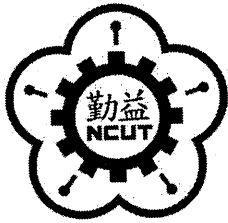


DT
448
1141
100
225339



國立勤益科技大學
電機工程系碩士班

碩士論文

基於粒子群結合 K-means 演算法

應用於即時人臉辨識

Real-Time Face Recognition System Based on the Integrating

Particle Swarm and K-means Algorithm

研究生：張世平

指導教授：白能勝 博士

中華民國一〇〇年七月

國立勤益科技大學圖書館



225339

勤 益 科 技 大 學

博 碩 士 論 文 全 文 上 網 授 權 書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在勤益科技大學
電機工程系 扎電控制 組 99 學年度第 二 學期取得碩士學位之
論文。

論文題目：基於粒子群結合K-means演算法應用於即時人臉辨識
指導教授：白能勝

■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校
圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方
式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢
索、閱覽、下載及列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路	<input checked="" type="checkbox"/> 立即公開
校外網際網路	<input checked="" type="checkbox"/> 中華民國 102 年 8 月 29 日公開

授 權 人：張世平

簽 名： 張世平

中 華 民 國 102 年 8 月 30 日

國家圖書館 博碩士論文電子檔案上網授權書

本授權書所授權之論文為授權人在勤益科技大學電機工程系 99 學年度第三學期取得碩士學位之論文。

論文題目：基於粒子群結合K-means演算法應用於即時人臉辨識
指導教授：白能勝

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無償授權國家圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

上列論文為授權人向經濟部智慧財產局申請專利之附件或相關文件之一（專利申請案號：_____），請於_____年_____月_____日後再將上列論文公開或上載網路。

因上列論文尚未正式對外發表，請於100年8月30日後再將上列論文公開或上載網路。

授權人：張世平

親筆簽名及蓋章： 張世平

民國100年8月30日

電話：
聯絡地址：台中市豐原區成功路333號
E-Mail：ping7615@hotmail.com

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校電機工程系碩士班 張世平 君

所提論文 基於粒子群結合 K-means 演算法應用於即時人臉辨
識

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

論文口試委員會：

召集人：

郭逸平

委員：

郭昭霖

林煥奇

指導教授：

王啟勝

主

任：

姚賀騰

中華民國一〇〇年七月

基於粒子群結合 K-means 演算法 應用於即時人臉辨識

研究生：張世平

指導教授：白能勝 博士

國立勤益科技大學電機工程系碩士班

摘要

本論文主要開發人臉辨識系統，實現在工業電腦的架構上，配置一個網路攝影機作為擷取影像的裝置。研究方法分為三個部分，分別為人臉定位、特徵擷取以及人臉辨識。人臉定位是採用AdaBoost來進行人臉矩形特徵訓練，將每個經過AdaBoost訓練出來的分類器以串聯的方式去判斷人臉區域，來達到過濾非人臉區域的效果，可以在複雜的背景影像中找出人臉區域。在特徵擷取方面是採用主成份分析(Principal Component Analysis, PCA)法，此方法可以有效率地降低資料量，並保留變化大的影像特徵。然後人臉辨識方面提出粒子群最佳化(Particle Swarm Optimization, PSO)結合K-means演算法來辨別人臉身分，以便獲得較佳的全局收斂性，並且可以克服傳統的K-means容易陷入局部極小值的缺陷。最後藉由實驗結果證實，本論文所提出之人臉辨識系統可以有效地即時找出人臉，並且正確的辨識人物是否有在資料庫內，對於多個人物之偵測亦可達成，並根據幾個實驗驗證本論文所製作的人臉辨識系統可行性。

關鍵字：人臉辨識、主成份分析、粒子群演算法、K-means演算法。

Real-Time Face Recognition System Based on the Integrating Particle Swarm and K-means Algorithm

Student: Shih-Ping Chung

Advisor : Neng-Sheng Pai

Department of Electrical Engineering

National Chin-Yi University of Technology

Abstract

This thesis discusses how a human face recognition system applied on the structure of industrial computer, which with a network camera to catch the image. The methods of this study are divided into 3 parts, which are face detection, feature extraction and face recognition. In face detection, AdaBoost classifier is applied to training of face's rectangle feature by connecting classifiers, trained by each feature, as a cascade in order to realize the effect of checking at each classifier, through which face region in a complicated background image can be obtained. Feature extraction uses principal component analysis (PCA) algorithm, which effectively reduces data volume while retains the image features with large variation. And then particle swarm optimization (PSO) integrating k-means algorithm with regard to face recognition is proposed to recognize identify of the face, in order to yielded better global convergence and overcome the disadvantage of local minimum in traditional k-means. Finally the experiment proved that the human face recognition system in this thesis can

effectively locate a human face area and correctly identify whether its identity has been stored in the database, and to detect multiple human faces is also possible. The possibility of the human face recognition system discussed in this thesis is approved by several experiments.



Keywords: Face Recognition, Principal Component Analysis, Particle Swarm Optimization, K-means.

致謝

本論文順利完成首要感謝指導教授白能勝博士，在碩士兩年的學習過程中不斷的給予鼓勵與悉心的教導，讓我在專業領域與專業技能上收穫盛多，還有提供舒適的研究空間及所需的研究設備，在這優良環境條件下才能使學生順利完成此次論文，順利的拿到了碩士學位。也讓我在做人處事方面有了新的認知，時常抱著審慎嚴謹的態度在加上勇於面對問題的心態，對我的人生有了新的意義，著實幫助了不少。同時非常感謝口試委員郭逸平教授、郭昭霖教授與林俊成教授，於論文審查期間所給予的建議與指正，讓本篇論文能更加的充實與完善。

在此，感謝黃聖富學長，在碩一期間的指導與生活的幫助，同實驗室之賴俊源同學在學業上的共同努力，對於課業上或研究上的問題相互討論，找出最佳的解決之道。感謝實驗室學弟陳建旻、賴義忠、游宏裕跟其他實驗室是愛好運動的同伴，讓我在煩悶的時候一起運動紓解壓力。感謝周遭實驗室學弟莊倍嘉、楊子儀、劉仲軒與實驗室的夥伴、共同參與實驗室的大小活動，替實驗室增添了不少歡樂的回憶。

最後感謝我的家人，感謝父母親的關心與支持，感謝兄弟的付出與問候，這些精神上的鼓勵，讓我可以順利的完成碩士學位。

張世平 謹誌

國立勤益科技大學 電機工程系碩士班

中華民國一〇〇年八月二十九日

目錄

摘要	I
Abstract.....	II
目錄	V
圖目錄	VII
表目錄	IX
第一章 緒論	1
1.1 研究動機與背景	1
1.2 文獻回顧	2
1.3 論文目標	5
1.4 論文架構	6
第二章 系統架構與軟硬體說明	7
2.1 演算法流程	7
2.2 系統架設環境	8
2.3 硬體介面	9
2.3.1 工業電腦	9
2.3.2 USB 網路攝影機	11
2.3.3 觸控式螢幕	12
2.4 軟體環境	13
第三章 人臉偵測方法	15
3.1 影像灰階化	16
3.2 直方圖等化	16
3.3 AdaBoost 分類器	18
3.3.1 積分影像	18
3.3.2 矩形特徵、AdaBoost 演算法	19
3.3.3 串聯式分類器	21
3.4 影像正規化	22
3.5 人臉偵測實驗	23
第四章 人臉辨識方法	26
4.1 主成份分析法	27
4.1.1 主成份方法說明	27
4.1.2 主成份運用於圖像	30
4.2 粒子群 K-means 演算法	33

4.2.1	K-means 分類演算法.....	33
4.2.2	粒子群 K-means 演算法.....	34
第五章	實驗結果.....	38
5.1	人臉辨識系統與控制介面.....	38
5.2	人臉辨識測試實驗.....	43
5.3	測試結果與比較.....	48
5.4	系統速度測試.....	50
第六章	結論與未來展望.....	51
6.1	結論.....	51
6.2	未來展望.....	52
參考文獻	53



圖目錄

圖 2.1 人臉辨識系統流程圖	7
圖 2.2 測試者與設備的關係	8
圖 2.3 測試環境圖	9
圖 2.4 艾訊 MANO800 主機板 I/O 圖	10
圖 2.5 Logitech HD Webcam c510	11
圖 2.6 iDTI 觸控式螢幕	13
圖 2.7 OpenCV 的基本結構	14
圖 3.1 人臉偵測流程圖	15
圖 3.2 彩色圖像轉灰階圖像	16
圖 3.3 等化跟未等化的圖像和直方圖	17
圖 3.4 點(x,y)的積分影像值	19
圖 3.5 計算矩形所有灰階值和的示意圖	19
圖 3.6 四種矩形特徵	20
圖 3.7 選出的第一跟第二特徵	21
圖 3.8 串聯式分類器結構	22
圖 3.9 為雙線性內插法示意圖	23
圖 3.10 人臉偵測結果圖	24
圖 3.11 人臉正規化圖	25
圖 3.12 特徵擷取圖	25
圖 4.1 人臉辨識流程圖	26
圖 4.2 原始數據分布圖	28
圖 4.3 坐標系位移	28
圖 4.4 坐標系旋轉	29
圖 4.5 投影到 X 軸上	29
圖 4.6 投影完轉回原坐標系	30
圖 4.7 將二維圖像轉換成一維向量	31
圖 4.8 特徵臉和平均影像	32
圖 4.9 鳥群覓食行為[27]	35
圖 4.10 粒子群 K-means 流程圖	37
圖 5.1 整個系統外觀圖	39
圖 5.2 選擇工作模式介面	40
圖 5.3 實驗室人員訓練樣本	40

圖 5.4 實驗室人員訓練圖	41
圖 5.5 實驗室人員與陌生人樣本	41
圖 5.6 實驗室與陌生人員訓練圖	42
圖 5.7 辨識模式介面	43
圖 5.8 實驗室人員辨識實驗	44
圖 5.9 陌生人辨識實驗	45
圖 5.10 實驗室兩個人員的辨識實驗	46
圖 5.11 陌生人與實驗室人員辨識實驗	47
圖 5.12 人臉辨識率與資料庫人數相關圖	48
圖 5.13 人臉辨識率與訓練張數相關圖	48
圖 5.14 資料庫與辨識時間關係圖	50



表目錄

表 2.1 工業電腦規格表	10
表 2.2 觸控式螢幕規格	12
表 5.1 測試結果準確率	49



第一章 緒論

1.1 研究動機與背景

電腦視覺主要研究在機器如何看的科學，說的更清楚一點，是指使用攝影機結合電腦進行辨識，再進一步作影像處理，用電腦去處理使它成為更合適觀察或傳送的檢測儀器，作為一個工程科學，電腦視覺尋求基於相關理論與模型來建立電腦視覺系統。這類系統的組成部分包括：

- (1) 程序控制(例如：工業機器人和無人駕駛方面)。
- (2) 事件監測(例如：圖像監測)。
- (3) 信息組織(例如：圖像資料庫和圖像序列的索引建立)。
- (4) 物體與環境建模(例如：工業檢查，醫學圖像分析)。
- (5) 交感互動(例如：人機互動的輸入設備)。

因為時代的進步，電腦的性能逐漸地提高，足以處理像圖像這種龐大的資料，電腦視覺才被正式的注意和研究，然而這些發展都來自於不同的領域，因此會有不同的需求。所以人們解決部分具體電腦視覺的方法，可惜的是這些方法都適合於局部的目標，像是臉部、指紋、文字辨識等，因而無法廣泛地應用於不同領域。基於機器學習的方法越來越廣泛及多樣化，使得機器學習的研究有了進一步發展，或許在未來多用途型的電腦視覺應用可以成真。

往常要驗證或證明一個人的身分，通常會使用類似身分證之類的證件來做為身分的辨識，因而造成了每個人身上的各種證件琳琅滿目。

而這些證件共同的目標就是要證明一個人的身分，由於現今各種證件竊取及偽造事件頻繁，證件本身的安全性及可靠性就愈來愈受質疑，因此利用每個人身上容易取得的生物特徵來證明身分，是目前大眾所朝向的目標。隨著電子科技的快速發展，生物特徵相關的研究逐漸被重視，人臉、指紋、語音、掌紋與虹膜都是很好的生物特徵[1-3]，並且提供給使用者很大的便利性和可靠性，而人臉特徵在生物認證中占了重要的一角，因為它不用額外的裝置，也不需要跟測試裝置有任何的接觸，因此人臉偵測與辨識的相關研究，也就開始蓬勃發展起來。人臉辨識之研究不只有學術上的價值，所佔的商機相當廣泛，應用更是頻繁，有娛樂方面、監視系統跟保全方面、電子商務。儘管如此人臉偵測與人臉辨識還是存在許多關鍵問題需要解決，如：人臉的角度、人臉的大小、背景及光源的影響等。

1.2 文獻回顧

廣泛地說明人臉辨識其實包括一系列相關研究，其中有人臉圖像收集、臉部偵測、人臉辨識前處理、目標資訊搜索和目標資訊確認。而一個完善的人臉辨識系統，很大的程度上視其具體的應用方向所決定，有些是單獨工作，用於解決量測或檢測問題，還有些是龐大複雜系統的組成部分，像是資料庫系統、人機介面設備。所以具體的實現方法也視功能決定，但是有些功能是每個人臉辨識系統所需具備的，主要的功能有：(1)圖像的取得，從圖像感知器產生一張張的圖像，而圖片中的像素值往往對應於光在一個(灰階)或多個光譜(彩色)上的強度，這些感知器可以是各種攝影機。(2)預處理，在實施主要的演算法前，通常會先把圖像做預先處理，讓圖像可以滿足後續要執行的演算法要求，比如色彩空間的轉換、平滑濾波去除雜訊、利用直方圖調整對比度、改變圖像大小方便應用。(3)特徵擷取，把圖像裡具備辨識的特徵

擷取出來，像是邊緣、色彩、面積大小，方便後續演算法的運用跟處理。(4)偵測與分割，將一些需要或有價值的資訊，從圖像中分割出來，也可以進行特定目標的偵測，可以分出哪些區域是有用的，哪些區域是背景圖。(5)演算法處理，在演算法處理中通常都是高複雜性，並且對目標進行辨識，在這個過程如何辨識的準確又快速，這將是電腦視覺的最終目標也是本論文的研究目的。

一開始從輸入影像中偵測出人臉位置是本研究的第一步，在人臉偵測的應用層面就相當廣泛，像是3C用品的人臉偵測、人臉表情辨識、偵測疲勞問題、人臉辨識等，因此這些年就有很多相關的研究。人臉偵測基本上分為臉部幾何位置的判斷方法[4]、膚色跟形狀的特徵不變法[5]、人臉樣本或五官為模板的比對法[6]、使用人臉資料庫進行訓練的統計模型[7]、訓練分類器去判斷人臉的方法像支持向量機[8]和AdaBoost等，或者是智慧型方法例如類神經網路[9]等，都可以用來進行臉部定位跟追蹤。在正確定出人臉的區域後，會先把原始的人臉圖像經過降維和特徵擷取的過程，如此一來可以降低運算量也可以提高運算速度，在這一類的方法有主成分分析法(Principal Component Analysis, PCA)[10,11]、線性判別分析(Linear Discriminant Analysis, LDA)[12]、離散餘弦轉換(Discrete Cosine Transform, DCT)[13]等。主成份分析法是經由少數個原始變數的線性組合來解釋資料集的變異結構，主成份具有最高代表性的向量表達出最多的資料變化，有最大的變異數能有效地分出個體的差異。線性判別分析是在已知的分類下，一旦遇到有新的樣本時，可以利用這個方法選定判別標準，去判斷新樣本該放置於哪個群體，這個方法主要統計學上的一種分析方法。離散餘弦轉換是跟傅立葉相關的一種轉換，它類似離散傅立葉變換，不同是使用實數的關係，此方法經常使用在信號處理和圖像處理上，主要針對信號和圖像的數據壓縮。依據特徵的擷取方式分為兩種，第一種是

