



致理技術學院商務科技管理系實務專題報告

致理技術學院

商務科技管理系
實務專題報告



人臉辨識應用
—以致理幸福農學市集為例

人臉辨識應用—以致理幸福農學市集為例—
一百零三年十二月

指導老師：高楊達

學生：黃凱暉(10033104)

楊孟璿(10033138)

施昶安(10033147)

中華民國 103 年 12 月

致理技術學院

商務科技管理系

實務專題報告

人臉辨識應用—以致理幸福農學市集為例

學生：黃凱暉(10033104)

楊孟璿(10033138)

施昶安(10033147)

本成果報告書經審查及口試合格特此證明。

指導老師：

中華民國 103 年 12 月

CTM 實務專題研究授權書

本授權書所授權之實務專題研究為黃凱暉、楊孟璿、施昶安共 3 人，在致理技術學院商務科技管理系 103 學年度第 1 學期完成商管實務專題。商管實務專題名稱：人臉辨識應用—以致理幸福農學市集為例

同意 不同意本組同學共_____人，皆同意著作財產權之論文全文資料，授予教育部指定送繳之圖書館及本人畢業學校圖書館，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未鉤選，該組同學皆同意視同授權。

指導教授姓名：

專題生簽名：

學號：

中華民國 2014 年 12 月 31 日

誌謝

首先，誠摯的感謝這次的專題指導老師，以及在這次的製作過程中曾幫助過我們的每一位老師，有您們的悉心教導讓我們從專題的每一個過程裡學習與成長，也很高興能加入致理幸福農學市集，在參與市集規畫與活動進行的過程中，讓我們發揮自己的長處協助市集運作，還能提供自己的想法與大家一同討論，互相幫忙一起把市集經營的更好更完善，而在這個團隊裡，老師們不斷的提供資訊、給予協助，擁有著我們沒有的學問與知識，老師永遠是值得我們學習的典範。

進入致理學習的這四年中，從商管系學到許多程式相關的知識，很可惜沒能在致理幸福農學市集將所學發揮出來，讓我們有一個實務經驗，也在這次的專題過程中，我們從錯誤中學習，不斷地從老師與書籍上增加提升的能力，最後，再次感謝所有曾給予我們建議以及幫助並支持我們的老師與農學市集的所有同學，讓這次的畢業專題能順利的進行，且如期完成。

摘要

隨著電腦科技發展的進步，加上為了提供給使用者更大的便利和可靠性，所以漸漸開始使用人臉辨識、語音辨識、指紋辨識、掌紋辨識和虹膜辨識等相關的生物認證技術。其中以人臉辨識最廣為被使用和研究，因為使用者並不需要穿戴額外的裝置，也不需要和受測裝置有任何接觸，只需要透過基本的攝影照相裝置，都可以得到辨識所需要的資料，其未來的運用範圍可以是養老院、遊樂場、大門進出口等等，可以運用到的地方之多也非常的便利，而目前人臉辨識系統的方法有相當多種，每一種都有一定的準確率。

本論文利用人臉辨識技術應用在致理幸福農學市集上，提供會員在靠近服務台時臨櫃工作人員此會員的相關資訊，期能提高維繫顧客關係管理的滿意度。在人臉偵測方面運用了OpenCv裡的內建程式來訓練Adaboost分類器，從分類器裡面去選取最符合人臉先進行偵測，偵測完後再把圖形二質化去除不必要的雜訊使人臉更加清晰，接著把眼睛和嘴把連接起來運用 Delaunay 三角形來做切割計算每一塊區域的面積，最後運用歐幾里德距離來進行原圖的和比較圖的差距來進行判斷。

關鍵詞：人臉辨識系統、PCA、Otsu、Delaunay 三角形、農學市集、OpenCv

目錄

CTM 實務專題研究授權書	i
誌謝.....	ii
摘要.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機與背景.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究流程.....	1
1.4 預期效益.....	2
1.5 論文架構.....	3
第二章 文獻探討.....	3
2.1 色彩空間.....	3
2.2 人臉偵測.....	6
2.3 人臉辨識.....	12
第三章 研究方法.....	15
3.1 OpenCv 人臉偵測	16
3.2 人臉辨識.....	19
3.3 歐式距離.....	23
3.4 Precision rate(精確度).....	24
第四章 研究流程.....	24
4.1 人臉資料庫.....	25
4.2 實驗流程	26
4.3 實驗結果	27
參考文獻.....	31

圖目錄

圖 1-1 系統流程圖	2
圖 3-1 Adaboost 偵測人臉圖	17
圖 3-2 雙線性內插圖	17
圖 3-3 為內插法的縮放圖	18
圖 3-4 ROI 人臉擷取圖	19
圖 3-5(a)原始影像(b)灰階圖影像	19
圖 3-6(a)原始影像 (b)二質化影像	20
圖 3-7 Otsu 直方圖	20
圖 3-8 Otsu 二值化圖	22
圖 3-9(a)四連通圖 (b)八連通圖	22
圖 3-10 眼睛和嘴巴連通圖	23
圖 3-11 戴爾三角圖	23
圖 4-1 人臉擷取照片	25
圖 4-2 人臉二值化圖	26
圖 4-3 為連通擷取圖	26
圖 4-4 戴爾三角形圖	27
圖 4-5(a)辨識出相似的圖形	28
圖 4-6 辨識率長條圖分布圖	30

表目錄

表 4-1 人臉資料庫規格	25
表 4-2 人臉資料庫面積表格以 30 筆為例	27

第一章 緒論

1.1 研究動機與背景

科技快速進步的時代裡，由於電腦與網路的普及化，人們可以充份享受資訊及科技發達所帶來的便利，如何讓電腦可以擁有人的識別能力更快速地達到我們欲知道的資訊，因此人臉辨識將作為本論文的研究方向，像是市集裡的會員無須其他相關證明即可快速反應和簡化流程，可辨識其會員身分藉以提高顧客滿意度。舉例來說有顧客來市集可以判斷是否為會員，就可以知道會員身分、職業等等，再利用這些資訊判斷，得到其他的相關資訊，像是會員的回流率、男女比率、年齡等等。但是由於人臉辨識容易受到外界環境所干擾，如何正確取出人臉特徵，且需要短時間達到好的辨識效果，這都是本論文所要探討和解決的問題。

1.2 研究目的

本論文研究目的以 OpenCV 為基礎的高辨識率即時人臉辨識系統，結合 AdaBoost 的快速及準確優點來偵測五官，達到即時人臉辨識技術。利用少量且重要的特徵，如人臉五官特徵(眼睛和嘴巴)達到理想的辨識率。分析比較不同取樣特徵的辨識結果，找出理想的人臉特徵。最後運用人臉辨識系統來辨識市集每位顧客的人臉，方便整理資料。

1.3 研究流程

本論文研究流程共分為六個階段，首先以研究背景與動機來確定研究題目與方向，接著去蒐集並閱讀相關研究之學術論文、書籍等參考文獻，之後在文獻中發現了許許多多的方法應用於人臉辨識上，因此提出了研究的構思，在來開始著手建構整個人臉辨識系統，系統建構大致完成時則開始設計一系列的實驗，由實

