

PTZ 攝影機於飛行物追蹤之應用

吳明芳
崑山科大電機系
副教授
e-mail: wumifa@
mail.ksu.edu.tw

李振興
崑山科大電機系
副教授
e-mail: ljh0906@
mail.ksu.edu.tw

王炳聰
崑山科大電機系
副教授
e-mail: wping@
mail.ksu.edu.tw

劉須平
崑山科大電機系
研究生

摘要

本論文主要是利用 PTZ(Pan-Tile-Zoom)攝影機實現飛行物體偵測與追蹤。在飛行物偵測方面，最簡單的方法是運用前後張影像相減後所產生的差異量，但此方法只適合背景較單純的情況。若背景中含有數個不動的物件，則當攝影機追蹤時，原不動的物件在攝影機轉動會變成像會移動的物體一樣，導致無法正確判斷真正的飛行物體，所以如何有效除此類背景為首要目標。

本文在背景消除的技術上，主要運用區塊比對的方式，首先在上一張圖像中找一塊合適背景當樣板，然後在下一張圖像中於樣板位置四周取適當的範圍搜尋與樣板最相似的背景來取得位移向量。搜尋最相似背景的方式乃運用絕對誤差之總和(SAD)技術的快速運算特質，來決定前後畫面相減的位移向量，以達成背景消除的目的。

在執行飛行物追蹤方面，當計算出飛行物體相對於整張影像中心點的位移量後，以此量控制 PTZ 攝影機來追蹤飛行物體，使飛行物體儘量保持在畫面中心，如此便可達到飛行物體即時追蹤的目的。

關鍵詞：PTZ 攝影機、飛行物偵測、背景消除、追蹤

Abstract

In this thesis, the PTZ (Pan-Tile-Zoom) camera is applied to detect and to track the flying object. In tracking aspect, the easiest way to trace moving object is to utilize the variation between the current and the next images. But, it only suits the image with simple background. If there is any motionless object existing in the background of real moving object, then it will look like the moving object when the PTZ camera is controlled to track. This situation results in that the real flying object is unable to judge correctly. So, the primary goal in this thesis is how to eliminate such background effectively.

In this study, the block matching algorithm is mainly used to develop a technique of background eliminating. In this technique, a suitable block of background in the current image is firstly determined as the reference block, then the most similar background in the next image is searched to gain motion vector when a proper range around the reference block in the next image is taken to compare with the reference block. The manner of searching for similar background is to use the quick operation characteristic of summing absolute difference (SAD), and the background eliminating can be achieved by determining the motion vector from the difference between the current and the next images.

When tracking real flying object, the motion vector with respect to the image center is calculated firstly, and then the PTZ camera is controlled according to this vector to trace the flying object which is tried to stay on the image center as far as possible. Therefore, the goal of real time tracking of flying object can be accomplished.

Keywords: PTZ camera, flying object detection, background eliminating, tracking.

1. 前言

隨著時代的進步，電腦本身及周邊商品的演進，使得運用科技產品技術來代替傳統勞力的方式也越來越節省成本，尤其要有效的運用可見光攝影機來追蹤快速移動的物體，更是需要長時間來培訓專業人力，不但不符合經濟效應，也常會發生青黃不接的現象，所以針對快速移動物體的追蹤技術也因此越來越受重視。

目前科技在視訊影像方面已有不錯的品質，所以若能充分利用機器視覺技術，再配合影像處理技術就能自動追蹤或比對，如飛彈、飛機的追蹤，或是在工業上的影像檢測等會都有不錯的效果。雖然傳統的人力亦能達到上述之目的，但 Goolkasian [1]提到，當人的眼睛注意力於追蹤目標，注意力的集中時間一但超過

20 分鐘，即使有物體進入監控畫面中或監控畫面有快速變化，人的反應時間往往跟不上須追蹤的目標，因此近幾年來智慧型監視系統的研究日益普遍。

追蹤無非是要能即時的找出移動物的位置及其移動的方向，綜觀許多研究追蹤的文獻中，對於須追蹤物件大致上可分為兩種，第一種以辨識為基礎，是藉由連續影像中以訓練方式來獲得前景物體，但此方法繁雜耗時亦需搜集大量資料存於記憶空間，若所需偵測物件無特徵或變化太大，則容易造成脫鎖現象；第二種以位移為基礎，早期的追蹤系統運用連續影像將背景與影像中的物體作相減[2]，以利搜尋移動目標，或運用移動目標平移法[3]與移動邊緣檢測法[4]對物體作追蹤，但只要有背景物跟著移動，則容易發生追蹤錯誤的現象。

本論文所追蹤的空中移動物體無固定特徵值，所以上述第一種方式無法滿足本論文需求，而運用第二種方式雖有缺失但可加以改進來達成目的，改進的方面一則要有效找出前景

物件，二則要避免後景物體所造成的影響。為了找出後景並消除之，比對方式就顯得相當重要，區塊比對法雖然需要繁瑣的數學公式但其方式清楚且可加以改良來縮短運算時間，本論文以此為基礎來實現空中移動物體即時追蹤之目的。

為了達到前節所述目的，本論文的完整追蹤流程如圖 1-1 所示，其中在移動物體目標偵測流程中運用了背景運動向量補償及前後張影像相減等技術；而在飛行物體目標追蹤流程中將位置計算的結果數值回傳給 PTZ 攝影機以執行追蹤功能。基於圖 1-1 的完整追蹤流程，本論文第 2 節主要探討後景影像區塊比對，並描述如何快速有效消除背景以利追蹤達成目的；第 3 節實際運用 PTZ 攝影機來追蹤空中移動物體，並結合第 2 節所述理論及方法來達成空中移動物體即時追蹤的目的；第 4 節為實驗結果；最後結論與未來研究方向於第 5 節中描述。

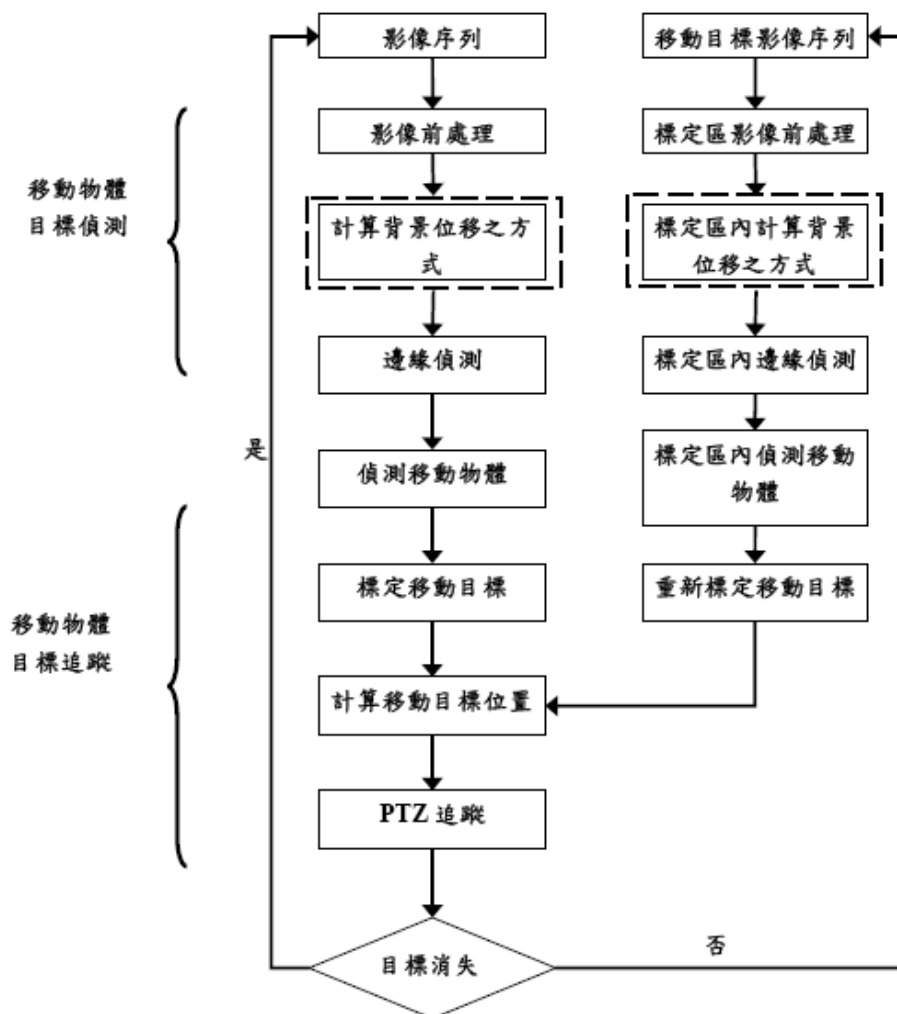


圖 1-1 飛行物體追蹤流程

2. 背景特徵判定與擷取

2.1 系統流程與背景偵測消除流程

當 PTZ 攝影機不動時，且背景是靜止的情況下，背景影像在前後張影像相減的過程中是可以完全被濾除的，僅有移動目標被留下來，此時可以完全標定出移動物體，但是只要攝影機執行追蹤動作，背景相對攝影機擷取畫面就像是一大片會移動的物體，此時真正的移動目標標定動作將會被背景所干擾，所以必須將背景消除，才能達到移動物體標定的目的。

假設背景相對於移動物體大很多，且背景本身是不會移動的或是相對於真正移動物體的運動速度差異很大，此時只要求得背景移動的運動向量，再執行背景運動向量補償過程就可以將背景濾除，只留下真正的移動目標。整個背景偵測及消除流程如圖 2-1 所示，流程中藉由前一張影像擷取本文所定義出的參考區塊，再與目前影像運用區塊比對方式取得運動向量後，依此運動向量進行背景運動向量補償及影像相減等工作，即可得到差異影像。

