

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 安全路口之研究(II) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 97-2221-E-032-037-  
執行期間：97年08月01日至98年07月31日  
執行單位：淡江大學運輸管理學系

計畫主持人：范俊海

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 12 月 29 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

安全路口之研究（第二年計畫）

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫  
計畫編號：NSC 97-2221-E-032-037-  
執行期間：97年8月1日至98年7月31日

計畫主持人：范俊海  
共同主持人：  
計畫參與人員：符人懿、許泰章

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢  
 涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：淡江大學運輸管理系

中華民國 98年12月28日

## 中文摘要

安全路口的概念是奠基在執法系統的成功，是必須有效而且正確的，近年來，車牌偵測與辨識系統已日趨成熟，但是局限在固定式攝影機以及車輛必須行經指定路線，才能有準確的車牌的偵測與辨識結果。而要同時對多車輛進行車牌偵測與辨識，便需要架設大量的攝影機於指定路線上，利用單一攝影機作為取相設備，要同時追蹤車輛、辨識違規行為以及抓取車牌…等，難以克競其功，因此本研究研擬使用雙攝影機之場景攝影機偵測出現在監控區域之車輛，並追蹤多車輛移動，再搭配目標物攝影機(PTZ 攝影機)拍攝車輛特寫照片，建立多機狀態的配合系統，以達到精確辨識率的效果。

本文利用平面矩陣來建立雙攝影機間的合作關係，使其能夠對應至同一目標物，並希望透過場景攝影機與 PTZ 攝影機之間的取像，在複雜環境當中取得用來辨識的車牌字元，透過車牌定位，來進行車牌辨識的工作，辨識工作則使用類神經網路來進行學習，並用以辨識。

關鍵字：PTZ 主動式攝影機、車牌定位、車牌辨識、字元辨識、類神經網路

## Abstract

Generally, The study of vehicle license plate recognition has been undergone for decades, but studies for identifying for multi-target vehicles are still being greatly missed. The video surveillance systems could be categorized into the one with only fixed cameras and the one with active PTZ cameras. The target tracking using the fixed camera often acquires a vague target image if the target is distant from the camera. On the contrary, target tracking using the active PTZ cameras may obtain a clear target image but it needs the manual control.

We decide to use the mutli-cameras to focus on the same target, and recognizing license plate with a complex background. We vehicle license plate recognition system may be divided into three major components, namely, license plate detection, character segmentation, and character recognition. Finally, we use Neural Network learning Progress to recognize vehicle license plate.

Keyword: Active PTZ cameras, Vehicle License Plate Recognition, License Plate Detection, Character Recognition, Neural Networks

## 一，前言

本研究於第二年的研究中嘗試建立多機式視覺監控系統。執法系統的成功，是必須有效而且正確的，近年來，車牌偵測與辨識系統已日趨成熟，但是局限在固定式攝影機以及車輛必須行經指定路線，才能有準確的車牌的偵測與辨識結果。而要同時對多車輛進行車牌偵測與辨識，便需要架設大量的攝影機於指定路線上，利用單一攝影機作為取相設備，要同時追蹤車輛、辨識違規行為以及抓取車牌…等，難以克競其功，因此本研究研擬使用雙攝影機之場景攝影機偵測出現在監控區域之車輛，並追蹤多車輛移動，再搭配目標物攝影機(PTZ攝影機)拍攝車輛特寫照片，建立多機狀態的配合系統，以達到精確辨識率的效果。

## 二，研究目的

建立多機式視覺監控模式。

### 1. 更優良的變化偵測能力

傳統的變化偵測處理方法，為了取得良好的變化偵測效果，在執行時間上勢必大幅的增加。為了加速處理的速度，卻又必須犧牲偵測結果的品質。使用者對於處理時間與處理品質的需求難以同時得到滿足。在本實驗系統中，藉由新的變化偵測處理方法的應用，只需在小幅增加處理時間的情況下，便能完整的偵測出影像中的移動物體，以提供使用者一個更為良好的變化偵測效果。

### 2. 提供有效的監視資訊

傳統的影像監視系統所使用的攝影機通常搭配定焦式鏡頭，而且攝影機只能固定或是依照某個移動方向，來回的拍攝監視環境，並不能隨著環境中的變化而動態的調整攝影機的 Tilt、Pan、Zoom、Focus 等設定。因此，就算能拍攝到違規行為，取得的影像不是模糊不清，不然就是角度不對只能照到某一特定部分，使得監視的效果大打折扣。使用雙攝影機，可以依照各種不同的情況，動態的調整攝影機角度、焦距等設定，以便能取得最佳的特寫影像，幫助使用者能更輕易的辨識出監視環境中的移動車輛。

### 3. 減輕人力負擔

由於人們的專注力有限，在長時間觀看同一畫面後，容易因為疲倦而造成工作效能的低落，甚至忽略環境中發生的變化。因此未來系統將希望達到全自動的偵測環境變化，追蹤進入觀察環境中的車輛，以減少人為因素的影響。對於攝影機所拍攝到的影像會自動進行分析，並且針對影像中不尋常的變化情形來通知監視管理者，而所有的影像內容也會以具有整合的、符號的方式表達，使影像監視系統中人為因素的影響與負擔降至最低。

