

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

Vũ Thị Hằng

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ KỸ THUẬT XÁC ĐỊNH
VÙNG CHỮ SỐ PHỤC VỤ BÀI TOÁN
NHẬP ĐIỂM TỰ ĐỘNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

Thái Nguyên - 2015

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

Vũ Thị Hằng

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ KỸ THUẬT XÁC ĐỊNH
VÙNG CHỮ SỐ PHỤC VỤ BÀI TOÁN
NHẬP ĐIỂM TỰ ĐỘNG**

Chuyên ngành: Khoa học máy tính

Mã số: 60.48.01.01

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. Vũ Duy Linh

Thái Nguyên - 2015

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung bản luận văn này là do tôi tự sưu tầm, tra cứu và sắp xếp cho phù hợp với nội dung yêu cầu của đề tài.

Nội dung luận văn này chưa từng được công bố hay xuất bản dưới bất kỳ hình thức nào và cũng không được sao chép từ bất kỳ một công trình nghiên cứu nào.

Tất cả phần mã nguồn của chương trình đều do tôi tự thiết kế và xây dựng, trong đó có sử dụng một số thư viện chuẩn và các thuật toán được các tác giả xuất bản công khai và miễn phí trên mạng Internet.

Nếu sai tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Thái Nguyên, ngày tháng 07 năm 2015

Người cam đoan

Vũ Thị Hằng

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình học tập và nghiên cứu tại lớp Cao học khóa 12 chuyên ngành Khoa học máy tính tại trường ĐH Công nghệ thông tin và truyền thông - Đại học Thái Nguyên, tôi đã nhận được rất nhiều sự chỉ bảo, dìu dắt, giảng dạy nhiệt tình của các thầy, cô giáo trong Viện công nghệ thông tin. Các thầy cô giáo quản lý trong trường ĐH Công nghệ thông tin và truyền thông - Đại học Thái Nguyên đã luôn giúp đỡ, tạo điều kiện tốt nhất cho tôi trong quá trình công tác cũng như học tập. Nhân dịp này tôi xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành tới tập thể các thầy, cô giáo trong Viện công nghệ thông tin, các thầy cô giáo trong trường ĐH Công nghệ thông tin và truyền thông - Đại học Thái Nguyên.

Tôi xin chân thành cảm ơn sâu sắc tới thầy giáo **TS. Vũ Duy Linh** đã cho tôi nhiều ý kiến đóng góp quý báu, đã tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện cho tôi hoàn thành tốt luận văn tốt nghiệp này.

Tôi xin cảm ơn các đồng nghiệp và người thân đã động viên, giúp đỡ tôi trong quá trình nghiên cứu và thực hiện luận văn này.

Quá trình thực hiện đề tài không tránh khỏi các thiếu sót, rất mong tiếp tục nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy, các cô giáo, các bạn đồng nghiệp đối với đề tài nghiên cứu của tôi để đề tài được hoàn thiện hơn.

Tôi xin trân trọng cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày tháng 07 năm 2015

Vũ Thị Hằng

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

	Trang
Hình 2.1 Xấp xỉ trên và xấp xỉ dưới của X	20
Hình 2.2. Kết quả ảnh biên thu được bằng một số phương pháp	22
Hình 2.3. Đường thẳng Hough trong tọa độ cực	26
Hình 2.4. Biến đổi Hough phát hiện góc nghiêng	28
Hình 2.5. Đường biên lý tưởng.....	Error! Bookmark not defined.
Hình 2.6. Đường biên dốc	Error! Bookmark not defined.
Hình 2.7. Đường biên không trơn	Error! Bookmark not defined.
Hình 2.8. Sơ đồ phân tích ảnh	Error! Bookmark not defined.
Hình 2.9. Toán tử 4 lân cận	Error! Bookmark not defined.
Hình 2.10. Ví dụ về các chu tuyến đối ngẫu	Error! Bookmark not defined.
Hình 2.11. Chu tuyến trong và chu tuyến ngoài của một đối tượng	Error!
Bookmark not defined.	
Hình 3.1. Mẫu bảng điểm	44
Hình 3.2. Hình ảnh bảng điểm chưa xác định được vùng chứa điểm	50
Hình 3.3. Hình ảnh bảng điểm đã xác định được vùng chứa điểm	50
Bảng 4.1: Kết quả thực nghiệm	51

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	8
Chương 1: KHÁI QUÁT NHẬP ĐIỂM TỰ ĐỘNG VÀ BÀI TOÁN ĐỊNH VỊ VÙNG	10
1.1. Khái quát về nhận dạng văn bản và nhập điểm tự động	10
1.1.1. Nhận dạng văn bản	10
1.1.2. Quản lý và nhập điểm.....	11
1.2. Bài toán định vị vùng trong nhập điểm tự động.....	13
1.2.1. Mô tả bài toán.....	13
1.2.2. Một số cách tiếp cận.....	14
Chương 2: MỘT SỐ KỸ THUẬT ĐỊNH VỊ VÙNG.....	15
2.1. Định vị vùng theo phương pháp hình thái học	15
2.1.1. Các phép toán hình thái cơ bản	15
2.1.1.1. Một số định nghĩa.....	15
2.1.1.2. Một số tính chất của phép toán hình thái	16
2.1.2. Phát hiện biên dựa vào các phép toán hình thái	18
2.1.2.1. Xấp xỉ trên và xấp xỉ dưới đối tượng ảnh	18
2.1.2.2. Thuật toán phát hiện biên dựa vào phép toán hình thái	19
2.1.3. Định vị vùng sử dụng phương pháp hình thái học	21
2.2. Định vị vùng sử dụng phép biến đổi Hough	22
2.2.1. Biến đổi Hough cho đường thẳng	22
2.2.2. Biến đổi Hough cho đường thẳng trong tọa độ cực	25
2.2.3. Biến đổi Hough và phát hiện góc nghiêng phiếu điểm	26
2.2.3.1. Áp dụng biến đổi Hough trong phát hiện góc nghiêng phiếu điểm.....	26

2.2.3.2. Thuật toán phát hiện và hiệu chỉnh góc nghiêng phiếu điểm	27
2.2.4. Định vị vùng sử dụng phép biến đổi Hough	29
2.3. Kỹ thuật định vị vùng sử dụng phương pháp lần đường biên	30
2.3.1. Biên của đối tượng ảnh.....	30
2.3.1.1. Biên và các kiểu biên cơ bản trong ảnh	30
2.3.1.2. Vai trò của biên trong nhận dạng	33
2.3.2. Kỹ thuật dò biên	35
2.3.2.1. Phương pháp dò biên trực tiếp	35
2.3.2.2. Phương pháp dò biên gián tiếp.....	43
2.3.2.3. Thuật toán dò biên tổng quát.....	47
Chương 3: CHƯƠNG TRÌNH THỬ NGHIỆM.....	51
3.1. Bài toán.....	51
3.2. Phân tích bài toán	52
3.3. Chương trình thử nghiệm	55
3.3.1. Thiết kế chương trình	55
3.3.2. Một số kết quả chương trình	58
PHẦN KẾT LUẬN	60
TÀI LIỆU THAM KHẢO	62

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Xử lý ảnh là một khoa học còn tương đối mới mẻ so với nhiều ngành khoa học khác, nhất là trên quy mô công nghiệp, song trong xử lý ảnh đã bắt đầu xuất hiện những máy tính chuyên dụng. Nhận dạng là một trong những bộ phận quan trọng của xử lý ảnh và đã được ứng dụng rất hiệu quả trong nhiều lĩnh vực khác nhau như y tế, giáo dục, quốc phòng, nghiên cứu vũ trụ.

Trong quá trình công tác, tôi nhận thấy rằng: Việc xử lý kết quả thi của sinh viên hiện nay hầu hết ở các trường được thực hiện một cách thủ công. Kết quả thi sau khi được giảng viên ghi vào biên bản chấm thi sẽ được nhập vào máy tính để lưu trữ và xử lý. Việc nhập điểm thủ công như vậy tốn khá nhiều công sức và khả năng nhầm lẫn cao. Nếu công việc nhập điểm từ biên bản chấm thi vào máy tính được tự động hóa thì hiệu quả hơn rất nhiều.

Để giúp cho việc đó đòi hỏi chúng ta phải xây dựng được các công cụ hữu hiệu trong việc nhận dạng các vùng chứa dữ liệu trên bảng điểm, nhận dạng được các chữ số viết tay. Trong phạm vi một đề tài luận văn thạc sỹ, tôi sẽ đi sâu vào tìm hiểu kỹ thuật phát hiện và định vị vùng chứa chữ số viết tay trong bảng điểm phục vụ cho bài toán nhập phiếu điểm tự động. Do đó tôi chọn đề tài: *“Nghiên cứu một số kỹ thuật xác định vùng chữ số phục vụ bài toán nhập điểm tự động”*.

2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

a. Đối tượng nghiên cứu

- Phiếu điểm (biên bản chấm thi) của một số trường học.
- Các kỹ thuật xử lý và nhận dạng ảnh.

- Xây dựng phần mềm mô phỏng nhận dạng vùng chứa dữ liệu ảnh.

b. Phạm vi nghiên cứu

- Ảnh phiếu điểm ở dạng đen trắng, độ phân giải 300DPI
- Một số kỹ thuật hỗ trợ xác định vùng chứa dữ liệu điểm.

3. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Nghiên cứu các kỹ thuật xử lý và nhận dạng ảnh cơ bản.
- Nghiên cứu cấu trúc một bảng điểm từ đó đề xuất mẫu phiếu điểm mới giúp cho việc nhận dạng tự động được chính xác.

4. Đóng góp mới

Đề tài khi hoàn thành sẽ giải quyết một phần quan trọng của bài toán nhập điểm tự động: Xác định vùng chứa dữ liệu điểm. Đây là cơ sở để có thể phát triển ứng dụng áp dụng trong thực tế ở các trường học hiện nay.

5. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu tài liệu, tìm hiểu các thông tin trên Internet về các kỹ thuật có liên quan.
- Sử dụng thử nghiệm công cụ có sẵn để hiểu rõ bản chất vấn đề, sau đó xây dựng chương trình theo demo.

Chương 1: KHÁI QUÁT NHẬP ĐIỂM TỰ ĐỘNG VÀ BÀI TOÁN ĐỊNH VỊ VÙNG

1.1. Khái quát về nhận dạng văn bản và nhập điểm tự động

1.1.1. Nhận dạng văn bản

Nhận dạng văn bản hay nhận dạng ký tự quang học (tiếng Anh: *Optical Character Recognition*, viết tắt là **OCR**), là loại phần mềm máy tính được tạo ra để chuyển các hình ảnh của chữ viết tay hoặc chữ đánh máy (thường được quét bằng máy scanner) thành các văn bản tài liệu. OCR được hình thành từ một lĩnh vực nghiên cứu về nhận dạng mẫu, trí tuệ nhận tạo và machine vision. Mặc dù công việc nghiên cứu học thuật vẫn tiếp tục, một phần công việc của OCR đã chuyển sang ứng dụng trong thực tế với các kỹ thuật đã được chứng minh.

Nhận dạng ký tự quang học (dùng các kỹ thuật quang học chẳng hạn như gương và ống kính) và nhận dạng ký tự số (sử dụng máy quét và các thuật toán máy tính) lúc đầu được xem xét như hai lĩnh vực khác nhau. Bởi vì chỉ có rất ít các ứng dụng tồn tại với các kỹ thuật quang học thực sự, bởi vậy thuật ngữ **Nhận dạng ký tự quang học** được mở rộng và bao gồm luôn ý nghĩa nhận dạng ký tự số.

