

掌形特徵於身份確認上的應用

吳明芳* 王炳聰* 魏育誠**

*崑山科技大學電機工程系 副教授

**崑山科技大學電機工程研究所 研究生

摘要

隨著科技的發展，許多機密性文件的保存與使用者身份的管理變得格外的重要。舉凡門禁管制系統、金融管理、犯罪偵查與電腦認證等等，都是需要借助一套強而有力的身份確認系統。所以身份確認技術在二十一世紀的資訊化社會中將扮演愈來愈重要的角色，如何建構一套既安全又便捷的身份確認系統是目前學界與業界都很熱衷的研究課題。

本研究應用掌形輪廓特徵處理的技術，發展出一套以掌形特徵為主的身份確認系統。本系統除改進傳統手掌取像固定方法外，並利用臨界值法、邊緣偵測與影像外形處理等基本影像處理自動找出特徵點的座標後，計算出其所對應的特徵向量組合。在比對方面，由於特徵向量代表每個身份的特徵性質，因此本研究利用歐幾里德距離和漢明距離之差異值計算法來比對特徵向量間的相似程度，以達成辨識的目標。在完成理論的推演後，本研究除建構一完整的掌形特徵比對的演算程序外，最後並以實際掌形影像驗證了本研究所提之身份確認系統的實際功效。

關鍵詞：掌形、特徵、身份確認

一、前言

隨著網際網路應用日漸普及、電子交易化時代的來臨，傳統的保密與認證方式例如個人密碼，已難以確保認證的安全性，使用者除需記憶多組密碼而可能導致錯誤外，使用密碼更有可能會造成企業電腦網路及網際網路的舞弊事件，因為有人會猜到或竊取到密碼。使用塑膠卡片、智慧卡或電腦證物卡也不安全，因為這些卡片可能被偽造、竊取、遺失、或無法讀取資料。然而，利用個人獨特的生物特徵所辨識之「生理密碼」，由於具有難以複製或遭竊的特性，可以真正有效解決安全認證問題。

生物辨識 (Biometrics) 一詞之意為[1]：一個可測量的生理特性或個人特點，可經

由自動化方式來認定身份或驗證個人所宣稱的身份。因此生物辨識乃是利用個人特性來驗證或取得身份證明的一種技術，即提供自己身體的一部份作為生物識別碼以供記錄，並用來辨識身份。生物辨識的研究從 1970 年[2]至今已經進行有三十餘年光陰，許多相關的技術也紛紛被提出，並且已獲得很多可行的結果，然而較為強健性的身份辨識依然是件困難的挑戰。鑑於此，利用手掌的幾何特徵來實現個人身份的確證將是不錯的做法。因為掌形在特徵擷取時易於固定，所擷取之特徵比較不會受到大小、角度、光線及背景的影響，所以穩定性較高。因此如何能找到足以代表不同掌形的特徵，以開發出一套有效辨識方法，一直是國內外相關研究學者所努力的目標。

手部特徵辨識的研究，過去已有許多的研究報告與專利技術發表[3-6]，而在 1960 年末期美國專利局發表 Robert P. Miller 的專利，接著在 1970 年初 Miller [3]開發了一項設備，來量測手掌的特徵並且利用這些特徵，作為個人辨識的依據。而最近這幾年陸續也有許多的公司發展相關的產品，比較知名的是在 1980 年中期，由 David Sidlauskas [6]發展並申請為專利的電子手掌掃描器，並且在 1986 年創辦了 Recognition System 公司，專門研究與生產掌形辨識系統。而 Identix 公司發展了 Touchprint600 Palm Scanner 設備，利用此設備可取得 500 pixels/inch 高解析度的 8-bits 灰階影像，利用內建的處理器來做身份驗證。目前由於生物識別的廣泛研究，許多大學與研究機構，也都有相關的論文與技術報告的發表[7]。密西根大學的圖形識別與影像處理實驗室，其中的生物認證研究小組所發表的研究報告，即是利用手指的長度與寬度來當作特徵，並且發展了一套具有 GUI (Graphical User Interface) 的系統，來作為個人辨識系統。此外他們也利用可變形模式掌形比對(Deformable Matching of Hand Shape) [8]的方式，來作掌形辨識，此方法主要是將手掌外型影像做對齊(aligned)，將對齊後的外型影像作特徵抽取，最後經由外型距離(Shape Distance)來驗證使用者身份。而利用掌紋來作為辨識的特徵，目前則是一個新的研究題材，在台灣的中華電信研究所的應用科技實驗室[9]，發展了一套掌紋辨識系統，在此系統中，使用者將手掌放入掌紋機，掌紋機中的攝影機即時地將影像傳送到中央處理器，由於使用者的手掌是固定在機台上，因此可以穩定地取得影像的線型輪廓，這些資料經由 PCA，再利用 GLVQ (Generalized Learning Vector Quantization) 的過程，抽取出具有代表性的特徵。

綜觀上述學術研究可以發現，在掌形辨識的技術上，幾乎所有的掌形機都需要使用支架固定在手指中間，當手指用力時會造成皮膚凹陷，這樣一來所擷取到的掌形輪廓將會有所誤差。針對此一問題，本研究改良了手掌固定平台，使用者只需將手指輕鬆的放在平台的定位點上。這樣一來不僅可以很正確的擷取到手部影像，更不用擔心手掌沒有定位的問題。在特徵擷取方面，除了計算代表手指長度和寬度的特徵向量以外，也增加了各個手指的面積，同時運算邏輯複雜度相當低，所以亦改善了比對速度和資料庫儲存空間的問題。

