

IT4440
Đa phương tiện
và các ứng dụng giải trí
(MULTIMEDIA AND GAMES)

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

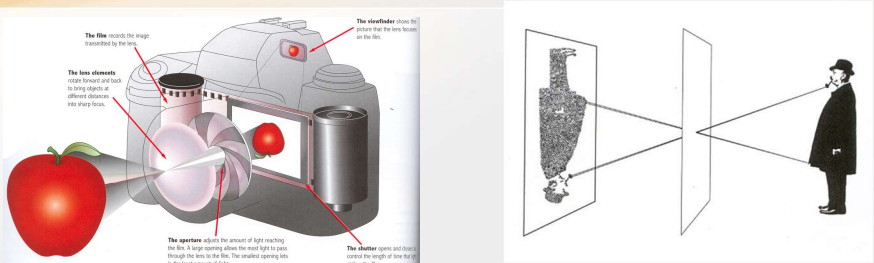
III.2 Quá trình tạo ảnh

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

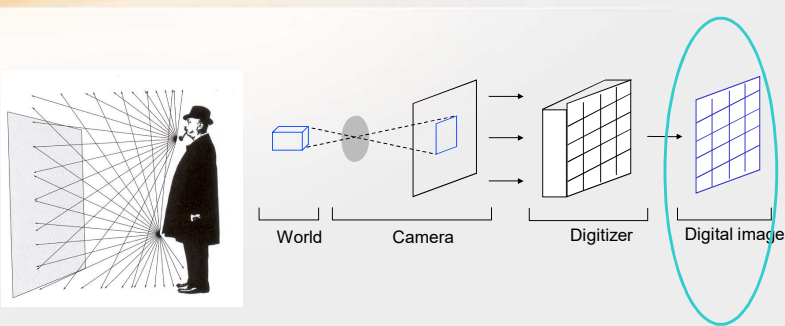


III.2 Quá trình tạo ảnh



- Ống 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

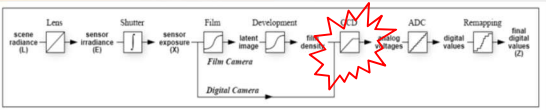
III.2 Quá trình tạo ảnh



Quá trình tạo ảnh số (digital image)

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

III.2 Quá trình tạo ảnh



- 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

Cảm biến quang CCD

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

KAF-1600 - Kodak.

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ánh

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

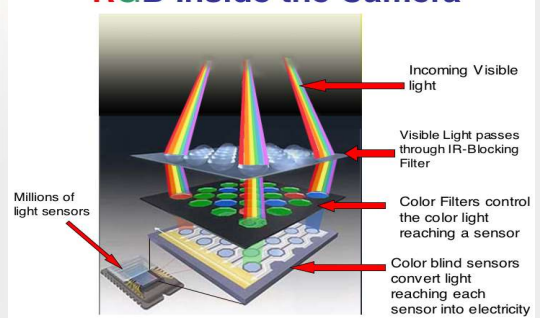
III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

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: Ánh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

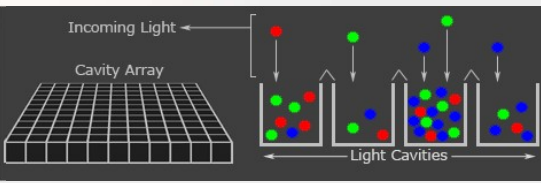
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

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 sáng có trong thùng chứa

III.2 Quá trình tạo ảnh

Chương III: Ánh

III.1 Mục tiêu của chương

III.2 Quá trình tạo ảnh

III.3 Biểu diễn và lưu trữ ảnh

III.4 Nén ảnh

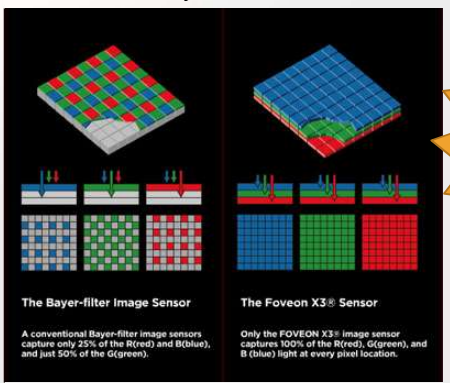
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo

