

98-84-5340
MOTC-IOT-96-IBB050

影像式車輛偵測器擴充模組研發 —事件偵測功能模組研發與試作



交通部運輸研究所

中華民國 98 年 7 月

98-84-5340

MOTC-IOT-96-IBB050

影像式車輛偵測器擴充模組研發 — 事件偵測功能模組研發與試作

著者：吳炳飛、瞿忠正、陳昭榮、王晉元、古閔宇、劉治君、
高志忠、楊錚諺、鐘孟良、蕭文淵、劉育均
曹瑞和、李霞

交通部運輸研究所

中華民國 98 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目資料

影像式車輛偵測器擴充模組研發：事件偵測功能模組研發與試作 / 吳炳飛等著. -- 初版.

-- 臺北市：交通部運研所，民98.07

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-01-9291-9(平裝)

1. 交通管理 2. 監視器 3. 影像控制系統

557.15

98012587

影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作

著者：吳炳飛、瞿忠正、陳昭榮、王晉元、古閔宇、劉治君、高志忠、楊錚諺、鐘孟良、蕭文淵、劉育均、曹瑞和、李霞

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 98 年 7 月

印刷者：良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 120 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：100 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)25180207

GPN：1009801701 ISBN：978-986-01-9291-9 (平裝)

著作財產權人：中華民國 (代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN 978-986-01-9291-9 (平裝)	政府出版品統一編號 1009801701	運輸研究所出版品編號 98-84-5340	計畫編號 96-IBB050
本所主辦單位：運輸資訊組 主管：曹瑞和 計畫主持人：曹瑞和 研究人員：李霞 聯絡電話：(02) 23496886 傳真號碼：(02) 25450426		合作研究單位：國立交通大學 計畫主持人：吳炳飛 協同主持人：瞿忠正、陳昭榮、王晉元 地址：新竹市大學路 1001 號 聯絡電話：(03) 5710657	
研究期間 自 96 年 12 月 至 97 年 12 月			
關鍵詞：車輛偵測器、事件偵測、影像處理			
摘要：			
<p>車輛偵測系統為推動智慧型運輸系統重要的基礎設備，國內目前所使用之車輛偵測器多直接引進國外產品，不但價格昂貴，其後續的維護及相關技術受限於國外，同時並不完全適用於國內的路況特性。因此本所自95年與交通大學合作研發影像式車輛偵測器雛型，系統已具日、夜間暨破曉、黃昏時刻，多車道之車種、流量及車速之辨識能力，並完成與CCTV之整合試作。</p> <p>本研究著重於事件偵測功能模組研發與試作。首先針對國內外影像式事件偵測系統與研究進行文獻蒐集與回顧，同時針對國內交通管理單位進行訪談，確實掌握產品技術發展與國內使用單位需求，使得本計畫研究成果能夠更符合所需。在技術開發部分，事件偵測模組針對車輛壅塞、掉落物、異常車速以及事故車進行自動偵測，並將事件過程之影像進行錄影保留。除了事件偵測核心演算法，本計畫亦完成一個後端管理介面，以協助系統操作人員進行事件發生相關應變措施。實機測試部分，本研究在臺北市區（本所前）進行一星期之系統線上資料分析，同時，就事件偵測模組與智慧型錄影功能模組，搭配後端管理介面雛型也在雪山隧道行控中心整合既有CCTV系統進行為期一個月的線上實作，整體成效符合預期。此外，亦完成既有固定式攝影機搭配PTZ攝影機之雙攝影機事件偵測系統之可行性評估與試作，有效提升未來事件偵測與執法系統結合之發展。相關成果並可提高路況偵測效率，對於國內ITS之推動有顯著效益。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
98年7月	352	100	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價購買。
機密等級：			
<input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密)			
<input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: The Expansion Module Study of Incident Detection for the Vision-based Vehicle Detector			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-01-9291-9 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009801701	IOT SERIAL NUMBER 98-84-5340	PROJECT NUMBER 96-IBB050
DIVISION: Information Systems Division DIVISION DIRECTOR: Ray-Her Tsaur PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ray-Her Tsaur PROJECT STAFF: Hsia Lee PHONE: (02) 23496886 FAX: (02) 25450426			PROJECT PERIOD FROM December 2007 TO December 2008
RESEARCH AGENCY: National Chiao Tung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Bing-Fei Wu ASSOCIATE INVESTIGATOR: Chung-Cheng Chiu, Chao-Jung Chen, Jing-Yuan Wang ADDRESS: 1001Ta Hsueh Road, Hsinchu, Taiwan, R.O.C. PHONE: (03) 571-0657			
KEY WORDS: vehicle detector, incident detection, image-processing			
<p>ABSTRACT:</p> <p>Vehicle detectors are basic infrastructures for ITS development. In Taiwan, most traditional vehicle detectors are foreign products. Thus, implementation costs are very expensive, and maintenance and related techniques are dominated by foreign agencies. So, IOT and NCTU teams have cooperated on the feasibility study of vehicle detector prototype development since 2006. For the vision-based vehicle detector, the system can successfully identify vehicles in multiple lanes during day or night. The system has also integrated CCTV feasibly.</p> <p>The main purpose of this project focuses on the expansion module development of incident detection for the developed vision-based vehicle detector. In the beginning of our development, some control center operators gave us many practical requests during our visits. These were very important for us so that we could design the module exactly. The proposed incident detection modules in this project work in several incidents including traffic jams, cargo dumping, unusual speed and accidents. Simultaneously, videos of incidents will also be recorded in the vision-based vehicle detector as evidence and for identification. For the operators, a friendly user interface was also implemented. Finally, a one-week field test was carried out at the urban roadway site, and a one-month field test at the control center of Hsueh-Shan Tunnel also has been carried out with CCTV systems. Furthermore, a dual-camera incident detection prototype has also been built by integrating a static camera and a PTZ one with the functions of lost cargo, reverse driving, jaywalking and irregular parking, etc. These functions are demonstrated at the urban site as well. According to the feasibility analysis, this dual-camera incident detector will be combined with enforcement systems for further development. This study will be implemented more comprehensively and provide more complete traffic information in ITS.</p>			
DATE OF PUBLICATION July 2009	NUMBER OF PAGES 352	PRICE 100	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

目錄	III
圖目錄	VI
表目錄	XI
第一章 計畫背景分析	1-1
1.1 研究背景	1-1
1.2 研究動機	1-1
1.3 研究目的與重要性	1-2
1.4 研究範圍	1-3
1.5 研究流程	1-3
第二章 相關文獻回顧	2-1
2.1 國內外影像式事件偵測器技術發展與應用回顧	2-1
2.2 國內外影像偵測器專利現況	2-12
2.3 國內外影像式事件偵測相關產品發展現況	2-14
2.3.1 Autoscope 車輛偵測系統	2-14
2.3.2 Vantage 車輛偵測系統	2-21
2.3.3 Traficon 車輛偵測系統	2-24
2.3.4 Citilog 車輛偵測系統	2-27
2.3.5 台灣數位元件股份有限公司的 Digiology 偵測系統	2-32
2.3.6 超視覺實驗室所研發的 TrafficEye 偵測系統	2-33
2.4 車牌辨識與影像式違規車輛追蹤相關技術回顧	2-35
2.5 小結	2-40
第三章 事件偵測演算法與功能開發	3-1
3.1 車輛偵測演算法說明	3-3
3.1.1 前後期車輛偵測技術比較	3-3
3.1.2 彩色影像背景擷取	3-4
3.1.3 車道線偵測	3-12
3.1.4 物件切割與辨識	3-19
3.1.5 車輛追蹤技術	3-30
3.2 事件偵測演算法說明	3-34

3.3 錄影功能試作說明.....	3-59
3.3.1 錄影功能策略說明.....	3-59
3.3.2 錄影功能硬體說明.....	3-60
3.3.3 錄影功能開發軟體說明.....	3-60
3.4 後端管理介面開發.....	3-63
3.4.1 外觀說明.....	3-64
3.4.2 選單說明.....	3-65
3.4.3 因應事件發生之交通控制措施.....	3-73
3.4.4 因應事件發生之標準操作流程.....	3-75
第四章 系統實作分析	4-1
4.1 系統績效評估指標.....	4-1
4.2 新竹市中華路.....	4-3
4.2.1 測試目的與時間地點.....	4-3
4.2.2 系統硬體說明.....	4-4
4.2.3 測試結果概述.....	4-8
4.2.4 小結.....	4-14
4.3 臺北市敦化北路運研所前方路段.....	4-15
4.3.1 測試目的與時間地點.....	4-15
4.3.2 系統功能概述.....	4-16
4.3.3 系統硬體說明.....	4-18
4.3.4 測試結果概述.....	4-21
4.3.5 小結.....	4-25
4.4 臺北市交控中心 CCTV 影像.....	4-26
4.4.1 測試目的與時間地點.....	4-26
4.4.2 系統功能測試概述.....	4-27
4.4.3 小結.....	4-29
4.5 國道五號雪山隧道 CCTV 影像.....	4-30
4.5.1 測試目的與時間地點.....	4-30
4.5.2 系統功能概述.....	4-35
4.5.3 系統硬體說明.....	4-36
4.5.4 測試結果概述.....	4-38
4.5.5 小結.....	4-54
4.6 實務單位訪談與建議.....	4-58
第五章 結論與建議	5-1
5.1 計畫執行成果說明.....	5-1

5.1.1 文獻回顧.....	5-1
5.1.2 偵測演算法及功能開發.....	5-2
5.1.3 功能測試.....	5-4
5.1.4 路邊違規停車辨識系統可行性研究.....	5-5
5.1.5 專利申請工作.....	5-5
5.2 後續建議.....	5-6
5.2.1 架設位置.....	5-6
5.2.2 後續研究.....	5-7
參考文獻.....	參-1
附錄 A 簡報.....	A-1
附錄 B 期中、期末審查會議記錄暨意見回覆.....	B-1
附錄 C 影像偵測器領導廠商現況分析.....	C-1
附錄 D 影像式車輛偵測器專利分析.....	D-1
附錄 E 雪山隧道長時測試流量報表.....	E-1

圖目錄

圖 1-1 文獻回顧研究流程.....	1-4
圖 1-2 演算法功能開發與測試研究流程.....	1-4
圖 1-3 路邊違規停車辨識研究流程.....	1-5
圖 1-4 專利申請流程.....	1-5
圖 2.1-1 車輛偵測軟體架構圖.....	2-9
圖 2.1-2 車道線預測示意圖.....	2-11
圖 2.2-1 車道線預測示意圖.....	2-12
圖 2.3.1-1 Autoscope 攝影機裝設圖.....	2-15
圖 2.3.1-2 Autoscope 參數設定畫面.....	2-15
圖 2.3.1-3 Autoscope 偵測區域標定示意圖.....	2-16
圖 2.3.2-1 Vantage 系統整體架構與操作示意圖.....	2-22
圖 2.3.3-1 Traficon 系統.....	2-24
圖 2.3.4-1 Citilog 車輛偵測系統架構.....	2-27
圖 2.3.4-2 煙霧偵測.....	2-29
圖 2.3.5-1 高速車流監測應用系統介面圖.....	2-32
圖 2.3.5-2 機車流監測應用系統介面圖.....	2-32
圖 2.3.6-1 TrafficEye 外觀.....	2-33
圖 2.4-1 影像式車輛違規追蹤系統架構圖.....	2-36
圖 2.4-2 車牌辨識系統之影像示意圖.....	2-36
圖 2.4-3 車牌辨識流程圖.....	2-37
圖 2.5-1 影像式事件偵測器技術魚骨圖.....	2-40
圖 2.5-2 影像式偵測器辨識流程.....	2-41
圖 3-1 事件偵測流程圖.....	3-2
圖 3.1.2-1 雪山隧道編號第 2076 支 CCTV 攝影機連續影像.....	3-5
圖 3.1.2-2 雪山隧道編號第 2073 支 CCTV 攝影機連續影像.....	3-5
圖 3.1.2-3 隧道燈光變換與整張背景補償修正說明.....	3-8
圖 3.1.2-4 燈光切換前後背景影像比對.....	3-11
圖 3.1.2-5 燈光切換後背景影像與輸入影像比對.....	3-11
圖 3.1.2-6 背景更新流程圖.....	3-12
圖 3.1.3-1 車道線偵測區域示意圖.....	3-13
圖 3.1.3-2 自動門檻值選定且進行邊緣偵測與雜訊濾除的結果.....	3-14
圖 3.1.3-3 將邊緣影像進行連通物件處理得到的物件影像.....	3-15
圖 3.1.3-4 車道線方向與消失點位置示意圖.....	3-16
圖 3.1.3-5 車道線偵測並驗證後的結果.....	3-16
圖 3.1.3-6 車道線偵測後所設定的 ROI 區域示意圖.....	3-17

圖 3.1.3-7 車道線偵測原始影像.....	3-17
圖 3.1.3-8 Sobel 邊緣偵測結果.....	3-18
圖 3.1.3-9 連通標記結果.....	3-18
圖 3.1.3-10 車道線偵測結果.....	3-19
圖 3.1.4-1 連續影像資料.....	3-20
圖 3.1.4-2 AWB 啟動時所造成的物件切割錯誤.....	3-21
圖 3.1.4-3 Erij 像素誤差統計圖.....	3-22
圖 3.1.4-4 未校正前切割圖像.....	3-23
圖 3.1.4-5 校正後切割圖像.....	3-23
圖 3.1.4-6 移動物體偵測流程圖.....	3-24
圖 3.1.4-7 陰影去除流程圖.....	3-25
圖 3.1.4-8 連通物件處理流程圖.....	3-26
圖 3.1.4-9 高斯分佈函數建立背景與物件模型.....	3-27
圖 3.1.4-10 視覺長度修正流程.....	3-29
圖 3.1.4-11 影像座標車道示意圖.....	3-29
圖 3.1.5-1 物件追蹤參考點示意圖.....	3-30
圖 3.1.5-2 改良的角點偵測法偵測結果.....	3-31
圖 3.1.5-3 移動物體偵測流程.....	3-32
圖 3.1.5-4 追蹤補償機制程序.....	3-33
圖 3.2-1 平均速率計算示意圖.....	3-36
圖 3.2-2 畫面切割示意圖.....	3-37
圖 3.2-3 靜止車輛偵測流程.....	3-38
圖 3.2-4 事故車輛偵測.....	3-39
圖 3.2-5 標的物距離估測.....	3-41
圖 3.2-6 車道佔有偵測圖.....	3-44
圖 3.2-7 壅塞程度偵測流程圖.....	3-44
圖 3.2-8 壅塞程度偵測圖.....	3-45
圖 3.2-9 違規變換車道警示影像.....	3-47
圖 3.2-10 掉落物示意圖.....	3-47
圖 3.2-11 掉落物偵測流程圖.....	3-48
圖 3.2-12 掉落物偵測結果.....	3-48
圖 3.2-13 火焰圖像.....	3-49
圖 3.2-14 火焰偵測流程圖.....	3-50
圖 3.2-15 煙霧偵測流程圖.....	3-50
圖 3.2-16 YCbCr 色彩分離圖像.....	3-51
圖 3.2-17 彩色區域強化圖.....	3-51
圖 3.2-18 彩色區域強化圖.....	3-52
圖 3.2-19 攝影機座標和影像座標的關係.....	3-53

圖 3.2-20 攝影機座標和世界座標的關係.....	3-55
圖 3.2-21 攝影機架設示意圖.....	3-57
圖 3.2-22 PTZ 攝影機鎖定掉落物.....	3-58
圖 3.3.1-1 事件影像儲存示意圖.....	3-59
圖 3.3.2-1 PCI-MPG24 硬體影像壓縮卡.....	3-60
圖 3.3.3-1 錄影功能第一區塊使用中之示意圖.....	3-61
圖 3.3.3-2 錄影功能第二區塊使用中之示意圖.....	3-61
圖 3.3.3-3 錄影功能第一區塊使用中之示意圖.....	3-61
圖 3.3.3-4 事件發生錄影模式示意圖.....	3-62
圖 3.3.3-5 事件發生錄影模式示意圖(續).....	3-62
圖 3.3.3-6 事件解除錄影模式示意圖.....	3-62
圖 3.4-1 車輛偵測器與事件警示服務系統管理介面.....	3-63
圖 3.4.1-1 車輛偵測器與事件警示服務系統管理介面功能區塊說明圖.....	3-63
圖 3.4.2-1 交通資訊選單.....	3-65
圖 3.4.2-2 不同單位之流量統計圖.....	3-65
圖 3.4.2-3 車速統計圖.....	3-66
圖 3.4.2-4 壅塞程度統計圖.....	3-66
圖 3.4.2-5 流量報表匯出視窗.....	3-67
圖 3.4.2-6 流量報表匯出畫面.....	3-67
圖 3.4.2-7 歷史紀錄匯出畫面.....	3-68
圖 3.4.2-8 事件管理選單畫面.....	3-68
圖 3.4.2-9 事件管理選單下事件確認顯示畫面.....	3-68
圖 3.4.2-10 事件回放檔案選取視窗.....	3-69
圖 3.4.2-11 透過檔案選取事件影像視窗.....	3-69
圖 3.4.2-12 災害事件定義.....	3-70
圖 3.4.2-13 事件通報設定視窗.....	3-71
圖 3.4.2-14 交通管理選單.....	3-71
圖 3.4.2-15 雪山隧道內通行燈號.....	3-71
圖 3.4.2-16 雪山隧道內 CMS.....	3-71
圖 3.4.2-17 CMS 設定視窗.....	3-72
圖 3.4.2-18 對應 CMS 設定的歷史紀錄畫面.....	3-72
圖 3.4.2-19 燈號設定視窗.....	3-72
圖 3.4.2-20 對應燈號設定歷史紀錄畫面.....	3-73
圖 3.4.4 -1 事件緊急應變標準作業程序與對應事件管理介面選項.....	3-77
圖 4.2.1-1 中華路五段 684 巷圖像.....	4-3
圖 4.2.2-1 KMS-63W3N-CCD 攝影機.....	4-4
圖 4.2.2-2 8mm 鏡頭.....	4-4
圖 4.2.2-3 GL-607 室外用防護罩.....	4-5

圖 4.2.2-4 微星 MS6404 準系統電腦	4-6
圖 4.2.2-5 ADLink - RTV24 高速影像擷取卡	4-6
圖 4.2.2-6 中華路五段 684 巷巷口 T 型鋼架	4-7
圖 4.2.2-7 43.5x38.5 訊號控制箱	4-7
圖 4.2.3-1 新竹市中華路五段 684 巷巷口	4-8
圖 4.2.3-2 0309~0419 期間每日大車總合統計	4-9
圖 4.2.3-3 0309~0419 期間每日小車總合統計	4-10
圖 4.2.3-4 0309~0419 期間每日機車總合統計	4-10
圖 4.2.3-5 0309~0419 期間每週各式車種總合統計	4-11
圖 4.2.3-6 0309~0419 期間各時段不同車種車速分析統計	4-11
圖 4.2.3-7 0309~0419 期間不同日間時段中各式車種辨識影像	4-12
圖 4.2.3-8 0309~0419 期間不同夜間時段中各式車種辨識影像	4-13
圖 4.3.1-1 交通部運輸研究所前相關圖像	4-16
圖 4.3.2-1 系統事件偵測功能模組流程圖	4-17
圖 4.3.3-1 旋轉雲台	4-19
圖 4.3.3-2 Sony FCB-EX45C 旋轉雲台攝影機	4-19
圖 4.3.3-3 臺北市敦化北路本所前施工影像	4-19
圖 4.3.4-1 掉落物偵測	4-23
圖 4.3.4-2 行人違規穿越馬路偵測	4-23
圖 4.3.4-3 車輛違規逆向行駛偵測	4-24
圖 4.3.4-4 車輛違規路邊停放偵測	4-24
圖 4.4.1-1 實測地點示意圖	4-26
圖 4.4.1-2 建國北路-松江路	4-27
圖 4.4.1-3 建國南路-信義路	4-27
圖 4.4.2-1 臺北市交控中心實際測試狀況	4-27
圖 4.4.2-2 建國北路-松江路各車種總合統計	4-28
圖 4.4.2-3 建國南路-信義路各車種總合統計(參數未調校前)	4-28
圖 4.4.2-4 建國南路-信義路各車種總合統計(參數調校後)	4-28
圖 4.5.1-1 系統測試流程	4-31
圖 4.5.1-2 行控中心 2 樓平面圖	4-33
圖 4.5.1-3 行控中心 2 樓機房	4-34
圖 4.5.1-4 矩陣式視訊開關暨視訊端子	4-34
圖 4.5.1-5 2055 號 CCTV 隧道示意圖	4-34
圖 4.5.1-6 2055 號 CCTV 影像	4-34
圖 4.5.3-1 CCTV 攝影機系統架構圖	4-36
圖 4.5.3-2 CCTV 硬體設備	4-36
圖 4.5.3-3 矩陣式視訊開關暨視訊端子	4-37
圖 4.5.3-4 事件偵測系統架構圖	4-37

圖 4.5.3-5 事件偵測系統.....	4-38
圖 4.5.4-1 1 個月壅塞程度曲線圖.....	4-40
圖 4.5.4-2 系統偵知事故車輛之回放影像.....	4-41
圖 4.5.4-3 照明不足導致車燈異常強烈影像.....	4-41
圖 4.5.4-4 工程車之異常車速影像.....	4-42
圖 4.5.4-5 雙車道 10 月 18 日星期六流量圖.....	4-44
圖 4.5.4-6 雙車道 10 月 24 日星期五流量圖.....	4-44
圖 4.5.4-7 雙車道 10 月 28 日星期二流量圖.....	4-45
圖 4.5.4-8 雙車道單週流量圖.....	4-45
圖 4.5.4-9 第 1 車道單月流量圖.....	4-45
圖 4.5.4-10 第 2 車道單月流量圖.....	4-46
圖 4.5.4-11 雙車道單月流量圖.....	4-46
圖 4.5.4-12 第 1 車道單日流量比較圖.....	4-47
圖 4.5.4-13 第 2 車道單日流量比較圖.....	4-47
圖 4.5.4-14 雙車道單日流量比較圖.....	4-48
圖 4.5.4-15 第 1 車道單週流量比較圖.....	4-48
圖 4.5.4-16 第 2 車道單週流量比較圖.....	4-48
圖 4.5.4-17 雙車道單週流量比較圖.....	4-49
圖 4.5.4-18 第 1 車道單月流量比較圖.....	4-49
圖 4.5.4-19 第 2 車道單月流量比較圖.....	4-49
圖 4.5.4-20 雙車道單月流量比較圖.....	4-50
圖 4.5.4-21 單日分車道誤差曲線圖.....	4-51
圖 4.5.4-22 單週分車道誤差曲線圖.....	4-51
圖 4.5.4-23 單月分車道誤差曲線圖.....	4-52
圖 4.5.4-24 雙車道單日誤差曲線圖.....	4-52
圖 4.5.4-25 雙車道單週誤差曲線圖.....	4-52
圖 4.5.4-26 雙車道單月誤差曲線圖.....	4-53
圖 4.5.5-1 左右車輛遮蔽影像.....	4-55
圖 4.5.5-2 前後車輛遮蔽影像.....	4-56
圖 4.5.5-3 正常燈光環境下的車燈影響影像.....	4-57
圖 4.5.5-4 異常燈光環境下的車燈影響影像.....	4-57
圖 4.6-1 實務單位訪談實況.....	4-60
圖 5.1.1-1 文獻回顧工作流程.....	5-2
圖 5.1.2-1 偵測演算法工作流程.....	5-3
圖 5.1.3-1 偵測演算法功能測試流程.....	5-4
圖 5.1.4-1 路邊違規停車辨識工作進度.....	5-5
圖 5.1.5-1 專利申請工作進度.....	5-6

表目錄

表 2.1-1 美國公路服務品質	2-8
表 2.1-2 事件模糊法則	2-8
表 2.2-1 專利檢索分佈表	2-13
表 2.3.1-1 Autoscope 系列產品功能、特色與應用	2-17
表 2.3.1-2 Autoscope 系列產品功能、特色與應用(續)	2-19
表 2.3.2-1 Vantage 影像式偵測器產品一覽表	2-23
表 2.3.3-1 Traficon 產品一覽表	2-25
表 2.3.4-1 Citilog 產品功能一覽表	2-31
表 3.1.4-1 小型車輛長度與寬度例	3-28
表 3.4.2-1 事件與通報單位查詢表	3-70
表 4.3.3-1 旋轉雲台規格	4-20
表 4.3.3-2 旋轉雲台攝影機規格	4-21
表 4.5.3-1 事件偵測系統硬體元件	4-38
表 4.5.4-1 異常停止車輛發生原因	4-40
表 4.5.4-2 事件偵測結果	4-42
表 4.5.5-1 偵測率分析	4-58

第一章 計畫背景分析

1.1 研究背景

交通事件經常導致道路非週期性之壅塞，而耗費相當多的社會成本，在現今有限的土地及金錢之資源下，建造或擴建道路已相當困難，因此世界各國之交通管理中心已朝即時偵測事件、進一步排除交通事件之管理手段來減輕壅塞程度。事件被定義為隨機及非重複性之交通狀況，如事故、失去能力運作之車輛、暫時性的維護及施工等皆屬之，若能精準、及早偵測事件之發生，將可大幅減少因事件而造成之壅塞，提高用路人行車效率。

目前事件偵測相關系統大多由國外引進，價格居高不下的情況下，大量採購建置有實質上的困難，且後續的維修將是一項非常大的預算支出。交通部運輸研究所（以下簡稱本所）在過去 3 年間，投注許多研發能量在影像式車輛偵測器，同時也收到預期效果，更重要的是，該影像式車輛偵測器已經初步與 CCTV 系統結合，因此，結合交通事件偵測功能將是交通管理單位應立即面對並且進行的重要課題。

交通事件偵測功能本質上應該建構於車輛偵測器之上，尤其是影像式車輛偵測器，因為影像提供最完整的訊息，可附加的偵測功能範圍也最廣泛，因此，以影像式車輛偵測器為基礎，加上許多附加偵測功能是目前影像式車輛偵測器相關研究及產品的延續方向。

1.2 研究動機

目前國內外交通管理單位為監看交通道路狀況，陸續架設 CCTV 影像監視系統以即時掌握異常路況，相關資訊除作為交通管理之依據外，另提供相關影像供用路人參考；此外，警政單位為治安考量，亦於重要路口、巷道等架設大量 CCTV，因此若能以既有 CCTV 為基礎

發展事件偵測系統，對於事件資訊之掌握將可更具即時性，並提昇監控效率。

另一方面，影像偵測技術對於執法人員而言，亦可用為一項取締違規之重要利器，現階段執法人員對於違規停車、掉落物偵測、機慢車入侵高快速公路、龜速車偵測等，皆有賴人工照像方式執行，惟現有人力無法負荷長時間監視及舉證之責，往往造成第一線執行單位嚴重負擔。而國內已使用事件偵測系統之單位，多購買國外產品，價格及後續維護技術受限於國外，較難客製化以滿足國內交通管理單位之需求，因此國內有必要研發相關系統以解決上述課題，故本研究就影像式事件偵測系統進行開發，並對路邊違規停車辨識系統之功能開發進行可行性研究，以期減輕交通管理及執法人員之負擔，並提高交通資訊之公信力。

1.3 研究目的與重要性

國內關於事件偵測系統的技術發展，因為各種主客觀環境的限制，所以一直遲遲無法進入完全自行研發的階段。目前國內各重要隧道與道路所裝設的交通事件偵測器產品大多是由代理商外購為主，但是外購的這些高價器材，不但維修費昂貴，且無法做任何修改以因應本土的需求，對於技術的轉移更是很難要求，這對於國內智慧型運輸系統的整體研究發展與扶植國內相關產業而言，無疑是一項嚴重的致命傷。

有鑑於此，本研究以過去 3 年影像式車輛偵測器研究經驗，以加值擴充方式，將事件偵測器整合入影像式車輛偵測器，同時以未來技術移轉，達到扶植技術研究與落實產品開發為目標，以創造出適合本土型的事件偵測技術，降低硬體設置的成本與提高未來維修與改良的空間。

1.4 研究範圍

本研究主要範疇是以影像式車輛偵測器為基礎之事件偵測擴充模組研發與試作，包含針對國內外影像式事件偵測技術發展、產品現況進行回顧。對於事件偵測的試作內容，包含車輛壅塞、掉落物、異常車速以及事故車，針對這些事件，系統具備自動偵測的功能。針對路邊違規停車偵測項目則是可行性研究。後端管理介面開發是針對前述事件偵測附加啟動錄影、事後讀取影像及其相關操作介面與警示聲響等功能，以協助系統操作人員進一步確認。在功能測試方面，本研究先進行 1 個星期資料量之分析，而後於交通管理單位進行 1 個月之功能試作。最後，針對影像關鍵技術進行美國及臺灣各 1 項專利之申請。

1.5 研究流程

本研究流程分為 4 個方面說明。首先是文獻回顧，本研究從影像式事件偵測技術回顧進行，接著說明目前國內外影像式事件偵測相關產品現況，然後針對影像式車輛違規以及車牌辨識方面進行相關研究與文獻的回顧整理，如圖 1-1 所示。

在演算法功能開發與測試部分，首先開發事件偵測模組，並且整合先期車輛偵測功能，設計一個人性化操作介面。為增加事件影像記錄功能，錄影與事後資料調閱功能將被整合在操作介面中。功能測試工作先分析 1 週的影像資料，最後到交通管理單位進行 1 個月的現場測試，並且針對現場人員於試用後進行問卷調查的方式，了解現場使用人員的使用狀況，如圖 1-2 所示。

路邊違規停車辨識方面，係針對相關技術進行技術評估，接著以情境模擬的方式試作，參考試作成果作成後續研究之研發建議，如圖 1-3 所示。專利申請部分，則首先完成臺灣發明專利申請，其次為美國專利申請，如圖 1-4 所示。

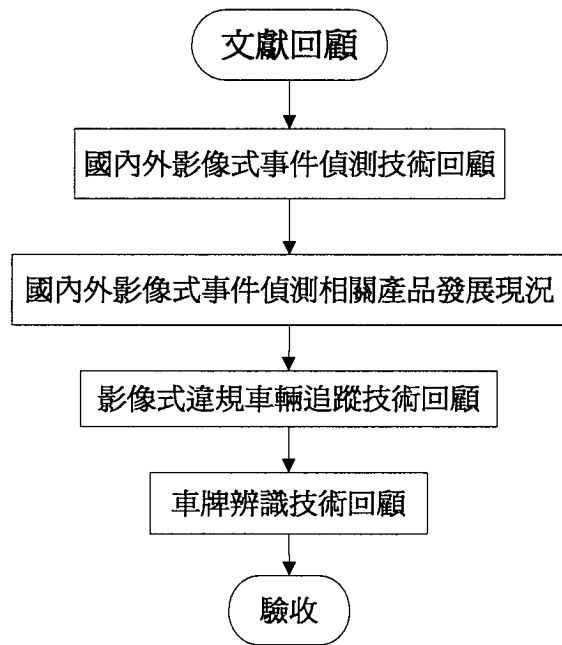


圖 1-1 文獻回顧研究流程

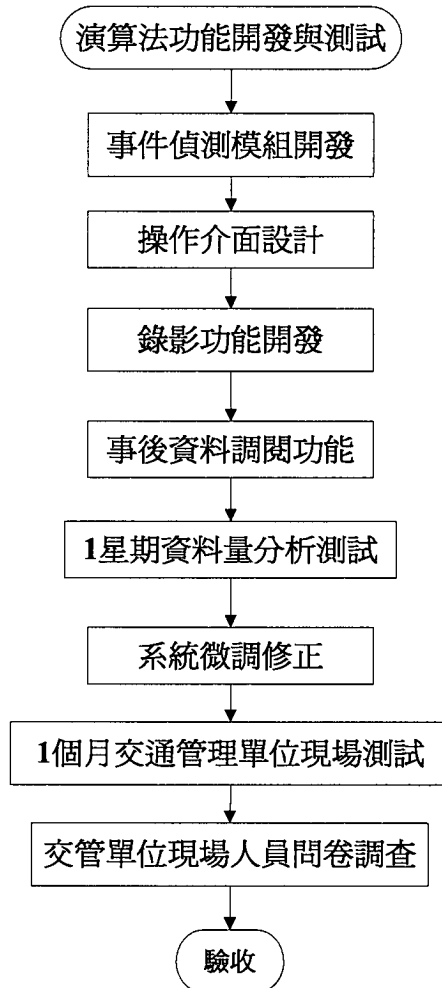


圖 1-2 演算法功能開發與測試研究流程

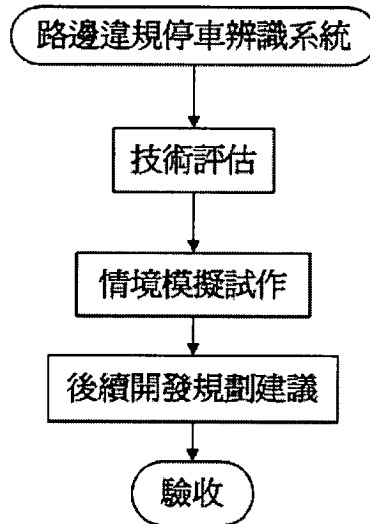


圖 1-3 路邊違規停車辨識研究流程

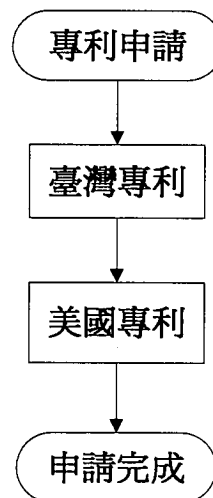


圖 1-4 專利申請流程

第二章 相關文獻回顧

公路上事件的發生，不僅直接對於人的生命、財產造成損失，同時亦會因為其所產生的延滯而造成更大社會成本的損失。傳統的事件偵測演算法，主要是依賴對事件發生後交通特性之巨大變化，作為判斷事件發生之依據，再採取因應的措施，必須等到事件發生之後才能得知。然而在某些車流狀況下，因為某種干擾因子，以致車流出現不穩定現象，若此現象繼續擴大，就可能發生車禍。因此，若能夠將車流不穩定現象，依據跟車模式去推演，極有可能預知事件之發生[1]。

事件偵測在發展之初，是以交通壅塞問題開始，進而走向掉落物、事故車等。交通壅塞問題一直是已開發國家必須面對的一個重要課題。美日歐等先進國家在 20 年前均已開始努力從事這方面的研究。早期研究在即時資訊(例如：車流資料、車速資料等)的獲得方面，大都仰賴埋設線圈或利用人力去計算，但隨著電腦科技及 Sensor 技術的日新月異，越來越多的先進國家體認到建置智慧型交通系統(ITS, Intelligent Transportation Systems)的重要性。以下茲就近年來與事件偵測相關之文獻進行歸納說明。

2.1 國內外影像式事件偵測器技術發展與應用回顧

運用電腦視覺技術執行道路壅塞偵測的研究，在文獻上有一些記載[4-8]。在[4]中，作者們利用邊界偵測技術在一些預設的偵測區中，估測是否有異於背景物體的物體通過，藉著統計 0 與 1 之數列長度，使用者可以判斷兩車之間的空隙、車子之尺寸、車速等等交通參數。在[5]中，作者利用影像追蹤技術執行車輛追蹤及行人追蹤，並藉以達到防止交通事故及提高行車效率的目的。在[6]中，利用攝影機拍攝的影像做交通工具偵測是主要的目標。作者希望利用影像視覺技術在重要路口執行交通事故偵測。[7]則是 MIT 與東北大學合作的計畫，他們利用彩色影像處理的方法來執行車子之追蹤。

事件偵測系統中，除了必要的硬體設備之外，最重要的還是核心偵測演算法。事件偵測演算法必須要依據車輛偵測器所提供的資料，

帶入演算法模型中，藉由輸出結果才能判定是否有事件發生。事件偵測過程中，會用到一些交通參數資料，包括密度 (Density)、佔有率 (Occupancy)、流量 (Volume)、速度 (Speed) 與車間距 (Headway)。其中，較為常用到的是流量、速度與佔有率，定義如下[9]：

- 流量：單位時間內通過道路某一點之車輛數；
- 速度：單位時間內車輛平均行駛距離；
- 佔有率：單位時間內車輛佔據偵測區域時間百分比。

在事件偵測的發展上，累積了相當數量之研究與演算法，但是在應用上，多數仍以高速公路為研究的對象，對於市區道路的研究則較為少見。事件偵測器演算法發展多年，種類繁多，依照演算法特性，約可區分為 7 個種類[10]：

- 型態識別法 (Pattern Recognition Type)
- 統計預測法 (Statistic Type)
- 劇變預測法 (Catastrophe Theory Type)
- 人工智慧法 (Artificial Intelligence Type)
- 模糊預測法 (Fuzzy Set)
- 微觀車流法 (Microscopic Traffic Flow Type)
- 綜合法 (Combination Type)

Srinivasan 等人[11]提出以使用迴圈為基礎的自動事件偵測系統，將迴圈所收到的資訊送入以類神經網路建構的處理系統中，系統主要處理的事件為壅塞偵測，而 Srinivasan 所使用的類神經網路處理器主要是用於高快速道路上。較特別的是，這套系統測試的兩個地點分別為新加坡與美國加州的國道，所以可以適應於不同的環境。然而，因為是使用迴圈的緣故，所以系統只能夠做壅塞偵測。至於其他的事件部分則沒有提到。由於該研究是使用迴圈的關係，因此 Srinivasan 的方法並沒有考慮到天候與白天夜間的問題，惟使用類神經網路最大的問題還是在於大量的記憶體需求與對不同環境的適應性。

Jin 等人[12]也提出使用迴圈為基礎的自動事件偵測系統。Jin 使用 3 種不同的類神經網路來做壅塞的偵測，並分別評估其優劣性。系統主要是用於高快速道路上。這套系統測試的兩個地點分別為新加坡與美國加州的國道，可以適應於不同的環境。同樣的因為是使用迴圈蒐集車流，故系統不需要考慮天候與白天夜間的問題。最後在 3 個類神經網路使用於事件偵測的評比上，CPNN(constructive probabilistic neural network) 在新加坡與美國加州的國道擁有較高的偵測率，是較好的適應性分類器，BPNN(basic probabilistic neural network)雖然誤偵測率較低，偵測率卻不及 CPNN。

Ki 等人[13]利用影像處理技術來設計事件偵測系統。其利用 CCD 攝影機進行移動物件的追蹤，並在追蹤的過程中，萃取出軌跡的特徵，像是速度變化率、位移變化率、面積變化率，位置與行進方向等。對於上述每一特徵，給定相對應發生事件的機率。當所有可能為事件的機率總和大過某一門檻值時，則判定為事件發生。除此之外，兩位學者還為事件設計即時數位錄影系統，並已在路口實地運作。實測的結果顯示偵測到 6 次的碰撞事件，6 次沒有偵測到，誤偵測 4 次。

Kamijo 等人[14]利用 Markov Random Field (MRF)，將追蹤的問題以狀態轉移的概念處理，並以影像的水平垂直軸及時間軸來描述狀態的轉換。此演算法成功的描述車輛的行進軌跡，並將此應用於碰撞、超車及壅塞等事件。

[15][16][17]分析了以影像為基礎之事件偵測系統。[17]總結[15][16]的內容，透過時間差、背景差異、邊緣偵測、特徵比對與光流法，將所得的資訊進行組合，以利從影像中分析出移動物件的大小及位置。為了有效的分析其車輛移動軌跡，也提出 4 種物件追蹤的方式，分別是：

1. 以模組為基礎之追蹤(model-based tracking)
2. 以區域為基礎之追蹤(region-based tracking)
3. 以激化邊緣為基礎之追蹤(active contour-based tracking)
4. 以特徵為基礎之追蹤(feature-based tracking)

利用物件追蹤的技術，可加值於交通事件偵測的應用上。其自動事件偵測的基礎，主要建立於微觀的車輛行為分析以及巨觀的車流分析，因為發生事件時，整體車流容易受到事故車輛影響而發生壅塞或車速變慢等不穩定車況，透過微觀及巨觀的分析，更有助於確認事件的發生。其中，微觀的車輛行為分析是參考單一車輛的旅行途中，觀察其行車的軌跡，若有發生異常的現象，表示當時的交通環境可能有事件發生。其中異常的車輛行為，包括在行車速度有極大的變化、發生車輛停止或車輛暫停，或者在行車過程中，變換車道或行車方向。事件警示所參考的巨觀車流特性包括車輛平均空間速度、佔有率、等待長度以及車與車之間的平均距離等。在以影像來設計事件偵測的系統中，[17]也提出在不良氣候下與夜間環境中，不易正確地找出背景，也提及快速的陰影變化中，不易正確地更新背景色彩。在偵測器的設計中，除了偵測因為車輛導致的事件外，[16]也提及利用物件的視覺大小，來判斷可能的掉落物，並列出最小可偵測的掉落物體積為 50 公分 x 50 公分 x 50 公分。

在其他影像式事件偵測相關研究中，[18]是利用特徵為基礎之追蹤技術並運用於壅塞的車流環境中，其中特徵的抽取是利用角點為特徵並以卡曼濾波作追蹤。其中，利用角點為特徵可再藉由以點與點間的距離為群組模型，將屬於同一車輛之角點群組化。利用角點為特徵，將有助於在壅塞環境中進行車輛偵測。

[19]利用混合式的高斯模型與連通標記法，將移動物件由畫面中擷取出來，並以卡曼濾波器以區塊為單位，進行預測與追蹤移動物件的位置。利用追蹤的技術，可以預測移動物件可能的軌跡，並可得知車和車之間的距離，若距離過小的話，即發出事件警示訊號。

在結合影像處理技術與模糊理論的研究中，[20]嘗試在事件發生前偵測出事件發生的可能。其原理是利用追蹤軌跡所得到的行車方向，與正常車流方向進行比對，並將兩者的夾角定義為行為特徵。為了不讓誤偵測影響偵測率，系統加入模糊理論的概念，並以物件大小(size)、移動速度(velocity)、以及相關性(correlation value)作為模糊推論的參數，以此來分析行為異常的可能，並將事件發生等級分為 3 級，

分別是正常(normal)、警告(warning)、警報(alarm)。

除了上述所使用模糊理論的概念外，也有相關研究將影像結合於模糊技術，並搭配類神經網路的使用。[21]使用模糊類神經網路建立事件偵測系統。其模糊類神經的架構主要是利用 ANFIS(Adaptive Network-based Fuzzy Inference System)，並配合以車輛速度及加速度為輸入的推論法則。由實驗的數據可以得知，系統工作結果偵測率可達 83%，誤偵測率也不超過 24%。

同時，[22]分析可蒐集交通參數的偵測器，包括感應線圈式、微波式、遠紅外線式以及影像式偵測器。利用以上偵測器，可獲取車流量、車速、以及空間佔有率等參數。經過 California、Delos、以及 Neural network 等相關演算法做處理，可得到不同的事件偵測率，最低可至 42%，最高可達 90%。特別在影像式偵測器的應用上，也提及微觀以及巨觀的想法，分別是直接與間接之分析方法，然而其內容是大同小異的。透過直接與間接為概念的演算法來做系統成效評估，可以達到偵測率大於 95%以上，偵測時間小於 15 秒，且不僅可以用於車道範圍，更可擴充於視角較極端的路肩部分。

針對事件偵測系統之研究中，[23]利用高快速公路為對象，建立一套事件管理系統，並將高速公路上所會發生的事件分為 5 大類，分別是：

- 交通管制相關類別；
- 警示事件相關類別；
- 收費站事件相關類別；
- 道路事件相關類別；
- 服務區事件相關類別。

針對上述的事件種類，透過與使用者及管理者訪談及文獻的蒐集，建立對應事件處理的專家系統資料庫，並分析對應不同事件該有的反應；另針對危險物品的運輸，透過 GIS 地理資訊系統規劃最佳的運輸路徑，減少社會成本的支出，該管理系統也設置於交管中心進行實測，可以有效管理事件的發生。

這些演算法大多應用於高速公路之事件偵測，國內外也有許多事件偵測研究是以隧道內環境為研究對象。隧道環境與高速公路最大的地方在於隧道之密閉式的空間特性，假如有事件發生卻沒有被立即偵測出來，很容易造成 2 次事件發生。因此，相較於高速公路事件偵測研究，隧道內事件偵測課題更顯重要。

(1) Vehicle Counting Algorithm

Maxwell^[24]等人針對低流量狀態構建隧道事件偵測演算法，利用車輛通過上游環路線圈偵測器的速率，推估該車到下游偵測器的時間(Accounting TimeInterval)，車輛到達下游偵測器的時間符合演算法預期與否來判斷事件是否發生。此外，為了降低誤報率，連續判斷兩台異常車以確定有事故發生。

(2) IMPACTS

Neil Hoose^[25]利用 Image Processing for Automatic Computer Traffic Surveillance(IMPACTS)系統將 CCTV 所拍攝的影像分成數各區塊，經過電腦處理分析各區塊內車流情形，給予各區塊不同車流型態，再利用歷史資料建立判斷事件發生與否的門檻值。以此系統與 HIOCC(High OCCpancy Algorithm)之績效作比較，分析由不同偵測器構建的事件偵測演算法之優劣。

(3) IDRIS

S Dunstan and RH Lees^[26]提出 Incident Detection for Road Informatics and Safety(IDRIS)此系統之優點，包括：適用於各種流量、於低流量狀態下準確偵測單一停止車輛、結合各種偵測器之車流參數於不同車流狀態下採取不同之演算法、各偵測站之間之資訊互相傳遞。目前此系統分成 Mark 1 IDRIS 及 Mark 2 IDRIS 系統，於實地測試均有不錯之績效。

(4) Cofiroute

Cofiroute^[27]為法國高速公路交通控制中心，此機關委託 Jerome Geoffray 針對低流量狀態，分別利用 3 種不同偵測器(影像式、紅外線、雷達微波偵測器)進行事件偵測，分析探討各種偵測

器之優缺點及績效。

(5) Citilog 隧道事件偵測系統

Citilog Media Tunnel 為一套結合影像處理演算的影像偵測系統，利用車輛追蹤技術產生個別車輛的觀測，如車輛出現、速度以及車輛停止等，而這些車輛個別資料可匯集成車流的資訊，透過所得之車輛偵測數據與設定門檻值之比較，即可偵測到車流異常情況，經由此系統，可分辨出各種異常之交通狀況。此外，Citilog 系統針對不同道路型態之功能需求，分成適用於路口之 Media City、路段之 Media Road 與特定地點隨插即測監控之 VisioPaD 等。目前於木柵隧道及北市高架道路採用 VisioPaD 進行實地測試，均有不錯之績效結果，並於後續針對道路型態探討如何降低此系統造成之誤報^[28]，更詳細功能說明請參閱後續章節。

國內在事件偵測的演算法研究中，[29]分析路口兩車的行車軌跡，並預測其行動方向及速度，若有碰撞的可能，則發出警示訊號，並啟用相關的處理程序。[30]對兩物件的長寬與比值做紀錄，當兩物件發生碰撞後，容易造成不合理的長寬比改變，並分析此變量，來判斷事件發生的可能。[31]討論道路交通的車流密度如公式 2.1-1 所示，其中 T 為觀測時間， S_i 為第 i 個觀測器所量測的車速。利用所計算出的密度配合美國公路服務品質(如表 2.1-1)等相關數據，將車流分段顯示。[32]將可偵測的事件總類分為障礙物、停止車輛與車禍事故 3 大類，其中，障礙物與停止車輛的資訊是以物件大小為基礎來做判定，在車禍事故的分析中，將可能的事故行為分為碰撞、追撞及擦撞，並藉由車輛的移動軌跡及移動資訊來做分析，並以模糊理論來設計其危險度。其中，輸入參數為距離及相對速度；距離的參數依序為極近距離、近距離、中距離以及遠距離；相對速度則分為逐漸接近、保持等距及逐漸遠離。其模糊系統的輸出則為危險、正常以及安全。其中，模糊法則如表 2.1-2 所示。

表 2.1-1 美國公路服務品質

服務等級	最大密度	詮釋
A	0-11	自由車流，車速及駕駛幾乎不受他車干擾，可自由行駛。
B	>11-18	穩定車流，車輛行駛已受他車干擾，但大致上尚可依穩定之車速前行。
C	>18-26	穩定車流，許多車輛改變行駛速率，變換車道或超車，行車行為受到他車影響。
D	>26-35	接近不穩定車流，各車間干擾擴大，會有突發性干擾。
E	>35-45	不穩定車流，車速及車流量呈現不穩定現象，此時車流量與行駛速率之間的關係並不明顯。
F	>45	強迫車流，車速與車流量在某些短時間可能為零，駕駛者必須在他車限制下前進。

$$D = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N S_i^{-1} \quad \text{公式 2.1-1}$$

表 2.1-2 事件模糊法則

		相對速度		
		靠近	一般	遠離
相對距離	極近距離	危險	危險	正常
	近距離	危險	正常	安全
	中距離	正常	安全	安全
	遠距離	安全	安全	安全

影像式事件偵測系統之演算法邏輯與偵測交通參數之關鍵技術類似，而且事件偵測前，必須要將車輛偵測先行完成。事件偵測的研究分為兩種，一種是利用整體車流狀態以及變化，來推論是否有事件發生；另一種是本計畫採用係將車輛清楚辨識出來，藉由分析各車輛單獨行為後，再判定是否有事件發生。

車輛偵測演算原理包括以下 3 個步驟：即時彩色背景擷取、即時移動物體偵測與即時多車輛追蹤，而整體軟體架構以及每個步驟的細節如圖 2.1-1 所示。在彩色影像背景擷取方面，初始背景擷取、動態彩色背景更新以及車道線偵測相當重要，這 3 個部份與車輛偵測系統類似，尤其是車道線偵測更為重要，這個資訊會是事件偵測的一個重要參考資訊，因此，在背景資訊擷取完成後，立即進行車道線偵測工作。在物件切割與辨識部份，除了原有之移動物體偵測之外，還將利用車

道線資訊來適度的切割物件，最後利用視覺長度修正來加強車輛辨識的準確率。在車輛追蹤部份，則是由參考點追蹤、移動物體對應法以及強化追蹤程序來完成。

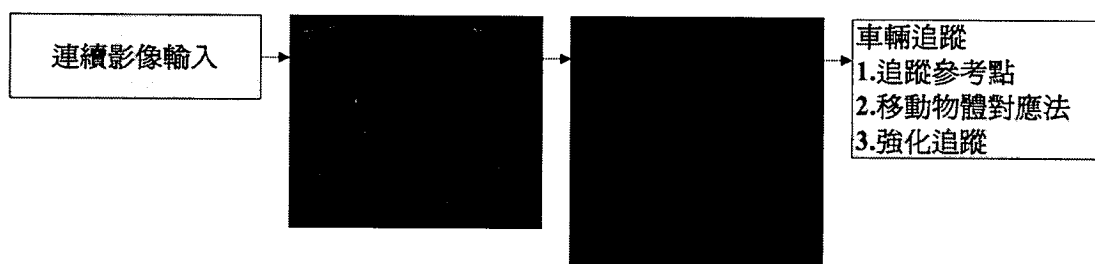


圖 2.1-1 車輛偵測軟體架構圖

背景影像擷取與更新

在監控系統應用於影像式車輛偵測器的相關研究中，常見萃取出移動物件的方法分別為背景相減法、時間差異法、與光流法等三種，其中又以背景相減法最為常見。當可以正確取出監控區域的背景影像後，移動物件可藉由輸入影像與背景影像相互比對，得以正確的獲得移動物件資訊。然而，其缺點是因為背景的背景影像會隨著天色、氣候等環境有所變化，因此，必須要有更新背景的程序，才能將偵測器應用於長時間的偵測系統。常見的背景取得的方式，是利用分析一段時間內的監控影像，決定一個最佳的背景色彩強度值。若將畫面上的景物分為背景與前景兩部份，假設在自由車流的情形下，可以合理推論在該統計時間區段內，背景為出現頻率較高處。[29][31][38][41]對每一像素統計所有出現過的色彩強度值，並以出現次數最多的色彩強度值當作其該像素的背景色彩強度值。除了使用最大值來決定背景色彩外，[30]也嘗試以統計圖中的中位數當作其背景的色彩強度值。然而，統計方法必須對每個像素作統計，因此，需要使用相當大的記憶體空間。[36][40]仍是在一小段時間取得背景，然而，是利用平均值的方式取代統計方法，因為平均值可以動態運算，所以可以避免所需記憶體空間過大等問題；但也因為是利用平均的方式，所得的結果會與真正的背景色彩有些許偏差。

由於畫面色彩會隨著天色氣候等有所改變，因此，必須對所取得

的背景影像，作隨時間動態的更新。[29]將所量測的車流量分級，並以流量參數當作背景更新頻率的參數，流量越大，背景越不易更新，因此，更新頻率會較低。[30]將畫面所有像素分為前景像素以及背景像素，在背景像素的部份，因為不會有移動物件干擾，因此對於背景影像及現在影像取 k 及 $(1-k)$ 的權重做更新，如果是前景像素，則該位置的背景則不做更新，如公式 2.1-2 所示，其中， k 是一固定數值。

$$B_{n+1}(i,j) = \begin{cases} kB_n(i,j) + (1-k)C_n(i,j) & , (i,j) \text{ 為像素座標} \\ B_n(i,j) & , (i,j) \text{ 為像素座標} \end{cases} \quad \text{公式 2.1-2}$$

針對固定的調整係數 k ，[31]將 k 選擇為 $k = \frac{N}{1+N}$ ，其中， N 是更新區段內的影像幅數，如公式 2.1-3 所示，因此，可依據更新頻率動態調整背景更新的係數。

$$B_{i+1}(x) = K \cdot B_i(x) + (1-K) \cdot I_i(x) \quad K = \frac{N}{1+N} \quad \text{公式 2.1-3}$$

針對前景像素與背景像素的更新過程中，[36][38]使用了兩個更新係數 α_1 與 α_2 ，並將移動物體資訊以 M_t 表示(移動像素為 1，反之為 0)。因此，可以利用移動資訊選用不同的更新參數，藉以調整前景與背景的像素，如公式 2.1-4 所示。

$$B_{t+1} = B_t + [\alpha_1(1-M_t) + \alpha_2 M_t](I_t - B_t) \quad \text{公式 2.1-4}$$

除了直接利用現在影像做更新的方式，[39]使用漸進式的更新法則，如公式 2.1-5 所示。該法則適合於緩慢變化中的監控環境中使用，對於雜訊的抑制也更顯得其優勢。公式 2.1-4 除了可以作為背景更新法則，更可以用於漸進式的背景建構法則，先以第一張影像當背景，在逐漸地於建構區間內持續更新。

$$B_{k+1}(x,y) = \begin{cases} B_k(x,y) + 1, & \text{if } B_k(x,y) < I_k(x,y) \\ B_k(x,y) - 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{公式 2.1-5}$$

車道線偵測

自動的車道偵測，有利於系統的監控區域自動化。[36]利用時間差

異法，累計移動物件所出現的位置，並以所記錄的資訊決定一車道中線，進而預估一車道線可能的位置，如圖 2.1-2(a)(b)所示。然而，該方法可能因為視角的傾斜，導致所預估的車道線會有較大的偏離。[38]假設了路面區域占監控區域的大部份，且路面的灰階強度均勻，因此，利用路面的色彩灰階特性，粗估了車道可能出現的範圍。[33][31][37]利用 Gradient method、Steeple filter 與 Sobel edge 等方法將車道線資訊濾出，並以連通標記法將資訊匯集在一起，利用直線來逼近車道線的數學方程式。

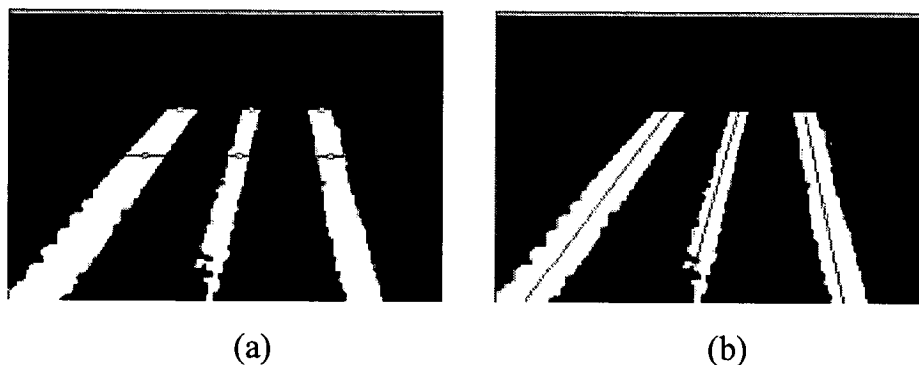


圖 2.1-2 車道線預測示意圖

車輛物件切割與追蹤

在利用所取得的背景影像中，可以分離出移動物體的像素。其中，切割前景影像所採取的臨界值，[29][30][34][32][37]利用經驗法則，選用一固定的臨界值，不做動態的調整。[33]由背景的分析中，選用一高斯臨界值，自動的給予其臨界值。[35]則是將畫面分為不同的區塊，針對每一區塊計算一個各自高斯臨界值。經過分離後的移動像素，再經由連通標記法取得物件的座標值。

為了了解每一車輛的軌跡特性，必須對時間軸上的連續影像作物件的追蹤。[32][34][35][36]將所偵測的資訊，填入量測資料中，並利用卡曼濾波器(Kalman filter)來做物件的追蹤與估測。然而，使用卡曼濾波器的缺點是計算量龐大，相當耗費時間，因此，也有相關的研究，以較簡單的方法來串聯時間軸上的資訊。[29]使用連續時間上的物件面積交疊特徵，來判定是否屬於同一物件。[30]量測連續時間軸上物件中心的偏移量，由於時間差異極小，因此，當偏移量小於某臨界值，

即判定為同一物件。[31]以物件的面積、色彩和與消失點的距離與角度等相關資訊，定義兩物件的相似度，並以該相似度來判定是否為同一物件。

2.2 國內外影像偵測器專利現況¹

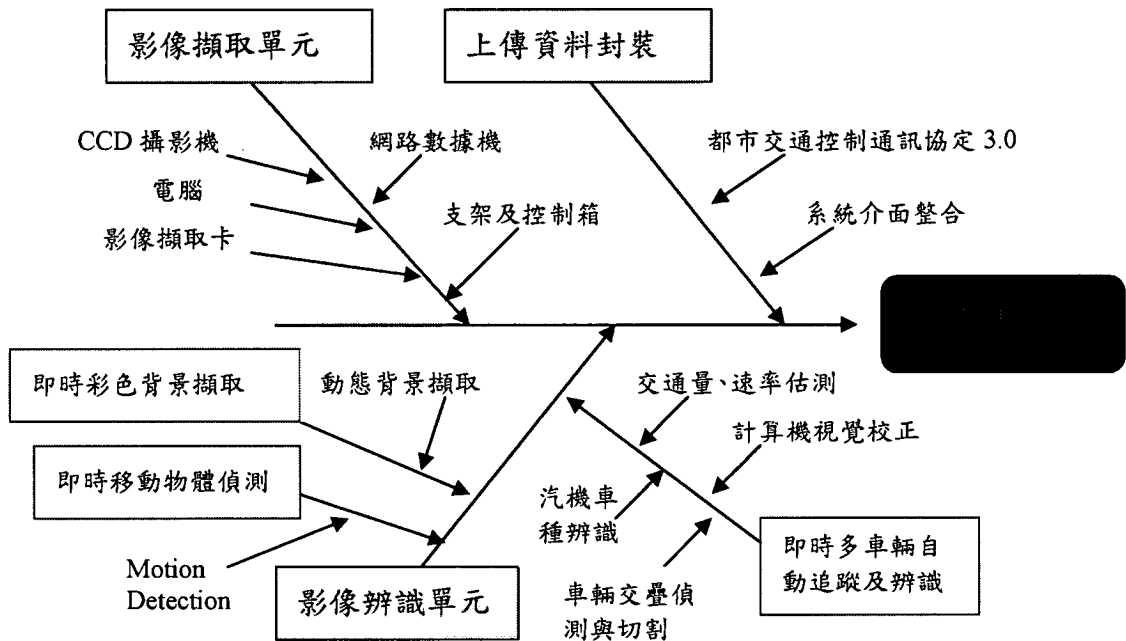


圖 2.2-1 車道線預測示意圖

在影像式車輛偵測器部分，如圖 2.2-1 影像式車輛偵測器所示，系統架構主要可分為影像擷取單元以及影像辨識單元。影像擷取單元包括了 CCD 攝影機、鏡頭、CCD 防護裝置、電腦、影像擷取卡、網路數據機、攝影機支架及控制箱，其中攝影機係用以取得與 CCD 同步之車輛相關交通資訊，供將來人工判讀時比對正確辨識結果之用。影像辨識單元係本系統的核心技術，也是影像式車輛偵測器的研發重點，其內容包括了即時彩色背景擷取、即時移動物體偵測，以及即時多車輛自動追蹤等功能區塊。各國專利檢索分布狀況如表 2.2-1 所示，詳細的專利檢索分析請參閱附錄 D 所整理之詳細資料。本研究計畫也針對影像偵測器於強烈光線瞬間變化的環境提出克服之演算法，並且申請臺灣以及美國專利。

¹本節部分資料節錄自本所「MOTC-IOT-97-IDB005 動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)－車輛偵測器研發成果之技術移轉」研究報告書。

表 2.2-1 專利檢索分佈表

專利局 種類	專利檢索資料				
	美國	臺灣	中國大陸	日本	其他
影像式 車輛偵測器	7200266	TWM290286	CN2731864	JP8221686	EP1074430
	7139409	TWI293746	CN1734342	JP7192192	EP0807914
	7130464	TWI279142	CN1729485	JP2045900	EP0631683
	7113652	TWI274302	CN1725804	JP2006286007	EP0385384
	6999004	TWI270022	CN1725266	JP2006202047	WO200407737
	6954544	TWI268878	CN1665278	JP2004272756	6
	6930593	TWI245546	CN1642251	JP2004220102	WO9623290
	6924832	TWI242380	CN1614623	JP2003296878	CA2132515
	6760061	TWI233061	CN1564600	JP2002222486	WO9319441
	6757571	TWI220969	CN1564581	JP2002063568	AU671106B
	6628804	TW00543323	CN1503203	JP2002042140	KR0156610B
	6323898	TW00502229	CN1477599	JP2001357387	LV13295
	6259802	TW00489288	CN1464487	JP2001283374	AT156921T
	6188778		CN1450793	JP2001126183	CA2011049
	6137531		CN1444183	JP11149597	DK385384
	6075874		CN1352780	JP11096376	EP0385384
	5999877		CN1351317	JP10154292	ES2107413T
	5999635		CN1350941	JP2278387	GR3024929T
	5991428		CN1102926	JP59165097	KR0156610B
	5912634				BE1015605
	5877804				
	5809161				
	5761326				
	5592567				
	5590217				
	5548659				
	5537155				
	5434927				
	5402118				
	5034986				
5005083					
4924310					

2.3 國內外影像式事件偵測相關產品發展現況

國外影像偵測技術應用於交通領域的研究始於 1980 年初，其中美國的 Image Sensing System(ISS)公司是最早研發並獲得相關專利的公司，於 1989 年正式推出用於車輛的 Autoscope2002 車輛偵測系統，公元 2000 年後，ISS 公司仍致力於「Autoscope」系列產品的研究與開發，並於 2007 年併購加拿大世界領導微波偵測器廠商 EIS-RTMS，為將來影像與微波雙模技術新市場預作準備。在美國，另一個在影像偵測器方面也擁有雄厚技術實力的 ITERIS 公司，早在 1990 年便參與 ITS 市場，在影像偵測領域最具代表性的產品就是「Vantage」系列產品。至於 Quixote 公司，除發展、製造與銷售高速公路與運輸安全產品外，在影像偵測也開發了「UniTrak®」與「VideoTrak®」系列產品。

在歐洲，法國 Citilog 公司在交通資訊影像偵測領域裡是較成功的一家，其研究人員多數為法國國家運輸與安全研究院的專業人員，他們進行了長達 15 年的影像偵測技術研究，1996 年將研究成果商業化，成立了 Citilog 公司。另外，比利時的 Traficon 公司是歐洲影像偵測領域的另一個典型代表，該公司在 1982 年就在進行相關方面的研究，到現在為止，該系統已經在全世界安裝了超過五萬台的影像偵測器。以下針對上述影像事件偵測器領導廠商之系列產品（部分資料節錄自本所「MOTC-IOT-97-IDB005 動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)－車輛偵測器研發成果之技術移轉」研究報告書。）摘列如後，詳細說明資料請參閱附錄 C。

2.3.1 Autoscope 車輛偵測系統

為美國明尼蘇達州的 Image Sensing Systems, Inc., (ISS) 於 1984 年由 Dr. Panos Michalopoulos 創立，該公司預期影像式偵測技術將是未來交通壅塞之先進解決方案，於是 Panos 在市場萌芽初期，即著手進行 Autoscope 相關研究與發展。Autoscope[38]系統是使用 CCD 攝影機所拍攝到的連續影像，利用影像處理的技術完成車輛的偵測與辨識系統。此系統在良好天氣下，攝影機裝置架

設高度至少 30 英尺(9 公尺)以上，可以得到最佳的精確度，其在可視範圍內可由人工設定的方式選擇最多 8 個的偵測區域(車道)。圖 2.3.1-1 是 Autoscope 攝影機建置圖，圖 2.3.1-2 是 Autoscope 系統參數的設定畫面，圖 2.3.1-3 是 Autoscope 標定偵測區域示意圖。Autoscope 系統根據偵測器所建置的場景不同，共分為高快速道路、市區道路以及隧道 3 大類，針對不同的場景提供不同的功能。有關 Autoscope 相關產品規納整理如表 2.3.1-1 與 2.3.1-2。

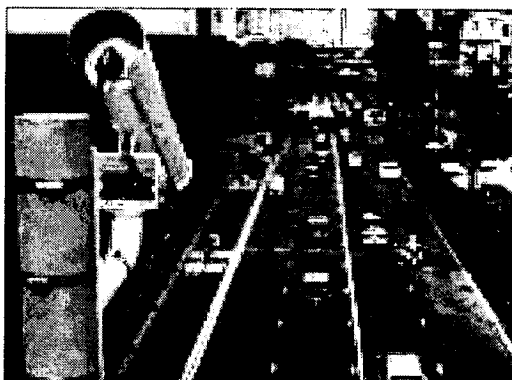


圖 2.3.1-1 Autoscope 攝影機裝設圖

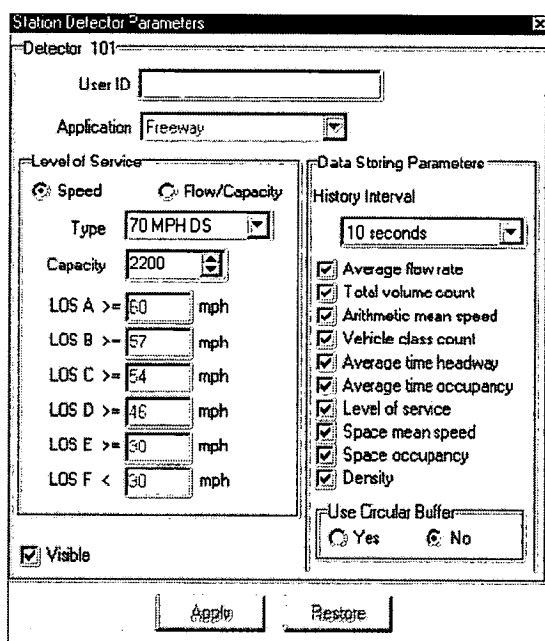


圖 2.3.1-2 Autoscope 參數設定畫面

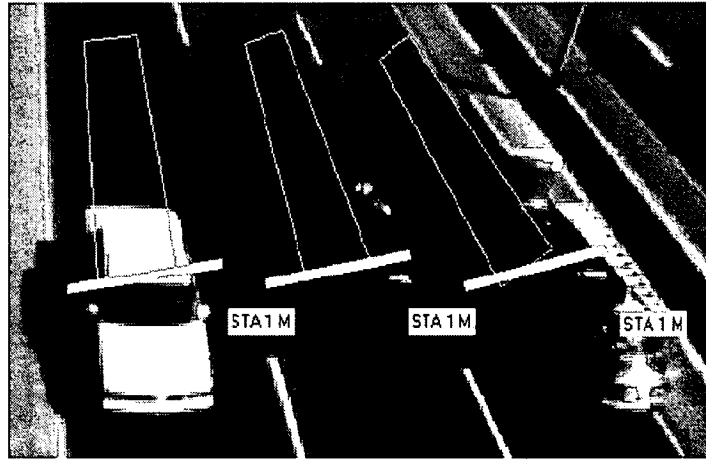
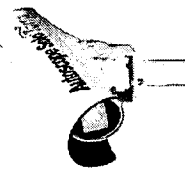
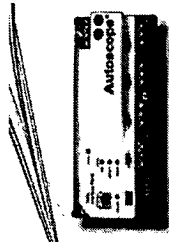
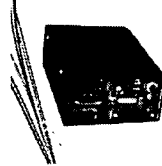


圖 2.3.1-3 Autoscope 偵測區域標定示意圖

表 2.3.1-1 Autoscope 系列產品功能、特色與應用²

產品	造型	功能	應用	適用區域
Autoscope Solo [®] Terra [™]		<ul style="list-style-type: none"> • 交通偵測、交通數據量測與事件偵測 • 整合彩色攝影機、縮放鏡頭、機械視覺處理器於一機盒確保高畫質影像傳輸整盒彩色 • 雙核心處理器/MEPG-4 影像壓縮數位影像輸出 • EasyLink 寬頻通訊/IP 定址/可網路瀏覽遠端影像/交叉路口與高速公路的 Configuration Wizard • Clear Vision[™] 親水外罩與面板加熱技術確保高畫質影像 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件偵測：高速公路、隧道、橋梁 • Junction 控制 • 交通資料蒐集與分析 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間估計/遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區
Autoscope Solo Terra Interface Panel		<ul style="list-style-type: none"> • 提供最多 8 個 Autoscope Solo Terra 感測器之電源與通訊介接 • 提供 Terra Access Point(TAP)通訊連線 • 筆電與 Cabinet 網路之 RJ45 乙太網路連線 • 高電壓瞬變保護 • 電源線隔絕 • DIN rail mountable 	<ul style="list-style-type: none"> • 交叉路口偵測 • 高速公路交通數據蒐集/自動事件偵測 • 橋樑、收費道路與隧道管理 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區
Autoscope Terra Access Point(TAP)		<ul style="list-style-type: none"> • 支援最多 8 個 Autoscope Solo Terra 感測器 • 24 個接觸截止(contact-closure)輸出/16 個接觸截止(contact-closure)輸入 • EasyLink[™] 定址連結 • 電源啟動自我診斷 	<ul style="list-style-type: none"> • 交叉路口偵測/高速公路交通數據蒐集 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲/拉丁美洲與北美 • 中東地區

² 資料來源：MOTC-IOT-97-IDB005 動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)-車輛偵測器研發成果之技術移轉研究報告書

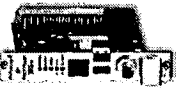
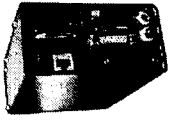
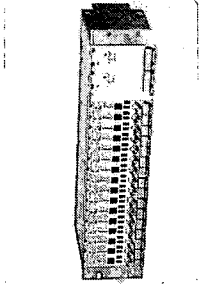
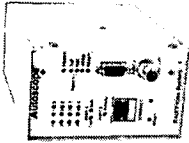


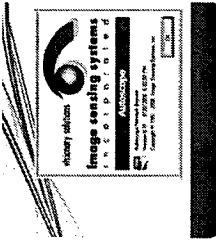
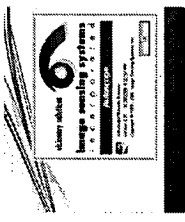
<p>Autoscope RackVision Terra</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛偵測、交通數據量測與事件偵測 • 單一影像處理 channel(PAL,CCIR,NTSC or RS170) • 先進影像傳輸雙核心處理器 • MPEG-4 影像壓縮技術之數位影像輸出 • 網路瀏覽遠端影像/故障安全防護裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • 交通數據蒐集與分析 • 遠端影像監控 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統/旅行時間預估 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 中東地區
<p>Autoscope RackVision Terra-US</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛偵測、交通數據量測與事件偵測 • 單一影像處理 channel(PAL,CCIR,NTSC or RS170) • 先進影像傳輸雙核心處理器 • MPEG-4 影像壓縮技術之數位影像輸出 • 網路瀏覽遠端影像 • 故障安全防護裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • 交通數據蒐集與分析 • 遠端影像監控 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間預估 	<ul style="list-style-type: none"> • 拉丁美洲與北美
<p>Autoscope RackVision Terra System 16</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛偵測、交通數據量測與事件偵測 • 16 組模組影像輸入 el(PAL,CCIR,NTSC or RS170) • 先進影像傳輸雙核心處理器 • MPEG-4 影像壓縮技術之數位影像輸出 • EasyLinkTM 寬頻通訊與 IP 定址 • 網路瀏覽遠端影像/故障安全防護裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • 交通數據蒐集與分析 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間預估 • 遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 中東地區

表 2.3.1-2 Autoscope 系列產品功能、特色與應用(續)

產品	產品外觀	功能	應用項目	適用區域
<p>Autoscope RackVision System One</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛偵測與交通數據量測 • 單一影像處理 channel(PAL, CCIR, NTSC or RS170) • 非揮發性記憶儲存 • 高能瞬變保護 • 電源、通訊、影像、數據傳送 LED 顯示 • 乙太網路與序列連接埠 • 網路定址/支援多國語言 	<ul style="list-style-type: none"> • Junction Control • 交通監控：高速公路、幹道、橋樑 • 交通數據蒐集 • 交通安全施工區域安全防護與交通控制 • 道路施工區域安全與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間預估/遠端影像監控/交換機傳輸 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 中東地區
<p>Autoscope Atlas</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛存在偵測 • A dual-camera 處理器 • 車輛存在與警報輸出/電源開啟自我測試 • LED 燈電源、通訊、影像、數據傳送、 • 偵測器 I/O 狀態顯示 • 低功耗/多國語言支援 	<ul style="list-style-type: none"> • Junction 控制 • 交通安全 • 道路施工區域安全與交通控制 	<ul style="list-style-type: none"> • 歐洲
<p>AIS Camera</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 廣域車輛影像偵測 • 彩色/黑白影像輸出模式 • PAL 或 NTSC 影像格式 • 高解析度 • 暗處高敏感精確偵測 	<ul style="list-style-type: none"> • 不同光源狀態自給充電 • 鏡頭縮放控制 • 適應性氣候保護裝置 • 先進面板加熱器 • 低功耗 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區

<p>Autoscope Software Suite version 8</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 附加於所有 Autoscope 產品 • 操作簡易，但功能尚未強大到符合今日都會交控中心所需要求 • 主從式架構設計，工作站間透過 LAN/WAN/INTERNET 無縫隙通訊 • 使用者介面為網路瀏覽器，專門執行 Autoscope 軟體套件以下功能，並協助現場設備的配置與維護，車輛偵測數據的蒐集與存取： <ul style="list-style-type: none"> ➢ Configuration Wizard & Detector Editor 影像偵測設備配置 ➢ Data Collector 交通數據資料蒐集、顯示、排列 ➢ Video Controller & Player 影像輸出、影像縮放、顯示與重現數位影像 ➢ Front Panel 每一現場設備之即時運作狀態顯示 ➢ System Test 執行終端測試確認輸出/入源連線狀態 • 為客戶端應用提供相關工具與軟體支援 • 提供如數據請求、訊息使用等原始程式碼範例 • Autoscope 影像偵測系統相關應用開發 • 執行錯誤偵測/提供各種交通參數之取得與儲存工具 • F. 提供 Autoscope 設備之通訊協助 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Operation Log Viewer ➢ Communication Server Status 監測伺服器狀態 • Autoscope Software Suite Version 8: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 影像車輛偵測系統自我設定與配置 ➢ 應用：交叉路口停等車線車輛偵測 ➢ 德國：新增高速公路應用，為交通數據傳輸提供 TLS 通訊協定(通用於德國、奧地利、瑞士) 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區
<p>Autoscope Software Developer's Kit</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 為客戶端應用提供相關工具與軟體支援 • 提供如數據請求、訊息使用等原始程式碼範例 • Autoscope 影像偵測系統相關應用開發 • 執行錯誤偵測/提供各種交通參數之取得與儲存工具 • F. 提供 Autoscope 設備之通訊協助 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • Junction 控制交通數據蒐集與分析 • 交通數據蒐集與分析 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間預估/遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區

2.3.2 Vantage 車輛偵測系統

Vantage[39]系統也是使用 CCD 攝影機拍攝連續影像，再利用影像處理的技術完成車輛的偵測與辨識系統，Vantage 系統與 Autoscope 系統都是利用偵測範圍(detection zone)的設定來偵測車輛的出現與否。圖 2.3.2-1 是 Vantage 系統整體架構與操作示意圖，建置方式是透過有線或無線變焦攝影機擷取交通影像，再透過影像多工器將多攝影機的視訊線路做整合，並送入事件偵測單元做處理。Vantage 系統在天氣良好與攝影機高度為 9 米以上的條件下，當前後兩車間距大於小車車身長度的 1.5 倍時，有最佳的精確度。系統在可視範圍內可提供偵測 8 個偵測區域。

Vantage 系統依其功能可以分為路口/號誌控制、行人偵測、腳踏車偵測、交通資料蒐集以及自動事件偵測五大類，詳述如下：

路口/號誌控制：

由於利用影像來進行偵測比利用線圈來進行偵測不僅在成本還是在維護上，都佔有很大的優勢。利用影像來分析車流量，可以有效的透過交通號誌控制來紓緩車流壅塞的情形。

行人偵測：

透過行人步行的樣本進行分析，可正確的偵測出行人所在的位置，透過與交通號誌的連結，可有效的提醒汽機車用路人注意行人，以確保安全。

腳踏車偵測：

在監控區域內，透過腳踏車用路人的偵測，可透過號誌的控制，保護腳踏車用路人的行車安全。

交通資料蒐集：

透過 Vantage 車輛偵測器，可正確地獲得交通流量的資訊，並透過和管理中心的連結，有效掌握各地交通狀況。

自動事件偵測：

Vantage 事件偵測器可以有效的偵測高快速道路上、隧道或橋墩上的危險事件，並提供資訊給交通管理中心，達到快速事件排除的目標。

有關 Iteris 影像偵測產品之分類、功能與應用請參閱表 2.3.2-1。

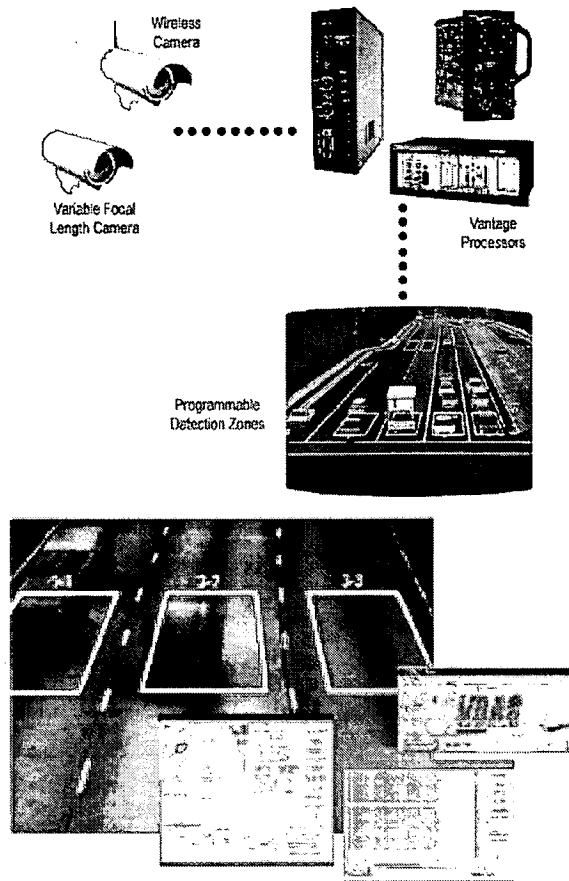
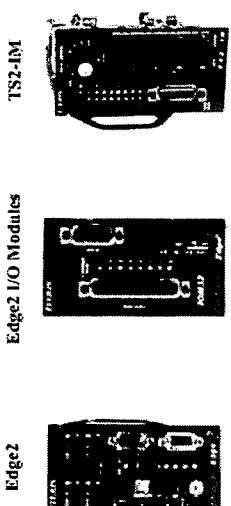

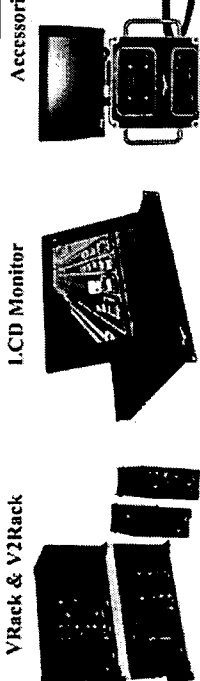

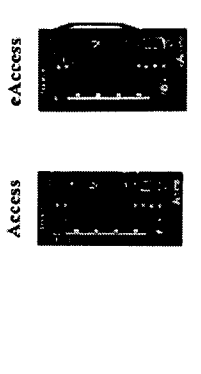



圖 2.3.2-1 Vantage 系統整體架構與操作示意圖

表 2.3.2-1 Vantage 影像式偵測器產品一覽表³

產品	VIP/產品設計	產品特色	功能應用
處理元 Processor	 <p>Edge2 TS2-IM</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Edge2: 選單介面、最多 24 組虛擬區域、自我診斷 ● Edge2 I/O Modules: 系統狀態顯示、可與 Edge2 擴充模組、Vantage Access、VantageAccess 互搭 ● TS2-IM: 可與 TS2 控制器整合 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路口流量控制、高速公路監控、匝道儀控、旅運資訊輸入、交通參數蒐集、自行車偵測、暫時性施工區域偵測替換、逆向偵測、隧道/橋樑自動事件偵測 (Edge2/Edge2 I/O Modules) ● 路口流量控制、匝道儀控、交通參數蒐集、自行車偵測(TS2-IM)
有線/無線攝影機 Camera		<ul style="list-style-type: none"> ● 彩色/黑白感測器 ● 最新 CCD 感測元件與 DSP 技術/無線操作 ● 太陽能/電池電源供應 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路口流量控制、高速公路監控、匝道儀控、旅運資訊輸入、交通參數蒐集、自行車偵測、暫時性施工區域偵測替換、逆向偵測、隧道/橋樑自動事件偵測
Vantage 機架/配件 Accessories	 <p>VRack & V2Rack LCD Monitor Accessories</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● VRacks: 可安裝至 170/2070 系統、可固定於垂直牆面、分離式電源供應模組 ● LCD Monitor: 15 吋監視器、使用者毋須攜帶筆電/滑鼠 ● 配件: 重量輕 	
軟體 Vantage Express	 <p>Vantage Remote Access Software (VARS)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 簡單操作介面 ● 可儲存 6 萬筆記錄 ● 遠端資料汲取/監控 ● 遠端畫面配置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 每車道車輛計數、每車道平均速度、每車道車頭距、每車道車輛辨識、車道占有率、事件偵測與停車車輛警報、能見度偵測、20 秒/一小時偵測間距設定
遠端管理 Remote Management	 <p>Access eAccess</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 可安裝至標準工業機架系統 ● 4 個影像源輸入 ● 4 個擴充槽/LED 狀態顯示 ● 內建 56K 數據機 ● 乙太網路、網路瀏覽器、MEPG2 影像串流 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路口流量控制、高速公路監控、匝道儀控、旅運資訊輸入、交通參數蒐集、自行車偵測、暫時性施工區域偵測替換、逆向偵測、隧道/橋樑自動事件偵測
VersiCam™		<ul style="list-style-type: none"> ● 彩色影像感測器/最新 CCD 感測元件 ● 與 DSP 技術/影像處理元: 影像偵測演算法/6 個虛擬偵測區/3 組配置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 戶外車輛偵測 ● 可適用各種天候

2.3.3 Traficon 車輛偵測系統

Traficon 系統[40]是利用影像處理的技術完成車輛的偵測與辨識系統，如圖 2.3.3-1 所示。針對事故偵測方面，Traficon 系統在幾秒鐘內可以檢測到停止在檢測區的車輛，並可以自動對一系列意外事件進行偵測與警報。針對 Traficon 系統在不同環境下的應用所發展之產品如表 2.3.3-1 所示。

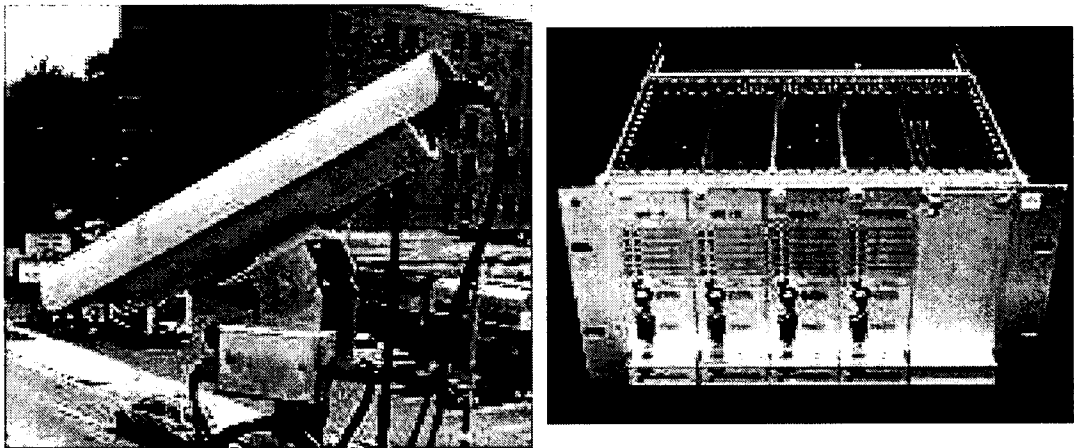



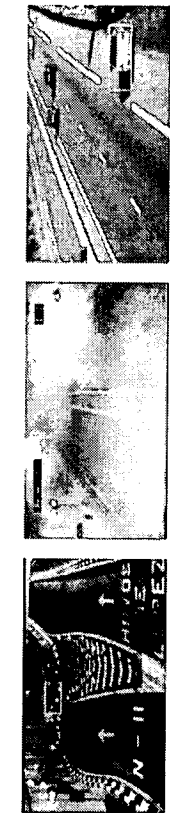



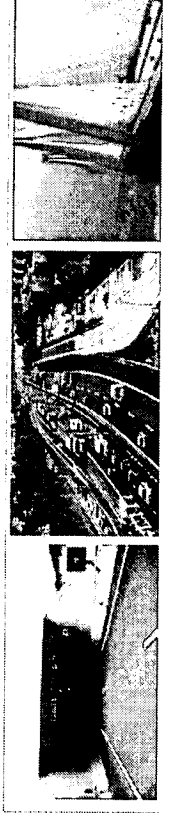

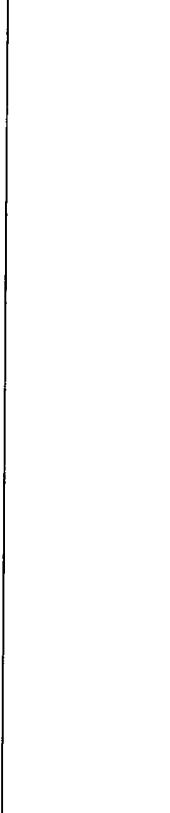


圖 2.3.3-1 Traficon 系統


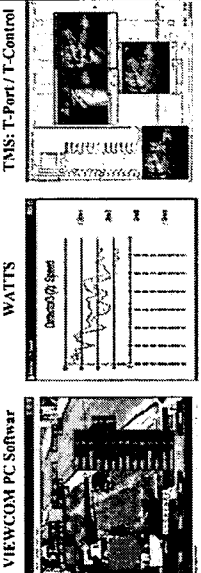
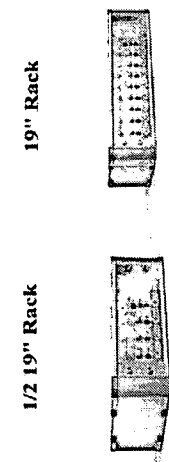
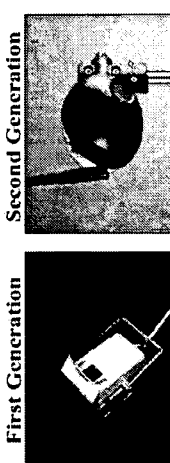
表 2.3.3-1 Traficon 產品一覽表⁴

產品類型	產品設計	功能/應用	監控畫面
固定式/活動式 PTZ 攝影機		影像取得	
VIP/P		<ul style="list-style-type: none"> 車輛出現偵測(Presence Detection) 涵蓋 24 各偵測區域/一攝影機 臨近車輛數 路口停等車輛數 	
VIP/I		<ul style="list-style-type: none"> 自動事件偵測、交通流量監控 逆向行駛、超速、停等車輛偵測、掉落貨品、煙、霧、火苗、畫面損壞 八車道交通流速/區域佔有率偵測 判別五種交通服務水準 失速或逆向車輛偵測 	
VIP/D		<ul style="list-style-type: none"> 交通數據蒐集：流量、車速、車間距、佔有率、分類、每一車道數據 流量監控 偵測 0-150 公里/小時車流速，最多八車道 根據流速與佔有率，判別服務水準層級 	
VIP-T		<ul style="list-style-type: none"> 交通監控、自動事件偵測、交通數據蒐集 隧道、高速公路、與橋梁 執行跟蹤、動態檢測、陰影抑制等演算法 Mpeg4 壓縮技術提供全畫面連續偵測 專屬 IP 位址 可進行遠端設置、更改偵測區，透過螢幕檢查偵測結果 	

偵測模組

⁴ 資料來源：MOTC-IOT-97-IDB005 動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)－車輛偵測器研發成果之技術移轉研究報告書

表 2.3.3-1 Traficon 產品(續)

	產品外觀	功能/應用
通訊模組		<ul style="list-style-type: none"> • 連結不同通訊介面(電話線、光纖或無線通訊)與 VIP 偵測器 • COM - VICCOM - VIEWCOM - 遠端監控和傳輸資料、報警和影像 • VICCOME/E：透過乙太網和 RS232 遠端監控和傳輸資料、報警和影像
電腦軟體		<ul style="list-style-type: none"> • 控制中心主機上之 Traficon 電腦軟體負責管理影像偵測系統、TCP/IP 通訊、儲存交通資料、報警事件與影像資料 • VIPLINK：Windows 視窗電腦軟體，輔助 VIP 偵測器與電腦間通訊 • VIEWCOM PC Software：處理報警、交通資料與遠端監控之客戶伺服器軟體 • WATTS：保存所有交通分析必要資訊，取得標準交通資料與報警事件 • TMS: T-Port / T-Control：儲存交通分析各種資訊，並將標準交通數據與報警事件進行報表統計
機架系統		<ul style="list-style-type: none"> • 連結一組 VIP 偵測器與一個通訊模組，並提供必要電源和所有介面的連接 • 1/2 19" 機架 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 安裝 4 個 VIP 偵測器，機架背板上配有所有必需的輸入輸出埠。 ➢ 一組電源供應單元/不適合隧道外的應用 • 19" 機架 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 安裝 8 個 VIP 偵測器，機架背板上配有所有必需的輸入輸出埠。 ➢ 一組電源供應單元/不適合隧道外的應用
Traficam®		<ul style="list-style-type: none"> • 鄰近路口車輛/車輛出現偵測 • 8 車道車輛偵測/易於安裝/設置 • 即時交通畫面 • 外觀具設計感 • 備選：無線通訊和太陽能

2.3.4 Citilog 車輛偵測系統

1996 年法國國家運輸與安全研究所(INRETS) 部份的專職研究人員將其研究成果商業化，成立了 Citilog 公司[41]，其所研發之產品 Citilog 主要在輔助管理人員監控，並提高可靠事件訊息的即時監控系統，達成有效率的先進交通管理目標(如圖 2.3.4-1)。

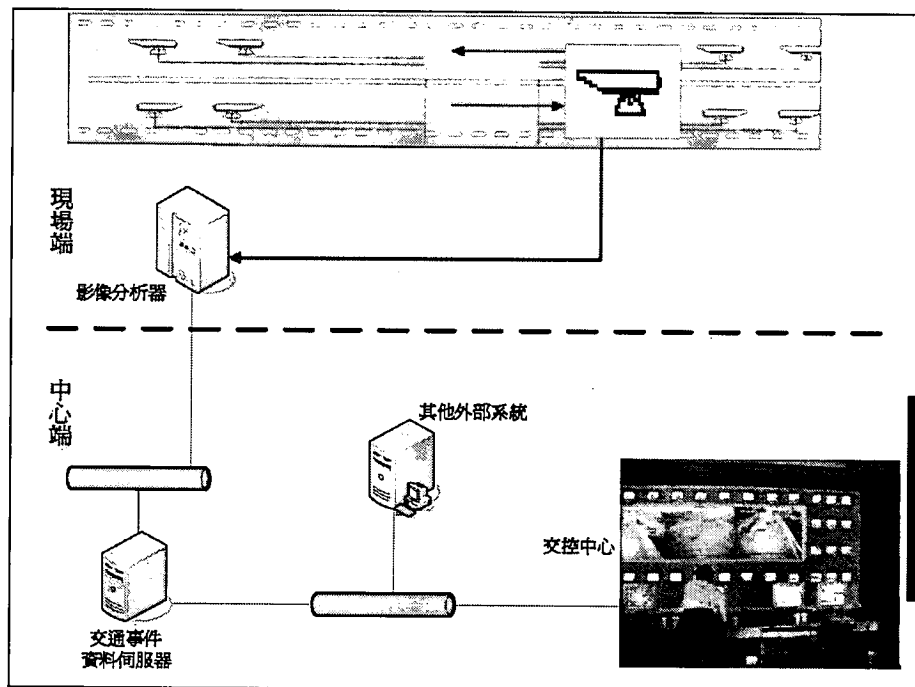


圖 2.3.4-1 Citilog 車輛偵測系統架構

Citilog 影像偵測主要功能：

1. 自動事件偵測(Automatic incident detection)

a. 停止車輛：

透過車輛軌跡追蹤技術，當車輛的移動軌跡終止在偵測範圍終點之前，即認定該車輛停止。此追蹤技術相較於虛擬線圈偵測器可偵測距離更長，最長可達 250 公尺。當車流壅塞的時候，系統就必須去判斷車輛的停止時間，有狀況的停留車輛相較壅塞暫停的車輛會有較長的停止時間。此判斷的門檻可以在系統內設定。

b. 低速車輛：

同樣地，此項偵測利用車輛追蹤技術，來計算車輛通過偵測區域的速度，當速度低於預先設定的門檻時，即發出警告。

c. 交通壅塞：

類似停止車輛的偵測邏輯，當有多部車輛出現停止的狀態時，系統會告知操作者此訊息，並對系統內部發出訊號，以自動調整停止車輛的停止時間門檻，以避免對因交通壅塞而停止的車輛一直出現警告訊號。

d. 行人：

此項功能主要是針對路肩或是避難維修通道來進行偵測，此項功能的準確度隨著距離攝影機越遠而下降，建議距離大約 80 到 100 公尺，超過這個距離，系統將較難辨識出行人的出現。

e. 逆行車輛：

此項偵測利用車輛追蹤技術即可判斷出與設定車行方向不同的車輛。此項偵測在單向的隧道有極高的可靠度，但在雙向的隧道則容易因為車輛的陰影與車頭燈的影響而影響準確性，因此不建議在雙向的隧道進行此項偵測。

f. 散落物：

此偵測演算法是利用比對正常的隧道背景畫面與目標物出現時的畫面。然而此項偵測率（事件偵測次數/事件發生次數）在現場實際偵測前是很難預估的，主要是因為影響這項偵測可靠度的原因除了目標物的大小外，還有形狀、顏色、隧道內交通狀況以及隧道內照明條件。與行人偵測相同，此項偵測隨著距離攝影機越遠越難以進行。

g. 煙霧偵測：

煙霧偵測的演算主要是依據參考點或參考線的消失來進行。系統在設置前就會先進行參考點或參考線的標記，參考點與參考線必須在畫面上較為明顯，開始偵測後系統會經由比較原始背景的方式，當參考點或參考線消失時，即發出警告。而為了避免因為車輛停止的遮蔽或是某些車輛排放廢氣造成參考點或參考線的消失而引起誤報，必須設定門檻值，例如多少參考點或參考線消失以及消失多久，如圖 2.3.4-2。

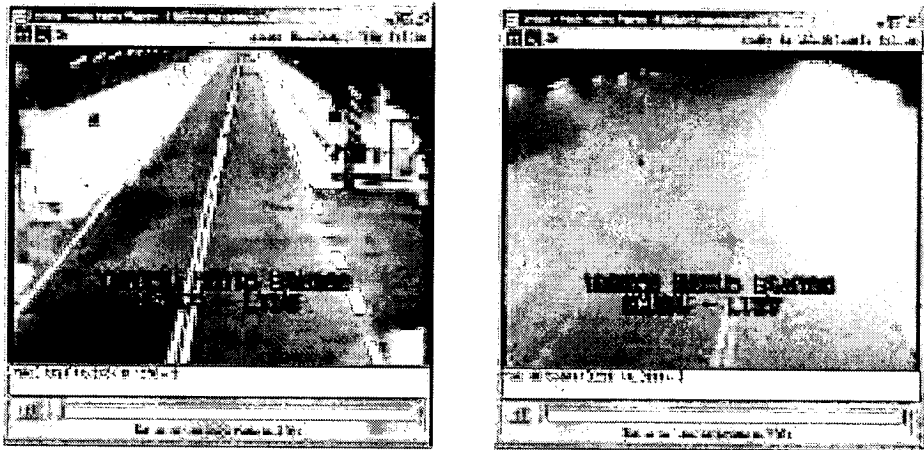


圖 2.3.4-2 煙霧偵測

2. 交通特性參數量測(Traffic measurement)：

經由個別車輛的追蹤，得到之車輛數據組合起來，則成為整體車流的特性參數，系統可對每一個車道提供即時交通參數測量，並可進行車種辨識，而資料計算可以設定為所需的間隔進行統計，測量可以個別車道進行或按一組車道進行。交通參數計算結果(Excel 相容文件)集中儲存在系統管理電腦中，系統介面可即時用圖表顯示結果，提供給交通管理單位進行管理決策之用。

3. 事件重現 (Incident recording)

在系統發出警告訊號時，系統針對發出警告訊號的攝影機，在影像分析器之緩衝區中保留 3 分鐘的錄影(事件前 1 分鐘和事件後 2 分鐘，時間可設定)，影像以每秒鐘 5 個畫面(5frames/sec)進行壓縮，先存放在分析器的硬碟上，然後再

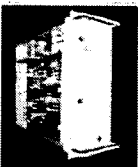

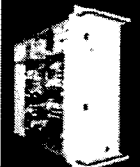









儲存於管理系統之電腦資料庫中，操作者可以利用此事件前後的影像，評估事件發生的原因和事件的嚴重度，而系統可以儲存幾小時的錄影資料，而資料庫可以按先進先出（FIFO）的原則刪除，或由操作者刪除（硬碟滿了，會提出警告）。

4.自動診斷功能（Self-diagnosis alarm）

系統可自行診斷攝影機位移、攝影機訊號品質不良，無法達到系統要求、分析器故障及網路通訊問題。

針對以上各種事件偵測功能，該系統依據不同的交通環境，擴充其偵測模組，分別包含 MediaTunnel 隧道事件偵測系統、MediaCity 用於交叉路口車輛監控、MediaRoad 用於一般公路路段車輛監控以及 VisioPaD 隨插即測系統搭配移動式變焦攝影機，可以應用於易肇事等路段，如表 2.3.4-1。

表 2.3.4-1 Citilog 產品功能一覽表⁵

產品	VIP/產品設計	產品特色	功能應用	應用/監控畫面
VisioPad		<ul style="list-style-type: none"> • 毋須 Configuratoin/自動動態調校功能 • 符合工業標準之固定式/PTZ 攝影機 • 與 IP 與類比 CCTV 系統相容 • 整合事件重現影像記錄/標準通訊協定 • 數位錄影/高可靠性和低誤報率 	<ul style="list-style-type: none"> • 高速公路、快速道路、橋樑與隧道自動事件偵測 	
Media Tunnel		<ul style="list-style-type: none"> • 標準通訊協定/標準產業配件 • 標準攝影機 (固定/PTZ) • 操作設定簡單/數位錄影 • 偵測時間 < 10s • 低警報誤報率/事件重現錄影 	<ul style="list-style-type: none"> • 自動事件偵測 • 交通參數蒐集 • 道路收費監控 • 隱藏式收費 • 服務水準監控 	
MediaRoad		<ul style="list-style-type: none"> • 標準通訊協定/標準產業配件 • 標準攝影機 (固定/PTZ) • 操作設定簡單/數位錄影 • 偵測時間 < 10s • 低警報誤報率/事件重現記錄 	<ul style="list-style-type: none"> • 自動事件偵測 • 交通參數蒐集 • 道路收費監控 • 隱藏式收費 • 服務水準監控 	
Media TD		<ul style="list-style-type: none"> • 低安裝和維修成本/一個攝影機可偵測四車道 • 安裝、設定操作簡易/高準確率的追蹤演算法 • 具有自動診斷特色/更新簡單 • 地方或中央控制/全年無休運作 • 使用者圖形友善介面 • 易與交通控制器接合/攝影機最佳位置調校 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通參數量測 • 車輛擁擠監控 • 流量分類收費 (Classified volume for tolling) • 旅行時間 	
MediaCity		<ul style="list-style-type: none"> • 低安裝與維護成本 • 安裝、設定、操作簡易 • 高精度之追蹤演算法 • 全年無休運作/升級容易/地方/中央控制 • 攝影機最佳位置調校 	<ul style="list-style-type: none"> • 車輛出現偵測 • 停等車輛偵測 • 方向性偵測 • 行人偵測 	
MediaIntruder		<ul style="list-style-type: none"> • 易於安裝操作/事件重現錄影 • 可與 MediaTunnel/MediaRoad/VisioPad 產品整合 	<ul style="list-style-type: none"> • 週邊監控、橋樑監控、入侵偵測、限制區域保全、隧道入口保安 	

⁵ 資料來源：MOTC-IOT-97-IDB005 動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)－車輛偵測器研發成果之技術移轉研究報告書

2.3.5 Digiology 台灣數位元件股份有限公司的偵測系統

Digiology^[42]的車流監控方式亦採用影像式偵測，同時具備錄影及監控的功能。藉由前端攝影機傳送畫面至後端統計車輛流，無需複雜繁瑣裝置(如感應線圈建置工程)，便可偵測雙向多車道車輛。另外能細分各車種(機車、小轎車、大客車、大貨車、聯結車)之車流量，有助於了解路況即時訊息，進而有效管理交通狀況，其工作畫面如 2.3.5-1 和圖 2.3.5-2。

