

應用影像分離技術於網路視訊監控系統

A Real-time Image Segmentation Scheme for Networked Visual Surveillance Systems

郭經華

電腦與網路(CAN)實驗室
資訊工程學系
淡江大學
chkuo@mail.tku.edu.tw

王泰山

電腦與網路(CAN)實驗室
資訊工程學系
淡江大學
g7190057@tkgis.tku.edu.tw

摘要

影像物件分離技術的主要目的，是將外框為長方型的原始影像，分離為多個具意義、任意外形的圖形，在 MPEG-4 的設計中，此一觀念被採用於處理各式影片，如一般影片、遠距教學影片、監視影片與電玩娛樂等，皆可運用物件分離技術。在本論文中，針對監視影片的特性，設計分離演算法，利用區域成長式邊緣偵測法與變動偵測技術，提出一即時的分離機制，即使在一複雜背景的環境下，仍能將移動中的前景物件與被移動的背景物件取出。我們所設計的網路監控系統與分離機制，均已實作完成且公佈於本實驗室網頁中。

關鍵詞：物件分離，監控系統，邊緣偵測，變動偵測

一、前言

物件分離(object segmentation)技術發展已有十數年的時間，但因 MPEG-4 標準的提出，而更加彰顯本技術的重要性。物件分離的主要目的，就是將外框為長方型(如 CIF:352*288)的原始影像，分離為多個具意義、任意外形的圖形，而壓縮影像時，也不再侷限壓縮長方型的影像，而是對每個具不同屬性、任意外形的物件，個別以較佳的方式壓縮。此技術不只可應用於一般視訊壓縮，對遠距教學、監控系統與電玩娛樂等應用，皆有直接影響。

於對單張影像而言，因沒有時間序上的資訊能進一步引用，除非有範本(template)做為分離的條件，否則無法取得具意義的區域，因此分離結果得到的只能稱為區域，

而不是物件，邊緣偵測(edge detection)可視為物件分離的前置處理，邊緣偵測可分為兩類方法，邊界式偵測方法(boundary-based edge detection)，利用邊緣出現於顏色亮度訊號不連續之處這個特性，利用高通濾波器，過濾低頻訊號，使得顏色訊號與濾波器旋積和之後的係數，能代表邊緣位置[2][11][18]，而高通濾波器的設計，影響邊緣找尋的結果。區域成長式的偵測方法(region-growing edge detection)，利用顏色訊號的相似性，以某些點為原點，計算出一固定或動態調整的門檻值，決定週圍的點是否與原點相似，藉由此方法，將區域的面積擴大，當整張影像被處理完畢之後，不同的區域之間自然地形成邊界[3][6]，但對於此類方法而言，成張原點的找尋、門檻值的決定與小區域合併的條件兩個問題是本類方法的研究重點，如[12]。以上所提的兩類技術，其間差異如下：如果沒有經過其它的後處理，邊界式偵測方法所得的邊緣可能是不連續的，也就是說，物件可能無法形成一封閉的邊緣區域，而且邊緣上的點無法確定應該歸屬於何區域。相對於區域成長式，不同顏色的色塊間自動產生邊緣，每一點一定屬於某一區域，且色塊一定是封閉的空間，但相對於邊界式方法，區域成長式方法易產生太多小面積的區域。

對於連續的影像，物件的移動向量可被進一步參考，做為物件分離的資訊。最常見的方法，如 MPEG-1 與 H.26x 的方塊比對，找出方塊的移動向量(object motion estimation)，再利用這些移動向量，分析出具相同移動向量的方塊，相同移動向量的方塊可視為相同物件的一部份[4][7]。比對的單位，除了可利用方塊外，也可利用上述

邊緣偵測技術所得到的邊緣來進行比對[5][14]，以得到較精確的物件外框。以上所提到的方法，均需克服一個困難的問題：攝影機移動補償，對一般影片而言，攝影機通常跟隨著畫面中的物件，因而發生平移、旋轉與放大縮小等特效，這些特效將對物件移動向量的精確性造成影響，因此在計算物件的移動向量前，攝影機的移動向量(global motion estimation)應先被取得，才能找出物件的真正移動向量[13]。

