

Xử Lý Trên Điểm Ảnh

Võ Hoài Việt

vhviet@fit.hcmus.edu.vn

Nội dung

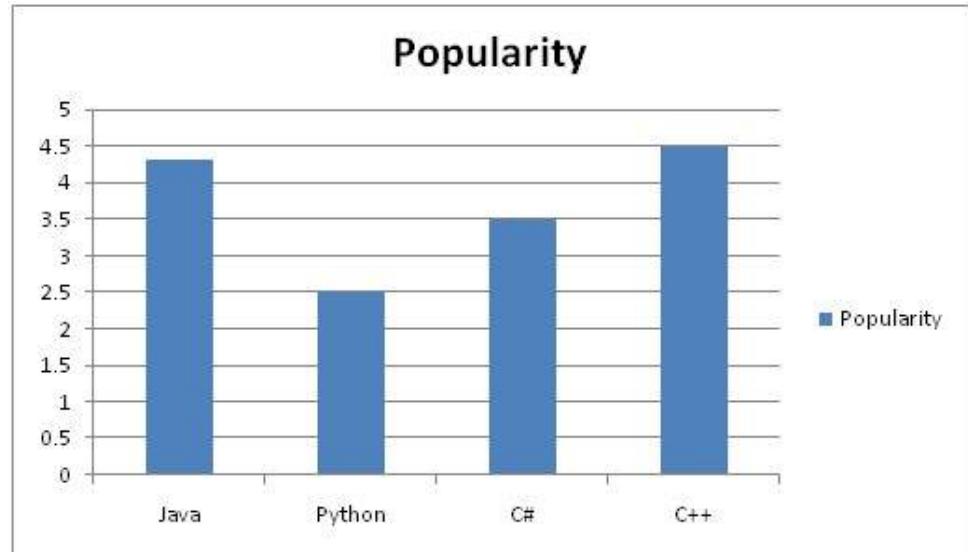
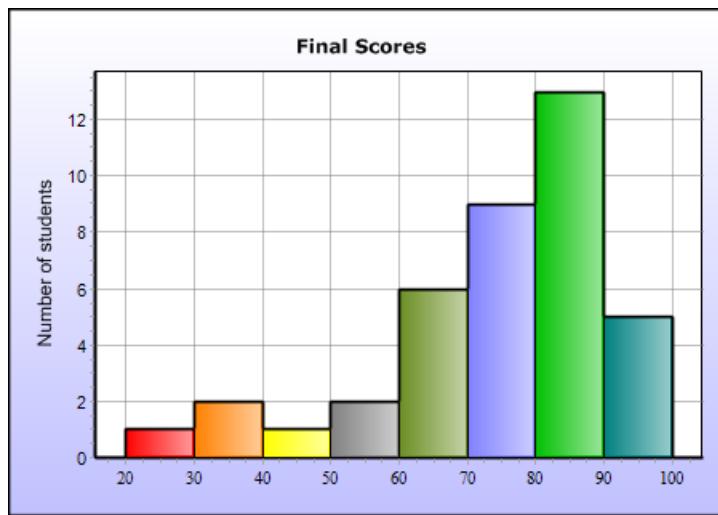
- Lược đồ màu
- Xử lý điểm ảnh là gì?
- Xử lý điểm ảnh dùng ánh xạ
- Xử lý điểm ảnh dựa vào bảng tra
- Một số thao tác biến đổi

Xử Lý Điểm Ảnh

LƯỢC ĐỒ MÀU

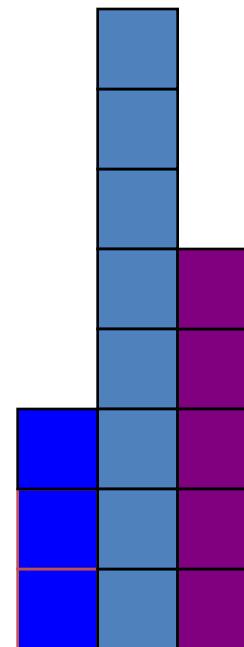
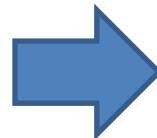
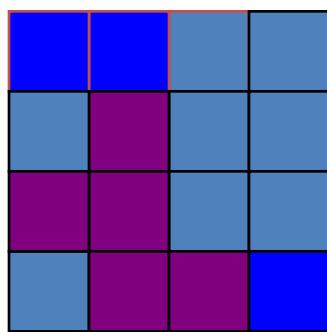
Lược đồ (Histogram) là gì?

- Trong thống kê, lược đồ là đồ thị thể hiện thông tin về phân bố của dữ liệu



Lược đồ màu

- Phân bố của các điểm ảnh cùng mang một giá trị màu trong ảnh



(3, 8, 5)

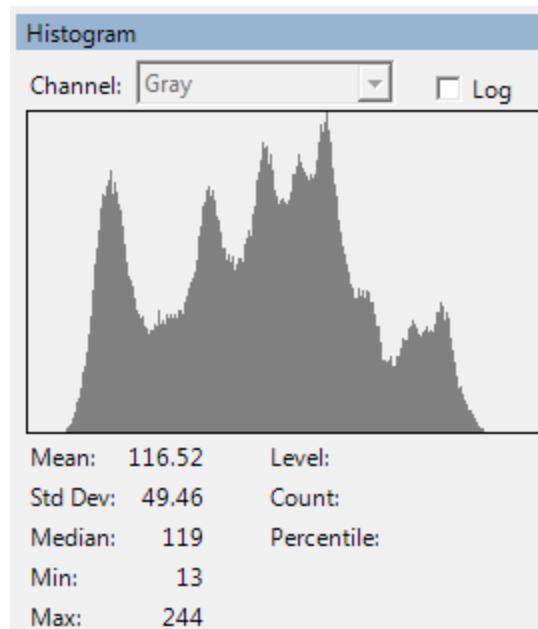
Lược đồ màu - Ảnh xám

- Lược đồ màu ảnh xám

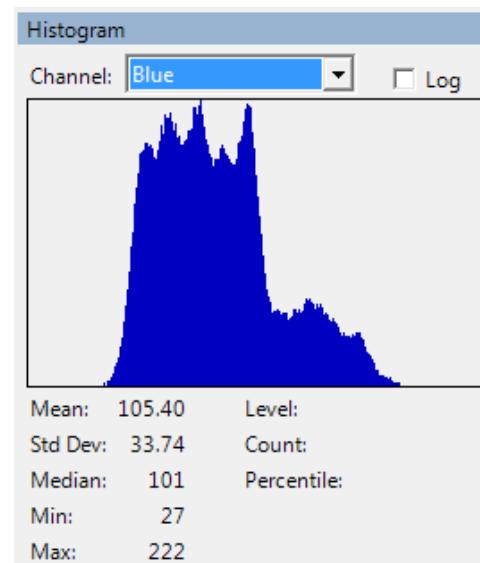
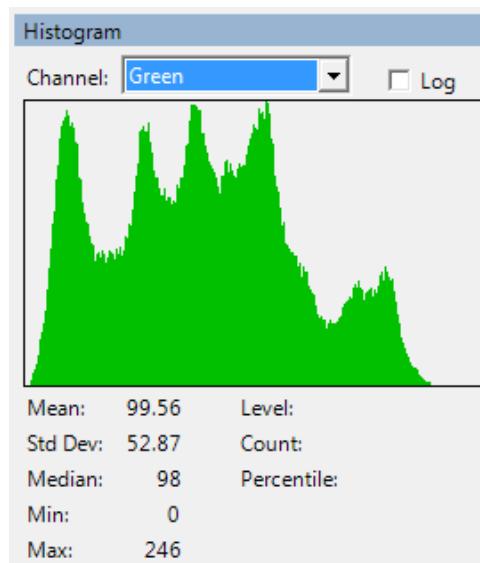
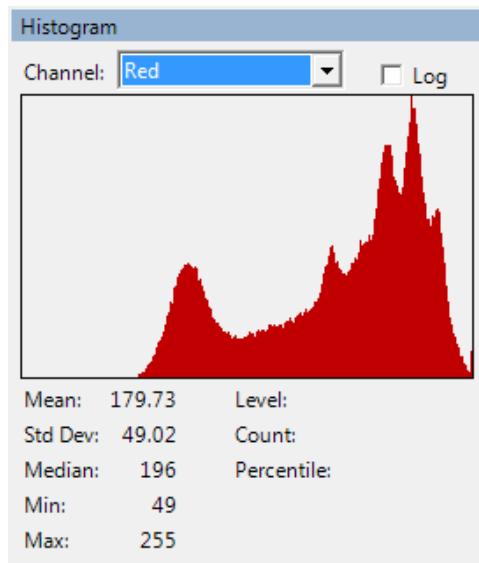
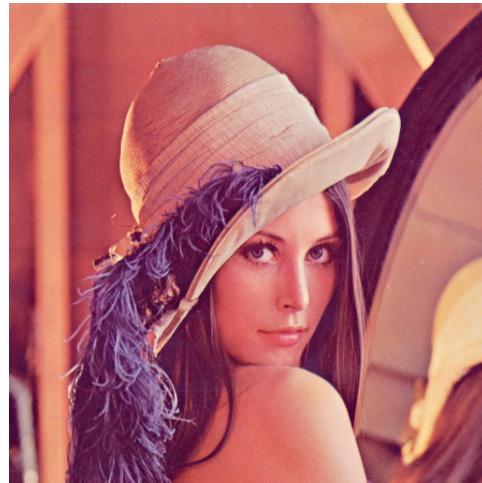
$$H[i] = \frac{N[i]}{N}$$

- Trong đó
 - $N[i]$ là số điểm ảnh mang màu i trong ảnh
 - N là tổng số điểm ảnh có trong ảnh