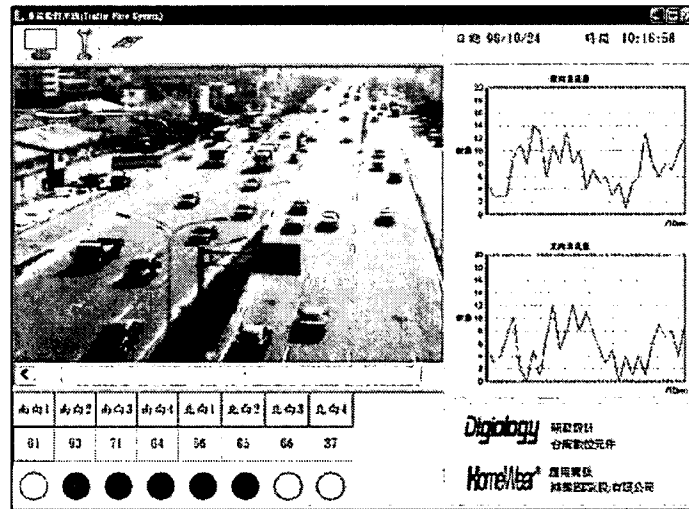


圖 2.3.5-1 高速車流監測應用系統介面圖

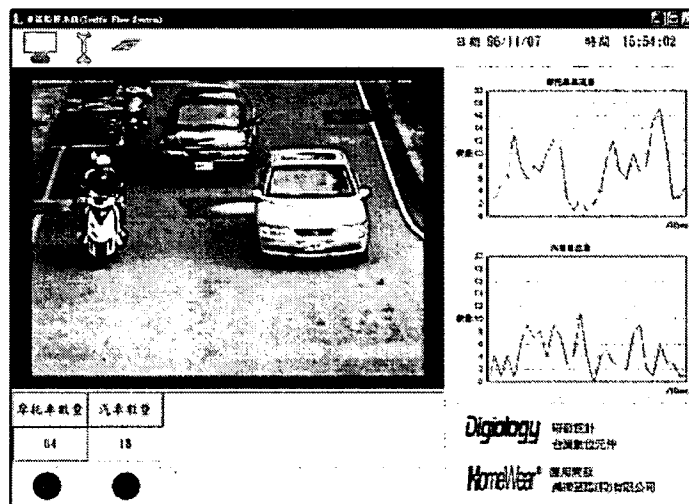


圖 2.3.5-2 機車流監測應用系統介面圖

2.3.6 超視覺實驗室所研發的 TrafficEye

TrafficEye^[43]影像式車輛偵測器，如圖 2.3.6-1 於指定路段採懸臂式鋼架，依據不同鏡頭形式可分析多個車道的車流狀況，同時依據功能需求可選用基本功能型(GAZER)或是全功能型(VistaTrack)。其中，GAZER 提供 Presence & Occupancy 等基本道路使用資訊，偵測車輛存在的狀態，可用於感應號誌之觸動及車流資訊的提供，增加道路使用效率，避免因號誌固定時所產生不必要的空等；VistaTrack 提供道路之流量、速度、佔有率及等候長度等交通管理所需之道路資訊，透過通訊系統可將區域內之交通狀態傳送給交控中心，提升交控效率，降低人力。

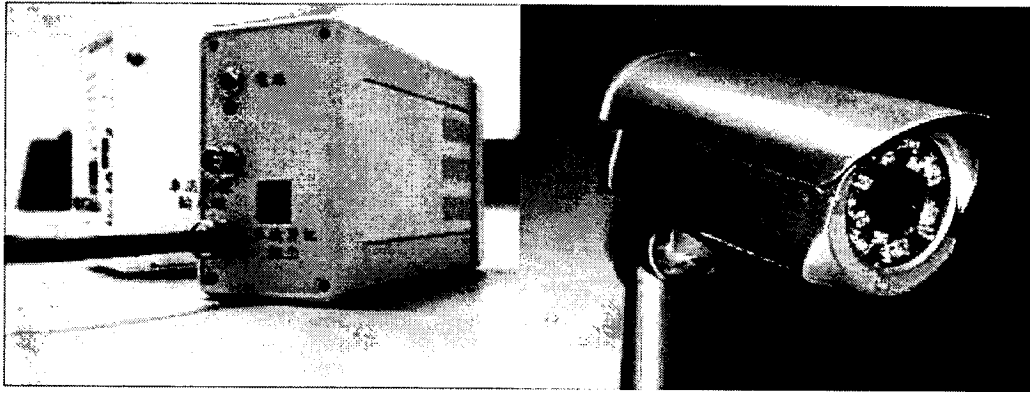


圖 2.3.6-1 TrafficEye 外觀

TrafficEye 系統依照其應用可分為兩種，分別是交通資訊蒐集及自動事件偵測。分別如下所述：

第 1 種應用—交通資訊蒐集，該系統將「知覺性計算 AI」與電腦視覺整合，並融入生物視覺系統機制，為國際上電腦視覺研究的創新，這將可突破目前電腦視覺技術對惡劣環境適應不良及前端影像感測處理與後端推理辨識機制整合度不高的瓶頸。TrafficEye 系統提出創新的可塑性模板技術，以擷取交通影像中的車道相關位置，並找出車輛（包括大貨車、小客車、機車）的外型輪廓，配合 Kalman filter 可估測車輛的行進方向。此技術可很穩定的統計車流並減低誤差產生。目前該團隊所發展的技術，已成功移植至該團隊所開發之智慧眼晶片模組，並克服臺灣的特有

混合車流(含汽、機車與行人等並存)路況影像辨識，目前正克服臺灣晴雨多變氣候對道路電腦視覺技術的高度挑戰。

第 2 種應用—自動事件偵測。該系統針對以下事件進行處理，分別是停止車輛、慢車、散落物、行人、煙霧、逆向車以及壅塞判定。透過與交通控制中心的系統進行整合，可以有效管理事件的發生並減少人力的負擔。

2.4 車牌辨識與影像式違規車輛追蹤相關技術回顧

車牌辨識的應用，通常會與交通執法系統結合，在事件發生後，提供該事件中相關車輛的身分識別，以利後續查證、舉發的進行。車輛身分的查證並非只有影像處理技術可以完成，電子車牌(e-Plate)目前也是被提出來針對車輛管理的方案之一。電子車牌是將無線射頻辨識(RFID)標籤內嵌於車牌中，藉由外部讀取器的讀取，讓系統能夠確實掌握該車輛之行蹤。但是，電子車牌能提供的資訊較有限，例如在固定的匝道口，電子車牌可準確掌握車輛的功能，包括逃稅的車輛、未投保的車輛、不適於公路行駛之車輛、竊盜和偽造車牌、道路使用收費計畫等等，然對於車輛其他違規行駛的事件偵測，電子車牌所能提供的服務相當有限，因此，影像式車牌辨識的價值仍相當高。

一般常見的車牌辨識系統是停車場管理系統，車輛在進入停車場前，必須經過一固定區域，並且藉由外部觸發訊號，如地上感應線圈或是取票的按鈕等，以拍攝影像並且進行辨識。如今，影像式車牌辨識系統與交通執法系統進行結合，如圖 2.4-1 所示，透過影像式車輛/事件偵測器，偵測到違規行為時，進行車輛拍照以及車牌辨識工作，而後逕行舉發。由圖 2.4-1 中可以明顯看出，車牌辨識系統之攝影機以及車輛/事件偵測器攝影機之架設方式大不相同，一般而言，影像式車牌辨識技術通常需要仰賴品質較佳的影像提供畫面資訊，也就是說，車牌必須在影像中清楚且完整的呈現，如圖 2.4-1 所示，車牌辨識系統才有辦法準確的判讀出車牌號碼，不過，車牌辨識系統中攝影機拍攝的有效範圍就被限制了。影像式事件偵測器同樣也是利用攝影機擷取即時影像資訊來進行是否有事件發生之偵測，在這個課題上，影像的拍攝必須要涵蓋較大的區域，如圖 2.4-1 所示，因此，車牌辨識系統之影像特性並不適合進行車輛/事件偵測功能，因為車輛的完整軌跡無法於畫面中呈現，而車輛/事件偵測系統之影像特性亦不適合進行車牌辨識功能，因為畫面涵蓋面積較廣，車牌相對顯得過小且不清楚。

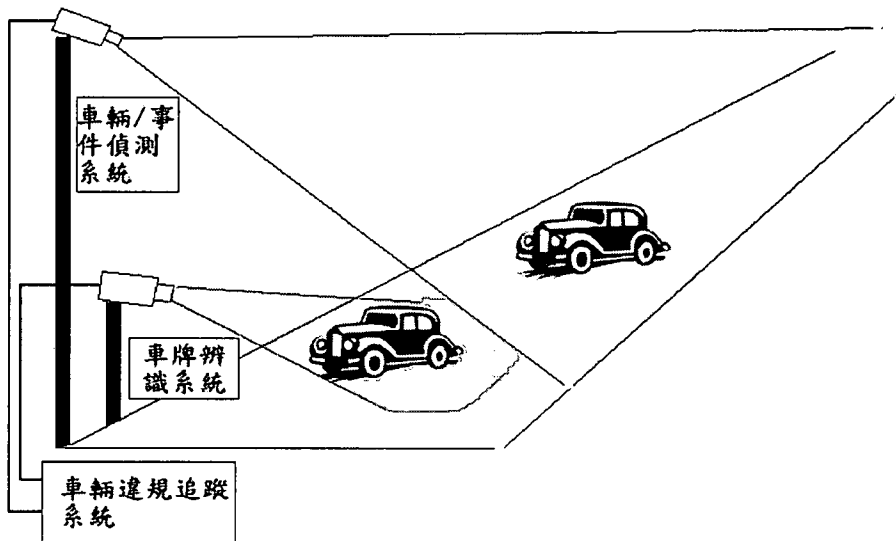


圖 2.4-1 影像式車輛違規追蹤系統架構圖

除此之外，影像式車輛違規追蹤系統在實務上還有多項技術問題必須克服。簡單來說，一個完整的車輛違規行為，所涵蓋的區域較大，舉凡違規轉彎、違規變換車道等，這樣的行為，在影像式事件偵測系統中可以被掌握，但是，車牌辨識系統則是需要鎖定某個點或是小區域，進行如圖 2.4-2 的拍攝，除非能夠預先知道違規發生所在的點，否則，車牌辨識系統很容易發生無法掌握到車輛的狀況。有鑒於此，旋轉雲台 (PTZ) 攝影機的導入有其必要性。藉由影像式事件偵測鎖定目標車輛，車牌辨識之 PTZ 攝影機隨即跟上，進行車牌的拍攝如此一來違規車輛將無所遁形。



圖 2.4-2 車牌辨識系統之影像示意圖

目前市面上有 PTZ 功能之攝影機，有一些包含自動追蹤的功能，通常是用於保全監控設備上，如[63][64][65]都擁有自動追蹤的功能，一般的 PTZ 沒有自動追蹤的功能，但可藉由電腦控制系統中的演算

法，經由計算後得到的座標命令，透過 PTZ 攝影機的控制介面將位置控制指令傳送給攝影機達到追蹤的效果，在國內也有一些研究團隊在做此方面的研究，如[66][67][68]。

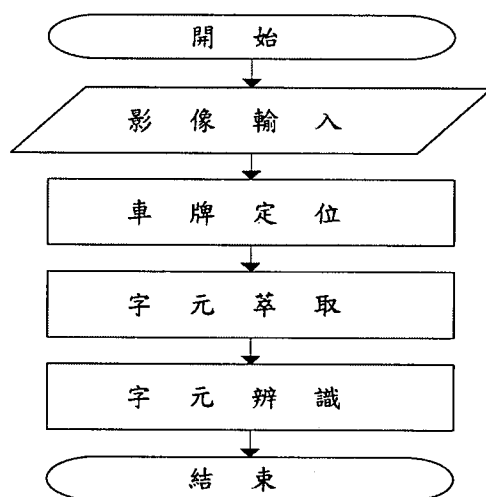


圖 2.4-3 車牌辨識流程圖

車牌辨識的流程主要可以分成 3 大部分：車牌定位、字元萃取和字元辨識，如圖 2.4-3 所示。車牌定位的方法包括有 Morphology 的方法、Edge Detector、Sobel Detector、對整張影像套用 Spatial Mask 找出邊緣強烈變化區域等方法，是目前有研究者所使用的方法。[44]提出一套新的 Morphology 和 AIM 方式搭配影像處理中的 Closing，定位出可能的車牌區域，但是方法缺點在於 Closing 的運算非常耗時。[45]也是利用 Morphology 的方式先找出可能的車牌區域，然後利用原圖和 Morphology 後影像相減的方式突顯出車牌字元，最後以投影方式定位出車牌區域。此一方法的缺點在於 Morphology 中必須使用到的 structure element 的大小很難確定，否則很容易將車牌字元排除在外。而且對每點都要套用 structure element 的運算非常耗時，再者倘若影像包含其他類似車牌區域，則以投影方式會無法正確定位出車牌位置。

利用 Edge Detector 的有[46]和[47]，他們是利用 Edge Detector 找尋垂直邊緣後，利用 seed-filling 濾除大部分非車牌邊緣物件，利用車牌的長寬比特性找出最符合車牌垂直邊緣的物件，將此物件涵蓋區域視為車牌區域，完成車牌定位。此一方法的缺點在於若車牌本身邊緣特性不明顯，例如白車配上白色車牌，則會找尋不到車牌位置。

利用 Sobel Detector 之研究有[48]、[49]和[50]，[48]利用 Sobel Detector 找尋車牌外框的邊緣，然後利用找尋到的外框比例認定車牌區域，但此方法針對因光線而造成外框邊緣檢測破碎的問題就不適用；[49]和[50]則是透過 Sobel Detector 對整張影像進行邊緣檢測後，利用一個預設的 Windows 對整張影像由上而下由左而右滑動搜尋 Windows 範圍內邊緣數符合閾值的區域，認定為車牌區域。使用該方法的缺點在於對整張影像進行滑動式的搜尋非常耗時，而且 Windows 的大小也很難界定以符合不同大小的車牌。

套用 Spatial Mask [51]是透過由下往上的方式，對整張影像套用 Spatial Mask 找出邊緣強烈變化區域，然後利用 Moving Average 方式對整張影像進行雜訊的濾除，以突顯出車牌候選區。但此種方法受限於車牌需位於影像中最低的位置，若包含複雜路面，則真正的車牌區域有可能會被忽略。之後再套用 Double Edge 濾除非車牌區域，但 Double Edge Method 的缺點在於需事先知道車牌字元大小，這對大小差異很大的車牌影像就不太適合。

其他車牌定位的方法還有[52]透過一固定窗格大小的 Window 對 ROI(Region of Interest)逐點由上而下，由左而右進行 SCW(Sliding Concentric Window)的演算法計算出該窗格範圍內的閾值並二值化該區域，最後針對剩下的區域(灰階值 255)以長寬比等特性做篩選找出車牌候選區。但是此種方法僅針對大小固定的車牌效果較佳，反之，車牌區域可能會顯得破碎而被忽略，且針對 ROI 區中每一個像素點都要進行一次 SCW 演算法，非常耗時，比較不適合車牌位置不固定的情況。另一種 [53]以 3 個像素為一基底，計算兩相臨基底的平均值並相減，若該值大於門檻值，則視其為邊界，但使用此方式的缺點在於須考慮到車牌字元的寬度，接著作者提出一個全新的方式-色彩判定，去除掉不是車牌的物件。然後在車牌候選區中，以一個滑動的 window 搜尋邊界比例最大的區域，認定為車牌。最後在字元萃取方面，通過垂直投影的方式切割出車牌字元，但此方法對於具有很大傾斜角度的車牌就不是那麼適用。

[54]則承襲[53]的方法再加以修改，在字元萃取部份，以 closing 方

式來彌補車牌字元可能因為脫漆或光線引起的破碎。但此方法對於具有很大的傾斜角度的車牌也不是那麼適用。在字元排列方式的判定上，則因為忽略了數字 1 會造成字元間距較大而誤判造成辨識錯誤。

針對色彩判定時可能因為色彩偏差導致車牌區域破碎，[50]則承襲 [54]的方法，再進行修改提出白平衡的修正，但其整個實驗流程還是不適合套用於車牌傾斜的情況上。

字元切割的兩大技術分別為投影量統計與連通物件法。[55]及[56]是利用投影量統計法來切割字元，統計車牌字元上的點投影至水平軸上的累積量，可切割出車牌字元的左右邊界，統計投影至垂直軸上的累積量則可以切割出車牌字元的上下邊界，但其缺點是車牌的傾斜角度不可以過大，否則容易出現錯誤。[57]利用連通物件法來切割字元，將車牌字元上彼此以 4 鄰點或 8 鄰點相連接的像素點，以同樣的編號標示出來，未來僅須判斷同屬於一個編號的即為 1 個車牌字元，此法較不易受車牌傾斜所造成的影響。[58]則並未事先切割車牌字元，而是用相交相關函數 (cross-correlation function)，取出相對應相交相關函數值最高的位置為車牌字元所在的位置，並同時辨識車牌字元。

綜合以上車牌辨識之研究，可以發現對於車牌位置歪斜、拍攝角度偏差以及肉眼尚能輕易辨識之髒污車牌、車牌邊框等的影響皆有一定程度之克服，而在字元辨識方面，大致上使用的方法可以分為樣板比對[45][46][47][59]、SVM[55][60][61]及類神經網路[52][62]。[59]針對歪斜角度 -50° 至 50° ，每 10° 一個分隔，對 1 個數字共建立了 11 個樣板，如此會造成比對的時間增加。[62]則使用倒傳遞網路模型進行辨識，但倒傳遞網路運算很耗時，因此，適用的平台還是以運算能力較強的 PC 為主。從實際應用面來探討，雖然辨識需要耗費一些時間，不過現場主要的工作是偵測到違規事實並且準確的把車牌畫面拍攝，至於辨識的工作可以獨立出來，讓專門進行辨識的運算單元進行，或是傳送至後端進行，因為這部份的即時性需求相對降低。

2.5 小結

影像式車輛偵測器的系統架構如圖 2.5-1 所示，系統架構主要分為影像擷取單元以及影像辨識單元。影像擷取單元包括 CCD 攝影機、鏡頭、CCD 防護裝置、電腦、影像擷取卡、網路數據機等，這些硬體相關技術在國內市場已經相當成熟，真正能創造價值的是影像辨識單元。影像辨識單元是影像式車輛偵測器的核心價值，從各國專利檢索結果（詳如附錄 D）顯示，皆在這個部份研發。本研究是屬於微觀型的影像式事件偵測研究，藉由分析偵測區域內車輛動態軌跡來判定是否有事件的發生。偵測車輛動態軌跡即是圖 2.5-1 中的影像辨識單元，在這方面的研究大致上可以歸類如圖 2.5-2 所示之流程，各步驟的相關研究已於前面章節呈現。

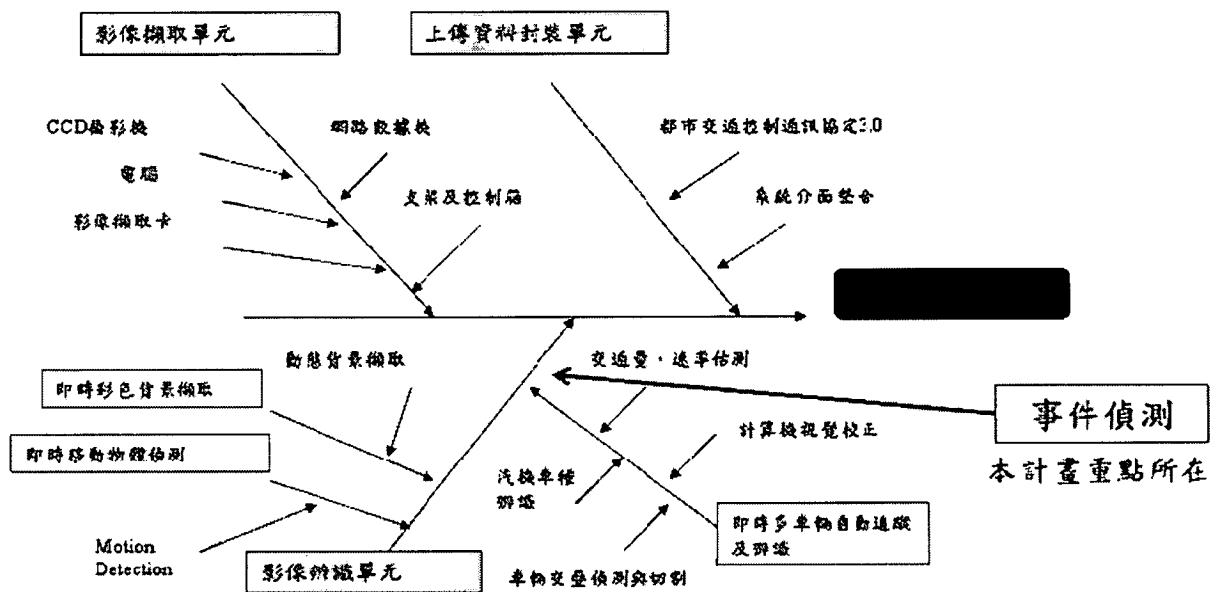


圖 2.5-1 影像式事件偵測器技術魚骨圖

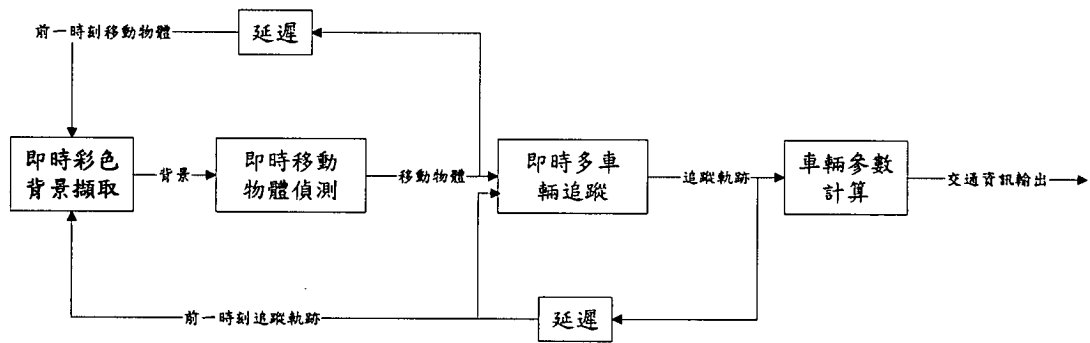


圖 2.5-2 影像式偵測器辨識流程

在文獻回顧以及專利檢索後，可以發現在 1987 到 1997 年間車輛偵測器的研發成果已有相當的成熟度，以致於從 1997 到 2008 年間應用於車輛偵測器的方法與異業進行結合的專利數量變多，擴大車輛偵測器應用的市場規模。

第三章 事件偵測演算法與功能開發

為研發適合國內環境、合理成本及功能完備之事件偵測器，本研究分析過去3年的車輛偵測器研究經驗，從雛形發展(94年)、實地建置試作(95年)到長時實地測試(96年)，進一步開發事件偵測(以雪山隧道作為初步試作的場景)模組及整合CCTV既有影像之研究，以期研究成果更滿足實務單位之需求。

本研究於系統功能部分，係在既有之系統架構及研發成果上繼續精進。透過持續進行多面向的功能擴充、測試及改善，來提高車輛偵測的準確率，並強化事件偵測演算法的穩健性，期許所研發之事件偵測可適用於複雜的車流條件以及不同的交通環境。

事件偵測的設計基礎，主要建立在車輛偵測演算法的擴充。其中車輛偵測演算法基本原理包含三個步驟：即時彩色背景擷取、物件切割與辨識及車輛追蹤，如圖3-1所示。在即時彩色背景擷取部份，除了基本的背景擷取以及動態背景更新之外，還針對環境的瞬間光線變化推導出整張背景補償修正方法，以克服光線瞬間變化的狀況。在背景資訊擷取完成後，立即進行車道線偵測工作，車道線資訊將提供後續偵測工作一個重要的參考指標。在物件切割與辨識部份，除了原有之移動物體偵測外，還利用車道線資訊來適度地切割物件，並藉由視覺長度修正來加強車輛辨識的準確率。在物件追蹤部份，則由參考點追蹤、移動物體對應法及強化追蹤程序來完成。

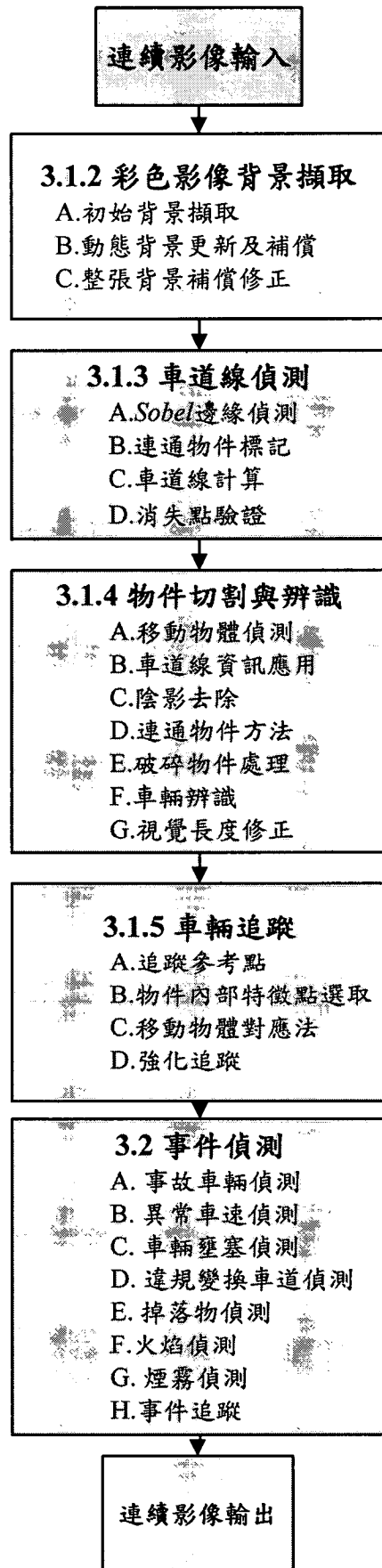


圖 3-1 事件偵測流程圖

3.1 車輛偵測演算法說明

為達成即時及準確的偵測效能，本研究不僅分析既有技術，也在核心演算法上不斷精進，各技術的運作原理及相關演算法概述如下：

3.1.1 前後期車輛偵測技術比較

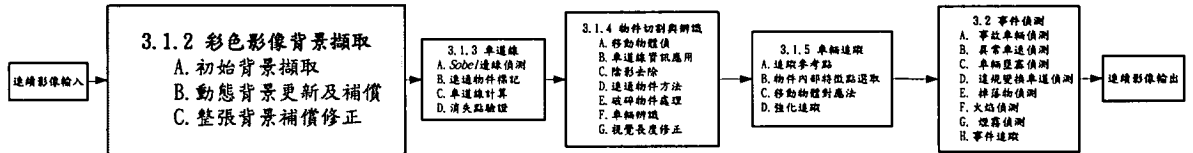
本所在影像式車輛偵測器的研究中，累積了3年之實力，第1年著重於影像式車輛偵測器雛型系統之試作(詳細內容請參閱94年報告書，ISBN：968-00-4165-2)，第2年著重於演算法功能之開發，系統測試結果已具有日、夜間及凌晨、黃昏時刻之車種、流量及車速之辨識能力(詳細內容請參閱95年報告書，ISBN：978-986-01-0989-4)，第3年重點在於長時間之系統準確率及穩定度測試、事件偵測之可行性評估及試作，並與既有CCTV影像進行整合與試作，其測試路段為國道五號雪山隧道以及臺北市建國高架信義路段，並於臺北市敦化北路本所前建置另1測試系統。經由測試結果得知，系統可以在各測試路段中準確偵測汽車或機車，並克服路側樹蔭干擾之問題(詳細內容請參閱96年報告書，ISBN：978-986-01-4533-5)。

本期計畫沿用既有的車輛偵測模組與追蹤模組，並特別加強系統的自動環境適應力，如3.1.2節的彩色背景收斂中整張背景補償修正與3.1.4節「車道線自動偵測」，使之能工作於更多不同的道路環境上。除此之外，在3.1.4節移動物件偵測，也克服AWB對影像式偵測系統所造成的影響。與前期相比，車輛偵測演算法能在不同的監控地點偵測環境的特性，並校正相關的環境參數以進行偵測的工作。

本期研究還包含事件偵測功能，在國道五號雪山隧道試作部份，由於試作情境無法自行建立，只能依照實際車流狀況進行試作，包含違規變換車道、異常停止車輛以及壅塞等事件偵測，針對掉落物偵測、逆向行駛偵測部分，則於臺北市敦化北路本所前以自行建立事件情境的方式試作。

本報告書的章節安排，條列所使用的偵測技術，並針對相關偵測技術進行探討；然而，對於既有技術，僅做概略性的介紹，詳細內容與分析，請參閱各期報告書。

3.1.2 彩色影像背景擷取



即時彩色背景擷取用影像處理技術動態地擷取有著移動物體出現的連續影像，在無須人為操作，以及無須給予架設環境資訊的條件下，此技術可以正確且即時的將背景擷取出來，且為了克服光線、天候、CCD 攝影機的自動白平衡(Auto White Balance :AWB)變化的影響，將擷取出的背景不斷地更新，讓背景擷取技術更能適應外在環境的變化，也讓整個背景擷取系統更為強健。

A. 初始背景擷取：

即時彩色背景擷取技術，對於連續影像的輸入，主要是獲得初始的彩色背景影像。其分法為將輸入的第 1 張影像作為每 1 個像素顏色類別的第 1 類，之後利用絕對差值和 (Sum of Absolute Difference: SAD) 計算每 1 圖素的每 1 顏色類別與目前輸入影像像素的差異；如果差異大，則為此顏色建立新的類別，反之，則將此像素歸類為”已知”類別，並更新顏色資訊。如此反覆進行，直到每 1 個像素出現機率最大的類別都收斂為止。由於剛開始的影像情形不同，會使得收斂的情形不同，例如，一開始都沒有移動物體的情況下，跟一直都有車輛在畫面中的情況下，每 1 個圖素出現機率最大類別的機率值會有不同，因此，需要訂定 1 個動態臨界值 TH2 來因應各種可能的狀況。整個背景收斂的判斷如公式 3.1.2-1 所示。

收斂類別顏色為背景	背景未收斂且最大類別機率大於TH2,
保持原始背景	其他

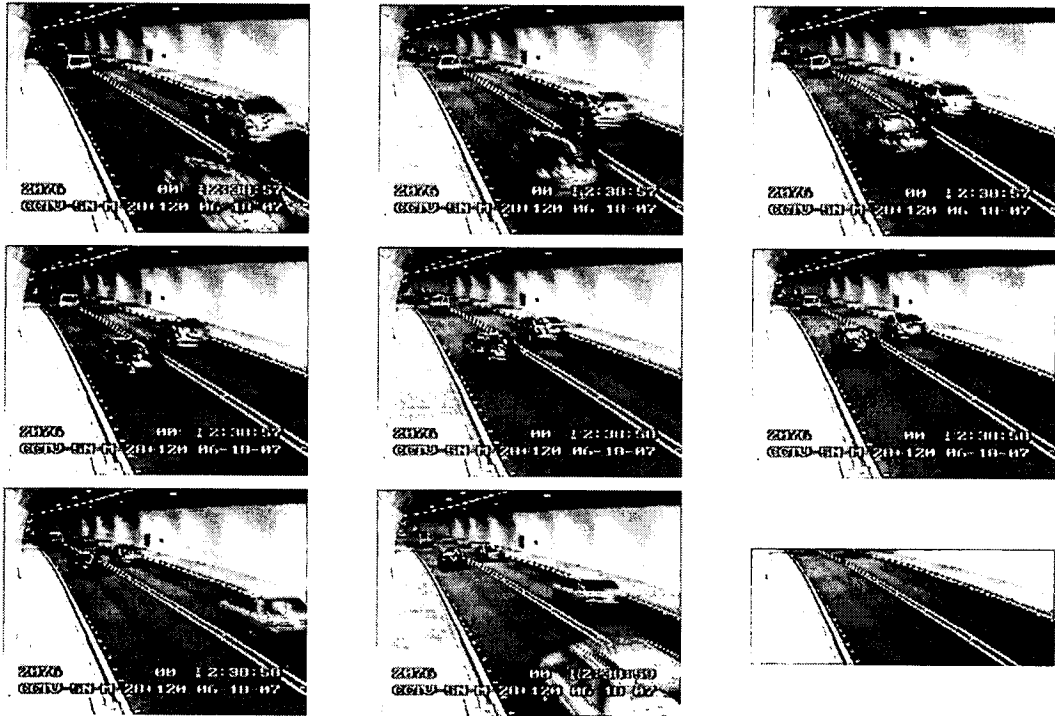


圖 3.1.2-1 雪山隧道編號第 2076 支 CCTV 攝影機連續影像

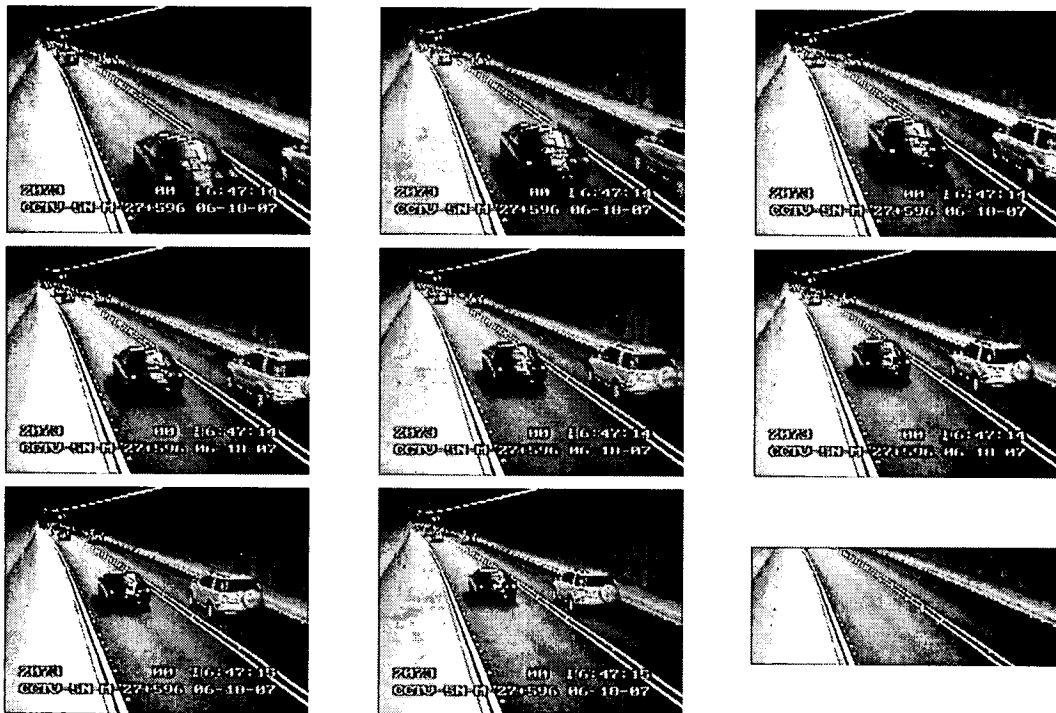


圖 3.1.2-2 雪山隧道編號第 2073 支 CCTV 攝影機連續影像

B. 動態彩色背景更新及補償：

動態背景更新是利用移動物體的資訊來判斷須對那些區域做背景更新的動作，而更新的方式如公式 3.1.2-2 所示。值得注意的是，在方程式中， n 越大，則背景更新的速度慢，不容易克服光線或天候所造成的影像顏色變化；但 n 越小，卻越容易被自動白平衡(AWB)的功能影響。因此， n 的設定，必須要權衡這兩個情況。

$$\begin{cases} \text{背景} = \frac{(n-1) \times \text{背景} + \text{目前影像}}{n} & \text{若此區域不為移動物體} \\ \text{保持原始背景} & \text{若此區域為移動物體} \end{cases}$$

公式 3.1.2-2

背景更新的程序不包含視為車輛的像素，因為若是將視為車輛的像素更新的話，將會更新到錯誤的背景。本研究設定背景與目前畫面的更新權重比為 7:1，如公式 3.1.2-3 所示。其中 BG 表示背景， CF 表示目前畫面，而 (i, j) 為該像素的位置。

$$\begin{aligned} BG_{i,j}^R &= \frac{7}{8} BG_{i,j}^R + \frac{1}{8} CF_{i,j}^R \\ BG_{i,j}^G &= \frac{7}{8} BG_{i,j}^G + \frac{1}{8} CF_{i,j}^G \\ BG_{i,j}^B &= \frac{7}{8} BG_{i,j}^B + \frac{1}{8} CF_{i,j}^B \end{aligned}$$

公式 3.1.2-3

動態彩色背景補償是利用車輛追蹤後的軌跡，判斷是否把停止的車輛收斂為背景的情況出現，其判斷的方式是：

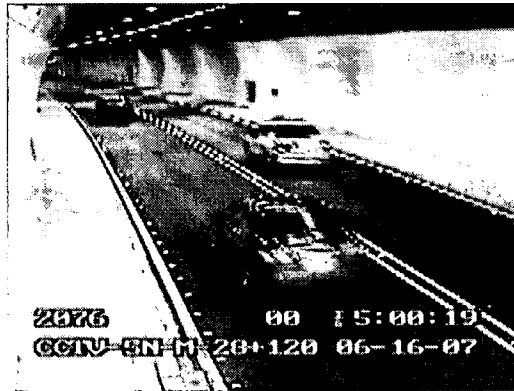
- (1) 移動物體的中心是否有一段時間沒有變化很多。
- (2) 移動物體追蹤軌跡的起始點是否沒有在影響的邊界。
- (3) 移動物體的輪廓區是否沒有邊界特性。

如果 1 個移動物體的追蹤資訊滿足上述的 3 個條件，則此移動物體就被認定為當初停止在此區域車輛所造成的，而此區域將在下次背景更新的時候修正回正確的背景值。

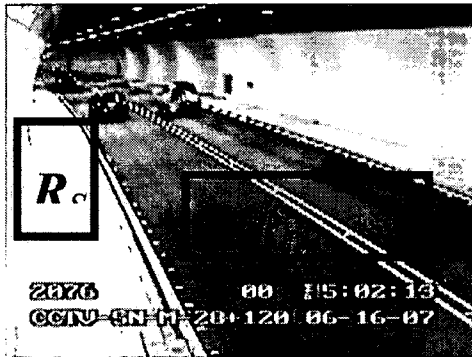
C.整張背景補償修正：

影像式事件偵測器除了在一般道路上，還有在隧道內的應用。上述背景更新的方法，適合較為緩慢的光線變化，如一般晴、陰天轉換、晨昏交替等狀況。而在隧道內，由於安全的考量，針對燈光的管理有相關規範約束。隧道內所裝設的水銀燈在點亮的時候，是屬於緩慢變亮的情況，對系統的演算法並不會造成影響，如同在一般室外環境；但是當水銀燈突然被關閉的時候，整個影像畫面會造成瞬間劇烈的變化，再加上 AWB 功能的影響，會造成後續車輛物件切割時候的困難度。因此，本研究也針對這個狀況，推導出偵測的機制，將背景更新的觀念更深入解決，當情況特殊時，適度的將整張背景作整體調整，讓背景資訊能夠符合瞬間變化光源的環境。有鑑於此，本研究在既有的背景更新之下，加入可解決燈光切換影響的光線偵測機制，如圖 3.1.2-3 所示。當系統發現有光線劇烈變換的時候，系統將會進行整張背景補償修正。

我們提出的修正方式，首先設定該監控範圍之該靜態區域資訊，其中該靜態區域資訊為穩定不變沒有移動物體的監控區域，因此當燈光切換後，可以參考該即時監控影像資訊，利用色彩統計方式，直接對該初始背景資訊進行校正。其調整該初始背景校資訊，主要是利用該靜態區域資訊的光線變化，針對同一環境下的共同光源之特性，直接校正該初始背景資訊。此校正法則可以大大的減少因燈光變化所造成的背景誤差，之後再以背景更新的方式，快速得到當下的背景影像。若將畫面分為兩個區域，如圖 3.1.2-3 所示，一為車輛或其他移動物體會經過的動態區(以 R_D 表示)，動態區的色彩會伴隨移動物體的經過而有所變化;另一區域為不會有物體出現的靜態區(以 R_S 表示)。



(a)原圖



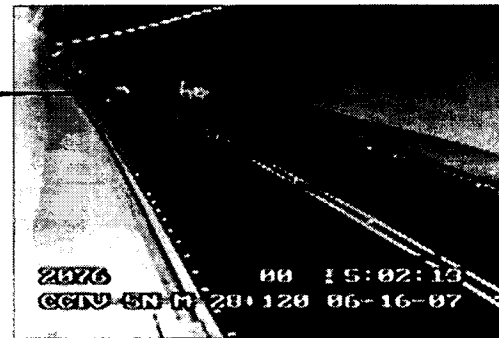
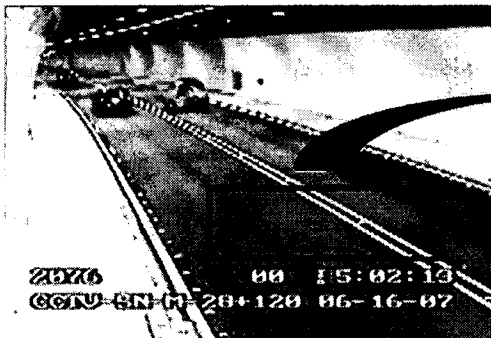
(b) 關燈前影像



關燈前影像



(c) 靜態區域資訊



(d) 動態區域資訊

圖 3.1.2-3 隧道燈光變換與整張背景補償修正說明

靜態區的色彩變化主要係由於照明強度的切換。當燈光切換的瞬間，如圖 3.1.2-3(b)所示，若僅採用背景更新法則來修正背景，因為在影像中，劇烈的燈光變化造成影像強度的大幅變動，使得影像中，整幅畫面會跟燈光變化前的背景有大幅差異，在一般利用背景與當下畫面差異性作偵測的方法中，會導致整個畫面皆為非背景之前景資訊，造成前景資訊嚴重錯誤，以及這些前景所在區域並不會進行背景更新，因此，背景資訊將一直保持錯誤的狀態，偵測系統將進入不可回復的失效狀態。

本研究提出之快速背景校正法則，其精神主要是分析區域 RS 的光線變化，以此變量來模擬光源的改變，並修正區域 RD 的色彩。此校正方法，利用照明強度改變作為迴授量，快速地直接大幅校正背景的影響，使其誤差先快速減小，校正後的背景影像與真實背景影像僅剩之小量誤差，再以前述的背景更新技術修正。快速背景更新法則，不僅擴大背景更新的想法，也改善其更新速度不足等問題。

依據影像形成模型，視覺所感受到的影像，會依據外界光源的強度不同而有所改變，也會因為物體表面不同的反射係數，而有不同的表現。其相互關係可以由公式 3.1.2-4 所描述：

$$f(u, v) = I(u, v) \check{R}(u, v) \quad \text{公式 3.1.2-4}$$

f : 影像強度函數

I : 照明強度 (illumination)

\check{R} : 反射係數(reflectance)

u, v : 影像作標

由其可知，在即時監控影像資訊 u 與 v 座標軸上，當照明強度 I 越強或物件的表面反射係數 \check{R} 越高，則反映至視覺的影像強度則越高。利用此視覺的特性，可以對此瞬間燈光切換的問題進行模擬，並利用公式之數學特性，來減少因為燈光變化所造成的背景誤差。畫面上的每一物件，不論其是否有移動特徵與否，皆

有其對應光線反應的反射係數 \check{R} ，且此係數只受物體表面組成成分的影響，並不受光線因素而改變。由於燈光的切換因素，導致其照明強度有著重大的改變，因此利用影像強度來模擬所呈現的視覺特性，也會因為照明強度的改變而造成影像強度產生變化。其中， \check{R} 介於 0(全吸收)和 1(全反射)之間，照明強度原則上是介於 0 至 ∞ ， $f(u, v)$ 則被正規化至 $[0, 255]$ ，以灰階為例， $f(u, v)=0$ 對應到黑色， $f(u, v)=255$ 對應到白，其他介於 0 至 255 的值則表示由黑到白變化的灰色調。利用這個原理，本研究進一步將灰階色調的應用延伸至 RGB 色彩模型中各色彩分量。

假設畫面上每 1 處其照明強度皆相同，由於燈光的切換，使其照明強度產生改變，即畫面中照明強度皆由 I 變成 I' 。在區域 R_S 中，計算這個區域的色彩平均值 f_S ，當燈光切換後，該區域的色彩因為照明強度由 I 變化成 I' ，平均值由 f_S 變為 f_S' ，如 3.1.2-4(c) 所示。同樣的，區域 R_D 的燈光照明強度也是由 I 變成 I' ，使得背景影像中的 R_D 區域的色彩平均值也應該由 f_D 變成 f_D' 。

快速背景更新法則的精神，是希望利用區域 R_S 穩定的色彩變化來校正區域 R_D 的背影色彩，即是將切換前的 f_D 校正成 f_D' ，如 3.1.2-4(d) 所示。 f_D 校正的方法可以透過以下公式 3.1.2-5 求得，其中 f 可以由灰階強度置換成 RGB 色彩模型之 R、G 與 B 分量：

$$\begin{aligned}
 f(u, v) &= I(u, v) \check{R}(u, v) \\
 \Rightarrow &\begin{cases} f_S = I \times R_S \\ f_S' = I' \times R_S \\ f_D = I \times R_D \\ f_D' = I' \times R_D \end{cases} \\
 &\begin{cases} \frac{f_S}{f_S'} = \frac{I}{I'} \\ \frac{f_D}{f_D'} = \frac{I}{I'} \end{cases} && \text{公式 3.1.2-5} \\
 \Rightarrow &f_D' = f_D \times \frac{f_S'}{f_S}
 \end{aligned}$$

由公式 3.1.2-5 可以得知，當光源由 I 改變至 I' ，區域 R_S 的

色彩由 f_S 變化為 f_S' ，可以透過此改變量，修正監控區域 R_D 的背景影像由 f_S 至 $f_D' = f_D \times \frac{f_S'}{f_S}$ 。值得注意的是， f_D' 是 1 個藉由 R_S 區域統計結果得到的 1 個與 f_D 的比例值，因此， R_D 區域中每個影像點皆以這個比值進行調整。透過光線的補償進行背景的校正，其結果如圖 3.1.2-4 所示，其中，圖 3.1.2-4(a) 為關燈前的背景影像，圖 3.1.2-4(b) 為關燈後經過校正處理後的影像。由圖 3.1.2-5 中可以發現，經過校正後的背景，與燈光切換後的輸入影像色彩差異大大減少，然而，和真實的影像然有些微的差距，必須再經由背景更新的方式來持續的減少亮度的差異。結合前述的動態背景補償，背景更新的程序如圖 3.1.2-6 所示。

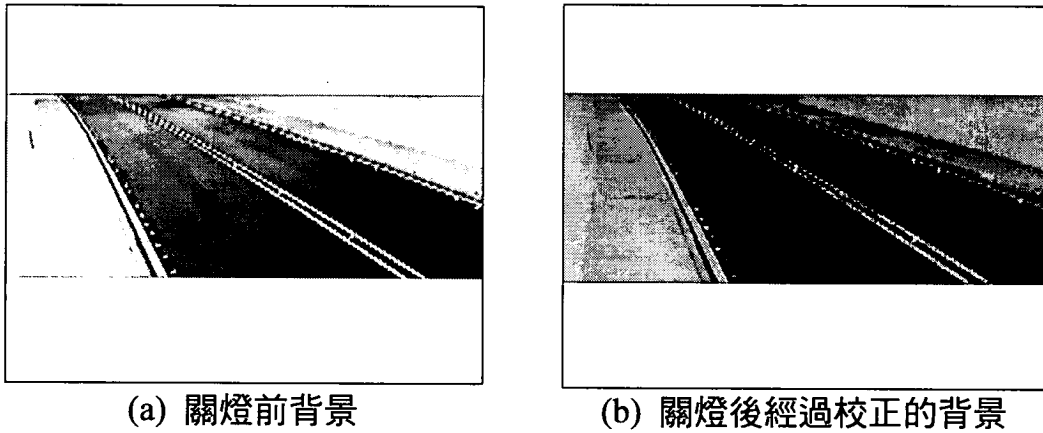


圖 3.1.2-4 燈光切換前後背景影像比對

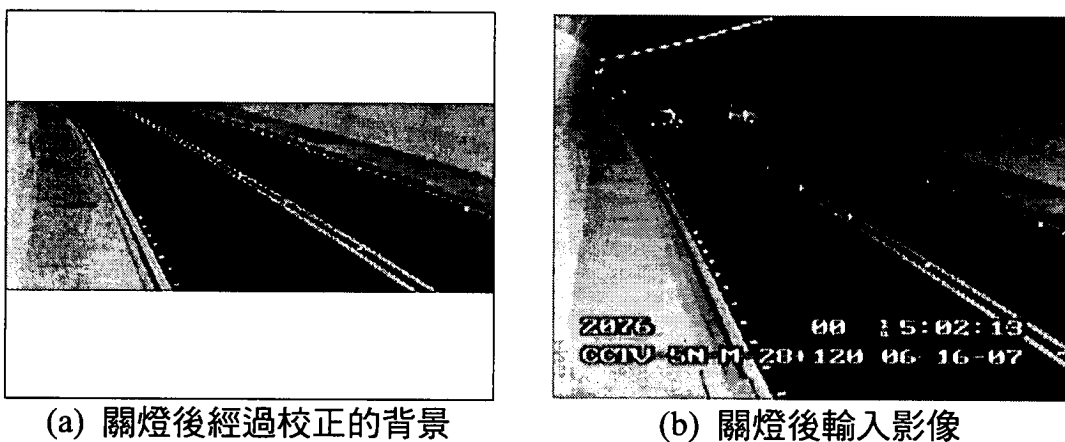


圖 3.1.2-5 燈光切換後背景影像與輸入影像比對

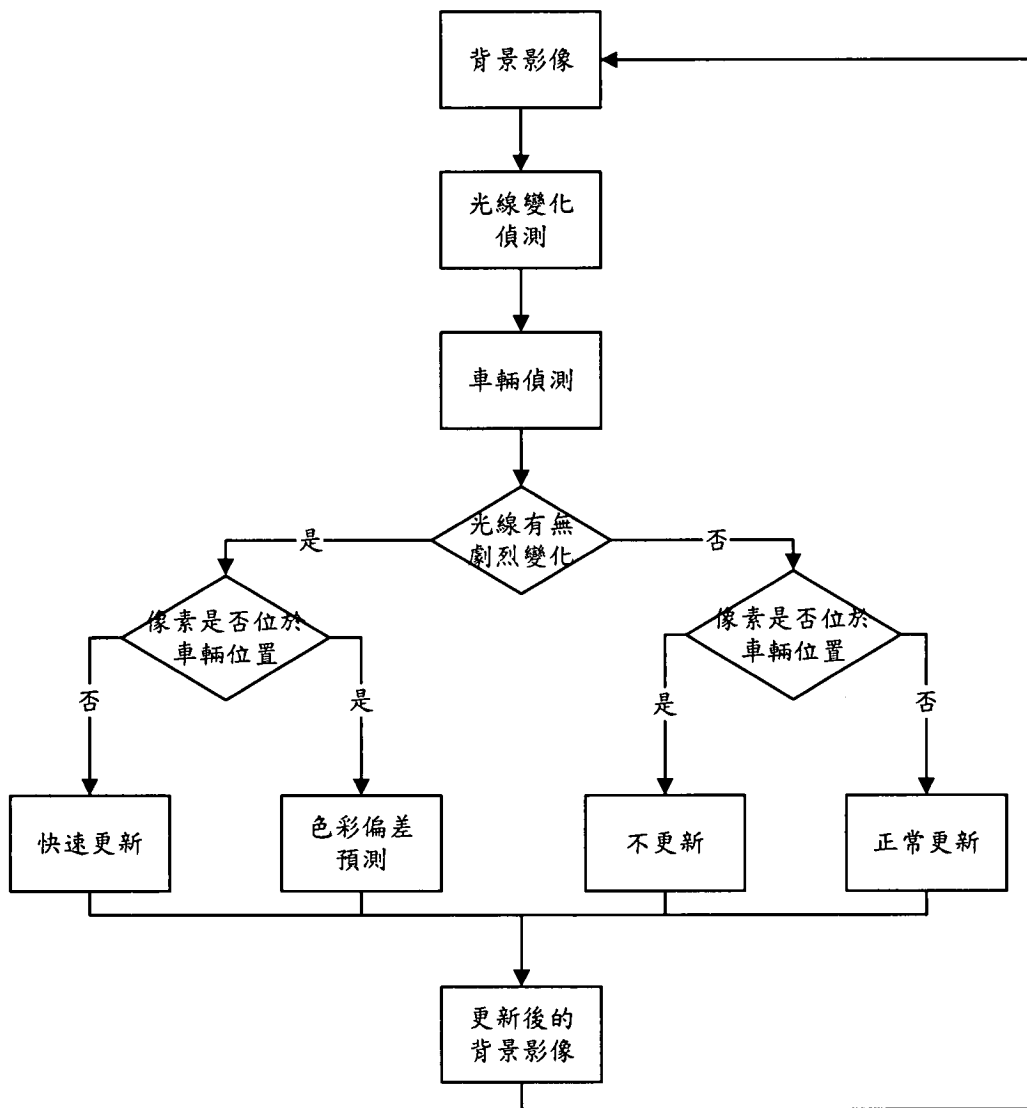
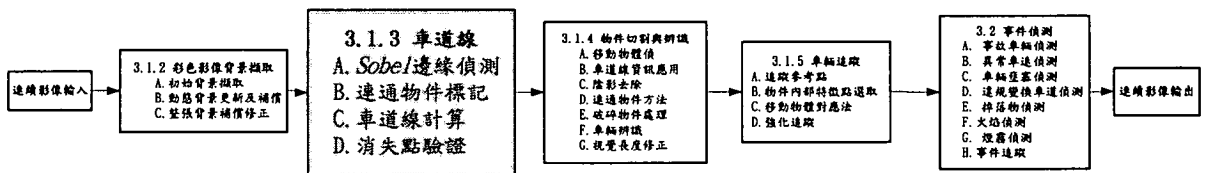


圖 3.1.2-6 背景更新流程圖

3.1.3 車道線偵測



A.Sobel 邊緣偵測：

邊緣資訊對於所提出的車道線偵測非常重要，但是使用 Sobel 邊緣偵測會遇到 1 個問題，就是如何選取 1 個合理的門檻值。若

是所選擇的門檻值太小，容易將畫面中的雜訊認為是邊緣取出。反之，若是所選取的門檻值太大則邊緣資訊就容易遺漏掉。因此，本系統利用 1 個統計的方法來決定合理的門檻值。決定好門檻值後，再接續執行 Sobel 邊緣偵測。

圖 3.1.3-1 畫面中兩條黑線中間的位置是執行車道線偵測的偵測區。採用此段區域為偵測區主要是因為影像的下方有文字，而影像上方通常解析度低而且有天空的部份，因此我們選定影像的中間段作為偵測車道線的區域。

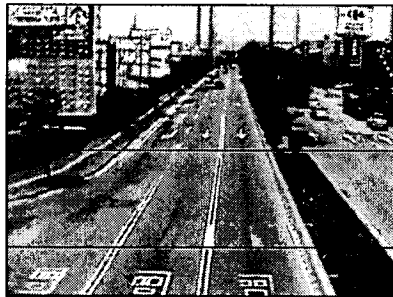


圖 3.1.3-1 車道線偵測區域示意圖

垂直的 Sobel 運算子就被使用來偵測垂直邊緣。公式 3.1.3-1 使用垂直 Sobel 運算子計算邊緣偵測的結果值並將之正規化。

$$E_{x,y} = \frac{1}{4} \left[(Y_{x-1,y-1} + 2 \times Y_{x-1,y} + Y_{x-1,y+1}) - (Y_{x+1,y-1} + 2 \times Y_{x+1,y} + Y_{x+1,y+1}) \right] \quad \text{公式 3.1.3-1}$$

其中 $I_{x,y}$ 表示亮度平面在 (x,y) 位置的灰階值， x 代表欄的位置， y 代表列的位置，而 $E_{x,y}$ 就是在 (x,y) 位置計算出的邊緣值。

由於車道線所產生的邊緣值相較於路面的邊緣值都會比較高，此結果可以由統計的正規化邊緣值明顯的看出。由於大部分由路面產生的正規化邊緣值都非常小。公式 3.1.3-2 可以在不同場景中動態的決定合適的門檻值，並依此來取得較準確的邊緣資訊。決定好門檻值後使用公式 3.1.3-3 進行邊緣偵測，若是該像素位置的正規化邊緣值大於所選定的門檻值則認定為邊緣，反之則否。

$$Th = l, \text{ if } \sum_{l=0}^{255} \text{His}(l) > 0.8 \times N \quad \text{公式 3.1.3-2}$$

其中 $\text{His}(l)$ 是正規化邊緣值為 1 的統計量， N 表示整個偵測區內的所有像素的個數總和，而 Th 就是經由公式所動態決定出的門檻值。

$$P_{x,y} = \begin{cases} 1, & \text{if } (E_{x,y} > Th) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{公式 3.1.3-3}$$

其中 $E_{x,y}$ 表示在 (x,y) 位置的正規化邊緣值， x 與 y 分別代表影像中欄與列的座標位置。圖 3.1.3-2 顯示的是經過公式 3.1.3-3 所決定出的門檻值，進行的邊緣偵測且用形態學濾除雜訊後的結果，所選定的門檻值為 21。

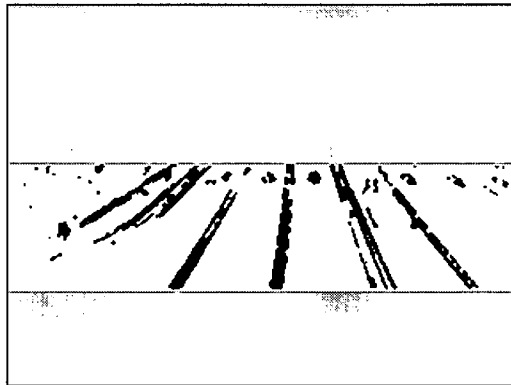


圖 3.1.3-2 自動門檻值選定且進行邊緣偵測與雜訊濾除的結果

B. 連通物件標記：

得到圖 3.1.3-2 以後，利用連通物件法則將相連在一起的邊緣連結成一個物件。得到物件的資訊後，判斷此物件有沒有符合車道線的特性，也就是物件的型態是長條形，若是物件特性沒有符合車道線的形態特性，就將此物件刪除。如圖 3.1.3-3 所示連在一起的邊緣物件被灰色的方框所包圍起來。

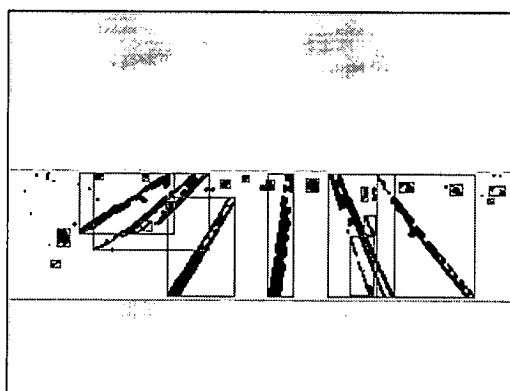


圖 3.1.3-3 將邊緣影像進行連通物件處理得到的物件影像

C. 車道線計算：

將符合車道線特性的每一個物件用公式 3.1.3-4 與公式 3.1.3-5 計算出該物件的一階直線方程式。

$$Y = aX + b \quad \text{公式 3.1.3-4}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N & \sum_i X_i \\ \sum_i X_i & \sum_i X_i^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_i Y_i \\ \sum_i X_i Y_i \end{bmatrix} \quad \text{公式 3.1.3-5}$$

其中 a 與 b 表示斜率與位移量，而 Y_i 與 X_i 則是該物件當中每一個邊緣像素的列座標與欄座標， N 表示該物件總共的列個數，而 i 則是從 0 到 $N-1$ 的索引。

D. 消失點驗證：

得到所有物件的一階直線方程式之後，為了將錯誤物件所產生的直線方程式刪除，我們使用消失點來進行車道線方向的驗證。由於不管是哪個方向的车道線都會朝向道路的消失點，因此將沒有朝向消失點位置的物件刪除，以去除錯誤物件造成的直線。利用兩兩直線的交點來找出可能的消失點位置。首先，因為經過公式 3.1.3-4 我們已經知道所有物件的一階直線方程式，藉由解任兩個一階方程式就可以得到兩條線的交點，然後統計平均聚集在附近交點的座標，就可以得到合理的消失點位置。得到消失點後，就可以將因為雜訊所產生的物件而未朝向消失點的直線刪除。藉由這樣的驗證機制確認所找出的車道線是正確的。根據圖

3.1.3-4 因為攝影機架設位置的關係，車道線的方向與消失點的位置也會因此而不同，我們將車道線方向分為 3 個方向，圖 3.1.3-4 的紅色線段表示影像中的車道線朝向畫面的左邊，而中間的藍色線段表示攝影機架設位置剛好在道路中間，所以車道線的斜率是正或負的都有可能，而消失點位置朝向畫面中間的末端，綠色線段表示車道線方向是朝向畫面的右邊。藉由消失點可以將沒朝向消失點的錯誤線段刪除。最終的車道線偵測結果如圖 3.1.3-5 所示，黑色的直線為所偵測到的車道線，而線段交點的白色點為所偵測到的消失點，圖 3.1.3-6 為車輛偵測的有效偵測區(Region of Interest, ROI)。

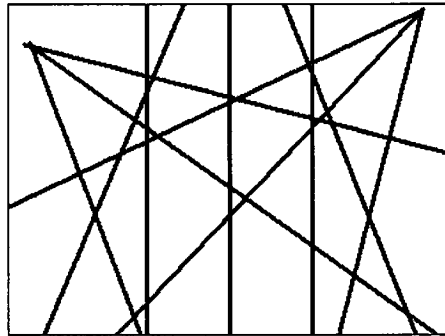


圖 3.1.3-4 車道線方向與消失點位置示意圖

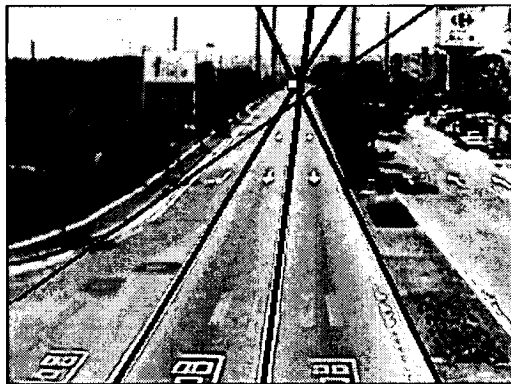


圖 3.1.3-5 車道線偵測並驗證後的結果

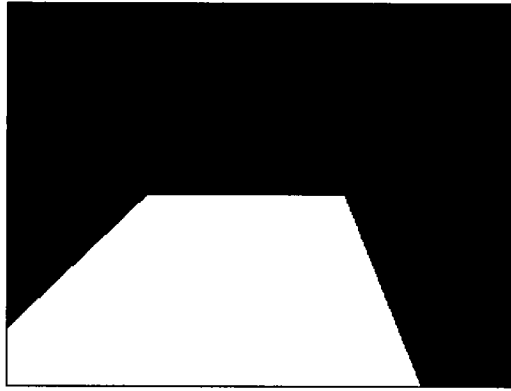


圖 3.1.3-6 車道線偵測後所設定的 ROI 區域示意圖

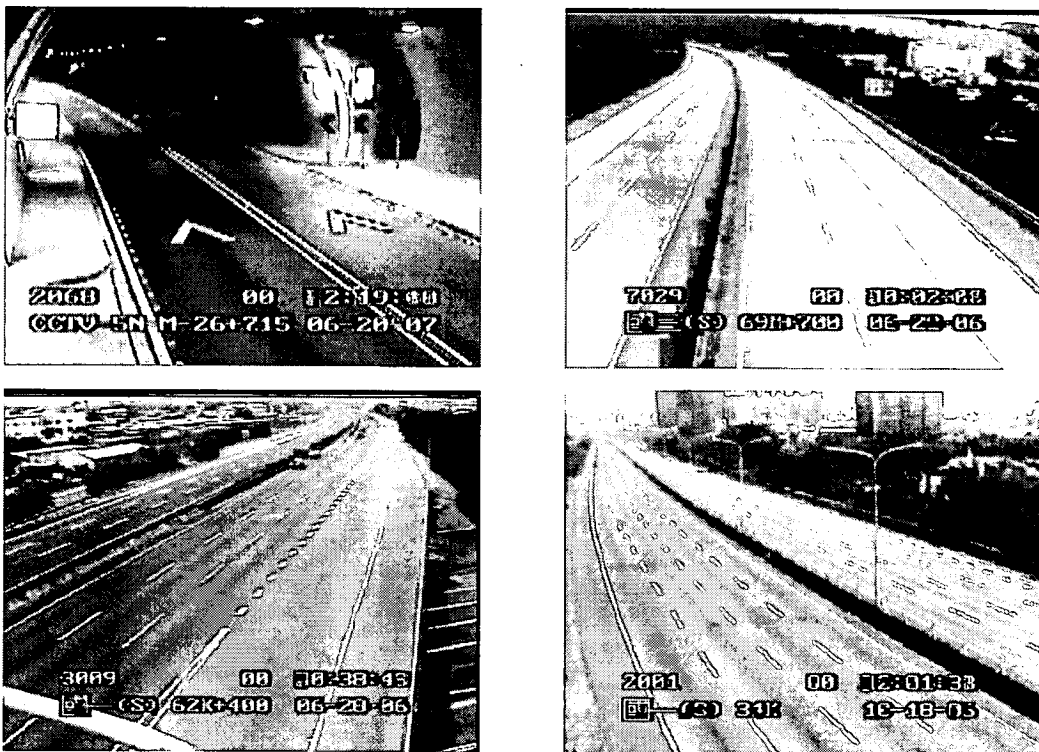


圖 3.1.3-7 車道線偵測原始影像

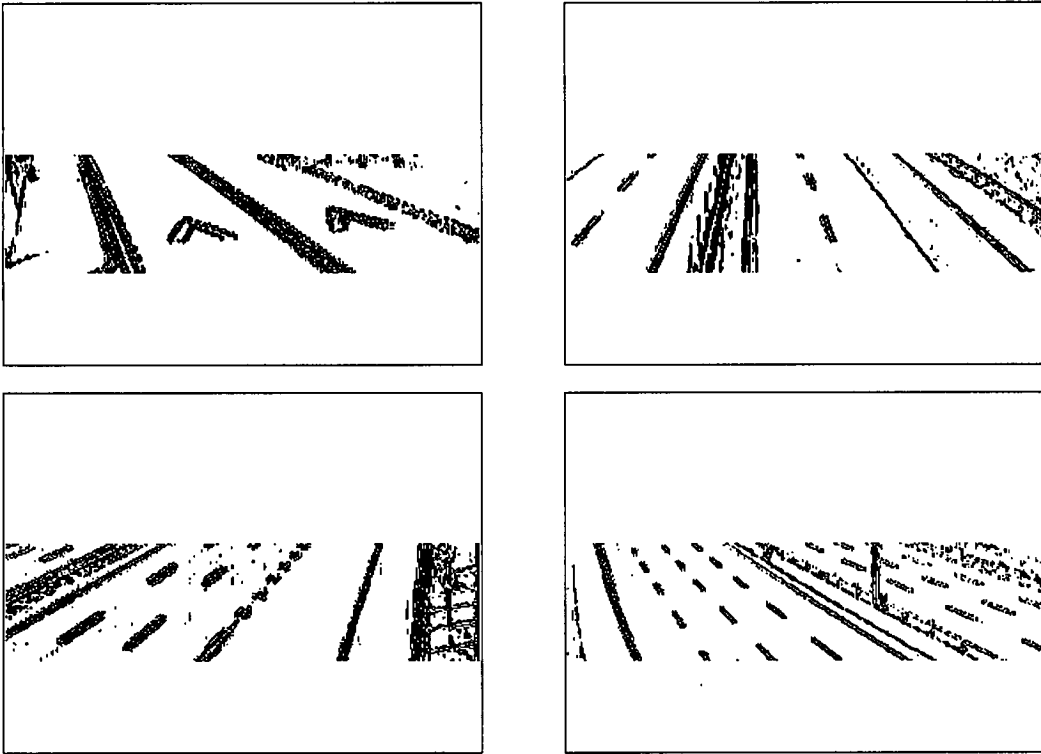


圖 3.1.3-8 Sobel 邊緣偵測結果

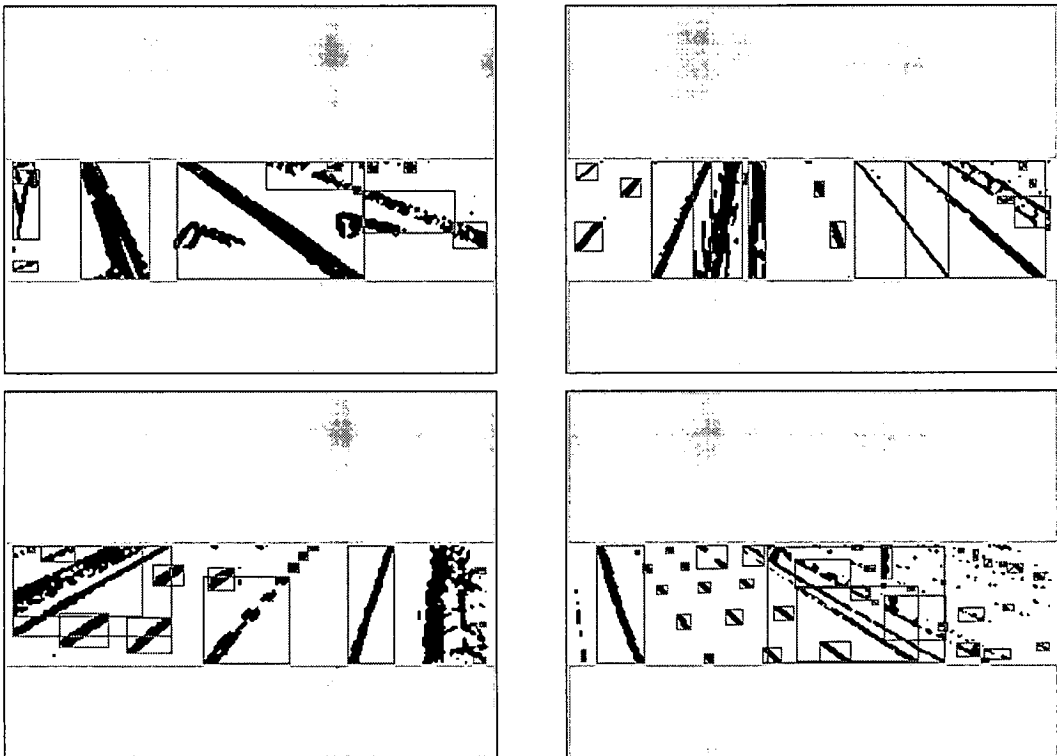


圖 3.1.3-9 連通標記結果

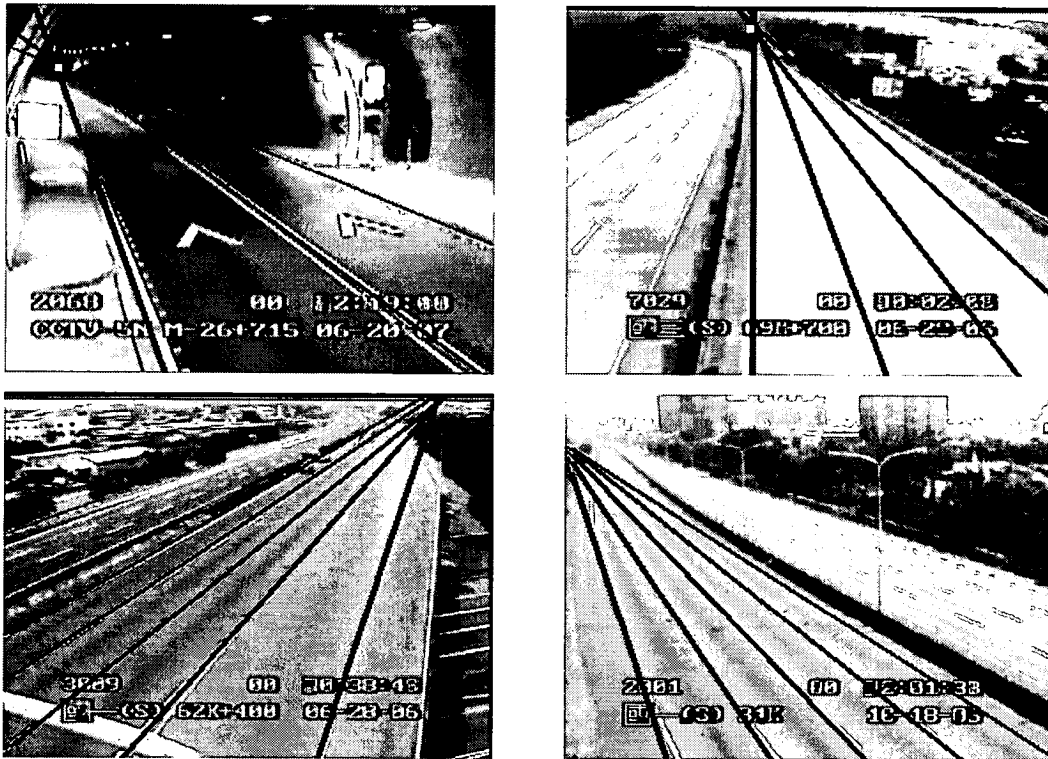
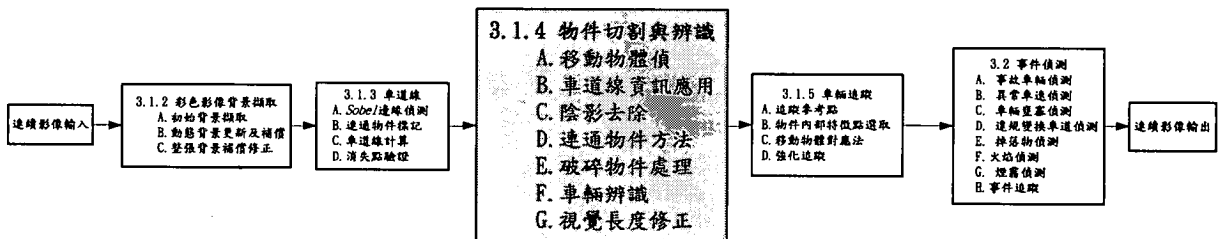


圖 3.1.3-10 車道線偵測結果

3.1.4 物件切割與辨識



A. 移動物體偵測：

即時移動物體偵測是利用即時彩色背景擷取所獲得的背景，與目前影像相減後的差值來判斷，將每 1 張原始影像與目前背景相減取絕對值，會得到一移動物體的絕對差值和 (Moving-object Sum of Absolute Difference: MSAD) 影像。如果某 1 像素的絕對差值和大於另一動態臨界值 MTH，則此圖素便被歸類為移動物體，反之則為背景。而所獲得的移動物體遮罩式如公式 3.1.4-1 所示。獲得背景圖之後，藉由選擇適當的門檻值，來找出影像中屬於移

動物體的部分；由於光線會對移動物體切割造成誤差，所以我們用適應性門檻值的選取來解決此問題。

$$\text{移動物體遮罩}(i, j) = \begin{cases} 1, & MSAD(i, j) < M_{TH}, \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad \text{公式 3.1.4-1}$$

由於 CCD 攝影機的自動化設計，為了使攝影機可以工作於全天候的環境中，在白平衡與快門的參數設定上會依照當時影像的特性立即修正，當畫面亮度過亮時，則會調整參數使進光量變少；當畫面亮度過低時，則是增加進光量使全畫面的色彩可以達到其穩定的狀態，如圖 3.1.4-1 所示，在這連續的影像中，我們觀察路面的顏色(亮度)，整體畫面因為巴士車頂的大量白色占據了畫面，使得其他地方的像素值自動的被調整，以較低的亮度值顯示，使得明明是路面的背景區域，卻在目前影像與收斂所得到的背景影像中，存在著極大的差異，而在進行物件切割後，往往得到許多不需要的資訊，如圖 3.1.4-2 所示。因此，針對攝影機 AWB 自動調整亮度導致切割錯誤等問題，本研究提出快速逆向色彩校正技術，以減小目前影像與背景影像間因為亮度不同所造成的差異。

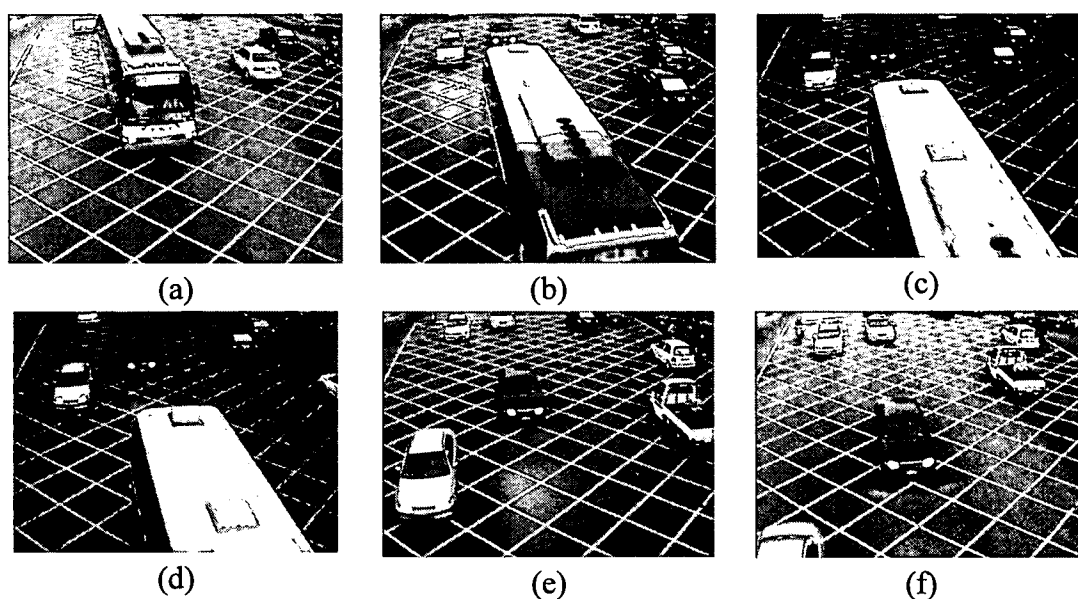


圖 3.1.4-1 連續影像資料

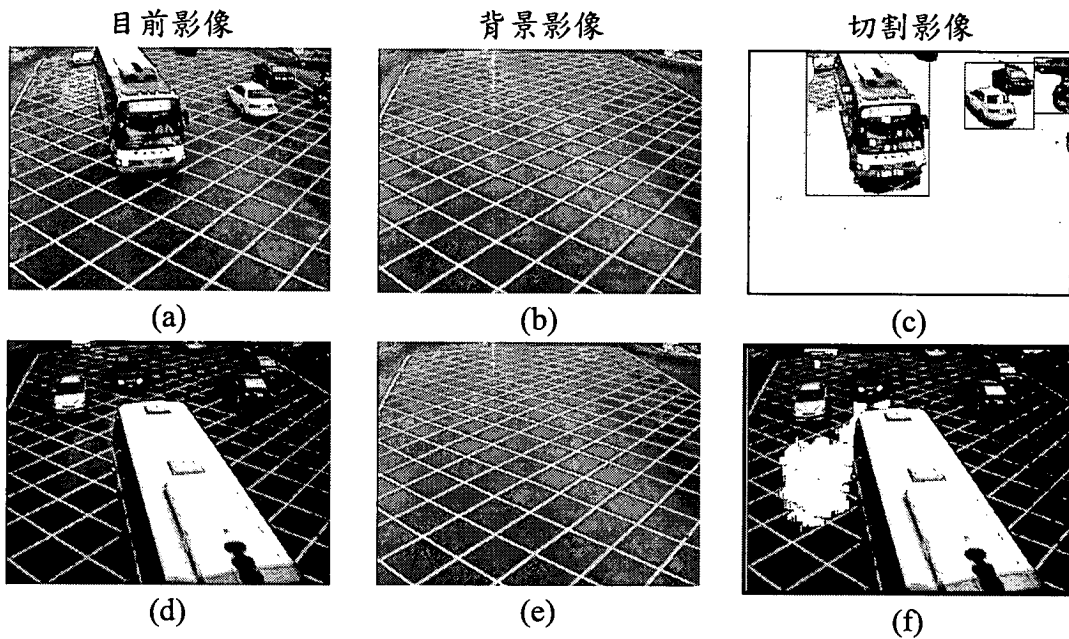


圖 3.1.4-2 AWB 啟動時所造成的物件切割錯誤

當目前影像與背景影像處於同樣亮度的條件下，針對背景物件的部份僅會存在極小的誤差，且假設其誤差是均勻分佈的。因此，對該誤差取平均後應該會是一接近零的數值，其中誤差的定義如下：

$$Er_{ij} = I_{ij} - B_{ij} \quad \forall i, j$$

如圖 3.1.4-3(a)到(d)所示，其圖中橫座標 x 為 Er_{ij} 的數值，縱座標 $p(x)$ 標為該第 1 即時監控影像資訊與該初始影像背景資訊差值的點總和的統計量。如圖 3.1.4-3(a)所示，當該第 1 即時監控影像資訊畫面上大部分由非移動物體的背景元素所組成時，該第 1 即時監控影像資訊與該初始影像背景的色彩強度差值統計量之偏差應該落在一極小的分佈區域。而在圖 3.1.4-3(a)中，取其差值統計量的最大值 $p_{\max}(x_m)$ ，其中 x_m 為統計圖對應之橫軸上的座標值。由於其差值統計量的最大值 $p_{\max}(x_m)$ 在橫軸值為零的附近，因此可視 x_m 為該第 1 即時監控影像資訊與該初始影像背景資訊的平均差值，因為該初始影像背景資訊不會因時間而改變，所以期許 x_m 落在一極小範圍。圖 3.1.4-3(b)為該即時監控影像資訊中移動物體經過所產生的差值進行作圖，一般情況下其差值統計量的最大值會在 x_m

附近，以此實施例為例是在零附近，但是此差值 x_m 會因為自動白平衡的啟動而遠離零點。如圖 3.1.4-3(c)所示，大型物體經過而自動白平衡功能啟動，而導致該第 1 即時監控影像資訊的背景與該初始影像背景資訊差值偏離座標零的地方。因此，色彩強度調整則是利用 x_m 的數值偏離零點的偏移量概念，將該第 1 即時監控影像資訊的色彩平移 x_m ，使 x_m 為零並產生第 2 即時監控影像資訊。如圖 3.1.4-3(d)為調整後之第 2 即時監控影像資訊與該初始背景資訊的差值及擁有該誤差值的點數總合以進行作圖。

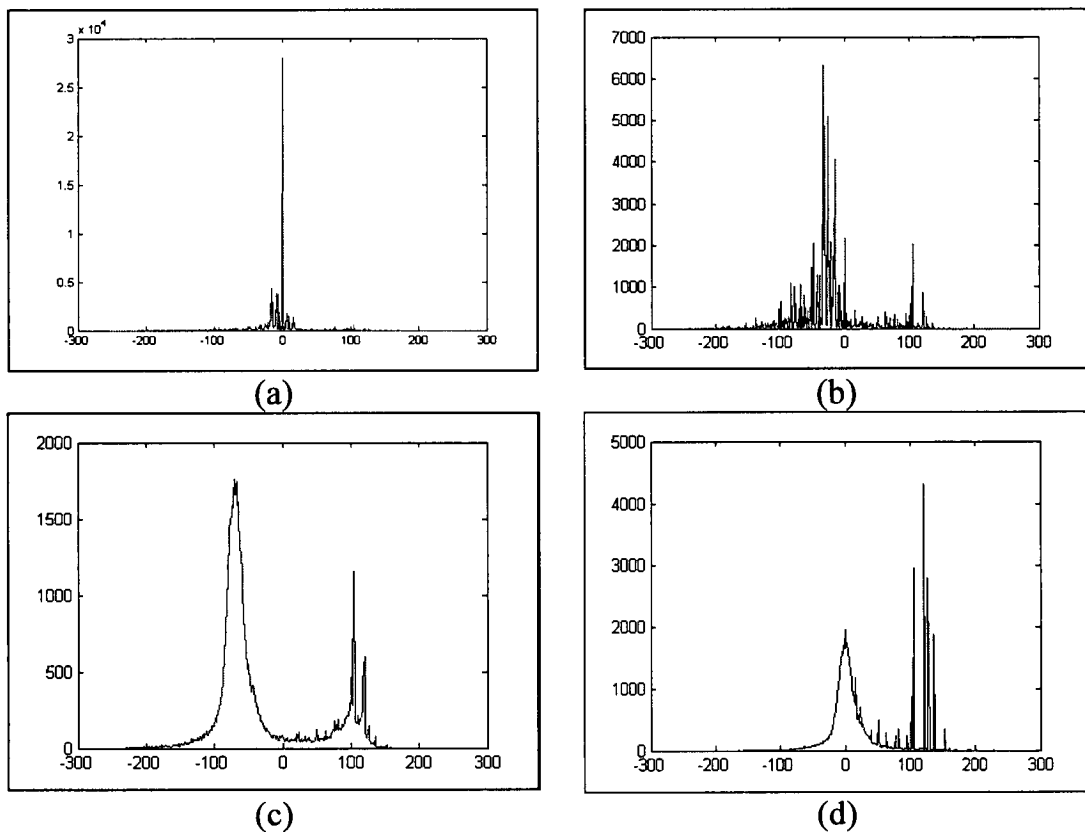


圖 3.1.4-3 Erij 像素誤差統計圖

圖 3.1.4-4 影像是圖 3.1.4-1 一系列圖值皆與背景相減的影像。因為 AWB 的影響，導致圖 3.1.4-4(c)與 3.1.4-4(d)切割出許多不屬於移動物件的路面。導入逆向色彩校正技術進行修正後，再對背景進行切割，就可以得到圖 3.1.4-5。比較圖 3.1.4-4(c)與 3.1.4-4(d)和圖 3.1.4-5(c)與 3.1.4-5(d)，可以得知其結果獲得相當大的改善。

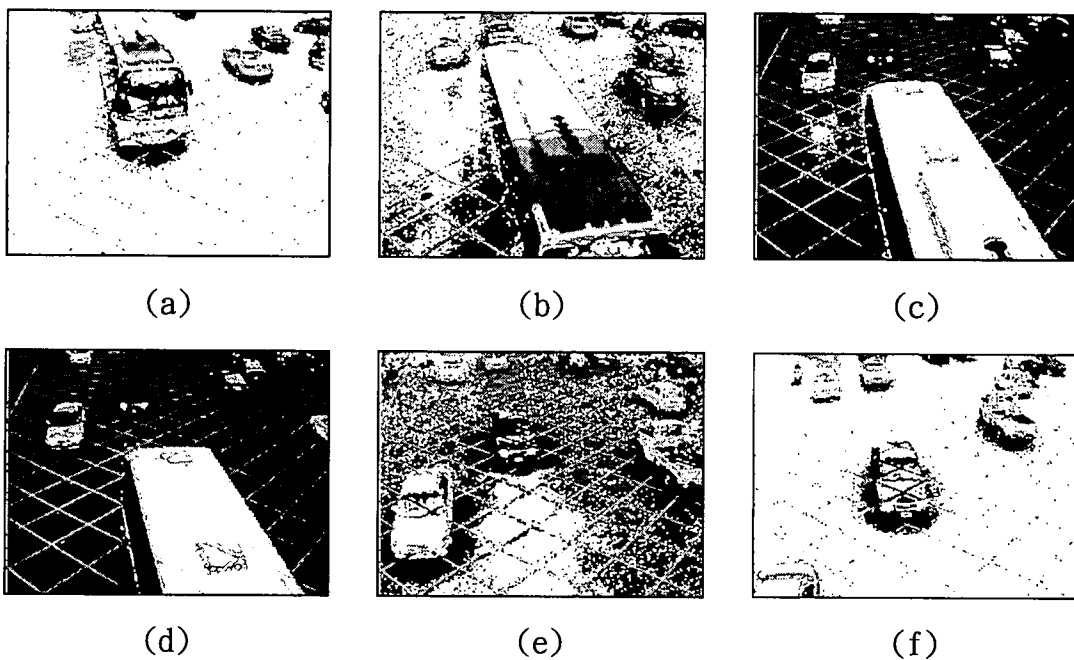


圖 3.1.4-4 未校正前切割圖像

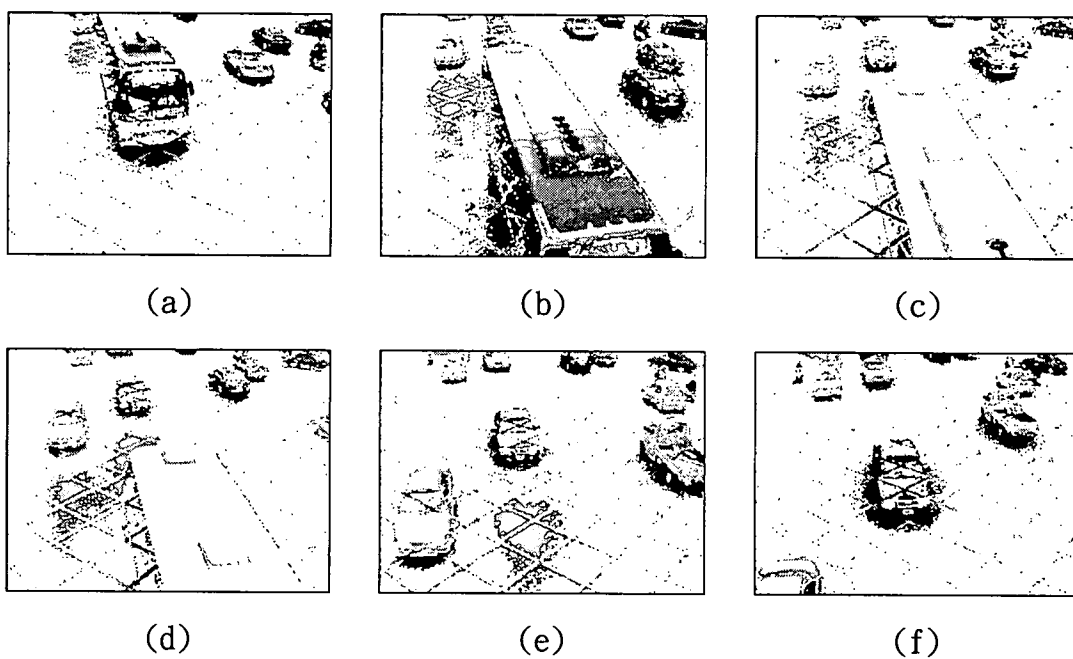


圖 3.1.4-5 校正後切割圖像

B. 車道線資訊運用：

一般道路行駛車輛，大部份的車輛皆都進行在車道中，然而有移動物體突然跨越車道線上，令人聯想到是否有車輛在進行車道變換、車輛的陰影在移動物件割切中無法將陰影去除，使得車輛

外型變得也會跨越在車道線或者兩輛車輛有水平交叉的車輛交疊，因此本系統利用車道線資訊將有跨越車道線之物件作為是否要分割物件之判斷，分割判斷進行流程如圖 3.1.4-6 所示。

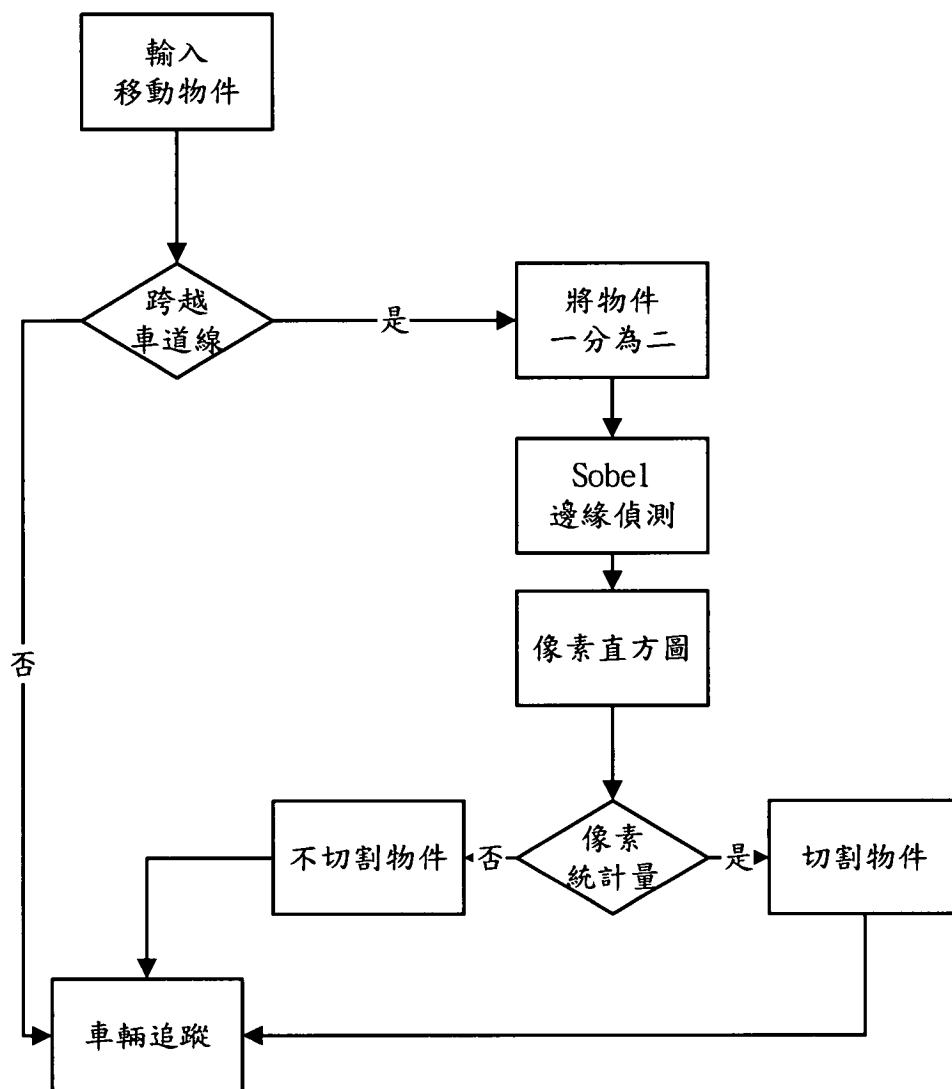


圖 3.1.4-6 移動物體偵測流程圖

C.陰影去除：

對移動物體而言，陰影往往會造成車輛交疊的情形，而車輛交疊，會導致車輛追蹤不正確，因此，本研究提出用陰影的亮度、梯度、與彩度的統計特性，設法將陰影的部分消除。陰影消除是利用目前影像的亮度、梯度(Sobel)和彩度來判斷哪些區域是陰影，而判斷的方式是若亮度或梯度或彩度太低，則判斷為陰影。經過這 3 個處理之後，會獲得 1 個陰影的遮罩，再接著用此遮罩消除移動物體中的陰影。此陰影消除的方式如圖 3.1.4-7 所示。

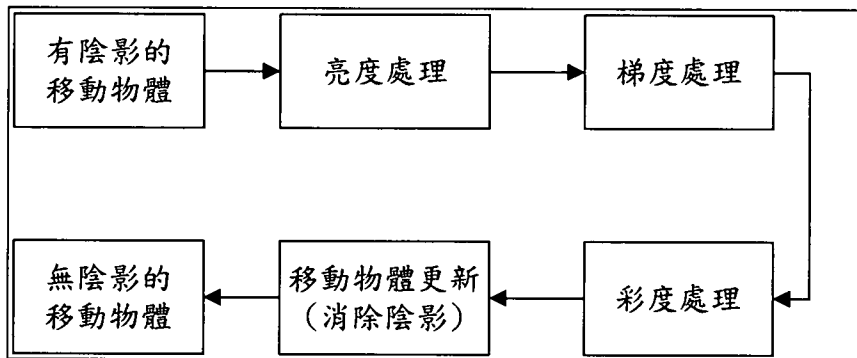


圖 3.1.4-7 陰影去除流程圖

D.連通物件法：

當找出移動物體之後，須要對每 1 個物件做標記，以方便之後的追蹤，連通物件是將現有的物件做標記，把相鄰的點標記成同 1 標記，代表是同 1 個物件，以便後續做其他處理。本研究修改掃描方法，來回掃描影像 1 次以後，將得到完整連通資訊之表格作重置，從表格的第 1 個標記值，一直掃描到最後 1 個標記值，當掃描到最後之標記值，再將標記依照其關聯值填回原本的影像，就完成連通物件，流程如圖 3.1.4-8。

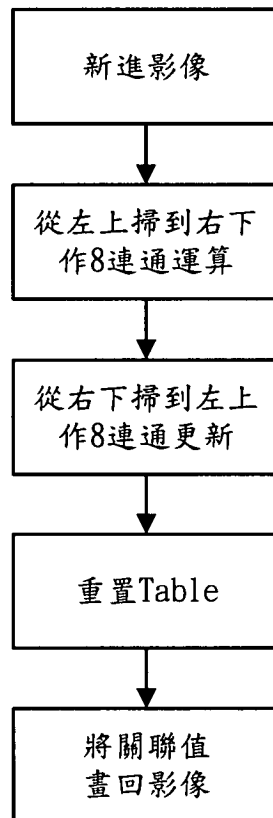


圖 3.1.4-8 連通物件處理流程圖

E.破碎物件處理：

偵測移動物件主要有兩種方法：連續影像相減及背景相減法。連續影像相減 (Temporal differencing) 是利用時間上連續的影像做一對一的像素相減，若是兩者差異為零，就表示此像素不屬於移動物件像素，反之，則此像素為移動物件像素。此法對於環境的改變適應性佳，但是偵測出的移動物件常常會發生內部破碎的情形，如此一來，移動物件的形狀較不完整，對於後續的移動物件追蹤與辨識將無法提供完整的資訊。

背景相減法 (Background subtraction) 不會有物件內部破碎的問題，原因是背景相減法會先建立一背景模型，再將新影像與此背景模型作一對一的像素亮度值相減，藉此偵測出移動物件像素，最後偵測出完整的物件形狀。另外，我們以高斯分佈函數建立背景與物件模型，並以物件與背景有波谷之概念，將破碎物件重新切割，以獲得完整物件，如圖 3.1.4-9 所示。

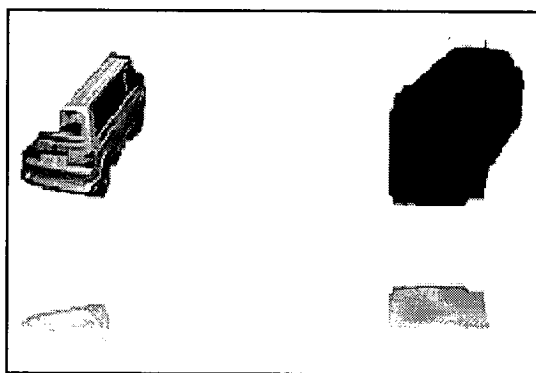


圖 3.1.4-9 高斯分佈函數建立背景與物件模型

F.車輛辨識：

我們從得到的車輛影像中，利用推導出的視覺轉換，針對各車輛的外形量測所對應的大小，得到車輛的視覺長度及視覺寬度，視覺長度及視覺寬度大小是指由觀測點水平向下俯視所看到的車輛寬度與長度，也就是車輛視覺投影到地面的寬度與長度，此部分的長度與實際車輛的長度與寬度相差的部份就是鏡頭俯角的投影量。車輛實際外型的長度及寬度，因車型會有不同的分佈範圍，經過實際量測，區分大型車、小型車與機車的實際長度及寬度範圍，如表 3.1.4-1 所示。

表 3.1.4-1 小型車輛長度與寬度例

車輛品牌	車輛名稱	車輛長度(公尺)	車輛寬度(公尺)
MITSUBISHI	LANCER	4.29	1.69
TOYOTA	CAMRY	4.77	1.75
NISSAN	CERFIRO	4.75	1.75

針對機車的辨識，首先找出機車騎士安全帽的地方，計算安全帽圓型特徵是否滿足 $CircleTH > 門檻值$ ，如果滿足條件，就判定為機車。然而，有些地點因拍攝角度關係，頭部變的較小，所以再利利用其他的參數如：面積大小、寬與高的比值，之後再以其 3 種參數的機率值(利用 Fuzzy-COA)模糊理論的應用，將 3 種參數的平均機率值加起來除 3，如果滿足 $MotoTH > 門檻值$ ，就判定為 1 臺機車。其中， $CircleTH$ 表示安全帽圓形特徵參數， $MotoTH$ 表示機車判定參數。

G.視覺長度修正：

本部分主要是要討論攝影機參數的校正，所校正的參數包括俯仰角(Tilt angle)、平掃角(Pan angle)與攝影機的高度，校正之流程如圖 3.1.4-10 示。在背景擷取程序中，影像中的車道線位置應已被偵測到，其次才進行攝影機參數的校正。首先，利用所偵測到的車道標線位置以及在畫面中的兩條虛擬水平線來處理俯仰角之校正；其次，透過世界座標與影像座標的轉換可以得到平掃角的值；最後，在利用車道的寬度來計算攝影機的高度。首先，利用所偵

測的車道線標線位置以及在畫面中的兩條虛擬水平線來處理俯仰角的校正，如圖 3.1.4-11 中 P_1P_2 線段與 Q_1Q_2 線段在影像中的長度不同，但是在真實世界座標中，同是代表車道寬度 W ，是相等的。在運算中， W 是一個假設為已知的定值並不需要之道確切值的大小，透過這樣的關係，就可以首先校正攝影機架設的俯仰角；其次，透過世界 3D 座標 (x, y, z) 與影像 2D 座標 (u, v) 的轉換可以得到平掃角的值；最後，在俯仰角、平掃角校正後，可以利用影像中已知的長度，如車道寬度、標線寬度等等，換算出來計算攝影機的高度。