以整張人臉當作一個特徵下去作辨識稱為整體特徵法。第二種是找出臉上的局部特徵，以往來說會取眼睛、鼻子或嘴巴為局部特徵，接著分別對這些局部特徵做辨識，所以稱為局部特徵法[14]。

在人臉辨識方面也有很多不同的理論和演算法相繼被提出來，文中有提到的粒子群演算法(Particle Swarm Optimization, PSO)，就是一種具有群體智慧的方法，大部分使用於如何有效率地搜索到最佳解，適合在各種最佳化問題的求解，也被運用於分散式運算的最佳化[15]、資料探勘中的分類問題[16]等。此外本文使用了分群式PSO演算法，在演算過程中加入K-means分類將搜索領域切割，以較小的速度分別於解空間中找到群內最佳解。

現今高齡化的現象趨近於普遍，因此需要照顧與支援的老人家越來越多，因此產生了服務型機器人的概念，讓這些機器人去服務這些老人，因此應用在自走車或是機器人的視覺影像研究越來越多。像機器人[17]採用影像處理的方法，具備看護以及跟隨的功能，若老人遭受突發狀態或跌倒，經過無線網路傳送即時影像告知家人，可以讓老人得到即時的幫助，或者可以讓機器人具有人臉辨識功能，讓機器人可以辨識家人的臉，並且可以喊出名字，使人可以感覺到親和力，在依照個人的喜好，來決定對家人做哪些服務。Thorpe[18]等人，利用影像偵測的方式切割出由使用者腳下所延伸出的地板區塊，經由影像與實際空間的座標轉換，進行顏色與材質比對用以判斷，障礙物距離和可走道路長度及寬度。

1.3 論文目標

本論文研究的目標是建立用AdaBoost將人臉從影像中框選出來，使用主成份分析法進行特徵的擷取與粒子群K-means演算法辨識人臉的系統，因為要完成這樣的系統所以有幾個目標要達成：

(1) 運用AdaBoost的人臉偵測

使用積分影像快速計算矩形區域，並且運用在AdaBoost的矩形特徵擷取上，讓人臉偵測的結果既快速又準確。

(2) 擷取差異大且容易分辨的人臉特徵

利用少量且重要的特徵，來達到理想的辨識率，主要找出各人臉的差異成分，保留差異度較高的幾個部分，這樣不但可以節省特徵的儲存空間，也可以減少辨識的時間。

(3) 利用OpenCV為底層的即時人臉辨識系統

在軟體方面主要是以Dev C++結合OpenCV函式庫，OpenCV提供一些影像處理的函式庫，並且是跨平台的C函式庫相當的便利。

(4) 使用粒子群K-means演算法的人臉辨識

許多演算方法的發展是來自於對自然界現象的觀察，粒子群演算法就是其中一種，適用在本系統辨識人臉的時候，可以有效率地搜索到最佳解。

1.4 論文架構

本論文分為六章節說明，每個章節架構說明如下：

第一章 緒論

本論文敘述研究動機和研究背景之相關介紹，並說明本論文的研究構思。

第二章 系統架構與軟硬體說明

分別敘述人臉辨識系統的軟硬體跟系統流程，分成演算法流程、系統架設環境、硬體介面、軟體環境四個部分介紹。

第三章 人臉偵測方法

主要目的是將人臉區域從複雜的背景裡提取出來，將介紹本論文提取人臉的方法與流程，以及如果框選到大小不一的人臉，將會運用影像正規化的方法把圖像像素值統一，接著展示人臉偵測的結果和人臉正規化。

第四章 人臉辨識方法

以主成份分析法進行特徵擷取，產生人臉資料庫可以用來比對資料，以及使用粒子群結合K-means演算法辨識人臉。

第五章 實驗結果

將人臉辨識系統放置於實際的環境中，以實驗方式偵測人臉與辨識人物，並且加以記錄。

第六章 結論與未來展望

完成人臉辨識系統的設計目標，且說明以後發展的研究目的。

第二章 系統架構與軟硬體說明

2.1 演算法流程

研究方法主要分為兩個部分，第一部分是將影像輸入後把彩色影像轉換成灰階影像，接著經過分類器定位人臉位置，找出是否有框出人臉，並將框出的人臉做圖像大小正規化，會在第三章作詳細說明。第二部分把正規化的人臉做為單一特徵，使用主成份分析法進行特徵擷取降維的動作，再找出一個特徵空間，這個特徵空間可以投影出人臉資料庫，接下來利用粒子群K-means去辨識出最接近的候選人，並且把候選人的名稱標註在框選的圖框上面，在第四章作詳細說明，圖2.1為系統流程圖。

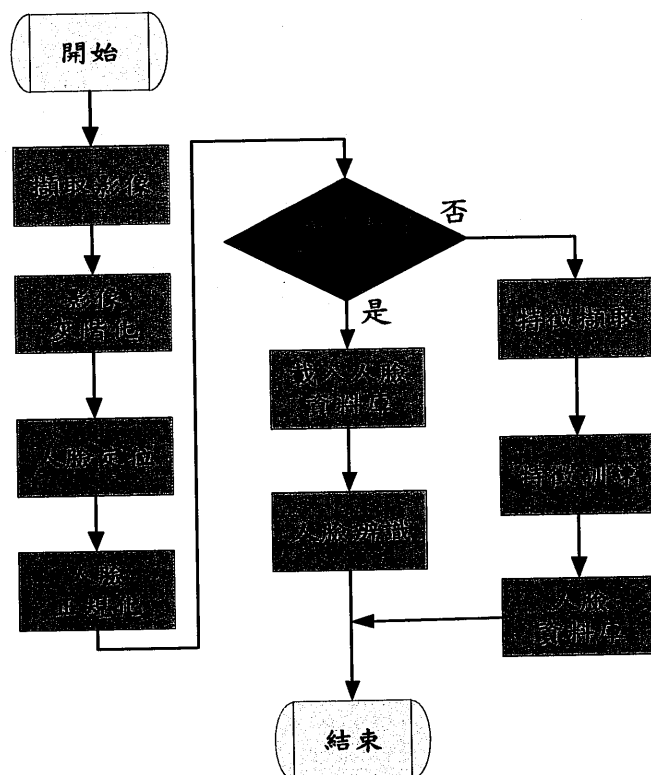


圖2.1 人臉辨識系統流程圖

2.2 系統架設環境

本研究架設的環境，主要以實驗室為測試環境，圖2.2為測試場所、測試者與影像擷取裝置之間的關係，本系統研究場所主要以室內環境為主，辨識研究室5位成員並加入許多陌生人樣本辨識陌生人物，若為陌生人就提出示警也可以用來記錄研究室人員的出勤紀錄。將攝影機架設在約離地面170公分的高處，拍攝實驗室的出入口，圖2.3為實際拍攝情形。

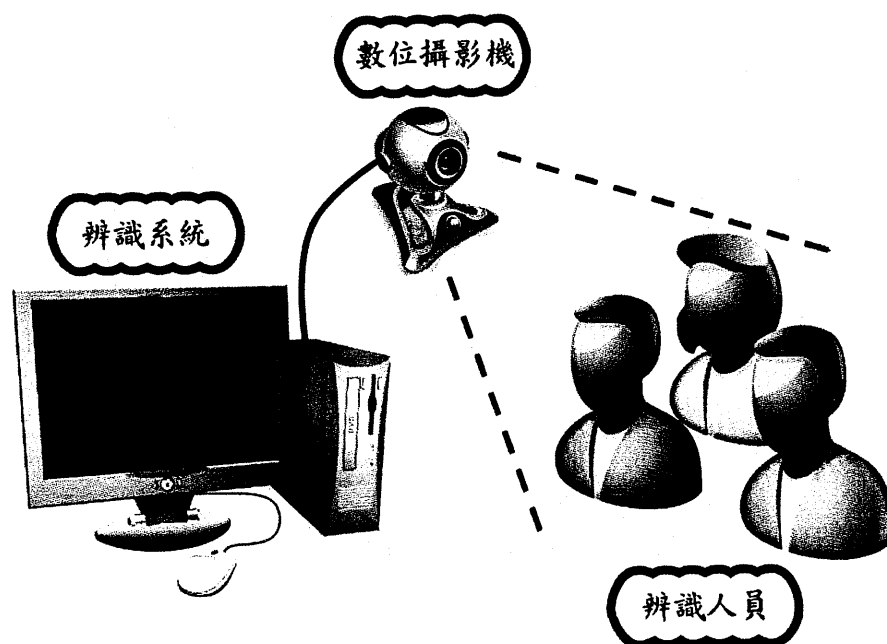


圖2.2 測試者與設備的關係



圖2.3 測試環境圖

2.3 硬體介面

系統使用的硬體設施，有工業電腦、USB網路攝影機、觸控式螢幕，以下分為三小節作說明。

2.3.1 工業電腦

工業電腦早期使用在工廠自動化中，是很多機器設備的控制核心，隨著時代的進步現階段的工業電腦不再局限於工廠，而是深入商業及民生等用途，從KTV點唱系統、彩券機和餐廳內的端點銷售系統，到日常生活的金融自動化服務、語音系統服務及資訊服務站等，本研究使用的工業電腦為艾訊公司推出的工業級 Mini ITX 主機板 MANO800，上面搭載Core™ i5的CPU，主要滿足資料傳輸速率的高度需求。圖2.4為工業電腦外觀圖，表2.1為工業電腦規格表。

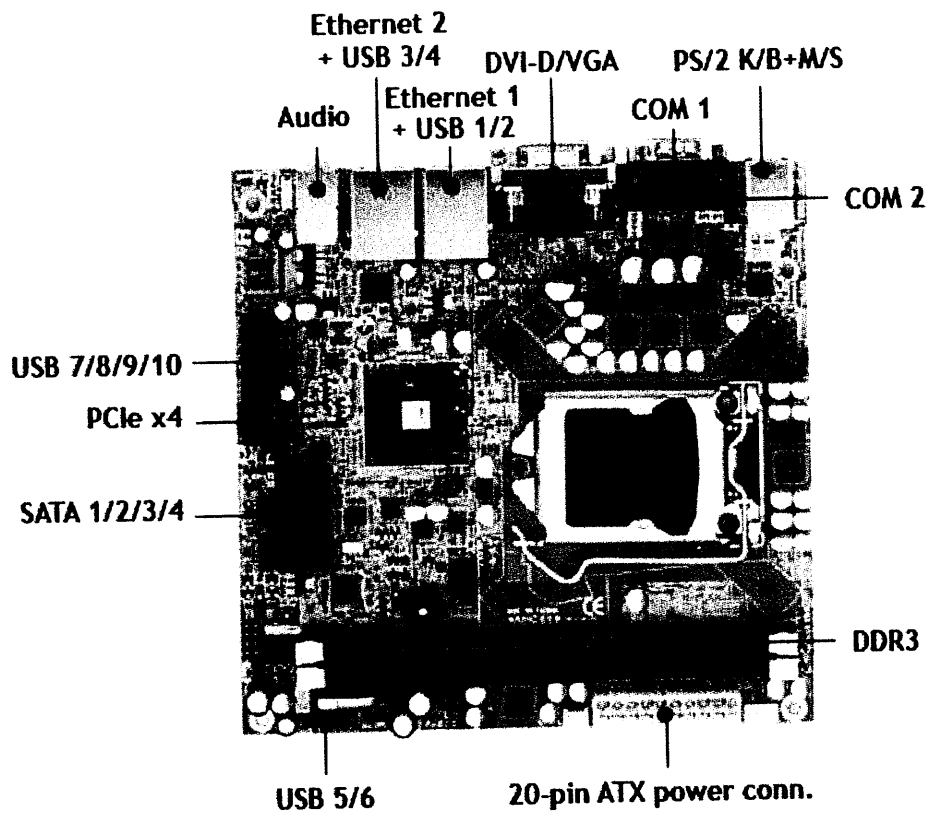


圖2.4 艾訊MANO800主機板I/O圖

表2.1 工業電腦規格表

項目名稱	規格
CPU	Intel Core™ i5
作業系統	Windows 7旗艦版64bit
系統記憶體	DDR3-1066/1333MHZ
顯示介面	DVI-D/VGA
程式編譯器	Dev c++
額外圖式庫	OpenCV library Version 2.0

2.3.2 USB 網路攝影機

網路攝影機具有攝影、靜態捕捉圖像與傳播功能，是利用鏡頭採集圖像後，由攝影機內的感光元件對圖像進行處理，轉換成電腦所熟悉的數位訊號，然後藉著USB傳輸到電腦把圖像還原。人類從外界取得視覺的訊息都是使用眼睛來獲取，跟人類的視覺相比下，網路攝影機對於監視系統而言，可稱是監視系統的眼睛，佔有相當重要的份量。

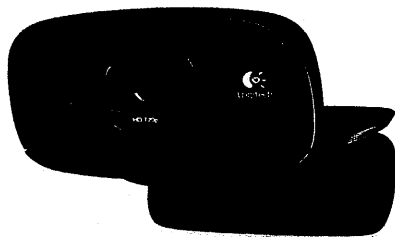


圖2.5 Logitech HD Webcam c510

Logitech HD Webcam c510產品規格介紹：

- (1) 影像解析度:最高1280×720，本研究使用320×240。
- (2) 相片解析度:最高可達800萬像素(軟體增強處理)。
- (3) 電腦通訊USB:1.1或2.0連接埠。
- (4) 鏡頭:超廣角。
- (5) 畫面速度:VGA每秒最多擷取30張畫面。

2.3.3 觸控式螢幕

觸控式螢幕簡單說明是指可以用觸碰控制的螢幕，其原理是將壓力板貼附在液晶顯示器上，其對壓力有高敏感度，當物體觸碰時會有電流訊號產生偵測出壓力源的位置，其功能在於使一般民眾藉由手指或觸控筆控制顯示器上的選項，完成資料傳輸或閱讀訊息。觸控式螢幕應用相當廣泛，比如可攜式的資訊、消費性電子及通訊產品，金融或商業用途，工業用途、公用資訊用途。圖2.6是觸控式螢幕外觀圖，表2.2為觸碰式螢幕規格表。

