

Tổng Quan Về Xử Lý Ảnh

Võ Hoài Việt

vhviet@fit.hcmus.edu.vn

A picture is worth a thousand words

A Picture



is worth

=

Creamy, delicious, yummy, fudge ice cream, smooth, chocolate-chip mint ice cream, strawberry ice cream with real chunks of strawberry, colored sugar sprinkles, waffle sugar cone, sweet, wonderful, tastes great, cold, nice to eat, dessert, good Yummy toppings, chocolate sprinkles, comforting, good, fun, dripping, terrific,

A thousand words.

©2003 E. Aoyama

A picture is worth a thousand words



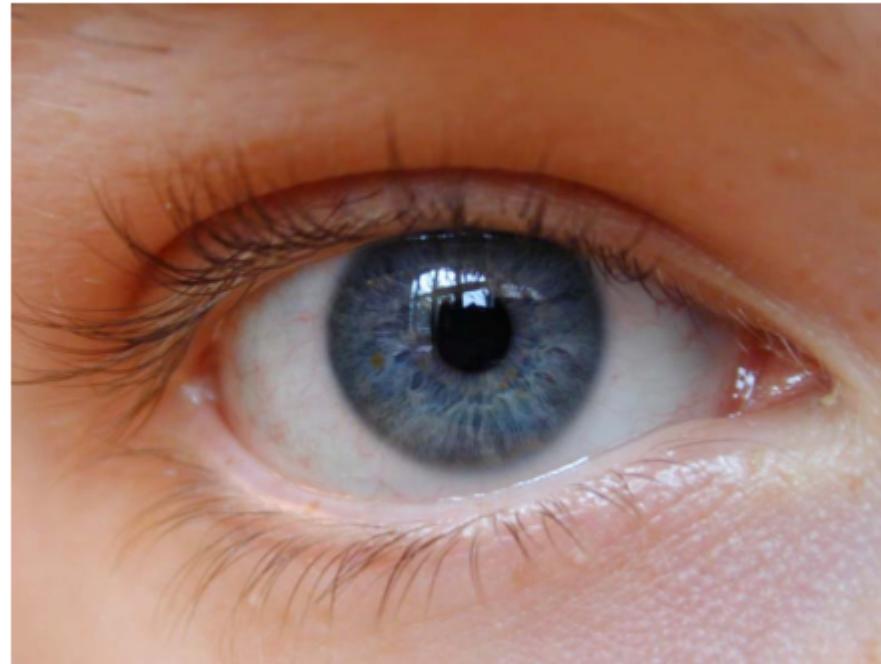
Nội dung

- Các khái niệm cơ sở
- Ảnh số là gì?
- Một số hệ màu thông dụng
- Lưu trữ và nén dữ liệu
- Các dạng tập tin ảnh thông dụng
- Xử lý ảnh số là gì?
- Ứng dụng của xử lý ảnh

