

利用差分影像來作灰階人臉辨識

## Gray-Value Face Recognition Using Difference Images

計畫編號：NSC87-2213-E-009-061

執行期限：86/08/01 – 87/7/31

主持人：莊仁輝 交通大學資訊科學系 副教授

E-mail: jchuang@cis.nctu.edu.tw Fax: 03-5721490

經費來源：行政院國家科學委員會

### 一、中文摘要：

(關鍵詞：人臉辨識，差分影像，特徵向量分析，主軸分析，線性鑑別分析)

在人臉辨認方法中，常見的一種方法是將人臉影像視為一個極高維度的向量。其主要缺點是光線變化對於辨識結果有極大之影響，甚至導致辨識之錯誤。本計畫使用差分影像之動機在於考慮人臉之重要特徵（如五官）多在鄰近的像素間造成明顯灰階變化而不似光線變化僅在影像中引起緩慢的灰階變化！此外，差分影像其灰階值之動態範圍較小，也可以被用來降低資料量以提昇系統的效率。由於影像之差分化可視為資料之前處理，因此其適用範圍並不受限於某種特殊的辨識方法。本計畫建立了 Eigenfaces 與 Fisherfaces 兩種人臉辨識系統，並以實例（如常用的人臉影像資料庫）來驗證其辨識結果較不受光線影響之特點。

### 英文摘要：

(Keywords: Face Recognition, Difference Image, Eigenanalysis, Principal Axis Analysis, Linear Discriminant Analysis.)

Several existing face recognition algorithms represent a face image as a vector of very high dimension. The main problem with such approaches is the sensitivity of the recognition to the lighting condition that incorrect results

may be obtained. The use of the difference image in this project for face recognition is motivated by the observation that face features will usually cause more significant changes in image grayvalues in a small neighborhood than that due to different lighting conditions. Moreover, using the difference image may also improve the overall performance of the recognition system in that the dynamic range of the grayvalues is much smaller, and so are the data to be processed. Since the operation of difference can be considered as a preprocessing for the original image, its application is not restricted to a particular face recognition algorithm. In this project, face recognition systems based on both the Eigenfaces and Fisherfaces algorithms are implemented. Real images from some well-known image databases of human faces are used to show that the proposed approach recognition method is indeed less sensitive to the lighting condition.

### 二、計劃緣由與目的

在人類的各種外貌中，臉孔為最重要的，原因在於它反映了人類的心理、情感，而且可以被用來做身份的辨識。人臉辨識是最近幾年來在圖形辨識領域裡的一個重要的研究主題，主要原因在於它有許多重要的應用。例如：人機介面、罪犯識別及信用卡簽

帳... 等等。在人機介面裡，首重操縱者與計算機之間的溝通，其最終目的是允許操縱者直接下達命令，而不需透過鍵盤等輸入裝置。在信用卡簽帳的應用上，若以人臉辨識來輔助傳統的簽名方法，其效果、可靠度及方便性都將會大幅地提昇。至於在罪犯辨識上，則可先利用電腦將待辨識的臉與現有的影像資料庫做比對，來達成事先過濾的目的。

一般人臉辨識的方法，可區分成下列兩種：(1)辨識構成人臉要素(constituent-based) [1-7]，以及 (2)直接辨識人臉的方法(face-based) [8-11]。辨識構成人臉要素的方法是先把臉部的器官(如鼻子、眼睛..)先抽取出來，然後再以這些器官本身或彼此之間的一些量化數值來當成特徵以利判斷。直接辨識人臉的方法是省略掉特徵抽取的步驟，而採用一個維度很大的向量來代表整個臉部。通常這類方法把灰階人臉影像中的每一個像素(pixel)的灰階值拿來做這個向量中的一個元素(entry)，而同一個人的數張影像，所對應的向量通常都會很接近，我們就可以藉著比較這些向量之間的距離來辨別人臉。目前在這個領域裡較常被引用的觀念有 Eigenfaces 及 Fisherfaces 兩種。

