

## 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

### 子計畫三：提昇私校研發能量專案計畫-智慧型導盲系統暨 導盲機器人之設計(2/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC94-2745-E-032-004-URD

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：淡江大學電機工程學系

計畫主持人：李揚漢

共同主持人：葉豐輝，翁慶昌，周永山

計畫參與人員：林政曜，李偉辰，楊玉婷，王子勤，劉智誠，何政昌

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 5 月 30 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

無線光通訊之智慧型盲人預警監控及導引網路系統

子計畫三：智慧型導盲系統暨導盲機器人之設計(2/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC 94-2745-E-032-004-URD

執行期間：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

計畫主持人：李揚漢

共同主持人：葉豐輝

翁慶昌

周永山

協同主持人：余 繁

執行單位：淡江大學電機工程學系

淡江大學機械與機電工程學系

中華民國 95 年 5 月 31 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 無線光通訊之智慧型盲人預警監控及導引網路系統

### 子計畫三：智慧型導盲系統暨導盲機器人之設計(2/3)

計畫編號：NSC 94-2745-E-032-004-URD

執行期限：94年8月1日至95年7月31日

計畫主持人：李揚漢	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
共同主持人：葉豐輝	執行機構及單位名稱：淡江大學機械與機電工程學系
翁慶昌	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
周永山	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
協同主持人：余  繁	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系

計畫參與人員：林政曜	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
李偉辰	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
楊玉婷	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
王子勤	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
劉智誠	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
何政昌	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系

#### 一、中文摘要

本子計畫第二年擬研製以指紋辨識驗證的門禁系統與能自主定位的機器人。我們整合出一套可行的指紋辨識演算法建置於個人電腦中，作為身份驗證之用，結合前一年研製的導盲杖系統以及校園之門禁監控系統，方便盲胞找到並進出門禁。導盲機器人的機構作了重新設計，並安裝感測器讓機器人能夠感測到四周的環境資訊，以便作定位及移動策略擬定之用。

#### Abstract

The second year project proposes to develop a fingerprint verification based door security system and robots with

positioning system. We have proposed a useful fingerprint verification algorithm for the test of personal identity. In addition, it can be integrated with the proposed blind-guide cane system developed during the period of the first year project and the in-campus monitoring system to facilitate the visual impaired persons' entrance of the gates. The mechanical structure of the robots have been redesigned and implemented with sensors so as to acquire the environmental information for the use of positioning and the plan of moving.

#### 二、計劃緣由與目的

本子計畫之總計畫擬結合校園視

障人士資源，建立智慧型導盲系統 (blind-guide system)，首先根據校園內安全區域及非安全區域之評估，作為此系統設置之規畫與考量，設計導盲杖導引系統，結合語音資料庫，提供視障人士行動安全語音資訊之服務。另外，研擬設計導盲機器人，以無線光、低功率、低耗電量為目標，配合攝影機、感測器之設置或應用其他特殊有利之特性 (millibot specific)，例如團隊方式之派遣，以克服不同環境之障礙，達成導盲之任務。此外，本子計畫之總計畫亦希望能整合目前已制定之 IEEE 802.15.4, smart dust, optical wireless, 無線光通訊網路系統 (optical sensor network)，以期完成一智慧型無線導盲預警監控網路系統，提供視障人士行動之服務。而應用機器人巡邏網路，除了可以減少人力與物力，更可增進視障人士在校園行走之安全。本子計畫第二年的目標在於建置 PC-based 的指紋辨識系統，以控制門禁系統作開門或維持關閉的動作，並且結合第一年之導盲杖系統 (嵌有 RFID 之導盲磚、手杖以及語音播放主機)，當盲胞靠近門禁系統時，第一年計畫所設計之導盲杖系統會告知盲胞即將靠近門禁系統的訊息，以達到導盲的效果。此外，我們重新設計導盲機器人的外殼機構並安裝感測器，偵測物體的遠近距離以提高導盲機器人在環境中執行導盲任務時的應變能力與穩定性。導盲機器人的視覺與感測器將可以相互搭配讓導盲機器人在移動至目的地的過程中可以閃躲障礙物。而機器人本身裝備有 Wireless LAN 無線通訊設備，可以隨時透過校園內的無線網路

發送訊號，通知監控中心機器人目前位置，俾利與其他子計畫結合進行導盲之用，避開危險地段或是易發生意外之地點，使盲胞的行動安全更有保障。

### 三、研究方法與成果

本子計畫今年結合前一年導盲杖系統的成果，研製一套以指紋辨識驗證的門禁系統，方便盲胞進出門禁。具體而言，當盲胞手持導盲杖碰觸到門禁系統附近的導盲磚時，導盲杖系統會透過盲胞腰間的語音播放主機告知盲胞已靠近門禁系統。接下來盲胞可以按下導盲杖上面的致能按鍵，此時導盲杖上面的MCU(89C2051)將發送一組代碼，透過無線模組的傳輸，致能位於門禁系統上面的指紋擷取器，而門禁端也會發出聲響，以告知盲人指紋擷取器的方位[1-3]。目前市面上販售的指紋擷取器，主要可以區分為光學感測式(Optical Sensing)、晶片感測式(Chip Sensing)與電容感測式(Capacitance Sensing)，如圖一所示。本子計畫選用的為M02電容式。

