



RRPG94030317 (694 .P)

95-28-5284
MOTC-IOT-94-IBB007

國道替代道路路況資訊擴充 之研究與實作



交通部運輸研究所

中華民國94年12月

95-28-5284

MOTC-IOT-94-IBB007

國道替代道路路況資訊擴充 之研究與實作

著者：卓訓榮、王晉元、吳炳飛、李義明、周幼珍、曾明德、
陳奕廷、瞿忠正、陳昭榮、吳育婷、林欣平、陳元馨、
陳彥霖、蔡秉宗、鐘敏偉、藍健綸、陳昱光、黃恆、
劉至剛、徐嘉駿、李日錦、傅昱瑄、林春馨、吳瑞豐、
陳威豪、莊晴光（顧問）
吳玉珍、李霞、周家慶

交通部運輸研究所

中華民國 94 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目資料

國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作 / 卓
訓榮等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運
研所，民94
面；公分
參考書目：面
ISBN 986-00-4165-2(平裝)

1. 交通與運輸管理

557.15

95005318

國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作

著者：卓訓榮、王晉元、吳炳飛、李義明、周幼珍、曾明德、陳奕廷、
瞿忠正、陳昭榮、吳育婷、莊晴光（顧問）
吳玉珍、李霞、周家慶

出版機關：交通部運輸研究所

地址：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 94 年 12 月

印刷者：承亞興企業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 200 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：500 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書坊台視總店：臺北市八德路 3 段 10 號 B1・電話：(02)25781515

五南文化廣場：臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1009500688 ISBN：986-00-4165-2 (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：國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作			
國際標準書號 ISBN 986-00-4165-2(平裝)	政府出版品統一編號 1009500688	運輸研究所出版品編號 95-28-5284	計畫編號 94-IBB007
本所主辦單位：運資組 主管：吳玉珍 計畫主持人：吳玉珍 研究人員：李霞、周家慶 聯絡電話：(02) 2349-6886 傳真號碼：(02) 2545-0426		合作研究單位：國立交通大學 計畫主持人：卓訓榮 研究人員：王晉元、吳炳飛、李義明、 周幼珍、曾明德、陳奕廷、 瞿忠正、陳昭榮、吳育婷、 莊晴光(顧問) 地址：新竹市大學路 1001 號 聯絡電話：(03)5710657	
研究期間 自 94 年 2 月 至 94 年 12 月			
關鍵詞：國道替代道路、探針車、資訊平台、影像式車輛偵測器、微波雷達式車輛偵測器			
摘要： <p>省道肩負著國道替代道路功能，目前於國道發生壅塞時，用路者往往無法得知省道路況，而不知如何選擇較佳路徑，不但影響用路者行車品質，更降低整體道路使用效率。</p> <p>為了擴充省道路況資訊，本研究先探討國內客、貨運輸或其他具規模車隊作為探針車的可行性，並研提未來推動步驟；再者檢討傳統蒐集路況資訊之偵測器，多直接引進國外產品，價格昂貴，維護及相關技術亦受限於國外，其對於國內複雜的交通環境(如機車)在偵測上更有所限制，故本研究研析國內自行研發偵測器的可行性，並完成影像式及微波式車輛偵測器雛型，實測成效良好，證實國內具研發車輛偵測器之能量。另為了將所蒐集資料提供給民眾及加值業者使用，本研究同時建置了速率資訊蒐集、處理及發佈的平台，提供網際網路式之路況(速率)資訊顯示系統。藉由固定式偵測器及移動式探針車議題的探討，期以最有效率且價廉的路況資訊蒐集系統，來健全國內道路速率資訊的收集與提供。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
94 年 12 月	708	500	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價購。
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 月 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 :Research and System Development of Traffic Information on Alternative Routes for the National Highways System			
ISBN (or ISSN) ISBN 986-00-4165-2 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009500688	IOT SERIAL NUMBER 95-28-5284	PROJECT NUMBER 94-IBB007
DIVISION: Information Systems Division DIVISION DIRECTOR: Jennifer Yuh-Jen Wu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jennifer Yuh-Jen Wu PROJECT STAFF: Hsia Lee, Ja-Ching Chou PHONE: (02) 2349-6886 FAX: (02) 2545-0426			PROJECT PERIOD FROM : February 2005 TO : December 2005
RESEARCH AGENCY: National Chiao Tung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsun-Jung Cho PROJECT STAFF: Jin-Yuan Wang, Bing-Fei Wu, Yi-Ming Li, Yow-Jen Jou, Ming-Te Tseng, Yi-Ting Chen, Chung-Cheng Chiu, Chao-Jung Chen, Yuh-Ting Wu, Ching-Kuang C. Tzuang (consultant) ADDRESS: 1001Ta Hsueh Road, Hsinchu, Taiwan, R.O.C. PHONE: (03) 571-0657			
KEY WORDS: Alternatives for National Highways, Probe Vehicle, Web-based Platform; Vision-based Vehicle Detector, Microwave Radar Vehicle Detector.			
ABSTRACT: <p>Provincial highways serve as the important alternatives for national highways. When traffic congestion occurs in national highways, travelers often can't get the information about the traffic conditions on these provincial highways. It makes travelers can't choose their best paths, which results in the low traveler's travel quality and the inefficiency of network as well as the high social cost.</p> <p>In order to expand the provision of traffic information about provincial highways, this study discusses the feasibility of using buses, trucks, or other fleets as probe vehicles to collect traffic information. Additionally, the future impetus procedure is proposed. On the other hand, most of traditional vehicle detectors are foreign products. Thus, the costs are expensive, and the maintenance and other techniques are controlled by foreign agencies. Besides, these detectors can't perform very well under the sophisticated domestic traffic environment, such as mixed traffic conditions. Therefore, the feasibility of researching and developing vehicle detectors by domestic industries is discussed. The prototypes of vision-based and microwave radar vehicle detectors are accomplished, and they are successfully verified. It indicates that the domestic industry has the potential to develop vehicle detectors. In order to provide the collected information for travelers and value-added business, the web-based platform for collecting, exchanging, processing, and broadcasting traffic information is developed. Through the discussion of fixed vehicles detectors and floating probe vehicles, this study expects to develop an efficient and inexpensive traffic information system so that the collection and provision of the domestic traffic information system can be enhanced.</p>			
DATE OF PUBLICATION December 2005	NUMBER OF PAGES 708	PRICE 500	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

第一章 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	1-2
1.4 研究內容	1-3
1.5 研究方法	1-3
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 國外 ATIS 相關系統.....	2-1
2.2 國內 ATIS 相關系統.....	2-16
2.3 探針車輛蒐集交通資訊相關文獻	2-26
2.4 車輛偵測器相關文獻	2-30
2.5 都市交通控制通訊協定介紹	2-37
第三章 國道替代道路探針車隊可行性策略分析	3-1
3.1 國道替代道路資訊需求及來源	3-1
3.2 探針車車隊規模分析	3-5
3.3 國內規模車隊特性分析	3-10
3.3.1 探針車特性分析.....	3-10
3.3.2 車隊種類整理與現況分析.....	3-10
3.4 客運業者可行性分析	3-13
3.4.1 國道客運.....	3-13
3.4.2 市區公車.....	3-18
3.5 計程車車隊可行性分析	3-19
3.5.1 計程車車輛特性分析.....	3-20
3.5.2 計程車 GPS 回傳資料特性分析	3-22
3.6 貨運業者可行性分析	3-25
3.7 其他車隊可行性分析	3-32

3.8 數位行車紀錄器	3-37
3.8.1 數位行車紀錄器簡介.....	3-37
3.8.2 數位行車紀錄器資料處理方式.....	3-38
3.9 探針車隊可行性綜合評估	3-41
3.10 探針車隊後續推動步驟及構想	3-43
第四章 國道替代道路路況資訊系統.....	4-1
4.1 資料蒐集及整合	4-2
4.1.1 國道替代道路資料蒐集.....	4-2
4.1.2 路況資訊整合.....	4-8
4.1.2.1 資料融合概述.....	4-8
4.1.2.2 資料融合機制及運算流程.....	4-9
4.1.3 全國路況資訊中心資訊整合.....	4-19
4.2 系統建置規劃	4-21
4.2.1 系統設計原則.....	4-21
4.2.2 系統架構規劃.....	4-21
4.2.3 資料庫設計規劃.....	4-22
4.2.4 交通資訊資料整合.....	4-26
4.2.5 系統功能架構規劃.....	4-35
4.2.6 系統功能細項說明.....	4-36
4.2.7 路況資訊蒐集及發佈.....	4-40
第五章 ATIS 及 ATMS 所需之偵測器參數需求分析	5-1
5.1 交通參數定義	5-2
5.2 用路者路況資訊	5-7
5.3 都市交通號誌控制	5-9
5.3.1 適應性號誌控制.....	5-11
5.3.2 優先號誌控制.....	5-14
5.4 高速公路匝道儀控	5-16
5.5 事件偵測	5-20
5.6 研發參數建議	5-25

第六章 國內自行研發偵測器之可行性分析	6-1
6.1 車輛偵測器市場分析	6-1
6.2 影像式車輛偵測器	6-3
6.2.1 技術分析	6-5
6.2.2 產品化分析	6-11
6.3 微波雷達式車輛偵測器	6-13
6.3.1 技術分析	6-13
6.3.2 產品化分析	6-16
6.3.3 智慧財產權	6-25
6.4 主動式及被動式紅外線偵測器	6-26
6.4.1 技術分析	6-26
6.4.2 產品化分析	6-28
第七章 影像式車輛偵測器	7-1
7.1 軟硬體技術說明、成果說明	7-1
7.1.1 影像式車輛偵測器硬體平臺	7-2
7.1.2 影像式車輛軟體架構	7-6
7.1.2.1 即時彩色背景擷取	7-7
7.1.2.2 即時移動車輛偵測	7-18
7.1.2.3 即時多車輛追蹤	7-27
7.1.2.4 車輛辨識技術	7-43
7.1.2.5 夜間車輛偵測技術	7-63
7.1.2.6 影像穩定技術	7-94
7.2 功能規格	7-117
7.3 實驗室與現場測試之評估作業程序及相關表單	7-118
7.3.1 測試現場之安全維護	7-122
7.3.2 檢查硬體設備	7-122
7.3.3 車輛偵測器初始化	7-123
7.3.4 啟動車輛偵測器並蒐集資訊	7-124
7.3.5 資料記錄與儲存	7-124

7.3.6 記錄環境因素.....	7-125
7.3.7 資訊上傳.....	7-126
第八章 微波雷達車輛偵測器.....	8-1
8.1 系統架構暨軟硬體技術.....	8-1
8.1.1 偵測器系統.....	8-1
8.1.2 硬體技術與工程.....	8-14
8.1.3 軟體理論與實務.....	8-24
8.2 功能規格.....	8-48
8.2.1 系統功能規格.....	8-48
8.2.2 硬體電器規格.....	8-50
8.2.3 軟體規格.....	8-50
8.3 戶外運作考量.....	8-52
8.3.1 安裝、施工、操作.....	8-52
8.3.2 測量.....	8-53
8.3.3 驗收.....	8-53
8.3.4 運作.....	8-53
8.4 實驗室與現場測試之評估作業程序及相關表單.....	8-54
8.4.1 實驗室部份.....	8-54
8.4.2 現場部份.....	8-58
8.5 成果說明.....	8-62
8.5.1 初步成果說明.....	8-62
8.5.2 階段工作技術說明.....	8-63
8.5.3 系統功能與準確性校估.....	8-99
8.5.4 偵測器資料庫建立.....	8-107
第九章 車輛偵測器實測.....	9-1
9.1 環路線圈式車輛偵測器實測分析.....	9-5
9.1.1 偵測原理.....	9-5
9.1.2 工作內容與方法.....	9-8
9.1.3 調查結果.....	9-10

9.1.4 小結	9-16
9.2 影像式車輛偵測器實測分析	9-17
9.2.1 工作內容與方法	9-17
9.2.2 調查結果	9-20
9.2.3 小結	9-28
9.3 微波雷達式車輛偵測器實測分析	9-29
9.3.1 工作內容與方法	9-29
9.3.2 調查結果	9-30
9.3.4 小結	9-35
第十章 結論與建議	10-1
10.1 結論	10-1
10.2 建議	10-5
參考文獻	參-1
附錄 1	
簡報	A-1
附錄 2	
期中審查會議紀錄	B-1
期中審查會議紀錄及回應	B-7
期末審查會議紀錄	B-15
期末審查會議紀錄及回應	B-24
附錄 3	
洩漏波天線之設計與應用	C-1
附錄 4	
偵測器架構說明	D-1
車輛偵測器終端控制器使用手冊	D-5
附錄 5	
國道替代道路系統操作指南	E-1

附錄 6

政府科學技術研究發展成果屬及運用辦法	F-1
經濟部及所屬各機關科學技術委託或補助究發展計畫研發成果歸屬 及運用辦法	F-3
政府機關資助計畫成果管理模式概述—以國科會與濟部為例	F-9

表目錄

表 2.5-1 車輛偵測器偵測功能比較表	2-34
表 2.5-2 環路線圈、超音波、影像、微波及紅外線車輛偵測器比較表	2-35
表 3.2-1 Transtar 與 Traffic Smart 系統比較.....	3-6
表 3.2-2 貨運公司 GPS 車速歷史資料.....	3-8
表 3.2-3 金立計程車隊 GPS 車速歷史資料.....	3-9
表 3.2-4 每小時需要之最少資料數	3-9
表 3.3.2-1 GPS 車隊整理	3-11
表 3.4.1-1 阿羅哈客運臺北地區行駛路線	3-14
表 3.4.1-2 統聯客運臺中地區行駛路線	3-14
表 3.4.1-3 和欣客運臺南地區行駛路線	3-15
表 3.5.1-1 金立計程車替代道路每小時行駛頻率	3-22
表 3.5.2-1 道路實測數據表	3-23
表 3.5.2-2 計程車 GPS 回傳道路車速資料表.....	3-24
表 3.6-1 貨運車輛行駛替代道路之次數統計表－桃園縣.....	3-29
表 3.6-2 貨運車輛行駛替代道路之次數統計表－臺南縣.....	3-30
表 3.7-1 環保署事業廢棄物車輛行駛替代道路之平均次數統計表	3-35
表 4.1.1-1 國道替代道路涵蓋路段	4-6
表 4.1.2-1 道路服務水準分類	4-14
表 4.1.2-2 修正後之道路服務水準分類	4-14
表 4.1.2-3 本研究之資料分類範例	4-15
表 4.1.3-1 全國路況資訊中心蒐集之路況資訊	4-20
表 4.2.3-1 NowSpeed 即時速率資料.....	4-22
表 4.2.3-2 HistorySpeed 歷史速率資料	4-23
表 4.2.3-3 Sanser_Infor 車輛偵測器編號.....	4-23
表 4.2.3-4 Sanser_Data 車輛偵測器即時資訊	4-24
表 4.2.3-5 Car_Data 探偵車即時資訊	4-24
表 4.2.3-6 Road_Data 全國路況資訊中心路況資訊	4-25
表 4.2.4-1 軌跡資料表說明	4-28
表 4.2.4-2 車機代號資料表說明（記錄全部運作中之車機代號）	4-29

表 4.2.4-3 公路總局全省車輛偵測器分佈表	4-32
表 4.2.4-4 車輛偵測器資料欄位格式定義	4-33
表 4.2.6-1 國道替代道路路況資訊系統細項功能說明	4-36
表 4.2.7-1 臺中、臺南、高雄即時路況發佈資料格式	4-43
表 5.3-1 戰術參數	5-10
表 5.3-2 策略參數	5-10
表 5.3-3 歷史參數	5-10
表 5.4-1 戰術參數 (地區儀控)	5-17
表 5.4-2 策略參數 (中央控制)	5-17
表 5.4-3 歷史參數 (定時儀控)	5-17
表 5.5-1 戰術參數 (事件偵測)	5-20
表 5.5-2 策略參數 (事件管理)	5-20
表 5.5-3 歷史參數 (規劃)	5-21
表 6.1-1 先進車輛偵測器之全球市場規模彙整表	6-1
表 6.4.1-1 紅外線車輛偵測器技術概述	6-28
表 6.4.2-1 紅外線偵測器價格表	6-28
表 7.1.2.3-1 等同標籤列表	7-30
表 7.1.2.3-2 搖擺物體座標特性說明	7-42
表 7.1.2.4-1 各車種直線特徵間距計算結果	7-51
表 7.1.2.4-2 機車各項特徵判斷的結果	7-53
表 7.1.2.4-3 各車型視覺長度及寬度統計表	7-54
表 7.1.2.4-4 各式車種的 Pixel Ratio 分析	7-60
表 7.1.2.4-5 各種同型車輛交疊的分析表	7-61
表 7.1.2.4-6 各種不同型車輛交疊的分析表	7-62
表 7.1.2.6-1 程式介面功能說明	7-109
表 7.1.2.6-2 100 張畫面(352x288)之時間	7-110
表 7.3-1 車輛偵測器測試驗證作業程序第二階段工作檢核表	7-121
表 7.3-2 現地測試相關事項記錄表	7-126
表 8.1.3.3-1 大、小型車分類表	8-32
表 8.1.3.5-1 DSP 晶片與 X86 系統計算 FFT 速度比較	8-47
表 8.4.1-1 測試表單(一)	8-57

表 8.4.1-2 測試表單(二).....	8-57
表 8.4.1-3 測試表單(三)－全功能測試表單	8-58
表 8.4.2-1 儀器設備檢查表單	8-60
表 8.4.2-2 實測表單	8-61
表 8.5.3-1 車道訊號門檻參數表	8-104
表 8.5.3-2 各車道反應雷達波的長度	8-105
表 8.5.3-3 各車道車輛數正確率	8-106
表 8.5.4-1 圖像波形資料庫分類表	8-107
表 9.1.3-1 不同車種車流量準確率分析表（內側）- 環路線圈	9-10
表 9.1.3-2 不同車種車流量準確率分析表（外側）- 環路線圈	9-13
表 9.1.3-3 車速準確率分析表 - 環路線圈	9-16
表 9.2.2-1 不同車種車流量準確率分析表（內側）- 影像式	9-20
表 9.2.2-2 不同車種車流量準確率分析表（外側）- 影像式	9-23
表 9.2.2-3 車流量準確率分析表- 影像式	9-26
表 9.2.2-4 Loop/影像不同車種車流量比較表（內側）	9-27
表 9.2.2-5 Loop/影像不同車種車流量比較表（外側）	9-28
表 9.3.2-1 車流量準確率分析表（往新竹）- 微波雷達式	9-31
表 9.3.3-2 車流量準確率分析表（往竹北）- 微波雷達式	9-32
表 9.3.2-3 Loop/微波車流量比較表（往新竹）	9-33
表 9.3.3-4 車速準確率分析表 - 微波雷達式	9-34

圖目錄

圖 2.1-1 美國休士頓 TranStar 網站	2-2
圖 2.1-2 美國西雅圖 Smart Trek 網站	2-3
圖 2.1-3 英國蘇格蘭 NADICS 網站	2-4
圖 2.1-4 新加坡 Traffic Smart 系統畫面	2-4
圖 2.1-5 日本 JARTIC 系統畫面	2-5
圖 2.1-6 西班牙畢爾包(Bilbao)網站路網壅塞圖	2-6
圖 2.1-7 美國華盛頓 D.C 街道交叉路口攝影選項	2-7
圖 2.1-8 美國華盛頓 D.C 街道交叉路口攝影畫面	2-8
圖 2.1-9 威斯康辛州路況資訊系統之旅行時間	2-9
圖 2.1-10 威斯康辛州即時細部資訊系統	2-10
圖 2.1-11 威斯康辛州芝加哥市高速公路壅塞平面圖	2-10
圖 2.1-12 威斯康辛州之攝影畫面	2-11
圖 2.1-13 法國網路路況收費資訊	2-12
圖 2.1-14 法國網路路況資訊	2-13
圖 2.1-15 法國攝影機位置圖及即時資訊畫面	2-13
圖 2.1-16 英國延滯、特殊事件顯示圖	2-14
圖 2.1-17 英國即時路網車速顯示圖	2-15
圖 2.1-18 英國即時路網車速變更圖	2-15
圖 2.2-1 高速公路局便民即時交通資訊系統畫面	2-16
圖 2.2-2 全國路況資訊中心首頁	2-17
圖 2.2-3 全國路況資訊中心查詢介面	2-18
圖 2.2-4 交通部運研所陸海空客運資訊中心	2-19
圖 2.2-5 全國交通資訊中心系統畫面	2-19
圖 2.2-6 臺北市交通管制處交控中心網站	2-20
圖 2.2-7 臺中市即時交通資訊網	2-22
圖 2.2-8 高雄市即時交通資訊網	2-23
圖 2.2-9 新竹市交通安全行易網即時路況	2-24
圖 2.2-10 新竹科學工業園區即時路況監控	2-25

圖 3.1-1 94 年春節假期北區國道替代道路示意圖	3-2
圖 3.1-2 94 年春節假期中區國道替代道路示意圖	3-2
圖 3.1-3 94 年春節假期南區國道替代道路示意圖	3-3
圖 3.4.1-1 豪泰客運臺北端行駛路線	3-16
圖 3.4.1-2 豪泰客運新竹端行駛路線	3-16
圖 3.4.1-3 亞通客運臺北—桃園行駛路線	3-17
圖 3.4.2-1 臺南市 1 北路公車	3-18
圖 3.4.2-2 高雄市 2 路公車行駛路線	3-19
圖 3.5-1 計程車行駛路線之新竹市 GIS 疊圖圖例	3-21
圖 3.6-1 貨運車輛行駛路線之新竹市 GIS 疊圖圖例	3-31
圖 3.7-1 事業廢棄物車輛行駛路線之新竹市 GIS 疊圖圖例	3-34
圖 4.1.1-1 北區替代道路路網圖	4-2
圖 4.1.1-2 中區替代道路路網圖	4-3
圖 4.1.1-3 南區替代道路路網圖	4-3
圖 4.1.1-4 南區國道路網圖	4-4
圖 4.1.1-5 梅山-中投段替代道路路網圖	4-4
圖 4.1.1-6 大雅-員林段替代道路路網圖	4-5
圖 4.1.1-7 西濱-員林段替代道路路網圖	4-5
圖 4.1.1-8 三鶯-龍潭段替代道路路網圖	4-6
圖 4.1.2-1 改變點分析流程圖	4-10
圖 4.1.2-2 資料融合流程圖	4-17
圖 4.1.2-3 歷史資料融合流程圖	4-18
圖 4.1.3-1 國道替代道路與全國路況資訊中心系統整合架構圖	4-19
圖 4.2.4-1 環保署事業廢棄物清運 GPS 設備安裝時程	4-26
圖 4.2.4-2 環保署事業廢棄物清運車監控管理平臺架構	4-27
圖 4.2.4-3 環保署清運車監控系統資訊整合機制	4-28
圖 4.2.4-4 新竹計程車隊監控系統資訊整合機制	4-30
圖 4.2.4-5 公路總局全省車輛偵測器分佈圖	4-31
圖 4.2.4-6 公路總局車輛偵測器即時資訊整合機制	4-33
圖 4.2.4-7 未來交通資訊蒐集整合機制	4-34
圖 4.2.5-1 國道替代道路路況資訊系統功能架構圖	4-35

圖 4.2.6-1 路況速率功能畫面	4-37
圖 4.2.6-2 事件資訊功能畫面	4-38
圖 4.2.6-3 車輛偵測器偵測之即時路況資訊	4-38
圖 4.2.6-4 歷史路況查詢功能畫面	4-39
圖 4.2.7-1 路況資訊發佈機制	4-41
圖 4.2.7-2 路況資訊發佈 XML 格式	4-43
圖 4.2.7-3 以 DataGrid view 表示路況資訊交換格式示意	4-44
圖 5.1-1 等候線長度推估之車輛紓解之運行軌跡圖	5-5
圖 5.3.2-1 延長綠燈時間示意圖	5-14
圖 5.3.2-2 中斷紅燈時間示意圖	5-15
圖 5.3.2-3 插入綠燈時間示意圖	5-15
圖 6.2.1-1 單一攝影機可偵測多車道示意圖	6-8
圖 6.2.1-2 同一地點，不同的架設角度與光圈參數	6-10
圖 6.2.1-3 影像式車輛偵測器畫面，包含交通參數與即時影像	6-11
圖 6.3.1-1 鋸齒波調頻	6-15
圖 6.3.1-2 三角波調頻	6-15
圖 6.3.1-3 展示型 FMCW 微波偵測器	6-15
圖 6.3.2-1 產品商品化流程	6-17
圖 6.3.2-2 價格估算表（整套）	6-21
圖 6.3.2-3 價格估算表（RF Module）	6-21
圖 6.3.2-4 價格估算表（ANT）	6-22
圖 6.3.2-5 價格估算表（DSP）	6-22
圖 6.3.2-6 價格估算表（機構）	6-23
圖 6.3.2-7 價格估算表（IF Amp.）	6-23
圖 6.3.2-8 價格估算表（人力）	6-24
圖 6.3.2-9 價格估算表（間接費）	6-24
圖 6.3.2-10 獲利估算表	6-25
圖 7.1-1 影像式車輛偵測器架構圖	7-1
圖 7.1.1-1 TS-730H CCD 彩色攝影機	7-2
圖 7.1.1-2 Tokina TVR0616 鏡頭	7-3
圖 7.1.1-3 Tokina TVR0616 鏡頭規格	7-3

圖 7.1.1-4 工業級電腦平臺	7-4
圖 7.1.1-5 RTV-24 高速影像擷取卡	7-5
圖 7.1.2-1 影像處理軟體架構圖	7-6
圖 7.1.2.1-1 即時彩色背景擷取程序圖	7-7
圖 7.1.2.1-2 初始彩色背景擷取	7-9
圖 7.1.2.1-3 長時間光線變化影像: (a) 第 1 張原始影像,	7-11
圖 7.1.2.1-4 長時間光線變化下, 所更新的背景影像	7-13
圖 7.1.2.1-5 十字路口, 背景影像擷取結果	7-15
圖 7.1.2.1-6 雙向道路背景影像擷取結果	7-16
圖 7.1.2.2-1 即時移動物體偵測程序圖	7-18
圖 7.1.2.2-2 CCD 拍攝之影像 (AES 功能啟動)	7-21
圖 7.1.2.2-3 克服 AES 影響所切割之物件	7-21
圖 7.1.2.2-4 十字路口, 前景物件擷取結果	7-22
圖 7.1.2.2-5 雙向道路背景影像擷取結果	7-24
圖 7.1.2.2-6 陰影消除的方塊圖	7-25
圖 7.1.2.2-7 陰影消除示意圖	7-26
圖 7.1.2.3-1 即時移動物體偵測程序圖	7-27
圖 7.1.2.3-2 8 連通之空間關係	7-29
圖 7.1.2.3-3 移動物體遮罩示意圖	7-30
圖 7.1.2.3-4 車輛因陰影消除所造成的車體不完整現象	7-31
圖 7.1.2.3-5 將相連物件分割為九宮格	7-31
圖 7.1.2.3-6 物件刪除雜訊示意	7-32
圖 7.1.2.3-7 新竹市東光路天橋路口車輛追蹤	7-33
圖 7.1.2.3-8 陰影去除效果說明	7-35
圖 7.1.2.3-9 物體切割改善示意圖	7-36
圖 7.1.2.3-10 交疊車輛示意圖	7-36
圖 7.1.2.3-11 (a)車道資訊與兩車輛交疊之單一移動物體之示意圖 (b) 移動 物體車道歸屬統計表。	7-37
圖 7.1.2.3-12 (a)兩車輛交疊之單一移動物體。(b)利用車道資訊與移動物體 車道歸屬統計表來切割此交疊物體。	7-38
圖 7.1.2.3-13 高速公路側面影像的車輛追蹤(水平方向)	7-40

圖 7.1.2.3-14	新竹市慈雲路與公道五路口的車輛追蹤(垂直方向)	7-41
圖 7.1.2.3-15	新竹市光復路側面車輛追蹤	7-41
圖 7.1.2.4-1	車輛辨識系統處理流程圖	7-43
圖 7.1.2.4-2	Canny Edge Detection 偵測邊緣的模擬結果	7-45
圖 7.1.2.4-3	針對邊緣偵測做水平方向投影的結果	7-46
圖 7.1.2.4-4	機車辨識結果	7-48
圖 7.1.2.4-5	轎車辨識結果	7-48
圖 7.1.2.4-6	休旅車辨識結果	7-49
圖 7.1.2.4-7	箱型車辨識結果	7-49
圖 7.1.2.4-8	大型車辨識結果	7-50
圖 7.1.2.4-9	機車安全帽特徵抽取	7-52
圖 7.1.2.4-10	車輛辨識顯示介面與結果 1	7-56
圖 7.1.2.4-11	車輛辨識顯示介面與結果 2	7-57
圖 7.1.2.4-12	車輛辨識顯示介面與結果 3	7-57
圖 7.1.2.4-13	車輛辨識顯示介面與結果 4	7-58
圖 7.1.2.4-14	機車辨識成功的測試影像	7-59
圖 7.1.2.4-15	機車辨識失誤的測試影像	7-59
圖 7.1.2.5-1	夜間車道實景範例	7-63
圖 7.1.2.5-2	車道實景原圖之統計曲線，與實行遞迴影像切割之結果	7-68
圖 7.1.2.5-3	執行本自動切割演算法後，以代表色取代之影像	7-68
圖 7.1.2.5-4	二值化後之明亮物件平面	7-69
圖 7.1.2.5-5	在虛擬地平線之下，所設定的處理區域中的明亮物件連通分量 區塊	7-70
圖 7.1.2.5-6	車燈物件聚合程序示意圖	7-71
圖 7.1.2.5-7	從交通監控視角之車燈物件聚合程序示意圖	7-72
圖 7.1.2.5-8	交通監控視角之車燈物件聚合結果示意圖	7-73
圖 7.1.2.5-9	夜間車輛定位與追蹤過程示意圖	7-74
圖 7.1.2.5-10	對向來車之頭燈擷取結果	7-75
圖 7.1.2.5-11	同車道前車之尾燈擷取結果	7-76
圖 7.1.2.5-12	雙向有車之車燈擷取結果	7-77
圖 7.1.2.5-13	下行車輛有車之偵測結果 1	7-78

圖 7.1.2.5-14	下行車輛有車之偵測結果 2	7-79
圖 7.1.2.5-15	上行車道有車之偵測結果 1	7-80
圖 7.1.2.5-16	上行車道有車之偵測結果 2	7-81
圖 7.1.2.5-17	慈雲路夜間監測拍攝影像 1	7-83
圖 7.1.2.5-18	慈雲路夜間監測拍攝影像 2	7-83
圖 7.1.2.5-19	慈雲路夜間監測拍攝影像 3	7-84
圖 7.1.2.5-20	慈雲路夜間監測拍攝影像 4	7-84
圖 7.1.2.5-21	慈雲路段下行車道之偵測結果	7-86
圖 7.1.2.5-22	慈雲路口下行車道有車之成功偵測結果	7-87
圖 7.1.2.5-23	HITACHI 公司的 HCB-IR730WR 超高感度紅外線夜視攝影機	7-88
圖 7.1.2.5-24	紅外線夜視投光器	7-89
圖 7.1.2.5-25	戶外紅外線輔助照明	7-90
圖 7.1.2.5-26	型號 IW30-SH29 彩色紅外線 CCD 攝影機	7-90
圖 7.1.2.5-27	IW30-SH29 彩色紅外線 CCD 拍攝影像	7-91
圖 7.1.2.5-28	型號 IW30-SH38 的紅外線 CCD 攝影機	7-91
圖 7.1.2.5-29	夜間紅外線影像測試	7-92
圖 7.1.2.5-30	全黑環境加上汽車頭燈照射路面	7-93
圖 7.1.2.5-31	全黑環境前方無反射物體	7-93
圖 7.1.2.6-1	影像穩定技術流程圖	7-94
圖 7.1.2.6-2	子畫面的設計範例	7-100
圖 7.1.2.6-3	Diamond Search 的範例	7-101
圖 7.1.2.6-4	4 個 64x64 的子畫面	7-102
圖 7.1.2.6-5	GMV 估測示意圖	7-102
圖 7.1.2.6-6	垂直方向 GMV 修正圖形	7-103
圖 7.1.2.6-7	水平方向 GMV 修正圖形	7-103
圖 7.1.2.6-8	Lifting Scheme 架構圖	7-105
圖 7.1.2.6-9	小波轉換(a)解析方塊圖;(b)組合方塊圖	7-105
圖 7.1.2.6-10	穩定影像畫面擷取示意圖	7-106
圖 7.1.2.6-11	門檻值判斷前之連續 MacroBlock	7-107
圖 7.1.2.6-12	門檻值判斷後之破碎 MacroBlock	7-108

圖 7.1.2.6-13 程式之操作介面	7-109
圖 7.1.2.6-14 採用 Y 與 G 平面來作移動估測之累積全域移動向量	7-112
圖 7.1.2.6-15 運動平滑化的輸出結果	7-113
圖 7.1.2.6-16 使用不同運動平滑化方式之穩定影像連續畫面比較圖 frame255-frame258): 原始影像、MVI 及 AVE 的比較.....	7-114
圖 7.1.2.6-17 使用不同運動平滑化方式之穩定影像連續畫面比較圖 (frame255-frame258): 原始影像、Wavelet53 及直接輸出法的比較	7-115
圖 7.2-1 影像式車輛偵測器軟體流程架構圖	7-117
圖 7.3-1 實驗室與現場測試作業基本程序圖	7-119
圖 7.3-2 實地測試步驟流程圖	7-120
圖 8.1.1-1 偵測器系統架構圖	8-2
圖 8.1.1-2 採用方形導波管的號角型天線	8-2
圖 8.1.1-3 圓形號角型天線	8-3
圖 8.1.1-4 雙模式號角型天線	8-3
圖 8.1.1-5 附反射板的偶極天線與其計算指向性的模型	8-4
圖 8.1.1-6 角形反射器	8-5
圖 8.1.1-7 各種反射鏡天線	8-6
圖 8.1.1-8 陣列天線	8-6
圖 8.1.1-9 FMCW 示意圖	8-8
圖 8.1.1-10 LabVIEW 顯示畫面	8-9
圖 8.1.1-11 即時程式運作畫面	8-10
圖 8.1.1-12 使用 DAQ 卡進行資料擷取	8-11
圖 8.1.2-1 FMCW 系統方塊圖	8-14
圖 8.1.2-2 系統功能架構圖	8-16
圖 8.1.2-3 SCO 迴授電路圖	8-18
圖 8.1.2-4 三角波產生器及中頻放大器電路板	8-18
圖 8.1.2-5 DSP 電路板	8-19
圖 8.1.2-6 收發雙天線	8-20
圖 8.1.2-7 收發同天線	8-21
圖 8.1.2-8 平面天線	8-21

圖 8.1.2-9 NI DAQCard-6036E & SCB-68.....	8-23
圖 8.1.2-10 NI PCI-6010 & CB-37F-LP.....	8-23
圖 8.1.3.1-1 交通量測指標	8-24
圖 8.1.3.2-1 即時處理流程	8-26
圖 8.1.3.2-2 Labview 擷取程式介面	8-27
圖 8.1.3.2-3 Labview 擷取程式程式碼	8-27
圖 8.1.3.2-4 程式演算法	8-28
圖 8.1.3.3-1 影像擷取圖	8-29
圖 8.1.3.3-2 經 FFT 轉換輸出之波形	8-30
圖 8.1.3.3-3 無車時的背景波形	8-30
圖 8.1.3.3-4 分析蒐集樣本的車道範圍	8-31
圖 8.1.3.3-5 機車樣本圖	8-31
圖 8.1.3.3-6 小車進入偵測範圍前	8-34
圖 8.1.3.3-6-1 小車進入偵測範圍前的波形.....	8-34
圖 8.1.3.3-6-2 小車進入偵測範圍前的淨波形.....	8-34
圖 8.1.3.3-7 車身初進入偵測範圍	8-35
圖 8.1.3.3-7-1 車身初進入偵測範圍時的波形.....	8-35
圖 8.1.3.3-7-2 車身初進入偵測範圍時的淨波形.....	8-35
圖 8.1.3.3-8 車身完全進入偵測範圍	8-35
圖 8.1.3.3-8-1 車身完全進入偵測範圍時的波形.....	8-36
圖 8.1.3.3-8-2 車身完全進入偵測範圍時的淨波形.....	8-36
圖 8.1.3.3-9 車身逐漸離開偵測範圍	8-36
圖 8.1.3.3-9-1 車身逐漸離開偵測範圍時的波形.....	8-36
圖 8.1.3.3-9-2 車身逐漸離開偵測範圍時的淨波形.....	8-36
圖 8.1.3.3-10 小車離開偵測範圍	8-37
圖 8.1.3.3-10-1 小車離開偵測範圍後的波形.....	8-37
圖 8.1.3.3-10-2 小車離開偵測範圍後的淨波形.....	8-37
圖 8.1.3.3-11 大車進入偵測範圍前	8-37
圖 8.1.3.3-11-1 大車進入偵測範圍前的波形.....	8-38
圖 8.1.3.3-11-2 大車進入偵測範圍前的淨波形.....	8-38
圖 8.1.3.3-12 車身初進入偵測範圍	8-38

圖 8.1.3.3-12-1 車身初進入偵測範圍時的波形.....	8-38
圖 8.1.3.3-12-2 車身初進入偵測範圍時的淨波形.....	8-38
圖 8.1.3.3-13 車身逐漸進入偵測範圍.....	8-39
圖 8.1.3.3-13-1 車身逐漸進入偵測範圍時的波形.....	8-39
圖 8.1.3.3-13-2 車身逐漸進入偵測範圍時的淨波形.....	8-39
圖 8.1.3.3-14 車身完全進入偵測範圍.....	8-39
圖 8.1.3.3-14-1 車身完全進入偵測範圍時的波形.....	8-40
圖 8.1.3.3-14-2 車身完全進入偵測範圍時的淨波形.....	8-40
圖 8.1.3.3-15 大車離開偵測範圍.....	8-40
圖 8.1.3.3-15-1 大車離開偵測範圍後的波形.....	8-40
圖 8.1.3.3-15-2 大車離開偵測範圍後的淨波形.....	8-40
圖 8.1.3.3-16 機車進入偵測範圍前.....	8-42
圖 8.1.3.3-16-1 機車進入偵測範圍前的波形.....	8-42
圖 8.1.3.3-16-2 機車進入偵測範圍前的淨波形.....	8-42
圖 8.1.3.3-17 車身初進入偵測範圍.....	8-42
圖 8.1.3.3-17-1 車身初進入偵測範圍的波形.....	8-43
圖 8.1.3.3-17-2 車身初進入偵測範圍的淨波形.....	8-43
圖 8.1.3.3-18 車身逐漸進入偵測範圍.....	8-43
圖 8.1.3.3-18-1 車身逐漸進入偵測範圍時的波形.....	8-43
圖 8.1.3.3-18-2 車身逐漸進入偵測範圍時的淨波形.....	8-43
圖 8.1.3.3-19 車身完全進入偵測範圍.....	8-44
圖 8.1.3.3-19-1 車身完全進入偵測範圍時的波形.....	8-44
圖 8.1.3.3-19-2 車身完全進入偵測範圍時的淨波形.....	8-44
圖 8.1.3.3-20 機車離開偵測範圍.....	8-44
圖 8.1.3.3-20-1 機車離開偵測範圍後的波形.....	8-45
圖 8.1.3.3-20-2 機車離開偵測範圍後的淨波形.....	8-45
圖 8.2.3-1 資料內容圖.....	8-51
圖 8.4.1-1 電源輸出入檢測架構圖.....	8-55
圖 8.4.1-2 三角波/中頻放大組件檢測架構圖.....	8-55
圖 8.4.1-3 RF 組件檢測架構圖.....	8-56
圖 8.4.1-4 系統功能測試.....	8-56

圖 8.5.2-1 初次實測地點與測試情形	8-63
圖 8.5.2-2 實測示意圖與背景 FFT 圖形	8-64
圖 8.5.2-3 四人座小汽車照片與 FFT 圖形	8-65
圖 8.5.2-4 九人座小汽車照片與 FFT 圖形	8-65
圖 8.5.2-5 四人座小汽車與九人座小汽車並排照片與 FFT 圖形	8-65
圖 8.5.2-6 機車照片與 FFT 圖形	8-66
圖 8.5.2-7 單一行人照片與 FFT 圖形	8-66
圖 8.5.2-8 兩名行人照片與 FFT 圖形	8-66
圖 8.5.2-9 偵測器初貌	8-67
圖 8.5.2-10 偵測器之舊版電路版	8-68
圖 8.5.2-11 偵測器之新版電路版樣本	8-68
圖 8.5.2-12 偵測器初始外觀	8-68
圖 8.5.2-13 鋁製的新基座	8-69
圖 8.5.2-14 改版後出外實測情形	8-69
圖 8.5.2-15 測試版偵測器架設於建程科技公司二樓的情形	8-70
圖 8.5.2-16 新竹路測實際情形	8-70
圖 8.5.2-17 新竹路測位置關係	8-71
圖 8.5.2-18 偵測器架設於工程車平臺情形	8-71
圖 8.5.2-19 離線分析法架構	8-72
圖 8.5.2-20 離線分析蒐集資訊遇到的困難點	8-73
圖 8.5.2-21 離線分析蒐集資訊第一次改良蒐集之方法	8-73
圖 8.5.2-22 離線分析蒐集資訊第二次改良蒐集之方法	8-73
圖 8.5.2-23 擷取訊號與道路實況並輸出訊號（機車）	8-74
圖 8.5.2-24 離線波形與影像分析程式	8-74
圖 8.5.2-25 小車進入至離開之波形連續圖	8-77
圖 8.5.2-26 大車進入至離開之波形連續圖	8-81
圖 8.5.2-27 無車時的波形圖	8-81
圖 8.5.2-28 小車淨波形之連續圖	8-84
圖 8.5.2-29 大車淨波形之連續圖	8-88
圖 8.5.2-30 線上演算法架構	8-89
圖 8.5.2-31 線上演算法流程	8-90

圖 8.5.2-32 線上演算法實測地點	8-92
圖 8.5.2-33 on-line 暫時實測輸出介面	8-92
圖 8.5.2-34 兩慢車連續通過圖第一張	8-93
圖 8.5.2-35 兩慢車連續通過圖第二張	8-93
圖 8.5.2-36 兩慢車連續通過圖第三張	8-93
圖 8.5.2-37 兩慢車連續通過圖第四張	8-94
圖 8.5.2-38 兩慢車連續通過圖第五張	8-94
圖 8.5.2-39 停等車輛通過圖第一張	8-95
圖 8.5.2-40 停等車輛通過圖第二張	8-95
圖 8.5.2-41 停等車輛通過圖第三張	8-95
圖 8.5.2-42 機車通過圖第一張	8-96
圖 8.5.2-43 機車通過圖第二張	8-96
圖 8.5.2-44 機車通過圖第三張	8-97
圖 8.5.2-45 機車通過圖第四張	8-97
圖 8.5.2-46 新規格天線搭配舊型 RF 模組之外觀	8-98
圖 8.5.3-1 離線與線上分析架構比較	8-100
圖 8.5.3-2 多車道實驗環境	8-101
圖 8.5.3-3 多車道實驗問題狀況實際照片	8-101
圖 8.5.3-4 多車道實驗問題示意圖	8-102
圖 8.5.3-5 測試環境側視圖	8-103
圖 8.5.3-6 測試環境正視圖	8-105
圖 8.5.4-1 快速播放圖片畫面	8-108
圖 8.5.4-2 暫停播放畫面	8-109
圖 8.5.4-3 輸出 FFT 轉換後之波形資料	8-110
圖 8.5.4-4 車輛進入偵測範圍前	8-111
圖 8.5.4-4-1 車輛進入偵測範圍前之波形	8-111
圖 8.5.4-4-2 車輛進入偵測範圍前之淨波形	8-111
圖 8.5.4-5 確定車輛開始進入偵測範圍	8-112
圖 8.5.4-5-1 確定車輛開始進入偵測範圍之波形	8-112
圖 8.5.4-5-2 確定車輛開始進入偵測範圍之淨波形	8-112
圖 8.5.4-6 中間過程樣本 1	8-113

圖 8.5.4-6-1 中間過程樣本 1 之波形.....	8-113
圖 8.5.4-6-2 中間過程樣本 1 之淨波形.....	8-113
圖 8.5.4-7 中間過程樣本 2.....	8-114
圖 8.5.4-7-1 中間過程樣本 2 之波形.....	8-114
圖 8.5.4-7-2 中間過程樣本 2 之淨波形.....	8-114
圖 8.5.4-8 中間過程樣本 3.....	8-115
圖 8.5.4-8-1 中間過程樣本 3 之波形.....	8-115
圖 8.5.4-8-2 中間過程樣本 3 之淨波形.....	8-115
圖 8.5.4-9 中間過程樣本 4.....	8-116
圖 8.5.4-9-1 中間過程樣本 4 之波形.....	8-116
圖 8.5.4-9-2 中間過程樣本 4 之淨波形.....	8-116
圖 8.5.4-10 中間過程樣本 5.....	8-117
圖 8.5.4-10-1 中間過程樣本 5 之波形.....	8-117
圖 8.5.4-10-2 中間過程樣本 5 之淨波形.....	8-117
圖 8.5.4-11 車輛逐漸離開偵測範圍.....	8-118
圖 8.5.4-11-1 車輛逐漸離開偵測範圍之波形.....	8-118
圖 8.5.4-11-2 車輛逐漸離開偵測範圍之淨波形.....	8-118
圖 8.5.4-12 確定車輛完全離開偵測範圍.....	8-119
圖 8.5.4-12-1 確定車輛完全離開偵測範圍之波形.....	8-119
圖 8.5.4-12-2 確定車輛完全離開偵測範圍之淨波形.....	8-119
圖 8.5.4-13 車輛進入偵測範圍前.....	8-120
圖 8.5.4-13-1 車輛進入偵測範圍前之波型.....	8-120
圖 8.5.4-13-2 車輛進入偵測範圍前之淨波型.....	8-120
圖 8.5.4-14 確定車輛開始進入偵測範圍.....	8-121
圖 8.5.4-14-1 確定車輛開始進入偵測範圍之波形.....	8-121
圖 8.5.4-14-2 確定車輛開始進入偵測範圍之淨波形.....	8-121
圖 8.5.4-15 中間過程樣本 1.....	8-122
圖 8.5.4-15-1 中間過程樣本 1 之波形.....	8-122
圖 8.5.4-15-2 中間過程樣本 1 之淨波形.....	8-122
圖 8.5.4-16 中間過程樣本 2.....	8-123
圖 8.5.4-16-1 中間過程樣本 2 之波形.....	8-123

圖 8.5.4-16-2 中間過程樣本 2 之淨波形.....	8-123
圖 8.5.4-17 中間過程樣本 3.....	8-124
圖 8.5.4-17-1 中間過程樣本 3 之波形.....	8-124
圖 8.5.4-17-2 中間過程樣本 3 之淨波形.....	8-124
圖 8.5.4-18 中間過程樣本 4.....	8-125
圖 8.5.4-18-1 中間過程樣本 4 之波形.....	8-125
圖 8.5.4-18-2 中間過程樣本 4 之淨波形.....	8-125
圖 8.5.4-19 中間過程樣本 5.....	8-126
圖 8.5.4-19-1 中間過程樣本 5 之波形.....	8-126
圖 8.5.4-19-2 中間過程樣本 5 之淨波形.....	8-126
圖 8.5.4-20 中間過程樣本 6.....	8-127
圖 8.5.4-20-1 中間過程樣本 6 之波形.....	8-127
圖 8.5.4-20-2 中間過程樣本 6 之淨波形.....	8-127
圖 8.5.4-21 中間過程樣本 7.....	8-128
圖 8.5.4-21-1 中間過程樣本 7 之波形.....	8-128
圖 8.5.4-21-2 中間過程樣本 7 之淨波形.....	8-128
圖 8.5.4-22 中間過程樣本 8.....	8-129
圖 8.5.4-22-1 中間過程樣本 8 之波形.....	8-129
圖 8.5.4-22-2 中間過程樣本 8 之淨波形.....	8-129
圖 8.5.4-23 中間過程樣本 9.....	8-130
圖 8.5.4-23-1 中間過程樣本 9 之波形.....	8-130
圖 8.5.4-23-2 中間過程樣本 9 之淨波形.....	8-130
圖 8.5.4-24 中間過程樣本 10.....	8-131
圖 8.5.4-24-1 中間過程樣本 10 之波形.....	8-131
圖 8.5.4-24-2 中間過程樣本 10 之淨波形.....	8-131
圖 8.5.4-25 車輛逐漸離開偵測範圍.....	8-132
圖 8.5.4-25-1 車輛逐漸離開偵測範圍之波形.....	8-132
圖 8.5.4-25-2 車輛逐漸離開偵測範圍之淨波形.....	8-132
圖 8.5.4-26 確定車輛完全離開偵測範圍.....	8-133
圖 8.5.4-26-1 確定車輛完全離開偵測範圍之波形.....	8-133
圖 8.5.4-26-2 確定車輛完全離開偵測範圍之淨波形.....	8-133

圖 8.5.4-27 資料庫檢視起始畫面	8-134
圖 8.5.4-28 選取分類項目	8-134
圖 8.5.4-29 選取樣本編號	8-135
圖 8.5.4-30 播放樣本	8-135
圖 9-1 設備位置全圖	9-1
圖 9-2 環路線圈式偵測器位置圖	9-2
圖 9-3 環路線圈式偵測器內部裝置圖	9-2
圖 9-4 影像式偵測器位置圖	9-3
圖 9-5 影像式偵測器控制器內部裝置圖	9-3
圖 9-6 雷達微波式偵測器位置圖	9-4
圖 9-7 路側偵測模式圖	9-4
圖 9.1.1-1 硬體架構示意圖	9-5
圖 9.1.1-2 環路線圈埋設位置與相關參數示意圖	9-6
圖 9.1.1-3 線圈觸動點示意圖	9-7
圖 9.1.2-1 車流量調查架構圖	9-8
圖 9.1.2-2 筆記型電腦擷取畫面	9-9
圖 9.1.2-3 雷射測速槍測速情況圖	9-9
圖 9.2.1-1 車流量調查架構圖	9-17
圖 9.2.1-2 DV 攝影機擷取之影像處理單元畫面	9-18
圖 9.2.1-3 影像偵測器架設點	9-19
圖 9.2.1-4 攝影機架設位置圖	9-19
圖 9.2.1-5 測試情況圖 1	9-19
圖 9.2.1-6 測試情況圖 2	9-20
圖 9.3.1-1 筆記型電腦擷取畫面	9-29

第一章 緒論

1.1 研究背景

高速公路是臺灣地區最重要的交通動脈，大多數南來北往的車輛，都是仰賴國道來作為主要的運輸通道。但是近幾年來由於車輛的數目隨著經濟的發展而快速成長，因此國道上也常常發生交通擁擠的狀況，讓駕駛人往往陷於動彈不得的困境之中。

為了使得駕駛人能夠掌握足夠的國道即時路況資訊，並據以作為決定出發時間與選擇路徑的參考，交通部除了在國道上廣佈偵測器，利用相關的車輛作為即時路況的探針車外，也透過與警察廣播電台的合作，戮力提供駕駛人足夠的即時路況資訊，期望透過這些資訊的提供，讓駕駛人能夠盡量避免陷入於長長的車陣之中。近幾年在交通部的努力下，國道路況資訊的提供可以說是已經漸趨完整，並受到大多數民眾的肯定。

然而僅提供國道的資訊對於疏解國道上的擁擠情況是不太足夠的，當交通擁擠的情形發生時，必須仰賴國道替代道路的協助才能夠有效地疏解，因此相關替代道路的路況資訊也是眾多駕駛人或是交通管理單位所關心的。

但是國道替代道路（大多是省道以及重要的縣道）上的路況資訊並不容易蒐集，由於相關替代道路的長度過長，若是大量佈設偵測器的話，在目前設備大多由國外引進，價格仍偏高的情況下，有實質上的困難，如何設計出最有效率且價廉的路況資訊蒐集系統，是在解決國道交通擁擠問題時必須探討的一個重要課題。

1.2 研究動機

國內目前的路況資訊除了高速公路、臺北、臺中、臺南、高雄市重要路段及警廣與全國路況資訊中心所提供之事件資訊可資民眾參考外，其它都市及省道之路況資訊普遍不足。尤其是肩負著國道替代道

路功能的省道，目前於國道發生壅塞時，行駛於國道上的用路者往往無法得知省道路況，而不知如何選擇其它較佳路徑，不但影響用路者行車品質，更降低整體道路使用效率，並增加社會成本。公路總局日前於省道瓶頸路段完成 50 處偵測器的佈設，未來擬持續擴充偵測器的建置，但限於政府經費有限，其佈設規模無法一蹴可及達到普及化的程度，考量目前對於省道路況的迫切需要，有必要就擴充省道路況資訊的方式進行探討，以期彙集更多的路況資訊來源，進而提供予用路者以為路徑選擇之依據。

為了擴充省道路況資訊，本研究中探討了國內客、貨運輸或其他具規模的公民營單位車隊作為探針車的可行性，並實際分析探針車之行駛資訊，進而轉換為省道路況資訊；另一方面，傳統蒐集路況資訊之偵測器，多直接引進國外產品，不但價格昂貴，其維護及相關技術都受限於國外，同時國外產品對於國內複雜的交通環境（如機車）在偵測上更有所限制。爰此，本研究分析國內研發偵測器的可行性，及探討研發偵測器可能面臨的相關課題，並完成了影像式及微波式車輛偵測器雛型之研發，實測成效良好，證實國內具研發車輛偵測器之能量。本研究期望藉由固定式偵測器及移動式探針車議題的探討，建立未來省道路況蒐集的方式及機制，另為了將所蒐集資料提供給民眾及加值業者使用，本研究同時建置了速率資訊蒐集、處理及發佈的平臺，提供網際網路式之路況(速率)資訊顯示系統。

1.3 研究目的

本研究目的在於透過相關分析，研訂建立國道替代道路探針車車隊的可行策略，同時對所蒐集到的國道替代道路路況資訊建立資訊蒐集、處理及發佈平臺；另一方面，本研究中對我國車輛偵測器之發展策略進行探討，並實際研發車輛偵測器之系統雛型及測試評估其偵測功能，期望未來可以研發具合理價格與適應國內交通車流特性的偵測器，以利未來普設偵測器以提供塞車資訊予用路者及道路管理者，而對於提昇產業競爭力亦將有莫大助益。

1.4 研究內容

本研究內容包含下列項目：

- (一) 研訂建立國道替代道路探針車車隊的可行策略分析及試作
 - 彙整分析國內客、貨運業者或其它具規模車隊可茲作為探針車的可行性分析
 - 蒐集並分析探針車之行車資料
 - 就技術面、成本面、法規面及業者營運面，研提後續推動步驟及構想
- (二) 建立資訊蒐集、處理及發佈平臺
 - 開發網際網路式 GIS 路況(速率)資訊顯示資訊系統
 - 視資料蒐集情形進行探針車（以車載機或數位式行車紀錄器方式）與偵測器所產生資料間之融合
 - 訂定省道路況資訊發布之 XML 資料格式，並開發轉成 XML 格式之程式
- (三) 研擬我國車輛偵測器發展策略以及雛型設備研發與功能評估
 - 分別就國內智慧型運輸系統於 ATIS 及 ATMS 之需求，進行車輛偵測器之需求分析
 - 研提我國車輛偵測器於實驗室與現場測試之評估作業程序及相關表單
 - 分析影像式（video image）、微波雷達式（microwave radar）、紅外線式（infrared）車輛偵測器於國內研發之可行性
 - 以都市與高快速道路在用路者資訊需求的角度進行影像式車輛偵測器及微波雷達式車輛偵測器之雛型研發
 - 實測分析

1.5 研究方法

在「研訂建立國道替代道路探針車車隊的可行策略分析及試作」

這項工作上，將依照下列步驟來加以進行。

- (一) 蒐集相關文獻，瞭解目前最新發展。
- (二) 透過訪談或是協會的協助，瞭解目前國內安裝有探針車輛的現況並收集其具體內容
- (三) 分析適合國道替代道路路況資訊收集之車隊，並進行訪談及徵詢其加入測試之意願。
- (四) 發展相關模式與演算法，進行相關資料融合之工作。
- (五) 進行相關測試，並根據測試結果，修正相關模式與演算法。

在「建立資訊蒐集、處理及發佈平臺」這項工作上，將依照下列步驟來加以進行。

- (一) 進行訪談，規劃系統功能與架構。
- (二) 進行系統雛形開發。
- (三) 進行相關測試，驗證系統成效並進行相關修正。

在「研擬我國車輛偵測器發展策略以及雛型設備研發與功能評估」這項工作上，將依照下列步驟來加以進行。

- (一) 蒐集國內外文獻
- (二) 進行國內自行研發偵測器之可行性及相關功能評估。
- (三) 設計系統功能與基本規格。
- (四) 進行系統雛形設計。
- (五) 實地測試並驗證結果。
- (六) 根據結果進行相關修正。
- (七) 研提未來持續推動車輛偵測器研發之構想。

第二章 文獻回顧

目前國內外對於 ATIS 相關系統的建置相當多，大多集中在如何蒐集資訊、如何傳播資訊、資訊傳播的格式、相關的通訊技術、以及資訊如何提供上，本研究為了擴充國道替代道路之路況資訊，除了於本章中介紹國內外 ATIS 相關系統之建置情形外，移動式探針車及固定式偵測器之相關文獻亦將於本章節中加以回顧，此外，為了使本研究所研發車輛偵測器輸出之資料格式符合國內都市交通控制通訊協定，對於該協定內容及特色亦將進行瞭解。綜上，本章第一、二小節首先回顧國外內相關的 ATIS 系統，第三小節介紹有關利用探針車輛蒐集路況資訊的重要文獻，第四小節介紹有關車輛偵測技術的重要文獻，第五小節則介紹都市交通控制通訊協定。

2.1 國外 ATIS 相關系統

由於本研究中將建立資訊蒐集、處理及發佈平臺，故在建立此平臺前先回顧國內外相關的 ATIS 系統，以作為本系統建置之參考。以下 2.1 節及 2.2 節將分別介紹幾個國外、國內建置 ATIS 系統之現況。

一、美國休士頓 TranStar 網站 (<http://www.houstontranstar.org>)

1. 網站內容

- 即時路況
- 即時道路施工資訊(以超連結方式，連至德州運輸部網頁)
- 緊急道路封閉資訊(非道路施工造成)
- 個人化路況資訊
- 歷史路況
- HOV 車道資訊

2. 路況資訊展現方式與更新週期

路況資訊由路網壅塞圖、路段旅行速率及時間、CCTV 影像等三種方式呈現，壅塞等級分為六種，紅色為 0~20 mph、橘色為 20~30 mph、黃色為 30~40 mph、藍色為 40~50 mph、綠色為 50 mph 以上、灰色為無資料，路網壅塞情形如圖 2.1-1 所示，不可對圖面進行操作。

3.路況資訊主要來源

本網站之主要資訊來源有四：感應線圈偵測器、CCTV 攝影機、ETC 車輛行駛資訊以及裝設 AVL 設備之巴士，其中 ETC 共有 100 萬輛車裝設電子收費系統之 tag，並在 227 哩的高速公路網及 HOV 車道上設置 232 個自動車輛辨識設備及 5 個移動式自動辨識設備，提供路段行駛資訊；在市區道路則利用 1000 輛 AVL 巴士，提供道路交通阻塞的狀況。

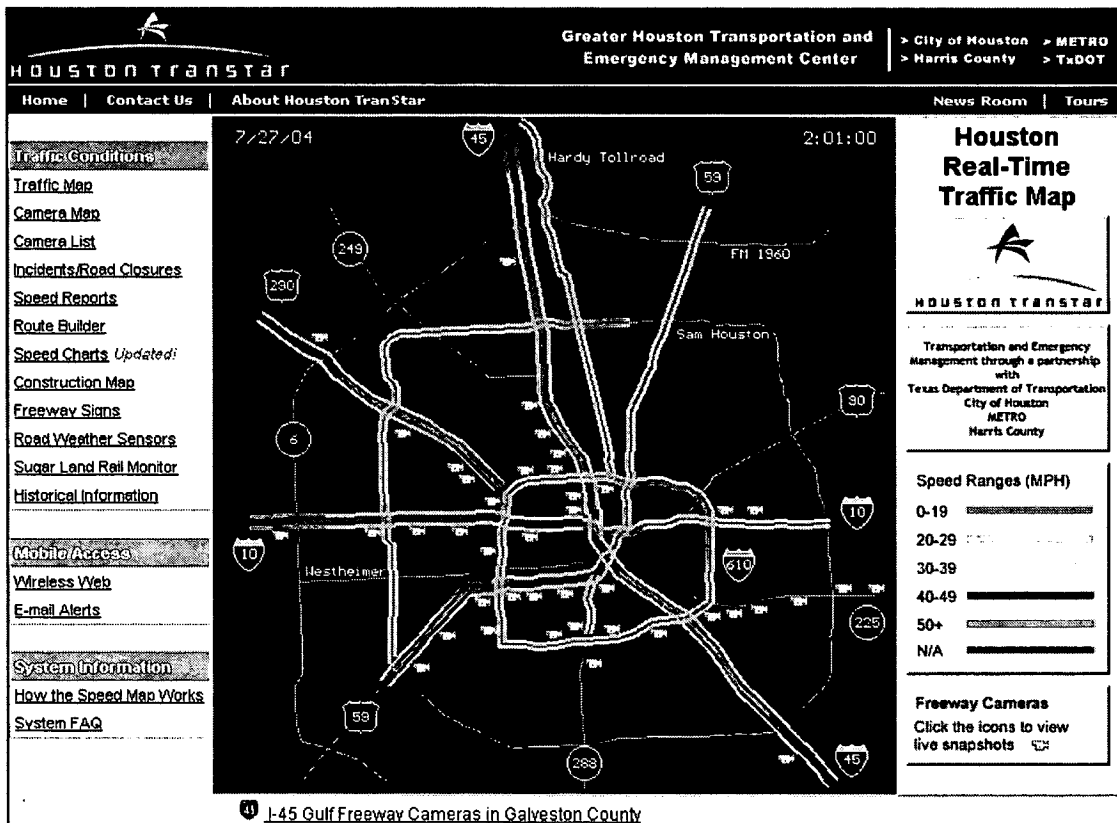


圖 2.1-1 美國休士頓 TranStar 網站

二、美國西雅圖 Smart Trek 網站 (<http://www.smarttrek.org>)

Smart Trek 為西雅圖都會區的 ITS 重要計畫，該系統作為西雅圖都會區的 ATIS 入口網站，提供的資訊包含高速公路路況、大眾運輸資訊、渡輪資訊、天候資訊等。該系統的主要資訊來源為感應線圈偵測器，同時利用安裝有定位與通訊系統的大眾運輸車輛作為都市幹道旅行時間計算的依據。

與休士頓的系統類似，該系統也是以六種顏色來表示壅塞的程度。在資訊提供的方式方面，除了網際網路之外，還包括了電子郵件、公車轉乘處的資訊螢幕、手機上網、有線電視等。圖 2.1-2 是西雅圖地區 Smart Trek 的系統顯示圖。

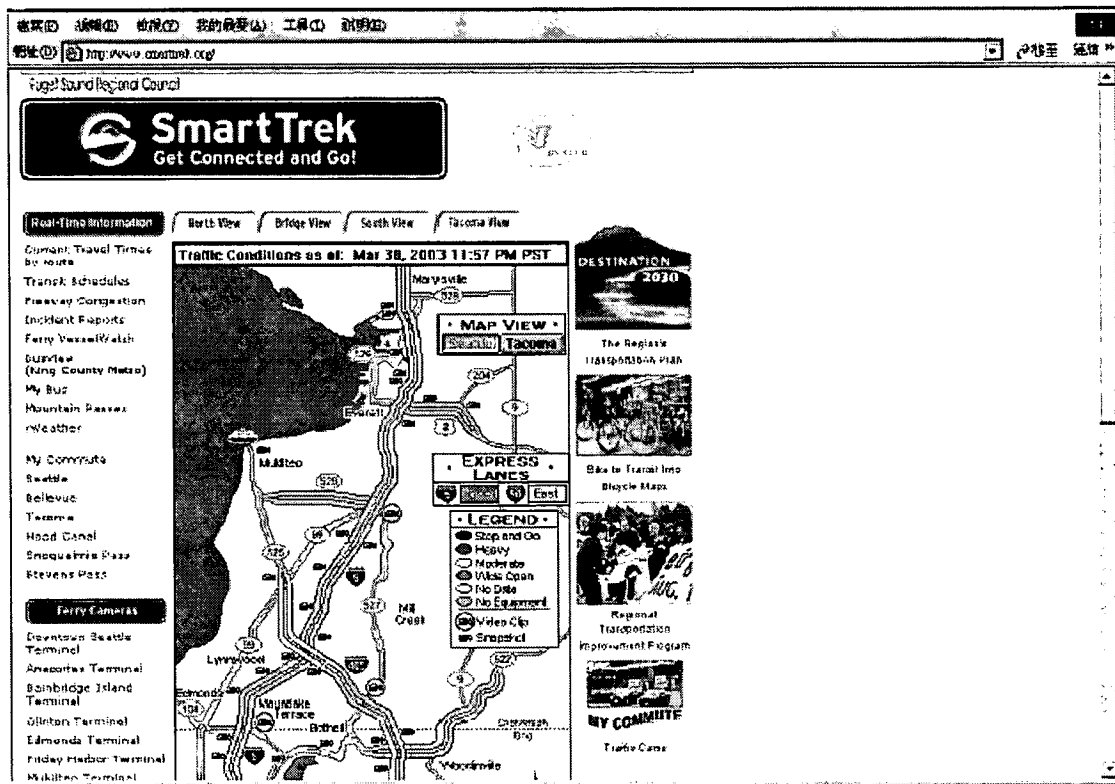


圖 2.1-2 美國西雅圖 Smart Trek 網站

三、英國蘇格蘭 NADICS 網站 (<http://www.nadics.org.uk>)

蘇格蘭的國家駕駛人資訊與控制系統 (NADICS) 主要是要讓蘇格蘭的主要幹道達到最佳效率，並且促進運輸安全。該系統的主要資訊來自於車輛偵測器與 CCTV 攝影機，事件資訊則來自於道路養護單位、地方交通局、以及警察單位等。該系統除了提供即時道路事件資訊外，也可以提供即時的 CCTV 影像資訊以及相關的道路施工資訊。該系統的顯示畫面如圖 2.1-3 所示。

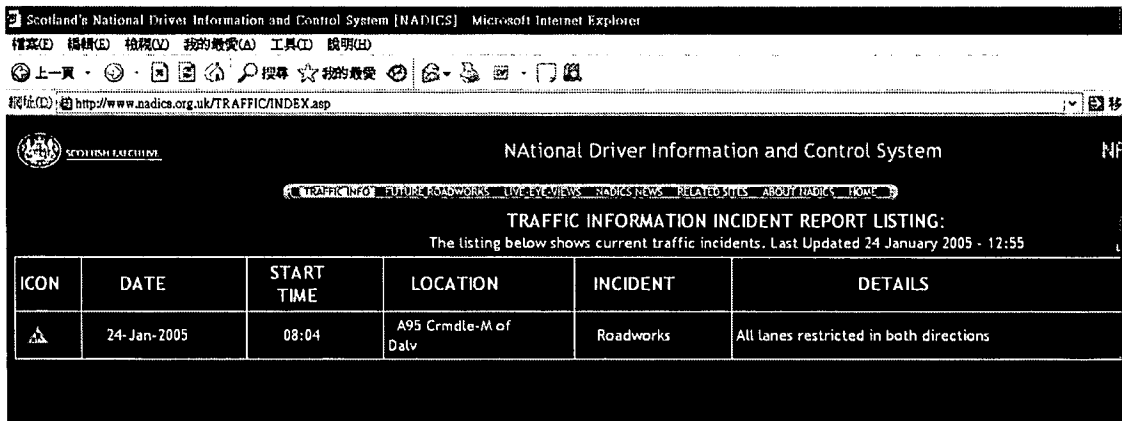


圖 2.1-3 英國蘇格蘭 NADICS 網站

四、新加坡 Traffic Smart 網站

(<http://traffic.smart.lta.gov.sg/traveltime.htm>)

這是由 Land Transport Authority 建置的網站，提供新加坡即時交通資訊的入口網站。該系統的資訊主要由約八千部安裝有定位以及通訊系統的計程車來提供，對於即時的路況則由五種顏色呈現的路網壅塞圖來加以呈現，使用者可以自行輸入起迄點來查詢該路徑的旅行時間。該系統的畫面如圖 2.1-4 所示。

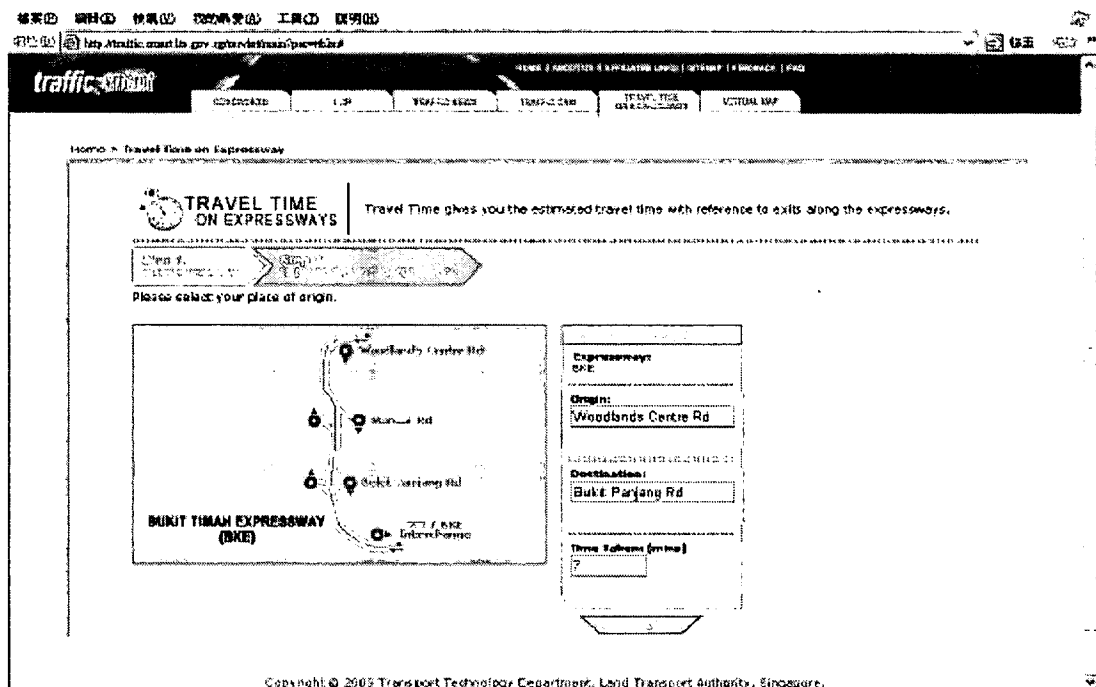


圖 2.1-4 新加坡 Traffic Smart 系統畫面

五、日本 JRTIC 網站 (http://www.jartic.or.jp)

日本道路交通情報中心 (JRTIC) 的主要工作是接受各道路管理當局以及警察單位的委託，蒐集道路交通資訊，經過彙整後提供給駕駛人，該系統的主要資訊來源為車輛偵測器。該系統以路網的壅塞圖來顯示道路的即時路況，並以列表的方式來顯示路段的旅行時間。

使用者可以透過電話自動語音以及自動傳真來查詢，該系統也將所蒐集到的資料提供給 VICS，使得駕駛人可以透過車上的車載設備來接收最即時的路況資訊。該系統的顯示畫面如圖 2.1-5 所示。

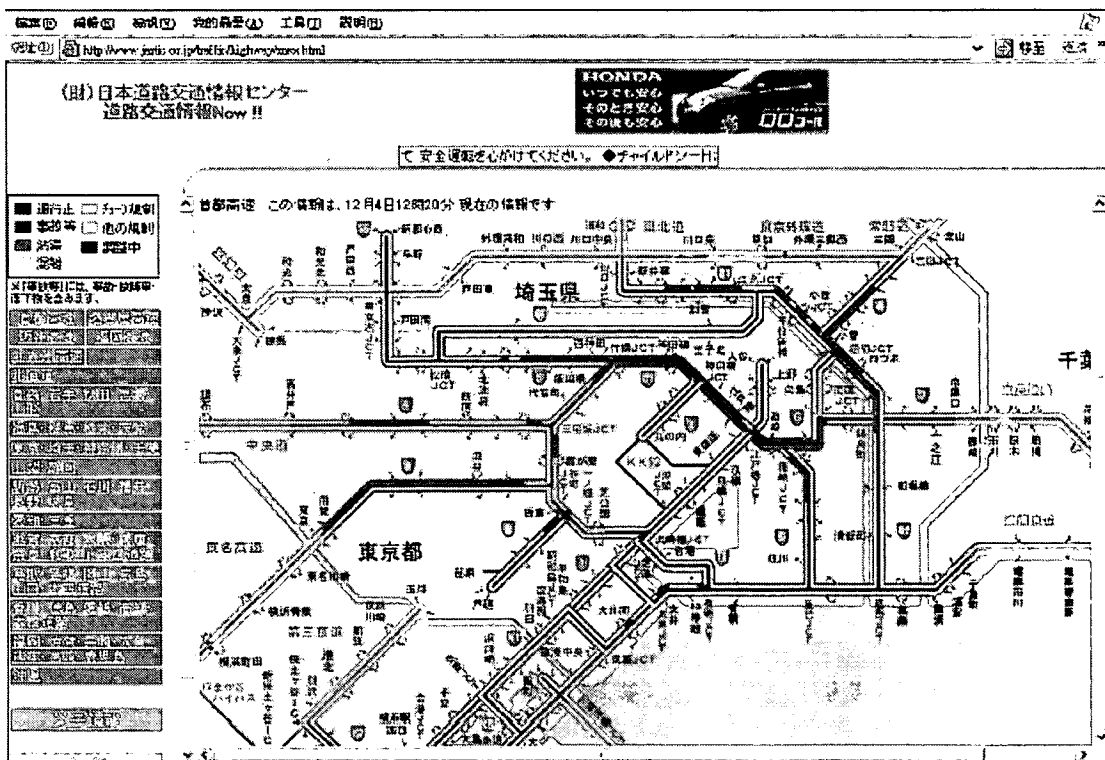


圖 2.1-5 日本 JARTIC 系統畫面

六、西班牙畢爾包(Bilbao) Bizkaimove 網站

(<http://bizkaimove.bizkaia.net/>)

1. 網站內容

- 即時路況資訊
- 意外事故資訊
- 道路施工資訊

2. 路況資訊展現方式與更新週期

即時路況由路網壅塞圖呈現，以五種顏色顯示壅塞等級：綠色、黃色、紅色及紫色，灰色表示無資料，可對圖面進行操作，路網壅塞圖如圖 2.1-6 所示。

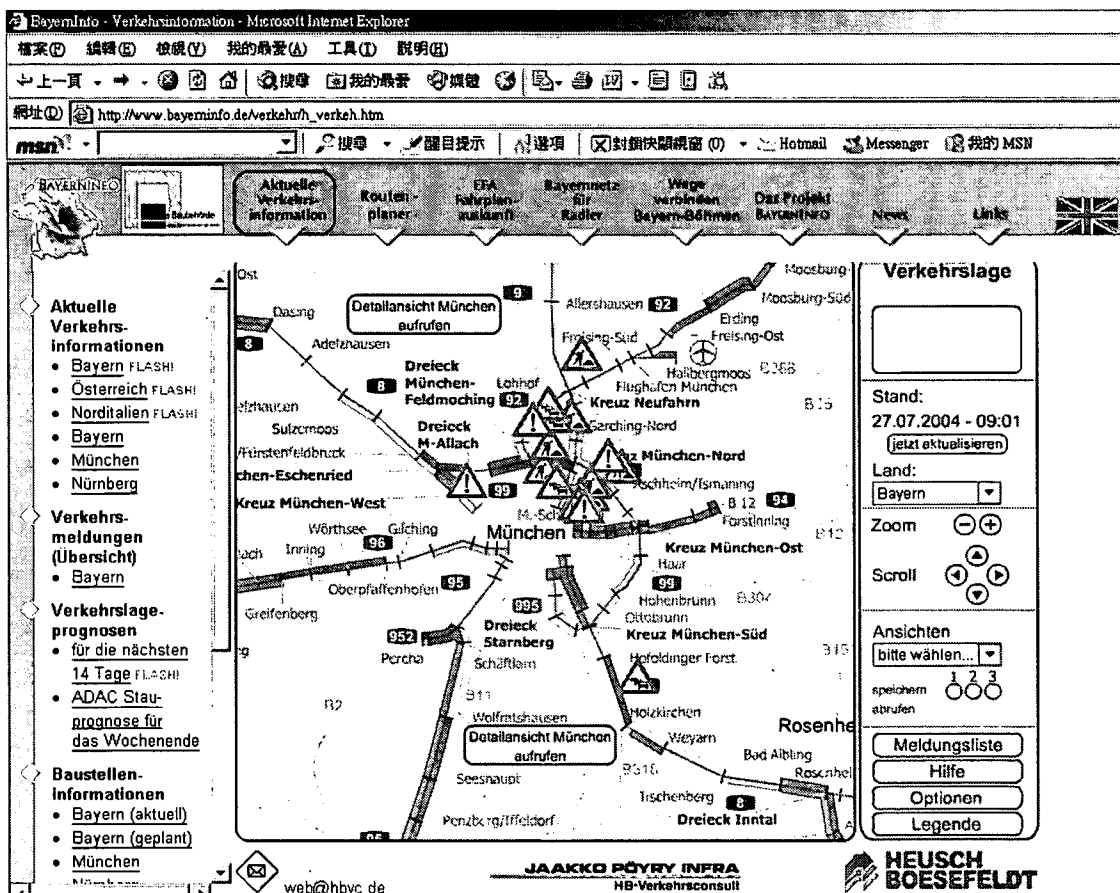


圖 2.1-6 西班牙畢爾包(Bilbao)網站路網壅塞圖

七、美國華盛頓 D.C (Washington, D.C.) 網站

(http://app.ddot.dc.gov/services_dsf/traffic_cameras/index.asp)

1. 網站內容

- 影像即時路況資訊

2. 路況資訊展現方式與更新週期

本網站的特色是以影像資訊提供即時路況資訊，當選取想要的攝影機之後，其路況顯示如圖 2.1-8 所示，由該畫面資訊可得知道路位置、名稱和即時路況等。左邊有所點選之攝影機附近詳細的街道名稱和攝影機位置可供點選，而右邊的攝影畫面隨時更新，也可自己選擇按鈕更新。

3. 路況資訊主要來源

唯一之來源為 CCTV 攝影機，但由於點位佈設夠密，且影像資料對於用路人而言相當直觀且即時，因此相當實用。

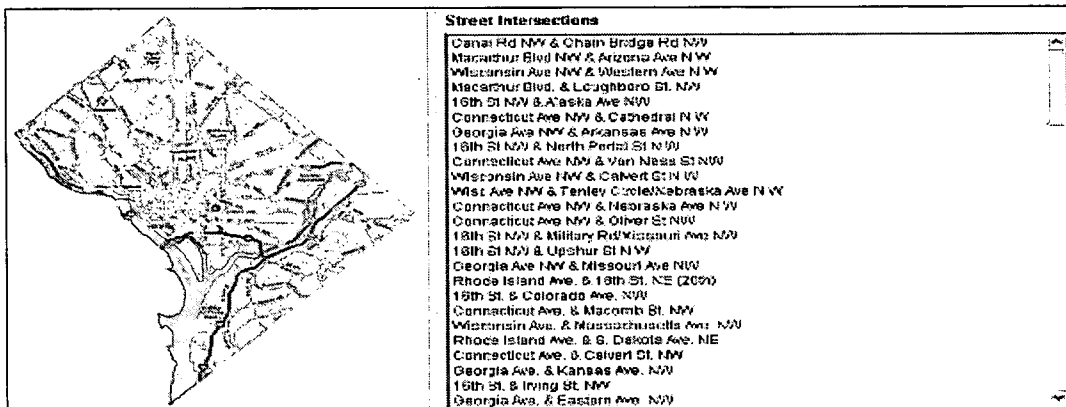


圖 2.1-7 美國華盛頓 D.C 街道交叉路口攝影選項

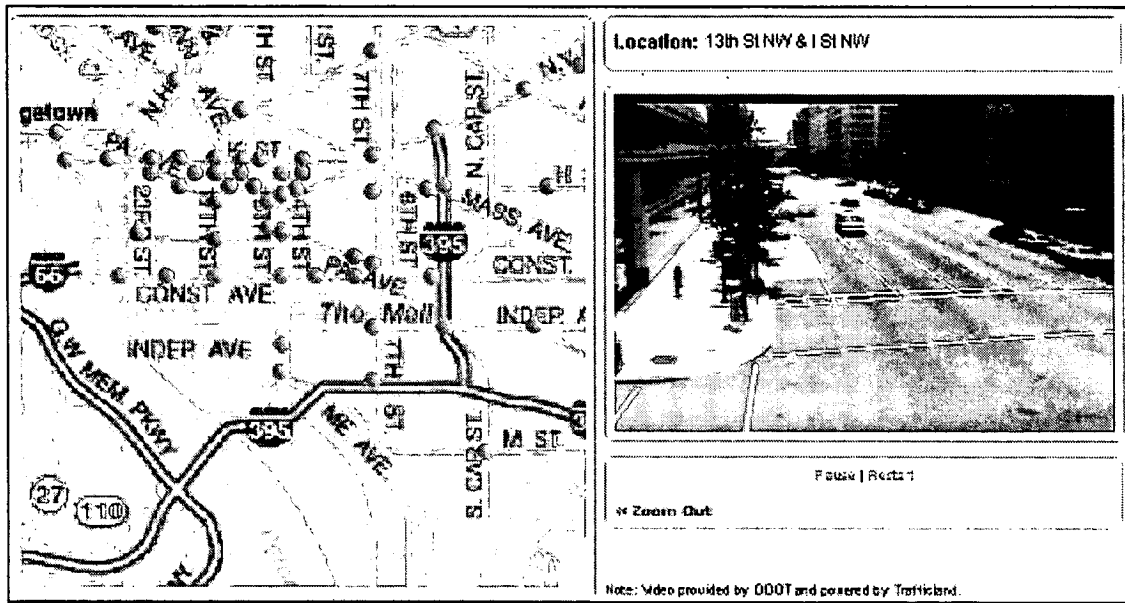


圖 2.1-8 美國華盛頓 D.C 街道交叉路口攝影畫面

八、美國威斯康辛州 Wisconsin Traffic Information

(<http://www.dot.wisconsin.gov/travel/milwaukee/index.htm>)

1. 網站內容

- 旅行時間
- 即時資訊路網圖
- 平面壅塞圖
- 影像即時路況資訊

2. 路況資訊展現方式與更新週期

本網站旅行時間的呈現方式如圖 2.1-9 所示，每三分鐘會更新一次。即時細部資訊系統如圖 2.1-10 所示，圖 2.1-11 為地圖的呈現方式，是以速率為等級劃分：速率等級紅色是 0~19mph、20~39mph、40~55mph；白色線道代表地方街道、綠色線道表示得不到資料的路段、黑色是關閉的道路。當游標指向目標路段時，目標路段會變成藍色的。若目標路段有資料，則會在圖中顯示出其資料，顯示的資料有：行進方向、速度、事件、道路標示位置、街道名稱(含速度)和攝影機位置。

Milwaukee-area travel times		
Travel times as of 8:41:07 AM (CDT) Fri., May. 27, 2005		
Times in parentheses are free-flow (normal) travel times. Bolded times indicate travel times 20% or more over the normal travel time.		
I-43 NB Downtown - Capitol Dr.	4:05 minutes (3 min)	+ 1:05
I-43 NB Downtown - Brown Deer Rd.	11:29 minutes (11 min)	+0:29
I-43 SB Capitol Dr. - Downtown	4:45 minutes (4 min)	+0:45
I-43 SB Brown Deer Rd. - Downtown	11:17 minutes (10 min)	+1:17
I-894 EB Hale - Mitchell	5:29 minutes (6 min)	No delay
I-894 EB Zoo - Hale	5:13 minutes (5 min)	+0:13
I-894 WB Hale - Zoo	5:38 minutes (4 min)	+ 1:38
I-894 WB Mitchell - Hale	6:11 minutes (6 min)	+0:11
I-94 EB Moorland Rd. - Zoo	3:40 minutes (3 min)	+0:40
I-94 EB Hwy 16 - Zoo	10:01 minutes (10 min)	+0:01
I-94 EB Moorland Rd. - Downtown	10:06 minutes (10 min)	+0:06

圖 2.1-9 威斯康辛州路況資訊系統之旅行時間

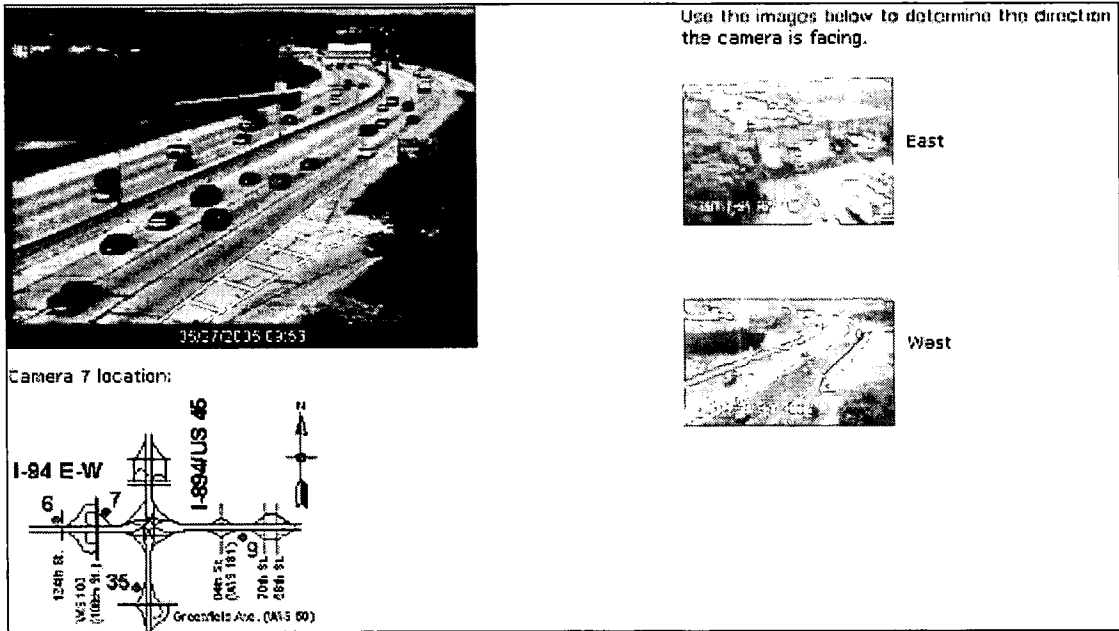




圖 2.1-12 威斯康辛州之攝影畫面

3. 路況資訊主要來源

主要來源為車輛偵測器、CCTV 攝影機等。本網站主要之重要特性在於旅行時間的推估，提供地區道路的旅行時間列表，另外該網站並把旅行時間圖示符號於路網圖中，如  符及符號 。

九、法國 (<http://www.autoroutes.fr/index.php?lng=2>)

1. 網站內容

- 道路收費資訊
- 即時路況資訊
- 影像即時路況資訊

2. 路況資訊展現方式與更新週期

網頁上有標示可收聽之頻道和意外事件、特殊事件、施工、資訊等之路段。路況資訊系統所提供的 CCTV 資訊採即時播放方式，每四秒會變換畫面一次，使用者可以清楚的知道當地的路況資訊。

The screenshot displays the website interface for French highways. At the top, there are navigation tabs: NETWORK, TRAFFIC, RADIO, and WEBCAM. Below these is a search bar labeled 'orways'. The main content area is divided into several sections:

- Routes / tolls:** Includes input fields for 'Place of departure' and 'Place of arrival', with an 'Ok' button.
- Weather forecast:** Features a 'Choose a town' dropdown menu with 'AGEN' selected, and a 'Forecast for France' option.
- Information services:** Lists categories such as 'Repairs and towing services', 'Methods of payment', and 'Facilities for handicapped people'.
- Highways Informations:** Displays 'Radio : FM 107.7'.
- Circulation:** Shows 'N?: 08.92.68.10.77 (0.34EUR/mn)'.

On the left side, there is a vertical banner that says 'prepare your journey' and a map of France with major cities labeled: Lille, Paris, Metz, Nantes, Bordeaux, Lyon, and Marseille. A globe icon and text prompt users to 'Make a click on the map to obtain information about toll companies'. At the bottom, there are logos for 'Autoroutes de France' and 'AIREA'.

圖 2.1-13 法國網路路況收費資訊

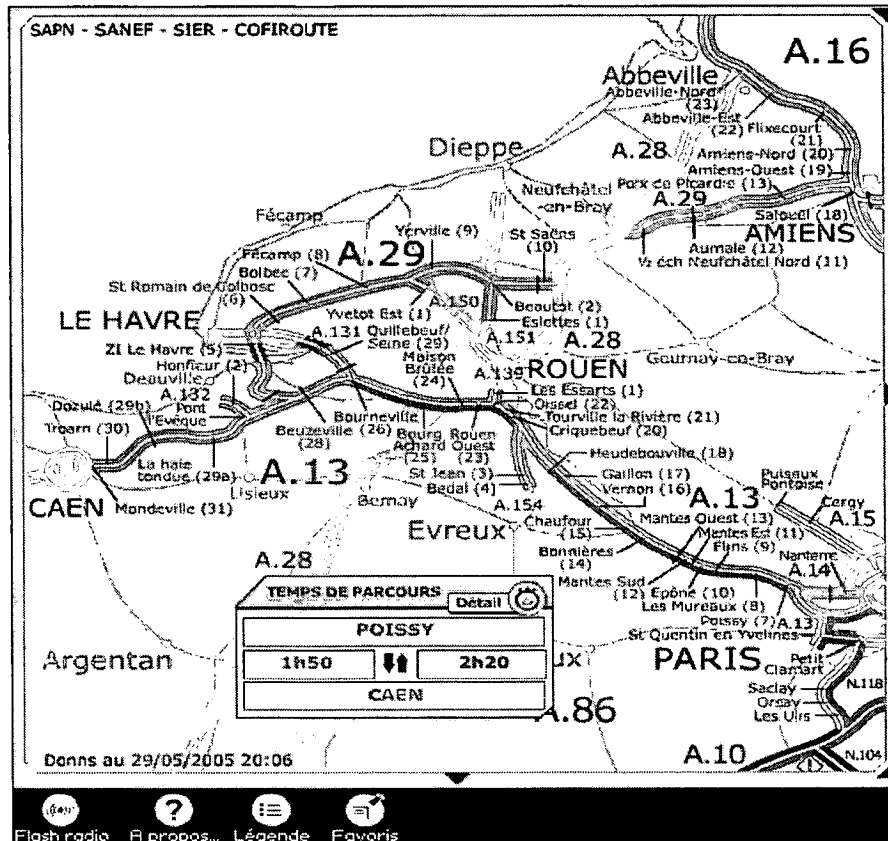


圖 2.1-14 法國網路路況資訊

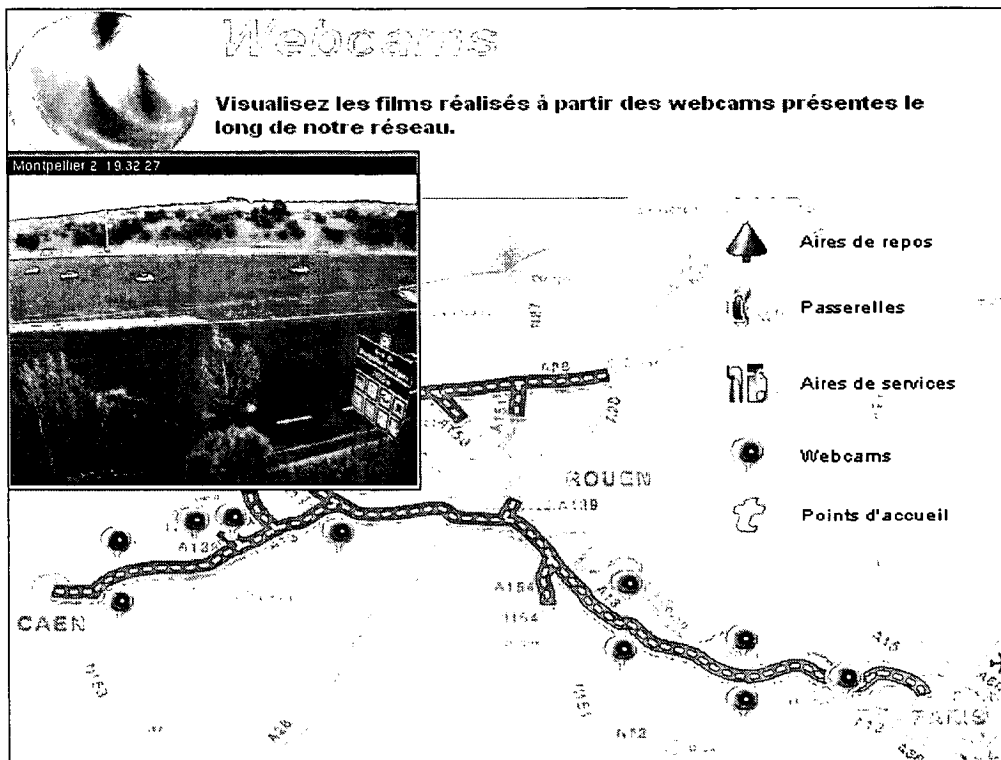


圖 2.1-15 法國攝影機位置圖及即時資訊畫面

十、英國 (<http://www.highways.gov.uk/trafficinfo/>)

1. 網站內容

- 路況資訊 (施工、延滯等)
- 即時路況資訊
- 影像即時路況資訊

2. 路況資訊展現方式與更新週期

即時路況系統如圖 2.1-16 所示，包含之資訊有：延滯(分 6 種)、即時特殊事件與施工、路邊電子可變標示，另外還有未來的事件與施工等；游標指示時，如圖 2.1-17 會有文字方塊說明，系統採 5 分鐘更新一次。延滯分為 6 種分別有：深藍色(高速公路無延滯)、黃色(高速公路中等延滯)、淺藍色(高速公路目前無延滯資料)、深綠色(一般道路無延滯)、紫色(嚴重延滯)、淺綠色(一般道路目前無延滯資料)。另外提供即時路網車速圖(如圖 2.1-18)，以顏色來區分該路段速率：綠色(50mph 以上)、黃色(30-50mph)、紅色(30mph 以下)。

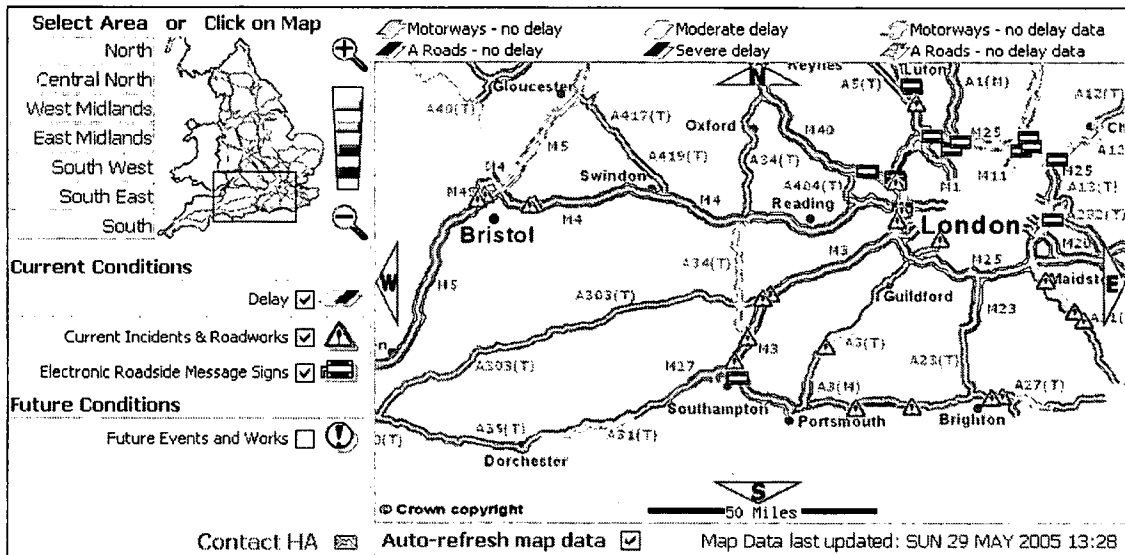


圖 2.1-16 英國延滯、特殊事件顯示圖

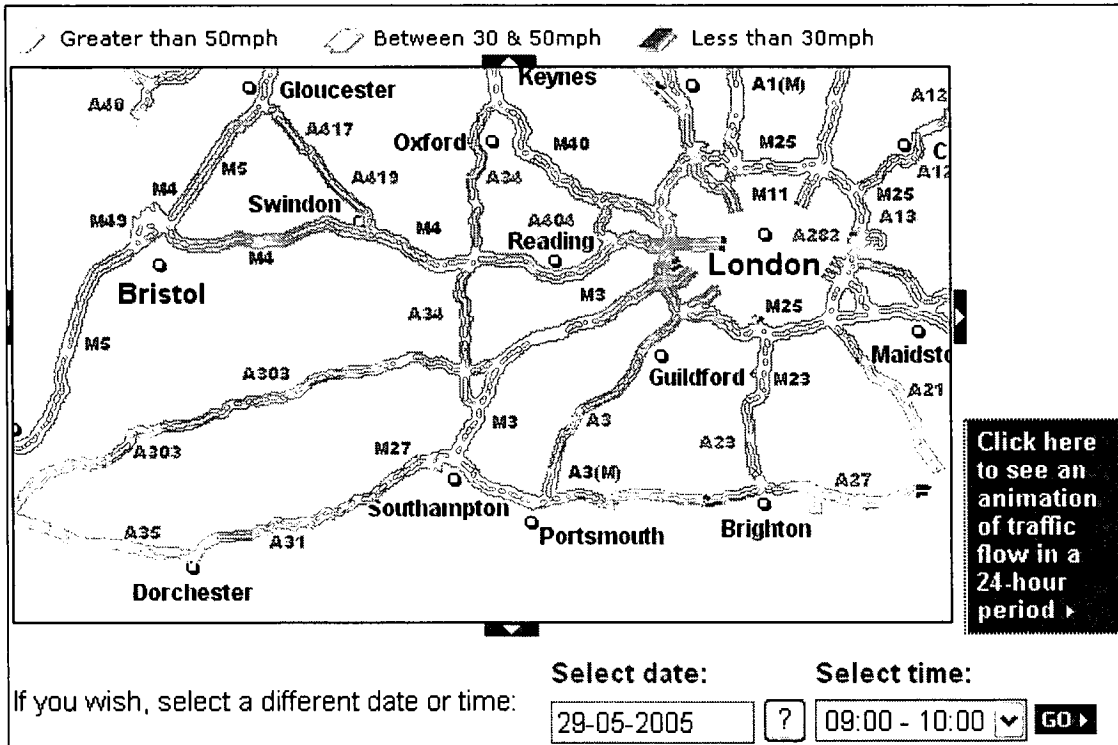


圖 2.1-17 英國即時路網車速顯示圖

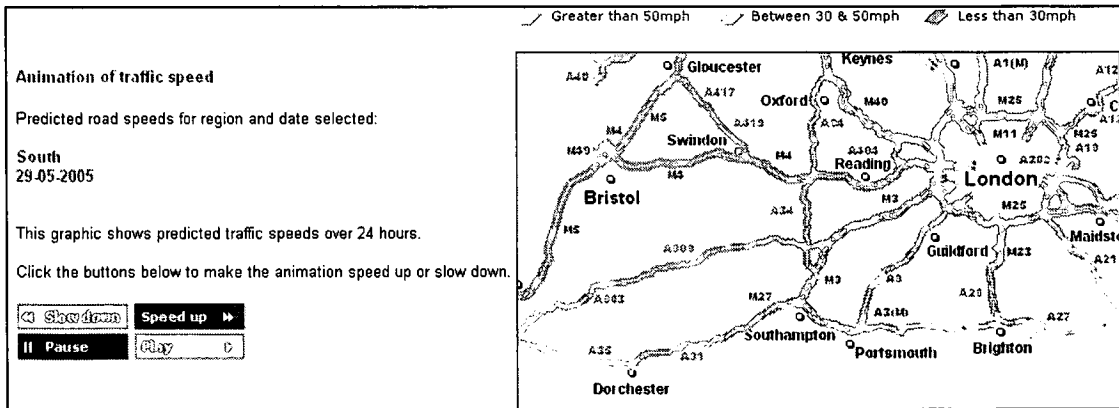


圖 2.1-18 英國即時路網車速變更圖

2.2 國內 ATIS 相關系統

一、高速公路局便民交通資訊系統 (<http://www.freeway.gov.tw/>)

該網站是由交通部國道高速公路局所建置，主要提供國道以及東西向快速道路的即時路況。在資訊來源方面主要以車輛偵測器的資料為主，在資訊顯示上主要是以圖形來呈現。該網站的內容包括即時路況、即時影像、即時事件、施工預告、旅行時間預估、國道速度比較等。該系統的畫面如圖 2.2-1 所示。

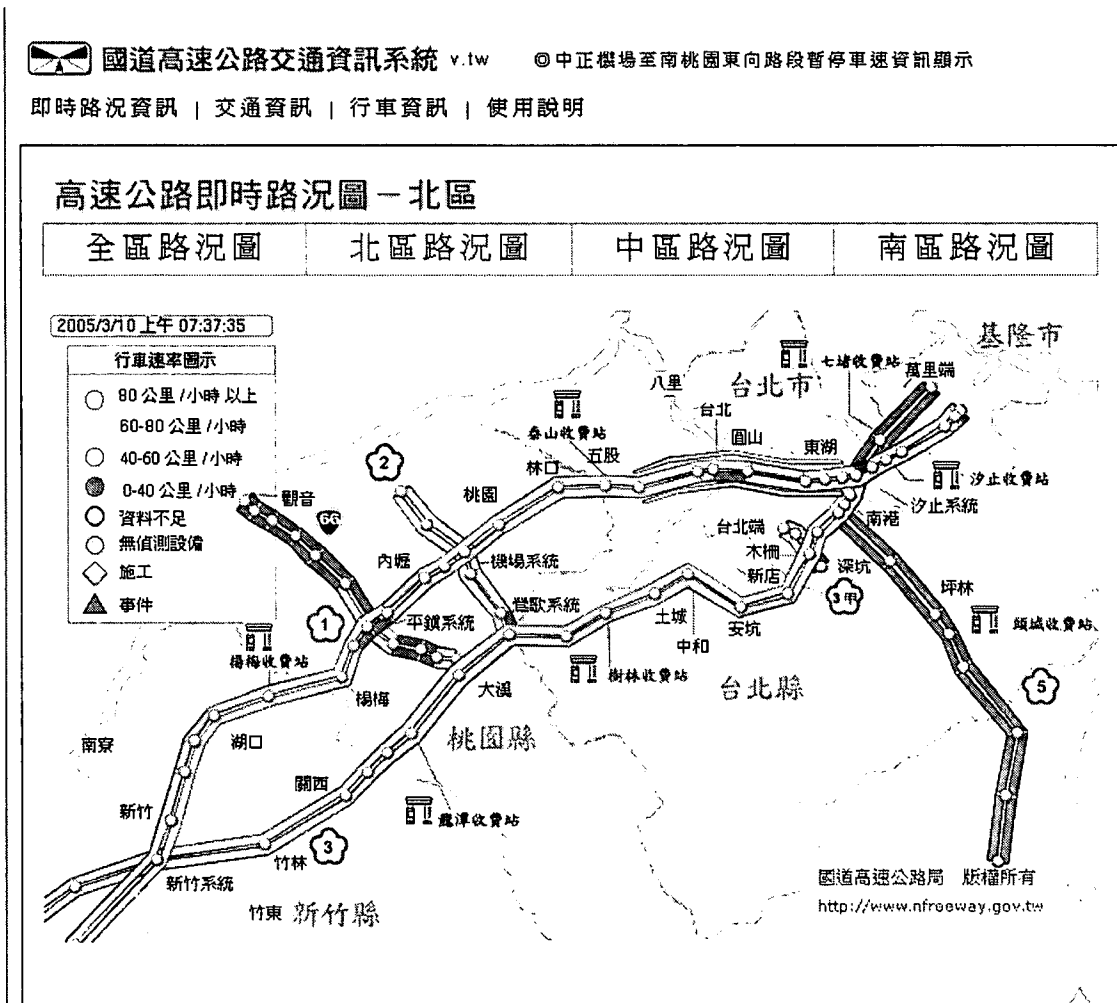


圖 2.2-1 高速公路局便民即時交通資訊系統畫面

二、交通部運輸研究所「全國路況資訊中心」

(<http://e-traffic.iot.gov.tw/index1.htm>)

1. 網站內容

- 路況地圖
- 路況文字顯示
- 最短路徑
- 高速公路路況

2. 路況資訊展現方式與更新週期

交通部運輸研究所所建置之全國路況中心設立迄今瀏覽人次已達 27 萬 3 千多人次。民眾可查詢國省道及各縣市路況，並可跨縣市選定起迄地點，避開各種交通事件獲得最佳行駛路徑建議。資訊彙整是以「智慧型路況通報系統」為基礎，並結合警察廣播電臺全省七個分臺，即時輸入路況資訊(包含事故、交通障礙、交通阻塞、交通管制、號誌故障、道路施工、災變等七類事件)，並自動產生相對應之位置座標，將道路以電子地圖方式呈現。

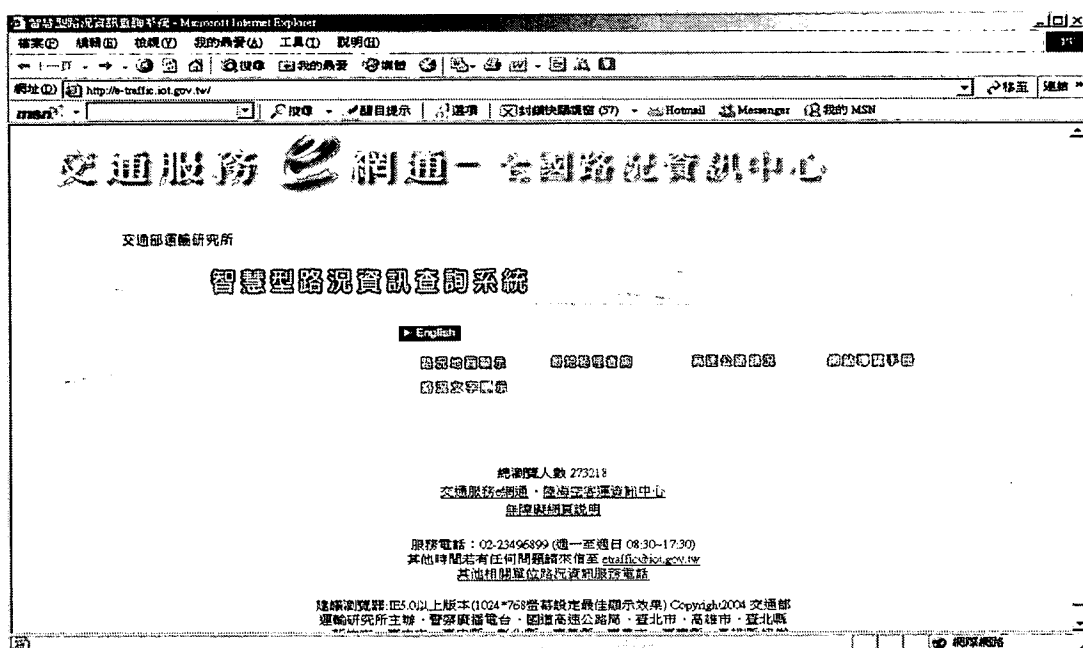


圖 2.2-2 全國路況資訊中心首頁

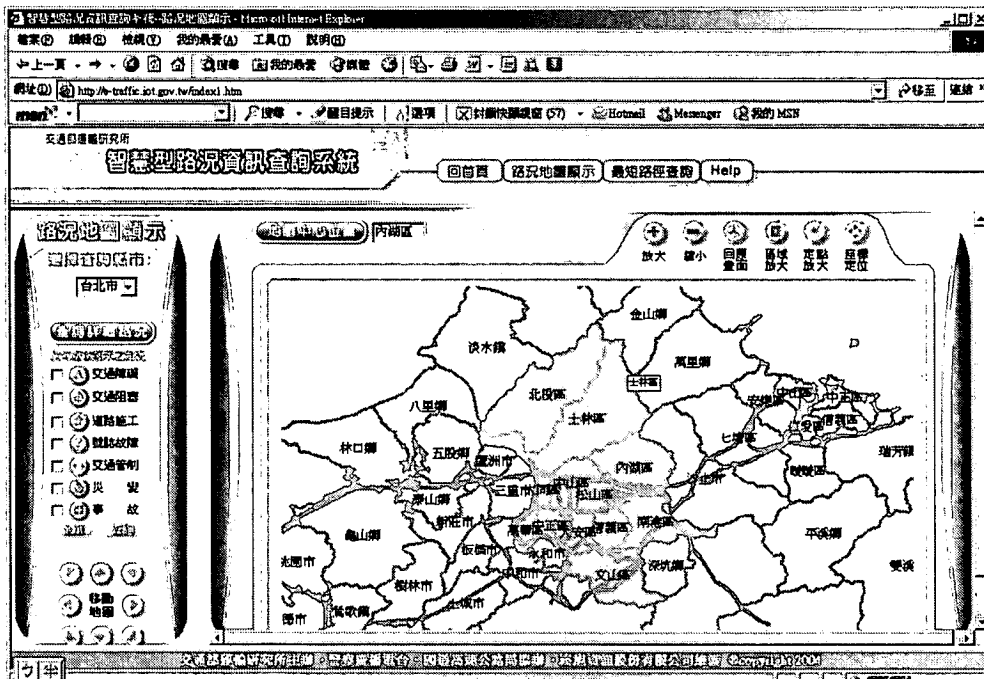


圖 2.2-3 全國路況資訊中心查詢介面

3.路況資訊主要來源

主要來源為熱心民眾的通報，以及各縣市政府之路況資料輸入等，也因為本網站主要之資訊來源皆須經過人為輸入，故在資料前置處理作業上較為繁瑣（如事件定位及重複事件之處理等），但所獲得之資料通常是較其他偵測所得到之資料更為詳實且直觀。

三、交通部運輸研究所「陸海空客運資訊中心」

(<http://e-trans.iot.gov.tw/query>)

交通部運輸研究所在交通服務 e 網通計畫當中建置了「陸海空客運資訊中心」，該網站整合了國內陸海空各主要經營業著的資訊，提供民眾行前客運資訊之查詢管道。該網站內容包含旅運規劃、即時資訊查詢、轉乘資訊提供、以及客運訂票等服務。在旅運規劃方面，使用者可以選擇出發地與目的地、希望出發或是到達時間、運具選擇等，系統會根據使用者的需要自動規劃出最合適的建議；在即時資訊上則提供國內各主要機場的航班到離站資訊；在轉乘資訊方面，則提供國內主要都市在火車站附件的轉乘資訊；在客運訂票方面則以超連結的方式連到各家業者的網路訂票中心。該網站畫面如圖 2.2-9 所示。

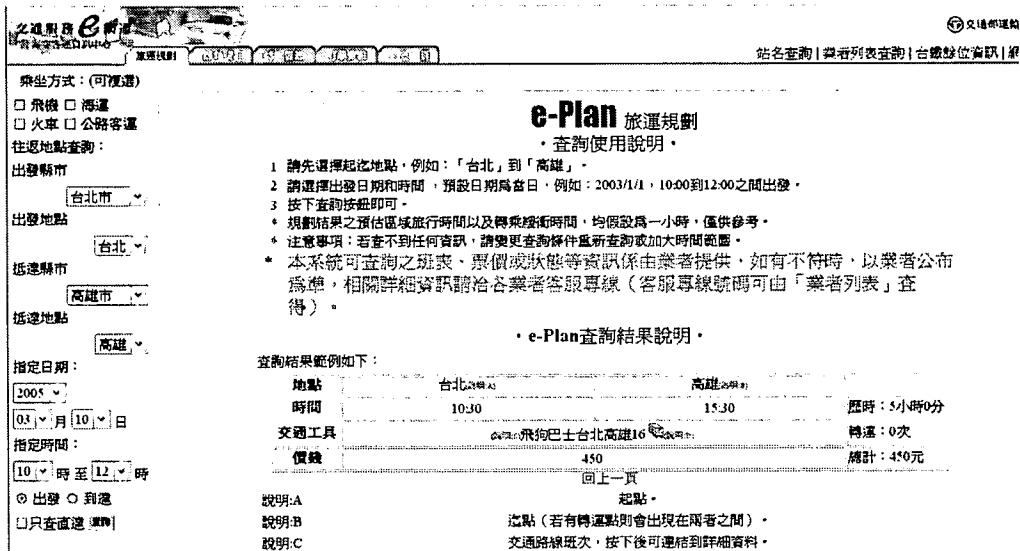


圖 2.2-4 交通部運研所陸海空客運資訊中心

四、警察廣播電台全國交通資訊中心

(<http://data.twtraffic.com.tw/NTIC/>)

本系統是由交通部與警察廣播電台共同合作完成，其主要資料來源為警察廣播電台所蒐集到的資訊(包含用路人通報、警察單位通報等)，以及高速公路局的事件資料庫。該系統可以同時以文字或是圖形的方式來顯示即時路況。該系統畫面如圖 2.2-2 所示。

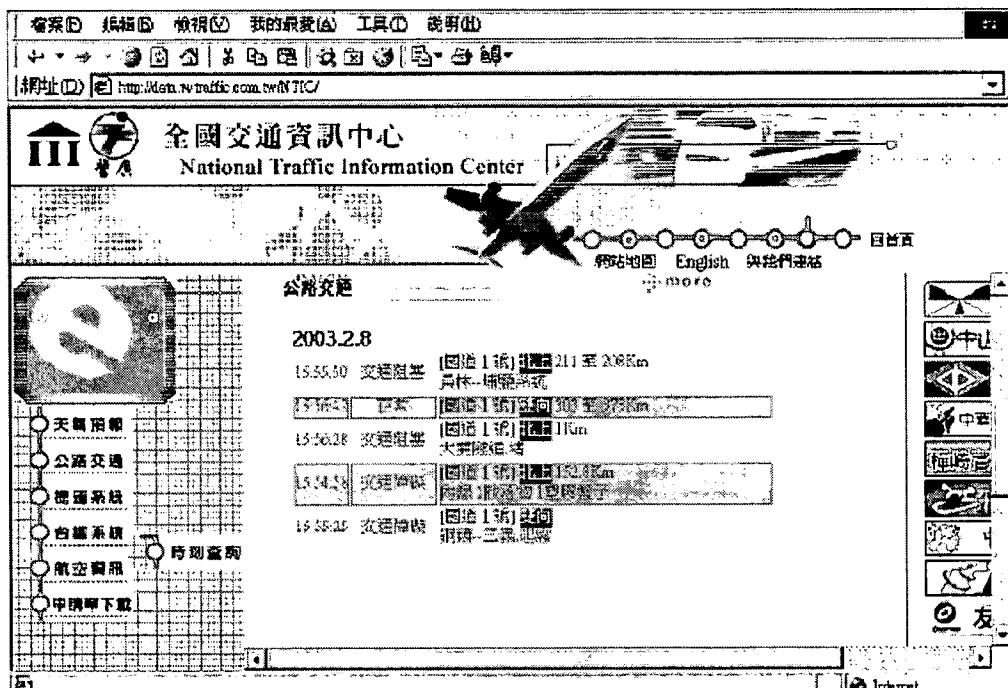


圖 2.2-5 全國交通資訊中心系統畫面

五、臺北市即時路況資訊 (<http://www.bote.taipei.gov.tw/all2.htm>)

1. 網站內容

- 交通事件即時資訊
- 顯示市區路段壅塞程度
- 車流影像服務
- 依據預設策略將導引訊息顯示於可變資訊看板，導引用路於高架與平面道路間進行替代功能

2. 路況資訊展現方式與更新週期

路況資訊由路網壅塞圖、CCTV 影像等二種方式呈現，壅塞等級分為三種：紅色、黃色、綠色，路網壅塞圖如圖 2.2-7 所示，不可對圖面進行操作。

3. 路況資訊主要來源

主要來源為車輛偵測器。



圖 2.2-6 臺北市交通管制處交控中心網站

六、臺中市即時交通資訊網 (<http://e-traffic.tccg.gov.tw/real.html>)

1. 網站內容

- 整合交通事件即時資訊、高快速公路即時交通資訊等
- 顯示市區路段壅塞程度
- 車流影像服務
- 停車資訊動態導引系統
- 依據預設策略將導引資訊顯示於可變資訊顯示看板(CMS)上，導引用路人於高架與平面道路間進行替代

2. 路況資訊展現方式與更新週期

路況資訊包含路段行駛速率、CCTV 影像、事件資訊及停車場動態資訊等四類方式呈現，壅塞等級分為四種：紅色 40kph 以下、橘色 41-60kph、黃色 61-80kph、綠色 81kph 以上，路網壅塞圖如圖 2.2-10 所示，可對圖面進行操作。

3. 路況資訊主要來源

主要有四種來源：微波式車輛偵測器(Smart Sensor)、CCTV 攝影機、公車及計程車之資訊，該系統也是全國第一套採 GPRS 無線傳輸，建立彈性的及機動性的號誌管理系統。

real - Microsoft Internet Explorer

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

← 上一頁 → 搜索 我的最愛 媒體 國、台、港、澳、同、訊

網址(2) http://e-traffic.tccg.gov.tw/real.html

msn 搜索 圖目提示 選項 封鎖快關鎖窗(28) Hotmail Messenger 我的MSN

臺中市即時交通資訊網

Taichung City Real Time Traffic Information Web

| 中文 | ENGLISH |

- 路況即時資訊
 - ◆ 臺中市區
 - ◆ 中彰快及高速公路
- 停車資訊
 - ◆ 停車場位置圖
 - ◆ 停車場查詢
- 臺中市其它交通資訊
 - ◆ 公車資訊
 - ◆ 計程車資訊
 - ◆ 拖吊資訊
 - ◆ 道路標誌資訊
 - ◆ 觀光資訊
- 全國性其它交通資訊
 - ◆ 陸海空客運資訊
 - ◆ 高速公路全區資訊
 - ◆ 東西向快速公路路況
 - ◆ 全國路況資訊中心

更新時間: 2005-06-21 16:00

+ -

↑ ↓ ← →

高快速公路

- 81公里/小時以上
- 61-80公里/小時
- 41-60公里/小時
- 40公里/小時以下

市區幹道

- 31公里/小時以上
- 16-30公里/小時
- 15公里/小時以下

CCTV即時錄影機

CMS資訊等管理器

即時事件資訊 - ECRB

圖 2.2-7 臺中市即時交通資訊網

七、高雄市即時交通資訊網 (http://kctraffic.tbkc.gov.tw/)

此網站為交通部運研所為加強地方政府之交通資訊建設所輔導之計畫案，主要整合橫跨交通、警政與工務等單位包括即時路況資訊、路口 CCTV 影像、交通事件、都市大眾運輸系統搭乘、停車場、氣象及地區主要觀光景點等資訊。另針對交通偵測器、公車動態資料與計程車動態資料等不同交通路況資料進行異質資料融合之模式建立與實作，以補充都市地區路段偵測器不足，健全路段行駛速率資訊。該系統的畫面如圖 2.2-6 所示。



圖 2.2-8 高雄市即時交通資訊網

八、新竹市交通安全行易網 (http://hisatisfy.hccg.gov.tw/)

新竹市交通安全行易網之主要資訊來源包含計程車相關資訊、停車場即時資訊及公車資料。此系統之即時路況資訊是以市內計程車為探針車，將計程車行車資料經運算整理後呈現至網頁上供使用者參考。該系統畫面如圖 2.2-3 所示。

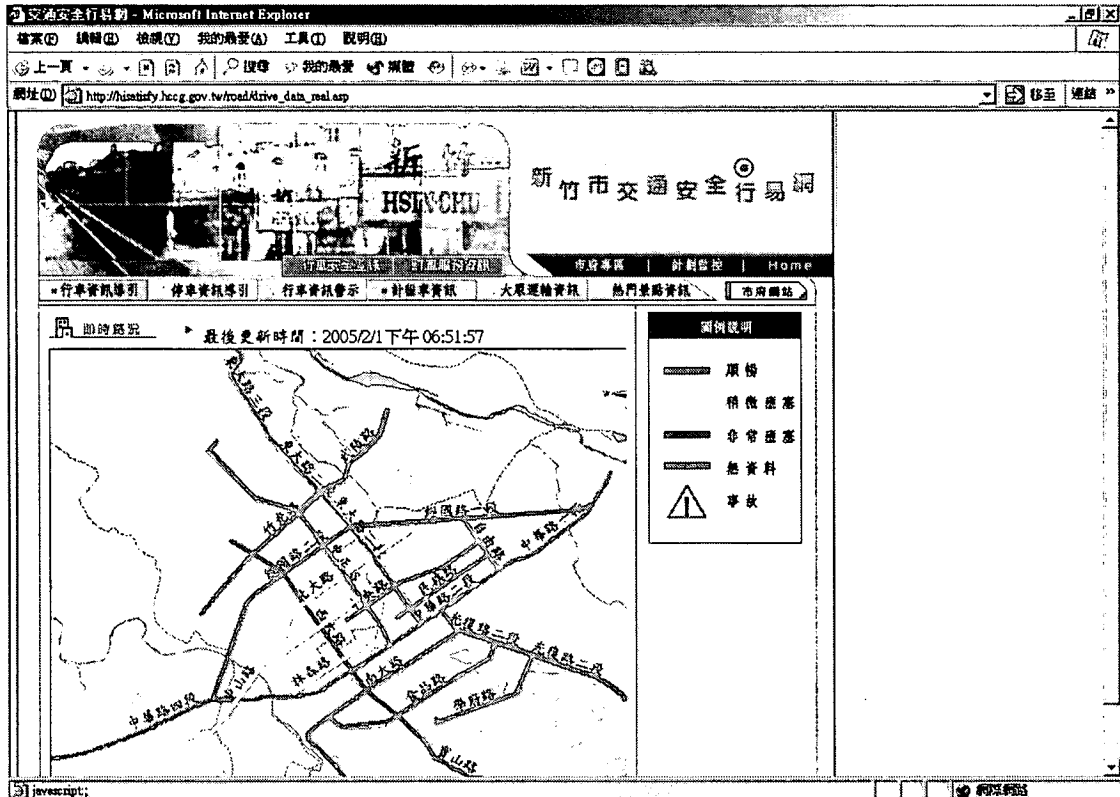


圖 2.2-9 新竹市交通安全行易網即時路況

九、新竹科學工業園區即時路況監控

(<http://www.atop.com.tw/intersection/intersection.htm>)

新竹科學工業園區有鑑於園區內上班人數眾多，於上下班時間經常會發生道路壅塞的情況，因此利用園區內之 CCTV 影像資料，利用網際網路方式開放大眾使用，以便民眾於用路前可以先選擇所要行經之道路，以達到分散車流的目的。該系統的畫面可以如圖 2.2-8。

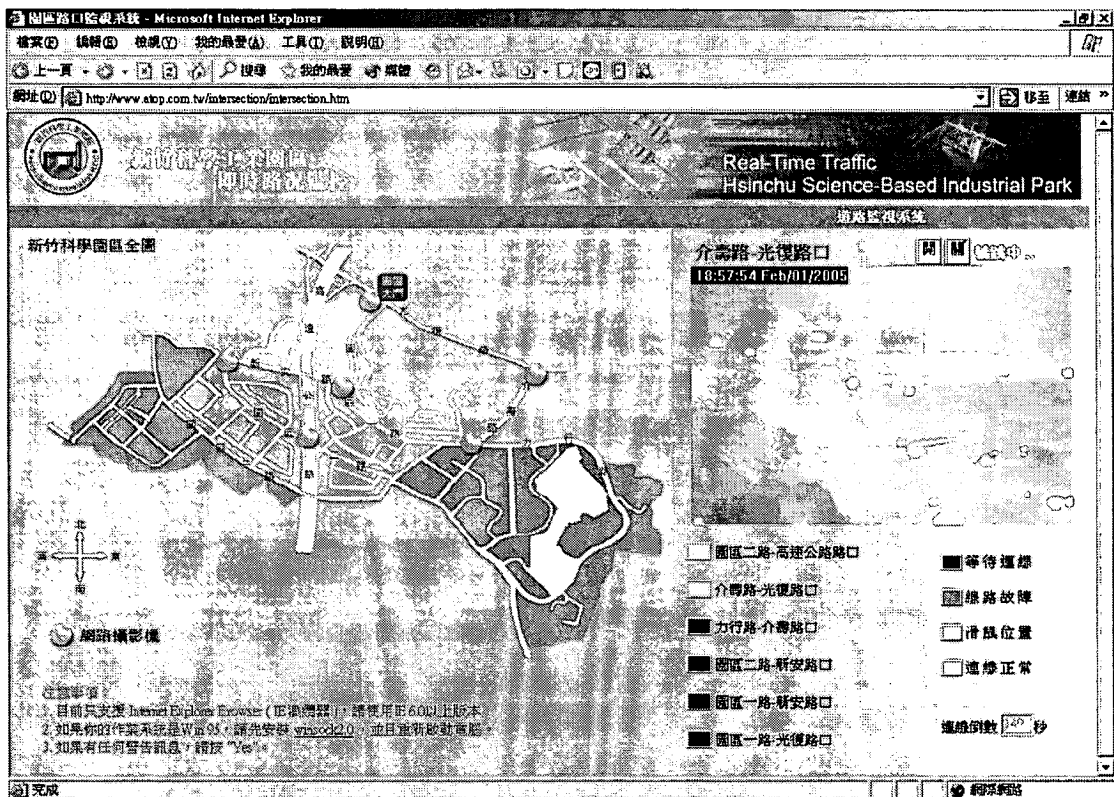


圖 2.2-10 新竹科學工業園區即時路況監控

2.3 探針車輛蒐集交通資訊相關文獻

傳統蒐集路況資訊之車輛偵測器，受限於產品價格，使得佈設密度不足，而其資料收集的特性（如：迴圈偵測器只能收集道路上某一點的車流資料）無法收集整條線或整個面的資料，故單靠偵測器收集交通資料，現階段並無法獲得完整的車流資料，故而利用探針車輛收集交通資訊不失為另一收集交通資訊的另一可行方案。以下茲就國外利用探針車輛收集交通資訊的相關文獻加以回顧：

一、Frequency of Probe Reports and Variance of Travel Time Estimates[Sen, 1997]

此研究探討探針車的數量(探針車經過多少路段)對於路段旅行時間預估的影響。利用芝加哥郊區之歷史資料求路段旅行時間的變異數、標準差，結論發現並不是探針車數量愈多愈好，即使探針車數量很大，預估與實際的旅行時間之變異數仍然存在。當探針車到達一定的數量時，即使再增加探針車也不會減小變異數及標準差。

二、A Simple and Effective Method for Predicting Travel Times on Freeways[Rice, 2004]

此研究是要呈現一種方法來預估高速公路的路段上之旅行時間。一個路段上當前的交通狀況可以當前的旅行時間來概括，而當前的旅行時間可以由偵測器、影像資料、探針車或任何其他方法來預估(前提是出發後沒有遇到重大的交通改變)。此研究的方法是源自歷史資料的觀察，發現當前狀況的旅行時間與未來的旅行時間之間存在線性關係(linear relationship)。線性關係中的斜率和截距也許會因為一天中的時間而改變，但其線性仍存在。此研究是用時間變異係數來作線性迴歸，再利用這些資料來預估旅行時間。

三、有 GPS 資訊提供下之車輛旅行時間預估模式之研究[吳佳峰, 2000)

近年來車輛運用全球定位系統 (Global Positioning System,

GPS) 以達車輛自動定位漸漸普及，此外受到國內道路路側偵測器尚有不足之處，因此此研究考慮透過 GPS 之定位資訊來預估車輛之旅行時間。

此研究主要透過車輛歷史旅行資料預估車輛旅行時間，為了能夠正確預估車輛旅行時間，設定了車輛運行路線分段以及車輛歷史旅行資料劃分時段之準則。而為使模式能夠同時適用於城際間長途旅次以及市區內旅次，模式將預估車輛旅行時間分隔為車輛運行時間以及車輛停等時間。同時為了補強運用車輛歷史旅行資料預估無法有效反應車輛實際遭遇非預期性運行狀況之改變，模式將運用車輛實際運行時所傳之 GPS 定位訊號。模式從車輛實際之平均運行速度、前車經過前方路段所傳回該路段最近之旅行時間資訊，調整預估車輛運行時間；模式另從車輛實際停等時間，判斷預估車輛停等時間是否有超估或低估之現象，並調整之。

為了測試預估模式之適用性，此研究以實際國內客運業者車輛旅行資料對預估模式作實例測試。從測試結果發現模式在未遭遇非重現性之壅塞時，預估旅行時間有著相當不錯之準度，而當遭遇壅塞時，模式之預估旅行時間誤差亦能透過模式預估旅行時間之調整機制而控制在可接受之誤差範圍內。

四、Application of Probe-Vehicle Data for Real-Time Traffic-State Estimation and Short-Term Travel-Time Prediction on a Freeway[Nanthawichit]

在各種不同路況設計不同的預測方法，以統計誤差 RMSE (平均誤差平方根，root-mean-square-error) 及 MARE (mean-absolute-relative-error) 找出較佳的預估方法。

此方法為運用巨觀車流理論模式，將探針車所收集到的資料經過卡門濾波器去掉極端值；再假設路側偵測器置於測量路段的中央。使用路側偵測器及探針車的資料融合，預估交通狀況並持續更新，而此兩種來源不同的資料權重各假設為 0.5。此方法的車流、速率及密度預估的準確度較高，進一步可推估旅行時間等

延伸資訊。

五、Estimating Corridor Travel Time by Using Transit Vehicles as Probes[Cathey]

由 AVL (automatic vehicle-location, 自動車輛定位系統) 所收集到的資料, 經過卡門濾波去掉極端值後, 再將這些資料對應 GIS (geographical information system, 地理資訊系統) 上的各路段, 加總各路段的「距離/時間」, 即可推估旅行時間。

六、Reducing bias in probe-based arterial link travel time estimates [Hellinga, 2002]

本研究將車輛旅行時間分為行駛時間及停等時間, 在一號誌化的幹道上, 假設探針車與整體車流平均旅行時間相同, 所以只須考慮探針車與整體車流平均停等時間的差異。

以路側偵測器或其他監視系統所測得的所有車輛抵達時間分配來分割時段, 因號誌化幹線上車輛的停等, 可根據號誌而有系統性的周期, 並依其分配給予探針車停等時間的權重, 再模擬號誌化幹道交叉路口的情況, 其所得平均旅行時間之誤差小於直接採用探針車之旅行時間。

七、利用公車 GPS 定位資料推估路段行車速率之研究[張惠汶,2001]

本研究利用公車在行駛中傳回的 GPS 定位資料, 發展一套資料處理方法, 推估路段中的速率。

本研究發展之資料處理模式主要包含兩個部份: 一為資料過濾模式採用自定的規則法(在路口與站牌位置前後訂定一範圍作為停等區, 再根據公車 GPS 定位的位置資料、速率型態判斷濾除公車上下車、路口紅綠燈停等之低速資料。); 一為資料切割模式採用改變點(Change Point)分析理論(找出一切割點, 使切割點至目前更新時間之間的資料是相似的。), 分析結果在兩模式中均能達到所期望之功能。

八、Transit Vehicles as Traffic Probe Sensors[Cathey, 2001]

本論文展示一個新的演算法, 運用大眾運具當作探針車輛來

判斷經過一條公路或是動態走廊所需的旅行時間與速率。

利用自動車輛定位系統(Automatic Vehicle Location System, AVL System) 在大眾運具經過的每個路段建立「速率偵測器」。將所經路段定位設立標籤，再利用地理資訊系統(GIS)來組織車輛現在狀態的估計值，最後使用這些所得的資料庫來推估旅行時間。

九、Assessing Expected Accuracy of Probe Vehicle Travel Time Report[Hellinga, 1999]

本篇研究討論偏差樣本對探針車輛推估值所造成的影響。運用車流理論來證明抵達時間的分配所產生之偏差與各路段中探針車輛到路口轉彎所佔有的比例會影響樣本估計值的平均數，造成延誤。本論文利用模擬來觀察動態走廊之偏差樣本所造成的影響與衝擊。

該研究顯示，模擬中探針車輛所推估的旅行時間即代表一個樣本，若該探針車輛為一個偏差樣本，則樣本均數不會接近母體均數。模擬顯示前一筆觀察資料數值與當筆資料數值的偏差有直接的關係。

2.4 車輛偵測器相關文獻

研發車輛偵測器為本研究的研究內容之一，而車輛偵測器依其使用之感測器可分成埋設式與非埋設式等，埋設式如環路線圈式、壓力式與磁力式等；非埋設式，如超音波式、影像式、微波式、紅外線式、無線電頻率式等。而車輛偵測器的選用一般主要考量之因素包含偵測性質、環境條件、準確度、外觀、造價等。以下就現有車輛偵測器種類及特性作一比較說明：

一、環路線圈式車輛偵測器

環路線圈式車輛偵測器以金屬環路線圈埋設於路面下，藉車輛通過該線圈而改變線圈之電感量，以偵測出該車道之流量及佔量，利用車輛通過兩組環路線圈之時間點以求得車速及車長，利用車長即可做車種之判別。因環路線圈埋設於車道下，對用路人而言，不會造成景觀之衝擊，故廣受交控系統工程使用，但施工維護時須長時間封閉車道為其主要缺點。

二、壓力式車輛偵測器

壓力式車輛偵測器為利用通過乘載於橡皮壓力板（Rubber Pressure Plate）上之車輛重量使其內部金屬接點閉合，一般在壓力 50 公斤以上即可使接點閉合。此類偵測器可分為「有方向性」及「無方向性」兩種，其缺點為機械式動作、易故障，且施工維護時須封閉車道。

三、壓電式車輛偵測器

壓電式車輛偵測器為利用通過安裝於現場之壓電式電纜或膠帶(Piezo Electric or film)和偵測單元所組成，以車輛通過壓電式電纜或膠帶所產生壓電效應變化而偵測出車道之流量、佔量及車重。如同環路線圈之方式，採用兩組感測器可測得車速、車種等資料，但須定期更換壓電式電纜或膠帶，故維護成本較高。

四、磁力式車輛偵測器

磁性式車輛偵測器為利用高導磁性之線圈裝設於路面下，當

車輛通過時對磁通產生的偏移輸出電壓訊號以偵測車輛，經由內部靈敏度之設定與調整，可偵測至 1~3 車道，惟此種偵測器較不適合應用於車速較低的情況。

五、超音波式車輛偵測器

超音波式車輛偵測器是由超音波感測器和偵測單元組成，利用超音波反射時間之變化可偵測車流量、車高及佔量等資料，車速及車長偵測原理同環路線圈式，利用車輛通過兩只感測器之時間差求得，車種判別可利用車高及車速求得，其裝設方式有高架上空式(Over-Head Type)與側射式(Side Fire Type)兩種，惟側射式無法偵測車高，且兩車道以上之路段並不適用。

六、影像式車輛偵測器

影像式車輛偵測器由閉路電視攝影機、終端控制器和影像處理等設備組成，以攝影機攝入 1~4 個車道之影像訊號，利用線式偵測法，即於每一車道上劃取影像線，利用影像線的亮度變化可偵測車流量及佔量，如利用兩條影像線之時間差可求得車輛通過之車速，利用車速計算車長以判別車種，但尚有其他理論。目前夜間仍須利用紅外光燈及路燈補足照度精確偵測佔量及車種。交控系統路況監視用的影像式車輛偵測器攝影機，視野涵蓋範圍約可達 500 公尺以上，在涵蓋範圍內可以對任一個視野角度進行交通狀況監視。影像式車輛偵測器除可提供一般車流資料收集功能，目前已有部份廠商利用影像處理技術直接做事件自動偵測，此種方式可較傳統方式更快速直接。

七、微波式車輛偵測器

利用發射之微波以都卜勒效應感知車輛之存在，早期利用都卜勒效應可偵測快速移動車輛之速度，但無法偵測靜止之車輛，目前已有新式之偵測器可偵測靜止之車輛。微波式車輛偵測器可安裝於路側及車道正上方，安裝於路側一次可偵測多車道，但車速、車種等資料須利用兩組感測器。若裝設於車道正上方則可同時偵測車速、車種等資料，無須裝設兩組感測器，其缺點為設備成本高且須裝設鋼架影響景觀，但施工維護時較不影響交通。

八、紅外線車輛偵測器

主動式紅外線車輛偵測器利用 LED 或雷射二極體發射紅外線至路面上一定感測區域，紅外線由路面或車輛反射經由鏡頭聚焦後，利用矩陣式感光元件接收，感光元件矩陣可分為一維或二維陣列。一維陣列最常被採用，可偵測車輛存在、車速、佔有率等資料，二維陣列則可測得車輛影像，利用影像處理技術偵測車流資料，此種方式除攝影技術與影像式車輛偵測器不同外，其餘特性近乎相同。

被動式紅外線車輛偵測器是由紅外光感測陣列接收物體本身發出之遠紅外光，物體所發出之紅外光強度係本身溫度強弱而產生強弱變化，當車輛行進時，其引擎、輪胎磨擦及廢氣等皆高於路面溫度，偵測器便利用紅外光強度不同判斷車輛之通過，取得車流量、速度等資料，由於車體各部溫度並不相同，故車長、佔有率量測能力較差。

九、無線電頻率式車輛偵測器

無線電頻率式車輛偵測器之原理，是由裝設於車輛內之發訊器發射訊號，並由裝於路旁或埋設於路面下之接收器收訊，以瞭解特殊車輛之動態情形或達到定位目的，故其僅適用於特殊任務車輛之偵測，並不宜普通車輛交通流量資料之偵測。

十、光射式車輛偵測器

光射式車輛偵測器是藉由車輛行進時間斷光電感應裝置以進行偵測，較適合於光電穩定之環境使用，但不適用於偵測多車道之車流狀況。

十一、聲納式車輛偵測器

聲納式車輛偵測器，利用安裝於車道上方兩個陣列之聲納接收路面各式車輛所發出之聲音，再利用所接收到之音波做頻譜分析，因各型車輛之引擎及輪距各有不同，所發出之音波頻譜亦有差異，經由分析頻譜之差異可測得車流量、車種、平均車速及佔量等資料。因利用音波之頻譜分析測得各類數據，故於車速極低

時仍有相當好之表現，惟路面需寬整平坦，故僅適用於高快速道路。

十二、雷射掃描式車輛偵測器

雷射掃描式車輛偵測器主要包含雷射掃描器及控制器等，藉由 3D 雷射掃描及強度測量系統，當車輛通過雷射掃描系統的二道光束間，則可紀錄車輛速度、車輛軸數、軸距、車軸高度、3D 距離輪廓及 3D 強度曲線、車輛最高點等，當雷射掃描系統的設計是與車道垂直架設時，即使在壅塞的交通狀況下也能分辨車輛及計算軸數。而系統的高速處理能力只要在車輛通過光束的 6ms 內觸動即可觸動影像攝影機。

十三、GSM 偵測車

GSM 偵測車可提供即時路徑導引交通資訊供駕駛人參考或預測旅行時間，並沿途追蹤駕駛人。系統係根據駕駛人目前位置及交通狀況以傳送即時路徑導引，亦可即時接收相關交通的警訊，例如最近的事件等。這些重要資訊可經由各種查詢及廣播的方式傳送給駕駛人，包括互動語音(IVR)、短訊及 WAP 等，GSM 偵測車不需基礎設施，可讓行動通訊業者提供個人化的路徑導引給所有的駕駛人。

綜合比較

上述車輛偵測器中，環路線圈式車輛偵測器已被廣泛使用於交控系統工程。而超音波式於日本使用已有十多年以上的歷史，其餘如影像式、微波式、紅外線及聲納式等屬於較新推出之產品，工程實際經驗較短，表 2.5-1 及 2.5-2 為較常被採用之車輛偵測器偵測功能比較表。經由分析表可知，市場上仍以環路線圈式、超音波式、影像式、微波式及紅外線等五種偵測器為主，國內交控系統宜選用市場上較普遍之產品，可求得較佳之後續支援。

表 2.5-1 車輛偵測器偵測功能比較表

車輛偵測器種類	安裝方式	偵測能力					
		流量	占有率	單一車輛車速	平均車速	車種判別	車輛停止偵測
環路線圈式	每一車道單組線圈	●	●	○			●
	每一車道雙組線圈	●	●	●	●	●	●
主動磁力式	每一車道單組感測器	●	●	○	○	○	○
	每一車道雙組感測器	●	●	●	●	●	●
被動磁力式	埋設路面下	●	●	●	●	●	●
超音波式	每一車道單組感測器	●	●	○			●
	每一車道雙組感測器	●	●	●	○	●	●
影像式	路側安裝	●	●	●	●	●	●
微波式(時間差)	路側安裝	●	●	○			●
	車道正上方安裝	●	●	●	●	●	●
微波式(都卜勒)	車道正上方安裝	●	○	●	●		
主動式紅外線 (非影像處理)	車道正上方安裝	●	●	●	●	●	●
被動式紅外線 (非影像處理)	車道正上方安裝	●	●				●
無線電頻率式	車上安裝收發器	●		●		●	●
聲納式	車道上方安裝	●	●	○		●	●

註：“●”表示具有該偵測功能

“○”表示具有該偵測功能，但準確度較差

(資料來源：臺北市交通監控系統工程-規劃報告 88 年 3 月)

表 2.5-2 環路線圈、超音波、影像、微波及紅外線車輛偵測器比較表

項目說明	環路線圈式	超音波式 (智慧型)	影像式	微波式 (時間差)	紅外線式 (主動)
1.系統架構	環路線圈和偵測器單元組成	超音波感測器和偵測器單元組成	攝影機單元、影像處理器和控制器	微波感測器和偵測單元組成	紅外線感測器和偵測單元組成
2.偵測原理	以電感量變化	以超音波反射偵測	以影像處理偵測	以微波反射時間差	以紅外線反射時間差
3.安裝	埋設路面下	高架橫桿式	高架直桿式	高架橫桿式	高架橫桿式
4.設置高度	路面下 10 公分	車道上方 5-6 公尺	路側上方 8-12 公尺	車道上方 5-10 公尺	車道上方 6-10 公尺
5.道路狀況	須柏油或水泥路面保護	路面須保持平坦	路面須保持清潔	路面須保持平坦	路面須保持平坦
6.裝設區域影響	稍受鄰近鋼筋影響	無影響	不適用於裝在多雨濃霧等天候變化大之路段；橋樑及高架路段須考慮振動所造成的誤差	不受影響	不適用於裝在多雨濃霧等天候變化大之路段
7.偵測範圍	2 平方公尺	直徑 1.5-2 公尺	4 車道寬，80 公尺長	一車道，40-60 公尺長	一車道，30-50 公尺長
8.五分鐘平均速率偵測準確度	95% (2 組環路線圈)	90% (2 組感測器)	90%	95%	90%
9.車種偵測準確度	90% (2 組環路線圈)	90% (2 組感測器)	90%	90%	90%
10.占有率偵測準確度	80%	80%	80%	80%	80%
11.流量偵測準確度	95%	95%	95%	95%	95%
12.夜間及天候不良準確度	沒有影響	強風略有影響	影響占有率與車種的精確度	不受影響	較易受太陽光影響

表 2.5-2 環路線圈、超音波、影像、微波及紅外線車輛偵測器比較表(續)

項目說明	環路線圈式	超音波式 (智慧型)	影像式	微波式 (時間差)	紅外線式 (主動)
13. 速限範圍	1-150 km/hr	1-120 km/hr	5-150 km/hr	4-150 km/hr	1-160 km/hr
14. 電力消耗	80W	180W	200W	100W	200W
15. 解析度	2.3 公尺且二車須相距 0.2 秒以上	150ms X 車速+1.2 公尺	4 公尺	2 公尺	2 公尺
16. 美觀	埋設於路面下，不影響景觀	須架設門架，會影響景觀	裝設於路肩外，稍微影響景觀。隧道內裝設於車道上方稍微影響景觀	須架設門架，會影響景觀	須架設門架，會影響景觀
17. 易影響量測精確度之因素	金屬物質、車輛斜行	強風	夜間無法精確量測占有率與車種 小車被大車擋住鏡頭	小車被大車擋住時，會阻擋微波之行進	小車被大車擋住時，會阻擋光線之行進
18. 施工及維修保養	維修時須封閉車道，重新切割路面埋設	維修時須封閉車道，但安裝及保養較容易且時間短	維修時不須封閉車道，安裝及保養較容易不影響車流	維修時須封閉車道，但安裝及保養容易且時間短	維修時須封閉車道，但安裝及保養容易且時間短
19. 二車道初期設置費用(含偵測器、終端控制器、及鋼架費用)單位：萬元	15	40	45	45	35
20. 二車道每年維護及營運成本單位：萬元	2.5	6	8	6.5	5.5

(資料來源：臺北市交通監控系統工程-88年3月規劃報告)

2.5 都市交通控制通訊協定介紹

通訊協定標準化有益於 ATIS 及 ATMS 之發展，如本研究所研發的車輛偵測器，其資料輸出方式應符合國內的通訊協定，以利於交通控制中心處理相關資料。以下回顧國內的都市交通控制通訊協定：

一、沿革

為了做到運輸系統之智慧化，交通部早於民國 77 年起即開始進行路側設施之通訊協定整合工作，並公佈「電腦化交通號誌控制系統通訊協定」。此通訊協定歷經十年後，開始進行檢討修訂，並於民國 87 年重新公佈。民國 92 年運研所更配合交通部繼續以專案研究與實作測試方式，針對 87 年版進行全面檢討、增修與更新，並命名為「92 年版都市交通控制通訊協定初稿」。同年 10 月底亦辦理縣市政府座談會，彙集實作意見以進一步檢討修訂。並分別在臺中市與臺南市採用此協定修訂成果，搭配交通部都市交通控制系統標準化軟體，發揮實作效能。另外，交通部並持續修訂本通訊協定，並於 93 年底公布「都市交通控制通訊協定」3.0 版。

二、「都市交通通訊協定」3.0 版特色

依據交通部運研所所發佈之資料，本版共有以下七個特色：

- (1) 有別於前一版使用一套協定，3.0 版採使用者選定觀念，將通訊協定訊息依交通控制功能分為基本控制需求、進階控制需求、選擇性控制需求等三級；使用單位可依需求指定現場設備硬體狀態、號誌控制器之岔路數及綠燈分相數等參數。同時為方便使用者使用本協定，通訊協定 3.0 版彙整此三級控制需求與相關參數後，提出建議內容供參考使用。
- (2) 3.0 版配合現代化系統架構設計理念，將前版各通訊協定之指令型態，以訊息方式表達；所有運作與流程，透過各式交控訊息之傳送進行處理，同時以更明確的方式表示訊息流向。
- (3) 為提高通訊協定之未來適用性與設備多樣化，將前版訊息起