Lược đồ màu



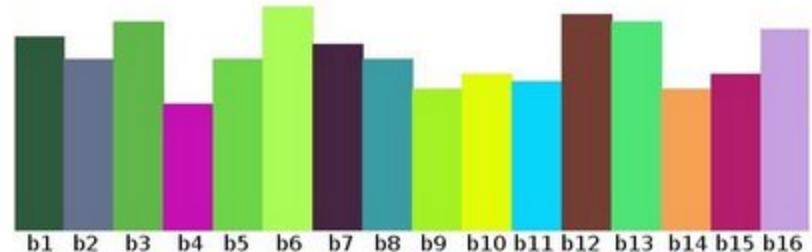
Lược đồ màu



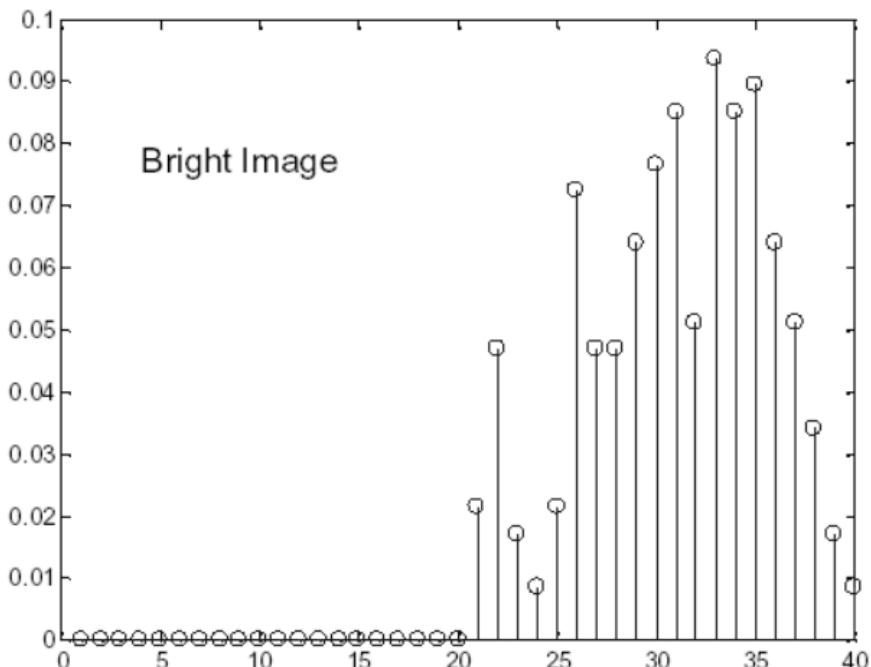
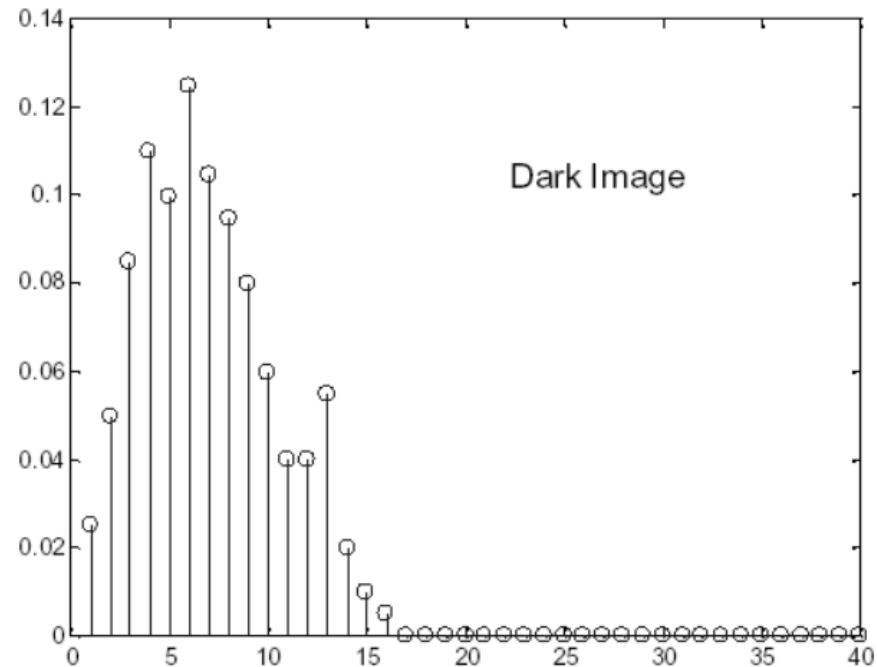
Lược đồ lượng hóa màu - Ánh xám

254	143	203	176	109	229	177	220	192	9	229	142	138	84	0	63	26	8	88	82
27	68	231	75	141	107	149	210	13	239	141	35	68	242	110	208	244	0	33	88
54	42	17	215	230	254	47	41	98	180	55	253	235	47	122	208	76	110	152	100
9	188	192	71	104	193	86	171	37	233	18	147	174	1	143	211	176	188	192	68
179	20	238	192	190	132	41	248	22	134	83	133	110	254	178	238	188	234	51	204
232	25	0	163	174	129	61	30	110	189	0	173	187	183	153	43	22	87	68	118
235	35	151	185	129	81	239	170	195	94	38	21	67	101	58	37	196	149	52	154
155	242	54	0	104	109	189	47	130	254	225	158	31	181	121	15	128	35	252	205
223	114	79	129	147	6	201	68	89	107	58	44	253	84	36	1	62	5	231	218
55	188	237	188	80	101	131	241	68	133	124	151	111	28	190	4	240	78	117	145
152	155	229	76	90	217	219	105	116	77	38	49	2	9	214	181	205	116	135	33
182	94	176	199	20	149	57	223	232	113	32	45	177	15	31	179	100	119	208	81
224	118	124	172	75	29	69	180	187	195	41	44	8	170	158	101	131	31	28	112
238	83	38	7	83	69	173	183	98	237	67	227	18	218	248	237	75	192	201	148
88	195	224	207	140	22	31	118	234	34	102	116	23	47	68	242	189	152	116	248
140	37	101	230	246	145	122	64	27	58	229	1	225	143	91	100	98	90	40	195
251	4	178	139	121	95	97	174	249	182	77	115	223	188	182	82	65	252	83	198
179	180	223	230	87	182	148	78	178	19	17	4	184	178	183	102	83	81	132	206
173	137	185	242	181	181	214	49	74	238	197	37	98	102	15	217	148	8	102	188
85	9	17	222	16	210	70	21	78	241	184	216	93	93	208	102	153	212	118	47

$[0, 255] = [0, 15] \cup [16, 31] \cup \dots \cup [240, 255]$
range = bin₁ \cup bin₂ \cup \cup bin_{n=15}



Một số dạng lược đồ



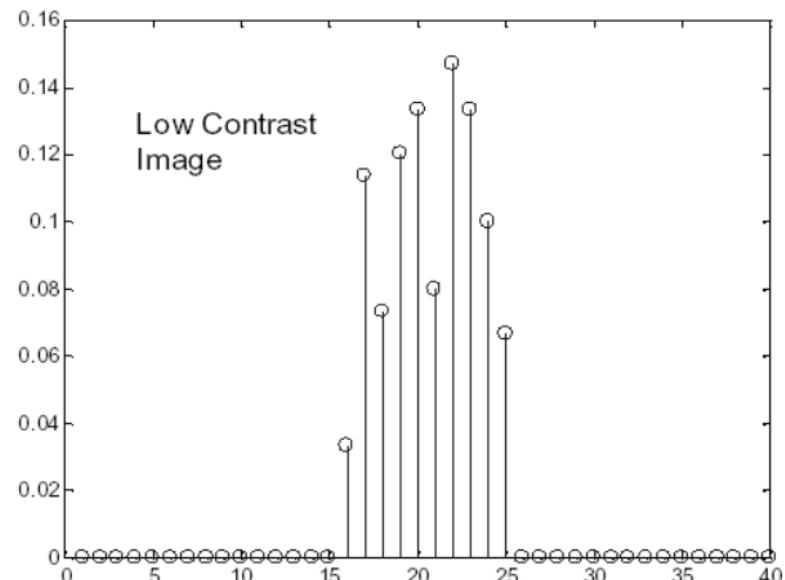
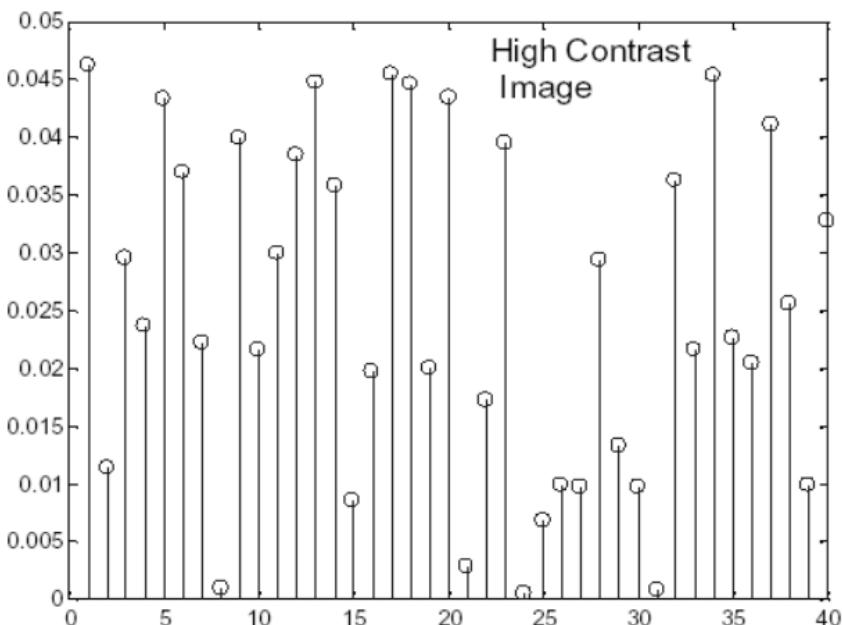
Một số dạng lược đồ



Tương phản thấp

Tương phản cao

Một số dạng lược đồ



Lược đồ màu - ảnh xám

- Bài tập
 - Viết chương trình tính lược đồ màu xám trong một ảnh I và hiển thị ra màn hình
 - Viết chương trình tính lược đồ lượng hóa màu xám thành 8 bin màu trong một ảnh I và hiển thị ra màn hình

Lược đồ màu – hệ RGB

- Lược đồ màu RGB

$$H[r][g][b] = \frac{N[r][g][b]}{N}$$

- Trong đó
 - r, g và b là các kênh màu trong ảnh
 - N[r][g][b] là số điểm ảnh mang màu (r,g,b) trong ảnh
 - N là tổng số điểm ảnh có trong ảnh

Lược đồ màu – hệ RGB

- Lược đồ từng kênh màu trong ảnh RGB

$$H_b[i] = \frac{N_b[i]}{N}$$

- Trong đó
 - b là các kênh màu {R, G, B}
 - Nb[i] là số điểm ảnh mang giá trị thứ i của kênh màu b
 - N là tổng số điểm ảnh

Lược đồ màu – hệ RGB

- Bài tập
 - Viết chương trình tính lược đồ cho từng kênh màu trong hệ màu RGB của một ảnh I và hiển thị ra màn hình.
 - Viết chương trình tính lược đồ màu lượng hóa RGB cho một ảnh I và hiển thị ra màn hình.