驗結果分析來証實本研究的可行性，最後提出本論文的結論與建議。如圖 1-1 所示。

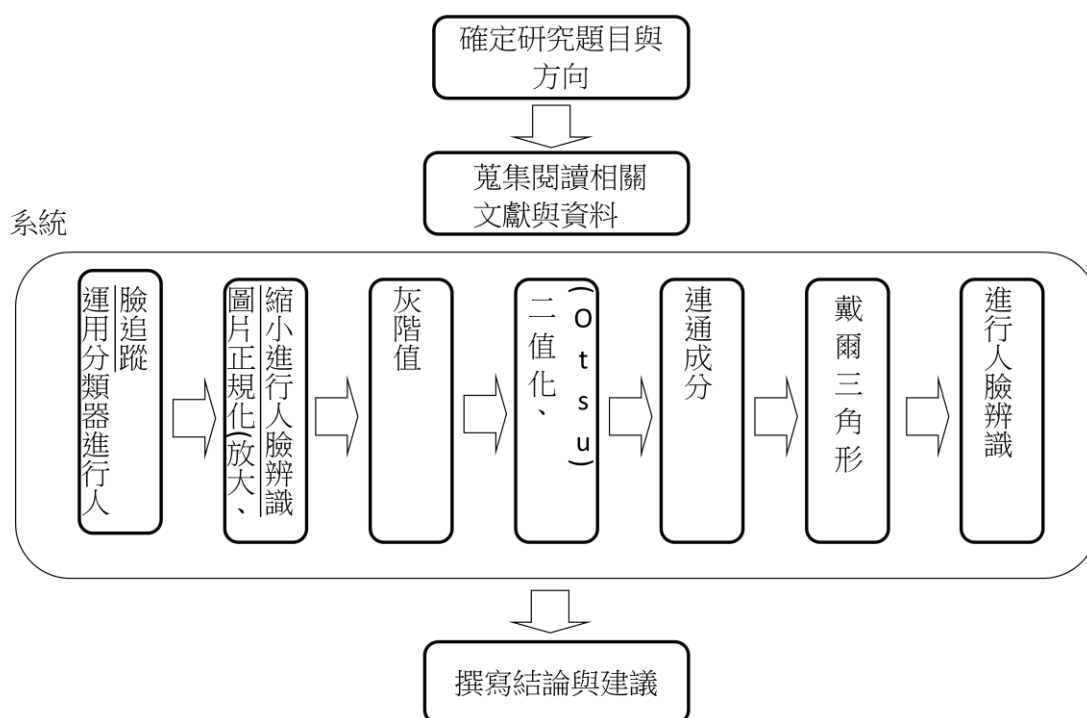


圖 1-1 系統流程圖

1.4 預期效益

本論文使用的人臉影像，應用於致理幸福農學市集，在面對顧客時能快速確認顧客身分，藉此達到高品質服務提升顧客滿意程度。希望將來能以更大量人臉影像來進行實驗，讓本文所提出的方法能夠有一定的可信度。再來希望可以找出最理想且明確的標準影像數量，讓本人臉辨識方法能夠更加的完美。同時希望做到角度的內插，人臉辨識系統不必受到角度的限制。最後，希望將來辨識系統可以運用於動態影像上，讓系統升級，提高辨識率。

1.5 論文架構

本論文總共分為五個章節。第一章為緒論，主要在講述我們的研究背景、研究動機與目的以及架構。第二章為文獻探討，主要介紹一些相關論文背景知識以及常見的人臉偵測、人臉辨識之方法。第三章為研究方法，主要在描述本研究的系統原理以及應用技術。第四章為實驗結果，針對我們所提出的方法來做實驗驗證。第五章為結論與未來展望，針對本系統之優缺點做描述以及後續的改進空間。

第二章 文獻探討

科技不斷進步，人臉辨識也成為熱門的一門技術，促使人臉辨識的研究更進一步地發展，陸續有許多方法不斷在減少辨識時間和提高辨識的正確率，由於經驗的累積及技術的創新，人臉辨識的研究也逐漸發展成熟，人臉辨識的過程中，第一個階段是人臉偵測，在其中五官特徵的擷取在此過程中取得，第二個階段是人臉辨識；在第一階段人臉偵測的相關方法有模板取樣(Template matching)、類神經網路 (Neural network approach)、膚色偵測 (Color-based approach)、AdaBoost 演算法。在第二階段人臉辨識的相關方法有介紹主成分分析(Principle Component Analysis, PCA)、隱藏馬可夫模型(Hidden-Markov Models, HMM)、Delaunay (三角形)。相關的研究論文分別介紹如下：

2.1 色彩空間

色彩空間是一種可以呈現所有色彩模式，又可以稱為色彩模型或者色彩系統。應用在膚色偵測的色彩空間常見的有 RGB、HSV、YCbCr 等。大部份的色彩空間主要都藉由三個數值(R、G、B)來表現一個顏色，而且同一顏色在每個不同色

彩空間中有不一樣的表示數值，因此需要透過一些轉換之後才可以進行膚色偵測。
以下針對幾個常見的色彩空間作介紹。

2.1.1 RGB

又稱 RGB 顏色模型或紅綠藍顏色模型，是一種加色模型，紅 (Red)、綠 (Green)、藍 (Blue) 每一個色彩通道以 8 位元來表示其強度，數值範圍介於 0~255 之間，依照原色的色光以不同的比例相加，以產生多種多樣的色光。但容易對於光線造成很大的變化，因此不適合用來做膚色偵測的色彩空間。

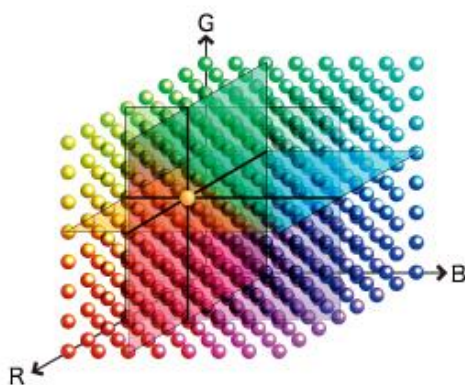


圖 2-1 RGB 色彩空間立方體

2.1.2 HSV

HSV 色彩空間由 H 色相(Hue)、S 飽和度(Saturation)、V 亮度(Value)三種元素組成的，色彩空間更符合人的視覺特性。色調是指色彩顏色之間的區分，飽和度是色彩的鮮豔程度，亮度則是指明亮的程度。HSV 色彩模型相較於 RGB 色彩模型，在區別顏色上有較佳的表現，且能夠將大部分的亮度成分與色彩資訊分離開來，因此常被用於膚色辨識...等，其色彩空間模型如圖 2-2 所示。

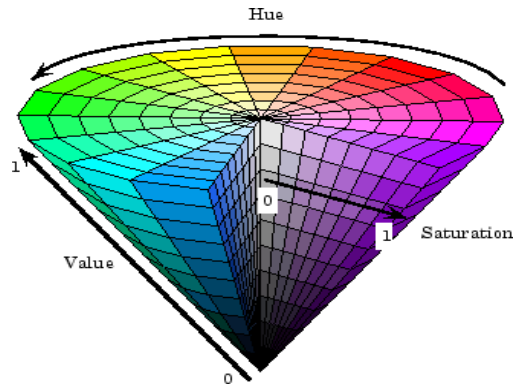


圖 2-2 HSV 色彩空間立方體

RGB 色彩空間轉換至 HSV 色彩空間的公式如(2-1)

$$H_1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(R-B)+(R-G)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (G-B)(R-B)}} \right\}$$

$$H = \begin{cases} H_1, & B \leq G \\ 360^\circ - H_1, & B > G \end{cases}$$

$$S = \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{\text{Max}(R, G, B)}$$

$$V = \frac{\text{Max}(R, G, B)}{255} \quad (\text{公式 2-1})$$

2.1.3 YCbCr

YCbCr 是色彩空間的一種，通常會用於影片中的影像連續處理，或是數字攝影系統中，由 Y 亮度(Luminance)、Cb(藍色之色差偏移量)及 Cr(紅色之色差偏移量)三種成分組合而成的。YCbCr 色彩空間的特色是將亮度資訊獨立出來，因此較不易受到外在光線的影響。YCbCr 色彩空間轉換至 RGB 色彩空間的公式如下[1]：

$$\begin{aligned} R &= Y + 1.402 Cr \\ G &= Y - 0.344 Cb - 0.714 Cr \\ B &= Y + 1.772 Cb \end{aligned} \quad (\text{公式 2-2})$$

NCC 簡介

NCC(Normalized Color Coordinates)色彩空間是解決 RGN 色彩空間中，影像因光源亮度的強弱，造成物體在相同顏色的地方呈現出深淺不同的顏色。分別對 R 與 G 做正規化，就可以使 R 與 G 對亮度的靈敏度降低，其轉換公式為(4.1.1)與(4.1.2)式：