二、掌形特徵擷取

本研究在進行特徵比對的運算前，不論是所建立的資料庫或是使用者登入比對兩個

部份，都先要把有興趣的特徵擷取出來，亦即必須經過相同的過程取出特徵。本研究將擷取到的掌形影像，透過基本影像處理的方法得到掌形輪廓，再利用掌形輪廓進一步找出手指的寬度、長度和面積等特徵。整個擷取的過程分成四個階段，分別敘述如下：

1. 影像輸入：利用 CCD 攝影機來拍攝手部，其格式為 RGB 的數位影像，取得的影像做為輸入。
2. 掌形偵測：主要是針對輸入的手部影像做前置處理，目的是得到掌形輪廓。
3. 特徵擷取：依據所得的掌形輪廓影像，就其輪廓相對位置的關係取出特徵，並轉換成可以表達特徵的數據。
4. 特徵辨識：依據所求得的特徵數據與資料庫中的數據，進行差異量計算確認身份。

根據上述四個階段，本研究建立了掌形辨識系統流程圖，如圖 1 所示。

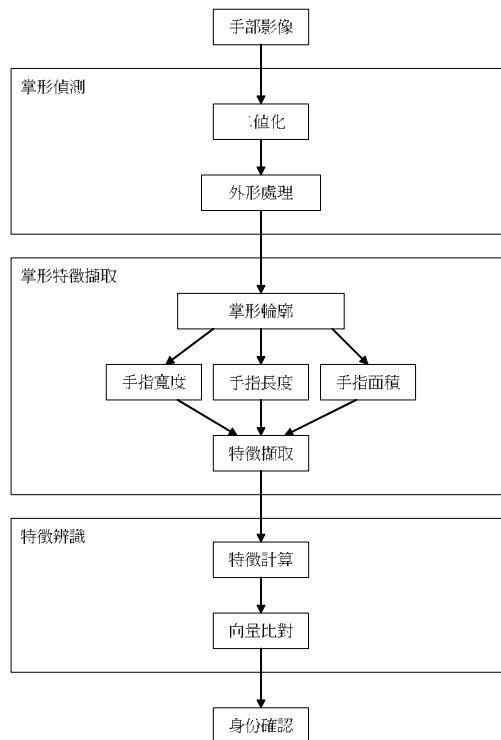


圖 1 掌形辨識系統流程圖

由於手部影像的取得是將手掌放在一個固定的平台上，所以背景複雜度及光線變化性明顯較低。因此同一手掌不同時間所取得特徵的變異性較低，亦即穩定性較高。為了順利得到手部影像，取像時以固定的光源打光以增加影像的亮度。但是光源的照射會使手部影像產生陰影而影響到掌形的輪廓。所以取像時如何能取得單純的手掌部位，是辨識過程中相當重要的步驟。一旦掌形輪廓偵測錯誤，將會影響到後續特徵擷取的過程。因此接下來要執行掌形偵測的動作，目的是要將一張手部影像經過影像處理過程後，能得到此影像中單純的手部輪廓，以利後續的特徵擷取。

整個手掌辨識系統的第一個步驟是取得使用者的手部影像，本研究取像的裝置是使

用一台鵝頸式實務攝影機，攝影機下方架設一平台並固定其位置，上方則使用兩顆 40 瓦的燈泡光源，如圖 2 所示。架設這個平台的主要目的是引導被測者的手掌放到指定的位置，以利取得較高穩定性的特徵影像。在之後的處理，亦不需要為每一個手掌影像輸入時，都重新定位。另外，由於之前提到光源的照射會使手部影像產生陰影，所以平台的背景顏色就顯得格外重要。在經過多種顏色及材質的背景測試後，本研究發覺使用黑色絨布面的紙張效果最佳，可以抵抗因光源照射所產生的陰影，如圖 3 所示。



圖 2 手部影像取像裝置整體機構



圖 3 手掌固定平台

至於手掌的固定方式，傳統的方法使用了類似圓柱狀的固定支架[8]，將此支架固定在手指或指縫之間，如圖 4 所示。從圖中我們可以很清楚的看見，手指的用力會使得手指和支架所接觸到的皮膚造成凹陷，尤其大拇指和中指的地方特別明顯，這樣一來所擷取到的掌形輪廓將會有所誤差。



圖 4 傳統手掌取像固定方法

為了改進上述問題，本研究改良傳統手掌的固定方式，發展出如圖 3 所示的手掌固定平台。使用者只要將手指輕鬆的放在平台的定位點上面，並不用刻意出力去固定位置。這樣一來不僅可以很正確的擷取到完整的手部影像，更不用擔心手掌沒有定位的問題。如圖 5 所示，經由取像裝置所拍攝出來的手掌影像，此影像即為系統輸入的原始影像。



圖 5 手掌影像

獲得一張手掌影像之後，隨即須把此掌形影像經過各種的基本影像處理過程，期能得到掌形的輪廓，以方便後續的特徵擷取。在此所要用到的基本影像處理方法有灰階處理、影像二值化、邊緣偵測和形態學裡的細線化等四個處理程序，分別敘述如下。

1. 灰階處理

因為輸入的影像為 RGB 的彩色影像，為了處理上的方便，必須經由下列方程式[10]將彩色影像轉換成灰階影像。

$$I_{gray} = 0.299 \times I_r + 0.587 \times I_g + 0.114 \times I_b \quad (2.1)$$

