

主從式攝影機組在大範圍區域即時追蹤系統

鄭文昌^{*}，詹定懋
朝陽科技大學資訊工程系
{*wccheng, s9827643}@cyut.com.tw

摘要

傳統的安全監控系統是採用攝影機獨立各自錄影監控，既使使用多攝影機監控大範圍，攝影機間彼此亦無相關，因此在本論文中我們提出一套整合多攝影機的大範圍即時監控系統，此系統透過一台靜態式攝影機監控大範圍區域，並且設定警戒區域，當有移動物體觸發警戒區域後，再由另一台動態攝影機進行移動物體追蹤以取得高解析度影像錄影。此外針對物體追蹤，本文採用 LBP 特徵抽取技術，可以避免環境光源或移動物體角度改變因素，由實驗結果得知，此系統能在較少成本下針對大範圍區域進行主動即時監控，並從大範圍的區域中感興趣的小目標取得高解析度的清晰影像。實驗結果顯示本系統在白天的平均追蹤率為 92.6%，而在傍晚平均追蹤率也有 85.3%。

關鍵字詞：多攝影機系統，安全監控系統，移動物體偵測，移動物體追蹤，LBP 特徵。

1. 前言

隨著監視攝影機普及，近年來許多的犯罪案件都藉由攝影機的紀錄得以順利破案，但是仍有部分的犯罪案件雖然有拍攝到嫌犯，卻因為攝影機需要大範圍監控的情況下，導致拍攝的物體太小，而無法在第一時間掌握嫌犯資訊，導致事後破案困難重重[1-2]，如圖1(a)所示，大範圍監控所偵測到的移動物體相當小，若將攝影機進行小範圍的監控，雖然可以清楚拍攝到清晰的臉孔或特徵，如圖1(b)拍攝到清楚的人臉，但監視範圍卻太小，移動物體很容易就離開監控範圍，改善的方法可以透過增加攝影機的數量來解決，但是如此一來也衍伸另一問題，就是多攝影機大範圍監控必須同時監看許多畫面，且在這些畫面中搜尋移動物體的對應關係，導致人力及成本的增加。因此有學者提出整合多攝影機的監控系統來解決監控一個大範圍區域監控問題[3-8]，此類技術透過多攝影的影像處理技術進行移動物體追蹤並記錄行進路徑，以節省同時需要監看多畫面的

人力，並達到大範圍空間的監控。

多攝影機系統一般可以依據採用固定角度的靜態攝影機或可以上下、左右、及放大縮小移動式的動態攝影機(又稱為PTZ攝影機)分成下列三類[9]，分別是(1)多靜態式攝影機系統[10-13]、(2)靜態式與動態式攝影機混合系統[14-16]、以及(3)多動態式攝影機系統[17-18]。在這些研究當中，多靜態攝影機系統比起單一靜態攝影機更能容易掌握大範圍的監控的區域，此系統是透過多台靜態式攝影機所拍攝到的畫面進行整合與分析，來增加移動物體在畫面中偵測與追蹤的穩定性，這部分的研究，都會先對應好所有的攝影機，因此需要將這些攝影機進行校正，James 等人[12]，利用 Homography 校正資訊來進行對應，用來解決交錯遮蔽的問題，另外也有學者提出利用一組校正好的靜態式攝影機[13]，透過幾何關係來對影像中的移動物體進行追蹤，當其中有遺失追蹤移動物體時，則透過攝影機換手(Switch)方式由另外攝影機繼續追蹤，



(a) (b)
圖1.監控畫面(a)大範圍監控(b)小範圍監控

其次是靜態式與動態式攝影機混合系統，此系統是動態式攝影機系統(PTZ攝影機)與其他靜態式攝影機所組成，此系統利用PTZ攝影機可以旋轉與放大畫面的特性，使其能更為有效的監看大範圍候選區的目標物，且對感興趣物體能夠有較高的解析度，來達到主動監控目的。Michelsoni 等人提出一個階層式(Hierarchical)視覺監控系統[16]，雖然可以達到大範圍的監控，但是當靜態式攝影機數量很大時，校正問題將變得相當棘手。

