

## NHẬN DẠNG VÀ BIOMETRICS: MỘT SỐ KẾT QUẢ VÀ NHỮNG TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG ĐÁNG KỂ

Nguyễn Cao Thắng<sup>1</sup>, Đoàn Thiện Ngân<sup>2</sup>, Trần Thành Trai<sup>3</sup>, Võ Thành Công<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Đại học Dân Lập Văn Lang TP.HCM, <sup>2</sup> Đại học Kinh Tế TP.HCM,

<sup>3</sup> Đại học Mở Bán Công TP.HCM, <sup>4</sup> PC 21 Công An TP.HCM

(Bài nhận ngày 25 tháng 12 năm 2001, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 30 tháng 1 năm 2002)

**TÓM TẮT:** Bài này gồm 2 phần chính : (1) trình bày tóm tắt một số kết quả của đề tài "Nghiên cứu và ứng dụng một số thuật toán xử lý phân tích và nhận dạng các ảnh vân tay ..." đã nghiệm thu xuất sắc tại Sở Khoa Học Công Nghệ & Môi Trường Tp. HCM cuối tháng 02/2000, và một vài kết quả đã tự nghiên cứu thêm gần đây. (2) tóm tắt hiện trạng và tiềm năng ứng dụng sinh trắc học ở quốc tế và Việt Nam, nhất là về vân tay và tròng mắt, sau cùng là phân tích tiềm năng ứng dụng nhận dạng ảnh cho một số vấn đề nông nghiệp và công nghiệp Việt Nam, thật sự có tầm giá trị cả triệu USD, rất tiếc là dường như vẫn còn "trong phạm vi thí nghiệm".

### 1. Phân tích và đối sánh / nhận dạng tự động các ảnh vân tay :

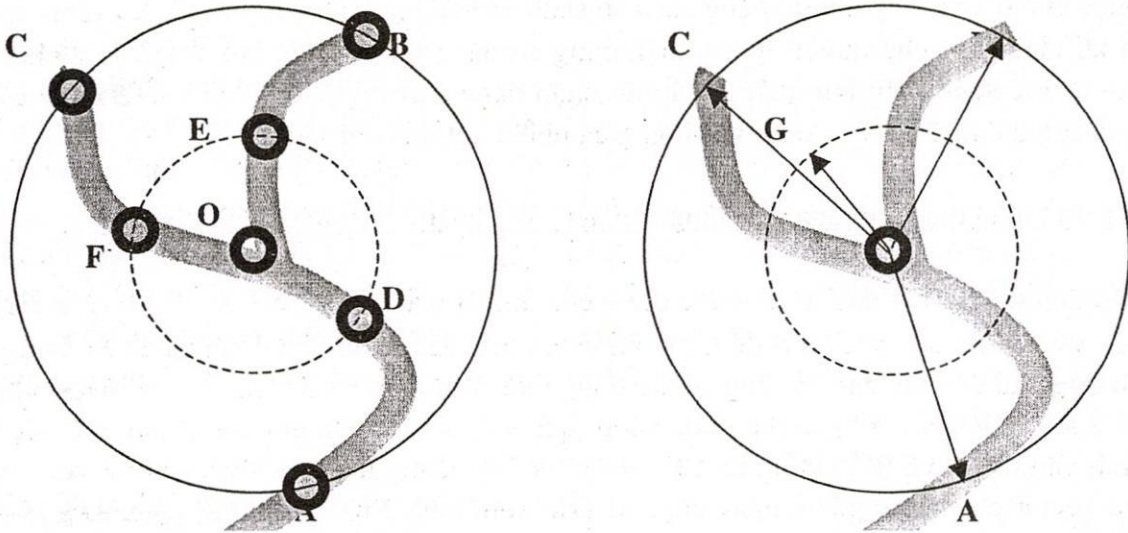
Đề tài này được khởi động khoảng tháng 12/98, khoảng tháng 04/99 đạt các kết quả phân tích, khoảng tháng 07-08/99 đạt những kết quả đối sánh tốt, đến khoảng tháng 12/99 thì hoàn tất các báo cáo, và nghiệm thu xuất sắc ngày 29-02-2000, sau nhiều thử nghiệm phản biện độc lập với hàng trăm ngàn đối sánh. Báo cáo nghiệm thu dày 279 trang (mất khoảng 4 tháng đúc kết và biên soạn) trong đó khoảng 160 trang là liệt kê tóm tắt các kết quả đối sánh, phần còn lại trình bày rất nhiều kết quả dạng hình ảnh, biểu đồ, phân tích, v.v... Thời gian nghiên cứu ngắn, do vậy chúng tôi chỉ tập trung vào những vấn đề cốt lõi nhất của phân tích và đối sánh ảnh vân tay (tôi không theo tiếp cận làm mảnh nét, không tìm vùng tâm và các vùng tam giác, và cũng không theo tiếp cận đối sánh đồ thị) và sau này thấy rằng mình đã quyết định rất đúng. Tuy chỉ khai thác những thuật toán không phức tạp, nhưng đấy thực sự là nền tảng của thành công, và càng về sau này chúng tôi càng nắm vững vấn đề phân tích và đối sánh ảnh vân tay. Xin góp vài ý: nhiều năm qua trong nước đã thất bại về nhận dạng vân tay một phần vì tài nguyên máy tính, nhưng cũng vì thiếu sự tự lực điều nghiên sâu rộng, và cũng do hay quá chăm chăm "bắt chước" quốc tế.

Bài này chỉ có thể trình bày rất tóm tắt về các thành quả đã đạt được (cả sau khi nghiệm thu vẫn tiếp tục nghiên cứu nâng cao chất lượng), không có điều kiện đi vào chi tiết.

