

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



**NGUYỄN XUÂN TÌNH**

**TĂNG CƯỜNG CHẤT LƯỢNG ẢNH VÂN  
TAY  
CHO KỸ THUẬT IN**

**Chuyên ngành: Khoa học máy tính**

**Mã số: 60.48.01**

**Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS NGÔ QUỐC TẠO**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ**

**HÀ NỘI – 2012**

## MỞ ĐẦU

Với sự ra đời của ngân hàng điện tử, thương mại điện tử, . . . các biện pháp bảo mật và mang tính riêng tư cần được tổ chức và lưu trữ trong các CSDL khác nhau. Định danh cá nhân một cách tự động ngày càng trở thành một vấn đề rất quan trọng và cấp thiết.

Một hệ tự động nhận dạng dấu vân tay (Automatic Fingerprint Identification System) gọi tắt là AFIS sẽ làm việc với đầu vào là một ảnh dấu vân tay và đầu ra là kết quả nhận dạng một cách nhanh chóng và chính xác ảnh đầu vào, từ đó có thể đưa ra một kết luận cụ thể theo một yêu cầu đòi hỏi nào đó.

Ảnh vân tay là loại dữ liệu ảnh có cấu trúc đường nét, được thu thập vào máy tính thông qua các thiết bị ngoại vi như camera, scanner,... và được nhận dạng dựa trên các đặc điểm vân tay. Việc đối sánh, phân loại phụ thuộc hoàn toàn vào độ chính xác của các đặc điểm, trong khi quá trình thu thập ảnh vân tay lại chịu nhiều tác động của các loại nhiễu, gây giảm cấp chất lượng ảnh đầu vào, từ đó ảnh hưởng lớn tới việc trích chọn các đặc điểm. Điều này đã đặt ra những câu hỏi là làm thế nào để bảo quản và

## DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Ngọc Kỳ : “Biểu diễn và đồng nhất tự động ảnh đường nét”. Luận án PTS, Hà Nội 1994.
- [2] Lương Mạnh Bá, Nguyễn Thanh Thủy. *Nhập môn xử lý ảnh số*. Nhà xuất bản Khoa Học Kỹ Thuật 1999.
- [3] Shlomo Greenberg, Mayer Aladjem, Daniel Kogan. “Fingerprint Image Enhancement using Filtering Techniques”. Electrical and Computer Engineering Department, En-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Isarel.
- [4] Anil Jain and Lin Hong. “Online Fingerprint Verification”. Pattern Recognition and Image Processing Lanoratory Department of Computer Science Michigan State University, East Lansing, MI 48824. Ruud Bolle, Exploratory Computer Vision Group IBM T.J. Watson Research Center Yorktown Heights. NY 10598. November 26, 1996.
- [5] Lin Hong, Yifei Wan and Anil Jain. “Fingerprint Image Enhancement : Algorithm and Performance Evaluation”. Pattern Recognition and Image Processing Lanoratory Department of Computer Science Michigan State University, East Lansing, MI 48824.
- [7] Anil K.Jain : “Fundamentals of digital image processing”. Prentice – Hall, 1986.

lưu trữ tốt các ảnh dấu vân tay, khi in ảnh vân tay ra thì ảnh vân tay phải có chất lượng tốt?, và ảnh dấu vân tay nếu có chất lượng kém thì cần phải phát triển những thuật toán tăng cường chất lượng ảnh. Đây chính là một khâu rất quan trọng trong một hệ AFIS và cũng chính là mục tiêu mà luận văn hướng tới. Trong khuôn khổ của một luận văn Thạc sỹ, tôi không tham vọng đưa ra một mô hình lý thuyết hay cài đặt một hệ AFIS hoàn chỉnh, mà chỉ ***tập trung nghiên cứu xử lý ảnh vân tay một cách có hệ thống, cùng với những nghiên cứu, sưu tập và thử nghiệm của chính mình nhằm tìm ra một mô hình thuật toán ứng dụng những kỹ thuật xử lý ảnh áp dụng vào xử lý ảnh vân tay. Mục tiêu đạt đến là tăng cường chất lượng ảnh đầu vào và tạo điều kiện tốt cho quá trình trích chọn đặc trưng và nhận dạng sau này và nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng ảnh nói chung và ảnh vân tay nói riêng cho kỹ thuật In.***

Dựa trên mục tiêu đã xác định, nội dung của luận văn sẽ được trình bày qua 3 chương như sau :

Chương 1 : Tổng quan về nhận dạng ảnh vân tay. Nội dung của chương này trình bày tổng quan nhận dạng vân

tay, giới thiệu mô hình cùng với sơ đồ các bước xử lý tiêu biểu trong nhận dạng vân tay. Đặc biệt ở cuối chương này sẽ trình bày cách đánh giá một hệ thống nhận dạng vân tay.