最後是多動態式攝影機系統，此類系統通

常是專門為一些特殊環境或目的的應用所設計，陳等人提出了多個動態式攝影機自動校正的方法[18]，該方法雖然精確，但是沒有考慮到改變縮放畫面，所以無法變焦(zoom)來監控較廣泛的區域。Liao[9]提出結合不同放大倍率的雙動態式攝影機同步針對特定區域進行監控，由於兩台攝影機同步針對同一目標進行監控，因此無法同時多點監控，此外追蹤的特定目標需另外由人工選定。

由於此三類多攝影機追蹤系統都有許多學者提出相關研究，為進一步說明其優缺點，因此從成本、目標解析度、以及監控區域等進行比較，表1所示為此三種架構的比較結果，從表中發現，雖然多靜態式攝影機系統，有較低的成本，但對於目標的解析度以及監視範圍都較差；相比之下，多動態式攝影機系統有較高的目標解析度及較大的監視區域，但相對的成本很高。因此在各方面考量下，靜態式與動態式攝影機混合系統會是一個不錯的選擇，因為成本較多動態式攝影機系統低，且同樣有較高的解析度與大監控範圍。

表 1. 多攝影機追蹤系統比較

多攝影機系統	成本	目標解析度	監視區域
多靜態式	低	低	小
混合式	低/中	高	大
多動態式	高	高	大

在本篇論文中我們提出一種靜態與動態攝影機混合的多攝影機監控系統，稱為主從式(Master-Slave)攝影機組追蹤系統，此系統利用一部靜態攝影機又稱為主攝影機，負責監控大範圍區域，再配合一部或多部動態(PTZ)攝影機又稱為從攝影機，進行特定區域移動物體即時追蹤，其處理程序為靜態攝影機影像中有移動物體觸發警戒區域後，由靜態攝影機將目前被觸發警戒區域位置傳送給動態攝影機來進行即時監控追蹤，動態攝影機在設定的追蹤時間到後，即可回到預設位置進行監控或是進行下一次追蹤。此外系統無須透過座標轉換來校正，藉此減少系統的運算量，且靜態攝影機與動態攝影機獨立執行，因此可以平行處理，對於多目標追蹤亦可以搭配多動態攝影機，由於是獨立運作因此不會因為移動物體離開靜態攝影機監視範圍而導致動態攝影機無法持續追蹤攝影。

2. 系統架構

本系統架構為一個主從式架構，由靜態式攝影機為主(Master)，PTZ 攝影機為從(Slave)。首先，由被動式攝影機對大範圍環境被動監控，接著透過影像處理技術決定是否需要觸發追蹤，追蹤的部分則由 PTZ 攝影機針對靜態式攝影機所被觸發的物體進行追蹤。最後，本系統利用 PTZ 攝影機與靜態式攝影機結合，以達到本系統的主要重心“主從式即時追蹤”。

圖 2 所示為系統架構圖，此系統架構分為靜態攝影機部分與動態(PTZ)攝影機部分，並將靜態式攝影機系統細分為前景偵測(A)及警戒區偵測(B)兩個部份，由靜態式攝影機系統判斷目標物是否進入警戒區，若進入警戒區，則會發送觸發訊號。另外 PTZ 攝影機系統也細分為樣板建立(C)以及追蹤(D)兩個部份，PTZ 攝影機系統在未接獲觸發訊號時，為待機狀態，且不斷判斷是否接收到觸發訊號，當 PTZ 攝影機系統得到訊號後，將移動鏡頭至被觸發的警戒區來追蹤目標物。

