

國立交通大學

電機與控制工程學系

碩士論文

基於彩色影像之即時交通監控系統



A Real-Time Traffic Monitoring System
Based on Color Image Approach

研究生：黃家達

指導教授：吳炳飛

博士

中華民國 九十三年 七月

基於彩色影像之即時交通監控系統

學生：黃家達

指導教授：吳炳飛

國立交通大學 電機與控制工程學系 碩士班

摘要

交通運輸在一個國家之中所扮演的腳色，猶如血液循環系統之於人體，其重要性不可言喻，而一套完整的交通監控系統，更有助於建立一個良善的交通運輸系統。對於先進國家而言，每年在擴充與維護良善的交通運輸系統上，可能都得花費龐大的經費來達到目的。然而，昂貴的經費與冗長的施工都會迫使擴建的速度嚴重落後。於是如何在現有的架構下，以目前已知的科技，如電腦、網路、通訊、控制、以及先進管理等技術，來提升交通運輸的效率、安全與舒適，便成為一個較為務實的目標。

本研究便是透過 CCD 所擷取的道路影像，即時的加以處理、分析來達到即時的交通監控。在針對交通監控的影像處理中，背景圖往往是最重要的依據，完整的背景圖對於後續的分析有著深遠的影響。我們針對於一連串的彩色，大小為 320×240 的靜態道路影像，利用統計分析與機率選取的模式，提出了一個可以快速獲得背景圖的方法，在獲得背景後，就可以藉由背景圖與後續影像來做交通參數的分析與判斷，以達到交通監控的目的。

A Real-Time Monitoring System Based on Color Image Approach

Student : Chia-Ta Huang

Advisors : Dr. Bing-Fei Wu

Department of Electrical and Control Engineering
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The importance of the transportation system to a country can be just like that of the blood circulation system to the human body. Many countries have spent a great amount of annual budget for maintaining, improving, and enhancing their transportation systems. It was common in the past that hardware resources (e.g., roads and vehicles) were introduced in order to meet the rapidly increasing requests on transportation. However, the former almost always hardly catches up with the latter. Moreover, introducing hardware equipments could be inadequate for the areas with limited sizes and crowded people. Therefore, under present conditions how to increase the efficacy, safety, and comfort of transportation systems with the help of currently available high technologies, such as computers, networks, communication, controls, and advance managements may become more practicable.

In this study, we propose a moving object segmentation approach based on an efficient and real-time color background extraction. We use the statistical algorithm to obtain the color background and moving objects information efficiently. Then we perform the run-length algorithm to compensate the segmented objects and update the background real-time. The variation of the illuminative condition is also considered in our work. Several experimental results are illustrated to show the advantage of the proposed work on processing time and the segmented result.

致謝

首先，要感謝的，就是我的指導教授—吳炳飛博士。當初會來到老師的實驗室，真的只能以”意外”兩個字來形容，但是老師仍舊一視同仁的看待每個學生。上老師的課，會發現老師無比的教學熱忱；做老師的實驗，所提供給學生的資源，應有盡有，可見老師在研究方面的不餘餘力。從老師的身教與言教，真的讓我獲益良多。

再來要感謝的，便是帶領我進入影像領域的忠哥(瞿忠正學長)、阿誠(陳昭榮學長)與霖哥(陳彥霖學長)。忠哥在影像方面的知識十分的廣泛，給了我很多不一樣的啟發；阿霖在程式方面，則可以用神來稱呼，每每遇到程式的問題，他總能輕易解決；阿誠則是在系統整合上面有非常好的sense，對待學弟，更是可以用”麻吉”來形容，阿誠學長給我的幫助，真不是兩三項所能形容的。另外感謝東龍、堯俊、小賴、小熊、ppj等學弟，研究所的生活因為有你們多了非常多的樂趣，也感謝元馨學妹在最後交接時候的幫忙。

當然還是得感謝親愛的老爸老媽，這個碩士便是要獻給兩位老人家的，也感謝老哥老姐在精神上的支持。最後，感謝我的女友，虹年，感謝妳在我最難熬的時候，扮演了支持我最重要的腳色。

謝謝。

目錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
致謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	vii
第一章	簡介.....	1
1.1	研究目的.....	1
1.2	相關研究.....	2
1.3	論文架構.....	3
第二章	系統架構	5
2.1	硬體介紹.....	5
2.2	軟體架構.....	5
第三章	物體粹取與物件追蹤.....	7
3.1	背景的獲得.....	7
3.1.1	統計法	7
3.1.2	機率值的定義與調整.....	11
3.2	移動物件的切割.....	11
3.2.1	門檻值的調整.....	12
3.2.1.1	固定的門檻值 V.S. 電子快門(AES)	13
3.2.1.2	適應性門檻值.....	15
3.2.2	連通分量的標記.....	17
3.2.3	雜訊、陰影的消除與移動物體補償.....	21
3.3	背景更新.....	25
3.4	車輛追蹤.....	25
3.5	錯誤背景補償.....	26
第四章	實驗結果.....	28
4.1	機率選取.....	28
4.2	背景圖的擷取.....	31
4.3	物件切割.....	34
4.4	處裡 AES 造成的影像亮度自動改變問題.....	35
4.4.1	位移原理.....	35
4.4.2	適應性門檻值.....	38
4.5	陰影去除.....	40
4.6	背景更新.....	43
4.7	移動物件的追蹤.....	44

第五章	結論與未來展望.....	46
參考文獻	.....	47



表目錄

表 4.1	TH2 的收斂法則.....	29
表 4.2	圖 4.1 的曲線說明.....	29



圖目錄

圖 2.1	系統執行介面.....	5
圖 2.2	系統執行流程圖.....	6
圖 3.1	背景粹取的流程圖.....	10
圖 3.2	移動物件切割的流程圖.....	12
圖 3.3	經 AES 調整的連續影像.....	14
圖 3.4	針對移動物件的處理流程.....	18
圖 3.5	八連接示意圖.....	18
圖 3.6	原始去除陰影流程圖.....	23
圖 3.7	新的去除陰影流程圖.....	24
圖 4.1	機率選取模式的實驗曲線.....	30
圖 4.2	國道一號正面影像與收斂背景.....	31
圖 4.3	國道一號側面影像與收斂背景.....	32
圖 4.4	光復路與學府路交叉路口，來向車道.....	33
圖 4.5	光復路與學府路交叉路口，十字路口.....	34
圖 4.6	一般情形下，用固定的門檻值來切割物件.....	35
圖 4.7	AES 光線調整後，仍用用固定的門檻值來切割物件.....	35
圖 4.8	一般情況下的色彩資訊絕對差值統計圖.....	36
圖 4.9	經 AES 調整後畫面的統計圖.....	37
圖 4.10	影像平移後與切割效果.....	38
圖 4.11	CF 與 Bint 的差值統計圖.....	39
圖 4.12	適應性門檻值與平移法對於 AES 補償影像處理的比較.....	40
圖 4.13	原陰影去除示意圖.....	41
圖 4.14	新流程的陰影去除示意圖.....	42
圖 4.15	陰影去除的多段影像測試.....	42
圖 4.16	長時光線變化的影像.....	43
圖 4.17	weighting 方法的背景更新.....	44
圖 4.18	高速公路側面影像的車輛追蹤.....	44
圖 4.19	新竹市經國路與西大路口的車輛追蹤.....	45

第一章 簡介

1.1 研究目的

智慧型運輸系統 ITS (Intelligent Transportation Systems) 為當前世界發展的潮流與趨勢，也是孕育二十一世紀的新興整合性重要產業的契機。交通運輸系統對於一個國家的發展與進步，扮演著舉足輕重的角色。隨著國內科技進步與消費能力的向上提升，國人擁有車輛的比率是越來越高，根據一份自 97 到今年的調查報告顯示，這幾年國內房車的購買量，幾乎年年都達到 30 萬台以上，雖然只有 01 年未到達這個數字，但是也有達到 26 萬的高銷售量。如此高需求量卻隨之出日漸嚴重的市區交通壅塞問題，對於交通管制的技術改進，有日漸增加需求的趨勢。而發展 ITS 的目標可以分為增進交通安全、降低環境衝擊、改善運輸效率、以及提昇經濟生產力等四個目標。而交通的壅塞問題，以及交通控管的技術則是屬於改善運輸效率的這一環，因此，在於輛辨識、車輛計數以及交通意外偵測等等相關的研究，已經越來越受到重視。

在傳統交通監測系統中，大多是利用埋設於路面底下的磁圈檢測器作為資料的來源，用以偵測車速以及車流量。這種方式，在埋設時必須破壞既有的路面建設且耐用度不高，維修時更是得二次破壞路面建設才能進行。同時在資訊的取得上相當有限，因此，以這種感應器為主的系統在功能上，發展空間非常有限。隨著科技的發達與進步，已經有許多的調查研究著手於以視覺基礎的技術，應用在自動交通監控與控制上[1-6]。不同於以往的感應式偵測方式，影像監控系統具有許多勝於傳統磁圈偵測器的優點，例如，影像技術所提供的資訊更為彈性、更為有效，尤其是在於交通監控的相關研究領域中，依照所需的資訊特徵，從影像中擷取出來，作深入分析與探討，以達到目的。其可發展的系統包括了車種辨識、車牌偵測與辨識、交通流量監測、車輛速度偵測... 等等，相當多樣化。再者，攝影鏡頭對於安裝環境比較沒有破壞性，且價格相對低廉。有些系統還

使用 3D 模式來表示車輛出現的消息和交通現場的幾何模擬，這樣的系統能獲得如車輛尺寸、形狀、方向與路徑等更準確的資訊，但是相對的會耗費上較多的時間[5]。

在交通參數估測方面，諸如計算行車量、車速、行車路徑、車流率、車子本身的大小與形狀等等，都是把影像技術導入交通監控的應用。有些相關研究是使用影像與影像間的差異性作為偵測依據，有些是以特徵為主，專注於物件的辨識與分類。另外，利用物體移動偵測來獲得交通資訊也是影像處理的優勢之一。

由於在自動監控系統的快速發展，除了在學術界與工業界，引起高度注意與興趣外，現代社會在這方面的強烈的需求也加深自動化監控議題的討論，其目的是除了增強交通系統本身的監控功能，更考慮到如家庭保全、銀行防搶以及軍事科技等多方面的應用與防護。我們的研究，便是應用影像分析，來發展一套適用於市區與高速公路交通監控的系統，有效的獲得交通參數，並提供使用者一個低耗資的解決方案。



1.2 相關研究

交通監控相關的研究有許多，我們大概提出幾個主要的如：[10, 12]所提的背景擷取法(Background Extraction method)，必須要事先建立一個背景影像，方法一般有統計法[11, 13]以及漸進法[7]兩種，取得背景後，再藉由輸入影像與所建立的背景之間的差值，來獲得影像中移動物體的資訊，這種方法可以簡單又快速地獲得連續影像中的背景部分，但是缺點在於背景訓練的時候，如果前景物移動緩慢的話，將會耗費許多時間才能得到完整的背景[15]。

[8,9,14]的時態差異法(temporal difference method)，是針對連續影向來做彼此相減的動作，再藉由差值來得到影像的前景部分，也由於是相近影像的差值處理，計算簡單與抵抗光線變化的能力強，是其優點，但是對於移動緩慢的物體，就比較不具效用。[20]所提的光流法(optical flows)則是在計算運動向量(motion vector)，再將移動向量相類似的區域結合，與temporal difference method都是適合在偵測移動物體部分，但是對於靜態的

物體則不適用。大部分而言，影像中物體的所獲得的是以區塊為主(region based)的方式，這時候移動物體間的遮蔽(occlusion)問題，會是影響追蹤移動物體的關鍵，[16, 19]提出了主動輪廓(active contours)的方法，先針對一單獨車輛做輪廓確認，如此後面影像即使發生遮蔽問題，仍可由前面資訊來獨立出車子；[23]則用了雙攝影機造成的視差效果，來判斷車輛間遮蔽的問題。

在陰影去除方面，我們可將陰影分成靜態與動態的兩種，靜態的是屬於道路上固定的東西所造成的陰影，如電線桿與行道樹，這一類的陰影大致上來說不會有較大的變化，比較不會影響交通監控的品質。值得注意的是動態陰影部分，這是隨著移動物體本身所造成的，動態陰影不只會造成我們對車輛資訊的誤判，如大小與形狀，更會因為陰影連接了兩台車，造成了追蹤上面的誤判。[17]針對局部的光線強度將影像分成區塊，並藉由區塊的平均值來當成門檻值用以分離陰影，理論簡單，且物件型態獨立，缺點則是必須有均勻的背景；[18]統計像素的特性來分辨陰影，優點為與不受物件總數的影響，且適用於室外，但是卻需要有一平滑的道路表面，且還必須有太陽相對於攝影機的位置資訊；[21, 22]建構了像素的亮度、彩度與其在HSV或RGB色彩空間的失真，使用了許多的門檻值來定義前景、背景、高亮點與陰影，好處在於適用於平滑表面上微弱的陰影，光源必須為白色，且當陰影與非陰影部分有類似的彩度，將會無法去除黑色陰影，是其缺點。

本論文所提出的基於彩色影像之即時交通監控系統，可以透過影像處理的技術，提供給駕駛人許多即時、有用的交通資訊。在影像技術的開發上，包括了背景擷取技術、物件切割技術、物件追蹤技術，都有針對實際應用上所遇到的瓶頸問題，提出創新且有效的解決方案，並經過實際測試驗證，得到相當好的成效。

1.3 論文架構

本論文的章節安排如下：

第一章為研究目的與相關研究。

第二章為系統架構之說明。

第三章為即時交通監控系統的影像處理相關技術，包含了背景統計的法則、物件粹取的方法，同時針對電子快門以及背光補償的攝影機參數，提出可以不受這些因為光線問題而自動調整的參數影響的強健影像處理法則。有了這些背景與物件資訊，最後提出物件追蹤的方法，完成車輛追蹤的目的。

第四章為本論文提出的交通監控系統實地驗證。其中包括許多關鍵判斷值的模擬分析與實際長時測試結果。

第五章為成果與未來展望。對於論文中所提出的方法，在其他非交通監控方面的應用。



第二章 系統架構

2.1 硬體介紹

本論文所提出的交通監控系統，是透過單支的彩色攝影機(TS-730H 1/3")，搭配ADLINK所研發的RTV24，4頻道之即時影像擷取卡，以每秒30Frames的速度來進行整個系統的研究。

2.2 軟體架構

系統的軟體程式是在Visual Studio.Net的開發環境下來執行。透過凌華所提供的擷取程式Sample，將我們所開發的程式與其結合，並在介面上修改成符合我們的研究需要，如圖2.1所示。

