

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tailieu.vn

XỬ LÝ ẢNH

Người soạn : TS. ĐỖ NĂNG TOÀN,
TS. PHẠM VIỆT BÌNH

Thái Nguyên, Tháng 11 năm 2007

LỜI NÓI ĐẦU

Khoảng hơn mười năm trở lại đây, phần cứng máy tính và các thiết bị liên quan đã có sự tiến bộ vượt bậc về tốc độ tính toán, dung lượng chứa, khả năng xử lý v.v.. và giá cả đã giảm đến mức máy tính và các thiết bị liên quan đến xử lý ảnh đã không còn là thiết bị chuyên dụng nữa. Khái niệm ảnh số đã trở nên thông dụng với hầu hết mọi người trong xã hội và việc thu nhận ảnh số bằng các thiết bị cá nhân hay chuyên dụng cùng với việc đưa vào máy tính xử lý đã trở nên đơn giản.

Trong hoàn cảnh đó, xử lý ảnh là một lĩnh vực đang được quan tâm và đã trở thành môn học chuyên ngành của sinh viên ngành công nghệ thông tin trong nhiều trường đại học trên cả nước. Tuy nhiên, tài liệu giáo trình còn là một điều khó khăn. Hiện tại chỉ có một số ít tài liệu bằng tiếng Anh hoặc tiếng Pháp, tài liệu bằng tiếng Việt thì rất hiếm. Với mong muốn đóng góp vào sự nghiệp đào tạo và nghiên cứu trong lĩnh vực này, chúng tôi biên soạn cuốn giáo trình ***Xử lý ảnh*** dựa trên đề cương môn học đã được duyệt. Cuốn sách tập trung vào các vấn đề cơ bản của xử lý ảnh nhằm cung cấp một nền tảng kiến thức đầy đủ và chọn lọc nhằm giúp người đọc có thể tự tìm hiểu và xây dựng các chương trình ứng dụng liên quan đến xử lý ảnh.

Giáo trình được chia làm 5 chương và phần phụ lục: Chương 1, trình bày Tổng quan về xử lý ảnh, các khái niệm cơ bản, sơ đồ tổng quát của một hệ thống xử lý ảnh và các vấn đề cơ bản trong xử lý ảnh. Chương 2, trình bày các kỹ thuật nâng cao chất lượng ảnh dựa vào các thao tác với điểm ảnh, nâng cao chất lượng ảnh thông qua việc xử lý các điểm ảnh trong lân cận điểm ảnh đang xét. Chương này cũng trình bày các kỹ thuật nâng cao chất lượng ảnh nhờ vào các phép toán hình thái. Chương 3, trình bày các kỹ thuật cơ bản trong việc phát hiện biên của các đối tượng ảnh theo cả hai khuynh hướng: Phát hiện biên trực tiếp và phát hiện biên gián tiếp. Chương 4 thể hiện cách kỹ thuật tìm xương theo khuynh hướng tính toán trực trung vị và hướng tiếp cận xấp xỉ nhờ các thuật toán làm mảnh song song và gián tiếp. Và cuối cùng là Chương 5 với các kỹ thuật hậu xử lý.

Giáo trình được biên soạn dựa trên kinh nghiệm giảng dạy của tác giả trong nhiều năm tại các khóa đại học và cao học của ĐH Công nghệ - ĐHQG Hà Nội, ĐH Khoa học tự nhiên – ĐHQG Hà Nội, Khoa Công nghệ thông tin – ĐH Thái Nguyên v.v.. Cuốn sách có thể làm tài liệu tham khảo cho sinh viên các hệ kỹ sư, cử nhân và các bạn quan tâm đến vấn đề nhận dạng và xử lý ảnh.