Lược đồ màu – hệ HSV

- Lược đồ màu RGB

$$H[h][s][v] = \frac{N[h][s][v]}{N}$$

- Trong đó
 - h, s và v là các kênh màu trong ảnh
 - N[h][s][v] là số điểm ảnh mang màu (h,s,v) trong ảnh
 - N là tổng số điểm ảnh có trong ảnh

Lược đồ màu – hệ HSV

- Bài tập
 - Viết chương trình tính lược đồ cho từng kênh màu trong hệ màu HSV của một ảnh I và hiển thị ra màn hình.
 - Viết chương trình tính lược đồ màu lượng hóa HSV cho một ảnh I và hiển thị ra màn hình.

Xử Lý Điểm Ánh

ĐỐI SÁNH ÁNH

Đối sánh ảnh

- Đánh giá sự tương đồng hoặc khác biệt của 2 ảnh



- Một số phương pháp thông dụng
 - Dựa trên điểm ảnh
 - Dựa trên lược đồ

So sánh điểm ảnh

- Ảnh xám

$$d(f, g) = \sum_{x=1}^w \sum_{y=1}^h |f(x, y) - g(x, y)|$$

$$d(f, g) = \sqrt{\sum_{x=1}^w \sum_{y=1}^h (f(x, y) - g(x, y))^2}$$

Trong đó:

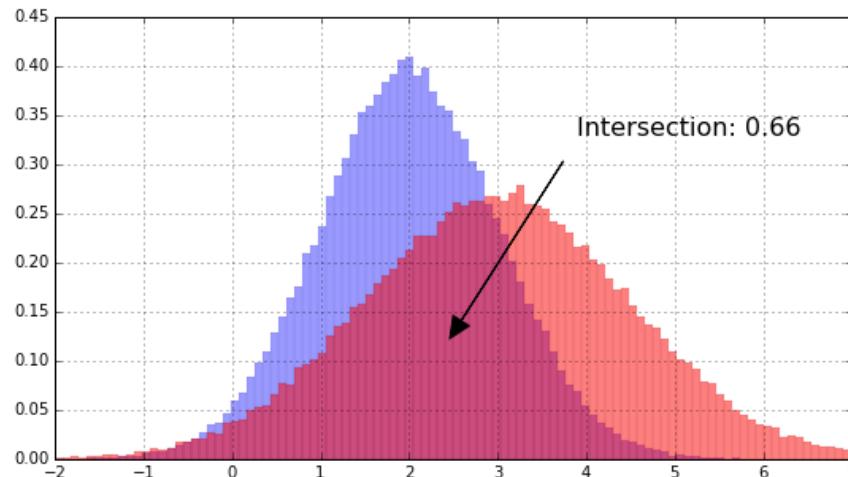
- f, g là 2 ảnh cần đối sánh
- w,h lần lượt là chiều rộng và chiều cao của ảnh

So sánh lược đồ màu

Độ đo Chi-square $d(H_1, H_2) = \sum_i \frac{(H_1[i] - H_2[i])^2}{H_1[i]}$

Độ đo Intersection $d(H_1, H_2) = \sum_i \min(H_1[i], H_2[i])$

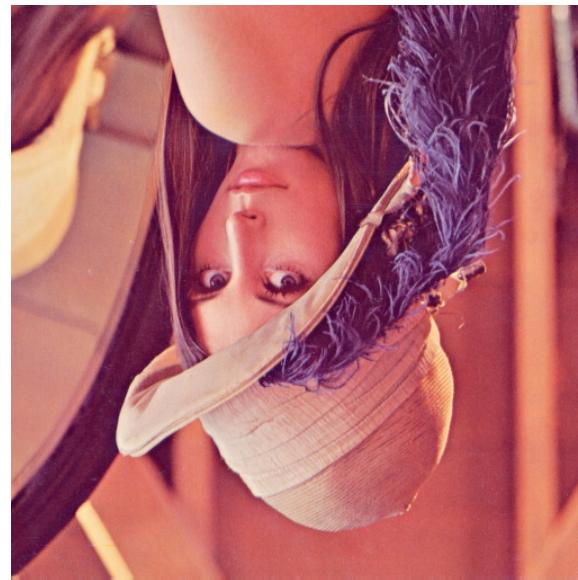
Trong đó $H[i]$ là giá trị bin màu thứ i của lược đồ H



Nhận xét



Ảnh I



Ảnh J

Nhận xét



Ảnh I

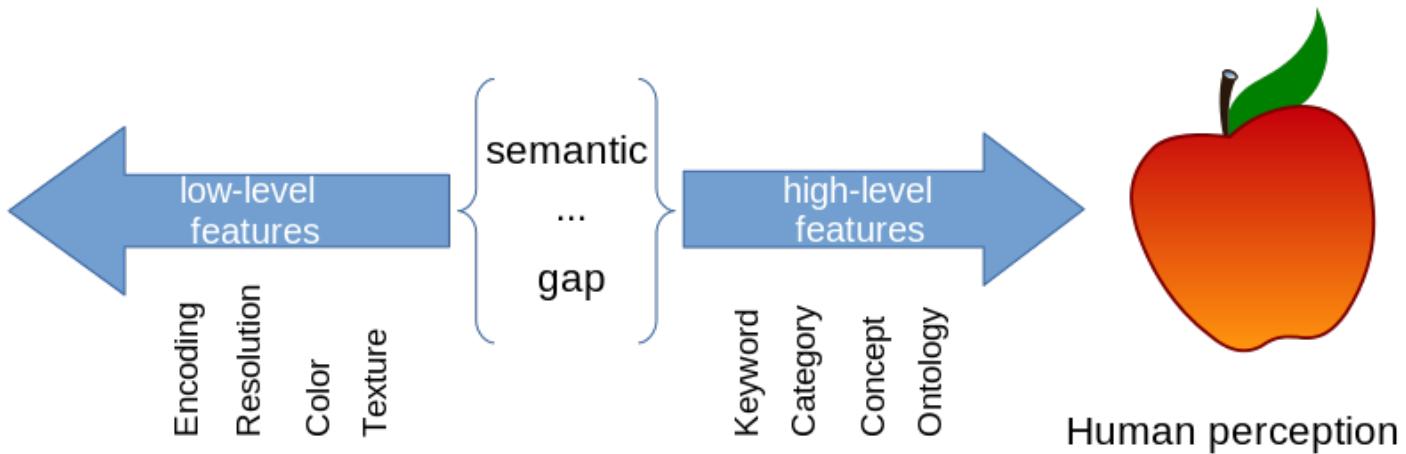


Ảnh J

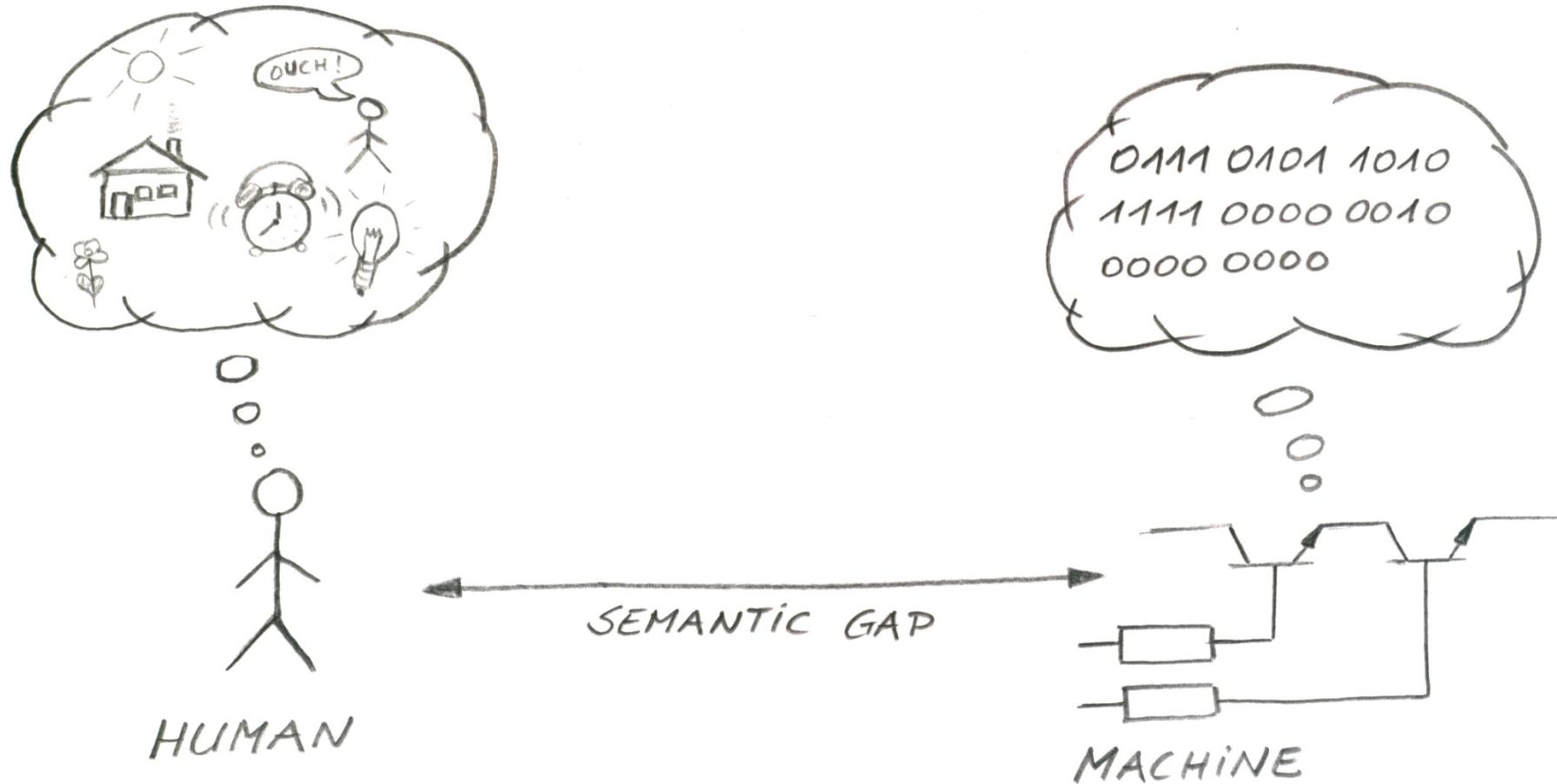
Nhận xét

100111001101011011
101000111000111110
101010001000110001
100111001101011011
101000111000111110
101010001000110001
100111001101011011
101000111000111110
101010001000110001