Chương 2 : Tăng cường chất lượng ảnh vân tay, trình bày các đặc trưng riêng của ảnh vân tay và đưa ra 2 mô hình thuật toán cụ thể áp dụng vào xử lý ảnh vân tay với đầu vào là ảnh vân tay đa cấp xám, đầu ra là ảnh nhị phân của ảnh vân tay đã tăng cường chất lượng.

Chương 3: Giới thiệu về kỹ thuật in, nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới việc tăng cường chất lượng ảnh trong kỹ thuật In. Chương trình Demo tăng cường chất lượng và nhận dạng ảnh vân tay.

## **KIẾN NGHỊ**

Hoàn thiện chương trình nhận dạng ảnh vân tay nói chung trong đó có biện pháp tăng cường chất lượng ảnh vân tay cho kỹ thuật in nói riêng để có thể áp dụng vào thực tế cho qua trình so khớp được hầu hết các ảnh vân tay có chất lượng không được tốt và sau khi sử dụng các biện pháp lọc, phục hồi các ảnh vân tay thì các ảnh này có thể in được ra trên các phương tiện và chất liệu khác nhau mà có chất lượng tốt.

## KẾT LUẬN

Kết quả đạt được trong luận văn là giải quyết được tốt bài toán tăng cường ảnh vân tay cùng với những kết quả cụ thể như sau :

Dựa trên lý thuyết về lọc tần số Gabor, tôi đã áp dụng vào tăng cường chất lượng ảnh vân tay và đã cài đặt thành công. Sau khi xử lý, ảnh đầu vào đã được nâng cấp tốt hơn hẳn về cả hai tiêu chuẩn là khử nhiễu và tăng cường để tăng sự rõ ràng, đồng đều trong cấu trúc vân tay cũng như bảo toàn tốt các đặc trưng vốn có trên ảnh.

Thuật toán nhị phân hóa ảnh trong chương trình làm cho ảnh các đường vân rõ nét hơn, thuật toán xem xương ảnh để biết được các đường vân rõ ràng cùng với thuật toán trích chọn đặc trưng cho phép chúng ta đối sánh 2 vân tay có trùng khớp hay không các thuật toán trên cũng đã được cài đặt thành công trong chương trình.

Trong thuật toán làm trơn biên và lấp lỗ hổng dựa trên hướng đường vân cục bộ cho phép loại bỏ gai và lỗ hổng, đồng thời có thể nối được những đường vân đứt đoạn, với khoảng cách vừa phải. Sau khi áp dụng thuật toán, ảnh trở nên trơn, đều và đẹp hơn.

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN NHẬN DẠNG ẢNH VÂN TAY

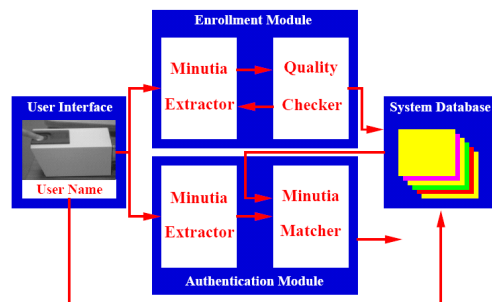
### 1.1 Một số loại đặc trưng vân tay

Dấu vân tay được hình thành dưới tác động của hệ thống gen di truyền mà thai nhi được thừa hưởng và tác động của môi trường thông qua hệ thống mạch máu và hệ thống thần kinh nằm giữa hạ bì và biểu bì. Một dấu vân tay được sao chép lại từ lớp biểu bì da khi ấn ngón tay vào một bề mặt phẳng. Cấu trúc của vân tay là các vân lồi và vân lõm . Vân lồi có màu tối trong khi vân lõm có màu sáng. Vân lồi thường có độ rộng từ 100  $\mu\text{m}$  đến 300  $\mu\text{m}$  . Độ rộng của một cặp vân lồi lõm cạnh Độ rộng của một cặp vân lồi lõm cạnh nhau là 500  $\mu\text{m}$  . Các chấn thương như: bỏng nhẹ, mòn da, ... không ảnh hưởng đến cấu trúc bên dưới của vân tay, khi da mọc lại cấu trúc này khôi phục lại như cũ.

### 1.2 Mô hình hệ thống nhận dạng vân tay.

Kiến trúc của hệ thống nhận dạng vân tay trong hình 1.6 là một mô hình tiêu biểu. Kiến trúc này bao gồm 4 thành phần chính:

- Phần người dùng (user interface): Cung cấp cơ chế cho người dùng đưa dấu vân tay của mình vào hệ thống.
- CSDL hệ thống (system database): Dùng để lưu trữ các mẫu vân tay của người dùng vào CSDL.
- Phần đăng ký (enroll module): Cho phép đăng ký các dấu vân tay của người dùng vào CSDL của hệ thống.
- Phần xác nhận (authentication module): Cho phép xác nhận một người đã có đăng ký vào trong một hệ thống hay chưa.

