

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

類神經網路於生物測定認證技術及應用之研究(三)

The Study of Biometric Identification Technology and Applications by Neural Networks (III)

計畫編號：NSC 88-2213-E-009-052

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：傅心家 國立交通大學資訊工程系

一、中文摘要

應用電腦視覺於生物測定認證系統近來受到越來越多的注意，而生物測定認證在自動化系統之資訊安全及防護上能有許多的實際應用。本計劃中使用多種不同的類神經網路技術，發展出一高效能的生物測定認證系統。基本上，此系統利用視訊信號偵測人像大概位置後，再使用人像膚色的獨特性正確定位出人臉，然後交由靜態人像辨識系統執行辨識以確定是否為合法的使用者，如系統無法辨識時則可將影像交由臉部表情處理系統對臉部表情進行正規化處理，以做進一步的辨識。目前如上述辨識功能之雛型展示已完成，請進入：

<http://www.csie.nctu.edu.tw/~mnlab> 瀏覽。

關鍵詞：生物測定認證、人像辨識、類神經網路、形變、人像偵測

Abstract

The feasibility of using computer vision to identify biometrics has received increasing attention. Biometric identification techniques can be applied to many practical applications in the area of automation and information security. This project has combining various techniques of Neural Network to develop a fully functional biometrics identification system. This system consists of the following subprojects:

1. Static face recognition,
2. Detect human faces in a sequence of images,
3. Facial expression and morphing.

The system detects the face location approximately in a sequence of images and then locates the face by the skin color information. A static face recognition subsystem is employed to recognize the located face and judge the person is a legal user or not. If the system fail to recognize the face, a face morphing subsystem then used to normalize the face expressions for recognizing again.

Keywords: Biometric Identification, Face Recognition, Neural Networks, Morphing, Face Detection

二、緣由與目的

生物測定認證系統有許多的實際應用，如出入控制，金融交易，尋找影像資料庫中的特定人物等。生物測定認證的好處很多，其中比較為大家所公認的優點為(1)偽造困難；(2)使用方便；(3)適用性廣泛。此外，近年來由於電腦快速進步，特別是計算速度及記憶體容量快速增加，更使得生物測定認證成為一種安全好用的方法。在許多生物測定認證系統中，人像辨識是十分方便並且較不需要使用者作特殊配合的一種方式，例如影像資訊可藉由攝

影機很自然的取得。但因為人像辨識系統有時因人像偵測的正確性造成可靠度較低，所以需要整合其他的功能以輔助辨識成功率。本計畫主要的目標為設計一整合視訊信號人像偵測、人像辨識與人像表情處理之線上人像辨識系統。

三、結果與討論

1. 靜態人像辨識系統

本計劃的系統架構由前處理、特徵選擇、與辨識器等三個模組構。前處理主要負責人臉區域的取出與影像亮度與大小的正規化。特徵抽取負責對正規化後的人像選擇出具代表性的人臉特徵，而辨識器則利用所取出的人像特徵進行辨識工作。整個系統的架構如圖一所示。

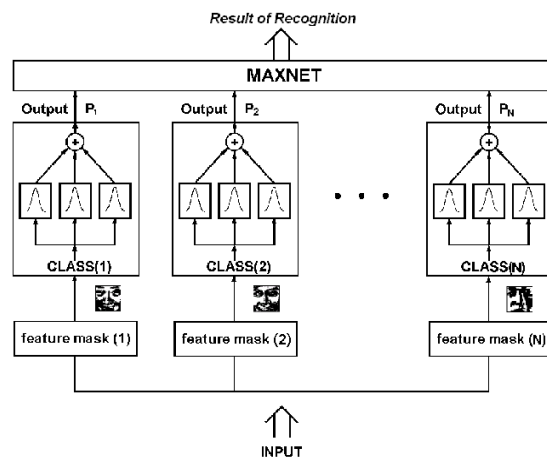


圖一、人像辨識系統架構圖

在上圖中，人臉區域的取出主要利用人臉膚色與環境之不同的資訊，並輔以一些簡單法則，如人臉的對稱性質等資訊，從一張較大的影像中框出人臉所在位置，然後進行臉部區域大小及亮度的正規化處理。而在特徵選擇的部份，每個人像都可以利用本身的訓練資料計算出該人像與所有人像平均值的差距，以及個別人像的訓練資料的變異程度，將每個特徵維度上的這兩個值相除，其值越大則表示該特徵對於該人像是重要的，反之則否，將每個人像的重要特徵做一排序，選出個別人像中具代表性的特徵集合。

在辨識器方面，具有在不同特徵空間中進行分類工作的能力，我們採用了機率決策神經網路 (Probabilistic Decision Based Neural Networks, PDBNN) 的主要精神，但在架構與學習法則上作了一些修正：傳統的 PDBNN 具有 one class one subnet 但所有 class 使用相同特徵集合的特性，我們更改

為 one class one subnet one feature set，即每個 class 所對應的 subnet 使用了各自獨特的輸入特徵，而非所有 subnet 共用相同的特徵空間。我們所使用的 PDBNN 辨識器架構如圖二所示。



