

智慧型監視系統技術分析

賴岱佑

建騰創達科技股份有限公司

e-mail: deyu1978@gmail.com

摘要

近年來因國際情勢緊張，對於資訊安全需求也有了重大的改變，以往只透過單純的錄影系統，類比視訊號作為主軸的時代，將逐漸被淘汰。單純的錄影只停留在「看的到」的階段，現在需求改變了，資安單位希望能夠「看得懂」。影像數位化的產物就是 IP Camera，數位化之後的資料，就可以透過數學運算，達到前處理、特徵搜尋、特徵分析、特徵判定、資料索引。這對資安人員工作型態有極大的改變。

以往資安人員必須二十四小時的排班，看著監視畫面，難免有人為因素導致遺漏關鍵畫面。是屬於被動型態的系統，功能幾乎只有嚇阻而實質幫助較少。主動式的系統也就是智慧型監視系統，如今將逐漸成為主流，它具有事件、物件、條件這三項基本優勢，目前在歐美普遍接受這項新觀念，在亞洲地區還仍在耕耘。

關鍵詞：智慧型監視系統、動態偵測。

Abstract

Motion Detection. It is traditionally found in digital video recorders. Threats are determined by comparing pixel changes between frames.

Intelligent Video. Constantly defines and redefines what background changes occurs with a camera's field of view and separates the dynamic background from the abnormal behavior of a target. This enables learning and differentiation of the movement of the natural perimeter environment such as blowing trees or rolling waves from the movements of the targets.

Keywords: Intelligence Video Surveillance、Motion Detection

1. 前言

[1]近年來國際上恐怖攻擊所造成的緊張情勢，影響資訊安全相關產業的發展。就以往的 VCR (Video Cassette Recorders) 類比式的儲存方式，或至 DVR (Digital Video Recorder) 兼具類比與數位混合系統，以及結合網路的 NVR (Network DVR) 系統。在某種層面上仍然是有局限性的，當很容易「看的到」的時候，人們的需求就改變為希望「看得懂」，也就是必須結合數位影像處理技術去分析或是預測，當下或未來可能發生的事件。

直至目前，許多廠商都積極的朝向智慧型監視系統的開發與設計。本論文將著重在建立智慧型監視系統的技術層面做分析。

2. 論文結構

第三章將敘述智慧型監視系統的產業現況，藉以了解目前的趨勢，才能進一步的分析判斷。第四章將針對智慧型監視系統之數位影像處理技術做分析，主要探討物件，會產生動量的物件通常是重要。第五章著重在建立智慧型監視系統的雛型架構。第六章實驗結果中將會做系統上的分析。第七章結論中會探討現階段的模式以及未來可能的模式。

3. 產業現況

[13]-[23]本人調查了現階段國內外智慧型監視系統的廠商，並針對智慧型演算法名稱作以下的分類。產業界有註冊名稱、專利或廣告用語，因此才會造成一個演算法有好幾個不同的名稱，請參考表 1。

表 1 智慧型演算法的名稱對應表

Algorithm 演算法名稱	Nickname 暱稱(其他名稱)
Video Enhance Quality 影像增強	Video Image Enhancer Drowsy Detection Wide Dynamic Range Image Enhancement
Video Stabilize 震動補償	Video Stabilization Video Stabilizer

Motion Detection 動量(運動)偵測	Advanced Motion Tracking
Forbidden Area 入侵偵測	Secure Zone Detection Virtual Fence Detection Tailgating Perimeter/Tunnel Intrusion
Missing Object 物件遺失	Remove Object Left item detection Objects Removed Equipment Removal
Unattended Object 物件遺留	Foreign Object Left Baggage
Flame Detection 火災偵測	Fire Detection
Object Counting 物件計數	Counting Application
People Counting 人流計數	Overhead People Counter
Car Counting 車流計數	Vehicle Counting
Camera Occlusion 畫面遮蔽	Detect camera obstruction
Lose Focus 失焦	Video No Focus Video Blur Camera Tampering
Piggyback 夾帶闖關	Detection of tailgating
Loitering Detection 滯留偵測	Loitering in bank vestibule
PTZ Tracking 追蹤攝影	Auto Tracking