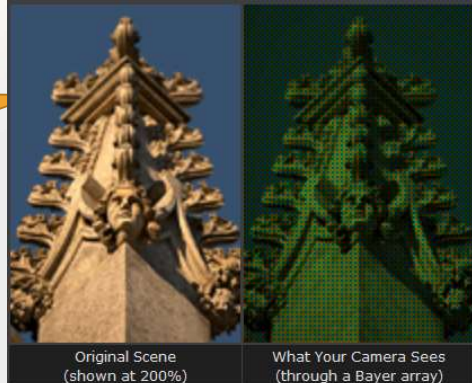
Cảm biến Bayer và Foveon



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

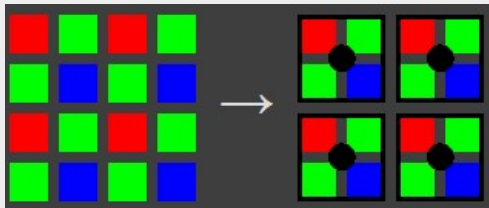
III.2 Quá trình tạo ảnh

Thực sự thì camera đã « nhìn » thấy gì ?



demosaicing (debayering)

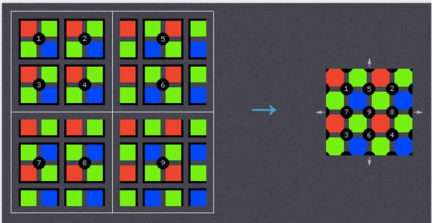
- ⚙ **Demosaicing:** algorithm is a digital image process used to reconstruct a full color image from the incomplete color samples output from an image sensor overlaid with a color filter array (CFA).
- ⚙ It is also known as CFA interpolation or color reconstruction.
- ⚙ Đối với mô hình Bayer, kết hợp 4 phần tử liền kề để tạo thành một điểm ảnh có giá trị RGB



Advantages

- ⚙ Bryce Bayer's patent (U.S. Patent No. 3,971,065[6]) in 1976 called the green photosensors luminance-sensitive elements and the red and blue ones chrominance-sensitive elements

1. Avoidance of the introduction of false color artifacts, such as chromatic aliases, zippering and purple fringing
2. Maximum preservation of the image resolution
3. Low computational complexity for fast processing or efficient in-camera hardware implementation
4. Amenable to analysis for accurate noise reduction



III.3 Ảnh số: Biểu diễn

- ⚙ 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 **liền tục** (Analog)
 - ⚙ Các giá trị này sẽ được **số hóa** để cho ta mảng 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



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

échantillonnage

quantification

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

Cường độ sáng của đường quét ngang

Lượng tử hóa

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

III.3 Ảnh số: Biểu diễn

- 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 Ảnh sau khi lấy mẫu và lượng tử hóa

a 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

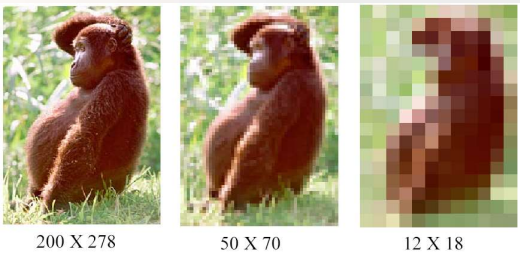
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

