

88年7月

影像資料庫在人臉辨識上的應用—前科犯資料庫

呂芳懌* 余少棠** 許閔雄** 林晁立*

摘 要

本研究旨在建構一前科犯的人臉影像資料庫，警方在取得目擊者所描述之人臉影像後，即可利用此資料庫的人臉辨識搜尋系統找出可能的嫌疑犯。首先我們建立前科犯的影像資料，將以警方為人犯拍攝的標準檔案照片，直接掃描成影像檔，再取出臉部各器官，包括雙眼，雙眉，唇形，臉型輪廓及側臉輪廓等，經影像基本處理，邊緣強化，索貝爾邊緣檢測，哈克轉換及細線化等處理，取出各器官影像特徵邊緣。再以傅立葉轉換求出傅立葉描述子，經正規化處理，取得正規化特徵頻譜，再取其第二到第五分量，以建立該器官之資料庫。其次，為各關聯建立空間索引。目擊者畫像亦以相同技術處理，再以之查詢空間索引，俾縮小偵察範圍，各器官之重要性加權亦一併於文中探討。

關鍵詞：影像資料庫，前科犯資料庫，人臉辨識。

一、簡 介

近年來，國內犯罪急速增加，警政單位為了提高破案率，必須持續地以更科學的方法實施犯罪偵察。根據統計多數案件之所以迅速破案和目擊證人有關，但是以人工進行嫌疑犯的辨識極為困難且耗時，亦較主觀。有鑑於此，我們嘗試使用電腦來縮小偵查範圍，以增加犯罪偵查效率及準確性。並建立一個以人像為主體的影像資料庫及其特徵擷取系統(Feature Extraction System)。首先在資料庫中建立人像臉部明顯特徵如刀疤、兔唇、鬥雞眼等，不明顯特徵如眼睛、嘴巴、眉毛等，以及臉部正面及側面輪廓等之索引。一旦刑案發生，便可持目擊者畫像輸入電腦進行比對，步驟是：先透過明顯特徵索引實行比對，俾縮小偵查對象，其次是比對臉部輪廓，最後才是以不明顯特徵索引查詢。後兩項是以特徵點擷取技術和傅立葉轉換(Fourier Transform)技術處理的。

* 東海大學資訊科學研究所

** 東海大學資訊科學系

臉部辨識，一般而言可分成從影像中分割出目標物[2-7]、擷取目標物特徵[4-7]及藉特徵做臉部辨識等三大程序。以特徵做臉部辨識，又可分成早期的方法[8-9]、統計學[7,10-11]及類神經網路[12-13]等三類。統計學的方法是當今主流，但近年來類神經網路及模糊理論的研究，使得類神經網路的方法大有進展。也有利用側面圖來辨識[14];[15]使用傳統的傅立葉描述子(Fourier Descriptors, FD)辨識封閉的輪廓;[16]用手工取出人臉側面外型曲線;[17]定義了 17 個特徵點，並比較圖形間的歐幾里得距離;Wu[18]使用 B 樣條(B-spline)擷取出人臉 6 個特徵點。

本文第二章簡述影像處理技術；第三章描述如何從人臉影像中擷取出各器官之邊緣曲線；第四章介紹圖形的描述方法與辨識；參數資料庫之建立與查詢演算法陳述於第五章；第六章為本文之結論與未來發展。

二、影像處理

一般而言影像處理過程應包括:基本運算處理，影像邊緣增強(edge enhancement)，邊緣檢測(edge detection)與邊緣連結等技術。我們的邊緣檢測係以灰階影像為基礎，因此必須找出彩色照片各像素所對應的灰階值[19]。

2.1 基本運算處理

灰階影像邊緣檢測及邊緣強化的處理技術包括灰階滑移(sliding)、灰階擴展(stretch)，影像反轉、對比均衡、閾值化等。強化圖形邊緣的方法係對影像每個像素作簡單的數學運算(例如加、減、乘、除)，則可明顯地改變影像整體的明暗度及修正圖形對比的特性，其中加/減稱為灰階滑移，乘/除則是灰階擴展。對比均衡是讓影像整體灰階值均勻分佈，使影像變得較清晰。對比強化亦可達到類似效果，但是灰階分佈過於集中時，對比均衡效果比較明顯。所謂反轉(互補)就是將影像黑白對換，因為人類眼睛對灰暗區域之對比變化較敏感。影像在經過閾值化[19-20]處理後(如二值化)，可呈現出強烈的對比，方法是當影像上的像素 P 的灰階值介於某兩個參考值之間時，則將 P 的灰階值設定為某定值。

濾波又稱為遮罩(mask)，空間濾波[19]計有低通、中值、高通等三種，低通濾波就是衰減或消除頻域中的高頻分量(影像中灰階值變化較大、較迅速的部分，如邊緣等)，使像素灰階變化趨於和緩，效果是減少雜訊並使圖形模糊化。中值濾波不是遮罩，而是排序像

素 P 及其近鄰像素之灰階值，取中間者以為 P 的新灰階值，可消除影像中之雜訊，近鄰像素愈多，消除雜訊的效果愈好，但也容易造成影像的失真。高通濾波即是衰減或消除低頻分量(灰階值變化較緩和的部分)，保留高頻分量，而銳化了邊緣及其它尖銳變化的區域。