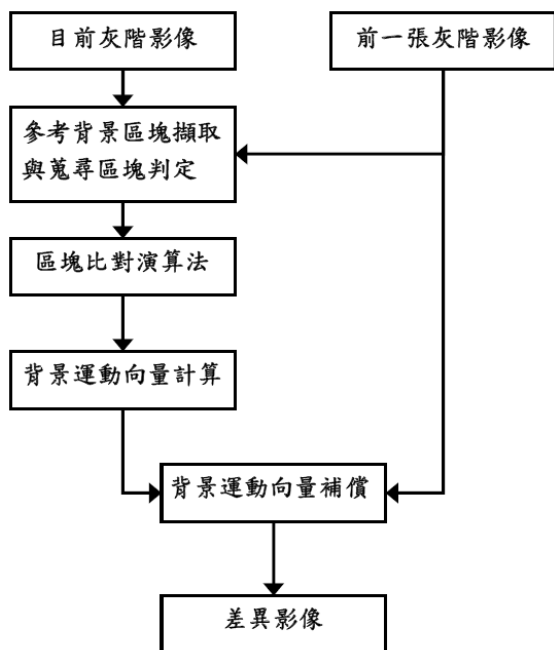


圖 2-1 背景偵測與消除流程

2.2 參考背景區域標定

在處理參考背景區域標定前必先施以影像分割的步驟，影像分割就是將整張影像依實際需求分割成許多小區塊，再利用分割出來的小區塊來找出所需要的參考背景區塊。當所需

要的參考背景區塊被標定出來後，分割就可以停止。為達上述目的，本文所利用的方法是在標定移動目標物之圖框後(圖框比移動物體大)，以其圖框四角邊緣再找尋三個適當的圖框，共計十二個圖框，其大小本文設定為 30×30 矩陣，如圖 2-2 所示。

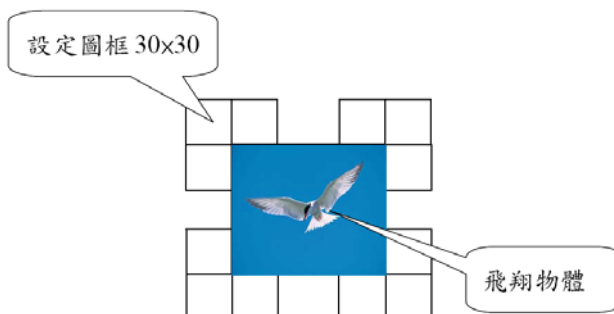


圖 2-2 參考背景設定

當計算圖框內畫素不足時我們就尋找下一個分割圖框，若都無適當分割圖框，則可判定移動目標四周為背景不複雜之情況，計算之畫素值為做完 Sobel 處理後並經二值化的影像，因為在作移動物體判定時是藉由 Sobel 處理完再經二值化後的前後張影像相減的結果來判定，所以當背景無邊緣化的結果產生時，並不會影響到移動物體判定的結果。因此以做完 Sobel 處理再二值化後的影像畫素作為判定是否為適當參考背景的依據。

2.3 背景比對及背景消除

動態影像是由一連串的靜態影像序列連續播放而成，運用人眼的視覺暫留現象，當靜態影像序列播放速度夠快時，便會覺得影像在移動而成為動態影像。而在背景比對的技術中，運動向量計算的過程佔有相當重要的地位，這主要是因為連續影像之特點為前一張影像中之物體通常在下一張亦會出現，因此相鄰兩張影像之間具有極大的關聯性。這些關聯性背景的相對位置亦是背景運動向量的延伸。利用運動向量計算技巧可將龐大的畫面資料以幾個簡單的參數來表示，這些參數代表被預測的畫面內容與參考畫面內容的關聯性，即為移動估測(motion estimation)參數。然而在作移動估測的同時假設追蹤物體佔整個畫面比例小且運動速度不快，且畫面中的背景不會放大或縮小、變形或旋轉、突然出現或消失，所以在前後兩個連續畫面中，從前一個畫面切割一個適當的矩形區塊，再與後一個畫面(或稱為目前

畫面)所定的搜尋區塊來計算出運動向量。其計算方式主要有兩種：第一種是利用數學推導直接計算運動向量[24]；第二種是利用區塊比對(block matching)[18]~[22]找到最佳預測區塊。在這兩種方法中，區塊比對法的複雜度不高，預測品質也不錯，故本文使用區塊比對法。

區塊比對法是將被預測區塊與各參考區塊作比對，並以最近似的參考區塊為被預測區塊的預測值，目前已經發表有關區塊比對法的論文很多，包括全域搜尋區塊比對法(full-search block-matching algorithm)[18]、一維全域搜尋移動估測法(1D full search motion-estimation algorithm)[19]、三步搜尋法(three step search algorithm)[20]、新三步搜尋法(new three step search algorithm)[21]、四步搜尋法(four step search algorithm)[22]等。由於上述的區塊比對法中使用全域搜尋區塊比對法較為準確，所以全本論文選擇使用全域搜尋區塊比對法則之變相搜尋方式。

全域搜尋區塊比對法則的運算方式主要採用相似準則，常用之相似準則有下列幾種：

1. 平均平方誤差(mean square error, MSE)。
2. 平均絕對值誤差(mean absolute difference, MAD)。
3. 最小化最大誤差(minimized maximum error, MME)。
4. 交錯相關函數(cross-correlation function, CCF)。
5. 絕對誤差之總和(sum of absolute differences, SAD)。

其中絕對誤差之總和運算(SAD)方便且快速，符合加速運算的效果，假設區塊大小為 $N \times N$ ，則其運算式如(3-1)式所示[25]。

$$SAD = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} |f_k(x+u, y+v) - f_{k-1}(x+m+u, y+n+v)| \quad (3-1)$$

其中 (m, n) 為運動向量， $f_k(x, y)$ 為目前區塊中 (x, y) 座標之灰階值， $f_{k-1}(x, y)$ 為參考區塊中 (x, y) 座標之灰階值。本文即使用此方法來實現區塊比對的工作。

本文所使用的搜尋方式之所以稱為全域搜尋區塊比對法則之變相搜尋方式的理由，是因為我們比對的區塊並非是全畫面搜尋，而是利用所偵測到之移動物體區塊往外擴展數十個畫素作為搜尋區域，由於先前已假設移動物體小且移動緩慢，連續影像中運動向量不大，

加上背景區塊的取得是以移動物體四周作為參考區域，故不用全畫面搜尋，此作法可以大大降低運算時間。

利用參考區塊並使用上述的區塊比對演算法找出最相似的背景區塊，就可以得到一個位移向量，相對的也求得一個 (m, n) 的運動向量，此運動向量即為整張影像中整體背景的運動向量。得到運動向量後，我們就可以運用運動向量補償方式，將前後張影像相減以達到濾除背景之目的。

3. 飛行物體偵測與追蹤流程

3.1 飛行物體偵測與攝影機控制

在針對整張圖像作灰階轉換、濾波、影像強化、影像邊緣檢測、開啟運算與關閉運算等影像處理後，再運用前章節所述比對技術濾除掉背景後，即可留下目前移動物體之位置。據此計算出相關數據後標出移動物體圖框及移動物之中心點，再與整張圖像中心點做比較就可以得知移動物與圖像中心點之偏移量。將此偏移量回傳給 PTZ 攝影機並據此控制 PTZ 攝影機的轉動，即可完成移動物體即時追蹤之目的。圖 3-1 所示為本論文之移動物體偵測與追蹤流程。流程中若已經確定移動物體位置，就可以標定到移動物體並計算其圖框中心，並計算圖框中心與影像中心偏移量，即可回傳此數值給 PTZ 攝影機做為控制轉動的依據，達到追蹤目的。

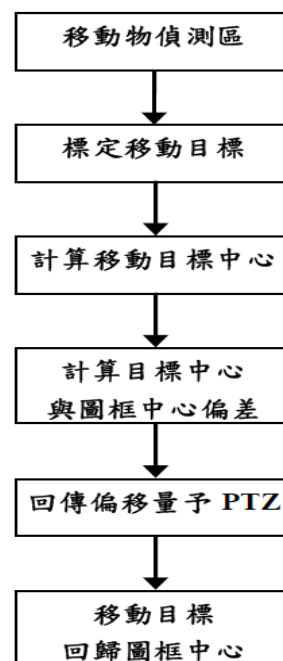


圖 3-1 移動物體偵測與追蹤流程

3.2 背景不雜亂時的空中移動物體偵測

在背景不雜亂的情況下，可以很簡單地將前後兩張圖像相減後，即可有效找出移動物體。一開始在攝影機不動的情況下，若沒有移動物體出現時，前後兩張影像相減後產生毫無差異值得全黑影像，此時攝影機因無移動量回饋值可供控制依據所以保持不動，但只要一有移動物體出現在較單純的背景時，前後兩張影像相減後背景可完全被消除，僅留下移動物的差異值影像，此時即可確認移動物體的確切位置，並可據此控制 PTZ 攝影機加以追蹤。綜合上述，本文於背景不雜亂時目標物的追蹤流程如圖 3-2 所示。由於此流程是用於單純背景的狀況，所以僅需將前後張影像相減即可確定目標物，並回傳偏移量給 PTZ 攝影機達到追蹤之目的。

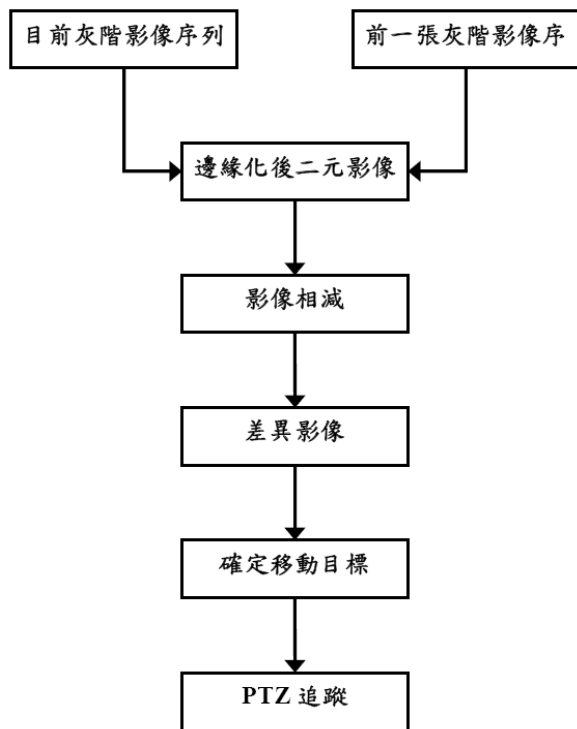


圖 3-2 背景不雜亂時目標物追蹤流程

在處理影像時，為節省運算時間本論文會將原來 RGB 彩色圖像序列轉成灰階影像序列，再針對灰階影像序列施以低通濾波處理、對比伸張強化處理及 Sobel 邊緣檢測後，藉由上一張取得的影像樣板進行比對工作。由於背景不雜亂情形下在影像比對前所取得的樣板經上述影像處理後得到乾淨無雜點的樣板，所以取得比對資料的位移向量為零，不需進行位移向量相減。這些步驟完成後再進行影像重整，即可取得我們所需的移動物體。上述過程