而在指紋辨識的部份，根據指紋影像的特徵，可從宏觀與微觀兩方面來探討。宏觀辨認是指以其粗略特性來進行指紋的分類，而微觀辨認則是指以指紋的細微特徵來作指紋的分類，分別概述如下：

宏觀辨認：目前世界上廣為大家所接受的指紋分類系統，主要是亨利指紋分類系統與NIST指紋資料庫。其分類方式，皆採中心點與三角點的個數和分佈位置作為分類之依據。其中，中心點又稱為核心點(Core Point)，即表示指紋紋路中，最內層紋路的頂點位置；而三角點(Delta Point)則表示為三種不同流向紋路的交會點，如圖二所示。

微觀辨認：指紋影像的微觀辨認，可劃分成兩大類，分別是方向及細微特徵，其說明如下：

(a) 方向：方向主要是針對指紋影像中之紋路流向，所定義出的方向，如下圖三所示。

(b) 細微特徵：指紋的特徵點 (Minutiae)，是由紋線所組成的細微幾何特徵。早期Galton提出指紋的細微特徵是由起始與終點型 (Beginnings and Ends of Ridges)、叉點型 (Forks)、島型 (Island)、交叉型 (Enclosures) 四種細微特徵所組成。但是近期的Hrechak和Mchugh又將其細分為端點 (Terminal)、分叉點 (Bifurcation)、短山脊 (Short Ridge)、交叉點 (Crossover)、突刺 (Spur)、點型 (Dot)、島型 (Island) 與橋點 (Bridge) 等八種細微特徵，其特徵樣本如圖四所示。

目前指紋比對方法上大都是採用特徵點比對，但是藉由特徵處理所取出的特徵點中，除了使用者在按壓指紋時，因為手指位置的偏移，會造成些許變形量(偏移量、旋轉量)，另外，會有雜點(錯誤的特徵點)的存在。因此，如何降低雜點的影響以及修正變形量，已成為比對處理上最重要的課題。

我們整合並改良出一套指紋辨識演算法，其設計流程可分為三大部份，分別是指紋影像前處理、特徵處理及比對處理，如圖五所示。

(1) 指紋影像前處理部份[4]：藉由指紋擷取器，取得灰階指紋影像，由於擷取時手指位置的偏移及手汗等因素，皆會影響所擷取影像的品質，因此須由一連串指紋影像前處理步驟，包括背景去除、正規化與中值濾波[5]，以獲取較佳的影像品質。然後計算指紋流向、修正指紋流向[6]及核心點的擷取與指紋裁減等步驟

[7,8]，以利後續比對之用。前處理的流程圖如圖六所示。

(2) 指紋影像特徵處理部份：經由前面一連串指紋影像前處理步驟後，可以將原本存在於指紋影像上的雜訊有效地濾除，且使紋線更加清晰、黑白分明[9]，這將有助於萃取出真實的指紋特徵點(端點、叉點)。相較於傳統細線化搜尋，在此所提出的指紋特徵點萃取方法，不論在計算量或所耗費的時間上皆可大幅縮減，其整體流程圖如圖七所示。

(3) 指紋影像比對處理部份：比對部份的整體的流程如圖八。若使用者欲進行指紋比對，須藉由指紋擷取器擷取指紋影像，經由前處理以及特徵點萃取的步驟，接著，載入特徵點，根據特徵點的可靠度排序，以資料庫中可靠度最高的特徵點優先設定為基準點(原點)，將欲比對指紋影像作平移。然後，依據相似長度與相似角度的觀念，找尋對應點，進而計算出旋轉角度的修正量，將欲比對的特徵點座標一一旋轉修正，然後透過一套分數驗證的機制，判斷此兩枚是否為同一指紋。

另外，本子計畫所提出的指紋比對演算法中的前兩大步驟(即指紋影像前處理以及指紋影像特徵處理)可用來作指紋建檔之用，將所擷取出來的特徵點存入資料庫中。

在模擬方面，採用10個人的指紋來驗證所提出的指紋比對演算法的效果。每個人依照手指按壓角度的不同各取4枚指紋，接著進行交叉比對。本計畫所設定的門檻值為50，若比對部份計算得到的總分大於50則表示比對成功，判定為同一枚指紋，反之則判斷為不同指紋。交叉比對後，計算其錯誤拒絕率 (False Reject Rate, FRR) 與錯誤接受率 (False Acceptance Rate, FAR)[10]，其中錯

