

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

-----**-----
*

TS. NGUYỄN THANH HẢI

**GIÁO TRÌNH
XỬ LÝ ẢNH**

(Ngành Điện - Điện Tử)

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH – 2014**

Chương 2

KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Trong chương này, các khái niệm cơ bản về điểm ảnh, ảnh và các toán tử trên ảnh được trình bày.

2.1. ĐIỂM ẢNH VÀ ẢNH SỐ

2.1.1. Điểm ảnh

Ảnh số là một tập hợp của nhiều điểm ảnh, hay còn gọi là pixel. Mỗi điểm ảnh biểu diễn một màu sắc nhất định (hay độ sáng với ảnh đen trắng) tại một điểm duy nhất, có thể xem một điểm ảnh giống như một chấm nhỏ trong một tấm ảnh màu. Bằng phương pháp đo lường và thống kê một lượng lớn các điểm ảnh, chúng ta hoàn toàn có thể tái cấu trúc các điểm ảnh này thành một ảnh mới gần giống với ảnh gốc. Có thể nói pixel gần giống như các phần tử có cấu trúc hạt trên một ảnh thông thường nhưng được sắp xếp theo từng hàng và cột và chứa các thông tin khác nhau.

Ảnh được biểu diễn dưới dạng một ma trận hai chiều với các pixel được xác định bởi cặp tọa độ (x, y) , trong đó, giá trị của pixel tại tọa độ nhất định biểu diễn độ sáng (ảnh đen trắng) hay màu nhất định (ảnh màu). Giá trị độ sáng được số hóa trong xử lý ảnh được gọi là giá trị mức xám. Với một ảnh sau khi được lấy mẫu để cho ra một ảnh số với kích thước xác định gồm có M hàng và N cột, ta nói rằng ảnh có kích thước $M \times N$ và được biểu diễn dưới dạng ma trận như sau:

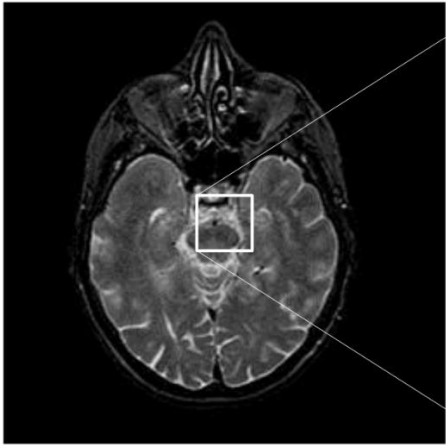
$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(1,1) & \cdots & f(1,N) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M,1) & \cdots & f(M,N) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Trong đó:

- $f(x, y)$ – giá trị của pixel tại vị trí (x, y)
- M – số hàng của ảnh số đang xét
- N – số cột của ảnh số đang xét

Đối với ảnh đen trắng, giá trị mức xám thường nằm trong khoảng $0 \leq f(x, y) \leq G - 1$, trong đó G thường được biểu diễn theo lũy thừa của 2. Trong một ví dụ cụ thể, ảnh đen trắng được biểu diễn dưới dạng ma trận hai

chiều cùng giá trị mức xám cụ thể tương ứng với từng pixel như trong hình 2.1.



173	145	141	170	159	146	165	211
124	99	121	173	174	158	182	223
78	94	120	144	140	140	145	163
116	139	127	115	149	160	129	112
130	129	104	97	131	146	146	142
88	81	73	76	86	86	104	147
72	70	74	80	61	61	72	115
68	71	73	72	75	75	72	75

Hình 2.1. Biểu diễn ảnh dưới dạng ma trận hai chiều.

Mỗi điểm ảnh tương ứng với một phần của một đối tượng vật lý trong thế giới ba chiều. Đối tượng này được mô tả bởi một vài nguồn sáng mà trong đó chúng được phản chiếu một phần và hấp thụ một phần bởi vật thể. Phần phản chiếu có thể thu được bằng các cảm biến để mô tả lại khung cảnh tương ứng và nó được ghi lại như là đặc trưng của điểm ảnh, hay nói cách khác, các giá trị này phụ thuộc vào từng loại cảm biến được dùng để phản ánh khung cảnh từ nguồn sáng phản chiếu. Cần phải lưu ý là giá trị độ sáng của những điểm ảnh khác nhau chỉ mang tính tương đối với nhau và rõ ràng là không có ý nghĩa trong điều kiện tuyệt đối. Vì vậy, giá trị điểm ảnh giữa các ảnh khác nhau chỉ nên được so sánh nếu chúng được chuẩn hóa bằng một cách nào đó để loại bỏ sự khác nhau từ các tiến trình vật lý khác nhau.

2.1.2. Phân loại ảnh

Có hai dạng quan trọng trong ảnh số được dùng với nhiều mục đích khác nhau là ảnh màu và ảnh đen trắng (hay còn gọi là ảnh xám). Trong đó, ảnh màu được cấu trúc từ các pixel màu trong khi ảnh đen trắng được xây dựng từ các pixel có giá trị mức xám khác nhau.



Hình 2.2. Minh họa về sự thay đổi mức xám.

Ảnh đen trắng: với một ảnh đen trắng được xây dựng từ nhiều pixel mà tại đó biểu diễn một giá trị nhất định tương ứng với một mức xám.

