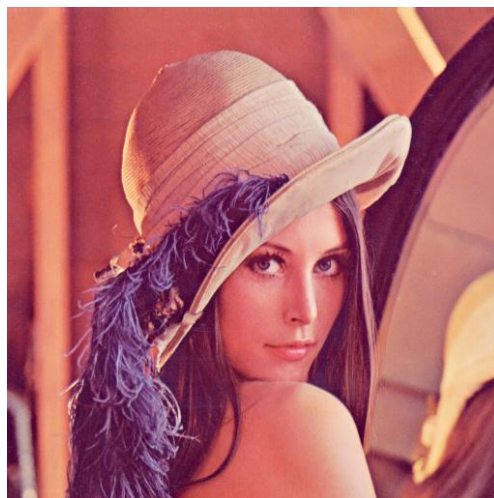


Chương 2: CÁC KỸ THUẬT NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ẢNH

Ôn tập: Biểu diễn Ảnh



Ảnh mức xám
Gray scale



Ảnh Màu
RGB

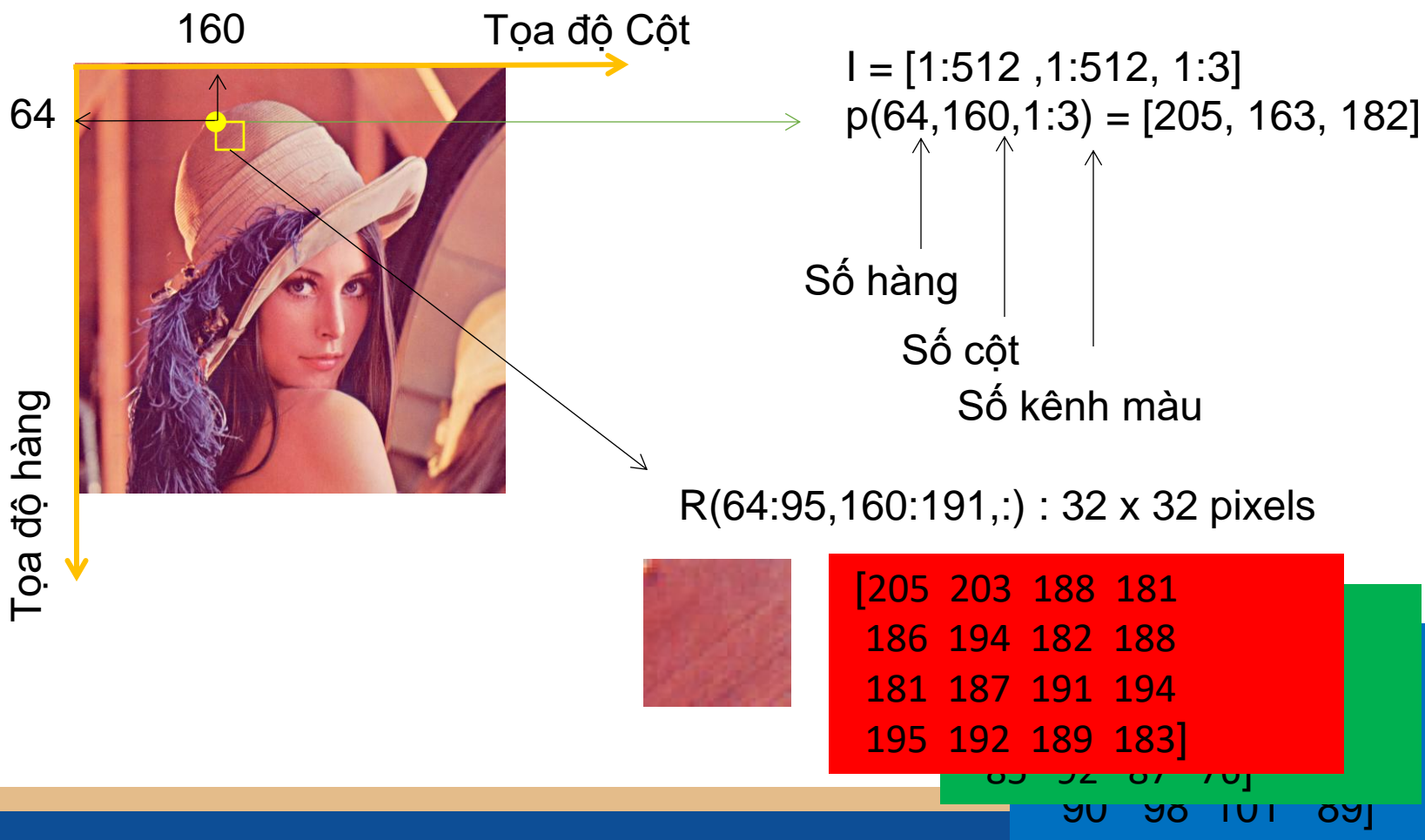


Ảnh trắng/đen
BW

Đặc điểm	Ảnh mức xám	Ảnh Màu	Ảnh trắng/đen
Ma trận biểu diễn	[512 x 512]	[512 x 512 x 3]	[512 x 512]
Số kênh	1	3	1
Giá trị biểu diễn	[0 .. 255]	[0 .. 255, 0..255, 0..255]	[0 , 255]