### 三，文獻回顧

首先介紹的部份為雙攝影機模組的關係校正研究

#### 3.1 相機校正

相機校正主要是求得相機的內部參數或者外部參數，傳統的相機參數校正主要是在相機拍攝之範圍內擺放校正版，利用攝影機所拍攝之多組三維與二維的點對應關係，來求得所需要之相機參數，此方法雖然容易，但校正之步驟繁雜，每當相機改換擺設位置，就必須重新校正，不符合本系統之需求。因此，本研究嘗試利用影像處理的技術來自動求得本系統所需要之相機參數。而特徵點的對應問題( Correspondence Problem )正是利用影像處理技術求相機參數所面臨的首要問題，有了準確的對應點，便可藉由相機的投影矩陣或基本矩陣的分解而求得相機的內部參數或者外部參數。

Hsieh[1]的研究為取得兩台攝影機的影像，對影像進行邊緣偵測，有著邊緣資訊的位置極為影像中具能量較強的位置，將齊聚強烈能量的位置當成特徵點，接著利用兩影像中找到特徵點，兩特徵點為一組影像對應點，最後利用對應點與對應點之間的相對距離，排除不合理的特徵點，最後剩下來的對應點可以利用影像上的水平線與垂直線找出兩台攝影機的位移參數。李昆霖[4]利用兩台攝影機影像上選出來的對應點，利用最小平方解來得到最佳化厚的基本矩陣，基本矩陣經過正規化後求得攝影機的內部及外部參數。藉由兩者算得對應點的三度空間資訊。鄭智明[5]發展出一套半自動化的雙攝影機系統，系統結合兩台攝影機的極線關係，再與攝影機的旋轉放大矩陣結合，該研究發現，當兩台攝影機固定一起時，能夠使兩台攝影機之間的校正流程簡化，同時除去複雜的參數計算。

#### 3.2 雙攝影機偵測與追蹤

Lim[6] 於十字路口架設兩隻攝影機在同一根柱子上，利用距離地面12 公尺的攝影機來監控路口並分析車輛的軌跡，如車輛有違規的行徑發生時，則利用事先校正好的相機參數驅使距離地面5 公尺的攝影機去取得較大倍率的車輛影像，做車牌辨識。Chung[7] 利用一環場攝影機 ( Omnidirectional Camera ) 與一PTZ 攝影機建構室內監控環境。結合傳統的背景相減法與時間差異法來偵測環場攝影機中的移動目標物，利用相機在世界座標的擺設位置與相機成像的原理推導出兩台攝影機間的座標轉換關係，進而驅使PTZ攝影機去取得放大的目標物影像。謝明逢[8] 本研究設計一雙攝影機取像裝置，藉由兩支攝影機之擺設位置，與利用特徵點共線之限制條件，設計一演算法，求得雙攝影機影像之對應關係。無需求得目標物在三度空間之位置，也不需事先得知攝影機的參數，直接利用影像處理的技術，自動求得系統兩台攝影機運作所需要的參數，可對多目標物追蹤，同時可取得清晰之目標物特寫鏡頭，並利用所取得之目標物特寫鏡頭，改進追蹤效果。郭大正[9] 以停車場監控系統搭配兩隻攝影機對停車場移動的人或車進行偵測、追蹤、記錄等工作。一固定的場景攝影機利用背景相減法偵測影像中的目標物，判斷目標物在場景攝影機的那個區塊(依照場景事先將場景切割成若干個大小相等的區塊)，再透過事先建立的區塊對應轉換表，傳送給目標物攝影機

正確的轉動向量，以對目標物追蹤，並取得目標物的放大影像。

### 3.3 適應性背景重建技術

黃裕程[10]提出了一個多目標的即時追蹤系統，配合適應性背景重建技術，系統可以有效地處理外界光線或其他環境的變化來達到良好的物體擷取結果。另外，我們將擷取出來的物體特徵搭配以區塊為基礎的追蹤演算法來達到物體持續追蹤的目的，也可以正確地追蹤發生重合或分離情形的物體。張政祺[11] 本研究中，將建置了一套使用雙攝影機的影像監視系統。第一部攝影機主要用於監視環境中的變化，並將影像資料持續的傳入監視系統內，供變化偵測模組以及特寫取像模組使用。藉由變化偵測模組與特寫取向模組的合作，系統得以進一步的操控第二部攝影機，再針對特定位置拍攝高解析度的特寫影像，以便使用者能做更進一步的分析與使用。這樣的智慧型影像監視系統將具有更優良的變化偵測能力、降低資料儲存量、提供有效監視資訊、加速資料檢索速度、減輕人力負擔等優點。游世豪[12] 提出一個對於交通影像序列的自動監控系統。此交通監控系統由三部分所組成，首先，使用適應性背景更新法和背景差值法來偵測移動物體；然後，卡門濾波器再加以追蹤個別的移動物體；最後，我們利用視覺上的直觀，提出一個新方法將車輛分類。