Đầu tiên hệ thống nhận dạng yêu cầu phải được huấn luyện với các mẫu của các ký tự cụ thể. Các hệ thống "thông minh" với độ chính xác nhận dạng cao đối với hầu hết cácphông chữ hiện nay đã trở nên phổ biến. Một số hệ thống còn có khả năng tái tạo lại các định dạng của tài liệu gần giống với bản gốc bao gồm: hình ảnh, các cột, bảng biểu, các thành phần không phải là văn bản.

1.1.2. Quản lý và nhập điểm tự động

Có nhiều bài toán hiệu quả và độ tin cậy phụ thuộc rất nhiều vào khâu nhập số liệu như các bài toán điều tra xã hội học, thi tuyển sinh qua trắc nghiệm, nhập chứng từ ngân hàng, nhập các tờ khai thuế... Khó khăn ở chỗ khối lượng nhập rất nhiều và việc kiểm soát nhập có chính xác không là một vấn đề nan giải.

Nhập dữ liệu theo kiểu thủ công truyền thống sử dụng giao tiếp trực tiếp qua màn hình và bàn phím. Người ta đã tìm cách để tăng hiệu quả và chất lượng tương tác với máy trong nhập liệu. Vấn đề nhập liệu tự động trở thành một nội dung lớn nhất của khoa học tương tác người - máy (Human Computer Interaction - HCI).

Để tăng tốc độ nhập dữ liệu, một số phương pháp được nghiên cứu là:

- Phân tải để có thể nhập từ nhiều nguồn, nhiều đầu mối
- Nhập qua các giá mang tính trung gian để tận dụng được nhiều phương pháp, nhiều đầu mối, sau đó dùng các tool để chuyển về định dạng cần thiết
- Nhập qua giao diện âm thanh hoặc hình ảnh, trong đó hình ảnh là phương pháp được quan tâm nhiều hơn. Đã có nhiều thành công trong các hệ thống nhận dạng chữ viết, nhận dạng các form tài liệu, nhận dạng các phiếu đánh dấu.

Để tăng độ tin cậy, người ta thường phải áp dụng các biện pháp tìm sai sót và chỉnh sửa như:

- Kiểm lỗi trực tiếp;
- Nhập hai lần từ hai người khác nhau để phát hiện sai lệch;
- Tăng cường độ tin cậy của các hệ nhập liệu tự động;

- Phát hiện những ràng buộc toàn vẹn để đặt ra các cơ chế kiểm soát tự động theo các ràng buộc và trong nhiều trường hợp có thể tự sửa lỗi.

Trong hệ thống quản lý đào tạo hiện nay có một vài giải pháp nhập điểm đã được đưa vào để thực hiện như nhập liệu thủ công trực tiếp, nhập điểm trực tuyến, nhập điểm theo lô từ file, và nhập điểm bằng nhận dạng ảnh phiếu điểm.

Việc nhập điểm bằng nhận dạng ảnh phiếu điểm: Một trong các giải pháp nhập điểm khác được áp dụng là dùng các phiếu ghi điểm được viết theo những định dạng đặc biệt. Thay vì ghi điểm là một số, người ta lập các cột có sẵn những ô hình tròn đại diện cho các mức điểm. Điểm thí sinh được thể hiện bằng cách tô kín ô tương ứng giống như tô các phiếu trắc nghiệm hiện nay. Sau đó bảng điểm được quét vào thành một ảnh và dùng một phần mềm nhận dạng để biết cột nào được đánh dấu để suy ra điểm và ghi vào CSLD. Giải pháp này có ưu điểm là giảm tải cho phòng đào tạo, thay vì việc phải nhập điểm chỉ cần quét ảnh, sau đó chạy phần mềm nhận dạng. Tuy nhiên vẫn phải in bảng điểm và mời giáo viên lên ký.

1.1.3. Quy trình chung một hệ thống nhập điểm tự động.

Quy trình chung của một hệ thống nhập điểm tự động thường bao gồm:

- ✓ Quét ảnh: quét ảnh phiếu điều tra và lưu dưới dạng ảnh raster: Quét trực tiếp các loại phiếu điều tra thông qua máy quét. Đọc và xử lý hơn 30 dạng tệp tin ảnh phổ dụng nhất như PCX, BMP, TIF, GIF, JPG, ... Có thể nhận dạng trực tiếp phiếu điều tra thông qua máy quét, không cần lưu trữ dưới dạng tệp ảnh trung gian. Các phiếu điều tra có thể được quét và lưu trữ dưới dạng tệp tin cơ sở dữ liệu.

- ✓ Tiền xử lý: nối các đường đứt nét, quay ảnh, xoá nhiễu,... lấp lỗ hổng. co giãn, vuốt tron đường, phát hiện góc nghiêng, độ dịch chuyển và hiệu chỉnh 1 cách tự động...
- ✓ Lựa chọn vùng: Markread hiển thị phiếu mẫu sạch đẹp chưa điền thông tin và chọn các vùng và điền thông tin liên quan đến chúng.
- ✓ Học form: vùng được lựa chọn có thể chứa nhiều ô hình chữ nhật trên ảnh mẫu và tách ra các ô chữ nhật, elip và chúng được sử dụng cho trường OMR

* *Dữ liệu đầu vào* sẽ là Phiếu điểm: là các ảnh đen trắng hoặc đa cấp xám từ đĩa hoặc từ Scanner. Khi đó yêu cầu chung về dữ liệu là các tệp ảnh có thể có nhiễu, nghiêng và dịch chuyển nhưng hạn chế, các bản in và photocopy tương đối rõ ràng. Hầu hết các khuôn dạng thông thường như TIFF, GIF, PCX, BMP, JPG,... Các ảnh này gồm các ô hình vuông, chữ nhật, tròn, e-lip có thể đánh dấu, chữ và chữ số có hạn chế.

- Nhận dạng phiếu điểm: Tự động nhặt ra các đối tượng theo mẫu đã chỉ ra trong các phiếu mẫu. Ở giai đoạn này đối với mỗi đối tượng cần nhận dạng sẽ được tiến hành theo các bước cơ bản: Xử lý sơ bộ, trích chọn các đặc trưng liên quan đến mẫu, đối sánh các đặc trưng của đối cần nhận dạng với mẫu.

- Hiệu chỉnh: Hiệu chỉnh bằng tay hoặc tự động các vị trí trong phiếu mẫu.

- Trích chọn đặc trưng mẫu: Tự động phân tích và tách các vùng này các đối tượng riêng lẻ (cô lập đối tượng) và tính đặc trưng cho các hình này rồi lưu vào tệp mẫu học.

* *Dữ liệu ra:*

- Tệp kết quả của nhận dạng được đưa ra theo các qui cách DBF, MDB, XLS.

- Mỗi phiếu là một bản ghi gồm các trường tương ứng với các đối tượng cần nhận dạng (hình vuông, chữ nhật, hình tròn, e-lip) đã được điền.
- Tên các trường được sinh ra một cách tự động hoặc được người dùng đưa vào. Tiếp cận phương pháp nhận dạng nhãn quang học hiện đại:
- Tự động xử lý các bản kiểm tra, phiếu thăm dò, câu hỏi và các phiếu mẫu.

1.2. Bài toán định vị vùng trong nhập điểm tự động

1.2.1. Mô tả bài toán

Hiện nay, đa phần các trường học đều sử dụng phần mềm tin học để quản lý điểm. Việc này, giúp việc quản lý được chính xác, tra cứu nhanh chóng. Tuy nhiên, theo tìm hiểu của tác giả thì các phần mềm này đều cho chỉ cho phép in biên bản chấm để các giáo viên chấm thi nhập điểm rồi người phụ trách điểm phải có trách nhiệm nhập điểm bằng tay. Mặc dù các phần mềm hiện nay đều có chức năng in kiểm dò, nhưng công việc này vẫn hoàn toàn thủ công dẫn tới có nhiều sai sót.

Bài toán nhập điểm tự động nếu được giải quyết sẽ khắc phục được các vấn đề mà tác giả đã nêu ở trên. Việc nhập điểm tự động sẽ là quá trình thu thập ảnh biên bản chấm thi (thông thường qua máy Scanner) sau đó sẽ xử lý để đưa ra được bảng điểm chính xác dưới dạng số trên máy tính. Trong bài toán này, có hai bài toán nhỏ cần giải quyết đó là: Xác định vùng chứa dữ liệu điểm và nhận dạng chữ số viết tay. Trong phạm vi nghiên cứu của luận văn, tác giả sẽ đi tập trung nghiên cứu vào việc xác định vùng chứa dữ liệu điểm.

1.2.2. Một số cách tiếp cận

Có nhiều phương pháp xác định vùng trong nhập điểm tự động. Dựa vào tính chất của các phương pháp xác định vùng dữ liệu điểm, có thể chỉ ra hai phương pháp tiếp cận chính:

Hướng tiếp cận dựa trên tri thức: Mã hóa các hiểu biết của con người về các vùng trong một bảng điểm. Trên thực tế thì mặc dù bảng điểm số có thể trình bày bằng bất kỳ ngôn ngữ nào chúng ta vẫn có thể đoán nhận được đâu là vùng dữ liệu chứa điểm để từ đó xác định được điểm của từng cá nhân. Một ví dụ điển hình là trên bất kỳ bảng điểm hệ số 10 nào thì điểm bao giờ cũng gồm hai phần: phần nguyên và phần thập phân cách nhau bởi dấu “.” hoặc dấu “,”;

Hướng tiếp cận dựa trên so khớp mẫu: Nếu chúng ta có sẵn các mẫu phiếu điểm thì hoàn toàn có thể sử dụng phương pháp này. Khi cần nhận dạng một bảng điểm để xác định vùng chứa dữ liệu điểm, ta sẽ đi so khớp với các mẫu. Xác định được bảng điểm thuộc mẫu nào thì rõ ràng chúng ta đã xác định được vùng chứa dữ liệu điểm (các mẫu được lưu trữ đều có cấu trúc riêng).

Chương 2:

MỘT SỐ KỸ THUẬT ĐỊNH VỊ VÙNG

2.1. Định vị vùng theo phương pháp hình thái học

2.1.1. Các phép toán hình thái cơ bản

Hình thái là thuật ngữ chỉ sự nghiên cứu về cấu trúc hay hình học topo của đối tượng trong ảnh. Phần lớn các phép toán của "Hình thái" được định nghĩa từ hai phép toán cơ bản là phép "giãn nở" (Dilation) và phép "co" (Erosion).

Các phép toán này được định nghĩa như sau: Giả thiết ta có đối tượng X và phần tử cấu trúc (mẫu) B trong không gian Euclide hai chiều. Kí hiệu B_x là dịch chuyển của B tới vị trí x.