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

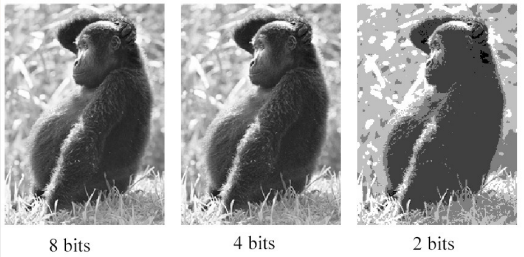


III.3 Ảnh số: Độ phân giải của ảnh

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

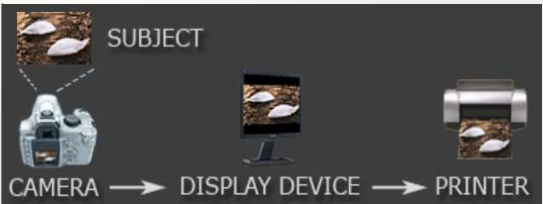
Độ phân giải mức xám



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

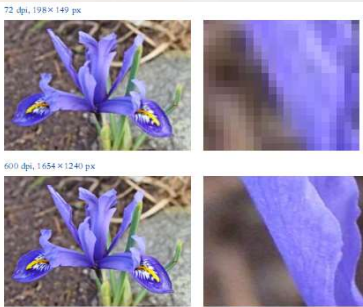


Device resolution and image size

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



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

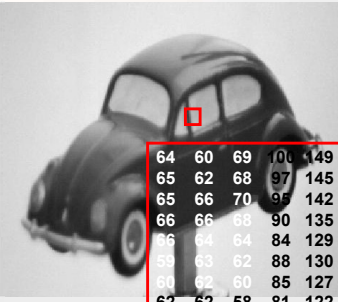
III.4 Nén ảnh

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
63	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

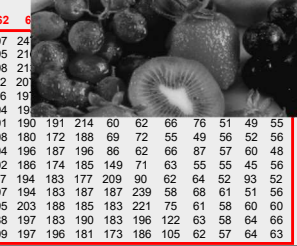
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

III.6 Một số công cụ xử lý ảnh

III.7 Tổng kết chương

III.8 Tài liệu tham khảo



		x =																																																							
		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85																												
y =	41	210	209	204	202	197	241	206	196	203	197	195	210	201	207	192	201	198	214	216	206	211	193	202	207	221	206	211	194	196	191	209	214	224	199	194	191	204	212	213	208	191	190	191	214	60	62	66	76	51	49	55					
	42	206	196	203	197	195	210	201	207	192	201	198	214	216	206	211	193	202	207	221	206	211	194	196	191	209	214	224	199	194	191	204	212	213	208	191	190	191	214	60	62	66	76	51	49	55											
	43	201	207	192	201	198	214	216	206	211	193	202	207	221	206	211	194	196	191	209	214	224	199	194	191	204	212	213	208	191	190	191	214	60	62	66	76	51	49	55																	
	44	216	206	211	193	202	207	221	206	211	194	196	191	209	214	224	199	194	191	204	212	213	208	191	190	191	214	60	62	66	76	51	49	55																							
	45	221	206	211	194	196	191	209	214	224	199	194	191	204	212	213	208	191	190	191	214	60	62	66	76	51	49	55																													
	46	209	214	224	199	194	191	204	212	213	208	191	190	191	214	60	62	66	76	51	49	55																																			
	47	202	212	213	208	191	190	191	214	60	62	66	76	51	49	55																																									
	48	214	215	215	207	208	180	172	188	69	72	55	49	56	52	58																																									
	49	209	205	214	205	204	196	187	196	86	62	66	87	57	60	48																																									
	50	209	209	205	203	202	186	174	185	149	71	63	55	55	45	56																																									
	51	207	210	211	199	217	194	183	177	209	90	62	64	52	93	52																																									
	52	208	205	209	209	197	194	183	187	187	239	58	68	61	51	56																																									
	53	204	206	203	209	195	203	188	185	231	75	61	58	60	60																																										
	54	200	203	199	236	187	193	180	193	196	122	63	58	64	66																																										
	55	205	210	202	203	199	197	196	181	173	186	105	62	57	64	63																																									

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

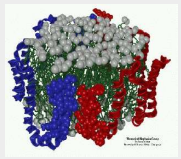
- Ảnh tự nhiên – thu nhận từ các thiết bị
 - camera, microscope, tomography, infrared, satellite, ...
- Ảnh nhân tạo –
 - Đồ họa máy tính (computer graphics), thực tại ảo (virtual reality)



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



Ảnh nhị phân $I(x,y)$ in $\{0, 1\}$

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

Ảnh màu trong hệ tọa độ RGB



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

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

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

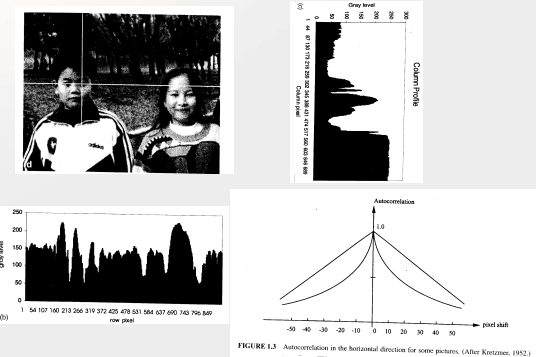
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

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)



