

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

---



**NGUYỄN THỊ HUỆ**

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ GIẢI THUẬT PHÂN TÍCH  
ĐẶC TRƯNG CỦA VÂN TAY VÀ THỬ NGHIỆM  
TRONG NHẬN DẠNG VÂN TAY**

**Chuyên ngành: Hệ thống thông tin**

**Mã số: 60.48.01.04**

**Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS NGUYỄN QUANG HOAN**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ**

**HÀ NỘI – 2013**

## MỞ ĐẦU

Từ thế kỷ 18, vân tay đã được quen biết như một phương tiện hữu hiệu để đồng nhất con người. Cho đến nay, để quản lý công dân của mình, hầu hết các nước đều đã xây dựng các hệ thống căn cước, mà thực chất đó là những hệ thống thông tin quản lý con người, lấy vân tay làm khóa đồng nhất, với nhiều qui mô khác nhau, từ thẻ phiếu thủ công, cơ khí hóa đến tự động hóa ở trình độ cao. Vấn đề xử lý và nhận dạng ảnh vân tay tự động (gọi tắt là AFIS: Automatic Fingerprint Identification System) đã được quan tâm ít nhất từ thập niên 1970, và đến năm 1980 đã có một số kết quả về đối sánh tự động ảnh vân tay nhưng còn ở mức đối sánh bình thường chưa quan tâm đến các cấu trúc đặc biệt của mẫu vân tay. Đến năm 1989 trên thế giới đã xuất hiện các phương pháp phân tích, trích chọn và đối sánh mẫu vân tay dựa vào cấu trúc các đặc trưng. Và đến nay trên thế giới đã xuất hiện các phần mềm xử lý và nhận dạng ảnh vân tay tự động như: SAGEM, MORPHO, NEC, HORUS... Tuy nhiên giá thành các phần mềm này rất đắt, hàng triệu USD.

Ở nước ta, tình hình nghiên cứu xây dựng hệ thống đối sánh ảnh vân tay tự động trong những năm qua đã có những công trình nghiên cứu nổi bật. Tuy nhiên, chưa có một hệ thống nhận dạng vân tay hoàn chỉnh.

Từ thực tế trên, em chọn đề tài: ***“Nghiên cứu một số giải thuật phân tích đặc trưng vân tay và thử nghiệm trong nhận dạng vân tay”***.

Mục tiêu của đề tài là: Tìm hiểu các đặc trưng của ảnh vân tay và hệ thống nhận dạng vân tay tự động. Từ đó nghiên cứu một số thuật toán rút trích đặc trưng của ảnh vân tay và phương pháp nhận dạng vân tay (phương pháp đối sánh và phương pháp mạng Neural) để xây dựng hệ thống nhận dạng vân tay.

Cấu trúc của luận văn được chia thành 4 chương cụ thể như sau:

### **Chương 1. Tổng quan về nhận dạng vân tay**

Giới thiệu kiến trúc, qui trình của một hệ thống nhận dạng vân tay tự động. Trình bày tình hình nghiên cứu về nhận dạng vân tay và một số khái niệm liên quan đến hệ thống nhận dạng vân tay như: Hệ thống sinh trắc, cách đánh giá lỗi của hệ thống nhận dạng vân tay...

### **Chương 2. Phân tích và biểu diễn vân tay**

Tìm hiểu cấu trúc của ảnh vân tay. Nghiên cứu phương pháp tăng cường ảnh bằng lọc Gabor và một số thuật toán rút trích đặc trưng minutiae của ảnh vân tay.

### **Chương 3. Phương pháp nhận dạng vân tay**

Nghiên cứu phương pháp đối sánh ảnh vân tay dựa vào độ tương quan, đặc trưng và đặc tính vân; Nghiên cứu phương pháp nhận dạng ảnh vân tay bằng mạng Neural.

### **Chương 4. Xây dựng hệ thống nhận dạng vân tay**

Giới thiệu hệ thống nhận dạng vân tay mà luận văn xây dựng, sau đó thử nghiệm.

## Chương 1

### TỔNG QUAN VỀ NHẬN DẠNG VÂN TAY

#### 1.1. Giới thiệu

Vân tay là một trong những đặc điểm khá đặc biệt của con người bởi tính đa dạng của nó. Mỗi người sở hữu một dấu vân tay khác nhau. Rất ít trường hợp những người có dấu vân tay trùng nhau, do vậy, người ta sử dụng đặc điểm này để xây dựng các hệ thống bảo mật các thông tin riêng tư cho người sở hữu chúng, từ việc thay thế cho các ổ khóa cho đến việc thay thế mật khẩu đã quá phổ biến trong thời đại tin học ngày nay.

#### 1.2. Hệ thống nhận dạng vân tay

##### 1.2.1. Kiến trúc hệ thống nhận dạng vân tay

Kiến trúc của hệ thống nhận dạng vân tay trong hình dưới đây 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.

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

Hình 1.1 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 làm hai quá trình lớn: quá trình xử lý ảnh và quá trình đối sánh vân tay

###### 1.2.2.1. Quá trình xử lý ảnh

Mục đích của quá trình này là tăng cường ảnh vân tay, sau đó, rút trích đặc trưng vân tay từ ảnh đã được tăng cường. Quá trình này được thực hiện qua các bước nhỏ sau:

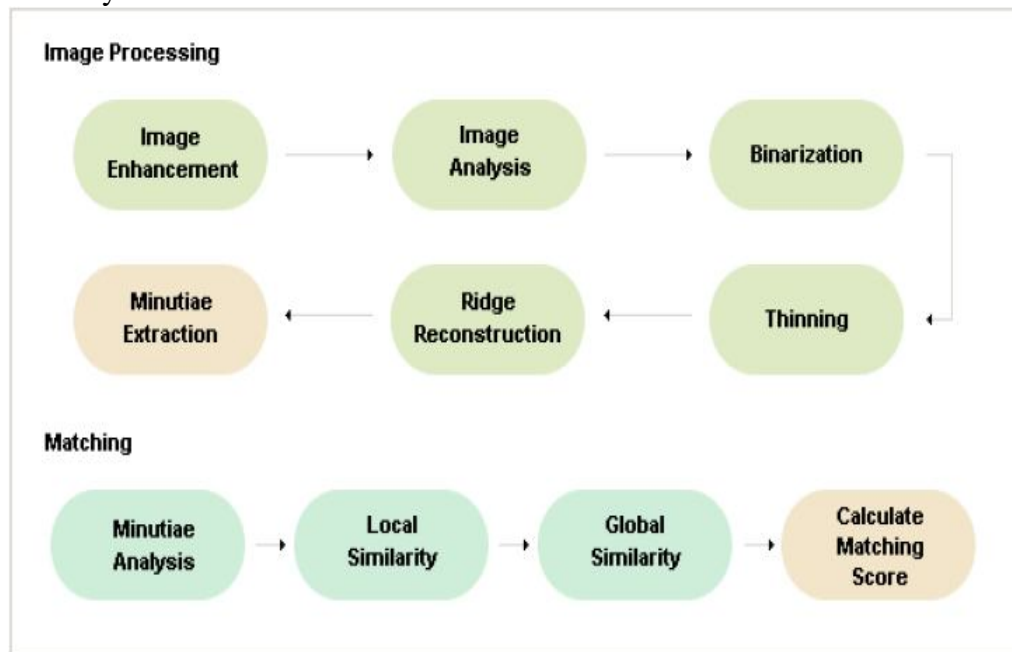
- Tăng cường ảnh: Ảnh được lấy từ thiết bị đầu đọc vân tay sẽ được làm rõ. Do các thiết bị đầu đọc vân tay không lấy ảnh tốt hay do vân tay của người dùng trong lúc lấy bị hao mòn, dơ bẩn, hay do lực ấn ngón tay trong lúc lấy vân tay [6]; do vậy, bước này là một trong các bước quan trọng nhất của quá trình này để làm rõ ảnh vân tay để rút trích các đặc trưng đúng và đầy đủ.
- Phân tích ảnh (Image Analysis): Thông qua phân tích ảnh, ảnh sẽ được loại bỏ những thông tin nhiễu hay những thông tin không cần thiết.
- Nhị phân hóa (Binarization): Nhị phân hóa ảnh vân tay thành ảnh trắng đen. Bước này phục vụ cho bước Làm mỏng vân tay. Bước này có thể có hoặc không vì phụ thuộc vào thuật toán rút trích đặc trưng.
- Làm mỏng (Thinning): Làm mỏng các đường vân lồi của ảnh vân tay. Bước này nhằm mục đích cho việc rút trích đặc trưng của vân tay. Bước này cũng có thể có hoặc không vì phụ thuộc vào thuật toán rút trích đặc trưng.