始碼長度為 1 碼之指令碼（長度為 1 byte）改為含設備碼與指令碼之複合碼（長度為 2 byte），以利未來設備種類之擴充。

- (4) 在觸動控制方面，前版通訊協定對觸動控制之決策運作是在控制中心進行，當發生觸動情形時需回傳至中心，再由中心下達觸動運作至路口；3.0 版則改以在號誌控制器端作觸動訊息之處理及反應運作為原則，中心只接收觸動運作及狀態之訊息以了解路口觸動狀況。並為考慮有效利用觸動功能，而將其設計為仿時制時段型態之排程運作，以減輕操作人員工作。
- (5) 3.0 版在調撥車道方面，將單一設定功能擴充為可利用排程啟動調撥功能，且可設定為固定方式，以配合一般日、臨時性(特殊日)或假日之運作。
- (6) 有關時制時段型態，3.0 版將原為特定排程只能在特定時間執行之設定方式，改為可彈性設定排程於給定時間執行之方式，更能符合操作者設定需求。
- (7) 為降低通訊線路使用需求，3.0 版可透過具備設備位址之代傳訊息，將交控訊息由控制中心指定傳送給同類或異類現場設備，或由現場設備透過代傳設備，傳回交通控制中心。

三、小結

通訊協定之標準化對於未來推動 ATIS 及 ATMS 都有相當大的助益，且綜觀國內外各網站，目前對於交通資訊的取得大部分仍著重於各類偵測器之資訊蒐集，而對於控制則是以自動控制的方式去操作號誌控制箱，因此對於通訊協定的標準化、公開化的需求只會與日俱增。在都市交通通訊協定之發佈後，對於交通運輸智慧化的工作，不啻是又向前推進了一步，而本研究所研發車輛偵測器之傳輸格式亦將遵從此一標準制定。

第三章 國道替代道路探針車隊可行性 策略分析

在本章中主要探討利用相關探針車隊來蒐集國道替代道路路況資訊的可行性分析。此章節將分成以下幾個部分來完成，第一節將介紹要做為國道替代道路所需要的道路資訊需求，以及其資料的來源，第二節介紹國外利用探針車隊作為路況資料來源之系統，第三節為探討探針車隊之規模，第四節為分析國內客、貨運、計程車、或其他較具規模車隊（如事業廢棄物車隊）的車隊特性。第五至第八節將分別探討上述車隊來做為探針車的可行性。第九節說明行車紀錄器資料做為歷史資料的方法，第十節對各車隊之可行性做一個綜合的評估。

3.1 國道替代道路資訊需求及來源

國道公路雖然為臺灣地區最主要的運輸通道，但是近幾年來由於車輛的數目隨著經濟的發展而快速成長，因此國道公路上也常常發生交通擁擠的狀況，當交通擁擠的情形發生時，必須仰賴替代道路的協助才能夠有效地紓解，因此相關替代道路的路況資訊也是眾多駕駛人或是交通管理單位所必須的。

國道替代道路對於紓解國道上交通擁擠情況的成效，與其規劃的路線有關，因此選擇一個好的替代道路規劃方法，可以在國道交通量的疏散上，得到較好的效果。然而目前國內尚無相關文獻在探討國道替代道路之規劃方式，以往在重大節日(春節、清明節、端午節等)時，國道高速公路局會憑依著過去的經驗，設計規劃北、中、南區之國道替代道路來疏散大量的返鄉人潮，如圖 3.1-1、3.1-2、3.1-3 為 94 年春節假期北、中、南區國道替代道路示意圖。以北區國道替代道路為例，要由基隆南下至新竹之用路者，可由基隆走國道一號，之後下臺北交流道，往臺一線行駛，到了楊梅交流道時再上國道一號向新竹前進，如此，駕駛者可避開較容易擁擠之國道中壢路段，達到疏散國道公路的效果，節省用路者的旅行時間。

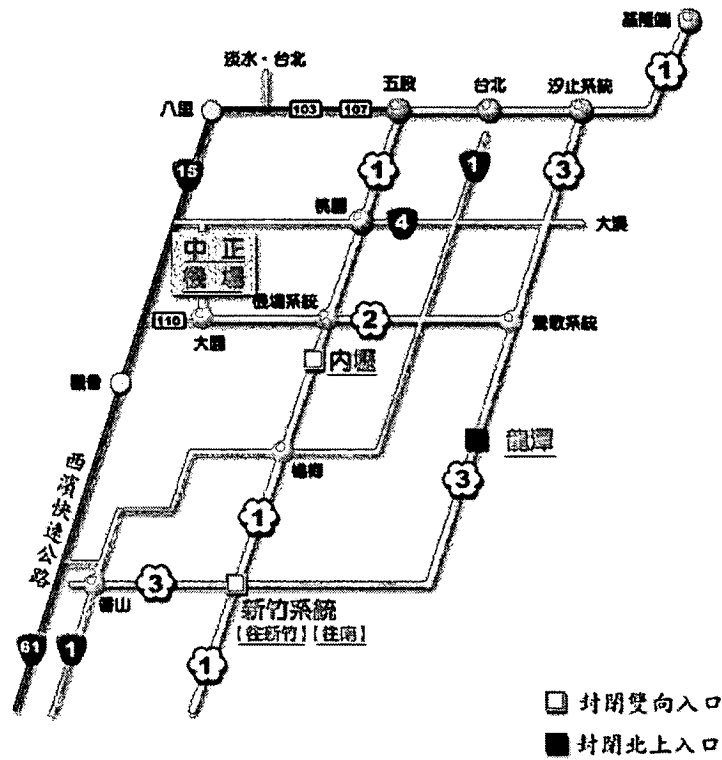


圖 3.1-1 94 年春節假期北區國道替代道路示意圖

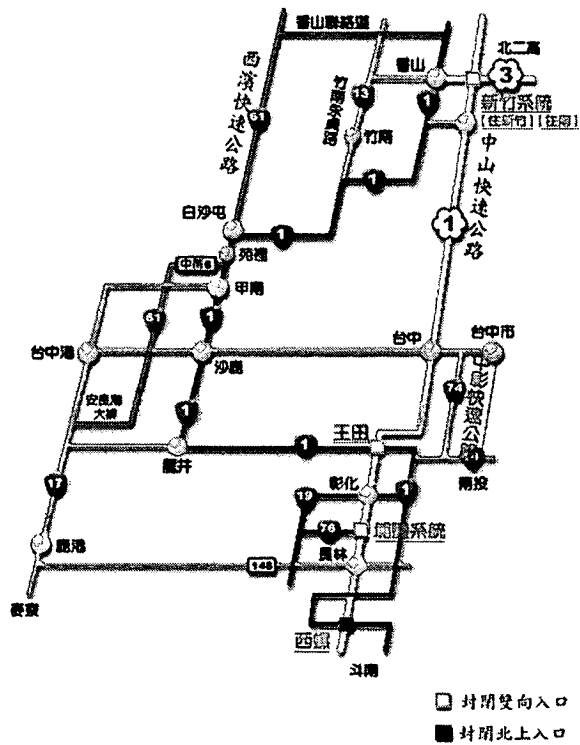


圖 3.1-2 94 年春節假期中區國道替代道路示意圖

決定出發時間與選擇路徑的參考，本研究期望建立一個可行的國道替代道路路況蒐集方式及機制。目前國內最主要的路況資訊來源有三種：警廣與全國路況資訊中心提供之事件資訊、偵測器以及探針車。警廣與全國路況資訊中心所提供之事件資訊大多在高速公路、臺北、臺中、臺南、高雄市重要路段可供民眾參考外，其它都市及省道之資訊普遍不足，用路者卻往往無法由此得知省道路況，而可能錯失其選擇最佳路徑的機會，不但影響用路者行車品質，更影響整體道路的使用效率，並增加社會成本。

偵測器乃限於政府經費有限，公路總局日前僅於省道瓶頸路段完成 50 處偵測器的佈設，佈設規模無法一蹴可及達到普及化的程度，另一方面，傳統蒐集路況資訊之偵測器，多直接引進國外產品，不但價格昂貴，其維護及相關技術都受限於國外，因此在短期內無法以足夠的偵測器來獲得省道的路況資訊。因此，在國內部分客、貨運、計程車業者以及其他較具規模的車隊，有安裝即時資訊行車紀錄器的情況下，利用探針車來建立一個省道路況蒐集方式及機制為一個值得評估的方案。

3.2 探針車隊規模分析

本節首先介紹國外以探針車隊作為路況資訊來源的情形、規模及方式等，以作為國內後續推動的參考依據。之後探討國內以探針車進行路況資訊取得時，車隊規模選擇上的相關考量。

國外利用探針車隊做為資料來源的 ATIS 網站主要有美國休士頓 TranStar 及新加坡 Traffic Smart 兩個系統，以下即對此兩個系統做介紹與比較。

美國休士頓 TranStar

TranStar 是一個跨政府部門的整合性組織，負責休士頓都會的交通管理與緊急事件管理，該系統利用感應線圈偵測器、CCTV 攝影機以及探針車隊等，作為蒐集路況資訊的管道。在探針車隊方面，主要包括約一百萬輛車以上的電子收費車輛及一千輛 AVL 巴士的車隊規模。

其服務範圍有高速公路路況資訊的提供，提供的方式包含路網壅塞圖、路況 CCTV 影像、路段旅行時間與速率。對於道路擁擠的程度則以不同顏色來加以區分（一共分成六個等級）。

在資訊提供方面，該系統提供包括網際網路、有線電視、無線電視、路況廣播頻道（Highway Advisory Radio）、資訊可便標誌、PDA、手機、個人電腦等路況提供的管道。

新加坡 Traffic Smart

這是由 Land Transport Authority 建置的網站，提供新加坡即時交通資訊的入口網站。該系統的資訊主要由車輛偵測器及探針車隊來提供。在探針車隊方面，主要包括約八千部裝有 GPS 的計程車的車隊規模。對於即時的路況則由五種顏色呈現的路網壅塞圖來加以呈現，使用者可以自行輸入起迄點來查詢該路徑的旅行時間。

美國休士頓 TranStar 與新加坡 Traffic Smart 比較如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 Transtar 與 Traffic Smart 系統比較

	美國休士頓 Transtar	新加坡 Traffic Smart
路況資訊來源	感應線圈偵測器 探針車隊 CCTV 攝影機	感應線圈偵測器 探針車隊 CCTV 攝影機
探針車隊規模	一百萬輛車電子收費車輛 一千輛 AVL 巴士	八千部計程車
提供資訊範圍	路網壅塞圖 路段旅行時間/速度 意外事故資訊 道路施工資訊 CCTV 資訊 歷史路況	路網壅塞圖 路段旅行時間/速度 意外事故資訊 道路施工資訊 CCTV 資訊
路網壅塞圖等級	紅色：0~20 mph 橘色：20~30 mph 黃色：30~40 mph 藍色：40~50 mph 綠色：50 mph 以上 灰色：無資料	紅色：0~20 kph 橘色：20~40 kph 黃色：40~60 kph 綠色：60 kph 以上 灰色：無資料
路網壅塞圖更新週期	一分鐘	五分鐘
其他資訊提供方式	有線/無線電視、CMS、 HAR、手機、PDA	CMS

隨著先進旅行者資訊系統(Advanced Traveler Information System, ATIS)與先進交通管理系統(Advanced Traffic Management System, ATMS)的科技快速演進，動態旅行資訊的提供是一個重要的領域，如旅行時間評估、路徑導引、行前資訊等皆是路網管理者與路網使用者所關切的。動態旅行資訊的來源主要有兩種收集方式，第一種是藉由偵測器在路網中的架設取得相關資訊，設置與維護成本較大；第二種則是將探針車分布於車流中，利用其旅行狀況推估路網資訊。目前全

球定位系統(Global Position System, GPS)的發展已趨近成熟，架設有 GPS 系統的探針車在路網中行駛，其控制中心可以準確監控車輛狀態，如速度、所在位置、旅行時間等，所以動態旅行資訊的收集採用指派探針車方式是一個主要的趨勢。

既有的研究藉由統計分析可以得到路段中所需最小探針車數目。在 Turner S.M. & Holdener D.J. (1998) 的研究中，假設於一路段中有 n 輛探針車在行駛，每 5 分鐘偵測一次其速度，在特定信賴區間與相對誤差條件中，即可得到所需最小的探針車數目。推估最小探針車數目的公式如下：

$$n = \frac{z^2 c.v.^2}{e^2}$$

其中 n 為給定路段與時間間隔的最小探針車數目，

z 為旅行時間在信賴區間內的標準常態變量，

$c.v.$ 為資料的變異係數(資料標準差除以平均數)，

e 為允許的相對誤差。

另一種方式則是利用電腦模擬分析所需探針車數量的百分比。在 Cheu & Lee (2002) 的探討中，則是以不同起迄點車流量、探針車百分比模擬分析所需車輛數。

由於本研究的範圍乃涵蓋整個臺灣地區的路網，雖然國外文獻中有在探討如何推估一路段中最小探針車的數目，但目前尚未有提及推估一路網中之最小探針車數目之研究，且文獻中的方法亦與特定信賴區間與相對誤差條件有關。因此，本研究挑選金立計程車隊及貨運公司行經桃園縣省道 1 號、15 號之尖、離峰時段的 GPS 歷史資料，來推估一路段上每小時所需之最小資訊數，原始車速資料如表 3.2-2、表 3.2-3 所示，假設在 90% 信賴水準，相對誤差為 20% 的條件之下，由歷史資料推估每小時所需之最少資料數，如表 3.2-4 所示。由表 3.2-4 可知，為達到能精確求得所有時段、路段之平均車速，因此，本研究以每小時 2 筆資料為門檻值，作為後續進行探針車車隊可行性評估的依據。

表 3.2-2 貨運公司 GPS 車速歷史資料

	市區離峰	市區尖峰	郊區離峰				郊區尖峰		
GPS 車 速 資 料 (km/hr)	32.97	24.63	65.56	29.82	39.26	42.23	52.97	24.08	9.07
	42.04	45.00	64.82	55.19	76.67	52.78	20.00	14.08	42.04
	52.04	16.67	45.19	26.85	62.60	28.34	59.08	19.08	62.04
	29.08	34.26	67.23	14.45	47.41	65.01	35.93	15.93	25.00
	24.08	20.93	62.60	51.49	58.52	59.08	49.08	32.97	37.97
	34.08	33.71	62.97	64.63	13.52	62.41	50.93	17.96	19.08
	35.93	54.45	41.48	59.82	38.52	56.49	22.96	20.00	47.97
	37.97	44.63	56.30	70.38	55.00	63.89	44.08	45.93	10.93
	15.93	40.37	67.41	56.30	57.60	25.00	24.08	19.08	42.97
		17.59	41.48	62.78	62.97	65.01	20.93	14.08	29.08
		22.78	33.15	72.60	62.23	71.86	17.96	19.08	45.00
		14.63	51.86	32.22	55.00	66.30	39.08	20.00	19.08
		33.89	49.45	64.26	50.19	40.74	27.97	17.96	44.08
		13.70	48.52	52.23	60.93	60.56	27.97	5.93	50.93
		6.85	24.63	66.86	68.52	62.41	50.93	10.93	
	32.22	7.59	71.12	73.52	55.37				
	40.00	34.63	51.30						
	48.52								
平均	33.79	30.27	52.84				30.14		
標準差	10.37	13.66	15.76				15.09		

表 3.2-3 金立計程車隊 GPS 車速歷史資料

	市區離峰	市區尖峰	郊區離峰	郊區尖峰
GPS 車 速 資 料 (km/hr)	31.48	29.63	40.74	12.96
	37.04	14.82	20.37	29.63
	16.67	38.89		
	18.52	31.48		
	42.60	38.89		
	51.86	25.93		
		16.67		
		29.63		
		25.93		
		14.82		
		18.52		
		20.37		
		18.52		
		22.22		
	25.93			
	12.96			
平均	33.03	24.08	30.56	21.30
標準差	13.73	8.14	14.41	11.79

表 3.2-4 每小時需要之最少資料數

	市區離峰	市區尖峰	郊區離峰	郊區尖峰
貨運車隊	0.64	1.38	0.60	1.69
計程車車隊	1.17	0.77	1.50	2.07

3.3 國內規模車隊特性分析

國內三種主要道路路況資訊的來源中，現階段在車輛偵測器價格居高不下的情形下，探針車為提供用路者國道替代道路路況資訊最可行之方案。然而，若設立一個專職的探針車隊，安排其在特定的國道替代道路上行駛，來獲得道路路況資訊，不但要花費大量的經費來購置探針車輛，而且還要耗費許多的人事及維修成本，實為不易。

因此，在政府經費有限，以及善加利用既有資源的原則下，本研究分析國內客、貨運、計程車業者以及其他較具規模，且有安裝即時資訊行車紀錄器的車隊，其車隊規模、車隊特性、資料的傳送機制等是否適用於國道替代道路路況資訊的提供，進而研究上述車隊用以建立省道路況蒐集方式及機制的可行性。

3.3.1 探針車特性分析

首先，做為提供道路路況資訊之探針車隊，除了車隊規模將納入考量之外，車隊還必須具備下列三項特性：

1. 行駛路線須廣泛分佈於省道、相關國道替代道路上，為了能夠提供有效、即時、大量且精確的路段資訊，探針車隊的行駛路線必須涵蓋所有的替代道路範圍，以便路段資料的取得。
2. 車內須配有 GPS 系統設備，對於車輛的定位、行駛路線作紀錄，且透過該系統進行即時監控與資料的傳遞。
3. 探針車隊必須儘可能達到全天候進行道路資訊的取得，車隊規模越密集，所得到的道路資訊就越準確。

3.3.2 車隊種類整理與現況分析

本研究將上述條件納入車隊可行性分析後，以臺灣有裝載 GPS 系統之各車隊為研究之對象，評估可能發展成為探針車所用之車隊，總共可分為貨運業者、客運業者、計程車隊、其他車隊等，本研究整理結果如表 3.3.2-1 所示。

表 3.3.2-1 GPS 車隊整理

車隊類別	公司名稱	現況概述
貨運業者	聯倉交通	2002 年成立車隊衛星監控中心；車輛數：250 輛 據點：總公司位於桃園，並於中和、臺北、南科設有分公司 主要服務項目：原物料配送、物流配送、CY 貨櫃拖車
	新竹貨運	車輛數：約 2000 輛(約 40 裝有 GPS) 據點：共 150 處營業據點
	五崧捷運	主要服務項目：保稅貨物、冷藏貨物運輸 臺灣全省各地一般貨物運輸、特殊貨物運輸、B to B 貨物運輸
	大榮貨運	車輛數：2793 輛、全省據點共 206 處(約 40 裝有 GPS)
	禾韻物流	車輛數：70 輛，據點：總公司位於南崁，並在北區、中區、雲嘉設有轉運站，南區設有配送中心。
	聯盛物流	採用瞰車大車輛管理系統；車輛數：126 輛 據點：場地位於桃園，於臺中、高雄設有配送中心 主要配送通路：量販店、經銷商、軍公教系統、百貨公司等
	協成通運	車輛包含 1-17 噸，車輛總數 40 輛
	臺灣宅配通	200 輛以上車隊進行全省服務
	統一速達宅即便	200 輛以上車隊進行全省服務
	盛達國際、群邦物流、東源物流、中保物流、中連貨運	均有導入 GPS 系統，由於車隊規模不大且性質相近，故只條列出該公司名稱，對於公司營運內容不多加贅述
計程車隊	金立計程車	車隊規模近兩百輛，以服務新竹地區為主
	紅帥計程車	
	北航衛星定位派遣車隊	臺北市松山機場排班計程車結合中華電信之「智慧型衛星定位派遣系統」
	臺中衛星車隊	車隊規模近六百輛，以服務臺中地區為主
	遠東、華衛衛星車隊	車隊規模近兩千輛，由臺北、桃園、新竹計程車業者組成。 每 30 秒發送一次訊號
	捷利安衛星派遣中心	高雄市計程車隊，近二百輛車
	福利財納衛星服務車隊	藉助 GPS 及 GPRS 等系統，提供車輛衛星導航、衛星派遣及衛星監控等服務

表 3.3.2-1 GPS 車隊整理(續)

車隊類別	公司名稱	內容概述
客 運 業 者	和欣客運	服務項目：公路汽車客運業；遊覽車客運業 路線：臺北—臺南、嘉義—臺南、板橋—臺南、嘉義—高雄、嘉義—高雄小港機場、板橋—臺中。 設備：先進GPS衛星定位車輛管理調度系統，即時掌控行車動態。
	阿羅哈客運	路線：臺北—高雄、臺北—嘉義、臺北—臺中、臺中—高雄 設備：擁有最先進、最完善的車隊管理系統，並裝置衛星定位系統及數位式行車紀錄器，全面掌握駕駛員的開車習性及車輛狀況。
	亞通客運	路線：國道客運：臺北—南崁—大園 市區客運：八德—蘆竹、長榮—監理站 亞聯客運：臺北—龍潭—新竹班車(獨立經營) 設備：市區公車衛星定位系統
	豪泰客運	路線：臺北—新竹 臺北—竹北 設備：新竹線即時路況
	臺北市公車—首都客運	服務項目：市區公共汽車暨公路汽車客運；車輛數：500 輛 路線：：臺北市聯營公車路線 36 條、 臺北縣轄市區公車路線 4 條 公路汽車客運路線 2 條 設備：APTS
	臺南市公車	設備：運用車輛定位與無線通訊技術，推動智慧型公車 E-BUS，E-BUS 智慧公車上路，候車亭、手機、電話語音、網路都能隨時查詢公車抵達時間。(目前該系統已完成基礎設施建置，正在進行公車行車資訊，以校對相關交通參數)
	高雄市公車	車輛數：448 輛；設備：裝設 GPS 全球定位系統的「智慧公車」，透過電話或網路即可以知道公車的位置及預估到站的時間。
其 他 車 隊	臺朔油罐車	臺朔汽車貨運公司應用GPS系統於油罐車隊管理上
	裕隆 Tobe 車隊	結合全球 24 顆衛星定位，建構全國唯一 24 小時行動秘書客服中心，超過 30 萬筆道路與生活資料的最大行動資料庫
	MOBITS 車隊(Honda)	結合全球衛星定位系統、GSM 通報系統與自動定位系統，提供顧客全天候的車輛防盜保護
	新光保全車隊	以 GPS 衛星定位監控所有納入規劃之行車保全服務系統，結合靜態車輛防盜、動態車輛追蹤、全天候諮詢通報等服務
	桃園縣政府消防局	部分消防車輛有加裝GPS衛星定位系統
備註	以上為較具代表、規模較大且有裝載 GPS 系統之車隊整理，其餘規模較小之車隊本研究將不予以全部列出	

3.4 客運業者可行性分析

本研究整理結果如表 3.3.2-1 所示，可知客運業者裝載 GPS 之車隊，以國道客運、市區公車兩類型為主，此節即對國道客運以及市區公車做可行性分析如下所述。

3.4.1 國道客運

由於國道客運車隊眾多，因此本研究先將國道客運車隊分為北、中、南三區，挑選各區內較具規模之客運公司，以其行駛路線作為車隊特性分析，之後再進一步以目前有裝載 GPS 之車隊做現況分析。

在車隊選取部分，北區挑選阿羅哈客運在臺北地區的行駛路線，中區為統聯客運在臺中地區的行駛路線，南區為和欣客運在臺南地區的行駛路線，以此三部分為主，來分析客運車隊作為國道替代道路車隊的可行性。

臺北地區—阿羅哈客運

公司簡介：阿羅哈客運公司目前所擁有臺北—高雄、臺北—嘉義、臺北—臺中、臺中—高雄四條路線，其營運時間均為 24 小時全天服務。臺北—高雄路線，每日往返各對開 60 班次，臺北—嘉義路線，每日往返各對開 40 班次。阿羅哈客運擁有完善的車隊管理系統，每一輛車都通過 35 度傾斜測試及車輛型式安全審驗合格，並裝置衛星定位系統（GPS）及數位式行車紀錄器，全面掌握駕駛員的開車習性及車輛狀況。

臺北地區之國道替代道路有省道 1 號、省道 15 號、縣道 103、縣道 107。阿羅哈客運於臺北地區行駛路線如表 3.4.1-1 所示。往臺北站區之車輛會經過省道 1 號重慶北路路段，往新莊站之車輛會經過省道 1 號中山路路段，往板橋站區之車輛皆無經過替代道路。

表 3.4.1-1 阿羅哈客運臺北地區行駛路線

站區	行駛路線
臺北總站	臺北交流道→重慶北路三段→民權西路→承德路
新莊站	五股交流道→新五路→中山路
板橋站	中和交流道→中正路→中山路三段→民族路

臺中地區—統聯客運

公司簡介：統聯客運公司為國內首家民營高速公路客運公司，素以「便民交通、繁榮地方」為營運宗旨，其主要有臺北、臺中、高雄等站區，行駛路線遍布全省。

臺中地區之國道替代道路有省道 1 號、12 號、17 號、61 號、74 號。統聯客運於臺中地區行駛路線如表 3.4.1-2 所示。其行駛路線雖然可包括省道 12 號之所有路段，但皆未經過其他國道替代道路路段。

表 3.4.1-2 統聯客運臺中地區行駛路線

站區	行駛路線
臺中車站	臺中交流道→中港路二段、一段→五權路→民權路
中港轉運站	臺中交流道→中港路三段
月眉站	后里交流道→甲后路
東勢站	豐原交流道→中正路→豐勢路一段、二段→明德路→豐勢路→中正路
臺中港站	臺中交流道→中港路三段→中棲路一段、二段

臺南地區—和欣客運

公司簡介：和欣客運公司成立於民國 88 年 12 月 15 日，目前員工約八百餘人，車輛約一百餘部，車輛配有 GPS 衛星定位車輛管理調度系統，整合電腦資訊、電信網路、衛星定位、無線通訊，並透過電子地圖資料管理系統，讓旅客即時掌控行車動態。其行駛路線有臺北—高雄、

臺北—嘉義、臺北—臺中、臺中—高雄等，主要站區有臺北、嘉義、臺南以及高雄。

臺南地區之國道替代道路有省道 1 號、縣道 172、縣道 182。和欣客運於臺南地區行駛路線如表 3.4.1-3 所示，其行駛路線皆未包含國道替代道路。

表 3.4.1-3 和欣客運臺南地區行駛路線

站區	行駛路線
臺南車站	永康交流道→中正北路→中正南路→公園路→北門路

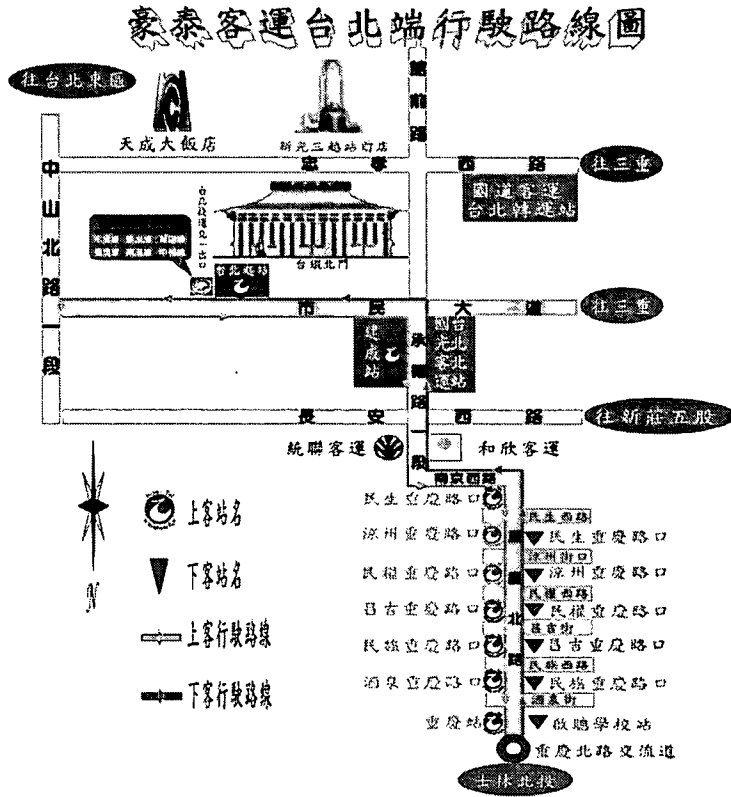
由上述國道客運路線的觀察可知，其行經各地區國道替代道路的比例皆不高，原因在於國道客運行經路線乃以國道為主，只有在需要上下乘客時，才會下交流道往場站行駛，然而國道客運業者皆將大部分的場站設於交流道或火車站附近，因此國道客運行經國道替代道路的機會及頻率偏低。

另外，由於國道客運之行駛路線固定，在車輛調度上只須考慮發車間距，對 GPS 回傳資訊的需求較不像貨運車輛高，再加上裝設 GPS 需要設備的固定成本以及回傳 GPS 資訊的通訊費用，所以僅少部分的國道客運業者有裝設 GPS 系統來提供車輛營運時的即時資訊。為了解目前國道客運業者作為替代道路資訊之探針車的可行性，必須再對現已裝載 GPS 之客運車輛做路線分析，目前國內有裝載 GPS 系統之客運車隊共有阿羅哈客運、和欣客運、豪泰客運以及亞通客運等四家公司，前兩家公司分析如先前所述，以下再針對豪泰與亞通客運做可行性評估，分述如下：

豪泰客運

公司簡介：豪泰客運公司成立於民國 87 年 10 月 9 日，經營臺北市經楊梅之味全埔心牧場至新竹古奇峰育樂園往返之旅遊路線，其中臺北端與新竹端之行駛路線如圖 3.4.1-1、圖 3.4.1-2 所示，由路線中可以觀察出豪泰客運車輛在國道之外的行駛範圍，皆以市區道路為主，在臺北端行駛 2 乙省道，新竹端行駛 122 縣道，皆未通過圖 3.1-1 國道高速

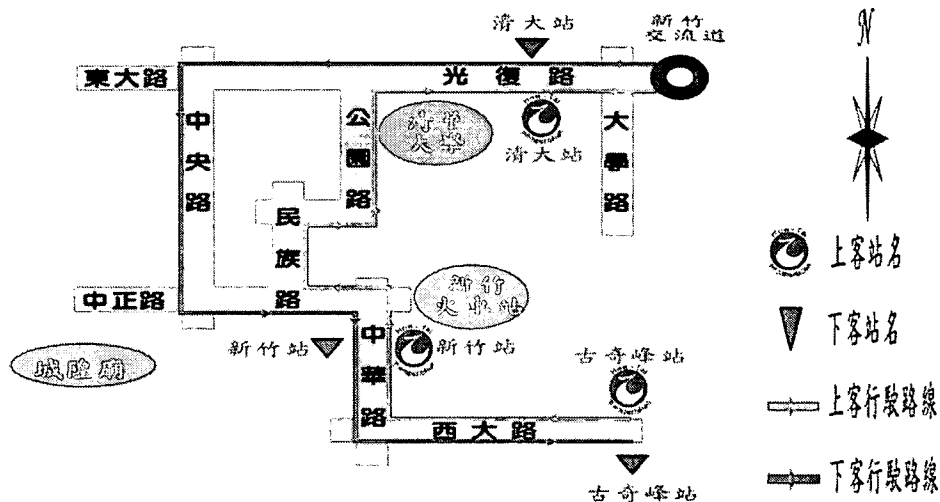
公路局所發布之 94 年春節假期北區國道替代道路，因此豪泰客運公司做為國道替代道路探針車隊的可行性不高。



(資料來源：豪泰客運公司)

圖 3.4.1-1 豪泰客運臺北端行駛路線

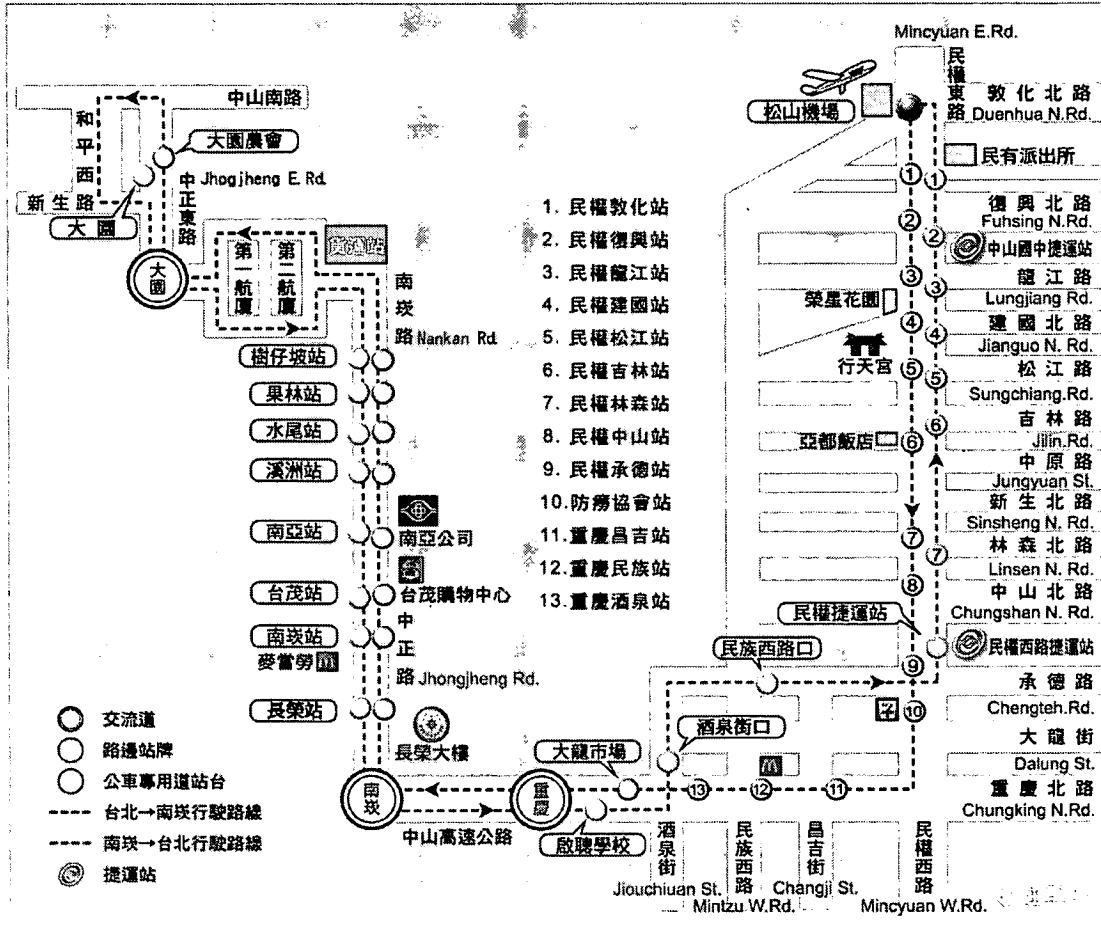
豪泰客運新竹端行駛路線圖



(資料來源：豪泰客運公司)

圖 3.4.1-2 豪泰客運新竹端行駛路線

亞通客運公司成立於民國 88 年，行駛臺北—南崁—大園班車，其行駛路線如圖 3.4.1-3 所示，其國道外之行駛路線亦以市區道路為主，在臺北端行駛 2 乙、1 甲省道，桃園端行駛 4 號省道，皆未通過北區國道替代道路，因此亞通客運公司做為國道替代道路探針車隊的可行性亦不高。



(資料來源：亞通客運公司)

圖 3.4.1-3 亞通客運臺北—桃園行駛路線

3.5.1 計程車車輛特性分析

本研究以新竹金立計程車車隊為例進行分析：

新竹金立計程車

公司簡介：金立計程車為新竹地區三大計程車業者之一，為新竹市政府建置「交通安全行易網—計程車營運安全管理與派遣系統」計畫之對象，目前已完成共兩家無線電計程車電臺分別為金立、紅帥計程車行，總計兩百台智慧型計程車建置作業，未來可把新竹視為全國第一個全市 50%以上無線電計程車升級為智慧定位派遣計程車之地區，而後續將陸續裝設更多 GPS 系統於車輛中，以方便計程車業者掌握最佳的車輛派遣策略。

訪談整理：金立計程車車隊規模約 250 輛車，目前 GPS 車機系統約 100 臺，未來將陸續購置更多車機安裝於車內，方便作相關的營運服務以及車隊的管理。

首先利用計程車路線行駛歷史軌跡資料，對照本研究選取之新竹地區國道替代道路路段分佈範圍(圖 3.1-1、圖 3.1-2)，計算其行駛於替代道路之頻率，並逐步說明計程車車隊作為探針車隊之可行性。

本研究於期中已完成金立計程車車隊一個月 GPS 回傳歷史資訊之每日行經國道替代道路頻率分析。並利用 GIS 疊圖來分析計程車行駛路線分佈，圖 3.5-1 為新竹市之 GIS 疊圖圖例，在計畫後期更進一步以每小時之經過頻率來做探討，結果如表 3.5.1-1(分析資料為金立計程車 95 年 7 月於新竹市之 GPS 歷史資料，車輛規模約 100 輛，並將速度為零的資料排除)。由歷史資料分析觀察可以得到下列之結論：

1. 新竹金立計程車車隊行駛國道替代道路之次數，以 1 號省道最為頻繁(平均每小時約有 10 次以上之紀錄)，但在 13 號省道與 61 號省道並不多，且於 1 號省道之 GPS 回傳資訊大多分佈在中華路一段到中華路四段之間(新竹市市區)。由此可以得知，計程車車隊之 GPS 資訊有分佈不均之現象，且多以市區為主，若未來將計程車納入探針車隊，對提供市區部分之國道替代道路即時路段資訊較有幫助。
2. 計程車歷史資料亦顯示出，GPS 回傳資料數和每日之時段有關，因

此若未來要將計程車納入探針車隊的話，需再結合其他探針車隊的資料來改善此部份之不足

3. 表 3.5.1-1 觀察可知，每日零時至七時的資料數較其他時段少，因此若未來要將計程車納入探針車隊的話，需再結合其他探針車隊的資料來改善此部份之不足。
4. 綜觀上述分析結果，金立計程車隊已具有作為國道替代道路探針車之可行性，以新竹市為例，該車隊於臺 1、臺 13、臺 61 線替代道路上，若以每小時兩筆資料為門檻值，則分別有 100%、0%、54% 的時段符合提供道路資訊之需求，因此，未來若能將所有的計程車（約 250 輛）都安裝 GPS 車機系統，那麼對於部分時段回傳資料筆數較少者可望得到改善，並能提供更高比率之替代道路及時資訊。



圖 3.5-1 計程車行駛路線之新竹市 GIS 疊圖圖例

表 3.5.1-1 金立計程車替代道路每小時行駛頻率

(單位：次/小時)

時段/道路名稱	臺 1	臺 13	臺 61
00:00-01:00	16.3	0.3	0.4
01:00-02:00	14.7	0.0	0.2
02:00-03:00	12.6	0.1	0.1
03:00-04:00	13.8	0.1	0.3
04:00-05:00	11.6	0.0	2.0
05:00-06:00	17.7	0.0	0.4
06:00-07:00	14.8	0.1	0.6
07:00-08:00	40.2	0.2	1.6
08:00-09:00	103.8	0.2	1.0
09:00-10:00	100.9	0.2	2.5
10:00-11:00	89.2	0.4	1.9
11:00-12:00	89.0	0.1	3.2
12:00-13:00	80.4	0.5	2.4
13:00-14:00	84.3	0.3	2.7
14:00-15:00	94.2	0.1	4.2
15:00-16:00	90.7	0.3	2.2
16:00-17:00	89.8	0.2	4.2
17:00-18:00	98.2	0.7	7.4
18:00-19:00	96.4	0.3	6.4
19:00-20:00	84.6	0.3	5.6
20:00-21:00	76.8	0.1	3.2
21:00-22:00	83.1	0.3	3.2
22:00-23:00	64.9	0.2	1.5
23:00-24:00	30.6	0.4	0.6

3.5.2 計程車 GPS 回傳資料特性分析

由於計程車在行駛的過程中，常會因為停等紅燈、乘客上下車之因素，導致計程車車速與實際道路路段車速有所差異，因此，若未來要以計程車 GPS 回傳資料來推估路段車速，則必須先對其差異性做分析。

為了解上述之差異情形，本研究選擇以新竹市道路實測之方式取得道路之真實車速，作為同時段計程車 GPS 回傳資料比對之依據。以

測速槍於受測路段上收集其空間行駛速度，並透過 GPS 回傳之點速度資料進行兩種速度的比對，探討其可能的差異情形。實測數據及計程車 GPS 回傳車速資料如表 3.5.2-1、表 3.5.2-2 所示。

表 3.5.2-1 道路實測數據表

經國路一段 (09/30)		經國路二段 (10/07)		經國路三段 (09/30)		中華路四段 (10/07)	
時間	車速	時間	車速	時間	車速	時間	車速
08:25	37	09:00	27	10:00	32	10:10	45
08:30	40	09:05	35	10:05	39	10:15	36
08:35	42	09:10	36	10:10	31	10:20	44
08:40	43	09:15	36	10:15	37	10:25	41
08:45	39	09:20	35	10:20	30	10:30	40
08:50	41	09:25	28	10:25	28	10:35	45
08:55	42	09:30	34	10:30	33	10:40	41
09:00	38	09:35	44	10:35	38	10:45	46
09:05	29	09:40	30	10:40	38	10:50	40
09:10	40	09:50	26	10:45	35	10:55	38
09:15	35	09:55	34	10:50	38	11:00	36
09:20	36	10:00	30	10:55	41	11:05	41
09:25	22			11:00	39	11:10	44
09:30	41						
平均	37.5	平均	32.9	平均	35.3	平均	41.3

表 3.5.2-2 計程車 GPS 回傳道路車速資料表

經國路一段 (09/30)		經國路二段 (10/07)		經國路三段 (09/30)		中華路四段 (10/07)	
時間	車速	時間	車速	時間	車速	時間	車速
08:30:22	29.632	09:09:36	31.484	10:43:07	40.744	10:16:56	12.964
08:30:34	14.816	09:19:31	37.040	10:50:41	20.372	10:33:52	29.632
08:34:58	38.892	09:31:20	16.668			10:56:59	64.820
08:35:20	31.484	09:35:47	18.520				
08:36:08	38.892	09:53:28	42.596				
08:37:33	25.928	09:55:27	51.856				
08:38:23	16.668						
08:39:48	29.632						
08:40:08	25.928						
08:44:47	14.816						
08:45:42	18.520						
08:47:42	20.372						
08:47:50	18.520						
08:49:17	22.224						
08:56:09	25.928						
08:56:26	12.964						
09:00:42	25.928						
09:03:32	27.780						
09:03:59	31.484						
09:08:41	40.744						
09:10:54	38.892						
09:13:02	35.188						
09:21:29	14.816						
平均	26.1	平均	33.0	平均	30.6	平均	35.8

由表 3.5.2-1、表 3.5.2-2 可知，計程車 GPS 回傳資料略低於道路真實車速每小時五公里，未來若要以計程車推估道路車速時，則須對此因素加以修正。

3.6 貨運業者可行性分析

在本研究搜集相關資料期間，發現貨運業者裝有 GPS 系統的情形以及車輛規模大小等，均較其他類別車種具有優勢。因此，為了進一步瞭解各貨運業者使用 GPS 系統之現況，本研究採用訪談的方式作為可行性分析之依據，以下針對各貨運公司訪談進行說明。

本研究透過表 3.3.2-1 整理之結果，挑選較具代表性之貨運車隊進行公司訪談，訪談內容主要包含以下幾項要點：

1. 車隊規模：車輛數、車輛種類；
2. 營運範圍：營運據點、配送點、需求發生頻率；
3. GPS 使用現況：有無歷史資料、回傳資料種類、訊號發送頻率；
4. 車輛派遣模式：每次發車為單點或多點配送、駕駛排班情形。

依照上述訪談問題之決定後，即可進行各貨運公司使用 GPS 現況之調查，以分析其是否能為國道替代道路探針車之使用，以下則是針對訪談之結果進行說明：

1. 新竹貨運公司

公司簡介：新竹貨運成立於 1938 年，從事內陸運輸事業，於 1988 年完成全省營業站所電腦網路連線，導入全國貨物追蹤系統，新竹貨運陸續於 1996 年後跨入整體物流服務領域並提供陸海空整體聯盟服務，在 2000 年更與日本左川急便(SAKAWA)技術合作，進行企業再造，成為國內首區一指之專業物流運輸公司，目前主要的服務為物流倉儲服務系、運輸配送服務系統、資訊服務系統等項目，新竹貨運以客戶及市場需求為導向，為一個持續成長與創新的貨運公司。

訪談整理：新竹貨運目前所有車輛皆裝有 GPRS 系統，主要用來回傳條碼(barcode)及一些駕駛員送貨確認訊息，其中共有 39 輛車裝有 GPS 系統，用來載運高單價貨物並作即時追蹤使用；車機系統主要由漢翔公司提供，營運範圍以市區為主且有固定服務區域；此外，GPS 系統以三分鐘回傳六筆資料(30 秒紀錄一筆)為主，

而 GPRS 系統回傳時機與駕駛員行為有關，例如：進行派遣、取貨、一般訊息、特殊情況回報等。

2. 大榮貨運公司

公司簡介：大榮貨運成立於 1954 年，以包括路線貨運、常低溫物流倉儲、國內外快遞運送、完整的資訊整合系統等資源與能力，架構成全方位的物流服務公司。全省物流配送及倉儲據點數為國內最多，車隊規模亦為臺灣第一，載運之品項跨越各產業之產品，配送地點遍及臺灣本島、金門、澎湖等，年載運量超過 200 萬噸(約 6000 萬件物品)，具有完善之配送技術、品質與保障，是國內外知名大廠與每位託運需求客戶中心首選之物流公司。

訪談整理：大榮貨運公司所裝載之車機系統亦由漢翔公司提供，但公司裝設 GPS 系統之車輛數不多(較新竹貨運少)，且對於異常情況發生時才會利用 GPS 回傳訊息，例如車輛遺失等嚴重問題；因此，除非用於高單價貨品之配送，否則公司對於即時訊息之需求並不高。

藉由上述訪談之整理後，本研究認為大榮、新竹兩家貨運公司的車隊將不適合作為國道替代道路之探針車，主要因素有以下兩點：

1. 兩家貨運公司服務範圍多侷限於市區內，且均以分區方式進行貨品的配送，可知其經過省道、縣道路段之機率不高。
2. 由於 GPS 系統建置成本較高，且通訊費用是依傳送之資料量來計費，因此業者在實用性或效益的考量之下，只對於配送高單價貨品(如手機、電腦設備等)之車輛才會裝設 GPS 來進行即時監控，因此，新竹、大榮貨運兩公司裝置 GPS 系統之車輛均在 40 輛以下，以此車隊規模作為本研究之探針車隊尤顯不足。

3. 聯倉交通貨運公司

公司簡介：聯倉交通成立於 1986 年 4 月，資本額 800 萬元，年營業額 600 萬元，當時公司員工人數只有 8 人及車輛 5 部，規模相當的小，專營航空貨運出口的內陸卡車運輸及理貨倉儲業務；1989

年 6 月時成立航空貨運進口卡車運輸部門；1995 年成立臺北聯倉交通股份有限公司，提供大臺北地區航空運出口業務之快遞運輸服務；1996 年成立聯昇物流公司，專營倉儲、重包裝測試理貨、分裝配送物流業務；在 2000 年時遷移新址，擴大服務範圍，並通過 ISO9002 認證，直到 2001 年公司大小車輛達 250 部、15 噸大貨車有 150 輛、1.5 噸小貨車 100 輛及員工數也已達二百餘人，公司公有三家據點分別在桃園、南港及中和各自經營管理；2002 年委託天下航太建立車隊衛星監控中心，約 190 輛貨車全面裝設衛星監控導航儀器，增加安全防護，以便取得最快速、確實之服務品質，並備有八千坪基地，倉儲部則有三千兩百坪儲位，另委託時訊電腦建立公司內部作業 MIS e 化系統，目前聯倉交通所承攬的出口貨運量月噸數，約佔中正機場臺北航空貨運站每月總進倉噸數的三分之二。

訪談整理：

公司營運內容與作業方式：

1. 公司總共有三家據點分別在桃園、南港與中和各自經營管理。公司服務業務主要為進出口業，承攬大部分航空貨運業務。
2. 車隊管理採用人車合一，且一人一車，並設有預備司機作為臨時支援，於車輛派遣方面，不會將車輛劃分區域，即每位司機沒有特定的值勤路線。

系統功能：

1. 車機具 GPS 系統與 GPRS 通訊模組，並每兩分鐘將 GPS 訊號傳送至電訊公司，再透過 Internet 將 GPS 資料傳送到公司，公司再由 GPS 資料處理電腦進行 GPS 訊號之解碼作業，並進行車輛地址對位，且將資料儲存到資料庫管理電腦。
2. 司機可透過車機遙控器回報提貨或交貨任務完成。
3. 公司電腦化作業項目有：訂單資料建檔、司機出勤紀錄與其他一般資料建檔作業(如員工資料、車輛資料、客戶資料等)。

4. 五崧捷運公司

公司簡介：創立於民國 73 年，在新竹科學園區高科技業剛起步時便已經開始運作，公司成立初期經營各家廠商之報關事務，後來五崧開始跨足運輸、空運，並且漸漸朝向第三方物流運籌服務發展，成為新竹科學園區主要物流廠商，其服務項目共涵蓋以下幾項：1.汽車貨運業、2.貨物進出口報關業務、3.乙種航空貨運承攬代理、4.前項有關業務之經營及轉投資等。

訪談整理：由於公司服務對象以園區高科技廠商為主，承攬業務大多為高單價設備或商品之運送，因此所有車輛皆有裝載 GPS 系統，以透過全球衛星定位追中貨況；此外，公司內還自行開發物流平臺提供貨運即報關服務等，車隊規模大約 250 輛左右。

由以上之結論可知，大榮、新竹貨運此類型之公司主要服務對象為一般公司或個人之貨品配送，對於裝設 GPS 系統的需求性不高，因此作為國道替代道路之探針車隊將有很大之困難，故本研究認為以貨運公司作為探針車之車隊將只考慮聯倉交通、五松捷運等類型的公司，主要是因為此兩家公司服務的對象多是新竹科學園區之客戶，針對高單價之貨品進行配送時，客戶對於 GPS 系統裝設的意願較高，因此較為可能作為本研究之探針車，後續分析也將以此類型之貨運業者為主要的分析對象。

因此，本研究在取得上述某一家貨運公司所提供之車輛行車紀錄(約 300 輛車)資料後，針對該貨運公司車輛行駛國道替代道路之情況作分析，透過歷史軌跡資料進行各路段之比對，以民國 95 年 1 月 18 日至 24 日之歷史資料、高公局發佈的替代道路為主要分析範圍，以一天 24 小時內每小時作為時段切割之標準，並將車速為零之資料排除，進而探討各時段內車輛行駛分佈之情形，並利用 GIS 疊圖來分析貨運公司行駛路線分佈。分析該貨運車隊行經國道替代道路之次數統計結果，發現其中某些縣市之車輛行駛頻率明顯較高，如桃園縣、臺南縣等，其比對結果如表 3.6-1、3.6-2 所示，(其餘縣市統計資料請參閱附表)，圖 3.6-1 為新竹市之 GIS 疊圖圖例。

表 3.6-1 貨運車輛行駛替代道路之次數統計表－桃園縣

縣市名稱：桃園縣				
時段/替代道路編號	臺 1	臺 4	臺 15	縣 110
00:00~01:00	120.0	17.9	225.4	2.9
01:00~02:00	3.3	156.0	78.9	1.3
02:00~03:00	0.0	82.7	0.0	0.6
03:00~04:00	0.0	100.7	0.0	0.4
04:00~05:00	0.0	88.7	0.0	4.1
05:00~06:00	0.0	144.9	0.0	1.9
06:00~07:00	1.4	143.3	0.0	0.3
07:00~08:00	17.3	108.1	0.0	18.4
08:00~09:00	10.9	63.7	69.3	2.3
09:00~10:00	0.0	59.3	0.0	6.4
10:00~11:00	11.3	31.0	28.4	23.1
11:00~12:00	0.7	40.9	27.4	1.7
12:00~13:00	0.0	43.0	0.0	0.0
13:00~14:00	0.1	34.0	0.0	0.0
14:00~15:00	0.0	60.6	0.0	2.4
15:00~16:00	19.4	78.7	75.1	31.9
16:00~17:00	42.4	99.3	0.0	5.4
17:00~18:00	2.9	49.1	37.3	0.0
18:00~19:00	0.0	61.6	0.0	0.0
19:00~20:00	0.0	15.0	0.0	0.0
20:00~21:00	0.0	108.3	0.0	1.0
21:00~22:00	0.0	149.3	0.0	0.0
22:00~23:00	0.0	140.1	0.0	0.0
23:00~24:00	0.0	186.0	46.4	87.4
小 計	229.7	2062.1	588.3	191.6

(單位：次/小時)

表 3.6-2 貨運車輛行駛替代道路之次數統計表－臺南縣

縣市名稱：臺南縣			
時段/替代道路編號	臺 1	縣 172	縣 182
00:00~01:00	14.9	0.0	0.0
01:00~02:00	1.9	0.0	0.0
02:00~03:00	1.0	0.0	0.0
03:00~04:00	1.4	0.4	0.0
04:00~05:00	4.6	0.3	0.0
05:00~06:00	1.1	0.0	0.0
06:00~07:00	1.7	0.0	0.0
07:00~08:00	7.6	0.0	0.0
08:00~09:00	22.0	2.4	0.0
09:00~10:00	25.3	4.4	0.0
10:00~11:00	23.3	0.9	0.7
11:00~12:00	12.3	0.0	0.0
12:00~13:00	11.9	3.3	0.9
13:00~14:00	13.4	0.0	0.0
14:00~15:00	16.3	7.1	0.0
15:00~16:00	34.6	3.4	0.0
16:00~17:00	27.7	0.0	0.0
17:00~18:00	33.9	0.1	0.0
18:00~19:00	58.6	7.9	0.0
19:00~20:00	19.1	2.0	0.0
20:00~21:00	7.1	1.4	0.0
21:00~22:00	7.1	1.9	0.0
22:00~23:00	8.6	0.0	0.0
23:00~24:00	19.1	0.0	1.3
小 計	374.4	35.6	2.9

(單位：次/小時)

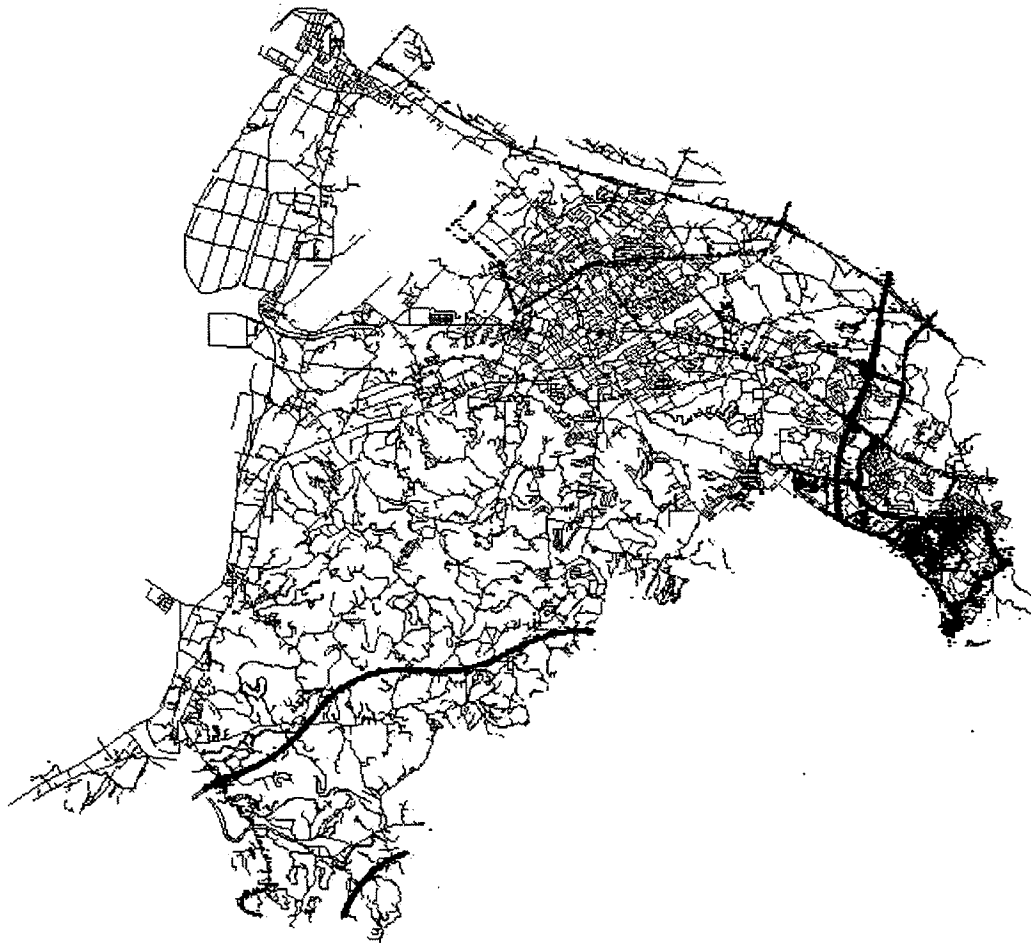


圖 3.6-1 貨運車輛行駛路線之新竹市 GIS 疊圖圖例

由表 3.6-1 可知該貨運車隊行經桃園縣替代道路之情形，於臺 4 線道路上之次數統計最多，在歷史資料中總共有 2062 筆資料，並且根據各時段的分佈情形來看，以臺 4 線較有可能提供路段車速之資訊，而桃園縣其餘替代道路之車輛統計筆數，具有各時段分配不均、筆數較少之缺點，甚至某些時段並無資料紀錄，因此，對於提供替代道路即時資訊之頻率明顯不足。而臺南縣為資料筆數次高之縣市，經由表 3.6-2 可知，唯有臺 1 線路段較可能提供道路即時資訊，其餘替代道路則無法提供。

該貨運車隊雖有資料分佈不均之問題存在，但是仍可為部分替代道路提供即時資訊所用；以新竹縣市為例，該貨運車隊於臺 1 線替代道路上，若一每小時兩筆資料為門檻值，則有 54% 的時段符合提供道路資訊的需求，若能增加其車隊規模，或是納入其他營運範圍車隊之

道路資料，可望能提高其作為探針車隊之可行性。

3.7 其他車隊可行性分析

根據表 3.3.2-1 整理得知，在討論國道客運公司、計程車以及貨運公司等各車隊之可行策略分析後，本研究還整理了其他裝載 GPS 系統之車隊納入考慮，例如台塑油罐車、裕隆 Tobe 車隊、新光保全車隊等，經由觀察發現，裕隆 Tobe、本田 MOBITS 等車隊，主要是讓買車的顧客可選購一項結合全球衛星定位系統、GSM 通報系統與自動定位系統之車輛防盜保護機制，且可以提供即時資料庫查詢，例如旅遊資訊等，並非每台出廠車輛皆有如此的配備，端視顧客需求所選購的服務，因此，該類型車隊將不適合作為國道替代道路之探針車。

新光保全車隊以繞行的方式進行區域範圍內的巡邏視察，對於家戶及社區的安全防護進行服務，但由於保全車隊行駛路線多散佈於市區道路內，並且在行駛路線固定、車速偏低的情況下，假使要提供道路資訊的話必定會造成極大的誤差，因此本研究將其視為不可行之策略。最後，以台塑油罐車車隊為例進行探針車可行策略之分析：

台塑油罐車

簡介：台塑每臺油罐車的車頂都架設了衛星定位接收器，駕駛座上方安裝了文字接收器和通話器，經由衛星定位，可以知道每部車的確實位置，行車資料每分鐘都會透過無線通訊傳回監控中心，中心人員在電腦監控螢幕上可以隨時看到每部油罐車的詳細資料，包括駕駛人姓名、車號、所在位置、目的地、目前車速等相關訊息。系統中事先預設了行車的時速限制或指定停車地點，一旦有違規事件發生，違規項目及駕駛人的資料立刻會顯示在監視系統上，中心可以馬上呼叫該名司機，立刻改正違規事項，以保行車安全；不但可以嚇阻違規，同時也可以做為考核的客觀依據。

對於台塑油罐車而言，其車輛行駛國道替代道路之可能性較高，但是，將油罐車每日發車之次數納入討論，考慮油料需求之問題，即每個加油站必須有油料需求產生時(例如油料不足)，才可能進行發車配

送油料以補充服務據點之油量；因此，可知油罐車並非每日行駛之車隊，與探針車必須提供每日即時道路資訊之性質相互衝突。所以，本研究認為以油罐車當作國道替代道路之探針車使用的可能性並不高。

環保署事業廢棄物清運車輛

簡介：環保署為有效追蹤管理事業廢棄物流向，在資訊化應用方面，除自 87 年即開始進行許可制度規劃與申報資料庫建置與管理資訊系統之開發應用外，並著手開始就衛星定位即時監控系統相關技術研究發展、制度及法規研擬、軟硬體環境等進行研究規劃，並於 90 年開始著手實際車機行車記錄器及監控中心等實體系統之建置，車機部份已分別於 91 年 5 月、92 年 10 月公告完成 249 部、769 部清運車輛納入此監控系統。

目前已知國內納入此監控系統之車輛共計約千餘部，其是否能作為替代道路探針車所用仍需進行深入的探討。因此，本研究先以環保署提供的 40 輛廢棄物車輛之歷史資料作為分析之依據，將民國 95 年 6 月的資料與各縣市替代道路進行比對，並利用 GIS 疊圖來分析事業廢棄物行駛路線分佈，圖 3.7-1 為新竹市之 GIS 疊圖圖例，數據整理如表 3.7-1 所示，其分析結果整理如下：

1. 車輛特性：同一路段之車輛經過頻率會因為日期及時間的不同，具有分佈不均之現象，以臺 1 線—桃園路段為例，6 月 1 日至 6 月 15 日之車輛經過此路段的頻率較平時密集，並集中於上午 6 點至下午 6 點，因此本研究認為事業廢棄物車輛經過國道替代道路的頻率，可能將與各企業處理廢棄物之時程不同而有明顯差異。
2. 以一個月份的車輛歷史紀錄觀察，以桃園縣每日平均行經的替代道路頻率最密集(約 2000 筆)，約佔總資料筆數(約 3000 筆)的三分之二，而其餘縣市以彰化縣市排居第二(約 370 筆)，雖然大部分資料多集中於某些替代道路上，但是由於目前僅以 40 輛車作分析，並無法代表全部的車輛行駛分布情形。因此，建議能將所有廢棄物車輛的 GPS 資料予以考量並加以分析，以探討該千餘部車輛未來作為探針車之可行性研究。
3. 綜觀上述，環保署事業廢棄物車輛作為國道替代道路探針車的可行

性，目前依據 40 輛車隊規模的分析結果，顯示只有部分替代道路能予以提供即時資訊，若假設在共約千餘部的車輛中，各車輛間的行駛路線具有互補的現象，那麼對於提供替代道路資訊的機會將獲得提高。因此，若未來能再納入剩餘的車輛資料進行分析，將可望減少資料筆數為零的時段，且預期能提供更高比率之替代道路資訊。



圖 3.7-1 事業廢棄物車輛行駛路線之新竹市 GIS 疊圖圖例

表 3.7-1 環保署事業廢棄物車輛行駛替代道路之平均次數統計表

縣市名稱	臺北縣				桃園縣				新竹市		新竹縣		苗栗縣			臺中縣					臺中市	
	臺 1	臺 15	縣 103	縣 107	臺 1	臺 4	臺 15	縣 110	臺 1	臺 15	臺 1	臺 15	臺 1	臺 13	臺 61	臺 1	臺 12	臺 17	臺 61	臺 74	臺 12	臺 74
00:00~01:00	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.1	6.9	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0
01:00~02:00	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.0	8.4	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0
02:00~03:00	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	1.8	6.6	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.1
03:00~04:00	0.0	0.0	0.0	0.1	6.2	0.4	4.9	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.1
04:00~05:00	0.0	0.0	0.0	0.1	8.4	0.7	5.9	9.4	34.5	6.9	0.0	3.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.1
05:00~06:00	0.0	0.0	0.0	0.2	32.6	0.3	24.3	21.9	11.6	6.1	0.0	8.9	0.0	0.1	0.0	1.6	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.3
06:00~07:00	0.0	0.6	0.0	0.0	42.4	1.0	23.7	31.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.2	0.0	0.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.1
07:00~08:00	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	1.4	29.7	51.0	1.2	1.1	5.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	0.0	0.0	1.6	0.0	6.0	2.0
08:00~09:00	0.5	0.0	0.0	0.7	40.1	22.2	28.4	75.3	2.7	2.4	1.3	3.5	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	2.3	0.0	4.1	1.3
09:00~10:00	0.3	0.1	0.1	0.4	38.8	36.0	38.8	73.5	3.4	2.9	2.5	6.1	0.0	0.3	0.1	10.7	1.1	0.0	0.5	0.0	0.8	1.9
10:00~11:00	1.3	0.0	0.4	1.3	44.1	19.9	29.2	69.2	6.0	5.9	4.6	7.8	0.0	0.0	0.0	10.2	0.1	0.0	7.2	0.0	0.5	1.6
11:00~12:00	0.2	0.1	0.0	0.2	44.6	17.3	24.2	79.8	5.8	7.7	12.0	2.3	0.1	0.6	0.0	5.3	1.6	0.0	4.5	0.0	1.4	4.9
12:00~13:00	0.3	0.0	0.0	0.3	36.7	12.5	27.1	81.3	1.8	3.3	10.4	1.9	0.0	0.0	0.0	4.4	0.8	0.0	9.6	0.0	0.0	2.8
13:00~14:00	0.0	0.0	0.0	0.0	32.5	14.1	24.8	76.3	8.9	5.6	4.2	3.7	0.0	0.2	0.0	4.1	0.3	0.0	11.4	0.0	0.0	3.9
14:00~15:00	0.0	0.1	0.0	0.1	29.1	12.2	15.8	81.9	21.5	6.9	2.0	0.0	0.0	0.1	0.0	5.1	0.0	0.0	8.7	0.0	0.0	0.6
15:00~16:00	0.0	0.0	0.0	0.1	29.1	9.3	25.7	71.4	8.7	3.7	0.3	0.8	0.0	0.1	0.0	5.7	0.0	0.0	8.7	0.0	1.0	1.0
16:00~17:00	0.0	0.1	0.0	0.0	29.7	6.5	18.6	60.0	9.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	6.4	0.0	1.0	1.8
17:00~18:00	0.0	0.0	0.0	0.2	21.8	4.0	13.9	60.6	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.5
18:00~19:00	0.0	0.3	0.0	0.2	11.0	3.4	12.5	53.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	1.7
19:00~20:00	0.0	0.5	0.0	0.0	3.6	1.8	7.3	39.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.7
20:00~21:00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.0	8.5	30.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	0.3
21:00~22:00	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.5	7.2	19.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.5
22:00~23:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	8.0	28.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	0.2
23:00~24:00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.2	6.8	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0

表 3.7-1 環保署事業廢棄物車輛行駛替代道路之平均次數統計表 (續)

縣市名稱	雲林縣		彰化縣					嘉義縣				嘉義市		臺南縣			高雄縣市		
	臺	縣	臺	臺	臺	臺	縣	臺	縣	縣	縣	臺	縣	臺	縣	縣	臺	縣	縣
時間/道路	1	158	1	19	74	76	148	1	159	162	168	1	159	1	172	182	1	183	186
00:00~01:	0	0	11.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00~02:	0	0	11.	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00~03:	0	0	11.	1	0	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00~04:	0	0	11.	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00~05:	0	0	11.	1.2	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00~06:	0	0	12.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0
06:00~07:	0	0	18.	0.4	0	0	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	3	0	0
07:00~08:	0	0.7	39.	0	0	0	2.2	0.1	0	0	0	0	0	0.4	0	0	4	0	0.8
08:00~09:	0.3	1	4.5	0.7	0	0	2.2	0.3	0	0	0	0	2.1	1.5	0.5	0	10	0	0
09:00~10:	0.1	3.6	10.	0.1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.7	6.9	1.4	0	2.1	0	0
10:00~11:	0	0.2	17.	0.8	0	0	1.7	0	0	0	0	0	5.2	5.1	2.2	0	3.6	0	0
11:00~12:	0	5.4	11.	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	8.7	3.6	0.7	0	3	0	0
12:00~13:	1.5	1.6	18.	0.1	0	0	1.5	0	0	0	0	0.2	0.7	0.8	0	0	0.7	0	0
13:00~14:	0.1	0.7	9.4	0.3	0	0	0.7	0.3	0	0	0	0.1	0	0.7	0	0	0.7	0	0
14:00~15:	0	0.4	7.6	0.9	0	0	1.2	0.3	0	0	0	0.1	0	0.9	0.6	0	1	0	0
15:00~16:	0	0.3	13.	0.6	0	0	2.3	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.2	0	0.9	0	0
16:00~17:	0	0.9	12.	0.9	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0
17:00~18:	0	3.1	20.	1.3	0	0	5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00~19:	0	5.2	33	1.7	0	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0.1
19:00~20:	0	1.8	21	1.1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0
20:00~21:	0	0.3	13.	0.2	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00~22:	0	0	15.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00~23:	0	0	14.	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00~24:	0	0	15.	0.8	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.8 數位行車紀錄器

有鑑於路況資訊之不足，本研究除了偵測器及探偵車隊的即時資料外，另外探討以數位行車紀錄器之時間及位置資料作為歷史資料的方法。

行車紀錄器是一種安裝於車輛上之設備，用以紀錄在行駛途中之情況，一般較常用於公車、遊覽車、交通車、校車、貨車與交通調查車等車輛，就其形式及所紀錄之資料不同，而有不同之功能。一般而言，其最主要功能包括，登錄車輛啟動、運行與停止之時刻，以及行駛里程；耗油情形、行駛速率變化乃至於是否有車速現象等。行車紀錄器依其紀錄及顯示資料方式之不同，可分為機械式行車紀錄器與數位式行車紀錄器兩種。

3.8.1 數位行車紀錄器簡介

所謂的數位行車紀錄器，就是將車輛上各種裝置的運作情況，以及經由車輛引擎變速箱所得之速率和引擎轉速等類比訊號傳導至行車紀錄器，並將其數位化後再加以儲存。使用者可以應用傳輸線路或紀錄卡匣等方式，將資料下載至電腦中進行深入分析，此外亦可以整合衛星定位系統、電子羅盤等設備，同步紀錄車輛位置與轉向變化等情形。

其紀錄之資料除了機械式行車紀錄器所具備之功能外，各不同廠牌形式之數位行車紀錄器上可以視需要而加入許多不同之功能項目或收集必要之資料，如：語音提醒駕駛員、轉向角度顯示、電子密碼裝置、車門及車燈等使用狀況、駕駛人員資料等。而這些資料可迅速轉換為簡明有用之資訊，較機械式行車紀錄器可節省人力並提高資料之精確度。

其主要的系統包含三個部份：

1. 數位式行車紀錄器：

安裝於車輛上，可記錄下列資料：基本資料（如車速、行駛里程）、行車狀況（如煞車、方向燈、冷氣、車門等）、行車資料（如車號、

路線編號、駕駛人員、電源開啟、關閉時間等)及加裝其他感應器，可記錄引擎轉速、耗油輛及車身迫近等其他特殊資料。

2. 資料傳輸讀寫裝置與資料存取卡匣：

藉由駕駛員所屬之資料卡匣與車輛上裝置之主機，設定車號、路線編號、駕駛人員編號等資料；另一方面，亦可利用資料卡匣下載記錄資料，傳送給資料處理分析電腦系統。

3. 資料處理分析電腦系統：

此設備用以讀取行車紀錄器之資料，並自動處理分析車隊行車狀況，如車速與否等，提供相關營運單位使用。

3.8.2 數位行車紀錄器資料處理方式

將收集到的資料轉為可提供的資訊，其正確度與可靠度是後端所須處理的課題。然而以公車為探針車所收集到的資料中，停等方面如遇到號誌或站牌的加減速，不為求路段平均速率所需要，因此須發展一套方法解決此問題。

卡門濾波器

卡門濾波器(Kalman Filter)最初由 R. E. Kalman 於 1960 年所發表，為一遞迴式(recursive)資料處理演算法。乃利用間接衡量的狀態變數值及其與觀察變數兩者的共變異訊息來遞迴更新系統狀態先前的估計，並對系統狀態做逐期修正，使預測結果更為準確。簡而言之，就是利用所能得到的各項資訊，經由傳遞(propagate)及更新(update)兩項過程以得到最佳化及最少誤差之系統狀態估測值。

由於具有動態估計參數的特性，多應用在控制複雜的動態系統上，例如飛行控制、導航、通訊、衛星及太空科技等高科技工業。

卡門濾波器演算過程

根據卡門濾波器理論，其主要目的在利用觀察值來估計系統中未知的參數，其中：可得資訊 y_t 視為觀察值，而系統中未知的參數為 x_t 。基本模式構建如下：

$$x_{t+1} = Fx_t + v_{t+1} \quad (\text{狀態模式})$$

$$y_t = Hx_t + w_t \quad (\text{觀察模式})$$

$$E(v_t v_t') = Q \text{ for } t = \tau; \text{ otherwise } = 0_{(1)}$$

$$E(w_t w_t') = R \text{ for } t = \tau; \text{ otherwise } = 0$$

其中 x_t : t 時間點之狀態向量

y_t : t 時間點之觀察值

F : 狀態矩陣⁽²⁾

H' : 觀察矩陣，即 H 的轉置矩陣

v_{t+1} : t+1 時間點狀態模式之白噪音(誤差)

w_t : t 時間點觀察模式之白噪音(誤差)

由於卡門濾波器理論在作狀態推估時是以遞迴方式處理的，即在給定 t 時間點的狀態 x_t 下，利用狀態推估方程式預測下一時間點的狀態預測值 $\hat{x}_{t+1|t}$ ⁽³⁾，待得到 t+1 時間點的觀測值 y_{t+1} 後，則可以對 $\hat{x}_{t+1|t}$ 進行更新，更新後的狀態以 $\hat{x}_{t+1|t+1}$ 表示，再以 $\hat{x}_{t+1|t+1}$ 預測 t+2 時間點的狀態 $\hat{x}_{t+2|t+1}$ ，以此遞迴下去。

卡門濾波器利用 t 個時間點的觀察資料為基準來計算狀態向量的線性最小平方預測值(linear least squares forecasts)：

$$\hat{x}_{t|0} = E(x_{t+1} | Y_t), \text{ 其中 } Y_t \equiv (y_t', y_{t-1}', \dots, y_1', x_t', x_{t-1}', \dots, x_1')$$

卡門濾波器透過遞迴方式成功計算序列測 $\hat{x}_{1|0}, \hat{x}_{2|1}, \hat{x}_{3|2}, \dots, \hat{x}_{T|T-1}$ ，而與這些預測相關聯的是狀態變數的共變異矩陣或稱之為均方差(Mean square error, MSE)矩陣，均方差矩陣可以用下述式子表示：

$$P_{t+1|t} \equiv E[(x_{t+1} - E(x_{t+1}))((x_{t+1} - E(x_{t+1})))'] \equiv E[(x_{t+1} - \hat{x}_{t+1|t})(x_{t+1} - \hat{x}_{t+1|t})']$$

遞迴的方式是由 $\hat{x}_{1|0}$ 開始，基於沒有 y 觀察值下對 x_1 的預測值，表示 x_1 未受限的平均數：

¹ $E(v_t v_t')$ 表示 v_t 與 v_t 的轉置矩陣相乘之後的期望值， $E(w_t w_t')$ 同理。 Q 矩陣中

$Q_{ij} = \text{cov}(v_i, v_j)$ ，對角線的數值為變異數($i = j$)；非對角線的數值為共變異數($i \neq j$)， R 矩陣同理。

² F, H, Q, R 根據不同的系統特性，會有不同的矩陣。

³ $\hat{x}_{t+1|t}$ 表示在已知 t 時間點的狀態下(包含 t 以前的時間點)，對 x 進行下一時間點 t+1 的預測值。

$$\hat{x}_{1|0} = E(x_1)$$

與其相關的均方差(MSE)：

$$P_{1|0} = \text{MSE of } \hat{x}_{1|0} = E[(x_1 - E(x_1))(x_1 - E(x_1))']$$

在給定 $\hat{x}_{1|0}$ 與 $P_{1|0}$ 的初始值之後，下一步即為計算下一時間點的預測值 $\hat{x}_{2|1}$ 與 $P_{2|1}$ ，以此遞迴計算 $t=2,3,4,\dots,T$ 。所以在 t 時間點，即表示給定 $\hat{x}_{t|t-1}$ 與 $P_{t|t-1}$ 的情況下，目標為計算 $\hat{x}_{t+1|t}$ 與 $P_{t+1|t}$ 。

更新推斷 x_t ：

$$\hat{x}_{t|t} = \hat{E}(x_{t-1} | y_t) = \hat{x}_{t|t-1} + P_{t+1|t} H (H' P_{t+1|t} H + R)^{-1} (y_{t+1} - H \hat{x}_{t+1|t})$$

其均方差為：

$$P_{t|t} = P_{t|t-1} - P_{t|t-1} H (H' P_{t+1|t} H + R)^{-1} H' P_{t|t-1}$$

預測 x_{t+1} ：

$$\hat{x}_{t+1|t} = F \hat{x}_{t|t}$$

其均方差為：

$$P_{t+1|t} = E[(x_{t+1} - \hat{x}_{t+1|t})(x_{t+1} - \hat{x}_{t+1|t})'] = F P_{t|t} F' + Q$$

以下再簡述一遍卡門濾波器演算流程：

利用觀察值 y_t 來估計出系統中未知的參數 x_t ：

首先要先預測 $\hat{x}_{1|0}$ ，意即在沒有觀察值 y 下對 x_1 的預測值

$$\hat{x}_{1|0} = \hat{E}(x_1 | y_0) = E(x_1)$$

$$P_{1|0} = \text{MSE of } \hat{x}_{1|0} = E[(x_1 - E(x_1))(x_1 - E(x_1))']$$

以上為初始值(initial value, at $t=0$)，是需要自定的數值。

根據不同的模式，先給定係數矩陣 F, H, Q, R 。

在給定 $\hat{x}_{1|0}$ 與 $P_{1|0}$ 的初始值後，下一步即為計算下一時間點的 $\hat{x}_{2|1}$ 與 $P_{2|1}$ ，以此遞迴計算 $t=2,3,4,\dots,T$ 。所以在 t 時間點，即表示給定 $\hat{x}_{t|t-1}$ 與 $P_{t|t-1}$ 的情況下，目標為計算 $\hat{x}_{t+1|t}$ 與 $P_{t+1|t}$ 。

更新步驟的式子如下：

$$\hat{x}_{t|t} = \hat{E}(x_{t-1} | y_t) = \hat{x}_{t|t-1} + P_{t+1|t} H (H' P_{t+1|t} H + R)^{-1} (y_{t+1} - H \hat{x}_{t+1|t})$$

$$P_{t|t} = P_{t|t-1} - P_{t|t-1}H(H'P_{t|t-1}H + R)^{-1}H'P_{t|t-1}$$

→ 預測 $\hat{x}_{t+1|t}$

$$\hat{x}_{t+1|t} = F\hat{x}_{t|t}$$

$$P_{t+1|t} = E[(x_{t+1} - \hat{x}_{t+1|t})(x_{t+1} - \hat{x}_{t+1|t})'] = FP_{t|t}F' + Q$$

3.9 探針車隊可行性綜合評估

綜合以上國內客、貨運業者、計程車車隊或其他較具規模車隊資料收集、訪談與分析的結果，可以歸納出下列幾點結論：

1. 客運業者分為國道客運和市區公車兩部分。在國道客運方面，由於國道客運行經路線皆以國道為主，只有在需要上下乘客時，才會下交流道往場站行駛，然而國道客運業者皆將大部分的場站設於交流道附近，因此國道客運行經國道替代道路的機會及頻率並不高，故不適合做為國道替代道路路況資訊的探針車。在市區公車方面，由於市區公車主要目的在於市區內之旅次運輸，其行經路線皆以市區道路居多，經過國道替代道路的機會及頻率並不高，故亦不適合做為國道替代道路路況資訊的探針車。
2. 由表 3.5.1-1 觀察可知，計程車車隊之 GPS 資訊有分佈不均之現象，且多以市區為主，若未來將計程車納入探針車隊，對提供市區部分之國道替代道路即時路段資訊較有幫助。分析結果亦顯示出，GPS 回傳資料數和每日之時段有關，因此若未來要將計程車納入探針車隊的話，需再結合其他探針車隊的資料來改善此部份之不足。
3. 貨運車隊行經國道替代道路之次數統計結果，如表 3.6-1、表 3.6-2 所示，發現具有各時段分配不均、某些道路筆數分配較少之特性，甚至某些時段無資料紀錄，貨運車隊雖有資料分佈不均之問題存在，但是仍可為部分替代道路提供即時資訊所用，若能增加其他營運範圍車隊之道路資料，便能提高其作為探針車隊之可行性。
4. 事業廢棄物車輛在同一路段行經頻率，會因為日期及時間的不同，而有分佈不均之現象，且該車隊經過國道替代道路的頻率，可能會與各企業處理廢棄物之時程有關。雖然由分析資料顯示，大多集中

於某些替代道路上，但是由於目前僅以 40 輛車作分析，若將其規模擴大為涵蓋國內所有事業廢棄物車輛（一千餘輛）的回傳資料，可望提供國道替代道路資訊。

5. 綜合上述各點可以發現，若以單一車隊做為探針車輛，某些路段或時段會因資料分佈不均或數量不足，而無法提供國道替代道路資訊，但若能整合上述探針車隊，則可望互相彌補其資料不足的路段及時段，進而提供資訊給使用者。以新竹市為例，新竹市之國道替代道路為省道一號(包含中華路一、四、五、六段及經國路一、二、三段)，而中華路一段及經國路一、二、三段為新竹市之市區道路，此路段可由計程車隊 GPS 回傳資料作為主要的資料來源，其餘中華路四、五、六段的資訊，可由事業廢棄物車輛及貨運車隊來提供，如此整合各個不同營運特性之探針車隊的資料，足以提供此路段之道路資訊。雖然目前國內並非所有縣市皆有裝設 GPS 之計程車隊及包含貨運、事業廢棄物之行經範圍，但若未來計程車隊裝設 GPS 普遍化，且再增加不同營運範圍之貨運、事業廢棄物車輛，則可望提供全國國道替代道路資訊，進而減緩國道上交通擁擠的情況。
6. 計程車隊、貨運車隊以及環保署事業廢棄物車輛等，作為國道替代道路探針車隊之可行性，在部份替代道路上已具有不錯之表現，譬如以新竹縣市為例，計程車隊在臺 1 以及臺 61 線，分別有 100%與 54%的時段達到提供道路資訊之標準；事業廢棄物車輛在臺 1、臺 15 線也分別有 58%與 42%的時段達到標準；而貨運車隊在臺 1 線也有 54%的時段達到標準；因此，未來若能將 GPS 車機系統推廣至全國計程車隊，並且納入其餘營運範圍之貨運車隊以及所有事業廢棄物車輛（共一千餘輛）進行分析後，再相互彌補各車隊道路資料不足之路段，可望能提供國道替代道路之綜合性探針車。
7. 分析各車隊參與探針車測試的意願，均傾向於願意配合的態度。唯國內各車隊目前裝載 GPS 系統之情形尚未普遍，其中貨運業者多考量到建置成本過高，且主要以 GPS 進行貨品監控之需求不大，因此，若政府能夠擬定方案給予適當的補貼或獎勵，予以鼓勵業者多導入 GPS 設備裝載於車輛上，將有助於擴展未來納入探針車隊的車

輛規模。此外，計程車、事業廢棄物車輛亦涵蓋相同之情形，若以目前裝有 GPS 系統之車輛做為探針車隊，並提供道路資訊，持有願意參與的意願，但政府若要求所有車輛均需成為探針車所用，那麼政府需考量各車隊公司建置成本的補貼或是相關獎勵措施，才能進一步說服各企業完成所有車輛納入探針車隊的可能。

3.10 探針車隊後續推動步驟及構想

從探針車隊可行性綜合評估中可以了解，若以目前國內裝設 GPS 之車隊來收集國道替代道路資訊，在部分縣市的道路已具有足夠規模之探針車輛，但由於現有 GPS 車隊的行駛路線有分佈不均之現象，部分道路還是會有資料不足的時段。因此為了使所有國道替代道路上探針車隊收集的資料，能夠提供每一段道路的資訊，必須整合現有之 GPS 車隊，並建置其他貨運、計程車等 GPS 車隊，以擴大目前之探針車隊規模，本研究在本節中依短、中、長期來對探針車隊後續推動的步驟提出構想及建議。

1. 短期

- 由政府主導，透過研究計畫的方式執行
- 已建置完成的各類偵測器的資料當然納入
- 接受補助的車隊為當然參與車隊
- 招募自願加入的車隊
- 整合資訊，主動發佈，免費提供

2. 中期

- 仍由政府主導，透過研究計畫的方式執行
- 已建置完成的各類偵測器的資料當然納入
- 接受補助的車隊為當然參與車隊
- 招募自願加入的車隊
- 高速公路與主要都會區路況已經具備規模

- 收費提供資訊
- 研擬未來利潤分享機制

3. 長期

- 收入已經可以平衡
- 成立相關基金會或是由其他單位無償代管
- 持續招募欠缺路段的車隊
- 利潤分享

第四章 國道替代道路路況資訊系統

政府近年來積極推動「挑戰 2008—e 化交通」重大交通政策，本所也陸續推動各項示範性的研究計畫，在 ATIS 資訊整合發佈上，「全國路況資訊中心」已成功彙整全國 23 縣市之交通局、警勤單位、工務局等，及警廣及其七分台、高公局及公路總局等所蒐集的路況事件資訊，並建立各項資訊發佈機制，堪稱國內最完整的即時交通資訊平台。

我們可以將路況資訊概分為「事件」及「速率」兩大類，其中有關「事件」資訊目前已有全國路況資訊中心建立有完備之蒐集機制及發佈介面，而「速率」資訊方面主要仰賴道路管理單位所建置之車輛偵測器及公車所轉換之行車資訊。本研究第三章中曾探討了建立探針車隊之可行性，瞭解現階段除了公車外，尚有不少車隊為了車隊監控等因素裝設有 GPS，考量民眾對於「速率」資訊的需求日漸迫切，本研究希望以國道替代道路為示範路網，建置國道替代道路路況資訊蒐集、處理、發佈之資訊平台，實際彙整現有道路佈設有車輛偵測器及探針車所產生的速率資訊，透過適當之資料篩選及融合等資料處理技術，將可提供民眾更多的速率資訊。透過本示範路網所建立之相關機制，未來將可擴充至全國各級道路，成為「速率」資訊之主要蒐集、處理、發佈平台。

4.1 資料蒐集及整合

4.1.1 國道替代道路資料蒐集

由於本研究範圍以提供國道替代道路的即時路況資訊為主，故在「國道替代道路」的定義上須清楚且明確地界定。

本研究對於國道替代道路的界定主要是以「交通部」及「國道高速公路局」(以下簡稱高公局)每年在春節時，針對高速公路所宣導之交通疏導措施所提供的相關替代道路訊息為主。以下資料係以交通部於94年春節所發佈的交通疏導宣傳文件內容，及高公局所修正發佈的壅塞路段替代道路資訊所綜整之相關替代道路為主。

1. 北區替代道路路網(資料來源：交通部)

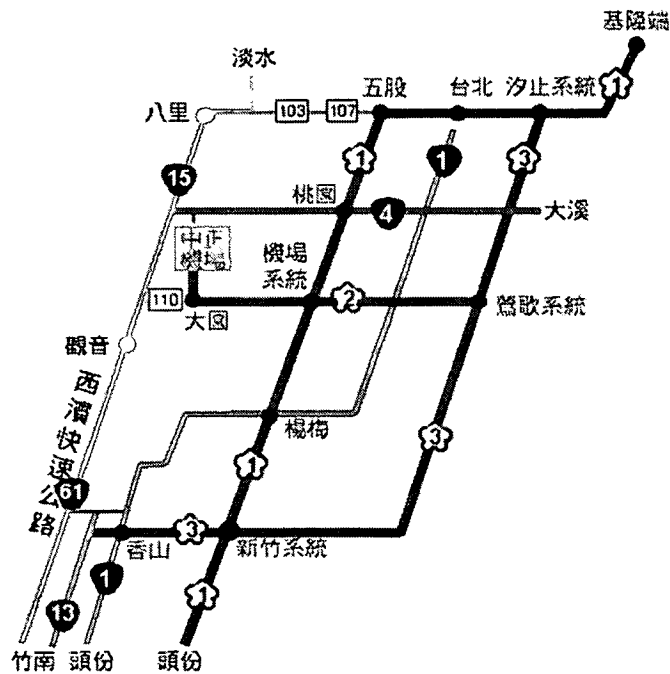


圖 4.1.1-1 北區替代道路路網圖

2. 中區替代道路路網(資料來源：交通部)

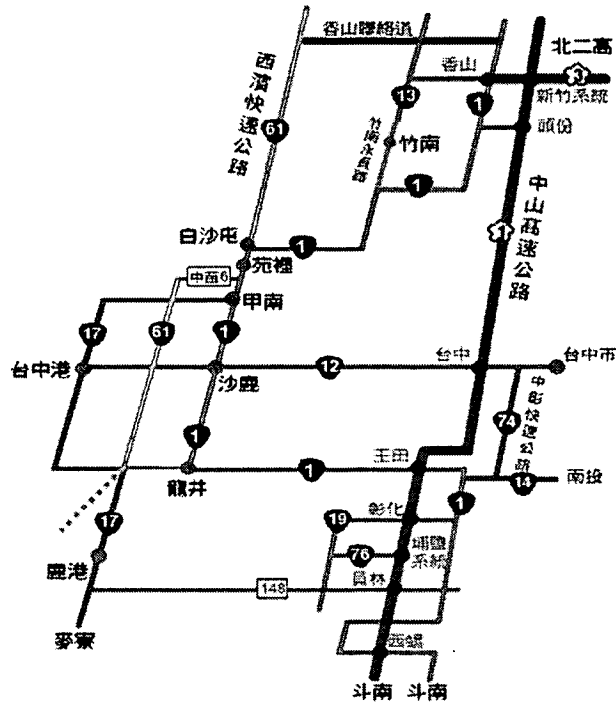


圖 4.1.1-2 中區替代道路路網圖

3. 南區替代道路路網(資料來源：交通部)

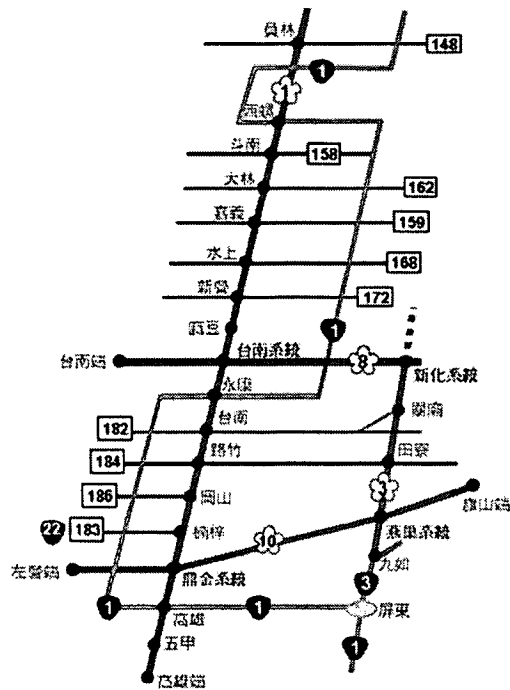


圖 4.1.1-3 南區替代道路路網圖

4.南區國道路網圖(資料來源：交通部)

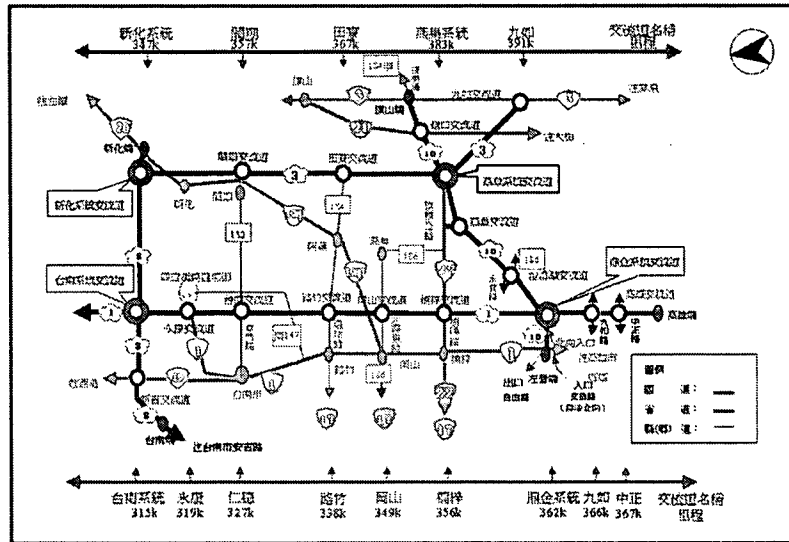


圖 4.1.1-4 南區國道路網圖

5.梅山-中投段(資料來源：高公局)

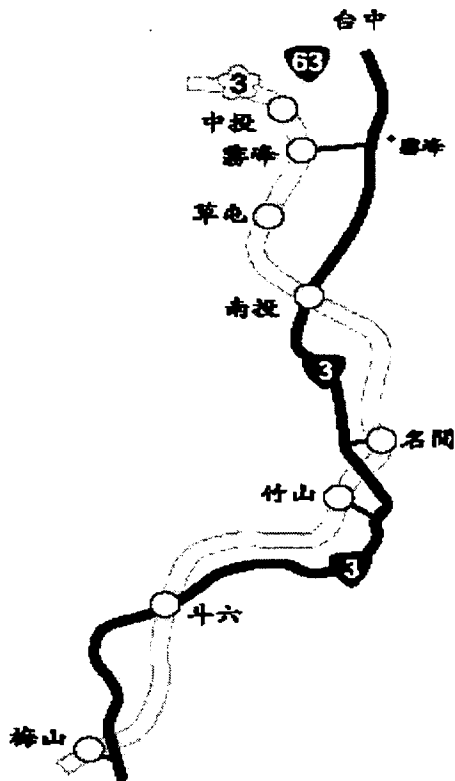


圖 4.1.1-5 梅山-中投段替代道路路網圖

6.大雅-員林段(資料來源：高公局)

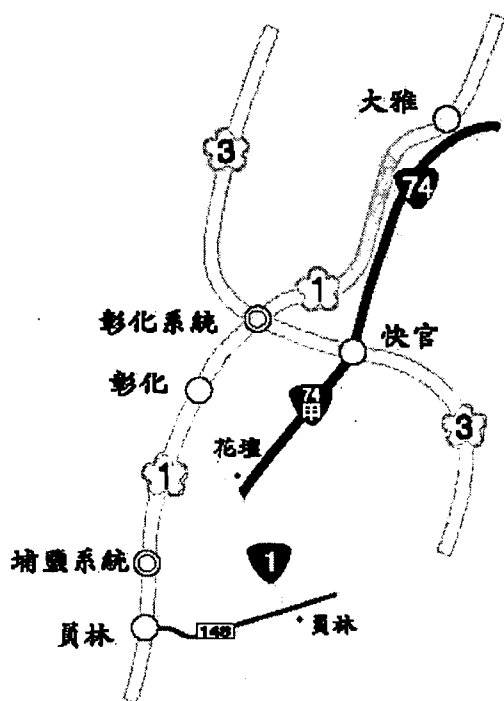


圖 4.1.1-6 大雅-員林段替代道路路網圖

7.西濱-員林段(資料來源：高公局)

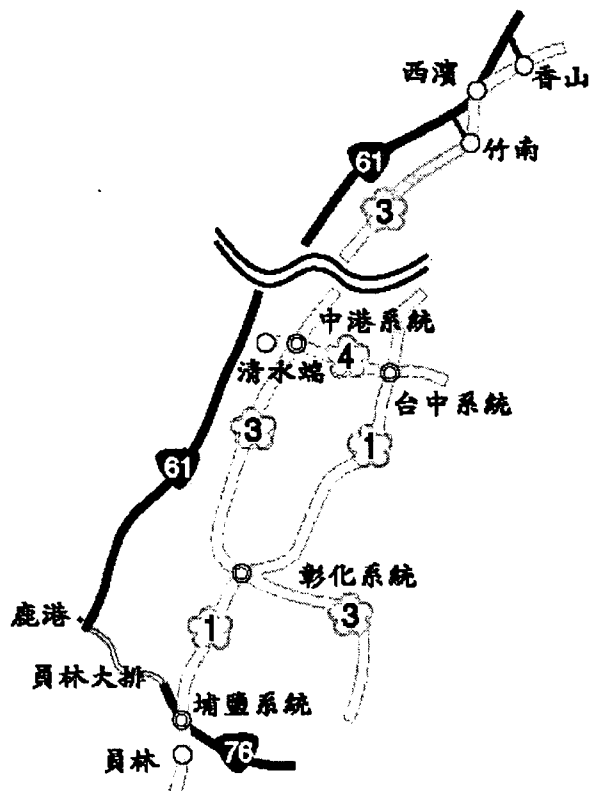


圖 4.1.1-7 西濱-員林段替代道路路網圖

7.三鶯-龍潭段(資料來源：高公局)

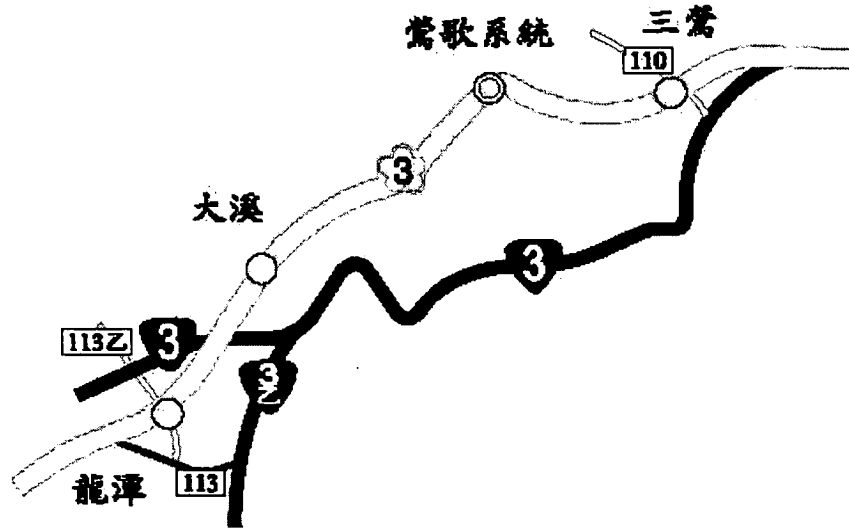


圖 4.1.1-8 三鶯-龍潭段替代道路路網圖

綜合以上八項替代道路資料，本研究以綜合性的原則來定義系統包括的替代道路，涵蓋之省、縣道資訊列表如下：

表 4.1.1-1 國道替代道路涵蓋路段

類型	路線名稱
省道	省 1、省 3、省 4、省 12、省 13、省 14、省 15、省 17、省 19
省道	省 22、省 61、省 63、省 74
省支線	省 74 甲
縣道	縣 146

本研究開發之系統以交通部運輸研究所所出版的「交通部運輸研究所路網數值圖 1.2 版」資料作為基本路網，並配合上述所界定的路網範圍，透過空間資料萃取的技術，先將研究範圍內替代道路分段萃取出來。有關道路分段處理原則，因應不同的需求在許多研究上均有不同的分段處理原則，本期系統中，採用最新版的路網數值圖作為地圖內容之顯示，並配合新版圖資之道路分段，及參考公路總局對於替代道路分段原則進行分段顯示，而後續研究中，則建議採以路段之交通特性作為道路分段處理原則。

有關以交通特性作為路段分段原則，初步建議採用運研所建置「公路績效評估資訊系統」中所整合之路段交通資訊（含交通量、車道數等，該資訊整合建置於運研所路網數值圖 1.1 版），透過資訊擷取，將各路段的空間特性加以整理分析，再透過統計學之集群分析(cluster analysis)方法，將具相同空間特性的路段資料加以歸類，找出連續路段整合及分段的標準，最後再將分析後的道路分段原則，以 GIS 處理技術對圖資進行多圖元(feature)整併為單圖元的處理，便於後續賦予不同道路路段圖元之路況數值的對應。

而關於路況資訊的呈現部份，參照國外及國內中央與地方相關交通單位針對路況資訊分類之訂定，初步分類如下：針對路況速率顯示，在 GIS 電子地圖的呈現上以不同的顏色區別各路段之道路路況，並於網頁上提供「即時路況資訊」及「歷史路況資訊」兩種呈現方式切換，並將偵測器及探針車所蒐集的資訊，分別以點及路段速率的方式呈現。

4.1.2 路況資訊整合

4.1.2.1 資料融合概述

無論在都會區或城際間之交通路網，車輛旅行時間之估計皆扮演著重要的角色，因此近年來對於旅行時間的估計為各研究單位所重視。有關速率資訊或旅行時間的取得，可透過以下兩項主要方法得到相關參數，進而推估求得，其一是透過每隔一段距離所設置之偵測器來偵測路段車流狀況，此方法可蒐集到車流量、點速度、車間距、車輛種類、車道佔有率等資料；第二則是利用行駛於路上裝有 GPS 配備之車輛來蒐集交通資料，也就是探針車輛以固定頻率之通訊，回傳交通資料至控制中心，以偵測探針車輛在路線上的時間、位置及速度。

然而當前國內國道替代道路上，受限於政府經費，固定式偵測器佈設的情形並不普及，目前僅建置於重要瓶頸路段，且偵測器偶有故障損壞之情形，若單以固定式車輛偵測器所偵測之交通資料進行車輛旅行時間之估計，會影響其準確度；在探針車輛方面，根據目前探針車隊的現況調查，其行經國道替代道路之頻率會依每日的時段而改變，在提供交通資料上，並非為一穩定的資料來源，且目前探針車輛多為營運之用途，所蒐集之交通資料會受到其營運方式所影響，因此若單以探針車輛來估計旅行時間，對其準確度亦會有所質疑。因此必須將現有之固定式偵測器及探針車所蒐集的資料，利用資料融合(Data Fusion)技術，將兩種不同型態之偵測器所獲得之交通資料進行篩選與結合，以提高整體之估計準確度。

資料融合之範圍很廣，其中包含時間與空間的因素，依據文獻可分為空間融合、時間融合及時空融合，故可將路段資料融合分為四象度，分別為：

第一象度：同一偵測位置，同一偵測時間，兩種資料進行融合；

第二象度：同一偵測位置，不同偵測時間，兩種資料進行融合；

第三象度：不同偵測位置，同一偵測時間，兩種資料進行融合；

第四象度：不同偵測位置，不同偵測時間，兩種資料進行融合。

由於國內替代道路上，現階段之偵測器多建置於不同路段，且探針車之密度並不足，故初期在偵測器與探針車沒有在同一位置、同一時間出現時，將以單一資料來源所偵測之數據提供，不作額外之資料融合，唯當探針車行經偵測器路段時始進行資料融合，其屬第一象度同一偵測位置、同一偵測時間之資料融合，故本章僅對此種模式做探討。後續則待資料來源穩定及充足後，再以實際所蒐集之即時及歷史資料進行分析，探討其它象度之資料融合模式。

4.1.2.2 資料融合機制及運算流程

1. 資料切割模式

就一路段的車流平均速率而言，會隨著一天當中不同的時段而有所差異，最明顯的例子就是尖峰與非尖峰時間。若融合的資料中，包含了尖峰與非尖峰時的資料，則容易造成路況資訊的誤差，所以我們在處理時間平均速度之資料融合之前，必須先決定一個切割點，在切割點之後至更新時間之間之資料與目前情況類似時才為我們所用，而對於在切割點之前的資料則加以捨棄。

過去有研究（張惠汶，2002）利用改變點理論來研究利用公車 GPS 定位資料推估路段行車速率之資料切割，其模式包含兩個步驟，首先，對有無改變點做假設檢定，確定更新資料中是否存在改變點，若有，則進一步估計改變點之位置；若無，則代表目前之行車速率與前一時段差異不大，此時之行車速率與之前相同，其分析流程如圖 4.1.2.1-1 所示。本研究即依此模式來對路段行車速率作探討。

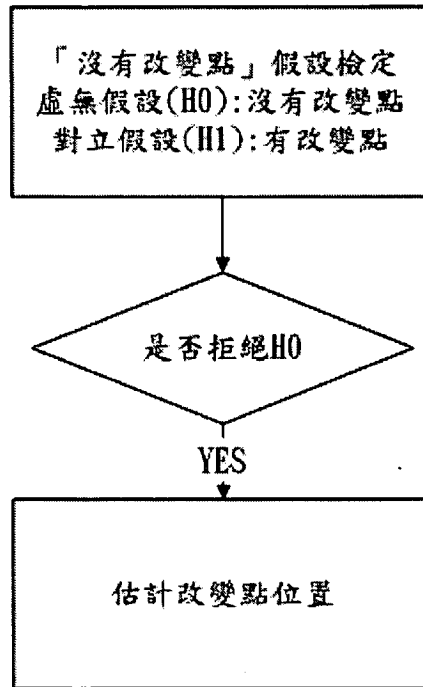


圖 4.1.2.2-1 改變點分析流程圖

(1) 改變點之假設檢定

假設在某個時段裡，觀察到 n 筆車速資料，令每一筆車速資料 $Y_i = \mu_i + \sigma Z_i$, $1 \leq i \leq n-1$ ，其中 μ_i 為每一筆觀察值的母體均數， σ 為每一筆觀察值的母體標準差， Z_1, \dots, Z_n 為 IID $N(0,1)$ ，做以下的假設檢定：

$$H_0: \mu_1 = \dots = \mu_n$$

$$A_\tau: \mu_1 = \dots = \mu_\tau > \mu_{\tau+1} = \dots = \mu_n, 1 \leq \tau \leq n-1$$

或

$$H_0: \mu_1 = \dots = \mu_n$$

$$A: \mu_1 = \dots = \mu_\tau \neq \mu_{\tau+1} = \dots = \mu_n, 1 \leq \tau \leq n-1$$

$$\text{令 } \Delta = \mu_{\tau-1} - \mu_\tau$$

一般改變點分析之假設檢定法為貝氏方法與概似比檢定，本研究以貝氏方法來做分析，其說明如下：

假設已知 σ ，且 $\sigma = 1$ 。如果起始平均數 μ_1 已知，使 $\mu_1 = 0$ ，有關 τ 與 Δ 的先驗資訊(prior information)， τ 是在 $\{1, \dots, n-1\}$ 之間之均勻分配(uniform distribution)， Δ 獨立於 τ ， Δ 之機率密度函數為 h 。當以下之概似比例值很大時，則「沒有改變點」之虛無假設被拒絕（即

拒絕 H_0)。

$$L(Y_1, \dots, Y_n) = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} \int h(\delta) \exp[-\frac{1}{2} \sum_1^r Y_i^2 - \frac{1}{2} \sum_{r+1}^n (Y_i - \delta)^2] d\delta}{\exp[-\frac{1}{2} \sum_1^n Y_i^2]}$$

對於單邊檢定 A_+ 而言，令 h 為變異數 α^2 之摺疊的常態分配為

$$\frac{\alpha}{2} L = \frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} \exp[\frac{1}{2} \frac{S'_{n-r}{}^2}{n-r+\alpha^{-2}}] \Phi(\frac{S'_{n-r}}{n-r+\alpha^{-2}})$$

其中， $S'_{n-r} = \sum_{r+1}^n Y_i$ ， Φ 為 $N(0,1)$ 之連續密度函數。令 $\alpha \rightarrow 0$ ，

即假定變化很小，所以 $S'_{n-r}(n-r+\alpha^2)^{-1} \rightarrow 0$ ，因此，對於很小的 α 而言，

$$\frac{\alpha}{2} L = \frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} (\frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \alpha^2 S'_{n-r}) \cong \frac{1}{2} + \frac{\alpha^2}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} S'_{n-r}$$

推得以下檢定統計量：

$$T_+ = \sum_{r=1}^{n-1} S'_{n-r} = \sum_{i=2}^{n-1} (i-1)Y_i$$

當 T_+ 值很大時，「沒有改變點」的虛無假設被拒絕。

當 μ_1 不知道時，有關 μ_1 的先驗資訊為， μ_1 是獨立於 (τ, Δ) 的

$N(0, \beta^2)$ 分配， β 可以是趨近於 ∞ ，推得以下統計量：

$$T_+^* = \sum_{i=2}^n (i-1)(Y_i - \bar{Y}_n) \quad \bar{Y}_n = n^{-1} \sum_1^n Y_i$$

當 T_+^* 值很大時， H_0 將被拒絕。

對於雙邊檢定而言，所有情況如上所述，除了改變量 Δ 之先驗分配改成 $N(0, \alpha^2)$ (而不是摺疊分配)， $\alpha \rightarrow 0$ 。此情況下得到之檢定統計量如下：

(a) 已知起始平均數 μ_1 時：

$$T = n^{-2} \sum_{i=2}^n \left(\sum_{j=i}^n Y_j \right)^2$$

(b) 起始平均數 μ_1 未知時：

$$T^* = n^{-2} \sum_{i=2}^n \left[\sum_{j=i}^n (Y_j - \bar{Y}_n) \right]^2$$

關於單邊檢定統計量 T_+ 與 T_+^* 為線性 Y_i 的線性函數，所以他們為常態分配。關於雙邊檢定而言，檢定統計量是二次方的型式。

在 H_0 之下，統計量 T 與 T^* 的分配為 $\sum_{r=1}^{n-1} \lambda_r Z_r^2$ 及 $\sum_{r=1}^{n-1} \lambda_r^* Z_r^2$ ，其中 Z_1, \dots, Z_{n-1} 為獨立之 $N(0,1)$ ，

$$\lambda_r = \left[2n \sin \left(\frac{r\pi}{2n} \right) \right]^{-2}, \quad \lambda_r^* = \left[2n \sin \left(\frac{(2r-1)\pi}{2(2n-1)} \right) \right]^{-2}$$

本研究在實際操作上，由於每一筆資料的母體均數 μ_1 為未知的情況，且根據對立假設，屬於雙邊檢定，所以採用以下之檢定步驟如下：

a. 設立虛無假設及對立假設：

虛無假設 H_0 ：沒有改變點存在 ($\mu_1 = \dots = \mu_n$)

對立假設 H_1 ：有改變點存在 $\mu_1 = \dots = \mu_\tau \neq \mu_{\tau+1} = \dots = \mu_n$ ，
 $1 \leq \tau \leq n-1$

b. 檢定之統計量：

$$T^* = n^{-2} \sum_{i=2}^n \left[\sum_{j=i}^n (Y_j - \bar{Y}_n) \right]^2$$

其中 Y_j 為資料切割模式的輸入速率資料， n 為輸入速率資料的筆數。

c. 拒絕虛無假設之臨界值：

$$T^* \text{ 的分配為 } \sum_{r=1}^{n-1} \lambda_r^* Z_r^2 \text{ 其中 } Z_1, \dots, Z_{n-1} \text{ 為獨立之 } N(0,1),$$

$$\lambda_r^* = \left[2n \sin \left(\frac{(2r-1)\pi}{2(2n-1)} \right) \right]^{-2}.$$

由於文獻上並沒有此分配的臨界值表，所以可用程式語言自行撰寫 T^* 的分配，在固定 n 下產生 30000 個符合 $\sum_{r=1}^{n-1} \lambda_r^* Z_r^2$ 的 T^* ，並將產生的值由小到大排列，取第 28499 個(也就是第 95 百分位)的值當作 T^* 的臨界值 T^{**} ，亦即產生在 90% 的信賴區間下，不同樣本數之 T^* 臨界值。

d. 拒絕或接受虛無假設：

如果 $T^* \geq T_{(n,90\%)}^{**}$ ，則拒絕虛無假設，也就是有改變點之存在。

如果 $T^* < T_{(n,90\%)}^{**}$ ，則接受虛無假設，也就是沒有改變點之存在。

(2) 改變點之位置估計

在檢定改變點的步驟若檢定出有改變點存在，則須進一步估計出改變點的位置。有關改變點位置的估計，一般亦可分為貝氏方法與最大概似估計法，本研究以最大概似估計法來做分析，其說明如下：

假設存在 $1 \leq \tau \leq n-1$ 使得 (Y_1, \dots, Y_n) 之聯合機率密度函數(joint pdf)為

$$\prod_1^{\tau} f(y_i, \theta_1) \prod_{\tau+1}^n f(y_i, \theta_2), \text{ 其中 } f \text{ 已知且 } \theta_1 \neq \theta_2$$

首先令 θ_1, θ_2 已知，則 τ 的最大概似估計為

$$\bar{\tau} = \arg \max_{1 \leq r \leq n-1} \left[\sum_1^r \log f(y_i, \theta_1) + \sum_{r+1}^n \log f(y_i, \theta_2) \right]$$

2. 資料融合模式

在過去的研究中，有許多關於資料融合的方法，其中曾有研究(吳欣潔，2004)提出以熵的方法來對交通資料做融合，本研究以此方法來建構資料融合模式。此資料融合模式中，包含三個部分：資料分類、熵的計算、最佳權重法，以下即對此三部分做說明。

(1) 資料分類

在做熵值計算之前，我們必須先對蒐集到之原始交通資料做一個分類，才能進一步做熵值的計算。一般而言，交通資料分類最普遍的方法為依車速將道路服務水準分成六個等級，如表 4.1.2-1 所示，但是因為對於本研究提出的模式中，若將資料分為六類會增加模式的複雜度，且對於駕駛者而言，對此方法之各分類的敏感度並不高，因此為了簡化此資料融合模式，文獻中將資料分類修正為三類，如表 4.1.2-2 所示。

表 4.1.2.2-1 道路服務水準分類

道路等級	I	II	III
自由車流速率(kph)	55	45	40
道路服務水準	平均車速(kph)		
A	>51	>43	>33
B	39~51	32~43	25~33
C	34~39	27~32	20~25
D	29~34	23~27	16~20
E	21~29	17~23	10~16
F	<21	<17	<10

表 4.1.2.2-2 修正後之道路服務水準分類

道路等級	I	II	III
自由車流速率(kph)	55	45	40
道路服務水準	平均車速(kph)		
A	>40	>30	>25
B	30~40	20~30	16~25
C	<30	<20	<16

之後即對蒐集到的即時交通資料依此分類來做統計，其方法如下：

- (a)對欲融合的時段內之交通車速資料作次數統計，計算出此時段的資料出現於各分類中的次數。
 - (b)依各分類中的次數，計算此時段之車速位於各分類之機率函數。
- 表 4.1.2-3 為資料分類之範例。

表 4.1.2.2-3 本研究之資料分類範例

	次數	機率
A	24	0.18
B	65	0.47
C	48	0.35
總計	137	1.00

(2)熵

熵是被用來描述資訊的不確定性，其定義為

$$H(p_1, \dots, p_n) = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

其中 $H(p_1, \dots, p_n)$ 為熵， p_i 為每個可能出現結果的機率。

在此模式中，假設探針車與偵測器為獨立，則資料來源 i 之熵為

$$h_i(\gamma) = -\sum_{\theta_j \in \theta} P(\theta_j | \gamma) \log P(\theta_j | \gamma)$$

其中 $P(\theta_j | \gamma)$ 為在實際車速分類在 γ 時，偵測到的車速在 θ_j 的條件機率。

(3) 最佳權重法

在求得熵值後，我們再進一步的利用熵值來計算探針車與偵測器所得之平均車速的權重，並用此權重推估融合後之路段平均車速。在此模式中，我們採用最佳權重法來將各個交通資料來源的熵值最小化，因為將不確定性降低也就代表了提高其準確度，其最小化問題如下：

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & \sum_{i \in S} [W_i^2(\gamma) h_i(\gamma)] \\ \text{Subject to} \quad & \sum_{i=1}^N W_i(\gamma) = 1 \\ & W_i(\gamma) > 0 \end{aligned}$$

則其最佳權重為

$$W_i(\gamma) = \frac{1}{h_i(\gamma) \sum_{j \in S} \frac{1}{h_j(\gamma)}}$$

由上述之最佳權重法我們可以推得探針車與偵測器之權重，最後再依下列之線性方程式計算，即可推估出路段之平均車速。

$$V = \sum_{i=1}^N W_i V_i$$

其中 V_i 為資料來源 i 的平均車速。

3. 資料融合流程

針對即時路況的相關資料，本研究主要整合兩項重要資料來源，一為車輛偵測器所蒐集的即時路況資訊，另一則是已有裝設車機設備的規模運輸業者，針對不同來源的資料整合部份，必須透過資料融合的技术，將所彙整的資訊轉成有用的即時路況訊息。

綜合上述方法，本研究之資料融合流程如圖 4.1.2-2 所示。

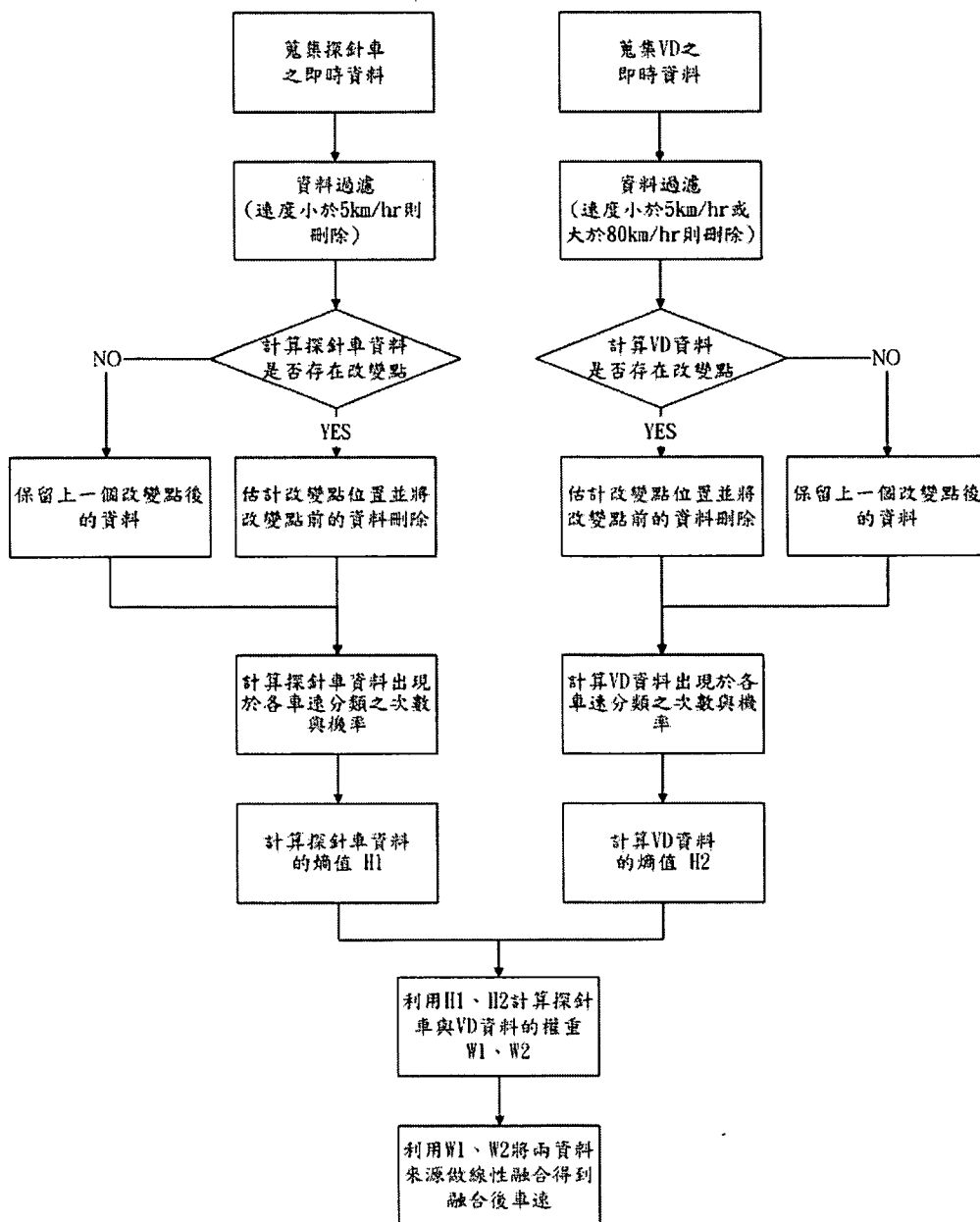


圖 4.1.2.2-2 資料融合流程圖

利用蒐集而得的即時路況資料進行資料融合，並且求取權重值，計算得到最後融合後的預估路段速率。當因為某些因素，例如 VD 故障，探針車故障等因素而使得某些資料來源無法提供即時資訊時，系統會利用歷史資料庫中之資料來持續進行，歷史資訊融合處理流程詳見圖 4.1.2-3。對於資料來源的權重，我們會每季進行重新的校估，來得到符合現況的最好權重分配。

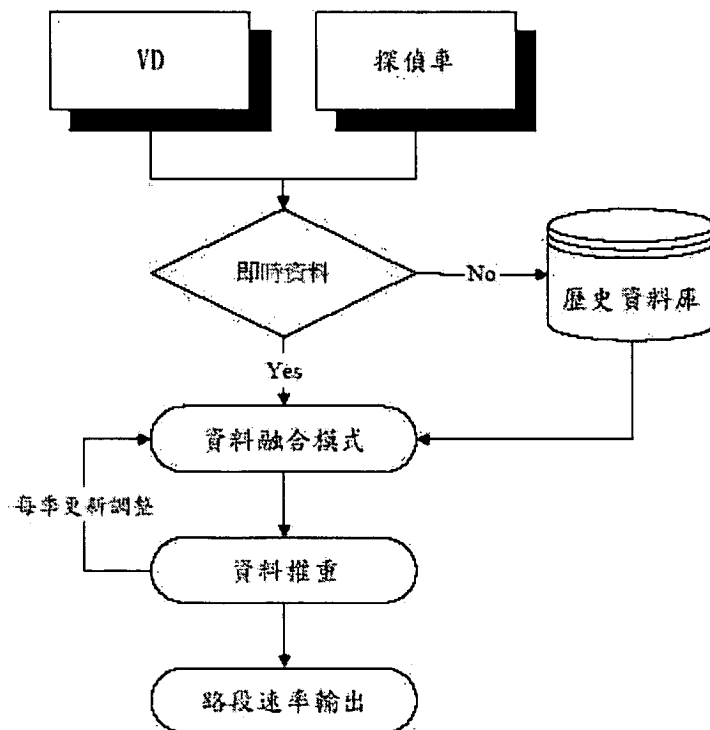


圖 4.1.2.2-3 歷史資料融合流程圖

針對資料融合後所估算出的即時路況資訊，透過空間定位技術轉換至對應的道路路段上，並依不同的顏色顯示路段行車狀況。

0~20km/hr 非常壅塞(紅色)

20~40km/hr 稍微壅塞(黃色)

40 km/hr 順暢(綠色)

4.1.3 與「全國路況資訊中心」資訊整合

「國道替代道路路況資訊系統」和「全國路況資訊中心」兩系統，前者以路況速率資訊蒐集及發佈為主，後者則以路況事件資訊蒐集及發佈為主，由於這兩項資訊具有實質的相關性，例如可透過路況事件資訊來驗證所運算出來的路況速率資訊是否合理，或是由所傳回的路況速率資料，研判該路段是否有尚未通報的路況事件資訊發生。

「國道替代道路路況資訊系統」和「全國路況資訊中心」兩系統資訊整合的構想，係採用資訊整合及訊息回饋的機制，即透過全國路況中心已建立的 XML 路況事件發佈機制，將路況事件資料整合至國道替代道路資訊系統中，讓使用者可以直接從國道替代道路資訊系統查詢到替代道路之路況速率資訊及路況事件資訊，而國道替代道路資訊系統會將其所蒐集的探針車及車輛偵測器的資訊，針對有異常狀況的路段，如路段行駛速率低於 5 公里以下，以路況事件型式回報至全國路況資訊中心系統。

針對國道替代道路路況資訊系統和全國路況資訊中心系統整合的構想，如下圖所示：

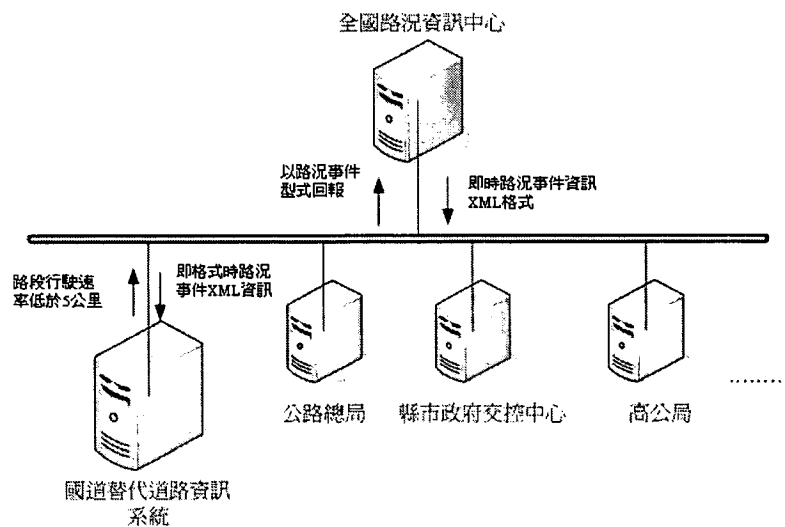


圖 4.1.3-1 國道替代道路與全國路況資訊中心系統整合架構圖

全國路況資訊中心已建立一完整的路況資訊發佈機制，主要以 XML 格式進行路況事件資訊發佈，針對路況事件資訊，於國道替代道路系統內資料欄位格式定義如下：

表 4.1.3-1 全國路況資訊中心蒐集之路況資訊

Road_Data—全國路況資訊中心蒐集之路況資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
State	狀態	VARCHAR2	10	
RoadType	事件類別	VARCHAR2	20	
Area	區域	VARCHAR2	10	
Name	事件地區	VARCHAR2	20	
Direction	方向	VARCHAR2	10	
FromKM	里程位置-起	Float4	4-byte	
ToKM	里程位置-迄	Float	4-byte	
Road1	事件路段	VARCHAR2		
Road2	事件路段	VARCHAR2		
speedlow	最低速率	Int	2-byte	
speedtop	最高速率	Int	2-byte	
Comment	事件描述	VARCHAR2	300	
MessageSrc	事件提供者	VARCHAR2	10	
HappenDate	發生日期	Date		
HappenTime	發生時間	Time		
UpdateDate	更新日期	Date		
UpdateTime	更新時間	Time		
ContinueDate	持續日期	Date		
ContinueTime	持續時間	Time		
CancelDate	排除日期	Date		
CancelTime	排除時間	Time		
X1	第一組座標 x	Float	8-byte	
Y1	第一組座標 y	Float	8-byte	
X2	第二組座標 x	Float	8-byte	
Y2	第二組座標 y	Float	8-byte	
Road_SN_List	受影響路段	VARCHAR2	300	

4.2 系統建置規劃

4.2.1 系統設計原則

- 本系統採 Web GIS Server 方式建置，並整合本研究所蒐集資料，提供即時交通資訊。
- 建置交通資訊管理功能，含探針車及路況偵測器等。
- 整合相關即時交通資訊來源(如全國路況資訊中心)，達到資訊整合之功效。
- 建置自動化的資訊更新機制，並提供簡易的維護、管理介面，讓管理者可輕易更新網站內容。
- 本系統所蒐集整理的交通動態資訊會輸出成 XML 的資料格式，分享相關資源。

4.2.2 系統架構規劃

- 作業平臺：Windows Server 2003
- 資料庫系統：SQL Server 2003
- 網際網路 GIS 伺服器：SuperWebGIS 網際網路電子地圖伺服器
- 電子地圖：交通部運輸研究所路網數值圖 1.2 版

4.2.3 資料庫設計規劃

本研究建置系統所蒐集整合的資訊來源共有兩類，一為車輛偵測器，另一則為探偵車。透過系統之資料融合處理，除了可以推估出各路段之速率資訊，並可將之儲存為歷史資料，以作為資訊不足時之參考資訊，供用路者預估旅行時間之用。有關本系統之各項資料表單規劃如下：

表 4.2.3-1 NowSpeed 即時速率資料

NowSpeed—最新一筆道路速率資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
Lane_ID	路段編號	NUMBER	10	0
SPEED	道路速率(KM/HR)	Int4	長整數	
S_TYPE	速率狀態 A: 40 公里以上 B: 20 - 40 公里 C: 20 公里以下	VARCHAR2	20	
DATASOURCE	資料來源 A: 官方網站 B: 車輛偵測器 C: 探偵車 D: 其它	VARCHAR2	20	
UPDATETIME	最近更新時間	datetime	20	

表 4.2.3-2 HistorySpeed 歷史速率資料

HistorySpeed—所有道路速率資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
Lane_ID	路段編號	NUMBER	10	0
SPEED	道路速率(KM/HR)	Int4	20	
S_TYPE	速率狀態 A: 40 公里以上 B: 20 - 40 公里 C: 20 公里以下	VARCHAR2	20	
DATASOURCE	資料來源 A: 官方網站 B: 車輛偵測器 C: 探偵車 D: 其它	VARCHAR2	20	
UPDATETIME	更新時間	datetime	20	

表 4.2.3-3 Sanser_Infor 車輛偵測器編號

Sanser_Info—車輛偵測器資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
Lane_ID	路段編號(偵測器所在位置之路段編號)	NUMBER	10	0
Sanser_ID	道路速率(KM/HR)	VARCHAR2	20	
X	經度(LONGITUDE)	Float8	20	
Y	緯度(LATITUDE)	Float8	20	
UPDATETIME	更新時間	datetime	20	

表 4.2.3-4 Sanser_Data 車輛偵測器即時資訊

Sanser_Data—車輛偵測器蒐集之路況資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
seqid	流水號	Integer	4	0
updatetime	日期時間	Datetime	8	
station_id	測站編號	Char	4	
average_speed	平均速度 km/hr	Integer	4	
average_length	平均車長 公尺	Integer	4	
total_flow	總流量	Integer	4	
occupancy	佔量 %	Integer	4	
average_gap	平均車距 1/10 秒	Integer	4	
status	狀態備註	Integer	4	
direction	方向	SmallInt	2	

表 4.2.3-5 Car_Data 探偵車即時資訊

Car—探偵車蒐集之路況資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
Lane_ID	路段編號	NUMBER	10	0
Lon	車輛位置之經度座標	Float8	20	
Lat	車輛位置之緯度座標	Float8	20	
Velocity	車輛行駛速度	Int4	20	
GpsDate	該筆資料回傳之 GPS 衛星日期	date	20	
GpsTime	該筆資料回傳之 GPS 衛星時間	time	20	
GpsStatus	該筆資料回傳之 GPS 衛星狀態	VARCHAR2	20	
Angle	車輛行駛之方位角	VARCHAR2	20	

表 4.2.3-6 Road_Data 全國路況資訊中心路況資訊

Road_Data—全國路況資訊中心蒐集之路況資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
Number	路況編號	VARCHAR2	20	0
state	路況狀態，例：排除	VARCHAR2	20	
RoadType	路況類別	VARCHAR2	20	
Area	區域：北中南東	VARCHAR2		
Address	地點：國道三號北上 14.8km	VARCHAR2		
HappenDate	發生日期	DATE		
HappenTime	發生時間	TIME		
Comment	路況內容	VARCHAR2	200	
X1	GPS X1 座標	FLOAT8		
Y1	GPS Y1 座標	FLOAT8		
X2	GPS X2 座標	FLOAT8		
Y2	GPS Y2 座標	FLOAT8		

4.2.4 交通資訊資料整合

1. 探針車資訊整合

環保署納管「事業廢棄物清運車輛」

第三章探討了國內規模車隊作為國道替代道路探針車隊之可行性，其中環保署所納管車隊為可行之其中一方案，加上其彙整之行車軌跡由政府所管理，故在資料之擷取上較為便捷。為瞭解其行車軌跡之可行性，環保署提供 20 輛六月份之車行資料供本所分析，分析結果顯示中，其行駛密度及路線皆能符合探針車之基本需求，故於 94/10/3 至環保署針對現有系統實地了解其資料內容及運作架構，有關其系統架構簡單說明如下：

- (1) 現有車輛數 1,371 台，2005 年底會擴增至 1,812 台。
- (2) 涵蓋範圍：全省。
- (3) 資料傳輸頻率：每 30 秒會回傳一筆資料。
- (4) 資料庫：SQL Server。
- (5) 傳輸資料量：約 50 MB/天。
- (6) 運輸車隊採機動任務型，並無固定時間及無固定範圍，對於其行駛速率亦無限制，初步判斷其駕駛特性與一般車輛無異。

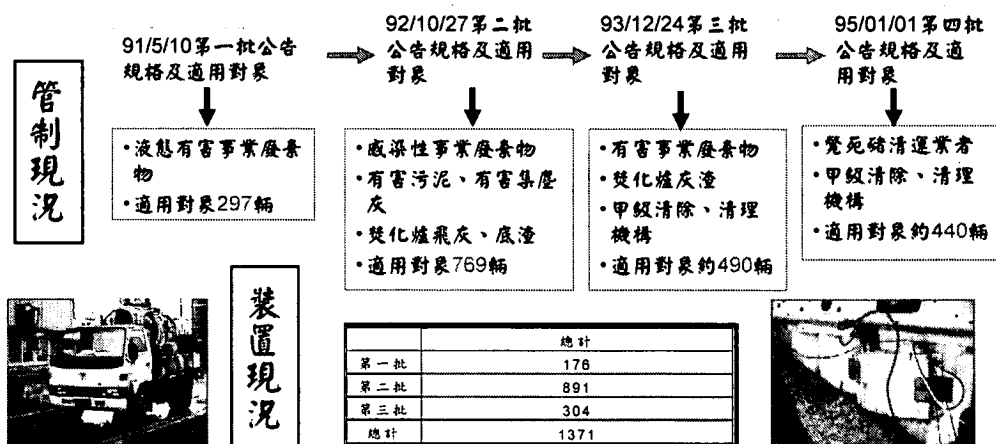


圖 4.2.4-1 環保署事業廢棄物清運 GPS 設備安裝時程

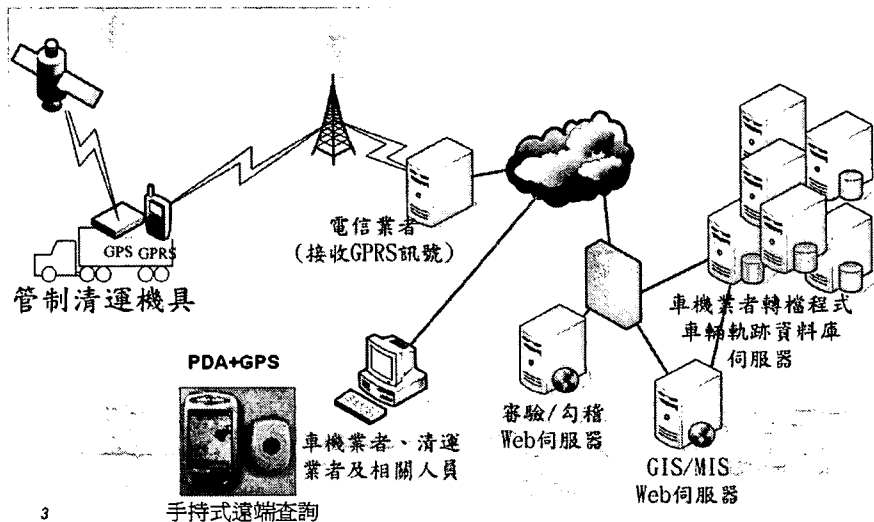


圖 4.2.4-2 環保署事業廢棄物清運車監控管理平臺架構

經和該系統承包廠商進行二次技術性訪談、協商，針對環保署車輛資料介接到運研所的技術部份，採階段性整合運作，其處理程序如下：

- (1)環保署在現有主機上挪出一台主機，作為車機資訊發佈主機，透過署內防火牆設定，僅允許運研所特定 IP 主機作車機資料擷取。
- (2)在原有系統的即時車機寫入程序，會複寫一份至車機資訊發佈主機，有關發佈資料的欄位定義，如表 4.2.4-1、4.2.4-2。
- (3)車機資訊每 30 秒會回傳一筆資料。
- (4)本研究團隊協助在車機資訊發佈主機上開發一 Web Service 程式，建立系統的發佈機制(詳見圖 4.2.4-3)
- (5)開發一資料擷取程式，安裝在國道替代道路系統上，定時每一分鐘自動將最新更新的車機資料回傳至國道替代道路系統上。
- (6)系統會透過空間定位技術將車機之點速率資訊轉成路段速率，並透過資料融合技術，運算各路段之即時路況速率資訊。
- (7)即時路況資訊發佈。

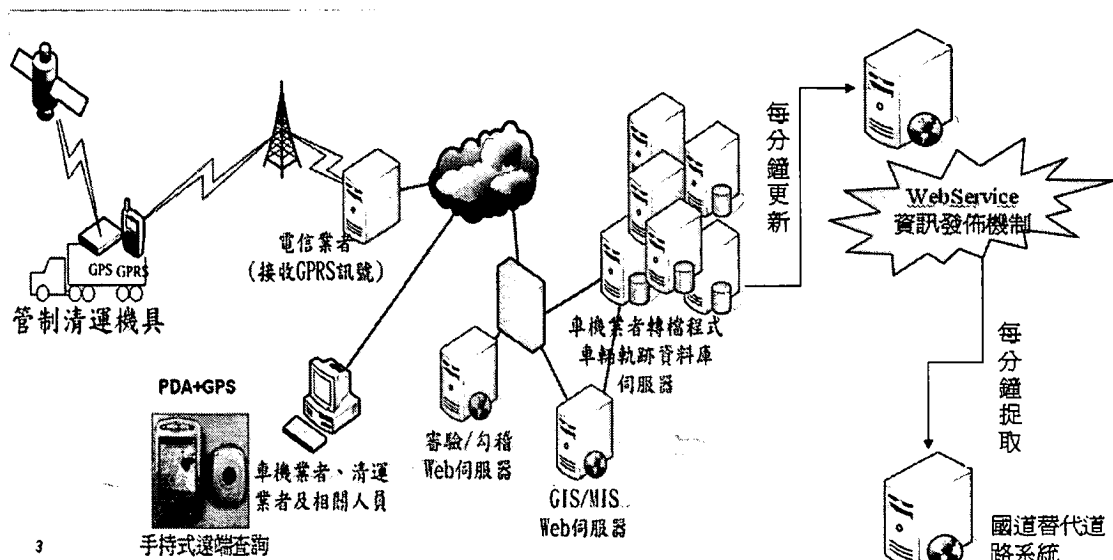


圖 4.2.4-3 環保署清運車監控系統資訊整合機制

針對車機資訊發佈的資料欄位，因考量到車隊的隱私性，將各車號均以特定代碼進行轉換，配合資料融合資料運算需求，將發佈的資料欄位定義如表 4.2.4-1、4.2.4-2，而此資料欄位，亦可作為後續探針車資料蒐集之欄位定義。

表 4.2.4-1 軌跡資料表說明

欄位名稱	對應欄位名稱	資料長度限制 (BYTE)	單位	數值範圍	備註
車機代號	<u>Unit id</u>	8	(無)	合理編號	
日期時間	DateTime	8	YYYY/MM/DD hh:mm:ss.ms	合理日期	YYYY-西元年 MM-月份 DD-日期 hh-小時 mm-分鐘 ss-秒鐘
東經	WGS_LON	3位整數 6位小數	度	119.400000-122.000000	WGS-84, 精確至小數點後六位
北緯	WGS_LAT	2位整數 6位小數	度	21.900000 -26.000000	WGS-84, 精確至小數點後六位
車頭方向	Heading	3	度	000-359	
行車速度	Speed	5	公里	000.0-150.0	精確至小數點後一位
接收衛星數	Sat#	1	顆	0-9	超過9顆時，以9記錄之

表 4.2.4-2 車機代號資料表說明：(記錄全部運作中之車機代號)

欄位名稱	對應欄位名稱	資料長度限制 (BYTE)	單位	數值範圍	備註
車機代號	Unit id	8	(無)	合理編號	
生效日期	DateTime	8	YYYY/MM/DD hh:mm:ss	合理日期	YYYY-西元年 MM-月份 DD-日期 hh-小時 mm-分鐘 ss-秒鐘 記錄車機安裝日期

新竹市政府衛星計程車

針對探針車資訊來源，本研究中亦針對縣市政府近年來積極推動的衛星計程車隊的資料進行整合，本期主要以新竹計程車為整合對象，針對新竹衛星計程車隊的背景介紹，說明如下：

- (1)新竹市政府於民國 92 年委託中華大學及交通大學運輸研究中心協助建置，至 93 年底，共計完成全市 400 臺計程車裝設。
- (2)新竹計程車較具規模主要有兩家，分別為「金立」及「紅帥」。
- (3)各項車機即時資料即時回傳至車隊中心，透過專線的方式，即時將車輛資訊彙整至新竹市政府所建置的交通行易網中。
- (4)涵蓋範圍新竹市、新竹縣、苗栗縣。
- (5)車機訊息回傳每 30 秒會回傳一筆資料。
- (6)資料庫：SQL Server。
- (7)車輛屬固定站排隊，無固定時間及固定範圍。

針對新竹計程車的車機資訊整合，主要是透過新竹市政府交通行易網主機作資訊發佈，本研究團隊比照環保署模式，在該主機上安裝一 Web Service 發佈機制，其發佈的資訊內容及欄位定義，參照表 4.2.4-1 及表 4.2.4-2，並透過防火牆設定，嚴控可進行資料擷取的主機 IP。

國道替代道路資訊系統主機會安裝一車機資料擷取程式，定時至新竹交通行易網上將最新車機訊息擷取下來，再透過空間定位技術將車機之點速率資訊轉成路段速率，並透過資料融合技術，運算各路段之即時路況速率資訊，並發佈於網站上(圖 4.2.4-4)。

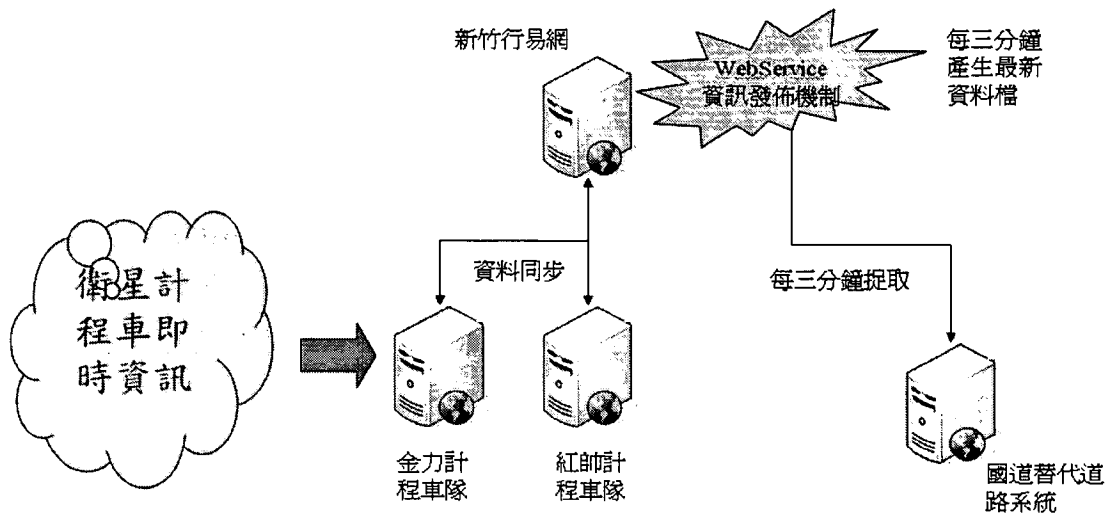


圖 4.2.4-4 新竹計程車隊監控系統資訊整合機制

2.車輛偵測器資訊整合

針對車輛偵測器資訊整合部份，雖然國內各縣市政府均有小規模安裝及蒐集，但若以本次研究所研究之範圍，以「公路總局」所安裝之車輛偵測器資訊較為適合，故於 94/10/6 親自公路總局二區工程處(臺中)進行現有系統之瞭解，針對其現有系統狀況說明於下：

- (1)車輛偵測器佈設數量：50 座(其中 6 座可偵測旅行時間,但現正常運作只有 4 座)。
- (2)涵蓋範圍：臺灣西部重要之替代道路。(詳見圖)
- (3)系統架構：現行架構均是 Intranet 架構(採北、中、南資訊同步)，並無對外提供資訊服務。
- (4)資料傳輸頻率：每分鐘回傳一筆資料
- (5)資料庫：SQL Server

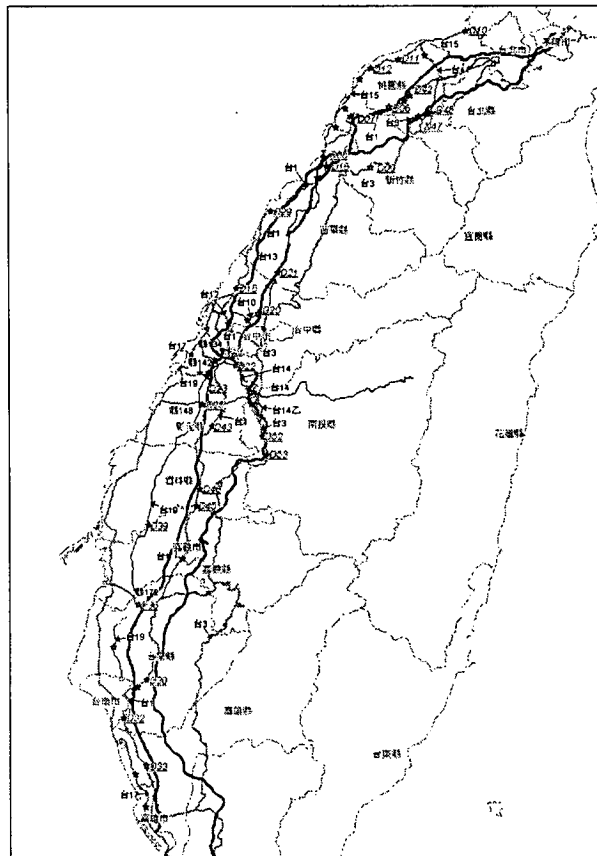


圖 4.2.4-5 公路總局全省車輛偵測器分佈圖

表 4.2.4-3 公路總局全省車輛偵測器分佈表

偵測器編號	裝設地點	偵測器編號	裝設地點
C001	台 1 線 89K+450	N001	台 1 線 39K+880
C002	台 1 線 95K+600	N002	台 1 線 42K+600
C003	台 1 線 123K+200	N003	台 1 線 49K+030
C004	台 1 線 155K+900	N004	台 1 線 63K+800
C005	台 1 線 180K+950	N005	台 1 線 85K+800
C006	台 1 線 207K+400	N006	台 3 線 78K+700
C007	台 1 線 214K+620	N007	台 3 線 45K+250
C008	台 1 乙線 0K+070	N008	台 3 線 41K+500
C009	台 13 線 51K+950	N009	台 4 線 4K+550
C010	台 61 線 102K+880	N010	台 15 線 8K+070
C011	台 14 乙線 6K+880	N011	台 15 線 36K+300
C012	台 3 線 220K+700	N012	台 15 線 48K+300
C013	台 3 線 228K+230	N013	台 15 線 54K+150
C014	台 10 線 18K+150	N014	台 15 線 66K+700
C015	台 12 線 7K+758	N015	台 15 線 76K+400
C016	台 14 線 4K+550	S001	台 1 線 241K+200
C017	台 14 線 16K+920	S002	台 1 線 250K+700
C018	台 19 線 5K+950	S003	台 1 線 273K+600
C019	134 線 10K+250	S004	台 1 線 324K+630
C020	142 線 8K+600	S005	台 1 線 328K+670
C021	148 線 16K+000	S006	台 1 線 344K+800
C022	148 線 18K+300	S007	台 1 線 366K+240
		S008	台 3 線 253K+400
		S009	172 線 15K+300
		S010	台 17 線 196K+010
		S011	台 17 線 221K+200
		S012	台 19 線 68K+950
		S013	台 19 線 125K+250

經與本系統承包廠商進行技術性討論，建議雙方採用 Web Service 方式進行資料更新交換機制，由承包廠商協助將每五分鐘運算之結果資料產生於獨立報表，本研究團隊協助建置 Web Service 資訊更新機制，定時將資訊送回國道替代道路伺服主機(圖 4.2.3.-6)。

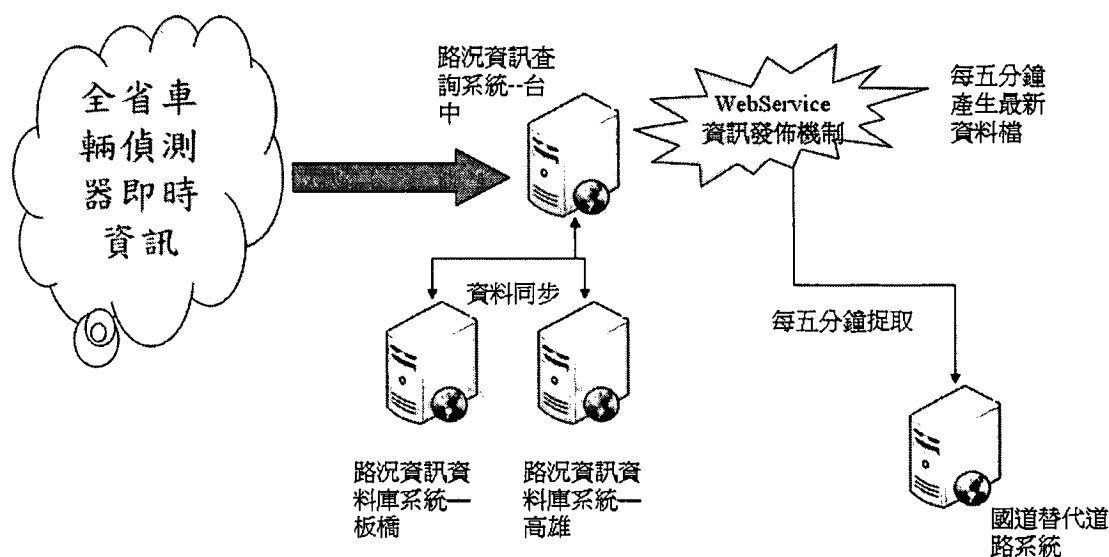


圖 4.2.4-6 公路總局車輛偵測器即時資訊整合機制

有關公路總局每五分鐘資料更新的資料欄位定義說明如下：

表 4.2.4-4 車輛偵測器資料欄位格式定義

欄名	說明
seqid	流水號
time	日期時間
station_id	測站編號
average_speed	平均速度(km/hr)
average_length	平均車長(公分)
total_flow	總流量
occupancy	佔量(%)
average_gap	平均車距(1/10 秒)
direction	方向

3.未來資訊蒐集整合機制

本研究蒐集整合了三個單位之車機及車輛偵測器之交通即時資訊，後續若要能持續擴大資訊來源及擴充資訊內容，必須要能建立一完整之資訊蒐集整合機制。

藉由本次實際資訊整合經驗，認為未來即時交通資訊蒐集上應採分工處理及資訊彙整融合機制，考量資訊來源端原有系統負載問題，建議放置一獨立pc主機，先處理資訊同步機制及防火牆相關設定，再透過安裝於其該pc主機上之 Web Service 資訊發佈機制，定時進行資料封包及發佈。

透過國道替代道路主機上設定排程，定時擷取所發佈的最新交通資訊，再進行資料融合處理及網站訊息發佈。有關未來資訊蒐集及整合機制，詳見圖 4.2.4.-7。

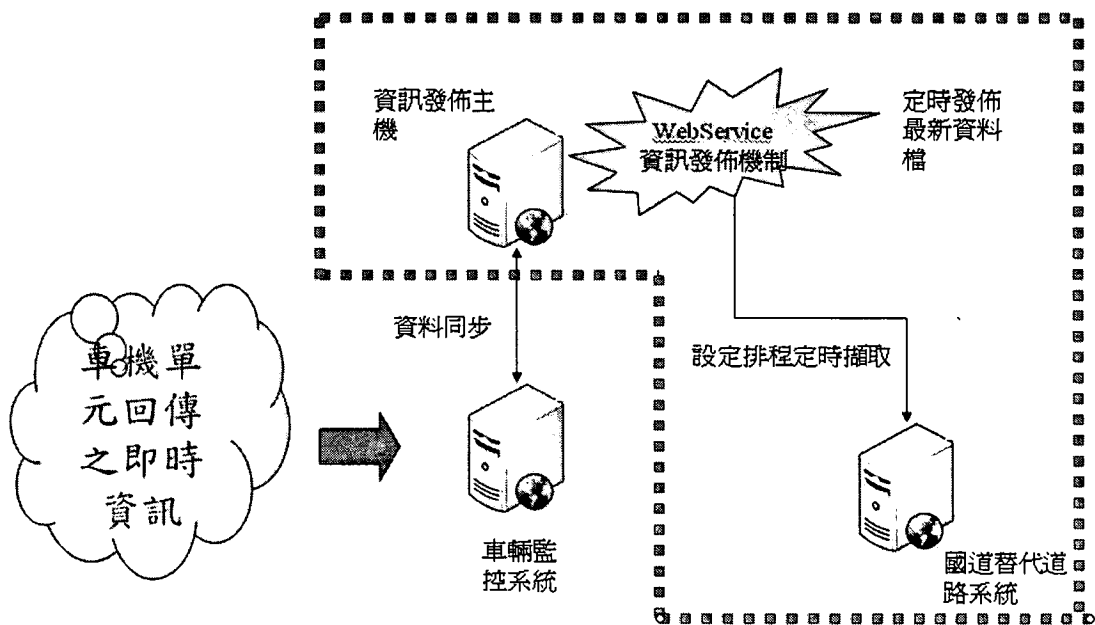


圖 4.2.4-7 未來交通資訊蒐集整合機制

4.2.5 系統功能架構規劃

配本研究所建置的國道替代道路路況資訊系統，主要針對相關單位所公告的相關替代道路作為主要資訊發佈的重點，透過偵測器及探針車等相關資訊的整合，擴大路況即時資訊的來源，另外並配合了全國路況資訊中心的智慧型路況資訊系統之即時事件資訊，進一步達到資訊整合，即時分享的目的。

本系統之功能架構如下表所示，各項子系統之功能單元及細項說明，如後節所詳列。

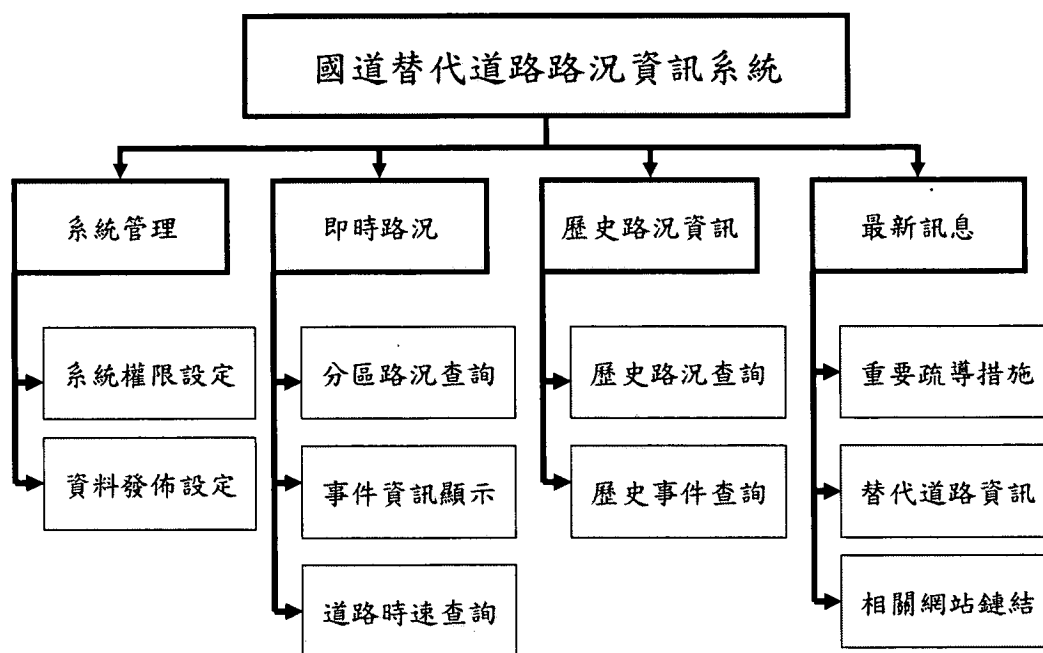


圖 4.2.5-1 國道替代道路路況資訊系統功能架構圖

4.2.6 系統功能細項說明

表 4.2.6-1 國道替代道路路況資訊系統細項功能說明

國道替代道路路況資訊系統		子項目	開發方式
系統管理子系統	系統權限設定	使用者新增/編輯	自行開發
		權限管理	
		密碼變更	
	資訊發佈設定	重要疏導措施公告編輯	自行開發
替代道路資訊編輯			
發佈資訊格式設定			
申請單位資訊管理			
即時路況子系統	分區路況顯示	設定查詢分區	自行開發
		依路況時速分段顯示	
	事件資訊顯示	設定查詢分區	自行開發
		事件資訊狀況文字顯示	自行開發
		事件地點圖面顯示	自行開發
	道路時速查詢	設定查詢道路名稱	自行開發
道路即時路況顯示			
歷史路況資訊	歷史路況查詢	設定查詢日期、分區	自行開發
		查詢路況資訊	
	歷史事件查詢	設定查詢日期、分區	自行開發
		查詢事件資訊	
重要訊息子系統	重要疏導措施	重要疏道措施公告	自行開發
	替代道路資訊	分區替代道路資訊顯示	自行開發
		鏈結分區即時路況	
	重要施工資訊	設定查詢分區	自行開發
施工地點地圖顯示			
相關網站鏈結	智慧型路況資訊中心		自行開發
	高速公路即時路況資訊		自行開發
	交通部運輸研究所		自行開發

一、系統管理子系統

1.系統權限設定：本功能主要是讓系統管理者設定使用者及使用權限設定，其細項功能包括：

- 使用者新增/編輯
- 使用者權限管理
- 密碼變更設定

2.資訊發佈設定：本功能主要是針對相關重要訊息發佈之管理功能，例如重要節日之交通疏導措施的資訊發佈、替代道路路況資訊 XML 格式設定管理、申請接收替代道路路況 XML 資訊單位管理等，讓管理者透過簡單的設定，即可達到資訊分享及發佈的功能。

二、即時路況子系統

1.分區路況顯示：由於本研究主要路況顯示係以國道替代道路為主，故在路況資訊會著重在與國道相鄰的省、縣道路路況資訊為主，配合交通部重要節日交通疏導措施之區分方式，提供分區查詢路況資訊功能，使用者可以直接點選分區即可查詢該區的替代道路即時路況資訊。

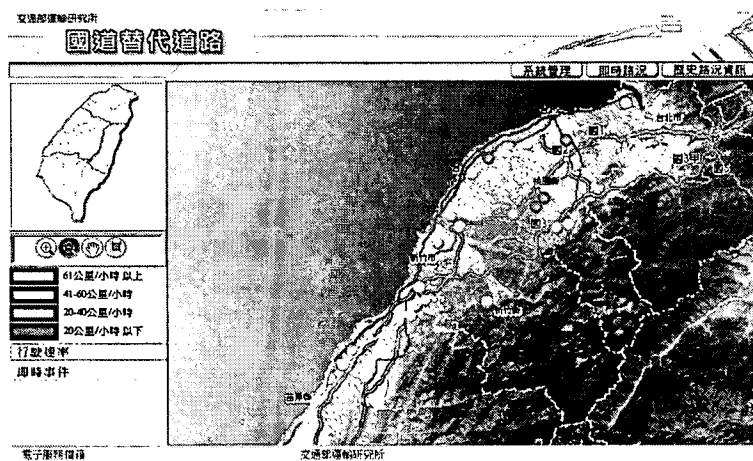


圖 4.2.6-1 路況速率功能畫面

2.事件資訊顯示：由於本系統整合了全國路況資訊中心之即時事件資訊，故可以清楚地顯示各區/各路況的即時事故事件資訊，提供給使用者除了道路行駛速度外的另一

項重要參考訊息。

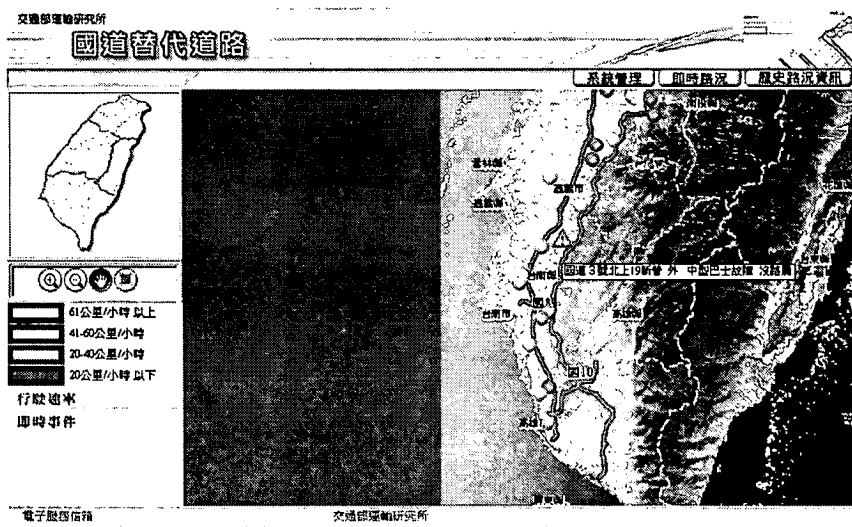


圖 4.2.6-2 事件資訊功能畫面

- 3 道路時速查詢：針對本研究所定義的道路資訊，提供使用者可針對單一道路進行行駛速率查詢，查詢結果可以文字列表方式顯示，亦可於圖面上進行標示。

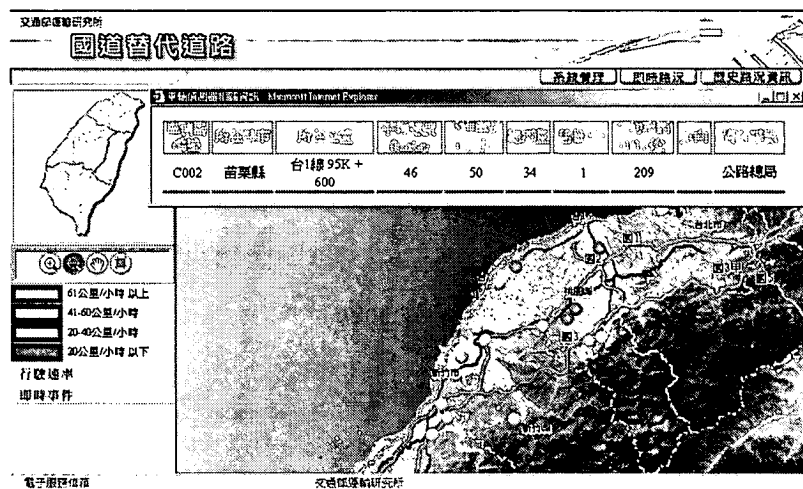


圖 4.2.6-3 車輛偵測器偵測之即時路況資訊

三、歷史路況資訊子系統

- 1.歷史路況查詢：使用者可以自行設定查詢時間查詢分區及查詢之偵測器，系統會將該時段的路況資訊以列表的方式展現。

The screenshot shows a web interface titled '國道替代道路' (National Freeway Alternative Routes). It features a search area on the left with fields for '日期時間' (Date/Time), '分區' (Area), '發源區編號' (Origin Code), '起點時間' (Start Time), and '結束時間' (End Time). A '送出' (Submit) button is at the bottom of the search area. The main part of the screen is a table with the following columns: '日期時間', '測站編號' (Station ID), '平均速度 km/hr', '平均車長 公尺' (Average Length in meters), '總流量' (Total Volume), and '平均車距 1/10秒' (Average Spacing in 1/10 seconds). The table contains 14 rows of data for various station IDs (C004, C020, C011, N006, N001, S003, S009, C192, C014, S005, C007, C015, S009, C010, N011) recorded on 2005/11/14 between 05:50:00 and 06:40:00.