### 3.4 道路環境辨識演算法

李杰儒[13] 研究利用影像處理技術結合自行發展之道路環境辨識演算法建立智慧型執法系統之平台。研究計畫分為三個部份：背景建立與更新、道路環境辨識以及違規行為偵測與辨識，並選定「未依規定變換車道」以及「未依規定行駛車道」違規行為為建立違規行為判定子系統，做為智慧型執法系統平台之先驅研究。此研究利用影像中位數法建立背景、結合遞迴式背景建構模式與非遞迴式背景建構模式進行背景更新；並且利用特徵判斷與樣板比對辨識路面標線，進而分割道路環境；最後利用車輛偵測、追蹤等…影像處理技術結合道路環境辨識結果進行違規行為的偵測與辨識。

### 3.5 車牌定位的相關研究

在Jun-Wei Hsieh等人的車牌定位研究中[2]，將輸入的影像透過 Average -> Opening & Closing -> Differencing -> Closing -> Thresholding -> Labeling 的方式去做車牌的定位。再利用一些規則來去除不可能為車牌的候選區域，如區域的密度、比例和大小。在字元切割後，使用CA演算法來求出最可能為字元的物件，再利用此物件的特性與欠缺的字元個數去做字元補償的處理。

Da-shan Gao等人的研究中[3]，車牌定位的方式主要是利用車牌區域與背景有相對高的對比度，所以利用此特性進行車牌定位，方法為先做標示物件，然後再用 Morphological Opening來去除零星的雜訊，然後依照影像各別特性的積分值各自乘上權重加總起來，選出最大加總值的區域作為車牌區域。

(1). 區域：計算區域裡的像素數，像素越多積分越高。

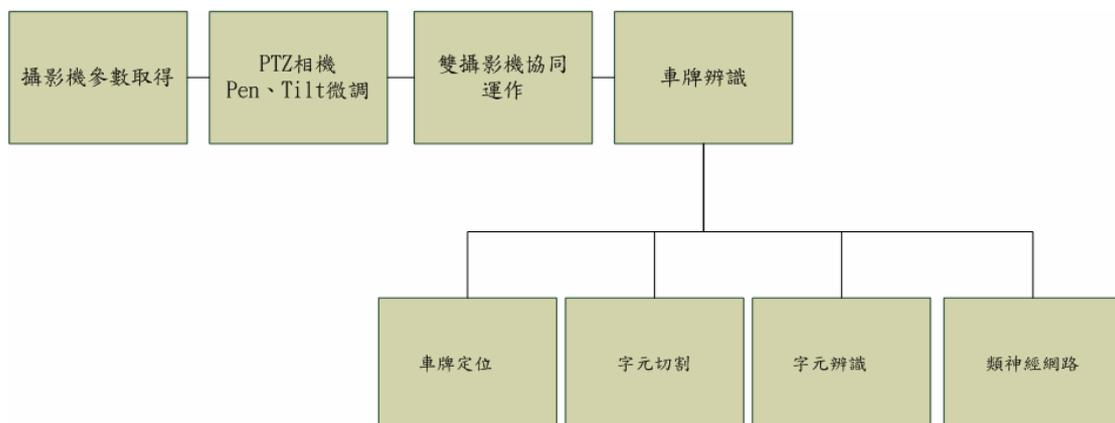
- (2). 長寬比：區域長寬比越接近真實車牌的長寬比，則積分越高。
- (3). 密度：計算區域裡的像素數和框住區域之四邊形的像素數比，原則上車牌區域的密度會為1，所以密度越高，積分越高。
- (4). PIF：多數的取像系統都會把車牌區域設在影像的正中間，所以區域離影像邊界越遠，積分值越高。

### 3.6 車牌追蹤相關論文

莊盛淵[14] 針對夜間車流影像進行研究，所處理的影像為灰階影像，進而提供一個可供解決夜間車輛偵測的「夜間車輛偵測與追蹤模式」。只需應用到基本的切割以及區塊標記法，可增強影像處理速度。張國鋒[13] 所提出的監視系統，有兩個主要的部分，一個部分是動態偵測，另一個則是資料庫，可以針對多個移動物體做追蹤並且識別。藉著找出連續影像之間的差異來偵測移動物體的出現，透過資料庫分析移動物體的幾何特徵，藉著這些特徵之間的相似性，作為分辨移動物體的依據。

## 四，理論基礎

為成功達到雙攝影機協同運作，我們必須先取得兩台攝影機之間的參數，進行雙攝影機的參數取得，接著進行微調 PTZ 攝影機，使其能夠對應到同一個物體座標點，完成先前的準備工作。後續工作包括追蹤跟辨識工作，而車牌辨識又細分了車牌定位、字元切割、字元辨識、最後透過類神經網路的學習跟辨識工作來達到目的。以下圖一為流程圖。