- Rút trích đặc trưng (Minutiae Extraction): Rút trích những đặc trưng cần thiết cho quá trình đối sánh vân tay.

#### 1.2.2.2. Quá trình đối sánh vân tay

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 Similarily): Thuật toán đối sánh vân tay sẽ dựa vào các thông tin cục bộ của các đặc trưng (gồm: tọa độ  $(x, y)$ , hướng của đặc trưng, góc tạo bởi tiếp tuyến của đường vân tại đặc trưng và trục ngang) của vân tay để tìm ra các cặp đặc trưng giống nhau giữa hai vân tay.
- Xét độ tương tự toàn cục (Global Similarily): 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.



Hình 1.2: Sơ đồ các bước nhận dạng vân tay.

### 1.3. Tình hình nghiên cứu về công nghệ nhận dạng vân tay

Con người đã biết sử dụng dấu vân tay từ rất sớm. Vào thời cổ đại, các thương gia ở Babylon đã biết dùng dấu vân tay được in lên viên đất sét trong trao đổi hàng hóa.

- Năm 1823, nhà phẫu thuật Jan Evangelista Purkyne thuộc trường đại học Breslau đã trình bày trong luận án của mình về 9 mẫu vân tay.

- Năm 1858, William Herschel đã dựa vào vết vân tay để nhận dạng tù nhân [4].

Ở Việt Nam, các doanh nghiệp sử dụng vân tay để chấm công. Nhiều trường đại học trên cả nước cũng sử dụng công nghệ này để điểm danh sinh viên... Tuy nhiên, việc ứng dụng công nghệ vân tay ở Việt Nam vẫn còn hạn chế và mới tập trung ở khu vực tư nhân.

#### **1.4. Một số khái niệm trong nhận dạng vân tay**

##### **1.4.1. Nhận diện bằng ảnh sinh trắc**

Nhận dạng sinh trắc đề cập đến việc sử dụng các đặc tính hành vi và thể chất (ví dụ: vân tay, gương mặt, chữ kí...) có tính chất khác biệt để nhận dạng một người một cách tự động.

Vân tay - được biết tới với tính phân biệt (tính chất cá nhân) và ổn định theo thời gian là đặc trưng sinh trắc được sử dụng rộng rãi nhất.

##### **1.4.2. So sánh các đặc trưng sinh trắc**

Các kỹ thuật sinh trắc hiện đang được ứng dụng bao gồm: Giọng nói, gương mặt, móng mắt, chữ ký, bàn tay, vân tay.

➤ Vân tay: Gồm các đường vân theo dạng các dòng chảy trên ngón tay mỗi người. Sự hình thành của nó tùy thuộc vào điều kiện ban đầu của các thai nhi và không thay đổi theo thời gian sau khi lớn lên. Người ta tin rằng, vân tay là đặc tính duy nhất cho từng người. Vân tay là một trong những phương pháp sinh trắc quan trọng đã được sử dụng rất lâu trong các vấn đề pháp lý và điều tra tội phạm.

##### **1.4.3. Hệ thống sinh trắc**

##### **1.4.4. Cách đánh giá hệ thống nhận dạng vân tay**

###### **1.4.4.1. Các lỗi của hệ thống sinh trắc**

Quyết định của hệ thống được điều khiển bởi ngưỡng  $t$ . Với điểm đối sánh  $s$ , ta có :

- Nếu  $s \geq t$ : cặp đối sánh (nghĩa là hai mẫu của cùng một người).
- Nếu  $s < t$ : cặp không đối sánh (nghĩa là hai mẫu không của cùng một người).
- Thông thường một hệ thống xác thực sinh trắc xem xét hai lỗi sau:
- Kiểm tra độ đo sinh trắc từ hai mẫu hoàn toàn khác nhau nhưng kết quả xác thực lại cho là chúng cùng một mẫu (ta gọi là đối sánh sai).
- Kiểm tra độ đo sinh trắc từ hai mẫu giống nhau nhưng kết quả xác thực lại cho là hai mẫu hoàn toàn khác nhau (ta gọi là không - đối sánh sai).

###### **1.4.4.2. Các lỗi của hệ thống xác thực**

###### **1.4.4.3. Các loại lỗi của hệ thống nhận dạng**

#### **1.5. Kết luận**

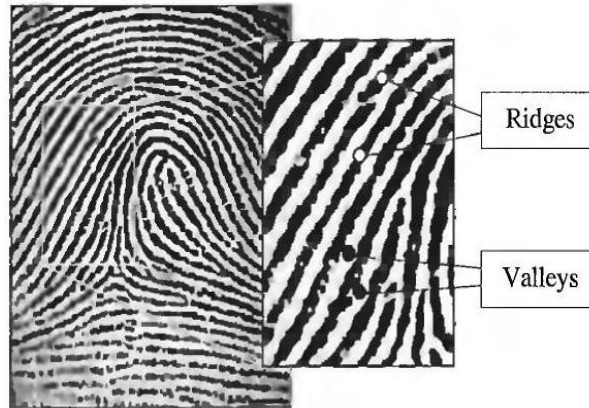
Trong hệ thống nhận dạng vân tay tự động sẽ có những bước cơ bản sau: Tăng cường ảnh, phân tích ảnh, nhị phân hóa, làm mỏng ảnh và trích rút đặc trưng. Trong đó, bước nào cũng quan trọng, đặc biệt là bước tăng cường ảnh. Bước nhị phân hóa có thể có hoặc không phụ thuộc vào thuật toán trích rút đặc trưng.

## Chương 2

### PHÂN TÍCH VÀ BIỂU DIỄN VÂN TAY

#### 2.1. Giới thiệu

Vân tay là sự tái sản xuất của bề mặt biểu bì đầu ngón tay. Đặc tính cấu trúc rõ rệt nhất của một vân tay là một mẫu của sự xen kẽ giữa các vân và các rãnh (Ashbaugh, 1999). Trong ảnh vân tay, các vân (được gọi là các đường vân) là màu tối, các rãnh là màu sáng (Hình 2.1). Độ rộng của các đường vân có kích thước từ  $100\text{-}300\text{ }\mu\text{m}$ . Nói chung, chu vi của vân/rãnh là khoảng  $500\text{ }\mu\text{m}$ .

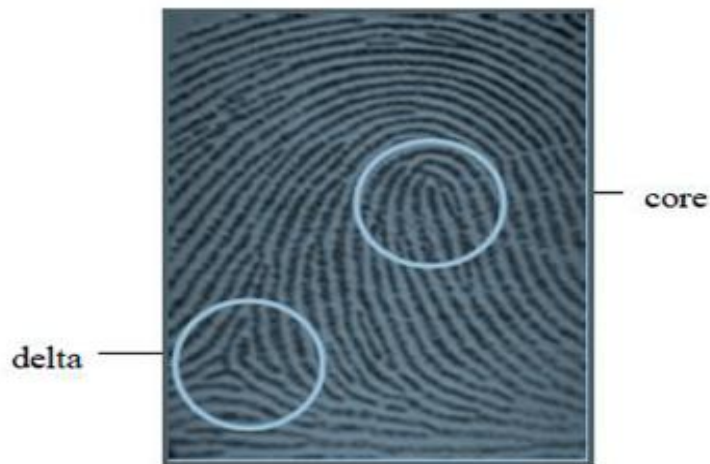


Hình 2.1: Các đường vân và rãnh của ảnh vân tay

Vân tay của mỗi người không đổi trong suốt cuộc đời. Người ta có thể làm phẫu thuật thay da ngón tay, nhưng chỉ sau một thời gian vân tay lại hồi phục như ban đầu. Nó là một tham số sinh học bất biến theo tuổi tác đặc trưng cho mỗi cá thể.

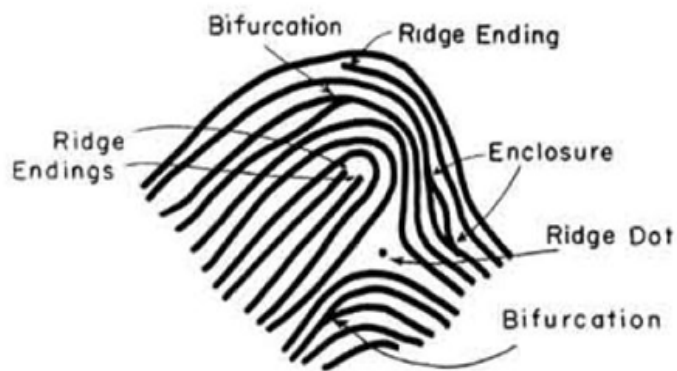
Trên các ảnh vân tay có các điểm đặc trưng (là những điểm đặc biệt mà vị trí của nó không trùng lặp trên các vân tay khác nhau) được phân thành hai loại: Singularity và Minutiae

*Singularity*: Trên vân tay có những vùng có cấu trúc khác thường so với những vùng bình thường khác (thường có cấu trúc song song), những vùng như vậy gọi là Singularity. Có hai loại Singularity là Core và Delta.