依照各個影像處理的技術，整個系統的執行流程如圖2.2所示。

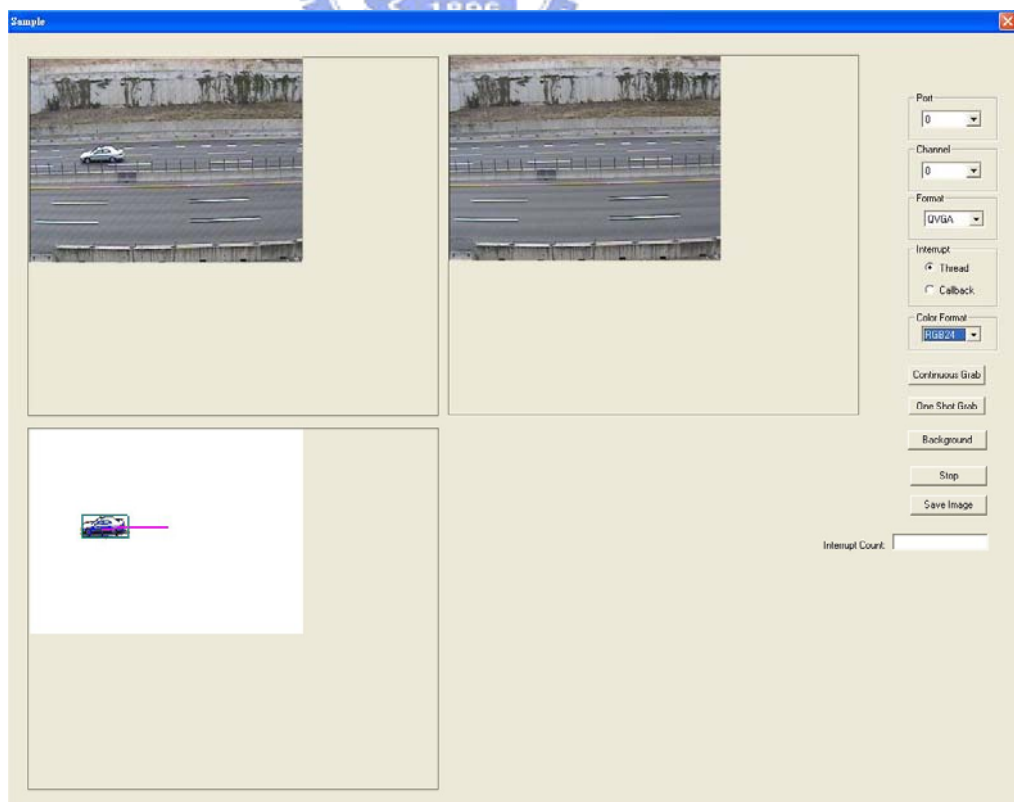


圖2.1 系統執行介面

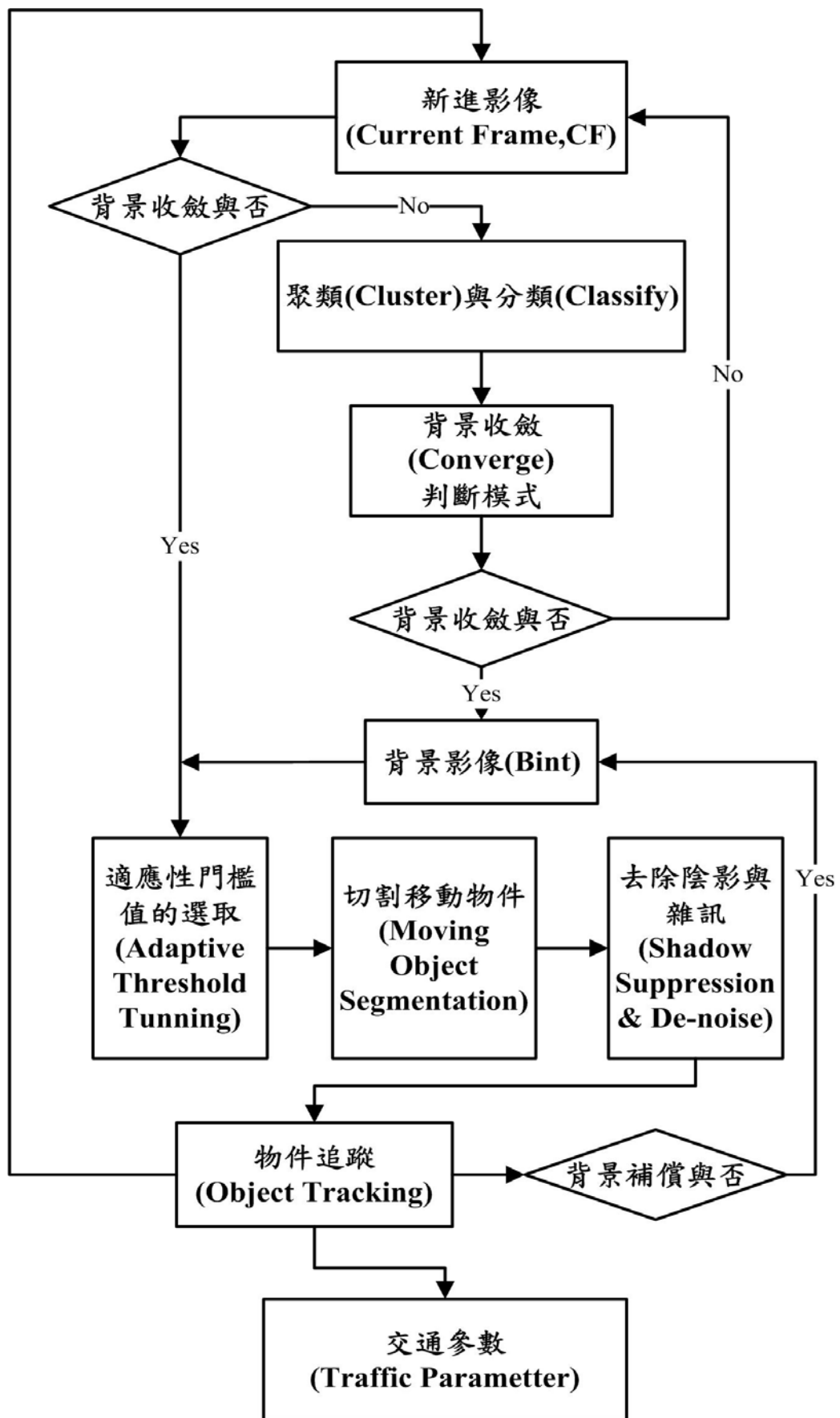


圖 2.2 系統執行流程圖

第三章 物件粹取與物件追蹤

在交通監控系統中，舉凡車流計算、車速估測、車輛追蹤、車牌辨識或是意外偵測等等相關的研究，最主要的部分都是藉由分析影像中的物件，來獲得所要的資訊，因此，對於長時間不會有大改變的背景而言，如何有效的將其分離出來，是一個非常重要的議題。

3.1 背景的獲得

在此研究中，我們提出了一個針對於靜態背景有高效率(High Efficient)且具有即時處理(Real-Time)能力的方法，我們的影像取自於固定的 CCD 攝影機，並且是用彩色影像來取代傳統的灰階影像，所考量的就是能獲取更多的資訊。由於在同一串畫面裡面，相同位置的背景點之間具有很微小的變化，或甚至不變，我們藉由統計此特性，來獲得背景的資訊，接著便能利用此背景來更有效率且更完整的得到移動物件。我們所提出的理論，優於漸進式背景擷取的地方在於，我們可以藉由機率值的選取，來快速地獲得有用的背景。

3.1.1 統計法

從固定的 CCD 攝影機所擷取的影像是由背景與移動物件所組成的，而所謂背景是指那些沒有移動的部份，因此其像素的顏色資訊紅(R)、綠(G)與藍(B)應該都會相似或是一樣；相對的，移動物件就會擁有相異於背景部份的色彩值。因此，在相同的座標上，背景的彩色資訊所出現在連續畫面中的機率值將會是最高的。於是我們便利用統計來分析各個像素的 R、G、B 值，並遴選了擁有最高機率值的色彩值來當作是背景點的顏色資訊。然而，就算是看起來很相似的像素，其三個色彩元素值也不盡相同，因此我們

必須有聚類的動作，就這樣，在我們的處理過程當中，一個像素將會被我們分成了許多的類別。先設定 $C(x, y, n)$ 為該像素第 n 類內所聚的總數， x 與 y 表示其座標， n 表示第幾類。接著定義 $R(x, y, n)$ 、 $G(x, y, n)$ 、 $B(x, y, n)$ 分別為紅、綠與藍色在相對應的座標上，第 n 類的色彩值。背景粹取的流程圖如圖 3.1 所示。

當開始處理第一張影像的時候，我們先將全部像素的色彩資訊都歸在其相對位置的第一類來當初始值，因此 n 與 N 都先設為 1，亦即 $C(x, y, 1) = 1$ ，當處理第二張或是更後續的影像時，各個像素的 R 、 G 、 B 資訊便被拿來與該點所有現存的類別比較。令 $\Delta R(x, y, n)$ 、 $\Delta G(x, y, n)$ 與 $\Delta B(x, y, n)$ 為相對於第 n 類與現在影像間，色彩資訊的差異，再將三者相加得到 D ，因此我們有如下的式子(3.1)

$$\begin{aligned}\Delta R(x, y, n) &= |R(x, y, CF) - R(x, y, n)|, \\ \Delta G(x, y, n) &= |G(x, y, CF) - G(x, y, n)|, \\ \Delta B(x, y, n) &= |B(x, y, CF) - B(x, y, n)|, \\ D &= \Delta R(x, y, n) + \Delta G(x, y, n) + \Delta B(x, y, n).\end{aligned}\tag{3.1}$$

其中 CF (Current Frame)表示現在的圖像。此外，我們亦定義了一門檻值， THI ，來與 D 比較，用以決定應該將該像素歸入哪一個類別內。當找到第 n 類滿足 D 不大於 THI ，則此彩色資訊就會被歸於該類，是為聚類(Cluster)，且 $C(x, y, n) = C(x, y, n) + 1$ ；相對的，當 D 大於 THI 時， D 就要與下一個類別再作比較，假使如此的動作一直重複到與該像素所有的類別都比較後，卻還是沒找到滿足 $D \leq THI$ 的類別，則此時像素的顏色資訊將被設定成該座標新的類別，稱為分類(Classify)。當然，我們還會遇到同時有兩類以上的 D 值可以滿足聚類的條件，此時所要聚類的對象，就是找出擁有最小的 D 值，且其 $C(x, y, n)$ 值是具有相同 D 值中最大的類別。

在做 Cluster 動作的同時，除了要增加 Cluster 的個數，我們還必須要更新(Update)該類別的顏色資訊。為了得到 Cluster 的顏色資訊的正確性，我們採用權重(Weighting)

的方式來獲得經 Cluster 後，該像素該類更新的顏色資訊，(3.2)便是我們所採用 Update 的方法

$$\begin{aligned}
 R(x,y,n) &= \frac{(C(x,y,n)-1)*R(x,y,n) + R(x,y,CF)}{C(x,y,n)}, \\
 G(x,y,n) &= \frac{(C(x,y,n)-1)*G(x,y,n) + G(x,y,CF)}{C(x,y,n)}, \\
 B(x,y,n) &= \frac{(C(x,y,n)-1)*B(x,y,n) + B(x,y,CF)}{C(x,y,n)},
 \end{aligned} \tag{3.2}$$

假如某 n 類的 $C(x, y, n)$ 值夠大，大到使其機率(Probability)值能夠大於 $TH2$ ，我們便會將這一點收斂(Converge)為背景點，而此背景點的顏色資訊便是其所有類別裡，擁有最多聚類個數的類別，經更新後的色彩值。而判斷為收斂點的座標位置，我們便設定一個旗標(Flag)，後續進來的影像，遇到旗標便不再執行 Cluster 與 Classify，如此在越後面的影像，便越節省運算量。然而要注意的是，隨著一連串影像的統計，固定的 $TH2$ 可能會造成影像無法全部都收斂成背景點，就算收斂了，也會耗費許多時間，因此如何避免出現無法收斂的情形，我們將在下個小節提出我們解決的方法。

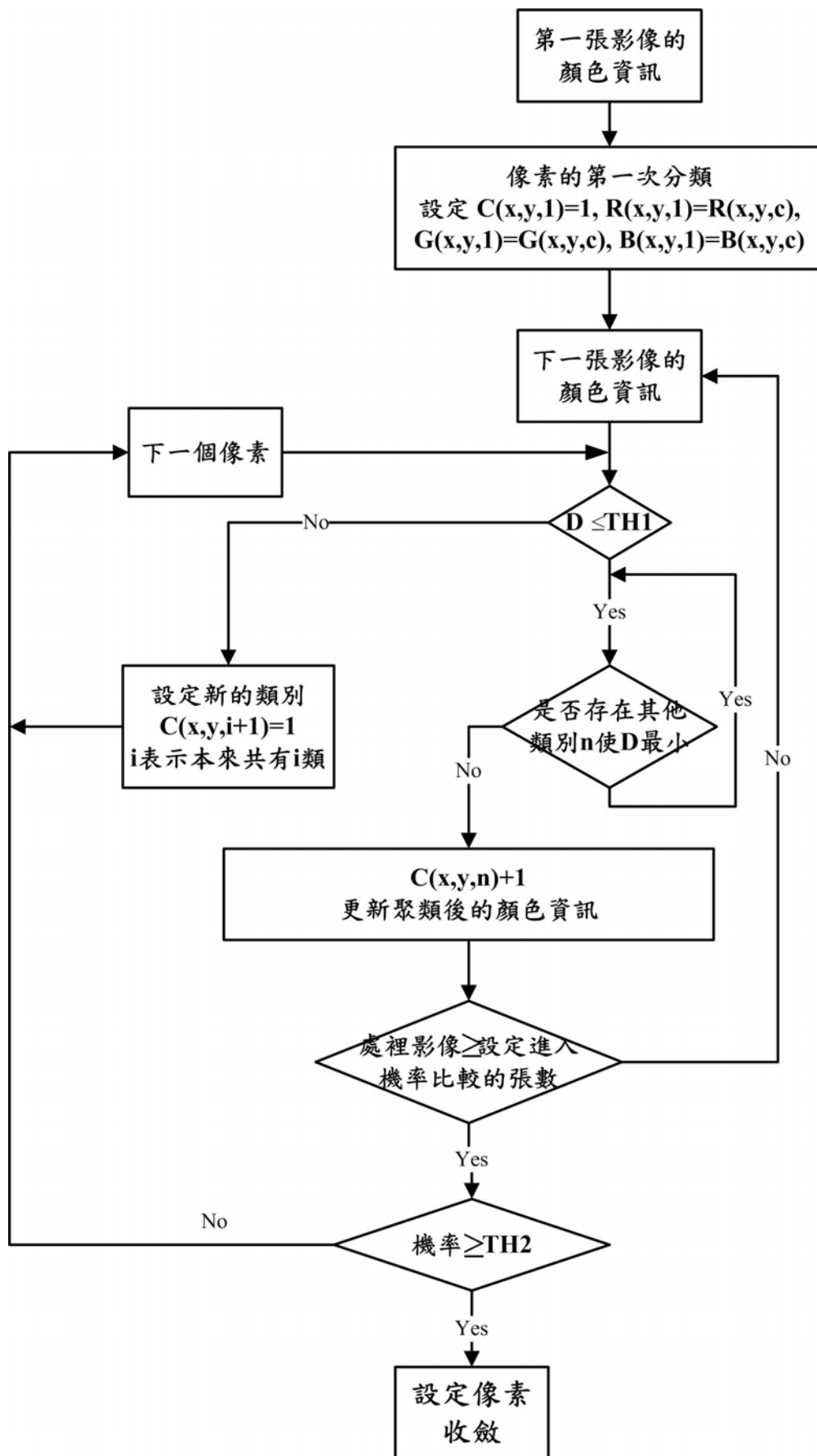


圖 3.1 背景粹取的流程圖

3.1.2 機率值的定義與調整

由我們所定義的法則來看，判定為背景點的，是指在 Cluster 過程中，個數最多的類別，其擁有較高的機率值，因此如果有百分之百的機率值，也就表示該位置的點從初始到 CF 的所有彩色資訊全部都 Cluster 在同一類中，當然直覺性地我們可以把這點歸類為背景點且進而收斂。然而由於統計上的特性，假使某位置的點在一連串의影像中同時有背景與前景(移動物件)的特性，也就是說該點有移動物體經過，那麼在短時間內，該點內最大類別的機率值並不能提升至很高的位置，但是該類卻依舊擁有背景的特性，所以此時，為了要讓背景能夠快速且正確的收斂完整，我們必須要適當的調整門檻值 $TH2$ 。在計算較前面的影像時，我們會先設定一個較大的 $TH2$ 值，隨著時間的增加，我們會自動將 $TH2$ 的數值降低，透過多組的實驗，我們找出了一組調整 $TH2$ 的式子，如表一，可以幫助我們達到快速收斂，且能獲得不錯的背景表現。