誤拒絕率定義為將相同指紋判定為不同指紋所發生的比例，而錯誤接受率則為將不同指紋判定為相同指紋所發生的比例，結果如下：

$$FRR = \frac{6}{160} = 0.0375$$

$$FAR = \frac{2}{1440} = 0.0013$$

當辨識成功，門禁系統端便會發送一一致能訊號，將門禁打開。本子計畫目前以一燈泡的亮暗與否來模擬門禁系統的開啟與關閉。未來配合電腦監控中心的管理，即可隨時的監控盲胞的位置，增加其行動的安全性及便利性。

在導盲機器人的部份，我們做了很多的設計跟改良，底下分兩部份一一介紹：(1)導盲機器人機構重新設計。(2)FPGA 感測器模組硬體描述語言設計。

(1) 導盲機器人機構重新設計:今年加強了導盲機器人機構的設計，如圖九所示。兩側有裝防護桿，不僅可避免撞擊，也可以保護機器人內部電腦、電路板與電池。而全方位影像系統設計在離地高度 75cm 處，可辨識物體距離達到 3 公尺遠處。另外，機器人中間層部分可以擺放筆記型電腦與控制電路板如圖十所示。

(2) FPGA 感測器模組硬體描述語言設計:

機器人的 FPGA 硬體電路設計，除了原本的馬達驅動電路設計外，今年又增加了三項感測器模組：(a) 紅外線感測器模組、(b) 電子指南針模組與(c) 速度控制模組，如圖十一所示。

(a) 紅外線感測器模組:紅外線感測器裝設在機器人的上端架子處，如圖十二所示，朝向機器人前後左右四個方

向，其功能主要為偵測感測器前方的物體。當感測器偵測到物體時，會將物體的距離傳送回人工智慧端判斷，此時人工智慧會做出閃避障礙物的策略，避免盲人撞到前方物體。另外我們也可以設定機器人透過紅外線感測器來跟隨前方物體移動並且保持適當的距離。而感測器模組會接收紅外線距離資料，傳送回電腦端判斷是否有偵測到障礙物在機器人周圍。

(b) 電子指南針模組:電子指南針感測器可以偵測指示出地磁的偏角,我們可以利用這個感測器來偵測機器人的車頭方向、移動方向是否正確與目的點的方向位置，讓機器人具有方向感，不致迷失方向。而電子指南針模組會發出三種訊號來控制電子指南針，一個是電子指南針歸位訊號、一個是角度接收訊號、另外一個為省電模式控制。

(c) 馬達速度控制器設計:我們的導盲機器人移動平台是四輪式的全方位移動機構。要讓機器人往想要的方向移動需要準確的控制四個輪子的速度。

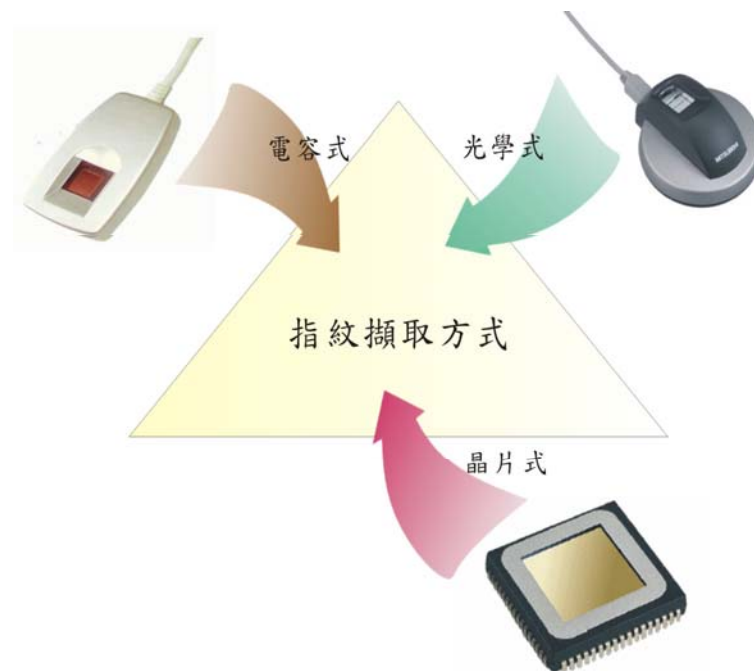
#### 四、結論與討論

本子計畫所完成的導盲杖系統不僅能提供盲胞語音資訊，導引其行動，而且能結合指紋辨識系統，方便其出入校園之門禁。另外，我們更新導盲機器人的外殼機構並安裝感測器，讓機器人可以得到更多環境的訊息。而機器人本身裝備有 Wireless LAN 無線通訊設備，所以可以隨時透過校園內的無線網路發送訊號，通知監控中心機器人目前位置，俾利與其他子計畫結合進行導盲，避開危險地段或是易發生意外之地點，使盲胞的行動安全更有保障。