其中 I_{gray} 是影像的灰階值， I_r 、 I_g 和 I_b 分別是影像在 R、G 和 B 的值。經過灰階處理後的影像如圖 6 所示。



圖 6 手掌灰階影像

2. 影像二值化

圖 7 所示為手掌灰階影像的直方分佈圖。圖中橫軸代表灰階值，縱軸代表在某灰階值的個數。從圖中可以很清楚的發現有兩段很明顯的峰值區域，分別為灰階值較低的背景(灰階值 75 以下)，以及灰階值較高的手部(灰階值 140 以上)，灰階值 75~140 的範圍為手掌邊緣部份，因此本研究取 75 為臨界值來進行影像二值化的處理。二值化後的影像將會呈現代表手部的白色，以及代表背景的黑色兩個區域。處理後的結果如圖 8 所示。

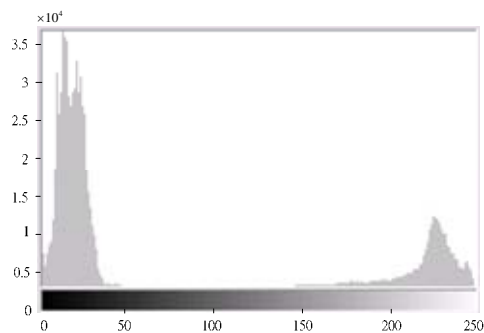


圖 7 圖 6 的直方分佈圖

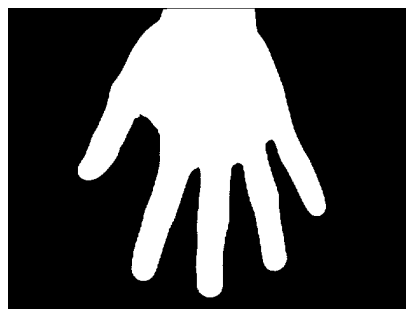


圖 8 手掌二值化影像

3. 邊緣偵測

經過二值化處理後，影像已經變成黑和白兩種顏色。接下來利用邊緣偵測觀念，使用 Sobel 邊緣運算子取出黑色和白色的交界處。而此交界處即為我們想要得到的掌形輪廓。邊緣偵測後的結果如圖 9 所示。

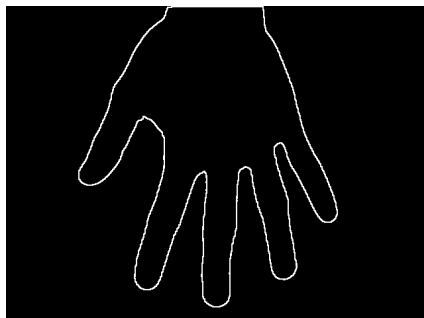


圖 9 邊緣偵測處理後的掌形影像

4. 細線化

由於 Sobel 運算後得到的掌形輪廓，其外形並不是寬度為一點的曲線條。為了能得到掌形輪廓的骨架，以方便紀錄整個輪廓曲線的資訊，必須進一步針對此白色輪廓曲線進行細線化處理。本研究將以細線化得到的結果來擷取掌形特徵。細線化後的結果如圖 10 所示。

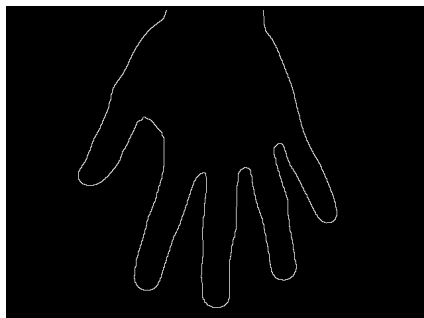


圖 10 細線化處理後的掌形影像

手掌影像經過基本的處理過程後，接著隨即對處理後的掌形輪廓施以特徵點的擷取工作。首先我們使用曲線追蹤的方法記錄掌形輪廓曲線上的所有點座標。當記錄完所有

座標之後，可發現指尖和指縫的座標關係有相當規律的變化性。運用座標的規律變化關係，可以找出指尖和指縫的位置，並以此代表掌形的特徵點。最後運用各特徵點相對位置的關聯性，找出代表掌形的所有特徵值，分別有手指寬度、手指長度、手指面積和手掌大小等。

在影像處理的過程中，我們可以從一條細線化後的曲線去觀察其變化，進而找到曲線的特徵。而曲線追蹤的目的在於完整找出整條曲線的走向，並逐一記錄其座標。當進行影像分析時，從這些記錄的座標即可找出我們所要的資訊。至於曲線追蹤的方法，以圖 11 為例，圖 11(a)代表一曲線的所有點集合，圖 11(c)及(d)定義出追蹤用之 3x3 遮罩的結構元素，並以此二遮罩將影像由上而下、由左而右掃描。從掃描到曲線的第一點 p 開始，利用圖 11(c)及(d)依序找出整條曲線的所有像素點並記錄其座標，結果如圖 11(b)所示。本研究將整個曲線追蹤的程序分成三個步驟，敘述如下：

- (1) 以掃描到曲線的第一點 p 為出發點，使用如圖 11(c)所示的結構元素，依照 A、B、C、D 的順序尋找第二點，找到後記錄其座標並用 0 取代中心點。
- (2) 因為曲線為 8 連通的關係，所以第二點以後使用如圖 11(d)所示的結構元素。依照 A、B、C、D、E、F、G、H 的順序尋找下一點，找到後記錄其座標並用 0 取代中心點，再重複本步驟(2)。直到 A~H 皆為 0 時進入步驟(3)。
- (3) 當 A=B=C=D=E=F=G=H=0 時，代表中心點為曲線的最後一點。所以記錄完此最後一點的座標後整條曲線追蹤即告完成，並結束追蹤程序。