2.2 邊緣檢測與邊緣連接

邊緣檢測與高通濾波相似，會強化高頻分量，具代表性的技術是索貝爾(Sobel)邊緣檢測，它受雜訊干擾較小，原理則是增強梯度向量，每一像素須運算兩次(G_x 和 G_y)，再將結果的平方之和開根號(每一像素的梯度大小)，以為此像素之新灰階值，效果極佳，所以使用廣泛，本研究亦採用之。

邊緣檢測後影像邊界會較清楚，但為了擷取物件特徵，必須對影像做細線化(thinning)[19]處理，再做哈克轉換。哈克轉換是以檢驗某一點是否位於一條已知形狀的曲線上的方式從事圖形邊緣斷裂處的連結，我們計提供直線及二次曲線兩種哈克轉換。

三、人臉各器官邊線處理

本研究人臉辨識是採用統計的方法，先從前科犯的臉部影像取出各器官(眼、唇、眉、臉的正面及側面輪廓等)，經各種影像處理技術處理後取出邊緣曲線，俾從事圖形的描述(pattern representation)。

3.1 眼睛的邊線檢測

檢測眼睛邊線的流程如圖 3.1 所示，圖 3.2(b)及圖 3.2(c)分別是沒有做灰階度擴展與有做灰階度擴展，再做索貝爾邊緣檢測的效果。兩者之清晰度有明顯的差異。圖 3.3 為流程各階段的結果，圖 3.4 是四個實例。

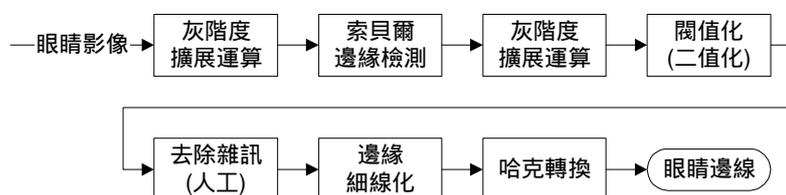


圖 3.1：眼睛邊線檢測流程

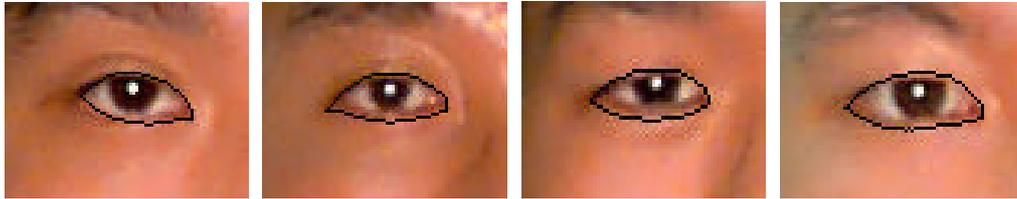


圖 3.4：眼睛邊線檢測四個實例

3.2 唇形的邊線檢測

由於人中使嘴唇的上緣曲線向內凹陷，如果對整個唇形作哈克轉換會導致人中部份的特徵消失，因此，必須採用分區整合的方式處理。所謂分區是將唇形依清晰程度及可辨認狀況分段，並依實際情況，以不同的程序處理各分段，最後再將各分段曲線疊合，以取得完整的邊緣曲線，圖 3.5 是唇形邊線檢測的處理流程。

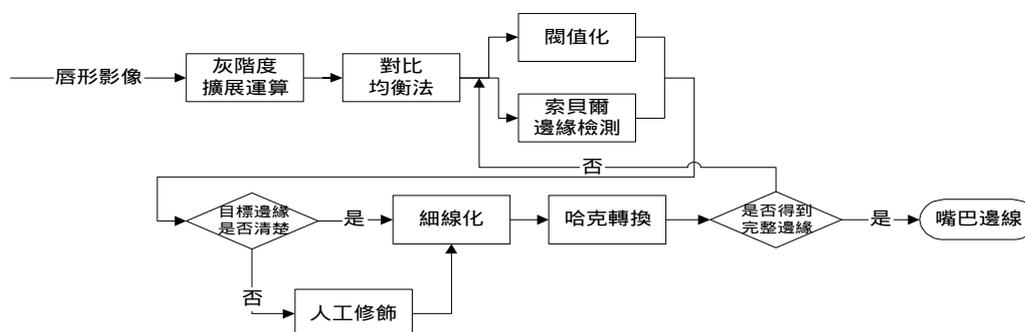


圖 3.5：唇形邊線檢測流程

由於部份唇形的灰階和皮膚相近，均衡化有極佳的效果。其後為索貝爾邊緣檢測或閾值化，端看何者效果較佳。假設藉閾值的調整仍無法有效的從事邊緣檢測，則必須以人工描繪方式修補不清楚的地方，再做邊緣細線化及哈克轉換。圖 3.6 是索貝爾邊緣檢測與閾值化處理的結果，圖 3.7 為流程各階段之處理結果，其中將圖 3.7(d)分成左右兩個區域處理，其邊緣尚稱完整，乃採用直線哈克轉換處理之，其結果如圖 3.7(e)，而圖 3.7(f)則是再