Data



Nhận xét



Đối sánh ảnh

- Bài tập
 - Viết chương trình đối sánh 2 ảnh dựa vào điểm ảnh và dựa vào lược đồ màu

Xử Lý Ảnh

XỬ LÝ ĐIỂM ẢNH LÀ GÌ?

Xử lý điểm ảnh là gì?

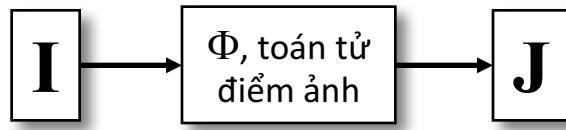
- Giá trị đầu ra của điểm ảnh $J(m,n)$ tại điểm ảnh (m,n) chỉ phụ thuộc vào giá trị đầu vào $I(m,n)$ (và không phụ thuộc vào giá trị của các điểm ảnh lân cận)

$$s = T(r)$$

Với s là giá trị đầu ra của điểm ảnh,
 r là giá trị đầu vào của điểm ảnh

Xử lý điểm ảnh qua hàm ánh xạ

Image:



$$\mathbf{J} = F[\mathbf{I}]$$

Input

Output

Pixel:



Chuyển ảnh **I** thành ảnh **J** bằng cách thay giá trị đầu vào, g , bằng một giá trị cụ thể, k , tại mỗi vị trí (r,c,b) với $I(r,c,b) = g$.

If $I(r,c,b) = g$
and $f(g) = k$
then $J(r,c,b) = k.$

Luật này liên quan giữa k và g thường được chỉ ra bằng một hàm cụ thể, f , sao cho $f(g) = k$.

Xử lý điểm ảnh qua hàm ánh xạ

Ảnh một kênh màu

$$\mathbf{J}(r, c) = f(\mathbf{I}(r, c)),$$

Cho tất cả các điểm ảnh tại vị trí, (r, c) .

Ảnh ba kênh màu

$$\mathbf{J}(r, c, b) = f(\mathbf{I}(r, c, b)), \text{ hoặc}$$

$$\mathbf{J}(r, c, b) = f_b(\mathbf{I}(r, c, b)), \text{ hoặc}$$

Với $b = 1, 2, 3$, và tất cả (r, c) .

Xử lý điểm ảnh qua hàm ánh xạ

Một kênh màu

Mỗi kênh màu đều
được ánh xạ thông
qua cùng một hàm, f ,
hoặc ...

$J(r, c) = f(I(r, c))$,
Cho tất cả các điểm ảnh tại vị trí, (r, c) .

Ba kênh màu

$J(r, c, b) = f(I(r, c, b))$, hoặc
 $J(r, c, b) = f_b(I(r, c, b))$, hoặc
Với $b = 1, 2, 3$, và tất cả các

... mỗi kênh màu
được ánh xạ qua
một hàm riêng
biệt, f_b .

Bảng tra (Lookup Table)

- Bảng tra là danh sách được chỉ mục các số có thể được dùng để thực hiện một hàm rời rạc, ánh xạ từ một tập số nguyên $\{g_{in,1}, g_{in,2}, \dots, g_{in,n}\}$ sang một tập các số $\{g_{out,1}, g_{out,2}, \dots, g_{out,n}\}$ (nguyên hoặc không). Một bảng tra có thể được định nghĩa như sau:

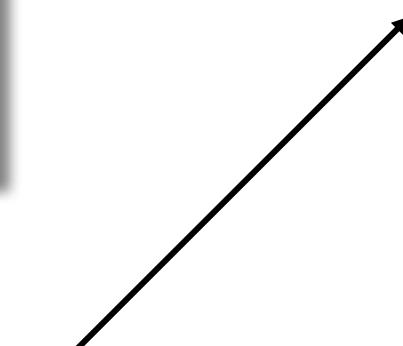
if $g_{out} = f(g_{in})$, where $g_{in} \in \{0, K, n-1\}$ and $g_{out} \in \{g_{out,k}\}_{k=1}^n$
then define $LUT(g_{in,k} + 1) = LUT(k) = g_{out,k}$, for $k = 1, K, n$.

Xử lý điểm ảnh dùng bảng tra

Một bảng tra (LUT) có thể được sử dụng như một hàm ánh xạ.

Nếu $k = f(g)$
với $g = 0, \dots, 255$

Và nếu k có giá trị trong $\{0, \dots, 255\}$, ...



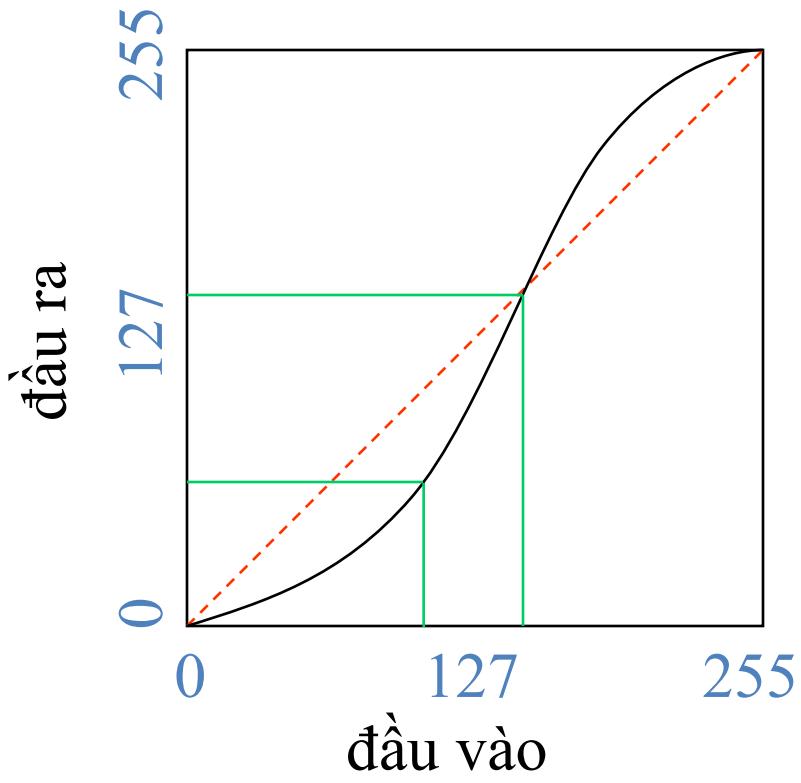
... mà LUT được dùng như hàm f là một mảng 256×1 với giá trị $(g + 1)^{\text{th}}$ là $k = f(g)$.

LUT là 256×1 .
Nhưng có thể là $R \times C$ hoặc $R \times C \times 3$.

Tái ánh xạ
ảnh, I , to J :

$J = \text{LUT}(I+1)$

Xử lý điểm ảnh bằng bảng tra



<i>VD.:</i>	chỉ mục	giá trị

101		64
102		68
103		69
104		70
105		70
106		71

Tạo tác điểm ảnh màu dùng bảng tra

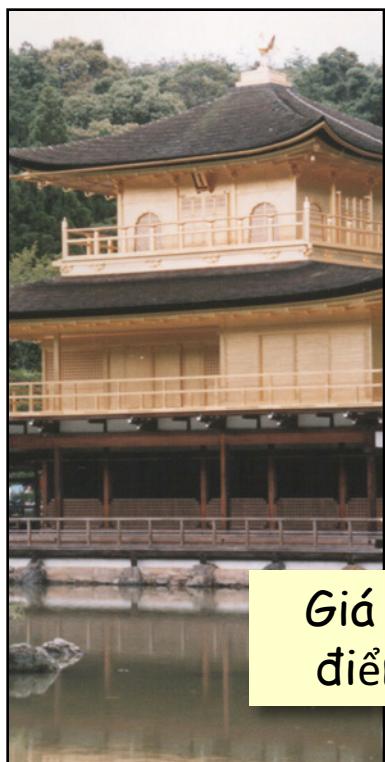
Nếu I là ảnh **3-kênh màu**,

- a) Mỗi kênh màu được ánh xạ tách biệt bằng cách sử dụng cùng LUT cho mỗi kênh màu *hoặc*
- b) Mỗi kênh màu được ánh xạ bằng nhiều LUTs - một hàm cho một kênh màu.

$$a) J = \text{LUT}(I+1),$$

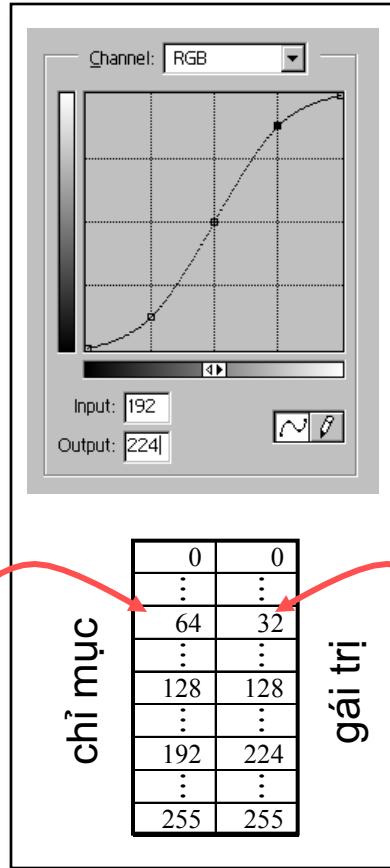
$$b) J(:,:,b) = \text{LUT}_b(I(:,:,b)+1), \text{ với } b = 1, 2, 3.$$

