TẠP CHÍ KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ ĐẠI HỌC DUY TÂN
DTU Journal of Science and Technology 05(42) (2020) 26-36

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DUY TÂN
DUYTAN UNIVERSITY

Một Phương Pháp Xác Thực Sinh Trắc Học Bằng Nhận Dạng Ảnh Mống Mắt

Towards a method of biometric authentication based on iris image recognition

Nguyễn Lê Mai Duyên[a,b*], Đinh Trung Tứ[c]
Le-Mai-Duyen Nguyen[a,b*], Trung-Tu Dinh[c]

[a]*Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng, Việt Nam*
[a]*Faculty of Electrical-Electronic Engineering, Duy Tan University, Da Nang, 550000, Vietnam*
[b]*Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Cao, Trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng, Việt Nam*
[b]*Institute of Research and Development, Duy Tan University, Da Nang, 550000, Vietnam*
[c]*Công nghệ Cổ phần Công nghệ Bưu chính viễn thông Việt Nam*
[c]*Vietnam Post and Telecommunication Technology Joint Stock Company*

(Ngày nhận bài: 25/5/2020, ngày phản biện xong: 18/6/2020, ngày chấp nhận đăng: 30/9/2020)

Tóm tắt

Nhận dạng mống mắt có tính chính xác và độ tin cậy cao, nó được áp dụng rộng rãi trong giám sát tự động, bảo mật dữ liệu, xác thực cá nhân. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một phương pháp nhận dạng mống mắt để xác thực danh tính. Phương pháp bao gồm tiền xử lý hình ảnh mống mắt; phân vùng vị trí mống mắt; phân đoạn mống mắt, chuẩn hóa, trích xuất và mã hóa các đặc điểm mống mắt để tạo mẫu sinh trắc học. Hình ảnh mống mắt được định vị bằng biến đổi Hough, trong khi ranh giới ngoài của mống mắt được định vị chính xác và chuẩn hóa bằng thuật toán Daugman cải tiến. Tiếp theo, các mẫu đã được chuẩn hóa này được xử lý bằng bộ lọc Gabor để trích xuất các đặc trưng quan trọng của mống mắt. Cuối cùng, việc xác thực được thực hiện bằng cách tính khoảng cách Hamming của hai mã mống mắt. Kết quả thử nghiệm cho thấy độ chính xác của hệ thống là 90%.

Từ khóa: Nhận dạng mống mắt; xác thực sinh trắc học; nhận dạng mẫu; phân đoạn tự động.

Abstract

The iris recognition is highly accurate and reliable, it is widely applied in automatic surveillance, data security, personal authentication, etc. In this paper, we propose a method of biometric authentication based on iris image recognition. The method includes iris image preprocessing, iris boundaries-location and iris segmentation, normalization, iris texture feature extraction and and coding. The iris image is precisely located by the Hough Point transform, while the outer boundary of the iris is precisely positioned and standardized by the improved Daugman algorithm. Next, these standardized samples are treated by Gabor filter to extract important iris features. Finally, the biometric authentication is performed by calculating the Hamming distance of the two iris codes. The experimental results show that the accuracy of the system is 90%.

Keywords: Iris recognition; biometric identification; pattern recognition; automatic segmentation.

* *Corresponding Author:* Le-Mai-Duyen Nguyen; Faculty of Electrical-Electronic Engineering, Duy Tan University, Da Nang, 550000, Vietnam; Institute of Research and Development, Duy Tan University, Da Nang, 550000, Vietnam;
Email: nguyenlmaiduyen@dtu.edu.vn

1. Giới thiệu

Công nghệ sinh trắc học được ứng dụng trong việc nhận dạng những dấu hiệu đặc biệt và mang tính duy nhất của con người để phục vụ cho việc lưu trữ các thông tin cá nhân, bảo mật hệ thống và đây được xem là một trong những chủ đề nghiên cứu quan trọng nhất trong lĩnh vực thị giác máy tính. Các ứng dụng tiềm năng bao gồm các chủ đề như nhận diện khuôn mặt, nhận dạng dấu vân tay, nhận diện giọng nói và nhận diện mống mắt. Trong đó, xác thực dựa trên mống mắt đang thu hút nhiều sự chú ý nhờ tính chính xác, độ tin cậy và đơn giản so với các đặc điểm sinh trắc học khác.

Lim đã đề xuất một phương pháp hiệu quả để xác thực danh tính cá nhân có mức độ ổn định và tính phân biệt cao [1]. Trong bài báo này, Haar wavelet được sử dụng để trích xuất các đặc điểm từ hình ảnh mống mắt. Mohd. Tariq Khan đề xuất thuật toán sử dụng bộ lọc Gabor 1D để trích xuất các đặc điểm, chuẩn hóa và phân đoạn ranh giới mống mắt và đồng tử của mắt từ các hình ảnh cơ sở dữ liệu [2]. Trong tài liệu [6], các tác giả đã thực hiện so sánh giữa phép biến đổi Randon với phép biến đổi Hough và mô hình Daugman với phương pháp mô tả Fourier sửa đổi để xác định ảnh mống mắt từ khoảng cách xa. FAWAZ được biết đến với việc đề xuất phương pháp tiếp cận đa thuật toán để tăng cường bảo mật của hệ thống nhận dạng mống mắt và có thể đạt được bằng cách kết hợp các đặc trưng của dữ liệu áp dụng phân loại KNN [11].

Qua quá trình nghiên cứu đối chiếu các phương pháp, chúng tôi đề xuất phương pháp kết hợp tiền xử lý hình ảnh mống mắt; phân vùng vị trí mống mắt; phân đoạn mống mắt, chuẩn hóa, trích xuất và mã hóa các đặc điểm mống mắt để tạo mẫu sinh trắc học. Hình ảnh mống mắt được định vị bằng biến đổi Hough, ranh giới ngoài của mống mắt được định vị chính xác và chuẩn hóa bằng thuật toán Daugman cải tiến. Tiếp theo, các mẫu đã được chuẩn hóa này được xử lý bằng bộ lọc Gabor để trích xuất các đặc trưng quan trọng của mống mắt. Cuối cùng, việc xác thực được thực hiện bằng cách tính khoảng cách Hamming của hai mã mống mắt. Việc phân đoạn ảnh bằng ngưỡng tự động kết hợp lấy ngưỡng thủ công không chỉ giúp quá trình xác thực tăng độ chính xác, mà còn giúp chúng tôi xác thực được trên nhiều tệp ảnh cơ sở như Casia_Iris_V1, Casia_Iris_Interval và đặc biệt là Casia_Iris_Twins - ảnh mống mắt của các cặp sinh đôi.