3.2 移動物件的切割

在獲得初始背景圖像(Bint)之後，我們便藉由計算各個像素之間，CF 與背景影像的差異性，來著手於移動物件的切割，流程圖如圖 3.2。而在計算過程中，我們同樣分別有三個差值， $\Delta R(x, y)$ ， $\Delta G(x, y)$ 和 $\Delta B(x, y)$ ，分別描述顏色訊息的差別。而 D_{FB} 定義為 $\Delta R(x, y)$ ， $\Delta G(x, y)$ 和 $\Delta B(x, y)$ 三者的總和，如(3.3)所示

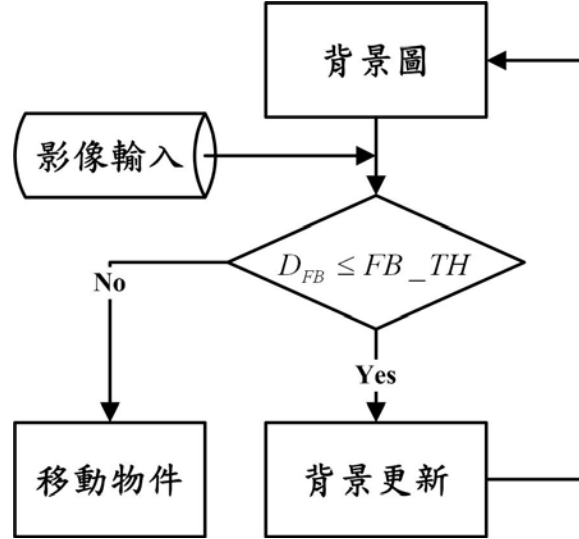


圖 3.2 移動物件切割的流程圖

$$\begin{aligned}
 \Delta R(x,y) &= R(x,y, CF) - R(x,y, B_{int}), \\
 \Delta G(x,y) &= G(x,y, CF) - G(x,y, B_{int}), \\
 \Delta B(x,y) &= B(x,y, CF) - B(x,y, B_{int}), \\
 D_{FB} &= |\Delta R(x,y)| + |\Delta G(x,y)| + |\Delta B(x,y)|,
 \end{aligned} \tag{3.3}$$

3.2.1 門檻值的調整

因為在光線狀態方面的變化，會使得顏色資訊在不同的照明下不同。我們或許會因照明的差別，而誤判這幅背景圖像為移動物體，因此我們必須要確定臨界值， FB_{th} ，與 D_{FB} 相比較，來確定像素屬於移動物體的與否。如果 D_{FB} 大於 FB_{th} ，我們便說像素是屬於移動物體。在這次計算過程中，如果 FB_{th} 太小，將會連帶地將雜訊也當成移動物體而被切割出來，而雜訊是不屬於移動物體的像素；相對的，過大的 FB_{th} ，將會讓我們把屬於移動物體的像素當成是背景，而得到一個破碎的物件。因為顏色訊息類似于背景。因此 FB_{th} 將會影響整個切割過程的結果，如何找到最合適的值，是我們必需要做的。

3.2.1.1 固定的門檻值 V.S. 電子快門(AES, Auto Electric Shutter)

在先前的實驗過程中，我們透過多組的影像，來找到用於辨別移動物體與背景之間，最合適 FB_th 值的範圍，透過選擇在此範圍之內的定值，可以幫助我們獲得良好的移動物體訊息。

使用上述的定值，一般情況下都可以讓我們正確地切割出移動物體，但是當畫面中出現了光線過亮的情形時，電子快門(AES, Auto Electric Shutter)將會啟動，用以使光線變的較暗，而這樣將會使的整張畫面的色彩值隨之改變，而電子快門的功用，就是用來調整 CCD 曝光時間的長短，讓顯示的畫面不會太暗或是太亮，目前市售的攝影機幾乎全部都內建有電子快門的功能，有些攝影機是將其內建成無手動調整開關，有些則是具有手動調整的功能，後者的優點在於，使用者可以根據自己拍攝的環境做調整。

圖 3.3 表示了一串用來說明 AES 現象的影像，每張影像相隔了 0.5 秒。從一開始的正常畫面圖 3.3(a)，到圖 3.3(b)時就可以隱約的發現畫面已經有變暗的趨勢，而這個趨勢在圖 3.3(c)中，表現的最為明顯，可以看到道路表面都已經調整成很暗的狀態，這是因為公車一大片白色的車頂，啟動了 AES 機制的緣故，圖 3.3(d)與圖 3.3(e)顯示了此制會一值啟動，直到白色車頂離開畫面中，才會又讓 AES 因判斷畫面過暗，又將亮度調整回原始的狀態，圖 3.3(f)。因此，我們發現了，當有移動物體其具有大區域純白的顏色時，CCD 本身便會判定是光線過亮，而透過 AES 來將畫面調暗，由於 CCD 的這個特性，我們實驗所設定的 FB_th 固定值，將無法正確的將移動物體給切割出來，相對的，固定的 FB_th 值很可能將整張影像都判定成移動物體，這將會影響到我們後續針對移動物體的處理。雖然可以藉由手動來將 AES 的功能關掉，用以解決此問題，但是針對一般來說，交通監控勢必要做長期測試，而在這長時測試的環境中，CCD 不可能維持固定的進光量，更不可能隨時去依照當時的環境亮度，來手動調整攝影機快門，因此為了能讓 AES 開關不影響交通監控的執行，我們提出了一個方法,來解決 CCD AES 造成的問題。



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

圖 3.3 經 AES 調整的連續影像

我們的方法便是利用 CF 與 Bint 兩者之間，差值取絕對值的統計圖來分析。統計方法(3.4)所示，在一般的情形下，畫面中屬於背景的部分應該是佔了整個畫面的絕大部分，因此我們所得到的統計圖，應該在 ΔR ， ΔG 和 ΔB 為零的附近，各會形成一個很大的高峰，可是當遇到 CCD 自動調整後的影像，出現峰值的地方將會有一個明顯的

Shift，因此，我們將整張影像做了反 Shift 的調整，再透過選取的固定 FB_th 值來切割移動物體，便還是可以有效的將經過光線調整後的影像，其中的移動物體切割出來。

$$\begin{cases} \Delta R_{count} \llbracket R(x,y, CF) - R(x,y, B_{int}) \rrbracket + +, \\ \Delta G_{count} \llbracket G(x,y, CF) - G(x,y, B_{int}) \rrbracket + +, \\ \Delta B_{count} \llbracket R(x,y, CF) - R(x,y, B_{int}) \rrbracket + +, \end{cases} \quad (3.4)$$

3.2.1.2 適應性門檻值

由前面所述，我們可以經由適當的選取 FB_th 值來將畫面中的移動物體切割出來，並藉由前一小節所描述的方法，來改善 AES 所造成無法正確切割移動物件的缺點。更甚的，透過先前的 Cf 與 B_{int} 的差值統計圖，我們更提出了一個能動態選取 FB_th 並同時解決光線調整問題的方法，一樣從統計圖中每個色彩差值特有的一個波峰去著手，只是這次我們不用絕對值，而是也統計負值的部分，如此不論畫面是變暗或是變亮，都能直接被我們的方法解決。透過統計圖，我們可以得知，落在此三個高峰內的值，大部分都是屬於背景點間，色彩資訊的差值，因此我們便針對了每個色彩的統計圖形，先加入一個如(3.5)式的低通濾波器(Low Pass Filter)，來平滑所得到的曲線，因為我們所要找的點，是屬於曲線中曲率較大的，因此利用三次微分的(3.6)式，來確保找到的點是屬於每個高峰兩側，斜率開始往兩側趨近於平緩的點，找出這兩個值後，便能直接判斷顏色資訊的差值不在兩者的範圍內的，便該是屬於移動物體，反之則是屬於背景的部份。

$$\Delta C_{count}[n] = \frac{\sum_{i=n-p}^{n+p} \Delta C_{count}[i]}{2*p+1}, C \in R, G, B \quad (3.5)$$

n 表示要被濾波的值， $2*p+1$ 表示濾波器的階數

$$\frac{\partial^3 f}{\partial x^3} = f(x+2) - 3f(x+1) + 3f(x) - f(x-1) \quad (3.6)$$

一般的 CCD 除了有 AES 的功能外，尚有一個很普遍的功能，就是背光補償(BLC, Back Light Compensation)？BLC 就是指把背光的部份變亮(例如把站在室內門窗旁的人臉變亮變清楚)，但整體的亮度會一起變亮,所以原本較亮的區域會有過度曝光情況(如窗外會變得太亮而看不清楚)目前幾乎所有的監視攝影機都具有背光補償的功能,所以當我們拿監視攝影機拍窗戶附近的區域時(窗戶和窗戶附近的區域都有拍攝到)，窗外日光較亮,所以站在窗旁的人臉會變成一團黑(因為人所站的位置背光了)，此時監視攝影機感應到有背光的情況,便會自動啟動背光補償功能，將人臉變亮變清楚，同時窗外也會跟著一起變亮，因此窗外會有曝光的感覺。目前市售監視攝影機幾乎全部都有內建背光補償的功能，但市售每支監視攝影機背光補償的功能、程度、原始設定不同，有的監視攝影機具有背光補償(BLC)的手動調整開關，有些監視攝影機則沒有背光補償的開關，雖無開關,但本身有內建此功能。有 BLC 開關的優點是，使用者可根據自己的拍攝環境作調整，大部份的環境是適合開啟背光補償(BLC)功能的，但在某些情況時，將背光補償(BLC)功能切到 OFF 關掉，反而效果會比較好(避免補償到太亮了)但其實大部份的環境都是適合開啟背光補償功能，所以監視攝影機背後的 BLC 開關預設值都是 ON，而沒有 BLC 開關的攝影機，則也都內建了背光補償的功能(因為關掉 BLC 的機會並不大，所以省略做此開關的成本。經過實驗，我們可以證實，我們的動態門檻值選取的方法，亦能處理當 BLC 發生，造成畫面補償後變亮，無法正確獲得移動物體的狀況，不過一般針對交通監控的畫面來說，應該比較少會有 BLC 發生，我們這是額外的應用。

3.2.2 連通分量的標記

在物件切割之後，後續的流程圖如圖 3.4 所示。其中，連通分量(Connected Component)的標記是移動物體追蹤處理的一個非常耗時的部份。因此，我們在平面上的兩個維度都採取降低取樣(Down-Sampling)來用以減少處理的資料。因為就本研究的應用上，移動車輛是我們主要針對的對象，而車輛的大小通常不是很小，因此 Down-Sampling 對於下列各項處理將不會造成影響。

在討論快速連通分量的標示方法之前，我們必須提及何謂連通性(Connectivity)與連通分量。要判斷兩個像素是否連通，必須要確定它們是否在某種意義上鄰接(是否為 4-，8-，或 m-連通；[12])，且其灰度是否滿足特定的相似準則(如灰度是否相同)，兩者條件兼具，我們便稱此兩的像素間具有連通性。設 p 、 q 是影像子集合 S 中的像素，如果存在一條從 p 到 q 的路徑，其像素全部由 S 中的像素組成，那麼 p 與 q 在 s 中是連通的 (connected)，對 s 中的任意像素 p ，與 p 相連通的 s 中的像素集合，即稱為 S 的連通分量。路徑的定義就是，在序列中的兩個不同的像素彼此間藉由特定的連接方式而相鄰著。在這一項研究中，我們使用 8-連接性來決定二個像素是否是毗連的。如圖 3.5 所示，如果像素是像素 O 的 8 個鄰居之一：TL，T，TR，L，R，BL，B 和 BR，則此像素將與中央的像素 O 相鄰。

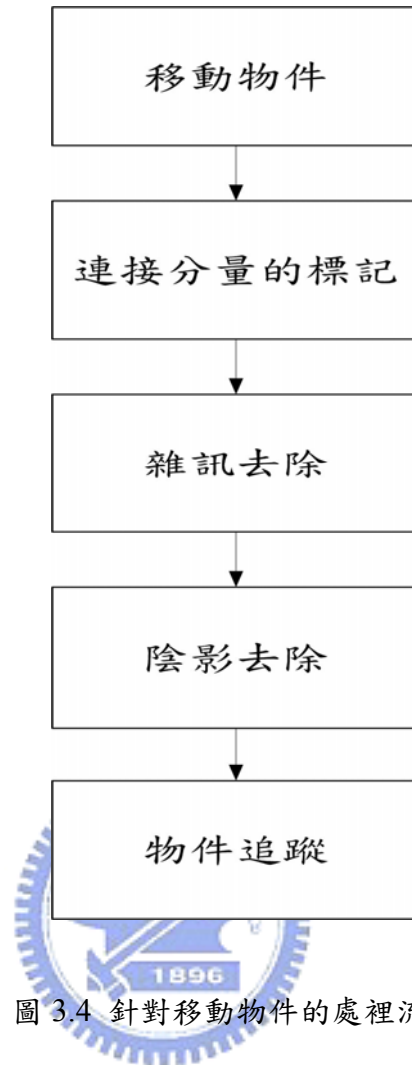


圖 3.4 針對移動物件的處理流程

TL	T	TR
L	O	R
BL	B	BR

圖 3.5 八連接示意圖，中央的像素 O 的 8 個鄰居 (TL，T，TR，L，R，BL，B 和 BR)；綠色指示現在遇到的像素；橘色的顏色指示先前的掃描像素。卡其色的顏色指示先前的掃描一些之外的剩餘像素。