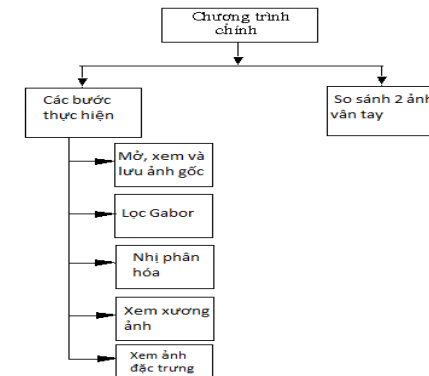


Hình 1.6 Kiến trúc của hệ thống nhận dạng vân tay tự động.

### 1.3 Sơ đồ các bước xử lý trong quá trình nhận dạng.

Hình 1.6 là một sơ đồ tiêu biểu của các bước xử lý trong quá trình nhận dạng vân tay. Quá trình xử lý nhận dạng này được chia ra làm hai quá trình lớn: quá trình xử lý ảnh

**Chức năng so sánh sự trùng khớp 2 ảnh vân tay,** là thao tác chọn hai ảnh vân tay trong tập mẫu rồi so sánh chúng có trùng khớp nhau không đưa ra kết quả.



Hình 3.1. Sơ đồ chức năng của chương trình

**Chức năng tăng cường chất lượng ảnh vân tay, nhận dạng ảnh vân tay** gồm các thao tác:

- + Mở, xem và lưu ảnh gốc: Cho phép người dùng mở xem ảnh vân tay, và có thể lưu ra một ảnh mới.
- + Thuật toán tăng cường ảnh vân tay bằng kỹ thuật lọc Gabor
- + Thuật toán tăng cường vân tay bằng nhị phân hóa ảnh.
- + Thuật toán xem xương ảnh.
- + Xem ảnh đặc trưng.

### 3.3.3 Mã nguồn chương trình(xem trong chương trình)

### 3.3 Chương trình tăng cường chất lượng và nhận dạng ảnh vân tay.

#### 3.3.1 Giới thiệu chương trình ứng dụng tăng cường chất lượng ảnh vân tay.

Chương trình ứng dụng tăng cường chất lượng ảnh vân tay, nhận dạng ảnh vân tay được viết theo công nghệ lập trình hướng đối tượng trên môi trường giao diện đồ họa của hệ điều hành Microsoft Windows. Công cụ để cài đặt chương trình là C# nằm trong bộ phần mềm MS Visual Studio 2010 của hãng Microsoft. Đây là một công cụ hướng đối tượng khá mạnh với tính ổn định cao.

#### 3.3.2 Sơ đồ chức năng của chương trình

Các chức năng chính của Chương trình tăng cường chất lượng ảnh vân tay, nhận dạng ảnh vân tay bao gồm:

**Chức năng Quản lý tệp và hiển thị ảnh đa cấp xám**, sẽ bao gồm các thao tác đóng mở tệp, lưu trữ ảnh lên đĩa, đọc và hiển thị ảnh lên màn hình

**Chức năng lọc Gabor cho ảnh vân tay**, cho chúng ta ảnh vân tay được tăng cường chất lượng tốt sau khi lọc để in ra.

**Chức năng nhị phân hóa ảnh**

**Chức năng xem xương ảnh**

**Chức năng xem ảnh đặc trưng**

(image processing) và quá trình đối sánh vân tay (matching).

#### 1.3.1 Quá trình xử lý ảnh (image processing)

Mục đích của quá trình này là đối sánh vân tay dựa trên các đặc trưng đã được rút trích. Quá trình này được thực hiện qua các bước nhỏ sau:

- Phân tích đặc trưng (minutiae analysis): phân tích các đặc điểm cần thiết của các đặc trưng để phục vụ cho việc đối sánh vân tay.
- Xét độ tương tự cục bộ (local similarity): thuật toán đối sánh vân tay sẽ dựa vào các thông tin cục bộ của các đặc trưng<sup>1</sup> của vân tay để tìm ra các cặp đặc trưng giống nhau giữa hai vân tay.
- Xét độ tương tự toàn cục (global similarity): từ những khu vực tương tự nhau trên cục bộ, thuật toán sẽ tiếp tục mở rộng đối sánh trên toàn cục.
- Tính điểm đối sánh (calculate matching score): tính toán tỷ lệ độ giống nhau giữa các cặp đặc trưng. Điểm đối sánh này sẽ cho biết độ giống nhau của hai ảnh vân tay là bao nhiêu.

