

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以電腦視覺為基礎之智慧型監控辨識系統

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2622-E-002-024-CC3

執行期間：91年06月01日至92年05月31日

執行單位：國立臺灣大學資訊工程學系暨研究所

計畫主持人：傅立成

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 92 年 9 月 8 日

## 國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精

### 簡報告

學門領域：控制工程

計畫名稱：以電腦視覺為基礎之智慧型監控系統

計畫編號：NSC 91-2622-E-002-024-CC3

執行期間：91年 06月 01日至 92年 05月 31日

執行單位：國立台灣大學資訊工程系暨研究所

主持人：傅立成教授

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩博士論文)	工作內容
林宏沛	博士生		系統整合與開發
王俊哲	碩士班		人形資料庫蒐集
蔡明育	碩士班		前景偵測系統開發

合作企業簡介

合作企業名稱：數通科技股份有限公司

計畫聯絡人：魏金蓮 小姐

資本額：三千七百六十九萬

產品簡介：指紋辨識系統

網址：<http://www.aetex.com>

電話：2738-9896

研究摘要(500字以內)：

人才培育成果說明：

技術研發成果說明：

技術特點說明：

可利用之產業及可開發之產品：

推廣及運用的價值：如增加產值、增加附加價值或營利、增加投資/設廠、增加就業人數……等。

※ 備註：精簡報告係可供國科會立即公開之資料，並以四至六頁為原則，如有圖片或照片請以附加檔案上傳，若涉及智財權、技術移轉案及專利申請之資料，請勿揭露。

## 摘要

隨著數位影像設備技術的進步，影像監控系統近年來已被廣泛應用在不同的環境與場合，然而，現今的監控系統主要是整合額外的周邊感測設備，或分析影像中移動的資訊，來提高系統自動監控的能力，以減低監控者的負擔，並減少儲存影像所需的硬體空間，但這樣系統，並不能達到完全自動監控的功能。在一般監控系統的應用中，我們監控的目標通常包含特定的物體，例如：人或車輛。因此，我們若能有效的分析與辨識出影像中的所欲監控的物體，當發現所欲監控的物體進入監控影像範圍內，系統便可以自動啟動錄影功能，並透過網際網路通知保全人員與監控者，以期達到完全自動監控的目的。

智慧型影像監控系統，大致上可分為影像分割 (Segmentation) 與人形辨識 (Human Recognition) 兩大部分。在影像分割方面，我們採用背景模型 (Background Modeling) 與背景相減 (Background Subtraction) 的技術來擷取出異於背景的物體。利用 Mahalanobis Distance，我們可以正確將影像點 (Pixel) 歸類成背景或物體，再將影像點轉換至 Chromatic Color Space，由陰影所造成錯誤歸類的影像點會被成功的去除。

在人形辨識方面，以模板比對 (Template Matching) 為基礎的辨識方式為辨識的核心，我們利用 Hausdorff Distance 來進行人形的辨識與比對，為了減少影像雜訊 (Noise) 與物體重疊 (Occlusion) 的影響，不同於傳統的 Hausdorff distance，我們採用 M-estimation Hausdorff distance 來進行比對。另一方面為減少與樣版資料庫比對的次數，以達到即時辨識，我們採用階層式 (Hierarchical) 的結構來建構人形資料庫。

為使智慧型監控系統達到方便攜帶且易於安裝的要求，透過與業界在嵌入系統上的技術合作，開發一套可供智慧型監控系統獨立運作的平台。而整個嵌入系統的執行硬體架構包含執行主機與硬體機構。而執行主機，大致上可分為 Dedicated CPU、SRAM、Security Chips、Flash ROM、與 Power Manager，其中包含了作業系統設計、軟體轉換、與硬體設計測試三種技術。

# 技術研發成果說明

智慧型影像監控系統，大致上可分為影像分割（Segmentation）與人形辨識（Human Recognition）兩大部分。

## 前景影像點偵測

影像分割（Segmentation）主要的目的在將所要分析的影像自背景中切割出來，使人形辨識的過程能夠不受背景與雜訊（Noise）影響。我們將每一個背景影像點  $p$  的模型，我們用  $M(p) = (m(p), \dots(p))$  來表示，其中  $m(p) = (m_R, m_G, m_B)$  是此點 RGB 的平均值， $\dots(p) = (\dots_R, \dots_G, \dots_B)$  為 RGB 顏色的變異量。

