

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

-----o0o-----



# ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Ngành công nghệ thông tin

HẢI PHÒNG - 2012

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

-----o0o-----

**PHÂN ĐOẠN ẢNH DỰA TRÊN PHƯƠNG PHÁP  
PHÁT HIỆN BIÊN**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY**

Ngành: Công nghệ Thông tin

**HẢI PHÒNG - 2012**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

-----o0o-----

**PHÂN ĐOẠN ẢNH DỰA TRÊN PHƯƠNG PHÁP  
PHÁT HIỆN BIÊN**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY**

Ngành: Công nghệ Thông tin

Sinh viên thực hiện: Đinh Văn Vạn

Giáo viên hướng dẫn: PGS. TS. Ngô Quốc Tạo

Mã số sinh viên: 111136

HẢI PHÒNG - 2012

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO      CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG      *Độc lập – Tự do – Hạnh phúc***

-----o0o-----

## **NHIỆM VỤ THIẾT KẾ TỐT NGHIỆP**

Lớp: CT1201

Sinh viên: Đinh Văn Vạn

Ngành: Công nghệ Thông tin

Mã số: 111136

Tên đề tài:

Phân đoạn ảnh dựa trên phương pháp phát hiện biên

## NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

a. Nội dung:

Tìm hiểu về phân đoạn ảnh và các phương pháp phát hiện biên.

b. Các yêu cầu cần giải quyết:

- Tìm hiểu một số các khai niệm cơ bản về xử lý ảnh

- Tìm hiểu về phân đoạn ảnh

- Tìm hiểu các phương pháp phát hiện biên, các toán tử tách cạnh Sobel, Prewitt, Kirsch, Laplace, Canny, Roberts

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

3. Địa điểm thực tập

**CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP****Người hướng dẫn thứ nhất:**

Họ và tên: Ngô Quốc Tạo

Học hàm, học vị: Phó giáo sư, Tiến sĩ

Cơ quan công tác: Viện Công nghệ thông tin, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Nội dung hướng dẫn:

Phân đoạn ảnh dựa trên phương pháp phát hiện biên

**Người hướng dẫn thứ hai:**

Họ và tên:

Học hàm, học vị:

Cơ quan công tác:

Nội dung hướng dẫn:

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 27 tháng 08 năm 2012

Yêu cầu phải hoàn thành trước ngày 2 tháng 12 năm 2012

Đã nhận nhiệm vụ: Đ.T.T.N

Sinh viên

Đã nhận nhiệm vụ: Đ.T.T.N

Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

*Hải phòng, ngày.....tháng.....năm 2012*

HIỆU TRƯỞNG

**GS.TS.NGUYỄN Trần Hữu Nghị**

**PHẦN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN**

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Đánh giá chất lượng của đề tài tốt nghiệp (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn:

*(Điểm ghi bằng số và chữ)*

.....  
.....

Ngày.....tháng.....năm 2012  
Cán bộ hướng dẫn chính  
*(Ký, ghi rõ họ tên)*





## Mục lục

Mục lục .....	0
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	0
LỜI CẢM ƠN.....	1
MỞ ĐẦU .....	2
Chương 1. GIỚI THIỆU .....	3
1.1 Tổng quan về xử lý ảnh.....	3
1.1.1 Giới thiệu về xử lý ảnh.....	3
1.1.2 Các bước cơ bản của xử lý ảnh .....	4
1.1.2.1 Thu nhận ảnh .....	4
1.1.2.2 Tiền xử lý .....	4
1.1.2.3 Phân đoạn ảnh .....	5
1.1.2.4 Biểu diễn và mô tả.....	5
1.1.2.5 Nhận dạng và nội suy ảnh .....	6
1.2 Các khái niệm cơ bản về xử lý ảnh .....	6
1.2.1 Điểm ảnh .....	6
1.2.2 Mức xám.....	6
1.2.3 Biên.....	7
1.2.4 Láng giềng .....	7
1.2.5 Vùng liên thông .....	7
Chương 2 PHÂN ĐOẠN ẢNH VÀ BIÊN.....	8
2.1 Tổng quan về phân đoạn ảnh.....	8
2.2 Tổng quan về biên .....	9
2.2.1 Biên và các kiểu biên cơ bản.....	9
2.2.1.1 Biên lý tưởng.....	9

2.2.1.2 Biên dốc.....	10
2.2.1.3 Biên không trơn.....	11
2.2.2 Vai trò của biên trong nhận dạng .....	12
Chương 3. MỘT SỐ KỸ THUẬT PHÂN ĐOẠN ẢNH .....	14
3.1 Phân đoạn ảnh dựa vào ngưỡng .....	14
3.1.1 Giới thiệu.....	14
3.1.2 chọn ngưỡng cố định.....	15
3.1.3 Chọn ngưỡng trên lược đồ(Histogram).....	15
3.1.3.1 Thuật toán đẳng liệu.....	15
3.1.3.2 Thuật toán đối xứng nền.....	16
3.1.3.3 Thuật toán tam giác .....	17
3.1.3.4 Chọn ngưỡng đối với Bimodal Histogram .....	18
3.2 Phân đoạn theo miền đồng nhất .....	19
3.3.1 Giới thiệu.....	19
3.3.2 Phương pháp tách cây tứ phân.....	19
3.3.3 Phương pháp phân vùng bởi hợp .....	23
3.3.4 phương pháp tổng hợp. ....	24
Chương 4 MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN .....	26
4.1 Phân loại các kỹ thuật phát hiện biên.....	26
4.1.1 Phương pháp phát hiện biên trực tiếp.....	26
4.1.2 Phương pháp phát hiện biên gián tiếp .....	26
4.1.3 Quy trình phát hiện biên .....	27
4.2. Kỹ thuật phát hiện biên Gradient .....	27
4.2.1 Toán tử Sobel .....	28
4.2.2 Toán tử Prewitt.....	30

4.3 Các toán tử la bàn .....	31
4.3.1 Toán tử Kirsh.....	31
4.3.2 Toán tử la bàn Prewitt .....	33
4.4 Kỹ thuật phát hiện biên Laplace.....	34
4.5 Phương pháp phát hiện biên Canny.....	36
4.5.1 Cơ sở lý thuyết thuật toán .....	36
4.5.2 Hoạt động của thuật toán.....	38
4.6 Toán tử Robert(1965).....	43
Kết luận .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	46

## DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Quá trình xử lý ảnh.....	3
Hình 1.2 Các bước cơ bản trong qua trình xử lý ảnh .....	4
Hình 2.1.Đường biên lý tưởng .....	10
Hình 2.2.Đường biên dốc .....	11
Hình 2.3. đường biên không trơn .....	12
Hình 3.1. Minh họa thuật toán đối xứng nền.....	16
Hình 3.2. Minh họa thuật toán tam giác .....	17
Hình 3.3. Thuật toán đối xứng nền.....	18
Hình 3.4. phương pháp cây tứ phân .....	23
Hình 4.1. Biên ảnh với sobel .....	30
Hình 4.2 Biên ảnh với toán tử Prewitt.....	31
Hình 4.3. Kết quả với toán tử Kirsh .....	33
Hình 4.4. Biên ảnh với toán tử la bàn Prewitt .....	34
Hình 4.5. Biên ảnh với kỹ thuật Laplace .....	36
Hình 4.6. Đạo hàm hàm Gauss theo hai hướng (x,y) .....	40
Hình 4.7. Hình mô tả các điểm biên lân cận .....	41
Hình 4.8. Biên ảnh theo phương pháp Canny .....	43
Hình 4.9. Biên ảnh với toán tử Robert .....	44

## LỜI CẢM ƠN

Trước hết em xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo trong khoa công nghệ thông tin trường đại học dân lập Hải Phòng đã trang bị những cơ bản cần thiết và quý để em thực hiện đề tài của mình.

Đặc biệt tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến thầy giáo hướng dẫn PGS.TS Ngô Quốc Tạo về những chỉ dẫn khoa học và tận tình hướng dẫn, tạo mọi điều kiện thuận lợi giúp đỡ cho em trong suốt quá trình làm đồ án.

Tôi cũng xin cảm ơn những người bạn của mình, các bạn đã luôn ở bên tôi, giúp đỡ và cho tôi những ý kiến đóng góp quý báu trong học tập cũng như trong cuộc sống.

**Sinh viên**

Đinh Văn Vạn

## MỞ ĐẦU

Trong thời đại hiện nay, công nghệ thông tin có sự phát triển mạnh mẽ về mọi mặt. Cũng chính nhờ sự phát triển này đã góp phần rất lớn trong việc thúc đẩy sự phát triển của các ngành khác như: giáo dục, y tế, quốc phòng an ninh, giải trí, ... Những năm gần đây, phần cứng máy tính đã dần trở nên mạnh mẽ cả về năng lực xử lý lẫn dung lượng lưu trữ vì thế mà các lĩnh vực phần mềm cũng được phát triển theo đặc biệt là lĩnh vực xử lý ảnh.

Phân đoạn ảnh để nhận biết được các thành phần trong ảnh nhằm hiểu được kết cấu của bức ảnh ở mức độ cao hơn. Để xử lý được một bức ảnh thì phải trải qua rất nhiều bước nhưng quan trọng và khó khăn nhất là phân đoạn ảnh. Nếu bước phân đoạn ảnh không tốt thì dẫn đến việc nhận diện sai lầm về các đối tượng có trong ảnh.

Phân đoạn ảnh có nhiều các tiếp cận, một trong những cách tiếp cận đó là phát hiện biên ảnh trước.

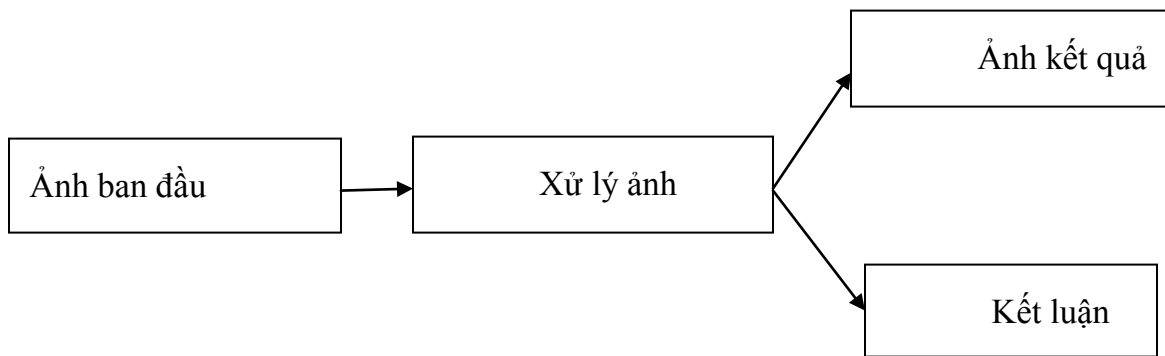
## Chương 1. GIỚI THIỆU

### 1.1 Tổng quan về xử lý ảnh

#### 1.1.1 Giới thiệu về xử lý ảnh

Con người thu nhận thông tin qua các giác quan trong đó thị giác đóng vai trò quan trọng nhất. Sự phát triển nhanh của phần cứng máy tính, xử lý ảnh và đồ họa đã phát triển mạnh mẽ và ngày càng có nhiều ứng dụng trong cuộc sống. Xử lý ảnh đóng một vai trò quan trọng trong tương tác người máy.

Quá trình xử lý nhận dạng ảnh là một quá trình thao tác nhằm biến đổi một ảnh đầu vào để cho ra một kết quả mong muốn. Kết quả đầu ra của một quá trình xử lý ảnh có thể là một ảnh "tốt hơn" hoặc một kết luận.