Phần còn lại của bài báo được được sắp xếp như sau: Phần 2 giới thiệu công nghệ sinh trắc học bằng nhận diện màng mống mắt. Phần 3 là đề xuất phương pháp xác thực dựa trên ảnh mống mắt. Phần 4 là kết quả mô phỏng và thảo luận. Cuối cùng là phần kết luận.

2. Công nghệ sinh trắc học bằng nhận diện mống mắt

2.1. Lý do sử dụng đặc tính sinh trắc học

- Tính duy nhất cao: nghĩa là khả năng hai người bất kì có cùng đặc điểm là rất nhỏ.

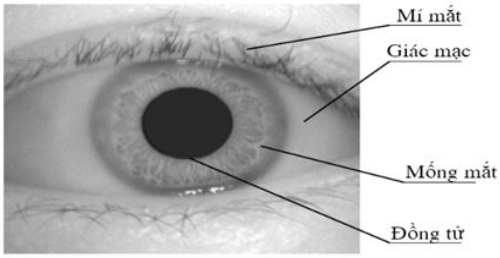
- Tính ổn định: tức là đặc trưng không bị thay đổi qua thời gian.

- Tính được giữ lại dễ dàng: tức là đưa ra sự thuận tiện cho người sử dụng và hạn chế sự miêu tả sai về đặc trưng.

Chính vì đặc điểm trên mà các đặc tính sinh trắc học được xem có tính bảo mật và đặc tính cao. Sử dụng đặc tính sinh trắc học tốt hơn sử dụng password, mã PIN hoặc thẻ thông minh. Bởi người sử dụng không phải nhớ các password, khi được nhận dạng thì hệ thống yêu cầu sự xuất hiện vật lý của người nhận diện. Mặc khác các đặc tính vật lý và hành vi là duy nhất khó có thể bị vay mượn, mất cắp hay bỏ quên. Chính vì lý do đó tính sinh trắc học được sử dụng ngày càng nhiều.

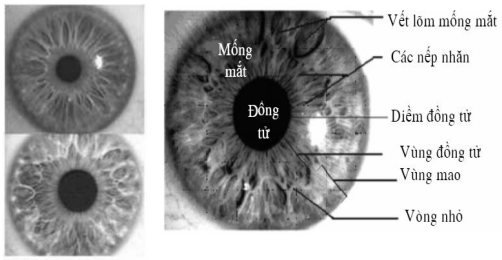
2.2. Giới thiệu mống mắt

Mống mắt là màng tròn mỏng, nằm giữa giác mạc và thủy tinh thể của mắt người. Phần đen nằm trong mống mắt gần tâm được gọi là đồng tử.



Hình 1. Hình mắt người nhìn trực diện từ phía trước

Nói cách khác, mống mắt là một cơ trong mắt. Phần màu của mắt với màu của mống mắt được xác định chủ yếu dựa trên số lượng sắc tố melatonin có trong cơ. Chức năng của mống mắt là điều chỉnh kích thước đồng tử và số lượng ánh sáng vào mắt. Điều này được thực hiện bởi các cơ vòng và cơ giãn, chúng điều khiển kích thước đồng tử. Đường kính trung bình của mống mắt là 12 mm và kích thước đồng tử có thể biến đổi từ 10% đến 80% mống mắt.



Hình 2. Cấu trúc mống mắt

Mặc dù màu sắc và cấu trúc mống mắt gắn với vấn đề di truyền học, nhưng những đặc trưng chính của mỗi mống mắt là không giống nhau. Mắt phát triển trong suốt thời kì trước khi trưởng thành thông qua một quá trình định hình chặt chẽ và sự tạo nếp của các màng mô. Sự hình thành mống mắt bắt đầu vào tháng thứ ba của thời kì thai nghén và việc tạo ra cấu trúc kiểu của nó khá đầy đủ vào tháng thứ tám. Nhưng kiểu dáng duy nhất trên bề mặt mống mắt được tạo thành trong suốt một năm đầu tiên và sự phát triển của các sắc tố chất nền xảy ra vào khoảng vài năm đầu sau khi sinh. Sự hình thành các kiểu dáng đơn nhất của mống mắt là ngẫu nhiên không liên quan tới bất kì nhân tố gen nào. Chỉ những đặc tính phụ thuộc vào gen là sắc tố của mống mắt mới xác định màu sắc của nó. Vì thế, hai mắt của một cá nhân hoàn toàn độc lập về kiểu mống mắt và ngay cả các cặp sinh đôi giống hệt nhau cũng có các kiểu mống mắt khác nhau.

Chính vì đặc điểm mỗi mống mắt là duy nhất và các cấu trúc khác biệt nêu trên nên ảnh mống mắt có thể sử dụng cho mục đích nhận dạng và xác thực người dùng.

2.3. Các ứng dụng của sinh trắc học mống mắt

- Xác minh, bảo mật thông tin

- Giảm tình trạng gian lận, giúp giám sát các hoạt động ra vào những khu vực nhạy cảm như nhà máy điện hạt nhân, các phòng thí nghiệm, cơ quan chính phủ.

- Phát hiện bệnh về mắt

3. Phương pháp xác thực dựa trên sinh trắc học mống mắt

3.1. Kỹ thuật phân đoạn mống mắt

3.1.1. Biến đổi Hough

Biến đổi Hough là một thuật toán được trình bày bởi Paul Hough vào năm 1962 để phát hiện các tính năng của một hình dạng cụ thể như đường hoặc vòng tròn trong hình ảnh số hóa. Nó có thể được áp dụng cho nhiều vấn đề về thị giác máy tính vì hầu hết các hình ảnh đều chứa các ranh giới tính năng có thể được mô tả bằng các đường cong thông thường. Ưu điểm chính của kỹ thuật biến đổi Hough là nó có thể chịu được các khoảng trống trong các mô tả ranh giới tính năng và tương đối không bị ảnh hưởng bởi nhiễu hình ảnh.