Những mức xám này trải dài trong một khoảng từ đen sang trắng với bước nhảy rất mịn, thông thường là 256 mức xám khác nhau theo tiêu chuẩn. Do mắt người chỉ có thể phân biệt một cách rõ ràng với khoảng 200 mức xám khác nhau nên vì thế hoàn toàn có thể nhận xét sự thay đổi liên tục các mức xám như minh họa ở hình 2.2.

Ảnh màu: Một ảnh màu thường được tạo thành từ nhiều pixel mà trong đó mỗi pixel được biểu diễn bởi ba giá trị tương ứng với các mức trong các kênh màu đỏ (Red), xanh lá (Green) và xanh dương (Blue) tại một vị trí cụ thể. Các kênh màu Red, Green và Blue (trong không gian màu RGB) là những màu cơ bản mà từ đó có thể tạo ra các màu khác nhau bằng phương pháp pha trộn. Với việc chuẩn hóa 256 (2^8) mức cho từng kênh màu chính, từ đó có thể thấy một pixel màu có thể biểu diễn được một trong $(2^8)^3 = 16777216$ màu khác nhau. Từ đó có thể thấy rằng với 1 pixel thì chỉ cần 1 byte cho việc lưu trữ đối với ảnh đen trắng và 3 bytes đối với ảnh màu. Vì thế với cùng một ảnh có kích thước nhất định, dung lượng của ảnh màu lưu trên bộ nhớ luôn lớn hơn gấp ba lần dung lượng dành cho ảnh đen trắng trong trường hợp không sử dụng các kỹ thuật nén ảnh.

Việc tính toán dung lượng của ảnh với đầy đủ mức xám ($G=2^8=256$) có thể được biểu diễn như sau:

$$C_{gs} = m \times n \quad (2.2)$$

$$C_{rgb} = 3 \times (m \times n) \quad (2.3)$$

Trong đó:

- C_{gs} – dung lượng của ảnh xám (tính theo byte).
- C_{rgb} – dung lượng của ảnh màu (tính theo byte).
- m – kích thước theo chiều ngang của ảnh.
- n – kích thước theo chiều dọc của ảnh.
- $(m \times n)$ – tổng số pixel của ảnh.

Ảnh nhị phân: chỉ sử dụng duy nhất một bit để biểu diễn một pixel. Do một bit chỉ có thể xác lập hai trạng thái là đóng và mở hay 1 và 0 tương ứng với hai màu là đen và trắng. Do đặc trưng trên mà ảnh nhị phân ít khi được sử dụng trong thực tế.

Ảnh chỉ số (indexed): Một vài ảnh màu (hay đen trắng) được tạo thành từ một bảng màu có sẵn bị giới hạn, điển hình thường dùng là tập 256 màu khác nhau. Những ảnh này được gọi là ảnh màu chỉ số hóa

(indexed) do dữ liệu dành cho mỗi pixel bao gồm chỉ số có sẵn chỉ rõ màu trong tập có sẵn ứng với pixel đang xem xét.

Ví dụ 2.1: Thực hiện chuyển ảnh màu RGB thành các kiểu ảnh xám, nhị phân và chỉ số.

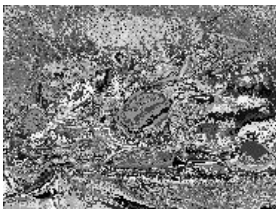
```
f=imread('peppers.png');  
fg=rgb2gray(f);  
fi=rgb2ind(f,256);  
fb=im2bw(f);  
subplot(2,2,1)  
imshow(f)  
xlabel(' (a) ')  
subplot(2,2,2)  
imshow(fg)  
xlabel(' (b) ')  
subplot(2,2,3)  
imshow(fi)  
xlabel(' (c) ')  
subplot(2,2,4)  
imshow(fb)  
xlabel(' (d) ')
```



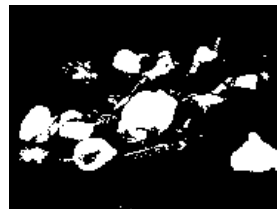
(a)



(b)



(c)



(d)

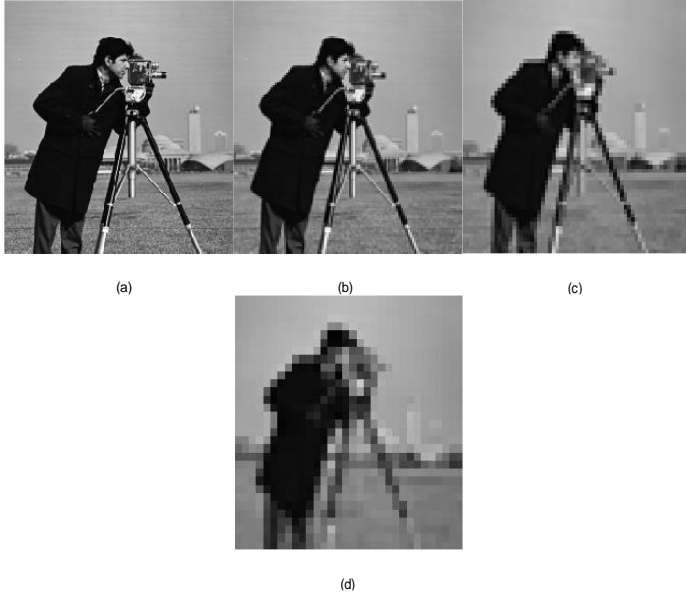
Hình 2.3. Các loại ảnh khác nhau: (a) Ảnh màu; (b) Ảnh xám; (c) Ảnh chỉ số; (d) Ảnh nhị phân

2.1.3. Độ phân giải

Với cùng một ảnh, càng nhiều điểm được lấy mẫu thì ảnh chụp càng chi tiết. Mật độ điểm ảnh trong một ảnh được xem như độ phân giải của chính nó. Ảnh có độ phân giải càng cao thì ảnh càng chứa nhiều thông tin. Nói một cách chính xác, khi giữ ảnh tại cùng một kích thước vật lý thì ảnh trở nên sắc nét hơn và chi tiết hơn nếu độ phân giải cao hơn như hình 2.4.