## 五、參考文獻

- [1] 廠商資料手冊：U2270B、DS1232、PC827、HT12E、HT12D。
- [2] 陳益良、唐和誠、彭慧美、沈雍超，「MCS-8051 單晶片入門與實習」，高立圖書有限公司，1999年6月10日二版四刷。
- [3] 范逸之 陳立元 賴俊朋 編著，「Visual Basic與RS-232串列通訊控制」，文魁資訊股份有限公司，2000年5月初版六刷。
- [4] 劉政衛，改良式流向法之指紋辨識系統設計，淡江大學電機所碩士論文，民國95年。
- [5] 繆紹綱，數位影像處理活用Matlab，全華科技圖書股份有限公司，民國88年3月。
- [6] 李建穎，快速特徵搜尋之指紋辨識晶片設計，淡江大學電機所碩士論文，民國94年。
- [7] A. K. Jain, S. Prabhaker, L. Hong, and S. Pankanti, “Filterbank-based fingerprint matching,” *Proc. IEEE*, Vol. 85, No. 9, 1997, pp. 1365-1388。
- [8] D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain and S. Prabhakar, *Handbook of fingerprint Recognition*, Springer (New York), 2003。
- [9] L. Hong, Y. Wan and A. Jain, “Fingerprint Image Enhancement Algorithm and Performance Evaluation,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Matching Intelligence*, vol. 20, No. 8, Aug. 1998。
- [10] 國際指紋識別競賽 (Fingerprint Verification Competition, FVC2000) 之指紋資料庫，<http://bias.csr.unibo.it/fvc2000>。