Biến đổi Hough [11], [3] là một công cụ phân tích hình ảnh tiêu chuẩn để tìm các đường có thể được xác định ở dạng tham số như đường thẳng hay đường tròn. Mục đích của kỹ thuật này là tìm các đường tròn trong các hình ảnh đầu vào không hoàn hảo. Phương trình đặc trưng của đường tròn bán kính r và tâm (a, b) được cho bởi:

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

Đường tròn này có thể được mô tả bởi hai phương trình sau:

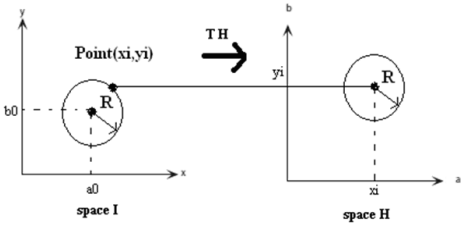
$$x = a + r\cos(\theta)$$

$$y = b + r\sin(\theta)$$

Do đó, vai trò của biến đổi Hough là tìm kiếm bộ ba tham số (a, b, r) để xác định các điểm x_i, y_i . Hai trường hợp có thể được trình bày như hình sau:

Trường hợp bán kính đã biết

Nếu chúng ta biết bán kính của vòng tròn được phát hiện trong ảnh, tham số cần tìm được giảm xuống thành một cặp (a, b) và không gian H là 2 chiều. Chúng ta xem xét một vòng tròn bán kính R và tâm (a_0, b_0), phép biến đổi cho mỗi điểm (x_i, y_i), trong không gian I mang lại một vòng tròn trong không gian H có tâm và bán kính R.

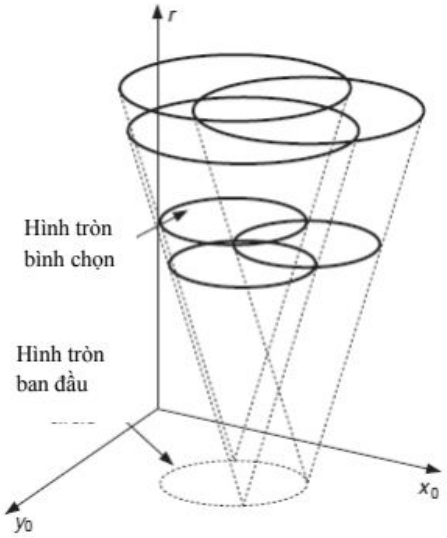


Hình 3. Biến đổi một điểm trong đường tròn

Trường hợp chưa xác định bán kính

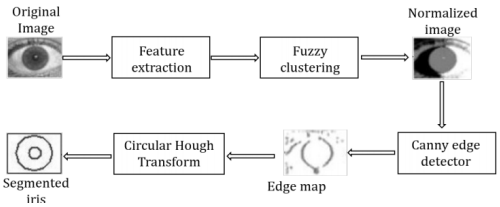
Trong trường hợp này, công việc bao gồm tìm các tham số bộ ba (a_0, b_0, r_0) để xác định các điểm của vòng tròn cần tìm. Không gian sẽ ở dạng 3D.

Đối với mỗi điểm (x_i, y_i) của không gian, sẽ khớp một hình nón trong không gian H, vì bán kính r thay đổi từ 0 đến một giá trị nhất định. Sau khi biến đổi tất cả các điểm của đường viền theo cùng một cách, giao điểm sẽ cho một bề mặt hình cầu tương ứng với dữ liệu của bộ tích lũy. Khu vực được đặc trưng bởi một trung tâm (a_0, b_0) và bán kính r_0 tìm kiếm.



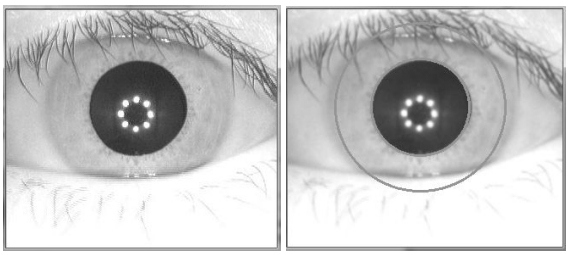
Hình 4. Biến đổi Hough đường tròn chưa xác định bán kính

Có nhiều phương pháp phân đoạn mống mắt khác nhau dựa trên biến đổi Hough. Sự khác biệt chính bao gồm các thuật toán được sử dụng để ước tính cạnh [10]. Trong đó phương pháp Canny được sử dụng phổ biến cho việc phát hiện biên ảnh.



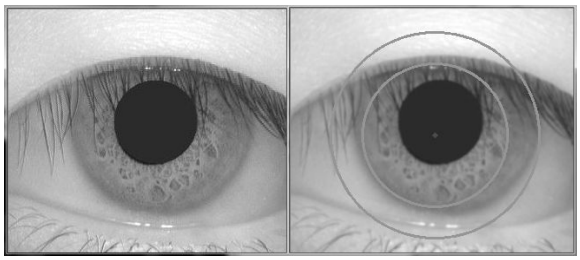
Hình 5. Sơ đồ khối phương pháp biến đổi Hough

Kết quả:



Hình 6. Trích xuất thông tin mống mắt bằng biến đổi Hough

Tuy nhiên, có một số vấn đề với phương pháp biến đổi Hough. Trước hết, nó yêu cầu các giá trị ngưỡng được chọn để phát hiện cạnh và điều này có thể dẫn đến các điểm cạnh quan trọng bị xóa, dẫn đến không thể phát hiện các vòng tròn, vòng cung một cách chính xác (Hình 7). Thứ hai, biến đổi Hough tập trung vào tính toán do đó có thể không phù hợp cho các ứng dụng thời gian thực.