Xử Lý Ảnh

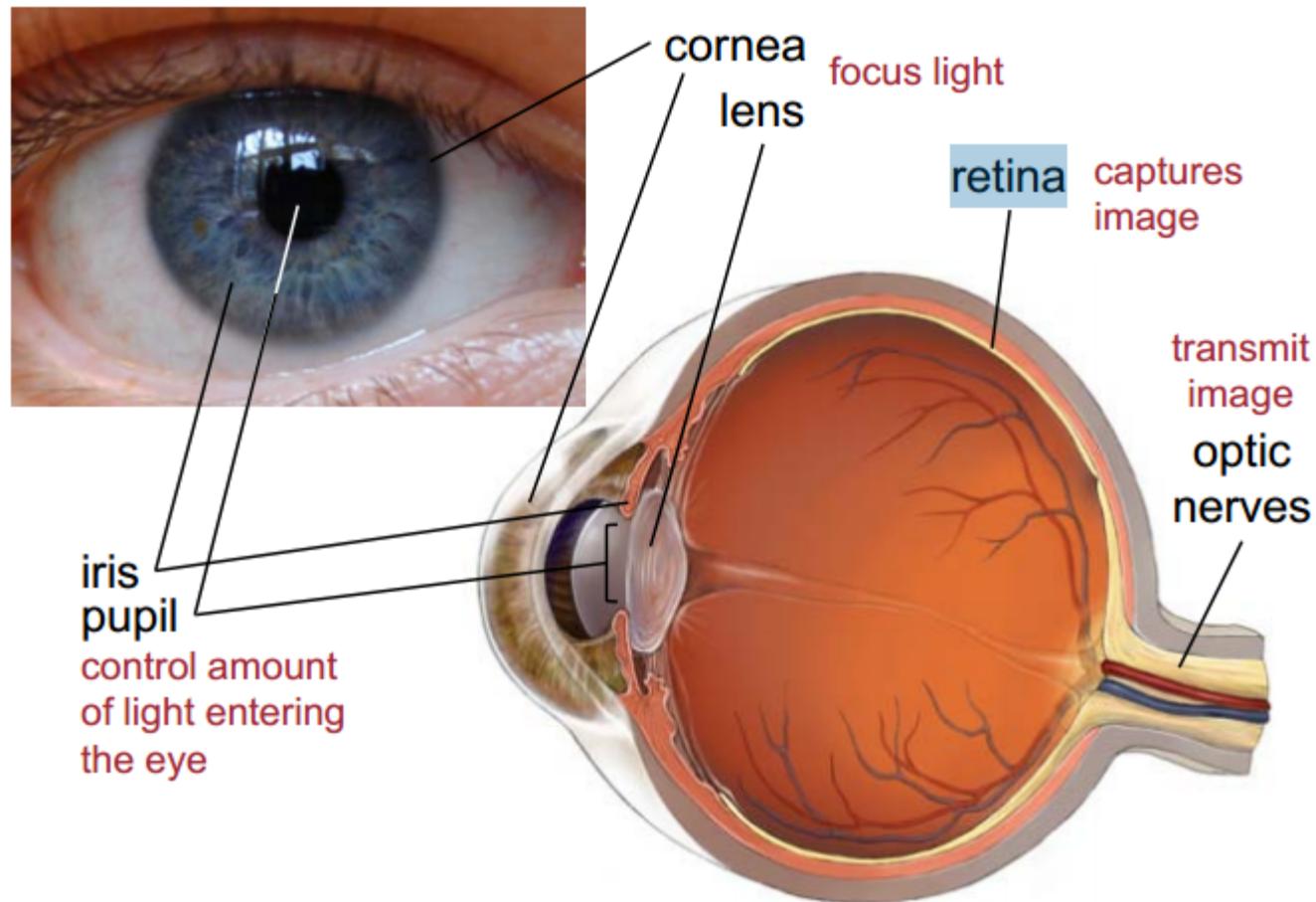
CÁC KHÁI NIỆM CƠ SỞ

Con người tiếp nhận hình ảnh



Thông qua con mắt, chúng ta nhìn thấy thế giới

Cấu tạo mắt người

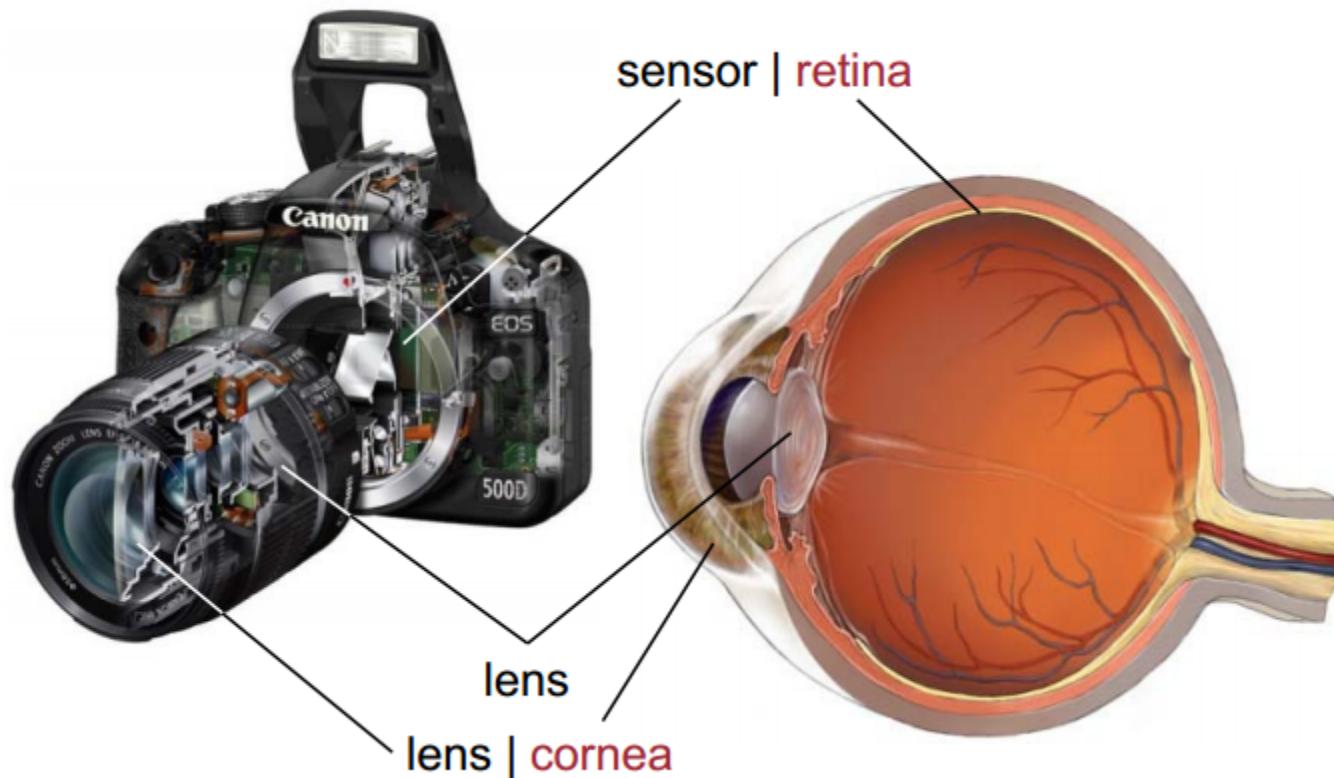


Máy tính tiếp nhận hình ảnh



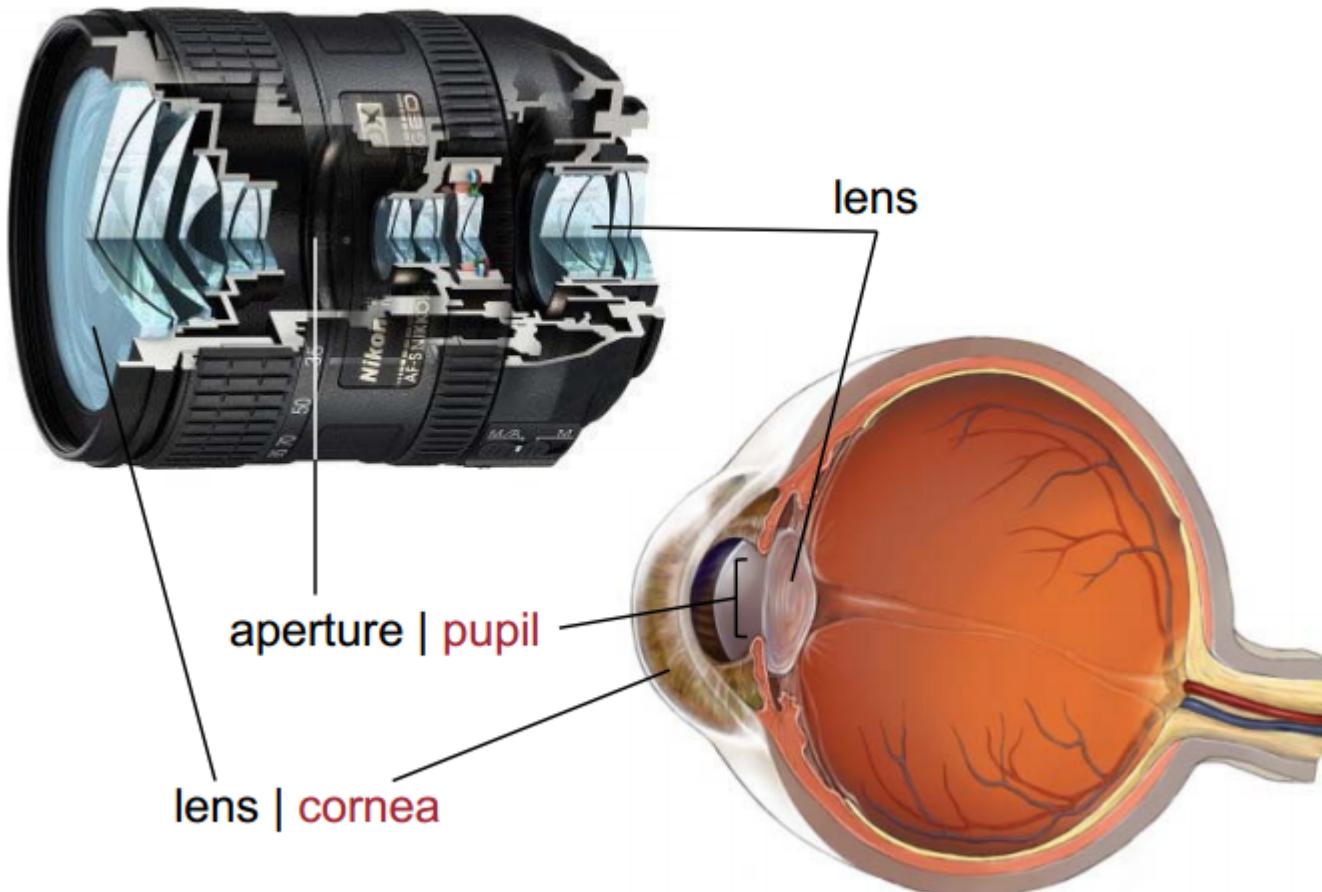
Camera là con mắt của máy tính

Máy tính tiếp nhận hình ảnh

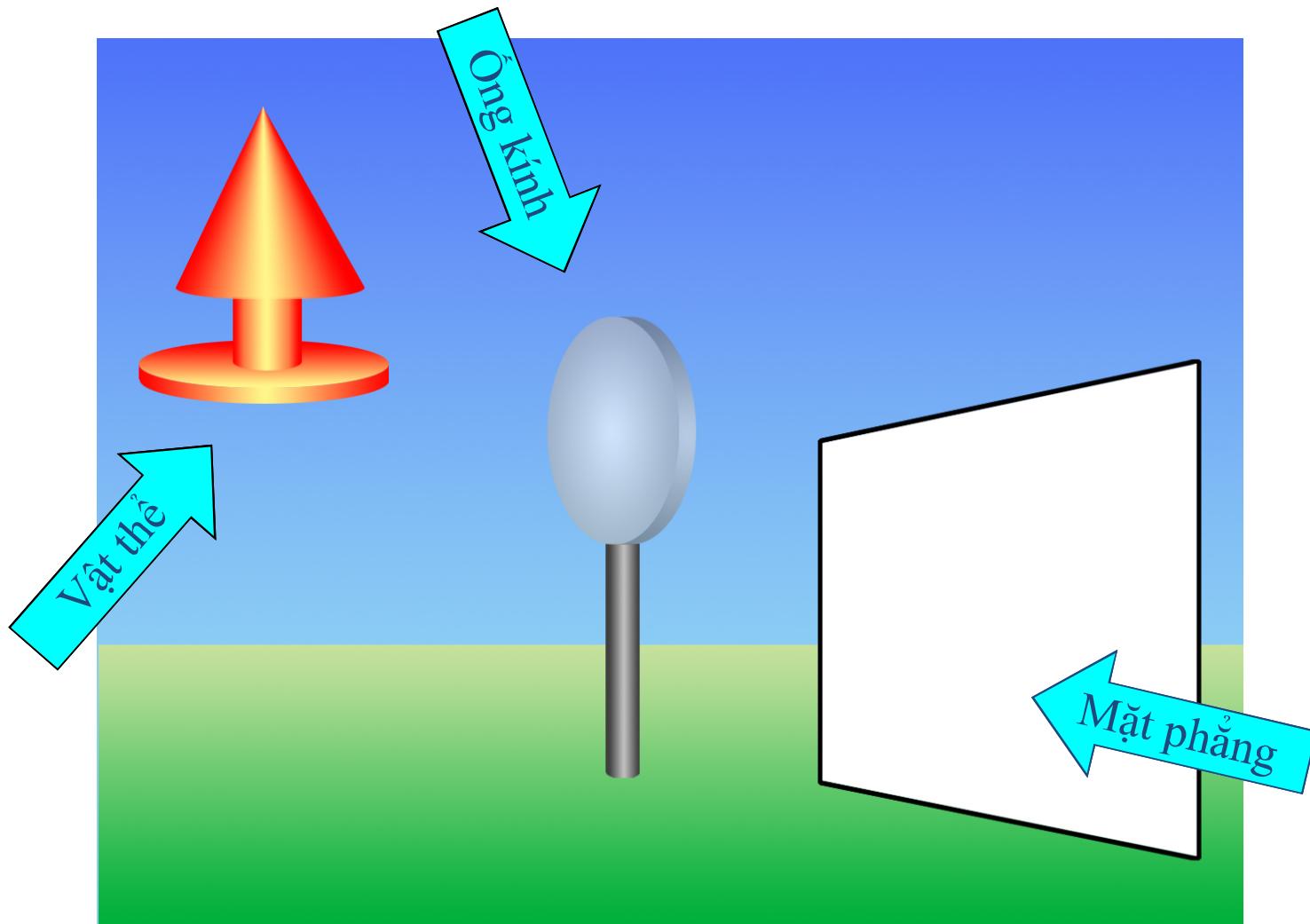


Camera có cấu trúc giống con mắt

Máy tính tiếp nhận hình ảnh

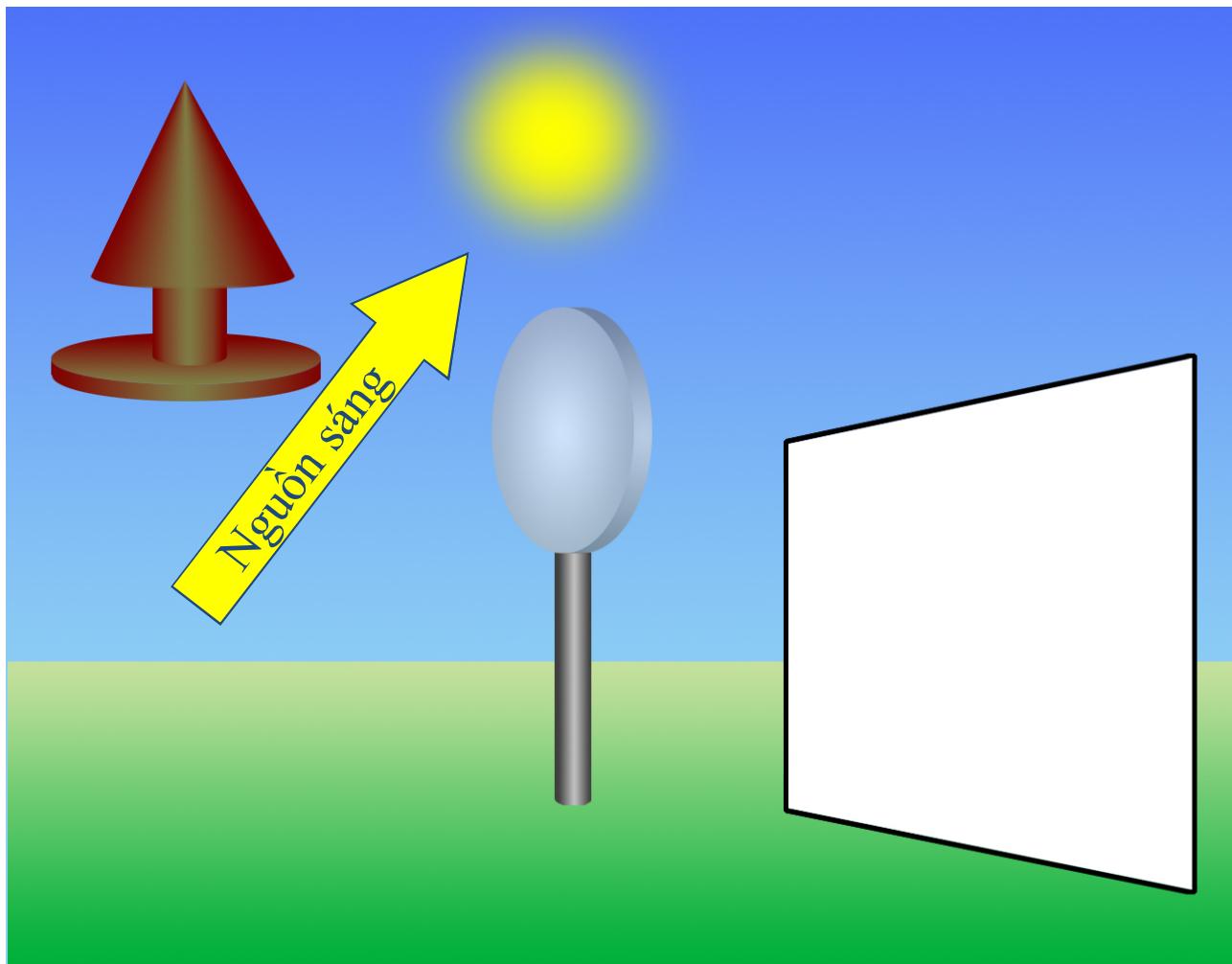


Tạo ảnh số



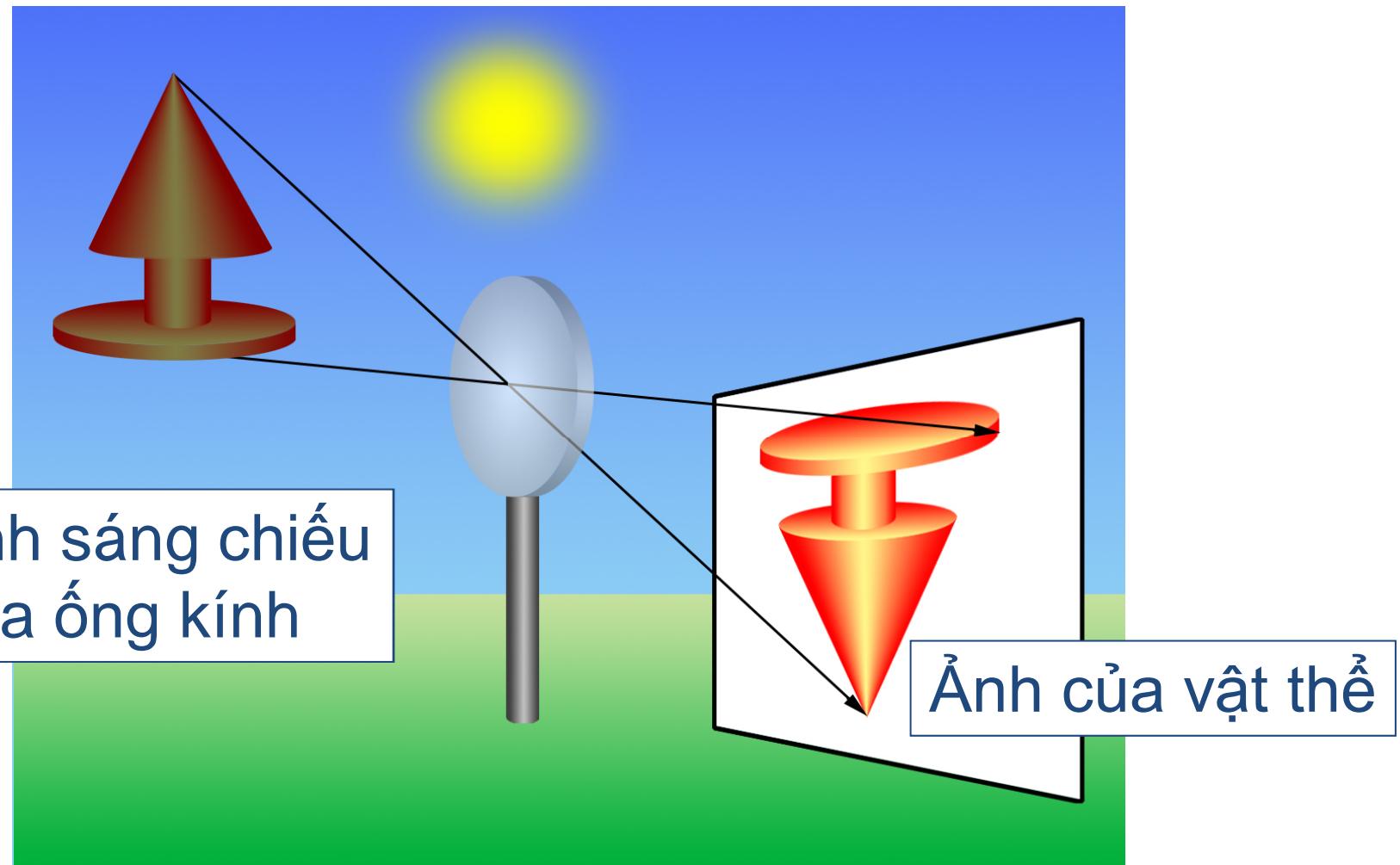
Richard Alan Peters II, EECE 4353, Image Processing, 2015.

Tạo ảnh số

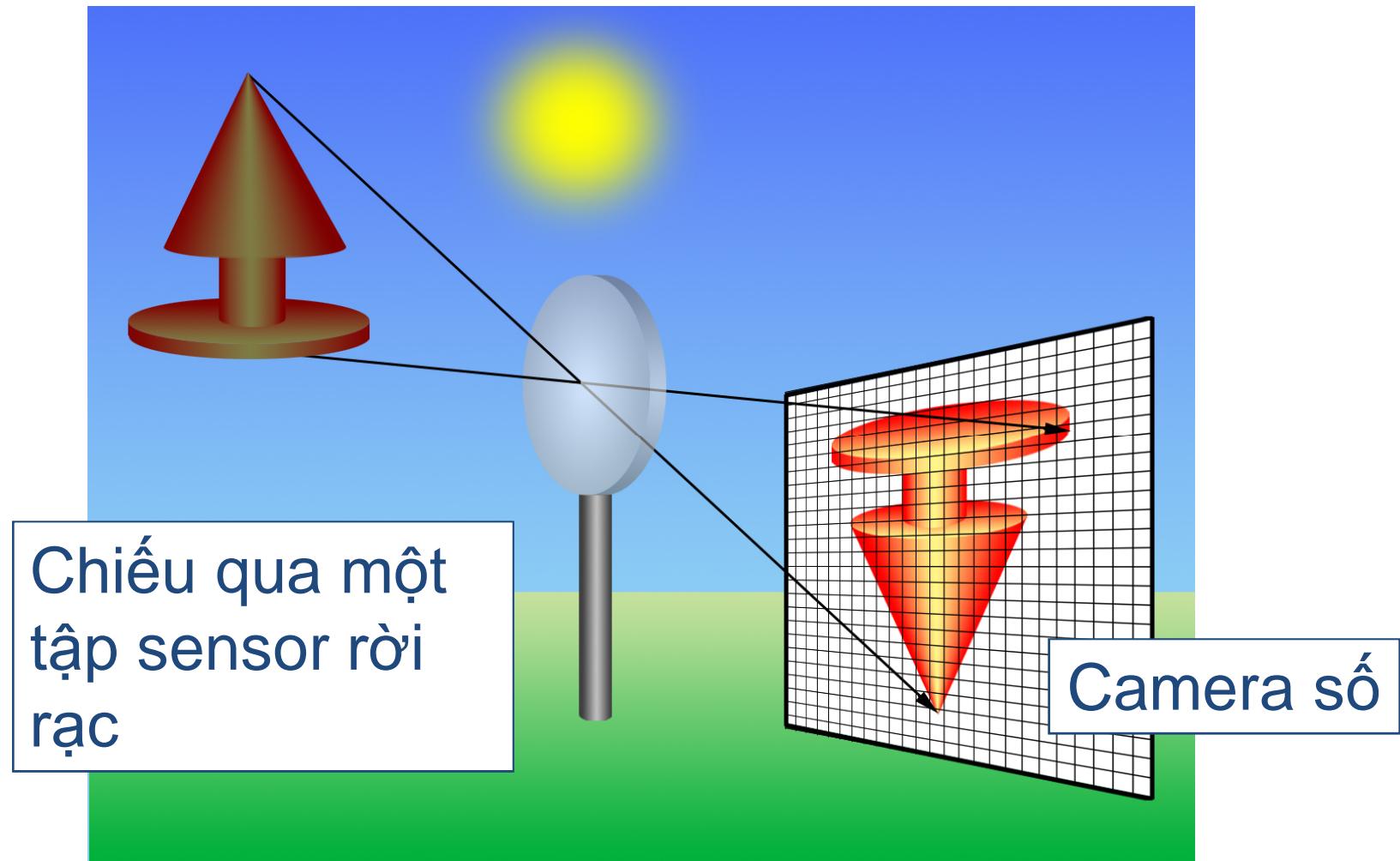


Richard Alan Peters II, EECE 4353, Image Processing, 2015.