#### 1.1 Các bước xử lý ảnh và phân tích cấu trúc đặc điểm vân tay :

Dù là chưa tập trung cho xử lý khử & chống nhiễu, đề tài này cũng đã kết hợp 3 thuật toán khác nhau, để khử & chống nhiễu ở cấp ảnh vật lý (bước (1) & (2)), và chống nhiễu ở cấp phân tích đặc điểm nét ảnh (bước (4), (7) & (8)) . Tóm tắt các bước xử lý của tiểu hệ phân tích cấu trúc như sau:

1. Ước định các vùng mực lem / nhoè và khử bột đi (giảm sự lem / nhoè).
2. Lọc tách nét (dùng một toán tử quasi-Laplacian) và ước lượng ngưỡng tự động (dùng một dạng 2-means estimator) để nhị-phân-hoá nét (thành các nét đen / trắng)
3. Tách các vùng liên thông đen (tức là các nét vân tay nổi, tuy một số có thể bị dính liền nhau) để sau đó phân tích dạng thể của từng đường nét biên . (Thuật toán vùng liên thông này đã được R&D và nhiều ứng dụng tốt từ mấy năm trước.
4. Loại bỏ các nét bị gãy vụn thành quá ngắn ngủi (thường là do nhiễu hoặc bị thiếu mực). Xác định khuôn dạng thô của toàn vân tay (để sau này loại bỏ các đầu mút ở ven rìa vân tay), và khoanh vùng để loại bỏ các khu vực có nhiều nét gãy vụn.
5. Dò tìm tất cả các đường biên của các nét vân tay, kể cả các đường biên của các lỗ kín có hình dạng bất kỳ.
6. Phân tích dạng thể cục bộ của các đường biên để tìm các các “đầu mút”.
7. Phân tích các đường biên để tìm các “hốc”. Các đầu mút & các hốc là 2 loại đặc điểm cơ bản nhất, có thể dùng mô tả được toàn bộ các loại cấu trúc nét vân tay.
8. Tìm các “giả thuyết W”: là các đầu mút độc lập (không có những đầu mút khác nằm quá gần) và nằm ngoài các vùng nhiễu . Các đầu mút độc lập thường có xác suất cao (có trường hợp đến hơn 80%) là các nét “tròn” (sẽ dùng ký tự “W” cho tiện), là một lớp dạng thể rất tốt cho việc đối sánh / nhận dạng / giám định các ảnh vân tay . Cũng lưu ý là dạng “W” có thể xem như dạng “Y” trắng .
9. Tìm các “giả thuyết Y”: là các hốc độc lập và nằm ngoài các vùng nhiễu . Các hốc độc lập thường có xác suất tương đối cao (có trường hợp đến trên 50-60%, nếu ít nhiễu) là các nét “Y” (dạng chạc nà màu đen), cũng là lớp dạng thể rất tốt cho việc đối sánh / nhận dạng / giám định ảnh vân tay .
10. Sắp xếp & lưu các tiểu ảnh mô tả cấu trúc cục bộ xung quanh các “giả thuyết W”, lập chúng thành các bảng ảnh (và bảng tọa độ) để dễ quan sát chi tiết và / hoặc đối sánh bằng mắt (giúp cho việc đánh giá chất lượng kết quả phân tích và nghiên cứu các thuật toán đối sánh cấu trúc).
11. Tương tự như bước (10), nhưng cho việc tìm các “giả thuyết Y”.
12. Phân tích dạng thể nét vân tay cục bộ trong từng tiểu ảnh và chọn lọc ra các nét có dạng thể tương tự các “chạc nà” màu trắng, là các nét “tròn” (“W”). Đây là một công đoạn phức tạp, kết hợp khá nhiều thuật toán đã dùng trong các tầng trước. Vẽ các ký hiệu đặc trưng (tự thiết kế) lên ảnh để đánh dấu các nét đặc điểm “W”.
13. Tương tự như bước (12), nhưng cho việc tìm các nét “Y”: các dạng thể chạc nà màu đen. Vẽ các ký hiệu đặc trưng (tự thiết kế) lên ảnh để đánh dấu các nét “Y”.
14. Sắp xếp và lưu các cấu trúc dữ liệu cho tất cả các nét “W” và “Y” tìm được. Thuật toán đối sánh (tầng cuối, sẽ bàn ở sau) chỉ cần làm việc với các chi tiết cấu trúc đã phân tích là đủ để quyết định đối sánh.



**Hình 1** Minh họa 2 tiếp cận cho việc định hướng và phân tích dạng thể các nét chạc ba, cả cho các nét tròn (“W”, trắng) và các nét “Y” màu sẫm (dùng minh họa trong hình). Đây là 2 tiếp cận chúng tôi tự điều nghiên : mới đầu dự trù dùng 6 vectors (hình a), nhưng do độ phân giải khá thấp, chỉ 300 dpi, nên đã đơn giản hoá chỉ sử dụng 4 vectors (hình b), trong đó OG là vector phân giác của góc chạc ba. Hai tiếp cận này cung cấp thông tin về độ uốn cong của các đường nét chi tiết, do vậy tốt hơn nhiều so với tiếp cận của Ngô Tứ Thành [NN98, N99, N00] đã công bố trong nước một số bài báo tháng 08/98, 06/99 và 03/2000. Tiếp cận của N. T. Thành chỉ mới quan tâm đến việc định hướng chung chung mà chưa thấy rằng dạng thể uốn khúc địa phương của đường vân tay cũng là một yếu tố quan trọng trong việc đối sánh (vì hai nét chạc ba có thể có cùng dạng tổng quát của tam giác bao ABC, nhưng lại có thể rất khác nhau về các hướng uốn cong !). Ngoài ra, cũng có những trường hợp một vài nhánh bị cắt ngắn. Các vấn đề này được giải quyết tốt hơn đáng kể với tiếp cận (a) và (b) của tôi như trên.

## 1.2 Các thuật toán cho việc đối sánh cấu trúc & nhận dạng vân tay

Một cách tóm tắt và hình tượng hoá, vấn đề đối sánh cấu trúc giữa 2 vân tay có thể hiểu như là việc chúng ta xoay và di dời 2 tấm phim trong suốt áp vào nhau (mỗi tấm in hình 1 vân tay, với các điểm đặc trưng được đánh dấu thật rõ), và cố gắng sao cho có thật nhiều nét đặc điểm được khớp với nhau giữa 2 vân tay. Sau bước đối sánh tự động này, ta được một con số cho biết mức độ “tương tự” giữa 2 vân tay đang quan tâm. Nếu 2 vân tay giống nhau, độ đo tương tự sẽ là một con số lớn, và ngược lại. (Tuy nhiên, có thể do ngẫu nhiên vì nhiễu, tạp, hoặc méo mó, một số cặp vân tay đúng thật lại có độ đo tương tự thấp, và một số cặp vân tay không đúng thật lại có độ đo tương tự khá cao.) Thuật toán đối sánh vân tay thật ra có 2 cấp độ : (a) cấp đơn thể (giữa từng nét đặc điểm với nhau); (b) cấp toàn thể vân tay (giữa toàn thể một vân tay này với toàn thể một vân tay khác).