2.1.1.1. Một số định nghĩa

▪ **Phép giãn nở - Dilation:** Phép "giãn nở" của X theo mẫu B là hợp của tất cả các B_x với x thuộc X. Ta có:

$$X \oplus B = \bigcup_{x \in X} B_x$$

▪ **Phép co – Erosion:** Phép "co" của X theo B là tập hợp tất cả các điểm x sao cho B_x nằm trong X. Ta có:

$$X \ominus B = \{x : B_x \subseteq X\}$$

Ví dụ: Ta có tập X như sau:

$$X = \begin{pmatrix} 0 & x & 0 & x & x \\ x & 0 & x & x & 0 \\ 0 & x & x & 0 & 0 \\ 0 & x & 0 & x & 0 \\ 0 & x & x & x & 0 \end{pmatrix} \quad B = \begin{array}{|c|c|} \hline \otimes & x \\ \hline \end{array}$$

$$X \oplus B = \begin{pmatrix} 0 & x & x & x & x \\ x & x & x & x & x \\ 0 & x & x & x & 0 \\ 0 & x & x & x & x \\ 0 & x & x & x & x \end{pmatrix} \quad \text{và} \quad X \ominus B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & x & 0 \\ 0 & 0 & x & 0 & 0 \\ 0 & x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & x & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

- **Phép toán mở - Open:** Phép toán mở (OPEN) của X theo cấu trúc B là tập hợp các điểm của ảnh X sau khi đã co và giãn nở liên tiếp theo B. Ta có:

$$\text{OPEN}(X, B) = (X \ominus B) \oplus B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & x & x \\ 0 & 0 & x & x & 0 \\ 0 & x & x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & x & x & 0 \end{pmatrix}$$

- **Phép toán đóng - Close:** Phép toán đóng (CLOSE) của X theo cấu trúc B là tập hợp các điểm của ảnh X sau khi đã giãn nở và co liên tiếp theo B. Ta có:

$$\text{CLOSE}(X, B) = (X \oplus B) \ominus B = \begin{pmatrix} 0 & x & x & x & x \\ x & x & x & x & x \\ 0 & x & x & 0 & 0 \\ 0 & x & x & x & 0 \\ 0 & x & x & x & 0 \end{pmatrix}$$

2.1.1.2. Một số tính chất của phép toán hình thái

- **Tính gia tăng**

$$(i) X \subseteq X' \Rightarrow \begin{cases} X \ominus B \subseteq X' \ominus B \quad \forall B \\ X \oplus B \subseteq X' \oplus B \quad \forall B \end{cases}$$

$$(ii) B \subseteq B' \Rightarrow \begin{cases} X \ominus B \subseteq X \ominus B' \quad \forall X \\ X \oplus B \subseteq X \oplus B' \quad \forall X \end{cases}$$

▪ **Tính phân phối với phép \cup**

$$(i) X \oplus (B \cup B') = (X \oplus B) \cup (X \oplus B')$$

$$(ii) X \ominus (B \cup B') = (X \ominus B) \cup (X \ominus B')$$

▪ **Tính phân phối với phép \cap**

$$(X \cap Y) \ominus B = (X \ominus B) \cap (Y \ominus B)$$

▪ **Tính kết hợp**

$$(i) (X \oplus B) \oplus B' = X \oplus (B \oplus B')$$

$$(ii) (X \ominus B) \ominus B' = X \ominus (B \oplus B')$$

▪ **Định lý: X bị chặn bởi các cận OPEN và CLOSE**

Giả sử, X là một đối tượng ảnh, B là mẫu, khi đó, X sẽ bị chặn trên bởi tập CLOSE của X theo B và bị chặn dưới bởi tập OPEN của X theo B. Tức là:

$$(X \oplus B) \ominus B \supseteq X \supseteq (X \ominus B) \oplus B$$

▪ **Hệ quả: Tính bất biến**

$$(i) ((X \oplus B) \ominus B) \oplus B = X \oplus B$$

$$(ii) ((X \ominus B) \oplus B) \ominus B = X \ominus B$$

2.1.2. Phát hiện biên dựa vào các phép toán hình thái

2.1.2.1. Xấp xỉ trên và xấp xỉ dưới đối tượng ảnh

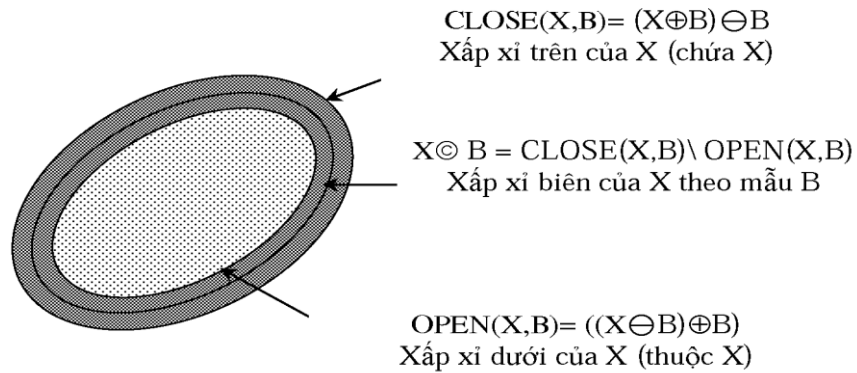
Biên là vấn đề quan trọng trong xử lý ảnh và nhận dạng, vì các đặc điểm trích chọn trong quá trình nhận dạng chủ yếu dựa vào biên. Trong thực tế người ta thường dùng hai phương pháp phát hiện biên cơ bản là: Phát hiện biên trực tiếp và gián tiếp. Phần này đề cập đến một tiếp cận mới trong phát hiện biên dựa vào các phép toán hình thái thông qua các kỹ thuật xấp xỉ trên và xấp xỉ dưới đối tượng.

Các kỹ thuật phát hiện biên trực tiếp, gián tiếp và dựa vào các phép toán hình thái kể trên đều xuất phát từ quan điểm biên của đối tượng là một tập hợp con của đối tượng. Trong thực tế chúng ta thường hiểu đường biên là khu vực ranh giới bao gồm cả hai phần thuộc đối tượng và không thuộc đối tượng. Ở phần dưới đây, chúng tôi đề xuất một kỹ thuật phát hiện biên dựa vào phép toán hình thái theo quan niệm này, xuất phát từ cơ sở định lý đã được chứng minh ở trên.

Biên (hay đường biên) có thể hiểu đơn giản là các đường bao của các đối tượng trong ảnh chính là ranh giới giữa đối tượng và nền. Việc xem ranh giới là phần được tạo lập bởi các điểm thuộc đối tượng và thuộc nền cho phép ta xác định biên dựa trên các phép toán hình thái.

Theo định lý đã chứng minh ở trên ta có: $(X \oplus B) \ominus B \supseteq X \quad \forall B$

Như vậy, tập $CLOSE(X, B) = (X \oplus B) \ominus B$ có thể được xem như là xấp xỉ trên của tập X theo mẫu B (Hình 2.1).



Hình 2.1 Xấp xỉ trên và xấp xỉ dưới của X

Cũng theo định lý ở trên ta có, $(X \ominus B) \oplus B \subseteq X \quad \forall B$

Do vậy, tập $OPEN(X,B) = (X \ominus B) \oplus B$ có thể được xem như là xấp xỉ dưới của tập X theo mẫu B.

Từ đó, tập $CLOSE(X,B) \setminus OPEN(X,B)$ có thể được xem như là xấp xỉ biên của tập X theo mẫu và quá trình xấp xỉ biên của X theo mẫu B kí hiệu là $X \odot B$.

Để tăng độ chính xác, người ta thường xem B là dãy các phần tử cấu trúc.

$$B = \{B_i, 1 \leq i \leq n\}$$

Và xấp xỉ biên của X theo tập cấu trúc B được xác định:

$$X \odot B = \bigcup_{i=1}^n (X \odot B_i)$$

2.1.2.2. Thuật toán phát hiện biên dựa vào phép toán hình thái

Vào : Ảnh X và dãy mẫu $B = \{B_i, 1 \leq i \leq n\}$;

Ra : Biên của đối tượng theo mẫu B

Phương pháp:

Bước 1: Tính $X \odot B_i \forall i=1,n$

Bước 2: Tính $Y (X \odot B_i)$

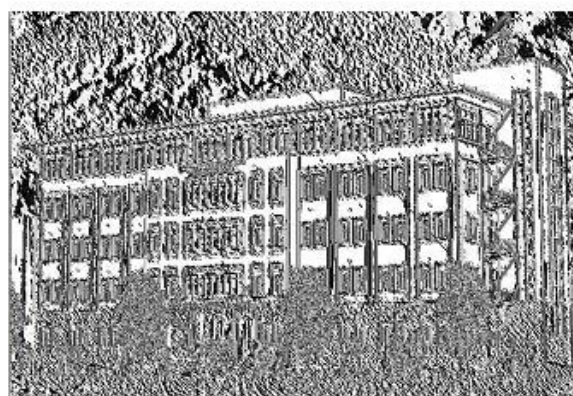
$i=1$

Trong dưới đây là ảnh gốc với 256 mức xám, ảnh biên thu được qua phát hiện biên bằng Sobel, ảnh biên thu được qua phát hiện biên bằng Laplace. ảnh biên kết quả thực hiện bởi thuật toán phát hiện biên bằng các phép toán hình thái với ngưỡng tách 0 - 128 và các mẫu tách biên B_i là:

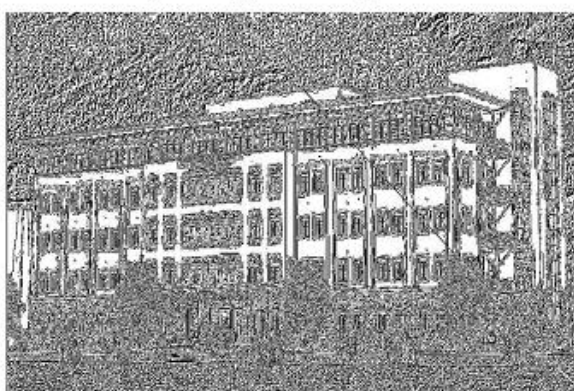
$$B_1 = \begin{bmatrix} \times & \otimes & \times \end{bmatrix} \quad B_2 = \begin{bmatrix} \times & & \\ & \otimes & \\ & & \times \end{bmatrix} \quad B_3 = \begin{bmatrix} \times \\ \otimes \\ \times \end{bmatrix} \quad B_4 = \begin{bmatrix} & & \times \\ & \otimes & \\ \times & & \end{bmatrix}$$



a) Ảnh gốc đa cấp xám



b) Ảnh biên thu được qua Sobel



c) Ảnh biên thu được qua Laplace



d) Ảnh biên kết quả dựa vào phép toán hình thái

Hình 2.2. Kết quả ảnh biên thu được bằng một số phương pháp

2.1.3. Định vị vùng sử dụng phương pháp hình thái học

Phương pháp này thường được sử dụng để phát hiện những vùng ảnh đồng nhất có diện tích nhất định. Dựa vào đặc tính đó của vùng ảnh, ta có thể áp dụng phương pháp phát triển vùng để tìm ra các vùng thỏa mãn. Do bản chất của phương pháp phát triển vùng là mở rộng dần vùng thỏa mãn theo các hướng có thể nên tốc độ xử lý tương đối chậm và thường cho kết quả không chính xác khi gặp trường hợp ảnh bị chói, lóa ...

Phương pháp thực hiện:

- Xác định ngưỡng xám
- Chuyển ảnh đầu vào thành ảnh nhị phân dựa vào ngưỡng xám ở trên
- Lọc nhiễu
- Gán nhãn cho các vùng liên thông trong ảnh nhị phân
- Lấy ra các đối tượng ứng viên dựa vào đặc trưng về kích thước, diện tích, màu sắc ...