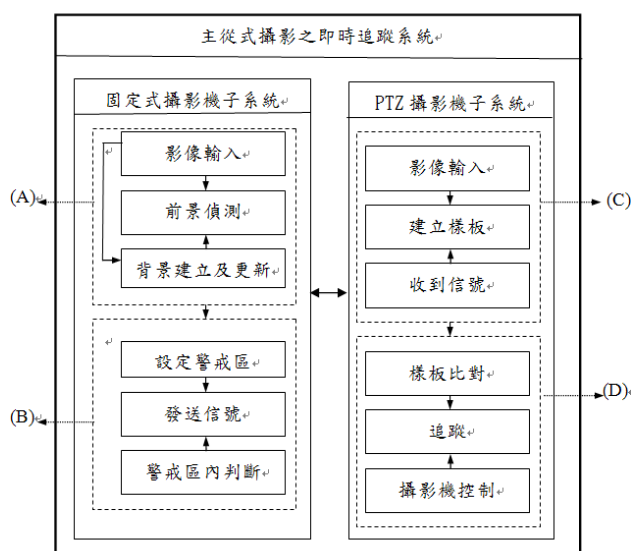


圖 2. 系統架構圖

3. 靜態攝影機之移動物體偵測

靜態式攝影機的流程如圖 3 所示，將其分為(A)前景偵測與(B)警戒區偵測部分。在前景偵測的部分，首先對輸入影像做濾波，以減少不必要的雜訊，接著進行影像二值化；而為了方便取得影像的前景物體，採用連通法將相連的區域給予相同標籤，經過前幾個步驟之後就能得到候選區的移動物體。另外我們還多加了背景的建立與更新，此方法即能使背景影像隨著環境的變化，而隨時的自動更新，不會受環境的物體影響。另一方面，在警戒區的偵測部

分，首先定義三個旗標 F_1 、 F_2 、 F_3 為布林 0、1 的值， F_1 為 PTZ 攝影機狀態（當 $F_1=0$ 為閒置， $F_1=1$ 則為動作中）， F_2 作為觸發動態攝影機之訊號（當有物體觸發到設置的警戒區域內 F_2 設為 1）， F_3 為動態取樣版（當 $F_3=1$ 時，表示已取樣版）。

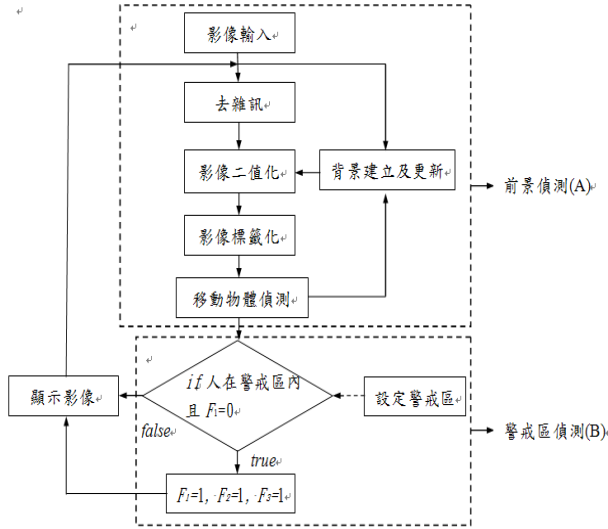


圖 3. 靜態攝影機系統流程圖

3.1. 前景偵測

透過連通法將相連的區域給予相同標籤後，由於系統關注的是畫面中的移動物體，所以利用前景偵測的方式可以直接取得畫面中移動物體的位置，本文採用背景相減法來完成影像中移動物體的偵測，此方法運算簡單可以實現於即時系統上，其運算方程式如下：

$$P_t(x, y) = \begin{cases} 1, & |A_t(x, y) - B_t(x, y)| \geq th \\ 0, & |A_t(x, y) - B_t(x, y)| < th \end{cases}, \forall x, y \quad (1)$$

其中， $P_t(x, y)$ 、 $A_t(x, y)$ 及 $B_t(x, y)$ 分別表示在座標點 (x, y) 的前景影像、輸入影像及背景影像，下標 t 表示時間， th 值為一預設臨界值。最後利用影像標籤化將前景像素點互相連結的區塊給予相同的標籤且編號唯一，之後就可以得到移動物體輪廓。

3.2. 背景建立及更新

由於背景影像隨著時間改變，因此對於背景影像需建立一套更新的機制，使得背景影像能隨時更新，達到當下最接近實際環境的背景影像，其方程式如下：

$$K(x, y) = \begin{cases} \alpha K(x, y) + (1 - \alpha) I(x, y), & \text{if } p(x, y) = 0 \\ K(x, y), & \text{Otherwise} \end{cases}, \quad (2)$$

其中， $I(x, y)$ 、 $K(x, y)$ 分別為輸入影像

及背景影像的座標點， $p(x, y)$ 為輸入影像減掉背景的背景的座標點， α 為一個倍率的值 $\alpha \in R$ 。在方程式中可看出當 $p(x, y) = 0$ 時，就將 $\alpha K(x, y) + (1 - \alpha) I(x, y)$ 取代掉背景 $K(x, y)$ ，否則背景不做更新。此方法不需事先儲存影像，因此可以節省記憶體空間，另外又可以因應當時的背景環境逐步的調整並進行更新，較符合即時影像的背景建構方式。