Hình 2.2: Các điểm Singularity Core và Delta

*Minutiae*: Khi dò theo từng đường vân ta sẽ thấy có những điểm đường vân kết thúc (Ridge Ending) hoặc rẽ nhánh (Bifurcation), những điểm này được gọi chung là Minutiae.



Hình 2.4: Các điểm minutiae Ridge Ending (điểm kết thúc) và Bifurcation (điểm rẽ nhánh)

## 2.2. Phân đoạn ảnh

Trong hầu hết các ảnh vân tay đều có hai vùng: Vùng ảnh và vùng nền. Phân đoạn ảnh là quá trình tách vùng ảnh khỏi vùng nền. Vùng ảnh là vùng có đường vân và rãnh rõ ràng. Đặc trưng của vùng này là sự biến đổi về mức xám của các điểm ảnh là rất lớn. Còn vùng nền là vùng nằm ngoài biên của ảnh vân tay, đặc điểm của nó là sự biến đổi mức xám của các điểm ảnh là rất nhỏ. Nhờ vào đặc trưng này ta có thể phân đoạn ảnh vân tay.

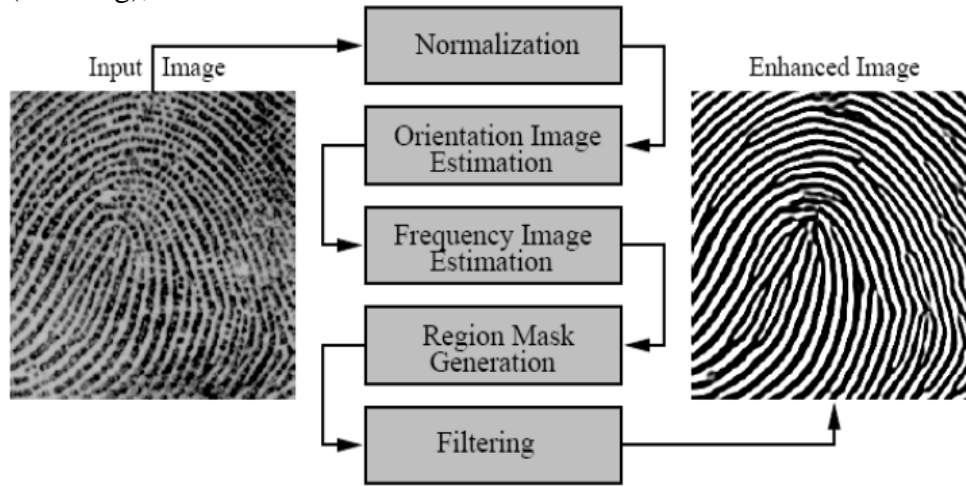
Có nhiều phương pháp đề xuất cho việc phân đoạn ảnh, phương pháp thông dụng nhất là dựa vào độ dao động mức xám. Phương pháp này sử dụng một ngưỡng về sự dao động mức xám để phân đoạn.

## 2.3. Tăng cường ảnh

*Mục đích của một thuật toán tăng cường là để cải thiện tính rõ ràng của các cấu trúc vân trong các vùng có khả năng khôi phục và đánh dấu các vùng không thể khôi phục vì quá nhiễu cho các xử lý tiếp theo.*

Có ba phương pháp để tăng cường ảnh: Lọc Gabor, Lọc Anisotropic và phân tích Topographic. Trong luận văn, tôi trình bày phương pháp lọc Gabor.

Phương pháp lọc Gabor được đề xuất bởi Lin Hong [8] là một trong những phương pháp tăng cường ảnh vân tay phổ biến nhất hiện nay. Phương pháp dựa vào bộ lọc Gabor mà bộ lọc này là sự hòa hợp của hướng vân và tần số vân cục bộ. Các bước chính của phương pháp này bao gồm: Chuẩn hóa ảnh (Normalization), Ước lượng hướng vân cục bộ (Orientation Image Estimation), Ước lượng tần số vân cục bộ (Frequency Image Estimation), Tạo các vùng mặt nạ (Region Mask Generation) và Lọc Gabor (Filtering), Hình 2.6.



Hình 2.6: Các bước tăng cường ảnh của phương pháp lọc Gabor

### 2.3.1. Chuẩn hóa ảnh

Mục đích của bước này là làm giảm độ khác biệt các giá trị mức xám giữa các vân tay với nhau nhằm tạo thuận lợi cho các bước xử lý tiếp theo. Nguyên nhân của sự khác biệt mức xám này là do quá trình lấy dấu vân tay từ thiết bị đã tạo nên sự không đồng đều màu, có chỗ màu nhạt màu đậm. Đặc biệt, ảnh vân tay sau khi được chuẩn hóa, các vân tay sẽ được làm rõ hơn mà không làm thay đổi cấu trúc của vân tay (Hình 2.7).

Thuật toán chuẩn hóa ảnh, chuẩn hóa các giá trị mức xám của ảnh:

$$I'[x, y] = \begin{cases} m_0 + \sqrt{(I[x, y] - m)^2 \cdot v_0 / v} & \text{khi } I[x, y] > m \\ m_0 - \sqrt{(I[x, y] - m)^2 \cdot v_0 / v} & \text{khi } I[x, y] \leq m \end{cases} \quad (2.2)$$

trong đó  $m$  và  $v$  là kì vọng và phương sai ảnh, còn  $m_0$  và  $v_0$  là kì vọng và phương sai mong muốn sau khi chuẩn hóa.

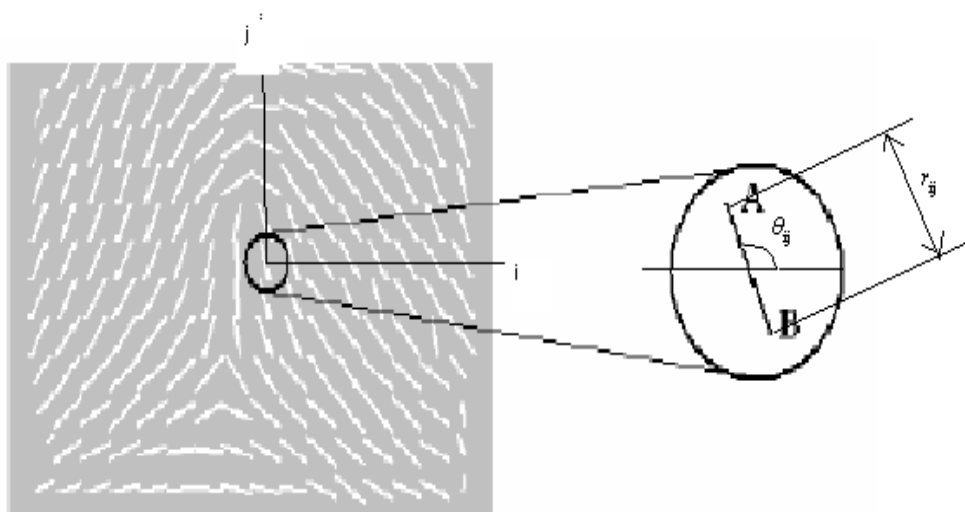




Hình 2.7: Một ví dụ về chuẩn hoá với  $m_0 = 50$  và  $v_0 = 200$

### 2.3.2. Ước lượng hướng vân cục bộ

Một thuộc tính quan trọng của vân tay là hướng vân cục bộ tại các vị trí trong ảnh vân tay. Hướng vân cục bộ tại  $[x, y]$  là góc  $\theta_{xy}$  tạo bởi trục ngang và đường thẳng nối qua một số điểm lóng giềng của  $[x, y]$ . Do các đường vân không được định hướng,  $\theta_{xy}$  là góc vô hướng nằm trong đoạn  $[0^0 \dots 180^0]$ .