Trong phương pháp này khâu quan trọng nhất là xác định ngưỡng xám. Thực ra rất khó để tìm ra một phương pháp cho phép xác định chính xác ngưỡng xám. Có 2 hướng giải quyết vấn đề này:

- Do khó xác định chính xác ngưỡng xám nên có thể quét ngưỡng xám trong một khoảng nào đó.
- Sử dụng một thuật toán cho phép xác định ngưỡng xám một cách tự động.

Thuật toán SIS (Simple Image Statistics) là một trong các thuật toán để xác định ngưỡng xám. Thuật toán cho phép tách ngưỡng tự động sử dụng kỹ thuật gradient với mặt nạ nhân chập theo hai hướng x, y:

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

Thuật toán được mô tả dưới dạng mã giả như sau:

Với mỗi điểm ảnh $I(x, y)$:

- Tính gradients:
 - $ex = |I(x + 1, y) - I(x - 1, y)|$
 - $ey = |I(x, y + 1) - I(x, y - 1)|$
- $weight = \text{Max} \{ex, ey\}$
- Tổng trọng số: $Weights += weight$
- Tổng giá trị các điểm ảnh: $Total += weight \times I(x, y)$

Giá trị ngưỡng được tính như sau: $\theta = Total / Weights$

2.2. Định vị vùng sử dụng phép biến đổi Hough

2.2.1. Biến đổi Hough cho đường thẳng

Bằng cách nào đó ta thu được một số điểm vấn đề đặt ra là cần phải kiểm tra xem các điểm có là đường thẳng hay không

▪ Bài toán:

Cho n điểm $(x_i; y_i)$ $i = 1, n$ và ngưỡng θ hãy kiểm tra n điểm có tạo thành đường thẳng hay không?

▪ Ý tưởng

Giả sử n điểm nằm trên cùng một đường thẳng và đường thẳng có phương trình

$$y = ax + b$$

Vì $(x_i, y_i) \ i = 1, n$ thuộc đường thẳng nên $y_i = ax_i + b, \forall i = 1, n \Leftrightarrow b = -x_i a + y_i; \forall i = 1, n$. Như vậy, mỗi điểm $(x_i; y_i)$ trong mặt phẳng sẽ tương ứng với một số đường thẳng $b = -x_i a + y_i$ trong mặt phẳng tham số a, b . n điểm $(x_i; y_i) \ i = 1, n$ thuộc đường thẳng trong mặt phẳng tương ứng với n đường thẳng trong mặt phẳng tham số a, b giao nhau tại 1 điểm và điểm giao chính là a, b . Chính là hệ số xác định phương trình của đường thẳng mà các điểm nằm vào.

▪ Phương pháp:

- Xây dựng mảng chỉ số $[a, b]$ và gán giá trị 0 ban đầu cho tất cả các phần tử của mảng

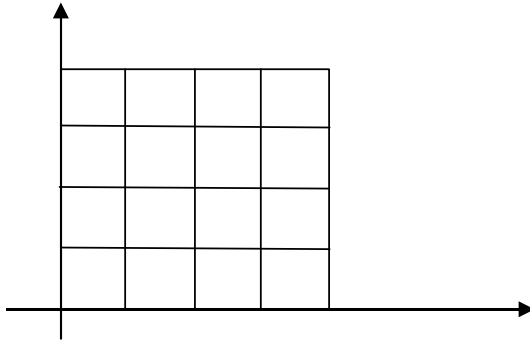
- Với mỗi $(x_i; y_i)$ và a, b là chỉ số của phần tử mảng thoả mãn $b = -x_i a + y_i$ tăng giá trị của phần tử mảng tương ứng lên 1.

- Tìm phần tử mảng có giá trị lớn nhất nếu giá trị lớn nhất tìm được so với số phần tử lớn hơn hoặc bằng ngưỡng θ cho trước thì ta có thể kết luận các điểm nằm trên cùng 1 đường thẳng và đường thẳng có phương trình $y = ax + b$ trong đó a, b tương ứng là chỉ số của phần tử mảng có giá trị lớn nhất tìm được:

▪ Ví dụ:

Cho 5 điểm $(0, 1); (1, 3); (2, 5); (3, 5); (4, 9)$ và $\square = 80\%$. Hãy kiểm tra xem 5 điểm đã cho có nằm trên cùng một đường thẳng hay không? Hãy cho biết phương trình đường thẳng nếu có?

- Lập bảng chỉ số $[a, b]$ và gán giá trị 0



+ (0, 1): $b = 1$

+ (1, 3): $b = -a + 3$

+ (2, 5): $b = -2a + 5$

+ (3, 5): $b = -3a + 5$

+ (4, 9): $b = -4a + 9$

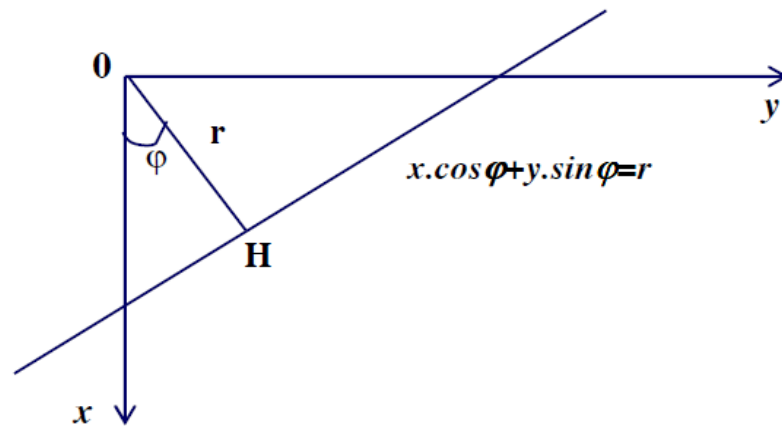
- Tìm phân tử lớn nhất có giá trị 4

$$\frac{4}{5} = 80\%$$

- Kết luận: 5 điểm này nằm trên cùng 1 đường thẳng

Phương trình: $y = 2x + 1$

2.2.2. Biến đổi Hough cho đường thẳng trong tọa độ cực



Hình 2.3. Đường thẳng Hough trong tọa độ cực

Mỗi điểm (x, y) trong mặt phẳng được biểu diễn bởi cặp (r, φ) trong tọa độ cực.

Tương tự mỗi đường thẳng trong mặt phẳng cũng có thể biểu diễn bởi một cặp (r, φ) trong tọa độ cực với r là khoảng cách từ gốc tọa độ tới đường thẳng đó và φ là góc tạo bởi trục OX với đường thẳng vuông góc với nó, hình 2.7 biểu diễn đường thẳng hough trong tọa độ Decard.

Ngược lại, mỗi một cặp (r, φ) trong tọa độ cực cũng tương ứng biểu diễn một đường thẳng trong mặt phẳng.

Giả sử $M(x, y)$ là một điểm thuộc đường thẳng được biểu diễn bởi

(r, φ) , gọi $H(X, Y)$ là hình chiếu của gốc tọa độ O trên đường thẳng ta có:

$$X = r \cdot \cos \varphi \text{ và } Y = r \cdot \sin \varphi$$

Mặt khác, ta có: $OH \cdot HA = 0$

Từ đó ta có mối liên hệ giữa (x, y) và (r, φ) như sau: $x \cdot \cos \varphi + y \cdot \sin \varphi = r$.

Xét n điểm thẳng hàng trong tọa độ Đề các có phương trình

$$x \cdot \cos \varphi_0 + y \cdot \sin \varphi_0 = r_0.$$

Biến đổi Hough ánh xạ n điểm này thành n đường sin trong tọa độ cực mà các đường này đều đi qua (r_0, φ_0) . Giao điểm (r_0, φ_0) của n đường sin sẽ xác định một đường thẳng trong hệ tọa độ đề các. Như vậy, những đường thẳng đi qua điểm (x, y) sẽ cho duy nhất một cặp (r, φ) và có bao nhiêu đường qua (x, y) sẽ có bấy nhiêu cặp giá trị (r, φ) .

2.2.3. Biến đổi Hough và phát hiện góc nghiêng phiếu điểm

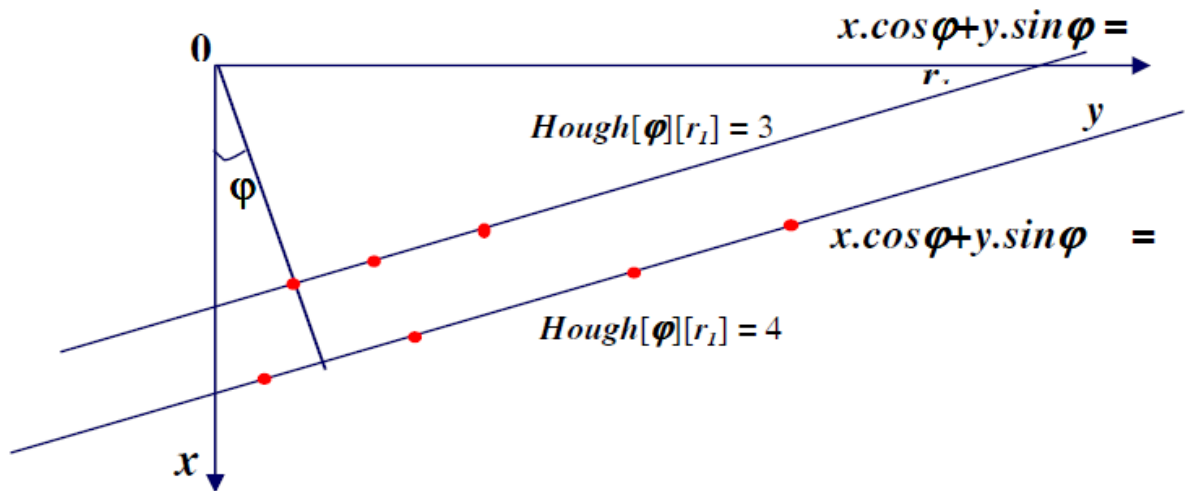
2.2.3.1. Áp dụng biến đổi Hough trong phát hiện góc nghiêng phiếu điểm

Ý tưởng của việc áp dụng biến đổi Hough trong phát hiện góc nghiêng phiếu điểm là dùng một mảng tích lũy để đếm số điểm ảnh nằm trên một đường thẳng trong không gian ảnh. Mảng tích lũy là một mảng hai chiều với chỉ số hàng của mảng cho biết góc lệch φ của một đường thẳng và chỉ số cột chính là giá trị r khoảng cách từ gốc tọa độ tới đường thẳng đó. Sau đó tính tổng số điểm ảnh nằm trên những đường thẳng song song nhau theo các góc lệch thay đổi. Góc nghiêng phiếu điểm tương ứng với góc có tổng giá trị mảng tích lũy cực đại.

Theo biến đổi Hough, mỗi một đường thẳng trong mặt phẳng tương ứng được biểu diễn bởi một cặp (r, φ) . Giả sử ta có một điểm ảnh (x, y) trong mặt phẳng. Vì qua điểm ảnh này có vô số đường thẳng, mỗi đường thẳng lại cho một cặp (r, φ) nên với mỗi điểm ảnh ta sẽ xác định được một số cặp (r, φ) thỏa mãn phương trình Hough.

Hình vẽ dưới đây minh họa cách dùng biến đổi Hough để phát hiện góc nghiêng phiếu điểm. Giả sử ta có một số điểm ảnh. Đây là những điểm giữa đáy các hình chữ nhật ngoại tiếp các đối tượng đã được lựa chọn từ các bước trước. Ở

đây, ta thấy trên mặt phẳng có hai đường thẳng song song nhau. Đường thẳng thứ nhất có ba điểm ảnh nên giá trị mảng tích lũy bằng 3. Đường thẳng thứ hai có giá trị mảng tích lũy bằng 4. Do đó, tổng giá trị mảng tích lũy cho cùng góc φ trường hợp này bằng 7.