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

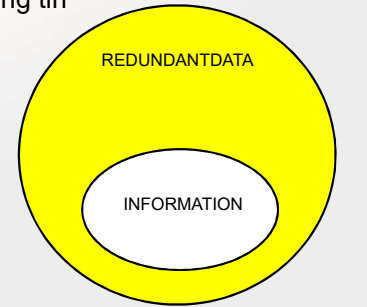
III.5 Một số kỹ thuật xử lý ảnh cơ bản

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 dữ lại thông tin



$DATA = INFORMATION + REDUNDANT DATA$

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

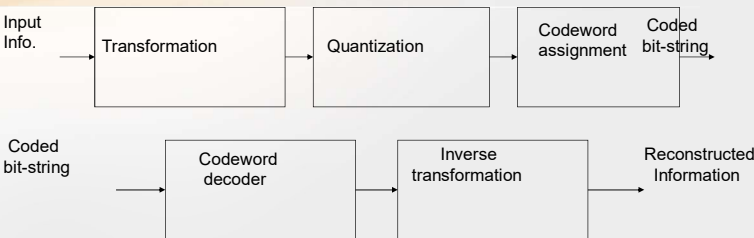
III.8 Tài liệu tham khảo

⚙️ Nguyên lý nén ảnh là gì ?

Chỉ dữ lại thông tin

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

Bộ mã hóa nguồn tin



- 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

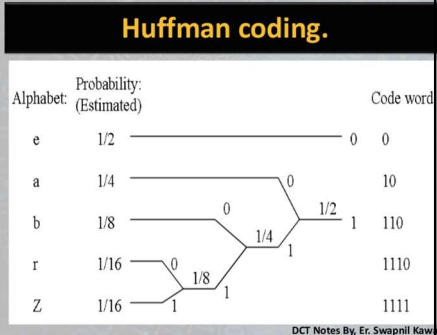
- ⚙️ After transformation and quantization => source symbols: $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$
- ⚙️ The symbols need to be represented by bits
- ⚙️ Remove the redundancy in the symbols (lossless)
- ⚙️ Methods: Run length, Huffman, arithmetic, modifications, dictionary (LZW: zip, gif, tiff, pdf,...)
- ⚙️ Quick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

Run length coding

- Run-length encoding (RLE) is a very simple form of lossless data compression in which runs of data
- 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

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

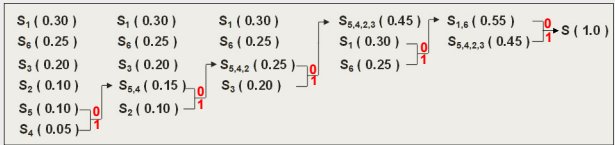


Huffman coding

- 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

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




Huffman coding

- Advantages
 - maximum compression ratio assuming correct probabilities of occurrence
 - easy to implement and fast
- Disadvantages
 - need two passes for both encoder and decoder
 - one to create the frequency distribution
 - one to encode/decode the data
 - can avoid this by sending tree (takes time) or by having unchanging frequencies

III.4 JPEG

- ✦ "Joint Photographic Expert Group".
Voted as international standard in 1992.
- ✦ Works with color and grayscale images, e.g., satellite, medical, ...
- ✦ Lossy and lossless

Joint Photographic Experts Group



A photo of a cat with the compression rate decreasing, and hence quality increasing, from left to right.

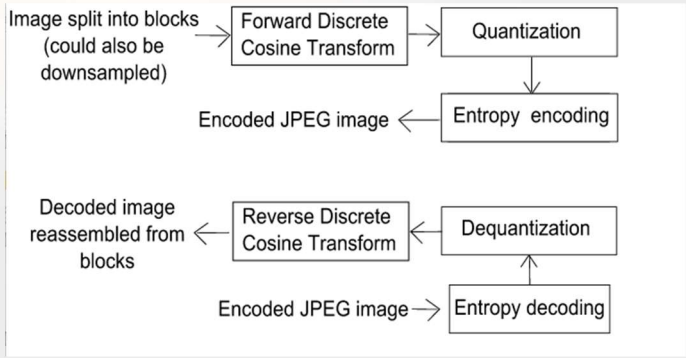
Filename extension	.jpg, .jpeg, .jpe, .jif, .jfif, .jfi
Internet media type	image/jpeg
Type code	JPEG
Uniform Type Identifier (UTI)	public.jpeg
Magic number	ff d8 ff
Developed by	Joint Photographic Experts Group
Initial release	September 18, 1992; 24 years ago
Type of format	lossy image format
Standard	ISO/IEC 10918, ITU-T T.81, ITU-T T.83, ITU-T T.84, ITU-T