中並未進行 AND 運算，主要是考量取得差異影像與實際上正確影像位置偏差不遠，且少了 AND 運算又可以減少運算時間，所以本文於背景不雜亂時未使用 AND 運算後取得的數值來計算移動物體運動中心數值。

3.3 背景雜亂時的空中移動物體偵測

在背景雜亂的情況下進行影像追蹤時，最主要的工作在於如何判斷出背景複雜度及其如何影響移動物的標定，並於判斷出複雜背景後如何能有效消除背景及過濾出真正移動物位置，以便順利計算出移動物的圖框中心與影像中心之間的偏移量，進而傳回此數據給 PTZ 攝影機以達到追蹤空中移動物體之目的。

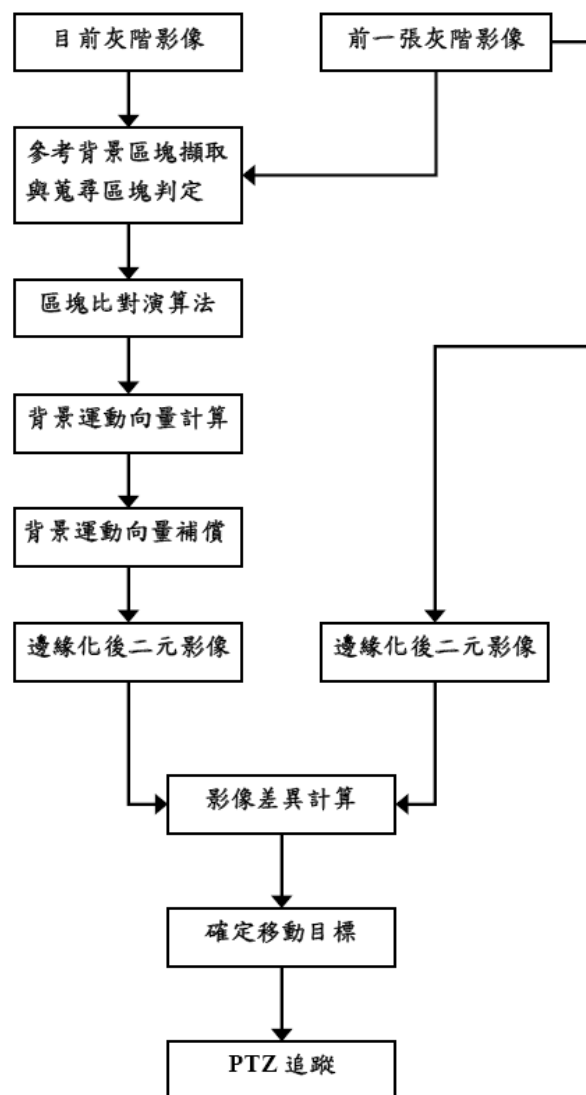


圖 3-3 背景雜亂時目標物追蹤流程

由於一開始攝影機不動且無移動物時，前後影像的差異量是毫無任何資訊的；當有移動物進入畫面時，因開始時 PTZ 攝影機不動且背

景靜止，所以在前後影像差異計算的過程中，背景可以完全被濾除，僅留下移動物資訊，進而可標定出移動物之圖框。圖框標定後連帶定出十二個參考背景區塊，其中只要依序找到一個參考背景區塊的點數資訊高於門檻值，便可取此一參考區塊與下一張影像進行區塊比對，得到整張背景運動向量的數值後，就可以執行背景運動向量補償進而濾除背景，以得到真正移動物體，並達到移動物追蹤之目的，其流程如圖 3.3 所示。由於此流程是用於背景複雜的狀況，所以必須先由前一張影像尋找參考背景區塊，再與目前影像運用區塊比對技術尋找背景運動向量補償的補償數值依據，最後進行背景運動向量補償及影像相減工作，即可確定目標物，並回傳偏移量給 PTZ 攝影機達到追蹤之目的。

本文參考區塊的取得過程，是先藉由移動物確認，再計算框選的圖框大小後，以圖框框的四個角落定義三個參考區塊如圖 3-4 所示。圖 3-4 中紅色框為移動物體圖框，四個角的座標分別為 (X_{min}, Y_{min}) 、 (X_{min}, Y_{max}) 、 (X_{max}, Y_{min}) 及 (X_{max}, Y_{max}) ，藍色分割框即為本文所定義之參考區塊。依本論文實務經驗，每一個參考區塊的分割大小以 30×30 畫素為最佳，且本文並非在每次運算中皆須計算十二個分割框內 Sobel 完之畫素，而是依序左右上下運算個別分割框中的畫素，若畫素值達到本文依經驗所定義的 50 個畫素時，以下的分割框皆不運算以節省時間。

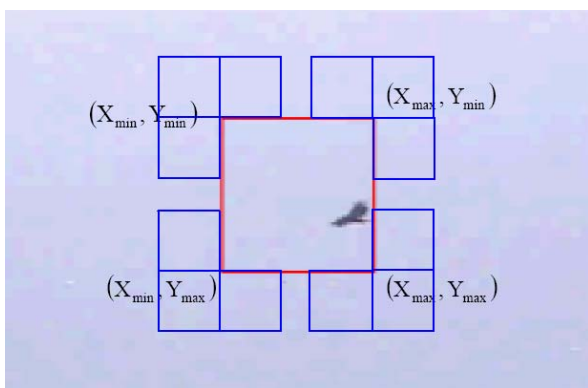


圖 3-4 分割圖框

至於搜尋區塊的取得是藉由參考區塊的擴展而來，如圖 3-5 所示。當我們計算到藍色分割框在 Sobel 完後的畫素達到本文所訂的閾值以上時，便以藍色分割框為中心，擴展數十個畫素作為搜尋框(黃色框)，由於本文先前已假設移動物移動不快，所以本文經驗所得的 50 畫素符合實際所需。

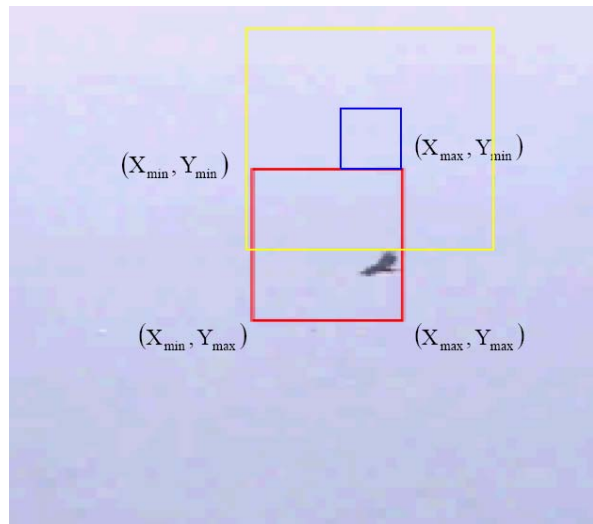


圖 3-5 搜尋區塊之取得

當取得參考區塊及搜尋區塊後，接下來就要運用比對的方式來取得背景的位移區塊，本文比對演算的方式示意圖如圖 3-6 所示，每一小格代表一個畫素。假設整個框為目前影像所定義的搜尋區塊，我們使用上一張取得的參考區塊，對整個搜尋區塊運用 SAD 運算(3-1 式)得到最佳區塊(good match)後記錄其位置，再與原先取得的參考區塊位置作比較會得到一個位移向量，此位移向量即為我們所需運動向量補償的數值。

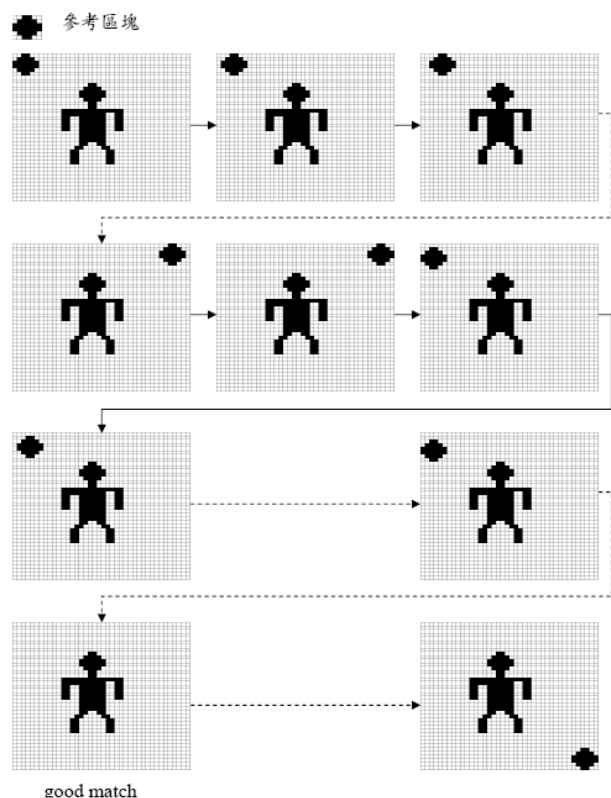


圖 3-6 區塊比對演算示意圖

如同 3.2 節所述，在處理影像時會將 RGB 彩色圖像序列轉成灰階影像序列，再進行低通濾波處理、對比伸張強化處理及 Sobel 邊緣檢測等工作。但不同的是本節在背景雜亂時的移動物的獲得，必須先藉由運動向量補償的方式來進行。運動向量是以背景區塊比對的方式來獲得，在背景區塊比對的過程中，可以得到上一張畫面背景相對於目前畫面背景的位移向量，也就是說得到了整張影像背景移動的位移量及方向。在移動物獲得時的影像相減動作前，我們必須考量到其背景的運動向量，所以進行運動向量補償是必要的動作。簡單的說運動向量補償就是在執行影像相減動作時先將上一張影像施以一個向量的位移補償後，再執行相減的動作，如此一來就可以將背景消除以得到移動物。