Hình 7. Một trường hợp kém chính xác từ biến đổi Hough

3.1.2. Toán tử vi phân - tích phân Daugman

Trong khi đó, toán tử vi phân - tích phân Daugman [4], [5] sử dụng ngưỡng tự động do đó không gặp phải vấn đề về ngưỡng như biến đổi Hough. Qua đó, tăng độ chính xác cho quá trình phân đoạn ảnh, trích xuất được nhưng thông tin quan trọng cho quá trình chuẩn hóa và mã hóa để hướng tới xác thực.

Để tìm tọa độ trung tâm và bán kính của mống mắt và đồng tử, Daugman đã sử dụng phương trình sau:

$$max_{(r,x_0,y_0)} \left| G_\sigma(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r,x_0,y_0} \frac{I(x,y)}{2\pi r} ds \right|$$

Trong đó:

I (x, y) là cường độ của pixel tại tọa độ (x, y) trong ảnh của mống mắt

r biểu thị bán kính của các vùng hình tròn khác nhau với tọa độ tâm tại x_0, y_0

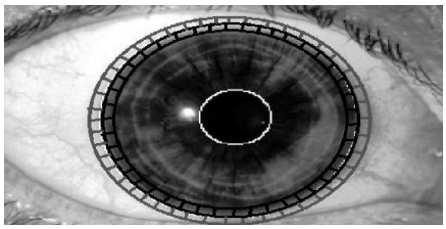
σ là độ lệch chuẩn của phân bố Gaussian

G_σ(r) biểu thị bộ lọc Gaussian của tỷ lệ sigma (σ)

(x_0, y_0) là tọa độ trung tâm giả định của mống mắt

s là đường viền của đường tròn được cho bởi các tham số r, x_0, y_0

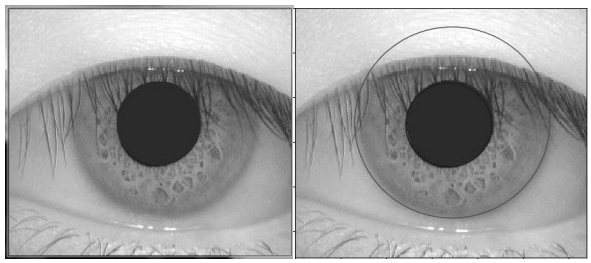
Toán tử tìm kiếm đường tròn có sự thay đổi tối đa về giá trị pixel, bằng cách thay đổi bán kính r và tâm (x, y) của đường tròn. Toán tử được áp dụng lặp đi lặp lại để có được chuẩn hóa chính xác. Giả sử rằng các biến x, y và r thuộc về phạm vi [0; X], [0; Y] [0; R] tương ứng, phương pháp này có độ phức tạp tính toán của thứ tự [X × Y × R]. Do đó, ở mỗi pixel, tổng số lần quét R là cần thiết để tính toán các tham số vòng tròn bằng cách sử dụng phương pháp này.



Hình 8. Viền tròn xanh và đen có độ rộng 1 pixel với bán kính là r và r + 1

Việc tìm kiếm trên toàn bộ hình ảnh (của một mắt) được thực hiện tại từng điểm ảnh(pixel). Tại mỗi pixel, tổng số giá trị pixel theo chu vi khi bán kính tăng được tính toán. Ở mỗi giá trị bán kính tăng dần, sai biệt giữa các tổng giá trị cường độ pixel được chuẩn hóa tại vòng tròn bán kính liền kề được ghi nhận. Sau toàn bộ quá trình tìm kiếm, tính tổng và sai biệt trong quá trình tính toán, pixel đó được xác định là pixel trung tâm của mống mắt trong đó sự thay đổi tổng các giá trị cường độ pixel theo chu vi giữa hai đường viền liền kề là lớn nhất.

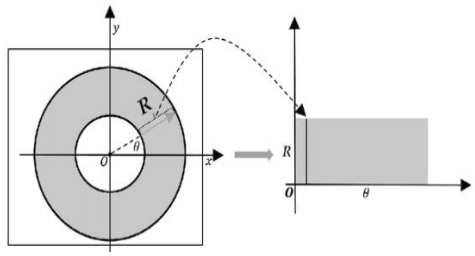
Kết quả:



Hình 9. Phân đoạn ảnh bằng chọn ngưỡng tự động

3.2. Mô hình Daugman

Mục đích của bước chuẩn hóa mống mắt là để chuẩn bị đầu vào thích hợp cho việc trích xuất tính năng mống mắt. Sự không nhất quán kích thước giữa các hình ảnh mắt chủ yếu là do sự kéo dài của mống mắt gây ra bởi sự giãn nở đồng tử từ các mức độ chiếu sáng khác nhau. Những nguyên nhân khác là do thay đổi khoảng cách hình ảnh, xoay camera, nghiêng đầu, và xoay mắt trong hốc mắt. Quá trình chuẩn hóa sẽ tạo ra vùng mống mắt có cùng kích thước không đổi, sao cho hai bức ảnh của cùng mống mắt trong các điều kiện khác nhau sẽ có các tính năng đặc trưng giống nhau. Mống mắt hình vòng tròn được tháo ra thành dải hình chữ nhật có kích thước cố định [6].



Hình 10. Quá trình minh họa chuẩn hóa trong trường hợp tâm mống mắt và con ngươi trùng nhau

Mỗi điểm được ánh xạ tới một cặp tọa độ cực (r, θ), trong đó r ∈ (0, 1), θ ∈ (0, 2π). Vì con ngươi có thể không đồng tâm với mống mắt, nên một công thức ánh xạ lại là cần thiết để lấy lại các điểm tùy thuộc vào góc xung quanh vòng tròn. Điều này được đưa ra bởi:

$$r' = \sqrt{\alpha}\beta \pm \sqrt{\alpha\beta^2 - \alpha - r_I^2}$$

Trong đó:

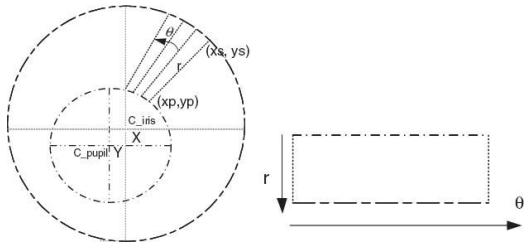
$$\alpha = O_x^2 + O_y^2$$

$$\beta = cos\left(\pi - arctan\left(\frac{O_y}{O_x}\right) - \theta\right)$$

r' là khoảng cách đồng tử và mống mắt

r_I là bán kính mống mắt

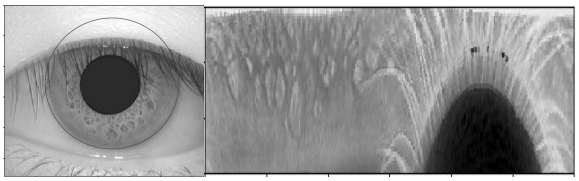
O_x, O_y là sự dịch chuyển tâm đồng tử so với tâm mống mắt



Hình 11. Quá trình minh họa chuẩn hóa trường hợp tâm mống mắt và con ngươi không trùng nhau

Một số điểm không đổi được chọn dọc theo mỗi đường xuyên tâm, sao cho số lượng điểm dữ liệu xuyên tâm được lấy không đổi, bất kể bán kính hẹp hay rộng ở một góc cụ thể nào.

Kết quả:



Hình 12. Quá trình chuẩn hóa ảnh mống mắt

3.3. Mã hóa đặc trưng - bộ lọc Gabor

Để cung cấp việc xác thực chính xác cho các cá nhân, phải trích xuất thông tin phân biệt nhất trong mẫu mống mắt. Các tính năng quan trọng của mống mắt phải được mã hóa để có thể so sánh giữa các mẫu. Để trích xuất được tính năng của mống mắt ta cần phải lọc vùng mống mắt đã được chuẩn hóa.

Trong giai đoạn này, mống mắt được chuẩn hóa được mã hóa trong dạng bit nhị phân (0 và 1). Có các kỹ thuật khác nhau cho mã hóa như là bộ lọc Gabor, CPA dựa trên Cumsum và Ridge. Ở đây, chúng tôi sử dụng phiên bản 1D của các bộ lọc Gabor để mã hóa dữ liệu. Bộ lọc Gabor là sóng hình sin (hoặc cosine) được điều chế bởi Gaussian. Nó được áp dụng trên toàn bộ hình ảnh cùng một lúc và các tính năng độc đáo được trích xuất từ hình ảnh [7][8]. Trong trường hợp này, chuẩn hóa mống mắt được thực hiện bằng cách sử dụng tọa độ cực, phương trình lọc dạng cực được đưa ra dưới đây:

$$H(r,\theta) = e^{-i\omega(\theta-\theta_0)} e^{-(r-r_0)^2/\alpha^2} e^{-i(\theta-\theta_0)^2/\beta^2}$$

Trong đó:

(r, θ) chỉ định tần số trung tâm của bộ lọc

(α, β) chỉ định chiều rộng và chiều dài hiệu dụng

Kỹ thuật bộ lọc Gabor xác định đầu ra để nén dữ liệu thành bốn cấp độ. Mỗi dữ liệu góc phần tư có thể trong mặt phẳng phức được định lượng bằng thông tin pha.

$$h_{\{Re,Im\}} = sgn_{\{Re,Im\}} \int_{\rho} \int_{\emptyset} I(\rho,\emptyset) e^{-i\omega(\theta_0 - \emptyset)} e^{-(r_0 - \rho)^2/\alpha^2} e^{-i(\theta_0 - \emptyset)^2/\beta^2} \rho d\rho d\emptyset$$

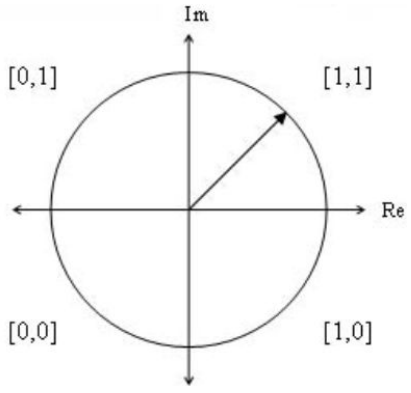
Trong đó:

h{Rm, Im} với Rm là phần thực, Im là phần ảo, tùy thuộc vào góc phần tư của mống mắt mà có giá trị là 1 hoặc 0.

Sử dụng giá trị thực và ảo, trích xuất pha thông tin bằng cách mã hóa mẫu bit:

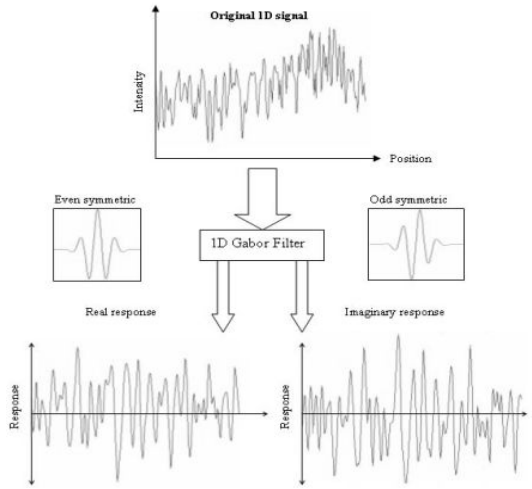
$$P(r,\theta) = tan^{-1}\left(\frac{Im\ \lg(r,\theta)}{Re\ \lg(r,\theta)}\right)$$

$$I_p[r,\theta] = \begin{Bmatrix} [1,1]\ if\ 0° < P(r,\theta) \leq 90° \\ [0,1]\ if\ 90° < P(r,\theta) \leq 180° \\ [0,0]\ if\ 180° < P(r,\theta) \leq 270° \\ [1,0]\ if\ 270° < P(r,\theta) \leq 360° \end{Bmatrix}$$

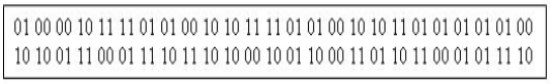


Hình 13. Pha thông tin trích xuất đặc trưng

Tổng số bit trong mẫu sẽ là độ phân giải góc nhân với độ phân giải xuyên tâm, gấp 2 lần số lần bộ lọc được sử dụng. Số lượng bộ lọc, tần số trung tâm và tham số của hàm Gaussian điều biến phải được phát hiện theo cơ sở dữ liệu được sử dụng.

