

NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG NHẬN DẠNG MÀNG MỒNG MẮT DÙNG BIẾN ĐỔI HAAR WAVELET

USING HAAR WAVELET TRANSFORM IN IRIS RECOGNITION SYSTEM

Bùi Thị Minh Tú, Bạch Ngọc Vinh

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; Email: btmt81@yahoo.com, ngocvinh06dt4@gmail.com

Tóm tắt - Trong những năm gần đây, hệ thống nhận dạng màng mồng mắt đã được sử dụng rộng rãi tại nhiều nơi trên thế giới và ngày càng được quan tâm hơn vì độ chính xác và tính tiện dụng của nó. Hệ thống nhận dạng màng mồng mắt được sử dụng để xác thực tại các sân bay, ngân hàng, tổ chức chính phủ ... hay được dùng làm hộ chiếu sinh trắc... Nhận dạng màng mồng mắt được xem như là phương pháp nhận dạng có độ chính xác nhất hiện nay. Tuy nhiên đối với những hệ thống thời gian thực và các hệ thống thông tin lớn thì tốc độ xử lý của nhận dạng màng mồng mắt sẽ có độ trễ khá lớn. Nội dung của bài báo này là sử dụng phương pháp Haar Wavelet để tăng tốc độ xử lý của một hệ thống nhận dạng màng mồng mắt.

Từ khóa - Nhận dạng màng mồng mắt, biến đổi Haar Wavelet, phân đoạn, chuẩn hóa, so trùng...

Abstract - In the recent years, the iris recognition system has been widely used around in the world and drawn more of public attention because of its accuracy and usability. The iris recognition system is applied in identification at airports, banks, government-owned organisations or used to make biological passports. Although iris recognition is currently considered as the most precise recognition method, it presents a rather big latency as processing large data in real time systems. In this article we introduce Haar wavelet transform as a tool to increase performance of the iris recognition system.

Key words - Iris recognition, Haar wavelet transform, segmentation, normalization, matching...

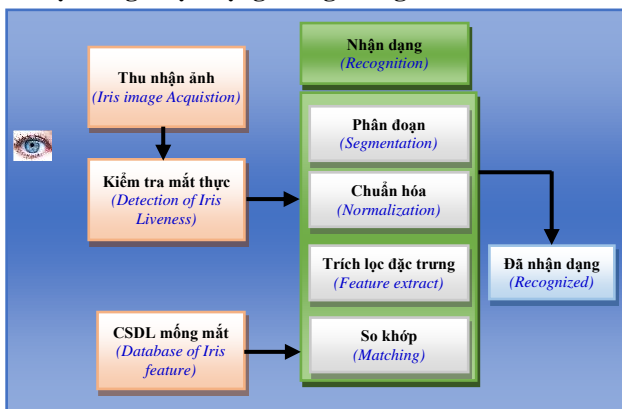
1. Đặt vấn đề

Từ trước đến nay đã có nhiều kỹ thuật nhận dạng cá nhân dựa vào vật sở hữu (con dấu, chìa khóa, thẻ...) hoặc mã cá nhân (mật khẩu, mã số PIN ...). Tuy nhiên những phương pháp này còn có nhiều nhược điểm như: độ bảo mật kém, dễ quên, dễ bị giả mạo, mất hay bị hư hỏng ... Để khắc phục những hạn chế trên thì các nhà khoa học đã sử dụng những nhân tố sinh trắc để giúp xác thực và nhận dạng cá nhân hoặc đối tượng một cách hiệu quả hơn.

Nhận dạng dựa vào các nhân tố sinh trắc là dựa vào những thuộc tính hoặc đặc điểm duy nhất của một cá nhân. Chính vì thế nó có độ tin cậy rất cao. Trong số những nhân tố sinh trắc được sử dụng phổ biến gần đây như vân tay, màng mồng mắt, khuôn mặt, giọng nói... thì phương pháp nhận dạng màng mồng mắt được xem như là có độ tin cậy cao hơn cả.