日期時間	測站編號	平均速度 km/hr	平均車長 公尺	總流量	平均車距 1/10秒
2005/11/14 下午 05:50:00	C004	60	45	60	2
2005/11/14 下午 05:50:00	C020	45	44	74	5
2005/11/14 下午 06:40:00	C011	54	45	47	1
2005/11/14 下午 06:40:00	N006	0	0	0	0
2005/11/14 下午 06:40:00	N001				
2005/11/14 下午 06:40:00	S003	62	49	51	1
2005/11/14 下午 06:40:00	S009	56	45	47	1
2005/11/14 下午 06:40:00	C192				
2005/11/14 下午 06:40:00	C014	38	39	56	2
2005/11/14 下午 06:40:00	S005	41	42	87	4
2005/11/14 下午 06:40:00	C007				
2005/11/14 下午 06:40:00	C015	59	40	111	1
2005/11/14 下午 06:40:00	S009	63	52	35	1
2005/11/14 下午 06:40:00	C010				
2005/11/14 下午 06:40:00	N011	44	55	49	4

圖 4.2.6-4 歷史路況查詢功能畫面

- 2.歷史事件查詢：使用者可以自行設定查詢時間及查詢分區，系統會將該時段由全國路況資訊中心所彙整的事件資料以列表的方式展現，針對特定時段的事件地點資訊，使用者亦可以選取以圖面展示的方式呈現。

四、重要訊息子系統

- 1.重要疏導措施：主要是針對交通部發佈之重要疏導計畫等資訊進行資訊發佈，主要鏈結至高公局及公路總局之最新疏導措施網頁。
- 2.替代道路資訊：使用者可以設定查詢分區，查詢該區域之替代道路相關資訊，並可直接點選鏈結該路段之即時路況訊息。
- 3.重要施工資訊：針對各分區之重要施工資訊作資訊發佈，其資料主要來源係以高公局及公路總局施工路段之查詢為主。

五、相關網站鏈結

鏈結與即時路況有相關之網站資訊，初步整理如下：

- 全國路況資訊中心 (<http://e-traffic.iot.gov.tw/>)
- 高速公路即時路況資訊
(http://e-trans.iot.gov.tw/query/eNow/roadinfo_desc.jsp)
- 陸路海空客運資訊中心 (<http://e-trans.iot.gov.tw/query/>)
- 臺中市都市交通資訊中心(<http://e-traffic.tccg.gov.tw/real.html>)
- 臺南市都市交通資訊中心 (<http://tntcc.tncc.gov.tw/>)
- 高雄市都市交通資訊中心 (<http://kctrffic.tbkc.gov.tw/>)

4.2.7 路況資訊蒐集及發佈

國道替代道路路況資訊系統負責整合探針車與車輛偵測器及全國路況資訊中心等相關資訊，並將蒐集而得之資訊透過資料融合技術，分段顯示各路段之即時路況資訊。

針對融合整理後之路況資訊，以 XML 格式定時發佈，以便需求單位提供增值服務，或全國路況資訊中心擴充路況資料應用。

以下將分別針對「資訊蒐集」、「資訊融合」、「資訊發佈」三項工作內容加以說明：

一、資訊蒐集

1. 統一標準介面

為考量交通資訊系統之未來移植與擴充性，對於交通資訊系統之資料收集部分，將針對不同資料來源設計各別對應之標準介面，而主要可區分為兩大類，說明如下：

(1) HTTP & XML 介面

HTTP & XML 適合主動提供資料量大或具固定週期更新資料之系統介面，如車輛偵測器所蒐集之資料、計程車動態資訊系統等可採用 HTTP & XML 介面提供其他系

統主動讀取其交通資料，本計畫資訊系統就是透過該介面讀取其他資訊來源所提供之路況資訊。

(2) Web Service 介面

Web Service 介面使用方式與 HTTP & XML 介面不同，Web Service 介面為建置於國道替代道路路況資訊系統，供其他資訊系統透過該介面主動上傳資料給該資訊系統使用，作為與其他系統資料交換之存取介面。

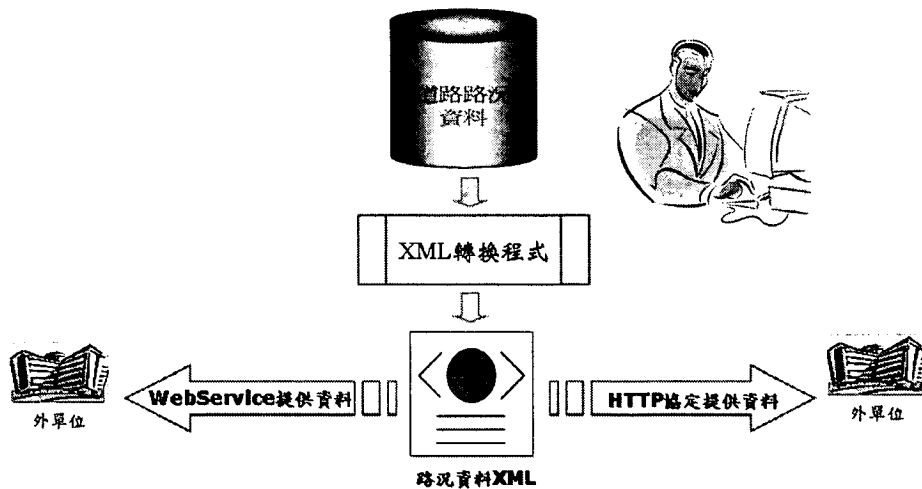


圖 4.2.7-1 路況資訊發佈機制

將依所設計之標準介面主動定時讀取其他資訊系統之資料(透過 HTTP & XML 介面)或處理其他系統上傳之資料(透過 Web Service 介面)，對於所收集之資料將進行不正確之資料過濾與分析，再整理為適合後端處理模組使用之資料，並儲存到資料庫供後續使用。

二、資訊融合

針對所蒐集到之即時路況資料，主要針對所蒐集到的車隊行駛位置及速率之換為讓路段之路況資訊，配合建置固定式車輛偵測器所收集之交通資料進行資料融合，融合後之資料將包含路段資訊，並儲存於資料庫中提供後續資訊發佈使用。

三、資訊發佈

1. 資訊發佈

提供網際網路互動式網站供民眾查詢服務為主，經過資料處理之融合資料、事件資訊，及即時路況資訊，以地圖顯示方式提供資訊查詢，提供更即時且豐富之動態路況資訊。

2. 加值資訊發布

針對交通資訊系統所收集與經過融合之資料，除提供交通資訊系統之網站使用外，將設計以 HTTP & XML 介面提供其他資訊加值業者取得即時之加值交通資訊。

本研究將依據標準的 XML 之 DTD 進行文件重組，以產生出符合本計畫系統需求的標準 XML 檔，並以之對外提供。

資訊轉換程序主要為讀入標準的 XML 資訊，並將原始的 GIS 座標資訊(x, y)轉換成壅塞程度計算時所需要的 GIS 路段代碼，再存入資料庫中，以利將來要求得路段速率融合資訊時能夠使用。

針對本研究所要制定之道路資訊發布 XML 資料格式，初步規劃將參考臺中、高雄、臺南都市交通資訊中心現有之即時路況發佈之 XML 格式（詳見表 4.2.7-1），在發佈機制方面將以網頁或相關資料交換機制(如 web service)方式，並以每五分鐘定時發佈之頻率做資料之對外提供之時間間隔。

表 4.2.7-1 臺中、臺南、高雄即時路況發佈資料格式

RoadInfo — 即時路況速率資訊				
欄位名稱	欄位意義	資料型別	大小	(小數位數)
s_id	序號	INT	8	
sectionid	路段資訊 ID	VARCHAR	50	
px	座標 x	Float	8-byte	
py	座標 y	Float	8-byte	
speed	速度	INT	8	
azimuth	方向(方位角)	INT	8	
Update_Time	資料更新時間	TIMESTAMP		

```

<?xml version="1.0" encoding="Big5"?>
<!-- edited with XML Spy v4.3 U (http://www.xmlspy.com) by stany (super) -->
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="http://tms.bote.taipei.gov.tw/web/xml/data/vd.xsl"?>
<RdDataSet>
  <RdData>
    <路段代碼>L0111C</路段代碼>
    <路段名稱>台一線</路段名稱>
    <起始里程>33</起始里程>
    <終止里程>38</終止里程>
    <方向>南下</方向>
    <平均車速>64.80645</平均車速>
    <平均佔有率>1.9</平均佔有率>
    <旅行時間>0.9258338</旅行時間>
    <車流總量>62.0</車流總量>
    <路況分級>A</路況分級>
  </RdData>
  <RdData>
    <路段代碼>L0112C</路段代碼>
    <路段名稱>台一線</路段名稱>
    <起始里程>55</起始里程>
    <終止里程>59</終止里程>
    <方向>南下</方向>
    <平均車速>68.3665</平均車速>
    <平均佔有率>7.4</平均佔有率>
    <旅行時間>0.39493027</旅行時間>
    <車流總量>199.0</車流總量>
    <路況分級>A</路況分級>
  </RdData>
  <RdData>
    <路段代碼>L0113C</路段代碼>
    <路段名稱>台一線</路段名稱>
    <起始里程>82</起始里程>
    <終止里程>89</終止里程>
    <方向>南下</方向>
    <平均車速>67.430756</平均車速>
    <平均佔有率>6.416667</平均佔有率>
    <旅行時間>1.4859688</旅行時間>
    <車流總量>161.58334</車流總量>
    <路況分級>A</路況分級>
  </RdData>
</RdDataSet>

```

圖 4.2.7-2 路況資訊發佈 XML 格式

edited with XML Spy v4.3 U (http://www.xmlspy.com) by stany (super)
 type="text/xml" href="http://tms.b01b.taipei.gov.tw/web/html/data/vd.xml"

(*) 路段代碼	(*) 路段名稱	(*) 起點里程	(*) 終止里程	(*) 方向	(*) 平均車速	(*) 平均佔有...	(*) 旅行時間	(*) 車流總量	(*) 路況分級
1 L0111C	台一線	33	38	南下	64.80645	1.9	0.9256358	162.0	A
2 L0112C	台一線	55	59	南下	68.3665	7.4	0.39493027	199.0	A
3 L0113C	台一線	82	89	南下	67.430756	6.416667	1.4859688	161.58334	A

圖 4.2.7-3 以 DataGrid view 表示路況資訊交換格式示意

第五章 ATIS 及 ATMS 所需之偵測器參數 需求分析

本章主要探討先進旅行者資訊系統 (ATIS) 及先進交通管理系統 (ATMS) 所需之偵測器參數，本章先參考「臺灣地區發展智慧型運輸系統(ITS)系統架構之研究」，由使用者服務及資料流向圖找出與道路路段資訊相關的處理功能。接下來定義交通參數，並藉由演算法的回顧，以瞭解 ATIS 及 ATMS 所需的交通參數。

根據「臺灣地區發展智慧型運輸系統(ITS)系統架構之研究」，茲將 ATIS 及 ATMS 中與道路路段所需的相關功能資訊整理如下：

一、ATIS

1. 旅行時間預測之相關功能

DFD-1 交通管理

DFD-1.1 提供交通監測

PS-1.1.6 計算路段旅行時間

DFD-6 提供駕駛人與旅行者服務

DFD-6.7 提供駕駛者個人服務

DFD-6.7.2 提供線上車輛導航

DFD-6.7.2.1 提供車輛導航

PS-6.7.2.1.2 提供動態車內導航

二、ATMS

1. 適應性號誌之相關功能

DFD-1 交通管理

DFD-1.2 提供設施控制

DFD-1.2.2 決定一般道路與高速公路狀況

PS-1.2.2.2 決定一般道路管理的控制設施狀態

2. 大眾運輸優先號誌之相關處理功能

DFD-1 交通管理

DFD-1.2 提供設施控制

DFD-1.2.7 提供路側控制設施

PS-1.2.7.3 優先權交控設施管理

3.高速公路匝道儀控之相關處理功能

DFD-1 交通管理

DFD-1.2 提供設施控制

DFD-1.2.2 決定一般道路與高速公路狀況

PS-1.2.2.1 決定高速公路管理控制設施的狀態

4.事件偵測之相關處理功能

DFD-1 交通管理

DFD-1.3 事件管理

DFD-1.3.2 偵測及管理事故資料

PS-1.3.2.1 可能之事故資料存放

PS-1.3.2.2 檢視並分類可能之事故

PS-1.3.2.3 檢視並分類預測之事件

以上為 ATIS 及 ATMS 中與道路路段相關的處理資訊，以下將分用路者路況資訊、都市交通控制、高速公路匝道儀控、及事件偵測等四部分來探討其所需的交通參數。

5.1 交通參數定義

本節將回顧及說明交通參數定義，俾使後續章節更易瞭解。

一、車種

本研究將之分為大車、小車、機車等三類。

二、流量

當車輛通過偵測器時，可由偵測器之運作單元加以感應掃瞄，若達到一定的感應程度，即為一輛車通過，若累計一定時間長度，則可獲得單位時間的流量率（Flow Rate）。

$$Q = \frac{N}{T}$$

N ：在單位時間 T 內所量測到之車輛數

T ：單位時間量測範圍

Q ：平均流率（輛/小時）

三、速率

車輛行駛速率有時間平均速率（Time-mean Speed）和空間平均速率（Space-mean Speed）。利用迴圈或雷達偵測器所得車速，由於僅針對定點或偵測區內，通過之個別車輛累計，因此所得為空間平均速率。

$$U_T = \sum_{i=1}^N U_i / N$$

U_T ：空間平均速率

U_i ：每部車輛的個別速度

N ：累計車輛數總和

四、密度

單位距離內某一瞬間之車輛數，一般以一公里為單位。

五、佔有率

佔有率即為單位時間內，在路上的某一點，所有通過車輛佔用在該設定點的時間百分比，但因掃瞄率之不同，因此會造成若干抽樣誤差，通常高速車之誤差小於低速車。

$$O = \frac{100}{T} \sum_{i=1}^N t_i$$

T ：單位時間量測範圍

t_i ：第 i 部車佔有偵測器之時間

N ：累計車輛數總和

O ：佔有率(%)

六、車間距(Headway)

車間距之值是需經過偵測器蒐集資料後再換算而得的，因此，當偵測器測得前後連續兩輛車進入或離開之時間差，加以換算即可得到車間距值。

七、延滯

時間損失值，順利無阻礙之通過時間與因阻礙而通過的時間差，阻礙如紅燈。延滯尚可再加細分，如：只計算停等時間加總的停等延滯、期望旅行時間及實際旅行時間的差異的旅行時間延滯……等。由於停等延滯容易認定，故通常車流績效調查的延滯值是採停等延滯。

而依照觀測的空間，又可分為路口總延滯（路口各方向總損失時間，如 2000 秒）、路段延滯（行駛路段損失時間，如 2000 秒）。通常在調查路口服務水準時，會將總延滯除以通過的車輛數，以每車平均延滯衡量路口績效。

八、等候線長度

車道上，某一參考點後所累積停等之車輛數或長度（或是車速低於某速度下的車輛數）。

九、壓佔

以前壓管偵測器有無被車輛壓住，是指某一偵測點有或無車之意。

前述的交通參數其觀測的時空各異，如：流量、佔有率、時間車頭距等皆是在某一個空間點上，觀測一段時間後之觀測值，一般的車輛偵測器由於都至少可以觀測空間上的某一個點，故這類的交通參數都可直接量測而得。而密度、等候線長度等則是在某一個時間點上，觀測某段空間的車輛數，部分只能觀測空間點（如：迴圈偵測器），無法直接量測這些交通參數，故多利用流量、佔有率等去間接推估，如：由佔有率推估密度。而延滯則是某一時空窗的觀測值，如：某一街廓每小時的平均車輛停等延滯。

在此簡介一由空間點車流資料推估等候線長度及延滯的方法。假

設路段無溢流，每車道於上下游設置兩偵測器，其中下游偵測器為距停止線 36.6m，上游偵測器則距上游路口 15.25m。此模式由現在的等候線長度及預期的到達率、預期的紓解率來求取預期的等候線長度 [Chang, 1995] [Chang, 1996]。

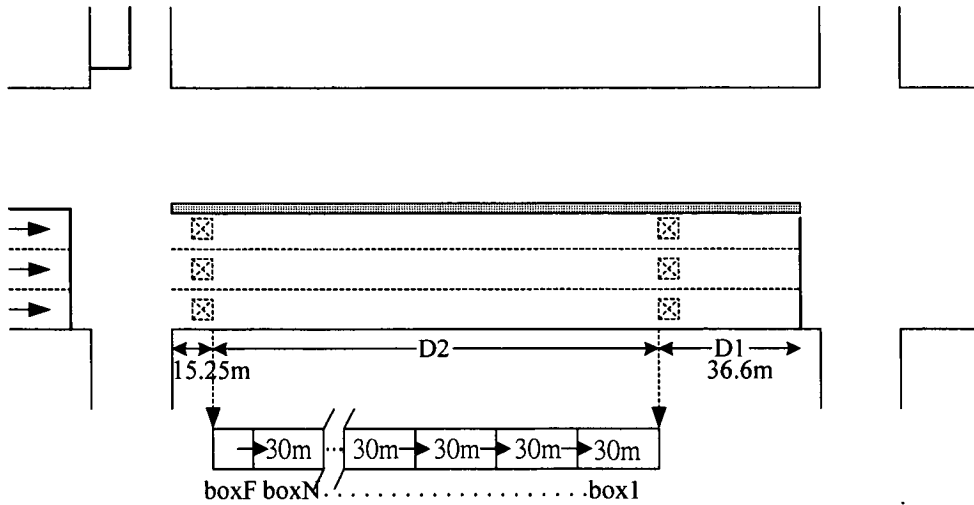


圖 5.1-1 等候線長度推估之車輛紓解之運行軌跡圖

$$Q_l^i(k+1) = \text{Max} [Q_l^i(k) + A_l^i(k+1) - d_l^i(k+1), 0]$$

其中， $Q_l^i(k)$ ：在時間 k ，時相 i ，車道 l 的等候車輛數(veh)

$A_l^i(k)$ ：在時間 k ，時相 i ，車道 l 的預計到達率(veh)

$d_l^i(k)$ ：在時間 k ，時相 i ，車道 l 的疏解率(veh)

而預計到達率之計算則為

$$A_l^i(k) = q_{l,d}^i(k-1) \quad \text{若 } Q_l^i(k) \leq D_1$$

$$A_l^i(k) = a_{l,i}^i(k) \quad \text{若 } D_1 \leq Q_l^i(k) \leq D_2$$

其中， D_1 ：下游偵測器到停止線距離內的可停等車輛數(veh)

$q_{l,d}^i(k)$ ：在時間 k ，時相 i ，車道 l 下游偵測器到達的車輛數(veh)

D_2 ：上游偵測器到下游偵測器距離內可停等的車輛數(veh)

$a_{l,i}^i(k)$ ：係由上游偵測器的即時偵測資料依據平均移動數學關係求得。

疏解流率之計算則為

$$d_l^i(k) = (1 - \phi^i(k)) [s_{l,g}^i (1 - \xi^i(k)) + s_{l,y}^i \xi^i(k)] + s_{l,g}^i \xi^i(k) \phi^i(k)$$

其中， $s_{l,g}^i$ ：在時相 i ，車道 l ，綠燈時的飽和流率

$s_{l,y}^i$ ：在時相 i ，車道 l ，黃燈時的飽和流率

$\phi^i(k)$ ：在時相 i ，時間 k ，若綠燈則=0，若紅燈則=1

$\xi^i(k)$ ：若在 step k 結束時時相會切換則為 1，否則為 0

以上所求得之 $Q_l^i(k)$ 即為在時間 k 車道 l 的等候車輛數，若將 $Q_l^i(k)$ 乘上時間段長度，並將數個乘積加總，即可得到某個時空下的車輛停等延滯值。

5.2 用路者路況資訊

由第二章的回顧可發現各國的 AITS 系統，其主要提供的用路者路況資訊為道路旅行時間（或速率）及事件資訊（臨時的事件或道路施工資訊）。本節將著重在道路旅行時間的提供，回顧旅行時間估算的文獻，將可以瞭解偵測器應提供哪些車輛資料才足以提供旅行時間（或旅行速率）的相關路況資訊，至於事件資訊提供的討論則置於 5.5 節。

一、IDOT 旅行時間估算方式

美國伊利諾運輸部(Illinois Department of Transportation；簡稱為 IDOT)部門有一種旅行時間估算方式。其估算方式如下：

$$T(g) = \frac{L(g)}{\bar{L}_{eff}} \left(\frac{OCC(g)}{q(g)} \right)$$

其中：

$T(g)$ ：在路段 g 之旅行時間

$L(g)$ ：路段 g 之長度

\bar{L}_{eff} ：有效車輛之平均長度

$OCC(g)$ ：路段 g 之車道佔有率

$q(g)$ ：路段 g 之車輛速度和車道佔用率及車流資訊

此種方法只能估計現行的旅行時間，而無法預估未來之旅行時間。此種估計方式主要是依靠高速公路旁的車輛偵測器所提供的車道佔有率(Occupancy)和車流輛(Volume)，以每五分鐘一筆資料推估現行的旅行時間。此種估計方式僅能適用於高速公路之上，同時將行車速率視為一定值，因此現在已經較少人使用。

二、灰色理論

灰色預測理論以累加生成(Accumulated Generating Operation)為構建灰色模式之基礎。利用將原始數據經累加生成運算產生明顯指數規律性以模擬灰色過程，亦即將離散不規則的原始數據列，經累加生成後產生指數規律，這是光滑離散函數的一種性質，已從數學上得到證明[Deng, et al., 1988]。

在不考慮其他影響變數之下，GM(1,1)速率數列預測模式僅收集速率之歷史資料，為相當簡便之預測方式。利用行駛時間等於行駛距離

除以行駛速率之計算方式，即可得出行駛時間。當獲得此行駛時間後，將預計出發時間，加上此行駛時間，即可得到下個分段之預計到達時刻，並利用灰色理論計算下個分段於該時間之預計行駛速率。重複上述之步驟，將可以獲得該車輛行駛於高速公路上將在何時抵達和路段，以及該路段之預計行駛速率，進而獲得預計之總旅行時間。

5.3 都市交通號誌控制

一般的都市交通號誌乃以定時號誌時制為主要控制方式，由於定時號誌時制只須事先調查車流相關資料，再擬定時制，不需即時由偵測器抓取車流資料，故本節將不討論定時號誌。

一般須要用到車輛偵測器資料以決定號誌控制策略的都市交通號誌為適應性號誌及優先號誌，適應性號誌主要是由收集路口各路段車流資料，以某特定目標（如：延滯最小、等候線長度最小）即時決定號誌時制。而優先號誌則是提供某車種（如：大眾運輸、救護車）優先取得綠燈時間以順利通過路口為目標。

本節將回顧適應性號誌及優先號誌的相關文獻，並且回顧美國「Detection technology for IVHS, Volume I: Final report, December 1996」中所建議的相關偵測器參數。

就偵測器參數的應用範圍而言，該報告書將偵測器參數分為三類：戰術參數（Tactical Input Parameters）、策略參數（Strategic Input Parameters）、及歷史參數（Historic Input Parameters）。

戰術參數主要是應用在即時的控制系統中，其收集時間間隔較短，可能只有幾秒鐘。策略參數主要應用在規劃前的管理策略，以於未重新規劃前能回應車流狀況。而歷史參數則是主要應用在維護或更新線上的歷史交通資料庫，這一類的資料庫通常是每5分鐘（或更長）一筆資料。

表 5.3-1 至表 5.3-3 為美國「Detection technology for IVHS, Volume I: Final report, December 1996」針對號誌化交叉路口所定義的各層級車輛偵測器參數。表 5.3-1 顯示在即時的交通控制上，所須收集的車流資料包含：流量、轉向量、旅行時間、速度、等候線長度、車輛出現、延滯、及停等數等，其收集時間間隔約為1秒鐘至1週期間。

表 5.3-1 戰術參數

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
近端路口流量	車	0-3	1 秒	±2 veh/signal cycle
轉向交通量	車	0-200	1 週期	±2 veh/signal cycle
平均路段旅行時間	秒	0-240	1 週期	±2 seconds
平均近端路口速度	哩/時	0-100	1 週期	±2 mi/h (0-55 mi/h)
等候線長度	車輛數/車道	0-100	1 秒	±2 vehicles
車輛出現	Yes/No		10Hz(minimum)	無錯失車輛
平均近端路口延滯	秒/車	0-240	1 週期	±2 seconds
近端路口停等數	停等次	0-200	1 週期	±5% of stops

而表 5.3-2 則為號誌控制的策略參數，其所需參數包含：流量、佔有率、平均速度、平均延滯、停等百分比等，所建議的收集時間間隔為 5 分鐘。

表 5.3-2 策略參數

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
流量(流率)	車/小時/車道	0-2500	5 分鐘	±2.5% @ 500 veh/h/lane
佔有率	%/車道	0-100	5 分鐘	±5%
平均速度	哩/小時	0-100	5 分鐘	±2 mi/h (0-55 mi/h)
平均延滯	秒/車	0-240	5 分鐘	±2.5 seconds
停等百分比	%	0-100	5 分鐘	±5%

表 5.3-3 則為歷史參數，所需交通參數有：轉向量、流量、佔有率、平均速度等，其收集時間間隔建議為 15 分鐘。

表 5.3-3 歷史參數

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
轉向交通量	車輛/流動	0-2000	15 分鐘	±2.5% @ 500 veh/h
流量(流率)	車/小時/車道	0-2500	15 分鐘	±2.5% @ 500 veh/h
佔有率	%	0-100	15 分鐘	±5%
平均速度	哩/小時	0-100	15 分鐘	±2 mi/h (0-55 mi/h)

以下本節將回顧適應性號誌及優先號誌的相關文獻，以瞭解未來在實施這些號誌控制前，車輛偵測器應提供哪些車流資料予號誌控制器。

5.3.1 適應性號誌控制

一、米勒演算法[黃泰林, 1994]

米勒演算法係由 Miller 所提出的，系統之控制目標乃為路口車輛延滯最小化，其採用系統相對延滯估計法以決定綠燈長度，即以決策時段內各方案系統延滯值進行比較，以決定最佳的綠燈長度。因此該法對於系統內各方案間之車輛，其在時間及空間之範圍上之界定相當重要，否則將造成評估基礎不一致的問題。

其決策目標函數為：

$$T = \left[\Delta - \frac{Qg(1 - \Delta/Sg)}{1 - Qg/Sg} \right] (A + R + L) - h \left(N + \sum_{i=1}^K Qr \right)$$

其中：

$h = 2$ 秒

$Qg, Qr =$ 未來綠燈及紅燈時段之個別平均流量 (車/2 秒)

$Sg, Sr =$ 綠燈及紅燈時段之個別飽和流量 (車/2 秒)

$A =$ 黃燈時段長度

$R =$ 下次紅燈時段長度

$L =$ 綠燈始亮時，車輛起動之損失時間

$N =$ 紅燈時相之等候車輛數

二、TOL[黃泰林, 1994]

TOL 邏輯乃是藉由求算延長 h 秒，目前時相能獲得的延滯減少量及競爭時相的增加延滯量相減為淨效益，若淨效益大於 0 則延長目前時相，否則切換時相。其計算過程如下：

(1) 現行綠燈時相 i 延長 h 秒所能獲得延滯成本的節省為 B

$$B = \sigma_a \times r_a \times a$$

$$\sigma_a = N \times h \times V / L$$

其中，N：代表某一車道中停止線至偵測器間行駛中之車輛數

本研究 N=停止線至偵測器間車輛數－等候線車輛數

σ_a ：延長 h 秒綠燈時間，可進入路口的車輛數

V：路段內車輛平均行駛速率

L：偵測器與停止線間之距離

r_a ：i 時相綠燈結束至下一個 i 時相綠燈開始時之間隔

a：每秒之延滯成本。

(2) 現行紅燈時間 i' 增加延滯為 D

$$D = a \times h \times N_b' + m \times h \times Q_b$$

$$N_b' = N_{b0} + K_b \times Q_b$$

其中， N_{b0} ：同前紅燈時間中之等候線車輛數

m：表示車輛完全停止至恢復正常速率之運作成本

Q_b ：i' 時相之車輛到達率

K_b ：綠燈介間時間，即黃燈加全紅

(3) 延長綠燈與否之判斷

節省的延滯減掉增加的延滯即為淨效益，當淨效益大於 0 則延長綠燈時間

三、OPAC[Andrews, 1997]

OPAC (Optimization Policies for Adaptive Control) 為一種即時、需求感應式之交通號誌控制策略，此最佳化過程乃是以假想的動態規劃 (Pseudo-Dynamic Programming) 技術為基礎，發展一種簡化程序以得到近似最佳解的即時控制。其績效指標以路口延滯為主，利用週期流量剖面圖估計交通流量型態，並藉由過去數個週期之交通流量資料預

測未來數個週期之流量型態。OPAC 之最佳化過程具有以下之特性：

- 1.將控制時段劃分成若干階段(stage)，每一個階段之長度為 50-100 秒。
- 2.每一個階段由 k 個長度為 T 的時段 (Interval) 所組成 (通常將 T 設為 5 秒)。
- 3.將每一階段的前 r 個時階 (step) 稱為頭部 (Head)，而後面之 k-r 個時段稱為尾部 (Tail)。
- 4.頭部之時間內所獲取之資料係由上游偵測器所傳來之實際資料，而尾部則是利用交通模式所預測之資料。
- 5.以「最佳化序列限制搜尋法」(Optimal Sequential Constrained Search Method ; OSCSM) 對所有可行的替選方案進行逐次評估，求得總延滯最小之替選方案。
- 6.每一階段最多可允許 3 次號誌轉換。

5.3.2 優先號誌控制

由車流中辨識及預測某特定車種之到達，再由控制系統依交通狀況及預設的控制邏輯進行判斷決策，控制號誌，以利該特定車種通過路口，其實施的方式包含[Franco, 1994]：

一、延長綠燈時間 (Green Extension)

當特定車種於綠燈時間觸動偵測器，但控制系統預測特定車種到達停止線時燈號顯示將轉為紅燈，則可延長特定車種行進方向上的綠燈時間，延長的長度為特定車種由偵測器至停止線的行駛時間，使特定車種能順利通過路口，降低特定車種延滯。延長綠燈的作法如圖 5.3.2-1 所示，其中實線表示實施延長綠燈後特定車種的運行軌跡，虛線表示若維持原時制特定車種的運行軌跡。

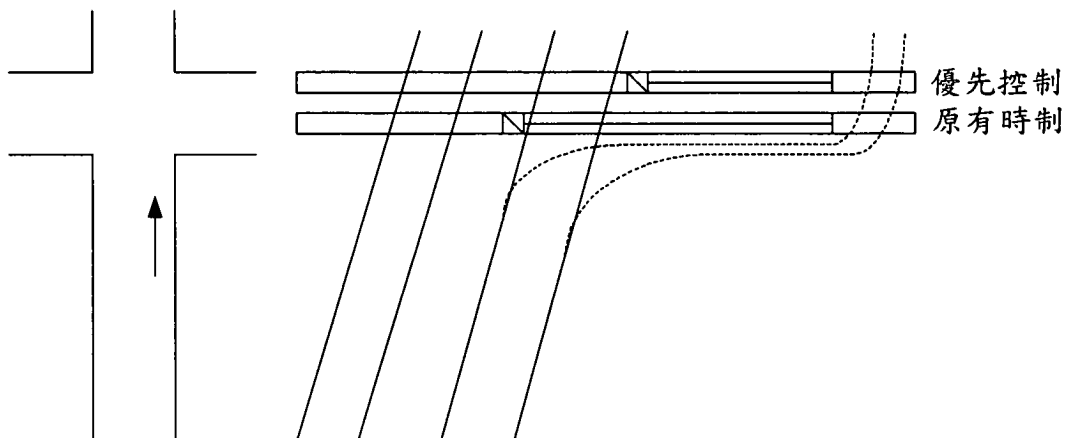


圖 5.3.2-1 延長綠燈時間示意圖

二、中斷紅燈時間 (Red Truncation)

當特定車種到達時為紅燈，控制系統於競爭方向上經過最短綠燈時間後，立即將現有紅燈切斷，提前開啟綠燈，以利特定車種通行。此作法之效率主要取決於預測特定車種到達時間的準確度。

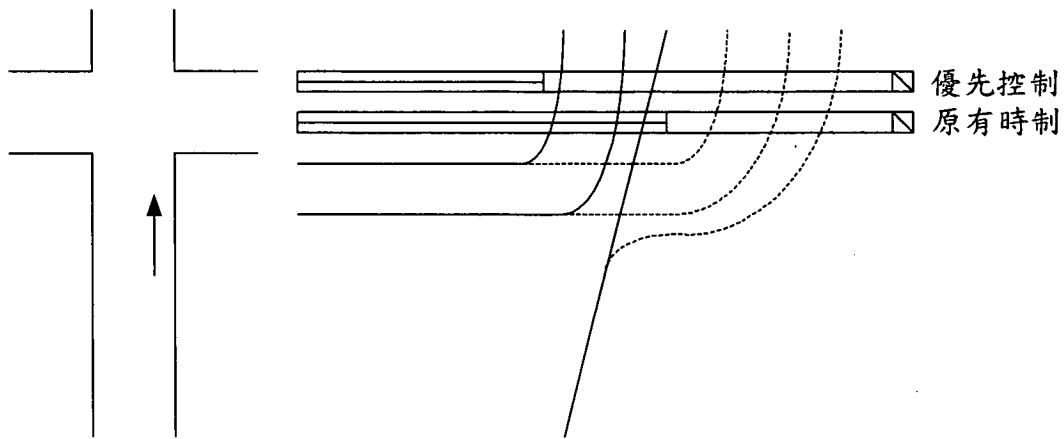


圖 5.3.2-2 中斷紅燈時間示意圖

三、插入綠燈時間 (Red Interruption)

當特定車種到達時為紅燈時間，控制系統於現有的紅燈時間插入一小段綠燈時間，以確保特定車種能順利通過路口。

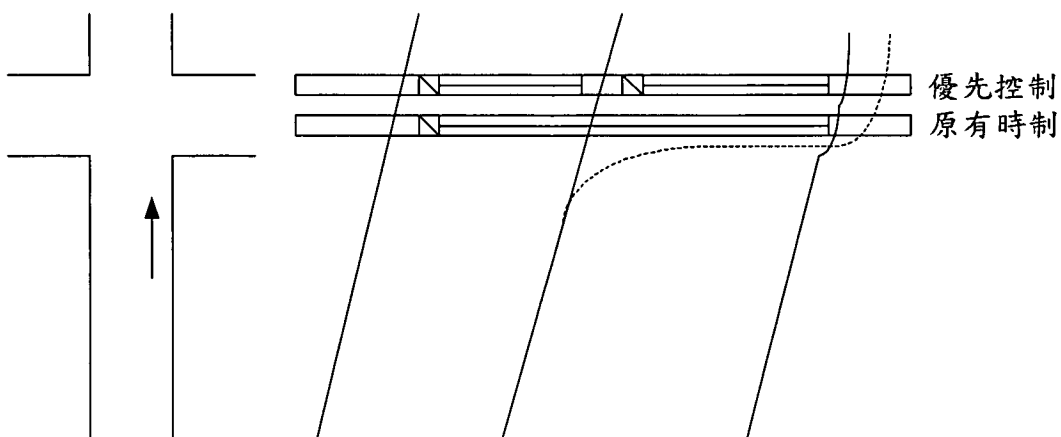


圖 5.3.2-3 插入綠燈時間示意圖

四、補償法 (Compensation) [Lin *et al*, 1995]

當本週期因實施優先號誌而修正後，下一個週期也將跟著修正，以補償競爭方向車流的損失時間，此法可用於平衡有優先權及無優先權的車輛。

五、抑制法 (Inhibit) [Lin *et al*, 1995]

當特定車種車輛數太多時，特定車種優先可隔週期實施，即本週期給予特定車種優先權後，下一週期便引入如補償法所述之非優先週期。

5.4 高速公路匝道儀控

匝道儀控依控制範圍可分為地區儀控 (Local Metering，或稱獨立儀控，(Independent Metering) 與整合儀控 (Coordinated Metering 或 Integrated Metering)，其中的區別是地區儀控的儀控率並無互動性，而整體儀控必須考量上下游的車流情形，各匝道的儀控率互相牽連著，某一路段受到其上游匝道儀控率的不同組合，會產生不同的服務水準。

若依作業方式的不同，可分為定時儀控 (Pretimed Metering)、交通感應儀控 (Traffic Responsive Metering) 與匯入控制 (Merge Control)。匯入控制是以車輛可接受間距與匝道上游流量作為儀控率設定依據，主要目的是保障匝道車輛併入主線時的安全，主線車流密度不同，匝道儀控率亦隨之變更，以避免發生側撞、追撞等交通事故，而交通感應儀控又分為獨立交通感應儀控 (Independent Traffic Responsive Metering) 和整合交通感應儀控 (Coordinated Traffic Responsive Metering)。

表 5.4-1 至表 5.4-3 為美國「Detection technology for IVHS, Volume I: Final report, December 1996」針對高速公路匝道儀控所定義的各層級車輛偵測器參數。

表 5.4-1 戰術參數 (地區儀控)

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
匝道需求車輛	Yes/No	-	0.1 秒	0%(無錯失車輛)
匝道通過車輛	Yes/No	-	0.1 秒	0%(無錯失車輛)
匝道等候線長度	車輛數	0-40	20 秒	±1 vehicle
主線佔有率	%	0-100	20 秒	±2%
主線流率	車/小時/車道	0-2500	20 秒	±2.5% @ 500 veh/h/lane
主線速度	哩/小時	0-80	20 秒	±5 mi/h

表 5.4-1 為地區儀控所需的相關偵測器參數，其包含：匝道之需求車輛、匝道通過車輛、匝道等候線長度、主線佔有率、主線流率、及主線速度等，收集時間間隔除偵測車輛出線為 0.1 秒為，其餘皆為 20 秒。

而表 5.4-2 則是中央控制所需的車流資料，包含：主線佔有率、主線流率、主線速度等，收集時間間隔為 5 分鐘。

表 5.4-2 策略參數 (中央控制)

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
主線佔有率	%	0-100	5 分鐘	±2%
主線流率	車/小時/車道	0-2500	5 分鐘	±2.5% @ 500 veh/h/lane
主線速度	哩/小時	0-80	5 分鐘	±5 mi/h

表 5.4-3 則是固定時制所需的參數，包含：主線佔有率、主線車流率、主線速度、上匝道流量、下匝道流量，其建議的收集時間間隔為 15 分鐘或 1 小時。

表 5.4-3 歷史參數 (定時儀控)

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
主線佔有率	%	0-100	15 分鐘或 1 小時	±2%
主線流率	車/小時/車道	0-2500	15 分鐘或 1 小時	±2.5% @ 500 veh/h
主線速度	mi/h	0-80	15 分鐘或 1 小時	±5 mi/h
上匝道流量	veh/h	0-1800	15 分鐘或 1 小時	±2.5% @ 500 veh/h
下匝道流量	veh/h	0-1800	15 分鐘或 1 小時	±2.5% @ 500 veh/h

以下回顧各類匝道儀控的相關文獻。

一、定時儀控

定時儀控所使用的號誌週期均按不同時日事先予以設定，所依據者為以往的交通資料，為疏解重現性壅塞(Recurrent Congestion)所實施之預防性交通控制。

定時匝道儀控作業最佳化最早是 Wattleworth 與 Berry [Wattleworth & Berry, 1965] 首先利用線性規劃方法求解，該方法將匝道控制最佳化視為一資源分配問題，即高速公路容量為有限之資源，由各進口匝道流量分配之，此模式僅能處理穩定狀態之匝道儀控 (Steady-state Control)。其目標式為

$$\text{Max} J = \sum_{j=1}^N \int_0^T [l_i(t) + \rho_j(t) \cdot \Delta_j] dt$$

subject to

$$q_j = \sum_{i=1}^j \alpha_{ij} \cdot r_i$$

$$q_j \leq Q_j, \text{ (容量限制)}$$

其中， $l_i(t)$ ：第 i 進口匝道在第 t 時間之等候車數

$\rho_j(t)$ ：第 j 路段於 t 時的車流密度

Δ_j ：第 j 路段之長度

r_i ：第 i 進口匝道進入高速公路之流率 (儀控率)

α_{ij} ：第 i 進口匝道進入高速公路之車輛通過 j 路段之比例

T ：儀控總時間

N ：高速公路路段總數

此模式假設車流處於穩定狀態，由第 i 進口匝道進入高速公路之車輛在各時段內通過 j 路段之比例固定，這表示了此模式並未考慮控制範圍內各路段間的密度與速率動態行為，因此不容許出現不穩定車流，稱之為平常日儀控 (Time-of-day Control)。

二、獨立交通感應儀控

交通感應儀控與定時儀控的差別在於前者的儀控率並非事先設定，而是以偵測器即時偵測交通狀況，可隨時因應交通變化情形。獨立交通感應儀控僅考慮單一匝道儀控率，而沒有匝道間的互動。典型的獨立交通感應儀控策略有需求—容量控制、佔有率控制、ALINEA 策略等方式。

需求—容量控制策略使以測量上游需求為基礎，比較下游瓶頸的容量來決定。然而，僅依靠流量資料不能決定高速公路是否壅塞，因為低流量可能發生交通壅塞與交通順暢兩種情形，因此就必須使用佔有率（車輛通過偵測器時間總和與總偵測時間之百分比）來判定。依據過去交通資料分析，找尋一臨界值做指標，當主線佔有率超過此一臨界值時，即可判為壅塞，若佔有率低於臨界值，則儀控率由匝道上游流量與下游容量之差值決定。

佔有率控制為即時量測進口匝道上游路段之佔有率，並利用此項資料來決定下一個控制時段之儀控率，儀控率大小可由佔有率—流量，與流量—佔有率兩關係圖獲得。

ALINEA 模式即是回饋邏輯（Feedback Philosophy）模式，為 Papageorgiou 提出[Papageorgiou,1991]。依自動控制理論，完整的控制架構應包含控制處理、輸入單元與輸出單元，輸入如可處理稱為可控制輸入（如進口匝道流量），無法處理者稱為干擾（如匝道上游之主線流量）。現今的交通感應控制邏輯可分成前置式之干擾補償邏輯（Disturbance Compensation Feedforword Philosophy）與回饋邏輯，兩者差異在於干擾補償邏輯係以主線上游狀況（干擾項）來決定儀控率，前述之需求—容量控制即屬於此類邏輯控制，回饋邏輯則直接以下游車流狀況（輸出）來決定儀控率。

三、整合交通感應儀控策略發展模式

對於高速公路匝道儀控，整合控制較地區性控制來的完整、實用，其所求得的效果也會較趨近於高速公路系統的最佳效能。整合交通感應控制策略結合數個交通感應儀控匝道，經由儀控中心

電腦或類似設備，統籌各匝道即時交通變數，以整體交通最佳化為目標函數，求出各匝道之最佳儀控率。整合交通感應儀控已發展出不少應用模式，其多利用巨觀車流理論為基礎，需要參數主要為流量、速度、密度。

5.5 事件偵測

表 5.5-1 至表 5.5-3 為美國「Detection technology for IVHS, Volume I: Final report, December 1996」針對高速公路事件偵測、事件管理所定義的各層級車輛偵測器參數。

表 5.5-1 為事件偵測所需之參數，包含：主線車流量、主線佔有率、主線速度及主線旅行時間，其收集間隔為 20 秒。

表 5.5-1 戰術參數（事件偵測）

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
主線車流量	車/小時/車道	0-2500	20 秒	±2.5% @ 500 veh/h
主線佔有率	%(各車道)	0-100	20 秒	±1%
主線速度	mi/h(各車道)	0-80	20 秒	±1 mi/h
主線旅行時間	分鐘	-	20 秒	±5%

表 5.5-2 為事件管理所需之參數，包含：主線車流量、主線佔有率、主線速度、上匝道流量、下匝道流量、路段旅行時間、現有 OD 資料，其收集間隔為 5 分鐘。

表 5.5-2 策略參數（事件管理）

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
主線流量	車/小時/車道	0-2500	5 min	±2.5% @ 500 veh/h
主線佔有率	%	0-100	5 min	±2%
主線速度	哩/小時	0-80	5 min	±1 mi/h
上匝道流量	車/小時/車道	0-1800	5 min	±2.5% @ 500 veh/h
下匝道流量	車/小時/車道	0-1800	5 min	±2.5% @ 500 veh/h
路段旅行時間	秒		5 min	±5%
現有 OD 資料	車/小時		5 min	±5%

表 5.5-3 為規劃所需參數，其包含：主線車流量、主線佔有率、主線速度、上匝道流量、下匝道流量、路段旅行時間、現有 OD 資料，其收集間隔為 15 分鐘或 1 小時。

表 5.5-3 歷史參數 (規劃)

參數	單位	範圍	收集時間間隔	允許誤差
主線流量	車/小時/車道	0-2500	15 分鐘或 1 小時	±2.5% @ 500 veh/h
主線佔有率	%	0-100	15 分鐘或 1 小時	±2%
主線速度	哩/小時	0-80	15 分鐘或 1 小時	±1 mi/h
上匝道流量	車/小時	0-1800	15 分鐘或 1 小時	±2.5% @ 500 veh/h
下匝道流量	車/小時	0-1800	15 分鐘或 1 小時	±2.5% @ 500 veh/h
路段旅行時間	秒		15 分鐘或 1 小時	±5%
現有 OD 資料	車/小時		15 分鐘或 1 小時	±5%

本節將回顧數個事件偵測演算法，以瞭解其所需之車流資料。

一、加州演算法[Payne,1978][Levin, 1979]

加州演算法發展至今，已衍生出許多不同的演算法，其中 TSC(Technology Service Corporation)發展出十種不同演算法，分別為加州演算法 1 至加州演算法 10，IDOT (Illinois Department of Transportation) 所發展演算法稱加州演算法 16-14。

加州演算法是利用當事件於兩組偵測站間發生時，下游的佔有率資料值將下降，而上游的佔有率值將增，故事件發生後上下游觀測到的佔有率值差異將較正常車流下為大。根據這個邏輯，加州演算法利用下列三測試以確定事件的發生：

$$1. occ(i, t) - occ(i + 1, t) \geq T_1 \quad \text{式 5.5-1}$$

$$2. \frac{occ(i, t) - occ(i + 1, t)}{occ(i, t)} \geq T_2 \quad \text{式 5.5-2}$$

$$3. \frac{occ(i + 1, t - 2) - occ(i + 1, t)}{occ(i + 1, t - 2)} \geq T_3 \quad \text{式 5.5-3}$$

其中：

i：時間

$i+1$ ：下游偵測站

i ：上游偵測站

$occ(i,t)$ ：在時間 t 偵測站 i 之佔有率資料

$T1$ 、 $T2$ 、 $T3$ ：門檻值

式 5.5-1 及式 5.5-2 為檢核兩相鄰偵測站佔有率之絕對及相對差異。式 5.5-3 則為檢核下游偵測站與二分鐘前之佔有率是否有劇烈的變化，係在式 5.5-1 及式 5.5-2 之後用以確認擁擠是事件而非交通瓶頸所造成的。

二、全功能事件偵測演算法 (APID) [Masters,1991]

APID (All Purpose Incident Detection algorithm) 為加拿大多倫多的一先進交通管理系統 COMPASS 所採用的事件偵測演算法。APID 演算法可視為加州算法的延伸，它可在多種交通條件下利用資料平滑機制、壓縮波測試 (compression wave)、及持續性測試來偵測事件。APID 的主要邏輯是將加州法的演算法 7 及演算法 10 做組合，其中演算法 7 是應用在壅塞的交通狀況、而演算法 10 則應用在車流量較低的狀況。

由於 APID 演算法利用車輛速度為其偵測的某一個變數，故必須使用雙迴圈偵測器或其它可以直接測得佔有率及速度的感應器。

三、HIOCC 演算法[Collins, 1983; Collins *et al.*, 1979]

高佔有率 (High Occupancy; HIOCC) 演算法是由英國運輸及道路研究實驗室 (Transport and Road Research Laboratory; TRRL) 所發展用來偵測事件發生後道路的車流擾動。其是以單一迴圈偵測器偵測停滯不前或慢速的車流，故「速度」是偵測變數；當偵測到有停滯或是慢速的車流時，將發出事件警訊。

為了偵測通過偵測器的慢速車輛，偵測器每 0.1 秒就發送訊號至電腦，當有車輛壓在偵測器上時，發送的訊號為 1，反之，無車時則為 0。偵測器 1 秒鐘的佔有率即 1 秒鐘內訊號值的總合，這種

1 秒鐘的佔有率稱之為瞬間佔有率，其值介於 0 與 10 間。故當車輛速度越慢，瞬間佔有率值越高。

四、澳洲演算法[Luk & Sin, 1992]

由 Luk & Sin 在澳洲所發展的演算法，主要是比較相鄰兩個偵測站的速度、流量及佔有率。

它採用下列三種測試以偵測事件的發生：

- A. 相鄰偵測站的比較：比較相鄰偵測站的流量、速度、佔有率等資料之平滑值。
- B. 相鄰車道的比較：比較同一偵測站相鄰車道的平滑交通資料。
- C. 時間序列之差異：比較現有交通資料與前三個時段的差異。

而其主要步驟則為：

- A. 平滑交通參數，如：流量、速度、佔有率等資料
- B. 以兩分鐘的資料同時進行前述三種測，並將六個測試結果送至計數器。
- C. 若計數器大於等於 4 則表示有事件，反之則無事件。當計數器為 0 時則表示事件結束。

五、McMaster 演算法[Gall & Hall, 1989][Stephhanedes, 1991]

McMaster 事件偵測演算法係以劇變理論為基礎所發展出來的。其概念架構則在 1965 年就由 Athol 提出，而由 Persaud 和 Hall 在 1989 年加以發展而成，接著 Forbes 進一步修正。以下將就 McMaster 演算法進行探討。

McMaster 演算法之主要功能為偵測擁擠及判別造成擁擠之原因（含重現性擁擠或事件所造成之擁擠）。McMaster 演算法是一種利用單一偵測站之演算法（與加州法利用兩相鄰偵測站不同），其所使用之交通參數為 30 秒之流量、速度及佔有率資料，同時可僅利用道路中單一車道（內車道）之資料進行偵測。

McMaster 演算法之演算邏輯中乃藉由低速率、高佔有率或擁擠車流等資料偵測擁擠，其利用流量與佔有率將交通狀況分為四種：

1. 正常，非擁擠狀態。
2. 因事件所造成容量減少之下游之交通狀態。
3. 在低速行走(Slow-and-Go) 等候車隊中之交通狀態。
4. 重現性交通瓶頸下游之交通狀態。

偵測方式首先由第一個偵測站之沿車流方向，評估每一偵測站之交通狀況。若交通狀態為 1，則斷續下一偵測站 $i+1$ ，並重複此一步驟。若交通狀態為 2 或 3，則必須進一步評估其下游偵測站 $i+1$ ，下游偵測站有三種可能。

1. 若為狀態 1 或 2，則極可能在偵測站 $i, i+1$ 間發生事件發生擁擠。
2. 若為狀態 4，則極可能在偵測站 $i, i+1$ 間，由於額外流量的進入或車道縮減，為重現性擁擠。
3. 若為狀態 3，則擁擠在更下游處，須進一步評估偵測站 $i+2$ 。

六、SND(Standard Normal Deviate)演算法[Dudek,1974]

SND 演算法是由 Dudek 和 Messer 於 1974 年所發展，SND 依據事件所造成之衝擊波 (Shock Wave) 通過車輛偵測器所造成之變異進行事件之偵測。其以交通控制變數之變化率取代絕對門檻值，以避免交通在不同時間之變異而造成事件偵測錯誤之缺點。SND 之主要觀念為計算某交通控制變數之變化趨勢，若交通控制變數之變化率很高時，則表示事件發生。SND 所採用的控制變數 3 分鐘及 5 分鐘之平均佔有率及能量(Energy)，並每分鐘更新一次。

SND 事件偵測演算法之測試分為策略 A、B 兩種，策略 A 以單一 SND 值進行判斷；策略 B 則以兩連續 SND 值進行判斷。採用之交通控制變數為佔有率和能量。

七、系統增益觀測(System Gain Observation)演算法[Sakasita, 1975]

此為 Sakasita 及 May 所發展的事件偵測演算法，其基礎在於系統穩定狀態增長的觀測。根據這個演算法，高速公路區段可視為一輸入輸出系統 (input-output system)，並於每個車道上的上下游端點設置偵測器。上下游偵測器量得的車流量可視為系統的輸入及輸出，其並訂定一系統穩定狀態增益值 G (系統輸出輸入值的比值)。在無事件的狀況下，因為區段內的車流均勻分配，上下游的車流量差異極小， G 值將會非常接近 1。反之，若有事件發生時，上游的流量或佔有率資料將會大於下游，此時 G 值將會小於 1。

5.6 研發參數建議

經由前面各節的回顧，茲將 ATIS 及 ATMS 所需之交通參數整理如下。

一、用路者路況資訊

1. IDOT 旅行時間估算方式

主要使用資料為佔有率、流量。

2. 灰色理論

僅收集速率資料。

整體而言，用路者路況資訊 (提供旅行時間或速率部分，不含事件資訊)，所需的車流資料為速度、流量、佔有率 (密度)。

二、都市交通號誌控制

1. 米勒演算法

所需之交通參數為延滯，但偵測器通常無法直接取得延滯，須由流量等其它資料推估。

2. TOL

所需之交通參數為等候線長度、速率。但一般只能截取路段上某一地點車流資料的偵測器 (如：迴圈偵測器)，無法

獲得等候線長度這類路段上線或面的資料，故而等候線長度仍必需藉由流量或其它點資料推估。

3. OPAC

所需之交通參數為延滯、流量，但延滯可由流量等其它資料推估。

綜合以上所述，適應性號誌所需的參數有：流量、車頭距、等候線長度、延滯，而其中等候線長度、延滯則可由其它點資料推估。

而優先號誌所需的參數則有：有無車（車輛出現），及其它適應性號誌所需之參數。

三、高速公路匝道儀控

1. 定時儀控

所需之交通參數為等候線長度、密度、流量。

2. 獨立交通感應儀控

所需之交通參數為佔有率、流量。

3. 整合交通感應儀控策略發展模式

所需之交通參數為流量、速度、密度。

綜合以上所述，匝道儀控需要的車流資料為：等候線長度、流量、速度、密度、佔有率。而等候線長度可能要由流量或其它資料推估、密度則可由佔有率推估。

四、事件偵測

1. 加州演算法

佔有率、速度。

2. 全功能事件偵測演算法

佔有率、速度。

3. HIOCC 演算法

佔有率、速度。

4. 澳洲演算法

流量、佔有率、速度。

5. McMaster

流量、佔有率、速度

6. SND 演算法

佔有率

7. 系統增益觀測演算法

流量、佔有率

綜合以上所述，事件偵測所需的主要車流資料為佔有率、速度、流量。

本期計畫案所研發的偵測器主要是偵測 ATIS 系統，而 ATIS 主要則提供旅行時間（或速度）及事件資訊，故建議研發參數為速度、流量、佔有率。

以 ATIS 的需求而言，空間點上的車流資料（即速度、流量、佔有率）足供使用。而在 ATMS 的應用上，由於適應性號誌常需等候線長度或延滯等資料，這些都是必需要觀測某一空間段才能直接量測而得，否則只能間接推估，然而間接推估總存在些許誤差。目前本研究研發的影像式車輛偵測器有潛力直接量測得到等候線長度、延滯等需觀測空間段的資料。而微波雷達車輛偵測器則受限於本質上只是觀察路段上某一點的車流資料，完全無法直接量測等候線長度、延滯等。故單就避免間接推估的誤差而言，影像式車輛偵測器在 ATMS 的應用上較微波雷達車輛偵測器為優。

而在偵測器的取樣頻率方面，車輛偵測器必需要能確切偵測到車輛的出現才能進一步輸出車流資料，故偵測器的取樣時間間隔應小於車輛通過偵測區域（或偵測點）所需的時間，以避免車輛通過偵測區域但卻未被偵測到。以小汽車而言，假設平均車長 4.5m，最高速度 200km/hr，則車輛完

全通過偵測點的時間為 0.081 秒，亦即偵測器若要一車不漏偵測到車輛，其取樣頻率應至少 12.34 次/秒。而以機車而言，假設平均車長 1.5m，最高速率 100km/hr，則車輛完全通過偵測點的時間為 0.054 秒，亦即偵測器若要一車不漏偵測到車輛，其取樣頻率應至少 18.52 次/秒。

第六章 國內自行研發偵測器之可行性分析

6.1 車輛偵測器市場分析

表 6.1-1 為全球先進車輛偵測器的全球市場規模，及各偵測器的市場佔有率。全球總共安裝了將近 100 萬座的車輛偵測器；而這些偵測器共偵測了 136 萬個車道；同時以市場總金額計，約有 20 億美元的市場金額。

表 6.1-1 先進車輛偵測器之全球市場規模彙整表

偵測器種類	裝設數量	市場佔有率	被監視車道	市場佔有率	總金額	市場佔有率
環路線圈	670,182	63.30%	460,203	33.85%	833,933,204	40.82%
超音波	225,456	21.30%	563,640	41.46%	447,123,300	21.89%
雷達微波式	51,036	4.82%	142,563	10.49%	65,551,208	3.21%
壓電式	42,473	4.01%	79,074	5.82%	179,649,975	8.79%
紅外線	23,999	2.27%	34,029	2.50%	75,935,459	3.72%
影像式	19,502	1.84%	48,197	3.55%	237,595,482	11.63%
磁力式	12,046	1.14%	12,038	0.89%	2,383,235	0.12%
CCTV	5,026	0.47%	10,717	0.79%	63,722,870	3.12%
動態地磅	4,721	0.45%	1,788	0.13%	56,062,713	2.74%
複合系統 (Hybrid Systems)	2,423	0.23%	4,511	0.33%	61,308,000	3.00%
AVI	1,272	0.12%	1,610	0.12%	15,309,096	0.75%
被動聲納式	470	0.04%	882	0.06%	2,522,100	0.12%
交通違規攝影機	90	0.01%	220	0.02%	1,847,460	0.09%
總計	1058696	100%	1,359,472	100.00%	2,042,944,102	100%

資料來源：Scientific American Newsletters, “Advanced Traffic Detection”, 2000.

國內目前使用的車輛偵測器有：環路線圈偵測器、超音波偵測器、磁感應式偵測器、影像式偵測器、微波式偵測器等，設置的地點主要為高快速公路主線路段及匝道、臺北縣市、高雄市、臺中市、臺南市等都會區內主要道路路口及路段及省道瓶頸路段。

而就未來國內的市場而言，以日本東京的偵測器佈設密度為基準，考量人口密度、號誌化路口數、公車動態資訊提供狀況，我國主要都市（臺北市、臺北縣、高雄市、桃園縣、臺中市、臺南市）的車輛偵測器需求量約為 4096 個至 5696 個，以非環路線圈式車輛偵測器

設備為例，若以目前一處車輛偵測器設備（含施工）約 30 萬元推估，其市場產值約為 12 億至 17 億。加上其它縣市與高快速道路之需求，預估市場產值約為 30 億至 43 億；若考慮後續的維護及汰換需求（假設產品壽命為 4 年），預計市場產值約為 36 億至 52 億[周家慶, 2004]^[1]。

未來若要在國道替代道路（國 1 的基隆端至高雄端、國 3 的基金端至大鵬灣端，替代道路總里程 924.65 km）上佈設偵測器以收集車流資訊，假設每 500m 佈設一車輛偵測器，則共有 1967^[2]處需佈設車輛偵測器。而又若每車道需佈設一偵測器，則國道替代道路的車輛偵測器需求量为 8343 個。

由上面的分析可知，未來車輛偵測器市場產值，單是國內即達到 36 億至 52 億；而在國外部分，礙於資料較難收集無法精確推估，然而由現有 20 億美金的市場金額，在加上 ITS 在大部分國家都屬於新興未飽和的市場，可推估車輛偵測器市場需求應尚在持續發展增加中，故而全球的市場需求應不低於 20 億美金。

^[1] <http://210.69.172.5/public/Attachment/5141483571.pdf>

^[2] 國道替代道路哩程數及路寬資料引用：「公路行車時間資訊管理系統之規劃研究(2/4) - 重要省道部分」，交通部運輸研究所，2005。

6.2 影像式車輛偵測器

影像式車輛偵測器係搭配 CCD 攝影機、終端控制器以及影像處理技術所組成。這樣的組合，比起其他種類的車輛偵測器，擁有價格便宜以及系統的可變性兩項優勢。

影像式車輛偵測器，由 CCD 攝影機、影像擷取和影像處理等設備所組成，以 CCD 攝影機攝入 1~4 個車道之影像訊號，利用影像處理技術偵測車流量及佔有率，以兩張不同畫面的車輛移動量即可求得車輛通過之車速，同時可以依據車輛大小與相關特徵判別車種。利用影像像素(Pixel)的明暗變化與色彩資訊，計算出各種交通參數，包括車流量、車速、車種等等。如利用兩條預設在影像上參考線之時間差可求得車輛通過之車速，利用車速計算車長以判別車種。影像式車輛偵測器攝影機，視野涵蓋範圍最遠可達 500 公尺以上，在涵蓋範圍內可以對任一個視野角度進行交通狀況監視。

夜間的影像處理則須利用紅外光燈及路燈補足照度，以做精確偵測估量及車種。交控系統路況監視用的影像式車輛偵測器攝影機，視野涵蓋範圍廣，在涵蓋範圍內可以對任一個視野角度進行交通狀況監視。影像式車輛偵測器除可提供一般車流資訊的收集功能外，目前也有部份廠商利用影像處理技術直接做自動事件偵測，例如高速公路的掉落物偵測或是交通事故的自動偵測，利用影像做自動事件偵測，可以克服其他偵測系統的死角問題，也可以更快速、直接的由影像中做判斷與儲存影像的紀錄功能。

在價格方面，CCD 攝影機是一項相當成熟的產品，規格多樣化，在影像式車輛偵測器的設計上，可以完全考量系統的功能，再來搭配適合的 CCD 攝影機，而不會因為 CCD 攝影機的選用而影響到功能的設計。同時，國內 CCD 攝影機產業亦蓬勃發展，在組件的取得上，也不會有問題。

系統可變性方面，影像式車輛偵測器的精神在於影像處理軟體的開發設計，在系統的未來性方面，不需要改變原有 CCD 攝影機之架設，就可以藉由軟體的更新而達到功能增進的目的，在維護成本上佔有絕

對優勢。

在臺灣的一般市區除了汽車外，機車也是一項國人普遍使用的交通工具，所以除了汽車的辨識技術研究，機車的辨識技術也必須同時發展，而且目前對重型機車開放於高速道路的行駛亦在評估中，因此對於機車的辨識，亦是相當重要技術之一。

影像式車輛偵測器各項評估如下：

1. 特性分析

影像式車輛偵測器之攝影機是針對固定範圍內，約涵蓋車道長 80 公尺~150 公尺範圍，進行連續性的影像訊號收集。

2. 佈設考量因素

影像式車輛偵測器以架設於路側直立桿或是道路正上方 T 字桿上，8~12 公尺處為宜。對於天候不良之路段，攝影機拍攝到的影像品質會受到不良天候之影響，導致偵測之準確率受到些許影響，因此，這些不良環境所使用之影像偵測器必須外加額外設備來降低不良天候對於影像擷取品質之影響，或是藉由影像偵測軟體來改善。

影像式車輛偵測器之攝影機單元若架設高度足夠，影像可涵蓋較廣之範圍(約 80~150 公尺)及較多之車道，影像處理技術可應用於自動事件偵測功能，若危險路段較短，則可佈置一座或數座偵測器即可直接有效地自動偵測事故之發生。

3. 安裝方式

影像式車輛偵測器由攝影機單元及終端控制器組成，終端控制器可裝於路邊之箱體內，攝影機之架設則分為 Forward-view 以及 Side-view 兩種，高度則都是以 8~12 公尺為宜，主要是安全以及美觀考量。同樣的應用，若裝設於隧道內，則是以 Forward-view 為佳。

擷取之影像品質以及特性對於影像式車輛偵測器的準確率有著極大的影響，因此，針對 Side-view 架設方式，不

建議太垂直於道路，這樣的方式，車輛被遮蔽的情形會十分嚴重，同時，可偵測的路段範圍也會因為攝影機的有限視角而有所限制；Forward-view 的架設方式則較能避免車輛遮蔽的狀況，但也不能完全避免，這是攝影機架設在 8~12 公尺處時，亦無法完全克服的地方，在偵測的準確率上，須藉由軟體的智慧來降低上述的影響。偵測器裝設完成後，偵測線畫取時，線與攝影機之距離與角度等初始資料應詳細量測，攝影機應經常維護保養，以確保影像之品質。

4. 維修考量

影像式車輛偵測器以 Side-view 架設方式，對景觀影響較小，安裝維修時間較短且不影響車流。若是以 Forward-view 架設方式，在安裝維修時，必須佔用車道空間，對於用路人影響較大。影像式車輛偵測器若裝設於隧道內，需經常清理維護攝影機，保養維修時需封閉車道，易影響車流¹。

6.2.1 技術分析

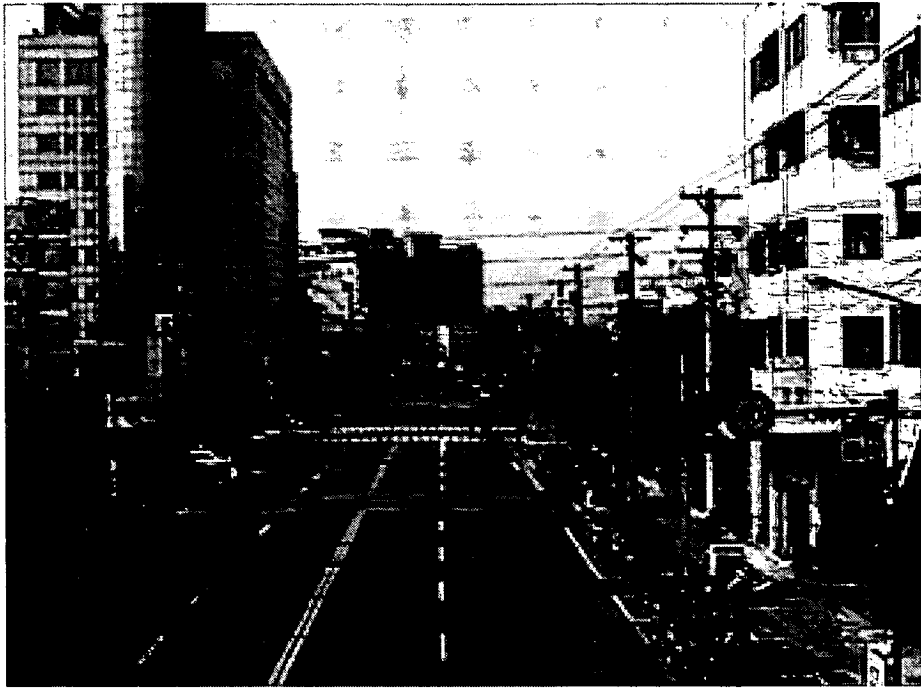
系統可變性方面，影像式車輛偵測器的精神在於影像處理軟體的開發設計，在系統的未來性方面，不需要改變原有 CCD 攝影機之架設，就可以藉由軟體的更新而達到功能增進的目的，在維護成本上佔有絕對優勢。

影像式車輛偵測器在技術上擁有以下幾點優勢：

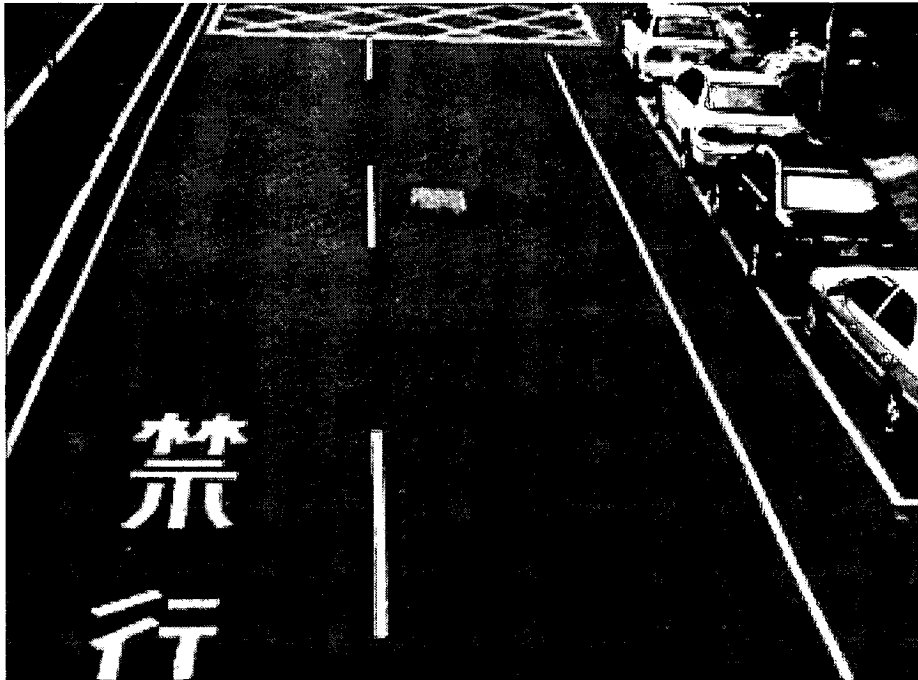
1. 單一系統偵測多車道：

許多非影像式車輛偵測器無法達到以一組裝置來偵測多個車道。影像式車輛偵測器藉由其影像的優勢，可以同時偵測多個車道，前提是車道必須出現在影像中。如圖 6.2.1-1 所示。

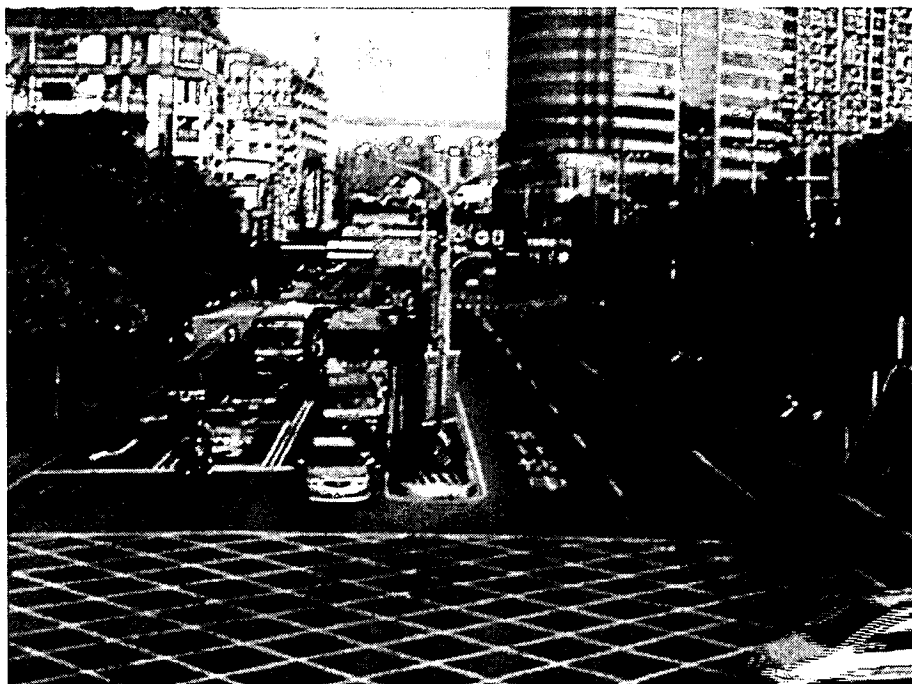
¹資料來源：交通部臺灣區國道高速公路局(<http://www.freeway.gov.tw/content/21-2/ch14>)



(a) 市區車道，雙向四車道。



(b) 市區道路，雙車道。



(c) 市區道路，雙向六車道。



(d) 市區道路，單向三車道。



(e) 高速公路，單向四車道。



(f) 高速公路，雙向六車道。

圖 6.2.1-1 單一攝影機可偵測多車道示意圖

2. 軟體彈性高、偵測範圍大：

影像畫面提供使用者直覺性的設定參考點，包括偵測區域、車道編號、距離參考對應值等等，使用者可以同一套軟體系統，應用於不同的地點，只需要藉由設定介面調整參數即

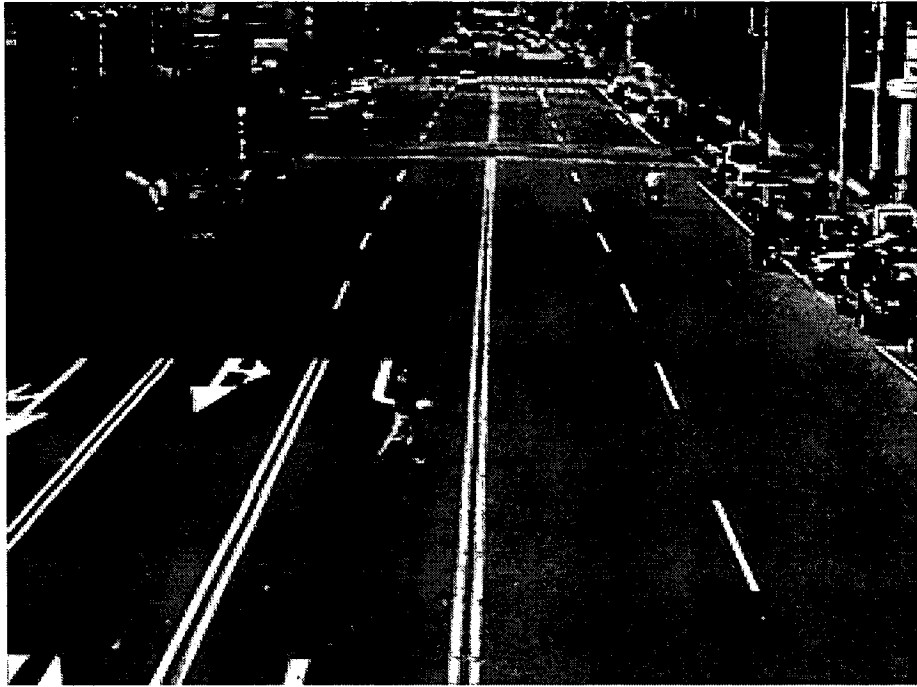
可。軟體版本更新，也相當方便。

3. 系統校準容易、安裝誤差容忍大：

系統硬體裝置於安裝時，誤差必然存在，加上臺灣氣候、自然風力與頻繁地震，都會造成裝置偏離原來安裝設定的位置，由於這些偏差所造成的誤判機會很高。若是其他種類的車輛偵測器則必須再一次精準校正，影像式車輛偵測器則因為影像把三維(x, y, z)的空間座標轉換成二維(u, v)平面座標，因此，可以將設備移位造成的誤差，以軟體補償的方式修正回，同樣的，對於安裝之初就已經存在的誤差也有補償作用，如圖 6.2.1-2 所示。圖 6.2.1-2 (a) 與圖 6.2.1-2 (b)是在同一個地點拍攝，差別在於俯角與橫向位置的差異。由於是影像式車輛偵測器，可以利用偵測區域的設定以及車道區域的設定，同樣的軟體不需要修改，一樣可以執行。



(a)

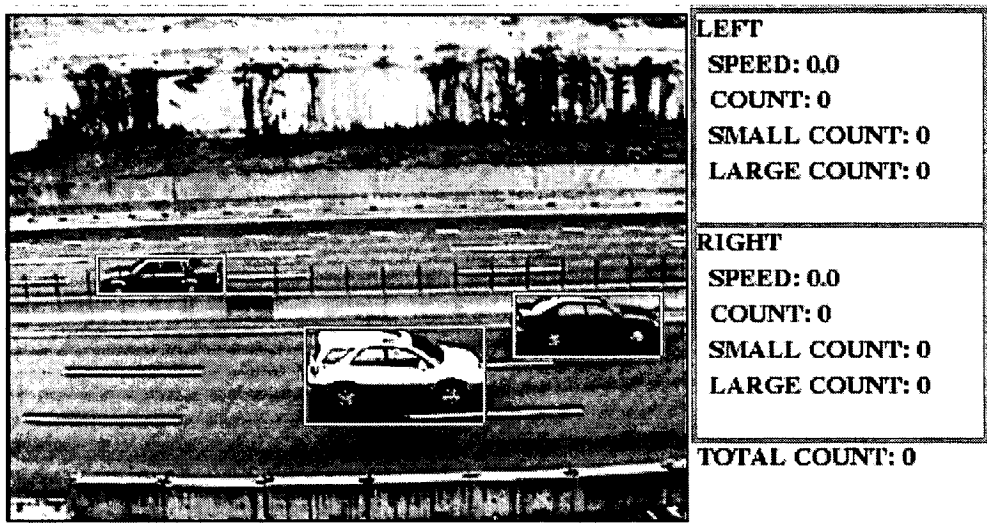


(b)

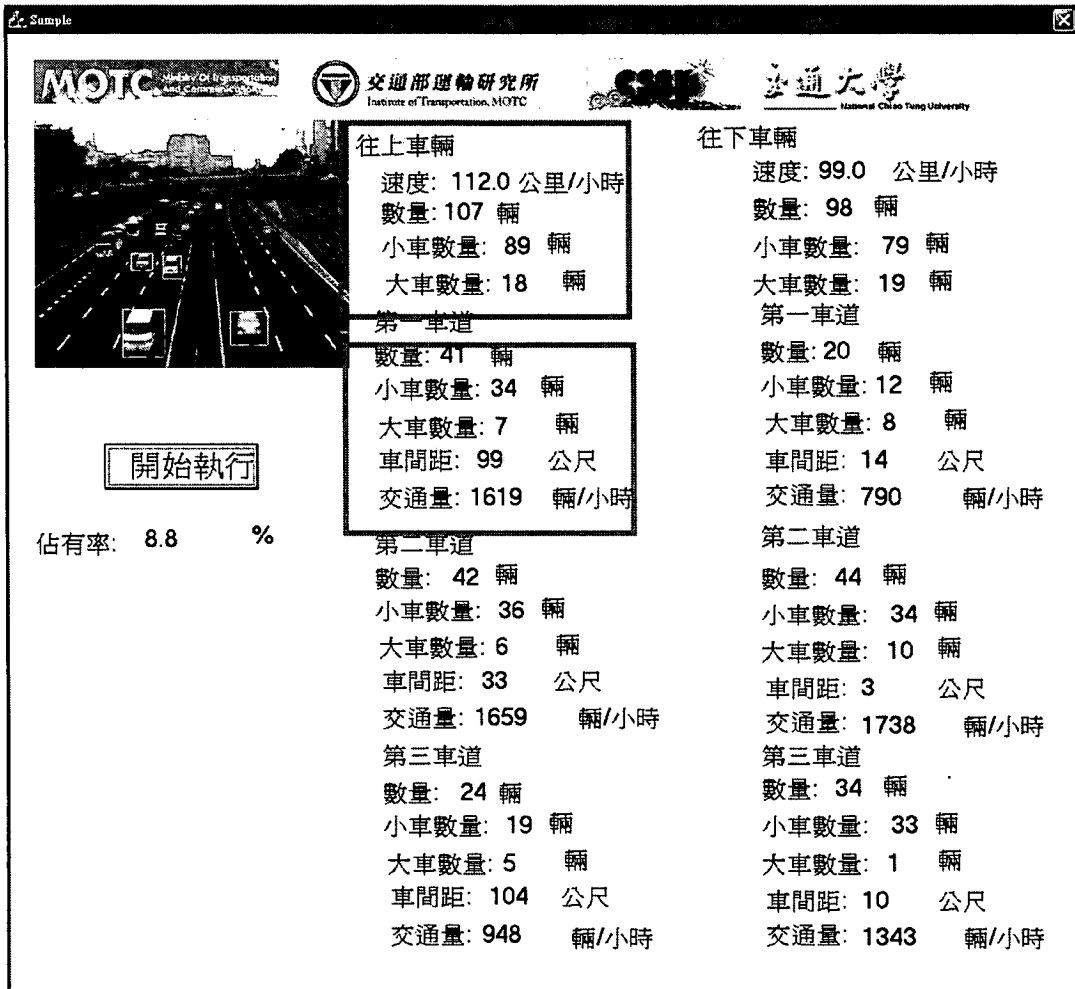
圖 6.2.1-2 同一地點，不同的架設角度與光圈參數。影像式車輛偵測器仍可正常執行。

4. 可同時提供影像資訊：

程式執行時，交通參數會即時計算出來，除了顯示在程式畫面上，還會輸出至指定之資料中心或是交通控制中心。如圖 6.2.1-3 所示，在計算相關數據時，即時路況影像會同時顯示在畫面上，系統可同時紀錄相關交通參數以及即時影像。



(a) Side-View 影像式車輛偵測器畫面



(b) Forward-View 影像式車輛偵測器畫面

圖 6.2.1-3 影像式車輛偵測器畫面，包含交通參數與即時影像

6.2.2 產品化分析

一、發展需求：

1. 國外引進設備居多

國外車流環境與組成，大大不同於國內，尤其是國內機車使用數量比例遠大於國外，加上國內地狹人稠，交通非常壅塞，因此，國外系統所提供測試的參考數據，是以國外交通狀況作為分析依據，因此，往往在國內較為特殊的交通狀況環境下，無法展現其偵測能力。

2. 系統相關資訊與教育訓練缺乏

國外系統原廠對國內代理商通常不會提供充分的系統相

關資訊，相關支援與完善之教育訓練相對缺乏，導致國內代理商必須藉由使用者以嘗試錯誤或是邊使用邊測試的方式，來熟悉適應產品系統的操作方式與功能，如此一來，國內的使用者只能在現有的功能下，執行「操作」的工作。一旦國內使用者希望調整系統的功能，以符合國內使用環境，幾乎是不可能的事情，因此導致國內在影像式車輛偵測器的能力，久久無法提升。

3. 通訊協定與資料封包格式不同

國內代理商所代理的國外系統產品在設計時，其通訊協定、資料封包格式、或是其他的電氣規格等等，並非全然適用於國內之環境，因此在國內使用必須針對資料格式，增加一具有通訊協定轉換功能之設備，使得原本單價偏高之系統，要付出更高的代價。

4. 外銷國外

以全世界大部分國家相較，國內交通環境特別複雜，因此，由國人自行研發的軟體偵測系統難度將遠遠大於國外。於是，國內的車輛偵測器產業可反進口為出口，一舉打入國際市場，創造全球性的市場，而非只有本土市場規模。

二、成本優勢：

1. 國內擁有堅強的電機、電子、與軟體整合能力。

國內在電腦相關零組件的製造能力相當強大，加上軟體整合能力強，若是發展以 CMOS 攝影機為基礎之影像式車輛偵測器，則更能發揮國內產業的優勢，由於 CCD 技術長期被日本掌握，我國則是在 CMOS 產業有競爭優勢。

2. 具有產品價格競爭力。

國內自製之電腦相關零組件在品質以及價格上具有極大之競爭力，對於系統附加價值的創造能力亦相當強，同樣的，影像式車輛偵測器可以創造出許多實用的附加價值，因此，國人自行發展的系統將更具有市場競爭力

6.3 微波雷達式車輛偵測器

6.3.1 技術分析

運用 FM CW Radar 的方法，檢出掃頻發射信號與接受信號間的差頻，由於差頻信號與距離成比例關係，因此距離（速度）資料可藉由量測到的差頻信號導算出來，如圖 6.3.1-1（鋸齒波調頻）、圖 6.3.1-2（三角波調頻），鋸齒波調頻僅具備測距功能，而三角波調頻則兼具測距、測速雙向功能。FM CW 技術目前已普遍運用在軍事及商業用途上。

一、軍事用途

- 飛彈
- LPI Radar
- 飛機高度計
- 砲速監控

二、商業用途：

- 油槽液面量測
- 高爾夫球速監控
- 測速雷達
- 汽車（船）防撞雷達
- 漁船導航雷達
- 交通流量偵測器

FM CW 具備體積小、功率低及價格便宜等多項優點，適用於近距離的偵測。此方面的技術，在國外已生根多年，國內則僅有少數學校、研究機構及特殊領域的科技公司從事這方面技術的探討與研製。本研究針對 FM CW 微波偵測器的發展從國內現有油槽液面量測儀（亦是採 FM CW 技術）的架構下進行了一連串的靜態測試，無論在測距、車型物體辨識（包含背景），在功能上皆獲可行；但基於運用需求的不同及考慮測試上的方便，部份功能架構須調整同時機殼須製作，如掃頻率較低須加速到小於 10ms、天線發射角度須調整為 15*45 度（原為 12*12 度）、RF 模組發射功率須增大及相關等組件須製作含機殼固裝等，目

前已依上述需求變更將掃頻率調整為小於 10ms，RF 模組的功率及相關組件的固裝皆完成修改。因此在八月底已開發完成展示型 FM CW 微波偵測器壹套（如圖 6.3.1-3），九月後已進行過多次的路邊靜態與動態測試，經路邊實際攝影與微波偵測器量測訊號相互比對，測試結果比預期令人滿意（參考附件資料），目前雖僅能看到三個車道，係受到天線波束（12*12 度）不夠寬影響，待未來天線設計發展完成後，將可獲得改善。

由於 FM CW Radar 這個領域，應用到交通流量管理，國內才開始起步，因此無論由硬品的設計製作或由軟體的設計開發、DATA BASE 的建立，要能滿足臺灣交通環境需求及製出實用規格的產品，系統設計上尚有空間可調整、確認與改善。現將未來可規劃改善的空間作一些概述。

如依系統面來看規格確立是目前刻不容緩的事，系統規格除參考國外產品優缺點外，國內交通環境背景、雛型裝備實際測試結果的研判等皆可提供規格的確認。其他有關係統硬品及軟體部份則分別說明如下。

FMCW量測方法

The difference between the transmitted and received frequency (Δf) is proportional to the distance (d)

Distance (d) is calculated by measuring the frequency difference of Tx (f_1) and Rx (f_0)

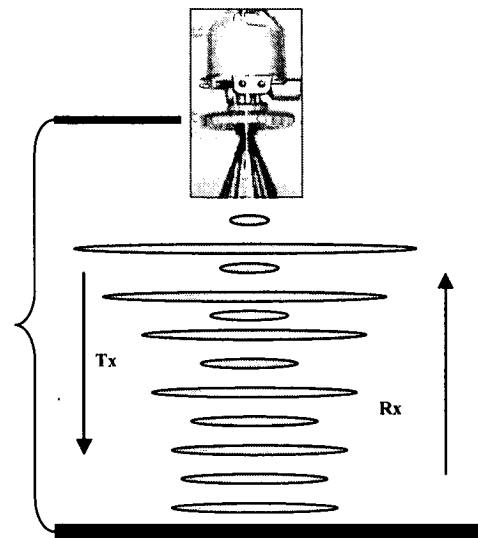
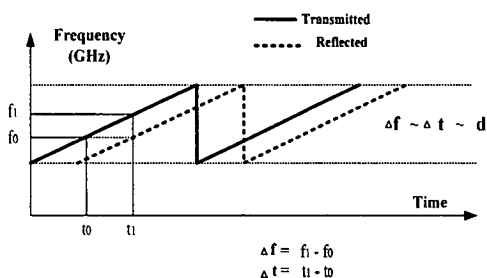


圖 6.3.1-1 鋸齒波調頻

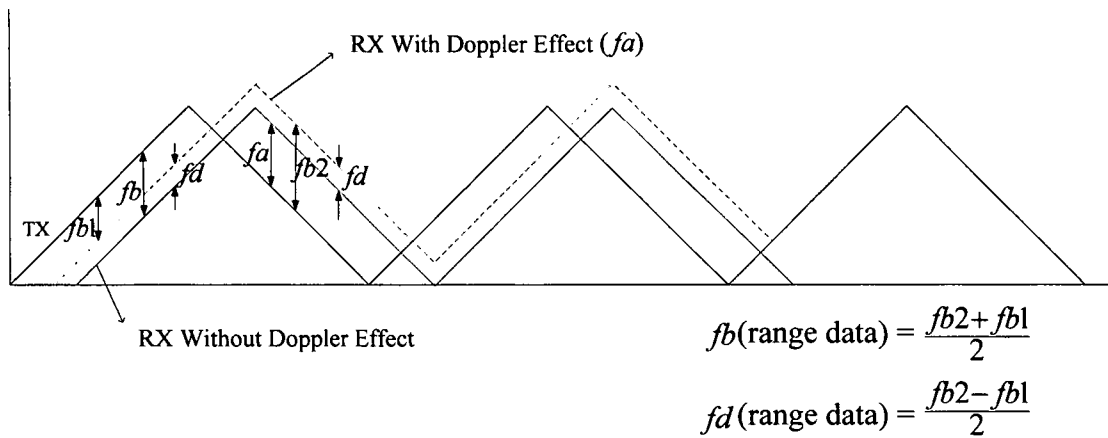


圖 6.3.1-2 三角波調頻

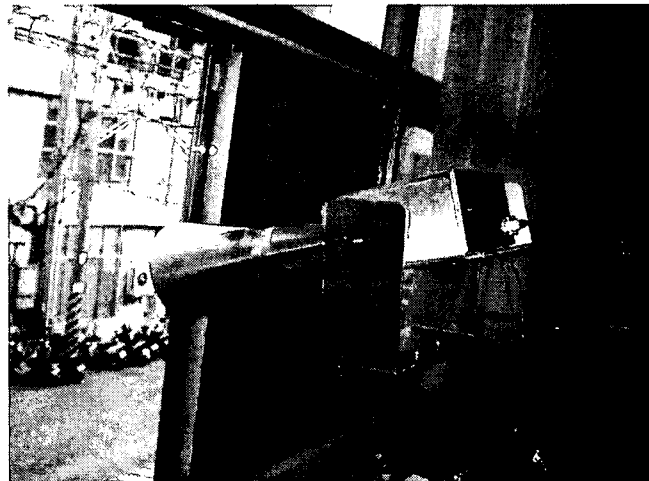


圖 6.3.1-3 展示型 FMCW 微波偵測器

一、天線架構與最佳規格確認

天線架構：

- 收發同天線設計
- 平面天線設計
- 收發雙天線設計

規格的訂定：

- 適當的波束寬
- 適當的增益
- 適當的極性

二、RF 模組架構的確認

構建 FM CW Radar 的 RF 模組設計有許多種方式，不同設計

方式亦影響 FM CW 的線性度，而線性度將影響系統性能需求，同時 RF 模組又是 FM CW Radar 最核心的技術，如何在需求規格考量與降低成本間取得平衡是相當重要，94 年度展示型微波偵測器已確認其功能與可行性，95 年度將更具體確認其系統架構。

三、IF 模組規格的調整

- IF Amplifier 增益與模組靈敏度的調整與確認
- IF 模組頻寬的確認與調整

四、DSP (Digital Signal Processor) 模組規格界面的訂定

- DSP 功能架構的確認
- 界面規格需求的定義與確認
- 各組件規格的確認與調整

6.3.2 產品化分析

產品商品化流程可分為四大部分，分別為產品企劃、產品設計、產品量試、量產及銷售服務等四大部分（詳見圖 6.3.2-1），分述如下。

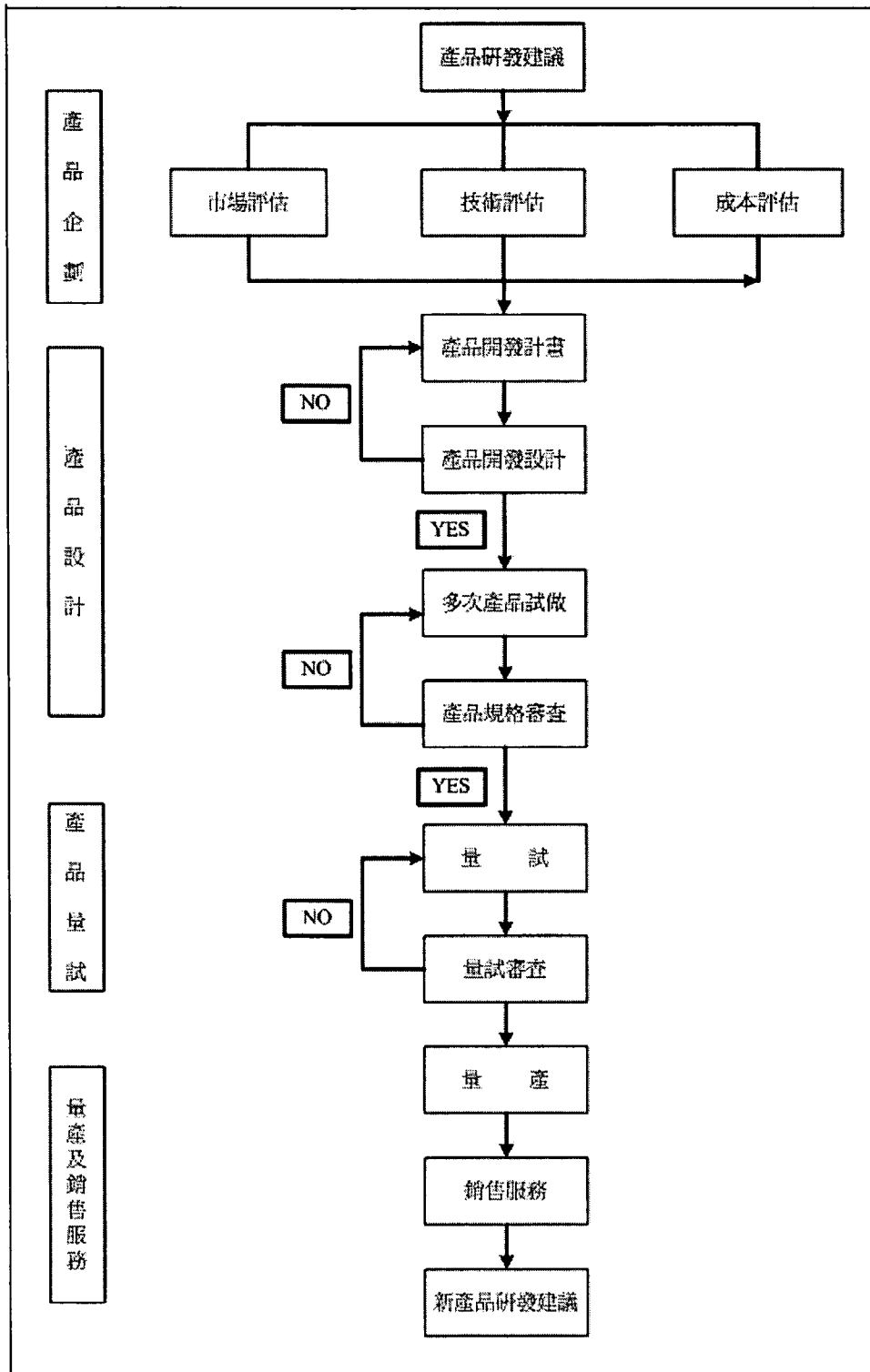
一、產品企劃

1 市場評估

根據前面 6.1 節的市場分析，目前國內車輛偵測器市場產值約有數十億，顯示市場需求量大，微波雷達車輛偵測器的確值得開發。

2 技術評估

運用 FM CW Radar 的方法，檢出掃頻發射信號與接受信號間的差頻，由於差頻信號與距離成比例關係，因此距離（速度）資料可藉由量測到的差頻信號導算出來；FM CW 具備體積小、功率低及價格便宜等多項優點，適用於近距離的偵測，本研究已從國內現有油槽液面量測儀（亦是採 FM CW 技術）的架構下進行了一連串的靜態測試。詳見第 6.3.1 小節。



資料來源：[張保隆、陳文賢、蔣明晃，2000]

圖 6.3.2-1 產品商品化流程

二、產品設計

1 產品開發計畫

本計畫案所研發的偵測器主要是偵測 ATIS 系統，而 ATIS 主要則提供旅行時間（或速度），及事件資訊，故建議研發參數為速度、流量、佔有率，詳見第五章。

2 產品開發設計

整個偵測器的系統大致上可分為兩大部分，一為硬體部分，另一為軟體部分。首先由 Radio Frequency(RF)模組產生頻率調變連續波訊號經由天線發射到我們想要偵測的道路區域，並接收該區域所反射回來的微波訊號，之後再經由 RF 模組放大天線接收的訊號並使其與所產生的調變續號進行差頻，再將產生的差頻訊號輸出至軟體進行運算或是直接經由數位訊號處理晶片運算後顯示。以下分為硬體與軟體兩部分簡介。

硬體部分，構建一個完整的微波雷達車輛偵測器至少應具備有下列幾個核心模組：RF Module、IF Module、Antenna Module、DSP Module、Display/Control Module 等。

軟體部分，則可分為離線分析與即時分析兩項。離線分析的內容，主要是將偵測器實際蒐集的數據資料，搭配影像截圖進行觀察，目的為藉由比較各波形間的差異性，判斷出各類不同的車種，以估計實際車長並求得正確的車輛速度。即時流程則是當微波偵測器開始接收訊號，本計畫案的程式則準備執行，程式首先會對於微波偵測的資料進行擷取與判斷背景值資料，若背景值擷取正常，則可以進行車輛的判斷。

若所設計無法達到預期效果，則再返回上一步驟，再做一次產品開發計畫，看是否有所漏缺以及修正。

3 多次產品試做

依據產品開發設計而重複多次產品試做，以求得符合規格及效果穩定之產品。

4 產品規格審查

依據經濟部標準檢驗局所規定，按照產品所屬種類不同，如機電類產品需符合安規檢驗標準、電磁相容檢驗標準、驗證登錄符合性等等評鑑程序模式，詳見經濟部標準檢驗局所規定；可託經濟部標準檢驗局檢驗，通過檢驗，通過則可在產品上貼上認可標籤貼紙。若無法通過審核檢驗，則需再返回上一步驟，再重新做產品的試做，以做出能符合相關規定的產品。

依據經濟部標準檢驗局所規定，研發單位開發新產品是屬於自願性的檢驗，本計畫案的產品為雷達微波偵測器實屬為非法定商品，所以可以不須檢驗局檢驗，若需要開單證明，則可附本產品之型錄至標準檢驗局，該局會以公文形式通知證明免驗之結果憑據。

三、產品量試

1 量試

量試簡單而言就是試銷，然而工業產品與一般產品試銷的方式不同，因為工業產品的成本過大，所以最普遍是採取「產品使用測試」(Produce-use test)，也就是先選擇一小群可能的顧客，他們同意使用該產品一段時間，藉此製造商可瞭解產品不足及維護等地方及問題；測試後，顧客將有機會反應購買意願及其他反應。

2 量試審查

經過量試審查可得知產品不足處及顧客需求與反應意見，若顧客普遍性滿足程度高，經過廠商審核通過，則可進一步量產；若是普遍反應不佳，或者具有重大缺陷，經過廠商審核不通過，則需再返回前面步驟；圖形上雖然是畫回到上步，但實際上則是依據審核結果而定，依據不同缺陷不足程度而返回至前面不同的步驟，再一步步重做再執行。

四、量產及銷售服務

1 量產

因為產品本身為工業產品，具有較高的單價，在通過之前層層審核關卡後，可知產品本身為市場所需，具有顧客所需求之功能，透過顧客訂單，進行量產程序。

2 銷售服務

除了銷售外，售後的服務也是很重要的，諸如售後維修等等，可知道顧客使用後的反應與意見，以及產品在使用過一段時間後可能會出現哪些問題，這皆是未來新產品研發須參考之要點，亦是與顧客間建立信任關係之重要一環，良好的售後服務，可減少顧客流失，穩住客源。

3 新產品研發建議

經由銷售服務可獲得一些重要的資訊，例如：顧客使用後的反應與意見，以及產品在使用過一段時間後可能會出現哪些問題，這皆是未來新產品研發須參考之要點，未來在新產品研發的時候可加入這些為改善要點，可使未來新產品的功能更符合市場顧客之需求。

目前本研究微波雷達車輛偵測器已進入產品開發設計的階段，依照目前的開發狀況，未來的開發時程及產品價格分述如下。

一、時程

1. 第一年度完成展示型微波偵測器其功能如下

- 具基本測距功能
- 具基本辨識車道功能
- 具基本車道佔有率預估
- 具基本流量管理運用

2. 第二年度完成雛型微波偵測器開發

依上述技術分析，朝向較低成本的方向進行開發設計，相關工作可包含平面天線、RF 模組晶片化等新設計，並將雛型裝設於重要路口作較長時間的偵測比對與功能驗證。

3. 第三年度完成小量產微波偵測器產品

前年度偵測結果再做微調或性能之提昇，並進一步完成各

種特殊道路，如上下坡、轉彎及地下道等驗測。

二、產品價格分析（不含顯示/控制模組）

因設計架構不同各模組價格比例也會隨之產生差異，若依 94 年度展示型微波偵測器的設計架構來估算產品價格，其中 RF Module 為關鍵技術影響成本較大，其次為天線的設計架構（如前硬品說明），再其次為 DSP 模組、機構件（含導波管、極化器等）、中頻放大模組。顯示/控制模組如需配備則另採購筆記型電腦，各模組價格及全系統（不含顯示/控制模組）預估分別如下：

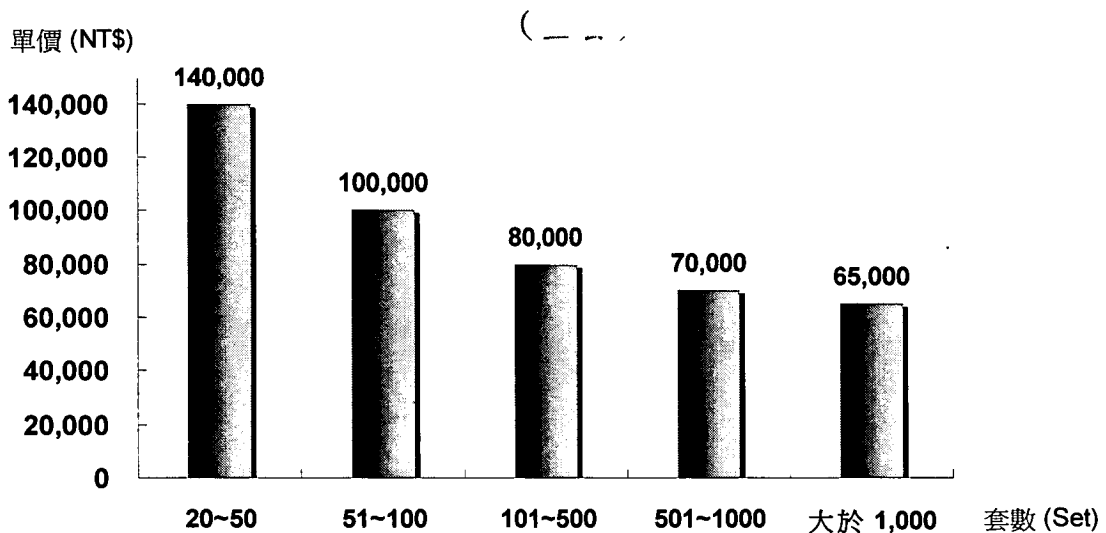


圖 6.3.2-2 價格估算表（整套）

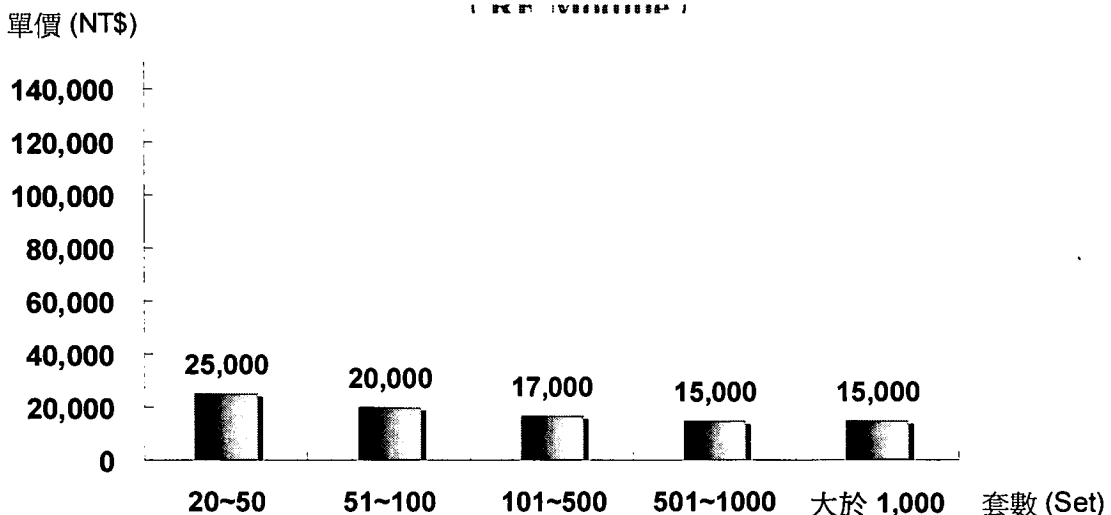


圖 6.3.2-3 價格估算表（RF Module）

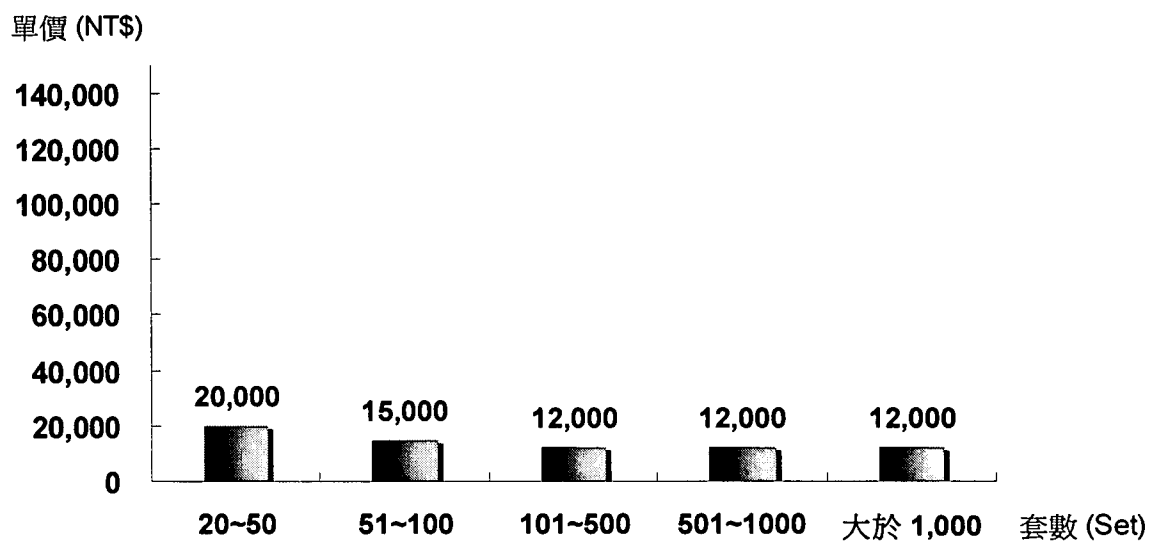


圖 6.3.2-4 價格估算表 (ANT)

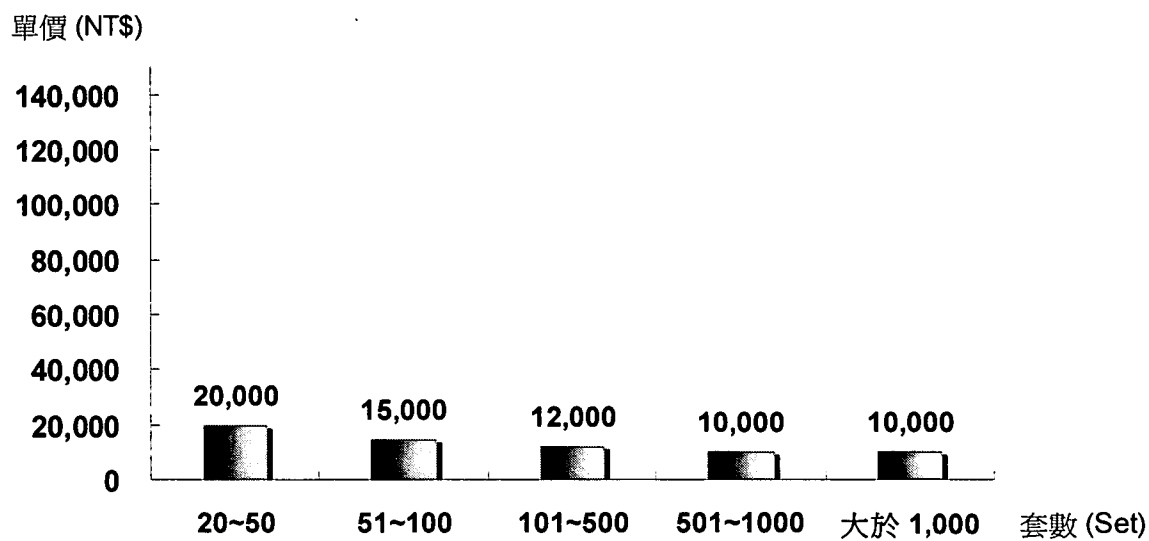


圖 6.3.2-5 價格估算表 (DSP)

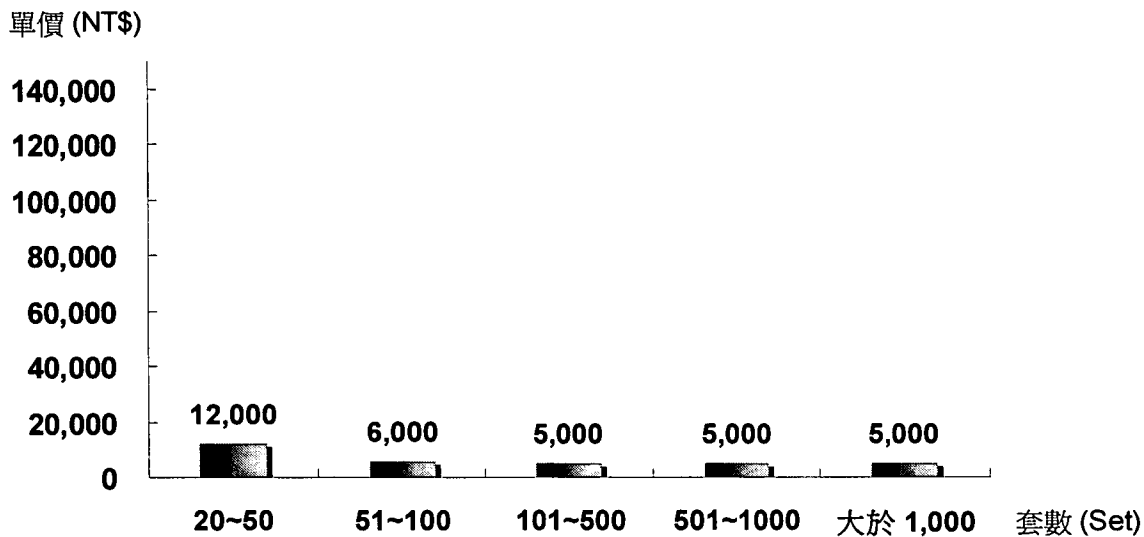


圖 6.3.2-6 價格估算表 (機構)

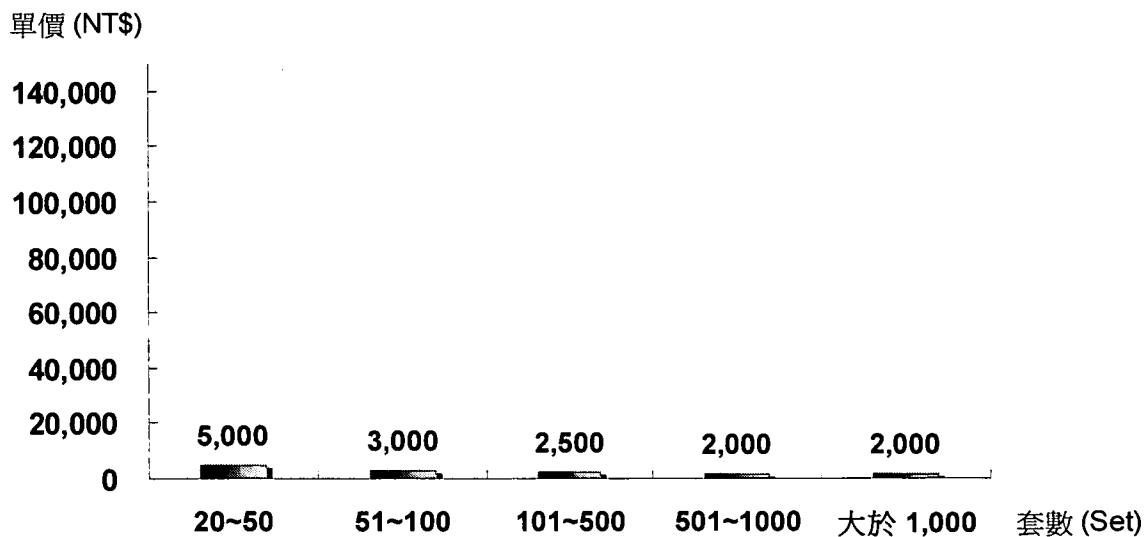


圖 6.3.2-7 價格估算表 (IF Amp.)