以上所提到的技術，比較連續兩張影像間的異同，找出移動的物件，而在某些較特殊的影片中，攝影機固定不動地拍攝著物件，背景也不會有太大的變動，因此變動偵測技術(change detection)能應用於此一場合。變動偵測技術比較背景圖與新影像間的差異，以取得新出現的物件。兩張影像比較的單位，可以像素(pixel)為單位[8][9][15][17]、以線段(line segment)為單位[17]，或是以顏色區塊[17]為單位。以像素或線段為單位容易因雜訊的影響，產生小面積的前景區域，也容易發生背景歸為前景，或是將前景視為背景的誤判情形。以顏色色塊為單位，將區塊整體顏色資訊列入比較，可較準確的找出變化的區域。變動偵測技術可快速的找出畫面中有變化的區域，但背景圖的更新(background update)是此技術面臨的問題，如果某些原本屬於背景的物件(如椅子)被移動，或是某一新物件被放置於畫面中有一段時間，就應把這個物件加入背景圖中，甚至在某些情況下，如路狀監測的影片，無法取得完整無車輛的背景圖，需要捕捉多張影像，過濾物件出現的部份，拼湊出完整且正確的背景圖。

我們所提出的物件分離過程，利用區域成長法與變動偵測技術，首先將攝影機取得之新影像，與監視區域背景圖比較，找出區域成長的原點，再以這些原點，利用區域成長法，找出可能是物件的色塊，再以這些色塊為最小單位，經過變動偵測的比較程序，比較新取得的影像與背景圖之間的差異，將影像二值化，亦即將影像分為背景部份與物件部份，以找出物件。我們所設計的網路監控系統與分離機制與網路監控系統，均已實作完成且公佈於本實驗室網頁中，有興趣的讀者可以微軟 Internet Explorer 瀏覽器至 <http://www.can.tku.edu.t/VMS/default.htm> 直接觀看。

在本論文中，第二節說明監控系統的架構，第三節說明區域成長演算法與變動偵測的物件分離機制，分離技術的實驗結果將在第四節中比較，第五節則是結論。

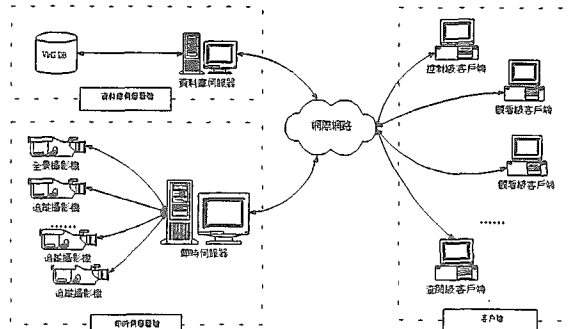
二、網路視訊監控系統

我們整合了物件分離技術、顏色分佈圖比對技術、物件追蹤技術、即時網路傳輸技術與數位化儲存與查詢機制於一不同於傳統的網路型視訊監視控制系統[1][10][19]，所設計的系統含有以下功能：

- (1) 自動追蹤：一部可程式控制攝影機將自動捕捉各個侵入者，進行特寫拍攝，不止於拍攝侵入者的全身，侵入者的頭部、身體及腳部等亦可更詳細拍攝。不同於被動的傳統監視系統，本系統主動的拍攝侵入者，所錄下的皆是有用的資訊，而沒有任何侵入者時，也可暫停錄影，節省儲存空間。
- (2) 數位式儲存與查詢：本系統提供兩種查詢模式，由時間查詢影片，或由事件查詢影片，查詢者能快速的找到欲調閱的錄影片段。

上述第一點為本系統最大的特色，需要即時的擷取攝影機影像，並以影像處理技術分析影像。而第二點的提出，是因錄影資料通常非常龐大，故需一良好的影像索引機制，以便能快速的找出有用的錄影片段。