**Hình 1.1. Quá trình xử lý ảnh**

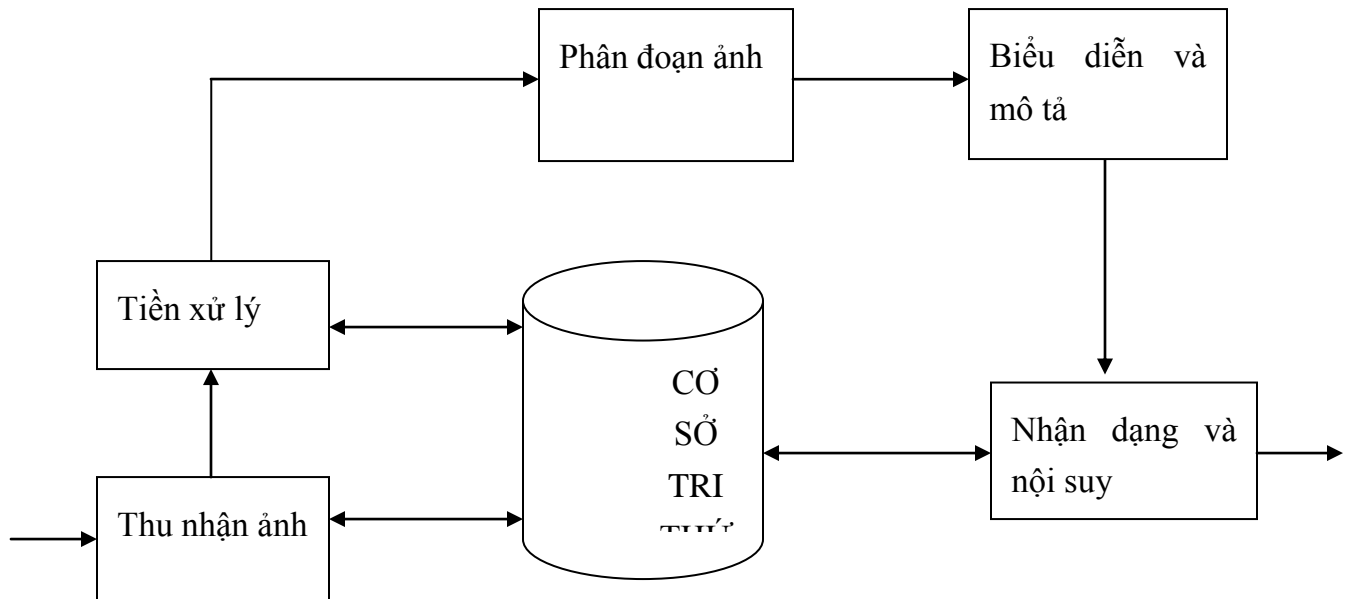
Như vậy mục đích của việc xử lý ảnh được chia ra làm hai phần:

Biến đổi, xử lý ảnh ban đầu để cho ra một ảnh mới tốt hơn một mong muốn của người dùng.

Phân tích ảnh để thu được thông tin nào đó giúp cho việc phân loại và nhận biết ảnh, từ ảnh đầu vào mà có những nhận xét, kết luận ở mức cao hơn, sâu hơn .

### 1.1.2 Các bước cơ bản của xử lý ảnh

Quá trình xử lý một ảnh đầu vào nhằm thu được một ảnh mong muốn ở đầu ra phải trải qua nhiều bước khác nhau. Thông thường các bước cơ bản xử lý ảnh được thể hiện thông qua “Hình 1.2”



**Hình 1.2 Các bước cơ bản trong quá trình xử lý ảnh**

#### 1.1.2.1 Thu nhận ảnh

Đây là bước đầu tiên trong quá trình xử lý ảnh, ảnh được thu từ các thiết bị như máy ảnh, máy quét.

#### 1.1.2.2 Tiền xử lý

Ở đây ảnh được cải thiện về độ tương phản, khử nhiễu, khôi phục ảnh, nắn chỉnh hình học... Với mục đích làm cho chất lượng ảnh trở lên tốt hơn, chuẩn bị cho các bước xử lý phức tạp tiếp sau đó.



### 1.1.2.3 Phân đoạn ảnh

Phân đoạn ảnh có nghĩa là chia một ảnh đầu vào thành nhiều phần khác nhau hay còn gọi là các đối tượng để biểu diễn phân tích nhận dạng ảnh. Ví dụ để nhận dạng chữ (hay mã vạch) trên phong bì thư để phân loại bưu phẩm, cần chia các câu, chữ về địa chỉ hoặc tên người thành các từ, các chữ, các số (hoặc các vạch) riêng biệt để nhận dạng. Đây là phần phức tạp, khó khăn nhất trong xử lý ảnh và cũng dễ gây lỗi, làm mất độ chính xác của ảnh. Kết quả nhận dạng phụ thuộc rất nhiều vào công đoạn này.

Kết quả của bước phân đoạn ảnh thường được cho dưới dạng dữ liệu điểm ảnh thô, trong đó hàm chứa biên của một vùng ảnh hoặc tập hợp tất cả các điểm ảnh thuộc về chính vùng ảnh đó. Trong cả hai trường hợp, sự chuyển đổi dữ liệu thô này thành một dạng thích hợp hơn cho việc xử lý trong máy tính là hết sức cần thiết, nghĩa là nên biểu diễn một vùng ảnh dưới dạng biên hay dưới dạng một vùng hoàn chỉnh gồm tất cả những điểm ảnh thuộc về nó.

Biểu diễn dạng biên cho một vùng phù hợp với những ứng dụng chỉ quan tâm đến các đặc trưng hình dạng bên ngoài của đối tượng, ví dụ như các góc cạnh và điểm uốn trên biên.

Biểu diễn dạng vùng lại thích hợp cho những ứng dụng khai thác các tính chất bên trong của đối tượng. Ví dụ như vân ảnh hoặc cấu trúc xương của nó. Và trong một số ứng dụng thì cả hai cách biểu diễn trên đều cần thiết.

### 1.1.2.4 Biểu diễn và mô tả

#### a) Biểu diễn

Đầu ra ảnh sau phân đoạn chứa các điểm ảnh của vùng ảnh (ảnh đã phân đoạn) cộng với mã liên kết với các vùng lân cận. Việc biến đổi các số liệu này thành dạng thích hợp là cần thiết cho xử lý tiếp theo bằng máy tính. Việc chọn các tính chất để thể hiện ảnh gọi là trích chọn đặc trưng (Feature Selection) gắn với việc tách các đặc tính của ảnh dưới dạng các thông tin định lượng hoặc làm cơ sở để phân biệt lớp đối tượng này với đối tượng khác trong phạm vi ảnh nhận được. Ví dụ: trong nhận dạng ký tự trên phong bì thư, chúng ta miêu tả các đặc trưng của từng ký tự giúp phân biệt ký tự này với ký tự khác.

## **b) Mô tả**

Ảnh sau khi số hoá sẽ được lưu vào bộ nhớ, hoặc chuyển sang các khâu tiếp theo để phân tích. Nếu lưu trữ ảnh trực tiếp từ các ảnh thô, đòi hỏi dung lượng bộ nhớ cực lớn và không hiệu quả theo quan điểm ứng dụng và công nghệ. Thông thường, các ảnh thô đó được đặc tả (biểu diễn) lại (hay đơn giản là mã hoá) theo các đặc điểm của ảnh được gọi là các đặc trưng ảnh như: biên ảnh, vùng ảnh.

### **1.1.2.5 Nhận dạng và nội suy ảnh**

Nhận dạng ảnh là quá trình xác định ảnh. Quá trình này thường thu được bằng cách so sánh với mẫu chuẩn đã được lọc (hoặc lưu) từ trước.

Nội suy là phán đoán theo ý nghĩa trên cơ sở nhận dạng. Ví dụ: một loạt chữ số và nét gạch ngang trên phong bì thư có thể được nội suy thành mã điện thoại. Có nhiều cách phân loại khác nhau về ảnh. Theo lý thuyết về nhận dạng, các mô hình toán học về ảnh được phân theo hai loại nhận dạng ảnh cơ bản:

- Nhận dạng theo tham số.
- Nhận dạng theo cấu trúc.

## **1.2 Các khái niệm cơ bản về xử lý ảnh**

### **1.2.1 Điểm ảnh**

Ảnh trong thực tế là một ảnh liên tục về không gian và về giá trị độ sáng. Để có thể XLA bằng máy tính cần phải tiến hành số hoá ảnh. Trong quá trình số hoá, người ta biến đổi tín hiệu liên tục sang tín hiệu rời rạc thông qua quá trình lấy mẫu (rời rạc hoá về không gian) và lượng hoá thành phần giá trị mà về nguyên tắc bằng mắt thường không phân biệt được hai điểm kề nhau. Trong quá trình này người ta sử dụng khái niệm Picture element mà ta quen gọi là Pixel - phần tử ảnh. Như vậy, một ảnh là một tập hợp các Pixel

### **1.2.2 Mức xám**

Mức xám là kết quả sự mã hoá tương ứng một cường độ sáng của mỗi điểm ảnh với một giá trị số - kết quả của quá trình lượng hoá. Cách mã hoá kinh

điểm thường dùng 16, 32 hay 64 mức. Phổ dụng nhất là mã hoá ở mức 256, ở mức này mỗi Pixel sẽ được mã hoá bởi 8 bit.

### 1.2.3 Biên

Biên là một đặc tính rất quan trọng của đối tượng trong ảnh, nhờ vào biên mà chúng ta phân biệt được đối tượng này với đối tượng kia. Một điểm ảnh có thể gọi là điểm biên nếu ở đó có sự thay đổi đột ngột về mức xám. Tập hợp các điểm biên tạo thành biên hay còn gọi là đường bao ảnh.

### 1.2.4 Láng giềng

Trong XLA có một khái niệm rất quan trọng, đó là khái niệm láng giềng. Có hai loại láng giềng: 4-láng giềng và 8-láng giềng

4-láng giềng của một điểm  $(x,y)$  là một tập hợp bao gồm láng giềng dọc và láng giềng ngang của nó:

$$N4((x,y)) = \{(x+1,y), (x-1,y), (x,y+1), (x,y-1)\} \quad (1.1)$$

8-láng giềng của  $(x,y)$  là một tập cha của 4-láng giềng và bao gồm láng giềng ngang, dọc và chéo:

$$N8((x,y)) = N4((x,y)) \cup \{(x+1,y+1), (x-1,y-1), (x+1,y-1), (x-1,y+1)\} \quad (1.2)$$

### 1.2.5 Vùng liên thông

Một vùng  $R$  được gọi là liên thông nếu bất kỳ hai điểm  $(x_A, y_A)$  và  $(x_B, y_B)$  thuộc vào  $R$  có thể được nối bởi một đường  $(x_A, y_A) \dots (x_{i-1}, y_{i-1}), (x_i, y_i), (x_{i+1}, y_{i+1}) \dots (x_B, y_B)$ , mà các điểm  $(x_i, y_i)$  thuộc vào  $R$  và bất kỳ điểm  $(x_i, y_i)$  nào đều kề sát với điểm trước  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  và điểm tiếp theo  $(x_{i+1}, y_{i+1})$  trên đường đó. Một điểm  $(x_k, y_k)$  được gọi là kề với điểm  $(x_l, y_l)$  nếu  $(x_l, y_l)$  thuộc vào láng giềng trực tiếp của  $(x_k, y_k)$ .

## Chương 2 PHÂN ĐOẠN ẢNH VÀ BIÊN

### 2.1 Tổng quan về phân đoạn ảnh

Để phân tích các đối tượng trong ảnh, chúng ta cần phải phân biệt được các đối tượng cần quan tâm với phần còn lại của ảnh, hay còn gọi là nền ảnh. Những đối tượng này có thể tìm ra được nhờ các kỹ thuật phân đoạn ảnh, theo nghĩa tách phần tiền cảnh ra khỏi hậu cảnh trong ảnh. Mỗi một đối tượng trong ảnh được gọi là một vùng hay miền, đường bao quanh đối tượng ta gọi là đường biên. Mỗi một vùng ảnh phải có các đặc tính đồng nhất (ví dụ: màu sắc, kết cấu, mức xám vv...). Các đặc tính này tạo nên một véc tơ đặc trưng riêng của vùng (feature vectors) giúp chúng ta phân biệt được các vùng khác nhau.

Như vậy, hình dáng của một đối tượng có thể được miêu tả hoặc bởi các tham số của đường biên hoặc các tham số của vùng mà nó chiếm giữ. Sự miêu tả hình dáng dựa trên thông tin đường biên yêu cầu việc phát hiện biên. Sự mô tả hình dáng dựa vào vùng đòi hỏi việc phân đoạn ảnh thành một số vùng đồng nhất. Có thể thấy kỹ thuật phát hiện biên và phân vùng ảnh là hai bài toán đối ngẫu của nhau. Thực vậy, dò biên để thực hiện phân lớp đối tượng và một khi đã phân lớp xong cũng có nghĩa là đã phân vùng được ảnh. Ngược lại, khi đã phân vùng, ảnh được phân lập thành các đối tượng, ta có thể phát hiện biên.

Có rất nhiều kỹ thuật phân đoạn ảnh, nhưng nhìn chung chúng ta có thể chia thành ba lớp khác nhau:

Các kỹ thuật cục bộ (Local techniques) dựa vào các thuộc tính cục bộ của các điểm và láng giềng của nó.

Các kỹ thuật toàn thể (global techniques) phân ảnh dựa trên thông tin chung của toàn bộ ảnh (ví dụ bằng cách sử dụng lược đồ xám của ảnh –image histogram).

Các kỹ thuật tách (split), hợp (merge) và growing sử dụng các khái niệm đồng nhất và gần về hình học.

## 2.2 Tổng quan về biên

### 2.2.1 Biên và các kiểu biên cơ bản

Các đặc trưng của ảnh thường bao gồm các thành phần như: mật độ xám, phân bố xác suất, phân bố không gian, biên ảnh. Biên là một vấn đề chủ yếu và đặc biệt quan trọng trong phân tích ảnh vì các kỹ thuật phân đoạn ảnh chủ yếu dựa vào biên.