Một LUT cho 3 kênh màu



đầu vào

Giá trị tại
điểm ảnh



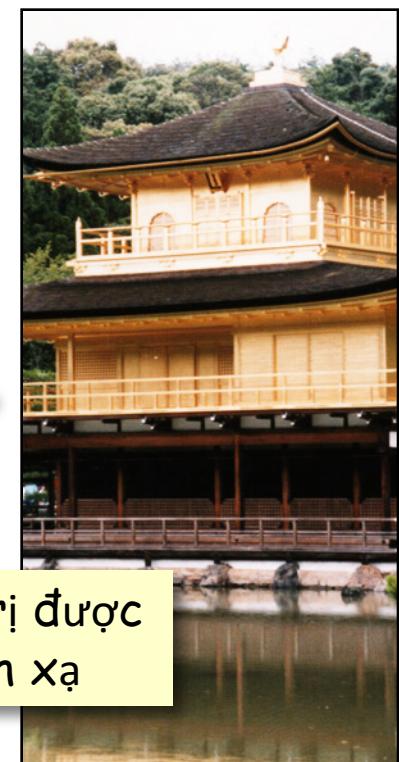
chỉ mục

giá trị



đầu ra

Giá trị được
ánh xạ



Xử Lý Điểm Ánh

MỘT SỐ THAO TÁC BIẾN ĐỔI

Một số thao tác biến đổi

- Điều chỉnh độ sáng ảnh
- Điều chỉnh độ tương phản của ảnh
- Lượng hóa màu
- Phân ngưỡng
- Cân bằng lược đồ ảnh
- Khớp lược đồ ảnh

Tăng độ sáng ảnh

$$J(r, c, b) = \begin{cases} I(r, c, b) + g, & \text{nếu } I(r, c, b) + g < 256 \\ 255, & \text{nếu } I(r, c, b) + g > 255 \end{cases}$$

$g \geq 0$ và $b \in \{1, 2, 3\}$ là các kênh màu



Giảm độ sáng ảnh

$$J(r, c, b) = \begin{cases} I(r, c, b) - g, & \text{nếu } I(r, c, b) - g \geq 0 \\ 0, & \text{nếu } I(r, c, b) - g < 0 \end{cases}$$

$g \geq 0$ và $b \in \{1, 2, 3\}$ là các kênh màu



Tăng độ tương phản

$$\mathbf{T}(r, c, b) = a[\mathbf{I}(r, c, b) - s] + s$$
$$\mathbf{J}(r, c, b) = \begin{cases} 0, & \text{if } \mathbf{T}(r, c, b) < 0, \\ \mathbf{T}(r, c, b), & \text{if } 0 \leq \mathbf{T}(r, c, b) \leq 255, \\ 255, & \text{if } \mathbf{T}(r, c, b) > 255. \end{cases}$$
$$a > 1, \quad s \in \{0, K, 255\}, \quad b \in \{1, 2, 3\}$$

s là trung
tâm của hàm
tương phản.



Giảm độ tương phản

$$\mathbf{T}(r, c, b) = a[\mathbf{I}(r, c, b) - s] + s,$$

where $0 \leq a < 1.0$,

$s \in \{0, 1, 2, \dots, 255\}$, and

$b \in \{1, 2, 3\}$.



Giǎn độ tương phản ảnh

Let $m_{\mathbf{I}} = \min[\mathbf{I}(r, c)]$, $M_{\mathbf{I}} = \max[\mathbf{I}(r, c)]$,

$m_{\mathbf{J}} = \min[\mathbf{J}(r, c)]$, $M_{\mathbf{J}} = \max[\mathbf{J}(r, c)]$.

Then,

$$\mathbf{J}(r, c) = (M_{\mathbf{J}} - m_{\mathbf{J}}) \frac{\mathbf{I}(r, c) - m_{\mathbf{I}}}{M_{\mathbf{I}} - m_{\mathbf{I}}} + m_{\mathbf{J}}.$$



Tăng gamma

$$\mathbf{J}(r,c) = 255 \cdot \left[\frac{\mathbf{I}(r,c)}{255} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \text{ for } \gamma > 1.0$$

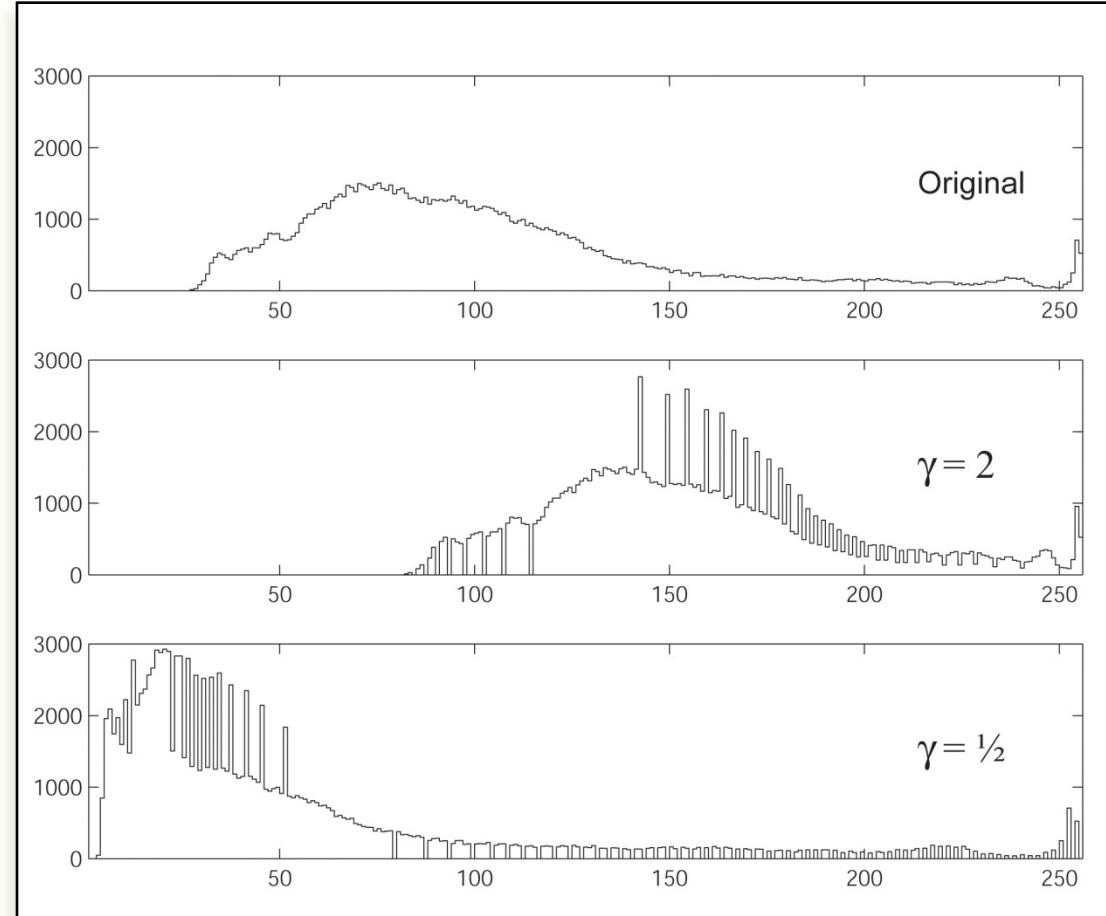


Giảm gama

$$\mathbf{J}(r,c) = 255 \cdot \left[\frac{\mathbf{I}(r,c)}{255} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad \text{for } 0 < \gamma < 1.0$$



Tác động Gama lên lược đồ màu





Xử Lý Điểm Ảnh

LƯỢNG HÓA MÀU

Lượng hóa màu

- Một ảnh biểu diễn trong hệ màu RGB có 256 mức màu cho mỗi kênh hoặc $256^3 = 16777216$ màu
- Làm thế nào một ảnh có thể được hiển thị với ít hơn các màu mà nó chứa?