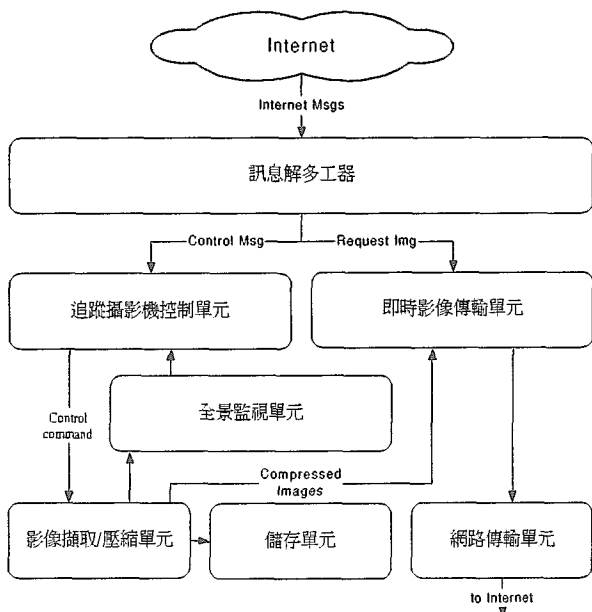
圖一為本系統的架構圖，在伺服器端，至少有兩部攝影機，一部為全景攝影機，其它為追蹤攝影機。全景攝影機固定的拍攝整個監視區域，追蹤攝影機則是可程式控制攝影機，用以特寫拍攝入侵者。為了安全性的考量，拍攝的影像將被壓縮並存放於即時伺服器及遠端資料庫伺服器中。如果遠端使用者欲觀看即時的影像資料，將與即時伺服器連線，取得現場影片，如果使用者欲查詢錄影資料，將連線至資料庫伺服器。



圖一 網路監控系統架構圖

圖二所示為伺服器端的工作流程圖，伺服器端包含五個主要的單元，分別是：(1)追蹤攝影機控制單元，(2)即時影像傳輸單元，(3)儲存單元，(4)影像擷取/壓縮單元，與(5)全景監視單元。系統外部由網際網路輸入客戶端要求訊息，訊息經由一解多工器，解譯訊息的目的地，分別傳送至追蹤攝影機控制單元、即時傳輸單元。而系統內部也有一時脈器控制追蹤攝影機捕捉畫面，將追蹤攝影機拍攝的畫面傳送至影像壓縮單元與即時影像傳送單元，將全景攝影機拍攝的畫面傳送至全景監視單元。影像處理技術將應用於全景攝影機所捕捉的畫面，找出物件出現的位置，並追蹤物件移動的軌跡。當全景監視單元找出物件後，對出現在監視區域內的多個物件進行追蹤拍攝排程，決定某一物件由某一追蹤攝影機拍攝，並通知追蹤攝影機控制單元物件的座標。當遠端使用者欲查詢監視畫面資料庫時，客戶端將與監控系統資料庫伺服器連線，而不與即時監控伺服器連線。即時伺服器與資料庫伺服器靠網際網路線路連接，資料庫可置於遠端，以避免影像被入侵的歹徒破壞。

追蹤攝影機所擷取的影像，以 H.263 標準壓縮之後，經網際網路傳送至客戶端。客戶端依使用者的權限，可分為觀看級、控制級與查閱級客戶端，觀看級客戶端僅能觀看遠端監視區域內的畫面，控制級客戶端能對追蹤攝影機發出控制要求，亦可指定特定對象追蹤，查閱級客戶端與資料庫伺服器連線，查詢所錄下的影像資料。



圖二 監控系統伺服器端資料流程圖

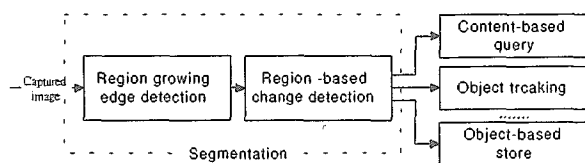
三、物件分離技術

應用於監視系統之分離演算法與其它應用場合有不同之處，我們整理監視影片與一般影片的不同之處，列於表一。我們對物件的定義如下：所謂的物件是指會發生平移、旋轉、放大縮小等運動的物件，而且物件在畫面上的面積有最大值與最小值的限制。由表一及上述的定義可知，簡單而不需複雜計算的變動偵測技術可運用於本論文所提的網路視訊監控系統。

表一 監視影片與一般影片的相異之處

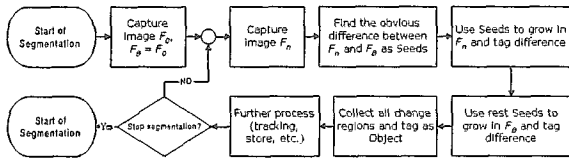
監視影片	一般影片
背景的變化為局部性	背景常會發生變化
攝影機固定不動或週期擺動	攝影機隨人物而移動
場景不會變換	場景常變換且有過場特效
人物通常佔畫面的局部區域	主角佔畫面的大部份
光影變化較小	光線變化、噴霧等特效
需即時(real-time)的處理影像	可離線(off-line)處理影像

