

移動車輛偵測及車流量計數方法

陳永祥

國家實驗研究院儀器科技研究中心光電與遙測組

yschen@itrc.org.tw

摘要

本文提出移動車輛偵測及車流量計數方法的設計思想，以及實現時使用的基本演算法。利用數位影像處理技術將兩張連續影像相減，找出真正發生位移的部分，接下來則是針對此部分作背景相減的演算。此方法不但可以提高追蹤速度也可降低計算出不正確雜訊的機會，進而可以提高追蹤的準確度。最後，分別在左、右車道固定視窗進行 Blob 搜尋，藉由 Blob 大小進行車流量計數。

關鍵詞：背景相減法、顆粒搜尋、車流量計數。

Abstract

This paper presents a design of moving vehicle detection and vehicle counting. Introduction the method is realized by basic algorithm. Using digital image technique to subtract two continuous images, and extract the region where the motion actually occurs. Then, background subtraction is calculated based on image information in this area. In this way, it cannot only raise the tracking speed, but also reduce the effect of the incorrect noise value. As a result, both tracking accuracy and speed can be greatly improved. Finally, the vehicle counting step searches the numbers of blob in fixed widows of left way and right way.

Keywords: background subtraction, blob search, vehicle counting.

1. 前言

隨著我國經濟建設的蓬勃發展，城市的人口和汽車使用量亦急劇增長，交通流量日益加大，交通擁擠堵塞現象日趨嚴重，交通事故時有發生。交通問題已經成為城市管理工作中的重大社會問題，影響城市經濟建設的發展。因此，深入研究解決城市交通問題有著極為重要的現實意義。要解決城市交通問題，就必須準確掌握交通資訊。目前國內常見的交通流檢測方法有人工監控、埋設感應線圈、超聲波探測

器、視覺監控四大類。其中，視覺監控方法比其他方法更具優越性。

視覺監控及車輛識別系統是一種利用影像處理技術實現對移動目標偵測和識別的電腦處理系統。通過對道路交通狀況資訊與交通目標的各種行為如違法超速、停車及超車等等的即時偵測，實現自動統計交通路段上行駛的機動車的數量、計算行駛車輛的速度及識別分為行駛車輛的類別等各種有關交通參數，達到監測道路交通狀況資訊的作用。同時，將檢測和識別到的交通資訊存儲起來，為分析和交通管理提供依據。

2. 文獻探討

移動物體偵測目的是從序列影像中將運動區域從背景影像中擷取出來，只需考慮影像中對應於運動區域的像素，加以分析場景的動態改變情形，這一步是非常重要的。

背景相減法(Background Subtraction)[3,6]方法是目前運動分割中最常用的一種方法，它是利用目前影像與背景影像的差分來檢測出運動區域的一種技術。它一般能夠提供最完全的特徵資料，而且速度快，能適合即時系統的要求。但對於動態場景的變化，如光照和外來雜訊的干擾等特別敏感。

時間差分法(Temporal Difference)利用影像序列中前後幾個相鄰影像之間的差分來提取出影像中的運動區域。例如 Lipton 等[1]利用兩張差分影像方法從實際視頻影像中檢測出運動目標，進而用於目標的分類與跟蹤；一個改進的方法是利用三張差分影像代替兩張差分影像，如 VSAM[5]開發了一種自適應背景減除與三張差分影像相結合的混合演算法，它能夠快速有效地從背景中檢測出運動目標。時間差分運動檢測方法對於動態環境具有較強的自適應性，但一般不能完全提取出所有相關特徵點的像素，在運動實體內部容易產生空洞現象。

光流法(Optical Flow)[4]的運動檢測採用了運動目標隨時間變化的光流場特性，來有效地擷取和追蹤運動目標。該方法的優點是在攝

影機運動之下也能檢測出獨立的運動目標。而缺點在於計算方法相當複雜，且抗雜訊性能差，如果沒有特別的硬體裝置則不能被應用於影像的即時處理。

極座標映射法(Polar Mapping)Nair 與 Aggarwal[2]所提出的演算法，進行空間座標的旋轉與定位問題。透過極座標的轉換，使得平面影像中靜止不動的物體，僅會呈現在極座標系統中的水平方向，而平面影像中的移動物體，則會是呈現在極座標系統中的垂直方向。因此，若能從轉換過後的兩張影像中，找出垂直方向移動的物體，即能將平面影像中的移動物體分割出來。