我們所提出的快速連接成份標示，是使用一個掃描方法，在我們經切割後轉換成二值化的影像上，標示所有的連通分量。我們的掃描方向是從上面到下面，且從左邊到右邊的。因為掃描方向，對於在圖 4 中現在遇到的像素 O，其先前的掃描像素，只有四個，TL，T，TR 和 L，是必須要被注意的。掃描方法我們提議不同於[13]和[14]。我們所提出的方法其好處在於，它需要二種掃描：粗略(coarse)的掃描和精煉(refined)的掃描。在粗略的掃描方面，一個連接成份可能被分成幾個部份，而等價的標籤將被加到那些仍判斷為連接成份上去。然後再針對這些等價的標籤，用精煉的掃描來決定連通分量最後的標籤。在標示所有的連接成份之後，每個連通分量的位置，大小，方面比，區域和密度都將被計算出來。

在粗略的掃描方面，我們假定 $f(x, y) \in \{0, 1\}$ 是由於大小 $W \times H$ 組成的初始影像， $g(x, y) \in \mathbf{Z}$ 是一個標籤影像， $L \in \mathbf{N}$ 是現在的標籤， $E_q(L) \in \mathbf{Z}$ 是標籤 L 的一個平等屬性， (x_0, y_0) 是現在的遇到像素的座標，和其 4 個先前的掃描像素(圖 4 中的 TL，T，TR 和 L)的坐標被表示成 $N(x_0, y_0)$

$$N(x_0, y_0) = \{(x_0 - 1, y_0 - 1), (x_0 - 1, y_0), (x_0 - 1, y_0 + 1), (x_0, y_0 - 1)\}, \quad (3.7)$$

如果現在遇到的像素是屬於移動物件，而且到先前的掃描像素脫離，則將會藉由更新現在的標記成 $L+1$ 來創造一個新的分量，將 L 記錄在 $g(x, y)$ ，而且初始化等價的標記為 0(0 表示未標記)。相反的，如果現在遇到像素是屬於移動物體且與先前的掃描像素連接，那麼只有 $g(x, y)$ 與 $E_q(L)$ 需要被更新。然後，對於 (x_0, y_0) 這個像素， L 、 $g(x, y)$ 與 $E_q(L)$ 的更新如(3.8)、(3.9)與(3.10)所示

$$L = \begin{cases} L+1 & \text{if } f(x_0, y_0) = 1 \text{ and } F_a(x_0, y_0) = \phi, \\ L & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (3.8)$$

$$g(x_0, y_0) = \begin{cases} L & \text{if } f(x_0, y_0) = 1 \text{ and } F_a(x_0, y_0) = \phi, \\ \min_{(x,y) \in F_a(x_0, y_0)} E_Q(g(x, y)) & \text{if } f(x_0, y_0) = 1 \text{ and } F_a(x_0, y_0) \neq \phi, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (3.9)$$

$$\begin{cases} E_q(L+1) = 0 & \text{if } f(x_0, y_0) = 1 \text{ and } F_a(x_0, y_0) = \phi, \\ E_q(E_Q(g(x, y))) \big|_{\{(x,y) \in F_a(x_0, y_0)\} \cap \{E_Q(g(x, y)) \neq g(x_0, y_0)\}} = g(x_0, y_0) & \text{if } f(x_0, y_0) = 1 \text{ and } F_a(x_0, y_0) \neq \phi, \\ \text{nooperation} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.10)$$

注意式子(3.8)、(3.9)與(3.10)一定要連續地操作。運算子 $F_a(x_0, y_0)$ 是藉由座標相對應標記，用來找到 (x_0, y_0) 先前的掃描像素的毗連鄰居的座標。運算子 $E_q(L)$ 則是一個遞迴函數，用來獲得 L 最終的等價標記或者在沒有發現等價的標記情況下，回傳 L 。二個運算子被定義在(3.11)和(3.12)

$$F_a(x_0, y_0) = \{(x, y) \mid (x, y) \in N(x_0, y_0) \text{ and } g(x, y) \neq 0\} \quad (3.11)$$

$$E_Q(L) = \begin{cases} E_Q(E_q(L)) & E_q(L) \neq 0, \\ L & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (3.12)$$

在掃描整個的影像之後，我們開始精煉的掃描。在精煉的掃描方面，我們必須為標籤 L 選擇一個單獨的標籤 $L_f(L)$ ，然後使用單一標記 L_f 來針對影像 $g(x, y)$ 更新。精煉掃描的這兩個等式定義在(3.13)和(3.14)

$$L_f(L) = \begin{cases} k \text{ (and then update } k \text{ by } k = k + 1) & E_Q(L) = L, \\ E_Q(L) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.13)$$

$$g(x, y) \big|_{x=0..W-1, y=0..H-1} = L_f(g(x, y)), \quad (3.14)$$

新標記 k 的初始值在(7)為 1，舊的標記 L 則是從 1 到被創造的最大標記。標記影像 $g(x, y)$ 是標記分量的紀錄。

在分類所有的連通分量之後，我們也將獲得這些分量的特徵。這些特徵在通過第一個和第二個階段的時候，就會被計算出來。初期的特徵為連通分量的位置與大小，和其中等價像素的座標。此外，這些初期的特徵能用來推導出延伸的特徵：長寬比、面積和分量的密度。舉例來說，一個被標記成 A 的連通分量，寬度為 W_A ，高度為 H_A ，座標的集合為 P_A ，然後對應的延伸特徵是：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{長寬比： } R_A = \frac{H_A}{W_A}, \\ \text{面積： } A_A = W_A \times H_A, \\ \text{密度： } D_A = \frac{Num(P_A)}{A_A}, \end{array} \right. \quad (3.15)$$

在此， $Num()$ 表示集合內全部個數的加總，表示式為 $Num(P_A) = \sum_{(x,y) \in P_A} 1$ 。

3.2.3 雜訊、陰影的消除與移動物體補償

在標記連通分量之後，我們已經連接了全部移動物體的成分。然而，並非全部的移動物體都是我們所要得到的候選人—車輛，我們必須除去這些假的候選人。而這些假的候選部份，我們分成兩種，一種是在空間中與真正車輛沒有連通，屬於自己獨立的一個連通分量；另外一種，則是與車輛相連接的陰影部份。

空間雜訊的去除

首先，一些假的候選人是藉由檢查他們的高度，寬度和大小，是否太大的或太小，來做初步的刪除動作。假定輸入影像的大小是 $W \times H$ ，而連通分量的寬度、高度、面

積與密度分別是 W_A 、 H_A 、 A_A 和 D_A ，然後，透過(3.16)所示的判斷式，來決定是否為雜訊

$$\left\{ \begin{array}{l} W_A > W_{th}, \\ H_A > H_{th}, \\ A_{th_{max}} \times W \times H < A_A < A_{th_{min}} \times W \times H, \\ D_A > D_{th} \end{array} \right. \quad (3.16)$$

參數 W_{th} 、 H_{th} 、 $A_{th_{max}}$ 、 $A_{th_{min}}$ 與 D_A 大多數被設為定值。

陰影去除

因為我們的方法是對於像素去判斷該像素是否為移動物體，所以車輛所造成的陰影，也會被我們當成是與車輛連接成同一個分量的移動物體。然而在我們後續的應用上，將會針對影像中移動的車輛作追蹤與分析的動作，假使一個移動車輛的陰影剛好與另一台車輛在影像上交疊的情形，在經過連接分量的標記後，就會把兩者連接在一起變成同一分量，將很可能會造成我們在追蹤與分析上的困難，因此必須要有去除陰影的動作。參考[24]的方法，首先設定一個陰影屬性的分數， S ，當所判別的區域越是屬於陰影部份的話，則該區域會擁有高分數的 S ；換句話說，如果是屬於移動物件的話，則給予低分數，而 S 是用介於 0 與 1 之間的機率值來表示。並計算 CF 與 Bint 中，屬於移動物體部份的相對位置，每個像素的亮度(luminance)、彩度(chrominance)與梯度(gradient)。再藉由 CF 與 Bint 各個參數的差值，來獲得個別的分數：亮度分數(Luminance Score, S_L)、彩度分數(Chrominance Score, S_C)與梯度分數(Gradient Score, S_G)，最後的 S 便是由這三個分數相乘後所得到的結果，圖 3.5 是我們陰影去除方法的流程圖。

令 $L_i(x, y)$ 、 $C_i(x, y)$ 與 $G_i(x, y)$ 分別為亮度、彩度與梯度的在 CF 與 Bint 之間， (x, y) 位置的差值，因此可以得到(3.17)~(3.22)的式子

$$L(x, y) = l_{CF}(x, y) - l_{Bint}(x, y) \quad (3.17)$$

$$S_L(x, y) = \begin{cases} 1, & L(x, y) \leq 0 \\ (T_L - L(x, y)) / T_L, & 0 < L(x, y) < T_L \\ 0, & L(x, y) \geq T_L \end{cases} \quad (3.18)$$

$$C(x, y) = |Cb_{CF}(x, y) - Cb_{B,int}(x, y)| + |Cr_{CF}(x, y) - Cr_{Bint}(x, y)| \quad (3.19)$$

$$S_C = \begin{cases} 1, & C(x, y) \leq T_{C1} \\ \frac{T_{C2} - C(x, y)}{T_{C2} - T_{C1}}, & T_{C1} < C_i(x, y) < T_{C2} \\ 0, & C(x, y) \geq T_{C2} \end{cases} \quad (3.20)$$

$$G(x, y) = g_{CF}(x, y) - g_{Bint}(x, y) \quad (3.21)$$

$$S_G = \begin{cases} 1, & G(x, y) \leq T_{G1} \\ \frac{T_{G2} - G(x, y)}{T_{G2} - T_{G1}}, & T_{G1} < G_i(x, y) < T_{G2} \\ 0, & G(x, y) \geq T_{G2} \end{cases} \quad (3.22)$$

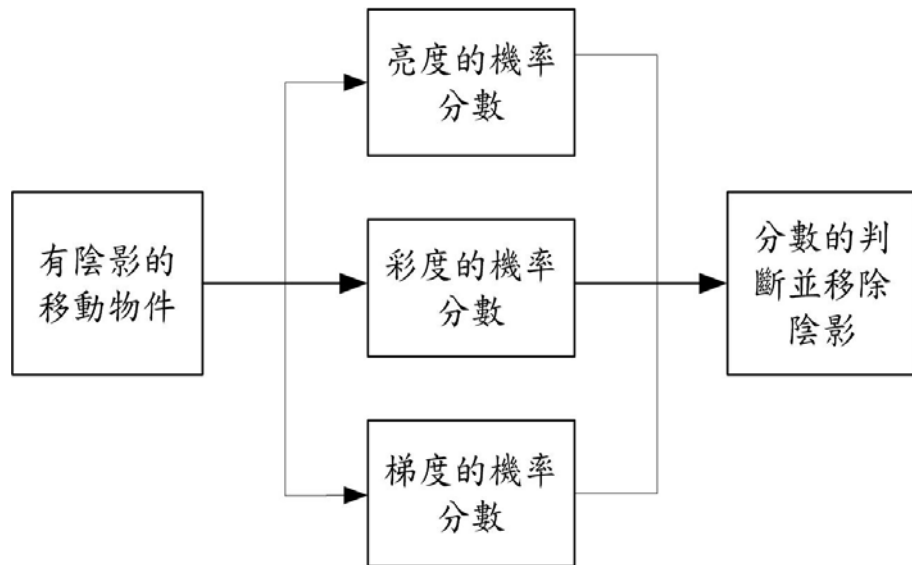


圖 3.6 原始去除陰影流程圖

其中 T_L 、 T_{C1} 、 T_{C2} 、 T_{G1} 與 T_{G2} 是預定的參數， (x, y) 屬於移動物體的連通分量。

但是我們發現，對於陰影來說，在亮度方面的表現要比背景來的暗，這是必然的情形，而在梯度方面，原本不具梯度特性的背景影像，當形成陰影時，也不會有梯度特性，相對地，原本有的形成陰影後還是會有，所以梯度的差值對於陰影影像來說，是相對小的。因此我們便把上述方法的流程加以改良：先在移動物體中，找出亮度相對於背景影像較低的像素，再針對這些像素，看哪些的梯度值與背景影像的梯度值沒有明顯變化的，最後再來判斷符合前兩個條件下，彩度值相對較低的像素，我們才認定為陰影點，流程圖如圖 3.6 所示

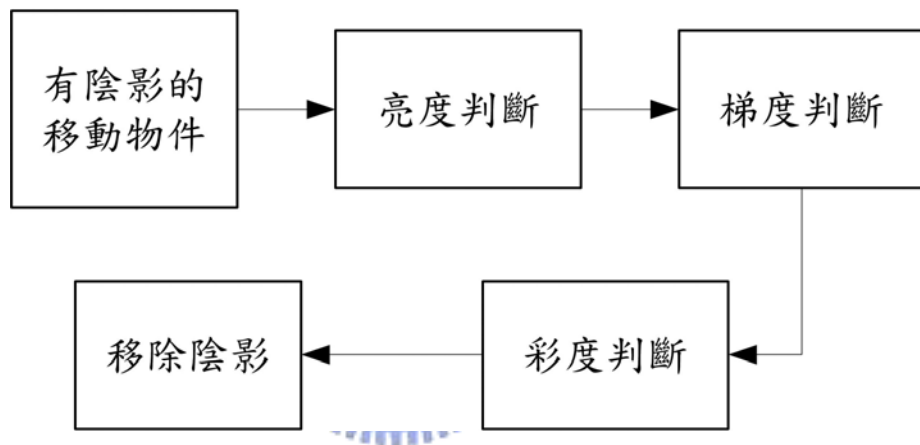


圖 3.7 新的去除陰影流程圖

移動物體補償

移動物體的切割、雜訊與陰影的消除之後，我們可以得到正確為車輛的移動物體，但是在這些過程中，移動物體某些顏色與背景太過相近，或者陰影去除時，移動物體某些部份符合判斷為陰影的條件，這樣會有可能造成我們的移動物體具有中空的现象，此時我們可以利用 Run-Length 原理來幫助我們做補洞(Hole Filling)的動作。其原理可以下列簡單說明：有一連串的二維數列，11100010101110000011，我們設定一常數 $C=4$ ，表

示在兩個 1 中間，遇到 0 的數目少於 4 個的話，則將這幾個 0 全部改成 1，所以數列變成 111111111111110000011，如此便能達到補償的效果。