Hình 2.4. Biến đổi Hough phát hiện góc nghiêng

2.2.3.2. Thuật toán phát hiện và hiệu chỉnh góc nghiêng phiếu điểm

Giả sử ảnh đầu vào là ảnh màu (Image). Thuật toán phát hiện và chỉnh sửa góc nghiêng phiếu điểm được thực hiện theo các bước chính sau:

Bước 1: Tiền xử lý ảnh màu Image được ảnh trung gian TempImage

Bước 2: Xác định chu tuyến ngoài cho các đối tượng:

Duyệt ảnh từ trên xuống dưới, từ trái sang phải, điểm ảnh hiện tại là (x,y):

- Nếu (x,y) có màu khác màu nền và chưa xét Label [x][y]=0 :

- Tăng giá trị nhãn lên một đơn vị: label=label+1.

- Gọi hàm xác định chu tuyến DetectAnObject với điểm xuất phát (x,y), rec dùng lưu hình chữ nhật chứa đối tượng, hàm trả về -1 nếu

đối tượng cô lập, 1 nếu đối tượng có kích thước bình thường và 0 trong trường hợp ngược lại có kích thước kỳ lạ.

- Nếu hàm chu tuyến trả về 1 :

+ Tăng số đối tượng: $Id = Id + 1$.

+ Lưu lại $Rec[Id] = rec$.

+ Duyệt từ phải sang trái, tìm điểm cùng hàng có nhãn bằng label và nhảy tới đó.

- Ngược lại nếu hàm DetectAnObject trả về 0:

+ Nếu $rec.Wid > 200$ và $rec.Hei > 200$ (kích thước quá lớn) thiết lập màu nền cho các điểm biên lấy điểm $(x, y+1)$ làm điểm xét tiếp theo.

+ Ngược lại, duyệt từ phải sang trái tìm điểm cùng hàng đầu tiên có nhãn bằng label và nhảy tới đó.

- Nếu (x, y) có màu khác màu nền và đã xét, $Label[x][y] > 0$, duyệt từ phải sang trái tìm điểm đầu tiên cùng hàng có nhãn bằng $Label[x][y]$ và nhảy tới đó.

Bước 3: Dùng mảng $Rec[N]$ xác định các giá trị ngưỡng trung bình $WidAvr$, $HeiAvr$ và $PrmAvr$.

Bước 4: Áp dụng biến đổi Hough

Với mỗi phần tử $Rec[i]$ của mảng Rec :

Nếu $Rec[i].Pmr < 6 * PrmAvr$ và $Rec[i].Wid < 4 * WidAvr$ và $Rec[i].Hei < 4 * HeiAvr$, áp dụng biến đổi Hough cho điểm giữa đáy của hình chữ nhật.

Bước 5: Dùng mảng kết quả Hough[360][Dis] ước lượng góc nghiêng cho phiếu điểm:

- Gán giá trị cực đại các phần tử của mảng Hough[360][Dis] cho max.
- Gán $\text{maxtotal} = 0$.
- Với mỗi hàng i của mảng
 - Khởi tạo cho tổng các giá trị của hàng: $\text{total} = 0$.
 - Với mỗi giá trị cột j , nếu $\text{Hough}[i][j] > \text{max}/2$, tăng tổng $\text{total} = \text{total} + \text{Hough}[i][j]$.
 - Nếu $\text{total} > \text{maxtotal}$:
 - + $\text{maxtotal} = \text{total}$.
 - + Góc lệch $= i$.

Bước 6: Quay lại ảnh Image với góc lệch φ vừa xác định được từ bước 5.

2.2.4. Định vị vùng sử dụng phép biến đổi Hough

Như đã trình bày ở các phần trên, ta có thể sử dụng phép biến đổi Hough để chỉnh độ nghiêng của phiếu điểm, tìm kiếm các đường thẳng. Đối với bài toán định vị vùng trong nhập điểm tự động thì bản thân các bảng điểm được tạo ra bởi các đường thẳng, vì vậy mà khi ta tìm được các đường thẳng tạo nên bảng thì ta sẽ hoàn toàn xác định được vị trí các vùng chứa điểm.

2.3. Kỹ thuật định vị vùng sử dụng phương pháp lần đường biên

2.3.1. Biên và kỹ thuật dò biên

2.3.1.1. *Biên của đối tượng ảnh*

Biên là một vấn đề chủ yếu trong phân tích ảnh vì các kỹ thuật phân đoạn ảnh chủ yếu dựa vào biên. Có thể thấy tầm quan trọng của biên khi ta theo dõi một kiến trúc sư làm việc. Giả sử anh ta muốn thiết kế một phòng khách sang trọng, nét đầu tiên được phác họa chính là đường biên hay tường của căn phòng sau đó mới đến các chi tiết nội thất bên trong. Như vậy, mới chỉ nhìn biên của sự vật ta cũng đã hình dung ít nhiều về nó và có thể phân biệt được nó với các sự vật khác.

Nhìn chung về mặt toán học, có thể xem điểm biên của ảnh là một điểm mà ở đó có sự thay đổi đột ngột về độ sáng. Xuất phát từ cơ sở đó, người ta thường sử dụng hai phương pháp phát hiện biên sau:

* *Phương pháp phát hiện biên trực tiếp*: Là làm nổi biên dựa vào sự biến thiên về độ sáng của ảnh. Kỹ thuật chủ yếu được dùng là dựa vào đạo hàm. Nếu lấy đạo hàm bậc nhất của ảnh ta có phương pháp Gradient, nếu lấy đạo hàm bậc hai ta có phương pháp Laplace.

Phương pháp phát hiện biên trực tiếp tỏ ra khá hiệu quả và ít chịu ảnh hưởng của nhiễu, song nếu sự vật có sự biến đổi độ sáng không đột ngột phương pháp này tỏ ra rất kém hiệu quả.

* *Phương pháp phát hiện biên gián tiếp*: Nếu bằng một cách nào đó ta phân biệt được ảnh bằng các vùng thì đường phân ranh giới giữa các vùng đó chính là biên. Hai kỹ thuật dò biên và phân vùng các đối tượng là hai bài toán đối ngẫu nhau.

Thật vậy, dò biên để phân lớp một đối tượng ảnh, nhưng nếu phân lớp xong thì thì có nghĩa là đã phân vùng được các đối tượng ảnh và ngược lại, khi đã phân vùng được các đối tượng ảnh thì cũng phân lớp được các đối tượng ảnh và ta có thể phát hiện biên.

Phương pháp dò biên gián tiếp tuy khó cài đặt nhưng lại áp dụng tốt cho những ảnh có sự biến thiên độ sáng ít.

2.3.1.2. Kỹ thuật dò biên

a) Kỹ thuật dò biên cơ bản

Giả sử ảnh đã được phân vùng. Về cơ bản thuật toán dò biên trong một vùng bao gồm các bước cơ bản sau:

- + *Bước 1*: Xác định điểm biên xuất phát.
- + *Bước 2*: Dự báo điểm biên tiếp theo: $b_{n+1} = T(b_n)$
- + *Bước 3*: Lặp lại bước hai cho đến khi nào gặp điểm xuất phát

Do xuất phát từ một tiêu chuẩn và định nghĩa khác nhau về điểm biên, quan hệ liên thông [3], nên các toán tử dò biên cho ta những đường biên với sắc thái khác nhau. Kết quả tác động của toán tử dò biên lên một điểm biên (b_n) là một điểm biên (b_{n+1}), là điểm *8-láng giềng* của b_n . Thông thường các toán tử này được xây dựng như một hàm đại số bool trên các *8-láng giềng* của b_n . Mỗi cách xây dựng toán tử đều phụ thuộc vào định nghĩa quan hệ liên thông về chu tuyến C' Chu tuyến C điểm biên, và sẽ gây khó khăn cho việc khảo sát các tính chất của đường biên.

Ngoài ra vì mỗi bước dò biên đều phải kiểm tra tất cả 8-láng giềng của mỗi điểm nên toán tử thường kém hiệu quả. Để khắc phục hạn chế trên ta sẽ phân tích toán tử dò biên thành hai bước:

- + Xác định cặp nền vùng tiếp theo.
- + Lựa chọn điểm biên.

** Bởi vậy thuật toán tổng quát sẽ trở thành:*

- + *Bước 1:* Xác định cặp nền vùng xuất phát.
- + *Bước 2:* Xác định cặp nền vùng tiếp theo.
- + *Bước 3:* Lặp lại bước hai cho đến khi gặp cặp nền vùng xuất phát.

Khái niệm cặp vùng nền được định nghĩa gồm một điểm vùng và một điểm nền, trong đó nếu điểm vùng đi được một vòng chu tuyến thì điểm nền cũng đi được một vòng chu tuyến đối ngẫu.

**Các bước được mô tả cụ thể như sau:*

+ *Bước 1:* Việc xác định cặp nền vùng xuất phát được xác định bằng cách duyệt ảnh lần lượt từ trên xuống dưới, từ trái qua phải, rồi kiểm tra điều kiện theo định nghĩa ánh xạ cặp nền vùng (chỉ mang tính quy ước). Ở đây ta chọn điểm vùng xuất phát là điểm vùng đầu tiên duyệt đến. Điểm nền xuất phát là điểm ngay sau điểm vùng xuất phát (theo chiều ngang).

+ *Bước 2:* Ta gọi ánh xạ cặp nền vùng tiếp theo là toán tử dò biên. Cách tìm cặp nền vùng tiếp theo như sau: lấy tâm là điểm vùng hiện tại, ta xoay theo chiều kim đồng hồ bắt đầu từ điểm nền hiện tại, cho đến khi gặp một điểm vùng là 8-láng giềng của điểm vùng hiện tại thì dừng lại, điểm đó chính là điểm vùng tiếp

theo. Vẫn lấy tâm là điểm vùng hiện tại, điểm nền tiếp theo là điểm 8-láng giềng của điểm vùng hiện tại ngay sau điểm vùng tiếp theo xoay ngược chiều kim đồng hồ.

+ *Bước 3*: Cặp nền vùng tiếp theo tìm được trong bước hai được coi là cặp nền vùng hiện tại. Sau đó lặp lại bước 2. Bước 3 được lặp lại cho đến khi gặp lại cặp nền vùng xuất phát.

b) Kỹ thuật Canny

Phương pháp này do John Canny[6] 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.

**Ý tưởng thuật toán:* Ý tưởng của phương pháp này là định vị đúng vị trí bằng cách cực tiểu hoá phương sai σ^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.

**Giải thuật phát hiện biên Canny được trình bày như sau:*

- + *Bước 1:* Đọc ảnh I cần xử lý
- + *Bước 2:* Tạo một mặt nạ G để nhân xoắn với I . Độ lệch tiêu chuẩn của mặt nạ này chính là tham số để tách cạnh.
- + *Bước 3:* Tạo một mặt nạ cho đạo hàm bậc nhất của Gaussian theo hướng x , y và gọi là G_x , G_y và giá trị vẫn được giữ như ở bước 2.
- + *Bước 4:* Nhân xoắn ảnh I cùng với G dọc theo các hàng tạo ảnh thành phần x gọi là I_x và theo các cột tạo ra ảnh I_y .
- + *Bước 5:* Nhân xoắn I_x với G_x để sinh ra I'_x : thành phần x của I được nhân xoắn với đạo hàm của Gaussian, và nhân xoắn I_y với G_y để tạo ra I'_y .
- + *Bước 6:* Nếu lúc này bạn muốn xem kết quả, thành phần x , y phải được kết hợp khi đó độ lớn tại điểm (x, y) được tính như sau:

$$I(x, y) = \sqrt{I'_x(x, y)^2 + I'_y(x, y)^2}$$

Độ lớn được tính theo kiểu đã tính đối với Gradient.