表2.2 觸控式螢幕規格

LCD種類	TFT LCD
螢幕大小	21.5
解析度	1920*1080
長寬比	16:9

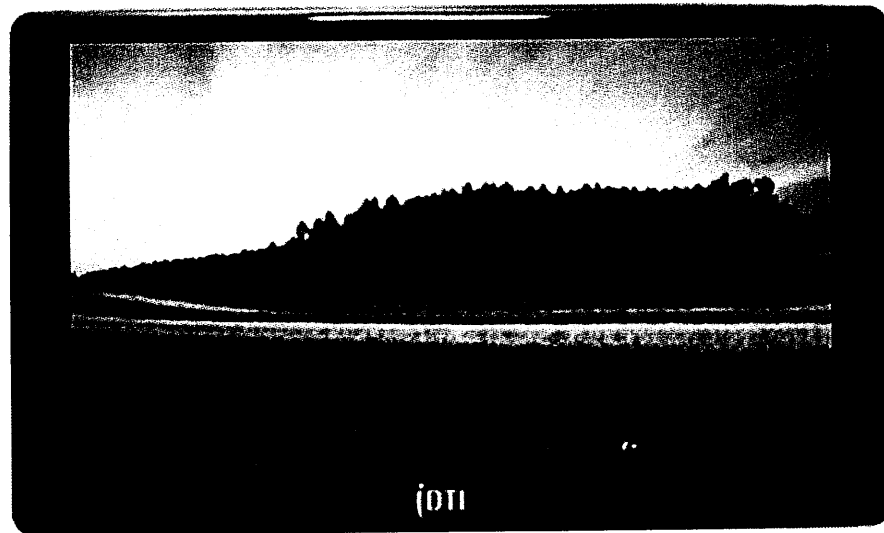


圖2.6 iDTI觸控式螢幕

2.4 軟體環境

本研究的軟體主要是以Dev C++結合OpenCV函式庫，OpenCV的全名是Open Source Computer Vision Library，擁有包括 500 多個C函數跨平臺的中、高層API。由Intel公司發起並參與開發，它不依賴於其它的外部library，但也可以使用某些外部library。這個函式庫主要特色可以使用在許多不同的作業系統有跨平台的優點、免費不管是商業或非商業、速度快、使用方便。主要研究領域有人機互動、物體識別、圖像分割、人臉辨識、動作識別、移動物跟蹤、機器人方面。

OpenCV功能介紹：

- (1) 圖像數據操作：記憶體分配與釋放、圖像複製、圖像設定或轉換。
- (2) 圖像/影像的輸入和輸出：支援文件或攝影機的輸入、圖像/影片文件的輸出。
- (3) 基本影像處理：去雜訊、邊緣偵測、彩色空間轉換、直方圖處理。

(4) 基本的GUI控制：顯示圖像/影片、鍵盤/滑鼠控制。

OpenCV主要的函式庫功能：

- (1) Cxcore函式庫：一些基本函數，各類資料類型的基本運算。
- (2) Cv函式庫：影像處理和電腦視覺功能，如結構分析、移動物偵測、物體追蹤、模式辨別與攝影機定位。
- (3) MI函式庫：機器學習演算法，分類器和資料分析函數。
- (4) Cvaux函式庫：輔助函式庫，一些實驗性函數，比如三維跟蹤、HMM。
- (5) Highgui函式庫：GUI函式庫，介面互動部分(GUI、圖像I/O)。

圖2.7是OpenCV的基本結構，主要是由上面五個函式庫共同組合而成。網址[19]此連結為官方網站，裡面有安裝設定OpenCV的詳細資料。

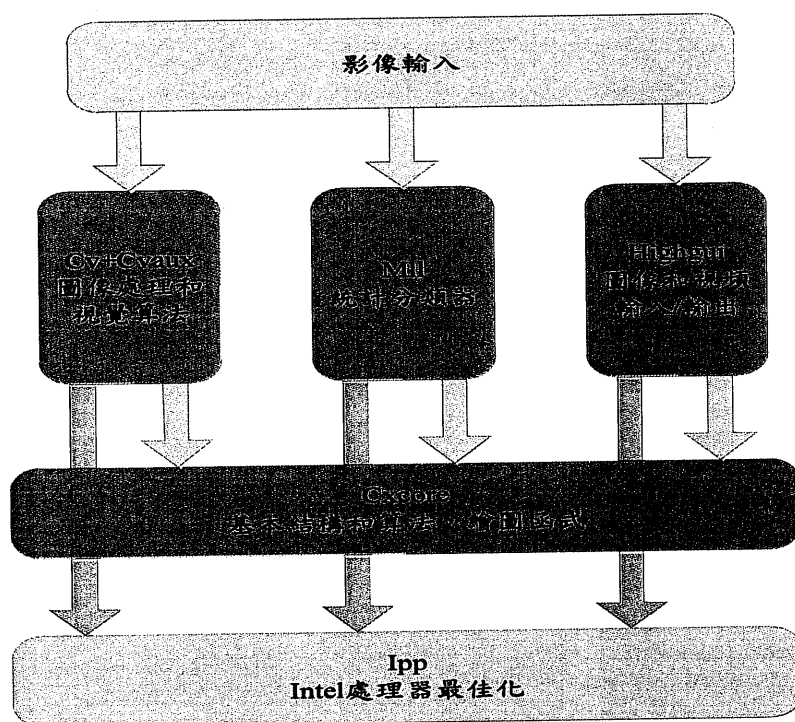


圖2.7 OpenCV的基本結構

第三章 人臉偵測方法

本章探討如何設計人臉偵測系統，主要目的是將人臉區域從複雜的背景裡提取出來。圖3.1為人臉偵測方法流程圖，首先把圖像輸入後進行灰階化，跟著執行直方圖等化調整圖像的對比度，並且採用Viola的方法進行AdaBoost訓練，有了訓練的資料後在人臉偵測時進行特徵的判斷，找出人臉的區域。偵測到人臉將其擷取下來，但是擷取的人臉有可能會因為距離或是臉型大小不同，因此擷取到的圖像也會有大小不一的情況，所以使用圖像正規化的方法將圖像大小統一，接著用來建立人臉資料庫或是辨識此人身分。

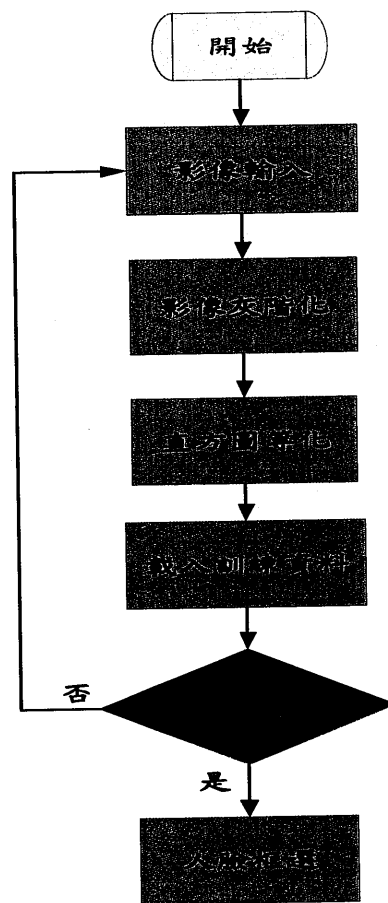


圖3.1 人臉偵測流程圖

3.1 影像灰階化

在電腦裡面灰階圖像是指每個像素點只有一個採樣顏色，從最暗的黑色到最亮的白色組合成灰階圖像，在理論上這個採樣可以是任何顏色的不同亮度值。本文在這裡把彩色影像轉換成灰階，主要的目的是可以簡化影像的資料量，灰階化的轉換公式如下[20]:

$$Gray = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.144 \times B \quad (3.1)$$

將RGB值代入式(3.1)，就可以把彩色影像轉換出灰階值，如圖3.2所示。



圖3.2 彩色圖像轉灰階圖像

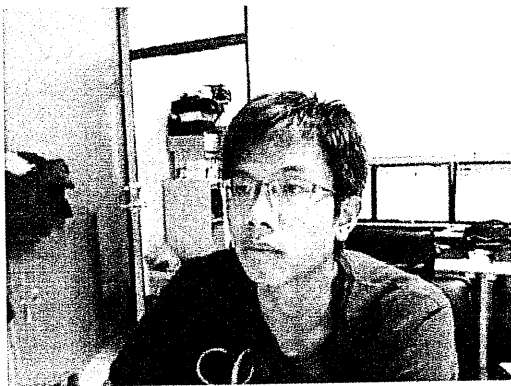
3.2 直方圖等化(Histogram equalization)

直方圖包含了許多空間域處理技術的基礎，直方圖處理常常被利用於影像增強，這是利用圖像直方圖裡的對比度進行調整的一種方法，通常這個方法增加許多圖像的全局對比度，特別是當圖像有用的數據對比度相當接近的時候。使用直方圖等化，增強局部的對比度而不影響整體的對比度，可以讓亮度在直方圖上有更好的分布，直方圖所具有的資訊對影像壓縮和分割等其他的應用上非常實用。

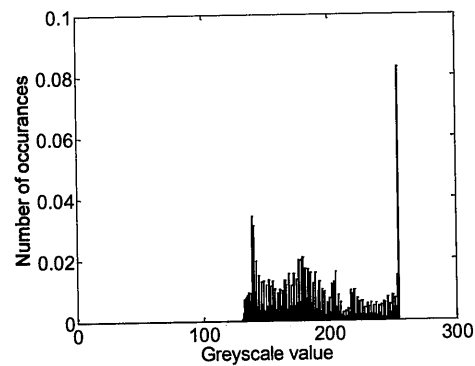
因此本論文利用式(3.2)轉換為離散形式，將輸入影像中強度 r_k 的每個像素映射至輸出影像中準位 s_k 的對應像素中獲得一個處理過的影像，這方法稱為直方圖等化，其中 $p_r(r_k)$ 是影像中強度準位 r_k 發生的機率， $m \times n$ 是影像中的像素總數， n_k 是有強度 r_k 之像素的數目， L 是影像中強度準位的總數。如圖3.3(a)為圖像原圖，圖3.3(b)為原圖所對應的直方圖，圖3.3(c)是做完直方圖等化的圖像，圖3.3(d)是做等化所對應的直方圖。

$$s_k = T(r_k) = (L-1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) \quad (3.2)$$

$$= \frac{(L-1)}{m \times n} \sum_{j=0}^k n_j \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1$$



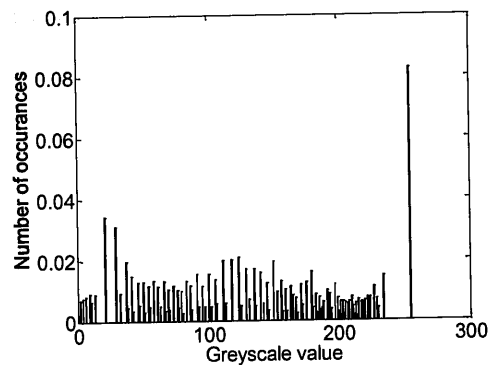
(a)原始圖



(b)原始直方圖



(c)等化後圖



(d)等化後直方圖

圖3.3 等化跟未等化的圖像和直方圖

3.3 AdaBoost 分類器

本文分類器一開始是由 Paul Viola[21] 提出，後來經 Rainer Lienhart[22] 對此方法進行改善，這個方法能夠快速並且準確地偵測到人臉。利用人臉樣本的 harr 矩形特徵進行分類器訓練，在分類器訓練完後，就可以獲得一個串聯式的 boosted 分類器，這個分類器主要在輸入影像中感興趣區域判斷，找到目標區域分類器輸出為 1，否則輸出為 0，被偵測的影像依序通過每一個分類器，因此最後通過全部分類器的區域即為目標區域。為了搜索大小不一樣的目標，分類器被設計成可以改變尺寸，這樣會比改變測試影像來的更有效。以下將介紹 Viola 等人提出的方法有三個部分：1. 積分影像(integral image)，2. 矩形特徵及 AdaBoost 演算法，3. 串聯式分類器。

3.3.1 積分影像

利用積分影像方法可以快速的計算影像中任意矩形的像素和，方便特徵的計算。如圖 3.4 所示， $ii(x, y)$ 積分像素定義為：

$$ii(x, y) = \sum_{x'=0, y'=0}^{x, y} i(x', y') \quad x' = 0, 1, \dots, x \quad y' = 0, 1, \dots, y \quad (3.3)$$

計算積分像素的方式：

$$\begin{aligned} r(x, y) &= r(x, y-1) + i(x, y) \\ ii(x, y) &= ii(x-1, y) + r(x, y) \end{aligned} \quad (3.4)$$

其中 $r(x, y)$ 是列的累加結果， $r(x, -1) = 0$ ， $ii(-1, y) = 0$ ，因此只需要掃描影像一次即可算出該積分影像。

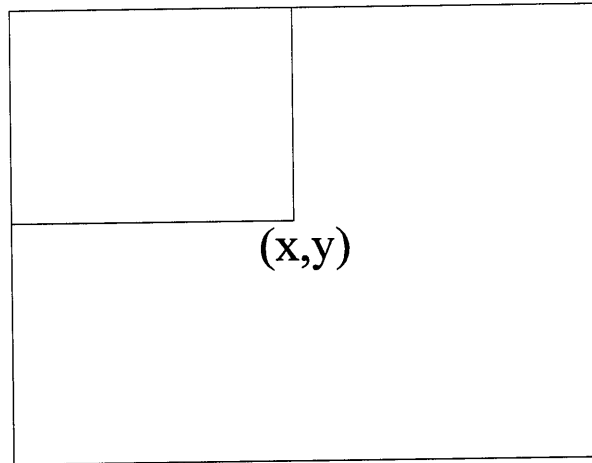


圖3.4 點 (x,y) 的積分影像值

在圖3.5表示 P_1 所框選出來的像素點矩形面積A的總和、 P_2 為框選出來的像素點矩形面積A+B的總和、 P_3 為框選出來的像素點矩形面積A+C的總和、 P_4 為框選出來的像素點矩形面積A+B+C+D的總和，只要有D矩形面積的四個頂點 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 ，就可以快速地計算出D的面積像素總和，把 P_4 加 P_1 總和減去 P_3 加 P_2 的總和。

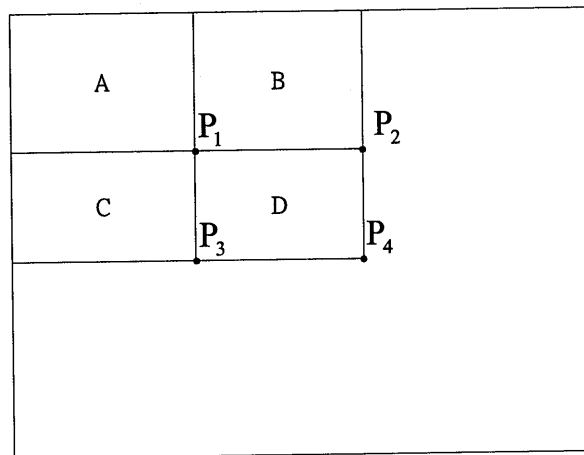


圖3.5 計算矩形所有灰階值和的示意圖

3.3.2 矩形特徵、AdaBoost 演算法

使用矩形特徵作為分類的基準，而這些矩形特徵分別是指在影像

中兩個或者多個大小形狀相同的矩形裡面所有像素灰階值之和的差值，在此方法裡面使用了四種矩形特徵，如圖3.6所示。

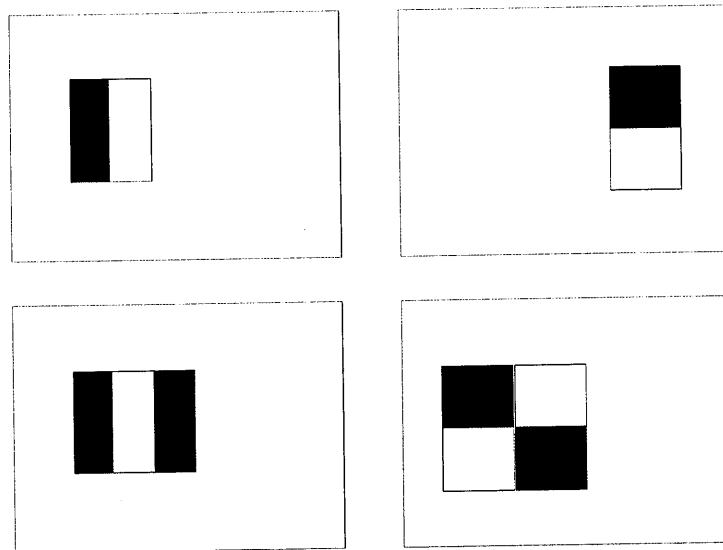


圖3.6 四種harr矩形特徵

當本研究有一個矩形特徵就會對應一個弱分類器 h_j ，對於一個候選輸入區塊 x ，設定該特徵 x 的值為 $f_j(x)$ ， p_j 設定不等號方向為 ± 1 ， θ_j 是一個門檻值，則弱分類器表示如下：

$$h_j(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } p_j f_j(x) < p_j \theta_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.5)$$

