesh over the points
 - ❖ Same mesh in both images!
 - ❖ Now we have triangle-to-triangle correspondences
3. Warp each triangle separately from source to destination
 - ❖ How do we warp a triangle?
 - ❖ 3 points = affine warp!
 - ❖ Just like texture mapping

III.6 Một số công cụ thao tác ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

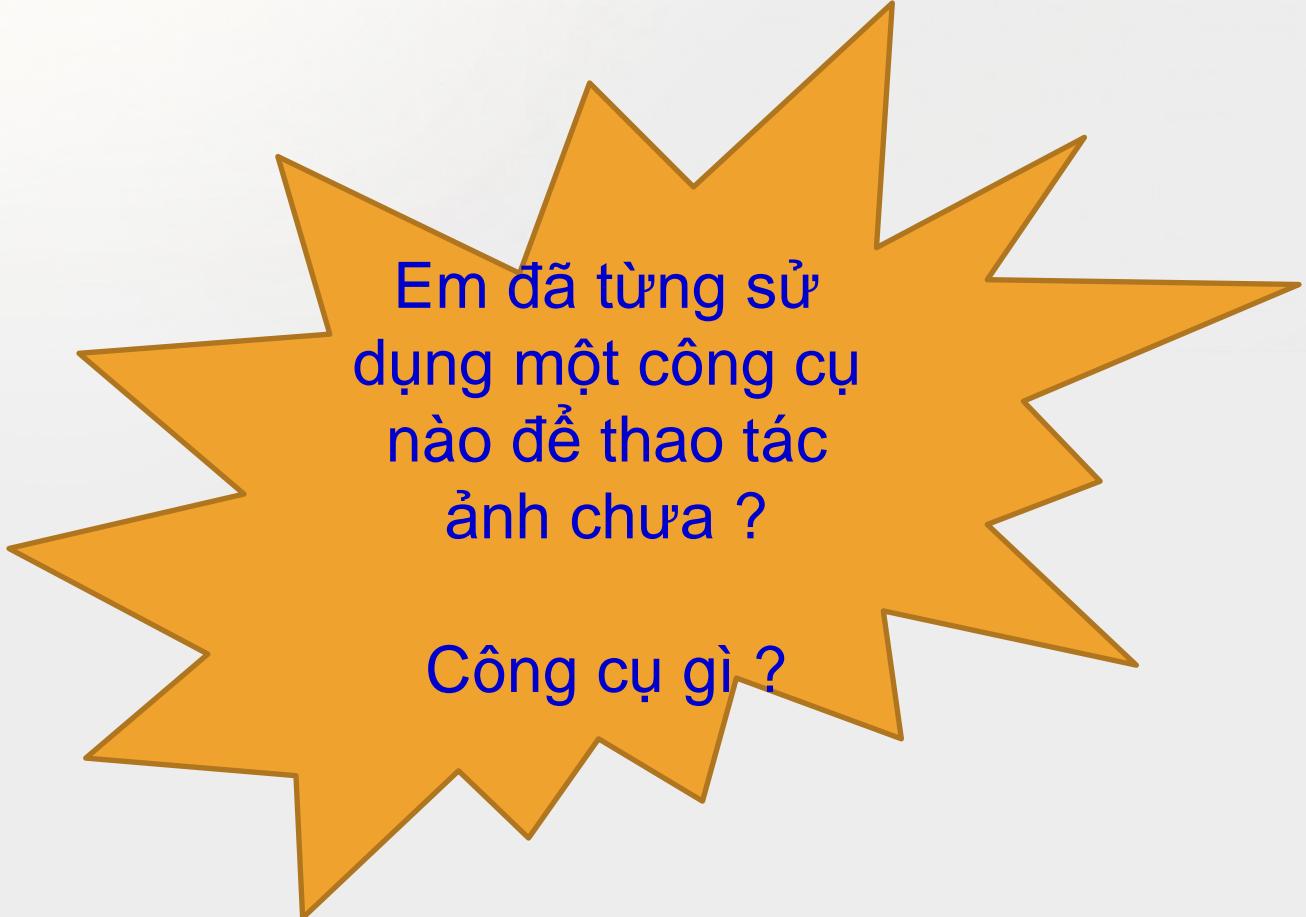
III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



Em đã từng sử dụng một công cụ nào để thao tác ảnh chưa ?