表 2 是沒有其他名稱的演算法。

表 2 沒有其他名稱的演算法

Algorithm 演算法名稱
Smoke Detection/煙霧偵測
Tracking Object for near items/近物追蹤
Tracking Object for tiny items/遠物追蹤
Multi-People Tracking/多人追蹤
Object Classification/物件分類
Object Classification (near, Person) /近物人物分類
Object Classification (near, Vehicle) /近物車輛分類
Object Classification (Tiny, Person) /遠物人物分類

Object Classification (Tiny, Vehicle) /遠物車輛分類
Duress Detection/臥倒偵測
Video De-interlace/掃描線處理
Face Detection/人臉偵測
Facial Recognition/人臉識別
Video Watermark/視訊浮水印
Plate Recognition/車牌辨識
Detect people on subway tracks/人物公路追蹤
Detect people on train tracks/人物鐵軌追蹤
Detect people at desk/人物異常行為
Panorama View/全景畫面
Card skimmer/讀卡動作偵測
Visual Automation/視覺自動化
Digital Zoom/數位放大
Video BLC/背光補償
Video Wrapping/視訊震動
Collision Prediction/碰撞預測
Search Motion/搜尋動量
Scene Stitching/場景切換
Speed Analysis/速度分析
Parking Lot Security/停車場監控
Wrong Direction Detection/錯誤方向
POS Analysis/零售系統行為分析
Fraud Detection/欺騙偵測
Customer Assistance/保全協助
Shopper Counting/銷售計數
Shift Object/物件移位

表 1 與表 2 就是目前產業界在智慧型演算法所研究的課題，或是已經成形的功能。

由於恐怖攻擊的區域基本上是在歐美國家，因此智慧型監視系統的客戶群普遍於歐

美，至於亞洲地區的進展相較之下就顯得緩慢，智慧型監視系統的目的主要在於災難監測，例如：人為因素的入侵偵測、天然因素的森林大火...等等。災難偵測方面是一個非常重要的主題，其次才是應用層面的技術，例如：人臉偵測、物件追蹤、物件分類...等等。災難又可分為外部災難跟內部災難，所謂外部災難是指攝影機外的災難，內部災難則是指攝影機本身遇到的災難，例如：鏡頭被噴漆、失焦、訊號失聯、...等等。這都可以透過數位影像處理技術實現出來。以目前技術來說，要知道可能發生災難是很容易的事情，但要知道發生何種災難正確率上則並不令人滿意。例如：火災偵測。[9][10]火災通常採用火光的顏色範圍來做偵測，若遇到相同或近似於火光的物體，則會發出誤偵測，對於火的描述仍然需要更嚴謹的判斷，提高正確率是目前最重要的課題之一。

4. 數位影像處理技術

由於影像資訊數位化，因而可以藉由數學的理論去實作，[1]智慧視訊 (IV, Intelligent Video) 源自電腦視覺 (CV, Computer Vision) 技術。而電腦視覺技術是人工智慧 (AI, Artificial Intelligent) 研究的分支之一，它能夠在圖像及圖像描述之間建立映射關係，從而使電腦能夠通過數位影像處理和分析來理解視頻畫面中的內容。

監視系統產業所截取的畫面，多是即時影像，而分析預測也必須能夠即時反映，以數位影像處理技術而論，主要在於「動」與「靜」之間，以術語而言就是「前景」與「背景」的分類，要取得前景資訊才能夠做接下來特徵抽取、特徵分析...等等。獲得前景資訊是相當重要的，也就是所謂的 Motion Detection，前景基本上就是會產生行為的物件。

4.1 前處理

要獲得前景資訊基本上是使用灰階的影像，因為處理資訊較少的緣故，在前處理中發現 YUV 的色彩空間，較為穩定，而且轉換計算量較少，HSV 雖然可以避免光線的影響，但其穩定度及計算量都不比 YUV 來的好。尤其來源影像若是經過 DCT 轉換之後，再轉為 HSV 時，非常容易產生出 8x8 區塊(block)，這不利於分析，而一般監視系統為了節省頻寬，皆採用壓縮轉換，因此再轉為 HSV 色彩空間時，很容易帶有區塊。