Hiện nay có nhiều định nghĩa về biên ảnh và mỗi định nghĩa được sử dụng trong một số trường hợp nhất định. Song nhìn chung, ta có thể hiểu là:

Một điểm ảnh có thể coi là biên nếu ở đó có sự thay đổi đột ngột về mức xám.

Ví dụ: Đối với ảnh đen trắng, một điểm được gọi là điểm biên nếu nó là điểm đen có ít nhất một điểm trắng bên cạnh.

Tập hợp các điểm biên tạo thành biên, hay còn gọi là đường bao của ảnh

(boundary). Chẳng hạn, trong một ảnh nhị phân, một điểm có thể được gọi là biên

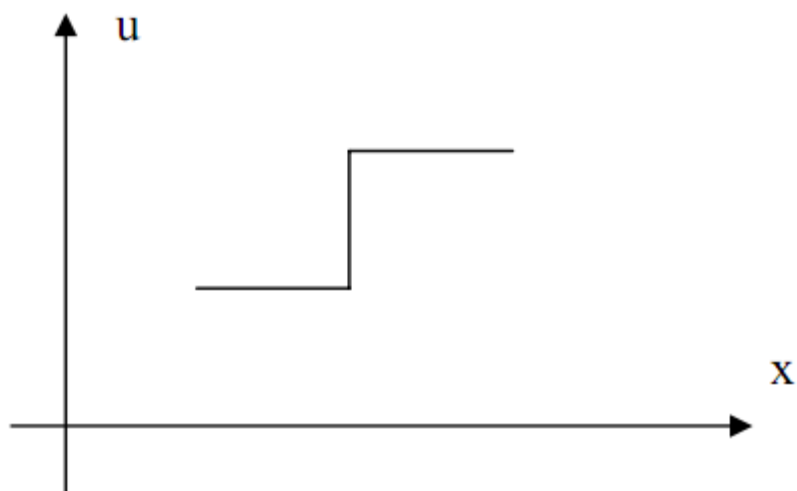
nếu đây là một điểm đen và có ít nhất một điểm trắng nằm trong lân cận điểm đó.

Mỗi một biên là một thuộc tính gắn liền với một điểm riêng biệt và được tính toán từ những điểm lân cận nó. Đó là một biến Vector bao gồm hai thành phần:

- Độ lớn của Gradient.
- Hướng  $\phi$  được quay đối với hướng Gradient .

#### 2.2.1.1 Biên lý tưởng

Việc phát hiện biên một cách lý tưởng là việc xác định được tất cả các đường bao trong đối tượng. Biên là sự thay đổi đột ngột về mức xám nên sự thay đổi cấp xám giữa các vùng trong ảnh càng lớn thì càng dễ dàng nhận ra biên. Hình minh họa điểm ảnh có sự biến đổi mức xám  $u(x)$  một cách đột ngột:



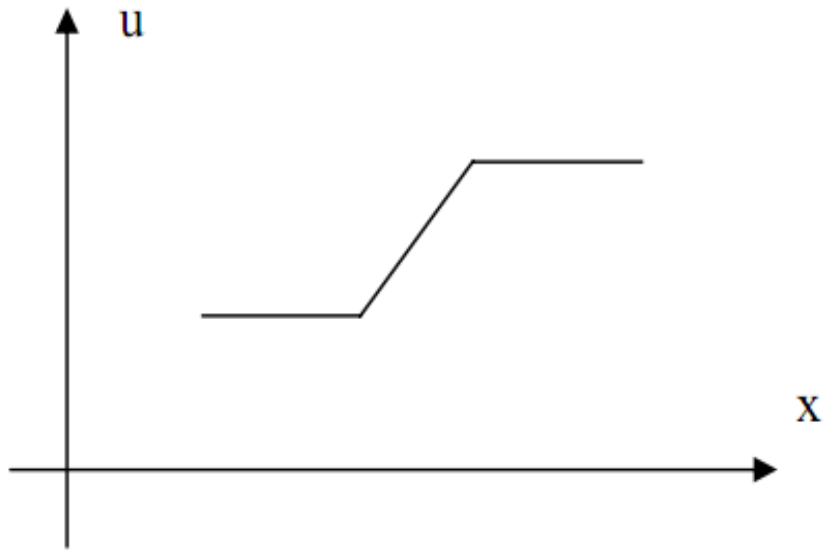
**Hình 2.1. Đường biên lý tưởng**

Một biên được coi đó là biên lý tưởng khi mà có sự thay đổi cấp xám lớn giữa

các vùng trong ảnh. Biên này thường chỉ xuất hiện khi có sự thay đổi cấp xám qua một điểm ảnh.

### **2.2.1.2 Biên dốc**

Biên dốc xuất hiện khi sự thay đổi cấp xám trải rộng qua nhiều điểm ảnh. Vị trí của cạnh được xem như vị trí chính giữa của đường dốc nối giữa cấp xám thấp và cấp xám cao. Tuy nhiên đây chỉ là đường dốc trong toán học, từ khi ảnh được kỹ thuật số hoá thì đường dốc không còn là đường thẳng mà thành những đường lờm chờm, không tron.



**Hình 2.2. Đường biên dốc**

### 2.2.1.3 Biên không trơn

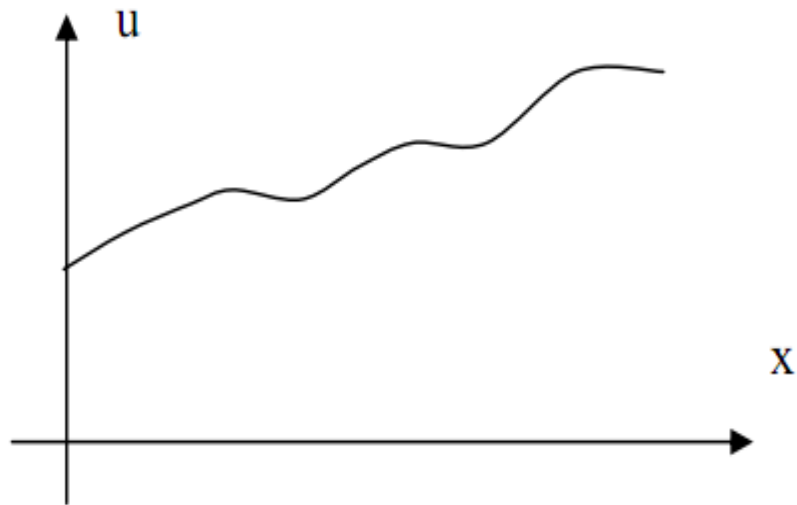
Trên thực tế, ảnh thường có biên không lý tưởng, các điểm ảnh trên ảnh thường có sự thay đổi mức xám đột ngột và không đồng nhất, đặc biệt là ảnh nhiễu. Trong trường hợp không nhiễu (biên lý tưởng), bất cứ một sự thay đổi cấp xám nào cũng thông báo sự tồn tại của một biên. Trường hợp đó khó có khả năng xảy ra, ảnh thường là không lý tưởng, có thể là do các nguyên nhân sau:

- Hình dạng không sắc nét.

- Nhiễu: do một loạt các yếu tố như: kiểu thiết bị nhập ảnh, cường độ ánh sáng, nhiệt độ, hiệu ứng áp suất, chuyển động, bụi..., chưa chắc rằng hai điểm ảnh có cùng giá trị cấp xám khi được nhập lại có cùng cấp xám đó trong ảnh. Kết quả của nhiễu trên ảnh gây ra một sự biến thiên ngẫu nhiên giữa các điểm ảnh. Sự xuất hiện ngẫu nhiên của các điểm ảnh có mức xám chênh lệch cao làm cho các đường biên dốc trở lên không trơn chu mà trở thành các đường biên gồ ghề, mập mờ, không nhẵn, đây chính là đường biên trên thực tế.

Ngày nay, những phương pháp phát hiện biên hiện đại thường kết hợp nhiễu vào trong mô hình của bài toán và trong quá trình phát hiện biên cũng được

tính đến. Còn khái niệm về biên nêu ở trên được sử dụng để xây dựng các phương pháp phát hiện biên trong quá khứ, những mô hình về cách này được coi là đơn giản và sơ sài.



**Hình 2.3. đường biên không trơn**

### 2.2.2 Vai trò của biên trong nhận dạng

Đường biên là một loại đặc trưng cục bộ tiêu biểu trong phân tích nhận dạng ảnh. Người ta sử dụng đường biên làm phân cách các vùng xám (màu) cách biệt. Ngược lại, người ta cũng dùng các vùng ảnh để tìm đường phân cách.

Như đã đề cập tới ở phần tổng quan về một hệ thống nhận dạng và xử lý ảnh, quá trình nhận dạng có hai giai đoạn cần thực hiện:

- Giai đoạn học: Các đặc điểm của đối tượng mẫu được lưu trữ (gọi là học mẫu) và tập các phần tử mẫu được chia thành các lớp.



- Giai đoạn nhận dạng: Khi có đối tượng cần nhận dạng, các đặc điểm của đối tượng sẽ được trích chọn và sử dụng hàm quyết định để xác định đối tượng cần nhận dạng thuộc lớp nào.

Như vậy, việc nhận dạng sẽ chính xác nếu các đặc điểm được trích chọn chính xác. Trong thực tế, các đặc điểm trích chọn phục vụ cho việc nhận dạng thường là các bất biến [7,8,18,26,30,38,45], bởi vì vấn đề cơ bản trong bài toán nhận dạng ảnh là xác định các đối tượng không phụ thuộc vào vị trí, kích thước và hướng quay.

Có nhiều loại bất biến được trích chọn như:

- Bất biến thống kê: Các mô men, độ lệch chuẩn của tập ảnh hay các độ đo thống kê khác không phụ thuộc các phép biến đổi tuyến tính.

- Bất biến hình học: Số đo kích thước của các đối tượng ảnh.

- Bất biến tô-pô: Biểu diễn các cấu trúc tô-pô của các ảnh như số điểm đỉnh, số lỗ hổng v.v..

- Bất biến đại số: Chu tuyến, phân bố của các điểm ảnh, v.v.. dựa vào các việc tổ hợp các hệ số của đa thức mô tả đối tượng ảnh.

Các bất biến dùng trong nhận dạng thường được trích chọn từ biên, xương của đối tượng [3,5,8,18,33,38,39,45,46,48]. Do vậy, việc nhận dạng có hiệu quả hay không phụ thuộc nhiều vào cách biểu diễn hình dạng và mô tả của vật thể.

## Chương 3. MỘT SỐ KỸ THUẬT PHÂN ĐOẠN ẢNH

### 3.1 Phân đoạn ảnh dựa vào ngưỡng

#### 3.1.1 Giới thiệu

Biên độ của các tính chất vật lý của ảnh (như là độ phản xạ, độ truyền sáng, màu sắc ...) là một đặc tính đơn giản và rất hữu ích. Nếu biên độ đủ lớn đặc trưng cho ảnh thì chúng ta có thể dùng ngưỡng biên độ để phân đoạn ảnh. Thí dụ, biên độ trong bộ cảm biến hồng ngoại có thể phản ánh vùng có nhiệt độ thấp hay vùng có nhiệt độ cao. Đặc biệt, kỹ thuật phân ngưỡng theo biên độ rất có ích đối với ảnh nhị phân như văn bản in, đồ họa, ảnh màu hay ảnh X-quang.

Việc chọn ngưỡng trong kỹ thuật này là một bước vô cùng quan trọng, thông thường người ta tiến hành theo các bước chung như sau:

Xem xét lược đồ xám của ảnh để xác định và khe. Nếu ảnh có nhiều đỉnh và khe thì các khe có thể sử dụng để chọn ngưỡng.

Chọn ngưỡng  $T$  sao cho một phần xác định trước  $\eta$  của toàn bộ số mẫu là thấp hơn  $T$ .

Điều chỉnh ngưỡng dựa trên xét lược đồ xám của các điểm lân cận.

Chọn ngưỡng bằng cách xem xét lược đồ xám của những điểm thoả tiêu chuẩn đã chọn.

Một thuật toán đơn giản trong kỹ thuật này là: giả sử rằng chúng ta đang quan tâm đến các đối tượng sáng (object) trên nền tối (background), một tham số  $T$  - gọi là ngưỡng độ sáng, sẽ được chọn cho một ảnh  $f[x,y]$  theo cách:

$$\text{if } f[x,y] \geq T \quad f[x,y] = \text{object} = 1$$

$$\text{Else} \quad f[x,y] = \text{Background} = 0$$

Ngược lại, đối với đối tượng tối trên nền sáng chúng ta có thuật toán sau:

$$\text{if } f[x,y] \leq T \quad f[x,y] = \text{object} = 1$$

$$\text{Else} \quad f[x,y] = \text{Background} = 0$$

Vấn đề chính là chúng ta nên chọn ngưỡng T như thế nào để việc phân vùng đạt được kết quả cao nhất?