Vấn đề tiếp theo đối sánh tự động là nhận dạng tự động, tức là cho ra một quyết định về tính chất : hai ảnh vân tay này có phải là 2 lần lãn của cùng một ngón tay hay không ? Đây cũng là một vấn đề không đơn giản, bởi vì, như đã nói ở trên, bản thân độ đo tương tự cũng

không được chính xác. Tuy nhiên, bằng cách so sánh và sắp hạng nhiều kết quả đối sánh, có thể thiết kế những cơ chế quyết định / nhận dạng có năng lực tốt (tức là có xác suất nhận đúng cao và xác suất nhận lầm thấp). Vấn đề nhận dạng vân tay (identification) do vậy có thể xem là cấp độ thứ 3 (c) : so sánh và chọn giữa nhiều kết quả đối sánh.

a. Thuật toán “ướm thử” cấp đơn thể (từng cặp nét “W” hoặc “Y” giữa 2 ảnh vân tay)

Ở cấp đơn thể, ta bắt đầu từ mỗi đặc điểm của ảnh B (cả 2 loại “W” & “Y”), và ta tìm cách xoay và di dời toàn bộ ảnh B để trùng khớp với một đặc điểm nào đó của ảnh A. Trong quá trình ướm thử đơn thể này ta cũng có thể đồng thời đếm xem tổng cộng có bao nhiêu đặc điểm (cả 2 loại “W” và “Y”) có thể được khớp (qua việc xoay và di dời ảnh B như nói trên) giữa 2 ảnh vân tay A và B”. Mỗi nét “W” hoặc “Y” được mô tả bằng 4 vectors : 3 vectors nhánh và vector phân giác góc ở ngay chạc ba (xin xem hình 2(b)), ta có thể gọi chung là 4 vector nhánh cho gọn. Tạm thời, ta hãy chỉ quan tâm tới các nét “W” trong 2 ảnh (vì các nét “Y” cũng được xử lý bởi cùng thuật toán này). Khi duyệt qua từng nét  $wB[m]$  (nét “W” thứ m của ảnh B), ta rà soát bên danh mục  $\{wA[j]\}$  xem có  $wA[j]$  nào có thể khớp với  $wB[m]$ , trong giới hạn xoay và di dời. Trước hết là tính góc xoay: từ mỗi cặp vector nhánh giữa  $wB[m]_{vec}[q]$  và  $wA[j]_{vec}[q]$  (tương ứng), dùng phép cross-product, ta tính ra được một góc độ  $\theta [q]$ .

Ta biết rằng :

$$\begin{aligned} \text{vec1} \times \text{vec2} &= |\text{vec1}| * |\text{vec2}| * \sin(\theta) & (2.1) \\ \text{vec1} \cdot \text{vec2} &= |\text{vec1}| * |\text{vec2}| * \cos(\theta) \end{aligned}$$

với  $\theta$  là góc giữa 2 vectors  $\text{vec1}$  và  $\text{vec2}$ . Vì mỗi góc  $\theta [q]$  thường có giá trị vừa phải (không mấy lớn hơn hoặc nhỏ hơn 0), nên ta dùng cross-product là tiện nhất để tính từng giá trị  $\sin(\theta [q])$ , và với cách tính “trung bình cộng” gián tiếp, ta tính được một ước lượng về  $\sin()$  của góc xoay cần tìm (là  $\alpha [j, m]$ ) :

$$\sin(\alpha [j, m]) = \frac{\sum (wA[j]_{vec}[q] \times wB[m]_{vec}[q])}{\sum (len(wA[j]_{vec}[q]) * len(wB[m]_{vec}[q]))} \quad (2.2)$$

Mỗi khi góc  $\alpha$  được tính nằm trong giới hạn cho phép, ta được 1 trường hợp “có thể khớp” (gọi là giả thuyết  $mwAB[j, m]$ ), và giá trị “độ khớp” được tính như sau :

$$\text{khớp}(mwAB[j, m]) = \frac{\sum \text{dot}(wA[j]_{vec}[q], wB[m]_{vec}[q])}{\cos(\alpha[j, m])} \quad (2.3)$$

Đây cũng có dạng cơ bản là một phép trung bình cộng khác, liên quan đến  $\cosin()$  của từng góc  $\theta [q]$ . Do vậy, nếu  $wA[j]$  mà khớp thật tốt với  $wB[m]$  thì độ khớp tối đa sẽ bằng  $\sum (len(wA[j]_{vec}[q]) * len(wB[m]_{vec}[q]))$ , vì mọi  $\theta [q]$  đều bằng nhau, và bằng  $\alpha[j, m]$ , do vậy chúng triệt tiêu nhau giữa tử số và mẫu số. Phần tổng này cho ta thấy vai trò của độ dài từng vector (mỗi nhánh càng dài càng đáng tin cậy).