基本上所獲得的像素是不穩定的，單純用監視攝影機拍攝靜物，排除所有動量的情況下，每次所收到的像素色彩皆是不同，而不同的程度就是不穩定度，反之就是穩定度。當由色彩空間轉為灰階之後，透過門檻值，就可以測量出該監視攝影機是否有達穩定。本人實驗室採用 20 做為門檻值，若監視攝影機能夠穩定的不產生錯誤點，以此來做為演算法的平台，就能獲得較相同的品質。現在的監視系統多採用網路作為媒介，因此還包括網路傳輸的問題影響，所以這項測試越久越好，以確保整個環境品質，讓爾後的智慧型演算法能夠進行順利。請參考方程式 1。

$$Stable \begin{cases} 0, & \text{if } P_{x,y} < Threshold \\ 255, & \text{otherwise} \end{cases}$$

方程式 1 測量穩定狀態方程式

4.2 動量偵測 (Motion Detection)

基本上使用 YUV 來做為影像的灰階資訊，影像分割的目的就是為了分割出相同性質的像素，在監視系統中所要求的就是分割出前景像素，而基本上前景像素是具有行為動量的。所以可以從兩個方向去思考，第一個方向是偵測具有動量的像素區域，進而分割出不會動的像素區域；第二是偵測不會動的像素區域，進而分割出會動的像素區域。不論是由第一種方法或是第二種模式其結果都是一樣的，就是要分割出前景與背景，目的就是縮小判斷的範圍。

[8]目前許多研究都採用預先建立背景的方式進行，但卻不具實用性。智慧型監視系統所獲得是一連串的背景序列，因此必須要有智慧自動去建立背景模組，因為實際應用上，不會有機會讓系統先學習好完整的背景，而是要依靠系統自動去分類前景及背景像素。由[6]所發表的物件追蹤演算法，被廣泛的應用在自走車的系統上，其優點就是計算量少，透過三張影像的絕對值相減、交集及聯集的方法，獲得第二張畫面的物體。其實就是針對會動的像素做分類，基於這個理論，能夠有效的獲得物件範圍。其次，利用[8]時間背景法可以將不動的像素記錄下來，而剔除會動的像素，獲得的就是背景資訊。在這動量偵測的目的及方法中，最主要就是獲得前景與背景的方法思維。當然也可以採用混合式的方式，來加以相互驗證像素的正確性。此外還有一種機率法，透過

機率演算法則去判定前景或背景，獲得的就是機率圖。但機率圖的計算量就比單純的方法要來的大。

[4][5]本人經過實作及實驗認為，動量偵測(Motion Detection)是做為一個智慧型監視系統最重要的基礎，其重要的地位不亞於前處理，影像前處理的好，讓影像穩定的便於往後的分析。[6]而動量偵測的好，進而處理物件特徵資訊的截取。物件資訊完整性高，於形態學的使用就可以減少；反之物件資訊破損零散，就必須透過型態學來加以補足。Motion Detection 的重要性就是在於分辨前景及背景，因此也就是其他演算法的基礎，幾乎只要相關於物件議題的演算法，都有動量偵測的需求。因此一個準確度高、運算量少、易於實作的動量偵測演算法是很重要的。雖然可以針對某一個領域(domain)去研究設計，但就很容易受到侷限。而監視系統在全球佈署，不適合限制領域研究，因此在挑選動量偵測的演算核心，是極為重要。

4.3 物件 (Object)

[3][4][5]獲得前景資訊就等於得到物件資訊，物件在監視畫面中是最根本的資訊，因為物件的行為或許就是關鍵的畫面，由行為產生的關鍵或稱事件，必須交由數位影像處理技術來找出其特徵，加以判斷分析，才能分類或決定為何種關鍵或事件。物件偵測的議題中，被廣泛應用的就屬物件遺失與遺留偵測，其次是人車分類，第三是物件追蹤。

[5][12][13][18][19]物件遺失與遺留中，還分有全景與範圍偵測，所謂全景就是不用預設範圍，當畫面中有物體遺失或遺留時，就會發出警告。而範圍則是先圈選要偵測的物件，才能加以判斷。而全景辨別必須考量其他物件的動量，而遺失與遺留演算法共通的一點就是會參考時間軸，通常會設定多少時間後才決定物件的遺失與遺留。經過實作可以發現要判斷物體移位是可以透過畫面相減取絕對值得知，但在灰階資訊內要判斷物體遺失或遺留，則必須另外運算。