Vấn đề về tốc độ xử lý nhận dạng màng mồng mắt là rất quan trọng trong một hệ thống nhận dạng màng mồng mắt, nhất là hệ thống nhận dạng thời gian thực hoặc hệ thống nhận dạng trên môi trường internet.

2. Hệ thống nhận dạng màng mồng mắt



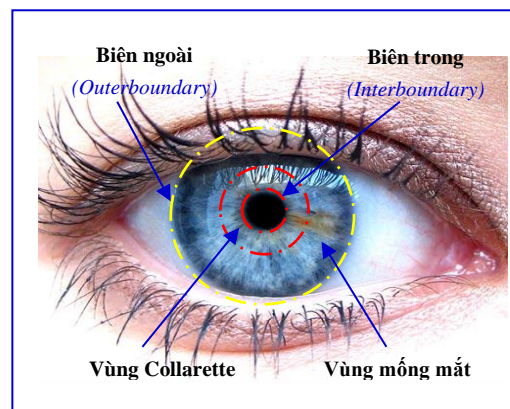
Hình 1. Hệ thống nhận dạng màng mồng mắt điển hình

2.1. Phân đoạn

Do vùng mồng mắt là vùng có cấu trúc phức tạp và duy nhất với mỗi cá nhân nên ta sẽ lấy vùng mồng mắt làm vùng nhận dạng.

Giai đoạn đầu tiên của nhận dạng màng mồng mắt là tách phần thực của màng mồng mắt từ một ảnh mắt số, phần màng mồng mắt được minh họa ở Hình 2 có thể xem như có hai vòng tròn, một là ranh giới giữa màng mồng mắt và tròng trắng (outer boundary), hai là giữa màng mồng mắt và con ngươi (inter boundary).

Báo cáo áp dụng một kỹ thuật dò tìm con ngươi bằng cách phân ngưỡng (linear thresholding), phương pháp tìm miền liên thông lớn nhất và dùng vùng nửa màng mồng mắt từ phía con ngươi (zigzag collarette region). Việc dùng vùng nửa màng mồng mắt là để hạn chế phần che phủ màng mồng mắt bởi lông mi và mí mắt.



Hình 2. Minh họa màng mồng mắt

Mục đích của phương pháp này là xác định tâm và bán kính con ngươi dùng cho việc tách màng mồng mắt. Ý tưởng chính là làm sao chuyển ảnh về dạng nhị phân (vẫn giữ nguyên ảnh gốc) mà trong đó chỉ còn lại con ngươi (đen) và nền (trắng). Duyệt ma trận ảnh nhị phân, xét hàng và cột có giá trị điểm đen lớn nhất. Đây chính là đường kính của con ngươi, từ đó suy ra tâm và bán kính.

2.2. Chuẩn hóa

Để dễ dàng xử lý, tác giả chuyển những điểm ảnh trên ảnh mống mắt (hình vành khăn) về dạng ảnh hình chữ nhật bằng giải thuật của John Daugman gọi là “Rubber sheet model”. Giải thuật này chuyển những điểm ảnh trên ảnh mống mắt từ tọa độ Đề-các sang ảnh hình chữ nhật trong hệ tọa độ cực (r, θ) với r trong khoảng [0,1] và θ là góc [0,2 π].

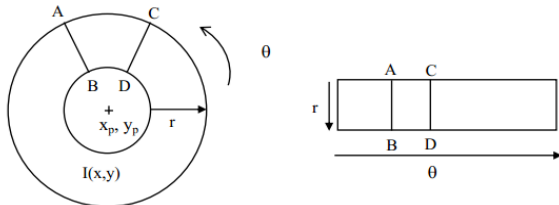
Công thức tính như sau:

$$I(x(r,\theta), y(r,\theta)) \rightarrow I(r,\theta)$$

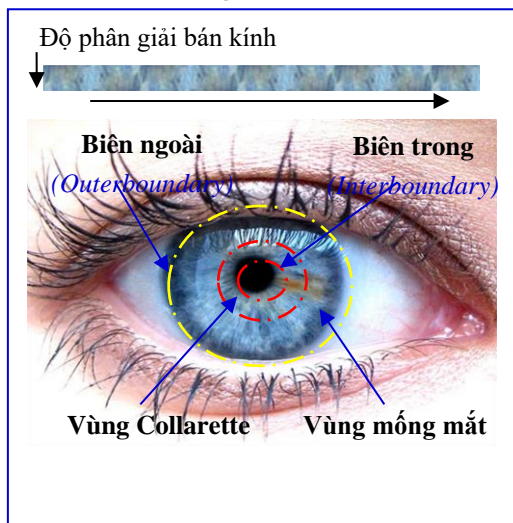
Với:

$$x(r,\theta) = (1-r)x_p(\theta) + rx_i(\theta)$$

$$y(r,\theta) = (1-r)y_p(\theta) + ry_i(\theta)$$



Hình 3. Minh họa quá trình chuyển mống mắt về dạng hình chữ nhật



Hình 4. Kết quả chuyển mống mắt về dạng hình chữ nhật

Với $I(x, y)$ là ảnh mống mắt, (x, y) là tọa độ ở hệ tọa độ Đề-các, (r, θ) tọa độ ở hệ tọa độ cực, x_p, y_p và x_i, y_i là tọa độ tâm và bán kính đường bao con ngươi và mống mắt theo hướng θ . Tâm của con ngươi được xem như là điểm tham chiếu và vector bán kính sẽ quét hết phần mống mắt. Một số điểm ảnh sẽ được chọn dọc theo bán kính và được định nghĩa là độ phân giải bán kính (Radial resolution). Số bán kính được chọn dọc theo hướng của θ phủ hết phần mống mắt được định nghĩa là độ phân giải góc (Angular resolution). Số điểm trên bán kính là một hằng số được chọn tùy thuộc vào cơ sở dữ liệu. Quá trình này sẽ sản sinh ra một mảng hai chiều với hướng ngang là độ phân giải góc và hướng đứng là độ phân giải bán kính. Do giải thuật của bài báo là dùng vùng nửa mống mắt, thay vì lấy toàn bộ mống mắt nên chỉ xét tâm của con ngươi mà không quan tâm đến tâm của mống mắt. Quá trình xác định đường bao con ngươi có thể không chính xác 100% nên để tránh lấy

nhầm dữ liệu nằm trên con ngươi, giải thuật bỏ qua một số điểm ảnh dọc theo đường bao con ngươi. Đầu tiên, chúng ta nói về định nghĩa loại tín hiệu mà chúng ta sẽ phân tích với biến đổi Haar.

Trong suốt phần này, chúng ta làm việc bao quát với các tín hiệu rời rạc. Tín hiệu rời rạc là một hàm theo thời gian với các giá trị xuất hiện ở các thời điểm rời rạc nhau. Thông thường chúng ta ký hiệu tín hiệu rời rạc dưới dạng $f = (f_1, f_2, f_3, \dots, f_N)$, N là số chẵn nguyên dương được gọi là chiều dài của f . Giá trị của f là N số thực f_1, f_2, f_N, \dots . Những giá trị này thường được lấy từ một tín hiệu analog nào đó, được đo ở những thời điểm $t = t_1, t_2, \dots, t_N$. Do đó giá trị của f được biểu diễn.

$$f_1 = g(t_1), f_2 = g(t_2), \dots, f_N = g(t_N)$$

Để đơn giản, ta giả sử độ tăng thời gian phân chia mỗi cặp giá trị thời gian kế tiếp nhau thì luôn luôn giống nhau. Chúng ta sẽ dùng cụm từ giá trị mẫu có khoảng cách giống nhau hoặc gọi vắn tắt là giá trị mẫu, khi tín hiệu rời rạc có giá trị được lấy theo cách trên.