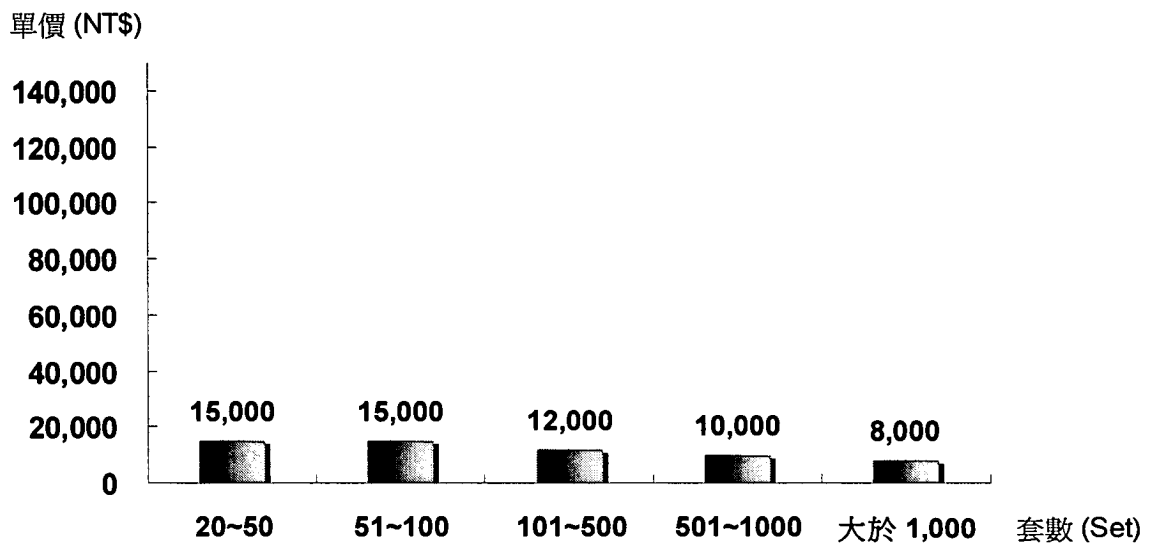


圖 6.3.2-8 價格估算表 (人力)

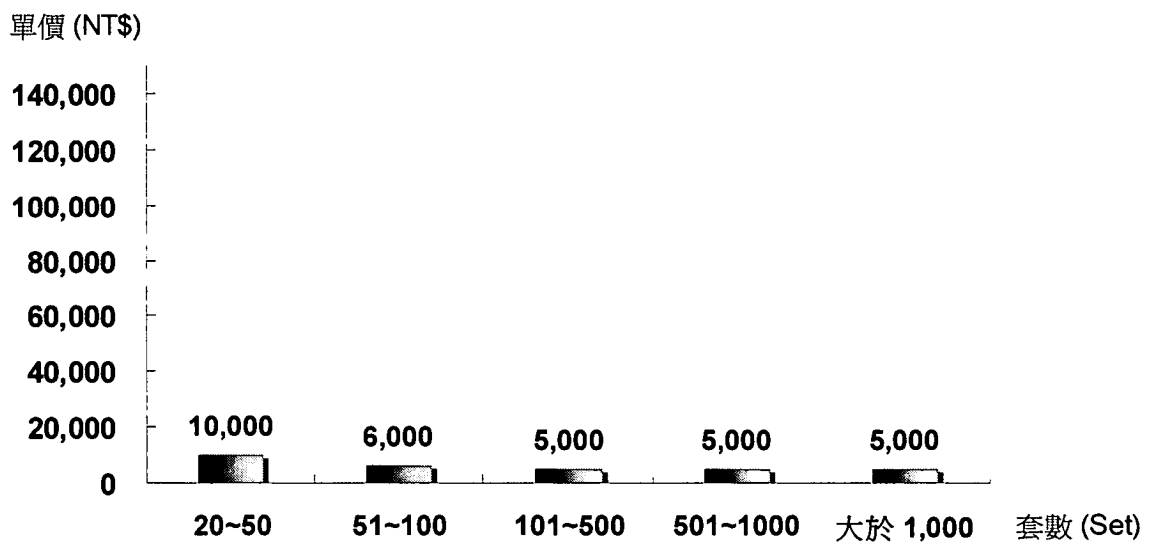


圖 6.3.2-9 價格估算表 (間接費)

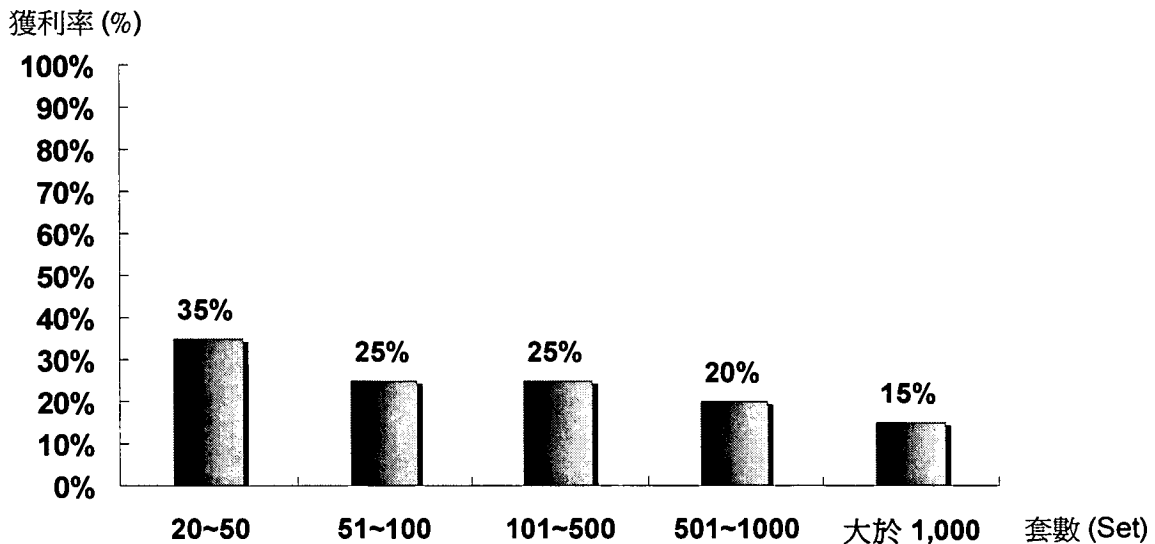


圖 6.3.2-10 獲利估算表

6.3.3 智慧財產權

有關微波雷達偵測器在國內交通上的運用上剛起步，但無論就國外或目前功能展示型之微波偵測器結構，設計之方式皆以 FM CW 技術為主體，因它具體積小、功率小、價格低種種優點前面已提及，由於 FM CW 原理在一般雷達書籍上皆有介紹，但實品的設計架構方式卻有很多種類，目前查到相關的美國專利有三個，其專利號碼為：US 6693557 B2(日期為 2004 年 2 月 17 日)、US 6556916 B2 (日期為 2003 年 4 月 29 日)、4700191 (日期為 1987 年 10 月 13 日)。

然功能展示型之微波偵測器的設計目前除頻段與國外有偏差外，微波電路、中頻電路、機構設計等都與現型國外產品不同，應無侵犯國外智慧財產權之顧慮。

在第八章中將介紹本研究的微波雷達偵測器之研發，其中硬體部分的智慧財產權係屬協力廠商所有，而軟體部分則已公開於本研究報告中，無智慧財產權之問題。

6.4 主動式及被動式紅外線偵測器

紅外線車輛偵測器可以分成兩種：主動式紅外線車輛偵測器與被動式紅外線車輛偵測器，本章節將針對此兩項技術分析研究。

6.4.1 技術分析

可見光的波長介於 350nm 至 750nm，最短的波長為紫色，最長的波長為紅色，一般而言，可見光的透視性較差。紅外光的波長高於紅色光 750nm(775nm 至 1500nm)，由於人眼看不到紅外光，所以被稱人眼所能辨識的紅光之外的一種光線--紅外光。紅外線偵測器是利用能偵測物體表面紅外線輻射變化的感測元件，並將接收到的輻射紅外線強度轉換成電能 W ，電能 W 強度可由下列的史特凡-波茲曼定律 (Stefan-Boltzmann Law) 表示：

$$W = \sigma \epsilon T^4$$

(where σ = Boltzmann's constant, ϵ = emissivity of the object, T = absolute temperature of the object)

紅外線車輛偵測器的產品可以分成主動式與被動式兩種：主動式紅外線車輛偵測器利用發光二極體或雷射二極體發射紅外線至所要感測的區域，所發射出的紅外線能量經由路面與經過車輛的反射，經由鏡頭聚焦後，再利用一維或二維的矩陣式感光元件接收，偵測反射能量的差異以偵測車輛。一維陣列最常被採用，可以偵測車輛的存在、車速與佔有率等資料，二維陣列則可測得車輛的二維影像資訊，利用影像處理技術偵測車流或是辨識的資料，此種方式除影像資料擷取技術與影像式車輛偵測器不同外，基本上等於利用紅外線感測器達到類似 CCD 擷取影像的目的，只不過利用二維陣列紅外線感測器的成本會比用 CCD 高出許多，因此一般紅外線感測器都是以一維的方式設計，這也大幅限制紅外線感測器的應用，例如：無法做車種的辨識與分類。

被動式紅外線車輛偵測器是由紅外光感測陣列接收物體本身發出之遠紅外光，物體所發出之紅外光強度係本身溫度強弱而產生強弱變化，當車輛行進時，其引擎、輪胎磨擦及廢氣等不同於路面溫度，偵

測器便利用紅外光強度不同判斷車輛之通過，取得車流量、速度等資料，但是車體各部溫度並不相同，故車長、佔有率量測能力較差，而且感測的溫度會隨著季節與日夜溫差的變化而有所不同，因此要在室外溫差變化的環境底下達到準確的偵測效果是比較困難的，這是被動式紅外線車輛偵測器的一些缺點。同樣的，被動式紅外線車輛偵測器也無法做車種的辨識與分類。

至於被動式紅外線車輛偵測器與主動式紅外線車輛偵測器的比較，它有下列三項優點：

- 一、被動式紅外線車輛偵測器不需依靠紅外線模組發射紅外線。
- 二、組成機構簡單，而且省電。
- 三、可以藉由支架架設於路旁，架設與維修比主動式紅外線車輛偵測器方便。

一般而言，進入紅外線感測器的能量大小與偵測物體及路面的溫度差有關，對於紅外線車輛偵測器的溫度差的影響因素主要有兩方面因素：

- 一、車輛與道路表面的熱能吸收率與熱容量；
- 二、車輛發熱的位置，例如輪胎和引擎。

對於車輛與道路表面的溫度差，可能會因為白天或是夜晚的改變而不同，通常在白天車輛的溫度會比路面溫度低，晚上則是路面溫度比車輛表面的溫度還低，不同的天候也會影響車輛與路面之間的溫度差，因此紅外線車輛偵測器的設計，必須將不同天候的因素考量在內，加上紅外線車輛偵測器只能偵測車輛是否出現(經過)，所以只能用來作為車輛計算或近一步的道路壓佔偵測，無法用來辨識各類車種與機車，而其對於臺灣而言，機車是重要的代步工具，所以機車的偵測是重要的本土化技術。

一般紅外線車輛偵測器的技術大致可以歸納成表 6.4.1-1。

表 6.4.1-1 紅外線車輛偵測器技術概述

偵測參數	車輛計數、壓佔、車速
偵測範圍	一個偵測器偵測一個車道
操作溫度範圍	-40°C ~ +70°C

6.4.2 產品化分析

目前國內、外對紅外線偵測器的應用主要是安全器材市場，主要是用來作為全天候區域安全偵測的利器，目前這方面的技術與市場由日本的產品佔優勢，但是隨著臺灣紅外線偵測器技術的逐漸成熟，日本相關產品的佔有率逐年下降，而臺灣的產品在國際上也逐漸開拓起來。不過作為安全偵測的紅外線大多針對近距離與室內環境的偵測為主，對於車輛偵測器如此遠距且能全天候偵測的特性需求，在原有的紅外線偵測技術上而言，是一項新的研究目標，因此，短時間內國內不易達到功能穩定良好的紅外線偵測器技術，對於需要投入的研究人力與經費也不易評估。

目前國外現有的紅外線偵測器價格如表 6.4.2-1 所示。

表 6.4.2-1 紅外線偵測器價格表

主動式紅外線車輛偵測器 (單一車道)	~ 45,000 NTD
被動式紅外線車輛偵測器 (單一車道)	~ 15,000 NTD

由於紅外線偵測器對於車輛與道路表面的溫度差異，會因為白天、夜晚、天候或是季節的改變而不同，因此紅外線車輛偵測器的設計，必須將不同天候的因素考量在內，對於臺灣氣候多變與溫差多變的因素，加上紅外線車輛偵測器只能偵測車輛是否出現(經過)，所以只能用來偵測車輛計數、壓佔，如果利用連續間隔架設的紅外線偵測器，則可以進一步偵測車速參數。但是由於無法由紅外線的偵測量來辨識各類車種與機車，所以無法做車輛辨識，對於臺灣而言，機車是重要

的代步工具，所以機車的偵測是重要的技術，相對的，對於適用於臺灣的車輛偵測技術而言，須要能在車陣中正確的偵測與辨識各式車種，以達到各項參數的偵測目的，也是一項嚴酷的挑戰。此外，無論主動或是被動的紅外線偵測器都只能一個偵測器偵測一個車道，所以針對多車道的偵測時，必須每一個車道都架設一套，施工與後續維修都會是一項值得重視的課題。若國內的技術在紅外線偵測元件與系統設計技術有所突破，解決偵測距離、外在雜訊干擾與偵測物件辨識的問題，紅外線偵測器亦為一可行的研發產品。

第七章 影像式車輛偵測器

7.1 軟硬體技術說明、成果說明

影像式車輛偵測器之基本架構如圖 7.1-1 所示：

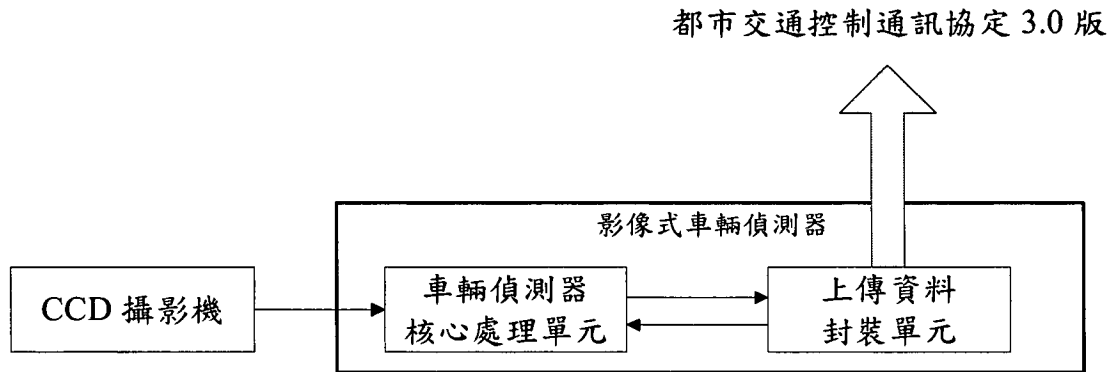


圖 7.1-1 影像式車輛偵測器架構圖

CCD 攝影機負責擷取即時之彩色影像，透過影像擷取卡做類比數位的轉換，數位影像資料再輸入至車輛偵測器核心處理單元，處理各項交通參數的計算。

各項數據之即時資料則透過上傳資料封裝單元，將資料封裝成符合都市交通控制通訊協定 3.0 版本的資料格式，包括資料輸出、資料輸入，與交控中心作資料的交換。

7.1.1 影像式車輛偵測器硬體平台

本研究所研發之影像式車輛偵測器硬體平台由下列元件組合而成，其詳細規格說明如下。

一、TS-730H CCD 彩色攝影機

攝影機外觀如圖 7.1.1-1 所示。相關規格如下：

- Scanning system of NTSC and PAL
- 1/3" Sony Interline transfer Hyper HAD CCD image sensor
- Picture element of 768(H) X494(V) for NTSC and 752 X582 for PAL
- Horizontal resolution of 480 TV lines
- Minimum illumination of 0.5 lux and F=1.2 AGC on
- S/N ratio more than 52 dB
- RS-232C communication interface
- Electronic iris or optional auto iris lens
- Communication speed of 9600 bps

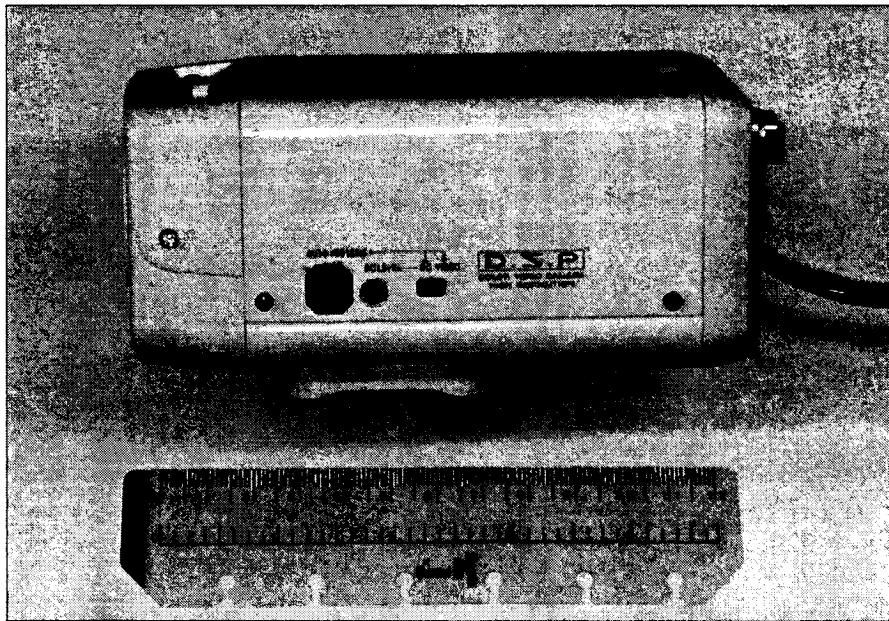


圖 7.1.1-1 TS-730H CCD 彩色攝影機

(資料來源：<http://en.asmag.com/product/content.php?id=683>)

二、Tokina TVR0616 手動調整鏡頭

搭配 TS-730H CCD 攝影機之鏡頭為 Tokina TVR0616，如圖 7.1.1-2 所示。相關規格資訊如圖 7.1.1-3 所示。

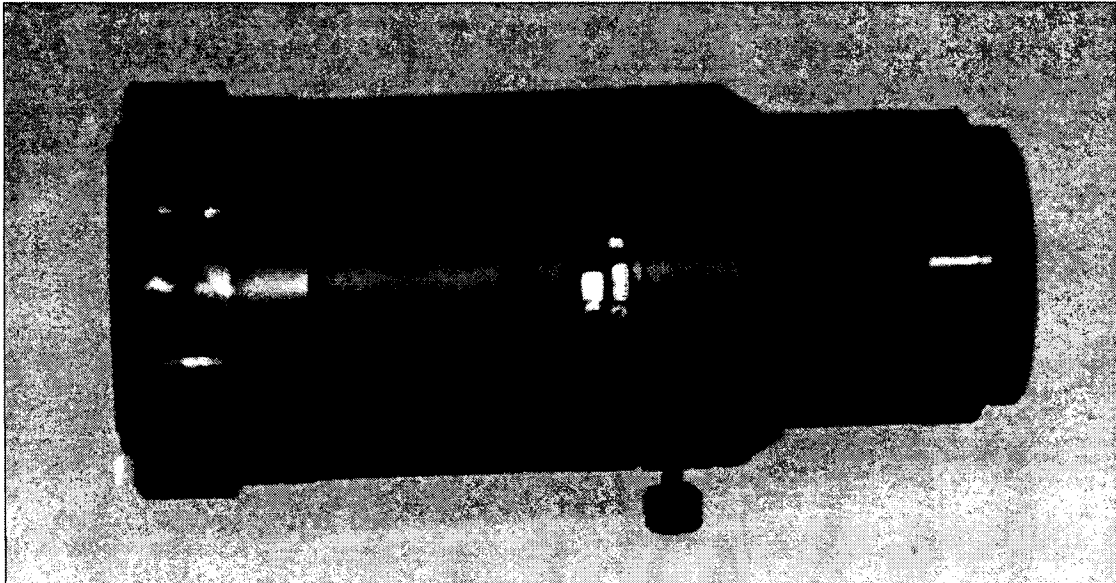


圖 7.1.1-2 Tokina TVR0616 鏡頭

TVR0616 f = 6-60mm F 1.4 MANUAL IRIS

SPECIFICATION

MODEL NUMBER		TVR0616	
IMAGE FORMAT		1/3inch	
FOCAL LENGTH		6-60mm	
MAXIMUM APERTURE		F1.6	
APERTURE RANGE		F1.6-C	
M.O.D.		0.1m(W) 1.0m (T)	
ANGLE OF VIEW	DIAGONAL	W54.39°	T5.89°
	HORIZONTAL	W43.62°	T4.73°
	VERTICAL	W32.73°	T3.55°
DIMENSIONS		D35.0×L74.0	
WEIGHT		95g	
OPERATING TEMPERATURE RANGE		-10°C~45°C	
OPERATING HUMIDITY RANGE		30%~70%	
MOUNT		CS	

圖 7.1.1-3 Tokina TVR0616 鏡頭規格

(資料來源：<http://www.sourcesecurity.com/model/images/tvr0616.pdf>)

三、工業級電腦平台

此一平台包括一台工業級電腦以及一高速影像擷取卡。工業級電腦平台如圖 7.1.1-4 所示，其規格如下：

- CPU : Pentium(R) 4 3.20GHz
- RAM : 512MB
- Microsoft Windows XP Professional Version 2002 Service Pack 2

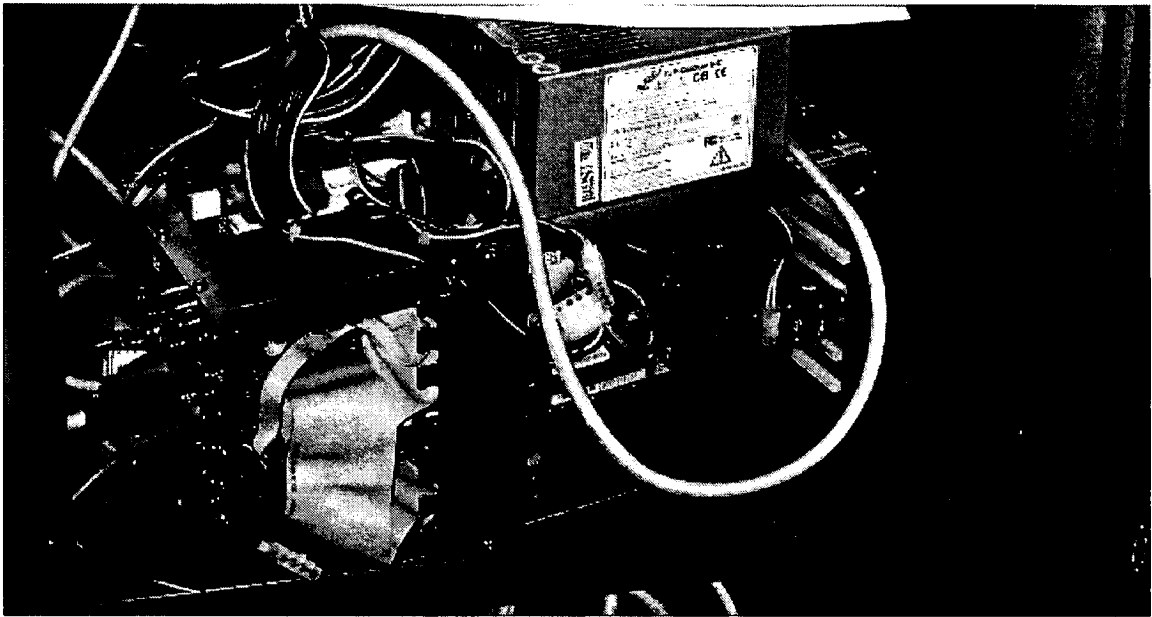


圖 7.1.1-4 工業級電腦平台

四、影像擷取卡

高速影像擷取卡，ADLink - RTV24，如圖 7.1.1-5 所示，規格如下：

- Four color video digitizers operating in parallel
- Up to 120fps in 32-bit, 33/66MHz PCI bus
- Color (PAL / NTSC), monochrome (CCIR / EIA) camera
- Up to 16 channels extension
- On-board TTL I/O lines
- Built-in watchdog timer
- Protection circuit for security issue

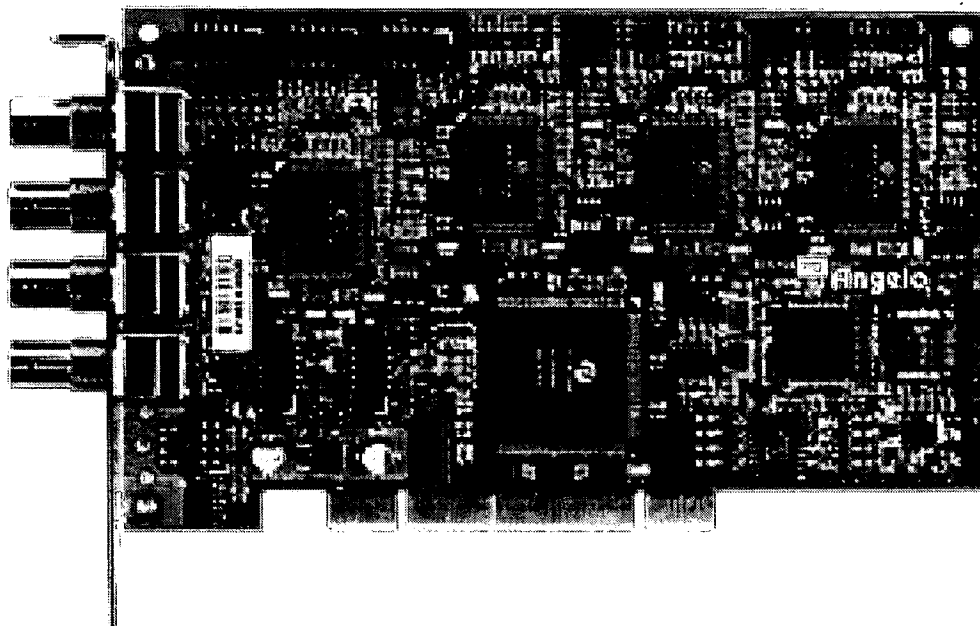


圖 7.1.1-5 RTV-24 高速影像擷取卡

(資料來源：http://www.adlinktech.com/PD/big5/PD_detail.php?cKind=FN&pid=247&seq=3&id=6&sid=37)

7.1.2 影像式車輛軟體架構

本研究所研發之影像式車輛偵測器雛型，其影像處理軟體架構如圖 7.1.2-1 所示，共分為下列步驟：

- 一、 即時彩色背景擷取
- 二、 即時移動物體偵測
- 三、 即時多車輛追蹤

詳細說明如後。

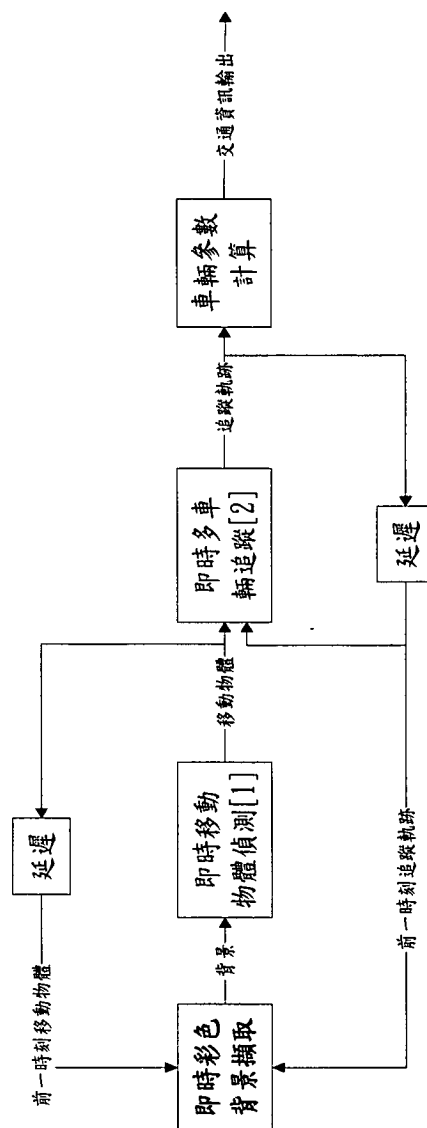


圖 7.1.2-1 影像處理軟體架構圖¹

¹國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

7.1.2.1 即時彩色背景擷取

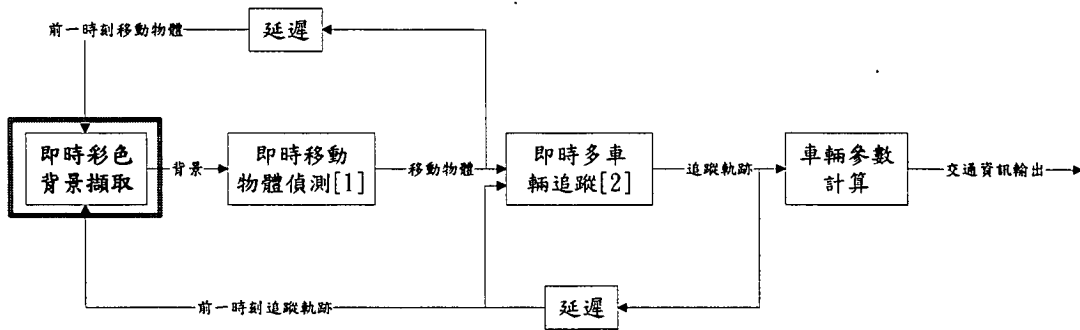


圖 7.1.2.1-1 即時彩色背景擷取程序圖²

即時彩色背景擷取共分為兩個主要工作：

1. 初始背景擷取
2. 動態背景更新

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、電荷耦合元件 (Charge Coupled Device: CCD) 的電子快門 (Automatic Electric Shutter: AES) 和背光補償 (Back Light Compensation: BLC) 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。

即時影像背景擷取主要是利用統計上，背景區域在連續影像中出現機率，較移動物體的區域高，因此，此技術在初始時，會利用色彩聚類的技術，將每張連續影像中，每個圖素的顏色動態分類，並對每個圖素的每個顏色類別統計其出現過的次數，當統計了一定數量的影像以後，便開始針對每個圖素的顏色類別進行收斂，而當所有圖素的顏色類別都收斂完畢之後，背景也就得到了。

然而，如果此背景資訊是被即時移動物體偵測技術來分離移動物體與背景，那此背景還必須包含動態更新的功能，這樣才能適應光線、天候、CCD 的 AES 和 BLC 變化的影響。對光線與天候這兩種自然現象而言，其影響影像色彩的速度較慢，且影響的程度較小，因此利

²國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

用偵測到的移動物體資訊回授來更新背景便已經足夠了，然而，對於 AES 和 BLC 這兩種相機功能而言，其影響影像色彩的速度非常快，而且影響程度甚劇，因此，適當的選取更新的速度才能讓每個時刻的背景都能是最佳的。

對於即時多車輛追蹤技術而言，必須還要有背景補償技術，才能將一開始就收斂錯的背景資訊，動態地回覆為正確的背景，而一開始就會收斂錯的背景，通常是因為在擷取初始背景的時候，有車輛停靠在路邊，使得收斂時把此停靠在路邊的車子當作背景，如果此車輛在之後開走了，那原本此車輛停靠的區域，就會一直被判斷為移動物體，因此，為了要修正這樣的現象，本研究把車輛追蹤的資訊回授來分析，如此便能解決一開始背景收斂錯誤的問題。

1. 初始背景擷取

即時彩色背景擷技術，對於連續影像的輸入，主要是獲得初始的彩色背景影像，而當獲得彩色背景影像後，會利用即時移動物體偵測所獲得的移動物體資訊，來動態更新背景，最後還會利用即時多車輛追蹤所獲得的車輛追蹤軌跡，來補償背景。

將輸入的第一張影像作為每一個圖素顏色類別的第一類，之後利用絕對差值和 (Sum of Absolute Difference: SAD) 計算每一圖素的每一顏色類別與目前輸入影像的圖素的差異；如果差異大，則為此顏色建立新的類別，反之，則將此圖素歸類為”已知”類別，並更新顏色資訊，如此反覆進行，直到每一個圖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，每一個圖素出現機率最大的類別的機率值會有不同，因此，須要訂定一個動態臨界值 TH2 來因應各種可能的狀況。整個背景收斂的判斷如式 7-1 所示。

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{收斂類別顏色為背景} & \text{背景尚未收斂且最大出現機率類別的出現機率大於 TH2,} \\ \text{不做事} & \text{其他} \end{array} \right.$$

式 7-1

此即時彩色背景收斂方法，可在原始影像有移動物體的情況下，仍能成功地將背景收斂，如圖 7.1.2.1-2 所示。

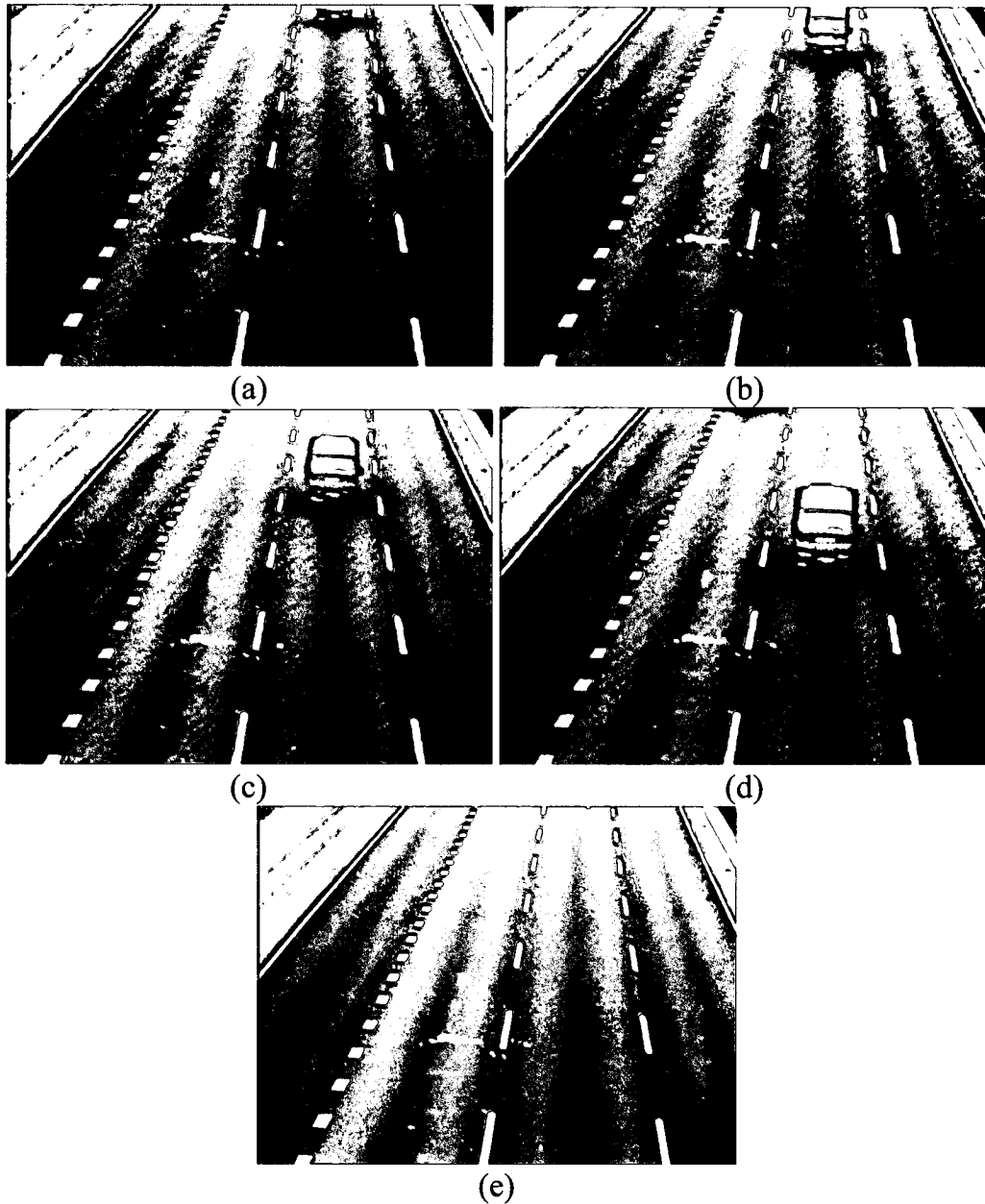


圖 7.1.2.1-2 初始彩色背景擷取³

(a) 第 1 張原始影像；(b) 第 16 張原始影像；(c) 第 31 張原始影像；
(d) 第 46 張原始影像；(e) 最終收斂的背景(第 65 張)

2. 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該對那些區域做背景更新的動作，而更新的方式如式 7-2 所示：

³國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{背景} = \frac{(n-1) \times \text{背景} + \text{目前影像}}{n} \\ \text{不做事} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{若此區域不為移動物體,} \\ \text{其他} \end{array} \quad \text{式 7-2}$$

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 AES 和 BLC 的功能影響，因此， n 的設定，必須要權衡這兩個情況。

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：

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

如果一個移動物體的追蹤資訊滿足上述的三個條件，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。

這裡我們針對一段從傍晚到晚上的，背景有十分明顯變化的測試影像，來作背景更新的實驗。圖 7.1.2.1-3 之連續影像是位於新竹市光復路與學府路交叉口，光復路方向，時間為六點半到七點，總共 54000 張影像，圖中間隔為 6000 張。圖中可以觀察到，圖 7.1.2.1-3 (a) 至 (i) 天色漸暗，同時，燈光造成的光影亦出現於道路表面上。圖 7.1.2.1-3 (a) 為本測試初始之背景圖像。



(a)

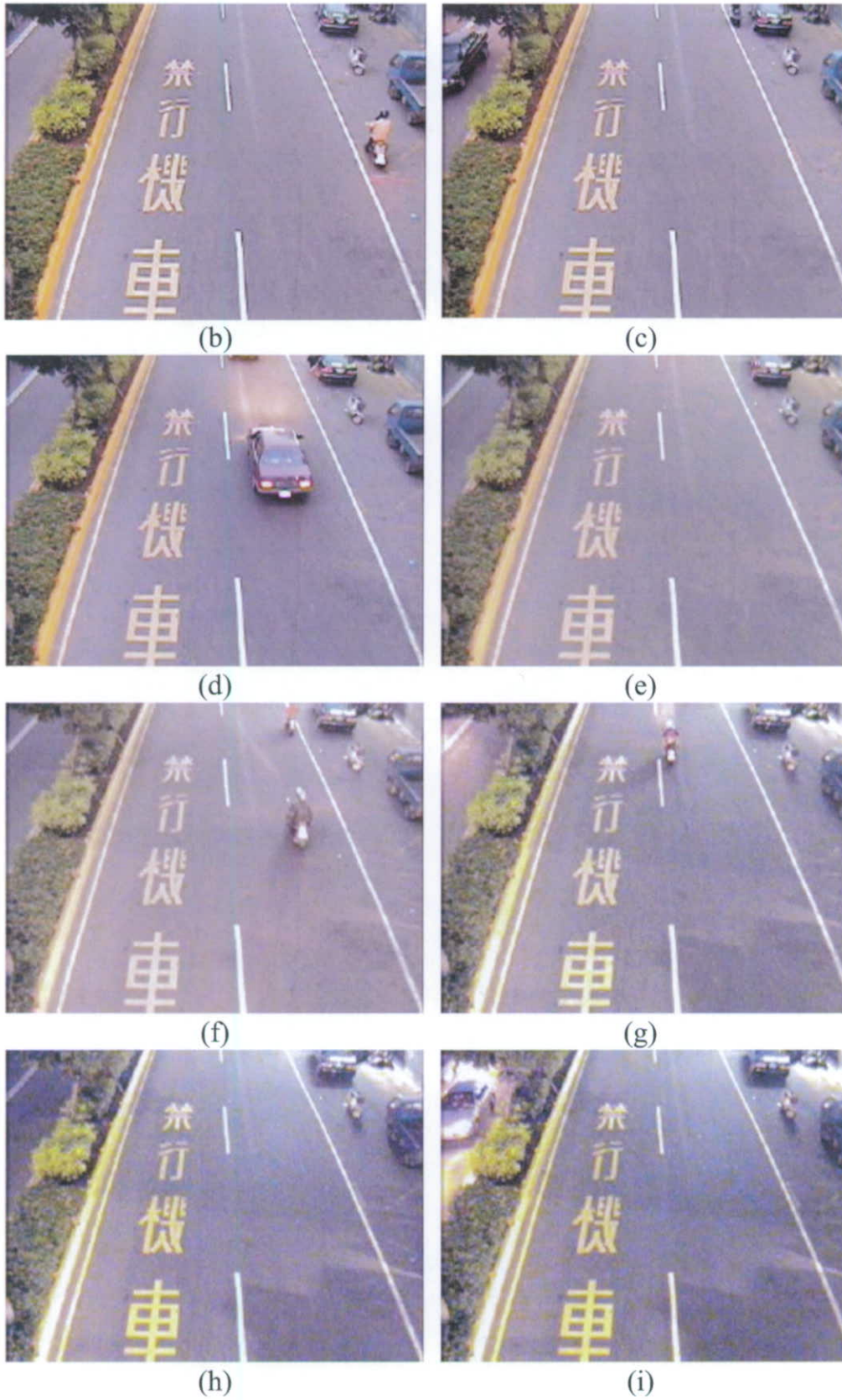


圖 7.1.2.1-3 長時間光線變化影像⁴

⁴國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

- (a)第 1 張原始影像,
(b)第 6000 張原始影像, (c)第 12000 張原始影像,
(d)第 18000 張原始影像, (e)第 24000 張原始影像,
(f)第 30000 張原始影像, (g)第 36000 張原始影像,
(h)第 42000 張原始影像, (i)第 48000 張原始影像

圖 7.1.2.1-4 表示圖 7.1.2.1-3 的連續影像下，使用前述方法所得到背景更新結果。(a)為第 1 張影像輸入時之背景影像；(b)第 6000 張影像時更新後之背景；(c)第 12000 張影像時更新後之背景；(d)第 18000 張影像時更新後之背景；(e)第 24000 張影像時更新後之背景；(f)第 30000 張影像時更新後之背景；(g)第 36000 張影像時更新後之背景；(h)第 42000 張影像時更新後之背景；(i)第 48000 張影像時更新後之背景。



(a)



(b)



(c)

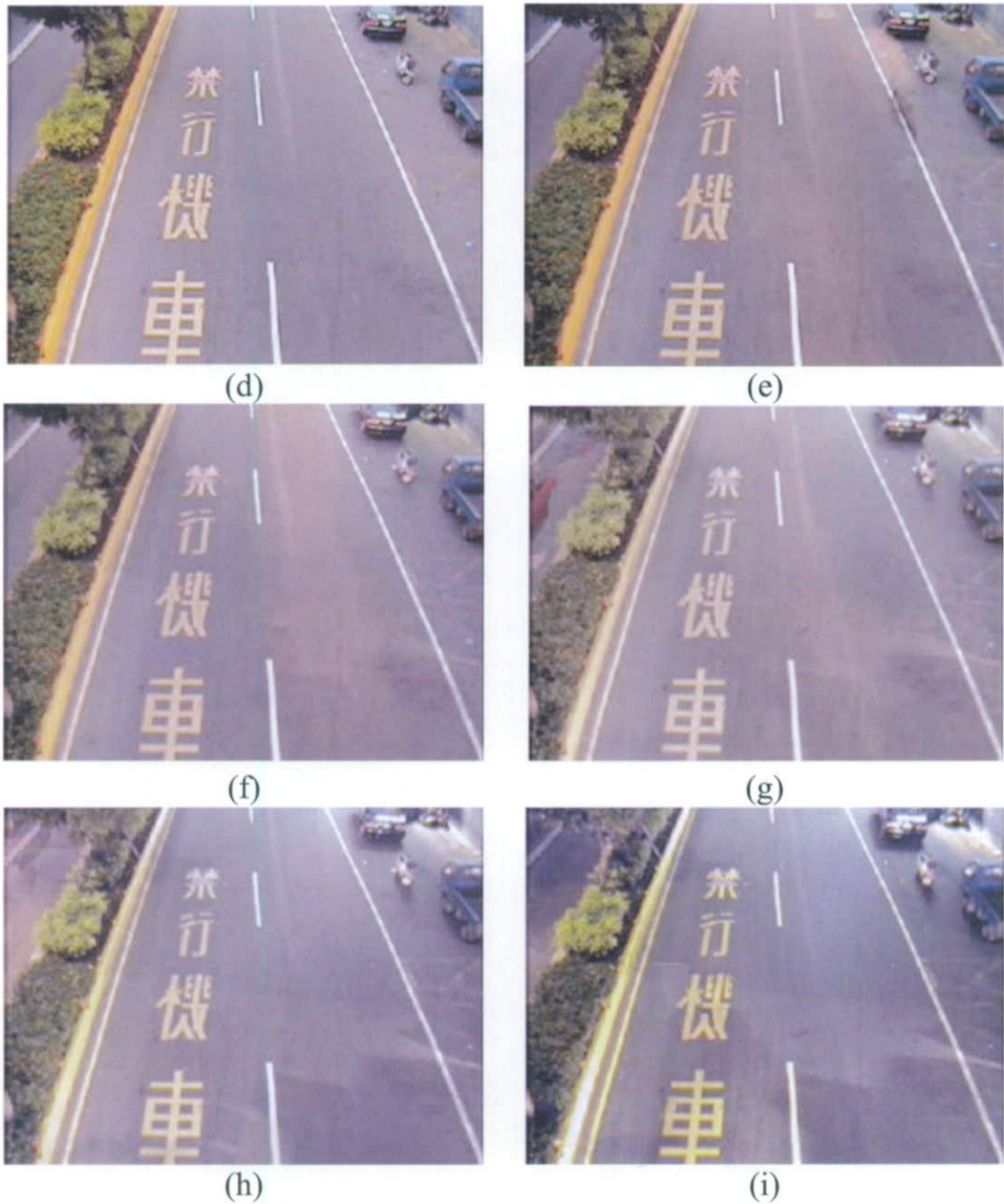


圖 7.1.2.1-4 長時間光線變化下，所更新的背景影像⁵

- (a) 第 1 張原始背景,
 (b)第 6000 張之背景影像, (c)第 12000 張之背景影像,
 (d)第 18000 張之背景影像, (e)第 24000 張之背景影像,
 (f)第 30000 張之背景影像, (g)第 36000 張之背景影像,
 (h)第 42000 張之背景影像, (i)第 48000 張之背景影像

⁵國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



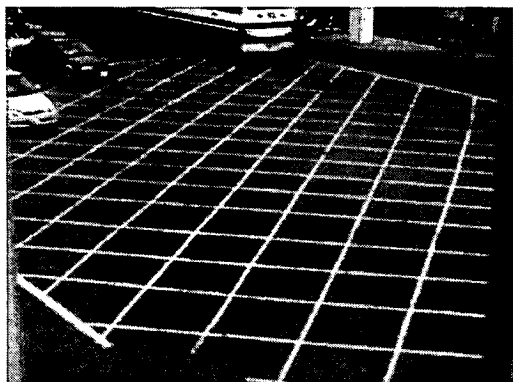
(f)



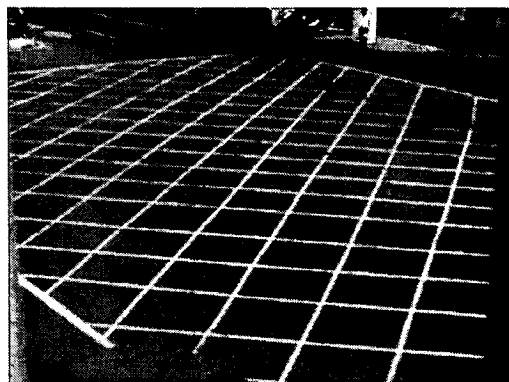
(g)



(h)



(i)



(j)

圖 7.1.2.1-5 十字路口，背景影像擷取結果⁶

(a) 第 500 張影像，(b)第 500 張之背景影像，
(c)第 1000 張影像，(d)第 1000 張之背景影像，
(e)第 2000 張影像，(f)第 2000 張之背景影像，
(g)第 3000 張影像，(h)第 3000 張之背景影像，
(i)第 4000 張影像，(j)第 4000 張之背景影像



(a)



(b)



(c)



(d)

⁶國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

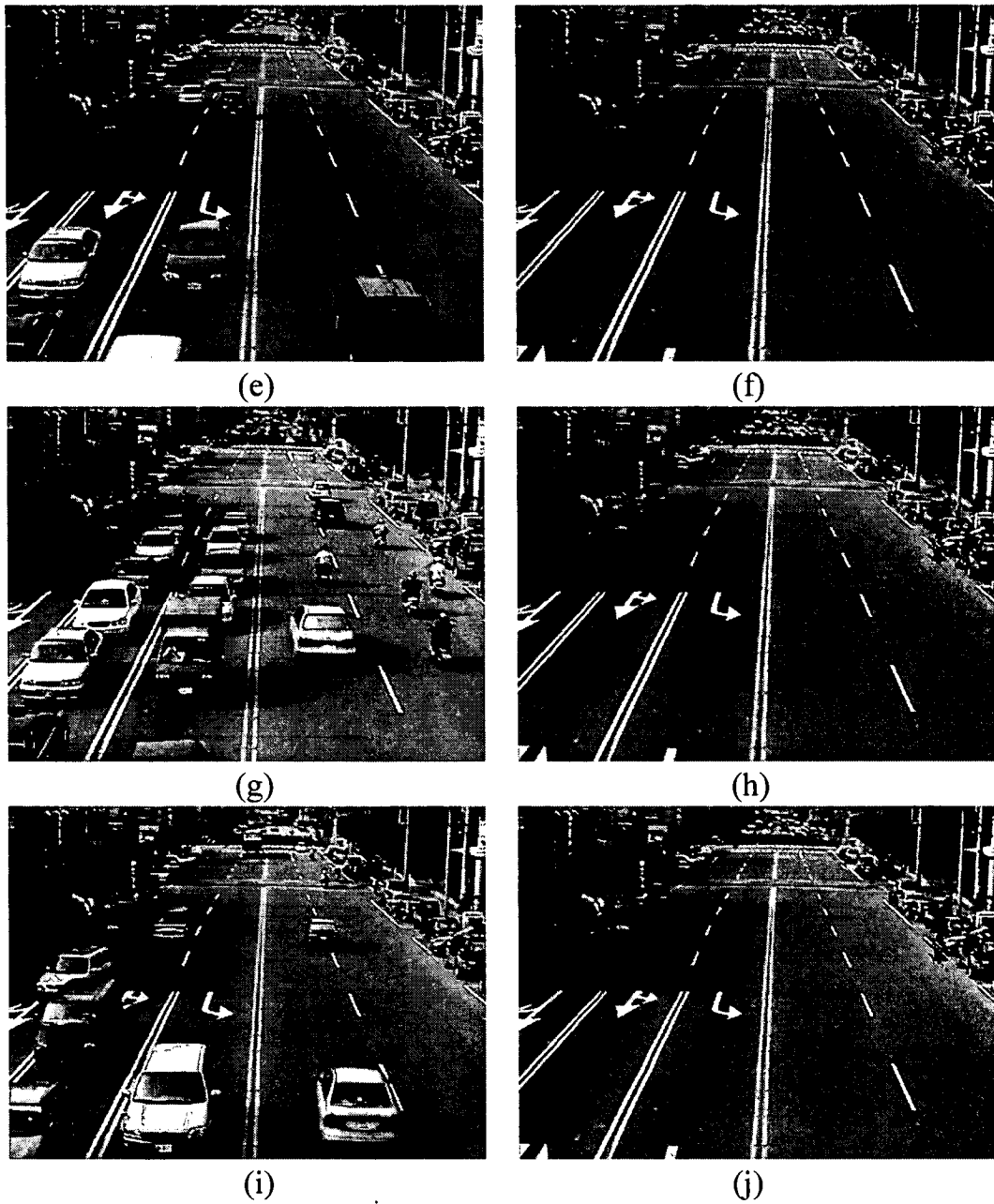


圖 7.1.2.1-6 雙向道路背景影像擷取結果⁷

(a) 第 500 張影像，(b)第 500 張之背景影像，
(c)第 1000 張影像，(d)第 1000 張之背景影像，
(e)第 2000 張影像，(f)第 2000 張之背景影像，
(g)第 3000 張影像，(h)第 3000 張之背景影像，
(i)第 4000 張影像，(j)第 4000 張之背景影像。

⁷國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

小結：

在此即時彩色影像擷取技術中，本研究提出了針對背景擷取的方法，以機率選取模式做為輔助，有效並快速的獲得背景影像。而隨著時間或光線的改變，本研究所拍攝到的影像也將會出現變化，此時，本研究之前所收斂到的背景，若還是維持原狀的話，將會使後續的處理產生錯誤，因此會再執行針對非移動物體的像素，進行背景的更新，並利用數個決策方式，避免讓忽然停止的移動物體收斂為背景，使得彩色背景擷取技術更趨完整。

7.1.2.2 即時移動車輛偵測

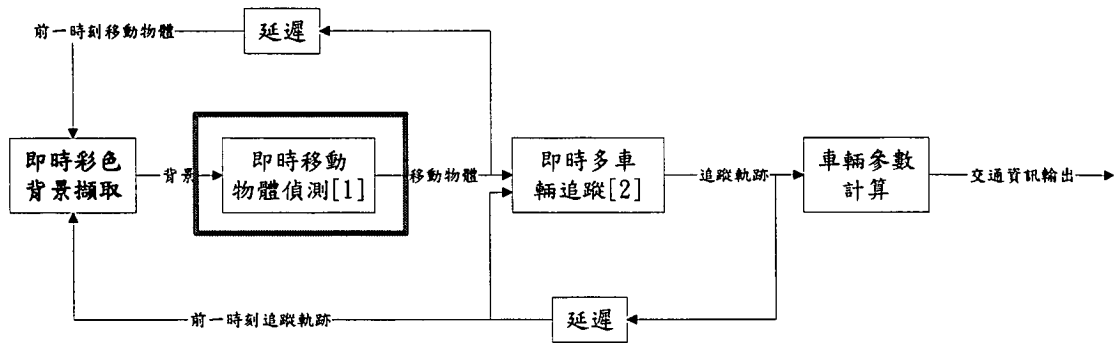


圖 7.1.2.2-1 即時移動物體偵測程序圖⁸

即時移動車輛偵測共分為兩個主要工作：

1. 移動車輛粹取
2. 陰影去除

即時移動物體偵測是用影像處理技術，動態地在連續影像中，將移動物體與背景快速的區分開來。此技術利用了即時背景擷取技術，因此能夠在不同的外在環境條件下，如光線、天候等顏色變化的影響，也可以正確的把移動物體偵測到。然而，目前背景擷取技術是針對長時間下如何不受緩慢且變化小的顏色影響下擷取背景，並不會針對短暫且變化大的情況有所反應，如電荷耦合元件 (Charge Coupled Device: CCD) 的電子快門 (Automatic Electric Shutter: AES) 和背光補償 (Back Light Compensation: BLC)等對影像顏色變化的影響，因此，本技術也包含了修正此現象的演算法。另外，為了讓分離出來的移動物體不受陰影的影響，本技術還提出了陰影消除的演算法。

即時移動物體偵測的技術，在以電腦視覺為主的智慧型傳輸系統 (Intelligent Transportation System: ITS) 中使用得非常廣泛，如車輛偵測、行人偵測、障礙物偵測等。以電腦視覺為主的移動物體偵測技術，有著方便架設、正確性高，且穩定等優點。

即時移動物體偵測的技術，是利用即時彩色背景擷取所獲得的背

⁸國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

景與目前影像相減後的差值來判斷，如果差值大，則表示此為移動物體，反之，則表示為背景，也就是只需要一個臨界值，便能將移動物體偵測出來。然而，對於受到 AES 或 BLC 影響的影像而言，幾乎整張影像與背景相減後的差值都很大，也就是整張影像都會被判斷為移動物體，這樣會造成錯誤偵測的情形，因此，必須利用被 AES 或 BLC 影響後的差值，在統計上有最大值的特性，將臨界值動態給定，如此，便能順利的克服此影響。

對於偵測的移動物體而言，前述的方法已經足夠了，然而，如果此移動物體將會被拿來做為物件追蹤，則此偵測出來的移動物體還必須再進行刪除背景的動作。對移動物體而言，陰影被偵測出來是沒有錯的，然而，就車輛追蹤而言，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，本技術提出用陰影的亮度、梯度、與彩度的統計特性，設法將陰影的部分消除。

即時移動物體偵測技術需要即時彩色背景擷取獲得的背景影像作為輸入，經由移動物體偵測處理後，便將移動物體的資訊輸出，做為即時多車輛追蹤的依據。

即時移動物體偵測利用前景與背景的差異，與一動態臨界值的給定來分離移動物體，而獲得移動物體後，會進一步分析與利用影像的亮度、梯度、和彩度來消除陰影，最後還會利用即時多車輛追蹤所獲得的車輛追蹤軌跡，來補償背景。

1. 移動車輛粹取

將每一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，如果某一圖素的絕對差值和大於一動態臨界值 MTH_L 或小於另一動態臨界值 MTH_H ，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如式 7-3 所示。

$$\text{移動物體遮罩} = \begin{cases} 1 & MTH_L < MSAD < MTH_H, \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \text{式 7-3}$$

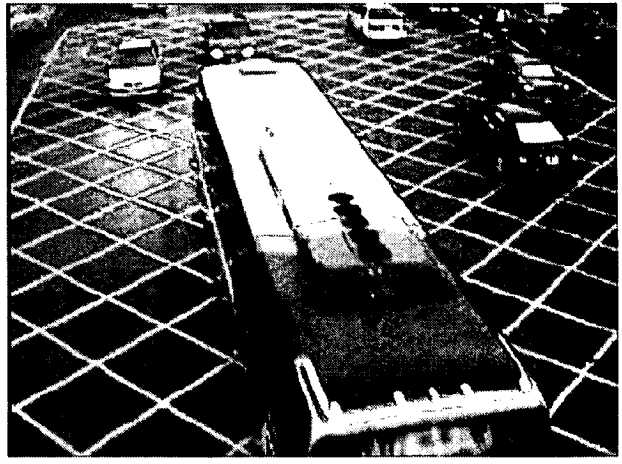
獲得背景圖之後，藉由選擇適當的門檻值，來找出影像中屬

於移動物體的部分；由於光線會對移動物體切割造成誤差，所以用適應性門檻值的選取來解決這個問題。圖 7.1.2.2-2 為 CCD 攝影機經過 AES 調整過後的影像，圖 7.1.2.2-3 則為克服 AES 效應所切割出來的物件。

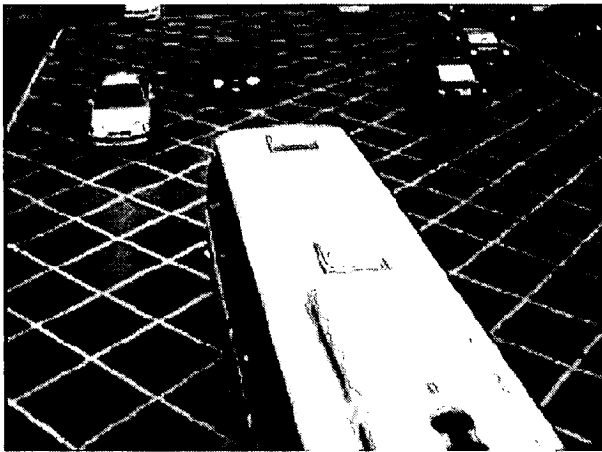
由圖 7.1.2.2-2 可發現，畫面影像的亮度會改變，這個改變會造成物件切割時的困難度，增加切割錯誤率。我們同樣藉由統計學習動態偵測門檻值，作為影像調整的參數，藉以抵消因為 AES 效應所造成的切割困難。



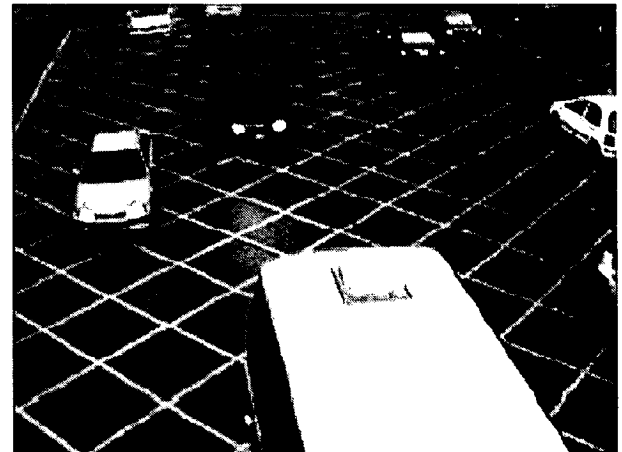
(a)



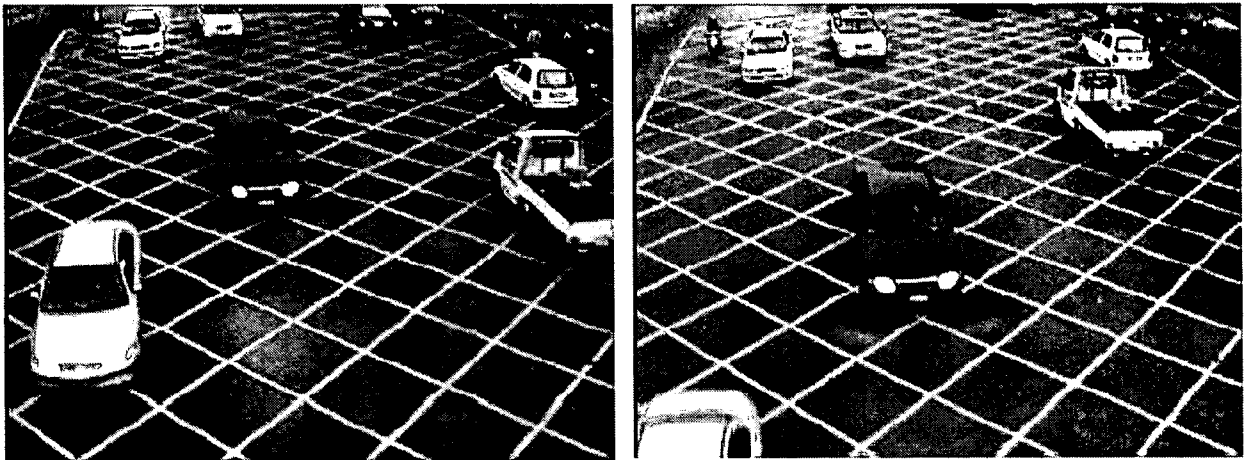
(b)



(c)



(d)



(e)

(f)

圖 7.1.2.2-2 CCD 拍攝之影像 (AES 功能啟動)⁹

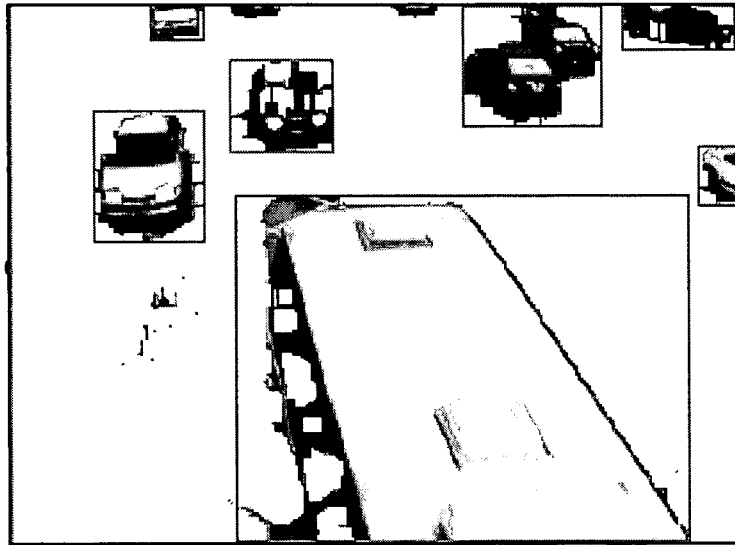
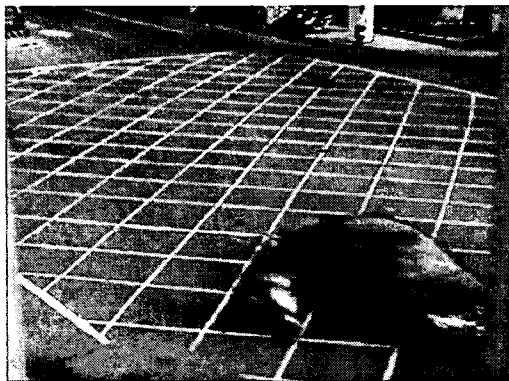
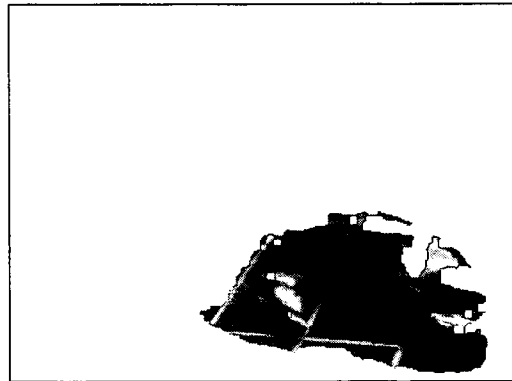


圖 7.1.2.2-3 克服 AES 影響所切割之物件¹⁰

圖 7.1.2.2-4 展示十字路口影像前景物件擷取之結果。



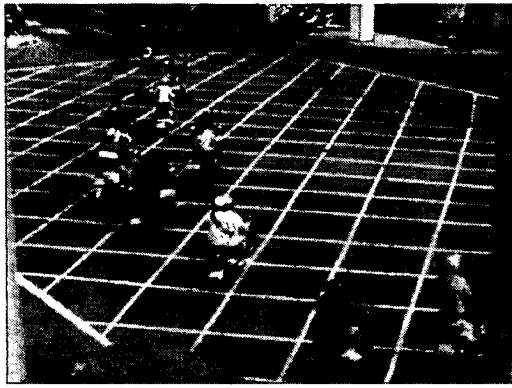
(a)



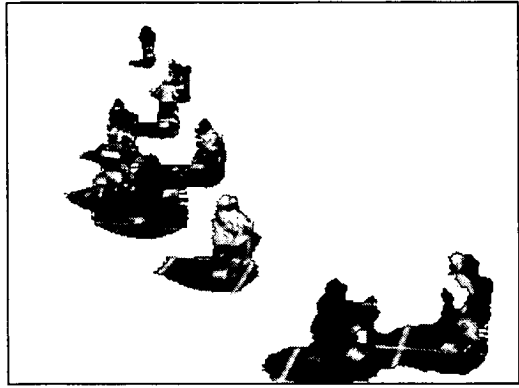
(b)

⁹國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

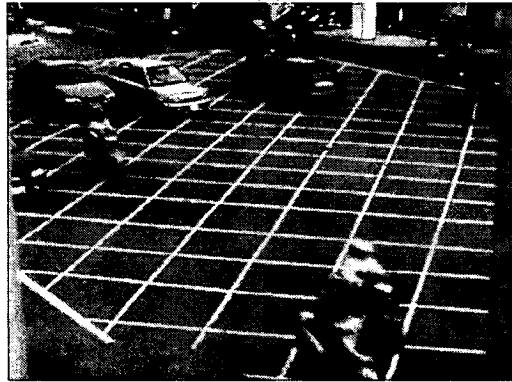
¹⁰國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室



(c)



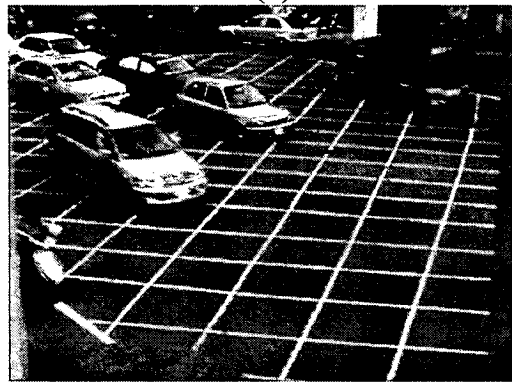
(d)



(e)



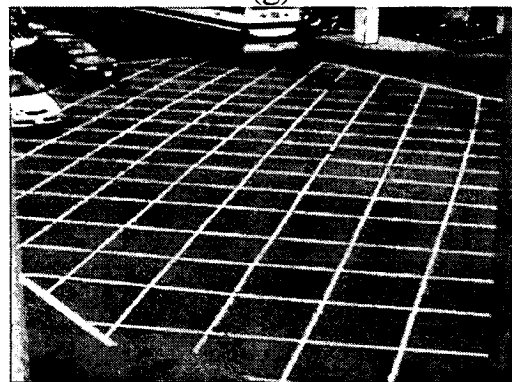
(f)



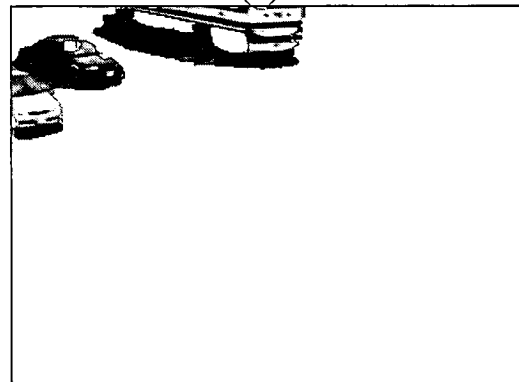
(g)



(h)



(i)



(j)

圖 7.1.2.2-4 十字路口，前景物件擷取結果¹¹

¹¹國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

(a)第 500 張影像，(b)第 500 張之前景影像，
(c)第 1000 張影像，(d)第 1000 張之前景影像，
(e)第 2000 張影像，(f)第 2000 張之前景影像，
(g)第 3000 張影像，(h)第 3000 張之前景影像，
(i)第 4000 張影像，(j)第 4000 張之前景影像。

圖為 7.1.2.2-5 展示雙向道路影像前景物件擷取之結果。



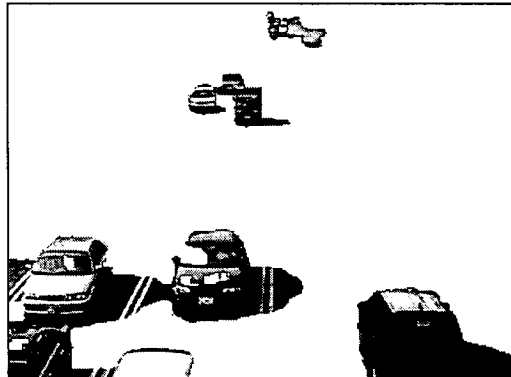
(a)



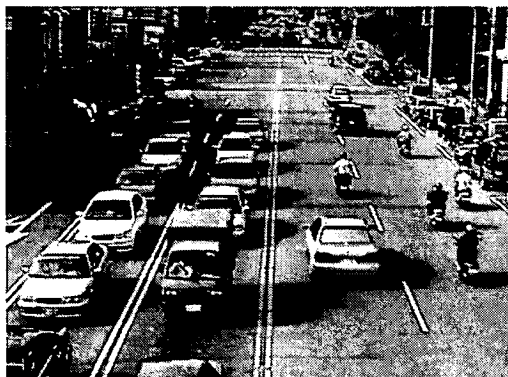
(b)



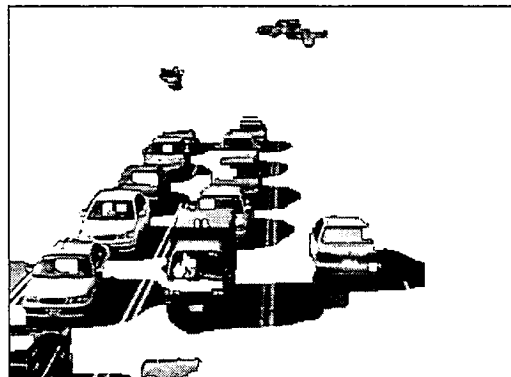
(c)



(d)



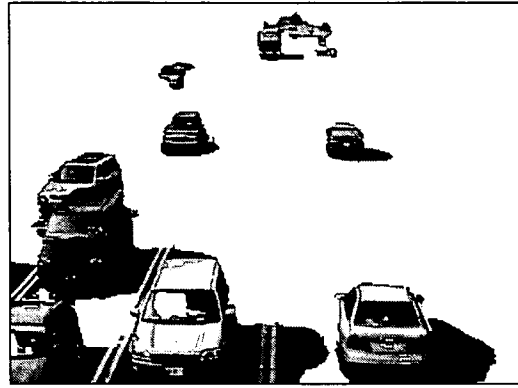
(e)



(f)



(g)



(h)

圖 7.1.2.2-5 雙向道路背景影像擷取結果¹²

(a) 第 500 張影像，(b)第 500 張之背景影像，
(c)第 2000 張影像，(d)第 2000 張之背景影像，
(e)第 3000 張影像，(f)第 3000 張之背景影像，
(g)第 4000 張影像，(h)第 4000 張之背景影像。

2. 陰影去除

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：

- 若亮度太低，則判斷為陰影；
- 若梯度太低，則判斷為陰影；
- 若彩度太低，則判斷為陰影。

經過這三個處理之後，會獲得一個陰影的遮罩，再接著用此遮罩，消除移動物體中的陰影。此陰影消除的方塊圖如圖 7.1.2.2-6 所示。

¹²國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

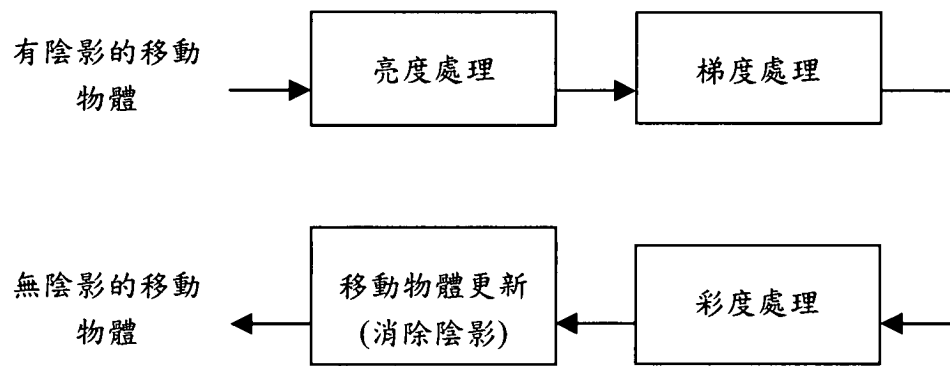


圖 7.1.2.2-6 陰影消除的方塊圖¹³

圖 7.1.2.2-7 中黃色的部份，即表示所偵測到的陰影。而橙色外框表示無陰影偵測的切割成果，可以看出除了車輛本體之外，包含影子的部份，也會被當作是車子的一部份而被切割下來。圖 7.1.2.2-5 下方綠色框的範圍則表示了去除陰影，並且補償之後所切割出來的車輛物件。圖 7.1.2.2-5 中的汽車與機車在原来的切割步驟下，以陰影的部份而連結成同一個物件，藉由陰影去除的演算，兩者可以被清楚的分割出來。

利用背景和前景的差異性，來獲得最主要的移動物件，因為光線狀態方面的變化，會使得顏色資訊改變，我們發展出適應性門檻值的選取方法，來用以對於各種不同的道路影像，不同的光線狀態，仍能有效地切割出移動物體。獲得物件之後，去除陰影來避免移動物件之間，因為陰影問題而造成連接。

¹³國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

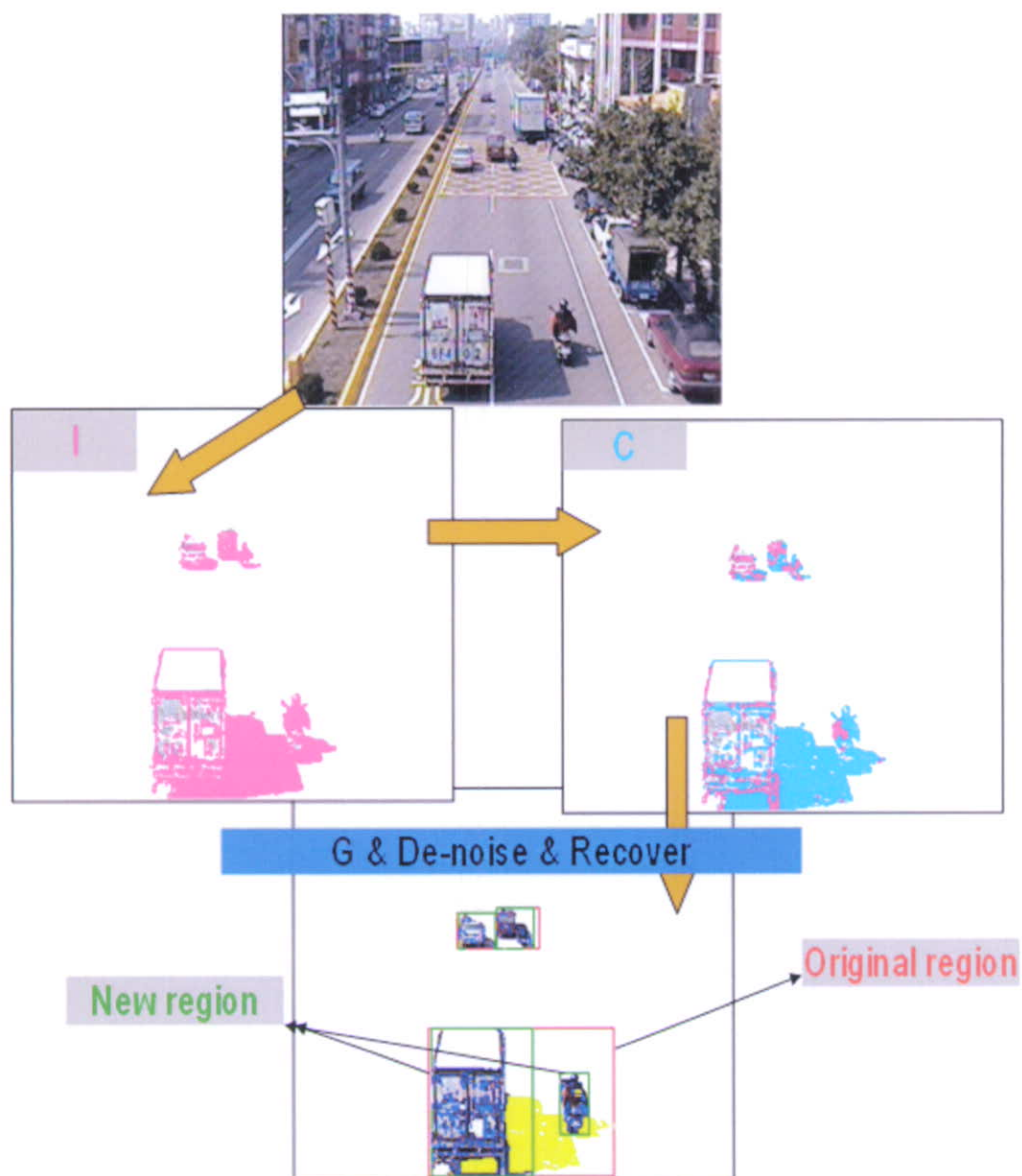


圖 7.1.2.2-7 陰影消除示意圖¹⁴

¹⁴國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

7.1.2.3 即時多車輛追蹤

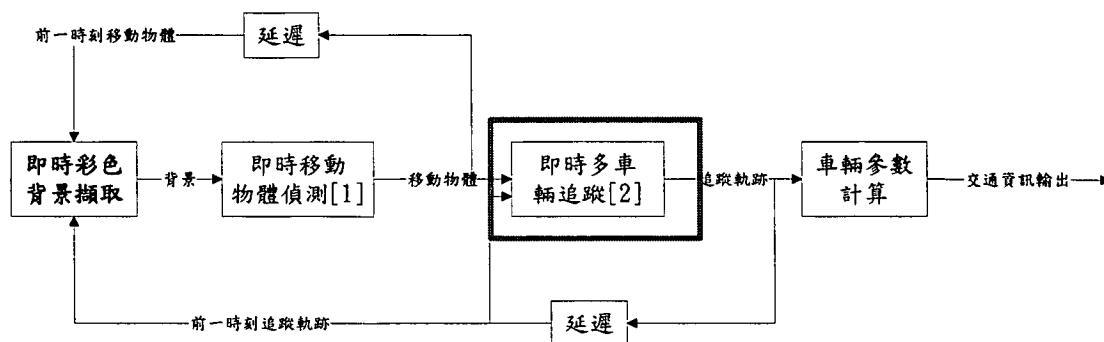


圖 7.1.2.3-1 即時移動物體偵測程序圖¹⁵

即時多車輛追蹤是用即時移動物體偵測所獲得的移動物體資訊，利用連通物件的空間資訊，刪除範圍太大、密度太低、雜訊、寬高比太大、和寬高比太小的物件，之後再利用目前移動物體與前一次車輛追蹤軌跡之間的時空關係，決定是否建立、刪除、延伸、分開或合併車輛追蹤軌跡。另外，有些非車輛的移動物體也必須利用軌跡時空的關係，將這些移動物體刪除。實驗結果中，利用車輛追蹤的資訊，計算車輛行進的方向、各個方向車輛通行的個數、各個方向車輛行進的平均速度和分辨車輛的種類。

即時多車輛追蹤系統在智慧型運輸系統 (Intelligent Transportation System: ITS) 中有相當多的應用，例如自動車輛參數測量(計數、速度、方向和停等)、自動違規偵測(超速、橫跨停止線和任意變換車道等)、自動車輛分類(大小和顏色等)車輛偵測和車輛追蹤。與傳統的方法比起來，本系統有容易架設、成本低、更精確且更穩定的優點。

在獲得即時移動物體偵測輸出的移動物體遮罩後，會利用連通物件標籤的方法將所有 8 連通的物件標示一個唯一的號碼，並產生標籤影像紀錄移動物體遮罩中的每個圖素對應到哪個號碼，有了這個標籤影像，我們便可以知道每個連通物件的質心、範圍、密度、寬高比等數據。

¹⁵國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

利用連通物件標籤後的物件數據，將不可能是車子特性的連通物件移除，例如，刪除範圍太大、密度太低、範圍太小(雜訊)、寬高比太高和寬高比太低的物件，這樣可以有效節省後續追蹤軌跡更新上不必要的計算量。

在物件追蹤部分，利用剩下來的連通物件質心，與前一次的追蹤軌跡的最後節點質心相減，利用距離判斷哪個連通物件與哪個追蹤軌跡是相連的，但是，有了距離資訊還不夠，還必須加上角度的判斷，才能有效的防止不必要的誤判；例如，對面車道的車子有可能因為在錯車的時候，誤判為是目前車道的追蹤軌跡。

即時多車輛追蹤技術利用即時移動物體偵測的結果，也就是移動物體遮罩來當作輸入，並且利用前時刻的追蹤軌跡，做為判斷新追蹤軌跡的依據。

即時多車輛偵測利用連通物件標記法，將 8 連通的移動物體標示為同一個唯一的號碼，並計算每一個連通物件的空間特性數據，進而利用此數據刪除空間上不可能為車輛的移動物件，所剩下來的移動物件，會針對每個前一時刻的追蹤去找最有可能的連結，並且會判斷是否需要分開或合併的處理。

1. 快速連通物件標記

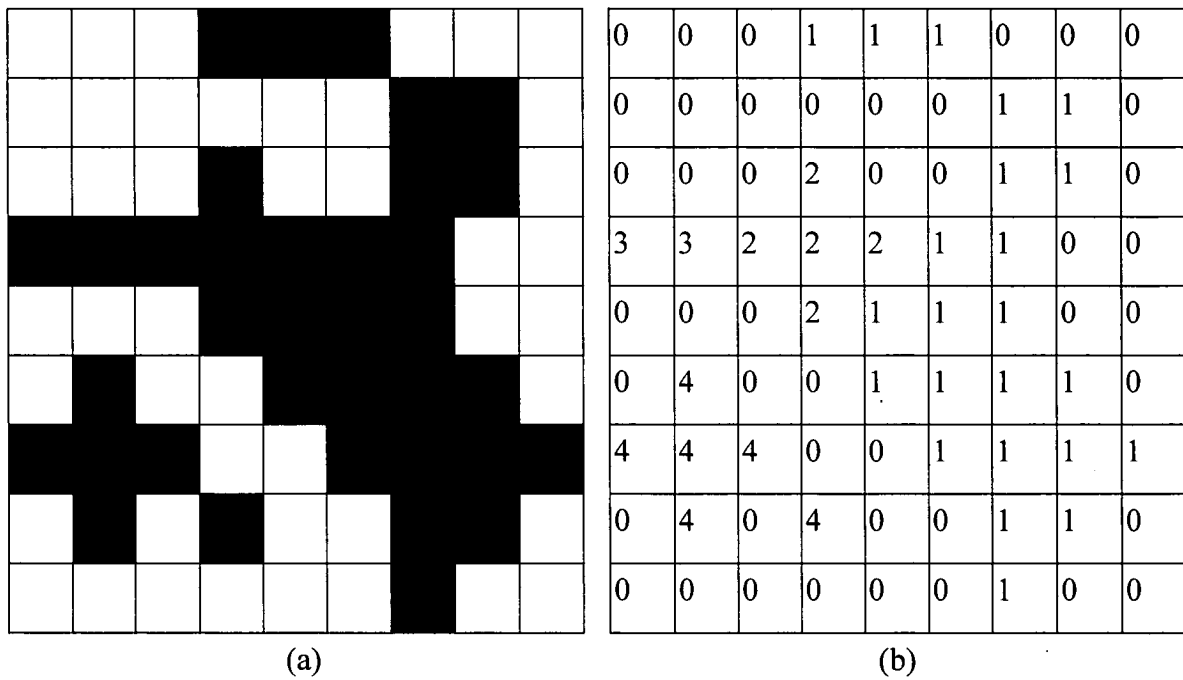
快速連通物件標記係利用圖 7.1.2.3-2 所示的 8 連通的空間關係，從掃描線行進的方向，循序地標示給每個移動物體遮罩圖素一個號碼，這個號碼儲存在一個標籤影像中，在給定圖素一個號碼的同時，如果此圖素與其他圖素相連，則將此圖素的號碼設定與其相連的圖素號碼相同，但是，如果與此圖素相連的號碼有兩個以上，則選擇最小的號碼當作此圖素的號碼，並且將其他不同號碼的等同標籤，設定為此號碼，如此重複直到所有圖素都給定一個號碼後，即完成第一次的標籤動作。第二次的標籤動作，須參考第一次整理的等同標籤列表，把標籤影像重新整理一遍，如此一來，就得到最終的標籤影像資訊。

圖 7.1.2.3-2 為一簡單的 8 連通物件標籤移動物體的範例，此範例將圖 7.1.2.3-3 (a)的移動物體遮罩做第一次標籤，產生圖

7.1.2.3-3 (b)的標籤影像，之後再利用等同標籤的列表，如表 7.1.2.3-1 所示，將屬於同一相連物件，但標籤號碼不同的標籤，在第二次標籤時，修正為最終標籤影像圖 7.1.2.3-3 (c)，最後如圖 7.1.2.3-3 (d)所示，得知有兩個連通物件。

左上	上	右上
左	中	右
左下	下	右下

圖 7.1.2.3-2 8 連通之空間關係¹⁶



¹⁶國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

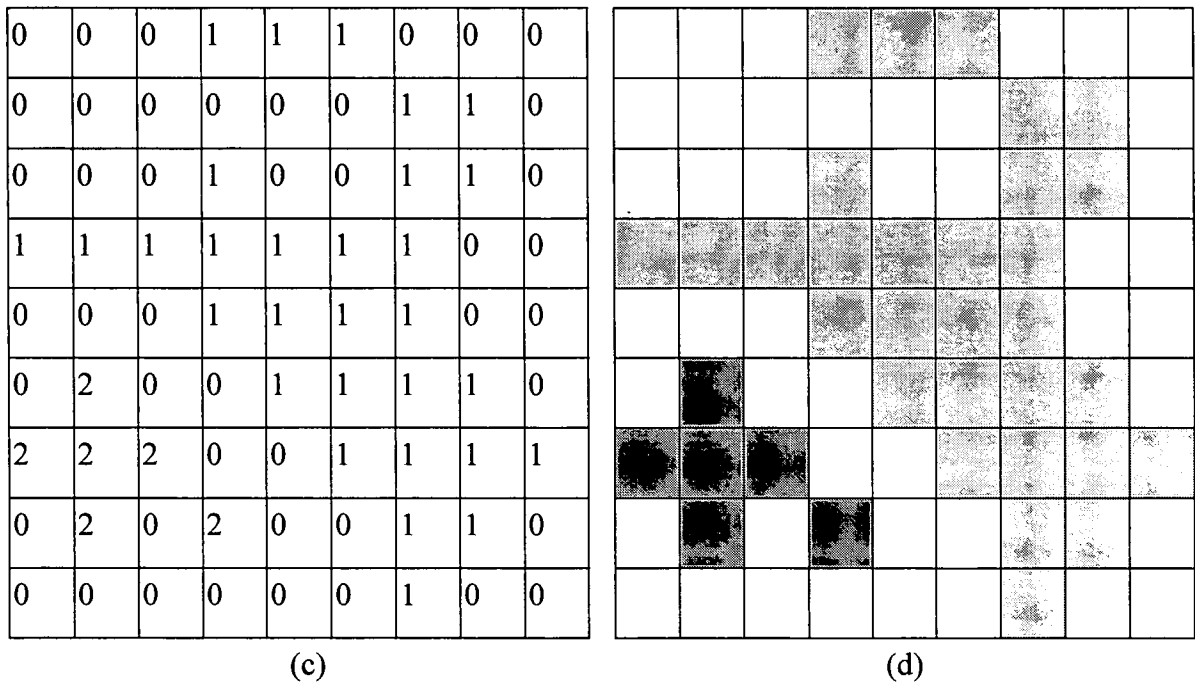


圖 7.1.2.3-3 移動物體遮罩示意圖¹⁷

(a) 移動物體遮罩(1:黑色, 0:白色)；(b) 經過 8 連通物件第一次標籤後所得到的結果；(c) 經過 8 連通物件第二次標籤後所得到的結果；(d) 最終得知總共有兩個連通物件(淺灰色的區域，和深灰色的區域)

表 7.1.2.3-1 等同標籤列表

標籤號碼	1	2	3	4
等同於標籤號碼	0	1	2	0

2. 刪除誤偵測移動物體

經過連通標記所有的移動物體後，再經過計算，便能得到每個連通物件的範圍、密度、寬高比等物件數據，只要下列判斷之一為真，表示此物件並不具有車輛特性，因此將此物件刪除，以減少後續的運算量。

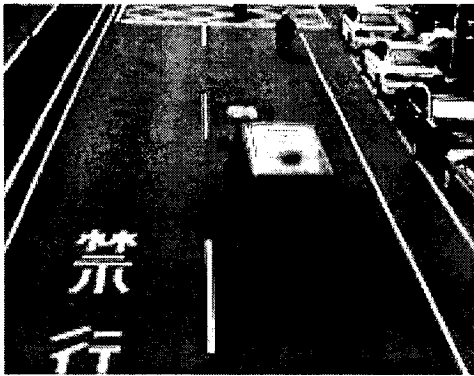
- 範圍 > $TH_{AH} \times \text{影像寬度} \times \text{影像高度}$
- 範圍 < $TH_{AL} \times \text{影像寬度} \times \text{影像高度}$
- 密度 > TH_{DH}
- 密度 < TH_{DL}
- 寬高比 > TH_{RH}

¹⁷ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

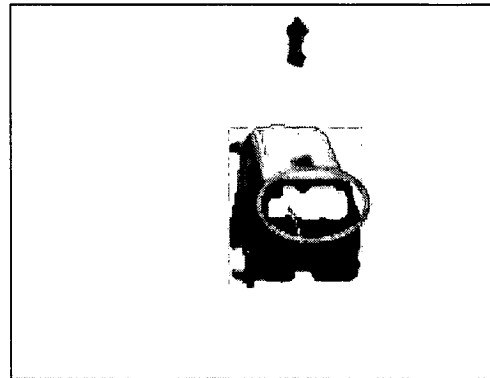
寬高比 $< TH_{RL}$

由於上述刪除誤偵測移動物體的方法簡單，所以某些時候會有誤判的現象。其中密度的判斷在遇到如摩托車或因為背景切割而造成車體不完整的物件（如圖 7.1.2.3-4 所示），會將這些物件判斷為誤偵測的物件而刪除，因此必須將原有的密度判斷方法做如下的改良。

- 將相連物件分割為如圖 7.1.2.3-5 的九宮格；
- 計算除了中心位置的以外八個區間的移動物體圖素個數；
- 將上一步驟所求得的圖素個數除以 $(8/9 \times \text{物件寬度} \times \text{物件高度})$ 。



(a)



(b)

圖 7.1.2.3-4 車輛因陰影消除所造成的車體不完整現象¹⁸

(a)原始影像；(b)經過陰影消除後的移動物體影像，因為中間較暗的地方被消除，會影響在密度方面的判斷。

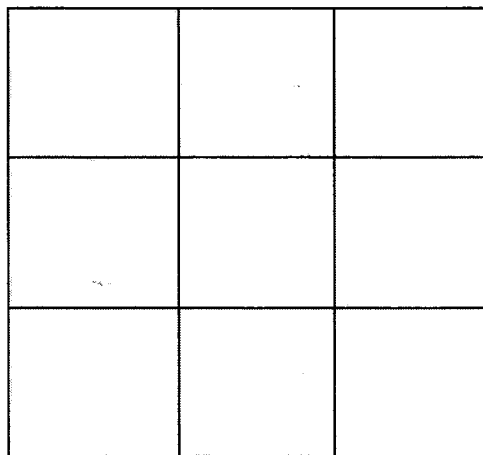
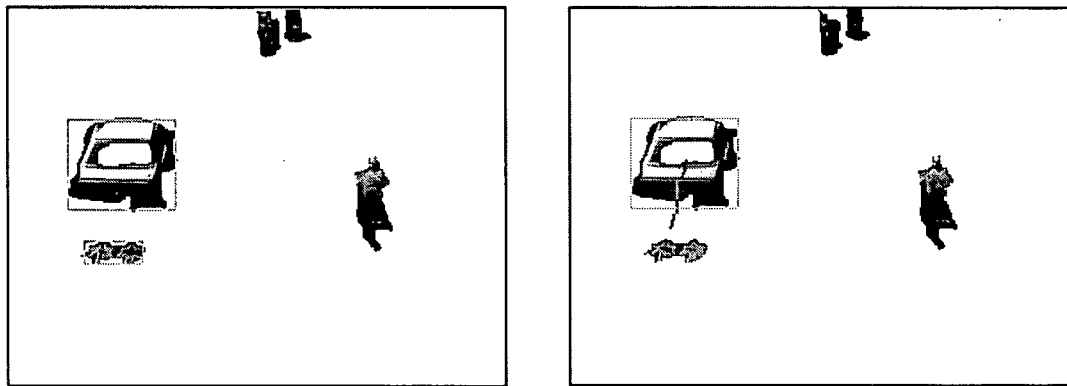


圖 7.1.2.3-5 將相連物件分割為九宮格

¹⁸ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

圖 7.1.2.3-6 為刪除雜訊，避免沒有車輛特性的移動物體，或是面積太小的移動物體，影響往後追蹤的成效。



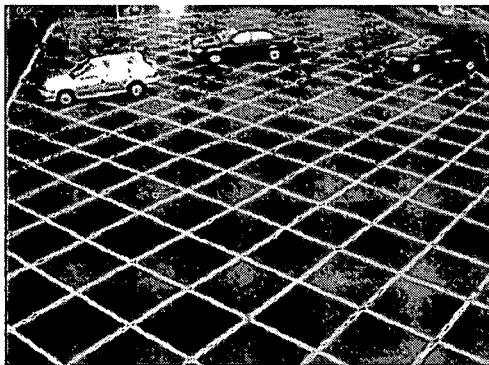
(a)

(b)

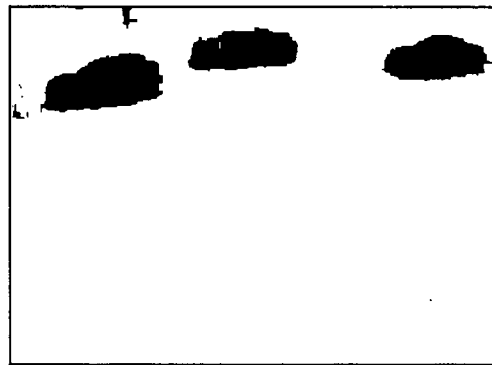
圖 7.1.2.3-6 物件刪除雜訊示意¹⁹

(a)在沒有加入刪除雜訊判斷的結果，移動中車輛被雜訊干擾，導致沒有被追蹤；
(b)加入刪除雜訊的判斷之後，雜訊被刪除，也讓移動車輛能夠被追蹤。

圖 7.1.2.3-7(a)為原始影像，圖 7.1.2.3-7 (b)和圖 7.1.2.3-7 (c)為刪除誤偵測的移動物件之前與之後的關係圖，由圖 7.1.2.3-7 (b)可以看出，移動物體遮罩左上角的部分有誤偵測的移動物體，當經過連通物件標示後，有 10 個移動物體被標示，但是，利用連通標記後的物件數據，刪除小範圍(雜訊)的物件，使得最終只剩下 3 個移動物體，如圖 7.1.2.3-7 (c)的三個灰階顏色範圍所示。



(a)



(b)

¹⁹國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

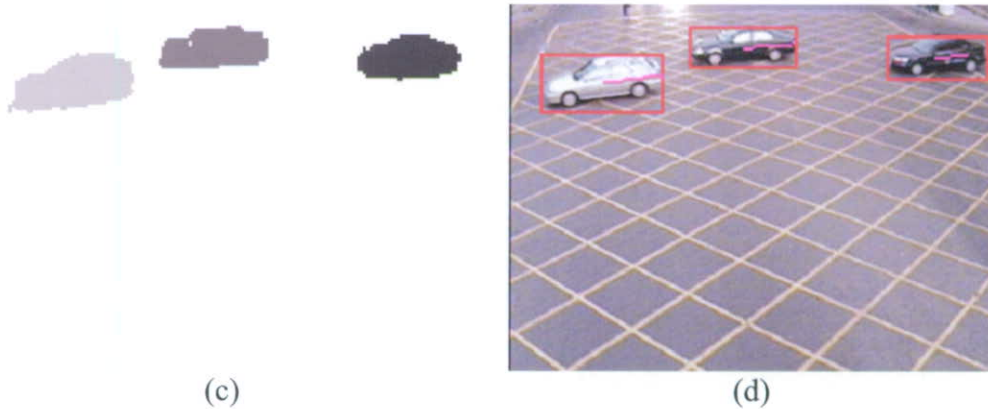
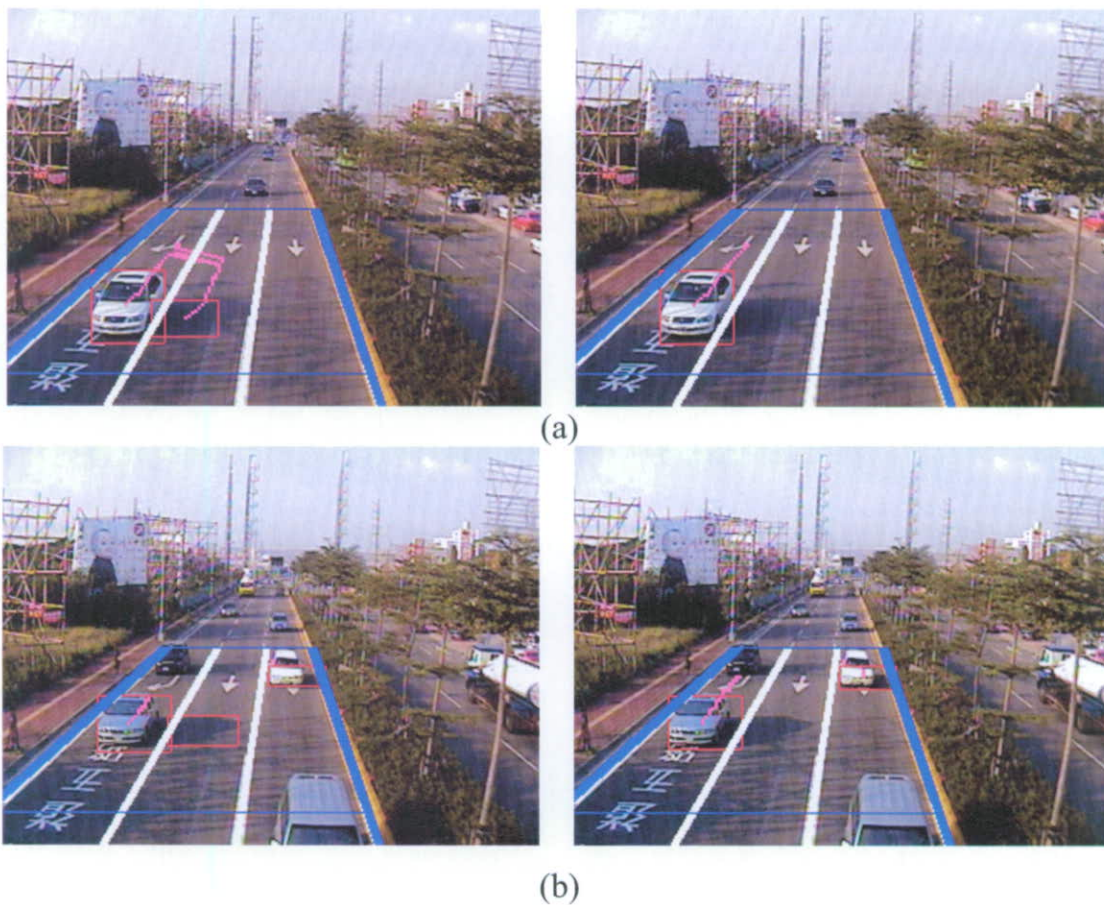


圖 7.1.2.3-7 新竹市東光路天橋路口車輛追蹤²⁰

(a)原始影像；(b)移動物體遮罩；(c)連通物件標籤並刪除空間中不為車輛特性的物件；(d)更新追蹤軌跡

圖 7.1.2.3-8 展示陰影去除的成果，左邊圖為參考車輛追蹤資訊，但未經陰影去除的車輛偵測結果，可以發現，本來連在一起的物件被切割成為兩台車。由圖中可以發現，圖(a)左方白色車子的影子可以被去除，如圖(a)右方所示。



²⁰ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室



(c)



(d)



(e)



(f)



圖 7.1.2.3-8 陰影去除效果說明

左圖為利用車輛追蹤方法，將影子判定為第二輛車，右圖為利用陰影消去法得到的正確車輛物件圖。

3. 解決移動物體交疊現象

在進行物件追蹤之前，會先利用即時物件切割，將前景(也就是移動物體)從原始影像中切割出來，但因為移動物體會發生交疊的現象，導致後續的追蹤處理出現錯誤，所以必須先解決此現象，除了從切割出來的移動物體本身的特性，可分割出一些交疊的移動物體外，車道資訊也將會被利用來切割交疊的物件。

若直接將車道資訊拿來對交疊的移動物體做切割，將會出現如圖 7.1.2.3-9 (a) (b)的情況，原本應該是完整的一輛車，會被車道切得很破碎，為了解決這個問題，必須在切割前，利用交疊移動物體的特性，針對移動物體的區塊，做下列的判斷：

- 框住移動物體的框框之寬高比，小於門檻值如圖 7.1.2.3-10 所示。
- 切割交疊的移動物體。

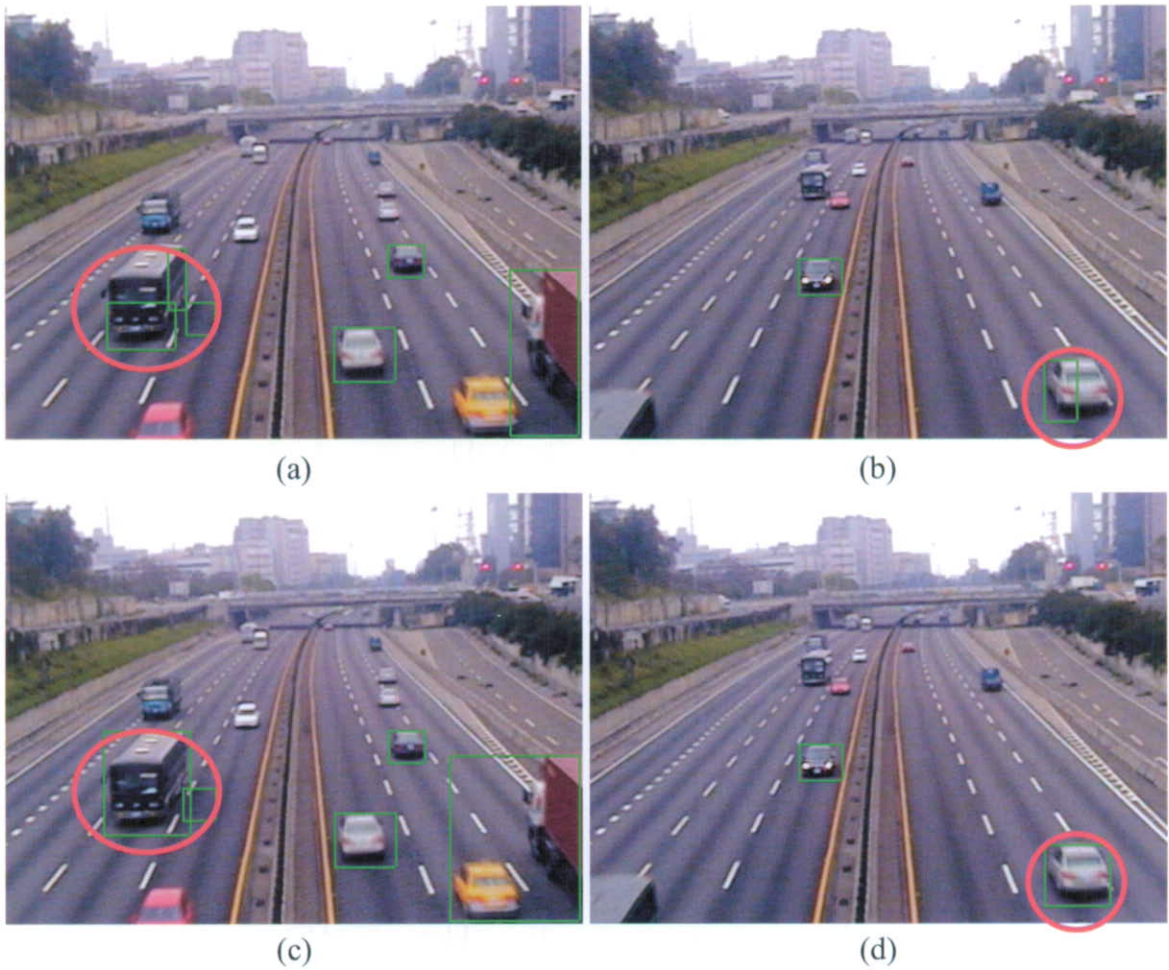


圖 7.1.2.3-9 物體切割改善示意圖²¹

(a)利用車道資訊切割移動物體，會使得大車車形破碎；(b)利用車道資訊切割移動物體，會使得小車無法完整被取出；(c)(d)經過上述判斷後，再利用車道資訊切割的結果，被擷取出的車體完整。

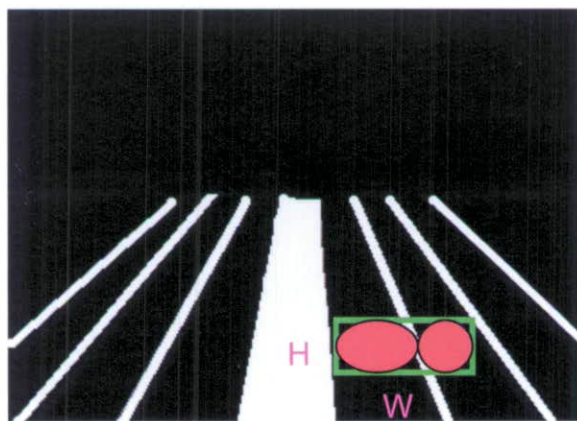


圖 7.1.2.3-10 交疊車輛示意圖²²

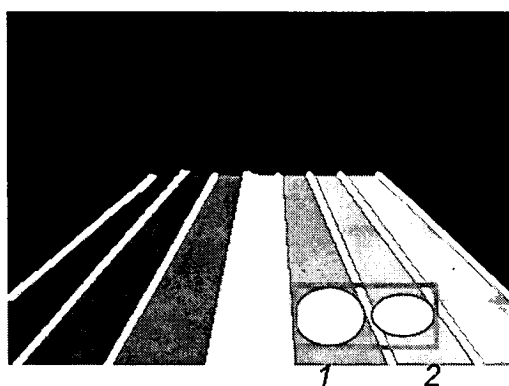
紅色物體為車輛，綠色框框表示二輛車發生交疊現象，其寬高比會小於 1。

²¹ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

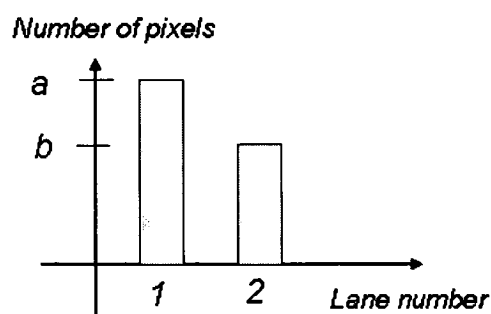
²² 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

上述的判斷方式無法完全解決交疊的問題，若是二輛大車交疊，則此交疊物體會近似正方形，如此便無法只藉著寬高比，分割交疊現象；我們便再提出補強的方法，如圖 7.1.2.3-11 (a)所示，兩車輛(圓圈)因為相鄰在隔壁車道加上切割的誤差，造成兩車輛被當作是同一個移動物體(紅色框)，因此利用不同車道給予不同的識別號碼，將所有移動物體做車道歸屬的判別，因此，如果原本交疊的兩輛車可以利用移動物體車道歸屬統計表，如圖 7.1.2.3-11 (b)所示，做下列的判斷將交疊車輛分離：

- 首先找出擁有最大統計值的車道；
- 接著找出擁有第二大統計值的車道；
- 若此兩車道不是相鄰車道則不進行交疊分割；
- 反之則進一步確認此兩大統計值之差值絕對值是否小於預設的門檻，如果不是，則不進行交疊分割；
- 若此交疊物件的寬高比，小於預設的門檻值，利用兩車道相鄰的中心對交疊物體切割。



(a)



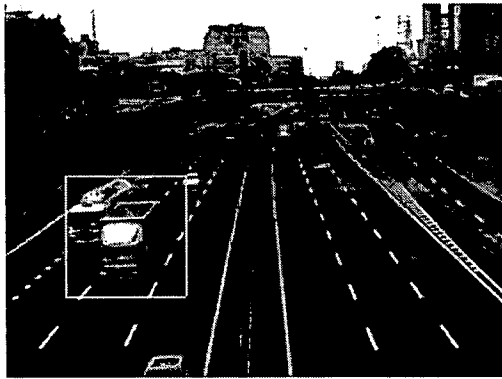
(b)

圖 7.1.2.3-11 (a)車道資訊與兩車輛交疊之單一移動物體之示意圖

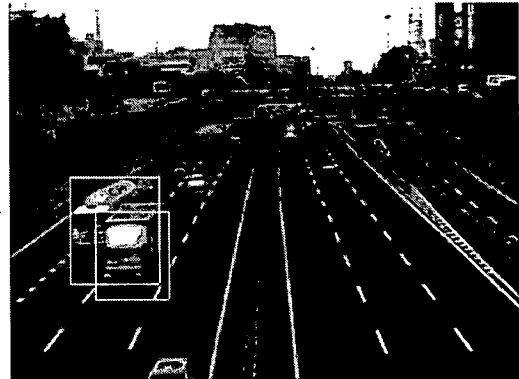
(b)移動物體車道歸屬統計表。²³

圖 7.1.2.3-12 為利用車道資訊與移動物體車道歸屬統計表來切割此交疊物體實際範例。有了此方法，可以大幅提高後續移動物體追蹤的準確性。

²³ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室



(a)



(b)

圖 7.1.2.3-12 (a)兩車輛交疊之單一移動物體。

(b)利用車道資訊與移動物體車道歸屬統計表來切割此交疊物體。²⁴

四、更新追蹤軌跡與刪除搖擺移動物體

車輛追蹤軌跡的更新，是用連通物件的質心，與前一時刻的車輛追蹤軌跡最後一個節點的質心，作為距離判斷的依據，之所以取質心為距離判斷的原因，為質心是物件位置的平均，就統計上而言，比較不會受雜訊的干擾，至於判斷的方式如式 7.1 所示。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{進行後續角度的判斷} \\ \text{不做事} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{追蹤軌跡最後節點質心 - 連通物件質心} < TH, \\ \text{其他} \end{array} \right.$$

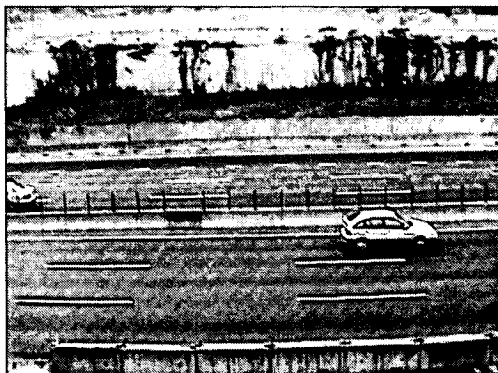
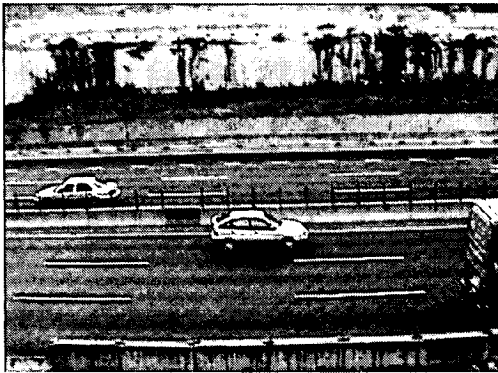
式 7.1 對新加入的移動物體做距離判斷

除了距離的判斷，還不足以正確的將連通物件與已存在的追蹤軌跡關聯，還必須要有角度的資訊才可以，然而，要有角度資訊的前提是追蹤軌跡的節點至少要有兩個以上，因為要利用倒數第二個節點的質心，與最後一個節點的質心相減後的向量，與最後一個節點的質心和連通物件的質心相減後的向量，來判斷移動物體的角度是否相差太多，如果是，則不進行後續判斷，如果否，則將連通物件加入追蹤軌跡。

最後，這個角度資訊還能作為判斷搖擺移動物體的依據，由於搖擺物體有角度任意變化的現象，因此，藉由某追蹤軌跡的幾次的角度資訊，就可以判斷此追蹤軌跡是否為搖擺移動物體，進而將此移動物體標示為非車輛物體，以避免做錯誤的追蹤。

²⁴ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

圖 7.1.2.3-13 與圖 7.1.2.3-14 分別為不同時刻的車輛追蹤軌跡更新結果，其中，圖 7.1.2.3-13 是車輛在水平方向移動的的範例，而圖 7.1.2.3-14 則是車輛在垂直方向移動的範例。圖 7.1.2.3-15 則是一輛摩托車騎經過背景的樹葉會些許移動的地區，由於此部分屬於搖擺物體，因此在表 7.1.2.3-2 中可明顯看出追蹤軌跡 1 被判定為搖擺物體，此物體將不再被判定為移動的車輛。



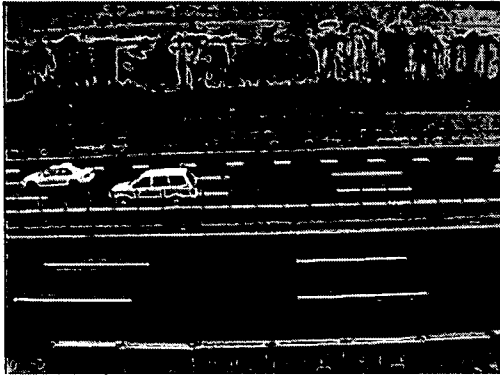
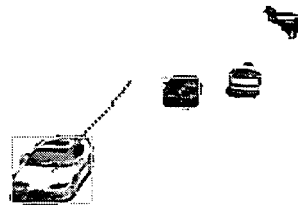
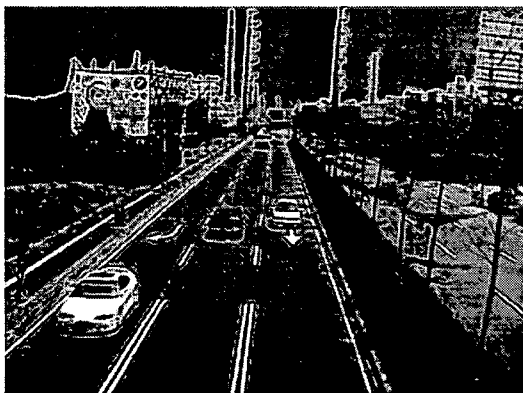
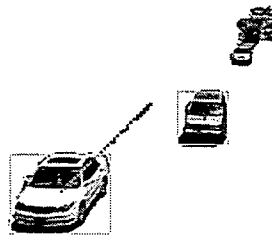
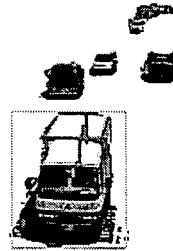


圖 7.1.2.3-13 高速公路側面影像的車輛追蹤(水平方向)²⁵



²⁵ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

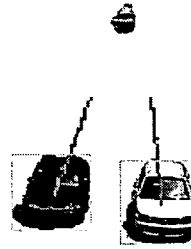
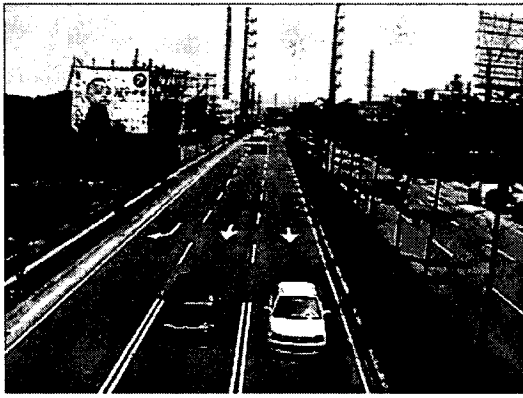
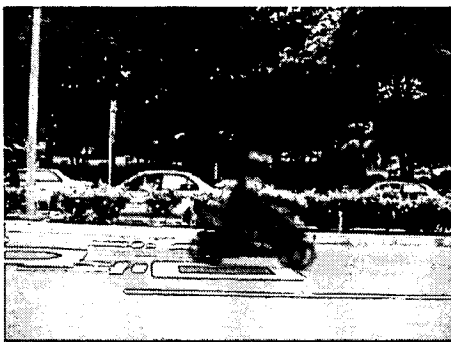


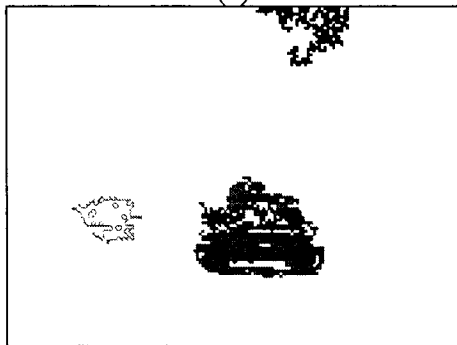
圖 7.1.2.3-14 新竹市慈雲路與公道五路口的車輛追蹤(垂直方向)



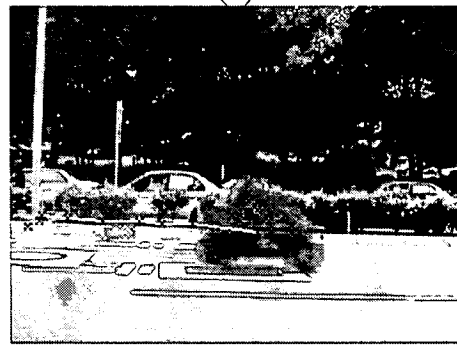
(a)



(b)



(c)



(d)

圖 7.1.2.3-15 新竹市光復路側面車輛追蹤²⁶

(a)原始影像；(b)移動物體遮罩；(c)刪除

²⁶ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

表 7.1.2.3-2 搖擺物體座標特性說明

追蹤軌跡編號	節點座標序列	是否搖擺
1	(6, 110), (5, 108), (7, 107), (7, 107), (7, 109), (7, 109), (6, 107), (7, 106)	是
2	(78, 6), (74, 11), (75, 20), (76, 32), (76, 45), (77, 53), (77, 64), (80, 87)	否
3	(76, 45), (77, 53), (77, 64), (80, 87)	否

7.1.2.4 車輛辨識技術

圖 7.1.2.4-1 為車輛辨識流程架構圖：

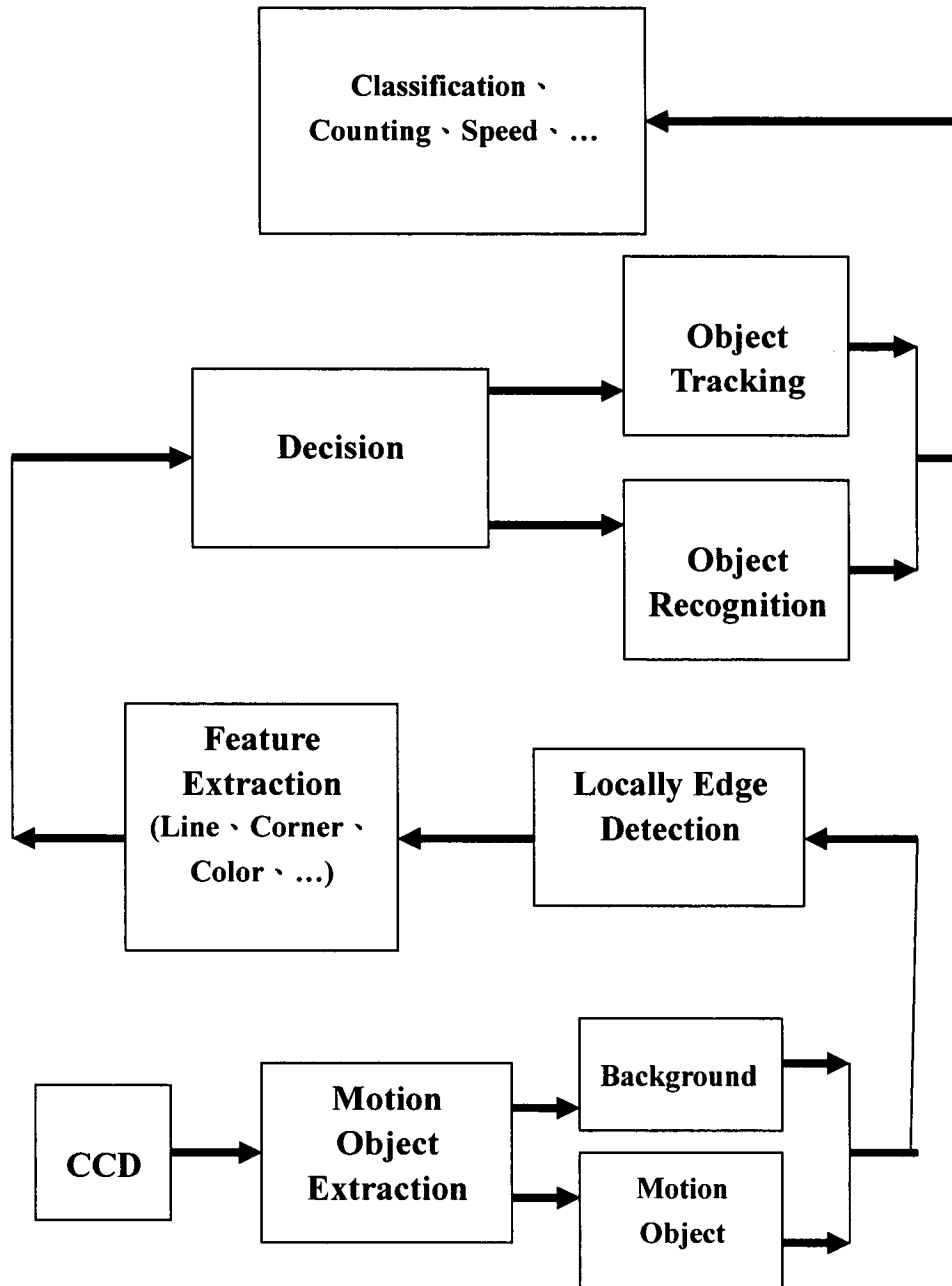


圖 7.1.2.4-1 車輛辨識系統處理流程圖²⁷

²⁷國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

此研究計畫目前的車輛辨識系統包含七項技術研究，相關內容依序及目前成果說明如下：

1. CCD 擷取系統：

利用 CCD 影像擷取卡擷取彩色 CCD 拍攝的即時彩色影像，並將彩色影像資料數位化後，以 RGB 的格式傳入電腦中，由電腦做後續的處理，目前本研究已經完成多項不同價位與不同影像解析度的 CCD 與擷取卡測試，目前以系統需求與價位的考量，已完成彩色影像即時擷取系統搭配，同時亦將影像即時擷取程式開發完成，可以即時將拍攝彩色影像數位化後，傳送給電腦做後續的偵測與辨識處理。

2. 移動物體切割技術：

利用每一個像素的彩色資訊，計算連續畫面的色彩統計資訊，利用統計的方法將靜態背景擷取下來，再利用靜態背景與即時影像的差值，作為移動物體的擷取依據，此項技術是由本研究團隊自行開發，目前對連續彩色畫面的實驗已達到即時處理的速度，效能遠超過目前國內外學者的處理速度，使本研究計畫具有更高的技術門檻與效能。

3. 區域性邊緣偵測技術：

由於移動物體可以即時且正確的被偵測出，所以接下來就可以利用快速的影像處理方法，獲得車輛外型或車輛色彩資訊特徵，由於移動物體完整的範圍已經偵測出來，所以邊緣偵測的步驟不需要對整張影像做邊緣特徵的擷取，只須要對移動物體所在的位置像素做邊緣特徵的擷取即可，如此就可以節省大量的運算時間，目前我們已經完成多項不同的邊緣偵測方法的研究，圖 7.1.2.4-2 是利用 Canny Edge Detection 偵測技術的模擬結果。圖 7.1.2.4-2 中的右上圖是切割出的移動物體，左下圖是利用 Canny Edge Detection 偵測出水平方向的邊緣偵測，右下圖是對邊緣偵測的結果做水平方向的投影，由實驗結果可以發現區域性的邊緣偵測的確可以獲得不錯的結果。

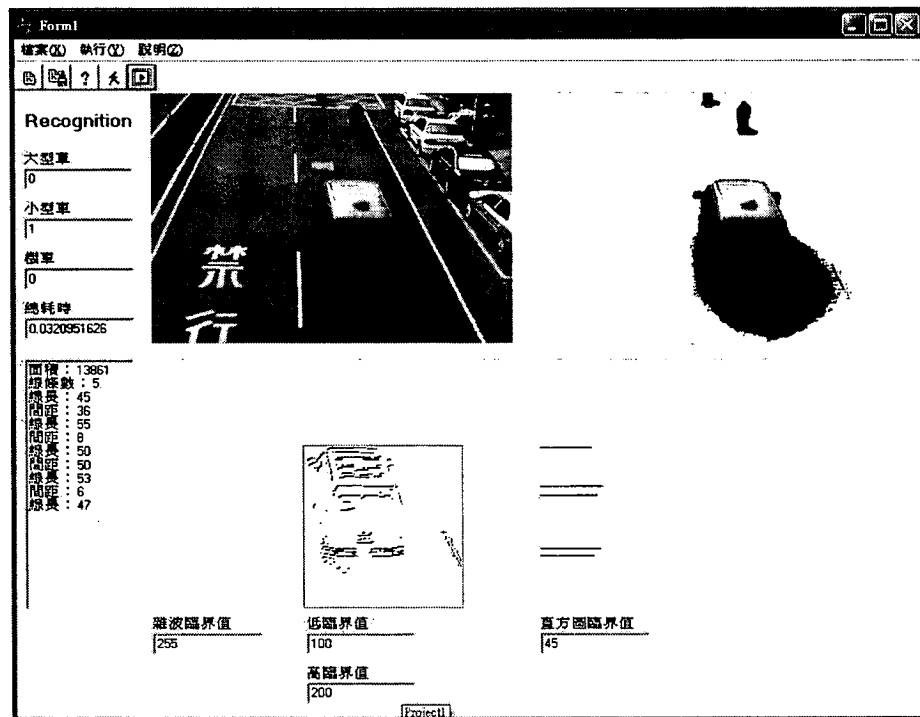


圖 7.1.2.4-2 Canny Edge Detection 偵測邊緣的模擬結果²⁸

4. 車輛特徵抽取技術：

經過物件切割與邊緣特徵偵測之後，車輛的邊緣特性與各像素的色彩資訊均已被抽取出來，接下來就可以利用特徵抽取的方法。

首先找出重要的水平投影線後，各線條的間距即代表車頂、車背等的長度，但影像中的間距是以像素為單位，隨著車子前進，在不同影像車子所在位置不同，間距也不同，所以必須經過換算才能求出正確的長度，如圖 7.1.2.4-3 所示。

²⁸國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

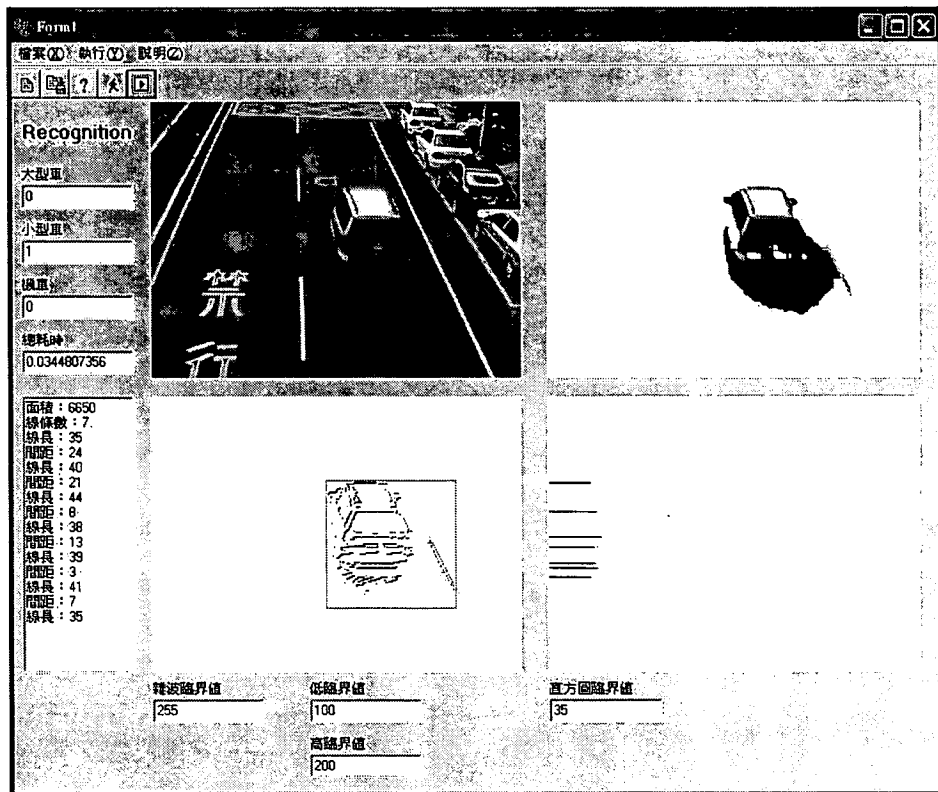


圖 7.1.2.4-3 針對邊緣偵測做水平方向投影的結果²⁹

5. 程序控制技術：

此程序控制的目的是在節省不必要的處理時間，如果移動物體在前一個畫面中已經被辨識過，那接下來對此移動物體的處理就只要做追蹤即可；反之，如果移動物體在前一個畫面中尚未被辨識過，那就必須對此移動物體做辨識處理。一般而言，辨識所需花費的時間會比追蹤所花費的時間還高，所以我們可以利用此程序控制技術，控制每一個移動物體只有第一次被擷取時做車種辨識，隨後的連續畫面只需要做追蹤即可，以將處理的時間降低。

6. 物件追蹤技術：

利用物件運動估測理論，估測移動物體的可能移動位置，並搭配邊緣的直線或是轉角特性做有限區域的特徵比對，以獲得正確的移動位置資訊，完成移動物體的追蹤。

7. 物件辨識技術：

²⁹國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

利用不同車輛的邊緣特徵建立不同車種的外型資料庫，利用此資料庫即可以完成各種車輛的辨識比對。本研究提出一個利用3D外型模式來做車輛外型的復原及偵測之影像處理方法，主要分為下列三個步驟：

- (1) 偵測有效的外型參數來描述各種車輛外型模式，包含各式車輛車頂、擋風玻璃、引擎蓋等特徵。
- (2) 分析各式車輛外型參數，求出各種車輛的車頂、擋風玻璃、引擎蓋之間差異量的變化。
- (3) 使用車輛外型參數及各種不同車輛之間的參數差異量來做車輛的辨識。

接下來將針對利用車輛大小與車頂參數完成車輛辨識技術、汽車車頂距離與利用車輛視覺寬度、視覺長度及各部份顏色資訊增強車輛辨識技術的實驗結果做詳細的分析。

一、利用車輛大小與車頂參數完成車輛辨識技術：

針對車輛的辨識技術，我們目前可以辨識的車種為機車、轎車、休旅車、箱型車與大型車，初步的研究是以車子的面積大小與車頂的距離作為判斷的條件。

機車的辨識，目前是用三種參數來作為判斷機車的條件：

1. 機車的面積大小
2. 機車騎士安全帽的特徵
3. 機車的寬高比值

下一步要將所有參數的決策機制以模糊理論作為推論引擎，以獲得準確的辨識效果。

最後，我們將車輛辨識處理的結果用不同顏色的框框來標示，以即時顯示各種不同種類的車子，其中紅色框表示為機車（圖 7.1.2.4-4）、青綠色框為轎車（圖 7.1.2.4-5）、藍色框為休旅車（圖 7.1.2.4-6）、黃色框為箱型車（圖 7.1.2.4-7）、灰色框為大型車（圖 7.1.2.4-8）：



圖 7.1.2.4-4 機車辨識結果³⁰

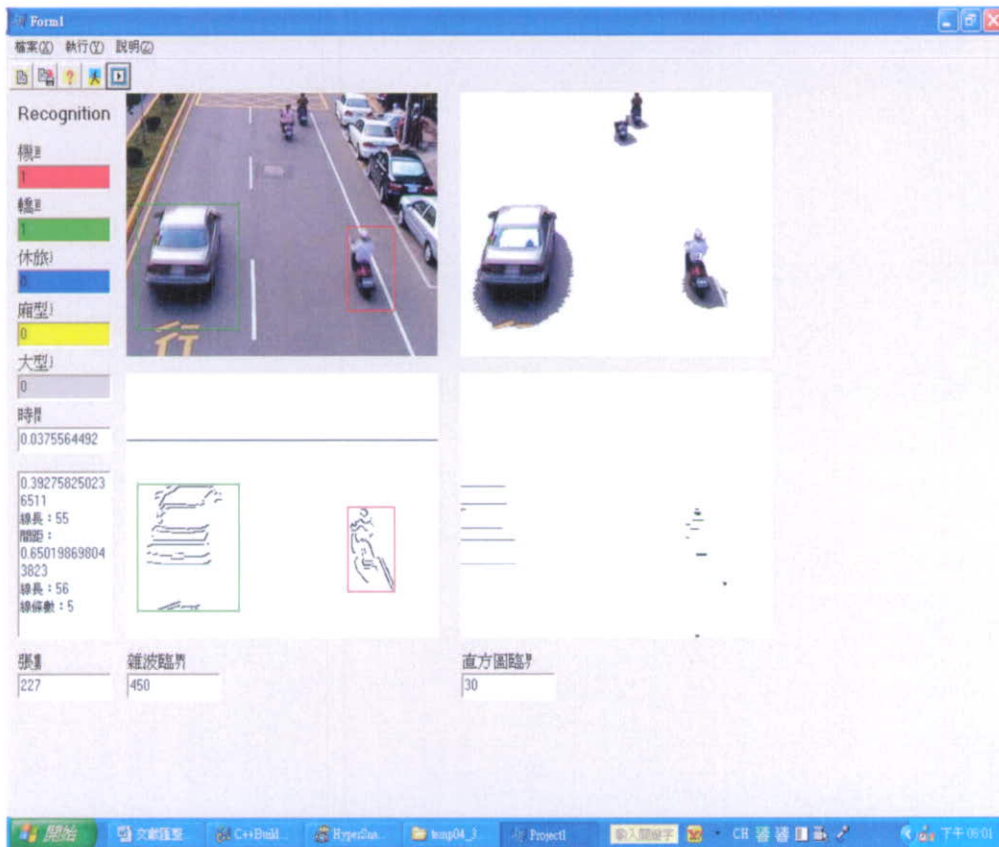


圖 7.1.2.4-5 轎車辨識結果³¹

³⁰國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

³¹國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

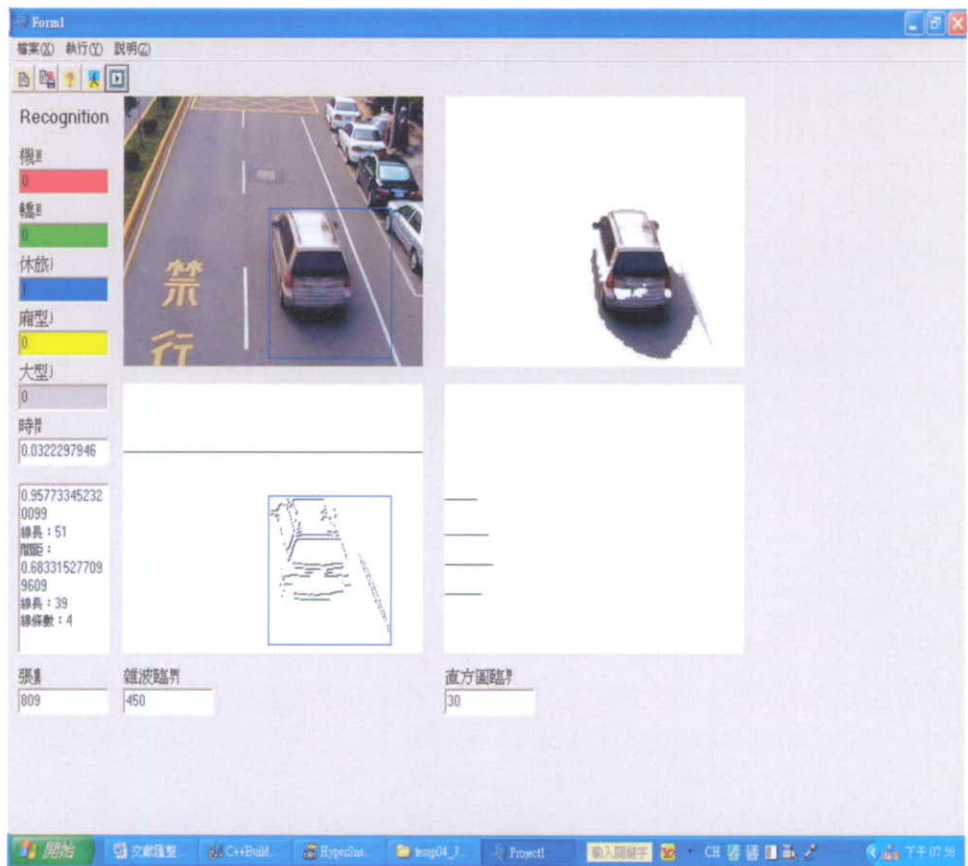


圖 7.1.2.4-6 休旅車辨識結果³²



圖 7.1.2.4-7 箱型車辨識結果³³

³²國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

³³國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室



圖 7.1.2.4-8 大型車辨識結果³⁴

二、汽車車頂距離的分析表

對於車輛外型辨識的重要特徵參數之一，就是車頂的間距，因為不同車種的車頂長度都不同，所以初步的測試先完成不同車種的車頂長度辨識，用以區別不同的車種，後續再進一步將其他的外型參數辨識出來，例如：擋風玻璃與引擎蓋的長度。首先將擷取下來的車輛影像做車頂的偵測，經由偵測出的車頂前後之水平線，利用 3D 幾何推導出計算車頂間距的公式，將車頂的影像像素距離換算成實際車頂間距，即可將不同車種的車輛分類出來，初步分析的結果如表 7.1.2.4-1。

³⁴國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

表 7.1.2.4-1 各車種直線特徵間距計算結果³⁵

箱型車	1 計算後	休旅車	1 計算後	2 計算後	3 計算後
編號	346	編號	292	489	808
面積	13861	面積	10866	10175	9361
車頂	36 0.563	車頂	27 0.344	24 0.348	30 0.4
車背	50 0.569	後窗	25		22 0.22
編號	348	車背		37 0.386	24 0.202
面積	11909	編號	293	490	809
車頂	32 0.556	面積	9474	9473	6650
車背	47 0.614	車頂	21 0.354	22 0.35	24 0.451
編號	349	後窗	26		21 0.303
面積	11391	車背		35 0.423	26 0.253
車頂	30 0.569				
車背	45 0.636				

轎車	1 計算後	2 計算後	3 計算後	4 計算後
編號	225	381	584	677
面積	8167	6905	8130	8007
車頂	20 0.273	20 0.225	20 0.243	21 0.285
後窗	18 0.203	19 0.182	21 0.234	19 0.203
行李箱	14 0.137	8 0.118	8 0.092	8 0.089
車背	17 0.151	21 0.159	25 0.169	19 0.15
編號	226	382	585	678
面積	7844	6451	7538	7506
車頂	15 0.222	16 0.233	18 0.227	20 0.291
後窗	21 0.252	19 0.223	16 0.196	19 0.216
行李箱	10 0.108	8 0.106	8 0.099	8 0.085
車背	20 0.15	19 0.169	26 0.122	7 0.153

³⁵國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

對於機車的辨識，目前已經能辨識機車騎士的安全帽，針對機車特徵的判斷條件，機車騎士安全帽的特徵抽取結果如圖 7.1.2.4-9，實驗數據如表 7.1.2.4-2 所示。目前對安全帽的偵測辨識，大多機車騎士的安全均可以被正確的偵測，無法偵測的影像是由於移動物體擷取條件太過嚴格，造成機車騎士頭部影像的殘缺，後續會針對此一問題解決，同時，亦將針對未戴安全帽的機車騎士做分析，探討相關的問題。初步測試的結果，19 部機車有 3 部機車無法辨識，原因是影像擷取參數設定不當造成機車影像切割不完整，這個問題只需改善移動物體切割的參數設定即可。

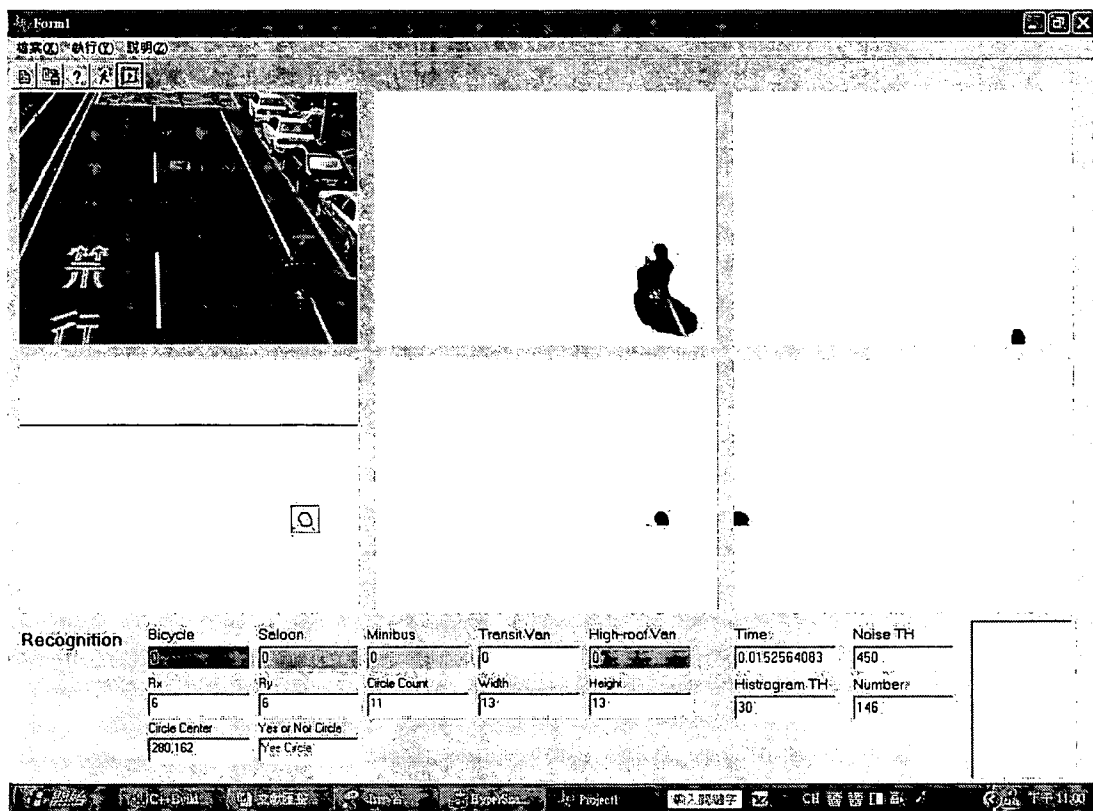


圖 7.1.2.4-9 機車安全帽特徵抽取³⁶

³⁶國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

表 7.1.2.4-2 機車各項特徵判斷的結果³⁷

辨識方法	1.面積	2.找機車安全帽	3.寬高比值	
車 輛 編 號	1	2886	OK	W=55,H=85
	2	2706	OK	W=52,H=83
	3	1990	OK	W=51,H=80
	4	2188	*NO	W=45,H=77
	5	2313	OK	W=48,H=79
	6	2556	*NO	W=50,H=86
	7	2387	OK	W=47,H=97
	8	2664	OK	W=49,H=85
	9	1998	OK	W=45,H=80
	10	1902	OK	*W=47,H=57
	11	2591	*NO	W=48,H=86
	12	2323	OK	W=45,H=85
	13	2637	OK	W=48,H=84
	14	2499	OK	W=50,H=85
	15	2413	OK	W=45,H=80
	16	2630	OK	W=46,H=78
	17	2717	OK	W=51,H=89
	18	2458	OK	W=47,H=80
	19	2647	OK	W=50,H=80

三、利用車輛視覺寬度、視覺長度及各部份顏色資訊增強車輛辨識技術的實驗結果與分析：

接下來介紹的是進一步利用視覺車寬、車長與不同外型顏色資訊(也就是車頂、擋風玻璃與引擎蓋的顏色資訊)，以增強先前車輛辨識的偵測技術，除了要進一步提高車輛的辨識率之外，同時也要解決車輛交疊的偵測問題。接下來的實驗結果都是以目前架設於新竹慈雲路上的 CCD 攝影機拍攝的影像實驗的結果。

基本上，以視覺為基礎的車輛辨識技術不外乎是對於道路上的每輛車輛，依據其外觀的外型與顏色來辨別所屬的車種與車輛顏色，本研究方法在執行車輛辨識之前，先將連續影像的所有車輛從背景中切割出來，即可獲得移動車輛的資訊，並個別求得各車輛在影像中的位置及範圍，再分析各車輛的外型參數，以獲得車輛辨識的資訊。

³⁷國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

首先我們從得到的車輛影像中，利用推導出的視覺公式，針對各車輛的外型量測所對應的大小，得到車輛的視覺長度及視覺寬度，這裡我們定義視覺長度及視覺寬度的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，這部份的誤差經過實驗證實影響不大。

我們利用多部車輛的視覺車寬與車長求出平均值，再利用視覺車寬與車長先行將該車輛分類為大型、中型或小型車輛，量測的結果如表 7.1.2.4-3 所示，由於是利用攝影機到地面的光學幾何關係求長度及寬度，而車輛的高度會造成量測的誤差，車輛的長度會比實際的長度還要大，但不影響分類結果，此量測結果稱為視覺長度及寬度。表 7.1.2.4-3 的資料量測分別是利用車輛出現在影像任意位置所換算出的視覺長度與寬度資訊，此資訊並不需限定在特定的影像範圍，也就是車輛的視覺長度與寬度均可以由任意觀測的位置，直接換算其視覺車寬與車長，而且對於同一車種的車型，其視覺車寬與車長在不同位置都得到相似的大小，由表 7.1.2.4-3 可以驗證視覺車寬與車長的準確性。

表 7.1.2.4-3 各車型視覺長度及寬度統計表³⁸

車型	平均視覺車寬(m)	平均視覺車長(m)
機車	0.9594	6.2719
轎車	2.4742	9.2445
卡車	2.836	12.3347
貨車	2.916	17.2305
休旅車	2.3597	11.6732
廂型車	2.2391	12.2543
工程車	3.454	29.2749
聯結車	4.8708	35.072

³⁸ 國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

觀察表 7.1.2.4-3 的平均視覺車長，卡車及廂型車雖然視覺車長相近，但是與轎車、休旅車、貨車及機車仍有明顯的區別，而卡車、貨車、廂型車、休旅車及轎車的車長比較接近，可以選取適當的範圍歸類為中型車輛，同理將機車、四輪機車及行人歸類為小型車輛，聯結車及工程車歸類為大型車輛。當然，利用視覺車寬與車長作為車種判斷只是初步的辨識，接下來就會配合之前的車頂等相關資訊做進一步的車種辨識，不過，利用外型辨識的好處就是可以快速且正確的將具有車輛交疊的影像判斷出來。

利用視覺車寬與車長作為車種判斷的初步的辨識，接下來的步驟就是對各車輛偵測水平邊界，例如擋風玻璃的上下緣就是其中的兩條水平邊界，完成整輛車的水平邊界偵測後，量測每兩條水平邊界的間隔距離，同時也擷取該區間的顏色資訊，即可偵測車輛外觀各部位的長度及顏色，如車頂、擋風玻璃、引擎蓋及行李箱等，並依據車頂、引擎蓋或行李箱的顏色即可得知該車輛的顏色，同時可以依據車輛所具有的外型來輔助交疊車輛的辨識。由於各種不同的車型的外觀各部位大小都不盡相同，例如廂型車、休旅車及轎車等的車頂或其它部位的大小都不一樣，所以先前所量測的各部位長度就可以用來區分車種，此部分車輛辨識整合的顯示介面及結果如圖 7.1.2.4-10 所示。

在圖 7.1.2.4-10 中有四張影像，左上的影像是攝影機所拍攝的原始影像；右上的是經過背景分離後的影像，左下的是水平邊緣偵測的影像，中間的黑色線條是偵測區域的分隔線，表示車輛必須進入偵測區域才開始執行辨識的程序，這個做法主要是要減少不必要的運算；右下的線條表示車輛外型各部位水平邊界擷取完成的外型間距，其相鄰兩條水平邊界的間隔距離及擷取區間內之顏色資訊，即為車頂、擋風玻璃或是引擎蓋的視覺長度與顏色。其中，圖 7.1.2.4-10 左下角的 Color1 即為車頂顏色，Color2 與 Color3 分別為擋風玻璃與引擎蓋的顏色。

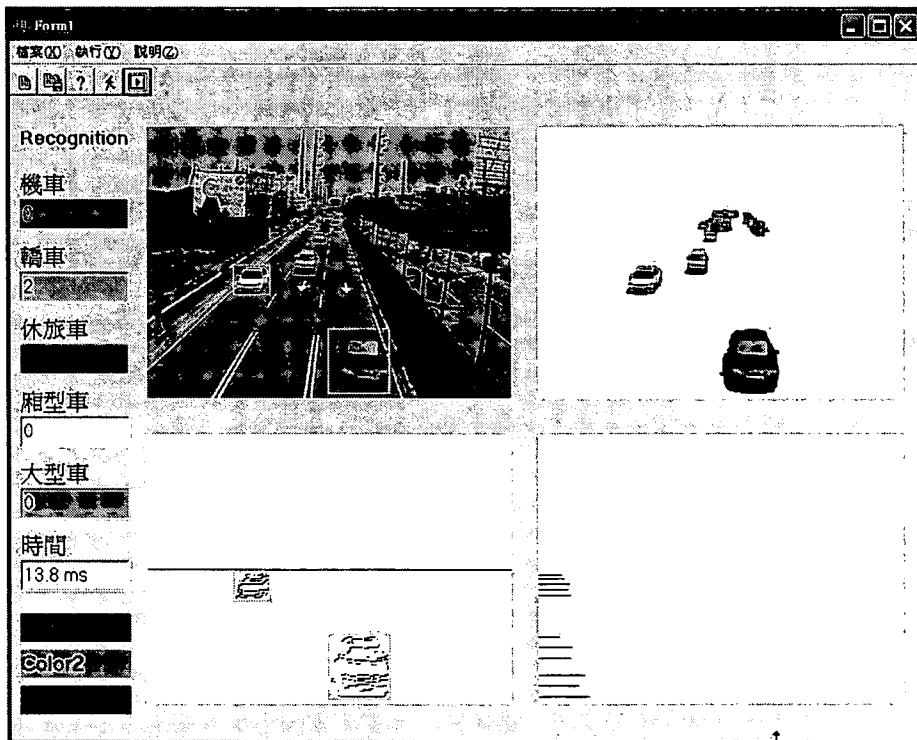


圖 7.1.2.4-10 車輛辨識顯示介面與結果 1

在此，我們將辨識完成的結果以不同顏色的矩形方框圍住，車型及顏色的對照表於顯示介面左方列出，接著是顯示此原始影像進入偵測區域內的所有車輛完成辨識程序所花費的總時間，圖 7.1.2.4-10 中的偵測區域內有兩臺轎車通過，均完成車輛辨識，僅花費 13.8ms。顯示介面的左下角是其中一臺車輛的車頂、擋風玻璃及引擎蓋的顏色資訊。由於每輛車的擋風玻璃顏色在影像中是相近的，為了確認擷取的車身顏色，先在車輛外型各部位的區間比對及搜尋與擋風玻璃相近的色彩，再檢查上下兩區間的色彩是否也相近，即可得知車輛的車頂、擋風玻璃及引擎蓋的顏色資訊，其中車頂及引擎蓋的顏色即為車身顏色。圖 7.1.2.4-11 到圖 7.1.2.4-13 分別是其其他車輛辨識結果的圖例。

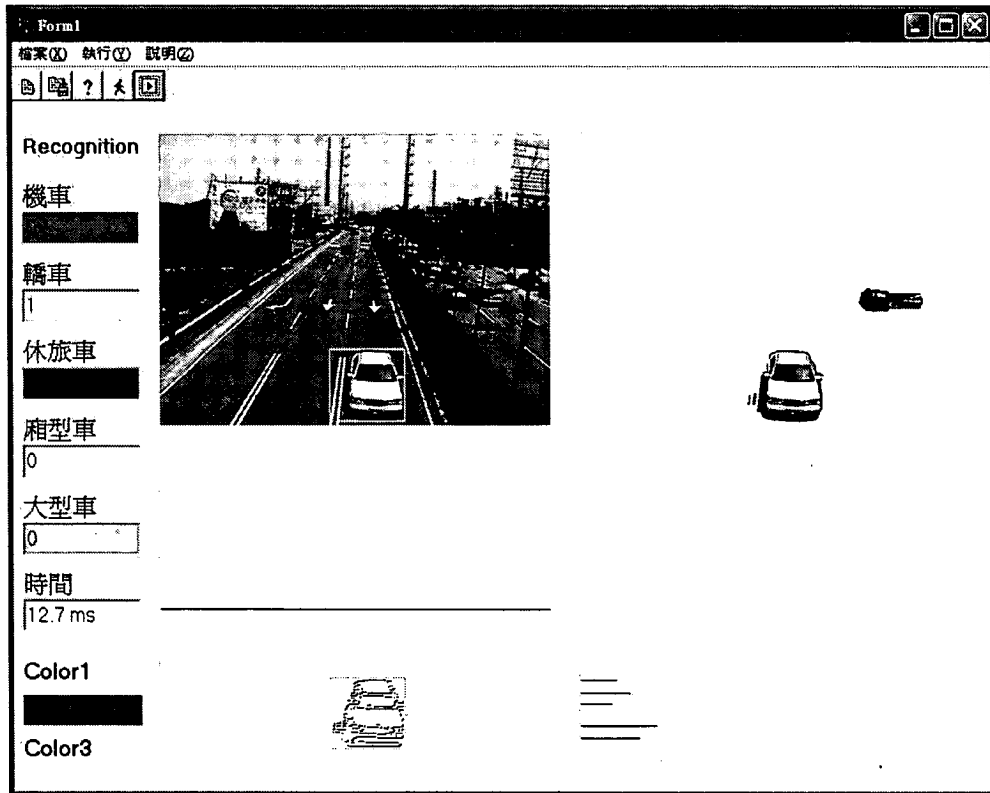


圖 7.1.2.4-11 車輛辨識顯示介面與結果 2

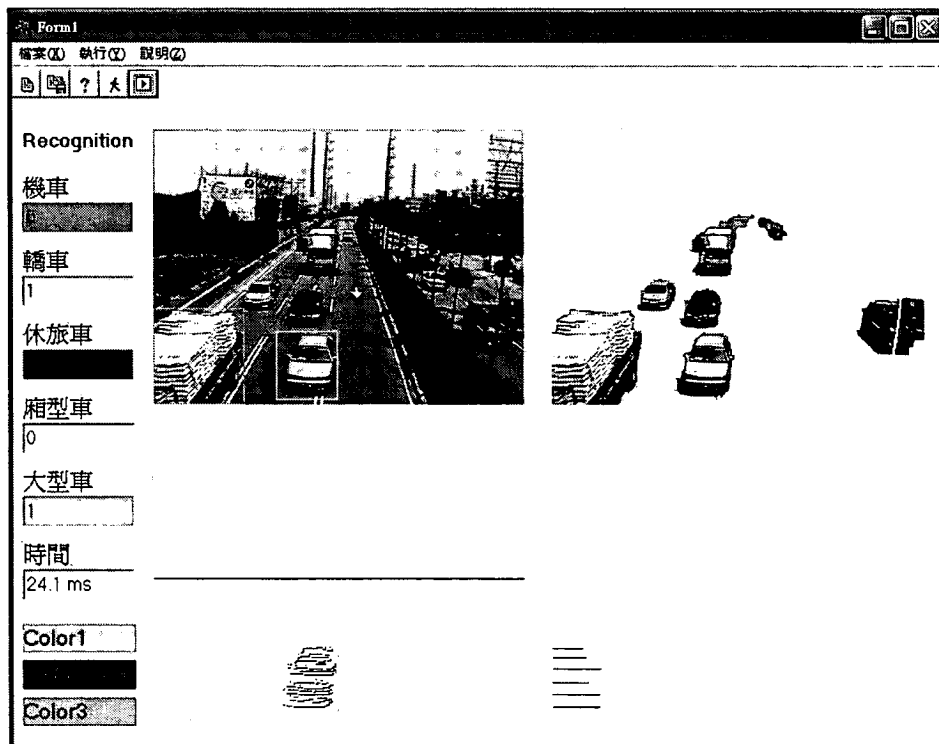


圖 7.1.2.4-12 車輛辨識顯示介面與結果 3

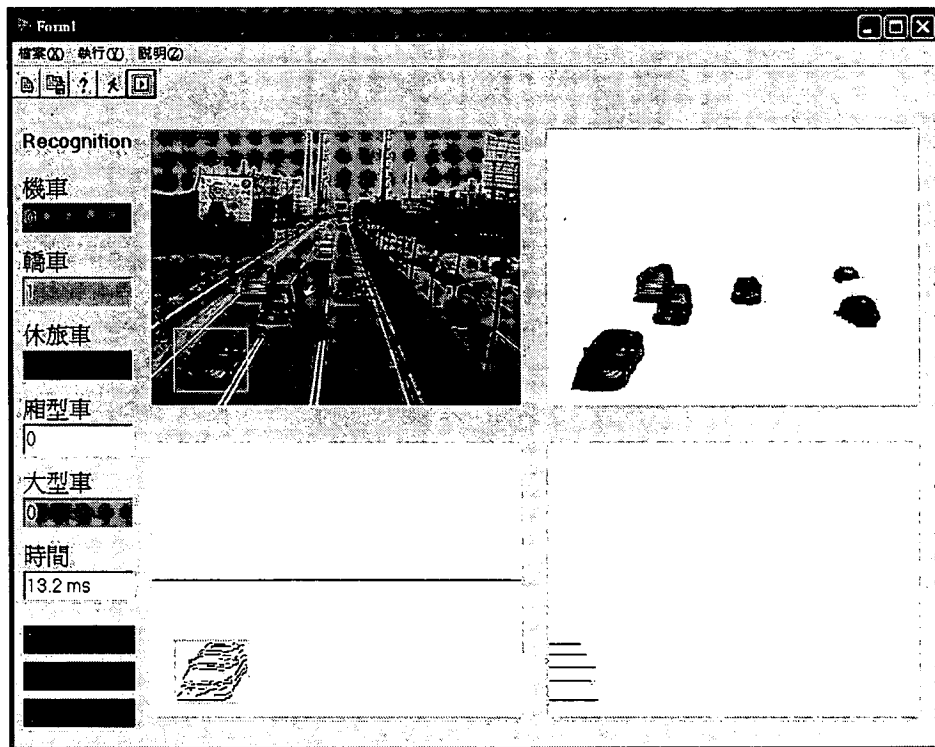


圖 7.1.2.4-13 車輛辨識顯示介面與結果 4

接下來要介紹的是針對目前架設慈雲路機車辨識的方法，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 $\text{CircleTH} >$ 門檻值，如果滿足條件，就判定為一台機車，但是因為慈雲路拍攝的角度關係，頭部變的較小，所以再利用其他的參數如：面積大小、寬與高的比值，之後再計算其三種參數的機率值(利用 Fuzzy-COA)模糊理論的應用，將三種參數的平均機率值加起來除 3，如果滿足 $\text{MotoTH} >$ 門檻值，就判定為一臺機車。

目前拍攝的機車數目為 29 輛，辨識成功為 26 輛，如圖 7.1.2.4-14 所示，失誤為 3 輛，如圖 7.1.2.4-15，辨識率 89%，失誤的 3 輛機車原因均為車輛交疊的問題，在圖 7.1.2.4-15 中可以勉強看出機車與大車の後方交疊在一起。