接著運用 AdaBoost 演算法輸入人臉樣本訓練，可以有效選取人臉矩形特徵的分類器。這個演算法把所有可能的弱分類器，選擇錯誤率較低的，替換掉樣本原有的權值，更正錯分的樣本，並且重複這些步驟。每一次的結果都會有一個弱分類器產生，每個弱分類器代表一個矩形特徵與分類可信度，把判斷能力比較好的弱分類器進行組合成為一個強分類器。式(3.6)為強分類器 $H(x)$ 的表示式， T 是指弱分類器的個數， α 是權重值，輸出 1 判斷為人臉區域，0 則為非人臉區域。把輸入影像經過強分類器輸出的部分，這區域的影像即有可能為人臉區塊。圖

3.7用這個強分類器找到的第一和第二特徵。

$$H(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{i=1}^T \alpha_i h_i(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T \alpha_i \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.6)$$

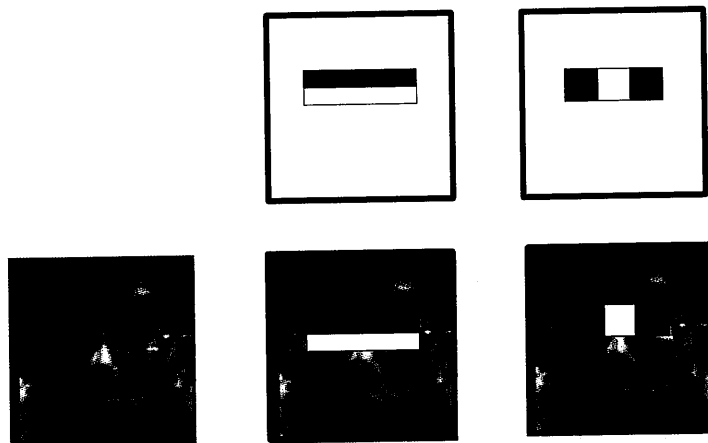


圖3.7 選出的第一跟第二特徵

3.3.3 串聯式分類器

將這些強分類器線性組合成一個串聯式分類器，經過每一層都是由AdaBoost演算法所產生的強分類器，這個分類器每一層能通過的都是人臉樣本，因此可以去除絕大部分的非人臉樣本，如圖3.8所示。這樣目的在於可以增加偵測成功的機率跟減少計算複雜度，因為分類器訓練與串聯的結構下，能夠在實際偵測應用時快速地排除非人臉區域，減少需要運算的區塊數目，也可以針對可能的人臉區塊做更多的特徵辨識，兼顧運算速度與偵測的正確率。

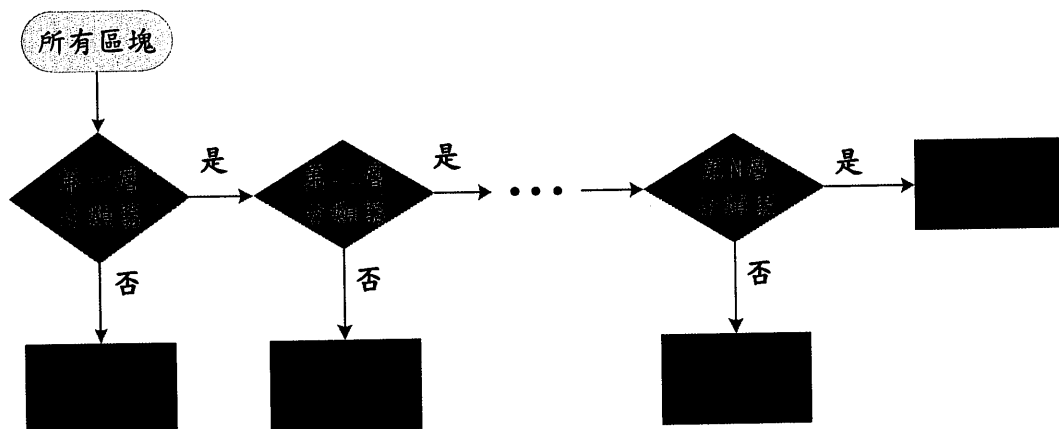


圖3.8 串聯式分類器結構

3.4 影像正規化

偵測出來的人臉，會因人臉大小不一導致於後面辨識結果不佳，所以本論文將取出來的人臉進行正規化，使圖像大小統一方便後面運算。從數位圖像放大縮小的方式，就是使用數位訊號處理中的取樣定理，在圖像上的縮小原理是由多變少，可以說成是降低取樣的動作，放大原理是把少變多，利用原本的資料加入新的資料提高取樣。影像處理上有許多的內插法都是用在這方面，其中有最近相鄰內插法(nearest neighbor interpolation)、雙線性內插法(bilinear interpolation)與雙立方內插法(bicubic interpolation)。

本文使用的內插法為雙線性內插法，在運用上算是蠻受歡迎的，它的運算複雜度雖然會複雜一些，但是轉換出來的圖像品質會好一點，主要有兩個問題有待解決，第一是放大後圖像邊緣會有鋸齒跟模糊的問題，第二為影像品質與演算法複雜度的問題。

此種方法在二維空間上，一個內插的值需要四個取樣點來決定，雙線性內插示意圖如圖3.9。從圖中可知，P點是圖像放大後要補上去的圖像像素，A、B、C、D為內插像素P所在的四個頂點，在距離P點越

近，就是說明像素值對P點的貢獻度越大，如果越遠就代表像素值的貢獻度越小。其中dx、dy為P對A、B、C、D的距離，x、y為相鄰像素間的距離，可以用式(3.7)來表示雙線性內插法。

$$P = A\left(\frac{x-dx}{x}\right)\left(\frac{y-dy}{y}\right) + B\left(\frac{dx}{x}\right)\left(\frac{y-dy}{y}\right) + C\left(\frac{x-dx}{x}\right)\left(\frac{dy}{y}\right) + D\left(\frac{dx}{x}\right)\left(\frac{dy}{y}\right) \quad (3.7)$$

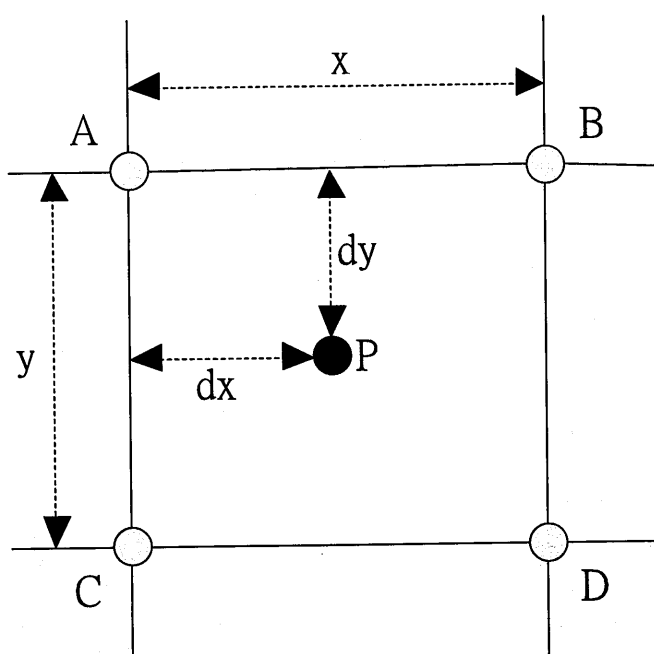


圖3.9 為雙線性內插法示意圖

3.5 人臉偵測實驗

利用先前說明的方法作人臉偵測，完整的框選出人臉的區域，為了後續演算法辨識率的問題，所以在框選人臉的階段必須是準確且快速的，如果是執行Webcam人臉偵測速度為0.06秒執行一張，圖3.10為輸入一張圖像，圖像大小為1280x850下去執行人臉偵測結果，可以看出每個人都有框選到。在圖3.11是框選到的人臉將其正規化後的輸出圖

像。



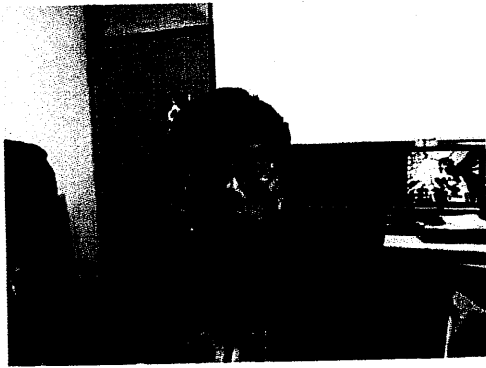
圖3.10 人臉偵測結果圖





圖3.11 人臉正規化圖

除了進行人臉特徵的擷取，也可以用AdaBoost去訓練其他臉部的特徵，像是鼻子、嘴巴、雙眼，都是可以拿來進行進一步的辨識，如圖3.12所示。



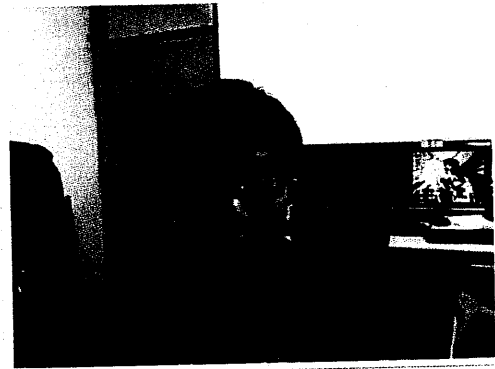
(a)人臉特徵



(b)鼻子特徵



(c)嘴巴特徵



(d)眼睛特徵

圖3.12 特徵擷取圖

第四章 人臉辨識方法

在人臉辨識系統中，特徵擷取是非常重要的部分，只要擷取的特徵能代表辨識的目標，那在進行辨識的演算法時，就可以容易的辨識目標。在此辨識流程主要包含主成份分析法進行特徵擷取、粒子群K-means演算法進行辨識的動作，判斷測試圖像屬於哪一類的訓練圖像，程式流程如圖4.1所示。

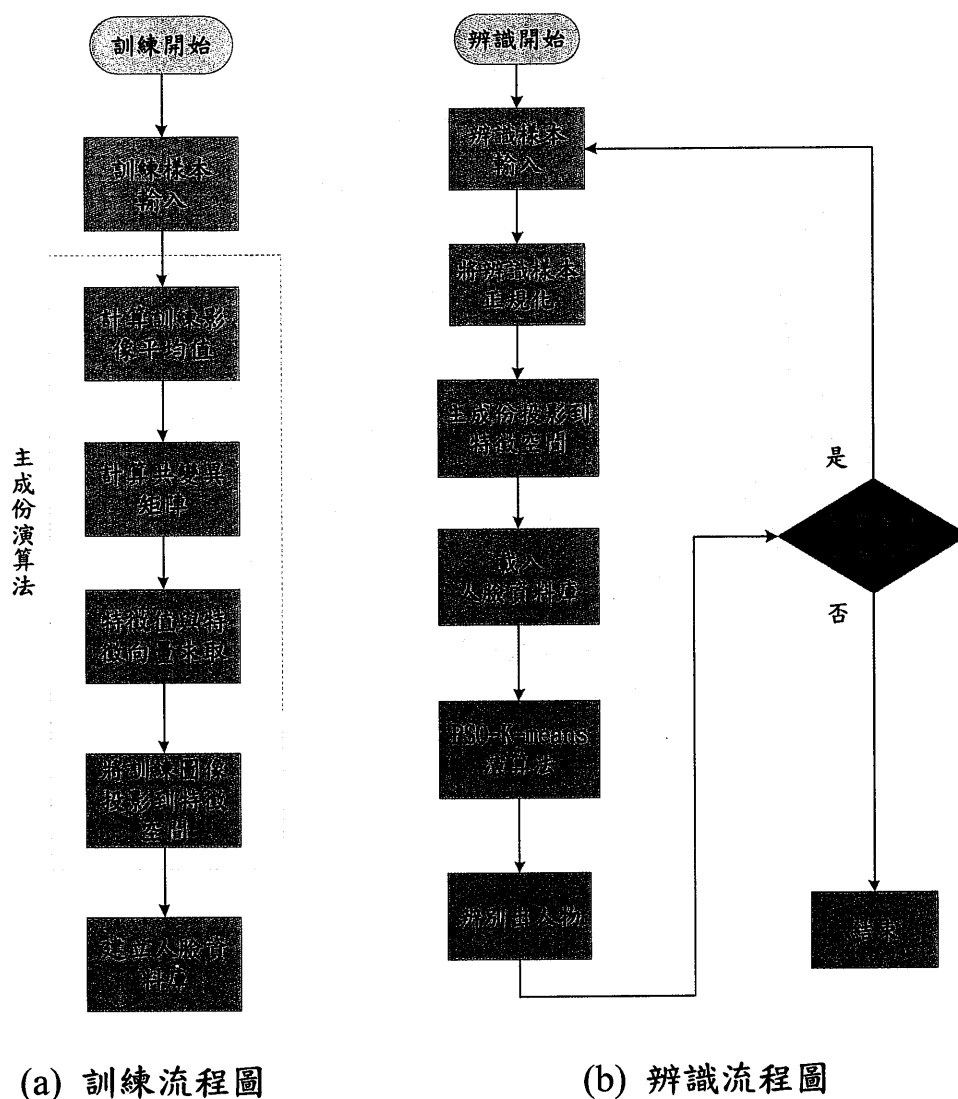


圖4.1 人臉辨識流程圖

4.1 主成份分析法

主成份分析法是一種統計學上的技術，最早由Kirby與Sirvoich[23]應用於人臉影像上，是用來降低資料的維度，直到Turk與Pentland[24]發展出特徵臉於人臉辨識，將整張人臉進行特徵提取，即為Eigenface，此後主成份分析法才被廣泛運用。如果一張人臉圖像，沒有經過降低維度的方法，它所含的資料量可以說非常的大，辨識時相對運算時間和複雜度提高很多，因此使用了主成份分析法可以有效地保留特徵資訊，讓各人臉資訊之間的差異變大，區分出不同人臉的影像，因此本論文使用主成份分析法去提取人臉特徵。

