

## 虹膜辨識

專題組員:廖俊威、呂威儒、吳冠承

專題編號:PRJ-NTPUCSIE-104-011

執行期間:104年09月至105年06月

### 1. 摘要

虹膜辨識以**準確度與執行速度**最為重要，為此我們將**向量**的概念引入，將虹膜特徵視為一個**向量**，設計出**全新的演算法**，進而達到準確度與執行速度的提升。

對影像進行**瞳孔定位**以抓取虹膜所在位置，並將虹膜特徵進行**編碼**，最後以向量的觀點進行**比對**，以完成辨識。我們也設計實驗與現今常見的演算法做比較，以證明演算法確實能**提升準確度與執行速度**，並陳述為何不使用類神經演算法的理由。

### 2. 簡介

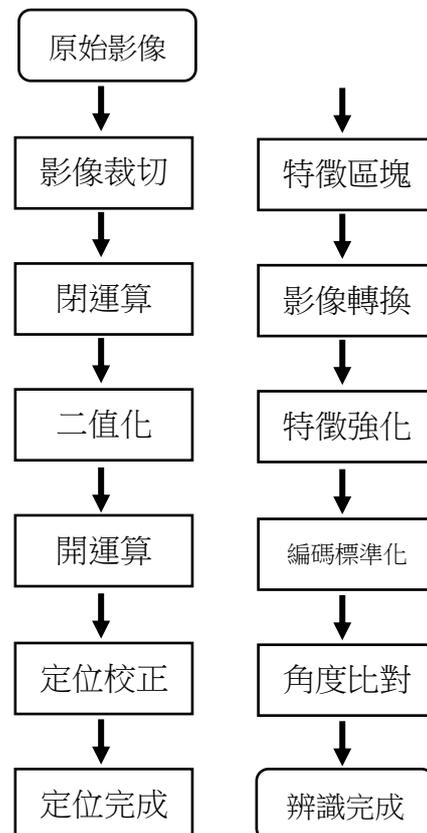
生物辨識系統在近年來被廣泛運用在日常生活中，像是手機的指紋鎖、機場的快速通關……等等，都是生物辨識系統的應用，該系統利用每個人身上與生俱來獨一無二的生物特徵，制定出一套匹配規則，以辨識個人身分。

常被用在辨識系統上的生物特徵有指紋、聲紋與虹膜，在成功取樣的情況下，大都能成功辨識出身分，但

在準確率與執行速度上會因不同的演算法而有所差異，速度快的往往準確率低，而準確度高的往往速度慢，為此我們引入向量的概念，設計一個全新的演算法，期望該演算法能兼顧準確度與執行速度。

### 3. 專題進行方式

#### 3.1 流程圖:



### 3.2 瞳孔定位:

我們使用 CASIA 資料庫，該資料庫提供數百人的眼睛影像，是一般做虹膜研究常使用到的資料庫，但是該資料庫所提供的影像仍然會有雜訊(圖 1)，為了降低這些雜訊所造成的影響，我們必須對影像進行處理。



圖 1. 原始影像

因為我們所要進行的是瞳孔定位，瞳孔以外的資訊將會被我們視為雜訊，首先我們會將照片進行裁切(圖 2)，

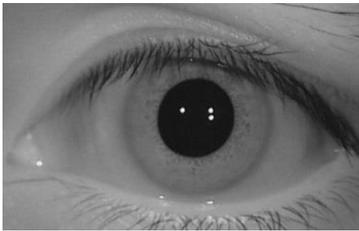


圖 2. 裁切影像

以減少眉毛的影響，之後我們藉由影像處理的技術「閉運算(close)」去除瞳孔中的白色雜點(圖 3)，

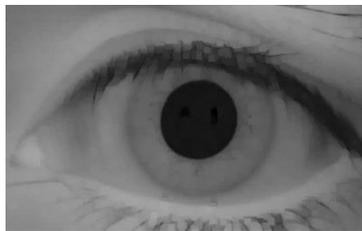


圖 3. 閉運算(close)