Hình 2.8: Một ảnh vân tay hướng vân tay được tính trên một lưới  $16 \times 16$ . Mỗi phần tử là hướng vân cục bộ của đường vân; chiều dài tương ứng với tính tin cậy

Để tính hướng vân cục bộ, phương pháp đơn giản nhất là tính toán gradient trên ảnh vân tay. Gradient  $\nabla(x_i, y_j)$  ở điểm  $[x_i, y_j]$  của  $I$  là một véc tơ hai chiều  $[\nabla_x(x_i, y_j), \nabla_y(x_i, y_j)]$  trong đó thành phần  $\nabla_x$  và  $\nabla_y$  là đạo hàm theo  $x$  và  $y$  của  $I$  tại điểm  $[x_i, y_j]$  tương ứng với hướng  $x$  và  $y$ . Góc pha gradient biểu thị hướng thay đổi

mật độ điểm ảnh lớn nhất. Vì vậy, hướng  $\theta_{ij}$  của một góc giả định qua vùng có tâm tại  $[x_i, y_j]$  là trực giao với góc pha gradient tại  $[x_i, y_j]$ .

Ratha, Chen và Jain (1995) đã tính hướng vân cục bộ  $\theta_{ij}$  bằng cách kết hợp nhiều ước lượng gradient trong một cửa sổ  $17 \times 17$  có tâm tại  $[x_i, y_j]$ .

$$\begin{aligned}\theta_{ij} &= 90 + \frac{1}{2} \arctan \left[ \frac{2G_{xy}}{G_{xx} - G_{yy}} \right] \\ G_{xy} &= \sum_{h=-8}^8 \sum_{k=-8}^8 \nabla_x(x_i + h, y_j + k) \nabla_y(x_i + h, y_j + k) \\ G_{xx} &= \sum_{h=-8}^8 \sum_{k=-8}^8 \nabla_x(x_i + h, y_j + k)^2 \\ G_{yy} &= \sum_{h=-8}^8 \sum_{k=-8}^8 \nabla_y(x_i + h, y_j + k)^2\end{aligned} \quad (2.3)$$

Trong đó  $\nabla_x, \nabla_y$  là các thành phần gradient theo hướng x và y được tính qua mặt nạ Sobel.

### 2.3.3. Ước lượng tần số vân cục bộ

### 2.3.4. Tạo các vùng mặt nạ

Mục đích của bước này là xác định các vùng điểm của ảnh vân tay đầu vào nào có khả năng được phục hồi, và vùng điểm nào không thể được phục hồi. Việc phân loại các điểm ảnh vào vùng có khả năng được phục hồi hay không thể được phục hồi là dựa vào hình dạng sóng của vân tay cục bộ. Ba yếu tố sau được dùng là đặc tính của sóng hình dạng sin của tần số: Biên độ ( $\alpha$ ), tần số ( $\beta$ ), độ khác biệt ( $\gamma$ ).

Thuật toán:

Đặt  $X[1], X[2], \dots, X[l]$  là thành phần-x của ô có tâm  $(i, j)$ . Ba đặc tính được tính như sau:

- $\alpha$  = (chiều cao trung bình của các đỉnh - bề sâu trung bình của các đáy của sóng hình sin).
- $\beta = 1/T(i, j)$ ; trong đó,  $T(i, j)$  là số điểm ảnh trung bình giữa 2 đỉnh kề nhau.
- $\gamma = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l \left( X[i] - \left( \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l X[i] \right) \right)^2$

Nếu sự kết hợp của ba đặc tính trên mà lớn hơn một ngưỡng nào đó, thì ô có tâm  $(i, j)$  có khả năng được phục hồi, ngược lại thì không thể được phục hồi.

### 2.3.5. Lọc Gabor

Cấu trúc song song của vân tay cùng với một số tần số vân và hướng trong một ảnh vân tay cung cấp thông tin hữu ích cho việc loại bỏ các nhiễu ra khỏi ảnh vân tay; do đó, việc dùng bộ lọc Gabor mà dựa vào tần số và hướng vân giúp giúp làm rõ ảnh vân tay một cách hiệu quả. Một bộ lọc đối xứng hai chiều Gabor có dạng sau:

$$g(x, y : \theta, f) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{x_{\theta}^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_{\theta}^2}{\sigma_y^2} \right] \right\} \cdot \cos(2\pi f \cdot x_{\theta}) \quad (2.7)$$

trong đó  $\theta$  là hướng của bộ lọc, và  $[x_{\theta}, y_{\theta}]$  là ảnh của  $[x, y]$  sau khi quay quanh trục Cartesian một góc  $(90^0 - \theta)$ :

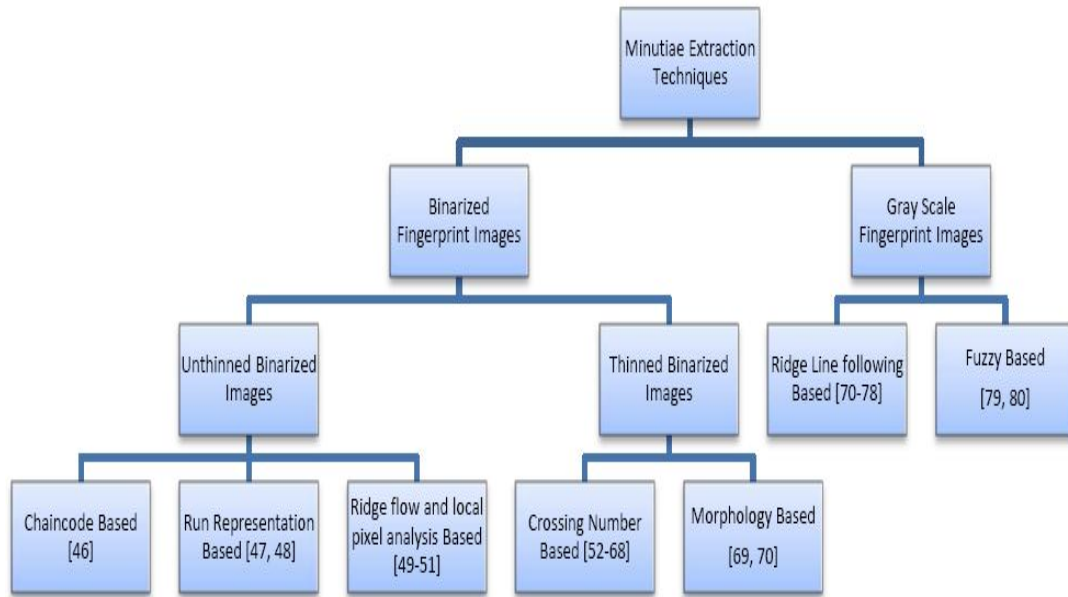
$$\begin{pmatrix} x_{\theta} \\ y_{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(90^0 - \theta) & \sin(90^0 - \theta) \\ -\sin(90^0 - \theta) & \cos(90^0 - \theta) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin \theta & \cos \theta \\ -\cos \theta & \sin \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (2.8)$$

trong biểu thức ở trên,  $f$  là tần số của sóng phẳng hình sin,  $\sigma_x, \sigma_y$  là độ lệch chuẩn Gauss tương ứng dọc theo trục x và trục y.

## 2.4. Rút trích các đặc trưng

Như đã trình bày ở trên, đặc trưng của ảnh vân tay được chia thành hai loại: singularity và minutiae. Trong luận văn này, tôi chỉ tập trung vào nghiên cứu một số thuật toán rút trích đặc trưng minutiae.

Theo [9], các kỹ thuật rút trích chọn đặc trưng minutiae được phân lớp như sau:



Hình 2.15: Phân lớp các kỹ thuật trích đặc trưng Minutiae

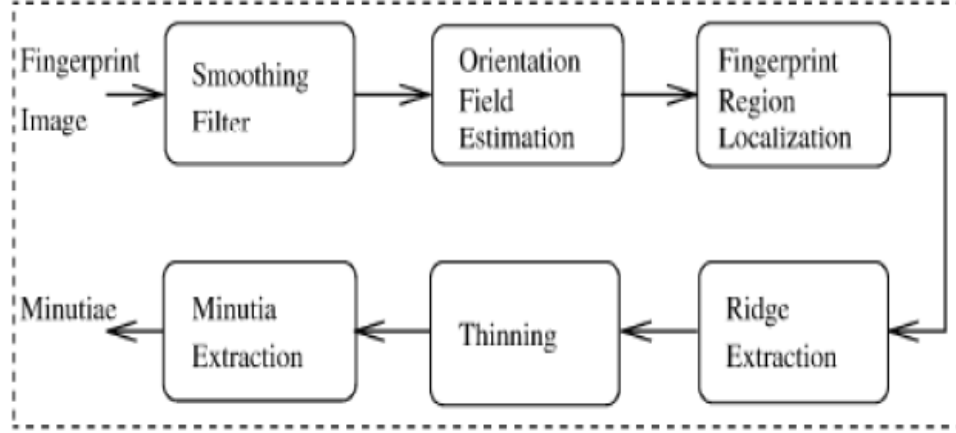
Nhìn vào hình 2.15, ta thấy có hai hướng thuật toán giành cho rút trích đặc trưng minutiae:

- Rút trích đặc trưng từ ảnh đã được nhị phân hóa: Theo hướng này, trong luận văn, tôi trình bày thuật toán dựa trên Crossing Number.
- Rút trích đặc trưng trực tiếp từ ảnh xám: Theo hướng này, trong luận văn, tôi trình bày thuật toán dựa trên Ridge line following (dò theo đường biên).