4.1.1 主成份方法說明

成分分析使用的方法為計算共變數矩陣，還有計算共變數矩陣的特徵值及特徵向量，將特徵值以及所對應的特徵向量排序之後，取前面最大的幾個特徵向量作為主要特徵。

一開始假設數據原始的分佈情況如圖4.2所示，原始數據有十筆，綠點代表原始數據的平均數。

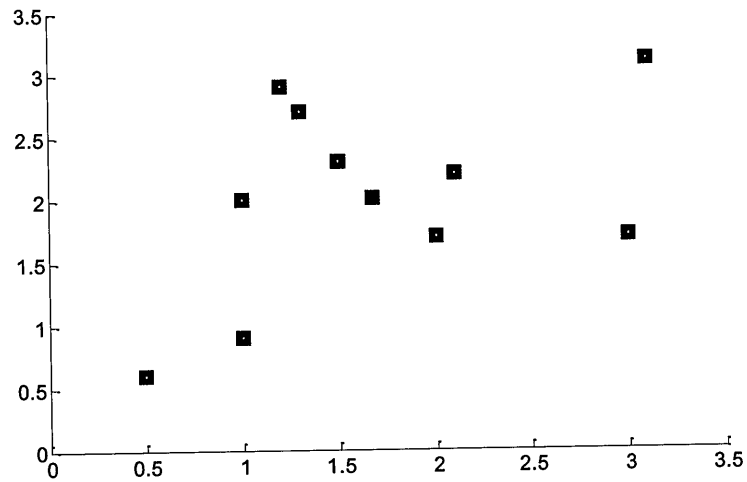


圖4.2 原始數據分布圖

將座標系位移，以綠點為主要的原點，如圖4.3所示。

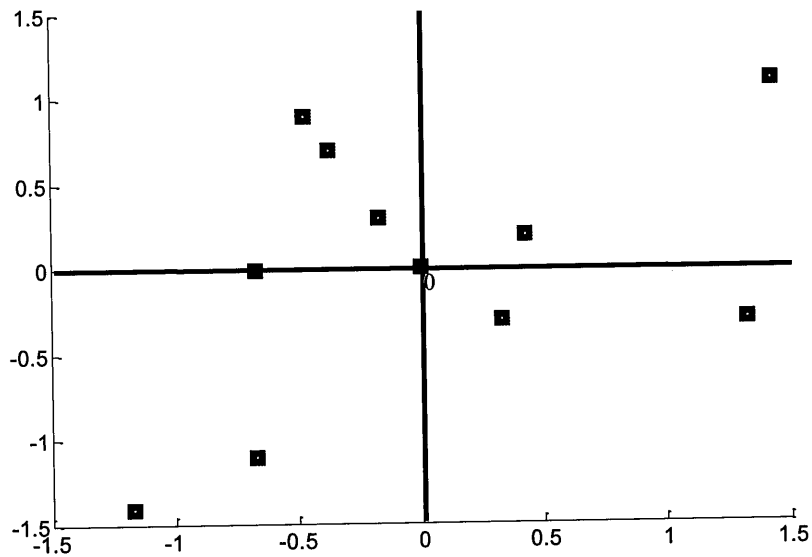


圖4.3 坐標系位移

計算共變數矩陣以及共變數的特徵值以及特徵向量，將特徵向量排序後投影回原始資料的結果，也就是說對照圖4.3，EigenVector的作用是找到主軸後將原本的座標系做旋轉，如圖4.4所示。

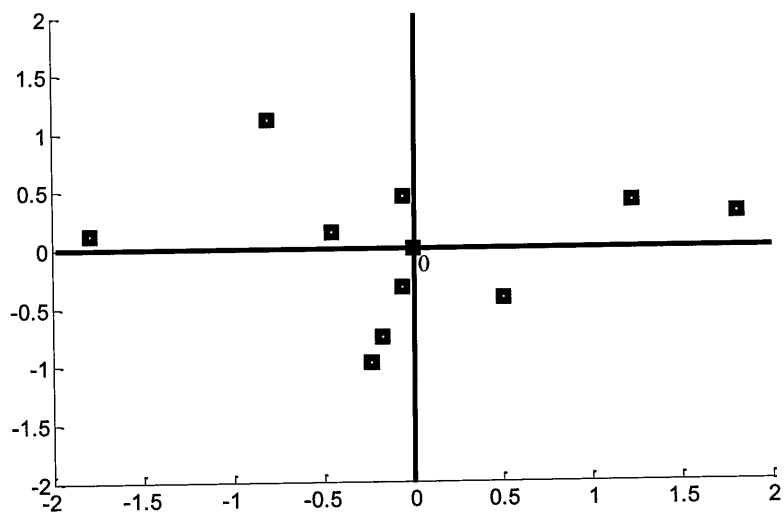


圖4.4 坐標系旋轉

再來就是對它做投影也就是降低維度的動作，將Y軸的數據全部歸零投影在X軸上，如圖4.5所示。

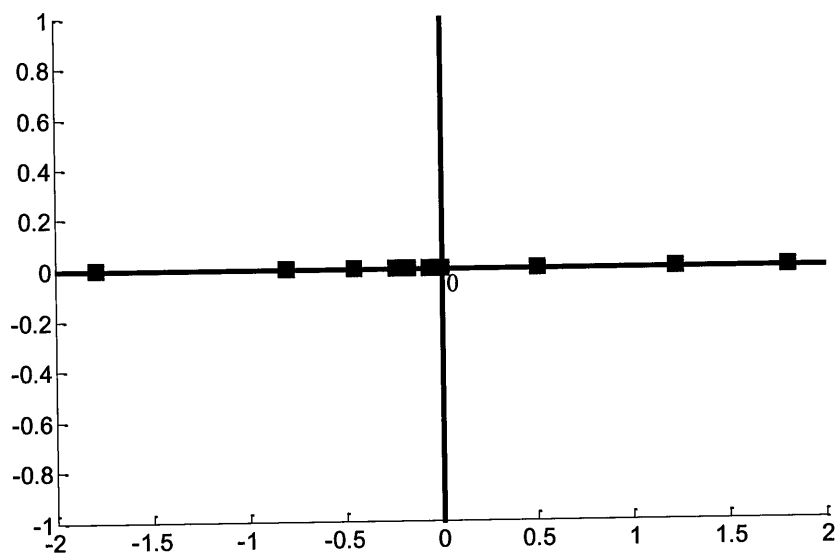


圖4.5 投影到X軸上

投影完之後，再將它轉回原本的座標系，如圖4.6所示。

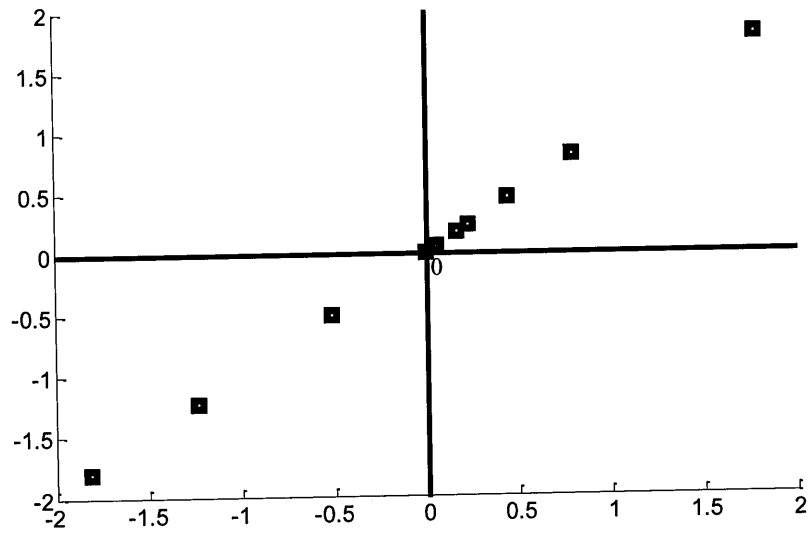


圖4.6 投影完轉回原坐標系

4.1.2 主成份運用於圖像

PCA的訓練方法如下，主要先收集訓練的圖像假設有P張，每張圖像大小為 $m \times n$ 。然後把每張圖像轉成N維的列向量，表示為式4.1，N表示為 $m \times n$ ，如圖4.7所示。

$$X^i = [x_1^i, x_2^i, \dots, x_N^i]^T \quad (4.1)$$

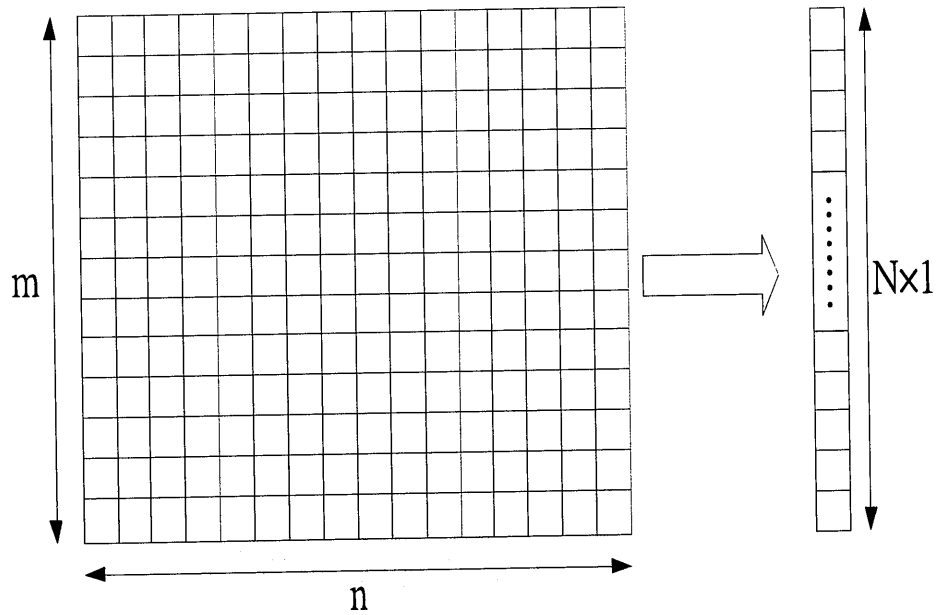


圖4.7 將二維圖像轉換成一維向量

接著本論文要尋找一個特徵空間，步驟一先計算所有訓練影像的平均圖像。

$$m = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^p x^i \quad (4.2)$$

步驟二是把計算出來的平均圖像，與每個訓練圖像相減，找出每張圖像跟平均圖像的差值。

$$\overline{x}^i = x^i - m \quad (4.3)$$

步驟三設定一個矩陣如式(4.4)表示，矩陣大小為 $N \times P$ 。再由式(4.5)可以計算出共變異矩陣 Ω ，大小為 $N \times N$ 。

$$\overline{X} = \left[\overline{x}^1 \mid \overline{x}^2 \mid \dots \mid \overline{x}^p \right] \quad (4.4)$$

$$\Omega = \overline{X} \overline{X}^T \quad (4.5)$$

步驟四利用式(4.6)計算共變異矩陣的特徵值 Λ 跟對應的特徵向量 V ，算出來的特徵向量就是所謂特徵臉。將特徵值大小排序後，保留前 $P-1$ 最大的特徵值跟對應的特徵向量，其保留下來的特徵向量組成式(4.7)的矩陣方式。

$$\Omega V = \Lambda V \quad (4.6)$$

這裡保留較大的特徵值所對應的特徵向量，其代表人臉的外型跟變化大的資訊，圖4.8為40個人臉的特徵臉，最後一張為平均臉。

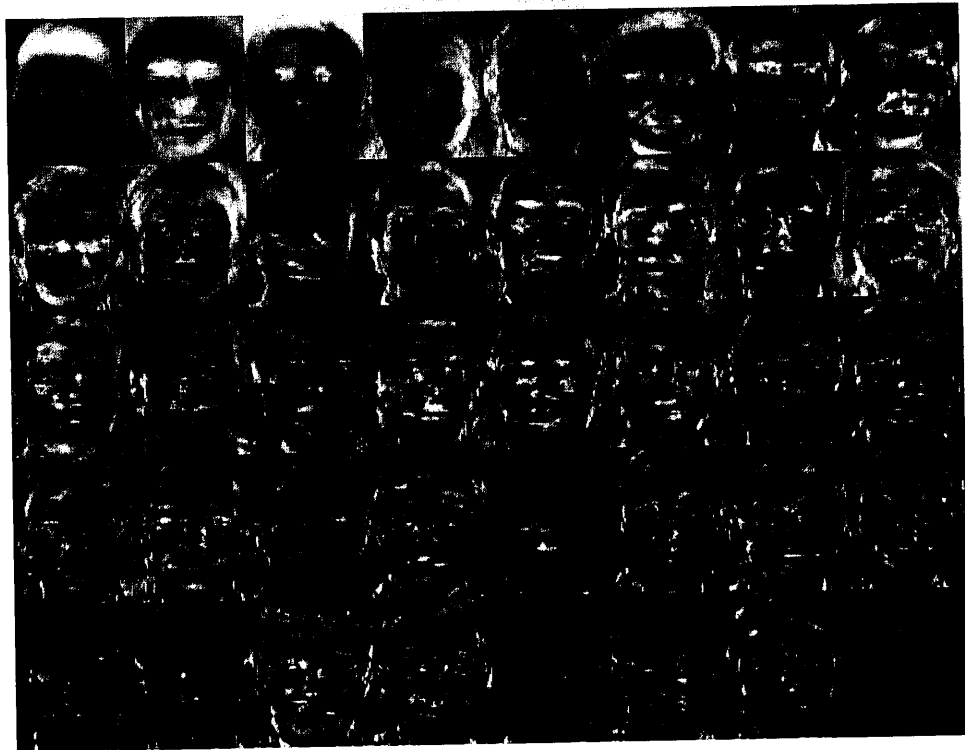


圖4.8 特徵臉和平均影像

$$\bar{V} = [v_1, v_2, v_3, \dots, v_{p-1}] \quad (4.7)$$

步驟五利用找到的特徵空間進行投影，如式(4.8)所示，投影出來的數值可以用來代表原始圖像，而圖像維度從 N 減少成 $P-1$ ，並且投影出來的值就成為人臉資料庫。

$$x^i = \overline{V}^T \overline{x}^i \quad (4.8)$$

因為測試影像跟資料庫作比較的話，就需要投影到相同的特徵空間，比較保留的差異部分。假設有一個測試影像其大小也是 $m \times n$ ，相同的把它轉成 N 維的行向量，找出測試圖像跟平均圖像的差值，如式4.9所示。

$$\overline{y} = y - m \quad (4.9)$$

並把找到的特徵空間也進行投影，然後把這些資料送到辨識演算法進行辨識。

$$y' = \overline{V}^T \overline{y} \quad (4.10)$$

4.2 粒子群 K-means 演算法

許多演算方法的發展是來自於對自然界現象的觀察，藉由觀察獲得的靈感作為演算法的基礎理論。

4.2.1 K-means 分類演算法

分類的技術是從一堆資料裡面，擷取出有用的資訊，應用於一維或二維訊號處理，透過歸類屬性相近的資料點，依據其統計特性或某數值評價分配在適當的群屬中。傳統的K-means主要針對事先不了解的樣本集分類，而唯一分類的依據是樣本的特徵，所以本研究就把訓練出來的樣本跟要測試的樣本一起進行分類，利用一些相似度的方法，把特徵相同或相近的歸為一類，使用式(4.11)來執行K-means演算法。

$$J(P, V) = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2 \quad (4.11)$$

$J(P,V)$ 是分類的目標值， P 為輸入的各點， V 為所屬群組， $\|x_i^{(j)} - c_j\|^2$ 則是計算 $x_i^{(j)}$ 到 c_j 間的歐式距離， $\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2$ 為加總各點到各組間的群距，分類的依據是取 $J(P,V)$ 最小化。K-means主要於找出各群中最具代表性的群眾中心，透過不斷的調整及重新分配，讓群眾的中心越來越穩定，等到群眾中心確定分類的工作也就完成了。其作法如下：首先任意選擇 c 個點當作群中心點，計算群中心點與各點之間的歐氏距離，每點歸屬到歐氏距離最短的組別，並以此群為暫屬群，重新計算各群中心點，如果中心點不變就停止，否則就重新執行，直到各群中心點不變。

但是傳統的K-means算法有兩個缺點：(1)對於隨機的初始值選取可能會導致不同的分類結果(2)該演算法是梯度下降的算法，所以不可避免地常常陷入局部最優的問題。因此運用粒子群演算法結合K-means解決以上問題。