當追蹤完畢後，再依照先前所記錄的座標，逐一以 1 標示出所有座標點，這樣可以達到檢驗所有記錄座標的目的。如圖 11(b)所示，最後找出整條曲線共有 20 個像素點。

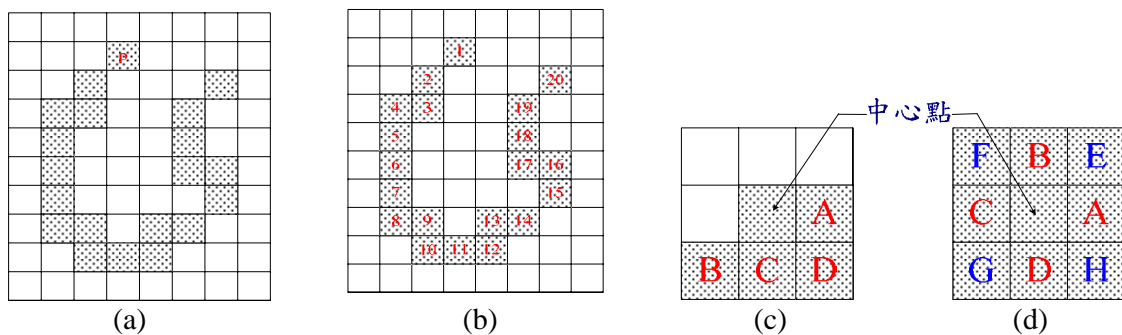


圖 11 曲線追蹤：(a)原始影像 (b)曲線追蹤後影像 (c)及(d)結構元素

取得掌形輪廓曲線的所有點座標之後，接著依照曲線的座標變化關係，找出代表掌形的特徵點。由於所擷取到的原始影像手指朝下，若以座標變化的資訊來看，從曲線的第一點開始到最後一點結束，每一點的 y 座標值(垂直方向)會由第一點開始往下遞增。當 y 座標值由遞增變成遞減時，此時之座標點即為每一根手指的最低點，也就是指尖的位置。如圖 12 所示，綠色點 L~P 即為指尖的位置。相反的，當 y 座標值由遞減變成遞增時，此時之座標點即為各手指間的指縫。如圖 12 所示，藍色點 Q~T 即為指縫位置。

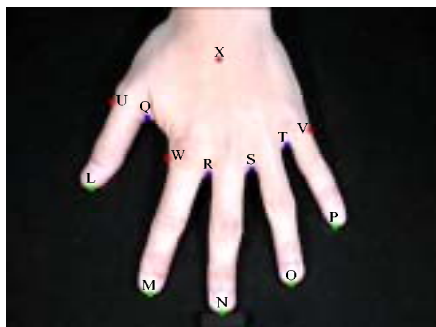


圖 12 手部特徵點

當找到指尖和指縫的位置之後，隨即利用這些點的關聯性依序找出如圖 12 所示紅色點 U~X。為了要定義姆指的特徵，本研究利用點 Q 與點 S 的連線和掌形輪廓的交點，定義出點 U 的位置；而小指特徵的定義，則是利用點 S 與點 T 的連線和掌形輪廓的交點，定義出點 V 的位置。另外，點 W 則是從點 Q 到點 M 百分比 20% 的位置。最後利用點 U、點 S 和點 V 三點共圓的關係找出圓心點 X。如圖 12 所示，手掌總共定義出 13 個特徵點。其中點 L~P 稱為指尖點；點 Q~W 稱為指縫點；點 X 稱為掌心點。

找到 13 個特徵點之後，接著利用這些特徵點的相對位置關係，找出代表掌形的所有特徵，分別有手指寬度、手指長度、手指面積和手掌大小，分別敘述如下：

1. 手指寬度

由於每個人的手指胖瘦不一，而且各指節的寬度變化也沒有規律性，所以手指寬度很適合代表每一個人的特徵。本研究中各取 4 段寬度來代表每一根手指，這 4 段寬度由上往下分別為各指縫距離(例如：姆指和小指的指縫距離分別定義為 \overline{QU} 及 \overline{TV} 的長度)，以及指縫點到指尖點的百分比 30%、50% 和 70% 等各相對位置的距離。另外，由於手掌虎口的距離比較大，會影響百分比的相對位置，所以以點 W 代表食指左側的指縫點。舉例來說，姆指的寬度特徵分別為， \overline{QU} 的長度，點 U 到點 L 和點 Q 到點 L 的百分比 30%、50% 和 70% 等各相對位置的距離。如圖 13 所示，藍色線段即代表手指寬度的特徵。



圖 13 手部各特徵距離

2. 手指長度

手指的長短也是每個人的特徵之一，本研究取各指尖點和指縫點之間的相對距離

來代表手指長度。舉例來說，拇指的長度特徵分別為，點 U 到點 L 和點 Q 到點 L 的距離。如圖 13 所示，紅色線段即代表手指長度的特徵。

3. 手掌大小

由於每個人的手掌大小不同，在擷取影像的時候會因手掌的大小關係，所拍攝到的手部範圍也不一定。因此手腕的位置不是很精確的可以定位出來，以致於無法計算出整個手掌的面積。所以本研究以點 U、點 S 和點 V 三點共圓的關係，找出此圓形的半徑(點 X 和點 S 的距離)，以此半徑來表示手掌大小。如圖 13 所示，綠色線段即代表手掌大小的特徵。