### 2.4.1. Rút trích đặc trưng từ ảnh đã được nhị phân hóa

Hình 2.16 mô tả các bước chính của phương pháp này. Từ ảnh xám ban đầu, các bộ lọc thích hợp được dùng để phát hiện và làm mỏng đường vân về dạng một điểm

ảnh, biến đổi ảnh xám ban đầu thành ảnh được nhị phân hóa (có giá trị là 0 và 1) tương ứng. Cuối cùng, các đặc trưng sẽ được rút trích dựa vào điểm lân cận xung quanh của nó.



Hình 2.16: Các bước rút trích đặc trưng Minutiae từ ảnh đã được nhị phân hóa.

#### 2.4.1.1. Phương pháp nhị phân hóa

#### 2.4.1.2. Phương pháp làm mảnh

Phương pháp này nhằm làm mảnh bề dày của vân tay về còn một điểm ảnh mà các cấu trúc vân tay vẫn được bảo đảm (Hình 2.17).



Hình 2.17: Kết quả của việc Nhị phân hóa và Làm mảnh của ảnh đã được Tăng cường

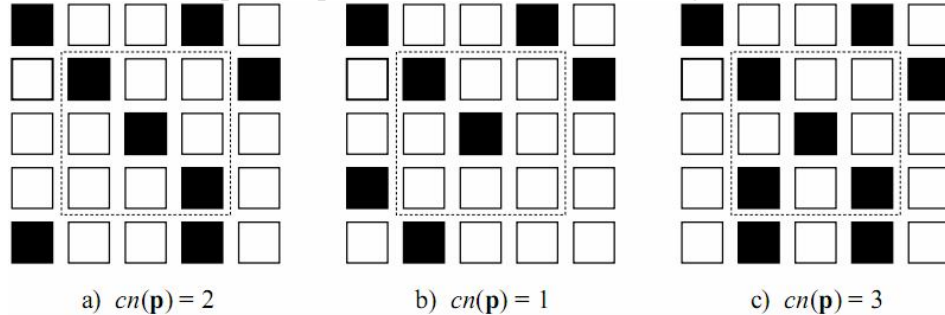
#### 2.4.1.3. Phương pháp rút trích đặc trưng

Sau khi ảnh đã được làm mảnh, một bước quét ảnh đơn giản cho phép phát hiện các điểm ảnh tương ứng với các đặc trưng: Trong thực tế các điểm ảnh tương ứng với các đặc trưng được đặc tính hóa bằng số điểm đi qua. Số điểm đi qua  $cn(p)$  của một điểm ảnh  $p$  trong ảnh nhị phân được xác định bằng một phần hai tổng các sai khác giữa các cặp điểm ảnh trong 8 lân cận của  $p$ .

$$cn(p) = \frac{1}{2} \sum |val(p_{i \bmod 8}) - val(p_{i-1})| \quad (2.9)$$

Trong đó  $p_0, p_1, \dots, p_7$  là các điểm ảnh láng giềng lân cận của điểm ảnh  $p$  và  $val(p)$  thuộc  $\{0, 1\}$  là giá trị của điểm ảnh. Điểm  $p$  là:

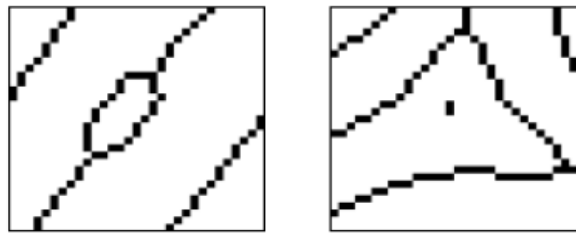
- là điểm vân trung gian nếu  $cn(p) = 2$ ;
- là điểm kết thúc nếu  $cn(p) = 1$ ;
- là các chi tiết phức tạp hơn (điểm rẽ nhánh, điểm giao cắt...) nếu  $cn(p) \geq 3$ ;



Hình 2.18 : a) điểm trung gian; b) điểm kết thúc; c) điểm rẽ nhánh

#### 2.4.1.4. Loại đặc trưng (Minutiae Filtering)

Sự xuất hiện các lỗ, các đứt gãy nhỏ và các cầu giữa các vân trên ảnh vân tay đã được nhị phân hóa làm ảnh hưởng đến việc rút trích sai các đặc trưng. Như vậy một bước tiền xử lý trước khi rút trích các đặc trưng sẽ hữu ích cho việc loại bỏ các đặc trưng lỗi.



(a) Hole structure      (b) Spur structure

Hình 2.19: Lỗ và đứt gãy nhỏ trong ảnh vân tay đã được nhị phân hóa và làm mảnh

#### 2.4.2. Rút trích đặc trưng trực tiếp từ ảnh xám

### 2.5. Kết luận Chương 2

Như vậy, đặc trưng của một vân tay được chia thành hai nhóm đặc trưng, đó là: Singularity và Minutiae. Để xác định được các đặc trưng này thì có những thuật toán cụ thể cho từng nhóm đặc trưng.

Trong quá trình lấy vân tay, không thể tránh khỏi sinh ra các nhiễu trong ảnh vân tay. Vì vậy việc phân đoạn ảnh và tăng cường ảnh là cần thiết không thể thiếu. Mục đích của các quá trình trên làm cho chất lượng ảnh tốt hơn để đảm bảo cho quá trình trích rút đặc trưng được chính xác.

## Chương 3

### PHƯƠNG PHÁP NHẬN DẠNG VÂN TAY.

#### 3.1. Đối sánh vân tay

##### 3.1.1. Giới thiệu

##### 3.1.2. Đối sánh dựa vào độ tương quan

### 3.1.3. Đối sánh dựa vào đặc trưng

Kí hiệu T và I là hai ảnh vân tay tương ứng với vân tay mẫu và vân tay đầu vào. Không giống như phương pháp đối sánh dựa vào độ tương quan; phương pháp này đối sánh hai ảnh vân tay dựa vào các đặc trưng. Mỗi đặc trưng có thể được mô tả bằng một số các thuộc tính, bao gồm: Vị trí trong ảnh vân tay, hướng, loại đặc trưng (điểm kết thúc vân hay điểm rẽ nhánh), một trọng số dựa trên chất lượng của ảnh vân tay trong một lân cận của đặc trưng... Hầu hết các thuật toán đối sánh đặc trưng xem xét mỗi đặc trưng như là một nhóm bộ ba  $m = (x, y, \theta)$  thể hiện vị trí đặc trưng ở vị trí x, y và góc đặc trưng  $\theta$ :

$$T = \{m_1, m_2, \dots, m_m\}; \quad m_i = (x_i, y_i, \theta_i), \quad i = 1 \text{K} m$$

$$I = \{m'_1, m'_2, \dots, m'_n\}; \quad m'_j = (x'_j, y'_j, \theta'_j), \quad j = 1 \text{K} n$$

trong đó m và n tương ứng là số các đặc trưng trong T và I

Một đặc trưng  $m'_j$  trong I và một đặc trưng  $m_i$  trong T được xem là đối sánh với nhau nếu khoảng cách không gian (sd) giữa chúng là nhỏ hơn mức mức độ sai (tolerance) cho trước  $r_0$  và sự khác nhau về hướng (dd) giữa chúng là nhỏ hơn góc độ sai  $\theta_0$ :

$$sd(m'_j, m_i) = \sqrt{(x'_j - x_i)^2 + (y'_j - y_i)^2} \leq r_0 \quad (3.4)$$

$$dd(m'_j, m_i) = \min(|\theta'_j - \theta_i|, 360^\circ - |\theta'_j - \theta_i|) \leq \theta_0 \quad (3.5)$$

