

# XỬ LÝ ẢNH

## NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ẢNH

### (MIỀN KHÔNG GIAN)

Giảng Viên: ThS. Đinh Phú Hùng

Bộ môn: Khoa Học Máy Tính

Email: [hungdp@tlu.edu.vn](mailto:hungdp@tlu.edu.vn)

03/2020

# Nội Dung

- 1 Tổng quan về nâng cao chất lượng ảnh
- 2 Một số chỉ số đánh giá
- 3 Kỹ thuật nâng cao chất lượng ảnh
- 4 Một số phép biến đổi

# Tổng quan về nâng cao chất lượng ảnh

- Nâng cao chất lượng ảnh là bước cần thiết trong xử lý ảnh nhằm hoàn thiện một số đặc tính của ảnh.
- Nâng cao chất lượng ảnh gồm hai giai đoạn khác nhau: tăng cường ảnh và khôi phục ảnh.
- Mục đích nhằm hoàn thiện các đặc tính của ảnh như:
  - Tăng độ tương phản, điều chỉnh mức xám của ảnh.
  - Lọc nhiễu, hay làm trơn ảnh.
  - Làm nổi biên ảnh.



# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Cho một ảnh  $I$  có kích thước  $M \times N$ :

Độ sáng của ảnh

$$\mu = \frac{1}{M * N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} I(i,j)$$

**Chú ý:** Lệnh  $M = \text{mean}(I, 'all')$  dùng để tính giá trị trung bình của ma trận ảnh  $I$  trong matlab.

**Ví dụ:** Cho ma trận 8 bit kích thước  $3 \times 3$ . Tính độ sáng của ảnh.

255	102	51
51	153	204
153	0	153

# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Chuyển ma trận ảnh về miền  $[0,1]$ :

1	0.4	0.2
0.2	0.6	0.8
0.6	0	0.6

Độ sáng của ảnh:

$$\mu = \frac{1 + 0.4 + 0.2 + 0.2 + 0.6 + 0.8 + 0.6 + 0 + 0.6}{9} = 0.4889.$$

# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Cho một ảnh  $I$  có kích thước  $M \times N$ :

Độ tương phản của ảnh

$$\sigma^2 = \frac{1}{M * N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} I^2(i,j) - \left( \frac{1}{M * N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} I(i,j) \right)^2$$

**Chú ý:** Lệnh  $V = \text{var}(I, 1, 'all')$  dùng để tính giá trị phương sai của ma trận ảnh  $I$  trong matlab.

**Ví dụ:** Cho ma trận 8 bit kích thước  $3 \times 3$ . Tính độ tương phản của ảnh.

255	102	51
51	153	204
153	0	153

# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Chuyển ma trận ảnh về miền  $[0,1]$ :

1	0.4	0.2
0.2	0.6	0.8
0.6	0	0.6

Độ tương phản của ảnh:

$$\sigma^2 = \left( \frac{1^2 + 0.4^2 + 0.2^2 + 0.2^2 + 0.6^2 + 0.8^2 + 0.6^2 + 0^2 + 0.6^2}{9} \right) - \left( \frac{1 + 0.4 + 0.2 + 0.2 + 0.6 + 0.8 + 0.6 + 0 + 0.6}{9} \right)^2 = 0.0899.$$



# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Cho một ảnh  $I$  có kích thước  $M \times N$ :

Lượng thông tin của ảnh

$$E = - \sum_{i=0}^{255} p_i * \log_2(p_i)$$

$p_i$  là xác suất xuất hiện của điểm ảnh có mức xám  $i$  ( $i \in [0, 255]$ )

**Chú ý:** Lệnh  $E = \text{entropy}(I)$  dùng để tính lượng thông tin của ma trận ảnh  $I$  trong matlab.

**Ví dụ:** Cho ma trận 8 bit kích thước  $3 \times 3$ . Tính lượng thông tin của ảnh.

255	102	51
51	153	204
153	0	153

# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Chuyển ma trận ảnh về miền  $[0,1]$ :

1	0.4	0.2
0.2	0.6	0.8
0.6	0	0.6

Bảng thống kê tần số xuất hiện của các điểm ảnh:

Mức xám	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Số lần xuất hiện	1	2	1	3	1	1
Xác suất	1/9	2/9	1/9	3/9	1/9	1/9

## Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Lượng thông tin của ảnh:

$$E = -(\frac{1}{9} * \log_2(\frac{1}{9}) + \frac{2}{9} * \log_2(\frac{2}{9}) + \frac{1}{9} * \log_2(\frac{1}{9}) + \frac{3}{9} * \log_2(\frac{3}{9}) + \frac{1}{9} * \log_2(\frac{1}{9}) + \frac{1}{9} * \log_2(\frac{1}{9})) = 2.4194.$$

# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Cho một ảnh  $I$  có kích thước  $M \times N$ :

Độ sắc nét của ảnh

$$G = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \sqrt{(G_x(i,j))^2 + (G_y(i,j))^2}$$

Trong đó:

- $G_x(i,j) = I(i+1,j) - I(i,j)$ .
- $G_y(i,j) = I(i,j+1) - I(i,j)$ .