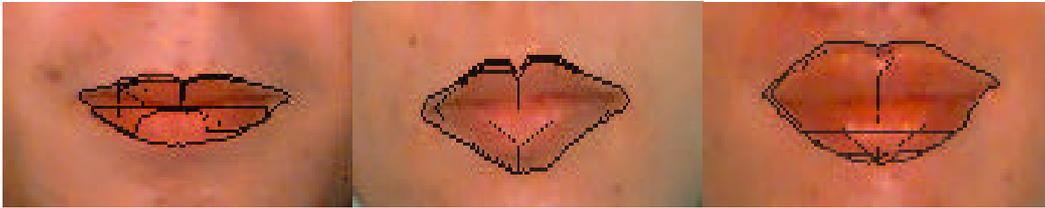


圖 3.8：唇形邊緣檢測三個實例

3.3 眉毛的邊緣檢測

眉毛的邊緣檢測流程如圖 3.9 所示。也是採取分區的方式，尤其外緣與皮膚色澤過於相近，部分邊緣不甚明確，且不同區域亮度有顯著差異，各分區所使用的閾值差異大，所得到的各邊緣曲線往往無法平順地連結，因此比唇形須多做一次哈克轉換，但因分區處理的眉毛邊緣曲線已經很完整，故使用直線的哈克轉換。另外，眉毛影像的灰階幾乎平均分佈於 0-255 之間，可免除均衡化處理。圖 3.10 是流程各階段的結果，圖 3.11 是四個實例。