Có rất nhiều thuật toán chọn ngưỡng: ngưỡng cố định, dựa trên lược đồ, sử dụng Entropy, sử dụng tập mờ, chọn ngưỡng thông qua sự không ổn định của lớp và tính thuần nhất của vùng v.v... Ở đây chúng tôi đề cập đến hai thuật toán chọn ngưỡng đó là chọn ngưỡng cố định và chọn ngưỡng dựa trên lược đồ.

### 3.1.2 chọn ngưỡng cố định

Đây là phương pháp chọn ngưỡng độc lập với dữ liệu ảnh. Nếu chúng ta biết trước là chương trình ứng dụng sẽ làm việc với các ảnh có độ tương phản rất cao, trong đó các đối tượng quan tâm rất tối còn nền gần như là đồng nhất và rất sáng thì việc chọn ngưỡng  $T = 128$  (xét trên thang độ sáng từ 0 đến 255) là một giá trị chọn khá chính xác. Chính xác ở đây hiểu theo nghĩa là số các điểm ảnh bị phân lớp sai là cực tiểu.

### 3.1.3 Chọn ngưỡng trên lược đồ(Histogram)

Trong hầu hết các trường hợp, ngưỡng được chọn từ lược đồ độ sáng của vùng hay ảnh cần phân đoạn. Có rất nhiều kỹ thuật chọn ngưỡng tự động xuất phát từ lược đồ xám  $\{h[b] \mid b = 0, 1, \dots, 2B-1\}$  đã được đưa ra. Những kỹ thuật phổ biến sẽ được trình bày dưới đây. Những kỹ thuật này có thể tận dụng những lợi thế do sự làm trơn dữ liệu lược đồ ban đầu mang lại nhằm loại bỏ những dao động nhỏ về độ sáng. Tuy nhiên các thuật toán làm trơn cần phải cẩn thận, không được làm dịch chuyển các vị trí đỉnh của lược đồ. Nhận xét này dẫn đến thuật toán làm trơn dưới đây:

$$h_{\text{smooth}}[b] = \frac{1}{W} \sum_{w=-(W-1)/2}^{(W-1)/2} h_{\text{raw}}[b - w] \quad (3.1)$$

Trong đó W thường được chọn là 3 hoặc 5

#### 3.1.3.1 Thuật toán đẳng liệu

Đây là kỹ thuật chọn ngưỡng theo kiểu lặp do Ridler và Calvard đưa ra. Thuật toán được mô tả như sau:

Bước 1: Chọn giá trị ngưỡng khởi động  $\theta_0 = 2^{B-1}$

Bước 2: Tính các trung bình mẫu ( $m_{f,0}$ ) của những điểm ảnh thuộc đối tượng và ( $m_{b,0}$ ) của những điểm ảnh nền.

Bước 3: Tính các ngưỡng trung gian theo công thức:

$$\theta_k = \frac{m_{f,k-1} + m_{b,k-1}}{2} \quad \text{với } k=1,2,\dots \quad (3.2)$$

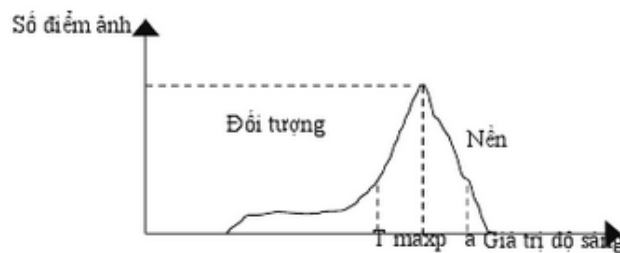
Bước 4: Nếu  $\theta_k = \theta_{k-1}$  : kết thúc; dừng thuật toán.

Ngược lại, lặp lại bước 2.

### 3.1.3.2 Thuật toán đối xứng nền

Kỹ thuật này dựa trên sự giả định là tồn tại hai đỉnh phân biệt trong lược đồ nằm đối xứng nhau qua đỉnh có giá trị lớn nhất trong phần lược đồ thuộc về các điểm ảnh nền. Kỹ thuật này có thể tận dụng ưu điểm của việc làm trơn được mô tả trong phương trình (2.1). Đỉnh cực đại  $\max_p$  tìm được nhờ tiến hành tìm giá trị cực đại trong lược đồ. Sau đó thuật toán sẽ được áp dụng ở phía không phải là điểm ảnh thuộc đối tượng ứng với giá trị cực đại đó nhằm tìm ra giá trị độ sáng  $a$  ứng với giá trị phần trăm  $p\%$  mà:  $P(a) = p\%$ , trong đó  $P(a)$  là hàm phân phối xác suất về độ sáng được định nghĩa như sau:

Định nghĩa: Hàm phân phối xác suất  $P(a)$  thể hiện xác suất chọn được một giá trị độ sáng từ một vùng ảnh cho trước, sao cho giá trị này không vượt quá một giá trị sáng cho trước  $a$ . Khi  $a$  biến thiên từ  $-\infty$  đến  $+\infty$ ,  $P(a)$  sẽ nhận các giá trị từ 0 đến 1.  $P(a)$  là hàm đơn điệu không giảm theo  $a$ , do vậy  $dP/da \geq 0$ .



**Hình 3.1. Minh họa thuật toán đối xứng nền**

Ở đây ta đang giả thiết là ảnh có các đối tượng tối trên nền sáng. Giả sử mức là 5%, thì có nghĩa là ta phải ở bên phải đỉnh  $\max_p$  một giá trị  $a$  sao cho

$P(a)=95\%$ . Do tính đối xứng đã giả định ở trên, chúng ta sử dụng độ dịch chuyển về phía trái của điểm cực đại tìm giá trị ngưỡng T:

$$T = \text{maxp} - (a - \text{maxp}) \quad (3.3)$$

Kỹ thuật này dễ dàng điều chỉnh được cho phù hợp với tình huống ảnh có các đối tượng sáng trên một nền tối.

### 3.1.3.3 Thuật toán tam giác

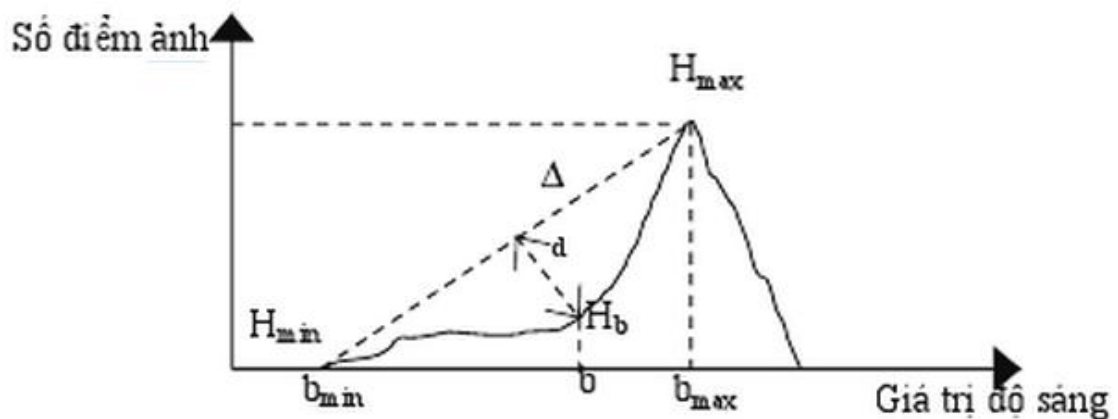
Khi một ảnh có các điểm ảnh thuộc đối tượng tạo nên một đỉnh yếu trong lược đồ ảnh thì thuật toán tam giác hoạt động rất hiệu quả. Thuật toán này do Zack đề xuất và được mô tả như sau:

Bước 1: Xây dựng đường thẳng  $\Delta$  là đường nối hai điểm  $(H_{\text{max}}, b_{\text{max}})$  và  $(H_{\text{min}}, b_{\text{min}})$ , trong đó  $H_{\text{max}}$  là điểm có Histogram lớn nhất ứng với mức xám  $b_{\text{max}}$  và  $H_{\text{min}}$  là điểm có Histogram ứng với độ sáng nhỏ nhất  $b_{\text{min}}$ .

Bước 2: Tính khoảng cách  $d$  từ  $H_b$  của lược đồ (ứng với điểm sáng  $b$ ) đến  $\Delta$ . Trong đó,  $b \in [b_{\text{max}}, b_{\text{min}}]$

Bước 3: Chọn ngưỡng  $T = \text{Max}\{H_b\}$ .

Thuật toán tam giác được minh họa bởi hình 3.2



**Hình 3.2. Minh họa thuật toán tam giác**

### 3.1.3.4 Chọn ngưỡng đối với Bimodal Histogram

Ngưỡng T được chọn ở tại vị trí cực tiểu địa phương của histogram nằm giữa hai đỉnh của histogram. Điểm cực đại địa phương của histogram có thể dễ dàng được phát hiện bằng cách sử dụng biến đổi chóp mũ (top hat) do Meyer đưa ra: Phụ thuộc vào tình huống chúng ta đang phải làm việc là với nhừng đối tượng sáng trên nền tối hay đối tượng tối trên nền sáng mà phép biến đổi top hat sẽ có một trong hai dạng sau:

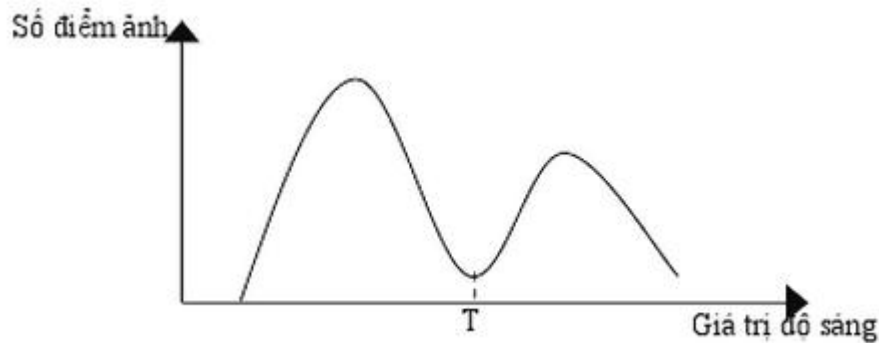
a) Các đối tượng sáng:

$$\text{TopHat}(A, B) = A - (A * B) = A - \max(\min(A)) \quad (3.4)$$

b) Các đối tượng tối:

$$\text{TopHat}(A, B) = A - (A * B) = A - \min(\max(A)) \quad (3.5)$$

Việc tính toán giá trị cực tiểu địa phương của histogram thì khó nếu histogram nhiễu. Do đó, trong trường hợp này nên làm trơn histogram, ví dụ sử dụng thuật toán (3.1).



**Hình 3.3. Thuật toán đối xứng nền**

Trong một số ứng dụng nhất định, cường độ của đối tượng hay nền thay đổi khá chậm. Trong trường hợp này, histogram ảnh có thể không chứa hai thùy phân biệt rõ ràng, vì vậy có thể phải dùng ngưỡng thay đổi theo không gian. Hình ảnh được chia thành những khối hình vuông, histogram và ngưỡng được tính cho mỗi khối tương ứng. Nếu histogram cục bộ không phải là bimodal histogram thì

ngưỡng được tính bằng cách nội suy ngưỡng của các khối láng giềng. Khi ngưỡng cục bộ đã có thì áp dụng thuật toán (2.1) phân ngưỡng cho khối này.

### 3.2 Phân đoạn theo miền đồng nhất

#### 3.3.1 Giới thiệu

Giả sử rằng một miền ảnh  $X$  phải được phân thành  $N$  vùng khác nhau:  $R_1, \dots, R_N$  và nguyên tắc phân đoạn là một vị từ của công thức  $P(R)$ . Việc phân đoạn ảnh chia tập  $X$  thành các tập con  $R_i, i = 1..N$  phải thoả mãn:

Các vùng  $R_i, i=1..N$  phải lấp kín hoàn toàn ảnh:

$$X = \bigcup_{i=1}^N R_i \quad (3.6)$$

Hai vùng khác nhau phải là những tập hợp rời nhau:

$$R_i \cap R_j = \emptyset \quad \text{với } i \neq j \quad (3.7)$$

Mỗi vùng  $R_i$  phải có tính đồng nhất:

$$P(R_i) = \text{TRUE} \quad \text{với } i = 1..N \quad (3.8)$$

Kết quả của việc phân vùng ảnh phụ thuộc vào dạng của vị từ  $P$  và các đặc trưng được biểu diễn bởi vectơ đặc trưng. Thường thì vị từ  $P$  có dạng  $P(R, X, t)$ , trong đó  $X$  là vectơ đặc trưng gắn với một điểm ảnh và  $t$  là một tập hợp các tham số (thường là các ngưỡng). Trong trường hợp đơn giản nhất, vectơ đặc trưng  $X$  chỉ chứa giá trị mức xám của ảnh  $I(k, l)$  và vectơ ngưỡng chỉ gồm một ngưỡng  $T$ . Một nguyên tắc phân đoạn đơn giản có công thức:

$$P(R): f(k, l) < T \quad (3.10)$$

Trong trường hợp các ảnh màu, vectơ đặc trưng  $X$  có thể là ba thành phần ảnh RGB  $[f_R(k, l), f_G(k, l), f_B(k, l)]^T$ . Lúc đó luật phân ngưỡng có dạng:

$$P(R, X, t): ((f_R(k, l) < T_R) \&\& (f_G(k, l) < T_R) \&\& (f_B(k, l) < T_R)) \quad (3.11)$$

#### 3.3.2 Phương pháp tách cây tứ phân

Phương pháp tách cây tứ phân dựa trên nguyên tắc kiểm tra tính hợp thức của tiêu chuẩn đồng nhất một cách tổng thể trên miền lớn. Nếu tiêu chuẩn được

thoả việc phân đoạn coi như kết thúc. Trong trường hợp ngược lại, chia miền đang xét thành 4 miền nhỏ hơn, áp dụng đệ quy bằng phương pháp trên cho mỗi miền nhỏ hơn cho đến khi tất cả các miền đều thoả mãn tiêu chuẩn đồng nhất.