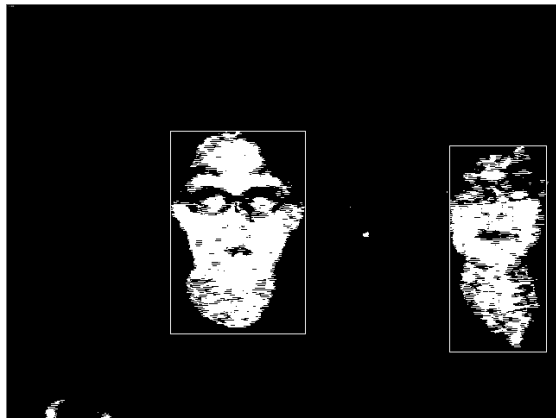
圖二、辨識器架構

2. 視訊信號人像偵測

在線上人像偵測與辨識系統，我們完成下列工作：(1) 建立視訊資料庫，(2) 設計人像偵測與辨識的特徵向量，(3) 研究演算法，(4) 撰寫影像控制介面及人機介面。

人像偵測系統可視為 on-line 人像辨識的第一階段 (前置處理)。我們先利用膚色以及人體移動的資訊找出人臉的大約區域 (ROI) 然後再用 NEFCAR 演算法找出人臉的初步位置。藉由此一位置，可進一步找到眼睛的位置。利用影像重新取樣的技巧，可將人臉兩眼的距離及與水平夾角度正規化，以利辨識工作的進行。在不同的時間或地點，錄影時的採光條件不盡相同，而為了克服亮度的差異，所得到的膚色區域必須經由投影的方式來去除亮度的干擾。在投影之前，像素紅、綠、藍的分量分別除以 256，如此所有像素的顏色點會位於一個邊長為 1 的立方空間內。利用空間投影公式，將投影至由 $\{(0,0,1),(0,1,0),(1,0,0)\}$ 三點所形成的平面

上，接著再計算出投影點與平面上任意參考點的相對水平距離以及相對垂直距離，並以此為新的座標。我們假設膚色在此新座標平面具有 **Gaussian mixture model** 的機率分佈，利用 **EM** 演算法可以計算出模型中的各參數。然後我們可以算出影像各位置膚色的可能性。一典型的執行結果如圖三所示。



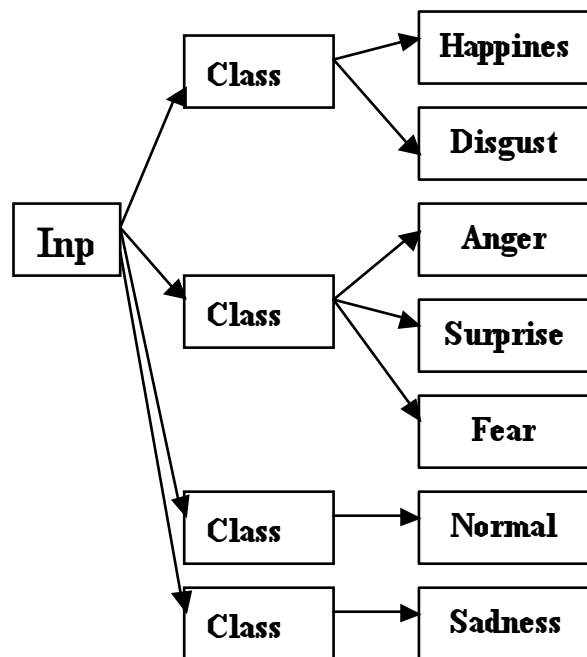
圖三、膚色區域以及人臉 ROI 之區域。

在偵測連續影像之人像時，我們可使用類神經模糊分類器 **NEFCAR** 來定出 ROI 中臉部的位址。其中只考慮含有足夠多膚色區域的位置以進一步加快速度並提高準確率。我們假設每一 ROI 中至多有一張臉孔。因此，若有超過一個以上的人臉位置被偵測到，則系統選擇擁有最大可靠度 (**confidence measure**) 的位置。另外也假設我們著重於 **access control** 的應用，所以只選擇最接近攝影機中心的 ROI 做後序處理 (圖五)。我們以小型資料庫做測試，錯誤率為 $5/500=1\%$ 。

3. 臉部表情處理

我們提出分層架構，利於處理臉部表情特徵之辨識、特定表情之變化、與臉部變形及正規化，因應各特定目的地進行網路之修正及模組式結合。目的在發展表情辨識及適合臉部形變的技術，同時利於臉部的正規化，以提高靜態及動態人像辨識的能力，助益於整合的功能。在辨識方面主要是以主要元素分析 (PCA) 在影像資料

空間上擷取特徵，並加上結構式放射狀函數網路 (如圖四) 達到特徵表情辨識的目的，辨識率達 95% 以上。同時在形變方面更探討各種表情的對應，找出形變錨點 (**anchor point**) 相互的關係以期達到形變自動化的功能。動態模擬的結果如圖五。此技術是智慧型自動辨識系統中重要的一環，尤其有利於提高人像識別的正確率。此應用非常廣泛，包括罪犯辨識、安全系統監控、動畫合成、演講語音及表情模擬，多媒體及虛擬實境之人機介面等。