Ví dụ 2.2: Thực hiện thay đổi độ phân giải ảnh

```
f=imread('cameraman.tif');  
f128=imresize(f, [128 128]);  
f64=imresize(f, [64 64]);  
f32=imresize(f, [32 32]);  
subplot(2,2,1)  
imshow(f)  
xlabel(' (a) ')  
subplot(2,2,2)  
imshow(f128, 'InitialMagnification','fit')  
xlabel(' (b) ')  
subplot(2,2,3)  
imshow(f64, 'InitialMagnification','fit')  
xlabel(' (c) ')  
subplot(2,2,4)  
imshow(f32, 'InitialMagnification','fit')  
xlabel(' (d) ')
```



Hình 2.4. Ảnh với các độ phân giải khác nhau: (a) 256x256; (b) 128x128; (c) 64x64; (d) 32x32

2.1.4. Điểm ảnh lân cận

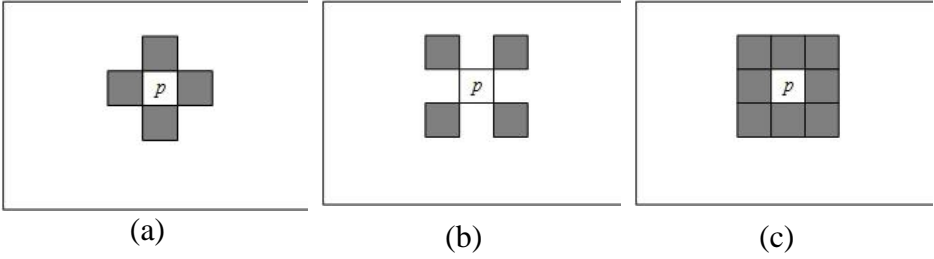
Với một điểm ảnh p tại tọa độ (x, y) , luôn có 4 điểm ảnh xung quanh theo phương ngang và dọc với tọa độ được xác định cụ thể sau:

$$(x+1, y), \quad (x-1, y), \quad (x, y+1), \quad (x, y-1) \quad (2.4)$$

Tập các điểm ảnh này được gọi là lân cận 4 của p , gọi tắt là $N_4(p)$. Ngoài ra, một dạng lân cận nữa là theo đường chéo được gọi tắt là $N_D(p)$ với các tọa độ được cho sau:

$$(x+1, y+1), \quad (x+1, y-1), \quad (x-1, y+1), \quad (x-1, y-1) \quad (2.5)$$

Kết hợp hai dạng lân cận này thì chúng ta có dạng lân cận 8 điểm ảnh, gọi tắt là $N_8(p)$. Lưu ý nhỏ là những khái niệm này không áp dụng cho các đường biên của ảnh. Quan sát mô tả ở hình 2.5 để hiểu rõ hơn về các dạng lân cận này.



Hình 2.5. Các dạng lân cận cơ bản: (a) Lân cận 4 điểm ngang dọc; (b) Lân cận 4 điểm chéo; (c) Lân cận 8 điểm bao quanh.

2.1.5. Sự liên kết, kết nối, vùng và đường bao

Gọi V là tập các giá trị mức xám dùng để xác định sự liên kết. Với ảnh nhị phân, $V=\{1\}$ nếu chúng ta muốn xét sự liên kết của những điểm ảnh có giá trị là 1. Với ảnh đen trắng, gọi tắt là ảnh xám, có thể là tập các giá trị mong muốn. Chẳng hạn, giá trị có thể có trong ảnh xám nằm trong khoảng $[0, 255]$, do đó V có thể là nhiều tập con chứa 256 giá trị mức xám. Trong khuôn khổ tài liệu này, ta xét ba dạng liên kết sau:

- (a) Liên kết 4: Hai điểm ảnh p và q với giá trị nằm trong tập V thuộc liên kết 4 nếu q nằm trong tập $N_4(p)$.
- (b) Liên kết 8: Hai điểm ảnh p và q với giá trị nằm trong tập V thuộc liên kết 8 nếu q nằm trong tập $N_8(p)$.
- (c) Liên kết m (liên kết hỗn hợp): Hai điểm ảnh p và q với giá trị nằm trong tập V , thuộc liên kết m nếu:
 - i. q nằm trong tập $N_4(p)$, hay
 - ii. q nằm trong tập $N_D(p)$ và $N_4(p) \cap N_4(q)$ không tồn tại bất kỳ điểm ảnh nào thuộc tập V .