[7][13][14]人車分類也是常見的演算法，通常與應用方面有關，這關係到計算人流或車流，常見的分類法有投影法(Projection)、樣板(Pattern)、色彩空間(Color Space)。要用到投影法就必須先建立好背景模型，這又牽涉到背景模型是否優良的問題。而樣版比對有許多演算法可以使用，辨識正確與否，和樣板範例建立

有關，要有足夠且具特徵的樣板，正確率才會高。色彩空間最常用的是膚色判斷，膚色最常遇到的問題就是準確度不高，必須以型態學家以處理，甚至於動用橢圓形樣板來加強確認。本人實作時發現採用單一方法，並不能適用於多樣環境，特別是與物體的距離遠近有關，物體過小距離過遠時，所獲得的像素往往不足以判斷，採用樣板反而比較好；物體較大距離較近時，採用投影法反而比較快速。

[3][4][5][6][7][8][11][12]物件追蹤一直以來就是常見的課題，在智慧型監視系統中也是非常重要的，常用的方法有畫面差分(異)法、背景模型法、光流法...等。較為常見的方法都是採用建立背景模組，而從模組中抽取物件出來。物件追蹤若是單一物件，則可不用考慮太多，一個標示框就可以知道物件的位置及軌跡。但若是多物件追蹤，則可採用疊代法、輪廓追蹤，用來獲取多物件的各自範圍。但相連且相近的多物件要分割則是比較困難的，必須事前學習或是即時記錄物件特徵來做搜尋。若採用畫面差分(異)法則不用考慮背景模型的問題，該方法只會留下移動資訊，最主要的反而是門檻值的問題，設定太小則雜訊多，設定太大則無法偵測。但若設定的合適，則會有相當不錯的效果，而且不用考慮到背景何時更新，背景的管理有時候會造成太多不必要的負擔，例如：被風吹的微動的樹葉，光影的變化...等等，皆是管理背景模型時遇到的實際困難。

距離有遠近之差，物件有大小之別，因此單一的物件追蹤是無法涵蓋到所有的情形，因此分為近物及遠物追蹤，這樣會是一個比較好的做法。原因是當近物追蹤時，若背景有遠物移動，則會被分類成為雜訊，並且過濾掉。而遠物追蹤時，較小的物件移動，需要較為靈敏的參數，此時就不能當成雜訊處理，而要找出物件的移動資訊、輪廓及範圍。

本人是如此實作，因此能夠在兩種情形下，遠近的效果都很不錯。因此量測出一個範本，近物為待測物佔畫面大小約十六分之一以上，假設畫面大小為 720×480 ，則待測物體至少要大於 180×120 。無關影像清晰度或品質，只以所佔畫面比例為基準。遠物為待測物佔畫面大小約十六分之一到一百四十四分之一，假設畫面大小為 720×480 ，則待測物會小於 $180 \times 120 \sim 60 \times 40$ 。無關影像清晰度或品質，只以所佔畫面比例為基準。實作成果請參考圖 6、7。

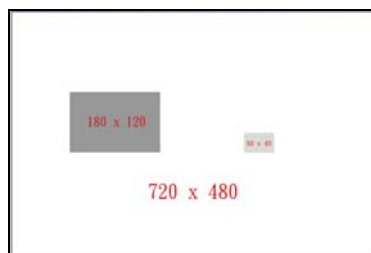


圖 1 物件大小比例圖

5. 雛形架構

本人採用三個角色來看待這個系統，分別為使用者、應用程式設計師、演算法設計師。因此系統建構層級分明，每一層只能看到或使用到相關的物件，利用物件導向的資訊隱藏的觀念，使用者只需要了解如何使用而無須了解是如何製作。由於數位影像處理技術基於許多學理，因此就單一輸入、單一輸出的函式，安排在 IPA(Image Processing Algorithm)的類別(class)中，其中包含型態學、基本濾波器以及色彩空間轉換 ... 等等。而上一層 IVS(Intelligence Video Surveillance)的類別，會使用 IPA 的物件，進而組裝出演算法。每個智慧型視訊系統演算法繼承 IVS，例如：物件遺失演算法類別為 Missing Object，是 IVS 的子類，真正的演算法則組裝在子類中。如此的設計就可以較為容易的更新版本，或者置換新的實驗。應用軟體只需要引用 IVS 子類的物件，就可以獲得整組的演算法流程，進而將影像輸入經演算輸出，獲得演算結果，應用程式再將結果標示出來。