2.2 人臉偵測

人臉偵測是進行人臉辨識前重要的一項處理。近年來，已有許多關於人臉偵測的技術研究被發表，此些技術已經發展了數年，其理論已經獲得一定的成效，以下簡介每種方法之特性。

2.2.1 模板取樣(Template matching)

人臉模板方法[2][3]一般分為兩種，固定模板和變形模板。固定模板的方法是先設計可供參考比對模板，再計算人臉五官與比對模板之間的某種差異量，再訂定閾值來決定是否為人臉。這種方法比較簡單，在早期的系統中採用得比較多。但由於人臉特徵變化很大，設計這類模板並不容易，現在已經不常見到這類方法應用。變形模板方法在原理上與固定模板相似，需要設計一些元素；例如，直線或曲線來組成人臉的特徵，像眼睛、鼻子及嘴巴，或是讓系統自動來計算構成人臉的元素。而匹配的方法是設計評價函數來表示匹配程度[4]。通常是先設計可供參考的的比對模板，在辨識臉部影像進行特徵比對，常以人臉五官來進行取樣動作，擷取出眼、耳、口、鼻之後當成人臉的特徵如圖 2-3 所示：



圖 2-3 模板取樣示意圖

2.2.2 類神經網路(Neural network approach)

類神經網路用於人臉辨識有相當久的歷史，主要是透過影像的每一個像素當作輸入去訓練人臉與非人臉的採樣來做為網路層的輸入端，經過隱藏層的計算之後輸出至輸出層取得一個運算結果如圖 2-4 所示。它可以經由訓練與學習得到最佳的映射(mapping)關係。利用許多輸入與輸出資訊完成模擬類神經網路的訓練與學習便可運用在推估、預測、分類等等.....[5]。

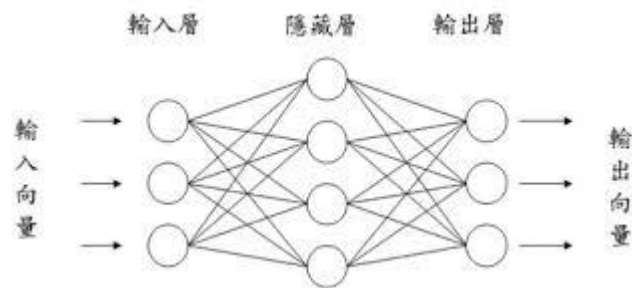


圖 2-4 為類神經網路模型圖

以目前常見的類神經網路為例，其架構可分為三種層次，即輸入層、隱藏層及輸出層，一層隱藏層及三個輸出值的認知器或倒傳遞類神經網路模型。倒傳遞類神經網路各層的主要功能分述如下：

輸入層—承接網路外部的輸入訊號，並傳入類神經網路中；輸入訊號的個數

決定了節點(或神經元)的個數。

隱藏層—接受輸入層的訊號，並加以處理，隱藏層為類神經網路中最重要的部分，其主要功能在於處理神經元間的相互關聯。節點(或神經元)的個數取決於輸入值與輸出值的數學關係，通常須經反覆試誤(trial and error)方式決定最佳個數。節點太少會產生輸入與輸出映射(mapping)不全，無法構建出輸入與輸出的非線性關聯，因而影響網路模擬的精確性；節點太多，雖可提高網路對於輸入與輸出的關聯描述，充分建立其模式，使網路模擬的誤差值較小，但相對的也可能造成網路的過度配置(over fitting)現象，影響網路執行的效能(performance)。隱藏層一般使用非線性轉換函數。隱藏層可為單層或多層架構，甚至也不一定需要有隱藏層。

輸出層—接受隱藏層運算模擬的結果，並表現出輸出結果；模擬輸出的個數決定了輸出層的節點(或神經元)個數。

2.2.3 膚色偵測(Color-based approach)

膚色偵測是近年來廣用的方法。此方法的理論基礎是人類膚色在色彩空間中會群聚於一定的範圍區域中，本論文採用 YCbCr 色彩空間作為膚色區域的判斷，其原因為 YCbCr 色彩空間對於光線變化的反應較不敏感，且對於不同人的膚色也有較好的收斂性。圖 2-5 YCbCr 的色彩空間對膚色分布。

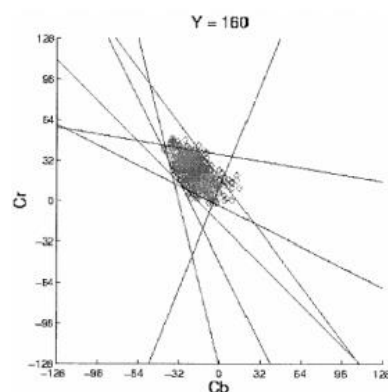


圖 2-5YCbCr 的色彩空間對膚色分布

2.2.4 AdaBoost

Adaboost[6]演算法主要概念是保存訓練樣本機率分佈的資訊，其核心思想是針對同一個訓練集訓練不同的分類器(弱分類器)，然後把這些弱分類器集合起來，構成一個更強的最終分類器(強分類器)。其演算法本身是通過改變數據分佈來實現的，它根據每次訓練集之中每個樣本的分類是否正確，以及上次的總體分類的準確率，來確定每個樣本的權值。將修改過權值的新數據集送給下層分類器進行訓練，最後將每次訓練得到的分類器最後融合起來，作為最後的決策分類器。使用 Adaboost 分類器可以排除一些不必要的訓練數據特徵，並將關鍵放在關鍵的訓練數據上面[7]。

Adaboost 算法的具體步驟如下：

1. 定訓練樣本集，其中分別對應於正例樣本和負例樣本；為訓練的最大循環次數
2. 初始化樣本權重，即為訓練樣本的初始概率分佈；
3. 第一次迭代：
 - (1) 訓練樣本的機率分佈下，訓練弱分類器：
 - (2) 計算弱分類器的錯誤率：
 - (3) 選取，使得最小
 - (4) 更新樣本權重：
 - (5) 最終得到的強分類器：

Adaboost 的運算快速歸功於弱分類器的結構特色，使得 Adaboost 在運算時間可以優於其他的分類器數十倍、甚至數百倍。以下為弱分類器 Haar 的結構原理，Haar 的結構如（圖 2-6）所示，Adaboost 演算法選出的特徵圖如(圖 2-7)。

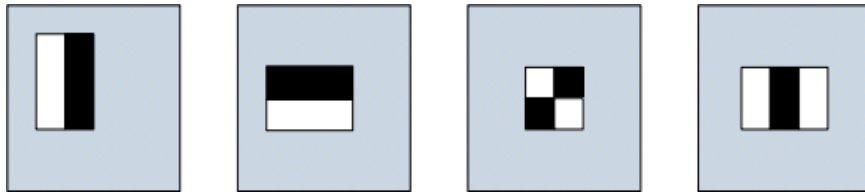


圖 2-6 Haar 結構圖



圖 2-7 Adaboost 演算法選出的特徵圖

層疊分類器是由多個強分類器所組成的，如圖 2-8 所示。其目的在於能夠增加偵測率與減少計算複雜度，而其分類方式可看成是一種衰退性決策樹。如一開始會將所有固定大小之訓練(或測驗)樣本(包括人臉及非人臉樣本)於通過第一層分類器時，進行決策排除非人臉樣本而保留下大多數人臉樣本，接著再送到第二層分類器不斷地重複篩選過程，直到最後一層所輸出的結果皆為人臉樣本。透過此方法可快速的排除非人臉樣本，達到快速的人臉偵測。