本論文提出的物件分離過程，可由圖三概述，首先將攝影機取得之影像，經由邊緣偵測的前置處理，找出相同顏色的色塊，再以這些色塊為最小單位，經過變動偵測的程序，比較新取得的影像與背景圖之間的差異，將影像分為背景部份與物件部份，如果某一區域有明顯的變化，則此區域可能是物件存在的區域。正確的切割物件，可大量減輕後續各種進一步處理的成本。例如，當物件被萃取出之後，就不再需要儲存整張影像，而只需儲存物件的部份，而查詢錄影資料時，也可不必依時間查詢，而是依據物件的特徵，列出符合查詢條件的物件。而萃取出物件座標，亦可輸入追蹤子單元，追蹤物件的軌跡，進而命令追蹤攝影機對物件特寫拍攝，因此由圖三可看出，物件分離過程可視為其它步驟的前置處理，物件分離的效率，直接影響監控系統的表現，快速而良好的分離結果，可讓追蹤效果更準確快速，亦可提昇查詢的正確性。



圖三 物件分離過程與應用

我們所提出的物件分離流程可以圖四的流程圖說明，分離的程序將持續到停止分離為止，在本流程圖中，追蹤與查詢等步驟的流程以最後一個程序方塊表示。表二定義本論文所使用的符號。



圖四 物件分離機制流程圖

表二 符號與定義

符號	定義
F_0	全景攝影機啟動後的第一張畫面
F_{n-1}, F_n	連續的兩張影像， F_n 代表目前的畫面， F_{n-1} 表示前一張畫面
F_B	監視區域的背景影像
$P_R(x,y,n)$, $P_G(x,y,n)$, $P_B(x,y,n)$	第 n 張畫面中紅色(R)、藍色(B)與綠色(G)的顏色值
$P(x,y,n)$	$P_R(x,y,n) + P_G(x,y,n) + P_B(x,y,n)$

區域成長式邊緣偵測

本論文所使用的區域成長規則可以圖五的虛擬碼加以說明。區域成長由某些原點開始，為降低演算法的運算複雜度，並不擴展至整張影像，而是將所有的原點使用之後，即結束區域成長演算法。而原點的取得，則是 F_B 與 F_n 內各個圖素的顏色值相減，如果大於某個門檻值，則該點加入成長原點集合(SeedList)中(行 1~5)。區域成長的條件為 $|P(i,j,n) - Mean| \leq T_G$ (行 14~21, 28~35)，其中 $P(i,i,n)$ 表示是區域週圍尚未加入其它區域的點之灰階值， $Mean$ 為區域內所有點的灰階值之平均， T_G 為預先設定好的門檻值，每當某一點加入區域的條件成立(行 28~35)，區域的灰階平均值 $Mean$ 將被重新計算(行 26, 27)，且該點將被加入成長集合(GrowList)中。

由圖五可看出，在邊緣偵測的過程中， T_G 值固定不變，如果預設的 T_G 太小，將會產生很多小面積的區域，如果 T_G 太大，就可能將某些屬於不同物件的兩個區域視為同一區域。在第四節的實作結果中，我們列舉數個 T_G 的改變，對產生區域面積影響的分佈圖。