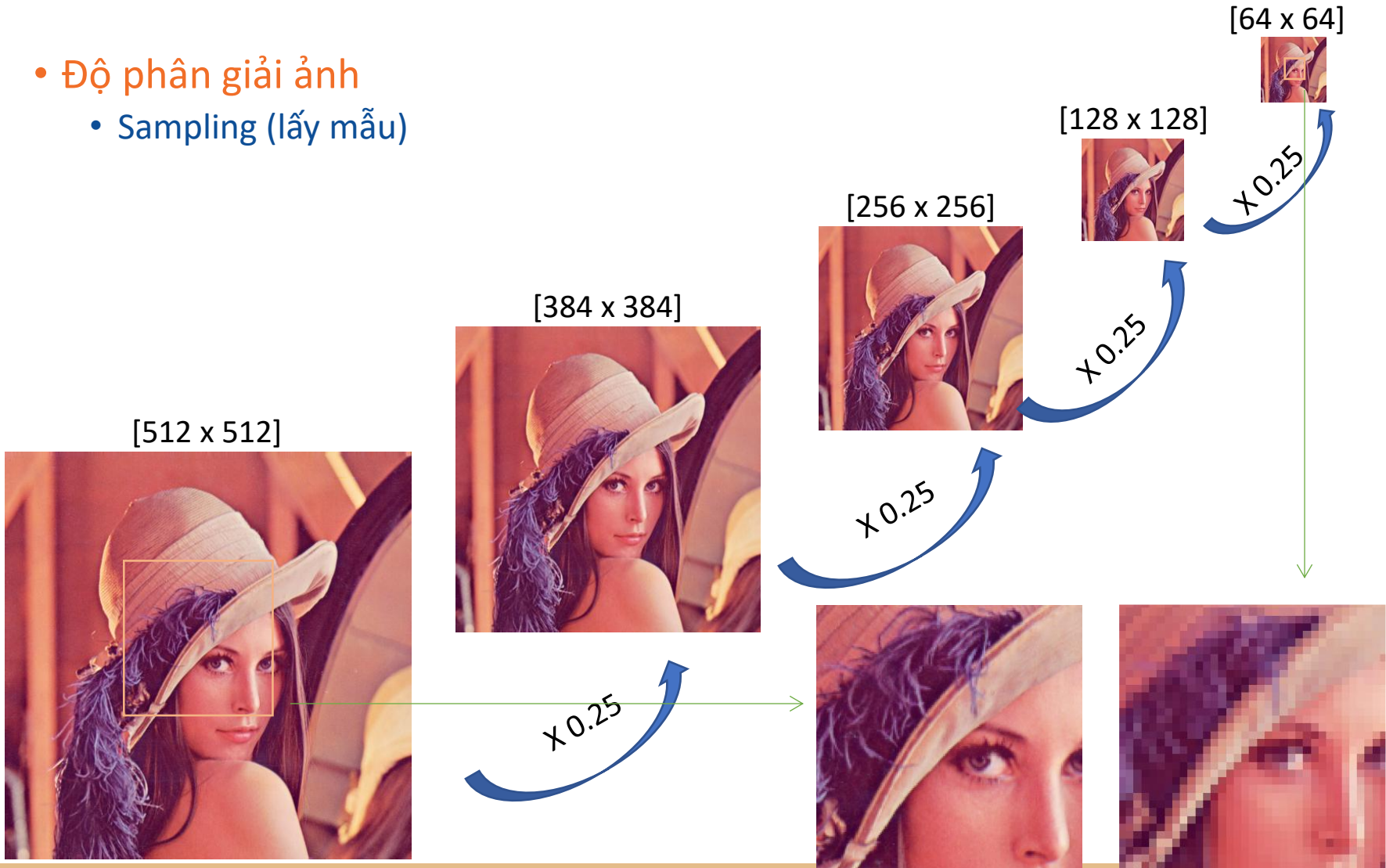
Ôn tập: Biểu diễn Ảnh

- Giá trị màu tại mỗi điểm ảnh, vùng ảnh



Ôn tập: Biểu diễn Ảnh

- Độ phân giải ảnh
 - Sampling (lấy mẫu)

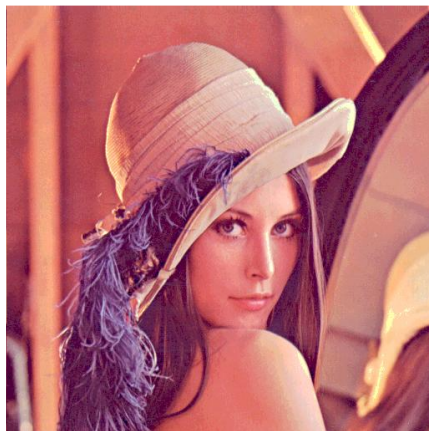


Ôn tập: Biểu diễn ảnh

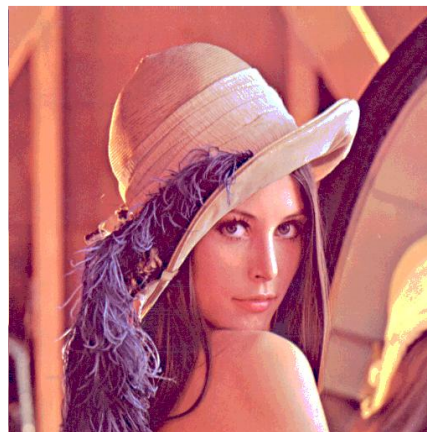
- Thay đổi mức lượng tử



Ảnh gốc



16 mức



12 mức

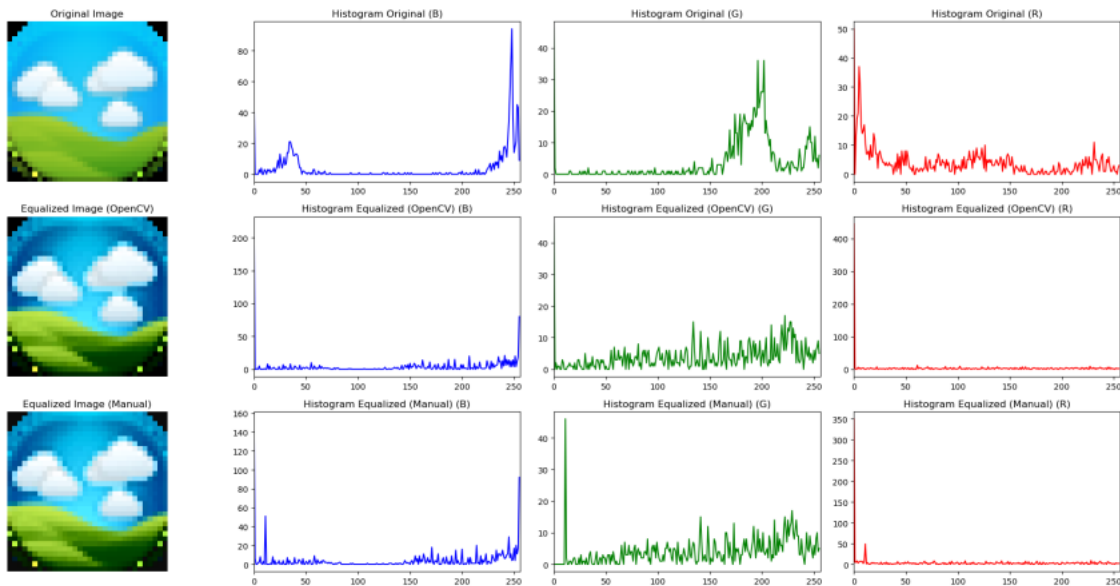


7 mức

Đặc điểm	Ảnh gốc	16 mức	12 mức	7 mức
Độ phân giải	[512 x 512 x 3]	[512 x 512 x 3]	[512 x 512 x 3]	[512 x 512 x 3]
Biểu diễn	24 bits	24 bits	24 bits	24 bits
Kích thước	768 K	775 K	769 K	760 K
Số lượng màu	148279	848	468	190

Nội dung

- 2.1. Các kỹ thuật không phụ thuộc không gian
- 2.2. Các kỹ thuật phụ thuộc không gian
- 2.3. Các phép toán hình thái học

[illegible]

2.1. Các kỹ thuật không phụ thuộc không gian

- 2.1.1 Giới thiệu
- 2.1.2. Tăng giảm độ sáng
- 2.1.3. Tách ngưỡng
- 2.1.4. Bó cụm
- 2.1.5. Kỹ thuật tách ngưỡng tự động
- 2.1.6. Cân bằng Histogram
- 2.1.7. Tăng độ tương phản - Contrast stretching
- 2.1.8. Ảnh âm bản

2.1.1 Giới thiệu

- Các kỹ thuật không phụ thuộc không gian là các phép biến đổi ảnh không phụ thuộc vị trí của điểm ảnh.
- Ví dụ: Phép tăng giảm độ sáng, phép thống kê tần suất, biến đổi tần suất v.v..
- Một khái niệm quan trọng trong xử lý ảnh là biểu đồ tần suất (Histogram). Biểu đồ tần suất của mức xám g của ảnh I là số điểm ảnh có giá trị g của ảnh I . Ký hiệu là $h(g)$:

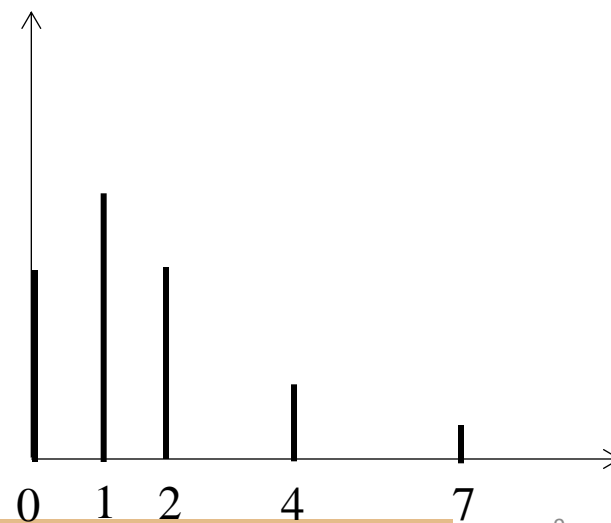
- Ví dụ

- Ta có ảnh I

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 4 \\ 1 & 0 & 0 & 7 \\ 2 & 2 & 1 & 0 \\ 4 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- Biểu đồ tần xuất mức xám

g	0	1	2	4	7
h(g)	5	7	5	2	1



2.1.2. Tăng giảm độ sáng

- Giả sử ảnh I có kích thước $m \times n$ và số nguyên c . Khi đó, kỹ thuật tăng, giảm độ sáng được thể hiện

```
for ( $i = 0; i < m; i++$ )  
    for ( $j = 0; j < n; j++$ )  
         $I[i, j] = I[i, j] + c;$ 
```

- Nếu $c > 0$: ảnh sáng lên
- Nếu $c < 0$: ảnh tối đi

2.1.3. Tách ngưỡng

- Giả sử ảnh I có kích thước $m \times n$, hai số Min , Max và ngưỡng θ khi đó: Kỹ thuật tách ngưỡng được thể hiện

```
for ( $i = 0; i < m; i++$ )  
  for ( $j = 0; j < n; j++$ )  
     $I[i, j] = I[i, j] >= \theta ? Max : Min;$ 
```

- Ứng dụng:

- Nếu $Min = 0$, $Max = 1$ kỹ thuật chuyển ảnh thành ảnh đen trắng được ứng dụng khi quét và nhận dạng văn bản.
- Có thể xảy ra sai sót nền thành ảnh hoặc ảnh thành nền dẫn đến ảnh bị đứt nét hoặc dính.

2.1.4. Bó cụm

- Kỹ thuật nhằm giảm bớt số mức xám của ảnh bằng cách nhóm lại số mức xám gần nhau thành 1 nhóm
- Nếu chỉ có 2 nhóm thì chính là kỹ thuật tách ngưỡng.
- Thông thường có nhiều nhóm với kích thước khác nhau.
- Để tổng quát khi biến đổi người ta sẽ lấy cùng 1 kích thước `bunch_size`

- $I[i,j] = (I[i,j] \text{ div } bunch_size) * bunch_size \quad \forall(i,j)$

- Ví dụ:

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 6 & 7 \\ 2 & 1 & 3 & 4 & 5 \\ 7 & 2 & 6 & 9 & 1 \\ 4 & 1 & 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

- Ảnh ban đầu

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 6 & 7 \\ 2 & 1 & 3 & 4 & 5 \\ 7 & 2 & 6 & 9 & 1 \\ 4 & 1 & 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

- Ảnh mới sau khi thực hiện bó cụm với bunch_size=3

$$I_{kq} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 & 6 & 6 \\ 0 & 0 & 3 & 3 & 3 \\ 6 & 0 & 6 & 9 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2.1.5. Kỹ thuật tách ngưỡng tự động

- Tìm ra ngưỡng θ một cách tự động dựa vào histogram theo nguyên lý trong vật lý là vật thể tách làm 2 phần nếu tổng độ lệch trong từng phần là tối thiểu.
- Mô tả:
 - Ảnh I kích thước $m \times n$
 - G là số mức xám của ảnh kể cả khuyết thiếu
 - $t(g)$ là số điểm ảnh có mức xám $\leq g$
 - $m(g) = \frac{1}{t(g)} \sum_{i=0}^g i \cdot h(i)$ là mômen quán tính TB có mức xám $\leq g$

- Xây dựng hàm $f: g \rightarrow f(g)$ sao cho

$$f(g) = \frac{t(g)}{m \cdot n - t(g)} [m(g) - m(G - 1)]^2$$

- Tìm θ sao cho: $f(\theta) = \max_{0 \leq g \leq G-1} \{f(g)\}$

- Ví dụ:

- Ảnh ban đầu

$$I = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$I = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Lập bảng tính toán các giá trị

g	$h(g)$	$t(g)$	$g.h(g)$	$\sum_{i=0}^g ih(i)$	$m(g)$	$f(g)$
0	15	15	0	0	0	1.35
1	5	20	5	5	0,25	1.66
2	4	24	8	13	0,54	1.54
3	3	27	9	22	0,81	1.10
4	2	29	8	30	1,03	0.49
5	1	30	5	35	1,16	∞

- Ngưỡng cần tách là $\theta=1$ ứng với $f(\theta)=1.66$

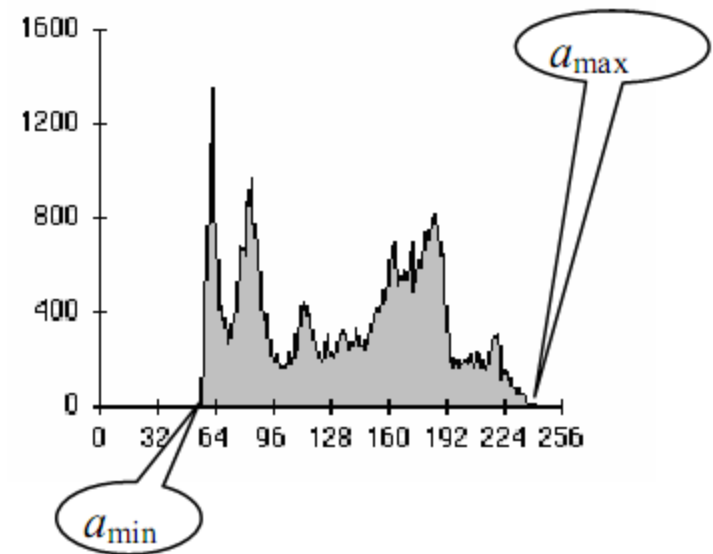
2.1.6. Cân bằng histogram (Equalization)