3.3 背景更新

隨著時間或光線的變化，我們的影像，也將會出現變化，此時，我們一開始所收斂的背景如果還是維持原狀的話，將不敷使用。因此我們會再執行針對非移動物體的像素(陰影雖然去除了，但是還是屬於移動物體部分)，進行背景更新，來確保每次用來相減用的背景，與 CF 是相符合的。我們更新的方式如(3.23)

$$C_B_{update} = \frac{(C_C_f + (n-1)*C_B_{update})}{n}, C \in R, G, B \quad (3.23)$$

其中 n 為一定值，當 n 越大的時候，則原始收斂背景越不受 CF 背景的影響，這樣就失去更新的目的；相對地，若是 CF 佔了太大的權重，則將會因為前面的處理小小的漏失，造成背景的更新錯誤，反而使的系統變的不夠強健。因此，適當的更新能讓我們
的系統夠強健，也能夠順應環境的變化。

3.4 車輛追蹤

前面的處理大都是針對單一時間上，屬於空間方面的處理，在這裡，我們車輛追蹤的方法，將是利用時間軸與空間，來找出在不同時間上，屬於相同的移動物件，也就是所謂的車輛追蹤。

本實驗針對於追蹤，主要利用兩個資訊來判斷，就是距離與角度。在第一次追蹤時，我們先判斷前後影像間，找到兩個質心距離最近的物件，加以追蹤，並記錄此兩個質心連線的角度，在後序的追蹤上，再以這兩個為主要判斷式，我們還會以大小來輔助判斷。

而在追蹤過程之中，我們最常遇到的問題，便是追蹤車輛在畫面上表現出的合併(merge)與分離(split)的現象。如果移動物體是在初始狀況下就是單獨個體，只是後來在行進中出現兩個物體合併時，我們可以藉由前面的資訊來將兩者區隔開來，就一般交通監控的畫面而言，屬於相對座標比較靠下方的，在畫面中都會是遮蓋後面物體的部份，因此我們在判斷出有兩個物件合併的時候，便利用此法來將兩者分離；若是在切割物件時造成物件的分裂，也是可以參考前面追蹤資訊來解決。

3.5 錯誤背景的補償

一般來說，畫面中的背景部份，就是我們判定並沒有因為移動而造成大變化的部份，然而，如果現在畫面中停留一台車輛，在背景訓練時，會很自然的被我們當成是背景部份，但是如果後來車輛移動或是離開了畫面，則我們將會把有大變化的部份，當成是”移動物體”，又藉由我們背景更新的方式，是針對新進影像在相對於背景上沒相似的背景像素，去進行更新的動作，如此一來，那本來屬於畫面中的車輛，在離開後，其所對應的位置，將會一直被我們判斷成移動物體，這樣將會影響到我們擷取參數的結果，因此我們必須要有錯誤背景補償的機制。

要找出錯誤的背景，我們可以從前面方法所得到的物件追蹤的參數來著手，在此，我們對於由錯誤的背景所切割出來的移動物件，先設定了幾個條件判斷：

一、移動物體的重心是否連續幾張都沒有大幅度的變動，因為如果是錯誤的背景所切割出來的移動物體，將會一直停留在畫面中。

二、移動物體的起始追蹤點，是否不在畫面的邊緣處，因為對於交通監控的移動車輛，應該是從邊緣進入畫面，行進，然後消失在畫面邊緣。

三、移動物體是否不具有邊緣特型，是指切割出的移動物體的邊緣處與 CF 之間，會有邊緣特性，相對於基於錯誤背景的移動物體，對應在 CF 的相對位置上的邊緣，應該就不會有明顯的邊緣特性。

背景圖像的補償是對於追蹤到的移動物件參數，看是否滿足上面三個條件，是的話表示我們的背景圖像中，有非正確的背景區塊，就是滿足條件的錯誤移動物件，我們便對在背景圖像中，於此物件在背景圖上的位置，以 CF 相對位置的像素來取代，完成更新的動作。



第四章 實驗結果

本實驗主要在市區與高速公路各拍攝了幾段影像，利用我們所開發的系統架構，來測試實驗結果。我們實驗的硬體配備為Athlon 1700+與512MB RAM。

4.1 機率選取

我們在訓練背景的時候，是藉由統計的模式以及機率值的選取，來界定一個像素是否已收斂為背景。在屬於背景像素的候選人部份，我們是選擇其最大類別中所聚類的個數，佔所有已處理張數的比率，再與TH2相比較來判定是否該將此像素收斂。我們先設定一個機率選取模式如表4.1來做實驗。對部分的背景像素來說，其機率值的確很高，因此我們會先統計前三十張的影像資料，自第三十一張開始，我們便設定TH2為較高的值(80)，來幫助我們先收斂正確性高的背景像素候選人。經第一次的收斂後，我們便隨著每張影像來逐步減少TH2的值(-0.01 / 圖像)，為的是幫助收斂那些可能在訓練時有移動物體經過，而造成最大類別有屬於背景的特性，卻沒有高機率值的像素。自第四十六張開始，由於大部分背景像素已收斂，於是我們更加速了TH2下降的速度(-0.02 / 圖像)，直到TH2降到零，也就是強迫收斂剩下的那些低機率值的被背景像素候選人，雖然這樣我們很可能在獲得的收斂背景中，有一些非背景特性的像素，但是這些並不影響我們後續的處理，這樣讓我們在得到不錯收斂背景的情況下，達到快速收斂的目的。為了試驗我們所提出來的收斂模式，我們針對了二十幾段的影像來套用此模式，並計算每段影像中，每個最大機率值所獲得的點數，並找出擁有最多點數的機率值，舉例來說，在第四張影像的時候，每個像素的最大類別會有100%、75%、50%與25%四種機率值，假設整張影像中有最多的像素，其最大類別的機率值為75%，那麼我們便記錄75%這個值，並繼續下一張影像，從第三十一張開始，便套用我們的選取模式，再繼續統計，如此作完一串影像後我們可以得到一曲線，圖4.1便是我們做了二十幾段影像後，去掉相似的曲

線，所得到的。圖中我們也劃出了我們所訂定的機率選取模式TH2作為比較。從圖中的曲線我們挑選幾段以表4.2來加以說明。

影像處理的張數	31 ~ 45	46~
機率值	TH2 = 0.6 ~ 0.45	TH2 = 0.4 ~ 0
TH2 收斂法則	TH2 - 0.01 每張影像	TH2 - 0.02 每張影像

表4.1 TH2的收斂法則

	a 曲線	b 曲線	c 曲線
曲線特徵	在前面 30 張影像裡面，絕大多像素最大類別的機率值是 100%，經收斂後，大部份像素的最大機率值變成二十幾左右	一開始擁有高機率值的像素較多，但是後來就降為擁有五十左右機率的像素較多	大部分的像素都是在低機率值的地方
描述	這表示在前三十張裡面，圖像大部分時間都屬於背景的部分，到二十幾張開始有個較大的移動物體進入畫面，才會讓曲線圖直接往下掉	一開始便有移動物體在畫面裡面，隨著移動物體經過的地方變多，高機率值的點反而就減少了，所以讓曲線往下降	表示一直有移動物體在畫面裡面，所以曲線無法向上提升

表4.2 圖4.1的曲線說明

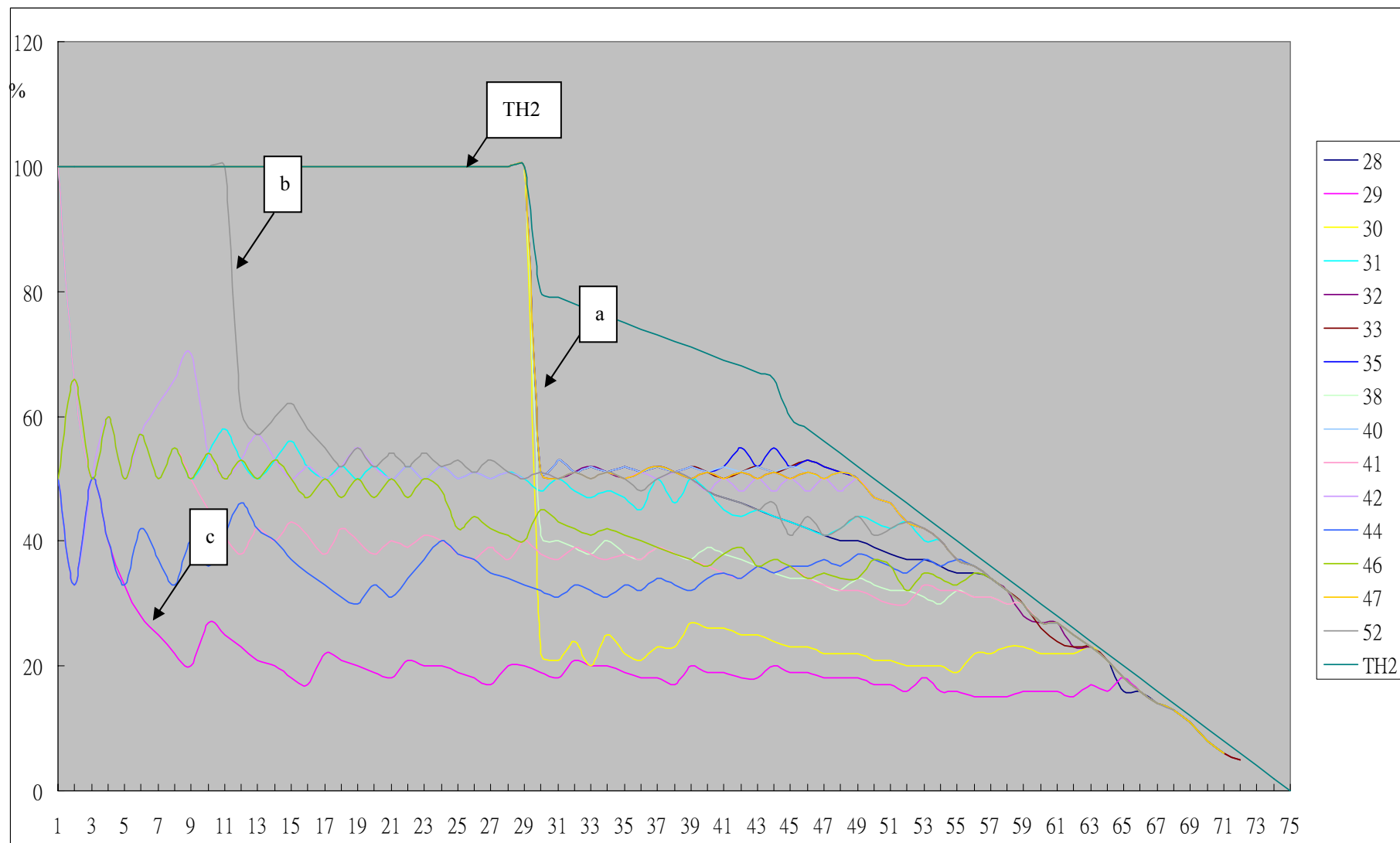


圖4.1 機率選取模式的實驗曲線

4.2 背景圖的擷取





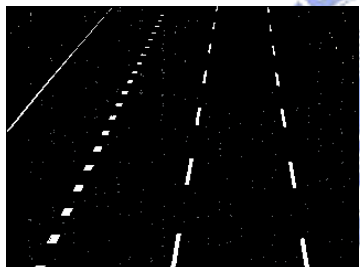


1 st 影像	16 th 影像
	
31 st 影像	46 th 影像
	
31 st 影像時之收斂背景	46 th 影像時之收斂背景
	
上圖黑色部分表示尚未收斂的背景	
	<p>地點：新竹往竹北路段 時間：13:00~15:00 收斂時間：1424ms 收斂張數：65th</p>

圖 4.2 國道一號正面影像與收斂背景





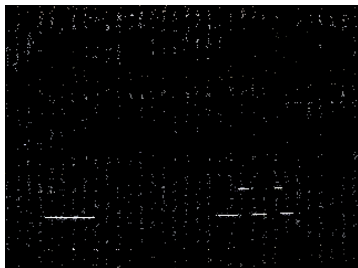
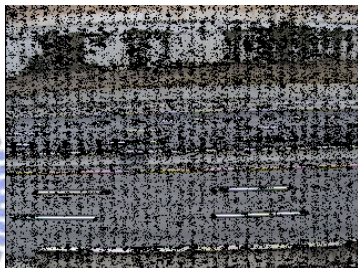

1 st 影像	16 th 影像
	
31 st 影像	46 th 影像
	
31 st 影像時之收斂背景	46 th 影像時之收斂背景
	
上圖黑色部分表示尚未收斂的背景	
	<p>地點：新竹往竹北路段 時間：13:00~15:00 收斂時間：1157ms 收斂張數：63th</p>

圖 4.3 國道一號側面影像與收斂背景





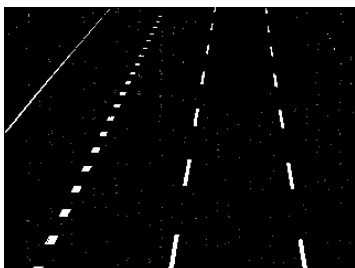


1 st 影像	16 th 影像
	
31 st 影像	46 th 影像
	
31 st 影像時之收斂背景	46 th 影像時之收斂背景
	
上圖黑色部分表示尚未收斂的背景	
	<p>地點：新竹市區 時間：15:00~17:00 收斂時間：2567ms 收斂張數：65th</p>

圖 4.4 光復路與學府路交叉路口，來向車道






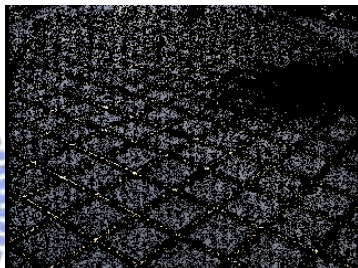

1 st 影像	16 th 影像
	
31 st 影像	46 th 影像
	
31 st 影像時之收斂背景	46 th 影像時之收斂背景
	
上圖黑色部分表示尚未收斂的背景	
	<p>地點：新竹市區 時間：15:00~17:00 收斂時間：1861ms 收斂張數：65th</p>

圖 4.5 新竹市光復路與學府路口，十字路口

4.3 物件切割

獲得背景圖之後，我們可以藉由選擇適當的FB_th來找出CF中，屬於移動物體的部份，經過實驗，一般我們可以設定FG_th範圍在於60~75之間，便能讓我們獲得所要的移動物體，如圖4.6所示，為FB_th取75的結果，圖中紅色框框表示我們判斷成移動物體的物件