III.4 JPEG standard

- ✦ 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

- ✦ The JPEG compression algorithm is at its best on photographs and paintings of realistic scenes with smooth variations of tone and color.
- ✦ JPEG uses a lossy form of compression based on the discrete cosine transform (DCT)
- ✦ 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

- ❖ 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 biến 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

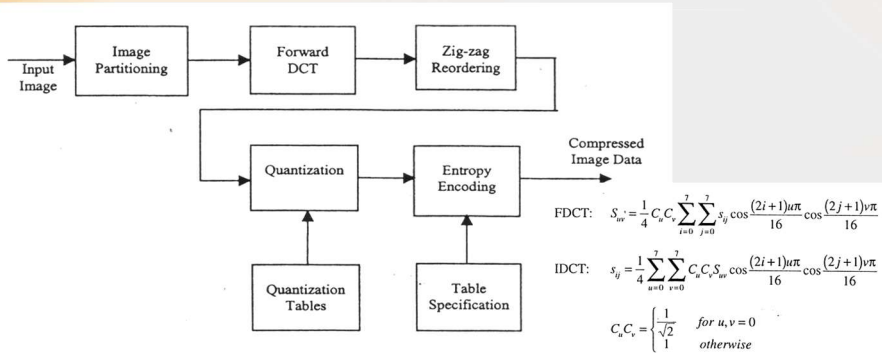


FIGURE 7.3 Block diagram of a sequential DCT-based encoding process.

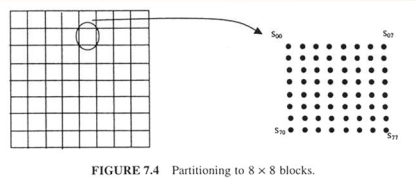


FIGURE 7.4 Partitioning to 8 × 8 blocks.

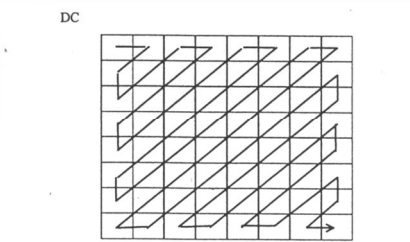
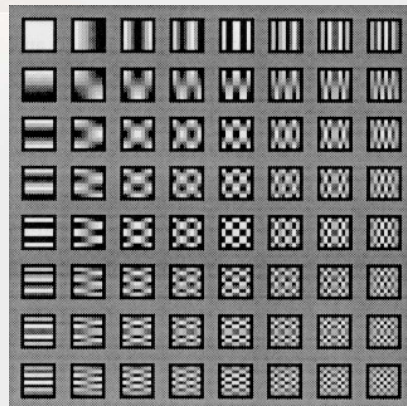


FIGURE 7.5 Zigzag scanning order of DCT coefficients.

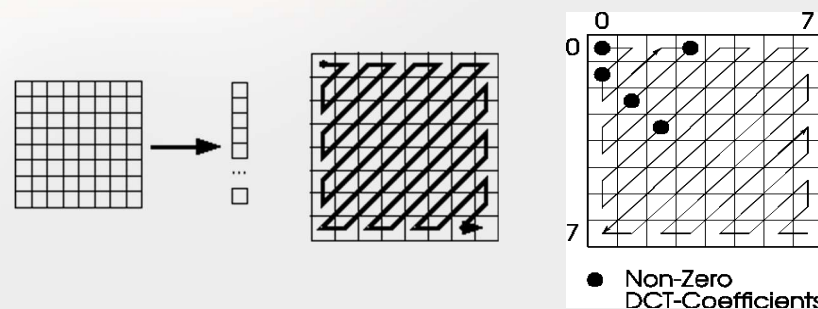
The 64 (8 X 8) DCT Basis Functions

- 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 x 8 to a 1 x 64 vector.



- ✦ This mathematical operation converts each frame/field of the video source from the spatial (2D) domain into the frequency domain
- ✦ A perceptual model based loosely on the human psychovisual system discards high-frequency information
- ✦ In the transform domain, the process of reducing information is called quantization.
- ✦ the transform-domain is a convenient representation of the image because the high-frequency coefficients, which contribute less to the overall picture than other coefficients, are characteristically small-values with high compressibility.
- ✦ The quantized coefficients are then sequenced and losslessly packed into the output bitstream.