Các tác giả bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới các bạn đồng nghiệp trong Phòng Nhận dạng và công nghệ tri thức, Viện Công nghệ thông tin, Bộ môn Hệ thống thông tin, Khoa Công nghệ thông tin, ĐH Thái Nguyên, Khoa Công nghệ thông tin, ĐH Công nghệ, ĐHQG Hà Nội, Khoa Toán – Cơ – Tin, ĐH Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội đã động viên, góp ý và giúp đỡ để hoàn chỉnh nội dung cuốn sách này. Xin cảm ơn Lãnh đạo Khoa Công nghệ thông tin, ĐH Thái Nguyên, Ban Giám đốc ĐH Thái Nguyên đã hỗ trợ và tạo điều kiện để cho ra đời giáo trình này.

Mặc dù rất cố gắng nhưng tài liệu này chắc chắn không tránh khỏi những sai sót. Chúng tôi xin trân trọng tiếp thu tất cả những ý kiến đóng góp của bạn đọc cũng như các bạn đồng nghiệp để có chỉnh lý kịp thời.

Thư góp ý xin gửi về: Phạm Việt Bình,

Khoa Công nghệ thông tin – ĐH Thái nguyên.

Xã Quyết Thắng, Tp. Thái Nguyên

Điện thoại: 0280.846506

Email: pvbinh@ictu.edu.vn

Thái Nguyên, ngày 22 tháng 11 năm 2007

CÁC TÁC GIẢ

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	2
MỤC LỤC	4
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ XỬ LÝ ẢNH	7
1.1. XỬ LÝ ẢNH, CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG XỬ LÝ ẢNH	7
1.1.1. Xử lý ảnh là gì?	7
1.1.2. Các vấn đề cơ bản trong xử lý ảnh	7
1.1.2.1 Một số khái niệm cơ bản	7
1.1.2.2 Nắn chỉnh biến dạng	8
1.1.2.3 Khử nhiễu	9
1.1.2.4 Chỉnh mức xám:	9
1.1.2.5 Trích chọn đặc điểm	9
1.1.2.6 Nhận dạng	10
1.1.2.7 Nén ảnh	11
1.2. THU NHẬN VÀ BIỂU DIỄN ẢNH	11
1.2.1. Thu nhận, các thiết bị thu nhận ảnh	11
1.2.2. Biểu diễn ảnh	12
1.2.2.1. Mô hình Raster	12
1.2.2.2. Mô hình Vector	13
Chương 2: CÁC KỸ THUẬT NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ẢNH	14
2.1. CÁC KỸ THUẬT KHÔNG PHỤ THUỘC KHÔNG GIAN	14
2.1.1. Giới thiệu	14
2.1.2. Tăng giảm độ sáng	14
2.1.3. Tách ngưỡng	15
2.1.4. Bó cụm	15
2.1.5. Cân bằng histogram	16
2.1.6. Kỹ thuật tách ngưỡng tự động	17
2.1.7. Biến đổi cấp xám tổng thể	18
2.2. CÁC KỸ THUẬT PHỤ THUỘC KHÔNG GIAN	20
2.2.1. Phép cuộn và mẫu	20

2.2.2. Một số mẫu thông dụng.....	21
2.2.3. Lọc trung vị.....	22
2.2.4. Lọc trung bình.....	24
2.2.5. Lọc trung bình theo k giá trị gần nhất.....	25
2.3. CÁC PHÉP TOÁN HÌNH THÁI HỌC.....	26
2.3.1. Các phép toán hình thái cơ bản.....	26
2.3.2. Một số tính chất của phép toán hình thái.....	27
Chương 3: BIÊN VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN.....	32
3.1. GIỚI THIỆU.....	32
3.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN TRỰC TIẾP.....	32
3.2.1. Kỹ thuật phát hiện biên Gradient.....	32
3.2.1.1. Kỹ thuật Prewitt.....	34
3.2.1.2. Kỹ thuật Sobel.....	35
3.2.1.3. Kỹ thuật la bàn.....	35
3.2.2. Kỹ thuật phát hiện biên Laplace.....	36
3.3. PHÁT HIỆN BIÊN GIÁN TIẾP.....	37
3.3.1 Một số khái niệm cơ bản.....	37
3.3.2. Chu tuyến của một đối tượng ảnh.....	38
3.3.3. Thuật toán dò biên tổng quát.....	40
Chương 4: XƯƠNG VÀ CÁC KỸ THUẬT TÌM XƯƠNG.....	44
4.1. GIỚI THIỆU.....	44
4.2. TÌM XƯƠNG DỰA TRÊN LÀM MẢNH.....	44
4.2.1. Sơ lược về thuật toán làm mảnh.....	44
4.2.2. Một số thuật toán làm mảnh.....	46
4.3. TÌM XƯƠNG KHÔNG DỰA TRÊN LÀM MẢNH.....	46
4.3.1. Khái quát về lược đồ Voronoi.....	47
4.3.2. Trục trung vị Voronoi rời rạc.....	47
4.3.3. Xương Voronoi rời rạc.....	48
4.3.4. Thuật toán tìm xương.....	49
Chương 5: CÁC KỸ THUẬT HẬU XỬ LÝ.....	52
5.1. RÚT GỌN SỐ LƯỢNG ĐIỂM BIỂU DIỄN.....	52
5.1.1. Giới thiệu.....	52