4. 實驗結果

本節將前面所介紹的參考背景擷取、搜尋區塊設定、背景運動向量補償、移動物標定與 PTZ 攝影機的控制等理論及處理流程實際付諸於實驗，以驗證各步驟方法的實用性及可行性，最後再以影像追蹤時的連續影像畫面來呈現實務應用結果。本文實驗平台是以中央處理

器 (CPU) 為 Intel Celeron M processor 420 (1.6GHz) 的筆記型電腦為主，使用的開發軟體為 Borland C++ Builder 6.0，運用之 PTZ 攝影機型號為 SONY EVI-D70，其影像擷取是使用型號為 UPMOST UPG300A 之 USB 介面的影像擷取卡，系統所處理的畫面為 320×240 24Bits 的 bmp 格式影像。

為了詳細介紹本文實驗結果，本節將於 4.1 節中介绍本文所設計系統界面的各畫面及界面框的意義；4.2 節則詳述背景單純與背景複雜時追蹤的實驗結果。實驗中先行假設幾點：1. 移動物體一定會經過 PTZ 攝影機所拍攝畫面中；2. 移動物體在拍攝畫面中所呈現的移動速度不會超過 PTZ 攝影機轉動之角速度。另由於模擬空中物體較困難，所以所要追蹤的空中移動物畫面是藉由某航空監視單位所提供的影片來模擬，以投影機投射畫面至布幕上，再使用 PTZ 攝影機拍攝投射畫面來完成本文實驗結果。

4.1 系統介面

圖 4-1 是本論文我們使用 Borland C++ Builder 6.0 所設計的介面畫面，畫面一為影像擷取卡所擷取之畫面，畫面二為系統程式複製



圖 4-1 程式介面畫面

畫面一影像並轉換成 320×240 24Bits 的 bmp 影像，畫面三為使用低通濾波後的灰階影像，

畫面四為經 Sobel 後二值化後的影像，畫面五為畫面三經對比伸張強化後的影像，畫面六為

完成背景運動向量補償後前後張影像相減後的影像。在畫面二及六中並加以框選出移動物位置以示移動物標定及追蹤之成效，其中紅色十字為移動物標定框之中心點，藍色十字為整張影像之中心點。界面框一中「裝置開啟/裝置關閉」按鈕為開關影像擷取卡功能，「初始運算」按鈕為所有影像處理畫面的開始運算功能，「標定/不標定」按鈕為運算畫面六內容功能並同步在畫面二做同樣框選之繪圖，「追蹤」按鈕功能為計算紅色十字與藍色十字位移量並傳給 PTZ 作為轉向指令的依據，「抓圖」按鈕為抓取畫面二至六影像的功能；界面框二為控制 PTZ 方向及遠進功能的所有按鈕。

4.2 空中物體追蹤實驗結果

本文所運用的追蹤畫面大致上可以分為兩種，第一種為老鷹飛行於空中時，拍攝老鷹於空中或海面背景上的飛行場景，此時空中背景是較單純的，海面因有船隻出現，須以特殊狀況的產生加以探討；第二種是快速飛行物體

於空中時，飛行物體的背景皆於空中，而空中背景因雲幕不同又會呈現背景較單純或是背景較複雜兩種狀況。

1. 背景單純時追蹤狀況

圖 4-2 所示為老鷹飛行時，背景皆於較單純的空中所呈現出來的連續畫面，圖中左邊畫面為系統程式複製 PTZ 攝影機拍攝畫面並轉換成 320×240 24Bits 的 bmp 影像；中間畫面為經 Sobel 並二值化後的影像；右邊畫面為完成背景運動向量補償後前後張影像相減後的影像，並據此於左邊及右邊畫面同步繪製標定框以顯示空中移動物體的標定及追蹤結果。由於做完 Sobel 並二值化後影像的背景幾乎是無雜點的，所以追蹤狀況十分良好，雖然於框選運算的程序中影像序列不經 AND 運算，但所框選的目標離正確目標的差異相當小，所以符合追蹤目的又可以增快運算時間。由圖 4-2(1)~(10)的連續畫面得知，空中老鷹隨時被框定出來，顯示已被成功追蹤。