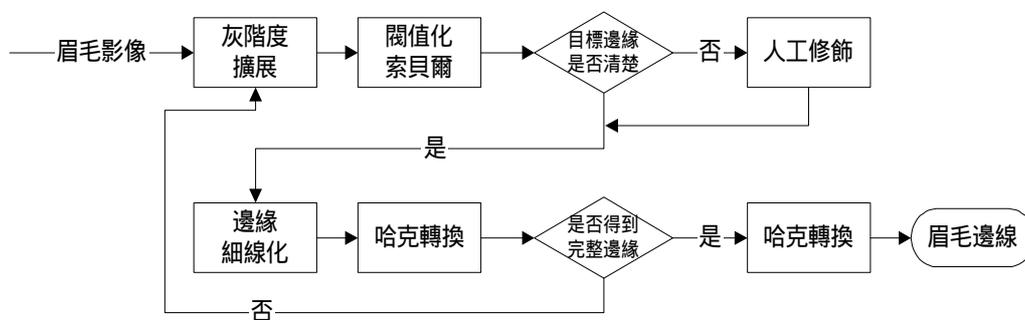


圖 3.9：眉毛邊緣檢測流程

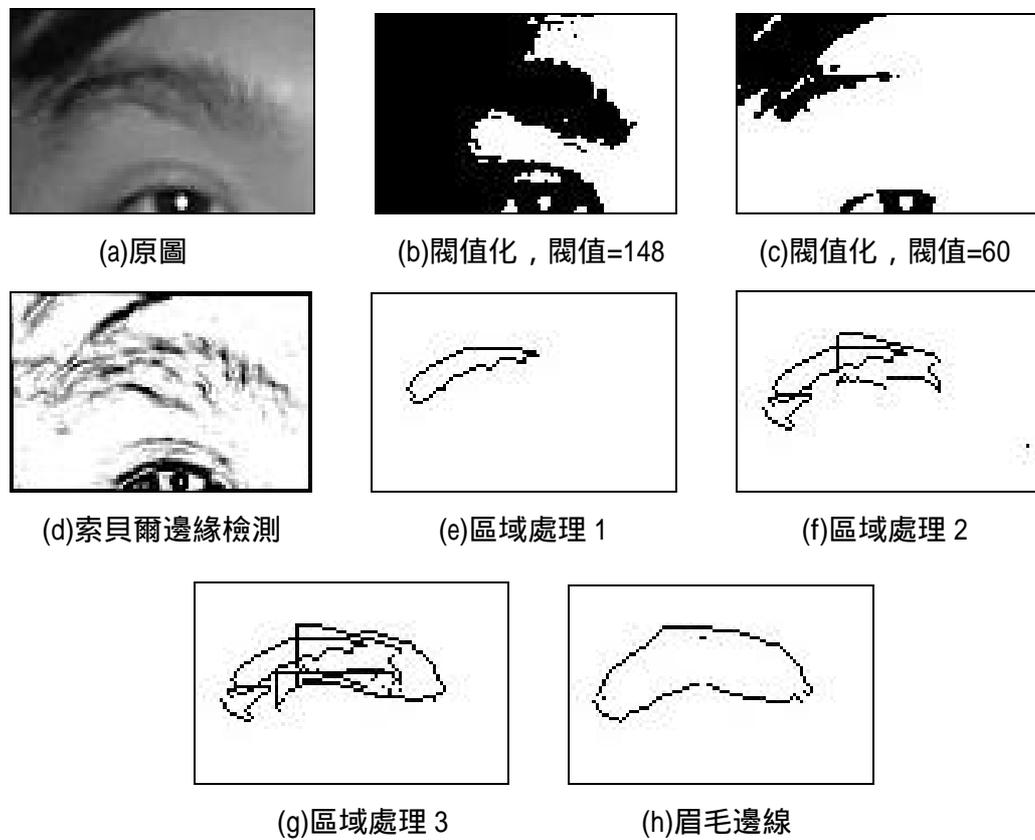


圖 3.10：眉毛邊線檢測流程各階段的結果

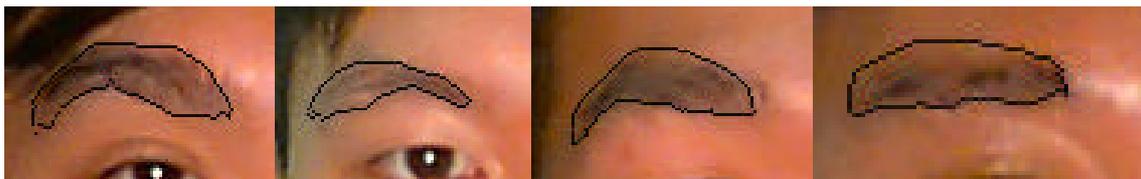


圖 3.11：眉毛邊緣檢測四個實例

3.4 人臉輪廓邊緣檢測

由於背景及穿著衣物的影響，前述的各種方法很難處理出一條人臉輪廓邊線，且人臉

的輪廓線遠較其他器官大，哈克轉換耗費極長的時間，因此我們用人工描繪的方式來處理，其流程見圖 3.12。在繪圖時，使用直線(線段)就可以達到非常好的效果。圖 3.13 為流程各階段的結果。

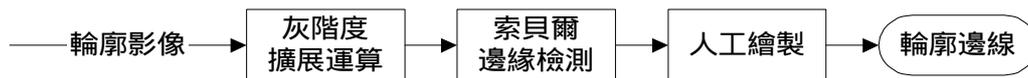


圖 3.12：人臉輪廓邊線檢測流程

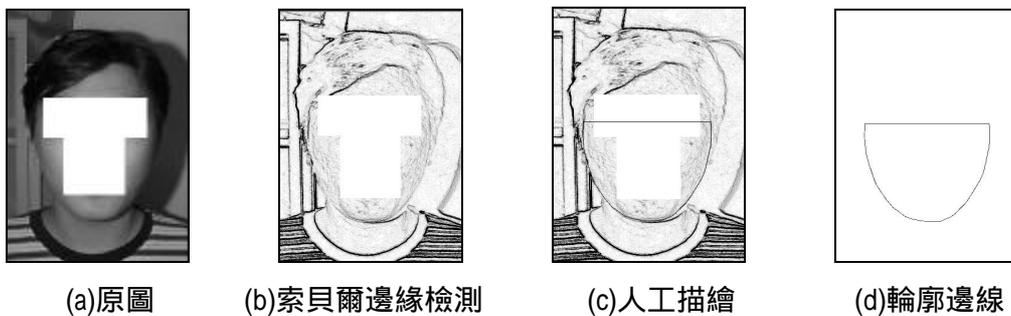


圖 3.13：人臉輪廓邊線檢測流程各階段的結果

四、圖形描述與圖形辨識

邊緣曲線(又稱特徵邊線)取出後，接著要做圖形描述及圖形識別(pattern recognition)。前者必須反映出描述對象的某些特徵；後者則是利用特徵參數作相似性比較。

4.1 圖形描述技術

圖形描述計有：邊線(boundary representation)、區域描述(region representation)及動量描述(moment representation)等方法。本研究採用邊線描述法描述臉部各器官，該描述法可分成：鏈碼(chain codes)、B 樣條擬合、AR 模型(autoregressive model)及傅立葉描述子等。其

中 AR 模型及傅立葉描述子區別相似物體的能力較強，且傅立葉描述子的運算功能甚佳，我們以之描述人臉各器官。

4.2 圖形描述過程

特徵邊線取出後，須走訪整個邊線，以產生傅立葉描述子。根據奈奎斯特取樣定理(Nyquist sampling theorem)，當取樣頻率大於等於帶限信號(band limited signal)中最大頻率的兩倍以上時，方足以表示該信號，且離散傅立葉轉換(discrete Fourier transform)的複雜度高。我們的作法是從特徵邊線中取出某固定數量的點，交予快速傅立葉轉換(fast Fourier transform)產生傅立葉描述子。為了消除特徵邊線所在位置及影像大小變化的影響，必須正規化該描述子。

走訪特徵邊線同時，從中取出 N 個($N=32$)特徵點來代表這條邊線。本研究計採用特徵點求取法、平均取樣法及等角度掃描法取樣。特徵點求取法取邊線上曲率最大的 N 個點為特徵點；平均取樣法將邊線圖形之長軸等距離切割成 $(N/2)$ 線段， $(N/2)-1$ 條切割線與圖形相交 $N-2$ 個點，加上長軸兩端點以為特徵點；等角度掃描法求取該邊線(不是整個影像)質量中心 Q_c 為座標原點，再取長軸任一端點 P ，以 $Q_c P$ 的延伸線為 X 軸的正方向，每隔 $2/N$ 角度取邊線在該角度上之點當作特徵點。