圖一 研究流程圖

### 4.1 攝影機參數取得

由場景相機計算得到欲追蹤目標物的座標後，交由 PTZ 相機追蹤，在此必須經過兩個步驟：一為目標物在場景攝影機座標轉換到可動式 PTZ 攝影機，一為在可動式

PTZ 攝影機中尋找最佳 PTZ 參數，而這兩個步驟皆需由平面投影矩陣才得以實現。以下將對平面投影轉換矩陣稍做說明

#### 4.1.1 平面投影矩陣

假設兩相機的投影矩陣為  $M_1$  與  $M_2$ ，其投影方程式分別可表示為：

$$p_1 = M_1 P \quad (1)$$

$$p_2 = M_2 P \quad (2)$$

將  $p_1$  和  $p_2$  的關係藉由空間中相同對應點  $P$  表示為：

$$p_1 = M_{12} p_2 \quad (3)$$

$M_{12}$  是一 3X3 方形矩陣，為場景攝影機與 PTZ 攝影機兩者之間的平面投影轉換矩陣。可得知兩平面的投影轉換關係與  $p_1$  和  $p_2$  座標有關聯，我們標記為

$$\begin{pmatrix} x_p \\ y_p \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & m_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_q \\ y_q \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

將  $m_8$  常態化為 1:

$$w \begin{pmatrix} x_p \\ y_p \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_0/m_8 & m_1/m_8 & m_2/m_8 \\ m_3/m_8 & m_4/m_8 & m_5/m_8 \\ m_6/m_8 & m_7/m_8 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_q \\ y_q \\ 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$w \begin{pmatrix} x_p \\ y_p \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m'_0 & m'_1 & m'_2 \\ m'_3 & m'_4 & m'_5 \\ m'_6 & m'_7 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_q \\ y_q \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

將(6)乘開可得

$$\begin{cases} m'_0 x_q + m'_1 y_q + m'_2 = w x_p \\ m'_3 x_q + m'_4 y_q + m'_5 = w y_p \\ m'_6 x_q + m'_7 y_q + 1 = w \end{cases} \quad (7)$$

將  $w$  帶回可得

$$\begin{cases} m'_0 x_q + m'_1 y_q + m'_2 - m'_6 x_q x_p + m'_7 y_q x_p = x_p \\ m'_3 x_q + m'_4 y_q + m'_5 - m'_6 x_q y_p + m'_7 y_q y_p = y_p \end{cases} \quad (8)$$

共有八個未知數，所以至少需由四組兩平面間對應點才可解得八變數，而我們可給定更

多組的對應點，可求得更加準確的答案，假設我們給定  $n$  組對應點，代入(8)可得：

$$\begin{pmatrix} x_{1q} & y_{1q} & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_{1p}x_{1q} & -y_{1p}x_{1q} \\ 0 & 0 & 0 & x_{1q} & y_{1q} & 1 & -x_{1q}y_{1p} & -y_{1p}y_{1q} \\ x_{2q} & y_{2q} & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_{2p}x_{2q} & -y_{2p}x_{2q} \\ 0 & 0 & 0 & x_{2q} & y_{2q} & 1 & -x_{2q}y_{2p} & -y_{2p}y_{2q} \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ x_{nq} & y_{nq} & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_{np}x_{nq} & -y_{np}x_{nq} \\ 0 & 0 & 0 & x_{nq} & y_{nq} & 1 & -x_{nq}y_{np} & -y_{np}y_{nq} \end{pmatrix} \quad (9)$$