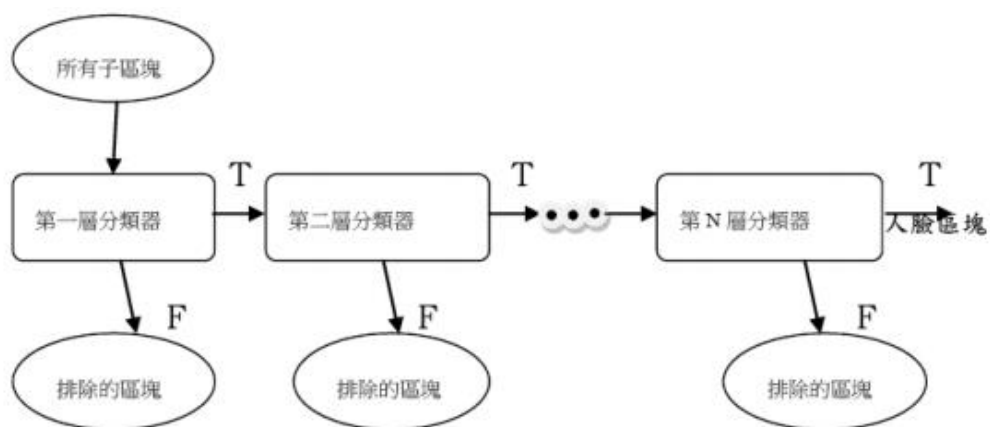


圖 2-8 疊層分類器圖

2.2.5 OpenCv

本論文是以 OpenCV 為開發工具，因此對此工具做簡單的介紹。OpenCV 是 Intel 開發的電腦視覺函式庫，裡面有許多影像處理有關的函式，可以在 Android、ios 上開發，支援的程式語言也有 C/C++，Java，Python。提供一套開源且最佳化的基礎庫，它由一系列 C 函數和少量 C++ 類別構成，實現了影像處理和電腦視覺方面許多通用演算法。電腦視覺這門領域主要研究如何讓機器「看」這個世界，了解這個世界能夠解讀影像的涵義與訊息。其中有些函式都是根據一些 paper 去實做出來的，如果需要的功能 OpenCV 已經提供的，而且實作的方式都是一樣的話，可以直接使用，這樣可以節省掉很多的時間，且 OpenCV 擁有包括 300 多個 C 函數的跨平台的中、高層 API。它不依賴於其它的外部庫也可以使用某些外部庫，而且 OpenCV 的 Code 有最佳化過，處理速度可以說是非常的快。

OpenCV 功能介紹

1. 圖像轉換：傅立葉轉換、離散餘弦轉換和 PCA 轉換等
2. 圖像增強：圖像平滑化、直方圖均衡化等
3. 數學計算：矩陣的加減乘除、轉置、逆矩陣、邏輯運算、統計和 SVD 分解等
4. 圖像處理：梯度、插值、幾何轉換、型態學操作、濾波、色彩空間轉換、直方圖和特徵匹配等
5. 結構分析：輪廓處理、幾何形狀計算和平面劃分、運動分析，影像跟蹤、影像偵測、像機定位、三維重建和分類器設計等。

總結 OpenCV 有下列的特點

1. 跨平台：Windows，Linux
2. 免費，無論商業還是非商業使用
3. 速度快、使用方便

網址[8]此連結為官方網站，網站中有下載、安裝、設定等詳細的相關資訊

2.3 人臉辨識

一張影像透過人臉偵測就可以得到人臉臉部區塊的部分，再來我們可以進行臉部區塊特徵輸入至分類器來進行擷取比對的動作，分類器的好壞常影響到辨識的動作，以下我們介紹幾個常見的辨識方法。

2.3.1 主成分分析(PCA)

通常一張正規化後的原始人臉影像，若是不先經過降低維度的動作，其處理和運算是非常龐大的，且原始影像資料所形成的特徵參數由於資訊散佈在每一個像素中，因此易受雜訊的影響。所以在建立整個訓練模型之前，所以取出適當的特徵參數，將是個很重要的問題。如果只是任意地移除一些變量，而剩下的變量所形成的特徵參數，並不是我們想要的，在 PCA[9]中提供了一個很好的答案。在統計學上，我們經常會遇到需要處理許多彼此之間變量具相關性的特徵參數問題。在這種狀況下，我們會試著去轉換其原始的特徵參數，改以少數互相獨立的特徵參數（特徵向量所形成的矩陣）來代替，這就是所謂的 PCA 轉換。如果我們把每一個特徵向量依照影像形成特徵參數順序來排列成一張影像，會發現其形成的圖形看起來很像一張人臉，所以這種 PCA 轉換後的人臉特徵，又被稱做特徵臉(Eigenface)[10]。如圖 2-9 所示。



圖 2-9 不同主成份之人臉圖

2.3.2 隱藏式馬可夫(HMM)

隱藏式馬可夫模型(Hidden Markov Models HMM)[11]於 60 年代被提出，是一種統計學式的統計方法，早期因為訓練要非常大量的運算方法，所以很少使用，直到提出較佳的訓練方法時，這個方法才慢慢受到重視。針對語音信號特性所發展出來的辨識模型，對於不同語音特徵的識別取決於從模型中計算所產生的機率值，在語音辨識上相當成功。HMM 是使用馬可夫鏈來模擬信號統計特性的變化，而這種變化是間接通過觀測序列所描述而來。因此，隱藏馬可夫方法是一個雙重隨機處理的過程。對於同一個特徵可能會對應多個狀態，這個對應關係不是絕對的，所以這種模型對於狀態列來說是隱性的，故稱為隱藏馬可夫模型。圖 2-10 隱藏馬可夫模型狀態轉移圖[12]。

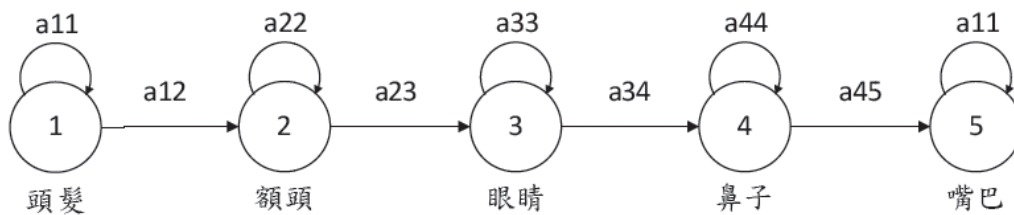


圖 2-10 隱藏馬可夫模型狀態轉移圖

HMM 用於人臉辨識上將人臉分成由上而下 5 個部分如圖 2-11，以此設計架構圖，有了此架構後，就可以用此架構在資料庫進行訓練。



圖 2-11 隱藏式馬可夫狀態切割圖模型

2.3.3 支持向量機

SVM (Support vector machine)[13]一個可以同時運算於線性與非線性的分類演算法。最早的使用做法是利用 19×19 的區塊取出影像的灰階資料，對其區塊進行前處理的動作，例如降底雜訊之後利用值方圖等化的方式對其影像進行亮度的正規化，減少亮度對影像的影響，再利用支持向量及來進行訓練來判斷人臉或非人臉的區塊[14]。圖 2-12 為向量空間是意圖。

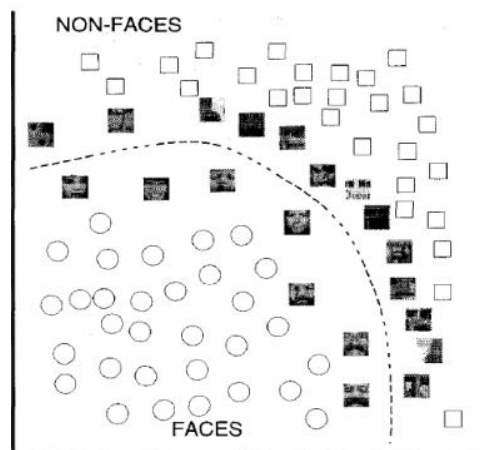


圖 2-12 為向量空間

2.3.4 Delaunay 三角形

不同於以往辨識技術，將人臉分割成三角形，由影像所建立的三角形網格，將這些三角形面積經過正規化處理，以這當成辨識資料庫中人臉的主要特徵，以三角形來分割影像比以水平和垂直網格來分割影像更符合自然邊和人類視覺。