4.2.2 粒子群 K-means 演算法

粒子群演算法(particle swarm optimization, PSO)是在1995年由Kenned與Eberhart共同提出來的[25][26]，主要方法起源於社會心理學以及演化式計算的最佳化演算法。從社會心理學去討論個人在社會情境裡，每個人的行動與社會間的關係，像是適應社會、溝通問題等，是一種人與人互動取向的心理學，經過個人產生的行為，因與他人產生互動，使得整個社會產生變動。其實自然界裡面有社會行為的動物，如鳥群、魚群和昆蟲等，會根據互相傳遞訊息，來達到個體和群體的目的。

粒子群演算法具有進化計算和群體智能的優點，起初只是設想模

擬鳥群覓食的過程，如圖4.9所示，結果從這個過程中有了啟示，就把粒子群演算法用在解決最佳化問題，理論基礎是以粒子個數作為鳥類族群中的單一個體，在演算法裡面給予粒子有記憶與學習特性，由目標函數計算出一個適應度，並透過與粒子群體中的其他粒子之間的關係而找到最佳解。在每一次的迭代中，粒子將跟蹤兩個最佳值來更新自己，一為粒子各群裡面的最佳解，二是全部群體目前找到的最佳值，視為全局最佳值。

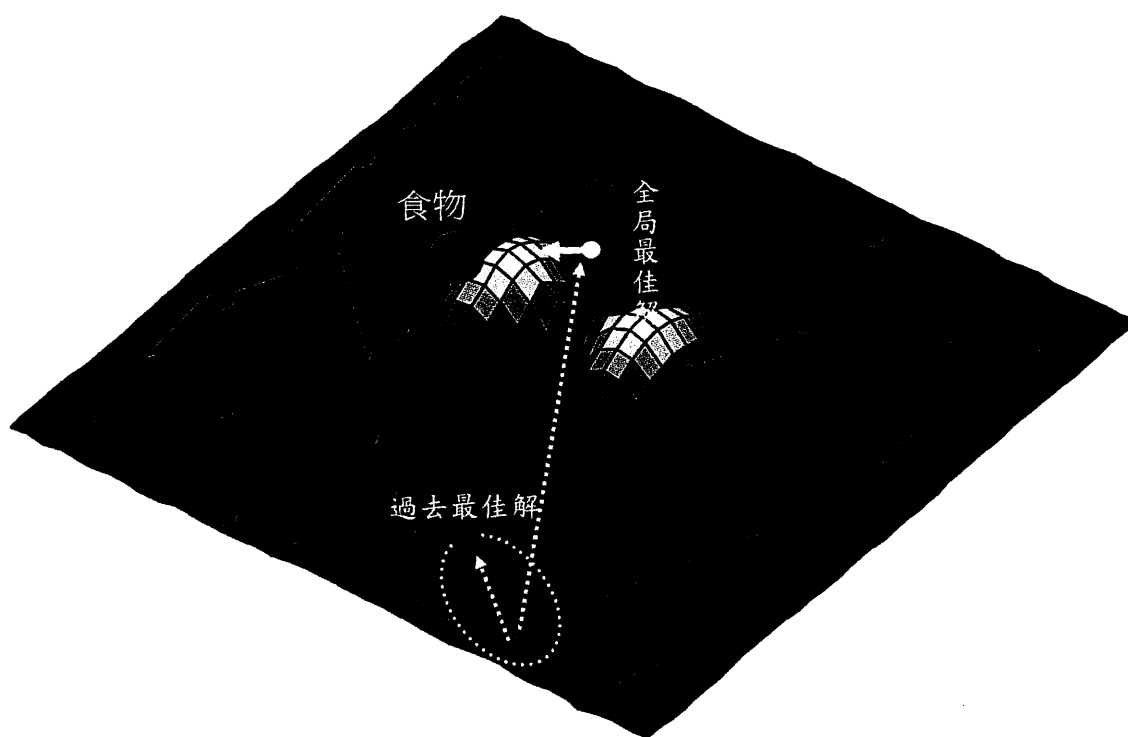


圖4.9 鳥群覓食行為[27]

因為K-means演算法有上述的缺陷，所以使用粒子群結合K-means演算法，主要運算過程引入小概率隨機變異操作增強群體的多樣性，提高演算法的全局搜索能力，加強局部搜索同時也縮短收斂時間。

以下分別對粒子群K-means作說明。

(a) 初始化粒子群，設定各粒子的初始位置和初始速度。

- (b) 對每個粒子，比較它的適應值和它經歷過的最好位置 P_{id} 的適應值，如果較好則更新。
- (c) 對每個粒子，比較它的適應值和群體經歷過的最好位置 P_{gd} 的適應值，如果較好則更新。
- (d) 依據式(4.12)和式(4.13)調整粒子的速度和位置。

$$V_{id}^l = \omega V_{id} + \eta_1 \text{rand}() (P_{id} - X_{id}) + \eta_2 \text{rand}() (P_{gd} - X_{id}) \quad (4.12)$$

其中 V_{id} 表示第 i 個粒子在第 d 維上的速度， ω 為慣性權重， η_1 、 η_2 為變化 P_{id} 和 P_{gd} 相對重要性的參數， $\text{rand}()$ 為隨機產生變數。

$$X_{id}^l = X_{id} + V_{id}^l \quad (4.13)$$

- (e) 新個體進行K-means演算法。
- (f) 如果達到結束條件(足夠好的位置或是最大的迭代次數)就結束，否則回到步驟(b)。

圖4.10為粒子群K-means流程圖，此方法先將粒子群產生出來，利用PCA演算法所產生的人臉資料庫與測試影像投影的資料相減，所算出的值為初始位置，利用初始位置計算初始速度，使用目標函數去計算適應值，更新群體最佳解與全局最佳解後，利用公式4.12與4.13更新粒子的位置跟速度，把更新的位置用K-means分類出不同群眾與群眾中心點，把粒子群位置替換為群眾中心點後，判斷是否滿足終止條件。因此在這裡把人臉圖像進行主成份分析法，所擷取出來的資料使用粒子群K-means做辨識，觀察測試影像跟人臉資料庫裡哪個人物資料最為接近，那就可以判斷為此人。

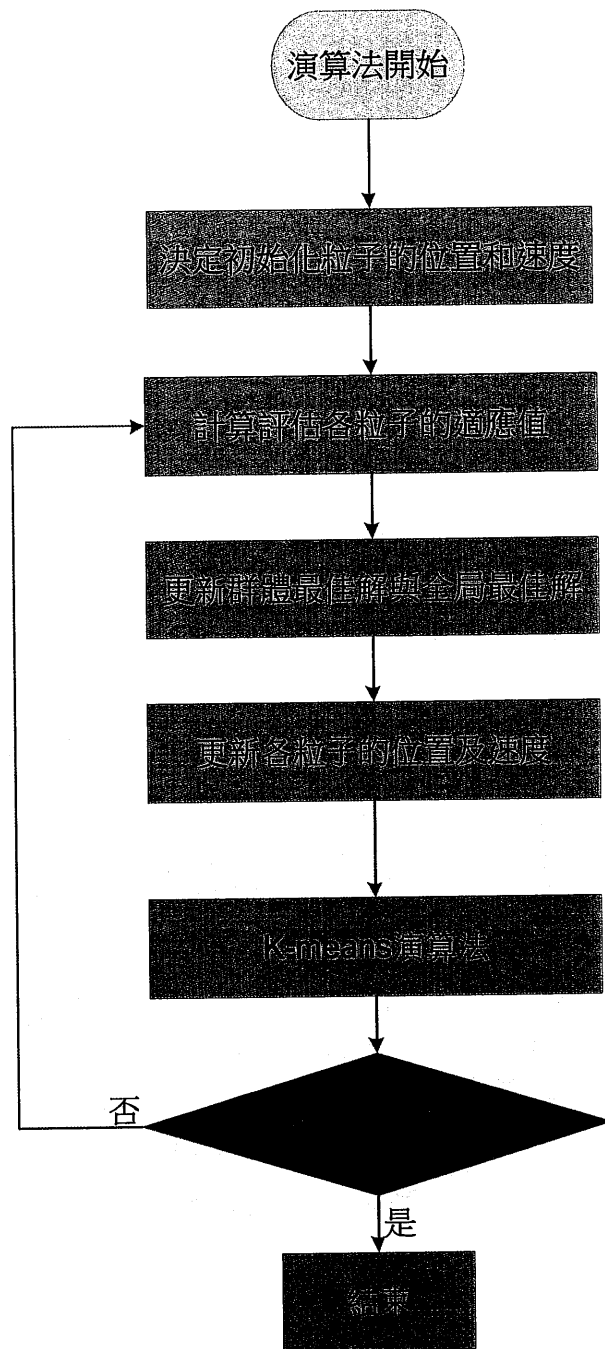


圖4.10 粒子群K-means流程圖

第五章 實驗結果

對於本研究的實驗結果，本章利用先前幾章節所提到的臉部追蹤與人臉辨識方法，建構出來的一套即時人臉辨識系統去進行測試探討。

本論文使用工業電腦為硬體平臺與Window 7的作業系統，搭配Webcam攝影機進行即時人臉追蹤及辨識系統。主要分為訓練與辨識階段，訓練階段將輸入影像轉換成灰階影像，在灰階影像後進行直方圖等化處理，接著運用AdaBoost分類器判斷人臉區域，接著把找到的人臉區域作正規化處理，讓圖像像素值大小相同，相同之後使用主成份分析作特徵擷取，將轉換出來的特徵值與特徵向量當成人臉資料庫，讓辨識階段可以載入作辨識。辨識階段一開始跟訓練階段一樣，找到測試影像中的人臉區域執行完正規化後，將人臉圖像作主成份投影到相同的特徵空間，並把載入的人臉資料庫值相互比較，使用粒子群K-means演算法來分類，判斷辨識的人臉與資料庫裡的人哪個比較相近，進而判斷出測試影像中的人物。

5.1 人臉辨識系統與控制介面

本研究系統使用攝影機擷取影像，透過USB介面傳到工業電腦，影像經過了程式軟體的處理之後，再把影像呈現在觸控式螢幕上，讓使用者可以看出是否有正確的框選出人臉區域，並且辨識人臉的身分，如果是認識的就把名稱顯示在框選區域上面，在人臉資料庫方面主要分為兩種，分成只辨識實驗室人員跟加入陌生人樣本可辨識陌生人員，實驗室人員是以五個人為主，再加上30個人樣本當成陌生人進行實驗測試。本章敘述實驗結果分成四種類別：(1)以實驗室為主的條件下進行

人臉辨識、(2)加入陌生人樣本進行陌生人辨識、(3)雙人的實驗室人員人臉辨識、(4)雙人的實驗室與陌生人辨識辨識。

圖5.1為整個系統的外觀情況，主要是由前方的工業電腦為系統控制器，處理影像訊號跟傳輸動作，影像的擷取就由螢幕上方的網路攝影機去進行，最後的結果會呈現在觸控式螢幕上。

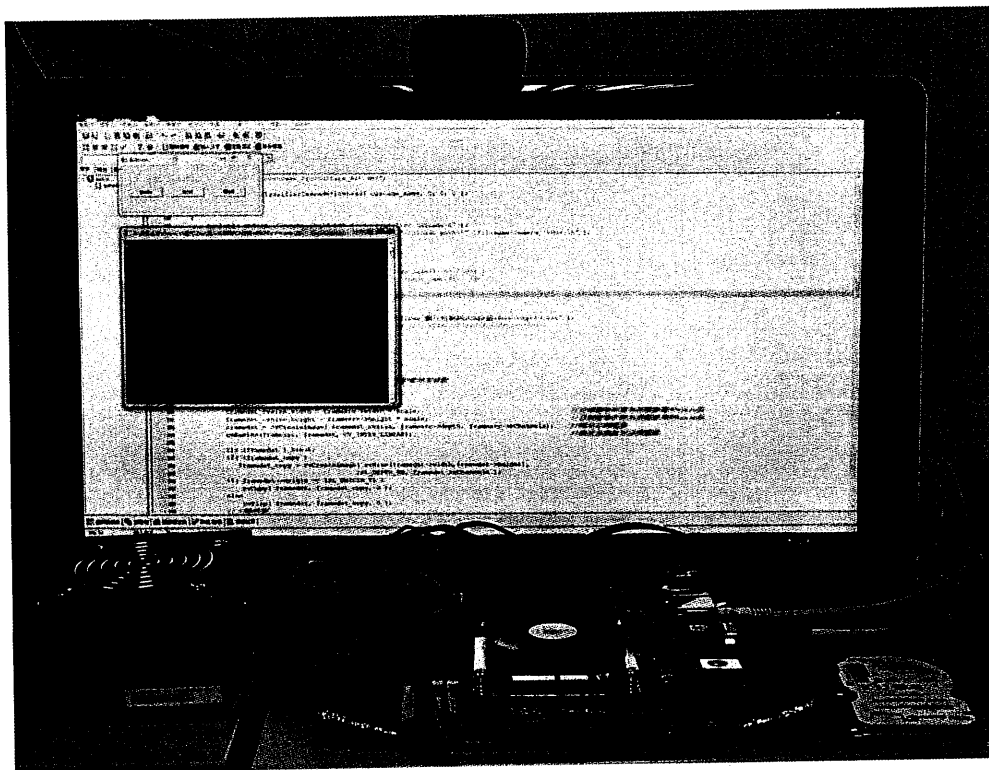


圖5.1 整個系統外觀圖

軟體控制介面是使用Dev C++所創建，產生出三個按鈕，可以點選不同的工作模式，是個簡單又方便的可控介面，如圖5.2所示。

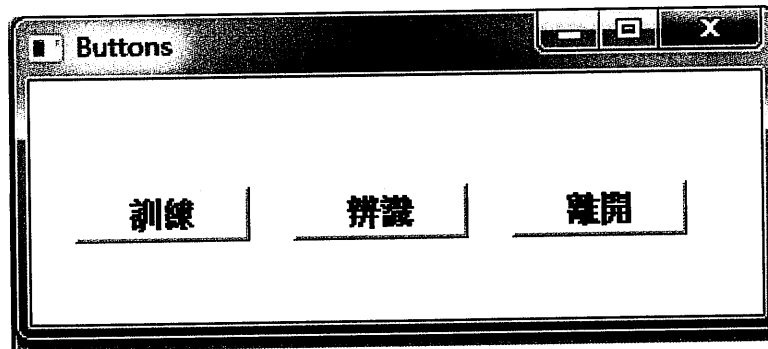


圖5.2 選擇工作模式介面

按下訓練的按鈕，開啟訓練模式後，程式會開始執行之前所說明的訓練流程，執行完後會顯示出一些結果，取了幾個特徵值，然後也會產生facedata.xml檔，檔案裡面的資料就是人臉資料庫。圖5.3是實驗室人員的訓練樣本，訓練圖像都統一大小60x60，圖5.4(a)為實驗室人員訓練所回傳訊息，圖5.4(b)則是所訓練出來實驗室人員的特徵臉。