**Lựa chọn một tập con của các màu
và ánh xạ các màu còn lại vào chúng**

Lượng hóa màu



2 colors



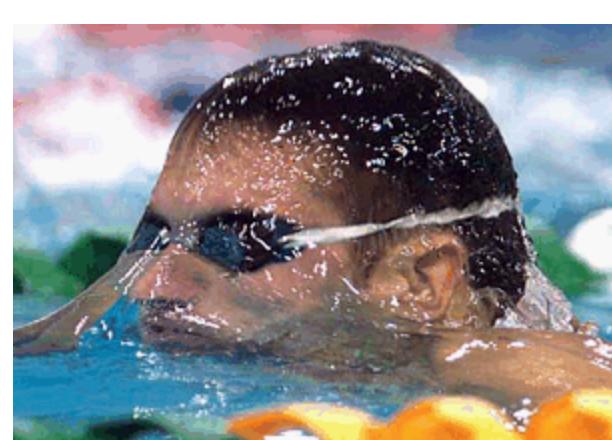
16 colors



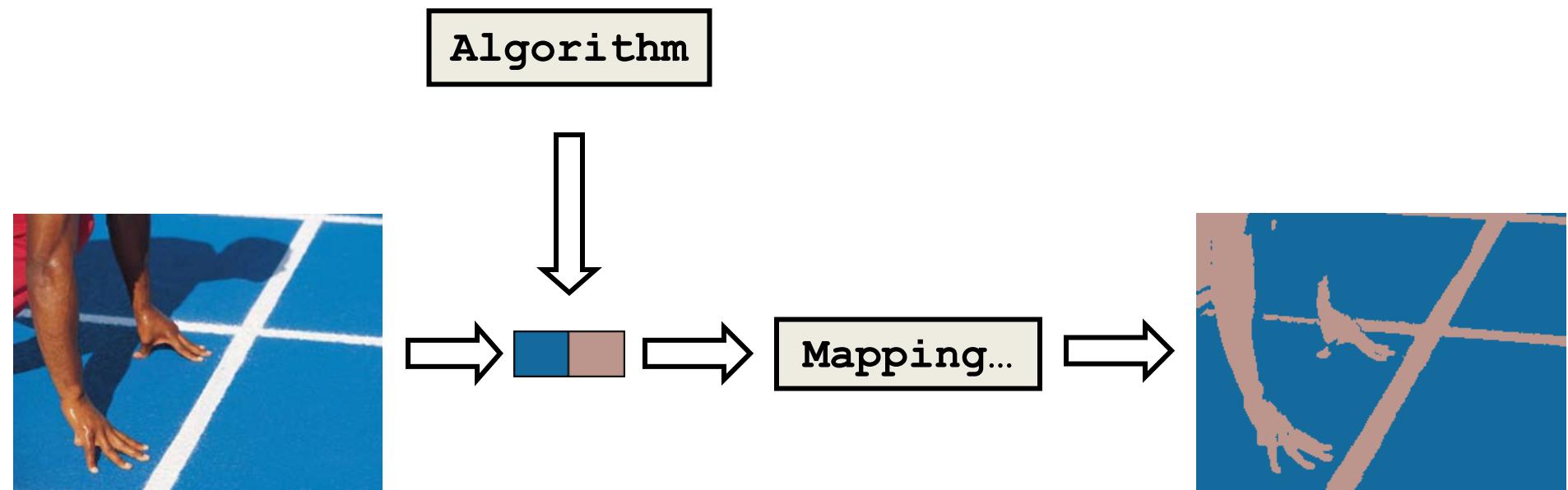
4 colors



256 colors



Qui trình lượng hóa màu



Qui trình lượng hóa màu

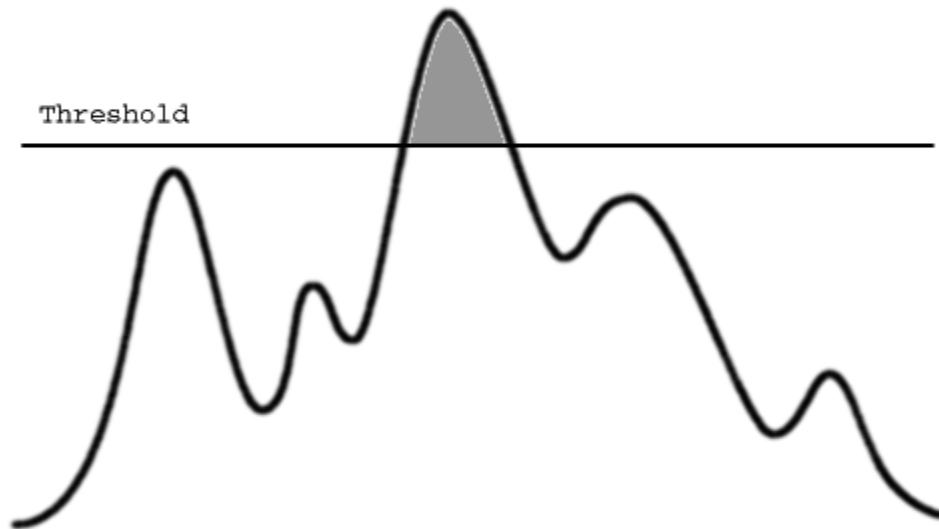


Xử Lý Điểm Ảnh

PHÂN NGƯỠNG

Phân ngưỡng

- Phân ngưỡng toàn cục
- Phân ngưỡng tự động



Phân ngưỡng toàn cục

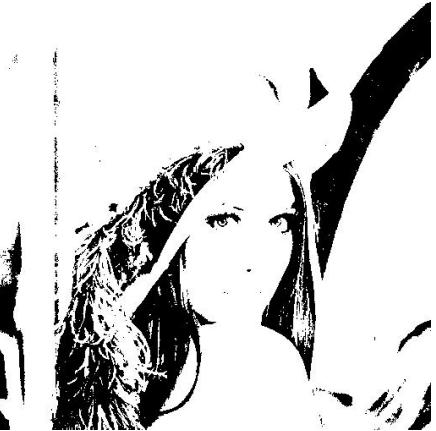
$$J_b(i, j) = \begin{cases} 0, & \text{nếu } I_b(i, j) < T \\ 255, & \text{ngược lại} \end{cases}$$

- Trong đó
 - b là các kênh màu
 - T là ngưỡng toàn cục

Phân ngưỡng toàn cục



T = 48



T = 64



T = 128



T = 156

Phân ngưỡng tự động

- Dựa vào ảnh đầu vào để xác định ngưỡng
- Sử dụng các kỹ thuật thống kê hoặc heuristics

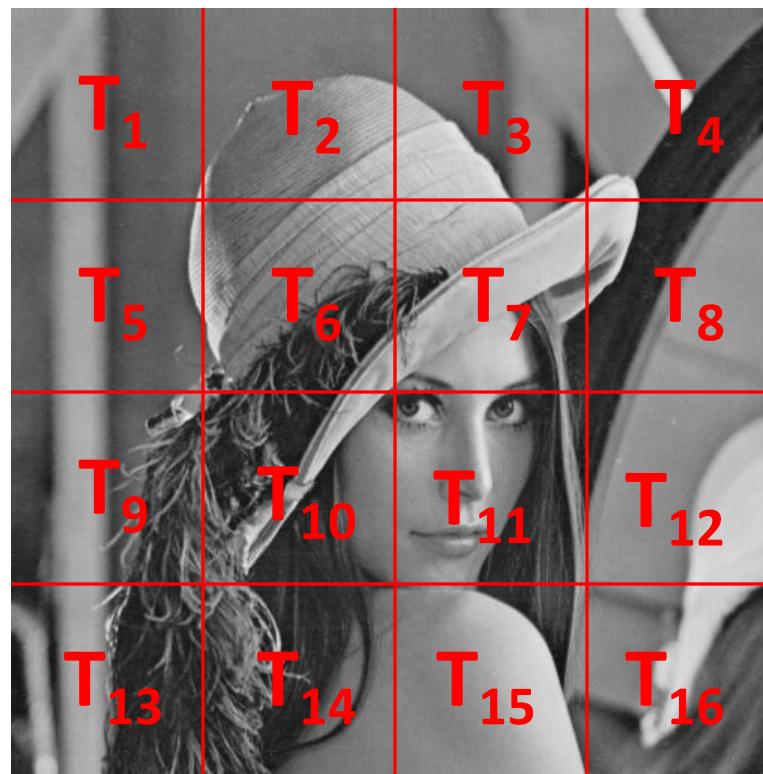
$$T = \text{mean}$$

$$T = \text{median}$$

$$T = \frac{\max + \min}{2}$$

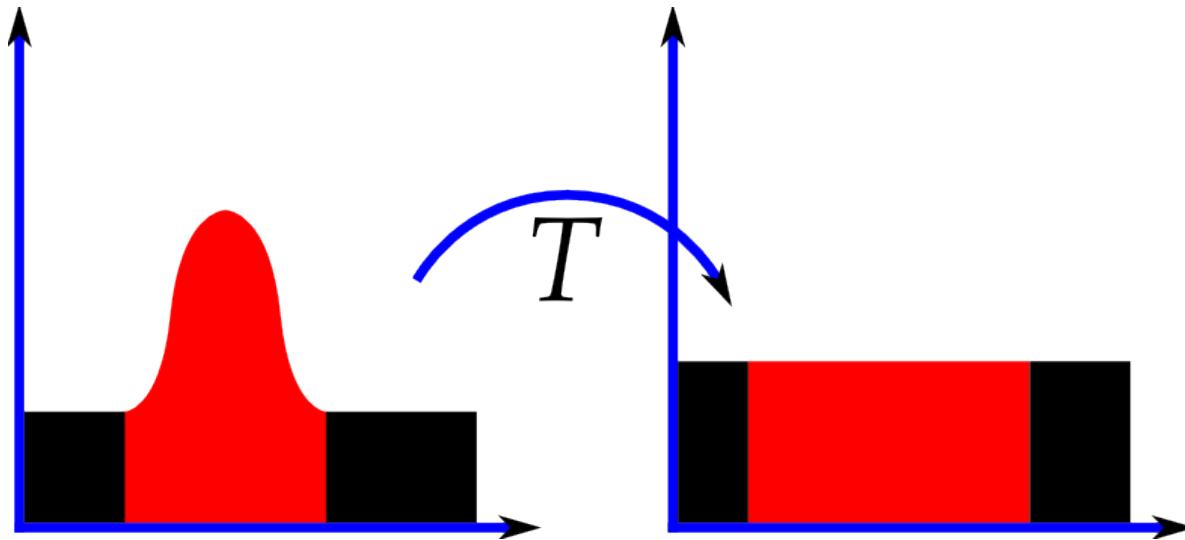
15	33	3
27	23	40
11	50	9

Phân ngưỡng thích nghi



Cân bằng lược đồ màu

- Điều chỉnh lại giá trị độ xám của các điểm ảnh trong ảnh I để tạo ra ảnh J sao cho lược đồ màu của J là lược đồ màu của I giãn ra càng nhiều càng tốt