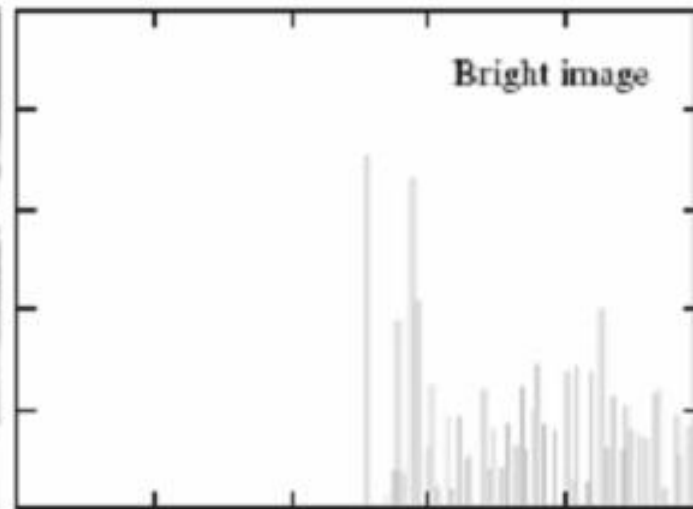
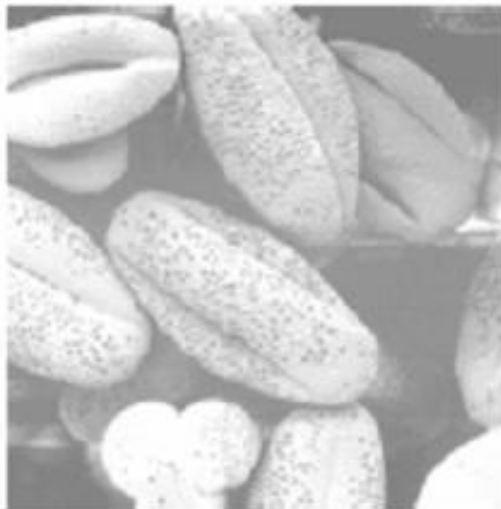
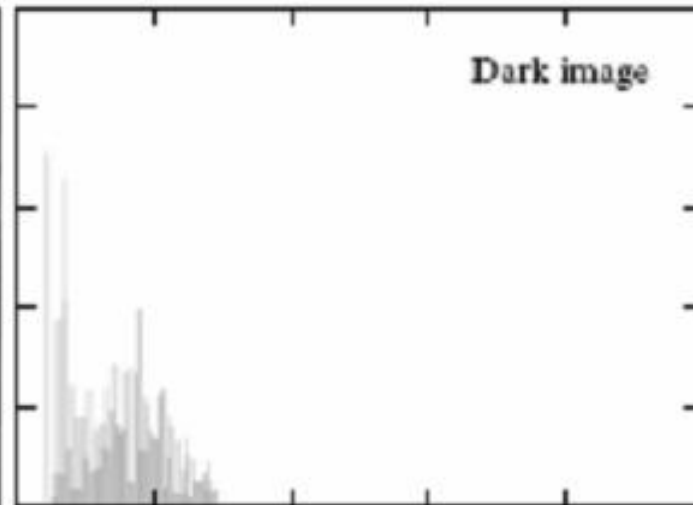
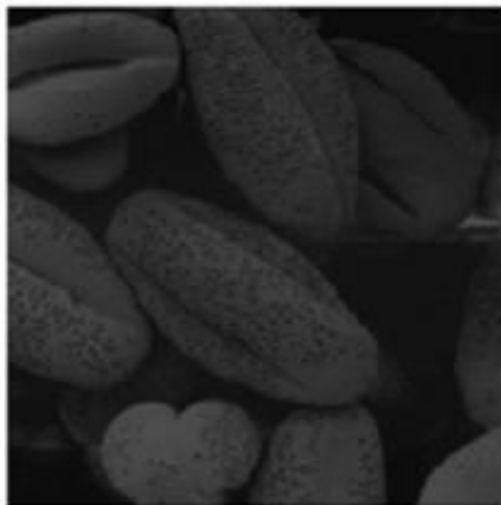
- Histogram là gì ?

- Cường độ sáng của ảnh xám tại một vị trí (x, y) được gọi là mức xám (brightness)

$$a = f(x, y).$$

- $a_{\min} \leq a \leq a_{\max}$, khi đó khoảng $[a_{\min}, a_{\max}]$ được gọi là gray scale.
- Histogram, $h[a]$, là số điểm ảnh có mức xám là a trong ảnh.





Cân bằng histogram

- Ảnh I được gọi là cân bằng "lý tưởng" nếu với mọi mức xám g, g' ta có $h(g) = h(g')$
 - Giả sử, ta có ảnh I có kích thước $m \times n$
 - $new_level \sim$ số mức xám của ảnh cân bằng
 - $TB = \frac{m \cdot n}{new_level}$ là số điểm ảnh trung bình của mỗi mức xám của ảnh cân bằng.
 - $t(g) = \sum_{i=0}^g h(i)$ số điểm ảnh có mức xám $\leq g$
 - Xác định hàm $f: g \rightarrow f(g) \mid f(g) = \max\{0, round \frac{t(g)}{TB} - 1\}$
 - Ví dụ:

Ảnh sau khi thực hiện cân bằng chưa chắc đã là cân bằng "lý tưởng"

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 6 & 7 \\ 2 & 1 & 3 & 4 & 5 \\ 7 & 2 & 6 & 9 & 1 \\ 4 & 1 & 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Ảnh ban đầu

New_level=4

$$I_{kq} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 3 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Ảnh kết quả

g	h(g)	t(g)	f(g)
1	5	5	0
2	5	10	1
3	1	11	1
4	3	14	2
5	1	15	2
6	2	17	2
7	2	19	3
9	1	20	3

Tính f(g)

Ví dụ về Cân bằng Histogram

new_level = 4

$$I = \begin{bmatrix} 7 & 0 & 6 & 5 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 4 & 1 & 4 \\ 3 & 0 & 3 & 0 & 1 \\ 4 & 2 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

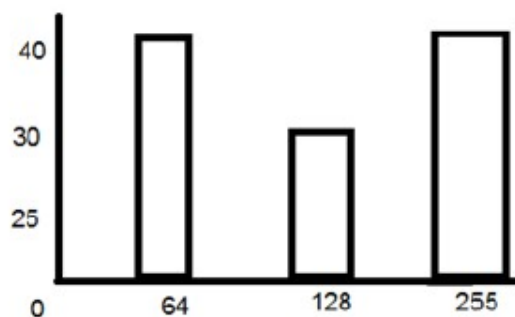
Histogram Equalization: Algorithm

- **Bước 1:** Probability Mass Function - PMF (Tính xác suất)
- **Bước 2:** Cumulative Distributive Function - CDF (Tính phân bố tích lũy)

tích lũy
$$S_k = (L - 1) \sum_{i=0}^k p_{in}(r_i)$$

L: mức xám max

- Xét ảnh với histogram sau:



Bước 1: Tính PMF

- $p(64) = 40/110$
- $p(128) = 30/110$
- $p(255) = 40/110$

Histogram Equalization: Algorithm

- **Bước 1:** Probability Mass Function - PMF (Tính xác suất)
- **Bước 2:** Cumulative Distributive Function - CDF (Tính phân bố tích lũy)

$$S_k = (L - 1) \sum_{i=0}^k p_{in}(r_i)$$

L: mức xám max

Bước 1: Tính PMF ■ Bước 2: Tính CDF tương ứng với PMF trên

- $p(64) = 40/110$
- $p(128) = 30/110$
- $p(255) = 40/110$
- $c(64) = 254 * (40/110) = 92.36363636 = 92$
- $c(128) = 254 * (30/110 + 40/110) = 254 * (70/110) = 161.6363636 = 162$
- $c(255) = 254 * (40/110 + 70/110) = 254$

Histogram Equalization: Algorithm

$$I = \begin{bmatrix} 7 & 0 & 6 & 5 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 4 & 1 & 4 \\ 3 & 0 & 3 & 0 & 1 \\ 4 & 2 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

➤ Xác suất xuất hiện các điểm ảnh trong ma trận I là:

i	0	1	2	3	4	5	6	7
n_i	6	5	4	3	3	2	1	1
$P(r_i)$	6/25	5/25	4/25	3/25	3/25	2/25	1/25	1/25

➤ Tính các s_k : $S_k = (L - 1) \sum_{i=0}^k p_{in}(r_i)$

➤ $L = 7$

➤ $S(0) = 6 * p(0) = 6 * 6/25 = 1.44 \approx 1$.

➤ $S(1) = 6 * [p(0)+p(1)] = 6 * (6/25 + 5/25) = 2.64 \approx 3$.

