

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

類神經網路靜態人像辨識系統之研究(三)

The Study of Neural Network Face Recognition System for Static Images (III)

計畫編號：NSC 88-2213-E-009-053

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

選擇具代表性的特徵在人像辨識上是一件重要的工作，傳統的人像辨識方法大多使用相同的特徵集合來區別不同的人，而這樣的限制相信是可以被打破的。我們採用了每個人像使用不同的特徵集合的方式來提高辨識率。在本計劃中，藉由一個特徵選取的演算法刪除了每個人像中最不重要或容易產生混淆的特徵，僅僅保留能夠有效區別不同人像的特徵，以提供機率決策神經網路(PDBNN)做人像辨識之用。我們將所發展出的方法分別應用到兩個不同的人像資料庫上，都得到不錯的實驗結果。在本計劃所建立的 151 人的人像資料庫中，辨識率可由原來的 86.26% (每個人像使用 2500 個特徵) 提高到 94.87% (每個人像使用 1000 個特徵)，而在 ORL 人像資料庫的實驗上，可由原來的 92.5% (每個人像使用 10304 個特徵) 提高到 98.5% (每個人像使用 8000 個特徵)。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/~nnlab> 瀏覽。

關鍵詞：人像辨識、類神經網路、特徵選擇、機率決策神經網路

Abstract

Selecting proper and important features is an essential task for efficient face recognition. Most of recognition or classification algorithms proposed to extract and to use features in uniform manner from each object. We believe the constraint on uniform number of features could be relaxed

to non-uniform and yet to achieve better recognition performance. In this project, we present a PDBNN based feature reduction algorithm that deletes some feature vectors which contribute the least among of the whole

feature set. The deletion is performed on individual facial basis. By applying the proposed algorithm, we performed some face recognition experiments on a in-house 151 people facial database and the ORL database. The experimental results show the recognition accuracy improved from the original 86.26% (2500 features) to 94.87% by using only 1000 features on the in-house database, and the recognition accuracy improved from 92.5% (10304 features) to 98.5% (8000 features) on the ORL database.

Keywords: Face Recognition, Neural Networks, Feature selection, PDBNN

二、緣由與目的

人像辨識係屬於圖形辨識(pattern recognition)的一種應用，由於人像在不同角度，光線，背景之下，所呈現的樣子具有相當程度的變異性，而加深了由電腦自動識別人像的困難度。國外近幾年來，已有越來越多的學者注意到人像辨識潛在的市場需求，而投入這方面的研究，目前有各種不同的理論方法被提出來，包括幾何特徵(geometrical features)，特徵臉(eigenfaces)，模板匹配(template matching)，圖型匹配(graph matching)，類神經網路(neural networks)，以及

Hidden Markov Models 等等。然而一些已知的結果離實用性仍有一段距離，許多系統均對所能辨識的人像資料庫作了很嚴格的限制，例如所能允許的人像資料庫總人數，光線角度背景的限制等。

人像辨識的結果好壞，除了取決於辨識方法外，所採用的人像特徵是一個決定辨識率好壞與辨識時間長短的一個很重要因素。如何去找出具代表性的人像特徵以增進系統的辨識率一直是各方努力的目標，然而直到目前為止，仍然沒有很穩定且能達到高辨識率的方法被提出。本計畫的主要目標，除了要發展出一個有系統的人像特徵抽取方法外，並且要與所提出的辨識系統緊密結合，完成一具有高辨識率的即時人像辨識系統。

三、結果與討論

本計畫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有代表性的人臉特徵，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。



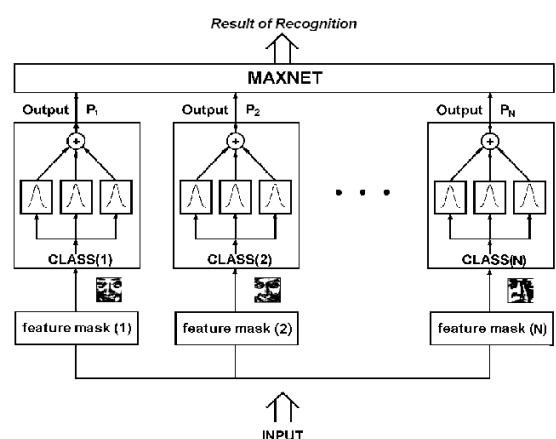
圖一、人像辨識系統架構圖

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。

我們已發展出的系統中，在理論上有以下的創新：

- 在特徵選擇的部分，傳統的圖型辨識理論，所有的 class 都在相同的特徵空間中進行分類的工作，常見的一些 feature reduction 演算法只是從高維度的資料空間中，選擇出大體上每個 class 的特性都能獲得相當保存的低維度空間，然後所有的 class 的辨識工作就在相同的低維度特徵空間中進行。例如主要元素分析 (Principal Component Analysis, PCA) 就是其中最具代表性的一種方法。這樣方法的最主要缺點在於所求出的特徵空間雖能保存大多數 class 的特性，但會有少數幾個 class 的特徵會在維度降低的過程中失真，而這幾個 class 經常就是造成系統辨識率降低的主要來源，這幾個 class 除了本身的資料容易辨錯外，也經常導致別的 class 的資料誤判成這幾個特徵失真的 class。有鑑於此，我們發展出一個能找出每個 class 獨特特徵空間的演算法，以及能在不同特徵空間中進行分類工作的辨識器。
- 在辨識器方面，必需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 su, net 但所有 class 使用相同特徵集合的特性，我們更改為 one class one su, net one feature set，即每個 class 所對應的 su, net 使用了各自獨特的輸入特徵，而非所有 su, net 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

在實驗結果方面，我們將所發展出的方法分別應用到兩個不同的人像資料庫上，都得到不錯的實驗結果。在本計劃所建立的 151 人的人像資料庫中，辨識率可由原來的 86.26% (每個人像使用 2500 個特徵) 提高到 94.87% (每個人像使用 1000 個特徵)，而在 ORL 人像資料庫的實驗上，可由原來的 92.5% (每個人像使用 10304 個特徵) 提高到 98.5% (每個人像使用 8000 個特徵)。由於每個人像均使用了最能代表該人像的特徵做為辨識的條件，再加上可在不同特徵空間中做人像辨識的辨識器設計，故每個人像使用較少但較重要的特徵，反而可以達成更好的辨識效果。

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。本計劃所完成的人像偵測與人像辨識系統之實際電腦作業畫面，如圖三所示。
3. 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。本計劃所建構之類神經網路靜態人像辨識系統，可做為生物測定認證系統重要的一部分。此系統在門禁管理與金融自動櫃員機業務上具有廣大之商業潛力。

五、參考文獻

- [1] S. Akamatsu, T. Sasaki, H. Fukamachi, and Y. Suenaga. "A robust face identification scheme-KL expansion of an invariant feature space," in *SPIE Proc.: Intell. Robots and Computer Vision X: Algorithms and Tech.*, 1607:71-84, 1991.
- [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. Fiesl, 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 Baluja, 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 DENN 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 PDENN," in *ICS'98*.

[16] Vic Brennan and Jose Principe, "Face Classification using a Multiresolution Principal Component Analysis", in *MNSP'98*.

圖三、系統實際作業畫面