## 1.4 Cách đánh giá hệ thống nhận dạng vân tay

### 1.4.1 Đặt vấn đề

- Đánh giá công nghệ (technology evaluation):
- Đánh giá toàn cảnh (scenario evaluation)
- Đánh giá hoạt động (operational evaluation)

### 1.4.2 Các lỗi hệ thống sinh trắc.

Để đánh giá độ chính xác của một hệ thống sinh trắc, ta sẽ căn cứ vào điểm đối sánh giữa hai mẫu, gọi là điểm đối sánh  $s$ . Điểm đối sánh, có giá trị nằm trong  $[0,1]$ , được dùng để lượng hóa độ tương tự giữa một mẫu đặc trưng đầu vào và một mẫu đặc trưng đã được lưu trong CSDL. Nếu hai mẫu đặc trưng này càng giống nhau thì điểm đối sánh  $s$  càng có khả năng gần giá trị 1, ngược lại hai mẫu càng không giống nhau thì điểm đối sánh  $s$  càng gần giá trị 0.

### 1.4.3 Các lỗi hệ thống xác thực.

Gọi  $T$  là mẫu sinh trắc của một người đã được lưu trữ trước đó,  $I$  là mẫu sinh trắc đầu vào cần được xác thực. Các giả thuyết đặt ra là:

đại diện cho hai phần ba khoảng quan phổ thấy được. Các màu hỗn hợp trừ được tạo ra bằng cách bớt đi (trừ đi) một màu cộng sơ cấp từ ánh sáng trắng hay bằng cách cộng hai màu sơ cấp của tổng hợp màu cộng.

Trong tổng hợp màu trừ, khi các màu mực Cyan, magenta và Yellow được in chồng lên nhau sẽ tạo ra các màu thứ cấp sau:

Cyan + Yellow = Green

Yellow + magenta = Red

Magenta + Cyan = Blue

Cyan + Magenta + Yellow = Đen

Không có mực = trắng

+Tổng hợp màu tương hỗ

Các hình ảnh màu được in bằng cách sử dụng bốn màu mực Cyan, Magenta, Yellow và Black (đen). Mực in màu Đen cải thiện độ sắc nét và chiều sâu của hình ảnh.

+Các hệ thống phân loại màu

Mỗi người cảm nhận màu một cách khác nhau. Nếu ta hỏi nhiều người về màu của một vật nào đó ta sẽ nhận được những câu trả lời khác nhau.



Những đặc tính của đối tượng được chiếu sáng quyết định việc cảm nhận màu sẽ rơi vào một trong các trường hợp trên.

### 3.2.2 Hỗn hợp Màu khi in.

+Hỗn hợp màu cộng.

Hỗn hợp cộng màu là sự phối hợp các bước sóng ánh sáng để tạo ra các màu sắc khác nhau. Nếu tất cả các màu của quang phổ được phối hợp lại ta sẽ có màu trắng.

Tại các vùng giao nhau của ba chùm sáng có các màu thứ cấp được tạo ra:

Green + Red = yellow

Green + blue = cyan

Blue + red = magenta

Blue + red + green = trắng

Không có nguồn sáng = đen

Nguyên lý của tổng hợp màu cộng được sử dụng trong tivi màu, màn hình máy tính để tạo ra toàn các màu trong dải quang phổ thấy được.

+Hỗn hợp màu trừ

Cyan, Magenta và Yellow là các màu sơ cấp của hỗn hợp màu trừ, chúng còn được gọi là màu hai phần ba vì chúng

H0:  $I \neq T$ , mẫu sinh trắc đầu vào và mẫu sinh trắc đã được lưu trước không phải của cùng một người. H1:  $I = T$ , mẫu sinh trắc đầu vào và mẫu sinh trắc đã được lưu trước là của cùng một người.

Từ các giả thuyết trên, một hệ thống xác thực có hai loại lỗi sau:

Dạng I: đối sánh sai (kết luận là D1 khi H0 đúng).

Dạng II: không-đối sánh sai (kết luận là D0 khi H1 đúng).

Vậy tỷ lệ đối sánh sai (FMR) là xác suất của lỗi loại I, tỷ lệ không-đối sánh sai (FNMR) là xác suất của lỗi loại II:  $FMR = P(D1 | H0 \text{ đúng})$ .  $FNMR = P(D0 | H1 \text{ đúng})$ .

#### 1.4.4 Các lỗi hệ thống nhận dạng

Các lỗi hệ thống nhận dạng được mở rộng từ định nghĩa các lỗi hệ thống xác thực.

Giả sử hệ thống không dùng các cơ chế đánh chỉ mục trong truy tìm (nghĩa là hệ thống sẽ tìm kiếm vết cạ trên toàn bộ tập dữ liệu chứa N mẫu sinh trắc), và mỗi người chỉ có một mẫu sinh trắc được lưu trữ. Tương ứng

ký hiệu FNMRN và FMRN là tỷ lệ không-đối sánh sai và tỷ lệ đối sánh sai trong một hệ thống nhận dạng thì:

\* FNMRN = FNMR: xác suất của lỗi không - đối sánh

\* FMRN =  $1 - (1 - FMR)N$ : một lỗi đối sánh sai xảy ra khi mẫu sinh trắc đầu vào đối sánh nhầm với một hay nhiều mẫu sinh trắc đã được lưu trong CSDL.