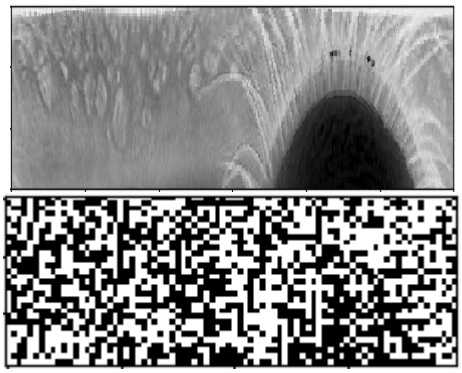


Mẫu Iris:



Hình 14. Minh họa về quá trình mã hóa tính năng

Kết quả:



Hình 15. Quá trình mã hóa đặc trưng

3.4. Khoảng cách Haming

Việc xác định khoảng cách Hamming được thực hiện trên từng cặp mống mắt. Giá trị này được sử dụng như thước đo mức độ khác nhau giữa hai mẫu. Công thức khoảng cách Hamming được đưa ra là:

$$HD = \frac{1}{N - \sum_{k=1}^{N} Xn_k (OR) Yn_k} \sum_{j=1}^{N} X_j (XOR) Y_j (AND) Xn'_j (AND) Yn'_j$$

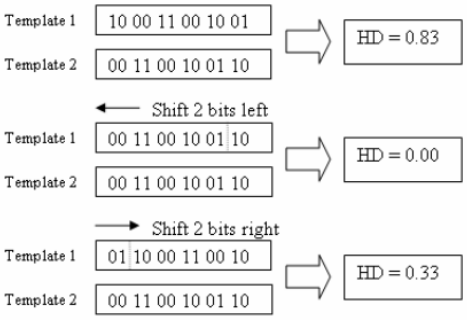
Trong đó:

X_j và Y_j là hai mẫu bit để so sánh

Xn_j và Xn_j là mặt nạ nhiễu tương ứng cho X_j và Y_j

N là số bit được biểu thị bởi mỗi mẫu

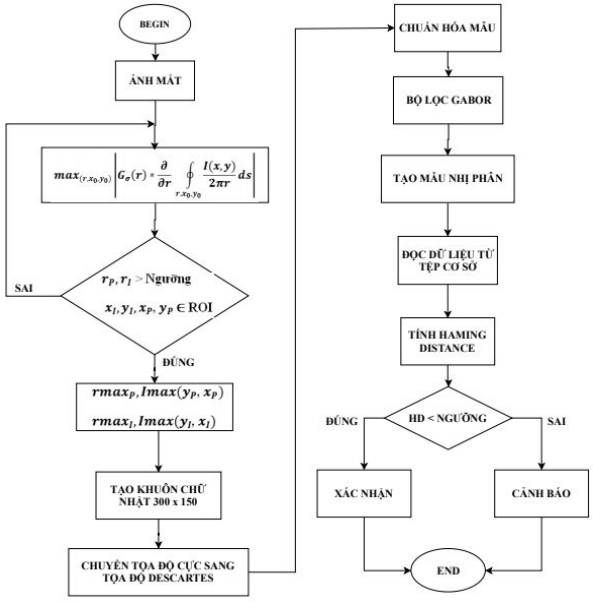
Mặc dù, về mặt lý thuyết, hai mẫu mống mắt được tạo ra từ cùng một mống mắt sẽ có khoảng cách Hamming là 0, trong thực tế điều này sẽ không xảy ra. Chuẩn hóa là không hoàn hảo, có một số nhiễu không bị phát hiện, do đó, một số biến thể sẽ xuất hiện khi so sánh hai mẫu mống mắt trong lớp. Từ các giá trị khoảng cách Hamming được tính toán, chỉ lấy giá trị thấp nhất, vì giá trị này tương ứng với kết quả khớp tốt nhất giữa hai mẫu. Số lượng bit được di chuyển được tính bằng hai lần số lượng bộ lọc được sử dụng, vì mỗi bộ lọc sẽ tạo ra hai bit thông tin từ một pixel của vùng được chuẩn hóa. Quá trình dịch chuyển cho một mẫu được minh:



Hình 16. Quá trình dịch chuyển bit sang phải và trái để tính khoảng cách Hamming

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Sơ đồ thuật toán

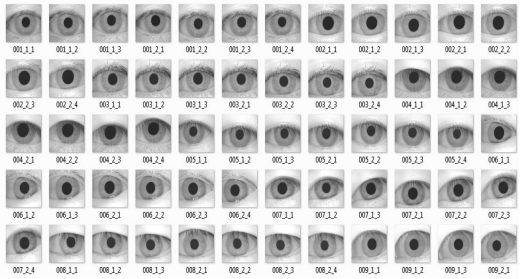


Hình 17. Sơ đồ thuật toán xác thực mống mắt

4.2. Tệp dữ liệu cơ sở và công cụ opencv

Tệp CASIA_IRISV1

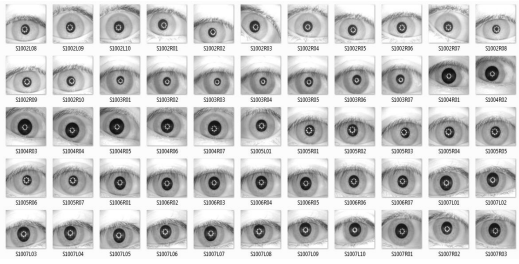
CASIA Iris Image Database Phiên bản 1.0 (CASIA-IrisV1) bao gồm 756 ánh sáng từ 108 mắt. Đối với mỗi mắt, 7 hình ảnh được chụp trong hai phiên với máy ảnh iris cận cảnh CASIA. Tất cả các hình ảnh được lưu trữ định dạng JPG với độ phân giải 320 x 280.