Thuật toán được mô tả như sau:

Procedure PhanDoan(Mien)

Begin

If miền đang xét không thoả Then

Begin

Chia miền đang xét thành 4 miền: Z1, Z2, Z3, Z4

For i=1 to 4 Do PhanDoan(Zi)

End

Else Exit

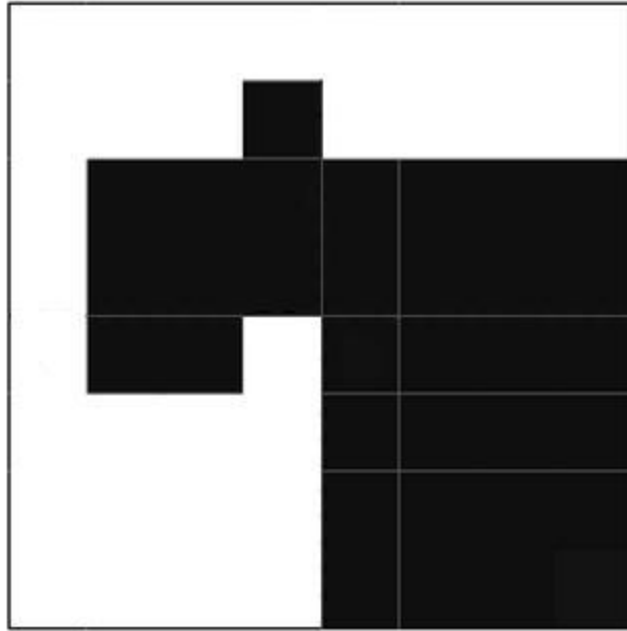
End;

Thuật toán này tạo nên một cây mà mỗi nút cha có 4 nút con ở mọi mức, trừ mức ngoài cùng. Vì thế cây này có tên là cây tứ phân. Gốc của cây là ảnh ban đầu, một vùng thoả tiêu chuẩn tạo nên một nút lá, nếu không sẽ tạo nên một nút nhánh .

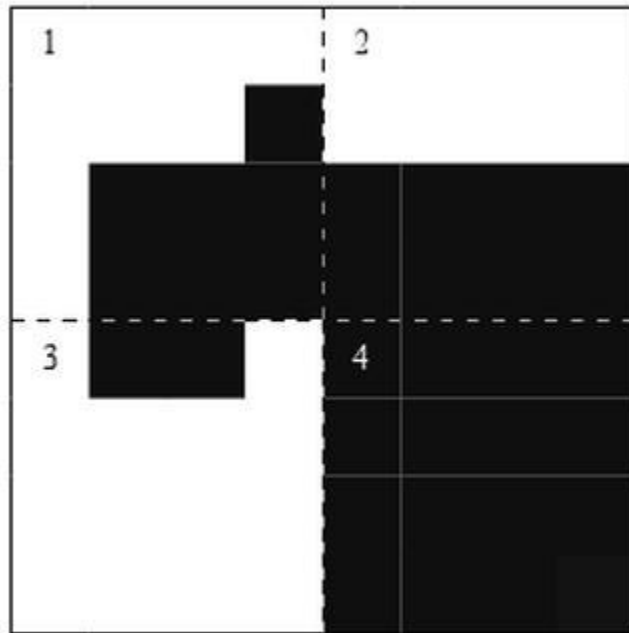
Giả sử chọn tiêu chuẩn phân vùng là màu sắc và quy ước mọi điểm của vùng là màu trắng sẽ tạo nên một nút lá trắng và tương tự như vậy với nút lá đen. Nút màu ghi có nghĩa là vùng không thuần nhất và phải tiếp tục chia.

Hình x.x a-e minh họa thuật toán tách cây tứ phân: ảnh gốc (a) được chia thành 4 phần được kết quả phân mức 1 (b), tiếp tục thực hiện đối với các phần nhỏ, ta được phân mức 2, 3.

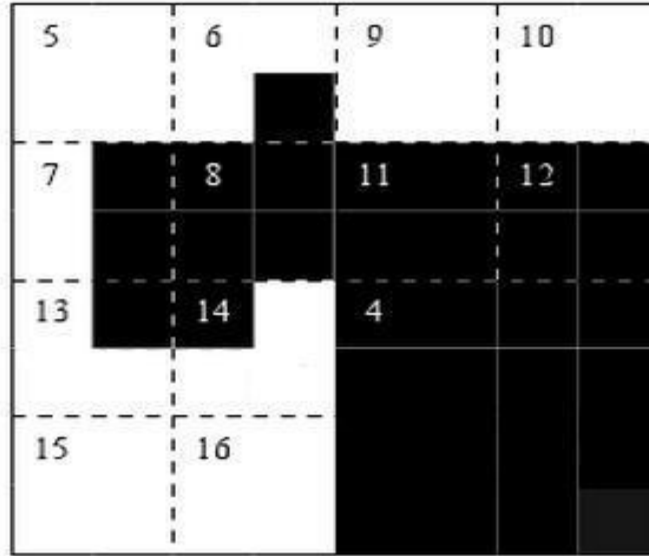




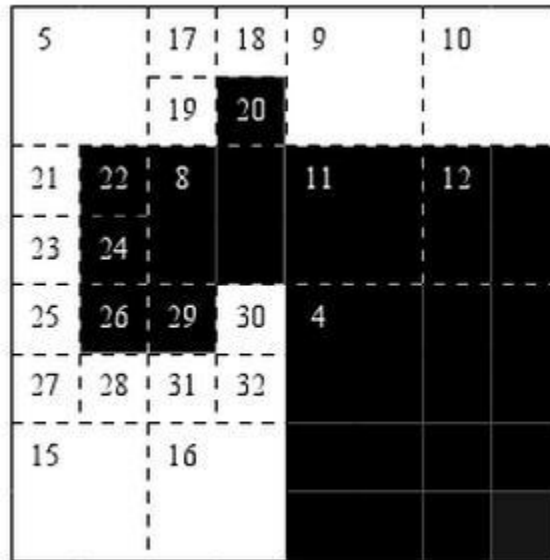
a) ảnh gốc



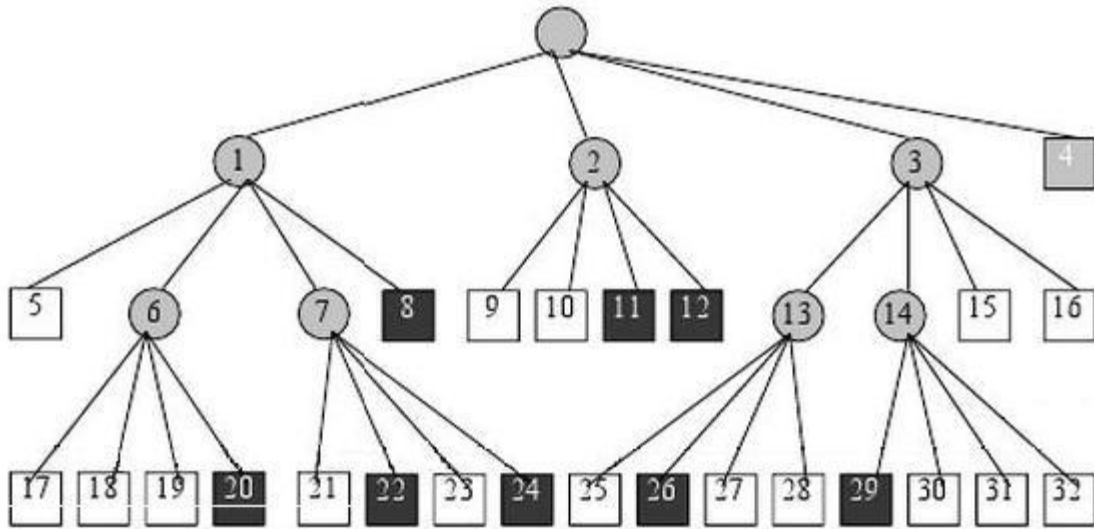
b) phân mức 1



c) phân mức 2



d) phân mức 3



e) cây tương phản

### Hình 3.4. phương pháp cây tứ phân

#### 3.3.3 Phương pháp phân vùng bởi hợp

Phương pháp phân vùng bởi hợp thao tác ngược lại với phương pháp tách cây tứ phân, nghĩa là xuất phát từ các miền nhỏ nhất – các điểm ảnh rời hợp chúng lại nếu thoả mãn tiêu chuẩn đề ra để được miền đồng nhất lớn hơn. Tiếp tục với các miền thu được cho đến khi ta không thể hợp nhất chúng với nhau nữa, lúc này số miền còn lại chính là các phân vùng của ảnh. Việc hợp nhất hai miền phải thoả mãn hai nguyên tắc sau:

- Hai vùng kế cận
- Hai vùng phải đáp ứng tiêu chuẩn, như cùng màu, cùng mức xám hay cùng kết cấu vv ...

Giả sử vùng  $R_i$  có  $n$  điểm, lúc đó giá trị trung bình  $m_i$  và độ lệch tiêu chuẩn  $\sigma_i$  được tính theo công thức:

$$m_i = \frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} I(k,l) \quad (3.12)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} (I(k,l) - m_i)^2} \quad (3.13)$$

Hai vùng  $R_1$  và  $R_2$  có thể hợp thành một vùng nếu  $|m_1 - m_2| < T$  và điểm  $I(k, l)$  sẽ được hợp với vùng  $R_i$  nếu  $|I(k, l) - m_i| < T$ , với  $T$  là một ngưỡng.

Đầu tiên chúng ta cố gắng hợp điểm  $(k, l)$  với một trong các vùng lân cận  $R_i$ . Nếu việc hợp không thành công thì ta hợp với các vùng khác đã có. Nếu vẫn không thành công hoặc không có vùng lân cận tồn tại thì điểm này được coi là một vùng mới.

Sau khi hợp nhất  $(k,l)$  vào vùng  $R$  thì ta phải cập nhật lại giá trị trung bình và độ lệch tiêu chuẩn:

$$m_i = \frac{1}{n+1} (I(k, l) + n * m_i) \quad (3.14)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n+1} (n\sigma_i^2 + \frac{n}{n+1} [I(k, l) - m_i]^2)} \quad (3.15)$$

Nếu có nhiều hơn một vùng lân cận thoả mãn thì hợp điểm  $(k, l)$  với vùng  $R_i$  sao cho sự khác biệt  $|I(k, l) - m_i|$  nhỏ nhất

### 3.3.4 phương pháp tổng hợp.

Hai phương pháp: tách cây tứ phân và phương pháp phân vùng bởi hợp có một số nhược điểm. phương pháp tách cây tứ phân tạo nên một cấu trúc phân cấp và thiết lập mối quan hệ giữa các vùng. Tuy nhiên nó thực hiện việc chia quá chi tiết. Phương pháp phân vùng bởi hợp cho phép làm giảm số miền liên thông xuống tối thiểu nhưng cấu trúc hàng ngang dần trải, không cho ta thấy mối liên hệ giữa các vùng. Để khắc phục nhược điểm này mà ta sử dụng phương pháp phối hợp cả 2 phương pháp. Trước tiên dùng phương pháp tách để tạo nên cây tứ phân, phân đoạn theo hướng từ gốc đến lá. Tiếp theo tiến hành duyệt cây theo chiều ngược lại và hợp các vùng có cùng tiêu chuẩn. Với phương pháp này ta thu được miêu tả cấu trúc của ảnh với các miền liên thông có kích thước tối đa.