Với góc xoay đã tìm được như trên, ta áp dụng phép xoay với góc  $\alpha[j, m]$  cho toàn thể ảnh B, thì hướng của  $wB[m]$  sẽ trở nên “cùng hướng” với  $wA[j]$  (cần để ý là thuật toán không chỉ tìm cách khớp “hướng”, mà còn kết hợp thêm những yếu tố dạng thể như đã bàn ở trên). Kế tới ta tính vector di dời  $dS$  (tức  $\{dX, dY\}$ ) cần có để (sau khi đã xoay toàn bộ ảnh B theo góc  $\alpha[j, m]$ ) làm cho tọa độ của  $wB[m]$  cuối cùng trở nên trùng với tọa độ của  $wA[j]$ . Xin tham khảo báo cáo nghiệm thu chính để xem minh họa nếu cần, và để ý là mỗi nét  $wB[m]$  và  $wA[j]$  đều dùng gốc tọa độ riêng (giữa khung bao phủ) của từng ảnh vân tay, và bước “ướm thử” được quy ước là xảy ra trong không gian tọa độ của ảnh A. Vector di dời  $dS$  chỉ là sự sai biệt về tọa độ giữa  $wB[m]$  và  $wA[j]$ :

$$dS = wA[j] - wB[m] = wA[j] - \text{rotate}(wB[m], \alpha[j, m]) \quad (2.4)$$

Như vậy, ta đã tính được một bộ thông số biến thiên ( $\alpha[j, m], dX, dY$ ) để “ướm thử” một nét đặc điểm  $wB[m]$  trong ảnh B với một nét đặc điểm  $wA[j]$  trong ảnh A. Và sự “ướm thử” giữa 2 nét đặc điểm này có một độ “khớp” được tính theo công thức khớp ( $mwAB[j, m]$ ) như trên (4.3). Mỗi nét đặc điểm  $wB[m]$  trong ảnh B có thể sẽ tìm được một số đáng kể các giả thuyết “ướm thử”  $wA[j]$  bên ảnh A, và ta chỉ giữ các giả thuyết có độ khớp trên một ngưỡng đã định trước, để loại bỏ các giả thuyết quá yếu.

#### b. Thuật toán đối sánh cấp toàn thể vân tay

Như trên, sau khi duyệt qua tất cả các nét “W” & “Y” của ảnh B và tìm tất cả những giả thuyết “ướm thử” của chúng với những nét “W” & “Y” trong ảnh A, chúng ta đã thu được một số đáng kể các bộ thông số biến thiên ( $\alpha, dX, dY$ )[p] của những giả thuyết ướm thử ấy. Ta có thể hình dung các ( $\alpha, dX, dY$ )[p] như những điểm / vector trong một không gian 3D trừu tượng (tạm gọi là không gian thông số đối sánh). Về số lượng thì thường là một vài trăm, có thể đến gần một ngàn (nếu 2 vân tay khá giống nhau và có nhiều nét đặc điểm tốt).

Chúng ta có thể hình dung là các điểm / vectors ( $\alpha, dX, dY$ )[p] có khuynh hướng “tụ tập” xung quanh một điểm nào đó, và điểm / vector ấy có thể tương ứng với bộ thông số tốt nhất cho việc “khớp” 2 vân tay. Nếu điều này là đúng (trong khá nhiều trường hợp), thì ta có 1 heuristics khá đơn giản: tìm những nhóm điểm (clusters), và chọn nhóm “cô đọng nhất và quy tụ nhiều điểm nhất” làm “lời giải”. Tuy nhiên, trên thực tế, thì phương pháp này không cho kết quả tốt nhất trong mọi trường hợp, do rất nhiều yếu tố khác nhau, bắt nguồn từ các sự méo mó, nhiễu & tạp, và độ nhập nhằng ngẫu nhiên giữa các nét đặc điểm, v.v... Riêng về hiện tượng nhập nhằng trong đối sánh toàn cục là một vấn đề đã được tôi khá quan tâm, cần phải tham khảo kỹ báo cáo chính mới có thể hiểu rõ. Những kinh nghiệm này cần phải trải qua khá nhiều thử nghiệm với những cặp vân tay đúng thật nhưng có độ khớp thấp.

Cần sự dung sai về tọa độ giữa các cặp đặc điểm khớp nhau, và sự nhập nhằng. Khi áp dụng một phép xoay và di dời (với bộ thông số ( $\alpha, dX, dY$ )[p]) cho toàn bộ ảnh B, khi đó nếu xem xét toàn thể 2 vân tay (như in trên 2 tấm phim trong suốt, với các đặc điểm được đánh dấu thật rõ), ta thấy thường chỉ có một số ít (vài chục) nét đặc điểm là thật sự “khớp” với nhau, dù rằng thường có rất nhiều đặc điểm trong cả 2 vân tay:

- Chỉ có một (hoặc vài) cặp đặc điểm (giữa 2 ảnh) là khớp thật tốt về toạ độ và hướng (gần như trùng nhau), một số có độ khớp vừa phải (sai biệt về toạ độ không vượt mức cho phép), và số còn lại phải xem như không khớp được (vì nếu ta cho phép được khớp dễ dãi quá sẽ đưa đến xác suất nhận lầm cao). Nguyên nhân chính là do các méo mó ngẫu nhiên trong quá trình lăn vân tay (sai biệt toạ độ do méo mó có thể đến hơn 10% kích thước của vân tay), và cũng có phần do nhiễu và tạp gây nên các đặc điểm giả. Do đó, phải cho phép một tầm mức dung sai toạ độ, và qua thử nghiệm nhiều đợt, đã xác định bán kính của phạm vi sai biệt cho phép tốt nhất là khoảng 10.9 pixels.
- Vì có dung sai về toạ độ và hướng, nên có thể xảy ra nhập nhằng, nghĩa là cho mỗi đặc điểm (đã xoay và di dời) của ảnh B, có thể có 2, 3 đặc điểm của ảnh A vừa “khớp” về hướng và dạng thể, vừa nằm trong hình tròn có bán kính 10.9 điểm ảnh xung quanh toạ độ mới của đặc điểm (từ ảnh B) mà ta đang quan tâm. Tuy nhiên số lượng các trường hợp nhập nhằng này không nhiều, thường chỉ là vài ba nhập nhằng.

Điều đáng ngạc nhiên là kinh nghiệm thực tế khi thử nghiệm các hàm đo độ tương tự, cho thấy khi đếm các cặp đặc điểm khớp nhau mà nếu ta đếm cả các nhập nhằng (để tính vào độ tương tự) thì lại có phần tốt hơn (về độ chính xác nhận dạng) so với khi ta loại bỏ không đếm các nhập nhằng !!! Sau nhiều đợt điều nghiên, thiết kế thuật toán, thử nghiệm, từ cuối tháng 03/99 đã tạm chọn dùng 2 thuật toán: một tương đối thô nhưng khá hiệu quả cho nhiều trường hợp, và một khá chậm, chỉ áp dụng cho những trường hợp có độ khớp yếu.