Delaunay 三角[15]可根據三角形重心將圖形分割至符合相似性量測 (similarity measure)，再將三角形經過正規化處理及計算三角形面積，最後根據這些正規化三角形面積所畫出之長條圖作為辨認的判別式，取經過正規化後的三角形面積當做是辨識的特徵，以三角形面積當做辨識有不受影像旋轉和平移影響的好處，而正規化之後，影像放大和縮小也不會影響辨識[16]。如下圖 2-13 所示。

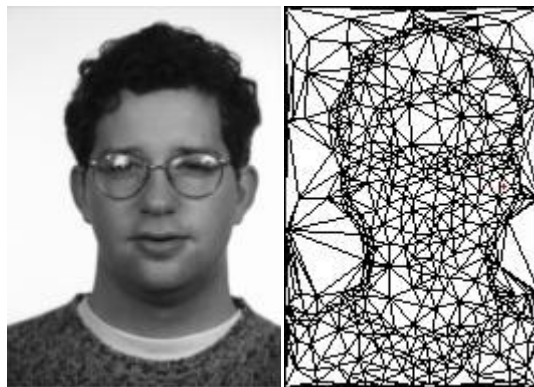


圖 2-13 Delaunay 三角化切割圖

第三章 研究方法

本文章分為 2 大部分:第一部分是人臉偵測，由於攝影機拍到的影像除了臉還有包括了頭髮、衣服、背景...等不必要的資訊，為了去除這些雜訊，故使用偵測技術來找出人臉的位置，先運用 Adaboost 來找出人臉現在所在的位置，再運用感興趣區域 Region of Interest (ROI)把人臉的圖片擷取出來偵測就完成了，第二部分是特徵擷取運用二值化去除雜訊，再運用連通把欲辨識的特徵連接起來，

最後運用 Delaunay 三角形把眼睛、嘴巴當作三個座標來連接三角形，找出重心再連出三角形，本研究可以找到 27 三角形，每一塊三角形都可算出面積再去與資料庫作比對就可以完成辨識的工作。

3.1 OpenCv 人臉偵測

本論文運用 OpenCV 內建的系統進行人臉偵測，訓練 AdaBoost 分類器，定位人臉的位置，再利用 ROI 來抓取人臉部分。

3.1.1 AdaBoost 分類器

Adaboost 的演算法是一種疊代的方法，就是把許多大量的弱分類器取其最具有分類意義的組合成一個強分類器，而且弱分類器性能比一般隨機的要更好，Adaboost 的演算法能夠從所有可能的弱分類器當中挑選錯誤率最低的一個，接著改變此樣本的權重值，使得一些被錯分的樣本能夠得到進一步的重視，重複上述的操作。這樣在每一步的操作中都可以得到一個弱分類器，而最後的強分類器是利用這些弱分類器組合而成。如下為 Adaboost 公式(3-1)。

$$H_j(x) = \begin{cases} 1 & , \text{ if } p_i f_j(x) < P_i Q_j \\ 0 & , \text{ otherwise} \end{cases} \quad \text{公式(3-1)}$$

其中 P_j 為 ± 1 ， Q_j 則是為一個閾值， x 是一個影像像素中的子區塊。把公式訓練完成就可以得到 Adaboost 演算法的有效特徵，如下圖 3-1 即是利用 Adaboost 偵測市集團隊成員的成果圖，有些人臉沒被偵測出來是因為部分臉部特徵區塊被遮蔽。



圖 3-1 Adaboost 偵測人臉圖

圖片大小正規化為了使擷取下來的圖片擁有一致的特徵，運用雙線性內插法 [17]把圖片縮放成一定的大小比例，能夠讓要擷取的特徵克服放大/縮小的問題，在後續處理上能提高比對人臉的五官，使辨識度更加提升，以下舉例放大縮小的方法，要計算 P 點的像素值，假設 P 點介於 a、b、c、d 四點之間，這些鄰近點相離越近貢獻越大越有影響，反之越遠貢獻度越小，如下圖 3-2 所示。

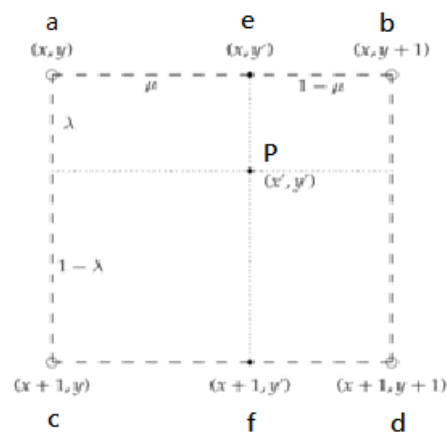


圖 3-2 雙線性內插圖

首先先進行第一次內插法 a、b 兩點對 P 點的影響，運用公式(3-2)可以算出 e 點的像素值

$$e = f(x, y') = \mu f(x, y + 1) + (1 - \mu)f(x, y) \quad \text{公式(3-2)}$$

再來進行第二次內插法 c、d 兩點對 P 點的影響，公式(3-3)可以算出 f 點的像素值

$$f = f(x + 1, y') = \mu f(x + 1, y + 1) + (1 - \mu)f(x + 1, y) \quad \text{公式(3-3)}$$

最後把 e、f 點兩像素值對應運用公式(3-4)就可以找到 P 點像素值

$$p = f(x', y') = \lambda f(x + 1, y') + (1 - \lambda)f(x, y') \quad \text{公式(3-4)}$$

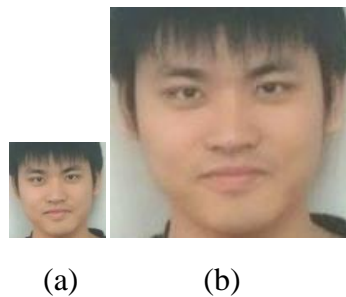


圖 3-3 為內插法的縮放圖

(a)為原影像 (b)為放大後的影像

把圖片運用前面 Adaboost 訓練好分類器的的方法把接近人臉樣子的區域框出來，再運用 ROI(Region of Interest)把框出來的區域圖片抓出來放進資料庫進行人臉辨識如圖 3-4 所示。



圖 3-4ROI 人臉擷取圖

3.2 人臉辨識

把人臉擷取的圖片，先把圖片灰階化，再運用二值化找出人臉清晰的五官，最後運用連通區域法把欲找尋的特徵區域互相連接，成為各個獨立的區塊。

3.2.1 灰階化

使用灰階化能有效簡化圖片資訊並提升傳輸和處理效率，主要是照比例分配像素值以達到灰階分別為:紅色 29.9%、綠色 58.7%、藍色 11.4%，此種分配是藉由人的視覺特性所研究出的[18]。圖 3-5 為灰階影像圖結果。

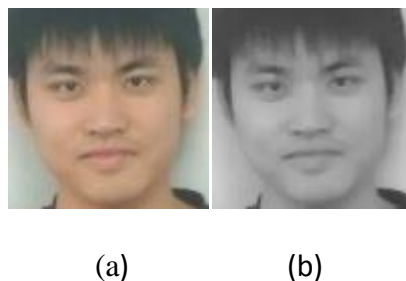


圖 3-5(a)原始影像(b)灰階圖影像

3.2.2 二值化

把一張圖片變成只有黑跟白二種值，可以把背景相當程度的區隔開來，把原本的圖假定每一個像素點都是 $f(i, j)$ 其範圍值都是 $[0 \sim 255]$ 之間，再設一值 T 來作判斷，比 T 大的設為 255，比 T 小的設為 0，如圖 3-6 所示。轉換公式如下。

$$B(i, j) = \begin{cases} 1 & , \text{if } f(i, j) < T \\ 0 & , \text{others} \end{cases} \quad (\text{公式 3-5})$$



(a) (b)

圖 3-6(a)原始影像 (b)二質化影像

但看到上面的實驗效果並不是很好，因為極差值非常大，有些膚色像素跟五官非常相似，造成二值化完後區域連在一起故使用更有彈性的方法-歐祖法 (Otsu's Method)[19]。