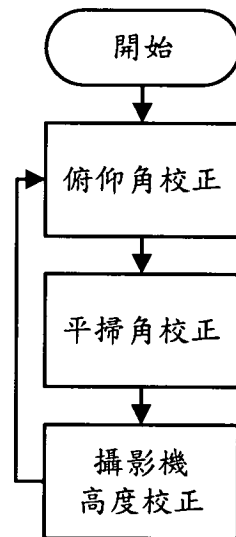


圖 3.1.4-10 視覺長度修正流程

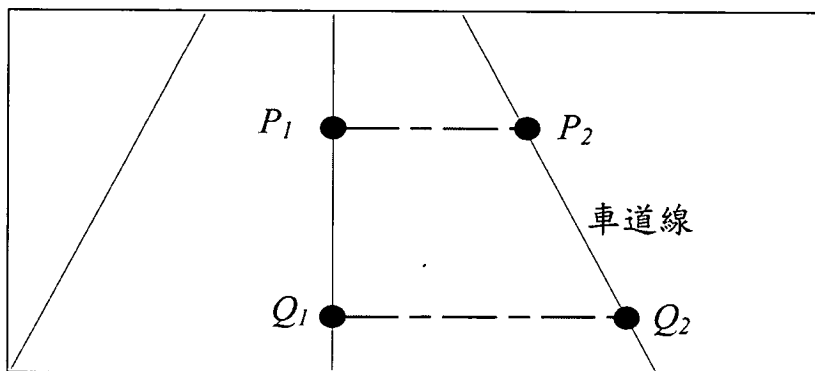
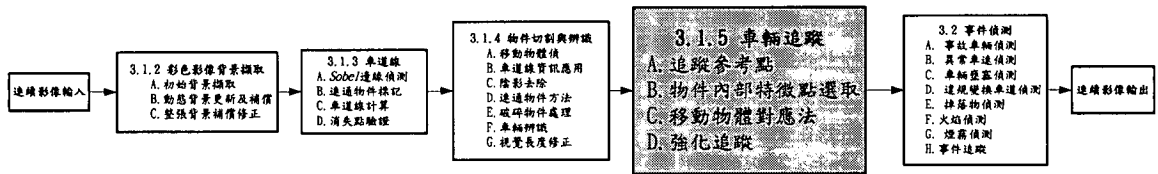


圖 3.1.4-11 影像座標車道示意圖

3.1.5 車輛追蹤技術



A. 追蹤參考點：

在移動物體被框選為需要辨識車輛時，進入到車輛追蹤階段，而車輛追蹤所執行的第一步為追蹤參考點選定，選定參考點的方法是將框選的移動物體以方框的最左下角為參考點，以簡易的方式選定參考點是為了減少系統運算，而使用邊緣偵測找尋參考點的方法，並無太大的差異。

追蹤參考點不會一直選定方框的最左下角，因為系統本身在執行車道線偵測時，為使系統獲取車道資訊，乃配合 CCD 攝影機裝設的位置屬於車道的中央，而且 CCD 攝影機所裝配的鏡頭，鏡頭內部鏡面呈拋物面，在此特性下，若追蹤參考點愈接近鏡頭拋物面中心，所求得視覺長度資訊將更精確。搭配車道資訊，將在影像屬於左側車道的追蹤參考點改為方框的最右下角，如圖 3.1.5-1 為車輛在被追蹤時，將追蹤參考點繪出。



圖 3.1.5-1 物件追蹤參考點示意圖

B.物件內部特徵點選取：

圖像中具有二維空間特性的邊緣轉角位置，包含描述物體形狀的重要資訊，是電腦視覺領域中重要的影像特徵。轉角位置在目標辨識、物體追蹤、定位及 3D 影像重建等應用上，都扮演著很重要的角色。尤其在 1 個影像畫面上，轉角的像素(pixels) 數目與總影像像素的比例懸殊，故只針對其中轉角的像素點作判斷，不但可節省處理所有像素的時間，更可依各轉角座標的相對位置變化，而可獲知此影像旋轉或移動的情形。我們以角點偵測法，經由水平與垂直遮罩比對出複雜的角點後，找出物件內部特徵點，如圖 3.1.5-2 所示。

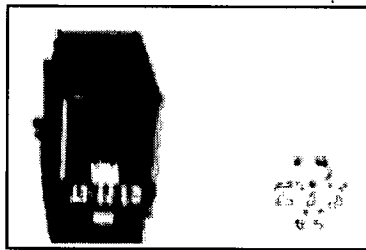


圖 3.1.5-2 改良的角點偵測法偵測結果

C.移動物體偵測法：

在連續影像中，當車輛剛進入到影像中，且尚未到達追蹤條件時，系統認定車輛未有追蹤資訊，當車輛移動到符合追蹤條件時，則判別是否為第 1 次到達追蹤條件。若為第 1 次進入追蹤演算法，首先建立該車輛的外型資訊、參考點所在位置、以及將其標示為出現過之移動物體。

若非第 1 次出現，移動物體對應方法的流程如圖 3.1.5-3 所示，個別介紹追蹤點對應、車輛外型和色彩資訊等 3 種條件，作為連續影像中車輛是否為相同車輛之判定。

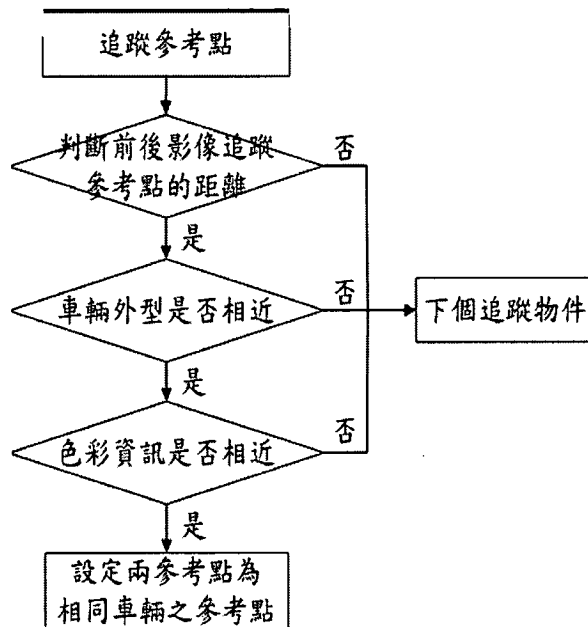


圖 3.1.5-3 移動物體偵測流程

D. 強化追蹤：

在移動物體偵測中，並無法在每一種情況下都完美的切割出移動物體，時而會造成移動物體的破碎、非移動物體的小物件與移動物體未被切割出現等問題，為解決上述移動物體偵測，造成車輛偵測統計錯誤的問題，在追蹤演算中加入移動距離及運動位移估測的判斷。

對於移動物體偵測所多切割出的雜訊，會干擾車輛偵測結果，但雜訊本身不太會移動，只在一定範圍內重覆出現，依據車輛移動的特性，再由追蹤演算法判斷是否為移動車輛，利用此特性，當移動距離小於一段距離，則不列入統計資訊，計算車輛移動距離如公式 3.1.5-1， n 為目前追蹤參考點所在位置， i 為最初進入追蹤參考點位置。

$$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(X_n - X_i)^2 + (Y_n - Y_i)^2} \quad \text{公式 3.1.5-1}$$

在車輛進入追蹤演算法，完成追蹤確認時，我們將其車輛位置紀錄，當記錄點到達 3 點或更多參考點時，利用速度的關係，得知車輛移動路徑，當有參考點進入估測範圍內，判斷是否曾經出現，若有則給予相同物件持續追蹤，若沒有時將進行新的物件追蹤。

車輛在被偵測階段，由於並非每次都可以被準確偵測，導致有些會發生瞬間遺漏偵測車輛的現象，而在加入追蹤路徑的機制後，可以減低遺漏偵測對準確率的影響。假設車輛的行徑路線是沿著直線進行的，則當得到(t-1)時刻的位置、與 t 時刻的位置，可利用向量的觀念，預測出下一時刻車輛可能的標記位置。當進入下一時刻時，可能會發生實際標記與預測標記相符、實際標記與預測標記存在差距及實際標記發生遺漏。如圖 3.1.5-4 所示，藍色箭頭是偵測到的移動向量標記，綠色箭頭是預測標記，紅色箭頭則代表實際偵測到的移動標記。

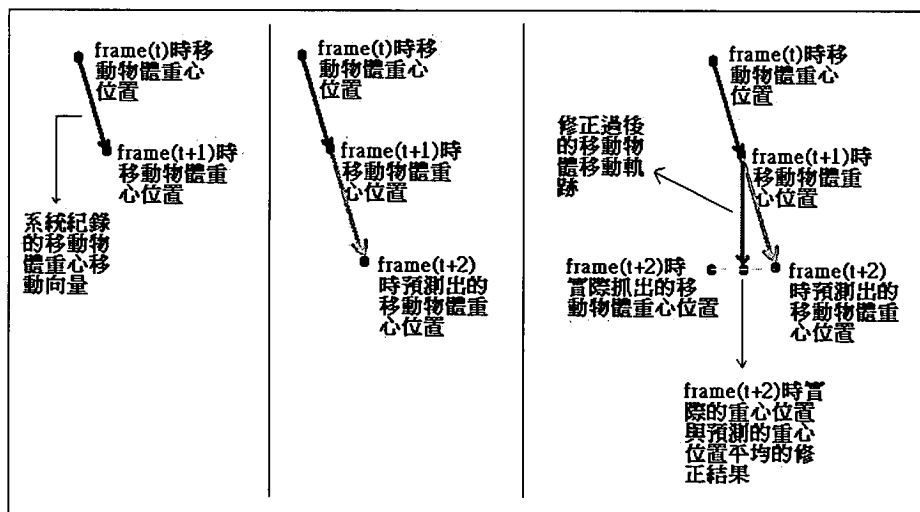
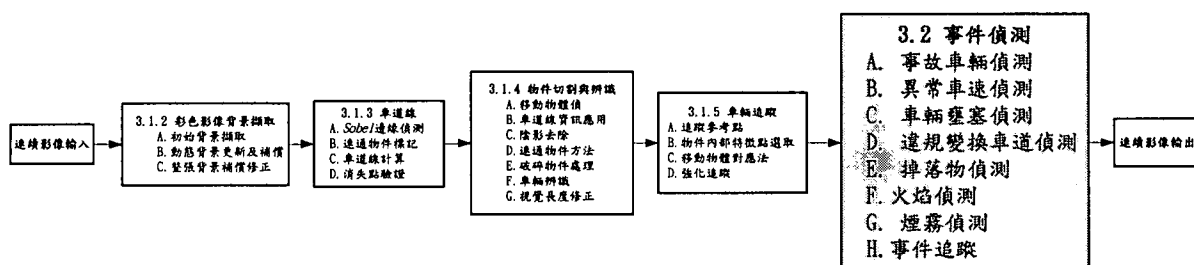


圖 3.1.5-4 追蹤補償機制程序

3.2 事件偵測演算法說明



本節針對事件偵測的演算法進行說明。其中，事件偵測的內容包含事故車輛偵測、異常車速偵測、車輛壅塞偵測、違規變換車道偵測、掉落物偵測、火焰偵測與煙霧偵測。以下針對各事件進行定義，並針對各事件的偵測演算法進行說明。

事故車輛偵測：

用路人在行駛途中，因為車輛爆胎、拋錨、過熱等車輛故障因素導致車輛行駛中斷，並停止於路邊；或是因為碰撞與差撞等因素導致車輛必須暫時停止，皆屬於事故車輛偵測討論之範疇。因此，事故車輛偵測針對車輛停止之特徵進行分析，舉凡車輛故障、車禍事故或甚至是工程車施工與車輛回堵，只要滿足車輛停止之特徵，皆定義為事故車輛。然而，縱使車輛故障但仍可繼續行駛，則不屬於事故車輛偵測之目標。

異常車速：

異常車速偵測的目標，是針對車流中目標車輛之車速與平均速度差異過大，舉凡過快或過慢，皆屬於異常車速偵測討論之範疇。異常車速是採用相對速度之概念，分析出過快或過慢的目標車輛，並非採用絕對速度進行偵測，其中，絕對速度的偵測方式是比較車輛速度是否大於某一特定高速度或低於某一特定低速度。

車輛壅塞偵測：

凡因為車流量過大而超過道路所能負荷之容量，導致平均行車速度逐漸變低，甚至到車輛回堵，則定義為車輛壅塞。

違規變換車道：

由於雪山隧道雙車道嚴禁任意改變行駛車道，因此，變換車道是屬於違反法規之行為。違規變換車道偵測之定義，是車輛進入監控範圍時的所屬車道，即起始車道，與離開監控範圍內的所屬車道，即結束車道，兩者相異，則屬於違規變換車道之演算法偵測目標。然而，當變換車道之行為無法在監控範圍內完全地由車道 1 完全地變至車道 2，則不屬於違規變換之目標。

掉落物偵測：

當非移動物件由移動物件中產生脫離，並靜止於偵測範圍內一段時間，則該非移動物件定義為掉落物。舉凡紙箱、報紙或大塑膠袋等符合最小呈像面積之物件，皆屬於掉落物偵測演算法之偵測目標。

火焰偵測：

當監控範圍內出現火焰，且火焰的呈像面積符合最低之門檻，則屬於火焰偵測之範圍。火焰偵測最主要的目標是監視火燒車之車輛，呈像面積過小如打火機之火苗，則不列入偵測範圍之中。

煙霧偵測：

煙霧偵測主要的目標為火燒車發生時產生之煙霧，或是隧道內的電器走火產生悶燒後產生之煙霧，且煙霧濃度必須符合所規定之規範，如煙蒂等濃度過小之煙霧則不屬於偵測目標。

上述針對本研究案所提之相關事件進行定義，其偵測法則如下：

A.事故車輛偵測：

用路人在道路行駛中，有時會因為拋錨或爆胎等相關因素，不管是用路人自我處理車輛的事故發生或者是請拖吊業者協助處理，大多會做臨停的動作。所以本研究在事故車輛的偵測的演算法中，特別是針對車輛的靜止行為為主，而非探討車輛是因為何種原因而導致車輛靜止，除此之外，本研究對於雖然是事故車輛，但仍持續行進於監控畫面，不會對該車輛進行警示。

由於事故車輛是屬於單一車輛的行為，因此可以透過分析某一車輛的軌跡特徵，來描述可能的靜止行為。一般而言，偵測停止的方法，大多是透過計算平均速率為 0 做為特徵，如圖 3.2-1 與公式 3.2-1 所示， ΔS 為 A 與 B 兩點的位移， Δt 為行經 A 與 B 兩點所需要的時間。其中，平均速率又可分為「空間平均速率」或「時間平均速率」兩種方法來描述，「空間平均速率」是固定某一位移，計算其時間差；「時間平均速率」是固定某一極短時間，計算其位移差。

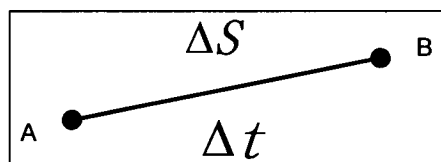


圖 3.2-1 平均速率計算示意圖

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{公式 3.2-1}$$

由於在停止的過程中，車速會逐漸改變且變慢，因此，不適合用第 1 種方法空間平均速率來描述臨停的特徵；第 2 種方法則是考量利用瞬間速度的特徵，也就是計算在一極短的時間內所產生的位移差。由於瞬間速度的時間差極小，因此，位移量也相當小，在如此小的位移，若呈現在影像深處的位置，不易算出其差異，因此容易發生誤判，把較深遠處的車輛判定為靜止車輛。針對以上的研究瓶頸，本系統透過另 1 種間接的方式，利用車道佔有的特性，以此特徵來描述停等車輛的特徵。

首先，先將監控區域在垂直方向切割成 M 等分，如圖 3.2-2 所示。當每 1 車輛通過此區間時，系統會記錄該車輛通過每一區塊時所經過的影像數。假設量測 N 筆車輛軌跡的資訊，對這 N 筆軌跡資訊在每一區塊所需的影像數作即時動態平均，如公式 3.2-2 所示，其中 m_i 表示在第 i 區塊平均所需的影像數， x_{ij} 表示第 j 台車在第 i 的區塊所需的影像幅數， N_j 計算到第 j 台車的軌跡資訊。平均值 m_i 所代表的意義，除了可以用來描述在該環境該時間點巨觀的車流特徵外，還可以用來描述不管是順暢環境還是壅塞環境的車流環境下，正常車輛通過監控區域所需影像數的參考數值，若某一車輛在某一區間

其所得的影像幅數比平均值少很多，代表該特定車輛比其他車輛花較少的時間通過該區間；反之，若該車輛在某一區間其所得的影像幅數比平均值多很多，代表該特定車輛比其他車輛花較多的時間通過此區域，則可以推論可能為事故車輛。

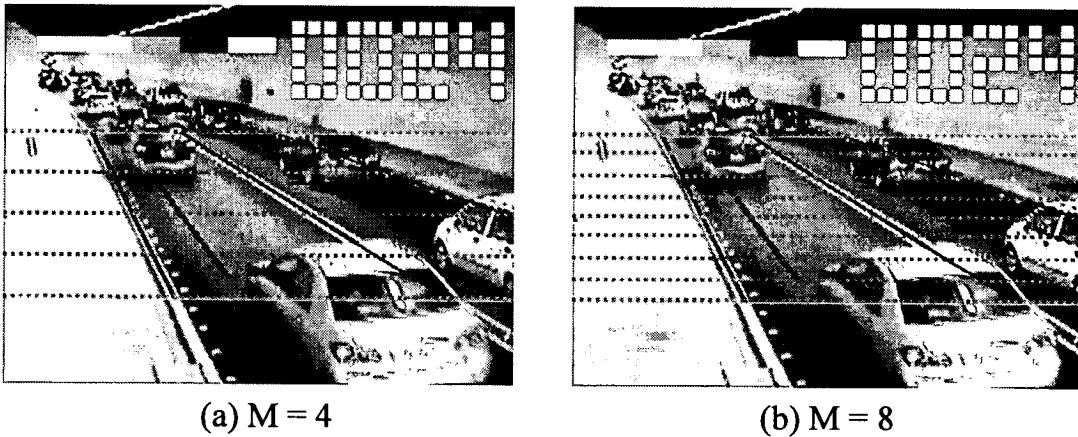


圖 3.2-2 畫面切割示意圖

$$m_i = \frac{m_i \times (N-1) + x_{ij}}{N_j}, \quad i=1,2,\dots,M, \quad N=1,2,\dots,N \quad \text{公式 3.2-2}$$

計算完 m_i 後，第二步驟即針對每 1 台通過區域 i 的車輛與 m_i 進行比對。判定事故車輛發生的條件為車輛 j 在區塊 i 所需的影像數 x_{ij} ，比平均 m_i 值多出 K 倍，其中 K 決定了判定是停止車輛的時間門檻值；若少於 K 倍平均值，則為正常車輛，並將 x_{ij} 透過公式 3.2-2 來更新 m_i 。其偵測流程如圖 3.2-3。在本系統中， K 目前選擇 4，但也可以依照實務單位的需求，做動態的調整。此演算法可以在不同的車流環境下，透過更新的方式以適應不同的車流，並偵測出靜止車輛。除此之外，此演算法動態決定一判定事故車輛的臨界值，並不需要透過任何速度校正的過程，因此，也可以減少因為影像深處造成較大誤差的產生。

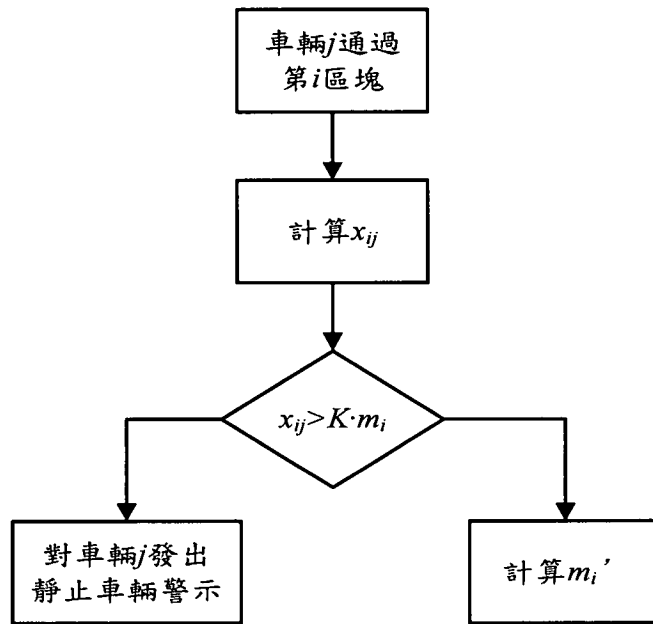
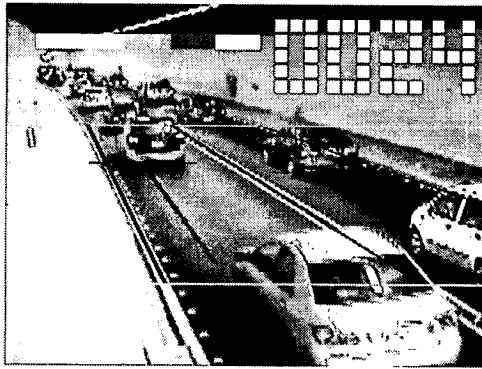
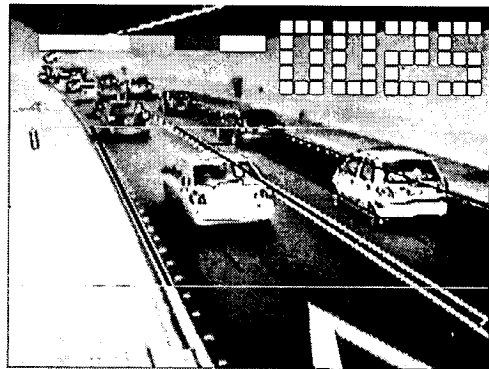


圖 3.2-3 靜止車輛偵測流程

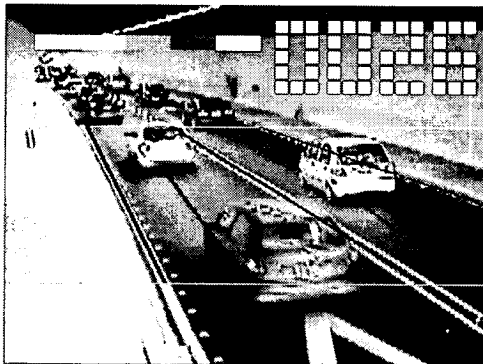
圖 3.2-4 展示 1 輛自小客車在外側車道暫停約 8 秒的時間，系統透過上述演算法，成功的將暫停車輛以閃爍的形式進行事件警示。圖 3.2-4(a)到圖 3.2-4(c)為小客車停車的過程，圖 3.2-4(d)到圖 3.2-4(f)為事件警示過程，正常車輛只標示車輛底部位置，發生事故的車輛將以紅色外框呈現並加以閃爍，以利管理人員進行監控。圖 3.2-4(g)到圖 3.2-4(h)為該事故車輛自行排除事故並駛離現場的影像。



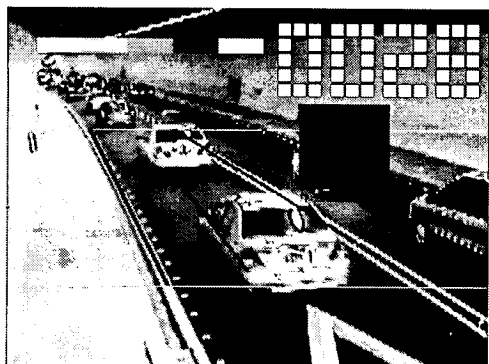
(a)



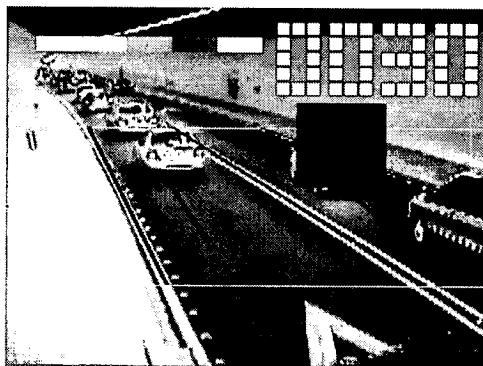
(b)



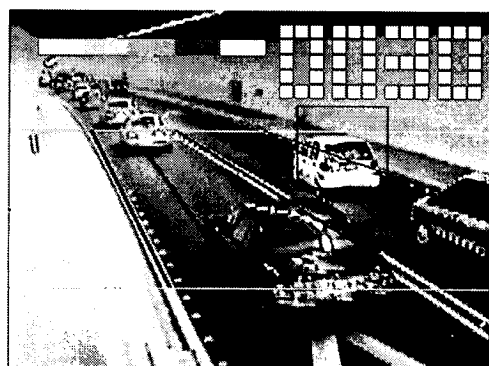
(c)



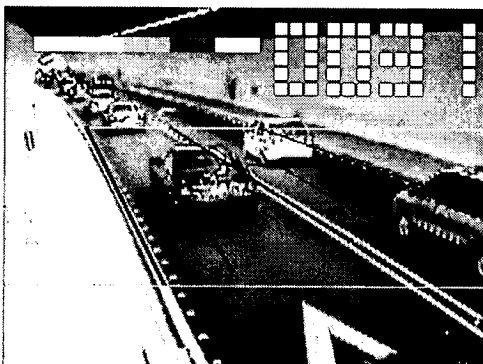
(d)



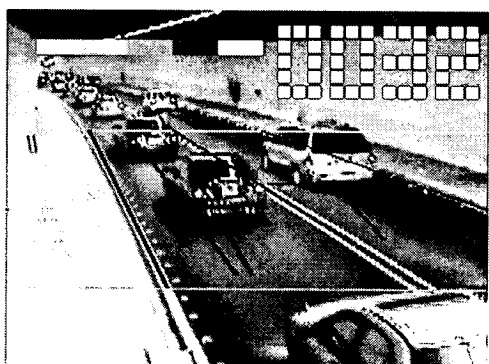
(e)



(f)



(g)



(h)

圖 3.2-4 事故車輛偵測

B.異常車速偵測：

以國道五號雪山隧道路段為例，目前最低車速不得低於 60 公里，最高車速不得高於 80 公里，且提供 10 公里的速限寬容值，在國道上若超速超過 60 公里以上，則屬於嚴重超速。若假設車輛是在道路上以等速前進，而非即將停車或突然加速的狀態，則可以透過位移與時間差異來計算通過監控畫面的車速。時間差等資訊反映到影像上可直接對應該監控系統的單位時間幅數(frame rate)，並以 FPS(frame per second)為單位，若以規格較高的平台進行運算，則可以獲得較高的 frame rate；透過計算被追蹤物件的追蹤影像總幅數，搭配該運算平台的處理效率，可以得知在監控區域由 A 點到 B 點所耗費的時間。

在真實世界的位移，可以由三度空間的三維向量來描述，然而，經過攝影機呈現以後，則會將真實世界三度空間的資訊，透過影像轉換公式轉移到影像世界的二度空間。由於維度的減少，因此會導致資訊的消失。主要的失真會發生在距離攝影機較遠處，相鄰的像素可能會有數公尺的差異，隨著距離的增加，誤差也會隨之增加。此誤差的影響，容易導致在車速的計算會有不準的現象，這是以影像為基礎來設計車速偵測無法避免的問題。然而，雖然無法透過影像精確的得知車速的數值，然而，依舊可以粗略的估計大概落於哪一個範圍。速度的估算仍然是透過空間位移與時間差來計算其平均速度。

異常車速的偵測，延伸 3.2.A.事故車輛之演算法。事故車輛之演算法，透過一 K 值決定車輛停留於畫面之最高動態門檻值，當停留影像張數超過該門檻值，則判定為停止車輛。異常車速中的慢速車輛，其影像特性為佔有畫面較長之時間，可以選擇 K_s 值來做判斷，其中， K_s 必須小於停止車輛所用之門檻值 K ，但 K_s 必須大於 1，原因是因為相較其他車輛花較多時間通過畫面；異常車速中的超速車輛，其影像特性為佔有畫面較短之時間，可以選擇 K_f 值來做判斷，然而， K_f 必須為一小於 1 之數字，原因是因為相較其他車輛花較少時間通過畫面。

以上述演算法所得之異常車輛，是異常於周圍車輛，然而，若要與執法系統結合，則必須搭配車輛之絕對速率。由於 CCTV 影像不易取得攝影機焦距的參數，也不易取得其架設的參數如高度、仰角及平掃角等參數。因此不易建立攝影機在真實世界與影像世界的轉換模型。所以，空間位移可以透過利用標的物手動估測一距離，其標的物間的距離可以透過交通法規或真實量測而得知距離。如圖 3.2-5 所示，標的物是選擇中央車道線的貓眼，相鄰的貓眼距離約 4 公尺，因此，由紅色虛線當做空間位移的量測標線大約 8 公尺。當車輛通過該二量測標線後，系統會紀錄通過的影像幅數，並參考系統的 frame rate，換算對應的時間差，可推算在該區間內的平均空間速率，若超過預設的門檻值，則會發出警示。

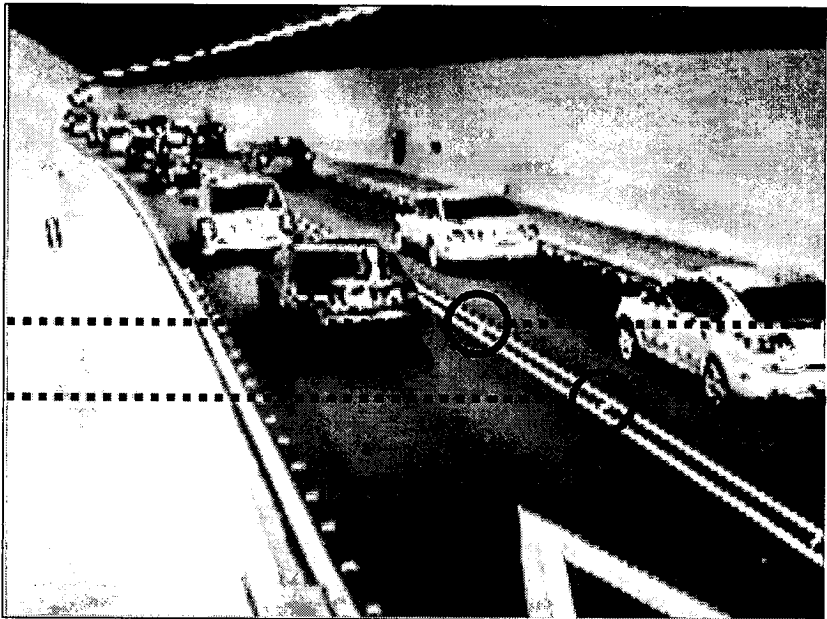


圖 3.2-5 標的物距離估測

C.車輛壅塞偵測：

監控系統的車輛壅塞偵測是參考道路服務水準(Level of Service, LOS)進行定義。道路服務水準意指量化道路服務品質的優劣程度，而根據道路容量分析方法，將道路服務水準區分為 A、B、C、D、E、F 等六個等級，其中 A 代表最佳的服務水準，F 代表最差的服務水準，而對於不同道路設施，其定義亦有所差異。根據本所[69]之定義，可將道路設施區分為 16 項，如表 3.2-1 所示：

表 3.2-1 道路設施分類

1.高速公路基本路段	2.進口匝道路段
3.出口匝道路段	4.高速公路交織路段
5.高速公路收費站	6.市區高架快速道路
7.市區地下道路	8.多車道郊區公路
9.雙車道郊區公路	10.號誌化交叉路口
11.非號誌化交叉路口	12.圓環
13.都市幹道	14.公車設施
15.機車專用道	16.行人交通

而除了公車設施、機車專用道、行人交通等 3 項與影像式偵測器研究之相關性較為低外，其餘 13 項道路服務水準計算方式與服務水準劃分等級，可參閱本所 2001 年臺灣地區公路容量手冊來訂定。

本研究的測試地點為國道五號雪山隧道，由於目前「公路容量手冊」中尚無制定長隧道服務水準等級之劃分標準，考量國道五號雪山隧道速度上限為 80 公里，本研究服務水準臨界值的選擇暫參考「市區高架快速道路」項目中，對於限速 80 公里路段所定義的參數（如表 3.2-2 所示），並利用這些參數來偵測交通環境壅塞的程度。這個部分未來可依照隧道路段道路服務水準之定義而設定。

道路服務水準依照壅塞程度由順暢到壅塞分成 A 到 F 共 6 級，A 級到 F 級分別為「自由車流」、「穩定車流」、「穩定車流(高車速)」、「穩定車流(高密度)」、「接近容量之不穩定車流」與「強迫車流」。

表 3.2-2 限速 80 公里/小時之市區高架快速道路服務水準等級之劃分標準

服務水準	密度 D(小客車/公里/車道)	平均速率(公里/小時)
A	$0 \leq D < 13$	≥ 70
B	$13 \leq D < 20$	≥ 65
C	$20 \leq D < 28$	≥ 60
D	$28 \leq D < 38$	≥ 50
E	$38 \leq D < 50$	≥ 40
F	$D \geq 50$	或 < 40

服務水準的決定，可以透過兩種方式進行分級，第 1 種方式是透過密度來決定，第 2 種方式是透過平均速率來決定。然而，由於透過影像直接進行速率的計算，容易因為影像失真而造成較大的誤差，所以本研究選擇第 1 種方式透過密度來決定服務水準的等級。

密度的計算如公式 3.2-3。透過公式 3.2-3 可發現，當佔有率越高的時候，表示車流持續的出現在畫面中，因此對應的密度較高，會較接近較不理想的服務水準，即壅塞程度較高。除此之外，佔有率的偵測區域長度也會影響到密度的計算，對應相同的佔有率值，較長的偵測區域易所涵蓋的範圍較大，會對應較小的密度值。

$$D = \frac{Q}{V} = \frac{10 \times K}{L_D + L_V} \quad \text{公式 3.2-3}$$

其中， D 為密度(輛/公里)，

Q 為流量(小客車/小時)，

V 為平均速率(公里/小時)，

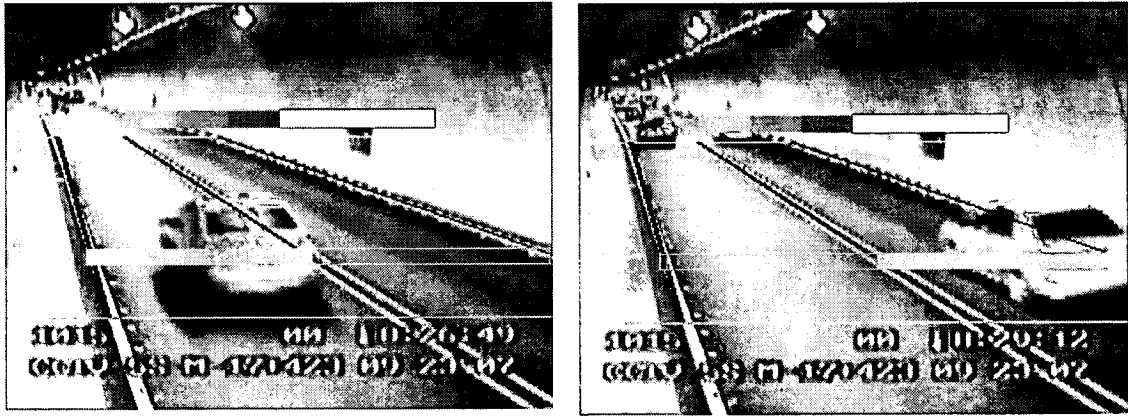
K 為佔有率(%)，即車輛佔據偵測區的時間比率，比如 5 分鐘內所有車輛佔據偵測區的總時間為 2 分鐘，則佔有率為 40%，

L_D 為占有率偵測區長度(公尺)，

L_V 為平均車長(公尺)。

如上所述，壅塞程度的計算，必須從影像上計算佔有率。佔有率的計算，是在影像上每一個車道上取一佔有率偵測區塊，首先，在該車道上計算移動物體的前景密度，當大於某一門檻值，則認定該區塊有車輛出現；若小於某一門檻值，則判定該區塊沒有車輛出現，且可能是因為雜訊的干擾。如圖 3.2-6 中，(a)為左車道佔有率偵測區塊被佔有的偵測結果，(b)為右車道被佔有的偵測結果。第 1 步驟計算出每一張影像佔有的情形後，第 2 步驟則為在一固定影像張數 N 裡，計算區塊上曾被佔有的影像張數 N_i ，並利用式 3.2-4 估算機率 K ，所算出的 K 則為車道佔有率。以上流程，可以參照圖 3.2-7。

$$K = \frac{N_i}{N} \times 100\% \quad \text{公式 3.2-4}$$



(a)左車道佔有

(b)右車道佔有

圖 3.2-6 車道佔有偵測圖

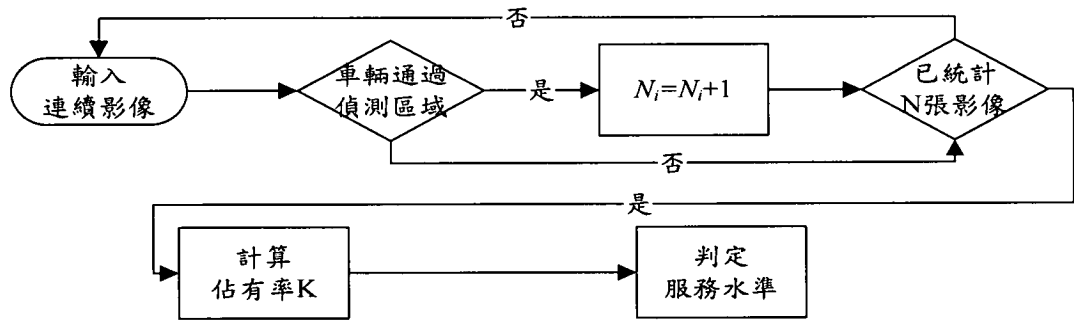
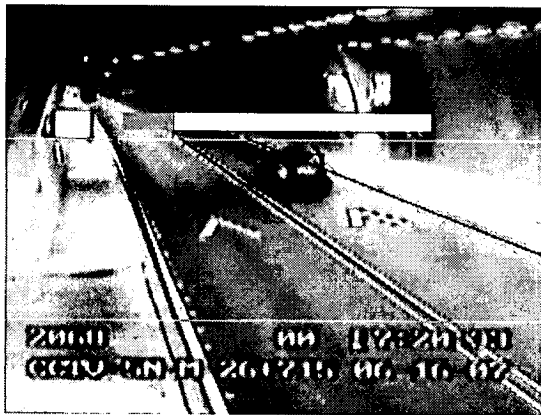
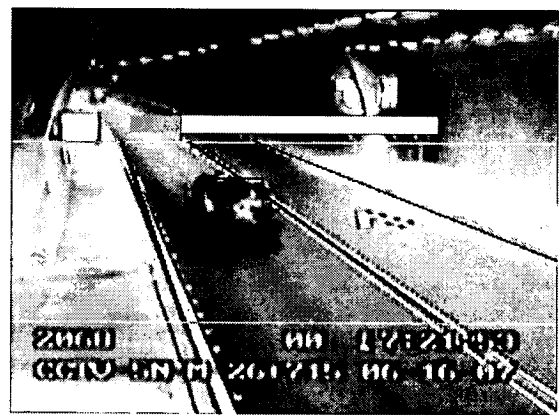


圖 3.2-7 壅塞程度偵測流程圖

圖 3.2-8 顯示壅塞程度的偵測結果，偵測出的壅塞等級呈現於上方橫條。綠色為最低等級，紅色為最高等級，系統會自動進行判定，並顯示於圖中。經過系統的自動判定，圖 3.2-8(a)(b)的車流量為等級 A，屬於自由車流，根據表 3.2.2 所提供參數，速率約為 70km/hr.，圖 3.2-8 (c)(d)的車流量定義為等級 D，屬於高密度穩定車流，速率約 50 到 60km/hr.，圖 3.2-8 (e)(f)判定為等級 F，屬於強迫車流，速率約為 40km/hr. 以下。



(a) 等級 A



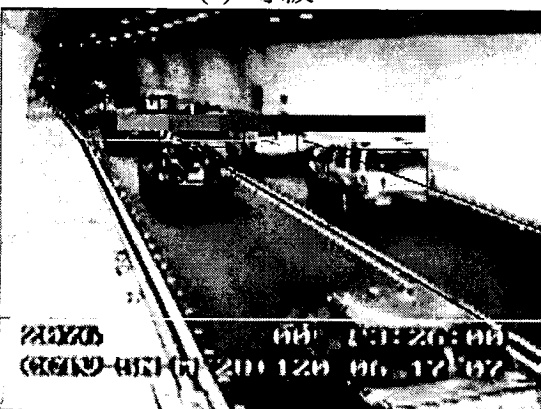
(b) 等級 A



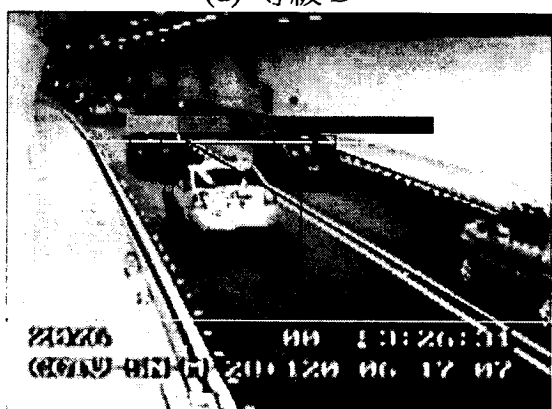
(c) 等級 D



(d) 等級 D



(e) 等級 F



(f) 等級 F

圖 3.2-8 壅塞程度偵測圖

D. 違規變換車道偵測：

變換車道的偵測演算法設計，是參考車輛在隧道內行進的追蹤軌跡為主要特徵，搭配系統自動偵測車道線位置的能力。當車輛進入畫面準備開始進行追蹤時，系統會以車輛的底部中點作為參考依據，並判定且紀錄該車輛的起始車道。當車輛持續行駛時，系統會比對車輛目前所在車道與起始車道，當車輛底部中點完成跨越車道線的動作後，系統判定該車輛違規變換車道。其中，跨越車道線的

動作判定是假設車道線L的直線方程式為 $y = ax + b$ 時， x 為影像座標水平軸， y 為影像座標縱軸， a 和 b 為方程式斜率與截距的參數。針對每一張輸入影像，車輛底部中點所在位置為 (X_n, Y_n) ，透過公式3.2-5與車道線進行比對， $C(n)$ 為第 n 張的比對結果，若發生相異，則判定為違規變換車道。

$$L : y - (ax + b) = 0$$

$$C(n) = \begin{cases} 1, & \text{if } y_n - (ax_n + b) \geq 0 \\ -1, & \text{if } y_n - (ax_n + b) < 0 \end{cases} \quad \text{公式 3.2-5}$$

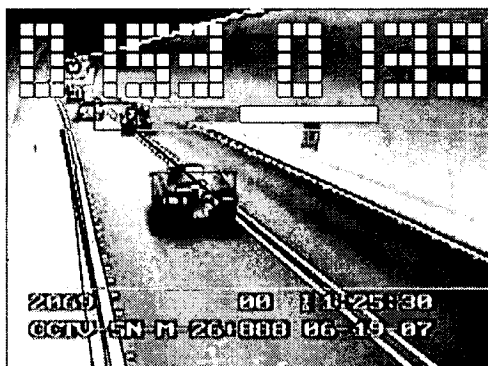
圖3.2-9(a)(c)(e)(g)顯示車輛在變換車道之前的追蹤影像，圖3.2-9(b)(d)(f)(h)展示車輛完成變換車道且系統自動偵測出違規車道變換並發出警示。其中圖3.2-9(e)(f)(g)(h)是源自連續的影像片段，由圖可見，系統具有連續偵測違規車輛的能力。



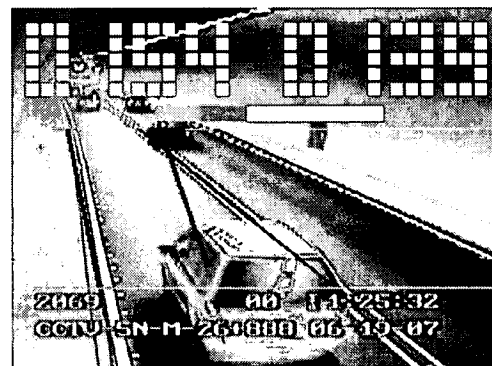
(a) 車輛1 變換車道前影像



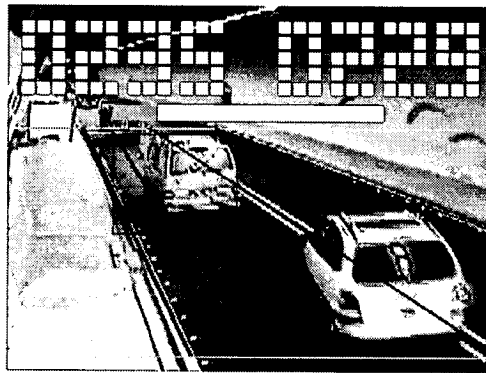
(b) 車輛1 變換車道後影像



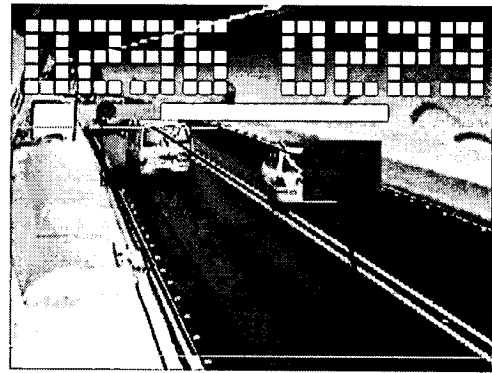
(c) 車輛2 變換車道前影像



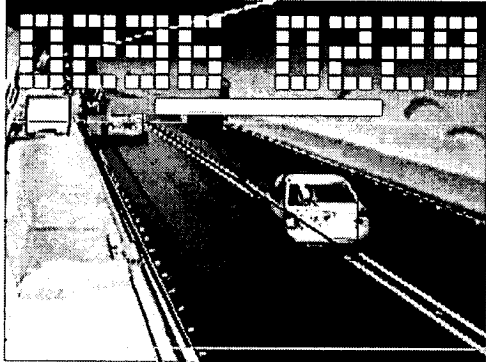
(d) 車輛2 變換車道後影像



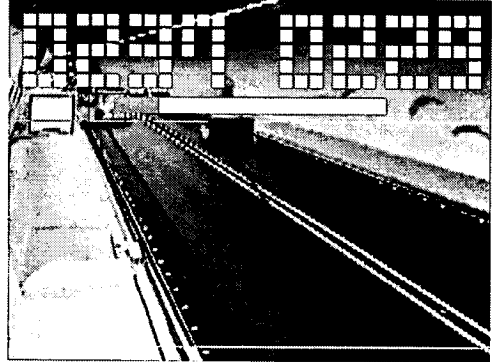
(e) 車輛 3 變換車道前影像



(f) 車輛 3 變換車道後影像



(g) 車輛 4 變換車道前影像

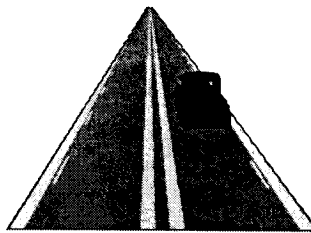


(h) 車輛 4 變換車道後影像

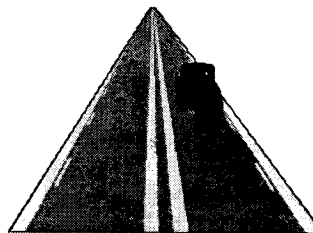
圖 3.2-9 違規變換車道警示影像

E. 掉落物偵測：

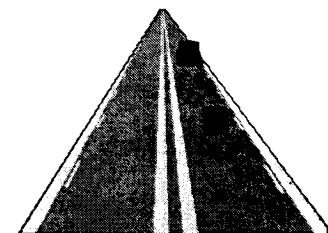
在長隧道中，若車輛不甚有掉落物落入，會在物件切割上出現一塊不是車輛的前景，此掉落物造成的前景可能會因為與車輛位置的分布關係被視為不同的物件。若掉落物與車輛位置相當接近，演算法會認為是車輛本體的一部分，並認為該前景可能是因為車輛切割過度破碎所造成，所以，必須要等車輛與掉落物漸漸分開，掉落物的特徵才會慢慢出現。



(a) 貨物尚在車上



(b) 貨物掉落時



(c) 貨物掉後一段時間

圖 3.2-10 掉落物示意圖

在實際道路監控影像上，當車道上突然有異物與行駛中之車輛分離並停滯在車道上時，根據多次實驗及觀察歸納得知，分離之停滯

物件具備3種特性「物件位置」、「停滯物件的速度」及「面積大小」。因此當行駛中之車輛分離出停滯物件時，則依舊可以透過前述物件切割技術來找尋出可能的掉落物，並同時計算掉落於畫面的累計時間，若停留於畫面的時間累計過多，則發出掉落物事件警示，其偵測流程如圖所示。然而，掉落物自身的大小以及掉落的位置，會因為影像深度可能的失真，而影響到系統的偵測能力，若掉落物發生於車多的車流環境下，也容易因為遮蔽的問題，導致偵測的準確率下降。依照本研究的演算法特性，該掉落物應至少佔有畫面 8×8 像素的大小。

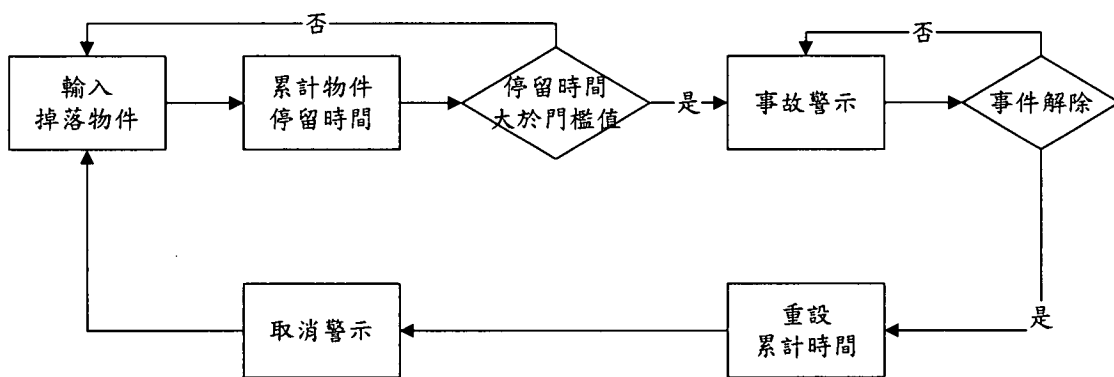
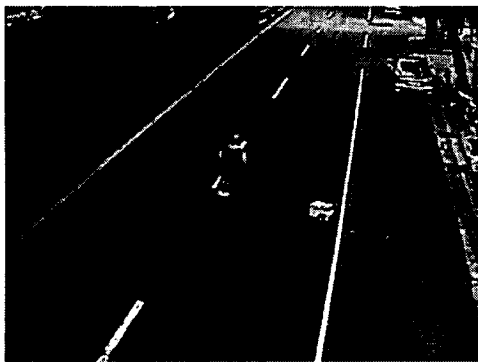
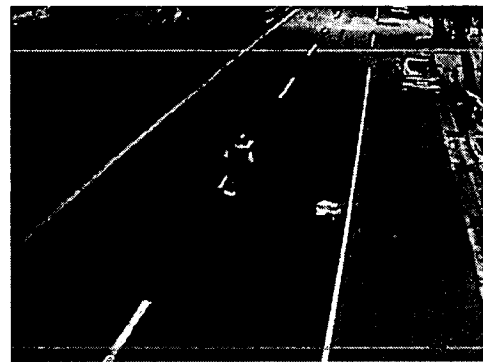


圖 3.2-11 掉落物偵測流程圖



(a)掉落物偵測原始影像



(b)掉落物偵測結果原始影像

圖 3.2-12 掉落物偵測結果

F.火焰偵測：

一般在隧道內若有火燒車的事件發生時，駕駛在第一時間內會把車輛停下來，系統會在此時先偵測到有停止車輛事件發生，再進一步確認是否有火焰。本研究採用 T.H. Chen[70]等人的方式對火焰的特徵進行描述。主要特徵分為兩類，第一類為火焰的色彩特徵，第

二類為火焰的動態特徵。

由於火焰的外焰高溫部分是絕對高溫，而且火焰本身的亮度大多集中在紅黃色，若以 RGB 色彩模型進行描述，則可以利用 R 分量先做初步篩選出有可能是火焰的候選區域，其篩選方式共用 3 條色彩法則，如公式 3.2-6 所示，利用色彩法則 1 選出影像中 R 分量較高的區域，再透過色彩法則 2 來比較 RGB 的大小關係，選出畫面中色溫較高影像偏紅的區域，最後在利用色彩法則 3 分析選取區域色彩的飽和度，主要是避免受到背景亮度的影響。

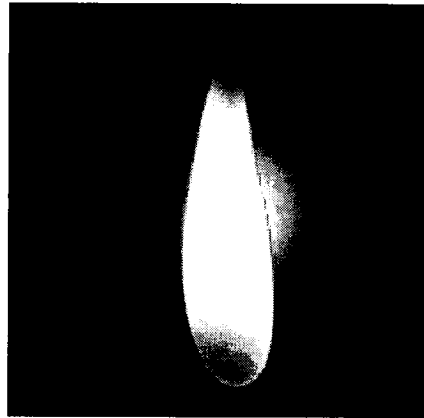


圖 3.2-13 火焰圖像[71]

$$\text{色彩法則 1: } R > R_T$$

$$\text{色彩法則 2: } R \geq G \geq B$$

$$\text{色彩法則 3: } S > (255 - R) \cdot \frac{S_T}{R_T} \quad \text{公式 3.2-6}$$

透過火焰色彩分析，所選取出來的區域僅是色彩雷同火焰的區域，必須再對連續影像的選取區域進行火焰的動態特徵分析，以確認火焰的存在。由於火焰燃燒時會受到週遭氣流的影響而產生形狀改變的特徵，該特徵包含「輪廓變異」、「面積增益」與「火焰位置漂移」。「輪廓變異」是因為火焰的輪廓會隨著風勢與火勢而不停改變，因此，輪廓周長的標準差會大於特定門檻值；「面積增益」主要導因於火勢的逐漸增大，因此，針對連續影像的選取區域進行面積監控，會有漸增的趨勢。「火焰位置漂移」，主要是描述火焰隨著風勢，其位置會左右飄移。漂移的特徵，是透過選取區域的重心計算，並監控連續影像重心的差值。

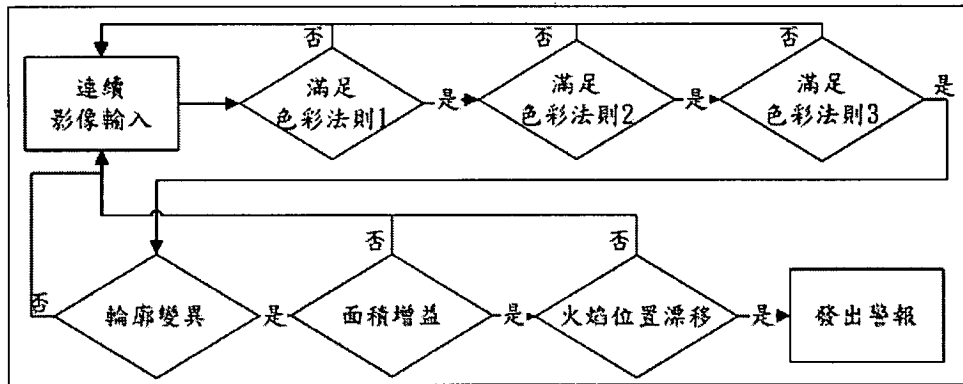


圖 3.2-14 火焰偵測流程圖

G. 煙霧偵測：

煙霧的產生，通常是因為燃燒不完全，其有幾項特質：一、因為是燃燒不完全所造成的，所以其溫度一定比一般的空氣溫度高；二、煙霧會使得畫面變得模糊；三、煙霧的色彩屬於灰階系列，並無彩色資訊。根據以上特質，本研究比對煙霧事件發生的前後影像，並透過「煙霧色彩特性」與「邊緣資訊」來進行煙霧偵測，其偵測流程如圖 3.2-15 所示。

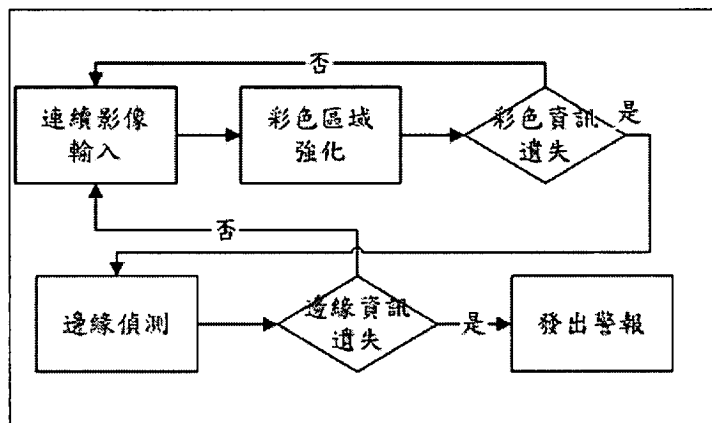


圖 3.2-15 煙霧偵測流程圖

由於煙霧的顏色為灰色，因此，沒有彩色的資訊。偵測的第一步驟，即是將色彩影像由 RGB 色彩模型轉換到 YCbCr 色彩模型，其中 Y 為色彩亮度；Cb 為與 Cr 為色度，其影響著畫面的彩色資訊。如圖 3.2-16 所示，圖 3.2-16(a)(e)為發生煙霧的前後彩色影像，圖 3.2-16 (b)(f)為發生煙霧的前後彩色影像的 Y 分量，圖 3.2-16 (c)(g)為發生煙霧的前後彩色影像的 Cb 分量，圖 3.2-16 (d)(h)為發生煙霧的前後彩色影像的 Cr 分量。由將圖 3.2-16(c)(d)與圖 3.2-16 (g)(h)互相比較，在煙霧較濃的地方，由於大部分為灰色，所以圖 3.2-16 (g)(h)

的強度明顯減弱很多。為了可以強化影像的色彩資訊，可透過公式 3.2-7 針對彩色區域進行增強，並得到一幅新的影像。其中，公式中的 i 與 j 分別代表像素的橫座標與縱座標。增強後的結果如圖所示，其中，圖 3.2-17(a)(c) 為原始影像，圖 3.2-17(b)(d) 為彩色區域強化後的影像，由圖 3.2-17 (b)(d) 可見，彩色特徵在煙霧存在的區域明顯遺失許多。

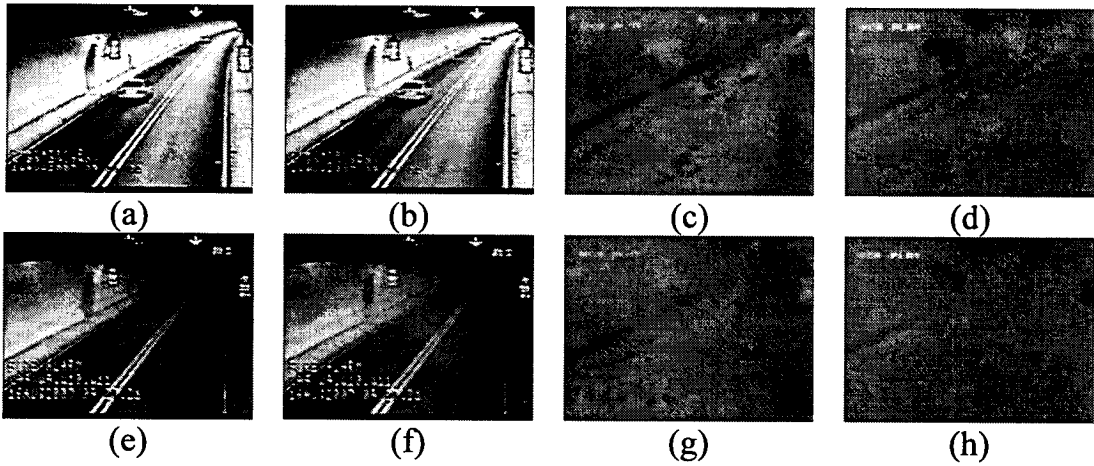


圖 3.2-16 YCbCr 色彩分離圖像

$$I_{ij}' = (Cb_{ij} - 128)^2 + (Cr_{ij} - 128)^2 \quad \forall i, j \quad \text{公式 3.2-7}$$

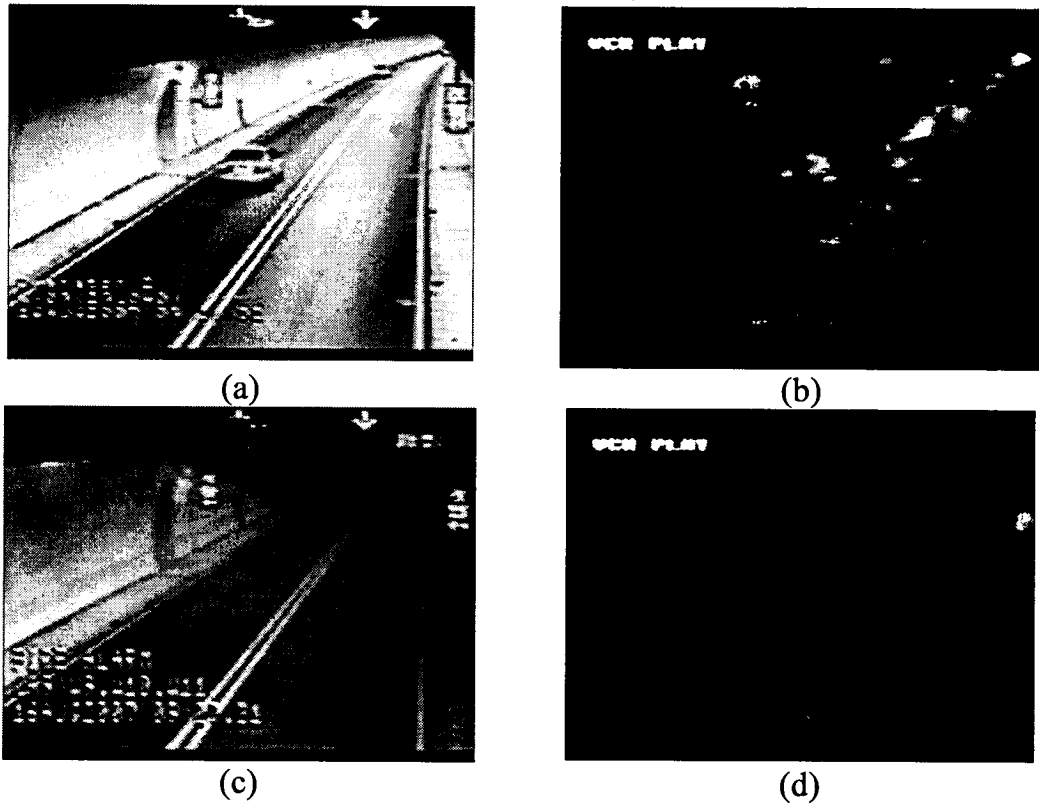


圖 3.2-17 彩色區域強化圖

當煙霧逐漸覆蓋畫面的時候，影像在邊緣等高頻資訊會逐漸的減弱，因此可以透過邊緣運算子來對畫面進行處理，並隨時監控邊緣的強度，以辨識煙霧的發生。圖為透過 Sobel 邊緣運算子來對影像進行處理，其中，圖 3.2-18 (a)(c)為原始影像，圖 3.2-18 (b)(d)為經過邊緣運算子處理過後的影像，由圖可見，在煙霧密佈的區域，邊緣資訊明顯減弱許多。

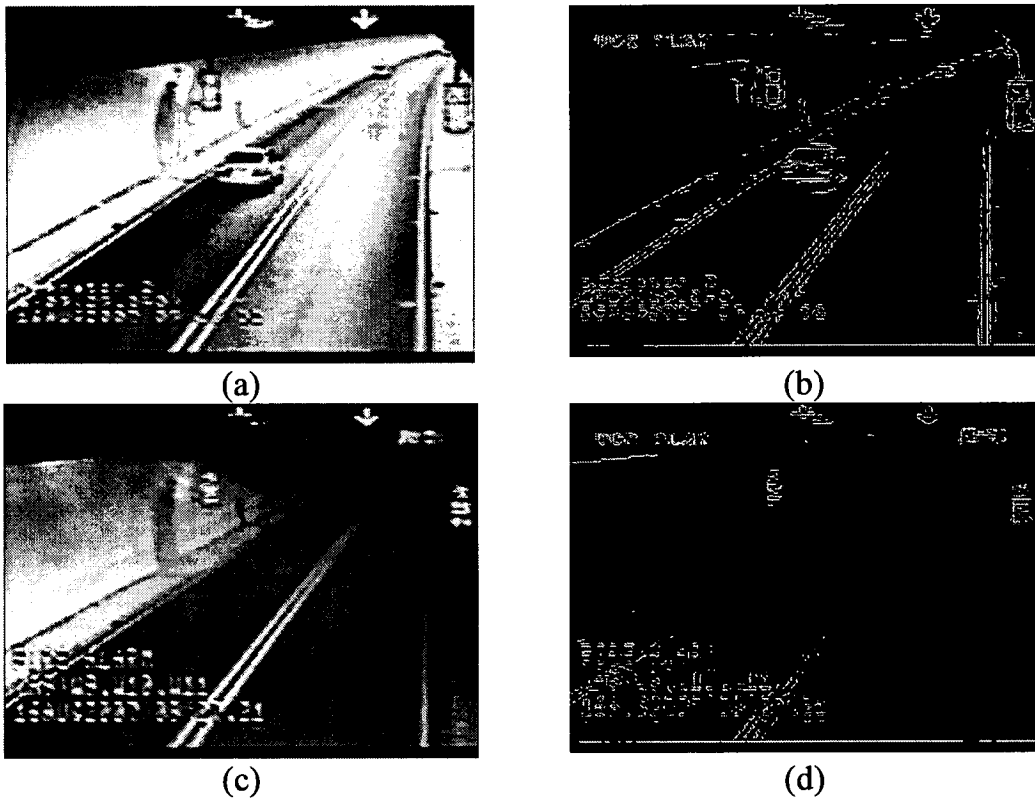


圖 3.2-18 彩色區域強化圖

H. 以 PTZ 攝影機追蹤事件：

在舉證違規事件車輛時，若以一般固定式攝影機所取得之畫面，因為攝影機影像為全域性影像，相較之下，影像中車牌所占影像之比例不足以用於辨識車號，造成舉證上困難。

因此，搭配一具 PTZ 攝影機，用於鎖定違規車輛之車牌與違規事件並加以追蹤，固定式攝影機取得違規車輛之畫面，經由違規事件偵測系統偵測出違規事件，藉由畫面所偵測出位置 (u, v) 利用轉換方程式推導出真實世界座標 (X_r, Y_r, Z_r) ，其中， X_r 為水平面橫軸上的位置， Y_r 為水平面縱軸上的位置， Z_r 為鉛直軸上的位置。計算出 PTZ

攝影機轉動平掃角及俯仰角之控制角度，並利用拉近功能將物件鎖定，以下將說明由影像座標 (u, v) 轉至世界座標 (X_r, Y_r, Z_r) 之過程。

首先，利用投影原理，我們將攝影機座標的點 (X_c, Y_c, Z_c) 投影到影像座標平面 (u, v) ，如圖 3.2-19 的 X_c 對應到影像中的 u 座標，攝影機座標的 Z_c 對應到影像中的 v 座標，因此利用單一攝影機將會損失攝影機座標的 Y_c ，也就是視深，這就是影像為何沒有立體感的原因。

利用透視原理 $\frac{udu}{f} = \frac{x}{y}$ ，整理後得到 $u = e_u \frac{x}{y}$ ，寫成通式為：

$$u = e_u \frac{X_c}{Y_c} \quad \text{公式 3.2-8}$$

同理，

$$\frac{v dv}{f} = \frac{Z_c}{Y_c} \Rightarrow v = e_v \frac{Z_c}{Y_c} \quad \text{公式 3.2-9}$$

其中，

$$e_u = \frac{f}{du} \quad \text{and} \quad e_v = \frac{f}{dv} \quad \text{公式 3.2-10}$$

其中 du 和 dv 影像中一個像素在世界座標中實際的寬度和高度。
 f 為攝影機焦距。

由公式 3.2-8 和公式 3.2-9 可知， Y_c 和 u 、 v 相關，換句話說同時融入 u 、 v 座標中，然而公式 3.2-8 和公式 3.2-9 是從攝影機座標 R^3 轉換到影像座標 R^2 ，因為包含除以 Y_c 這項，所以這是非線性的轉換。

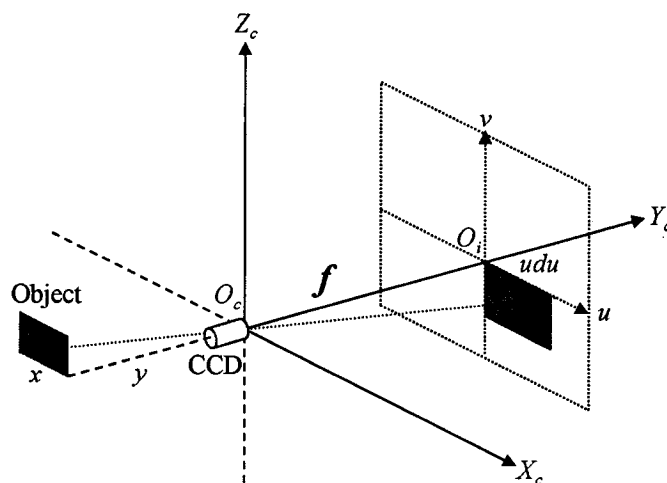


圖 3.2-19 攝影機座標和影像座標的關係

令 \mathbf{P}_{proj} 為一個 4×4 透視轉換矩陣，如公式 3.2-11 所示，

$$\mathbf{P}_{proj} = \begin{bmatrix} e_u & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_v & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{公式 3.2-11}$$

我們的目的是將攝影機座標轉換到影像座標，並且以矩陣的形式表示之，如公式 3.2-12 式所示：

$$\bar{I}_h = \mathbf{P}_{proj} \bar{C}_h \quad \text{公式 3.2-12}$$

其中 $\bar{I}_h = [x_i \ y_i \ z_i \ 1]'$ 是影像齊次座標， $\bar{C}_h = [X_c \ Y_c \ Z_c \ 1]'$ 是攝影機齊次座標。

轉換後可以得到：

$$\bar{I}_h = \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_u X_c \\ Y_c \\ e_v Z_c \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{公式 3.2-13}$$

而齊次影像中的座標可以由式公式 3.2-14 還原：

$$u = \frac{x_i}{y_i}, \quad v = \frac{z_i}{y_i} \quad \text{公式 3.2-14}$$

其結果與公式 3.2-8、公式 3.2-9 式相同。

接著，推導攝影機座標和世界座標的關係，如圖 3.2-20 所示， (X_c, Y_c, Z_c) 組合成攝影機座標， (X_r, Y_r, Z_r) 組合成世界座標。而為了有系統的運算，以矩陣的形式表示，因此令齊次世界座標系為 $\bar{W}_h = [X_r \ Y_r \ Z_r \ 1]'$ ，齊次攝影座標為 $\bar{C}_h = [X_c \ Y_c \ Z_c \ 1]'$ 。

通常齊次攝影機座標和齊次世界座標間的關係，是將齊次世界座標做平移，然後再旋轉，便可以得到齊次攝影機座標，如公式 3.2-15 所示：

$$\bar{C}_h = \mathbf{R}_r (\bar{W}_h - \bar{T}) \quad \text{公式 3.2-15}$$

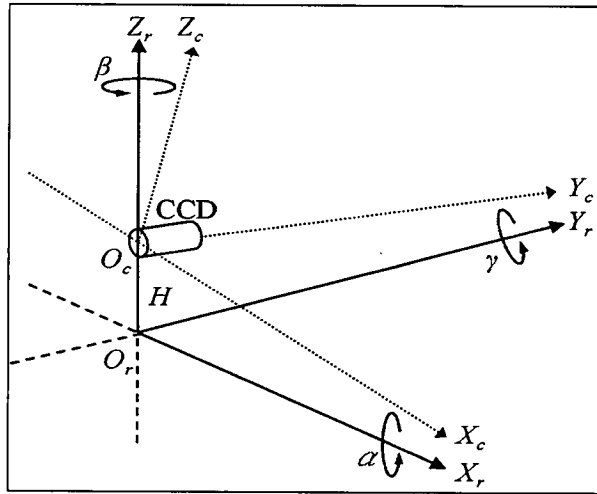


圖 3.2-20 攝影機座標和世界座標的關係

R_r 是 4×4 齊次世界座標和齊次攝影機座標的旋轉矩陣，而 \bar{T} 是 4×1 齊次攝影機座標原點和齊次世界座標原點的平移矩陣，從世界座標的原點 O_r 移動到影像座標的原點 O_c ，以圖 3.2-20 所示， H 表示 O_r 和 O_c 間的距離，因此平移矩陣可以用公式 3.2-16 所示：

$$\bar{T} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & H & 0 \end{bmatrix} \quad \text{公式 3.2-16}$$

通常旋轉矩陣 R_r 可以分解成 3 種旋轉矩陣， R_α 、 R_β 和 R_γ ，即

$$R_r = R_\alpha R_\beta R_\gamma \quad \text{公式 3.2-17}$$

α 、 β 、 γ 分別是繞 X 軸、 Z 軸、 Y 軸，從點 O_r 分別看向 $+X_r$ ， $+Z_r$ ，和 $+Y_r$ 軸的逆時針旋轉角度。繞 X 軸的旋轉矩陣如公式 3.2-18 所示，這個角度便是在實作中的俯仰角 (tilt angle)。

$$R_\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{公式 3.2-18}$$

繞 Z 軸的旋轉矩陣如公式 3.2-19 所示，這個角度是在實作中的平掃角 (pan angle)

$$R_\beta = \begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{公式 3.2-19}$$

繞Y軸的旋轉為擺盪角(swing angle)，其矩陣如公式 3.2-20 所示，

$$\mathbf{R}_\gamma = \begin{bmatrix} \cos \gamma & 0 & -\sin \gamma & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \gamma & 0 & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{公式 3.2-20}$$

通常繞Y軸的旋轉角度 γ 便是攝影機自己旋轉的角度，以此事件追蹤應用而言，我們不會旋轉這個角度，也就是我們假設這個角度為0度，因此，把公式 3.2-21 改寫成：

$$\mathbf{R}_r = \mathbf{R}_\alpha \mathbf{R}_\beta = \begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 & 0 \\ \cos \alpha \cdot \sin \beta & \cos \alpha \cdot \cos \beta & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha \cdot \sin \beta & \sin \alpha \cdot \cos \beta & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{公式 3.2-21}$$

我們將上述的攝影機座標、世界座標和影像座標整合在一起， \bar{C}_h 為齊次攝影機座標， \bar{I}_h 為齊次影像座標，兩者間存在著公式 3.2-12 的轉換式。利用公式 3.2-15 可以知道齊次世界座標 \bar{W}_h ，與齊次攝影機座標 \bar{C}_h 的關係。於是將公式 3.2-11、公式 3.2-15 代入公式 3.2-12 可以得到公式 3.2-22。

$$\bar{I}_h = \begin{pmatrix} e_u \cdot (\cos \beta \cdot X_r - \sin \beta \cdot Y_r) \\ \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot X_r + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot Y_r - \sin \alpha \cdot (Z_r - H) \\ e_v \cdot (\sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot X_r + \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot Y_r + \cos \alpha \cdot (Z_r - H)) \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{公式 3.2-22}$$

再利用公式 3.2-14，將齊次影像座標 還原成影像座標 (u, v) 。最後世界座標 (X_r, Y_r, Z_r) 轉換到影像座標 (u, v) 可以用公式 3.2-23 與公式 3.2-24 描述：

$$u = \frac{x_i}{y_i} = e_u \frac{\cos \beta \cdot X_r - \sin \beta \cdot Y_r}{\cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot X_r + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot Y_r - \sin \alpha \cdot (Z_r - H)} \quad \text{公式 3.2-23}$$

$$v = \frac{z_i}{y_i} = e_v \frac{\sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot X_r + \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot Y_r + \cos \alpha \cdot (Z_r - H)}{\cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot X_r + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot Y_r - \sin \alpha \cdot (Z_r - H)} \quad \text{公式 3.2-24}$$

令 $\beta=0$ ，上面之公式可以改寫成式公式 3.2-25、公式 3.2-26：

$$u = e_u \frac{(X_r)}{\cos \alpha \cdot Y_r - \sin \alpha \cdot (Z_r - H)} \quad \text{公式 3.2-25}$$

$$v = e_v \frac{(\sin \alpha \cdot Y_r + \cos \alpha \cdot (Z_r - H))}{\cos \alpha \cdot Y_r - \sin \alpha \cdot (Z_r - H)} \quad \text{公式 3.2-26}$$

其中令 $Z_r=0$ ，則 $Z'=(Z_r-H)=-H$ ，整理可得下列公式 3.2-27

$$\left\{ \begin{aligned} X_r &= \frac{u}{e_u} \left(\cos \alpha \frac{-H(\cos \alpha + \frac{v}{e_v} \sin \alpha)}{\frac{v}{e_v} \cos \alpha - \sin \alpha} + \sin \alpha H \right) = \frac{-HU}{\frac{v}{e_v} \cos \alpha - \sin \alpha} \\ Y_r &= \frac{-H(\cos \alpha + \frac{v}{e_v} \sin \alpha)}{\frac{v}{e_v} \cos \alpha - \sin \alpha} \end{aligned} \right. \quad \text{公式 3.2-27}$$

由於固定式攝影機與 PTZ 攝影機架設的位置十分接近，在此將兩者視為架設於同一點，經由固定式攝影機畫面中的 (u, v) ，由公式 3.2-27 計算可得世界座標 (X_r, Y_r, Z_r) ，如圖 3.2-21 所示再利用 X_r 、 Y_r 、 Z_r 之間之三角關係如公式 3.2-28 和公式 3.2-29 得到 PTZ 攝影機所需要之平掃角與俯仰角，藉由此兩參數的獲得來進行事件追蹤的目的，達到違規事件取締的效果。

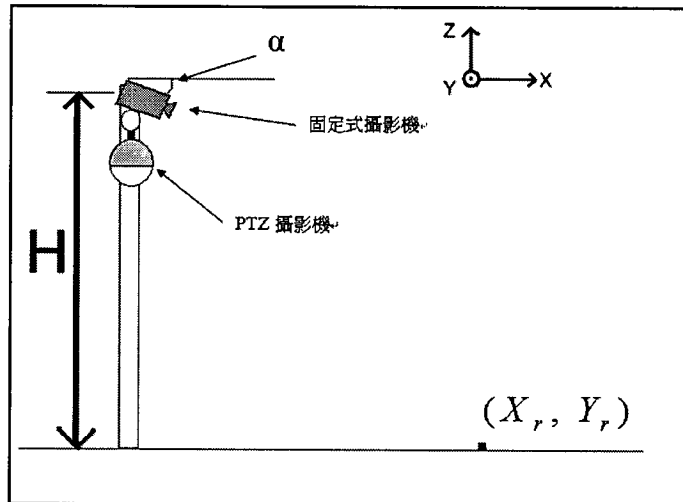


圖 3.2-21 攝影機架設示意圖

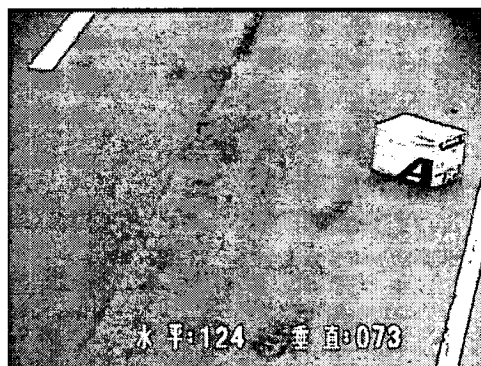
$$Tilt_{cmd} = \tan^{-1} \frac{H}{Y_r} \quad \text{公式 3.2-28}$$

$$Pan_{cmd} = \tan^{-1} \frac{X_r}{Y_r} \quad \text{公式 3.2-29}$$

當事件發生後，系統會根據固定攝機影像中所偵測到之掉落物件在影像中的 (u, v) 座標，如圖 3.2-12 所示，利用公式 3.2-27 計算出 (X_r, Y_r) ，所得到的物件世界座標再由公式 3.2-28 與公式 3.2-29 推出 $Tilt_{cmd}$ 、 Pan_{cmd} 由系統下命令給 PTZ 旋轉雲台轉至正確至位置，如圖 3.2-22(a)(b)，執行錄影工作，保存事件之記錄，可提供之後調閱使用。



(a)PTZ 攝影機移動前畫面



(b)PTZ 攝影機鎖定掉落物畫面

圖 3.2-22 PTZ 攝影機鎖定掉落物

3.3 錄影功能試作說明

3.3.1 錄影功能策略說明

為了讓事件偵測系統之操作人員能夠在事件發生後調閱事件發生前後的相關影像，本研究增加智慧型即時錄影功能。系統的錄影策略是設計兩個檔案儲存區塊，以一個固定時間長度，輪流存放即時影像資料，當該儲存區塊在固定儲存影像的時間內，沒有事件發生時，則這段影像資料先暫時被保留，待下次需重新使用此區塊時，再將該區塊原先保留的資料直接被刪除，如圖 3.3.1-1 所示，區塊 1 與區塊 2 交替使用，其中，區塊 1 與區塊 2 的交替部分設計一個重疊時間，主要是避免在交替瞬間發生事件，系統產生些許畫面遺漏的情況發生。

當事件發生的時候，事件偵測模組會產生一個事件發生的訊號，此時正在進行影像儲存的區塊將不會受到使用者設定的固定長度時間限制，而會持續一直錄影下去，直到操作人員發出停止請求，該錄影區塊才停止繼續錄影，而將影像資料命名之後進行存檔工作。此時，錄影功能恢復成原來固定時間長度交替儲存的模式。

值得注意的是，當事件發生的時間點在兩個儲存區塊重疊時間內，即將關閉的區塊依照上段說明，繼續其影像儲存工作而不受到固定時間影響，此時，新啟動的影像儲存區塊將直接被清除，暫時不進行影像儲存工作，待操作人員提出事件錄影結束的請求後，才重新啟動該區塊，進行錄影工作。

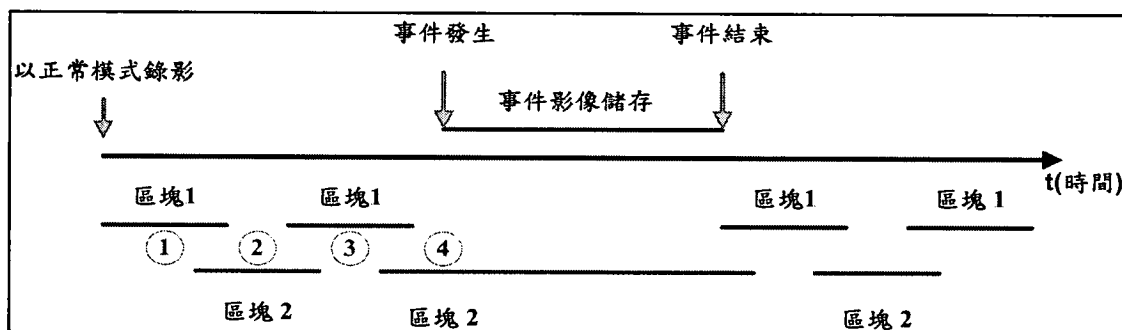


圖 3.3.1-1 事件影像儲存示意圖

3.3.2 錄影功能硬體說明

本案所發展的系統，延續前期的車輛偵測功能，再增加事件偵測之功能，功能十分完整，所帶來的運算量使得錄影功能所需要的影像壓縮運算，在現有的 CPU 運算能力已經無法勝任。因此，影像壓縮的工作必須尋求外援，如圖 3.3.2-1 所示，ADLink MPG24 即時影像壓縮卡是本研究選擇的硬體方案。

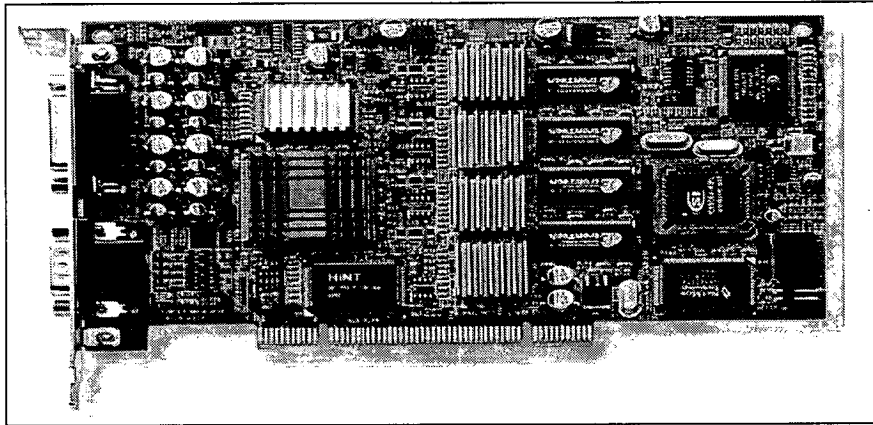


圖 3.3.2-1 PCI-MPG24 硬體影像壓縮卡

這張影像壓縮卡的壓縮影像輸出格式為 MPEG-4，一般瀏覽器皆有支援此一格式，加上其壓縮倍率較其他壓縮格式高，不論是網路傳輸或大量儲存，都與其特性相符。同時，這張影像壓縮卡所支援的即時影像，類比與數位轉換的格式是 RGB24，這個格式與我們車輛偵測、事件偵測演算法所使用的格式相同，在程式移植上不會有問題。

3.3.3 錄影功能開發軟體說明

以下是功能測試畫面，並非本案所發展的整合介面。如圖 3.3.3-1 所示，目前畫面是存放於第一區塊，第二區塊尚未被使用，且事件偵測狀況是無事件發生。當一個固定時間結束，影像資料將被置放於第二區塊，如圖 3.3.3-2 所示，綠色長條顯示該區塊正在被使用，黃色長條顯示該區塊的資料暫時被保留。

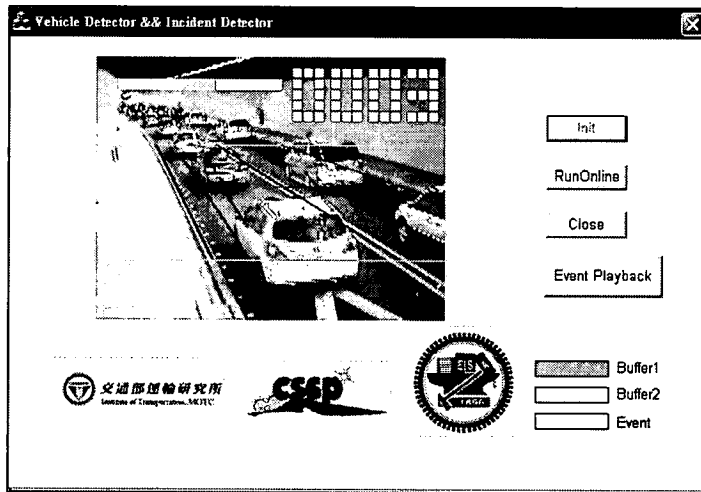


圖 3.3.3-1 錄影功能第一區塊使用中之示意圖

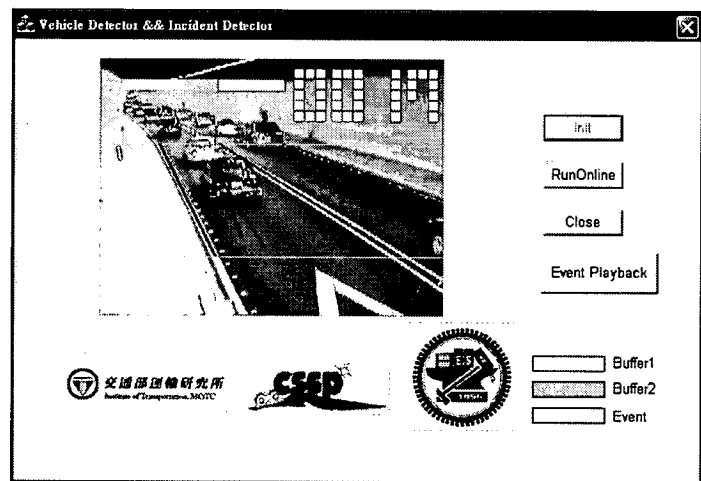


圖 3.3.3-2 錄影功能第二區塊使用中之示意圖

當第一區塊在使用中，如圖 3.3.3-3 所示，有事件發生如圖 3.3.3-4 所示，則錄影系統之模式進入事件錄影狀態，區塊一的使用在事件結束前，將持續被延長，如圖 3.3.3-5 與 3.3.3-6 所示。

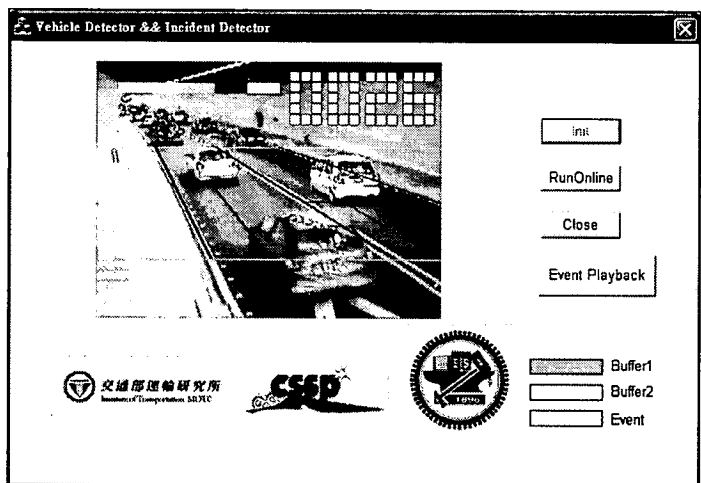


圖 3.3.3-3 錄影功能第一區塊使用中之示意圖

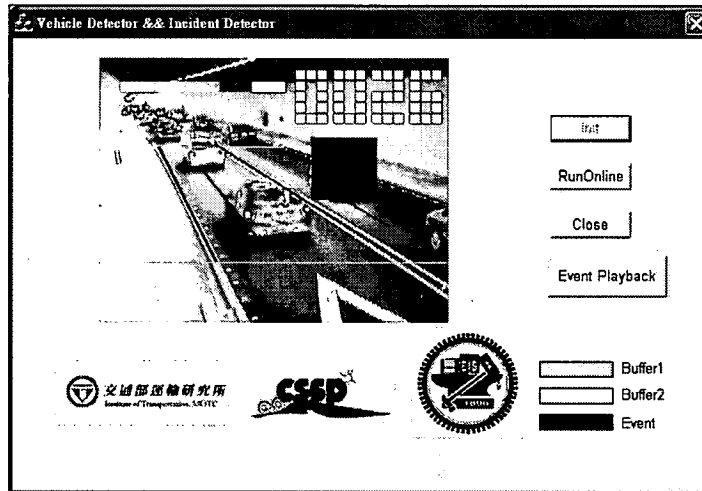


圖 3.3.3-4 事件發生錄影模式示意圖

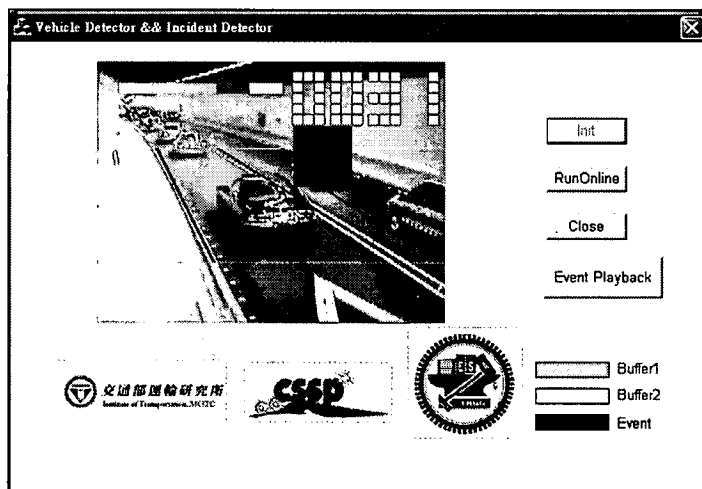


圖 3.3.3-5 事件發生錄影模式示意圖(續)

當事件狀況解除後，事件錄影功能立即被停止，如圖 3.3.3-6 所示，影像存放區塊轉換成區塊二，從此刻開始，錄影策略恢復最初的規則。

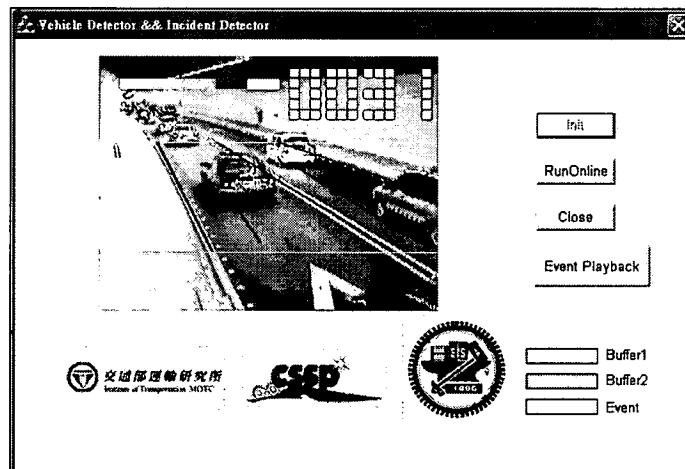


圖 3.3.3-6 事件解除錄影模式示意圖

3.4 後端管理介面開發

下圖 3.4-1 為車輛偵測器與事件警示服務系統的管理介面，是透過 Microsoft Visual Studio 2005 的視窗程式發展環境進行研發。監控人員可以透過此系統的操作，掌握系統在工作期間，相關的交通資訊或事件資訊。

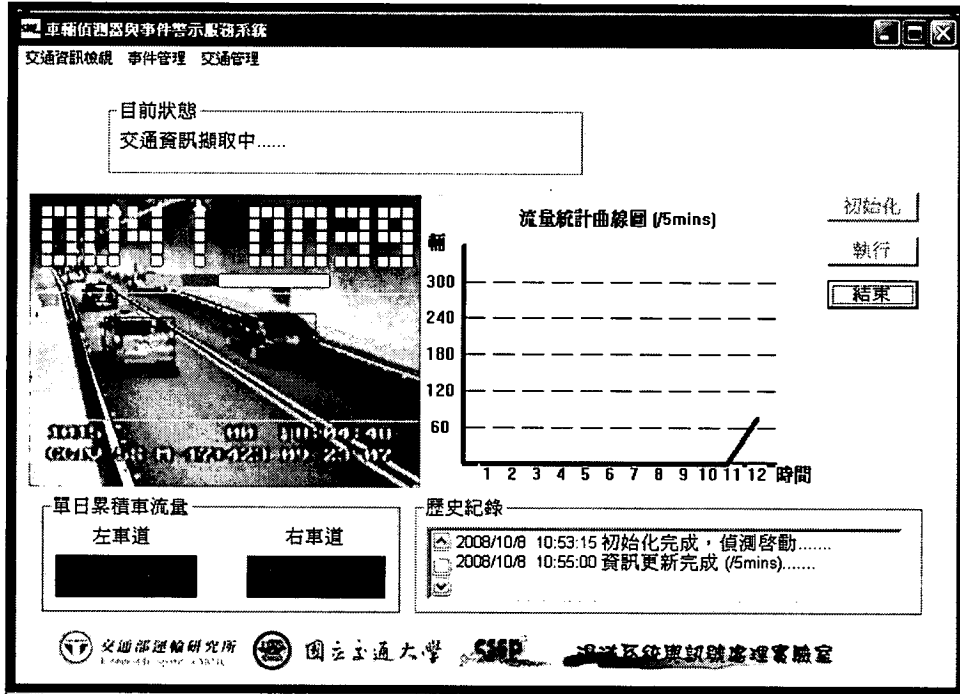


圖 3.4-1 車輛偵測器與事件警示服務系統管理介面

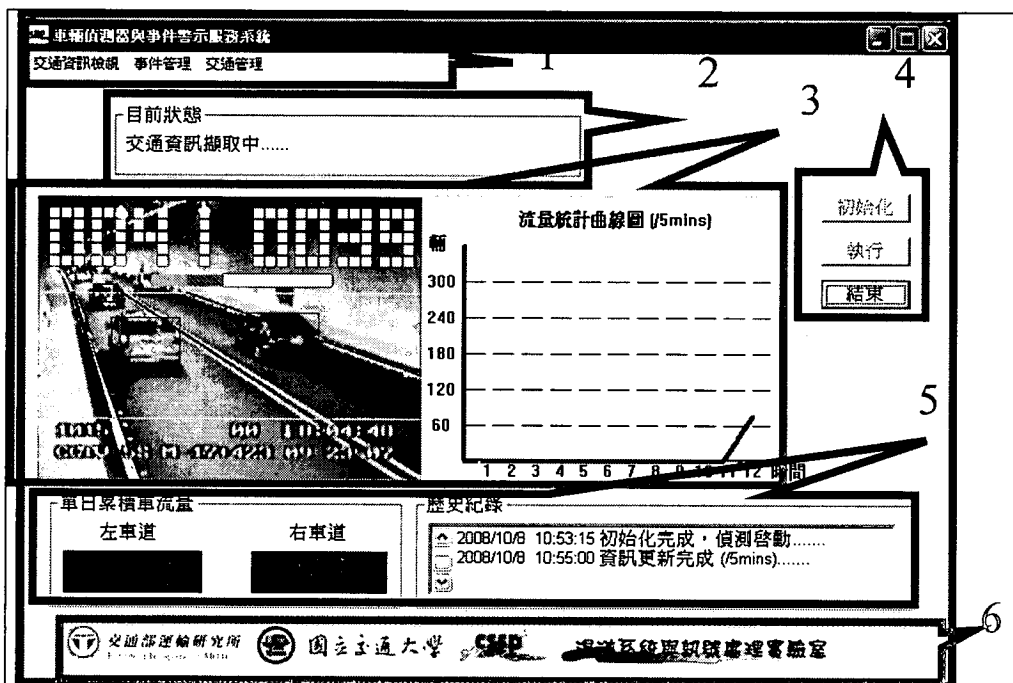


圖 3.4.1-1 車輛偵測器與事件警示服務系統管理介面功能區塊說明圖

3.4.1 外觀說明

系統介面外觀共 6 大區塊，上圖 3.4.1-1 從 1 到 6 依序分別是選單區、工作狀態區、圖形資訊區、程式控制區、文字資訊區以及研發團隊區。

1. 選單區

管理介面的相關管理功能，皆可以透過選單區進行操作，選單內分別是交通資訊檢視、事件管理以及交通管理等 3 大部分。

2. 工作狀態區

工作狀態區透過閃爍文字的方式，確認程式正在進行。系統可能出現的狀態為程式初始化中、交通資訊擷取中以及事件發生中，請確認。系統透過此狀態，告知管理人員系統的運行狀態，以便管理人員進行故障的排除。

3. 圖形資訊區

系統在此區域以圖形化的介面，告知管理人員所擷取到的交通資訊。該區域左圖為輸入影像透過影像處理技術所分析出來的結果，右圖為單位時間所計算的交通流量曲線圖，其中單位時間可透過選單選擇以小時為單位或以 5 分鐘為單位。

4. 程式控制區

程式啟動必須在程式控制區操作，先啟動程式初始化做硬體設定，在選擇執行後，系統即可開始工作。當要結束程式的時候，則按下結束鍵，即可自動結束程式。

5. 文字資訊區

文字資訊區域分為兩大欄位，左欄顯示當日左車道和右車道的累積車流量。右欄為歷史紀錄欄，該欄位記錄下系統所有運作與其發生的時間，其中包括程式啟動時間、資訊更新時間或事件發生與解除時間等相關動作。

6.研發團隊區

如圖所示，此系統由本所與國立交通大學渾沌系統與訊號處理實驗室共同研發。

3.4.2 選單說明

交通資訊檢視：

交通資訊檢視共有 6 個選項，分別是：流量統計、車速統計、壅塞程度統計、無、流量報表匯出以及歷史紀錄匯出，如圖 3.4.2-1 所示。

交通資訊檢視：流量統計

此選單可以自動選擇在圖形資訊區裡觀看過去 12 個單位時間的流量統計值，其中單位時間可以在子選單內選擇以 5 分鐘為單位、以時為單位、以日為單位或者是以周為單位。

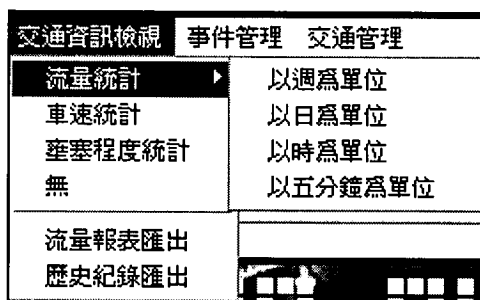
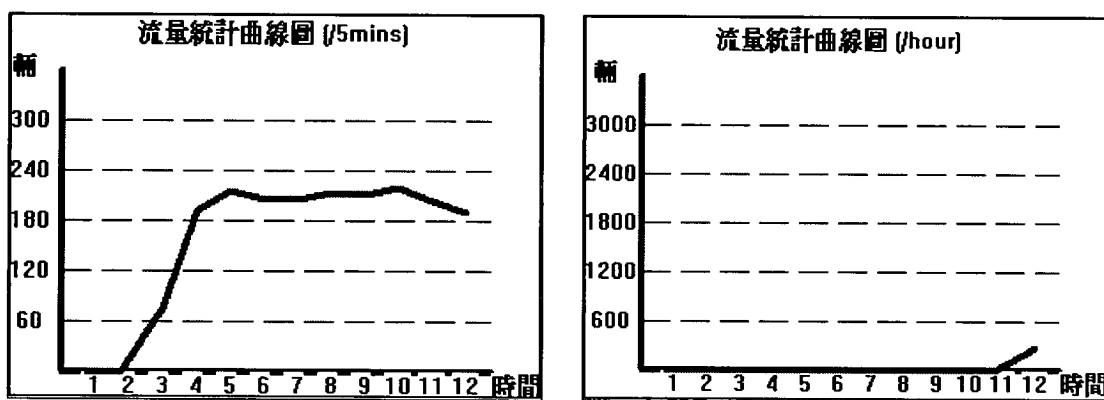