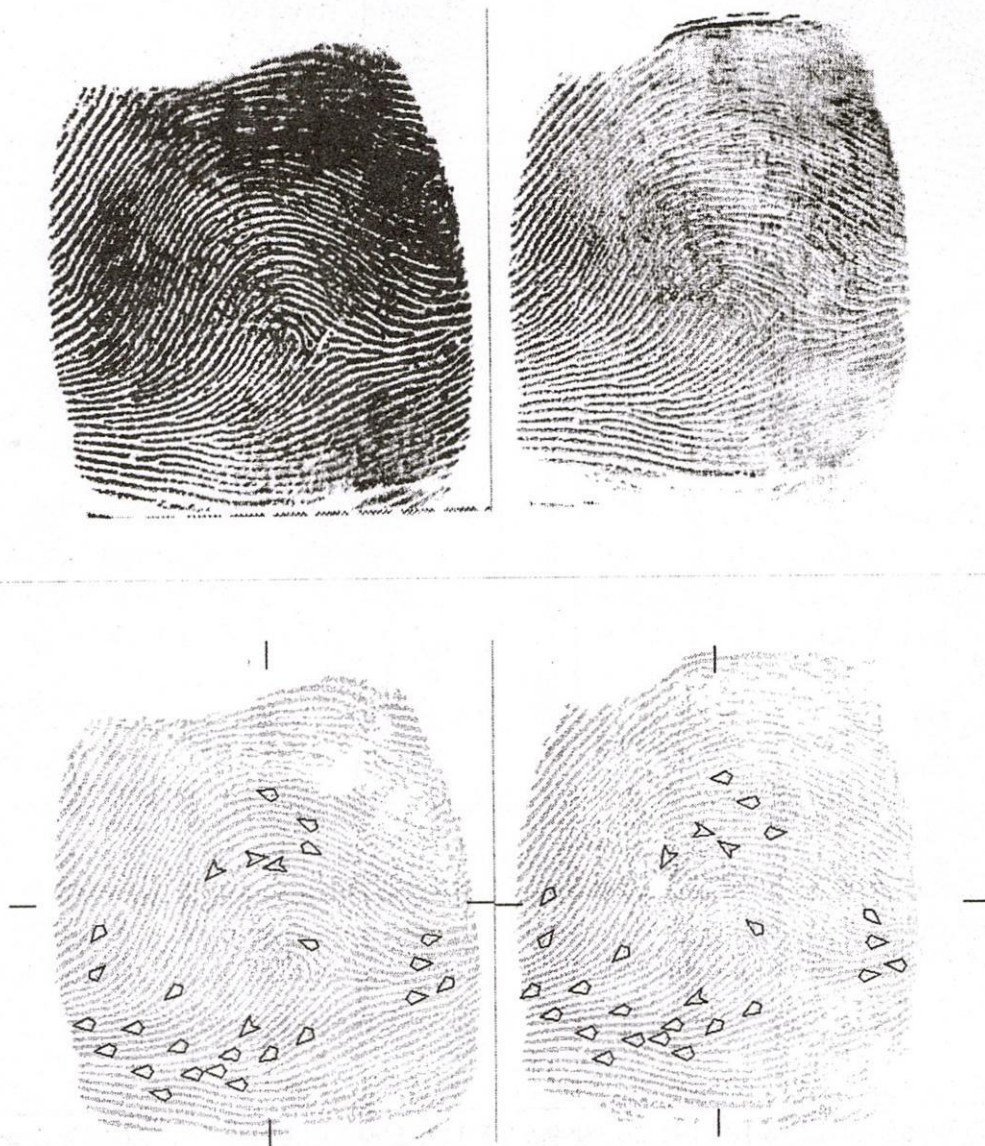
### c. Từ đối sánh đến quyết định nhận dạng

Sau bước đối sánh, phải giải quyết đến vấn đề quyết định nhận dạng. Giả sử chúng ta có một CSDL gồm nhiều vân tay (thí dụ, 1000), và hiện ta có một vân tay mới, chưa biết là giống với vân tay nào trong CSDL. Sau khi đã đối sánh vân tay mới này với tất cả 1000 vân tay trong CSDL, ta được 1000 con số độ đo tương tự. Thuật toán quyết định nhận dạng phải xử lý 1000 con số này và quyết định chọn ra một số ít (thí dụ, khoảng 3-10) các vân tay tương tự nhất so với vân tay mới. Lưu ý là trong một số trường hợp thì kết quả đúng thật có thể lại có độ đo tương tự khá thấp, trong khi đó thì một số kết quả sai lại có độ tương tự cao hơn đáng kể ! Cơ chế đơn giản nhất cho quyết định nhận dạng là chọn lọc theo cách “cắt ngưỡng” giá trị độ đo tương tự : thí dụ, chỉ giữ lại các kết quả có độ đo tương tự từ 20 trở lên. Khoảng tháng 04/99 (trước và sau buổi giám định ít lâu), đã thử dùng phương pháp rất thô này, nhưng độ chính xác không tốt : muốn đạt một tầm nhận đúng khoảng 95% phải chấp nhận mức nhận lầm khoảng 25%, là quá lớn. Ngay sau đó, điều nghiên thêm, đã nhận thấy có thêm 2 yếu tố quan trọng và kết hợp vào thuật toán :

- (a) Thứ hạng của một kết quả (khi so sánh với các kết quả khác trong cùng nhóm đối sánh) là có ý nghĩa quan trọng hơn giá trị độ đo tương tự của kết quả ấy. Như vậy, thay vì áp dụng cắt ngưỡng về giá trị độ đo tương tự thì ta nên áp dụng cắt ngưỡng theo thứ hạng thì tốt hơn (thí dụ, chấp nhận các kết quả có thứ hạng từ 1 đến 5).
- (b) Cần phải ước tính những giá trị ngưỡng về thứ hạng cho phép. Sau khi quan sát một số tương quan thống kê giữa kết quả mạnh nhất (có giá trị độ đo tương tự cao nhất