3.移動車輛偵測及車流量計數系統

透過攝影機將道路交通影像擷取，並將這些擷取的車流量序列影像傳至電腦進行影像處理、影像分析和影像識別，可以得到即時交通資訊，如圖 1 所示為移動車輛偵測及車流量計數系統架構圖。

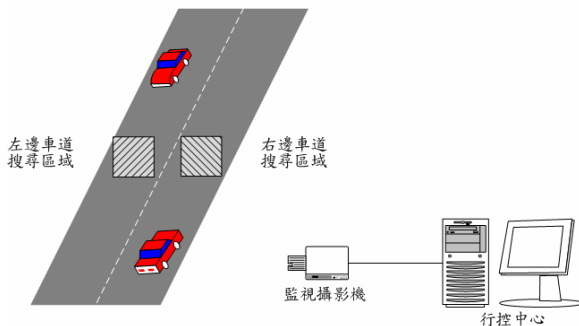


圖 1 移動車輛偵測及車流量計數系統架構圖

圖 2 為移動車輛偵測及車流量計數處理過程。擷取的車流量序列影像傳至行控中心電腦的後續處理包含影處前處理、移動物體偵測及車流量計數等三大步驟。影處前處理包含增強對比、消除雜訊、影像轉換等。移動物體偵測採用背景相減法將目前影像與背景影像的差分用於檢測出運動區域的一種技術。分別在左、右車道固定視窗進行 Blob 搜尋，藉由 Blob 大小進行車流量計數。

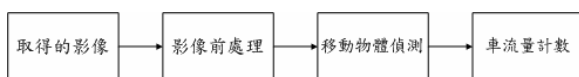


圖 2 移動車輛偵測及車流量計數處理過程

整個系統對於取得的影像進行分析，包括分離目標物、背景、計算目標物的大小等運算，透過電腦加以記錄車流量

場景的情形。其中，系統工作原理如下：

(1) 系統初始化，對系統中的參數進行設定，例如每秒擷取影像的張數、影像二值化的臨界值等等。將攝影機擷取的路段上行駛車輛的影像按序列連續擷取下來並數位化，存入電腦記憶體或緩衝區中

(2) 將這些擷取到的序列影像進行前處理包含濾除雜訊、影像銳化及對比度增強。

(3) 對前處理後的影像進行影像分割，並對分割後的目標影像進行特徵偵測。

(4) 將取得的特徵進行分類識別。通過相應的演算法進行計算，得到車輛的計數，並將取得的資料存入資料庫。

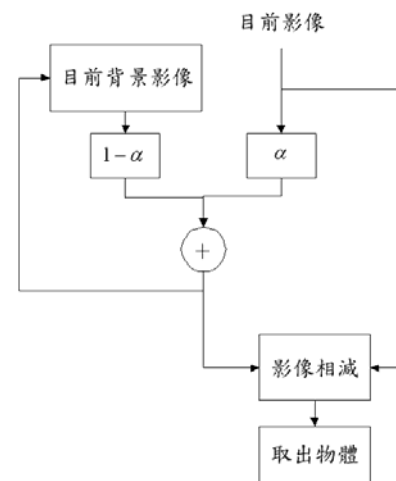


圖 3 背景相減影像方塊圖

3.1 背景相減法

圖 3 所示為背景相減方法的方塊圖，背景相減法的影像分割技術，主要是藉由累積連續序列中的影像差異資訊，建構出一個可靠的背景影像，再將攝影機所輸入的目前影像與所建構出的背景影像相減的運算取得移動物體。其基本作法是考慮影像畫面序列 $f_t(x, y)$, $f_{t+1}(x, y)$, ..., $f_{t+n}(x, y)$ ，並假設以 $f_t(x, y)$ 做為其參考畫面，而其累積差異影像是透過將參考畫面與影像序列中的畫面做其差分運算的累積結果。

當參考畫面與影像序列中的畫面在某一個像素位置處產生差別時，該像素位置處的計數器就會增加。如此當第 n 張影像與參考影像比較後，累積影像中某給定像素中的記錄，給出了在這位置處灰階與參考影像灰階值不同的次數，因此兩張影像的差值建立方法。藉由影

像序列中的兩張連續影像，計算畫面像素值的差異；若像素值的改變大於一臨界值，則標記為改變的，反之則標記為不變的。若影像相減的改變，在好幾個連續的影像都標記為不變時，則把此部份的像素標示為背景，並存放於背景緩衝區內。

$$D_n(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } |f_t(x, y) - f_{t+1}(x, y)| > \varepsilon \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