Giải thuật trên gồm một số bước sau:

1. Kiểm tra tiêu chuẩn đồng nhất

- Nếu không thoả và số điểm trong vùng lớn hơn một điểm, tách làm 4 vùng (trên, dưới, trái, phải) bằng cách gọi đệ quy. Nếu kết quả tách xong và không tách được nữa chuyển sang bước ii.
  - Nếu tiêu chuẩn đồng nhất là thoả thì tiến hành hợp vùng và cập nhật giá trị trung bình cho vùng.
2. Hợp vùng: Cần kiểm tra 4 lân cận đã nêu trên. Có thể có nhiều vùng thoả mãi khi đó ta chọn vùng tối ưu rồi tiến hành hợp.

Phương pháp này thu được kết quả số vùng là nhỏ hơn phương pháp tách và ảnh được làm trơn hơn.

## **Chương 4 MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN**

Biên là một phần đặc biệt quan trọng trong xử lý ảnh, hầu như trước khi sử dụng các thuật toán phát hiện biên phải trải qua một bước tiền xử lý, đó là quá trình loại bỏ nhiễu. Cơ sở của các phép toán phát hiện biên đó là quá trình biến đổi về giá trị độ sáng của các điểm ảnh. Tại điểm biên sẽ có sự biến đổi đột ngột về mức xám. Đây chính là cơ sở của kỹ thuật phát hiện biên. Xuất phát từ cơ sở này, có hai phương pháp phát hiện biên tổng quát, đó là phương pháp phát hiện biên trực tiếp và phương pháp phát hiện biên gián tiếp.

### **4.1 Phân loại các kỹ thuật phát hiện biên**

#### **4.1.1 Phương pháp phát hiện biên trực tiếp**

Phương pháp phát hiện biên này nhằm làm nổi biên dựa vào sự biến thiên về giá trị độ sáng của điểm ảnh. Kỹ thuật chủ yếu dùng phát hiện biên ở đây là kỹ thuật đạo hàm.

- Nếu lấy đạo hàm bậc nhất của ảnh ta có phương pháp Gradient.

Phương pháp này bao gồm kỹ thuật Gradient và kỹ thuật la bàn.

- Nếu lấy đạo hàm bậc hai của ảnh ta có phương pháp Laplace.

#### **4.1.2 Phương pháp phát hiện biên gián tiếp**

Là quá trình phân vùng dựa vào phép xử lý kết cấu đối tượng, cụ thể là dựa vào sự biến thiên nhỏ và đồng đều độ sáng của các điểm ảnh thuộc một đối tượng. Nếu các vùng của ảnh được xác định thì đường phân ranh giữa các vùng đó chính là biên ảnh cần tìm. Việc phát hiện biên và phân vùng đối tượng là hai bài toán đối ngẫu. Từ phát hiện biên ta có thể tiến hành phân lớp đối tượng, như vậy là đã phân vùng được ảnh. Và ngược lại, khi đã phân vùng được ảnh nghĩa là đã phân lập được thành các đối tượng, từ đó có thể phát hiện được biên cần tìm.

Tuy nhiên, phương pháp tìm biên trực tiếp thường sử dụng có hiệu quả vì ít chịu ảnh hưởng của nhiễu. Song nếu sự biến thiên độ sáng của ảnh là không cao thì khó có thể phát hiện được biên, trong trường hợp này việc tìm biên theo phương pháp trực tiếp tỏ ra không đạt được hiệu quả tốt. Phương pháp tìm biên

gián tiếp dựa trên các vùng, đòi hỏi áp dụng lý thuyết về xử lý kết cấu đối tượng phức tạp, vì thế khó cài đặt, song đạt hiệu quả cao khi sự biến thiên về cường độ sáng là nhỏ.

### 4.1.3 Quy trình phát hiện biên

Bước 1: Do ảnh ghi được thường có nhiễu, bước một là phải lọc nhiễu

Bước 2: Làm nổi biên sử dụng các toán tử phát hiện biên.

Bước 3: Định vị biên.

Bước 4: Liên kết và trích chọn biên.

Chú ý: kỹ thuật làm nổi biên có thể gây nhiễu và làm xuất hiện một số biên giả, do vậy ta cần loại bỏ biên giả.

## 4.2. Kỹ thuật phát hiện biên Gradient

Kỹ thuật Gradient là kỹ thuật dò biên cục bộ dựa vào cực đại của đạo hàm. Đây là phép toán lấy đạo hàm bậc nhất trong không gian hai chiều.

Theo định nghĩa Gradient là một vectơ có các thành phần biểu thị tốc độ thay đổi giá trị của điểm ảnh, ta có:

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = f'(x) \approx \frac{f(x+dx,y)-f(x,y)}{dx} \quad (4.1)$$

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial y} = f'(y) \approx \frac{f(x,y+dy)-f(x,y)}{dy} \quad (4.2)$$

Trong đó  $dx$ ,  $dy$  là khoảng cách giữa 2 điểm kế cận theo hướng  $x$ ,  $y$  tương ứng (thực tế chọn  $dx=dy=1$ ). Đây là phương pháp dựa theo đạo hàm riêng bậc nhất theo hướng  $x$ ,  $y$ .

Theo định nghĩa về Gradient, nếu áp dụng nó vào xử lý ảnh, việc tính toán sẽ rất phức tạp. Để đơn giản mà không mất tính chất của phương pháp Gradient, người ta sử dụng kỹ thuật Gradient dùng cặp mặt nạ  $H_1$ ,  $H_2$  trực giao (theo 2 hướng vuông góc).

Việc xấp xỉ đạo hàm bậc nhất theo các hướng  $x$  và  $y$  được thực hiện thông qua 2 mặt nạ nhân chập tương ứng sẽ cho ta các kỹ thuật phát hiện biên khác nhau.

### 4.2.1 Toán tử Sobel

Kỹ thuật Sobel sử dụng 2 mặt nạ nhân chập theo 2 hướng x, y là:

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

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

Các bước tính của kỹ thuật sobel:

Bước 1: Tính  $I \otimes H_x$  và  $I \otimes H_y$

Bước 2: Tính  $I \otimes H_x + I \otimes H_y$

Ví dụ:

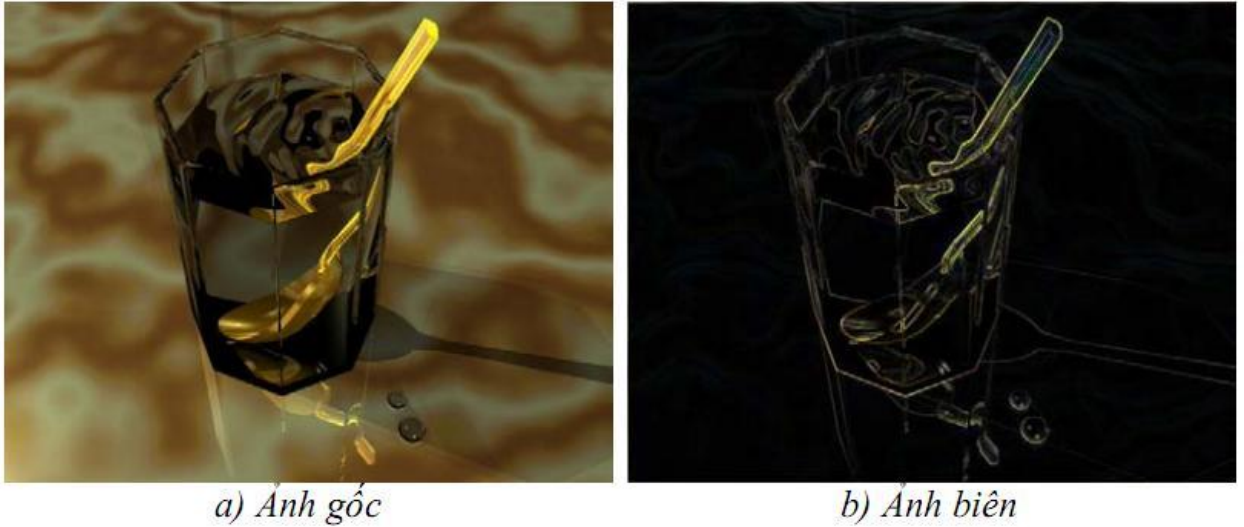


$$I = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$I \otimes H_x = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -10 & -10 & * & * \\ 0 & 0 & -15 & -15 & * & * \\ 0 & 0 & -10 & -10 & * & * \\ 0 & 0 & -5 & -5 & * & * \\ * & * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * & * \end{pmatrix}$$

$$I \otimes H_y = \begin{pmatrix} 15 & 15 & 10 & 5 & * & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & * & * \\ -15 & -15 & -10 & -5 & * & * \\ -15 & -15 & -10 & -5 & * & * \\ * & * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * & * \end{pmatrix}$$

$$I \otimes H_x + I \otimes H_y = \begin{pmatrix} 15 & 15 & 0 & -5 & * & * \\ 0 & 0 & -15 & -15 & * & * \\ -15 & -15 & -20 & -15 & * & * \\ -15 & -15 & -15 & -10 & * & * \\ * & * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * & * \end{pmatrix}$$



**Hình 4.1. Biên ảnh với sobel**

#### 4.2.2 Toán tử Prewitt

Toán tử được Prewitt đưa ra vào năm 1970, kỹ thuật này sử dụng hai mặt nạ nhân chập có dạng:

$$H_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$H_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Các bước tính của kỹ thuật Prewitt:

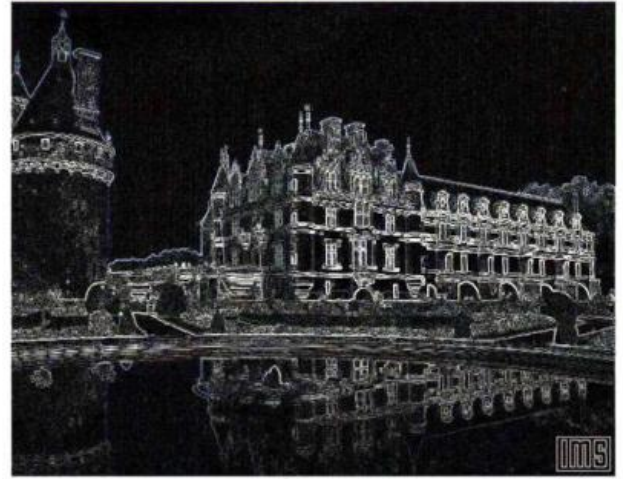
Bước 1: Tính  $I \otimes H_x$  và  $I \otimes H_y$

Bước 2: Tính  $I \otimes H_x + I \otimes H_y$

Kết quả của kỹ thuật Prewitt xem hình 4.2



a) Ảnh gốc



b) Ảnh biên

**Hình 4.2 Biên ảnh với toán tử Prewitt****4.3 Các toán tử la bàn**

Kỹ thuật sử dụng toán tử la bàn lấy đạo hàm theo tám hướng: Bắc, nam, đông, tây, đông bắc, tây bắc, đông nam, tây nam.

Toán tử la bàn do Gradient dựa trên sự đánh giá tất cả các hướng có thể của một đường biên ảnh trong một ảnh rời rạc. Bởi vậy thay vì chỉ áp dụng hai mặt nạ như các toán tử trong kỹ thuật Gradient ở trên, tám mặt nạ đã được dùng, mỗi cái cung cấp một cạnh đường biên dọc theo một trong tám hướng có thể của vòng.

Như vậy, mỗi điểm ảnh đầu ra là giá trị lớn nhất trong tám kết quả nhân xoắn của mặt nạ với ma trận ảnh. Sau mỗi lần nhân xoắn, ta quay mặt nạ này đi một góc  $45^0$  ngược chiều kim đồng hồ  $0^0, 45^0, 90^0, 135^0, 180^0, 225^0, 270^0, 315^0$ .

**4.3.1 Toán tử Kirsh**

Phép toán này được xem như là các toán tử thuần nhất. Nó tạo ra một sự thay đổi nhỏ trong Gradient và tạo ra các sự so sánh lẫn lộn như các phương

pháp trên. Các mặt nạ được sử dụng như sau:

$$H_{\text{Đông-Bắc}} = \begin{bmatrix} -3 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Bắc}} = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Đông}} = \begin{bmatrix} -3 & -3 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & 5 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Đông-Nam}} = \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & 5 & 5 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Nam}} = \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Tây}} = \begin{bmatrix} 5 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & -3 & -3 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Tây-Nam}} = \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & -3 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Tây-Bắc}} = \begin{bmatrix} 5 & 5 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$$

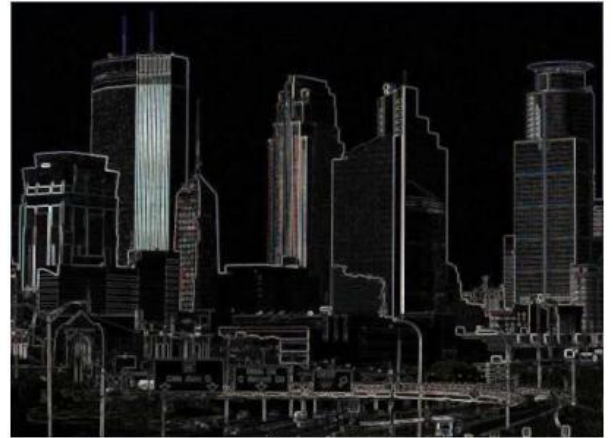
Để tìm ra biên ảnh, mỗi điểm ảnh được nhân xoắn với tất cả các mặt nạ (tâm của mặt nạ trùng với điểm ảnh đang xét). Kết quả của toán tử tại mỗi điểm là giá trị lớn nhất trong tám kết quả của việc nhân xoắn.