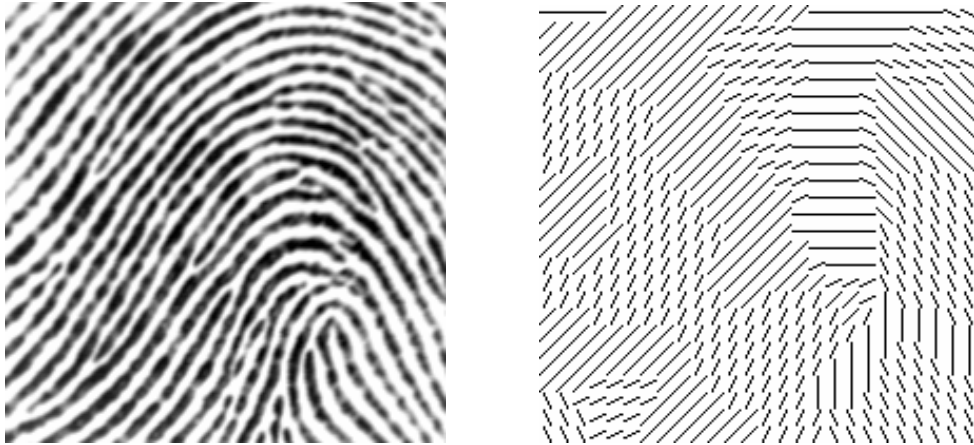
## 六、圖表



圖一、指紋擷取器種類

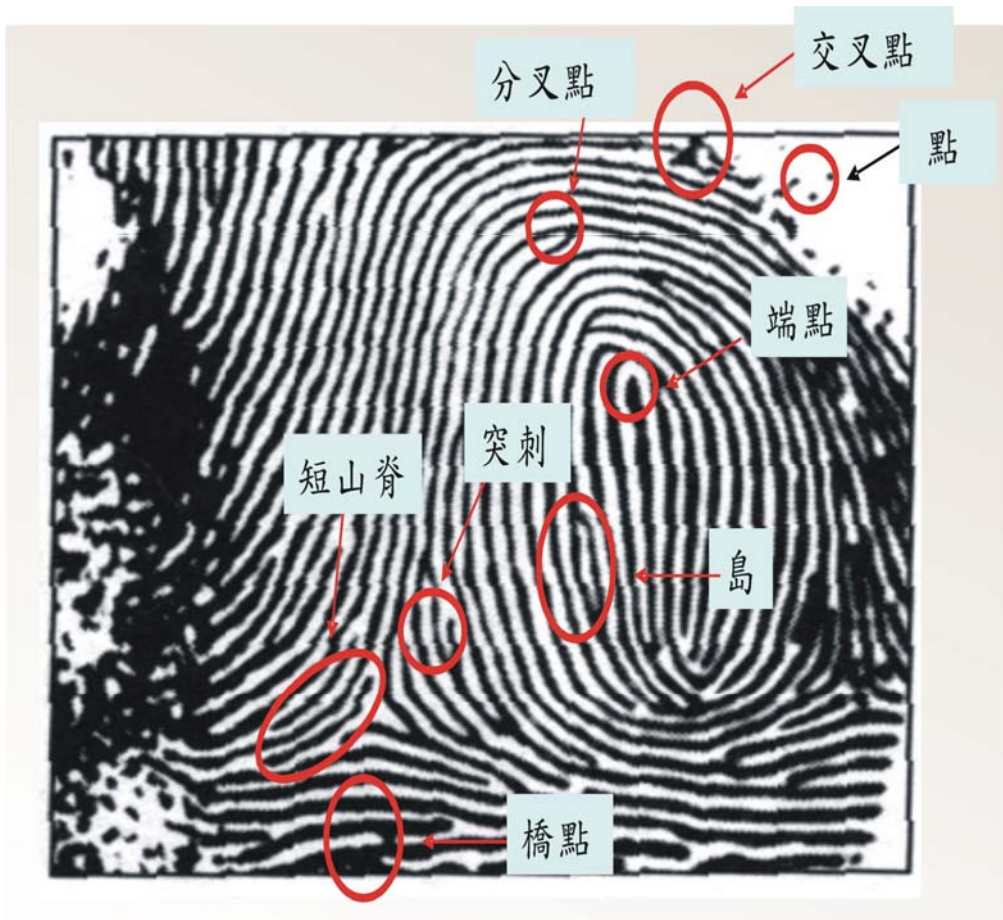


圖二、指紋影像中核心點與三角點的示意圖

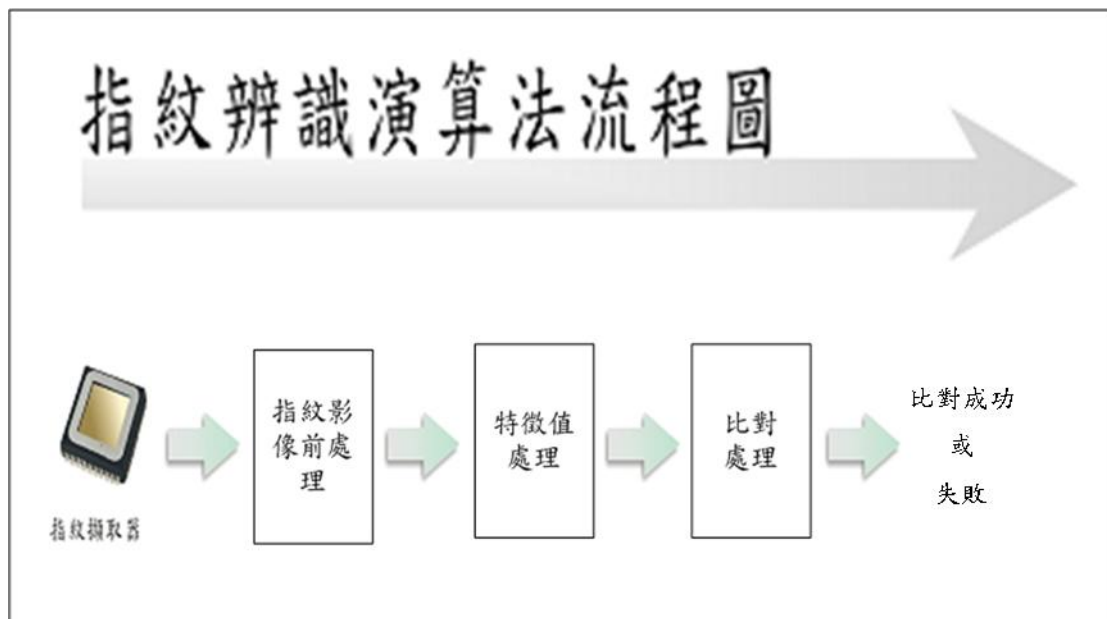