當相機擷取到新的影像時，我們利用 Mahalanobis Distance 計算出其  $c(p)$  與背景模型的相差距離，如果相差值超過所預設的門檻值，此點即被辨識成前景點。Mahalanobis Distance ( $r$ ) 的公式如下所列：

$$r^2 = (c(p) - m(p))^T \Sigma^{-1} (c(p) - m(p))$$

，其中  $\Sigma$  表示三種顏色 RGB 的 Covariance Matrix。

## Structure Distance

除了利用 Mahalanobis Distance 作為前景物體的擷取依據外，為了減少錯誤辨識的結果，我們利用每一個影像點與周圍鄰近影像的關係，稱為 Structure Distance，做進一步的過濾與篩選。對於每一個影像點  $p$ ，我們分別計算出其與周為八個鄰近點的 Euclidean Distance，稱為 Structure Vector  $sv = \{d_1, d_2, \dots, d_8\}$ 。在偵測前景物體的過程中，我們分別計算背景模型影像點 Structure Vector， $sv^m = \{d_1^m, d_2^m, \dots, d_8^m\}$  與未知影像點 Structure Vector， $sv^s = \{d_1^s, d_2^s, \dots, d_8^s\}$  的

Structure Distance， $sd = \sum_{i=1}^8 |d_i^m - d_i^s|^2$

## 前景影像點辨識流程

在探討過 Mahalanobis Distance 與 Structure Distance 之後，我們接著描述如何應用 Mahalanobis 與 Structure Distance，將每個影像點歸類分別歸類為背景、前景、或雜訊的詳細流程。

- 對於每一個新擷取到的影像點，我們計算出其與背景影像的 Mahalanobis Distance。
- 如果 Mahalanobis Distance 小於預設的門檻值  $r$ ，我們將這個影像點歸類為**背景點** (Background)。
- 如果 Mahalanobis Distance 介於  $r$  與  $s$  之間，我們計算此點的 Structure Distance。若此點的 Structure Distance 小於某個預設門檻值  $x$ ，將其歸類為**雜訊** (Noise)
- 否則將其歸類為**前景點**

## 人行辨識

由於人的外形會因為人的髮型與穿著而有所不同，且人的動作與姿態的不同更直接改變在影像中的人形成像，在此計畫中我們利用 Modified Hausdorff Distance 以及架構化樣板比對的方式，來達到有效便是人形的功能。

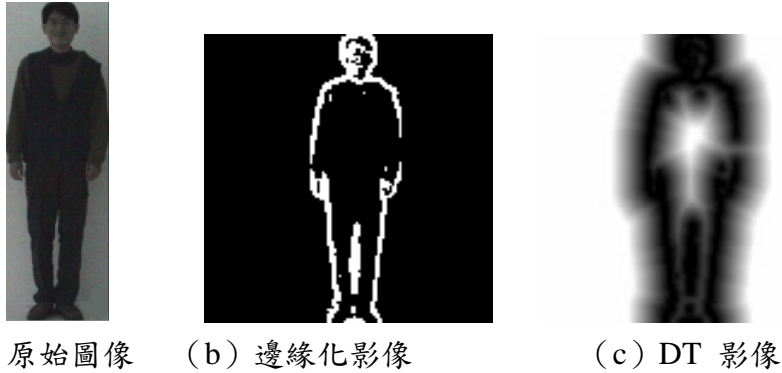
### 人形樣版資料庫

首先，我們定義人形樣版資料庫建構問題，假設存在一組人形樣版  $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_N\}$ ， $N$  為已知，且存在一組類別  $C = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_M\}$ ，其中  $M$  為未知。 $d(P_a, P_b)$  表示同屬於一個類別的兩個人形樣版  $P_a, P_b$  的距離， $d(P_a, C_i)$  代表一個人形樣版  $P_a$  距離一個樣版類別  $C_i$  的距離。整個分類的目的在將  $P$  分類成  $M$  各類別，使得  $\sum_{p \in P} d(p, C_i)$  為最小。

人形資料庫的建構基本上包含了 Modified Hausdorff Distance 與 Genetic k-means 演算法的應用，我們將詳細介紹整個人形資料庫建構的流程。整個建構的過程分為兩個階段，將人形資料庫建構成 4 層的資料庫。

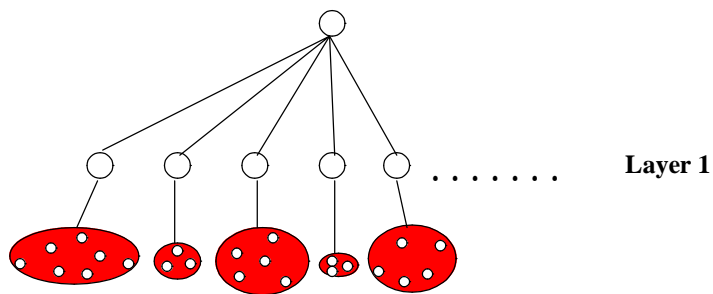
所有蒐集而得的人形影像，如圖一 (a) 所示，經過邊緣化偵測的結果可得圖一 (b)，計算此邊緣化影像之 Hausdorff Distance Transform，我們可以得到其邊緣化影像之 Distance Transform 的影像，做為人形資料庫中的資料，換言之人形資料庫中所儲存的為原始人形圖像之 DT 影像。為達到更精確的比對效果，所