圖 3.4.2-1 交通資訊選單



(a)以 5 分鐘為單位流量統計圖

(b)以小時為單位流量統計圖

圖 3.4.2-2 不同單位之流量統計圖

交通資訊檢視：車速統計

點選此選單後，系統會顯示過去一段時間裡的平均車速統計圖形，其車速的計算方法請參閱 3.2 節，顯示結果如圖 3.4.2-3 所示。

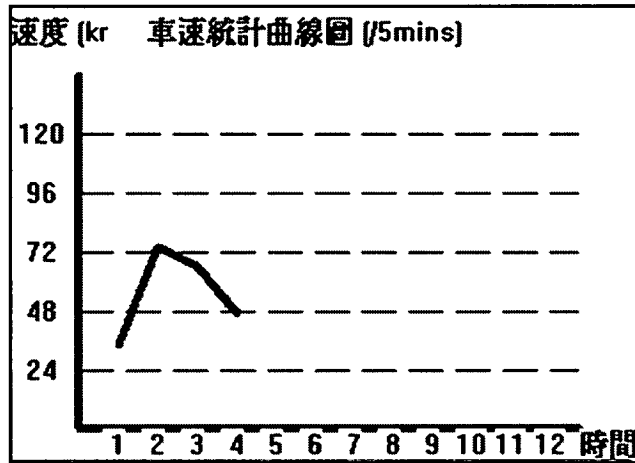


圖 3.4.2-3 車速統計圖

交通資訊檢視：壅塞程度統計

點選此選單後，系統會顯示過去一段時間裡的平均壅塞統計圖形，其壅塞程度的計算方法請參閱 3.2 節，顯示結果如圖 3.4.2-4 所示。

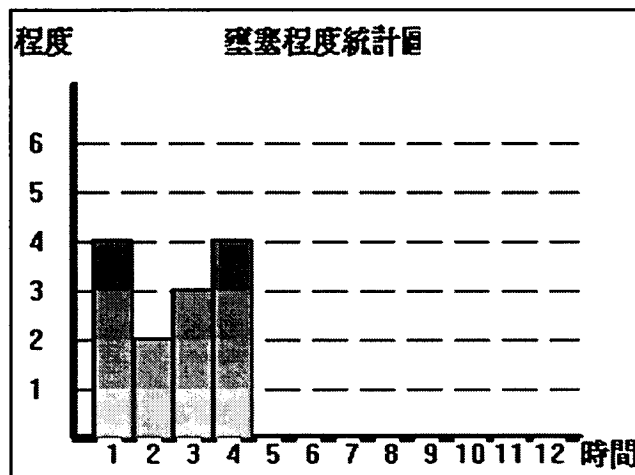


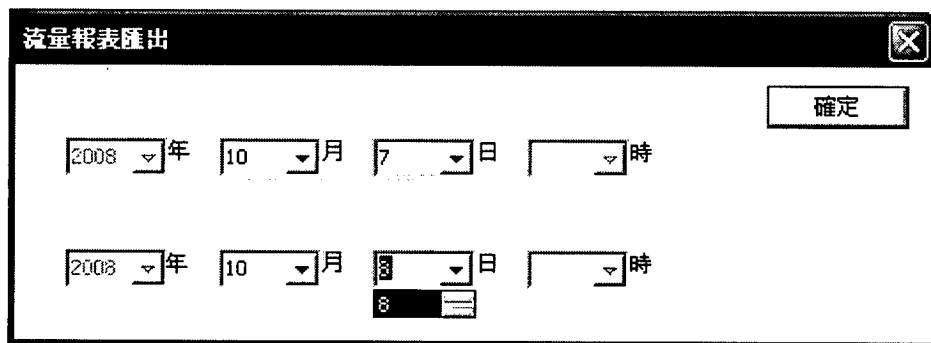
圖 3.4.2-4 壅塞程度統計圖

交通資訊檢視：無

點選此選單以後，在圖形化資訊區域不顯示任何圖像，以黑畫面做顯示。

交通資訊檢視：流量報表匯出

點選此選單後，會彈出流量報表匯出的對話視窗，可選擇管理者欲匯出的起始時間與結束時間，按下確定鍵後，系統會進入資料庫自動比對欲匯出的時間區段，並彈出 Excel 視窗，文件內容則是選擇時間區段內的流量報表。圖 3.4.2-5 顯示選擇 2008 年 10 月 7 號至 2008 年 10 月 8 日的報表後，系統自動彈出對應該時間區段的流量數據，如圖 3.4.2-6 所示。第 1 欄位是日期，第 2 欄位是時間，第 3 欄位是攝影機位置，第 4 欄位是左車道車流量，第五欄位是右車道車流量。



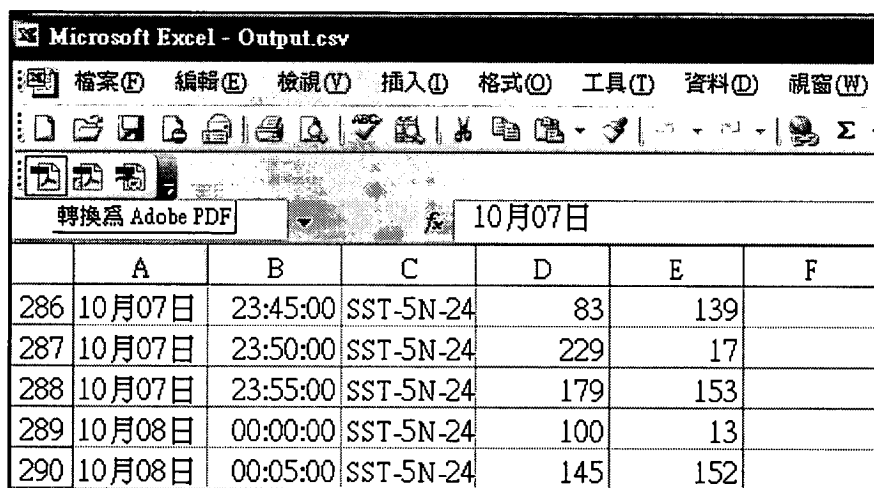
流量報表匯出

2008 年 10 月 7 日 時

2008 年 10 月 8 日 時

確定

圖 3.4.2-5 流量報表匯出視窗



	A	B	C	D	E	F
286	10月07日	23:45:00	SST-5N-24	83	139	
287	10月07日	23:50:00	SST-5N-24	229	17	
288	10月07日	23:55:00	SST-5N-24	179	153	
289	10月08日	00:00:00	SST-5N-24	100	13	
290	10月08日	00:05:00	SST-5N-24	145	152	

圖 3.4.2-6 流量報表匯出畫面

交通資訊檢視：歷史紀錄匯出

由於文字資訊區裡的歷史紀錄每日皆會進行重置的工作。因此，若管理人員想看過去的系統紀錄，可在此選單內進行點選，系統會自動以 WINDOWS 內建的筆記本進行歷史紀錄檔的開啟，如圖 3.4.2-7 所示。

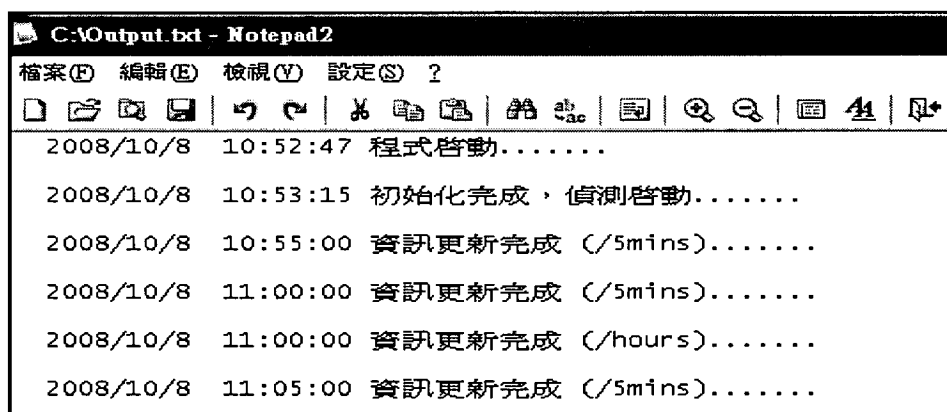


圖 3.4.2-7 歷史紀錄匯出畫面

事件管理：

事件管理下的選單，分別有事件確認、事件回放、事件偵測項目設定、事件通報設定，利用上述功能，來控制事件發生後處理的流程。

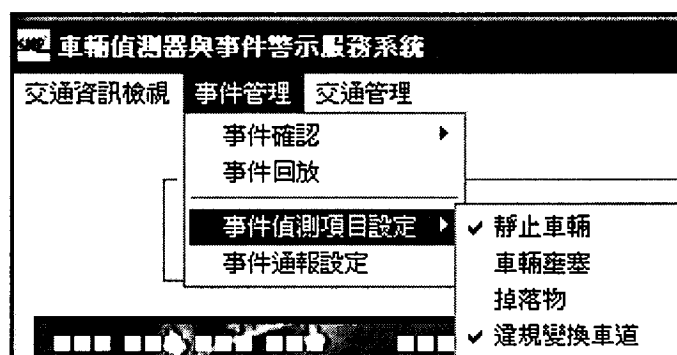


圖 3.4.2-8 事件管理選單畫面

事件管理：事件確認

事件確認選單下共有確認和其他有兩選單，當事件發生後，此二選單會被啟動，並等待交通控制人員進行處理。當控制人員選擇其他後，系統不會對該發生的事件處理；若控制人員選擇確認後，系統則會彈出對應所偵測的事件進行自動化的事件處理流程。



圖 3.4.2-9 事件管理選單下事件確認顯示畫面

事件管理：事件回放

當發生事件後，系統會自動執行事件錄影動作，待事件結束後，

事件錄影才會隨之結束。交通控制人員可以透過點選事件回放的選單，來觀看事件發生的過程。當點擊完選單後，系統會自動彈出事件回放檔案選取的對話視窗，如圖，系統可以透過清單點選欲回放的事件清單，或者直接透過檔案對話框來點選檔案，如圖 3.4.2-10 及圖 3.4.2-11。

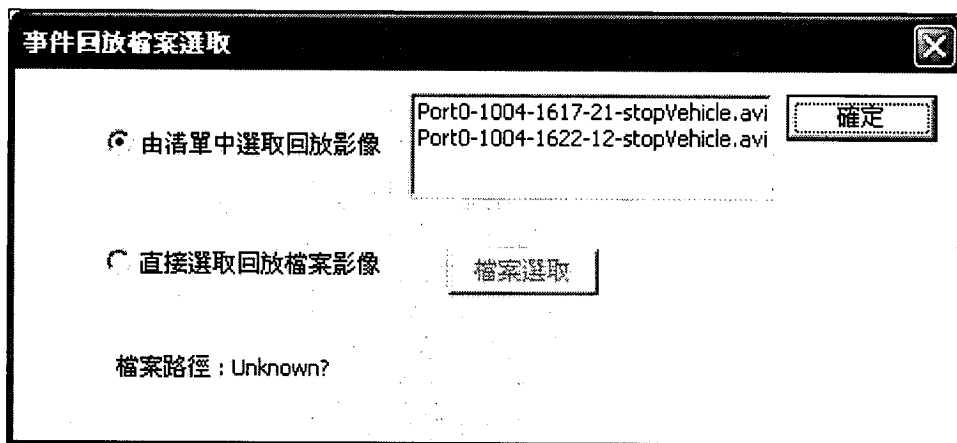


圖 3.4.2-10 事件回放檔案選取視窗

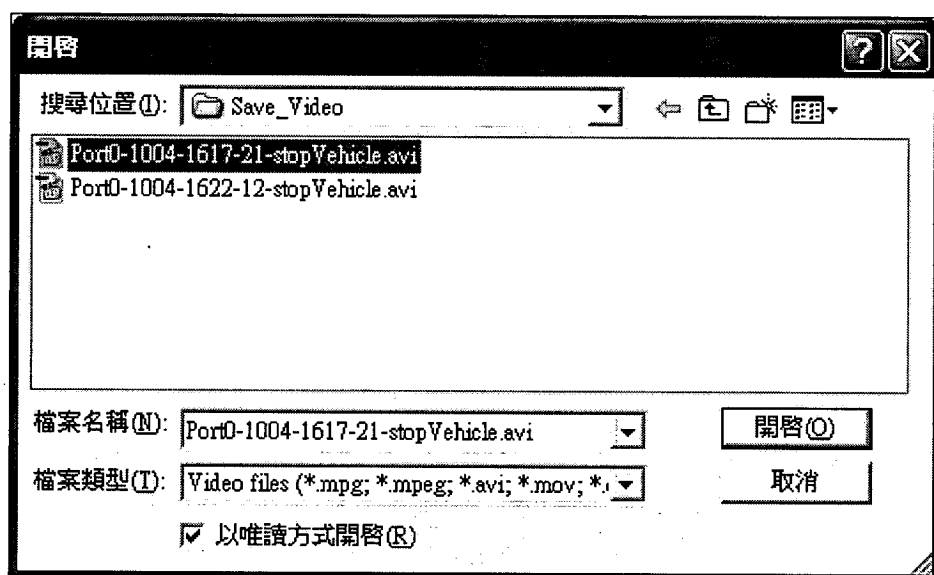


圖 3.4.2-11 透過檔案選取事件影像視窗

事件管理：事件偵測項目設定

系統可以透過此區域，來勾選欲偵測的事件種類，其中事件種類可分為「靜止車輛」、「車輛壅塞」、「掉落物」與「違規變換車道」。

事件管理：事件通報設定

根據事件類型的不同，交通部國道高速公路局以隧道安全為例，

將事件依其嚴重性分成四個等級，分別是「輕微事故」、「一般事故」、「重大事故」與「危險事故」。各等級的事件內容如圖 3.4.2-12 所示。針對不同等級的事件，必須通報不同的單位，以利排除事件的發生。表 3.4.2-1 詳列各樣事件與所對應的通報單位。

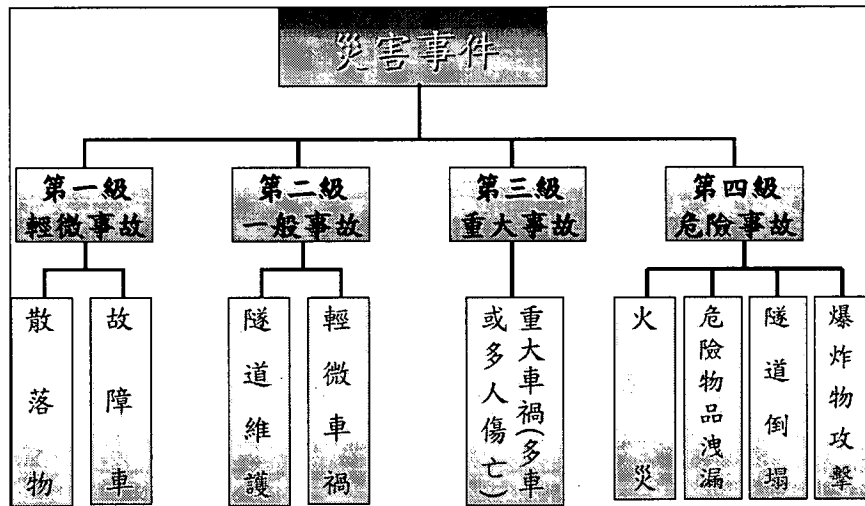


圖 3.4.2-12 災害事件定義

表 3.4.2-1 事件與通報單位查詢表

	輕微事故	一般事故	重大事故	危險事故			
				火災	危險物品	隧道崩塌	爆裂物攻擊
高公局	○	○	○	○	○	○	○
公警局	△	○	○	○	○	○	○
消防單位		△	○	○	○	△	○
衛生單位		△	○	○	○	△	△
地方警察		△	○	○	○	○	○
環保單位					○		
新聞媒體	△	○	○	○	○	○	○
警政署							○
空勤總隊			△	△	△	△	△
國防部					△		△
拖救廠商	△	○	○	○	○	△	△

○:必通報 △:視事件程度而定

當事件發生的時候，為了減少通報各級單位所需要等待的時間，本系統設計自動化的通報窗口，可以透過手動的設定，點選對應不同事件所要通報的單位，其中，可通報的單位分別是警政、消防、救護以及交控單位。當事件發生後，會針對使用者所設定的通報單位，進行通報的動作。

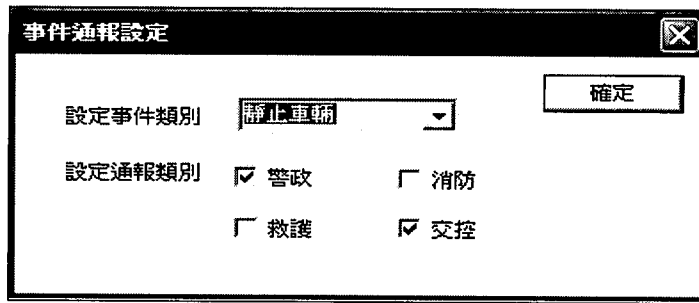


圖 3.4.2-13 事件通報設定視窗

交通管理：

為了有效的控制交通流量，本系統針對交通管理問題設計兩個選項，第一為可變資訊標誌(圖 3.4.2-17)(CMS)設定，另一則為燈號設定(圖 3.4.2-18)。本研究在 CMS 與燈號控制之信號傳輸格式參考「都市交通控制通訊協定 3.0 版」訂定，以利與現行管理單位之控制系統進行結合。

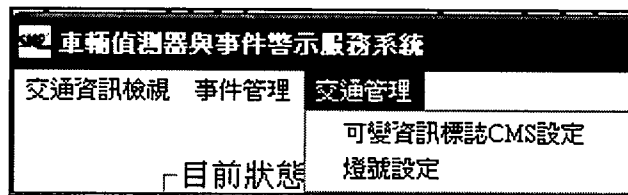


圖 3.4.2-14 交通管理選單

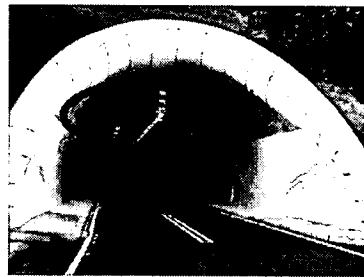
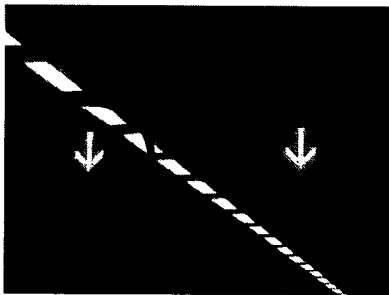


圖 3.4.2-15 雪山隧道內通行燈號



圖 3.4.2-16 雪山隧道內 CMS

交通管理：可變資訊標誌設定

當使用者點選可變資訊標誌設定後，系統會跳出 CMS 設定的對話窗口，管理者可以在清單中選擇所要設定的 CMS 編號，並設定對應該編號的 CMS 所要顯示的訊息。當使用者設定成功之後，在歷史紀錄區裡會跳出對應此設定的紀錄。

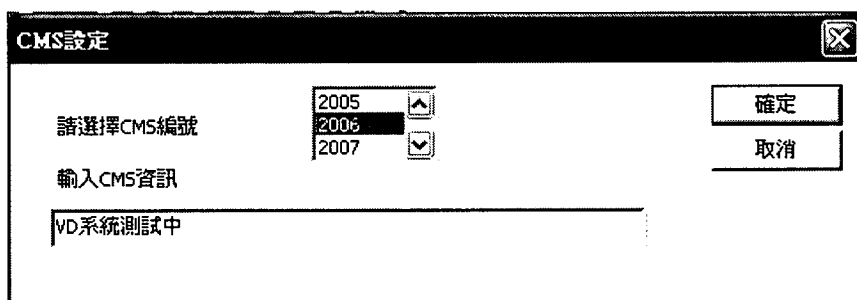


圖 3.4.2-17 CMS 設定視窗

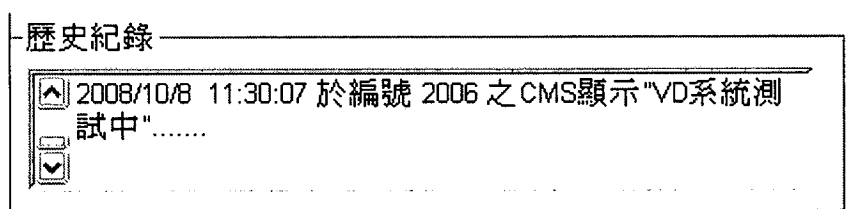


圖 3.4.2-18 對應 CMS 設定的歷史紀錄畫面

交通管理：燈號設定

使用者可以透過燈號設定的選項，來改變各車道通行與禁行的燈號設定。當使用者點擊「燈號設定」選單後，系統會自動彈出設定的對話框，在設定的對話框使用者可以自行點選欲設定的燈號。當設定成功之後，會在歷史紀錄區裡紀錄該設定的結果。

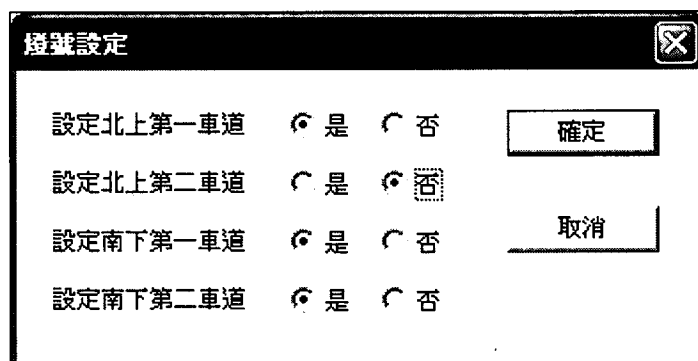


圖 3.4.2-19 燈號設定視窗

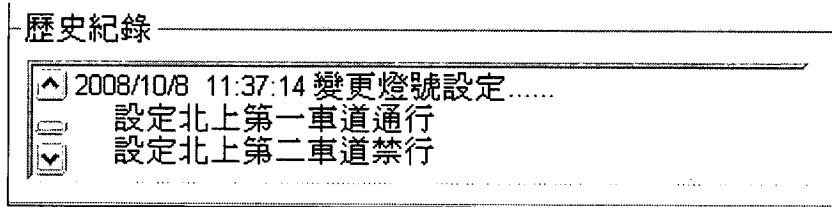


圖 3.4.2-20 對應燈號設定歷史紀錄畫面

3.4.3 因應事件發生之交通控制措施

本章節參考「行政院公共安全白皮書-長公路隧道安全管理標準作業程序」來設計因應事件發生的交通控制措施，並整合此作業程序至監控系統的管理介面中。該標準作業程序(Standard Operating Procedure, 以下簡稱 SOP)摘自國道新建工程局、中央警察大學及中華顧問工程司共同研究之「國道東部公路緊急應變計畫及救援標準作業程序建制」。該 SOP 主要針對高速公路隧道之火災事故，例如貨櫃車於長隧道內，因車輪爆胎失控打滑翻覆車身起火。當需要各單位跨部門聯合協助救災支援時，提供一適當應變作為的處置模式，期盼藉由一致的救援標準作業程序，使所有參與救災單位發揮最有效率之緊急應變能力。

基本作業流程：

該緊急應變標準作業程序之擬定，依照災害發生之時序流程列舉各應變單位之職責，該 SOP 共分 7 階段，每一階段再細分 3 個處置步驟，各為：所需資訊、決斷過程、行動方案，使每一救援單位在採取任何行動前能掌握充分的資訊。以下針對各階段作業內容概述如下：

(一)事故發生與察覺

利用偵測器偵知事故發生，並通報地方消防單位或交控中心。

(二)受理確認

交控中心人員匯集系統自動偵測資料及用路人、公警單位、地方消防單位回報之事故資訊，同時利用 CCTV 進行災害確認動作。

(三)通報派遣及前導作業

1.通報派遣

交控中心依序通報各相關單位，依現場狀況派遣人力、器材等救援裝備，必要時啟動鄰近縣市相關支援協定。

2.前導作業

依交控中心建議，公警單位決定會合地點擬訂行進路線(順向或逆向)，工務段配合公警指示佈設交通管制措施，前導作業異動時應即通報其他相關救援單位。

(四)人員避難指導及交通疏導管制

公警、工務段現場人員應掌握用路人避難情形及周圍路況，工務段亦協助通訊聯絡及隧道內各項設備之操作，地方消防單位抵達現場應與公警人員或公路管理人員會合，以確認相關位置及災害狀況。

(五)救援單位初步應變

公警單位應擔任現場事故指揮官，同時指派消防救災人員擔任救災作業指揮官。事故指揮官應隨時協助救災作業指揮官調度人力及器材裝備，並派人至交控中心隨時掌握必要資訊及保持密切之聯繫管道。

(六)事故處置及受困者、傷患救助

1.事故處置

交控中心應隨時與現場各救災單位保持暢通之聯繫管道，確認事故發展情形，並適時通報現場救護車及救援車駛離路線；消防單位進行滅火作業、協助檢傷分類；工務段協助隧道內無線電通訊、各項機電設備之操作。

2.受困者、傷患救助

救災作業指揮官確認民眾受困之位置、情形、火災狀況，出動救助車及救護人員進行現場傷患救援工作。

(七)善後復原

指揮官必須確認事件恢復、統計彙整死傷及失蹤者名單，確認所有救援及事故人員裝備車輛、散落物、管制標誌及號誌等狀況，通報交控中心；工務段則勘查交通設施損害情形，清除散落物或隧道路面障礙物。

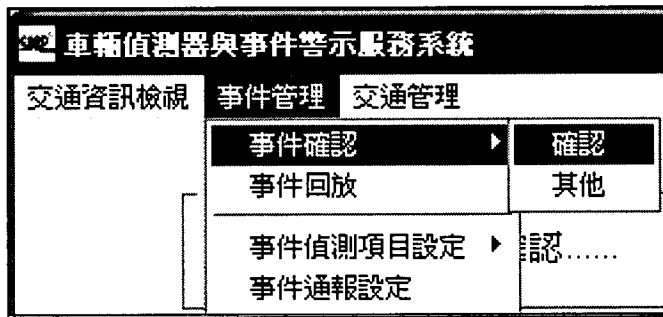
3.4.4 因應事件發生之標準操作流程

依照緊急應變標準作業程序所擬定之步驟，對應至本系統之執行步驟如圖 3.4.4-1 所示。當系統偵測到事件發生後，畫面會以閃爍的方式告知監控人員，並請監控人員做確認的動作。監控人員必須進入事件管理內的事件確認來選擇確認或其他。當監控人員選擇確認後，系統會自動彈出通報設定的對話視窗，其中，事件選取的下拉式清單會自動設定在系統所偵測到的事件種類，監控人員只需再次確認欲通報的單位。當通報完成後，監控人員可以透過 CMS 設定的對話框來提醒用路人小心駕駛；或者是利用燈號控制來封閉車道，以利消防車或救護車通行。當事件解除後，監控人員可以透過回放視窗來選取剛剛發生的事件影像，以利協助事件發生的責任歸屬。

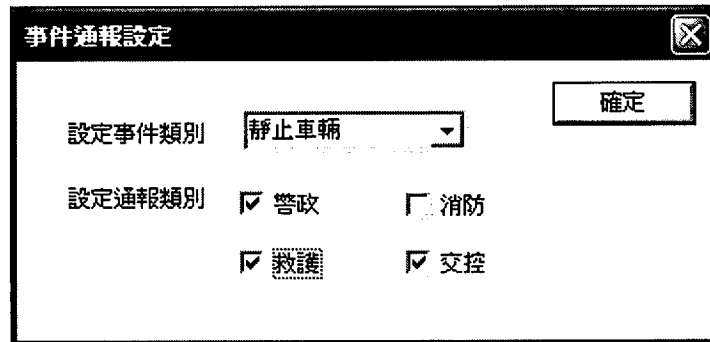
(一)事故發生與察覺



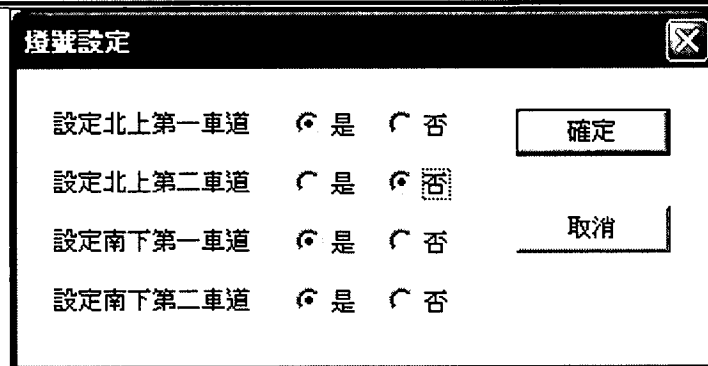
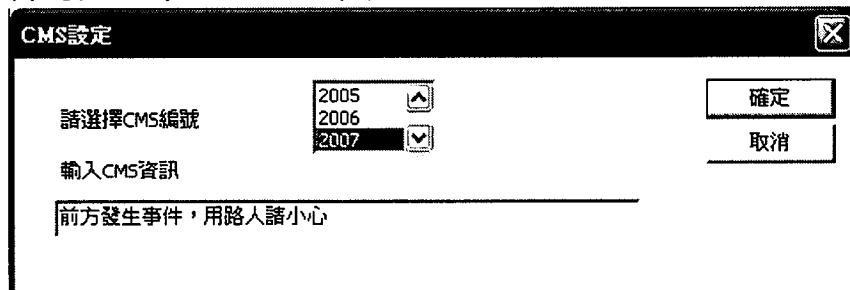
(二)受理確認



(三)通報派遣及前導作業：確認事件通報設定。



(四)人員避難指導及交通疏導管制：設定 CMS，設定燈號。



(五)救援單位初步應變：視現場狀況決定。

(六)事故處置及受困者、傷患救助：視現場狀況決定。

(七)善後復原：事件解除，事件影像回放。

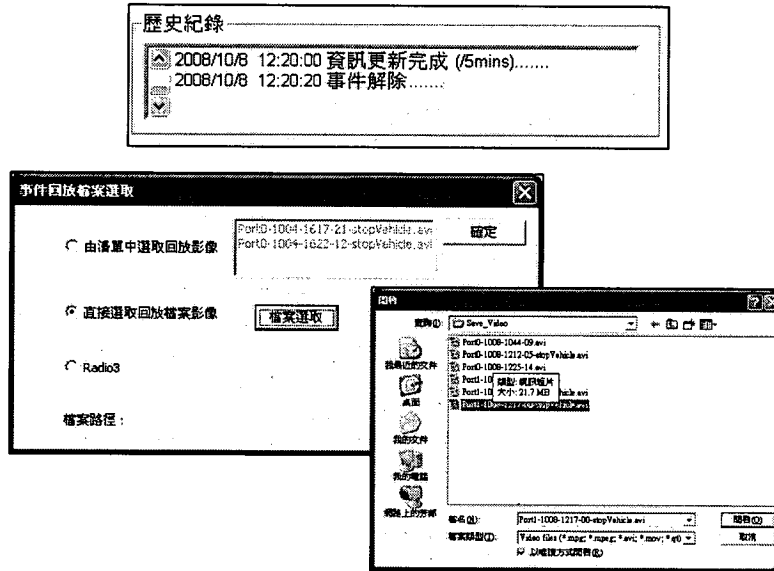


圖 3.4.4 -1 事件緊急應變標準作業程序與對應事件管理介面選項

第四章 系統實作分析

本研究之系統功能測試，依照影像來源不同分為兩大類：自行架設之 CCD 攝影機影像以及交通管理單位既有之 CCTV 影像。在自行架設之 CCD 攝影機影像部分，進行車輛偵測系統之長時穩定測試以及路邊違規停車與辨識系統之境模擬試作。在交通管理單位既有之 CCTV 影像部分，分別就市區道路以及國道雪山隧道進行影像式車輛暨事件偵測系統試作。

在系統長時穩定測試部分，首先運用前期計畫建置於新竹市中華路五段之地點進行為期一週以上之測試，接著於臺北市敦化北路本所前方以模擬情境的方式進行違規停車功能試作。接著，將測試影像轉換為交通單位既有之 CCTV 影像，這部份的測試首先從臺北市交控中心開始，以建國高架道路為測試點，然後將系統設置於國道雪山隧道機房進行為期一個月的實機測試。新竹市中華路五段因於前期計畫中完成準確率之測試，故本期以系統穩定為測試目標，準確率的部分則以雪山隧道為測試對象。以下分別針對這四項實作做詳細說明與分析。

4.1 系統績效評估指標

為了可以將所開發的系統進行量化的性能描述，本節定義各式指標參數，並以此參數來檢驗系統的性能。本節將所研發系統之功能分為兩大類，第一類為車流量偵測功能，第二類為事件偵測功能。針對第一類的車流量偵測功能，共定義車流量偵測率、車流量偵測誤差與平均偵測誤差；第二類之事件偵測功能，共定義事件偵測率、事件誤報率、平均誤報次數與系統偵知時間。詳細的數學定義如下：

1. 第 i 筆單位時間內資料之車流量偵測率 $DR_{f,i}$

$$DR_{f,i} = \frac{D_{a,i}}{D_i} \times 100\% \quad \text{公式 4.1-1}$$

$D_{a,i}$ ：第 i 筆單位時間內資料透過偵測系統自動計數的車流量。

D_i ：第 i 筆單位時間內資料透過人工進行計數的車流量。

2. 第 i 筆單位時間內資料的車流量偵測誤差 $ER_{f,i}$

$$ER_{f,i} = \frac{D_{a,i} - D_i}{D_i} \times 100\% \quad \text{公式 4.1-2}$$

$D_{a,i}$ ：第 i 筆單位時間內資料透過偵測系統自動計數的車流量。

D_i ：第 i 筆單位時間內資料透過人工進行計數的車流量。

3. 系統測試期間內車流量平均偵測誤差

$$\overline{ER_f} = \frac{1}{N} \sum_i^N |ER_{f,i}| \quad \text{公式 4.1-3}$$

$ER_{f,i}$ ：第 i 筆單位時間內資料的車流量偵測誤差

N ：系統測試期間內時段總數

4. 系統測試期間內事件偵測率 DR_e

$$DR_e = \frac{D_e}{N_e} \times 100\% \quad \text{公式 4.1-4}$$

D_e ：系統測試期間內系統所偵知的總事件數。

N_e ：系統測試期間內所發生的總事件數。

5. 事件誤報率 FAR

$$FAR = \frac{D_{false}}{D_{true} + D_{false}} \times 100\% \quad \text{公式 4.1-5}$$

D_{true} ：系統測試期間內於系統所偵知的總事件數中，經由人工確認後，判定為真實事件的數量。

D_{false} ：系統測試期間內於系統所偵知的總事件數中，經由人工確認後，判定為誤報的數量；其中， D_{true} 與 D_{false} 的和即為總事件數。

6. 平均誤報次數 FAP

$$FAP = \frac{D_{false}}{T} \quad \text{公式 4.1-6}$$

D_{false} ：系統測試期間內於系統所偵知的總事件數中，經由人工確

認後，判定為誤報的事件；其中， D_{true} 與 D_{false} 的和即為總事件數。

T ：系統測試期間長度，並以天為單位。

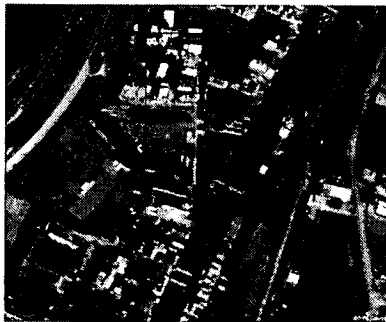
7. 系統偵知時間 DT

系統偵知時間 DT 定義為當事件發生後，直到系統發出警報，所需要的時間。然而，此參數為系統可調整的參數之一，系統可以透過參數設定以調整對事件發生的敏感度。

4.2 新竹市中華路

4.2.1 測試目的與時間地點

本測試目的係以所研發之影像式車輛偵測器，長時且連續偵測新竹市中華路五段 684 巷巷口各車種通過之數量，除測試所裝設系統各部分硬體在戶外環境實際長時運作能力外，並驗證所設計之系統不受環境變化(日、夜、晴、雨...等)均可穩定偵測通過之車輛。由現場觀察發現，該路段由於鄰近工廠及地處連繫新竹市與南向交通之樞紐，故在任一時段均可見大型車輛行經，如圖 4.2.1-1(a)空照圖及圖 4.2.1-1(b)車道示意圖所示。除此之外，該道路規格為中華路路面寬約 20 公尺、雙向 4 線混合車道，車道以中央分隔道分隔南北向車道，每一車道寬均約 3.9 公尺，具兩側均設有約 2~3 公尺的路肩，及約 3~4 公尺的人行道。



(a)空照圖



(b)路口車道示意圖

圖 4.2.1-1 中華路五段 684 巷圖像

4.2.2 系統硬體說明

以下依攝影機、電腦及架設方式等進行系統硬體規格說明。

1. CCD 攝影機

系統採用國內自行生產編號 KMS-63W3N 之 CCD 攝影機，如圖 4.2.2-1，此一系列是目前所生產的最高級攝影機，採用雙倍曝光技術和 16M 記憶體，攝影機首先使用如 1/100 秒的快門速度取得一張影像，為了取得黑暗區域的清晰影像，將其儲存在記憶體 1 位置，然後用如 1/4000 秒的高快門速度取得影像亮區的優質圖片並儲存在記憶體 2 位置，兩幅圖片在經過 DSP 的處理取得一幅影像，運用超寬動態範圍，在 1 秒重複 25/30 次來取得 NTSC/PAL 制式的運動圖像。

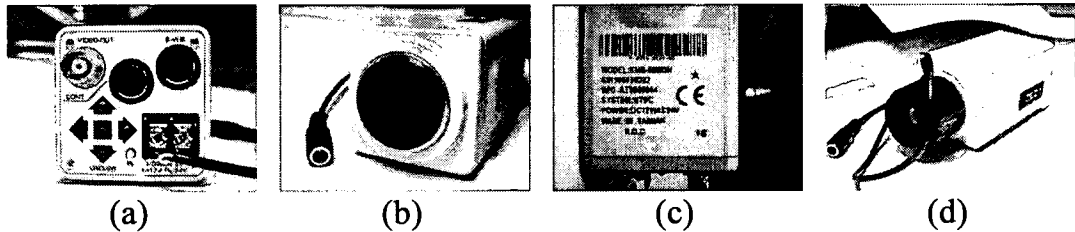


圖 4.2.2-1 KMS-63W3N-CCD 攝影機

2. 鏡頭

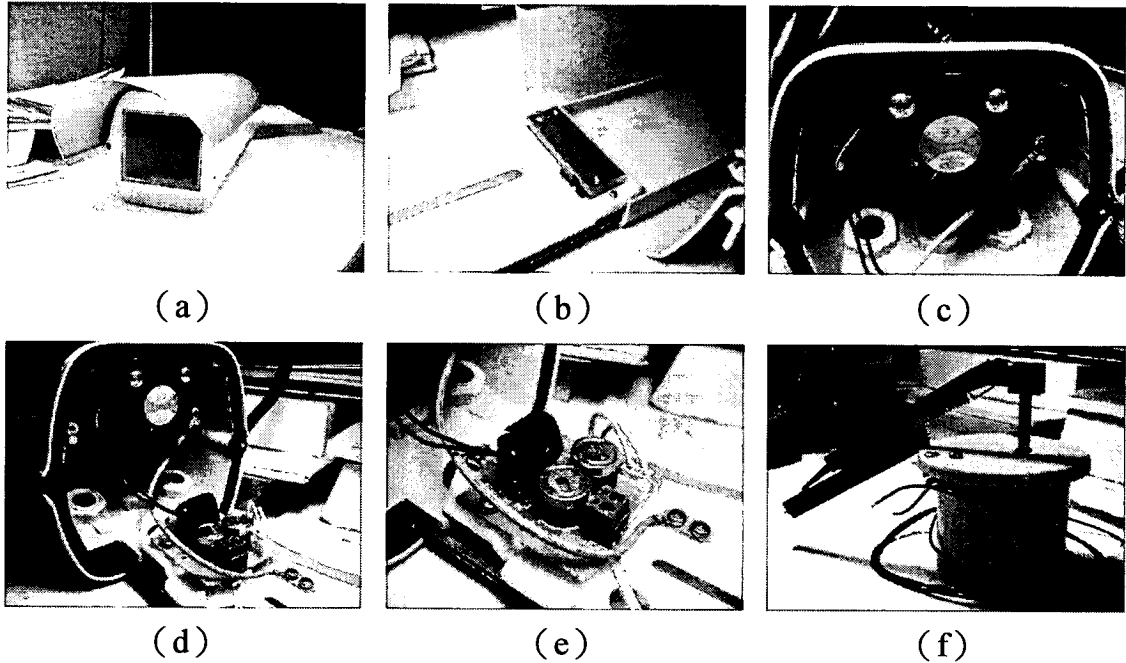
系統採用 8mm 固定焦距鏡頭如附圖 4.2.2-2 所示。



圖 4.2.2-2 8mm 鏡頭

3.CCD 防護裝置

系統為使 CCD 攝影機可於各種天候下操作及確保其使用年限，於 CCD 攝影機外配備 GL-607 室外用防護罩如圖 4.2.2-3，此型防護外罩計由外罩、風扇、兩刷組成。



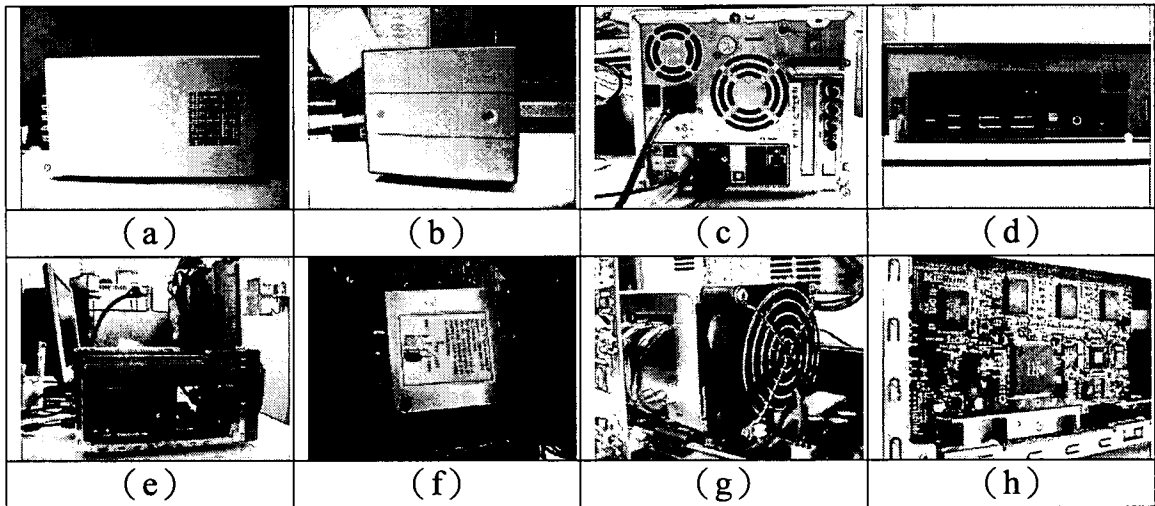
(a)防護外罩；(b)加熱器；(c)風扇；(d)、(e) 電源控單元；(f)兩刷組

圖 4.2.2-3 GL-607 室外用防護罩

4.電腦

為適應現地狹小空間及攜行方便之考量，系統採用微星 MS6404 準系統電腦如圖 4.2.2-4，作為現地演算進行及資料儲存之平台，經過長時間的實驗與連續運轉測試，並無不穩定或是當機現象，其規格如下：

- 型號名稱：MS-6404
- 中央處理器：Intel Pentium 940 3.2GH
- 硬碟：Seagate 200G/8MB/7200RPM/S-ATA
- 記憶體：TwinMOS 512MB PC2-4200*2
- 電源供應器：260W(PFC)
- 尺寸：210(寬)x330(長)175(高)mm
- Microsoft Windows XP Professional Version 2002 Service Pack 2



(a)~(d)為準系統外觀；(e)準系統內部；(f)~(g)準系統中央處理器及扇熱風扇；
(h)外接影像擷取卡

圖 4.2.2-4 微星 MS6404 準系統電腦

5. 影像擷取卡

系統採用凌華科技生產高速影像擷取卡 (ADLink - RTV24)，如圖 4.2.2-5 所示，規格如下：

- 四阜平行運算彩色影像數位取樣器。
- 最快每秒擷取 120 張 32 位元彩色影像，並以頻率 33/66MHz PCI 匯流排傳送。
- 支援彩色(PAL / NTSC)及單色(CCIR / EIA)攝影機。
- 最多支援 16 阜影像輸入。
- 基版式 TTL 輸入/輸出線路。
- 內建看門狗計數器。
- 提供安全考量為設計之保護電路。

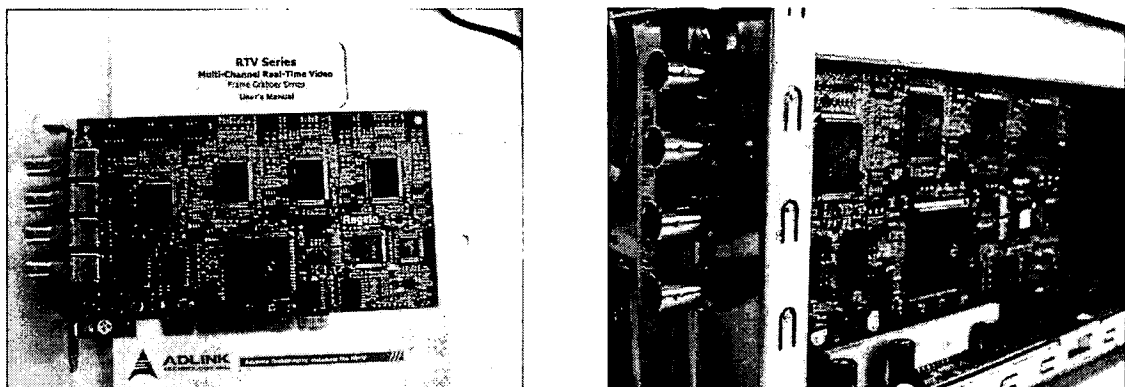


圖 4.2.2-5 ADLink - RTV24 高速影像擷取卡

6.攝影機支架

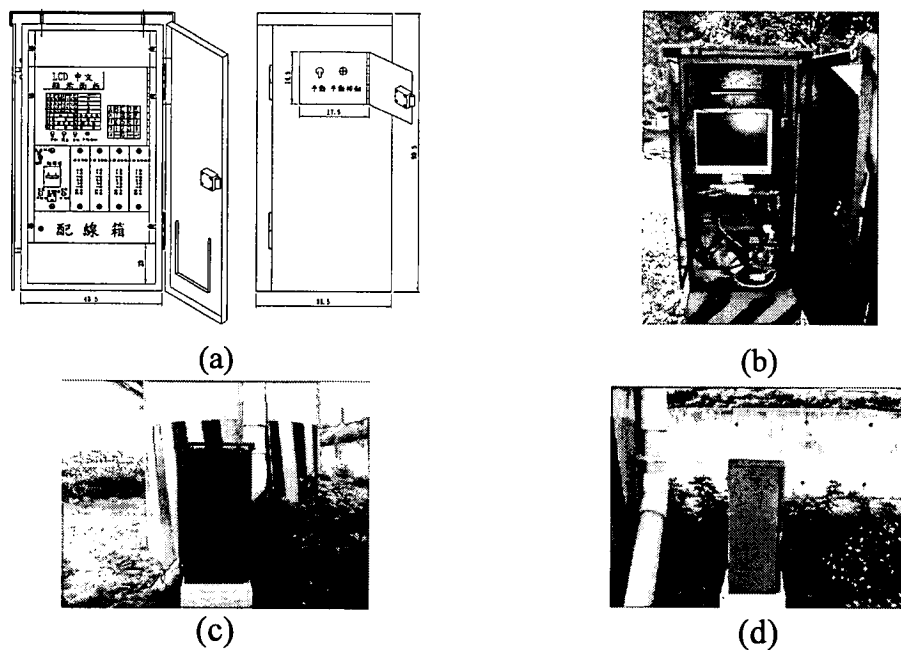
系統於中華路五段 684 巷巷口架設 T 型鋼架一座，其基礎混凝土強度為 210kg/cm^2 ，以 ASTM 材質為主，如圖 4.2.2-6。



圖 4.2.2-6 中華路五段 684 巷巷口 T 型鋼架

7.控制箱

系統採用 43.5×38.5 訊號控制箱，其規格如圖 4.2.2-7。



(a) 43.5×38.5 訊號控制箱規格；(b) 43.5×38.5 訊號控制箱外觀內部；(c)~(d) 43.5×38.5 訊號控制箱外觀

圖 4.2.2-7 43.5×38.5 訊號控制箱

4.2.3 測試結果概述

本研究實際觀測上述路段時間為97年3月9日至97年4月19日，共計六週42天（合計1008小時）。於實測期間系統為全天候24小時連續運行，運行期間沒有發生系統不穩定而導致程式錯誤，進而重新啟動的現象，亦未有天候變化導致於背景更新錯誤。系統架設現場如圖4.2.3-1所示。

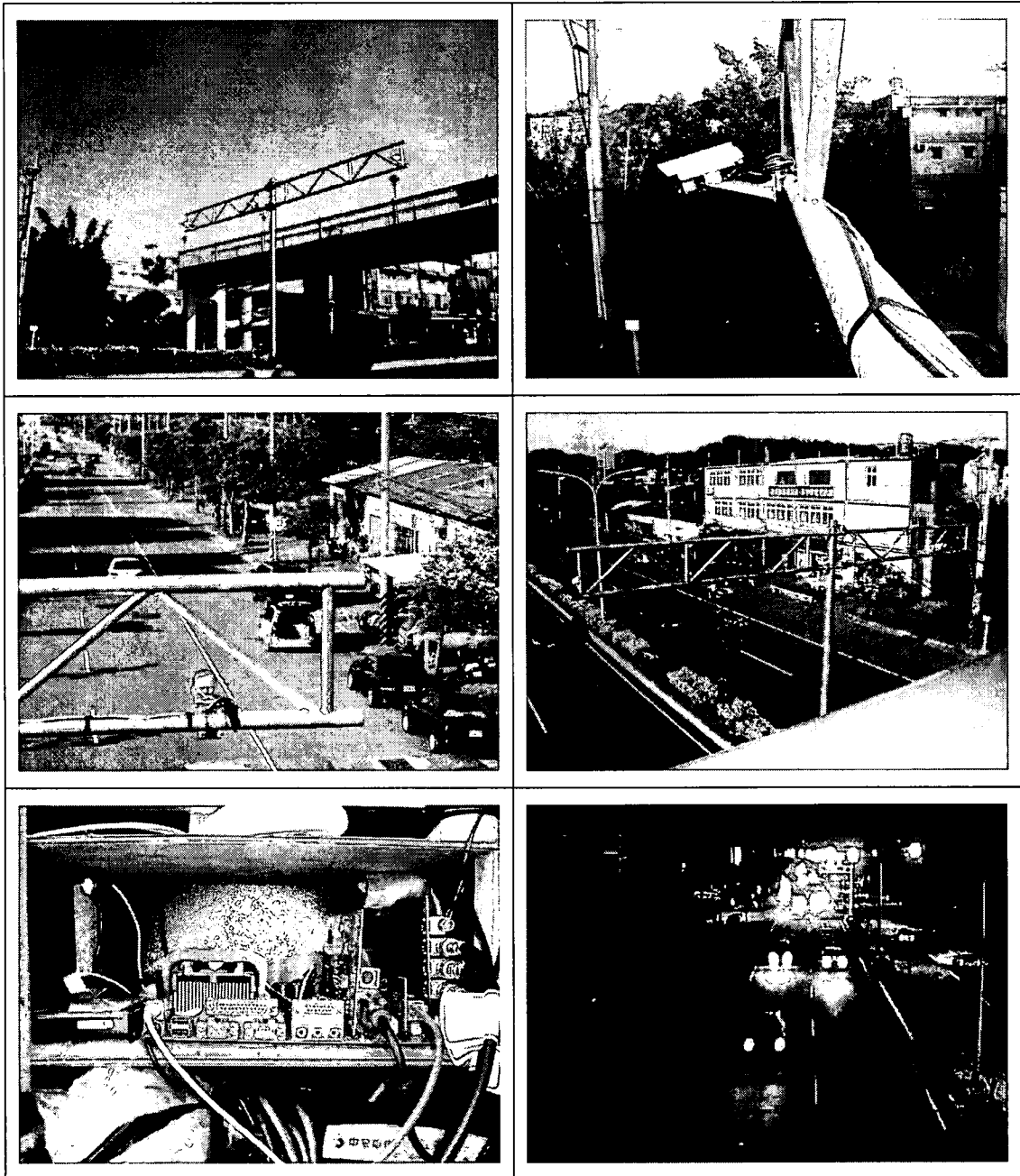


圖 4.2.3-1 新竹市中華路五段 684 巷巷口

圖 4.2.3-2~圖 4.2.3-8 為實測期間不同時段中各式車種行經該路段之相關統計數據，運行期間系統偵測數據穩定，可適應外在天候環境之變化。

大型車流量分析：中華路五段／每週

綜觀統計數據，每週二幾乎為每一週內大型車輛通過中華路五段這條路段的車輛總數最多，由這些數據看來，有可能每週的第二天工廠需要運送原物料，必須使用大型車輛經過此路段，大型車輛通過流量的統計圖呈現於圖 4.2.3-2 所示，運行期間沒有發生系統不穩定而導致程式錯誤的情形。

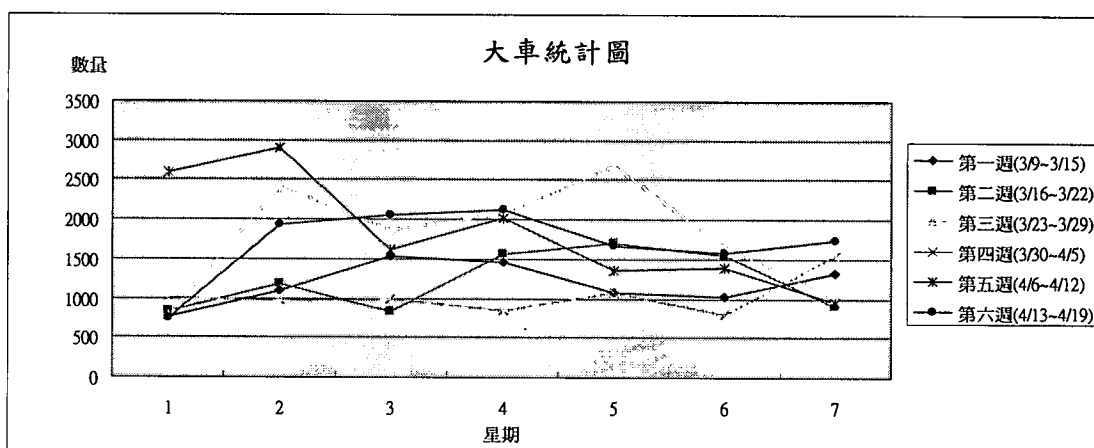


圖 4.2.3-2 0309~0419 期間每日大車總合統計

小型車流量分析：中華路五段／每週

有關小型車之統計分方面，發現受測之週期內之週六、日、一小型車輛通過中華路五段這條路段車輛總數最多，小型車輛通過流量的統計圖呈現於圖 4.2.3-3 所示，統計數據穩定，未有異常數據出現。

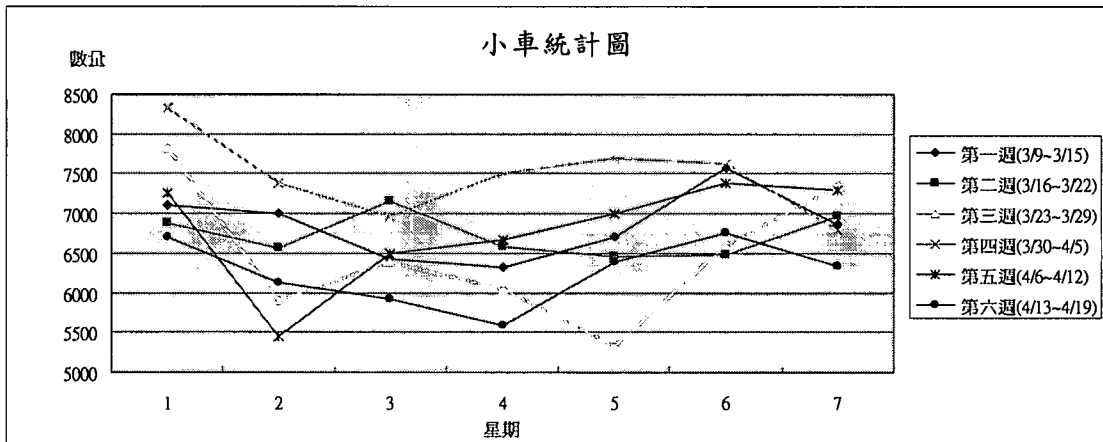


圖 4.2.3-3 0309~0419 期間每日小車總合統計

機車流量分析：中華路五段／每週

綜觀統計分析出之數據，機車在受測之週期內通過中華路五段平均保持在 4000 輛/日，由這些數據看來，有可能上班時間騎機車上下班的人數往返很多，機車通過流量的統計圖呈現於圖 4.2.3-4 所示。

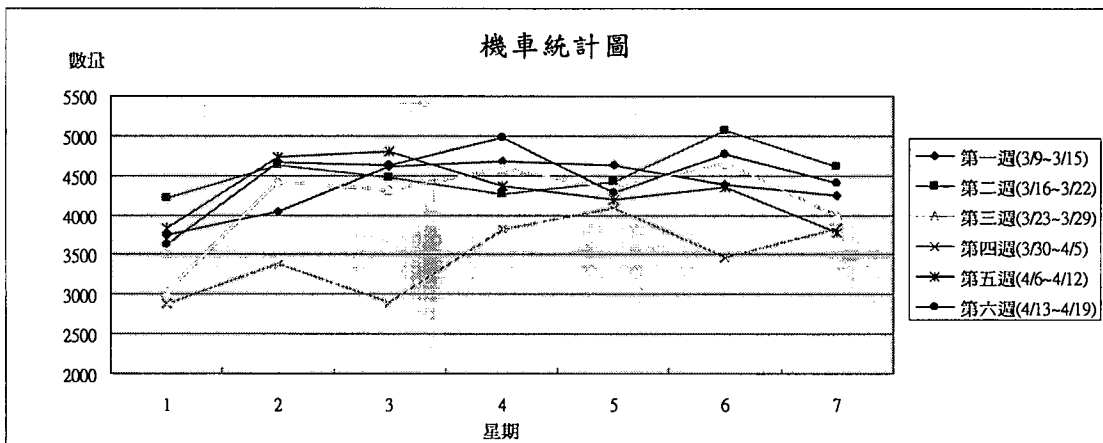


圖 4.2.3-4 0309~0419 期間每日機車總合統計

由圖 4.2.3-5 為 0309~0419 期間每週各式車種總合統計，由統計數據可以發現各車種之偵測有一定的穩定性，而圖 4.2.3-6 為 0309~0419 期間各時段不同車種車速分析統計，其中部份大車由於數量較少，因此在車速統計時會呈現大幅變動的狀況，圖 4.2.3-7 及圖 4.2.3-8 則為 0309~0419 期間不同日、夜間時段中，各式車種辨識影像之結果，在夜間時段雖有部份前景影像會受瞬時車燈照射的影響，但系統在辨識上仍可準確執行。

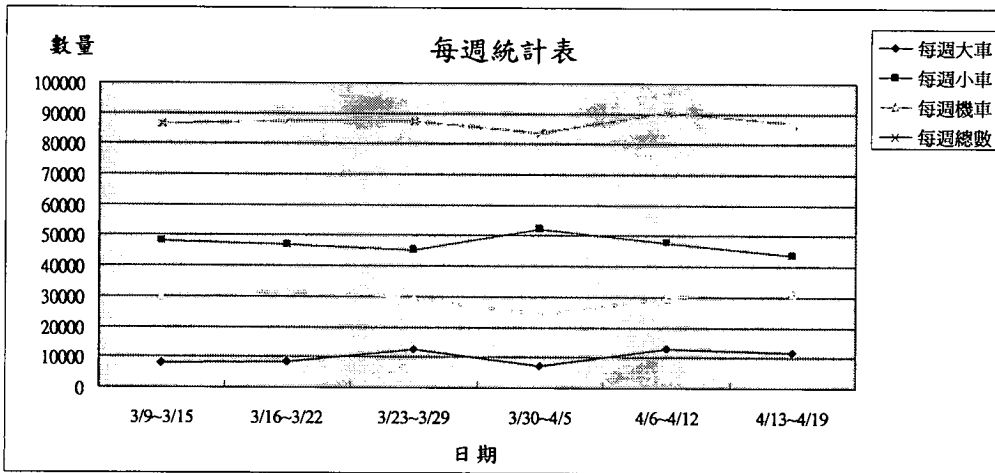


圖 4.2.3-5 0309~0419 期間每週各式車種總合統計

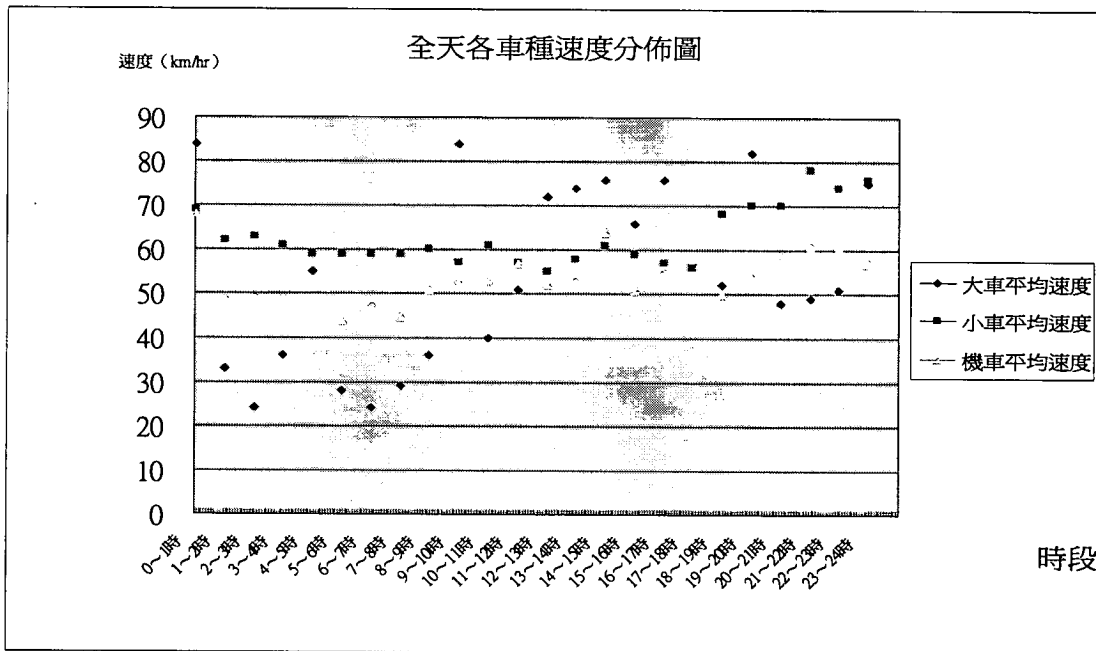


圖 4.2.3-6 0309~0419 期間各時段不同車種車速分析統計

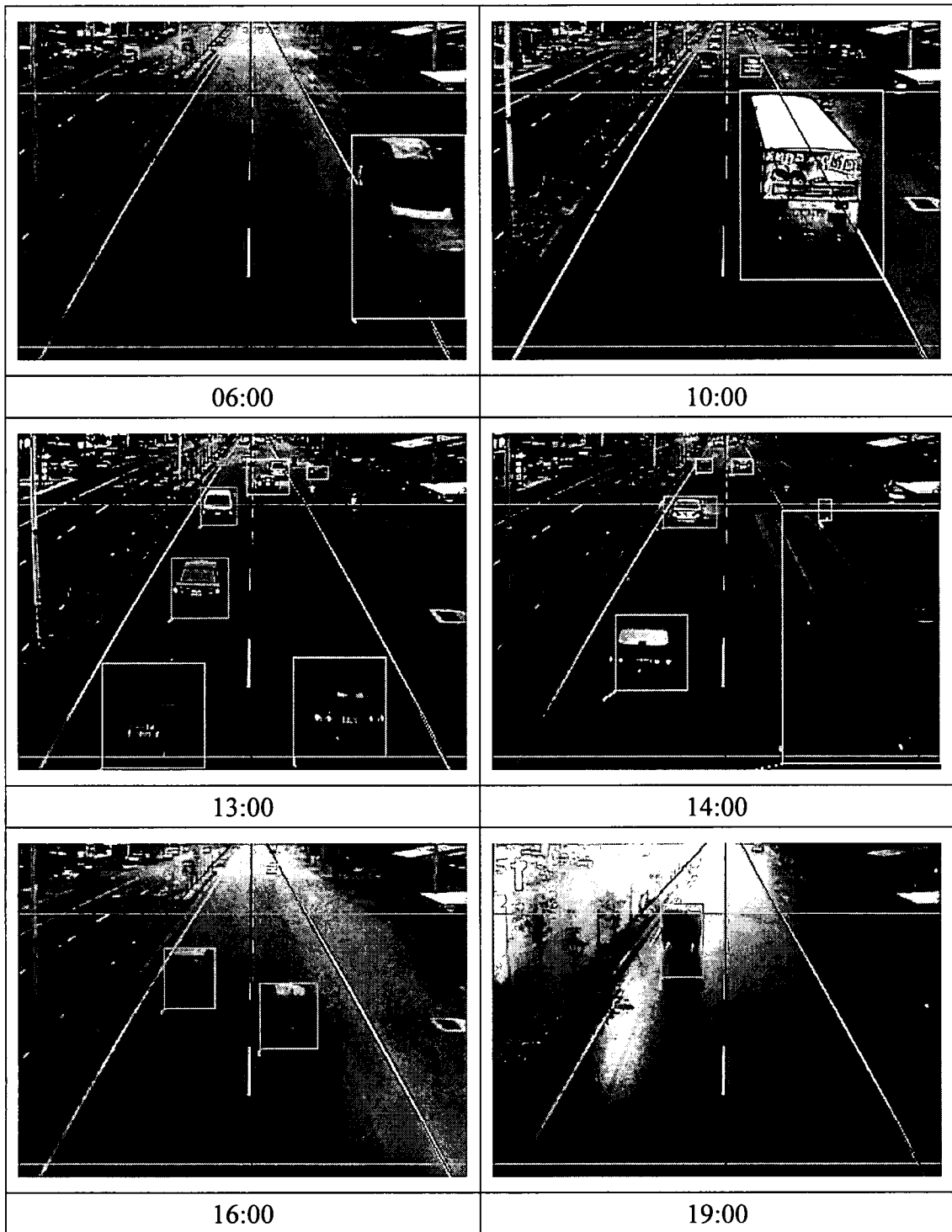


圖 4.2.3-7 0309~0419 期間不同日間時段中各式車種辨識影像

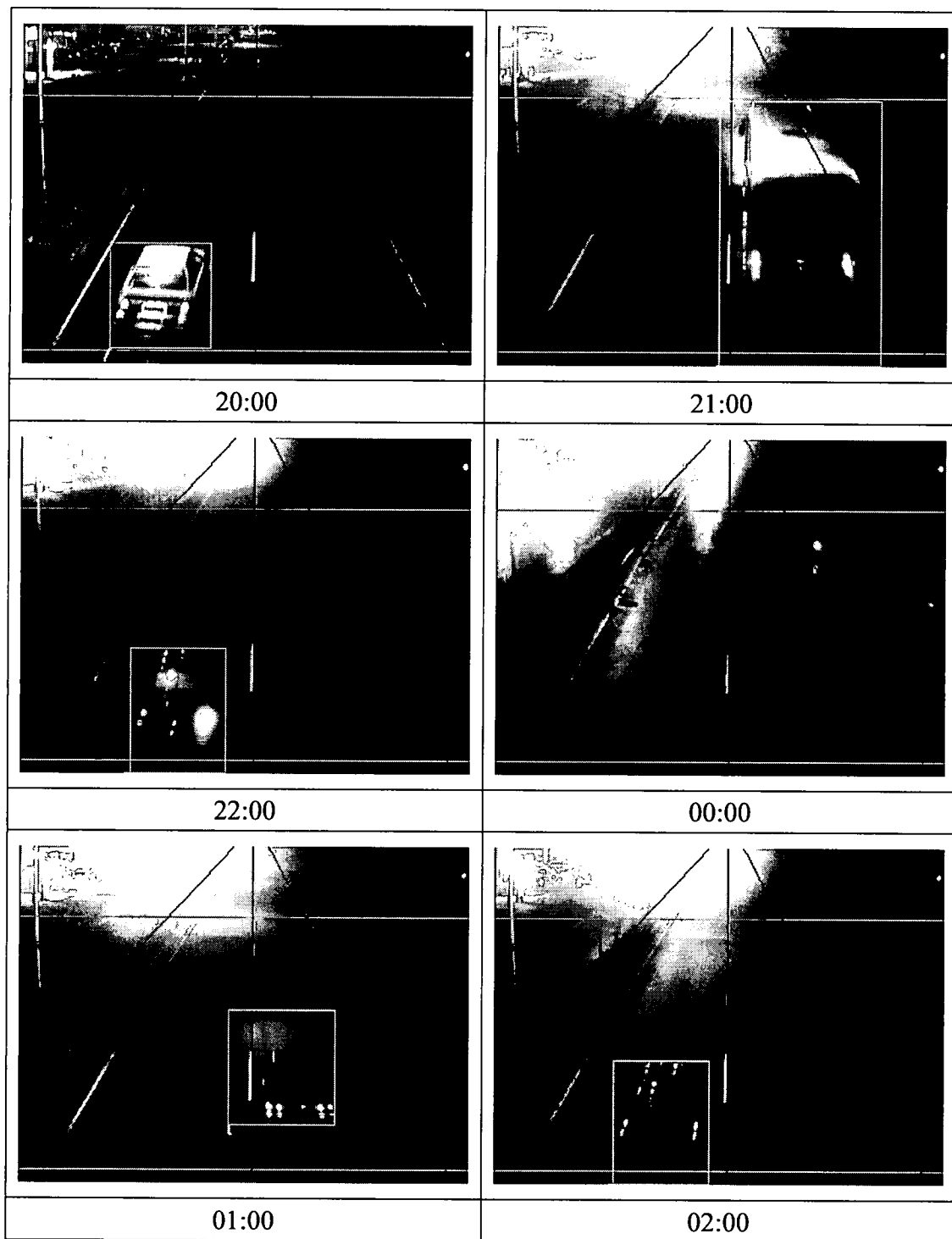


圖 4.2.3-8 0309~0419 期間不同夜間時段中各式車種辨識影像

4.2.4 小結

本計畫將所研發之影像式車輛偵測器於 97 年 3 月 9 日至 97 年 4 月 19 日間，連續運行共計 6 週 42 天（合計 1008 小時），偵測各車種通過中華路五段 684 巷巷口(N 24°45'54",E 120°54'50")之車流，於實測期間系統全天候 24 小時連續運行，運行期間沒有發生系統不穩定而導致程式錯誤進而重新啟動的現象，也未因天候變化導致背景更新錯誤，依 96 年度系統於同一地點測試結果，系統單日各式車種之偵測準確率均達九成以上。

本期影像式車輛偵測器延續 95、96 年度發展之系統概念，並大幅精進系統功能，使本期系統更能適應戶外長時間之實際運用，而新穎的背景更新概念，使系統大幅縮減適應環境光線的變化及各式道路環境的變化的時間，同時也解決系統在一般攝影機功能上普遍存在的問題，如自動白平衡與自動電子快門，所造成輸入影像的顏色及亮度快速改變及切割錯誤進而導致系統辨識效能下降，但本年度計畫在系統加入背景更新概念後，經長時間不間斷實測結果顯示，所研發之系統可有效長時執行偵測功能，提升系統辨識能力。

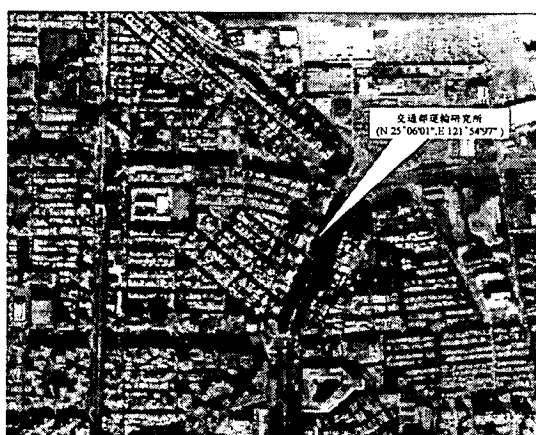
4.3 臺北市敦化北路本所前方路段

4.3.1 測試目的與時間地點

本測試於臺北市松山區敦化北路 240 號本所(N 25°06'01",E 121°54'97")大樓前方進行事件偵測之測試，實驗目的在驗證所設計之系統可穩定偵測事件車輛。

臺北市松山區敦化北路 240 號本所(N 25°06'01",E 121°54'97")大樓右前方（面向大樓）車行道入口，距民權東路、敦化北路及松山機場出口交匯口以南 120 公尺處，攝影機監控畫面為敦化北路南向慢速車道，車道混行機(踏)車、小型車、大客車及少量的大貨車，設置點車流來自松山機場進出旅客車輛、中山高速公路南、北行進入市區車輛及內湖科學園區進入機場及市政中心之車輛，為連繫機場、科學園區及高速公路之重要樞紐，尖峰時段會呈現壅塞停滯現象，相關設置點位置如圖 4.3.1-1(a)~(c)空照示意圖及圖 4.3.1-1(d)車道示意圖所示。

攝影機所拍攝之敦化北路區段，其路面寬約 10 公尺、單向 2 線混合車道，車道左側以中央分隔道區隔快速車道及公車專用車道，右側為本所車行道入口，每一車道寬均約 3.3 公尺，並有約 2~3 公尺的路肩，及約 3~4 公尺的人行道。



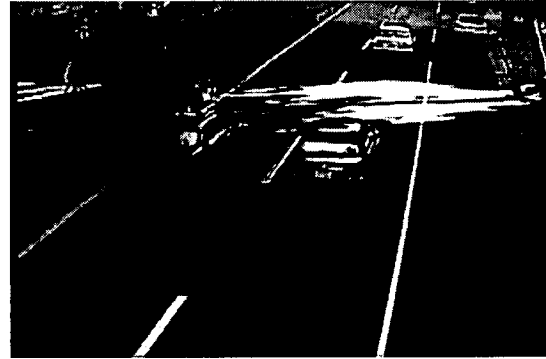
(a)



(b)



(c)



(d)

(a)空照圖;(b)空照示意圖(c)空照示意圖;(d)車道示意圖

圖 4.3.1-1 交通部運輸研究所前相關圖像

4.3.2 系統功能概述

本研究將市區道路異常事件大致分為下列 4 大類，作為道路異常事件功能之偵測對象。

1. 掉落物偵測；
2. 行人違規穿越馬路；
3. 車輛違規逆向行駛；
4. 車輛違規路邊停放。

本期研究對於事件之偵測採用雙攝影機，一台攝影機為固定式，負責車輛之追蹤及事件之偵測，當系統偵測到異常事件後，系統會自動指定另一台旋轉雲台式攝影機至異常事件發生地點進行近距離事件拍攝，系統流程如圖 4.3.2-1，俾利取得異常車輛之清楚影像，作為後續取締之依據。

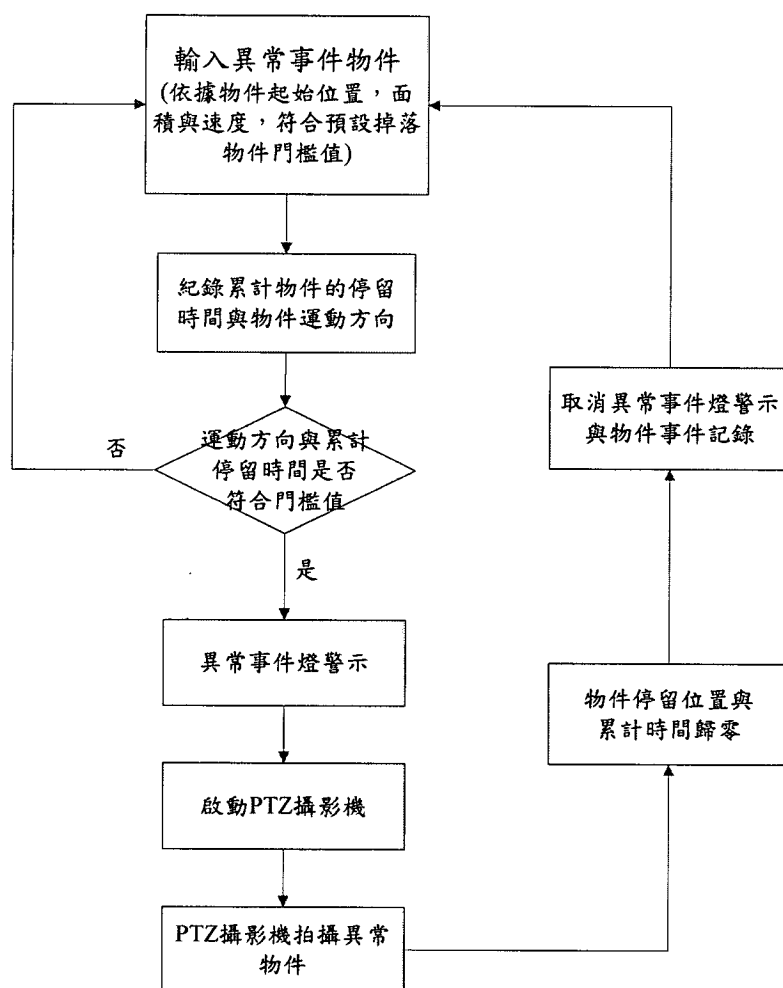


圖 4.3.2-1 系統事件偵測功能模組流程圖

在實際道路監控影像上，當車道上突然有異物自行駛中之車輛分離並停滯在車道上時，根據多次實驗及觀察歸納得知，分離之停滯物件具備 3 種特性：物件位置、停滯物件的速度及面積大小。因此當行駛中之車輛分離出停滯物件時，系統會依物件切割所取出之停滯物件的啟始位置，判斷物件是否位於所預設之車道偵測區，以及停滯物件的面積是否滿足 8×8 像素的大小，當停滯物件的位置及面積滿足上述條件時，系統將依其持續輸入的同一前景影像，累計物件停留在影像中的影像張數，當物件累計時間超過系統的預設門檻值，系統將會啟動 PTZ 旋轉雲台，將雲台攝影機中心位置旋轉至物件的參考點，進行高解析畫面拍攝，共計拍攝 30 張畫面，在 PTZ 旋轉雲台攝影機完成各解析畫面拍攝後，PTZ 旋轉雲台會自動回歸零點座標等待下一次事件的拍攝，系統並同時取消掉落物件時間標記與解除系統警示，因此同一掉落物件在系統預設時間內若未移除，系統將會對同一掉落物件進

行第二次拍攝，直至掉落物件移除，其設計在於每隔一段時間，系統會持續對同一掉落物保持記錄。

在系統中，為使固定攝影機所拍攝之掉落物件座標位置，精確的轉換至 PTZ 旋轉雲台來帶動攝影機，系統採以公式 4.3.2-1 進行相互座標位置轉換。

$$(X_F, Y_F) \rightarrow (x_p, y_p)$$

其中 X_F : 掉落物件於固定攝影機之 X 軸座標；
 Y_F : 掉落物件於固定攝影機之 Y 軸座標；
 x_p : 掉落物件於雲台式攝影機之 x 軸座標；
 y_p : 掉落物件於雲台式攝影機之 y 軸座標；

$$\begin{cases} x_p = x_{p_start} - \left[\frac{X_F}{\delta_{x_convert}} \right] \\ y_p = y_{p_start} - \left[\frac{Y_F}{\delta_{y_convert}} \right] \end{cases} \quad \text{公式 4.3.2-1}$$

其中 $\delta_{x_convert} = x$ 座標轉換系數 = $\left(\frac{\text{固定式攝影機垂直軸範圍}}{\text{旋轉式攝影機垂直軸範圍}} \right)$ ；

x_{p_start} : 旋轉式攝影機垂直軸起始值；

$\delta_{y_convert} = y$ 座標轉換系數 = $\left(\frac{\text{固定式攝影機水平軸範圍}}{\text{旋轉式攝影機水平軸範圍}} \right)$ ；

y_{p_start} : 旋轉式攝影機水平軸起始值；

4.3.3 系統硬體說明

系統之電腦設備、影像擷取卡與新竹市中華路系統相同，不同點在於旋轉雲台採用 Sony FCB-EX45C 可變焦距攝影機，該攝影機可使所擷取的影像達到局部放大，俾利系統清楚拍攝車輛細微特徵，雲台如圖 4.3.3-1、圖 4.3.3-2 與圖 4.3.3-3 所示，詳細規格如表 4.3.3-1 與表 4.3.3-2。

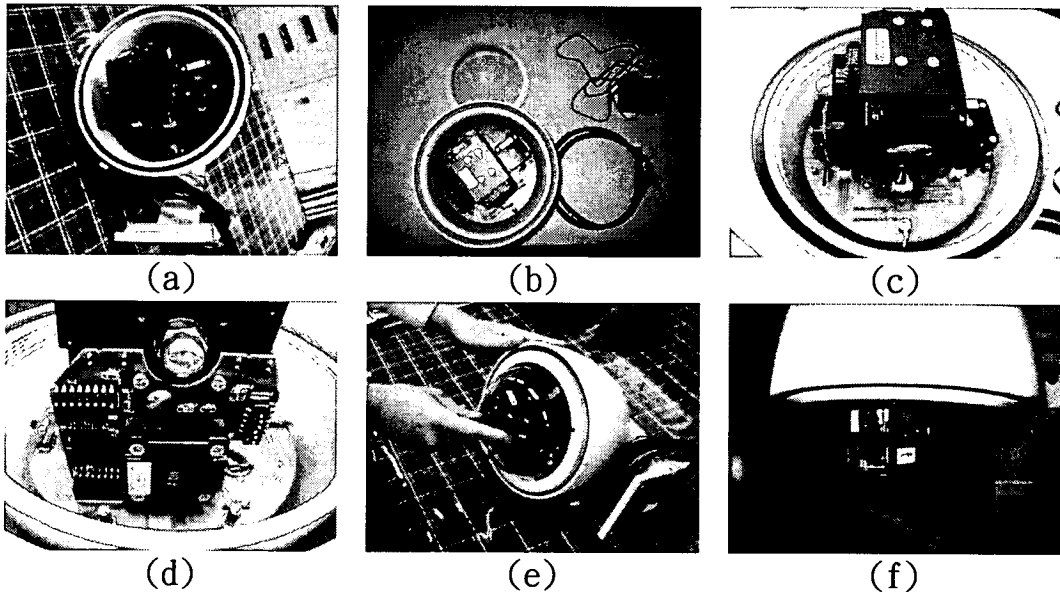


圖 4.3.3-1 旋轉雲台

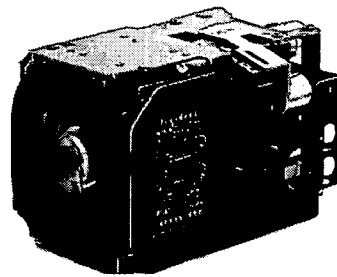


圖 4.3.3-2 Sony FCB-EX45C 旋轉雲台攝影機

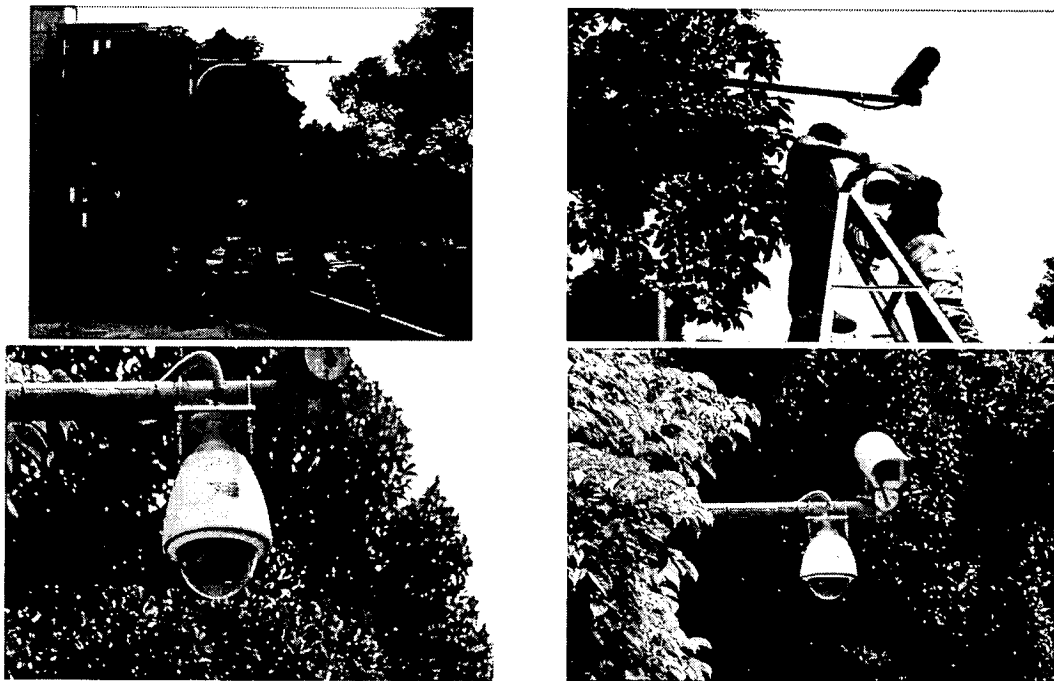


圖 4.3.3-3 臺北市敦化北路本所前施工影像

表 4.3.3-1 旋轉雲台規格

水平旋轉角度	360° 連續旋轉
垂直旋轉角度	上 -5° ~ 下 +95°
水平迴轉準確度	±0.2°
水平手動操作速度	0.2° / 秒 ~ 240° / 秒
水平預設操作速度	0.2° / 秒 ~ 260° / 秒
垂直迴轉準確度	±0.2°
垂直手動操作速度	1° / 秒 ~ 90° / 秒
垂直預設操作速度	1° / 秒 ~ 90° / 秒
自動翻轉	有 Auto Flip
預設點位置	128 點預設點
巡弋功能 Swing	水平 4 組 兩點掃瞄 垂直 4 組 上下掃瞄
群組	4 組每組 16 點 預設點停留時間 1~999 秒可調
通信界面	RS-485 異步通訊 串列傳輸
傳輸速率	2400.4800.9600.19200 bps
通信協定	Pelco-D、Pelco-P VC HD600
防護罩	IP66 鋁合金一體型防護罩 內建溫度控制器 高效能的溫濕調節風扇
工作電壓	AC 24V 1.5A
工作溫度	-20°C~70°C
工作溼度	90% RH 以下
重量	3kg (含支架)

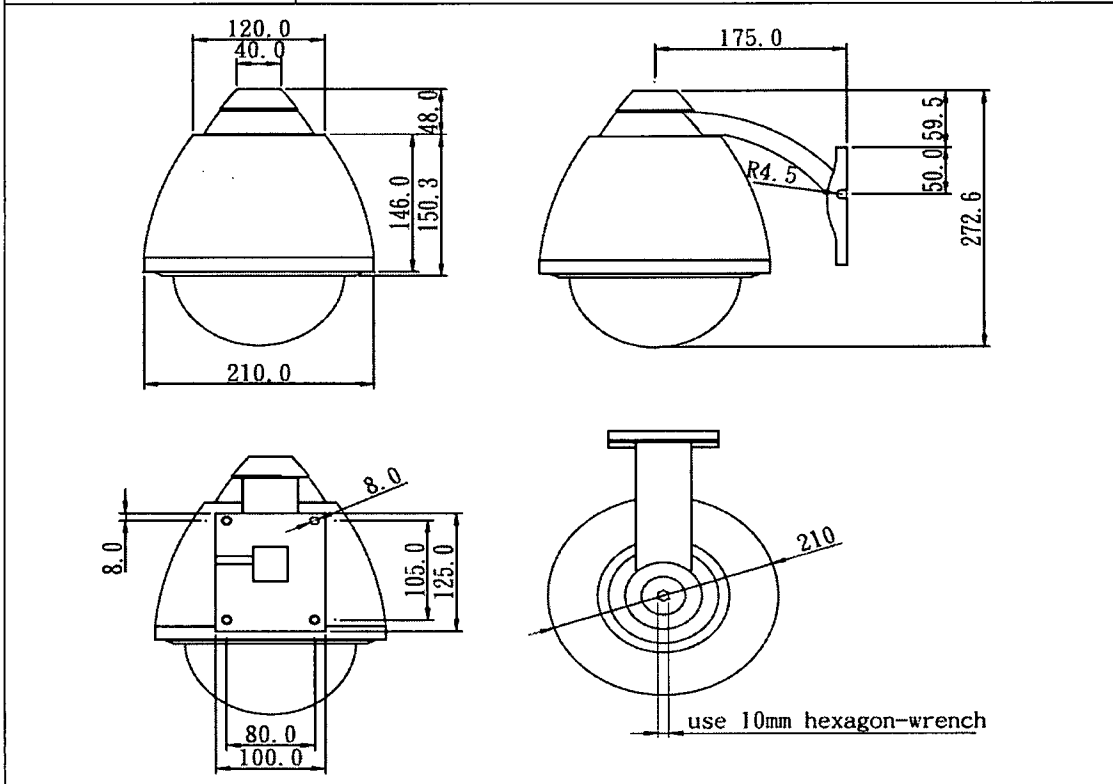


表 4.3.3-2 旋轉雲台攝影機規格

Zoom Camera Module	FCB-EX45C
Image Sensor	1/4" SONY HAD CCD
Signal System	NTSC / PAL
Total pixels	NTSC: 768(H)×494(V)
Effective pixels	NTSC: 768(H)×494(V)
Scanning system	2:1 Interlace, 525 Lines / 60field
Scanning Frequency	15.734kHz(H) / 59.94Hz(V)
Horizontal Resolution	470 TV Lines
Video Output	CVBS:1.0Vp-p / (75Ω composite)
Lens	18x , F1.4 to F 3.0 f=4.1 (wide)~ 73.8mm (tele)
Digital Zoom	12x (216x with optical zoom)
Angle of View(H)	48.0°(wide)~2.8°(tele)
Min. Shooting Distance	290mm (wide)/ 800mm (tele)
Sync. System	Internal/External (V-Lock)
Minimum Illumination	1.01 Lux (typical) (F1.4, 50 IRE)
S/N Ratio	More than 50dB (AGC Off)
Shutter Speed	1/1 to 1/10,000sec (22 steps)
White balance	Auto, ATW, Indoor, Outdoor, One-push, Manual
Gain	Auto/Manual (-3 to 28dB, 2 dB steps)
EV compensation	-10.5 to + 10.5 dB (1.5 dB steps)
Privacy zone masking	On/Off (24 positions)
Video output	VBS: 1.0 Vp-p (sync negative), Y/C Output
Storage temperature	-20°C~ 60°C (-4 to 140 °F)
Operating temperature	0°C ~ + 50°C (32 to 122 °F)
Power Consumption	6 to 12V DC/1.5W(motors inactive), 2.5W(motors active)
Dimension	50.0(W) x 57.5(H) x 88.5(D) mm
Weight (Net)	Approx. 230g

4.3.4 測試結果概述

本研究以所研發之影像式車輛偵測器於 97 年 11 月 5 日至 97 年 11 月 7 日間，於臺北市松山區敦化北路 240 號本所(N 25°06'01",E 121°54'97")大樓前方進行事件偵測，鑑於市區道路異常事件並非常態及週期性產生，為克服市區道路異常事件之實驗影像取樣實作問題，

研究人員利用車流經交通號誌管制暫歇時段(約 2 分鐘)，以實車、實物及實人於本所大樓前實際模擬事件發生場景，事件場景之分類計有：

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 掉落物偵測 | 2. 行人違規穿越馬路 |
| 3. 車輛違規逆向行駛 | 4. 車輛違規路邊停放 |

測試結果，所研發之系統均可在事件發生後 2~3 秒間，自動控制旋轉雲台監視鏡頭至事件發生地點進行事件監控與拍攝畫面存檔，如圖 4.3.4-1 (a)、圖 4.3.4-2 (a)、圖 4.3.4-3 (a) 及圖 4.3.4-4 (a) 分別為掉落物偵測、行人違規穿越馬路、車輛違規逆向行駛、車輛違規路邊停放之輸入影像，圖 4.3.4-1 (b)、圖 4.3.4-2 (b)、圖 4.3.4-3 (b) 及圖 4.3.4-4 (b) 為偵測結果之全影像，圖 4.3.4-1 (c)、圖 4.3.4-2 (c)、圖 4.3.4-3 (c) 及圖 4.3.4-4 (c) 為旋轉雲台監視鏡頭拍攝存檔畫面。

系統於本所進行測試的結果，可發現系統在市區道路事件偵測功能上仍存在部分誤差可加強，以下針對可能導致誤差的因素進行分析與討論。

旋轉雲台動作時間：

目前系統在異常事件發生後 3-7 秒，控制雲台旋轉至定位對事件進行拍攝，但對於小型物件如行人或機車，往往在系統啟動旋轉至近距離拍攝時，移動物件的中心點早已偏離原先系統偵測的位置，造成拍攝的畫面有所偏差，未來建議加入物件運動方向估測，克服此一限制。

旋轉角度解析度：

小型移動物件的追蹤，在從固定式攝影機畫面轉換至高倍率雲台攝影機畫面時，因為解析度的關係使得影像畫面偏離，未來建議在旋轉角度應採用解析度較高之平台。

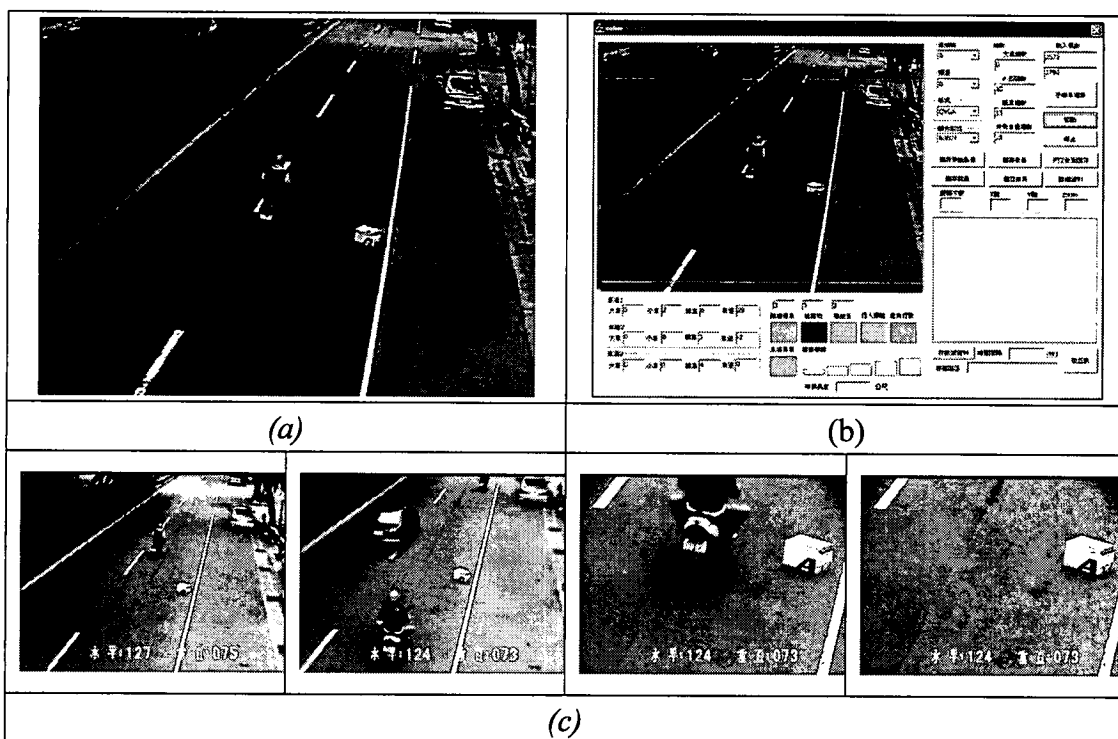


圖 4.3.4-1 掉落物偵測

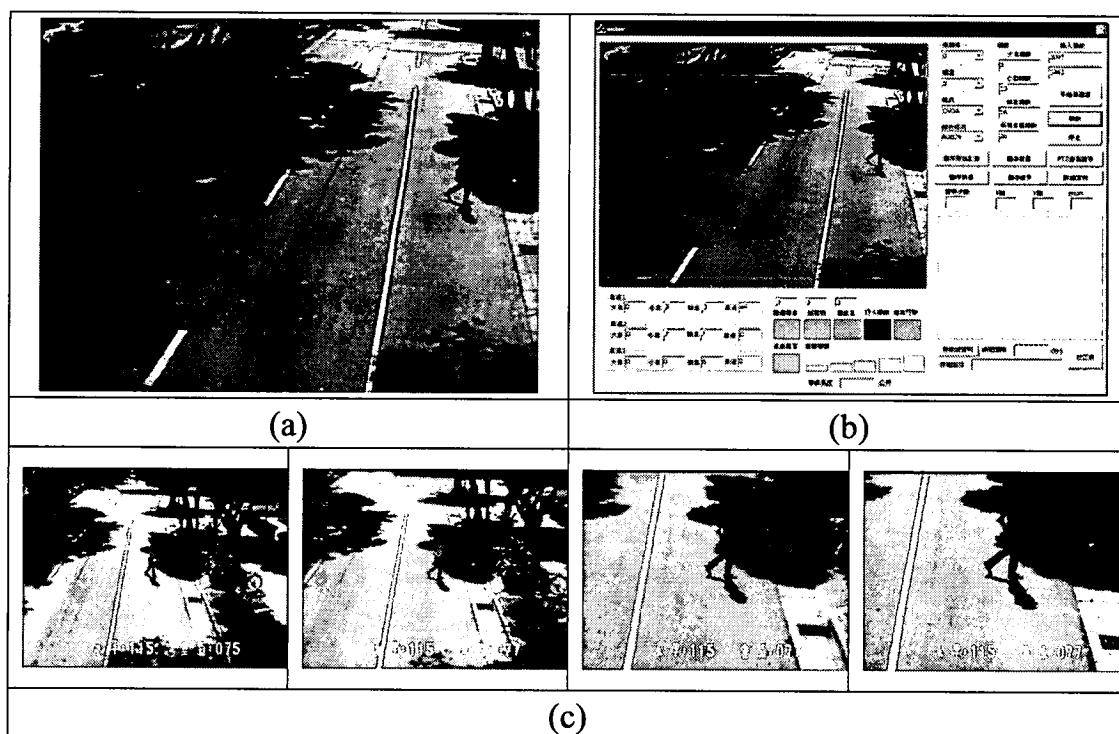


圖 4.3.4-2 行人違規穿越馬路偵測

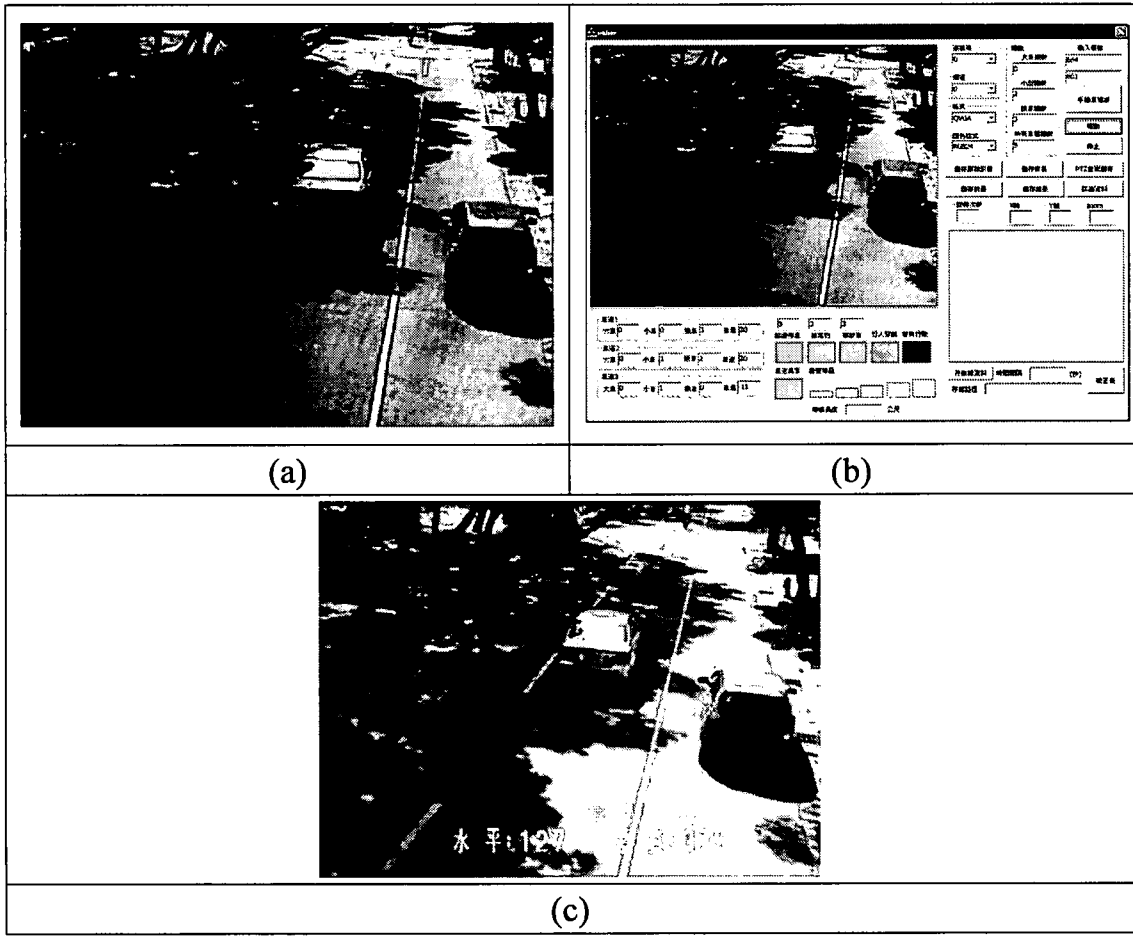


圖 4.3.4-3 車輛違規逆向行駛偵測

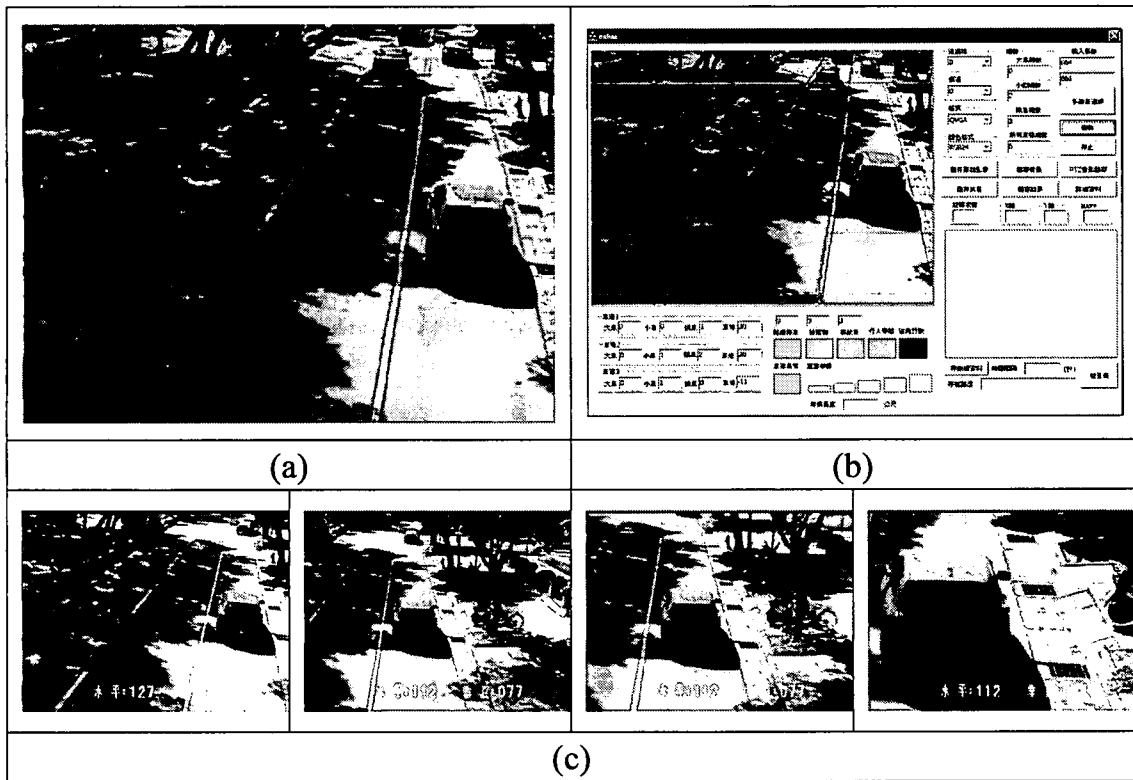


圖 4.3.4-4 車輛違規路邊停放偵測

4.3.5 小結

在市區道路事件偵測器的研究中，所遇到最大的困難是無法取得足夠的有效樣本進行試作與分析，因此，市區道路異常事件並非常態及週期性產生考量上，為克服市區道路異常事件之實驗影像取樣實作問題，研究人員利用車流經交通號誌管制暫歇時段(約 2 分鐘)，以實車、實物及實人於本所大樓前實際模擬事件發生場景。