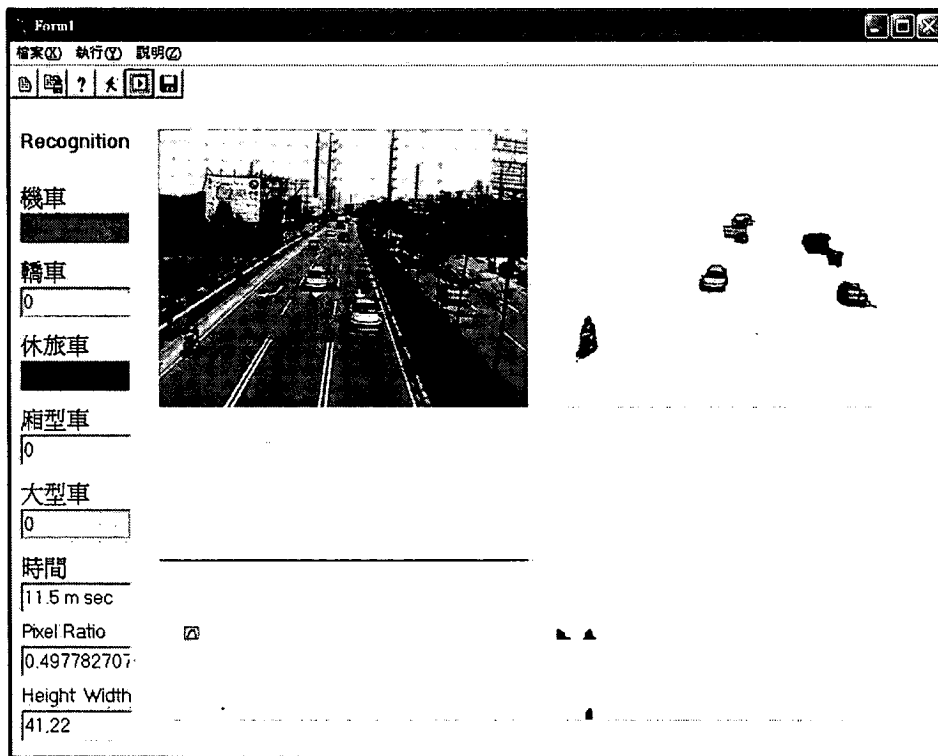


圖 7.1.2.4-14 機車辨識成功的測試影像

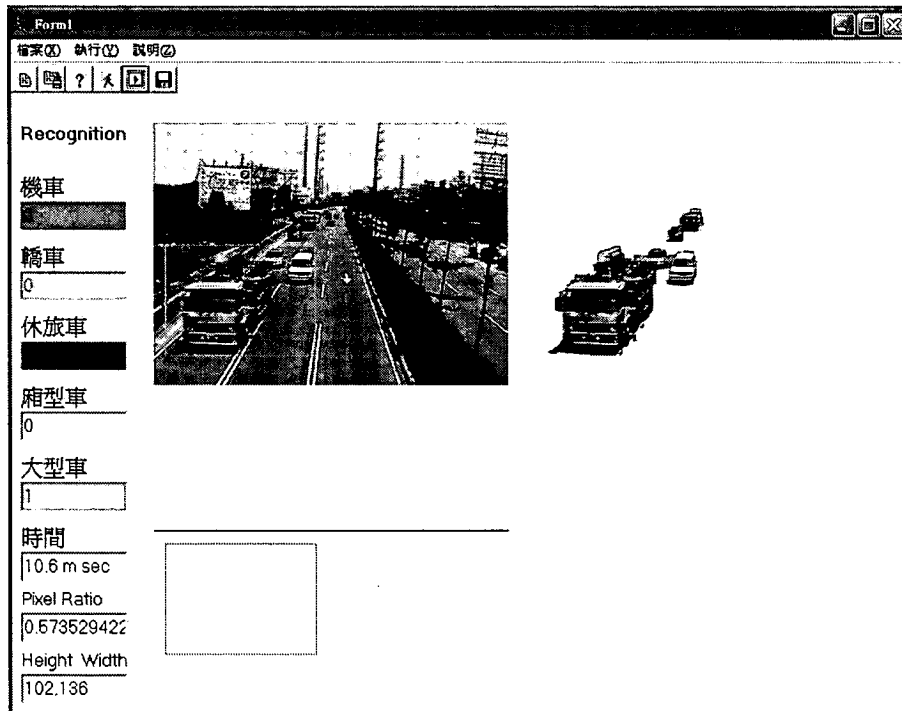


圖 7.1.2.4-15 機車辨識失誤的測試影像

接下來我們也開始著手針對車輛交疊做分析，首先利用連通法將不同的切割物體編號後，接下來將所有編號的車輛有空洞的地方做填補的動作，之後再針對車輛交疊與沒交疊的狀況做分析，我們偵測車輛交疊所利用的參數除了上述的視覺車寬與車長之外，同時利用切割物體的 Pixel Ratio 作為判斷的依據，實驗的資料如表 7.1.2.4-4 所示，在此的 Pixel Ratio 定義是指切割物體的像素數目與對切割物體所框到的最大矩形外框面積的比例。

由表 7.1.2.4-4 可以看出各式車種的 Pixel Ratio 的平均值除了機車之外，其他車輛均在 7 成以上，機車的 Pixel Ratio 會降低的原因主要是因為陰影的影響，陰影在此對其他車輛的影響並不嚴重，不過雖然陰影會使機車的 Pixel Ratio 降低，但是由於機車的視覺車長與車寬可以彌補此一缺點，所以並不會對機車辨識造成影響。

表 7.1.2.4-4 各式車種的 Pixel Ratio 分析³⁹

車種	Pixel Ratio	Pixel
機車	0.58	533
	0.55	531
	0.55	756
	0.55	466
	0.52	513
平均值	0.55	599
轎車	0.76	2106
	0.71	1613
	0.73	1906
	0.73	1842
	0.79	1903
平均值	0.74	1874
休旅車	0.73	2268
	0.72	1910
	0.7	2250
	0.71	1751
	0.74	2073
平均值	0.72	2050
廂型車	0.72	1980
	0.72	2333
	0.72	2573

³⁹ 國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

	0.7	2094
	0.74	1889
平均值	0.72	2173
大型車	0.72	5104
	0.76	6928
	0.7	5241
	0.76	6455
	0.73	5706
平均值	0.73	5886

同時，我們也完成各種同型與不同型車輛交疊的分析表，以作為後續交疊車輛的切割分析，表 7.1.2.4-5 為各種同型車輛交疊的分析表，表 7.1.2.4-6 為各種不同型車輛交疊的分析表，這裡所分類的平行、交叉與垂直等交疊情形，指的是車輛彼此交疊的位置，也就是平行交疊、交叉交疊與垂直交疊等分類。

後續的車輛辨識將整合上述的視覺車寬、車長、顏色與 Pixel Ratio 等參數，推導複雜交疊情形的判斷與切割，主要目的在解決各種不同路況車輛交疊的車輛偵測問題。

表 7.1.2.4-5 各種同型車輛交疊的分析表⁴⁰

	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
機車+機車	平行	0.72	1104
	交叉	0.43	1104
	垂直	0.55	1104
轎車+轎車	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.86	4328
	交叉	0.52	4123
休旅+休旅	垂直	0.7	4070
	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.83	4485
廂型+廂型	交叉	0.55	4279
	垂直	0.65	4426
	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.84	3641
	交叉	0.53	3649

⁴⁰ 國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

	垂直	0.74	3604
大型+大型	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.86	12696
	交叉	0.58	11963
	垂直	0.69	12233

表 7.1.2.4-6 各種不同型車輛交疊的分析表⁴¹

機車+轎車	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.72	1104
	交叉	0.43	1100
	垂直	0.55	980
機車+休旅	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.81	2846
	交叉	0.63	2673
	垂直	0.58	2687
機車+廂型	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.78	2802
	交叉	0.6	2593
	垂直	0.55	2659
機車+大型	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.72	7243
	交叉	0.69	6908
	垂直	0.63	7014
轎車+休旅	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.83	4445
	交叉	0.6	4789
	垂直	0.68	4893
轎車+廂型	交疊情形	Pixel Ratio	Pixel
	平行	0.72	3361
	交叉	0.51	3271
	垂直	0.74	3202

⁴¹ 國防大學中正理工學院電機工程學系 電子戰實驗室

7.1.2.5 夜間車輛偵測技術

本研究項目的主要目標在於開發一套影像視覺偵測技術，使之適用於即時夜間交通資訊偵測之運用。在夜間的道路環境下，由於失去了白天的日光照明，因此在視覺上，僅有具有光源特性的物體能夠清楚呈現於夜間的電腦視覺影像上。這些出現於夜間道路環境的明亮發光物體，大體上包含了車輛的車燈、車燈投射於道路上所造成的光束、路旁的路燈、交通號誌燈、霓虹燈等，如下圖 7.1.2.5-1 之夜間車道景物的範例。因此，如何從這些夜間光源之中，正確的標定辨識出屬於車輛所發出的光源，進而將夜間行駛於道路上的車輛一一標定出、分辨其車種、並據此分析道路交通參數，是本研究項目的主要研究目標。



圖 7.1.2.5-1 夜間車道實景範例⁴²

為了達成以上之目標，本研究所開發之夜間車輛偵測系統，預計將由以下各子系統所構成：

1. 夜間光源物件影像切割模組：發展一套以統計影像分析為基礎的快速物件切割技術。
2. 光源物件分類標定模組：使用連通物件分析技術，將各個夜間的

⁴² 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

光源物體之間之關連特性進行歸類與分析。

3. 車燈物件判定與辨識模組：使用一個以型態分析方法，以針對所標定之光源物件群組，分析其是否為車燈物件，進而確實判定車輛之所在。
4. 車輛追蹤模組：追蹤前一判定模組所得之車輛資訊
5. 交通參數判定模組：根據追蹤觀測之車輛，以實行對於各車道上的交通參數的估測，包含交通流量、密度、延滯長度、停等等各種狀況之交通參數的判定。

以下茲就上述各子系統之內容說明如下：

1. 夜間光源物件影像切割

由於在夜間車輛在影像上特性，以具有光源之物件特徵最為明顯，車輛一般會擁有成對之頭燈和尾燈，在夜間的正面道路連續影像拍攝中，這些燈光的移動尤其明顯，因此我們可以針對此車燈特性加以擷取分析，我們在這個研究中開發了一個以多重門檻值為基礎的明亮物件切割技術。為了能夠成功的切割出一張影像中明亮物件，我們發展一套基於統計分離度分析的自動多門檻值判定之影像切割技術。

統計分類判定的概念運用於影像切割技術上，最早是由[N. Otsu, 1973]所提出，其主要精神是找出一個最佳門檻值，將整張影像的像素分成二類，分別代表前景與背景，使這二類像素集合的「類別間變異量」能夠達於最大值。基於這個概念，我們進一步發展出一個針對影像中多個物件分離判定準則，並以此發展出快速選取多個門檻值，將影像中之所有特性相近之同質物件加以切割，以利於後續對於不同特性之物件之分析。而在夜間的道路影像而言，明亮物件是我們主要切割分析之目標。接下來是這個演算法的大致介紹。

首先，令整張影像的像素總數可以被表示為 N ，而 L 代表最大的亮度灰階值，也就是最明亮的白色。因此一個像素具有某個灰階值 i 的機率可以表示為 P_i 。若希望將一張影像中代表各個物件

的像素能夠有效的分成適當的類別，就能夠將各個同質物件適當的擷取出來。因此，針對選取 k 個最佳門檻值以將一張影像的所有像素分成 $k+1$ 個的類別而言，我們需要去決定一個具有 k 個最佳化門檻值的集合 T ， $T = \{t_1, \dots, t_n, \dots, t_k\}$ 。而被這個門檻值集合所區分的像素類別，可表示為： $C_0 = \{0, 1, \dots, t_1\}, \dots, C_n = \{t_n + 1, t_n + 2, \dots, t_{n+1}\}, \dots, C_k = \{t_k + 1, t_k + 2, \dots, L - 1\}$ 。我們主要使用切割結果之「類別間變異量」(between-class variance)，以 V_{BC} 為代號，這個統計特性測量單位主要是用於估算所切割的像素類別間的「分離度」，它可以非常有效的作為一個影像切割的判定準則，以此選取最適當的門檻值數量，將一張影像的像素做最佳的分割，以獲得最佳的切割結果。而所有像素類別的「類別內變異量」(within-class variance)，以 V_{WC} 為代號，其代表著各個像素類別各自的變異量的加權總和，由各個像素本身的變異量與其佔有率作為加權值，可以作為推斷哪一個像素類別含有較多的資訊含量，或是物件，以此作為最佳化切割過程執行的判斷依據。而所有像素灰階亮度值之總和變異量 V_T ，可作為前述類別間變異量的正規化參數，以結合成為正規化分離度測量準則。

在上列推論中， k 代表所選取的門檻值個數。接下來介紹每個像素類別的統計量測計算， ω_n 代表第 n 個像素類別 C_n 的累進機率密度函數， μ_n 和 σ_n 則分別代表 C_n 的平均值與標準差。因此，基於前述之統計量測方程式，我們可以推導出一個用於量測經過門檻值切割後之像素類別的分離度準則 separability factor，我們將之定義為 SF，其定義為類別間變異量 V_{BC} 值與總和變異量 V_T 值的比值，其中總和變異量 V_T 作為正規化參數使用，如此 SF 之值會落在 $0 < SF < 1$ 之間。當 SF 值接近其最小值 0 時，代表影像中的所有像素之灰階值相當集中於一個均勻的值內，相對的，當其值接近最大值 1 時，表示所有像素類別有很明確的分離。因此，我們可以針對將 SF 值最大化作為一個目標函數，以此來設計門檻值選擇與影像切割方法。這個分離度鑑別的特性，可以利用總和變異量 V_T 之值為類別間變異量 V_{BC} 與類別內變異量 V_{WC} 之和的這個性質，並經由應用類別內變異量 V_{WC} 的各組成項特性，我們可以推論

如果各像素類別之組成灰階值在統計上是很分散的（其各像素類別 σ_n^2 很大），則對應之 SF 值就會變小。因此，當 SF 值趨近於 1.0 時，代表所有的像素類別在統計上是很理想的完全分離開來，且各像素類別之組成灰階值亦相當集中，這是最理想的分割結果。而此推論結果亦符合 [Levine, 1985] 之論文所推論之“同質性量測準則” (Uniformity Measure) 之性質。

因此基於以上推導之統計分離度鑑別準則，可以以此發展出一套可以自動判定一張影像內含之同質物件個數，並決定最佳化的門檻值集合以加以切割。這個分割演算法是使用遞迴的執行方式，以一次決定一個門檻值將影像內的同質物件依序切出，直至 SF 量測值趨近於 1，也就是影像內的同質物件已完全切割出為止。為此，從上一段的推論可以得知，要以最少的遞迴切割次數最大化 SF 值，其目標在於盡可能的將切割出之像素類別之類別內變異量 V_{WC} 降低。為了達成此目標，我們的切割演算法在每次的遞迴運算中，選擇類別內變異量貢獻值最大的像素類別來加以進行二元切割，如此 SF 值將會在最少次數的遞迴切割達到最大值，最後可以取得具有最大分離度的影像物件切割結果。

基於以上的推導，本研究所提出之多門檻值自動影像切割技術的流程如下：

步驟 1：

當程序初始時，所有像素被歸類於起始像素類別 C_0 ，令 q 表示目前本次疊代中存在的像素類別總數，故初始值為 1。

步驟 2：

在本次疊代開始時，有 q 個像素類別在前一次的疊代中被決定。接著針對各像素類別 C_n ，計算其統計特性，累進機率函數 ω_n ，平均值 μ_n 與標準差 σ_n 。

步驟 3：

從目前所決定的像素類別中，找尋其中類別內變異量貢獻值最大的像素類別，此被選出之像素類別以 C_p 代表，在下一個

步驟終將以此類別作為二元分割之對象。

步驟 4：

使用一個最佳化的門檻值 t_s^* ，將像素類別 C_p 切割成二個子類別 C_{p0} 與 C_{p1} 。 C_{p0} 與 C_{p1} 是為從 C_p 分出之子集合，他們可以表示為 $C_{p0}:\{t_p+1, t_p+2, \dots, t_s^*\}$ ，與 $C_{p1}:\{t_s^*+1, t_s^*+2, \dots, t_{p+1}\}$ 。而最佳化門檻值 t_s^* 由對最大化切割結果之類別間變異量 V^{BC} 來取得，其詳細最佳化的 t_s^* 的計算方法如論文[Wu, et al., 2005]中所詳述。

步驟 5：

在執行了步驟 4 的程序後，會得到 $q+1$ 個像素類別。然後使用 E_q (7) 計算切割結果之 SF 分離度鑑別值。如果 $SF < THSF$ ($THSF$ 為預設之目標值)，表示尚有同質物件尚未被切割出來，則回到步驟 2 進行下一次的疊代程序，否則，則進入步驟 6。

步驟 6：

依照最終所決定之門檻值集合，將影像之像素分別歸類至對應之像素類別，以此將各同質物件分別析離，並結束切割程序。

接下來，以對圖 7.1.2.5-1 執行光源物件影像切割為例，說明本切割技術之處理過程與結果，由圖 7.1.2.5-1 可以看出在典型夜間道路的環境下，所會出現的明亮光源物件，包含了車燈、車燈投射於道路上所造成的反光、路燈、交通號誌燈、霓虹燈等。其像素之統計分析圖如圖 7.1.2.5-2 所示，經過執行上述之影像切割程序後，獲得三個最佳切割門檻值，以將這些像素分成四個像素群，其中最明亮的像素群，位於統計圖之最右邊者，即為夜間車道環境中發光源物件所組成者。圖 7.1.2.5-3 為使用本自動切割演算法後，偵測出該實景共有四個同質物件，並將之以代表色取代之影像，其中白色者為發光源物件。圖 7.1.2.5-4 則是後續將繼續處理之二值化明亮物件平面，下一階段之分析處理將針對此明亮物件平面進行分析，以正確的取得車燈物件。

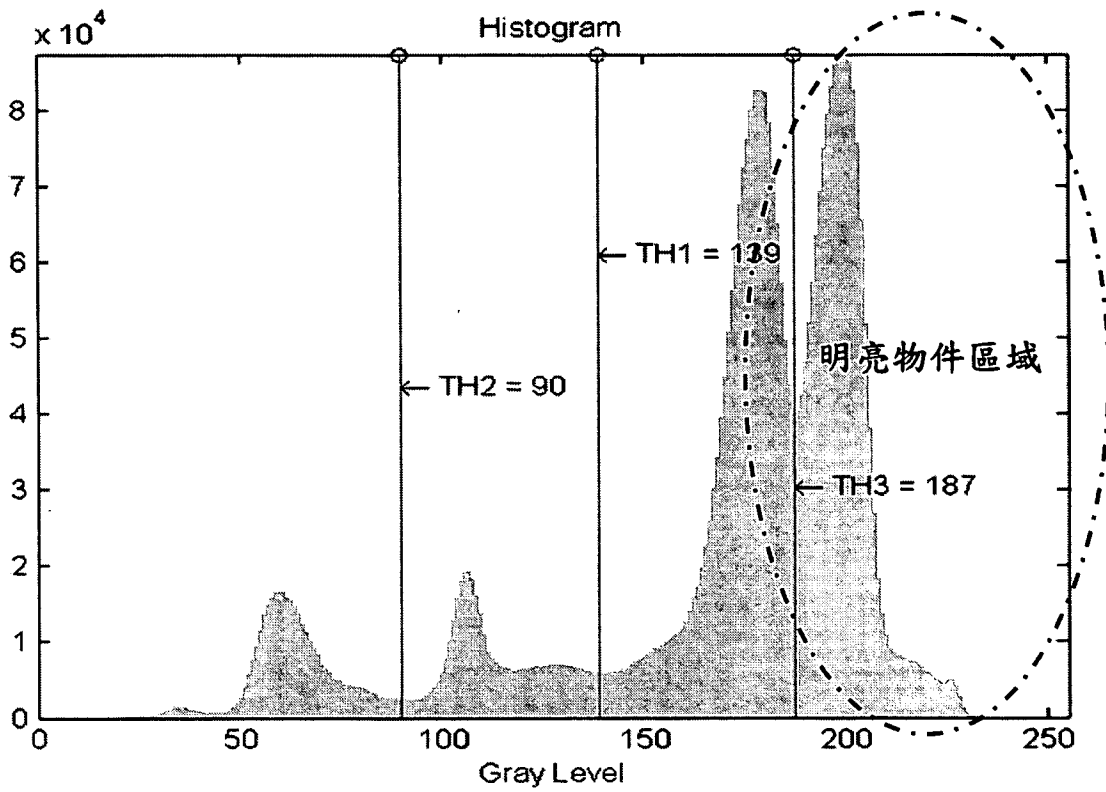


圖 7.1.2.5-2 車道實景原圖之統計曲線，與實行遞迴影像切割之結果⁴³

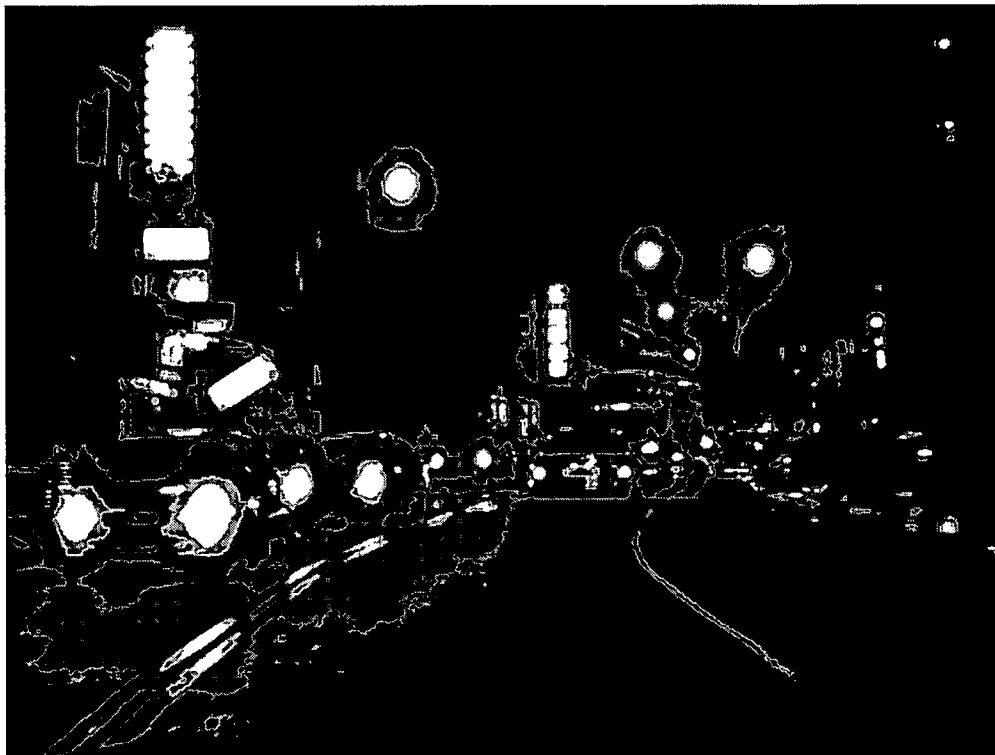


圖 7.1.2.5-3 執行本自動切割演算法後，以代表色取代之影像⁴⁴

⁴³國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

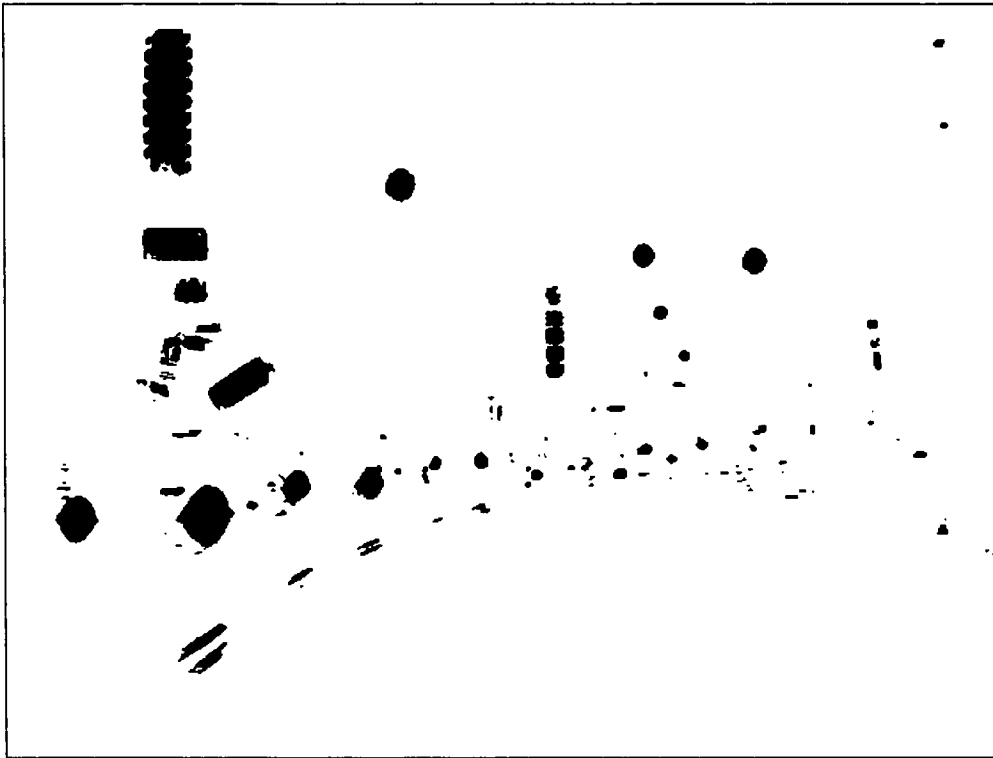


圖 7.1.2.5-4 二值化後之明亮物件平面⁴⁵

2. 光源物件分類標定模組

對於由先前明亮光源物件切割程序所取得之光源物件，必須用連通成份標示(connected-component labeling)來把相鄰的圖素標示為同一物件；我們所提出的快速連接成份標示，是使用一個掃描方法，經切割後轉換成二值化的影像上，標示所有的連通分量。我們主要是採用了在[Gonzalez et al., 2002]所介紹的快速連接物件標示演算法，掃描方向是從上到下，且由從左至右的，其優點在於，它須要二種掃描：粗略(coarse)的掃描和精煉(refined)的掃描。在粗略的掃描方面，一個連接成份可能被分成幾個部份，而等價的標籤將被加到那些仍判斷為連接成份上去。然後再針對這些等價的標籤，用精煉的掃描來決定連通分量最後的標示，接著在紀錄每個連通分量的區塊後，進行以下的區塊聚合分析以進行車輛物件的判別。

而下述幾種連通分量使用於區塊聚合和車輛物件判別過程的量測運算如下，

⁴⁴ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

⁴⁵ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

- (1) 連通分量區塊的的上緣、下緣左方與右方的座標。
- (2) 連通分量區塊高度與寬度。
- (3) 任二個連通分量區塊的最短水平距離與垂直距離。
- (4) 二個連通分量區塊 B_i 與 B_j 的垂直投影重疊比例。

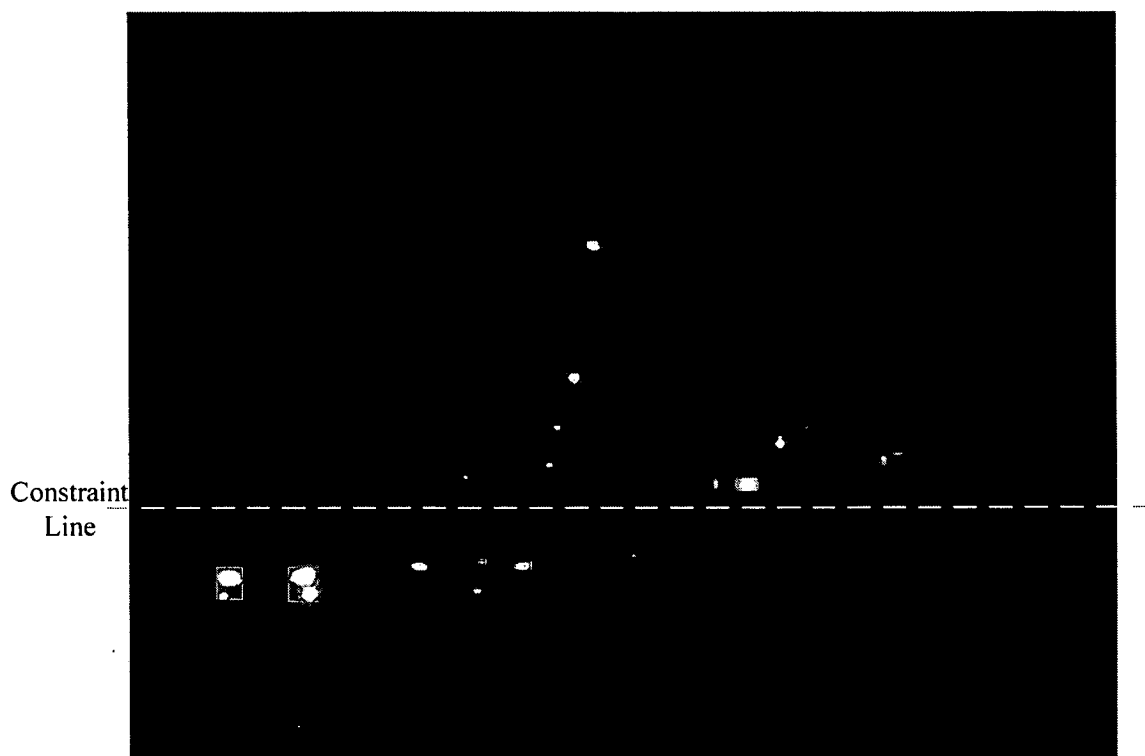


圖 7.1.2.5-5 在虛擬地平線之下所設定的處理區域中的明亮物件連通分量區塊⁴⁶

由於先前明亮物件擷取程序所獲得之光源物件平面中，非車燈物件之光源物體，如路燈、紅綠燈、霓虹燈等，他們通常位於前方視線所及較高之處。為了事先加以濾除這些非車燈之光源物件以加快處理速度，我們設定了一條「虛擬地平線」，如圖 7.1.2.5-5 所示。這條虛擬地平線設定為所擷取影像區域的三分之一，此線大致與延伸至遠方地平線相合，在此線以下的光源物件，若位於馬路上者，多確實為車燈物件，因此可大幅的增加處理效率。

在取得所有光亮物件的連通分量區塊之特性資訊後，接下來就是使用一個物件聚合程序，將所獲得的成對具有相似特性之明亮物件加以聚合，以從中找出車燈物件。此程序將搜尋所有區塊，

⁴⁶ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

利用數個判定法則，對兩兩連通物件區塊判斷，判斷是否具有符合車燈的特性排列，如車燈必定具有以下特性：

- (1) 其距離處於同一車道範圍內的相近距離內。
- (2) 水平對齊排列。
- (3) 其大小相仿。

若以上三個特性皆能符合，便把這兩個明亮物件連通物件區塊歸類並合併為一組。在依序將物件區塊合併成個別的區塊群組後，他們分別代表其為一組具有相似特性的光源物件群組。此物件聚合程序如圖 7.1.2.5-6 所示。觀察圖 7.1.2.5-6 之聚合結果，可以看到左側的對向來車之車頭燈被歸類為同一群組，而右邊之同車道前車則被聚合成為另一個物件群組。

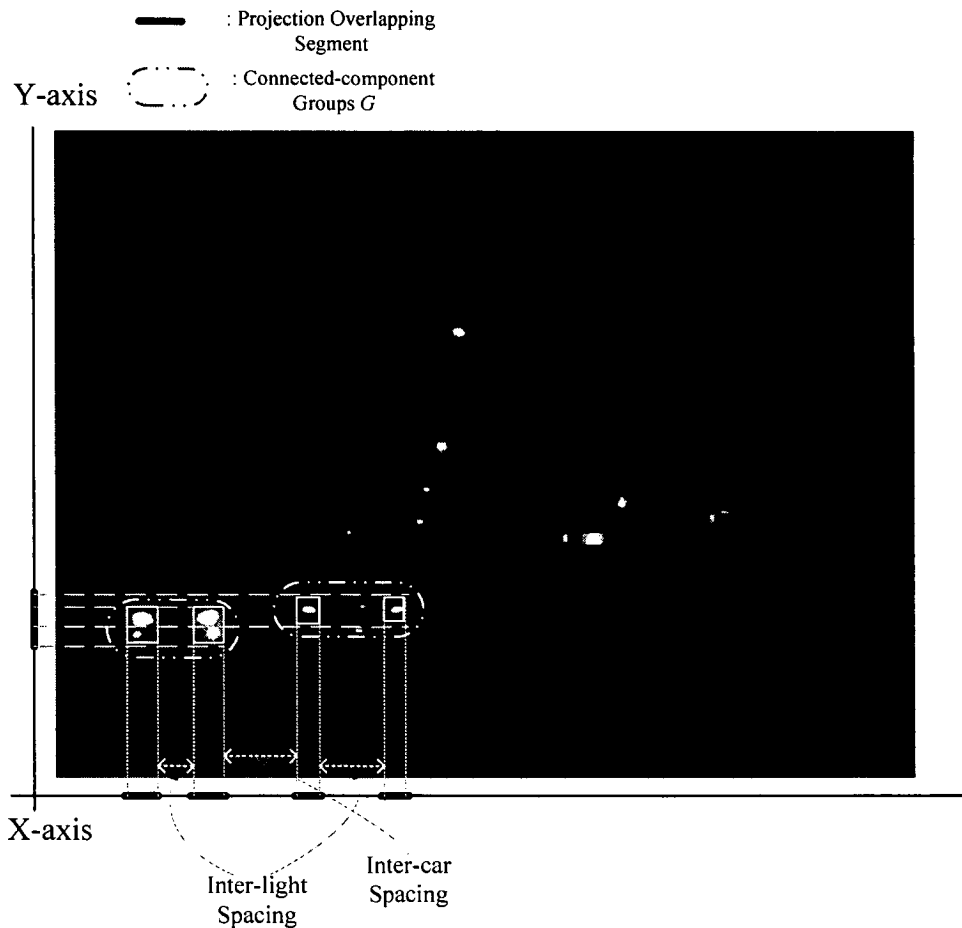


圖 7.1.2.5-6 車燈物件聚合程序示意圖⁴⁷

⁴⁷ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

因此，基於上述對於夜間車燈特性的推導，我們可以將之亦應用至以鳥瞰視角拍攝為主的交通監控狀況。以交通監控用途之影像視訊分析拍攝角度而言，成對的車頭燈與車尾燈的出現特性也就更為顯著，運用上述推論之運算過程，將屬於同一輛車輛的成對車燈加以聚合，如此即可獲得夜間行駛於馬路上的車輛物體，以一個聚合完成的車燈群組物件方塊(Bounding Box)做為代表一輛車的監控單位，即可達成對於夜間行駛的車輛交通監控的目標，其處理之圖示如下圖 7.1.2.5-7 與圖 7.1.2.5-8 所示。

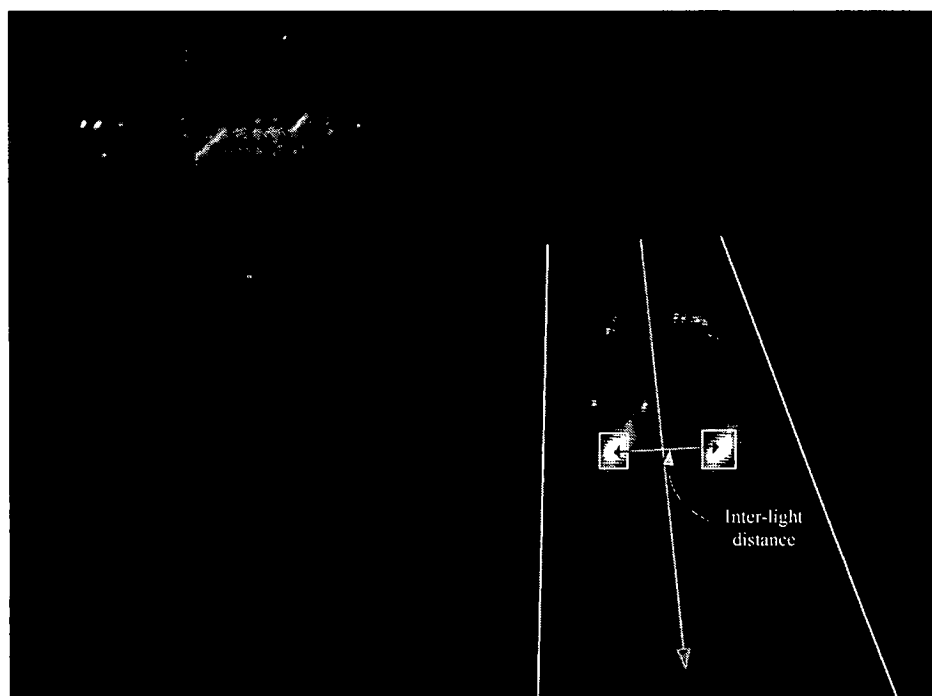


圖 7.1.2.5-7 從交通監控視角之車燈物件聚合程序示意圖⁴⁸

⁴⁸ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

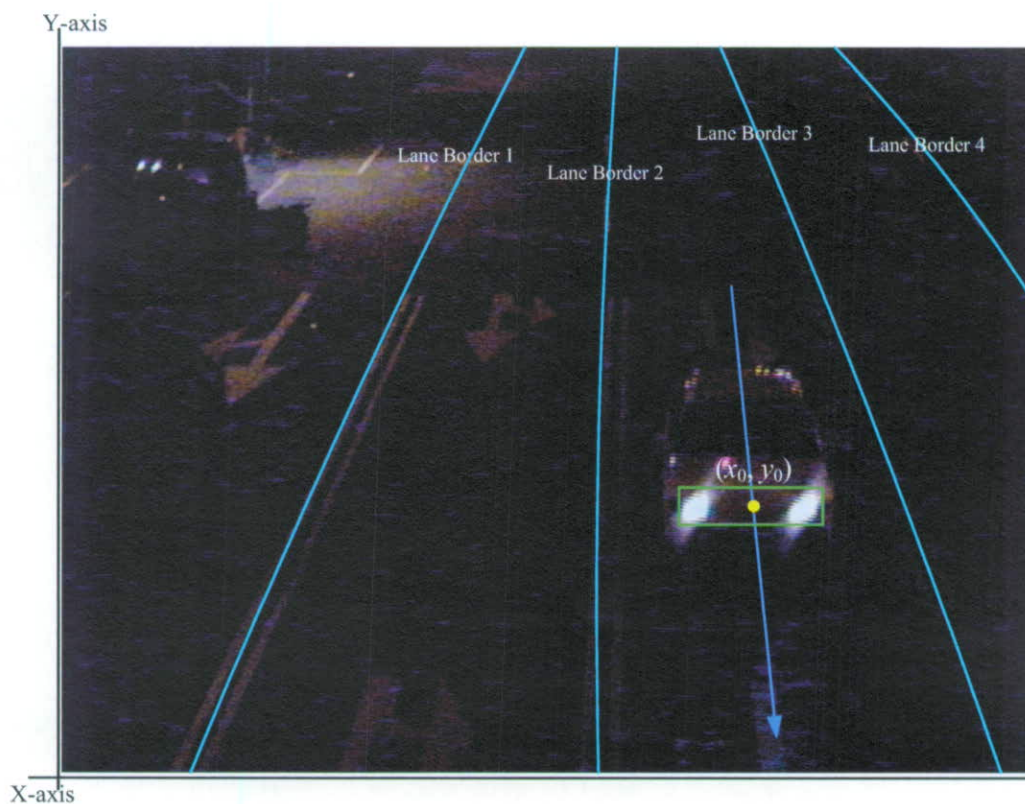


圖 7.1.2.5-8 交通監控視角之車燈物件聚合結果示意圖⁴⁹

3. 車燈物件辨識與定位模組

完成車燈物件聚合程序後，我們可以獲得光源物件群組，接下來的目標就是從這些物件群組中，判定是否具有車燈之特徵，並從中辨識出為車頭燈或為車尾燈。

為了判斷是否符合是否車燈之特徵，以及分辨其為車頭燈或車尾燈，所使用的判定法則為：

- (1) 其寬高比符合具有長方形車體正面投影的特性，車燈是在車子的前方二側，其形狀會呈現為一長方形狀態，我們便利用其寬高比，便能夠判斷是否此物件是否具有長方特性。
- (2) 景深-面積判定表(Z-A Table)，對於每個物件判斷其寬度和景深距離之對應，是否符合景深-面積判定表所定義之判定準則，此判定表是以統計方式製表，在景深為某一數量

⁴⁹ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

時，其相對應之車子正面投影面積之合理範圍，可利用此方式，判斷該物件是否為車輛之車燈。

- (3) 為了判別是前方來車之車頭燈，或者是同向前車之車尾燈以獲取來車的運動方向，我們以車尾燈多為紅色燈光之特性來判斷之。因此，若是構成該組燈光物件的周邊光暈像素，明顯具有較強烈之紅色光成分，則將其判定為車尾燈物件。

4. 夜間車輛定位與追蹤

在獲得了各個連續影像畫面中所標定的車燈物件群組後，使用一套定位與追蹤模組，針對各個連續畫面影像中標定的車燈物件群組，對於他們行進的方向，加以追蹤偵測，如圖 7.1.2.5-9 所示，以精確的判定每一輛進入監測畫面區域中的車輛的移動方向、位置、速度、與種類等資訊，並以此加以統計計算該交通監控區域的各項交通參數。

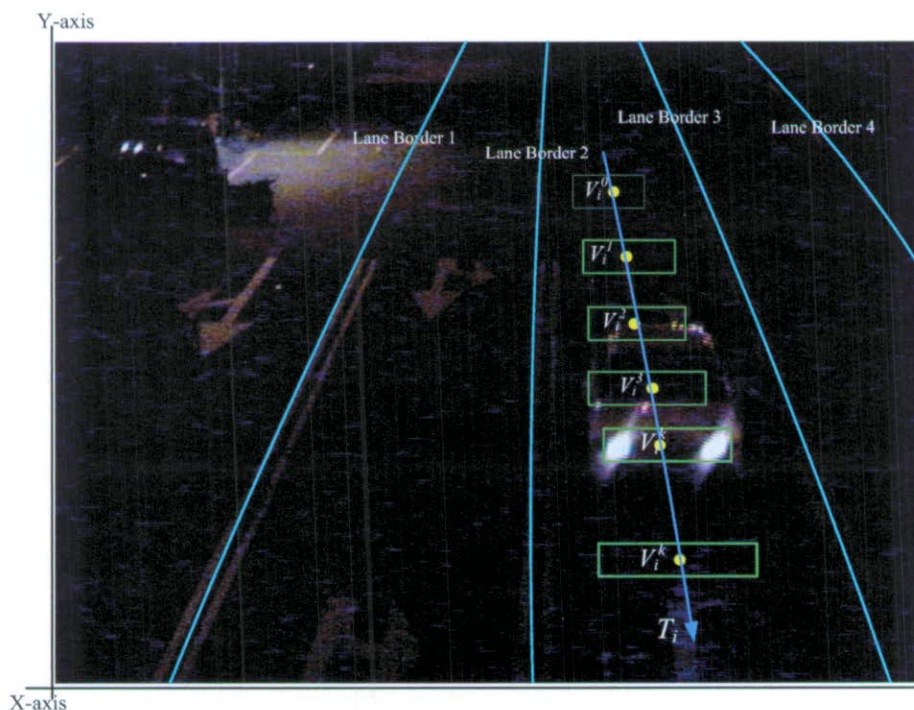
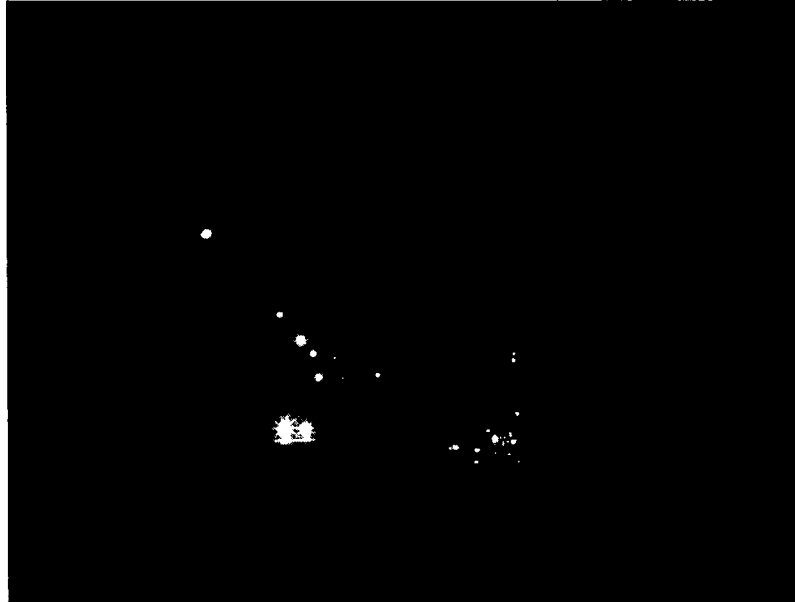


圖 7.1.2.5-9 夜間車輛定位與追蹤過程示意圖⁵⁰

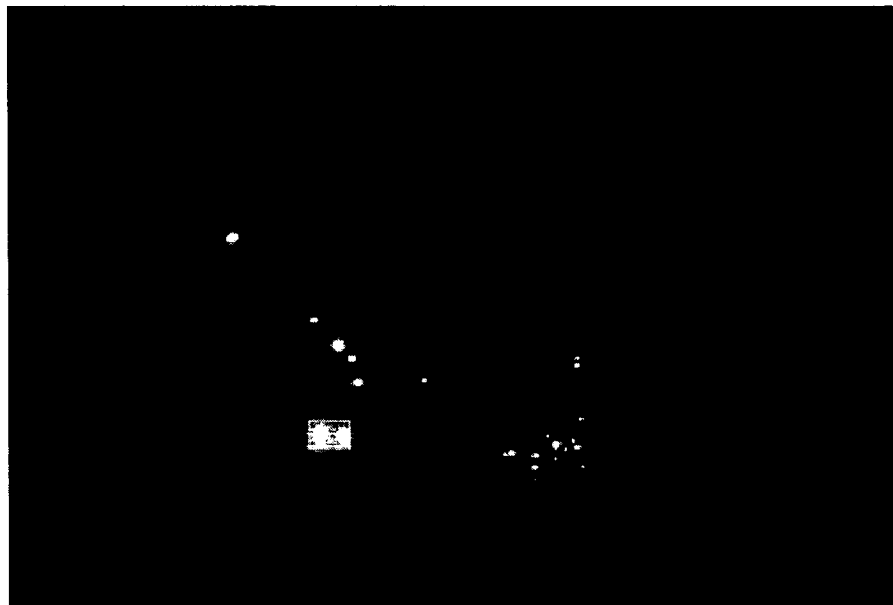
⁵⁰ 國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

5. 夜間測試範例

經過前述章節所介紹的的車輛偵測處理過程後，可以將一段影像上的車燈物件加以擷取並定位追蹤，車燈物件分別有對向來車之頭燈與同車道前車之尾燈，其擷取定位結果分別如圖 7.1.2.5-10、圖 7.1.2.5-11 與圖 7.1.2.5-12 所示：



(a)來車影像原圖



(b)來車車燈定位擷取

圖 7.1.2.5-10 對向來車之頭燈擷取結果⁵¹

⁵¹國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室



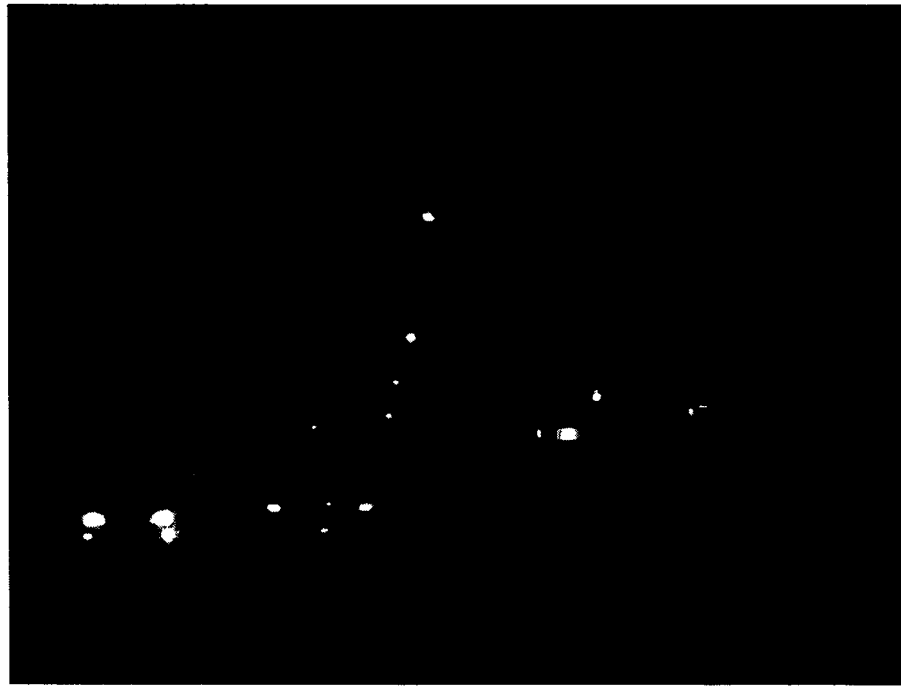
(a)前車影像原圖



(b)前車車燈定位擷取

圖 7.1.2.5-11 同車道前車之尾燈擷取結果⁵²

⁵²國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室



(a)雙向有車之影像原圖



(b)雙向有車之車燈定位擷取

圖 7.1.2.5-12 雙向有車之車燈擷取結果⁵³

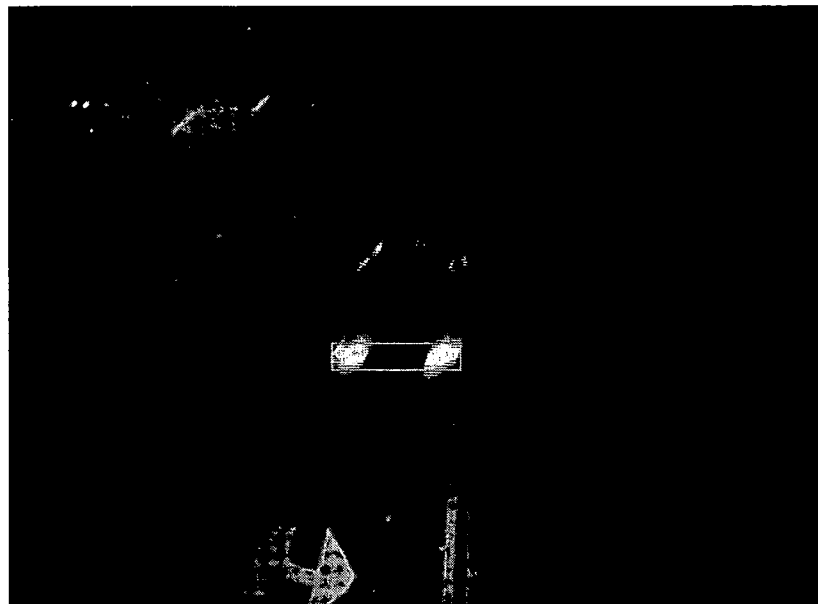
經由以上的測試結果，我們可以確實的藉由標定成對的車頭燈與車尾燈來進行夜間車前視野之車輛辨識，並可以此即時獲得視野中的交通資訊，進一步應用於鳥瞰視野的交通車流監控應用的開發實驗結

⁵³國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

果，如以下一系列之範例所示。圖 7.1.2.5-13 是於新竹市食品路上天橋所鳥瞰拍攝之下行車道車流影像序列，在這一個影像序列中，車輛是從上方出現，移動至畫面下方離開監控區域，而其成對大燈經由本車燈偵測程序加以正確定位出，並以此判定為一輛車體出現於監控區域中。



(a)下行車輛之影像原圖



(b)下行來車之車燈定位擷取

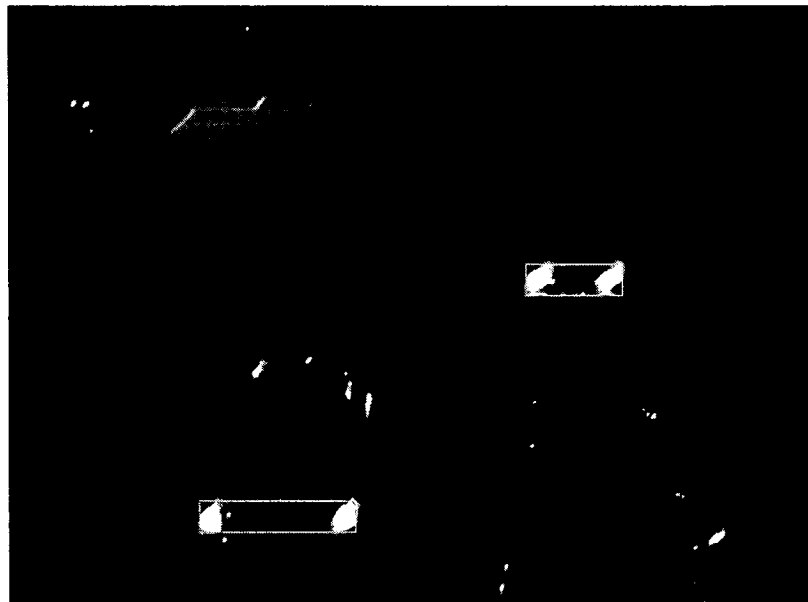
圖 7.1.2.5-13 下行車輛有車之偵測結果 1⁵⁴

⁵⁴國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

下圖 7.1.2.5-14 是同圖 7.1.2.5-15 之新竹市食品路段的監控影像，在稍後之時，有較多下行車輛出現在監控畫面區域之中，其中二輛車已被正確偵測定位出來。而位於右下角正在停等紅綠燈之大客車，由於其車燈不在畫面之內，所以在此畫面中是呈現車輛離開狀態，但此輛車之存在，已在稍早的畫面序列中加以偵測標定了。



(a)下行車輛之影像原圖



(b)下行來車之車燈定位擷取

圖 7.1.2.5-14 下行車輛有車之偵測結果 2⁵⁵

⁵⁵國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

而圖 7.1.2.5-15 則是位於新竹市光復路二段上的上行車道車流影像，在這個影像序列中，車輛是由下方運動至畫面上方離開監控區域，構成其尾燈的發光物體一共有三個成分，本車燈偵測程序亦成功加以定位，並判定一輛車輛出現於監控區域中，另外值得注意的是，車子前方的大燈投射至地上的光束所造成的光亮區域，並沒有造成誤判，由此可得知本偵測方法在此類場景狀況下相當的可靠。



(a)上行車輛之影像原圖



(b)上行車輛之車燈定位擷取

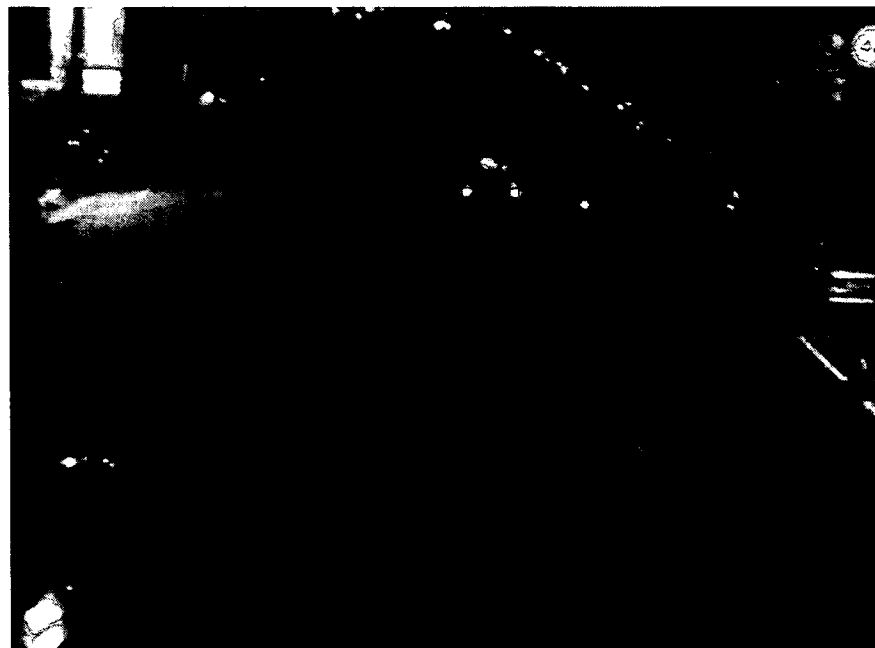
圖 7.1.2.5-15 上行車道有車之偵測結果 1⁵⁶

⁵⁶國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

圖 7.1.2.5-16 是新竹市學府路的另一個路段的交通監控影像，圖中一輛計程車正向上方移動，這輛計程車的車尾燈明顯較為晦暗，不過本偵測程序依然能成功的將其偵測並加以標定出來。



(a)上行車輛之影像原圖



(b)上行車輛之車燈定位擷取

圖 7.1.2.5-16 上行車道有車之偵測結果 2⁵⁷

⁵⁷國立交通大學 混沌系統與訊號處理實驗室

由於進行實驗的慈雲路段，其在夜間的道路環境有著成排的明亮路燈，與周圍商店的霓虹燈所產生的光源，這些強烈的光源投射在行駛於慈雲路上的車輛，其所造成的強烈反光與炫光的影響，使得路上行駛之車輛，總是拖曳著明亮的閃光，造成人眼亦無法輕易正確分別各臺車輛。加以該路段路面對於路燈、商家霓虹燈、以及車輛上的遠近燈所投射於路面上所造成的反光效果亦極為嚴重，這更使得從該路段監測點所觀測之視覺效果極為難以分辨。其對於以電腦視覺為基礎所開發的夜間車輛技術而言，具有相當大的挑戰。

經由觀察該路段的典型監測拍攝影像，如圖 7.1.2.5-17、圖 7.1.2.5-18、圖 7.1.2.5-19 與圖 7.1.2.5-20 所示，可以發現圖 7.1.2.5-17 中的二輛車輛已經幾乎黏合成一片而無法分辨個別車輛了，而圖 7.1.2.5-18 中的左下角二輛車輛，亦因多重光源的影響下，使的車輛因為反射光源而與路面的反射光源黏合成一塊，此種狀況亦相當難以加以分辨之。而圖 7.1.2.5-19 與圖 7.1.2.5-20 於該路段路口的狀況，在這二章影像中所出現的車輛，幾乎是完全為過度曝光所造成的炫光所包圍成團塊，而完全難以以視覺觀測了。因此現階段的研究方法對於慈雲路段的夜間車輛交通監控，需要使用相關濾光鏡頭設備，以將干擾偵測結果的光源加以濾除，方可成功執行夜間交通監控。



圖 7.1.2.5-17 慈雲路夜間監測拍攝影像 1



圖 7.1.2.5-18 慈雲路夜間監測拍攝影像 2



圖 7.1.2.5-19 慈雲路夜間監測拍攝影像 3



圖 7.1.2.5-20 慈雲路夜間監測拍攝影像 4

圖 7.1.2.5-21 與圖 7.1.2.5-22 則為慈雲路段上的交通監控影像部分成功結果之範例，其中成對車燈特性有較為明顯呈現之車輛，均成功被加以偵測出。因此，由觀察此範例之處理結果可以得知，若能夠讓大量光源干擾情形減輕，亦即，若能能夠消滅夜間時該路段強烈的過度曝光而造成大量的光暈炫光問題，則本研究方法可以成功運用在此路段的交通監控上。



(a)慈雲路下行車輛之影像原圖



(b)慈雲路下行車輛之車燈定位擷取

圖 7.1.2.5-21 慈雲路段下行車道之偵測結果



(a)慈雲路口下行車輛之影像原圖



(b)慈雲路口下行車輛之車燈定位擷取

圖 7.1.2.5-22 慈雲路口下行車道有車之成功偵測結果

車頭燈偵測對於車輛偵測器而言，只是輔助的方法，無法完全取代車輛偵測。一般的影像式車輛偵測器所需的光線照度至少須 20 流明(lux)以上，所以一般道路的夜間影像偵測在光源不充足的狀況下，必須以紅外線 CCD 攝影機拍攝，以解決夜間量測車道佔量及車種的問題。針對這樣的狀況，我們也針對紅外線 CCD 攝影機作調查。

圖 7.1.2.5-23 是 HITACHI 公司所生產的 HCB-IR730WR 超高感度紅外線夜視攝影機，夜視功能關閉時，需要的光線照度至少須 0.05 流明(Lux)，當夜視功能啟動時，需要的光線照度為 0 流明(Lux)，夜視距離 20~25 米，與 CCD 一體的紅外線單體為 15 顆 850nm 高功率紅外線 LED，紅外線的控制方式為智慧型無段光控，紅外線的功率會隨光線變化程度自動調整強弱，感測元件是利用 1/3 SONY 的感光元件，再搭配紅外線投射器，應可增加夜視距離。

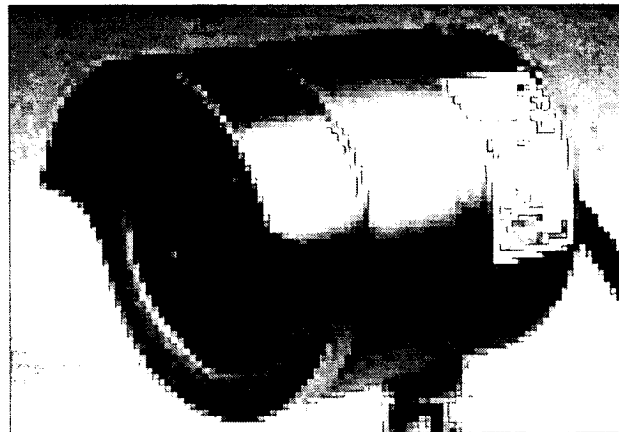


圖 7.1.2.5-23 HITACHI 公司的 HCB-IR730WR 超高感度紅外線夜視攝影機

圖 7.1.2.5-24 是紅外線夜視投光器，紅外線投射距離約 25~40 公尺，利用 50 顆高功率紅外線 LED 組成，尺寸大小為長 9.5 公分，圓徑 7.1 公分，電源 DC12~15V，消耗電流 480mA，智慧型光控紅外線無段自動調整強弱，投射角度 50 度(有紅點)(LED 膠體為深藍色)，可防水。

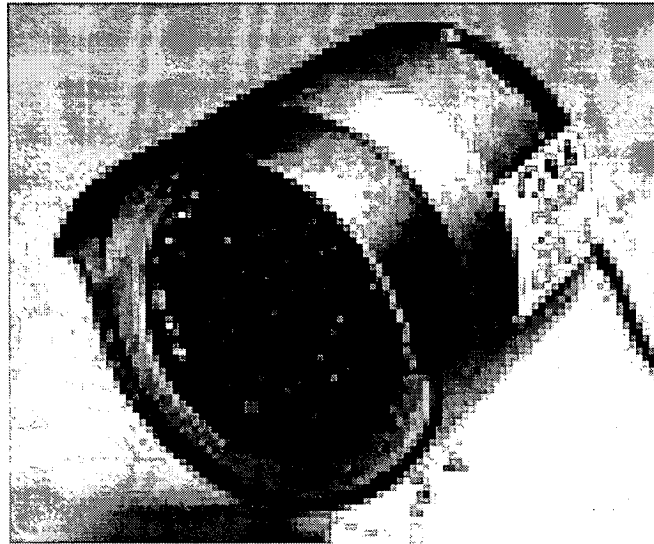


圖 7.1.2.5-24 紅外線夜視投光器

上述規格所示之夜視距離，尚須視 CCD 攝影機對紅外線感度之強弱，感度愈強，可拍攝的距離愈遠。此外，尚可利用鹵素燈作為照明輔助系統，圖 7.1.2.5-25 是一部可達 60 公尺戶外紅外線輔助照明，輸入電壓為 90 -260 V AC，消耗功率 120 W，有效距離為 60 公尺，光束角度 30 度，發射波長為一般紅外線的頻率 840 nm，開機方式是以光敏電阻做日夜自動切換控制，有鋁製結構的外殼，可以防水，工作溫度 $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，尺寸(mm) 150(ϕ) x 400(L)，重量 2.6 Kg。

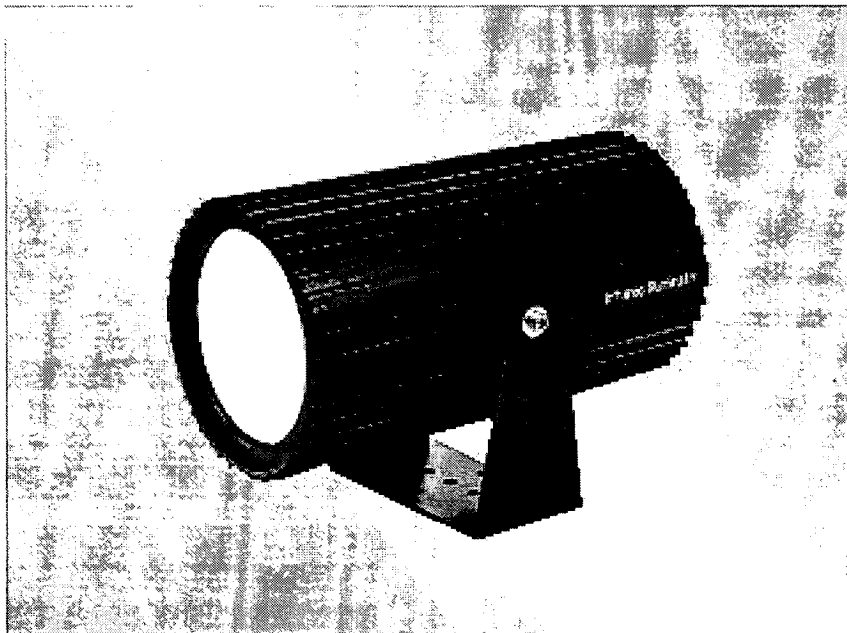


圖 7.1.2.5-25 戶外紅外線輔助照明

圖 7.1.2.5-26 是型號 IW30-SH29 的彩色紅外線防水型 CCD 攝影機，畫面為 560x540，29 萬像數，夜視功能關閉時，需要的光線照度至少須 0.1 流明(Lux)，當夜視功能啟動時，需要的光線照度為 0 流明(Lux)，夜視距離 30 米，與 CCD 一體的紅外線單體為 85 顆紅外線 LED，我們做室內實際測試此部紅外線 CCD 的影像如圖 7.1.2.5-27，夜間室內燈光全部關閉並拉下鐵門下拍攝的影像，影像中最遠的直線距離約 15 公尺，影像效果良好。

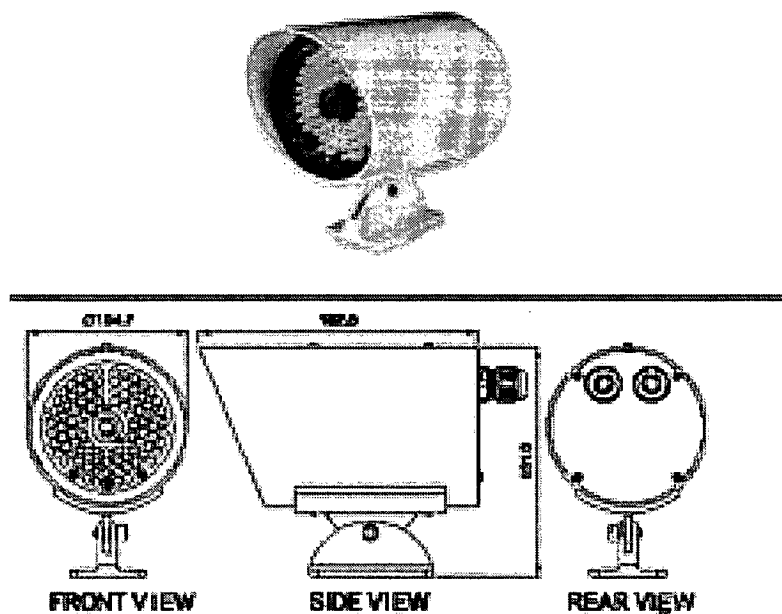


圖 7.1.2.5-26 型號 IW30-SH29 彩色紅外線 CCD 攝影機

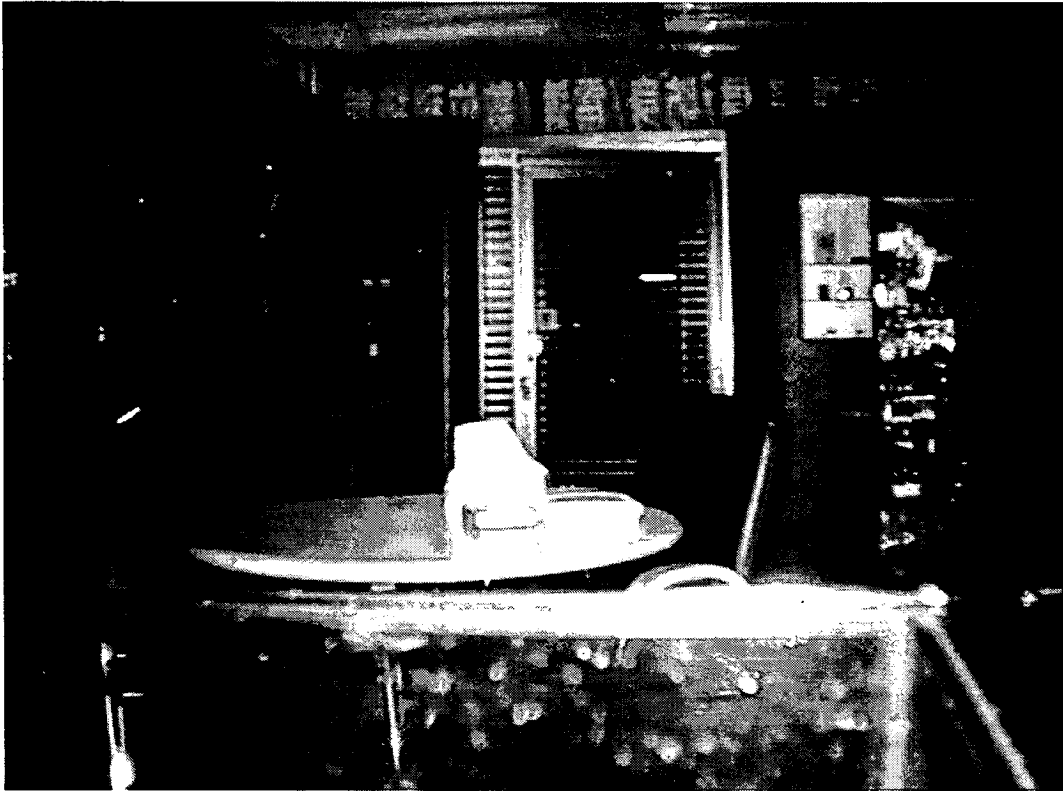


圖 7.1.2.5-27 IW30-SH29 彩色紅外線 CCD 拍攝影像

另有一款型號 IW30-SH38 的紅外線防水型 CCD 攝影機，如圖 7.1.2.5-28 所示，畫面為 560x540，29 萬像數，夜視功能關閉時，需要的光線照度至少須 0.1 流明(Lux)，當夜視功能啟動時，需要的光線照度為 0 流明(Lux)，夜視距離約 60 米，與 CCD 一體的紅外線單體為 7 顆高功率紅外線 LED，目前已購買實機做夜間測試，以實測其有效的距離。

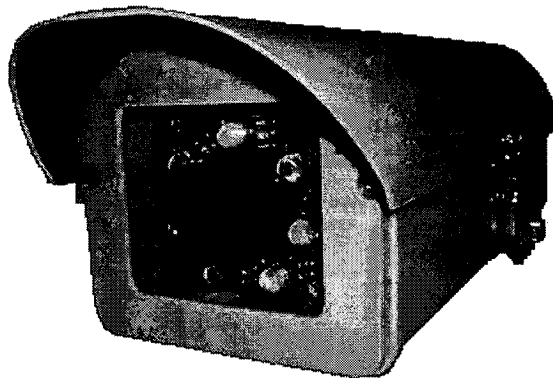


圖 7.1.2.5-28 型號 IW30-SH38 的紅外線 CCD 攝影機

經過實測的結果，在一般夜間有路燈照明且車流量較大的道路測試，因光線照度充足，僅啟動微量紅外線投射，而且拍攝的影像也能正確的呈現彩色，如圖 7.1.2.5-29 所示。



圖 7.1.2.5-29 夜間紅外線影像測試

我們將此夜視攝影機置於全黑環境下測試，完全沒有光線之下拍攝，發現影像明亮效果取決於物體反射紅外線的強弱，若被拍攝物體材質反射紅外線能力強，則拍攝的影像外型可以清晰辨識，如果拍攝物體材質反射紅外線能力弱或是沒有紅外線反射回來，則拍攝的影像外型不易辨識，目前此紅外線 CCD 攝影機裝設之鏡頭為 25mm，在距離 60 米外亦能看見，測試影像如圖 7.1.2.5-30 與圖 7.1.2.5-31 所示。



圖 7.1.2.5-30 全黑環境加上汽車頭燈照射路面



圖 7.1.2.5-31 全黑環境前方無反射物體

7.1.2.6 影像穩定技術

目前的定點式監控系統在遇到強風、地震等不可抗拒力的作用下，將使得監控攝影機過度晃動，進而造成誤差。因此，如何減少這種因為晃動而造成的誤差，成為現在路況監視系統急須解決的問題。

補償因強風或地震等因素所造成的晃動而產生不穩的影像處理技術，我們稱之為影像穩定化技術(Image Stabilization)。在影像穩定化技術中，動態偵測(Motion Estimation)及運動平滑化(Motion Smoothing)是主要的兩個部分，如圖 7.1.2.6-1 所示。

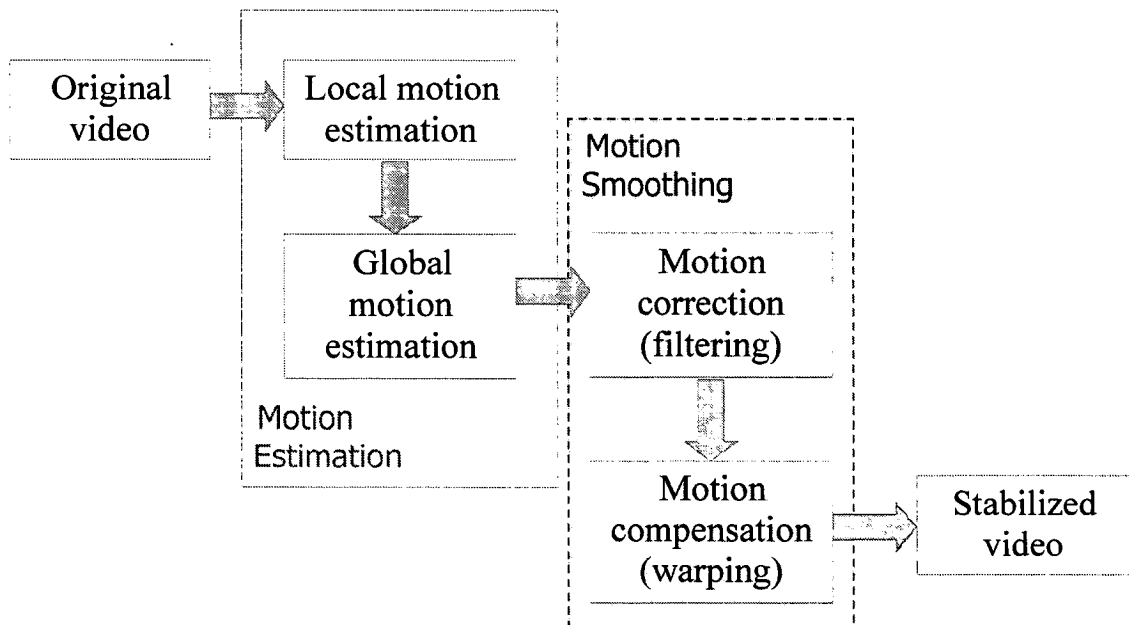


圖 7.1.2.6-1 影像穩定技術流程圖⁵⁸

動態偵測是要對影像找出一個運動模型來分析，先找出區域性的移動向量(Local Motion Vectors)，再由區域性移動向量估測來找出全域性的移動向量(Global Motion Vector)，並將之當成整張畫面的移動向量，同時還會分析畫面轉動的分量，這樣就可以處理攝影機或相機拍攝到的晃動及轉動的情況。運動平滑化則是針對整個拍攝到的影片對其全域性運動向量進行修正動作，使其能夠整個影片的全域性移動總

⁵⁸國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

和都能平滑化。再來用平滑化修正後的全域性移動向量來做動態補償(Motion Compensation)的動作，這樣一來就可以得到穩定而不會晃動的影像。經影像穩定技術後的影像將有助於後續影像處理演算法的進行，包括車道偵測、障礙物偵測、車速量測、及車數計算等等。

一、國內外相關研究:

隨著近年來影像技術的發展，這方面的相關應用漸漸地受到重視，而穩定的影像是為影像品質相當重要的一環，因此受重視的程度也逐年升高。例如，交通監控系統與安全輔助駕駛系統等，因為這些系統安裝在車子上，影像的品質會因為車子移動跟晃動所影響；攝影師手持攝影機或是數位相機在拍攝景物時，可能會產生一些晃動，造成拍出的影像會有不穩定跟晃動的情況發生；而在機器人視覺應用中，裝置在機器人上的攝影機會隨著機器人的移動而晃動；針對這些應用方面，影像的穩定化都是一項相當重要的工作。而影像穩定化相關的研究已有不少，有些也已成功地被硬體化，裝置在攝影機內，大部份的系統皆是依使用者所需要而去設計，所以有的可能只具備了基本功能，但因不同的需求，有些產品則具備了較多的功能，比如說：修正旋轉的晃動等。

目前國內幾個知名的大學院校與許多國外的研究機構都進行了有關影像穩定技術的研究。穩定技術的研究，主要是針對兩個部分，分別是動態偵測與運動平滑化。

1. 動態偵測

全域搜尋(full search)是最直覺的一種方法。此一方法將整張影像分割成許多互不重疊區塊(block)，並且針對每個區塊尋找其最佳的移動向量，其優點是可以找到整張畫面最正確的移動向量，但是計算量非常地高是它的缺點。[Paik et al., 1992]提出一套只針對影像中邊緣(edge)點的部分作比對來降低運算的複雜度的方法，首先會產生邊緣圖(edge map)，之後會計算兩張影像的相關係數(correlation value)來決定邊緣點的移動向量。但是如果影像中所偵測到的邊緣點數一旦過少，或者是邊緣點過於模糊時，此方法就無法得到精確的結果。[Yao et al., 1995]則提出

多重視覺線索(multiple visual cues)的方法，每張畫面的水平線會先被取出來，特徵點至水平線的距離會被計算，之後匹配的水平線和特徵點將形成視覺線索，擴展型的 Kalman 濾波器將用來估測移動的參數，對移動中的車輛而言，此方法將會遭遇到無法取得固定特徵點的問題。而[Morimoto et al.1996]提出以特徵為基礎的多解析度移動估測，以金字塔型預測(pyramid prediction)來減少計算的複雜度。另外，也有一些研究者採用光流法(optical flow)[Srinivasan et al., 1997] [Chang et al. 2002] [張家豪, 2001]來 model 影像中的移動向量。

積分式投影匹配(integral projection matching)[Ratakonda, 1998]及參考點匹配(reference point matching)[Engelsberg et al. 1999]的方法可用來減少計算量，並且適用於大區塊的移動估測，而半點的移動向量則可經由插補(interpolation)的方式來得到。另外，採用位元平面(bit-plane)匹配的演算法[Ko et al., 1998] [Ko et al., 1999]將可更進一步的減少計算量，並且適合於用硬體來實現。在[Ko et al., 1999]中，八位元的灰階影像將轉換成以 Gray code 為主的二元影像，並且利用比較其中的一個位元來降低運算的複雜度。不過，如果影像間含有旋轉情形發生時，則運用此方式來比對的結果將不甚理想。在[Choi et al., 2000]中，前向和後向(forward and backward)的全域移動向量將被用來估測目前的移動向量，而且所有的移動向量會被分成兩個族群：前景與背景的移動向量，藉此來減少前景移動所造成的影響。利用特徵為主的動態偵測方式，同樣地也被用在[Marcenaro et al. 2001]中，在此 2 維的梯度將會被計算，以用來偵測影像中的一些轉角(corners)。

適應性的區塊移動向量濾波的方法則被用來調整前景與背景移動向量的權重值，當背景區域的全域性的移動向量(global motion vector; GMV)所佔的區塊數大於前景區塊數時，背景將被穩定化，否外，前景將被穩定化。處理方法為首先將畫面分成前景(foreground)及背景(background)，而前景方面算出前景的全域性的移動向量，背景方面也算出背景的全域性移動向量，然

後再比較在計算前景與背景的全域性向量時所需算到的方塊數，如果計算前景的全域性移動向量時的方塊數較多時，則使用前景的全域性向量來當成整張畫面的全域性向量，否則使用背景的全域性向量來當成整張畫面的全域性向量。[Erturk et al., 2003]在動態偵測中提出一套利用空間中的位移，可以用離散傅立葉轉換成相位的差異，然後再做逆離散傅立葉轉換來找到最大值的方塊對應到空間的相對位置去找出全域性的移動向量。為了減少計算量，此方法只針對整張畫面中的四個 64x64 的子畫面去做離散傅立葉轉換及逆離散傅立葉轉換，並計算各個子畫面最佳的移動向量，再利用四個畫面的移動向量來求出全域性的移動向量。不過子畫面大小的選取以及子畫面座落的位置都值得再去深入探討。其它以投影(projection)為主的方法，分別投影在色彩平面上及小波領域(wavelet domain)。

2.運動平滑化

[Erturk et al., 2000] 針對運動平滑化方面，提出使用離散傅立葉轉換(discrete Fourier transform)的方式來濾波，然而此方法的缺點是它只適用於離線(off-line)的後端處理，無法產生即時性的資料更新。在運動平滑化上，最常被採用的方法是移動向量積分法(motion vector integration; MVI)，此方法主要是將全域性的移動估測以一階的無限脈衝響應(infinite impulse response)低通濾波來進行平滑化的動作，在此方法中，有一個可選擇的阻尼係數用來調整每張畫面運動向量的積分，當其阻尼係數選擇較小時，主要針對畫面有比較理想性的移動做修正，而當選擇阻尼係數比較大時，則是針對晃動比較小的畫面來做修正，此種方法的好處是可以使用在一些即時性的應用上面，但是阻尼係數的選擇卻是另一個問題。

[Erturk et al., 2001] 另外提出一種畫面位置平滑化(frame position smoothing)的方法，其主要的目的是以高階的低通濾波器來針對每一張畫面的全域性移動向量做濾波的動作，進而修正晃動的畫面，不過此種操作的方法主要能使用在離線的應用

上，沒辦法使用在即時性的一些應用。此外群組延遲(group delay)的問題，也必須考慮並且加以解決。為了能使用在即時性的應用場合，[Erturk et al., 2002] 使用 Kalman 濾波器來解決這個問題，畫面的全域性移動被 model 成固定的加速度與固定的速度移動。另外，[Erturk et al., 2000]提出使用高斯濾波器的方式來針對每一張畫面的全域性移動向量做一個濾波的動作，使其畫面的晃動能夠修正回來。

[Vella et al.,2002]則提出絕對全域性向量(absolute global motion vector; AGMV)的觀念，此觀念主要提出一個門檻值(threshold)來判斷是否要做補償的動作，當 AGMV 大於門檻值時，則判斷是做取景的動作，不必做補償的動作，反之則須要做補償的動作，此種方法的好處是運用的動態估測方法與 MPEG 壓縮的方式一樣，不過其缺點是並非每個方塊移動向量都是可靠的。而[Güllü et al. 2003]提出利用模糊(fuzzy)理論的運動平滑化方法，其實驗結果顯示利用模糊歸屬函數(membership function)所得到的運動平滑化軌跡比較接近相機平滑移動的軌跡，甚至在相機突然移動時，其它方式無法得到平滑化的結果，它也能得到一個令人滿意的結果。然而，這樣的結果，是以全域搜尋來得到動態偵測為基礎，其計算量非常地高，若要應用在即時性的場合，必須事先經過訓練。此外，由於實際路況並無法得知，因此即使經過事先的訓練，也無法保證所得到的模糊歸屬函數能夠處理各種的路況。

國內關於此方面的研究也一直持續進行著，[張家豪 2001]曾以光流法進行即時追蹤，同時也有提出模糊的全域性移動向量決定方法。[Liang et al., 1992]提出車載型攝影機之影像穩定技術，他們是先藉由輸入影像偵測出兩條道路標線與消逝點，接著利用兩條道路標線與消逝點來估測攝影機的運動參數，然後再利用運動平滑化來消除不要之攝影機運動以修正影像序列，使其顯得穩定。另外，[Peng et al., 2005]則將影像穩定的技術直接整合在 H.264 與 MPEG4 等視訊編碼標準中。

綜合上面所敘述，本計畫在進行前需要進行廣泛地研究和模擬，以便提出一個完善的架構和方法，以實現即時的影像穩定化技術。

二、研究方法

為確保日間及夜間所拍攝到的路況影像，不會受到強風或地震等因素影響而產生晃動之情況，本計畫須進行影像穩定技術的研究，以獲得一平穩的視訊影像。本方法之系統架構圖如圖 7.1.2.6-2 所示，主要分為二個部分：第一個部分是動態偵測部分，包括區域性的移動向量估測以及全域性的移動向量估測，在影像穩定技術中，全域性移動向量的分析與正確性將會影響到影像穩定品質的好壞，在做動態的估測時，首先從兩張連續影像中利用各種比對的方法找出它們之間的相對應關係，然後計算兩張影像之間的運動，最後，才是找出全域性移動向量；第二部分是運動平滑化部分，它主要是要針對連續的多張畫面間的全域性移動向量做濾波動作，使其全域性移動向量相對於畫面數的曲線趨於平滑，這樣就可以去除影像中一些晃動的成分，使得輸出影片穩定。當每張畫面平滑化後的全域性移動向量被求得後，我們將利用此資訊來擷取影像，完成影像穩定技術的動作。每個部分的實作方式詳述如下。

1. 動態偵測

應用在即時性的相機或攝影機時，動態偵測的方法是相當重要的。因為做動態偵測時會耗費時間，而且所偵測出的移動向量會影響到最後的結果，所以找出較快速且估測效果較好的動態估測方法是本計畫的重點之一。在本計畫中，我們運用 Block Matching 的方式來對整張畫面作動態偵測的動作，在此為了加快動態偵測之速度，我們將在整張畫面當中，只抓取 R 列開始的 K 列子畫面作移動向量的統計分析。R 與 K 為可調整的參數，根據應用場合之不同而有不同設定。

以圖 7.1.2.6-2 為例，令 $R=24$, $K=80$ ，則我們只選取紅色框框內的區域來執行移動向量的估測。原因是設定的子畫面中，

包含天橋及許多半靜態(quasi-stationary)區域，此子畫面將有助於移動向量的估測。更進一步的作法是利用訓練的方式找出半靜態區域，並且以這些區域為背景，找出這些背景的移動向量。



圖 7.1.2.6-2 子畫面的設計範例⁵⁹

在此子畫面中，我們分成許多 16×16 的區塊，並且找出每個區塊的移動向量，搜尋的方式是用 MPEG4 中的 Diamond Search 來搜尋，以增加執行的速度與效率。圖 7.1.2.6-3 顯示出一個 Diamond Search 的範例，在此範例中，搜尋範圍為 $-7 \leq x \leq 7$ ，以及 $-7 \leq y \leq 7$ ，而 Diamond Search 的 Step size 為 2。在我們的實作上搜尋範圍為 $-16 \leq x < 16$ ，以及 $-16 \leq y < 16$ ，且 Diamond Search 的 Step size 設為 1，以追蹤比較大的晃動，且得到比較精確的移動向量。

⁵⁹國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

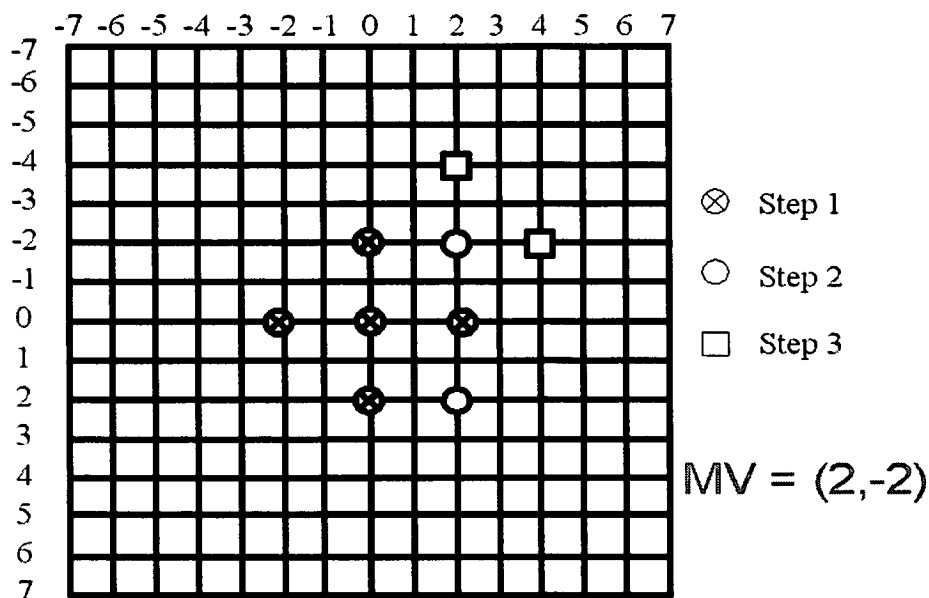


圖 7.1.2.6-3 Diamond Search 的範例⁶⁰

當此子畫面中各個區塊的移動向量找出來後，我們以這些子畫面中各個區塊移動向量的眾數(mode)來當作整張畫面的GMV。

其中子畫面之位置會因為測試影像不同而不一樣，故須要經過多次的實驗來驗證子畫面座落的位置，才能得到最佳的GMV值。另外，子畫面的大小也是可以探討的地方，我們將先以352×80大小的子畫面去測試，測試完成之後也將會調整子畫面的大小來測試以期能使得偵測到的GMV值為最佳，進而找出穩定影像效果為最好的子畫面大小。此外，我們也可以採用其他子畫面的方式來進行測試，例如圖7.1.2.6-4所示，為一採用4個64×64子畫面的範例。嚴格說起來，子畫面的區域愈大，移動估測愈準確，但是，執行的時間也會愈長。因此，我們必須在執行效率與時間上作取捨。

⁶⁰國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

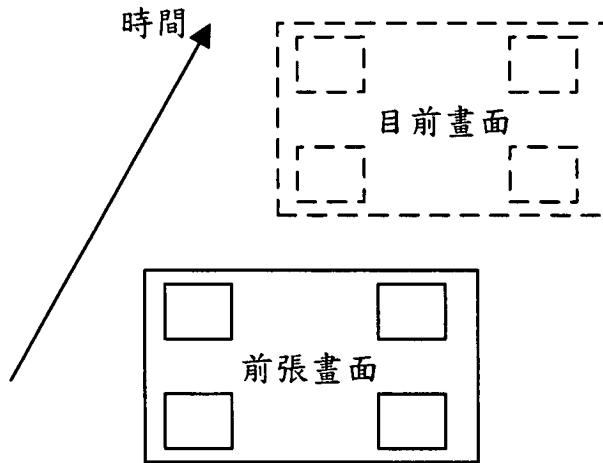


圖 7.1.2.6-4 4 個 64x64 的子畫面⁶¹

另外，在決定全域性移動向量時，除了採用眾數的方法外，我們繼續提出一套全域性移動向量的估測方法來找出全域性移動向量。我們使用 Alpha-trimmed mean filter 的方式來找出全域性移動向量，用這個方法來找全域性移動向量主要目的是要移除比較低跟比較高之移動向量，來提高估測全域性移動向量之精確度，因為在統計學上，先去除較高和較低之數目時，所預測到的結果會比較正確，所以提出這一個方法來提升估測到全域性移動向量的準確性，其相關之運算如式 7.1.2.6-1 以及式 7.1.2.6-2 所示，N 是所有移動向量之數目，m 在這裡是取 N/2，其估測方法如圖 7.1.2.6-5 所示，不過 m 可以隨實驗而改變，不一定要取 N/2 的數值。

$$GMV_x = \frac{1}{N-m} \sum_{i=m/2}^{N-m/2} MVx_i \quad (7.1.2.6-1)$$

$$GMV_y = \frac{1}{N-m} \sum_{i=m/2}^{N-m/2} MVy_i \quad (7.1.2.6-2)$$

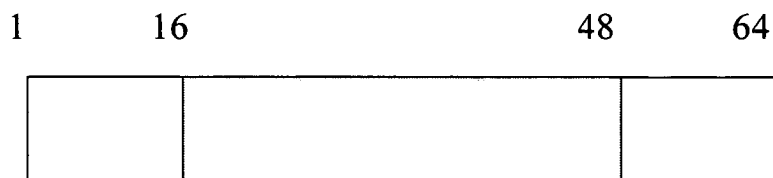


圖 7.1.2.6-5 GMV 估測示意圖⁶²

⁶¹國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

⁶²國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

2. 運動平滑化

此部分的功能在去除不必要的晃動成分，以得到穩定不晃動的輸出影像。其模擬的結果如圖 7.1.2.6 與圖 7.1.2.6-7 所示。圖 7.1.2.6-6 是針對垂直部分的移動向量運用低通濾波器去作濾波的動作，我們可以看出原始影像與濾波後的移動向量的曲線有很大的不同，濾波之後的曲線趨於平滑，可以修正影像晃動的情形，使輸出影像穩定不晃動。圖 7.1.2.6-7 是針對水平方向的移動向量作分析，雖然原始影像的移動向量曲線並沒有像垂直方向的移動向量曲線有較大的跳動現象，但是經過低通濾波器濾波之後，還是可以看出濾波之後的曲線更趨於平滑，會有更好的輸出結果。

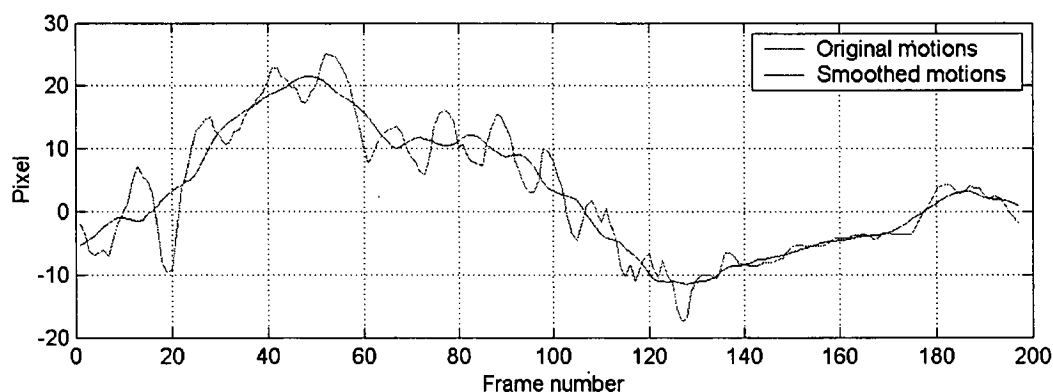


圖 7.1.2.6-6 垂直方向 GMV 修正圖形⁶³

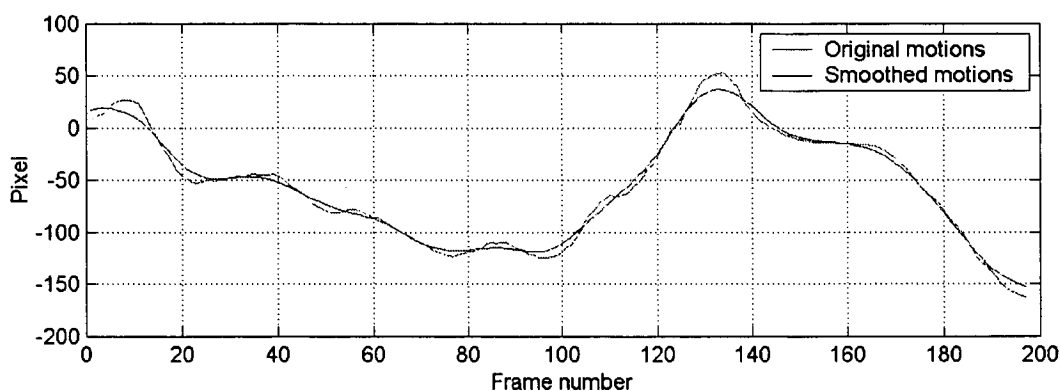


圖 7.1.2.6-7 水平方向 GMV 修正圖形⁶⁴

⁶³國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

⁶⁴國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

3. 其他相關理論與方法說明

(1) 小波轉換

我們在此使用小波轉換(wavelet transform)來進行 GMV 的平滑化動作，是想藉此來得到比較穩定的影像。小波轉換的好處為同時具有時間與頻率的解析度(time-frequency resolution)，同時又是多解析度分析(multi-resolution analysis)的一個重要工具，透過 lifting scheme 的架構(如圖 7.1.2.6-8)又可以縮短執行的時間，因此，我們預期可以利用小波轉換來分析 GMV 的變動趨勢，並且利用 multi-layer 的小波轉換萃取出高頻成份並將它移除，來達到平滑化的目的。在這項研究當中，我們採用現在廣為使用的 wavelets (如: 9/7 filter, 5/3 filter)，並且評估何者較為適用以改善其效能。

小波轉換之計算分成兩個部分，一個是解析部分，也就是將輸入訊號分成兩個頻帶如式 7.1.2.6-3 與式 7.1.2.6-4，另一個是組合部分，就是將兩個頻帶的訊號重建成原來訊號，如式 7.1.2.6-5，其對應之方塊圖如圖 7.1.2.6-9 所示。

$$a_1[n] = \sum_k h[k] a_0[2n-k] \quad (7.1.2.6-3)$$

$$d_1[n] = \sum_k g[k] a_0[2n-k] \quad (7.1.2.6-4)$$

$$\tilde{a}_0[n] = \sum_k \tilde{h}[n-2k] a_1[k] + \sum_k \tilde{g}[n-2k] d_1[k] \quad (7.1.2.6-5)$$

在實驗中，我們對一個測試影像來對其之累積全域性移動向量作小波轉換，並使用 lifting scheme 架構來加快系統執行速度，並針對不同之 wavelets(如: 9/7 filter, 5/3 filter)以及不同之小波轉換層數，觀察其結果來得到較佳之實驗結果。

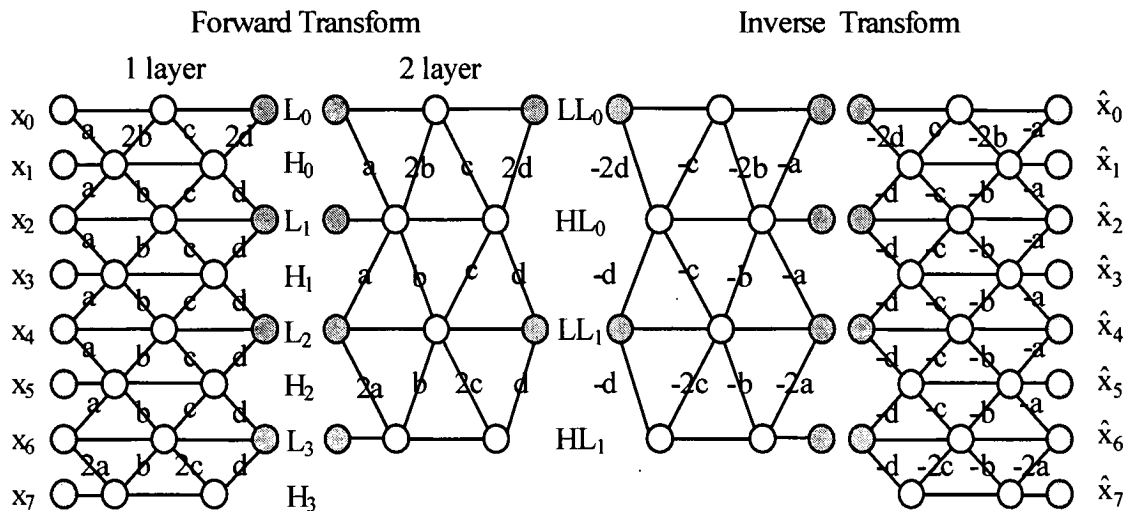


圖 7.1.2.6-8 Lifting Scheme 架構圖⁶⁵

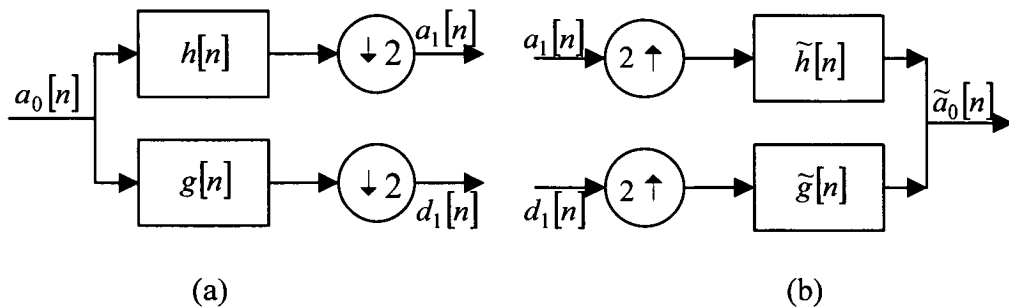


圖 7.1.2.6-9 小波轉換(a)解析方塊圖;(b)組合方塊圖⁶⁶

(2)穩定後視訊影像的擷取

在經過前面幾個步驟之後，我們將從 352×288 之輸入畫面中去擷取 320×240 之穩定畫面，因為 GMV 值已經經過修正，所以經由修正之後的 GMV 值我們可以擷取到穩定而較不晃動的影像如圖 7.1.2.6-10 所示。因為穩定畫面是由原來之畫面中來輸出，所以一旦畫面晃動的太大超出範圍時，就只能以接近邊界的畫面來輸出，以 352×288 為輸入畫面，320×240 為輸出畫面為例，一旦水平方向移動超過正負 16 或是垂直方向超過正負 24 時，所輸出的穩定畫面就只能接近邊界之畫面來輸出，也就沒辦法得到較好的輸出結果。

⁶⁵國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

⁶⁶國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

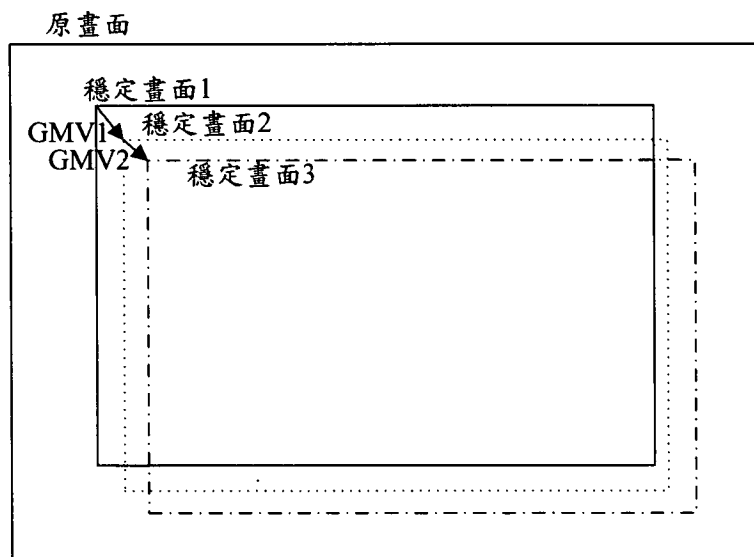


圖 7.1.2.6-10 穩定影像畫面擷取示意圖⁶⁷

(3) 適應性動態偵測

在先前提出之動態偵測之方法，因為 subimage 之方法雖然可以提升畫面做搜尋的速度，不過還是沒辦法解決 block-matching 的移動向量的準確性，一旦測試畫面是一片比較均勻之背景時，block-matching 之搜尋方式是有可能會找到錯誤之移動向量，所以為了提高 block-matching 之移動向量可靠性以及不會降低畫面做搜尋的速度，所以吾人提出一套適應性之動態偵測方法。

首先針對要做動態偵測之畫面先做 Sobel edge detection，做完之後將每一個 MacroBlock(16x16)裡的每一個 pixel 值相加，然後再設定一個門檻值 T 來判斷，這一門檻值會決定留住之 MacroBlock 數，所以門檻值之決定會影響到最後之結果，本研究之門檻值決定依實驗來得到。所以當 MacroBlock 裡相加之 pixel 值大於門檻值時，就將這一個 MacroBlock 留著，並將其相對之水平方向與垂直方向之位置儲存在一個陣列，當全部的 MacroBlock 都經門檻值判斷結束之後，然後將儲存所有留住之 MacroBlock 位置的陣列再去動態偵測，這樣一來所得到

⁶⁷國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

之動態向量會相對比較正確，也會使得 GMV 估測的準確性提高。

在即時性的考慮之下，運算所需的時間所以必須要加快，所以我們不會針對整個畫面來作 Sobel edge detection，而是會針對畫面的背景部分來作 Sobel edge detection，因為如果作整個畫面的 Sobel edge detection，所需的時間會大幅提高，而且 GMV 的估測與背景較有關係，所以我們將只針對背景部分先作 Sobel edge detection 以便提升系統的運算速度。而這一個方法會使的要做動態偵測之 MacroBlock 不是我們所熟悉連續的 MacroBlock 如圖 7.1.2.6-11 而是破碎的 MacroBlock (如圖 7.1.2.6-12 所示)。

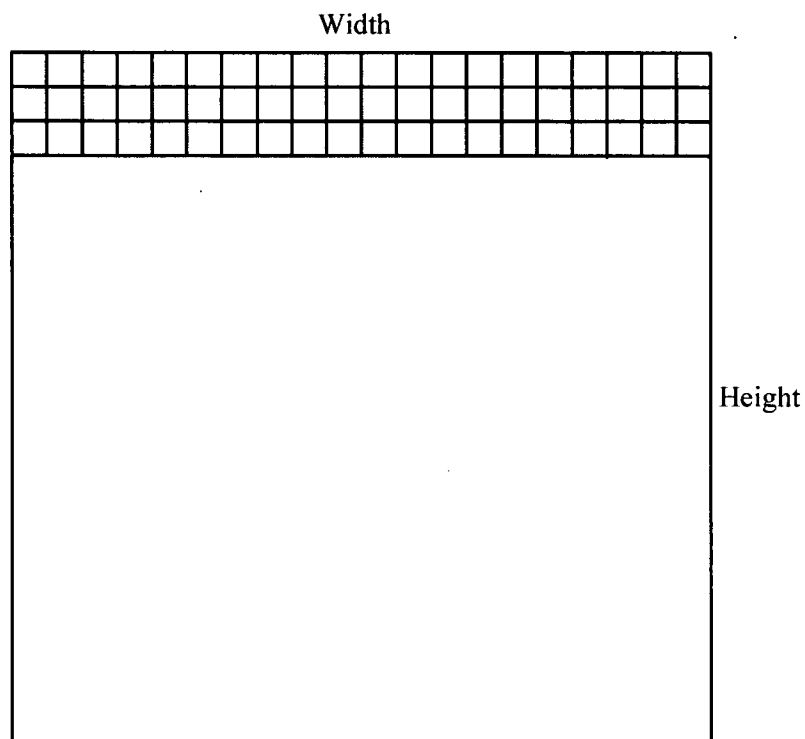


圖 7.1.2.6-11 門檻值判斷前之連續 MacroBlock ⁶⁸

⁶⁸國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

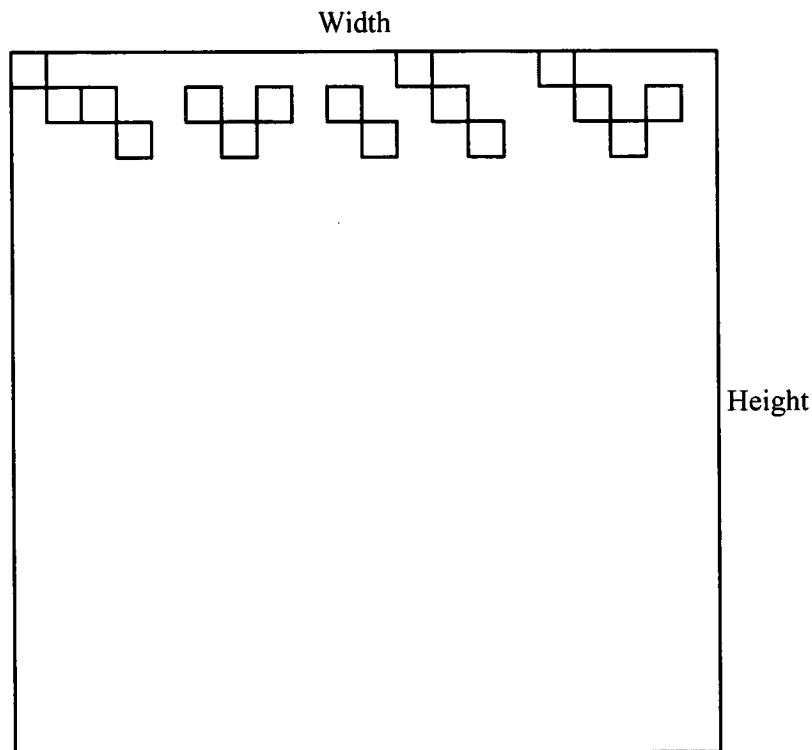


圖 7.1.2.6-12 門檻值判斷後之破碎 MacroBlock ⁶⁹

三、實驗結果

為了要實現即時性的結果，所以我們發展一套使用適應性動態偵測移動向量之即時性影像穩定系統，系統中動態偵測之搜尋方法是採用子畫面小區塊的搜尋方式，GMV 估測方法是用眾數(mode)的方法來估測 GMV，而運動平滑化方面可由使用者在人機介面上選取五種方法中的任一種方法來完成。本研究測試硬體平台為 IBM X31 筆記型電腦，CPU 為 Intel Pentium M 1.3GHz，記憶體為 512MB RAM，在 Borland C++ Builder 之環境下進行程式編譯，在此，為了確認演算法之正確及分析其結果與系統執行時間，我們會以離線作業方式(Off Line)進行影像穩定之測試。最後，本系統將結合 Logitech CCD 攝影機來輸入影像，進行實際即時的影像穩定測試。本開發系統之程式介面，如圖 7.1.2.6-13 所示。各個功能說明如表 7.1.2.6-1 所示。

⁶⁹國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

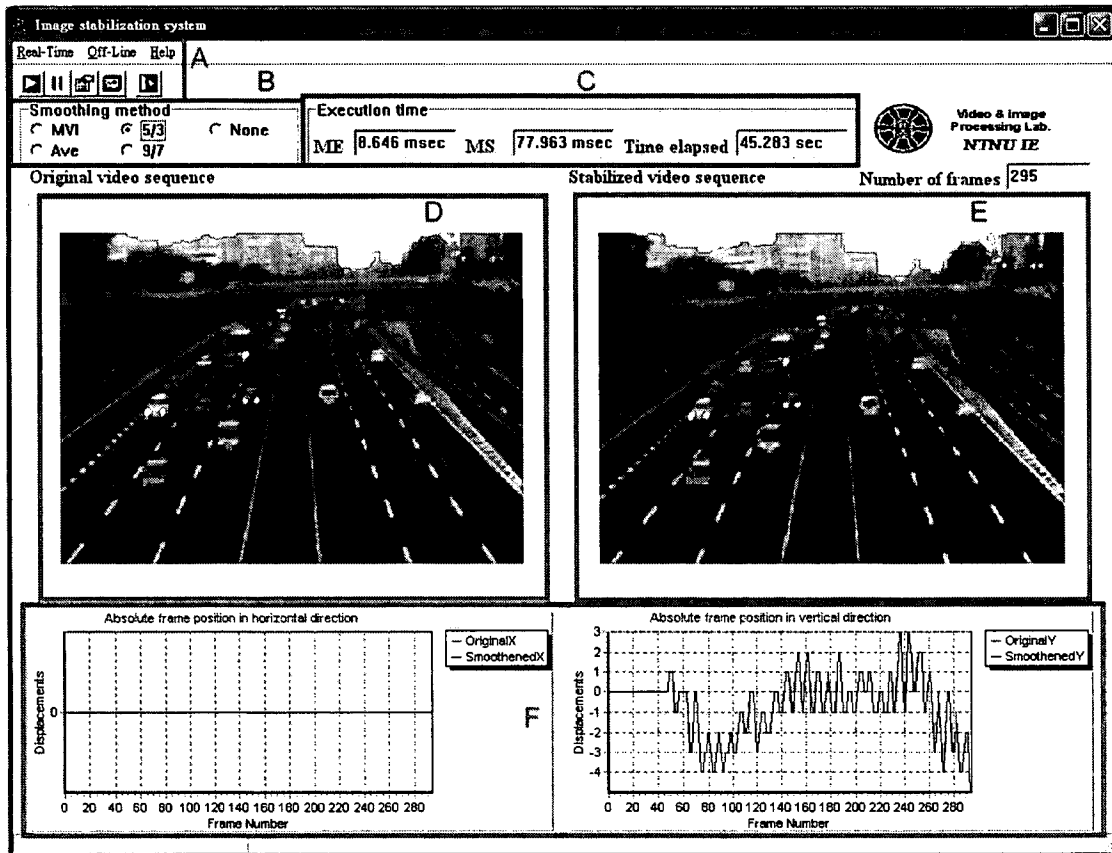







圖 7.1.2.6-13 程式之操作介面⁷⁰

表 7.1.2.6-1 程式介面功能說明

A	<p>下拉式選單及快速鍵 本系統所有功能列及 On Line Help</p> <ul style="list-style-type: none">  On line 的方式執行  On line 執行的 Pause 鍵  使用者可在此用按鍵來設定系統的影像格式與影像大小。  使用者可利用此按鍵來 Preview 影像  Off line 的方式執行
B	<p>運動平滑化的選項</p> <p>MVI: 移動向量積分法</p> <p>Ave: 移動平均法</p> <p>5/3: 5/3 小波濾波器</p> <p>9/7: 9/7 小波濾波器</p> <p>None: 不採用任何濾波方式</p>
C	<p>各種時間顯示</p> <p>可在此看到各實驗階段所需之時間。</p>

⁷⁰國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

D	觀看畫面 用於觀看實驗前之即時影像。
E	觀看畫面 用於觀看實驗後之穩定影像。
F	實驗秀圖 使用者可在此看到累積全域移動向量之圖形。

透過人機介面，使用者可以容易的知道相關參數，接下來便可以執行影像穩定的工作。本研究開發之影像穩定程式是以實作 1 個通道輸入的影像穩定為主。

在 Offline 的測試程式中，我們為了要實作即時性的系統，所以我們量測各個階段之所需時間，然後來分析是否有可以縮短之時間，分析完之後再針對即時性之系統來實作。GMV Smoothing 的方法用 MVI 的方式來實驗，整個執行時間如表 7.1.2.6-2 所示。

表 7.1.2.6-2 100 張畫面(352x288)之時間

執行動作	執行時間(s)
全部過程	11.33
T1 (Load image)	1.06
T2 (Get Y-Plane data)	1.22
T3 (Edge Detection)	0.69
T4 (Motion Estimation)	0.32
T5 (GMV Estimation)	0.002
T6 (GMV Smoothing)	0.0002
T7 (Output Image)	0.07
T8 (Windows Repaint)	6.35
T9 (Others)	1.62

在表 7.1.2.6-2 中，T8 佔了整個執行時間的大部分。這是因為要秀出穩定前後畫面的結果，所以必須重複呼叫 VCL 元件。事實上，這個部分的時間在實際應用時是可以省略的。當我們將 Repaint 功能關閉時，整個系統的執行時間降至 5sec 左右。另外，在 Real-time 的應用上，載入影像的時間也可以省略或是減少，原因是我們不必從硬碟中讀取每一張影像，因為每張畫面將會即時

地從攝影機中被讀取進來。此外，根據文獻的說明，G 平面的影像資料相當地接近 Y 平面的影像資料，若我們直接從 G 平面取出影像而不經過 RGB 轉成 Y 平面的方式，又可以在取出畫面的執行時間上減少大約一秒鐘的時間。當採用 G 平面時，將會有少數平面所得到的 GMV 與採用 Y 平面所得的 GMV 不同，造成累積全域移動向量趨勢一致，但是結果不同，如圖 7.1.2.6-14 所示。所以一旦去掉 Repaint 和採用上述的方案後，就可以實現適應性動態偵測移動向量之即時性影像穩定系統。

在即時影像穩定程式實際執行的過程中，由於影像擷取是由 CCD 直接進來，不必經過讀取硬體的影像載入動作，因此，執行時間較短。另外，受限於 CCD 擷取影像的速度，一個通道每秒約有 30 張的影像。若要將輸入影像儲存，將必須進行許多記憶體的搬移動作，在 I/O 存取的時間上將增加。解決之道，可利用一個較大的記憶體，例如 100 張影像的大小，先將畫面儲存在記憶內，等記憶體滿了之後，再進行 DMA 的儲存動作。另外，為避免儲存時，無法處理進入的影像，可利用雙記憶體的方式來解決。在適應性動態偵測方面，為了減少運算時間且一般畫面之背景部分是較偏畫面上半部，我們只取整張畫面上的前 1/3 左右來作 Sobel Edge Detection，判斷之後留下要作動態偵測的 MacroBlock 數將比原來的少很多。而我們在離線測試時，所配置給輸入資料儲存的記憶體是 RGB 三個平面分開放，但是在即時性的考慮之下，我們去分析三個分開儲存 RGB 資料的記憶體與輸出穩定畫面所花的時間發現，在即時性的要求之下，RGB 三平面的資料分開儲存是會比將 RGB 資料全部儲存在一個記憶體多花時間，而且儲存完後經過穩定畫面的處理之後，又要輸出穩定畫面，這時又會再多花時間，所以我們在分析此段記憶體所花的時間之後，將採用一個記憶體來儲存輸入的影像資料。

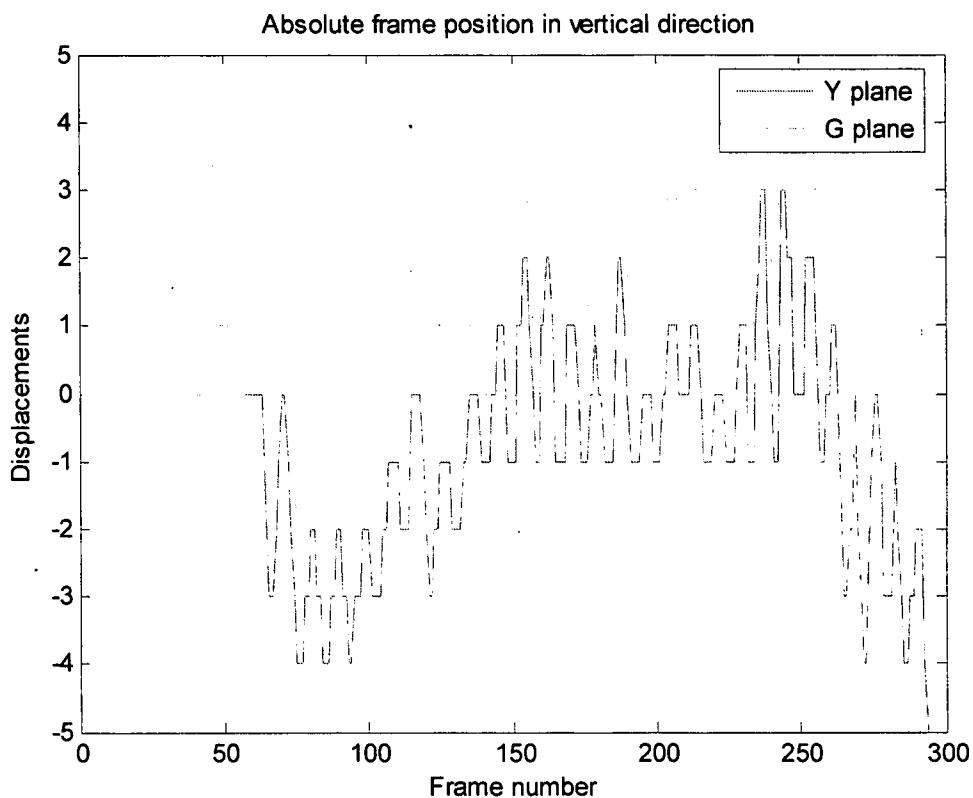
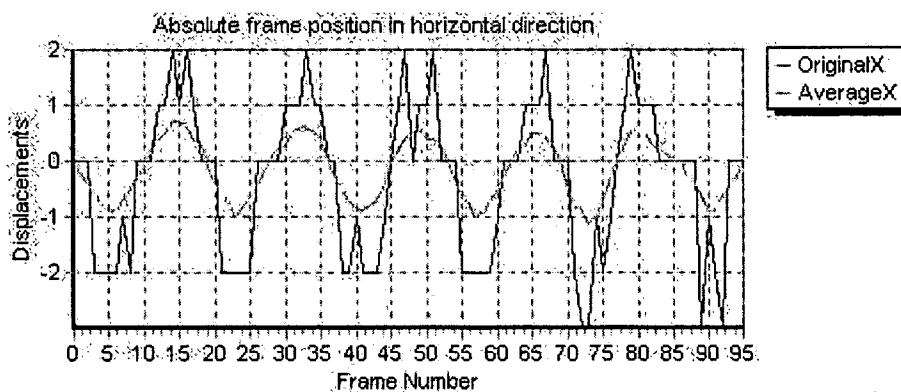


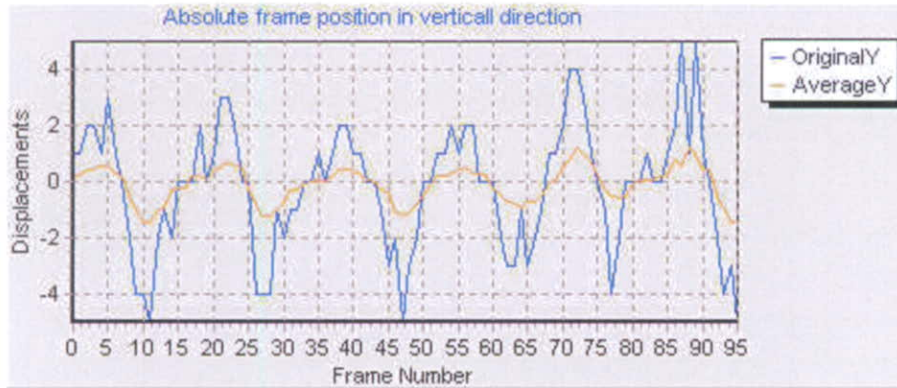
圖 7.1.2.6-14 採用 Y 與 G 平面來作移動估測之累積全域移動向量⁷¹

採用 Y 平面時，以移動平均當作運動平滑化之輸出結果如圖 7.1.2.6-15 所示。注意其平滑化後的輸出值為浮點數，但是在實際應用中，我們會以最接近的整數值輸出，因此，實際的輸出結果將不會是如圖 7.1.2.6-15 中橙色（較平滑曲線）部分的軌跡圖所示的結果。

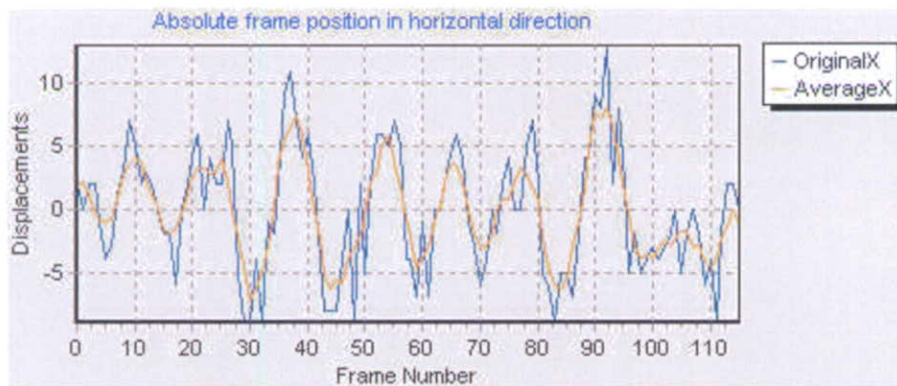


(a)

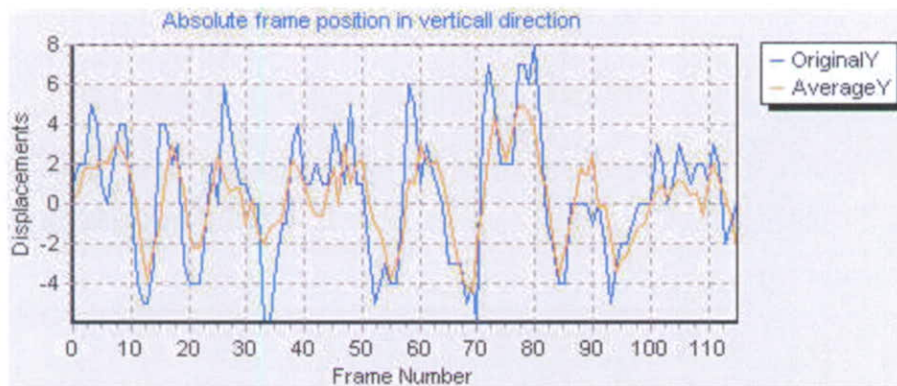
⁷¹國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室



(b)



(c)



(d)

圖 7.1.2.6-15 運動平滑化的輸出結果⁷²

(a)水平方向 Average filter 修正圖(離線) (b)垂直方向 Average filter 修正圖(離線)
 (c)水平方向 Average filter 修正圖(線上) (d)垂直方向 Average filter 修正圖(線上)

⁷²國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

我們比較移動向量積分法(MVI)、移動平均法(AVE)、5/3 小波轉換法及直接輸出法(None)在測試影像一的效果，如圖 7.1.2.6-16 與圖 7.1.2.6-17 所示。我們可以發現利用所提出來的系統架構，均可得到一個穩定化後的影像。另外，針對測試影像的應用，使用直接輸出法反而可以得到比較穩定的輸出影像。

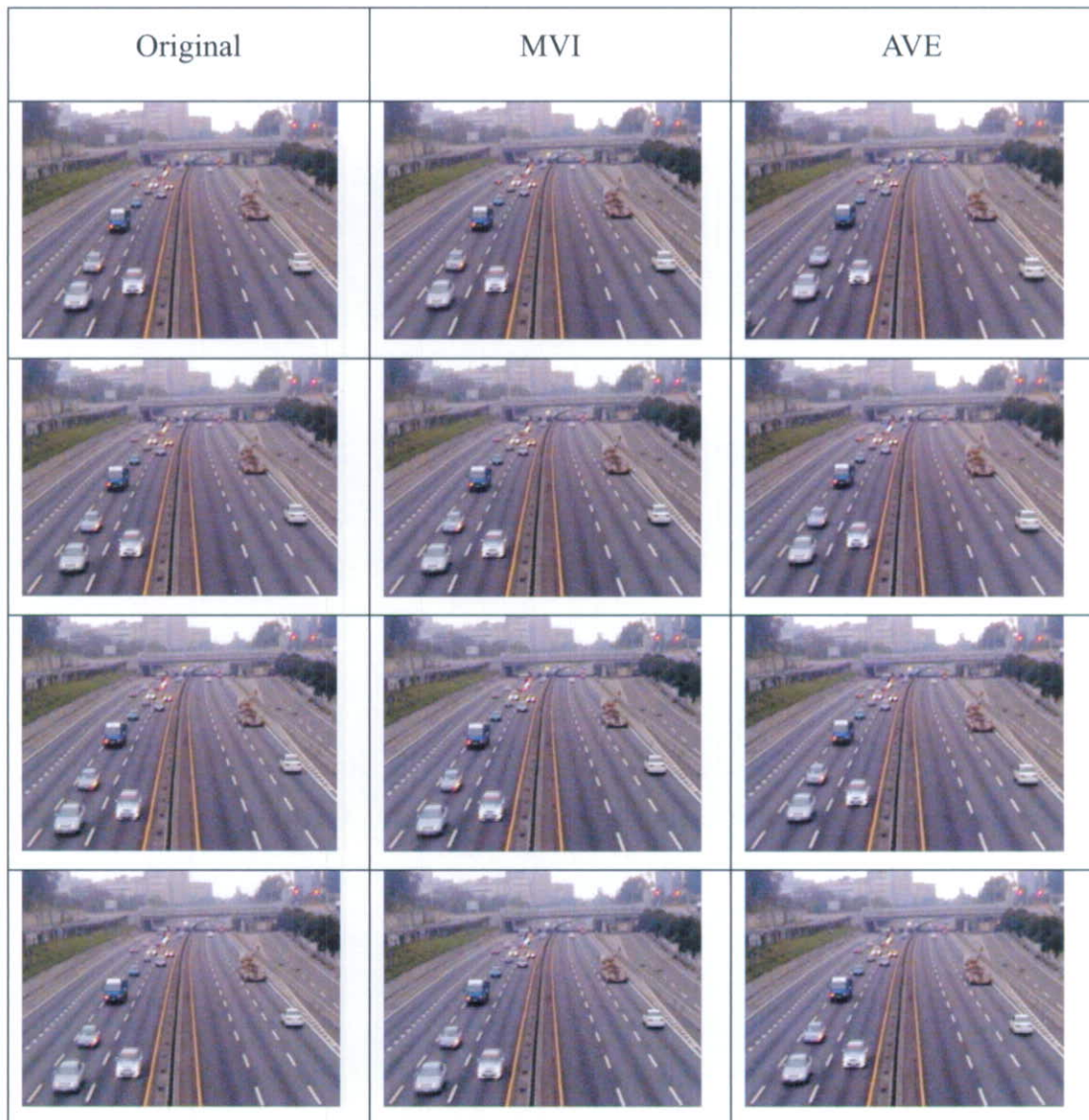


圖 7.1.2.6-16 使用不同運動平滑化方式之穩定影像連續畫面比較圖
frame255-frame258)： 原始影像、MVI 及 AVE 的比較⁷³

⁷³國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

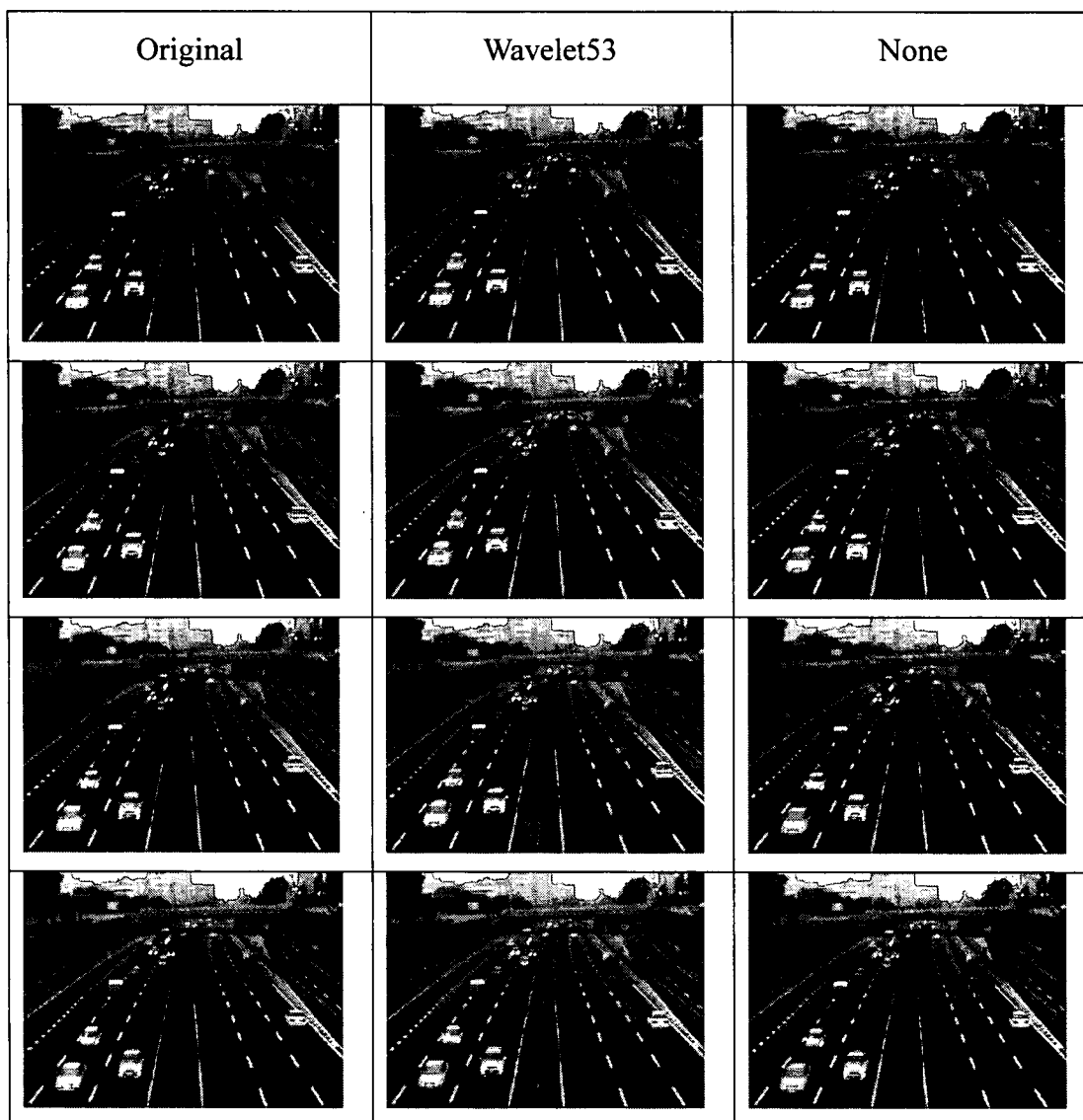


圖 7.1.2.6-17 使用不同運動平滑化方式之穩定影像連續畫面比較圖 (frame255-frame258)：原始影像、Wavelet53 及直接輸出法的比較⁷⁴

四、結論：

本章節針對影像穩定系統在應用上之問題提出一套適應性動態估測即時影像穩定系統，可將擷取到的即時影像快速地處理及輸出存檔。在一般系統常用的兩種影像尺寸 352 x 288 (CIF) 及 320 x 240 (QVGA) 環境下，系統仍能提供平均約 20-30 FPS 以上的畫面，可提供給系統使用者相當流暢的畫面。在動態估測上，因為運用 Sobel Edge Detection 先來運算，每一個搜尋範圍內的

⁷⁴國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室

MacroBlock 都須經過一個門檻值判斷，大於門檻值才能留下做動態偵測，這樣一來可以提升原本 Block-Matching 方法中每個 MacroBlock 所找到的區域性移動向量的可靠性，區域性移動向量的準確性能提升的話，GMV 估測的正確性也會提高，相對地，影像穩定系統所輸出的穩定畫面品質也會提升。經實作驗證，本研究都能達到上述之設計目標，應屬可行性很高之影像穩定系統。

7.2 功能規格

本年度所研發之影像式車輛偵測器雛型，依照規劃完成了系統建置、演算法開發以及參數輸出功能。

本雛型系統軟體流程架構如圖 7.2-1 所示。

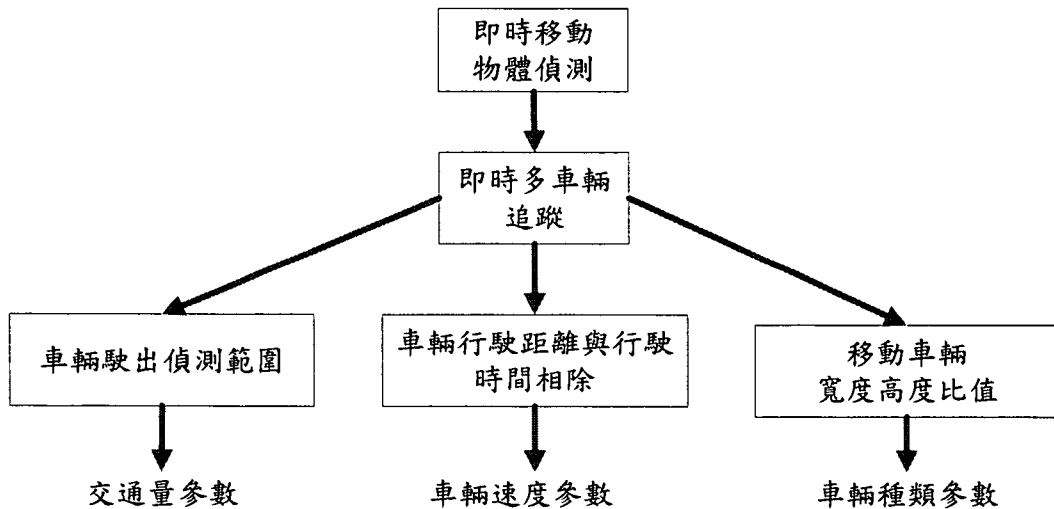


圖 7.2-1 影像式車輛偵測器軟體流程架構圖

1. 車輛數目：

當車輛從偵測範圍駛入及駛出，便會計數。計數的範圍包括大車、小車與摩托車，分別計算總量與分量。

2. 車速：

車輛進入偵測範圍到駛出偵測範圍所行駛的距離，除以行駛時間。

3. 車輛辨識：

車輛辨識分為三部分：大車、小車、及機車。利用移動物體的寬度及總面積作為分類的依據，機車的寬度比車輛窄，所以利用移動物體的寬度便可分辨出機車，將總面積大且寬度寬者歸類為大車，其餘為小車。

7.3 實驗室與現場測試之評估作業程序及相關表單

為瞭解本研究所研發影像式車輛偵測器雛形之功能成效，有必要就車輛偵測器進行功能測試。系統測試分為實驗室以及現場測試，如圖 7.3-1 所示，實驗室測試為針對偵測器各項功能之自我測試，因此，我們提出以離線執行之標準影像內容作為自我測試，當各項功能測試成功，方至現場進行現場測試。

現場測試主要有兩項工作。

1. 確認影像擷取與輸入模組運作正常。
2. 車輛偵測器初始化之正確性。

有關偵測器實地測試所應遵循項目整理如下：

1. 測試現場之安全維護。
2. 檢查硬體設備。
3. 車輛偵測器初始化。
4. 手動設定車輛偵測器初始值。
5. 啟動車輛偵測器並蒐集資訊。
6. 資料記錄與儲存。
7. 記錄環境因素。
8. 資訊上傳。

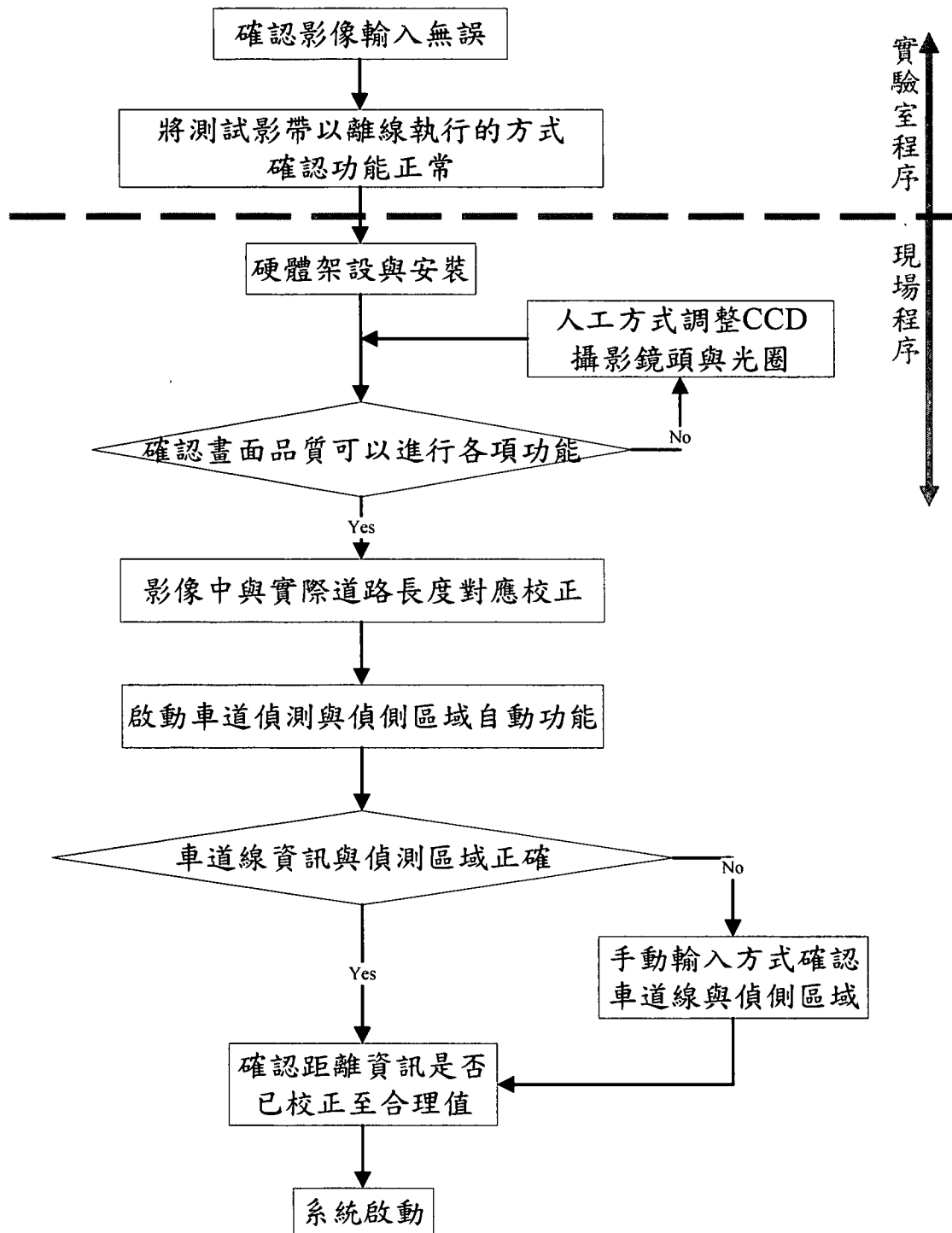


圖 7.3-1 實驗室與現場測試作業基本程序圖

相關流程如圖 7.3-2，檢核表則如表 7.3-1 所示。

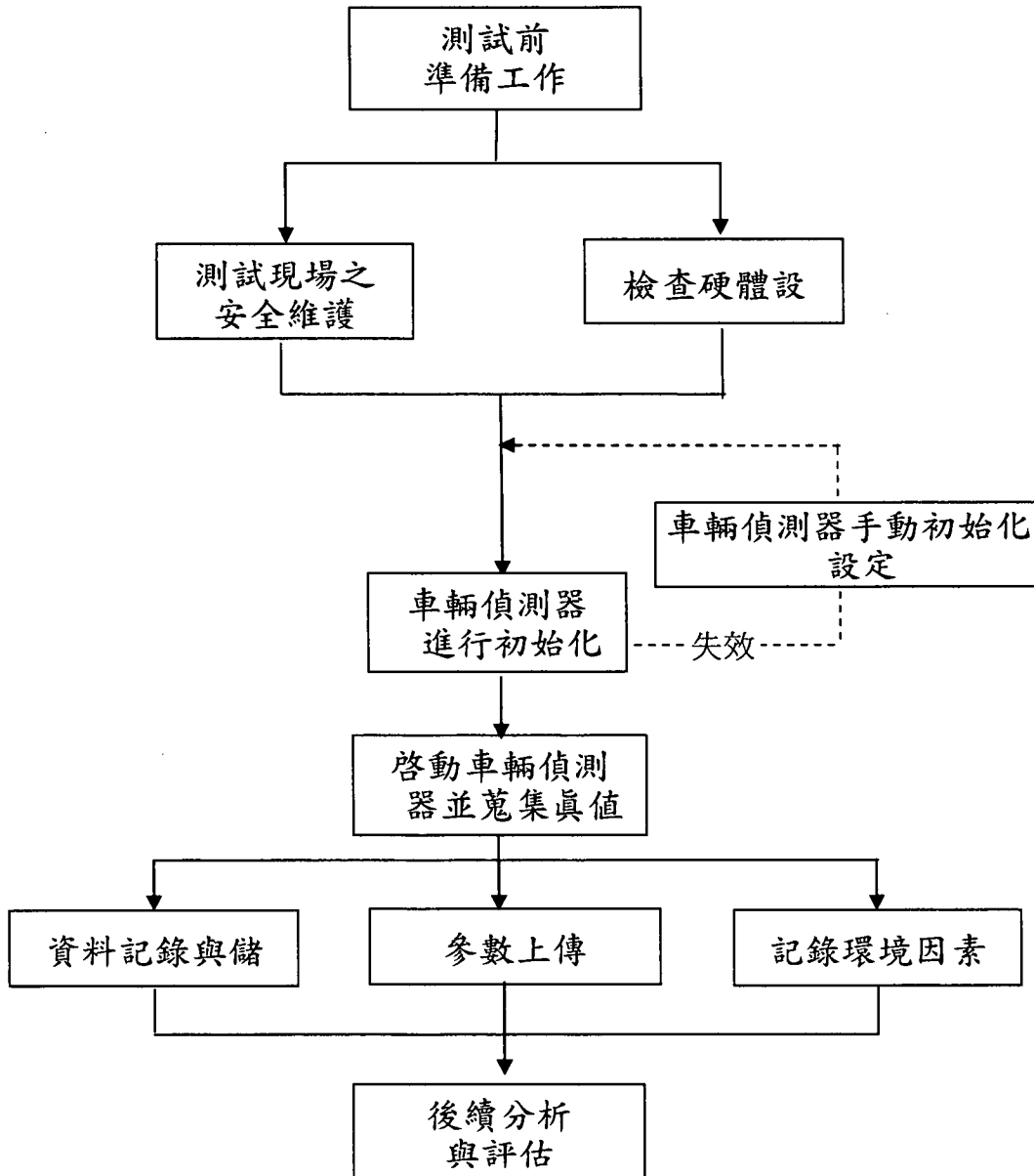


圖 7.3-2 實地測試步驟流程圖

表 7.3-1 車輛偵測器測試驗證作業程序第二階段工作檢核表

步 驟	內 容	檢核	備註
一、測試現場之安全維護	1.安全督導人員編列	是 <input type="checkbox"/>	
	2.完成安全維護作業	是 <input type="checkbox"/>	
	3.隨時確認人員設備未超過安全作業區域	是 <input type="checkbox"/>	
二、檢查硬體設備	1.測試督導人員編列	是 <input type="checkbox"/>	
	2.各設備連接完成且確認訊號正常	是 <input type="checkbox"/>	
	3.確認供電設備正常運作	是 <input type="checkbox"/>	
三、車輛偵測器初始化	1.確認軟體可以正常執行	是 <input type="checkbox"/>	
	2.自動初始化完成	是 <input type="checkbox"/>	
	3.手動初始化設定	是 <input type="checkbox"/>	
四、啟動車輛偵測器並蒐集資訊	1.確認設備持續運作正常	是 <input type="checkbox"/>	
	2.資料儲存空間足夠	是 <input type="checkbox"/>	
	3.各項數據紀錄功能確認	是 <input type="checkbox"/>	
五、資料記錄與儲存	1.數據資料與影像資料儲存	是 <input type="checkbox"/>	
	2.數據資料與影像資料備份	是 <input type="checkbox"/>	
六、記錄環境因素	1.溫度資料	是 <input type="checkbox"/>	
	2.風速資料	是 <input type="checkbox"/>	
	3.降雨量資料	是 <input type="checkbox"/>	
	4.電磁波	是 <input type="checkbox"/>	
	5.噪音	是 <input type="checkbox"/>	
	6.其他	是 <input type="checkbox"/>	
七、資訊上傳	1.資料封裝符合通訊協定	是 <input type="checkbox"/>	
	2.資料上傳完成	是 <input type="checkbox"/>	

7.3.1 測試現場之安全維護

1.說明

此步驟主要在於確保現場測試人員與設備皆獲得妥善的安全維護。

2.內容

- (1)編列一安全督導員，負責測試現場安全督導工作。
- (2)測試人員抵達後，由安全督導員確認後，始開始進行測試。

3.注意事項

- (1)如測試現場發生非預期之狀況，如交通事故、安裝之設備掉落損毀、作業人員觸電或閃電打雷等，安全督導員應立即下令暫停測試作業或緊急撤收。⁷⁵
- (2)安全督導員應檢核測試作業過程是否符合所提報之交通維持計畫。⁷⁶

7.3.2 檢查硬體設備

1.說明

此步驟的目的係為確保各設備或系統能運作正常。

2.內容

- (1)編列一測試督導人員，協助整體測試工作。
- (2)連接各項硬體設備，確認設備各項設備之訊號輸出/接收正常。
- (3)檢查測試現場之電源或自備之發電設備是否正常。⁷⁷