其次將 N 個特徵點轉成傅立葉描述子。而圖形放大 a 倍，傅立葉描述子亦乘上 a 倍。假設傅立葉轉換曲線函式 $f(t)$ 定義為“邊線點到質量中心的距離”，也就是將 Q_c 當作原點則解決了圖形位移的問題。另外以不同起始點 t_0 走訪邊線，傅立葉描述子就變成 $F(u)$ 乘以對極座標原點繞某一個角度 θ_1 (為 $F(t)$ 圖形縮放倍率， θ_1 為 t_0 之極座標之角度)， $F(u)$ 又等於 $|F(u)|$ 乘以對極座標的原點繞另一個角度，記作 θ_2 。於是 $F(u) = |F(u)| * e^{j(\theta_1 + \theta_2)}$ 。其中 $|F(u)|$ 與走訪邊線之起始點及圖形旋轉角度無關。 $|F(u)|$ ， $u = 0 \sim (2^k - 1)$ ，除以 $|F(0)|$ ，則去除了 θ_1 ，得到了唯一代表該特徵邊線的參數，稱為正規化特徵頻譜(normalized feature spectrum)，其中 $2^k = N$ 。

4.3 圖形相似性辨識

圖形辨識的技術很多，包括：統計圖形辨識(statistical pattern recognition)及類神經網路辨識(neural network pattern recognition)等。前者係以統計的理論研判目標物的相似性；後者以類神經網路為主幹，但在資料量很大的情況下，辨識率及處理績效大受影響，我們

因而採用統計法。特徵參數取出後，再以兩特徵邊線的歐幾里德距離(Euclidean distance)表示其相似程度，距離越小表示圖形越相似。

4.4 辨識實驗

對同一圖形做旋轉、放大、位移及以不同起始點走訪，理論上並不影響正規化特徵頻譜，但因取樣點的差異及計算精確度之誤差等，實際上卻有相當程度影響，且同一個人不同時間所拍的相片，相片大小(解析度)不一致，及不同的背景及與亮度，所求出的特徵邊線往往不盡相同。而實驗發現等角度掃描法，若配合傅立葉描述子的使用，較不受圖形縮放或旋轉的影響，且辨識效果較佳。而人在不同的精神狀況及情緒，或是某些特殊情況下，譬如遇到強光時會導致眼睛張合形狀的改變。我們也發現，當短軸(眼臉上下的距離)變動 1 個像素時，歐幾里德距離值比長軸(眼角到眼尾的距離)變動 1 個像素時大，也比較容易被判定為不相似。至於取樣點數目若能達到奈奎斯特取樣定理要求的數量，對相似性影響不大。

正規化特徵頻譜左右對稱，因此參數可減少一半，甚至只保留第二到第五分量(因正規化之故，任一特徵邊線的第一分量均為 1，對辨識無實質助益)，仍能保持圖形間的相似關係。因此每一器官只記錄四個參數，每一位前科犯共記錄七個器官(雙眼，雙眉，唇形，臉形及側面輪廓)。

五、參數資料庫

本資料庫中共有八個關聯，其中一個儲存前科犯基本資料，如姓名、身份證字號、地址、及明顯特徵，其它者為參數資料庫。每一器官一個關聯，每一關聯擁有四個參數欄位及一個關鍵屬性(身份證字號)。

而空間索引(spatial index)是空間資料庫(spatial database)的重要機制，通常用在電腦輔助設計(Computer Aided Design)系統及地理資訊系統(Geographical Information System)。參數資料庫也需要，我們則以空間區塊切割法來處理。

空間區塊切割是將 $N(N=4)$ 維超空間(N -dimensional hyperplane，每一維度代表一個正規化特徵頻譜之參數)，依其維度方向切割成許多超多邊形區域(hyper-polygon region)。本研究將每一個維度(norm)分割成八個區塊，因此整個空間分割成 4096 個區塊，而每一器官

在其索引空間中則是某一區塊中的一個點。我們使用樹狀結構來建立索引，結構中每一層代表一個維度，包含根結點在內共有 5 層見圖 5.1。

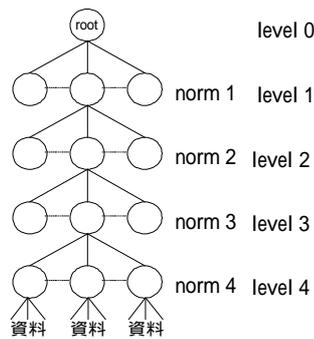


圖 5.1：索引樹的架構

第 i 層(level i , $0 \leq i \leq 3$)有八個鏈(link)分別連結到代表第 $i+1$ 維度八個區塊的八個節點。norm j 之值(正規化特徵頻譜第 $j+1$ 分量之振幅, $1 \leq j \leq 4$)經正規化成 $0 \sim 1$ 之間, 介於 $(0.125 * K) \sim (0.125 * (K+1))$ 者屬於最左邊算起的第 $K+1$ 個節點(節點編號為 $1 \sim 8$), $K=0,1,2,\dots,7$ 。