圖三、指紋流向示意圖

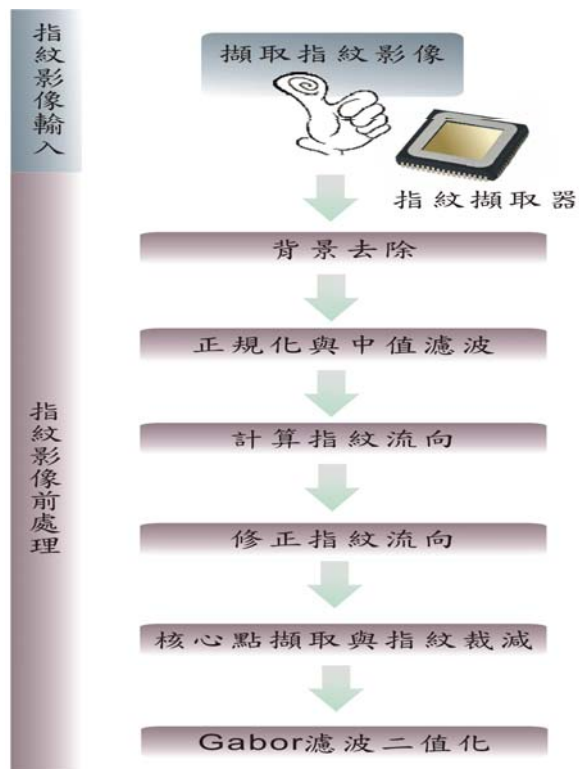




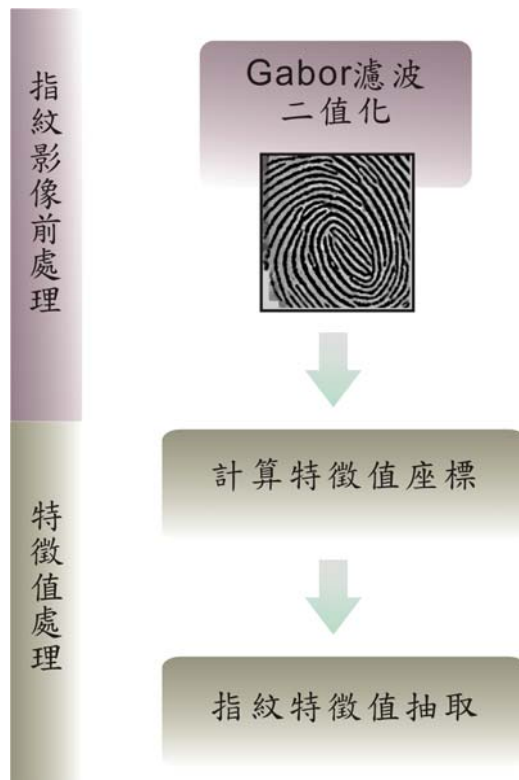
圖四、八種指紋細微特徵示意圖



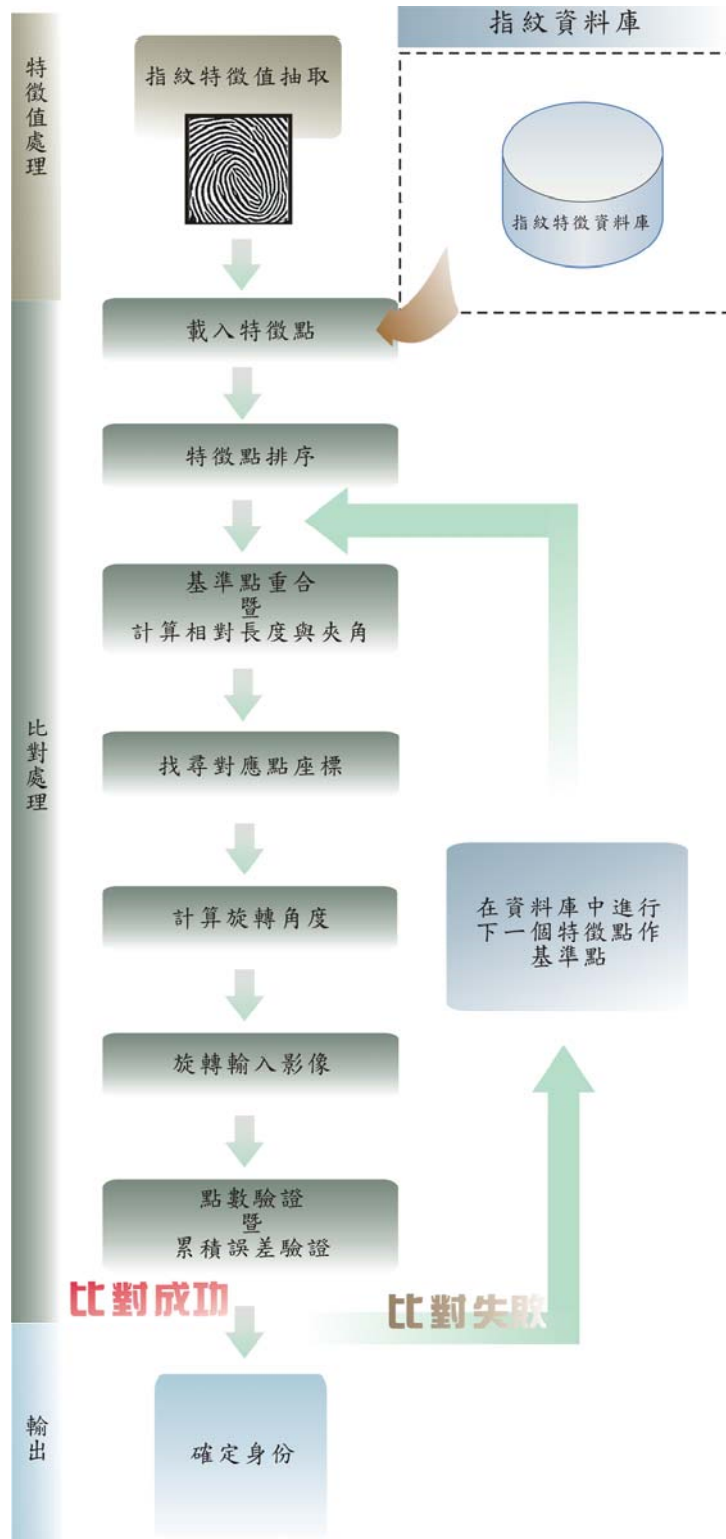