3.注意事項

- (1)臺灣地區多雨與灰塵，故容易導致影像式偵測器之攝影機無法測得清晰之影像品質，因此應定期維護保養相關偵測設

⁷⁵ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

⁷⁶ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

⁷⁷ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

備。⁷⁸

(2)雨天過後，應加強測試前之設備維修，並避免因設備潮濕，而導致測試時人員遭受電擊。⁷⁹

7.3.3 車輛偵測器初始化

1.說明

此步驟為測試程序中最重要部份，任何初始化的瑕疵，都將造成系統後續資料偵測的準確率與資料分析上的錯誤。

2.內容

- (1)確認軟體系統可正常執行。
- (2)確認自動初始程序是否正常。
- (3)由測試督導員檢核自動初始值是否合理。
- (4)手動初始值設定。

3.注意事項

- (1)系統測試人員發現軟體系統進行初始程序有不正常現象時，應主動向測試督導員報告，並由督導員宣佈暫停該程序。
- (2)測試督導員於停止系統程序後進行檢查，如果屬於軟體系統本身程序設計問題，則立即通知軟體維護廠商進行修正。
- (3)經測試督導員裁定因為道路環境或是其他外在因素，造成軟體系統初始值不準確，則進行手動初始化操作程序。
- (4)手動初始值設定方式依照軟體設計之手動介面設定步驟，逐一將相關初始值設定完成。

⁷⁸ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

⁷⁹ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

7.3.4 啟動車輛偵測器並蒐集資訊

1.說明

此步驟為測試程序中最核心的部分，所有相關資訊都藉核心運算而得到相關的資訊。

2.內容

- (1)確認各設備持續運作正常。⁸⁰
- (2)確認資料儲存空間足夠紀錄完整測試。
- (3)進行各項數據資訊運算與紀錄。

3.注意事項

- (1)如各操作偵測設備之測試人員，發現系統運作不正常時，應先向測試督導員報告，並由測試督導員宣佈暫停測試作業。
- (2)經停機檢查後，如啟動不正常之設備經簡易維修後仍無法啟動時，作業督導員應宣佈結束該測試作業，並立即通知廠商維修。
- (3)若屬於長時測試，現場人員先行撤離狀況，測試督導員必須將各系統安置妥當，避免遭竊。撤離時，待安全督導員確認測試現場環境是否回復至測試進行前之正常狀態，得以撤離。

7.3.5 資料記錄與儲存

1.說明

此步驟主要應確保偵測器所測得之資料能透過資料傳輸線儲存於電腦中；資料則包含數據資料以及影像資料。

2.作業內容

- (1)記錄於電腦中之偵測數據資料，應於當日測試完畢後立即複製儲存，以免發生當機資料流失之情形。⁸¹

⁸⁰ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

⁸¹ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

(2)儲存影像之儲存媒體(Storage)，應於當日測試完畢後立即複製備份。⁸²

3.注意事項

如果測試地點有架設網路，數據以及影像資料在儲存時，同時由遠端操作人員進行相關資料擷取與儲存。

7.3.6 記錄環境因素

1.說明

此步驟主要是在定性或定量記錄測試期間的環境因素。

2.作業內容

(1)以溫度感應器記錄現場溫度。溫度感應器通常放在兩個位置：

一個置於偵測器旁，另一個置於接近地面的地方。

(2)以風速感應器記錄現場風速。而風速感應器應該放在測試區域附近的一根3到5公尺高的桿子上。

(3)任何可見的降雨量應以雨量計量測後，記錄在記錄表中。如無適當之量測工具，應於事後向中央氣象局申請鄰近測站之當日每小時降雨紀錄。

(4)另外電磁波、噪音等環境因素的影響，亦應利用適當儀器予以記錄。

(5)環境因素資料併同記錄於表 7.3-2。⁸³

⁸² 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

⁸³ 交通部運輸研究所 先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究

7.3.7 資訊上傳

1.說明

此步驟主要是將偵測器現場偵測的數據資料利用網路傳回中心。

2.作業內容

將系統偵測之資料封裝成符合我國都市交通控制通訊協定內容。

表 7.3-2 現地測試相關事項記錄表

記錄日期時間： 年 月 日 時 分		
記錄者：		測試督導員：
情境項目	情境記錄	備註
日夜時段	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上	
交通擁擠程度	<input type="checkbox"/> 尖峰 <input type="checkbox"/> 非尖峰	
天氣因素	<input type="checkbox"/> 晴天 <input type="checkbox"/> 陰天 <input type="checkbox"/> 雨天	雨量： 公厘 溫度： °C
特殊事項記錄：		
噪音： 分貝 電磁波： 風力： 風向： 霧：		

第八章 雷達微波式車輛偵測器

8.1 系統架構暨軟硬體技術

雷達微波在物體檢測之使用始於第二次世界大戰期間，其主要功能在於使用無線電微波來進行物體之感測和距離估計。而其應用於交通數據的收集上則開始於最近二十年，雖然利用感測器來蒐集交通數據已經發展了一段時間，然而與智慧型交通運輸系統做結合卻是近年的課題之一。智慧型交通運輸系統所需的雷達偵測器與傳統超速照相或是超速警告所需的功能不同，有別於都卜勒效應偵測器的功能限制，使用頻率調變連續波(FMCW)雷達成為可行方向之一；掌握 FMCW 雷達關鍵技術，開發低成本產品對於本土智慧型交通控制系統的發展將產生正面的影響。以下說明本研究雷達微波車輛偵測器的系統架構及功能。

8.1.1 偵測器系統

整個偵測器之系統如圖 8.1.1-1 所示，首先由 Radio Frequency(RF) 模組產生頻率調變連續波訊號，經由天線發射到本研究想要偵測的道路區域，並接收該區域所反射回來的微波訊號，之後再經由 RF 模組放大天線接收的訊號，並使其與所產生的調變續號進行差頻，再將產生的差頻訊號輸出至軟體進行運算或是直接經由數位訊號處理晶片運算後顯示。接下來將針對每一子架構加以簡介說明。

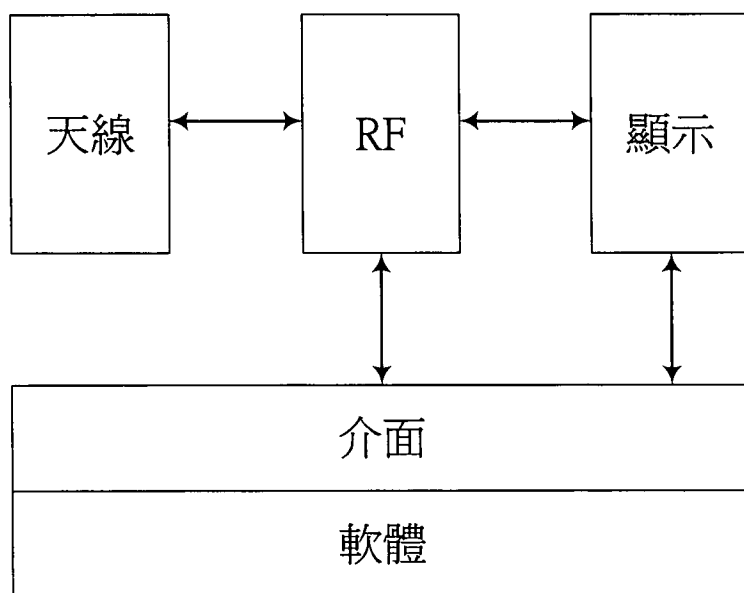


圖 8.1.1-1 偵測器系統架構圖

一、天線

以下茲針對號角型天線、附有反射板之天線、反射鏡天線、陣列天線等四類天線做簡單介紹：[卓聖鵬, 1998]。

1. 號角型天線

如圖 8.1.1-2 所示，採用方形導波管的號角型天線根據天線開口部分的擴大方式，有同時擴大 E 面和 H 面的錐形號角型天線及開口部分成為菱形的菱形號角型天線這幾種。

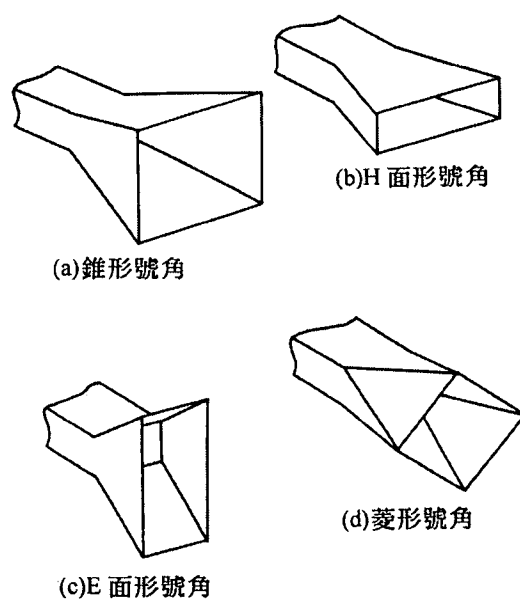


圖 8.1.1-2 採用方形導波管的號角型天線

錐形號角型天線，因能正確地計算其指向性增益，故被廣泛地用來作為測定用的標準天線；E 面及 H 面號角型天線是在擴大開口的面內，集中輻射指向性為目的；菱形號角的目的是把 E 面和 H 面的指向性作成相同輻射圖，但在這種用途中，採用圖 8.1.1-3 所示的圓形導波管的號角型天線更為合適。

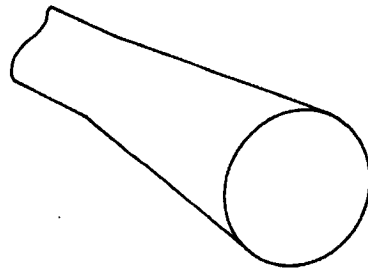


圖 8.1.1-3 圓形號角型天線

在基本模式來激振的圓形導波管中，連接大徑的模式轉換器，然後，配置擴大成錐形號角的天線叫做雙模式號角型天線。圖 8.1.1-4 所示的這種構造的號角型天線，當以導波管的中心為軸而旋轉時，其輻射圖具有優異的一致性。另外，交叉偏波的位準也能抑制得非常低。

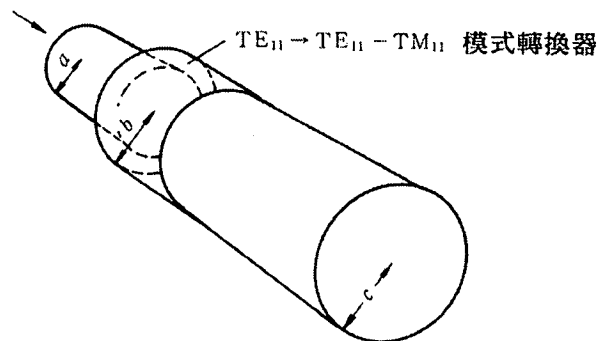


圖 8.1.1-4 雙模式號角型天線

2. 附有反射板之天線

為了把電波的輻射集中在特定的方向，其最簡單的手法是在天線的後部安置反射板。如圖 8.1.1-5 左方所示，當把偶極天線安置在離反射板 $z = \lambda/4$ 的位置時，若反射板的大小非常大，則如圖 8.1.1-5 右方所示，除去反射鏡，當 $z = -\lambda/4$ 時，在電流逆流的假想天線是和 $z > 0$ 的指向性相同。當 $z > 0$ 時，在 z 軸方向能得到其有最大輻射方向的單向指向性。

若反射板的大小比波長大很多，雖能得到這種單向性，但實際上很難。當反射板的大小有限時，必須考慮在用單極天線的指向性說明的反射板端部所產生的繞射波之影響。

為了控制單向指向性的半值角，如圖 8.1.1-6 所示的角形反射器天線，靠加大反射板和調整開口角 α ，便能控制半值角。

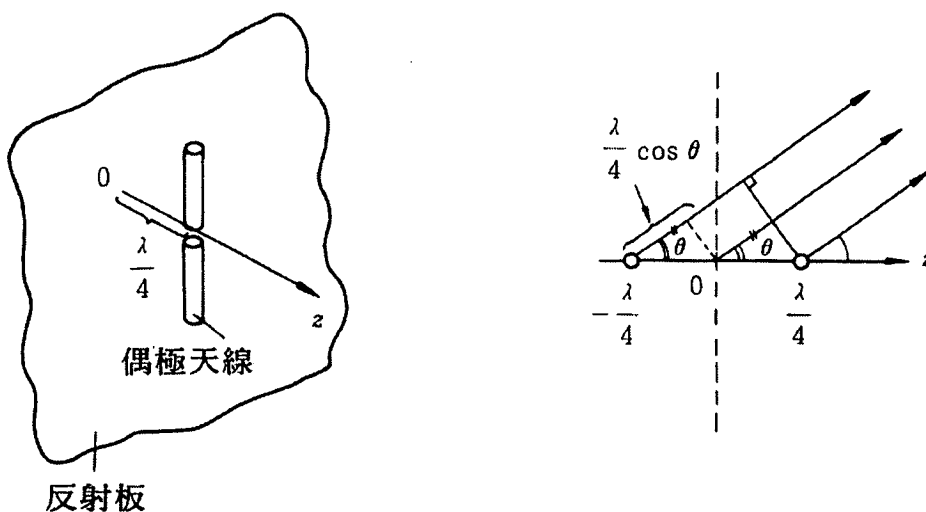


圖 8.1.1-5 附反射板的偶極天線與其計算指向性的模型

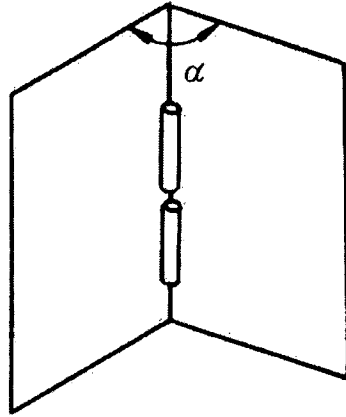


圖 8.1.1-6 角形反射器

3. 反射鏡天線

將反射鏡的形狀作成更容易收集電波的形狀的天線叫做反射鏡天線或開口面天線，就其代表性的反射鏡形狀之一種而言，也叫做拋物面天線(Parabola Antenna)。反射鏡天線的反射鏡因比波長大很多，放在光學性方面，類似電波輻射的樣子。

一般常用的如圖 8.1.1-7(a)所示的 z 軸旋轉對稱的拋物面天線。圖 8.1.1-7 (b)所示的偏置型拋物面天線是利用拋物面天線是利用拋物面鏡的一部分來作為反射鏡，在一次輻射器上，避免遮蔽來自反射鏡的電磁波。另外，為了減少一次輻射器的供電線所造成電磁波的遮蔽，配置了形成旋轉雙曲線的折反射鏡，如圖 8.1.1-7 (c)所示的卡塞格倫(Cassegrain)天線，或將副反射鏡偏置，如圖 8.1.1-7 (d)所示的偏置型卡塞格倫天線是大型，用來作為高增益的衛星通信天線。

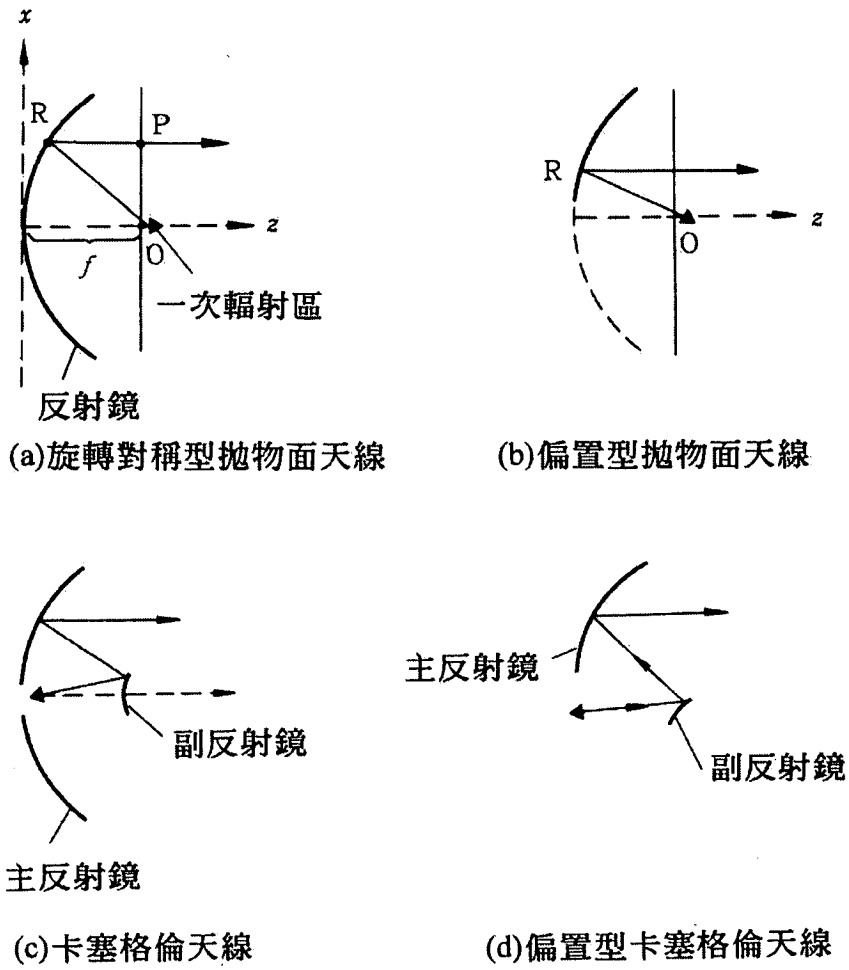


圖 8.1.1-7 各種反射鏡天線

4. 陣列天線

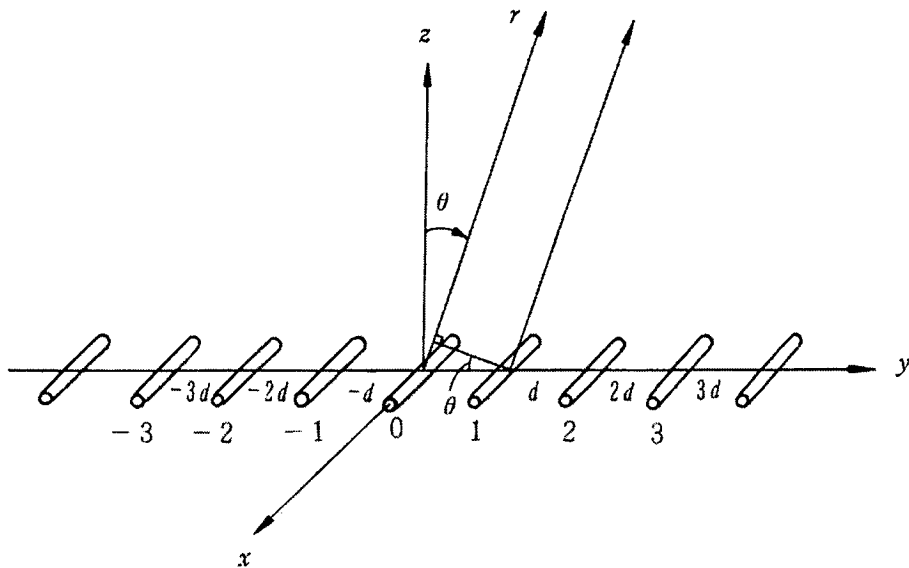


圖 8.1.1-8 陣列天線

為了使天線的指向性達到所期望的特性，必須控制天線上的振幅和相位分布。號角型天線雖是靠開口的形狀來進行這種控制，但為了更精密地控制和隨時變化波束的方向，並排許多半波長偶極天線和隙縫天線，用來控制各自天線(元件天線)的激振振幅和相位，實現所期望的指向性。

本研究所採用之天線屬號角型天線，其主要原因在於系統雛型改自於油槽探測器，而該探測器已採用角型天線，另一方面，國際市場上的雷達微波偵測器（如 RTMS）亦採用相同型式之天線，故本期採用號角型天線進行偵測。

二、Radio Frequency (RF)偵測

微波偵測器在設計上主要利用的偵測原理分為下列兩種，第一種稱之為連續波都卜勒雷達，而第二種則稱之為頻率調變之連續波雷達。

1. 連續波都卜勒雷達

連續波都卜勒雷達為其頻率不隨時間而變的連續能量電磁波，利用持續不斷發射出電波的裝置，對著物體發射出電波，當無線電波在行進的過程中，碰到物體時被反射，而且其反彈回來的電波波長會隨著所碰到物體的移動狀態而改變，經由計算便可得知該物體與雷達之間相對移動速度。使用這類波形的檢測器只能對移動的車輛做檢測，且偵測器與車輛行進方向呈垂直時效應薄弱，故在本計畫所提出的系統架構中，此效應只有在須要準確計算車輛速度時才啟動。

2. 頻率調變連續波(FMCW)雷達

FMCW 雷達所傳送之微波頻率正相關於調變頻率，故 FMCW 雷達在原理上可以同時計算出車輛與偵測器的相對距離及速度，然而，FMCW 雷達在速度偵測的準確度上就明顯不如都卜勒雷達，因此在一般應用上，FMCW 雷達不會被使用在測速照相或超速警告上，而是以速度偵測上較為精確

的都卜勒雷達雷達來取代。下圖即是本計畫所採用之 FMCW 雷達主要原理，其中被傳送的頻率正相關於調變頻率[Klein, 2001]。

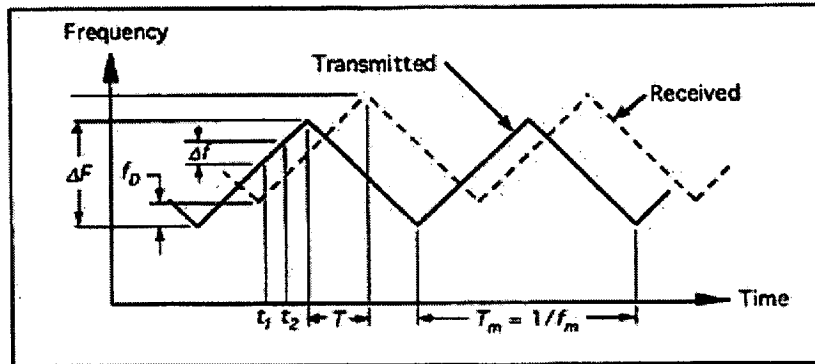


圖 8.1.1-9 FMCW 示意圖

三、顯示

關於雷達微波偵測器的顯示部分，本計畫主要包含三種方式，分別為：1.以 LabVIEW 軟體顯示；2.以即時程式顯示。

1.LabVIEW

LabVIEW 乃 Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench 的簡稱。它是一種圖形化程式語言(又稱之為 G 語言)，即它的指令多屬所見即所得，也因為如此，它較一般其它的語言容易著手學習，且具資料擷取(DAQ)、資料分析與結果呈現等功能。除此之外，LabVIEW 更提供量測後的數學分析與顯示功能。而電腦可以藉著 DAQ 卡來和外界做溝通，透過 LabVIEW 的配合，便可以利用電腦來取代示波器及訊號產生器的功能。

而在本計畫中也使用 LabVIEW 作為偵測器接收到之車輛波型及頻譜顯示，圖 8.1.1-10 即是實際操作之畫面，於畫面左半部會顯示信號在時域之波型及頻域之頻譜，而右方會顯示頻譜中峰值之頻率值及峰值頻率之振幅大小。

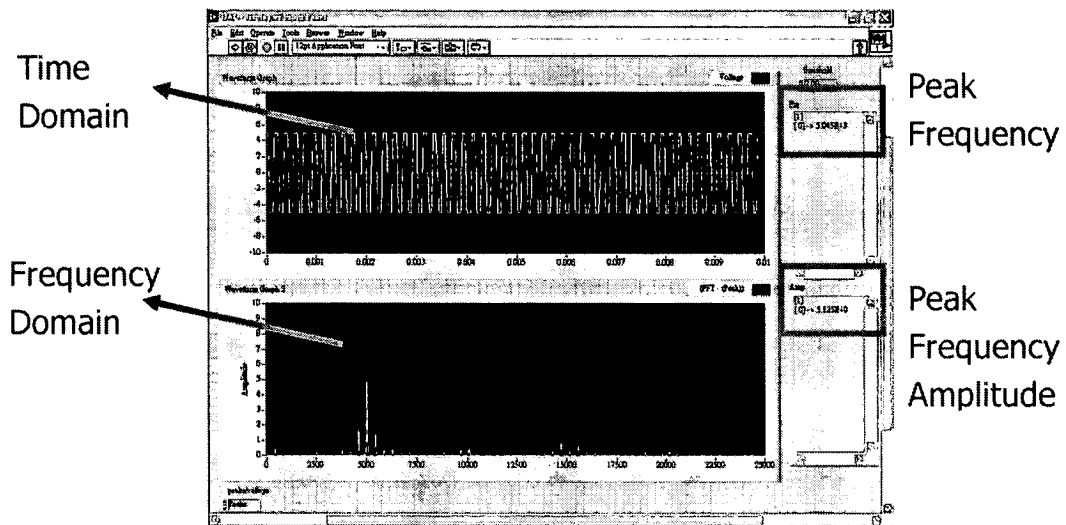


圖 8.1.1-10 LabVIEW 顯示畫面

2. 即時程式

本計畫案中開發出即時產生交通量資訊之程式，主要架構是利用美商國家儀器(NI)的DAQ擷取卡將偵測器所接收到之信號擷取至電腦中，再利用程式進行FFT運算、即時交通資訊演算法來產生即時資訊，並於電腦螢幕上顯示。

圖 8.1.1-11 即為此即時程式運作之實際情形，畫面上方為即時交通資訊之顯示，由左至右分別為：有無車、速度、佔有率、流量之資訊。而畫面左下方為偵測器所接收到之信號頻譜，右下方為當時之道路畫面。

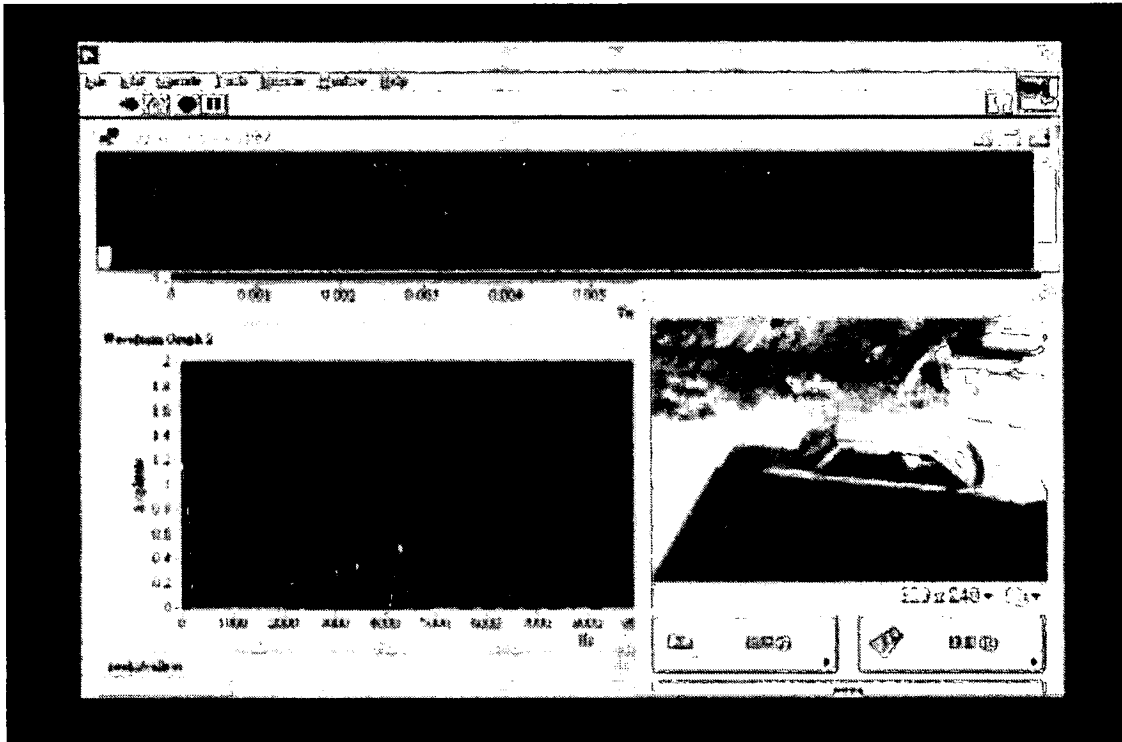


圖 8.1.1-11 即時程式運作畫面

四、介面

由偵測器系統架構圖可以發現，在偵測器與軟體之間尚須有溝通介面，本計畫中主要之介面有 NI DAQ 資料擷取及 DSP 模組等兩種。分別簡述如下：

1. NI DAQ 資料擷取

在資料擷取的系統中主要包含了下列幾個項目：首先必須有感測器去對所要量測之物體進行量測，之後會有信號產生，接下來必須經過信號處理才能產生資料讓使用者去擷取，最後便是對所擷取到之資料利用軟體進行分析。而在此主要討論的是如何利用 NI DAQ 擷取卡去進行資料擷取。

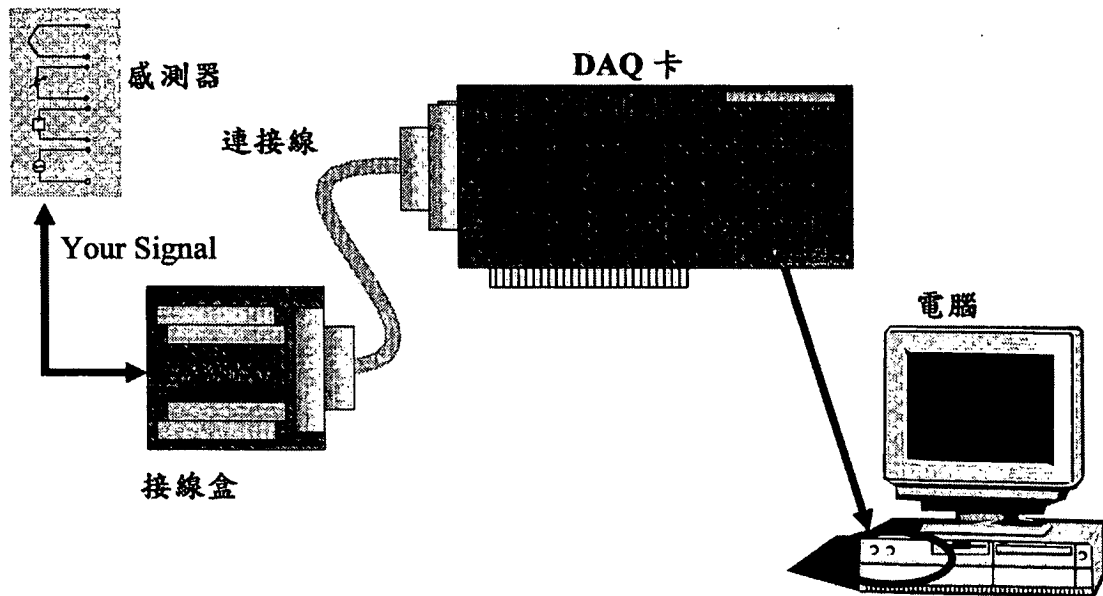


圖 8.1.1-12 使用 DAQ 卡進行資料擷取

由圖 8.1.1-12 即可清楚瞭解 NI DAQ 擷取卡在整個系統所扮演之角色，NI DAQ 擷取卡包含了三個部份：接線盒、連接線、DAQ 卡。其中接線盒主要是提供許多不同的通道讓信號連接，而 DAQ 卡的組成包括類比輸入、類比輸出、數位 I/O 及計數器。

NI 擷取卡的介面也相當多樣化，不論是在桌上型電腦、攜帶式與網域應用等的匯流排介面上都有產品可供選擇，包括 PCI、PXI、PCMCIA、USB 等介面，而依據不同的需求，NI 提供了低成本、高速度、高準確度以及同步取樣的各種不同種類產品，以最新的 M 系列產品為例，它不但提供了更精確的校準與類比/數位轉換器、取樣頻率最高可至 1 MS/s，並擁有 16 位的準確度、最高有 32 個類比輸入、4 個類比輸出與 48 個數位 I/O 線路的各種不同產品。

2. DSP 模組

而另一種可應用之介面為 DSP 運算介面，DSP 系統較優越的地方在於：

- (1) 靈活性佳

當處理方法和參數發生變化時，處理系統只需透過改變軟體設計以適應相應的變化。

(2) 精確度高

信號處理系統可以透過 A/D 變換的位數、處理器的位元長度和適當的算法滿足精確度要求。

(3) 可靠度高

處理系統受環境溫度、濕度、噪音及電磁場的干擾所造成的影響較小。

(4) 可大規模整合

隨著半導體積體電路技術的發展，數位電路的整合度可以做得很高，具有體積小、損耗功率少、產品一致性佳等優點。

隨著 DSP 晶片性能的不斷改善，各個 DSP 晶片生產廠家研製的投入，DSP 晶片的生產技術不斷更新，產量增大，成本和售價大幅度下降，這使得 DSP 晶片應用的範圍不斷擴大，現下 DSP 晶片的應用遍及電子學及與其相關的各個領域，以下是 DSP 晶片幾個典型之應用。

- (1) 通用信號處理：卷積、FFT、Hilbert 變換、頻譜分析、波形生成等。
- (2) 通訊：高速調製/解調器、編/譯碼器、傳真、電話會議、展頻通信、數據加密和壓縮等。
- (3) 語音信號處理：語音識別、語音合成、文字變聲音、語音大量編碼等。
- (4) 圖形圖像信號處理：二、三維圖形變換及處理、機器人視覺、電子地圖、圖像增強與識別、圖像壓縮和傳輸、動畫等。
- (5) 自動控制：機器人控制、發動機控制、自動駕駛、聲控等。
- (6) 儀器儀表：函數產生、數據擷取、航空風洞測試等。

(7) 消費電子：數位電視、數位音樂合成、玩具與遊戲等。

採用 DSP 模組時機，通常是在訊號處理方法確定、追求更低製作成本(即量產)時採用。而本期研究由於尚在系統開發測試期，須要配合測試模擬擇較簡易方便之開發工具，故先採取 PC 及 Labview 軟體，待將來方法確定要做量產離型時再採用 DSP 模組。

五、軟體

本計畫軟體應用部分，除了之前所提到的 LabVIEW 軟體外，還包括 FFTW 快速傅立葉演算法及自行開發的交通資訊演算法程式，相關內容簡述如下。

FFTW 由麻省理工學院計算機科學實驗室超級計算技術組所開發的快速 C 程式語言的一個完整集合，專門用來快速計算實數和複數、一維或多維、奇或偶對稱實數型、以及任意規模的離散傅立葉轉換演算法。且 FFTW 支援 SSE、SSE2、3Dnow 和 Altiive 指令集，並對許多不同架構之處理器都有做最佳化之調整(FFTW 版本 3.0.1)。FFTW 最新版本為 fftw-3.0.1，可於 FFTW 網站：<http://www.fftw.org> 上下載使用。

除此之外，FFTW 也被應用於知名數學軟體 MATLAB 的傅立葉轉換函數之中，由此可見其運算之效能及準確度受到高度之肯定，故本計畫案中亦將信號分析處理應用於其中。

而本計畫案自行開發之交通資訊演算法程式主要開發環境是 C++ 程式語言，而用來產生交通資訊之計算方法主要是依據單環路線圈偵測器的演算法再加以修改，而詳細之內容於後續章節中介紹。

8.1.2 硬體技術與工程

構建一個完整的雷達微波車輛偵測器如圖 8.1.2-1 所示，至少應具備有下列幾個核心模組：RF Module、IF Module、Antenna Module、DSP Module、Display/Control Module 等。圖 8.1.2-1 中之 ANT Module 對應於圖 8.1.1-1 之天線部份；圖 8.1.2-1 中之 RF、P/S、IF Amp 三個 Module 的部份對應於圖 8.1.1-1 中的 RF 部分，廣義的 RF 部份即包括了此三種 Module 之功能；而圖 8.1.2-1 中之 DSP Module 對應到圖 8.1.1-1 中的介面與軟體部分，但由於目前之微波偵測器尚未將 DSP Module 納入其中，因此採用了訊號擷取卡與即時演算法程式將其取代，若未來能加入 DSP Module，則不需經過擷取卡與演算法程式便可直接將交通資訊計算出來；最後，圖 8.1.2-1 之 Control Panel 對應到圖 8.1.1-1 之顯示部分。下面茲就各模組功能內容分別說明。

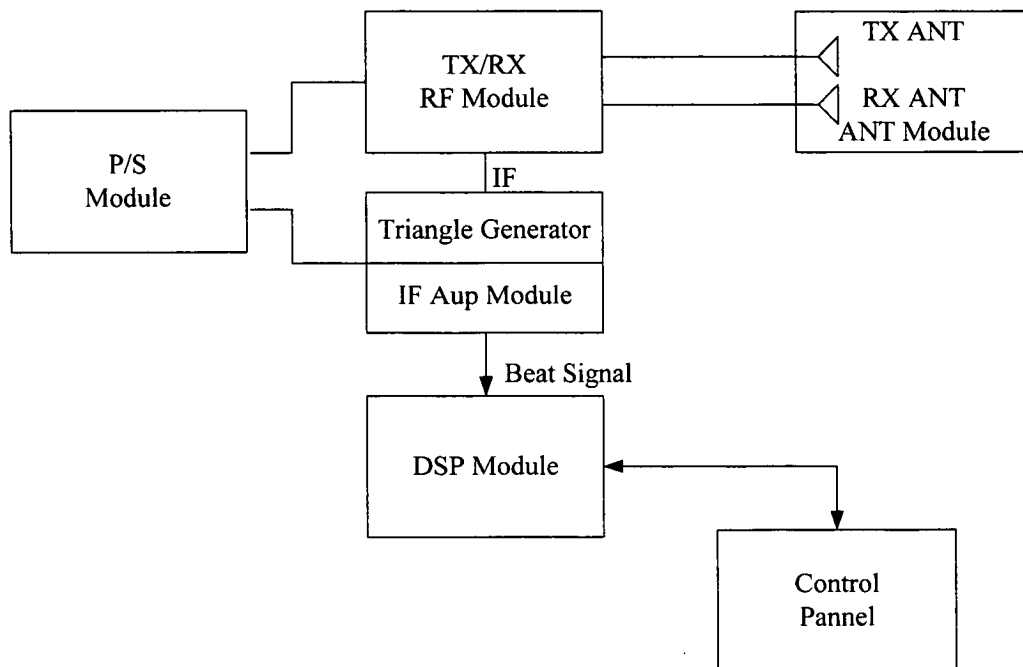


圖 8.1.2-1 FMCW 系統方塊圖

本研究採用之 FMCW 技術所使用頻率在 x 頻段(8GHz~12GHz)。高頻微波電路在設計上往往較一般低頻電路困難許多，尤其在 Matching、Grounding、Shielding 方面的考量。RF Module 主要是將產生的線性頻率調制信號 $f_c + f_{fm}$ 經放大輸出，饋送至天線模組發射，同時瞬間截收由物體反射後的回波，經混頻器檢出發射與接收信號間的差

頻信號 IF，再將差頻信號放大送至數位信號處理器（DSP）做信號分析及處理，進而計算車距及流量等資料；顯控模組則顯示經數位信號處理器處理後的道路流量、佔有率等資訊，並透過顯控器的參數設定可控制系統靈敏度、車道分格監控等，圖 8.1.2-2 為較細部功能架構圖。

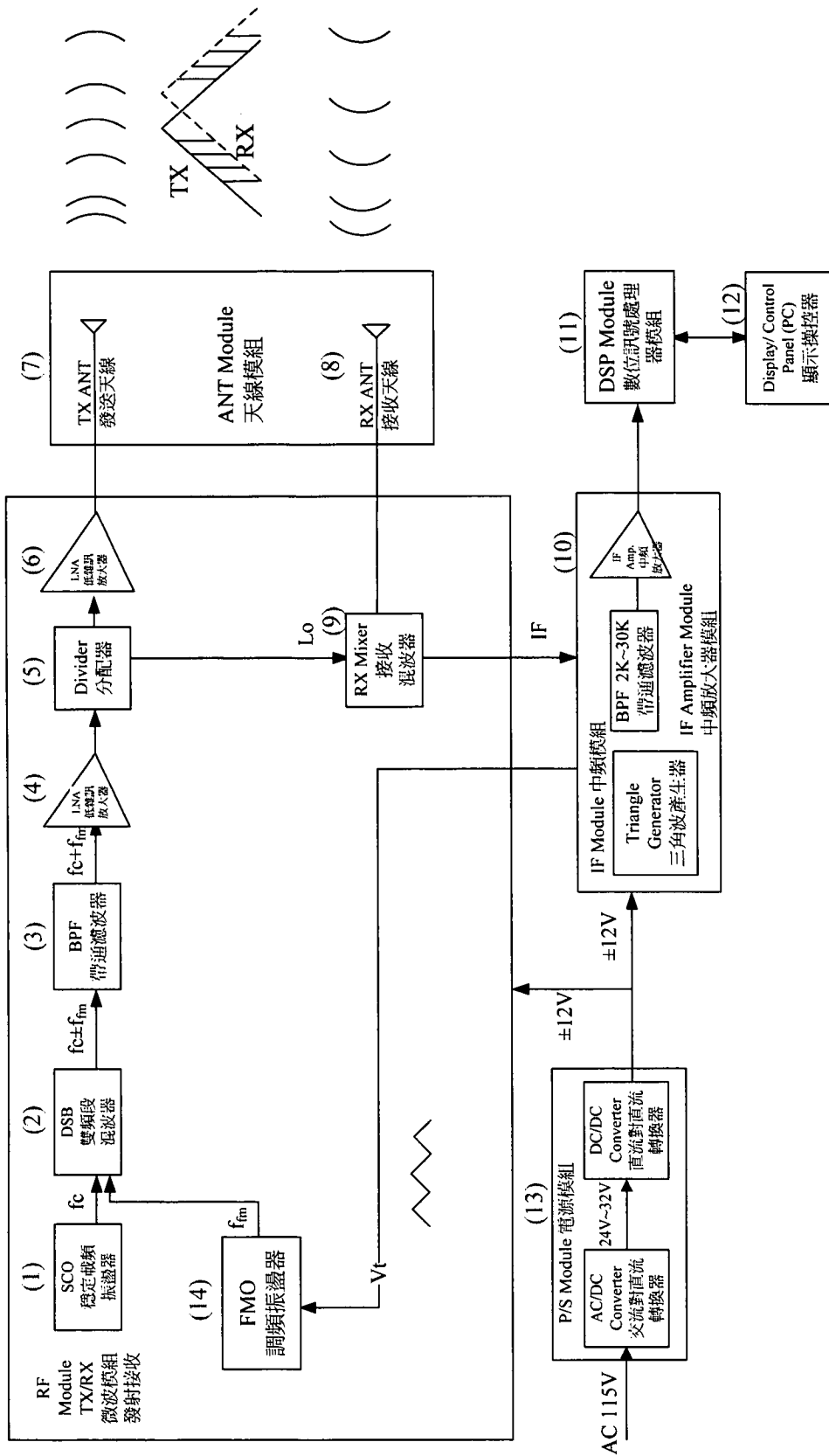


圖 8.1.2-2 系統功能架構圖

一、RF Module

以下茲就高頻微波模組的重要核心技術內容加以說明：

1. SCO (Stable Carrier Oscillator)(1)：主要是利用一高介電常數之材質在一串接的迴授電路空間內產生一個穩定的載頻信號 (f_c)，它具有 Low Phase Noise、Compact Size、Frequency Stability with Temperature 等優點。圖 8.1.2-3 為其串接迴授電路圖。
2. FMO /FMS(Frequency Modulate Oscillator/ Frequency Modulate Synthesizer) (14)：其主要是產生一調頻(FM)信號 f_m 。它所產生的中頻信號必須具相當的線性，否則將影響正確差頻信號的獲取，造成測距誤差。
3. Coupling Filter(耦合濾波器)：主要用來截取濾波需要的射頻信號($f_c + f_m$, upside Band)。
4. 射頻信號分配器(Power Divider)(5)：將調制後的射頻信號 ($f_c + f_m$)分為二路，一路作為發射用，另一路將提供接收端之本地振盪信號(Lo, Local Oscillator)截取差頻信號(Beat Signal)。
5. RX 混頻電路(Mixer)(9)：主要是截取接收回波與本地振盪信號混頻後的差頻訊號(Beat Signal)IF。
6. 低雜訊放大器(Low Noise Amplifier)(4)：主要是將射頻訊號作低雜訊放大 LNA。
7. 雙邊頻段混頻器(Double Side Band Mixer) (2)：主要是將穩定載頻(SCO：Stable Carrier Oscillator)信號 f_c 與三角調頻 (FMO /FMS：Frequency Modulate Oscillator/ Frequency Modulate Synthesizer) 信號 f_m ，經混頻為雙邊頻段之射頻調頻信號 $f_c \pm f_m$

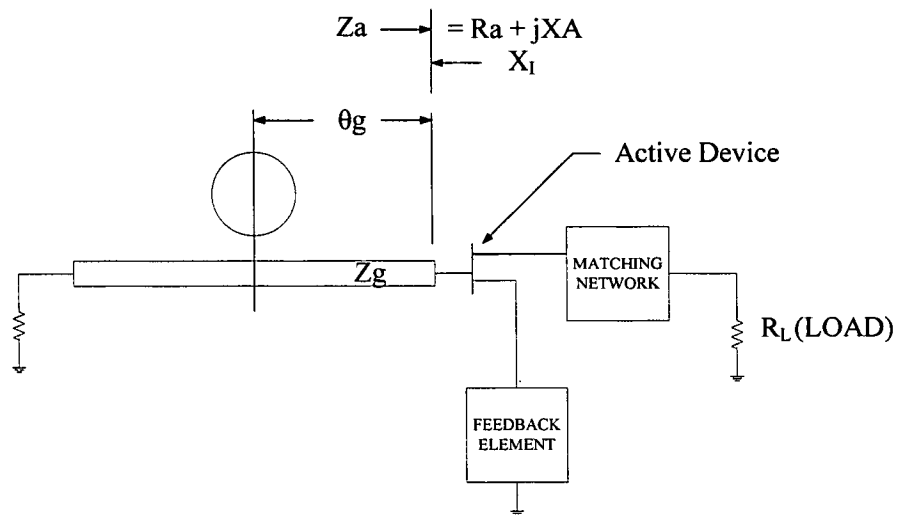


圖 8.1.2-3 SCO 迴授電路圖

二、三角波產生器/中頻放大器 (10) 設計製作

1. 三角波產生器：主要是產生一三角波信號 V_t 調制 FMO，如功能架構圖 8.1.2-2 所示。使 FMO 輸出一調頻訊號 f_m 。
2. 中頻放大器：主要是將差頻信號(2K~30K)放大。關鍵技術是濾波截取正確之頻差信號，因此有效降低信號的雜訊(Noise)、諧波(Harmonic)、散波(Spurious)等將是提高距離偵測精度與辨識度的重要依據。

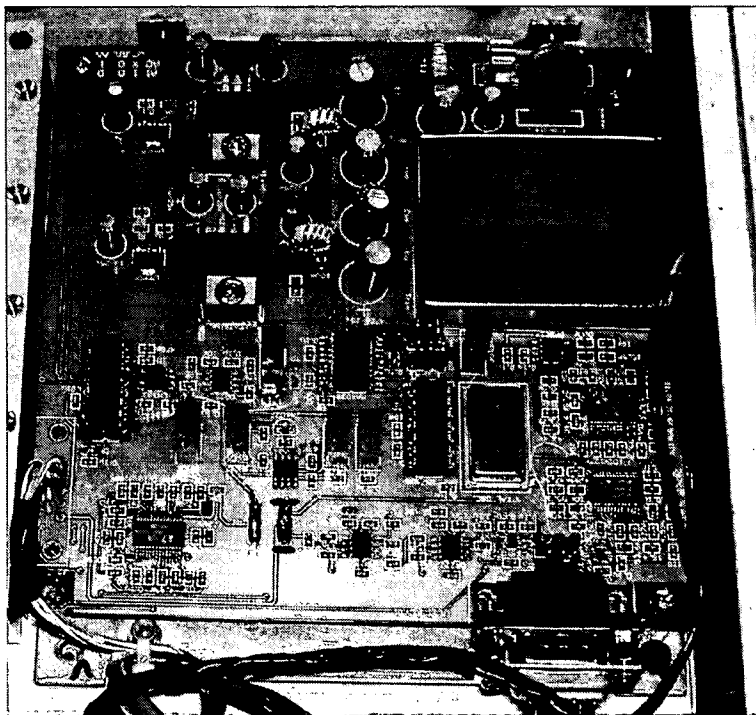


圖 8.1.2-4 三角波產生器及中頻放大器電路板

三、DSP 模組 (11)

數位信號處理器 (DSP) 模組主要是將截收到的差頻信號，經 FFT 轉換為頻域信號，再由相關參數 (如掃頻率、光速等) 的導算即可快速得到距離資料，藉由截收到的信號特性亦可計算出車道佔有率、車的種類等，進一步可透過傳輸提供資料作為交通流量管理之用， DSP 僅用來作功能展示預劃規格如下：

- Sampling Rate :19531.25Hz
- Sampling Period : 51.2 uSec
- Sample Points : 525
- Sweep Time : 26.8288mSec
- Sweep Bandwidth : 1.4GHz ~ 2.4GHz
- Sweep Tangent : 37.27337786GHz/Sec
- Range Sensitivity : 248.6612112Hz/Meter
- FFT Size : 512
- FFT Bin Separation : 37.27337786Hz
- IF Amp Pass Band : 1.2KHz ~ 15kHz
- VT Filter Cutoff Frequency : 4.5KHz(Preliminary)
- Maximum Vehicle Velocity : 40Km/hr(Preliminary)
- Baud Rate : 19200

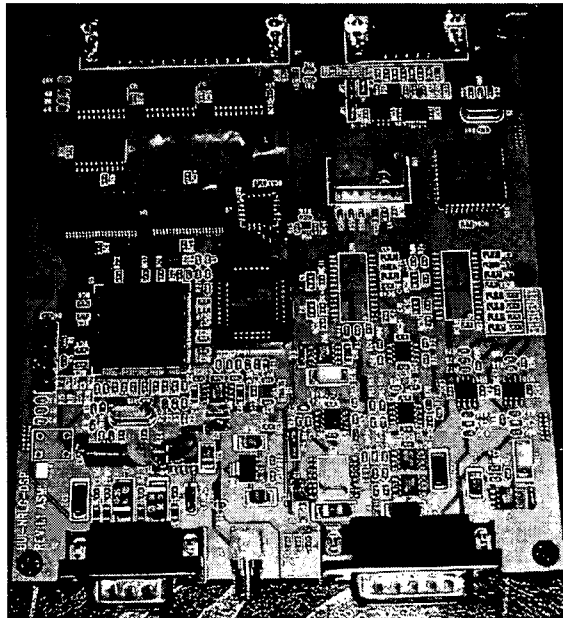


圖 8.1.2-5 DSP 電路板

四、Antenna Module (7)(8)

天線主要是將 RF Module 產生之調頻輸出饋送出去及瞬間將反射之回波信號截收回系統；目前展示型微波偵測器天線極性係圓型極化，波束寬 12 (Azimuth) *12 (Elevation)，增益 (Gain) 20db，天線配合 RF Module 輸出端與接收端相位調整 (收發極性相反) 採收發同一天線設計目前能有效偵測到 3 個車道，如圖 8.1.2-6~圖 8.1.2-8。為能偵測更多車道，天線將從重新開發設計，其規格如下：

- 波束寬---- 15 度 (Azimuth)
- 波束寬-----45 度 (Elevation)
- 極性-----線性或圓型
- 增益-----10-15db

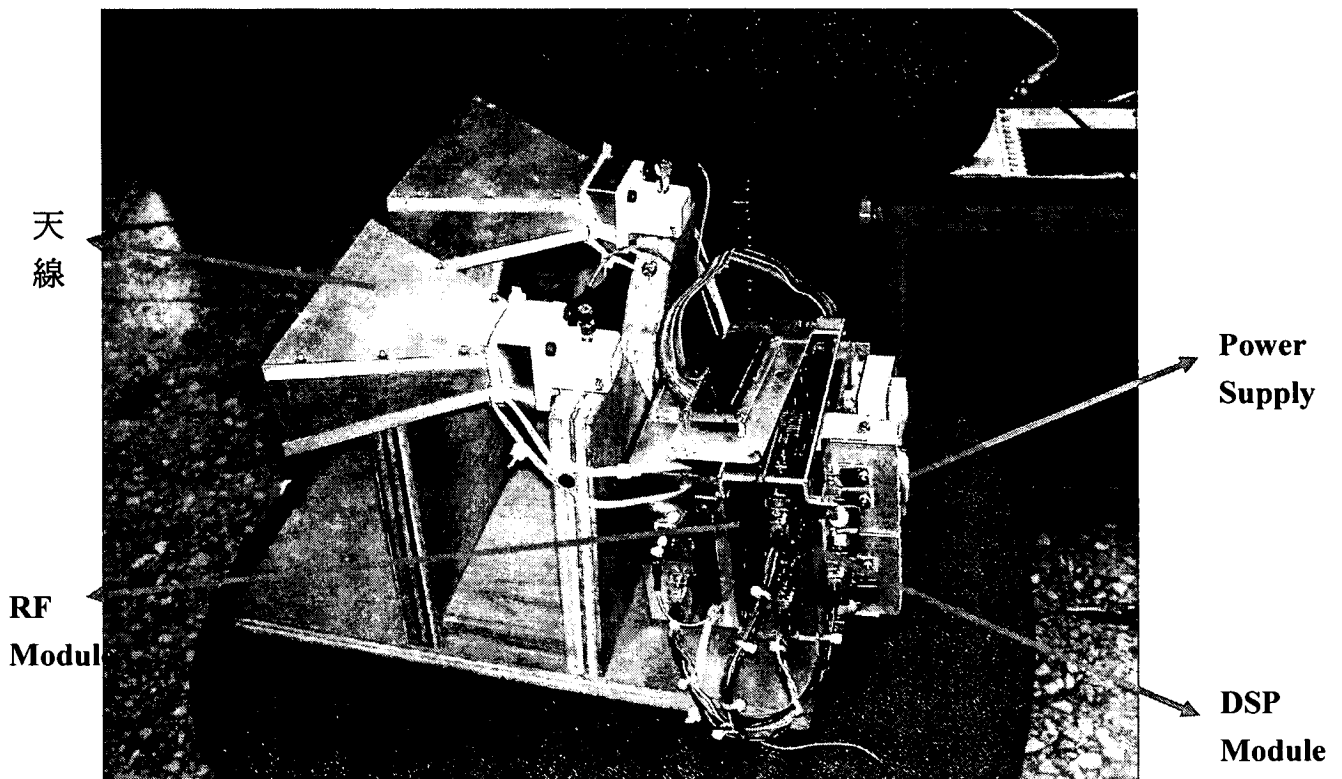


圖 8.1.2-6 收發雙天線

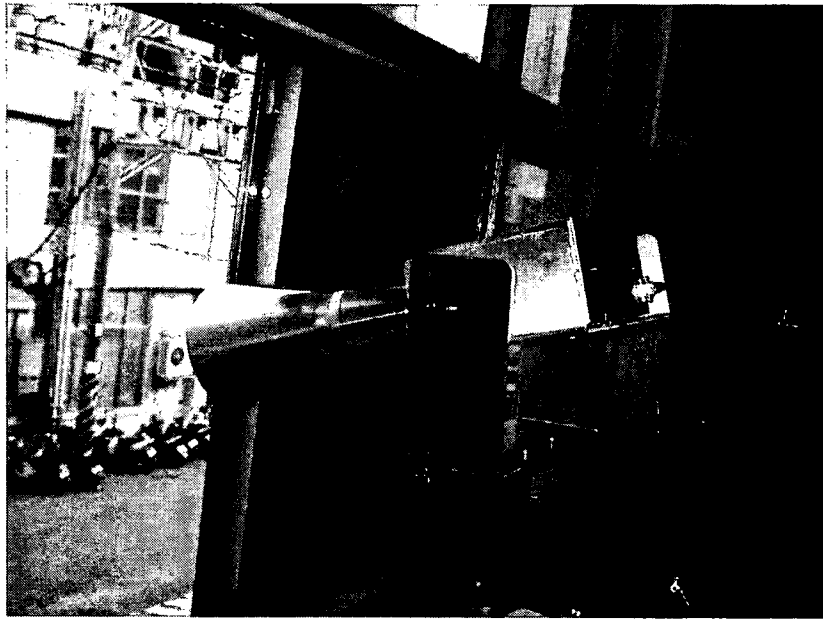


圖 8.1.2-7 收發同天線

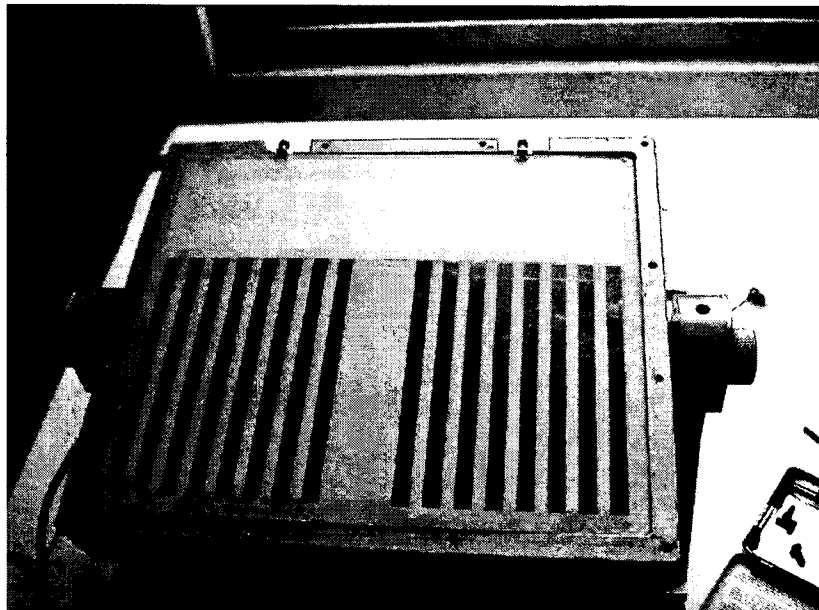


圖 8.1.2-8 平面天線

五、Display/Control Module(12)

該模組主要是將 DSP 導算出來的數據利用個人電腦發展的控制程式做顯示、參數設定（靈敏度設定）、功能選項等。

雷達微波偵測器所使用之 FMCW 系統，其系統架構如圖 8.1.2-1，偵測器所產生的訊號為圖中拍頻訊號（Beat Signal），資

料格式為 Time Demand，有數種方式可將此訊號處理轉換成交通可以利用的交通參數輸出。首先是如圖中之架構，將適當的演算法（例如快速傅立葉轉換及本研究所開發之線上演算法）整合進入 DSP 模組。偵測器產生訊號經由 DSP 轉換處理後，直接輸出交通參數，經由制定的通訊介面傳回交通控制中心，作為交通管理之參考。

上述處理方式為雷達微波偵測器後續計畫努力的目標，利用此法將可不須再透過其他硬體處理，即達到即時運算輸出所需要之交通參數。但由於偵測器目前尚在開發階段，若將演算法置入 DSP 模組，改善演算法的方便性將大幅降低，因此，目前開發研究階段，仍採用個人電腦架構搭配訊號擷取設備進行演算法開發，無論是修改與調整演算法，都可即時進行處理，降低演算法開發時程。

目前採用的配備分述如下：

1.筆記型電腦擷取設備

擷取設備目前是採用 National Instruments 的產品，分別是符合筆記型電腦使用之 DAQCard-6036E 與搭配使用的 I/O 連接盒 SCB-68(圖 8.1.2-9)，具有 200kS/s 的取樣速率、以及 16 組 I/O 通道，最大可同時使用 8 組類比與 8 組數位，以及兩個 16 位元的類比輸出。Beat Signal 利用訊號線與 I/O 連接盒連接，再傳輸訊號至擷取卡進行訊號擷取，此擷取介面支援 Windows 系統下 NI Labview、CVI、以及 Microsoft Visual Studio.NET 與 Visual Basic 內含的 Measurement Studio。

2.個人電腦擷取設備

個人電腦則是採用 PCI-6010 和搭配使用之 CB-37F-LP，同樣具有 200kS/s 的取樣速率、數位 I/O 通道為 6 進 4 出，類比 I/O 通道則為 16 組，以及兩個 16 位元的類比輸出。訊號擷取方式與前述類似，同樣是訊號以連結線連結至 I/O 連接盒，再傳輸至擷取卡中進行處理。

3.設備用途分配

目前離線收集資訊所採用的擷取設備為 DAQCard-6036E 與 SCB-68(圖 8.1.2-9)，使用筆記型電腦在室外進行離線資訊的收集較為輕便，另一組擷取設備 PCI-6010 與 CB-37F-LP(圖 8.1.2-10)則是在個人電腦上運用，以 Linux 系統為作業系統，進行即時演算法的開發。

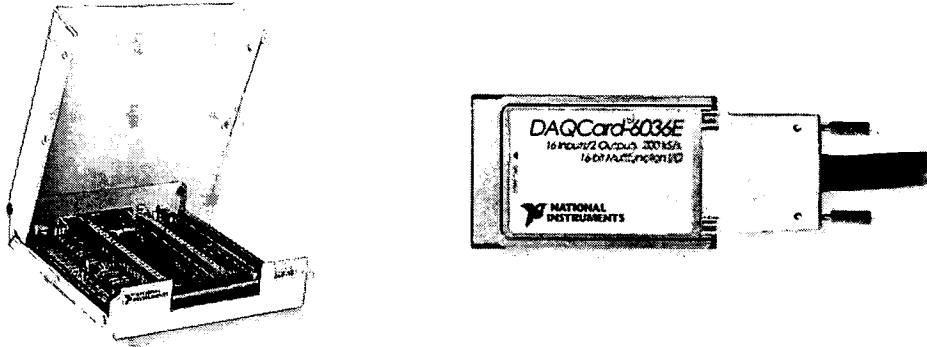


圖 8.1.2-9 NI DAQCard-6036E & SCB-68

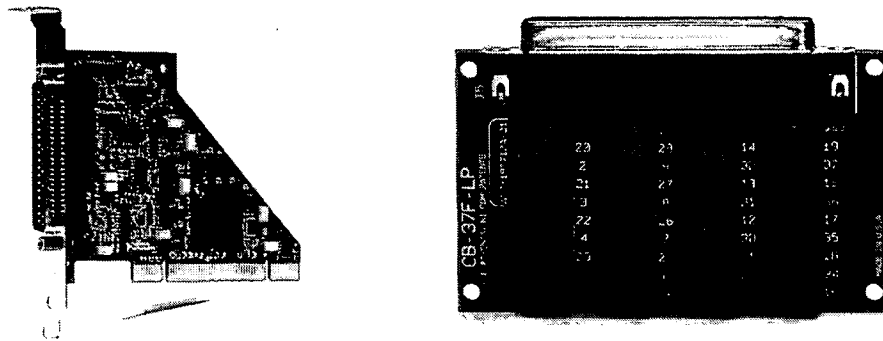


圖 8.1.2-10 NI PCI-6010 & CB-37F-LP

8.1.3 軟體理論與實務

8.1.3.1 車流參數計算原理

由於雷達微波偵測器偵測車輛的過程乃是由車輛進入偵測範圍後，偵測器即持續收到車輛的反射波，直至車輛離開偵測範圍。而這個過程類似於單迴圈偵測器：車輛開始壓到迴圈偵測器至車輛離開迴圈偵測器，故而在車流參數的計算上，本研究參考迴圈偵測器的計算方式。

單一線圈偵測器在求得各交通參數的方法上，如下圖所示，分別經由直接偵測、估算及分類等三種方式得到。

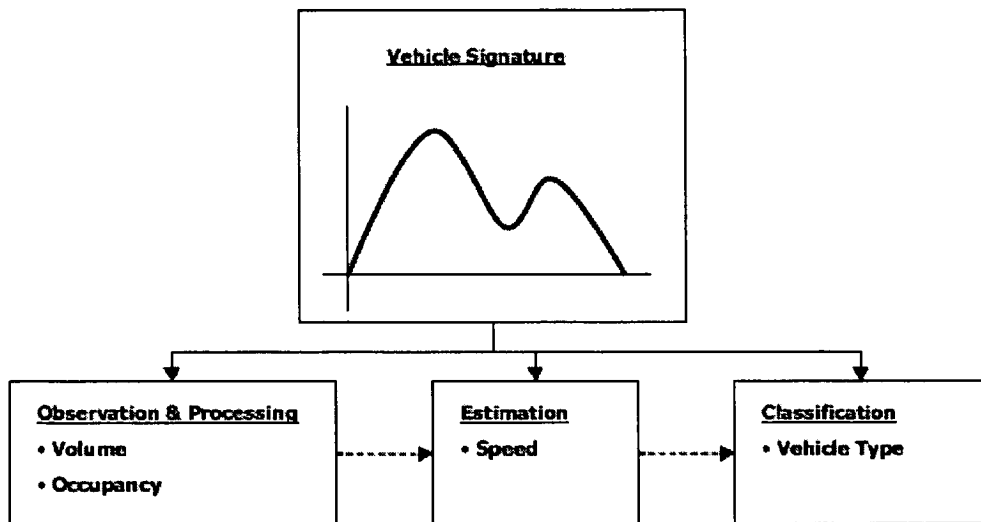


圖 8.1.3.1-1 交通量測指標

資料來源：”Real Time Traffic Measurement from Single Loop Inductive Signatures”, Seri Oh, 2002

1. 直接偵測

流量(Flow rate)：

$$Q=N/T$$

其中 Q：流量

N：在時間區間 T 中被偵測器偵測的車輛數

T：某一特定時間區間

佔有率(Occupancy)

$$O = \frac{100}{T} \sum_{i=1}^N t_i$$

其中 N：在時間區間 T 中被偵測器偵測到車輛數

T：某一特定時間區間

t_i ：第 i 輛車在偵測器上的時間

2. 估算

速度(speed)

速度的算法是將有效車長加上偵測器長度，再除以離開偵測器時間減掉進入偵測器時間的時間差。

3. 分類

車長(Vehicle length)

車長的算法是將由上所得的速度作平均，然後再乘以有效時間，再減去偵測器的長度。

8.1.3.2 即時處理介紹

當微波偵測器開始接收訊號，本研究所開發程式亦可準備執行，程式首先會對於微波偵測的資料進行擷取與判斷背景值資料，若背景值擷取正常，則可以進行車輛的判斷。

除了上述自動化之環境設定，有一些參數目前仍須人為調整，包括車道數、車道邊界、訊號偵測範圍等，目前這些參數輔以 Labview 來達成，就實驗的角度為已知的控制變數。而環境中還有相關的參數是未知的，這些未知的參數包括車輛長度、訊號強度、訊號門檻、雜訊門檻。

當上述參數在實測時設定好之後，透過擷取卡得到對應的波形資料，利用快速傅立葉轉換，將擷取資料轉換成傅立葉格式。最後，本研究依所設定的門檻範圍與即時 (Real Time) 演算法來決定車輛數、車速、密度以及佔有率，來達到最終的統計資料。

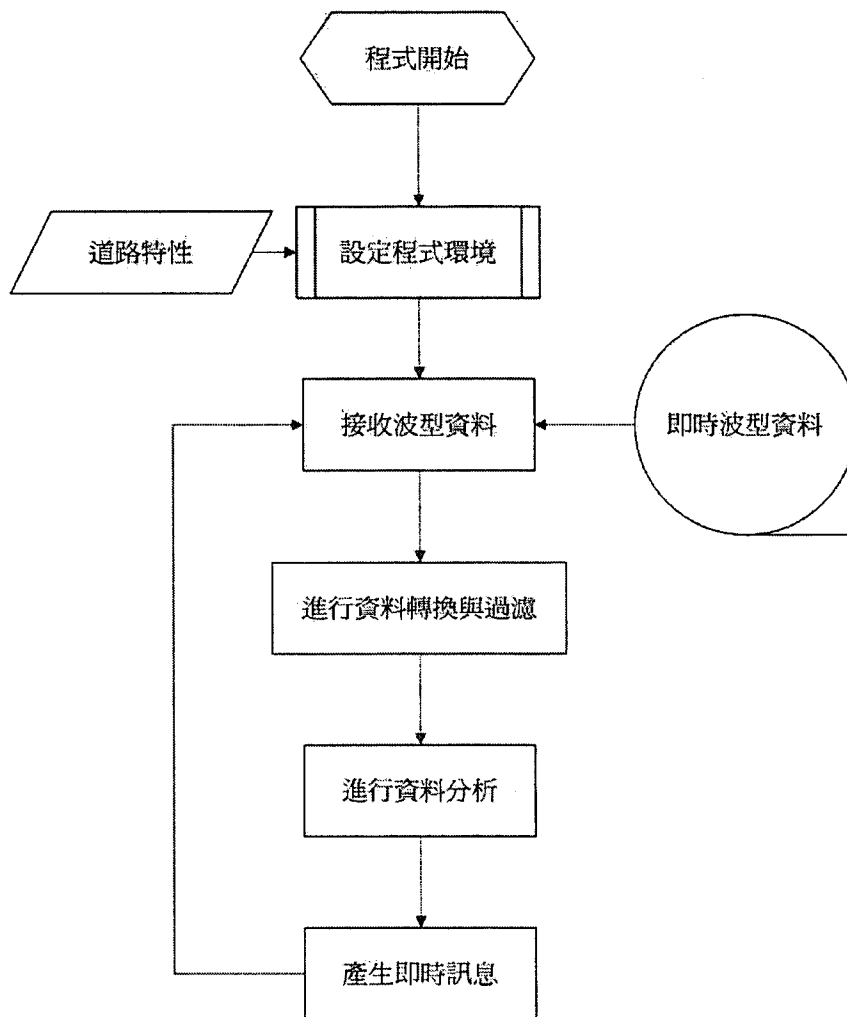


圖 8.1.3.2-1 即時處理流程

而 Labview 的處理方式則簡介如下。

程式介面與程式碼如圖 8.1.3.2-2、圖 8.1.3.2-3，程式開始後會同時運作兩個程序，一個是抓取時間，另一個是透過擷取卡抓取訊號的資料，接著將取得的訊號資料分別加以紀錄與進行快速傅立葉轉換，將時間序列的資料轉換成頻率序列，接著輸出波形至圖表上，再利用 Labview 所提供的功能找出 Peak 值顯示於欄位，重複這樣的程序直到使用者中斷，程式演算法運作方式如圖 8.1.3.2-4。

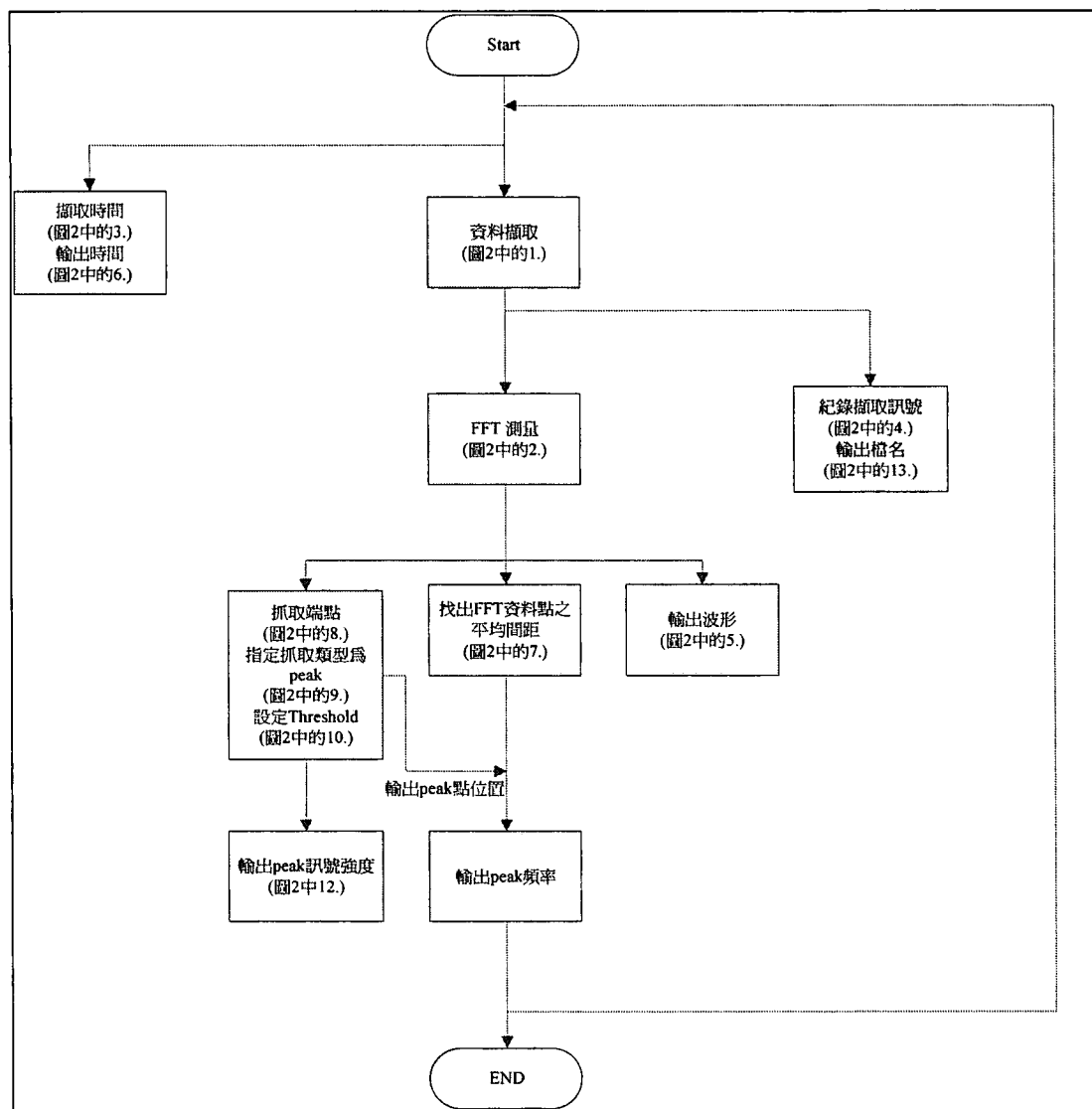


圖 8.1.3.2-4 程式演算法

8.1.3.3 離線分析

離線分析的內容主要可分為兩方面，一為建立車種波形資料庫，細分波形和車種間的關係，二是希望藉由頻譜訊號圖來判斷實際經過的車輛種類。而離線分析之目的介紹如下：

1. 預估車輛長度，求得行駛速率

將偵測器實際測量的數據，經由 FFT 轉換成波形資料，再搭配道路影像截圖，觀察各類不同車種經過偵測器時所反射的波形，希望能藉由比較的方式，找出判斷大小車種的方法，以估計實際車長並求得正確的車輛速度。

2. 建立圖像波形資料庫，方便日後判斷

資料庫之建立是希望給予判斷車種大小的依據，因此在資料庫的建檔內容應給予細分歸類，基本的分類可分為機車、小車以及大車，若再更加以細分則可分為單車道有小車、雙車道有小車或雙車道有大車等狀況，其詳細分類的情形將於下列小節中介紹。

一、分析方法

本離線分析的方法是在樣本收集完成後，將錄製到的影片以每秒 30 張圖片的方式擷取出來，其樣式如圖 8.1.3.3-1。

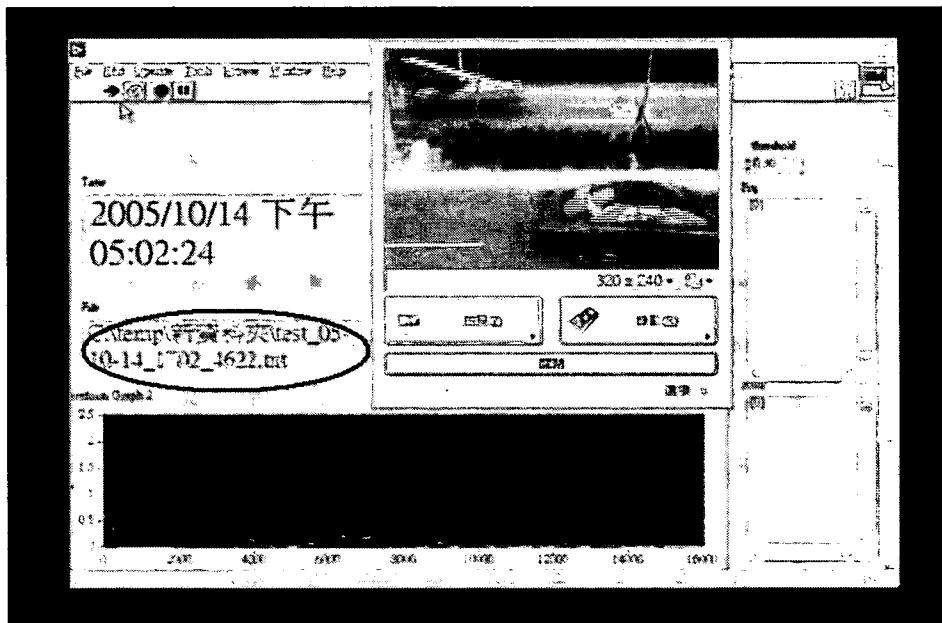


圖 8.1.3.3-1 影像擷取圖

在蒐集樣本時，偵測器除了會持續地發射偵測波之外，也會將其反射回來的波形數據資料輸出成檔案，由圖 8.1.3.3-1 中藍色範圍標記處可得知這張圖片的波形資料檔名及位置，如此當在進行波形比對時，就可依據每張圖片所顯示輸出的檔案名稱，得出對應每張圖片內容的波形資料，接著只需將原始的檔案資料，經由 FFT 轉換之後輸出成圖形，就可以進行波形與車種比對的工作，圖 8.1.3.3-2 為輸出的波形樣式。其中橫軸為頻率，縱軸為強度。

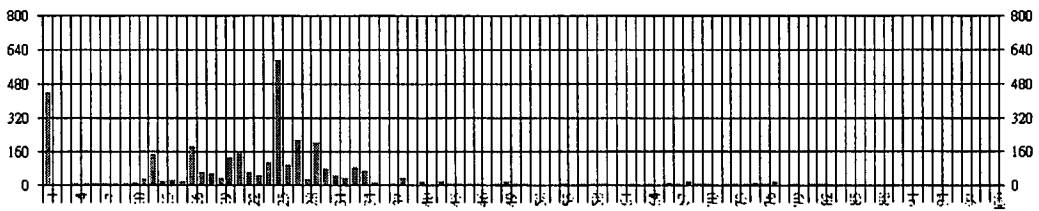


圖 8.1.3.3-2 經 FFT 轉換輸出之波形

在目前的階段下，先使用程式整合錄影的截圖與 FFT 轉換後的波形圖，以人工的方式來觀察不同車種進入至離開偵測範圍時，對波形所產生的影響，以期能粗略建構出一個特徵模型，作為日後判別車種之用。

除了對原波形進行觀測之外，由於偵測器所偵測到的的波形資料，在無車時會有一固定背景值，故將原波形減去無車時的背景值以產生其「淨波形」，可更有利於觀察車輛進入至離開之間的波形變化。圖 8.1.3.3-3 所顯示的即為無車時的背景波形。

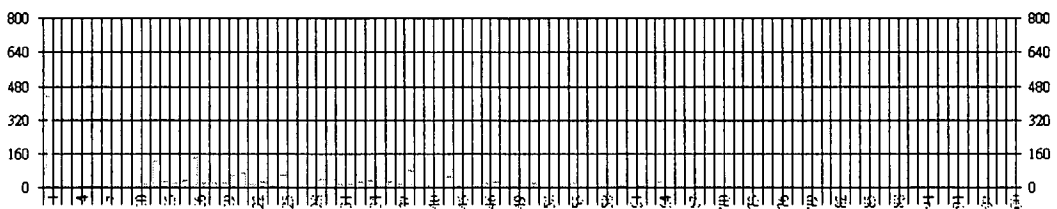


圖 8.1.3.3-3 無車時的背景波形

二、分析內容

此次離線分析關於汽車的部份，針對第三、四車道樣本數總計有：小型車 351 輛、大型車 61 輛，三、四車道位置如圖 8.1.3.3-4 所示。

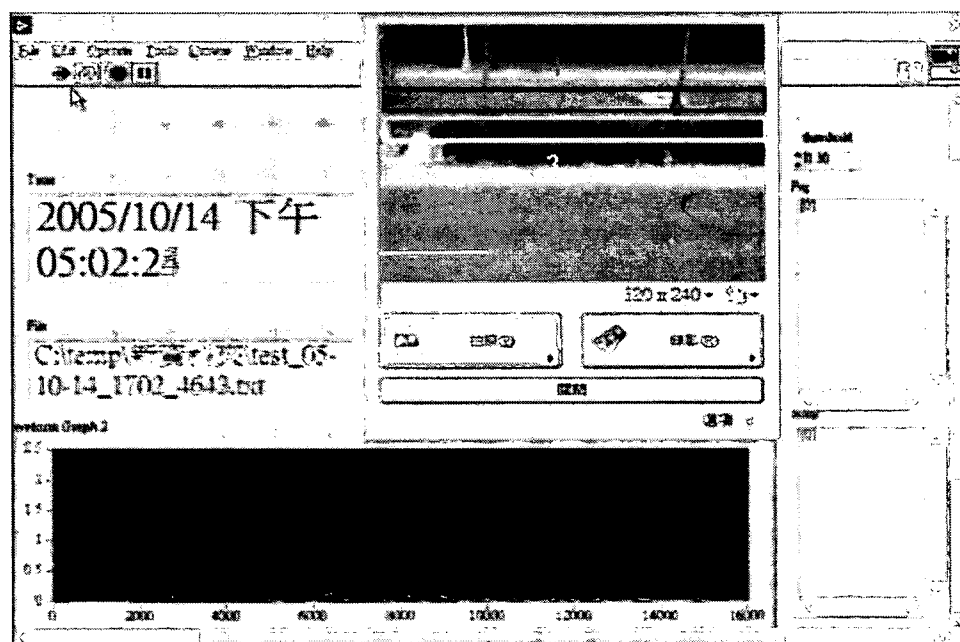


圖 8.1.3.3-4 分析蒐集樣本的車道範圍

機車的部份共蒐集樣本數 48 輛，其樣本畫面如圖 8.1.3.3-5 所示。

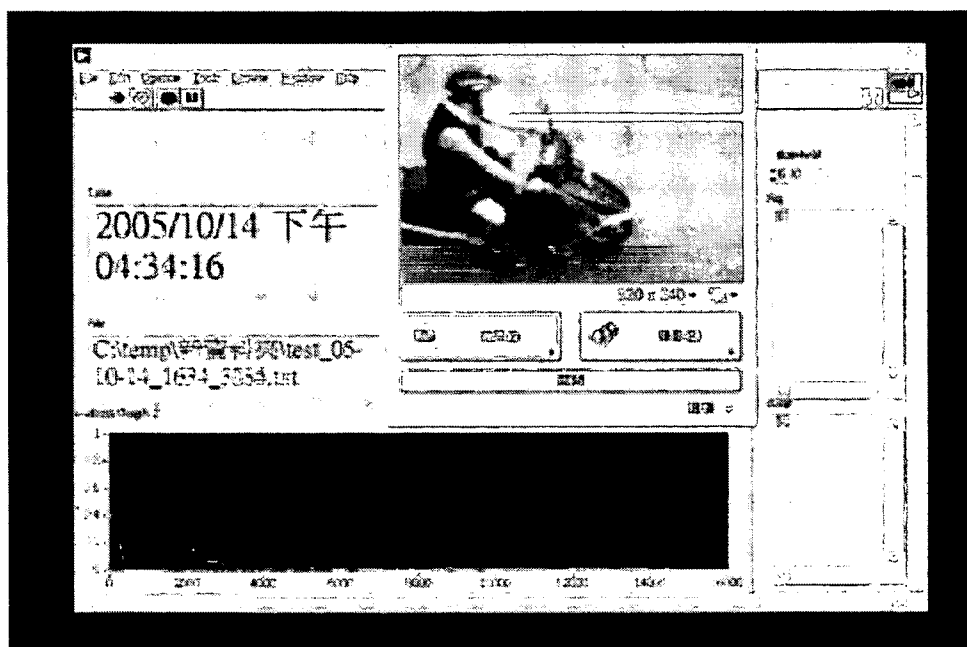






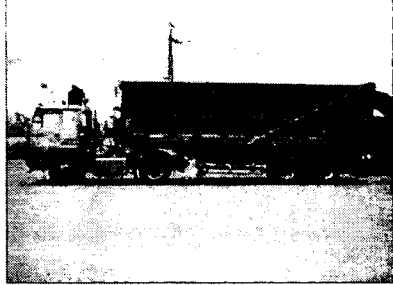
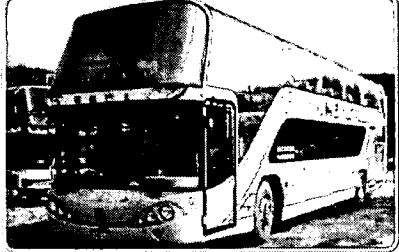

圖 8.1.3.3-5 機車樣本圖

三、車種定義

在大小車種的分類方面，本分析內容是將四個車輪著地的車輛歸類為小型車，如：一般的房車、休旅車以及小貨車等等；其他四輪以上著地的車種，如：連結車、大卡車或大遊覽車等，則歸類為大型車。詳細分類圖示如表 8.1.3.3-1 所示：

表 8.1.3.3-1 大、小型車分類表

小型車	一般房車	
	箱型車	
	休旅車	
	小巴士	

<p>小型車</p>	<p>小卡(貨)車</p>	
<p>大型車</p>	<p>大卡(貨)車</p>	
	<p>連結車</p>	
	<p>大巴士</p>	
	<p>公車</p>	

四、波形範例說明

定義車種大小之後，便對偵測器收集到的影片資料作車型大小的分類和對波形作觀察，以找出不同車種對應的波形變動狀況，以下將分別針對基本的小型車、大型車、機車進入至離開偵測範圍時的波形變化作一簡單的說明。

1. 小車進入至離開

在分析內容的範例中，每個階段除了有原始的影像截圖可以顯示車輛目前進入偵測範圍的狀態之外，還有原始的反射波形(經 FFT 轉換)以及減去無車波形(背景值)的淨波形。如圖 8.1.3.3-6 為原始影像截圖，圖 8.1.3.3-6.1 為原始波形，圖 8.1.3.3-6.2 為減去背景值之後的淨波形。

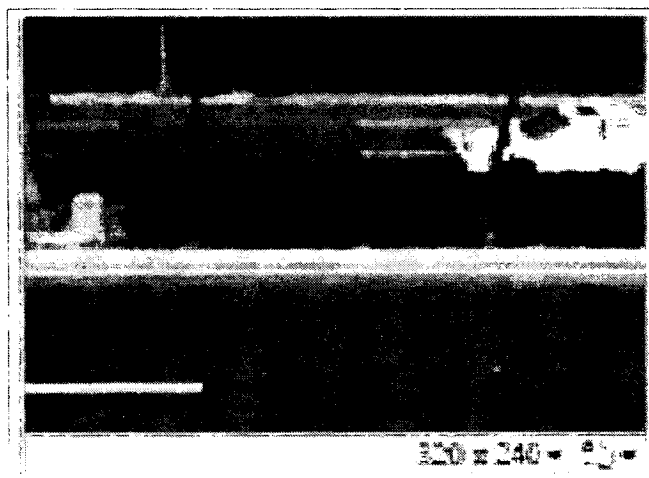


圖 8.1.3.3-6 小車進入偵測範圍前

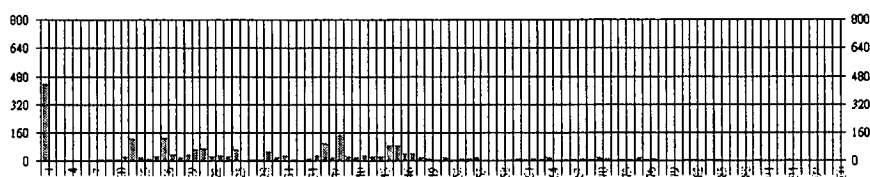


圖 8.1.3.3-6-1 小車進入偵測範圍前的波形

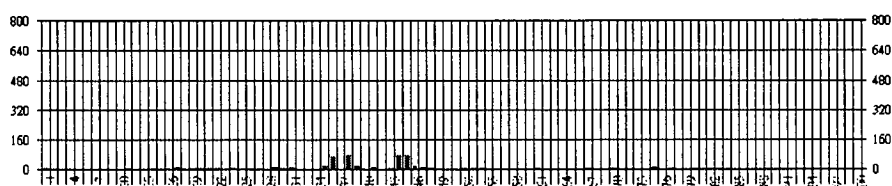


圖 8.1.3.3-6-2 小車進入偵測範圍前的淨波形

本圖是單車道有小型車的情形，經由減去車輛進入偵測範圍前的背景值，比較所產生出的淨波形，可看出其中的差異。

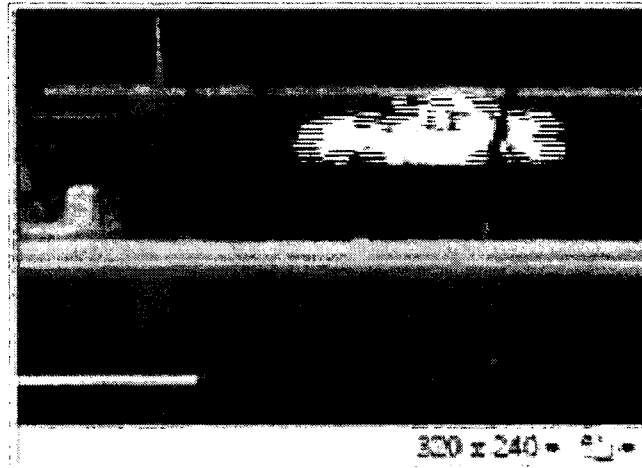


圖 8.1.3.3-7 車身初進入偵測範圍

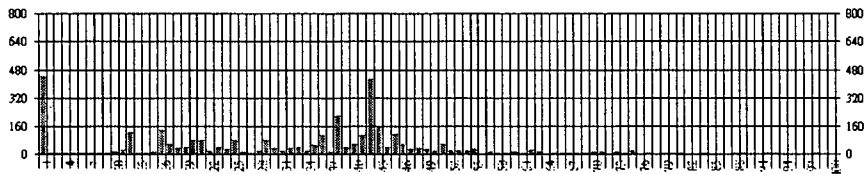


圖 8.1.3.3-7-1 車身初進入偵測範圍時的波形

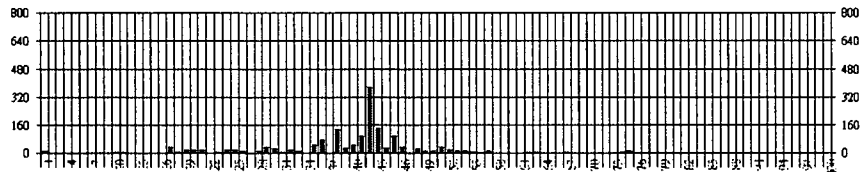


圖 8.1.3.3-7-2 車身初進入偵測範圍時的淨波形

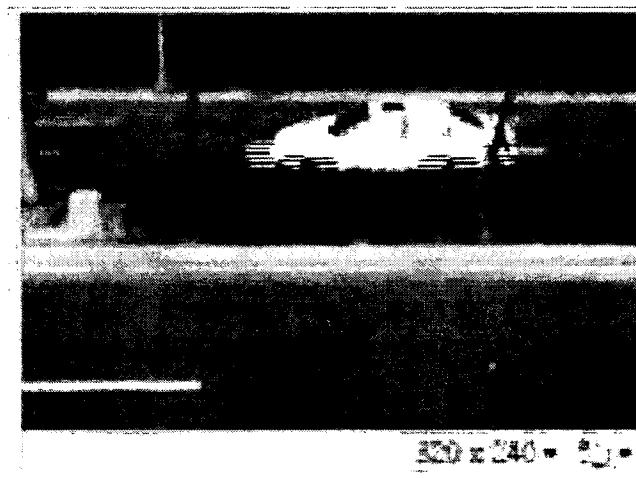


圖 8.1.3.3-8 車身完全進入偵測範圍

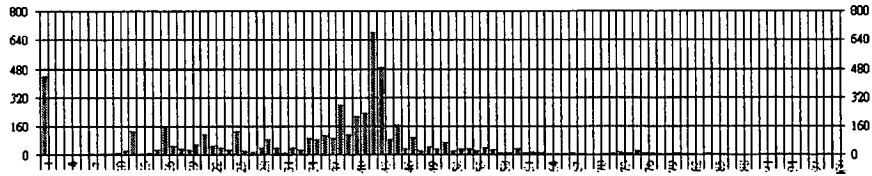


圖 8.1.3.3-8-1 車身完全進入偵測範圍時的波形

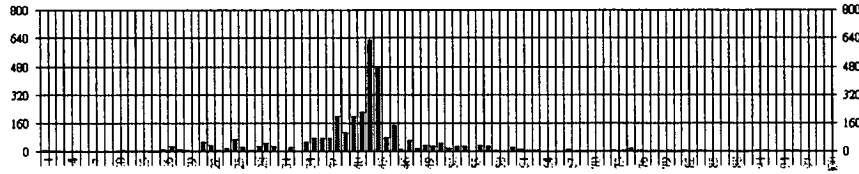


圖 8.1.3.3-8-2 車身完全進入偵測範圍時的淨波形

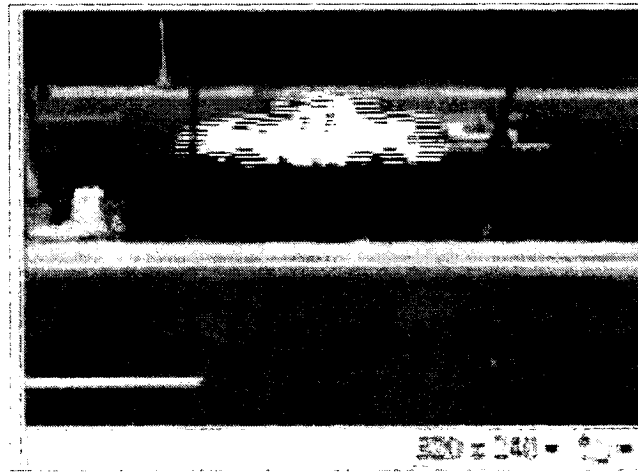


圖 8.1.3.3-9 車身逐漸離開偵測範圍

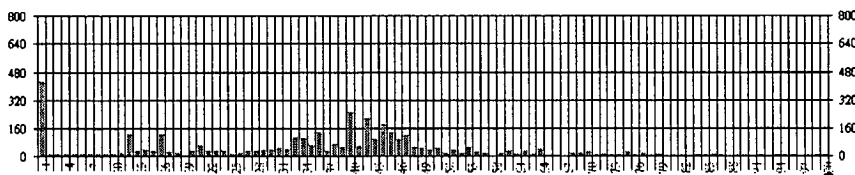


圖 8.1.3.3-9-1 車身逐漸離開偵測範圍時的波形

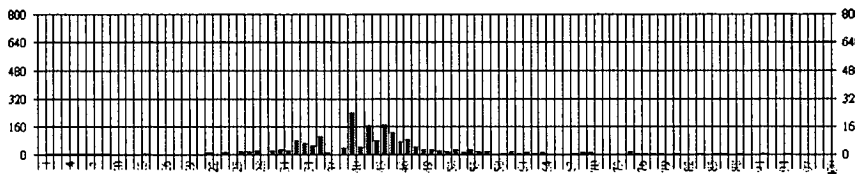


圖 8.1.3.3-9-2 車身逐漸離開偵測範圍時的淨波形

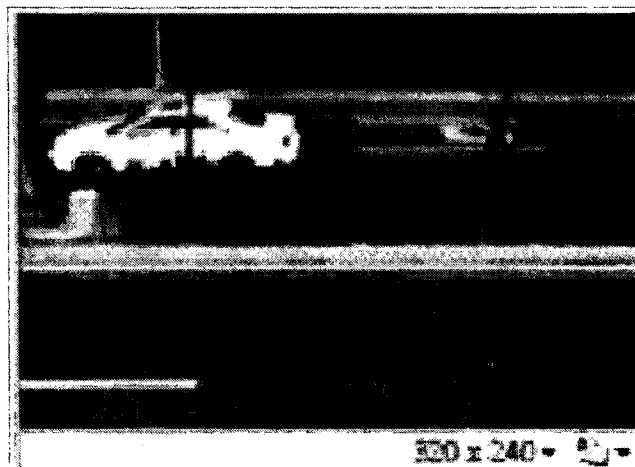


圖 8.1.3.3-10 小車離開偵測範圍

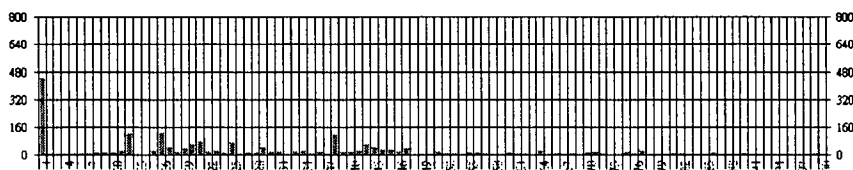


圖 8.1.3.3-10-1 小車離開偵測範圍後的波形

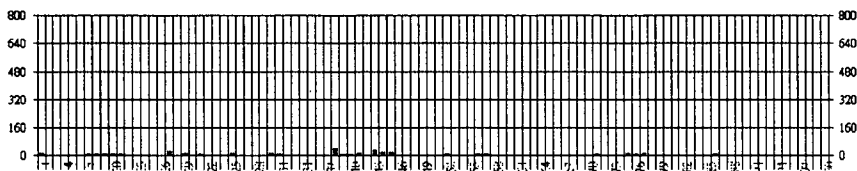


圖 8.1.3.3-10-2 小車離開偵測範圍後的淨波形

2.大車進入至離開



圖 8.1.3.3-11 大車進入偵測範圍前

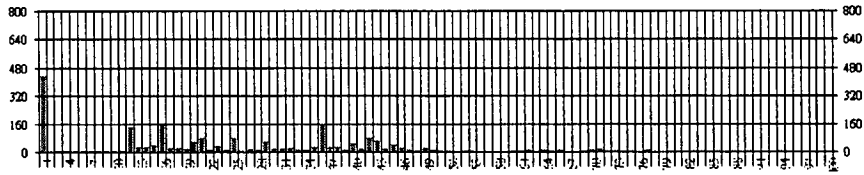


圖 8.1.3.3-11-1 大車進入偵測範圍前的波形

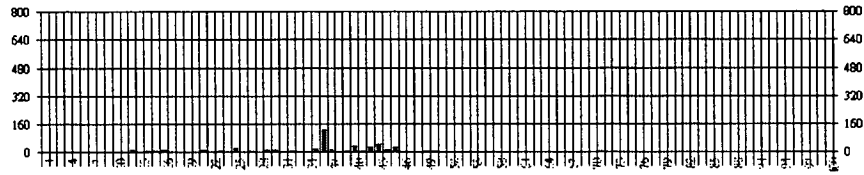


圖 8.1.3.3-11-2 大車進入偵測範圍前的淨波形

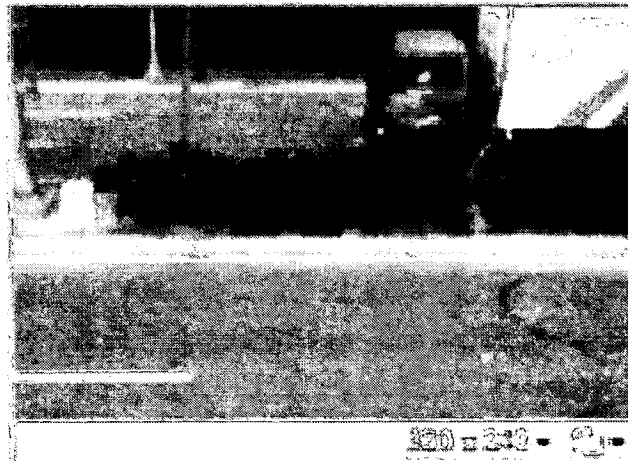


圖 8.1.3.3-12 車身初進入偵測範圍

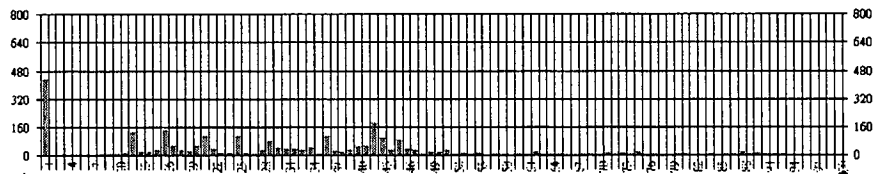


圖 8.1.3.3-12-1 車身初進入偵測範圍時的波形

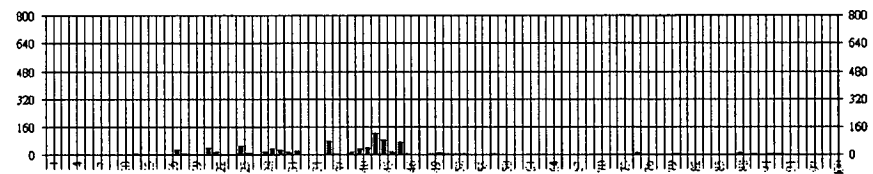


圖 8.1.3.3-12-2 車身初進入偵測範圍時的淨波形

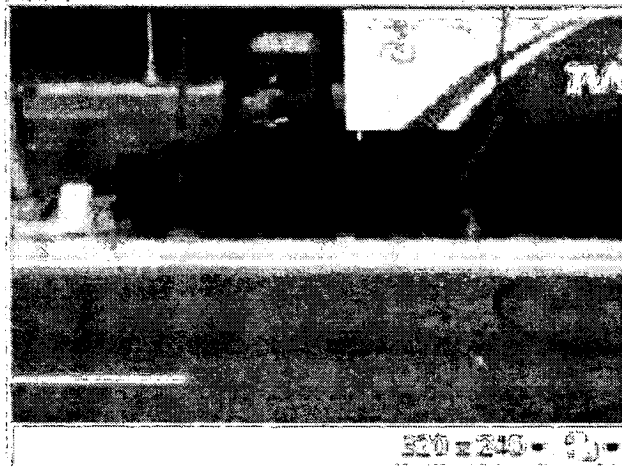


圖 8.1.3.3-13 車身逐漸進入偵測範圍

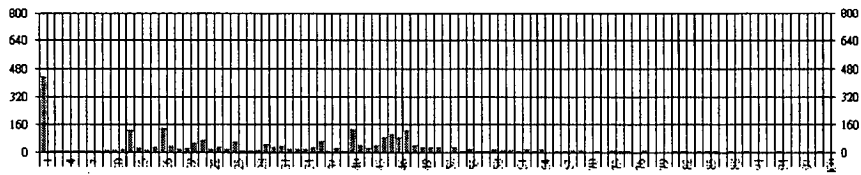


圖 8.1.3.3-13-1 車身逐漸進入偵測範圍時的波形

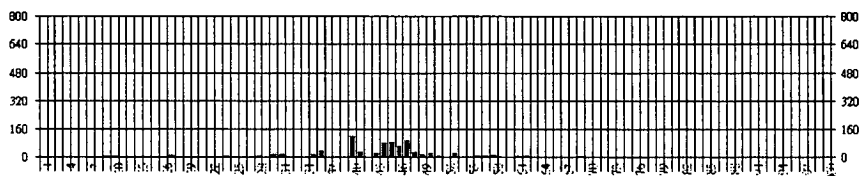


圖 8.1.3.3-13-2 車身逐漸進入偵測範圍時的淨波形

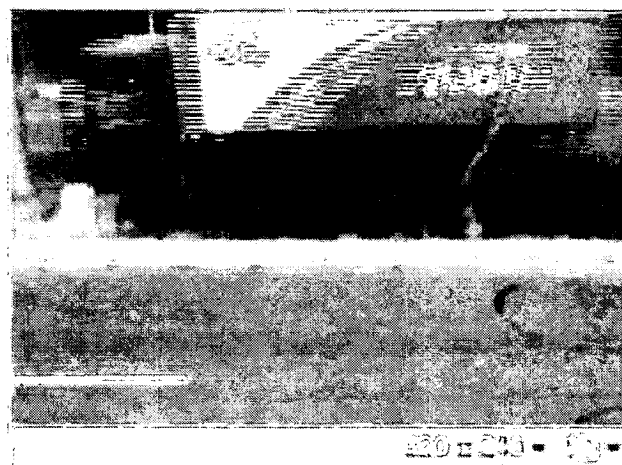


圖 8.1.3.3-14 車身完全進入偵測範圍

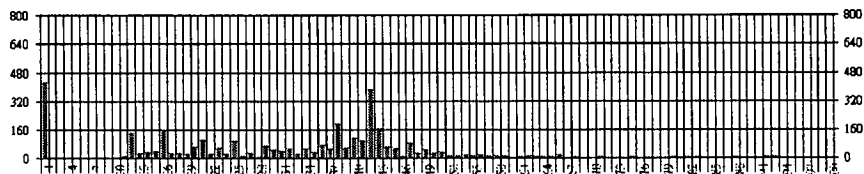


圖 8.1.3.3-14-1 車身完全進入偵測範圍時的波形

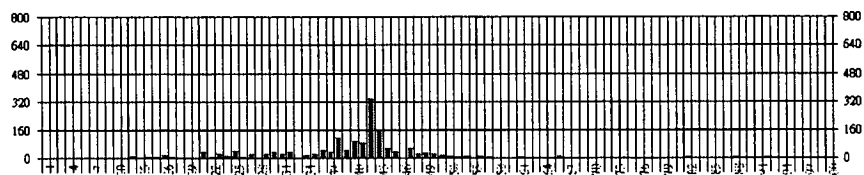


圖 8.1.3.3-14-2 車身完全進入偵測範圍時的淨波形

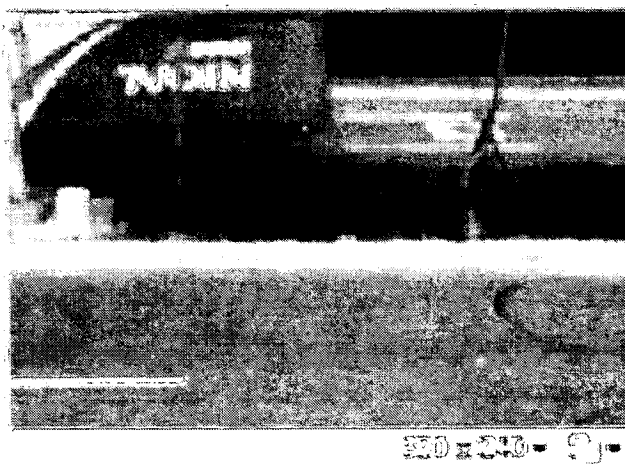


圖 8.1.3.3-15 大車離開偵測範圍

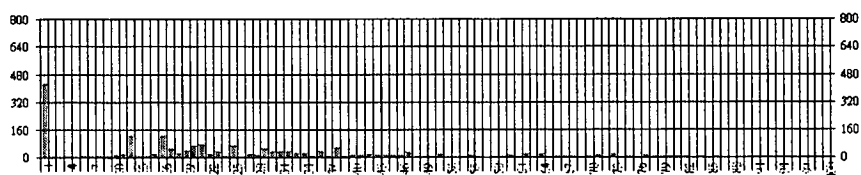


圖 8.1.3.3-15-1 大車離開偵測範圍後的波形

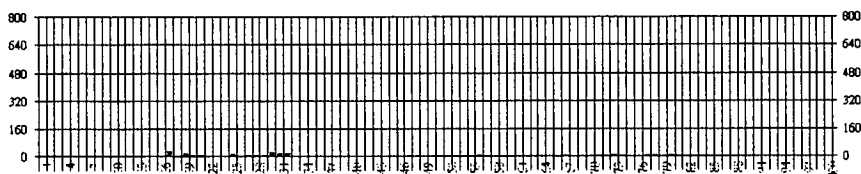


圖 8.1.3.3-15-2 大車離開偵測範圍後的淨波形

小結

比較大型車與小型車的波形圖，小型車的反射強度較大型車強烈，波形的起伏現象較為明顯，相較之下，大型車所反射回來的波形就較為平緩。雖然大型車的反射波幅強度不及小型車，但由於大型車的車身較長，相對經過偵測範圍的時間較久，反映出來的波形起伏時間也就較多。經由初步觀察的結果，可看出小型車的波形起伏較大，持續時間較短；大型車的波形起伏較平緩，持續時間較長。

3.機車進入至離開

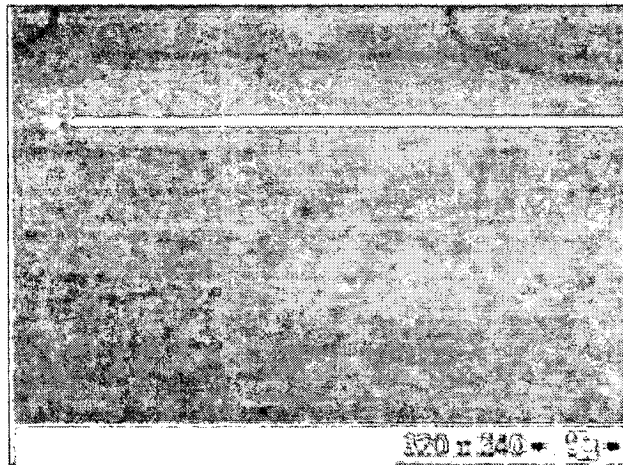


圖 8.1.3.3-16 機車進入偵測範圍前

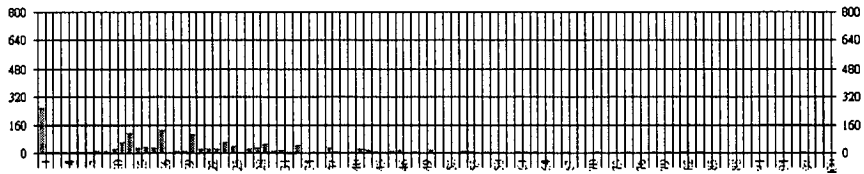


圖 8.1.3.3-16-1 機車進入偵測範圍前的波形

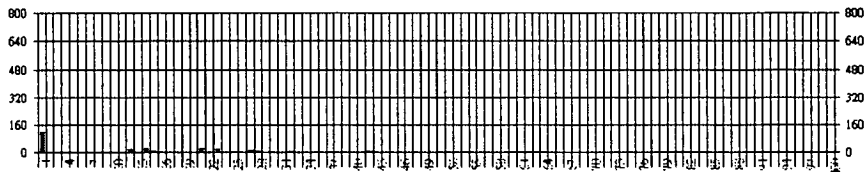


圖 8.1.3.3-16-2 機車進入偵測範圍前的淨波形

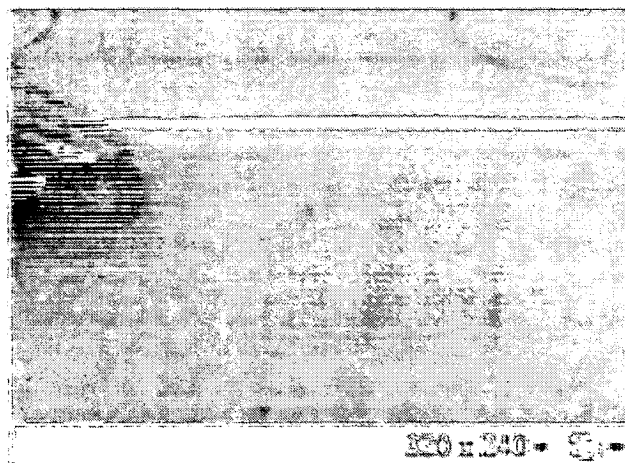


圖 8.1.3.3-17 車身初進入偵測範圍

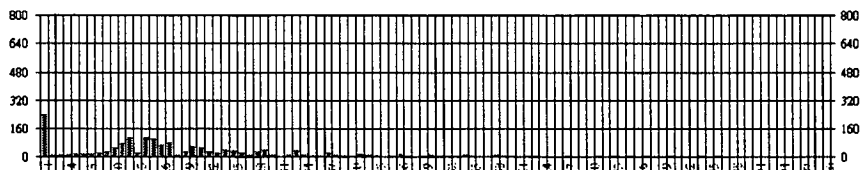


圖 8.1.3.3-17-1 車身初進入偵測範圍的波形

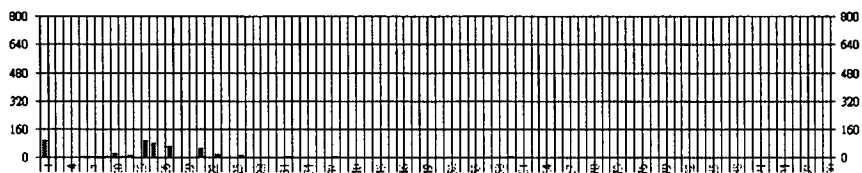


圖 8.1.3.3-17-2 車身初進入偵測範圍的淨波形

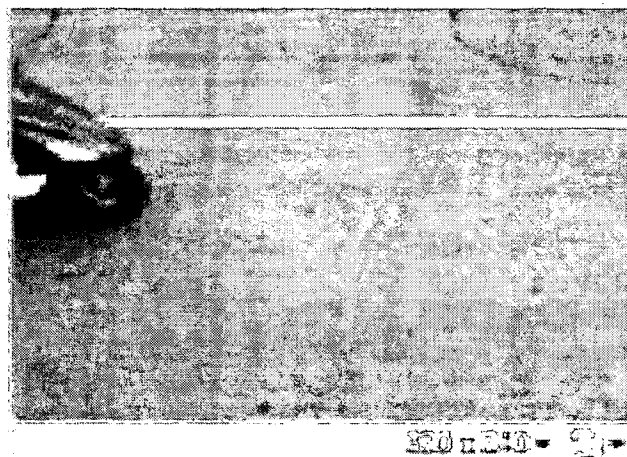


圖 8.1.3.3-18 車身逐漸進入偵測範圍

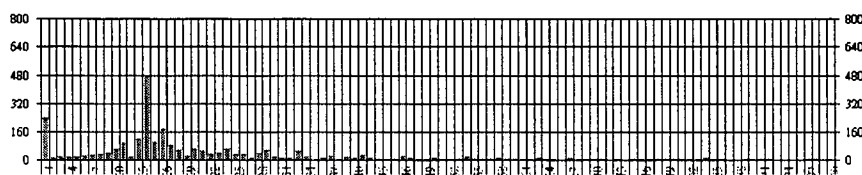


圖 8.1.3.3-18-1 車身逐漸進入偵測範圍時的波形

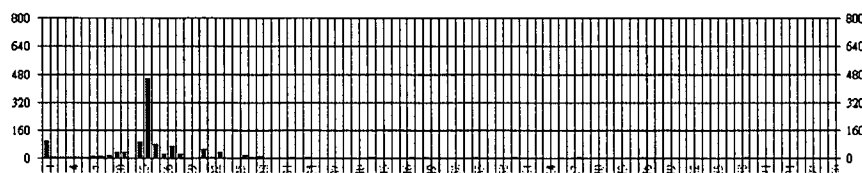


圖 8.1.3.3-18-2 車身逐漸進入偵測範圍時的淨波形



圖 8.1.3.3-19 車身完全進入偵測範圍

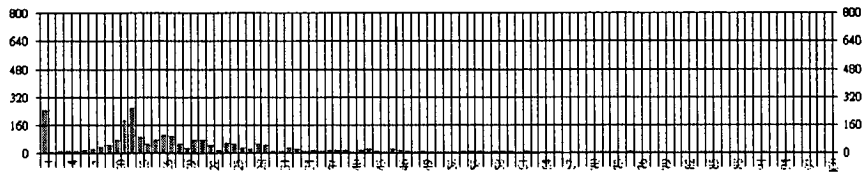


圖 8.1.3.3-19-1 車身完全進入偵測範圍時的波形

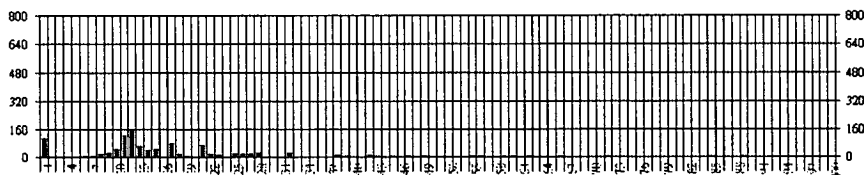


圖 8.1.3.3-19-2 車身完全進入偵測範圍時的淨波形

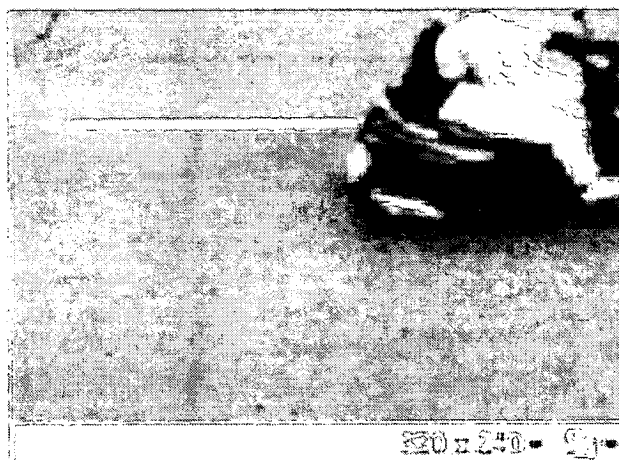


圖 8.1.3.3-20 機車離開偵測範圍

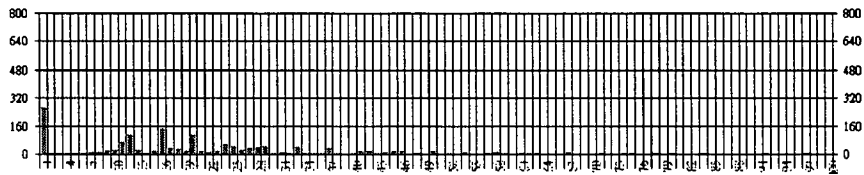


圖 8.1.3.3-20-1 機車離開偵測範圍後的波形

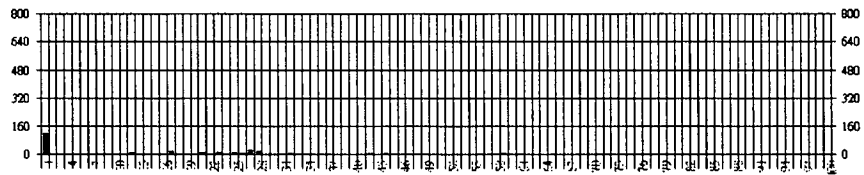


圖 8.1.3.3-20-2 機車離開偵測範圍後的淨波形

小結：

前文提到車身的長度會影響波形起伏的時間，相較於小型車，機車的波形變化速度更快、更明顯，此波形變化維持的時間長短，也是用來判斷車種的主要依據之一。

8.1.3.4 數位訊號處理簡介

於本計畫中利用擷取卡去擷取偵測器所得到之訊號來進行分析，而此訊號為一離散之訊號，所謂之離散訊號都是將一連續訊號經取樣後所得到，為了確保取樣之訊號可還原至原連續訊號且不產生失真，此取樣之過程必須符合取樣定理。

由於利用擷取卡於偵測器所得到之資料為時域之訊號，訊號值位於在 5 至-5 之間，而本計畫於計算交通資訊之原理架構於分析頻域訊號基礎之上，因此必須將時域之訊號轉換至頻域，找出此訊號中所包含每個頻率成分的大小，進而進行分析，其中將時域轉換至頻域所需之方法即為傅立葉轉換。

而快速傅立葉轉換是根據傅立葉級數特有之性質，可將原本計算之複雜度由 N^2 降為 $(N/2)\log_2 N$ ，大大降低了計算之所需時間，因此稱之。

本計畫中之快速傅立葉演算法為 FFTW 演算法，此一演算法為 MIT 之研究團隊所開發，使用時必須於適當之開發環境下安裝 FFTW，當安裝完畢後，即可於程式中呼叫此一演算法來進行傅立葉轉換之計算，詳細之使用說明可參照 FFTW 之網站 <http://www.fftw.org>。

8.1.3.5 速度考量

由前面各節的介紹可知，DSP 在計算 FFT 的運算速度應該會比目前個人電腦的 X86 架構來得迅速，下表是關於某些 DSP 晶片與相近速度的 X86 系統去做 FFT 運算的比較，最左邊一欄是 FFT 的點數，其餘欄位分別是不同的處理器的運算時間比較，由表中之數據發現，不論是普通的 DSP 晶片或是專為 FFT 設計的 DSP 晶片，其運算速度普遍都比 X86 架構的 Pentium 133 MHz CPU 至少快了將近 13 倍多，因此可知在執行 FFT 的運算上，使用 DSP 晶片的效能會比 X86 來得更好。

本研究為了驗證使用雷達微波偵測器來產生即時交通資訊之方法可行，因此使用較方便操作之 X86 架構個人電腦進行測試，預計在後續的計畫案中將會製作出專為雷達微波偵測器使用之 DSP 晶片，預其

運算效能會比目前之架構更佳。

表 8.1.3.5-1 DSP 晶片與 X86 系統計算 FFT 速度比較

FFT	SHARC 40 MHz	LH9124 50 MHz	swiFFT 50 MHz	Pentium 133 MHz
8	1.5 us	0.3 us	1.5 us	20.6 us
16	2.2 us	0.3 us	2.2 us	46.2 us
32	8.8 us	1.3 us	3.3 us	104.6 us
64	18.4 us	2.6 us	5.4 us	238.3 us
128	41.8 us	7.7 us	9.5 us	538.8 us
256	80.9 us	11.6 us	16.0 us	1207.9 us
512	195.3 us	33.2 us	41.9 us	2678.9 us
1024	384.9 us	64.6 us	80.5 us	6012.1 us
2048	928.6 us	167.6 us	158.1 us	13427.5 us
4096	1814.0 us	249.8 us	311.8 us	30130.0 us
8192	4350.1 us	660.2 us	824.1 us	64959.9 us
16384	8388.7 us	1316.0 us	1600.0 us	139490.4 us

資料來源：<http://www.jjj.de/fft/chipfftperf.txt>

8.2 功能規格

本節將回顧同級產品的規格（如 RTMS、Smart Sensor），並提出本計畫雷達微波偵測器的規格。

8.2.1 系統功能規格

以下將系統功能規格分為：交通、電子、環境等三部分敘述。

一、交通

以下回顧各偵測器輸出的交通參數：

1 RTMS

- 流量
- 佔有率
- 速度
- 車頭距

2 Smart Sensor

- 流量
- 佔有率
- 速度
- 有無車

3 本計畫雷達微波車輛偵測器

- 流量
- 佔有率
- 速度
- 有無車

由上述回顧可知，不論是 RTMS、Smart Sensor、或本研究所提的雷達微波偵測器，皆可偵測流量、速度、佔有率。根據前面第五章的回顧，這三個參數可以提供 ATIS 所需的道路車流資料。

二、電子

以下回顧 RTMS 及 Smart Sensor 的電子相關規格，並提出本

研究雷達微波車輛偵測器的電子規格。礙於部分產品規格資訊無法完全取得，故有些規格項目付之闕如。

1 RTMS

- 射頻信號中心頻率：10.525Ghz, 24.20Ghz
- 掃頻頻寬：45MHz
- 發射功率：10mw, 5mw
- 天線波束寬 (Azimuth)：15 度, 12 度
- 天線波束寬 (Elevation)：45 度, 40 度
- 量測距離：3→60m, 3→45m

2 Smart Sensor

- 射頻信號中心頻率：10.525Ghz
- 量測距離：60m

3 本計畫雷達微波車輛偵測器

- 射頻信號中心頻率：9→10.6Ghz (可調整)
- 掃頻頻寬：50Mhz→1Ghz (可調整)
- 發射功率：10mw→100mw (可調整)
- 天線波束寬 (Azimuth)：8→12 度 (可調整)
- 天線波束寬 (Elevation)：40→50 度 (可調整)
- 量測距離：5→60m
- 偵測區域 (zones) 數：6→10 (可調整)

三、環境

以下為各偵測器的環境規格。

1 RTMS

- 溫度範圍：-37°C→+74°C
- 濕度：95% RH
- 振動：2g→200Hz
- 衝擊：5g 10ms 半正弦波
- 風速：160 Km /h
- 雨/雪量：100mm/h

2 Smart Sensor

- 溫度範圍：-40°C→+75°C
- 濕度：95% RH
- 衝擊：10g 10ms 半正弦波

3 本計畫雷達微波車輛偵測器

- 溫度範圍：-10°C→+75°C
- 濕度：95% RH
- 振動：2g→200Hz
- 衝擊：5g 10ms 半正弦波
- 風速：150 Km /h
- 雨/雪量：100mm/h

8.2.2 硬體電器規格

以下為本研究的硬體電器規格。

一、電源規格

- 1 115V AC 或 24 至 32V DC @ 6W
- 2 Surge Protection

以上之規格適用於 Sidefired 及 Forward-looking 兩種設置方式。

二、機構規格

- 1 外觀尺寸：20*27*15cm (Enclosure)，20*30*20cm (Overall)
- 2 重量：2.5Kg

8.2.3 軟體規格

透過天線來收集微波訊號，進到本計畫所開發的微波偵測器系統，產生對應的車輛資訊，如車流量，車速，占有率與慢速行進等等。

一、外部訊號時間要求

若訊號連續發送，則無外部訊號時間要求；若訊號為離散，則

訊號須能每秒提供 200 個以上不同的訊號值。

二、微波偵測器系統取樣要求

每秒須能取樣 50 個訊號值以上。

三、道路車輛資訊

須要在 3 秒內反應出車輛變化資訊。

四、微波偵測器系統須能容忍短暫的錯誤或不完整性訊號

由於訊號處理系統是靠微波訊號來取得相對應的資料，而微波訊號可能受到電磁波或是電擊影響，故資訊的錯誤或是不完整在所難免，系統要有能力去降低這些錯誤。

五、訊號均勻分布

若訊號連續發送，則無訊號均勻分布的問題；若訊號為離散，訊號間到達的間隔要符合均勻分配 (Uniform Distribution)。

六、訊號強度的穩定與一致性

在微小的時間內，對於相同單純環境所偵測到的訊號，不能有訊號忽高忽低的情況。此外對於相同單純環境所偵測到的訊號也要一致。

七、訊號設備不得與系統綁在一起(Decoupled)

隨著技術的進步，所取得的訊號亦會更加精準，然而系統辨識車輛資訊的邏輯依然一致，因此，即使更換天線或是改變微波的強度，頂多只更新接收訊號的設備，而不應造成系統的大幅度的邏輯修改或重新設計。

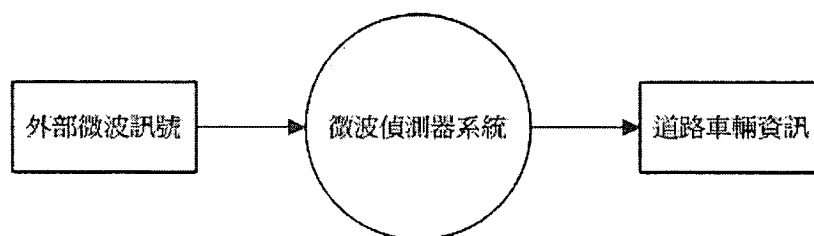


圖 8.2.3-1 資料內容圖

8.3 戶外運作考量

將偵測器架設於戶外時，必須要考量一定的影響因素進行架設，例如環境、天候、人為、偵測器本身等，以避免偵測器因不當使用而損毀，或導致測量結果產生謬誤、失真等情況產生。

8.3.1 安裝、施工、操作

偵測器外觀尺寸為 20*27*15 公分 (Enclosure) 20*30*20 公分 (Overall)，整體重量 2.5 公斤重，架設高度為五公尺，電力需求為 110 伏特 60hz 交流電，因此安裝於路測基座時，基座必須能負荷高五公尺重量 2.5 公斤以上的重量，並能提供所需之交流電力。

安裝偵測器，如在光源不佳的環境下，需要提供照明供工程人員進行安裝，但偵測器本身不需要照明，因偵測介質為微波，而微波發送與接收並不受一般環境因素影響，例如大雨、大霧、下雪、冰雹、風沙灰塵等。

但是由於偵測器本身為高精密電子儀器，環境因素雖然不會對微波發送與接收有影響，但是有可能影響機組本身，導致模組運作損毀或不正常，建議偵測器工作溫度在攝氏負 10 度至 75 度之間的範圍內，工作濕度為 95% RH，振動 2g→200Hz，衝擊為 5g 10ms 半正弦波。環境風速低於 150km/h，不影響偵測器性能即可，降雨與降雪的量低於 100mm/h，將偵測器置於適合的工作環境才可以確保機組的使用期限與測量準確度。

偵測器架設進行測量前，本身需先行運作一段時間，以收集該地背景資料作為資料比對之依據，因此須保持量測道路淨空一段時間進行背景資訊的收集，以作為判斷有無車輛通過之依據，背景資訊相當重要，錯誤的背景資料會導致偵測器無法正常判斷有無車輛經過，嚴重影響偵測器送出之交通參數正確性，確定背景資料無誤之後，才可以進行量測。

8.3.2 測量

由於微波偵測器之測量原理，是採用出現峰值訊號之頻率來換算距離偵測器多遠處有車輛經過之方式，因此車道位置之判斷完全取決於相對於偵測器的距離長短，最佳情況為當某一車道有車輛經過時，只會在某固定範圍之頻率值附近產生波峰，因此，若要正確辨別每一車道經過之車輛，進行實測時，應盡量避免於彎道曲度過大或連續彎路處進行測試，以免發生無法辨別車道之狀況發生，以降低偵測結果誤差。

8.3.3 驗收

微波偵測器計算交通參數原理來自於單一環形線圈偵測器，許多計算參數是利用統計推估的方式進行估計而得，欲驗收其結果的好壞，建議需利用一個較長時間區段內，某路段的交通資訊正確性加以評估，例如平均車流速度、流量數等，表現出一個時間區段內該道路車流型態與狀況，不建議採用測量單一車輛狀態加以評估，例如某一車輛即時速度，使用測速槍與偵測器比較的方式進行評估，偵測器有可能產生與實際情況具有相當誤差的結果。

8.3.4 運作

偵測器使用之 RF 模組，其原始用途為油槽探測，於油槽裝置完成後，必須經過長時間的運作才能進行檢修，因此對於模組的氣密性、高溫測試與長時間穩定工作就十分要求，在實驗室開發階段，該機組就會先經過長時間持續性壓力測試，以保證機組能持續穩定工作一段時間不發生問題。

但是如前述所說，油槽的環境較為單純，除氣密性、溫度與長時間工作是最主要考量的因素外，影響機組運作狀況的因素比較少。因此，目前欲將偵測器架設於室外長時間運作，除安裝時要遵守前述建議外，要保持機組架設的穩定性，避免機組掉落地面與人為破壞，機件外殼需面對長時間日曬、雨淋等天氣與溫度的變化，仍然要保持良好的保護性，保護機組內的電子原件能正常穩定運作，因此外殼必須要經過高強度的氣密、防水、防鏽、不易變形等加工處理，才可保證

偵測器不因內部電子零件發生損壞，而導致偵測器無法作用或產生錯誤資料。

8.4 實驗室與現場測試之評估作業程序及相關表單

8.4.1 實驗室部份

一、實驗室是否具備微波製作能力

1. 微波元件銲接技術及銲接工具
2. 微波電路匹配調整及 Grounding、Shielding 等的能量

二、實驗室是否具備微波偵測器量測儀具

1. 網路分析儀：如量測微波電路的損失(Loss)、增益(Gain)、駐波比(SWR)等
2. 頻譜分析儀：量測射頻調頻信號、中頻差頻信號等(Freq. Domain)
3. 功率表：量測發射功率等
4. 示波器：量測調頻三角波週期、中頻放大器之信號等(Time Domain)

三、微波暗房實驗室

1. 微波吸收體(Absorber)：可模擬一個理想環境來釐清系統功能
2. 目標模擬：藉著目標模擬來檢測系統測距功能及精度

四、實驗室微波偵測器系統功能檢測程序規劃

1. 電源的規劃及輸出電壓檢測（如圖 8.4.1-1）
 - (1) 量測 AC/DC Converter 輸出電壓是否為 DC24V
 - (2) 量測 DC/DC Converter 輸出電壓是否為 $\pm 12V$

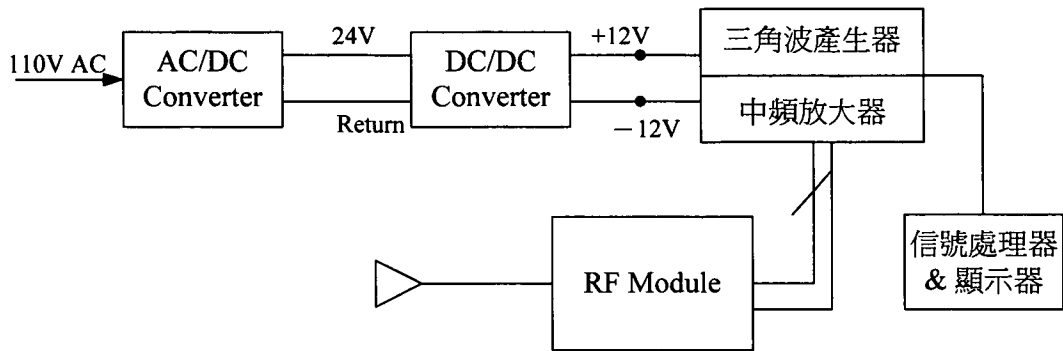


圖 8.4.1-1 電源輸出入檢測架構圖

2. 各項組件檢測 (三角波產生器、中頻放大器、載頻信號、調頻 VCO 信號，如圖 8.4.1-2)

2.1 三角波/中頻放大組件檢測

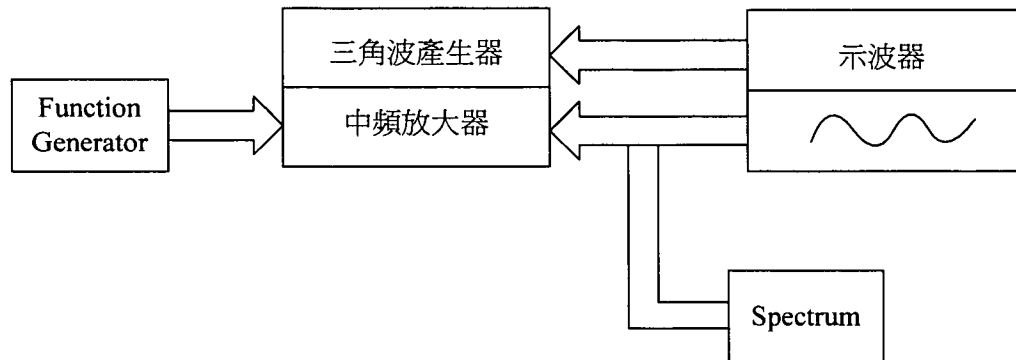


圖 8.4.1-2 三角波/中頻放大組件檢測架構圖

(1) 三角波產生器之輸出波形

- 三角波之週期 (410Hz)
- 三角波之振幅 (約 1.2V)

(2) 由 Function Generator 產生 2K~50K 之正弦信號，觀中頻放大器的功能

- 示波器量測濾波功能是否滿足 3K~30K
- 由示波器量測中頻放大器的增益 (Time Domain)
- 由頻譜量測中頻放大器的頻率信號 (Freq. Domain)

2.2 RF 組件檢測 (如圖 8.4.1-3)

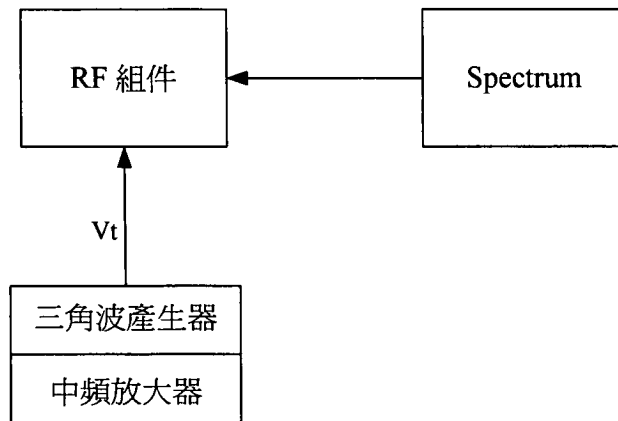


圖 8.4.1-3 RF 組件檢測架構圖

由三角波產生器產生之 V_t 信號，提供 RF 組件內之 VCO 產生 FM 信號，然後由頻譜量測射頻信號之頻寬是否為 $100\text{MHz} \pm 5\text{MHz}$ 。

3. 系統功能測試 (如圖 8.4.1-4)

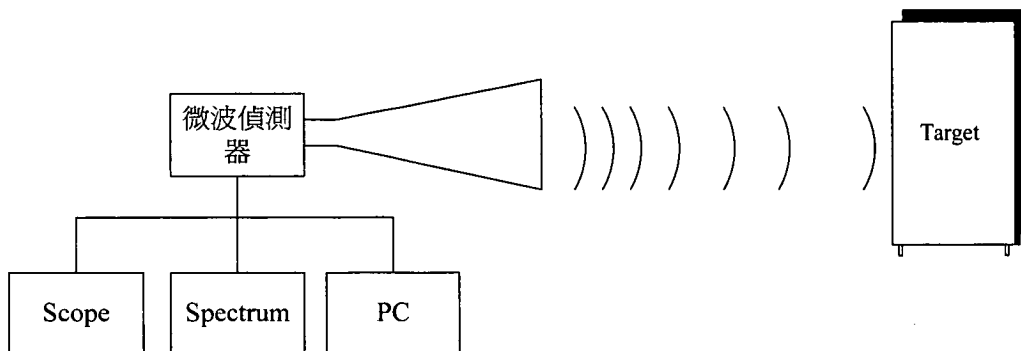


圖 8.4.1-4 系統功能測試

- (1) 於實驗暗房模擬目標(一塊金屬板)置於不同距離，由頻譜及示波器同時觀察接收之差頻信號。然後經換算為距離看是否正確 (目前系統 1 m 約為 550 Hz) ，如：頻譜量測之頻率為 5.5K，其距離換算應為 10 m ($5.5\text{K} \div 550 \text{ Hz} = 10\text{m}$)。
- (2) 反覆將金屬設定於不同位置，由頻譜及示波器量測其訊號頻率是否正確。
- (3) 或由 PC 截取之信號經 FFT 轉換後，看是否頻率正確。

4. 全系統性能調校

將第三項功能量測的資料放置在不同位置量測，並將量測到的距離與實際用皮尺量測的距離作比較，觀察量測與實際距離之間的誤差 Factor 多少(其因是系統內尚有部份 system delay 引起) 然後紀錄，誤差 Factor 將待資料處理時作修正，相關測試表單建議如表 8.4.1-1~8.4.1-3。

表 8.4.1-1 測試表單(一)

三角波產生器 / 中頻放大器 量測組件		顯示數據	量測儀具
三角波頻率		(Hz)	示波器
三角波 Amplitude		(V)	示波器
三角波兩邊對稱性誤差		(Hz)	示波器
IF Amplifier	1. HPF Filter 截止頻率	(KHz)	示波器或頻譜儀
	2. LPF Filter 截止頻率	(KHz)	示波器或頻譜儀
	3. IF Amp. Gain	(dB)	示波器或頻譜儀

表 8.4.1-2 測試表單(二)

Tx / Rx RF 組件量測項目		顯示數據	量測儀具
1. 調頻頻寬量測	(1) 掃頻啟始頻率	(GHz)	頻譜量測
	(2) 掃頻截止頻率	(GHz)	
	(3) 掃頻頻寬	(MHz)	
2. 差頻信號量測		(KHz)	頻譜量測
電源功能量測	(1) AC/DC Converter O/P	(V)	電壓表
	(2) DC/DC Converter O/P	(V)	

表 8.4.1-3 測試表單(三)－全功能測試表單

實際距離	量測數據	Factor	量測儀具
模擬目標 6 m	(KHz)		頻譜量測 1m \approx 550Hz
	轉換距離 (m)		
模擬目標 8 m	(KHz)		
	轉換距離 (m)		
模擬目標 10 m	(KHz)		
	轉換距離 (m)		
模擬目標 15 m	(KHz)		
	轉換距離 (m)		

8.4.2 現場部份

一、是否具備基本測量儀器

1. 微波偵測器 1 臺：能通過微波偵測器功能檢測之偵測器即可，若能內含 DSP 模組更佳。
2. 工程車 1 輛：須能提供適當高度以供偵測器之微波能涵蓋所測車道之範圍。以本計畫實測狀況為例，於欲測車道水平距離 2 公尺處，仰角 22 度，偵測器須升高至 2 公尺處才能涵蓋測試車道（慈雲路往園區方向，內線之兩車道）之範圍。
3. 示波器 1 臺：內含傅立葉轉換功能，可直接由示波器上看出車輛偵測之頻域訊號結果。若筆記型或桌上型電腦已具備相同之功能，可將其取代。
4. 皮尺（或其他可量測距離之工具）：由於演算法有許多參數必須先經由實際量測給定，因此須要量測距離之工具。

二、是否具備訊號擷取及分析能力

1. 訊號擷取設備 1 套：可將偵測器輸出訊號擷取至筆記型或桌上型電腦內，以利後續分析。以本計畫實測狀況為例，需具備 National Instrument 之擷取卡 6036E（筆記型用）及 6010（桌上型用），並配合相關驅動程式與軟體進行訊號擷取工作。

2. 筆記型或桌上型電腦 1 臺：須內含 Labview 軟體或交通資訊演算法程式，配合擷取卡所擷取之訊號進行資料處理分析工作，並將結果輸出或儲存。
3. 數位攝影機與視訊攝影機 1 臺：初期測試時，須配合數位攝影機將實際車道上之狀況紀錄下來，以利後續演算法改良或資料驗證之工作。
4. 相關電源設備：須具備足夠之電源供應設備，使上述之儀器能順利運作。

三、道路幾何設計是否利於進行測試

1. 由於微波偵測器之測量原理是採用出現峰值訊號之頻率來換算距離偵測器多遠處有車輛經過之方式，因此車道位置之判斷完全取決於距離偵測器多遠，最佳情況為當某一車道有車輛經過時，只會在某固定之頻率值附近產生波峰，因此若要正確辨別每一車道經過之車輛，實測時應盡量避免於彎道曲度過大或連續彎路處進行測試，以免會有無法辨別車道之狀況發生。
2. 測試道路旁應有足夠之水平距離容納工程車放置與偵測器架設，至少使偵測器之偵測寬度能涵蓋測試車道之範圍。

四、偵測器實測程序規劃

1. 選定適當測試地點

必須先考慮道路之幾何設計是否利於進行測試，盡量選在直線道路路旁進行實測，並須考量道路旁是否有足夠之水平距離供工程車及偵測器架設，且確定偵測器能夠涵蓋到欲測車道之範圍。

2. 架設偵測器及相關儀器，並進行簡單功能測試

確定測試地點後，即可開始裝設偵測器與其他所需之儀器設備，包括電源供應設備、示波器（或是具有訊號擷取卡及 Labview 軟體之電腦設備）、內含交通資訊演算法之電腦設備。安裝完畢後，先進行簡單之測試程序，確定偵測器、訊號擷取設備、演算法程式均可正常運作。

3. 量測環境及演算法所需參數

(1) 環境參數

包括偵測器與欲測車道間之水平距離、垂直距離、偵測器架設仰角角度、所測之車道數目、每一車道寬度、分隔島寬度…等。最好能以一簡圖表示。

(2) 演算法所需參數

包括背景訊號之擷取、車長（或可假設平均車長）、偵測器涵蓋每一車道長度、每一車道所對應到之頻率值範圍…等。

4. 開始進行測試

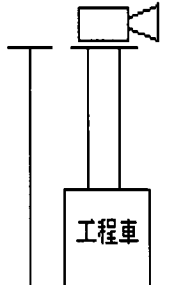
當儀器都架設完成、相關參數都設定完畢後，即可開始進行實測，如有需要可配合數位攝影機及視訊攝影機來進行實測畫面擷取。如測試中發生問題，則回到步驟 2 檢查儀器及程式之運作狀況。

表 8.4.2-1 儀器設備檢查表單

基本測量儀器	訊號擷取及分析儀器
微波偵測器一臺	電源供應設備
工程車一輛	筆記型電腦及擷取卡
示波器一臺	桌上型電腦及擷取卡
皮尺	數位攝影機
	視訊攝影機

表 8.4.2-2 實測表單

測試日期：____年____月____日 測試地點：_____



環境參數	測量結果	環境參數	測量結果
水平距離	(m)	仰角角度	(^o)
垂直距離	(m)	總車道數	(lane)
車道寬度	(m)	實測車道	
分隔島寬度	(m)		
演算法參數	測量結果	演算法參數	測量結果
背景訊號擷取	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	車長	(m)

車道	偵測器涵蓋長度	對應頻率值(參數值)
Lane 1	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)
Lane 2	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)
Lane 3	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)
Lane 4	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)
Lane 5	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)
Lane 6	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)
Lane 7	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)
Lane 8	_____ (m)	_____ ~ _____ (Hz)

8.5 成果說明

8.5.1 初步成果說明

雷達微波偵測器雛型之研發，筆路藍縷，從無到有，小至硬體零件的訪查，大至系統組裝與測試，在短短的 10 個月時間，在團隊成員的通力合作之下已經完成第一階段的工作，亦同時試著在偵測器的軟、硬體與系統上提出適用於我國運輸系統的雷達微波偵測器規格建議。系統技術上不僅克服各模組的硬體組裝問題，同時找尋更好的演算法，開發關鍵技術解決系統整合與實地測試上許多的實務細節。

詳細成果於各章節中已加以描述，雖然偵測器已經展現基本功能，但是仍有許多改善的空間，諸如：天線的最佳化設計、收發系統中震盪器的穩定性、DSP 整合、完整車種資料庫、信號強度與收發仰角高度之關鍵參數建立與最佳化、交通資訊演算法效率再提升等問題，應該於新的計畫執行時予以持續進行使之能真正開發出低成本之本土關鍵技術與產品。

8.5.2 階段工作技術說明

雷達微波偵測器為符合路邊多車道偵測器使用之需求，需在道路側邊架設偵測器，原有的 CW 雷達偵測器不能符合此項需求，因此本研究國內外類似偵測器資料尋找適合的元件。

一、找尋適合之偵測技術

類似規格之 RTMS 與 SMART SENSER 都是利用 FMCW 的雷達微波來進行偵測器之偵測，但是國內外並無販售 FMCW 元件，若委託開發須時一年半，且經費約一千五百萬，時間及經費上都無法配合本研究之要求。但在國內發現有廠商利用 FMCW 雷達進行油槽探測，於是研究團隊開始與其合作，進行微波偵測器子計畫的開發。

首次測環境狀況，地點位於龍潭附近廟宇之樓臺上，高度約為五公尺高符合偵測器未來設置之高度進行首次測試。以下照片為地點之實況與平臺上方之實測情形(圖 8.5.2-1)，左下圖為油槽探測器也就是未來偵測器的原型，右下圖為擷取偵測資料之狀況。