歐祖法把分界線 T 想像可以在直方圖中由左至右移動，而每次比較兩群新分割群組之變異數，便可得到最佳的 T 值，如下圖 3-7 所示。

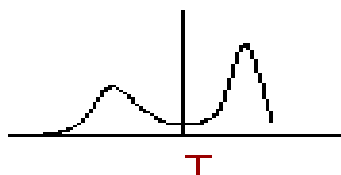


圖 3-7 Otsu 直方圖

變異數可用來測量一個群組的同質性，一個群組的同質性愈高其相異性愈低；反之，一個群組的同質性愈低其相異性就愈高。我們運用

Maximizing between-group variance：讓群組間的平均值差的平方和最大。此方法的目的是在於強調群組間的相異性，更可以來區分不同組群的差異，變異數的演算法如下。

先定義全部像素點為 N 、 $N_1(t)$ 為一個低於或等於一個群組的像素總數、 $N_2(t)$ 為一個高於或等於一個群組的像素總數、 q_1 為一個低於或等於一個群組的像素總數機率、 q_2 一個高或等於一個群組的像素總數機率。

$$q_1(t) = \frac{N_1(t)}{N} \quad q_2(t) = \frac{N_2(t)}{N} \quad \text{公式(3-6)}$$

算出 q_1 跟 q_2 的機率，在算出灰階平均值， P_i 代表灰階 i 出現的機率、 μ_1 及 μ_2 分別代表第一個群組及第二個群組的灰階平均值。

$$\mu_1(t) = \sum_{i=0}^t i \frac{P_i}{q_1(t)} \quad \mu_2(t) = \sum_{i=t+1}^{255} i \frac{P_i}{q_2(t)} \quad \text{公式(3-7)}$$

令 $\sigma_1(t)$ 代表灰階值小於或等於 t 的那一個群組的標準差，公式如下

$$\sigma_1(t) = \sqrt{\sum_{i=0}^t i \frac{P_i}{q_1(t)} [i - \mu_1(t)]^2} \quad \text{公式(3-8)}$$

令 $\sigma_2(t)$ 代表灰階值大於或等於 t 的那一個群組的標準差，公式如下

$$\sigma_2(t) = \sqrt{\sum_{i=t+1}^{255} i \frac{P_i}{q_2(t)} [i - \mu_2(t)]^2} \quad \text{公式(3-9)}$$

把群組內的變異權重合的定義為新的變異數，公式如下

$$\sigma_{\omega}^2(t) = q_1(t) \sigma_1^2(t) + q_2(t) \sigma_2^2(t) \quad \text{公式(3-10)}$$

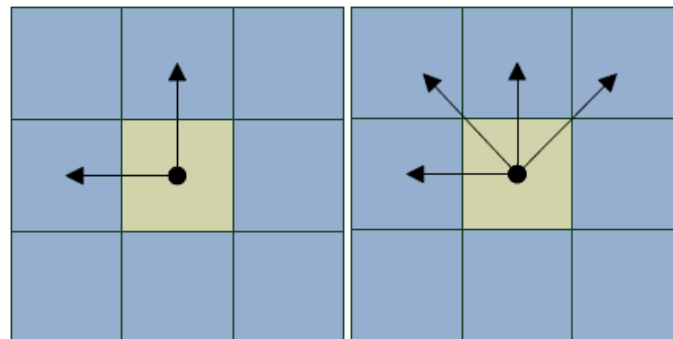
最後透過簡單的循序搜尋($0 \leq t \leq 255$)，即可獲得能夠讓群組內變異合最小的 t 值，此 t 值即為最佳之門檻值，圖 3-8 為 Otsu 定義 t 的二值化圖。



圖 3-8 Otsu 二值化圖

3.2.3 連通成分

連通成分是把二值化的圖片，屬於同一物件的像素相連，以一個編號來標示同一區域，如此可表示各個獨立的影像或面積、高度、寬度資訊等等。常見的連通方法有四連通和八連通，兩者的主要差異是四連通判別上、下、左、右，八連通除了上下左右還多增加四個對角的鄰邊的相鄰，如下圖 3-9 所示。



(a) (b)

圖 3-9(a)四連通圖 (b)八連通圖

連通元件的標示方法是從整張影像的由左至右、由上而下進行標記本論文運用在人臉的眼睛和嘴巴進行連通，來擷取特徵，如圖 3-10 所示。



圖 3-10 眼睛和嘴巴連通圖

3.2.4 Delaunay 三角形

連通完後運用戴爾三角形把眼睛和嘴巴連出來，找出重心運算各個三角型的面積，來判斷每個人的特徵，本實驗的戴爾三角形如圖 3-11

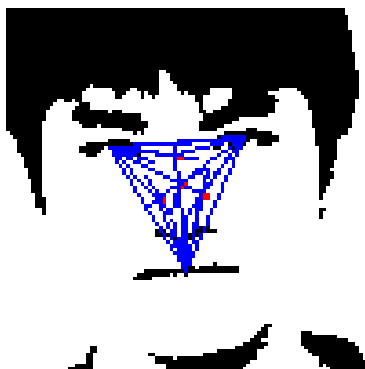


圖 3-11 戴爾三角圖

切出區塊並分成 27 個面積，以此把 27 個三角型面積來當做特徵，依序和資料庫比對，本研究運歐式距離來計算面積間的差異。

3.3 歐式距離

對於計算兩特徵的差異量，最直接的方法就是運用歐式距離[20]計算他們之

間的差異，所得到的差距越小表示兩數據越相近，越有可能是我們要找的人臉

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^N [|U_i - V_i|]^2} \quad \text{公式(3-11)}$$

在公式(3-11)中， U_i 代表輸入人臉的特徵向量， V_i 代表資料庫內人臉的特徵向量， N 代表特徵向量的個數。

3.4 Precision rate(精確度)

所有的辨識系統都沒有辦法達到完全正確的結果，因此，如果我們單單只取一個辨識結果的錯誤率就會相對提高，所以本研究運用 Precision(精確度)讓有可能是辨識結果的顯示在排名前幾名，能讓實驗結果更為接近準確率。我們把人臉樣本作成一個資料庫進行比對，Precision 找出辨識出排名前 10 名的人臉結果。公式如下：

N=排名

$$\text{Precision(準確率)} = \left(\frac{11-N}{10} \right) * 100\% \quad \text{公式(3-12)}$$

第四章 研究流程

在上一章節中，介紹了本論文所提出的以Adaboost為基礎的人臉辨識方法，因此本文以此方法為基礎，運用Delaunay進行辨識，調整二值化的變數值來完成實驗，下表4-1為本實驗的使用裝置。

表4-1 人臉資料庫規格

拍攝裝置	Camera
影像大小	640x480 pixels
拍攝環境/燈光	一般教室/日光燈
總人數	30人
總張數	30張
資料庫樣本	實驗：20人

4.1 人臉資料庫

本論文的主要目的為實現一套可以應用在個人電腦上的人臉辨識系統。因此實驗步驟中所使用的人臉樣本必須符合實際的使用環境。本論文所採用的人臉資料庫為自製人臉資料庫。本論文使用Camera進行拍攝人臉樣本，原始影像大小640x480 pixels，擷取後經正規化後影像調整為100X100，拍攝環境為實驗室，光源為一般白色日光燈。總人數為30人，共有30張影像。本論文實驗有資料樣本30個人(正常光源下的正面影像)，測試樣本20張。本實驗顯示5張結果，後續使用長條圖表示，拍攝影像時，為避免膚色偵測錯誤與五官偵測錯誤，因此環境光線必須盡量充足，且被拍攝者的五官不能有遮蔽，如圖4-1所示。



圖4-1人臉擷取照片

4.2 實驗流程

第一步:擷取下來的圖片，進行二值化使人臉五官更加清晰，圖4-2為人臉擷取照片後的二值化。



圖4-2人臉二值化圖

第二步:二值化後得到清晰的五官，再運用連通成分把欲辨識的區域框起來，本論文運用八連通法把眼睛和嘴巴所占區域面積標示出來後進行計算。如下圖4-3所示由左至右、由上而下依序框出欲辨識的特徵。