圖五、指紋辨識演算法



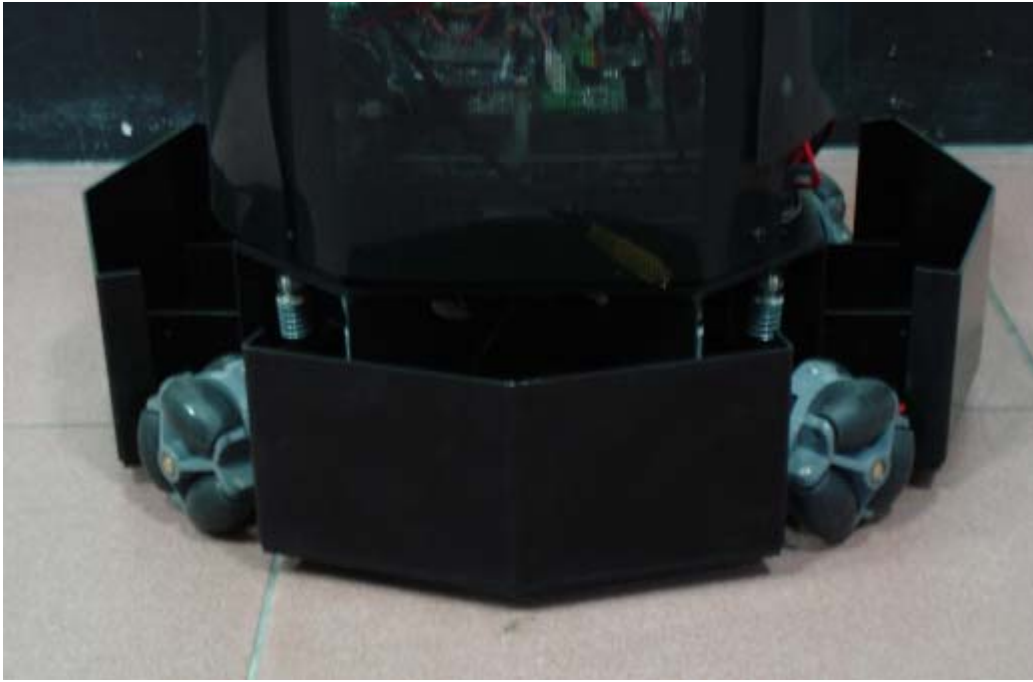
圖六、指紋影像前處理



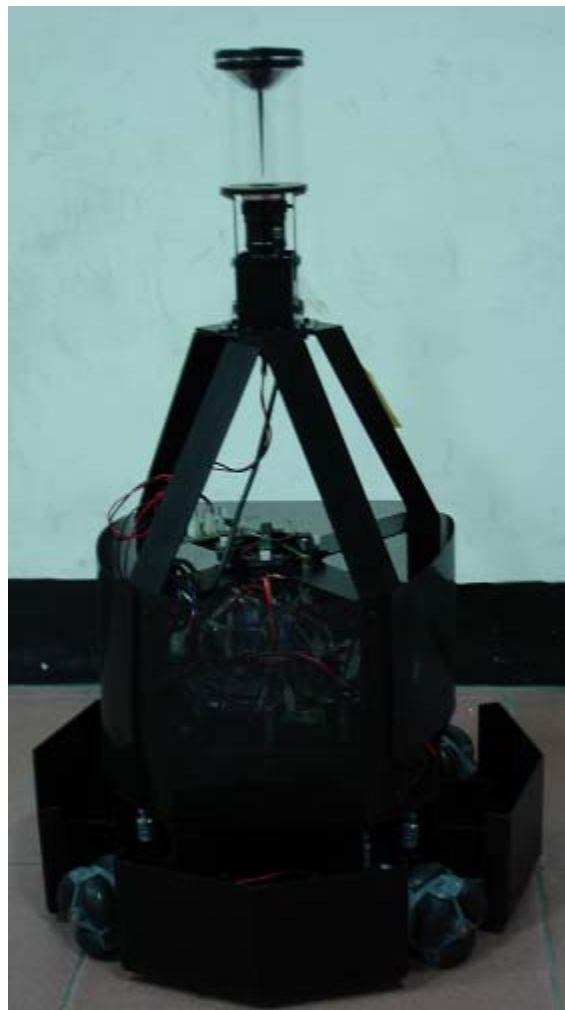
圖七、指紋影像特徵處理