3.3. 警示觸發

為了讓 PTZ 攝影機找到正確的追蹤目標，因此要在追蹤或是保護的目標上設置警戒區域如圖 4 所示，藍色框為警戒區域，紅色框部分，即表示有物體進入警戒區內，所以發出紅色警報。



圖 4. 警戒區觸發

4. 動態攝影機之移動物體追蹤

PTZ 攝影機的流程如圖 5 所示，PTZ 攝影機流程分為兩部分，一部分為樣板建立，另一部分為追蹤，樣板建立是透過水平垂直投影找中心點並擴展一個大小所建立出來，追蹤部分是透過 LBP 特徵值計算和對數搜尋比對所得的移動向量並控制攝影機來達成。首先定義三個旗標 F_1 、 F_2 、 F_3 為布林 0、1 的值， F_1 為 PTZ 攝影機狀態（當 $F_1=0$ 為閒置， $F_1=1$ 則為追蹤中）、 F_2 為觸發 PTZ 攝影機動作之訊號（ $F_2=0$ 表未觸發警戒區、 $F_2=1$ 表觸發警戒區）、 F_3 為取樣板判斷旗標（ $F_3=0$ 不取樣板、 $F_3=1$ 取樣板），其流程動作是由動態攝影機輸入影像，判斷 F_2 是否為 1，若為 1 則 PTZ 攝影機鏡頭移至警戒區；接著判斷 F_3 是否為 1，若為 1 則對目標物擷取由中心點擴展出來的範圍當樣板，並將 F_3 設為 0 後，透過 LBP 特徵值計算再經由對數搜尋比對找出目標物之移動向量，再由攝影機的控制來達到追蹤目標物，並判斷追蹤的設定時間是否結束，若結束則將 F_1 和 F_2 設置為 0，否則繼續判斷 F_2 。