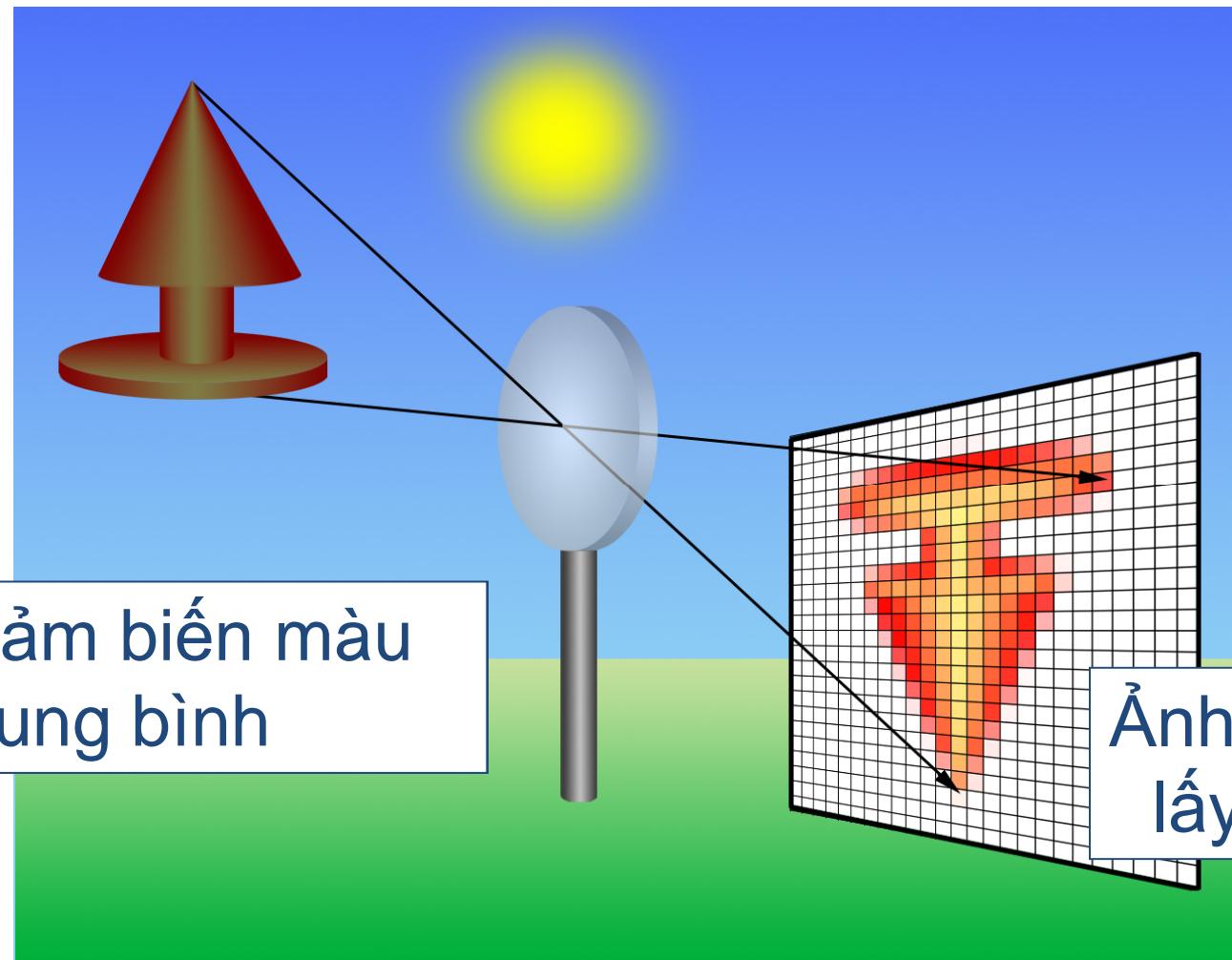
Tạo ảnh số



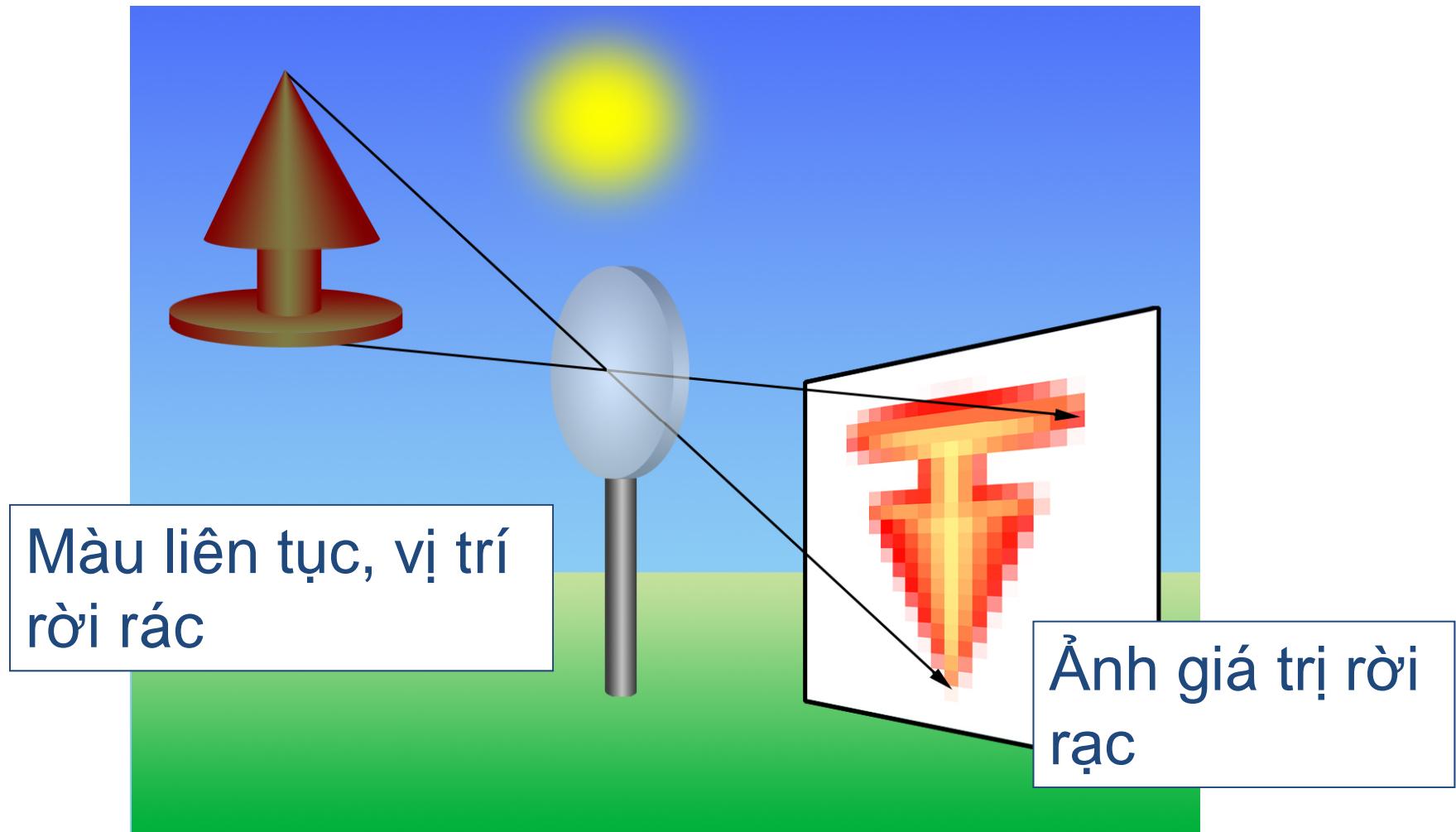
Tạo ảnh số



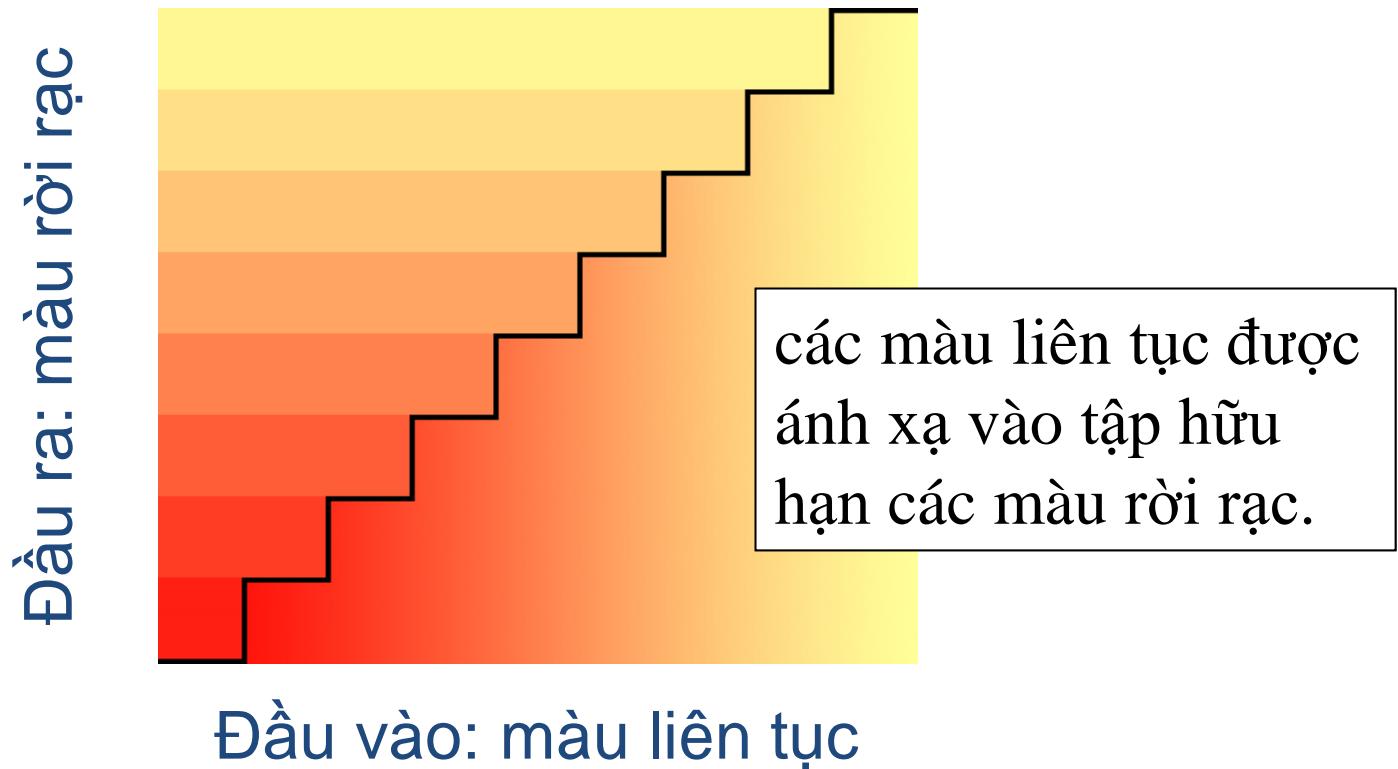
Tạo ảnh số



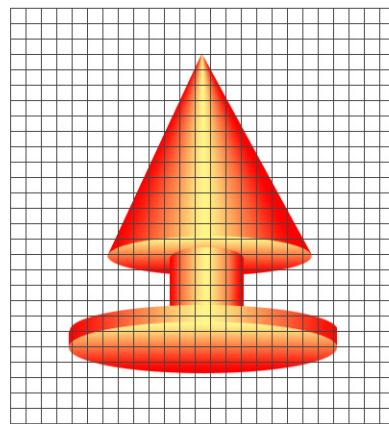
Tạo ảnh số



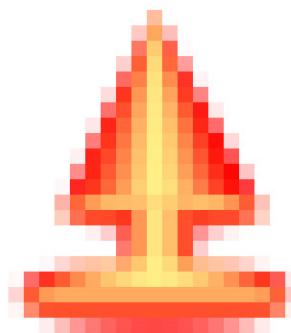
Tạo ảnh số - Lượng hóa



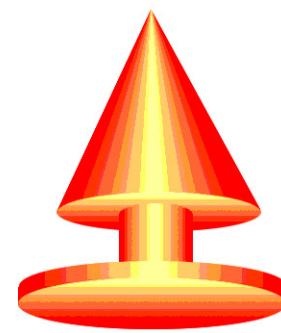
Lấy mẫu và Lượng hóa



real image



sampled



quantized



sampled &
quantized

Xử Lý Ảnh

ẢNH SỐ LÀ GÌ?

Ảnh là gì?

- Ảnh là một biểu diễn thị giác dưới dạng một hàm $f(x,y)$ trong đó $f(x,y)$ là độ sáng hoặc màu tại điểm (x, y)
- Các ảnh thường là hình chữ nhật
- Liên tục trong biên độ và không gian

Lấy mẫu

- Đối với máy tính xử lý, ảnh liên tục phải được rời rạc hóa theo không gian. Quá trình này được gọi là lấy mẫu.
- Một ảnh liên tục $f(x,y)$ có thể được xấp xỉ bởi mảng $M \times N$

$$f[x, y] \approx \begin{bmatrix} f[0,0] & \dots & f[0, N-1] \\ f[1,1] & \dots & f[1, N-1] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f[M-1], 0 & \dots & f[M-1, N-1] \end{bmatrix}$$

Lấy mẫu

- Phần bên phải thường được xem như là một ảnh rời rạc
- Quá trình lấy mẫu được xem như là việc phân chia mặt phẳng xy thành một lưới mà các đỉnh là các phần tử của tích Cartesian $Z \times Z$ với Z là tập các số nguyên
- Nếu Δx và Δy lần lượt chia cắt lưới điểm theo hướng x và y ta có
$$f[m, n] = f(m\Delta x, n\Delta y), \text{với } m = 0 \dots M - 1, n = 0 \dots N - 1$$
- Qui trình lấy mẫu yêu cầu chỉ rõ Δx và Δy hoặc M và N (tương ứng với các chiều của ảnh)

Lấy mẫu



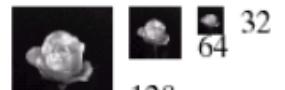
1024



512



256



128

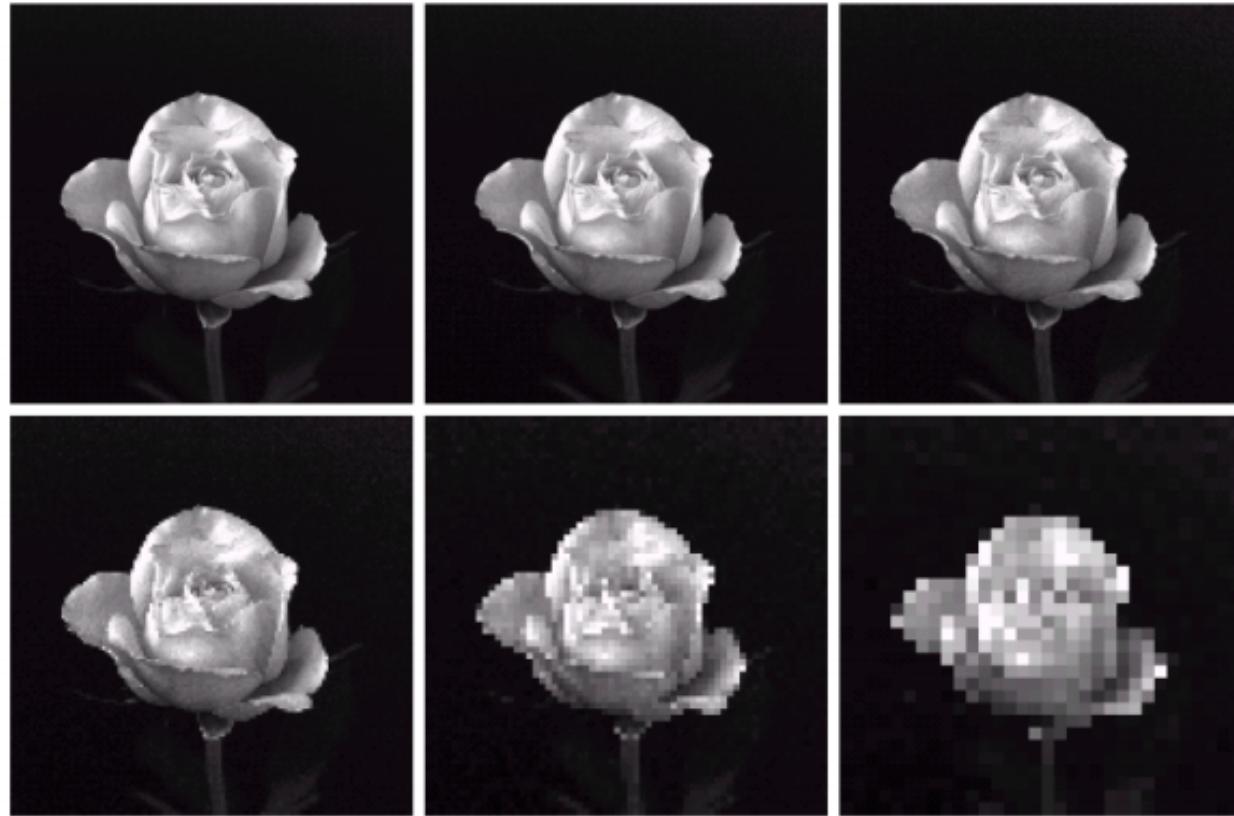


64

32

FIGURE 2.19 A 1024×1024 , 8-bit image subsampled down to size 32×32 pixels. The number of allowable gray levels was kept at 256.

Lấy mẫu



a b c
d e f

FIGURE 2.20 (a) 1024×1024 , 8-bit image. (b) 512×512 image resampled into 1024×1024 pixels by row and column duplication. (c) through (f) 256×256 , 128×128 , 64×64 , and 32×32 images resampled into 1024×1024 pixels.