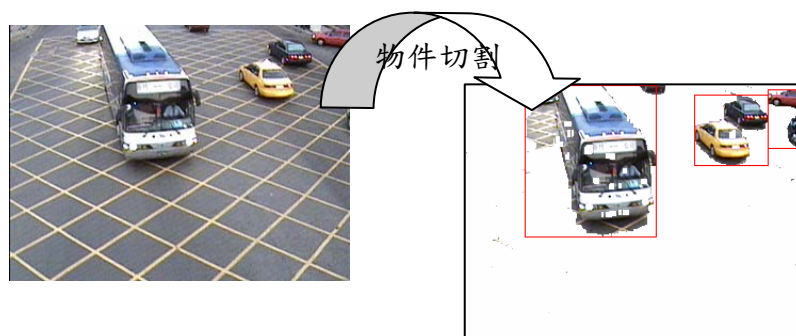


圖4.6 一般情形下，用固定的門檻值來切割物件

但是，如(3.2.1)所提到的，當有移動物體其具有大區域純白的顏色時，CCD本身便會判定是光線過亮，而透過AES來將畫面調暗，由於CCD的這個特性，固定的FB-th，將無法正確的將移動物體給切割出來，相對的，很可能將整張影像都判定成移動物體，如圖4.7所示

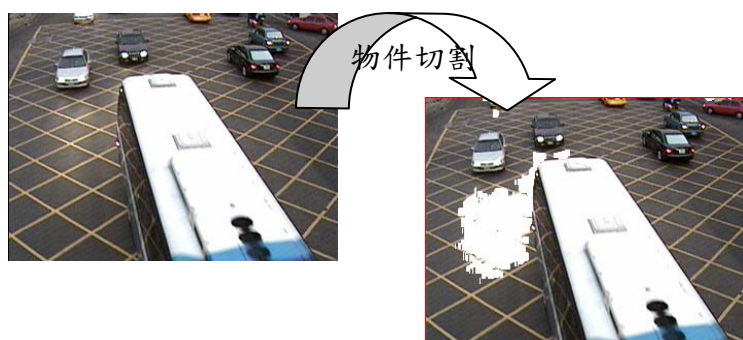


圖4.7 AES光線調整後，仍用用固定的門檻值來切割物件

由圖中我們可以看到，整當固定的FB_th遇到AES影像的話，會把整張畫面都當成是移動物件而切割出來，這會影響到我們後續進行的流程，因此，我們在下面小節中做了解決方法的實驗。

4.4 處理AES造成的影像亮度自動改變問題

這裡我們先後用我們所提出了兩種方法，來驗證可以解決當畫面因為 AES 補償造成的光線變化問題。

4.4.1 統計圖取平移

這裡我們取的統計是針對 Bint 與 CF 之間，像素色彩資訊差值的絕對值，我們所用的平滑濾波器為九階，圖 4.8 是針對圖 4.6 的影像來做 CF 與 Bint 間的色彩資訊絕對差值的統計圖，其中，橫軸部份表示絕對差值，縱軸部分則是影像中符合該絕對差值的總圖像數，我們可以清楚看到，在正常狀況下，色彩資訊所得到的統計圖，其峰值距離原點不會有太大的差距，也就是說，大部分的像素，其絕對差值是很小的

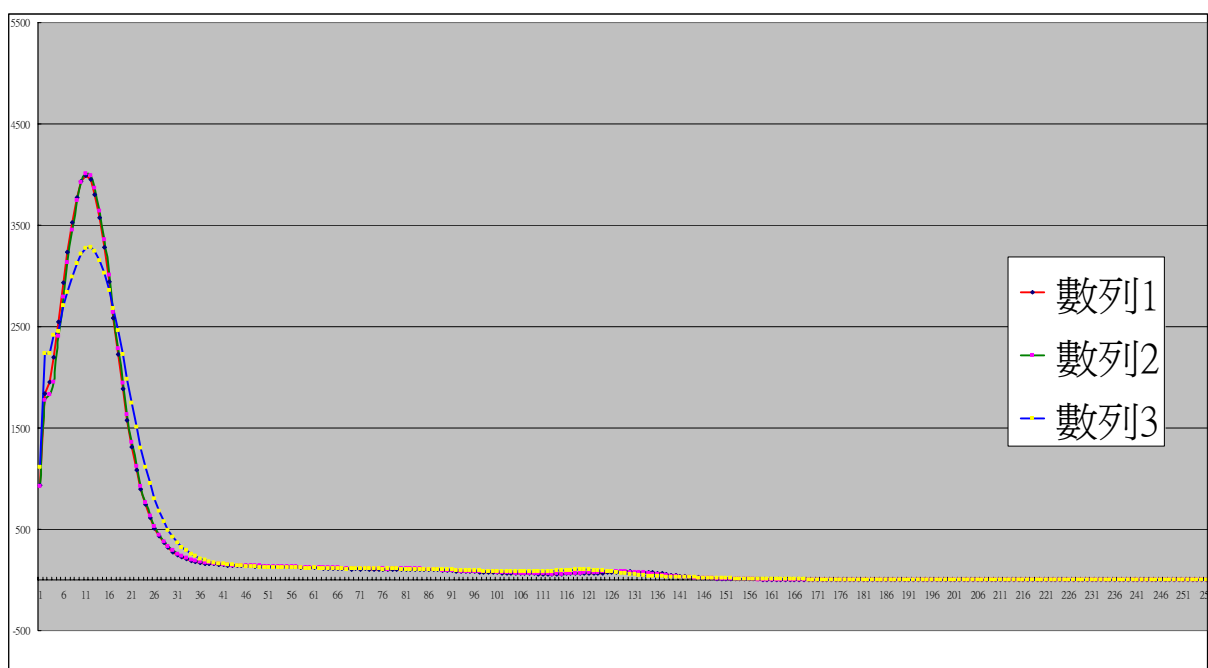


圖 4.8 一般情況下的的色彩資訊絕對差值統計圖

當移動物體有屬於較大的白色區域，則 CCD 的 AES 功能便會啟動，判定光線過亮而將畫面整個調暗，如圖 4.8 所示，而圖 4.10 是針對圖 4.7 中，經 AES 亮度調整後影像的統計圖

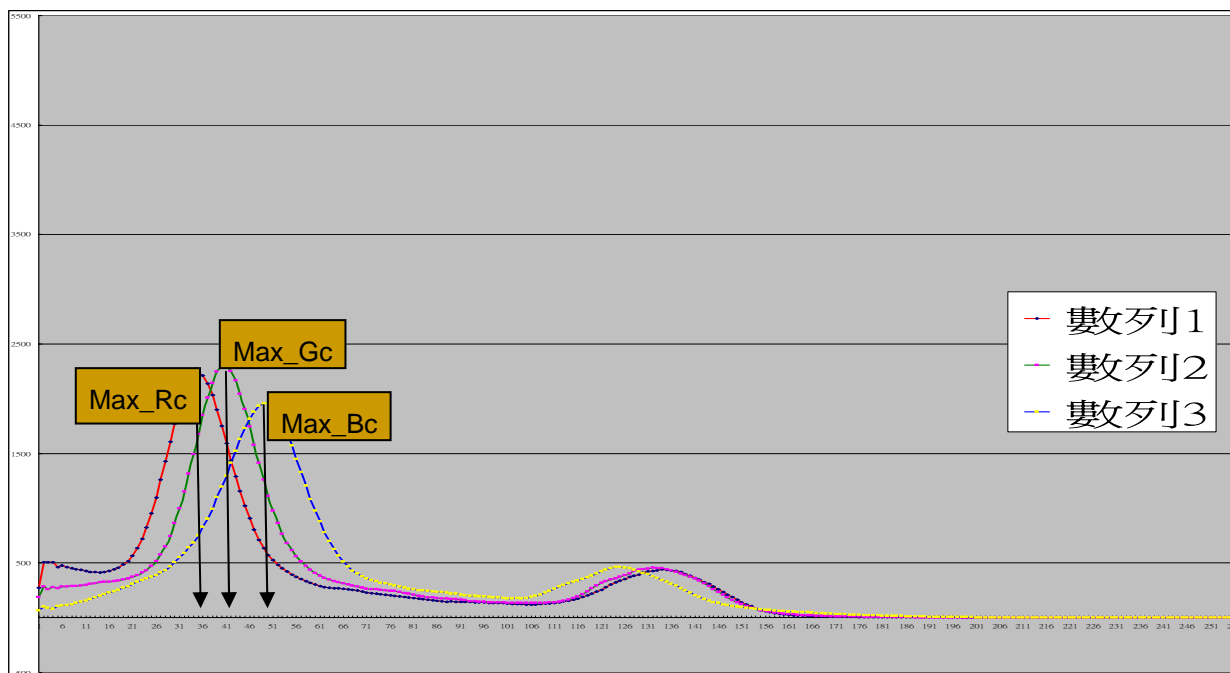


圖 4.9 經 AES 調整後畫面的統計圖

我們便針對上面的統計圖，找出 RGB 個別的峰值 Max_Rc(36)、Max_Gc(41)與 Max_Bc(50)，因為判斷三者相加大過我們所設定的門檻值(50)，所以我們便將整張影像的 RGB 值，用 Max_Rc、Max_Gc 與 Max_Bc 來作平移的動作，如果影像是變暗，那麼我們便將色彩資訊正向平移，反之則負性平移，如此所得到的新影像與重新切割的移動物體如圖 4.10 所示

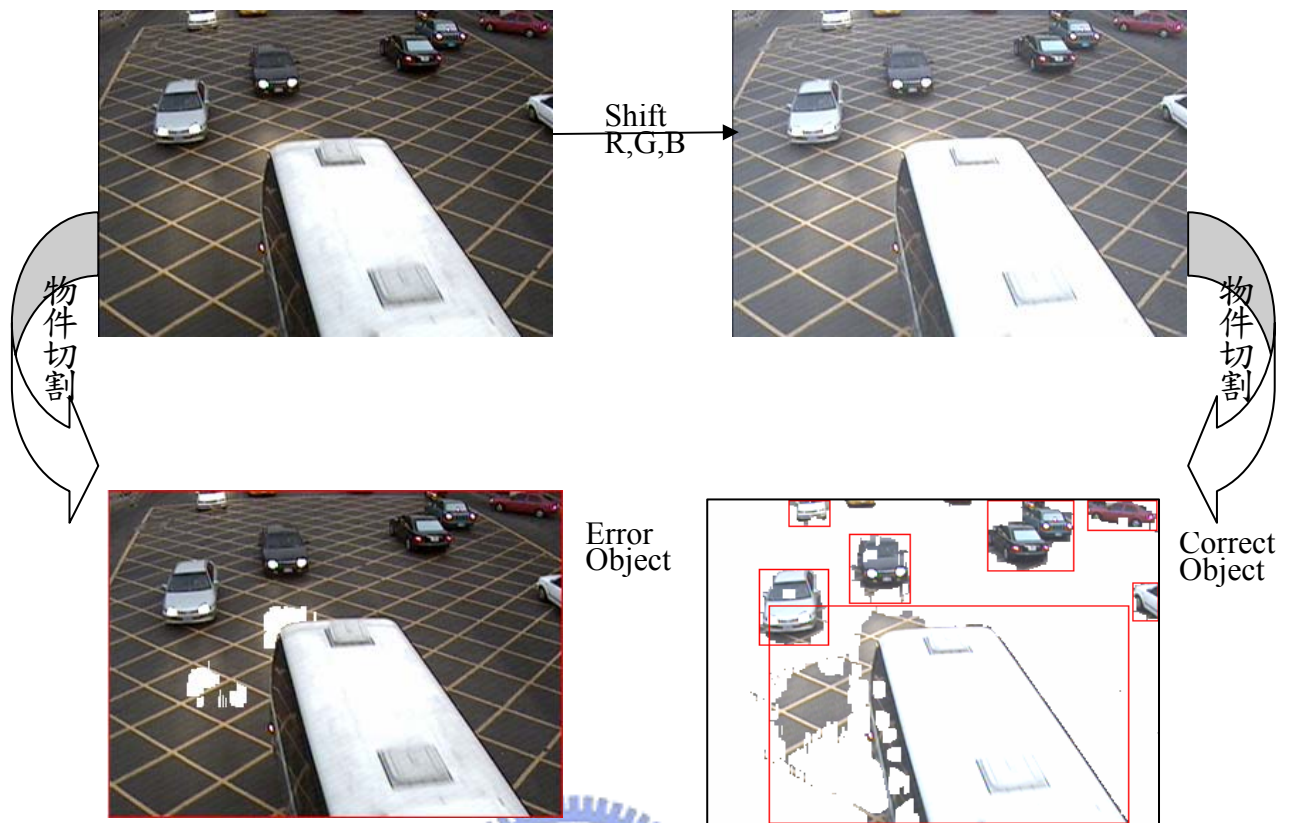


圖 4.10 影像平移後與切割效果

4.4.2 適應性門檻值

在此實驗不同於圖 4.5 的統計，我們是擴大差值範圍為 $[-255, 255]$ 來統計，如圖 4.11 所示，我們要會針對在波峰附近的值來尋找，在經過三次微分之後，判斷所得到的值是否大於設定的門檻值(20)，且必須要連續四點同時滿足，來確定說找到的該點是位於高峰兩側趨向平滑的點。

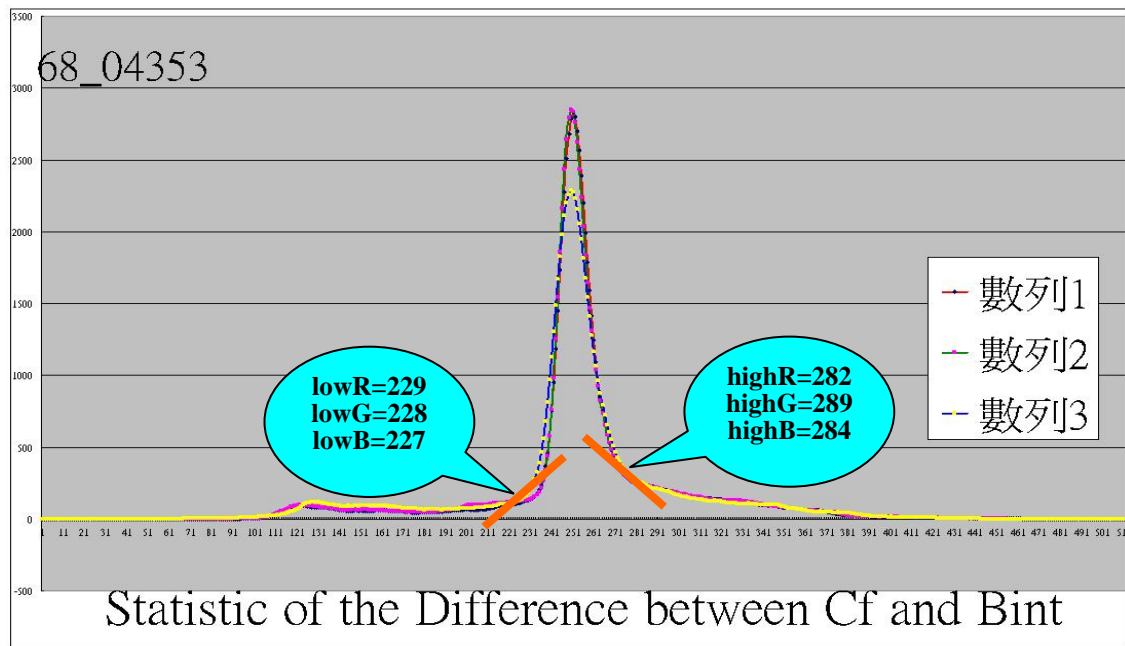


圖 4.11 CF 與 Bint 的差值統計圖，其中 68_04353 為該影像的標號

上面得到的數據，便是讓我們來界定說，針對像素而言，CF 與 Bint 的差值應該大於等於多少才算是移動物體點，否則則是背景點，就意義上而言，就是我們之前所訂的定值 FB_{th} ，只是現在我們可以隨著每張不同的 CF，來找到適合於找出這張影像中移動物體部分的門檻值。除此之外，也因為我們統計的特性，就算 CCD 因為 AES 而調整光線，我們也能找出畫面中該屬於移動物體的部份，見圖 4.12 所示