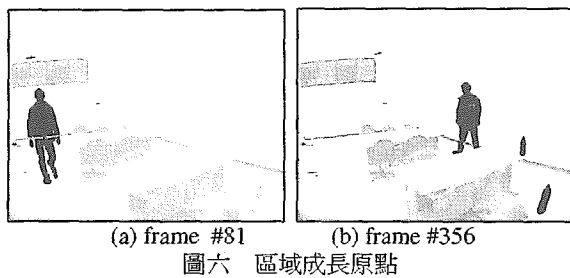
```

1. For i = 1 to IMAGEWIDTH
2.   For j=1 to IMAGEHEIGHT
3.     Label[i][j]=0
4.     If |P_R(i, j, n)-P_R(i, j, b)| + |P_G(i, j, n)-P_G(i, j, b)| + |P_B(i, j, n)-P_B(i, j, b)| >= T_S then
5.       Add (i, j) to SeedList
6. Label=1
7. For k = 1 to unnumber of elements in SeedList
8.   (i, j) = location of element i in SeedList
9.   If Label[i][j] = 0 then
10.    Mean=P(i, j)
11.    Area=1
12.    Label[i][j]=Label++
13.    Clean all the elements in GrowList and add (i,j) to GrowList
14.    If Label[i-1][j]=0 AND ABS(P(i-1, j) - Mean)<=T_G then
15.      Add (i-1, j) to GrowList
16.    If Label[i+1][j]=0 AND ABS(P(i+1, j) - Mean)<=T_G then
17.      Add (i+1, j) to GrowList
18.    If Label[i][j-1]=0 AND ABS(P(i, j-1) - Mean)<=T_G then
19.      Add (i, j-1) to GrowList
20.    If Label[i][j+1]=0 AND ABS(P(i, j+1) - Mean)<=T_G then
21.      Add (i, j+1) to GrowList
22.    For s = 2 to unnumber of elements in GrowList
23.      If Label[i][j] <> Label and then
24.        Label[i][j] = Label
25.        (i, j) = location of element s in GrowList
26.      Area = Area + 1
27.      Mean = Mean + (P(i, j) - Mean) / Area
28.      If Label[i-1][j] = 0 AND ABS(P(i-1, j) - Mean)<=T_G then
29.        Add (i-1, j) to GrowList
30.      If Label[i+1][j] = 0 AND ABS(P(i+1, j) - Mean)<=T_G then
31.        Add (i+1, j) to GrowList
32.      If Label[i][j-1] = 0 AND ABS(P(i, j-1) - Mean)<=T_G then
33.        Add (i, j-1) to GrowList
34.      If Label[i][j+1] = 0 AND ABS(P(i, j+1) - Mean)<=T_G then
35.        Add (i, j+1) to GrowList

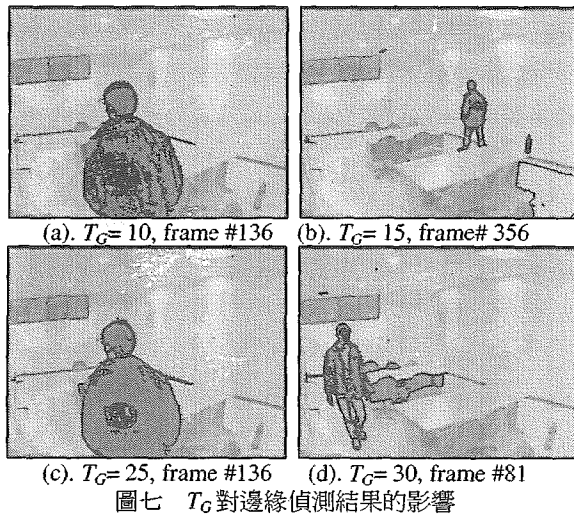
```

圖五 區域成長式邊緣偵測虛擬碼

圖六所示為經過上述成長原點找尋之後得到的原點，我們將原始影像的對比調低，並以黑點標示成長原點的位置。圖七列出各種 T_G 值對 F_n 區域成長產生邊緣的影響。圖七 a 與圖七 c 為同一張影像，但使用不同的 T_G ，由這兩張圖的比較可看出 T_G 對分離結果的影響。圖七 a 人物的左肩因 T_G 太小，而發生缺口。在圖七 b 的右下角，因為一個背景物件被移動，因此造成右下角區域成長為一較不具意義的部份，此問題將在變動偵測被解決。在圖七 d 中，因 T_G 太大，因此物件成長的區域與週圍顏色相近的區域連接，導致一大塊的區域出現。



(a) frame #81 (b) frame #356
圖六 區域成長原點

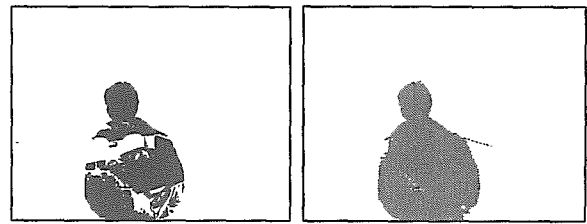


(a). $T_G=10$, frame #136 (b). $T_G=15$, frame# 356
(c). $T_G=25$, frame #136 (d). $T_G=30$, frame #81
圖七 T_G 對邊緣偵測結果的影響