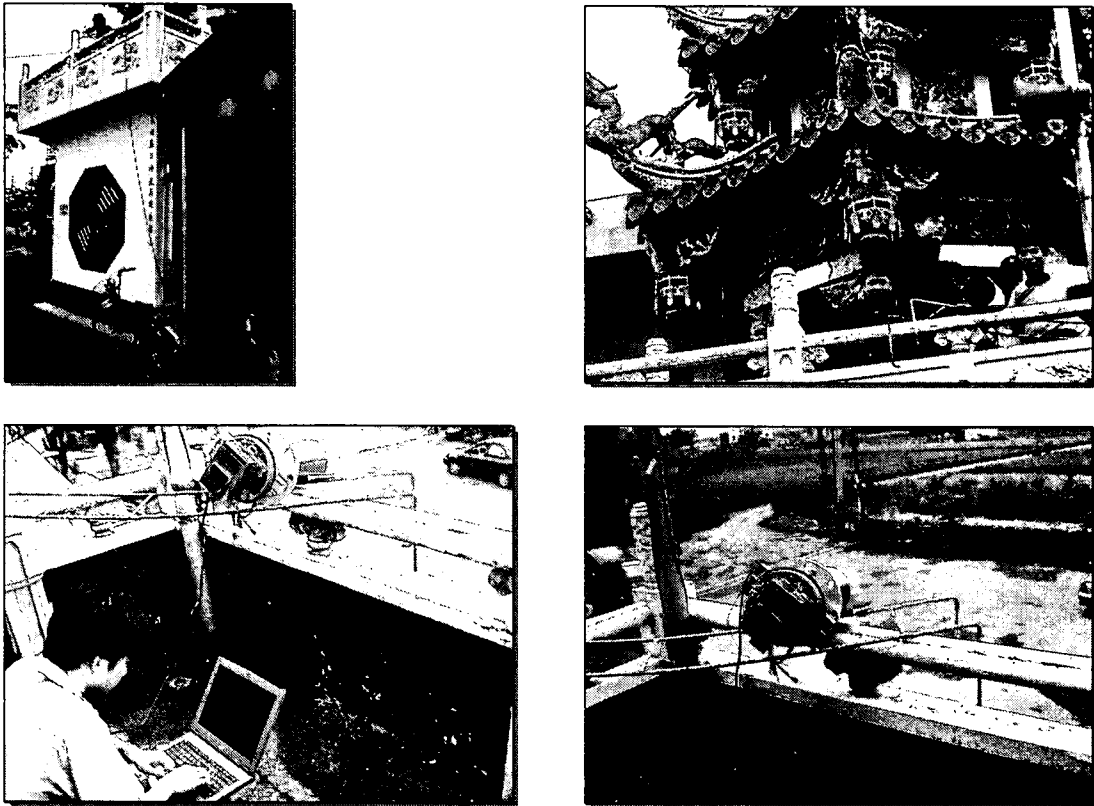


圖 8.5.2-1 初次實測地點與測試情形

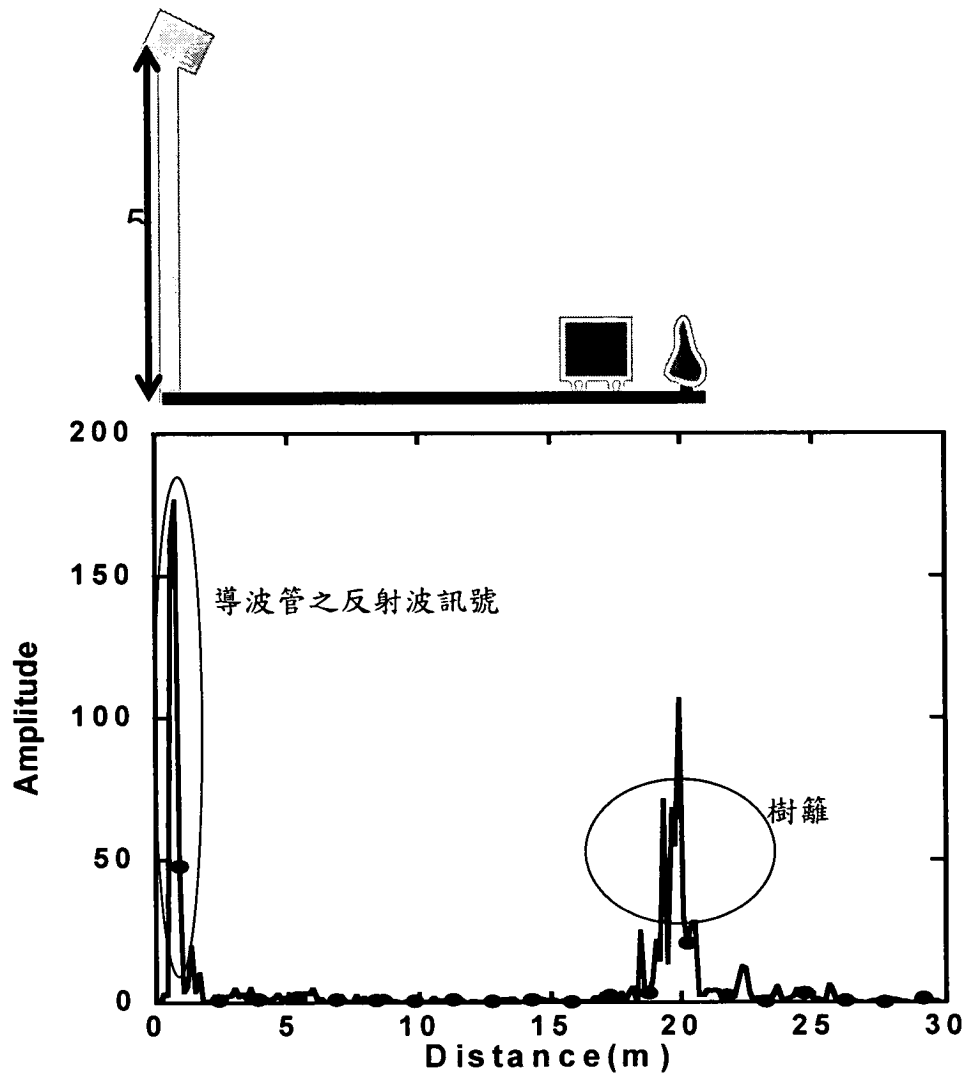


圖 8.5.2-2 實測示意圖與背景 FFT 圖形

圖 8.5.2-2 上圖為測試示意圖，圖內左上方為偵測器，左側高度距離地面約為五公尺，圖中方格為測試車輛，最右側物體為路樹。右圖為沒有實測物體之 FFT 圖形。圖 8.5.2-3 至圖 8.5.2-8 為實測結果：

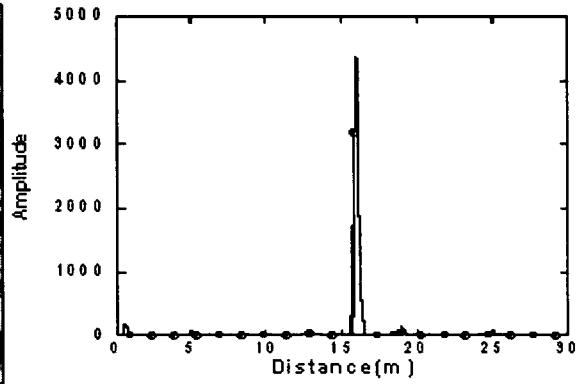
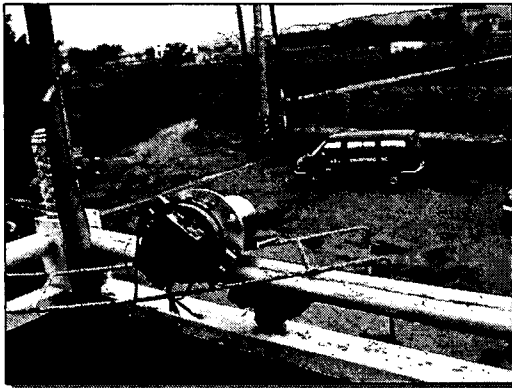


圖 8.5.2-3 四人座小汽車照片與 FFT 圖形

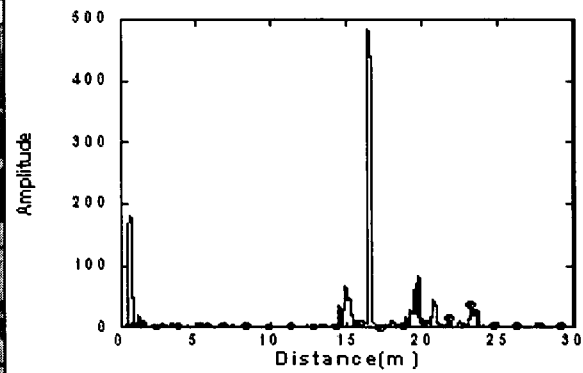


圖 8.5.2-4 九人座小汽車照片與 FFT 圖形

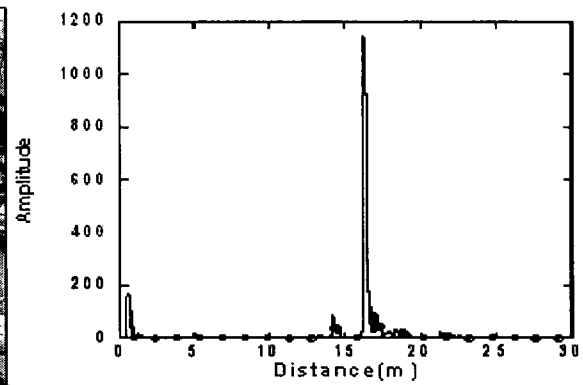


圖 8.5.2-5 四人座小汽車與九人座小汽車並排照片與 FFT 圖形

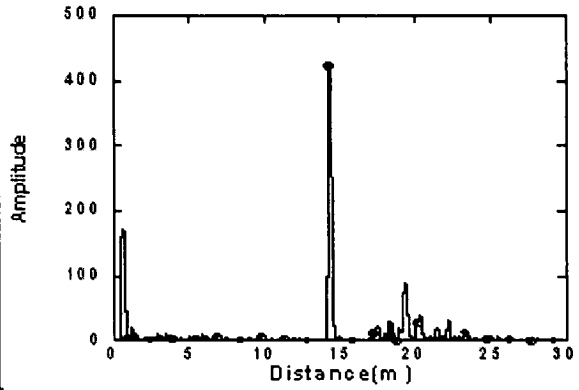
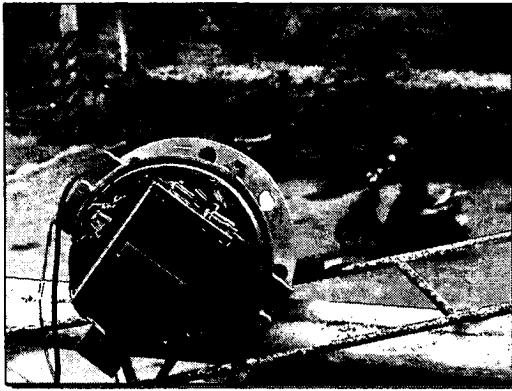


圖 8.5.2-6 機車照片與 FFT 圖形

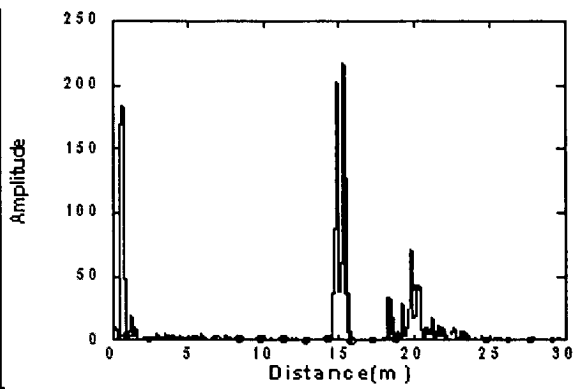
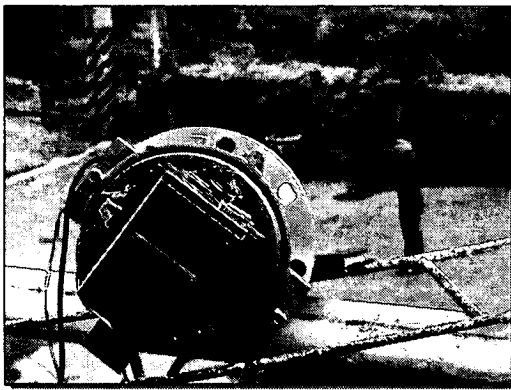


圖 8.5.2-7 單一行人照片與 FFT 圖形

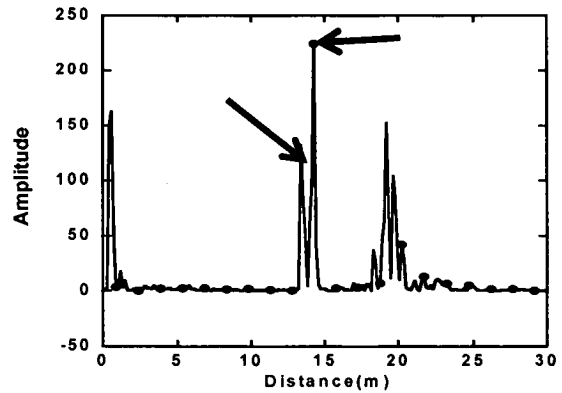
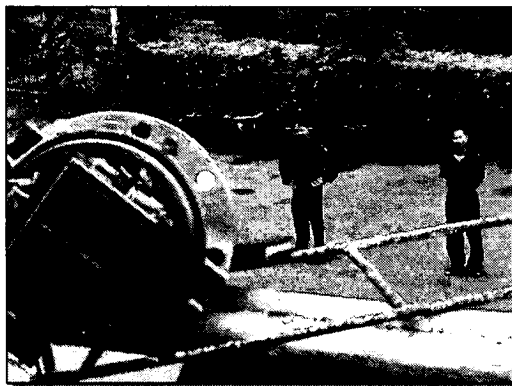


圖 8.5.2-8 兩名行人照片與 FFT 圖形

經由以上結果可知，對於物體的量測距離，FMCW 雷達具有一定的準確度，確立要以這個技術繼續進行計畫的開發。遂尋求與該廠商合作進行偵測器的調整，原型的偵測器適用於油槽探測，掃描時間長，精準度要求高，並不完全符合交通上偵測器之需求，須加快掃描速度以因應道路上車流的移動速度。

二.偵測器架構之調整

自此協力廠商開始著手模組的調整，FMCW 模組的建置不若一般的電腦設備有公定規格與安裝方式，須在實驗室由工程師進行人工的微調與測試，並規劃電路板的洗製以其降低線路之間的干擾。

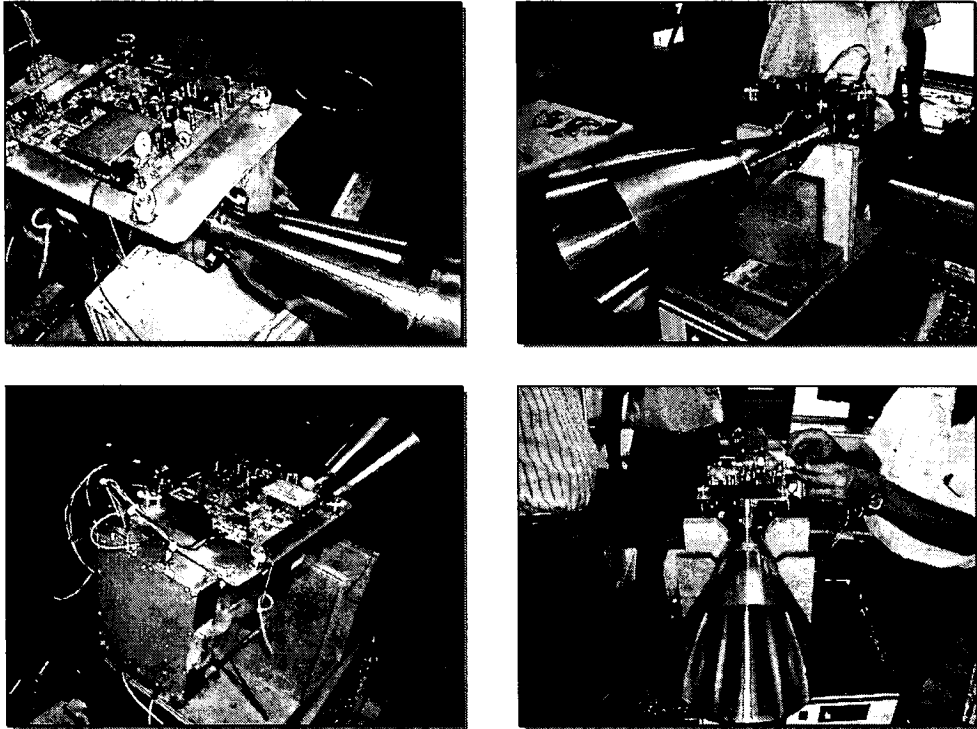


圖 8.5.2-9 偵測器初貌

此偵測器上方設置的電路板已是更新過的新版的電路板，電路板上的組件才可整齊放置且不跨接電線。舊版電路板因為雜訊過強，僅能由示波器觀察有無訊號，完全無法用於一般無接地環境中，因此無法進行戶外測量，開始著手洗出新電路板，以下為舊版的電路板。

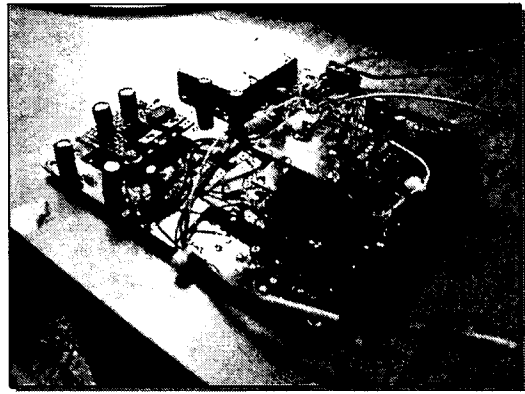
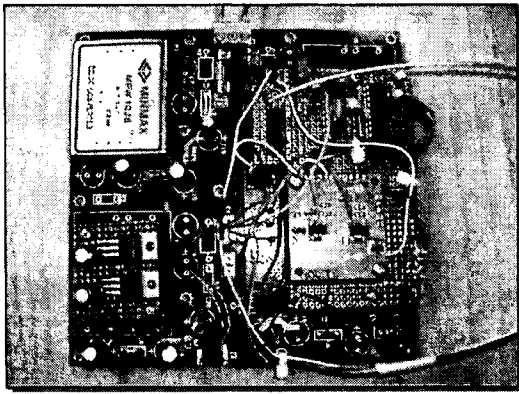


圖 8.5.2-10 偵測器之舊版電路版

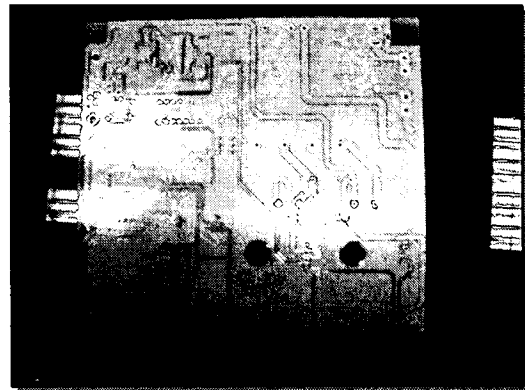
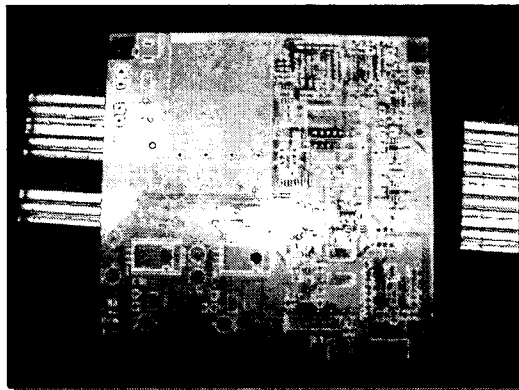


圖 8.5.2-11 偵測器之新版電路版樣本

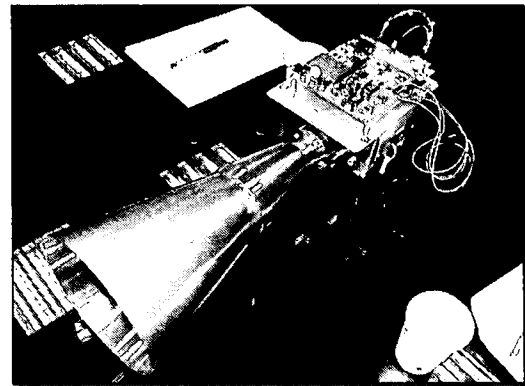


圖 8.5.2-12 偵測器初始外觀

原模組的重量過重且無外殼保護，不易進行出外實測，接著著手開始進行部份零件輕量化、外殼與腳座的設計。

於圖 8.5-2-12 中除喇叭型天線為不鏽鋼材質之外，連接天線之基座亦為不鏽鋼所製，故其重量相當的重，所以首先將該基座進行材質輕量化的工作，更換為材質為鋁，大幅度降低重量。

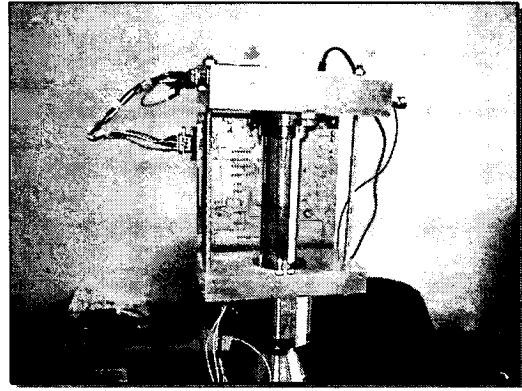
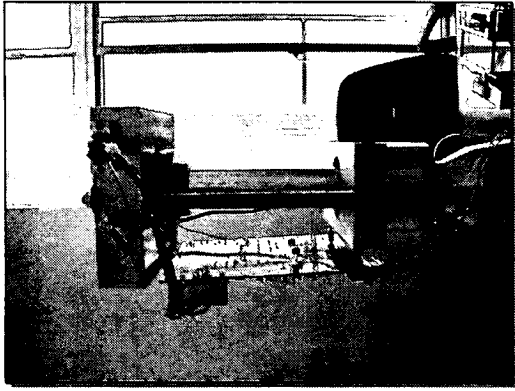


圖 8.5.2-13 鋁製的新基座

在更新基座與電路板之後，也在首次測試的地點先進行改版後的外出測試，檢測機組室外運作是否正常，測試結果還可接受。

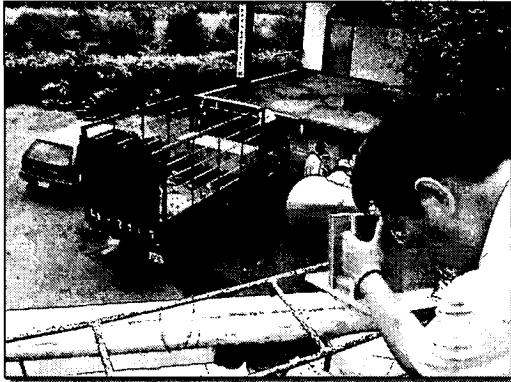


圖 8.5.2-14 改版後出外實測情形

在龍潭實驗室與戶外測試表示機組已可以穩定運作，將偵測器轉移至新竹建程科技公司與實行實測地點的架設安裝進行測試。

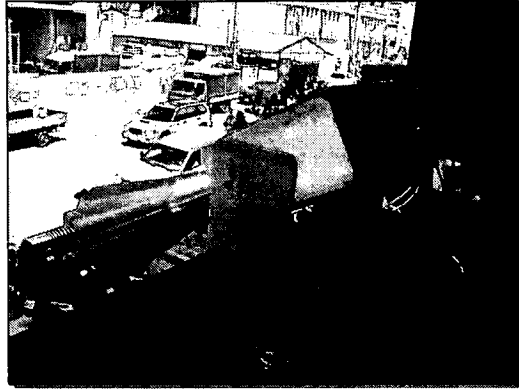


圖 8.5.2-15 測試版偵測器架設於建程科技公司二樓的情形

於建程科技的實測大致無誤，遂進行實測地點之架設。實測地點為新竹市公道五慈雲路旁，工程車可將測試平臺升高至五公尺高，以符合測試需求。

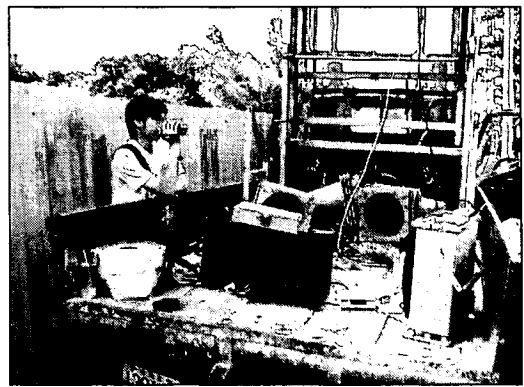


圖 8.5.2-16 新竹路測實際情形

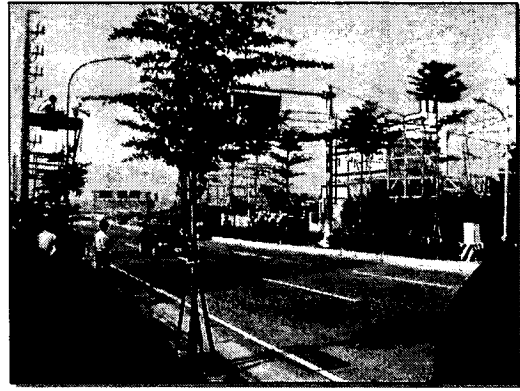
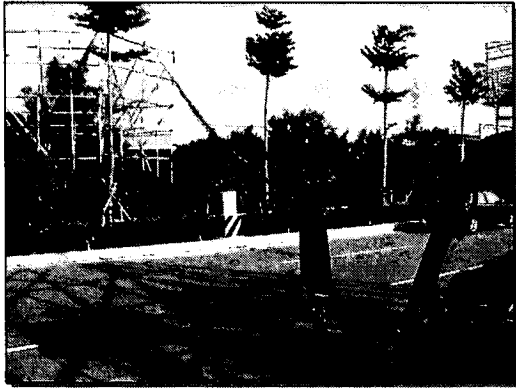


圖 8.5.2-17 新竹路測位置關係

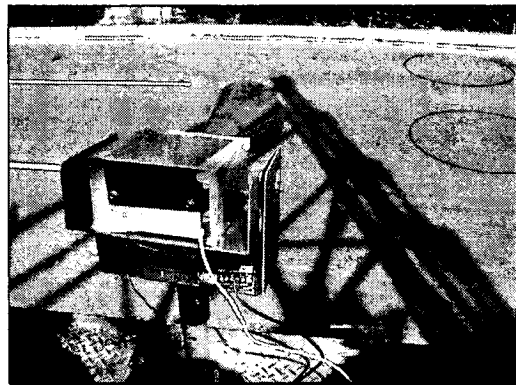
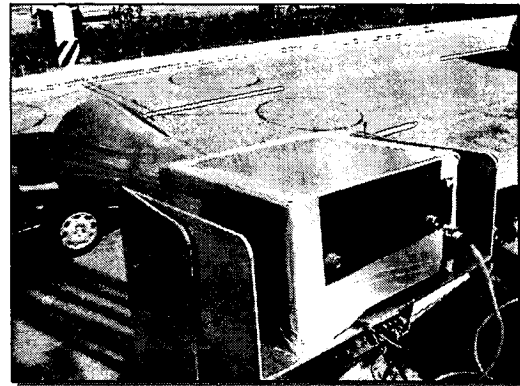
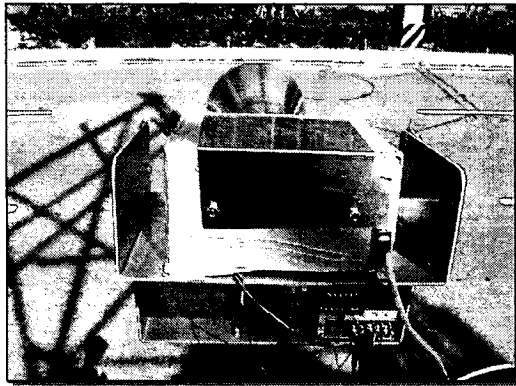


圖 8.5.2-18 偵測器架設於工程車平臺情形

至此初版的微波偵測器已經測試完畢，已確定可以進行實際測試，緊接著就是離線與線上分析法的開發。

三.離線分析

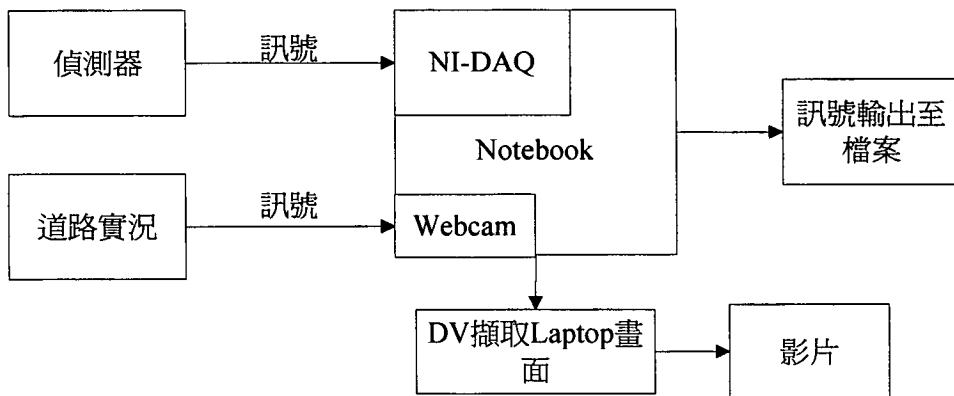


圖 8.5.2-19 離線分析法架構

圖 8.5.2-19 為初步的離線分析法架構，中間的影像為利用 Webcam 同時錄影的現場實際狀況，下圖為利用 Labview 即時計算繪出之快速傅立葉轉換 (FFT)，但是因未來進入 on-line 運作時的所利用的傅立葉演算法，為 Fastest Fourier Transform in the West¹ 所提供的快速傅立葉轉換之演算法，在強度的單位與數值會與 Labview 內建的演算法會有差異。因此，本研究輸出的離線資訊為訊號，而不是經過 Labview 下 FFT 之後的數據，以求後續工作的一致性。

輸出的資訊量為每秒 36 筆，而切割影片的数量最大為每秒 30 張，因此存在影像、資訊不同步的問題（如圖 8.5.2-20），首次改良是採用加入時間作為比對的基準（如圖 8.5.2-21），但是在分析上，因為資料量巨大的緣故，要準確找出哪一筆檔案與畫面記錄相符，還是具有相當難度，因此在第二次改良中，在畫面上附加此訊號正寫入至某一檔案之檔名，以確定需要離線分析何筆檔案（如圖 8.5.2-22）。

¹來源網址 <http://www.fftw.org>

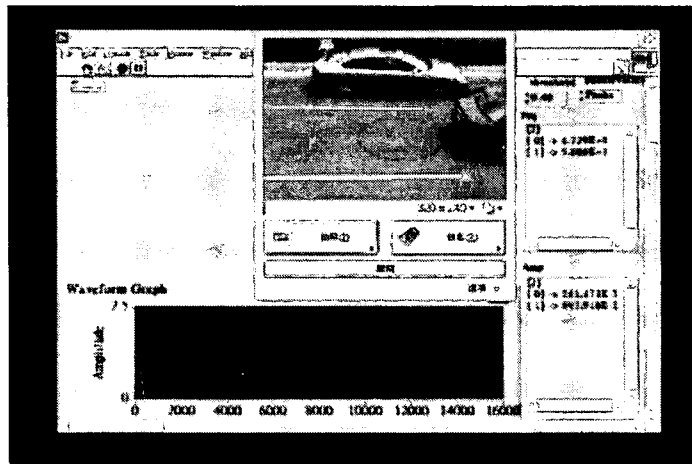


圖 8.5.2-20 離線分析蒐集資訊遇到的困難點

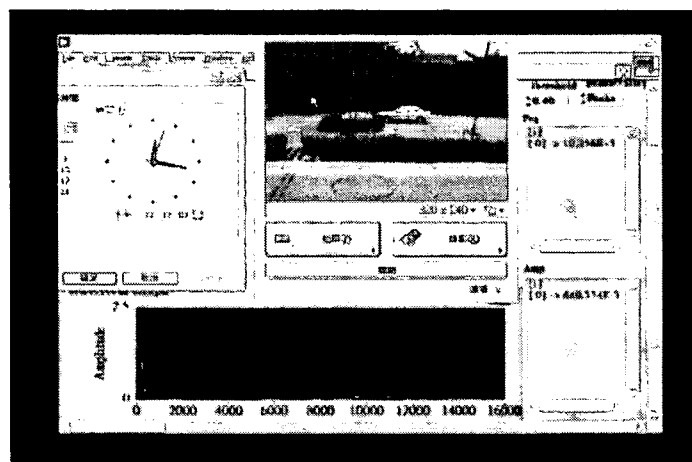


圖 8.5.2-21 離線分析蒐集資訊第一次改良蒐集之方法

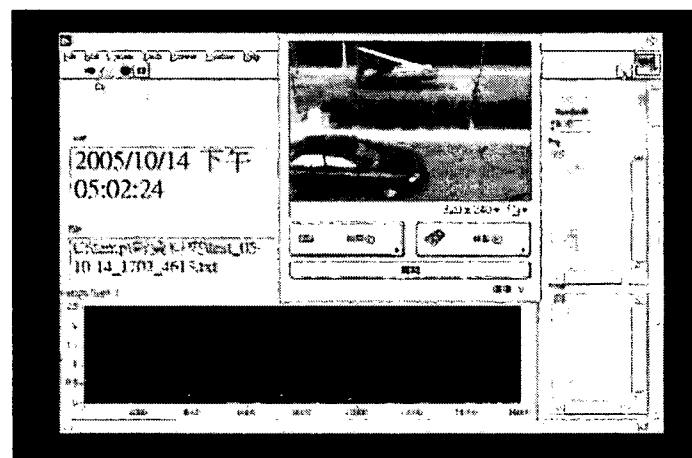


圖 8.5.2-22 離線分析蒐集資訊第二次改良蒐集之方法

此偵測器為硬體開發之初期版本，所以在規格上，並不完全符合交通路測使用，所以原本要求之路測五公尺高的架設位置無法完整偵測出機車之反應，降低測試高度與調整偵測器之俯角，則可反應出機車通過的反應，預計在未來重新設計專屬符合交通

需求之偵測器規格，輸出之訊號更適合交通上的應用。

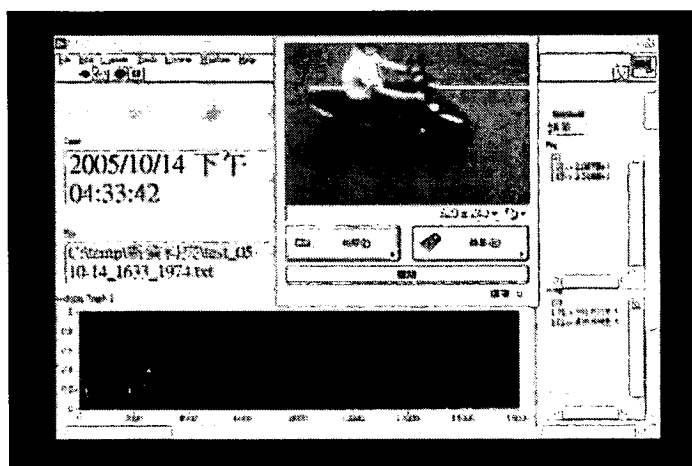


圖 8.5.2-23 擷取訊號與道路實況並輸出訊號（機車）

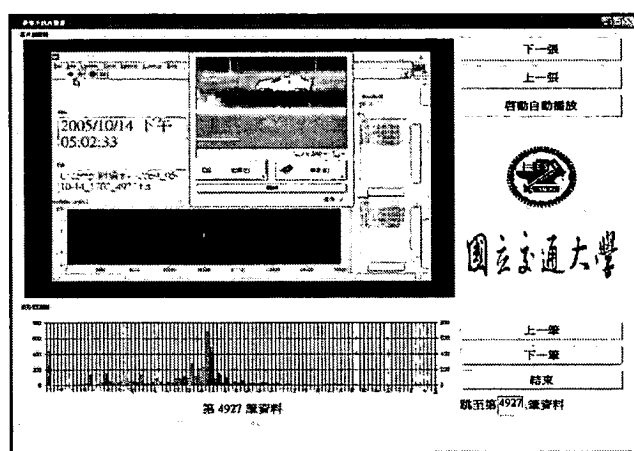
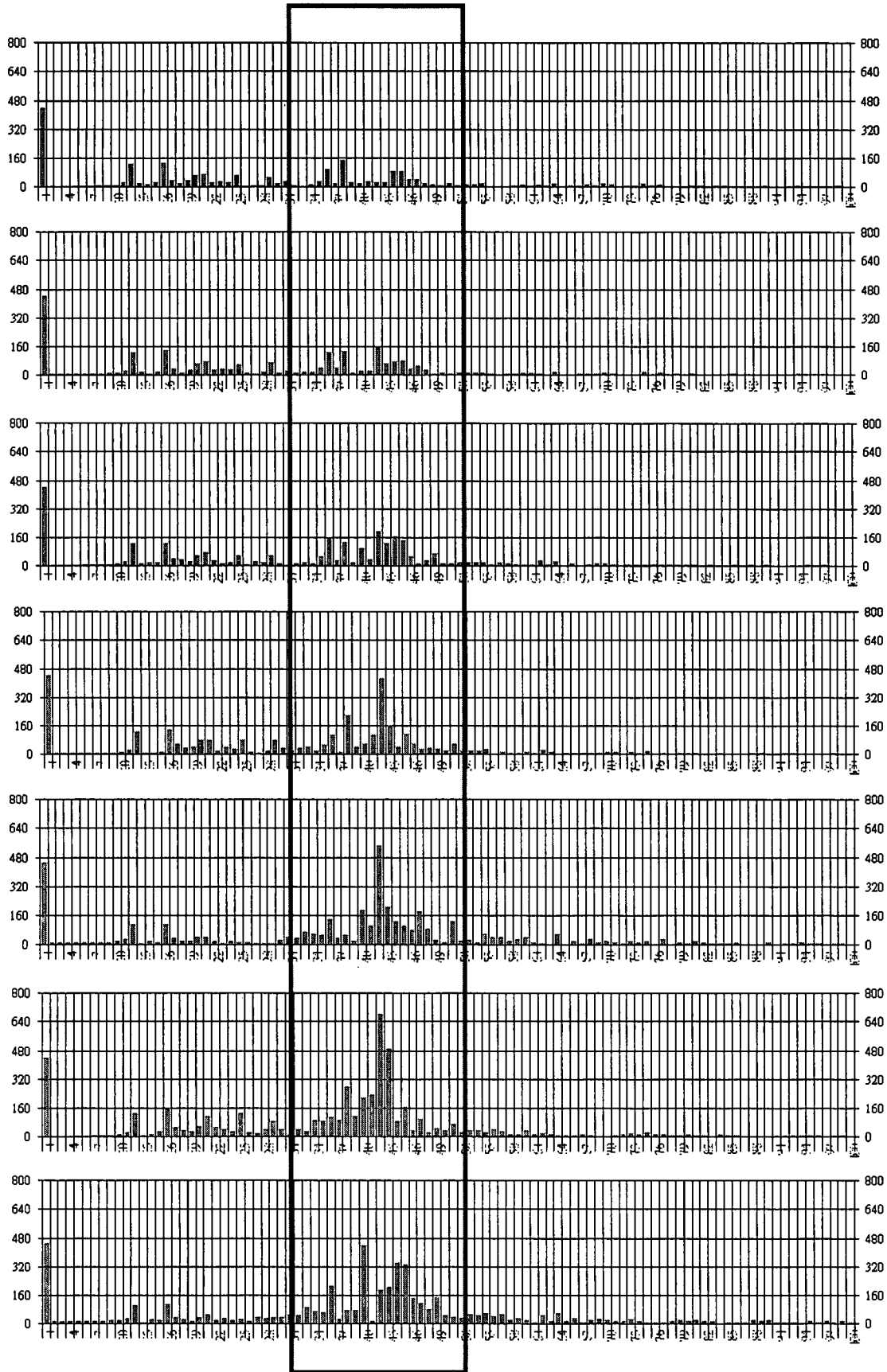


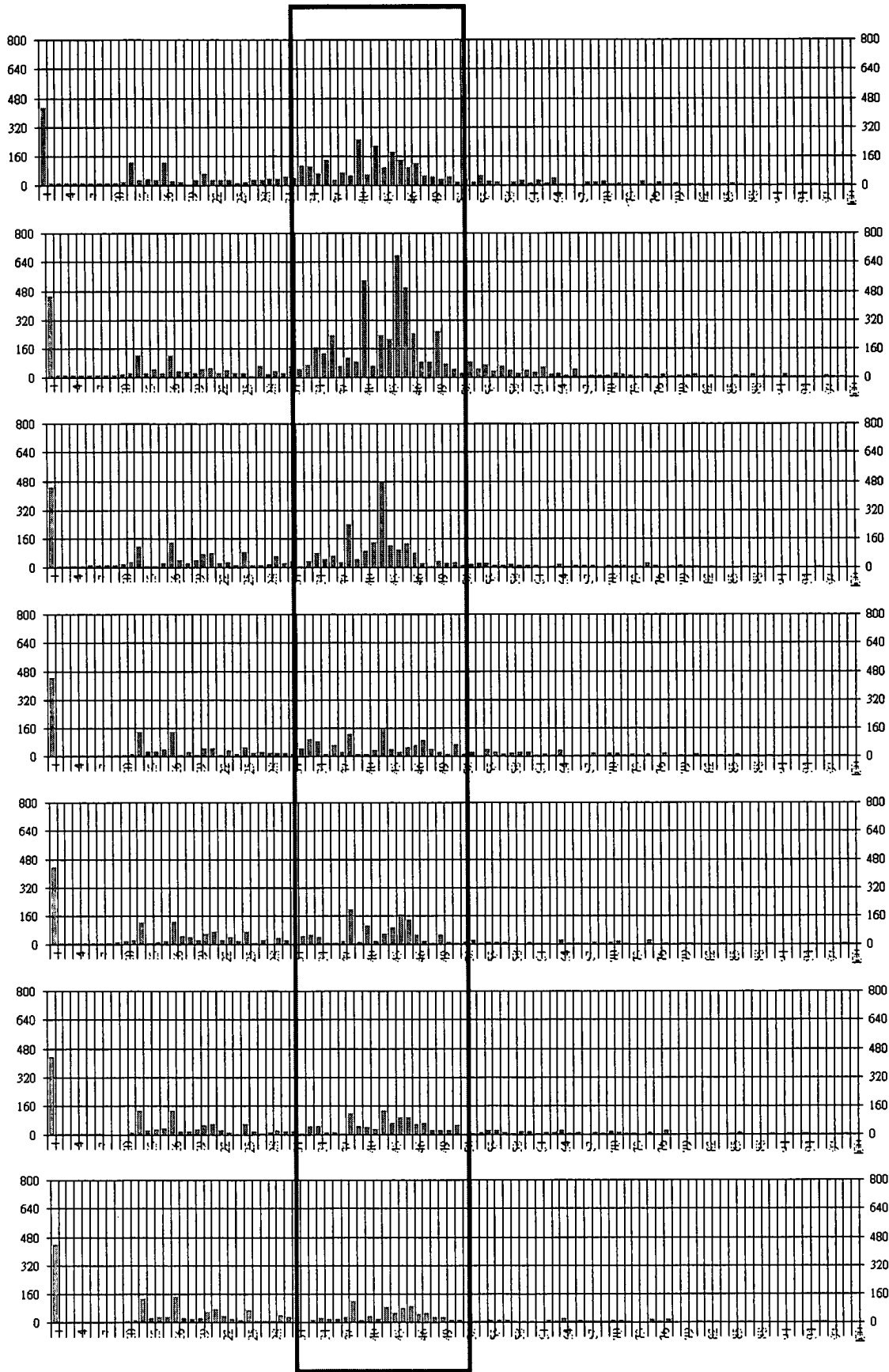
圖 8.5.2-24 離線波形與影像分析程式

圖 8.5.2-24 為離線波形與影像分析程式，程式中圖片瀏覽器為 DV 擷取之影像，而影像中的波形是由 Labview 即時演算而得，圖片下方的波形瀏覽器則是利用與線上分析同一套之快速傅立葉演算法進行後端處理，重新繪製而成，以下是幾個分析的例子。

波型實例中，因為 FFT 圖形縱軸為強度、橫軸為頻率，頻率可藉由換算得知與偵測器相距之距離，連續圖上的方框為該例子所要表示之車道。

小車進入至離開(第三車道)





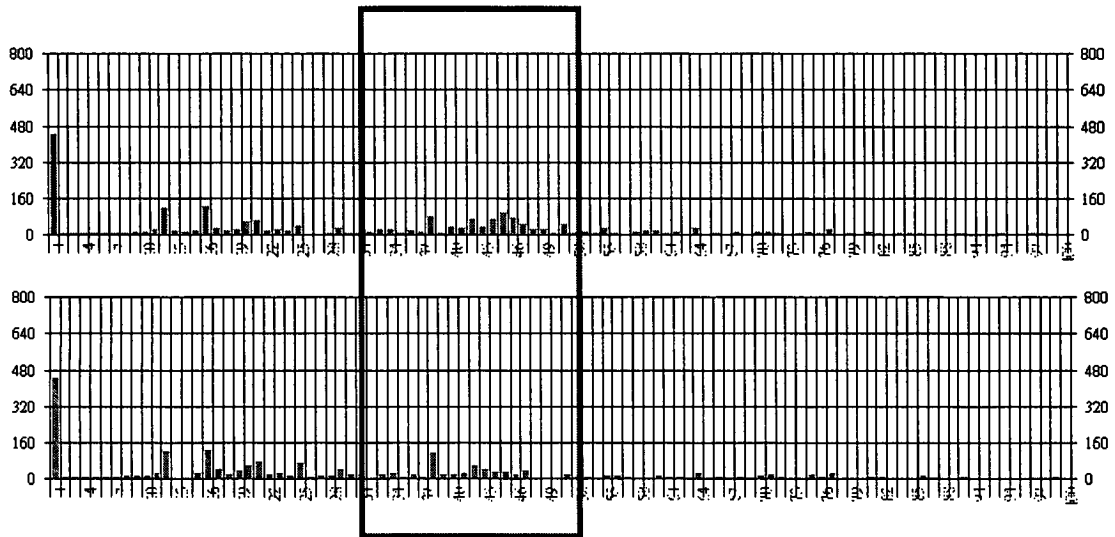
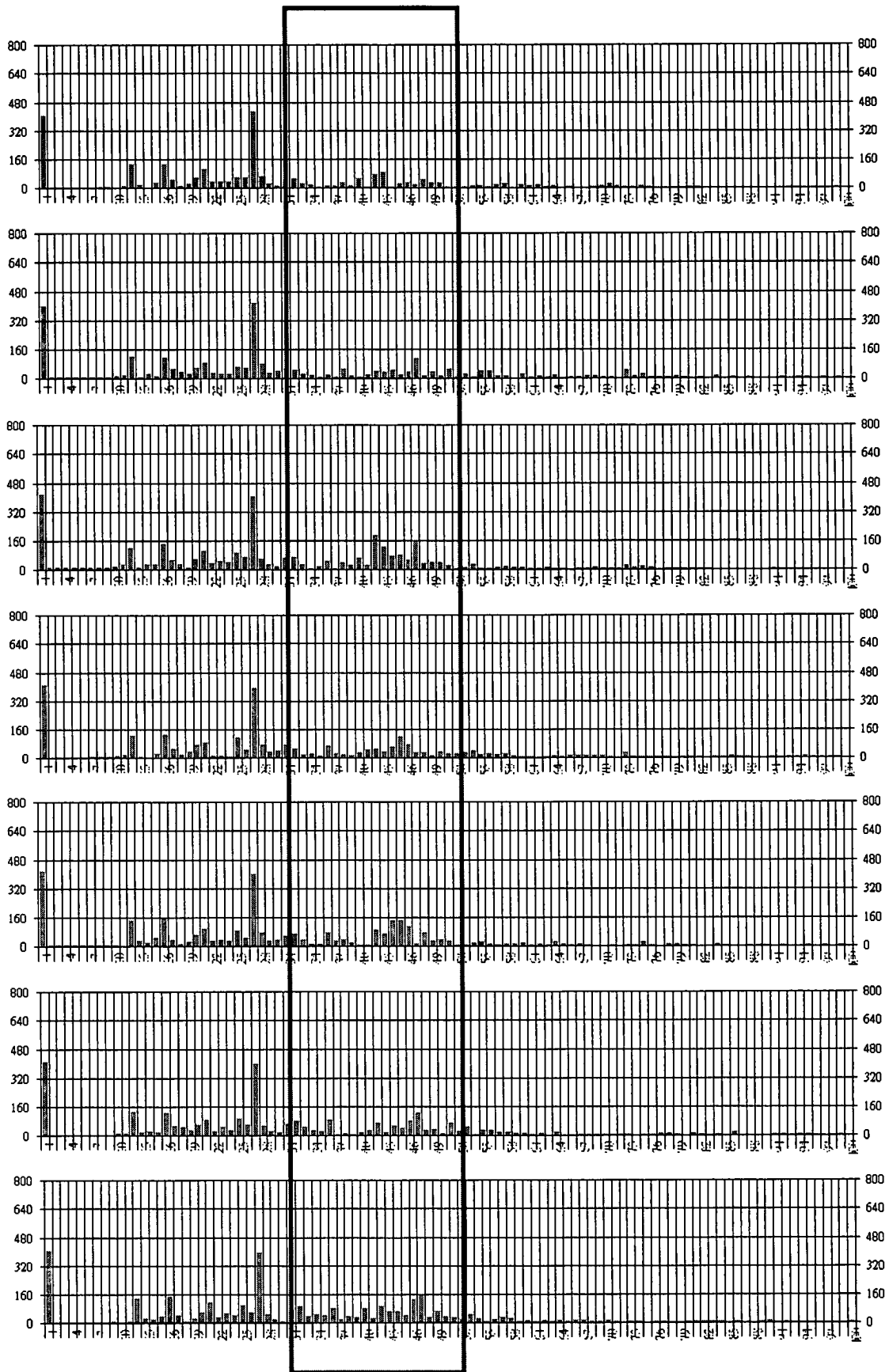
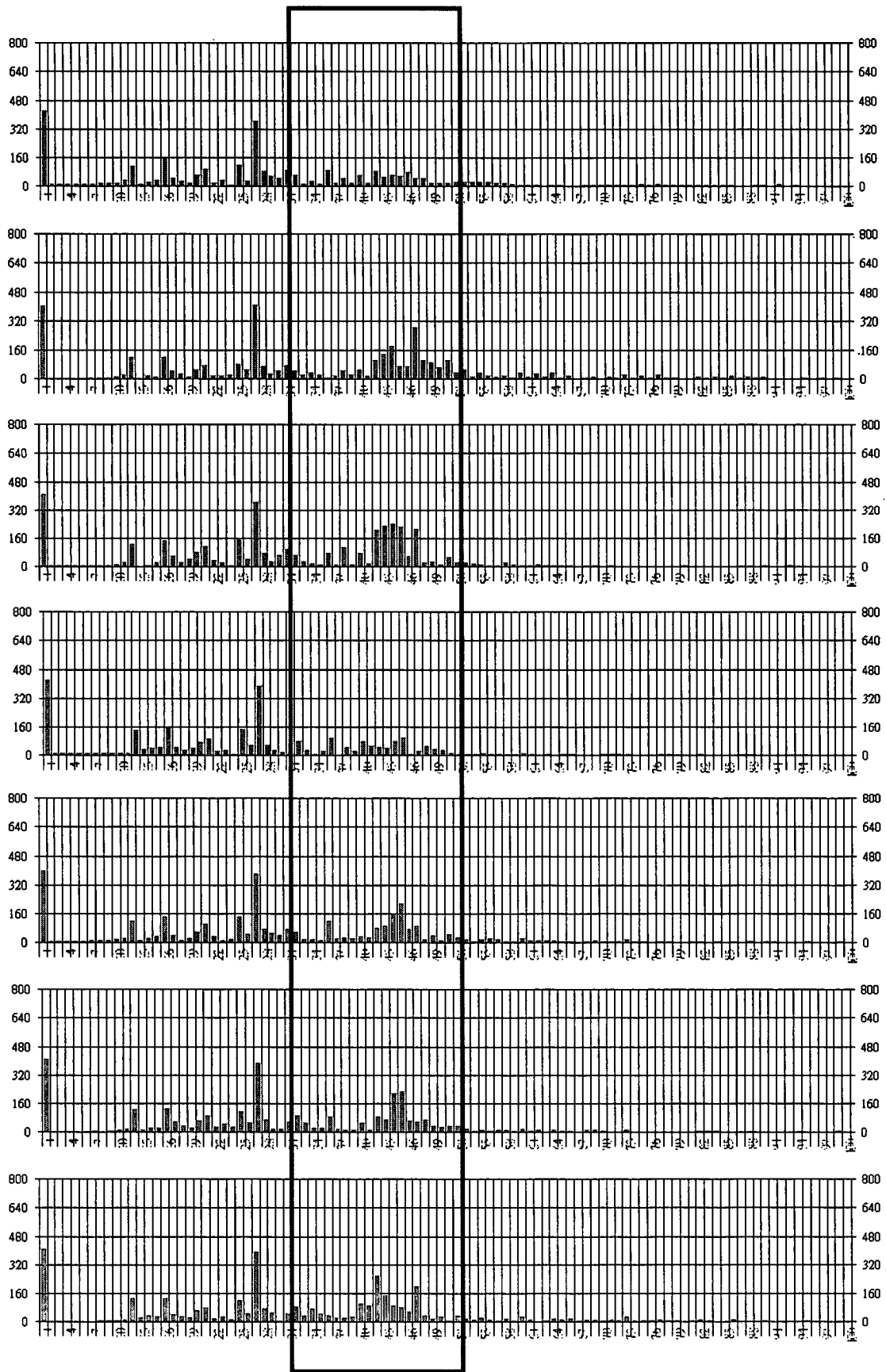


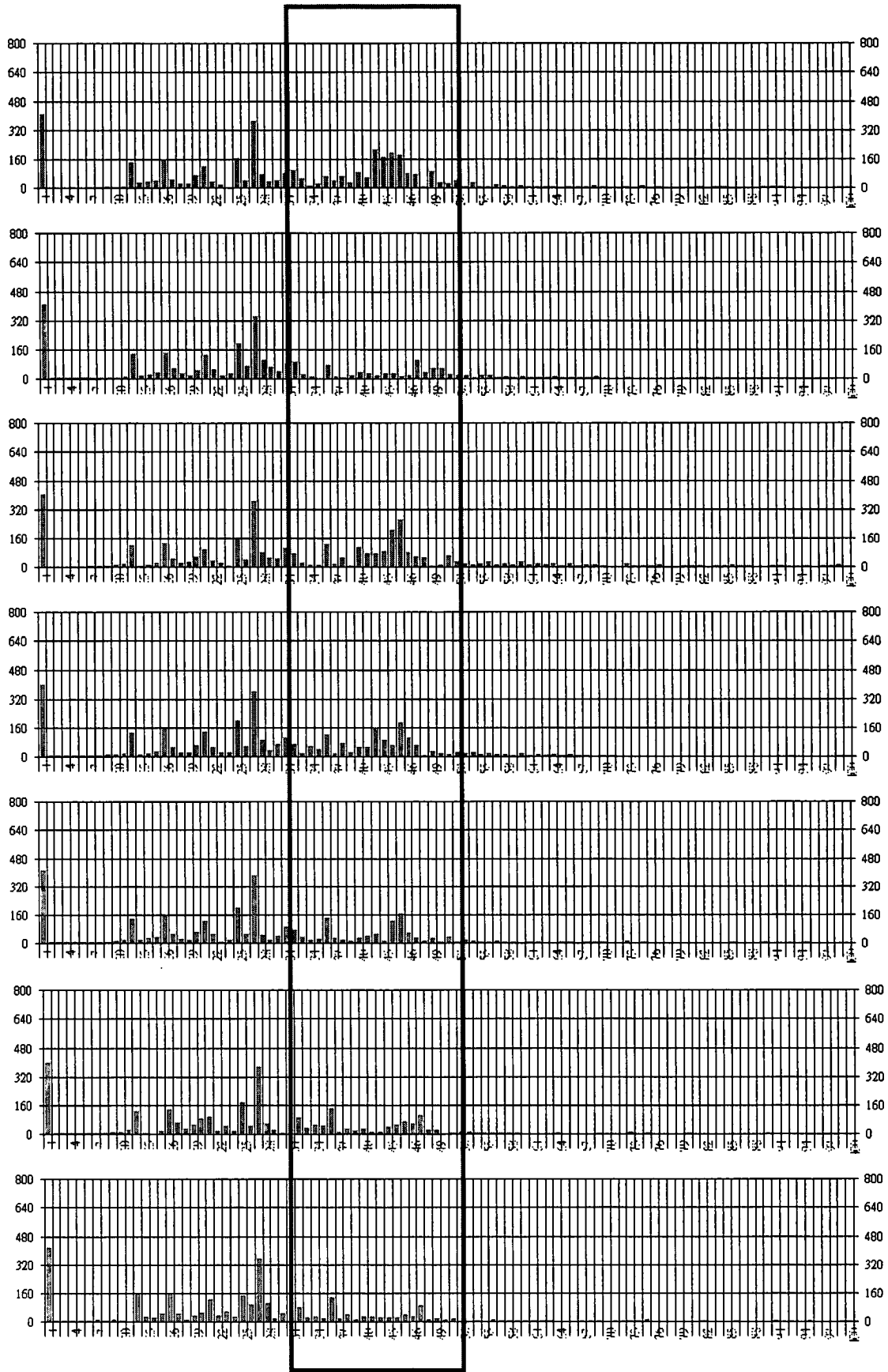
圖 8.5.2-25 小車進入至離開之波形連續圖

由連續圖可觀察出，小汽車在通過偵測器偵測範圍內，波峰的變化並不是穩定而單一，但可發現在該車道範圍內能量有明顯的提高。

大車進入至離開(第三車道)







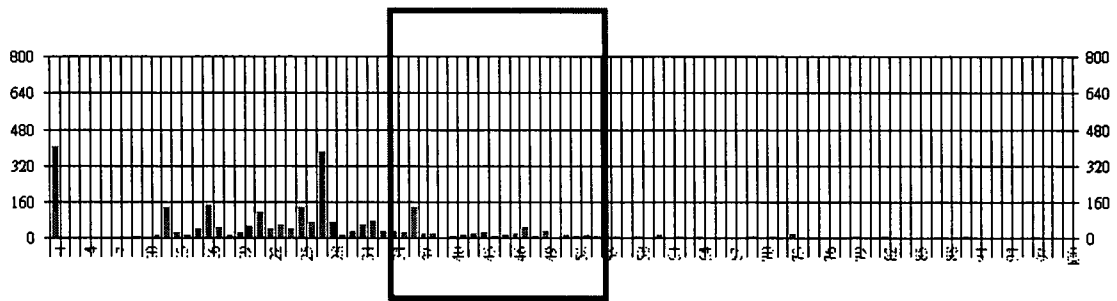


圖 8.5.2-26 大車進入至離開之波形連續圖

觀察大車的連續圖則可發現，因為車身較長通過偵測器範圍時間較長，連續圖數量相較小型車增加許多，但能量的變化並不若小型車劇烈。

無車時的波形

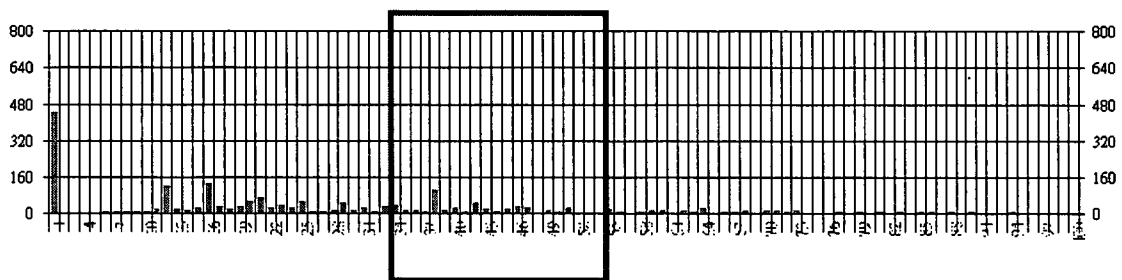
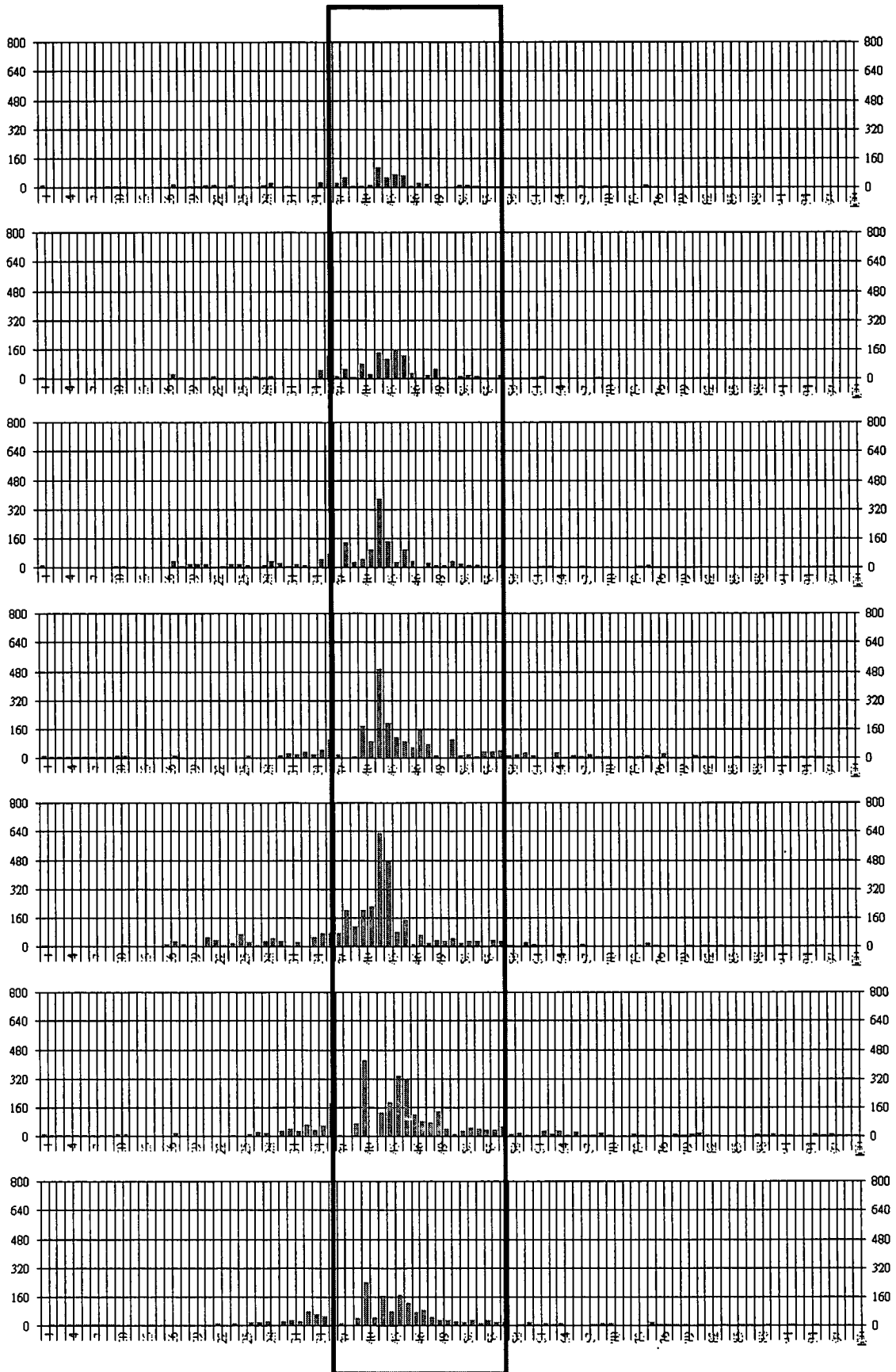
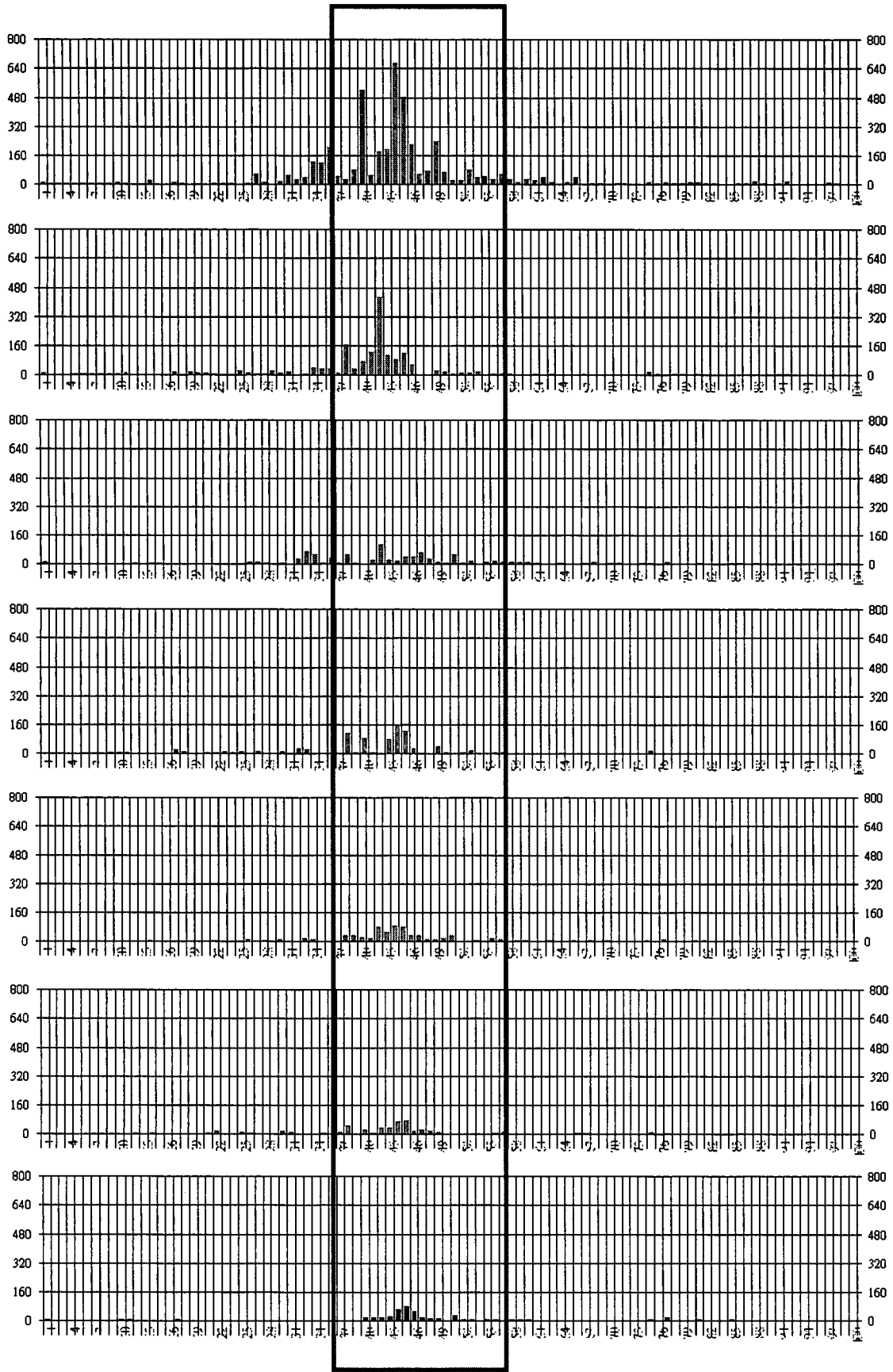


圖 8.5.2-27 無車時的波形圖

快速傅立葉轉換是表示出該頻率上累積的能量大小，因此背景原始就會具有一定的能量存在，而在車輛通過時，將有車時的波形減去無車時的波形，以消去背景的影響，獲得真正的淨波形。

小車淨波形(小車減沒車)





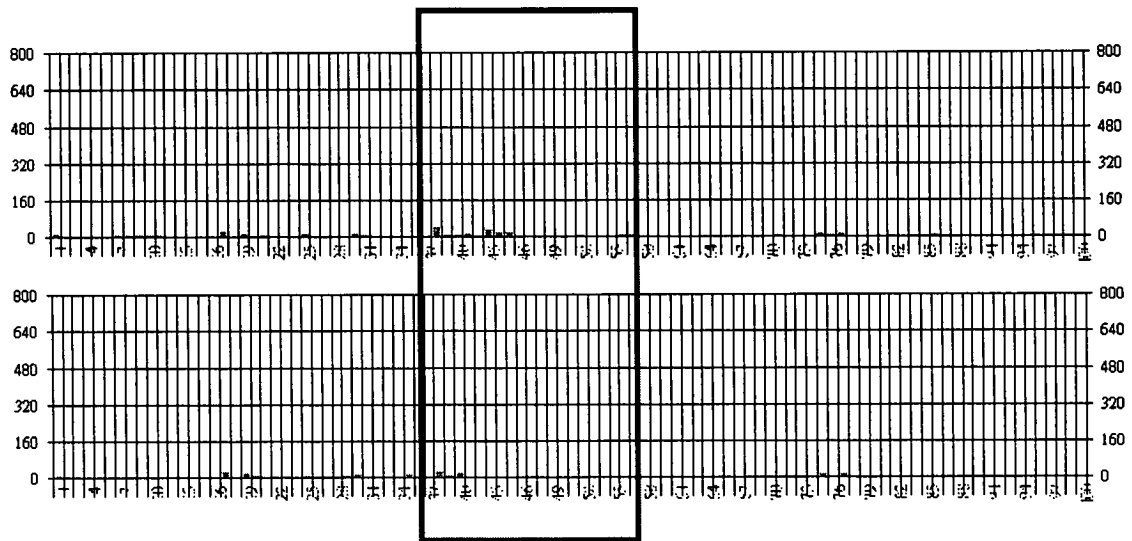
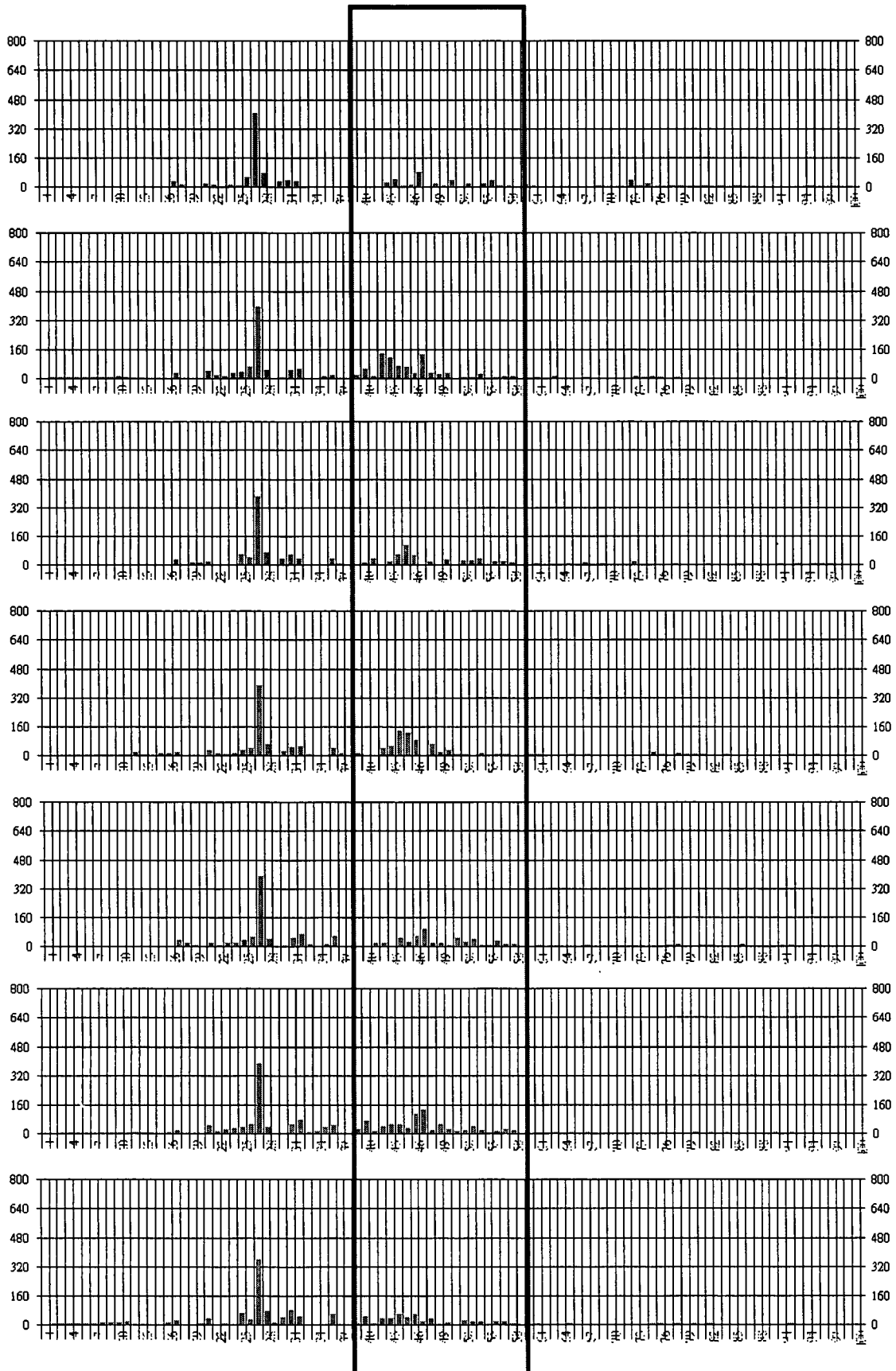
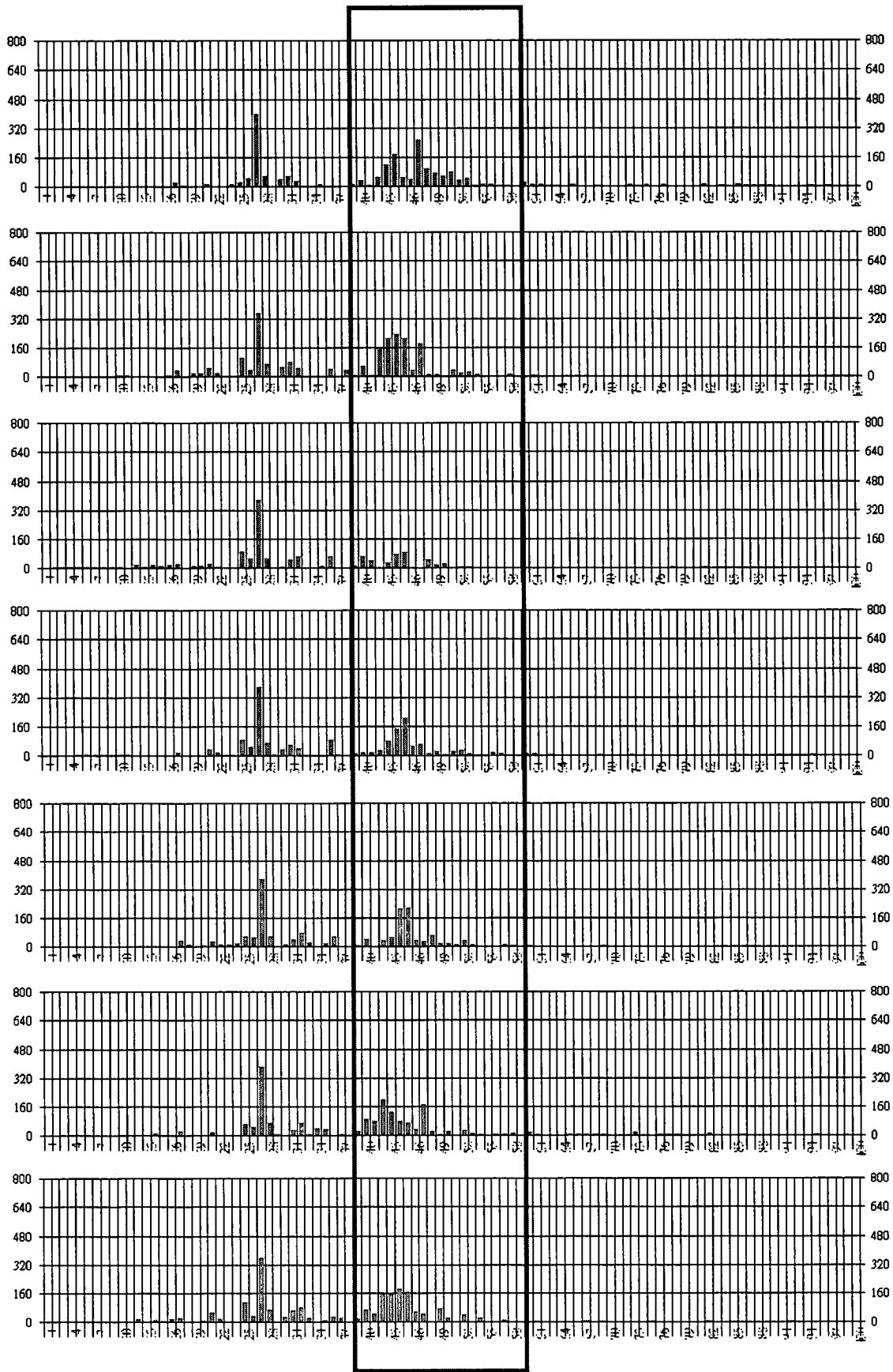
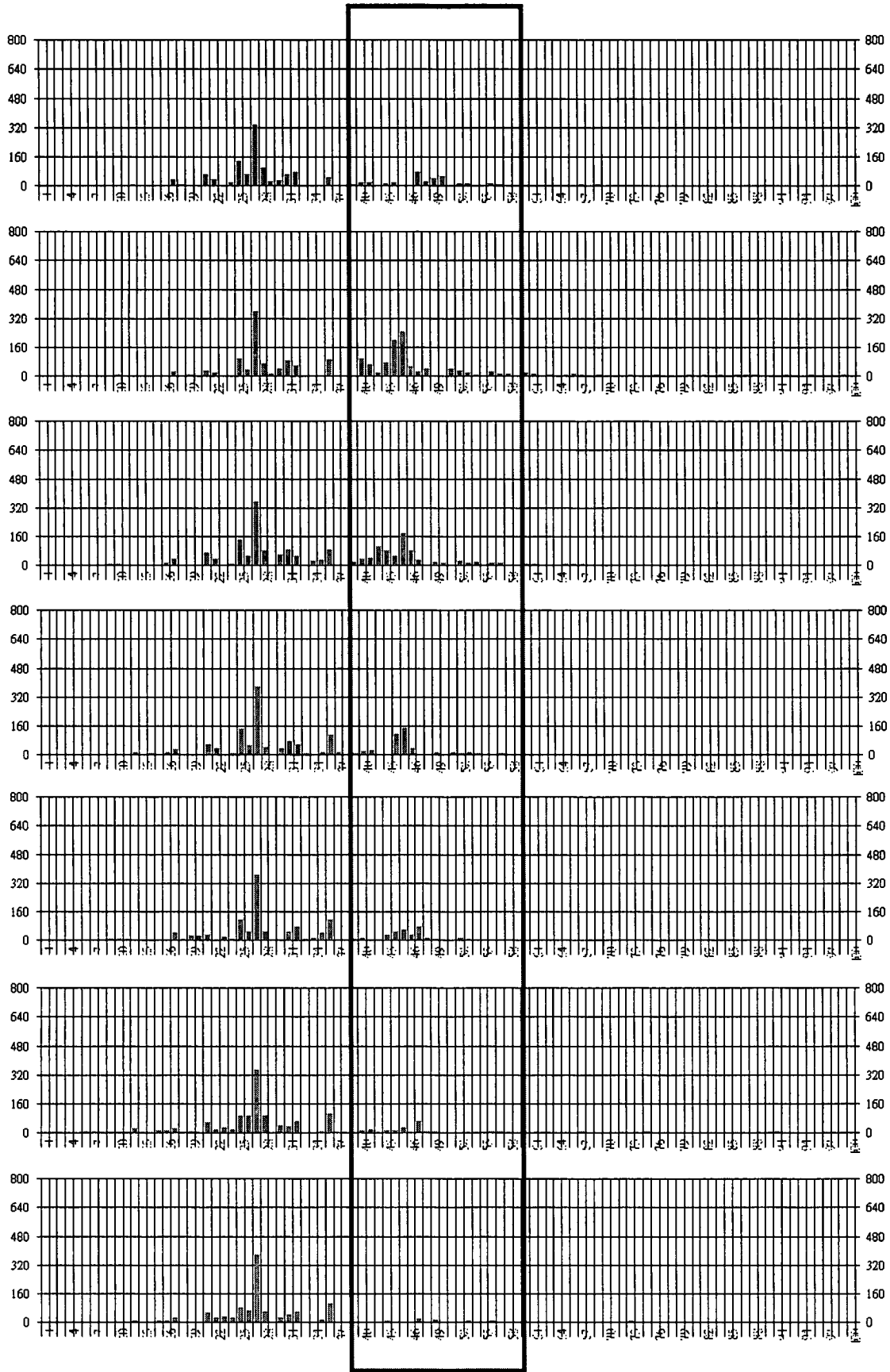


圖 8.5.2-28 小車淨波形之連續圖

大車淨波形(大車減沒車)







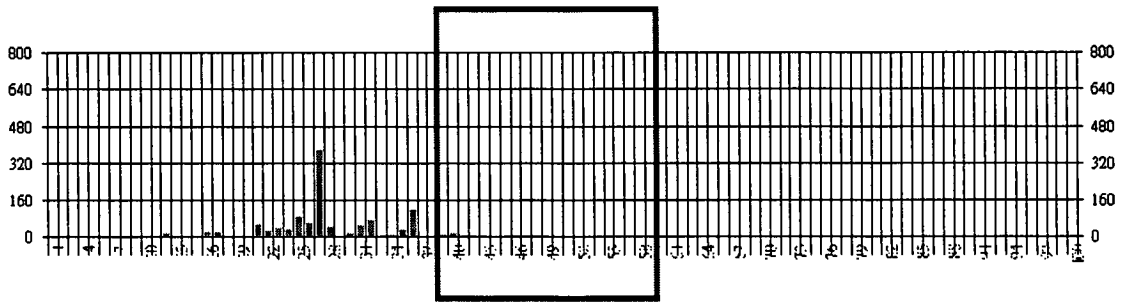


圖 8.5.2-29 大車淨波形之連續圖

由實際接收到的波形對固定一車道觀察，發現波幅強弱與大小車種無關，與波接觸到的車體表面材質(如光滑、粗糙等)有關。一般而言，小車因表面較光滑且車體較短，故波幅強度較強，持續時間較短。相對來說，大車因車體較長且表面較粗糙，故波幅強度較弱，持續時間較長。目前遭遇到的困難主要在於各種不同車種的反射波狀容易因其材質表面的差異而難以有統一的標準型態。且樣本中小型車種類繁多，大型車樣本數過少，也導致離線分析難以將不同的波形做出明確的歸類範圍。未來若取得更多的樣本數，便可對於各種不同車種的樣本加以細分歸類，配合統計分析的結果，相信能藉由波形作出更準確的車種判斷。

雖然離線分析方式已經可以分析探討出相當的資訊，但是未來偵測器是需要具有即時輸出交通參數的能力，離線分析方式僅止用於實驗階段作為分析開發演算法的依據，開發線上演算法還是首要目標，因此本研究團隊開始著手進行線上演算法的開發。

四.線上演算法

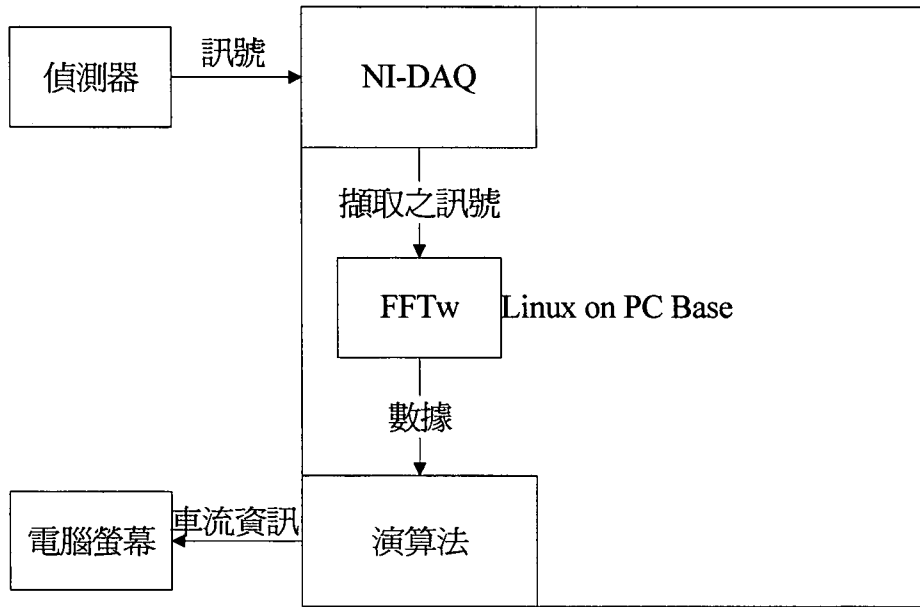


圖 8.5.2-30 線上演算法架構

選用 Linux 作為開發環境之作業系統，其原因在於未來偵測器可搭配 DSP 運作。使用嵌入式 Linux 作為作業系統，可降低演算法程式置入 DSP 之難度，程式直接透過作業系統使用硬體，不須要在程式內直接與硬體進行溝通，降低程式開發人員預備知識的需求門檻，使投入人力資源更為容易，期許減少程式開發之時程。

依照微波偵測器之特性，與現有之單一環形線圈偵測器最為相似，所以在開發程式初期先以文獻中所記載之單一環形線圈偵測器之計算方法，進行實作測試，相較於單一環形線圈偵測器，微波偵測器還具有波形資訊可以應用，因此本研究設法利用微波偵測器特有的波形資訊，加以改良來自於單一環形偵測器的原始演算法，以期演算法精準度更為準確。

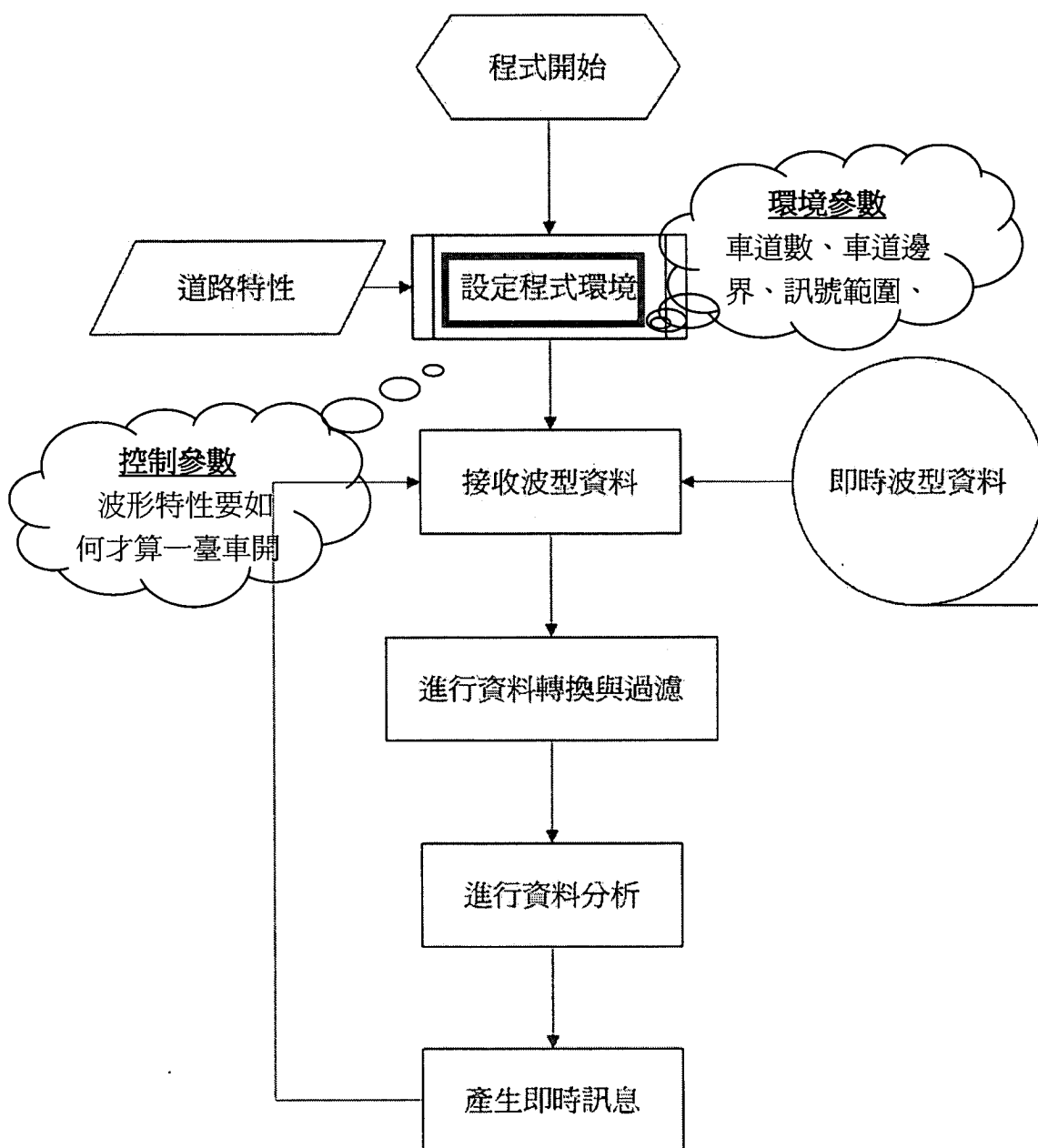


圖 8.5.2-31 線上演算法流程

即時演算法流程是以 C++ 為開發工具，程式在開始時，須要設定程式相關的參數，包括：

- 1 環境參數的取得。
- 2 軟體參數與訊號參數的取得：

環境參數則包括：偵測器的高度、偵測器與各車道邊界的距離、環境雜訊偵測器的高度、偵測器與各車道的邊界(此部份可由後續實驗來說明)。

軟體參數與訊號參數則包括：各個車道反應雷達波的長度、

每一個車道判定是否有車輛的訊號門檻，車道反應雷達波的長度和判定是否有車輛的訊號門檻有相當大的關係，取得各個車道反應雷達波的長度是為了估計車速，估計車速的原理相同於目前單一環形 (Single Loop) 偵測器，意味著各個車道反應雷達波的長度會等同於單一環形偵測器的長度。

偵測車道線的距離，是藉由一公尺等於 550HZ 的公式，推估可以得知不同車道的訊號會坐落在不同的頻率上面。當瞭解不同的車道訊號會坐落在不同的頻率上之後，可以藉由軟體的幫助來瞭解車道上訊號的大小。

如果訊號差大於上述所設定的訊號門檻，則即時的演算法會將這樣的訊號過濾出來，並利用過濾出來的訊號進一步判斷訊號持續的長度。

訊號持續的長度也是一個可以設定的數值，設定訊號持續維持多久才算是一輛車的原因是，為了要克服在測量過程裡所遭受到的一些干擾，例如：在隔壁車道的車輛，有時因為雷達微波隨機反射的關係，訊號會反射到目前的車道，為了讓程式有更高的精確程度，對於這種偶發性的雜訊，本研究採用訊號持續的長度這觀念來過濾掉，讓本研究所推估的車輛能夠真實的反應。

設定完畢各車道車輛訊號門檻與訊號持續長度後，緊接著本研究利用實驗車輛來進行各車道反應雷達波的長度。當設定好上述的訊號門檻與訊號持續長度後，本研究透過訊號的反應來實際畫出各個車道反應雷達波的長度。

經過上述流程，接下來進行實驗的紀錄與即時演算法的運算，紀錄方式是採用數位攝影機擷取畫面，將數位攝影機的畫面與即時演算法的結果記錄下來。

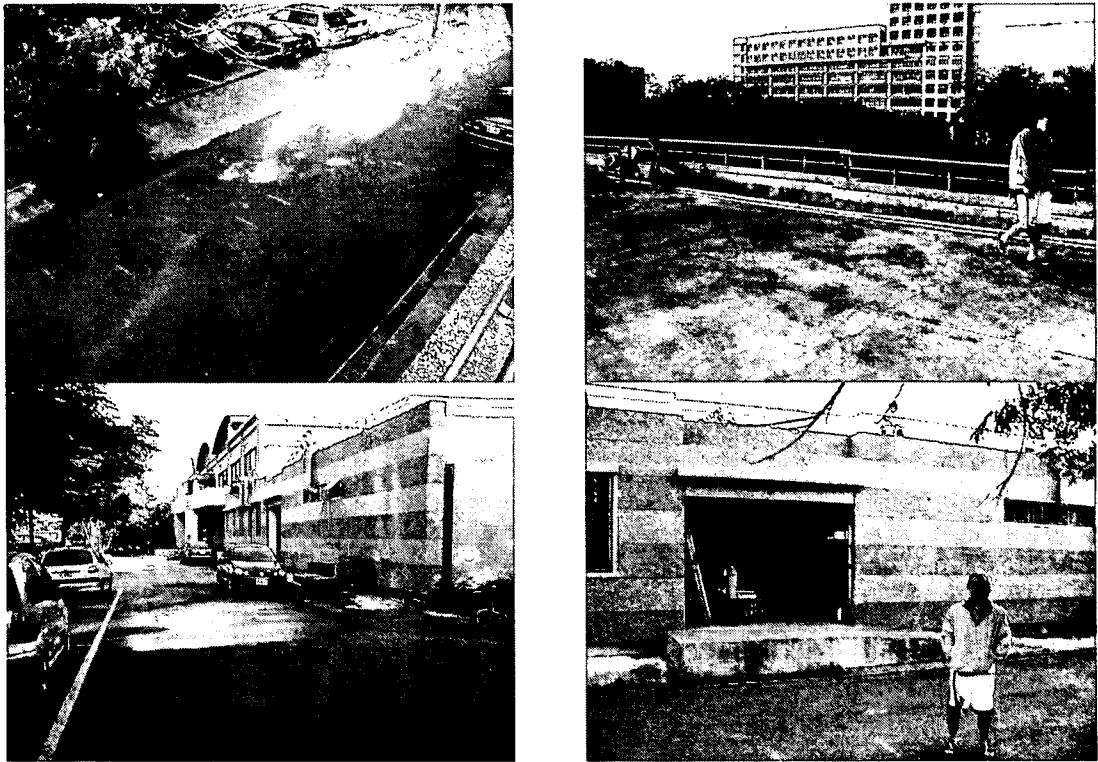


圖 8.5.2-32 線上演算法實測地點

初步開發線上演算法之後，隨即選擇校內運輸研究中心前進行實驗，中心二樓平臺距離地面為 4.7 公尺，與真實架設高度 5 公尺相去不遠。

因目前尚未開發完整使用者界面，因此採用筆記型電腦啟用 Labview 展示波形與利用 Webcam 擷取實際影像，並遠端登入 Linux 主機執行演算法同步運作，最後利用 DV 擷取筆記型電腦影像輸出。

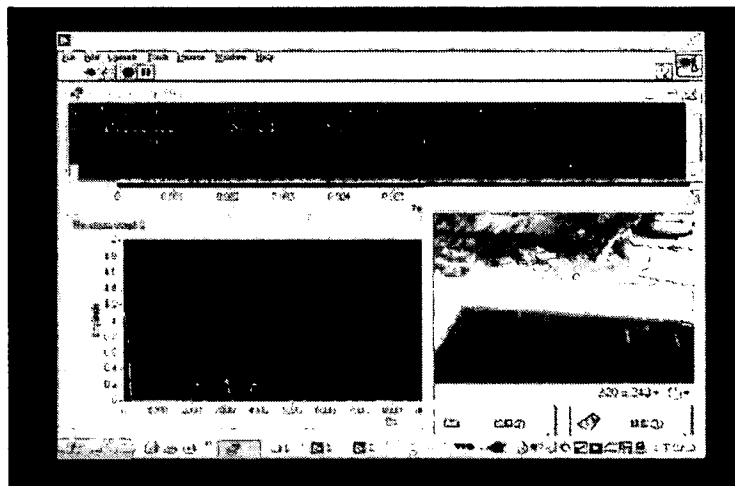


圖 8.5.2-33 on-line 暫時實測輸出介面

兩輛車接連以慢速通過偵測器，並可以偵測出兩輛車輛分別之速率，以下以擷取影片中 5 張連續圖片說明之。

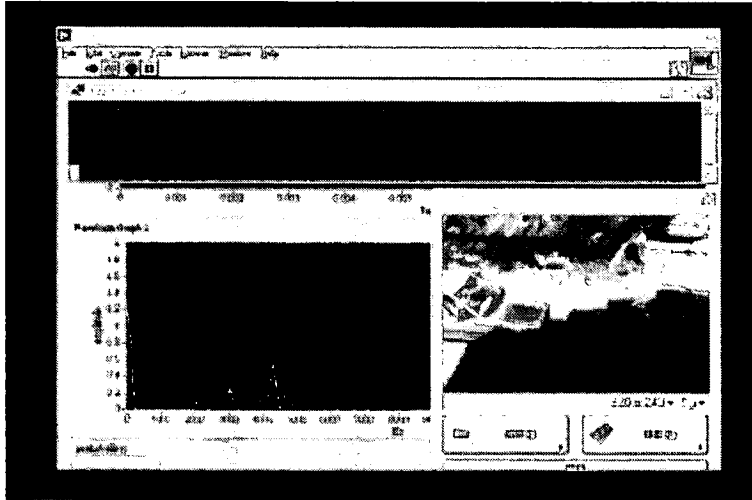


圖 8.5.2-34 兩慢車連續通過圖第一張

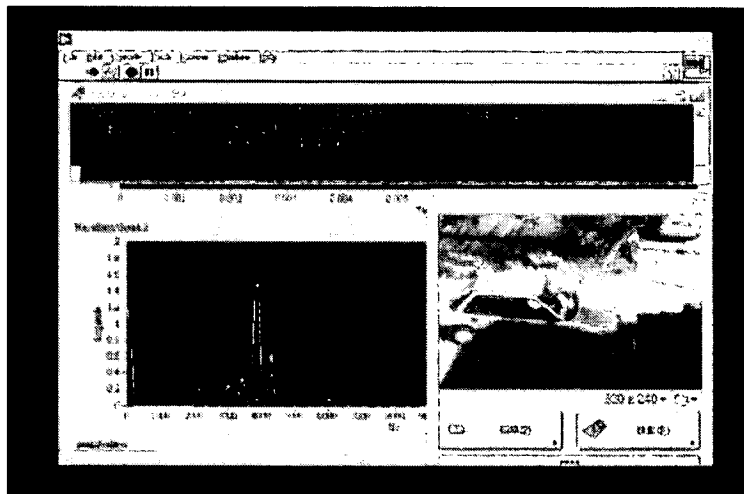


圖 8.5.2-35 兩慢車連續通過圖第二張

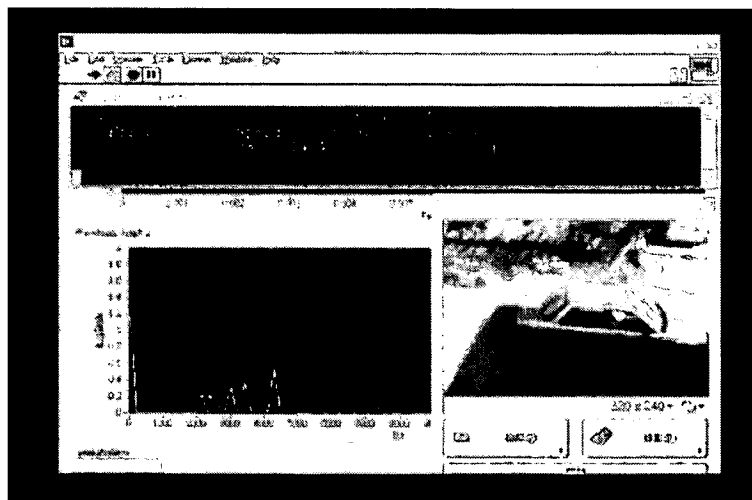


圖 8.5.2-36 兩慢車連續通過圖第三張

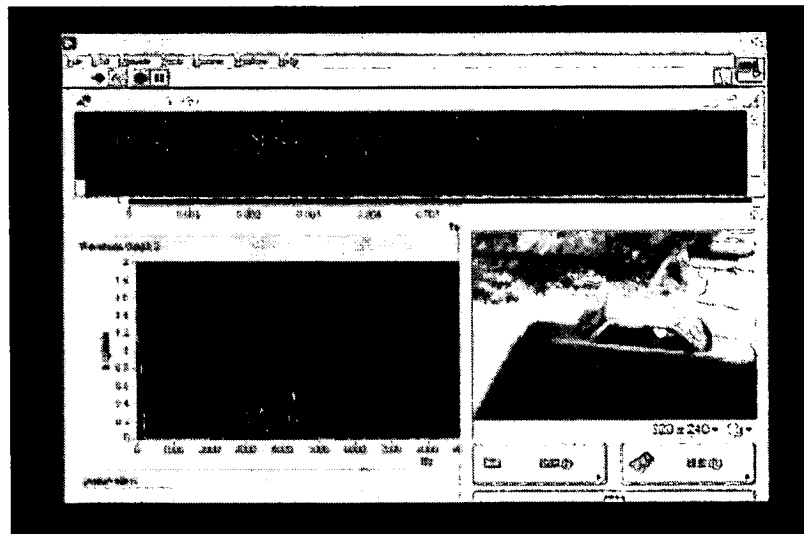


圖 8.5.2-37 兩慢車連續通過圖第四張

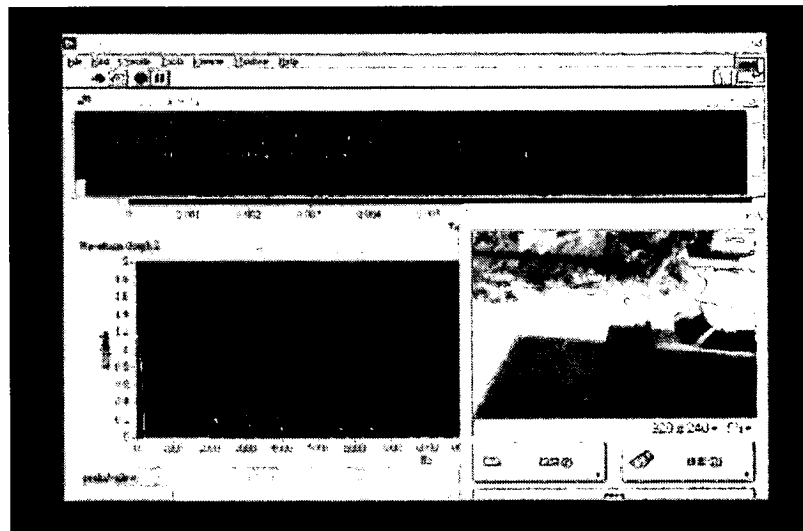


圖 8.5.2-38 兩慢車連續通過圖第五張

測量停等車輛再前進的情形，可以準確的測出為 1 輛車，不會發生無法判別的情形，擷取影片中連續三張說明。

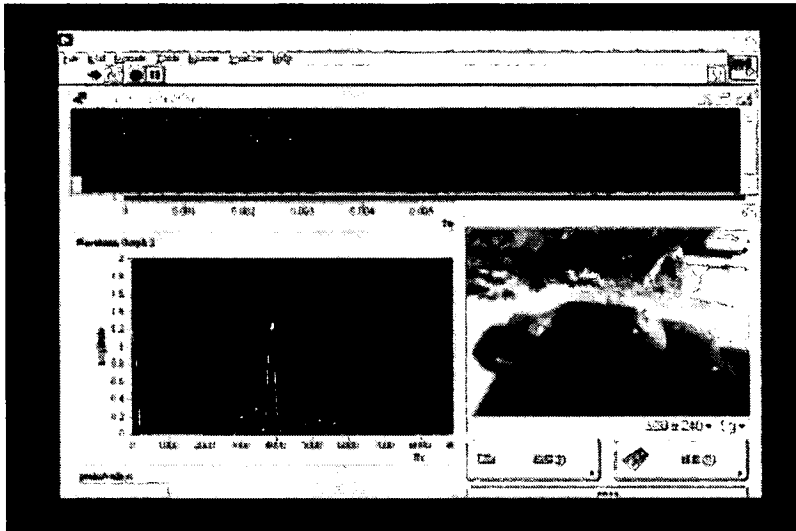


圖 8.5.2-39 停等車輛通過圖第一張

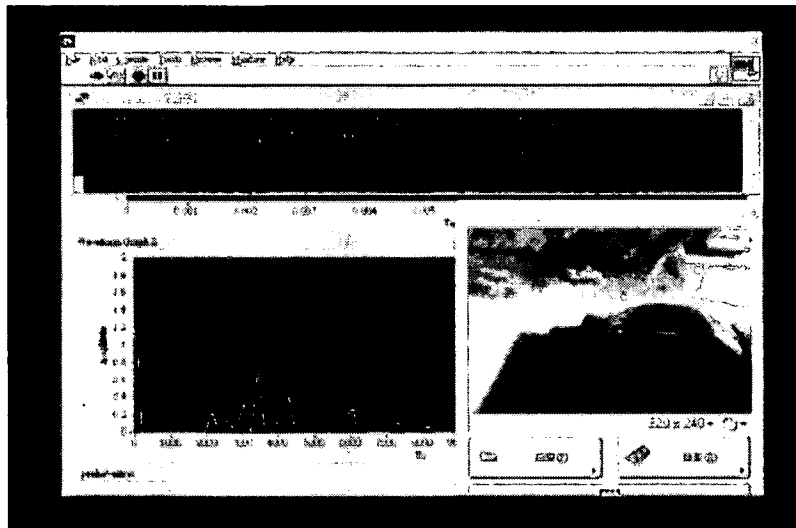


圖 8.5.2-40 停等車輛通過圖第二張

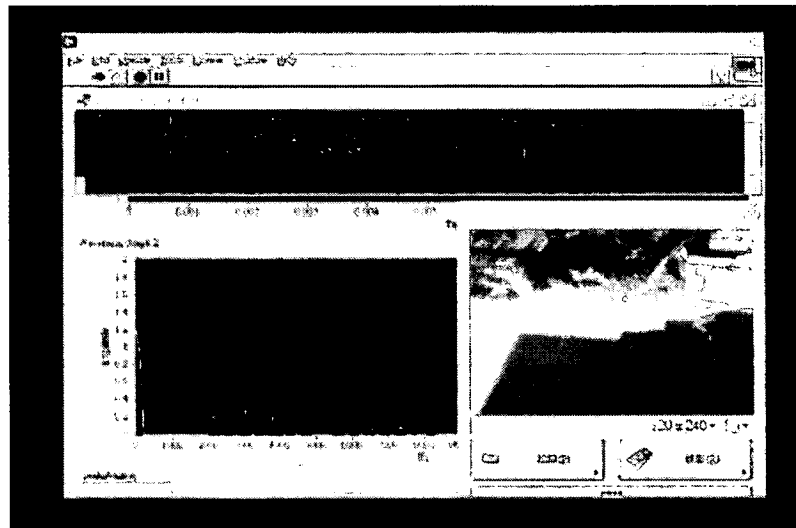


圖 8.5.2-41 停等車輛通過圖第三張

最後為機車的實際測試，總共測量四次，第一次可算出差異不大的車速與準確的流量，第二次發生無法辨識的情況，第三次與第四次可以判別出有車輛通過，但是車速判斷差異過大，以下為四張擷取的圖片，分別為第一次、第二次、第三次、第四次。

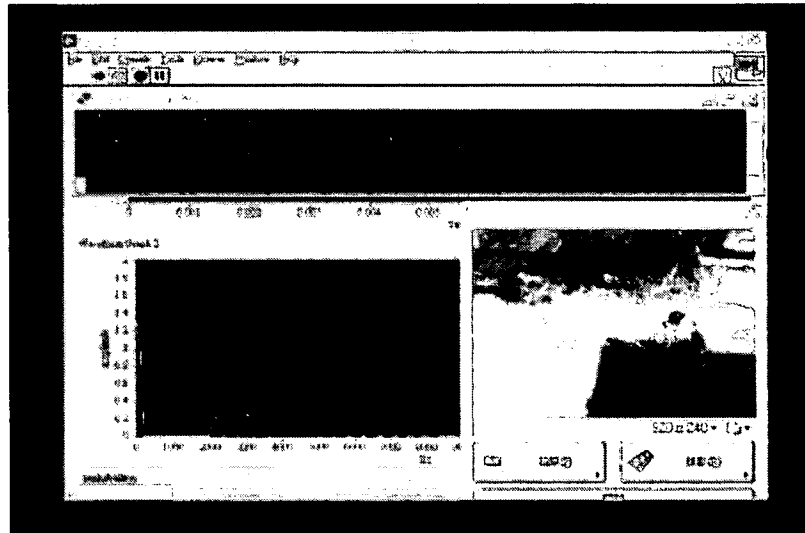


圖 8.5.2-42 機車通過圖第一張

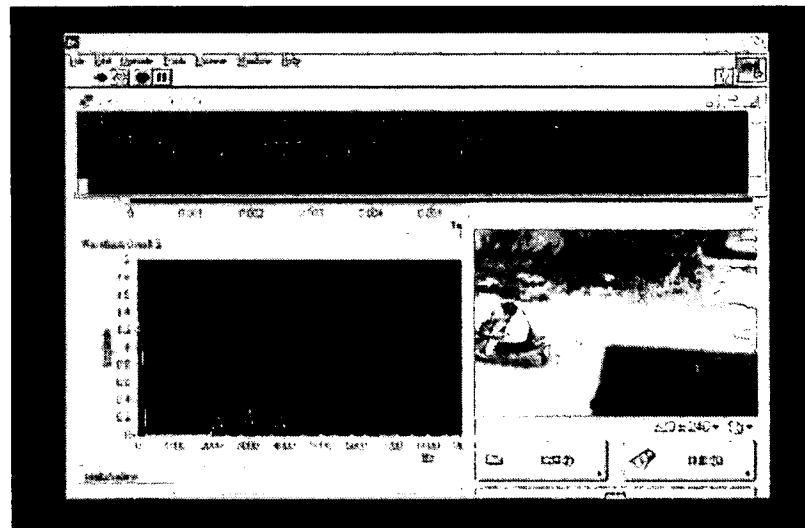


圖 8.5.2-43 機車通過圖第二張

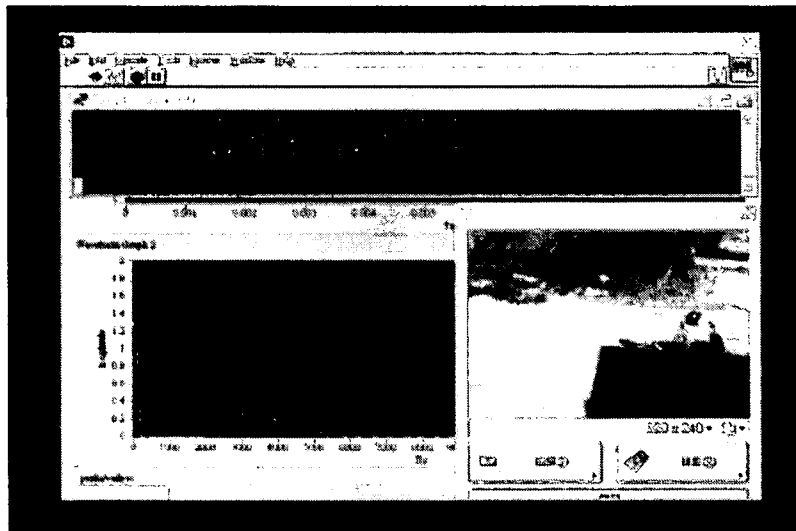


圖 8.5.2-44 機車通過圖第三張

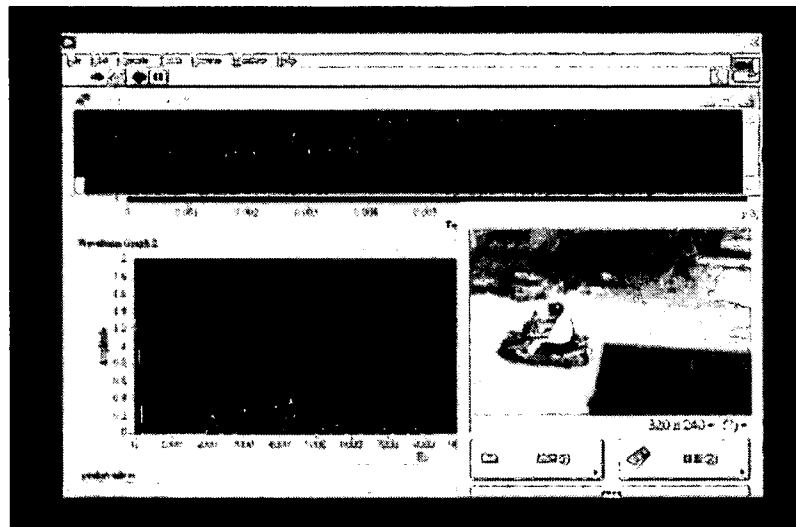


圖 8.5.2-45 機車通過圖第四張

實測狀況對於小客車的偵測反應，算是有些初步的成果，但是對於機車的偵測反應，還需要更準確的偵測器模組獲取更好的資料加以分析，才能使機車的測量準確度達到一定的水準。

五.測試改良天線模組

為使偵測器體積更縮小，將喇叭型天線測試更換為他種天線以期能大量縮小體積，為此本研究測試另一種平面天線[莊晴光]，其天線特性很好，為一平行波，對於車量預測之效果應該非常好，尤其是塞車狀態，但因測試時間不足，因此還未能調整到最佳使用狀態。

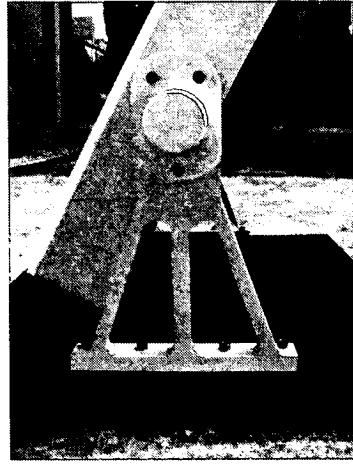
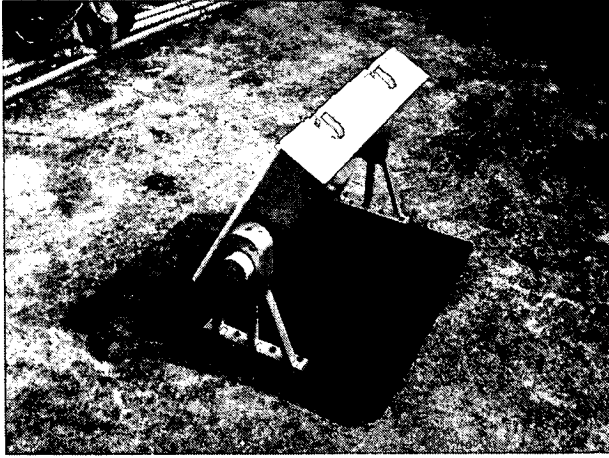


圖 8.5.2-46 新規格天線搭配舊型 RF 模組之外觀

8.5.3 系統功能與準確性校估

原始的 RF 模組是為探測油槽而設計，掃描頻寬為 1Ghz，發射功率為 10mw，由於油槽內的環境較為單純，而油槽內油面平坦且廣大，發射資訊也不若交通上這麼快速，掃描頻寬愈寬，測量距離的精準度愈高，發射功率因為環境單純，也不需要太大的功率即可接收液面的反射波，不需擔心背景回波的影響。

而交通上作為偵測器之應用，因為每個車輛的造型、材質都有所不同，且對於側邊架設偵測器，車輛距離偵測器之距離並沒有油槽探測精準度要求至公釐，但對於掃描時間要求則相較於油槽探測則高出許多，才可描述出車輛位於偵測器偵測範圍內移動的狀態，因此偵測器將掃描頻寬降低為 100Mhz，而發射功率也提高至 100mw，在偵測器可容許範圍內調整至最符合交通應用的狀態。

將 RF Module 產生之調頻輸出饋送出去及瞬間將反射之回波信號截收回系統為天線模組，目前偵測器天線極性係圓型極化，波束寬 12 度 (Azimuth) * 12 度 (Elevation)，增益 (Gain) 20db，現有天線配合此 RF Module 輸出端與接收端相位調整 (收發極性相反) 採收發同一天線設計，目前只能有效偵測範圍只達到三個車道，為考慮能偵測更多車道天線將從重新開發設計，其規格為波束寬 15 度 (Azimuth) * 波束寬 45 度 (Elevation)，極性線性或圓型，增益 10-15db，以期能偵測更多車道。

初期的分析模式為離線分析的方式，從現場收集回時域 (Time Domain) 的資料，在後端進行 FFT 轉換，配合錄製的影片以每秒 30 張的方式定格播放進行分析。但是此種分析方式並不能用於實際路測，因此開發線上的分析程式，兩種架構的差異如圖 8.5.3-1，離線分析是紀錄下所偵測的資料，可作為多次分析比較之用，而線上分析程式則是利用演算法分析所收集的資料，即時運算後輸出所需要的交通參數。

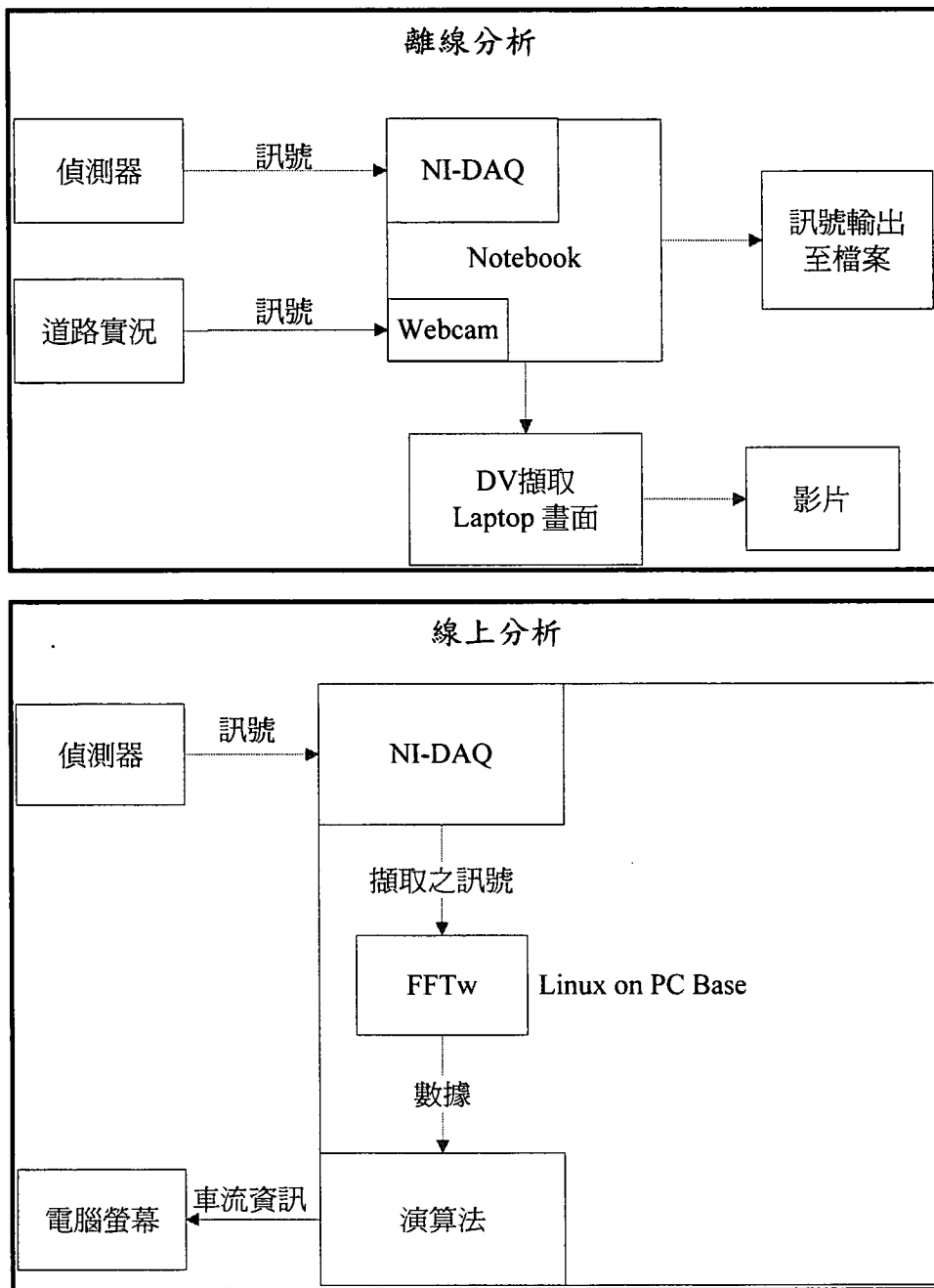


圖 8.5.3-1 離線與線上分析架構比較

為進行多車道即時演算法的測試，本研究進行了兩次實驗，以下為實驗內容及實驗結果。

一、實驗一

研究團隊於 2005/11/4 在國立交通大學運輸中心前進行實驗多車道微波實驗，此測試是在一個完全可以控制車輛環境的狀態，如車輛數、車輛位置、車速、車種與偵測器與車輛之間距，

而訊號的強度可以依觀測的數值來得知，車種以一般的自小客車和中型的箱型車來當為本研究實驗的對象。藉由下列圖片描述實驗環境：



圖 8.5.3-2 多車道實驗環境

圖中主要是描述相對於偵測器的距離，地面上四條曲線，曲線代表著地面離雷達微波偵測器的距離，地面上刻劃 6、7、8、9 四個數字，代表著 6 公尺，7 公尺，8 公尺與 9 公尺，亦可以藉由人像大小的關係，大約推估得出曲線間距，而相片的角度與偵測器位於同一高度(但不同角度)。除此之外，地面上有三支樹枝，來做為車道的分隔線，來當為測試多車道的環境。

從微波偵測器所擷取的訊號來看，車輛通行於測試區域會有訊號的反應，然而訊號的判定目前遭遇到一些問題，本研究以現場圖來描述實際的問題，並輔以示意圖（圖 8.5.3-4）來解釋所遭遇到的問題。



圖 8.5.3-3 多車道實驗問題狀況實際照片

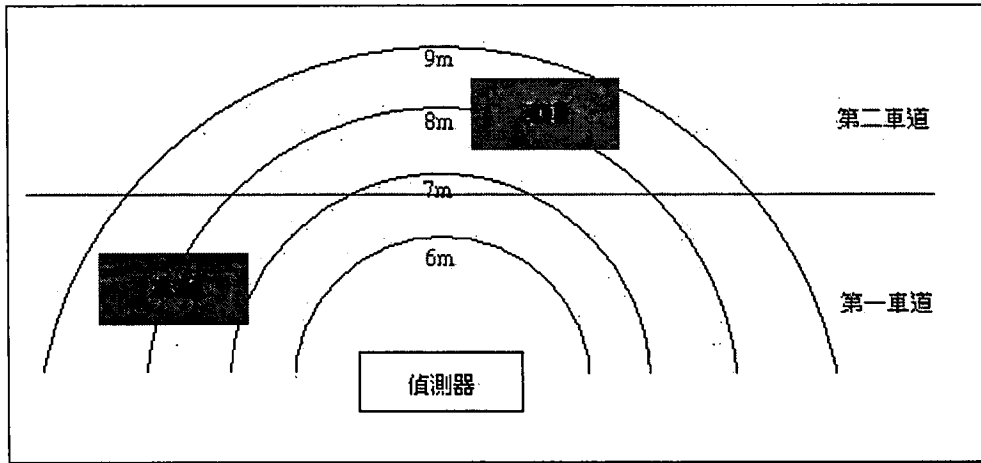


圖 8.5.3-4 多車道實驗問題示意圖

微波經由快速傅立葉轉換，主要是反應在對應距離上訊號的強度，然而單一車輛行經測試區時，會在不同頻率有訊號的反應，這意味單一車輛會在不同車道產生訊號。

在單車道的環境下，不會有車道邊界的問題，所以對於判定是否有車輛不至於產生太多的困擾；然而在多車道的環境下，在不同車道所出現的訊號就不知道是由哪一個車道所產生，因此無法去判定車道上是否有車輛。

目前有幾個假設方法，分別從硬體與軟體著手。硬體方面，調整偵測器硬體設備，更換天線與 RF 模組使得訊號的鑑別度更高更為清晰，則角度過偏的訊號，與主要訊號相比相對微弱許多，則可視為雜訊加以濾除；軟體方面處理方法，則是可將模糊不清的地帶直接略過不加以處理，以圖 8.5.3-2 為例，將位於距離偵測器 6 公尺至 7 公尺之間的訊號加以捨去，避免模稜兩可的狀況發生。

二、實驗二

研究團隊於 2005/11/16 在國立交通大學進行多車道實驗，此次測試環境位於國立交通大學環校道路，是一個二車道的環境，而微波偵測器是擺放於司令臺上，司令臺高度約 4.4 公尺，測試場地示意圖由側視圖表現（如圖 8.5.3-5）。由道路標線得知，各車道寬度測量的結果為車道一（最靠近偵測器的車道）是 4.2 公尺、車道二（遠離偵測器的車道）為 3.6 公尺。

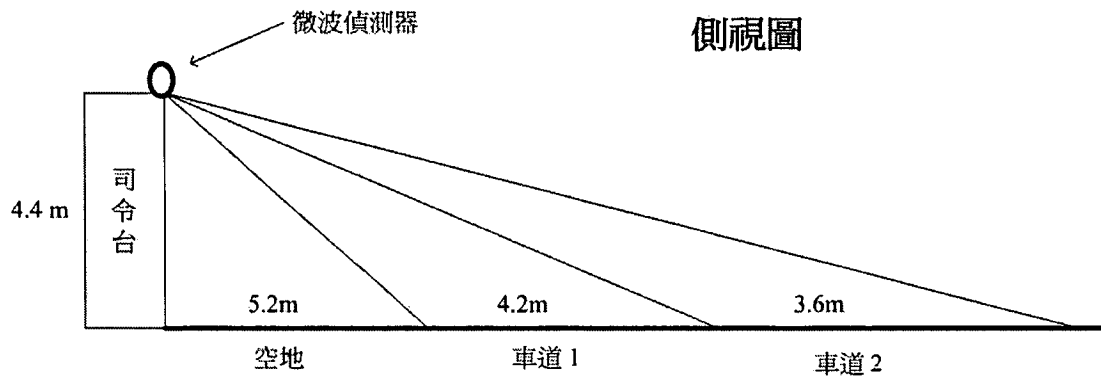


圖 8.5.3-5 測試環境側視圖

本次實驗步驟為：

1. 環境參數的取得；
2. 軟體參數與訊號參數的取得；
3. 紀錄與估算精確度。

以下茲就各參數取得的方式加以說明。

1. 環境參數

環境參數的取得包括：偵測器的高度、偵測器與各車道邊界的距離、與附近相關干擾訊號。偵測器的高度、偵測器與各車道的邊界可以由實地測量取得(此部份可由環境簡介來進行說明)。此外，在實驗進行前，須要去判斷是否有相關的雜訊會干擾實驗的正確性，如基地臺或是有強烈反射雷達訊號的物體，如果有前者的出現，則應更換場地來減少實驗的誤差；如果有後者的問題，則本研究可以透過旋轉偵測器的角度與方向來進行改善，盡可能讓環境雜訊的狀況降到最低。這次實驗的過程，剛好有路旁的樹木會將雷達波進行反射，故透過旋轉偵測器的角度與方向來讓雜訊降到最低。

2. 軟體參數與訊號參數

軟體參數與訊號參數則包括：各個車道反應雷達波的長度、每一個車道判定是否有車輛的訊號門檻。車道反應雷達波的長度和判定是否有車輛的訊號門檻有相當大的關係，取得各個車道反應雷達波的長度是為了估計車速，估計車速的原理相

同於目前單一線圈環路 (Single Loop) 偵測器，意味著各個車道反應雷達波的長度會等同於單一線圈環路偵測器的長度。

為了抓取這兩種參數值，首先要取得偵測器與各車道線間的距離，藉由一公尺等於 550HZ 的公式，可以推估不同車道的訊號會坐落在不同的頻率上，進而藉由軟體幫助，即可瞭解車道上訊號的大小。

訊號會因為距離愈遠而有遞減的效果，因此在不同車道、有無車輛通行、大小車訊號之大小與型式都會有所不同。經由此次實驗觀察到，第一車道在有車輛經過，與沒有車輛經過的訊號差大約為 150Hz 以上，而第二車道在有車輛經過，與沒有車輛經過的訊號差大約為 100Hz 以上。換句話說，如果訊號差大於上述所設定的訊號門檻，則即時的演算法才會將這樣的訊號過濾出來，再利用過濾出來的訊號進一步判斷訊號持續的長度。

訊號持續的長度也是一個可以設定的數值，設定訊號持續維持多久才算是一輛車的原因是為了要克服在測量過程裡面所遭受到的一些干擾，例如：隔壁車道的車輛有時會因雷達微波隨機反射的關係，訊號會反射到目前的車道，為了讓程式有更高的精確程度，對於這種偶發性的雜訊，本研究採用訊號持續長度之觀念將之濾掉，讓推估的車輛能夠反應真實狀況。

表 8.5.3-1 車道訊號門檻參數表

	訊號門檻	訊號持續的長度
車道一	150Hz	5
車道二	100Hz	5

在完成各車道車輛訊號門檻與訊號持續長度之設定後，緊接著利用實驗車輛來取得各車道反應雷達波的長度。各車道反應雷達波的長度可以由圖 8.5.3-6 來瞭解，當設定好上述的訊號門檻與訊號持續長度後，本研究透過訊號的反應來實際畫出各

個車道反應雷達波的長度。而各車道反應雷達波的長度的結果如下：

圖 8.5.3-6 測試環境正視圖

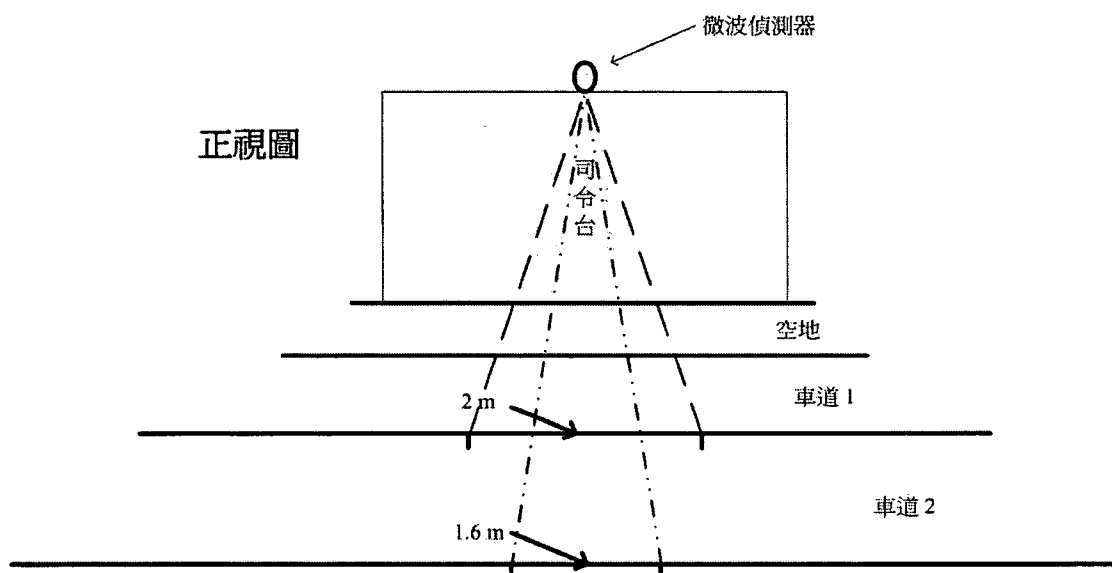


表 8.5.3-2 各車道反應雷達波的長度

各車道反應雷達波的長度	
車道一	2 公尺
車道二	1.6 公尺

3.紀錄與估算精確度

經過上述設定，本研究進行實驗的紀錄與即時演算法的運算，本研究紀錄方式係採數位攝影機擷取畫面技術，將數位攝影機畫面與即時演算法的結果記錄下來。

實驗觀察時間約 10 到 15 分鐘，而通過的車輛數總計 38 台，其中第一車道計有 13 輛車，而即時演算法所運算的結果為 12 輛，第二車道的總車輛數為 25 輛，而即時演算法所運算的結果為 24 輛，車輛數統計結果如表 8.5.3-3。

表 8.5.3-3 各車道車輛數正確率

	真正車輛數	即時演算法所得之車輛數	正確率
車道一	13	12	92.3%
車道二	25	24	96%

若以總車輛數來看，預估車輛的準確率為 94.7%，已達相當不錯之精確度，因為訊號通常牽涉到太多的不確定性，如天線的穩定程度，或是不同項目的參數設定等。為達更高的準確度，後續可以從訊號的穩定程度繼續改善，而即時演算法即可從穩定的訊號中得到更明確的模式，再納入程式考量設計。

8.5.4 偵測器資料庫建立

經過影片截圖搭配波形資料的觀察，找出不同車種間大致的波形特色後，便可進行資料庫之建置與分類的工作，上文中提到，本研究之圖像波形資料庫最基本的分類有：單車道有小車、單車道有大車，除此之外，也必須考慮各種車輛之外形，和其他狀況對原波形產生的影響，加以細分歸類後，即可建立圖像資料庫之分類目錄，而本資料庫目前的分類情況如表 8.5.4-1 所示。

表 8.5.4-1 圖像波形資料庫分類表

圖像波形資料庫	單車道小型車	一般房車
		休旅車
		小巴士
		無貨櫃小貨車
		有貨櫃小貨車
	單車道大型車	有貨櫃大卡車(含砂石車)
		無貨櫃大卡車
		水泥車
		大型巴士(含公車)
	單車道小型車相連	/
	單車道大型車相連	
	相鄰車道皆小型車	
	相鄰車道皆大型車	
相鄰車道混合大、小型車		
機車		

本研究目前調查的樣本為第三、四車道，故以下針對第三、四車道建立波形資料庫。在單車道小型車的分類部份，可再細分為一般房車、休旅車、小巴士、無貨櫃和有貨櫃小貨車等五個部份；而單車道大型車方面，則分為水泥車、大型巴士、有貨櫃及無貨櫃大卡車等四部份。分類的標準除了依據車體外觀形狀之差異，不同車表材質所反射的波形強度也會有所不同，故本研究亦將車體的表面材質作為分類標準之一。另外在雙車道混合大小型車的分類部份，是以大型車不擋住小型車為資料庫樣本收集的準則，若大型車擋住小型車，會使得偵

測器無法測得小型車的反射波形，故列為單車道大型車的樣本。

一、 資料庫建立程序

前文提到本離線分析是將偵測器收集完成的樣本影片，以每秒 30 張截圖的方式存取成大量的圖片檔案，並用快速播放圖片的方式，蒐集圖像波形資料庫中各分類的波形樣本資料，其播放畫面如圖 8.5.4-1 所示。



圖 8.5.4-1 快速播放圖片畫面

在播放圖片的過程中，若發現符合資料庫分類的樣本畫面，變按下”關閉自動播放”按鈕，使圖片暫停播放，如圖 8.5.4-2。

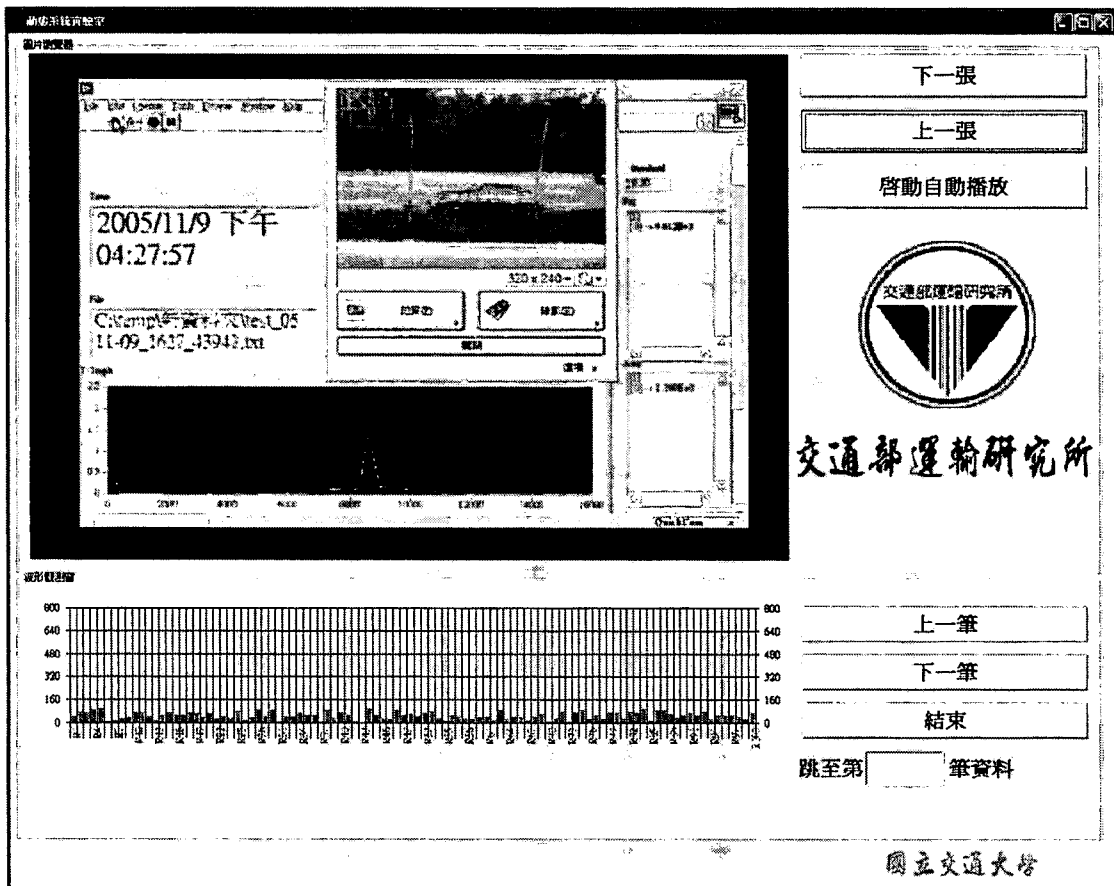


圖 8.5.4-2 暫停播放畫面

接著查看輸出的波形資料檔名，以圖 8.5.4-2 為例，顯示為輸出第 43942 筆波形資料，並輸入欲查詢之波形資料編號，如圖 8.5.4-3。

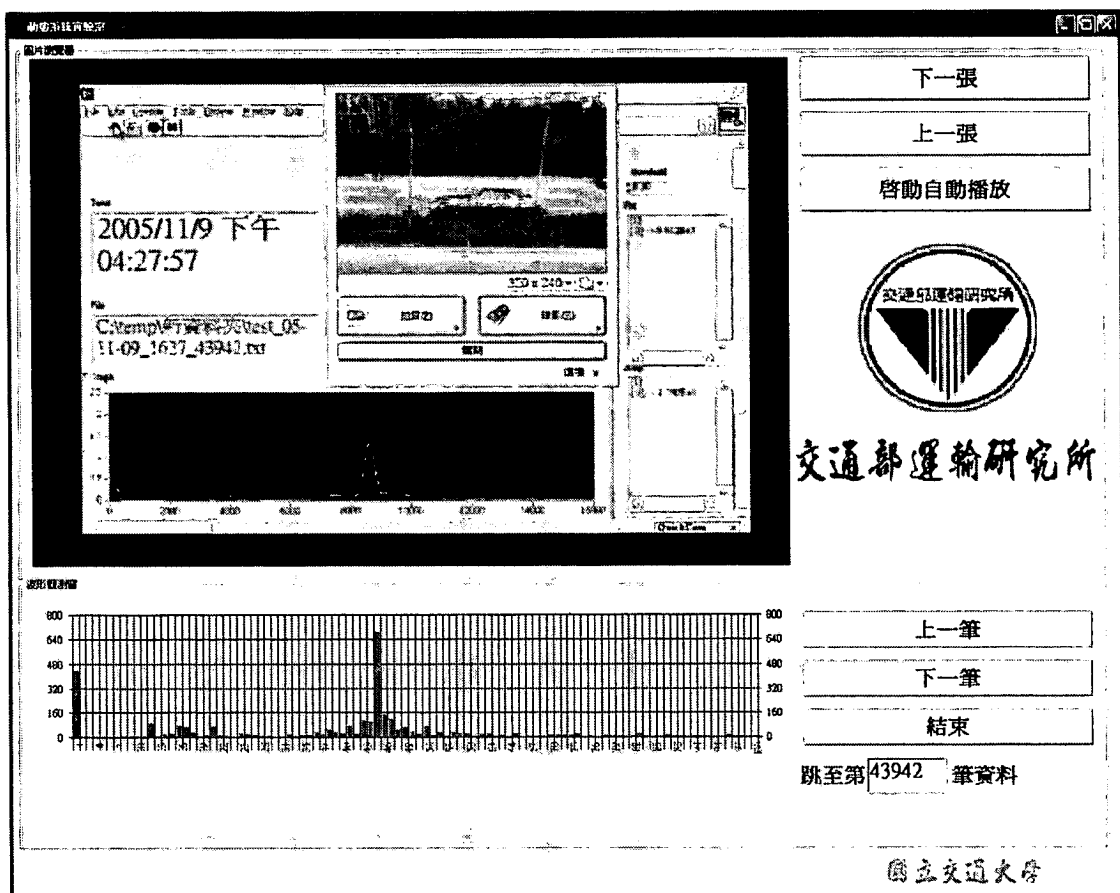


圖 8.5.4-3 輸出 FFT 轉換後之波形資料

輸入欲查詢之波形資料編號後，即可獲得經 FFT 轉換後之輸出波形，接著將車輛由開始進入，至完全離開偵測範圍之間的所有影像截圖、輸出波形和淨波形資料皆存入其所屬的資料庫分類中，如此即完成一筆資料庫樣本之蒐集。

二、 選取範例

以下將以單車道小型車(休旅車分類),及相鄰車道皆小型車之資料庫分類項目作為範例介紹。

1.單車道小型車(休旅車)