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:

$$SNR = \frac{A \left| \int_{-w}^0 f(x) dx \right|}{\sqrt[n_0]{\int_{-w}^w f^2(x) dx}}$$

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

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

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 sắp 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 mảng 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 .

c) Kỹ thuật Shen – Castan

Shen và Castan[7] có cùng quan điểm với Canny về một mẫu chung trong việc tách các đường biên. Đó là: nhân xoắn ảnh với một mặt nạ làm mịn, sau đó tìm ra điểm biên. Tuy nhiên trong những phân tích của họ lại tạo ra một hàm khác để tối ưu, đó là việc đề xuất cực tiểu hoá hàm sau trong không gian một chiều:

$$C_n^2 = \frac{4 \int_0^{\infty} f^2(x) dx \cdot \int_0^{\infty} f'^2(x) dx}{f^4(0)}$$

Nói một cách khác là hàm mà làm cực tiểu ở trên là bộ lọc mịn tối ưu cho việc tách biên. Tuy nhiên, Shen và Castan lại không đề cập đến việc thuật toán sẽ nhận ra được nhiều cạnh trong khi chỉ có một cạnh tồn tại.

* Các bước của thuật toán

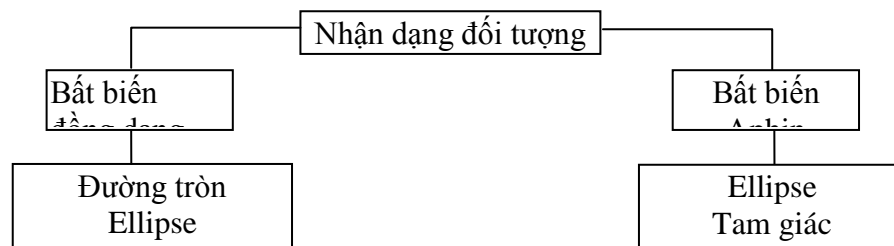
- + *Bước 1*: Đọc ảnh từ tệp cần xử lý.
- + *Bước 2*: Lọc ảnh bằng phương pháp lọc đệ quy theo công thức ở trên.
- + *Bước 3*: Tìm các giao điểm không sau khi áp dụng toán tử Laplace.
- + *Bước 4*: Thực hiện quá trình phân ngưỡng.

2.3.2. XẤP XỈ ĐA GIÁC BỞI CÁC HÌNH CƠ SỞ

Các đối tượng hình học được phát hiện thường thông qua các kỹ thuật dò biên, kết quả tìm được này là các đường biên xác định đối tượng. Đó là, một dãy các điểm liên tiếp đóng kín, sử dụng các thuật toán đơn giản hoá như Douglas Peucker, Band Width, Angle v.v.. ta sẽ thu được một polyline hay nói khác đi là thu được một đa giác xác định đối tượng đầu. Vấn đề là ta cần phải xác định xem đối tượng có phải là đối tượng cần tách hay không? Như ta đã biết một đa giác có thể có hình dạng tựa như một hình cơ sở, có thể có nhiều cách tiếp cận xấp xỉ khác nhau. Cách xấp xỉ dựa trên các đặc trưng cơ bản sau:

Đặc trưng toàn cục: Các mô men thống kê, số đo hình học như chu vi, diện tích, tập tối ưu các hình chữ nhật phủ hay nội tiếp đa giác v.v..

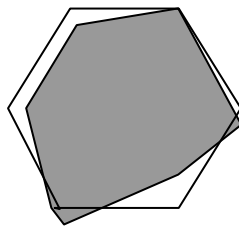
Đặc trưng địa phương: Các số đo đặc trưng của đường cong như góc, điểm lồi, lõm, uốn, cực trị v.v..



Hình 5.4. Sơ đồ phân loại các đối tượng theo bất biến

Việc xấp xỉ tỏ ra rất có hiệu quả đối với một số hình phẳng đặc biệt như tam giác, đường tròn, hình chữ nhật, hình vuông, hình ellipse, hình tròn và một đa giác mẫu.

2.3.2.1 Xấp xỉ đa giác theo bất biến đồng dạng



Hình 5.5. Xấp xỉ đa giác bởi một đa giác mẫu

Một đa giác với các đỉnh V_0, \dots, V_{m-1} được xấp xỉ với đa giác mẫu U_0, \dots, U_{n-1} với độ đo xấp xỉ như sau:

$$E(V, U) = \min_{0 \leq d \leq m-1} \sqrt{\frac{\Delta_d}{n}},$$

Trong đó

$$\Delta_d = \min_{0 \leq \theta \leq 2\pi, \tilde{\alpha} \in \mathbb{R}^2} \sum_{j=0}^{n-1} \left\| k R_\theta U_j + \tilde{\alpha} - V_{(j+d) \bmod m} \right\|^2, \quad k = \sqrt{\frac{\text{area}(V_0 \cdots V_{m-1})}{\text{area}(U_0 \cdots U_{n-1})}}, \text{ với } R_\theta \text{ là phép}$$

quay quanh gốc tọa độ một góc θ .

Trong đó, Δ_d được tính hiệu quả bằng công thức sau:

$$\Delta_d = \sum_{j=0}^{n-1} |V_{(j+d) \bmod m}|^2 - \frac{1}{n} \left| \sum_{j=0}^{n-1} V_{(j+d) \bmod m} \right|^2 + k^2 \sum_{j=0}^{n-1} |U_j|^2 - 2k \left| \sum_{j=0}^{n-1} U_j \bar{V}_{(j+d) \bmod m} \right|$$

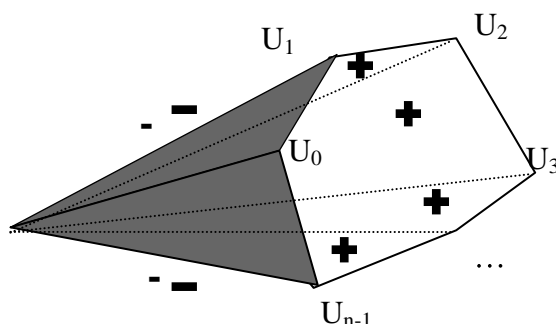
Ở đây U_j, V_j được hiểu là các số phức tại các đỉnh tương ứng. Khi $m \gg n$ thì độ phức tạp tính toán rất lớn. Với các hình đặc biệt như hình tròn, ellipse, hình chữ nhật, hình xác định duy nhất bởi tâm và một đỉnh (đa giác đều) ta có thể vận dụng các phương pháp đơn giản hơn như bình phương tối thiểu, các bất biến thống kê và hình học.

Định nghĩa 5.1

Cho đa giác P_g có các đỉnh $U_0, U_1, \dots, U_n (U_0 \equiv U_n)$ Khi đó mô men bậc $p+q$ được xác định như sau:

$$M_{pq} = \iint_{P_g} x^p y^q dx dy.$$

Trong thực hành để tính tích phân trên người ta thường sử dụng công thức Green hoặc có thể phân tích phần bên trong đa giác thành tổng đại số của các tam giác có hướng $\Delta O U_i U_{i+1}$.

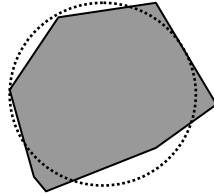


$$\iint_{P_g} f(x, y) x^p y^q dx dy = \sum_{i=0}^{n-1} \text{sign}(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \times \iint_{\Delta O U_i U_{i+1}} f(x, y) x^p y^q dx dy$$

5.2.1.1. Xấp xỉ đa giác bằng đường tròn

Dùng phương pháp bình phương tối thiểu, ta có độ đo xấp xỉ:

$$E(Pg, Cr) = \min_{a,b,c \in \mathbb{R}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i^2 + y_i^2 + ax_i + by_i + c)^2}$$



Hình 5.7. Xấp xỉ đa giác bằng đường tròn

5.2.1.2. Xấp xỉ đa giác bằng ellipse

Cũng như đối với đường tròn phương trình xấp xỉ đối với ellipse được cho bởi công thức:

$$E(Pg, El) = \min_{a,b,c,d,e \in \mathbb{R}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i^2 + ay_i^2 + bx_i y_i + cx_i + dy_i + e)^2}$$

Một biến thể khác của phương pháp bình phương tối thiểu khi xấp xỉ các đường cong bậc hai được đưa ra trong [7].

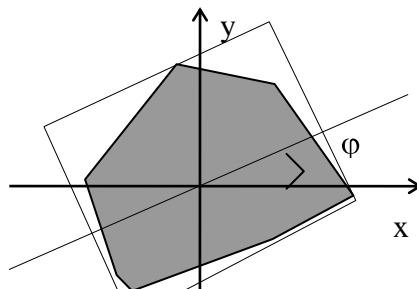
5.2.1.3. Xấp xỉ đa giác bởi hình chữ nhật

Sử dụng tính chất diện tích bất biến qua phép quay, xấp xỉ theo diện tích như sau: Gọi $\mu_{11}, \mu_{20}, \mu_{02}$ là các mô men bậc hai của đa giác (tính theo diện tích). Khi đó góc quay được tính bởi công thức sau:

$$\tan 2\varphi = \frac{2\mu_{11}}{\mu_{20} - \mu_{02}}$$

Gọi diện tích của hình chữ nhật nhỏ nhất có các cạnh song song với các trục quán tính và bao quanh đa giác Pg là S.

$$\text{Kí hiệu } E(Pg, \text{Rect}) = \sqrt{S - \text{area}(Pg)}$$



Số hóa bởi Trung tâm Học liệu ĐHTN

<http://www.lrc-tnu.edu.vn/>

Hình 5.8. Xấp xỉ đa giác bằng hình chữ nhật

5.2.1.4. Xấp xỉ đa giác bởi đa giác đều n cạnh

Gọi $M(x_0, y_0)$ là trọng tâm của đa giác, lấy một đỉnh Q tùy ý của đa giác, xét đa giác đều n cạnh Pg' tạo bởi đỉnh Q với tâm là M .

$$\text{Kí hiệu } E(Pg, Pg') = \sqrt{|area(Pg) - area(Pg')|}$$

$E(Pg, E_n) = \min E(Pg, Pg')$ khi Q chạy khắp các đỉnh của đa giác.

5.2.2 Xấp xỉ đa giác theo bất biến afin

Trong [7] đưa ra mô hình chuẩn tắc về bất biến afin, cho phép chúng ta có thể chuyển bài toán xấp xỉ đối tượng bởi bất biến afin về bài toán xấp xỉ mẫu trên các dạng chuẩn tắc. Như vậy có thể đưa việc đối sánh các đối tượng với mẫu bởi các bất biến đồng dạng, chẳng hạn việc xấp xỉ bởi tam giác, hình bình hành, ellipse tương đương với xấp xỉ tam giác đều, hình vuông, hình tròn v.v... Thủ tục xấp xỉ theo bất biến afin một đa giác với hình cơ sở được thực hiện tuần tự như sau:

+ Bước 0:

Phân loại bất biến afin các dạng hình cơ sở

Dạng hình cơ sở	Dạng chuẩn tắc
Tam giác	Tam giác đều
Hình bình hành	Hình vuông
Ellipse	Đường tròn
...	...