為了縮減查詢結果的資料量,我們將索引樹第四層的指標再以二元樹切成 16 個部分, 如圖 5.2 所示, 以方便從樹葉節點中擷取部分的資料, 而切割的方式則是分別以該節點所儲存資料的 4 個 norm 的中值作分野, 即以每一個 norm 的 $(\text{lower bound} + \text{upper bound}) / 2$ 作界線分成兩個部分, 每一部份又各自以其中值分成兩部份, 依此共形成 16 個部分。

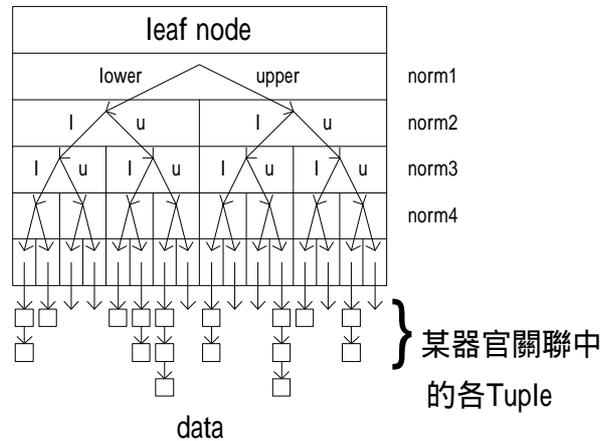


圖 5.2：樹葉節點的結構

在資料的擷取方面，我們採用逐層往外擴張的方式來取得預定數目的資料。首先，先找出所要搜尋資料在索引樹的路徑，假設第一到第四層分別為節點 N_1 、 N_2 、 N_3 以及樹葉節點 L 。第一次擷取時，係將 L 內的全部資料取出，如果資料量不足，則進行第二次的擷取。此時先將第一層之 N_1 往左右各擴張一個節點（稱為左一節點 N_{1L} 及右一節點 N_{1R} ），再取 N_1 之子節點 N_2 及 N_2 左右之節點 (N_{2L}, N_{2R})，而 N_{1L} 及 N_{1R} 亦各取相對應之三子節點，即第二層取九個節點，第三、四層依相同方法。則第 i 層有 3^i 個節點， $i=1, 2, 3, 4$ ，共從八十一個樹葉節點中擷取資料其中每三個一群，中間之樹葉節點稱為 M 。 M 內的資料全部取出，而 M 左右的二個節點則各取靠 M 側的半棵二元樹的資料。若資料量依然不足，第三次擷取時所搜尋的節點和第二次時相同，只是這次將 M 左右的二個樹葉節點中整棵二元樹的資料全部取出。若必須進行第四次擷取，則將第三次時所函括的所有節點各自往左右擴張二個節點，即第 i 層有 5^i 個節點， $i=1, 2, 3, 4$ 。擷取資料時，五個一群，中間者為 M ，而將 M 與其左右相鄰的二個節點之二元樹的資料全部取出，而與 M 相隔 1 個節點的兩個節點（稱為左二節點及右二節點），則擷取一半的資料。第五次和第四次一樣，每一層之節點均不變，但將 M 與左右各二個樹葉節點之二元樹的資料全部取出，依此類推，唯本研究每一層最多取七個節點。詳細情形如下表所示：

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次
第 i 層節點數	1	3^i	3^i	5^i	5^i	7^i
擷取資料的範圍	L	L, 左一右半, 右一左半	L, 左一, 右一	L, 左一, 右一, 左二右半, 右二左半,	L, 左一, 右一, 左二, 右二,	L, 左一, 右一, 左二, 右二, 左三右半, 右三左半

以下介紹索引樹的各項演算法：

1. findPath：找出該筆資料在索引樹中的路徑

```
{ for( i=1 ; i<=4 ; i++)
    path[i-1]= findChild( norm[i] ); //找出 norm[i]之子節點
return path[ ]; }
```

2. findVector：找出資料在索引樹中二元樹樹葉節點的正确位置

```
// norm_u[i]與 norm_l[i]分別為第 i 層某樹葉節點所存資料的最大值與最小值
// upper = 1 , lower = 0
{for(i=1;i<=4;i++)
    if(norm[i]>(( norm_u[i]+ norm_l[i])/2))
        position[i-1]=upper;
    else
        position[i-1]=lower;
return position[ ]; }
```

3. insert：將一筆資料 T (身分證字號、 norm[]) 加入索引樹中

(1) 將 T 加入該器官關聯中，稱為記錄 R;

- (2) for (i = 1; i <= 4; i++)
 - { 根據 norm i 找出 T 屬於第 i - 1 層的某一節點 P 的某一子節點 Q ;
 - if(Q==Null)
 - {產生一個新的節點;
 - 將 P 的子節點數 (child-number)加 1; P 以一指標指向 Q;}
- (3) 用函數 findVector 找出資料在索引樹樹葉節點 L 中二元樹樹葉節點的確位置，以指標指向 R ;
- (4) L 的資料數 (data-number) 加 1。

4. delete : 從索引樹中刪除一筆資料 T(身份證字號 , norm[])

- (1) 用函數 findPath 找出 T 在索引樹中的位置，假設是樹葉節點 L;
- (2) 用函數 findVector 找出 T 在 L 中二元樹的確位置，並將資料從該器官關聯中刪除，且將 L 的 data-number 減 1;
- (3) if(L 的 data-number == 0)
 - { 刪除 L;
 - for(L 的父節點到根節點之間的每一節點 P)
 - if(P 之 child-number == 0)
 - {刪除 P，同時將 P 的父節點的 child-number 減 1;}