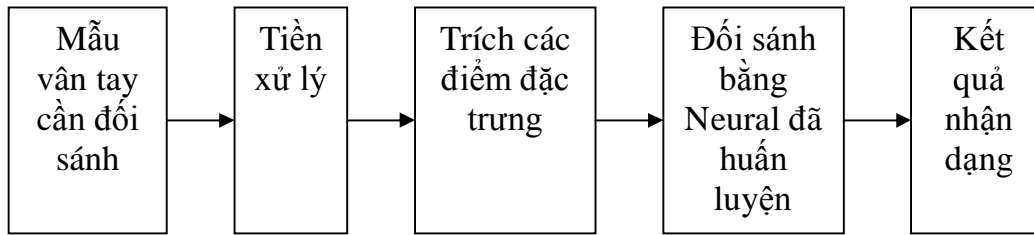
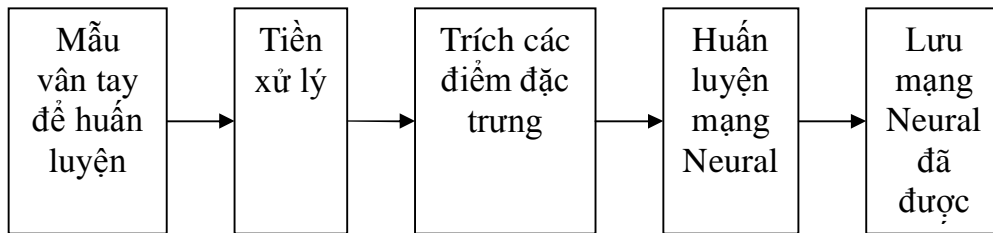
Biểu thức (3.5) lấy giá trị nhỏ nhất của  $|\theta'_j - \theta_i|$  và  $360^\circ - |\theta'_j - \theta_i|$  bởi vì tính chu kì của góc (sự lệch góc nhau giữa  $2^\circ$  và  $358^\circ$  chỉ là  $4^\circ$ ). Độ sai  $r_0$  và  $\theta_0$  được định để bù vào các lỗi không thể tránh khỏi do các thuật toán trích đặc trưng và các nhiễu mềm dẻo làm cho vị trí các đặc trưng thay đổi.

### 3.1.4. Đối sánh dựa vào đặc tính vân

## 3.2. Nhận dạng vân tay bằng mạng Neural

### 3.2.1. Giới thiệu

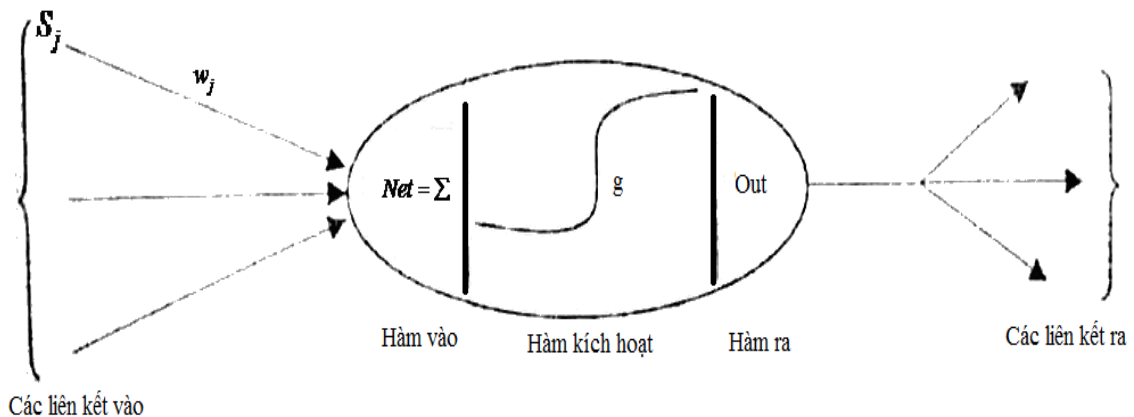
Phương pháp nhận dạng vân tay bằng mạng Neural nhân tạo sẽ huấn luyện mạng Neural dựa vào các mẫu dữ liệu vào là vị trí của các điểm đặc trưng của ảnh vân tay. Mạng Neural sau khi được huấn luyện sẽ được dùng để đối sánh các mẫu vân tay cần nhận dạng. Lưu đồ thực hiện như sau:



### 3.2.2. Tổng quan về Neural - Mạng Neural

Mạng Neural nhân tạo (Artificial Neural network-ANN) là mạng bao gồm các nút (Neural, đơn vị xử lý) được nối với nhau bởi các liên kết Neural. Mỗi liên kết kèm theo một trọng số nào đó, đặc trưng cho đặc tính kích hoạt hoặc ức chế giữa các Neural. Có thể xem các trọng số là phương tiện để lưu thông tin dài hạn trong mạng Neural, còn nhiệm vụ của quá trình huấn luyện (học) là cập nhật các trọng số khi có thêm thông tin về các mẫu học, hay nói cách khác, các trọng số được điều chỉnh sao cho đáng điệu vào ra của nó mô phỏng hoàn toàn phù hợp môi trường đang xem xét.

#### Mô hình nhân tạo



Hình 3.6: Mô hình Neural nhân tạo

Mỗi Neural được nối với các Neural khác và nhận được các tín hiệu từ chúng với các trọng số  $w_j$ .

- Tổng thông tin vào có trọng số là:

$$Net = \sum w_j s_j, \text{ đây là thành phần tuyến tính của Neural.}$$

- Hàm kích hoạt g đóng vai trò biến đổi từ Net sang tín hiệu đầu ra Out,  $Out = g(Net)$ , đây là thành phần phi tuyến của mạng Neural.

- Một số dạng hàm kích hoạt thường dùng trong thực tế:

+ Hàm bước:  $step(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$

+ Hàm dấu:  $sign(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$

+ Hàm sigmoid 1:  $sigmoid(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(x+\theta)}}$

+ Hàm sigmoid 2:  $sigmoid(x) = a \cdot \frac{e^{-\alpha(x+\theta)} - 1}{e^{-\alpha(x+\theta)} + 1}$

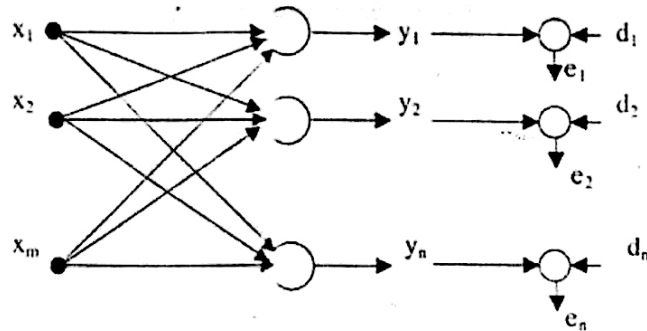
Trong đó:  $\theta$  là ngưỡng đóng vai trò làm tăng tính thích nghi và khả năng tính toán của mạng Neural.

-  $S = (s_1, s_2, K, s_n)$ : vector tín hiệu vào

-  $W = (w_1, w_2, K, w_n)$ : vector trọng số

### 3.2.3. Mô hình mạng Neural

#### Mạng Perceptron đơn lớp



Hình 3.10: Mạng perceptron đơn lớp

- Tập mẫu tín hiệu vào:  $x^{(k)} = [x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, K, x_m^{(k)}]^T$ ;  $k=1 \dots p$ , với  $p$  là số tập mẫu huấn luyện;  $m$  là số tín hiệu vào trong một tập mẫu.

- Tập mẫu tín hiệu ra tương ứng với tập mẫu tín hiệu vào:  $d^{(k)} = [d_1^{(k)}, d_2^{(k)}, K, d_m^{(k)}]^T$ .

- Tập tín hiệu ra thực tế ứng với tín hiệu mẫu  $x^{(k)}$ :  $y^{(k)} = [y_1^{(k)}, y_2^{(k)}, K, y_n^{(k)}]^T$

- Vector trọng số:  $w_i = [w_{i1}, w_{i2}, K, w_{im}]$ ,  $i=1 \dots n$  với  $n$  là số tín hiệu ra.