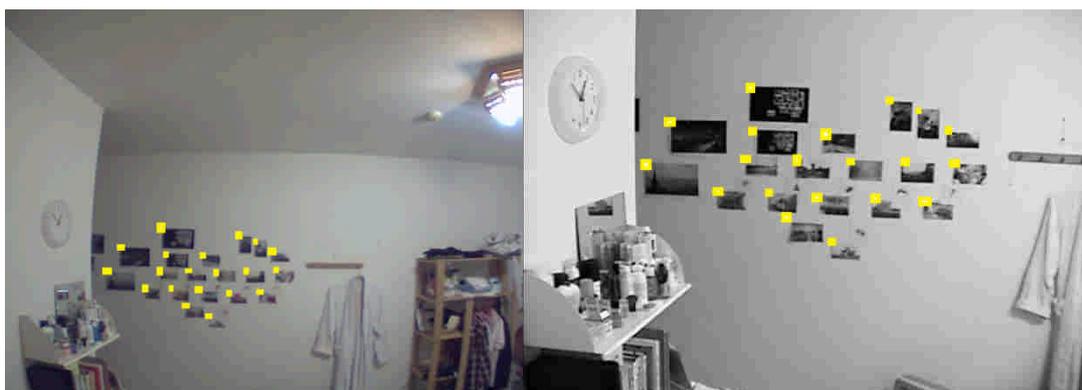
簡寫(9)得

$$A \cdot M = b \quad (10)$$

以最小平方解可得

$$M = (A^T A)^{-1} A^T b \quad (11)$$

求得  $M$  即可利用(3)得知兩平面座標轉換關係。



圖二：為 PTZ 相機與場景相機共同輸入  $n$  組對應點

在系統開始執行前，預先規劃將 PTZ 相機的固定 Pan、Tilt 和 Zoom 參數以涵蓋場景相機所監視的區域，參數如圖三

P1=0	P2=0	P3 = 0	P4 = 0
T1=0	T2=5	T3 = 10	T4 = 15
Z1=30	Z3=30	Z3 = 30	Z4 = 30
P5 = -5	P6 = -5	P7 = -5	P8 = -5
T5 = 0	T6 = 5	T7 = 10	T8 = 15
Z5 = 30	Z6 = 30	Z7 = 30	Z8 = 30
P9 = -10	P10 = -10	P11 = -10	P12 = -10
T9 = 0	T10 = 5	T11 = 10	T12 = 15
Z9 = 30	Z10 = 30	Z11 = 30	Z12 = 30

P13 = -15	P14 = -15	P15 = -15	P16 = -15
T13 = 0	T14 = 5	T15 = 10	T16 = 15
Z13 = 30	Z14 = 30	Z15 = 30	Z16 = 30

圖三，各區塊之 PTZ 參數

以圖三各區塊之 PTZ 參數求出 PTZ 相機與場景相機之間的對應平面投影矩陣，所以，藉由各平面投影矩陣可找到各 PTZ 相機位置之影像中心座標(影像大小 320\*240 中心座標 160, 120)對應場景相機(影像大小 320\*240)之座標，如圖四所示：

	X2 = 101 Y2 = 64	X3 = 143 Y3 = 63	X4 = 185 Y4 = 63
X5 = 60 Y5 = 113	X6 = 101 Y6 = 112	X7 = 143 Y7 = 112	X8 = 183 Y8 = 113
X9 = 61 Y9 = 161	X10 = 102 Y10 = 160	X11 = 142 Y11 = 159	X12 = 183 Y12 = 162
X13 = 63 Y13 = 208	X14 = 103 Y14 = 206	X15 = 143 Y15 = 206	X16 = 183 Y16 = 208

圖四，各 PTZ 相機位置之影像中心座標

目標物的質心( $x_c, y_c$ )以(31)求得目標物與各參數畫面中心最短距離  $D$ ， $D$  所屬的 PTZ 參數即是 PTZ 相機所能觀察到目標物較接近影像中心的位置。將目標物調整至影像中心有助於減少下個步驟相機微調時的計算時間。

$$D = \min_{i=1} (|x_c - x_i| + |y_c - y_i|) \quad (12)$$

平面投影矩陣除了可應用在兩不同相機間，對於當相機取像位置固定，但影像本身旋轉角度的不同（也就是說相機本身能夠控制其固定旋轉角度），或是相機放大倍率固定的改變，其平面投影矩陣仍有其普遍性，如圖十。所以，當 PTZ 相機能夠觀察到目標物之後，就便以針對目標物做 Zoom in 的方式來進一步取得目標物細部資訊。

## 4.2 PTZ 相機 Pen、Tilt 微調

經由 4.1.1 可以使 PTZ 相機觀察到目標物，但 PTZ 相機做 Zoom in 的動作是影像中心附近之成像放大，也就是說不管 Zoom in 或是 Zoom out 都不會脫離影像中心。所以，現在的問題即是如何將目標物置於 PTZ 相機所觀察影像的中心點位置。預先求出 PTZ 相機單位刻度對左右方向的 Pen translation matrix(左右兩方向  $M_{PL}, M_{PR}$ )

和上下方向 Tilt translation matrix(上下兩方向 MTU, MTD)，由場景相機所找到的質心 $(x_c, y_c)$ 、目標物左上點 $(x_{min}, y_{min})$ 及右下點座標 $(x_{max}, y_{max})$ 經(13)式將位置轉換到 PTZ 相機：

$$(x'_c, y'_c) = (x_c, y_c)M_1 \quad (13-1)$$

$$(x'_{min}, y'_{min}) = (x_{min}, y_{min})M_1 \quad (13-2)$$

$$(x'_{min}, y'_{max}) = (x_{min}, y_{max})M_1 \quad (13-3)$$

$$(x'_{max}, y'_{min}) = (x_{max}, y_{min})M_1 \quad (13-4)$$

$$(x'_{max}, y'_{max}) = (x_{max}, y_{max})M_1 \quad (13-5)$$

$M_1$ 為場景相機座標至 PTZ 相機座標之平面投影矩陣。轉換得到質心於 PTZ 相機影像的座標後，就可從平面投影矩陣轉換 PTZ 相機轉動過的對應座標，以將物件質心對準 PTZ 相機影像中心。假設一目標物於影像大小  $w \times h$ ，則可由(33)、(14)得相機轉動  $i$  次後的座標 $(x_i, y_i)$ ，而相機轉動前 $(x_0, y_0)$ 即為物件質心也就是(32-1)的 $(x'_c, y'_c)$