**Chú ý:** Lệnh `[Gx, Gy] = imgradientxy(I,'intermediate')`; dùng để tính giá trị đạo hàm bậc nhất của ma trận ảnh  $I$  theo hai hướng  $x, y$  trong matlab.

# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

**Ví dụ:** Cho ma trận 8 bit kích thước 3x3. Tính độ sắc nét của ảnh.

255	102	51
51	153	204
153	0	153

Chuyển ma trận ảnh về miền  $[0,1]$ :

1	0.4	0.2
0.2	0.6	0.8
0.6	0	0.6

# Một số chỉ số đánh giá chất lượng ảnh

Tính giá trị đạo hàm theo hai hướng  $G_x$ ,  $G_y$ :

$$G_x = \begin{bmatrix} -0.6 & -0.2 & 0 \\ 0.4 & 0.2 & 0 \\ -0.6 & 0.6 & 0 \end{bmatrix}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -0.8 & 0.2 & 0.6 \\ 0.4 & -0.6 & -0.2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Độ sắc nét của ảnh:

$$\begin{aligned} G &= (\sqrt{(-0.6)^2 + (-0.8)^2} + \sqrt{(-0.2)^2 + (0.2)^2} + \sqrt{(0)^2 + (0.6)^2} \\ &+ \sqrt{(0.4)^2 + (0.4)^2} + \sqrt{(0.2)^2 + (-0.6)^2} + \sqrt{(0)^2 + (-0.2)^2} \\ &+ \sqrt{(-0.6)^2 + (0)^2} + \sqrt{(0.6)^2 + (0)^2} + \sqrt{(0)^2 + (0)^2})/9 \\ &= 0.4979. \end{aligned}$$

# Kỹ thuật nâng cao chất lượng ảnh

Kỹ thuật trong miền không gian:

- Một số phép biến đổi cơ bản.
- Biến đổi tuyến tính từng phần.
- Cân bằng Histogram.
- Bộ lọc trung bình.
- Bộ lọc trung vị.
- Bộ lọc sắc nét.





## Một số phép biến đổi

**Một số phép biến đổi cường độ sáng cơ bản bao gồm:**

- Phép biến đổi âm bản.
- Phép biến đổi logarit.
- Phép biến đổi lũy thừa.

### Phép biến đổi tuyến tính từng phần:

- Kéo dẫn độ tương phản.
- Cắt theo mức cường độ sáng.

### Xử lý Histogram:

- Cân bằng Histogram.
- Cân bằng Histogram theo lược đồ có sẵn (Histogram matching).
- Xử lý Histogram cục bộ.

# Phép biến đổi âm bản

## Phép biến đổi âm bản:

Với một ảnh có các mức xám nằm trong khoảng  $[0, \dots, L-1]$  ta có:

$$s = L-1-r$$

Trong đó:

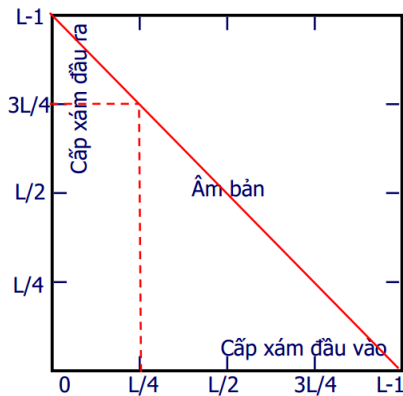
- $r$  là các giá trị điểm ảnh trước khi xử lý.
- $s$  là các giá trị điểm ảnh sau khi xử lý.

## Biến đổi âm bản:

- Làm nổi bật các chi tiết có màu sáng ở trong vùng tối.
- Đặc biệt áp dụng đối với những ảnh có vùng tối lớn.