Lấy mẫu



200x200



100x100



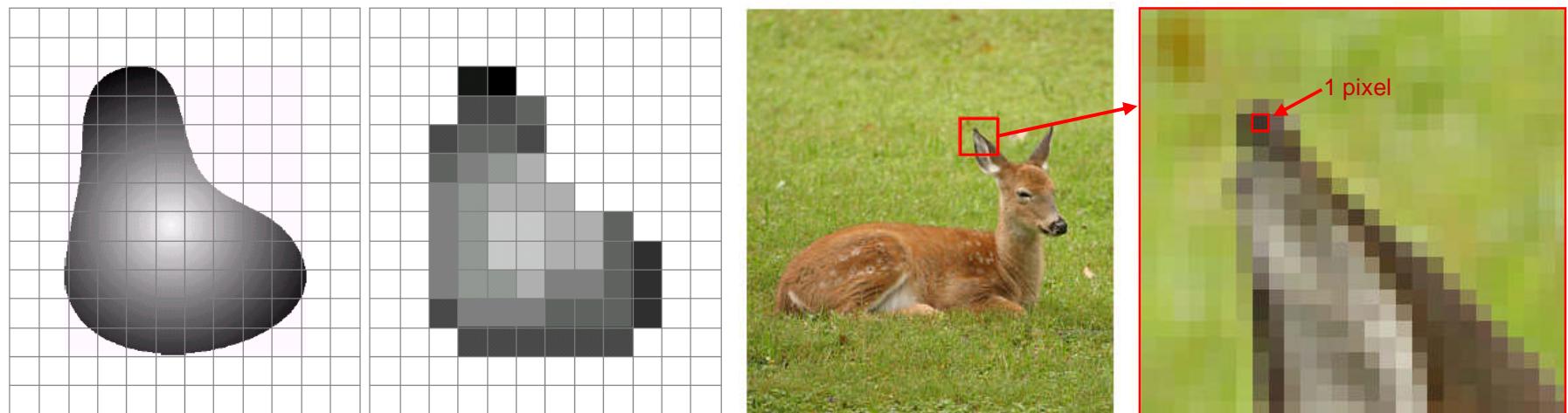
50x50



25x25

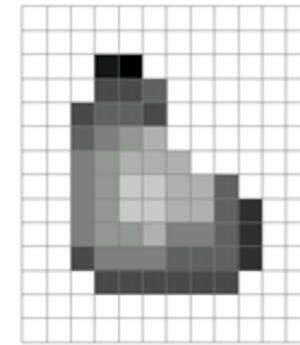
Ảnh số và điểm ảnh

- Ảnh số: các mẫu rời rạc $f[x,y]$ trình bày cho ảnh liên tục $f(x,y)$
- Mỗi phần tử của mảng 2 chiều $f[x,y]$ được gọi là điểm ảnh (pixel)



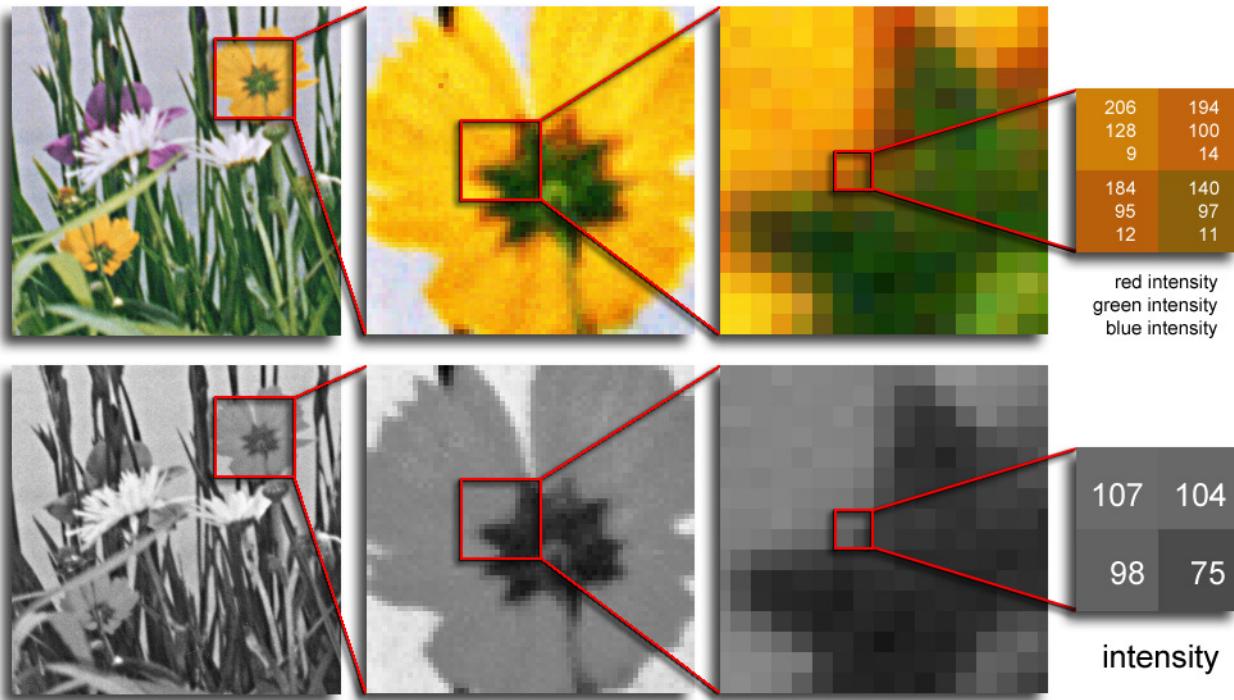
Hàm ảnh

- Ánh xạ f

$$f: [0, M-1] \times [0, N-1] \rightarrow L$$
$$[x,y] \quad \rightarrow f[x,y]$$


- Trong đó
 - L là miền giá trị màu
 - $f[x,y]$ cho biết giá trị màu tại điểm $[x,y]$ trên ảnh

Hàm ảnh



Ảnh màu có 3 kênh
màu trên một điểm
ảnh; ảnh thuần nhất
có giá trị trên một
điểm ảnh.

Xử Lý Ảnh

MỘT SỐ HỆ MÀU THÔNG DỤNG

Mô hình màu

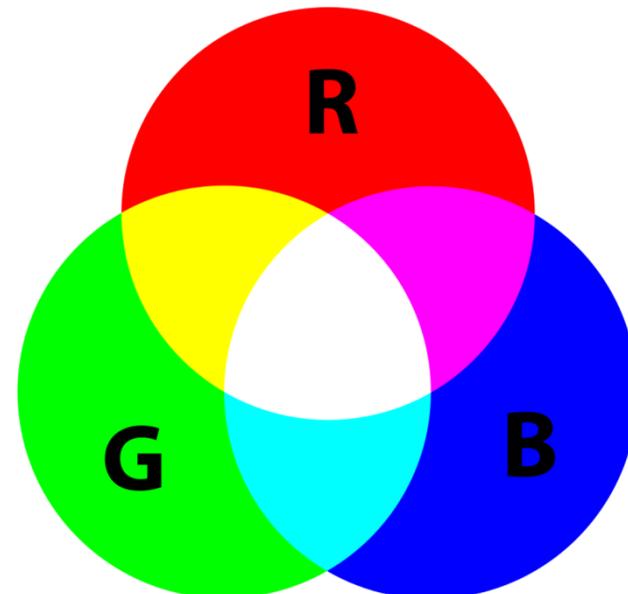
- Mô hình màu là cách thức tổ chức cụ thể để tạo ra màu sắc
- Một số mô hình màu thông dụng
 - RGB (hiển thị màn hình)
 - CMY (in ấn)
 - HSV
 - ...



www.shutterstock.com · 107002658

Hệ màu RGB

- Mô hình màu được dùng trên màn hình CRT, LCD, ...
- Được cấu thành từ 3 kênh màu: Red, Green và Blue



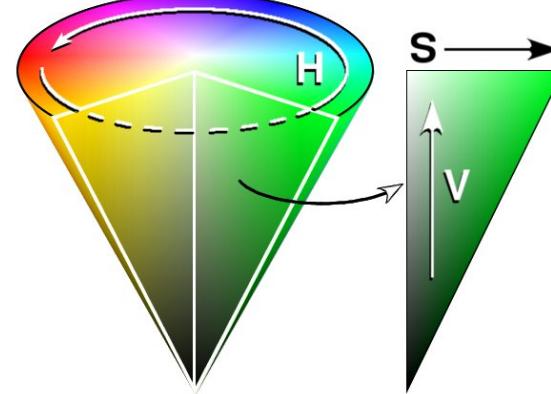
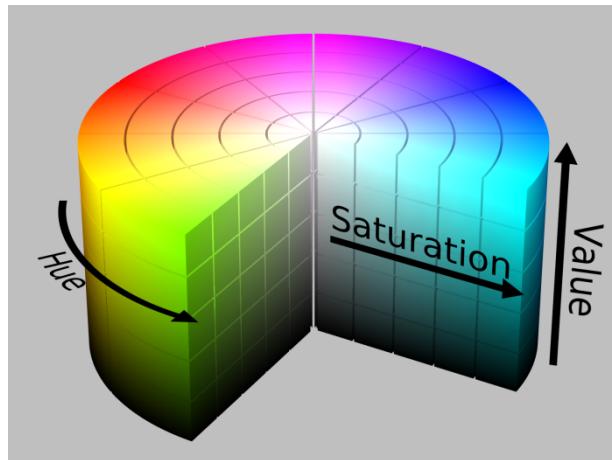
Độ xám (Grayscale)

- Chỉ gồm một thành phần màu
 - Chỉ gồm 1 kênh màu: gray
 - Miền giá trị: $0 \leq \text{gray} \leq 255$
 - Lưu trữ: 8bits/điểm ảnh



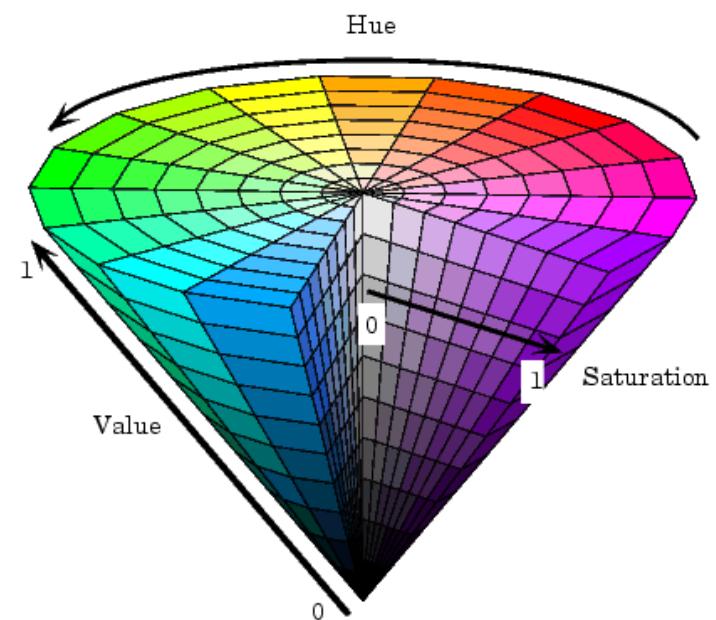
Hệ màu HSV

- Được cấu thành từ 3 kênh
 - Hue: sắc độ
 - Saturation: độ thuần khuyết (độ pha trắng)
 - Value: độ sáng màu



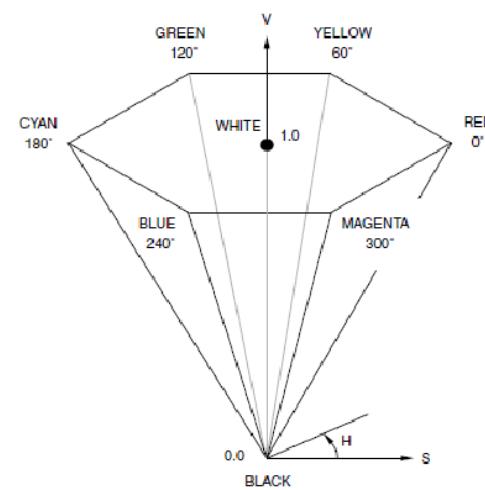
Hệ màu HSV

- Định lượng màu
 - Hue: gom các màu có sắc độ gần giống nhau lại thành nH bin
 - Saturation: gom các màu có độ thuần khuyết gần giống nhau lại thành nS bin
 - Value: gom các màu có cường độ sáng gần giống nhau lại thành nV bin

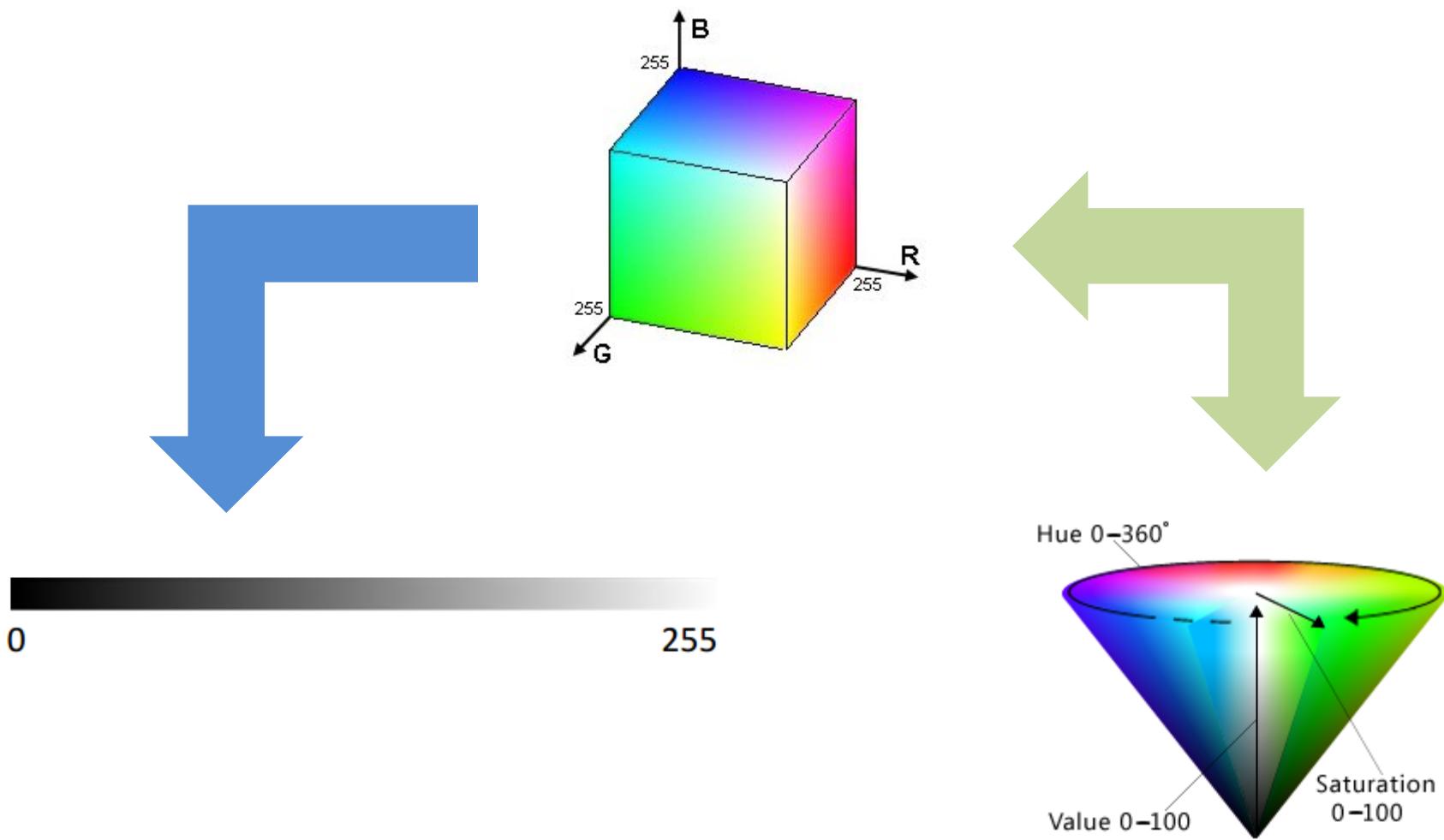


Hệ màu HSV

- Định lượng màu
 - Rời rạc hóa không gian màu
 - Các màu có cùng giá trị cảm nhận được gom lại
 - Dễ gọi tên màu
 - Dễ mô tả màu cho máy tính



Chuyển đổi hệ màu



RGB sang Grayscale

$$Gray = 0.30 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B$$



RGB sang HSV

$$V = \max(R, G, B)$$

$$S = \begin{cases} \frac{V - \min(R, G, B)}{V} & \text{nếu } V \neq 0 \\ 0 & \text{ngược lại} \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} 60(G - B)/S & \text{nếu } V = R \\ 120 + 60(B - R)/S & \text{nếu } V = G \\ 240 + 60(R - G)/S & \text{nếu } V = B \end{cases}$$

nếu $H < 0, H = H + 360$

HSV sang RGB



<http://www.had2know.com/technology/hsv-rgb-conversion-formula-calculator.html>

39

Xử Lý Ảnh

LƯU TRỮ VÀ NÉN DỮ LIỆU

Lưu trữ

- Một ảnh màu có kích thước 720x480, tốn bao nhiêu bytes để lưu trữ?
- Một ảnh màu có kích thước 1920x1080, tốn bao nhiêu bytes lưu trữ?