Chúng ta chỉ có thể cảm nhận các màu tương ứng với các bước sóng phản xạ. Nếu ánh sáng trắng được chiếu vào một đối tượng sẽ có một khả năng dưới đây xảy ra:

- Tất cả ánh sáng bị hấp thụ. Trong trường hợp này, chúng ta cảm nhận đối tượng có màu đen.
- Tất cả ánh sáng được phản xạ. Trong trường hợp này, đối tượng có màu trắng
- Tất cả ánh sáng đều đi qua đối tượng. Trong trường hợp này màu của ánh sáng không đổi.
- Một phần ánh sáng bị hấp thụ, phần còn lại được phản xạ. Trong trường hợp này ta cảm nhận được màu tùy thuộc vào bước sóng nào của ánh sáng được phản xạ và bước sóng nào được hấp thụ.
- Một phần ánh sáng bị hấp thụ, phần còn lại được xuyên qua đối tượng. Trong trường hợp này ta cảm nhận được màu sắc tùy thuộc vào bước sóng nào của ánh sáng bị hấp thụ, bước sóng nào xuyên qua.
- Một phần ánh sáng được phản xạ, phần còn lại đi qua. Trong trường hợp này màu sắc của ánh sáng được phản xạ và màu của ánh sáng đi xuyên qua sẽ thay đổi.

## CHƯƠNG 3: NGHIÊN CỨU TĂNG CƯỜNG CHẤT LƯỢNG ẢNH VÂN TAY TRONG KỸ THUẬT IN.

### 3.1 Giới thiệu kỹ thuật in.

Các kỹ thuật in phổ biến khác gồm in nổi (dùng chủ yếu trong các cuốn ca-ta-lôc), in lụa, in quay, và in phun và in la de. Trong in kỹ thuật số phần lớn sử dụng hiện tượng tĩnh điện để chuyển đặt mực in lên trên chất nền.

### 3.2 Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng in ảnh.

#### 3.2.1 Giới thiệu màu sắc và Chất lượng In

+ Ánh sáng và màu sắc

Chúng ta đang sống trong một thế giới đầy màu sắc. Với sự trợ giúp của màu sắc có thể nhìn nhận rõ ràng mọi vật xung quanh để làm cho cảm giác tốt hơn. Các thiết kế nội thất và sự phối trộn màu ảnh hưởng trực tiếp đến ấn tượng và cảm giác của chúng ta. Các màu có thể dùng chung được với nhau sẽ tạo ra một sự cân bằng hài hòa làm cho chúng ta có cảm nhận tốt. Ngành công nghiệp in cũng sử dụng các màu để thể hiện ấn phẩm hiệu quả hơn.

+ Cảm nhận màu thấy được

## CHƯƠNG 2: TĂNG CƯỜNG CHẤT LƯỢNG ẢNH VÂN TAY BẰNG BỘ LỌC THÍCH NGHI

### 2.1. Giới thiệu về tăng cường chất lượng vân tay

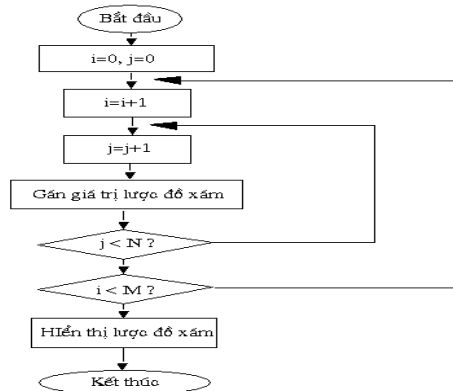
Bước khó khăn trong việc nhận dạng dấu vân tay là khả năng trích chọn đặc trưng một cách tự động và chính xác từ ảnh vân tay đầu vào. Trong một ảnh vân tay lý tưởng thì các lằn và rãnh đường vân xen kẽ nhau và ổn định theo một hướng nào đó trong một vùng cục bộ, do đó ta có thể dễ dàng nhận biết được các lằn vân và chỉ ra một cách chính xác các điểm đặc trưng trên bức ảnh vân tay nhị phân.

### 2.2. Nâng cấp ảnh vân tay bằng kỹ thuật kéo dẫn lược đồ xám.

#### 2.2.1 Mô hình và thuật toán tính lược đồ xám của ảnh.

Lược đồ xám của một ảnh biểu thị tần suất xuất hiện của mỗi giá trị cường độ xám khác nhau trong bức ảnh.