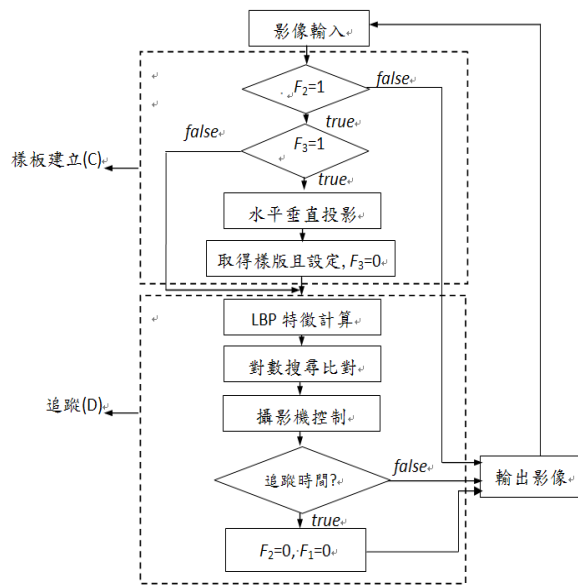


圖 5.PTZ 攝影機系統流程圖

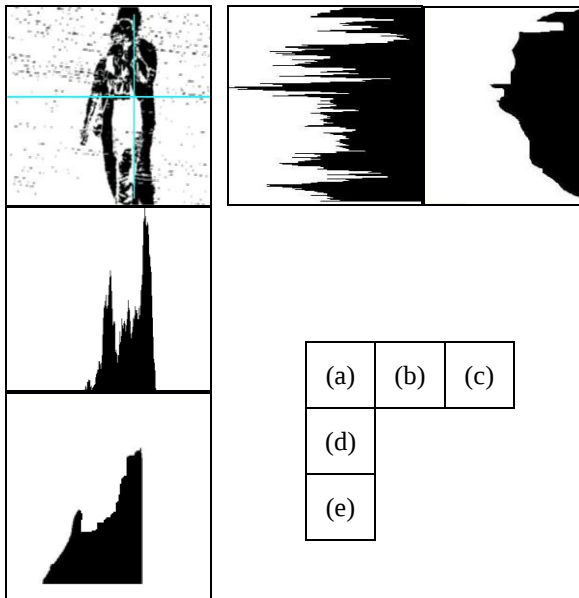


圖 6. 追蹤樣板擷取(a) 物體的中心點(b)水平方向像素值直方圖(c) 水平方向像素值平均直方圖(d) 垂直方向像素值直方圖(e) 垂直方向像素值平均直方圖

4.1. 追蹤樣板擷取

在追蹤樣版擷取部分，首先透過二值化後的移動物體影像，作水平投影和垂直投影來計算出該物體的中心點，如圖 6 (a)圖表二值化後移動物體中心點圖，首先以水平方向將每一列像素進行加總取得每一列的總和如圖 6 (b)，而垂直方向是將每一行像素進行加總取得每一行的總和如圖 6 (d)，接著在對這些值進行遮罩計算取得平均值，再找出水平峰值位置如圖 6 (c)及垂直的峰值位置如圖 6 (d)，此點即為此物體之中心點，取得此點之後再以

固定的左右距離和固定的上下距離之大小作為樣板。

4.2. 特徵抽取

LBP 是一種用來描述區域紋理變化的特徵計算方式，藉由特徵相似程度來比對而非絕對相似進行比對，相當適合使用在即時系統中。首先定義 I_1 - I_9 為輸入影像像素、 V_1 - V_9 為 LBP 特徵值、 W_1 - W_9 為權重，權重以 2 的冪次依順時針方式排列如圖 7.(a)。其運作方式為將畫面切成 N 等份，每等份的像素皆以 3*3 區塊的方式做 LBP 特徵值計算如圖 7.(b)-(d)。其中圖 7.(c)為某個等份以 I_5 為中心的 3*3 區塊，圖 7.(d)為轉成 LBP 特徵值結果，其中 $V_j = (I_j - I_5) \times W_j$ $\forall j=1-9$ ，依上述方式即可得到該等份的 LBP 特徵值，最後透過此方式將所有等份的 LBP 特徵值算出並合併成一個 LBP 特徵值，做為往後比對之資料。

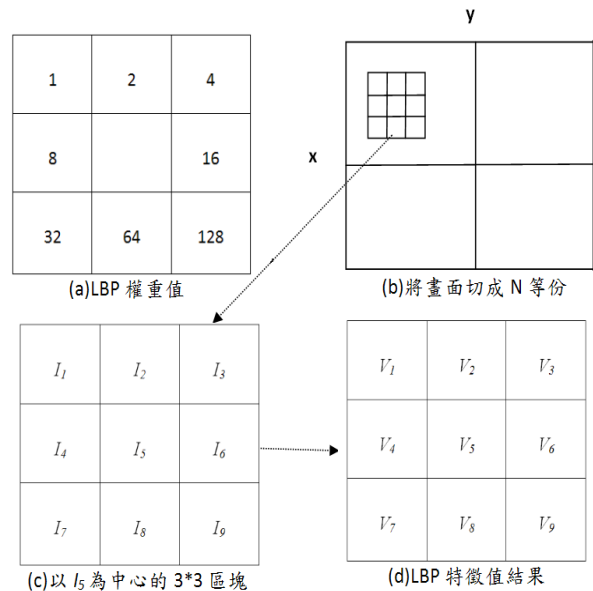


圖 7.(a)~(d)為 LBP 特徵值計算

4.3. 二維對數搜尋追蹤

對數搜尋比對是找尋前一張輸入影像最近似樣版的同時，以 (x_0, y_0) 為中心搜尋 $[-p/2, p/2]$ 像素範圍，且搜尋的樣板是固定大小，如圖 8 所示。首先搜尋圖中紅色圖塊標示‘1’的樣版，這些樣板在 x 軸與 y 軸分別以座標 (x_0, y_0) 間隔 $p/2$ 為取樣間隔，將搜尋部分標示‘1’的樣板與目前輸入影像中的 (x_0, y_0) 為中心樣板進行近似比對，最後可以從標示‘1’的紅色樣版圖中取得最近似樣版；接著以此樣板中心點座標做第二次的對數搜尋，如圖中標示 2 的樣板，此次的取樣間隔則以 $p/4$ 的像素為取樣，接著從