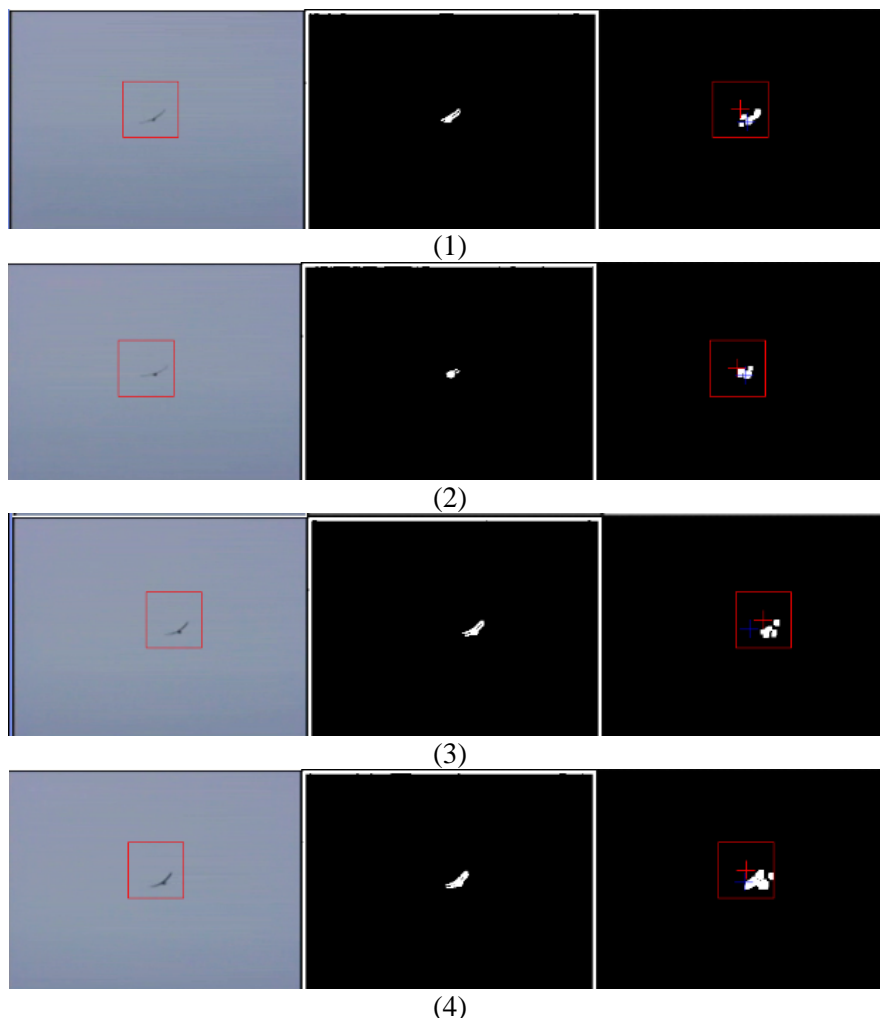


圖 4-2 老鷹飛行時的追蹤連續畫面

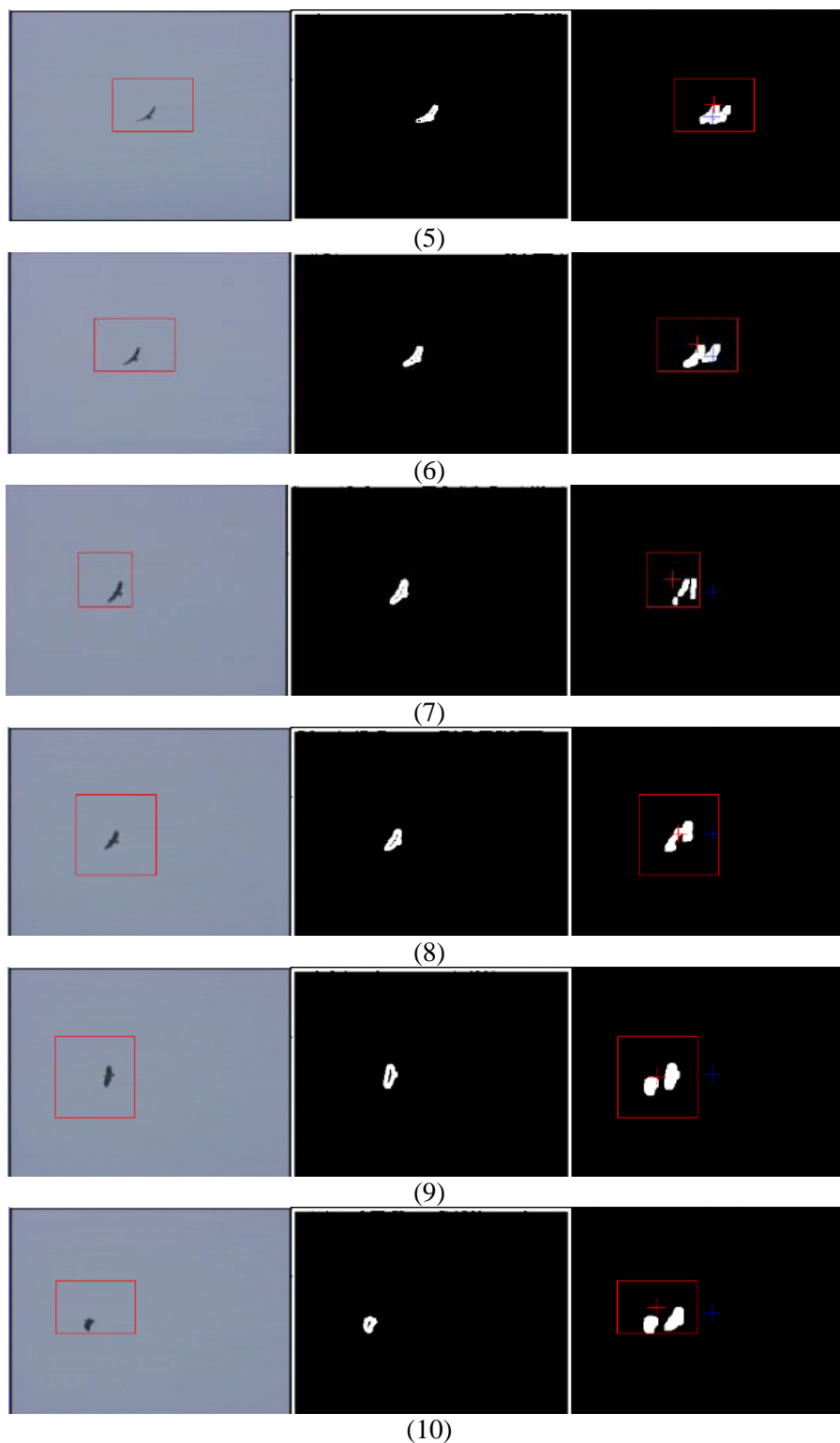


圖 4-2(續) 老鷹飛行時的追蹤連續畫面

圖 4-3 所示為快速飛行物體於空中飛行時，飛行物體清晰且背景為較單純的空中所呈現出來的連續畫面。同樣地經 Sobel 並二值化

後影像的背景幾乎是無雜點的，所以在追蹤時狀況十分良好，顯示此情況下本研究成功地達成了快速飛行物體的追蹤。

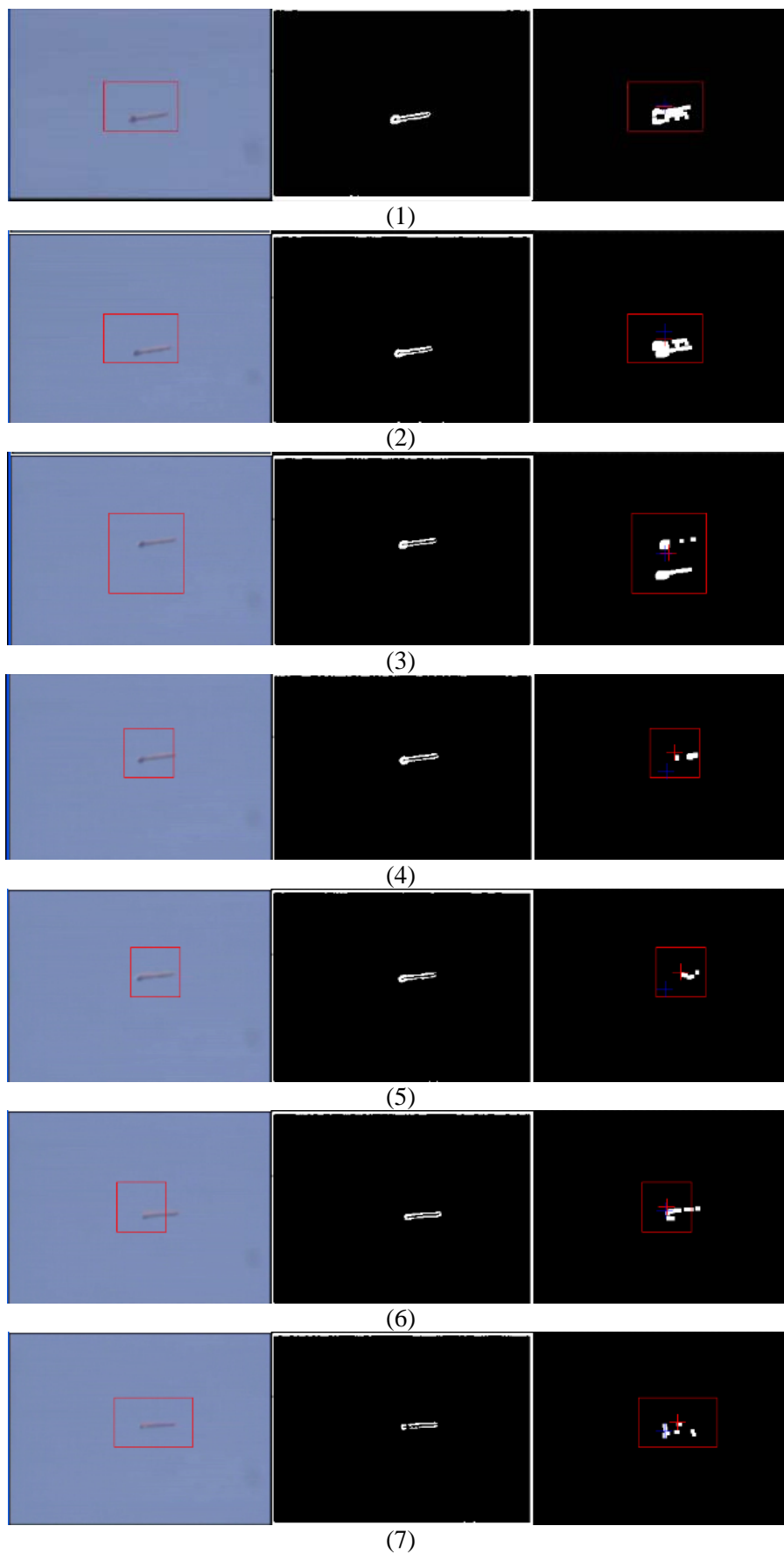


圖 4-3 清晰飛行物體於空中且背景單純時的追蹤畫面

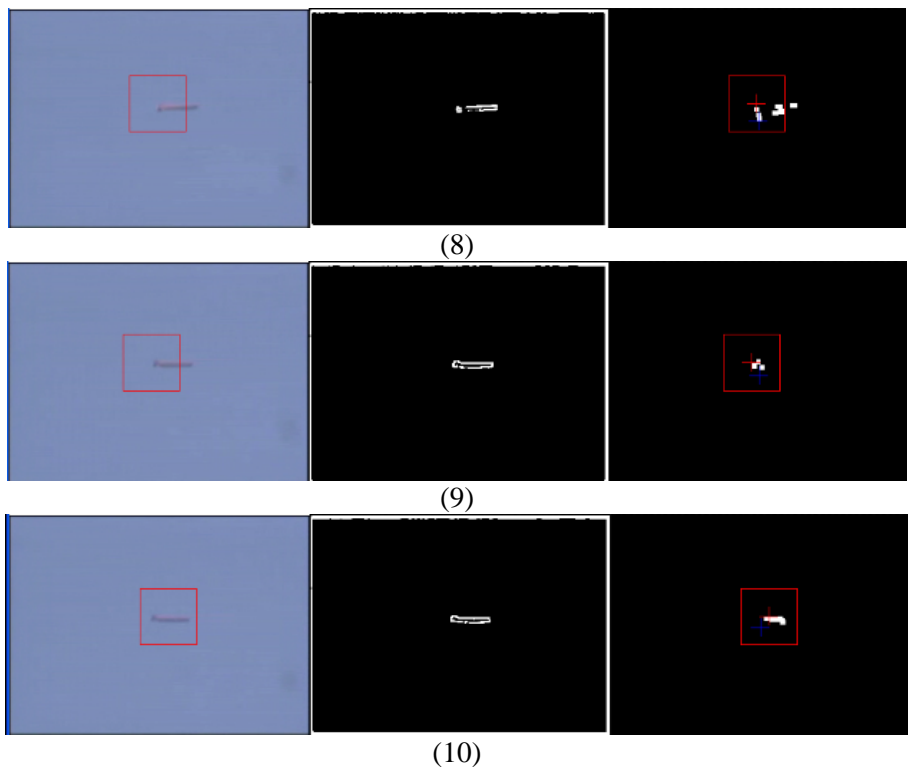


圖 4-3(續) 清晰飛行物體於空中且背景單純時的追蹤畫面

圖 4-4 所示為快速飛行物體於空中飛行時，飛行物體較不清晰但經過影像處理技術後仍能判別，且影像中的背景仍屬較單純的空中畫面，同樣地經 Sobel 並二值化後影像的背景