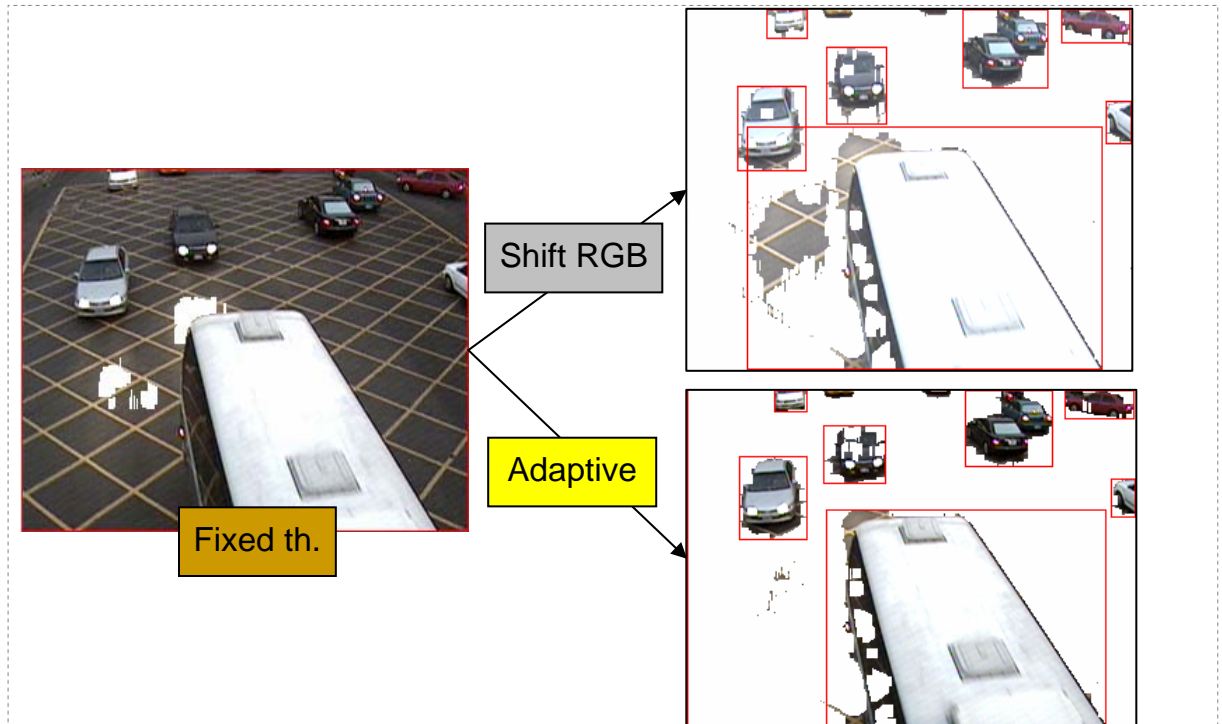


圖 4.12 適應性門檻值與平移法對於 AES 補償影像處理的比較

由圖中我們可以明顯看出，適應性門檻值能更有效地切割出移動物體，並且不會造成色彩的失真。

4.5 陰影去除

陰影去除方面，我們藉由實驗來找出各別適當的的值，分別為 $T_L=6$ 、 $T_{C1}=8$ 、 $T_{C2}=16$ 、 $T_{G1}=100$ 與 $T_{G2}=200$ ，最後判斷陰影部份的 S 我們取 0.8，可得到圖 4.13 的影像

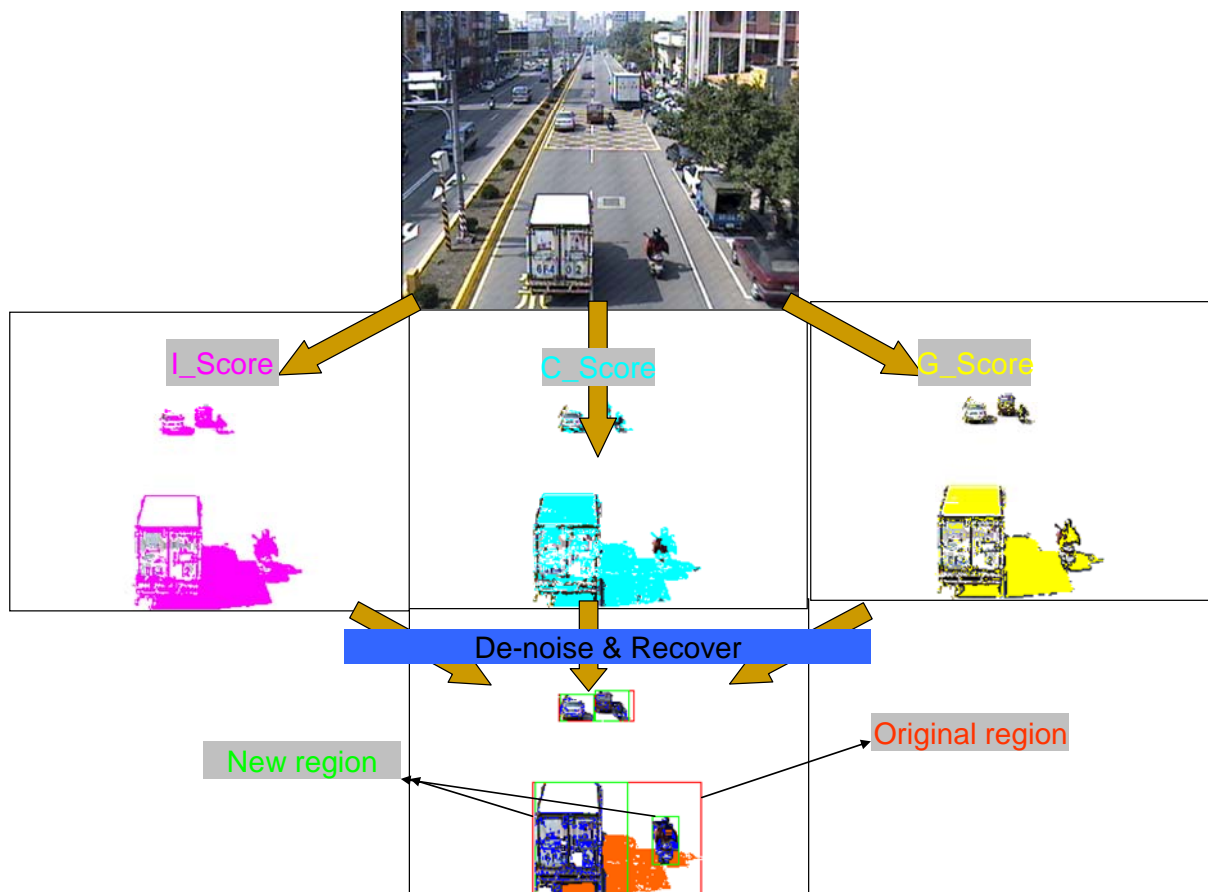


圖 4.13 原陰影去除示意圖

圖中下方的圖，橙色的部份就是我們移除的陰影，藍色部分是我們取 run-length 的 $C=7$ 的補償效果，而橙色外框表示本來的連接分量，表示我們在未去除陰影前，圖中的汽車與摩托車是相連的，綠色外框則是我們經過去除陰影以及補償後重新連接的分量，可以明顯看出我們將原本因陰影而連接的兩個移動物體給切割開來。而圖 4.14 則是我們在流程圖上做改良後所得到的結果，相同地，下面影像黃色部份就表示陰影部份，雖然兩者在本張影像中並無太大的差異，但是就我們的流程圖來說，並不用每張影像都去計算整張的亮度、彩度與梯度的分數，如此更能加快我們計算的速度。

圖 4.15 則是另外幾段的影像測試。

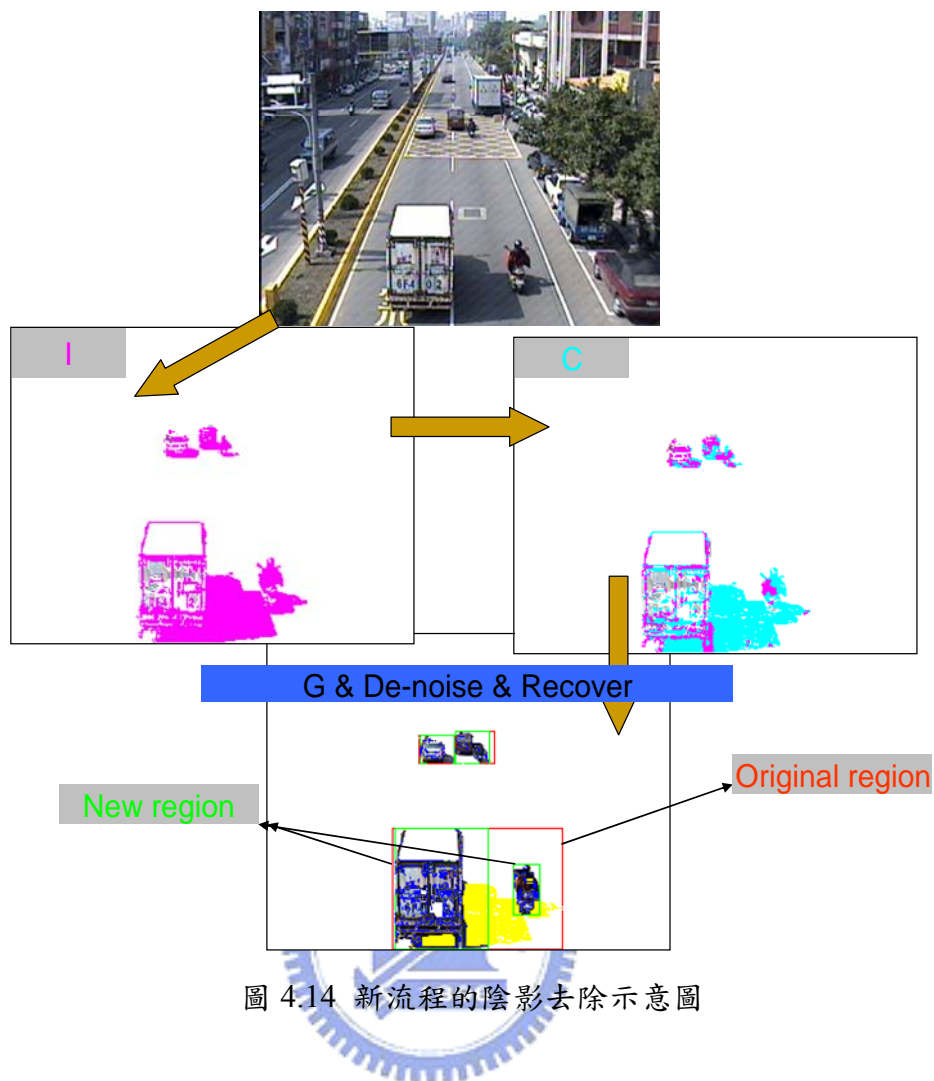


圖 4.14 新流程的陰影去除示意圖

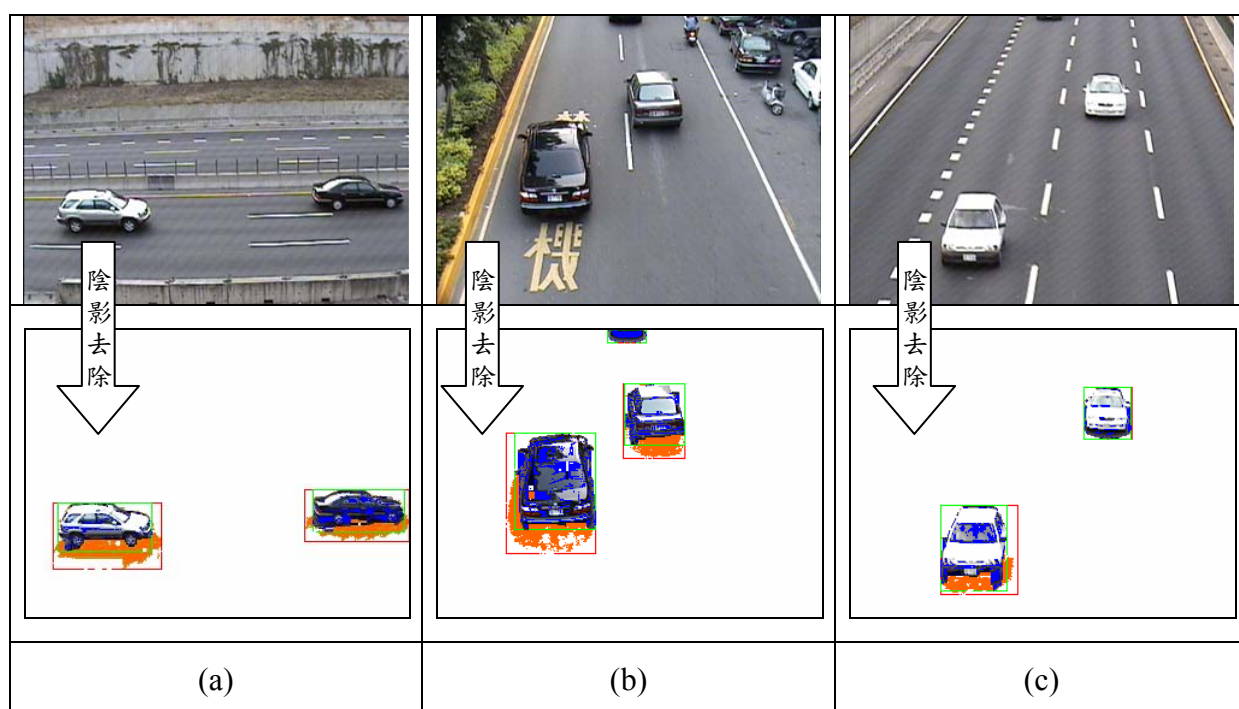


圖 4.15 陰影去除的多段影像測試

其中我們注意到圖 4.15 (b)的部份，機車因為遠離鏡頭而變小，所以我們就沒有切割出來。

4.6 背景更新

這裡我們針對一段從傍晚到晚上的，背景有十分明顯變化的測試影像，來做背景更新的實驗，這裡在式(3.23)中索取的 $n=8$ 。結果如圖 4.17 所示，圖 4.16 之影像位於新竹市經國路與西大路交叉路口，時間為六點半到七點，總共 54000 張影像，所展示的影像除了第一張是相對於背景收斂時的張數外，剩下的影像間隔為 6000 張。