標示‘2’的樣板中找到與目前輸入影像中以 (x_0, y_0) 為中心點的近似樣版，以此類推找到標示‘3’樣板的中心 (x_1, y_1) ，直到找尋樣版的間隔 p 小於等於 1 個像素為止(如圖 8)，最後即決定此樣版的移動向量 (d_x, d_y) ，其中 $d_x = (x_1 - x_0)$ 以及 $d_y = (y_1 - y_0)$ ，其連續對數搜尋追蹤結果。

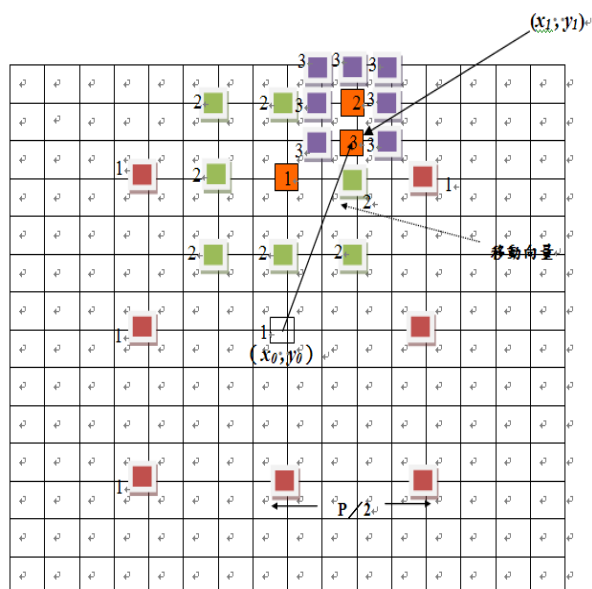


圖 8. 二維對數搜尋

5. 實驗與結果

本實驗實做了白天與傍晚的物體追蹤，另外也針對不同方向進入警戒區域的追蹤，下面小節將依序介紹系統介面以及實驗結果。

5.1. 系統介面

本實驗設計一個使用者介面，如圖 9 所示，為本系統操作介面以及表 2 系統操作說明表，對於各按鈕及影像的解說。首先在靜態式攝影機設警戒區，尚未觸發時警戒區為藍色框，當移動物體進入警戒區時，警戒框變為紅色，同時並發送觸發信號給 PTZ 攝影機進行追蹤及錄影。

PTZ 攝影機收到觸發訊號後，攝影機能與追蹤目標物移動方向一致，如圖 10 所示。在實驗追蹤的過程有另一個物體闖入並與追蹤的目標物擦身而過，由於本系統另一物體的 LBP 特徵值與目標物之 LBP 特徵值差異較大，因此發生追蹤錯誤之機會相當小。另一方面，靜態式攝影機畫面中的警戒區觸發後發送信號給 PTZ 攝影機之後，當監視區域在靜態式攝影機的畫面角落，且移動物體離開靜態式攝影機監控範圍，此時 PTZ 攝影機仍然可以持續對於該移動物體追蹤，就算靜態式攝影機拍攝

不到的時候，仍然可以知道該移動物體之特徵。另外，本文也比較了校正式攝影機追蹤系統與本系統主從式攝影機即時追蹤之差異。相較於校正式攝影機追蹤系統，在追蹤物體離開靜態式攝影機監視範圍外，仍可持續追蹤，而且能夠不需校正，安裝容易以及可平行處理且運算量小。

表 2.系統操作介面說明表

項目	功能說明
(1)	靜態式攝影機即時畫面。
(2)	PTZ 攝影機即時畫面。
(3)	靜態式攝影機即時畫面擷取圖片，並在此畫面圈選候選區。
(4)	PTZ 攝影機即時畫面擷取的圖片，此圖也將作為樣板比對與 LBP 追蹤。
(5)	手動控制 PTZ 攝影機移動方向及鏡頭遠近。
(6)	更改攝影機來源。
(7)	更改影像解析度。
(8)	PTZ 攝影機位置記憶設定，共 20 個。
(9)	令 PTZ 攝影機移動至相對應的記憶位置
(10)	勾選步驟(8)所要記憶的位置後，點下此鈕完成設定。
(11)	勾選步驟(9)所要移動的對應記憶位置後，點下此鈕命令 PTZ 攝影機移動。
(12)	開啟靜態式攝影機，若影像為動態則可利用步驟(6)來更改。
(13)	開啟 PTZ 攝影機，若影像為靜態則可利用步驟(6)來更改。
(14)	當攝影機皆完成開起，按下此鈕啟動系統。
(15)	去除所圈選的候選區，最後圈選最先刪除，以此類推。
(16)	攝影機關閉鈕。
(17)	系統關閉鈕。