幾乎是無雜點的，所以在追蹤時狀況十分良好，顯示在此情況下本研究仍然可以達成快速飛行物體的追蹤。

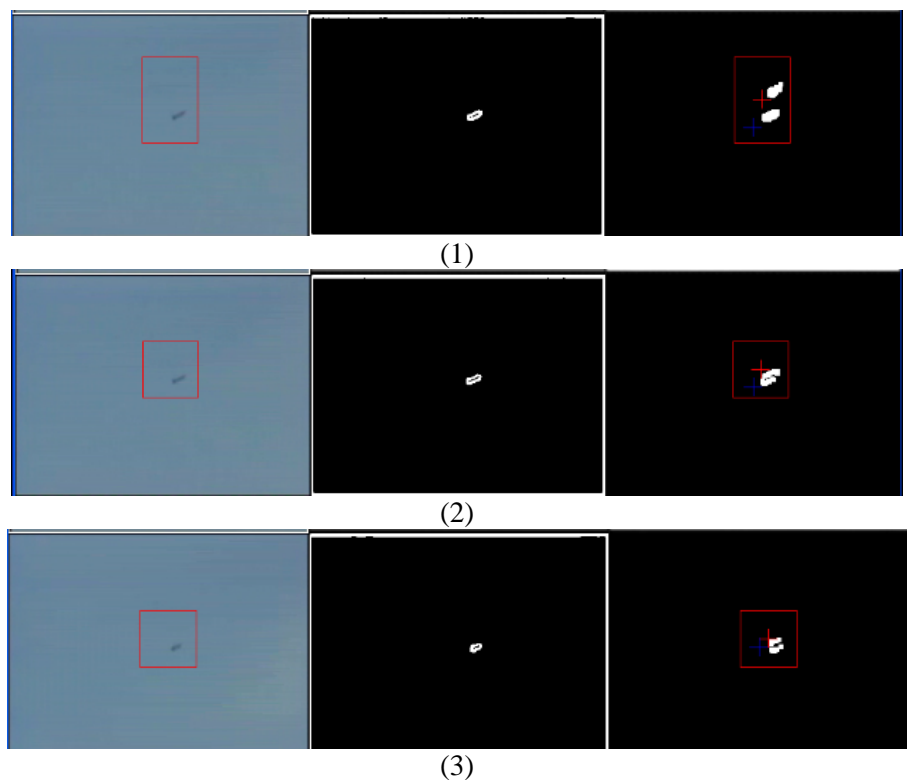


圖 4-4 較不清晰飛行物體於空中且背景單純時的追蹤畫面

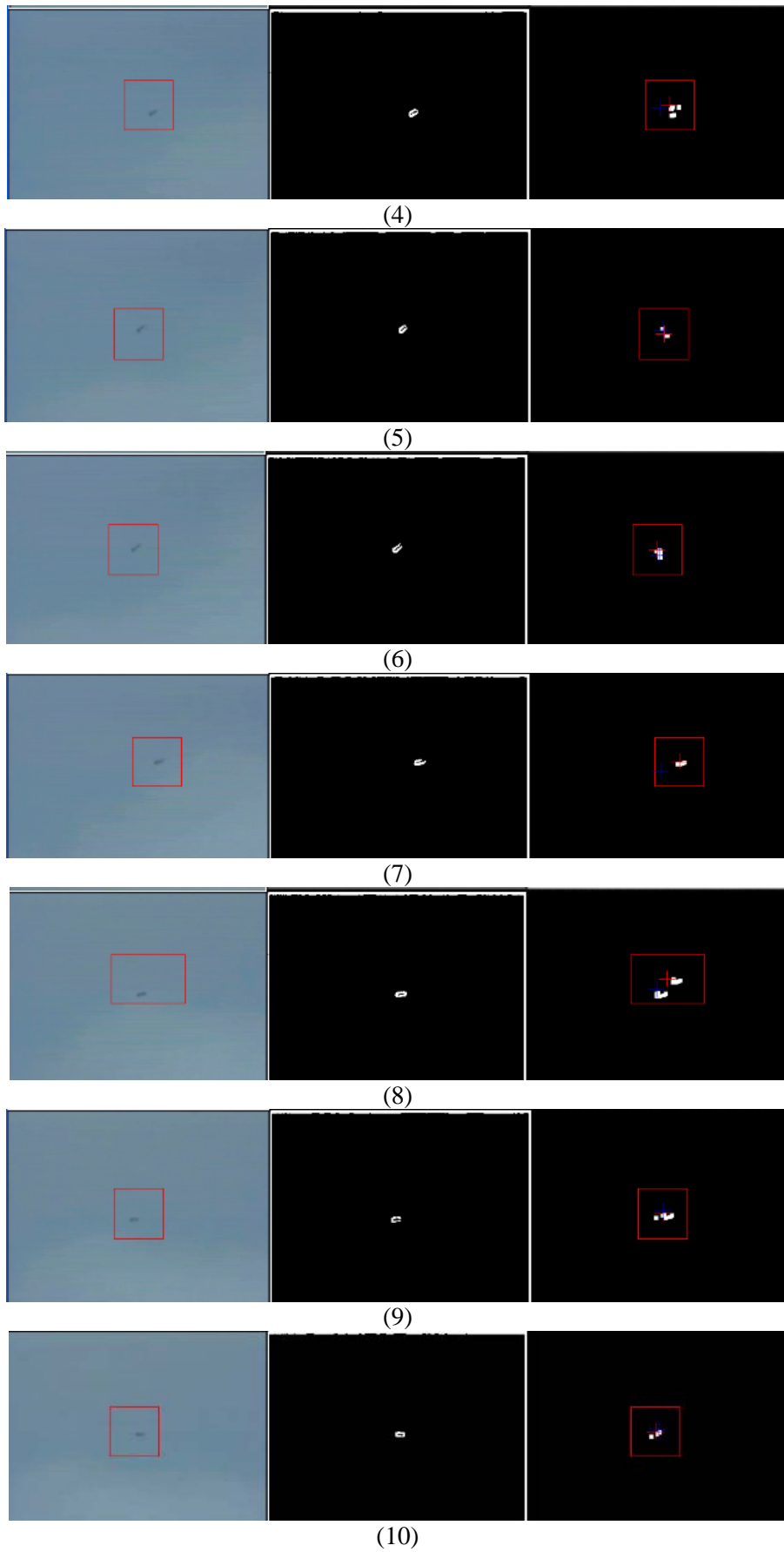


圖 4-4(續) 較不清晰飛行物體於空中且背景單純時的追蹤畫面

至於背景單純但有干擾物突然出現時的追蹤狀況，如圖 4-5(1)所示為老鷹飛行時，背景為較單純的空中所呈現出來的畫面，但在圖 4-5(2)(3)時突然有干擾物出現，導致框選運算

會將突然出現的干擾物視為移動物而一同運算，致使所框選的圖框短時間增大而出錯，但在圖 4-5(4)時因經背景運動向量補償後，又可以濾除背景干擾物並成功達到追蹤目的。

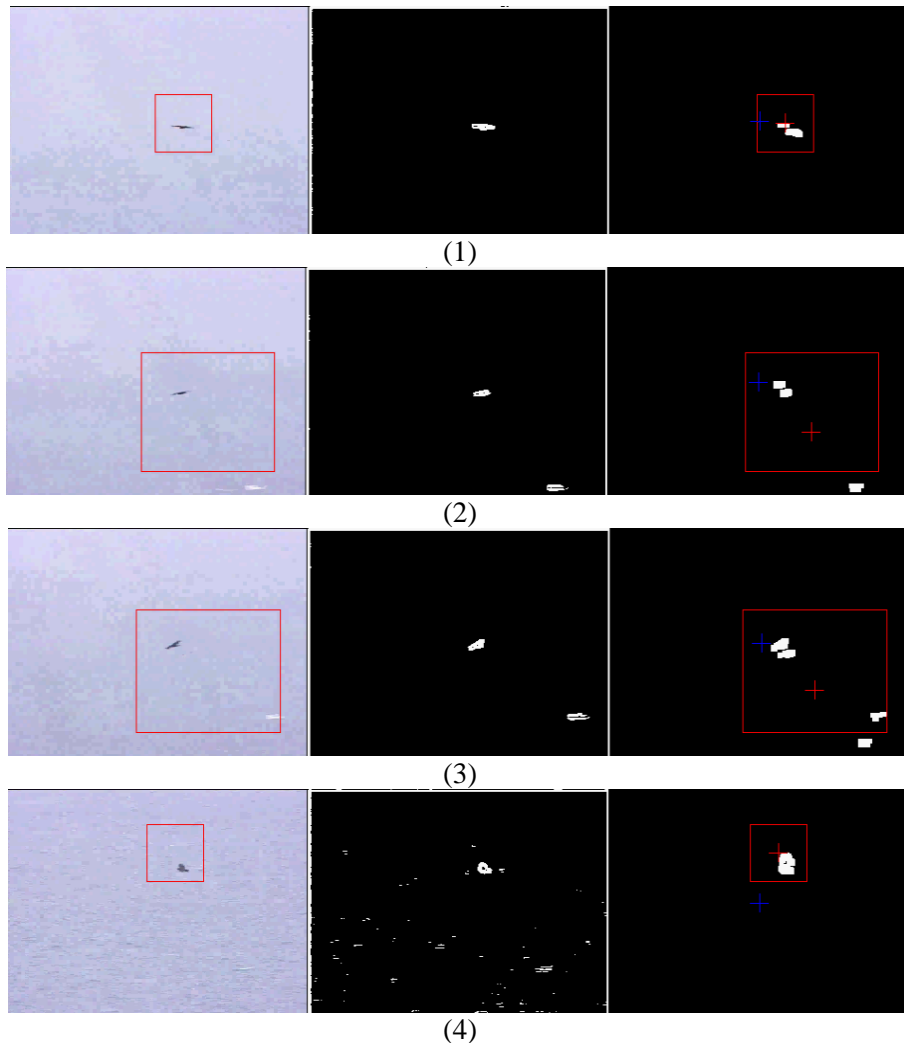


圖 4-5 老鷹於空中飛行時背景突然出現干擾物的追蹤畫面

2 背景複雜時的追蹤狀況

圖 4-6 所示為飛行物體於空中飛行時，背景為空中雲層較複雜狀況下所呈現出來的連續畫面，且飛行物體清晰可見，所以在做完 Sobel 並二值化後影像的背景有雜點產生，此

時就要運用背景運動向量補償技術，將此類背景濾除以達到追蹤的目的。由圖 4-6 所示的連續追蹤畫面得知，本研究於複雜背景但移動物清晰的情形下，完全可達成追蹤的目的。