變動偵測

兩張影像間的比較，以區域為最小單位，而不是以線段或圖素為單位，此理由可以圖八解釋之。在圖八 a 中，黑色的點為 F_n 與 F_b 顏色發生變化的位置，因人物的衣服為黑色，而在背景中，也有黑色的椅子，因此造成人物中間有空洞出現，欲將此空洞現象去除，需再花費額外複雜的計算時間，才能取得完整的物件。圖八 b 為使用本演算法之後，得到的物件區域，黑色的點為背景與前景的不同點，灰色的點為前景與背景的不同點，只要再花費小量的計算，將小面積的區域與周圍區域合併，就能得到更完整的物件。由這兩張圖的比較，即可發現，

使用色塊為變動偵測的比較單位，可穩定的分離出物件區域，而不受複雜背景的影響。



(a)圖素單位 (b)色塊單位
圖八 以(a)圖素與(b)區域為比較單位的不同，第 136 張測試影像

經過邊緣偵測的步驟之後，所得到的區塊可做為 F_n 與 F_b 比較的基本單位，如果 F_n 出現新的物件，可藉由 F_n 成長的色塊圖與 F_b 比較出新物件出現的區域，如果原本屬於背景物件在 F_n 被移動，可藉由 F_b 成長的色塊圖，與 F_n 比較得到被移動的背景物件。式 1 為區域比較的方法，比較過程為計算區域 r 內每一點 (i, j) 在 F_n 與 F_b 上顏色值於 RGB 顏色空間的距離總和之平均。如果所得的值大於門檻值 T_D ，表示此區域在新影像與背景間有明顯的不同，可視為新出現的物件。

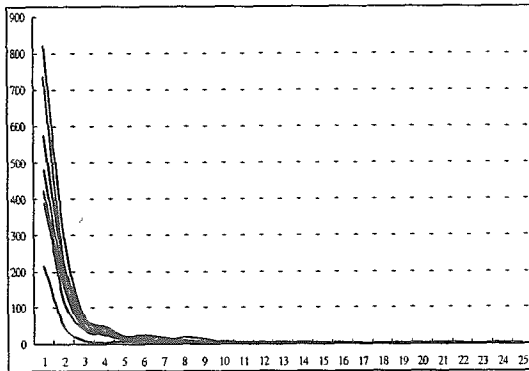
$$S_r = \frac{\sum_{j=1}^{A_r} \sqrt{(P_{Rn} - P_{Rb})^2 + (P_{Gn} - P_{Gb})^2 + (P_{Bn} - P_{Bb})^2}}{A_r} \quad (1)$$

$$S_r = \begin{cases} \text{foreground,} & \text{if } S_r \geq T_D \\ \text{background,} & \text{if } S_r < T_D \end{cases}$$

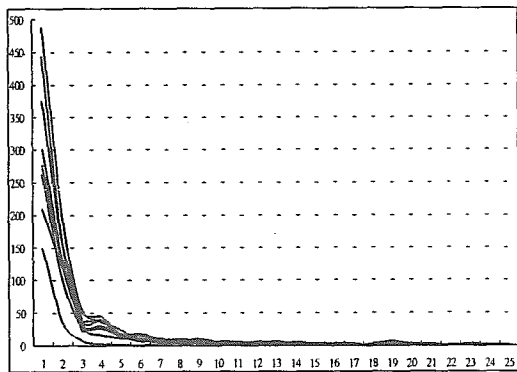
其中 A_r 為第 r 個區域的面積。在比較的過程中，先以 F_n 生成的可能是物件區域，與 F_b 比較，依式 1 比較之後，如果誤差大於 T_D ，就將該區域的成長原點由原點集合中移除，當所有 F_n 的區域都被比較完成之後，原點集合中將只剩雜訊造成的原點，與背景物件被移動造成的區域原點。因此以上述相似的區域成長與變動偵測演算法，應用於 F_b 之中，再與 F_n 比較即可找出被移動的背景。經過上述區域比較的步驟之後，可找出屬於物件的多個色塊，這些色塊彼此相鄰，因此相鄰的色塊應被合併且標上相同的區域編號。如果經過合併之後，某些色塊面積過小而且沒有與其它色塊相鄰，則應視為雜訊而予以去除。