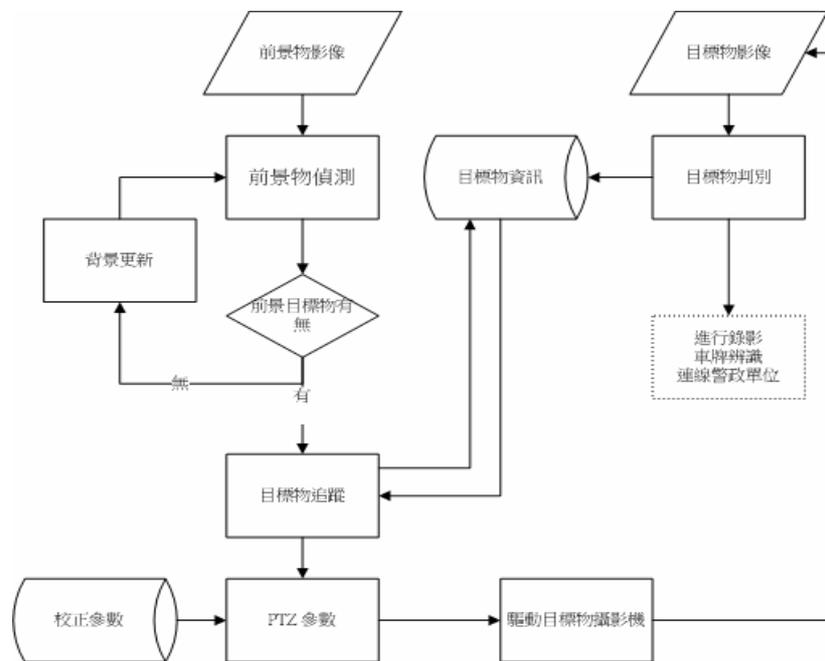
$$\begin{cases} \text{if } x_i < \frac{w}{2}, x_i = x_{i-1}M_{PL} \\ \text{if } x_i > \frac{w}{2}, x_i = x_{i-1}M_{PR} \\ \text{if } x_i = \frac{w}{2}, x_i = x_{i-1} \end{cases} \quad (14)$$

$$\begin{cases} \text{if } y_i < \frac{h}{2}, y_i = y_{i-1}M_{PU} \\ \text{if } y_i > \frac{h}{2}, y_i = y_{i-1}M_{PD} \\ \text{if } y_i = \frac{h}{2}, y_i = y_{i-1} \end{cases} \quad (15)$$

### 4.3 雙攝影機協同運作

雙攝影機合作追蹤的資訊共有兩個來源：一為場景攝影機，另一為目標物攝影機，其中，在場景攝影機部分，採用目標物重疊的資訊和歷史紀錄來對物體做追蹤，並配合卡曼濾波器(Kalman Filter)預測目標物的移動量，即預測目標物在下一張影像的位置，且根據第三章所求得的雙攝影機運作參數，驅動 PTZ 攝影機去取得解析度較高的畫面，同時記錄場景攝影機拍攝之目標物 ID 與目標物攝影機拍攝之特寫鏡頭影像，建立彼此之關係，儲存於目標物資料庫中。倘若，持續追蹤某一特定目標物時，則記錄兩支攝影機拍攝之連續影像資料，並可隨時切換追蹤目標，可提供於日後的視訊檢索。

下圖五為雙攝影機攝影與追蹤模組運作流程圖。



圖五，雙攝影機運作流程圖

## 4.4 車牌辨識

### 4.4.1 車牌定位

車牌定位主要是利用車牌字元產生許多對比明顯的邊緣，所以利用此一特性來找出可能為車牌的部分，再把這些可能為車牌的部分以一些規則來過濾，最後所剩下的就是最有可能為車牌的區域，這個結果只是車牌概略的位置，但只要知道車牌的位置，就可以進一步的利用物件連通標示的方式，完整的取出車牌中所有的字元。

### 4.4.2 字元切割

完成車牌定位以後，接下來就要將車牌區域裡的字元切割出來，以供辨識用。切割的步驟主要是二值化、反向判定、標示連通元件、字元補償、字元檢測和正規化

#### (a) 二值化

首先使用二值化的方法是利用車牌字元和背景的對比度大，所以會產生明顯的邊緣，先用 Sobel 運算元取出影像的邊緣，Sobel 運算元會在邊界交界的地方產生邊緣，例如黑色像素和白色像素相鄰時，則兩個像素都會變成邊緣，利用這個特性，蒐集影像裡所有的邊緣像素，這些像素就是字元和背景交接的所有像素，然後計算這些像素原本灰階值的平均值，所得的平均值就是字元與背景灰階值之間的一個中間值，就以此平均值來當臨界值進行二值化，即可有效的分離物件和背景。

#### (b) 反向判定

反向處理方式將車牌區域二值化後，先做一遍標示字元，然後取得物件個數，之後再將車牌區域做進行反向處理，再做一遍標示字元，將本次和前一次所取得的物件個數做比較，由於如果背景為白色的話，所得到的物件個數會很少，而相對的，背景為黑色時，所得的物件正常會和字元一樣多，所以比較物件的個數，取物件多的那一個