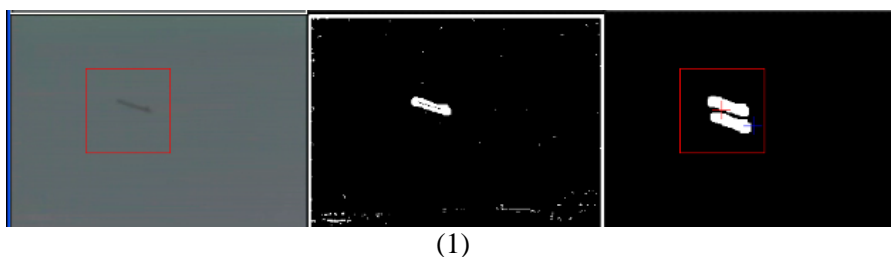


圖 4-6 清晰飛行物體於空中且背景較複雜時的追蹤畫面

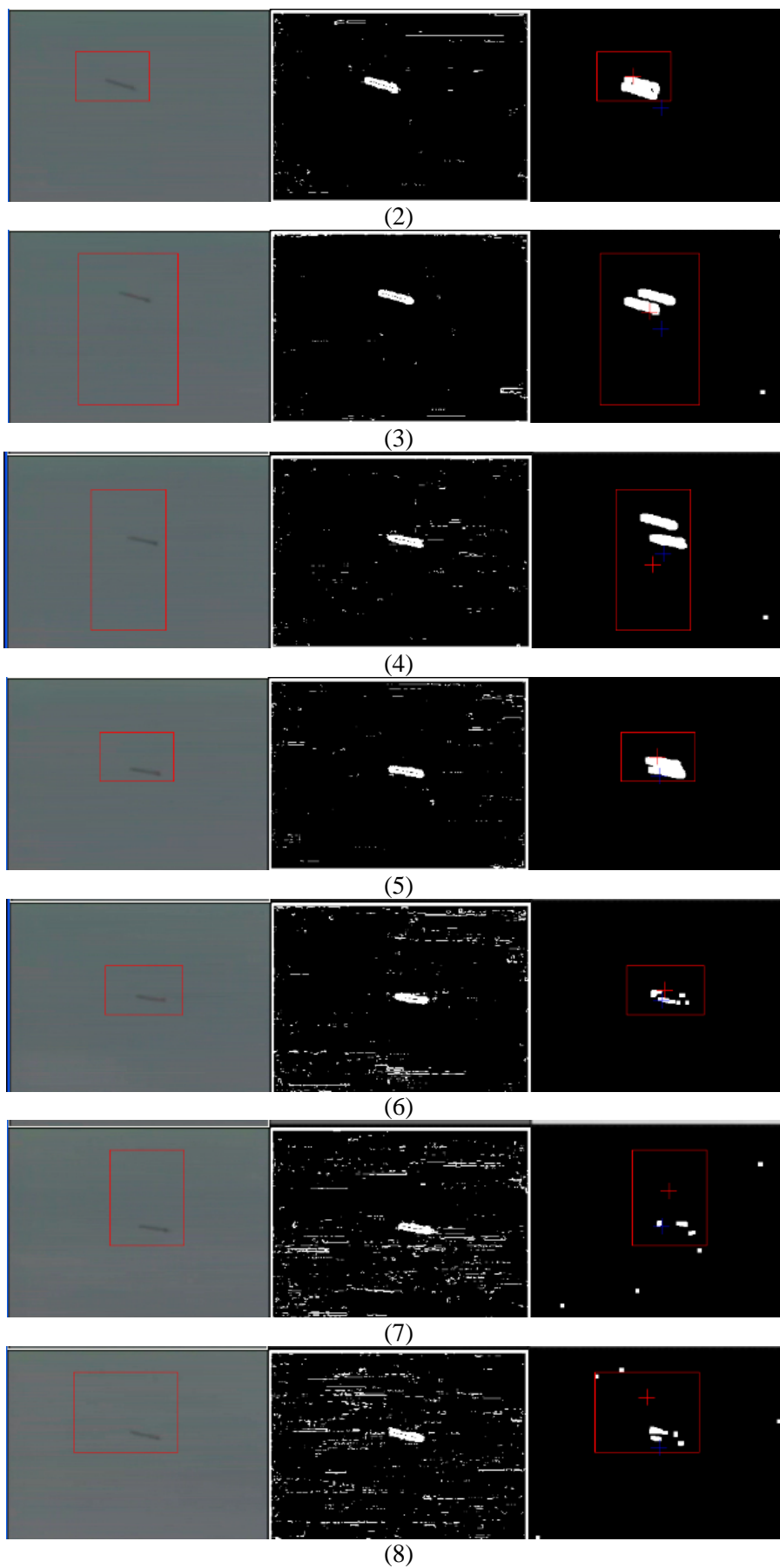


圖 4-6(續) 清晰飛行物體於空中且背景較複雜時的追蹤畫面

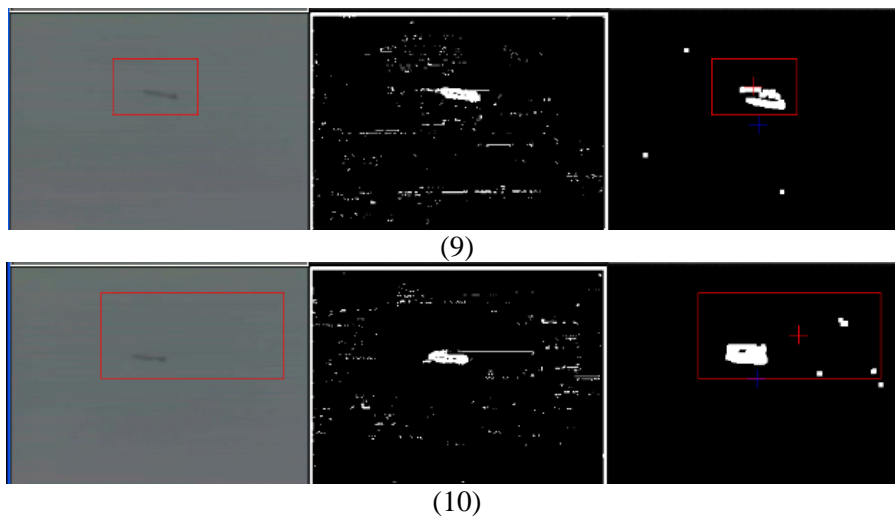


圖 4-6(續) 清晰飛行物體於空中且背景較複雜時的追蹤畫面

圖 4-7 所示為快速飛行物體於空中飛行時，背景較複雜且飛行物體較不清晰的狀況下所呈現出來的連續畫面。此時飛行物經過影像處理技術後仍能判別，而較複雜的空中背景經 Sobel 並二值化後雖有雜點產生，但運用背景

運動向量補償技術後，便可將此類背景濾除並達到追蹤的目的。由圖 4-7 結果顯示，複雜背景所產生的雜點皆被有效濾除，且不清晰的飛行物體皆成功地被框定及追蹤。

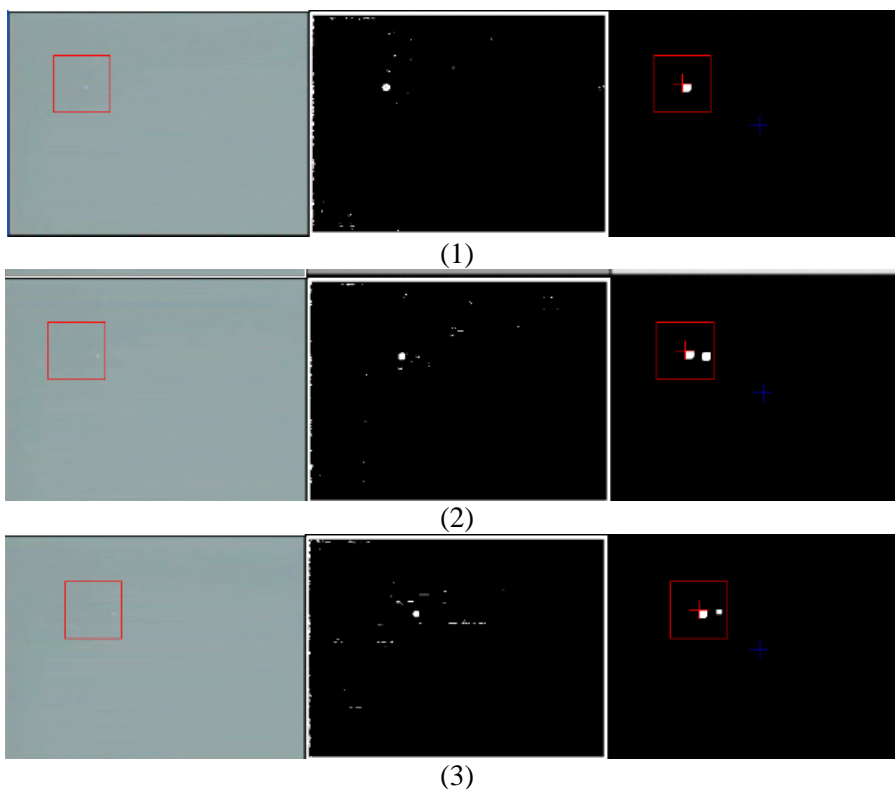


圖 4-7 飛行物體於空中較不清析且背景較複雜時的追蹤畫面

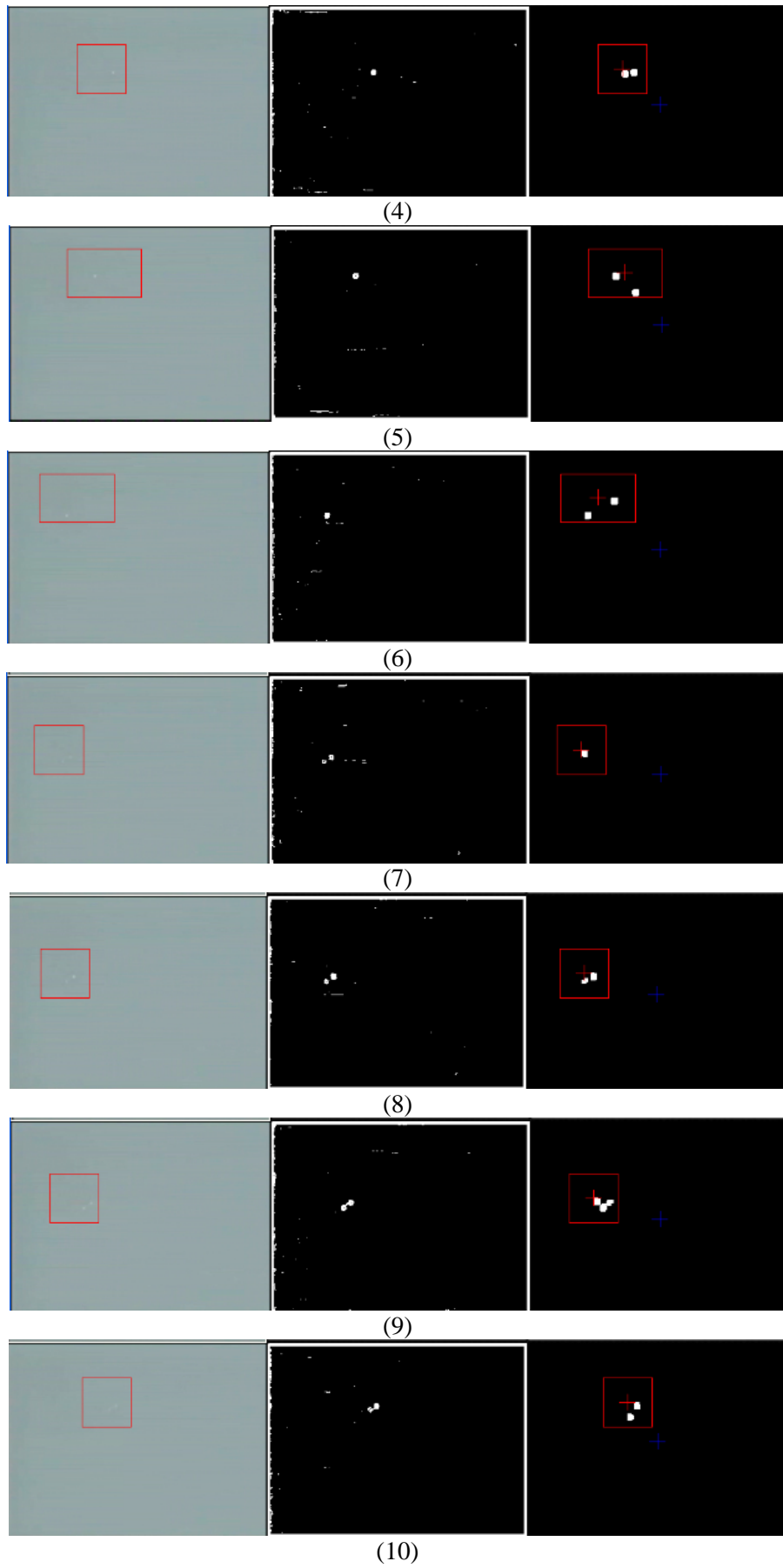


圖 4-7(續) 飛行物體於空中較不清析且背景較複雜時的追蹤畫面

4.3 實驗數據探討

本論文針對上述實驗結果，區分成四大狀況並以 600 張的連續畫面來統計追蹤的成功率，如表 4-1 所示。清晰移動物定義是在做完 Sobel 後，整張圖像中移動物體與背景的畫素在長條圖統計下有明顯的波谷，而不清晰移動