掉落物偵測方面，預設之掉落物目前是以在畫面中最小可保持 8 x 8 像素大小的物件為準，當車輛離開而有殘留物時稱之為掉落物，俾利系統辨識。行人偵測方面，目前是將橫向移動之物體視為穿越之行人。車輛逆向行駛偵測方面，主要利用車輛移動方向之不合理性作為判斷主要依據。車輛違規停放方面，主要判斷依據是依照系統設定的區域範圍內不得有車輛停止。

由本次系統功能測試結果，初步認為藉由影像偵測技術可以讓執法人員取締違規，減少人力長時間監視及舉證之負荷，且國內客製化產品既可滿足國內交通管理單位之需求外，後續維護技術亦可應付臺灣用路人不可預測性行為及環境，惟執法取締的影像品質及拍攝角度等相關適法問題，有賴後續相關的研究及討論。

4.4 臺北市交控中心 CCTV 影像

4.4.1 測試目的與時間地點

本測試目的係以所研發影像式車輛偵測器之影像辨識技術，應用於臺北市交通控制中心(<http://tms.bote.tapei.gov.tw/ttc/index1.aspx>)既有之 CCTV 影像，評估不同的架設環境及影像品質下偵測交通參數之可行性及偵測能力。本測試分別於 97 年 5 月 14 與 9 月 16 日對臺北市建國高架道路現行攝影機所拍攝之影像進行即時之辨識。

建國高架道路貫穿臺北市區（中山區、大安區），是臺北市重要的交通幹道，包含辛亥路段全長 6.0 公里。北接圓山交流道，可連接中山高速公路，南轉辛亥車行地下道，可連接水源快速道路，圓山交流道至民權東路口為 2 車道，和平東路口至民權東路口(往北)為 3 車道，民權東路口至仁愛路口(往南)為 3 車道，仁愛路口至和平東路口(往南)為 2 車道，和平東路口至辛亥車行地下道為 2 車道。主要測試地點為建國北路-松江路及建國南路-信義路，示意如圖 4.4.1-1，實測影像如圖 4.4.1-2 及圖 4.4.1-3 所示。

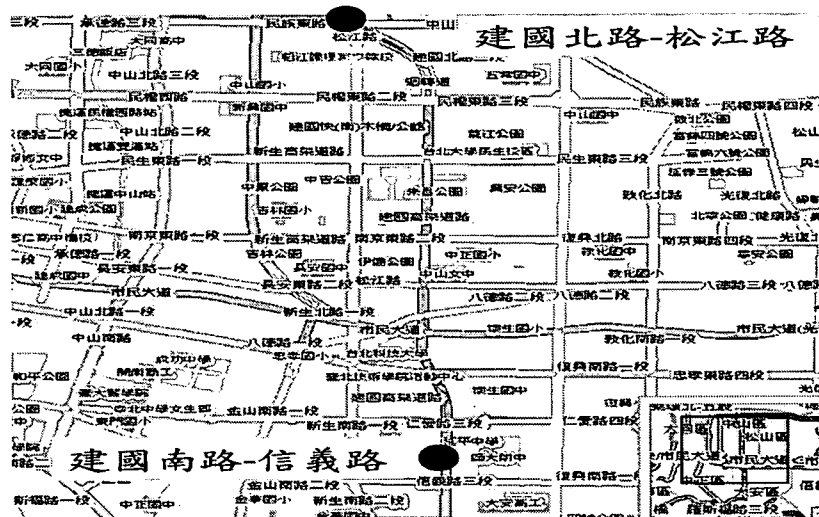


圖 4.4.1-1 實測地點示意圖

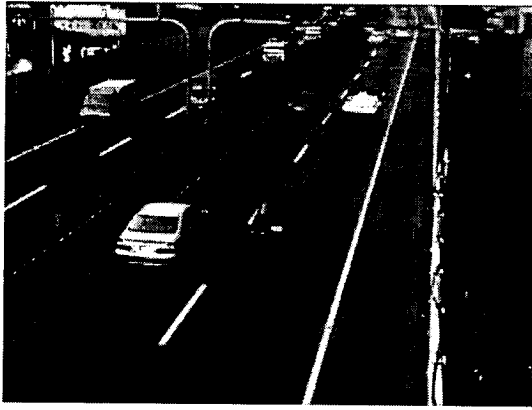


圖 4.4.1-2 建國北路-松江路

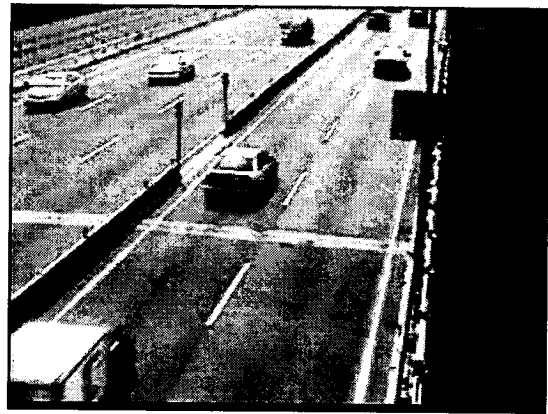


圖 4.4.1-3 建國南路-信義路

4.4.2 系統功能測試概述



圖 4.4.2-1 臺北市交控中心實際測試狀況

本測試重點為：系統穩定背景更新與系統可對已設置完成 CCTV 影像之適應性。本研究所研發之影像式車輛偵測系統即時偵測通過建國北路-松江路及建國南路-信義路之各車種流量，圖 4.4.2-1 為建國北路-松江路各車種總合統計，圖 4.4.2-2 為建國南路-信義路各車種總合統計(參數未調校前)，圖 4.4.2-3 為建國南路-信義路實測期間各車種總合統計(參數調校後)。系統在實測期間乃即時對交控中心輸出影像進行辨識，在系統參數無調校的情況下，系統辨識率可達 8 成，如圖 4.4.2-2 所示，若系統參數依環境作微幅調整，系統辨識率可提升至 9 成，如圖 4.4.2-3 所示，系統運行期間沒有發生系統不穩定而導致程式錯誤進

而重新啟動的現象，也未有因天候變化導致背景更新錯誤。

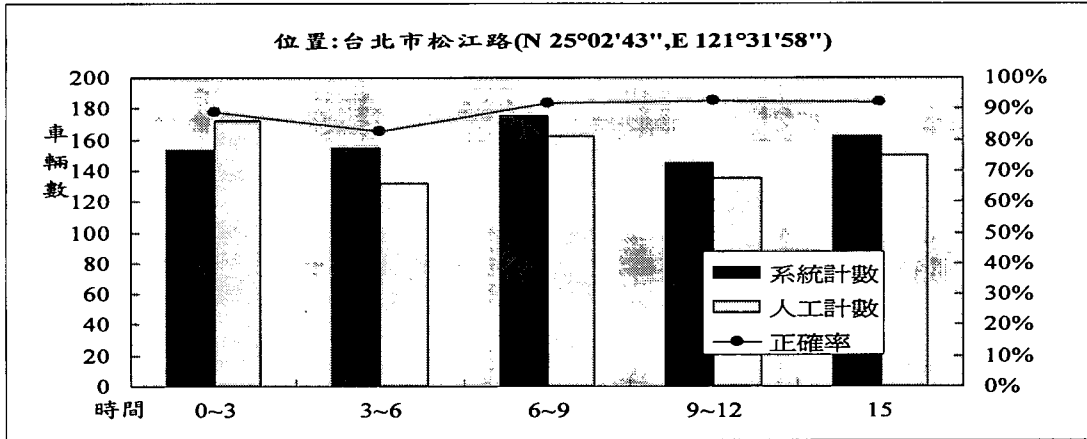


圖 4.4.2-2 建國北路-松江路各車種總合統計

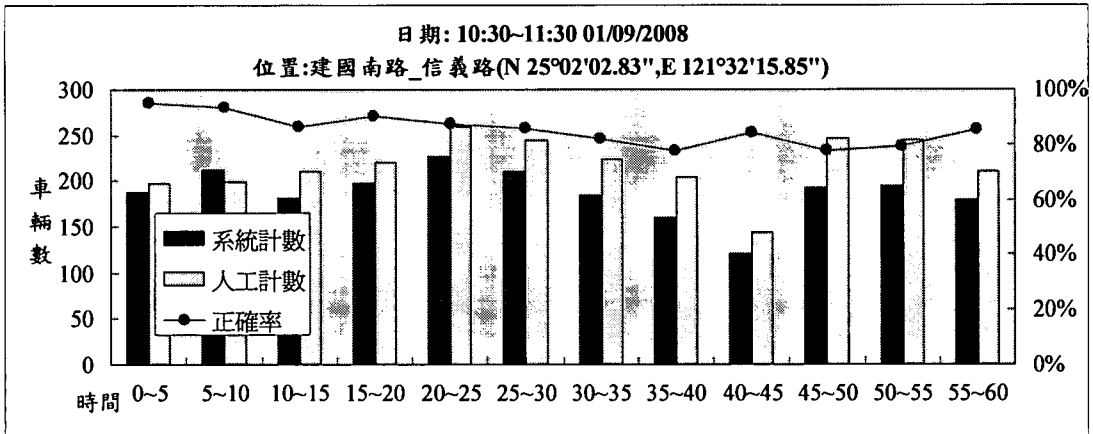


圖 4.4.2-3 建國南路-信義路各車種總合統計(參數未調校前)

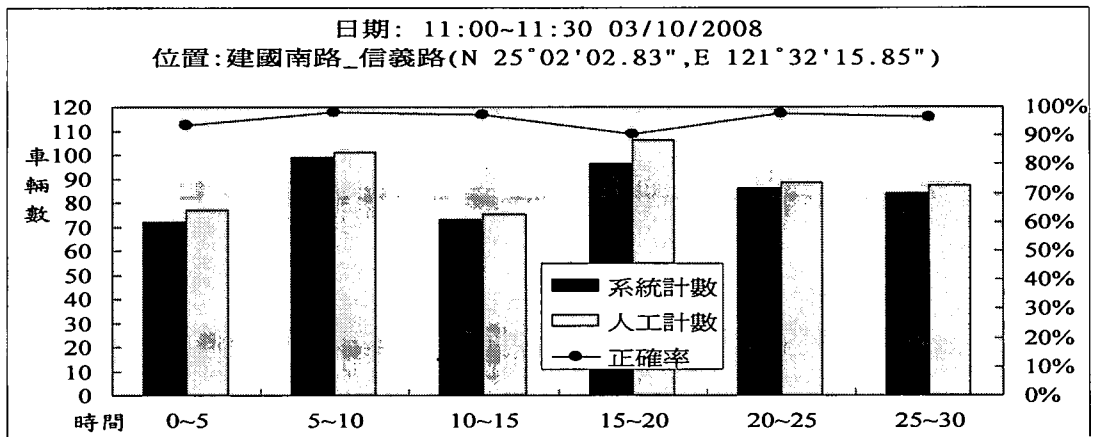


圖 4.4.2-4 建國南路-信義路各車種總合統計(參數調校後)

4.4.3 小結

研究團隊在臺北市交控中心之實際測試過程中，原選擇建國北路-松江路段之攝影機（此攝影機的架設高度及角度比較接近本研究先前所架設的路段）影像資訊進行分析，第 1 階段以預錄影像進行影像辨識的參數設定，在調整完成參數之設定與分析後，於 97 年 09 月 01 日進行第 2 階段的線上即時測試，惟測試期間此攝影機遇到光纖纜線傳輸故障，導致在交控中心無法取得即時影像，因此立即更換為編號 14 號攝影機建國南路-信義路進行偵測，由於此系統臨時更換攝影機，尚未調整任何參數的情形下進行系統即時偵測。由現場影片觀察，此路段車輛交疊及跨越車道的情形非常嚴重，汽車的流量數大，偵測時間為上午 10 點半到 11 點半，共計 1 個小時內中，人工計算的汽車流量為 2,605 輛，系統偵測到 2,245 輛，系統偵測率仍可達到 86.2%，藉由本次系統功能測試，可瞭解本研究所研發影像式車輛偵測器甚具彈性，除自行架設之 CCTV 外，亦可適用臺北交控中心目前於臺北市區內所布設之 CCTV 影像，另由實測結果得知偵測器在參數未依道路特性完成參數調校前，偵測器辨識之正確率仍可維持在 8 成以上，當操作人員對偵測器熟知程度不足時，亦不會對偵測器辨識正確率造成重大之影響。

4.5 國道五號雪山隧道 CCTV 影像

4.5.1 測試目的與時間地點

系統若只在短時間內運行，往往容易忽略很多不容易發生的問題，然而，往往總是因為所忽略問題，導致程式發生錯誤而中斷。舉例來說，當監控系統執行時，會持續的讓電腦的中央處理器處於高負載且高發熱的狀態，系統的硬體設備若未能克服散熱的問題，則在長時運轉熱能累積下，就會出現熱當的問題；系統在執行時，若出現記憶體遺漏的現象，也會在長時運轉後，出現嚴重的程式錯誤。因此，對於系統的穩定性驗證，在長時間的測試是不可或缺的工作。

本計畫於 10 月份在坪林行控中心進行為時一個月的線上實機測試，為了確保系統在長時環境實測時可以正常工作，在正式測試前，分別針對系統不同的元件以及在不同的流量條件，進行 3 次為期 1 到 5 天不等的試測。

第 1 次與第 2 次的試測內容分別為正常車流環境下與壅塞車流環境下進行系統穩定性的試測，第 3 次試測之主要目的則在於確認已開發的管理介面，在長時工作下是否可以穩定地工作，並隨著時間的改變進行資訊的更新，當完成所有試測後，才進入為時 1 個月的長時測試。其流程如圖 4.5.1-1 所示：

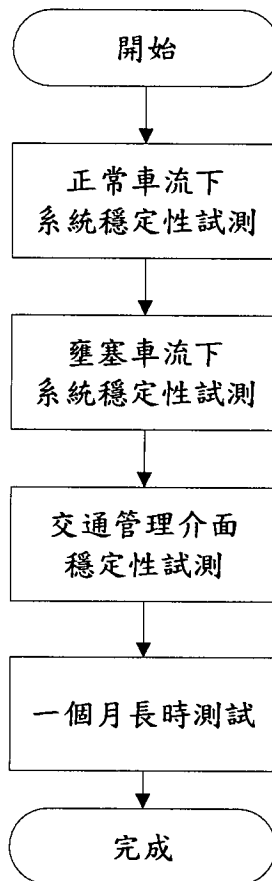


圖 4.5.1-1 系統測試流程

第 1 次試測	
時間	97 年 8 月 21 日 15 時至 97 年 8 月 22 日 15 時
地點	雪山隧道北口機房，選擇北上 24.432 公里處編號 2055 攝影機
目的	系統於正常車流環境進行穩定性的試測。
說明	<p>第 1 次試測。選擇避開週末的離峰時期，針對系統的穩定性進行 24 小時的實測，目的在於測試系統是否可以在隧道內 24 小時的環境變化中正常工作。本次主要測試內容條列於下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 系統硬體測試 ◆ 背景擷取 ◆ 車道線偵測 ◆ 物件切割 ◆ 物件追蹤 ◆ 繪圖函數

第 2 次試測	
時間	97 年 9 月 11 日 16 時至 97 年 9 月 15 日 15 時
地點	雪山隧道北口機房，選擇北上 24.432 公里處編號 2055 攝影機
目的	系統於壅塞車流環境進行穩定試測。
說明	<p>第 2 次試測。選擇週末的高車流量環境針對演算法進行試測。系統於高車流量的環境中工作，容易因為車輛壅塞的問題使演算法進行較為複雜的運算。透過測試，可以驗證演算法在複雜車流中的偵測能力。本次主要測試內容條列於下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 背景更新 ◆ 物件搜尋 ◆ 異常停止車輛偵測 ◆ 壅塞偵測

第 3 次試測	
時間	97 年 9 月 19 日 13 時至 97 年 9 月 22 日 13 時
地點	雪山隧道北口機房，選擇北上 24.432 公里處編號 2055 攝影機
目的	測試管理介面於長時的工作下，是否可以穩定地做訊息的紀錄與資訊的更新。
說明	<p>管理介面在工作時，必須定時地將系統所得的資訊進行記錄，以便管理人員調閱過去的工作紀錄。本次測試目的，是確認紀錄檔會隨著時間被重複地進行無數次的讀寫，且確保檔案可以在系統工作時順利地完成資訊更新，不會因為系統過度負荷導致程式的當機。</p> <p>本次主要測試內容條列於下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 以小時為單位的資訊更新 ◆ 事件錄影 ◆ 事件回放 ◆ 事件管理介面操作 ◆ 交通管理介面操作

1 個月長時測試	
時間	97 年 10 月 6 日 15 時至 97 年 11 月 3 日 13 時
地點	坪林行控中心機房，選擇北上 24.432 公里處編號 2055 攝影機
目的	系統正式於實務單位進行長時實測，並分析其穩定性與準確度。
說明	<p>透過 3 次的試測，系統正式安裝於管理單位，並與 CCTV 系統結合，執行交通監控的任務。系統長時工作下，必須穩定記錄相當龐大的資料量，並正確地將所偵測到的交通資訊即時反應予監控人員。待測試結束後，分析測試期間系統偵測率與造成誤差原因。</p>

本研究所研發之事件偵測系統安裝於坪林行控中心機房，此機房位於坪林行控中心 2 樓中控台旁，如圖 4.5.1-2 與圖 4.5.1-3 所示，為匯集雪山隧道所有 CCTV 監視迴路系統接至行控中心中控台之機房，將隧道內一百五十餘台 CCTV 以及所有交控設施經由機房再轉至中控台。此次長時測試主要是利用機房內的 CCTV 監視迴路系統，透過機房內視訊矩陣系統所預留之視訊端子，擷取隧道內 CCTV 影像，以提供偵測系統進行分析（如圖 4.5.1-4）。其中，透過機房所選定的 CCTV 影像位於國道五號雪山隧道內宜蘭往坪林北上段 24.432 公里處，分別距隧道北口及南口約 9.2 公里與 3.6 公里，圖 4.5.1-5 為攝影機於隧道內監視之示意圖，圖 4.5.1-6 為攝影機所拍攝之畫面，此次實測所選定攝影機的參考法則如下：(1)路段平直：指影像當中的車道無彎曲，則系統在處理畫面時可以減少左右車道上的車輛因為道路彎曲而造成的遮蔽現象。(2)隧道路側人行道較窄：人行道若較窄，可使攝影機更靠近車道，對系統來說，可偵測更大的有效區域。

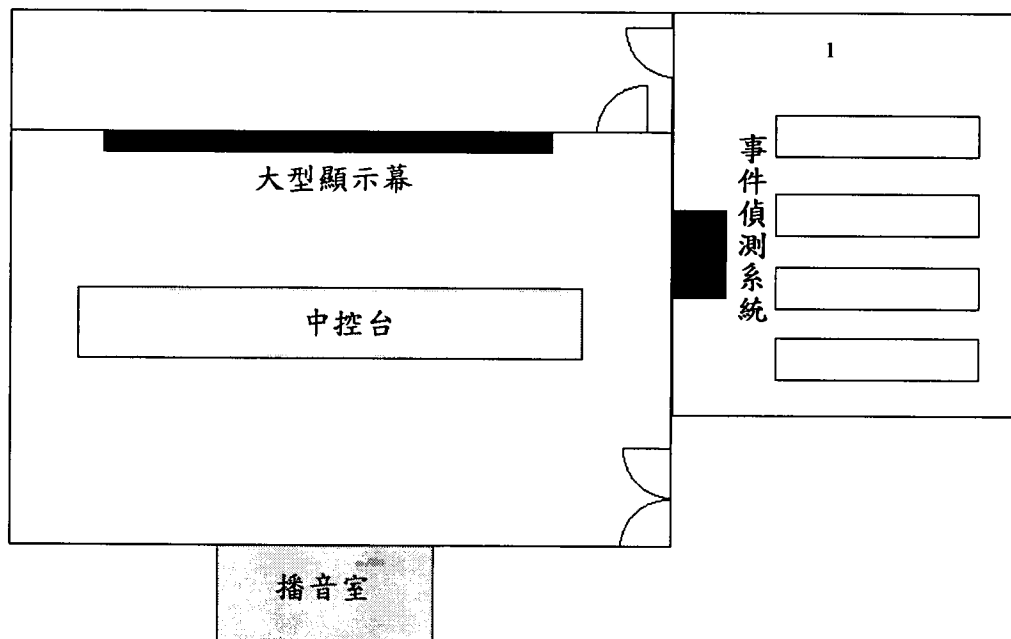


圖 4.5.1-2 行控中心 2 樓平面圖

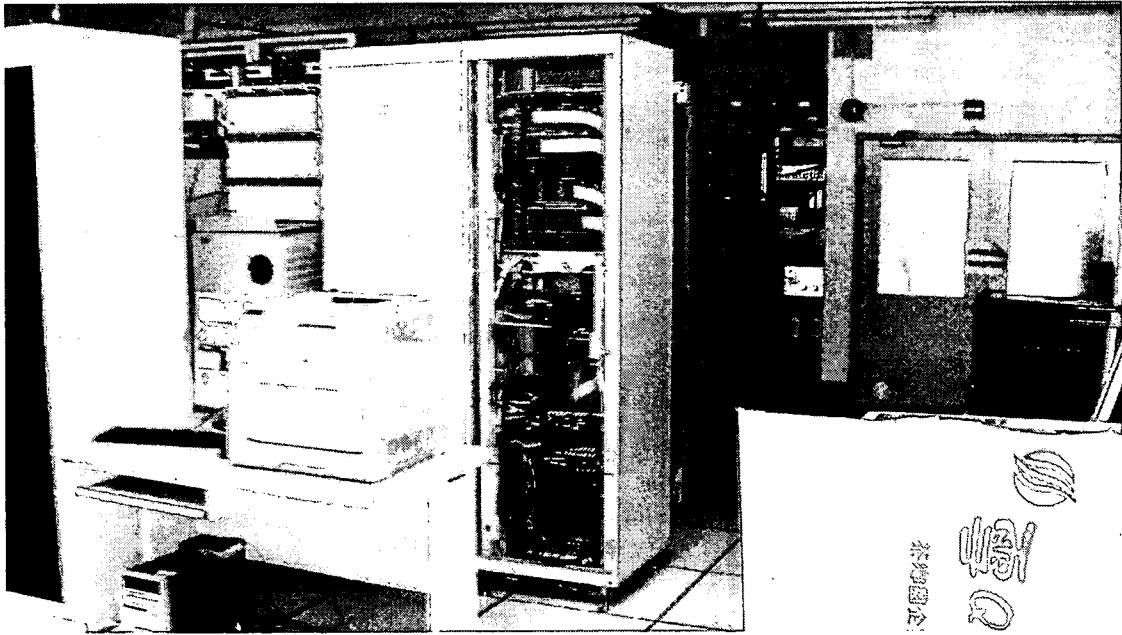


圖 4.5.1-3 行控中心 2 樓機房

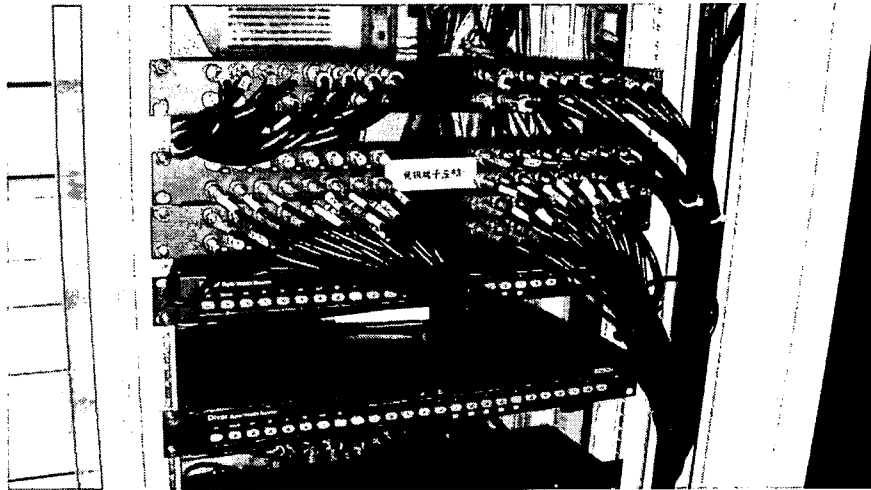


圖 4.5.1-4 矩陣式視訊開關暨視訊端子

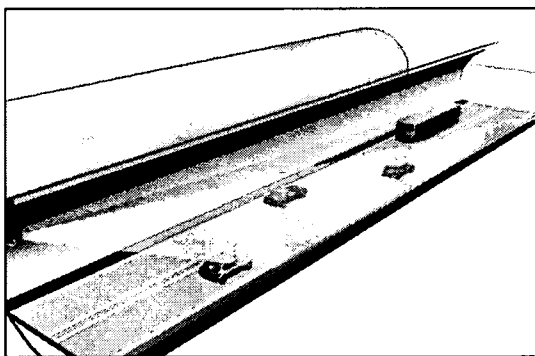


圖 4.5.1-5 2055 號 CCTV 隧道示意圖

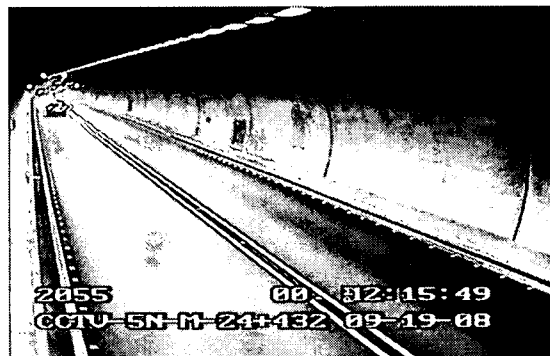


圖 4.5.1-6 2055 號 CCTV 影像

4.5.2 系統功能概述

本系統利用影像處理技術所分析的車流影像，自動計算交通參數，並透過物件追蹤技術，偵測交通事件的發生。交通監控人員可以透過管理介面的操作，對監控環境的交通狀況進行管理。系統提供的功能如下：

- ◆ 自動車流量分析：系統內建流量計數器，自動將所偵測的車輛進行流量統計，並以檔案的方式進行記錄。
- ◆ 圖形化交通資訊分析：系統提供繪圖區域，監控人員可以選擇以不同時間區間，針對過去的交通流量以時間-流量方式進行流量曲線繪製，以便管理人員掌握交通環境的改變。
- ◆ 交通資訊報表建立：系統以逗點分隔檔案進行流量紀錄，管理人員可以透過報表匯出的功能，將流量數據以相關統計軟體如 Microsoft Excel 進行更深入的分析與計算。
- ◆ 系統操作記錄：當管理人員操作系統時，系統會自動記錄操作的時間與操作的內容；除此之外，系統也會記錄事件發生/結束的時間與事件的內容，監控人員可以透過記錄檔的調閱進行事件的管理。
- ◆ 自動事故車偵測：系統會針對停止於監控區域中的事故車輛進行偵測，當停止時間超過預設的門檻值，系統即會發出事故車輛警報。
- ◆ 自動壅塞偵測：系統依公路容量手冊所制定的道路服務水準來定義壅塞程度，由順暢至壅塞共分 6 個等級，另提供管理人員壅塞程度門檻之輸入介面，以增加系統彈性。
- ◆ 自動違規變換車道偵測：系統會自動偵測車道線的位置，並自動比對被偵測車輛所屬的車道，當系統偵測到車輛違規變換車道，即會發出警報。
- ◆ 自動掉落物偵測：系統自動偵測隧道裡的掉落物，並發出警報通知監控人員。
- ◆ 事件自動錄影與回放：系統透過硬體壓縮裝置進行事件的錄影。當

事件發生後，系統會自動錄製事件的前中後影像，監控人員可以透過回放機制確認事件發生的相關責任。

- ◆ 自動事件通報：當事件發生後，系統的自動通報功能可以讓交通監控人員快速地排除事件的發生。

4.5.3 系統硬體說明

本研究主要是利用雪山隧道交控系統原有架構中，有關資料收集部分的 CCTV 攝影機系統，利用既有的視訊監控設備，將本研究所開發之事件偵測系統整合進入原有之 CCTV 攝影機系統，而不需要再有額外的基礎建設成本，只需要將由機房所取得的影像訊號輸入事件偵測系統主機內即可，在建置方面可謂相當方便，完全不會影響行駛車輛。

CCTV 攝影機系統架構如圖 4.5.3-1 所示，係由 CCTV 攝影機、終端控制器、機房及控制中心串連而成，其實體設備如圖 4.5.3-2。隧道內的 CCTV 攝影機擷取畫面後，經由終端控制器將訊號傳送到附近的機房，經由中繼機房將訊號送至控制中心機房，由控制中心機房匯集所有 CCTV 攝影機之訊號，再由控制中心前台控制人員於前台控制調閱畫面。

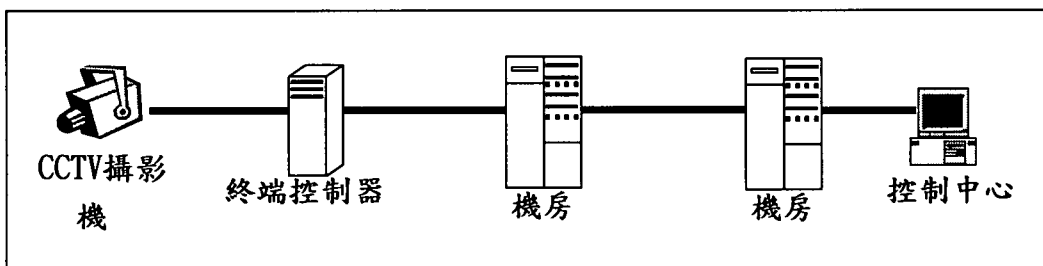


圖 4.5.3-1 CCTV 攝影機系統架構圖



圖 4.5.3-2 CCTV 硬體設備

本研究所開發之事件偵測系統架設於坪林行控中心 2 樓機房，再經由機房內的 CCTV 中央控制器(矩陣式視訊開關)從視訊端子(圖 4.5.3-3)輸出取得隧道內影像，以對隧道內之交通狀況執行監控，系統架構圖如圖 4.5.3-4 所示。



圖 4.5.3-3 矩陣式視訊開關暨視訊端子

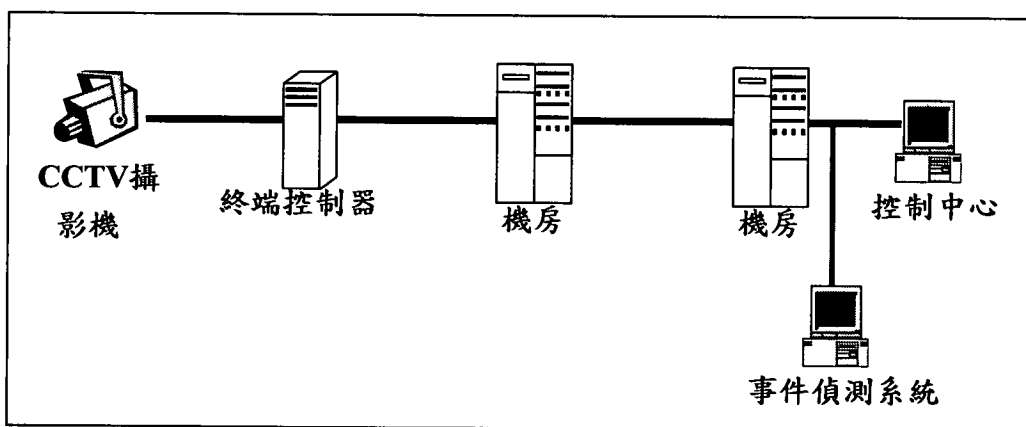


圖 4.5.3-4 事件偵測系統架構圖

事件偵測系統主要是由 1 台個人電腦做為主要架構，如圖 4.5.3-5，利用視訊矩陣系統取得路況畫面，將資料輸入電腦提供給系統使用，為了接線方便，在 PC 面板的部分預留了 8 個視訊埠(圖 4.5.3-5 事件偵測系統上的黃色標記處，避免將來系統若擺放在其他地方，而須從 PC 後方輸入訊號所帶來的不便)，使者可利用 PC 面板的視訊埠使訊號直接由前方輸入。本系統硬體組成元件規格請參閱表 4.5.3-1。

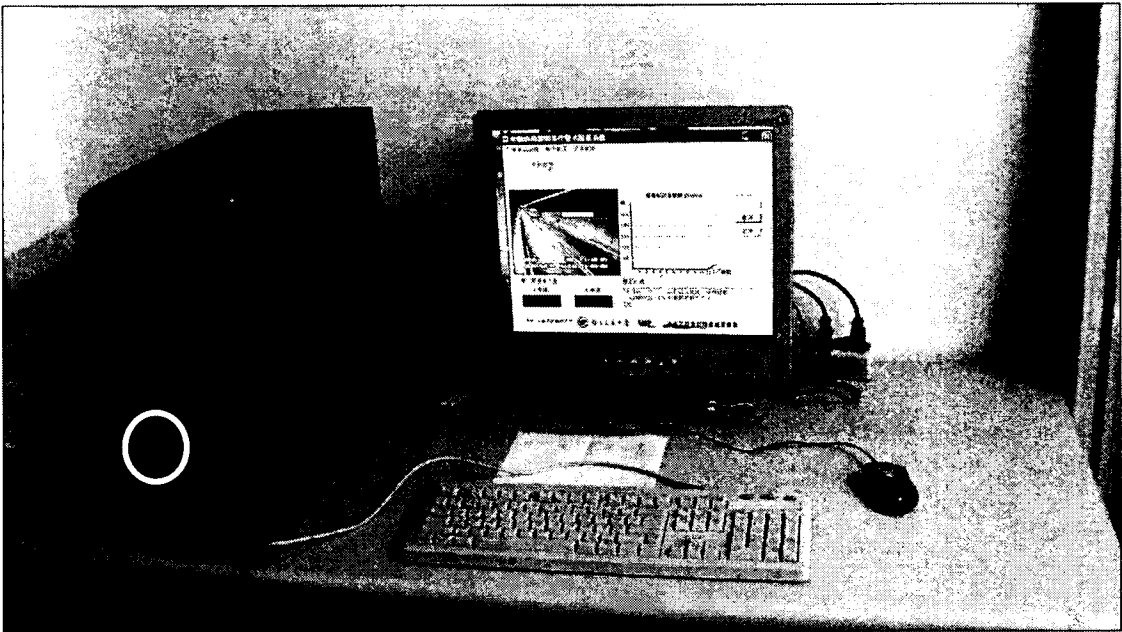


圖 4.5.3-5 事件偵測系統

表 4.5.3-1 事件偵測系統硬體元件

中央處理器	Intel® Core 2 Duo® E8500 3.16GHz
記憶體	2.0 G
硬碟	640 G
影像擷取卡	ADlink PCI-MPG24
作業系統	Microsoft® Windows® XP
開發程式工具	Microsoft® Visual Studio® 2005

4.5.4 測試結果概述

系統實機測試時間為 97 年 10 月 6 日至 97 年 11 月 3 日，共計 28 天，系統總測試時數約為 672 小時，選用的 CCTV 影像為國道五號雪山隧道北上 24.324 公里 CCTV 攝影機，主要針對車流偵測與事件偵測功能進行測試。

1. 事件偵測功能測試結果

本研究針對車輛壅塞、掉落物、異常車速與事故車等事件進行偵測，並在偵測到事件的同時發出警報聲響，以警示交通監控人員。由

於本研究僅針對隧道中的 1 個地點進行測試，且事件（如掉落物、異常車速與事故車）的發生是相當偶然的，因此，有效事件的數量較少。

針對壅塞事件的測試結果，由於「壅塞」事件在塞車時段，會不斷地發生而導致連續觸發，會導致警報聲響不斷，因此本研究除初次發生壅塞時會加以警示外，接續之壅塞改以第 3.2 節所提壅塞程度量表的圖型化呈現，來取代事件警示聲響發出，以避免分散監控人員對於其他事件的注意力。此外，由於「壅塞」之車流型態不如其它事件多樣，故本研究選擇 2 小時的影像片段進行「壅塞」功能之測試，其中包含壅塞(民國 97 年 10 月 10 日 21:00~22:00)及自由車流(民國 97 年 10 月 7 日 21:00~22:00)，其間並以人工方式檢視真實環境發生「壅塞」之次數。針對該 2 小時的片段，以人工方式每 5 分鐘記錄 1 次壅塞程度量測的結果，共計得到 12 筆壅塞事件與 12 筆非壅塞事件。系統對於壅塞事件的影像偵測上，當人工判定為壅塞，而系統顯示為 F 級壅塞程度時，則定義為系統正確偵測；其它事件則以系統測試期間發生事件及系統偵測次數作為偵測能力之判定依據。

根據測試結果可以得知，系統針對所測試的 12 筆壅塞事件，皆可正確地顯示 F 級的服務等級；且針對另外 12 筆自由車流影像，系統也正確顯示 A 級或 B 級的服務等級；因此，可以推論其壅塞事件的偵測能力十分良好。此外，圖 4.5.4-1 是透過曲線圖來呈現連續 1 個月的壅塞程度測試結果，橫軸為時間，以小時為單位，縱軸為壅塞程度，共分 6 級；透過圖 4.5.4-1 可以發現，曲線的高低變化是因為凌晨的壅塞程度較低，傍晚的壅塞程度較高，且系統共測試 28 天，所以會出現 28 個波。

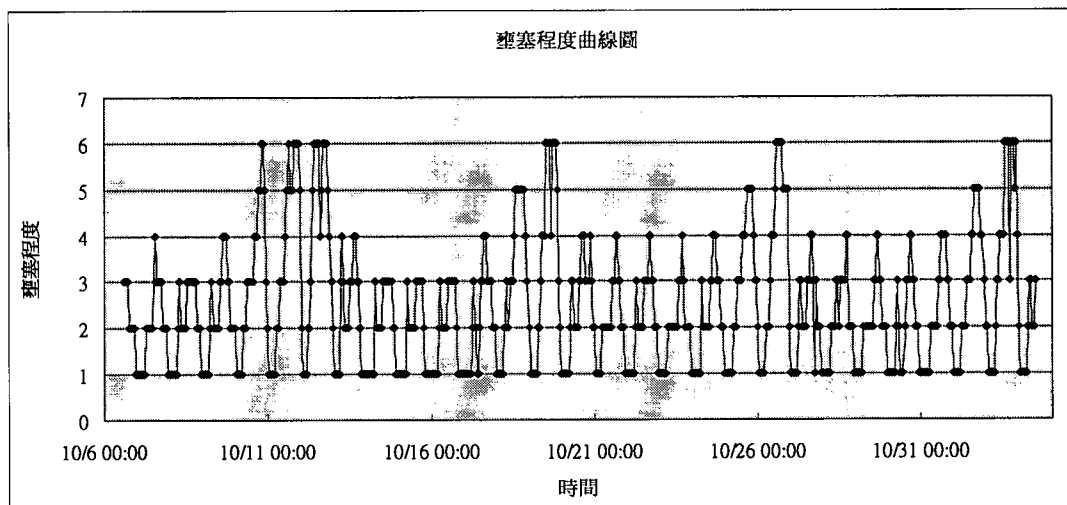


圖 4.5.4-1 1 個月壅塞程度曲線圖

此外，在異常停止車輛的測試方面，1 個月的測試中，測試結果如表 4.5.4-1 所示，並未發生任何拋錨或差撞所引起的事件，但有 1 筆「車輛停止」之事件發生，其內容為偵測區域前方出現管制，導致車輛完全停止，滿足停止車輛條件因而觸發事件警示，其事件片段原始影像如圖 4.5.4-2 所示。另有 2 起則是因為監控區域前方出現未知事件，導致出現車多甚至回堵的現象，由於壅塞與車輛停止事件同時被觸發且車輛停止事件的優先權較高，因此，系統判定事故發生，需要監控人員注意；此 2 事件雖然不是因為監控區域內的車輛發生事故或拋錨所引起，但仍可能導致事故的發生，因此，暫時定義為正確偵測。關於上述事件優先權的部份，可以配合實務單位的需求快速地作手動設定，避免混淆產生。最後 2 筆分別是因為照明不足且用路人的車燈異常強烈所致（如圖 4.5.4-3），因而車輛型體受到破壞導致偵測參數異常，而有系統誤判為事件的情形，所以，此 2 筆列為誤報。

表 4.5.4-1 異常停止車輛發生原因

編號	日期	時間	異常停止車輛發生原因
1	2008/10/15	17:30:34	壅塞回堵(正確偵測)
2	2008/10/18	23:59:09	照明不足
3	2008/10/21	00:20:47	照明不足
4	2008/11/2	17:40:22	交通管制(正確偵測)
5	2008/11/2	17:43:14	壅塞回堵(正確偵測)

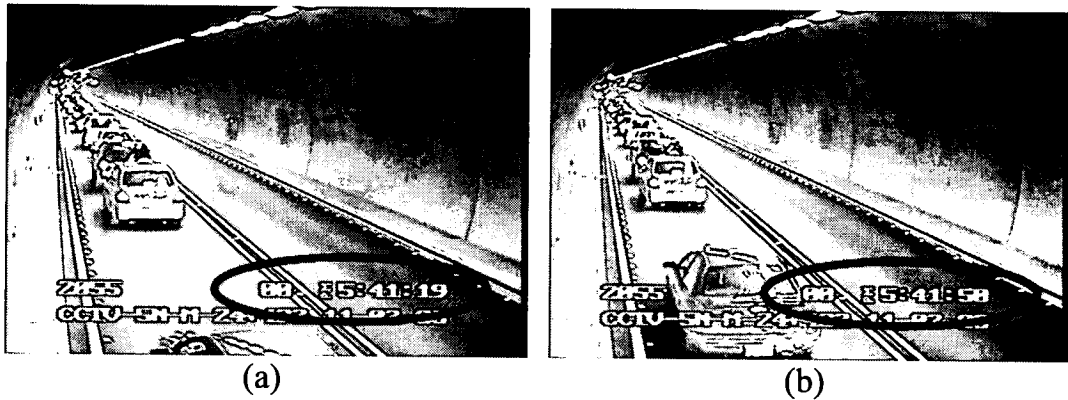


圖 4.5.4-2 系統偵知事故車輛之回放影像

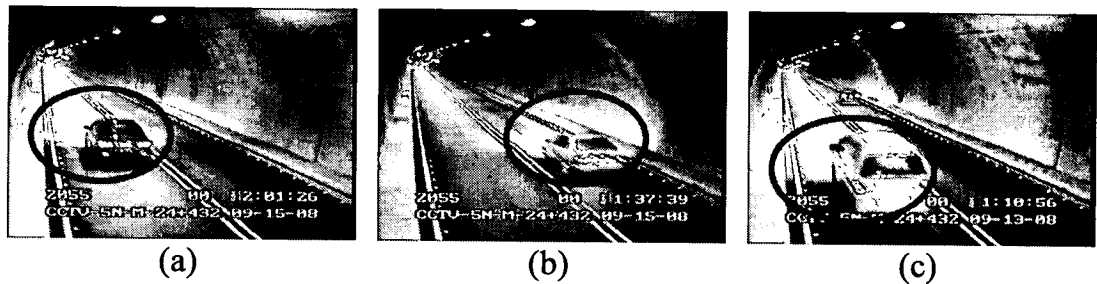


圖 4.5.4-3 照明不足導致車燈異常強烈影像

有關掉落物偵測功能的測試方面，測試期間發生有效的掉落物事件為 0 筆，系統也正確地偵測 0 筆，未有誤報情形發生。

異常車速功能的測試上，發生有效事件 2 筆，但此 2 筆未被系統正確偵測，其原因經觀察原始影像，發現發生異常車速的車輛是雪山隧道內正在施工的工程車，對於這類之事件，系統目前並無法對正在施工的工程車偵測出異常車速，其主要原因在於工程車上的警示燈。因為警示燈的閃爍經由影像分析後，會影響車輛形體的判斷，閃爍燈使得車輛形體不斷改變，如圖 4.5.4-4 所示，導致無法正確讀取該工程車軌跡的資訊。由於工程車並非需要即時被救援之車輛，故本期暫不進行工程車偵測之功能補強，後續實務單位若認為此部分事件有必要納入偵測，則系統須就此問題加以克服。

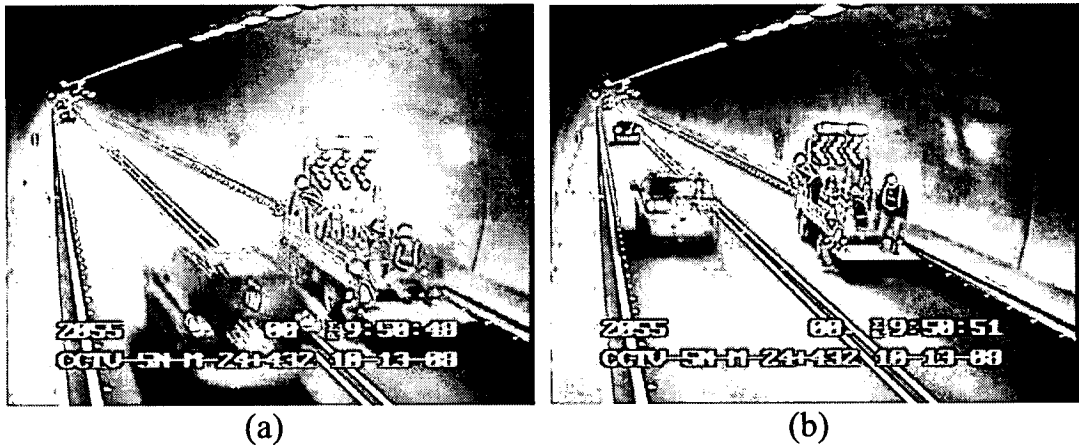


圖 4.5.4-4 工程車之異常車速影像

系統在測試期間之偵測結果如表 4.5.4-2 所示。雖然所發生的事件總量較少，但系統仍具有成功偵測之案例，未來再輔以更多地點、更長時間的測試，必能更全面地檢驗系統之效能。

表 4.5.4-2 事件偵測結果

事件種類	事件發生次數	系統偵測次數
交通壅塞	12	12
異常停止車輛	3	5
掉落物	0	0
異常車速	2	0

以下茲依據本研究報告 4.1 節所定義之事件偵測效能指標來進行系統效能的評比。僅針對表 4.5.4-2 的異常停止車輛測試結果來進行系統效能的討論：

- ◆ 事件偵測率 DR_e ：所選定監視器的監控區域範圍內，雖然存在車多回堵所導致的車輛停等，但並未有碰撞或拋錨等車輛事故發生，因此，公式 4.1-4 中的總事件暫定為 0，偵測率參數不具意義。
- ◆ 事件誤報率 FAR ：在測試期間內，系統共偵知 5 起事件，有 3 起為正確偵知，2 起為錯誤偵知，所以誤報率 FAR 為 40%。
- ◆ 平均誤報次數 FAP ：本系統測試時間為 10 月 6 日至 11 月 3 日，共計約 28 天；測試期間內，共發生了 4 次誤報，因此平均誤報次數 FAP 為每天 0.143 起。

- ◆ 平均偵知時間 DT ：在測試期間內，本系統正確偵知事件數為 1 起，且由車輛停止至發出警報共需約 20 秒，因此平均偵知時間為 20 秒。由於僅偵知 1 起事件，且該事件是在緩慢車流中發生，所以需要較長的偵測時間，因此，該偵知時間並無法代表系統「平均」所需之偵知時間。

由於系統在僅有 1 個月的測試期間內，發生的有效事件數極少，因此本研究雖然針對效能參數進行計算，但計算出的結果僅供參考，並未能客觀地描述偵測系統的效能，未來應輔以更多的測試樣本，更客觀的對偵測系統效能進行分析。

2. 流量偵測功能測試結果

系統將所擷取到的車流資訊以每 5 分鐘為單位記錄一次，經過約 28 天共 672 小時的測試，可得到 8064 筆資料。本研究對於影像式車輛偵測器的偵測能力，是透過附近的環路線圈式偵測器所偵測之資料來做評比，由於兩偵測器之時間對時與所在位置無法完全相同，若以 5 分鐘為單位做計算，往往會因為 5 分鐘之短時間間隔導致兩偵測器的偵測差異放大。因此，本研究將 5 分鐘為單位的資料重新整理成以 1 小時為單位做運算，使兩偵測器的時間差與位置差之影響因素有所降低。

隧道內單日流量曲線的變化如圖 4.5.4-5 與圖 4.5.4-6 所示。圖 4.5.4-5 為 10 月 18 日星期六的流量曲線，圖 4.5.4-6 為 10 月 24 日星期五的單日流量曲線，其中，橫軸為時間、縱軸為流量。圖 4.5.4-5 因為是上班日，所以 8 點左右會出現上班之北上車潮。在連續的車流變化中，當發生因為交通管制而封閉車道的情形，則在交管時間內之特定車道流量會突然減少，而另 1 車道的車流量會突然增加。如圖 4.5.4-7 所示，8 點左右有一波上班車潮，在 10 點附近因有第 1 車道封閉之交通管制措施，導致車輛集中於第 2 車道，因此，第 1、2 車道流量產生極大的差異。

若以週進行分析，參閱圖 4.5.4-8 為 10 月 20 日星期一至 10 月 26 日星期日的流量曲線，車流量最高的部份係出現在週末的車潮，隧道

內因為車輛過多而出現回堵的狀況，其他上班日的單日流量變化則並不大。

圖 4.5.4-9 為第 1 車道在 1 個月長時測試下所得到之流量曲線，橫軸為時間，單位為 1 小時；縱軸為單位小時所得的車流量，並以輛為單位。圖 4.5.4-10 為第 2 車道在長時測試下所量測的資料，圖 4.5.4-11 為第 1 車道與第 2 車道在長時測試下的車流量和。由圖 4.5.4-9~圖 4.5.4-11 可知，單日車流量會隨著日夜交替而有所增減，通常在下午至傍晚，隧道內的車流量會達到單日的最大值；在深夜時分，單日車流量會降低至單日的最小值。

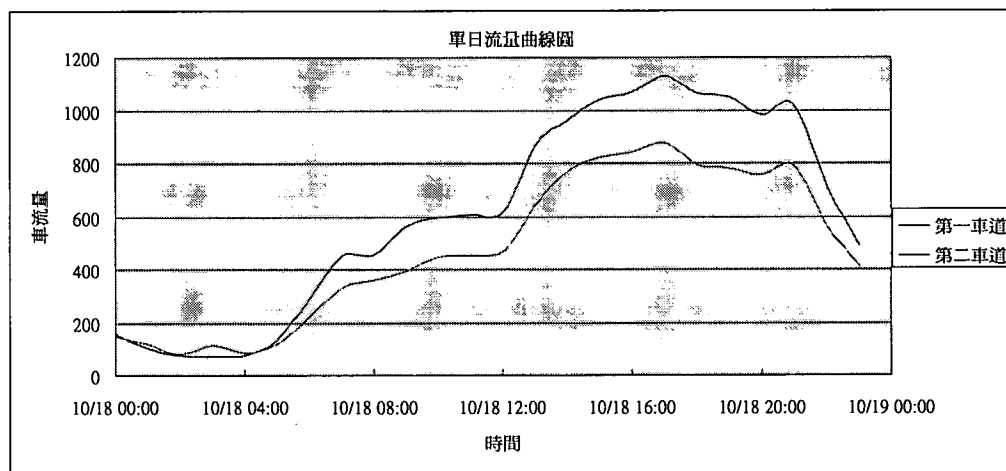


圖 4.5.4-5 雙車道 10 月 18 日星期六流量圖

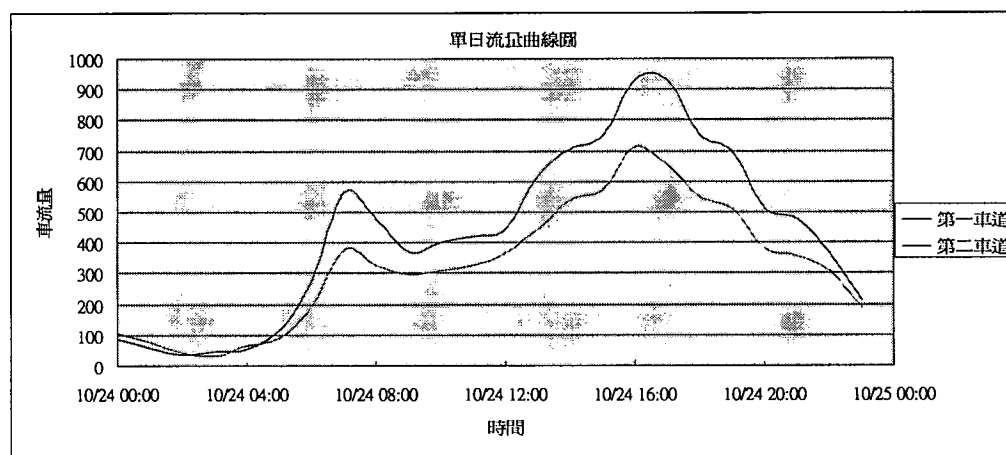


圖 4.5.4-6 雙車道 10 月 24 日星期五流量圖

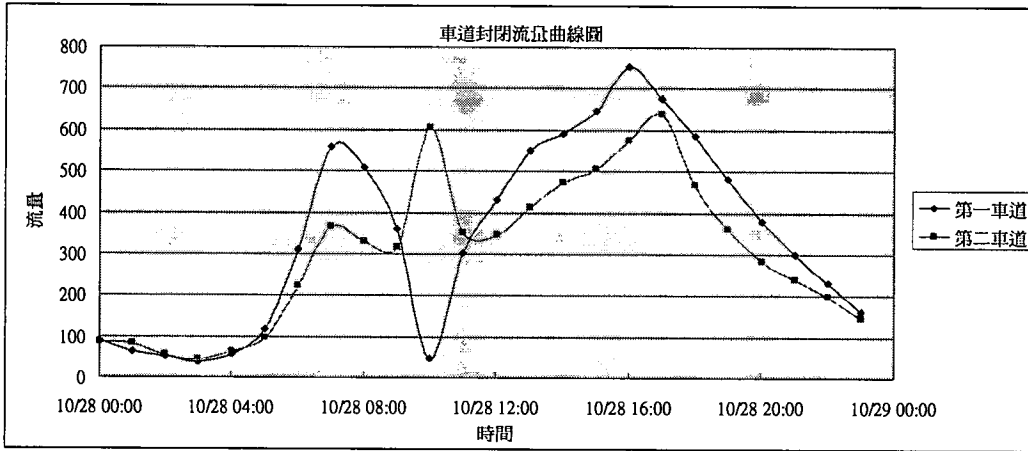


圖 4.5.4-7 雙車道 10 月 28 日星期二流量圖

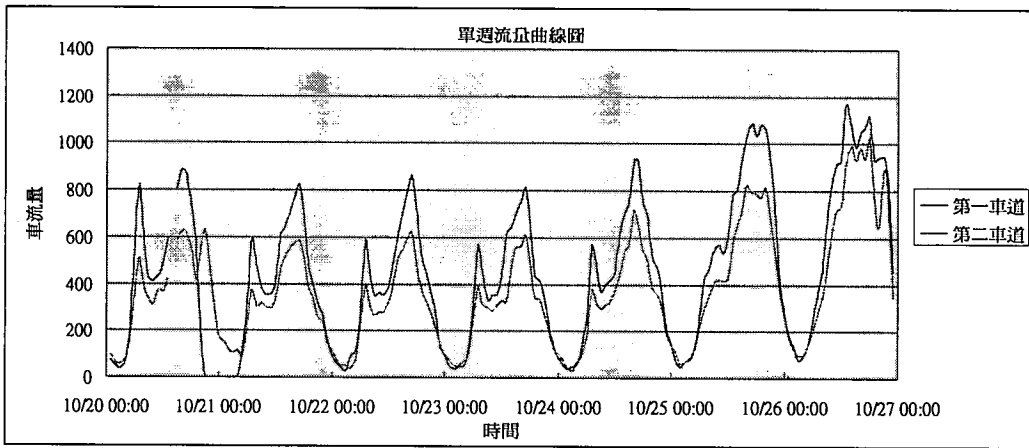


圖 4.5.4-8 雙車道單週流量圖

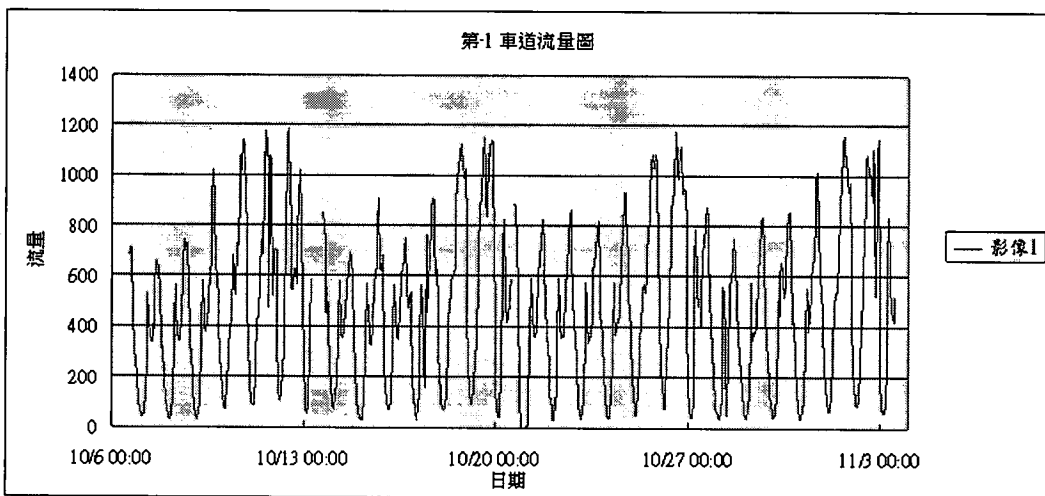


圖 4.5.4-9 第 1 車道單月流量圖

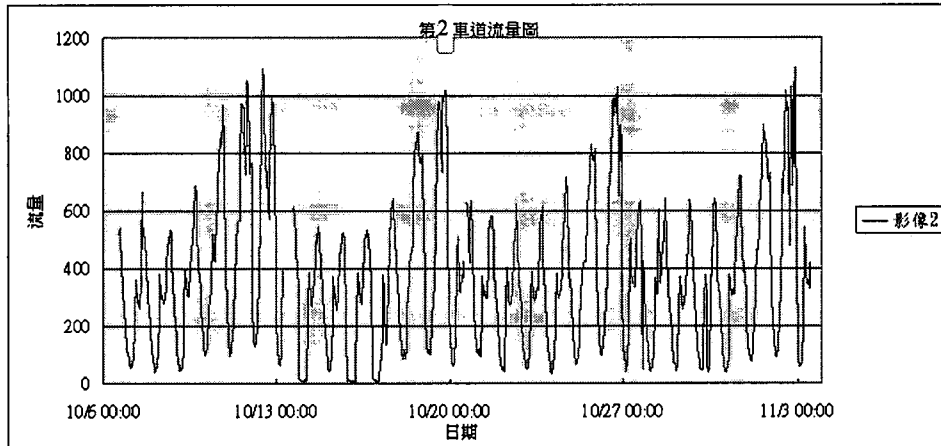


圖 4.5.4-10 第 2 車道單月流量圖

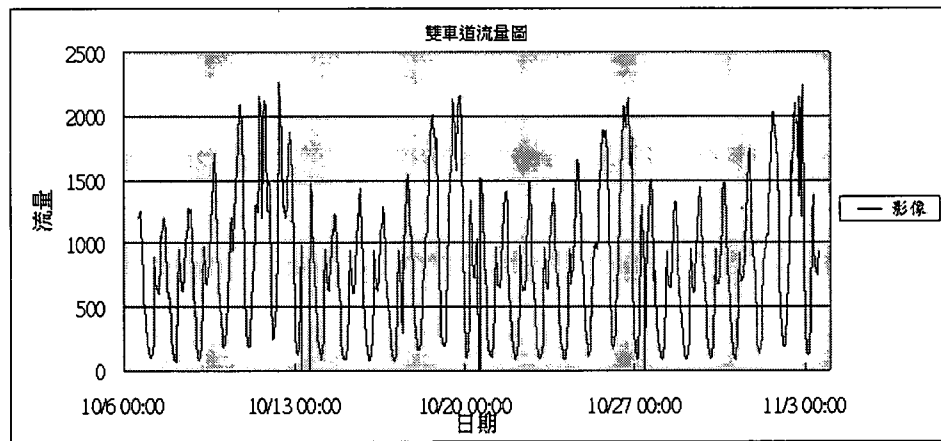


圖 4.5.4-11 雙車道單月流量圖

系統經過 1 個月的測試後，由於資料量極為龐大，因此不易透過人力來分析系統的準確率。為了驗證系統在流量偵測的準確性，本研究乃透過環路線圈式偵測器的流量作為比較對象，透過坪林行控中心的協助，取得國道五號雪山隧道北上 24.667 公里處環路線圈的流量資料，系統所使用的影像監視器位於北上 24.432 公里處，與環路線圈相距約 200 公尺。由於測試之攝影機位置與環路線圈位置相距不遠，且兩者皆在同一道路上，因此，經由線圈所計算的流量與透過本研究系統所得的流量，必會有相當的關連性。故以下以影像式車輛偵測器與感應線圈式車輛偵測器所得到的資料，進行以小時為單位的相互比對，並分析系統的準確性與產生誤差的可能原因。

圖 4.5.4-12 為 10 月 18 日單日第 1 車道的影像與線圈資料比較圖，

圖 4.5.4-13 為第 2 車道比較圖，圖 4.5.4-14 為第 1 車道與第 2 車道總和的比較圖，其中，橫軸為時間，單位為 1 小時；縱軸為單位小時所得的車流量，並以車輛總數為單位。紅色曲線為環路線圈所量測的資料，藍色曲線為本研究系統所量測的資料，經比較發現，兩者所測得之資料多為吻合，僅有少部分時段出現較大的誤差；圖 4.5.4-15 為 10 月 20 日到 10 月 26 日單周的第 1 車道流量比較圖，圖 4.5.4-16 為第 2 車道比較圖，圖 4.5.4-17 為第 1 車道與第 2 車道總和的比較圖，圖 4.5.4-18 為第 1 車道在 1 個月長時測試下所得到流量之曲線，圖 4.5.4-19 為第 2 車道在長時 1 個月測試下所量測的資料，圖 4.5.4-20 為第 1 車道與第 2 車道的在長時 1 個月測試下的車流量和。透過圖形可以得知，系統可以長時間的進行工作，且有穩定的偵測結果，與已被廣泛使用的環路線圈相比，兩者有一致的 pattern，差異相當小。

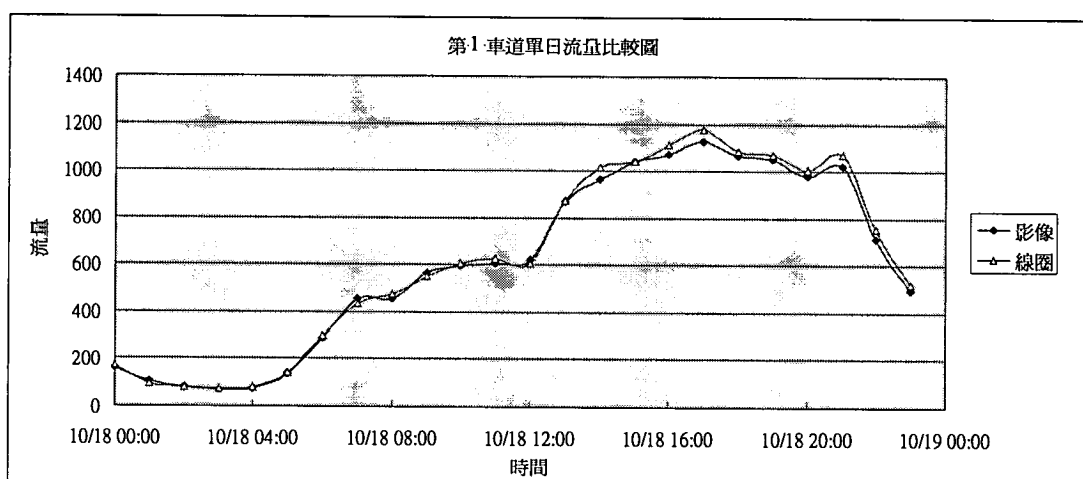


圖 4.5.4-12 第 1 車道單日流量比較圖

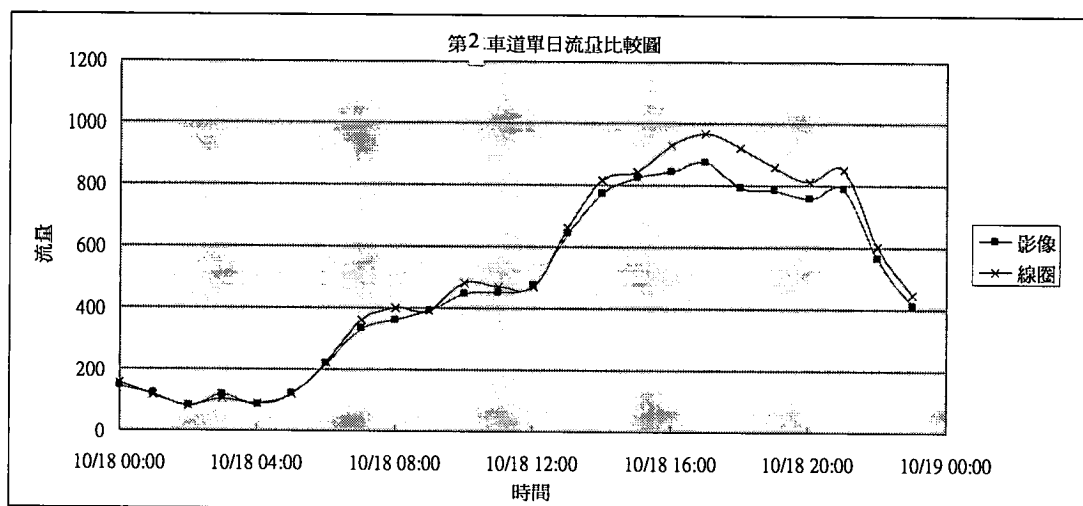


圖 4.5.4-13 第 2 車道單日流量比較圖

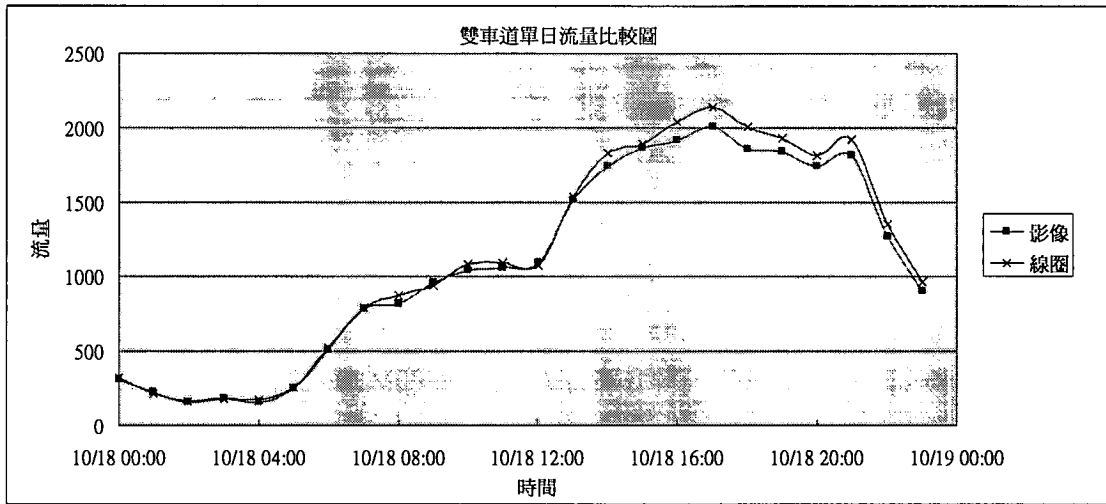


圖 4.5.4-14 雙車道單日流量比較圖

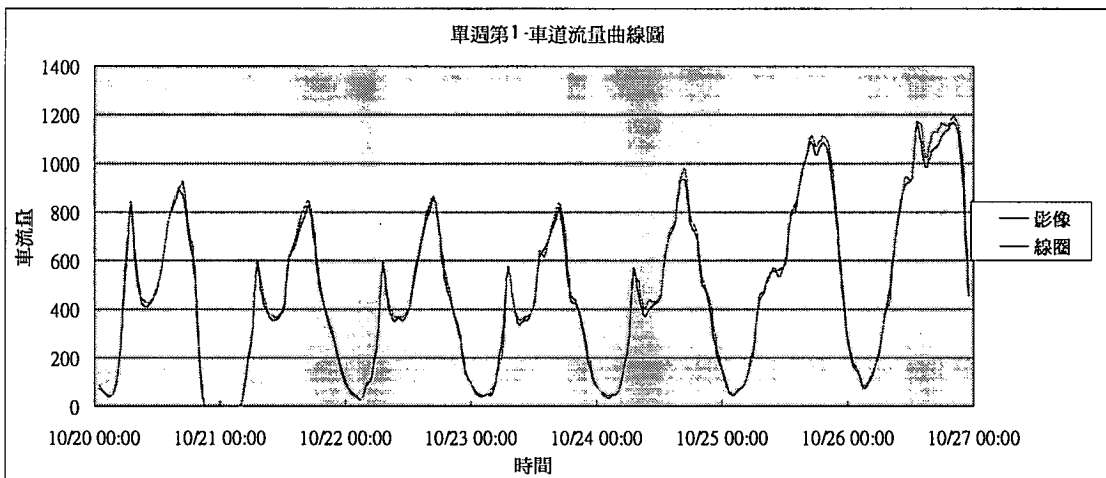


圖 4.5.4-15 第 1 車道單週流量比較圖

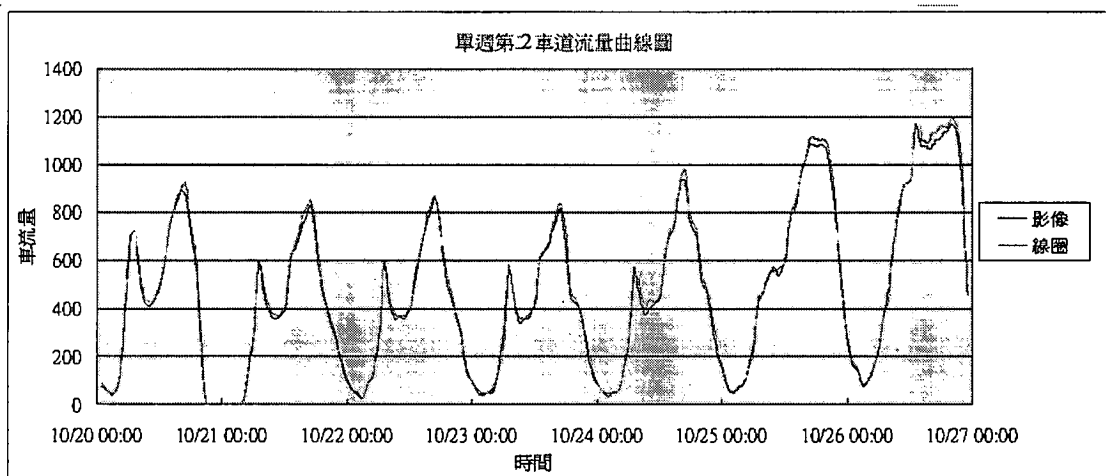


圖 4.5.4-16 第 2 車道單週流量比較圖

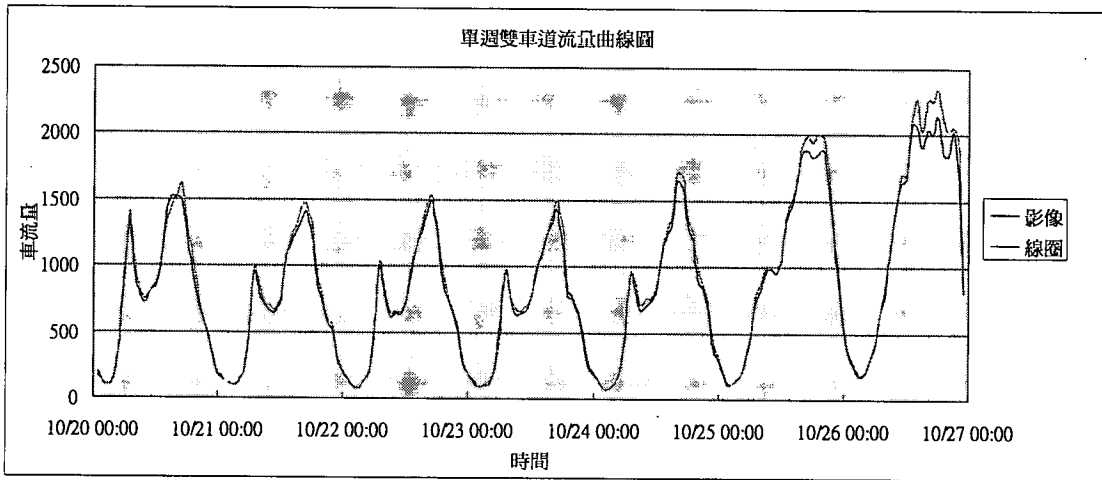


圖 4.5.4-17 雙車道單週流量比較圖

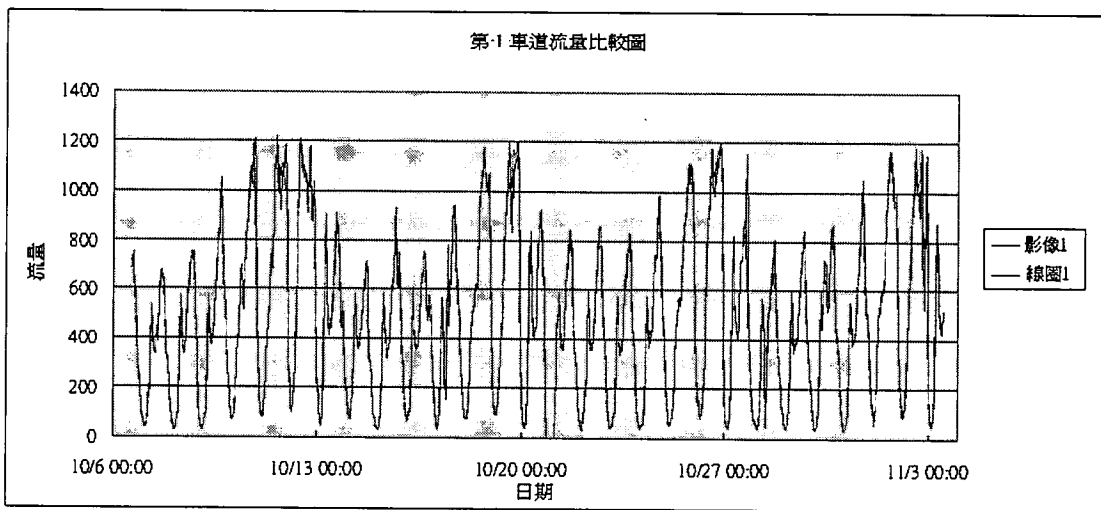


圖 4.5.4-18 第 1 車道單月流量比較圖

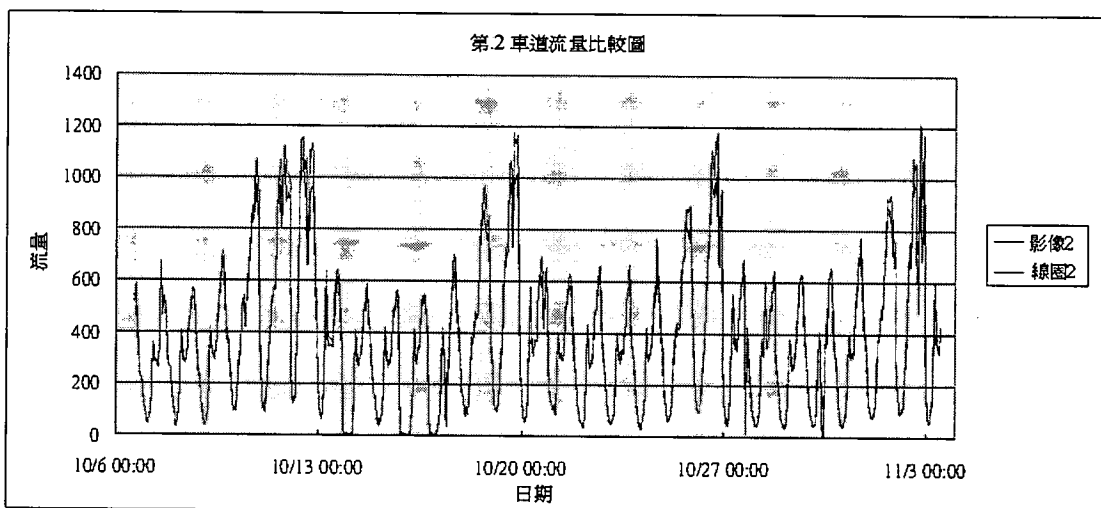


圖 4.5.4-19 第 2 車道單月流量比較圖

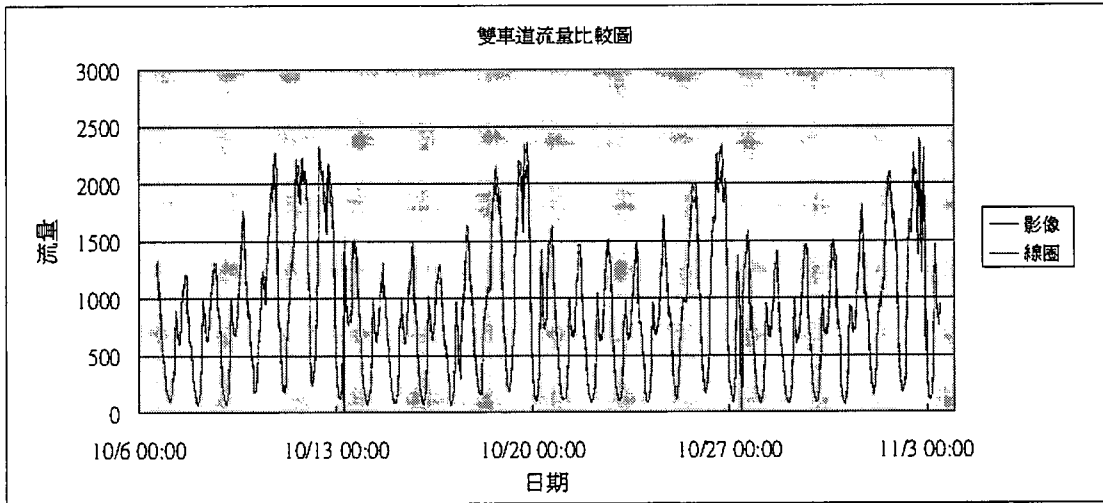


圖 4.5.4-20 雙車道單月流量比較圖

前述係透過環路線圈來觀察影像式偵測器的流量偵測的準確性。以下則持續透過環路線圈的資訊來取代人工計數的不便，並且根據線圈的偵測資訊，重新定義 4.1 節系統的誤差特性。假設第 K 小時影像所得到的流量為 C_{Ik} ，線圈所得到的流量為 C_{Lk} ，則影像式偵測器在第 K 小時與線圈式偵測器所產生的量測差異值 E_k 定義如公式 4.5.4-1 所示。其中，若 E_k 為正值代表系統計算多於線圈計算， E_k 為負值代表系統運算小於線圈運算， E_k 的絕對值越大，表示影像所量測的流量與線圈的流量兩者差異越大。

$$\text{差異值 } E_k = \frac{C_{Ik} - C_{Lk}}{C_{Lk}} \times 100\% \quad \text{公式 4.5.4-1}$$

針對系統在長時測試中每 1 小時所量測的車流量資料，參考線圈資料可以計算差異值，並隨時間描繪差異值的曲線圖。圖 4.5.4-21 顯示單日分車道的差異值曲線圖、圖 4.5.4-22 顯示單週分車道的差異值曲線圖，圖 4.5.4-23 顯示單月分車道的差異值曲線圖。圖 4.5.4-24 顯示單日不分車道的差異值曲線圖、圖 4.5.4-25 顯示單週不分車道的差異值曲線圖，圖 4.5.4-26 顯示單月不分車道的差異值曲線圖。由圖 4.5.4-21~4.5.4-23 可以發現，大部分的差異值落於 10% 以內，少部份的差異值介於 10% 到 20% 之間，極少部份差異值會高於 20%。圖 4.5.4-21 至圖 4.5.4-23 手動修改部份差異值，主要是因為單位小時資料樣本數

的不足。舉例來說，假如某一單位小時，因為左車道封閉，所以線圈量測值為 0，但影像可能會把右車道的車輛因為視覺遮蔽而誤判成左車道，所以假設左車道影像量測值為 1，利用式 4.5.4-1 進行差異值計算，差異值則會趨近於無窮大；假設線圈量測值是 1，影像量測值是 2，差異值仍會有 200% 的量。由於為資料量過小，導致該次實驗差異值過大，則該次實驗判定為無效實驗，所計算的誤差則判定為無效差異值，且該差異值不納入準確率的評比。其中，有效實驗的定義為該小時的線圈量測值大於 50 輛，若小於 50 輛，則該次實驗判定為無效實驗。

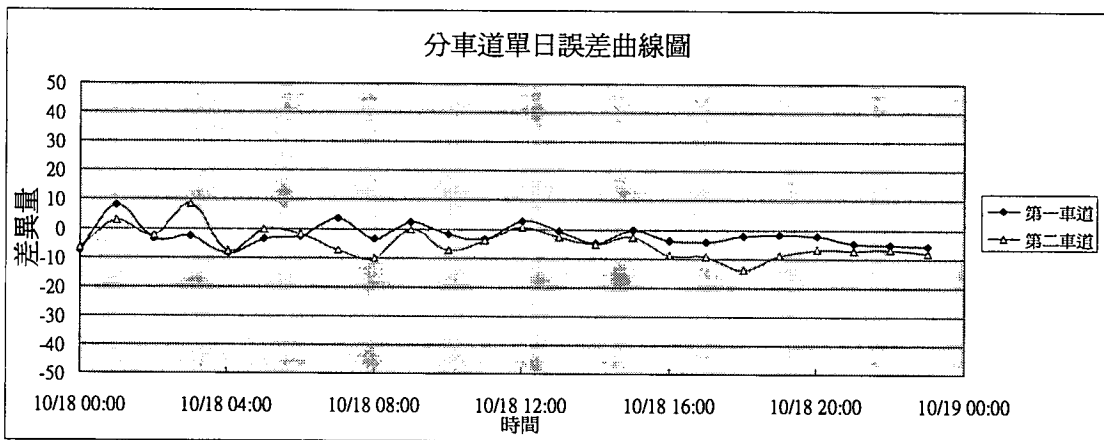


圖 4.5.4-21 單日分車道誤差曲線圖

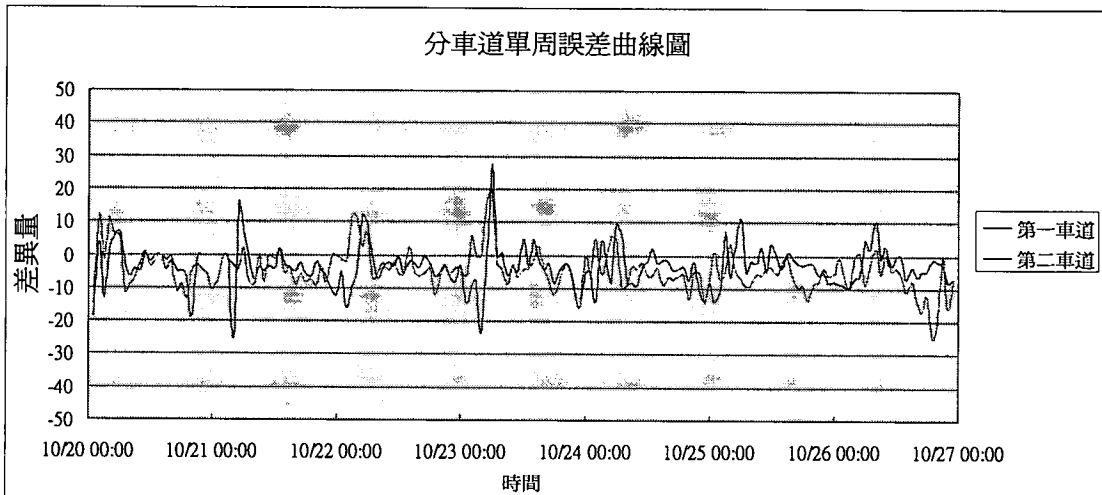


圖 4.5.4-22 單週分車道誤差曲線圖

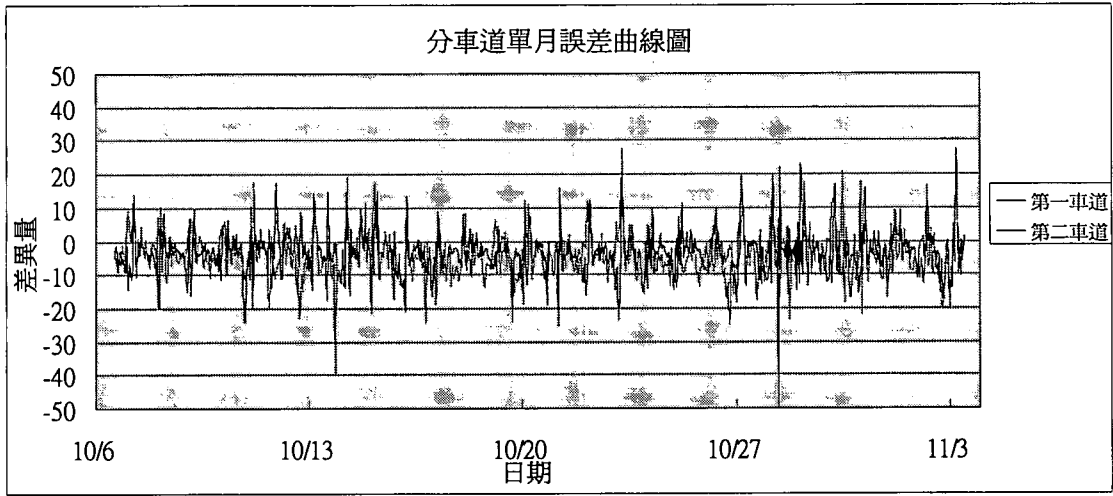


圖 4.5.4-23 單月分車道誤差曲線圖

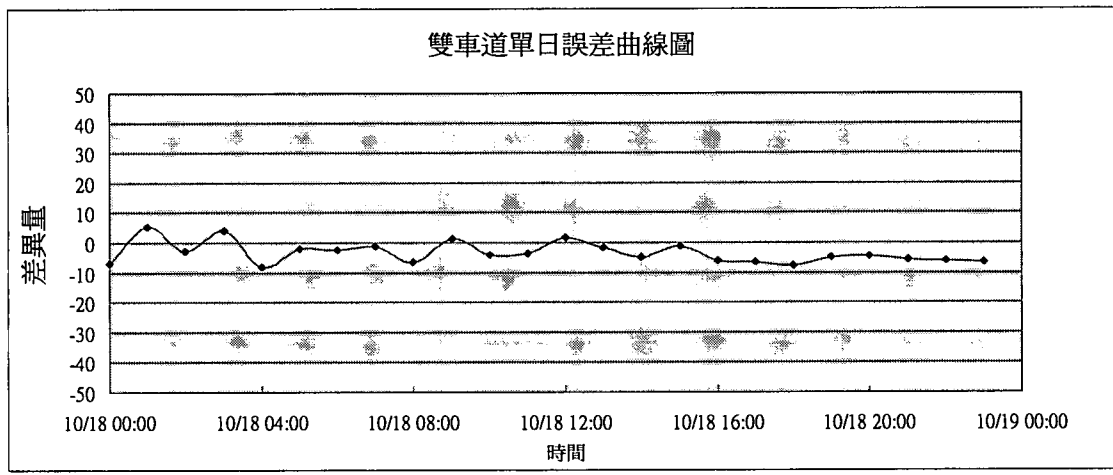


圖 4.5.4-24 雙車道單日誤差曲線圖

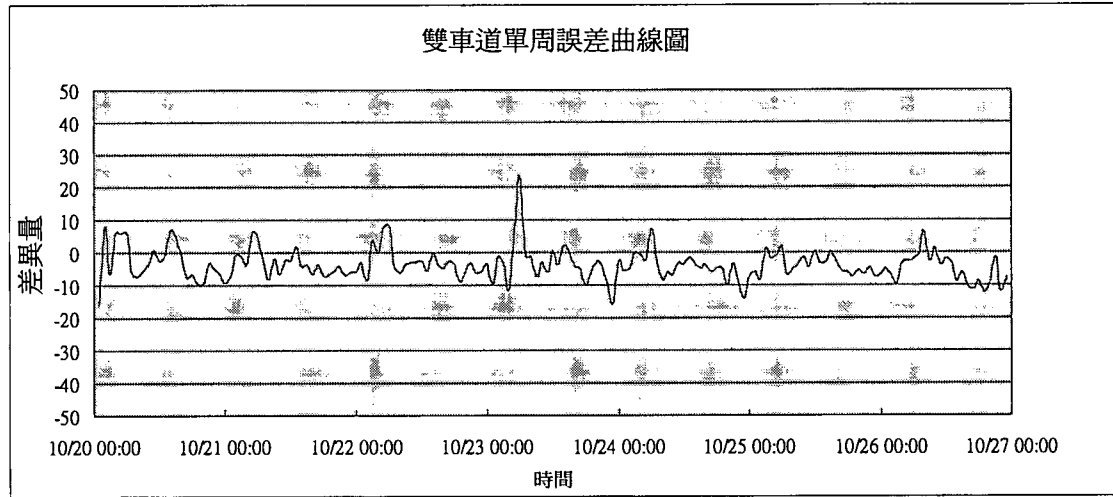


圖 4.5.4-25 雙車道單週誤差曲線圖

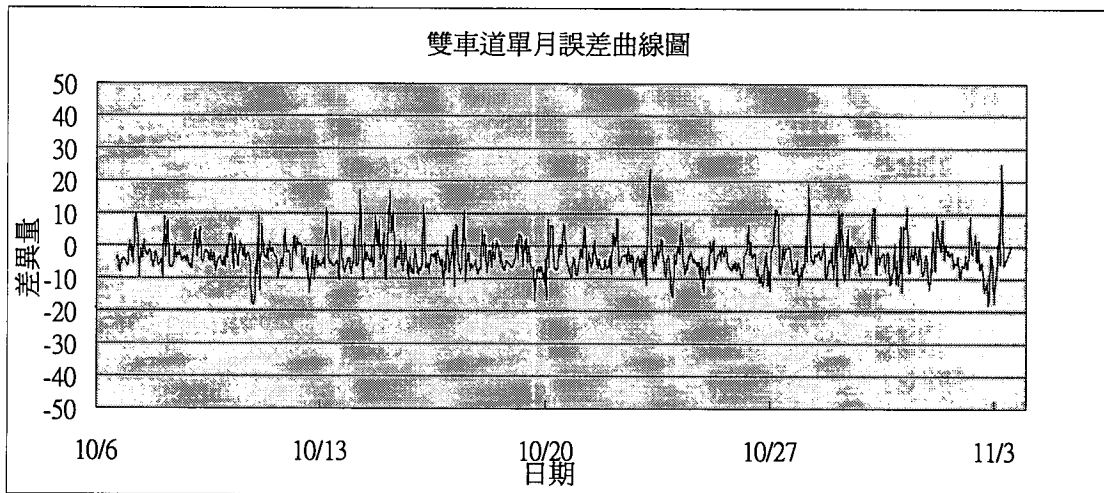


圖 4.5.4-26 雙車道單月誤差曲線圖

利用每次實驗所得的誤差 E_k ，進行統計分析。誤差的平均值 M_E 與標準差 δ_E 可以由公式 4.5.4-2 與 4.5.4-3 計算得知，其中誤差必須取絕對值，避免因為正負誤差在平均計算中相互中和。計算結果如表所示。

$$M_E = \frac{1}{N} \sum_k |E_k| \quad \text{公式 4.5.4-2}$$

$$\delta_E = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_k (|E_k| - M_E)^2} \quad \text{公式 4.5.4-3}$$

表 4.5.4-2 長時測試結果

	M_E (%)	δ_E (%)
第 1 車道	5.76	5.42
第 2 車道	6.01	5.02
第 1 車道加第 2 車道	5.34	3.94

根據表 4.5.4-2 所示，第 2 車道的誤差會略大於第 1 車道，主要是因為第 2 車道相對於第 1 車道傾斜程度較大，有效偵測區域較短。若統計兩車道的和，則可以減少因為視角傾斜而把車輛判定成錯誤車道而產生的誤差，所以誤差小於第 1 與第 2 車道的誤差，且變異量較小。

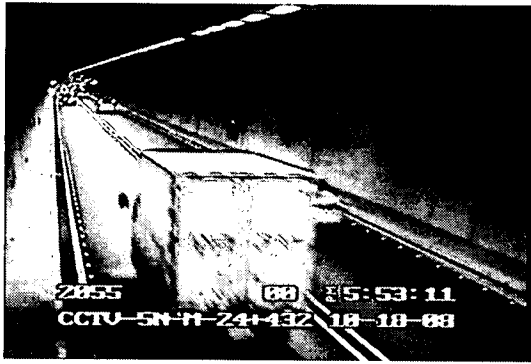
4.5.5 小結

系統於國道五號雪山隧道進行 30 天的長時測試，利用已架設的 CCTV 攝影機當作訊號來源進行分析，測試結果顯示本研究系統具下列優勢：

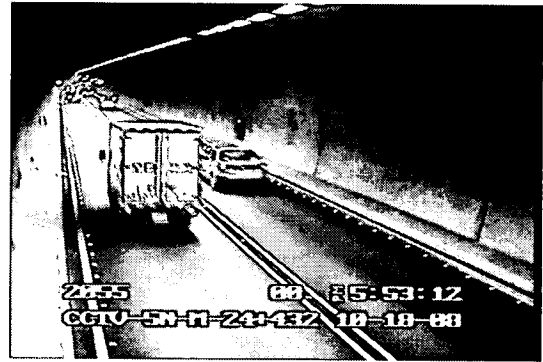
- ◆ 環境適應性：系統透過自動車道線偵測模組自動搜尋車道位置，並計算對應該環境的相關變數，因此，針對不同位置 CCTV 的影像視角，系統的適應性可以免除另設攝影機所需耗費的成本，並減輕操作人員負擔。
- ◆ 燈光適應性：系統透過影像更新方法逐漸地適應環境的變化，也透過光線校正技術適應瞬間快速的燈光變化。
- ◆ 流量適應性：系統透過自動車流偵測模組取得交通流量，並計算對應的壅塞程度。透過壅塞程度的資訊，系統自動更改相關的流量偵測參數，使偵測方法可以適用在不同的車流量。

系統所量測的事件與車流資訊，再透過人力確認與線圈相互比對後，系統仍存在些許誤差可進行加強，以下針對所有可能導致誤差的因素進行分析與討論：

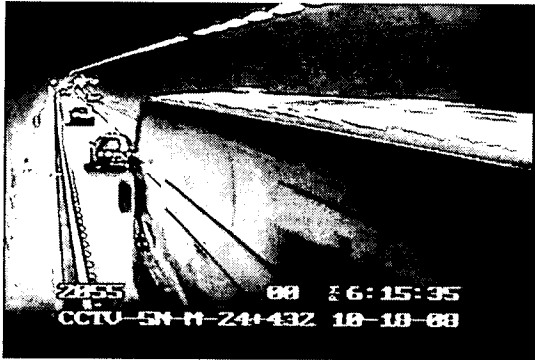
- ◆ 非同步時間：由於待測系統是參考系統自身的時間，並未與環路線圈所參考的時間進行連結，所以兩者的時間可能會有數秒到數分的差異。因此，若以 5 分鐘為單位來進行資料分析，非同步的時間差異可能會導致極大的誤差，所以延長取樣時間為 1 小時，增加單位時間的樣本數，以減低因為時間差異所產生的不一致。
- ◆ 正常車流條件下的遮蔽因素：由於國道五號雪山隧道的 CCTV 是架設在路側端，儘管在正常車流下，仍會因為左右車道車輛的高度而發生遮蔽的現象，使得系統無法偵測出被遮蔽的車輛。圖 4.5.5-1 展示右車道遮蔽左車道的影像。



(a)



(b)



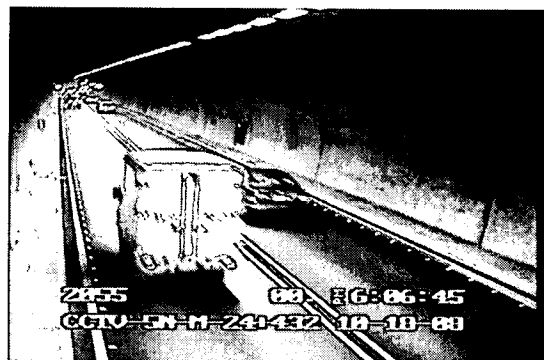
(c)



(d)



(e)



(f)

圖 4.5.5-1 左右車輛遮蔽影像

- ◆ 壅塞車流下的遮蔽因素：由於壅塞車流環境下，車輛交疊的問題會更顯的複雜，不僅會發生左右車輛交疊，更嚴重的是發生在前後車輛交疊，當前車為小車，後車為大車，後車會因為視角的關係，而幾乎完全遮蔽了前車，導致在進行影像分析時，會搜尋到不理想的特徵。圖 4.5.5-2 展示了前後車輛遮蔽的影像。

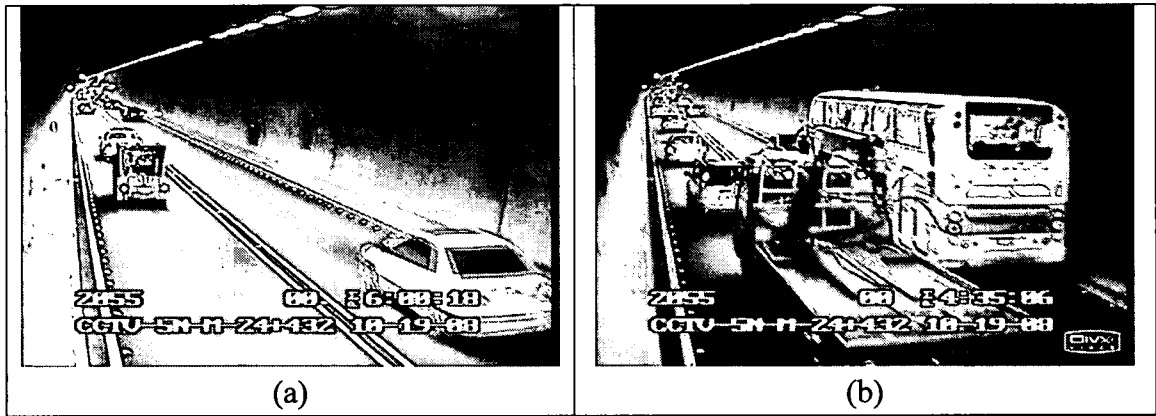


圖 4.5.5-2 前後車輛遮蔽影像

- ◆ 壅塞車流下的背影更新：當車流出現壅塞的現象時，光線的變化並不會因此而停止，反而還會受到車輛的煞車燈或頭燈影響，導致畫面亮度不穩定，因此背景更新在此環境下更是扮演不可或缺的角色。由於車流壅塞，系統更不易透過影像的分析找出正確的背景，且容易將車輛的灰階值誤判為背景色彩。然而系統仍然可以透過預測的方式儘可能的減少壅塞車流環境下的背景錯誤，但必會存在些許差異。
- ◆ 夜間車燈干擾：隧道內雖然不分日夜皆使用外在的照明設備，但卻會因為車流量的多寡調整照明設備的強度，以減少能源的浪費。大約進入凌晨 1 點後，隧道內的照明亮度會大大減少，相對導致車燈的影響更趨於嚴重，易在畫面中產生大亮塊。過度嚴重的亮塊，易使物件在搜尋時產生誤判。圖 4.5.5-3 為正常燈光環境下的影像，圖 4.5.5-4 為異常燈光環境下的影像。

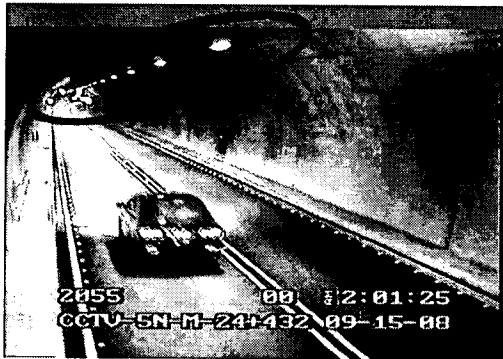


(a)

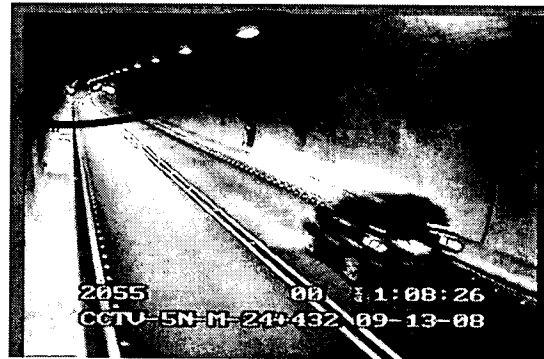


(b)

圖 4.5.5-3 正常燈光環境下的車燈影響影像



(a)