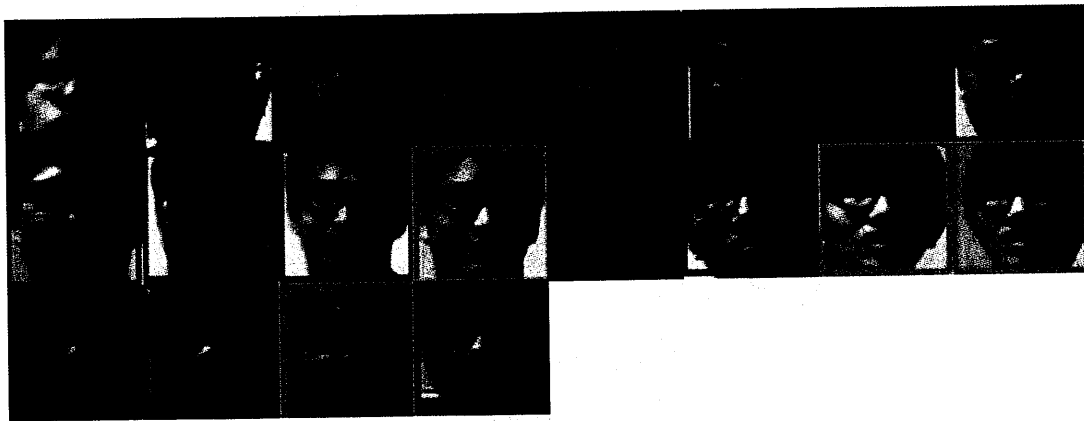
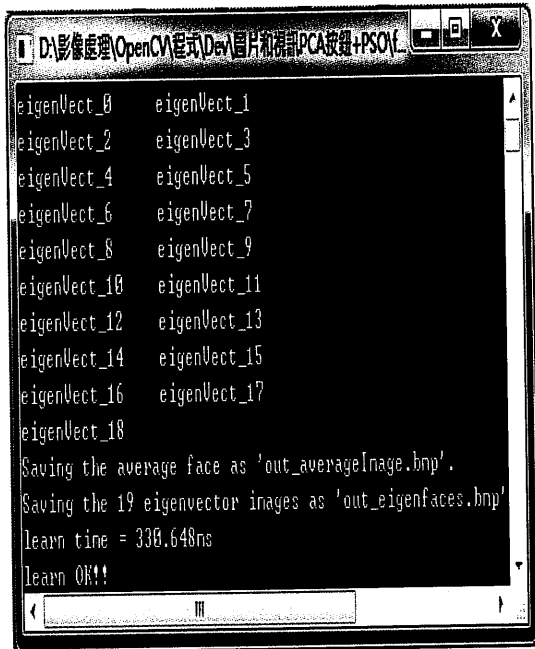
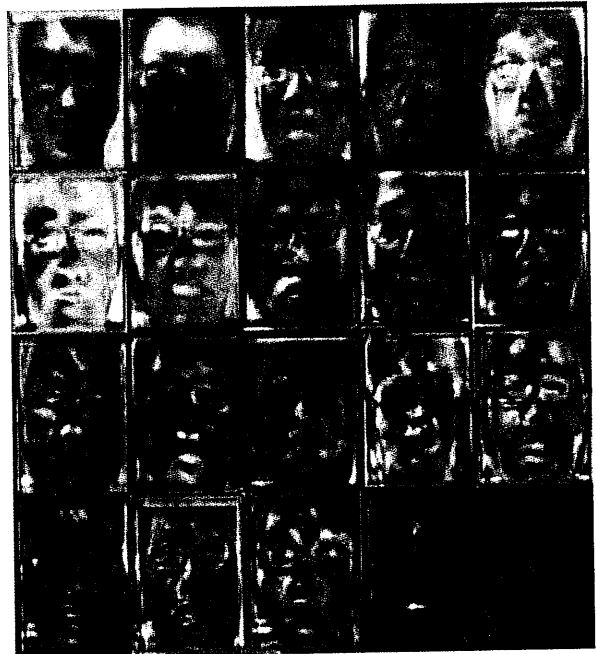


圖5.3 實驗室人員訓練樣本



(a) 訓練模式介面圖



(b) 人臉訓練成果圖

圖5.4 實驗室人員訓練圖

圖5.5是實驗室與陌生人的訓練樣本，訓練圖像為60x60，圖5.6(a)為實驗室人員與陌生人樣本訓練所回傳訊息，圖5.6(b)則是實驗室人員與陌生人所訓練出來的特徵臉。

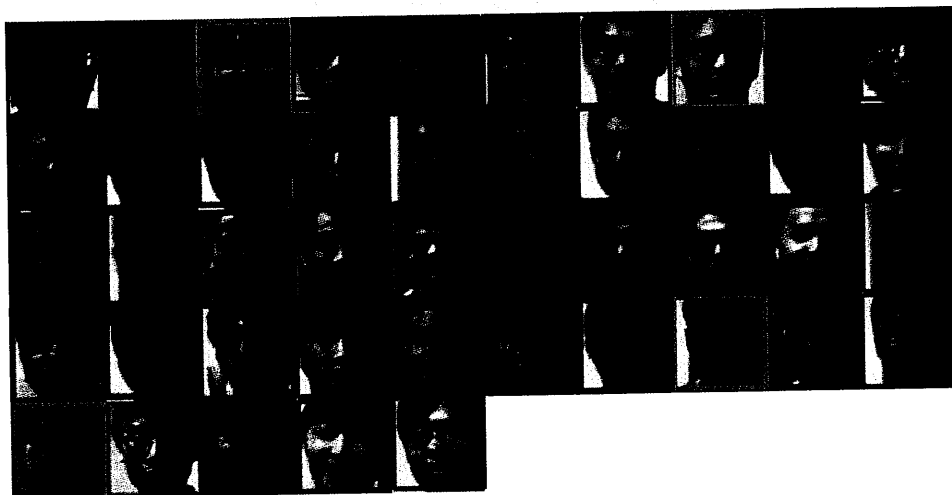
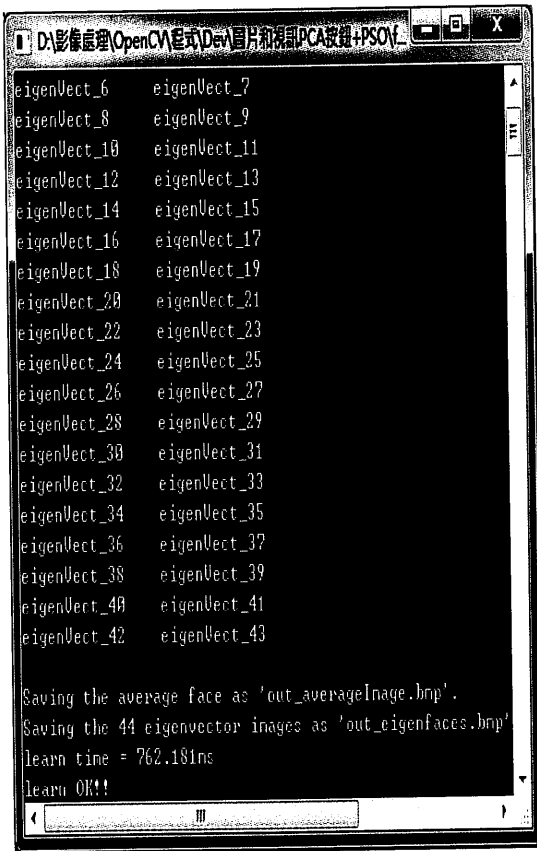
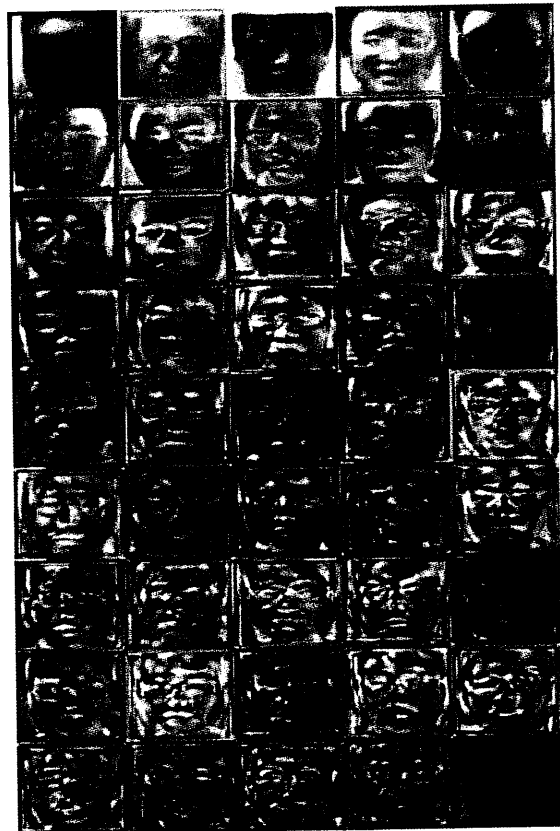


圖5.5 實驗室人員與陌生人樣本



(a)訓練模式介面圖



(b)人臉訓練成果圖

圖5.6 實驗室與陌生人員訓練圖

點選辨識按鈕，開啟辨識模式，主要分成三種方式輸入影像來源，第一順位是從攝影機開始抓取，第二順位抓取指定位置的影像檔，第三順位則是抓取一個指定的圖像檔或是指定資料夾裡所有的圖像檔。主要測試使用的像素值為320x240，圖5.7所展示的是抓取攝影機拍攝的場所，呈現出來的控制介面。

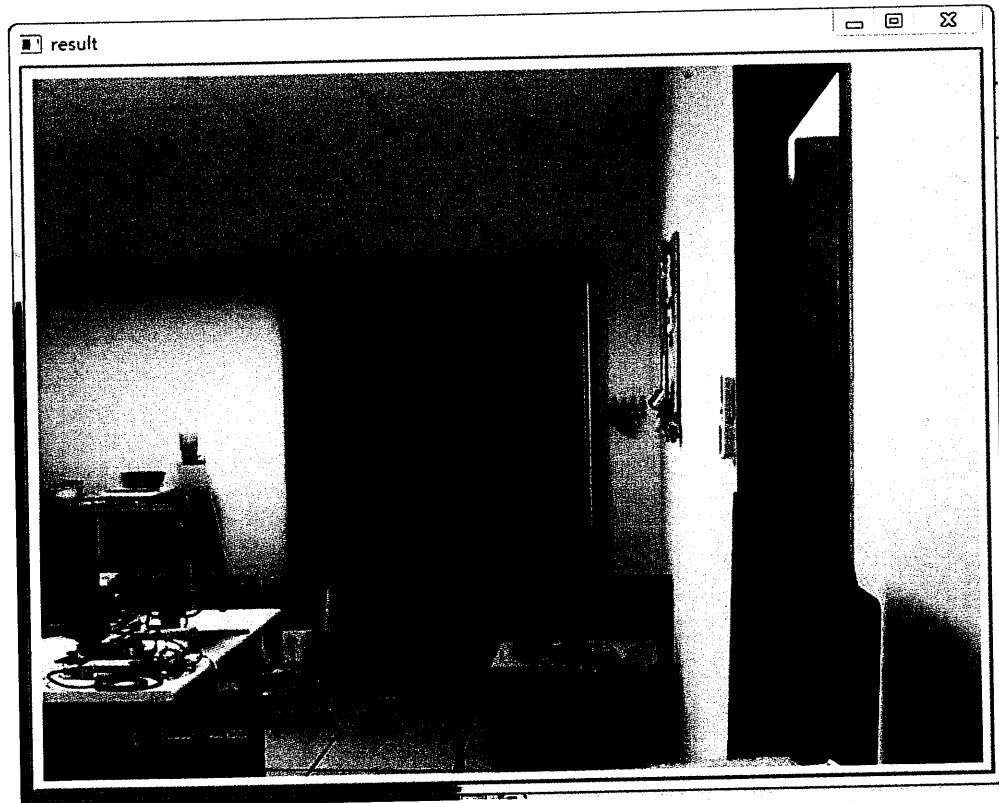


圖5.7 辨識模式介面

5.2 人臉辨識測試實驗

對於本論文的人臉辨識系統，將辨識系統放到實際的環境中，進行幾個實驗並且加以記錄，包含了實驗室人員辨識、陌生人辨識、實驗室兩個人員的辨識、陌生人與實驗室人員的辨識進行實驗，圖5.8將實現實驗室內部人員辨識的實驗，圖5.9將實現陌生人員辨識的實驗，圖5.10將實現實驗室兩個人員的辨識實驗，圖5.11將實現陌生人與實驗室兩個人員的辨識實驗。



圖5.8 實驗室人員辨識實驗



圖5.9 陌生人辨識實驗

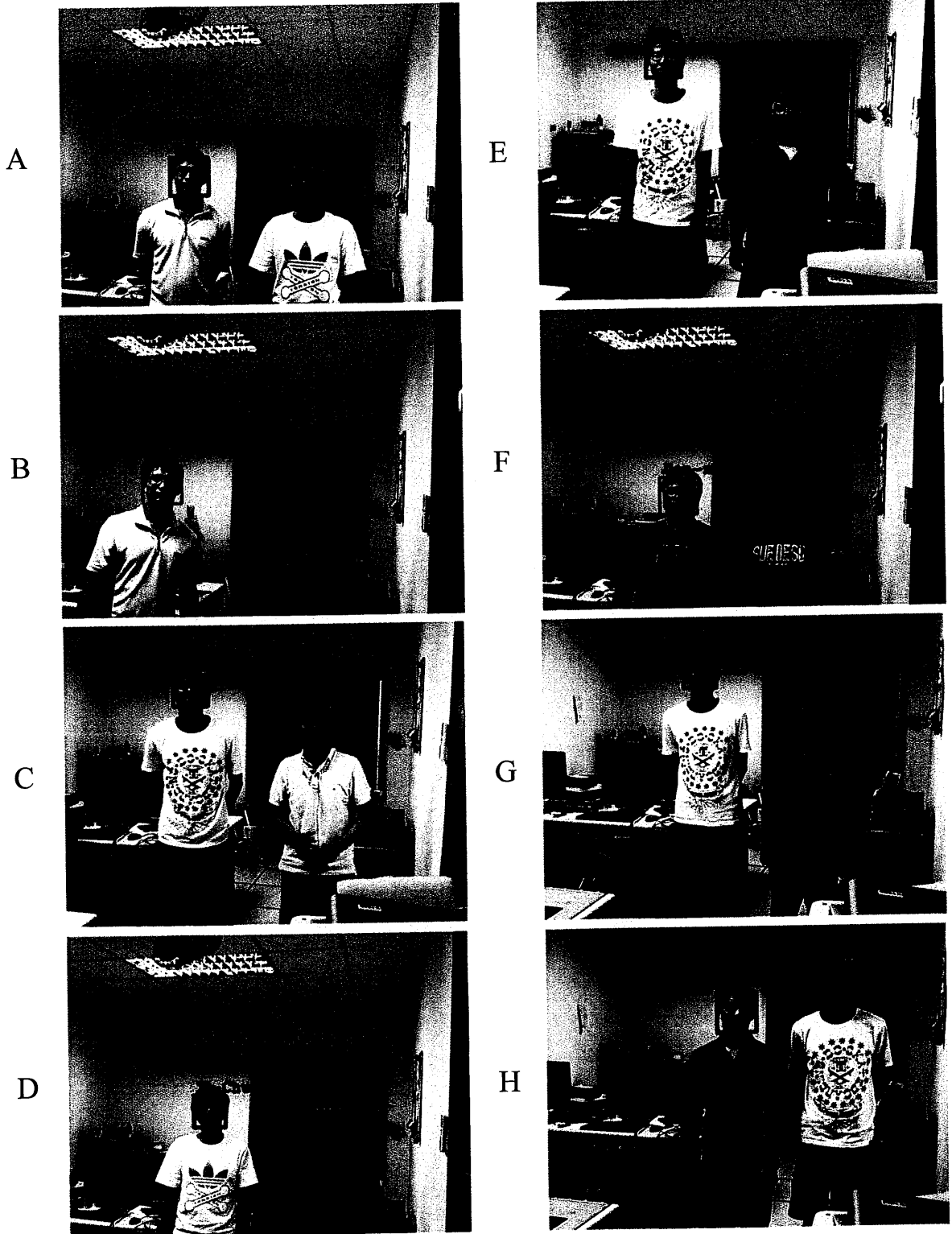


圖5.10 實驗室兩個人員的辨識實驗



圖5.11 陌生人與實驗室人員辨識實驗

5.3 測試結果與比較

本論文使用ORL人臉資料庫進行系統測試，測試人臉資料庫裡的人數與每個人所訓練的張數變化，對辨識率會有什麼影響，這個ORL資料庫裡面全部共有40人，每人10張圖像，將測試結果顯示在圖5.12跟圖5.13。