5.1.2. Thuật toán Douglas Peucker	52
5.1.2.1. Ý tưởng	52
5.1.2.2. Chương trình	53
5.1.3. Thuật toán Band width	54
5.1.3.1. Ý tưởng	54
5.1.3.2. Chương trình	56
5.1.4. Thuật toán Angles	57
5.1.4.1. Ý tưởng	57
5.1.4.2. Chương trình	57
5.2. XẤP XỈ ĐA GIÁC BỞI CÁC HÌNH CƠ SỞ	58
5.2.1 Xấp xỉ đa giác theo bất biến đồng dạng	59
5.2.2 Xấp xỉ đa giác theo bất biến afin	62
5.3. BIẾN ĐỔI HOUGH	63
5.3.1. Biến đổi Hough cho đường thẳng	63
5.3.2. Biến đổi Hough cho đường thẳng trong tọa độ cực	64
5.3.2.1. Đường thẳng Hough trong tọa độ cực	64
5.3.2.2. Áp dụng biến đổi Hough trong phát hiện góc nghiêng văn bản	65
PHỤ LỤC	68
TÀI LIỆU THAM KHẢO	76

Chương 1:

TỔNG QUAN VỀ XỬ LÝ ẢNH

1.1. XỬ LÝ ẢNH, CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG XỬ LÝ ẢNH

1.1.1. Xử lý ảnh là gì?

Con người thu nhận thông tin qua các giác quan, trong đó thị giác đóng vai trò quan trọng nhất. Những năm trở lại đây với sự phát triển của phần cứng máy tính, xử lý ảnh và đồ hoạ đã phát triển một cách mạnh mẽ và có nhiều ứng dụng trong cuộc sống. Xử lý ảnh và đồ hoạ đóng một vai trò quan trọng trong tương tác người máy.

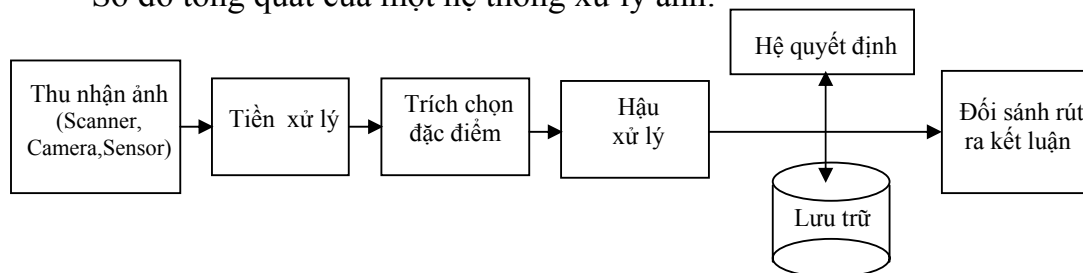
Quá trình xử lý ảnh được xem như là quá trình thao tác ảnh đầu vào nhằm cho ra kết quả mong muốn. Kết quả đầu ra của một quá trình xử lý ảnh có thể là một ảnh “tốt hơn” hoặc một kết luận.