Cân bằng lược đồ màu

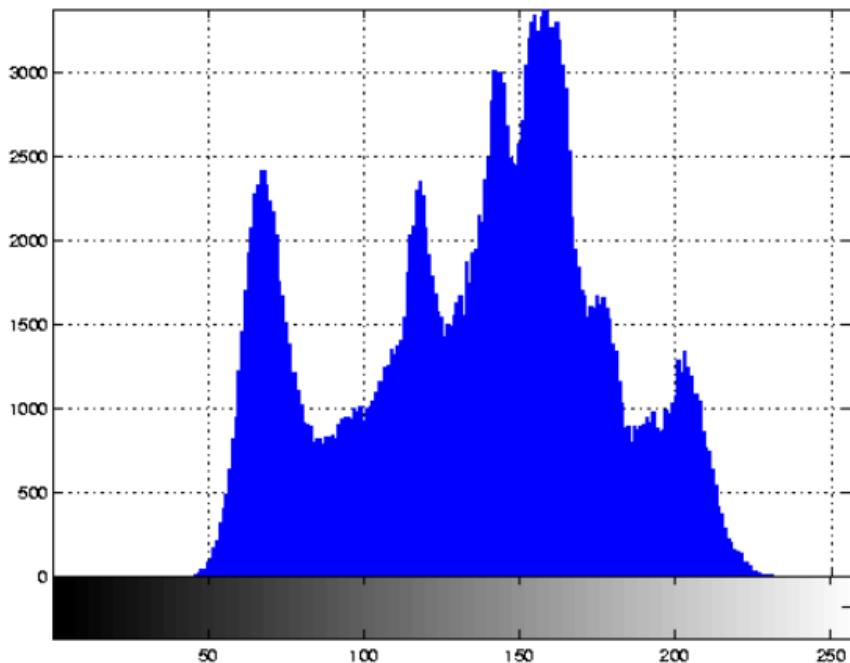


Ảnh gốc

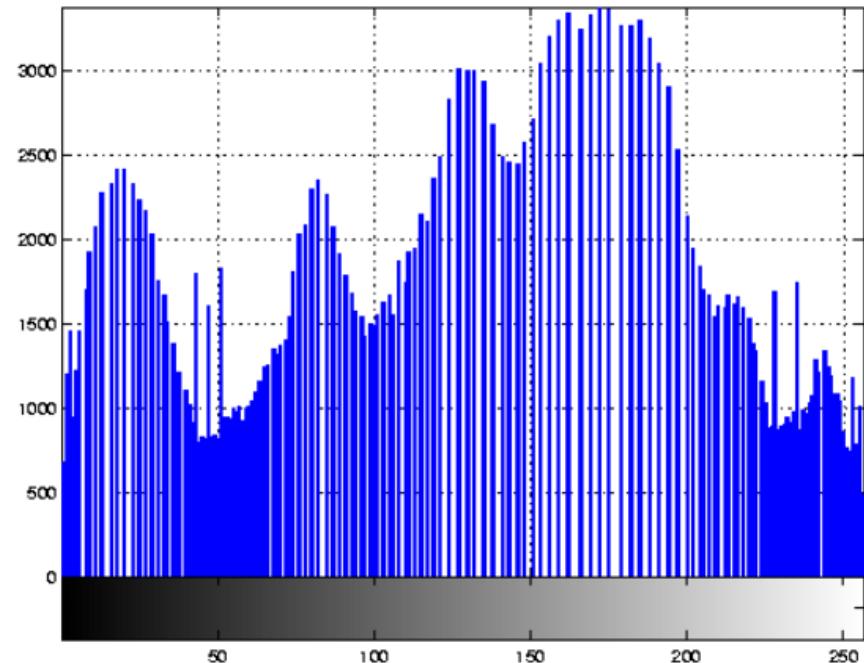


Ảnh sau khi cân bằng

Cân bằng lược đồ màu

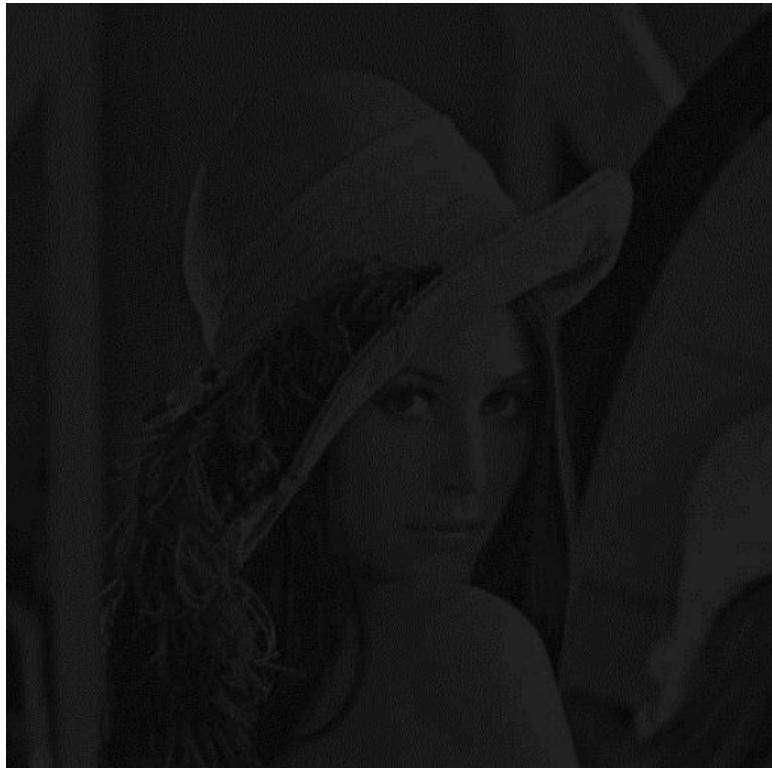


Lược đồ ảnh gốc



Lược đồ ảnh gốc cân bằng

Cân bằng lược đồ màu

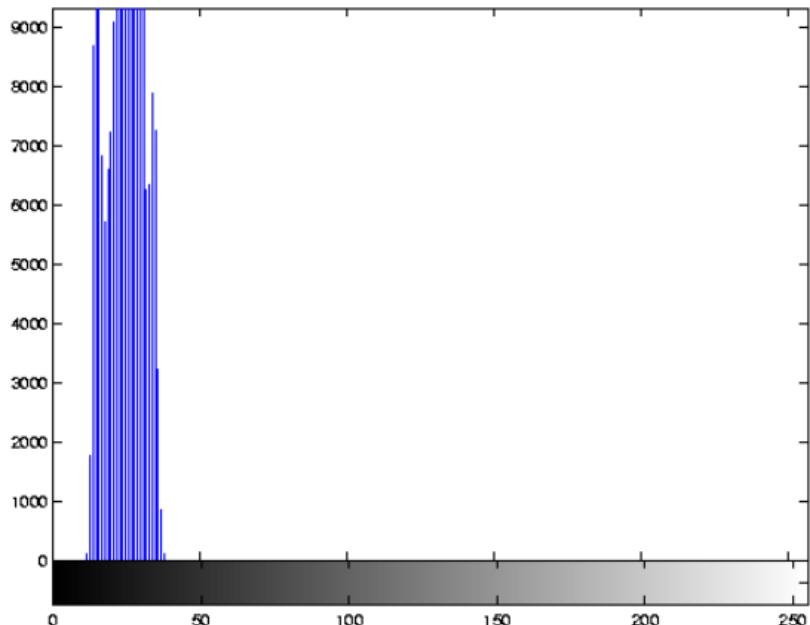


Ảnh gốc

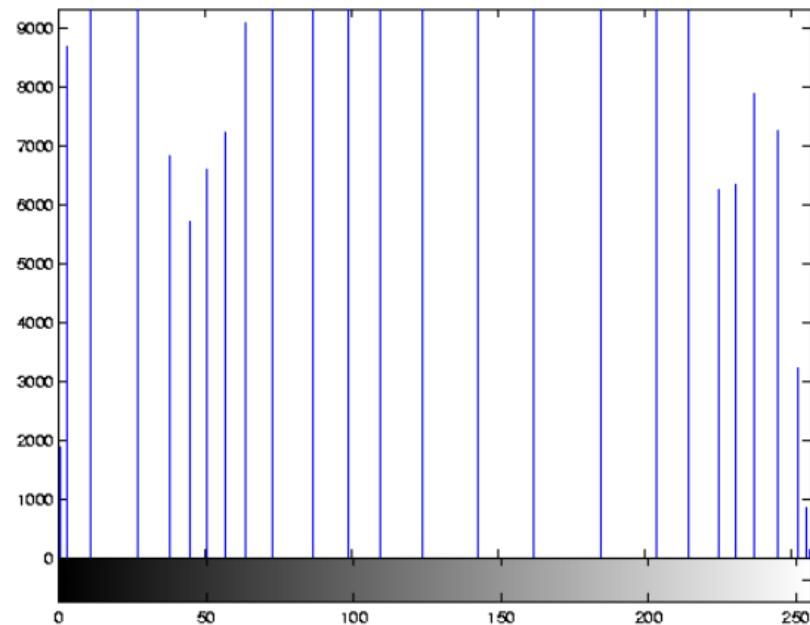


Ảnh sau khi cân bằng

Cân bằng lược đồ màu



Lược đồ ảnh gốc



Lược đồ ảnh gốc cân bằng

Cân bằng lược đồ màu

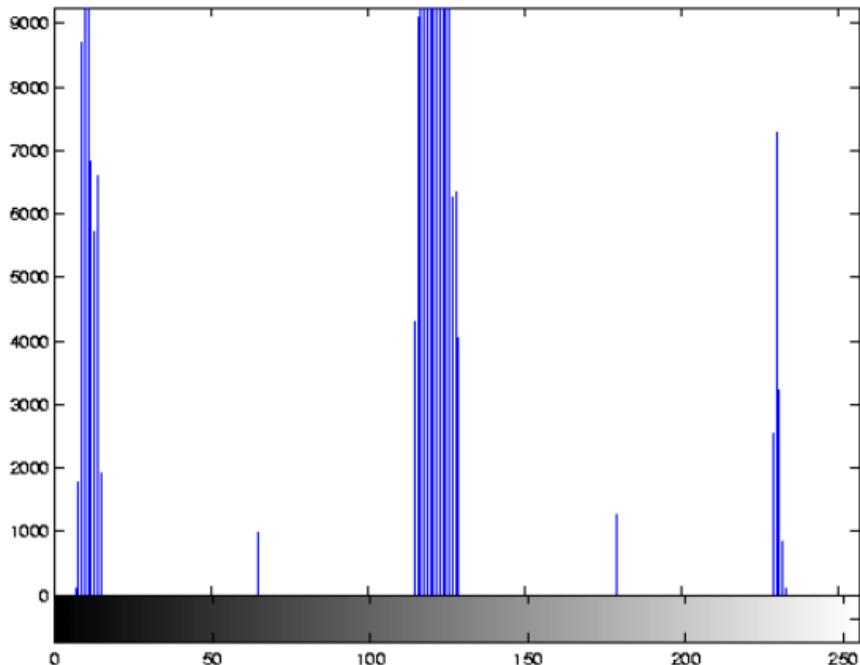


Ảnh gốc

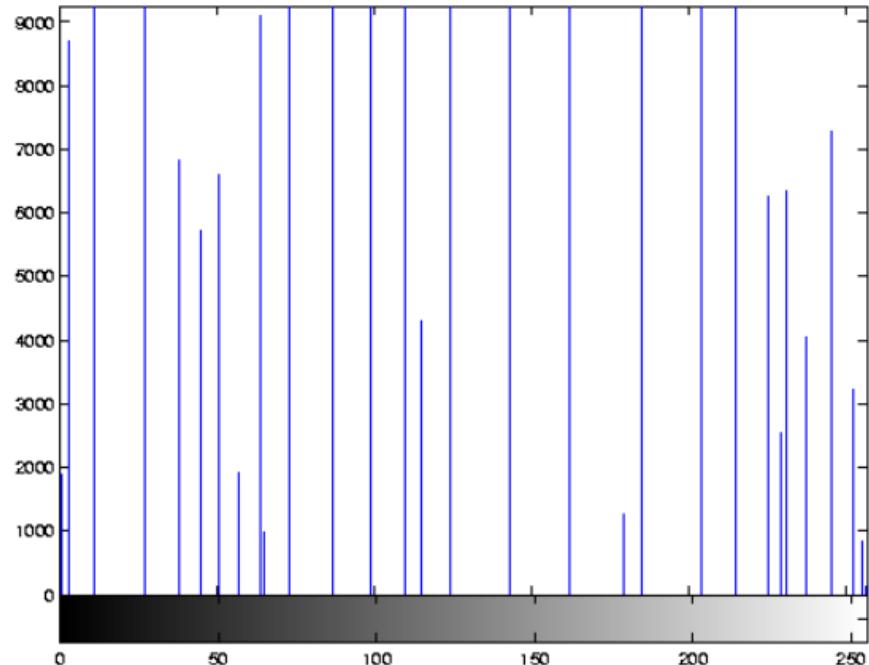


Ảnh sau khi cân bằng

Cân bằng lược đồ màu



Lược đồ ảnh gốc



Lược đồ ảnh gốc cân bằng

Cân bằng lược đồ màu

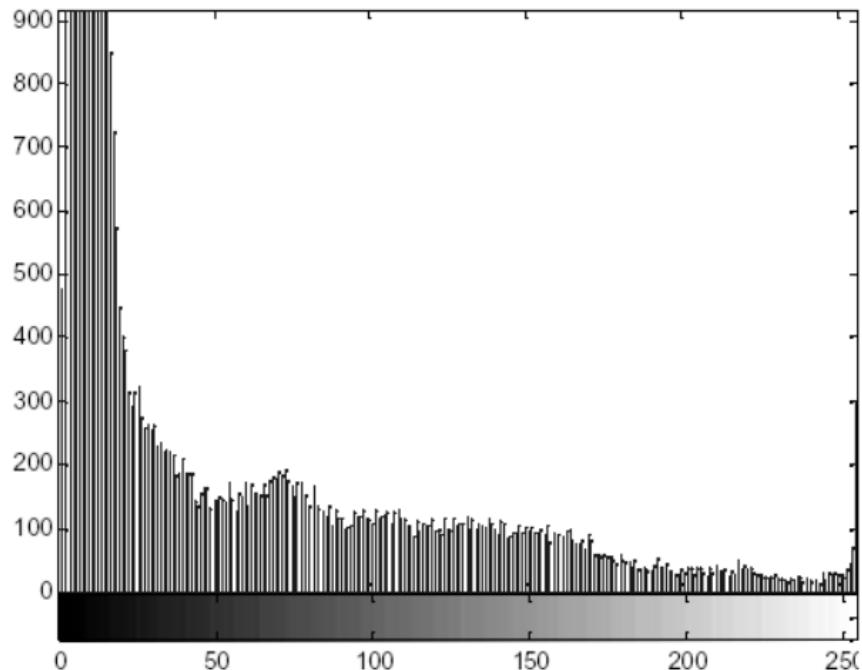


Ảnh gốc

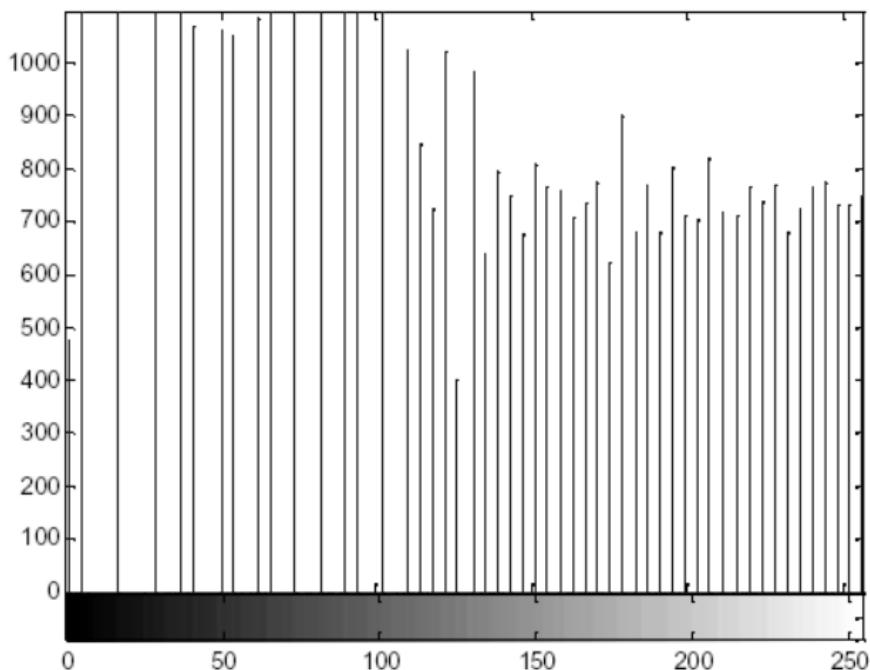