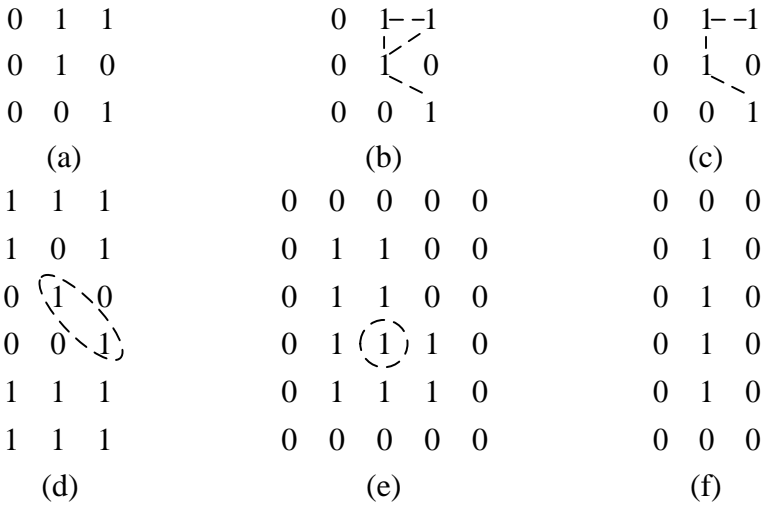
Xét một ví dụ cụ thể với ảnh nhị phân cùng tập $V=\{1\}$ trong hình 2.6(a). Dễ dàng thấy được sự không rõ ràng trong việc xem xét tính liên kết của những điểm ảnh ở hàng thứ hai và ba trong hình 2.6(b). Nhưng nếu sử dụng đặc trưng liên kết m thì liên kết giữa các điểm ảnh rõ ràng và được mô tả bằng đường đứt nét như trong hình 2.6(c). Giả sử các điểm ảnh liên kết vẽ nên một đường cong mà điểm đầu và điểm cuối trùng nhau thì khi đó ta có một đường kín hay còn gọi là closed path.

Với một ảnh, ta có thể chia thành nhiều phần nhỏ S chứa số lượng điểm ảnh như nhau. Ta nói hai điểm ảnh p và q là được kết nối với nhau trong tập S nếu tồn tại một đường giữa chúng gắn kết toàn bộ điểm ảnh trong S . Với bất kỳ điểm ảnh p nào bên trong S , tập các điểm ảnh được kết nối với p thì được gọi là thành phần liên kết. Nếu chỉ có duy nhất một thành phần liên kết, thì

tập S được gọi là tập liên kết. Ví dụ như trong hình 2.6(d), hai vùng R_i và R_j (bit 1) là liên kết với nhau chỉ khi áp dụng phép liên kết 8.

Đường bao (hay còn gọi là đường viền) của vùng R là tập các điểm liên kết với các điểm nằm trong phân bù của R . Nói cách khác, đường viền của một vùng là tập các điểm ảnh nằm trong vùng đó có ít nhất một điểm ảnh nền liên kết. Trong hình 2.6(e), điểm được khoanh tròn không thuộc đường bao của vùng điểm ảnh có giá trị 1 nếu dùng dạng liên kết 4 giữa vùng và nền của nó.

Đường bao cũng được phân biệt thành hai dạng: đường bao bên trong và bên ngoài. Như trong hình 2.6(f), đường bao bên trong của vùng điểm ảnh có giá trị 1 được xác định là chính nó. Đường bao này không thỏa mãn yêu cầu về đường bao kín như đã đề cập trước đó.



Hình 2.6. (a) Tổ hợp các điểm ảnh. (b) Mô tả sự kết nối khi dùng dạng liên kết 8. (c) Dùng dạng liên kết m . (d) Hai vùng được xem là liên kết nếu dùng dạng liên kết 8. (e) Điểm được khoanh tròn là một phần đường bao các điểm ảnh có giá trị 1 nếu dạng liên kết 8 giữa nền và vùng được dùng. (f) Đường bao bên trong của vùng điểm ảnh có giá trị 1 không tạo nên một vòng kín, nhưng luôn có đường bao bên ngoài.

2.1.6. Đo lường khoảng cách

Giả sử với ba điểm ảnh được cho trước là p , q và z , với tọa độ được xác định (x, y) , (s, t) , (v, w) tương ứng. D là khoảng cách với các điều kiện:

- (a) $D(p, q) \geq 0$ với $D(p, q) = 0$ khi $p = q$
- (b) $D(p, q) = D(q, p)$
- (c) $D(p, z) \leq D(p, q) + D(q, z)$

Khoảng cách Euclid giữa hai điểm p và q được tính như sau:

$$D_e(p, q) = [(x - s)^2 + (y - t)^2]^{1/2} \quad (2.6)$$

Để đo được khoảng cách này, các điểm ảnh có khoảng cách nhỏ hơn hay bằng với giá trị r từ tọa độ (x, y) thì đều là những điểm nằm trong vòng tròn có bán kính r với góc tọa độ là (x, y) .

Khoảng cách D_4 giữa điểm p và q được định nghĩa như sau:

$$D_4(p, q) = |x - s| + |y - t| \quad (2.7)$$

Trong trường hợp này, các điểm ảnh có khoảng cách D_4 từ tọa độ (x, y) nhỏ hơn hay bằng với giá trị r từ tâm của hình thoi có tọa độ (x, y) . Lấy ví dụ, các pixel với khoảng cách $D_4 \leq 2$ từ tọa độ trung tâm là (x, y) tạo thành đường bao với khoảng cách không đổi:

$$\begin{array}{ccccc} & & 2 & & \\ & 2 & 1 & 2 & \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ & 2 & 1 & 2 & \\ & & 2 & & \end{array}$$

Các điểm ảnh có khoảng cách $D_4 = 1$ là lân cận với điểm có tọa độ (x, y) .