4. 手指面積

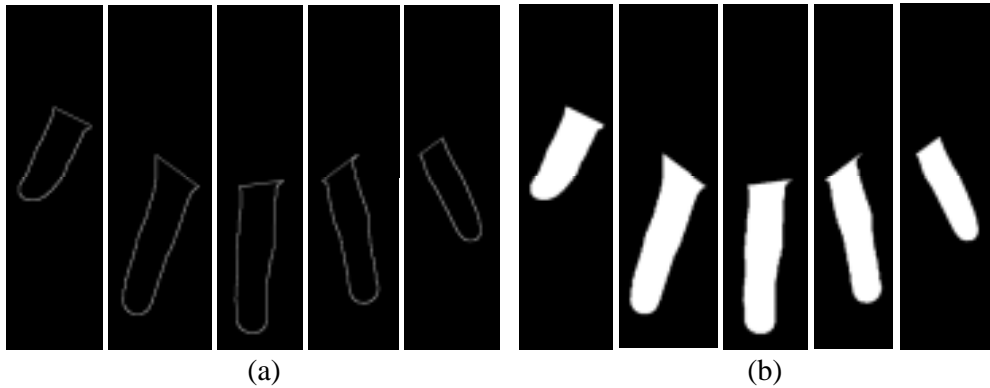


圖 14 各手指面積區域填充

因為手指的長度和寬度並不能絕對的代表每個身份的胖瘦特徵，所以須再計算出每一根手指的面積。手指面積求算步驟首先個別顯示出每一根手指的輪廓座標，再將各手指指縫點互相連接。此時每一根手指形成各自獨立的封閉曲線，如圖 14(a)所示。其次利用區域填充觀念，將每一根手指的封閉曲線填滿，並以像素點為單位計算出面積，結果如圖 14(b)所示。

由於擷取出的特徵彼此的數值大小相差頗大，且長度和面積的單位不同，如果各特徵值等位沒有經過適當的處理，那麼數據大的特徵將會主導辨識出來的結果，而數據小的特徵反而被忽略掉了。因此本研究以手指長度的特徵值等位為參考，將手指寬度乘四倍，手指面積除以一。最後，本研究整理出了 36 個掌形特徵，如表 1 所示。

表 1. 掌形特徵

1	拇指寬度 \overline{UQ}	2	拇指 30% 寬度
3	拇指 50% 寬度	4	拇指 70% 寬度
5	食指寬度 \overline{WR}	6	食指 30% 寬度
7	食指 50% 寬度	8	食指 70% 寬度
9	中指寬度 \overline{RS}	10	中指 30% 寬度
11	中指 50% 寬度	12	中指 70% 寬度

13	無名指寬度 \overrightarrow{ST}	14	無名指 30% 寬度
15	無名指 50% 寬度	16	無名指 70% 寬度
17	小指寬度 \overrightarrow{TV}	18	小指 30% 寬度
19	小指 50% 寬度	20	小指 70% 寬度
21	拇指長度 \overrightarrow{UL}	22	拇指長度 \overrightarrow{QL}
23	食指長度 \overrightarrow{WM}	24	食指長度 \overrightarrow{RM}
25	中指長度 \overrightarrow{RN}	26	中指長度 \overrightarrow{SN}
27	無名指長度 \overrightarrow{SO}	28	無名指長度 \overrightarrow{TO}
29	小指長度 \overrightarrow{TP}	30	小指長度 \overrightarrow{VP}
31	手掌大小 \overrightarrow{XS}	32	拇指面積
33	食指面積	34	中指面積
35	無名指面積	36	小指面積

三、實驗結果

接下來本研究將以實際的實驗結果，配合歐幾里德距離(Euclidean Distance)與漢明距離(Hamming Distance)兩種計算差異值的方法，來驗證前面所描述的掌形特徵擷取方法，以及所提出的演算法則。本實驗所使用的硬體設備包含 Intel Pentium4 CPU 2.66GHz，512MB RAM 個人電腦一部以及手部取像裝置機構一組。作業系統為 Windows Xp，辨識系統中所有的演算法則是用 Visual C++ 6.0 版[11]來完成介面視窗化的實現。在實驗測試方面，本研究拍攝了 25 個人的手部影像以供辨識率的測試，其中前 20 個人資料庫有建檔，最後 5 個人資料庫沒建檔。為了建立資料庫及供應比對，每個人拍攝 6 張手部影像，共 150 張 640×480(像素×像素)的彩色影像。其中每個人的手部影像是分別在不同時間及不同背景下所拍攝而得。

為了順利進行特徵比對工作，本研究使用了歐幾里德距離與漢明距離[12]兩種計算差異值的方法，分別敘述如下：

1. 歐幾里德距離

歐幾里德距離在距離測量方面是最常用來計算差異值的方法。此種相似程度的運算主要是直接計算兩向量之間的差異，計算後所得到的值越小代表兩向量差異量越小，計算公式如下所示[12]

$$d_E = \sqrt{\sum_{i=1}^L (K_i - H_i)^2} \quad (3.1)$$

其中， d_E 稱為歐幾里德距離； K_i 為輸入的特徵向量的第 i 個成分； H_i 為資料庫儲存的特徵向量的第 i 個成分； L 則為特徵向量的維度。

由於每個特徵的數值等位不同，因此在計算歐幾里德距離前，必須針對每一個特

徵給予不同的權值(Weighting)。同時考慮第 j 個特徵向量以及加入權值後的歐幾里德距離公式如下所示

$$d_{Ej} = \sqrt{\sum_{i=1}^{L_j} W_{ij} (K_{ij} - H_{ij})^2}, \quad j=1,2,\dots,M \quad (3.2)$$