Ảnh sau khi cân bằng

Cân bằng lược đồ màu



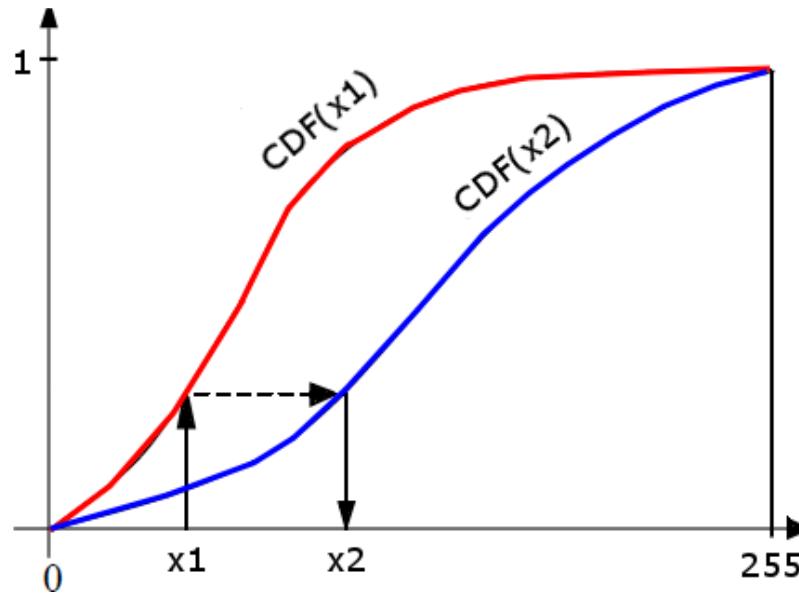
Lược đồ ảnh gốc



Lược đồ ảnh gốc cân bằng

Khớp lược đồ ảnh

- Cho 2 ảnh I và J
- Điều chỉnh lược đồ màu của ảnh I sao cho: “Lược đồ của ảnh I càng giống lược đồ của ảnh J càng tốt”



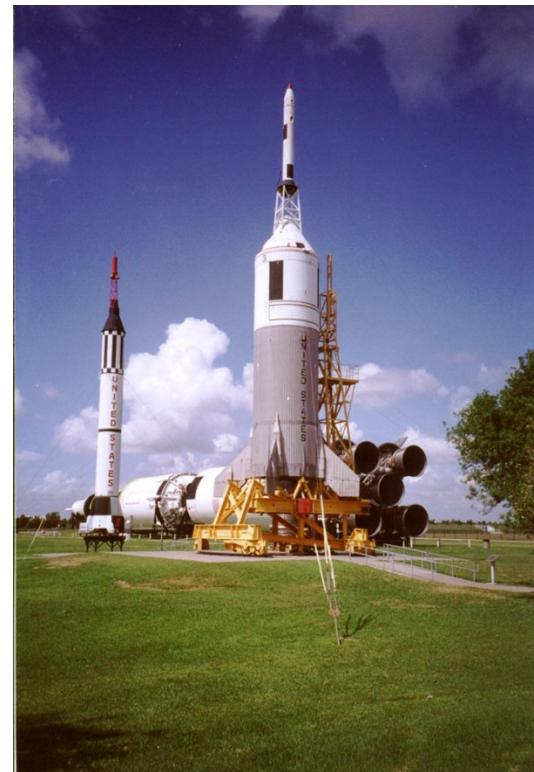
Khớp lược đồ ảnh



Ảnh gốc



Ảnh đích



Ảnh khớp

Bài tập - Nhóm

- Viết chương trình cho phép thực hiện các chức năng sau trên ảnh màu và ảnh xám
 - Điều chỉnh độ sáng ảnh
 - Điều chỉnh độ tương phản của ảnh
 - Lượng hóa màu
 - Phân ngưỡng
- Thực nghiệm trên tập ảnh gồm 20 ảnh màu và 20 ảnh xám. Viết báo cáo nhận xét kết quả thực hiện.
- Thời gian 2 tuần

H E T . . .

Tài liệu tham khảo

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