Một ví dụ quan trọng của giá trị mẫu là tập các giá trị dữ liệu được lưu trong audio file trên máy tính (chẳng hạn file.wav). Một ví dụ khác là giá trị cường độ âm thanh được ghi trên compact disc. Một ví dụ, với tín hiệu analog không phải âm thanh, là giá trị điện tâm đồ được số hóa.

Giống như các biến đổi Wavelet, biến đổi Haar phân tích một tín hiệu rời rạc thành 2 tín hiệu có chiều dài bằng 1/2 tín hiệu ban đầu. Một tín hiệu con là phép biến đổi theo trung bình hoặc theo phương, tín hiệu con còn lại là phép biến đổi dựa vào độ sai khác hoặc độ biến thiên.

Nhận thấy rằng biến đổi Haar có hai tính chất bảo toàn năng lượng và nén. Điều này rất phù hợp với mục đích chuyển ảnh mống mắt hình chữ nhật về dạng nhỏ hơn nhưng vẫn bảo toàn năng lượng không ảnh hưởng đến kết quả nhận dạng. Do đó, tác giả chọn biến đổi Haar áp dụng cho việc tiền trích lọc đặc trưng nhằm giảm tối đa dung lượng ảnh mống mắt. Tất cả ảnh sau khi biến đổi sẽ được thống kê để tính ra một lược đồ mức xám chung. Một hàm số phi tuyến sẽ được áp dụng chuyển đổi các giá trị của ảnh sau biến đổi về dạng nhị phân phục vụ cho quá trình so sánh ra quyết định so sánh và quyết định.

2.3. Trích thuộc tính và so đối sánh

Khoảng cách Hamming (HD) là phát minh của Richard Hamming. Đầu tiên được dùng để dò tìm và sửa lỗi trong truyền thông số. Nó cho ta cách tính có bao nhiêu bit giống nhau giữa hai mẫu bit (2 vectors nhị phân). Sử dụng khoảng cách Hamming của hai mẫu bit, ta có thể xác định hai mẫu bit đó có cùng được tạo ra từ một mống mắt hay không? Trong việc so sánh các mẫu bit X và Y, khoảng cách Hamming được định nghĩa là tổng của XOR giữa X và Y trên N, với N là tổng số bits trong mẫu bit.

Vấn đề của việc so sánh giữa các mẫu mống mắt (Iriscode) khi chúng ta muốn xác thực một người dùng. Ảnh mắt của người cần xác thực sẽ được chụp và tạo ra Iriscode. Bộ Iriscode này sẽ được so sánh với cơ sở dữ liệu Iriscodes đã tạo từ trước. Chúng ta áp dụng khoảng cách Hamming trên iriscode của người cần xác thực lên từng mẫu iriscode trong cơ sở dữ liệu. Nếu kết quả bằng 0 coi

như hai iriscode là của cùng một người và ngược lại. Nhưng trên thực tế điều này không luôn xảy ra do nhiều nguyên nhân như ảnh bị xoay, ánh sáng do lúc chụp ảnh... nên kết quả thu được gọi là trùng khớp chỉ dưới một ngưỡng nào đó. Phương pháp xác định ngưỡng dựa trên phương pháp thống kê độc lập.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Cơ sở dữ liệu

Bài báo dùng cơ sở dữ liệu ảnh mắt của Viện tự động hoá khoa học thuộc Học viện khoa học Trung Quốc (The Chinese Academy of Sciences-Institute of Automation) viết tắt là CASIA. Cơ sở dữ liệu ảnh mắt chụp bằng loại cảm biến quang học số (digital optical sensor), thiết kế bởi phòng thí nghiệm Quốc gia thuộc bộ phận nhận dạng mẫu, Trung Quốc (National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR)).

3.2. Bàn luận kết quả

So với các phương pháp trước đây thì phương pháp trong bài báo có thêm một bước nén ảnh trong quá trình nhận dạng nên làm giảm đáng kể thời gian xử lý của hệ thống. Trong những ứng dụng như hộ chiếu sinh trắc, các ứng dụng có bộ cơ sở dữ liệu lớn và các ứng dụng thời gian thật, ngoài độ chính xác ra thì thời gian xử lý cũng là một yếu tố rất quan trọng.