其中， d_{Ej} 為第 j 個特徵向量加入權值後的歐幾里德距離； L_j 為第 j 個特徵向量的維度； W_{ij} 為第 j 個特徵向量的第 i 個成分的權重，設定 W_{ij} 權值的主要目的在於使不同等位的特徵數值能夠在相同等位的基準上來計算歐幾里德距離； K_{ij} 為輸入的第 j 個特徵向量的第 i 個成分； H_{ij} 為資料庫儲存的第 j 個特徵向量的第 i 個成分； M 則為特徵向量的總數。所以考慮所有特徵向量後， d_{Ej} 的總和可以表示成

$$d_{ET} = \sum_{j=1}^M d_{Ej} \quad (3.3)$$

其中， d_{ET} 為考慮所有特徵向量及加入權值後的歐幾里德距離總數。本研究以歐幾里德距離進行掌形辨識時，主要是以 d_{ET} 值為參考依據來進行比對。

2. 漢明距離

漢明距離與歐幾里德距離之定義不同，它並非直接計算兩向量之間的差異值，而是計算兩向量在預設的誤差範圍內有幾個成分不一樣。因此當兩個向量越相近，其分量之差異值落在容許的誤差範圍內的數目就越多，所相對應的漢明距離就越小，計算公式如下所示[12]

$$d_H = \sum_{i=1}^L \# \{ |K_i - H_i| > \Delta_i \} \quad (3.4)$$

其中， d_H 稱為漢明距離； $\#$ 為計算個數的符號； K_i 為輸入的特徵向量的第 i 個成分； H_i 為資料庫儲存的特徵向量的第 i 個成分； Δ_i 為特徵向量的第 i 個成分的誤差容許值； L 則為特徵向量的維度。對於每個特徵向量，只要差異量大於個別的誤差容許值，就可以得到個數“1”，因此 d_H 的最大值為 L 。當 $d_H = 0$ 時，則表示所有特徵向量的差異值都落在容許的誤差範圍內。

當每個特徵的數值等位不同時，在計算漢明距離前，亦須對每一個特徵給予不同的權值。所以，利用這種方法計算出的數值越高，代表兩身份之間的相似度越低。同時考慮第 j 個特徵向量以及加入權值後的漢明距離公式如下所示

$$d_{Hj} = \sum_{i=1}^{L_j} \# \{ W_{ij} |K_{ij} - H_{ij}| > \Delta_{ij} \}, \quad j=1,2,\dots,M \quad (3.5)$$

其中， d_{Hj} 為第 j 個特徵向量加入權值後的漢明距離； L_j 為第 j 個特徵向量的維度； W_{ij} 為第 j 個特徵向量的第 i 個成分的權重，設定 W_{ij} 權值的主要目的在於使不同等位的特徵數值能夠在相同等位的基準上來計算漢明距離； K_{ij} 為輸入的第 j 個特徵向量的第 i 個成分； H_{ij} 為資料庫儲存的第 j 個特徵向量的第 i 個成分； Δ_{ij} 為第 j 個特徵向量的第 i 個成分的誤差容許值； M 則為特徵向量的總數。所以考慮所有特徵向量後， d_{Hj} 的總和可以表示成

$$d_{HT} = \sum_{j=1}^M d_{Hj} \quad (3.6)$$

其中， d_{HT} 為考慮所有特徵向量及加入權值後的漢明距離總數。本研究以漢明距離進行人臉辨識時，主要是以 d_{HT} 值為參考依據來進行比對。

特徵值經過前面所述之計算差異值方法的處理後，隨即到針對本研究所擷取到的手部影像進行特徵比對的工作。在資料庫建檔和比對數量方面，本研究首先將前 20 個人所擷取到的第 1 組影像，經過特徵計算之後儲存在資料庫等待比對，其餘的 2~6 組影像則當作輸入以供辨識之用，比對數總共(20 人×5 組)100 筆。資料庫建檔 1 組的比對結果辨識率整理如表 2 所示。由表中顯示使用兩種差異值計算方法的辨識率分別為 99% 和 100%。

表 2. 資料庫建檔 1 組比對結果辨識率

比對方法	成功	失敗	辨識率
歐幾里德距離	99	1	99%
漢明距離	100	0	100%

為了使辨識系統能再達到更好的辨識率，本研究重新將資料庫建檔數量改為 2 組。所以每個人所擷取到的第 1~2 組影像，經過特徵計算之後儲存在資料庫等待比對。其餘的 3~6 組影像則當作輸入辨識用，比對總數共 80 筆。資料庫建檔 2 組的比對結果辨識率整理如表 3 所示。由表中可以看出，如果和資料庫建檔 1 組的辨識率作比較辨識率都提高到 100%。由此可以發現，雖然建檔 2 組影像增加了資料庫的資料量，但是提高了系統的辨識率，因此證明了此方法的可行性。

表 3. 資料庫建檔 2 組比對結果辨識率

比對方法	成功	失敗	辨識率
歐幾里德距離	80	0	100%
漢明距離	80	0	100%

由於前面的實驗只針對資料庫有建檔的影像做單純的比對辨認。然而，在實際的辨識場合中登入系統比對的身份，並不只是侷限於資料庫內有建檔的情形。亦即在前面的實驗中若比對資料庫以外的影像時，系統也能比對出最小差異值的第一候選，但此候選者並不是登入者的真實身份。有鑑於此，辨識系統在完成比對後必須設定第一候選者差異值的上限，以過濾登入者的真實身份。若比對後的差異值超過所設定的門檻時，代表資料庫內並無此身份的存在，系統應拒絕此身份。