由於一張影像大小若為 512x512，則其所形成的向量維度會是  $512 \times 512 = 262144$ 。因此若直接利用上述向量來做人臉辨識，其運算效率會非常的差，所以無論是 Eigenfaces 或 Fisherfaces 都嘗試在較低維度的子空間中進行有關人臉辨識的分析，以改善運算效率。另外，由於此類方法直接使用人臉影像之像素，所以對於影像取得之環境須特別注重。例如光線是影響人臉辨識的一個重要因素，因光線的強度及角度所造成的影響力往往超過由不同人臉所造成者(見[9])，因此若光線的變化很大時，這兩種方法都會產生很差的辨識結果。

對於一個人臉影像而言，造成灰階變化

的因素有 (1)因臉部的起伏變化所形成的和 (2)由光線變化所造成的。若考慮在辨識過程中直接利用其影像中灰階變化來當作特徵，理想的辨識系統應該是只考慮因素 (1)，而把因素 (2) 所造成的影響降低。由於因素 (2) 的變化通常是較緩慢的，若在分析人臉影像時，僅考慮相鄰像素之間的『差別』，則上述問題所造成之不良影響應可大幅降低。本計畫之目的即在探討利用差分運算之前處理來提昇各式辨識系統之效能。

### 三、研究方法與成果

在利用差分影像來作灰階人臉辨識之前，我們首先搜尋一些有人臉影像的資料庫。我們第一個採用的是 ORL 的影像資料庫，這些影像可以在下面網址上可以找到：[ftp://quince.cam-rl.co.uk/pub/data/orl\\_faces.tar.Z](ftp://quince.cam-rl.co.uk/pub/data/orl_faces.tar.Z)。我們一共取了 40 個人做為代表，每人各有 10 張照片，其中 5 張做為訓練之用，另外 5 張則做為測試之用。我們建立了 Eigenface 及 Fisherface 等兩種系統來進行人臉辨識，其結果如表一所示。其中 Fisherfaces\_40 表示有 40，由於各群中心的代表性並不是那麼的足夠，因此辨識率稍差。而 Fisherfaces\_200 則視每一個訓練影像為一群，其辨識率與 Eigenface 差不多，但是計算時間則只要其五分之一。

而在利用差分影像(如圖一)的部份，參考表二的結果，我們發現辨識率均較原來為差。可是，如果一張影像的光線是不均勻的時候(參考圖二)，沒有經過差分前處理的影像，其辨識結果就變得很差。而有利用差分影像技術做前處理的影像，其辨識率下降的幅度則沒有那麼多(參考表三)。顯然，有做差分前處理的影像，受到光源的影響較小。

由於在有些應用中，必須要求較快的辨

識速度。因此，我們亦考慮對以上的方法做加速的動作，其方法是略去部份特定灰階值以下的差分影像的像素。當然，為了加快速度，在辨識率上就會有些下降。其結果如表四所示。其中 **Eigenfaces\_3** 表示消去灰階值低於下像素的。

除了以上的 ORL 影像資料庫之外，我們也採用了 Yale 影像資料庫中的影像來做訓練與測試，其網址為：  
<ftp://daneel.eng.yale.edu/pub/software/yalefaces/yalefaces.tar>。實驗結果顯示，若影像先以”直方圖等化”(histogram equalization)方法處理過，則其差分影像的辨識率將較其他之方法為佳(參考表五)。

表一

方法	辨識率	CPU 時間
Eigenfaces	95%	4.90 秒
Fisherfaces_40	91%	0.85 秒
Fisherfaces_200	94%	1.00 秒

表二

方法	辨識率	CPU 時間
Eigenfaces	89%	4.92 秒
Fisherfaces_40	77%	0.89 秒
Fisherfaces_200	84%	1.04 秒