圖四、分層結構式 RBFN



圖五、臉部形變動態模擬

四、計劃成果自評

本計劃的成果可分三方面來說明：

1. 本計劃為了發展及測試人像辨識系統之需要建構了大型的靜態人像資料庫，總人數超過1000人，影像數目則超過一萬張，堪稱是國內最大的人像資料庫，此人像資料庫除可做為本計劃實驗外，在相關的使用規則訂定後，亦可提供國內相關研究學者使用，減少重覆建制人像資料庫上的人力花費。
2. 一個人像辨識系統的辨識率高低，與人像偵測系統(face detection)的效能有很大的關係。傳統的人像偵測偵測成功率與偵測所需時間上達成雙贏的效果，而一些利用窮舉法來偵測人像的系統更是無法應用於即時環境(real time)中。我們的人像偵測採用了膚色偵測的方法，並輔以一些直覺式的法則(如人臉對稱性質)來定位人像，不僅偵測成功率高，且偵測所需時間相當短，只需一至兩秒，可應用於即時人像辨識系統中。
3. 此系統利用視訊信號偵測人像大概位置後，再使用人像膚色的獨特性正確定位出人臉，然後交由靜態人像辨識系統執行辨識以確定是否為合法的使用者，如系統無法辨識時則可將影像交由臉部表情處理系統對臉部表情進行正規化處理，以做進一步的辨識，由於加強了人像偵測的正確率與對人像表情的處理，此系統對人像辨識有很高的成功率。

五、參考文獻

- [1] M. M. Dempster, N.M. Laird, and D.B. Rubin, "Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm", *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, Vol. 39, pp. 1-38, 1997.
- [2] R. Brunelli and T. Poggio. "Face recognition: Features versus templates." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 15(10):1042--1052, October 1993.
- [3] I.J. Cox, J. Ghosn, and P.N. Yianilos. "Feature-based face recognition using mixture-distance." In *Computer Vision and Pattern Recognition*. IEEE Press, 1996.
- [4] T. Kanade. *Picture Processing by Computer Complex and Recognition of Human Faces*. Ph.D thesis, Kyoto University, 1973.
- [5] M. Lades, J. Vorbruggen, J. Buhmann, J. Lange, and C.V.D. Malsburg. "Distortion invariant object recognition in dynamic link architecture," *IEEE Trans. Computers*, 42:300-311, 1993.
- [6] S. Lawrence, C.L. Fies, A.C. Tsoi, and D. Back. "Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach." *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol.8, No.1, January, 1997.
- [7] Shang-Hung Lin, S.Y. Kung, and Long-Ji Lin. "Face Recognition/Detection by Probabilistic Decision-Based Neural Network," *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol.8, No.1, January, pp.114--132, 1997.
- [8] A. Pentland, B. Moghaddam, T. Starner, and M. Turk, "View-based and modular eigenspaces for face recognition," in *Proc. IEEE Computer Soc. Conf. On Computer Vision and Pattern Recognition*, page 84-91, 1994.
- [9] Henry A. Rowley, Shumeet Bahuja, and Takeo Kanade, "Human face detection in visual scenes," Technical Report CMU-CS-95158, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, July 1995.
- [10] F.S. Samaria and A.C. Harter, "Parameterisation of a stochastic model for human face identification," In *Proceedings of the 2nd IEEE workshop on Applications of Computer Vision*, Sarasota, Florida, 1994.
- [11] F.S. Samaria, "Face Recognition using Hidden Markov Models," Ph.D thesis, Trinity College, University of Cambridge, Cambridge, 1994.
- [12] L.J. Shen, H.C. Fu, and Y.Y. Xu, "A principal component based probabilistic DBNN for face recognition," in *ICIP'96*, Vol.3, pages 499--503.
- [13] Kah-Kay Sung and Tomaso Poggio, "Learning human face detection in cluttered scenes," In *Computer Analysis of Images and Patterns*, pages 432--439, 1995.
- [14] M. Turk and A. Pentland, "Eigenfaces for recognition," *J. of Cognitive Neuroscience*, 3:71--86, 1991.
- [15] L.J. Shen and H.C. Fu, "Feature Reduction for Face Recognition by PDBNN," in *ICS'98*.
- [16] D. Nauck, U. Nauck, and R. Kruse, "Generating Classification Rules with the Neuro-Fuzzy System NEFCLASS," *Proc. Biennial Conf. of the North American Fuzzy Information Processing Society*, Berkeley, 1996.
- [17] J.S. Taur and C.W. Tao, "Face Detection Using Neuro-Fuzzy Classifier", *ISMIP98*.
- [18] J.S. Taur and C.W. Tao, "Neuro-Fuzzy Classifiers with Adjustable Rule Importance", 1998 中華民國第六屆模糊理論及其應用會議。