(b)



(c)



(d)

圖 4.5.5-4 異常燈光環境下的車燈影響影像

- ◆ 參考資訊誤差：由於系統測試的時間極長，測試的結果不易以人力進行分析，因此採用線圈的資訊針對測試系統進行誤差分析。參考線圈資訊來進行準確率的分析，主要存在兩大類誤差：第 1 類是因為環路線圈式的車輛偵測器自身準確率並非百分之百，必存在一定量的誤差，由線圈產生的誤差必會在分析的過程中影響到測試系統的準確率。第 2 類的誤差主要導因於線圈偵測器與影像偵測器的位置不同所產生的誤差。雖然在國道五號雪山隧道內

不可以變換車道，然而，可能會因為影像偵測器附近進行車道封閉，導致用路人在線圈偵測器與影像偵測器之間有變換車道的行為，所以可能在同一車道上，影像與線圈兩者量測的數據會有差異產生，也會在誤差的計算產生極大的數值。

- ◆ 準確率分析：通常影像與線圈資訊和人力計數極為接近，但是在特定時段如清晨，由於車輛總數較少、偵測器位置或時間又存在些許差異，而導致兩者誤差變大，但經由人工確認，影像偵測器的準確率仍保持在理想範圍內，分析如表 4.5.5-1 所示。

表 4.5.5-1 偵測率分析

編號	資料時間	影像計數		線圈計數		人力計數	
		車道 1	車道 2	車道 1	車道 2	車道 1	車道 2
1	2008/10/12 10:00	1204	1106	1211	1121	1224	1106
2	2008/10/23 06:00	310	251	243	210	311	253
3	2008/10/28 05:00	119	95	100	80	117	92
4	2008/11/03 05:00	236	193	186	158	242	196

在壅塞車流的流量偵測準確率與事件偵測準確率，會因為車輛嚴重交疊而導致車輛在追蹤時發生錯誤，而遺漏計數或是發生事件誤報。針對壅塞車流下的準確率提升，必須犧牲系統工作的有效區域，減小工作區域，可以讓追蹤程序在壅塞車流中提早結束，避免追蹤至影像末端嚴重交疊處而發生錯誤，因此更能準確的偵測流量與事件

4.6 實務單位訪談與建議

本研究於民國 97 年 12 月 4 日至坪林行控中心進行座談，透過訪談與實機功能展示和實務單位進行討論，以作為後續改善之參考，現場訪談之實況如圖 4.6-1 所示。分析實務單位之考量，現場訪談大致針對以下數個重點進行討論，分別是所研發系統可偵測的事件種類、系統在複雜光線環境中的偵測能力、攝影機視角改變後研發系統的適應力、系統之可擴充性，與系統應與執法系統進行整合。透過實務單位與研發單位之討論，整理之結論如下：

1. 系統可偵測的事件種類

系統具有散落物、行人、濃煙或火災等事件的偵測能力，但由於實地測試過程中，並無發生相關事件，因此本研究透過模擬之方式，確認各事件模組皆可正常工作；若測試環境中有事件發生，則系統可以正確地偵知該事件。

2. 系統在複雜光線環境中的偵測能力

考量行車視覺安全性，隧道內之燈光常需要隨外在環境光線之變化情況隨時調整，因此本研究已針對隧道內燈光瞬間明、暗變化等問題透過影像處理技術進行克服。而實地測試過程中，也驗證系統可以在不同光線環境變化下進行監控之工作。

3. 攝影機視角改變後研發系統的適應力

部分與會人員提出，交通管理上除了公路上之交通事件偵測外，如果能針對交通設施進行故障、遺失之偵測，亦有助於提昇交通管理之效率。由於，本研究現階段僅針對部分交通事件進行分析，因此對於背景改變之偵測，做到系統能因應環境變化，即時調整影像分析參數，而能持續且正確地進行交通事件偵測，未來實務單位認為有必要進行交通設施管理之偵測時，系統應可就各單位需求進行客製化之需求開發。

4. 系統之可擴充性系統擴充

由於坪林行控中心負責整個國道五號之交通控制，其中包含 800 餘支攝影機進行隧道內的交通安全監視，因此對於影像式偵測系統之需求，亦不同於其他一般公路。由於本研究現階段，主要是驗證了影像式事件偵測之可行性，對於多影像源之分析則無特別討論。就現階段系統開發成果而言，同 1 台一般個人電腦之處理能力，至少能同時處理 2 組不同影像之事件偵測。

5. 系統該和執法系統進行整合

本研究已於本所所在之臺北市敦化南路路段，建置定焦式攝影機及 PTZ 變焦式攝影機。其中，定焦式攝影機提供事件發生之資

訊，變焦式攝影機可針對所偵測到的事件，自行調整攝影機視角並追蹤事件目標之位置，透過拍照與錄影之功能，可供日後取締或存証之用。

小結：

透過實機的功能展示與座談之機會，綜合實務單位與會人員觀摩後之意見，可以得知，本研究方向與實用單位之需求並無太大落差，系統所提供的相關功能，可以正確的提供實務單位相關的交通資訊，確實克服實務單位目前所面臨之問題。本系統雖然可以提供完善的功能，但若要與實務單位之所有硬體進行整合，則需要再進行更密集的討論，討論的內容將涵蓋管理介面之修正、資訊傳送之格式與處理平台之規格，且此部份也有待廠商加入進行協助，以利透過量產之方式降低設備建置之成本。

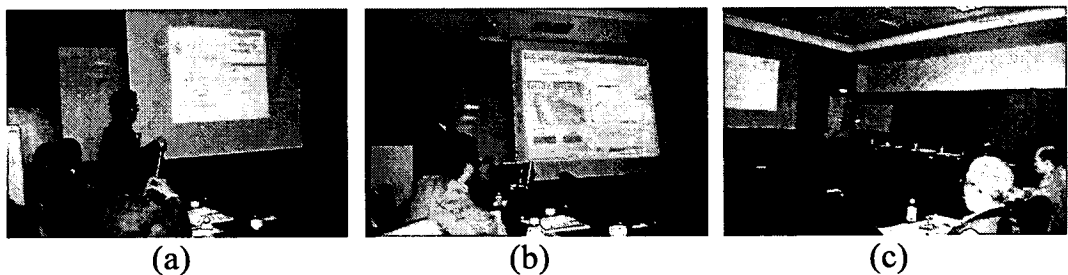


圖 4.6-1 實務單位訪談實況

第五章 結論與建議

交通事件經常導致非週期性之壅塞，而耗費相當的社會成本，在現今有限的土地及金錢之資源下，建造或擴建道路已相當困難，因此世界各國之交通管理中心已朝即時偵測事件、進一步排除交通事件之管理手段來減輕壅塞程度。事件被定義為隨機及非重複性之交通狀況，如事故、失去能力運作之車輛、暫時性的維護及施工等皆屬之，若能精準、及早偵測事件之發生將可大幅減少因事件而造成之壅塞，提高用路人行車效率。

目前國內外交通管理單位為監看交通道路狀況，陸續架設 CCTV 影像監視系統，以即時掌握異常路況，相關資訊除作為交通管理之依據外，另提供相關影像供用路人參考；此外，警政單位為治安考量，亦於重要路口、巷道等架設大量 CCTV，因此若能以既有 CCTV 為基礎來發展事件偵測系統，對於事件資訊之掌握將可更具即時性，並提昇監控效率，因此本研究就事件偵測功能完成模組研發與試作，相關成果及後續推動建議歸納說明如后。

5.1 計畫執行成果說明

依據 1-5 章節所規劃之研究流程，各分項工作完成如下。

5.1.1 文獻回顧

如圖 5.1.1-1 所示，針對這 3 項子題，在 2-4 章節中詳細的整理出國內外相關的技術，以下茲就相關內容彙整說明如下：

1. 國內外影像式事件偵測技術發展與應用回顧

本研究除了針對事件偵測技術外，並將相關的影像演算法進行回顧，同時整理了相關專利，以完成偵測技術發展與應用的回顧。

2. 國內外影像式事件偵測相關產品回顧

在影像式事件偵測產品回顧方面，蒐集了包括國外 Autoscope 系統、Vangate 系統、Traficon 系統、Citilog 系統以及臺灣 Digiology 系統與 TrafficEye 系統。針對這些系統的一系列產品功能以及規格皆以表格方式，呈現這些目前屬於領導廠商的系統回顧。

3. 影像式違規追蹤與車牌辨識技術回顧。

在影像式違規追蹤與車牌辨識技術回顧部份，說明車牌辨識系統與車輛/事件偵測系統的整合運作方式，同時也說明整合 PTZ 攝影機的重要性，這是本計畫的系統實作的項目之一。而車牌辨識部份，共分為 3 大程序，分別是車牌定位(尋找車牌位置)、字元萃取(找出字元圖像)與字元辨識(辨識數字與字母)。

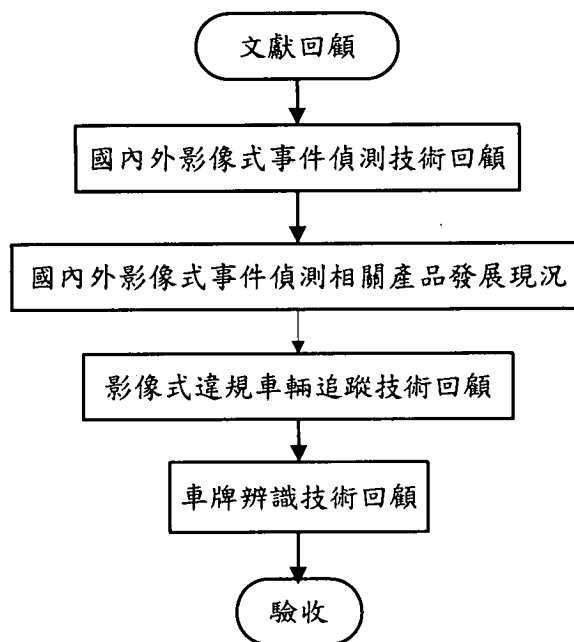


圖 5.1.1-1 文獻回顧工作流程

5.1.2 偵測演算法及功能開發

在演算法功能開發部分，整體流程如圖 5.1.2-1 所示。

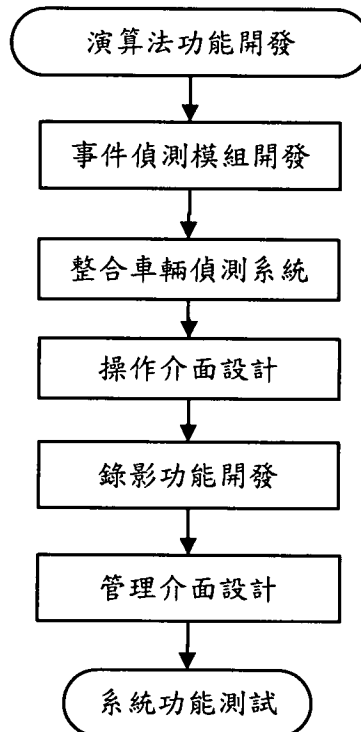


圖 5.1.2-1 偵測演算法工作流程

由於本年度計畫係事件偵測擴充模組之研發，因此事件的定義以及偵測的邏輯首先必須建立。實際研發的事件模組包括車輛壅塞事件、掉落物事件、異常車速事件與事故車事件，除此之外，本研究還增加違規變換車道事件模組之研發。本研究所研發之事件偵測擴充模組皆以車輛偵測結果為基礎，因此，與車輛偵測器整合成為演算法功能開發之第 2 步驟。本研究除了將相關影像處理演算法的穩定度提升之外，更考慮到未來的應用，特別針對攝影機自動白平衡反補償以及外部光線快速切換下的補償演算法進行影像辨識，以求本系統強健性更佳，尤其如隧道內有固定的燈光控制系統運作，須配合上述 2 項演算法來適應這個狀況，使系統有效適應外在環境光線快速變化之情形。

本研究同時設計一套系統操作介面，具圖形顯示及錄影相關功能，其中包括影像壓縮與回放，最後參考「行政院公共安全白皮書—長公路隧道安全管理標準作業程序」，設計一套完整的事發後管理介面，包含資料調閱功能，希望協助現場使用人員能夠直覺且有效率的進行事件發生後之處理。

5.1.3 功能測試

功能測試部分如圖 5.1.3-1 所示，這是本年度計畫最重要的部份。首先我們使用前期計畫在新竹市中華路五段架設之系統，進行長時間的連續測試(1 週以上)，目的在於測試系統之長時穩定性以及不同天候環境之效能。實際上，本系統連續執行 6 週 (97.3.9~97.4.19，共 1008 小時)，測試期間沒有發生因為系統不穩定而造成偵測失效的情況。第二部分是事件偵測系統與既有之 CCTV 影像系統結合之可能性測試，本研究直接在臺北市交控中心進行 2 小時的線上測試，由臺北交控中心人員全程參與，整體看來，流量準確率達九成，相當不錯，據交控中心人員表示，這樣的準確率完全符合實務上之需求。最後階段為本研究所開發事件偵測系統之整合操作介面、錄影/回放功能與管理介面，這部分擇雪山隧道進行為期 1 個月的連續測試，這次的測試條件與其它地點又有所不同，主要是因為隧道內 CCTV 攝影機的高度有限，在影像拍攝上所造成之遮蔽現象相當嚴重，同時，隧道內之燈光控制系統會隨時調整隧道內光線，因此會有光線瞬間劇烈變化的情況發生，這與一般在室外的光線緩慢變化有很大的差異。而本研究開發系統皆克服了這些干擾因素，完成了實際測試。

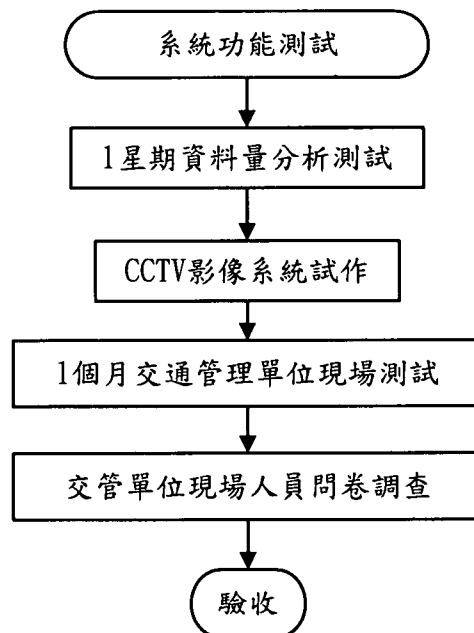


圖 5.1.3-1 偵測演算法功能測試流程

5.1.4 路邊違規停車辨識系統可行性研究

在路邊違規停車辨識部分，運用 PTZ 攝影機在臺北市敦化北路本所前方路段，以模擬情境的方式進行試作，針對掉落物、行人違規穿越馬路、車輛違規逆向行駛與車輛路邊違規停車進行實測，由第四章之試作結果看來，路邊違規停車偵測配合車牌辨識系統完成違規停車辨識在演算法之開發上確實可以正確偵測，PTZ 攝影機亦可同步放大事件影像，惟車輛在違規過程若為快速移動，則受限於本研究目前所架設 PTZ 攝影機之雲台轉速暫無法達成，但若配合轉速高的雲臺以及車輛軌跡預測的方法，則系統可偵測到該車輛後，在最短時間內讓攝影機對準估算的位置進行拍攝與車牌辨識。

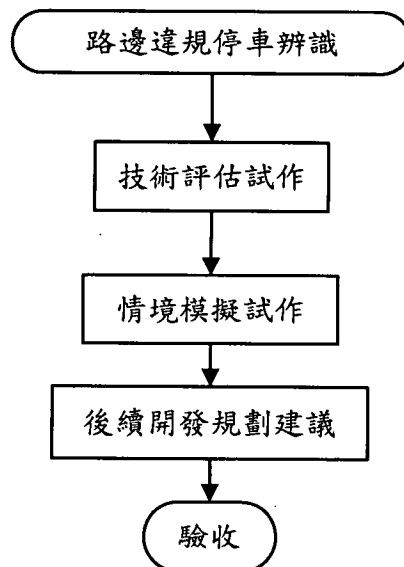


圖 5.1.4-1 路邊違規停車辨識工作進度

5.1.5 專利申請工作

在專利申請部分，針對克服燈光變化的演算法以及修正攝影機白平衡功能造成的影像變動的快速補償方法，申請臺灣及美國之專利，目前已完成送件工作。

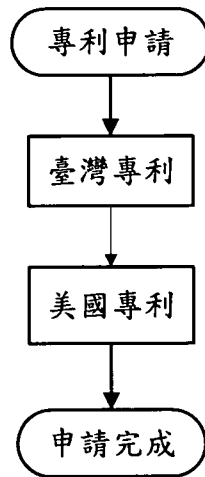


圖 5.1.5-1 專利申請工作進度

5.2 後續建議

本章節茲依本研究實際進行系統開發及實測經驗，提出系統架設及後續研究之相關建議。

5.2.1 架設位置

影像式車輛偵測器與 CCTV 整合之相關建議，已於前期計畫 MOTC-IOT-96-IBB008 計畫報告 6.2 節說明。經過本期長時試作，在 CCTV 攝影機架設方面，在一般市區道路至少架設在號誌桿(6m)高度以上，且避免正面照射到車頭燈，攝影機拍攝方向與車道方向保持小於 45 度的夾角則可得到較佳之偵測結果，高度若能夠提升至 10 米，將更有利於車輛在壅塞程度及等候長度等事件之偵測。

本期研究中完成雪山隧道為期 1 個月之長時實測，依據本案於隧道環境之實測經驗，瞭解因隧道高度有所限制，故在架設方式上本研究有 2 個建議，一個是架設在隧道中央最高處，如此可以降低因為架設於側邊所造成之橫向遮蔽問題；另一方式是在隧道左右 2 側皆架設攝影機，這樣的架設方式可以將遮蔽問題減到最低，但是建置成本會有所提高。

5.2.2 後續研究：

在後續研究方面，本研究有下列建議，

1. 影像式車輛偵測與事件偵測器在國內的研發水準已經逐步趕上國外產品的技術水準，目前本研究完成實測之地點，其所搭配的影像訊號良好，解析度與幅數皆高，因此在影像辨識上具較佳的影像品質，惟未來在實務單位之推動上，許多交通管理單位並未佈設光纖，縣市政府（臺北市除外）及公路總局所佈設的 CCTV 系統是以 ADSL 將影像資料傳送至交控中心，這時就會遭遇到影像解析度較差及幅數較低的情況，未來若期望在既有設施之基礎上推廣國內本土的影像式車輛偵測器，勢必要針對上述問題及不同架設條件下之辨識能力進行測試及探討，以提供實務單位後續系統建置之參考。
2. 未來 CCTV 攝影機系統在架設方面可以參考本計畫之建議，不同目的（事件類別）適當調整架設方式，若欲於隧道內得到較高的交通參數及事件偵測率，以雙攝影機之架設方式較不會有區域發生遮蔽現象，在隧道左右 2 側各架設 1 支，讓攝影機負責單一車道前方之車流偵測，應可大大提升系統偵測準確率。
3. 對於長隧道（以雪山隧道為例）違規車輛之追蹤方面，未來可以將具事件偵測辨識系統之 CCTV 攝影機，以順序性追蹤的方式使有問題車輛以攝影機接力方式進行全程追蹤，俾利執法人員之取締。
4. 本研究所研發之影像式車輛偵測器，係將交通參數、事件偵測、錄影及統計分析等功能加以結合，系統須擔負相當工作，因此現階段必須仰賴 PC 才有辦法勝任這項任務。然而，在實務單位之應用上，並非所有佈設點皆需全部的交通資訊，若是特定的地點只需要特定的功能(參數)，本研究建議以嵌入式系統實現。嵌入式系統體積小，與 CCTV 攝影機方便結合，未來若整合無線通訊技術，不但佈設方便且不影響市容，此應為未來偵測器之趨勢。除此之外，影像式偵測系統對於影像幅數的要求是越高越好，故若規劃

系統架構為透過網路將即時影像傳送回中心端再處理，對於網路傳輸以及後端儲存的成本將為龐大負擔，然以嵌入式系統實現影像偵測功能，讓影像偵測在路側端直接執行，再將產生的數據以及重要畫面傳送回交控中心，則可以減少網路傳輸頻寬及儲存成本。

5. 將影像式事件偵測器與車牌辨識系統整合為事件車輛辨識系統，依本研究試作結果看來是可行的，惟單一攝影機要完成這樣的功能在表現上確實有其困難度，縱使搭配高速的 PTZ 攝影機，由於機械反應時間的限制，追丟畫面中車輛的機會並不低，因此建議後續研究者朝雙攝影機的架構（如 4.3 之試作）發展事件車輛辨識系統，將影像式事件偵測系統與 PTZ 攝影機結合，由影像式事件偵測系統偵測事件，進而啟動 PTZ 攝影機鎖定事件點放大（zoom in）影像，將可以清晰拍攝事件發生點的影像，對於事件發生現場狀況的掌握度較高，後續救援的工作也可以更迅速。
6. 本系列研究在於影像式車輛偵測器之研發與試作，執行過程花了相當多時間擷取不同架設條件及時段之影像，這些不同狀況的影像資料對於影像辨識之分析研究可謂相當珍貴，建議後續投入人力進行上述影像資料整理，以供相關研究者進行不同課題之探討及系統驗證之參考依據。

參考文獻

- [1] 鄭雅文，高速公路追撞事故預測模式之研究，國立臺灣大學碩士論文，1996。
- [2] <http://trafbank.iis.sinica.edu.tw/itwsproject/cindex.php3>
- [3] <http://www.iot.gov.tw/its>
- [4] M. Fathy ad M.Y. Siyal, "A Window-based Image Processing Techniq2ue for Quantitative and Qualitative Analysis of road Traffic Parameters," *IEEE Trans. On Vehicular Technology*, Vol.47, No.4, Nov. 1998, pp.1342-1349.
- [5] C.E. Smith, C.A. Richards, S. Brandt, ad N. Papanikolopoulos, "Visual Tracking for Intelligent Vehicle-Highway Systems," *IEEE Trans. On Vehicular Technology*, Vol.45, No.4, Nov. 1996, pp.744-759.
- [6] P. Michalopoulous, "Vehicle detection Video through Image Processing: The Autoscope System," *IEEE Trans. On Vehicular Technology*, Vol.40, No.1, Feb. 1991, pp.21-29.
- [7] A. Chachich, A. Pau, A. Barber, K. Kennedy, E. Olejniczak, J. Hackney, Q. Sun, ad E. Mireles, "Traffic Sensor using a Color Vision Method," *MIT, Center for Transportation Studies, manuscript*.
- [8] A. Chachich, M. Hasan, ad D. Cuneo, "Extraction of Driver Behavior information from Traffic Video to Support microscopic Traffic Simulation," *MIT, Intelligent Transportation System Program, manuscript*.
- [9] 侯鈞元，應用羅吉特模式於市區道路事故偵測系統，國立成功大學碩士論文，2002。
- [10] 蕭銓宏，應用自動車輛辨識技術於長隧道自動事件偵測，國立中央大學碩士論文，2006。
- [11] D. Srinivasan, X. Jin, and R.-L. Cheu, "Evaluation of adaptive neural network models for freeway incident detection," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, vol. 5, no. 1, pp. 1-11, March 2004.
- [12] X. Jin, D. Srinivasan, and R.-L. Cheu, "Classification of freeway traffic patterns for incident detection using constructive probabilistic neural networks," *IEEE Trans. on Neural Network*, vol. 12, no. 5, pp. 1173-1187, Sep. 2001.
- [13] Y.-K. Ki, and D.-Y. Lee, "A traffic accident recording and reporting model at intersections," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, vol. 8, no. 1, pp. 1-7, March 2007.
- [14] S. Kamijo, Y. Matsushita, K. Ikeuchi, and M. Sakauchi, "Traffic monitoring and accident detection at intersections," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 108-118, June 2000.

- [15] Kun-feng Wang, Xingwu Jia, Shuming Tang, "A Survey of vision-based automatic incident detection technology" *IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety*, pp.290-295, 2005.
- [16] Ikeda H., Kaneko Y., Matsuo T. and Tsuji K., "Abnormal incident detection system employing image processing technology," *IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp.748-752, 1999.
- [17] Jiang Zifeng, "Macro and micro freeway automatic incident detection (AID) methods based on image processing," *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp.344-349, 1997.
- [18] Beymer, D., Malik, J., "Tracking vehicles in congested traffic," *Proc. of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, pp.130-135, 1996.
- [19] Veeraraghavan H., Masoud O., Papanikolopoulos N.P., "Computer vision algorithms for intersection monitoring," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, pp.78-89, 2003.
- [20] Kimachi M., Kanayama K., Teramoto K., "Incident prediction by fuzzy image sequence analysis," *Conference on Vehicle Navigation and Information Systems*, pp.51-56, 1994.
- [21] S.H. Lee, J.W Choi, N.K Hong, Viswanathan, M., Y,K Yang, "Development of incident detection model using neuro-fuzzy algorithm," *Fourth Annual ACIS 7International Conference on Computer and Information Science*, pp.364-368, 2005.
- [22] Jerome Geoffray, Christian Bouteloup, and Ammar Rifai, "Automatic Incident Detection in Urban Tunnels for Light Vehicle Only", *Proc. 2nd International Conference on Safety in Road and rail Tunnels*, pp.379-404, 2005.
- [23] Shunxin Yang, Fujian Ni, Wei Wang, "Freeway Incident Management System Application in Jiangsu, China," *Intelligent Transportation Systems Conference*, pp.76-80, 2007.
- [24] Maxwell, R.R., Parsons Brinckerhoff, and Wintermute, J.C., "Low traffic Volume incident detection system Hanging Lake tunnel," *Proc., 1st international conference on tunnel control and communication*, pp.339-348, 1994.
- [25] Neil Hoose, "Tunnel incident monitoring using the IMPACTS video analysis system," *Proc., 1st international conference on tunnel control and communication*, pp.349-364, 1994.
- [26] S Dunstan, and RH Lees, "IDRIS- A new approach to incident detection," *Proc., 1st international conference on tunnel control and communication*, pp.349-364, 1994.

- communication*, pp.383-392, 1994.
- [27] Jerome Geoffray, Chrstian Bouteloup, and Ammar Rifai, "Automatic Incident detection in urban tunnels for light vehicles only," *Proc., 2nd international conference on safety in road and rail tunnels*, pp.397-404, 2005.
- [28] 蘇志強,「影像式事件偵測於隧道監控之應用」,長隧道交通管理暨緊急救援研討會,民國95年5月。
- [29] 黃裕程,適應性背景重建技術用於多目標追蹤系統與其在交通參數擷取之應用,國立交通大學碩士論文,2005。
- [30] 張馥麟,交通監控系統上之物件追蹤、陰影移除以及碰撞事件偵測演算法,國立成功大學碩士論文,2006。
- [31] 王俊明,視覺式交通監測系統,國立台灣師範大學碩士論文,2003。
- [32] 徐泰詮,以視覺為基礎之道路交叉路口車輛事故自動偵測,元智大學碩士論文,2006。
- [33] 戴任詔,交通參數估測系統之攝影機參數校正與影像追蹤,國立交通大學博士論文,2006。
- [34] 曾珮婷,在特定車道行駛之大型車偵測與追蹤,國立中央大學碩士論文,2005。
- [35] 莊建宏,自動化交通監控系統,國立台灣師範大學碩士論文,2001。
- [36] 游世豪,交通自動監控系統之研究,元智大學碩士論文,2002。
- [37] 蕭銓宏,應用自動車輛辨識技術於長隧道自動事件偵測,國立中央大學碩士論文,2006。
- [38] <http://www.imagesensing.com>
- [39] <http://www.iteris.com>
- [40] <http://www.traficon.com>
- [41] http://www.citilog.fr/index_en.php
- [42] <http://www.digiology.com.tw/>
- [43] <http://ue.orion.org.tw/research/traffic/index.php>
- [44] Premnath Dubey, "Heuristic Approach For License Plate Detection," *IEEE Advanced Video and Signal Based Surveillance*, pp.366-370, 2005.
- [45] C. Wu, L. C. On, C. H. Weng, T. S. Kuan, and K. C. NG, "A Macro License Plates Recognition System," in *Proc. 4th Int. Conf. Machine and Cybernetics, Guangzhou*, pp. 18-21, 2005.
- [46] M. J. Ahmed, M. Sarfraz, A. Zidouri, and W. G Al-Khatib, "Saudi Arabian License Plate Recognition System," in *Proc. IEEE Geometric Modeling and Graphics*, pp. 36-41, July 2003.
- [47] Mei Yu and Young Deak Kim, "An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical Edge Matching," *IEEE Trans. on System*,

- Man and Cybernetics*, pp. 2975-2980, 2000.
- [48] T. D. Duan, D. A. Duc, and T. L. H. Du, "Combining Hough Transform and Contour Algorithm for detecting Vehicles' License Plates," In *Proc. IEEE Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing*, pp. 747-750, October, 2004.
- [49] T. H. Chalidabhongs, P. Rattanathammawat, "License Plate Localization of Moving Vehicles in Complex Scene," in *Proc. IEEE Conf. on Circuits and Systems(APCCAS)*, pp.1136-1139, 2006.
- [50] 賴睿敏, "使用於車牌定位的 VQ 編碼方法", 國立中山大學, 機械與機電工程學系碩士論文, 2007。
- [51] 侯宜穎, "邊界切割方法在車牌辨識系統之應用", 國立交通大學, 電機與控制工程學系碩士論文, 2006。
- [52] N. E. Anagnostopoulos, I. E. Anagnostopoulos, V. Loumos, and E. Kayafas, "A License Plate-Recognition Algorithm for Intelligent Transportation System Applications," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, vol. 7, no. 3, 2006.
- [53] 陳朕寬, "彩色車牌的自動偵測方法", 國立中山大學, 機械與機電工程學系碩士論文, 2005。
- [54] 林家瑋, "以統計數據為基礎的車牌影像處理與辨識方法", 國立中山大學, 機械與機電工程學系碩士論文, 2006。
- [55] C. A. Rahman, W. Badawy and A. Radmanesh, "A real time vehicle's license plate recognition system," in *Proc. IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance*, pp. 163-166, July 2003
- [56] H. A. Hegt, R. J. de la Haye and N. A. Khan, "A high performance license plate recognition system," in *Proc. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 5, pp. 4357-4362, Oct. 1998
- [57] C. Coetzee, C. Botha and D. Weber, "PC based number plate recognition system," in *Proc. IEEE Symposium on Industrial Electronics*, vol. 2, pp. 605-610, July 1998
- [58] P. Comelli, P. Ferragina, M. N. Granieri and F. Stabile, "Optical recognition of motor vehicle license plates," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 44, pp. 790-799, Nov. 1995
- [59] T.Naito, T. Tsukada, K. Yamada, K. Kozuka, and S. Yamamoto, "Robust License-Plate Recognition Method for Passing Vehicles Under Outside Environment," *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, vol 49, No. 6, pp. 2309-2319, November 2000.
- [60] C. Arth, F. Limberger, H.Bischof, "Real-Time License Plate Recognition on an Embedded DSP-Platform," in *Proc. IEEE Computer Vision and Pattern*

Recognition, 2007.

- [61] X. Chi, J. Dong, A. Liu and H. Zhou, "A Simple Method for Chinese License Plate Recognition Based on Support Vector Machine," in *Proc. Int. Conf. Communications, Circuits and Systems*, vol. 3, pp. 2141-2145, 2006.
- [62] 黃振欣, "應用倒傳遞網路模型設計 PDA 即時車牌辨識系統", 大同大學資訊工程研究所, 2004。
- [63] <http://www.huperlab.com/chinese/tech/ptz/ptz.htm>。
- [64] http://www.firscom.cn/Programme_show_28.html。
- [65] <http://www.ioimage.com/?p=ProductDetails&ClusterID=811&ParentID=624&FatherID=775>。
- [66] 吳明川, "PTZ 攝影機應用於人物偵測與追蹤之研究", 國立台北科技大學機電整合研究所, 2008。
- [67] 王志高, 吳先晃, 結合全景與 PTZ 相機之視訊監控系統, *Proceedings of the 2005 Workshop on Consumer Electronics and Signal Processing (WCESp 2005)*, Taiwan, Nov. 17-18.。
- [68] 陳人豪, "利用 PTZ 攝影機建構一智慧型視訊監控系統", 國立成功大學, 2008。
- [69] 交通部運輸研究所, 臺灣地區公路容量手冊, 2001 年。
- [70] T.H. Chen, P.H. Wu, Y.C. Chiou, "An early fire-detection method based on image processing", *International Conference on Image Processing*, p.p1707-1710, 2004。

附錄 A

簡 報

影像式車輛偵測器擴充模組研發—
事件偵測功能模組研發與試作
期末報告

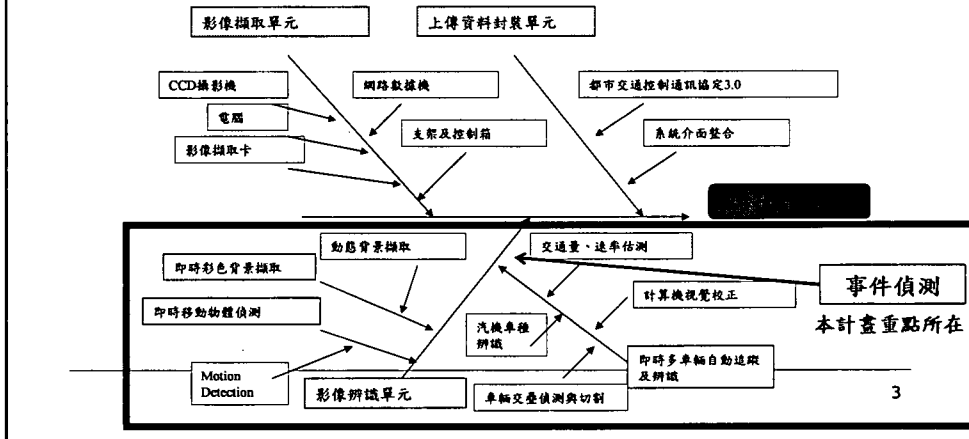
計畫主持人:國立交通大學 吳炳飛 教授
協同主持人:國立交通大學 王晉元 副教授
國防大學 瞿忠正 副教授
報告人:國立交通大學 陳昭榮 博士

大 綱

- 計畫工作項目說明
- 文獻回顧整理
- 演算法功能模組開發
- 實測結果
- 違規車輛辨識系統試作
- 結論與建議

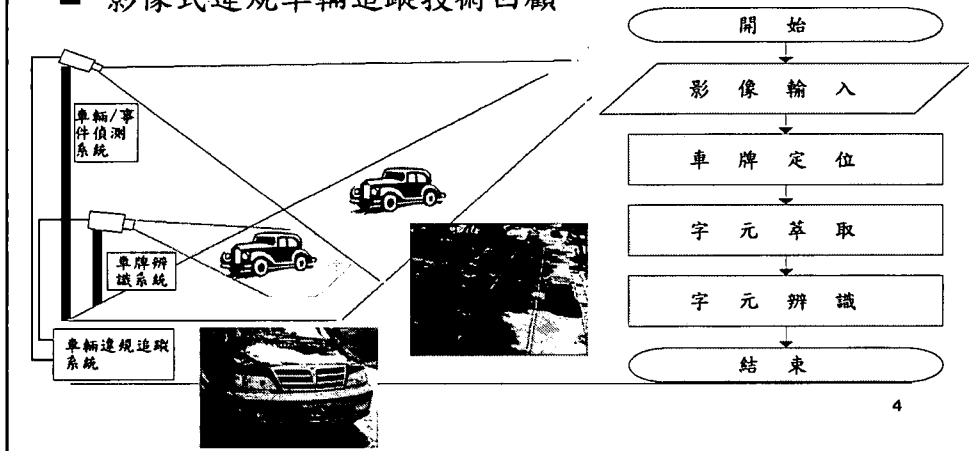
文獻回顧

- 國內外影像事件偵測技術回顧
- 國內外影像式事件偵測相關產品發展



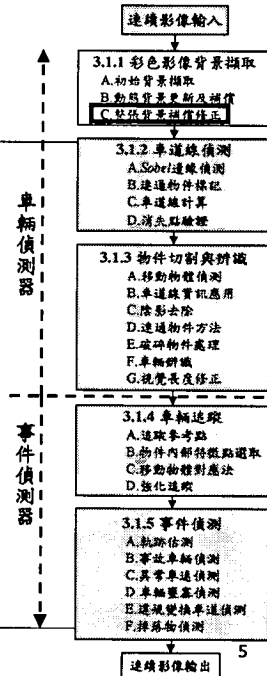
文獻回顧(續)

- 車牌辨識技術回顧
- 影像式違規車輛追蹤技術回顧



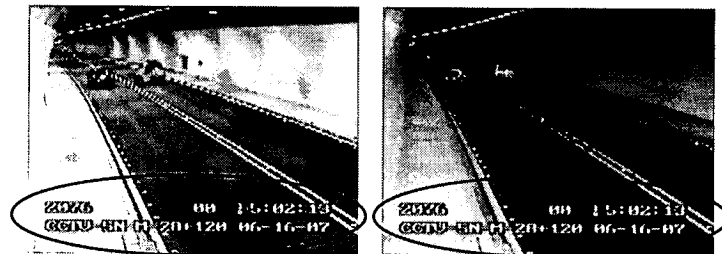
演算法開發

- 以車輛偵測演算法為基礎
- 改善整張背景補償修正模組
- 加入事件偵測模組
- 整合智慧型錄影功能
- 完成影像式事件偵測系統

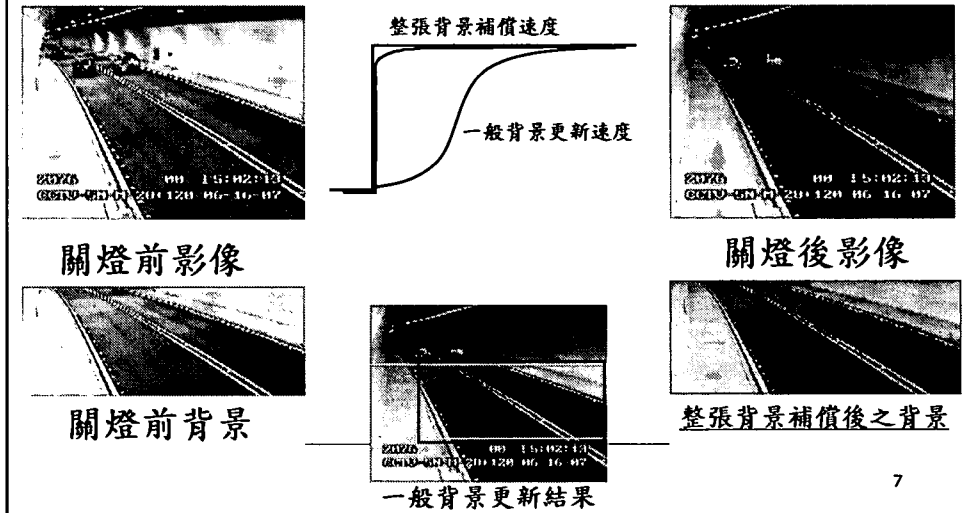


演算法開發-整張背景補償演算模組

- 長隧道對於燈光有一套管理方式
- 燈光轉換分為慢速改變以及瞬間改變
- 整張背景補償修正即是燈光針對瞬間改變而生



演算法開發-整張背景補償演算模組



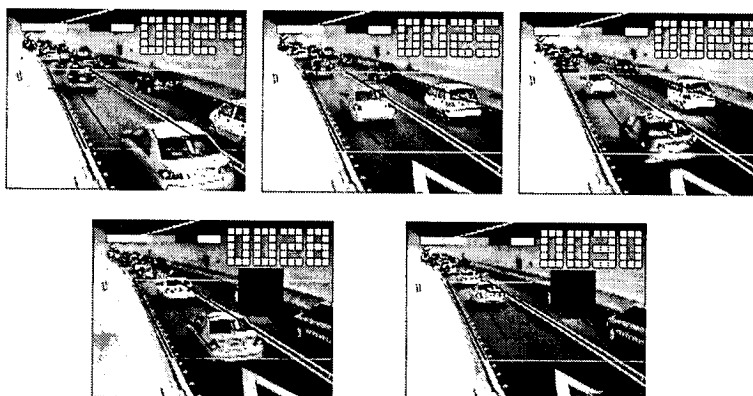
演算法開發-事故車輛偵測模組

- 事故車通常會停止不動
- 與異常慢速車輛整合
- 在區塊中通過所需幅數異常於其他車輛
- 異常門檻可動態調整不會與壅塞事件混淆



演算法開發-事故車輛偵測模組(續)

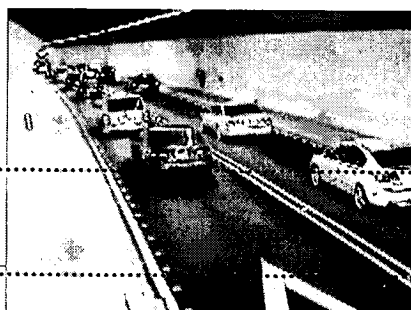
□ 執行結果



9

演算法開發-異常車速偵測模組

- 中央線的貓眼當作參考距離
- 車道偵測結果的座標轉換
- 該區域車輛平均線速度



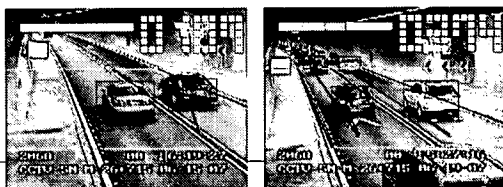
10

演算法開發-壅塞偵測模組

□ 參考道路服務水準來定義雍塞程度

$$D = \frac{Q}{V} = \frac{10 \times K}{L_D + L_V}$$

- D 為密度(輛/公里)
- Q 為流量(小客車/小時)
- V 為平均速率(公里/小時)
- K 為佔有率(%)
- L_D 為佔有率偵測區長度(公尺)
- L_V 為平均車長(公尺)

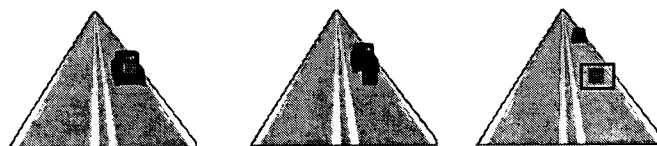


11

資料來源：交通部運輸研究所2001年臺灣地區公路容量手冊

演算法開發-掉落物偵測模組

- 並非從合理方向進入
- 物件一分為二
- 突然出現並且靜止在畫面中
- 偵測規格為8像素 x 8像素

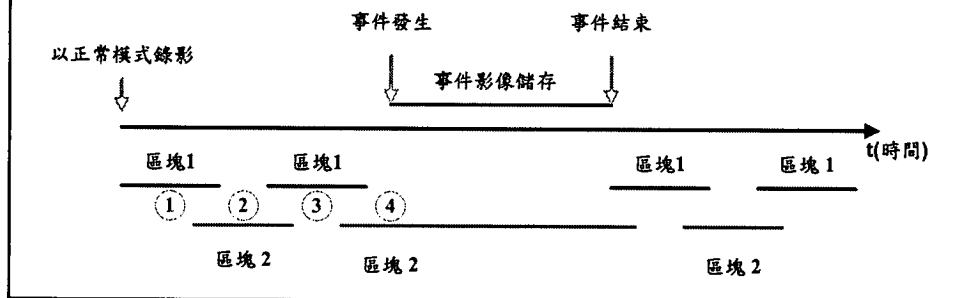


車道變換事件

12

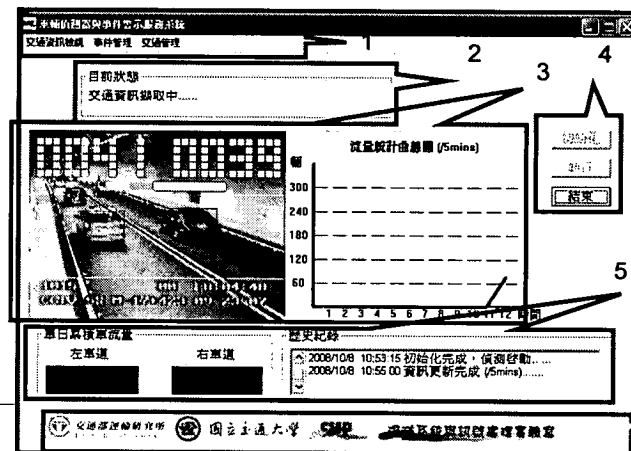
演算法開發-錄影模組

- 採乒乓Buffer錄影方式
- 每段10分鐘
- 30秒鐘交疊錄影
- 每次事件發生皆保有發生前10分鐘完整影像



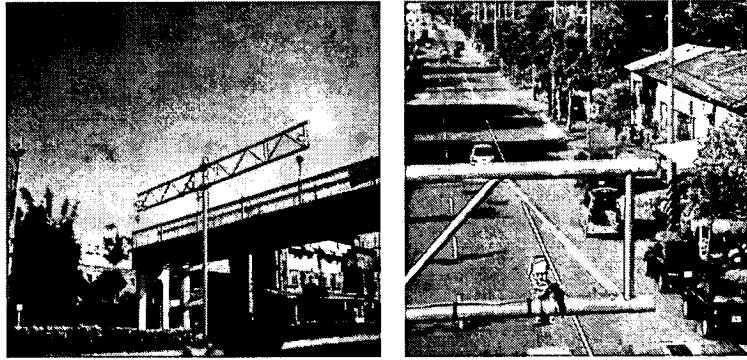
演算法開發-管理介面模組

- 系統介面說明



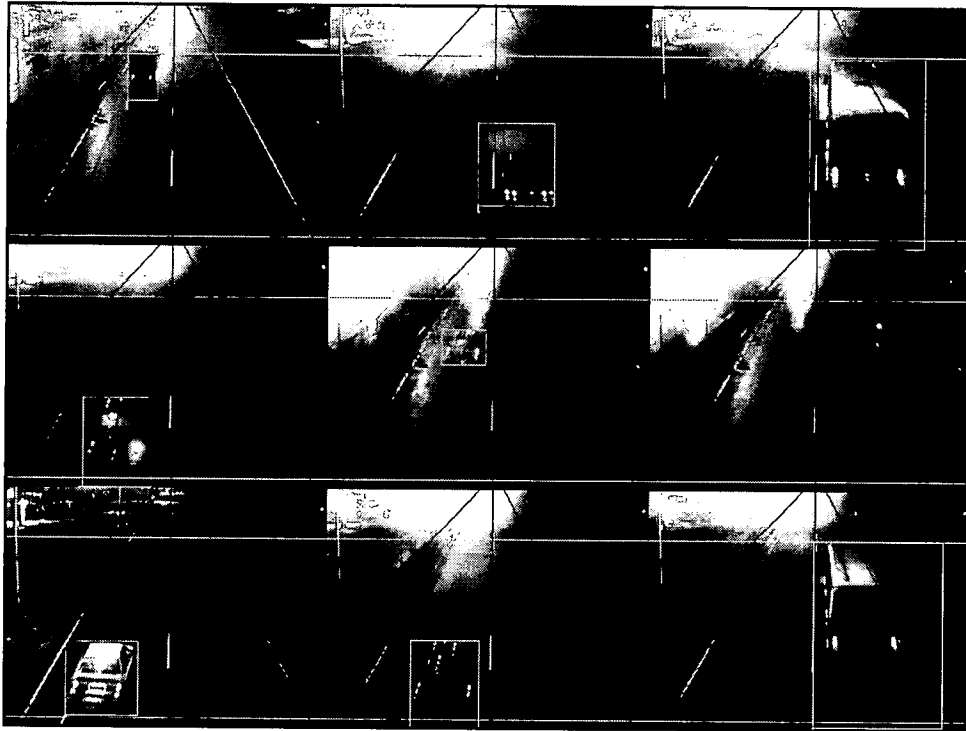
功能測試-系統長時穩定測試

□ 新竹市中華路攝影機地點實況



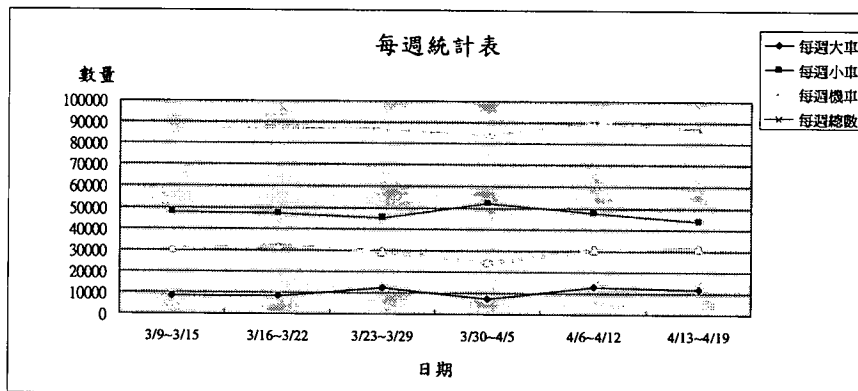
15





970309~0419新竹市中華路 系統偵測車輛通過之數量分析

□ 系統連續運行共計六週42天(合計1008小時)。




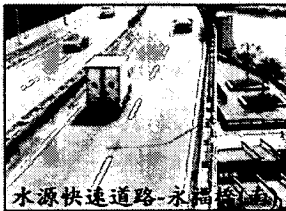
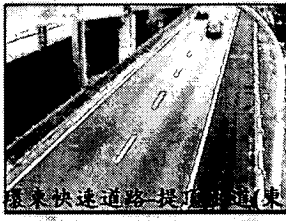
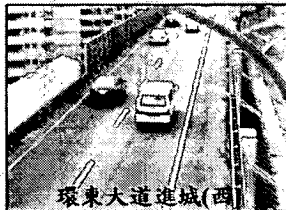
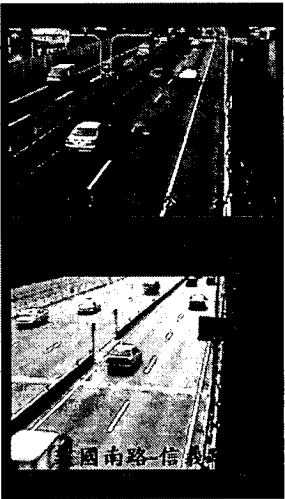
測試期間各式車種總合統計

功能測試-與市區CCTV影像整合

□ 臺北市交控中心

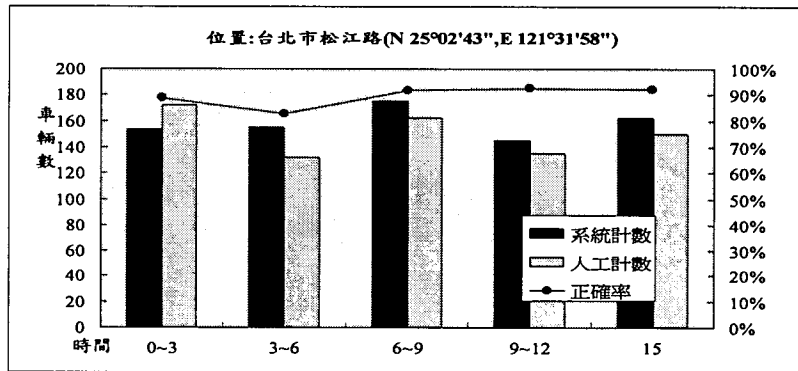
- 建國北路-松江路
- 建國南路-信義路
- 水源快速道路-永福橋(南)
- 環東快速道路-提頂匝道(東)
- 環東大道進城(西)

19

<p>臺北交控中心</p> 	 <p>水源快速道路-永福橋(南)</p>  <p>環東快速道路-提頂匝道(東)</p>  <p>環東大道進城(西)</p>	<h3>臺北市交控中心 測試實況</h3>  <p>建國南路-信義路</p> <p>20</p>
<p>測試時間： 97.05.04/97.10.03 地點：臺北交控中心 陪同人員：楊靜婷 股長</p>		

臺北交控中心 建國北路-松江路實測結果(錄影15公鐘)

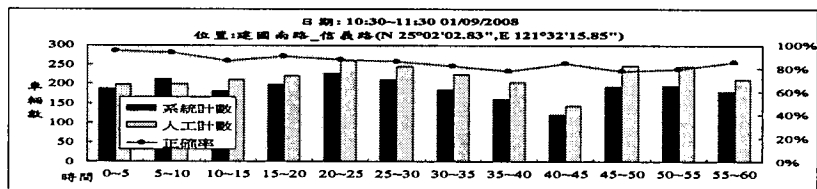
測試時間：97.05.14；地點：臺北行控中心；正確率：94.8%(712/751)



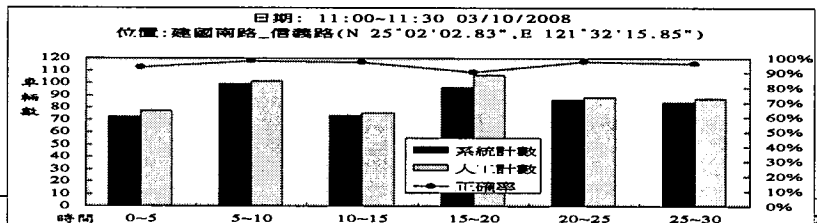
21

臺北交控中心建國南路-信義路實測結果 (0901參數未調校與1003參數調校後之相較)

測試時間：97.09.01；地點：臺北行控中心；正確率：86.2%(2245/2605)



測試時間：97.10.03；地點：臺北行控中心；正確率：96%(510/534)



臺北交控中心實測結果分析

測試時間：97.10.03；地點：臺北行控中心

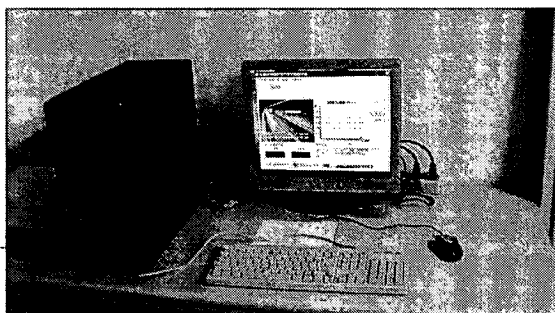
測試地點	偵測車	總車輛
水源快速道路-永福橋(南)	205	195
環東快速道路-提頂匝道(東)	89	86
環東大道進城(西)	257	252

準確率皆達九成以上

23

功能測試-國道五號雪山隧道一個月實作

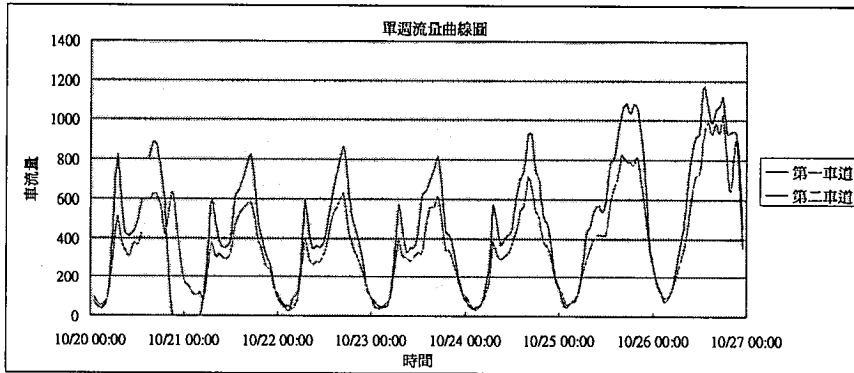
- 971006~971103連續測試
- 國道五號雪山隧道
北上24.324公里處
編號2055 CCTV 攝影機



24

功能測試-國道五號雪山隧道一個月實作(續)

沒有事件發生



25

功能測試-國道五號雪山隧道一個月實作(續)

車流量偵測數據是與距離該攝影機200m處之線圈偵測器

$$\text{平均誤差 } M_E = \frac{1}{N} \sum_k |E_k|$$

$$\text{標準誤差 } \delta_E = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_k (|E_k| - M_E)^2}$$

單位:%

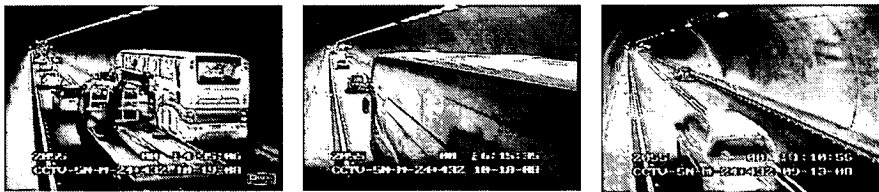
	M_E	δ_E
第一車道	5.76	5.42
第二車道	6.01	5.02
第一車道加第二車道	5.34	3.94

26

功能測試-國道五號雪山隧道一個月實作(續)

□ 誤差原因

- 系統時間並沒有對時
- 有兩百多公尺距離誤差
- 壅塞車況之遮蔽問題



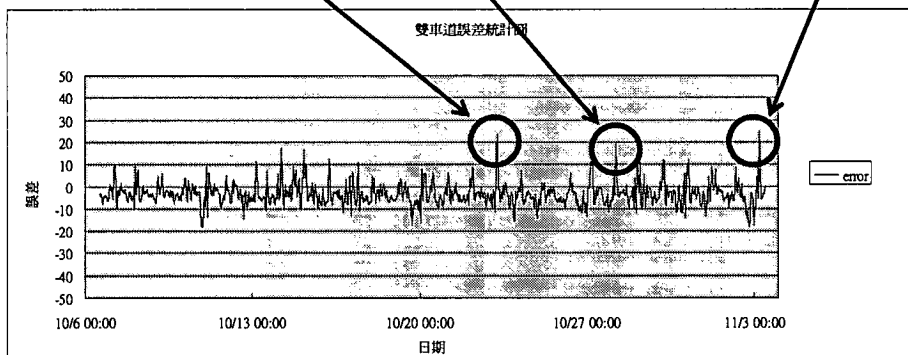
27

數據差異說明

人工計算：311 / 253
系統計算：310 / 251
線圈資料：243 / 210

人工計算：117 / 92
系統計算：119 / 95
線圈資料：100 / 80

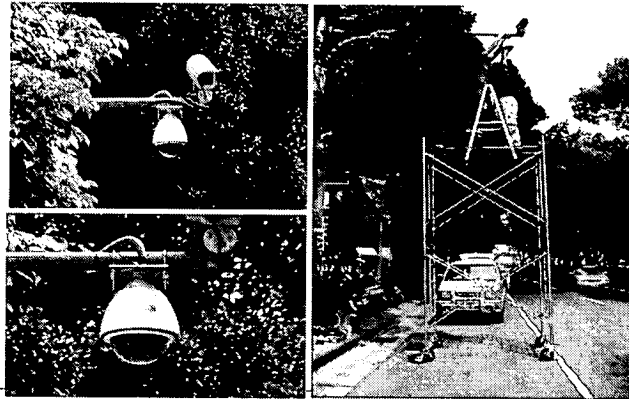
人工計算：242 / 196
系統計算：236 / 193
線圈資料：186 / 158



28

路邊違規停車辨識系統試作

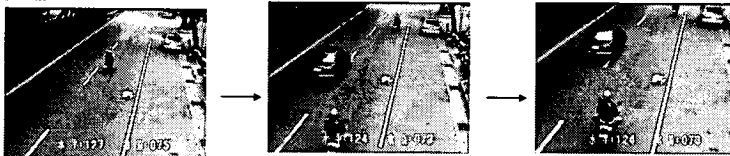
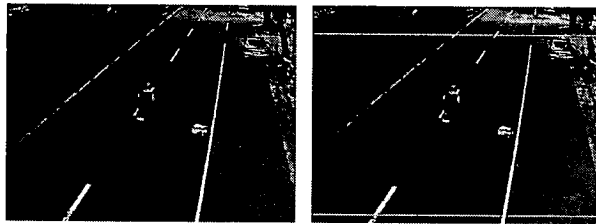
□ 臺北市敦化北路運研所前



29

掉落物偵測

事件偵測器
偵測畫面



旋轉雲臺
攝影機拍攝畫面



30

行人違規穿越馬路偵測

事件偵測器
偵測畫面



旋轉雲臺
攝影機拍攝畫面



31

車輛違規逆向行駛偵測



原始影像



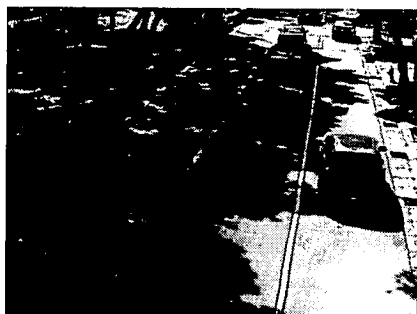
系統偵測影像



旋轉雲臺攝影機拍攝畫面

32

車輛違規路邊停放偵測

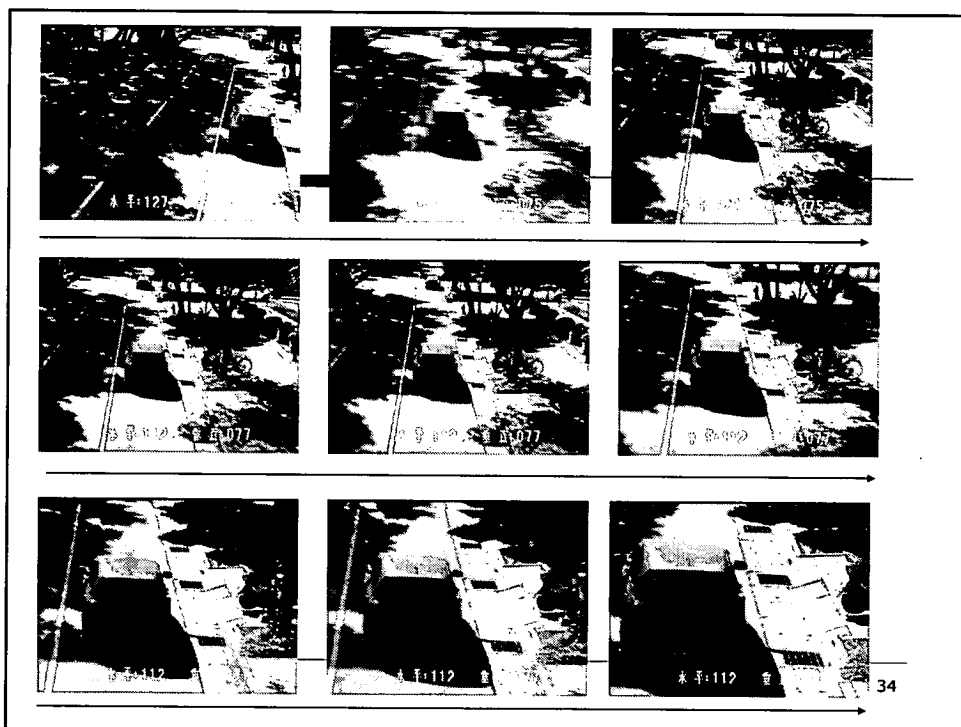


原始影像



系統偵測影像

33



結論與建議

□ 結論

- 完成影像式事件偵測錄影擴充模組之研發
- 完成影像辨識系統結合既有CCTV之事件偵測功能開發
- 完成系統長時測試

35

結論與建議

□ 建議

- 部份以情境模擬方式進行
- 影像式事件偵測器結合現有CCTV影像可行
- 影像式車輛偵測與事件偵測攝影機架設特性不同
- 完成雙攝影機（固定式及雲台式）路邊違規停車辨識系統之試作，並提出後續改善方向。
- 建議未來進行非光纖傳輸服務之CCTV影像進行測試評估
- 探討是否有嵌入式系統研發之必要性

簡報完畢
敬請指教

附錄 B

期中審查會議紀錄

期中審查意見回覆

期末審查會議紀錄

期末審查意見回覆

MOTC-IOT-96-IBB050

影像式車輛偵測器擴充模組研發—事件偵測功能模組研發與試作
期中審查會議

一、時間：97年7月22日下午2時30分

二、地點：本所5樓會議室

三、主持人：吳 組長 玉珍

記錄：陳昭榮、李霞

四、出席人員：

銘傳大學

楊 教授 健貴

楊健貴

中華大學

蘇 教授 昭銘

蘇昭銘

中華電信研究所

吳 博士 坤榮

吳坤榮

國道高速公路局

吳 副總工程司 木富

吳木富

臺北市交通管制工程處

許 副總工程司 明隆

許明隆

交通部運輸研究所

張 副組長 開國

張開國

高速公路局

請假 (提供書面意見)

公路總局

陳昭帆

本所運安組

綜技組

張芬旭

運資組

李霞

國立交通大學

蕭文淵
羅忠正
陳昭榮

蕭文淵

鍾子良

陳昭帆

五、研究單位簡報（略）

六、發言紀錄（依發言順序紀錄意見要點）

銘傳大學 楊教授貴健

1. 此計畫所提偵測遺落物品之演算法，對於大貨車載送的貨物掉落，從汽車車內丟棄物品至車外，例如：罐頭、小垃圾...等物品，此演算邏輯是否仍能偵測出。

中華電信 吳委員坤榮

1. 期中報告中列舉了一些相關之專利檢索，但似不夠完備，建議增廣搜尋之關鍵字，例如在影像辨識中可以增加影像處理..等關鍵字體，此外，本案例中將會就研發團隊所研發出的演算法進行美國專利之申請，由於美國專利申復經費比臺灣專利之申復經費高許多，故在申請美國專利前必須做好更完整之相關資料檢索，讓申復機會降低，以減少經費開銷。
2. 目前報告中缺少雪山隧道裡的煙霧及火焰等事件功能之偵測，後續是否會加以納入，並整合這兩種偵測演算法？
3. 期中報告圖 1-1 中提到影像式違規車輛的追蹤，圖 1-3 亦提到路邊違規停車辨識系統，這兩項之關連性為何？
4. PTZ 攝影機具較高是馬達轉動速度，以快速鎖定特定點，依研究團隊對於這部分之演算法，所能適應的馬達轉動相關規格及速度為何？

中華大學 蘇教授昭銘

1. 期中報告中，對於國外事件偵測系統的現況與檢討著墨較少。另於國外產品 Citilog 之回顧中，發現其所開發之偵測功能，相較於研究團隊所研發出來之偵測系統還要多元，但國內研發團隊仍要自行研發，其原因何在？係因國外產品價格太昂貴，偵測有所限制？或純粹希望有國人自行研發的影像處理技術系統，這部分希望可以再加強描述，以強化研發之目的。
2. 目前或因在專利申請之條件限制下，使得在期中報告中無法對事件偵測的邏輯觀念陳述很完整，但仍希望在演算法之邏輯觀念上給予運研所較清楚的敘述。
3. 期中報告對於車牌辨識及車輛追蹤之文獻回顧較少，請於期末報告書加以補充。
4. 報告中未就新竹市中華路段測試目的說明清楚，而由簡報中瞭解為觀察系統在不同天候環境（如白天與夜晚之間的光線轉換，晴天與雨天之背景更新演算法等是否可以克服）之適應性，須進行長時間之偵

測，故請於報告中說明長時測試之目的僅在於可系統可運作？抑或尚須確認其可靠度及準確率？請補充。

5. 事件往往可遇不可求，則在計畫執行期間，如何透過較嚴謹方式來確認研發團隊所開發之演算邏輯是沒問題的？
6. 事件有可能是多重事件同時發生，則系統未來要如何呈現？
7. 期中報告書內有某些描述不甚清晰的地方如下：
 - A. P2-4 表 2.1-1 引用一篇師大的碩士論文，提到美國公路服務品質使用車流密度關係的部分，事實上不同道路等級評估服務水準之指標並不同，而在臺灣也有相關研究，在後續的應用及邏輯分析上，宜再探討。
 - B. P2-9 表 2.1-3 裡的 Detection “time” 或為”ratio”，請確認。
 - C. P3-6 圖 3.1-6 八連通之判斷描述不清楚，其目的為何？請說明。
 - D. P3-7 表 3.1-1 對於機車的辨識部分，係利用安全帽抓取的演算法觀念，其辨識邏輯及門檻值設定方式等內容，希望在不影響專利申請之前提下，儘量在期末報告中做完整敘述。
 - E. P3-12 針對靜止車輛的敘述中，特別就車輛在車流較大環境之內容進行說明，則該偵測演算邏輯是否適用於汽車流量少的環境？
 - F. P3-16 圖 3.2-2 等候長度示意圖之概念，亦可作為事件判別之一項指標，目前研究團隊會將此納入事件偵測中，或僅在說明可進行等候長度之偵測？未來等候長度的汽車間距、間隔...等仍有很多地方可以深入探討處。
 - G. P3-27 表 3.3-1 似為本研究判別壅塞等級之最重要參考內容，但並未說明這五個等級之產生方式，若係引用自相關文獻，則請註明文獻來源。

高速公路局 吳副總工程司木富

1. 雪山隧道規定每一季皆須進行一次的演習，最近一次有利用火災進行情境模擬及演練，早期通車前亦曾進行火災模擬演練，每次皆有進行錄影，建議研究團隊取得該影像進行相關之影像分析。
2. 因應未來交通控制系統大規模建置，期望研究團隊就攝影機拍攝高度、架設角度等方式歸納出部分建置規範供高公局參考，以利未來國內事件偵測系統成熟時可以直接採用現有設施，即達到壅塞、事故...等偵測之功能。
3. 雲台式攝影機或稱點滴式攝影機，最大的缺點是無法清洗鏡頭，日積月累是否會造成表面不清潔，間接影響到影像的品質，此部分需要再進一步探討及分析。
4. 雪山隧道內曾要求對車速、變換車道及未保持安全距離等三項進行偵

- 測，但並無法單靠一支 CCTV 攝影機同時偵測違規車輛及偵測後之車牌攝取，未來研究團隊可嘗試以雙鏡頭攝影機觀念來達到執法功能。
5. 後續之工作重點似為雪山隧道內事件偵測之試作，而報告裡又特別提及違規車輛之偵測，這兩者之關係為何？或將車輛違規部分歸類為事件偵測之一環，請說明。
 6. P3-14 事件偵測績效之三個指標（系統偵測率、誤報率及平均偵知時間）除文字敘述外，另請以公式表示，並於期末報告中提出相關數據。
 7. 計算表 3.3-1 之相關數據時，或許會因 frame rate 而影響系統之精確性，不過仍請提出壅塞等級相對應之速率及誤差範圍供參。
 8. 隧道內如果有油漆，是否會影響彩色影像背景擷取之複雜度？

臺北市交通管制工程處 許副總工程司明隆

1. 第二章部分內容較為不足，請再補充。另建議在第二章文獻回顧最後加入總結之內容，將相關系統特性及技術等之分析比較整理為表格，供讀者參考。
2. 臺北市轄管道路若有火災之發生，將請同仁提供相關影片給研究單位分析。
3. 有關臺北市之測試時間，建議包含白天尖峰及晚上。另研究團隊目前選擇市民大道及松江路進行分析，該地點於尖峰時段回堵情形相當嚴重，故此數據將具一定之代表性。
4. 在無法取得所有事件之真實影像來源時，建議可以利用模擬情境來驗證，以確保系統之可運作性。
5. 目前國道五號之雪山隧道為單向車流，然系統是否可適應雙向車流造成之燈光影響？
6. 對於攝影機架設高度不足或有車輛被遮蔽而對影像辨識干擾時，如何克服其準確率和誤報率？
7. 請於期末報告中，說明整個系統的有效偵測率及誤報率。

運安組 張副組長開國

1. 各種事件偵測功能所需要的條件並不相同，是否適合利用一台攝影機達成所有偵測功能，應加以考量。
2. 計畫名稱為影像偵測器擴充模組，是否因此原因而一定要使用到前期系統研發之相關模組？建議在報告中以表格或描述的方式說明不同事件應具備之偵測演算法為何。
3. 在正常行駛情況下，是否可以直接利用車道線資訊進行車輛軌跡之追蹤預測，而不須透過複雜的演算邏輯。
4. 由 P3-22~P3-26 之影像觀察，似僅取用中間區域作為偵測分析之對

象，請說明相關原因。

5. 第四章所呈現的臺北市道路影像皆為夜間資料，請說明原因。
6. 建議建立標準的影像測試資料庫，以利後續研究參考測試。

運資組 吳組長 玉珍

1. 有關專利申請前之檢索工作，務必請研究團隊與負責撰寫專利的公司團隊去執行且落實，以降低被舉發的可能機率，並減少經費上的開銷。此外，須就所完成之檢索資料納入，內容可以附冊方式提供，以利未來進行技術轉移時，將有關的專利資訊提供給廠商參考。
2. 煙霧與火焰影像可洽高公局協助提供。若仍缺乏可供分析的影像，研究團隊可將事件之特性加以歸納，再從演算邏輯方面來說明系統對於煙霧/火焰或其它事件之偵測成效。
3. 有關雙鏡頭之測試部分，當拍攝到的靜止車輛屬於違規行為時，其一鏡頭是否可以立刻鎖定影像並進行追蹤？而在雪山隧道中，當偵測到違規跨越車道的行為時，是否亦可進行偵測及追蹤？現階段本所並不探討車牌自動辨識能力，請先考量可否自動擷取影像，並以人工方式完成舉發。請研究團隊就目前之測試經驗，評估相關的可行性是否存在，若本期開發有困難，希望可以提供後續配合的馬達轉動速度為多少時可能可以達成等之相關建議。

公路總局 陳先生昭帆

1. 說明本研究系統在不同天候之限制為何？系統在完成架設及建置後，是否需要輸入相關的參數值？
2. 國外之事件偵測產品具逆向行駛之偵測功能，研究團隊是否會發展此功能？
3. 此系統可以同時監控多少支攝影機？是否具螢幕切換的功能？而當偵測到異常事件時，系統是否會直接將該影像顯示於螢幕上，讓執法人員輕易看出事發地點及現場情形？
4. 鏡頭在安裝建置時，會因攝影機架設的角度與平台高度影響事件偵測的準確度，研究團隊是否能建議有效之安裝條件？

綜技組 張委員芳旭

1. 隧道內的火災偵測重點在於偵測到異常現象的反應時間，此部分希望可以利用模擬方式取得影像來源，以突顯本研究功能，但在安全顧慮上，須配合消防措施。
2. 是否考量在攝影機前加入雨刷的維護機制，以降低後續維護之人力資源。

3. 影像偵測系統之應用範圍相當廣泛，如車載資訊系統上之車輛偏移、車輛速度限制...等，在後續的發展上皆有相當大的潛力。

運資組 李研究員霞

1. 本期對於 PTZ 攝影機之測試係針對違規停車，其它則視研究團隊的評估再看看是否可以應用於其他事件功能的偵測。
2. 雪山隧道之防救災演習影片，會與承辦人進行聯繫取得，至於影像品質是否可作進一步分析，將於影像取得後進行瞭解。

高速公路局（書面意見）

有關「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發—事件偵測功能模組研發與試作」期中報告初稿，從高公局角度，期望影像式車輛偵測器具備以下功能：

1. 偵測距離長，所以異常車流影像畫面比例愈小愈好。
2. 能在管理者調整鏡頭角度與視野後，一定時間自動回復預設狀態。
3. 能不受近距離物體（如雨滴）影響事件判斷。
4. 散落物與路面顏色相近仍能偵測。
5. 夜間仍能偵測。
6. 偵測所需影像 frame 數愈少愈好，以節省傳輸費用及貯存空間。
7. 能偵測違規行駛之機車或自行車。

運資組（書面意見）

1. 依 RFP 之規範，研究團隊應以召開座談會或以訪談方式解交通管理實務單位於事件偵測之功能補強需求，然報告中（圖 1-2 之研究流程）並未包含此工作項目，請補充之。
2. 有關事件偵測之部分功能前期計畫中曾進行簡易之試作，並證實可行，而本期之重點除持續加強事件偵測功能之開發外，另依 1.3 節提及，須將「事件偵測器整合入影像式車輛偵測器」，此部分內容亦請納入報告中。
3. 第二章文獻回顧之內容架構不清楚，無法由回顧內容瞭解與本研究之關聯性及其重點，建議將相關文獻內容依影像辨識之模組單元分類整理，除演算方法外，另請包含應用功能及加註該文獻屬那一個國家；而專利之回顧上，亦請於文中註明專利申請國家及技術類別，俾利瞭解在專利技術上之發展趨勢。文章之順暢度及上下文之關聯性尤請加強。

4. 產品之回顧上，除對於 Citilog 有較完整之介紹外，其它產品之功能、特色及在世界各地的建置情形請儘可能的加以補充。
5. 研究團隊於期末時完成影像式違規車輛追蹤及車牌辨識相關技術之回顧後，請在第二章加入小結，以利瞭解相關文獻與本研究課題之關係。
6. 報告第四章中提出多處測試地點，包含新竹中華路五段、臺北市運研所前方、臺北市交控中心 CCTV 影像及高公局雪山隧道等，第一處在於測試前期系統長時間路側運作之穩定度，後三處則著重於本期研究重點「事件偵測」之功能測試及一個月之實務單位實測，但報告中並未將不同地點之測試目的說明清楚，易造成讀者混淆，請加以改善。另報告 4.2 節中將運研所前方路段亦歸納於此處，然本所並非「交通管理單位」，請適當調整。
7. 4.1 提出於中華路五段共測試六週之結果呈現系統穩定與強健，這部分宜有數據佐證。
8. 4.2 節第一段末處提及將說明「該實驗路段的道路特性說明」，但下方之文字似說明可能產生之事件，相關文字描述宜加以調整。
9. 4.2.2 中列出相當多擬分析評估之影像，但報告中並未提出任何分析內容，請說明。另建議將與分析評估內容相關性不高之資料納入附錄中，以增加可讀性。
10. 請研究團隊在系統實測過程中將所遇問題詳實紀錄，以作為系統功能擴充之依據。
11. 本研究應於期末前完成於實務交通管理單位一個月之實測，但期中階段尚未提出這部分之工作計畫，進度似有所落後，請研究團隊加緊辦理，並請於實測過程中，加強與現行交控單位(如台北行控中心、高公局...等)密切交流互動，以實際了解基層實際執行交控之工作人員，對未來自動化監控系統之需求，以確保研究團隊所研發產品能符合實際現地操作人員之需求。
12. p3-14 提出一般文獻對於事件偵測之績效評估指標，請研究團隊於期末時亦能就一個月於實務單位運作情形提出相關績效指標數據。
13. 由於事件之發生無法預測，然為瞭解事件偵測功能之研發成果，仍請研究團隊儘可能就 RFP 要求之所有事件皆能達成，對於實測期程能未產生之事件，請以模擬情境的方式來完成，若於執行上仍有所困難，則須於工作會議中向承辦組報備確認。
14. 為確保專利之新穎性，專利之相關內容不宜於報告中提出，但基於工

作項目之完整性，請就擬申請專利之內容進行簡略之概念描述。

15. 本研究至期中階段已有 7 個月之時程，後續則僅剩 4 個月之工作時間，依報告書所提已完成及尚未完成之工作，相關進度似有所落後，請研究團隊加緊執行，確保於合約期限內完成所有工作。
16. 報告書中有多處文意不順、錯、漏字、章節內容安排及研究主題說明不明確處，建議修正細節請逕洽承辦組，並加以修訂之。

七、主席結論：

1. 本案期中報告內容審查原則通過，請研究團隊針對與會學者專家及各單位代表所提之口頭或書面意見參酌修正並列表說明辦理情形，經本所承辦單位審查通過後納入期末報告內。
2. 請研究團隊於 8/12 前提送期中報告修訂稿。

八、散會（16:30）

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(1/12)

發言內容	合作研究單位回應	本所審查意見																		
<p>銘傳大學 楊教授貴健</p> <p>1. 此計畫所提偵測遺落物品之演算法，對於大貨車載送的貨物掉落，從汽車車內丟棄物品至車外，例如：罐頭、小垃圾...等物品，此演算邏輯是否仍能偵測出。</p>	<p>針對掉落物大小的規範是以影像畫面中佔有的面積大小為準，本團隊開發的演算法可偵測出的最小掉落物規範請參閱 P3-46。</p>	<p>已補充</p>																		
<p>中華電信 吳委員坤榮</p> <p>1. 期中報告中列舉了一些相關之專利檢索，但似不夠完備，建議增廣搜尋之關鍵字，例如在影像辨識中可以增加影像處理..等關鍵字體，此外，本案中將會就研發團隊所研發出的演算法進行美國專利之申請，由於美國專利申復經費比臺灣專利之申復經費高許多，故在申請美國專利前必須做好更完整之相關資料檢索，讓申復機會降低，以減少經費開銷。</p> <p>2. 目前報告中缺少雪山隧道裡的煙霧及火焰等事件功能之偵測，後續是否會加以納入，並整合這兩種偵測演算法？</p> <p>3. 期中報告圖 1-1 中提到影像式違規車輛的追蹤，圖 1-3 亦提到路邊違規停車辨識系統，這兩項之關連性為何？</p> <p>4. PTZ 攝影機具較高是馬達轉動速度，以快速鎖定特定點，依研究團隊對於這部分之演算法，所能適應的馬達轉動相關規格及速度為何？</p>	<p>遵照辦理。相關專利的檢索在本年度運研所另一計畫『動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)－車輛偵測器研發成果之技術移轉研究』中有詳細檢索報告，該計畫執行單位亦是協助本案專利申請之單位，完整之專利檢索資料請參閱其報告書，本報告將僅作整體性之概要說明。</p> <p>煙霧以及火災兩項事件並不在工作項目中，研究團隊仍遵照委員建議，加入這兩項事件。然，無法取得有效之煙霧與火災事件之影像，因此，研究團隊僅就偵測邏輯敘述，請參閱 P3-48~P3-52。</p> <p>圖 1-1 為相關文獻回顧，圖 1-3 所提到之路邊違規停車辨識系統在本年度計畫屬於試作，目的是評估將車牌辨識技術整合之可能性。</p> <p>本研究使用之 PTZ 攝影機規格如下：</p> <table border="0" data-bbox="689 1605 1206 2013"> <tr> <td>水平旋轉角度</td> <td>360°連續旋轉</td> </tr> <tr> <td>垂直旋轉角度</td> <td>-5°~+95°</td> </tr> <tr> <td>水平旋轉速度</td> <td>5°/秒~260°/秒</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8step (手動/預設點)</td> </tr> <tr> <td>垂直旋轉速度</td> <td>5°/秒~90°/秒</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8step (手動/預設點)</td> </tr> <tr> <td>水平/垂直精確度</td> <td>0.2°</td> </tr> <tr> <td>自動歸零定位</td> <td>360°全時自動定位</td> </tr> <tr> <td>預設點</td> <td>128 組</td> </tr> </table>	水平旋轉角度	360°連續旋轉	垂直旋轉角度	-5°~+95°	水平旋轉速度	5°/秒~260°/秒		8step (手動/預設點)	垂直旋轉速度	5°/秒~90°/秒		8step (手動/預設點)	水平/垂直精確度	0.2°	自動歸零定位	360°全時自動定位	預設點	128 組	<p>同意辦理</p> <p>已補充</p> <p>同意說明</p> <p>同意辦理</p>
水平旋轉角度	360°連續旋轉																			
垂直旋轉角度	-5°~+95°																			
水平旋轉速度	5°/秒~260°/秒																			
	8step (手動/預設點)																			
垂直旋轉速度	5°/秒~90°/秒																			
	8step (手動/預設點)																			
水平/垂直精確度	0.2°																			
自動歸零定位	360°全時自動定位																			
預設點	128 組																			

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(2/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
	目前以此規格之 PTZ 攝影機測試，包含攝影機轉動與放大，所需鎖定的時間最高為 7 秒(依事件發生於影像中之最遠位置)。	
<p>中華大學 蘇教授昭銘</p> <p>1. 期中報告中，對於國外事件偵測系統的現況與檢討著墨較少。另於國外產品 Citilog 之回顧中，發現其所開發之偵測功能，相較於研究團隊所研發出來之偵測系統還要多元，但國內研發團隊仍要自行研發，其原因何在？係因國外產品價格太昂貴，偵測有所限制？或純粹希望有國人自行研發的影像處理技術系統，這部分希望可以再加強描述，以強化研發之目的。</p> <p>2. 目前或因在專利申請之條件限制下，使得在期中報告中無法對事件偵測的邏輯觀念陳述很完整，但仍希望在演算法之邏輯觀念上給予運研所較清楚的敘述。</p> <p>3. 期中報告對於車牌辨識及車輛追蹤之文獻回顧較少，請於期末報告書加以補充。</p> <p>4. 報告中未就新竹市中華路段測試目的說明清楚，而由簡報中瞭解為觀察系統在不同天候環境（如白天與夜晚之間的光線轉換，晴天與雨天之背景更新演算法等是否可以克服）之適應性，須進行長時間之偵測，故請於報告中說明長時測試之目的僅在於系統可運作？抑或尚須確認其可靠度及準確率？請補充。</p> <p>5. 事件往往可遇不可求，則在計畫執行期間，如何透過較嚴謹方式來確認研發團隊所開發之演算邏輯是沒問題的？</p>	<p>國外事件偵測系統的現況請參閱 2.3 章節。另，本年度運研所另一計畫『動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)－車輛偵測器研發成果之技術移轉研究』中亦有針對國外事件偵測系統發展現況有詳細說明，本團隊也將資料摘錄於附件。</p> <p>自行研發系統的目的是希望臺灣能夠擁有這方面的本土技術，更加適應臺灣複雜之交通車流特性，同時方便後續維護及具合理成本之偵測系統。</p> <p>遵照委員意見辦理。</p> <p>遵照委員意見辦理，已補充於 2.4 章節。</p> <p>遵照委員意見辦理。請參閱 4.1 章節。</p> <p>針對可以取得真實影像資料的部分，即以該影像資料進行實測，若無法取得實際影像資料的事件，經由承辦單位同意以邏輯敘述的方式呈現。</p>	<p>同意辦理</p> <p>同意辦理</p> <p>已補充</p> <p>已補充</p> <p>同意辦理</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(3/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
6. 事件有可能是多重事件同時發生，則系統未來要如何呈現？	本系統是支援多重事件偵測，由於是以車輛偵測為基底，並非以巨觀方法偵測，因此多重事件發生時，事件與事件之間是獨立的。	同意說明
7. 期中報告書內有某些描述不甚清晰的地方如下：		
A. P2-4 表 2.1-1 引用一篇師大的碩士論文，提到美國公路服務品質使用車流密度關係的部分，事實上不同道路等級評估服務水準之指標並不同，而在臺灣也有相關研究，在後續的應用及邏輯分析上，宜再探討。	遵照委員意見辦理。相關說明已於第三章補充，本研究之壅塞事件程度判定亦參考國內相關規定來設定。	已補充
B. P2-9 表 2.1-3 裡的 Detection “time” 或為”ratio”，請確認。	已於報告書中修正。	已修正
C. P3-6 圖 3.1-6 八連通之判斷描述不清楚，其目的為何？請說明。	已補充於報告書第三章。	同意補充
D. P3-7 表 3.1-1 對於機車的辨識部分，係利用安全帽抓取的演算法觀念，其辨識邏輯及門檻值設定方式等內容，希望在不影響專利申請之前提下，儘量在期末報告中做完整敘述。	機車辨識如第三章闡述，利用安全帽特徵、面積大小以及寬高比值進行機車辨識。相關成果與數據統計已於民國 94 年運研所計畫”國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作”報告書中完整呈現，本年度計畫報告書中僅摘錄。	同意說明
E. P3-12 針對靜止車輛的敘述中，特別就車輛在車流較大環境之內容進行說明，則該偵測演算邏輯是否適用於汽車流量少的環境？	靜止車輛已被歸納成為「事件」車輛，於車流大與車流量小的情況皆適用，於第三章有完整說明。	同意說明
F. P3-16 圖 3.2-2 等候長度示意圖之概念，亦可作為事件判別之一項指標，目前研究團隊會將此納入事件偵測中，或僅在說明可進行等候長度之偵測？未來等候長度的汽車間距、間隔...等仍有很多地方可以深入探討處。	「等候長度」配合適合之攝影機角度，亦可為所開發系統偵測之參數之一，但目前並未將此納入事件偵測之項目，後續可視實際應用情形適當整合。	同意說明

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(4/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>G. P3-27 表 3.3-1 似為本研究判別壅塞等級之最重要參考內容，但並未說明這五個等級之產生方式，若係引用自相關文獻，則請註明文獻來源。</p>	<p>本研究判別壅塞等級方法已採用交通部運輸研究所『2001 年台灣地區公路容量手冊』所定義之道路服務品質來制定。事實上，在系統設計時，這個部份仍然保有彈性，屆時可依照實務單位需求隨時修正。</p>	<p>同意說明</p>
<p>高速公路局 吳副總工程司木富</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 雪山隧道規定每一季皆須進行一次的演習，最近一次有利用火災進行情境模擬及演練，早期通車前亦曾進行火災模擬演練，每次皆有進行錄影，建議研究團隊取得該影像進行相關之影像分析。 2. 因應未來交通控制系統大規模建置，期望研究團隊就攝影機拍攝高度、架設角度等方式歸納出部分建置規範供高公局參考，以利未來國內事件偵測系統成熟時可以直接採用現有設施，即達到壅塞、事故...等偵測之功能。 3. 雲台式攝影機或稱點滴式攝影機，最大的缺點是無法清洗鏡頭，日積月累是否會造成表面不清潔，間接影響到影像的品質，此部分需要再進一步探討及分析。 4. 雪山隧道內曾要求對車速、變換車道及未保持安全距離等三項進行偵測，但並無法單靠一支 CCTV 攝影機同時偵測違規車輛及偵測後之車牌攝取，未來研究團隊可嘗試以雙鏡頭攝影機觀念來達到執法功能。 5. 後續之工作重點似為雪山隧道內事件偵測之試作，而報告裡又特別提及違規車輛之偵測，這兩者之關係為何？或將車輛違規部分歸類為事件偵測之一環，請說明。 	<p>該演習影像並非由 CCTV 系統之攝影機所拍攝，而是由現場人員以 DV 側錄，畫面並非固定拍攝同一地點，故實作分析上並沒有符合本團隊需求，研究團隊在此仍感謝委員以及相關單位與長官給予之寶貴協助。</p> <p>遵照委員意見，已於 5.2 章節補充攝影機建置建議。</p> <p>委員所提確實為實務上必然會面臨課題，然本研究著重於軟體之系統開發，建議後續建置案或其它計畫中納入考量。</p> <p>4.3 節對雙鏡頭攝影機偵測進行了可行性之測試評估，實際運用仍須作進一步之長時測試。</p> <p>雪山隧道內事件偵測為本案重點工作，除此之外，工作項目內有一項是針對違規車輛停車辨識可行性探討，這部分的工作是希望評估藉由 PTZ 攝影機的整合，加上車牌辨識技術能否完成對於違規車輛之車牌辨</p>	<p>同意說明</p> <p>同意補充</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(5/12)

發言內容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>6. P3-14 事件偵測績效之三個指標(系統偵測率、誤報率及平均偵知時間)除文字敘述外，另請以公式表示，並於期末報告中提出相關數據。</p> <p>7. 計算表 3.3-1 之相關數據時，或許會因 frame rate 而影響系統之精確性，不過仍請提出壅塞等級相對應之速率及誤差範圍供參。</p> <p>8. 隧道內如果有油漆，是否會影響彩色影像背景擷取之複雜度？</p>	<p>識，達到後續跟執法系統結合的目標。本案，仍然是以雪山隧道內事件偵測為主要工作。</p> <p>遵照委員意見，已於 4.5.4 章節補充相關資料。由於事件發生次數太少，數據較不具備參考性，期末報告中將針對 30 天連續試作之車輛偵測之準確率詳細說明。</p> <p>壅塞程度之計算已經改採交通部運輸研究所『2001 年台灣地區公路容量手冊』中之定義，然而在計算準確率上，仍會與 Frame Rate 有很大的關係。依照前期計畫”自動化路況資訊偵測系統研發與示範(二)”中所作之結論，Frame Rate 建議在 6FPS 以上為佳。</p> <p>隧道在入口與出口處會有彩繪，經過實作證明，並不會造成影響。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p>
<p>臺北市交工處 許副總工程司明隆</p> <p>1. 第二章部分內容較為不足，請再補充。另建議在第二章文獻回顧最後加入總結之內容，將相關系統特性及技術等之分析比較整理為表格，供讀者參考。</p> <p>2. 臺北市轄管道路若有火災之發生，將請同仁提供相關影片給研究單位分析。</p> <p>3. 有關臺北市之測試時間，建議包含白天尖峰及晚上。另研究團隊目前選擇市民大道及松江路進行分析，該地點於尖峰時段回堵情形相當嚴重，故此數據將具一定之代表性。</p> <p>4. 在無法取得所有事件之真實影像來源時，建議可以利用模擬情境來驗證，以確保系統之可運作性。</p>	<p>遵照委員意見，對於產品之功能整理以及專利檢索的列表已於第二章補充相關資料。</p> <p>敬悉。</p> <p>敬悉。</p> <p>敬悉。目前雪山隧道內的部分事件是以模擬情境進行驗證。</p>	<p>已補充</p> <p>略</p> <p>略</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(6/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>5. 目前國道五號之雪山隧道為單向車流，然系統是否可適應雙向車流造成之燈光影響？</p> <p>6. 對於攝影機架設高度不足或有車輛被遮蔽而對影像辨識干擾時，如何克服其準確率和誤報率？</p> <p>7. 請於期末報告中，說明整個系統的有效偵測率及誤報率。</p>	<p>對向車流的頭燈會對攝影機畫面造成很大的影響，尤其是在雪山隧道內之架設高度嚴重不足，燈光影響將加劇。</p> <p>演算法中主要利用追蹤與估測的方式降低誤報率，但無法完全克服。</p> <p>由於事件發生次數太少，數據較不具備參考性，期末報告中將針對 30 天連續試作之車輛偵測之準確率詳細說明，相關內容請參閱 4.5。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p>
<p>運安組 張副組長開國</p> <p>1. 各種事件偵測功能所需要的條件並不相同，是否適合利用一台攝影機達成所有偵測功能，應加以考量。</p> <p>2. 計畫名稱為影像偵測器擴充模組，是否因此原因而一定要使用到前期系統研發之相關模組？建議在報告中以表格或描述的方式說明不同事件應具備之偵測演算法為何。</p> <p>3. 在正常行駛情況下，是否可以直接利用車道線資訊進行車輛軌跡之追蹤預測，而不須透過複雜的演算邏輯。</p> <p>4. 由 P3-22~P3-26 之影像觀察，似僅取用中間區域作為偵測分析之對象，請說明相關原因。</p> <p>5. 第四章所呈現的臺北市道路影像皆為夜間資料，請說明原因。</p>	<p>敬悉。本案進行開發的事件偵測模組目前尚能單靠一支攝影機完成，若是其他事件加入，的確要依照事件特性考慮是否以單一攝影機完成。</p> <p>本研究案的事件偵測擴充模組皆是以車輛偵測為基底而接續開發的，本研究案所採取的是類似微觀偵測的方法，對於車輛的動態與軌跡來判定相關事件是否發生。因此，車輛偵測的技術都必須保留在本系統中。</p> <p>車道線資訊的確可以用來直接進行車輛軌跡之預測，但是這是屬於”正常行駛”狀況下，當有”非”正常狀況行駛時，較為複雜的演算邏輯必須導入，否則對於車輛違規行為的判定會有誤報的情形，尤其在交通環境複雜且車多的場景下，誤偵測率勢必提高。</p> <p>該區域下限主要考量現場畫面上有字幕，因此不適合用於偵測；上限的設定則是因為超過這個高度之後，車輛幾乎完全前後遮蔽，也失去了影像偵測的意義。</p> <p>這部分主要是將各個 CCTV 影像資料作一蒐集，只因為蒐集資料適逢夜間</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(7/12)

發言內容	合作研究單位回應	本所審查意見
6. 建議建立標準的影像測試資料庫，以利後續研究參考測試。	時段，期末報告中亦納入了白天影像。 建議納入後續研究辦理建置。	同意說明
<p>運資組 吳副所長 玉珍</p> <p>1. 有關專利申請前之檢索工作，務必請研究團隊與負責撰寫專利的公司團隊去執行且落實，以降低被舉發的可能機率，並減少經費上的開銷。此外，須就所完成之檢索資料納入，內容可以附冊方式提供，以利未來進行技術轉移時，將有關的專利資訊提供給廠商參考。</p> <p>2. 煙霧與火焰影像可洽高公局協助提供。若仍缺乏可供分析的影像，研究團隊可將事件之特性加以歸納，再從演算邏輯方面來說明系統對於煙霧/火焰或其它事件之偵測成效。</p> <p>3. 有關雙鏡頭之測試，當拍攝到的靜止車輛屬於違規行為時，其一鏡頭是否可以立刻鎖定影像並進行追蹤？而在雪山隧道中，當偵測到違規跨越車道的行為時，是否亦可進行偵測及追蹤？現階段本所並不探討車牌自動辨識能力，請先考量可否自動擷取影像，並以人工方式完成舉發。請研究團隊就目前之測試經驗，評估相關的可行性是否存在，若本期開發有困難，希望可以提供後續配合的馬達轉動速度為多少時可能可以達成等之相關建議。</p>	<p>敬悉。 相關資料已於 2.1 章節以及附冊補充。</p> <p>遵照委員建議，已將相關邏輯說明於 P3-47~P3-51 補充。</p> <p>當靜止車輛屬於違規行為時，PTZ 攝影機可於 3~7 秒內鎖定影像並進行拍攝；雪山隧道中，當偵測到違規跨越車道的行為時，如可搭配適當速度之 PTZ 攝影機，即可進行偵測及追蹤，相關評估如報告 4.3 節。</p>	<p>同意說明</p> <p>已補充</p> <p>同意說明</p>
<p>公路總局 陳先生昭帆</p> <p>1. 說明本研究系統在不同天候之限制為何？系統在完成架設及建置後，是否需要輸入相關的參數值？</p>	<p>天候並沒有限制，惟影像必須是肉眼能夠立即辨識的品質，系統才能準確執行。系統目前是朝全自動偵測方向進行，然後由使用者進行重要參數的檢視，並不需要特別設定固定的參</p>	<p>同意說明</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(8/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>2. 國外之事件偵測產品具逆向行駛之偵測功能，研究團隊是否會發展此功能？</p> <p>3. 此系統可以同時監控多少支攝影機？是否具螢幕切換的功能？而當偵測到異常事件時，系統是否會直接將該影像顯示於螢幕上，讓執法人員輕易看出事發地點及現場情形？</p> <p>4. 鏡頭在安裝建置時，會因攝影機架設的角度與平台高度影響事件偵測的準確度，研究團隊是否能建議有效之安裝條件？</p>	<p>數，系統在執行期間會有自動學習功能，偏差的數據會陸續自動修正。</p> <p>此向功能已於前期研究完成試作。</p> <p>系統同時監控多支攝影機是沒有問題的。至於能夠同時多少支端看影像輸入硬體以及電腦運算能力而定。當偵測異常現象時，將該影像顯示於螢幕上在技術上是沒有問題的。</p> <p>遵照委員意見，已於 5.2 章節補充攝影機建置建議。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p>
<p>綜技組 張委員芳旭</p> <p>1. 隧道內的火災偵測重點在於偵測到異常現象的反應時間，此部分希望可以利用模擬方式取得影像來源，以突顯本研究功能，但在安全顧慮上，須配合消防措施。</p> <p>2. 是否考量在攝影機前加入兩刷的維護機制，以降低後續維護之人力資源。</p> <p>3. 影像偵測系統之應用範圍相當廣泛，如車載資訊系統上之車輛偏移、車輛速度限制...等，在後續的發展上皆有相當大的潛力。</p>	<p>限於無法取得真實之火災資料，故本研究於報告中以演算邏輯方式說明。</p> <p>這部分是關於 CCTV 佈設的考量，在本研究中並無針對這個狀況加以探討。若是沒有兩刷而以人力資源維護，建議在系統中必須加入攝影機自動回復確認功能。</p> <p>敬悉。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>略</p>
<p>運資組 李研究員霞</p> <p>1. 本期對於 PTZ 攝影機之測試係針對違規停車，其它則視研究團隊的評估再看看是否可以應用於其他事件功能的偵測。</p>	<p>敬悉。</p>	<p>略</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發—事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(9/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
2. 雪山隧道之防救災演習影片，會與承辦人進行聯繫取得，至於影像品質是否可作進一步分析，將於影像取得後進行瞭解。	敬悉。	略
<p>高速公路局（書面意見）</p> <p>有關「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發—事件偵測功能模組研發與試作」期中報告初稿，從高公局角度，期望影像式車輛偵測器具備以下功能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 偵測距離長，所以異常車流影像畫面比例愈小愈好。 能在管理者調整鏡頭角度與視野後，一定時間自動回復預設狀態。 能不受近距離物體（如雨滴）影響事件判斷。 散落物與路面顏色相近仍能偵測。 夜間仍能偵測。 偵測所需影像 frame 數愈少愈好，以節省傳輸費用及貯存空間。 能偵測違規行駛之機車或自行車。 	<p>敬悉。</p> <p>研究團隊努力克服所提出之相關功能，因本期重點在於與既有 CCTV 攝影機之結合，因此，在某些狀況無法達到提出之狀況。研究團隊將各項需求功能回覆如下：</p> <p>由於是既有之 CCTV 攝影機，只能透過篩選目前現有的攝影機進行偵測。</p> <p>相關說明於 5.2 節。</p> <p>若是外在影響已經讓畫面呈現肉眼無法輕易辨識的情況則系統亦失效。</p> <p>同上，在肉眼無法輕易辨識散落物的情況下，系統將失效。</p> <p>本系統仍可偵測，但準確率會低於白天偵測數據。</p> <p>為求準確之偵測，建議還是提高 Frame 數，若是考慮影像傳出以及貯存空間，建議採現場偵測，後端儲存的策略，這部份於 5.2 章節有詳細說明。</p> <p>機車或自行車能否成功偵測端看攝影機架設位置而定，若機車或自行車在畫面中呈現的有效面積已小於本系統掉落物的規格，則無法完成。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>敬悉。</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p>
<p>運資組（書面意見）</p> <ol style="list-style-type: none"> 依 RFP 規範，研究團隊應以召開座談會或以訪談方式解交通管理實務單位於事件偵測之功能補強需求，然報告中（圖 1-2 之研究流程）並未包含此工作項目，請補充之。 	<p>已遵照意見修正。</p>	<p>已修正</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(10/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>2. 有關事件偵測之部分功能前期計畫中曾進行簡易之試作，並證實可行，而本期之重點除持續加強事件偵測功能之開發外，另依 1.3 節提及，須將「事件偵測器整合入影像式車輛偵測器」，此部分內容亦請納入報告中。</p>	<p>敬悉。</p>	<p>已補充</p>
<p>3. 第二章文獻回顧之內容架構不清楚，無法由回顧內容瞭解與本研究之關聯性及其重點，建議將相關文獻內容依影像辨識之模組單元分類整理，除演算方法外，另請包含應用功能及加註該文獻屬那一個國家；而專利之回顧上，亦請於文中註明專利申請國家及技術類別，俾利瞭解在專利技術上之發展趨勢。文章之順暢度及上下文之關聯性尤請加強。</p>	<p>已遵照意見補充及調整。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 產品之回顧上，除對於 Citilog 有較完整之介紹外，其它產品之功能、特色及在世界各地的建置情形請儘可能的加以補充。</p>	<p>已遵照意見補充。</p>	<p>同意補充</p>
<p>5. 研究團隊於期末時完成影像式違規車輛追蹤及車牌辨識相關技術之回顧後，請在第二章加入小結，以利瞭解相關文獻與本研究課題之關係。</p>	<p>遵照意見辦理。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>6. 報告第四章中提出多處測試地點，包含新竹中華路五段、臺北市運研所前方、臺北市交控中心 CCTV 影像及高公局雪山隧道等，第一處在於測試前期系統長時間路側運作之穩定度，後三處則著重於本期研究重點「事件偵測」之功能測試及一個月之實務單位實測，但報告中並未將不同地點之測試目的說明清楚，易造成讀者混淆，請加以改善。另報告 4.2 節中</p>	<p>遵照意見，在期末報告第四章將相關測試目的以及成果皆完整說明。</p>	<p>同意修正內容</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(11/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>將運研所前方路段亦歸納於此處，然本所並非「交通管理單位」，請適當調整。</p>		
<p>7. 4.1 提出於中華路五段共測試六週之結果呈現系統穩定與強健，這部分宜有數據佐證。</p>	<p>遵照意見，已於 4.2 節補充說明。</p>	<p>同意補充</p>
<p>8. 4.2 節第一段末處提及將說明「該實驗路段的道路特性說明」，但下方之文字似說明可能產生之事件，相關文字描述宜加以調整。</p>	<p>遵照意見，已修正完成。</p>	<p>已修正</p>
<p>9. 4.2.2 中列出相當多擬分析評估之影像，但報告中並未提出任何分析內容，請說明。另建議將與分析評估內容相關性不高之資料納入附錄中，以增加可讀性。</p>	<p>遵照辦理。</p>	<p>已修正</p>
<p>10 請研究團隊在系統實測過程中將所遇問題詳實紀錄，以作為系統功能擴充之依據。</p>	<p>遵照辦理。</p>	<p>已補充</p>
<p>11 本研究應於期末前完成於實務交通管理單位一個月之實測，但期中階段尚未提出這部分之工作計畫，進度似有所落後，請研究團隊加緊辦理，並請於實測過程中，加強與現行交控單位(如臺北行控中心、高公局...等)密切交流互動，以實際了解基層實際執行交控之工作人員，對未來自動化監控系統之需求，以確保研究團隊所研發產品能符合實際現地操作人員之需求。</p>	<p>遵照辦理。</p>	<p>略</p>
<p>12 p3-14 提出一般文獻對於事件偵測之績效評估指標，請研究團隊於期末時亦能就一個月於實務單位運作情形提出相關績效指標數據。</p>	<p>相關說明已補充於 4.5 節。</p>	<p>已補充</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期中審查會議彙整表(12/12)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
13 由於事件之發生無法預測，然為瞭解事件偵測功能之研發成果，仍請研究團隊儘可能就 RFP 要求之所有事件皆能達成，對於實測期程能未產生之事件，請以模擬情境的方式來完成，若於執行上仍有所困難，則須於工作會議中向承辦組報備確認。	敬悉。	略
14 為確保專利之新穎性，專利之相關內容不宜於報告中提出，但基於工作項目之完整性，請就擬申請專利之內容進行簡略之概念描述。	遵照意見辦理，已補充於第三章。	已補充
15 本研究至期中階段已有 7 個月之時程，後續則僅剩 4 個月之工作時間，依報告書所提已完成及尚未完成之工作，相關進度似有所落後，請研究團隊加緊執行，確保於合約期限內完成所有工作。	敬悉。	略
16 報告書中有多處文意不順、錯、漏字、章節內容安排及研究主題說明不明確處，建議修正細節請逕洽承辦組，並加以修訂之。	遵照意見辦理。	已改善