Đối với phương pháp trong bài báo, do có thêm một bước nén ảnh trong quá trình xử lý nên dẫn tới độ chính xác của thuật toán có giảm đi một chút nhưng lại cải thiện được thời gian xử lý rất nhiều.

Tỉ lệ nhận dạng chính xác trong bài báo là:

$$100 - ((FAR + FFR) / 2) = 99.84\%$$

Tuy kết quả có giảm đi chút ít so với thuật toán kinh điển của Daugman nhưng về mặt thời gian xử lý đã nhanh lên rất nhiều lần.

Tác giả thực hiện tính toán trên hàng trăm lần trích lọc đặc trưng và so sánh. Qua bảng dưới, nhận thấy rằng thời gian thực hiện giải thuật trích lọc đặc trưng của bài báo khá lý tưởng (60.8ms). Kết quả so sánh (HD) đạt được tốc độ 0.09ms là phụ thuộc vào giai đoạn trích lọc đặc trưng, vì chỉ thực hiện so sánh trên 192 bit.

Bảng 1. Kết quả thời gian xử lý trích lọc đặc trưng và so sánh HD

Phương pháp (1)	Trích lọc đặc trưng (ms) (2)	So sánh (ms) (3)	(2) và (3)
Daugman	628.5	4.3	686.8
Wildes	210.0	401.0	611.0
Boles	170.3	11.0	181.3
Li Ma	260.2	8.7	268.9
Li Ma	244.2	6.5	250.97
Rov & Bhattacharva [20]	80.3	162.2	245.5
Rov & Bhattacharva [20]	20.3	130.4	150.7
PP trong bài báo	60.8	0.09	60.89

4. Kết luận

Có thể thấy là phương pháp trong bài báo đã cải thiện đáng kể tốc độ xử lý. Trong các ứng dụng thời gian thực hoặc các ứng dụng trên Internet có số lượng ảnh xử lý lớn, tốc độ xử lý là rất quan trọng. Nếu sử dụng thuật toán trong bài báo thì sẽ cải thiện đáng kể điều này. Thế mạnh của giải thuật trích lọc đặc trưng đưa ra trong bài báo là làm giảm tối đa kích thước dữ liệu phục vụ lưu trữ và tốc độ so sánh quyết định. Để tận dụng lợi điểm này, một hệ thống chạy trên môi trường client và server nên được triển khai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mei, X (2006), "Iris Recognition Technique", *Journal of Electronic Science and Technology of China*, 4 (3), pp. 219-224.
- [2] Mukherjee, R (2007), *Indexing techniques for fingerprint and iris databases*, West Virginia University, Morgantown, WV.
- [3] "Note on CASIA-IrisV1", Center for Biometrics and Security Research, viewed in 9 N ov 2008, <<http://www.cbsr.ia.ac.cn/IrisDatabase/irislogin.html>>.
- [4] Poursaberi, A & Araabi, BN(2005), "A Novel Iris Recognition System Using Morphological Edge Detector and Wavelet Phase Features", *CIGST*, viewed in 02 N ov 2008, <<http://www.icgst.com/gvip/v6/P1150517004.pdf>>.
- [5] Roy, K & Bhattacharya, P (2008), "Optimal Features Subset Selection and Classification for Iris Recognition", *EURASIP Journal*, viewed in 01 N ov 2008, <<http://www.hindawi.com/journals/ivp/2008/743103.abs.html>>.
- [6] "Webpage for John Daugman", University of Cambridge, viewed in 01 N ov 2008, <<http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/>>
- [7] Vatsa, M, Singh, R & N oore, A (2006), "Reducing the False Rejection Rate of Iris Recognition Using Textural and Topological Features", *International Journal of Signal Processing 2*, viewed in 05 N ov 2008, <<http://www.waset.org/journals/ijsp/v2/v2-2-11.pdf>>.

(BBT nhận bài: 19/06/2014, phản biện xong: 23/09/2014)