本研究接下來的實驗即是找出能夠得到最佳辨識率的差異值門檻。在這方面本研究將所擷取到的前 20 個人所登入比對成功的影像(資料庫有建檔)和最後 5 個人的影像(6 組，資料庫均無建檔)，以前面實驗相同的條件統計出第一候選各差異值級距數量的分佈情形。如圖 15~16 所示之直方圖，圖中以橫座標來表示差異值級距，縱座標則代表各級距的數量。

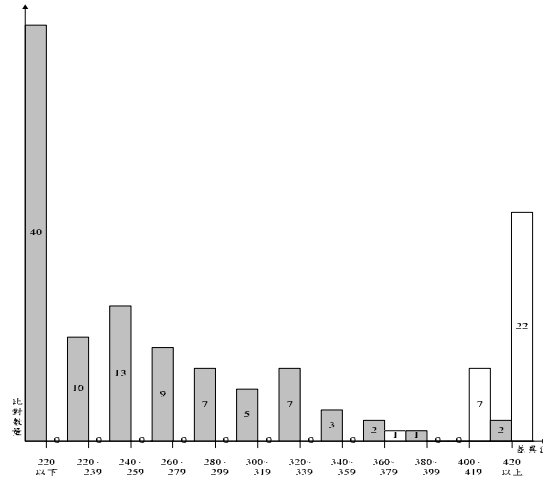


圖 15 歐幾里德距離資料庫建檔 1 組各差異值級距數量直方圖

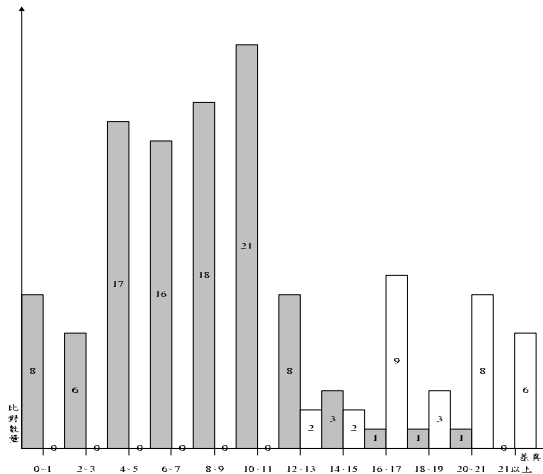


圖 16 漢明距離資料庫建檔 1 組各差異值級距數量直方圖

由圖 15~16 中可以發現，代表資料庫有建檔的比對差異值數量(灰色直方圖)均落在圖中偏左的位置。相反的，代表資料庫沒建檔的比對差異值數量(白色直方圖)則落在圖中偏右的位置。因此，本研究依這些直方圖的分佈情況，決定出最佳辨識率門檻。當資料庫建檔 1 組時使用歐幾里德距離之門檻值為 399 能得到最佳辨識率；而使用漢明距離之門檻值為 15 能得到最佳辨識率。當決定出各條件的最佳辨識率門檻後，隨即加上門檻值進行資料比對。表 4 統計出資料庫建檔 1 組加上門檻後比對結果辨識率。由表中顯示使用兩種差異值計算方法的辨識率為 96.92% 及 94.62%。

表 4. 資料庫建檔 1 組加上門檻比對結果辨識率

比對方法	成功	失敗	辨識率
歐幾里德距離	126	4	96.92%
漢明距離	123	7	94.62%

為了使加入門檻後辨識系統能再達到更好的辨識率，本研究重新將資料庫建檔數量改為 2 組。使用和資料庫建檔數量 1 組同樣的方法決定出各條件的門檻值。各差異值級距數量之直方圖如圖 17~18 所示。