Ký hiệu  $A_i$ ;  $i = 1, 2, \dots, 8$  là Gradient theo 8 hướng như 8 mặt nạ kể trên, khi đó biên độ Gradient tại điểm ảnh  $(x, y)$  được tính theo:

$$A(x, y) = \text{Max}(|g_i(x, y)|) \quad i = 1, 2, \dots, 8$$



a) Ảnh gốc



b) Ảnh biên

**Hình 4.3. Kết quả với toán tử Kirsh****4.3.2 Toán tử la bàn Prewitt**

Toán tử la bàn Prewitt đưa ra các mặt nạ nhân cuộn theo 8 hướng khác nhau. Giá trị độ lớn của điểm ảnh mới được thực hiện như toán tử la bàn Kirsh. Các mặt nạ có dạng như sau:

$$H_{\text{Đông-Bắc}} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Bắc}} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

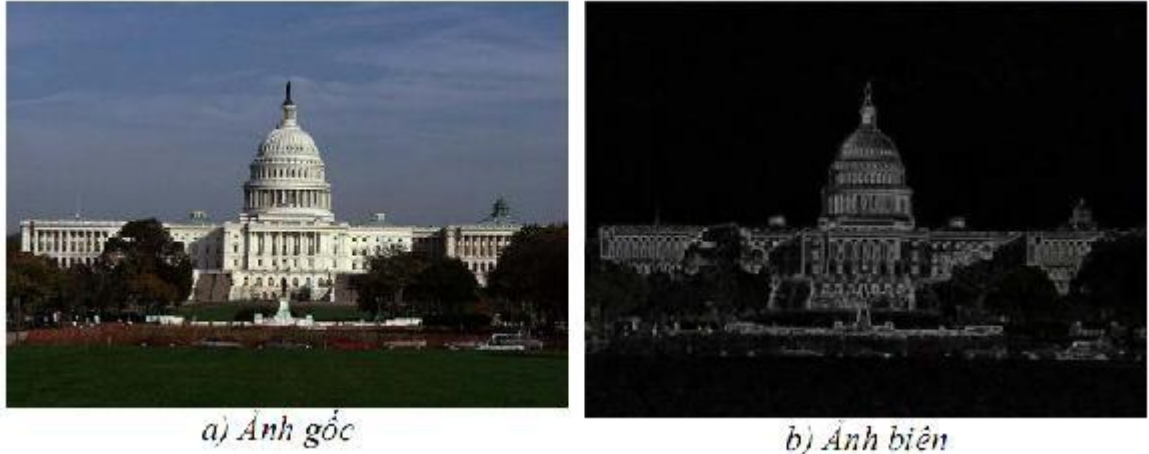
$$H_{\text{Đông}} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Đông-Nam}} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Nam}} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Tây}} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_{\text{Tây-Nam}} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_{\text{Tây-Bắc}} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



**Hình 4.4. Biên ảnh với toán tử la bàn Prewitt**

#### 4.4 Kỹ thuật phát hiện biên Laplace

Để khắc phục hạn chế và nhược điểm của phương pháp Gradient, trong đó sử dụng đạo hàm riêng bậc nhất người ta nghĩ đến việc sử dụng đạo hàm riêng bậc hai hay toán tử Laplace. Phương pháp dò biên theo toán tử Laplace hiệu quả hơn phương pháp toán tử Gradient trong trường hợp mức xám biến đổi chậm, miền chuyển đổi mức xám có độ trải rộng.

Toán tử Laplace được xác định bởi công thức (4.3):

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (4.3)$$

Toán tử Laplace dùng một số kiểu mặt nạ khác nhau nhằm tính gần đúng đạo hàm riêng bậc hai. Các dạng mặt nạ theo toán tử Laplace bậc 3x3 có thể:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = 2f(x, y) - f(x - 1, y) - f(x + 1, y) \quad (4.4)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 2f(x, y) - f(x, 1 - y) - f(x, y - 1) \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} \nabla^2 &= \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \\ &= 4f(x, y) - f(x - 1, y) - f(x, y - 1) - f(x + 1, y) - f(x, y + 1) \end{aligned} \quad (4.6)$$

Từ đó ta đưa ra được mặt nạ nhân chập của phương pháp đạo hàm bậc hai. Kết quả này cho ra mặt nạ thứ ba gọi là phương pháp Four - neighbor Laplace (sử dụng bốn láng giềng).

Toán tử Laplace dùng nhiều kiểu mặt nạ khác nhau để xấp xỉ rời rạc đạo hàm bậc hai. Ba kiểu mặt nạ hay dùng với toán tử Laplace:

$$H_1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad H_2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad H_3 = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

Giả sử có ảnh I, khi đó tìm biên ảnh bằng cách lấy đạo hàm bậc 2 của ảnh I (phương pháp Laplace) nghĩa là nhân cuộn ảnh I với một trong 3 mặt nạ trên:

$$Ikq = I \otimes H$$

Kết quả mô phỏng được thể hiện như hình 4.5



a) Ảnh gốc



b) Ảnh biên

**Hình 4.5. Biên ảnh với kỹ thuật Laplace**

### 4.5 Phương pháp phát hiện biên Canny

Phương pháp này do John Canny ở phòng thí nghiệm MIT khởi xướng vào năm 1986. Canny đã đưa một tập hợp các ràng buộc mà một phương pháp phát hiện biên phải đạt được. Ông đã trình bày một phương pháp tối ưu nhất để thực hiện được các ràng buộc đó. Và phương pháp này được gọi là phương pháp Canny.

#### 4.5.1 Cơ sở lý thuyết thuật toán

Ý tưởng thuật toán: Ý tưởng của phương pháp này là định vị đúng vị trí bằng cách cực tiểu hoá phương sai  $\delta^2$  của vị trí các điểm cắt "Zero" hoặc hạn chế số điểm cực trị cục bộ để chỉ tạo ra một đường bao.

Các ràng buộc mà phương pháp phát hiện biên Canny đã thực hiện được đó là: mức lỗi, định vị và hiệu suất. Trong đó:

- Mức lỗi: có ý nghĩa là một phương pháp phát hiện biên chỉ và phải tìm tất cả các biên, không biên nào được tìm bị lỗi.

- Định vị: Điều này nói đến độ chênh lệch cấp xám giữa các điểm trên cùng một biên phải càng nhỏ càng tốt.

- Hiệu suất: là làm sao cho khi tách biên không được nhận ra nhiều biên trong khi chỉ có một biên tồn tại.



Ràng buộc mức lỗi và định vị được dùng để đánh giá các phương pháp phát hiện biên. Còn ràng buộc về hiệu suất thì tương đương với mức lỗi dương.

Canny đã giả thiết rằng nhiễu trong ảnh tuân theo phân bố Gauss và đồng thời ông cũng cho rằng một phương pháp phát hiện biên thực chất là một bộ lọc nhân xoắn có khả năng làm mịn nhiễu và định vị được cạnh. Vấn đề là tìm một bộ lọc sao cho thỏa mãn tối ưu nhất các ràng buộc ở trên.

Dưới đây là việc xây dựng một bộ lọc tối ưu  $f$  được xấp xỉ bằng đạo hàm.

Bộ lọc  $f$  được giả thiết  $f=0$  ngoài đoạn  $(-w, +w)$ . Ba ràng buộc trên tương ứng với ba điều kiện như sau:

$$SLR = \frac{A \left| \int_{-w}^0 f(x) dx \right|}{n_0 \sqrt{\int_{-w}^w f^2(x) dx}} \quad (4.7)$$

$$Localization = \frac{A |f(0)|}{n_0 \sqrt{\int_{-w}^w f^2 dx}} \quad (4.8)$$

$$X_{ZC} = \pi \sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{\infty} f^2(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} f'^2(x) dx}} \quad (4.9)$$

Trong đó:

SNR: (mức lỗi) nhằm tìm một hàm  $f(x)$  phản đối xứng sao cho tỷ số giữa tín hiệu và nhiễu là cực đại.

Các giá trị Localization đại diện cho nghịch đảo chênh lệch mức xám giữa các điểm trong cùng một biên và càng lớn càng tốt.

$X_{ZC}$ : ràng buộc này nhằm hạn chế điểm cực trị cục bộ với mục đích cung cấp chỉ một đường bao.

Canny cố gắng tìm ra bộ lọc  $f$  làm cực đại tích:  $SNR * Localization$ . Nhưng cuối cùng thì một sự sắp xỉ có hiệu quả của  $f$  lại chính là đạo hàm bậc nhất của hàm Gauss.

Khi đó  $G$  có đạo hàm theo cả hai hướng  $x$  và  $y$ . Sự xấp xỉ với bộ lọc tối ưu của thuật toán phát hiện biên Canny chính là  $G'$  và do vậy, bằng phép nhân xoắn ảnh vào với  $G'$  ta thu được ảnh  $E$  đã được tách biên ngay cả trong trường hợp ảnh có nhiễu nhiễu.

Phép nhân xoắn thực hiện một cách dễ dàng trong khi việc tính toán khá phức tạp, đặc biệt là nhân xoắn với mảng hai chiều. Tuy nhiên một phép nhân xoắn với mảng hai chiều Gauss có thể được chia thành hai phép nhân xoắn với mặt nạ Gauss một chiều. Việc vi phân cũng có thể được thực hiện bằng phép nhân xoắn ở mảng một chiều tạo nên hai ảnh: ảnh một là việc nhân xoắn thành phần của  $x$  với mảng một chiều, ảnh hai là việc nhân xoắn thành phần của  $y$ .

#### 4.5.2 Hoạt động của thuật toán

##### a) Thuật toán:

Thuật toán được tiến hành qua bốn bước cơ bản sau:

- Đọc ảnh  $I$  cần xử lý: tiến hành làm trơn ảnh bằng cách nhân xoắn ảnh với bộ lọc Gauss.

- Đạo hàm bậc nhất kết quả trên theo hai hướng  $x$  và  $y$ :

Điều này tương ứng với việc nhân xoắn ảnh kết quả ở bước 1 theo hai hướng ( $x$  và  $y$ ) với một bộ lọc dựa trên đạo hàm bậc nhất (các bộ lọc của kỹ thuật Gradient).

Từ đó đưa ra kết quả đạo hàm ảnh sau khi tiến hành nhân xoắn với Gauss.

- Cho ảnh kết quả ở bước trên tiến hành “Non-maximum Suppression” Nghĩa là loại bỏ bớt các điểm cạnh (loại bỏ bớt nhiễu), chỉ giữ lại điểm có mức xám cao.

- Tiến hành thực hiện áp dụng ngưỡng (ngưỡng cao và ngưỡng thấp) để loại bỏ một số cạnh xấu.

##### b) Giải thích thuật toán

Bước 1 : Tiến hành làm trơn ảnh

Ở bước này chúng ta tiến hành nhân ảnh với bộ lọc Gauss

Bước 2: Tiến hành đạo hàm kết quả ở bước 1

Sau khi làm trơn ảnh ở bước 1 (nhân ảnh với bộ lọc Gauss) ta tiến hành đạo hàm bậc nhất kết quả đó. Kết quả đạo hàm S là đạo hàm của tích ảnh I và hàm Gauss (x,y). Điều này tương ứng với đạo hàm của hàm Gauss sau đó nhân với ảnh I.

$$\nabla S = \nabla(g * I) = (\nabla g) * I \quad (4.10)$$

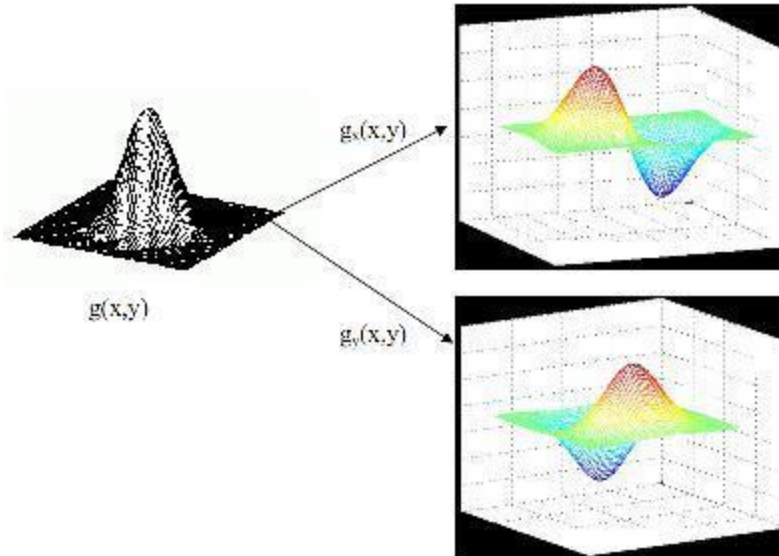
Với:

$$\nabla g = \begin{bmatrix} \frac{\partial g}{\partial x} \\ \frac{\partial g}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} \quad (4.11)$$

Như vậy, kết quả ảnh bước hai chính là sự tổng hợp của đạo hàm của Gauss theo hướng x nhân với ảnh I và đạo hàm của Gauss theo hướng y nhân với ảnh I.