Nén dữ liệu

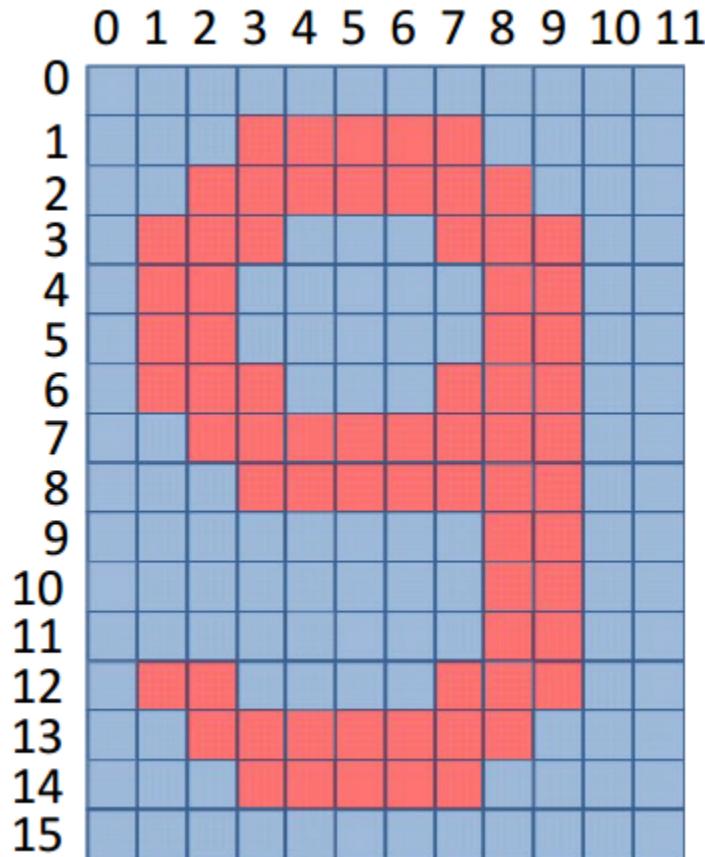
- Các phương pháp nén
 - Nén bảo toàn thông tin
 - Nén mất mát thông tin



Nén bảo toàn thông tin

- Một số phương pháp
 - Run-length encoding.
 - Chain codes.
 - Entropy encoding.
 - Huffman coding
 - Arithmetic coding
 - Dictionary algorithm family:
 - Deflation.
 - Adaptive dictionary algorithm.

Run-length encoding

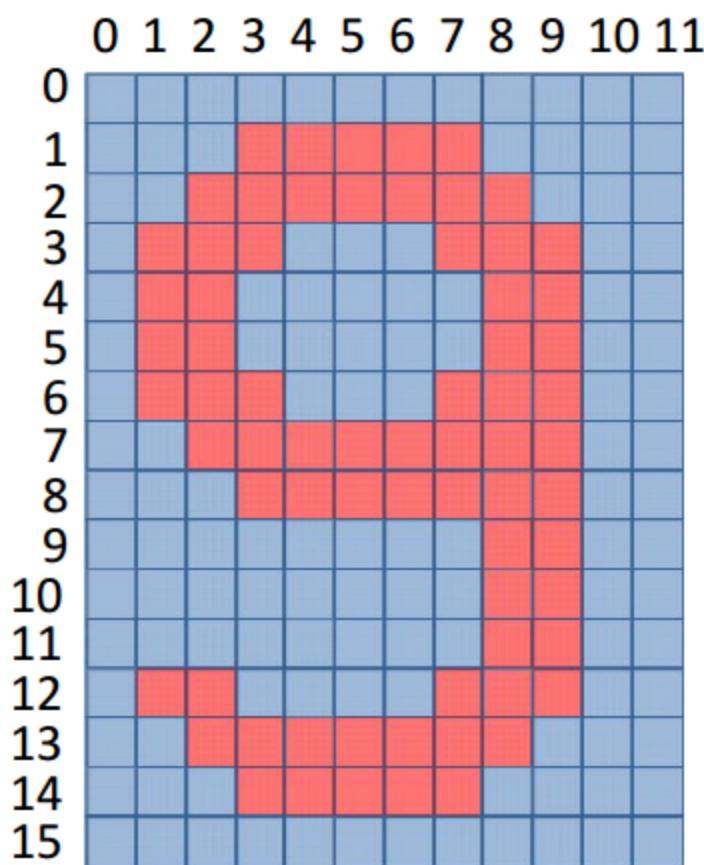


Tập tin thô

BBBBBBBBBBBBBB
BBBRRRRRRBBBB
BBRRRRRRRRBBB
BRRRB BBB RRRBB
BRRBBBBBRRRBB
BRRBBBBBBRRBB
BRRRB BBB RRRBB
BBRRRRRRRRBB
BBBRRRRRRRRBB
BBBBBBBBBBRRBB
BBBBBBBBBBRRBB
BBBBBBBBBBRRBB
BRRBBBB BBB RBB
BBRRRRRRRRBBB
BBBRRRRRRBBBB
BBBBBBBBBBBBBBB

$$B = (0, 0, 255)$$
$$R = (255, 0, 0)$$

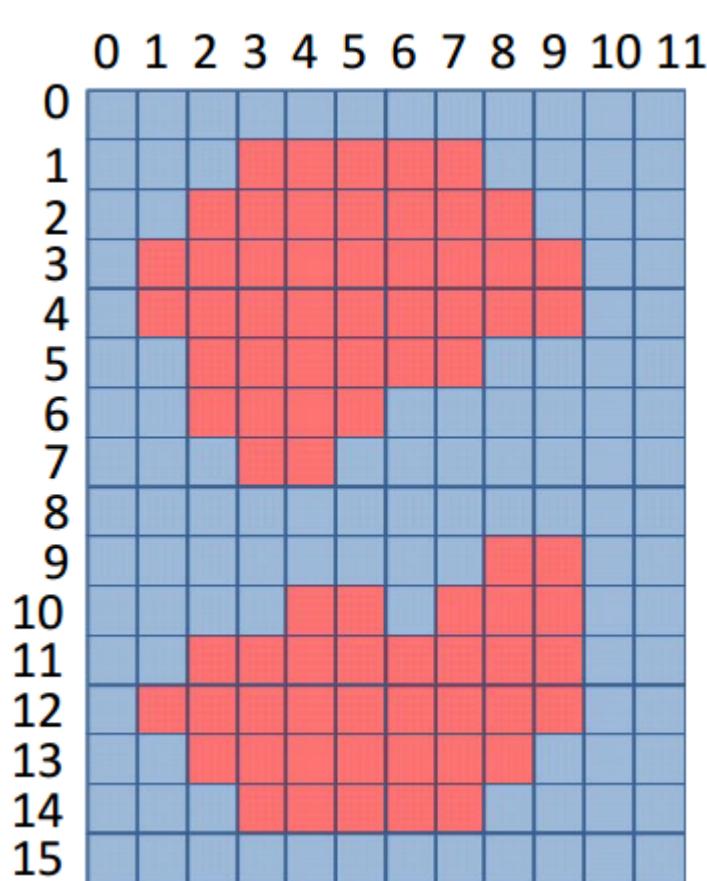
Run-length encoding



Tập tin nén

B12
B3R5B4
B2R7B3
B1R3B3R3B2
B1R2B5R2B2
B1R2B5R2B2
B1R3B3R3B2
B2R8B2
B3R7B2
B8R2B2
B8R2B2
B1R2B4R3B2
B2R7B3
B3R5B4
B12

Chain codes

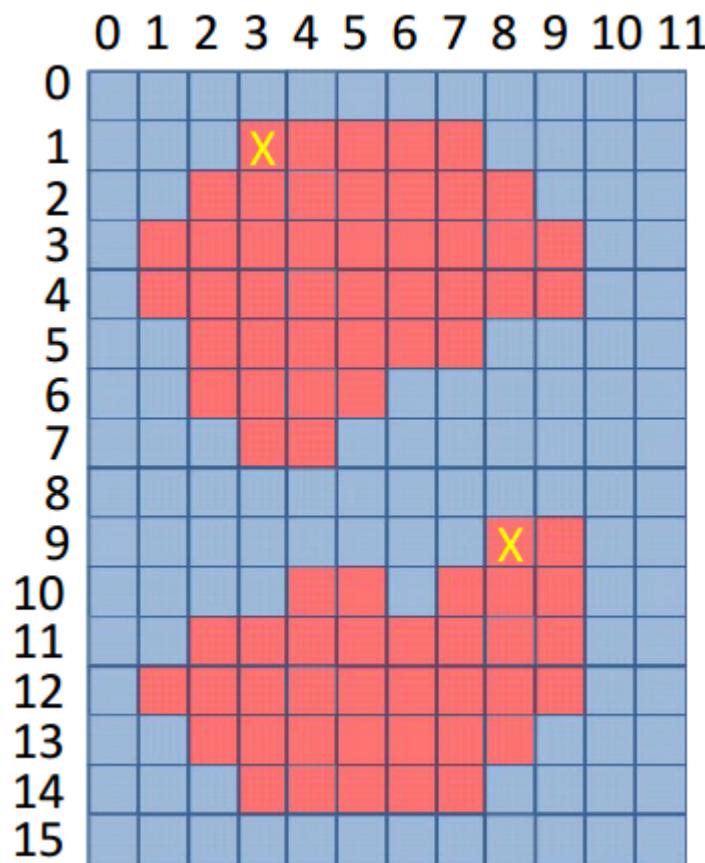


Tập tin thô

BBBBBBBBBBBBBB
BBBRRRRRRRBBBB
BBRRRRRRRRRBBB
BRRRRRRRRRRRB
BRRRRRRRRRRRB
BBRBBBBBBBBBBB
BBRRRRBBBBBBB
BBBRRBBBBBBBBB
BBBBBBBBBBBBBBB
BBBBBBBBBRRBB
BBBBRRBRRRRRB
BBRBBBBBBBBBBB
BRRRRRRRRRRRB
BBRBBBBBBBBBBB
BBBRRRRRRRBBBB
BBBBBBBBBBBBBBB

$$B = (0, 0, 255)$$
$$R = (255, 0, 0)$$

Chain codes



Tập tin nén

R1 3 00007766...
R9 8 066655...

3	2	1
4	X	0
5	6	7

Huffman Coding

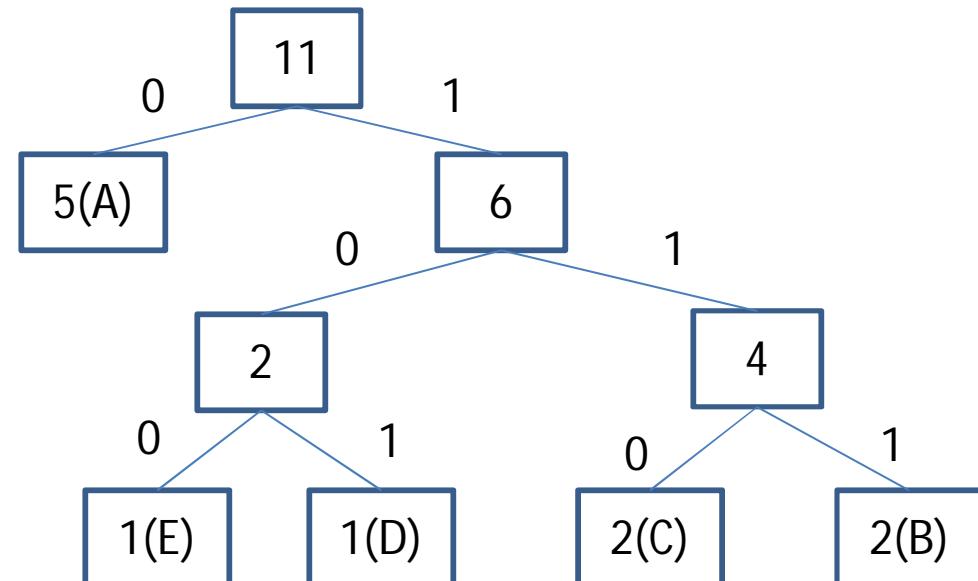
- Xét ký tự đại diện: A, B, C, D, E
- Giả sử có 1 dòng dữ liệu như sau:
ABCADAEABCA
- Thống kê tần suất xuất hiện
- Sắp xếp theo tần suất giảm dần
- Xây dựng cây Huffman
- Dựa vào cây Huffman để phát sinh mã

Huffman Coding

ABCADAEABCA

Ký tự	Tần suất
A	5
B	2
C	2
D	1
E	1

Ký tự	Mã
A	0
B	111
C	110
D	101
E	100



Huffman Coding

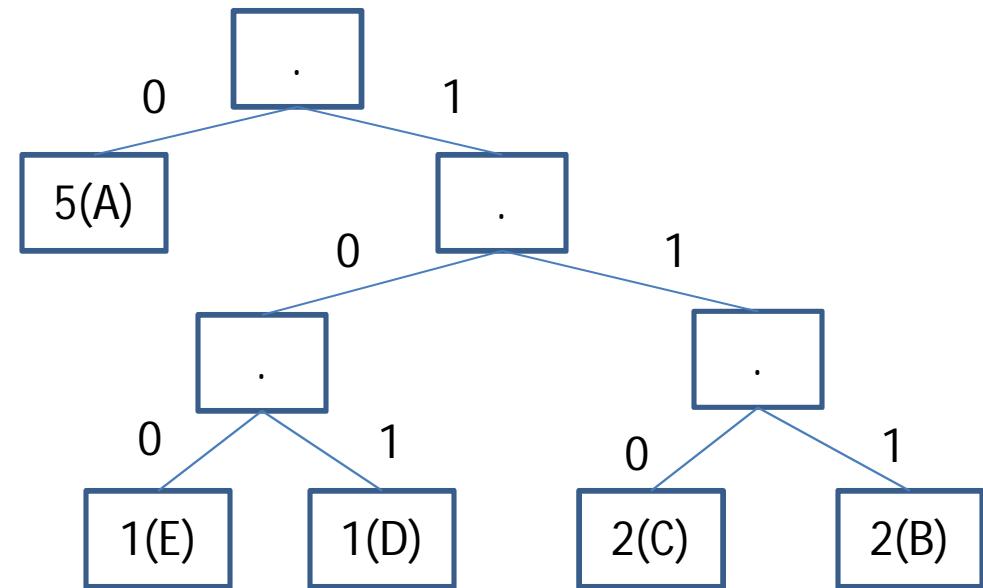
- Thay chuỗi thành bảng mã tương ứng
 - ABCADAEABCA
 - 0111110101100

Ký tự	Mã
A	0
B	111
C	110
D	101
E	100

Huffman Coding

- Đọc bảng mã tái tạo cây Huffman

Ký tự	Mã
A	0
B	111
C	110
D	101
E	100



- Duyệt chuỗi dữ liệu tìm đến nút là để giải mã
 - 0111110101100

Nén măt mát thông tin

- Một số phương pháp
 - Reducing the color space.
 - Transform coding.
 - Fractal compression.