有人形在影像中的高度  $h$  與寬度  $w$ ，亦會被計算出來，且所有的人形會被移動至影像的中間位置。

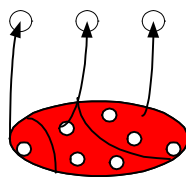


圖一：DT 圖形建構過程

在建構階層化的人形資料庫時，所依循的準則為，所有子代的人形樣版與其母代人形樣版需最相似，在所定義的Modified Hausdorff Distance量測下。在第一階段中，我們將人形根據其取像時角度的不同來分類，包含前觀 (front)，後視 (back)，左側圖 (left)，右側圖 (right)，左前圖 (front-left)，右前圖 (front-right)，左後圖 (back-left)，右後圖 (back-right) 等八種，這些人形所構成的階層稱為 **Layer-1**，接著我們將所有人形經過 Modified Hausdorff Distance 的計算，將其歸類至最靠近的人形圖，第一階段所建構出來的人形資料庫如圖二 (a) 所示。



(a) 第一階段建構圖



(b) 第二階段建構圖

## 圖二：4 層人形資料庫示意圖

第二階段我們將被歸類至不同角度的所有人形，利用 Genetic k-means 演算法將所有的人形分為八個部分，意即將  $k$  設定為 8。對於每一部分中所有的人形，計算出其重心圖形（Centroid Image），將最接近此重心圖形之人形圖形做為 Layer-2 的 root（如圖二（b）所示）。

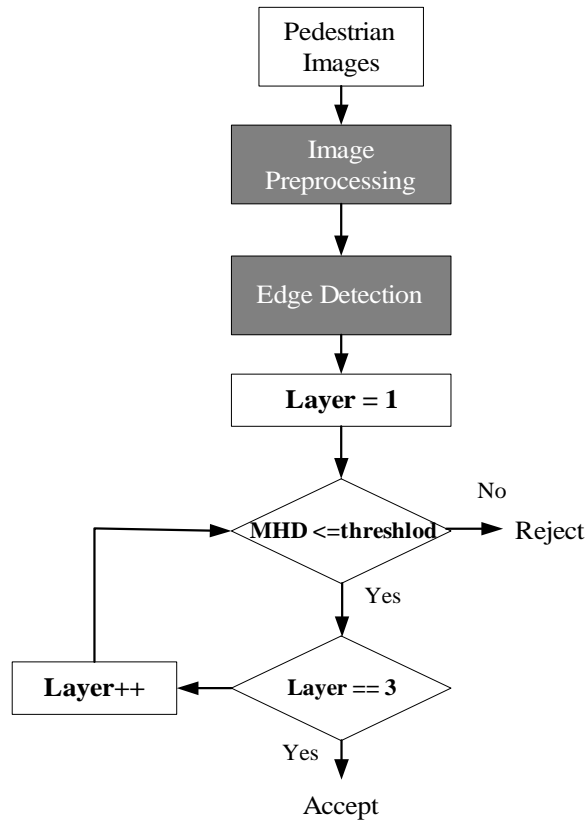
### 人形辨識

人形辨識的主要目的在分別所偵測的前景影像是否為人形，利用與所建構之階層式人形資料庫進行比對，我們可以正確的偵測出人形的存在。人形辨識可分為下列三個步驟：

- 改變人形樣版的大小，比例為  $s$ ，使資料庫中所紀錄之原始影像參數值變為  $x_{hs}, x_{vs}, w_{ps}$ 。
- 計算人形樣版與偵測到的影像的 Modified Hausdorff Distance，如果其距離小於  $V' \times s$ 。
- 則選擇一個其與偵測影像最近的人形樣版，進行下一層人形資料的比對，若所偵測之影像在資料庫第三層（Layer-3），可以找到一個人形樣版符合 Modified Hausdorff Distance 的條件，則所偵測到的影像被歸類為人形，反之則否。

詳細的人形辨識流程圖如圖三所示。





圖三：人形辨識流程圖

## 技術特點說明

此次計畫，整合了前景偵測以及人形辨識的技術，使監控系統能夠成功的偵測出影像中人的存在，大幅降低了管理者的負擔，並使環境監控更行精準。在前景偵測方面，我們利用統計的方式來建構背景的模式，經過 Mahalanobis 與 Structure Distance 可以有效並準確的偵測出前景的物體，最後過濾陰影的影響以獲得正確的前景影像。

在人形辨識方面，我們建構了一個階層式資料庫，使人形的辨識更有效率，另一方面，結合 Genetic 演算法，使資料庫的建構更迅速的達成收斂。在辨識方面，採用 Modified Hausdorff Distance 做為人形樣版比對的依據，除了可以達到正確的辨識外，更可減少影像雜訊對辨識的影響，使系統達到高辨識率。

綜言之，此系統整合了諸多的技術，使監控系統在現今影像技術的基礎上，能夠自動監控人形的存在。另一方面，在整合了嵌入式系統，整套系統可以達到

及時監控且具有易於安裝與攜帶的特性。