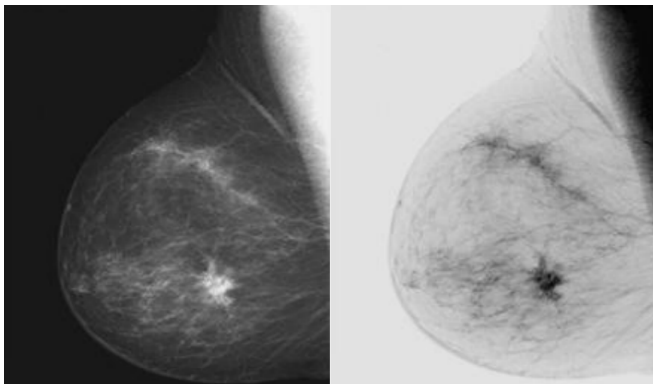
# Phép biến đổi âm bản

Đồ thị của phép biến đổi âm bản:



# Phép biến đổi âm bản

Ảnh trước và sau phép biến đổi âm bản:



**Chú ý:** Lệnh `I1 = imcomplement(I)` dùng để biến đổi ảnh âm bản

# Phép biến đổi âm bản

**Ví dụ:** Cho ảnh xám đa cấp I với các cấp xám nằm từ  $[0, \dots, 255]$ .  
Tìm ảnh âm bản của I.

25	26	45	18	230	229	210	237
15	2	25	214	240	253	230	41
18	154	14	201	237	101	241	54
19	254	13	201	236	1	242	54

# Phép biến đổi Logarit

## Phép biến đổi Logarit:

$$s = c * \log(1+r)$$

Trong đó:

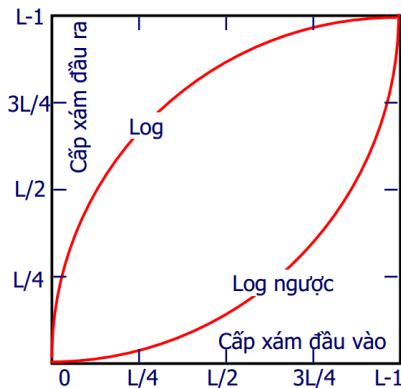
- $r$  là các giá trị điểm ảnh trước khi xử lý.
- $s$  là các giá trị điểm ảnh sau khi xử lý.
- $c$  là một hằng số dương.

## Biến đổi Logarit:

- Các giá trị mức xám thấp qua phép biến đổi sẽ tạo ra mức xám cao hơn.
- Các giá trị mức xám cao sẽ nén lại thành mức xám thấp hơn.
- Phép biến đổi này nhằm mục đích tăng chi tiết ở vùng tối.

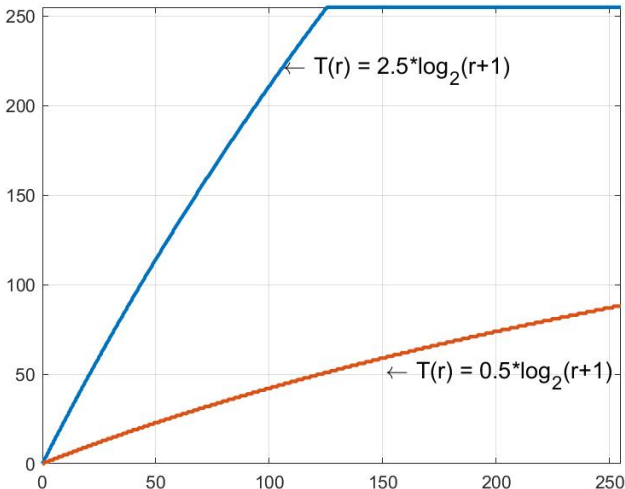
# Phép biến đổi Logarit

Đồ thị của phép biến đổi logarit:



# Phép biến đổi Logarit

Đồ thị của phép biến đổi logarit đối với  $c > 1$  và  $0 < c < 1$ :





# Phép biến đổi Logarit

## Nhận xét:

- Phép biến đổi Logarit ánh xạ một khoảng hẹp các giá trị cấp xám thấp trong ảnh đầu vào thành một khoảng rộng hơn các giá trị cấp xám của ảnh đầu ra.
- Ngược lại nó ánh xạ một khoảng rộng các giá trị cấp xám cao trong ảnh đầu vào thành một khoảng hẹp hơn các giá trị cấp xám của ảnh đầu ra.
- Phép biến đổi Logarit ngược ánh xạ một khoảng rộng các giá trị cấp xám thấp trong ảnh đầu vào thành một khoảng rộng hơn các giá trị cấp xám của ảnh đầu ra.
- Ngược lại nó ánh xạ một khoảng hẹp các giá trị cấp xám cao trong ảnh đầu vào thành một khoảng hẹp hơn các giá trị cấp xám của ảnh đầu ra.