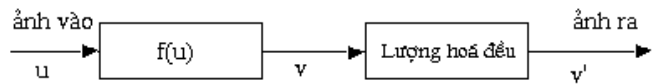
Theo định nghĩa của lược đồ xám, việc xây dựng nó là khá đơn giản. Lưu đồ trong hình 2.3 biểu diễn thuật toán xây dựng lược đồ xám của 1 ảnh.



Hình 2.3. Lưu đồ thuật toán tính Histogram cho ảnh đa cấp xám

### 2.2.2. Thuật toán kéo dẫn lược đồ xám

Hình 2.5. là sơ đồ khối xử lý nâng cao độ tương phản, giá trị độ xám của từng điểm ảnh của ảnh vào  $u$  trước hết sẽ qua biến đổi bởi hàm kéo dẫn  $f(u)$ .



Tiếp đó, ta áp một cửa sổ nằm ngang cỡ  $3 \times 7$  tâm là  $(i,j)$  lên ảnh và bắt đầu xoay cửa sổ này theo hướng  $\alpha(i,j)$  để cửa sổ được khớp hoặc song song với lần vân cục bộ.

Bước 3, tính tổng số điểm đen (thuộc lần vân) nằm trong cửa sổ theo công thức :

$$\text{Sum} = \frac{1}{3 \times 7} \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-3}^3 I_{\text{black}}(i + l \cos \alpha - k \sin \alpha, j + l \sin \alpha + k \cos \alpha)$$

Trong đó,  $I_{\text{black}}(u,v)$  là những điểm trên ảnh có giá trị bằng 0.

Bước 4, biểu thức quyết định được cho dưới đây:

$$I(i,j) = \begin{cases} 0 & , \text{sum} \geq 0.25 \\ 255 & , \text{sum} < 0.25 \end{cases}$$

### 2.3.9. Kết quả đạt được và thực nghiệm

Mục đích của một thuật toán tăng cường ảnh vân tay là nhằm cải thiện hơn độ tương phản giữa lần vân và thung lũng trong ảnh vân tay đầu vào, hay nói cách khác là làm tách biệt rõ ràng giữa các lần vân.

Với mục tiêu như vậy, tôi đã cài đặt thành công phương pháp lọc khử nhiễu Gabor.

Bước 3, tìm hướng lần vân cục bộ tại điểm  $I(i,j)$  theo ảnh định hướng  $O$  đã biết. Việc tìm kiếm này thông qua hàm :

$\alpha(i,j) = O[i/w, j/w]$ . Tiếp theo ta sử dụng một mặt nạ kích thước  $3*5$  nằm ngang với tâm là điểm  $(i,j)$  và bắt đầu xoay theo hướng  $\text{Orient}(i,j)$ , sau khi xoay thì mặt nạ này nằm khớp theo hướng đường vân tại  $(i,j)$ . Ta bắt đầu tính giá trị trung bình trong cửa sổ mặt nạ theo công thức:

$$\text{mean} = \frac{1}{3*5} \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-2}^2 I(i+l \cos \alpha - k \sin \alpha, j+l \sin \alpha + k \cos \alpha)$$

Bước 4, biểu thức quyết định cắt ngưỡng được cho dưới đây

$$I(i,j) = \begin{cases} 0 & , \text{mean} < \text{Mean} \\ 255 & , \text{mean} \geq \text{Mean} \end{cases}$$

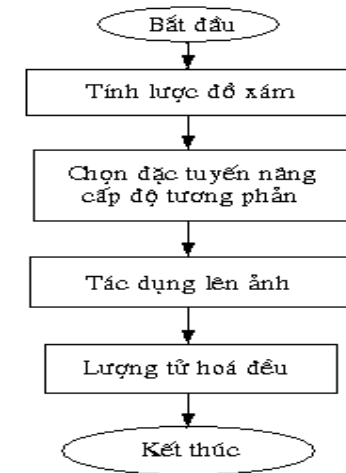
### 2.3.8. Làm trơn biên và lấp lỗ hổng

Nhằm loại bỏ điều này, thuật toán làm trơn theo hướng đường vân cục bộ được phát biểu theo các bước sau:

Bước 1, phân ảnh thành các vùng khối vuông cỡ  $w*w$  và tính toán ảnh định hướng  $O$  theo các vùng này. (Công việc này đã làm ở mục 2.3.5).

Bước 2, tại điểm  $(i,j)$  trên ảnh, ta tính giá trị hướng của nó áp dụng công thức:  $\alpha(i,j) = O[i/w, j/w]$

**Hình 2.5. Sơ đồ khối xử lý nâng cao độ tương phản**



**Hình 2.6. Lưu đồ thuật toán nâng cấp độ tương phản bằng cách kéo dẫn lược đồ xám**

### 2.2.3. Khảo sát và đánh giá kết quả.

Thuật toán này rất hữu ích trong việc nâng cấp vân tay tại hiện trường, bởi tốc độ nhanh chóng của nó giúp ta cải thiện được độ tương phản cho ảnh dấu vân tay vừa thu thập được. Loại bỏ bớt các vùng dính nhau của vân tay.