5. retrieve : 依據索引樹中之結構，擷取所有數值相近的資料

// total : 所欲擷取的節點數; q:每一層向左及向右各擴充之節點數，初始值為 1

// r : 所擷取出來的節點數，初始值為 0; count 初始值為 1

- (1) 用函數 findPath 找出資料在索引樹中的路徑 N1、N2、N3 及樹葉節點 L;
- (2) 擷取 L 節點的二元樹之資料，假設共 r 筆 ;
- (3) while ((total <= 7)&&(r <= total)) //count==1 時，每層均向左右各擴展 q 個節點
 - {for (N1 及相鄰 2q 個節點所成的節點集合 M1)
 - for (M1 中各節點於 level2 各相對應之 2q+1 個節點所成的節點集合 M2)
 - for (M2 中各節點於 level3 各相對應之 2q+1 個節點所成的節點集合 M3)

```

for (M3 中各節點於 level4 各相對應之 2q+1 個節點所成的節點集合 M4)
  if(count==1)
    { M4 所含蓋的各群樹葉節點中新加入且在各群(每群 2q+1 個節點)左側
      者取右半而在右側者取左半二元樹中之資料，假設共增加 s 筆;
      r = r + s; count = 2; }
  else //count==2
    { M4 所含蓋的各群樹葉節點中新加入且在各群(每群 2q+1 個節點)左側
      者取左半而在右側者取右半二元樹中之資料，假設共增加 s 筆;
      r = r+s;q=q+1;count=1; } }
(4) return(r);

```

當刑案發生，目擊證人所描繪的歹徒畫像完成後，畫像臉部某器官，稱為查詢物件 O，經上述影像處理技術處理後，得到正規化特徵頻譜第二 五分量，以之查對其相對關聯之四維超空間索引，得到一群與 O 相似的器官 Tb(O)，取出所有相對應之前科犯。並計算 Tb 中各點與 O 之歐幾里德距離 D，再取 D 值最小的前 M 個前科犯，以縮小偵察範圍。七個器官全數完成後，共可得七組前科犯，每一器官一組。

由於各器官對臉形的辨識貢獻不一，擬予以加權，依經驗(各器官之辨識能力)眼睛的加權值為 5、臉形輪廓及側面輪廓均為 4、唇形為 3 以及眉毛為 2。而每一前科犯之相似性加權值為

$$Ti = \sum_{i=1}^7 Wi / Di$$

若某一前科犯的某器官 O' 不在其 Tb(i) 內，則 Di=Dmax，其中 Dmax 為該 Tb(i) 中最大的 D 值。我們取加權距離 Ti 值最小的前 K(使用者指定之數量)名前科犯列為重點偵察對象。

六、結論與未來發展

面對一張影像時，我們首先使用基礎影像處理的方法將其對比增強，以得到較清楚的影像，接著使用索貝爾邊緣檢測來強化影像的邊緣，之後做邊緣細線化。得到初步的邊緣

後，再以哈克轉換做邊緣斷裂點的連結，如此即可得到完整的邊緣曲線。其後以等角度掃描法取樣 32 個點，進行傅立葉轉換得到傅立葉描述子，又將傅立葉描述子轉換成傅立葉頻譜，最後得到邊緣曲線的正規化特徵頻譜，然後以其第二、五分量建立資料庫及進行後續的查詢比對。

研製邊緣檢測時發現，如果使用二次曲線的哈克轉換會造成所檢測到的邊緣向外擴張一個像素，也會將邊緣修飾得較圓滑，而造成特徵的流失。而我們只用直線及二次曲線，事實上可以朝任意方程式曲線來進行，如此則不需將所有參數空間中符合條件之曲線全部繪出，亦可避免邊緣向外擴張的問題，當然其計算複雜度也必然提高。由於唇形的灰階(顏色)和皮膚者相近，而臉形輪廓曲線易受到背景的干擾，部分照片並不能直接檢測影像的唇形和臉形，必須藉助人工描繪，造成部分邊緣的擷取涉入了使用者主觀的判斷。

在研製的過程中也發現，如果查詢物件與資料庫中的圖形大小差異甚大，辨識率會降低一些。原因是影像解析度不同，擷取出來的邊緣曲線亦有些許相異之處。另外在辨識圖形時，使用歐幾里德距離，效果不錯。如果能再將不相似圖形的距離拉大些，辨識率必然可以再提昇。

未來在邊緣檢測的細節方面，擬繼續加強邊緣檢測的能力，使雙眼皮、唇形及臉部輪廓皆能由電腦自動檢測，俾儘量避免人為的主觀因素及提升辨識效果與效率。目前眉毛和唇形必須分區處理，系統處理對象都是灰階圖形，未來亦擬朝自動化及彩色系統方向改進。

在圖形辨識部份，將尋找比歐幾里德距離更合適的方法，並深入探究頻譜的特性，俾進一步提昇系統之辨識率。至於查詢部份將繼續改善資料庫的索引，並研製一個有效的查詢結構，譬如使用 R-tree 及其查詢演算法，以改善圖形比對的績效。未來亦將加入各器官在臉部之相對位置，嘗試更進一步提高系統之辨識力及辨識率。

參考文獻

- [1] Chellappa, R., Wilson, C.L., and Sirohey, S. A. (1995) Human and machine recognition of faces: a survey. *Proceedings of the IEEE* **83** (5), 705-740.
- [2] Sakai, T., Nagao, M., and Fujibayashi, S. (1969) Line extraction and pattern recognition in a photograph. *Patt. Recog.* **1**, 233-248.