由於在這個階段是在做瞳孔定位，因此只針對瞳孔作處理，接下來將影像進行二值化(圖 4)，



圖 4. 二值化

將顏色較深的部分分割出來，由圖 4 可得知即使經過二值化仍然會有雜訊存在，在此利用影像處理技術的「開運算(open)」將物體邊界收縮，使過小的無黑點雜訊消失(圖 5)。



圖 5. 開運算(open)

經過一連串的处理我們得到了較為清晰瞳孔影像(圖 5)，這時利用垂直與橫向掃描可以找到瞳孔中心，找到黑點最多的行與列即可得知圓心，但這勢必會有偏差，由圖(5)可知所得到的影像並非實心圓，黑點最多的行與列不一定剛好會在圓心，正確的瞳孔中心仍需經過校正。

為了修正定位誤差，我們做了一個觀察，前一步驟所決定的圓心座標必定會出現在瞳孔內部，且瞳孔影像大致上呈現圓形，由這兩點可得知將座標向水平延伸至邊緣的距離應為相同，同理，垂直延伸也應相同。根據觀察，大多數的雜訊是由過黑的毛髮與過白的反光點所組成，然而人眼被狹長的眼皮所覆蓋，眼睫毛在一般情況下是成對出現的，黑點雜訊也會成對出現，因此會先針對垂直方向進行校正。在確定了垂直方向的座標後，我們能確定正確的瞳孔圓心會落在該

水平線上，這時在經過水平延伸後，找出距離邊緣相同的點即可得知正確的水平方向座標，如(圖 6)。

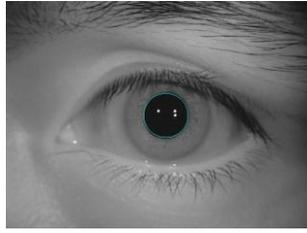


圖 6. 定位完成

### 3.3 特徵編碼:

在作辨識時將各個影像存起來是不明智的，因此需要對影像進行特徵值擷取，將能用作辨識的重要資訊保留，同時將無用資訊刪除。

我們選擇的特徵區塊為瞳孔周圍下半部扇形區塊(圖 7)，

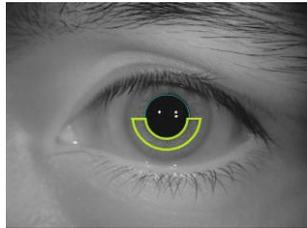


圖 7. 特徵區塊

取得特徵區塊後我們利用極座標轉換與雙線性內插法將扇形轉為矩形(圖 8)



圖 8. 影像轉換

，這一步驟的用意是為了之後的編碼做準備。得到矩形特徵影像後，對該影像進行直方圖等化(圖 9)，



圖 9. 特徵強化

由於虹膜的特徵是由多變化的紋理所組成，也就是深色與淺色的線條，利用直方圖等化能有效凸顯兩者的差別，以達到特徵強化的目的。在得到強化過的特徵影像後，我們將影像分割成許多小區塊(5\*45)(圖 10)，



圖 10. 區域分割

然後將這 5\*45 的區塊視為 5\*45 的特徵舉陣，而舉陣中的各個元素為「對應到圖 10. 中該小區塊灰階值的平均」得到特徵舉陣後我們進行標準化，根據虹膜的特性，我們知道所謂的特徵是線條與線條間的相對關係，而非線條本身的數值，因此我們對該舉陣進行「統計學上的標準化(公式 1)」

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

公式 1. 標準化(統計學)

最終得到的特徵舉陣即為特徵編碼。

### 3.4 特徵比對:

完成特徵編碼後接下來即可進行比對，在此引入向量的概念，對相同大小的兩向量我們定義「兩者內積越大則兩者越相近」，換句話說就是餘弦值越接近 1 則兩者越相像(公式 2)。

$$\cos \theta = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|}$$

公式 2. 餘弦公式

有了上述定義後我們將特徵舉陣視為一個高維度向量，並且將已知的特徵向量與未知的特徵向量逐一比對，選出餘弦值最大的，即可得知該未知向量與何者較為相近。

## 4. 主要成果與評估

本專題的題目是虹膜辨識，因此我們期望提出的演算法執行速度快且正確率高，為此我們設計了一個實驗，並與現今常見的 3 種演算法來做比較，細節如下：

### 4.1 常見的演算法：

提出者	John G Daugman
方法	1. 2D Gabor Filter 2. Phase Extraction 3. Hamming Distance
提出者	Richard P Wildes
方法	1. Edge Detection 2. Hough Transform 3. Laplacian Pyramid
提出者	W Boles
方法	1. Wavelet Transform 2. Zero-crossing