圖 4.16 長時光線變化的影像

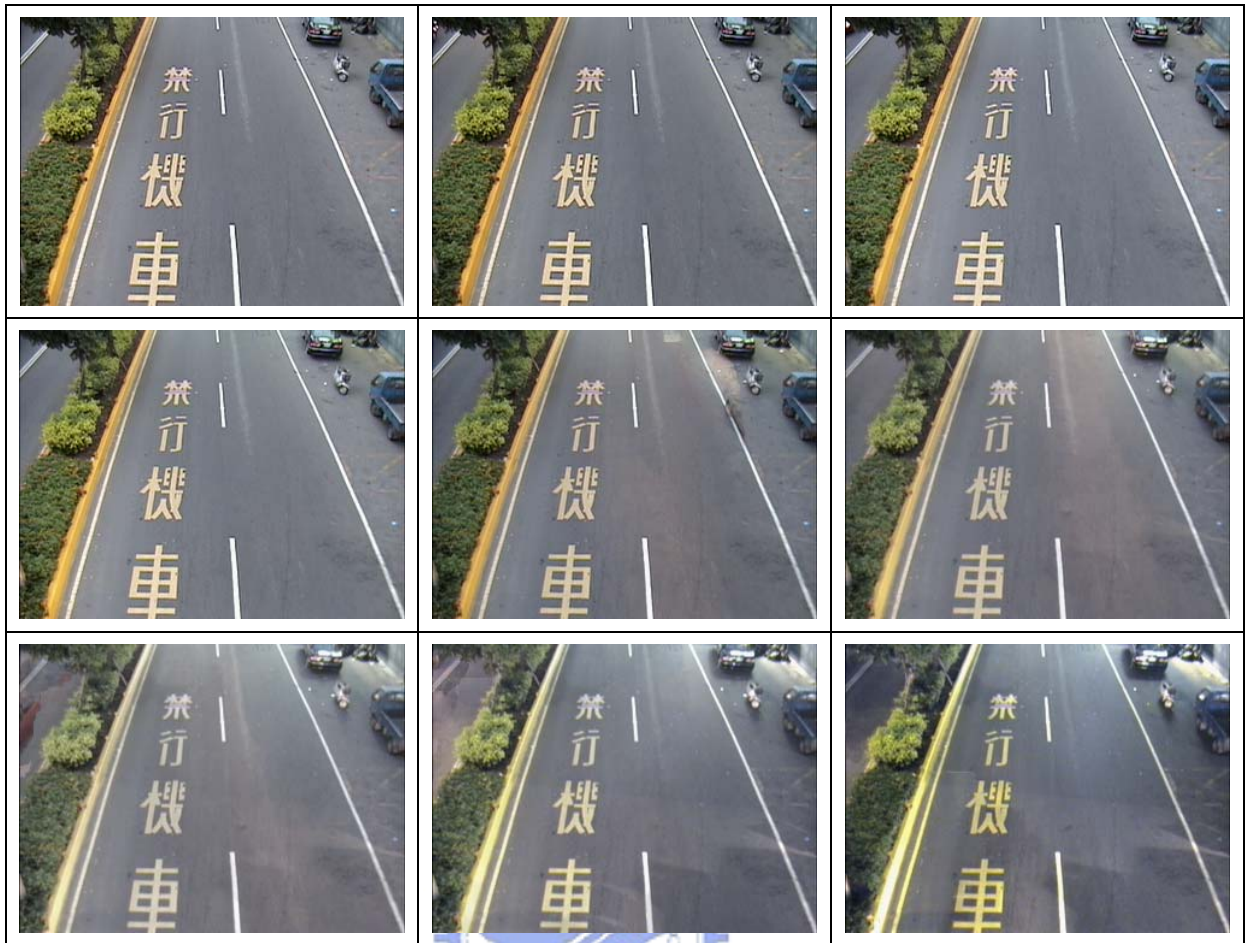


圖 4.17 weighting 方法的背景更新

4.7 移動物件的追蹤

移動物件追蹤的實驗如圖 4.18 與 4.19 所示，圖中移動物體後方的粉紅線表示我們追蹤的軌跡線，劃線的依據是從 CF 開始與前八張影像的重心連接，

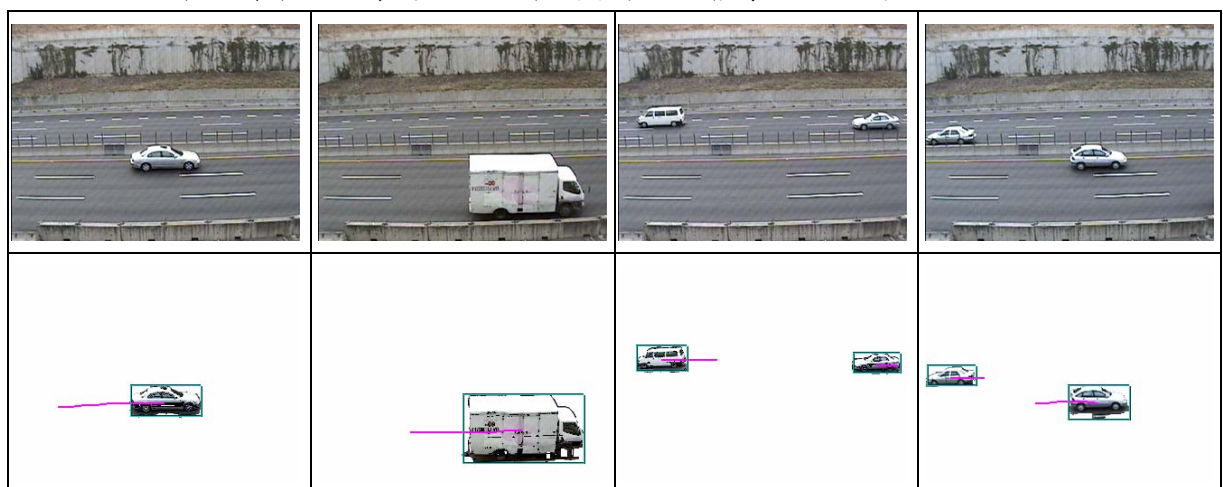


圖 4.18 高速公路側面影像的車輛追蹤



圖 4.19 新竹市經國路與西大路口的車輛追蹤



第五章 結論與未來展望

在本研究中，我們提出了針對背景擷取的方法輔助以機率的選取模式，來有效並快速的獲得背景影像。獲得了背景影像後，我們再藉由背景影像與前景影像的差異性，來獲得最主要的移動物件，在此，我們亦提出了適應性門檻值的選取方式，來用以對於各種不同的道路影像，都能輔助先前得到的背景影像，來有效地切割出移動物件。獲得物件之後，還會透過陰影去除的方式來避免移動物件之間，因為陰影問題而造成連接。我們的背景更新方式，能針對長時環境來不斷更新我們初始收斂的背景。在實驗結果方面，都能獲得良好的結果。

本研究的方法，未來有許多應用的空間，因為我們能有效的獲得移動物件主要的參數，在交通監控上面，可以應用在意外偵測，防撞功能等，搭配環境參數還能有效的偵測車速。此外，在監控系統上，一般還會搭配網路傳輸的功能，可以讓使用者隨時透過網路來觀看所要監控的場所，而要透過網路來傳送大量的影像，除了較大的網路頻寬之外，好的壓縮技術更是在實現網路傳輸上面，更為重要的腳色。由於我們是將影像分成了前景與背景的部分，那麼我們便可以只要傳送前景的部分給使用者端，如此便能大大的降低資料量，更加提升了壓縮的效能，使的監控系統能更具有實用性。

參考文獻

- [1] O. Masoud, N. P. Papanikolopoulos, and E. Kwon, "Vision-based monitoring of weaving sections," Proc. of IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 770-775, October 1999.
- [2] O. Masoud, N. P. Papanikolopoulos, and E. Kwon, "The use of computer vision in monitoring weaving sections," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 2, no. 1, pp. 18-25, 2001.
- [3] C. E. Smith, C. A. Richards, S. A. Brandt, and N. P. Papanikolopoulos, "Visual tracking for intelligent vehicle-highway systems," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 45, no. 4, pp. 744-759, November 1996.
- [4] C. Li, K. Ikeuchi, and M. Sakauchi, "Acquisition of traffic information using a video camera with 2D spatio-temporal image transformation technique," Proc. of IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 634-637, October 1999.
- [5] R. Defauw, S. Lakshmanan, and K. V. Prasas, "A system for small target detection, tracking, and classification," Proc. of IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 639-648, October 1999.
- [6] D. Gao, and J. Zhou, "Adaptive background estimation for real-time traffic monitoring," Proc. of IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 330-333, August 2001.
- [7] D. W. Lim, S. H. Choi and J. S. Jun, "Automated Detection of all Kinds of Violations at a Street Intersection Using Real-Time Individual Vehicle Tracking," Proc. of Fifth IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation, pp. 126-129, 2002.
- [8] D. J. Dailey, L. Li, "An algorithm to estimate vehicle speed using uncalibrated cameras," Proc. of IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation System, pp. 441-446, 1999.
- [9] T. Nakanishi, K. Ishii, "Automatic vehicle image extraction based on spatio-temporal image analysis," Proc. Of 11th IAPR International Conference on Pattern Recognition, Vol. 1, Conference A: Computer Vision and Applications, pp. 500-504, 1992.
- [10] M. Fathy and M. Y. Siyal, "An Image Detection Technique Based on Morphological Edge Detection and Background Differencing for Real-Time Traffic Analysis," Pattern Recognition, vol. 16, pp. 1321-1330, 1995.
- [11] A. H. S. Lai and N. H. C. Yung, "A Fast and Accurate Scoreboard Algorithm for Estimating Stationary Background in an Image Sequence," Proc. of IEEE Int'l Symp. on Circuits and Systems, vol. 4, pp. 241-244, 1998.
- [12] A. J. Lipton, H. Fujiyoshi and R. S. Patil, "Moving Target Classification and Tracking from Real-Time Video," Proc. of Fourth IEEE Workshop on Application of Computer Vision, pp. 8-4, 1998.

- [13] W. Long and Y. H. Yang, "Stationary Background Generation: an Alternative to the Difference of Two Images," *Pattern Recognition*, vol 23, no. 12, pp. 1351-1359, 1990.
- [14] R. Cucchiara, M. Piccardi and P. Mello, "Image Analysis and Rule-Based 7-2 Reasoning for a Traffic Monitoring System," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation System*, vol. 1, no. 2, pp. 119-130, June 2000.
- [15] B. Coifman, and M. Cassidy, "Vehicle reidentification and travel time measurement, part I: congested freeways," *Proc. of IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp. 138-143, August 2001.
- [16] D. Koller, J. Daniilidis and H. H. Nagel, "Model-Based Object Tracking in Monocular Image Sequences of Road Traffic Scenes," *Int'l J. Computer Vision*, vol. 10, pp. 257-281, 1993.
- [17] J.M. Scanlan, D.M. Chabries, and R.W. Christiansen, "A Shadow Detection and Removal Algorithm for 2-D Images," *Proc. Int'l Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing*, vol. 4, pp. 2057-2060, 1990.
- [18] I. Mikic, P.C. Cosman, G.T. Kogut, and M.M. Trivedi, "Moving Shadow and Object Detection in Traffic Scenes," *Proc. Int'l Conf. Pattern Recognition*, vol. 1, no. 1, pp. 321-324, 1998.
- [19] Mohanna, F., Mokhtarian, F., "Improved curvature estimation for accurate localisation of active contours", *Proceeding of International Conference on Image Processing*, vol. 2, pp. 781-784 Oct. 2001.
- [20] Y. Mae, Y. Shirai, J. Miura, and Y. Kuno, "Object Tracking in Cluttered Background Based on Optical Flow and Edges," *Proc. Of 13th Int'l Conf. On Pattern Recognition*, vol. 1, pp. 196-200, 1996.
- [21] R. Cucchiara, C. Grana, M. Piccardi, A. Prati, and S. Sirotti, "Improving Shadow Suppression in Moving Object Detection with HSV Color Information," *Proc. IEEE Intelligent Transportation Systems Conf.*, pp. 334-339, Aug. 2001.
- [22] T. Horprasert, D. Harwood, and L.S. Davis, "A Statistical Approach for Real-Time Robust Background Subtraction and Shadow Detection," *Proc. IEEE Int'l Conf. Computer Vision, Frame Rate Workshop*, pp. 1-19, 1999.
- [23] Utsumi, A., Mori, H., Ohya, J., Yachida, M., "Multiple-human tracking using multiple cameras," *Proceedings of Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 498 – 503, April 1998.
- [24] M. Haag and H. Nagel, "Combination of edge element and optical flow estimates for 3D-model-based vehicle tracking in traffic image sequences," *International Journal of Computer Vision*, vol. 35, no. 3, pp. 295-319, 1999.
- [25] S. Das and B. Bhanu, "A System for Model-Based Object Recognition in Perspective Aerial Images," *Pattern Recognition*, vol. 3, no. 34, pp. 465-491, 1998.
- [37] J. Stauder, R. Mech, and J. Ostermann, "Detection of Moving Cast Shadows for Object Segmentation," *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 1, no. 1, pp. 65-76, Mar. 1999.

- [27]G. Welch, G. Bishop, "An Introduction to the Kalman Filter," 2001.
- [28]M. Nadler, E. P. Smith, Pattern Recognition Engineering, A Wiley-Interscience Publication, 1993.
- [29]W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, Numerical Recipes in C – The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 1992.
- [30]T. Naito, "Robust recognition methods for inclined license plates under various illumination conditions outdoors," Proc. of IEEE/IEEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 697–702, 1999.
- [31]C. Busch, R. Dömer, C. Freytag, and H. Ziegler, "Feature based recognition of traffic video streams for online route tracing," Proc. of IEEE Conference on Vehicular Technology, vol. 3, pp.1790-1794, 1998.
- [32]R. Zunino and S. Rovetta, "Vector quantization for license-plate location and image coding," IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 47, pp.159–167, Feb. 2000.
- [34]M. Shridhar, Miller, G. Houle, and L. Bijmagne, "Recognition of license plate images: issues and perspectives," Proc. of the Fifth International Conference on Document Analysis and Recognition, p.17–20, 1999.
- [35]K. K. Kim, K. I. Kim, J. B. Kim, and H. J. Kim, "Learning-based approach for license plate recognition," Proc. of IEEE Workshop on Neural Networks for Signal Processing, vol. 2, pp.614–623, 2000.
- [36]H.A. Hegt, R.J. Haye, and N.A. Khan, "A high performance license plate recognition system," Proc. of IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp. 4357–4362, 1999.