二值化影像，以利接下來的處理

(c) 標示字元及確認

濾除字元的規則如下：

物件寬度/車牌區域寬度  $>$  thresholdmax

物件寬度/物件高度  $<$  thresholdmin

寬度物件/高度物件  $>$  thresholdmax

物件大小  $<$  thresholdmin

物件密度  $>$  thresholdmax

threshold 值則依實際車牌特性來做設定。

(d) 字元補償

過濾完字元後，可能造成部分字元欠缺，因此要進行字元補償。首先找出物件中極可能為字元的物件，依此物件的大小和比例等特性來濾除和此物件差距甚多的物件，剩下來的物件即為字元物件，再以這些字元的位置和數量，來判斷出字元補償的位置和數目。

濾除物件的規則如下：

物件寬度/標準字元寬度  $>$  thresholdmax

物件寬度/標準字元寬度  $<$  thresholdmin

物件高度/標準字元高度  $>$  thresholdmax

物件高度/標準字元高度  $<$  thresholdmin

將每個物件做兩兩的比對，如果兩物件的長度與寬度差之和小於 threshold 的話，則兩物件各得一積分，依此方次比對完所有的組合，做後選擇積分最高的物件當標準字元，因為他與其他各個物件大小的相似度最高。

(e) 字元檢測

這個步驟主要是確認字元補償出來的字元是否有符合字元的特性，檢測的方式則是在物件的 1/4 高、1/2 高和 3/4 高的地方，做灰階轉換計算，灰階轉換計算指的是像素由黑變白或由白變黑，將變換的次數加總起來。就單一個字元來看，這三個高度位置所做出來的灰階轉換計算，每一個至少都要有 2 次變化以上，否則就是背景，必須將物件刪除。

(f) 字元正規化

字元正規化包括旋轉及大小轉換，歪斜的字元會造成辨識上的困難，而大小轉換是預備為之後的類神經網路學習而需要固定其大小。

### 4.4.3 字元辨識

經過字元切割之後，便可進行字元辨識，多利用類神經網路法，透過學習階段產生的權重，在辨識階段來進行辨識的工作。

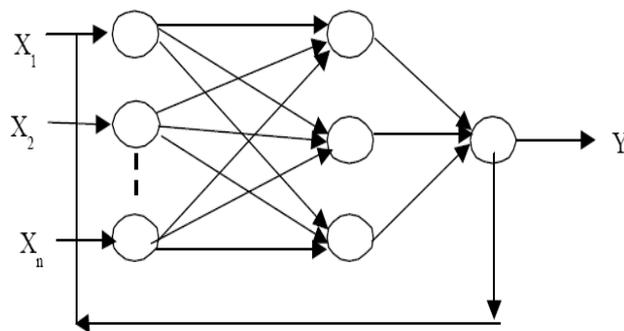
#### 4.5 類神經網路

類神經網路具有函數逼近的能力，可以有效處理非線性、非結構等關連性資料，在類神經網路模式中，又以倒傳遞網路最具代表性，倒傳遞網路模式(Back Propagation Network, BPN)屬於監督式學習網路類型是目前類神經網路學習模式中最具代表性且應用最普遍的模式，是一種具有學習功能的多層前授型網路，故研究中以此網路架構作為辨識工具。

BPN提出了改善原本類神經創始模式:感知機(Perceptron)缺乏隱藏層所以無法表現輸入單元間的交互影響與其學習模式的缺點，它的基本原理是以最陡坡降法(Gradient steepest descent method)的觀念將誤差函數予以最小化。

本研究透過MATLAB軟體來進行字元的學習與辨識工作，利用以下圖七等圖來進行學習工作(英文部分)，英文部分有英文單字A~Z共26個字母，數字為0~9共10個數字，利用倒傳遞類神經網路來進行學習。

回饋式架構(Feedback)