Công cụ gì ?

III.6 Một số công cụ thao tác ảnh

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ❖ Photoshop is the de facto industry standard;
- ❖ The Gimp is an Open Source alternative.
- ❖ Image Magick can be used for command-line processing.
- ❖ Others ?

Một số thao tác với công cụ

- ❖ Bitmapped images are manipulated to correct technical deficiencies, alter the content or create artificial compositions
- ❖ Images are often organized into layers, which are like overlaid sheets that may have transparent areas. Layers are used for compositing or experimenting with different versions of an image.

Compositing layers



Compositing layers

Magic wand selection

- Areas may be selected by drawing with marquee and lasso tools or a Bézier pen, or selected on the basis of colour similarity or edges using a



Magic wand selection

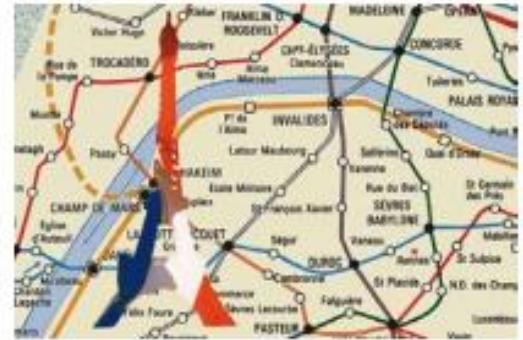
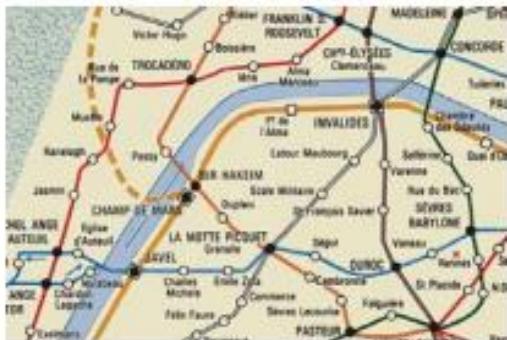
Magic lasso selection



Magnetic lasso selection and mask

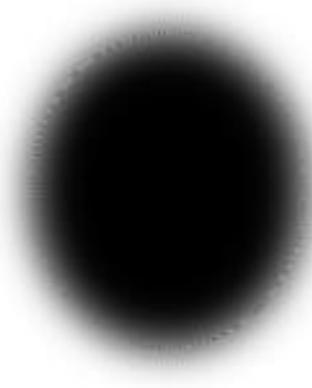
- ➊ Any selection defines a mask – the area that is not selected. Masked areas of the image are protected from changes.
- ➋ A greyscale mask, which is partially transparent, is an alpha channel.
- ➌ An alpha channel can be associated with a layer as a layer mask, and used for effects such as knock-outs and vignettes

Compositing with a layer mask



Compositing with a layer mask

Vignetting an image



Constructing a vignette with an alpha channel

- ❖ In pixel point processing, each pixel's new value depends only on its old value.
- ❖ Brightness, contrast and levels are relatively crude pixel point adjustments.

Tăng cường độ tương phản và độ sáng



Brightness (top) and contrast (bottom) adjustments

Tổng kết chương

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

Tài liệu tham khảo của chương

Chương III: Ảnh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

- ❖ Bài giảng Alain Boucher (Image Processing and Computer Vision – Chapter 2)
- ❖ Bài giảng Rob Fergus (Computational Photography – Chapter 1, 2)
- ❖ Ebook, Digital Multimedia – Chapter 4
- ❖ Bài giảng Trần Thị Thanh Hải, CSDL đa phương tiện, Image, 2010