# Phép biến đổi Logarit

**Ví dụ minh họa 1:** Ảnh đầu vào quá tối.  
(Biến đổi logarit kéo giãn các mức xám có giá trị nhỏ).



Ảnh trước và sau phép biến đổi logarit.

# Phép biến đổi Logarit

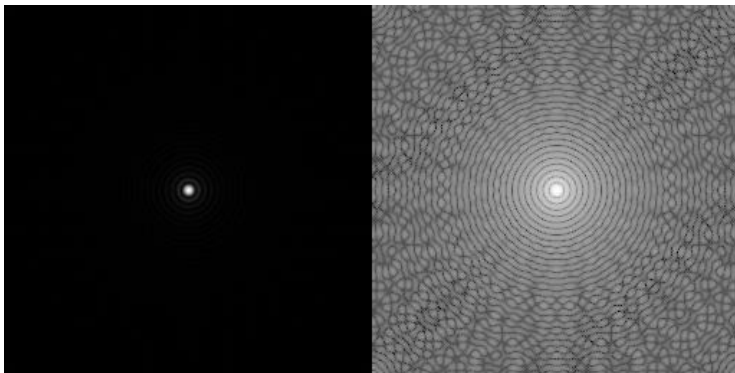
**Ví dụ minh họa 2:** Ảnh đầu vào quá sáng.  
(Biến đổi logarit nén các mức xám có giá trị cao).



Ảnh trước và sau phép biến đổi logarit.

# Phép biến đổi Logarit

**Ví dụ minh họa 3:** Ảnh đầu vào có khoảng giá trị rộng.  
(Biến đổi logarit nén lại các mức xám có khoảng giá trị rộng).



Ảnh trước và sau phép biến đổi logarit.

# Phép biến đổi Logarit

**Ví dụ:** Cho ảnh xám đa cấp  $I$  với các cấp xám nằm từ  $[0, \dots, 255]$ . Dùng biến đổi  $s = 2 * \log(1 + r)$  để tìm ảnh đầu ra  $I$ .

 $I =$ 

250	126	40
39	10	240
20	245	30

 $I1 =$ 

0.9804	0.4941	0.1569
0.1529	0.0392	0.9412
0.0784	0.9608	0.1176

 $I2 =$ 

1.3666	0.8031	0.2914
0.2846	0.0769	1.3266
0.1510	1.3467	0.2225

 $I3 =$ 

255	205	74
73	20	255
39	255	57

# Phép biến đổi lũy thừa

## Phép biến đổi Lũy thừa:

$$s = c * r^{\gamma}$$

Trong đó:

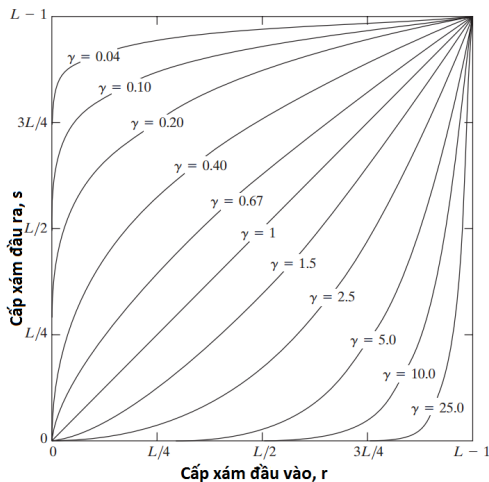
- $r$  là các giá trị điểm ảnh trước khi xử lý.
- $s$  là các giá trị điểm ảnh sau khi xử lý.
- $\gamma$  (gamma) là một hằng số.

## Biến đổi lũy thừa:

- Các giá trị mức xám thấp qua phép biến đổi sẽ tạo ra mức xám cao hơn.
- Các giá trị mức xám cao sẽ nén lại thành mức xám thấp hơn.
- Phép biến đổi này nhằm mục đích tăng chi tiết ở vùng tối.

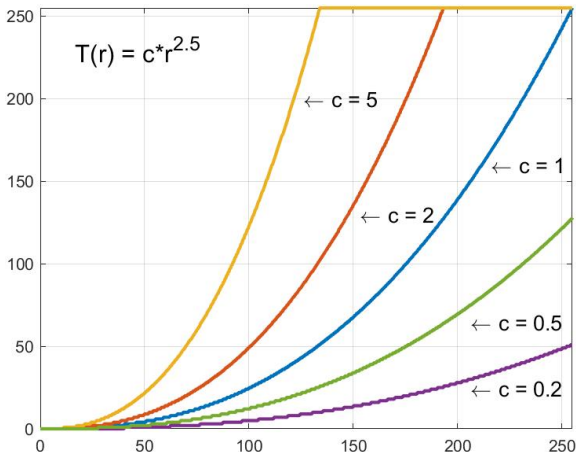
# Phép biến đổi lũy thừa

Đồ thị của phép biến đổi lũy thừa:



# Phép biến đổi lũy thừa

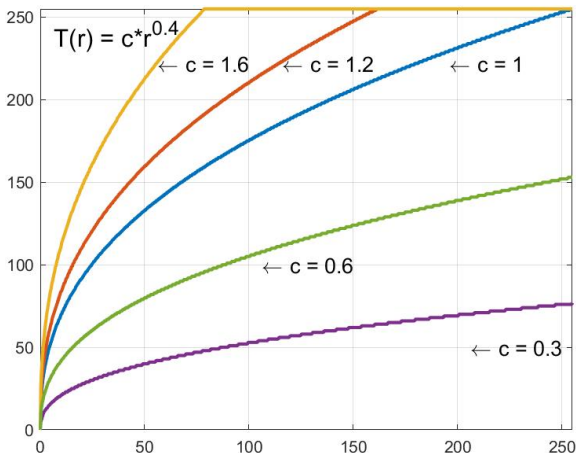
Đồ thị của phép biến đổi lũy thừa  $T(r) = c * r^{2.5}$  với các giá trị của  $c$  (0.2, 0.5, 1, 2 và 5):





# Phép biến đổi lũy thừa

Đồ thị của phép biến đổi lũy thừa  $T(r) = c * r^{0.4}$  với các giá trị của  $c$  (0.3, 0.6, 1, 1.2 và 1.6):



# Phép biến đổi lũy thừa

## Nhận xét:

- Với  $\gamma < 1$  (nén gamma), các giá trị mức xám nhỏ qua phép biến đổi sẽ tạo ra các mức xám lớn hơn, trong khi đó các giá trị mức xám cao sẽ chuyển thành mức xám nhỏ hơn.
- Với  $\gamma = 1$ , phép biến đổi là một hàm tuyến tính giữa đầu vào và đầu ra. Đặc biệt khi  $c = \gamma = 1$ , ảnh đầu ra và ảnh đầu vào là giống nhau.
- Với  $\gamma > 1$  (kéo dãn gamma), ta có phép biến đổi ngược so với  $\gamma < 1$ .

# Phép biến đổi lũy thừa

**Ví dụ minh họa 1: Ảnh quá sáng.**

(Biến đổi hàm mũ thực hiện kéo dẫn gamma, mức xám được nén lại).



## Ảnh trước và sau phép biến đổi lũy thừa

# Phép biến đổi lũy thừa

**Ví dụ minh họa 2:** Ảnh quá tối.

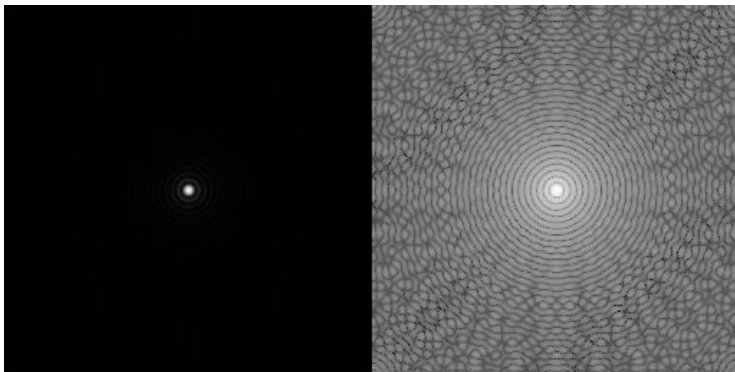
(Biến đổi hàm mũ thực hiện việc nén gamma, mức xám được kéo dãn).



Ảnh trước và sau phép biến đổi lũy thừa

# Phép biến đổi lũy thừa

**Minh họa trường hợp 3:** Ảnh có khoảng xám rộng (thực hiện việc nén gamma).



Ảnh trước và sau phép biến đổi lũy thừa

## Phép biến đổi lũy thừa

**Ví dụ:** Cho ảnh xám đa cấp  $I$  với các cấp xám nằm từ  $[0, \dots, 255]$ . Dùng biến đổi  $s = r^{0.3}$  để tìm ảnh đầu ra  $I$ .

I =	250	126	40
	39	10	240
	20	245	30

11 =	0.9804	0.4941	0.1569
	0.1529	0.0392	0.9412
	0.0784	0.9608	0.1176

I2 =	0.9941	0.8094	0.5737
	0.5693	0.3785	0.9820
	0.4660	0.9881	0.5262

13 =	253	206	146
	145	97	250
	119	252	134