## 2.3. Thuật toán nâng cấp vân tay thích nghi gồm nhiều bước.

### 2.3.1 Giới thiệu

Trong một ảnh vân tay, chất lượng của cấu trúc vân tay là một đặc tính rất quan trọng, vì các vân tay mang thông tin của đặc tính của các đặc trưng, mà các đặc tính của đặc trưng này rất cần thiết cho bước rút trích đặc trưng vân tay.

### 2.3.2. Các khái niệm

Hình 2.10 là sơ đồ thuật toán tăng cường ảnh vân tay nhiều bước. Thuật toán trải qua 6 bước chính trên sơ đồ :

Lọc khử nhiễu, ảnh đầu vào trước tiên sẽ qua bộ lọc trung vị nhằm giảm thiểu các dạng nhiễu xung lốm đốm, sau đó sẽ qua lọc thông cao với mục đích tăng cường độ nổi của các đường vân. Các bộ lọc thông cao và lọc trung vị này có thể dùng nhiều lần do không làm biến dạng ảnh nhiều, số lần lọc được chọn theo kinh nghiệm, tuy nhiên trong luận văn tôi chỉ dùng một lần. Cuối cùng ảnh sẽ được qua bộ lọc thông thấp một lần để làm trơn. Bộ lọc thông thấp được chọn ở đây là lọc trung bình không gian.

Bước 4, tại mỗi điểm  $(i,j)$  trên ảnh, ta tính giá trị hướng của nó áp dụng công thức:

$$\alpha(i,j) = O[i/w, j/w]$$

gọi ảnh đầu ra sau khi qua lọc Gabor là E.

Bước 5, Lặp  $i,j$  quét qua toàn bộ ảnh G. Tại mỗi  $G(i,j)$  thì:

$$E(i,j) = \sum_{u=-w_g/2}^{w_g/2} \sum_{v=-w_g/2}^{w_g/2} h(u,v : \alpha(i,j), f) G(i+u, j+v) \quad (2.15)$$

với  $w_g$  là kích thước của bộ lọc được chọn = 11.

### 2.3.7. Cắt ngưỡng thích nghi theo hướng đường vân cục bộ.

Quá trình cắt ngưỡng được trình bày theo các bước sau:

Bước 1, phân ảnh thành các vùng khối vuông cỡ  $w*w$  và tính toán ảnh định hướng O theo các vùng này. (Công việc này đã làm ở 2.3.5).

Bước 2, tại một điểm ảnh  $I(i,j)$ , ta bao quanh điểm ảnh một ô vuông kích thước cỡ  $7*7$ . Xung quanh ô vuông này, ta cũng phân ra 8 ô cỡ  $7*7$  bao quanh nó. Tại 9 ô này, ta tính giá trị cấp xám trung bình theo công thức:

$$\text{Mean} = \frac{1}{21*21} \sum_{k=-10}^{10} \sum_{l=-10}^{10} I(i+k, j+l)$$

lọc Gabor cũng có thể điều chỉnh một cách tối ưu cho cả hai miền không gian và miền tần số.

Một bộ lọc Gabor có công thức toán học cho dưới đây: (tham khảo [5])

$$h(x,y;\phi,f)=\exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(x\cos\phi)^2}{\delta_x^2}+\frac{(y\sin\phi)^2}{\delta_y^2}\right]\right\}\cos(2\pi fxcos\phi)$$

(2.14)

trong đó,  $\phi$  là hướng của bộ lọc,  $f$  là tần số của hàm sin,  $\delta_x$  và  $\delta_y$  là các hằng số không gian của bao Gauss tương ứng theo chiều  $x$  và  $y$ .

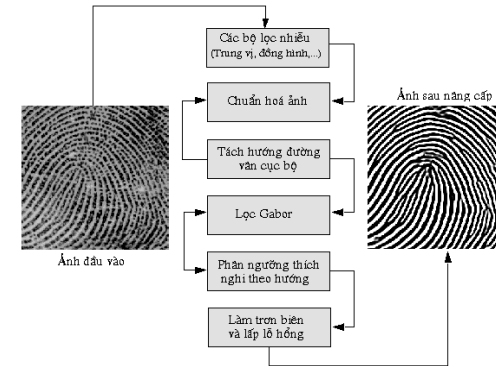
Để áp dụng bộ lọc Gabor vào trong một bức ảnh, ta phải xác định 3 tham số sau đây: Tần số của dạng sóng hình sin  $f$ , Hướng của bộ lọc, độ lệch chuẩn của bao Gauss

- Quá trình lọc Gabor được thực hiện theo bước sau:

Bước 1, chuẩn hoá ảnh đầu vào  $I$ , đầu ra là ảnh  $G$ . Công việc này đã được làm ở mục 2.3.4.