➤ $S(2) = 6 * [P(0)+P(1)+P(2)] = 6 [6/25+5/25+4/25] \approx 4$

➤

➤ $S(3) \approx 4$

➤ $S(4) \approx 5$

➤ $S(5) \approx 6$

➤ $S(6) \approx 6$

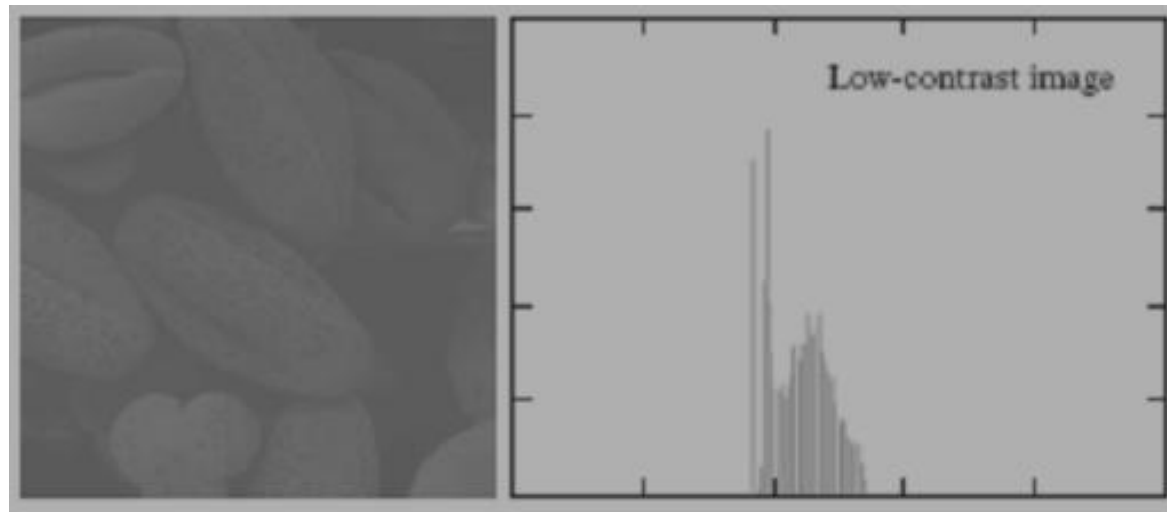
➤ $S(7) = 6$

➤ Ma trận I_{kq} sau khi đã cân bằng

$$I = \begin{bmatrix} 7 & 0 & 6 & 5 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 4 & 1 & 4 \\ 3 & 0 & 3 & 0 & 1 \\ 4 & 2 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow I_{kq} = \begin{bmatrix} 6 & 1 & 6 & 6 & 6 \\ 1 & 1 & 3 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 5 & 3 & 5 \\ 4 & 1 & 4 & 1 & 3 \\ 5 & 4 & 4 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

2.1.7 Contrast stretching

- Một ảnh có độ tương phản thấp



- Gọi $L = 2^B - 1$: giá trị lớn nhất của mức xám (brightness)

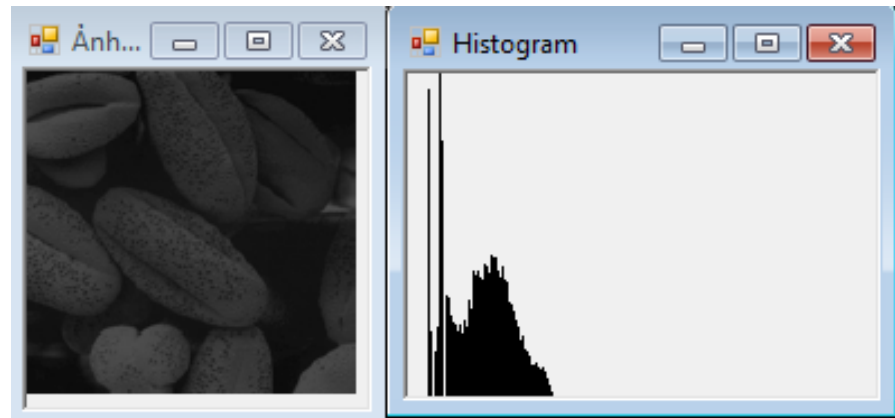
- Áp dụng công thức $g(x,y) = L \frac{f(x,y) - a_{min}}{a_{max} - a_{min}}$

- Ta có $0 \leq g(x,y) \leq L$, thay vì ban đầu ban đầu ta có $a_{min} \leq g(x,y) \leq a_{max}$

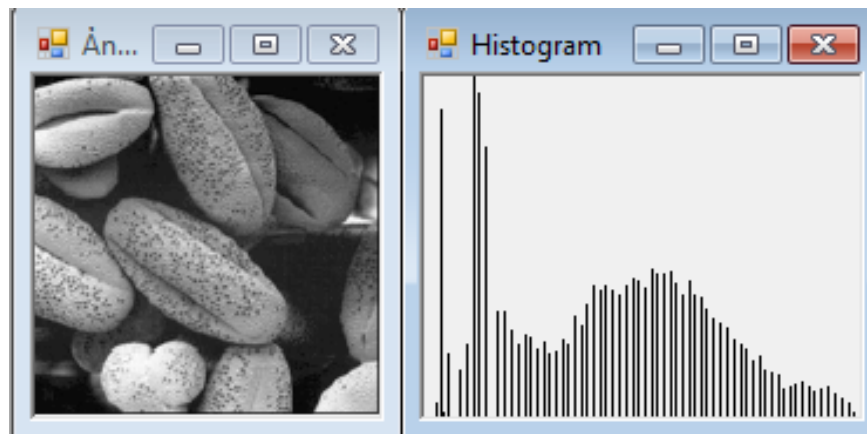
- Ta cũng có thể áp dụng quy tắc sau cho giải thuật

$$g(x,y) = \begin{cases} 0, & f(x,y) < a_{low}, \\ L \cdot \frac{f(x,y) - a_{low}}{a_{high} - a_{low}}, & a_{low} \leq f(x,y) \leq a_{high}, \\ L, & a_{high} < f(x,y) \end{cases}$$

- Ảnh ban đầu

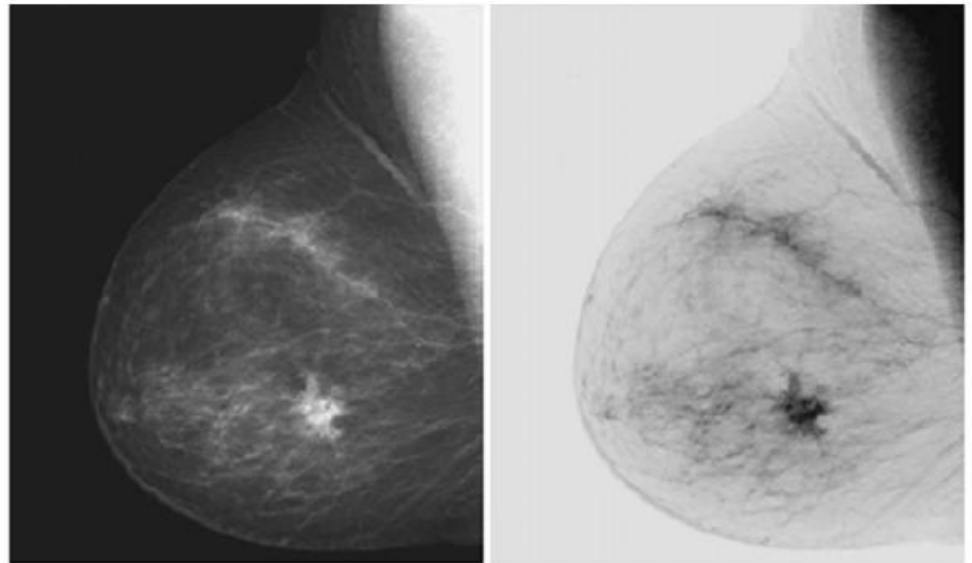


- Ảnh sau khi áp dụng giải thuật Contrast stretching



2.1.8. Ảnh âm bản (Image Negatives)

- Âm bản của một ảnh với mức xám trong khoảng $[0, L]$ thu được bằng cách biến đổi âm bản như sau:
 - $b = T(a)$, where $T(a) = L - a$,
 - Hoặc $b = L - a$
 - Hay $g(x, y) = L - f(x, y)$
- Ví dụ:



2.1.9. Biến đổi cấp xám tổng thể

- Biết histogram của ảnh gốc, biết hàm biến đổi
- Tính toán histogram của ảnh mới.