式中， $D_n(x, y)$ 為目前輸入影像及儲存在背景緩衝區內的背景影像，即可產生背景差異遮罩。

一個最初的物體遮罩可藉由背景及畫面差異遮罩建立出來；若背景相減遮罩指示背景資訊是可用的，則背景差異遮罩會被使用在最初的物體遮罩上。反之，則將畫面差異遮罩複製至最初的物體遮罩中。

$$D_{n+1}(x, y) = \begin{cases} \alpha f_t(x, y) + (1 - \alpha) f_{t+1}(x, y), & \text{if } D_n(x, y) = 0 \\ 0, & \text{if } D_n(x, y) = 1 \end{cases} \quad (2)$$

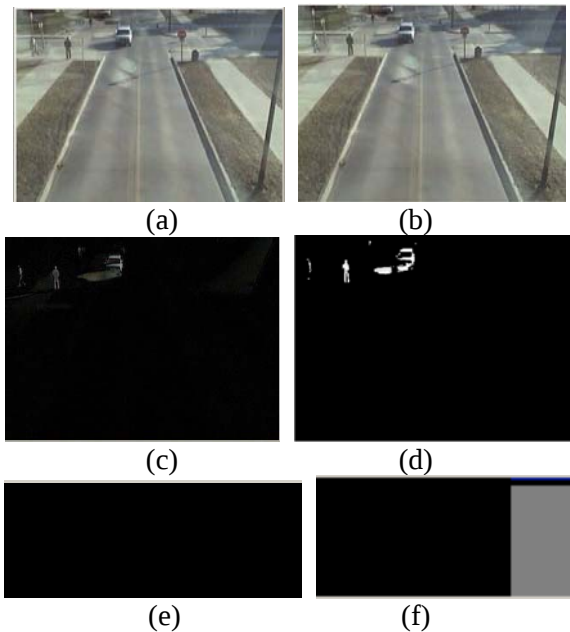


圖 4 測試影片處理過程一

3.2 固定視窗搜尋 Blob 及車流量計數

再利用背景相減法求得目標物的大小，在目標移動後之聯集影像中，若通過車子會產生像素值。但是，如果該影像有過多的雜訊，這就可能很難找到是否為車子。而本文運用 Blob 大小判別能夠降低該影像受到雜訊的影響，這樣才可以得到較正確的车子。這個方法是落於固定視窗大小之像素分別與左、右車道固定視窗搜尋 Blob 大小，若大於設定之 Blob 數，即可判別已通過一輛車子。此方法可有效的判斷車流量的數量。