Hình 1.1. Quá trình xử lý ảnh

Ảnh có thể xem là tập hợp các điểm ảnh và mỗi điểm ảnh được xem như là đặc trưng cường độ sáng hay một dấu hiệu nào đó tại một vị trí nào đó của đối tượng trong không gian và nó có thể xem như một hàm n biến $P(c_1, c_2, \dots, c_n)$. Do đó, ảnh trong xử lý ảnh có thể xem như ảnh n chiều.

Sơ đồ tổng quát của một hệ thống xử lý ảnh:



Hình 1.2. Các bước cơ bản trong một hệ thống xử lý ảnh

1.1.2. Các vấn đề cơ bản trong xử lý ảnh

1.1.2.1 Một số khái niệm cơ bản

* *Ảnh và điểm ảnh:*

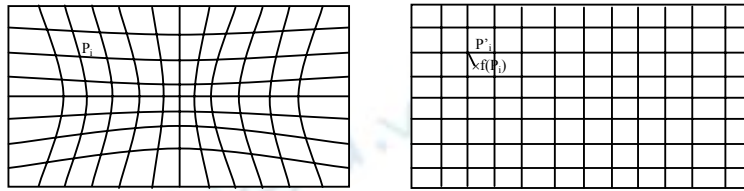
Điểm ảnh được xem như là dấu hiệu hay cường độ sáng tại 1 tọa độ trong không gian của đối tượng và ảnh được xem như là 1 tập hợp các điểm ảnh.

* *Mức xám, màu*

Là số các giá trị có thể có của các điểm ảnh của ảnh

1.1.2.2 Nắn chỉnh biến dạng

Ảnh thu nhận thường bị biến dạng do các thiết bị quang học và điện tử.



Ảnh thu nhận

Ảnh mong muốn

Hình 1.3. Ảnh thu nhận và ảnh mong muốn

Để khắc phục người ta sử dụng các phép chiếu, các phép chiếu thường được xây dựng trên tập các điểm điều khiển.

Giả sử (P_i, P_i') $i = \overline{1, n}$ có n các tập điều khiển

Tìm hàm $f: P_i \mapsto f(P_i)$ sao cho

$$\sum_{i=1}^n |f(P_i) - P_i'|^2 \rightarrow \min$$

Giả sử ảnh bị biến đổi chỉ bao gồm: Tịnh tiến, quay, tỷ lệ, biến dạng bậc nhất tuyến tính. Khi đó hàm f có dạng:

$$f(x, y) = (a_1x + b_1y + c_1, a_2x + b_2y + c_2)$$

Ta có:

$$\phi = \sum_{i=1}^n (f(P_i) - P_i')^2 = \sum_{i=1}^n \left[(a_1x_i + b_1y_i + c_1 - x_i')^2 + (a_2x_i + b_2y_i + c_2 - y_i')^2 \right]$$

Đề cho $\phi \rightarrow \min$

$$\begin{cases} \frac{\partial \phi}{\partial a_1} = 0 \\ \frac{\partial \phi}{\partial b_1} = 0 \\ \frac{\partial \phi}{\partial c_1} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sum_{i=1}^n a_1 x_i^2 + \sum_{i=1}^n b_1 x_i y_i + \sum_{i=1}^n c_1 x_i = \sum_{i=1}^n x_i x'_i \\ \sum_{i=1}^n a_1 x_i y_i + \sum_{i=1}^n b_1 y_i^2 + \sum_{i=1}^n c_1 y_i = \sum_{i=1}^n y_i x'_i \\ \sum_{i=1}^n a_1 x_i + \sum_{i=1}^n b_1 y_i + n c_1 = \sum_{i=1}^n x'_i \end{cases}$$

Giải hệ phương trình tuyến tính tìm được a_1, b_1, c_1

Tương tự tìm được a_2, b_2, c_2

$\Rightarrow$ Xác định được hàm f

1.1.2.3 Khử nhiễu

Có 2 loại nhiễu cơ bản trong quá trình thu nhận ảnh

- Nhiễu hệ thống: là nhiễu có quy luật có thể khử bằng các phép biến đổi
- Nhiễu ngẫu nhiên: vết bản không rõ nguyên nhân $\rightarrow$ khắc phục bằng các phép lọc