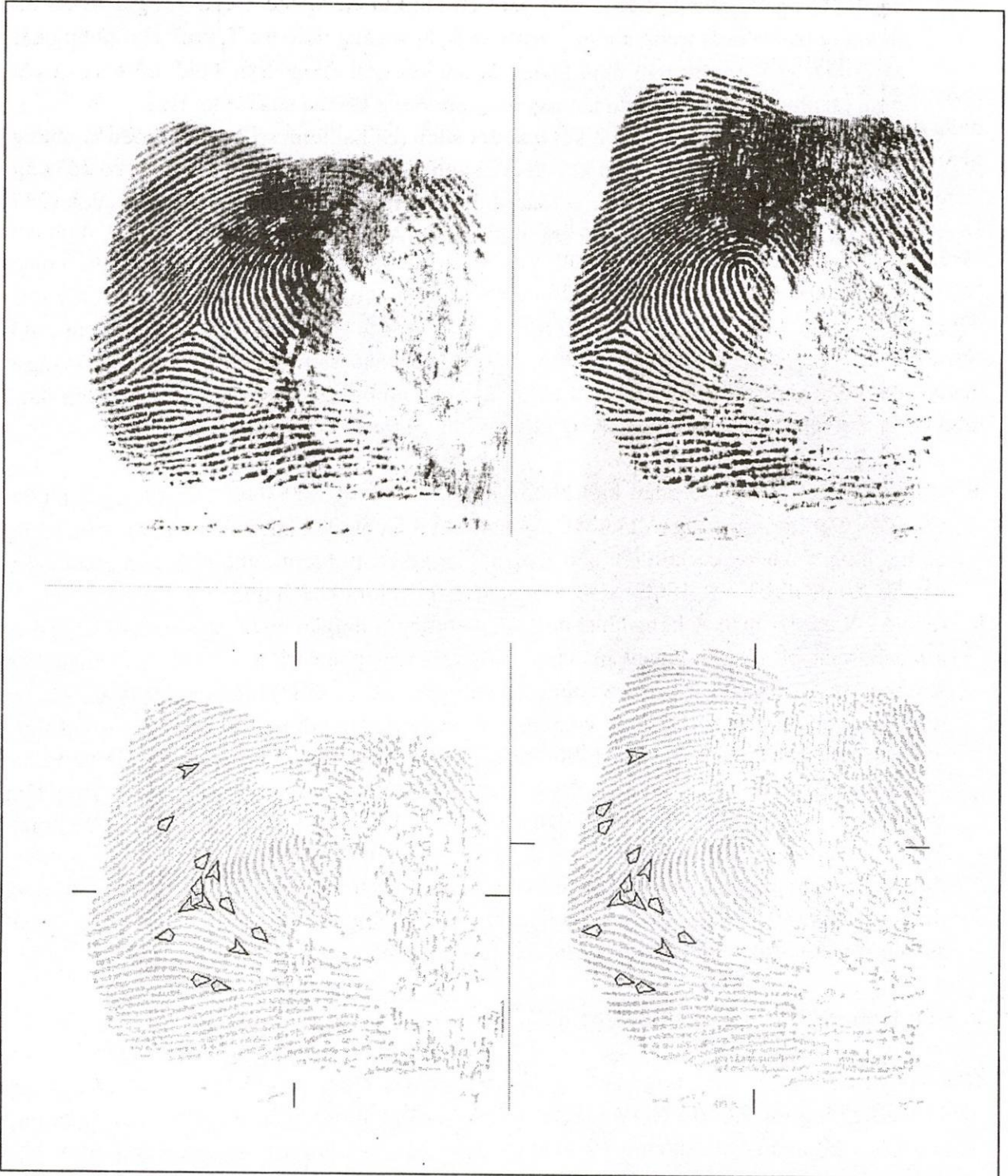
trong nhóm) và kết quả đúng thật, đã thấy rằng có thể ước lượng được khá tốt giá trị ngưỡng về thứ hạng cần thiết. Đã thấy rằng : nếu độ đo tương tự của kết quả mạnh nhất ( $S_{best}$ ) vượt một ngưỡng cao (khoảng 29-30+), thì kết quả mạnh nhất có thể tin tưởng là kết quả đúng thật, còn nếu độ đo tương tự  $S_{best}$  yếu hơn, thì giá trị ngưỡng về thứ hạng ( $T_{rank}$ ) phải là một hàm có biến thiên ngược chiều với giá trị độ đo tương tự mạnh nhất trong nhóm : nghĩa là  $S_{best}$  càng thấp thì  $T_{rank}$  cho phép phải càng lớn, mới có thể bảo đảm không bị sót kết quả đúng thật. Thiết kế hàm quyết định nhận dạng theo nguyên tắc này đã giảm đáng kể xác suất nhận lầm.

Sau đây là vài thí dụ điển hình về kết quả đối sánh (cả hai hình số 2 và số 3 đều là những trường hợp không bị lầm lẫn, sau khi đã đối sánh với 237 ảnh vân tay). Đề tài có 237 cặp ảnh vân tay đã thử nghiệm đối sánh toàn diện, cho ra 112 338 thử nghiệm đối sánh ( $237 * 237 * 2 = 112\ 338$ , thực hiện cả 2 chiều đối sánh (A->B và B->A) ).



Hình 2: 24ta1\_24ta5: <{ 24.33 97.831 34.224 23 4 23 4 4.23 5.69 58 47 48 31 2.5 -1 -19 }> (# 1)

Ảnh của lần lăn thứ 5 bị khá mờ và nhòe, nhưng vẫn khớp được khá tốt (vài nét được khớp không phải là đặc điểm tốt lắm). Dù không chuẩn hoá mức xám các ảnh, nhưng phương pháp tìm ngưỡng để nhị phân hoá nét vẫn xử lý khá tốt.