Nghĩa là ta có thể đạo hàm hàm Gauss theo hai hướng rồi mới tiến hành nhân xoắn với ảnh thay vì nhân xoắn ảnh với hàm Gauss rồi mới đạo hàm.

Có thể minh họa như sau đạo hàm hàm Gauss theo hai hướng x và y, xem hình



**Hình 4.6. Đạo hàm hàm Gauss theo hai hướng (x,y)**

Sau khi tiến hành nhân xoắn ảnh I với bộ lọc Gauss ở bước 1 ta có một ảnh mới S được làm trơn. Tiến hành thực hiện bước hai bằng cách lấy đạo hàm ảnh mới đó theo hai hướng x và y rồi tổng hợp kết quả lại.

Ở đây ta tiến hành nhân xoắn ảnh S với hai mặt nạ của phương pháp Sobel theo hai hướng x và y như sau:

$$H_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad H_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Sau khi tiến hành nhân xoắn ảnh theo hai hướng x và y ta được hai ảnh theo hai hướng là  $S_x$  và  $S_y$ , ta tiến hành tổng hợp hai kết quả đó để cho ra kết quả cuối cùng  $S'$ :

$$S' = \sqrt{(S_x^2 + S_y^2)} \quad (4.12)$$

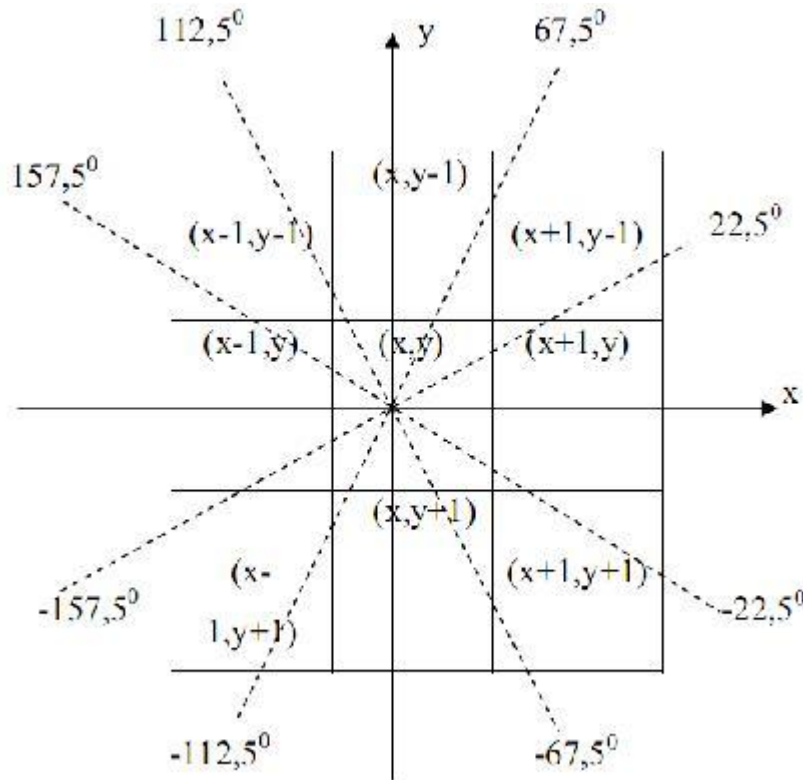
Hướng của biên  $\theta$  như sau:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{S_y}{S_x} \quad (4.13)$$

Ảnh S' tìm được là kết quả của bước 2.

Bước 3: Tiến hành loại bỏ một số cạnh dư thừa. Đối với mỗi điểm ảnh trên ảnh S' ta tiến hành so sánh giá trị của điểm đó với giá trị của hai điểm lân cận điểm đó. Hai điểm lân cận này là hai điểm nằm trên đường thẳng chứa hướng của đường biên  $\theta$ .

Giả sử ta có điểm biên đang xét là tại vị trí  $(x,y)$ , ta có 8 điểm biên lân cận điểm biên này thể hiện ở hình x.x



**Hình 4.7. Hình mô tả các điểm biên lân cận**

Tại điểm biên đó ta tiến hành tính giá trị góc của hướng đường biên  $\theta$ . Nếu hướng của đường biên  $\theta \leq 22,5^\circ$  hoặc  $\theta > 157,5^\circ$  thì đặt giá trị của  $\theta = 0^\circ$  và khi đó hai điểm biên lân cận điểm biên này tại vị trí  $(x-1, y)$  và  $(x+1, y)$

Tương tự ta có kết quả hai điểm biên lân cận theo các hướng biên khác nhau, kết quả được nêu trong bảng 4.1

Giá trị $\theta$	Phương hướng	Điểm ảnh
$\theta \leq 22,5^0$ hoặc $\theta > 157,5^0$	$\theta = 0^0$	$(x-1,y)$ $(x+1,y)$
$22,5^0 < \theta \leq 67,5^0$	$\theta = 45^0$	$(x-1,y-1)$ $(x+1,y+1)$
$67,5^0 < \theta \leq 112,5^0$	$\theta = 90^0$	$(x-1,y-1)$ $(x+1,y-1)$
$112,5^0 < \theta \leq 157,5^0$	$\theta = 135^0$	$(x,y+1)$ $(x,y-1)$

Bảng 4.1 bảng kết quả

Ta tiến hành thực hiện:

- Tại mỗi điểm ảnh ta tiến hành tính toán hướng của đường biên, sau đó so sánh kết quả đó tìm ra hai điểm biên lân cận.

- So sánh giá trị điểm ảnh đang xét với hai điểm biên trên:

Nếu điểm ảnh này là lớn nhất thì giữ lại điểm biên này (đánh dấu điểm biên này), ngược lại nếu nó nhỏ hơn một trong hai điểm biên lân cận thì điểm biên này bị loại đi (cho giá trị điểm biên này bằng 0)

Ta được kết quả ảnh sau khi đã loại đi một số điểm biên không phù hợp, Lúc này số lượng biên trên ảnh nhìn thấy sẽ ít đi. Điều này đặc biệt có giá trị tốt để loại bỏ một số biên dư thừa đặc biệt với ảnh có nhiều nhiễu.

Bước 4: Tiến hành áp dụng ngưỡng:

Sau khi tiến hành bước 3 ta tiến hành áp dụng ngưỡng: sử dụng hai ngưỡng, ngưỡng cao  $T_h$  và ngưỡng thấp  $T_l$ .

Những điểm biên được đánh dấu (không bị loại) ta tiếp tục tiến hành áp dụng ngưỡng cao và ngưỡng thấp:

- Xét điểm ảnh  $I$  tại vị trí  $(x,y)$

- So sánh  $I(x,y)$  với hai ngưỡng  $T_h$  và  $T_l$

+ Nếu  $I(x,y) \geq T_h$ : đánh dấu và giữ lại điểm biên này (đặt giá trị bằng 1)

+ Nếu  $I(x,y) < T_l$ : Loại bỏ điểm biên này (đặt giá trị bằng 0)

+ Nếu  $T_l \leq I(x,y) < T_h$ : ta tiến hành so sánh giá trị  $I(x,y)$  với giá trị của các của 8 điểm lân cận :

Nếu một trong 8 điểm lân cận có giá trị  $> T_h$ : Tiến hành đánh dấu và giữ lại điểm biên này.

Ngược lại: Loại bỏ điểm biên này (đặt giá trị bằng 0)

Kết quả sau khi thực hiện phương pháp phát hiện biên Canny:



a) Ảnh gốc



b) Ảnh biên

**Hình 4.8. Biên ảnh theo phương pháp Canny**

#### 4.6 Toán tử Robert(1965)

Trong phương pháp này sử dụng hai mặt nạ để nhân xoắn  $H_x$  và  $H_y$  và được thực hiện theo hai hướng  $-45^\circ$  và  $45^\circ$

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

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

Chiều dài đường biên ảnh có thể rút ra bằng cách dùng bất kỳ phép xử lý tuyến tính nào sau đây:

$$y(i, j) = \sqrt{y_1(i, j)^2 + y_2(i, j)^2} \quad (4.14)$$

$$y(i, j) = \max \{|y_1(i, j)|, |y_2(i, j)|\} \quad (4.15)$$

$$y(i, j) = \max \{|y_1(i, j)| + |y_2(i, j)|\} \quad (4.16)$$

Trong đó:  $y_1(i, j)$  và  $y_2(i, j)$  là đáp ứng rút ra từ mẫu  $H_x$  và  $H_y$

Các phần tử trong mặt nạ gọi là trọng số. Di chuyển lần lượt các mặt nạ trên ảnh đang xét sao cho phần tử đầu tiên của mặt nạ trùng với phần tử  $(i,j)$  đang xét trên ảnh. Từ đó cho ra kết quả của ảnh mới theo phương pháp này.

Như vậy, ta có kết quả Gradient tại một điểm ảnh  $(i,j)$ :

$$y(i,j) = |y(i,j+1) - y(i+1,j)| + |y(i,j) + y(i+1,j+1)| \quad (4.17)$$

Kết quả của toán tử Robert sau khi tiến hành tách biên:



a) Ảnh gốc



b) Ảnh biên

**Hình 4.9. Biên ảnh với toán tử Robert**



## KẾT LUẬN

### **Các kết quả đạt được:**

Trong quá trình nghiên cứu tài liệu và thực hiện đề án dưới sự định hướng của thầy hướng dẫn em thấy bản thân đã đạt được một số kết quả như sau: Tìm hiểu được một cách tổng quan các vấn đề về XLA và phân đoạn ảnh. Em đã có một cách nhìn có hệ thống về các phương pháp phân đoạn ảnh và các thuật toán trong mỗi phương pháp. Đồng thời biết được điểm mạnh/yếu của từng phương pháp và có thể đưa ra cách lựa chọn phương pháp phù hợp với từng loại ảnh.

Trong quá trình làm đề án giúp em tích lũy thêm một số kiến thức về toán học, kỹ năng lập trình và đặc biệt là rèn luyện một kỹ năng để nghiên cứu khoa học

### **Một số hạn chế cần khắc phục:**

Bên cạnh những kết quả đạt được em tự thấy còn một số hạn chế: chưa đưa ra được một phương pháp phân đoạn mới hoàn toàn, trong đề án tốt nghiệp em chỉ trình bày lại các kiến thức tìm hiểu được.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Lương Mạnh Bá, Nguyễn Thanh Thủy, Nhập môn xử lý ảnh số, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
2. Võ Đức Khánh (2003), Giáo trình xử lý ảnh, NXB Thống kê, Hà Nội

### Tiếng Anh

3. Advanced Edge Detection Techniques in Computational Vision:  
<http://www.cpsc.ucalgary.ca/Research/vision/501/edgdetect.pdf>.
- [4] A.A. Alshennawy, A.A. Aly, "Edge Detection in Digital Images Using Fuzzy Logic Technique", World Academy of Science, Engineering and Technology 51 2009.
4. Canny, J., "A Computational Approach to Edge Detection", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8:679-714, November 1986.
5. M. Abdulghafour, "Image segmentation using Fuzzy logic and genetic algorithms", Journal of WSCG, vol. 11, no.1, 2003.
6. M. Paulinas, A. Usinskas, "A Survey of Genetic Algorithms Applications for Image Enhancement and Segmentation", Information Technology and Control, Vol.36, No.3, pp.278-284, 2007.
7. N. Senthilkumaran, R. Rajesh, "Edge Detection Techniques for Image Segmentation and A Survey of Soft Computing Approaches", International Journal of Recent Trends in Engineering, Vol. 1, No. 2, PP.250-254, May 2009.
8. N. Senthilkumaran, R. Rajesh, "Edge Detection Techniques for Image Segmentation - A Survey", Proceedings of the International Conference on Managing Next Generation Software Applications (MNGSA-08), 2008, pp.749-760.
9. Salem Saleh Al-amri et. Al., Image Segmentation by Using Edge Detection, IJCSE, Vol. 02, No. 03, 2010, 804-807.