圖 4-3 為連通擷取圖

第三步:再運用戴爾三角形把欲辨識區域的重心互相連接起來,形成三角形,在往三角形裡面尋找重心在連出三角形可以得到更多的特徵面積,本論文計算出 27 個三角形來進行辨識如圖 4-4 所示。



圖 4-4 戴爾三角形圖

第四步:找出的面積跟表 4-2 資料庫進行比對。

表 4-2 人臉資料庫面積表格以 30 筆為例

	面積1	面積2	面積3	...	26	27
編號1	46.49	16	22.49	...	26.5	107
編號2	33.27	14.49	24	...	26	105.99
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	90.46	38.99	48	...	45.5	192.5
29	53.43	31	29.99	...	27.99	129.99
30	45.73	23.5	31.5	...	40	150.5

以上表格為資料庫的 30 筆範例,接下來開始進行辨識

4.3 實驗結果

此章節為內部資料辨識。在內部資料庫的辨識方面,實驗不同的對象,計算出 Precision rate(精確度)的數值,藉以辨別相似度最高的人。以下為系統的辨識結

果。實驗 20 筆資料，我們以上面步驟的 5 張圖片為例，丟進資料庫做比對，可以辨識與資料庫前幾名的數據。如下圖 4-5 辨識相似圖(a)(b)(c)(d)(e)所示。