Reducing the color space

0	1	2	3	4	5
6	7	8	9	?	!
n	N	A	a	#	@
o	O	B	b	\$	%
p	P	C	c	&	I
q	Q	D	d	,	.
r	R	E	e	;	:
s	S	F	f	+	-
t	T	G	g	*	/
u	U	H	h	'	,
v	V	I	i	<	>
w	W	J	j	()
x	X	K	k	[
y	Y	L	l	Ξ	Ξ
z	Z	M	m	Λ	=

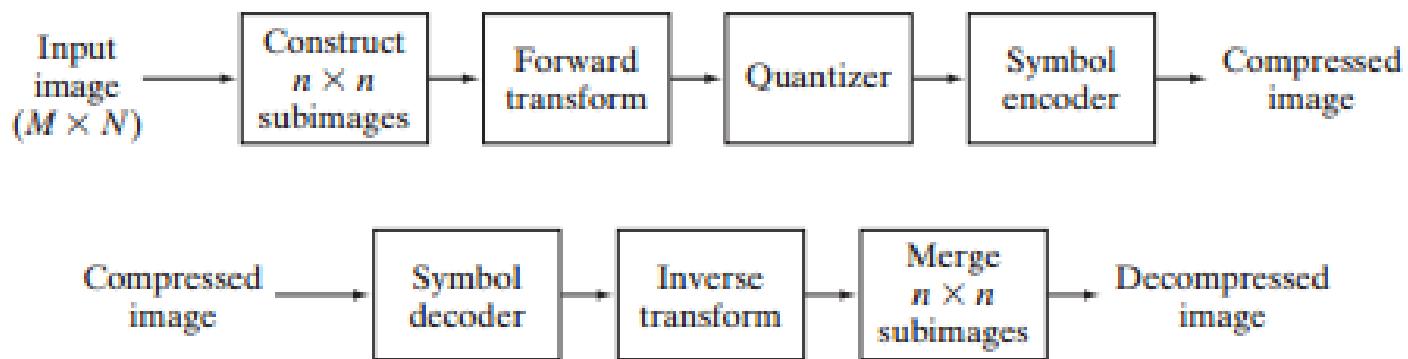
Transform coding

- Là phương pháp được dùng phổ biến nhất hiện nay
- Cho dung lượng ảnh nhỏ và chất lượng ảnh tốt

Transform coding

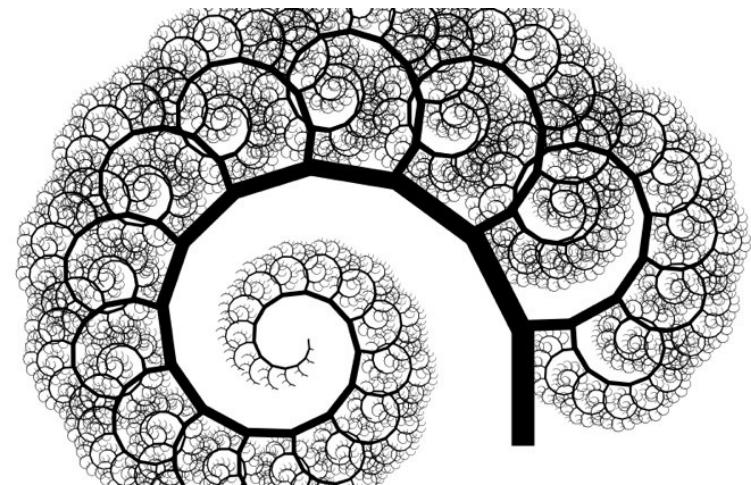
- Thuật toán nén
 - Chia ảnh thành từng ô lưới
 - Dùng phép biến đổi Cosine rời rạc (phép biến đổi Fourier khả nghịch) đưa từng lưới ảnh từ miền không gian sang miền tần số
 - Lượng hóa ảnh trong miền tần số
 - Dùng mã Huffman để mã hóa
- Thuật toán giải nén
 - Dùng mã Huffmanc để giải mã
 - Dùng phép biến đổi Cosine rời rạc nghịch đảo đưa dữ liệu từ miền tần số trở lại miền không gian
 - Ráp các lưới ảnh lại để được ảnh sau giải nén

Transform coding



Nén Fractal

- Phù hợp nhất cho các ảnh thiên nhiên
- Dựa trên hiện tượng lặp lại của các thành phần chi tiết trên ảnh cần nén
- Rút ra tập luật sinh các chi tiết lặp lại từ tập các chi tiết hạt giống
- Lưu tập luật sinh và hạt giống



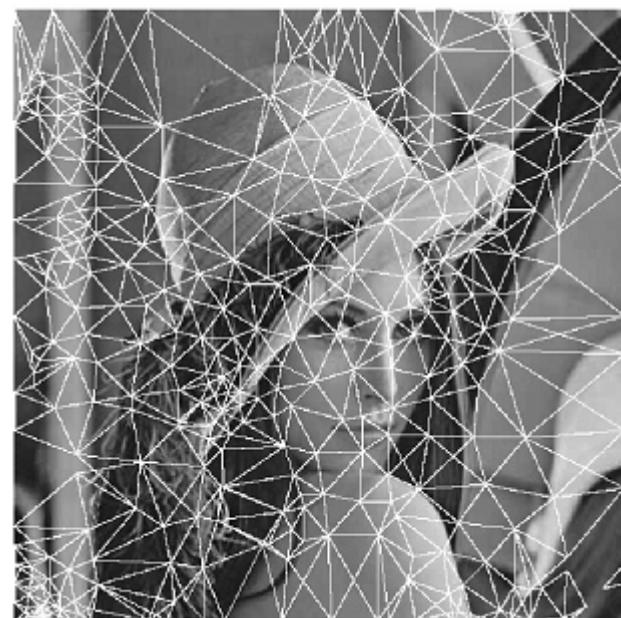
Nén Fractal



Nén Factal



Nén Factal



Xử Lý Ảnh

MỘT SỐ ĐỊNH DẠNG ẢNH THÔNG DỤNG

Một số dạng tập tin ảnh



JPEG



File JPG, hay còn được gọi là các tập tin JPEG, là một định dạng tập tin phổ biến cho các file ảnh kỹ thuật số và đồ họa kỹ thuật số. Khi các tập tin JPG được lưu, họ sử dụng thuật toán nén "lossy", có nghĩa là chất lượng hình ảnh bị giảm đi khi kích thước tập tin bị giảm đi.

Ra đời vào năm



PNG



Portable Network Graphics (PNG) là một định dạng tập tin đồ họa raster hỗ trợ nén dữ liệu không bị suy giảm. PNG được tạo ra như là một cải tiến, thay thế (không cần bằng sáng chế) cho Graphics Interchange Format (GIF), và là định dạng ảnh nén không bị suy giảm chất lượng sử dụng nhiều nhất trên Internet.

Ra đời vào năm



GIF



Một định dạng tập tin hình ảnh thường được sử dụng cho hình ảnh trên web và sprite trong các phần mềm. Không giống như định dạng JPEG, GIF dùng thuật toán nén lossless mà không làm suy giảm chất lượng của hình ảnh. GIF lưu trữ dữ liệu hình ảnh bằng cách sử dụng màu indexed, có nghĩa là mỗi hình ảnh có thể bao gồm tối đa 256 màu.

**Được tạo ra bởi
CompuServe vào**



TIFF

A graphic of a TIFF file icon. It features a white rectangular base with a black border. On the left side of the base, there is a red rounded rectangle containing the word "TIFF" in white. To the right of the base is a white triangle pointing upwards and to the right, representing a file extension.

TIFF là một định dạng file hình ảnh chất lượng cao. Các tập tin TIFF cũng được gọi là .TIFF, viết tắt của cụm từ "Tagged Image Format File". Định dạng file TIFF được tạo ra từ năm 1986 như là một định dạng file ảnh dùng cho ảnh scan trong một nỗ lực muốn mọi người đều sử dụng chung một định dạng file chuẩn thay vì nhiều loại định dạng khác nhau.

Được tạo ra bởi
Aldus Corp vào

A graphic of a calendar icon. It shows a white frame with a black border. Inside the frame, the year "1986" is written in large red digits. The calendar icon has a white background and a black border.

BMP



Các định dạng file ảnh BMP, AKA bitmap hoặc device independent bitmap (DIB) là một dạng file ảnh đồ họa dạng lưới (raster) được sử dụng để lưu trữ hình ảnh kỹ thuật số bitmap, nó độc lập với các thiết bị hiển thị (chẳng hạn như graphics adapter), đặc biệt là trên Microsoft Windows và hệ điều hành OS/2.

Được tạo ra vào



	JPG	TIF	PNG	GIF	BMP
Chuẩn nén Lossy	✓	✗	✗	✗	✗
Chuẩn nén Lossless	✗	✓	✓	✓	✓
Tùy chọn không nén	✓	✗	✗	✗	✓
Grayscale	✓	✓	✓	✓	✗
Màu RGB	✓	✓	✓	✗	✓
8 bit màu (24 bit data)	✓	✓	✓	✗	✓
Tùy chọn 16 bit màu	✗	✓	✓	✗	✓
CMYK hoặc màu LAB	✓	✓	✗	✗	✓
Tùy chọn màu Indexed	✓	✓	✓	✗	✗
Tùy chọn trong suốt	✗	✓	✓	✓	✓
Tùy chọn hình động	✗	✗	✗	✓	✗
Hỗ trợ nhiều Layer	✗	✓	✗	✓	✓
In ấn hoặc Web	Cả hai	In ấn	Web	Web	In ấn

The logo consists of the word "JPEG" in a bold, white, sans-serif font, centered within a blue rectangular box.

HÌNH ẢNH WEB

Có lẽ đây là định dạng phổ biến và thông dụng nhất cho hình ảnh web. Định dạng file JPEG là lựa chọn tốt nhất cho nhu cầu lưu hình ảnh lại với kích thước file nhỏ, chẳng hạn như khi bạn cần phải upload nó online hoặc gởi qua mail. Nếu bạn không cần quan tâm lắm đến chất lượng hình ảnh hoặc có thể hình ảnh sẽ bị giảm chất lượng đi một chút không đáng kể thì hãy nên dùng định dạng JPEG.

The logo consists of the word "GIF" in a bold, white, sans-serif font, centered within a green rectangular box.

HÌNH ẢNH WEB/ HÌNH ĐỘNG/ CLIP ART

Trong số ba định dạng (GIF, JPEG & PNG) thì GIF là sự lựa chọn tệ nhất đối với hình ảnh đồ họa web, mặc dù kích thước tập tin của nó rất nhỏ, và nó được load rất nhanh.Thêm vào đó, nếu bạn muốn thêm các hiệu ứng hình ảnh động, thì nên sử dụng GIF. Nó cũng là định dạng tốt cho ảnh Clip Art.

The logo consists of the word "TIFF" in a bold, white, sans-serif font, centered within an orange rectangular box.

HÌNH SỬ DỤNG ĐỂ IN ẤN

TIFF là sự lựa chọn tốt nhất và duy nhất cho các chuyên gia khi hình ảnh được dùng để in. Nó có khả năng đọc được màu sắc CMYK và YCbCr, cộng với khả năng có thể lưu được ảnh với mật độ pixel lớn làm cho nó trở thành sự lựa chọn duy nhất cho các nhà thiết kế, nhiếp ảnh gia và các nhà xuất bản.

The logo consists of the word "PNG" in a bold, white, sans-serif font, centered within a pink rectangular box.

HÌNH ẢNH WEB/ LOGO & LINE ART

PNG là định dạng tốt cho hình ảnh đồ họa web. Nếu bạn muốn file ảnh có kích thước nhỏ, nhưng vẫn giữ được chất lượng, thì nên sử dụng PNG. Ngoài ra nếu bạn muốn sử dụng những ảnh có dạng trong suốt như logo hoặc những icon không có nền, để chèn lên bên trên những hình ảnh khác... PNG là định dạng dành cho bạn.

The logo consists of the word "BMP" in a bold, white, sans-serif font, centered within a purple rectangular box.

HÌNH SỬ DỤNG ĐỂ IN ẤN

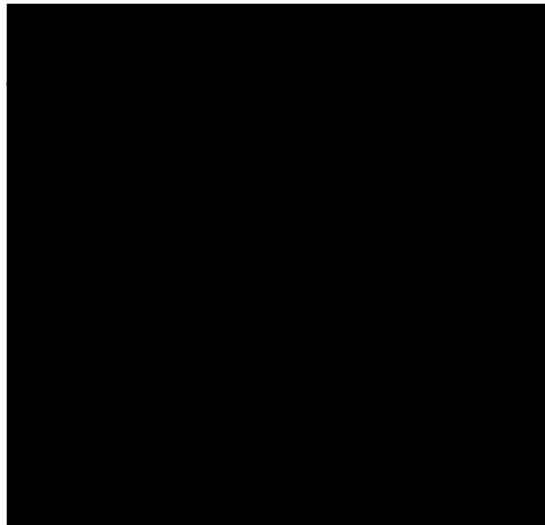
Những file với định dạng này có kích thước rất lớn và không hỗ trợ nén, nhưng hình ảnh của nó mang lại rất tốt, màu sắc đậm đà, file chất lượng cao, đơn giản dễ sử dụng và có khả năng tương thích tốt nhất trong tất cả các phần mềm và các hệ điều hành Windows. File BMP cũng còn được gọi là ảnh lưới (raster) hoặc ảnh paint.

Xử Lý Ảnh

XỬ LÝ ẢNH SỐ LÀ GÌ?

Xử lý ảnh số là gì?

- Xử lý ảnh số là quá trình thao tác trên ảnh đầu vào để tạo ra ảnh đầu ra theo một số điều kiện cho trước hoặc các thuộc tính liên quan đến ảnh bằng máy tính