Đọc tài liệu

2.2. Các kỹ thuật phụ thuộc không gian

- 2.2.1. Phép nhân chập và mẫu
- 2.2.2. Một số mẫu thông dụng
- 2.2.3. Lọc trung vị
- 2.2.4. Lọc trung bình
- 2.2.5. Lọc trung bình theo k giá trị gần nhất

2.2.1. Phép nhân chập (cuộn) và mẫu

- Giả sử ta có ảnh I kích thước $M \times N$, mẫu T có kích thước $m \times n$ khi đó, ảnh I cuộn theo mẫu T được xác định bởi công thức.

$$I \otimes T(x, y) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} I(x + i, y + j) * T(i, j) \quad (1)$$

Hoặc

$$I \otimes T(x, y) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} I(x - i, y - j) * T(i, j) \quad (2)$$

- Ví dụ:

- Ảnh gốc:

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 5 & 8 & 7 \\ 2 & 1 & 1 & 4 & 2 & 2 \\ 4 & 5 & 5 & 8 & 8 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 4 & 4 \\ 7 & 2 & 2 & 1 & 5 & 2 \end{pmatrix} \quad T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Ảnh kết quả theo công thức (1)

$$I \otimes T = \begin{pmatrix} \boxed{2} & \boxed{3} & 8 & 7 & 10 & * \\ \boxed{7} & \boxed{6} & 9 & 12 & 4 & * \\ 6 & 6 & 6 & 12 & 12 & * \\ 3 & 4 & 2 & 6 & 6 & * \\ * & * & * & * & * & * \end{pmatrix}$$

- * Ảnh kết quả theo công thức (2)

$$I \otimes T = \begin{pmatrix} * & * & * & * & * & * \\ * & 2 & 3 & 8 & 7 & 10 \\ * & 7 & 6 & 9 & 12 & 4 \\ * & 6 & 6 & 6 & 12 & 12 \\ * & 3 & 4 & 2 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

- Ảnh kết quả theo công thức (2)

- Mẫu:

$$T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

~ Dùng để khử nhiễu \Rightarrow Các điểm có tần số cao

VD1:

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 5 & 8 & 7 \\ 2 & 31 & 1 & 4 & 2 & 2 \\ 4 & 5 & 5 & 8 & 8 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 4 & 4 \\ 7 & 2 & 2 & 1 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

$$I \otimes T_1 = \begin{pmatrix} 55 & 65 & 45 & 46 & * & * \\ 52 & 58 & 34 & 35 & * & * \\ 29 & 27 & 35 & 35 & * & * \\ * & * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * & * \end{pmatrix}$$

Bài tập: Phép nhân chập (cuộn) và mẫu

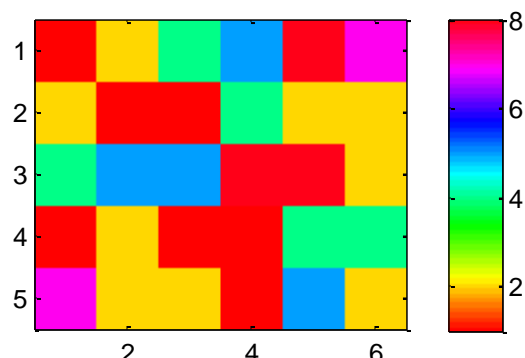
$$\text{✚} \quad T * I(x, y) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} T(i, j) I(x+i, y+j)$$

Ví dụ

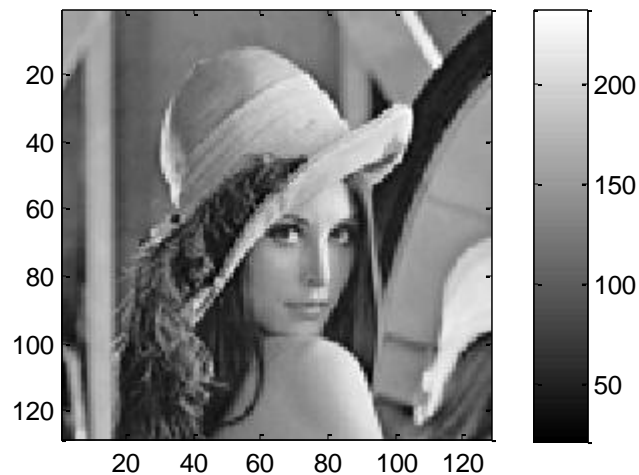
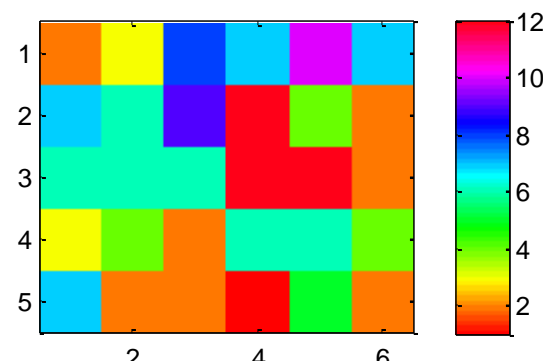
$$I = \begin{vmatrix} 4 & 7 & 2 & 7 & 1 \\ 5 & 7 & 1 & 7 & 1 \\ 6 & 6 & 1 & 8 & 3 \\ 5 & 7 & 5 & 7 & 1 \\ 5 & 7 & 6 & 1 & 2 \end{vmatrix} \quad T = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \quad T * I = \begin{vmatrix} 23 & 26 & 31 & 19 & 16 \\ 35 & 39 & 46 & 31 & 27 \\ 36 & 43 & 49 & 34 & 27 \\ 36 & 43 & 48 & 34 & 12 \\ 24 & 35 & 33 & 22 & 11 \end{vmatrix}$$