5.2. 實驗結果

在實驗結果的數據中，我們實驗了白天與傍晚的結果以及針對不同方向進入警戒區的相關數據的。表 3 為白天追蹤的結果，當移動物體一般行走速度，追蹤的正確率為 94.1%，當移動物體快速行走時，追蹤的正確率為 91.3%，而白天追蹤的平均正確率為 92.6%。另一方面，而在傍晚追蹤結果如表 4 所示，因為天色較暗所以追蹤的正確率很明顯的下降許多。最後，本文還實驗了不同方向進入警戒區域的實驗，如表 5 所示，而追蹤的平均正確率也能達到 85.9%。

表 3. 不同移動速度在白天追蹤結果(同方向)

速度	次數	成功	遺失	正確率 (%)
一般 (>3 步/秒)	101	95	6	94.1
快 (3~4 步/秒)	103	94	9	91.3
平均	204	189	15	92.6

表 4. 不同移動速度在傍晚追蹤結果(同方向)

速度	次數	成功	遺失	正確率 (%)
一般 (>3 步/秒)	102	90	12	88.2
快 (3~4 步/秒)	102	84	18	82.4
平均	204	174	30	85.3

表 5. 不同移動方向追蹤結果(固定速度)

行走方向	次數	成功	遺失	正確率 (%)
左右	23	20	3	87.0
遠離攝影機	23	20	3	87.0
朝攝影機	23	19	4	82.6
任意	61	53	8	86.9
平均	130	112	18	85.9

6. 結論

本文系統的目的是利用主從式架構來實現物體偵測及追蹤，而本系統最大的優點就是多點監控，藉由平行處理來減少系統執行時所需的運算量，以提升系統的執行效率。另一方面，當靜態式攝影機所偵測到的移動物體從畫面離開後，PTZ 攝影機仍然可以持續追蹤該目標物。此外從實驗結果得知，我們的系統在白天的平均追蹤率為 92.6%，而在傍晚平均追蹤率也有 85.3%。另一方面由於移動物體的突然轉身也會導致特徵值差距太大，導致後續的追蹤問題，或者是攝影機在拉太近且目標物移動速度太快導致攝影機速度跟不上，很可能會發生跟丟的狀況。所以如何有效追蹤並取得所需之影像，都需要將方法做進一步地改善及進行更多的實驗，甚至可以嘗試多主從式架構的攝影機運作方式，將是未來的工作目標之一。

致謝

此計畫成果部分由教育部補助技專校院建立特色典範計畫(台技(一)字第 0990045921n 號) 以及部分由國科會計畫「以綠能無線感測網路為基礎之智慧型健康監測與照護系統研究」所支持，在此特別表達感謝。

參考文獻

- [1]. Shu-Ming Chung, "Using SOPC to Implement Robust Color Image System for Object Tracking and Motion Estimation," Electrical Engineering National Cheng-Kung University Tainan, Taiwan, R.O.C. 13, June, 2004.
- [2]. Ren-Hao Chen, "Using PTZ Camera to Construct a Smart Video Surveillance System," Institute of Computer and Communication Engineering National Cheng-Kung University Tainan, Taiwan, R.O.C. August, 2008.
- [3]. Janne Heikkilä and Olli Silvén, "A Real-Time System for Monitoring of Cyclists and Pedestrians," IVC(22), No. 7, July 2004.
- [4]. P. H. Kelly, et. al., "An architecture for multiple perspective interactive video", ACM international conference on Multimedia, pp. 201-212, 1995.
- [5]. Q. Cai, and J. K. Aggarwal, "Tracking Human Motion in Structured Environments Using a Distributed-Camera System," Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.21, No.11, 2002, pp. 1241-1247.
- [6]. Gideon P. Stein, "Tracking from Multiple View-Points: Self-calibration of Space and Time," Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 521-527, 2002.
- [7]. T.-H. Chang, et.al., "Tracking Multiple People under Occlusion using Multiple Cameras", *The Eleventh British Machine Vision Conference*, pp. 566 - 576, 2000. .
- [8]. V. Kettner and R. Zabih, "Bayesian Multi-Camera Surveillance," *Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 253-259, 1999.
- [9]. Hsien-Chou Liao and Wei-Yi Chen, "Eagle-eye: a dual-PTZ-camera system for target tracking in a large open area," *Information technology and control*, Vol. 39, No. 3, pp. 227 - 235, 2010.
- [10]. Weiming Hu, Min Hu, Xue Zhou, Tieniu