MOTC-IOT-96-IBB050

影像式車輛偵測器擴充模組研發—事件偵測功能模組研發與試作
期末審查會議

一、時間：97年11月24日下午2時00分

二、地點：本所5樓會議室

三、主持人：吳 副所長 玉珍

記錄：古閔宇 李霞

四、出席人員：

銘傳大學

楊 教授 健貴

楊健貴

中山大學

蔣 教授 依吾

蔣依吾

成功大學

郭 教授 淑美

郭淑美

國道高速公路局

吳 副總工程司 木富

吳木富

臺北市交通管制工程處

許 副總工程司 明隆

許明隆

高速公路局

鄭水吃

公路總局

卓明良

臺北市政府交通控制中心

劉廷得

臺北縣政府交通局

本所綜技組

張榮九

運資組

蔣和

李霞

國立交通大學

謝文淵 蔣和 李霞 古閔宇

謝文淵

古閔宇

五、研究單位簡報（略）

六、發言紀錄（依發言順序紀錄意見要點）

本所吳副所長玉珍

1. 旋轉雲台(PTZ)從事件偵測發生至旋轉定位需時 3~7 秒的運作時間，因此在違規停止車輛之偵測較無問題，但對於掉落物及逆向行駛車輛之偵測上是否有移動速度上限制？
2. 目前所購買之旋轉雲台，廠商是否同意提供雲台本身附帶之驅動程式？請研究團隊就本次與廠商合作的經驗，在報告中提出後續政府可以推動方向之建議。
3. 專利申請部份，運研所未來傾向以行政院科技基本法的精神，下放權責給研發單位（交通大學），以統籌辦理相關技轉事宜，技轉後的獲利也依規定之比例分配辦理，相關技轉法律及行政程序請研究團隊協助配合儘速完成。

銘傳大學（楊教授健貴）

1. 報告書之編排格式及文意請再適當調整。
2. 本期研究主題與重點以影像式車輛偵測器擴充模組研發中之事件偵測功能試作為主，請研究團隊以實作經驗及專業判斷提出未來於執法系統上，可否僅使用單一固定式攝影機完成一般道路上所常見之事件偵測？並請提供目前使用雙攝影機所花費之成本與僅單一固定式攝影機之比較分析。
3. 由雪山隧道實驗結果所呈現之異常車速偵測功能上，呈現實際影像以慢速車輛為主，然在研究團隊所提之演算法中，對於超速車輛是否也可成功偵測？效果是否等同慢速車輛之偵測結果？
4. 請研究團隊加入遺失率的分析，輔以說明系統在雪山隧道中對異常車速偵測功能上之可靠度。
5. 前期報告中是否已包含各式車種的辨識率？如果有，請研究團隊於報告中加註說明該功能已於前期完成之測試結果，以增進報告之完整性。

本所吳副所長玉珍

本期研究主題與重點乃以影像式車輛偵測器擴充模組研發中之事件偵測功能試作為主，相關各式車種的辨識率在前期報告中已有詳細的討論，請研究團隊在本期報告中擇要說明前期相關結果。

中山大學（蔣教授依吾）

1. 在事件偵測之錯誤中，包含「該偵測但未偵測到」及「不該偵測但偵測到此」二類，但本報告中未說明此二類數據。如 4-54 頁雪山隧道的實驗結果，依前期計畫得知，隧道中影像會因切割或遮蔽效應的影響，導致車流計數上有正、負誤差之存在，建議研究團隊將其納入考量，進一步評估系統之效能。
2. 系統是否可同時對多個事件進行偵測？若都可以偵測出來，是否有訂定優先警示的順序？
3. 請加強說明事件偵測所依據之特徵為何？目前報告前後有不一致之情形，目前之描述及第 6 頁之流程過於粗略。本研究之重點在於“事件”偵測，但報告中對此部分的描述集中於 3-2 節，對於事件類別之定義、偵測之演算邏輯等描述並不多，宜進一步補充。
4. 如何解決旋轉雲台攝影機旋轉時所造成之誤差累積？請說明。
5. 請就固定式與旋轉雲台攝影機相互驅動之關係進行文字補充說明。
6. 系統的事件偵測功能中，是否可以單一固定式攝影機搭配多支旋轉雲台攝影機來對多目標及多異常事件進行偵測？
7. 研究團隊以電腦作為系統運作的主要平台，以雪山隧道為例，目前之試作係為一部電腦接一部攝影機。未來實際運作上，一部電腦最多可以處理多少部攝影機所輸入的影像？建議作一說明，以利未來承接技轉廠商在成本規劃或演算流程的調整上更為精準。
8. 5-2 節有關係統未來架設規範中，建議參照旋轉雲台及固定攝影機之寫法，就目前系統功能實作分析結果，描述未來系統架設時之規範及所應注意之事項，俾利交通實務單位及未來承接技轉廠商在系統架設及規畫時了解系統限制。
9. 報告格式上仍有改善的空間，請適當調整，使報告更具可讀性。

本所吳副所長玉珍

報告書部分內容受限於智財權的申請，使系統相關關鍵技術細節未能加以詳述，但對於各類事件之處理程序應有更完整之說明，俾利讀者瞭解本研究所納入探討之課題及程序，至於前述所提未於報告中詳述之課題，可以運研所內部參考之技術報告方式來處理。

成功大學（郭教授淑美）

1. 本研究之重點在於事件偵測之功能開發，但報告中所呈現之影像侷限在部份模擬或長時間中小片段之事件發生，是否可由交通實務單位取得更多異常事件影像？
2. 請加強說明系統測試之外在環境（如日、夜間、雨天、陰天、晴天或

雨刷干擾...等)因素。

3. 報告中未見車速之測試數據，請說明。
4. 4-52 頁所述，車流量大時系統將無法運作，則系統所能承受之車流量大小定義為何？
5. 4.4.5 節所提有關係統將來可能面臨的問題中，建議進一步提供系統所能處理問題的範圍。
6. 請研究團隊說明本期系統所要達成的功能及目標。

本所吳副所長玉珍

在答覆問題前本所需作二點說明：

1. 本期系統所要達成的系統功能，已詳列於計畫開始時所訂之 RFP，請各委員參考。請研究團隊在有限資源下，完成本所擬訂之工作項目，並請將所預見之問題(可行、不可行，能解決、不能解決)盡量呈現，以提供運研所及後續實務單位參考。
2. 異常事件的影像一般在交通監控單位並不常見，倒是亂丟菸蒂等較常發生，但由於並不影響交通車流狀況，故不納為偵測對象。後續若有機會可考慮於車測中心模擬各式事件類別進行偵測，以減少實測的危險性。

高速公路局 (吳副總工程司木富)

1. 有關臺北市的測試時間，在報告書 4-34 頁是寫 5/14 到 9/16，不過在 4-36 頁寫的卻是 9/14 到 9/16，確切的測試時間請再做確認。
2. 3.4 節中的後端管理介面開發，係針對發生事故時控制端所需做的應變措施，實際線上操作應該有自動反應的因應措施及設定一些預設值，當事故發生時，控制端只需要有確認的步驟即可。
3. 第四章新竹中華路的測試中，偵測對象包含大型車，請於報告中亦就大型車的範圍明確定義。
4. 事故在真實情況下並不易發生，故建議在報告中強調這部分，同時說明在測試事件的同時，亦對車流量及速率進行驗證。
5. 誤報率及反應時間有絕對的關係，建議提供相關數據，或以其它方式交待，或於未來計畫中將此課題納入深入探討。
6. 雪山隧道內一個月實測數據中，有關係統與環路線圈偵測數據差異較大處，研究團隊在簡報時說明另以人工計數方式瞭解系統準確率，進而瞭解差異原因，但報告中未將之納入，請補充。
7. 本研究提及 PTZ 的速度或許會跟不上所要拍攝的車輛，請研究團隊思考是否可將其中一鏡頭以照相方式取得車牌畫面，並進一步與 AVI 結合，在執法的應用上應作更周全的思考。

8. 雪山隧道中擁有許多固定式攝影機，請研究團隊研究在事件發生時，是否應該同時啟動多部攝影機跟隨事件車輛同步做錄影的動作，而不是只用一、兩台攝影機在做錄影，使事件的記錄更為完整。

臺北市交通管制工程處（許副總工程司明隆）

1. 在事故車輛發生的要件中，車輛在區塊中係花費 K 倍的平均時間，關於 K 倍的門檻值建議設定為何？
2. 報告中提到偵測準確率高達九成以上，但報告書中卻未說明這九成的準確率是如何求得？是否為前期成果？請說明。
3. 在新竹中華路的測試中，若在夜間有兩部相鄰小客車距離很近，或有機車相鄰，則要如何正確分辨？又要如何辨識其車種？
4. 雪山隧道內所謂異常車速及壅塞程度之判斷準則為何？
5. 請補充事件偵測的啟動與解除之 SOP 流程。
6. 雪山隧道內與環路線圈偵測之比較中，彼此間較大之差異主要出現在車流較大的時刻，請於報告中分析說明原因。

高速公路局

1. 希望研究團隊在事件偵測的偵測率和誤報率方面提出相關規範或建議。
2. 簡報 p21 之測試時間並不長，建議在準確率之計算、測試環境及方式等再加強補充說明。
3. 請研究團隊在系統選單部份增加通報程序，而在通報相關單位的同時，雙方也應該具有確認的程序。
4. 雪山隧道內關於大客車遮蔽的問題，目前是可以藉由雙攝影機去處理，請評估未來直接以軟體來解決的可能性。

公路總局

1. 請研究團隊提供所開發系統最適之硬體設置相關參數（如攝影機架設高度、攝影機的偵測距離），以作為實務單位規劃攝影機佈設密度時的參考。
2. 市區道路與雪山隧道的道路特性並不同（如壅塞定義、封閉性等），則本研究所研發之事件偵測系統如何適用於不同等級道路？其判別準則是否會有所調整？
3. 報告中，部分用字（如「稀疏」）建議調整為交通一般用語（如「順暢」或「正常」）。

臺北市交控中心

1. 系統之穩定性是否考慮系統同時進行偵測、錄影、操作等工作時之負荷及影響？
2. 以現有系統硬體架構來看，係一部攝影機配置一部電腦來執行，後續系統是否可以同時處理多部攝影機，以節省中心相關設備？請研究團隊提出後續實務運用之可能性。

綜技組

1. 結論中提及嵌入式系統為未來建議發展之方向，然由報告之相關測試數據顯示，目前以單一電腦來運作其效能也不錯，則此結論意謂此乃較佳之發展方向？或為選擇性建議？
2. 事件偵測之正確率及誤報率外，反應時間亦相當重要，建議考量實際狀況來給定。同時若有既設系統，則可加以比較，以加強本系統之績效。
3. 雪山隧道內之事件偵測，建議配合不同掉落物（輪胎、貨物...）測試或與 ITS 中的 EMS 緊急救援部份做結合。

高速公路局（書面意見）

1. 本研究針對機車或自行車等動態目標之偵測功能部分，有關偵測準確等績效，請進一步說明。
2. p4-18 圖 4.1.3-6 全天大車平均速度之「全天」定義為何？圖中 0-4 時由車速 85km/hr 降至 40km/hr 以下，應有探討空間。
3. p4-37 請說明圖 4.3.3-2 系統計數大都較人工計數為高之原因。
4. 報告書中，排版、錯字、缺字及文意不清或不順之處仍多，請再檢核。

運資組（書面意見）

1. 2.2 節之專利現況中，第一行「上圖」所指為何？請補充說明。另由於研究團隊與另一案博大合作過程中，亦對專利檢索內容進行研讀，故除目前之彙整內容外，建議就專利技術之單元再稍加補充，以利瞭解世界各國在影像辨識單元之發展趨勢。
2. 2.3 節之表單排版及頁數編排（p2-21/p2-22）有誤，請調整。
3. 第三章之內容相當多，請於章節開頭處，說明本章涵蓋之內容及與本研究主題之相關性，以增加可讀性。另所提演算法並非與前期報告全然相同，故請於報告中說明本期與前期演算法之關係，對於改善處尤應註明，並說明調整原因，以利讀者瞭解不同演算法之適用性。

4. 國內對於資訊可變標誌等設施之運作，皆訂有標準之交通控制通訊協定，請於報告中強調相關功能須與之配合。
5. 第四章部分實測地點並非為本期建置，前期報告中已清楚描述，建議本期報告中對於測試地點及硬體設備部分，僅作重點式的說明即可，不必詳列。
6. 4.1.3 之測試目的在於觀察開發系統長期運作之穩定性，因此圖 4.1.3-2~圖 4.1.3-6 之觀察重點亦應在穩定性。由圖 4.1.3-2 及圖 4.1.3 之大小車分析中發現，第三週之趨勢與其它週差異較大，但各車種總合之趨勢則有一致性，其原因為系統因素？或第三週之大小車確實有所不同？圖 4.1.3-6 亦有部分時段之速率超過 80 km/hr，其原因為何？亦請分析說明。
7. 4.1.4 提出各式車種之偵測準確率均達九成以上，然本節中未呈現任何準確率之數據，九成以上之數據如何得到？請說明。
8. 影像辨識演算邏輯與既有 CCTV 整合有其困難度，請研究團隊加強說明系統整合時對於攝影機架設高度、畫面內容等之選擇條件（請參照報告 p4-42），以及演算法適應性等課題。
9. 雪山隧道一個月之實測期間，是否曾發生任何事件（如壅塞）？其偵測能力為何？
10. 報告 4.3 節中，對於固定式攝影機與旋轉式攝影機間相互驅動關係僅以流程圖表示，請再以文字補充說明各關係。系統開發時面臨的問題亦請納入說明。
11. 請於 4.3 節中，就研究團隊影像處理之專業判斷提出各不同事件類型結合旋轉式攝影機之可行性，以作為系統後續開發之參考依據。
12. 本研究因坪林行控中心主管及工作人員行程忙碌，尚無法配合協調出系統展示及訪談時間，請研究團隊持續與相關人員接洽，務必於驗收前完成本項工作。
13. 期中報告審查時，研究團隊從文獻中回顧到事件偵測之績效評估指標，本研究是否有可能提出系統偵測績效之相關數據？
14. 請於報告中加入雪山隧道是否適用旋轉雲台之建議。
15. 報告書中有文意不順、錯、漏字，及參考文獻編排不適處，建議修正細節請逕洽承辦組，並加以修訂之。

七、主席結論：

1. 本案期末報告內容審查原則通過，請研究團隊針對與會學者專家及各單位代表所提之口頭或書面意見參酌修正並列表說明辦理情形，經本所承辦單位審查通過後納入定稿報告內。
2. 請研究團隊於 12/17 前提送期末報告修訂稿。

八、散會（16:30）

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(3/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>銘傳大學 楊教授貴健</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 報告書之編排格式及文意請再適當調整。 2. 本期研究主題與重點以影像式車輛偵測器擴充模組研發中之事件偵測功能試作為主，請研究團隊以實作經驗及專業判斷提出未來於執法系統上，可否僅使用單一固定式攝影機完成一般道路上所常見之事件偵測？並請提供目前使用雙攝影機所花費之成本與僅單一固定式攝影機之比較分析。 3. 由雪山隧道實驗結果所呈現之異常車速偵測功能上，呈現實際影像以慢速車輛為主，然在研究團隊所提之演算法中，對於超速車輛是否也可成功偵測？效果是否等同慢速車輛之偵測結果？ 4. 請研究團隊加入遺失率的分析，輔以說明系統在雪山隧道中對異常車速偵測功能上之可靠度。 5. 前期報告中是否已包含各式車種的辨識率？如果有，請研究團隊於報告中加註說明該功能已於前期完成之測試結果，以增進報告之完整性。 	<p>遵照委員意見辦理。</p> <p>單一固定式攝影機可完成一般道路上所常見之事件偵測，但限於解析度的問題，所偵測到的結果若用於執法上時，必需配合高解析之影像，以目前實作經驗就暫時僅有旋轉雲台可以達此一目標，而目前所使用的單一固定式攝影機（含鏡頭）約新台幣 9,500 元，旋轉雲台（含攝影機）約新台幣 38,000 元，因此雙攝影機合計約需新台幣 47,000 元(不含架設及線材費用)，請委員參考。</p> <p>演算方式是一樣的，惟判斷邏輯是相反的。慢速車輛是通過時間過長，而超速車輛則是通過時間過短。若需與執法系統配合，則須提供一判斷門檻值以作為執法之依據。</p> <p>相關說明已於 4.5.4 節補充。</p> <p>本期研究主題與重點乃以影像式車輛偵測器擴充模組研發中之事件偵測功能試作為主，相關各式車種的辨識率在前期報告中已有詳細的討論。</p>	<p>已適當調整</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>已補充</p> <p>已補充</p>
<p>中山大學 蔣教授依吾</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在事件偵測之錯誤中，包含「該偵測但未偵測到」及「不該偵測但偵測到此」二類，但本報告中未說明此二類數據。如 4-54 頁雪山隧道的實驗結果，依前期計畫得知，隧道中影像會因切割或遮蔽效應的影響，導致車流計數上有正、負誤差之存在，建議研究團隊將其納入 	<p>相關說明補充於 4.5.4 節。</p>	<p>已補充</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(4/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>考量，進一步評估系統之效能。</p>		
<p>2. 系統是否可同時對多個事件進行偵測？若都可以偵測出來，是否有訂定優先警示的順序？</p>	<p>系統可以同時針對多事件偵測，目前沒有特別訂定優先警示順序，先偵測到的事件先警示。</p>	<p>同意說明</p>
<p>3. 請加強說明事件偵測所依據之特徵為何？目前報告前後有不一致之情形，目前之描述及第 6 頁之流程過於粗略。本研究之重點在於“事件”偵測，但報告中對此部分的描述集中於 3-2 節，對於事件類別之定義、偵測之演算邏輯等描述並不多，宜進一步補充。</p>	<p>遵照委員意見辦理。已於 3-2 節補充說明。</p>	<p>已補充</p>
<p>4. 如何解決旋轉雲台攝影機旋轉時所造成之誤差累積？請說明。</p>	<p>在 PTZ 旋轉雲台進行完高解析畫面拍攝後（拍攝畫面共計 30 張），PTZ 旋轉雲台會自動回歸零點座標等待下一次事件的拍攝，系統並同時取消掉落物件時間標記與解除系統警示，因此同一掉落物件在系統預設時間內若未移除，系統將會對同一掉落物件進行第二次拍攝，直至掉落物件移除，其設計在於每隔一段時間，系統會持續對同一掉落物保持記錄。</p>	<p>同意說明</p>
<p>5. 請就固定式與旋轉雲台攝影機相互驅動之關係進行文字補充說明。</p>	<p>遵照委員意見辦理，請參閱 3.3 節。</p>	<p>已補充</p>
<p>6. 系統的事件偵測功能中，是否可以單一固定式攝影機搭配多支旋轉雲台攝影機來對多目標及多異常事件進行偵測？</p>	<p>是，目前硬體所使用擷取卡共計可容納四個 channel，扣除目前使用（固定式攝影機 1 部、旋轉式攝影機 1 部）尚有二個 channel，可以做未來擴充使用。</p>	<p>同意說明</p>
<p>7. 研究團隊以電腦作為系統運作的主要平台，以雪山隧道為例，目前之試作係為一部電腦接一部攝影機。未來實際運作上，一部電腦最多可以處理多少部攝影機所輸入的影像？建議作一說明，以利未來承接技轉廠商在成本規劃或演算流程的調整上更為精準。</p>	<p>目前一部電腦可以執行數支攝影機畫面，支援的最大數量取決於電腦本身運算之能力。而同時多支進行錄影功能則須要其他硬體配合，因為本系統之設計是以硬體壓縮方式進行，因此在這方面需要加強以配合多支攝影機錄影功能。</p>	<p>同意說明，後續研究中將考量一對多部攝影機之運作評估。</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(5/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
8. 5-2 節有關係統未來架設規範中，建議參照旋轉雲台及固定攝影機之寫法，就目前系統功能實作分析結果，描述未來系統架設時之規範及所應注意之事項，俾利交通實務單位及未來承接技轉廠商在系統架設及規畫時了解系統限制。	相 關 建 議 已 於 前 期 MOTC-IOT-96-IBB008 計畫報告 6.2 節中詳細說明。	同意說明
9. 報告格式上仍有改善的空間，請適當調整，使報告更具可讀性。	遵照委員建議辦理。	已適當調整
<u>成功大學 郭教授淑美</u>		
1. 本研究之重點在於事件偵測之功能開發，但報告中所呈現之影像侷限在部份模擬或長時間中小片段之事件發生，是否可由交通實務單位取得更多異常事件影像？	異常事件的影像一般在交通監控單位並不常見，倒是亂丟菸蒂等較常發生，但由於並不影響交通車流狀況，故不納為偵測對象。後續若有機會可考慮於車測中心模擬各式事件類別進行偵測，以減少實測的危險性。	同意說明
2. 請加強說明系統測試之外在環境（如日、夜間、雨天、陰天、晴天或雨刷干擾...等）因素。	系統在各種環境（如日、夜間、雨天、陰天、晴天或雨刷干擾及振動...等）下的測試與影響分析報告，已在 MOTC-IOT-95-IBB003 與 MOTC-IOT-96-IBB008 中詳述，研究團隊將擇要擷取相關測試報告內容，另將補充說明系統對外在環境的限制條件。	同意說明
3. 報告中未見車速之測試數據，請說明。	研究團隊已於 95、96 年度執行計畫時，分別於新竹市中華路、68 號快速公路、臺北市敦化北路三處，進行系統車速測試數據與警用手提式測速槍數據比對，以 96 年度測試結果，系統車速辨識率為 94.5%，相關測試請參照 MOTC-IOT-95-IBB003 與 MOTC-IOT-96-IBB008。	同意回復
4. 4-52 頁所述，車流量大時系統將無法運作，則系統所能承受之車流量大小定義為何？	當壅塞程度到達最高等級，由於平均車速不高，在相對車速不明顯的狀況，異常車速的偵測效果較不佳。	同意回復

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(6/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
5. 4.4.5 節所提有關係統將來可能面臨的問題中,建議進一步提供系統所能處理問題的範圍。	未來面臨最大的問題皆在於遮蔽所造成的誤差,此誤差可以藉由軟體技術解決的部份有限,尤其是完全遮蔽所造成的誤差在影像系統則無法避免。	已補充於報告
6. 請研究團隊說明本期系統所要達成的功能及目標,並請將所預見之問題(可行、不可行,能解決、不能解決)盡量呈現,以提供運研所及後續實務單位參考。	本期系統所要達成的系統功能,已詳列於計畫開始時所訂之 RFP,請各委員參考。	後續測試計畫中將作更完整之陳述。
高速公路局 吳副總工程師木富		
1. 有關臺北市的測試時間,在報告書 4-34 頁是寫 5/14 到 9/16,不過在 4-36 頁寫的卻是 9/14 到 9/16,確切的測試時間請再做確認。	謝謝委員指正。已更正為 5/14 及 9/16。	已更正
2. 3.4 節中的後端管理介面開發,係針對發生事故時控制端所需做的應變措施,實際線上操作應該有自動反應的因應措施及設定一些預設值,當事故發生時,控制端只需要有確認的步驟即可。	目前系統即是以此精神設計,為求整體操作之完整性,故保留臨場相關設定修正之功能。以正常操作程序來說,現場人員僅需要操作確認步驟即可。	同意說明
3. 第四章新竹中華路的測試中,偵測對象包含大型車,請於報告中亦就大型車的範圍明確定義。	系統在新竹市中華路測試中,系統對大型車的定義為車長 9.21 公尺及車寬 2.40 公尺。	同意說明
4. 事故在真實情況下並不易發生,故建議在報告中強調這部分,同時說明在測試事件的同時,亦對車流量及速率進行驗證。	系統於雪山隧道進行線上連續 30 天測試的部分,即是包含車流量以及事件偵測,唯獨速率的部分因為無法驗證其準確性,故無進行驗證。	同意回復
5. 誤報率及反應時間有絕對的關係,建議提供相關數據,或以其它方式交待,或於未來計畫中將此課題納入深入探討。	反應時間依事件種類不同而有不同之定義。報告書中,以雪山隧道偵測為例,在壅塞路況中偵測停止車輛,反應時間約為 20 秒,此一數據為本期系統事件偵測之最長反應時間。	補充於報告中
6. 雪山隧道內一個月實測數據中,有關係統與環路線圈偵測數據差異較大處,研究團隊在簡報時說明另以人工計數方式瞭解系統準確率,進而瞭解差異原因,但報告中	遵照委員建議辦理。相關資料已於 4.5.5 節補充說明。	已補充

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(7/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>未將之納入，請補充。</p> <p>7. 本研究提及 PTZ 的速度或許會跟不上所要拍攝的車輛，請研究團隊思考是否可將其中一鏡頭以照相方式取得車牌畫面，並進一步與 AVI 結合，在執法的應用上應作更周全的思考。</p> <p>8. 雪山隧道中擁有許多固定式攝影機，請研究團隊研究在事件發生時，是否應該同時啟動多部攝影機跟隨事件車輛同步做錄影的動作，而不是只用一、兩台攝影機在做錄影，使事件記錄更為完整。</p>	<p>謝謝委員的建議，未來在後續相關的研究計畫中，考慮採行委員建議以影像及錄影方式結合，使其在執法的應用上更為周全。</p> <p>未來之研究是可以利用順序性追蹤的方式，將有問題車輛以攝影機接力的方式進行全程追蹤，此一研究方向已列入未來建議與規劃。</p>	<p>同意後續研究辦理</p> <p>同意後續研究辦理</p>
<p><u>臺北市交工處 許副總工程司明隆</u></p> <p>1. 在事故車輛發生的要件中，車輛在區塊中係花費 K 倍的平均時間，關於 K 倍的門檻值建議設定為何？</p> <p>2. 報告中提到偵測準確率高達九成以上，但報告書中卻未說明這九成的準確率是如何求得？是否為前期成果？請說明。</p> <p>3. 在新竹中華路的測試中，若在夜間有兩部相鄰小客車距離很近，或有機車相鄰，則要如何正確分辨？又要如何辨識其車種？</p> <p>4. 雪山隧道內所謂異常車速及壅塞程度之判斷準則為何？</p> <p>5. 請補充事件偵測的啟動與解除之 SOP 流程。</p>	<p>目前系統設定 K 值為 4，但是可依照實務單位之需求與經驗，動態調整。</p> <p>準確率是由系統計算之數據與現場人工數計比對而得。此數據為本年度計畫執行之成果。</p> <p>系統對車輛交疊切割方法及辨識方法請參考 MOTC-IOT-95-IBB00395 年度研究案。</p> <p>異常車速之判斷標準在系統中是動態產生。其參考依據為週遭車輛之平均車速，兩者有顯著落差時，則判定該車輛車速異常。</p> <p>在壅塞程度判斷部分，是以交通部運輸研究所 2001 年臺灣地區公路容量手冊之高快速道路服務水準等級作為壅塞程度之參考依據。</p> <p>請參閱報告書 3.4 節。</p>	<p>同意回復</p> <p>同意回復</p> <p>同意回復</p> <p>同意回復</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(8/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
6. 雪山隧道內與環路線圈偵測之比較中，彼此間較大之差異主要出現在車流較大的時刻，請於報告中分析說明原因。	差異原因補充於 4.5.5 節。	已補充
<p>高速公路局</p> <p>1. 希望研究團隊在事件偵測的偵測率和誤報率方面提出相關規範或建議。</p> <p>2. 簡報 p21 之測試時間並不長，建議在準確率之計算、測試環境及方式等再加強補充說明。</p> <p>3. 請研究團隊在系統選單部份增加通報程序，而在通報相關單位的同時，雙方也應該具有確認的程序。</p> <p>4. 雪山隧道內關於大客車遮蔽的問題，目前是可以藉由雙攝影機去處理，請評估未來直接以軟體來解決的可能性。</p>	<p>遵照委員意見辦理。請參閱 4.5.4 節。</p> <p>在臺北市交控中心測試是驗證與市區 CCTV 系統整合之可行性，因此並未進行長時測試，測試現場之說明於 4.3 節。</p> <p>遵照委員建議辦理。</p> <p>大客車遮蔽部份畫面的問題是可以藉由軟體技術解決，但是完全遮蔽所造成的誤差在影像系統則無法避免。</p>	<p>同意補充</p> <p>後續測試計畫中將作更完整之陳述。</p> <p>同意辦理</p> <p>同意說明</p>
<p>公路總局</p> <p>1. 請研究團隊提供所開發系統最適之硬體設置相關參數（如攝影機架設高度、攝影機的偵測距離），以作為實務單位規劃攝影機佈設密度時的參考。</p> <p>2. 市區道路與雪山隧道的道路特性並不同（如壅塞定義、封閉性等），則本研究所研發之事件偵測系統如何適用於不同等級道路？其判別準則是否會有所調整？</p> <p>3. 報告中，部分用字（如「稀疏」）</p>	<p>相關建議已於前期 MOTC-IOT-96-IBB008 計畫報告 6.2 節以及本報告書 5.2 節中加以說明。</p> <p>壅塞定義目前是參考交通部運輸研究所 2001 年臺灣地區公路容量手冊，其中針對不同的道路特性有不同之定義，本系統目前係遵照此定義執行。唯手冊中並未針對隧道進行定義，因此，研究團隊目前以車速限制相近之高快速道路定義套用於雪山隧道之測試。</p> <p>謝謝委員指正，已遵照委員指示修正。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>已修正</p>

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(9/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
建議調整為交通一般用語(如「順暢」或「正常」)。		
<p>臺北市交控中心</p> <ol style="list-style-type: none"> 系統之穩定性是否考慮系統同時進行偵測、錄影、操作等工作時之負荷及影響？ 以現有系統硬體架構來看，係一部攝影機配置一部電腦來執行，後續系統是否可以同時處理多部攝影機，以節省中心相關設備？請研究團隊提出後續實務運用之可能性。 	<p>本系統於雪山隧道進行連續30天實機測試過程中，即包含同時偵測、錄影、操作以及事件影像回覆功能，其穩定性已達成預設目標。</p> <p>目前一部電腦可以執行數支攝影機畫面，支援的最大數量取決於電腦本身運算之能力。而同時多支進行錄影功能則須要其他硬體配合，因為本系統之設計是以硬體壓縮方式進行，因此在這方面需要加強以配合多支攝影機錄影功能。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p>
<p>綜技組</p> <ol style="list-style-type: none"> 結論中提及嵌入式系統為未來建議發展之方向，然由報告之相關測試數據顯示，目前以單一電腦來運作其效能也不錯，則此結論意謂此乃較佳之發展方向？或為選擇性建議？ 事件偵測之正確率及誤報率外，反應時間亦相當重要，建議考量實際狀況來給定。同時若有既設系統，則可加以比較，以加強本系統之績效。 雪山隧道內之事件偵測，建議配合不同掉落物（輪胎、貨物...）測試或與ITS中的EMS緊急救援部份做結合。 	<p>嵌入式車輛/事件偵測器之發展在許多縣市經研究團隊之評估認為是一個值得建議之方向。目前除了國道以及臺北市 CCTV 系統是光纖傳輸之外，其他都透過 ADSL 或是未來可能透過 3G/3.5G 等，在交控中心得到的影像品質不若光纖系統好，若是研發嵌入式系統，可以將系統建置於現場，這樣系統可以在現場進行準確的運作，相關數據以及畫面再透過網路傳送回中心。</p> <p>反應時間依事件種類不同而有不同之定義。報告書中，以雪山隧道偵測為例，在壅塞路況中偵測停止車輛，反應時間約為 20 秒，此一數據為本期統事件偵測之最長反應時間。</p> <p>在雪山隧道內進行掉落物實際測試需要有關單位配合，目前評估其可行性不高。未來若有機會，建議可於車輛測試研究中心等場地進行較為適合。</p>	<p>同意說明</p> <p>同意說明</p> <p>同意說明</p>
高速公路局		

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(10/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
1. 本研究針對機車或自行車等動態目標之偵測功能部分，有關偵測準確等績效，請進一步說明。	系統對機車或自行車等動態目標之偵測功能分析報告與有關偵測準確等績效，已在 MOTC-IOT-95-IBB003 與 MOTC-IOT-96-IBB008 中詳述，請委員參考。	同意說明
2. p4-18 圖 4.1.3-6 全天大車平均速度之「全天」定義為何？圖中 0-4 時由車速 85km/hr 降至 40km/hr 以下，應有探討空間。	「全天」為 0309~0419 期間內，各時段分別累加平均統計，所組合成為一天的各時段車速分析統計圖，0-4 時間行經該路段的大車數量並不多見，因此，以大車為例，若時段內僅有一輛且高速行經該路段的大車，在車速平均時將會出現單筆資料影響平均數值的現象。	同意說明
3. p4-37 請說明圖 4.3.3-2 系統計數大都較人工計數為高之原因。	該路段在實測時有較多的複雜交疊現象產生，系統在執行前景切割時，容易切割出較多的前景物，因此，人工計數會比系統計數稍高的現象發生。	同意說明
運資組		
1. 2.2 節之專利現況中，第一行「上圖」所指為何？請補充說明。另由於研究團隊與另一案博大合作過程中，亦對專利檢索內容進行研讀，故除目前之彙整內容外，建議就專利技術之單元再稍加補充，以利瞭解世界各國在影像辨識單元之發展趨勢。	已補充說明。各國在影像辨識單元之發展趨勢相關說明已摘錄於附錄 C，請委員參閱。	同意說明
2. 2.3 節之表單排版及頁數編排 (p2-21/p2-22) 有誤，請調整。	謝謝指正，該錯誤已修正。	已修正
3. 第三章之內容相當多，請於章節開頭處，說明本章涵蓋之內容及與本研究主題之相關性，以增加可讀性。另所提演算法並非與前期報告全然相同，故請於報告中說明本期與前期演算法之關係，對於改善處尤應註明，並說明調整原因，以利讀者瞭解不同演算法之適用性。	遵照委員建議，已將第三章重新編排並且註明前期計畫成果以及本期新增與修正之演算法。	已調整

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(11/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
4. 國內對於資訊可變標誌等設施之運作，皆訂有標準之交通控制通訊協定，請於報告中強調相關功能須與之配合。	遵照委員建議辦理，已於 3.2.4 交通管理章節說明。	同意辦理
5. 第四章部分實測地點並非為本期建置，前期報告中已清楚描述，建議本期報告中對於測試地點及硬體設備部分，僅作重點式的說明即可，不必詳列。	遵照委員指示辦理，	已調整
6. 4.1.3 之測試目的在於觀察開發系統長期運作之穩定性，因此圖 4.1.3-2~圖 4.1.3-6 之觀察重點亦應在穩定性。由圖 4.1.3-2 及圖 4.1.3 之大小車分析中發現，第三週之趨勢與其它週差異較大，但各車種總合之趨勢則有一致性，其原因為系統因素？或第三週之大小車確實有所不同？圖 4.1.3-6 亦有部分時段之速率超過 80 km/hr，其原因為何？亦請分析說明。	4.1.3 節，測試目的在於觀察開發系統長期運作之穩定性，因此，研究團隊是以 96 年度系統在一天 24 小時運作之準確率的條件下，執行系統的長時穩定測試，而其中差異較大之處，部份原因為單位時段內少數行經該路段之車輛的特殊性，進而影響平均數值。0-4 時行經該路段的大車為例：該時段大車數量並不多見，若時段內僅有一輛且高速行經該路段的大車，在車速平均時將會出現單筆資料影響平均數值的現象。	同意說明
7. 4.1.4 提出各式車種之偵測準確率均達九成以上，然本節中未呈現任何準確率之數據，九成以上之數據如何得到？請說明。	4.1.4 所提出之各式車種偵測準確率，為依 95、96 年度系統於新竹市單日各式車種偵測的準確率。	已說明
8. 影像辨識演算邏輯與既有 CCTV 整合有其困難度，請研究團隊加強說明系統整合時對於攝影機架設高度、畫面內容等之選擇條件（請參照報告 p4-42），以及演算法適應性等課題。	相關建議已於前期 MOTC-IOT-96-IBB008 計畫報告 6.2 節以及本報告書 5.2 節說明。	同意說明
9. 雪山隧道一個月之實測期間，是否曾發生任何事件（如壅塞）？其偵測能力為何？	相關數據已於 4.5.4 節中詳述，並且以圖表方式呈現。	同意說明
10. 報告 4.3 節中，對於固定式攝影機與旋轉式攝影機間相互驅動關係僅以流程圖表示，請再以文字補充說明各關係。系統開發時面臨的問	遵照委員意見辦理，請參閱 3.2 節 H 之說明。	同意說明

「MOTC-IOT-96-IBB050 影像式車輛偵測器擴充模組研發－事件偵測功能模組研發與試作」期末審查會議彙整表(12/10)

發 言 內 容	合作研究單位回應	本所審查意見
<p>題亦請納入說明。</p>		
<p>11. 請於 4.3 節中，就研究團隊影像處理之專業判斷提出各不同事件類型結合旋轉式攝影機之可行性，以作為系統後續開發之參考依據。</p>	<p>本次研究所測試之道路異常事件計有：掉落物偵測、行人違規穿越馬路、車輛違規逆向行駛及車輛違規路邊停放，共計四項。依系統實測結果發現，目前由於旋轉雲台（PTZ）從事件偵測發生至旋轉定位需要 3~7 秒的運作時間，因此系統在車輛違規逆向行駛偵測時，旋轉雲台依照目前硬體運作所需時間限制來看，PTZ 暫時無法追上逆向車輛來進行高解析拍攝，而逆向行駛車輛速度的上限得視偵測區大小而定，未來如果旋轉雲台（PTZ）在操作時間上可再縮短，逆向行駛偵測所遇之偵測時間不足問題將可獲得解決。</p>	<p>同意說明</p>
<p>12. 本研究因坪林行控中心主管及工作人員行程忙碌，尚無法配合協調出系統展示及訪談時間，請研究團隊持續與相關人員接洽，務必於驗收前完成本項工作。</p>	<p>敬悉。研究團隊已於 12 月 4 日至坪林行控中心進行簡報、訪談與實機展示，並且將訪談內容節錄於 4.6 節。</p>	<p>同意說明</p>
<p>13. 期中報告審查時，研究團隊從文獻中回顧到事件偵測之績效評估指標，本研究是否有可能提出系統偵測績效之相關數據？</p>	<p>遵照委員意見辦理。請參閱 4.5.4 節。</p>	<p>同意說明</p>
<p>14. 請於報告中加入雪山隧道是否適用旋轉雲台之建議。</p>	<p>已於報告書 5.2 節說明。</p>	<p>已補充</p>
<p>15. 報告書中有文意不順、錯、漏字，及參考文獻編排不適處，建議修正細節請逕洽承辦組，並加以修訂之。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>	<p>已修正</p>

附錄 C

影像偵測器領導廠商現況分析

影像式車輛偵測器領導廠商現況分析

國外在交通領域對影像偵測技術的研究始於 1980 年初，其中美國的 Image Sensing System(ISS)公司是最早研發並獲得相關專利的公司，於 1989 年正式推出用於車輛的 Autoscope2002 車輛偵測系統，公元 2000 年後，ISS 公司仍致力於「Autoscope」系列產品的研究與開發，並於 2007 年併購加拿大世界領導微波偵測器廠商 EIS-RTMS，為將來影像與微波雙模技術新市場預作準備。在美國，另一個在影像偵測器方面也擁有雄厚技術實力的 ITERIS 公司，早在 1990 年便涉足 ITS 市場，在影像偵測領域最具代表性的產品就是「Vantage」系列產品。至於 Quixote 公司，除發展、製造與銷售高速公路與運輸安全產品外，在影像偵測也開發了「UniTrak®」與「VideoTrak®」系列產品。

在歐洲，法國 Citilog 公司在交通資訊影像偵測領域裡是較成功的一家，其研究人員多數為法國國家運輸與安全研究院的專業人員，他們進行了長達 15 年的影像偵測技術研究，1996 年將研究成果商業化，成立了 Citilog 公司。另外，比利時的 Traficon 公司是歐洲影像偵測領域的另一個典型代表，該公司在 1982 年就在進行相關方面的研究，到現在為止，該系統已經在全世界安裝了超過五萬台的影像偵測器。

一、美國 Image Sensing Systems – Autoscope

位於美國明尼蘇達州的 Image Sensing Systems, Inc., (ISS) 於 1984 年由 Dr. Panos Michalopoulos 創立，其預見影像式偵測技術將是未來交通壅塞之先進解決方案，於是 Panos 在市場萌芽初期，即著手進行 Autoscope 相關研究與發展。

ISS 專為 ITS 產業開發偵測軟體技術，其關鍵技術「先進數位訊號傳輸演算法」(Advanced Digital Signal Processing Algorithms)，又稱「內嵌式電腦偵測」(Computer enable detection, CED)，開發產品包括「Autoscope®機械視覺家族」(Autoscope® machine-vision family)與「RTMS™雷達家族」(RTMS™ radar

family)。

(一) ISS 關鍵技術與產品架構

ISS 發展與行銷影像偵測產品，主要應用於路口控制、高速公路、橋梁與隧道交通管理與交通資料蒐集。ISS CED 技術係透過多種精密感測器而非人眼去感受視野中的移動物體。在 ITS 產業中，CED 是交通流量與交通管理的關鍵技術。現實世界中，對於不能總是以興建道路、橋梁、高速公路解決方案來滿足逐年增長交通量，以 CED 為基礎的 ITS 解決方案正可作為現有或新建道路基礎設施交通管理的最佳輔助工具。ISS CED 技術開發產品包括 Autoscope 與 RTMS，為終端使用者提供交通優化、保障用路人安全、減少空氣汙染、事件警報之解決方案。

(二) ISS-Autoscope 影像式偵測器產品

所有的 Autoscope 系列產品皆於 2007 年 4 月推出的 Terra 平台上操作。此 Terra 平台包含德儀達文西雙核心先進 RISCTM 計算機與數位訊號處理元、MEPG4 數位影像壓縮技術、高速乙太網路介面、網路瀏覽器、影像/聲音通訊等元件組成。Terra 平台又可分為兩種：

(1) Autoscope Solo Terra

整合彩色縮放鏡頭與機械視覺傳輸計算機於一小單元，裝設於路側可俯照位置接收即時交通畫面。Solo Terra 是所有平台中影像畫質輸出績效最佳，也是北美市場銷售最好的產品。

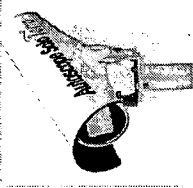
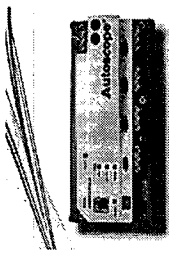
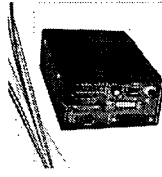

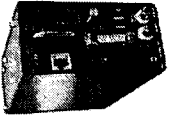
(2) Autoscope RackVision Terra

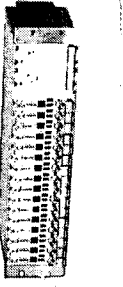
終端使用者可使用一般標準攝影機來搭配 Autoscope 技術。該平台包括了安裝在路口控制器、Control Hub、事件管理中心或交控中心的機械視覺處理元，可同時自不同攝影機擷取影像。該 RackVision Terra 平台為 ISS Autoscope 國際市場主力商品。

有關 ISS-Autoscope Terra 平台相關產品如下，
歸納整理如表 1、表 2 所示。

- (A) Autoscope Solo® Terra™
- (B) Autoscope Solo Terra Interface Panel
- (C) Autoscope Terra Access Point(TAP)
- (D) Autoscope RackVision Terra/ Autoscope RackVision
Terra-US
- (E) Autoscope RackVision Terra System 16
- (F) Autoscope RackVision System One
- (G) Autoscope Atlas
- (H) AIS Camera
- (I) Autoscope Software Suite version 8
- (J) Autoscope Software Developer's Kit

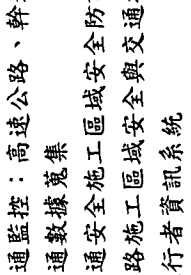
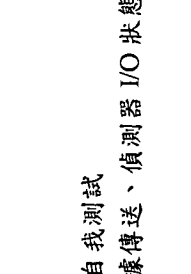
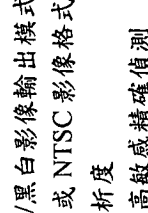
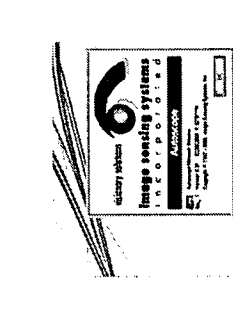
表 1 Autoscope 系列產品功能、特色與應用 1

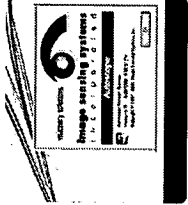
產品	造型	功能	應用	適用區域
Autoscope Solo® Terra™		<ul style="list-style-type: none"> • 交通偵測、交通數據量測與事件偵測 • 整合彩色攝影機、縮放鏡頭、機械視覺處理器於一機盒確保高畫質影像傳輸整盒彩色 • 雙核心處理器/MEPG-4 影像壓縮數位影像輸出 • EasyLink 寬頻通訊/IP 定址/可網路瀏覽遠端影像/交叉路口與高速公路的 Configuration Wizard • ClearVision™ 親水外罩與面板加熱技術確保高畫質影像 • 提供最多 8 個 Autoscope Solo Terra 感測器之電源與通訊介接 • 提供 Terra Access Point(TAP)通訊連線 • 筆電與 Cabinet 網路之 RJ45 乙太網路連線 • 高電壓瞬變保護 • 電源線隔絕 • DIN rail mountable 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件偵測：高速公路、隧道、橋樑 • Junction 控制 • 交通資料蒐集與分析 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間估計/遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區
Autoscope Solo Terra Interface Panel		<ul style="list-style-type: none"> • 提供最多 8 個 Autoscope Solo Terra 感測器之電源與通訊介接 • 提供 Terra Access Point(TAP)通訊連線 • 筆電與 Cabinet 網路之 RJ45 乙太網路連線 • 高電壓瞬變保護 • 電源線隔絕 • DIN rail mountable 	<ul style="list-style-type: none"> • 交叉路口偵測 • 高速公路交通數據蒐集/自動事件偵測 • 橋樑、收費道路與隧道管理 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區
Autoscope Terra Access Point(TAP)		<ul style="list-style-type: none"> • 支援最多 8 個 Autoscope Solo Terra 感測器 • 24 個接觸截止(contact-closure)輸出/16 個接觸截止(contact-closure)輸入 • EasyLink™ 定址連結 • 電源啟動自我診斷 	<ul style="list-style-type: none"> • 交叉路口偵測/高速公路交通數據蒐集 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 遠端影像監控 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲/拉丁美洲與北美 • 中東地區
Autoscope RackVision Terra		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛偵測、交通數據量測與事件偵測 • 單一影像處理 channel(PAL,CCIR,NTSC or RS170) • 先進影像傳輸雙核心處理器 • MPEG-4 影像壓縮技術之數位影像輸出 • 網路瀏覽遠端影像/故障安全防護裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • 交通數據蒐集與分析 • 遠端影像監控 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統/旅行時間預估 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 中東地區
Autoscope RackVision Terra-US		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛偵測、交通數據量測與事件偵測 • 單一影像處理 channel(PAL,CCIR,NTSC or RS170) • 先進影像傳輸雙核心處理器 • MPEG-4 影像壓縮技術之數位影像輸出 • 網路瀏覽遠端影像 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • 交通數據蒐集與分析 • 遠端影像監控 • 施工區域安全防護與交通控制 	<ul style="list-style-type: none"> • 拉丁美洲與北美

		<ul style="list-style-type: none"> • 故障安全防護裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 旅行者資訊系統 • 旅行時間預估 	<ul style="list-style-type: none"> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 中東地區
<p>Autoscope RackVision Terra System 16</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛偵測、交通數據量測與事件偵測 • 16 組模組影像輸入 eI(PAL, CCIR, NTSC or RS170) • 先進影像傳輸雙核心處理器 • MPEG-4 影像壓縮技術之數位影像輸出 • EasyLinkTM 寬頻通訊與 IP 定址 • 網路瀏覽遠端影像/故障安全防護裝置 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • 交通數據蒐集與分析 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間預估 • 遠端影像監控 	

資料來源：本研究整理

表 2 Autoscope 系列產品功能、特色與應用 2

產品	產品外觀	功能	應用項目	適用區域
Autoscope RackVision System One		<ul style="list-style-type: none"> 車輛偵測與交通數據量測 單一影像處理 channel(PAL,CCIR,NTSC or RS170) 非揮發性記憶儲存 高能瞬變保護 電源、通訊、影像、數據傳送 LED 顯示 乙太網路與序列連接埠 網路定址/支援多國語言 	<ul style="list-style-type: none"> Junction Control 交通監控：高速公路、幹道、橋樑 交通數據蒐集 交通安全施工區域安全防護與交通控制 道路施工區域安全與交通控制 旅行者資訊系統 旅行時間預估/遠端影像監控/交換機傳輸 	<ul style="list-style-type: none"> 亞洲-太平洋 歐洲 中東地區
Autoscope Atlas		<ul style="list-style-type: none"> 車輛存在偵測 A dual-camera 處理器 車輛存在與警報輸出/電源開啟自我測試 LED 燈電源、通訊、影像、數據傳送、偵測器 I/O 狀態顯示 低功耗/多國語言支援 	<ul style="list-style-type: none"> Junction 控制 交通安全 道路施工區域安全與交通控制 	<ul style="list-style-type: none"> 歐洲
AIS Camera		<ul style="list-style-type: none"> 廣域車輛影像偵測 彩色/黑白影像輸出模式 PAL 或 NTSC 影像格式 高解析度 暗處高敏感精確偵測 	<ul style="list-style-type: none"> 不同光源狀態自給充電 鏡頭縮放控制 適應性天候保護裝置 先進面板加熱器 低功耗 	<ul style="list-style-type: none"> 亞洲-太平洋 歐洲 拉丁美洲與北美 中東地區
Autoscope Software Suite version 8		<ul style="list-style-type: none"> 附加於所有 Autoscope 產品 操作簡易，但功能尚未強大符合今日都會交控中心所需要求 主從式架構設計，工作站間透過 LAN/WAN/INTERNET 無縫隙通訊 使用者介面為網路瀏覽器，專門執行 Autoscope 軟體套件以下功能，並協助現場設備的配置與維護，車輛偵測數據的蒐集與存取： <ul style="list-style-type: none"> Configuration Wizard& Detector Editor 影像偵測設備配置 Data Collector 交通數據資料蒐集、顯示、排列 	<ul style="list-style-type: none"> Operation Log Viewer Communication Server Status 監測伺服器狀態 Autoscope Software Suite Version 8: <ul style="list-style-type: none"> 影像車輛偵測系統自我設定與配置 應用：交叉路口停等線車輛偵測 德國：新增高速公路應用，為交通數據傳輸提供 TLS 通訊協定(通用於德國、奧地利、瑞士) 	<ul style="list-style-type: none"> 亞洲-太平洋 歐洲 拉丁美洲與北美 中東地區

<p>Autoscope Software Developer's Kit</p>		<p> > Video Controller & Player 影像輸出、影像縮放、顯示與重現數位影像 > Front Panel 每一現場設備之即時運作狀態顯示 > System Test 執行終端測試確認輸出/入源連線狀態 </p>	<p> • 為客戶端應用提供相關工具與軟體支援 • 提供如數據請求、訊息使用等原始程式碼範例 • Autoscope 影像偵測系統相關應用開發 • 執行錯誤偵測/提供各種交通參數之取得與儲存工具 • F. 提供 Autoscope 設備之通訊協助 </p>	<p> • 交通事件管理：高速公路、隧道、橋樑 • Junction 控制交通數據蒐集與分析 • 交通數據蒐集與分析 • 施工區域安全防護與交通控制 • 旅行者資訊系統 • 旅行時間預估/遠端影像監控 </p>	<p> • 亞洲-太平洋 • 歐洲 • 拉丁美洲與北美 • 中東地區 </p>
--	---	---	--	--	--

資料來源：本研究整理

二、美國 Quixote

Quixote Corporation 在 1969 年設立時原為 Energy Absorption Systems, Inc，1980 年更名為 Quixote Corporation，專門發展、製造與銷售高速公路與運輸安全產品。Quixote 產品開發包括「保護與引導」(Protect and Direct)、「告知」(Inform)、與「路口控制」(Intersection Control)，最著名的「UniTrak®」與「VideoTrak®」車輛偵測器則隸屬於「路口控制」部門。Quixote 產品銷售主要集中於美國，收益主要來自於「保護與引導」部門。

(一) Quixote 產品架構

Quixote 三個著名的產品群為：「保護與引導」(Protect and Direct)、「告知」(Inform)、與「路口控制」(Intersection Control)三大部門。其中，應用數位影像傳輸技術偵測車輛之產品係「路口控制」部門所提供之「UniTrak®」與「VideoTrak®」車輛偵測系統。

- 「保護與引導」：為道路安全提供解決方案，以減少事故嚴重性或及早警示以避免事故發生；
- 「告知」：藉由資訊發佈，為路面/跑道交通暢通與安全提供解決方案；
- 「交叉路口控制」：為交叉路口控制提供系列解決方案；

(二) Quixote 影像偵測器產品

Quixote 影像偵測器產品可分為「VideoTrak® Plus System」、「UniTrak™ System」與「Video Accessories」，相關功能與應用整理如表 3 所示，說明如下：

1. VideoTrak® Plus System

使用者可定義每個攝影機的偵測範圍(區域)，每個區域可配置為正常偵測或事件偵測區。正常偵測區可提

供標準車輛偵測，並可進行編程(configuration)以直接或按設定條件處理任何輸出。事件偵測區主要偵測特定交通狀況或事故，事件偵測結果可立即傳送交控中心即時監控。

安裝 VideoTrak® Plus System 前，工作人員先至施工現場進行場勘，根據結果確認攝影機最佳設置地點。攝影機可架設在信號燈柱、杆臂或其它穩定結構上，且只需要電源與攝影機連接。有關 VideoTrak® Plus System 之相關應用與特性說明如下：

(1)交通參數量測

車輛數(車流量)、佔用率(英哩每小時/公里每小時)、密度(車流量/速度)、車頭距(以秒表示的平均值)、延滯(平均延滯/秒)、排隊長度(英尺/公尺)與車輛長度(以英尺/公尺表示的平均值)。

(2)事故偵測啟動要素

當車輛持續出現 n 時段、錯誤方向偵測、超出等候長度、超出延滯、超出長度、闖紅燈與車輛停止 "N" 秒等狀況出現時，即啟動 VideoTrak® Plus System 偵測與警示。

2. UniTrak™ System

UniTrak™ System 應用於交叉路口、隧道與高速公路，提供自動事件偵測、匝道儀控、隧道靜止車輛與交通參數搜集等功能。安裝 UniTrak™ System 前，Quixote 人員先進行場勘，決定最適架設地點，攝影機可置於燈柱或信號柱杆臂上，且只需要電源與攝影機連接。UniTrak 影像卡置於交通控制器偵測機架上，透過影像監視器與滑鼠即可觀看最多 26 個編程的偵測區域。

3. Video Accessories

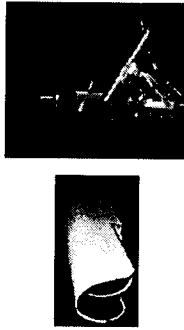
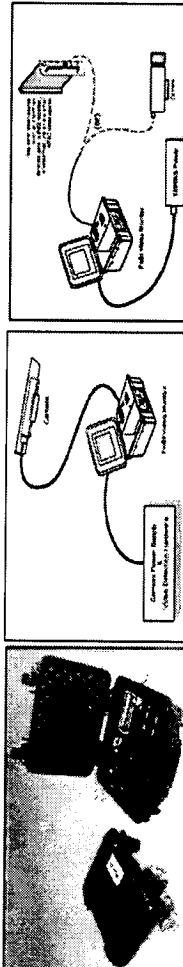
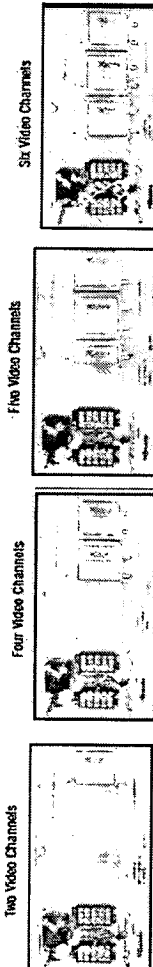


(1)VDS 攝影機(VDS Camera)

VDS 攝影機內建智慧調整機制，藉由自動高速電子快門(Automatic high-speed electronic shutter)適應任何光線變化；防護罩(enclosure) 幾乎可適應任何天候與環境變化，而其所加裝日光防禦(sun shield)功能，除可冷卻防護罩，亦可抵擋不必要的眩光與反射；自動溫度加熱器(heater)則可確保電子裝置運作正常、攝影機前窗不管在嚴寒或潮溼天候皆可隨時保持潔淨；鏡頭(lens)在不打開防護罩的情況下，可自動調整/縮放偵測區域。

(2)攜帶型監視器(Field Video Monitor)：工程人員可攜帶此監視器至現場即時監看或維修之用；

(3)Camera Interface Panel：保護攝影機與偵測設備之用；

表 3 Quixote 車輛影像偵測產品一覽表

產品	VIP/產品設計	產品特色	功能應用
攝影機 VDS Camera		<ul style="list-style-type: none"> ● 自動電子快門：適應任何光線變化 ● 防護罩日光防禦：冷卻防護罩、抵擋眩光與反射 ● 自動溫度加熱器：確保電子裝置運作正常、攝影機前窗隨時保持潔淨 ● 鏡頭可自動調整/縮放偵測區。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交叉路口偵測 ● 高速公路偵測/匝道偵測 ● 隧道靜止車輛偵測 ● 車輛計數與分類 ● 自動事件偵測/交通參數
監視器 Field Video Monitor		<ul style="list-style-type: none"> ● 可攜式 ● 高畫質彩色螢幕監視器 ● 亮度/對比/電源螢幕控制 ● 配有影像與電源連接器 ● 兩種運作模式(左圖) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交叉路口偵測 ● 高速公路偵測/匝道偵測 ● 隧道靜止車輛偵測 ● 車輛計數與分類 ● 自動事件偵測 ● 交通參數量測
Camera Interface Panel		<ul style="list-style-type: none"> ● 攝影機緊急電源供應 ● 偵測設備防護 ● 影像與偵測器設備之連結(最多 6 組) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交叉路口偵測 ● 高速公路偵測/匝道偵測 ● 隧道靜止車輛偵測 ● 交通參數量測 ● 正常/自動事件偵測/
VideoTr ak® Plus System		<ul style="list-style-type: none"> ● 追蹤專利演算法、陰影過濾、影像穩定、自動視野增益演算法 ● 最多可支援 4 或 8 個攝影機，每個攝影機有 32 個偵測區域，最多提供 128 或 156 個偵測區域 ● 與 ATMS 相容 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交叉路口偵測 ● 高速公路偵測/匝道偵測 ● 隧道靜止車輛偵測 ● 交通參數量測 ● 正常/自動事件偵測
UniTrak TM System		<ul style="list-style-type: none"> ● 單一相機偵測設備/快速安裝 ● 最多 26 個偵測區域 ● 適應各種天候(強光、陰天、小雨、大雨、小雪、大雪、霧、破曉、黃昏、全黑) ● 只需滑鼠與監視器 ● 配有擴充卡，提供額外偵測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交叉路口偵測 ● 高速公路偵測/匝道偵測 ● 隧道靜止車輛偵測 ● 車輛計數與分類 ● 自動事件偵測/交通參數

資料來源：本研究整理

三、美國 Iteris

Iteris, Inc 前身為 Iteris Holdings, Inc，致力於優化交通流，為世界上戶外機械視覺系統與感測器領導供應商之一。Iteris 憑藉自身軟體開發經驗與歷年 ITS 產業專長，運用關鍵技術-戶外影像辨識軟體開發「道路感測器」(Roadway Sensors)、「車輛感測器」(Vehicle Sensors)與「運輸系統」(Transportation Systems)三大系列產品。其中，Iteris 著名的 Vantage 影像偵測器則隸屬於「道路感測器」部門中，用於事件偵測與高速公路資料蒐集等應用。Iteris 道路系統與工程諮詢服務主要市場為美國地區，最終使用者包括全國、州與地方運輸機構，銷售通路包括契約經銷商與公司銷售人員，國內交通管理系統業務則大幅仰賴六年一度的政府資金與預算編制(聯邦公路法案)。目前全美 49 個州、亞洲、拉丁美洲、歐洲與中東已有數百個單位佈設 Iteris Vantage 影像偵測系統，分別透過 20 個銷售點在全世界販售。

(一) Iteris 產品架構

Iteris 將產品區分為三大部門，分別是：「道路感測器」(Roadway Sensors)、「車輛感測器」(Vehicle Sensors)與「運輸系統」(Transportation Systems)。其中，「道路感測器」(Roadway Sensors)部門產品群為「Vantage 車輛偵測系統」，應用於交通路口控制、事件偵測與部份高速公路交通數據量測；「車輛感測器」(Vehicle Sensors)部門產品群則為維護車輛安全之「AutoVue LDW 系統」；「運輸系統」(Transportation Systems)部門產品群則包括交通工程與顧問服務、運輸管理與旅運資訊系統之開發。

(二) Iteris 影像偵測系統

Iteris Vantage™ 產品線採用先進影像傳輸技術，用以偵測車輛存在、車輛計數、速度、佔有率等交通管理系統所需交通參數，交通管理人員得以即時偵測事件、調整時制，從而減緩路面壅塞狀況。

1. Iteris Vantage™相關產品

(1) Vantage

Vantage 影像偵測系統透過精密演算法擷取且分析影像，並藉由多種通訊方式同時傳送影像與數據。Vantage 一系列產品可針對使用者需求量身打造，毋須購置其他模組。若將來使用者需求改變，亦可再行添購所需模組進行安裝。此系統為交叉路口控制、交通參數量測、高速公路事件管理與監控應用提供一系列最佳解決方案。

A.處理器(Processor)

主要用於交叉路口流量控制、高速公路交通數據量測與事件偵測，適用於各種天候變化。相關產品為相關 Edge2 處理元。Edge2 處理元提供單一或多個影像輸入與遠端管理功能，每一個 Edge 處理卡以及相關的輸出入源乃安裝於業界標準機架中。

B.攝影機(Cameras)

Vantage™ Camera 內建縮放鏡頭與彩色高感光影像儀，可適應任何光線與氣候變化狀況。每一個攝影機並配有可調整式 sunshield 與攝影機托架，以確保最佳監控畫面之取得。

C.配件(Accessories)

Vantage Edge2 影像偵測產品可輕易安裝在任何標準偵測機架系統如 NEMA TS-1、NEMA TS-2 Type 1 / 2、與 Caltrans 170/2070 中輸入資料。至於影像偵測應用，則需另一台獨立式可擴充性 VRACK 機架系統，不管是單一或多個攝影機配置，此系統可與現有號誌控制器整合，提供路口控制、匝道儀控或高速公路監控等功能。為使 Vantage

影像偵測系統易於安裝與偵測，部分配件可提供固定位置攝影、攝影機自動化設定功能等。

D.無線 (Wireless)

在某些路口整建、短暫安裝或攝影機與控制器需更多纜線卻無空間安裝等情況下，Vantage 無線攝影系統可為工程師提供一解決方法。尤其在道路拓寬工程、路口整建工程、車道封閉等情況，無線影像偵測系統效益更形顯著。

E.軟體 (Software)

Vantage Remote Access Software (VRAS) 為 Edge2 處理器提供一個數據收集與遠端配置功能，使控制中心管理人員得以遠端確認路口監控與管理工作運作無誤。

F.遠端管理 (Remote Management)

交控中心可藉由 Vantage Tm Access and eAccess 通訊模組，經由各種通訊媒介監控、診斷或重新配置遠端影像偵測設備。

(2) VersiCam™

對於半觸動路口、小區域偵測，VersiCam™ 提供一個較經濟可行方案。VersiCam™ 將影像偵測演算法與影像處理技術整合在一個簡單易操作的攝影機-處理單元系統。該系統與 Vantage Edge2 之區別在於其偵測區域與交通應用較少。

2. Iteris 影像偵測系統應用領域

(1) 路口/號誌控制 (Intersection/Signal Control)

Iteris 在全世界已安裝超過 100,000 個路口控制管理之影像偵測系統。該系統除偵測車輛，亦可遠端遙控監控畫面，即時處理任何緊急事件。

(2) 行人偵測 (Pedestrian Detection)

行人影像偵測系統可追蹤行人路徑，並以路上閃燈預先警示臨近車輛注意行人。

(3) 自行車偵測 (Bicycle Detection)

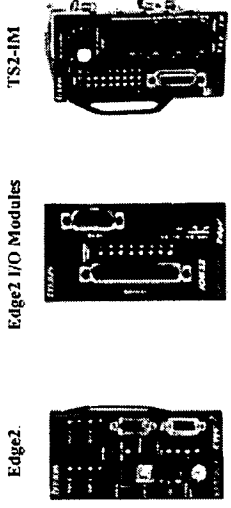

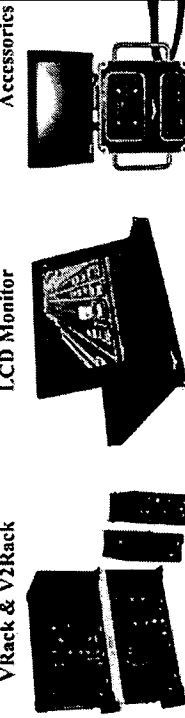

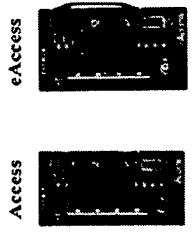

(4) 交通參數蒐集 (Traffic Data Collection)

(5) 自動事件偵測 (Automatic Incident Detection,AID)

Iteris 自動事件偵測可應用橋梁、高速公路、隧道與需要即時回報交通狀況的區域。

有關 Iteris 影像偵測產品之分類、功能與應用匯整如表 4 所示。

表 4 Iterlis 影像式偵測器產品一覽表

產品	VIP/產品設計	產品特色	功能應用
處理元 Processor		<ul style="list-style-type: none"> ● Edge2: 選單介面、最多 24 組虛擬區域、自我診斷 ● Edge2 I/O Modules: 系統狀態顯示、可與 Edge2 擴充模組、Vantage Access、VantageeAccess 互搭 ● TS2-IM: 可與 TS2 控制器整合 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路口流量控制、高速公路監控、匝道儀控、旅運資訊輸入、交通參數蒐集、自行車偵測、暫時性施工區域偵測、換、逆向偵測、隧道/橋梁自動事件偵測(Edge2/I/O Modules) ● 路口流量控制、匝道儀控、交通參數蒐集、自行車偵測(TS2-IM)
有線/無線 攝影機 Camera		<ul style="list-style-type: none"> ● 彩色/黑白感測器 ● 最新 CCD 感測元件與 DSP 技術/無線操作 ● 太陽能/電池電源供應 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路口流量控制、高速公路監控、匝道儀控、旅運資訊輸入、交通參數蒐集、自行車偵測、暫時性施工區域偵測、換、逆向偵測、隧道/橋梁自動事件偵測
機架/配件 Accessories		<ul style="list-style-type: none"> ● VRacks: 可安裝至 170/2070 系統、可固定於垂直牆面、分離式電源供應模組 ● LCD Monitor: 15 吋監視器、使用者毋須攜帶筆電/滑鼠 ● 配件: 重量輕 	<ul style="list-style-type: none"> ● 每車道車輛計數、每車道平均速度、每車道車頭距、每車道車輛辨識、車道占有率、事件偵測與停車等車輛警報、能見度偵測、20 秒/一小時偵測間距設定
軟體 Vantage Express		<ul style="list-style-type: none"> ● 簡單操作介面 ● 可儲存 6 萬筆記錄 ● 遠端資料汲取/監控 ● 遠端畫面配置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路口流量控制、高速公路監控、匝道儀控、旅運資訊輸入、交通參數蒐集、自行車偵測、暫時性施工區域偵測、換、逆向偵測、隧道/橋梁自動事件偵測
遠端管理 Remote Management		<ul style="list-style-type: none"> ● 可安裝至標準工業機架系統 ● 4 個影像源輸入 ● 4 個擴充槽/LED 狀態顯示 ● 內建 56K 數據機 ● 乙太網路、網路瀏覽器、MEPG2 影像串流 	<ul style="list-style-type: none"> ● 戶外車輛偵測 ● 可適用各種天候
VersiCam™		<ul style="list-style-type: none"> ● 彩色影像感測器/最新 CCD 感測元件與 DSP 技術/影像處理元: 影像偵測演算法/6 個虛擬偵測區/3 組配置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 戶外車輛偵測 ● 可適用各種天候

資料來源：本研究整理

四、比利時 Traficon

Traficon 總公司位於比利時，是一家超過 25 年交通影像偵測經驗的公司，主要為交通管理人員提供有效的交通資訊及決策輔助，其 VIP 關鍵技術開發影像偵測模組包括「VIP/P」、「VIP/D」、「VIP/I」、「VIP/T」與最新產品「Traficam」，銷售通路包括本身銷售團隊與全球經銷網路，最終產品使用者包括政府運輸部門、系統整合商、專案契約商/下包商等。至 2007 年底，Traficon 全球已佈設 50,000 個偵測器，並於 250 個隧道設有 Traficon 系統。該產品藉著可靠度高、簡易操作手續、針對客戶需求量身打造應用產品及強而有力的產品技術支援，使得 Traficon 成為全世界影像偵測技術的領導者之一。

(一) Traficon 影像偵測器產品

Traficon 影像偵測產品包括「攝影機」(Camera)、「偵測模組」(Detection Board)、「通訊模組」(Communication Board)、「電腦軟體」(Computer Software)、「機架」(Rack System)與「Traficam」，用戶可針對個別需求選擇不同規格產品，詳細整理如表 5 所示。

1. 攝影機(Camera)：固定式/活動式 PTZ 攝影機
2. 偵測模組(Detection Board)

(1) VIP/P-Vehicle Presence

A. 涵蓋 24 各偵測區域

B. VIP/P-Presence Monitor

- 可隨使用者需求定義各種偵測組態或偵測參數，透過一組 VIP 鍵盤與攜帶型電腦選擇顯示資訊
- 透過 VIEWCOME，使用者可遠端遙控設定交通偵測參數

C. 現場存在偵測(Presence Detection)

- 每一個攝影機最多可容納 24 個偵測區域

- 臨近車輛數/路口停等車輛數

D. 車輛計數：最多可偵側 6 車道之車輛數

(2) VIP/D-Data Monitor

A. 交通資料蒐集(Traffic Data Collection)

- 流量、車速、車間距、佔有率、分類
- 每一車道數據

B. 流量監控(Flow Monitoring)

- 可偵測 0-150 公里/小時車流速，最多八車道
- 根據流速與佔有率，判別服務水準層級

(3) VIP/I-Incident Monitor

A. 自動事件偵測(Automatic Incident Detection)

- VIP 自動偵測廣域事件，使用者可在架設初期，先行定義事件嚴重性以啟動警報；
- 一組偵測區域可放置 8 個群組
- 逆向行駛、超速、停等車輛偵測、掉落貨品、煙、霧、火苗、畫面損壞

B. 交通流量監控(Traffic Flow Monitoring)

- 最多八個車道的交通流速/區域佔有率偵測
- 判別五種交通服務水準
- 失速或逆向車輛偵測

(4) VIP/T

A. 交通監控、自動事件偵測、交通數據蒐集

B. 使用固定攝影機或活動式 PTZ 攝影機，可應用在隧道、高速公路、與橋梁

C. 使用快速 DSP 處理器，單個 VIP-T 模組可同時運行多種演算法(跟蹤、動態檢測、陰影抑制等)，

確保整個偵測系統的高偵測率與低誤報率。

- D. Mpeg4 壓縮技術：提供全畫面連續偵測
- E. 專屬 IP 位址：每個 VIP-T 模組都有一個專屬的 IP 位址，管理員可建立專屬網路，使得每個使用者可輕易登入網路，管理員亦可設置密碼保護整個系統
- F. 遠端隨插即用(Remote plug and play)：透過執行“即插即用”功能，管理員可立即查看系統運作情形。透過 Traficon 交通管理軟體(如 T-Port)，管理員可進行遠端設置、更改偵測區，透過螢幕檢查偵測結果
- G. 無縫隙整合(Seamless Intergration)：VIP 系統使用開放和模組化的架構，透過 TCP/IP 協定容易整合至新式或既有交通管理系統

(5) VIP/TMS

管理、控制、視覺化交通數據與事件；圖像式使用者操作介面

- 3. 通訊模組(Communication Board)：COM - VICCOM - VIEWCOM；VIEWCOM/E
- 4. 電腦軟體(Communication Software)：VIPLINK、VIEWCOM 電腦軟體、WATTS、WATTS+、T-Port
- 5. 機架系統(Rack System)：1/2 19 英寸機架、19 英寸機架
- 6. TrafiCam®：TrafiCam®第一代/第二代

(1) 基本特性：

- A. 臨近路口車輛/車輛出現偵測
- B. 多個&方向感知的車輛偵測區

TrafiCam®可全天候偵測多達 8 個偵測區的車輛，用戶可得知不同車道上是否有車輛存在。

TrafiCam®偵測區可設置為方向感知，只對特定方向上存在的車輛進行偵測。

C. 安裝容易且迅速

TrafiCam®可安裝在已有的基礎設施上，透過已安裝 Traficon 軟體的筆記型電腦或 PDA，用戶可以自行設定，並透過功能選單增加、更改或刪除偵測區。用戶可為 TrafiCam®儲存不同的配置狀態，並可視需要升級 TrafiCam®偵測軟體。

D. 任何路面和天氣情況下都可以進行可靠度偵測

(2) TrafiCam®第二代(表 6)

A. 不必切割地面，地面上安裝

B. 多達 8 個偵測區

C. 偵測區方向性設置

D. 易於安裝/設置

E. 即時交通畫面


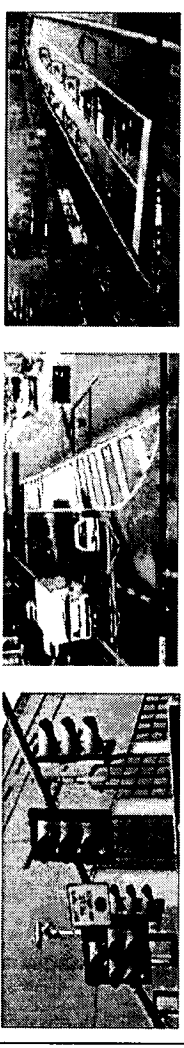
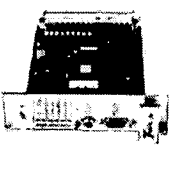

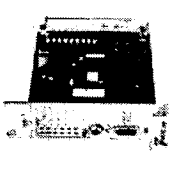
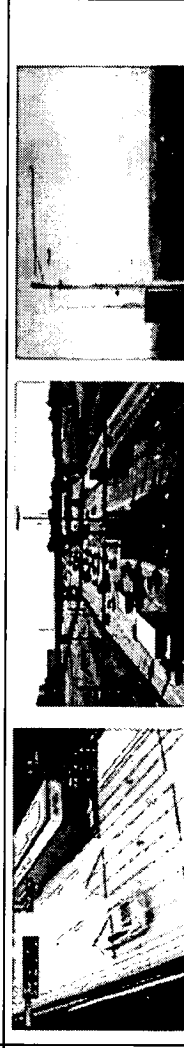
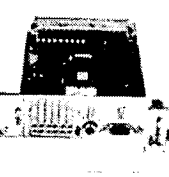
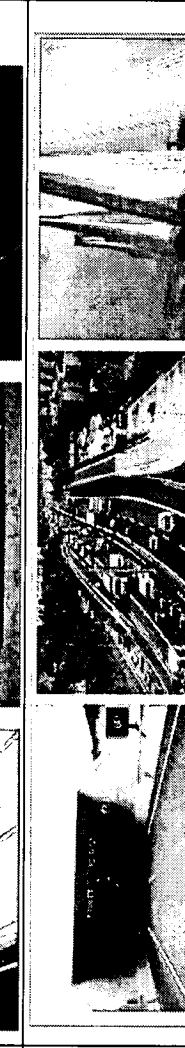
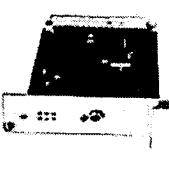

F. 外觀具設計感

G. 耐用材

H. 備選：無線通訊和太陽能

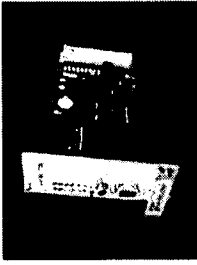
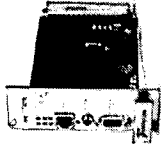
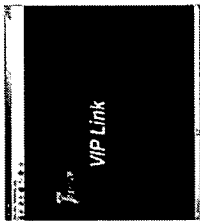
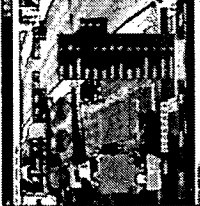
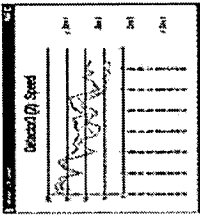
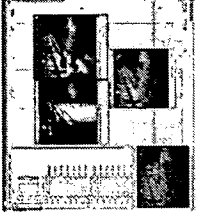
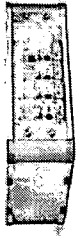

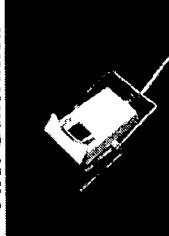

I. 優於其他偵測技術(如線圈)

表 5 Traficon 產品一覽表

產品類型	產品設計	功能/應用	監控畫面
固定式/活動式 PTZ 攝影機		<p>影像取得</p>	
VIP/P		<ul style="list-style-type: none"> • 車輛出現偵測(Presence Detection) • 涵蓋 24 各偵測區域/一攝影機 • 臨近車輛數 • 路口停等車輛數 	
VIP/I		<ul style="list-style-type: none"> • 自動事件偵測、交通流量監控 • 逆向行駛、超速、停等車輛偵測、掉落貨品、煙、霧、火苗、畫面損壞 • 入車道交通流速/區域佔有率偵測 • 判別五種交通服務水準 • 失速或逆向車輛偵測 	
偵測模組 VIP/D		<ul style="list-style-type: none"> • 交通數據蒐集：流量、車速、車間距、佔有率、分類、每一車道數據 • 流量監控 • 偵測 0-150 公里/小時車流速，最多八車道 • 根據流速與佔有率，判別服務水準層級 	
VIP-T		<ul style="list-style-type: none"> • 交通監控、自動事件偵測、交通數據蒐集 • 隧道、高速公路、與橋梁 • 執行跟蹤、動態檢測、陰影抑制等演算法 • Mpeg4 壓縮技術提供全畫面連續偵測 • 專屬 IP 位址 • 可進行遠端設置、更改偵測區，透過螢幕檢查偵測結果 	

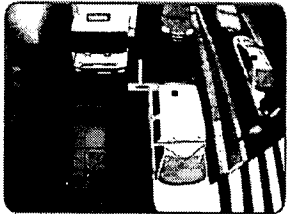
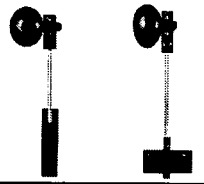
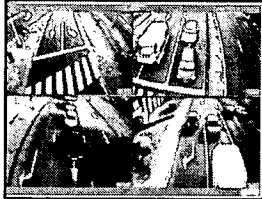

資料來源：本研究整理

表 5 Traficon 產品(續)

	產品外觀	功能/應用
通訊模組	<p>COM - VICCOM - VIEWCOM</p>  <p>VICCOM/E</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 連結不同通訊介面(電話線、光纖或無線通訊)與 VIP 偵測器 • COM - VICCOM - VIEWCOM：遠端監控和傳輸資料、報警和影像 • VICCOM/E：透過乙太網和 RS232 遠端監控和傳輸資料、報警和影像
電腦軟體	<p>VIPLINK</p>  <p>VIEWCOM PC Software</p>  <p>WATTS</p>  <p>TMS: T-Port / T-Control</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 控制中心主機上之 Traficon 電腦軟體負責管理影像偵測系統、TCP/IP 通訊、儲存交通資料、報警事件與影像資料 • VIPLINK：Windows 視窗電腦軟體，輔助 VIP 偵測器與電腦間通訊 • VIEWCOM PC Software：處理報警、交通資料與遠端監控之客戶伺服器軟體 • WATTS：保存所有交通分析必要資訊，取得標準交通資料與報警事件 • TMS: T-Port / T-Control：儲存交通分析各種資訊，並將標準交通數據與報警事件進行報表統計
機架系統	<p>1/2 19" Rack</p>  <p>19" Rack</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 連結一組 VIP 偵測器與一個通訊模組，並提供必要電源和所有介面的連接 • 1/2 19" 機架 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 安裝 4 個 VIP 偵測器，機架背板上配有所有必需的輸入輸出埠。 ➢ 一組電源供應單元/不適合隧道外的應用 • 19" 機架 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 安裝 8 個 VIP 偵測器，機架背板上配有所有必需的輸入輸出埠。 ➢ 一組電源供應單元/不適合隧道外的應用
TrafCam®	<p>First Generation</p>  <p>Second Generation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 鄰近路口車輛/車輛出現偵測 • 8 車道車輛偵測/易於安裝/設置 • 即時交通畫面 • 外觀具設計感 • 耐用材 • 備選：無線通訊和太陽能

資料來源：本研究整理

表 6 TrafiCam®

安裝	配置	偵測	運轉
<ul style="list-style-type: none"> • Above-ground 安裝 • 整合 CMOS 鏡頭與影像偵測 • 快速簡易安裝 • 彈性旋轉底座 • 高架/側邊位置 	<ul style="list-style-type: none"> • 可攜式電腦安裝 • 8 偵測區域 • 4 偵測畫面輸出 • 方向感知偵測區域 • 不同車道車輛存在 • 離線偵測配置 	<ul style="list-style-type: none"> • 全天候靜止與移動車輛偵測 • 白天車輛偵測 • 夜間車頭燈偵測 • 先進濾光器(陰影/車頭燈反射/不穩定鏡頭) • 故障安全防護狀態 	<ul style="list-style-type: none"> • 全時運轉 • 所有氣候營運績效 • 大於 10 年產品生命週期 • 儲存 PC 偵測配置 • 記錄與播放功能 • 低營運成本
<p>廣角 0-25m</p>  <p>狹角 15-75m</p> 	<p>水平/垂直架設</p>  <p>畫面輸出</p> 	<p>白天</p>  <p>夜間</p>  <p>陰影</p> 	<p>無線 TrafiCam</p>  <p>記錄與播放功能</p> 

資料來源：本研究整理

五、法國 Citilog

1996 年部份法國國家運輸與安全研究所(INRETS)的專職研究人員將其研究成果商業化，成立了 Citilog 公司，總部設立於法國。Citilog 所發展、設計、製造之事件影像偵測系統，專門應用在高速公路、橋梁、隧道以及路口。其應用關鍵技術-自主研發的動態圖像背景自適應技術與車輛圖像跟蹤技術，開發「VisionPaD」、「MediaTunnel」、「MediaRoad」、「MediaTD」與「MediaCity」五套產品。Citilog 銷售通路除透過子公司，也透過契約經銷商、系統整合商與全世界各地代理商進行銷售。目前為止，Citilog 在全世界已佈設 3,500 個偵測器，有超過 300 條高速公路、隧道以及橋梁使用 Citilog 影像偵測器。

(一) Citilog 影像式偵測器產品

Citilog 應用影像偵測 (Video Image Processing, VIP)之相關產品簡要說明與整理(表 7)如下：

1. VisioPaD 事件偵測系統

VisioPaD 可安裝於高速公路、快速道路、橋梁與隧道，透過固定式或活動式 PTZ 攝影機偵測停止車輛，提供全自動監控服務，有效整合於任何交通管理系統中。該系統偵測毋須任何設置即插即用，隨鏡頭轉移、影像轉變、各種天候與交通狀態動態調整偵測狀態，並透過矩陣控制靈活切換影像輸入訊號，對不同偵測區域進行不同交通事件偵測。

(1)產品特色

- A. 毋須 Configuratoin
- B. 自動動態調校功能
- C. 符合工業標準之固定式/PTZ 攝影機
- D. 與 IP 與類比 CCTV 系統相容
- E. 整合事件重現影像記錄
- F. 數位錄影

G. 高可靠性和低誤報率；

H. 標準通訊協定；

(2)主要功能與應用

事故、壅塞、掉落物、車輛停駛、行人、逆向車輛、火災、重大災難之高速公路、快速道路、橋梁與隧道自動事件偵測。

2. MediaTunnel 隧道影像事故偵測系統

MediaTunnel 透過固定式或 PTZ 攝影機進行隧道監控，以觀測隧道內車流狀態，或任何可能之火警與事件。一旦火警發生，MediaTunnel 可即時發佈影像與警報，控制中心人員可依事件嚴重程度，採取不同防禦措施。

(1)產品特色：

A. 高偵測率

B. 偵測時間 < 10s

C. 低誤報警報率

D. 事件重現影像記錄：

(A) MediaTunnel 警報

(B) 監控警報

(C) 營運者需求

E. 數位錄影

(2)產品功能與應用：

A. 隧道自動事件偵測：靜止車輛、交通壅塞、行人、逆向車輛、慢速車輛、道路障礙物

B. 隧道交通資料蒐集：車流、速度、佔有率、車頭距、車輛分類、旅行時間、隧道內車輛數/車輛位置

C. 隧道火災偵測

D. 隧道管理工具

E. 隧道數位錄影

3. MediaRoad 道路事件偵測與交通管理系統

MediaRoad 主要設置於快速道路與高速公路，提供自動事件偵測與交通參數蒐集，MediaRoad 具有一套友善使用者介面，其簡單的圖示操作介面可讓使用者更快簡單的設定與操作。該系統使用標準通訊協定，監控範圍高達 400 平方公尺，可偵測所有車道與方向性分析。

(1) 產品特色：

- A. 標準通訊協定
- B. 標準產業配件
- C. 標準攝影機 (固定/PTZ)
- D. 操作設定簡單
- E. 數位錄影
- F. 偵測時間 < 10s
- G. 低警報誤報率
- H. 事件重現記錄

(2) 產品功能與應用：

- A. 自動事件偵測：靜止車輛、交通壅塞、行人、逆向車輛、慢速車輛、道路障礙物、停等衝擊波
- B. 交通參數蒐集：車流、速度、佔有率、車頭距、車種大小、旅行時間
- C. 道路收費監控
- D. 隱藏式收費
- E. 服務水準監控

4. MediaTD 影像式車輛偵測系統

MediaTD 運用追蹤演算法，精確搜集交通參數，可適用於不同環境變化如高光、日夜光線變化或天候。

MediaTD 可利用筆記型電腦或是遙控式電腦透過網路遠端監控以及查詢即時交通資料。MediaTD 類似 MediaRoad，其簡單的圖示操作介面亦可讓使用者更快、簡單設定與操作。

(1)產品特色

- A. 低安裝和維修成本
- B. 一個攝影機可偵測四車道
- C. 安裝、設定操作簡易
- D. 高準確率的追蹤演算法
- E. 具有自動診斷特色
- F. 更新簡單
- G. 地方或中央控制
- H. 全年無休運作
- I. 使用者圖形友善介面
- J. 易與交通控制器接合
- K. 攝影機最佳位置調校

(2)產品功能應用

- A. 交通參數量測：車流、速度、佔有率、車頭距、車型分類、旅行時間、隧道內車輛數/車輛位置
- B. 車輛擁擠監控
- C. 流量分類收費(classified volume for tolling)
- D. 旅行時間

5. MediaCity 影像式路口交控管理系統

MediaCity 系統採用之影像偵測技術為 Citilog 追蹤演算法，透過固定式攝影機進行交叉路口控制，並可輕易與路口控制箱整合，管理人員可利用筆記型電腦或遙控式電腦網路遠端監控路口狀態。

(1)產品特色

- A. 低安裝與維護成本
- B. 安裝、設定、操作簡易
- C. 高精確度之追蹤演算法
- D. 全年無休運作
- E. 升級容易
- F. 地方/中央控制
- G. 攝影機最佳位置調校

(2)產品功能應用：車輛出現、停等車輛、方向性、行人偵測

6.MediaIntruder 影像式侵入偵測管理系統

MediaIntruder 係智慧型影像保全系統，從影像監測攝影機抓取影像，以提供監測與自動警報功能。MediaIntruder 為智慧型影像監視市場(Intelligent Video Surveillance, IVS)中，唯一可執行先進 4D 模組(3D+時間因子)之監控保全產品，可高度精確追蹤物體移動，甚至半遮蔽物體，亦可消除影像不必要干擾物體(如動物、背景物體等)。MediaIntruder 可自行調整以適應任何如光線變化、日夜、天候等的環境變化因素。其產品特色如下：

(1)產品特色

A.易於安裝操作

- (A) 可預先儲存環境類別(如隧道、停車場、鄉村等)
- (B) 可設定安裝、系統偵測開始、結束時間
- (C) 依據使用者需求設定入侵情境 (intrusion scenario)

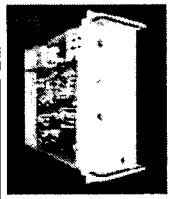


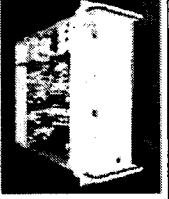

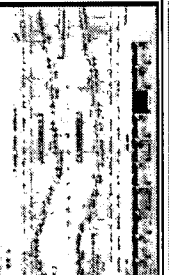
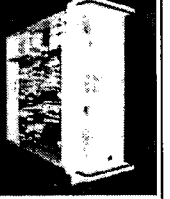
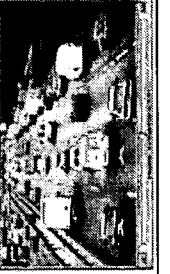

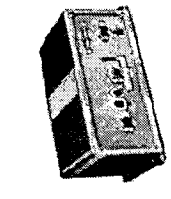
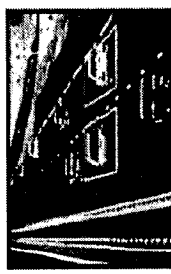
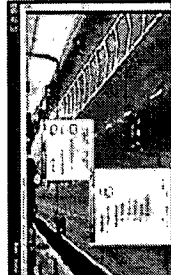
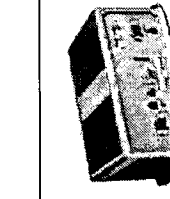


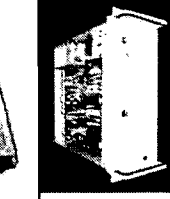


B.可與 MediaTunnel/MediaRoad/VisioPad 產品整合

C.事件重現之數位影像記錄

(2)產品功能應用

- A.週邊保全
- B.安全控制
- C.橋梁監控
- D.入侵偵測(港埠、機場、重要區域)
- E.重要資產保護
- F.限制區域安全與保安
- G.隧道入口保安

表 7 Citilog 產品功能一覽表

產品	VIP/產品設計	產品特色	功能應用	應用/監控畫面
VisioPaD		<ul style="list-style-type: none"> • 毋須 Configurator/自動動態調校功能 • 符合工業標準之固定式/PTZ 攝影機 • 與 IP 與類比 CCTV 系統相容 • 整合事件重現影像記錄/標準通訊協定 • 數位錄影/高可靠性及低誤報率 	<ul style="list-style-type: none"> • 高速公路、快速道路、橋梁與隧道自動事件偵測 	 
MediaTunnel		<ul style="list-style-type: none"> • 標準通訊協定/標準產業配件 • 標準攝影機 (固定/PTZ) • 操作設定簡單/數位錄影 • 偵測時間 < 10s • 低警報誤報率/事件重現錄影 	<ul style="list-style-type: none"> • 自動事件偵測 • 交通參數蒐集 • 道路收費監控 • 隱藏式收費 • 服務水準監控 	 
MediaRoad		<ul style="list-style-type: none"> • 標準通訊協定/標準產業配件 • 標準攝影機 (固定/PTZ) • 操作設定簡單/數位錄影 • 偵測時間 < 10s • 低警報誤報率/事件重現記錄 	<ul style="list-style-type: none"> • 自動事件偵測 • 交通參數蒐集 • 道路收費監控 • 隱藏式收費 • 服務水準監控 	 
MediaTD		<ul style="list-style-type: none"> • 低安裝和維修成本/一個攝影機可偵測四車道 • 安裝、設定操作簡易/高準確率的追蹤演算法 • 具有自動診斷特色/更新簡單 • 地方或中央控制/全年無休運作 • 使用者圖形友善介面 • 易與交通控制器接合/攝影機最佳位置調校 	<ul style="list-style-type: none"> • 交通參數量測 • 車輛擁擠監控 • 流量分類收費 (classified volume for tolling) • 旅行時間 	 
MediaCity		<ul style="list-style-type: none"> • 低安裝與維護成本 • 安裝、設定、操作簡易 • 高精度之追蹤演算法 • 全年無休運作/升級容易/地方/中央控制 • 攝影機最佳位置調校 	<ul style="list-style-type: none"> • 車輛出現偵測 • 停車車輛偵測 • 方向性偵測 • 行人偵測 	 
MediaIntruder		<ul style="list-style-type: none"> • 易於安裝操作/事件重現錄影 • 可與 Media Tunnel/MediaRoad/VisioPaD 產品整合 	<ul style="list-style-type: none"> • 週邊監控、橋梁監控、入侵偵測、限制區域保全、隧道入口保安 	 

資料來源：本研究整理

附錄 D

影像式車輛偵測器專利分析

影像式車輛偵測器專利分析

(本附錄節自 MOTC-IOT-97-IDB005「動態交通資訊之技術開發與應用研究(二)－車輛偵測研發成果之技術移轉研究」成果)

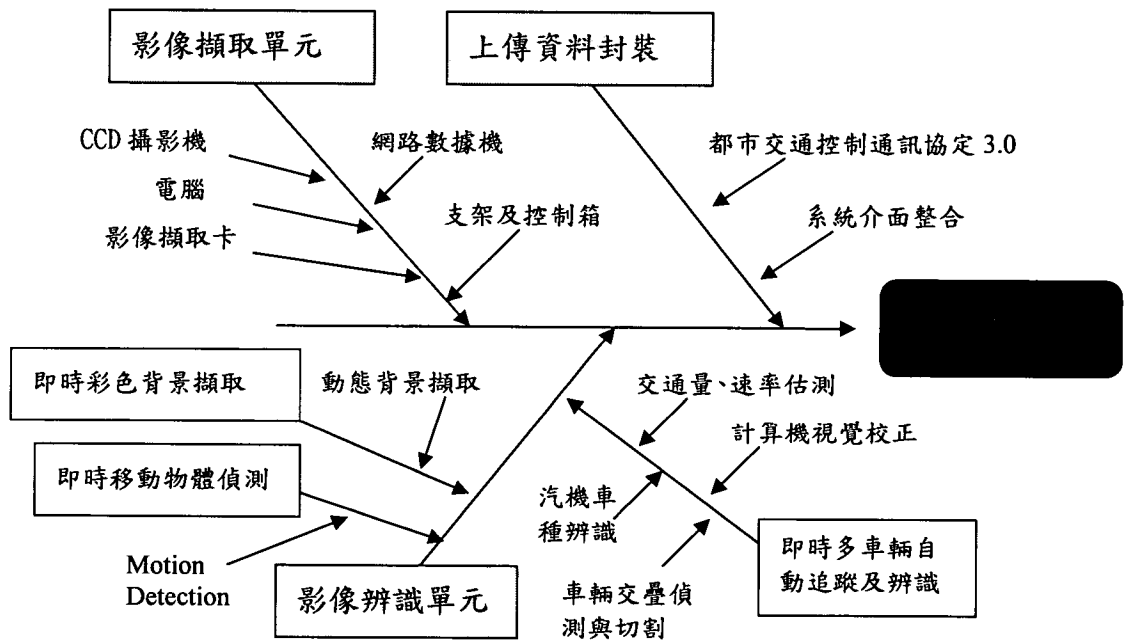


圖 1 影像式車輛偵測器魚骨圖

在影像式車輛偵測器的部分，如上圖影像式車輛偵測器所示，系統架構主要可分為影像擷取單元以及影像辨識單元。影像擷取單元包括了 CCD 攝影機、鏡頭、CCD 防護裝置、電腦、影像擷取卡、網路數據機、攝影機支架及控制箱，其中攝影機係用以取得與 CCD 同步之車輛相關交通資訊，供將來人工判讀時比對正確辨識結果之用。由於這些硬體技術在市場上已經相當成熟，故研發團隊並未針對硬體作進一步的研發。影像辨識單元係本系統的核心技術，也是影像式車輛偵測器的研發重點，其內容包括了即時彩色背景擷取、即時移動物體偵測，以及即時多車輛自動追蹤等功能區塊。

一、專利檢索

專利檢索臺灣、美國、中國大陸、日本與利用歐洲專利局與世界專利局檢索世界其他國家之專利。在檢索階段中，針對已檢索出之各國專利資料，與技術專家進行討論及技術判讀，依比對

後之關鍵技術進行檢索策略之修正，並補充 IPC 分類號及主要生產廠商作為搜尋條件。

在專利分析階段，將檢索所得之專利依據其國家、專利申請日以及技術領域以及引證狀況進行綜合分析，藉以了解現有產品的專利分佈與技術特徵，以供後續技術發展之參考。其專利檢索詳細的專利檢索號如表 1 所示。

表 1 專利檢索分佈表

專利局 種類	專利檢索資料				
	美國	臺灣	中國大陸	日本	其他
影像式	7200266	TWM290286	CN2731864	JP8221686	EP1074430
車輛偵測器		TWI293746	CN1734342	JP7192192	EP0807914
	7139409	TWI279142	CN1729485	JP2045900	EP0631683
	7130464	TWI274302	CN1725804	JP200628600	EP0385384
	7113652	TWI270022	CN1725266	7	WO20040773
	6999004	TWI268878	CN1665278	JP200620204	76
	6954544	TWI242380	CN1642251	7	WO9623290
	6930593	TWI233061	CN1614623	JP200427275	CA2132515
	6924832	TWI220969	CN1564600	6	WO9319441
	6760061	TW00543323	CN1564581	JP200422010	AU671106B
	6757571	TW00502229	CN1503203	2	KR0156610B
	6628804	TW00489288	CN1477599	JP200329687	LV13295
	6323898		CN1464487	8	AT156921T
	6259802		CN1450793	JP200222248	CA2011049
	6188778		CN1444183	6	DK385384
	6137531		CN1352780	JP200206356	EP0385384
	6075874		CN1351317	8	ES2107413T
	5999877		CN1350941	JP200204214	GR3024929T
	5999635		CN1102926	0	KR0156610B
	5991428			JP200135738	BE1015605
	5912634			7	
	5877804			JP200128337	
	5809161			4	
	5761326			JP200112618	
	5592567			3	
	5590217			JP11149597	
	5548659			JP11096376	
	5537155			JP10154292	
	5434927			JP2278387	
	5402118			JP59165097	
	5034986				
5005083					
4924310					