物定義是在做完 Sobel 後，整張圖像中移動物體與背景的畫素在長條圖統計下波谷並不明顯；單純背景定義乃是本文設定十二圖框中皆未達到本文經驗所得的 50 個畫素，而複雜背景定義乃是本文設定十二圖框中其中一個圖框達到本文經驗所得的 50 個畫素。

表 4-1 追蹤成功率統計表

狀況	影像序列張數 (Frames)	成功追蹤張數 (Frames)	成功率 (%)
清晰移動物且單純背景	600	588	98.0
不清晰移動物且單純背景	600	518	86.3
清晰移動物且複雜背景	600	470	78.3
不清晰移動物且複雜背景	600	320	53.3

由表 4-1 所呈現的數據顯示，清晰物體在單純背景時，由於移動物明顯且不受干擾，所以追蹤的成功率可高達 98%。在單純背景但移動物不清晰時，由於移動物可能過度不明顯而無法被框定及追蹤，所以成功率為 86.3%，低於上述情形。當清晰物體在複雜背景時，雖然移動物易受複雜背景干擾，但經本文所提出的背景濾除方法濾除背景後，追蹤成功率仍可達 78.3%，效果顯著。但在不清晰移動物且複雜背景時，因目標物可能過於模糊且亦受背景干擾的雙重不利因素下，追蹤成功率僅達 53.3%。綜合表 4-1 二及四列數據，顯示移動物體在單純背景時，雖目標物雖較不清晰，但經過影像處理技術時可以將移動物體清晰化而準確標定移動物；但是在複雜背景時，較不清晰的移動物雖能經過影像處理強化，但相對的背景也被強化而造成複雜背景嚴重干擾並導致運算上的錯誤，所以常會造成無法正確標定出移動物的情況。

用了 Sobel、開啟及閉合等技術。綜合上述各種方法使整體之運算兼具方便及快速的特質，亦有利移動物體的標定及追蹤。

在背景濾除技術方面，主要是將前一張影像利用參考背景判定及搜尋區塊取得後，與目前影像配合運用區塊比對技術中絕對誤差之總和的運算及比對找到最佳區塊，並依照其位移向量來推斷背景的運動向量，作為背景運動向量補償的基礎，來完成濾除背景的目的。如此便能達到本文以背景消除技術於移動物體追蹤之應用。

從實驗結果來看，本文不但達成了清晰移動物在單純背景下成功追蹤的目的，其成功率高達 98%；進而在不清晰移動物但背景單純的狀況下，雖有時目標物會因過度模糊而無法追蹤，其追蹤效果仍能達到 86.3% 的成功率；在移動物清晰但背景複雜的情況下，雖然目標物易受背景干擾，但其成功率亦能達到 78.3%；最後在移動物不清晰且背景複雜的狀況下，由於目標物可能過度模糊且亦受背景干擾的雙重不利因素下，其追蹤成功率僅達 53.3%。儘管如此，只要這些不利因素不嚴重的情形下，以本研究所提背景濾除技術來實現空中移動物體的即時追蹤，皆能達到相當不錯的效果，這顯示本論文所提空中移動物體追蹤技術的正確性及實用性。

5. 結論與未來展望

5.1 結論

本論文以數位影像處理技術為基礎，配合運用背景消除的方法來達到自動空中追蹤移動物的目的。在影像處理方面，為了加速運算，本文將彩色影像轉換成灰階影像，且運用對比伸張強化技術使畫面對比更加清晰以利後續處理；為了清楚尋找出物體輪廓，本文運

5.2 未來展望

本文所提出以背景消除技術於空中移動物體追蹤之應用系統均已確實完成，但在不同

的環境中，影像強化技術常會因為天候的陰、情、向光或背光的因素，使得強化效果可能會有不理想情況發生。另一方面，由於本實驗所使用之攝影機在拍攝影像必須是長距離影像，對於近距離影像中的背景，雖然仍是不動的物件，但因拍攝時角度偏差，易造成背景因三度空間視差而誤判為不同背景，甚或短暫誤判為移動目標而影響追蹤效果。因此，在未來研究上，若能將三度空間中不同角度的視差因素考慮在內，減少誤判的機率，則本論文所提背景消除技術於移動物體追蹤之應用系統勢必更為穩健。

在背景消除技術上，本系統雖然能達成不錯的成功率，但在模糊移動物體且背景較複雜的狀況下，誤判機率(失敗率)頗大而影響追蹤的效果，所以如何有效的將模糊移動物體從複雜背景中清晰化並擷取出來，亦是將來研究方向的一環。

參考文獻

- [1] Goolkasian, P., "Processing Visual-Stimuli Inside and Outside the Focus Fattention," *Bulletin of the Psychonomic Society*, Vol. 29, pp.510-515, 1991.
- [2] Funahasahi, T., Tominaga, M., Fujiwara, T. and Koshimizu, H., "Hierarchical Face Tracking Using PTZ camera," *Chukyo Univ., Japan, Sixth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp.427-432, 2004.
- [3] Huang, S.-S., Fu, L.-C. and Hsiao, P.-Y., "Region-Level Motion-Based Background Modeling and Subtraction Using MRFs," *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 16, Issue 5 pp.1446-1456, May 2007.
- [4] Zhang, X.-Y. and Zhao, R.-C., "Automatic Video Object Segmentation using Wavelet Transform and Moving Edge Detection," *Machine Learning and Cybernetics*, pp. 3929- 3933, 2006.
- [5] Gonzalez, R. C. and Woods, R. E.原著，繆紹綱譯，*數位影像處理*，台灣培生教育出版，2004。
- [6] 連國珍，*數位影像處理*，儒林出版，2003年8月二版。
- [7] 鍾國亮，*影像處理與電腦視覺*，東華出版，2002。
- [8] Michael, S., Lawrence, O'G. and Michael, J. S., *Practical Algorithms for Image Analysis*, Cambridge University, New York, pp.51-55, 2000.
- [9] Jain, A. K., *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, New York, pp.62-77, 1989.
- [10] Ibrahim, H. and Kong, N.S.P., "Brightness Preserving Dynamic Histogram Equalization for Image Contrast Enhancement," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol. 53, Issue 4, pp.1752-1758, 2007.
- [11] Lv, W., Guo, Y. and Luo, B., "A Novel Image Content Authentication Algorithm Based on Laplace Spectra Feature," *Control Conference*, pp.265-269, 2007.
- [12] Lv, W.-L., Ma, J.-X. and Luo, B., "Image Content Authentication Algorithm Based on Laplace Spectra Feature," *Third International Conference on Natural Computation*, Vol. 3 pp.171-178, 2007.
- [13] Canny, J. F., "A Computational Approach to Edge Detection," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 6, pp. 679-698, 1986.
- [14] Qian, R. J. and Huang, T. S., "Optical Edge Detection in Two- Dimensional Image," *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 5, No. 7, pp. 1215-1220, 1996.
- [15] Rezaei-Rad, G. and Aghababaie, M., "Comparison of SUSAN and Sobel Edge Detection in MRI Images for Feature Extraction," *Information and Communication Technologies*, Vol. 1, pp.1103-1107, 2006.
- [16] Rosenfield, A. and Thurston, M., "Edge and Curve Detection for Visual Scene Analysis," *IEEE Trans. on Computation*, Vol. 20, pp. 562-569, 1971.
- [17] *SONY EVI_D70 PTZ op. manual*, pp.32.
- [18] Lai, Y. K. and Chen, L. F., "A Performance-Driven Configurable Motion Estimator for Full-Search Block-Matching Algorithm," *Proceedings of the 2004 International Symposium on Circuits and Systems*, Vol. 2 pp. 233, 2004.
- [19] Chen, M. J., Chen, L. G. and Chiueh, T. D., "One-Dimensional Full Search Motion Estimation Algorithm for Video Coding", *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, pp. 504-509, 1994.
- [20] Jong, H. M., Chen, L. G. and Chiueh, T. D., "Accuracy Improvement and Cost Reduction of 3-Step Search Block-Matching Algorithm for Video Coding," *IEEE Trans. on Circuits*

- and Systems for Video Technology*, vol. 4, pp. 88-90, 1994.
- [21] Seth, K., Rangarajan, P., Srinivasan, S., Kamakoti, V. and Bala Kuteshwar, V., "A Parallel Architectural Implementation of the New Three-Step Search Algorithm for Block Motion Estimation," *17th International Conference on VLSI Design*, pp.1071-1076, 2004.
- [22] Chen, T. C., Chen, Y. H., Tsai, S. F. and Chen, L. G., "Architecture Design of Low Power Integer Motion Estimation for H. 264/AVC," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vol. 3, pp. 3, 2006.
- [23] 陳英偉，*實用色彩學*，華立圖書，2006。
- [24] Zheng, J. and Chau, L. P., "A Motion Vector Recovery Algorithm for Digital Video Using Lagrange Interpolation," *IEEE Trans. on Broadcasting*, Vol. 49, Issue 4, pp.383-389, 2003.
- [25] 林泰群，*動作估測之門檻式部份差搜尋法*，大同大學碩士論文，2004。