Khoảng cách D_8 giữa hai điểm p và q được xác định như sau:

$$D_8(p, q) = \max(|x - s|, |y - t|) \quad (2.8)$$

Trong trường hợp này, các điểm ảnh có kích thước D_8 từ điểm gốc có tọa độ (x, y) nhỏ hơn hay bằng với giá trị r tạo thành hình vuông có tâm đặt tại gốc tọa độ (x, y) . Ví dụ, những điểm ảnh với kích thước $D_8 \leq 2$ từ tọa độ (x, y) tạo thành đường bao với khoảng cách không đổi:

$$\begin{array}{ccccc} 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{array}$$

Các điểm ảnh có khoảng cách $D_8 = 1$ là lân cận với điểm có tọa độ (x, y) .

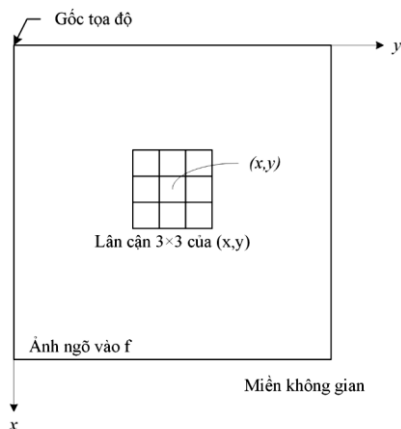
2.2. TOÁN TỬ ẢNH

Tất cả các kỹ thuật xử lý ảnh số được trình bày trong phần này đều được thực hiện trên miền không gian. Qua đây, người học sẽ thực hiện một số bài tập về xử lý ảnh số từ dễ đến khó trên miền không gian. Tất nhiên, các thuật toán này đều đạt được hiệu quả trong tính toán và yêu cầu ít tài nguyên hơn.

Xử lý trên miền không gian mà chúng ta đề cập trong chương này có thể được mô tả bằng biểu thức dạng tổng quát như sau:

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \quad (2.9)$$

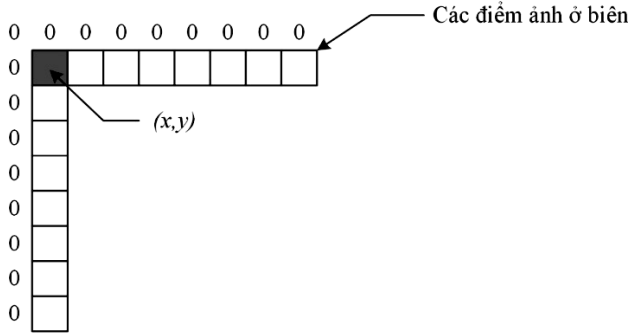
với $f(x, y)$ là ảnh ngõ vào, $g(x, y)$ là ảnh ngõ ra và T là toán tử dành cho f thông qua các điểm ảnh lân cận của (x, y) . Toán tử này có thể áp dụng cho ảnh đơn hoặc cho một tập ảnh. Hình 2.7 mô tả việc thực hiện hàm biến đổi (2.6) trên một ảnh đơn với điểm ảnh (x, y) là bất kỳ và lân cận của (x, y) có dạng hình vuông với kích thước nhỏ hơn ảnh gốc.



Hình 2.7. Lân cận 3×3 của điểm ảnh (x, y) của ảnh đơn trong miền không gian. Các điểm lân cận này được dịch chuyển từ điểm ảnh này sang điểm ảnh khác liên tiếp để tạo ra ảnh mới tuân theo toán tử T

Tiến trình xử lý được thực hiện bằng cách di chuyển các lân cận này theo từng điểm ảnh và áp dụng toán tử T tại điểm ảnh đang xét. Do đó, với bất kỳ điểm ảnh (x, y) , giá trị của ảnh ngõ ra g tại những điểm ảnh tương ứng sẽ là kết quả của việc áp dụng toán tử T cho các điểm ảnh lân cận với tọa độ trung tâm là (x, y) trong ảnh ngõ vào f . Ví dụ, xét toán tử trung bình cho điểm ảnh bất kỳ (x, y) với lân cận dạng 3×3 , giá trị mức xám

của ảnh ngõ ra tại điểm (x, y) có giá trị được tính bằng trung bình giá trị của 8 điểm ảnh xung quanh và điểm ảnh (x, y) . Việc xử lý được thực hiện từ trái sang phải theo chiều ngang và từ trên xuống dưới theo chiều dọc của ảnh. Lưu ý với các điểm ảnh ở biên thì các điểm ảnh lân cận có giá trị là 0 đối với các lân cận không tồn tại như hình 2.8.

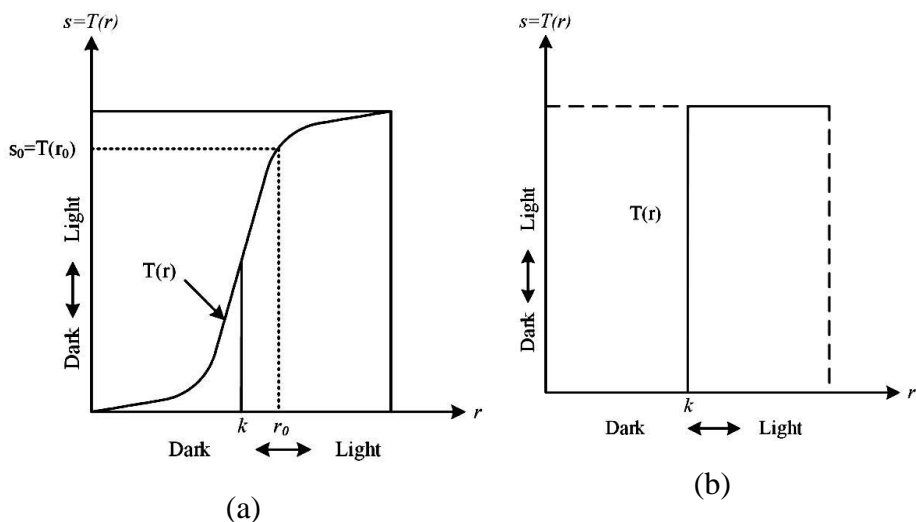


Hình 2.8. Đối với các điểm ảnh ở biên, khi áp dụng toán tử chuyển đổi mức xám thì các điểm ảnh không tồn tại được xem như có giá trị là 0.