Hình 3 39pa1\_39pa5: <{ 12.18 101.191 22.238 9 5 8 5 3.06 2.99 25 13 31 17 5.7 21 50 }> (# 1)

Bị khuyết khá nhiều, và số đặc điểm được khớp thì cũng ít đi đáng kể, nhưng vẫn chưa bị nhận lầm (ảnh đúng của lần lăn #5 vẫn có độ tương tự cao nhất trong tất cả 237 cuộc đối sánh). Với tầm giá trị độ tương tự này thì có thể xảy ra nhận lầm (với xác suất nhỏ).



Số lượng ảnh vân tay đã thu thập khoảng gần 1500 ảnh (từ các đối tượng tạm giam), mỗi người thu 30 ảnh (5 lần lần cho 6 ngón), trong đó tôi được nhận khoảng gần 700 ảnh được dùng để thử nghiệm và hiệu chỉnh các thuật toán, số ảnh còn lại anh em Công An giữ và dùng để kiểm chứng phản biện nghiệm thu (thử nghiệm khoảng 150 cặp ảnh).

Về tầm mức chính xác của phần mềm này (qua hàng trăm ngàn cặp đối sánh thử nghiệm) :

Khi nghiệm thu (29-02-2000) :  
 nhận đúng 87.5 %, nhận lầm 0.053 %  
 nhận đúng 94.9 %, nhận lầm 1.8 %  
 nhận đúng 97.7 %, nhận lầm 5.71 %

Từ 04/2000 đến nay :  
 nhận đúng 91.3 %, nhận lầm 0.0366 %  
 nhận đúng 96.2 %, nhận lầm 1.9 %  
 nhận đúng 98.1 %, nhận lầm 3.98 %

Các thành quả trên là một cố gắng rất lớn, tuy nhiên các phân tích của tôi đã khẳng định còn nhiều tiềm năng để nâng cao chất lượng và tốc độ đối sánh / nhận dạng. Đã xác định được (và đang tiến hành) những hướng nghiên cứu phân tích dạng thể tổng quát của vân tay (các dòng chảy đường vân, cũng như các độ uốn cong của chúng) và tăng cường độ thông minh cho thuật toán so khớp các nét đặc điểm. Nếu thật sự đào sâu nghiên cứu trong khoảng 6 tháng nữa, chắc chắn sẽ giảm xác suất nhận lầm khá nhiều. Đã điều nghiên xác định được tiềm năng ứng dụng đáng kể trong tương lai gần (thế giới vẫn còn nghiên cứu):

- a. (trong 1 năm) Năng lực phân biệt không lầm lẫn khoảng 300 - 1000 người ngẫu nhiên. Gần đây Cty (thẻ tín dụng) VISA thử nghiệm kiểm tra 50 000 lần với 400 nhân viên và họ đã hài lòng vì không có lầm lẫn nào xảy ra. Gần đây Cty Identix thông báo là phần mềm của họ đạt độ chính xác 100% trong một cuộc thử nghiệm khách quan [ ].
- b. (trong 2-3 năm) Quản lý hàng chục ngàn đến nhiều trăm ngàn bộ hồ sơ vân tay (10 ngón), với xác suất bị sót (không nhận dạng được) chỉ vài phần triệu và xác suất nhận lầm khoảng  $10^{-4}$ . Chỉ cần nối mạng chừng 20 máy tính PC (1 GHz) hiện nay chạy song song (chỉ khoảng 20 ngàn USD) là đã có năng lực tương đương với một hệ máy tính song song giá bán hơn nửa triệu USD hồi 1996 (hệ MORPHO của Pháp). Do vậy vấn đề năng lực máy tính đã trở nên rất dễ dàng, còn lại các vấn đề thuật toán cũng hoàn toàn trong tầm tay. (Tuy vậy, chúng tôi rất băn khoăn về bài báo Thế giới Vi tính tháng 08/2001, trang 66 có đề cập đến phần mềm CadProFIS, mà theo phân tích kỹ thuật và một nguồn thông tin đáng tin cậy thì đoạn báo đó là rất sai sự thật ! Tình trạng thổi phồng thành tích (ảo) và thậm chí đến mức lừa bịp trong khoa học công nghệ và giáo dục đào tạo của chúng ta thật sự có rất nhiều điều cần phải thẳng thắn chỉ trích).

## 2. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng quốc tế và trong nước

Gần đây có khá nhiều "tin nóng" về ứng dụng nhận dạng chân dung ở Mỹ và một số nơi, tuy nhiên theo chúng tôi biết thì NDV (nhận dạng lối verification) chân dung tốt nhất hiện nay vẫn có xác suất nhận lầm khoảng 1% (nhìn thẳng hoặc nghiêng ít), trong khi với NDV vân tay là khoảng  $10^{-6}$ , còn NDV trông mắt (iris verification) có xác suất nhận lầm cực thấp, khoảng dưới  $10^{-12}$  (tức không lầm lẫn trong hàng triệu người). Nên biết là nếu có xảy ra 1 sự lầm lẫn khi đối sánh biometric giữa N người (tức  $N^2$  đối sánh), thì xác suất nhận lầm được tính là  $1 / (N * (N - 1))$ . Hai đợt thử nghiệm khổng lồ ở Anh gần đây (đối sánh giữa 2.3 triệu và 2.75 triệu ảnh trông mắt (iris) được báo cáo là không có lầm lẫn nào !!! Theo một số báo