除了利用 IPC 分類進行檢索外，本研究亦應用關鍵字檢索資訊的補充。檢索影像式車輛檢測器之「即時彩色背景擷取功能區塊」相關專利技術時，係以「image」、「capture」、「car」、「vehicle」、「automobile」、「motorcar」以及「車」、「方法」、「影像」、「圖像」、「擷取」、「捕捉」等字及其相關衍生字作為檢索關鍵字，及其採用的檢索語法為「ABST/(image AND capture) AND SPEC/(vehic OR car OR automobile OR motocar)」以及「((方法 <IN> CLMS AND 車 <IN> CLMS) AND (圖像 <IN> CLMS OR 影像 <IN> CLMS)) AND (捕捉 <IN> CLMS OR 擷取 <IN> CLMS))」。

檢索影像式車輛檢測器「即時移動物體偵測功能區塊」相關之專利技術時，則以「real」、「motion」、「car」、「vehicle」、「automobile」、「motorcar」以及「移動」、「影像」、「圖像」、「CCD」、「攝影機」、「移動」、「追蹤」、「偵測」、「辨別」、「辨識」、「判別」、「監視」、「分析」、「物體」、「車輛」等字及其相關衍生字作為檢索關鍵字，及其採用的檢索語法為「ABST/(real AND motion) AND SPEC/(vehic OR car OR automobile OR motocar)」以及「(((移動 <IN> CLMS) AND (圖像 <IN> CLMS OR 影像 <IN> CLMS) AND (ccd <IN> CLMS OR 攝影機 <IN> CLMS) AND ((追蹤 <IN> CLMS OR 偵測 <IN> CLMS OR 辨別 <IN> CLMS OR 辨識 <IN> CLMS OR 判別 <IN> CLMS OR 監視 <IN> CLMS OR 分析 <IN> CLMS) AND (物體 <IN> CLMS OR 車輛 <IN> CLMS))))」。

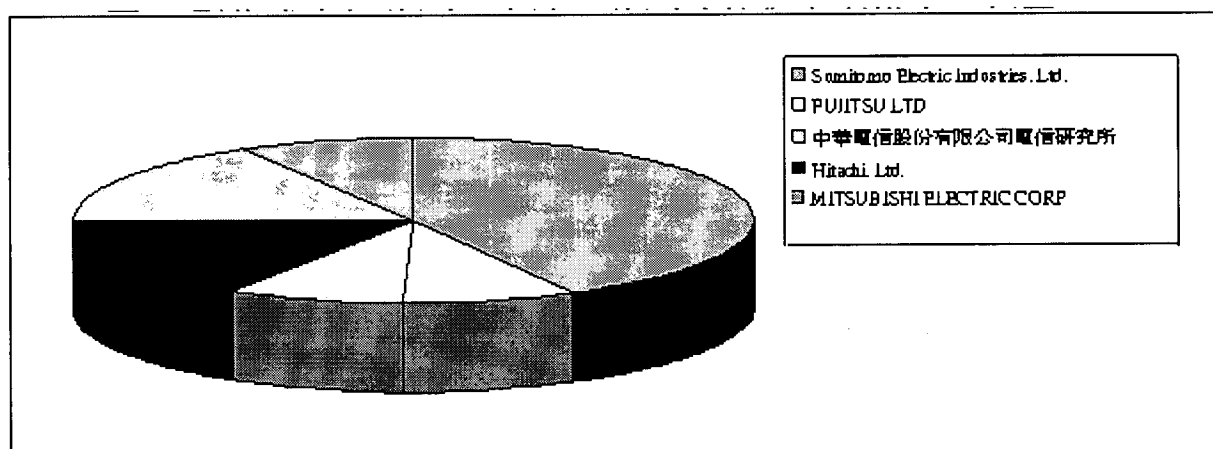
檢索「即時多車追蹤功能區塊」相關之專利技術時，則以「image」、「track」、「car」、「vehicle」、「automobile」、「motorcar」以及「圖像」、「影像」、「CCD」、「攝影機」、「移動」、「追蹤」、「偵測」、「辨別」、「辨識」、「判別」、「監視」、「分析」、「物體」、「車輛」、「立刻」、「即時」、「同時」等字及其相關衍生字作為檢索關鍵字，及其採用的檢索語法為「ABST/(image AND track) AND SPEC/(vehic OR car OR automobile OR motocar)」以及「((移動 <IN> CLMS) AND (圖像 <IN> CLMS OR 影像 <IN>

CLMS) AND (ccd <IN> CLMS OR 攝影機 <IN> CLMS)) AND ((追蹤 <IN> CLMS OR 偵測 <IN> CLMS OR 辨別 <IN> CLMS OR 辨識 <IN> CLMS OR 判別 <IN> CLMS OR 監視 <IN> CLMS OR 分析 <IN> CLMS) AND ((物體 <IN> CLMS OR 車輛 <IN> CLMS) AND (立刻 <IN> CLMS OR 即時 <IN> CLMS OR 同時 <IN> CLMS))」。

二、專利技術分析

(一) 專利地圖分析

影像式車輛偵測演算法功效的分析來進行判斷，發現大部分演算法專利所欲解決的問題除了提高計算效率與偵測的準確度外，多集中在車輛交疊（31%）、車流量的偵測（23%）以及外在環境不良的偵測（16%）。車流量偵測部分是屬於影像式偵測器的基本功能，而車輛交疊以及外界環境的變化影響車輛偵測器偵測結果的處理，這兩項技術是影像式車輛偵測器技術中最需要加強的部分，目前影像式車輛偵測器產品的夜間偵測功能都非常差，若能從這功能著手加強研發授權，將有機會切入目前影像式偵測器這個成熟的市場。在下圖中可以看出掌握影像式車輛偵測器基本功能的廠商是日本 Sumitomo Electric Industries, Ltd.、Hitachi, Ltd.以及 TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO。



(二) 專利技術發展

一般進行專利技術發展分析時最常使用的方法為專利引證關係圖表。專利引證關係圖表分為引證關係與被引證關係。引證關係為專利撰寫時所參考或與本技術相關的前案專利技術，被引證關係為專利被後續專利發明人所參考的技術。

表 2 與表 3 分別為本研究為影像式車輛偵測器整理之引證關係與被引證關係表。表中的橫排表示引證或被引證的專利權人名稱，直排表示所整理出的影像式車輛偵測器專利廠商名稱與專利號。因為專利從美國專利局檢索出之引證與被引證專利關係最為完整，故本研究只列出美國的專利引證分析。表中的專利號為直排的廠商引證、橫排廠商的專利，然而有些公司用不同名稱或是相關企業進行專利的申請，在此情況下本研究將引證或被引證專利的專利權人加以彙整供研究者參考。

表 2 影像車輛偵測器專利引證分析表

引證廠商 影像專利	Bell Telephone Laboratories, Incorporated (Murray Hill, NJ)	Bentley Systems, Incorporated (Exton, PA)	Board of Regents of the University of Oklahoma (Norman, OK)	Boeing North American Inc. (Seal Beach, CA)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	5187571-Bell Communications Research, Inc. (Livingston, NJ) / 5,280,540-Bell Communications Research, Inc. (Livingston, NJ) / 5,311,572-AT&T Bell Laboratories (Murray Hill, NJ) / 5,434,617-Bell Communications Research, Inc. (Livingston, NJ) /	0	0	5627675 / 5,841,589
US7113652 Banner Engineering Corp. (Minneapolis, MN)	0	0	2003/0065654 2003/0103212 2003/0219146 2004/0062424 2004/0131280 2004/0131281 2004/0136611	0

引證廠商 影像專利	Fanuc Ltd (Minamitsuru, JP)	Fischer & Porter Company (Warminster, PA)	Fuji Photo Film Co. Ltd. (JP)	Fujitsu Limited (Kawasaki, JP)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	4,754,269	0	5068735(Oomiya, JP) / 5,142,354-Fuji Photo Optical Co., Ltd. (Saitama, JP)/5,189,528-Fuji Xerox Co., Ltd. (Tokyo, JP)	4736436 / 5,422,987

引證廠商 影像專利	Grumman Corporation (Los Angeles, CA)	Hitachi, Ltd. (Tokyo, JP)	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha (Tokyo, JP)	Honeywell Inc. (Minneapolis, MN)
US6137531 Fujitsu Limited (Kanagawa, JP)	0	0	5467402 / 5,646,853 / 5,999,877	0
US6760061 Nestor Traffic Systems, Inc. (Providence, RI)	5,416,711	0	4783833 / 5,467,402 / 5,530,441 / 5,999,877 /	0

引證廠商 影像專利	Industrial Technology Research Institute (Hsin-Chu Hsien, TW)	Infra-Vision Ltd. Zug (Schaffhausen, CH)	Intel Corporation (Santa Clara, CA)	Interactive Pictures Corporation (Oak Ridge, TN)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	0	4,038,670	0	5764276 / 5,877,801 / 5,903,319 / 5,990,941 / 6,002,430(TN) /

引證廠商 影像專利	International Business Machines Corporation (Armonk, NY)	International Road Dynamics (Saskatoon, CA)	Interval Research Corporation (Palo Alto, CA)	Isuzu Motors Limited (Tokyo, JP)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	4858149 / 5,508,734 / 5,686,957	0	5,601,353	0

引證廠商 影像專利	Iteris, Inc. (Anaheim, CA)	Kabushiki Kaisha Hattori Tokeiten (Tokyo, JA)	Kabushiki Kaisha Toshiba (Kawasaki, JP)	Kamerawerke Noble GmbH (Dresden, DE)
US5991428 Kabushiki Kaisha Toshiba (Kawasaki, JP)	0	0	5243418 / 5,307,170 / 5,777,690 /	0
US5877804 (1)Fujikura Ltd. (Tokyo, JP) (2)FMT Ltd. (Tokyo, JP)	0	0	5099324 / 5,134,472 / 5,548,659 /	0

引證廠商 影像專利	Lectrolarm Custom Systems, Inc. (Memphis, TN)	Live Picture, Inc. (Scotts Valley, CA)	LTV Aerospace Corporation, Dallas, TX	Lucent Technologies Inc. (Murray Hill, NJ)
US7200266 Princeton University (Princeton, NJ)	0	0	0	6147678 / 6,204,852 / 6,222,465

引證廠商 影像專利	Massachusetts Institute of Technology (Cambridge, MA)	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. (Kadoma, JP)	McDonnell Douglas Corp. (Huntington Beach, CA)	Mercedes-Benz AG (DE)
US5999635 Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP)	0	5301239 / 5,509,082(Osaka, JP) / 5,590,217(Osaka, JP)	0	0
US6075874 Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP)	0	5301239 / 5,509,082(Osaka, JP) / 5,590,217(Osaka, JP)	0	0
US6188778 Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP)	0	5243663(Osaka, JP) / 5,301,239 / 5,509,082(Osaka, JP) / 5,590,217(Osaka, JP) /	0	0
US6930593 Iteris, Inc. (Anaheim, CA)	0	6215392(Osaka, JP) / 6,369,701(Osaka, JP) / 6,593,960(JP) /	0	5,521,579
US6760061 Nestor Traffic Systems, Inc. (Providence, RI)	0	5301239 / 5,432,547(Osaka, JP) / 5,509,082(Osaka, JP) / 5,590,217(Osaka, JP) /	0	5,457,439

引證廠商 影像專利	Minnesota Mining and Manufacturing Company (St. Paul, MN)	Mitsubishi Corporation (Tokyo, JP)	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha (Tokyo, JP)	Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc. (Cambridge, MA)
US5999877 Hitachi, Ltd. (Tokyo, JP)	0	0	5313295 / 5,396,283 / 5,598,338	0

引證廠商 影像專利	Richard Wolf GmbH (DE)	Robot Foto und Electronic GmbH & Co. KG (Dusseldorf-Benrath, DT)	Rockwell International Corporation (Seal Beach, CA)	Rutgers, The State University (Piscataway, NJ)
US6760061 Nestor Traffic Systems, Inc. (Providence, RI)	0	3849784 / 3,858,223 / 3,858,223 / 3,866,165 / 4,887,080-Robot Foto und Electronic GmbH U. Co. KG (Dusseldorf, DE) / 5,041,828-Robot Foto und Electronic GmbH u. Co. KG (DE)	5,404,306	0

引證廠商 影像專利	Siemens Corporate Research, Inc. (Princeton, NJ)	Siemens Gammasonics Inc. (Des Plaines, IL)	Soft Plus Corp. (Los Angeles, CA)	Sony Corporation (Tokyo, JP)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	5,612,533	0	0	4751660 / 4,965,844 / 5,262,867(JP)

引證廠商 影像專利	Telediffusion de France (Issy Les Moulineaux, FR) Telediffusion De France (Montrouge Cedex, FR)	TeleRobotics International, Inc. (Knoxville, TN)	Texas Instruments Incorporated (Dallas, TX)	The Grass Valley Group, Inc. (Nevada City, CA)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	0	5185667 / 5,313,306 / 5,359,363 / 5,384,588	0	5,173,948

引證廠商 影像專利	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy (Washington, DC)	Thomson Consumer Electronics (Courbevoie, FR)	Thomson-CSF (Paris, FR)	Toyota Jidoshia Kabushiki Kaisha (Toyota, JP)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	3692934 / 3,723,805 / 3,872,238 / 3,934,259 / 3,998,532 / 4,012,126 / 4,395,093 / 4,484,801	0	5077609(Puteaux, FR) / 5,262,852(Puteaux, FR)	0

引證廠商 影像專利	Victor Company of Japan, Ltd. (Yokohama, JP)	Vidcom Rentservice B.V. (Bodegraven, NL)	Vidient Systems, Inc. (Sunnyvale, CA)	Visteon Global Technologies, Inc. (Dearborn, MI)
US5537155 Motorola, Inc. (Schaumburg, IL)	5068722 / 5,105,271 / 5,142,360	0	0	0

引證廠商 影像專利	Yamaha Corporation (Hamamatsu, JP)	Yazaki Corporation (Tokyo, JP)	Zexel Corporation (Tokyo, JP) Daihatsu-Nissay (Tokyo, JP)	
US6930593 Iteris, Inc. (Anaheim, CA)	0	6259359 / 6,292,111 / 6,360,170 / 6,618,672	0	0

表 3 影像式車輛偵測器被引證分析

被引證廠商 影像專利	Adobe Systems, Inc. (San Jose, CA)	American Calcar Inc. (Las Vegas, NV)	American Power Conversion Corporation (West Kingston, RI)	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha (Tokyo, JP)
US6075874 Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP)	0	7343165 / 7,236,100(Wilmington, DE) / 6,924,748(Wilmington, DE) / 6,868,335(Wilmington, DE) / 6,529,824(Wilmington, DE) / 6,525,768(Wilmington, DE) / 6,515,595(Wilmington, DE) /	0	6987864 / 6,683,969
US5999877 Hitachi, Ltd. (Tokyo, JP)	0	7343165 / 7,236,100(Wilmington, DE) / 6,924,748(Wilmington, DE) / 6,868,335(Wilmington, DE) / 6,529,824(Wilmington, DE) / 6,525,768(Wilmington, DE) / 6,515,595(Wilmington, DE) / 6,148,261(Wilmington, DE) / 6,133,853(Wilmington, DE) /	0	0
US5548659 Kabushiki Kaisha Toshiba (Kawasaki, JP)	6,990,252	0	7330886 / 7,159,022 / 7,148,796 / 7,095,321 /	0

被引證廠商 影像專利	Canon Kabushiki Kaisha (Tokyo, JP)	Cernium, Inc. (Webster Groves, MO)	Cognex Corporation (Natick, MA)	Compaq Computer Corporation (Houston, TX)
US5809161 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Australian Capital Territory, AU) Telstra Corporation Limited (Melbourne, AU)	7298399 / 7,219,365 / 6,914,599	0	0	0
US5761326 Minnesota Mining and Manufacturing Company (St. Paul, MN)		6,940,998	7006669 / 6,687,402-Cognex Technology and Investment Corporation (Mountain View, CA) / 6,608,647 / 6,396,949 / 6,381,375 / 6,381,366 / 6,075,881 / 5,974,169 / 5,933,523 /	6,556,708

被引證廠商 影像專利	Caterpillar Inc. (Peoria, IL)	Daewoo Electronics Co., Ltd. (KR)	DaimlerChrysler AG (Stuttgart, DE)	Delphi Technologies, Inc. (Troy, MI)
US5537155 Motorola, Inc. (Schaumburg, IL)	0	6020925 / 5,926,231 / 5,790,207 / 5,760,846 / 5,754,237(Seoul, KR) / 5,751,362(Seoul, KR) / 5,737,449(Seoul, KR) / 5,717,470(Seoul, KR) /	0	0

被引證廠商 影像專利	Delphi Technologies, Inc. (Troy, MI) Delphi Technologies, Inc. (Troy, MI) Inc. (Sunnyvale, CA)	Eastman Kodak Company (Rochester, NY)	Econnectix, LLC (Chicago, IL)	Electric Planet, Inc. (Seattle, WA)
US5548659 Kabushiki Kaisha Toshiba (Kawasaki, JP)	0	0	0	7184048 / 7,091,993 / 6,909,455(Palo Alto, CA) / 6,775,835(Palo Alto, CA) / 6,738,066(Palo Alto, CA) / 6,545,706(Palo Alto, CA) / 6,532,022(Palo Alto, CA) / 6,256,033(Palo Alto, CA) / 6,072,494(Palo Alto, CA) / 6,031,934(Palo Alto, CA) /

被引證廠商 影像專利	General Electric Company (Schenectady, NY)	Giken Trastem Co., Ltd. (Kyoto, JP)	Goldstar Co., Ltd. (Seoul, KR)	Graphics Communication Laboratories (Tokyo, JP)
US5809161 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Australian Capital Territory, AU) Telstra Corporation Limited (Melbourne, AU)	7209817 / 7,100,084 / 7,013,239 / 6,959,235 / 6,795,935	6,873,712	0	0

被引證廠商 影像專利	Infineon Technologies AG (Munich, DE)	International Business Machines Corporation (Armonk, NY)	IPIX Corporation (Reston, VA)	The Boeing Company (Chicago, IL)
US6137531 Fujitsu Limited (Kanagawa, JP)	0	6885935 / 6,681,175 / 6,646,568 / 6,611,750 / 6,609,061 / 6,580,997 / 6,574,547	0	0
US5809161 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Australian Capital Territory, AU) Telstra Corporation Limited (Melbourne, AU)	0	0	7177448 / 7,076,085(Oak Ridge, TN) / 7,024,488 / 7,015,949	7,171,028

被引證廠商 影像專利	LSI Logic Corporation (Milpitas, CA)	Lucent Technologies Inc. (Murray Hill, NJ)	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. (Kadoma, JP)	Microsoft Corporation (Redmond, WA)
US6924832 Be Here Corporation (Fremont, CA)	0	0	0	7343289 / 7,260,257 / 7,259,784 / 7,184,609 / 7,149,367
US5537155 Motorola, Inc. (Schaumburg, IL)	5,796,434	5,764,283	0	7181072 / 7,162,091 / 7,154,951 / 7,139,313 / 7,072,396 / 6,937,657 / 6,707,852 / 6,639,945 / 6,584,226 / 6,571,016 / 6,473,461 / 6,404,923 / 6,349,152 / 6,317,459 / 6,118,817 / 6,115,420 / 6,067,322 / 5,903,673 /
US5761326 Minnesota Mining and Manufacturing Company (St. Paul, MN)	0	0	6,859,546	7162055 / 7,088,845 / 6,711,278 /

被引證廠商 影像專利	NEC Corporation (Tokyo, JP)	Nestor, Inc. (East Providence, RI)	Netuitive, Inc. (Alpharetta, GA)	Nippon Telegraph and Telephone Corporation (Tokyo, JP)
US5999877 Hitachi, Ltd. (Tokyo, JP)	0	6950789 / 6,760,06-Nestor Traffic Systems, Inc. (Providence, RI) / 6,754,663(Providence, RI) / 6,647,361(Providence, RI) /	0	0
US5809161 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Australian Capital Territory, AU) Telstra Corporation Limited (Melbourne, AU)	6,847,392	6950789-Nestor, Inc. (East Providence, RI) / 6,760,061-Nestor Traffic Systems, Inc. (Providence, RI) / 6,754,663-Nestor, Inc. (Providence, RI)	0	6766038 / 6996255
US5590217 Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. (Osaka, JP)	0	6950789 / 6,760,061-Nestor Traffic Systems, Inc. (Providence, RI) / 6,754,663 / 6,647,361 / 6,573,929	0	0
US5537155 Motorola, Inc. (Schaumburg, IL)	6014173 / 5,883,673 / 5,878,169 / 5,751,365 / 5,751,363	0	0	0
US5434927 Minnesota Mining and Manufacturing Company (St. Paul, MN)	0	6950789 / 6,754,663 (Providence, RI) / 6,760,061-Nestor Traffic Systems, Inc. (Providence, RI) / 6,647,361(Providence, RI)	6,216,119	0
	Nissan Motor Co., Ltd. (Kanagawa-Ken, JP)	Nokia Mobile Phones Limited (Espoo, FI)	Nortel Networks Limited (CA)	Northrop Grumman Corporation (Los Angeles, CA)
US5761326 Minnesota Mining and Manufacturing Company (St. Paul, MN)	0	0	0	7167127 / 7,081,849 / 5,884,294 /
	Panasonic Technologies, Inc. (Princeton, NJ)	PDK Technologies, LLC (Mission Viejo, CA)	PINC Solutions (Berkeley, CA)	Polycom, Inc. (Pleasanton, CA)
US6323898 Sony Corporation (Tokyo, JP)	0	0	7321305 / 7,321,305/ 7,236,091/	6,704,048

被引證廠商 影像專利	Sony Corporation (Tokyo, JP)	Southwest Research Institute (San Antonio, TX)	Sportvision, Inc. (New York, NY)	STMicroelectron ics Asia Pacific Pte. Ltd. (Singapore, SG)
US5991428 Kabushiki Kaisha Toshiba (Kawasaki, JP)	6501515-(1)Sony Corporation (Tokyo, JP) (2)Sony Electronics Inc. (Park Ridge, NJ) / 6,498,628-(1)Sony Corporation (Tokyo, JP) (2)Sony Electronics Inc. (Park Ridge, NJ)	0	0	0
US7130464 Sony Corporation (Tokyo, JP)	5835138 / 5,870,208 / 5,926,212 / 7,130,464 / 7,154,541	0	0	0

被引證廠商 影像專利	Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP)	Takata Corporation (Tokyo, JP)	Texas Instruments Incorporated (Dallas, TX)	The Insitu Group, Inc. (Bingen, WA)
US5590217 Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. (Osaka, JP)	6188778 / 6,075,874 / 5,999,635 /	0	0	0

被引證廠商 影像專利	Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha (Toyoto, JP)	TracBeam LLC (Golden, CO)	Transol PTY LTD (Melbourne, AU)	Traficon N.V. (Kortrijk, BE)
US5434927 Minnesota Mining and Manufacturing Company (St. Paul, MN)	0	7298327 / 7,274,332 / 6,952,181 / 6,249,252 / 6,236,365 (Longmont, CO)	0	0

(三) 影像式車輛偵測器技術發展分析

本研究從影像式車輛偵測器的表 2 與表 3 專利引證分析關係表中，利用專利引證與被引證關係可以看出影像式車輛偵測器的技術發展趨勢。

Fig. 4

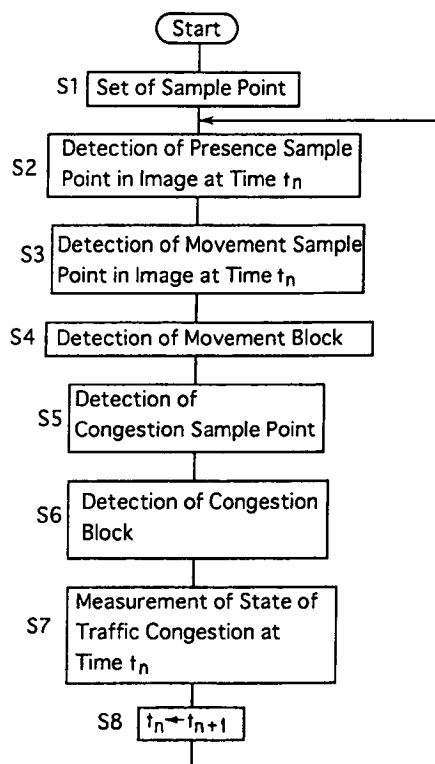


圖 3 車輛壅塞偵測流程圖

Sumitomo Electric Industries, Ltd (住友電工) 在美國專利 6,075,874 『Traffic congestion measuring method and apparatus and image processing method and apparatus』提及的主要技術內容為偵測道路的壅塞狀況。在此專利中利用預設的採樣點來偵測車輛的速度，其流程如上圖所示，首先設定影像中車道的採樣點，並記

錄偵測採樣點的車子移動時間，再減去下一個採樣點車子經過的時間來推斷。亦可設定車道偵測的長度來偵測壅塞的情況，如下圖所示。

Fig. 2

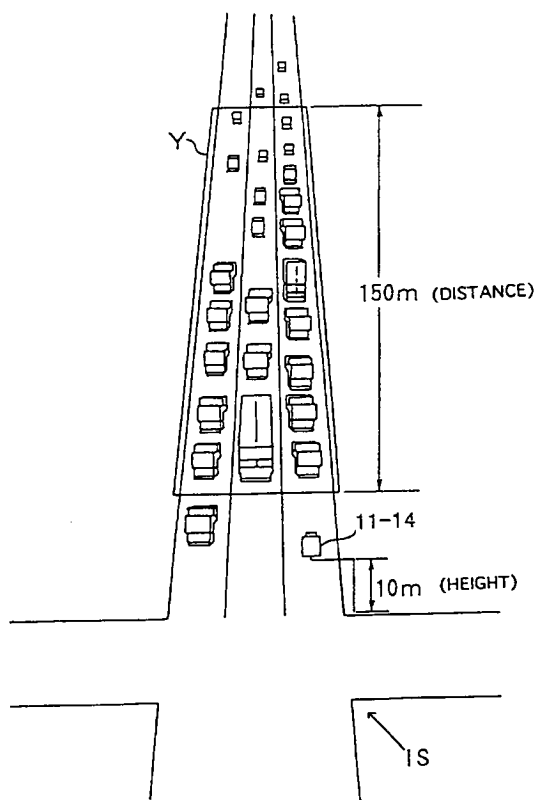


圖 4 車道長度設定示意圖

從引證關係中發現 Honda 應用 Sumitomo Electric Industries, Ltd 的專利技術在自身專利 US6987864，US6683969 中將原本放在路邊的影像式車輛偵測器改由放在車外，偵測外面周遭的環境。

相同應用 Sumitomo Electric Industries, Ltd 專利的 American Calcar Inc. 引證『Traffic congestion measuring method and apparatus and image processing method and apparatus』的專利次數高達 7 篇，包含專利 US7343165、US7,236,100、US6,924,748、US6,868,335、US6,529,824、US6,525,768 以及 US6,515,595。

American Calcar 公司的技術集中於交通資訊的處理，並跟個人的通訊裝置 personal communication device (PCD)與定位系統 GPS 結合，讓使用者可以透過偵測器所提供的及時資訊，並配合 GPS 傳送到個人通訊裝置上，讓使用者可以依據道路的壅塞狀況決定適合的最佳路徑。American Calcar 除了引證 Sumitomo Electric Industries, Ltd 的技術外，相同的技術也同時引證 Hitachi, Ltd.的技術。

與 American Calcar 相似的技術 International Business Machines Corporation (IBM) 也在此領域積極的佈局，其利用 Fujitsu Limited 的專利 US6137531『Detecting device for road monitoring』進行佈局。

IBM 在交通資訊應用的專利包含 US6885935『Use of vehicle permissions to control individual operator parameters in a hierarchical traffic control system』、US 6,681,175『Hierarchical traffic control system which includes vehicle roles and permissions』、US6,611,750『Hierarchical traffic control system』、US6,609,061『Method and system for allowing vehicles to negotiate roles and permission sets in a hierarchical traffic control system』、US6,580,997『Hierarchical traffic control system which includes vehicle roles and permissions』和 US 6,574,547『Use of vehicle permissions to control individual operator parameters in a hierarchical traffic control system』。

本研究亦從影像式車輛偵測器的被引證狀態發現 Nestor, Inc.

對影像式車輛偵測器的研究應用非常積極。Nestor, Inc.是一家由布朗大學(Brown university)的諾貝爾物理學得獎者 Leon Cooper 博士與校內教授 Charles Elbaum 博士共同成立的。Nestor, Inc.發展 CrossingGuard®的交通流量偵測的設備，將蒐集到的路況資訊經過整理後傳回交通控制系統中心。Nestor, Inc.引證 Hitachi, Ltd. 美國專利 5999877 『Traffic flow monitor apparatus』，如下圖所示，在 Traffic Flow Monitor Apparatus 以及 Traffic Event Accumulation Means 兩個模組中利用樣式比對『pattern-matching process』的方式更新交通流量的資訊，其參考的參數亦包含車道的寬度。

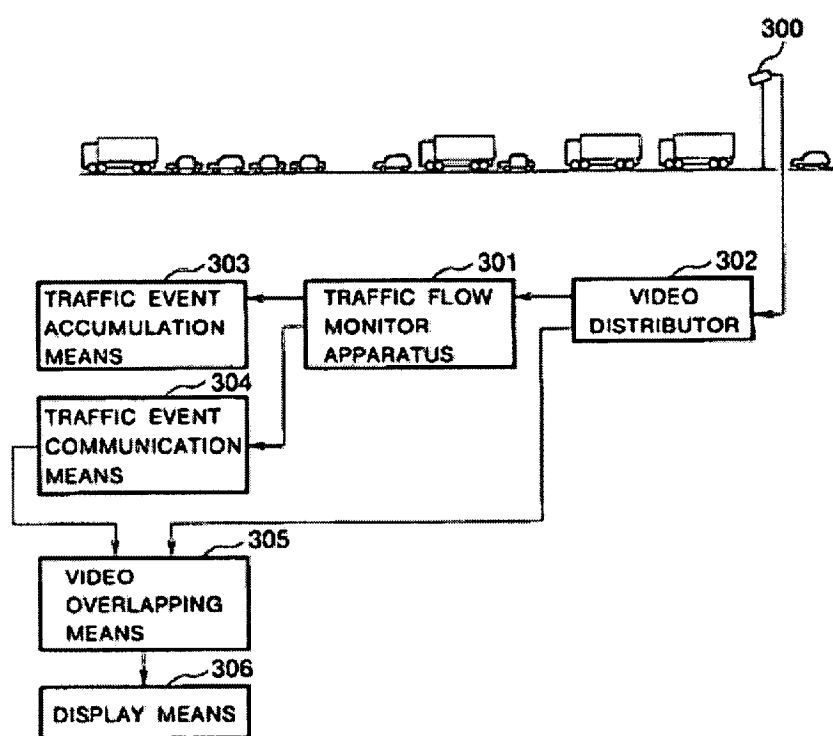


圖 5 Traffic flow monitor apparatus 流程圖

利用『pattern-matching process』的方式 Nestor, Inc.將追蹤的車輛記錄下來，並應用在違規紅燈、禁止左轉等取締。目前臺灣的違規取締大部分還是需要人力協助，不然就是在路面下埋設感應線圈進行偵測，然而 Nestor, Inc.可將影像車輛偵測器的技術應用在違規取締上並將違規的片斷傳回交通控制中心，以增加偵測器的附加價值。相關的引證專利包含 Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.的 US 5590217 『Vehicle activity measuring apparatus』和

Minnesota Mining and Manufacturing Company 的 US5434927 『Method and apparatus for machine vision classification and tracking』。

本研究透過引證關係圖表推測技術發展的概況，以下圖引證關係範例圖中美國專利 5999877「Traffic flow monitor apparatus」，Hitachi, Ltd.的專利為例，在美國專利（US）5999877 中所列舉的引證專利為圖中綠色區塊的專利，如專利號 US5739848、US5509082、US4847772、US5590217、US5313295、US5396283、US5598338、US5699056、US5847755 以及 US5509082，大部分仍以車輛偵測器的廠商為主，例如 Sumitomo Electric Industries、Matsushita Electric Industrial Co 以及 Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha。

引證關係範例圖中，US5999877 專利被引證關係為圖中藍色區塊的部分，如 US6587778，US6266608，US6760061，US6754663，US6647361，US7343165，US7236100，US6924748，US6868335，US6529824，US6525768，US6515595，US6148261，US6133853，US6522970，US6137531 等。

經過本研究整理後發現藍色區塊的廠商與綠色區塊的廠商有顯著地差異，相對於綠色區塊的廠商，大部分藍色區塊的廠商並非專注於交通監控領域，以 American Calcar 為例，其將此領域的技術結合 GPS 應用。

US5999877「Traffic flow monitor apparatus」的技術是主要在於影像式的車輛偵測方法，同時可利用此方法進行車流量的計算。「Traffic flow monitor apparatus」的引證技術中，仍以交通偵測技術為主，最早為 1987 年由 Regents of the University of Minnesota 提出「Vehicle detection through image processing for traffic surveillance and control」，而「Traffic flow monitor apparatus」的專利則是在 1997 年提出，本研究透過此訊息推估從 1987 到

1997 十年的時間，車輛偵測器仍持續在研發並進行產品的改良以及效率的提升。

然而從 US5999877 出發被引證的專利，以 American Calcar 的「GPS publication application server」為例，此專利在 2001 年申請，2008 年 3 月時核准。American Calcar 一系列的專利都以「Traffic flow monitor apparatus」為出發點並整合 GPS，其主要獨立項的內容為「提供以使用者資訊為主的道路搜尋方法，其方法包含：透過網際網路搜尋使用者指定到達的目的地；與使用者的行動裝置進行連線；透過使用者的行動裝置搜尋使用者目前的地理位置；儲存使用者所在地與目的地的路徑；提供使用者可能希望知道的額外資訊選單，並讓使用者進行點選，其額外資訊可包含使用者所在地的地理資訊、目的地的資訊；將使用者所在地與目的地的路徑與額外資訊一起傳回給使用者」。其中，額外資訊可包含目的地、所在地及中間路徑的交通資訊狀況。

依據上述資料的整理，本研究發現在 1987 年到 1997 年間車輛偵測器的研發成果已有相當的成熟度，以致於從 1997 到 2008 年間應用於車輛偵測器的方法與異業進行結合的專利數量便多，擴大車輛偵測器應用的市場規模。



圖 6 引證關係範例圖

(四) 影像式車輛偵測器技術競爭分析

從專利數量中分析廠商在 1998 年到 2006 年間的進場與退場時間，本研究發現比較早進入影像式車輛偵測器技術，而目前已經退場的廠商包含 Minnesota Mining and Manufacturing Company 和 Kabushiki Kaisha Toshiba，其中 Minnesota Mining and Manufacturing Company 在 2007 年 6 月正式將 Opticom Priority Control Systems 以及 Canoga Traffic Detection 的事業賣給 TorQuest Partner. 並成立新公司叫 Global Traffic Technologies LLC 繼續接手 Minnesota Mining and Manufacturing Company 的

技術。

較晚開始起步的公司包含臺灣的中華電信與韓國的 LG。而一直有持續技術開發的公司有 Sumitomo Electric Industries，其中專利 Traffic congestion measuring method and apparatus and image processing method and apparatus 還申請的歐洲許多國家，包含奧地利、澳洲、巴西、加拿大、德國、丹麥、日本、歐洲、西班牙、英國、以色列、挪威、波蘭、羅馬尼亞、蘇聯、美國、南非。

從檢索之專利權人可以看出，影像式車輛偵測器演算法的研發技術目前還掌握在幾家日本大廠內，這些廠商當中，影像式車輛偵測器廠商 Image Sensing System, Inc.在年度報表中就特別提到 Sumitomo Corporation、Matsushita Electric Industrial Co., Ltd、Siemens AG 以及 3M Corp 是相當值得注意的廠商，這些公司不但有影像偵測的技術，更有豐富的財務、技術、行銷通路等團隊及研發資源來支援產品的推展，上述廠商將會對目前的影像式偵測器廠商造成相當程度的威脅。

而另一家影像偵測器廠商 Iteris 也在年報中提出日本廠商 NEC Corporation 及 Hitachi Ltd.是相當值得注意的潛在競爭對手。

Minnesota Mining and Manufacturing Company 也就是現在的 3M Corp，其研發能力不可小覷，雖然它的專利數量不多，但是其專利被其他專案內相關專利引證的次數較多，在此技術領域屬於 Essential patent，然而它並不像其他公司一樣持續針對影像式車輛偵測器的演算法進行研發，所以 3M Corp 的專利年齡比較大。

University of Minnesota 所擁有的專利 US4,847,772 Vehicle detection through image processing for traffic surveillance and control，此項專利亦是車輛偵測器廠商 ISS 唯一授權保護的專利，雖然此項專利已經在 2007 年 2 月過期，但是由於此篇專利

被其他相關技術的引證數量多達 70 篇，專利家族涵蓋奧地利(AT123350)、德國(DE3802211、DE3853913)、歐洲專利局(EP0344208)、義大利(IT211680、IT8715104)、日本(JP1928161、JP2502947、JP6058074、JP63124267、JP63183234)、美國(US04823755、US04847772)以及世界專利局(WO8806326)，故此專利為 3M Corp 的專利外值得注意的 Essential patent。

除了 Minnesota Mining and Manufacturing Company，Kabushiki Kaisha Toshiba，Image Sensing System, Inc，Matsushita Electric Industrial，Siemens AG，Iteris，NEC Corporation，Hitachi Ltd.，Sumitomo Electric Industries，Nestor, Inc，American Calcar Inc.等電子電機廠商在影像式車輛偵測器上有積極地進行專利佈局外，許多新領域的產業如軟體、系統設備大廠 IBM、Microsoft、HP；汽車大廠如 Ford Global、Honda、Nissan；電信大廠如 NEC Corporation、LG、Motorola、Nokia Mobile Phones Limited、Samsung Electronic 以及臺灣的中華電信。

軟體、系統設備的廠商中，除 IBM 將車輛偵測器蒐集的交
通資訊應用到個人化裝置上，其他兩家廠商 Microsoft、HP 其
申請專利範圍集中於底層演算法的開發，提供計算速度較快。
一般路況導航會提供使用者電子地圖以及道路的指引，隨著時
間一久，使用者瞭解到周邊的環境後路況導航就失去其功能。
IBM 利用路況導航面臨的問題加上車輛偵測器所能蒐集到的資
訊進行整合，在提供道路的指引同時也把交通路況提供給駕駛
人以取到開車的最佳路徑，提升原路況導航的附加價值。以
US6,885,935 為例，專利的請求項總共有 7 項，主要獨立項的內
容為『1. A method for controlling a vehicle by a traffic control
system; the method comprising the steps of: (a) communicating a
permission for the vehicle to the traffic control system, wherein the
permission comprises parameters of operation for the vehicle; and
(b) taking appropriate action if the permission is violated, wherein
the appropriate action restricts use of the vehicle.』。其中步驟(a)的

permission 為使用者的路程規畫資訊，透過汽車的裝置將此資訊傳送給交通控制系統，在經過步驟(b)交通控制系統依據使用者傳送的資訊來決定使用者是否合適進入規劃中的路段。

(五) 影像車輛偵測器廠商專利佈局分析

檢索之影像式車輛偵測器廠商包含 ISS (產品 Autoscope)、Iteris、Siemens、Keon-a、Weiss-Eletronic 與 Traficon，其整理之專利比較表如下表 4 所示。

從表中可以看出與影像式車輛偵測器研發技術申請專利佈局較相近的廠商為 Siemens 和 Keon-a。

表 4 影像式車輛偵測器關鍵廠商專利比較表

廠商名稱	專利申請國別	技術重點
Iteris	德國、美國、日本 歐洲與世界專利局	<ol style="list-style-type: none"> 1. 利用軟體控制偵測影像的亮度，特別應用在車道偏移中移動物體的偵測（戴姆勒-克萊斯勒合作） 2. 容易組裝測試拆卸之車道偏移裝置 3. 利用影像濕度偵測，已確認是否要啟動雨刷 4. CMOS 硬體影像處理，解決外在環境光線的變化
Siemens	奧地利、加拿大、 德國、丹麥、歐洲、 西班牙、日本、美 國	<ol style="list-style-type: none"> 1. 即時且低成本的影像處理，可偵測壅塞狀況與異常事件 2. 車輛偵測可去除車輛產生陰影 3. 交通資訊之偵測 4. 純影像的處理
Keon-a	韓國	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車輛交通路況偵測方法
TRAFICON	美國、世界專利、 比利時	<ol style="list-style-type: none"> 1. 侵入式環狀線圈與其他偵測器（影像微波）的交通資訊連線與偵測 2. 不受天候光線影響之車輛辨識 3. 交通資訊偵測
Quixote	西班牙、美國、日 本、澳洲、挪威、 韓國、加拿大、紐 西蘭、世界專利、 臺灣、香港、歐洲 瑞士、法國	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高速公路防撞緩衝裝置 2. 高速公路安全設施

(六) 小結

在影像式車輛偵測器的技術演進中，發現將偵測器蒐集的資訊與個人行動裝置的整合，並計算旅行時間，尋找最快速的道路會是未來的重要趨勢。這項技術目前各方面都已經具備並已相當成熟，如個人導航裝置（GPS）與行動裝置、無線寬頻技術與車輛偵測技術，但是如何整合三項技術的廠商會是此技術成功的重要關鍵成功因素。

目前從影像式車輛偵測器的技術專利權人找出的答案是「系統資訊整合」的廠商，系統資訊整合大廠本身接觸到行動裝置、無線寬頻與車輛偵測技術的資訊處理機會很高，故藉由系統資訊大廠與三項技術的廠商進行合作，必能成功推出此系列的交通資訊服務。

附錄 E

雪山隧道長時測試流量報表

雪山隧道長時測試流量報表

地點：SST-5N-24+432

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月06日	15:00:00	684	521	1205	719	538	1257	-4.868	-3.160	-4.137
10月06日	16:00:00	698	532	1230	707	559	1266	-1.273	-4.830	-2.844
10月06日	17:00:00	714	539	1253	742	581	1323	-3.774	-7.229	-5.291
10月06日	18:00:00	514	389	903	553	429	982	-7.052	-9.324	-8.045
10月06日	19:00:00	443	366	809	460	385	845	-3.696	-4.935	-4.260
10月06日	20:00:00	326	254	580	335	273	608	-2.687	-6.960	-4.605
10月06日	21:00:00	262	225	487	279	227	506	-6.093	-0.881	-3.755
10月06日	22:00:00	214	201	415	228	210	438	-6.140	-4.286	-5.251
10月06日	23:00:00	123	127	250	132	135	267	-6.818	-5.926	-6.367
10月07日	00:00:00	79	105	184	87	107	194	-9.195	-1.869	-5.155
10月07日	01:00:00	71	84	155	72	81	153	-1.389	3.704	1.307
10月07日	02:00:00	42	59	101	49	54	103	-14.286	9.259	-1.942
10月07日	03:00:00	44	57	101	47	54	101	-6.383	5.556	0.000
10月07日	04:00:00	63	69	132	71	69	140	-11.268	0.000	-5.714
10月07日	05:00:00	103	96	199	106	86	192	-2.830	11.628	3.646
10月07日	06:00:00	264	195	459	232	185	417	13.793	5.405	10.072
10月07日	07:00:00	527	357	884	528	354	882	-0.189	0.847	0.227
10月07日	08:00:00	412	293	705	452	328	780	-8.850	-10.671	-9.615
10月07日	09:00:00	377	284	661	387	282	669	-2.584	0.709	-1.196
10月07日	10:00:00	337	290	627	351	294	645	-3.989	-1.361	-2.791
10月07日	11:00:00	338	265	603	350	276	626	-3.429	-3.986	-3.674
10月07日	12:00:00	445	362	807	446	346	792	-0.224	4.624	1.894
10月07日	13:00:00	392	666	1058	396	678	1074	-1.010	-1.770	-1.490
10月07日	14:00:00	566	470	1036	576	478	1054	-1.736	-1.674	-1.708
10月07日	15:00:00	630	515	1145	659	522	1181	-4.401	-1.341	-3.048
10月07日	16:00:00	662	539	1201	678	536	1214	-2.360	0.560	-1.071
10月07日	17:00:00	618	486	1104	641	511	1152	-3.588	-4.892	-4.167
10月07日	18:00:00	574	445	1019	610	462	1072	-5.902	-3.680	-4.944
10月07日	19:00:00	392	324	716	417	351	768	-5.995	-7.692	-6.771
10月07日	20:00:00	312	268	580	320	279	599	-2.500	-3.943	-3.172
10月07日	21:00:00	311	263	574	321	264	585	-3.115	-0.379	-1.880
10月07日	22:00:00	204	198	402	216	201	417	-5.556	-1.493	-3.597
10月07日	23:00:00	125	127	252	138	130	268	-9.420	-2.308	-5.970
10月08日	00:00:00	86	100	186	90	105	195	-4.444	-4.762	-4.615
10月08日	01:00:00	50	71	121	60	66	126	-16.667	7.576	-3.968
10月08日	02:00:00	33	39	72	41	39	80	-19.512	0.000	-10.000
10月08日	03:00:00	31	40	71	28	37	65	10.714	8.108	9.231
10月08日	04:00:00	51	63	114	56	62	118	-8.929	1.613	-3.390
10月08日	05:00:00	98	109	207	94	105	199	4.255	3.810	4.020
10月08日	06:00:00	319	217	536	294	205	499	8.503	5.854	7.415
10月08日	07:00:00	563	380	943	572	404	976	-1.573	-5.941	-3.381
10月08日	08:00:00	463	299	762	478	340	818	-3.138	-12.059	-6.846
10月08日	09:00:00	387	308	695	405	334	739	-4.444	-7.784	-5.954
10月08日	10:00:00	340	279	619	357	281	638	-4.762	-0.712	-2.978
10月08日	11:00:00	343	294	637	343	289	632	0.000	1.730	0.791
10月08日	12:00:00	426	332	758	429	357	786	-0.699	-7.003	-3.562
10月08日	13:00:00	554	423	977	574	424	998	-3.484	-0.236	-2.104
10月08日	14:00:00	597	453	1050	621	463	1084	-3.865	-2.160	-3.137
10月08日	15:00:00	637	500	1137	653	499	1152	-2.450	0.200	-1.302
10月08日	16:00:00	743	534	1277	755	559	1314	-1.589	-4.472	-2.816

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月08日	17:00:00	713	531	1244	736	567	1303	-3.125	-6.349	-4.528
10月08日	18:00:00	730	533	1263	752	555	1307	-2.926	-3.964	-3.366
10月08日	19:00:00	584	447	1031	611	471	1082	-4.419	-5.096	-4.713
10月08日	20:00:00	426	342	768	439	353	792	-2.961	-3.116	-3.030
10月08日	21:00:00	345	290	635	356	307	663	-3.090	-5.537	-4.223
10月08日	22:00:00	264	205	469	282	218	500	-6.383	-5.963	-6.200
10月08日	23:00:00	177	173	350	193	178	371	-8.290	-2.809	-5.660
10月09日	00:00:00	74	107	181	87	108	195	-14.943	-0.926	-7.179
10月09日	01:00:00	63	92	155	69	89	158	-8.696	3.371	-1.899
10月09日	02:00:00	31	48	79	29	46	75	6.897	4.348	5.333
10月09日	03:00:00	27	46	73	32	43	75	-15.625	6.977	-2.667
10月09日	04:00:00	60	55	115	63	56	119	-4.762	-1.786	-3.361
10月09日	05:00:00	96	95	191	95	93	188	1.053	2.151	1.596
10月09日	06:00:00	317	235	552	288	233	521	10.069	0.858	5.950
10月09日	07:00:00	576	395	971	576	416	992	0.000	-5.048	-2.117
10月09日	08:00:00	469	341	810	489	364	853	-4.090	-6.319	-5.041
10月09日	09:00:00	405	325	730	424	336	760	-4.481	-3.274	-3.947
10月09日	10:00:00	372	303	675	387	298	685	-3.876	1.678	-1.460
10月09日	11:00:00	426	340	766	441	339	780	-3.401	0.295	-1.795
10月09日	12:00:00	468	375	843	473	392	865	-1.057	-4.337	-2.543
10月09日	13:00:00	606	463	1069	622	501	1123	-2.572	-7.585	-4.809
10月09日	14:00:00	648	491	1139	648	508	1156	0.000	-3.346	-1.471
10月09日	15:00:00	766	566	1332	796	602	1398	-3.769	-5.980	-4.721
10月09日	16:00:00	853	639	1492	871	655	1526	-2.067	-2.443	-2.228
10月09日	17:00:00	1024	688	1712	1053	712	1765	-2.754	-3.371	-3.003
10月09日	18:00:00	872	609	1481	919	685	1604	-5.114	-11.095	-7.668
10月09日	19:00:00	715	548	1263	752	574	1326	-4.920	-4.530	-4.751
10月09日	20:00:00	576	429	1005	588	456	1044	-2.041	-5.921	-3.736
10月09日	21:00:00	541	375	916	549	394	943	-1.457	-4.822	-2.863
10月09日	22:00:00	426	352	778	447	372	819	-4.698	-5.376	-5.006
10月09日	23:00:00	275	254	529	296	267	563	-7.095	-4.869	-6.039
10月10日	00:00:00	238	221	459	246	231	477	-3.252	-4.329	-3.774
10月10日	01:00:00	147	151	298	161	158	319	-8.696	-4.430	-6.583
10月10日	02:00:00	96	99	195	98	97	195	-2.041	2.062	0.000
10月10日	03:00:00	70	110	180	79	108	187	-11.392	1.852	-3.743
10月10日	04:00:00	93	104	197	92	99	191	1.087	5.051	3.141
10月10日	05:00:00	161	149	310	152	147	299	5.921	1.361	3.679
10月10日	06:00:00	278	229	507	275	239	514	1.091	-4.184	-1.362
10月10日	07:00:00	370	291	661	388	322	710	-4.639	-9.627	-6.901
10月10日	08:00:00	435	325	760	408	331	739	6.618	-1.813	2.842
10月10日	09:00:00	593	462	1055	607	462	1069	-2.306	0.000	-1.310
10月10日	10:00:00	685	521	1206	698	544	1242	-1.862	-4.228	-2.899
10月10日	11:00:00	587	457	1044	623	489	1112	-5.778	-6.544	-6.115
10月10日	12:00:00	532	425	957	521	421	942	2.111	0.950	1.592
10月10日	13:00:00	728	562	1290	725	583	1308	0.414	-3.602	-1.376
10月10日	14:00:00	718	604	1322	736	629	1365	-2.446	-3.975	-3.150
10月10日	15:00:00	952	708	1660	929	722	1651	2.476	-1.939	0.545
10月10日	16:00:00	961	759	1720	1006	791	1797	-4.473	-4.046	-4.285
10月10日	17:00:00	1081	850	1931	1097	887	1984	-1.459	-4.171	-2.671
10月10日	18:00:00	1023	832	1855	1048	857	1905	-2.385	-2.917	-2.625
10月10日	19:00:00	1144	898	2042	1149	941	2090	-0.435	-4.570	-2.297
10月10日	20:00:00	1118	971	2089	1196	1037	2233	-6.522	-6.365	-6.449

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月10日	21:00:00	925	967	1892	1209	1068	2277	-23.490	-9.457	-16.908
10月10日	22:00:00	799	781	1580	1053	879	1932	-24.122	-11.149	-18.219
10月10日	23:00:00	463	402	865	532	440	972	-12.970	-8.636	-11.008
10月11日	00:00:00	363	298	661	373	318	691	-2.681	-6.289	-4.342
10月11日	01:00:00	180	172	352	202	183	385	-10.891	-6.011	-8.571
10月11日	02:00:00	116	124	240	105	115	220	10.476	7.826	9.091
10月11日	03:00:00	84	97	181	104	106	210	-19.231	-8.491	-13.810
10月11日	04:00:00	87	109	196	91	93	184	-4.396	17.204	6.522
10月11日	05:00:00	179	169	348	175	155	330	2.286	9.032	5.455
10月11日	06:00:00	250	207	457	246	215	461	1.626	-3.721	-0.868
10月11日	07:00:00	409	326	735	419	347	766	-2.387	-6.052	-4.047
10月11日	08:00:00	445	369	814	443	376	819	0.451	-1.862	-0.611
10月11日	09:00:00	559	460	1019	586	479	1065	-4.608	-3.967	-4.319
10月11日	10:00:00	708	554	1262	683	561	1244	3.660	-1.248	1.447
10月11日	11:00:00	747	566	1313	763	577	1340	-2.097	-1.906	-2.015
10月11日	12:00:00	689	565	1254	694	576	1270	-0.720	-1.910	-1.260
10月11日	13:00:00	956	748	1704	955	761	1716	0.105	-1.708	-0.699
10月11日	14:00:00	1172	972	2144	1213	993	2206	-3.380	-2.115	-2.811
10月11日	15:00:00	1117	960	2077	1165	988	2153	-4.120	-2.834	-3.530
10月11日	16:00:00	990	957	1947	1096	1065	2161	-9.672	-10.141	-9.903
10月11日	17:00:00	1081	801	1882	1041	994	2035	3.842	-19.416	-7.518
10月11日	18:00:00	919	912	1831	1066	902	1968	-13.790	1.109	-6.961
10月11日	19:00:00	1077	1048	2125	1100	1106	2206	-2.091	-5.244	-3.672
10月11日	20:00:00	1055	1037	2092	1108	1123	2231	-4.783	-7.658	-6.230
10月11日	21:00:00	1105	905	2010	1017	1019	2036	8.653	-11.187	-1.277
10月11日	22:00:00	1187	934	2121	1009	1009	2018	17.641	-7.433	5.104
10月11日	23:00:00	1021	925	1946	977	1006	1983	4.504	-8.052	-1.866
10月12日	00:00:00	801	910	1711	776	964	1740	3.222	-5.602	-1.667
10月12日	01:00:00	398	290	688	414	306	720	-3.865	-5.229	-4.444
10月12日	02:00:00	175	182	357	197	190	387	-11.168	-4.211	-7.752
10月12日	03:00:00	102	129	231	114	134	248	-10.526	-3.731	-6.855
10月12日	04:00:00	129	139	268	128	134	262	0.781	3.731	2.290
10月12日	05:00:00	195	190	385	193	180	373	1.036	5.556	3.217
10月12日	06:00:00	302	234	536	300	252	552	0.667	-7.143	-2.899
10月12日	07:00:00	504	375	879	482	376	858	4.564	-0.266	2.448
10月12日	08:00:00	721	572	1293	714	575	1289	0.980	-0.522	0.310
10月12日	09:00:00	1136	856	1992	1091	884	1975	4.125	-3.167	0.861
10月12日	10:00:00	1204	1072	2276	1211	1121	2332	-0.578	-4.371	-2.401
10月12日	11:00:00	1097	1063	2160	1144	1154	2298	-4.108	-7.886	-6.005
10月12日	12:00:00	1085	1014	2099	1092	1033	2125	-0.641	-1.839	-1.224
10月12日	13:00:00	1100	961	2061	1049	1031	2080	4.862	-6.790	-0.913
10月12日	14:00:00	1058	912	1970	1057	1071	2128	0.095	-14.846	-7.425
10月12日	15:00:00	1027	664	1691	1037	719	1756	-0.964	-7.650	-3.702
10月12日	16:00:00	912	667	1579	981	864	1845	-7.034	-22.801	-14.417
10月12日	17:00:00	1128	891	2019	1039	1097	2136	8.566	-18.778	-5.478
10月12日	18:00:00	1176	959	2135	1102	1071	2173	6.715	-10.458	-1.749
10月12日	19:00:00	894	960	1854	938	1130	2068	-4.691	-15.044	-10.348
10月12日	20:00:00	877	953	1830	900	1054	1954	-2.556	-9.583	-6.346
10月12日	21:00:00	1025	773	1798	1032	813	1845	-0.678	-4.920	-2.547
10月12日	22:00:00	822	623	1445	867	683	1550	-5.190	-8.785	-6.774
10月12日	23:00:00	552	441	993	580	460	1040	-4.828	-4.130	-4.519
10月13日	00:00:00	315	247	562	346	253	599	-8.960	-2.372	-6.177

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月13日	01:00:00	143	136	279	150	148	298	-4.667	-8.108	-6.376
10月13日	02:00:00	87	96	183	92	98	190	-5.435	-2.041	-3.684
10月13日	03:00:00	50	65	115	58	65	123	-13.793	0.000	-6.504
10月13日	04:00:00	97	98	195	85	90	175	14.118	8.889	11.429
10月13日	05:00:00	292	206	498	265	189	454	10.189	8.995	9.692
10月13日	06:00:00	601	402	1003	617	426	1043	-2.593	-5.634	-3.835
10月13日	07:00:00	883	577	1460	908	639	1547	-2.753	-9.703	-5.624
10月13日	08:00:00	602	401	1003	609	442	1051	-1.149	-9.276	-4.567
10月13日	09:00:00	499	354	853	509	390	899	-1.965	-9.231	-5.117
10月13日	10:00:00	413	349	762	440	374	814	-6.136	-6.684	-6.388
10月13日	11:00:00	466	354	820	487	377	864	-4.312	-6.101	-5.093
10月13日	12:00:00	446	344	790	465	363	828	-4.086	-5.234	-4.589
10月13日	13:00:00	593	457	1050	629	487	1116	-5.723	-6.160	-5.914
10月13日	14:00:00	694	466	1160	730	566	1296	-4.932	-17.668	-10.494
10月13日	15:00:00	MISS	MISS	MISS	789	604	1393	MISS	MISS	MISS
10月13日	16:00:00	852	615	1467	876	643	1519	-2.740	-4.355	-3.423
10月13日	17:00:00	802	576	1378	830	613	1443	-3.373	-6.036	-4.505
10月13日	18:00:00	695	512	1207	740	576	1316	-6.081	-11.111	-8.283
10月13日	19:00:00	528	392	920	561	432	993	-5.882	-9.259	-7.351
10月13日	20:00:00	447	347	794	453	370	823	-1.325	-6.216	-3.524
10月13日	21:00:00	553	35	588	556	58	614	ERROR	ERROR	ERROR
10月13日	22:00:00	421	10	431	447	3	450	ERROR	ERROR	ERROR
10月13日	23:00:00	260	9	269	294	0	294	ERROR	ERROR	ERROR
10月14日	00:00:00	184	9	193	201	2	203	ERROR	ERROR	ERROR
10月14日	01:00:00	120	10	130	137	0	137	ERROR	ERROR	ERROR
10月14日	02:00:00	78	7	85	80	0	80	ERROR	ERROR	ERROR
10月14日	03:00:00	71	4	75	79	1	80	ERROR	ERROR	ERROR
10月14日	04:00:00	123	15	138	142	2	144	ERROR	ERROR	ERROR
10月14日	05:00:00	190	15	205	166	9	175	ERROR	ERROR	ERROR
10月14日	06:00:00	342	185	527	338	171	509	1.183	8.187	3.536
10月14日	07:00:00	580	385	965	576	405	981	0.694	-4.938	-1.631
10月14日	08:00:00	446	287	733	476	342	818	-6.303	-16.082	-10.391
10月14日	09:00:00	386	296	682	372	302	674	3.763	-1.987	1.187
10月14日	10:00:00	351	269	620	368	282	650	-4.620	-4.610	-4.615
10月14日	11:00:00	390	330	720	402	331	733	-2.985	-0.302	-1.774
10月14日	12:00:00	443	349	792	452	367	819	-1.991	-4.905	-3.297
10月14日	13:00:00	515	430	945	544	447	991	-5.331	-3.803	-4.642
10月14日	14:00:00	620	493	1113	612	496	1108	1.307	-0.605	0.451
10月14日	15:00:00	613	486	1099	651	526	1177	-5.837	-7.605	-6.627
10月14日	16:00:00	697	544	1241	722	585	1307	-3.463	-7.009	-5.050
10月14日	17:00:00	679	508	1187	619	470	1089	9.693	8.085	8.999
10月14日	18:00:00	582	433	1015	553	415	968	5.244	4.337	4.855
10月14日	19:00:00	340	422	762	350	410	760	-2.857	2.927	0.263
10月14日	20:00:00	337	306	643	302	294	596	11.589	4.082	7.886
10月14日	21:00:00	294	259	553	313	264	577	-6.070	-1.894	-4.159
10月14日	22:00:00	230	186	416	231	187	418	-0.433	-0.535	-0.478
10月14日	23:00:00	111	144	255	107	139	246	3.738	3.597	3.659
10月15日	00:00:00	77	84	161	84	90	174	-8.333	-6.667	-7.471
10月15日	01:00:00	37	63	100	47	64	111	-21.277	-1.563	-9.910
10月15日	02:00:00	39	41	80	38	39	77	2.632	5.128	3.896
10月15日	03:00:00	30	54	84	33	48	81	-9.091	12.500	3.704
10月15日	04:00:00	50	74	124	43	63	106	16.279	17.460	16.981

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月15日	05:00:00	112	85	197	105	84	189	6.667	1.190	4.233
10月15日	06:00:00	298	207	505	259	197	456	15.058	5.076	10.746
10月15日	07:00:00	564	375	939	583	417	1000	-3.259	-10.072	-6.100
10月15日	08:00:00	440	300	740	455	338	793	-3.297	-11.243	-6.683
10月15日	09:00:00	411	315	726	426	326	752	-3.521	-3.374	-3.457
10月15日	10:00:00	348	257	605	360	265	625	-3.333	-3.019	-3.200
10月15日	11:00:00	320	294	614	332	308	640	-3.614	-4.545	-4.063
10月15日	12:00:00	411	319	730	407	309	716	0.983	3.236	1.955
10月15日	13:00:00	539	427	966	540	441	981	-0.185	-3.175	-1.529
10月15日	14:00:00	595	466	1061	648	501	1149	-8.179	-6.986	-7.659
10月15日	15:00:00	654	496	1150	639	497	1136	2.347	-0.201	1.232
10月15日	16:00:00	766	528	1294	795	550	1345	-3.648	-4.000	-3.792
10月15日	17:00:00	909	515	1424	932	563	1495	-2.468	-8.526	-4.749
10月15日	18:00:00	627	464	1091	684	532	1216	-8.333	-12.782	-10.280
10月15日	19:00:00	621	229	850	603	277	880	2.985	-17.329	-3.409
10月15日	20:00:00	684	13	697	755	1	756	ERROR	ERROR	ERROR
10月15日	21:00:00	527	15	542	577	5	582	ERROR	ERROR	ERROR
10月15日	22:00:00	426	11	437	478	0	478	ERROR	ERROR	ERROR
10月15日	23:00:00	254	8	262	264	0	264	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	00:00:00	172	9	181	197	0	197	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	01:00:00	107	6	113	122	2	124	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	02:00:00	77	6	83	89	0	89	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	03:00:00	70	5	75	79	2	81	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	04:00:00	94	29	123	118	12	130	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	05:00:00	117	102	219	103	92	195	13.592	10.870	12.308
10月16日	06:00:00	333	209	542	303	209	512	9.901	0.000	5.859
10月16日	07:00:00	565	380	945	606	407	1013	-6.766	-6.634	-6.713
10月16日	08:00:00	441	326	767	456	354	810	-3.289	-7.910	-5.309
10月16日	09:00:00	396	306	702	421	347	768	-5.938	-11.816	-8.594
10月16日	10:00:00	346	277	623	349	297	646	-0.860	-6.734	-3.560
10月16日	11:00:00	384	313	697	394	325	719	-2.538	-3.692	-3.060
10月16日	12:00:00	450	356	806	455	373	828	-1.099	-4.558	-2.657
10月16日	13:00:00	566	459	1025	576	484	1060	-1.736	-5.165	-3.302
10月16日	14:00:00	638	517	1155	635	540	1175	0.472	-4.259	-1.702
10月16日	15:00:00	656	510	1166	695	535	1230	-5.612	-4.673	-5.203
10月16日	16:00:00	752	535	1287	753	550	1303	-0.133	-2.727	-1.228
10月16日	17:00:00	705	505	1210	738	547	1285	-4.472	-7.678	-5.837
10月16日	18:00:00	593	445	1038	626	475	1101	-5.272	-6.316	-5.722
10月16日	19:00:00	474	349	823	478	379	857	-0.837	-7.916	-3.967
10月16日	20:00:00	516	113	629	568	136	704	-9.155	-16.912	-10.653
10月16日	21:00:00	533	19	552	579	2	581	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	22:00:00	441	14	455	487	3	490	ERROR	ERROR	ERROR
10月16日	23:00:00	281	14	295	286	0	286	ERROR	ERROR	ERROR
10月17日	00:00:00	202	5	207	219	0	219	ERROR	ERROR	ERROR
10月17日	01:00:00	113	11	124	135	0	135	ERROR	ERROR	ERROR
10月17日	02:00:00	79	9	88	83	4	87	ERROR	ERROR	ERROR
10月17日	03:00:00	34	30	64	42	19	61	ERROR	ERROR	ERROR
10月17日	04:00:00	61	57	118	69	66	135	-11.594	-13.636	-12.593
10月17日	05:00:00	112	94	206	103	90	193	8.738	4.444	6.736
10月17日	06:00:00	289	233	522	272	222	494	6.250	4.955	5.668
10月17日	07:00:00	565	374	939	556	412	968	1.619	-9.223	-2.996
10月17日	08:00:00	444	337	781	469	361	830	-5.330	-6.648	-5.904

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月17日	09:00:00	348	290	638	377	321	698	-7.692	-9.657	-8.596
10月17日	10:00:00	171	132	303	175	146	321	-2.286	-9.589	-5.607
10月17日	11:00:00	759	153	912	776	45	821	-2.191	240.000	11.084
10月17日	12:00:00	461	344	805	513	389	902	-10.136	-11.568	-10.754
10月17日	13:00:00	601	431	1032	642	453	1095	-6.386	-4.857	-5.753
10月17日	14:00:00	628	480	1108	648	501	1149	-3.086	-4.192	-3.568
10月17日	15:00:00	819	598	1417	826	617	1443	-0.847	-3.079	-1.802
10月17日	16:00:00	913	611	1524	937	706	1643	-2.561	-13.456	-7.243
10月17日	17:00:00	905	639	1544	942	689	1631	-3.928	-7.257	-5.334
10月17日	18:00:00	765	532	1297	790	598	1388	-3.165	-11.037	-6.556
10月17日	19:00:00	605	450	1055	617	493	1110	-1.945	-8.722	-4.955
10月17日	20:00:00	631	428	1059	643	463	1106	-1.866	-7.559	-4.250
10月17日	21:00:00	449	344	793	473	390	863	-5.074	-11.795	-8.111
10月17日	22:00:00	329	267	596	351	300	651	-6.268	-11.000	-8.449
10月17日	23:00:00	237	200	437	250	219	469	-5.200	-8.676	-6.823
10月18日	00:00:00	160	147	307	173	157	330	-7.514	-6.369	-6.970
10月18日	01:00:00	106	120	226	98	117	215	8.163	2.564	5.116
10月18日	02:00:00	79	82	161	82	84	166	-3.659	-2.381	-3.012
10月18日	03:00:00	72	116	188	74	107	181	-2.703	8.411	3.867
10月18日	04:00:00	76	85	161	83	92	175	-8.434	-7.609	-8.000
10月18日	05:00:00	134	121	255	139	121	260	-3.597	0.000	-1.923
10月18日	06:00:00	290	221	511	298	225	523	-2.685	-1.778	-2.294
10月18日	07:00:00	453	333	786	437	359	796	3.661	-7.242	-1.256
10月18日	08:00:00	456	360	816	473	401	874	-3.594	-10.224	-6.636
10月18日	09:00:00	564	394	958	552	394	946	2.174	0.000	1.268
10月18日	10:00:00	597	447	1044	608	482	1090	-1.809	-7.261	-4.220
10月18日	11:00:00	606	452	1058	628	471	1099	-3.503	-4.034	-3.731
10月18日	12:00:00	622	473	1095	605	471	1076	2.810	0.425	1.766
10月18日	13:00:00	870	644	1514	876	663	1539	-0.685	-2.866	-1.624
10月18日	14:00:00	966	772	1738	1016	814	1830	-4.921	-5.160	-5.027
10月18日	15:00:00	1040	822	1862	1043	845	1888	-0.288	-2.722	-1.377
10月18日	16:00:00	1071	845	1916	1114	929	2043	-3.860	-9.042	-6.216
10月18日	17:00:00	1127	876	2003	1176	968	2144	-4.167	-9.504	-6.576
10月18日	18:00:00	1064	794	1858	1088	922	2010	-2.206	-13.883	-7.562
10月18日	19:00:00	1053	783	1836	1073	858	1931	-1.864	-8.741	-4.920
10月18日	20:00:00	982	757	1739	1006	812	1818	-2.386	-6.773	-4.345
10月18日	21:00:00	1022	789	1811	1073	850	1923	-4.753	-7.176	-5.824
10月18日	22:00:00	712	563	1275	752	605	1357	-5.319	-6.942	-6.043
10月18日	23:00:00	493	413	906	522	449	971	-5.556	-8.018	-6.694
10月19日	00:00:00	279	240	519	298	252	550	-6.376	-4.762	-5.636
10月19日	01:00:00	161	156	317	175	159	334	-8.000	-1.887	-5.090
10月19日	02:00:00	114	106	220	122	106	228	-6.557	0.000	-3.509
10月19日	03:00:00	92	113	205	95	106	201	-3.158	6.604	1.990
10月19日	04:00:00	93	102	195	103	100	203	-9.709	2.000	-3.941
10月19日	05:00:00	158	129	287	154	123	277	2.597	4.878	3.610
10月19日	06:00:00	240	198	438	232	198	430	3.448	0.000	1.860
10月19日	07:00:00	339	299	638	350	331	681	-3.143	-9.668	-6.314
10月19日	08:00:00	476	335	811	469	346	815	1.493	-3.179	-0.491
10月19日	09:00:00	658	498	1156	654	512	1166	0.612	-2.734	-0.858
10月19日	10:00:00	865	647	1512	845	629	1474	2.367	2.862	2.578
10月19日	11:00:00	907	659	1566	939	715	1654	-3.408	-7.832	-5.320
10月19日	12:00:00	1017	749	1766	1007	763	1770	0.993	-1.835	-0.226

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月19日	13:00:00	1153	983	2136	1192	1010	2202	-3.272	-2.673	-2.997
10月19日	14:00:00	1053	972	2025	1107	1066	2173	-4.878	-8.818	-6.811
10月19日	15:00:00	960	929	1889	1013	1009	2022	-5.232	-7.929	-6.578
10月19日	16:00:00	838	733	1571	1103	794	1897	-24.025	-7.683	-17.185
10月19日	17:00:00	1094	990	2084	1166	1173	2339	-6.175	-15.601	-10.902
10月19日	18:00:00	1080	977	2057	1137	1132	2269	-5.013	-13.693	-9.343
10月19日	19:00:00	1145	1008	2153	1168	1133	2301	-1.969	-11.033	-6.432
10月19日	20:00:00	1142	1019	2161	1194	1159	2353	-4.355	-12.079	-8.160
10月19日	21:00:00	1055	820	1875	1094	925	2019	-3.565	-11.351	-7.132
10月19日	22:00:00	693	538	1231	722	590	1312	-4.017	-8.814	-6.174
10月19日	23:00:00	365	278	643	406	313	719	-10.099	-11.182	-10.570
10月20日	00:00:00	194	172	366	206	176	382	-5.825	-2.273	-4.188
10月20日	01:00:00	75	99	174	92	116	208	-18.478	-14.655	-16.346
10月20日	02:00:00	55	65	120	53	58	111	3.774	12.069	8.108
10月20日	03:00:00	39	59	98	45	60	105	-13.333	-1.667	-6.667
10月20日	04:00:00	73	83	156	72	75	147	1.389	10.667	6.122
10月20日	05:00:00	222	174	396	211	163	374	5.213	6.748	5.882
10月20日	06:00:00	600	386	986	561	367	928	6.952	5.177	6.250
10月20日	07:00:00	826	512	1338	844	576	1420	-2.133	-11.111	-5.775
10月20日	08:00:00	589	387	976	629	425	1054	-6.359	-8.941	-7.400
10月20日	09:00:00	427	342	769	445	368	813	-4.045	-7.065	-5.412
10月20日	10:00:00	412	314	726	432	320	752	-4.630	-1.875	-3.457
10月20日	11:00:00	435	377	812	432	373	805	0.694	1.072	0.870
10月20日	12:00:00	492	367	859	502	380	882	-1.992	-3.421	-2.608
10月20日	13:00:00	593	428	1021	594	436	1030	-0.168	-1.835	-0.874
10月20日	14:00:00	MISS	MISS	MISS	744	561	1305	MISS	MISS	MISS
10月20日	15:00:00	810	586	1396	823	613	1436	-1.580	-4.405	-2.786
10月20日	16:00:00	888	625	1513	894	637	1531	-0.671	-1.884	-1.176
10月20日	17:00:00	872	622	1494	919	696	1615	-5.114	-10.632	-7.492
10月20日	18:00:00	728	547	1275	765	599	1364	-4.837	-8.681	-6.525
10月20日	19:00:00	561	417	978	602	480	1082	-6.811	-13.125	-9.612
10月20日	20:00:00	214	557	771	264	587	851	-18.939	-5.111	-9.401
10月20日	21:00:00	2	633	635	4	653	657	ERROR	ERROR	ERROR
10月20日	22:00:00	2	485	487	1	508	509	ERROR	ERROR	ERROR
10月20日	23:00:00	1	317	318	1	338	339	ERROR	ERROR	ERROR
10月21日	00:00:00	2	183	185	0	204	204	ERROR	ERROR	ERROR
10月21日	01:00:00	0	154	154	0	166	166	ERROR	ERROR	ERROR
10月21日	02:00:00	0	120	120	1	120	121	ERROR	ERROR	ERROR
10月21日	03:00:00	0	104	104	0	105	105	0.000	-0.952	-0.952
10月21日	04:00:00	3	121	124	4	125	129	-25.000	-3.200	-3.876
10月21日	05:00:00	127	93	220	110	97	207	15.455	-4.124	6.280
10月21日	06:00:00	305	221	526	284	216	500	7.394	2.315	5.200
10月21日	07:00:00	588	372	960	584	400	984	0.685	-7.000	-2.439
10月21日	08:00:00	472	307	779	510	337	847	-7.451	-8.902	-8.028
10月21日	09:00:00	383	321	704	397	320	717	-3.526	0.313	-1.813
10月21日	10:00:00	357	301	658	376	328	704	-5.053	-8.232	-6.534
10月21日	11:00:00	359	298	657	372	299	671	-3.495	-0.334	-2.086
10月21日	12:00:00	401	337	738	417	342	759	-3.837	-1.462	-2.767
10月21日	13:00:00	610	465	1075	599	458	1057	1.836	1.528	1.703
10月21日	14:00:00	644	514	1158	663	544	1207	-2.866	-5.515	-4.060
10月21日	15:00:00	712	555	1267	741	575	1316	-3.914	-3.478	-3.723
10月21日	16:00:00	779	574	1353	820	631	1451	-5.000	-9.033	-6.754

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月21日	17:00:00	825	583	1408	846	617	1463	-2.482	-5.511	-3.759
10月21日	18:00:00	691	512	1203	734	558	1292	-5.858	-8.244	-6.889
10月21日	19:00:00	485	387	872	518	419	937	-6.371	-7.637	-6.937
10月21日	20:00:00	404	343	747	413	379	792	-2.179	-9.499	-5.682
10月21日	21:00:00	327	265	592	343	273	616	-4.665	-2.930	-3.896
10月21日	22:00:00	264	237	501	282	258	540	-6.383	-8.140	-7.222
10月21日	23:00:00	156	142	298	175	142	317	-10.857	0.000	-5.994
10月22日	00:00:00	96	114	210	109	114	223	-11.927	0.000	-5.830
10月22日	01:00:00	60	79	139	63	80	143	-4.762	-1.250	-2.797
10月22日	02:00:00	42	54	96	50	55	105	-16.000	-1.818	-8.571
10月22日	03:00:00	29	55	84	32	49	81	-9.375	12.245	3.704
10月22日	04:00:00	92	40	132	96	36	132	-4.167	11.111	0.000
10月22日	05:00:00	122	91	213	109	89	198	11.927	2.247	7.576
10月22日	06:00:00	295	236	531	268	221	489	10.075	6.787	8.589
10月22日	07:00:00	591	405	996	597	436	1033	-1.005	-7.110	-3.582
10月22日	08:00:00	448	313	761	482	330	812	-7.054	-5.152	-6.281
10月22日	09:00:00	357	270	627	373	277	650	-4.290	-2.527	-3.538
10月22日	10:00:00	364	281	645	371	294	665	-1.887	-4.422	-3.008
10月22日	11:00:00	356	283	639	369	289	658	-3.523	-2.076	-2.888
10月22日	12:00:00	402	332	734	403	351	754	-0.248	-5.413	-2.653
10月22日	13:00:00	515	428	943	544	454	998	-5.331	-5.727	-5.511
10月22日	14:00:00	625	519	1144	637	507	1144	-1.884	2.367	0.000
10月22日	15:00:00	718	549	1267	736	579	1315	-2.446	-5.181	-3.650
10月22日	16:00:00	805	601	1406	837	643	1480	-3.823	-6.532	-5.000
10月22日	17:00:00	862	624	1486	863	661	1524	-0.116	-5.598	-2.493
10月22日	18:00:00	721	494	1215	739	516	1255	-2.436	-4.264	-3.187
10月22日	19:00:00	517	375	892	553	427	980	-6.510	-12.178	-8.980
10月22日	20:00:00	446	324	770	471	346	817	-5.308	-6.358	-5.753
10月22日	21:00:00	366	278	644	376	288	664	-2.660	-3.472	-3.012
10月22日	22:00:00	285	219	504	307	231	538	-7.166	-5.195	-6.320
10月22日	23:00:00	132	148	280	143	154	297	-7.692	-3.896	-5.724
10月23日	00:00:00	99	99	198	102	103	205	-2.941	-3.883	-3.415
10月23日	01:00:00	54	77	131	63	82	145	-14.286	-6.098	-9.655
10月23日	02:00:00	39	54	93	43	51	94	-9.302	5.882	-1.064
10月23日	03:00:00	48	51	99	52	51	103	-7.692	0.000	-3.883
10月23日	04:00:00	52	71	123	68	71	139	-23.529	0.000	-11.511
10月23日	05:00:00	129	101	230	126	86	212	2.381	17.442	8.491
10月23日	06:00:00	310	251	561	243	210	453	27.572	19.524	23.841
10月23日	07:00:00	572	391	963	575	400	975	-0.522	-2.250	-1.231
10月23日	08:00:00	460	315	775	456	328	784	0.877	-3.963	-1.148
10月23日	09:00:00	338	304	642	360	333	693	-6.111	-8.709	-7.359
10月23日	10:00:00	353	288	641	364	296	660	-3.022	-2.703	-2.879
10月23日	11:00:00	358	310	668	377	332	709	-5.040	-6.627	-5.783
10月23日	12:00:00	441	330	771	420	345	765	5.000	-4.348	0.784
10月23日	13:00:00	619	324	943	642	338	980	-3.583	-4.142	-3.776
10月23日	14:00:00	643	465	1108	613	472	1085	4.894	-1.483	2.120
10月23日	15:00:00	696	554	1250	700	539	1239	-0.571	2.783	0.888
10月23日	16:00:00	759	568	1327	791	592	1383	-4.046	-4.054	-4.049
10月23日	17:00:00	813	615	1428	834	667	1501	-2.518	-7.796	-4.863
10月23日	18:00:00	662	494	1156	723	561	1284	-8.437	-11.943	-9.969
10月23日	19:00:00	436	346	782	458	377	835	-4.803	-8.223	-6.347
10月23日	20:00:00	424	341	765	434	350	784	-2.304	-2.571	-2.423

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月23日	21:00:00	359	285	644	373	295	668	-3.753	-3.390	-3.593
10月23日	22:00:00	249	214	463	279	236	515	-10.753	-9.322	-10.097
10月23日	23:00:00	132	126	258	156	149	305	-15.385	-15.436	-15.410
10月24日	00:00:00	87	106	193	92	106	198	-5.435	0.000	-2.525
10月24日	01:00:00	59	76	135	62	81	143	-4.839	-6.173	-5.594
10月24日	02:00:00	37	43	80	43	41	84	-13.953	4.878	-4.762
10月24日	03:00:00	49	34	83	47	36	83	4.255	-5.556	0.000
10月24日	04:00:00	56	66	122	57	66	123	-1.754	0.000	-0.813
10月24日	05:00:00	118	92	210	128	87	215	-7.813	5.747	-2.326
10月24日	06:00:00	274	193	467	251	184	435	9.163	4.891	7.356
10月24日	07:00:00	567	377	944	539	418	957	5.195	-9.809	-1.358
10月24日	08:00:00	482	327	809	525	359	884	-8.190	-8.914	-8.484
10月24日	09:00:00	373	297	670	407	306	713	-8.354	-2.941	-6.031
10月24日	10:00:00	399	310	709	438	324	762	-8.904	-4.321	-6.955
10月24日	11:00:00	418	326	744	432	334	766	-3.241	-2.395	-2.872
10月24日	12:00:00	446	368	814	454	391	845	-1.762	-5.882	-3.669
10月24日	13:00:00	623	444	1067	609	473	1082	2.299	-6.131	-1.386
10月24日	14:00:00	707	542	1249	724	564	1288	-2.348	-3.901	-3.028
10月24日	15:00:00	751	572	1323	762	629	1391	-1.444	-9.062	-4.889
10月24日	16:00:00	930	715	1645	945	764	1709	-1.587	-6.414	-3.745
10月24日	17:00:00	931	655	1586	977	709	1686	-4.708	-7.616	-5.931
10月24日	18:00:00	753	551	1304	784	586	1370	-3.954	-5.973	-4.818
10月24日	19:00:00	699	510	1209	725	543	1268	-3.586	-6.077	-4.653
10月24日	20:00:00	514	382	896	555	441	996	-7.387	-13.379	-10.040
10月24日	21:00:00	477	358	835	487	377	864	-2.053	-5.040	-3.356
10月24日	22:00:00	369	307	676	414	326	740	-10.870	-5.828	-8.649
10月24日	23:00:00	212	193	405	246	226	472	-13.821	-14.602	-14.195
10月25日	00:00:00	153	143	296	167	153	320	-8.383	-6.536	-7.500
10月25日	01:00:00	80	117	197	93	116	209	-13.978	0.862	-5.742
10月25日	02:00:00	47	63	110	52	68	120	-9.615	-7.353	-8.333
10月25日	03:00:00	71	70	141	66	73	139	7.576	-4.110	1.439
10月25日	04:00:00	81	91	172	87	88	175	-6.897	3.409	-1.714
10月25日	05:00:00	134	123	257	131	128	259	2.290	-3.906	-0.772
10月25日	06:00:00	256	216	472	230	233	463	11.304	-7.296	1.944
10月25日	07:00:00	429	299	728	451	330	781	-4.878	-9.394	-6.786
10月25日	08:00:00	465	357	822	473	391	864	-1.691	-8.696	-4.861
10月25日	09:00:00	541	405	946	552	430	982	-1.993	-5.814	-3.666
10月25日	10:00:00	571	421	992	555	448	1003	2.883	-6.027	-1.097
10月25日	11:00:00	536	419	955	564	436	1000	-4.965	-3.899	-4.500
10月25日	12:00:00	608	429	1037	588	445	1033	3.401	-3.596	0.387
10月25日	13:00:00	785	582	1367	791	618	1409	-0.759	-5.825	-2.981
10月25日	14:00:00	806	655	1461	837	668	1505	-3.704	-1.946	-2.924
10月25日	15:00:00	934	713	1647	926	717	1643	0.864	-0.558	0.243
10月25日	16:00:00	1030	825	1855	1033	875	1908	-0.290	-5.714	-2.778
10月25日	17:00:00	1089	798	1887	1114	885	1999	-2.244	-9.831	-5.603
10月25日	18:00:00	1035	793	1828	1068	872	1940	-3.090	-9.060	-5.773
10月25日	19:00:00	1085	771	1856	1112	890	2002	-2.428	-13.371	-7.293
10月25日	20:00:00	1066	815	1881	1095	891	1986	-2.648	-8.530	-5.287
10月25日	21:00:00	937	697	1634	996	758	1754	-5.924	-8.047	-6.842
10月25日	22:00:00	750	558	1308	789	581	1370	-4.943	-3.959	-4.526
10月25日	23:00:00	460	396	856	502	422	924	-8.367	-6.161	-7.359
10月26日	00:00:00	269	264	533	292	279	571	-7.877	-5.376	-6.655

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月26日	01:00:00	177	166	343	194	167	361	-8.763	-0.599	-4.986
10月26日	02:00:00	134	125	259	147	133	280	-8.844	-6.015	-7.500
10月26日	03:00:00	76	95	171	84	105	189	-9.524	-9.524	-9.524
10月26日	04:00:00	98	99	197	105	99	204	-6.667	0.000	-3.431
10月26日	05:00:00	140	141	281	149	140	289	-6.040	0.714	-2.768
10月26日	06:00:00	235	190	425	225	209	434	4.444	-9.091	-2.074
10月26日	07:00:00	376	287	663	369	296	665	1.897	-3.041	-0.301
10月26日	08:00:00	480	355	835	435	348	783	10.345	2.011	6.641
10月26日	09:00:00	698	485	1183	701	514	1215	-0.428	-5.642	-2.634
10月26日	10:00:00	838	630	1468	815	629	1444	2.822	0.159	1.662
10月26日	11:00:00	916	719	1635	946	754	1700	-3.171	-4.642	-3.824
10月26日	12:00:00	933	735	1668	936	764	1700	-0.321	-3.796	-1.882
10月26日	13:00:00	1170	913	2083	1171	972	2143	-0.085	-6.070	-2.800
10月26日	14:00:00	1077	991	2068	1158	1111	2269	-6.995	-10.801	-8.859
10月26日	15:00:00	986	928	1914	1023	1009	2032	-3.617	-8.028	-5.807
10月26日	16:00:00	1056	987	2043	1127	1144	2271	-6.300	-13.724	-10.040
10月26日	17:00:00	1072	934	2006	1128	1128	2256	-4.965	-17.199	-11.082
10月26日	18:00:00	1115	1027	2142	1167	1173	2340	-4.456	-12.447	-8.462
10月26日	19:00:00	1139	720	1859	1155	959	2114	-1.385	-24.922	-12.062
10月26日	20:00:00	1170	665	1835	1194	826	2020	-2.010	-19.492	-9.158
10月26日	21:00:00	1134	893	2027	1166	890	2056	-2.744	0.337	-1.411
10月26日	22:00:00	942	802	1744	1021	954	1975	-7.738	-15.933	-11.696
10月26日	23:00:00	457	351	808	492	381	873	-7.114	-7.874	-7.446
10月27日	00:00:00	186	167	353	227	182	409	-18.062	-8.242	-13.692
10月27日	01:00:00	96	92	188	101	93	194	-4.950	-1.075	-3.093
10月27日	02:00:00	50	77	127	54	73	127	-7.407	5.479	0.000
10月27日	03:00:00	44	41	85	44	41	85	0.000	0.000	0.000
10月27日	04:00:00	80	86	166	67	82	149	19.403	4.878	11.409
10月27日	05:00:00	242	176	418	217	161	378	11.521	9.317	10.582
10月27日	06:00:00	593	417	1010	540	380	920	9.815	9.737	9.783
10月27日	07:00:00	787	507	1294	822	555	1377	-4.258	-8.649	-6.028
10月27日	08:00:00	592	405	997	622	467	1089	-4.823	-13.276	-8.448
10月27日	09:00:00	479	345	824	506	353	859	-5.336	-2.266	-4.075
10月27日	10:00:00	MISS	MISS	MISS	466	364	830	MISS	MISS	MISS
10月27日	11:00:00	403	334	737	409	360	769	-1.467	-7.222	-4.161
10月27日	12:00:00	478	408	886	479	412	891	-0.209	-0.971	-0.561
10月27日	13:00:00	699	499	1198	700	507	1207	-0.143	-1.578	-0.746
10月27日	14:00:00	724	569	1293	731	567	1298	-0.958	0.353	-0.385
10月27日	15:00:00	791	602	1393	790	623	1413	0.127	-3.371	-1.415
10月27日	16:00:00	876	626	1502	888	692	1580	-1.351	-9.538	-4.937
10月27日	17:00:00	849	486	1335	853	589	1442	-0.469	-17.487	-7.420
10月27日	18:00:00	1021	50	1071	1155	16	1171	-11.602	ERROR	-8.540
10月27日	19:00:00	702	416	1118	795	403	1198	-11.698	3.226	-6.678
10月27日	20:00:00	391	321	712	402	368	770	-2.736	-12.772	-7.532
10月27日	21:00:00	338	258	596	345	273	618	-2.029	-5.495	-3.560
10月27日	22:00:00	220	193	413	248	220	468	-11.290	-12.273	-11.752
10月27日	23:00:00	145	139	284	160	143	303	-9.375	-2.797	-6.271
10月28日	00:00:00	90	84	174	102	91	193	-11.765	-7.692	-9.845
10月28日	01:00:00	63	83	146	71	83	154	-11.268	0.000	-5.195
10月28日	02:00:00	53	56	109	57	59	116	-7.018	-5.085	-6.034
10月28日	03:00:00	39	43	82	39	40	79	0.000	7.500	3.797
10月28日	04:00:00	58	63	121	66	60	126	-12.121	5.000	-3.968

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月28日	05:00:00	119	95	214	100	80	180	19.000	18.750	18.889
10月28日	06:00:00	311	224	535	279	212	491	11.470	5.660	8.961
10月28日	07:00:00	559	365	924	563	380	943	-0.710	-3.947	-2.015
10月28日	08:00:00	508	330	838	526	359	885	-3.422	-8.078	-5.311
10月28日	09:00:00	361	315	676	375	323	698	-3.733	-2.477	-3.152
10月28日	10:00:00	48	604	652	99	569	668	-51.515	6.151	-2.395
10月28日	11:00:00	303	353	656	251	425	676	20.717	-16.941	-2.959
10月28日	12:00:00	431	346	777	439	357	796	-1.822	-3.081	-2.387
10月28日	13:00:00	550	412	962	566	408	974	-2.827	0.980	-1.232
10月28日	14:00:00	590	472	1062	618	490	1108	-4.531	-3.673	-4.152
10月28日	15:00:00	645	505	1150	678	517	1195	-4.867	-2.321	-3.766
10月28日	16:00:00	752	575	1327	750	562	1312	0.267	2.313	1.143
10月28日	17:00:00	675	638	1313	801	613	1414	-15.730	4.078	-7.143
10月28日	18:00:00	586	468	1054	566	606	1172	3.534	-22.772	-10.068
10月28日	19:00:00	481	359	840	517	393	910	-6.963	-8.651	-7.692
10月28日	20:00:00	380	282	662	398	300	698	-4.523	-6.000	-5.158
10月28日	21:00:00	300	238	538	307	254	561	-2.280	-6.299	-4.100
10月28日	22:00:00	231	198	429	243	207	450	-4.938	-4.348	-4.667
10月28日	23:00:00	161	146	307	161	146	307	0.000	0.000	0.000
10月29日	00:00:00	88	83	171	103	86	189	-14.563	-3.488	-9.524
10月29日	01:00:00	57	70	127	54	68	122	5.556	2.941	4.098
10月29日	02:00:00	45	50	95	51	57	108	-11.765	-12.281	-12.037
10月29日	03:00:00	38	43	81	38	35	73	0.000	22.857	10.959
10月29日	04:00:00	67	57	124	67	47	114	0.000	21.277	8.772
10月29日	05:00:00	118	116	234	131	110	241	-9.924	5.455	-2.905
10月29日	06:00:00	323	226	549	275	220	495	17.455	2.727	10.909
10月29日	07:00:00	577	371	948	600	381	981	-3.833	-2.625	-3.364
10月29日	08:00:00	445	312	757	487	360	847	-8.624	-13.333	-10.626
10月29日	09:00:00	347	262	609	371	290	661	-6.469	-9.655	-7.867
10月29日	10:00:00	382	278	660	362	263	625	5.525	5.703	5.600
10月29日	11:00:00	378	274	652	413	304	717	-8.475	-9.868	-9.066
10月29日	12:00:00	399	328	727	412	342	754	-3.155	-4.094	-3.581
10月29日	13:00:00	552	393	945	543	395	938	1.657	-0.506	0.746
10月29日	14:00:00	593	474	1067	622	504	1126	-4.662	-5.952	-5.240
10月29日	15:00:00	707	541	1248	709	541	1250	-0.282	0.000	-0.160
10月29日	16:00:00	774	635	1409	781	635	1416	-0.896	0.000	-0.494
10月29日	17:00:00	837	603	1440	843	628	1471	-0.712	-3.981	-2.107
10月29日	18:00:00	716	527	1243	760	567	1327	-5.789	-7.055	-6.330
10月29日	19:00:00	513	394	907	566	430	996	-9.364	-8.372	-8.936
10月29日	20:00:00	452	346	798	454	361	815	-0.441	-4.155	-2.086
10月29日	21:00:00	343	292	635	358	298	656	-4.190	-2.013	-3.201
10月29日	22:00:00	278	224	502	294	247	541	-5.442	-9.312	-7.209
10月29日	23:00:00	179	149	328	186	163	349	-3.763	-8.589	-6.017
10月30日	00:00:00	93	100	193	106	99	205	-12.264	1.010	-5.854
10月30日	01:00:00	75	87	162	84	87	171	-10.714	0.000	-5.263
10月30日	02:00:00	36	52	88	35	51	86	2.857	1.961	2.326
10月30日	03:00:00	42	46	88	48	42	90	-12.500	9.524	-2.222
10月30日	04:00:00	52	57	109	52	51	103	0.000	11.765	5.825
10月30日	05:00:00	137	124	261	123	110	233	11.382	12.727	12.017
10月30日	06:00:00	350	242	592	301	229	530	16.279	5.677	11.698
10月30日	07:00:00	574	376	950	600	408	1008	-4.333	-7.843	-5.754
10月30日	08:00:00	445	328	773	490	355	845	-9.184	-7.606	-8.521

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
10月30日	09:00:00	582	98	680	567	109	676	2.646	-10.092	0.592
10月30日	10:00:00	657	37	694	725	8	733	ERROR	ERROR	ERROR
10月30日	11:00:00	628	51	679	701	5	706	ERROR	ERROR	ERROR
10月30日	12:00:00	517	262	779	577	217	794	-10.399	20.737	-1.889
10月30日	13:00:00	539	428	967	564	427	991	-4.433	0.234	-2.422
10月30日	14:00:00	734	373	1107	735	459	1194	-0.136	-18.736	-7.286
10月30日	15:00:00	783	578	1361	851	558	1409	-7.991	3.584	-3.407
10月30日	16:00:00	841	643	1484	848	658	1506	-0.825	-2.280	-1.461
10月30日	17:00:00	859	610	1469	866	640	1506	-0.808	-4.688	-2.457
10月30日	18:00:00	666	488	1154	725	583	1308	-8.138	-16.295	-11.774
10月30日	19:00:00	511	378	889	536	454	990	-4.664	-16.740	-10.202
10月30日	20:00:00	391	331	722	410	345	755	-4.634	-4.058	-4.371
10月30日	21:00:00	418	305	723	412	306	718	1.456	-0.327	0.696
10月30日	22:00:00	265	238	503	300	268	568	-11.667	-11.194	-11.444
10月30日	23:00:00	167	150	317	172	158	330	-2.907	-5.063	-3.939
10月31日	00:00:00	95	96	191	112	105	217	-15.179	-8.571	-11.982
10月31日	01:00:00	47	62	109	54	62	116	-12.963	0.000	-6.034
10月31日	02:00:00	31	54	85	34	46	80	-8.824	17.391	6.250
10月31日	03:00:00	43	36	79	46	46	92	-6.522	-21.739	-14.130
10月31日	04:00:00	69	67	136	64	64	128	7.813	4.688	6.250
10月31日	05:00:00	107	98	205	108	86	194	-0.926	13.953	5.670
10月31日	06:00:00	315	222	537	287	192	479	9.756	15.625	12.109
10月31日	07:00:00	548	375	923	553	375	928	-0.904	0.000	-0.539
10月31日	08:00:00	478	350	828	502	398	900	-4.781	-12.060	-8.000
10月31日	09:00:00	383	307	690	412	325	737	-7.039	-5.538	-6.377
10月31日	10:00:00	407	323	730	405	328	733	0.494	-1.524	-0.409
10月31日	11:00:00	419	308	727	435	320	755	-3.678	-3.750	-3.709
10月31日	12:00:00	553	337	890	575	349	924	-3.826	-3.438	-3.680
10月31日	13:00:00	646	501	1147	628	514	1142	2.866	-2.529	0.438
10月31日	14:00:00	675	510	1185	706	548	1254	-4.391	-6.934	-5.502
10月31日	15:00:00	798	624	1422	825	636	1461	-3.273	-1.887	-2.669
10月31日	16:00:00	936	696	1632	912	723	1635	2.632	-3.734	-0.183
10月31日	17:00:00	1012	718	1730	1046	773	1819	-3.250	-7.115	-4.893
10月31日	18:00:00	805	589	1394	864	658	1522	-6.829	-10.486	-8.410
10月31日	19:00:00	664	499	1163	719	560	1279	-7.650	-10.893	-9.070
10月31日	20:00:00	532	387	919	544	437	981	-2.206	-11.442	-6.320
10月31日	21:00:00	488	386	874	507	388	895	-3.748	-0.515	-2.346
10月31日	22:00:00	404	317	721	410	343	753	-1.463	-7.580	-4.250
10月31日	23:00:00	239	210	449	287	230	517	-16.725	-8.696	-13.153
11月01日	00:00:00	183	152	335	201	157	358	-8.955	-3.185	-6.425
11月01日	01:00:00	107	106	213	117	114	231	-8.547	-7.018	-7.792
11月01日	02:00:00	81	96	177	77	92	169	5.195	4.348	4.734
11月01日	03:00:00	60	73	133	66	74	140	-9.091	-1.351	-5.000
11月01日	04:00:00	82	91	173	86	100	186	-4.651	-9.000	-6.989
11月01日	05:00:00	143	126	269	131	116	247	9.160	8.621	8.907
11月01日	06:00:00	264	217	481	243	211	454	8.642	2.844	5.947
11月01日	07:00:00	487	331	818	479	351	830	1.670	-5.698	-1.446
11月01日	08:00:00	516	380	896	503	386	889	2.584	-1.554	0.787
11月01日	09:00:00	562	426	988	514	401	915	9.339	6.234	7.978
11月01日	10:00:00	595	474	1069	607	501	1108	-1.977	-5.389	-3.520
11月01日	11:00:00	598	461	1059	611	491	1102	-2.128	-6.110	-3.902
11月01日	12:00:00	649	549	1198	657	531	1188	-1.218	3.390	0.842

日期	時間	影像			線圈			誤差		
		第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道	第1車道	第2車道	不分車道
11月01日	13:00:00	878	686	1564	889	714	1603	-1.237	-3.922	-2.433
11月01日	14:00:00	955	721	1676	949	749	1698	0.632	-3.738	-1.296
11月01日	15:00:00	1088	894	1982	1116	926	2042	-2.509	-3.456	-2.938
11月01日	16:00:00	1157	877	2034	1158	916	2074	-0.086	-4.258	-1.929
11月01日	17:00:00	1097	857	1954	1163	933	2096	-5.675	-8.146	-6.775
11月01日	18:00:00	1072	834	1906	1093	914	2007	-1.921	-8.753	-5.032
11月01日	19:00:00	1014	749	1763	1043	819	1862	-2.780	-8.547	-5.317
11月01日	20:00:00	935	699	1634	953	768	1721	-1.889	-8.984	-5.055
11月01日	21:00:00	968	729	1697	992	755	1747	-2.419	-3.444	-2.862
11月01日	22:00:00	732	542	1274	787	592	1379	-6.989	-8.446	-7.614
11月01日	23:00:00	451	361	812	506	397	903	-10.870	-9.068	-10.078
11月02日	00:00:00	249	214	463	265	227	492	-6.038	-5.727	-5.894
11月02日	01:00:00	185	180	365	208	181	389	-11.058	-0.552	-6.170
11月02日	02:00:00	109	111	220	115	111	226	-5.217	0.000	-2.655
11月02日	03:00:00	84	92	176	96	91	187	-12.500	1.099	-5.882
11月02日	04:00:00	100	100	200	102	112	214	-1.961	-10.714	-6.542
11月02日	05:00:00	136	119	255	137	121	258	-0.730	-1.653	-1.163
11月02日	06:00:00	235	200	435	201	197	398	16.915	1.523	9.296
11月02日	07:00:00	385	293	678	364	316	680	5.769	-7.278	-0.294
11月02日	08:00:00	528	391	919	533	412	945	-0.938	-5.097	-2.751
11月02日	09:00:00	722	595	1317	698	572	1270	3.438	4.021	3.701
11月02日	10:00:00	942	709	1651	942	745	1687	0.000	-4.832	-2.134
11月02日	11:00:00	905	661	1566	916	732	1648	-1.201	-9.699	-4.976
11月02日	12:00:00	1042	805	1847	1023	792	1815	1.857	1.641	1.763
11月02日	13:00:00	1087	1015	2102	1180	1078	2258	-7.881	-5.844	-6.909
11月02日	14:00:00	999	944	1943	1041	1032	2073	-4.035	-8.527	-6.271
11月02日	15:00:00	996	979	1975	1027	1048	2075	-3.019	-6.584	-4.819
11月02日	16:00:00	1005	928	1933	1054	1064	2118	-4.649	-12.782	-8.735
11月02日	17:00:00	895	478	1373	1057	539	1596	-15.326	-11.317	-13.972
11月02日	18:00:00	1111	1022	2133	1177	1211	2388	-5.607	-15.607	-10.678
11月02日	19:00:00	941	954	1895	1120	1196	2316	-15.982	-20.234	-18.178
11月02日	20:00:00	523	871	1394	632	1019	1651	-17.247	-14.524	-15.566
11月02日	21:00:00	973	881	1854	986	912	1898	-1.318	-3.399	-2.318
11月02日	22:00:00	1135	1082	2217	1134	1163	2297	0.088	-6.965	-3.483
11月02日	23:00:00	684	600	1284	721	638	1359	-5.132	-5.956	-5.519
11月03日	00:00:00	213	205	418	265	241	506	-19.623	-14.938	-17.391
11月03日	01:00:00	100	89	189	109	99	208	-8.257	-10.101	-9.135
11月03日	02:00:00	57	59	116	66	63	129	-13.636	-6.349	-10.078
11月03日	03:00:00	56	60	116	54	57	111	3.704	5.263	4.505
11月03日	04:00:00	83	67	150	88	70	158	-5.682	-4.286	-5.063
11月03日	05:00:00	236	193	429	186	158	344	26.882	22.152	24.709
11月03日	06:00:00	585	422	1007	501	390	891	16.766	8.205	13.019
11月03日	07:00:00	835	542	1377	869	597	1466	-3.913	-9.213	-6.071
11月03日	08:00:00	619	407	1026	655	425	1080	-5.496	-4.235	-5.000
11月03日	09:00:00	472	348	820	470	388	858	0.426	-10.309	-4.429
11月03日	10:00:00	448	355	803	477	354	831	-6.080	0.282	-3.369
11月03日	11:00:00	427	331	758	435	331	766	-1.839	0.000	-1.044
11月03日	12:00:00	520	424	944	512	429	941	1.563	-1.166	0.319