- [3] Kelly, M. D. (1970) *Visual identification of people by computer*. Tech. Rep. AI-130, Stanford AI Proj., Stanford, CA.
- [4] Craw, I., Tock, D., and Bennett, A. (1992) Finding face features. in *Proc. 2nd Europe Conf. On Compu. Vision*, 92-96.
- [5] Craw, I., Ellis, H., and J. Lishman, J. (1987) Automatic extraction of face features. *Patt. Recog. Lett.* **5**, 183-187.
- [6] Sirohey, S.A. (1993) *Human face segmentation and identification*. Tech. Rep. CAR-TR-695, Center for Autom. Res., Univ. Maryland, College Park, MD.
- [7] Akamatsu, S., Sasaki, T., Fukamachi, H., and Suenaga, Y. (1991) A robust face identification scheme –KL expansion of an invariant feature space. in *SPIE Proc., Intell. Robots and Computer Vision X: Algorithms and Techn.* **1607**, 71-84.
- [8] Kaya Y., and Kobayashi, K. (1972) A basic study on human face recognition. in *Frontiers of Pattern Recognition* (Watanabe, S., Ed.), Academic, New York, pp. 265-289.
- [9] Kanade, T., (1977) *Computer Recognition of Human Faces*. Birkhauser, Basel and Stuttgart.
- [10] Cheng, Y., Liu, K., Yang, J., Zhuang, Y., and Gu, N. (1991) Human face recognition method based on the statistical model of small sample size. in *SPIE Proc. : Intell. Robots and Compu. Vision X : Algorithms and Techn.* **1607**, 85-95.
- [11] Cheng, Y., Liu, K., Yang, J., and Wang, H. (1992) A robust algebraic method for human face recognition. in *Proc. 11th Int. Conf. On Patt. Recog.*, 221-224.
- [12] Brunelli, R., and Poggio, T. (1993) Face recognition: Features versus templates. *IEEE Trans. Patt. Anal. and Mach. Intell.* **15**, 1042-1052.
- [13] Rahardja, A., Sowmya, A., and Wilson, W. (1991) A neural network approach to component versus holistic recognition of facial expressions in images. in *SPIE Proc.:Intell. Tobots and Computer Vision X: Algorithms and Techn.* 1607, 62-70.
- [14] Kaufman, G.J. Jr., and Breeding, K.J. (1976) The automatic recognition of human faces from profile sihouettes. *IEEE Trans. Syst., Man, and Cybern.* **SMC-6**, 113-121.
- [15] Zahn, C.T., and R. S. Roskies, R.S. (1972) Fourier descriptors for plane closed curves. *IEEE Trans. Computers* **COM-21**, 169-281.

- [16] Harmon, L., and Hunt, W. (1997) Automatic recognition of human face profile. *Computer Graphic and Image Process.* **6**, 135-156.
- [17] Harmon, L., Khan, M., Lasch, R., and Ramig, P. (1981) Machine identification of human faces. *Patt. Recog.* **13**, 97-110.
- [18] Wu, C. and Huang, J. (1990) Human face profile recognition by computer. *Patt. Recog.* **23**, pp. 255-259.
- [19] Gonzalez, R.C., and Woods, R.E. (1992) *Digital image processing.* Addison-Wesley.
- [20] Lindley, C.A. (1994) Practical image processing in C. *Big Apple Tuttle-Mori.*

An Application of Image Database on Facial Recognition – The Database of Lawbreakers

Fang-Yie Leu^{*}

Min-Shiung Shiu^{**}

Shau-Tang Yu^{**}

Chau-Li Lin^{*}

Abstract

The goal of this project is to construct a human image database of lawbreakers. After the police get the human image drawn by the witness, they can use the human image database and retrieval system to find out the possible upsets. At first, we should construct the image data of lawbreakers, then scan the standard mug shot taken by the police and transfer it to the image file. After retrieving the features of face organs including eyes, eyebrows, lips, outline of face and profile, by using edge enhancement, Sober edge detection, Hough transform and thinning techniques, we can obtain the outlines of each organ. The outlines are then transform into Fourier descriptors with Fourier Transform. After that a normalized feature spectrum is generated. The second to fifth spectrums are extracted to construct organ relations. We also construct the spatial index for every relation. The human image drawn by the witness is also proceeded by the same techniques described above. We use the image to query the spatial index to downsize the searching space. The importance of weight of each organ is also discussed in this article.

Keyword: Image Database, Image Database of Lawbreakers, Face Reconization

^{*} Institute of Computer and Information Sciences, Tunghai University, Taichung 407, TAIWAN.

^{**} Department of Computer and Information Sciences, Tunghai University, Taichung 407, TAIWAN