四、實作結果

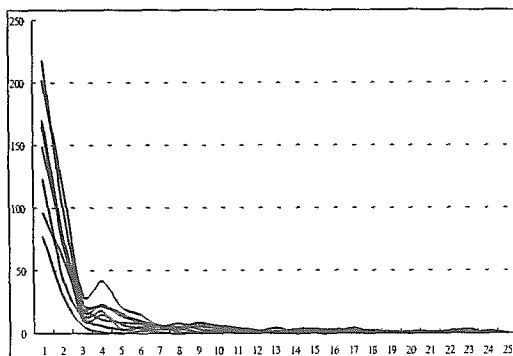
圖九所示為經過上述分離演算法的計算之後，所得到的面積統計圖，其中縱軸為區域數量，橫軸為面積，由這些圖表可看出， T_G 愈大，小面積的區域愈少，而且這四份圖表皆有同一特性，在面積約等於三的地方左右，出現一區域最小值，因此如果需要再對分離的影像進行過濾小面積的運算，可以此圖表為參考，選擇一最具效果的門檻值。



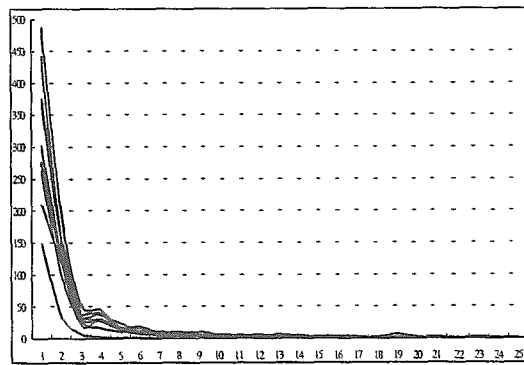
(a) $T_G=10$



(b) $T_G=15$



(c) $T_G=25$



(d) $T_G=30$

圖九 T_G 對分離面積的影響，取第 31 至 76 間隔 5 張共十張測試影像

圖十所示為各種門檻值 T_D 對物件分離的影響。圖十 a 至 e 依序加大門檻值，可看出門檻值對變動偵測的影響，在圖十 a 中，因為門檻值較小，以致於無法分辨出陰影區域，但太大的門檻則會造成如圖十 e 的結果，人物的膝蓋處因為與背景的某一處顏色接近，因此被視為背景，除了膝蓋之外，腳部的陰影也因 T_D 的加大而去除，但也導致胸前區塊因與背景顏色接近而誤判。對於門檻值的決定，在[16]有詳細介紹。



a. $T_D=50$,

b. $T_D=75$,

c. $T_D=82$

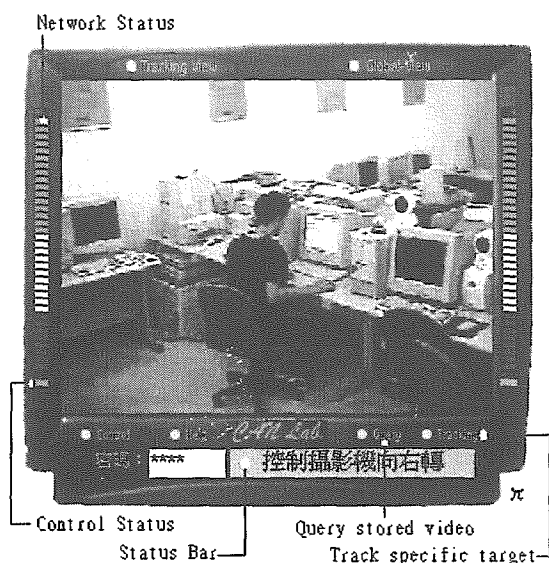


d. $T_D=100$,

e. $T_D=150$

圖十 門檻值 T_D 對物件分離的影響，frame #66, $T_G=15$

在我們的實作中，原始影像大小為 640*480，24-bits 全彩的畫面，取樣頻率則依分離機制的計算時間而定。我們使用 Microsoft Visual C++ 6.0 為實作工具，在一部裝有 Pentium-II 350，安裝 Windows 9 的個人電腦上執行上述的演算法，處理一張約需 250ms 的計算時間，每秒約能處理 4 張畫面。本系統的客戶端程式利用 Microsoft Active 技術撰寫，可在 IE 4.0 以上的瀏覽器與伺服器連接，其使用者介面如圖十一。



圖十一 監控系統客戶端介面

五、結論

在本系統中，所設計的功能，不只包含傳統的監視系統之功能，更將影像分離技術與物件追蹤技術活用於對人類生活有助益的領域。本系統所提及的功能，除了應用於監控系統，對老幼看護、道路交通狀況監控、飛航起降監視錄影、團隊球類比賽隊型分析、教師課程錄影等場合亦可適用。