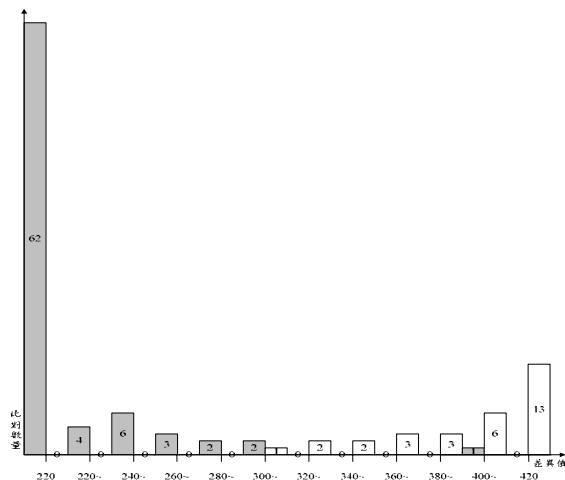


圖 17 歐幾里德距離資料庫建檔 2 組各差異值級距數量直方圖

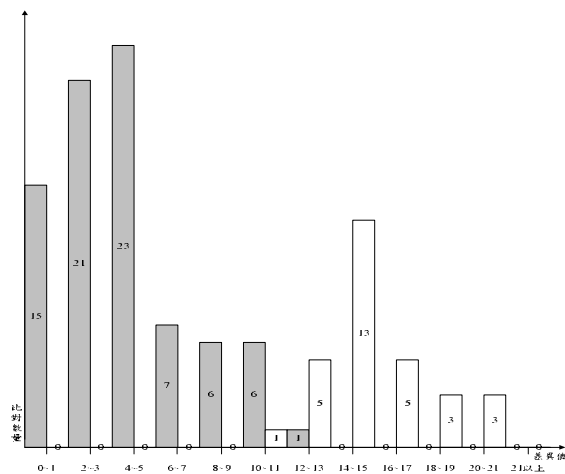


圖 18 漢明距離資料庫建檔 2 組各差異值級距數量直方圖

和資料庫建檔 1 組時一樣，由圖 17~18 中可以觀察出直方圖的分佈情形。接著再依這些直方圖的分佈情況，決定出最佳辨識率門檻。當資料庫建檔 2 組時使用歐幾里德距離之門檻值為 310 能得到最佳辨識率；而使用漢明距離之門檻值為 11 能得到最佳辨識率。當決定出資料庫建檔 2 組時各條件的最佳辨識率門檻後，隨即加上門檻值進行資料比對。表 5 統計出資料庫建檔 2 組加上門檻後比對結果辨識率。由表中可以看出，如果和資料庫建檔 1 組的辨識率作比較辨識率都提高了。由此可以發現，雖然建檔 2 組影像增加了資料庫的資料量，但是提高了系統的辨識率；而增加了差異值門檻後，提高了系統的安全性，因此證明了此方法的可行性。

表 5. 資料庫建檔 2 組加上門檻比對結果辨識率

比對方法	成功	失敗	辨識率
歐幾里德距離	109	1	99.09%
漢明距離	107	3	97.27%

四、結論

本研究提出了一套掌形特徵之身份確認系統，且將此系統的演算法用視窗介面的方式來完成。在系統中，由於所有的特徵向量代表整張影像的資訊，所以利用歐幾里德距離及漢明距離之差異值計算法進行特徵向量比對，這樣不僅可以減少比對的資料量，亦能維持不錯的辨識率。為了在實際場合中讓系統能自動拒絕非資料庫內有建檔的身份，本研究進一步提出各差異值級距分佈直方圖的做法，並據此定出門檻值以過濾登入者的真實身份。此外，為了提高身份比對的辨識率，本研究在以資料庫建檔一組樣本進行實驗後，隨即以資料庫建檔兩組樣本的方式加以實驗及驗證。由實驗結果可以得知，不管系統有無加入門檻值，當資料庫多增加一組樣本時，均能提高系統的辨識率，證明了本研究在掌形特徵應用方面所提方法的正確性及可行性。

五、參考文獻

- [1] 何立偉，“以交比值之幾何不變量做人臉識別之研究”，碩士論文，國防大學中正理工學院電子工程研究所，2000。
- [2] M. D. Kelly, “Visual identification of people by computer,” Stanford AI Project, Stanford, CA, Tech. Rep. AI-130, 1970.
- [3] R. P. Miller, “Finger dimension comparison identification system,” US Patent No.3576538, 1971.
- [4] R. H. Ernst, “Hand ID system,” US Patent No.3576537, 1971.
- [5] I. H. Jacoby, A. J. Giordano and W. H. Fioretti, “Personal identification apparatus,” US Patent No.3648240, 1972.
- [6] D. P. Sidlauskas, “3D hand profile identification apparatus,” US Patent No.4736203, 1988.
- [7] K. J. Anil, B. Ruud and P. Sharath, “BIOMETRICS Personal identification in network society,” Kluwer Academic Publishers 1999.
- [8] K. J. Anil and D. Nicolae, “Deformable matching of hand shapes for verification,” Michigan State University, 1999.
- [9] C. C. Han, P. C. Chang and C. C. Hsu, “Personal identification using hand geometry and palm-print,” Fourth Asian Conference on Computer Vision (ACCV), 2000, pp. 747-752.
- [10] 連國珍，“數位影像處理”，儒林圖書有限公司，1999年3月二版。
- [11] C. Petzold, “Programming Windows,” fifth Edition, SoftChina Corporation, 2000.
- [12] O. D. Richard, E. H. Peter and G. S. David, “Pattern Classification,” John Wiley & Sons, 2001.

The Application of Palm-Shaping Features on Identity Verification

Ming-Fang Wu*, Ping-Tsung Wang* and Yu-Chen Wei**

*Department of Electrical Engineering, Kun Shan University, Associate Professor

** Department of Electrical Engineering, Kun Shan University, Postgraduate

ABSTRACT

Along the development of science and technology, the preservation of many confidential documents and the management of user identity have become more important. It may include the entrance control system, financial management, criminal detection, and computer certification etc., which all require a set of strong identity verification system. Therefore, identity verification technique will play a more important role in the information-intensive society of the 21st century, and how to construct a set of safe and convenient identity verification system has been the hot study topic in the educational circles and the industrial fields.

This study used the feature-point processing techniques to develop a set of identity verification system which relying mainly on the palm-shaping features. In this system, the basic image processing techniques including threshold method, edge detection, image form treatment and image projection etc, are used to find out the coordinates of feature points automatically, and then to calculate their combination of corresponding eigenvectors. On the comparison aspect, due to the eigenvector includes the eigenvalues of each identity, therefore, this study has made the use of difference value calculation methods including Euclidean distance and Hamming distance to compare and to check the degree of similarity among the eigenvector to achieve the goal of identification. After completing the theoretical inference, this study in addition to produce a complete algorithm for our purpose. Finally, several experiments with physical features of palm-shaping images had been conducted to verify the practical effect of the identity verification system.

Keywords: palm shape, features, identity verification