演算法設計師在 IPA 又分為兩區，IPA 類別包含了所有基礎演算法的函式，因此該類別會去使用其他真正實作的類別。分區方法為不需要儲存資料的演算法，例如：增長、侵蝕...等等。像這些無關於時間軸影響的演算法就放置在 IPA Basic；而需要儲存資料的演算法，例如：畫面差分(異)法...等等。需要累積三張影像才能演算的函式就放在 IPA Advance 中。如此方便設計師分類，亦可容易管理記憶體體的釋放，避免記憶體漏洞(Memory Leak)。

因此，使用者只需要操作程式，選擇要使用的演算法，應用程式就會去建立智慧視訊監視系統物件，而該物件又會建立影像處理技術物件，而影像就由智慧視訊監視系統物件輸入，出輸的資料就是演算後的結果，而無須知道演算法引用了哪些學理。而設計者可依照角色，專心做好自己的負責範圍。

這樣分類的設計架構，也有助於往後能夠掛上其他的應用程式，無論應用程式的外殼如何改變，只要透過單一的介面就可以存取演算法。就實作方面將 IPA(Image Processing Algorithm) 及 IVS(Intelligence Video Surveillance)分別作成動態連結檔(.DLL)，透過相同的介面溝通，這樣就可以更加具有彈性，並且加上多執行緒(Thread)的幫助增加效率。

市面上的有些軟體一次只能啟用一個演算法，或者啟用了某個演算法則會造成其他數個演算法不能使用。採取本人提出的架構，就可以同時啟用多個演算法，互相不會干擾，但同樣的問題是啟用越多演算法，執行效能就會越低，這是無法避免的問題，解決方式可能採用多執行緒來協助，或是使用多 CPU 的幫助。本人實作實測採用本架構，可同時啟用十二個演算法，長時間運作，這基本上是建構在一個非常穩定品質優良的智慧型監視器 SDK 上，而演算法方面沒有造成任何的記憶體錯誤或是記憶體漏洞，也是原因之一。

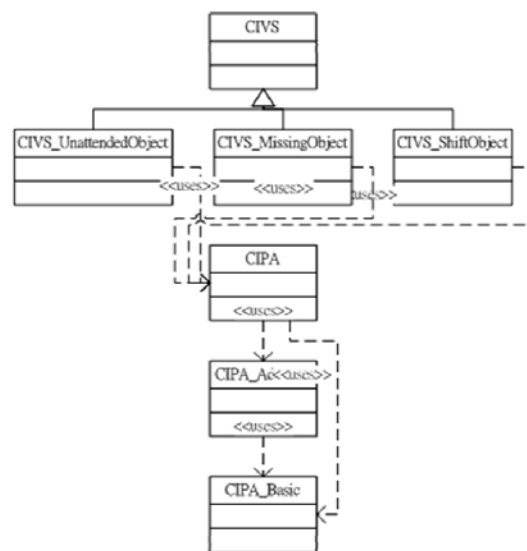


圖 2 雛形架構類別圖

6. 實驗結果

以下是實際測試的結果，以及定義說明。

Shift Object (物體移位)：如圖 3 只要有物體在畫面中移動，停止動作後就會顯示出標示框。



圖 3 物體移位

Missing Object (物體遺失): 當物體在畫面中消失, 停止動作後就會出現標示框。



圖 4 物體遺失

Unattended Object (物體遺留): 當物體由外面移入, 停止動作後就會出現標示框。



圖 5 物體遺留

Tracking Object for near Items (近物追蹤): 待測物佔畫面大小為十六分之一以上, 則為近物, 可追蹤近物移動的範圍及軌跡。



圖 6 近物追蹤

Tracking Object for tiny Items (遠物追蹤):

待測物佔畫面大小為十六分之一到一百四十四分之一, 則為遠物, 可追蹤遠物移動的範圍及軌跡。



圖 7 遠物追蹤

Forbidden Area (入侵偵測):

啟用演算法之後, 會出現提示視窗, 請用滑鼠在畫面中標示出禁止區域, 為一個矩形區域, 當有移動物體進入禁止區域後, 標示框會變成紅色。



圖 8 入侵偵測

Object Classification (Near, Person) (近物分類、人物): 待測物佔畫面大小為十六分之一以上, 則為近物, 可追蹤人物移動的範圍及軌跡。