圖六 類神經網路架構圖



(1) 實驗環境

而取像設備以AXIS-211M為場景攝影機，以及AXIS 214 PTZ 目標物攝影機搭配。



圖十二 AXIS-211M 攝影機



圖十三 AXIS 214 PTZ 攝影機

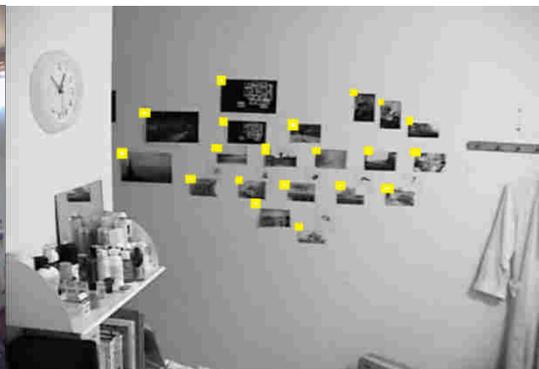


圖十四 作業系統配備

(2) 實際取像



圖十五



圖十六

圖十五及圖十六 為PTZ相機與場景相機共同輸入n組對應點





圖十八 一般機車取像結果1



圖十九 一般機車取向結果2



圖二十 原倍數取像畫面



圖二十一 放大取像之結果

## 六，結論與未完成部份

- (1) 本研究利用雙攝影機進行道路之車牌辨識與追蹤，針對場景中目標物，偵測並標記前景物之資訊，利用這些資訊透過PTZ攝影機來取得放大倍率及清晰影像，對車牌進行偵測與辨識。利用雙攝影機來進行取像分析，可以監控場景中容易忽略之死角，比起傳統固定式攝影機只能針對特定規定行駛路線進行偵測，提供較佳彈性，並可對區塊進行全時段錄影，或是針對違規行為進行拍攝錄影動作，提供證據之用。
- (2) 在攝影機參數部分，本研究透過計算PTZ攝影機之移動參數，不需透過演算法較為複雜的極限幾何來得知相機的內外部參數，而採利用設計後的攝影機架設方式，以平面投影矩陣取得兩者間的對應關係。目前已建立起攝影機間相互關係，未來希望能實際架設於道路拍攝，對車輛車牌進行取像及辨識工作。
- (3) 車牌辨識包括許多子項目，車牌定位、字元切割(二值化、反向判定、標示連通元件、字元補償、字元檢測和正規化)，目前我們可以在固定位置取得車牌之取像，並且可進行放大倍數來得到較佳的影像畫面。

- (4)字元切割部分，目前已對影像進行二值化之工作，目前像反向判定，標示及補償字元部分文獻皆已回顧，未來將繼續進行工作。
- (5)字元辨識係透過類神經網路來進行學習跟辨識工作，本研究透過MATLAB軟體來進行，並利用收集到之數據來進行學習跟辨識工作，透過結果發現，類神經網路當中，當隱藏層的單元數較多時，較可抵抗pattern的雜訊；將訓練的pattern適當的調整可提高其辨識率訓練過的網路若遇到雜訊高的pattern還是會造成誤判之情形。
- (6)本研究在軟硬體之整合及開發並未完全完成，尤其對於雙機之互動還是無法突破瓶頸，研究人員缺少硬體知識訓練是最大的障礙，本研究雖然經費期限都已到期，但是本研究的未完成部份將在後續研究工作，自行將它完成。

## 七、參考文獻

- [1] J. W. Hsieh, "Fast stitching algorithm for moving object detection and mosaic construction," *Image and Vision Computing* 22, pp. 291-306, 2004.
- [2] J. W. Hsieh, S. H. Yu, and Y. S. Chen, "Morphology-based License Plate Detection from Complex Scenes", Yuan Ze University, Department of Electrical Engineering, Taiwan, 2002.
- [3] D. S. Gao, and J. Zhou, "Car License Plates Detection from Complex Scene", Tsinghua University, Department of Automation, P. R. China, 2000.
- [4] 李昆霖, "基本矩陣之最佳化與歐基里德重建", 交通大學資訊科學研究所碩士論文, June 2002.
- [5] 鄭智明, "攝影機校正研究", 大學資訊工程研究所碩士論文, 2004
- [6] Dae-Woon Lim, Sung-Hoon Choi, Joon-Suk Jun. LG Industrial Systems Co., Ltd., "Automated Detection of All Kinds of Violations at A Street Intersection Using Real Time Individual Vehicle Tracking" Fifth IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation (SSIAI'02)0-7695-1537-1/02 \$17.00 c 2002 IEEE
- [7] Y. C. Chung, C. H. Wang, J. M. Wang, S. C. Lin, S. W. Chen, "Integration of Omnidirectional and Movable Cameras for Indoor Surveillance", IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing (CVGIP), 2004.
- [8] 謝明逢, "利用雙攝影機取像模組建構一大型環境監控系統", 國立中央大學資訊工程研究所碩士論文, 2004
- [9] 郭大正, "停車場自動監視系統", 中華大學資訊工程研究所碩士論文, 2003.
- [10] 黃裕程, "適應性背景重建技術用於多目標追蹤系統及其在交通參數擷取之應用", 國立交通大學電機資訊學院碩士在職專班碩士論文, 2004
- [11] 張政祺, "利用雙攝影機即時監視系統作人員偵測及特寫之研究", 私立銘傳大學資訊管理研究所碩士論文, 2002
- [12] 游世豪, "交通自動監控系統之研究", 私立元智大學電機工程學系, 2001

- [13] 李杰儒，“智慧型執法系統平台之研究以道路環境辨識演算法為基礎”，私立淡江大學運輸科學與管理研究所碩士論文，2008
- [14] 莊盛淵，“夜間影像之車輛分類與追蹤之研究”，私立淡江大學土木工程研究所碩士論文，2002
- [15] 張國鋒，“影像處理在多移動目標物之追蹤”，國立交通大學機械工程系研究所碩士論文，2001