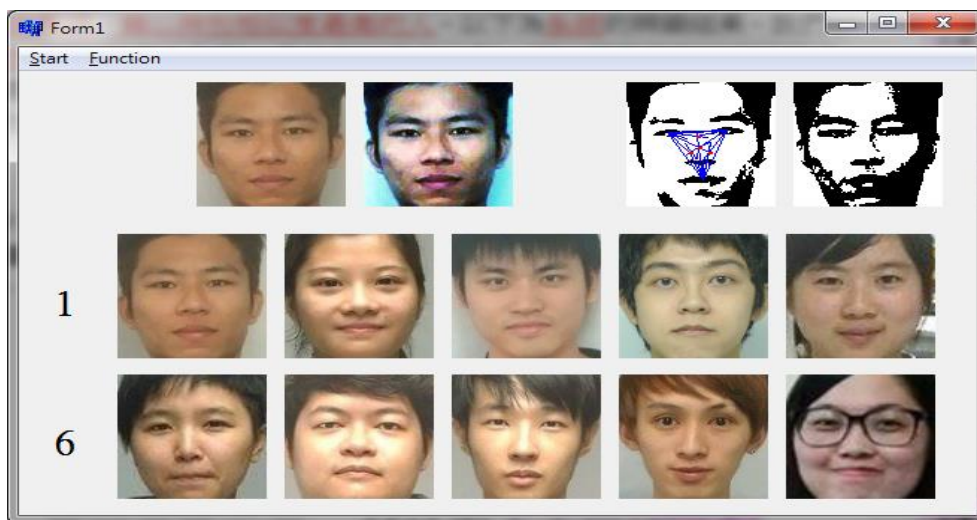


圖4-5(a)辨識出相似的圖形為第1順位



圖4-5(b)辨識出相似的圖形為第2順位

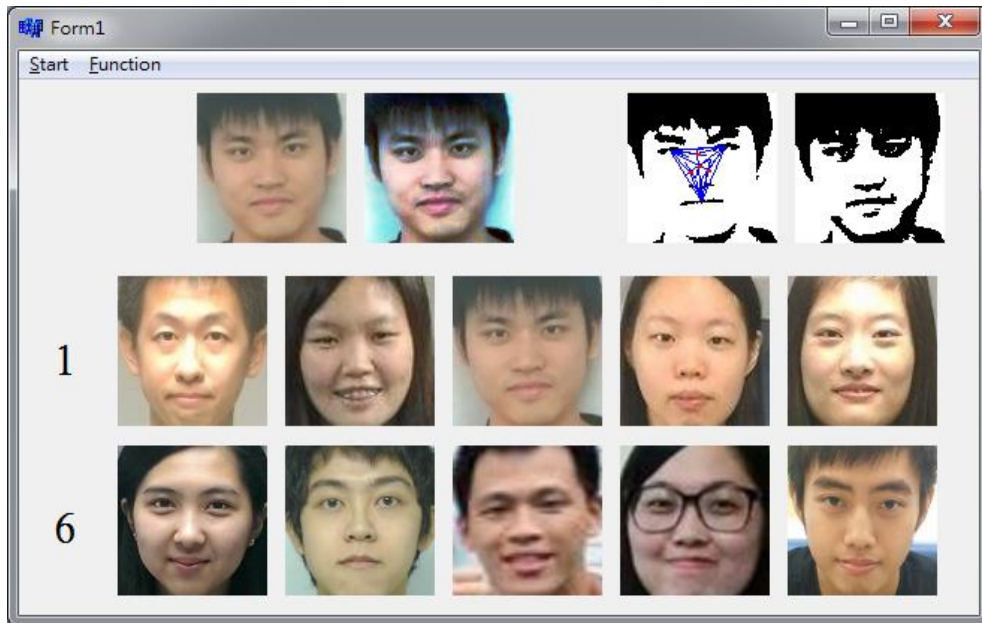


圖4-5(c)辨識出相似的圖形為第3順位

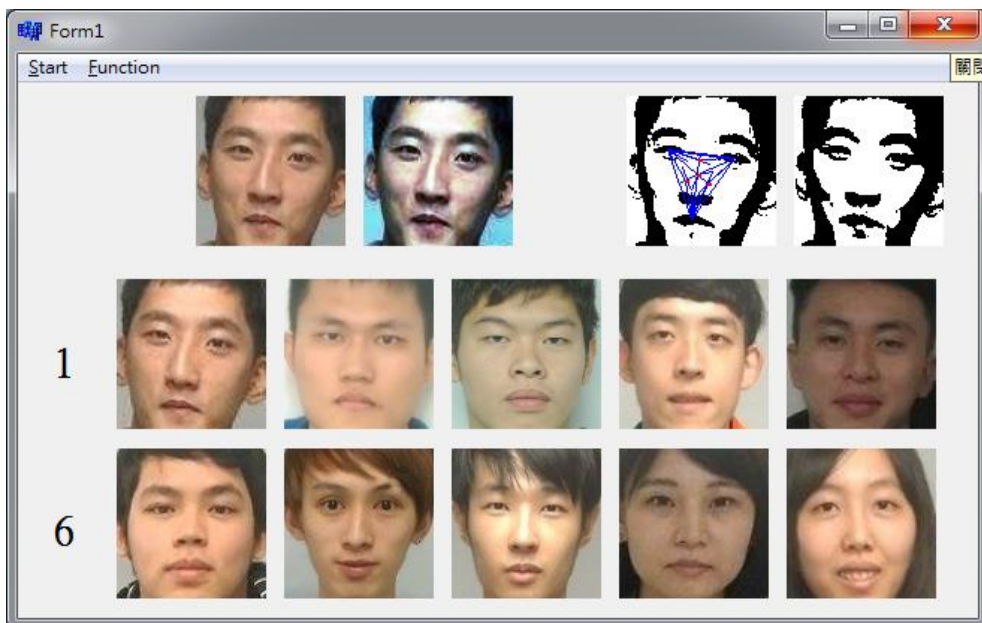


圖4-5(d)辨識出相似的圖形為第1順位

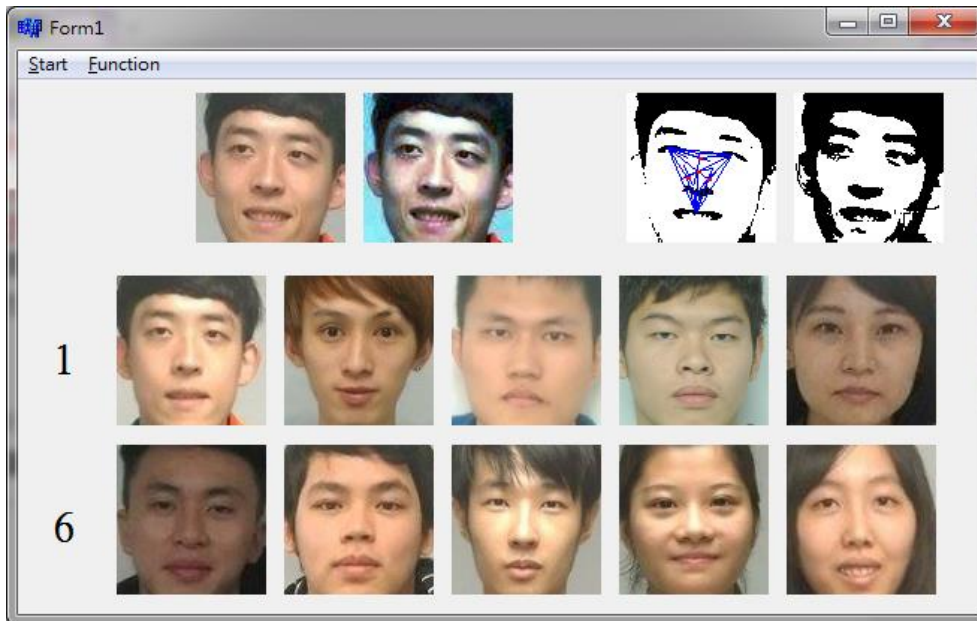


圖4-5(e)辨識出相似的圖形為第1順位

由20筆資料辨識的結果可以得知我們的Precision(精確度)以下圖4-6為辨識
 機率長條圖分布。

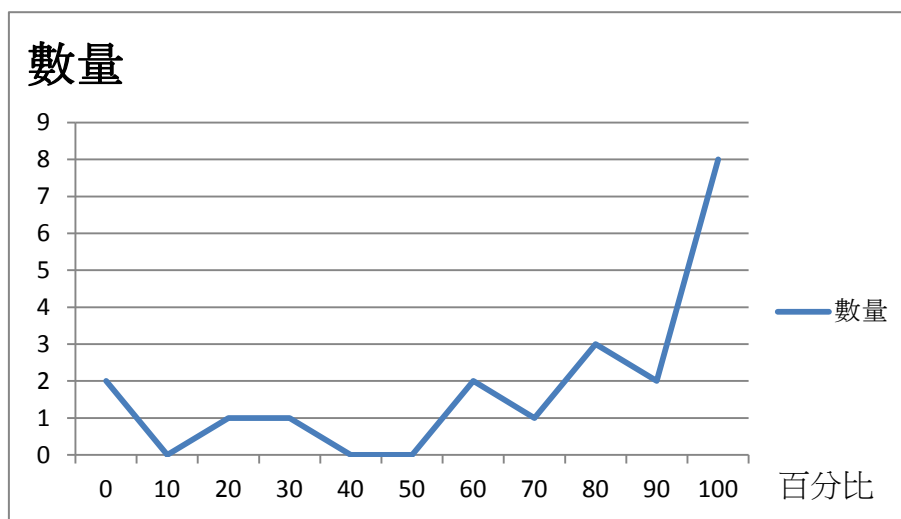


圖 4-6 辨識率長條圖分布圖

$$\text{平均精確度約} = (100 \times 8 + 90 \times 2 + 80 \times 3 + 70 \times 1 + 60 \times 2 + 30 \times 1 + 20 \times 1) / 20 = 73\%$$

第五章 結論與未來展望

本研究運用在致理幸福農學市集，希望藉以提高服務品質、會員滿意度，讓會員一到市集就能讓我們知道他的身分，提供更完善的服務，未來如果有機會也可以架設在每個攤商讓我們得知消費者購買行為，哪種商品能吸引大量人潮，哪種商品沒那麼有吸引力，可以規劃更符合消費者的商品。關於使用技術在本論文中，我們提出以(Delaunay)戴爾三角形為主來做辨識系統。系統的設計過程我們首先利用Adaboost系統來訓練偵測人臉，經過我們所進行拍攝的影像實驗所偵測的人臉都能有效的擷取出來，但是所拍攝的照片有極似人臉的模型也會被擷取下來，如果未來能搭配膚色偵測進行辨識就能把非人臉的物品排除在外。偵測完後就是辨識的工作，先把擷取的圖片進行二值化動作，去除多餘的背景讓人臉的五官更加清晰容易判斷，且本論文二質化方式是運用歐祖法使變數值可以隨著不同的圖片進行調整，讓效果更加顯著，接著運用連通成分裡的八連通連接欲辨識的五官，最後使用戴爾三角形來計算區域面積並存進資料庫就可以進行人臉辨識了。由於本研究採用二值化方法區別臉部區塊，如果人物臉部頭髮遮住五官、圖片角度過於傾斜、照片受光照影響太暗或者光線不足，都可能會導致二值化判斷結果更加模糊，而讓五官不易判斷，使辨識效果大大降低。希望未來可以採用多種方式的臉部辨識法，和更好的技術，使目前的技術全面進化。

參考文獻

- [1]劉倫偉(2009)結合膚色區域分割與主要成分分析於多人臉部辨識，台灣海洋大學，機械與工程學系，碩士論文
- [2]Hayashi, S. and O. Hasegawa, "A detection technique for degraded faceimages," *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, NewYork, Jun.17-Jun.22, 2006, pp.1506-1512.

- [3]Wang,J.G.andT.N.Tan,"A new face detection method based on shapeinformation,"
Pattern Recognition Letters, vol.21, pp.463-471, 2000.
- [4]曾定章(2012)提出利用鍊碼及符號描述做人臉五官精細定位，中央大學，資訊工程研究所，碩士論文
- [5]周義昌(2003)提出應用類神經網路於人臉辨識之身分識別系統，高雄第一科大，電腦與通訊工程系，碩士論文
- [6]Yoav Freund and Robert E. Schapire. "a decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting". InEuropean Conference on Computational Learning Theory, pages 23–37, 1995.
- [7]陳映濃(2014)以核心模糊最近特徵線轉換法做人臉辨識，中央大學，資訊工程學系，碩士論文
- [8]<http://wiki.opencv.org.cn/index.php/%E9%A6%96%E9%A1%B5>
- [9]M.A. Turk and A.P. Pentland , "Face recognition using eigenfaces , " presented at Computer Vision and Pattern Recognition , 1991.
- [10]蘇木春(2007)簡易方法之少量人臉辨識系統，中央大學，資訊工程學系，碩士論文
- [11]A.V. Nefian , M.H. Hayes III , "Hidden Markov Models for Face Recognition" , Proc. of the IEEE International Conference on Acoustics , Speech , and Signal Processing , ICASSP'98 , Vol. 5 , 12-15
- [12]李正宇(2010)生物辨識之人臉辨識的方法，亞洲大學，生物與醫學資訊系，碩士論文
- [13]Cortes, C. and Vapnik, V., 1995, Support Vector Networks, *Machine Learning* 20:273-297
- [14]陳定宏(2011)以 SVM 分類器為基礎之人臉辨識系統，南台科大，資訊工程學系，碩士論文
- [15] Delaunay, B. (1934) Sur la sphere vide *Bulletin of the academy of Sciences of the U.S.S.R., classe des Sciences MathematiquesetNaturelles, Series 7(6),* 793-800
- [16]蔣依吾(1999)Delaunay 三角化於臉部辨識之應用，中山大學，數學系，碩士論文
- [17]林正基(2010)線性延展方程式之影像插補，東海大學，資訊工程系
- [18]張陽郎(2012)增強實境應用於建築物樓層導覽，台北科大，電機系，專題
- [19]黃榮興(2004)應用動態影像處理技術於動感平台單軸姿態之量測，自動控制工程系參考文獻
- [20]陳榮昌(2004)群聚參數與群聚適切性的分析與應用，朝陽大學，資訊管理系，碩士論文