Object Classification (Near, Vehicle) (近物分類、車輛): 待測物佔畫面大小為十六分之一以上, 則為近物, 可追蹤車輛移動的範圍及軌跡。

Object Classification (Tiny, Person) (遠物分類、人物): 待測物佔畫面大小為十六分之一到一百四十四分之一, 則為遠物, 可追蹤人物移動的範圍及軌跡。

Object Classification (Tiny, Vehicle) (遠物分類、車輛): 待測物佔畫面大小為十六分之一到一百四十四分之一, 則為遠物, 可追蹤車輛移動的範圍及軌跡。

Video Enhance Quality (影像增強): 當影像灰暗不明時, 可使用影像增強, 讓灰度值擴展到最大範圍。



圖 9 影像增強

Flame Detection (火焰偵測): 當有火焰出現於畫面中時, 標示框會標示出火焰的位置。



圖 10 火焰偵測

Motion Detection (移動偵測): 當有任何物體在畫面中移動時, 會標示出移動的範圍。

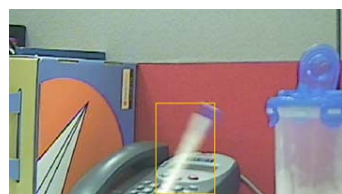


圖 11 移動偵測

Loitering Detection (滯留偵測): 當有物體由外部進入畫面中, 經過一段時間後會出現標示框。

7. 結論

由於數位影像處理所獲得資訊, 皆是以灰階像素或色彩空間為主, 從某一種方面來看, 就是被侷限在灰階像素或色彩空間內, 因此當有物體顏色與背景顏色相似, 或者將色彩轉為灰階時, 往往很難判斷出物體的移動, 這時候就要考量是否要採用 Tracking 的方法, 但追蹤就會增加計算量, 並且必須參考到過往的資料, 這是現階段即時影像處理所遇到的困難點。但隨著硬體演化進展, 這問題獲得解決是指日可待。目前這個問題是各家廠商尚未解決的難題。

動量偵測與物件偵測是智慧型監視系統必備的條件之一, 可說是智慧型監視系統的核心智慧, 因為唯有獲得物件, 才能記錄、分析、條理、判斷、決策對該物件的處理方式。這個過程可以說是將資料轉換為資訊的一個步驟。

隨著頻道(Channel)數越來越多, 目前最多為 100 Channel, 單純的繪圖(Render)方法已經不敷使用, 效能表現不佳, 因此未來勢必採用 GPU 來協助處理有關繪圖的部分。這或許是 GPU 自遊戲跟美工以來的另外一種用途。

產業界一直努力朝向 Mega-Pixel 發展, 除了可以製作更清晰的 Digital Zoom 之外, 策略上也是為了提升解析度, 因此未來如何用較少的資料結構或模型去描述 Mega-Pixel 的資訊

是一件值得突破及研究的課題。

節省頻寬一直是網路型監視系統的重點之一, 隨著解析度的發展, 有效的壓縮是一種需求趨勢, 目前因為晶片的設計不易更改, 還不能馬上採用小波轉換, 小波轉換是一種平衡的選擇, 於解析度上它能夠有比 DCT 轉換更好的效果, 於頻寬需求上也能夠滿足使用, 未來朝向使用以小波轉換的壓縮晶片, 將會更有效率的運作, 且能獲得比 DCT 更加的效果。

智慧型監視系統的軟體架構應該要很有彈性, 可隨時掛載及取下, 而且彼此之間不應該互相影響, 除了能有效管理更版作業, 對於使用者的需求也能有完整的配套措施。

由本人實測幾家智慧監視系統軟體之後, 發現目前智慧型監視系統只能稱為「看得清楚」的階段, 還沒有到達「看得懂」的階段, 因為有了物件偵測之後, 就可以加上標示框, 或是警示框, 讓保全監視可以多加注意, 但至於發生了甚麼事情, 框內的內容是甚麼意義, 還是必須由人類去分析判斷。也許未來判斷準確度提高之後, 將物件資訊數位化就可以進一步的利用資料探勘, 進而分析或預測可能的結果。