Hình 18. Tệp dữ liệu cơ sở CASIA_IRISV1

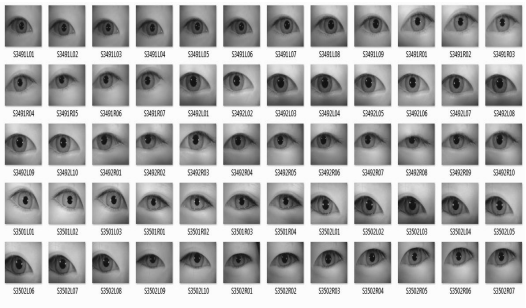
Tệp CASIA_IRISV3

CASIA-IrisV3 bao gồm ba tập hợp con được dán nhãn là CASIA-Iris-Interval, CASIA-Iris-Lamp, CASIA-Iris-Twins. CASIA-IrisV3 chứa tổng cộng 22.034 hình ảnh mống mắt từ hơn 700 đối tượng. Tất cả các hình ảnh mống mắt được thu thập dưới ánh sáng hồng ngoại gần. Hình ảnh của CASIA-Iris-Interval được chụp bằng máy ảnh iris, thiết kế một dãy đèn LED NIR tròn, với tia UX phát sáng phù hợp để chiếu sáng. Vì vậy CASIA-Iris-Interval rất phù hợp để nghiên cứu đặc điểm kết cấu đã được định sẵn của hình ảnh mống mắt [9]. Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng CASIA_IRIS_INTERVAL và CASIA_Twins để trích xuất đặc trưng mống mắt.



Hình 19. Tệp dữ liệu cơ sở CASIA_IRIS_INTERVAL

CASIA-Iris-Twins chứa hình ảnh mống mắt của 100 cặp sinh đôi, được thu thập trong lễ hội Sinh đôi hàng năm ở Bắc Kinh bằng máy ảnh IRISPASS-h của FPV.

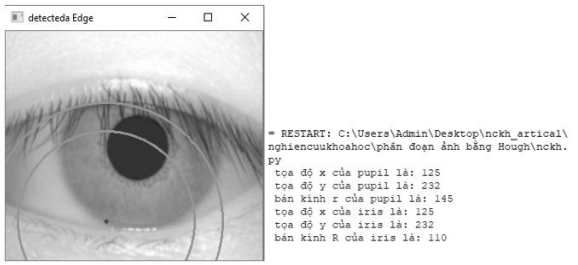


Hình 20. Tệp dữ liệu cơ sở CASIA_IRIS_TWINS

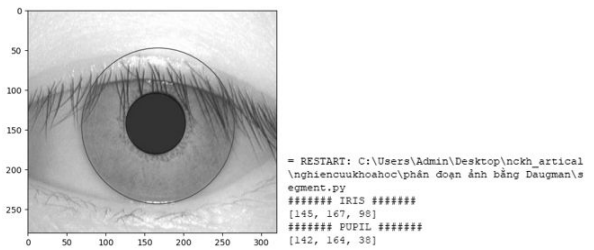
4.3. Kết quả

4.3.1. Quá trình phân đoạn bằng lấy ngưỡng thủ công và tự động

Ban đầu, với mỗi ảnh thuộc các tệp cơ sở khác nhau sẽ có một ngưỡng riêng, khi thực hiện quá trình phân đoạn sẽ trích xuất được thông tin ảnh đó. Tuy nhiên với những ảnh bị sáng hoặc bị nhiễu, thông tin trích xuất bị sai lệch. Chính vì vậy chúng tôi áp dụng quá trình lấy ngưỡng tự động để đem lại kết quả chính xác:



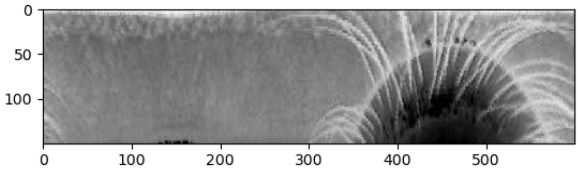
Hình 21. Trường hợp trích xuất thông tin không chính xác từ quá trình phân đoạn ảnh thủ công



Hình 22. Tăng độ chính xác nhờ quá trình phân đoạn ảnh tự động

4.3.2. Chuẩn hóa

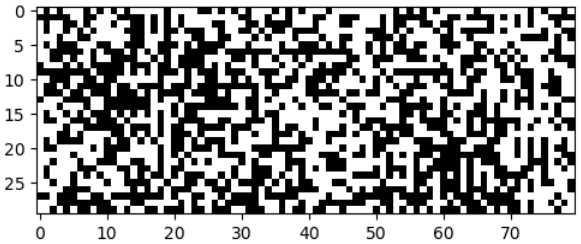
Sau khi đã lấy được thông tin mống mắt gồm: bán kính con ngươi và mống mắt, tọa độ tâm, chúng tôi tiến hành chuẩn hóa mống mắt:



Hình 23. Quá trình chuẩn hóa ảnh mống mắt

4.3.3. Mã hóa

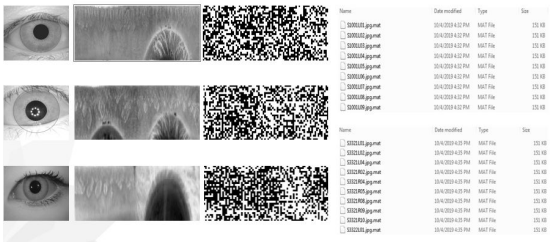
Từ mẫu mống mắt được chuẩn hóa, sử dụng bộ lọc Gabor để mã hóa:



Hình 24. Mã hóa ảnh mống mắt bằng bộ lọc Gabor

4.3.4. Tạo tệp cơ sở

Lưu tất cả các mẫu mống mắt đã mã hóa được vào một thư mục để tạo thành tệp cơ sở dữ liệu:

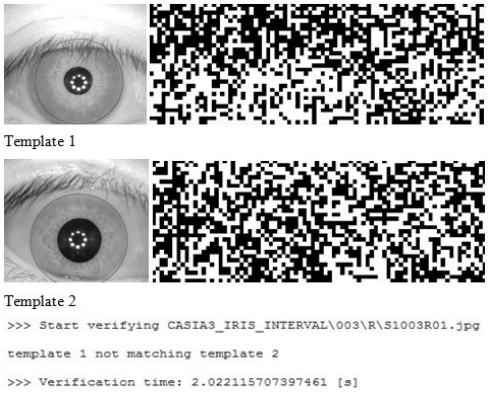


Hình 25. Quá trình tạo tệp cơ sở

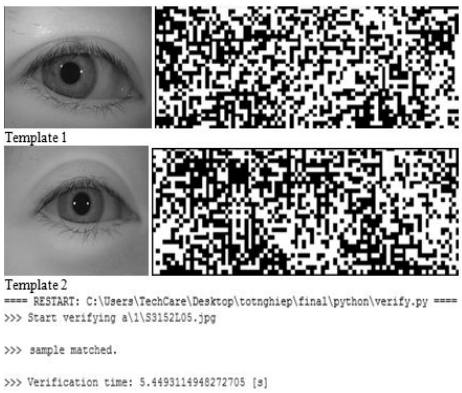
4.3.5. Xác thực

Khi đã có mẫu mã hóa của các ảnh mống mắt, chúng tôi thực hiện so khớp với những ảnh mống mắt cần xác thực bằng khoảng cách Hamming:

Hình 26. Quá trình so khớp mống mắt của 1 người



Hình 27. Quá trình so khớp mống mắt giữa 2 người



Hình 28. Quá trình so khớp mống mắt 1 cặp sinh đôi

4.4. Đánh giá kết quả

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm trên bộ cơ sở dữ liệu

Tập test	Quá trình	Số ảnh nhận dạng	Tỷ lệ	Nguyên nhân	$Thời\ gian_{tb}$
CASIA IRIS INTERVAL	Trích xuất thông tin	96/100	96%	Một số ảnh có tỷ lệ che cao	0.40s/image
CASIAV1	Trích xuất thông tin	92/100	92%	Đường viền mờ bị che khuất nhiều	0.42s/image
CASIA Twin	Trích xuất thông tin	14/20	70%	Ảnh đầu vào chưa tốt	0.5s/image
CASIA IRIS INTERVAL	Xác thực	94/100	94%	Mẫu mã hóa nhị phân bị nhiễu	4.2s
CASIAV1	Xác thực	90/100	90%	Quá trình chuẩn hóa bị nhiễu bởi lông mi	3.9s
CASIA Twin	Xác thực	14/20	70%	Ảnh đầu vào chưa tốt	2.5s

5. Kết luận và hướng phát triển

5.1. Kết luận

Bài báo này đã trình bày phương pháp để xác thực hình ảnh mống mắt. Qua đó đạt được một số kết quả khả quan về thời gian cũng như độ chính xác. Nâng cao tỉ lệ xác thực thành công thông qua phân đoạn ảnh bằng việc lấy ngưỡng tự động. Ngoài ra, việc xác thực không bị giới hạn trên một tệp ảnh và không chỉ xác thực ảnh mống mắt của những người khác nhau mà còn cả những cặp song sinh. Đối với các bộ dữ liệu được chuẩn bị tốt, điều kiện phù hợp như CASIAV1, CASIA_INTERVAL, các phương pháp từ bài báo đạt độ chính xác hơn 90%.

5.2. Hướng phát triển

Quá trình nhận dạng mống mắt đảm bảo được các yêu cầu về nhiễu, chói sáng và mống mắt mờ cũng cho được một độ chính xác khá cao. Tuy nhiên, vẫn còn một số vấn đề chúng tôi sẽ nghiên cứu thêm để phát triển:

- Nâng cao quá trình tiền xử lý ảnh, làm tăng tốc độ xác thực và độ chính xác.

- Để nâng cao độ chính xác tệp Casia_Twins cần nâng cao chất lượng ảnh tệp này, loại bỏ nhiễu và phản chiếu ánh sáng, chụp ảnh mống mắt bằng máy ảnh Iris chuyên dụng.

- Trực tiếp nhận diện mống mắt thông qua kit Raspberry và module camera.

Tài liệu tham khảo

[1] Lim, S., Lee, K., Byeon, O., Kim, T. (2001). Efficient iris recognition through improvement of feature vector and classifier. ETRI J. 2, pp 61–70.

[2] Khan, M. T., Arora, D., & Shukla, S. (2013). Feature extraction through iris images using 1-D Gabor filter on different iris datasets. 2013 Sixth International Conference on Contemporary Computing.
(IC3). doi:10.1109/ic3.2013.6612236

[3] Cherabit, Noureddine, Fatma Zohra Chelali, and Amar Djeradi (2012). Circular hough transform for iris localization. Science and Technology 2.5, pp 114-121.

[4] Djoumessi, M. (2016). Iris Segmentation Using Daugman's Integro-Differential Operator.

[5] Kubicek, J., Timkovic, J., Augustynek, M., Penhaker, M., & Pokrývková, M. (2016). Optical nerve disc segmentation using circual integro differencial operator. In Advanced Computer and Communication Engineering Technology, pp. 387-396. Springer, Cham.

[6] Shirke, S. D., & Rajabhushnam, C. (2019). Radon Transform Over Hough Transform And Daugman's Rubber Sheet Model Over Modified Fourier Descriptor Method For Identification Of An Iris From Long Distance. Journal Of Critical Reviews, 6(5).

[7] Alotaibi, Abdullah S., and M. A. Hebaishy (2014). Increasing the Efficiency of Iris Recognition Systems by Using Multi-Channel Frequencies of Gabor Filter. Journal of Remote Sensing Technology 2, pp 1-15.

[8] Feddaoui, N., & Hamrouni, K. (2014). Iris recognition based on multi-block Gabor features encoding and improved by quality measures. International Journal of Data Mining, Modelling and Management, pp 148-167.

[9]http://www.cbsr.ia.ac.cn/china/Iris%20Databases%20CH.asp.

[10] F. Jan, I. Usman and S. Agha (2013). Reliable iris localization using Hough transform histogram-bisection and eccentricity. Signal Processing, vol. 93, no. 1, pp. 230-241.

[11] S. S., C., & Shinde, G. N. (2008). Iris Biometrics Recognition Application in Security Management. 2008 Congress on Image and Signal Processing. doi:10.1109/cisp.2008.766.