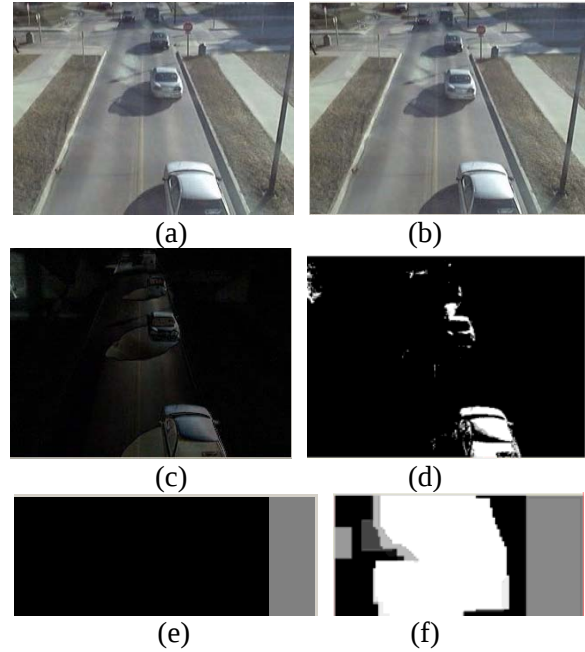


圖 5 測試影片處理過程二

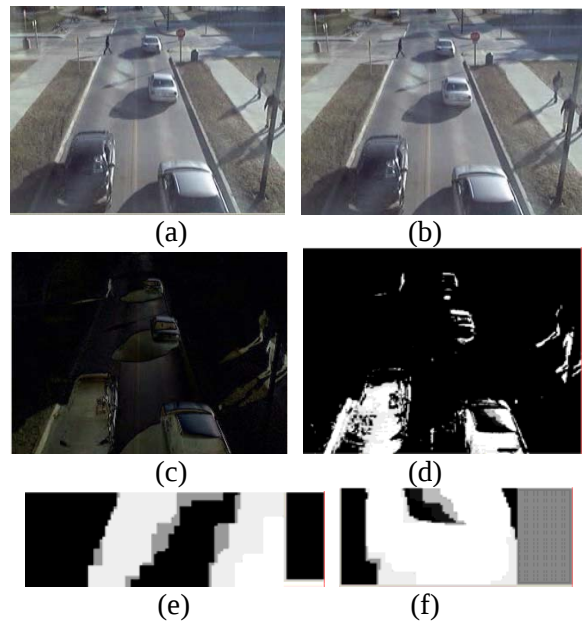


圖 6 測試影片處理過程三

4. 實驗結果

我們利用測試影片實現移動車輛偵測及車流量計數演算法，以下將該影像分三種情況進行探討。移動車輛偵測及車流量計數處理過程如圖 4-6 所示，圖 4-6(a)所示為背景影像。圖 4-6 (b)表示有移動物出現，我們利用此影像和背景影像做相減可以得到圖 4-6(c)的影像，設定一臨界值，圖 4-6(c)二值化的結果如圖 4-6(d)。分別與左、右車道固定視窗搜尋 Blob 大小做比較，得到圖 4-6(e)左車道車子的輪廓影像及圖 4-6(f)右車道車子的輪廓影像。

圖 4(e)(f)觀察得到左、右車道未有車輛出現的畫面。圖 5(e)(f)觀察得到右車道有車輛出現的畫面，右車道沒有。圖 6(e)(f)觀察得到左、右車道有車輛出現的畫面。

最後，進行車流量計數統計。表 1 為車流量計數統計表，可以得知此段測試影片，通過左邊車道之車輛數有 3 輛，通過右邊車道之車輛數有 17 輛，所以，整段影片車輛數共計 20 輛。將左、右車道車輛出現畫面分別顯示出來於圖 7 中。

表 1 車流量計數統計表

車道	通過車輛數
左邊車道	3
右邊車道	17
總車道	20

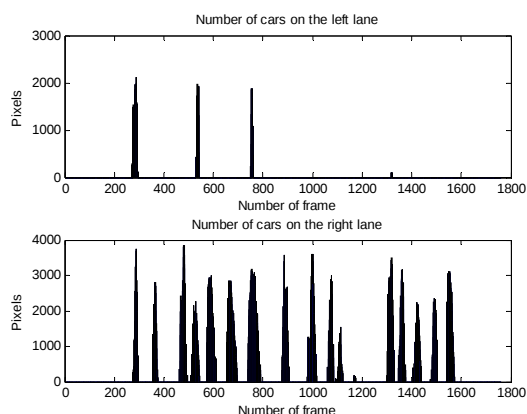


圖 7 左、右車道車輛出現畫面

5. 結論

我們利用測試影片實現移動車輛偵測及車流量計數演算法，對交通監測提供一種應用的研究方向。使用背景相減的方法，有效的解決影像中移動物體分割的問題，但是此方法不易自動化地決定畫面差異間的臨界值，有賴於建立適應性背景影像。未來尚可加入陰影消除、車流量測速及判別車輛類型等議題。對車輛、行人等交通目標的運動進行檢測、定位、識別和追蹤，並對交通運動目標的交通行為進行分析和判斷，完成各種交通流數據的收集與交通控管形成一個全方位的數位交通監控網，真正實現交通控制智慧化。

參考文獻

- [1] A. Lipton, H. Fujiyoshi, and R. Patil, "Moving Target Classification and Tracking from Real-time Video", In *Proc. IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*, Princeton, NJ, 1998.8
- [2] D. Nair, and J. K. Aggarwal, "Moving Obstacle Detection from a Navigating Robot," *IEEE Trans. Robotics and Automation*, Vol. 14, No. 3, pp. 404-416, June 1998.
- [3] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L.S. Davis, "W4: Real-time Surveillance of People and their Activities", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.22, No. 7, pp. 809-830, 2000.
- [4] J. Barron, D. Fleet, S. Beauchemin, "Performance of Optical Flow Techniques", *International Journal of Computer Vision*, Vol. 12, No. 1, pp. 42-77, 1994.
- [5] R. Collins et al, "A System for Video Surveillance and Monitoring: VSAM final report", *Carnegie Mellon University: Technical Report CMU-RI-TR-00-12*, 2000.
- [6] S. McKenna, S. Jabri, Z. Duric, A. Rosenfeld, and H. Wechsler, "Tracking Groups of People", *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 80, pp. 42-56, 2000.