Cấp thấp - Khử nhiễu ảnh

Original



Noisy



Smoothed



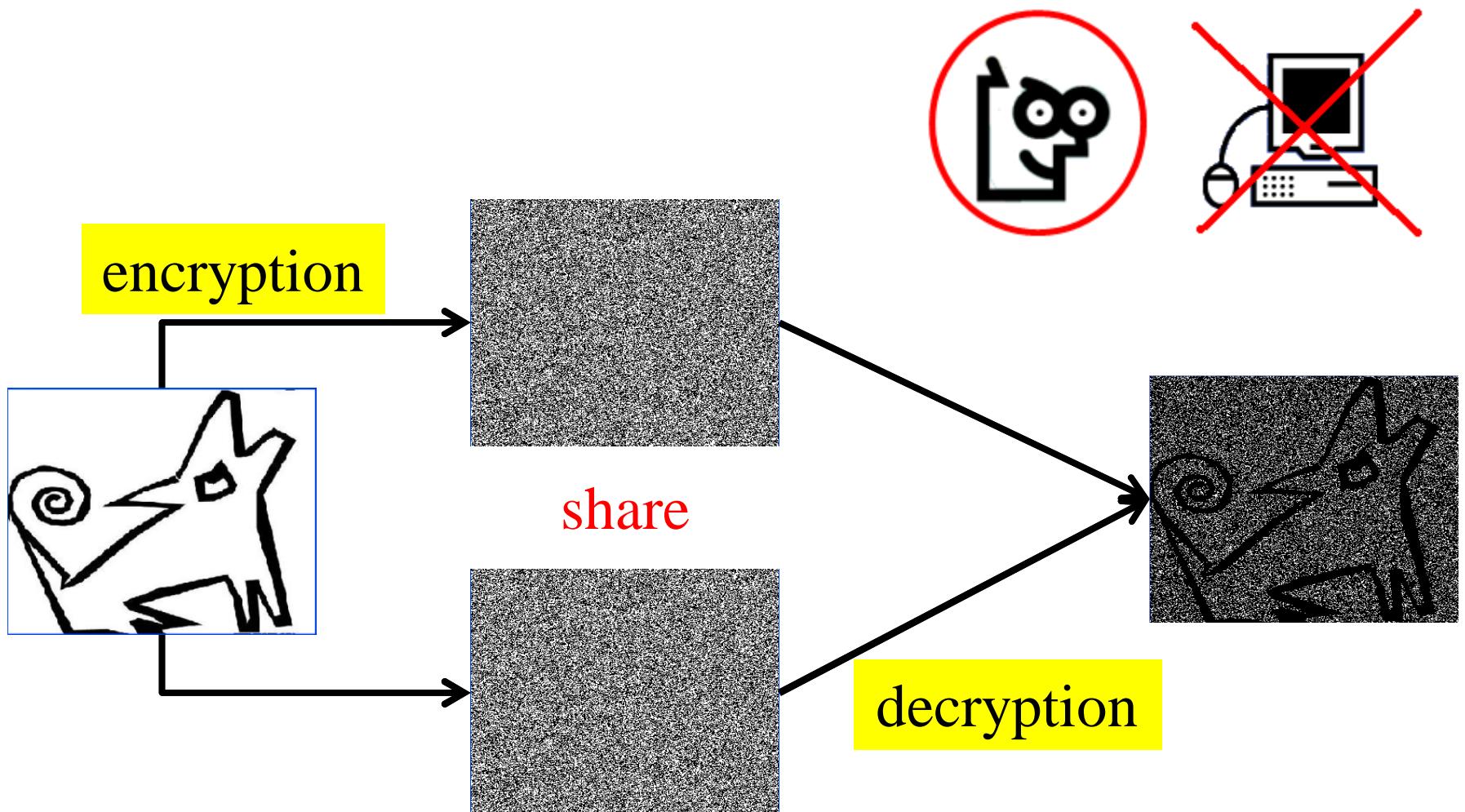
Cấp thấp - Sắc nét ảnh



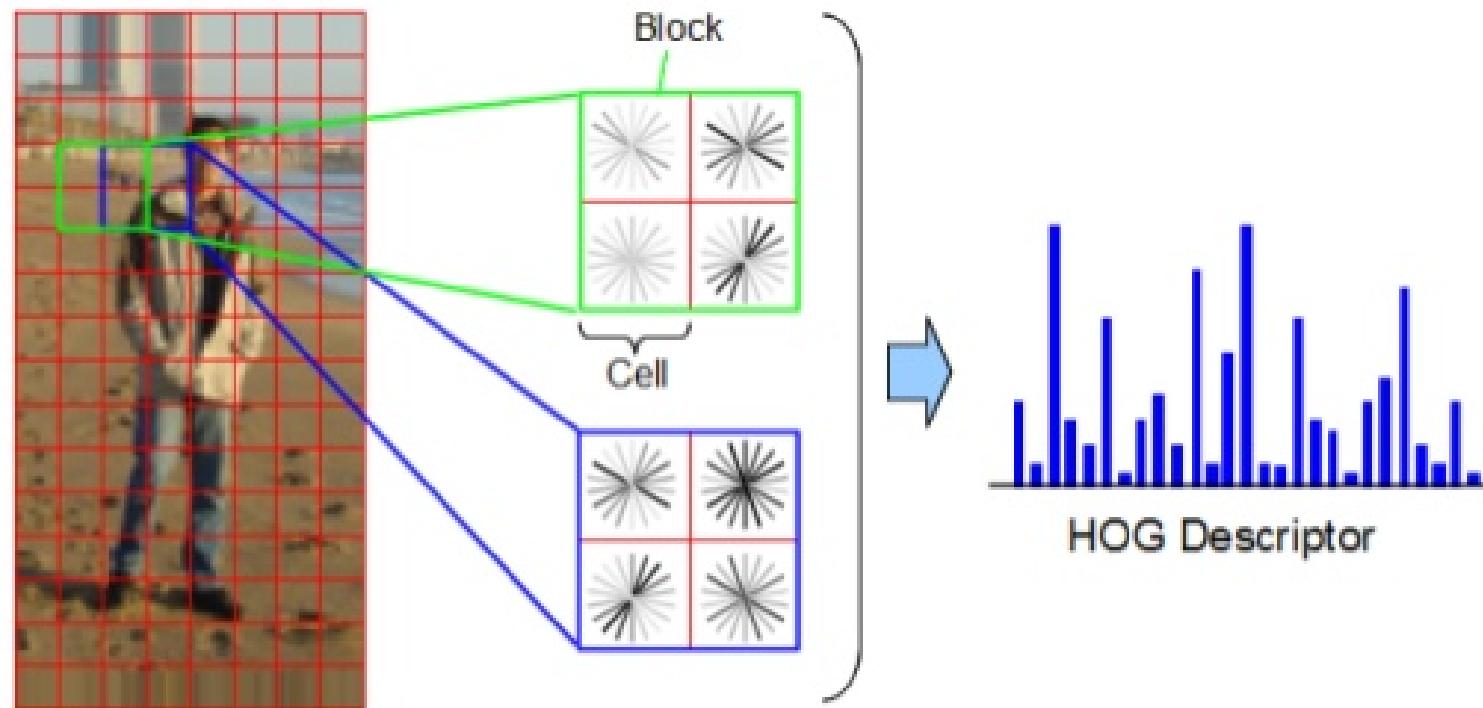
Cấp thấp - Phục hồi ảnh



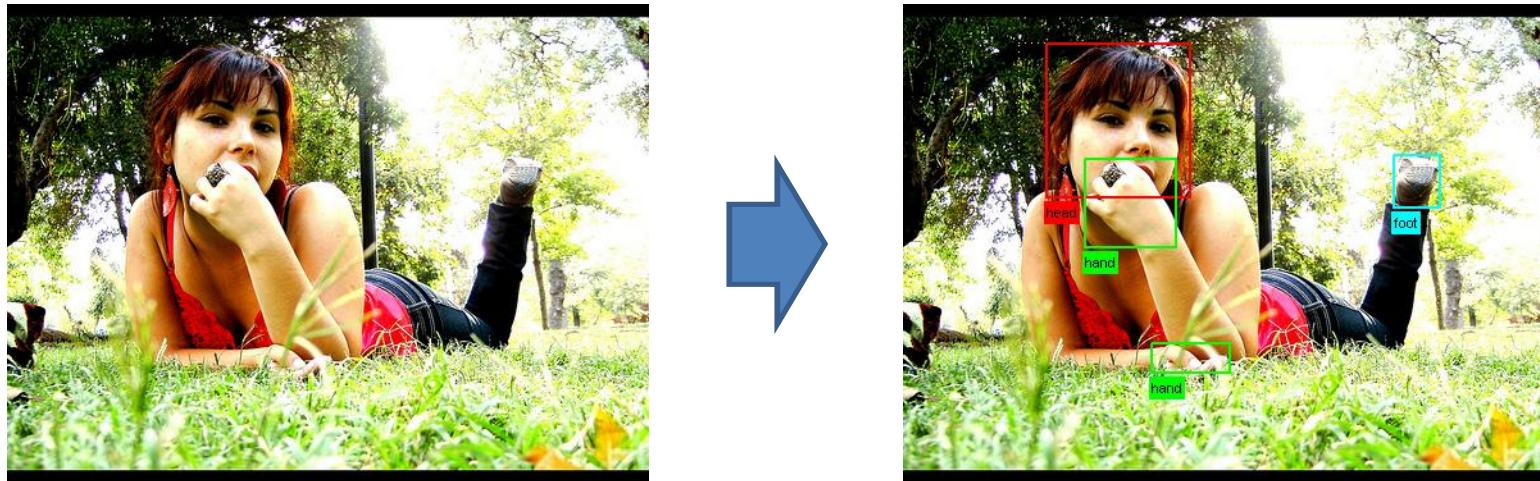
Cấp thấp - Mật mã thị giác



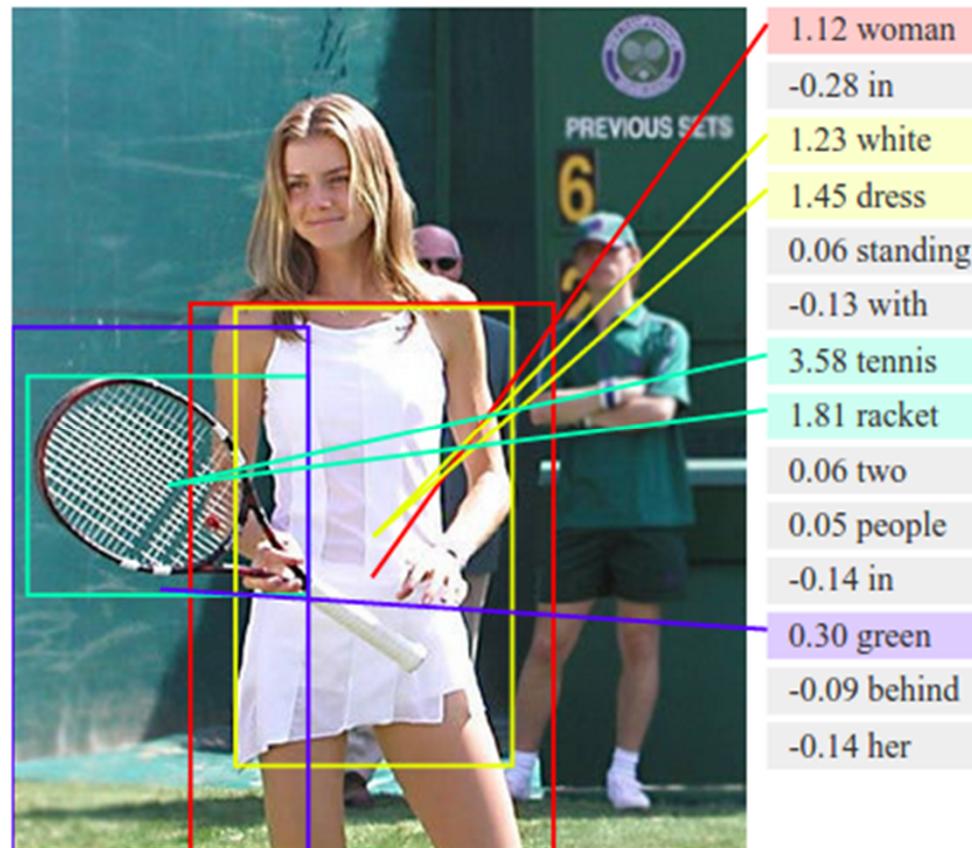
Cấp trung – Trích đặc trưng



Cấp cao – Chú thích ảnh



Cấp cao – Mô tả ảnh



Cấp cao – Mô tả ảnh

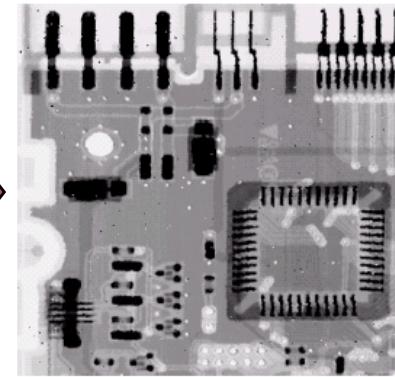
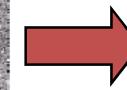
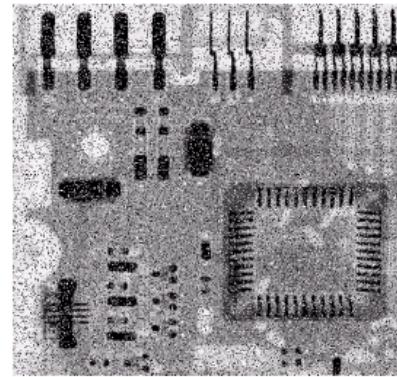
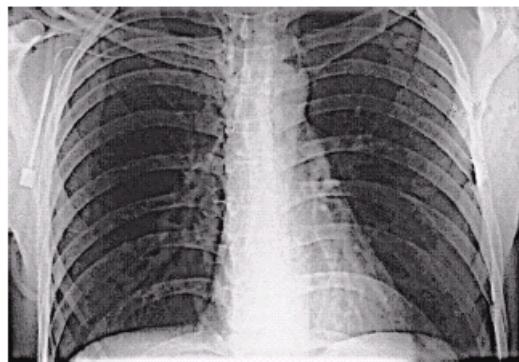
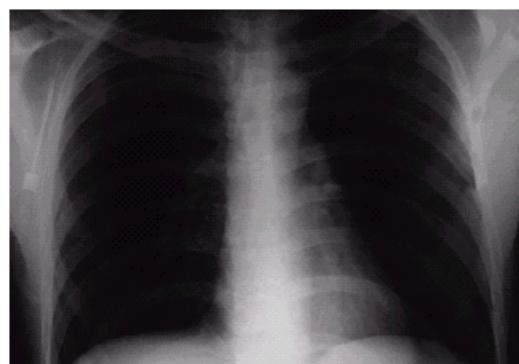


two young girls are
playing with lego toy

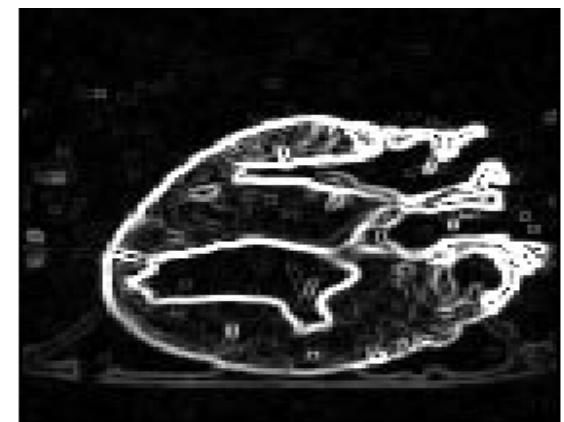
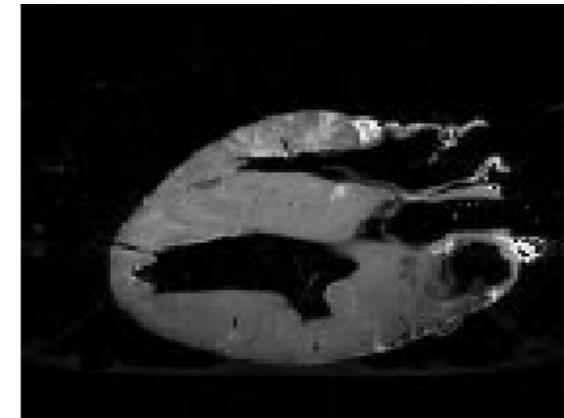
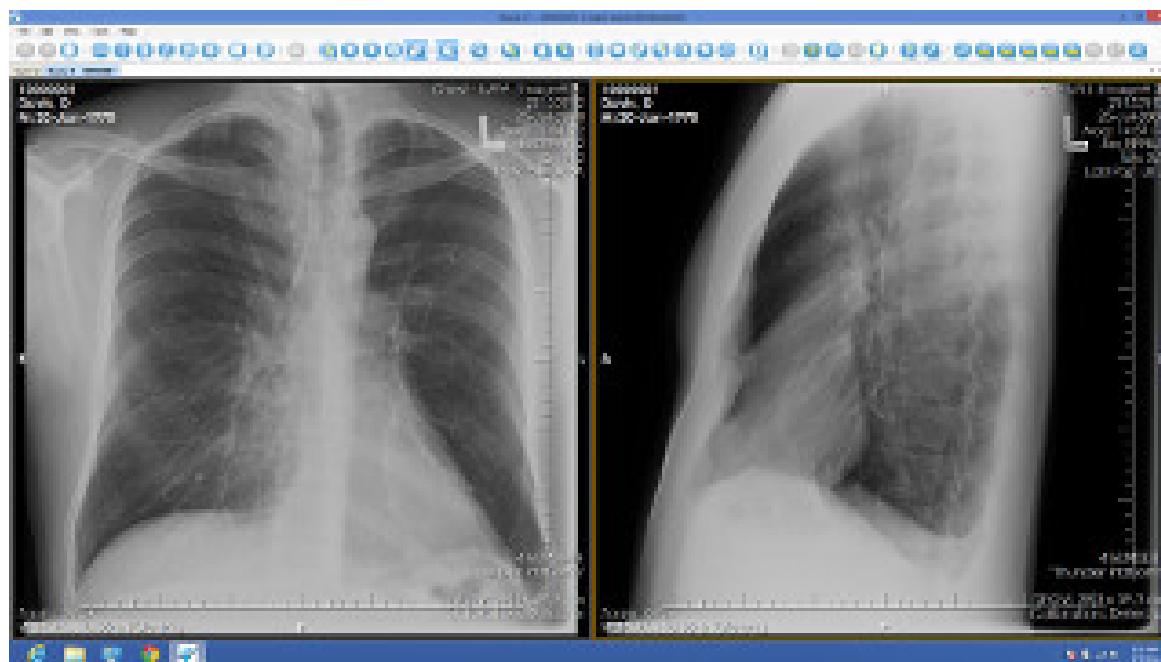
Xử Lý Ảnh