- Hàm kích hoạt Neural:  $a(\cdot)$

- Mục tiêu của quá trình huấn luyện mạng là:



$$Y_i^{(k)} = a(w_i^T x^{(k)}) = a\left[\sum_{j=1}^m w_{ij} x_j^{(k)}\right] = d_i^{(k)} \quad (3.7)$$

*Qui luật học Perceptron*

Tín hiệu ra mẫu có dạng tuyến tính ngưỡng, chỉ nhận giá trị  $\pm 1$ . Từ (3.7) ta có:  $Y_i^{(k)} = \text{sgn}(w_i^T x^{(k)}) = d_i^{(k)}$

*Adaline (Adaptive linear Element)*

Tín hiệu ra mẫu có dạng tuyến tính dốc, từ (3.7) ta có:  $Y_i^{(k)} = (w_i^T x^{(k)}) = d_i^{(k)}$

### 3.2.4. Phương pháp đề nghị

#### a. Lựa chọn mạng sử dụng: Một ngõ ra hay nhiều ngõ ra?

Nếu chọn mạng nhiều ngõ ra, mỗi ngõ ra tương ứng với một mẫu thì có sự bất cập:

- Bao nhiêu ngõ ra là đủ?
- Mỗi lần cập nhật thêm một mẫu mới thì phải huấn luyện lại toàn mạng.

Vì vậy, ở đây tôi chọn mạng truyền thẳng Perceptron một ngõ ra, mỗi mạng tương ứng với một mẫu. Như vậy, khi cần đối sánh một mẫu ta phải so sánh mẫu đó qua tất cả các mạng trong cơ sở dữ liệu. Bởi vì, việc so một mẫu qua các mạng đơn giản và nhanh hơn thời gian huấn luyện một mạng lớn nên phương pháp này khả thi hơn.

Trên cơ sở lựa chọn mạng như vậy tôi chọn hàm kích hoạt lớp ra là hàm tuyến tính và được huấn luyện về 0 đối với từng mẫu.

#### b. Xây dựng tập mẫu ngõ vào

Ngõ vào của mạng là vị trí của các điểm đặc trưng. Để xác định vị trí của một điểm ta phải có một điểm gốc “tương đối” cố định. Ở đây, tôi chọn điểm core làm điểm gốc tọa độ, bởi vì điểm core luôn tồn tại và tương đối cố định trong ảnh vân tay.

Việc đối sánh bằng mạng Neural có một nhược điểm đó là thứ tự các điểm đặc trưng khi đưa vào mạng phải chính xác, chỉ cần sai lệch một vị trí sẽ làm sai toàn bộ mạng. Nhưng sai lệch là không thể tránh khỏi trong quá trình xác định các điểm đặc trưng đối với các ảnh có chất lượng không đảm bảo.

Để khắc phục nhược điểm này, tôi đề nghị một phương pháp đó là: Không đưa trực tiếp vị trí của các điểm minutiae vào mạng (ngoài trừ các điểm Delta) mà sử dụng vị trí trung bình cộng của các điểm minutiae. Cụ thể như sau:

- Chọn điểm core làm gốc tọa độ, khi đó điểm core sẽ chi mặt phẳng ảnh thành bốn phần.

- Trong mỗi phần tư của mặt phẳng ta tìm vị trí trung bình của các điểm minutiae trong phần tư đó. Bốn vị trí trung bình của các điểm minutiae ở bốn phần tư của mặt phẳng ảnh sẽ được đưa vào tám ngõ vào của mạng (sử dụng tọa độ đề các).

- Để gia tăng độ phân biệt ta có thể đưa thêm số điểm minutiae trong mỗi phần tư của mặt phẳng ảnh vào bốn ngõ vào khác của mạng.

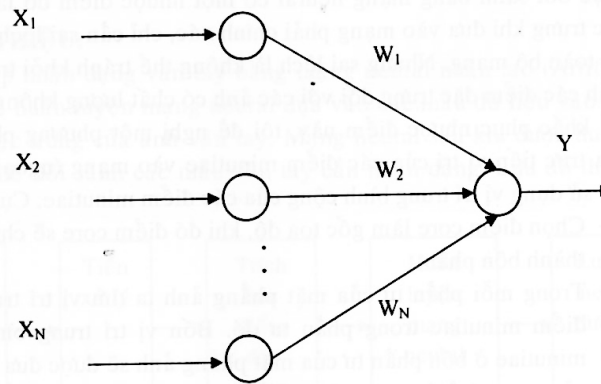
#### c. Số lớp sử dụng

Từ kinh nghiệm và thực nghiệm sử dụng mạng Neural người ta nhận thấy là việc sử dụng mạng Perceptron nhiều hơn hai lớp là không cần thiết. Vì vậy, trong luận văn em sẽ thử nghiệm đối với mạng Perceptron một lớp.

#### **d. Thuật toán huấn luyện mạng Neural**

Thuật toán huấn luyện được sử dụng là thuật toán lan truyền ngược suy giảm sai số gradient.

##### ➤ *Mạng Perceptron một lớp*



Hình 3.11: Mô hình mạng Perceptron một lớp

Trong đó:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ M \\ X_N \end{bmatrix} : \text{Vector tín hiệu vào}$$

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ M \\ W_N \end{bmatrix} : \text{Vector trọng số}$$

Y: Tín hiệu ra

Thuật toán huấn luyện:

Bước 1: Khởi động trọng số  $W^{(0)}$ ; Chọn hằng số học  $\eta$ .

Bước 2: Lan truyền thuận

$$\text{Tính: } Y = \text{net} = W^T X$$

Bước 3: Lan truyền ngược

Tính:  $W^{(k+1)} = W^{(k)} + \eta [D - Y] \frac{\partial a(net)}{\partial net}$  ( $a(.)$  là hàm kích hoạt)

Bước 4: Tính lại  $Y$  với trọng số mới được cập nhật, theo công thức:

$$Y = net = W^{T(k+1)} X$$

Bước 5: Tính  $J = \frac{1}{2} [D - Y]^2$

Bước 6: Kiểm tra nếu  $J$  đủ bé:

Đủ bé: Kết thúc (lưu  $W^{(k+1)}$ )

Chưa đủ bé: Lặp lại bước 3.

### 3.3. Kết luận Chương 3

Để nhận dạng vân tay sau khi đã trích rút được các đặc trưng của nó thì hai phương pháp phổ biến: đối sánh vân tay và nhận dạng vân tay bằng mạng Neural.

Đối với phương pháp đối sánh vân tay, đây là phương pháp truyền thống. Tuy nhiên, qua thực tế người ta nhận thấy nó không hiệu quả trong một số trường hợp cụ thể. Phương pháp này có thể chia thành 3 hướng như sau: đối sánh dựa vào độ tương quan, đối sánh dựa vào đặc tính vân, đối sánh dựa vào đặc trưng. Trong mỗi hướng đối sánh thì có những ưu và nhược điểm riêng. Vì vậy trong từng trường hợp cụ thể chúng ta có thể sử dụng một hướng phương pháp đối sánh phù hợp.

Đối với phương pháp nhận dạng bằng mạng Neural, đây là phương pháp được dùng phổ biến hiện nay vì tính hiệu quả của nó rất cao. Tuy nhiên, để chọn được một mạng Neural phù hợp thì cũng phải tùy trong từng trường hợp cụ thể.

## Chương 4

### XÂY DỰNG HỆ THỐNG NHẬN DẠNG VÂN TAY.

#### 1.1. Giới thiệu

##### 1.1.1. Giới thiệu hệ thống

Để thử nghiệm các thuật toán đã được trình bày trong các chương ở trên, em xây dựng một hệ thống nhận dạng vân tay. Hệ thống được cài đặt bằng ngôn ngữ Visual C# và sử dụng cơ sở dữ liệu SQL 2005.

Hệ thống gồm những chức năng chính: Biên tập ảnh, thao tác với cơ sở dữ liệu, nhận dạng vân tay.

##### 1.1.2. Phân tích thiết kế hệ thống nhận dạng vân tay

Hệ thống nhận dạng vân tay tự động AFIS (Automatic Fingerprint Identification System) gồm chức năng chính sau:

- **Biên tập ảnh:** Cho phép người sử dụng nâng cao chất lượng ảnh vân tay đưa vào bằng các bước thực hiện: Lọc Gabor, nhị phân hóa ảnh, xem ảnh xương, xem ảnh đặc trưng.

**Lọc Gabor:** Ảnh vân tay đưa vào có vùng chất lượng tốt, vùng có khả năng phục hồi và vùng không có khả năng phục hồi. Các vùng này được nhận dạng qua vài tiêu chuẩn: Độ tương phản, tính đầy đủ của hướng, tần số vân và các đặc tính cục bộ khác có thể kết hợp để định nghĩa chỉ số chất lượng. Mục đích của bước này là sử dụng

bộ lọc Gabor để cải thiện tính rõ ràng của các cấu trúc vân trong các vùng có khả năng phục hồi và đánh dấu các vùng không thể phục hồi vì quá nhiều cho các xử lý tiếp theo.