Trong nhiều tài liệu, việc áp dụng toán tử với sự hỗ trợ của các điểm ảnh lân cận được gọi là lọc không gian và toán tử được cho trước đôi khi còn được gọi là bộ lọc không gian (hay mặt nạ không gian, nhân, mẫu, hay cửa sổ lọc). Lân cận nhỏ nhất có thể tồn tại có kích thước là 1×1 . Trong trường hợp này, ảnh ngõ ra phụ thuộc vào ảnh ngõ f tại điểm ảnh (x, y) và toán tử T trong biểu thức (2.9) trở thành hàm chuyển đổi cường độ hay hàm chuyển đổi mức xám (đôi khi còn gọi là ánh xạ mức xám):

$$s = T(r) \tag{2.10}$$

với s và r là các biến biểu diễn cường độ của ảnh ngõ ra g và ngõ vào f tại điểm ảnh (x, y) . Ví dụ, nếu $T(r)$ có dạng như trong hình 2.9(a), kết quả của việc biến đổi giá trị mức xám của ảnh ngõ f vào sẽ cho ra ảnh ngõ ra g với độ tương phản cao hơn bằng cách làm tối thêm những điểm ảnh có mức xám nhỏ hơn k và làm sáng hơn những điểm ảnh có mức xám lớn hơn k .



Hình 2.9. Hàm biến đổi cường độ điểm ảnh (a) Hàm mở rộng độ tương phản. (b) Hàm lấy ngưỡng.

2.2.1. Biến đổi âm bản

Âm bản của ảnh với cường độ mức xám nằm trong khoảng $[0, L - 1]$ đạt được bằng cách sử dụng biến đổi âm tính được biểu diễn bởi biểu thức (2.11):

$$s = L - 1 - r \quad (2.11)$$

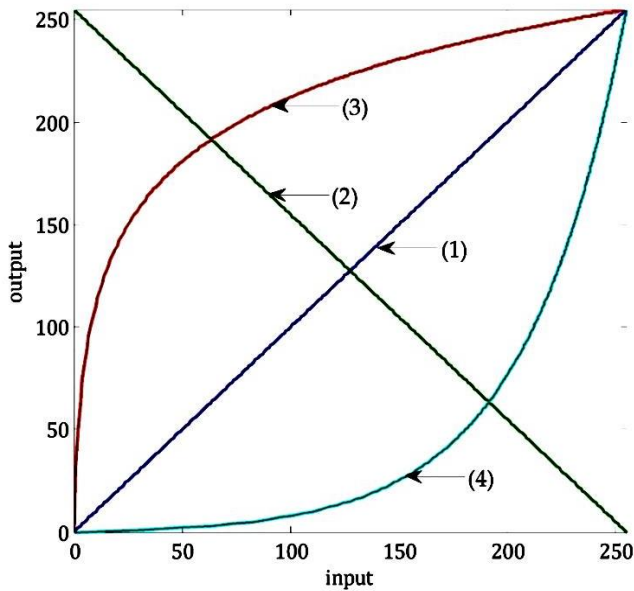
Việc đảo ngược mức xám trong ảnh với phương pháp này sẽ tạo ra một ảnh âm bản tương ứng. Dạng xử lý này đặc biệt phù hợp với các ứng dụng tăng cường các chi tiết trắng hay xám trong các vùng tối trong ảnh, đặc biệt là khi các vùng đen chiếm phần lớn diện tích.

2.2.2. Biến đổi hàm log

Dạng cơ bản của biến đổi hàm log như sau:

$$s = c \log(1 + r) \quad (2.12)$$

với c là hằng số và giả định rằng $r \geq 0$. Hình dạng đường cong (3), (4) như trong hình 2.10 cho thấy hàm biến đổi này sẽ ánh xạ một khoảng hẹp cường độ mức xám thấp của ảnh ngõ vào trở nên rộng hơn và ngược lại với cường độ mức xám cao. Điều này cho phép chúng ta có thể mở rộng các giá trị của điểm ảnh tối trong ảnh ngõ vào. Có thể suy ra tác động ngược lại khi dùng làm logarit ngược.