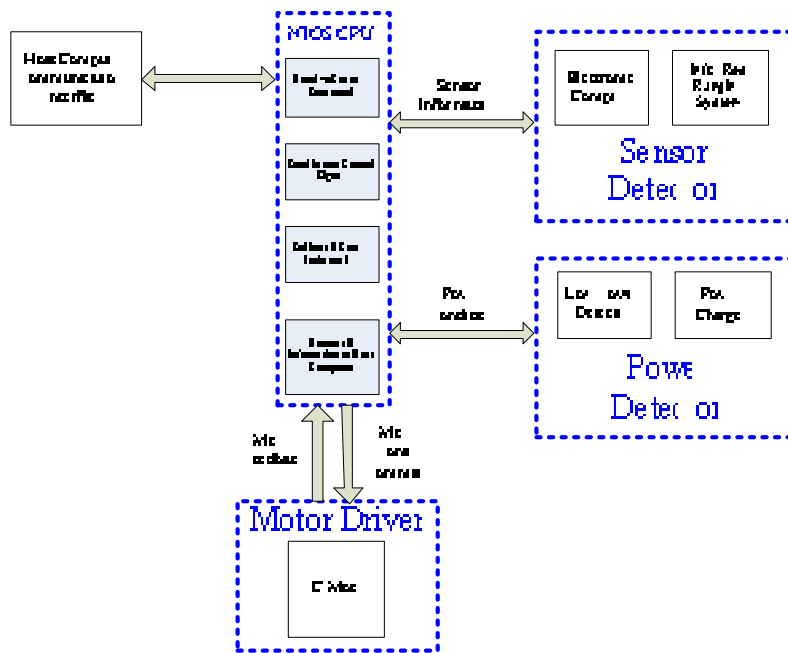
圖八、指紋影像比對處理



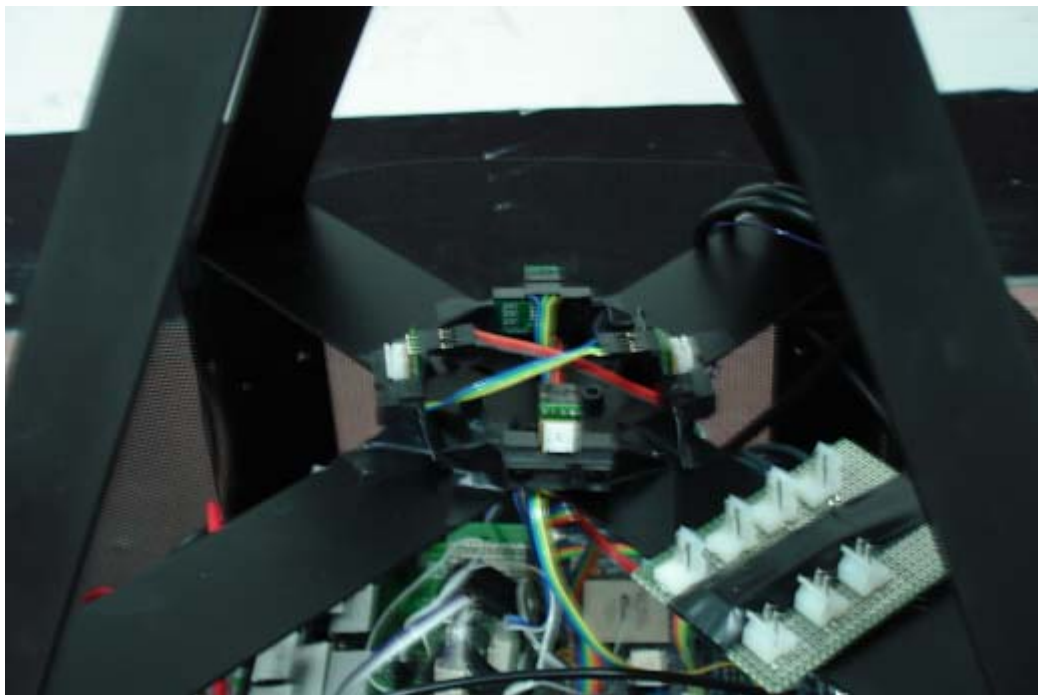
圖九、機器人底盤保護桿



圖十、新機器人外觀



圖十一、FPGA 模組方塊圖



圖十二、中間為四顆紅外線感測器的裝置方式