物件分離技術可視為其它更進階處理的前置處理，快速而準確的分離結果，能減低其它處理的負荷，本論文所提出的方法，可快速的分離物件，而且在背景複雜時，也能有良好的表現。在未來的研究，著重於陰影去除及与其它後置處理融合，使分離出的資訊，能更充分的應用於物件追蹤、內容式影像索引(Content-based image retrieval)、並加強本機制應於一般影片的分離等議題。

本論文由國科會支持，編號為：NSC89-2213-E032-016

參考資料

- [1] CADDX Controls, Inc., Motion Detectors and Accessories, "http://www.caddx.com/."
- [2] J. Canny, "A Computational approach to edge detection", IEEE transactions on Pattern Analysis and machine Intelligence, vol.PAM -8, no.6, Nov 1986, pp.679-698
- [3] C.A. Christopoulos, W. Philips, A.N. Skodras, J. Cornelis, "Segmented image coding: Techniques and experimental results", Signal Processing: Image Communication 11, 1997, pp.63-80
- [4] F.Dufaux, F. Moscheni, "Segmentation based motion estimation for second generation video coding techniques" in: L. Torres, M. Kunt(Eds.), Video Coding, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1996, pp.219-263
- [5] F. Dufaux, F. Moscheni and A. Lippman, "Spatio-temporal segmentation based on motion and static segmentation", IEEE Proceedings of ICIP'95, Washington, DC, October 1995.
- [6] R. Dekkerck, J. Corneils and M. Bister, "Segmentation of medical images", Image and Vision Computing, Vol.11, no.8, October 1993, pp.486-503
- [7] M. Etoh, "Promotion of block matching: parametric representation for motion estimation", Proceedings of 4th ICPR, 1998, vol.1. pp.282-285
- [8] Gian Luca Foresti, C.S. Regazzoni, "A change-detection method for multiple object localization in real scenes", Proceeding of International Conference on Industrial Electronic, Control and Instrumentation, 1994, pp.984-987
- [9] D. Gibbins, G.N. Newsam and M.J. Brooks, "Detecting Suspicious Background Changes in Video Surveillance of Busy Scenes", Proceedings of 3rd IEEE Workshop on Application of Computer Vision, 1996, pp.22-26
- [10] "http://www.komoto.com.tw/html/idx-info.html"
- [11] Ma, W.Y., Manjunath, B.S., "Edge flow: A framework of boundary detection and image segmentation", Proceeding of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1997, pp.744-749
- [12] J. Maeda; S. Novianto, A. Miyashita, S. Saga, Y. Suzuki, "Fuzzy region-growing segmentation of natural images using local fractal dimension", Proceedings of Fourteenth International Conference on Pattern Rec-

- ognition, 1998, vol.2, pp.991 -993
- [13] F. Moscheni, F. Dufaux, M. Kunt, "Object tracking based on temporal and spatial information", Proceedings of ICASSP-96, vol.4, pp.1914 -1917
- [14] F. Moscheni, F. Dufaux and M. Kunt, "A new two-stage global/local motion estimation based on foreground/background segmentation", IEEE Proceedings of ICASSP'95, Detroit, MI, May 1995.
- [15] N. Paragios and G. Tziritas, "Detection and Location of Moving Objects Using Deterministic Relaxation Algorithms", 1996 IEEE Proceedings of International Conference on Pattern Recognition, 1996, pp.201-205
- [16] Paul L. Rosin, "Thresholding for Change Detection", Proceedings of 6th International Conference on Computer Vision, IEEE, 1998, pp.274-279
- [17] Kurt Skufstad and Ramesh Jain, "Illumination independent change detection for real world sequence", Computer Vision, Graphics and Image Processing, 46, pp.387-299(1989)
- [18] S. Sarkar and K.L. Boyer, "Optimal, efficient, recursive edge detection filters", Proceedings of 10th International Conference on Pattern Recognition, 1990, Vol.1, pp.931 -936
- [19] Stringa, E.; Regazzoni, C.S., "Content-based retrieval and real time detection from video sequences acquired by surveillance systems", International Conference on Image Processing, 1998. ICIP 98, pp.138 -142 vol.3