Hình 2.10. Một số hàm biến đổi cường độ cơ bản: (1) Bất biến; (2) Hàm biến đổi âm bản; (3) Hàm log; (4) Hàm log ngược

Ví dụ 2.3: Thực hiện biến đổi mức xám dùng các hàm biến đổi âm bản và logarit

```
clear all;
f1=imread('cameraman.tif');
f=double(f1);
g_neg=255-f;
g_neg=uint8(g_neg);
g_log=255/log2(256)*log2(f+1);
g_log=uint8(g_log);
subplot(1,3,1)
imshow(f1)
xlabel(' (a) ')
subplot(1,3,2)
imshow(g_neg)
xlabel(' (b) ')
subplot(1,3,3)
imshow(g_log)
xlabel(' (c) ')
```



(a)



(b)



(c)

Hình 2.11. Thực hiện biến đổi ảnh: (a) Ảnh gốc. (b) Ảnh biến đổi âm bản. (c) Ảnh biến đổi hàm log

Lưu ý: Ma trận ảnh ngõ vào có kiểu dữ liệu mặc định là `uint8`. Do đó với các phép tính, chẳng hạn như logarit, thì yêu cầu phải chuyển về dạng `double`. Và sau khi thực hiện các toán tử trong hàm biến đổi thì cần phải chuyển ngược về kiểu `uint8` như ban đầu. Giá trị của hằng số c giúp chuẩn hóa ảnh với giá trị mức xám cho phép trong khoảng $[0\ 255]$.

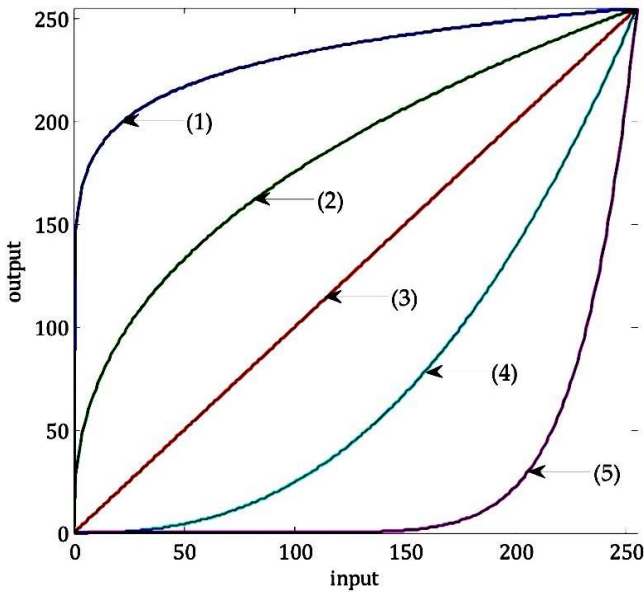
2.2.3. Biến đổi dạng lũy thừa

Dạng cơ bản của hàm biến đổi lũy thừa được biểu diễn như sau:

$$s = cr^\gamma \quad (2.13)$$

với c và γ là các hằng số dương. Đôi khi biểu thức (2.13) có thể được viết dưới dạng $s = c(r + \varepsilon)^\gamma$ cho phép điều chỉnh độ lệch (trong trường hợp ngõ vào là 0). Hình 2.12 biểu diễn giá trị mức xám ngõ ra theo ngõ vào với cùng một giá trị hằng số c , trong khi γ thay đổi. Không giống như hàm biến đổi \log , việc thay đổi giá trị của γ cho phép đạt được các đường cong ánh xạ khác nhau. Những đường cong với giá trị $\gamma > 1$ có tác động trái ngược với các đường cong ứng với $\gamma < 1$, và biểu thức (2.13) sẽ trở về dạng biến đổi bất biến trong trường hợp $c = \gamma = 1$.

Để thuận tiện, số mũ trong biểu thức lũy thừa (2.13) được gọi là hệ số gamma và tiến trình sử dụng đáp ứng dạng lũy thừa này cũng được gọi là hiệu chỉnh gamma (gamma correction). Ví dụ như các thiết bị dạng CRT (ống tia âm cực) có đáp ứng cường độ theo điện áp là dạng hàm mũ, với số mũ thay đổi xấp xỉ trong khoảng 1.8 đến 2.5. Trong hình 2.12, đường cong có $\gamma = 2.5$ có xu hướng tạo ra ảnh tối hơn.



Hình 2.12. Hàm biến đổi lũy thừa: (1) $\gamma = 0.10$; (2) $\gamma = 0.40$; (3) $\gamma = 1.00$; (4) $\gamma = 2.50$; (5) $\gamma = 10.0$

Ví dụ 2.4: Ảnh gốc hình 2.13(a) được đưa vào biểu diễn lên trên màn hình dạng CRT như trong hình 2.13(b). Ảnh khi được thể hiện lên trên màn hình sẽ chịu ảnh hưởng tương ứng với khi dùng hàm lũy thừa $\gamma = 2.5$. Để khắc phục hiện tượng này, trước khi mang hiển thị trên màn hình CRT, ảnh cần một bước tiền xử lý với hàm lũy thừa $\gamma = 0.4$ như trong hình 2.13(c). Do đó, khi hiển thị ảnh lên trên màn hình như trong hình 2.13(d) thì ta được ảnh gần giống với ảnh gốc, không bị lệch màu như hình 2.13(b). So sánh giữa ảnh gốc với ảnh sau khi hiệu chỉnh gamma để thấy được ứng dụng của hàm biến đổi lũy thừa.

```
clear all;
f1=imread('cameraman.tif');
f=double(f1)/255;
gamma1=2.5;
g1=255*f.^gamma1;
g1=uint8(g1);
gamma2=0.4;
g2=255*f.^gamma2;
g2=uint8(g2);
g3=(double(g2)/255).^gamma1;
g3=255*g3;
```



```

g3=uint8(g3);
subplot(2,2,1)
imshow(f1)
xlabel(' (a) ')
subplot(2,2,2)
imshow(g1)
xlabel(' (b) ')
subplot(2,2,3)
imshow(g2)
xlabel(' (c) ')
subplot(2,2,4)
imshow(g3)
xlabel(' (d) ')

```



(a)



(b)



(c)



(d)

Hình 2.13. Ứng dụng hiệu chỉnh gamma trên các màn hình CRT: (a) Ảnh gốc; (b) Hiển thị ảnh gốc trên màn hình CRT; (c) Hiệu chỉnh gamma với $\gamma = 0.4$; (d) Hiển thị ảnh sau khi hiệu chỉnh trên màn hình CRT.