**Nhị phân hóa:** Đặc trưng của vân tay được rút trích từ ảnh đã được nhị phân hóa hoặc rút trích trực tiếp từ ảnh xám. Để rút trích đặc trưng từ ảnh nhị phân hóa thì phải qua các bước như sau: Từ ảnh xám ban đầu, các bộ lọc thích hợp được dùng để phát hiện và làm mỏng đường vân về dạng một điểm ảnh, biến đổi ảnh xám ban đầu thành ảnh được nhị phân hóa (có giá trị là 0 và 1) tương ứng. Cuối cùng, các đặc trưng sẽ được rút trích dựa vào điểm lân cận xung quanh của nó.

- **Thao tác với sở dữ liệu:** Gồm các chức năng thêm, xóa, sửa bản ghi vào cơ sở dữ liệu.

**Chức năng thêm:** Cho phép người dùng thêm thông tin về đối tượng

- Nhận dạng vân tay: Sử dụng hai phương pháp nhận dạng: Đối sánh vân tay và nhận dạng vân tay bằng mạng Neural.

### 1.1.3. Chức năng nhận dạng

#### 1.1.3.1. Nhận dạng bằng phương pháp đối sánh

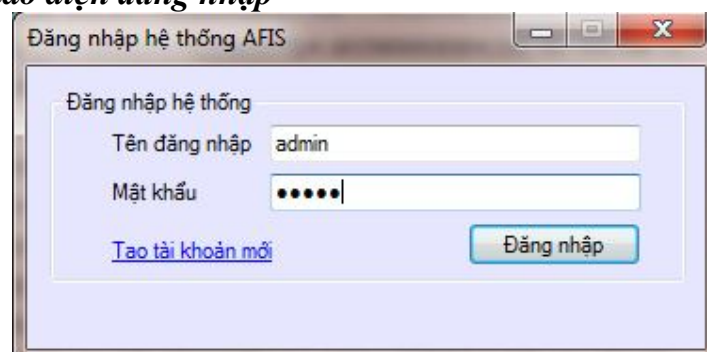
Đối với phương pháp nhận dạng bằng đối sánh tôi sử dụng phương pháp đối sánh dựa vào đặc trưng. Từ việc trích rút các đặc trưng Singularity và Minutiae của ảnh vân tay. Trong luận văn tôi tập trung vào nghiên cứu và áp dụng thuật toán rút trích đặc trưng Minutae (gồm điểm Core và điểm Delta) theo 2 hướng thuật toán: Rút trích đặc trưng từ ảnh đã được nhị phân hóa bằng các thuật toán đã trình bày trong chương 2.

#### 1.1.3.2. Nhận dạng bằng phương pháp mạng Neural

Đối với phương pháp nhận dạng bằng mạng Neural tôi sử dụng mạng truyền thẳng Perceptron một ngõ ra, mỗi mạng tương ứng với một mẫu. Khi cần đối sánh một mẫu ta phải so sánh mẫu đó qua tất cả các mạng trong cơ sở dữ liệu. Việc so một mẫu qua các mạng đơn giản và nhanh hơn thời gian huấn luyện một mạng lớn

## 4.2. Các giao diện của hệ thống

### 4.2.1. Giao diện đăng nhập



Hình 4.1: Giao diện đăng nhập vào chương trình

Kiểm tra tính duy nhất của tên đăng nhập trong cơ sở dữ liệu. Nếu người dùng có quyền truy cập vào hệ thống thì chỉ cần nhập tên và mật khẩu chính xác, sau đó chọn đăng nhập thì sẽ được vào hệ thống. Nếu người dùng không phải là thành viên của hệ thống thì phải đăng ký mới và chờ quyết định của người quản lý.

#### 4.2.2. Giao diện chính

Giao diện làm việc chính xuất hiện khi người dùng đăng nhập vào hệ thống thành công. Trong màn hình chính có một thanh menu bao gồm các chức năng sau:

- Nhập dữ liệu
- Chỉnh sửa dữ liệu
- Nhận dạng: Đối sánh và mạng Neural
- Hướng dẫn



Hình 4.2: Giao diện chính của chương trình

#### 4.2.3. Giao diện nhập dữ liệu ảnh vân tay

#### 4.2.4. Giao diện biên tập ảnh

#### 4.2.5. Giao diện đối sánh 1:1

#### 4.2.6. Giao diện đối sánh 1:N

#### 4.2.7. Giao diện nhận dạng vân tay bằng mạng Neural

Để hiển thị giao diện sử dụng mạng Neural nhận dạng vân tay trong cơ sở dữ liệu của hệ thống, chúng ta thực hiện như hình dưới đây:



Hình 4.7: Các bước lựa chọn để hiển thị giao diện nhận dạng vân tay bằng mạng Neural trong cơ sở dữ liệu

Sau đó kích chuột vào lựa chọn “**Phương pháp mạng Neural**”, giao diện hiện lên có hình như sau:



Hình 4.8: Giao diện nhận dạng bằng mạng Neural

### 4.3. Dữ liệu thử nghiệm

Để thử nghiệm cho hệ thống, tôi đã sưu tầm và đưa vào hệ thống khoảng hơn 50 vân tay của các loại ngón tay với độ chất lượng khác nhau.

Đối với những vân tay có chất lượng quá thấp, tôi sử dụng tính năng tăng cường ảnh trong hệ thống để nâng cao chất lượng ảnh. Sau đó mới ghi vào cơ sở dữ liệu.

#### **4.4. Kết quả**

Qua thử nghiệm hệ thống bằng các ảnh vân tay trong thực tế, tôi thấy các module đã cài đặt là tương đối tốt, và có thể tin cậy được. Trong đó, tôi thấy việc cài đặt bộ lọc Gabor là khó khăn nhất vì có nhiều thao tác tính toán phức tạp, thời gian xử lý ảnh vân tay chủ yếu là dùng cho module này, nhưng hiệu quả của nó là rất cao.

Sau khi nhận dạng toàn bộ dữ liệu ảnh trong hệ thống bằng hai phương pháp nhận dạng, tôi thấy kết quả của các phương pháp như sau:

- Đối với phương pháp nhận dạng bằng đối sánh kết quả nhận dạng của hệ thống đưa ra ở dạng phần trăm giống nhau. Nếu hai vân tay lớn hơn 55% giống nhau thì là giống nhau. Ngược lại thì không giống nhau. Với cách này hệ thống nhận dạng khá tốt. Độ chính xác là 90%.

- Đối với phương pháp nhận dạng bằng mạng Neural thì kết quả nhận dạng với độ chính xác là hơn 90%.

#### **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Từ việc nghiên cứu tổng quan về nhận dạng vân tay và các thuật toán trong các quá trình của một hệ thống nhận dạng vân tay nói chung, đặc biệt là phương pháp nhận dạng vân tay bằng mạng Neural. Em đã xây dựng được hệ thống nhận dạng vân tay tự động. Về cơ bản, hệ thống gồm có những chức năng sau:

- Xây dựng cơ sở dữ liệu chứa thông tin cá nhân phục vụ cho bài toán quản lý công dân.

- Nhập xuất dữ liệu.

- Tăng cường chất lượng ảnh: Lọc nhiễu, nối những nét đứt, tăng độ tương phản.

- Nhị phân hóa, làm mảnh, trích chọn các điểm đặc trưng và lưu những đặc trưng đó vào cơ sở dữ liệu.

- Chức năng đối sánh hai vân tay với nhau đã cho kết quả chính xác.

- Chức năng xác định đối tượng trong cơ sở dữ liệu chạy tương đối ổn định.

Tuy nhiên, do thời gian hạn chế nên em mới thử nghiệm mạng Perceptron. Trong tương lai, em có thể nghiên cứu và thử nghiệm một số các vấn đề sau:

- Nghiên cứu sử dụng thêm các mạng khác, chẳng hạn như mạng Neural mờ,...

- Nghiên cứu kết hợp thêm các đặc điểm khác của ảnh vân tay ngoài các điểm đặc trưng như: Orientation field,... để gia tăng hiệu quả đối sánh.

- Thuật toán làm nổi ảnh vân tay cần được nghiên cứu thêm phương pháp lựa chọn các thông số  $T$ ,  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  để cải thiện hiệu quả của việc lọc.

- Dữ liệu thu thập trên cơ sở dữ liệu còn khiêm tốn. Nếu có điều kiện có thể thu thập nhiều dữ liệu hơn.

Trong quá trình làm luận văn, em đã cố gắng rất nhiều, tuy nhiên không tránh khỏi những thiếu sót, em mong rằng sẽ nhận được các ý kiến đóng góp của các Thầy giáo, Cô giáo, các bạn bè, đồng nghiệp để bản luận văn ngày càng hoàn thiện hơn.