+ Bước 1:

Tìm dạng chuẩn tắc cơ sở Pg' thỏa mãn điều kiện:

$$\begin{cases} m_{01} = m_{10} = 0 & (\text{phép tịnh tiến}) \\ m_{02} = m_{20} = 1 & (\text{phép co giãn theo hai trục } x, y) \\ m_{13} = m_{31} = 0 & \end{cases} \quad (**)$$

+ Bước 2:

Xác định biến đổi affine T chuyển đa giác thành đa giác Pg ở dạng chuẩn tắc (thỏa mãn tính chất (**)).

Xấp xỉ đa giác Pg với dạng chuẩn tắc cơ sở Pg' tìm được ở bước 1 với độ đo xấp xỉ $E(Pg, Pg')$.

+ **Bước 3:**

Kết luận, đa giác ban đầu xấp xỉ T-1(Pg') với độ đo xấp xỉ $E(Pg, Pg')$.

Đối với bước 1 trong [7] đã đưa ra hai ví dụ sau:

Ví dụ 1:

Tồn tại duy nhất tam giác đều $\Delta P_1 P_2 P_3$ thỏa mãn tính chất (**) là

$$P_1 = (0, -2\alpha), P_2 = (\sqrt{3}\alpha, \alpha), P_3 = (-\sqrt{3}\alpha, \alpha), \alpha = \frac{\sqrt[4]{2^8 3}}{\sqrt{3}}.$$

Ví dụ 2:

Tồn tại hai hình vuông $\square P_1 P_2 P_3 P_4$ thỏa mãn tính chất (**)

Hình vuông thứ nhất có 4 đỉnh tương ứng là $(-p, -p), (-p, p), (p, -p), (p, p)$, với

$$p = \sqrt[4]{\frac{3}{4}}$$

Hình vuông thứ hai có 4 đỉnh tương ứng là $(-p, 0), (p, 0), (0, -p), (0, p)$, với

$$p = \sqrt[4]{3}.$$

Chương 3:**CHƯƠNG TRÌNH THỬ NGHIỆM**

Như đã trình bày ở chương 2, có khá nhiều phương pháp để định vị vùng trong nhập điểm tự động. Trong phạm vi luận văn này, tác giả đi sâu vào thử nghiệm phương pháp định vị vùng bằng phương pháp kết hợp hình thái học với Heuristic và để tăng tốc độ xử lý tác giả sẽ sử dụng phiếu điểm được xây dựng phù hợp cho quá trình nhận dạng bằng phương pháp này.

3.1. Bài toán

Hiện nay, đa phần các trường học đều sử dụng phần mềm tin học để quản lý điểm. Việc này, giúp việc quản lý được chính xác, tra cứu nhanh chóng. Tuy nhiên, theo tìm hiểu của tác giả thì các phần mềm này đều cho chỉ cho phép in biên bản chấm để các giáo viên chấm thi nhập điểm rồi người phụ trách điểm phải có trách nhiệm nhập điểm bằng tay. Mặc dù các phần mềm hiện nay đều có chức năng in kiểm dò, nhưng công việc này vẫn hoàn toàn thủ công dẫn tới có nhiều sai sót.

Bài toán nhập điểm tự động nếu được giải quyết sẽ khắc phục được các vấn đề mà tác giả đã nêu ở trên. Việc nhập điểm tự động sẽ là quá trình thu thập ảnh biên bản chấm thi (thông thường qua máy Scanner) sau đó sẽ xử lý để đưa ra được bảng điểm chính xác dưới dạng số trên máy tính. Trong bài toán này, có hai bài toán nhỏ cần giải quyết đó là: Xác định vùng chứa dữ liệu điểm và nhận dạng chữ số viết tay. Trong phạm vi nghiên cứu của luận văn, tác giả sẽ đi tập trung nghiên cứu vào việc xác định vùng chứa dữ liệu điểm.

Để hệ thống có thể nhận dạng được các bảng điểm, các phiếu này đều phải tuân theo một mẫu chuẩn. Mẫu này được thiết kế sao cho quá trình nhận dạng được thực hiện một cách nhanh chóng và chính xác.

Tác giả đề xuất mẫu bảng điểm dùng để nhận dạng như sau:

BỘ CÔNG THƯƠNG <u>TRƯỜNG CƠ CÔNG NGHIỆP PHÚC YÊN</u>	CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM <u>Độc lập - Tự do - Hạnh phúc</u>
---	--

BẢNG ĐIỂM THI KẾT THÚC HỌC PHẦN HỌC KỲ.....

Năm học:.....
 Môn thi:.....
 Lớp:.....

STT	Họ và tên	Điểm
1.	Nguyễn Thanh Sơn.....	
2.	Trịnh Việt Phương.....	
3.	Trần Thị Khanh.....	
4.	Hoàng Trung Việt.....	
5.	Đào Thị Lan.....	
6.	Lê Thị Hoài Thu.....	
7.	Nguyễn Tuấn Việt.....	
8.	Vũ Thị Minh Thu.....	
9.	Dương Thị Ngọc.....	
10.	Trịnh Thị Thu Hà.....	

Giảng viên chấm thi số 1

Giảng viên chấm thi số 2

Ngày.....tháng.....năm.....
 Tổ trưởng chuyên môn

Hình 3.1. Mẫu bảng điểm

Nhằm giúp quá trình định vị vùng chứa điểm được chính xác, tác giả đã loại bỏ các đường viền các ô không liên quan tới ô điểm. Đối với các ô chứa điểm, dùng đường kẻ liền với độ rộng 1.5 pt.

3.2. Phân tích bài toán

Trước hết, ta phân tích ưu nhược điểm của từng phương pháp phát hiện vùng trong chương 2 khi đem áp dụng vào bài toán phát hiện vùng trong nhập điểm tự động.

Với phương pháp biến đổi Hough, ta thấy có vẻ như rất thích hợp cho bài toán này bởi vì bản chất bảng điểm được tạo ra từ các đường thẳng ngang, dọc. Vì vậy, nếu ta dùng biến đổi Hough để tìm ra các đường thẳng này thì rõ ràng ta hoàn toàn có thể xác định được các vùng chứa điểm. Tuy nhiên, qua thực nghiệm tác giả nhận thấy rằng đối với những đường thẳng nét mỏng như bảng điểm thì qua quá trình quét ảnh các đường thẳng thường bị đứt nét dẫn tới khó để định vị được các đường thẳng này. Chúng ta có thể xử lý vấn đề này bằng cách tăng độ dày của các đường này, tuy nhiên điều đó sẽ dẫn tới bảng điểm mất tính thẩm mỹ.

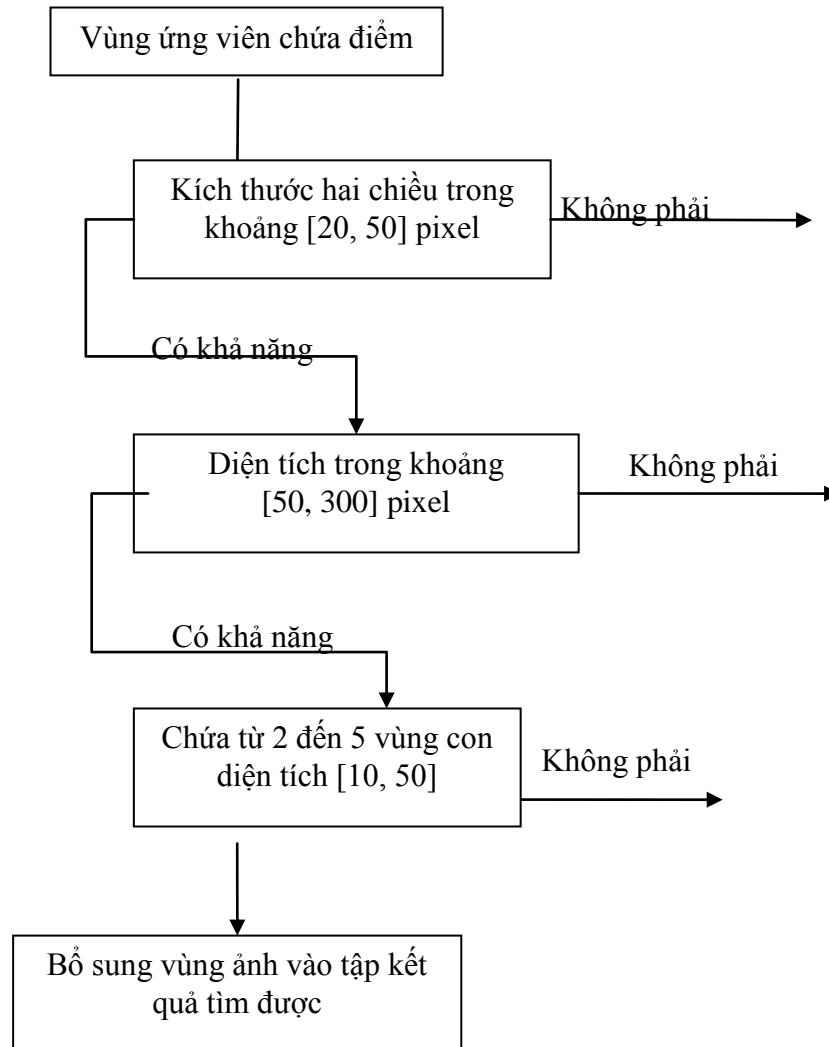
Với phương pháp phát hiện vùng theo phương pháp hình thái học, ta thấy một trong những đặc tính quan trọng nhất để định vị được vùng cần tìm là xác định được ngưỡng xám. Trên các vùng chứa dữ liệu điểm, sự phân bố mức xám là không đặc biệt so với các vùng khác. Vì vậy mà khi được nhị phân hóa vùng dữ liệu điểm sẽ có rất ít đặc thù hình thái. Điều này dẫn tới khó khăn trong việc định vị vùng.

Với phương pháp phân loại Heuristic, ta có thể xây dựng bộ phân loại thông qua các tiêu chí sau:

- Màu sắc
- Kích thước chiều dài, chiều rộng
- Tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng
- Diện tích vùng chứa dữ liệu điểm
- Số lượng các vùng con

Với mỗi tiêu chí ta xây dựng được một bộ phân loại. Tốc độ và tỷ lệ chính xác tùy thuộc vào cách sắp xếp các bộ phân loại.

Lược đồ sau cho thấy một cách sắp xếp các bộ phân loại mà trong thực nghiệm cho kết quả khả quan:



Để khắc phục nhược điểm của mỗi phương pháp trên ta kết hợp phương pháp hình thái học với phân loại Heuristic:

- Nâng cao chất lượng ảnh đầu vào
- Phát hiện biên sử dụng mặt nạ Sobel thu được ảnh I_S
- Sau đó nhị phân hóa I_S thu được ảnh chỉ chứa tập cạnh I_E
- Tìm các vùng liên thông trong I_E (mỗi vùng chính là các hình bao một đối tượng trong ảnh). Ta gọi tập các vùng liên thông này là $\{I_c\}$.