ỨNG DỤNG CỦA XỬ LÝ ẢNH

Tăng cường chất lượng ảnh



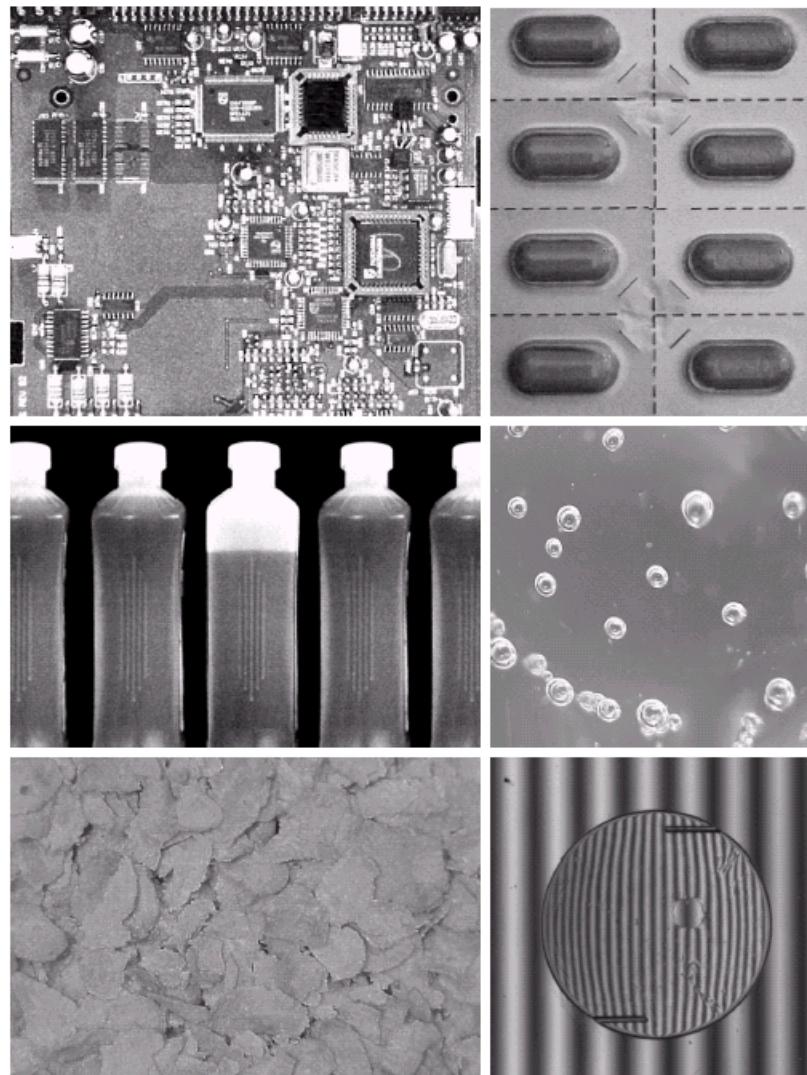
Chuẩn đoán ảnh y khoa



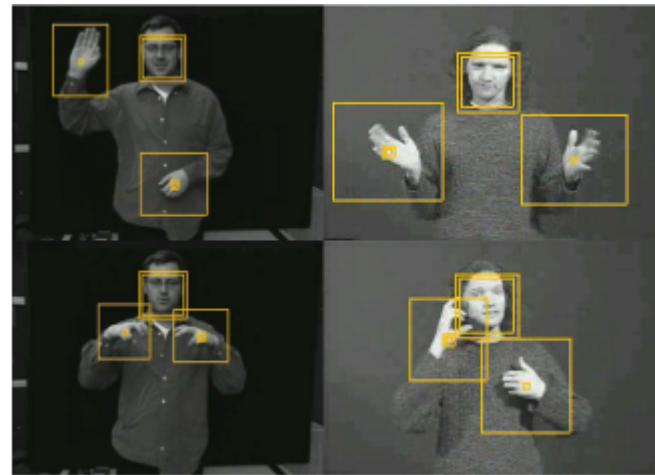
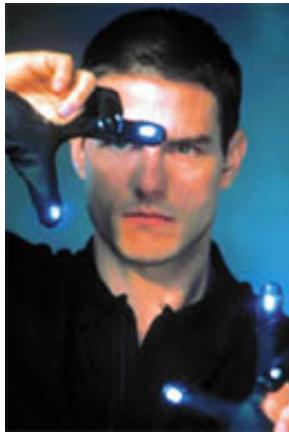
Ứng dụng giải trí Prisma



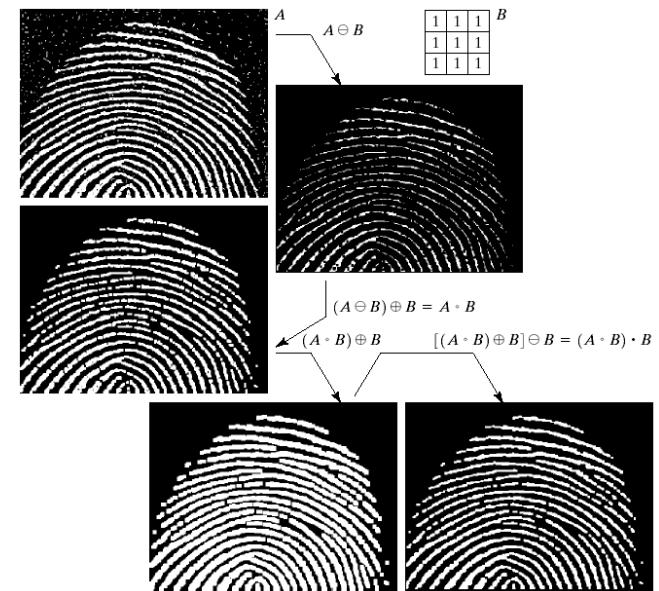
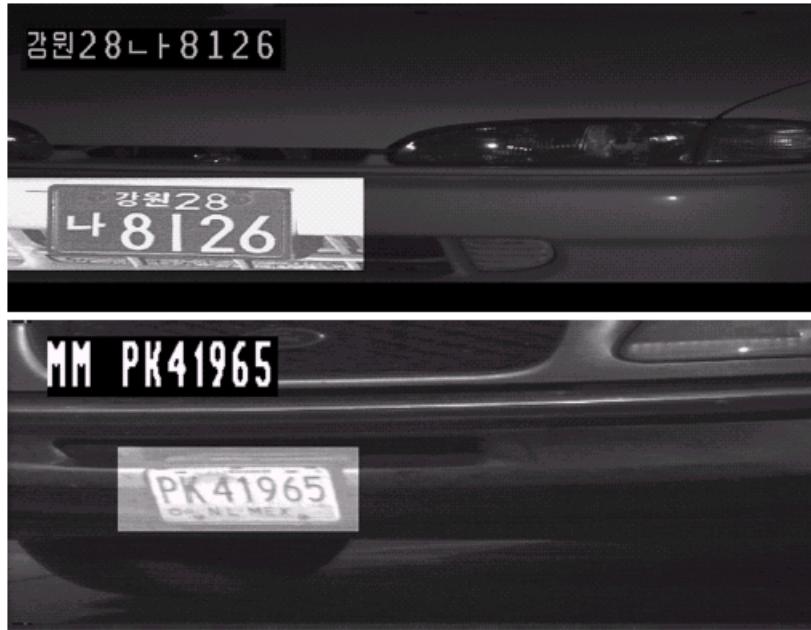
Kiểm tra công nghiệp



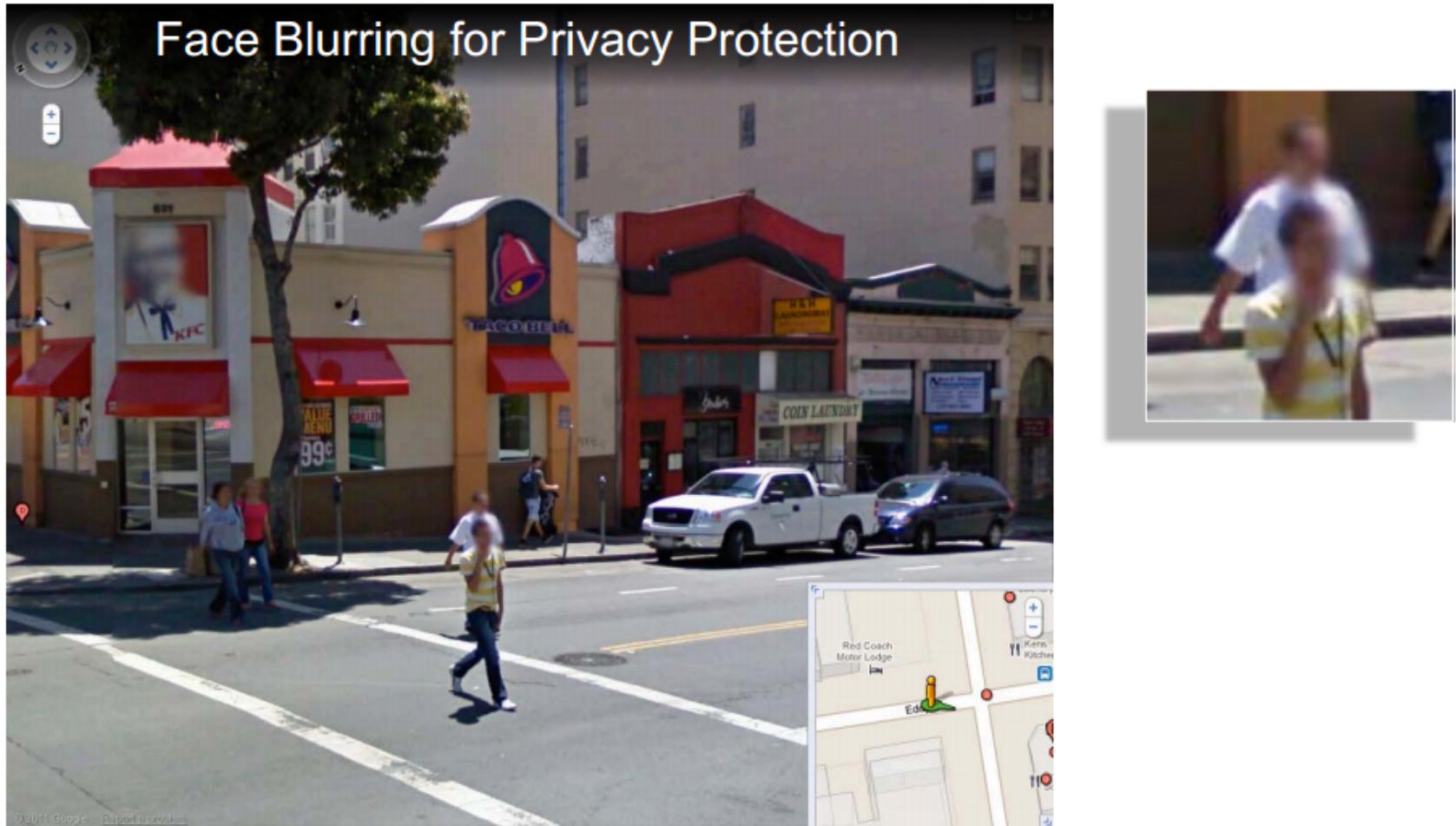
Tương tác người máy



Thực thi pháp luật



Bảo vệ quyền riêng tư



Các thành phần của hệ thống xử lý ảnh

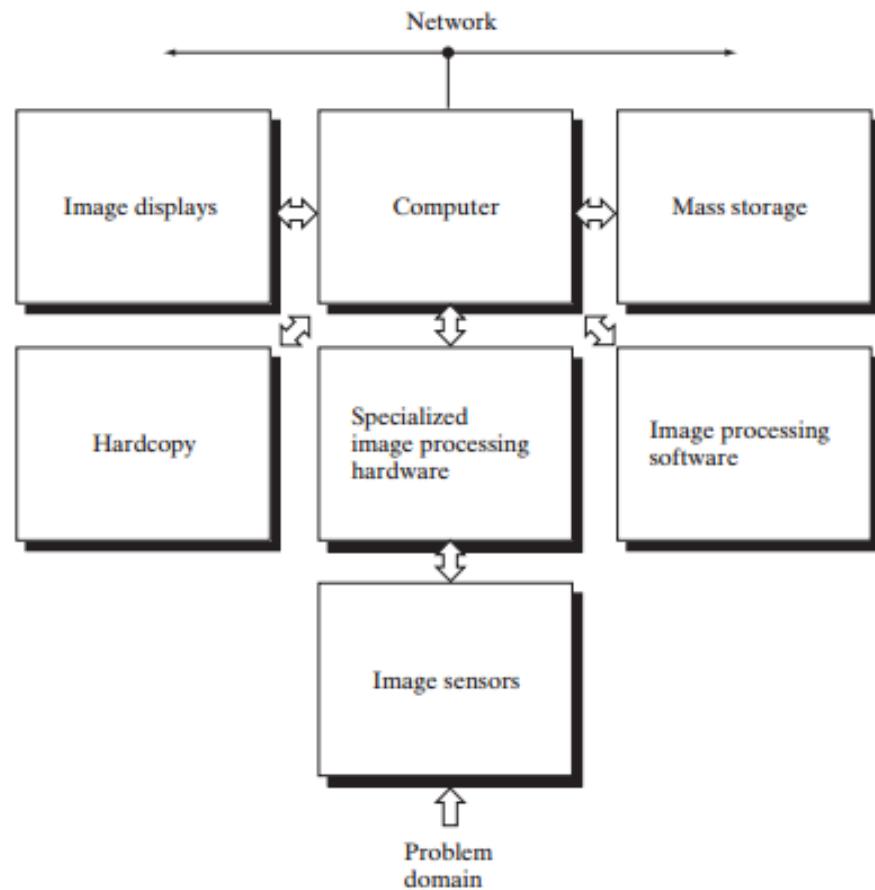
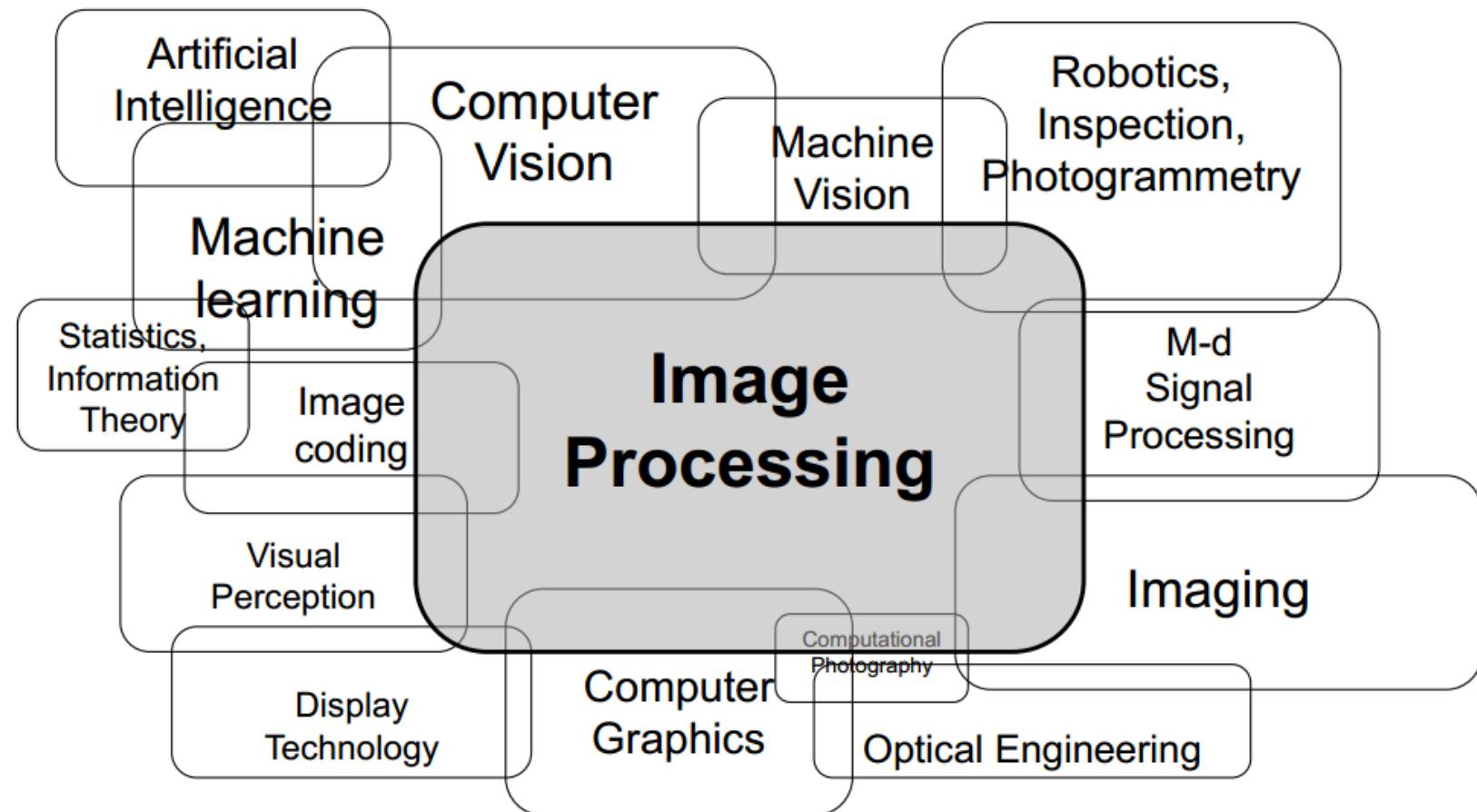


FIGURE 1.24
Components of a general-purpose image processing system.

Xử lý ảnh và lĩnh vực khác



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-vecac-dinh-dang-anh-jpg-png-gif-tiff-va-bmp.2515321/>