cáo gần đây cũng như phân tích của Dr. John Daugman (Cambridge Univ.) và Cty IriScan, v.v... thì độ chính xác của iris recognition vượt qua mọi phương pháp khác, kể cả retina recognition (nhận dạng đáy mắt). Các thuật toán iris recognition lại không quá phức tạp (khá nhiều nơi đã nhận xét là đơn giản hơn so với phân tích & nhận dạng vân tay, tuy là nếu chỉ đọc các phương trình của Dr. Daugman thì có vẻ rất khó hiểu), cơ bản là vấn đề mô tả và khai thác các hoa văn quanh con người thành một dạng bar-code đặc biệt trong không gian polar coordinates. Tất nhiên, các nhiễu và chói sáng, sự dao động và giãn nở của tròng mắt, v.v... sẽ gây ra một số sai lệch về dạng thể và sẽ ảnh hưởng đến việc đối sánh (có thể có đến khoảng 25-30% các bits sẽ bị sai), tuy vậy vì số lượng các đặc điểm độc lập của các tròng mắt là vào khoảng 180 (ước lượng gần đây nhất), nên độ tin cậy là rất cao. Dr. Daugman cho biết 2 tròng mắt khác nhau thường chỉ “giống nhau” khoảng 50% các bits, còn các trường hợp mà ngẫu nhiên trùng nhau đến 75% các bits (tức khác nhau chỉ 25% các bits) là cực thấp (khoảng  $10^{-14}$ ). Ông không cung cấp con số tương ứng với trường hợp ngẫu nhiên giống nhau khoảng 68% các bits (tức khác nhau khoảng 30%), nhưng có thể ước lượng là vào khoảng  $10^{-12}$ , do vậy mà các thử nghiệm giữa 2.75 triệu người đã không bị lầm lẫn nào giữa 2.75 triệu tròng mắt. Thậm chí, đã có một số ứng dụng nhỏ chứng minh rằng có thể nhận dạng tự động khá tốt các tròng mắt ở khoảng cách 1 mét ! Tất nhiên độ chính xác không cao lắm, nhận lầm khoảng 1-2 %, nhưng như vậy cũng chính xác gần bằng nhận dạng chân dung (mà nếu kết hợp cả 2 phương pháp sẽ đạt xác suất nhận lầm khoảng  $10^{-4}$ , cũng là đáng kể).

Chúng tôi tin tưởng có thể tự điều nghiên đạt được một số kết quả tốt nếu thật sự bắt tay vào, chỉ cần có nhiều người cùng tham gia thu ảnh tròng mắt để thử nghiệm). Cũng nên nói thêm, các tròng mắt không hề mang “trách nhiệm hình sự” (các ảnh vân tay có thể bị lạm dụng để vu khống người khổ chủ vân tay, nhưng với các tròng mắt thì không thể. Do vậy, nhận dạng tròng mắt nên là một hướng nghiên cứu được đầu tư đúng mức của nhà nước, vì đó là phương pháp “chứng minh thư” tin cậy nhất, một số nơi trên thế giới đã ứng dụng đáng kể (việc rút tiền ngân hàng, hoặc những kho bạc, kho vũ khí, v.v...)

Rất tiếc là đã “hết đất”, nhưng cũng xin nhấn mạnh là các ứng dụng nhận dạng để phân loại cà phê và gạo (rau quả, cá, v.v...) có tiềm năng giá trị kinh tế hàng triệu USD. Giới Tin học / CNTT nên biết là năm vừa qua các nông sản xuất khẩu bị thiệt hại tổng cộng hơn 360 triệu USD (chỉ riêng cà-phê thiệt hại khoảng 240 triệu USD). Nếu chúng ta thật sự quan tâm nghiên cứu thị trường thế giới và cảnh báo các nông dân tránh “hùa nhau” lao vào cà phê một vài năm trước, thì chắc chắn đã phải giảm được vài chục triệu USD thiệt hại. Hiện nay là nuôi tôm và cá xuất khẩu, mà các tin tức gần đây cùng phân tích của tôi cho thấy là đang (và còn sẽ) thiệt hại khá lớn do dịch bệnh, v.v... Nhiều nông ngư dân vẫn “chạy theo” xu hướng, để xảy ra những tình trạng “sa lầy tập thể” (như mía đường ...).

## PATTERN RECOGNITION AND BIOMETRICS: SOME RESULTS AND CONSIDERABLE POTENTIAL OF APPLICATION

Nguyen Cao Thang<sup>1</sup>, Doan Thien Ngan<sup>2</sup>, Tran Thanh Trai<sup>3</sup>, Vo Thanh Cong<sup>4</sup>

<sup>1</sup>VanLang University of HoChiMinh City, <sup>2</sup>University of Economics HoChiMinh City,

<sup>3</sup>Open University HoChiMinh City, <sup>4</sup>PC21, Police Dept, HoChiMinh City.

(Received 25 December 2001, Revised 30 January 2002)

**ABSTRACT:** This paper has 2 main parts: (1) a summary of results from a research project on fingerprint image analysis and matching, completed in early 2000, and recent results. (2) a brief glance at the recent state-of-the-art in biometrics world-wide and in Vietnam, with an emphasis on fingerprint and iris, also touching on the needs to apply image analysis and pattern recognition to certain problems in agriculture and industry in Vietnam

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Báo cáo nghiệm thu đề tài “Nghiên cứu & ứng dụng một số thuật toán phân tích và nhận dạng các ảnh vân tay ...” nghiệm thu ngày 29-02-2000. (Báo cáo đã nộp tháng 12/2000).
- [2] Nhóm biometrics tại MSU: <http://biometrics.cse.msu.edu/> (có 4 patents gần đây).
- [3] Các trang web của / về Dr. Daugman: <http://www.cl.cam.ac.uk/users/jgd1000/>, và [www.cl.cam.ac.uk/users/jgd1000/history.html](http://www.cl.cam.ac.uk/users/jgd1000/history.html), [www.pubs.royalsoc.ac.uk/proc/bio/news/iris.html](http://www.pubs.royalsoc.ac.uk/proc/bio/news/iris.html) ...
- [4] Các trang web về face recognition research: [www.cs.rug.nl/~peterkr/FACE/face.html](http://www.cs.rug.nl/~peterkr/FACE/face.html), [www-white.media.mit.edu/vismod/demos/](http://www-white.media.mit.edu/vismod/demos/), [www.visionics.com](http://www.visionics.com), <http://iris.usc.edu/Vision-Notes/bibliography/>..., [www.dodcounterdrug.com/facialrecognition/DLs/Feret7.html](http://www.dodcounterdrug.com/facialrecognition/DLs/Feret7.html)
- [5] L. Hong, A. Jain, “Integrating faces and fingerprints for personal recognition,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 20, no. 12, pp. 1295 -1307, Dec. 1998.
- [6] “Sinh trắc học tiến triển”, Thế giới Vi tính tháng 08/2001, trang 62-66.
- [7] “Bộ phận cơ thể làm chứng minh thư”, Tạp chí Thế giới mới, số 465, tr. 58-62, 12/2001.