Ví dụ 2.5: Hiệu chỉnh gamma dùng hàm `imadjust` trong Toolbox

```

clear all
f1=imread('cameraman.tif');

```

```
f=double(f1);
f=f/255;

g1=imadjust(f,[0.2 0.8],[0.1 0.9],0.4);
g1=uint8(g1*255);

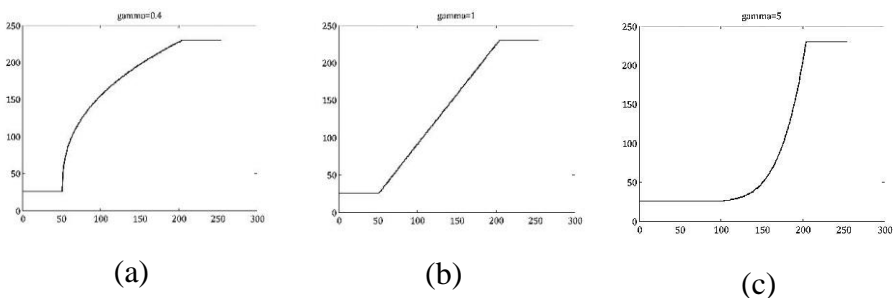
g2=imadjust(f,[0.2 0.8],[0.1 0.9]);
g2=uint8(g2*255);

g3=imadjust(f,[0.2 0.8],[0.1 0.9],5);
g3=uint8(g3*255);
```

Lưu ý: Cú pháp của hàm `imadjust` như sau:

```
J = imadjust(I,[low_in; high_in],[low_out; high_out],gamma)
```

Trong đó các thông số `[low_in; high_in]`, `[low_out; high_out]` phải có giá trị nằm trong khoảng `[0 1]`. Vì vậy trước khi dùng cần phải chuẩn hóa cường độ mức xám của ảnh ngõ vào. Thực hiện biến đổi ngược lại và chuyển kiểu dữ liệu để thu được ảnh ngõ ra và cho phép hiển thị. Hàm biến đổi tương ứng với các ảnh ngõ ra trong ví dụ 2.5 được biểu diễn như trong hình 2.14.



Hình 2.14. Các hàm ánh xạ trong ví dụ 2.5: (a) $\gamma=0.4$; (b) $\gamma=1$; (c) $\gamma=5$

BÀI TẬP CHƯƠNG 2

- 2.1. Thực hiện mở ảnh ‘pout.tif’ và ‘peppers.png’. Xoay hai ảnh này sang trái/phải 90° . Hiển thị ảnh đã xoay.
- 2.2. Mở ảnh ‘peppers.png’. Giảm độ chói của tất cả các điểm ảnh đi 50 nếu điểm có độ chói lớn hơn 100. Quan sát ảnh ngõ ra và nhận xét.
- 2.3. Thực hiện biến đổi âm bản cho ảnh ‘coins.png’.
- 2.4. Giải thích việc hiệu chỉnh gamma và cho ví dụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quang Hoan, *Xử lý ảnh*, lưu hành nội bộ, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, 2006.
2. Đỗ Năng Toàn, Phạm Việt Bình, *Xử lý ảnh*, Giáo trình môn học, Đại học Thái Nguyên, Khoa Công nghệ thông tin, 2007.
3. Maria Petrou, Panagiota Bosdogianni, *Image Processing: The Fundamentals*, John Wiley & Sons Ltd, 1999.
4. William K. Pratt, *Digital Image Processing*, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
5. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, The Third Edition, Prentice Hall, 2008.
6. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing Using Matlab*, Prentice Hall, 2004.
7. Kayvan N., Robert S., *Biomedical Signal and Image Processing*, Taylor and Francis Group, 2006.

GIÁO TRÌNH XỬ LÝ ẢNH

TS. NGUYỄN THANH HẢI

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
Khu Phố 6, Phường Linh Trung, Quận Thủ Đức, TPHCM
Số 3, Công trường Quốc tế, Quận 3, TP Hồ Chí Minh
ĐT: 38239171 – 38225227 – 38239172
Fax: 38239172 - Email: vnuhp@vnuhcm.edu.vn

PHÒNG PHÁT HÀNH NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
Số 3 Công trường Quốc tế - Quận 3 – TPHCM
ĐT: 38239170 – 0982920509 – 0913943466
Fax: 38239172 – Website: www.nxbdhqghcm.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản:
NGUYỄN HOÀNG DŨNG

Chịu trách nhiệm nội dung:
NGUYỄN HOÀNG DŨNG

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm về tác quyền
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TPHCM

Biên tập:
PHẠM ANH TÚ

Sửa bản in:
THÙY DƯƠNG

Trình bày bìa
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TPHCM

Mã số ISBN: 978-604-73-2582-5

Số lượng 300 cuốn; khổ 16 x 24cm.

Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 1007-2014/CXB/05-13/ĐHQGTPHCM.

Quyết định xuất bản số: 107 ngày 28/05/2014 của NXB ĐHQGTPHCM.

In tại Công ty TNHH In và Bao bì Hưng Phú.

Nộp lưu chiều quý III năm 2014.