目前國內研究方面有四年的學界科專, 專門研究數位智慧型監視系統, 最近的成果也相當豐碩, 人體姿態識別及全景監視系統是最近較為突出的研究, 可看出學界在這方面投注不少心力, 若能產學合作相信是雙贏的結果。

參考文獻

- [1] 呂立波, “電視監控技術現狀及發展前瞻” 2005 中國公共安全, 中國, 2005。
- [2] 劉庭瑋, “以自發性參數調校技術來設計穩健的運動偵測系統”, 資訊工程學系, 逢甲大學, 2004。
- [3] 賴岱佑, “頭部點頭識別”, 資訊工程學系, 輔仁大學, 2005。
- [4] 賴岱佑, “數位影像處理技術手冊”, 文魁資訊, 2007。
- [5] 賴岱佑, “物件遺失遺留演算法”, TAAI 2007, 第十二屆人工智慧與應用研討會, 2007。
- [6] D.D.Giusto, F.Massidda, C.Perra., “A fast algorithm for video segmentation and object tracking”, CNIT@UniCA – Multimedia Communications Lab DIEE, University of Cagari, Italy, Digital Signal Processing,

2002. DSP 2002. 2002 14th International Conference on, 2002.
- [7] M. Lalonde, S. Foucher, L. Gagnon, E. Pronovost, M. Derenne, A. Janelle, "A system to automatically track humans and vehicles with a PTZ camera", **R&D Dept., CRIM, 550 Sherbrooke Street West, Suite 100, Montreal, QC, Canada, H3A 1B9, VideoStream Technologies Inc., 7493 Trans-Canada Highway, Suite 103, St-Laurent, QC, Canada**, 2007.
- [8] Prof. dr. ir. F.C.A. Groen, Dr. K. Schutte, Prof. dr. ir. A.W.M. Smeulders, Prof. dr. ir. R.L. Lagendijk, Prof. dr. P.W. Adriaans, Dr. ir. B.J.A. Krose, Dr. C.S. Regazzoni, "Object detection and segmentation for visual surveillance", **ter verkrijging van de graad van doctor aan de Universiteit van Amsterdam**, 2006.
- [9] Shuenn-jyu Wang, Meng-Tsai Tasi, Ching-Chuan Chiang, "Video-Based Early Flame Detection for Vessels by Using the Fuzzy Color Clustering Algorithm", **Department of Computer Science, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan. Department of Computer Science and Engineering, Vanung University, Taiwan. Department of Computer and Communication Engineering, Ming Chuan University, Taiwan**. ICS, 2006.
- [10] Walter Phillips III, Mubarak Shah, Niels da Vitoria Lobo, "Flame Recognition in Video", **Computer Vision Laboratory School of Electrical Engineering and Computer Science University of Central Florida**, Dec 4th-6th, 2000.
- [11] Young-Kee Jung, Kyu-Won Lee, and Yo-Sung Ho, "Content-Based Event Retrieval Using Semantic Scene Interpretation for Automated Traffic Surveillance", **Member, IEEE**, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, VOL. 2, NO. 3, SEPTEMBER 2001.
- [12] Yunjun Zhang Jiangjian Xiao Mubarak Shah, "Motion Layer Based Object Removal in Videos", **Computer Vision Lab, School of Computer Science, University of Central Florida, Orlando, Florida 32816, USA**, 2005.
- [13] ACTi Corp. , [Online], <http://www.acti.com/index.asp>
- [14] Aimetis Corp. , [Online], <http://www.aimetis.com/aira/>
- [15] AVerMedia Technologies Inc. , [Online], <http://www.avermedia.com/EN/>
- [16] Exacq Technologies, Inc. , [Online], <http://www.exacq.com/>
- [17] Genetec Inc. , [Online], <http://www.genetec.com/english/home.aspx>
- [18] Geovision Inc. , [Online], <http://www.geovision.com.tw/english/index.asp>
- [19] Huper Laboratories Co., Ltd. , [Online], <http://www.huperlab.com/>
- [20] IntelliVision , [Online], <http://www.intelli-vision.com/>
- [21] Milestone System, [Online], <http://milestone.dk/>
- [22] NUUO Inc. , [Online], <http://www.nuuo.com/>
- [23] Verint Systems Inc. , [Online], <http://verint.com/corporate/>