Ảnh gốc & Jpeg 1:27 & Jpeg2000



Ví dụ về nén JPEG

- Original image
 - 512 x 512 x 8 bits
 - = 2,097,152 bits
- JPEG
 - 27:1 reduction
 - = 77,673 bits

Structure of Compressed file

SOI	Start of Image
APP1	Application Marker Segment 1 (Exif Attribute Information)
(APP2)	(Application Marker Segment 2) (FlashPix Extension data)
DQT	Quantization Table
DHT	Huffman Table
(DRI)	(Restart Interval)
SOF	Frame Header
SOS	Scan Header
	Compressed Data
EOI	End of Image

Structure of APP1

APP1 Marker
APP1 Length
Exif Identifier Code
TIFF Header
0th IFD
0th IFD Value
1st IFD
1st IFD Value
1st IFD Image Data


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

- GIF
- PNG
- JPEG
- TiFF
- BMP




Original file .tiff


.bmp

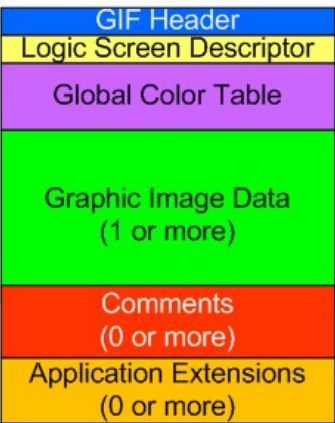

.jpg


.gif


.png

Graphics Interchange Format - GIF

- 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.
- 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.



GIF Files

- Pictures can contain at most 256 different colours
- File format defines a “palette” of 24-bit colours
- Each pixel stored as an 8-bit index into this palette
- Use 8-bits (1 byte) per pixel
- LZW Compression – lossless
- Good for images with limited set of colours such as logos, web buttons etc
- Also support animation
- Supported by all web browsers
- Possible copyright problems



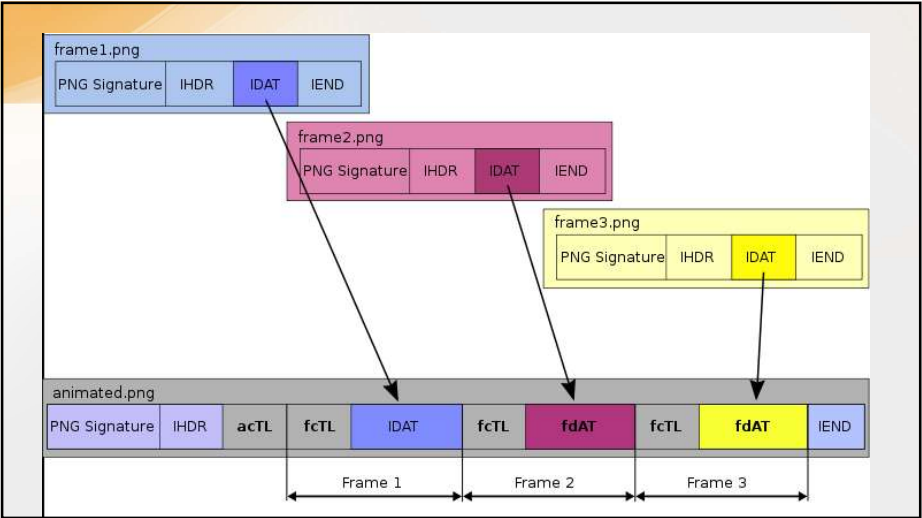
Portable Network Graphics - PNG

- 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.

Portable Network Graphics

A PNG image with an 8-bit transparency channel, overlaid onto a checkered background, typically used in graphics software to indicate transparency.

Filename extension	.png
Internet media type	image/png
Type code	PNG
Uniform Type Identifier (UTI)	public.png
Magic number	89 50 4e 47 0d 0a 1a 0a
Developed by	PNG Development Group (donated to W3C)
Initial release	1 October 1996; 20 years ago
Type of format	lossless bitmap image format



Tagged Image File Format - TIFF

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



600 dpi
TIFF file

72 dpi
TIFF file

72 dpi
JPEG file
(medium quality)

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