Ôn tập: Phép nhân chập trong ảnh

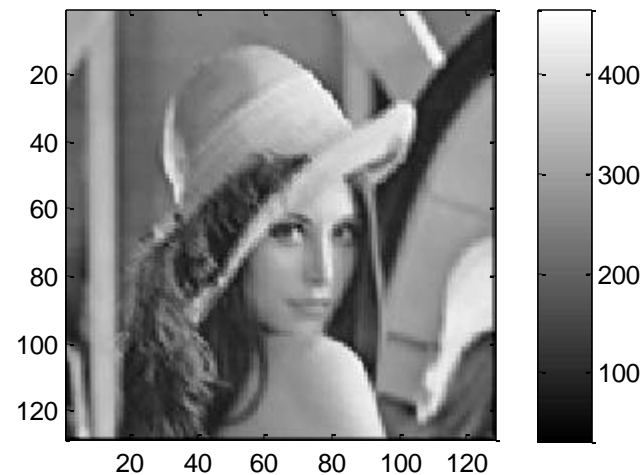
- Kết quả nhân chập



$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} =$$



$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} =$$

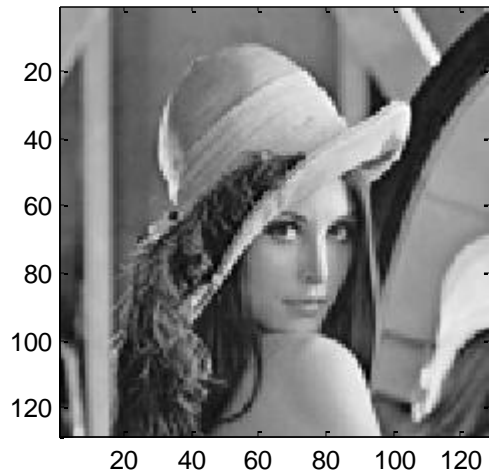


Ôn tập: Phép Nhân chập

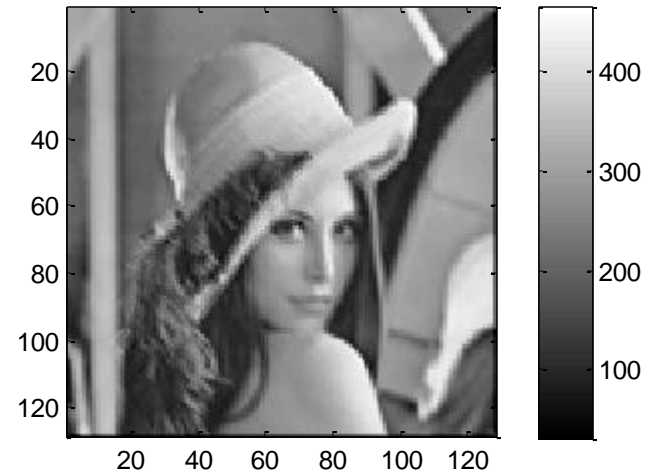


$$\begin{bmatrix} 5 & 0 \\ 0 & 5 \end{bmatrix}$$

=



$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} =$$



2.2.2. Một số mẫu thông dụng

- Mẫu dùng để khử nhiễu (tần số cao)

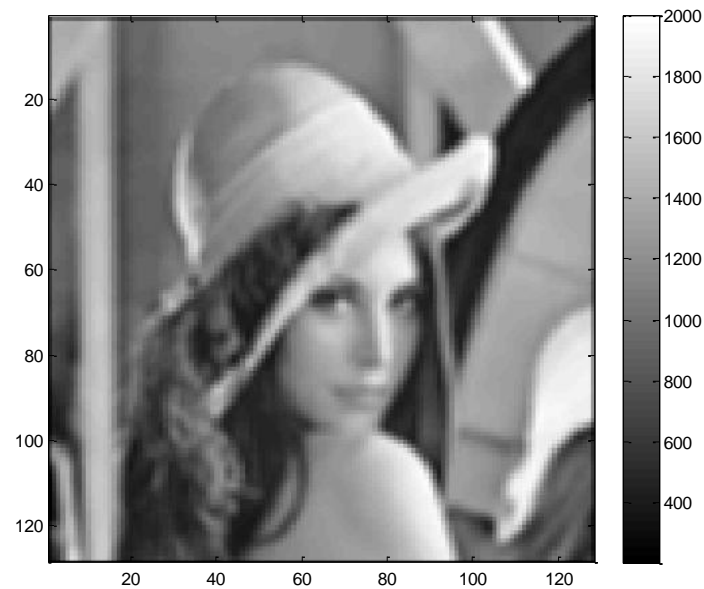
$$T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- Mẫu phát hiện các điểm có tần số cao

$$T_2 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

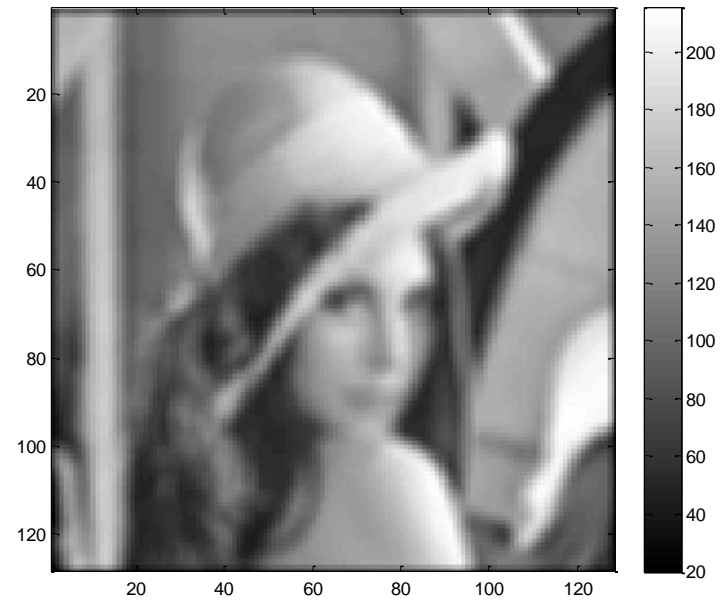


$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} =$$



[kernel =
 0.0285 0.0363 0.0393 0.0363 0.0285
 0.0363 0.0461 0.0500 0.0461 0.0363
 0.0393 0.0500 0.0541 0.0500 0.0393
 0.0363 0.0461 0.0500 0.0461 0.0363
 0.0285 0.0363 0.0393 0.0363 0.0285]

Gaussian (0, 2.5)





$$T_2 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

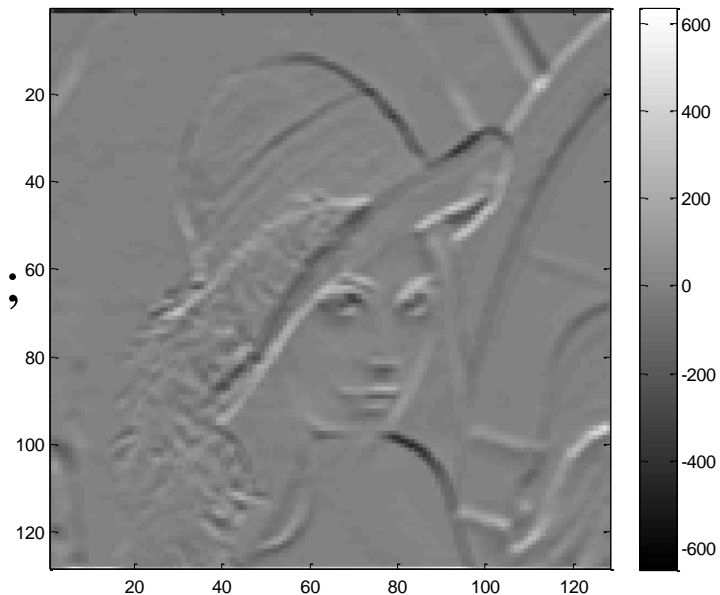


- Mẫu dùng để phát hiện biên theo phương nằm ngang và thẳng đứng

$$H_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}; \quad H_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