- Xác định các vùng điểm trong tập $\{I_c\}$. Ta gọi các tiêu chuẩn giúp xác định các vùng biên số trong tập $\{I_c\}$ là các Heuristic:
 - $20 \text{ pixel} \leq \text{chiều cao, chiều rộng} \leq 50 \text{ pixel}$
 - $50 \text{ pixel} \leq \text{diện tích } I_{c_i} \leq 300 \text{ pixel}$
 - Mật độ điểm ảnh
 - I_{c_i} là vùng chứa dữ liệu điểm nếu nó chứa từ 2 đến đến 5 vùng con (là các vùng chứa các ký tự).

3.3. Chương trình thử nghiệm

3.3.1. Thiết kế chương trình

Qua các phân tích ở trên, tác giả xây dựng chương trình thử nghiệm với đầu vào là ảnh bảng điểm được nhập từ các thiết bị thu nhận ảnh. Chương trình cho phép phát hiện vùng chứa dữ liệu ảnh một cách chính xác. Chương trình có các module chính như sau:

- Module: Đọc dữ liệu đầu vào
 - Đầu vào: File ảnh bảng điểm
 - Đầu ra: Ảnh xám

Dữ liệu đầu vào được thu nhận từ file ảnh BMP. Chương trình sẽ đọc trực tiếp file ảnh sau đó chuyển sang ảnh xám và lưu trong định dạng ma trận bitmap hai chiều.

- Module: Tiền xử lý
 - Đầu vào: Ảnh xám
 - Đầu ra: Ảnh sau khi đã chuẩn hóa về kích thước 640 x 480

Module này làm nhiệm vụ nâng cao chất lượng ảnh đầu vào thông qua một số bước xử lý như làm sắc nét ảnh, cân bằng độ tương phản, ..., và đưa ảnh về kích thước 640 x 480 để phục vụ cho các bước sau.

- Module: Đưa về ảnh nhị phân
 - Đầu vào: Ảnh xám
 - Đầu ra: Ảnh nhị phân

Sử dụng thuật toán SIS đã trình bày ở phần trên đưa ảnh về ảnh nhị phân phục vụ cho các giai đoạn sau.

- Module: Tìm biên ảnh
 - Đầu vào: Ảnh nhị phân
 - Đầu ra: Ảnh biên Sobel

Do các vùng liên thông trên ảnh có thể mờ và không rõ nét. Như vậy để giai đoạn tìm vùng liên thông cho kết quả tốt ta tiến hành tìm biên Sobel trước khi tìm các vùng liên thông.

- Module: Tách các vùng liên thông trong ảnh
 - Đầu vào: Ảnh sau dò biên
 - Đầu ra: Tập các vùng liên thông $\{I_C\}$

Từ ảnh sau khi đã tìm biên Sobel ta tiến hành dò tìm các vùng liên thông trong ảnh và lưu vào tập $\{I_C\}$.

- Module: Xác định các vùng ứng viên chứa điểm
 - Đầu vào: Tập các vùng liên thông $\{I_C\}$
 - Đầu ra: Tập các vùng ứng viên chứa điểm $\{I_L\}$

Từ tập các vùng liên thông $\{I_C\}$ ta sử dụng phương pháp kết hợp hình thái học với Heuristic như đã trình bày phần trên để xác định các vùng ứng viên chứa $\{I_L\}$.

- Module: Loại bỏ các vùng ứng viên không phải chứa điểm trong tập $\{I_L\}$
 - Đầu vào: Tập $\{I_L\}$.
 - Đầu ra: Tập $\{I_L\}$ sau khi đã loại bỏ các vùng ứng viên không phải vùng chứa điểm.

Dựa vào thông tin về tỷ lệ giữa các cạnh, chiều cao, độ rộng các vùng ta xác định vùng I_L tương ứng có phải vùng chứa điểm hay không.

- Module: Hiển thị kết quả
 - Đầu vào: Tập $\{I_L\}$
 - Đầu ra: Ảnh sau khi đã khoanh vùng (đổi màu) chứa dữ liệu điểm.

Với mỗi ảnh trong tập $\{I_L\}$ ta tiến hành khoanh vùng chứa dữ liệu điểm trên ảnh gốc và hiển thị kết quả cho mỗi đầu vào tương ứng.

3.3.2. Một số kết quả chương trình

The screenshot shows a window titled "TS - XLA" with a menu bar containing "Tập" and "Hiển". The main content area displays the following text:

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CÔNG NGHIỆP PHÚC YÊN

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

BẢNG ĐIỂM THI KẾT THÚC HỌC PHẦN HỌC KỲ.....

Năm học:.....
Môn thi:.....
Lớp:.....

STT	Họ và tên	Điểm
1.	Nguyễn Thanh Sơn.....	
2.	Trịnh Viết Phương.....	
3.	Trần Thị Khanh.....	
4.	Hoàng Trung Việt.....	
5.	Đào Thị Lan.....	
6.	Lê Thị Hoài Thu.....	
7.	Nguyễn Tuấn Việt.....	
8.	Vũ Thị Minh Thu.....	

At the bottom left, there is a status bar with the text "S/Vấn sùng".

Hình 3.2. Hình ảnh bảng điểm chưa xác định được vùng chứa điểm

The screenshot shows the same window as Figure 3.2, but with additional fields at the bottom of the table area:

Năm học:.....
Môn thi:.....
Lớp:.....

STT	Họ và tên	Điểm
1.	Nguyễn Thanh Sơn.....	
2.	Trịnh Viết Phương.....	
3.	Trần Thị Khanh.....	
4.	Hoàng Trung Việt.....	
5.	Đào Thị Lan.....	
6.	Lê Thị Hoài Thu.....	
7.	Nguyễn Tuấn Việt.....	
8.	Vũ Thị Minh Thu.....	
9.	Dương Thị Ngọc.....	
10.	Trịnh Thị Thu Hà.....	

Below the table, there are three fields:

Giảng viên chấm thi số 1 Giảng viên chấm thi số 2 Ngày.....tháng.....năm.....
Tổ trưởng chuyên môn

The status bar at the bottom left still shows "S/Vấn sùng".

Hình 3.3. Hình ảnh bảng điểm đã xác định được vùng chứa điểm

Thông qua tiến hành thực nghiệm trên file ảnh, chương trình đã thu được kết quả như sau:

- Máy chạy thực nghiệm: AMD Turion 64 x 2 TL – 58 1.9 GHz, Ram 2GB.
- Kết quả thực nghiệm: Được chỉ ra trong bảng 3.1

Bảng 4.1: Kết quả thực nghiệm

Đầu vào	Số lượng/ Lần	Thành công (%)	Lỗi (%)
File ảnh	100	96	4

PHẦN KẾT LUẬN

Trong các giai đoạn của một hệ thống nhập điểm tự động, giai đoạn phát hiện và tách vùng chứa điểm là giai đoạn rất khó khăn và đòi hỏi nhiều thời gian do ảnh thu được từ các thiết bị thường bị sai lệch do các yếu tố như góc quay, khoảng cách, ánh sáng, ... Phần lớn kết quả nhận dạng sai là do không phát hiện được chính xác vùng chứa điểm. Đề tài đã nghiên cứu một số kỹ thuật phát hiện vùng và áp dụng vào bài toán phát hiện vùng chứa dữ liệu điểm trong bài toán nhập điểm tự động.

Trong thời gian nghiên cứu và thực hiện luận văn, tác giả đã đạt được một số kết quả sau:

- Nghiên cứu một số kỹ thuật tiền xử lý ảnh nhằm nâng cao chất lượng ảnh đầu vào;
- Nghiên cứu một số kỹ thuật phát hiện vùng trong ảnh: Phát hiện vùng theo phương pháp hình thái học, phát hiện vùng sử dụng phương pháp phân loại Heuristic, phát hiện vùng sử dụng phép biến đổi Hough và phát hiện vùng sử dụng phương pháp hình thái học kết hợp với Heuristic;
- Thiết kế chương trình phát hiện vùng chứa điểm trong bảng điểm sử dụng phương pháp kết hợp hình thái học với Heuristic. Chương trình cho phép nhận ảnh bảng điểm từ file. Qua thực nghiệm cho thấy chương trình làm việc tốt với các ảnh đầu vào ở các mức độ khác nhau về chất lượng ảnh.

Một số đề xuất

Trong thời gian tới, báo cáo cũng như chương trình sẽ được nghiên cứu, phát triển thêm một số chức năng:

- Cải tiến một số chức năng trong chương trình cho phép nâng cao hiệu quả phát hiện vùng chứa dữ liệu điểm trên bảng điểm và giảm thiểu thời gian xử lý;
- Tích hợp thêm chức năng nhận dạng chữ số viết tay để hoàn thiện chương trình nhập điểm tự động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [1]. Đỗ Năng Toàn, Phạm Việt Bình (2008), *Giáo trình xử lý ảnh*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 2008.
- [2]. Đỗ Năng Toàn, Phạm Văn Dũng, Phạm Việt Bình (2005), “Ứng dụng chu tuyến trong phát hiện góc nghiêng văn bản”, *Kỷ yếu Hội thảo Quốc gia lần thứ 7 - Một số vấn đề chọn lọc của Công nghệ Thông tin và Truyền thông*, Đà Nẵng 18-20/08 /2004, Nxb KH&KT, Hà Nội 2005, 432-441.
- [3]. Đỗ Năng Toàn, Ngô Quốc Tạo, *Một số phương pháp nâng cao hiệu quả nhận dạng phiếu điều tra dạng dấu phục vụ cho thiết kế hệ nhập liệu tự động markread*, Tạp chí Tin học và Điều khiển học, Tập 15, số 4, năm 1999.

Tiếng Anh

- [4]. A Amin and S. Fischer, A Document Skew Detection Method Using the Hough Transform, *Pattern Analysis & Applications*, 2000.
- [5]. H. Baird, “The skew angle of printed documents”. *Society of Photographic Scientists and Engineers*, 1987.
- [6]. J. Canny, A Computational Approach To Edge Detection, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1986.
- [7]. Castan, S.; Zhao, J. and Shen, J."New edge detection methods based on exponential filter", *Pattern Recognition*, vol.1, Jun 1990.
- [8]. A.K. Das, B.Chada. A fast algorithm for skew detection of document images using morphological. *Proc of International Journal on Document Analysis and Recognition*, vol.4, 2001.
- [9]. S. C. Hinds, J. L. Fisher and D. P. D'Amato. A Document Skew Detection Method Using Run-Length Encoding and the Hough Transform. *10th International Conference on Pattern Recognition*, vol. 1, 1990.
- [10]. X. Jaing, H. Bunke, D. Widmer-Kljajo. Skew detection of document image by focused nearest-neighbour-clustering. *Proc. Of the 5th Số hóa bởi Trung tâm Học liệu - ĐHTN* <http://www.lrc-tnu.edu.vn/>

International Conference on Document Analysis and Recognition, Bangalore. 1999.

- [11]. Kimmel, Ron and Bruckstein, Alfred M. "On regularized Laplacian zero crossings and other optimal edge integrators", *International Journal of Computer Vision*, 2003.
- [12]. D. X. Le, "Automated Document Skew Angle Detection Using Projection Profiles, Variances, Component Labelling and the Hough Transform," *M.S. thesis, Computer Science Department, George Mason University*, November 17th, 1992.
- [13]. Shutao Li, Qinghua Shen and Jun Sun. *Recognition Letters*, Volume 28, Issue 5, 1 April 2007.
- [14]. Yue Lu and Chew Lim Tan, "A nearest neighbor chain based approach to skew estimation in document images", *Pattern Recognition Letters* 24, 2003.