註 1：現今使用的虹膜辨識系統大多由上述三者改良或變形而來，故以上述三者為比較對象

### 4.2 實驗設計：

資料庫: CASIA-Iris-Lamp

實驗人數 380 人

每人 10 張(共 3800 張)

每人前 5 張視為已知

(即已完成資料庫建立)

紀錄辨識單張影像所需平均時間

實驗結果如下：

	J.Daugman	R.Wildes	W.Boles	Our Algorithm
時間	0.934秒 (比較基準)	0.611秒 (快1.5倍)	0.106秒 (快9倍)	0.071秒 (快13倍)
正確率	95.87% (比較基準)	97.02% (高)	94.76% (低)	96.94% (高)

由實驗數據可得知我們所提出的演算法在效率與準確度皆符合期望，雖然在準確度方面不是最高，但也相差不遠，與此相對應的是我們的演算法在速度上勝出。在虹膜辨識的演算法往往無法兼顧準確度與執行速度，提升準確度則執行速度下降，反之亦然，而我們在不失精準的情況下，成功完成了加速的目的地。

註 2：未使用學習類演算法是因為該做法需要大量訓練時間，所受到的限制較多，若考慮建立資料庫的時間，在速度方面遠遜於另外三者，實際測試結果也是如此，故不列入比較

## 5. 結語與展望

生物辨識是一極具有潛力的課題，且廣泛應用在日常生活中，而我們在此領域選擇了虹膜辨識作為鑽研對象，在查閱眾多資料後結合了 3 人所學，提出了一種新的演算法，且這新的演算法也透過實驗，證明了本身的價值，同時也說明了身為大學生的我們也能提出屬於自己的演算法。

在思考的過程中遇到許多困難，但我們並沒有放棄，不斷的修改程式、查詢資料、詢問他人，最終才能完成本次專題，透過這次的專題課程讓我們初步踏入生物辨識的領域，在看過許多資料後，慢慢的也有了屬於自己的見解，希望在未來的某一天知識更完備時，能發現現階段所提出之演算法的改良方法，並對虹膜辨識的研究有所貢獻。

## 6. 銘謝

在這一年多的時間裡受到了許多人的幫助，指導老師、實驗室的學長、同學都是我們要感謝的對象，沒有大家的建議，我們的專題不知還會遇到多少困難，組員間也是各司其職，每人針對自己擅長的項目付出辛勞，最後再次感謝所有幫助過我們的大家，謝謝！

## 7. 參考文獻

- [1]. John G. Daugman, "High confidence recognition of persons by iris patterns," IEEE 35<sup>th</sup> International Carnahan conference on Security Technology, 254~263, 2001.
- [2]. Richard P Wildes, "Iris recognition: an emerging biometric technology," 1997.
- [3]. R. Wildes, "A system for automated iris recognition," in Proc. 2<sup>nd</sup> IEEE Workshop Applicat. Comput. Vision, Dec. 1994, pp. 121 - 128.
- [4]. WW Boles, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 1998 - Elsevier
- [5]. 陳順東, "虹膜辨識系統之研究與實作," 國立中央大學資訊工程研究所論文, 民國九十三年。
- [6]. 陸本正, "基於分步降維與支援向量機之虹膜辨識系統," 國立台灣科技大學資訊工程研究所論文, 民國九十六年。
- [7]. 李啟銘, "基於局部豪斯多夫距離度量法之虹膜辨識," 國立高雄第一科技大學電腦與通訊工程系碩士論文, 民國九十九年。
- [8]. 邱冠榮, "基於自適應定位法的虹膜影像辨識系統之研究與開發" 國立雲林科技大學光電工程研究所碩士論文, 民國 100 年。