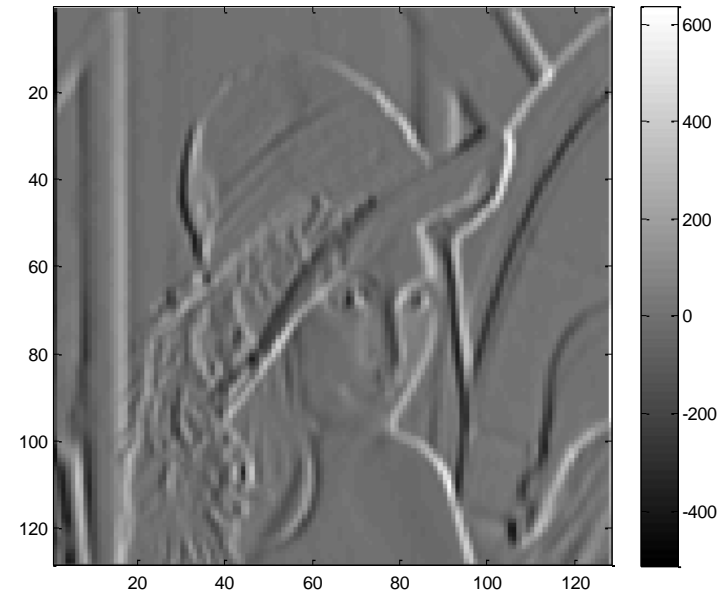


$$H_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix};$$



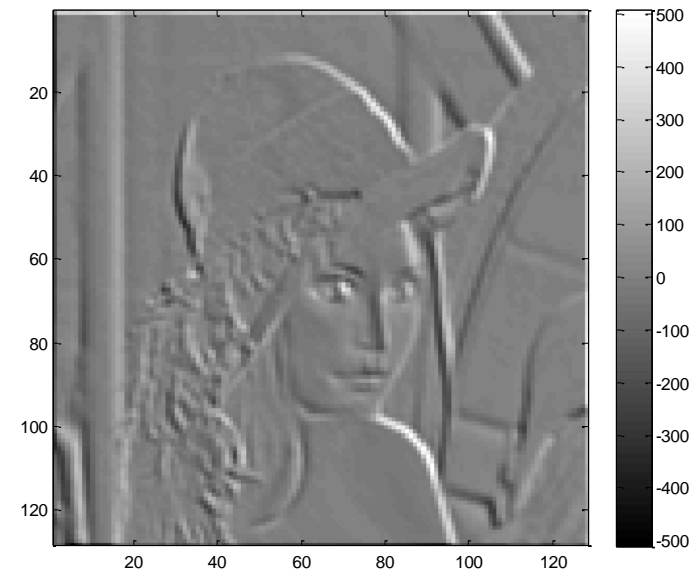


$$H_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



- Mẫu dùng để phát hiện biên theo đường chéo

$$H_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}; \quad H_2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



2.2.3. Lọc trung vị

• Trung vị?

- Cho dãy $x_1; x_2; \dots; x_{2m+1}$. Khi đó trung vị x_k của dãy ký hiệu là $\text{Med}(\{x_n\})$ nếu:
 - Tồn tại m phần tử có giá không lớn hơn x_k và m phần tử không nhỏ hơn x_k .
- Khi đó $\sum_{i=1}^n |x - x_i| \rightarrow \min$ tại $x = \text{Med}(\{x_n\})$
- Ví dụ: Dãy 15, 17, 18, 16, 78, 17, 17, 15, 20 có trung vị bằng 17.
 - Sắp xếp:
 - Lấy phần tử giữa

15	15	16	17	17	17	18	20	78
1	2	3	4	5	6	7	8	9

- Lọc trung vị dùng cửa sổ 3 x 3 và ngưỡng θ .
 - Dịch cửa sổ P (lưới $m \times m$) đi lần lượt các vị trí trên ảnh. Ứng với mỗi vị trí tâm của cửa sổ tại điểm ảnh (x,y) :
 - Nhặt các phần tử thuộc cửa sổ theo hàng, cột \rightarrow tạo ra một dãy. ($I(P)$ điểm ảnh trùng với tâm cửa sổ)
 - Tính trung vị của dãy

$$\{I(q) \mid q \in W(P)\} \rightarrow Med(P)$$
 - Thay thế điểm $P(x,y)$ theo quy tắc

$$I(P) = \begin{cases} I(P) & \text{nếu } |I(P) - Med(P)| \leq \theta \\ Med(P) & \text{nếu ngược lại} \end{cases}$$

- Ví dụ 1:

- Vị trí của số hiện tại
- (x,y) là điểm ảnh đang xét
- $\theta=2$

- Ta được một dãy: 15, 17, 18, 16, 78, 17
- Vì $78-17 > 2$
 → Thay thế $f(x,y)=17$
- Kết quả là:

x

y

15	17	18
16	78	17
17	15	20

x

y

15	17	18
16	17	17
17	15	20

• Ví dụ 2:

- Dùng cửa sổ 3 x 3 và ngưỡng $\theta=2$
- Dãy: 1, 2, 3, 4, 16, 2, 4, 2, 1
- Sắp xếp: 1,1,2,2,2,3,4,4,16
- Trung vị là: 2
- Vị trí đang xét có giá trị 16
- $|16 - 2| > \theta \rightarrow$ Thay thế giá trị này bằng giá trị trung vị

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 16 & 2 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$



$$I_{kq} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & \textcircled{2} & 2 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

2.2.4. Loại trung bình

- Trung bình?

- Cho dãy x_1, x_2, \dots, x_n khi đó trung bình của dãy ký hiệu $AV(\{x_n\})$ được định nghĩa:

$$AV(\{x_n\}) = \text{round}\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i\right)$$

- $\sum_{i=1}^n (x - x_i)^2 \rightarrow \min$ tại $AV(\{x_n\})$
 - Tổng bình phương độ lệch trung bình của các điểm trong cửa sổ so với giá trị trung bình là nhỏ nhất

• Lọc trung bình

- Dịch cửa sổ P (lưới $m \times m$) đi lần lượt các vị trí trên ảnh. Ứng với mỗi vị trí tâm của cửa sổ tại điểm ảnh (x,y) :

- Nhặt các phần tử thuộc cửa sổ theo hàng, cột \rightarrow tạo ra một dãy.
- Tính trung bình của dãy đó

$$\{I(q) \mid q \in W(P)\} \rightarrow AV(P)$$

- Thay thế điểm $P(x,y)$ theo quy tắc

$$I(P) = \begin{cases} I(P) & \text{nếu } |I(P) - AV(P)| \leq \theta \\ AV(P) & \text{nếu ngược lại} \end{cases}$$

- Ví dụ:

- Dùng cửa sổ 3 x 3 và ngưỡng $\theta=2$
- Dãy: 1, 2, 3, 4, 16, 2, 4, 2, 1
- Trung bình là $(1+2+3+4+16+2+4+2+1)/9=3$. (Làm tròn có thể lấy giá trị 4)
- Vị trí đang xét có giá trị 16
- $|16 - 3| > \theta \rightarrow$ Thay thế giá trị này bằng giá trị trung bình

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 16 & 2 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$



$$I_{kq} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

2.2.5. Lọc trung bình theo k giá trị gần nhất

- Dịch cửa sổ P (lưới $m \times m$) đi lần lượt các vị trí trên ảnh. Ứng với mỗi vị trí tâm của cửa sổ tại điểm ảnh (x,y) :

- Nhặt k phần tử gần với $I(P)$ nhất thuộc cửa sổ theo hàng, cột \rightarrow tạo ra một dãy.

$$\{I(q) \mid q \in W(p)\} \rightarrow \{k \text{ giá trị gần } I(P) \text{ nhất}\}$$

- Tính trung bình của dãy đó
 $\{k \text{ giá trị gần } I(P) \text{ nhất}\} \rightarrow AV_k(P)$

- Thay thế điểm $P(x,y)$ theo quy tắc

$$I(P) = \begin{cases} I(P) & \text{nếu } |I(P) - AV_k(P)| \leq \theta \\ AV_k(P) & \text{nếu ngược lại} \end{cases}$$

- Ví dụ:

- Dùng cửa sổ 3 x 3 và ngưỡng $\theta=2$, $k=3$.
- Dãy: 16, 4, 4
- Trung bình là $(4+16+4)/3=8$.
- Vị trí đang xét có giá trị 16
- $|16 - 8| > \theta \rightarrow$ Thay thế giá trị này bằng giá trị trung bình 8

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 16 & 2 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$



$$I_{kq} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 8 & 2 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

2.3. Các phép toán hình thái học

- 2.3.1. Các phép toán hình thái cơ bản
- 2.3.2. Một số tính chất của phép toán hình thái

Tự đọc