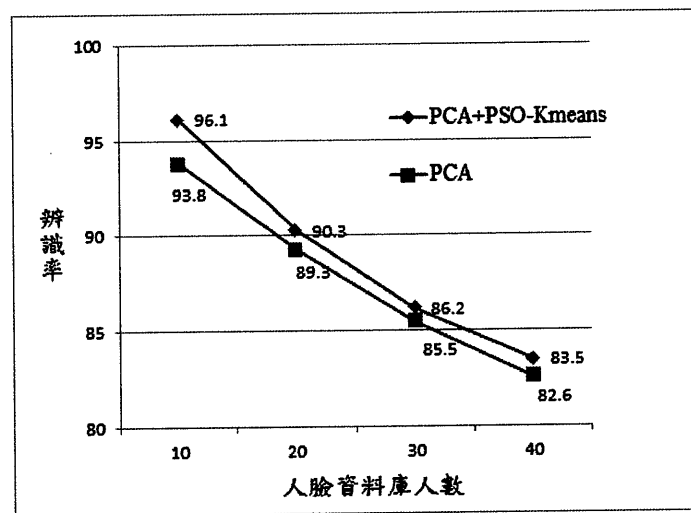


圖5.12 人臉辨識率與資料庫人數相關圖

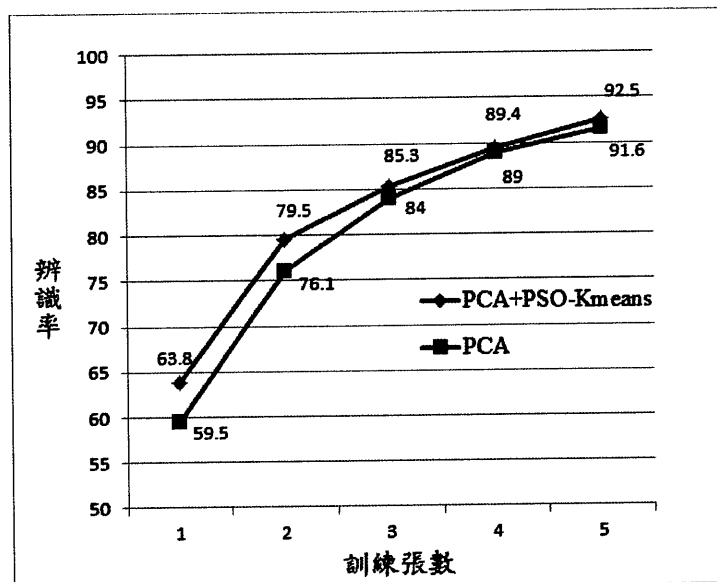


圖5.13 人臉辨識率與訓練張數相關圖

圖5.12是說明資料庫人數與辨識率的關聯，可以從圖中看出來因為辨識人數上升，以至於辨識率下降造成辨識錯誤，圖5.13是說明資料庫每個人的訓練張數與辨識率的關聯，在圖中說明增加了訓練張數，可以讓辨識率上升但是辨識時間也會大幅增加，在下一節的實驗可以看的出來。

第二個測試是將實驗室裡的五位同學，進行人臉辨識實驗測試系統準確率，總共使用了500張的圖像，每個人分別是100張下去做判斷。而把測試的結果用表5.1呈現出來，其中表格的上方是人員辨識結果，表格的左邊為輸入的人員名稱，而表格的右邊為各人員的辨識率。由此實驗測試可以看的出來在辨識Kenny、Jian-min、Yi-chung，三個人的時候辨識率是比較低，主要還是因為眼睛的特徵必須要明顯，如果有瀏海、粗框眼鏡跟眼睛比較小，都會讓人臉偵測跟辨識受到影響，造成辨識率下降。

表5.1 測試結果準確率

	Ping	Kenny	Jian-min	Yi-chung	Wei	Rate
Ping	88	4	2	1	5	0.88
Kenny	6	82	3	2	7	0.82
Jian-min	3	7	80	6	4	0.8
Yi-chung	5	6	6	79	4	0.79
Wei	4	2	2	2	89	0.89
Mean						0.836

5.4 系統速度測試

將完成的人臉辨識系統進行速度的測試，實驗的影像皆為320x240，在基本的人臉偵測方面，每張影像約為0.06-0.07，因為接下來還要進行人臉辨識，在辨識時角度也會有很大的影響，所以在人臉框取時以正臉為第一目的，當臉轉向成側臉或是主要特徵被遮掩那就不框選了，因為就算可以框選到辨識過程也會造成辨識不佳的情形。在人臉辨識方面會因為辨識人物不同，人臉資料庫大小跟辨識時間也就不一樣，因此本研究以增加人臉資料庫人數測試辨識速度的變化，分別測驗十人、二十人、三十人、四十人，從圖5.14看出隨著資料庫人數的增加，辨識時間就會越來越慢。

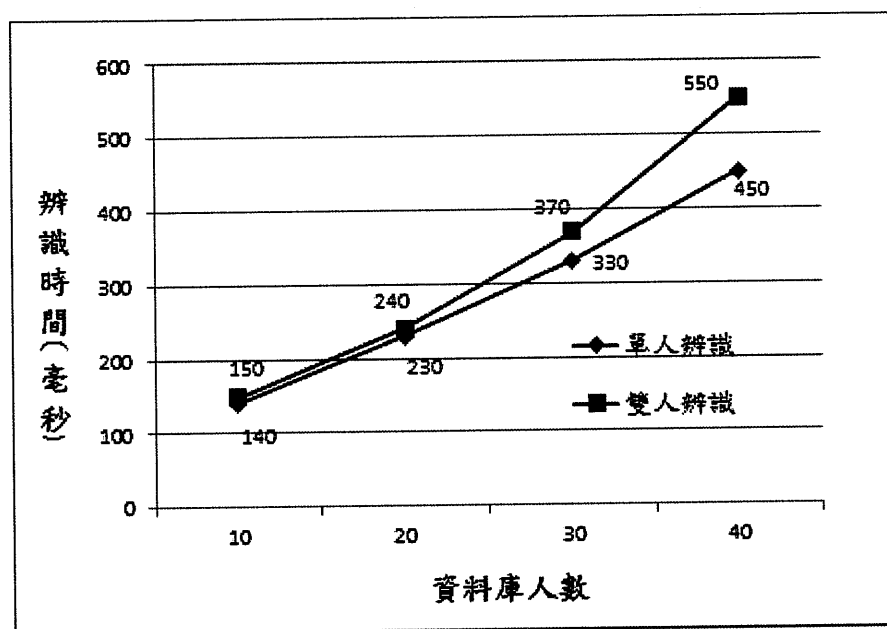


圖5.14 資料庫與辨識時間關係圖

第六章 結論與未來展望

6.1 結論

本論文成功的將人臉辨識系統實現於工業電腦上，能在測試場合進行即時偵測、選取與辨識人臉，達成一套能即時自動化人臉辨識系統。使用網路攝影機以即時影像去判斷人臉，使用AdaBoost訓練分類器找出人臉區域，並運用主成份分析降低人臉圖像維度和擷取主要特徵，然後進行粒子群K-means演算法加快相似度的搜索辨別人臉，確定跟資料庫裡面人是否相似，如果遇到多人物情況的話，也會把偵測到的所有人臉進行辨識。人臉辨識系統由實驗結果顯示資料庫的人數跟訓練張數，會影響到辨識率，而且在人數跟張數增加時，訓練的資料量就會變大，偵測的時間也就會增加，會讓整個系統速度變慢，因此加入粒子群K-means演算法可以加快尋找到相似度高的圖像，讓人臉資料庫多的時候，系統的執行速度不會變得太慢。

本論文的影像輸入是運用網路攝影機所抓取到的影像，將一張張連續的畫面傳送到電腦裡面作影像處理，辨識人臉區域跟人物的結果確定後輸出到螢幕上面，有時候會因為人們臉部的快速移動或是距離太遠，造成模糊的影像變成輸入影像，雖然在框選人臉的時候也是可以框選到，但是因為模糊的關係，可能會造成辨識的結果不一樣，因此需要重複地確定一下。人臉辨識技術依靠的是最自然的臉部作為身分的辨識，因此也不會有遺失的問題，也不用去記憶密碼不會有隨身攜帶的煩惱，更不用以接觸的方式去辨識，所以在衛生方面的疑慮就可以避免，此為本研究系統的一大優點。

6.2 未來展望

在人臉辨識的方面，最優先考慮的兩個方向是高度的辨識率和快速的辨識時間，如何讓系統準確並且有效率的辨識出人臉，是主要研究的目標。以目前所完成的人臉辨識系統主要實現於室內環境，以簡單的硬體系統下去達成，具有偵測人臉區域並追蹤，接著判斷是否為人臉資料庫裡的人選，這樣的人臉辨識系統適用於出入口的門禁、智慧家庭生活、智慧型機器人、3C用品等用途。

本論文採用AdaBoost演算法去偵測人臉區域、主成份分析法擷取特徵、粒子群K-means演算法去辨識人員，已經達到不錯的判斷結果，不過還是有需要改善跟加強的地方，在本研究中都先將彩色影像轉換成灰階影像，因此在光源和顏色不同等因素所造成的問題較小，但在實驗的辨識率會隨著訓練影像增加，造成辨識結果下降和辨識時間拉長，因此希望整合或使用更進一步的特徵擷取，把擷取的特徵減少又能更代表目標人物，還有就是人臉資料庫裡的人如果變換造型，或者是主要擷取的特徵被遮蔽，造成辨識率下降的問題，因此為了能克服這些缺陷，是以後深思熟慮的地方。

未來希望可以結合到機器人上，使機器人能有即時辨識人類的功能，讓人機互動這方面更具有親和力，使這些智慧型機器人具備更完善更優秀的功能。

參考文獻

- [1] A.F. Abate, M. Nappi, D. Riccio and G. Sabatino, "2D and 3D face recognition: A survey," *Pattern Recognition Letters*, vol. 28, on.14, pp.1885-1906, Jan. 2007.
- [2] T.Y. Jea and V. Govindaraju, "Aminutia-based partial fingerprint recognition system," *Pattern Recognition*, vol. 38, on.10, pp.1672-1684, 2005.
- [3] S. Attarchi, K. Faez and A. Asghagi, "A fast and accurate iris recognition method using the complex inversion map and 2DPCA," *Proc. of the IEEE Int. Conf. on 2008 Computer and Information Science*, pp.179-184, Apr. 2008.
- [4] M.H. Yang, D.J. Kriegman and N. Ahuja, "Detecting Faces in Images : A Survey", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 1 January 2002.
- [5] N.S. Pai and S.P. Chang, "An embedded system for real-time facial expression recognition based on the extension theory," *Computers and Mathematics with Applications*, Vol. 61, pp.2101-2106, 2011.
- [6] A. Lanitis, C.J. Taylor and T.F. Cootes, "An automatic Face Identification System Using Flexible Appearance Models," *Image and Vision Computing*, Vol. 13, No. 5, pp. 393-401, 1995.
- [7] Wangmeng Zuo, David Zhang and Kuanquan Wang, "Bidirectional PCA with Assembled Matrix Distance Metric for Image Recognition," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part B:*

- Cybernetics, Vol. 36, No. 4, August 2006.
- [8] E. Osuna, R. Freund and F. Girosi, "Training Support Vector Machines: An Application to Face Detection," IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 130-136, 1997.
- [9] H. Rowley, S. Baluja and T. Kanade, "Neural Network-Based Face Detection," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 20, No. 1 pp. 23-38, January 1998.
- [10] N.A. Schmid and F. Nicolo, "On Empirical Recognition Capacity of Biometric Systems Under Global PCA and ICA Encoding," IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol. 3, No. 3, September 2008.
- [11] Peng Dezhong and Yi Zhang, "Dynamics of Generalized PCA and MCA Learning Algorithms," IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 18, No. 6, pp.1777-1784, November 2007.
- [12] P.N Belhumeur, J.P. Hespanha and D.J. Kriegman, "Eigenfaces vs. Fisherfaces: recognition using class specific linear projection," IEEE Transactions, Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, pp.711-720, 1997.
- [13] J. Zhu, M. I. Vai and P.U. Mak, "Face Recognition Using 2S DCT with PCA," in The 4th Chinese Conference on Biometric recognition (Sinobiometrics' 03) at Beijing, P.R. China, December 7-8, 2003.
- [14] Fei Zuo, de With and P.H.N, "Real-time Embedded Face Recognition for Smart Home," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 51, pp.183 – 190, 2005.

- [15]T. Sousa, A. Silva and A. Neves, "Particle swarm based data mining algorithms for classification tasks," ELSEVIER on Parallel Computing, No. 30, pp.767-783, 2004.
- [16]Ayed Salman, Imtiaz Ahmad and Sabah Al-Madani, "Particle swarm optimization for task assignment problem," Microprocessors and Microsystems 26, pp. 363-371, 2002.
- [17]Kai-Tai Song, Chi-Yi Tsai, Fu-Sheng Huang, Jung-Wei Hong and Chen-Yang Lin, "Development of the Robot of Living Aid: RoLA," Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics Qingdao, pp.443-448, 2008.
- [18]C. Thorpe, M. H. Hebert, T. Kanade and S. A. Shafer, "Vision and Navigation for the Carnegie-Mellon Navlab," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 10, No. 3, pp. 362-373, May 1988.
- [19]OpenCV官方網站, <http://opencv.willowgarage.com/wiki/DevCpp>
- [20]RGB轉灰階, <http://zh.wikipedia.org/wiki/JPEG>
- [21]P. Viola and M. J. Jones, "Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1, pp. 511-518, 2001.
- [22]R. Lienhart, A. Kuranov and V. Pisarevsky, "Empirical Analysis of Detection Cascades of Boosted Classifiers for Rapid Object Detection," Technical report, MRL, Inter Labs, 2002.
- [23]M. Kirby and L. Sirovich, "Application of the Karhunen-Loeve procedure for the characterization of human faces," IEEE Trans. Pat.

Anal. Mach. Intell., Vol. 12, pp.103-108, 1990.

[24] M.A. Turk and A.P. Pentland, "Face recognition using eigenfaces," Computer Vision and Pattern Recognition, pp.586-591, 1991.

[25] J. Kennedy and R. C. Eberhart, "Particle swarm optimization," in: Proc. IEEE Int. Conf. on Neural Networks, Perth, Australia, Vol. 4, pp. 1942-1948, 1995.

[26] R. C. Eberhart and J. Kennedy, "A new optimizer using particle swarm theory," in: Proc. IEEE Int. Symposium on Micro Machine and Human Science, Nagoya, Japan, pp. 39-43, 1995.

[27] 林茂楠，應用高效率飛鳥演算法於多其動態資產配置最佳化的研究，碩士論文，國立暨南大學資訊管理研究所，2007。