- Tan, Jianguang Lou, and Steve Maybank, "Principal Axis-Based Correspondence between Multiple Cameras for People Tracking," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 28, pp. 663-671, Apr. 2006.
- [11]. Anurag Mittal and Larry S. Davis, "M2Tracker: A Multi-View Approach to Segmenting and Tracking People in Cluttered Scene," *International Journal of Computer Vision*, pp. 189-203, 2003.
- [12]. James Black and Tim Ellis, "Multi Camera Image Tracking," *Proceedings of the Second International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance (PETS2001)*, Dec. 2001.
- [13]. Q. Cai and J. K. Aggarwal, "Tracking human motion in structured environments using a distributed-camera system," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 21, pp. 1241-1247, Nov. 1999.
- [14]. C. Micheloni, G. L. Foresti and L. Snidaro, "A cooperative multicamera system for video-surveillance of parking lots," *IEE Symposium on Intelligence Distributed Surveillance Systems*, pp. 1-5, Feb 2003.
- [15]. C. Micheloni, G. L. Foresti, L. Snidaro. A network of co-operative cameras for visual surveillance. *IEEE Proceedings of Vision, Image and Signal Processing*, 8 April, 2005, Vol. 152, 205-212.
- [16]. C. Micheloni, G. L. Foresti and L. Snidaro, "A network of co-operative cameras for visual surveillance," *IEE Proceedings on Vision, Image and Signal Processing*, vol. 152, pp. 205-212, April 2005.
- [17]. Takashi Matsuyama and Norimichi Ukita, "Real-time Multitarget Tracking by a Cooperative Distributed Vision System," in *Proceedings of the IEEE*, vol. 90, pp. 1136-1150, Jul. 2002.
- [18]. I.H. Chen, S.J. Wang. An efficient approach for the calibration of multiple PTZ cameras. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2007, Vol. 4, Issue 2, pp.286-293.



圖9. 系統GUI介面圖

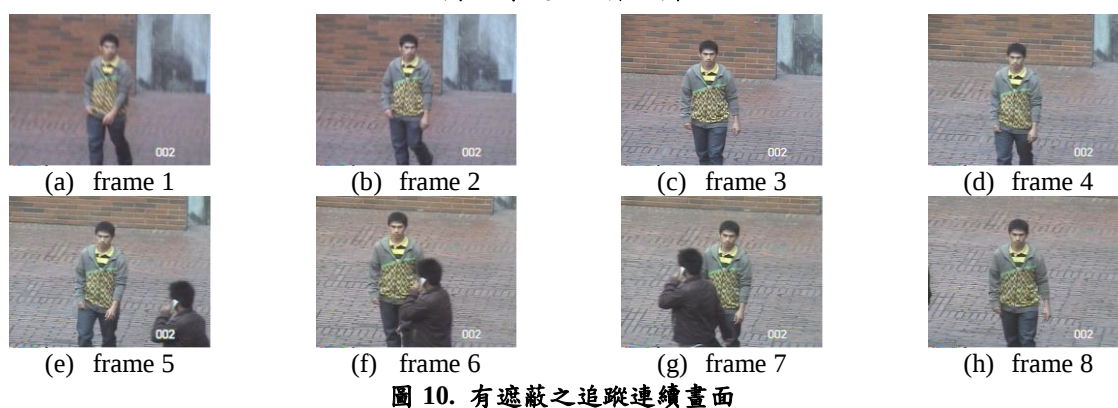


圖 10. 有遮蔽之追蹤連續畫面