1.1.2.4 Chỉnh mức xám:

Nhằm khắc phục tính không đồng đều của hệ thống gây ra. Thông thường có 2 hướng tiếp cận:

- Giảm số mức xám: Thực hiện bằng cách nhóm các mức xám gần nhau thành một bó. Trường hợp chỉ có 2 mức xám thì chính là chuyển về ảnh đen trắng. Ứng dụng: In ảnh màu ra máy in đen trắng.
- Tăng số mức xám: Thực hiện nội suy ra các mức xám trung gian bằng kỹ thuật nội suy. Kỹ thuật này nhằm tăng cường độ mịn cho ảnh

1.1.2.5 Trích chọn đặc điểm

Các đặc điểm của đối tượng được trích chọn tùy theo mục đích nhận dạng trong quá trình xử lý ảnh. Có thể nêu ra một số đặc điểm của ảnh sau đây:

Đặc điểm không gian: Phân bố mức xám, phân bố xác suất, biên độ, điểm uốn v.v..

Đặc điểm biến đổi: Các đặc điểm loại này được trích chọn bằng việc thực hiện lọc vùng (zonal filtering). Các bộ vùng được gọi là “mặt nạ đặc

điểm” (feature mask) thường là các khe hẹp với hình dạng khác nhau (chữ nhật, tam giác, cung tròn v.v..)

Đặc điểm biên và đường biên: Đặc trưng cho đường biên của đối tượng và do vậy rất hữu ích trong việc trích chọn các thuộc tính bất biến được dùng khi nhận dạng đối tượng. Các đặc điểm này có thể được trích chọn nhờ toán tử gradient, toán tử Laplace, toán tử Laplace, toán tử “chéo không” (zero crossing) v.v..

Việc trích chọn hiệu quả các đặc điểm giúp cho việc nhận dạng các đối tượng ảnh chính xác, với tốc độ tính toán cao và dung lượng nhớ lưu trữ giảm xuống.

1.1.2.6 Nhận dạng

Nhận dạng tự động (automatic recognition), mô tả đối tượng, phân loại và phân nhóm các mẫu là những vấn đề quan trọng trong thị giác máy, được ứng dụng trong nhiều ngành khoa học khác nhau. Tuy nhiên, một câu hỏi đặt ra là: mẫu (pattern) là gì? Watanabe, một trong những người đi đầu trong lĩnh vực này đã định nghĩa: “Ngược lại với hỗn loạn (chaos), mẫu là một thực thể (entity), được xác định một cách ang áng (vaguely defined) và có thể gán cho nó một tên gọi nào đó”. Ví dụ mẫu có thể là ảnh của vân tay, ảnh của một vật nào đó được chụp, một chữ viết, khuôn mặt người hoặc một ký đồ tín hiệu tiếng nói. Khi biết một mẫu nào đó, để nhận dạng hoặc phân loại mẫu đó có thể:

Hoặc **phân loại có mẫu** (supervised classification), chẳng hạn phân tích phân biệt (discriminant analysis), trong đó mẫu đầu vào được định danh như một thành phần của một lớp đã xác định.

Hoặc **phân loại không có mẫu** (unsupervised classification hay clustering) trong đó các mẫu được gán vào các lớp khác nhau dựa trên một tiêu chuẩn đồng dạng nào đó. Các lớp này cho đến thời điểm phân loại vẫn chưa biết hay chưa được định danh.

Hệ thống nhận dạng tự động bao gồm ba khâu tương ứng với ba giai đoạn chủ yếu sau đây:

- 1°. Thu nhận dữ liệu và tiền xử lý.
- 2°. Biểu diễn dữ liệu.
- 3°. Nhận dạng, ra quyết định.

Bốn cách tiếp cận khác nhau trong lý thuyết nhận dạng là:

- 1°. Đối sánh mẫu dựa trên các đặc trưng được trích chọn.
- 2°. Phân loại thống kê.
- 3°. Đối sánh cấu trúc.