表三

方法	辨識率	CPU 時間
Eigenfaces	34%	4.88 秒
Fisherfaces_200	23%	1.00 秒
差分 Eigenfaces	87%	4.92 秒
差分 Fisherfaces_200	82%	1.04 秒

表四

方法	減少像素	辨識率	CPU 時間
差分 Eigenfaces_3	1.6%	87%	4.90 秒
差分 Eigenfaces_4	13%	86%	4.44 秒
差分 Eigenfaces_5	39%	83%	3.34 秒
差分 Eigenfaces_6	65%	81%	2.38 秒

表五

方法	直方圖等化	辨識率	CPU 時間
Eigenfaces	無	57%	1.58 秒
Eigenfaces	有	60%	2.01 秒



差分 Eigenfaces	無	50%	2.02 秒
差分 Eigenfaces	有	66%	2.05 秒

圖一



圖二

#### 四、結論與討論

本計畫探討使用差分影像之前處理來提升影像辨識系統的效能。在人臉辨認方法中，常見的一種方法是將人臉影像視為一個極高維度的向量，然後再以向量間的遠近代表臉孔之相似與否，以達成人臉辨識之目的。此種方法的一個主要缺點是光線變化對於辨識結果有極大之影響，有時甚至導致辨識之錯誤。為了驗證經過差分前處理之影像

將較不受光線變化之影響而仍然能夠保有影像中因人臉之重要特徵（如五官）而產生之灰階變化，我們建立了 **Eigenfaces** 與 **Fisherfaces** 兩個人臉辨識系統，並以常為各研究單位所使用之人臉資料庫來進行模擬。

實驗結果顯示，在一般正常光線條件下，差分前處理固然會導致辨識率之些微降低，但是若是遇到較不均勻之光線變化情形，則使用差分影像之辨識結果要遠遠勝過未經差分前處理者。此外，差分影像之灰階值動態範圍較小，因此具有低資料量之優點。實驗結果亦顯示，若在辨識過程中忽略差值較小之像素，辨識速度可提高至數倍，唯辨識率亦有逐步降低之趨勢。本計畫之研究結果亦將有助於其他圖形辨識方法之效能改進。

#### 五、參考文獻

- [1] I. Craw, H. Ellis and J. R. Lishman, Automatic Extraction of Face-features, *Pattern Recognition Lett.* 5, 183-187 (1987)
- [2] A. Yuille, D. Cohen and P. Hallinan, Facial Feature Extraction by Deformable Templates, *Technical Report 88-2*, Harvard Robotics Laboratory (1988)
- [3] X. Li and N. Roeder, Face Contour Extraction from Front-view Images, *Pattern Recognition* 28(8), 1167-1179 (1995)
- [4] V. Govindaraju, S. Srihari and D. Sher, A Computational Model for Face Location, *Proc 3rd. International Conference on Computer Vision*, 718-720 (1990)
- [5] L. Harmon, M. Khan, R. Lasch and P. Ramig, Machine Identification of Human Faces, *Pattern Recognition* 13(2), 97-110 (1981)
- [6] A. Lanitis, C. Taylor and T. Cootes, Automatic Face Identification System Using Flexible Appearance Models, *Image and Vision Computing* 13(5), 383-401 (1995)
- [7] G. Chow and X. Li, Towards A System for Automatic Facial Feature Detection, *Pattern Recognition* 26(12), 1739-1755 (1993)
- [8] M. Turk and A. Pentland, Face Recognition Using Eigenfaces, *1991 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 586-591 (1991)
- [9] P. Bellhumeur, J. Hespanha and D. Kriegman, Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection, *Proc. 4th European Conference on Computer Vision* (1996)
- [10] Zhujie and Y. Yu, Face Recognition with Eigenfaces, *Proc. IEEE International Conference on Industrial Technology*, 434-438 (1996)
- [11] D. Swets and J. Weng, Using Discriminant Eigenfeatures for Image Retrieval, *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 18(8), 831-836 (1996)