Bước 2, phân vùng ảnh  $G$  thành các khối cỡ  $w*w$ . Sau đó tính ảnh định hướng  $O$  trên các khối vừa chia. Công việc này đã được làm ở mục 2.3.5.

Bước 3, đặt tần số  $f = 0.1f$ .



Hình 2.10. Sơ đồ thuật toán tăng cường ảnh vân tay nhiều bước

#### 2.3.4. Chuẩn hoá ảnh

Gọi  $I(i,j)$  là mức xám tại điểm ảnh  $(i,j)$ ,  $M$  và  $VAR$  là trung bình và phương sai của ảnh  $I$ ,  $G$  là ảnh sau khi chuẩn hoá và  $G(i,j)$  tương tự sẽ là giá trị mức xám tại điểm  $(i,j)$  của ảnh  $G$ . Vậy ảnh chuẩn hoá sẽ theo biểu thức sau :

$$G(i,j) = \begin{cases} M_o + \sqrt{\frac{VAR_o(I(i,j) - M)^2}{VAR}} & , I(i,j) > M \\ M_o - \sqrt{\frac{VAR_o(I(i,j) - M)^2}{VAR}} & , otherwise \end{cases}$$

trong đó  $M_o$  và  $VAR_o$  là trung bình và phương sai lý tưởng. Quá trình chuẩn hoá ảnh không làm thay đổi sự tương sáng trong cấu trúc lằn và rãnh đường vân. Mục đích chính của quá trình chuẩn hoá ảnh là nhằm giảm mức độ

biến đổi cấp xám dọc theo lần và rãnh đường vân, giúp cho các quá trình xử lý sau đó được dễ dàng hơn.

### 2.3.5. Tách hướng đường vân cục bộ

Giả sử  $G$  là ảnh đã chuẩn hoá thì thuật toán tách hướng đường vân cục bộ sẽ theo các bước sau :

**Bước 1**, chia ảnh  $G$  thành các khối kích cỡ  $w \times w$ . Giá trị  $w$  thường được chọn sao cho không lớn hơn độ rộng một chu kỳ lần và vân. Nếu ảnh vân tay là chuẩn đầu vào với kích thước  $512 \times 512$  và độ phân giải 500 dpi thì giá trị  $w$  thường được chọn bằng 16. Trong luận văn này, để thích hợp với các dữ liệu ảnh vân tay mà chúng tôi đang có, tôi đã chọn  $w=11$  (pixel).

**Bước 2**, tính giá trị vector gradient  $\delta_x(i,j)$  và  $\delta_y(i,j)$  tại mỗi điểm  $(i,j)$ . Việc tính toán này được tính toán dựa trên các toán tử Sobel.

**Bước 3**, ước lượng hướng cục bộ cho mỗi khối tại điểm ảnh trung tâm  $(i,j)$  theo các đẳng thức sau :

$$V_y(i, j) = \sum_{u=i-w/2}^{i+w/2} \sum_{v=j-w/2}^{j+w/2} 2\delta_x(u,v)\delta_y(u,v) \quad (2.6)$$

$$V_x(i, j) = \sum_{u=i-w/2}^{i+w/2} \sum_{v=j-w/2}^{j+w/2} (\delta_x^2(u,v) - \delta_y^2(u,v)) \quad (2.7)$$

$$\theta(i,j) = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{V_y(i, j)}{V_x(i, j)}\right) \quad (2.8)$$

Trong đó  $\theta(i,j)$  là ước lượng bình phương tối thiểu của hướng lần cục bộ cho mỗi khối tại điểm trung tâm  $(i,j)$ . Hay nói một cách toán học,  $\theta(i,j)$  đại diện cho hướng trực giao với hướng ưu tiên của phổ Fourier của cửa sổ  $w \times w$ .

**Bước 4**, Với những hướng lần cục bộ biến đổi chậm trong một dãy vùng lân cận mà ở đó không có điểm kỳ dị thì ta có thể sử dụng bộ lọc thông thấp để sửa hướng cho đúng.

**Bước 5**, sau bước trên, hướng đường vân cục bộ tại  $(i,j)$  được nắn sửa lại và cho bởi công thức:

$$O(i,j) = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{\phi'_y(i, j)}{\phi'_x(i, j)}\right) \quad (2.13)$$

Với thuật toán này ta có thể tách được trường hướng một cách rất tốt và mịn.

### 2.3.6. Lọc ảnh bằng kỹ thuật Gabor

Bộ lọc Gabor đã tỏ ra thích hợp với sự kết hợp trong đó cả hai thuộc tính tần số và hướng, đồng thời khi sử dụng, bộ