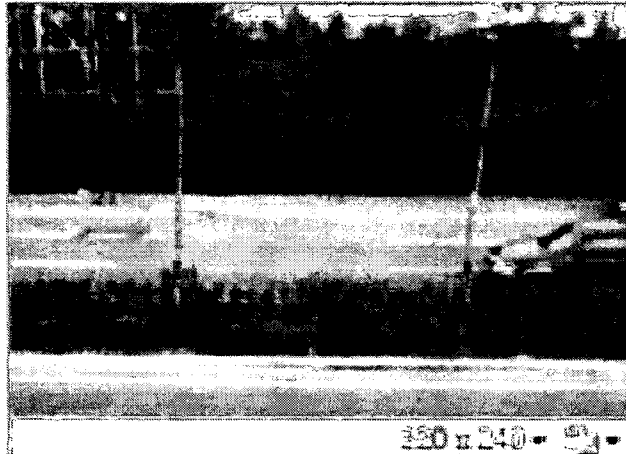


圖 8.5.4-4 車輛進入偵測範圍前

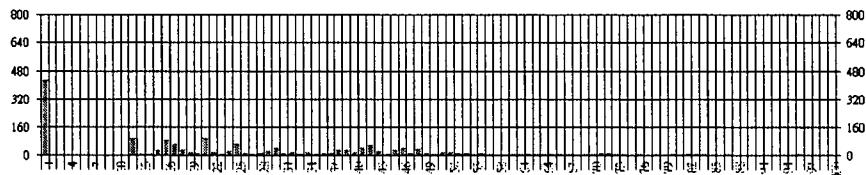


圖 8.5.4-4-1 車輛進入偵測範圍前之波形

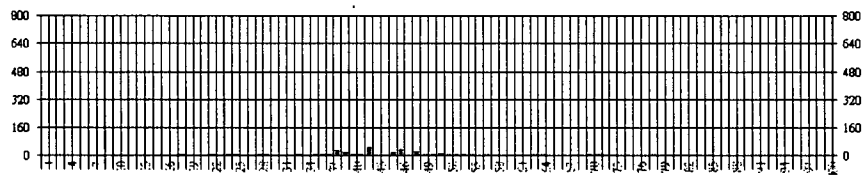


圖 8.5.4-4-2 車輛進入偵測範圍前之淨波形

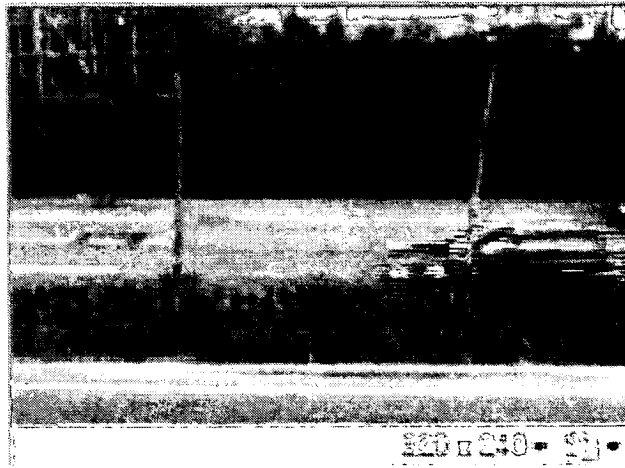


圖 8.5.4-5 確定車輛開始進入偵測範圍

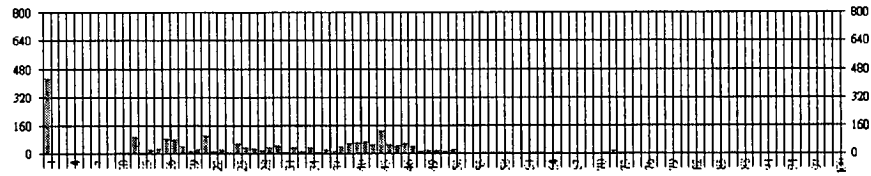


圖 8.5.4-5-1 確定車輛開始進入偵測範圍之波形

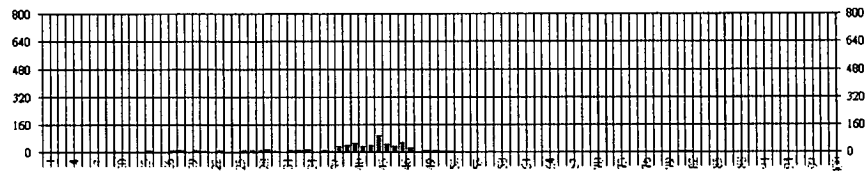


圖 8.5.4-5-2 確定車輛開始進入偵測範圍之淨波形

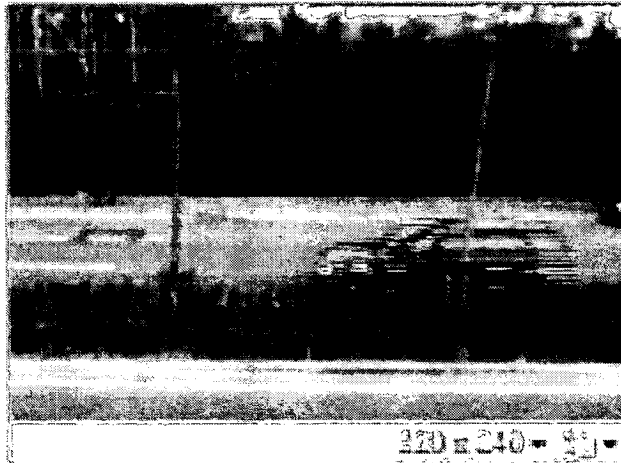


圖 8.5.4-6 中間過程樣本 1

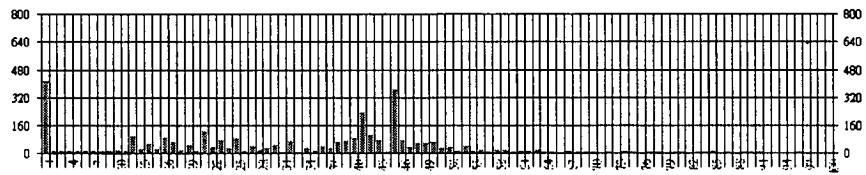


圖 8.5.4-6-1 中間過程樣本 1 之波形

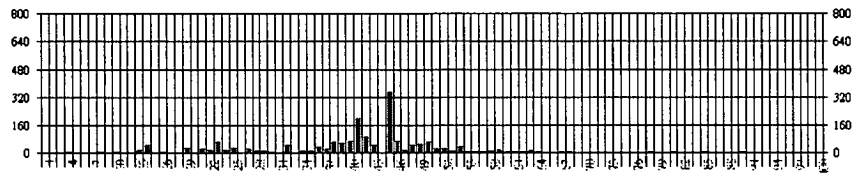


圖 8.5.4-6-2 中間過程樣本 1 之淨波形

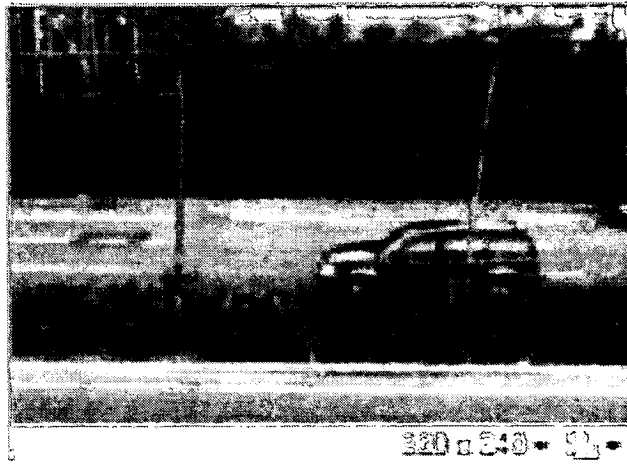


圖 8.5.4-7 中間過程樣本 2

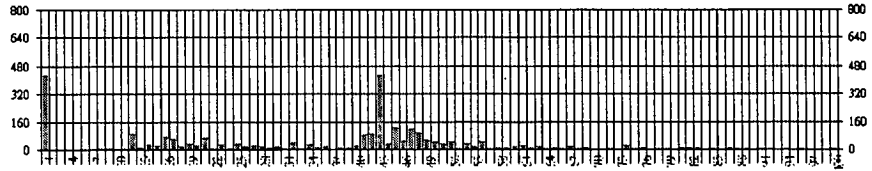


圖 8.5.4-7-1 中間過程樣本 2 之波形

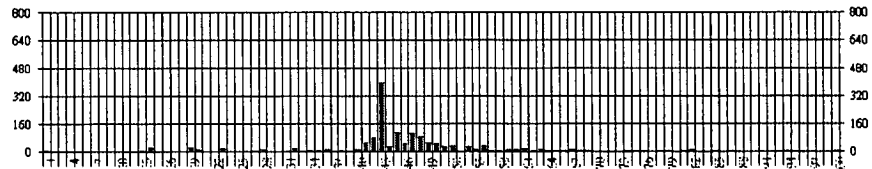


圖 8.5.4-7-2 中間過程樣本 2 之淨波形



圖 8.5.4-8 中間過程樣本 3

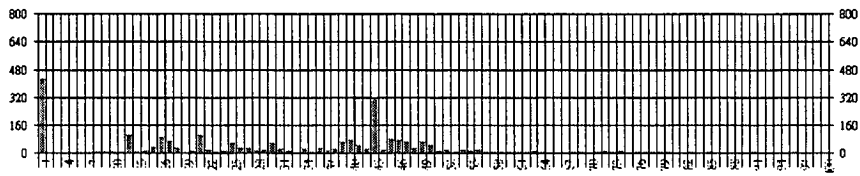


圖 8.5.4-8-1 中間過程樣本 3 之波形

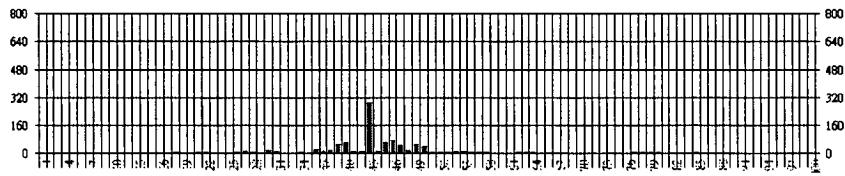


圖 8.5.4-8-2 中間過程樣本 3 之淨波形



圖 8.5.4-9 中間過程樣本 4

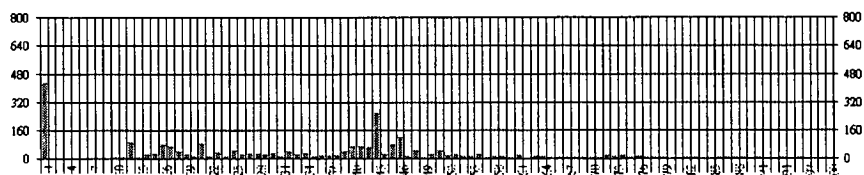


圖 8.5.4-9-1 中間過程樣本 4 之波形

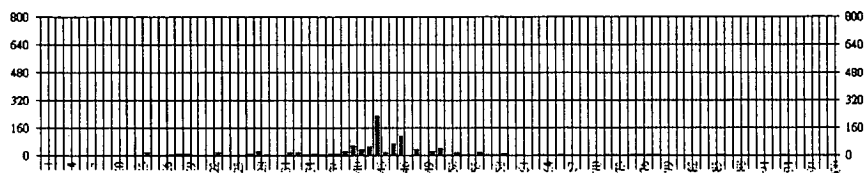


圖 8.5.4-9-2 中間過程樣本 4 之淨波形

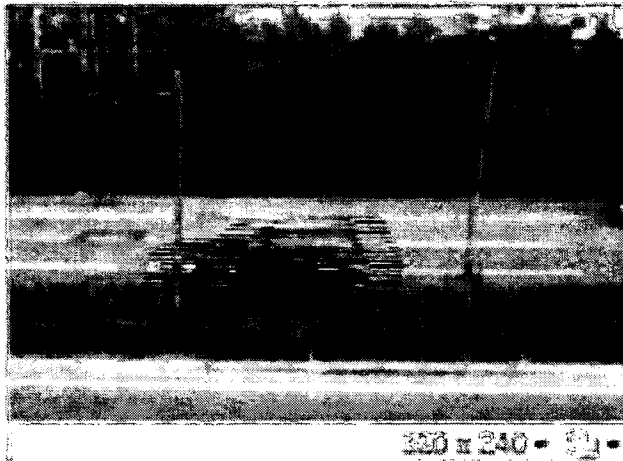


圖 8.5.4-10 中間過程樣本 5

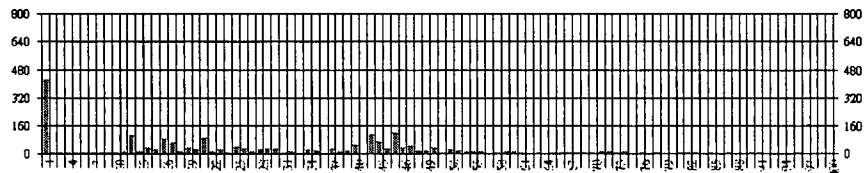


圖 8.5.4-10-1 中間過程樣本 5 之波形

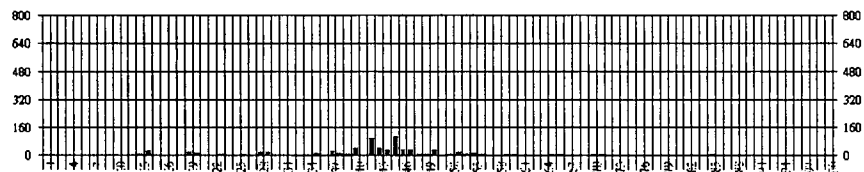


圖 8.5.4-10-2 中間過程樣本 5 之淨波形

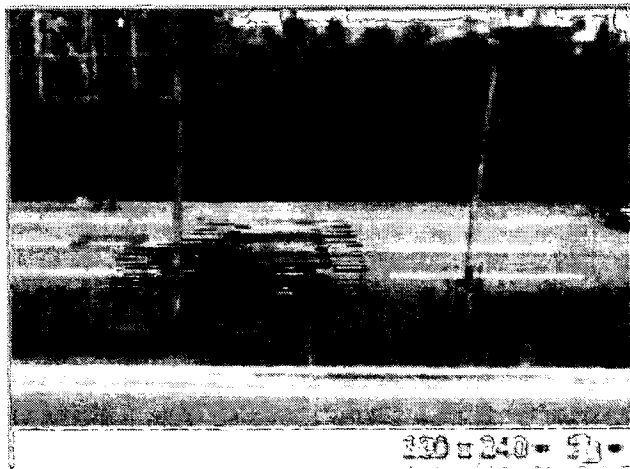


圖 8.5.4-11 車輛逐漸離開偵測範圍

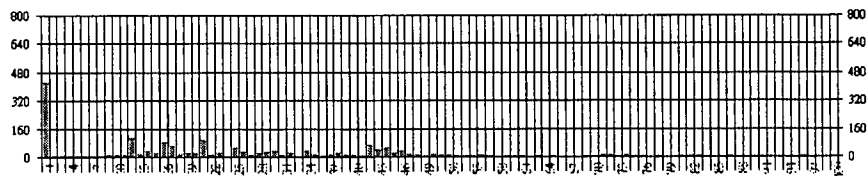


圖 8.5.4-11-1 車輛逐漸離開偵測範圍之波形

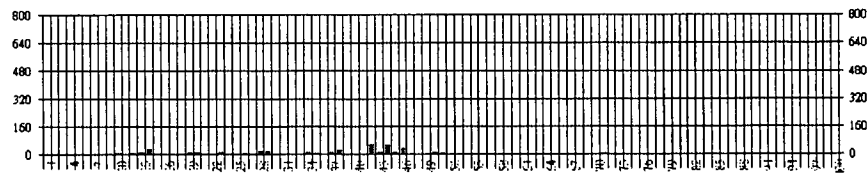


圖 8.5.4-11-2 車輛逐漸離開偵測範圍之淨波形

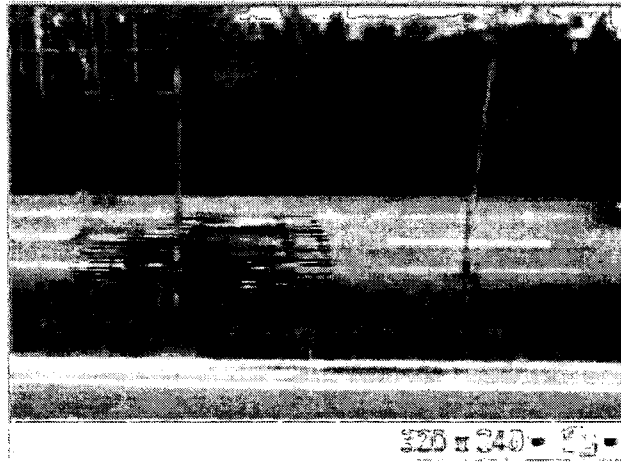


圖 8.5.4-12 確定車輛完全離開偵測範圍

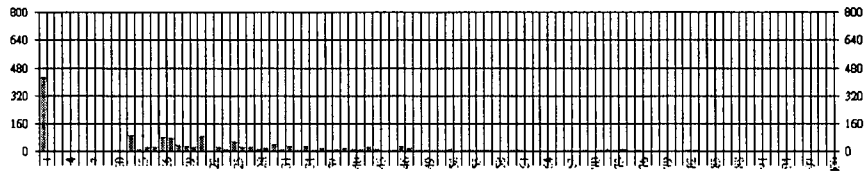


圖 8.5.4-12-1 確定車輛完全離開偵測範圍之波形

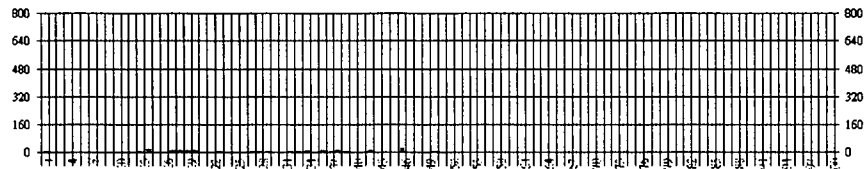


圖 8.5.4-12-2 確定車輛完全離開偵測範圍之淨波形

確定車輛開始進入和完全離開偵測範圍之波形，包含之間的所有影像截圖、輸出波形和淨波形資料，皆存入休旅車資料庫分類中，完成一筆休旅車之圖像波形樣本的蒐集。

2. 相鄰車道皆小型車

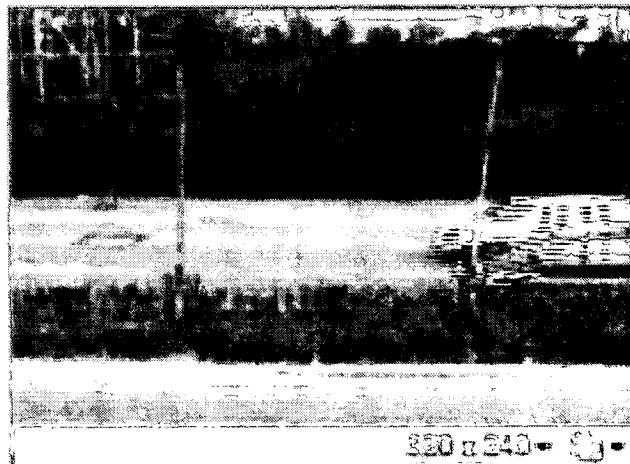


圖 8.5.4-13 車輛進入偵測範圍前

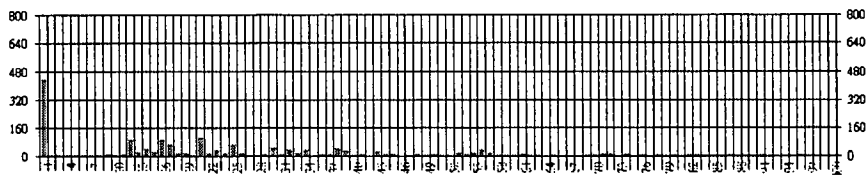


圖 8.5.4-13-1 車輛進入偵測範圍前之波型

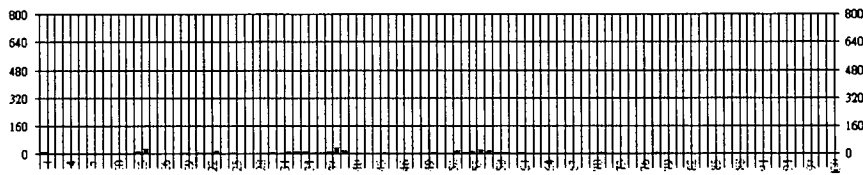


圖 8.5.4-13-2 車輛進入偵測範圍前之淨波型

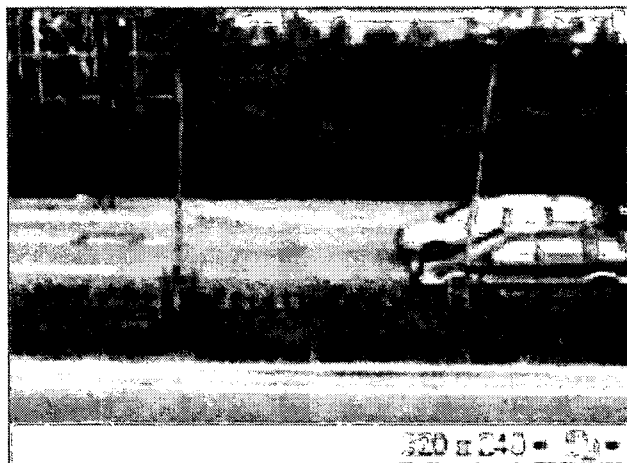


圖 8.5.4-14 確定車輛開始進入偵測範圍

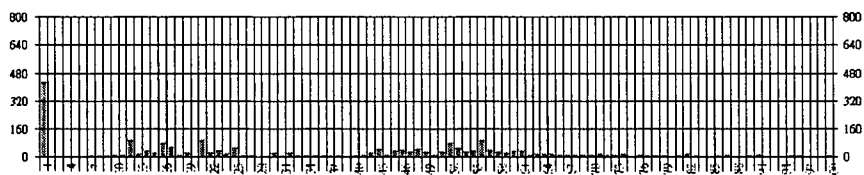


圖 8.5.4-14-1 確定車輛開始進入偵測範圍之波形

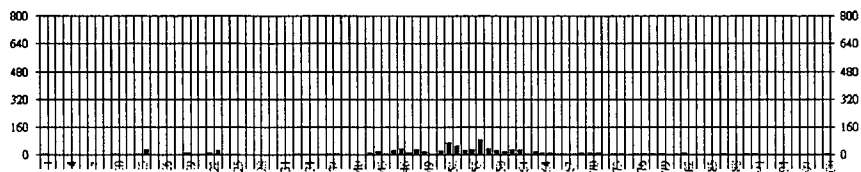


圖 8.5.4-14-2 確定車輛開始進入偵測範圍之淨波形



圖 8.5.4-15 中間過程樣本 1

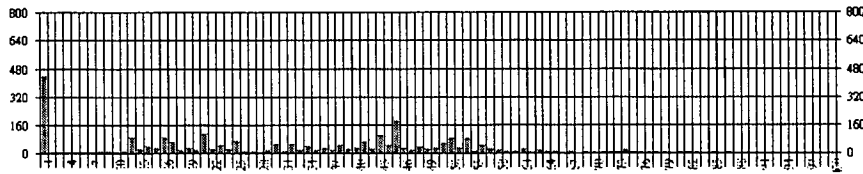


圖 8.5.4-15-1 中間過程樣本 1 之波形

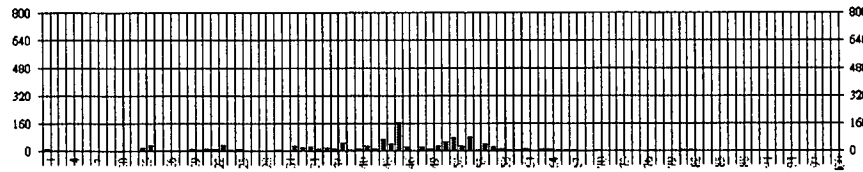


圖 8.5.4-15-2 中間過程樣本 1 之淨波形



圖 8.5.4-16 中間過程樣本 2

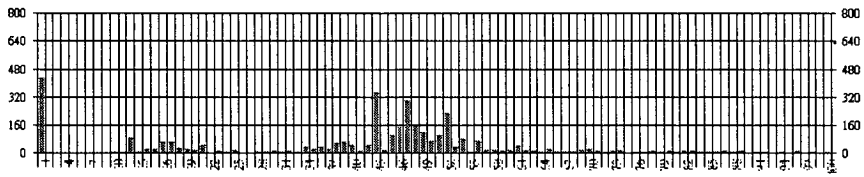


圖 8.5.4-16-1 中間過程樣本 2 之波形

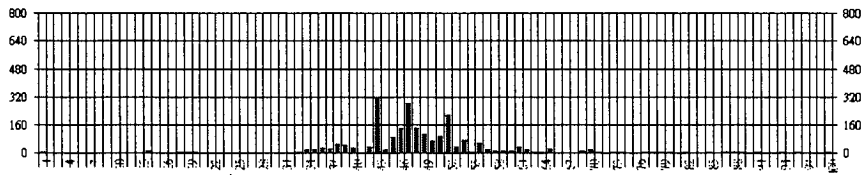


圖 8.5.4-16-2 中間過程樣本 2 之淨波形

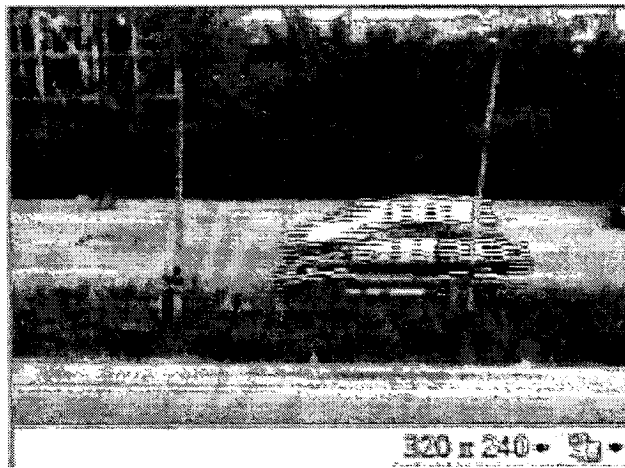


圖 8.5.4-17 中間過程樣本 3

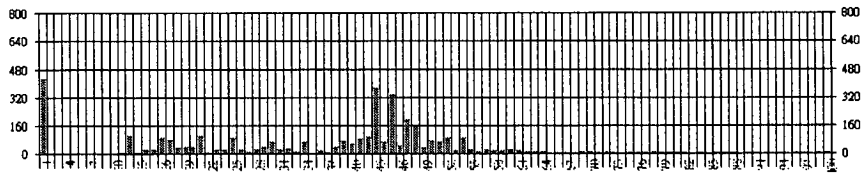


圖 8.5.4-17-1 中間過程樣本 3 之波形

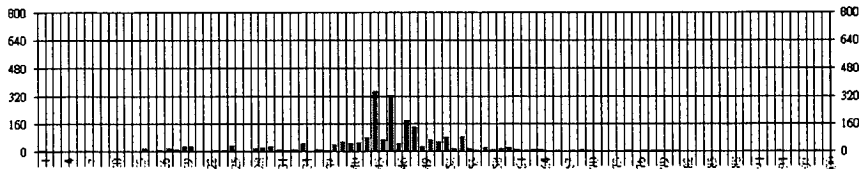


圖 8.5.4-17-2 中間過程樣本 3 之淨波形

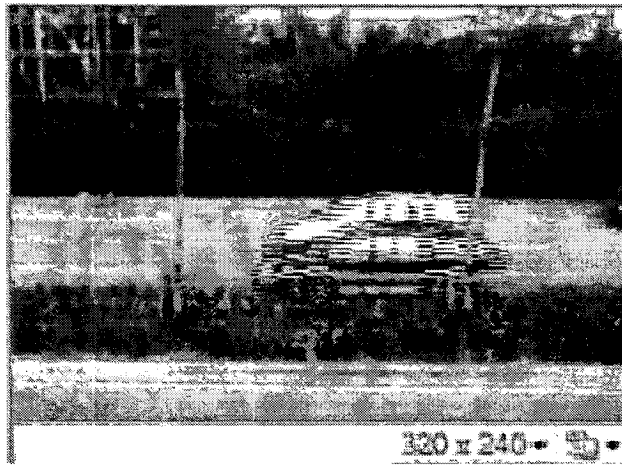


圖 8.5.4-18 中間過程樣本 4

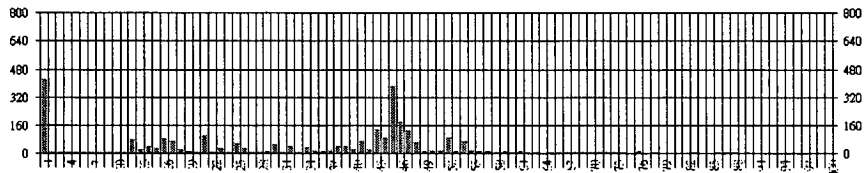


圖 8.5.4-18-1 中間過程樣本 4 之波形

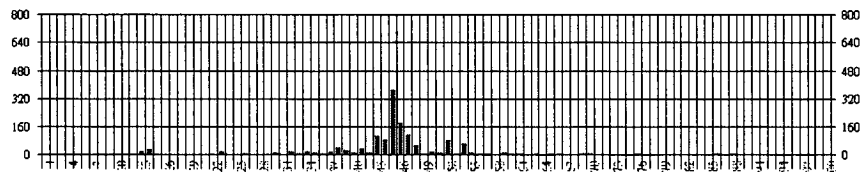


圖 8.5.4-18-2 中間過程樣本 4 之淨波形

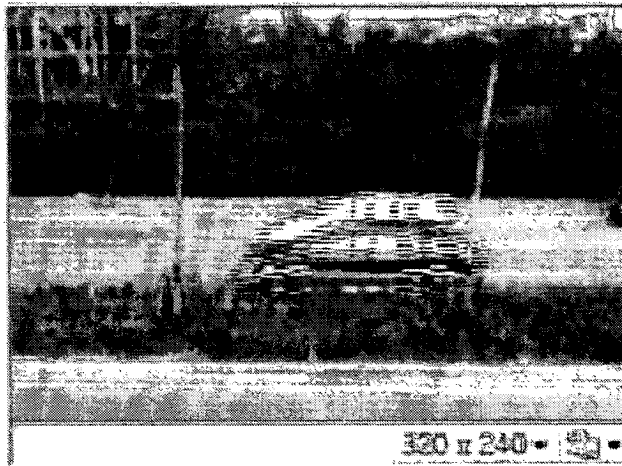


圖 8.5.4-19 中間過程樣本 5

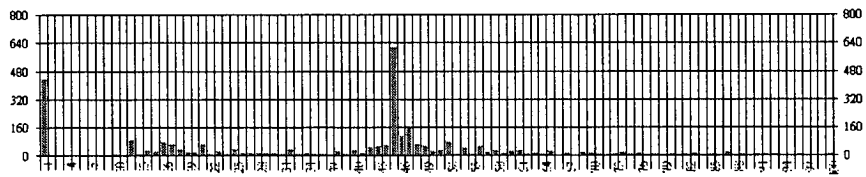


圖 8.5.4-19-1 中間過程樣本 5 之波形

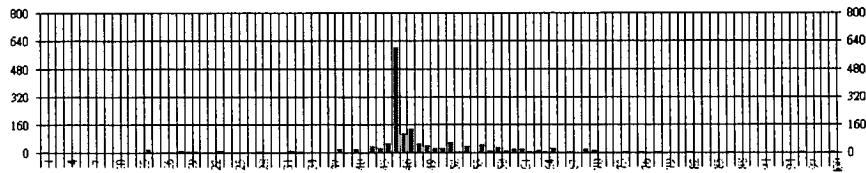


圖 8.5.4-19-2 中間過程樣本 5 之淨波形

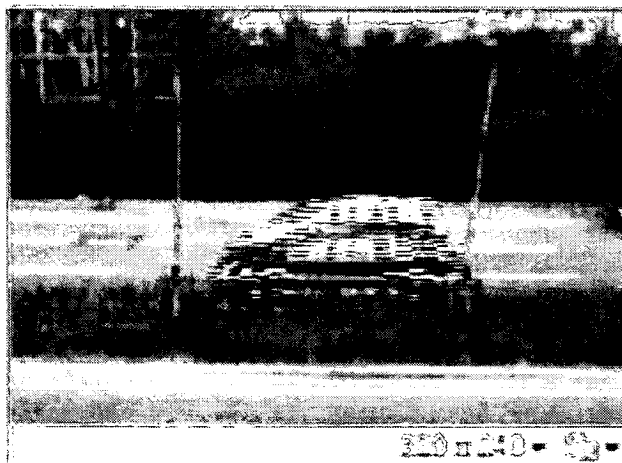


圖 8.5.4-20 中間過程樣本 6

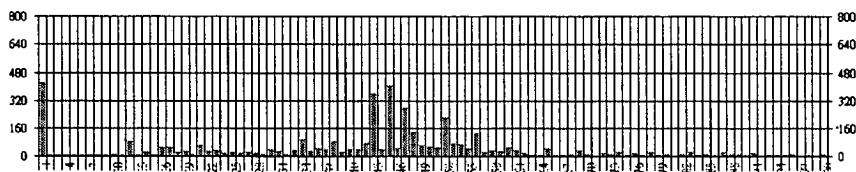


圖 8.5.4-20-1 中間過程樣本 6 之波形

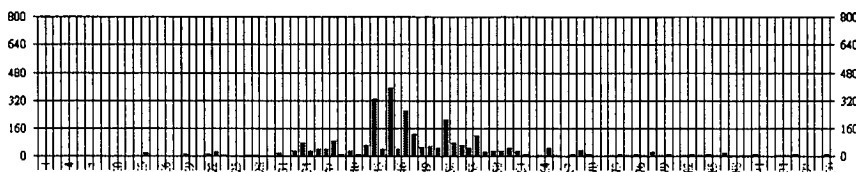


圖 8.5.4-20-2 中間過程樣本 6 之淨波形

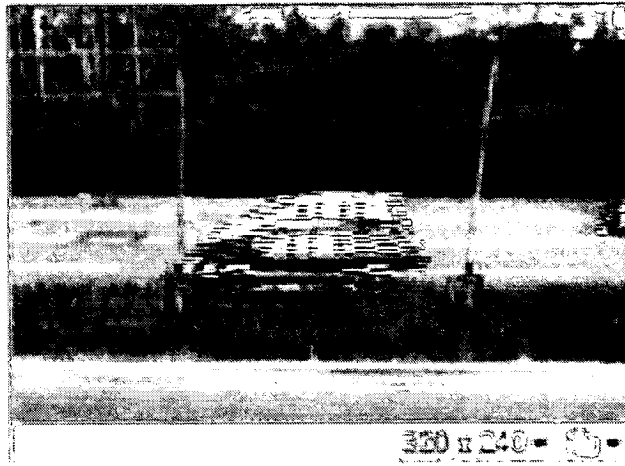


圖 8.5.4-21 中間過程樣本 7

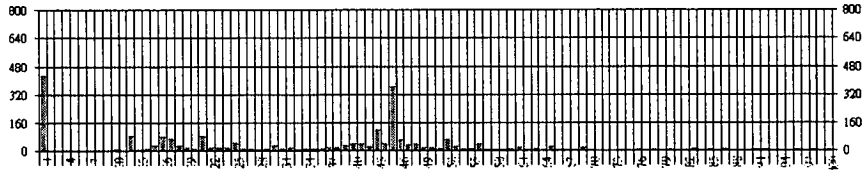


圖 8.5.4-21-1 中間過程樣本 7 之波形

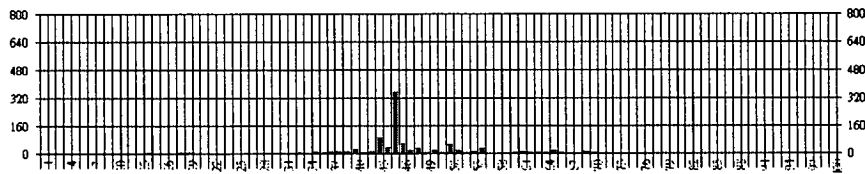


圖 8.5.4-21-2 中間過程樣本 7 之淨波形



圖 8.5.4-22 中間過程樣本 8

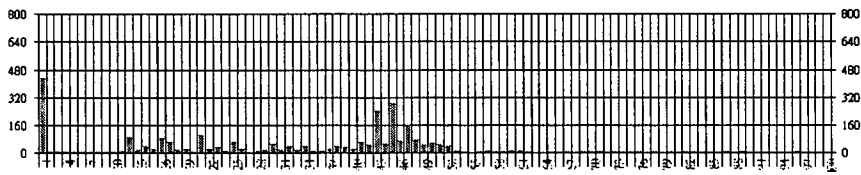


圖 8.5.4-22-1 中間過程樣本 8 之波形

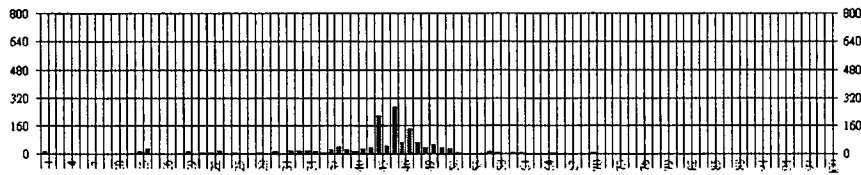


圖 8.5.4-22-2 中間過程樣本 8 之淨波形

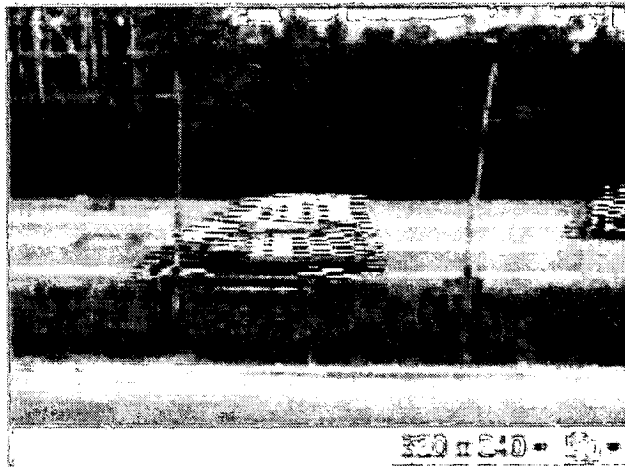


圖 8.5.4-23 中間過程樣本 9

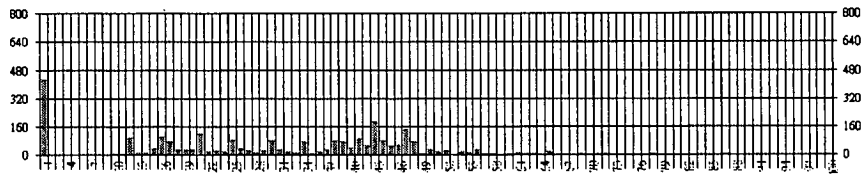


圖 8.5.4-23-1 中間過程樣本 9 之波形

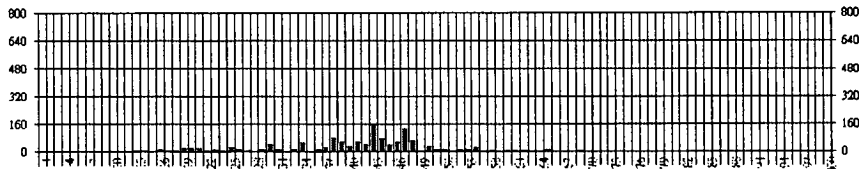


圖 8.5.4-23-2 中間過程樣本 9 之淨波形



圖 8.5.4-24 中間過程樣本 10

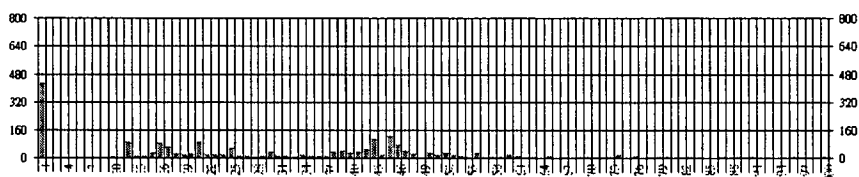


圖 8.5.4-24-1 中間過程樣本 10 之波形

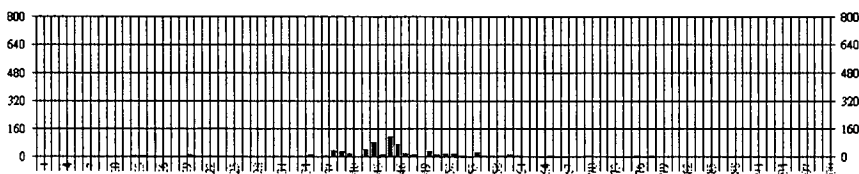


圖 8.5.4-24-2 中間過程樣本 10 之淨波形



圖 8.5.4-25 車輛逐漸離開偵測範圍

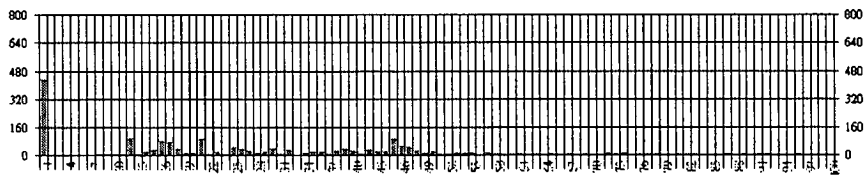


圖 8.5.4-25-1 車輛逐漸離開偵測範圍之波形

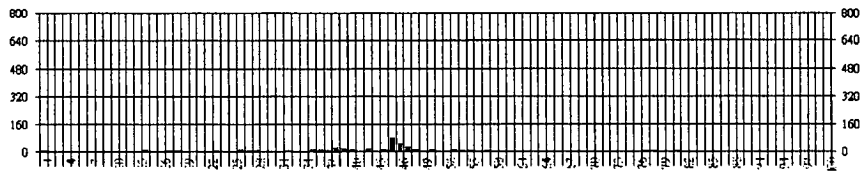


圖 8.5.4-25-2 車輛逐漸離開偵測範圍之淨波形

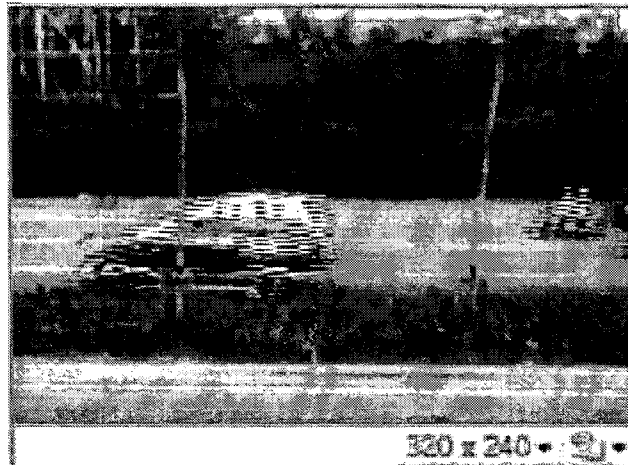


圖 8.5.4-26 確定車輛完全離開偵測範圍

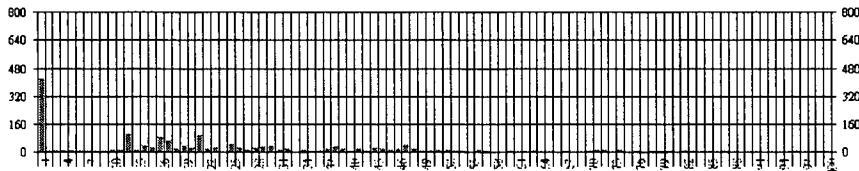


圖 8.5.4-26-1 確定車輛完全離開偵測範圍之波形

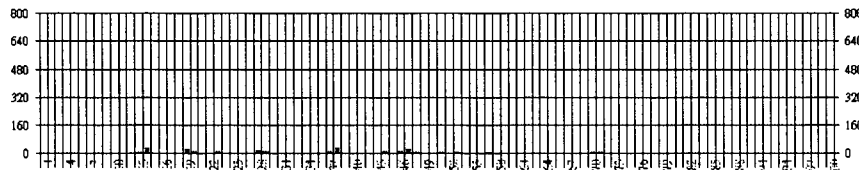


圖 8.5.4-26-2 確定車輛完全離開偵測範圍之淨波形

確定車輛開始進入和完全離開偵測範圍之波形，包含之間的所有影像截圖、輸出波形和淨波形資料，皆存入相鄰車道皆小型車資料庫分類中，完成一筆相鄰車道皆小型車之圖像波形樣本的蒐集。

三、資料庫檢視畫面

資料庫分類項目建置完成後，圖 8.5.4-27 為檢視資料庫之畫面。

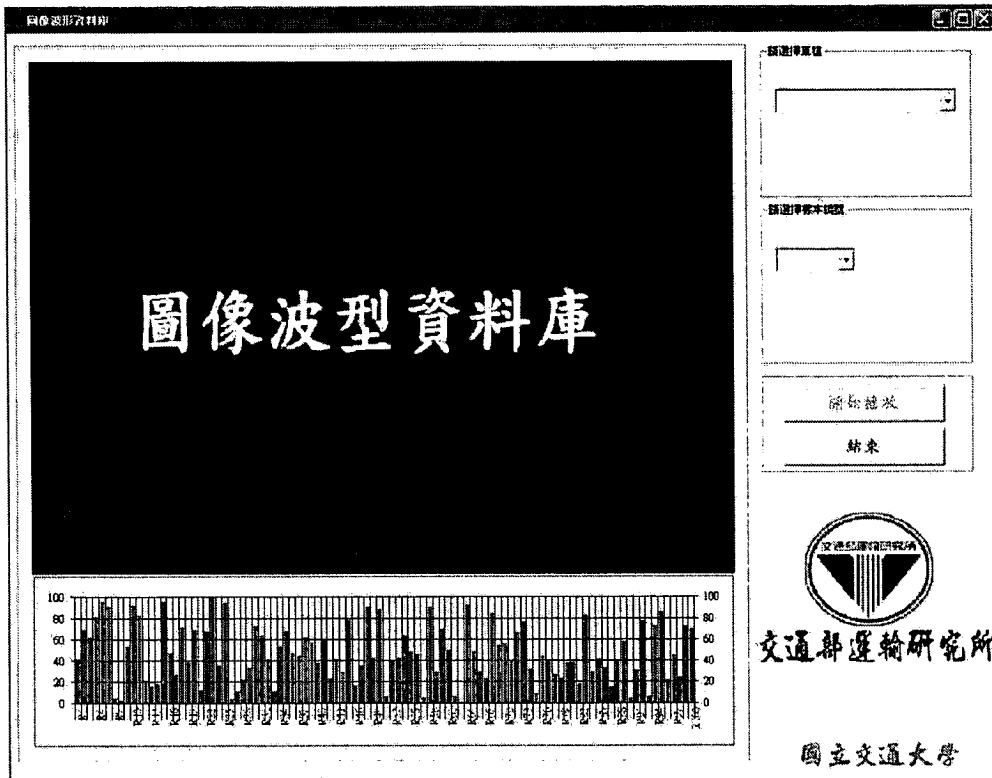


圖 8.5.4-27 資料庫檢視起始畫面

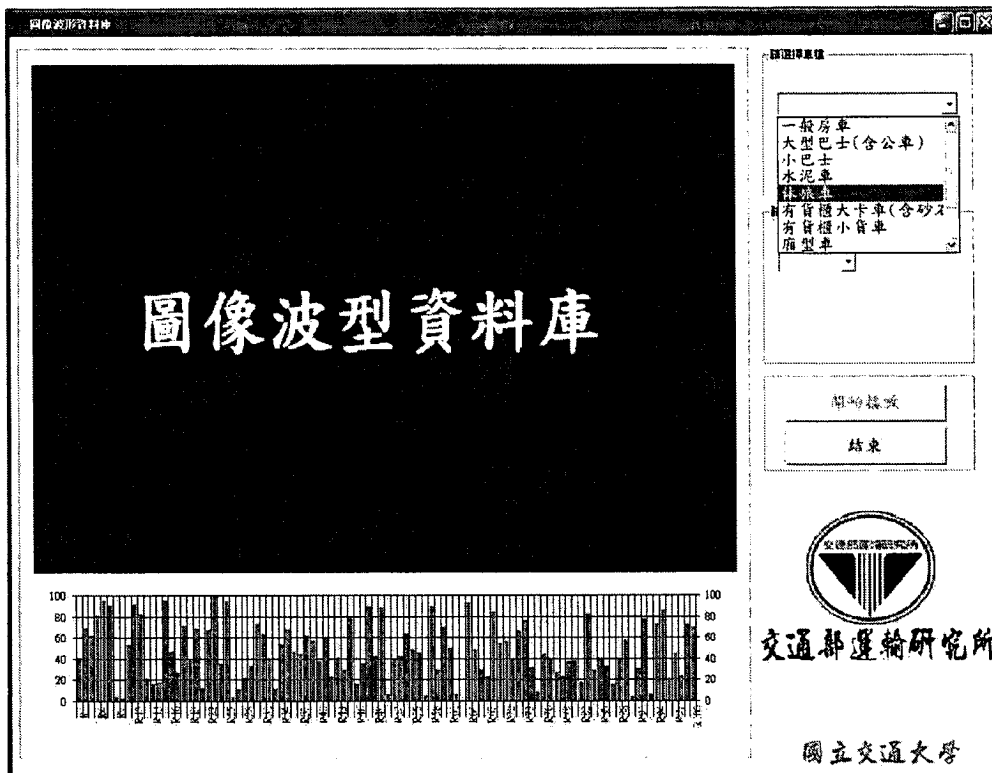


圖 8.5.4-28 選取分類項目

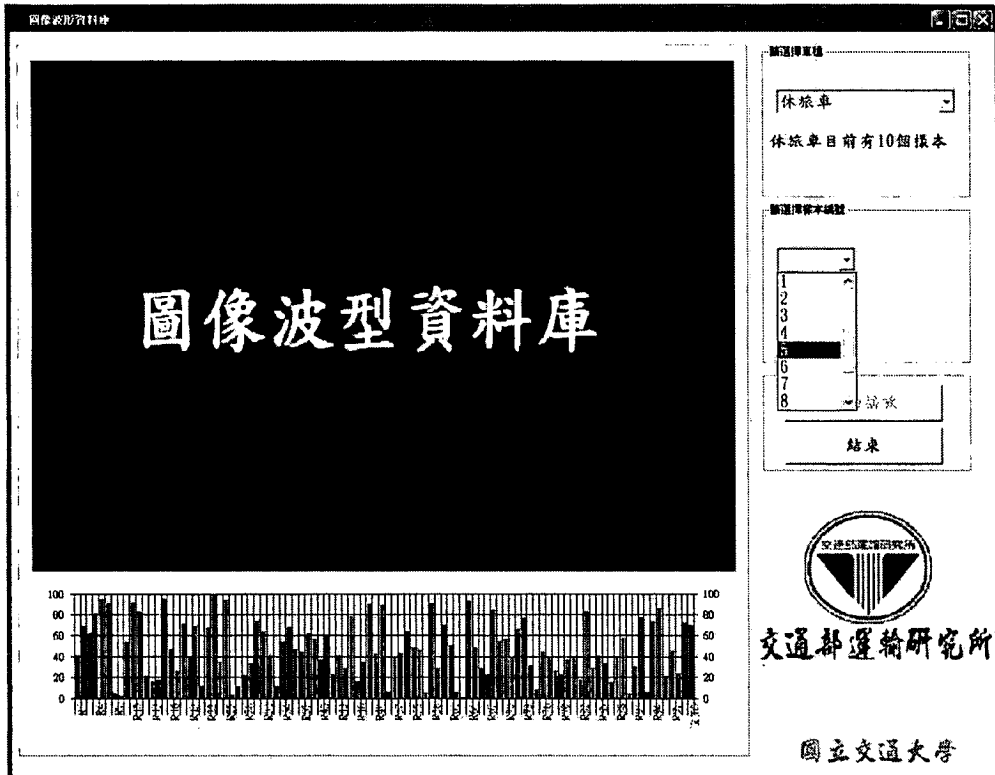


圖 8.5.4-29 選取樣本編號

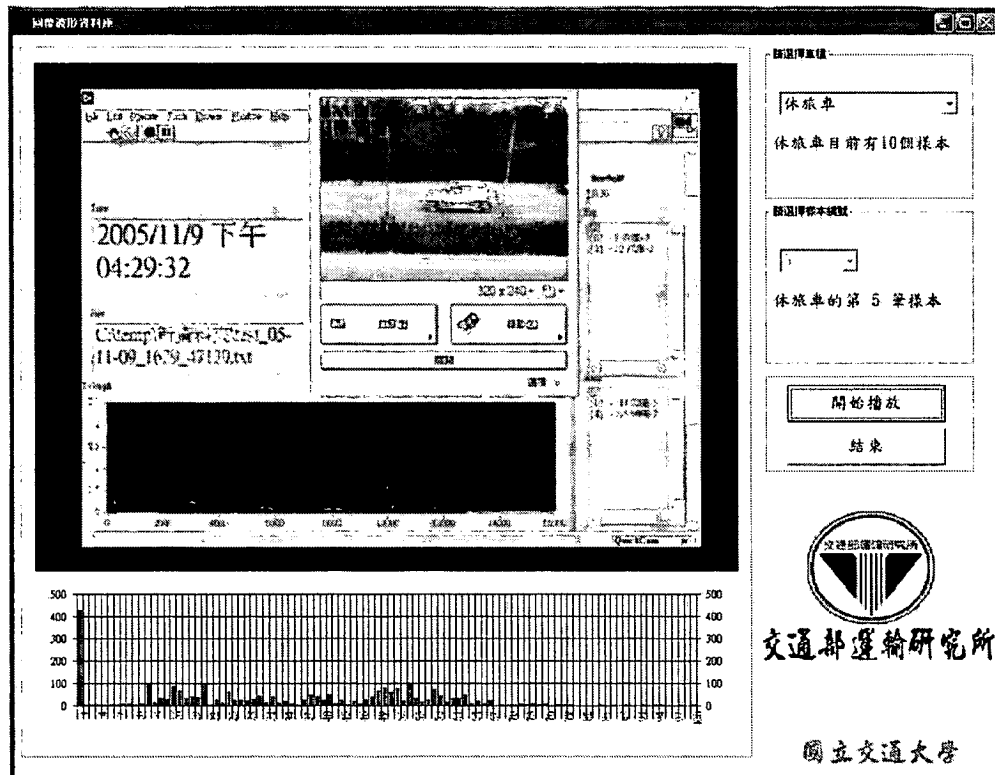


圖 8.5.4-30 播放樣本

使用者可選取各分類的車種樣本，並顯示出目前此分類資料庫中的樣本數，再對想要觀看的樣本編號進行選取，如圖 8.5.4-28 及圖 8.5.4-29；最後播放樣本則如圖 8.5.4-30 所示。

小結：

由實際接收到的波形對固定一車道觀察，發現波幅強弱與大小車種無關，與波接觸到的車體表面材質(如光滑、粗糙等)有關。一般而言，小車因表面較光滑且車體較短，故波幅強度較強，持續時間較短。相對來說，大車因車體較長且表面較粗糙，故波幅強度較弱，持續時間較長。

若相鄰車道間同時有車經過偵測波的範圍，則反射波形會有互相干擾的狀況產生，此現象雖會使部分原波形產生改變，但仍然能判斷出個別的波峰。而在計算車輛速度方面，部份波形重疊的干擾效果，在車輛速度的計算上並不會有影響，除非波形間的相互干擾程度極大或過於激烈，才會對速度造成些微的計算誤差。

目前遭遇到的困難主要在於各種不同車種的反射波狀容易因其材質表面的差異而難以有統一的標準型態。且樣本中，小型車種類繁多，大型車樣本數過少，也導致離線分析難以將不同的波形做出明確的歸類範圍。另外目前得到的分析總樣本數仍不夠多，未來應持續收集更多的樣本，應配合波形分析軟體以及更多統計分析的方法，對於不同車種，才能作出更準確的車長判斷。

第九章 車輛偵測器實測

為瞭解本研究所研發車輛偵測器離型對偵測各車流參數之準確度，本研究擇一地點裝設環路線圈式、微波式(本期研發)、影像式(本期研發)車輛偵測器及人工計測等方式進行實測。實測地點選擇原則為：

1. 雙向多車道；
2. 包含汽機車，車流量適合；
3. 便於架設車輛偵測器及電力之供應；

經上述原則考量，本研究選定新竹市慈雲路靠近公道五路口處進行實測，本路段為雙向實體分隔各三車道、汽機車混雜道路。本研究實測偵測器分為環路線圈偵測器、微波雷達偵測器和影像偵測器三種，並輔以測速槍及人工計數方式作為準確率判定之基礎。各偵測器設置位置（如圖 9-1）說明如下：

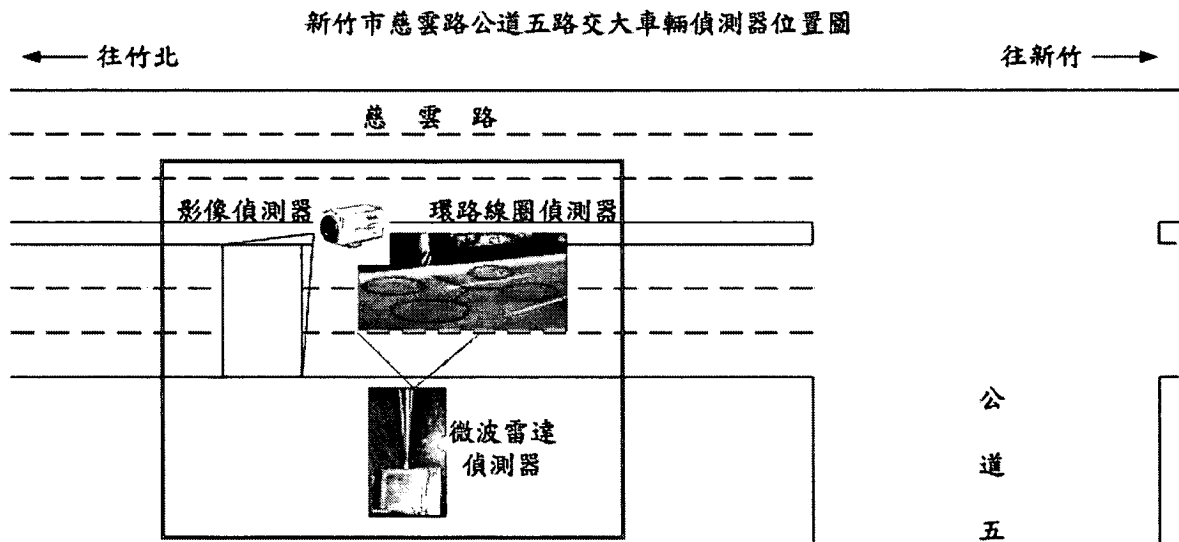


圖 9-1 設備位置全圖

1.環路線圈偵測器位置：

環路線圈佈設位置為慈雲路 300 號前，往新竹科學園區方向，距離 CMS 看板約 10 公尺，於內二車道各佈設乙組（雙迴圈）環路線圈式偵測器，而控制器設置位置則在線圈旁（如圖 9-2），內部硬體設備如圖 9-3 所示。

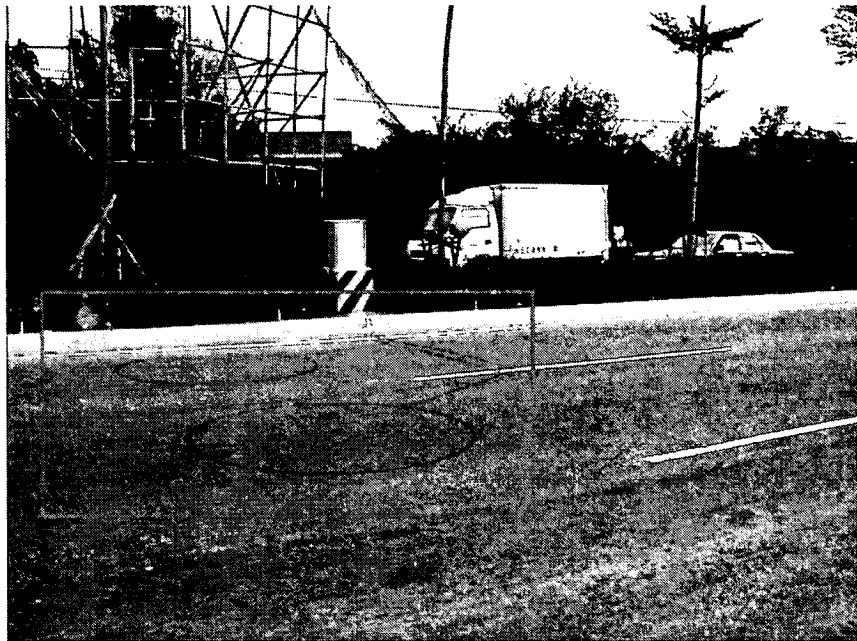


圖 9-2 環路線圈式偵測器位置圖

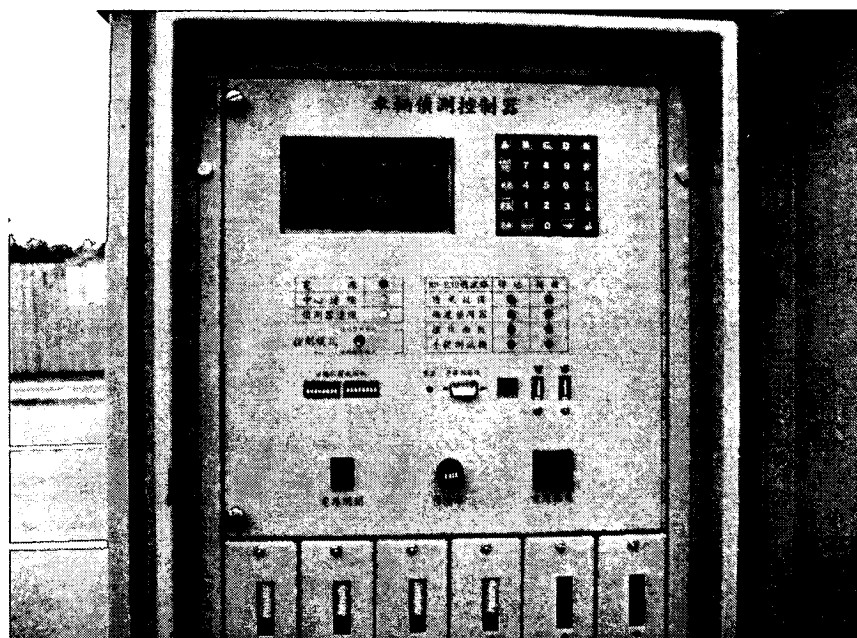


圖 9-3 環路線圈式偵測器內部裝置圖

2. 影像式偵測器位置：

利用新竹市交通局既有監視器向上加高至 9 米（如圖 9-4），影像式偵測器之控制器設置於既有號誌控制器旁，可共用電源省去用電申請之手續，控制器內部裝置如圖 9-5 所示。

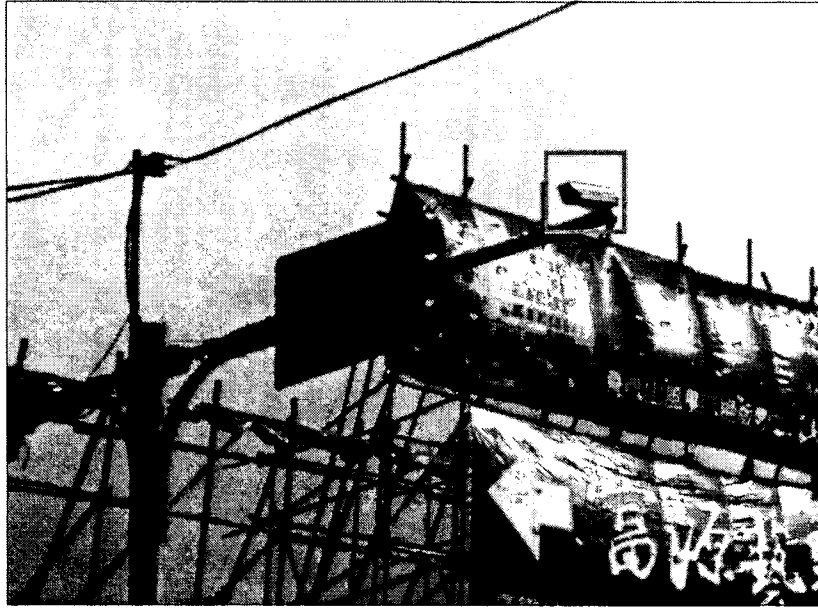


圖 9-4 影像式偵測器位置圖



圖 9-5 影像式偵測器控制器內部裝置圖

3.微波雷達式偵測器位置:

微波雷達式偵測器架設位置為環路線圈雙迴圈中心點延伸至人行道之外側區域（即圖 9-6），採用路側偵測模式（如圖 9-7）。



圖 9-6 雷達微波式偵測器位置圖

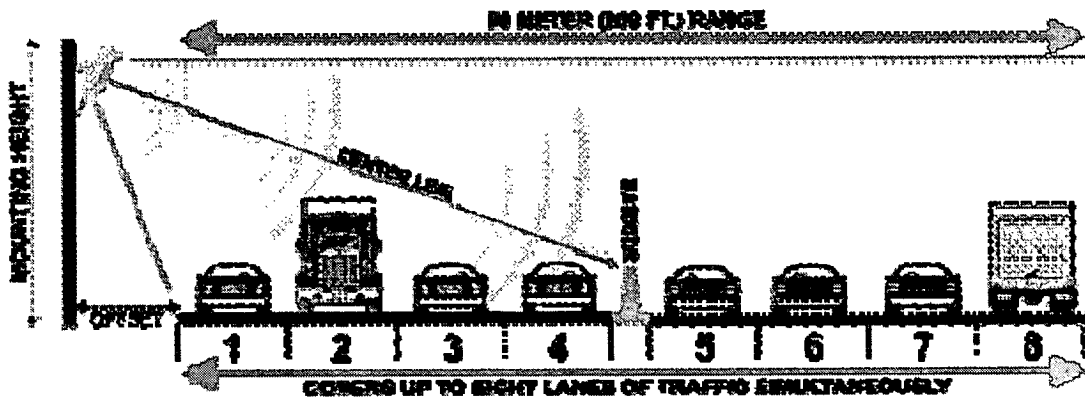


圖 9-7 路側偵測模式圖

9.1 環路線圈式車輛偵測器實測分析

為瞭解本研究所研發車輛偵測器之準確度，本研究擇現有市售產品中具一定準確度之環路線圈作為準確度測試之基準。首先將環路線圈偵測器所偵測之車流量及速率分別與人工計數及測速槍進行比較，調校其參數設定使其準確度達一定的可信度，進而將之分別與本研究所研發之影像式及微波式車輛偵測器進行比較，如此將可省下以人工計數之麻煩。以下茲就環路線圈車輛偵測器之偵測原理及測試情形加以說明。

9.1.1 偵測原理

環路線圈車輛偵測器硬體架構和埋設位置分別如圖 9.1.1-1 和 9.1.1-2 所示。

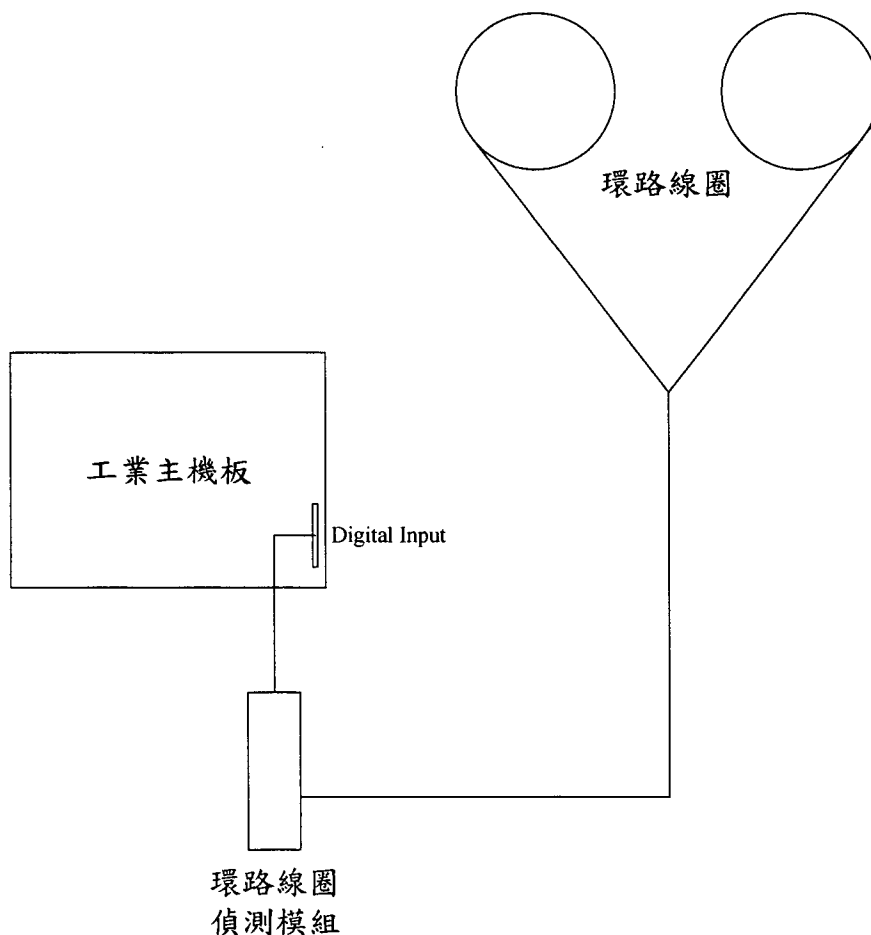


圖 9.1.1-1 硬體架構示意圖

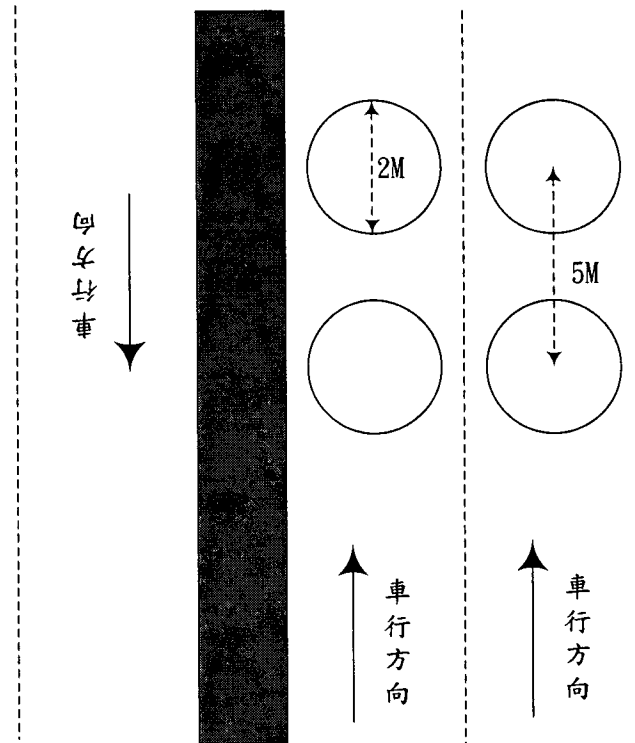


圖 9.1.1-2 環路線圈埋設位置與相關參數示意圖

環路線圈車輛偵測器之偵測原理係利用系統觸動點不斷變化的訊號來偵測（觸動點如圖9.1.1-3所示）。當觸動點一有變化時即記錄當時時間，並利用各車道上的兩個線圈求得所需資訊的數值。以線圈可求得的數值如下說明：

1. 流量：進入觸動點1離開觸動點2或進入觸動點3離開觸動點4即計算為一輛車。
2. 速度：利用「 $\text{速度} = \text{距離} / \text{時間} (\text{km/hr})$ ， $V = ((2+3) / \text{車子進入觸動點1離開觸動點3的時間}) * 3600(\text{Sec}) / 1000(\text{換算成公尺})$ 」求得。其中(2+3)為此環路線圈的參數，也就是觸動點1到3的距離2公尺加3公尺。
3. 平均速度：由觸動點1、3與觸動點2、4的平均速度求得。
4. 佔有率：由觸動點1、2或觸動點3、4求得。累計停留在觸動點1、2或觸動點3、4的時間，以計算每一個回報區間的佔有率。
5. 車種車長：利用「 $((\text{速度} * \text{觸動點1、2的時間}) - (\text{觸動點1、2的距離}))$ 求得。

6. 加速度：利用「通過觸動點2、4的速度減掉通過觸動點1、3的速度除以時間」求得。

7. 壓佔時間：累計停留在觸動點1、2或觸動點3、4的時間求得。

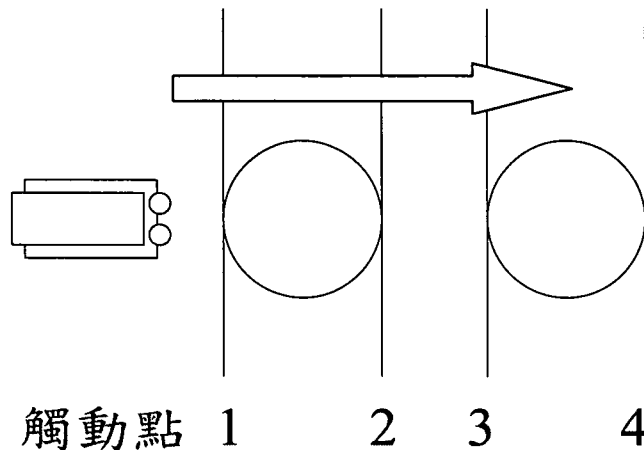


圖 9.1.1-3 線圈觸動點示意圖

有關環路線圈偵測模組參數說明如下：

1. 電源燈定義POWER/DETECT INDICATOR：

- OFF： NO POWER OR FUSE IS BAD
- GREEN： POWER APPLIED TO DETECTOR INTERNAL FUSE IS GOOD , & NO VEHICLE BEING DETECTED
- RED:VEHICLE BEING DETECTED
- FLASHING： LOOP FAILURE

2. DipSwitch定義：

- bit1： 是否啟用靈敏度控制；true：啟用，false：不啟用。
- bit2： true： INFINITE PRESENCE MODE， false： NORMAL PRESENCE MODE。
- bit3： 停留延長控制；true:車子要停留2秒以上才有訊號，false:正常使用。
- bit4,5： 延長偵測到的時間 (偵測到車輛後往後延長時間持續為on)；00：不延長，2：延長2Sec，5：延長5Sec，10：延長10Sec。

- bit6,7：另一個線圈的output，可自行定義；00：進入PULSE(產生250ms的突波)，01：PRESENCE跟A Relay一樣，10：離開PULSE(產生250ms的突波)，11：FAIL OUTPUT
- bit8,9：頻率控制；有4種頻率 00,01,10,11 相臨線圈不可重覆。

9.1.2 工作內容與方法

本測試係針對環路線圈車輛偵測器之準確度調查。測試內容包含車流量及車速調查兩種，其中車流量調查架構如圖 9.1.2-1 所示。調查所採用的器材如下：

1. 攝影機：拍攝車流狀況。
2. DV 攝影機：擷取錄影筆記型電腦畫面。
3. 筆記型電腦：內含手提測試機軟體，將 VD 即時資料顯示於螢幕上。

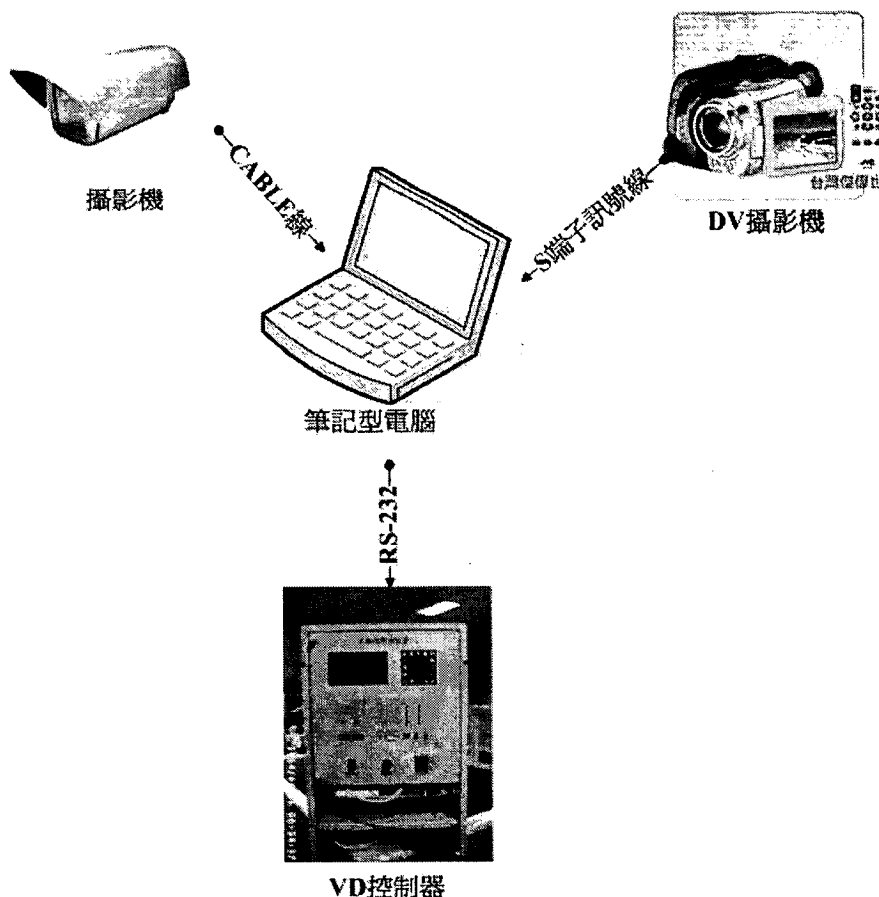


圖 9.1.2-1 車流量調查架構圖

車流量調查是透過手提測試機軟體將車輛偵測器資料及攝影機同步顯示車流狀況即時顯示於筆記型電腦畫面上，再透過 DV 同步擷取畫面（如圖 9.1.2-2），事後利用人工記數方式於室內進行錄影帶判讀，如此可減少現地調查所需人力，並可重複檢驗調查資料，對調查資料的正確性較能有效控制。至於車速調查則採用雷射測速槍直接比對與 VD 所偵測車速差異（圖 9.1.2-3）。

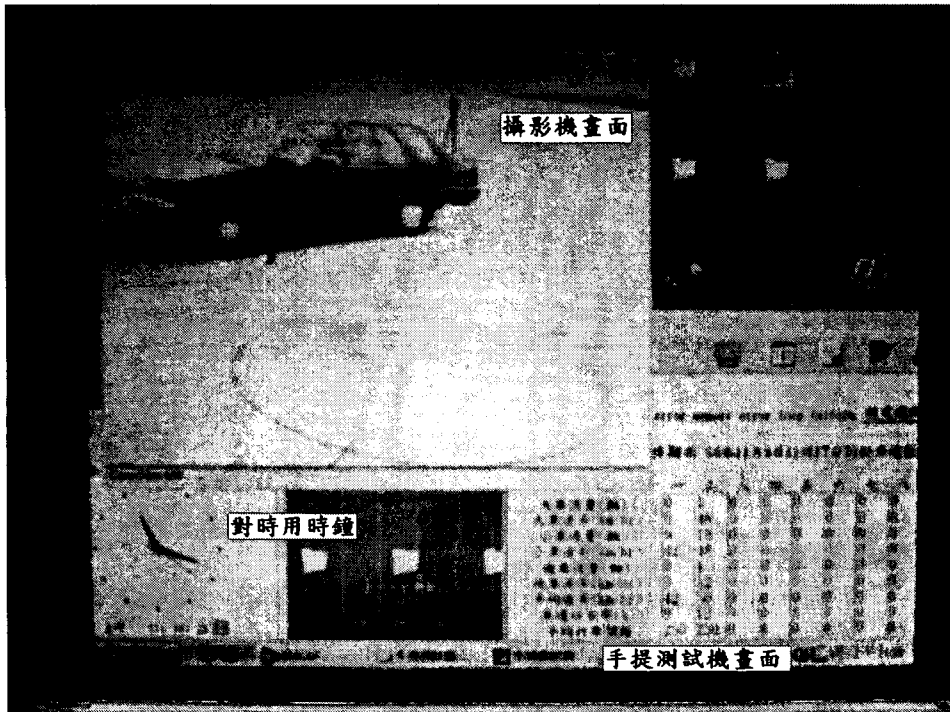


圖 9.1.2-2 筆記型電腦擷取畫面



圖 9.1.2-3 雷射測速槍測速情況圖

9.1.3 調查結果

本研究以環路線圈車輛偵測器偵測得各車種通過內側、外側車道數量，並以人工計數方式與其比較，計算準確率。本研究實際觀測時間為1小時，準確率計算方式參考臺北市交工處的計算方式，以MAPE計算，另為減少因對時可能造成之計算偏誤，本研究將以一般較常採用之每5分鐘為單位進行準確率之估算，計算方式為絕對誤差數除以人工計數車輛之平均數，結果如表9.1.3-1及表9.1.3-2所示。

$$MAPE = \frac{\sum (|VD - \text{人工}| / \text{人工})}{n} \times 100\%$$

表 9.1.3-1 不同車種車流量準確率分析表（內側）- 環路線圈

測試地點：慈雲路靠近公道五路口							時間：94年11月08日(二)					
車種	大車			小車			機車			不分車種		
時間	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
10:43:12	0	0	0	6	6	0	0	0	0	37	37	100%
10:44:12	0	0	0	6	6	0	0	0	0			
10:45:12	0	0	0	8	8	0	0	0	0			
10:46:12	1	1	0	5	5	0	0	0	0			
10:47:12	1	1	0	10	10	0	0	0	0			
10:48:12	1	1	0	4	4	0	0	0	0	38	38	100%
10:49:12	1	1	0	9	9	0	0	0	0			
10:50:12	1	1	0	12	12	0	0	0	0			
10:51:12	0	0	0	4	4	0	0	0	0			
10:52:12	2	2	0	4	4	0	0	0	0			
10:53:12	0	0	0	11	11	0	0	0	0	46	46	100%
10:54:12	3	2	1	8	9	1	0	0	0			
10:55:12	0	0	0	6	7	1	1	0	1			
10:56:12	2	2	0	5	5	0	0	0	0			
10:57:12	3	2	1	7	8	1	0	0	0			
10:58:12	0	0	0	6	6	0	0	0	0	34	33	96.97%
10:59:12	1	1	0	6	6	0	0	0	0			
11:00:12	1	1	0	4	4	0	1	0	1			
11:01:12	1	1	0	7	7	0	0	0	0			

表 9.1.3-1 不同車種車流量準確率分析表（內側）- 環路線圈（續 1）

車種	大車			小車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
11:02:12	0	0	0	7	7	0	0	0	0	-	-	-
11:03:12	1	1	0	7	7	0	0	0	0	40	38	94.74%
11:04:12	0	0	0	5	5	0	1	0	1			
11:05:12	2	2	0	5	5	0	0	0	0			
11:06:12	0	0	0	8	8	0	1	0	1			
11:07:12	0	0	0	10	10	0	0	0	0			
11:08:12	1	1	0	5	5	0	0	0	0	35	35	100%
11:09:12	0	0	0	9	9	0	0	0	0			
11:10:12	2	2	0	4	4	0	0	0	0			
11:11:12	0	0	0	9	9	0	0	0	0			
11:12:12	1	0	1	4	5	1	0	0	0			
11:13:12	0	0	0	9	9	0	0	0	0	41	41	100%
11:14:12	1	0	1	7	8	1	0	0	0			
11:15:12	0	0	0	8	8	0	0	0	0			
11:16:12	2	1	1	7	8	1	0	0	0			
11:17:12	0	0	0	7	7	0	0	0	0			
11:18:12	1	1	0	4	4	0	0	0	0	37	36	97.22%
11:19:12	1	1	0	8	5	3	1	3	2			
11:20:12	0	0	0	4	4	0	0	0	0			
11:21:12	1	1	0	8	8	0	0	0	0			
11:22:12	0	0	0	9	9	0	0	0	0			
11:23:12	0	0	0	4	4	0	0	0	0	33	33	100%
11:24:12	0	0	0	8	8	0	0	0	0			
11:25:12	0	0	0	7	8	1	1	0	1			
11:26:12	2	2	0	5	5	0	0	0	0			
11:27:12	0	0	0	6	6	0	0	0	0			
11:28:12	0	0	0	7	7	0	0	0	0	41	41	100%
11:29:12	0	0	0	5	5	0	0	0	0			
11:30:12	0	0	0	14	14	0	0	0	0			
11:31:12	0	0	0	7	7	0	0	0	0			

表 9.1.3-1 不同車種車流量準確率分析表（內側）- 環路線圈（續 2）

車種	大車			小車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
11:32:12	1	1	0	7	7	0	0	0	0	-	-	-
11:33:12	1	0	1	8	8	0	0	0	0	39	38	97.37%
11:34:12	2	2	0	2	2	0	0	0	0			
11:35:12	0	0	0	7	7	0	0	0	0			
11:36:12	0	0	0	4	4	0	0	0	0			
11:37:12	2	2	0	13	13	0	0	0	0			
11:38:12	0	0	0	3	3	0	0	0	0	34	34	100%
11:39:12	0	0	0	8	8	0	0	0	0			
11:40:12	0	0	0	7	7	0	0	0	0			
11:41:12	0	0	0	5	5	0	0	0	0			
11:42:12	1	1	0	10	10	0	0	0	0			
11:43:12	0	0	0	5	3	2	1	2	1	27	26	96.15%
11:44:12	2	2	0	2	2	0	0	0	0			
11:45:12	1	1	0	9	9	0	0	0	0			
11:46:12	1	1	0	1	1	0	0	0	0			
11:47:12	1	1	0	4	4	0	0	0	0			
準確度	84.62%			97.22%			-60%			98.65%		

表 9.1.3-2 不同車種車流量準確率分析表 (外側) - 環路線圈

慈雲路靠近公道五路口							時間：94年11月08日(二)					
車種	大車			小車			機車			不分車種		
時間	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
10:43:12	1	1	0	10	10	0	0	0	0	49	49	100%
10:44:12	0	0	0	6	6	0	1	1	0			
10:45:12	2	2	0	10	10	0	2	2	0			
10:46:12	0	0	0	7	7	0	0	0	0			
10:47:12	1	1	0	7	7	0	2	2	0			
10:48:12	0	0	0	11	11	0	1	1	0	45	45	100%
10:49:12	1	1	0	6	6	0	0	0	0			
10:50:12	1	1	0	7	7	0	0	0	0			
10:51:12	0	0	0	8	8	0	1	1	0			
10:52:12	1	1	0	8	8	0	0	0	0			
10:53:12	2	2	0	10	10	0	1	1	0	63	61	96.72%
10:54:12	0	0	0	7	7	0	1	0	1			
10:55:12	1	1	0	6	6	0	1	1	0			
10:56:12	1	1	0	13	13	0	0	0	0			
10:57:12	2	2	0	16	16	0	2	1	1			
10:58:12	1	1	0	3	3	0	2	2	0	48	46	95.65%
10:59:12	2	2	0	12	12	0	0	0	0			
11:00:12	1	1	0	7	7	0	1	1	0			
11:01:12	1	1	0	8	8	0	2	1	1			
11:02:12	0	0	0	7	7	0	1	0	1			
11:03:12	2	2	0	12	12	0	1	1	0	54	53	98.11%
11:04:12	2	2	0	8	8	0	1	1	0			
11:05:12	0	0	0	8	8	0	1	0	1			
11:06:12	1	1	0	9	9	0	0	0	0			
11:07:12	2	2	0	6	6	0	1	1	0			
11:08:12	2	1	1	6	7	1	0	0	0	44	43	97.67%
11:09:12	2	1	1	10	11	1	0	0	0			
11:10:12	2	2	0	6	6	0	2	2	0			
11:11:12	0	0	0	8	8	0	0	0	0			

表 9.1.3-2 不同車種車流量準確率分析表（外側）- 環路線圈（續 1）

車種 時間	大車			小車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
11:12:12	1	1	0	4	4	0	1	0	1	-	-	-
11:13:12	0	0	0	6	6	0	0	0	0	56	53	94.34%
11:14:12	0	0	0	14	14	0	3	1	2			
11:15:12	1	1	0	9	9	0	0	0	0			
11:16:12	2	2	0	8	9	1	1	0	1			
11:17:12	1	0	1	10	10	0	1	1	0			
11:18:12	1	1	0	7	7	0	2	2	0	54	52	96.15%
11:19:12	1	0	1	8	8	0	0	1	1			
11:20:12	1	0	1	7	7	0	3	2	1			
11:21:12	2	3	1	9	9	0	2	1	1			
11:22:12	2	2	0	8	8	0	1	1	0			
11:23:12	2	1	1	12	12	0	0	0	0	59	57	96.49%
11:24:12	1	1	0	10	10	0	0	0	0			
11:25:12	5	4	1	7	8	1	1	1	0			
11:26:12	3	2	1	6	7	1	1	0	1			
11:27:12	0	0	0	10	9	1	1	2	1			
11:28:12	1	0	1	5	7	2	2	0	2	54	52	95.15%
11:29:12	0	0	0	10	10	0	2	2	0			
11:30:12	2	1	1	10	11	1	0	0	0			
11:31:12	1	0	1	10	10	0	1	1	0			
11:32:12	1	1	0	9	9	0	0	0	0			
11:33:12	3	3	0	8	9	1	1	0	1	60	58	96.55%
11:34:12	2	2	0	6	6	0	1	0	1			
11:35:12	1	1	0	9	9	0	1	1	0			
11:36:12	0	0	0	10	12	2	3	0	3			
11:37:12	1	1	0	13	12	1	1	2	1			
11:38:12	2	2	0	4	4	0	0	0	0	45	44	97.73%
11:39:12	1	1	0	12	11	1	0	0	1			
11:40:12	1	1	0	10	10	0	0	0	0			
11:41:12	0	0	0	3	3	0	0	0	0			

表 9.1.3-2 不同車種車流量準確率分析表（外側）- 環路線圈（續 2）

車種	大車			小車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
11:42:12	1	1	0	10	10	0	1	1	0	-	-	-
11:43:12	0	0	0	9	8	1	0	1	1	45	45	100%
11:44:12	0	0	0	11	10	1	0	1	1			
11:45:12	0	0	0	10	10	0	0	0	0			
11:46:12	1	1	0	6	5	1	0	1	1			
11:47:12	0	0	0	8	8	0	0	0	0			
準確度	80.65%			96.94%			36.59%			97.35%		

從本研究所裝置環路線圈之測試結果顯示，內外車道不分車種之準確率分別為 98.65%、97.35%，兩車道皆達九成五以上，另小車之準確率亦超過九成五，而機車誤差比較大，可能是由於樣本數少，且機車不一定壓過車道上的線圈而漏計。可見環路線圈車輛偵測器在偵測車流的情況具一定的準確度。

本研究並以雷達測速槍量測車輛速度與 VD 所測車速比較，觀察 VD 所偵測的車速準確度，結果如表 9.1.2-3 所示。在測得 30 輛車之後平均準確度亦達到 95.1%。

表 9.1.3-3 車速準確率分析表 – 環路線圈式

測試地點：慈雲路靠近公道五路口				時間：94 年 10 月 31 日(一)			
有效樣 本車序	VD 車速	雷射槍 車速	準確率 (%)	有效樣 本車序	VD 車速	雷射槍 車速	準確率 (%)
1	44	39	87.2	16	42	43	97.7
2	37	36	97.2	17	43	38	86.8
3	34	36	94.4	18	36	33	90.9
4	72	71	98.6	19	31	33	93.9
5	58	58	100.0	20	37	36	97.2
6	50	50	100.0	21	52	49	93.9
7	63	63	100.0	22	40	42	95.2
8	40	39	97.4	23	56	54	96.3
9	41	43	95.3	24	37	36	97.2
10	52	54	96.3	25	37	35	94.3
11	53	51	96.1	26	60	57	94.7
12	53	49	91.8	27	43	42	97.6
13	33	33	100.0	28	30	31	96.8
14	22	23	95.7	29	41	37	89.2
15	34	33	97.0	30	45	39	84.6
平均準確度：95.1%							

9.1.4 小結

車速部份由於駕駛人看到測速槍會減速，加上人工操作雷射測速槍會有些微的誤差，因此有少數車輛速度的準確率較低，但整體來說平均準確度仍高達 95%以上。而在車流部份，在有裝設偵測器的內側車道和外側車道測得車輛數準確率分別高達了 98.65%和 97.35%，具一定之可信度，故接續將以此作為與本研究所研發車輛偵測器之比較基礎。

9.2 影像式車輛偵測器實測分析

9.2.1 工作內容與方法

本次測試係針對影像式車輛偵測器作準確度調查。測試內容為車流量調查及車速調查兩種，車流量並包含不同車種之辨析。其中車流量調查架構如圖 9.2.1-1 所示。調查所採用的器材如下：

1. CCD 攝影機：提供影像式車輛偵測器即時影像
2. 影像處理單元：接收即時影像資訊並即時計算相關交通參數
3. DV 攝影機：擷取即時影像處理單元畫面，如圖 9.2.1-2 所示

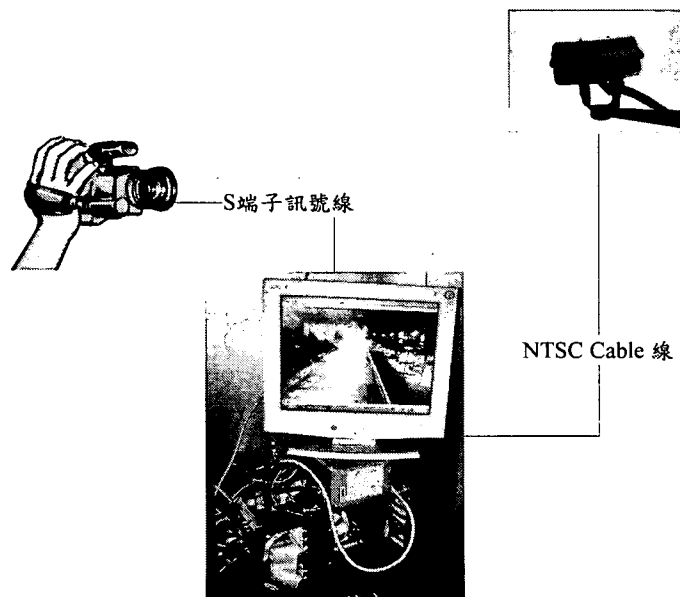


圖 9.2.1-1 車流量調查架構圖

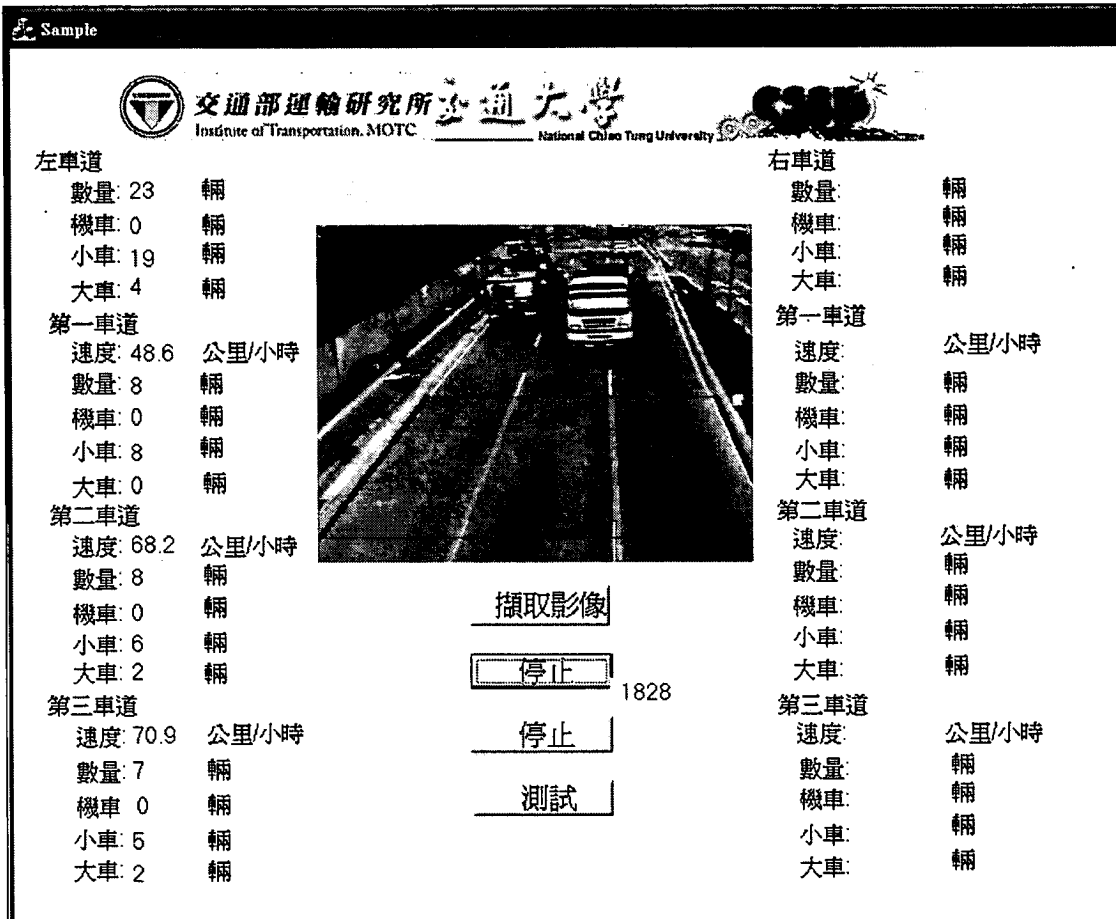


圖 9.2.1-2 DV 攝影機擷取之影像處理單元畫面

車流量調查是透過 CCD 攝影機擷取即時影像，輸入至即時影像處理單元計算車流量等相關參數。同時，利用 DV 攝影機將顯示於螢幕上之即時影像與即時處理之交通參數錄下，其畫面如圖 9.2.1-2 所示。事後利用人工記數方式於室內進行錄影帶判讀，如此可減少現地調查所需人力，並可重複檢驗調查資料，對調查資料的正確性較能有效控制。

車速調查則採用雷射測速槍直接比對與影像式 VD 所偵測車速差異。測試人員利用無線電對講機，由雷射測速槍操作人員直接回報車道以及車速資料，影像 VD 操作人員立即紀錄雷射測速槍與影像 VD 之車速資訊，事後利用人工計算兩者之車速差異。圖 9.2.1-3 至圖 9.2.1-6 分別為攝影機架設位置及實驗狀況圖。



圖 9.2.1-3 影像偵測器架設點

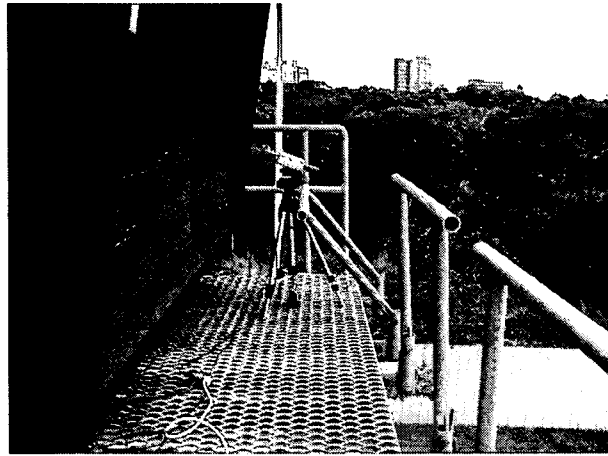


圖 9.2.1-4 攝影機架設位置圖



圖 9.2.1-5 測試情況圖 1

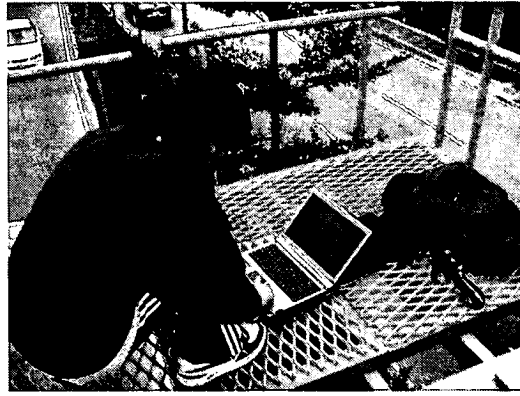


圖 9.2.1-6 測試情況圖 2

9.2.2 調查結果

本測試係以影像式車輛偵測器偵測各車種通過內側、外側車道與外側車道之數量，並以人工計數方式與其比較，計算準確率。本調查實際觀測時間為 1 小時，準確率計算方式為每分鐘誤差數的總和取絕對值之後再除以人工計數車輛總和，總誤差為三車種各別誤差的加總與人工計算結果之比較，結果如表 9.2.2-1、表 9.2.2-2 所示。

表 9.2.2-1 不同車種車流量準確率分析表（內側）- 影像式

測試地點：慈雲路靠近公道五路口							調查日期：94 年 11 月 19 日(六)					
車種	小車			大車			機車			不分車種		
時間	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
12:25	6	6	0	0	0	0	0	0	0	30	31	96.77%
12:26	4	4	0	0	0	0	0	0	0			
12:27	5	5	0	1	1	0	0	0	0			
12:28	7	7	0	1	1	0	0	0	0			
12:29	5	6	1	0	0	0	1	1	0			
12:30	7	8	1	0	0	0	0	0	0	38	38	100%
12:31	12	12	0	0	0	0	0	0	0			
12:32	3	3	0	1	1	0	0	0	0			
12:33	7	7	0	0	0	0	0	0	0			
12:34	7	7	0	0	0	0	1	0	1			

表 9.2.2-1 不同車種車流量準確率分析表 (內側) - 影像式 (續 1)

車種 時間	小車			大車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
12:35	10	10	0	0	0	0	0	0	0	35	33	93.94%
12:36	7	7	0	0	0	0	0	0	0			
12:37	7	6	1	2	2	0	0	0	0			
12:38	4	4	0	0	0	0	0	0	0			
12:39	4	3	1	1	1	0	0	0	0			
12:40	4	4	0	0	0	0	0	0	0	34	33	96.97%
12:41	6	6	0	0	0	0	0	0	0			
12:42	9	9	0	0	0	0	0	0	0			
12:43	7	7	0	0	0	0	0	0	0			
12:44	6	6	0	1	1	0	1	0	1			
12:45	7	7	0	0	0	0	0	0	0	29	27	92.59%
12:46	9	8	1	0	0	0	2	1	1			
12:47	4	4	0	0	0	0	0	0	0			
12:48	5	5	0	0	0	0	0	0	0			
12:49	2	2	0	0	0	0	0	0	0			
12:50	3	3	0	0	0	0	0	0	0	29	29	100%
12:51	9	9	0	0	0	0	0	0	0			
12:52	6	6	0	0	0	0	0	0	0			
12:53	7	7	0	1	1	0	0	0	0			
12:54	3	3	0	0	0	0	0	0	0			
12:55	13	13	0	1	1	0	1	0	1	46	41	97.56%
12:56	7	7	0	0	0	0	0	0	0			
12:58	6	6	0	0	0	0	0	0	0			
12:59	3	3	0	0	0	0	0	0	0			
13:00	11	11	0	0	0	0	0	0	0			
13:01	7	6	1	1	1	0	0	0	0	26	25	96%
13:02	5	5	0	0	0	0	0	0	0			
13:03	4	4	0	0	0	0	0	0	0			
13:04	5	5	0	0	0	0	0	0	0			
13:05	3	3	0	1	1	0	0	0	0			

表 9.2.2-1 不同車種車流量準確率分析表（內側）- 影像式（續 2）

車種	小車			大車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
13:06	7	7	0	0	0	0	1	0	1	32	32	100%
13:07	4	5	1	0	0	0	0	0	0			
13:08	6	5	1	0	0	0	0	0	0			
13:09	10	11	1	0	0	0	0	0	0			
13:10	4	4	0	0	0	0	0	0	0			
13:11	10	10	0	1	1	0	0	0	0	33	32	96.88%
13:12	4	4	0	0	0	0	0	0	0			
13:13	8	7	1	0	0	0	0	0	0			
13:14	5	5	0	0	0	0	0	0	0			
13:15	5	5	0	0	0	0	0	0	0			
13:16	10	10	0	0	0	0	0	0	0	40	40	100%
13:17	7	6	1	0	0	0	0	0	0			
13:18	5	6	1	0	0	0	0	0	0			
13:19	10	10	0	0	0	0	0	0	0			
13:20	7	7	0	1	1	0	0	0	0			
13:21	11	11	0	1	1	0	0	0	0	47	45	95.56%
13:22	13	11	2	0	0	0	0	0	0			
13:23	10	10	0	0	0	0	0	0	0			
13:24	9	10	1	2	2	0	1	0	1			
準確度	96.13%			100%			-200%			97.19%		

表 9.2.2-2 不同車種車流量準確率分析表（外側） - 影像式

測試地點：慈雲路靠近公道五路口							調查日期：94年11月19日(六)					
車種	小車			大車			機車			不分車種		
時間	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
12:25	12	10	2	1	1	0	0	0	0	57	54	94.44%
12:26	13	12	1	0	1	1	0	0	0			
12:27	7	7	0	0	0	0	1	1	0			
12:28	11	12	1	2	2	0	1	0	1			
12:29	7	6	1	1	1	0	1	1	0			
12:30	7	7	0	3	3	0	0	0	0	50	51	98.04%
12:31	6	6	0	1	1	0	1	1	0			
12:32	10	10	0	0	0	0	1	1	0			
12:33	9	8	1	0	1	1	0	0	0			
12:34	9	10	1	2	2	0	1	1	0			
12:35	5	4	1	5	2	3	0	0	0	50	43	83.72%
12:36	15	13	2	0	0	0	0	0	0			
12:37	7	6	1	0	0	0	1	1	0			
12:38	10	10	0	0	0	0	0	0	0			
12:39	6	6	0	0	0	0	1	1	0			
12:40	12	12	0	0	0	0	1	1	0	56	57	98.25%
12:41	9	9	0	0	0	0	0	0	0			
12:42	7	8	1	5	5	0	0	0	0			
12:43	11	10	1	1	1	0	0	0	0			
12:44	10	11	1	0	0	0	0	0	0			
12:45	12	10	2	0	0	0	3	1	2	50	45	88.89%
12:46	5	5	0	0	0	0	0	0	0			
12:47	8	8	0	0	0	0	0	0	0			
12:48	7	7	0	0	0	0	0	0	0			
12:49	15	14	1	0	0	0	0	0	0			
12:50	9	8	1	2	2	0	0	0	0	-	-	-
12:51	9	9	0	2	2	0	0	0	0	-	-	-

表 9.2.2-2 不同車種車流量準確率分析表（外側）- 影像式（續 1）

車種	小車			大車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
12:52	7	7	0	1	0	1	2	2	0	58	54	92.59%
12:53	12	10	2	0	0	0	0	0	0			
12:54	13	13	0	1	1	0	0	0	0			
12:55	8	8	0	1	1	0	0	0	0	44	42	95.24%
12:56	9	9	0	0	0	0	0	0	0			
12:58	8	8	0	5	3	2	0	0	0			
12:59	6	6	0	0	0	0	0	0	0			
13:00	7	7	0	0	0	0	0	0	0			
13:01	11	12	1	0	0	0	0	0	0	46	47	97.87%
13:02	7	6	1	2	2	0	1	1	0			
13:03	10	10	0	1	1	0	0	0	0			
13:04	4	5	1	0	0	0	0	0	0			
13:05	10	10	0	0	0	0	0	0	0			
13:06	10	9	1	3	2	1	0	0	0	52	49	93.88%
13:07	4	4	0	2	2	0	0	0	0			
13:08	6	6	0	0	0	0	0	0	0			
13:09	10	9	1	0	0	0	0	0	0			
13:10	15	15	0	2	2	0	0	0	0			
13:11	3	3	0	2	2	0	0	0	0	51	49	95.92%
13:12	10	10	0	0	0	0	0	0	0			
13:13	10	10	0	0	0	0	0	0	0			
13:14	15	13	2	0	0	0	0	0	0			
13:15	11	11	0	0	0	0	0	0	0			
13:16	2	4	2	1	1	0	1	1	0	44	42	95.24%
13:17	13	11	2	1	1	0	0	0	0			
13:18	9	7	2	1	2	1	0	0	0			
13:19	7	6	1	1	1	0	0	0	0			
13:20	8	8	0	0	0	0	0	0	0			

表 9.2.2-2 不同車種車流量準確率分析表（外側）- 影像式（續 2）

車種	小車			大車			機車			不分車種		
	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	誤差	VD	人工	準確率
13:21	8	6	2	2	3	1	0	0	0	41	38	92.11%
13:22	6	6	0	0	0	0	0	0	0			
13:23	13	12	1	0	0	0	0	0	0			
13:24	10	10	0	2	1	1	0	0	0			
準確度	92.73%			75.51%			76.92%			93.85%		

從兩車道比較結果顯示偵測率都達到九成以上，內、外車道之準確率分別為 97.19% 以及 93.85%，小車之準確尤其為高。其中內側車道機車的誤差比例很大，可能是因為機車樣本數過小，而導致誤差數量雖然很小卻造成準確度很低的情形發生，而大車在內外側之準確度差異很大，其可能原因在於外側車道所通過之大車體積並不大，而導致大小車有所誤判。但從整體來看，準確率已達到本案之預期成果。

本研究並以雷達測速槍量測車輛速度，與影像式 VD 所測車速比較，觀察影像式 VD 所偵測的車速準確度，結果如表 9.2.2-3 所示。在測得 30 輛車之後平均準確率達到 93.09 %，亦達到本案之預期成果。

表 9.2.2-3 車速準確率分析表 – 影像式

測試地點：慈雲路靠近公道五路口				時間：94 年 11 月 19 日(六)			
有效樣 本車序	VD 車速	雷射槍 車速	準確率 (%)	有效樣 本車序	VD 車速	雷射槍 車速	準確率 (%)
1	57	48.8	85.6	16	50	50.2	99.6
2	54	48.7	90.2	17	39	40.5	96.2
3	52	53.1	97.9	18	30	43.3	55.7
4	57	58.7	97.0	19	44	43.3	98.4
5	47	47.5	98.9	20	45	51.4	85.8
6	52	51.4	98.8	21	53	51.9	97.9
7	54	54.5	99.1	22	58	55.5	95.7
8	70	69.4	99.1	23	56	58.4	95.7
9	55	56.5	97.3	24	59	57.2	96.9
10	58	59	98.3	25	43	44.1	97.4
11	57	59	96.5	26	37	48.1	70
12	57	56	98.2	27	55	50.3	91.5
13	44	42.5	96.6	28	57	53.9	94.6
14	67	52.1	77.8	29	50	51.3	97.4
15	48	45.3	94.4	30	47	44.3	94.3
平均準確度：93.09%							

由於影像式車輛偵測器下游約 12 公尺處有環路線圈式車輛偵測器在運作計算流量，經過前一小節實驗結果可證明環路線圈式車輛偵測器偵測車輛流量準確度相當高，因此本研究再以此兩種偵測器做比較，以環路線圈式車輛偵測器為基準計算兩者誤差，為了盡量避免兩偵測器對時問題而造成數據的誤差，誤差計算方式為每五分鐘誤差數的總和取絕對值之後再除以環路線圈式車輛偵測器偵測車輛數總和，結果如表 9.2.2-4、表 9.2.2-5 所示。

表 9.2.2-4 Loop/影像不同車種車流量比較表（內側）

測試地點：慈雲路靠近公道五路口						調查日期：94 年 12 月 06 日(二)					
車種	大車			小車			機車			總誤差	總誤差%
時間	Loop	影像	誤差	Loop	影像	誤差	Loop	影像	誤差		
10:47~10:52	4	3	1	39	43	4	0	1	1	6	13.95%
10:52~10:57	7	1	6	33	36	3	2	0	2	11	26.19%
10:57~11:02	6	7	1	30	35	5	1	0	1	7	18.92%
11:02~11:07	3	3	0	32	32	0	2	1	1	1	2.70%
11:07~11:12	3	5	2	37	36	1	0	0	0	3	7.5%
11:12~11:17	4	3	1	35	39	4	0	1	1	6	15.38%
11:17~11:22	2	5	3	32	27	5	0	1	1	9	26.47%
11:22~11:27	2	1	1	30	30	0	1	0	1	2	6.06%
11:27~11:32	1	3	2	40	36	4	0	0	0	6	14.63%
11:32~11:37	5	6	1	29	37	8	0	0	0	9	26.47%
11:37~11:42	1	1	0	38	50	12	0	0	0	12	30.77%
11:42~11:47	5	1	4	21	28	7	1	0	1	12	44.44%
準確度	90.70%			91.67%			57.14%			94.17%	

表 9.2.2-5 Loop/影像不同車種車流量比較表（外側）

測試地點：慈雲路靠近公道五路口							調查日期：94 年 12 月 06 日(二)				
車種	大車			小車			機車			總誤差	總誤差%
時間	Loop	影像	誤差	Loop	影像	誤差	Loop	影像	誤差		
10:47~10:52	3	4	1	41	39	2	2	1	1	4	8.70%
10:52~10:57	10	13	3	37	33	4	0	0	0	7	14.89%
10:57~11:02	7	10	3	42	41	1	8	6	2	6	10.53%
11:02~11:07	5	6	1	39	37	2	4	4	0	3	6.25%
11:07~11:12	8	6	2	34	36	2	3	1	2	6	13.33%
11:12~11:17	4	8	4	37	36	1	5	1	4	9	19.57%
11:17~11:22	7	7	0	38	49	11	9	5	4	15	27.78%
11:22~11:27	11	8	3	41	38	3	3	2	1	7	12.73%
11:27~11:32	5	3	2	43	42	1	7	1	6	9	16.36%
11:32~11:37	7	12	5	46	39	7	7	2	5	17	28.33%
11:37~11:42	5	5	0	43	48	5	2	2	0	5	10%
11:42~11:47	1	4	3	40	35	5	4	3	1	9	20%
準確度	82.19%			98.34%			51.85%			96.55%	

測試結果發現兩類偵測器在內外車道之差異分別為 94.17%和 96.55%，兩偵測器偵測結果有相當之一致性，以車種來區分的話，亦可看出大車和小車的偵測數據相當接近，而機車可能因為樣本數過少而導致些微誤差即拉低整體準確程度，且兩者對於機車之偵測準確度並不高的情形下，兩者間之差異是可以預期的。

9.2.3 小結

車速部份由於駕駛人看到測速槍會減速，加上人工操作測速槍會有些微的誤差，故有少數車輛速度的準確率較低，但整體來說平均準確度仍達 93%以上。而在車流部份，影像式車輛偵測器在內、外側車道之車流輛準確率分別為 97.19%及 93.85%，可看出準確率相當高。在與環路線圈式車輛偵測器比較方面，除機車外，大小車之誤差值均屬合理範圍，顯見兩者偵測出的數據接近，配合人工計數得到的資訊可知，兩偵測器在大小車之偵測能力皆具有一定的可信度。

9.3 微波雷達式車輛偵測器實測分析

9.3.1 工作內容與方法

本測試係針對微波雷達式車輛偵測器作準確度調查。測試內容為車流量調查及車速調查兩種。調查所採用的器材如下：

1. 攝影機：拍攝車流狀況。
2. DV 攝影機：擷取錄影筆記型電腦畫面。
3. 筆記型電腦：內含手提測試機軟體，將 VD 即時資料顯示於螢幕上。
4. 桌上型電腦：建立 Embedded Linux 環境介面。

此車流量調查是透過手提測試機軟體將車輛偵測器資料及攝影機同步顯示車流狀況即時顯示於筆記型電腦畫面上，再透過 DV 同步擷取畫面（如圖 9.1.2-1），事後利用人工記數方式於室內進行錄影帶判讀，如此可減少現地調查所需人力，並可重複檢驗調查資料，對調查資料的正確性較能有效控制；至於車速調查則採用雷射測速槍直接比對與 VD 所偵測車速差異。

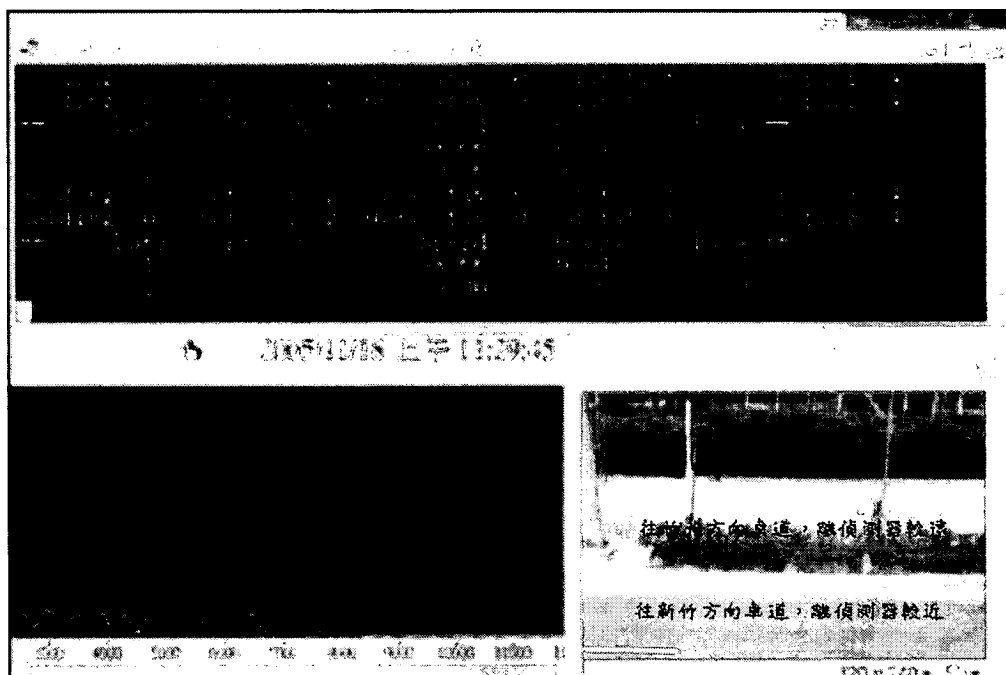


圖 9.1.2-1 筆記型電腦擷取畫面

9.3.2 調查結果

本研究以微波雷達式車輛偵測器偵測得各車種通過兩方向內側車道數量，並以人工計數方式與其比較，計算準確率。本研究實際觀測時間為 20 分鐘，準確率計算方式參考臺北市交工處的計算方式，並為避免因對時差異可能造成之影響，誤差之計算將以每五分鐘來計算，計算方式為誤差數的總和取絕對值之後再除以人工計數車輛總和，結果如表 9.3.2-1 及表 9.3.2-2 所示。

表 9.3.2-1 車流量準確率分析表 (往新竹) - 微波雷達式

測試地點：慈雲路靠近公道五路口		調查日期：94年11月18日(五)		
時間	VD	人工	誤差	準確率
11:31	2	5	5	84.38%
11:32	7	7		
11:33	8	8		
11:34	6	7		
11:35	4	5		
11:36	2	3	2	93.33%
11:37	10	11		
11:38	6	6		
11:39	3	3		
11:40	7	7		
11:41	7	7	5	83.33%
11:42	7	8		
11:43	6	5		
11:44	3	4		
11:45	8	6		
11:46	9	8	7	80.56
11:47	10	8		
11:48	7	8		
11:49	5	6		
11:50	4	6		
11:51	4	4	6	71.43%
11:52	4	7		
11:53	4	5		
11:54	3	5		
準確度：82.61%				

表 9.3.2-2 車流量準確率分析表（往竹北）- 微波雷達式

測試地點：慈雲路靠近公道五路口		調查日期：94年11月18日（五）		
時間	VD	人工	誤差	準確率
11：31	14	7	30	33.33%
11：32	18	10		
11：33	17	9		
11：34	13	13		
11：35	13	6		
11：36	8	16	40	9.09%
11：37	19	11		
11：38	14	6		
11：39	13	7		
11：40	14	4		
11：41	16	7	21	53.33%
11：42	7	8		
11：43	13	12		
11：44	13	6		
11：45	15	12		
11：46	7	4	48	-11.63%
11：47	13	10		
11：48	31	15		
11：49	12	5		
11：50	28	9		
11：51	13	12	9	80.43%
11：52	16	14		
11：53	12	6		
11：54	14	14		
準確度：32.91%				

從兩車道比較結果顯示，往新竹方向車道準確度達八成，但往竹北方向車道誤差卻很大，偵測情形並不理想，此車道離偵測器較遠，天線所發射之功率相對較弱，且受到其他車道車輛通過的影響，偵測器有時會誤將其他車道的車輛計入此車道或此車道的車輛誤判為其他

車道的車輛而未計入，導致偵測器在偵測此車道的數量上有許多誤判的情形發生，造成在該車道的偵測準確率不高，未來除了將持續改善軟體分析的能力外，另對於硬體模組（如天線）亦將進行改善，以期未來可達偵測多車道、雙向及車種辨識之能力。

以下針對微波與 Loop 之偵測結果進行比較，其中由於微波偵測器往竹北方式其偵測能力尚未成熟發展，故兩偵測器間之比較僅擇靠發射端較近之車道進行，準確度之計算同樣以五分鐘資料作為分析基礎，有關流量及速率之比較結果分別如表 9.3.2-3、表 9.3.2-4 所示。

表 9.3.2-3 Loop/微波車流量比較表（往新竹）

測試地點：慈雲路靠近公道五路口		調查日期：94 年 11 月 18 日（五）		
時間	VD	Loop	誤差	準確率
11：31	2	3	2	92.59%
11：32	7	7		
11：33	8	8		
11：34	6	6		
11：35	4	3		
11：36	2	3	7	74.07%
11：37	10	10		
11：38	6	4		
11：39	3	5		
11：40	7	5		
11：41	7	8	7	76.67%
11：42	7	8		
11：43	6	4		
11：44	3	4		
11：45	8	6		
11：46	9	8	6	79.31%
11：47	10	5		
11：48	7	7		
11：49	5	5		

11:50	4	4		
11:51	4	4	2	86.67%
11:52	4	3		
11:53	4	5		
11:54	3	3		
準確度：81.86%				

表 9.3.2-4 車速準確率分析表- 微波雷達式

測試地點：慈雲路靠近公道五路口				時間：94年11月18日(五)			
有效樣本車序	VD 車速	雷射槍車速	準確率 (%)	有效樣本車序	VD 車速	雷射槍車速	準確率 (%)
1	88.4	59	50.17%	16	38.85	44	88.30%
2	55.7	58	96.03%	17	41.28	45	91.73%
3	51.49	60	85.87%	18	36.53	54	67.65%
4	55.04	48	85.33%	19	51.8	49	94.29%
5	96.66	65	51.29%	20	58.92	52	86.69%
6	85.22	54	42.19%	21	56.2	40	59.5%
7	46.1	55	83.82%	22	61.9	61	98.52%
8	20.3	54	37.59%	23	88.06	81	91.28%
9	19.33	56	34.52%	24	51.8	66	78.48%
10	19.01	48	39.60%	25	61.92	57	91.37%
11	41.29	54	76.46%	26	56	64	87.5%
12	51.41	52	98.87%	27	23.6	62	38.06%
13	68.92	62	88.84%	28	76.9	81	94.94%
14	17.93	50	35.86%	29	86.15	64	65.39%
15	86.19	55	43.29%	30	68	56	78.57%
平均準確度：72.07%							

有關兩偵測器之比較結果顯示，若以 Loop 為基準，則準確率達八成，屬可以接受的程度；而速率之測試係以雷達測速槍量測車輛速度作為真值，與 VD 所測車速比較，結果如表 9.3.2-4 所示，在測得 30 輛車之後平均準確度為 72.07%。整體來說準確率並沒有非常高，但以

個別車輛來看，會發現半數車輛準確率皆至少能達到 85% 以上，準確率還算相當不錯。而整體平均準確率被其中數輛車的值拉低，會造成這幾輛車準確率偏低的因素在於本研究微波雷達偵測器預設車輛長度均為 4 公尺，因此若車長明顯大於 4 公尺的大型車通過，則會被誤判為車輛緩緩經過，因此偵測速度會遠低於雷射測速槍所測得的數值。反之，若為迷你車通過所偵測的速度會遠高於雷射測速槍所測得的數值。

9.3.4 小結

車速部份由於系統預設車長的因素會造成車長與預設值明顯有差異的車輛速度的誤判，因此大型車的偵測車速與實際測速槍觀察車速有很大的差異。但若為一般小型車輛則因與系統預設車長值接近，故偵測速度的準確率仍相當不錯。而在車流部份，離偵測器較近的車道準確率很高，但離偵測器較遠的車道由於偵測器容易將其他車道的車輛誤判為從該車道經過或者判斷通過此車道的車輛誤判為從其他車道通過，使得此車道偵測流量的準確率受到其他車道流量干擾而造成很大的誤差。建議未來可加強硬體設備在判斷車輛通過時的訊號強度及從軟體方面準確定位出觀測車道範圍來增加雷達微波偵測器的偵測準確程度。

第十章 結論與建議

為了提供用路者完整的路況資訊，政府近年來積極透過各項交通建設計畫進行車輛偵測器佈設，將道路車輛行駛速率（如公車、客運車等探針車）轉換為路段擁塞情形以及事故事件即時通報等方式來擴充路況資訊來源。目前事故事件即時通報方式，在用路人的熱心參與以及相關單位大力配合下，逐見成效，但在車輛偵測器佈設與轉換車輛行駛速率為路段擁塞方面，受限於車輛偵測器建置成本仍偏高，以及可資運用為路況資料蒐集探針車之分布不夠廣與資料頻率不夠高，因此肩負國道替代道路重要角色的省道，其即時路況資訊並不充分。爰此，本研究特就探針車隊之擴充以及車輛偵測器研發等課題進行探討與實作，並建置路段速率資訊發佈平台，以搭配事故事件即時資料之整合發布。以下為本研究之具體結論與建議彙整。

10.1 結論

根據前述各章節內容之探討與分析，其主要結論分述如下：

- 一、路況探針車隊建立可行性分析方面，若以單一車隊做為探針車輛，某些路段或時段會因資料分佈不均或數量不足，而無法提供國道替代道路資訊，故本研究提出短中長期建議，以整合各種車隊行車軌跡方式，相互彌補其資料不足的路段及時段。以下為運用各車隊為探針車輛之可行性分析結論：
 1. 國道客運：由於國道客運行經路線皆以國道為主，且大部分的場站設於交流道附近，因此國道客運行經國道替代道路的機會及頻率並不高，故不適合做為國道替代道路路況資訊的探針車。
 2. 市區公車：由於市區公車主要目的在於市區內之旅次運輸，其行經路線皆以市區道路居多，經過國道替代道路的機會及頻率並不高，故亦不適合做為國道替代道路路況資訊的探針車。
 3. 計程車：車隊之 GPS 資訊有空間分佈不均之現象，多以市區為主，若未來將計程車納入探針車隊，對位於市區部分之國道替

代道路即時路段資訊較有幫助。分析結果亦顯示 GPS 回傳資料數和時段有關，因此若未來要將計程車納入探針車隊的話，需再結合其他探針車隊的資料來改善此部份之不足。

4. 貨運車隊：貨運車隊資料具有時段分配不均與特定範圍資料筆數分配較少之特性，甚至某些時段無資料紀錄。但貨運車隊雖有資料分佈不均之問題存在，但是仍可為部分替代道路提供即時資訊，因此若能增加其他營運範圍車隊之道路資料，便能提高其作為探針車隊之可行性。
5. 環保署納管之事業廢棄物車輛：在同一路段行經頻率會因日期及時間的不同，也有空間分佈不均之現象，且該車隊經過國道替代道路的頻率，可能會與各企業處理廢棄物之時程有關。同時事業廢棄物車輛多集中於某些替代道路。惟目前僅以 40 輛車作分析，若將其規模擴大為涵蓋國內所有事業廢棄物車輛(約 2,000 輛)的回傳資料，可望有機會作為國道替代道路的路況資訊來源。
6. 根據本研究之收集資料與分析結果顯示，若以單一車隊作為探針車隊，某些路段或時段會因資料分佈不均或數量不足，而無法提供國道替代道路資訊，但若整合上述探針車隊，則可望互相彌補其資料不足的路段及時段，進而提供資訊給使用者。

二、在路況資訊系統平台方面，完成國道替代道路資訊蒐集、處理、發佈之平台，以下為該部份結論說明：

1. 在國道替代道路資訊平台方面，採 Web GIS Server 方式建置，並整合所蒐集路況資訊，透過適當的資料檢核及融合處理程序，提供即時的速率資訊，該系統具自動化的資訊更新機制，並提供簡易的維護與管理介面，另設計有動態產生 XML 資料格式的功能，以達到資源交換與共享。
2. 本研究整合了包括環保署納管之事業廢棄物車輛、新竹金立計程車之行駛軌跡及公路總局偵測器所提供的路況資訊，並建立了長期擷取上述資料的機制，相關機制將可作為未來與其它車隊合作之參考。

3. 建立與「全國路況資訊中心」結合之資訊整合及訊息回饋機制：即時路況資訊分為兩大類，一為路況事件資訊，另一則為道路速率資訊。其中「全國路況資訊中心」主要扮演事件資訊之發佈，而由本研究所建立系統則作為速率收集及發佈中心，透過 GIS 技術，將速率發佈於國道替代道路資訊系統上，另針對異常狀況的路段又以路況事件型式回傳至「全國路況資訊中心」加以發佈，供民眾瞭解路況。

三、在車輛偵測器研發方面，完成研發成本合理、符合臺灣交通環境特性以及具備智慧化偵測環境特性的影像式車輛偵測器雛型，可偵測雙向六車道以上之車流量、車種辨識、車速以及佔有率，在車流量之準確率達 98% 以上。同時完成我國第一套微波雷達式車輛偵測器雛型研發，該雛型具備偵測市區雙向二車道之車輛數、車速及佔有率能力。以下為該部分之說明：

1. 影像式車輛偵測器：國內現有的影像式車輛偵測器系統，多半自國外引進，單價偏高，且維護不易，在使用設定及程序上也較為繁複。本年度所研發之偵測器已完成初步功能設計與實現，目前可進行車流量、車種辨識、車速以及佔有率之偵測，並於新竹市慈雲路與公道五路口進行了準確率測試，另於震動及夜間下亦完成了相關之功能模組開發，唯仍須長期的測試及改善。該套影像式車輛偵測器具有以下特點：
 - (1) 具智慧型自動偵測環境參數能力：系統不同道路型態（直線車道、彎道，市區道路、高快速公路）啟動時，會自動偵測車道線、車道數以及偵測區域，不需操作人員手動設定，同時對於晴天、陰天的光線變化亦有良好的適應性；
 - (2) 考量了臺灣交通環境特性，具機車偵測功能；
 - (3) 可同時偵測雙向、六車道以上之車流；
 - (4) 大幅降低因為車輛交疊問題造成的誤判；
 - (5) 在偵測區域內可對每一車輛全程追蹤其軌跡，未來若與交通執法系統結合，將可對車輛跨越分向限制線（雙白

線)等違規行為予以有效取締。

2. 微波雷達式車輛偵測器：硬體模組上分有天線模組、無線 RF 模組及數位訊號處理模組，軟體模組上分有微波雷達數位訊號處理(DSP)模組與交通參數計算模組，並建立車輛之微波雷達型態特徵資料庫。天線模組分為角型與平面天線兩種，無線 RF 模組及數位訊號處理模組則可處理頻寬 100M FMCW 之三角波訊號。微波雷達數位訊號處理模組已能處理快速傅利葉轉換，並交由交通參數計算模組求出車間距、車速及佔有率等交通參數。車輛微波雷達型態特徵資料庫的建立，則是為了後續計畫車種之辨識，目前已完成市區兩車道車輛在不同距離與微波強度之車輛特徵資料庫。在經過道路實測，本研究之微波雷達式偵測器雛型，其基本功能已初步符合交通運用之可行性。

10.2 建議

以下茲就本研究相關課題於後續推動、值得加以研究及探討之建議事項彙整說明如下：

一、與車隊業者建立長期取得其衛星定位行車軌跡的合作機制

本研究從公部門所建置的相關資料著手，未來將持續與各客貨運車隊或私有車隊洽談資料擷取及回饋之合作機制，短中期由政府主導，透過研究計畫方式與相關車隊業者合作，長期待資訊完整後，將可視資訊收費的可行性，建立利潤分享機制，以增加業者長期與政府合作的意願。

二、持續改善並擴充本研究所研發之車輛偵測器雛型

由於本年度所研發的偵測器雛型已具良好偵測成效，建議未來繼續擴充相關模組，改善軟體分析程式及硬體設備，另探討未來研發成果的技術轉移方式及制度，期望技術轉移至國內廠商，並與其合作達成產品化階段，將來若能投入市場大量生產，除有利國內相關產業發展創造上億元的產值，並可大幅降低偵測器成本而利於在一般道路普遍設置，以全面提供路況資訊。

在影像式車輛偵測器之後續研發建議包括：

1. 擴充偵測參數的能力、提昇準確率，以及強化適應不同外在環境能力(震動、光線、夜間、雨天、...)與車道路面的標記或字樣影響(如單實線、雙實線、單虛線或是雙虛線)。
2. 進行以各縣市路況監視 CCTV 為影像來源，萃取交通參數之研發：惟 CCTV 所回傳之影像 frame 與影像式車輛偵測器並不同，整合模式為未來評估的重點課題。
3. 長期而言，應發展一套以嵌入式系統為平台的車輛偵測器，以提昇其效能。
4. 長期可朝與微波加以結合，以適應於不同外在環境的偵測能力。

至於微波雷達式車輛偵測器之後續研發，則可朝向提高 RF 模組掃頻頻寬、加強天線架構設計、數位訊號處理(DSP)設計規格及

界面探討、以及晶片(IC)化改善等方向進行。

三、與「全國路況資訊中心」加以整合

本研究係以國道替代道路為主要探討範圍，未來將逐漸擴充至全省道路以及完成交通資訊控制中心縣市的路況資訊：包括臺北縣市、臺中市、臺南市、高雄市及還在建置中的新竹市、桃園市等即時路況資訊，強化都市交通路況速率訊息。目前路況資訊系統，短期內擬將所蒐集之速率資訊，經自動判定低於常速時，即視為異常路況傳送至「全國路況資訊中心」事件資料庫供用路人參考；長期則待速率資訊更完整後，再整合至「全國路況資訊中心」網站提供用路人更完備的服務。此外提供資訊正確性的驗證機制與雙向路況資訊的圖形表現方式，亦可強化資料的正確性與呈現。

參考文獻

- [1] Andrews, C. M., S. M. Elahi, J. E. Clark, “ Evaluation of New Jersey Route 18 OPAC / MIST Traffic-Control System”, Transportation Research Record 1663, pp150-155, 1997.
- [2] Angel, A., M. Hickman, P. Mirchandani, D. Chandnani, “Methods of analyzing traffic imagery collected from aerial platforms”, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.4, No.2, pp.99-107, 2003.
- [3] Bertozzi, M. and A. Broggi, “Vision-based vehicle guidance”, IEEE Computer, vol. 30, pp. 49-55, 1997.
- [4] Betke, M., E. Haritaoglu, and L. S. Davis, “Real-time multiple vehicle detection and tracking from a moving vehicle”, Mach. Vis. Appl., 12, pp. 69-83, 2000.
- [5] Broggi, A., M. Bertozzi, A. Fascioli, C.G.L. Bianco, A. Piazzzi, “Visual perception of obstacles and vehicles for platooning”, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 1, pp. 164-176, 2000.
- [6] Bucher, T., C. Curio, J. Edelbrunner, C. Igel, D. Kastrup, I. Leefken, G. Lorenz, A. Steinhage, W.V. Seelen, “Image processing and behavior planning for intelligent vehicles”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 50, no. 1, pp. 62-75, Feb. 2003.
- [7] Chang, G.L., M. Vasudevan , and C.C. Su, “Bus-Preemption Under Adaptive Signal Control Environments,” TRR 1494,pp.146-153, 1995.
- [8] Chang, G.L., M. Vasudevan and C.C.Su, “Modeling And Evaluation of Adaptive Bus-Preemption Control With And Without Automatic Vehicle Location Systems,” Transportation Research A, Vol.30, No.4, pp.251-268, 1996.
- [9] Chang, J.Y., W.F. Hu, M.H. Cheng, and B.S. Chang, “Digital image translational and rotational motion stabilization using optical flow

- technique,” IEEE Trans. Consumer Electron., vol. 48, no. 1, pp.108-115, Feb. 2002.
- [10] Cheu, R.L., C. Xie., D.H. Lee, Probe vehicle population and sample size for arterial speed estimation. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, v 17, n 1, p 53-60, January 2002.
- [11] Choi, K.S., J.-S. Lee, J.-W. Kim, S.-H. Lee, and S.-J. Ko, “An efficient digital image stabilizing technique for mobile video communications,” IEEE Int. Conf. Consumer Electronics (ICCE), Page(s):246 – 247, June 2000.
- [12] Collins, J. F. “Automatic incident detection – experience with TRRL algorithm HIOCC,” TRRL Supplementary Report 775, 1983.
- [13] Collins, J.F., C.M. Hopkins, and J.A. Martin “Automatic incident detection –TRRL algorithms HIOCC and PATREG,” TRRL supplementary report 526, 1979.
- [14] Cucchiara, R., M. Piccardi, and P. Mello, “Image analysis and rule-based reasoning for a traffic monitoring system”, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 1, no. 2, pp. 119-130, Jun. 2000.
- [15] Dagli, I., G. Breuel, H. Schittenhelm, A. Schanz, “Cutting-in vehicle recognition for ACC systems- towards feasible situation analysis methodologies”, 2004 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.925-930, June 14-17, 2004.
- [16] Dudek, C.L., C.J. Messer, and N. B Nuckles, “Incident detection on urban freeways,” Transportation Research Record,”No.495, pp.12-24, 1974.
- [17] Engelsberg, A. and G. Schmidt, “A comparative review of digital image stabilizing algorithms for mobile video communications,” IEEE Trans. Consum. Electron., vol. 45, pp. 591-597,1999.
- [18] Ertürk, S., “Digital image stabilization with sub-image phase correlation based global motion estimation” IEEE Trans. Consum. Electron., vol.49,

- no. 4, pp.1320-1325, 2003.
- [19] Ertürk, S., "Image sequence stabilization: motion vector integration (MVI) versus frame position smoothing (FPS)," IEEE Int. Image and Signal Processing and Analysis (ISPA), Pula, Croatia, Page(s):266 – 271, June 2001.
- [20] Ertürk, S., "Real-time digital image stabilization using Kalman filters," Real-Time Imaging, 8, pp.317-328, 2002.
- [21] Ertürk, S., T.J. Dennis, "Image sequence stabilization based on DFT filtering", IEE Proc. on Image Vision and Signal Processing, vol. 127, pp. 95-102, 2000.
- [22] Foresti, G.L., V. Murino, C. Regazzoni, "Vehicle recognition and tracking from road image sequences", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.48, No.1, pp.301-318, 1999.
- [23] Franco, G., F. Biora "Public Transport Priority Systems - Opportunities and Recommendations" PRIMAVERA Deliverable No. 6, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds., 1994.
- [24] Franke, U. and S. Heinrich, "A study on recognition of road lane and movement of vehicles using vision system", SICE, Nagoya, pp. 38-41, 2001.
- [25] Gall, A. I and F.L. Hall , "Distinguishing between incident congestion and recurrent congestion: A proposed logic," Transportation Research Record 1232, pp.1-8, 1989.
- [26] Gonzalez, R.C. and R. E. Woods, "Digital Image Processing, 2/e", New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [27] Goobic, A.P., J. Tang, and S. T. Acton, "Image stabilization and registration for tracking cells in the microvasculature," IEEE Trans. Biomedical Engineering, vol. 52, no. 2, pp. 287-299, 2005.
- [28] Güllü, M.K., E. Yaman, and S. Ertürk, "Image sequence stabilization using fuzzy adaptive Kalman filtering," Electronics Letters, vol. 39, no. 5, pp. 429-431, 2003.

- [29] Güllü, M.K., S. Ertürk, "Fuzzy Image Sequence Stabilisation," *Electronics Letters*, vol. 39, no. 16, pp. 1170-1172, August 2003.
- [30] Güllü, M.K., S. Ertürk, "Membership function adaptive fuzzy filter for image sequence stabilization," *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 50, no. 1, pp. 1-6, 2003.
- [31] Güllü, M.K., S. Ertürk, "Membership function adaptive fuzzy filter for image sequence stabilization," *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 50, no.1, pp. 1-7, Feb. 2004
- [32] Gupte, S., O. Masoud, R.F. K. Martin, and N.P. Papanikolopoulos, "Detection and classification of vehicles", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 3, no. 1, pp. 37-47, Mar. 2002.
- [33] Hu, W., T. Tan, L. Wang, S. Maybank, "A survey on visual surveillance of object motion and behaviors", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C*, Vol.34, No.3, pp.334-352, 2004.
- [34] Hu, W., X. Xiao, D. Xie, T. Tan, S. Maybank, "Traffic accident prediction using 3-D model-based vehicle tracking", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.53, No. 3, pp.677-694, 2004.
- [35] Hwang, W., H. Ko, "Real-time vehicle recognition using local feature extraction", *Electronics Letters*, Vol. 37, No.7, pp.424-425, 29 March 2001.
- [36] Kagesawa, M., S. Ueno, K. Ikeuchi, H. Kashiwagi, "Recognizing vehicles in infrared images using IMAP parallel vision board", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol.2, No.1, pp.10-17, March 2001.
- [37] Kamijo, S., Y. Matsushita, K. Ikeuchi, M. Sakauchi, "Traffic monitoring and accident detection at intersections", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 108-118, Jun. 2000.
- [38] Kato, T., Y. Ninomiya, I. Masaki, "An obstacle detection method by fusion of radar and motion stereo", *IEEE Transactions on Intelligent*

Transportation Systems, Vol.3, No.3, pp.182-188, 2002.

- [39] Kato, T., Y. Ninomiya, I. Masaki, "Preceding vehicle recognition based on learning from sample images", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 3, No. 4, pp.252-260, 2002.
- [40] Khanna, V., P. Gupta, and C. J. Hwang, "Finding connected components in digital images", International Conference on Information Technology, pp. 652-656, Apr. 2001.
- [41] Klein, K.A., "Sensor Technologies and Data Requirements for ITS", Artech House, 2001 .
- [42] Klein, L.A., "Detection technology for IVHS, Volume I: Final report", December 1996.
- [43] Ko, S.J., S. H. Lee, and K. H. Lee, "Digital image stabilizing algorithms based on bit-plane matching," IEEE Trans. Consum. Electron., vol. 44, pp. 617-622, 1998.
- [44] Ko, S.J., S.H. Lee, S.W. Jeon and E.S. Kang, "Fast digital image stabilizer based on gray-coded bit-plane matching", IEEE Trans. Consum. Electron., vol. 45, pp. 598-603, 1999.
- [45] Koller, D., J. Weber, and J. Malik, "Robust multiple car tracking with occlusion reasoning", Third European Conference on Computer Vision, pp. 186-196, Springer-Verlag, 1997
- [46] Lai, A.H.S. and N.H.C. Yung, Senior, "Vehicle-type identification through automated virtual loop assignment and block-based direction-biased motion estimation", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 1, no. 2, pp. 86-97, Jun. 2000.
- [47] Laureate, N., His book, Publisher, Location, Year. Warren F. Gardner and Dary T. Lawton, "Interactive model-based vehicle tracking", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 18, no. 11, pp. 1115-1121, Nov. 1996.

- [48] Levin, M. and G.M. Krause, "Incident-detection algorithms, Part 1: Off-line evaluation, Part 2: On-line evaluation," Transportation Research Record, No.722,pp.49-64, 1979.
- [49] Levine, M.D., and A.M. Nazif, "Dynamic measurement of computer generated image segmentation", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 7, pp.155-164, 1985.
- [50] Li, B., R. Chellappa, "A generic approach to simultaneous tracking and verification in video", IEEE Transactions on Image Processing, vol. 11, no. 5, pp. 530-544, May 2002.
- [51] Liang, Y.M., H.R. Tyan, S.L. Chang, H.Y.M. Liao, and S.W. Chen, "Video stabilization for a camcorder mounted on a moving vehicle," IEEE Trans. Vehicular Technology, vol. 53, no. 6, pp.1636-1648, 2004.
- [52] Lim, D.W., S.H. Choi, J.S. Jun, "Automated detection of all kinds of violations at a street intersection using real time individual vehicle tracking", IEEE International Conference on Image Analysis and Interpretation, pp. 126-129, Apr. 2002.
- [53] Lin, G.S., P. Liang, P. Schonfeld, and R. Larson, "Adaptive Control of Transit Operations", Federal Transit Administration, 1995.
- [54] Lou, J., T. Tan and W. Hu, "Visual vehicle tracking algorithm", IEEE Electronics Letters, vol. 38, no. 18, pp. 1024-1025, Aug. 2002.
- [55] Luk, J. Y. K. and F. Y. C. Sin, "The calibration of freeway incident detection algorithms," Proc. Of 7th REAAA conference, pp.347-355, 1992.
- [56] Marcenaro, L., G. Vernazza, and C. S. Regazzoni, "Image stabilization algorithms for video-surveillance applications," IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP), Thessaloniki, Greece, vol.1, Page(s):349 – 352, Oct. 2001.
- [57] Masaki, I. (Ed.), "Vision-based Vehicle Guidance", Springer-Verlag, New

York, 1992.

- [58] Masters, P.H., J.K. Lam, and K. Wong, "Incident detection algorithms for COMPASS – An advanced traffic management system," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, Dearborn, Michigan, pp.295-310, 1991.
- [59] Maurer, M., R. Behringer, S. Furst, F. Thomarek, and E.D. Dickmanns, A compact vision system for road vehicle guidance", Proc. 13th Int'l Conf. Pattern Recognition, vol. 3, pp. 313-317, 1996.
- [60] Michalopoulos, P.G., "Vehicle detection video through image processing: the Autoscope system", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.40, No.1, pp.21-29, 1991.
- [61] Morimoto, C. and R. Chellappa, "Fast electronic digital image stabilization," IEEE Int. Conf. Pattern Recognition (ICPR), Vienna, Austria, vol. 3, Page(s):284 – 288, Aug. 1996.
- [62] Morizane, H., H. Takenaga, Y. Kobayashi, and K. Nakamura, "Cut-in vehicle recognition system", 1999 IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp.976-980, Oct. 5-8, 1999.
- [63] Nedeveschi, S., R. Danescu, D. Frentiu, T. Marita, F. Oniga, C. Pocol, R. Schmidt, T. Graf, "High accuracy stereo vision for far distance obstacle detection", Proc. IEEE Intell. Vehicle Symp., pp. 292-297, 2004.
- [64] Okuda, H., M. Hashimoto, K. Sumi, and K. Sasaki, "Optimum selection algorithm of motion estimation blocks for fast and robust digital image stabilization," IEEE Int. Conf. Consumer. Electron (ICCE), Page(s):396 – 397, June 2003.
- [65] Otsu, N., "A threshold selection method from gray-level histograms", IEEE Transactions on System Man and Cybernetics, vol. SMC-8, pp. 62-66, 1978.
- [66] Pang, C.C.C., W.W.L. Lam, N.H.C. Yung, "A novel method for resolving vehicle occlusion in a monocular traffic-image sequence", IEEE

Transactions on Intelligent Transportation Systems,
Vol.5, No.3, pp.129-141, 2004

- [67] Paik, J.K., Y. C. Park, and D.W. Kim, "An adaptive motion decision system for digital image stabilizer based on edge pattern matching," IEEE Trans. Consum. Electron., vol. 38, pp. 607-615, 1992.
- [68] Papageorgiou, M., H. Hadj-Salem, and J.-M. Blosseville, "ALINEA: A Local Feedback Control Law for On-Ramp Metering", Transportation Research Record 1320, pp58-64, 1991
- [69] Payne, H.J. and S.C., Tignor, "Freeway incident detection algorithm based on decision trees with states," Transportation Research Record No.682, pp.30-37, 1978.
- [70] Peng, Y.C., H.A. Chang, and H. H. Chen, "Digital image stabilization and its integration with video encoder," IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Las Vegas, Nevada, USA, Page(s):544 - 549, Jan. 2005.
- [71] Piva, S., M. Zara, G. Gera, and C. S. Regazzoni, "Color-based video stabilization for real-time on-board object detection on high-speed trains," IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS 2003), Miami, FL, USA, Page(s):299 – 304, July 2003.
- [72] Pourreza, H.R., M. Rahmati, and F. Behazin, "An electronic digital image stabilizer based on stationary wavelet transform (SWT)," IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP), Barcelona, Spain, vol.3, Page(s): II - 383-6, Sept. 2003.
- [73] Ratakonda, K. "Real-time digital video stabilization for multi-media applications" IEEE Int. Symp. Circuits and Systems (ISCAS), Monterey, CA, USA, vol.4, Page(s):69 – 72, June 1998.
- [74] Sacchi, C., C.S. Regazzoni, "A distributed surveillance system for detection of abandoned objects in unmanned railway environments", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.49, No.5, pp.2013-2026, 2000.

- [75] Sakasita, M., and A.D. May, "Development and evaluation of incident detection algorithms for electronic-detector systems on freeways," *Transportation Research Record*, No533, pp.48-63, 1975.
- [76] Setchell, C., E.L. Dagless, "Vision-based road-traffic monitoring sensor", *IEE Proceedings-Vision, Image and Signal Processing*, Vol.148, No.1, pp.78-84, 2001.
- [77] Smith, C.E, S.A. Brandt, and N.P. Papanikolopoulos, "Visual tracking for intelligent vehicle-highway systems", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 45, no. 4, pp. 744-759, Nov. 1996.
- [78] Srinivasan, S., R. Chellappa, "Image stabilization and mosaicing using the overlapped basis optical flow field," *IEEE*, 1997.
- [79] Suzuki, J., K. Horiba, and N. Sugie, "Fast connected-component labeling based on sequential local operations in the course of forward raster scan followed by backward raster scan", *Pattern Recognition*, vol. 2, pp. 434-437, Sep. 2000.
- [80] Srinivasan, S., R. Chellappa, "Fast structure from motion recovery applied to 3D image stabilization," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, pp 3357-3360, March 1999.
- [81] Stephhanedes, Y.J. and A.P. Chassiakos, "A low pass filter for incident detection," *proc. 1991 ASCE Conf. On Applications of Advanced Technologies in transportation Engineering*, Minneapolis, , pp.378-382, 1991.
- [82] Taniguchi, H., T. Nakamura, H. Furusawa, "Methods of traffic flow measurement using spatio-temporal image", *1999 International Conference on Image Processing*, Vol.4, pp.16-20, Oct. 24-28, 1999.
- [83] Tao, H., H.S. Sawhney, and R. Kumar, "Object tracking with Bayesian estimation of dynamic layer representations", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 24, no. 1, pp. 75-89, Jan.

2002.

- [84] Turner, S.M., D.J Holdener, Probe vehicle sample sizes for real-time information: the Houston experience. Conference on Vehicle Navigation and Information Systems (VNIS), 1995, p 3-10.
- [85] Vella, F., A. Castorina, M. Mancuso, and G. Messina, “Digital image stabilization by adaptive block motion vectors filtering”, IEEE Trans. Consumer. Electron., vol. 48, no. 3, pp. 796-801, 2002.
- [86] Vella, F., A. Castorina, M. Mancuso, and G. Messina, “Robust digital image stabilization algorithm using block motion vectors,” IEEE Int. Conf. Consumer Electronics (ICCE), Page(s):234 – 235, June 2002.
- [87] Wattleworth, J.A., D.S., Berry, “Peak-Period Control of a Freeway System Some Theoretical Investigation”, High Research Record 89, pp.11-25, 1965.
- [88] Woods, R.C.G.R.E., “Digital Image Processing”, 2nd ed., New Jersey, Prentice Hall, 2002, Chapter 3, pp. 89-108, Chapter 10, pp. 595-634.
- [89] Wu, B.F., Y.L. Chen, and C.C. Chiu, “A Discriminant Analysis Based Recursive Automatic Thresholding Approach for Image Segmentation”, IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E88-D, no. 7, pp. 1716-1723, July. 2005.
- [90] Wu, W., Z. QiSen, W. Mingjun, “A method of vehicle classification using models and neural networks”, IEEE VTS 53rd Vehicular Technology Conference, Vol.4, pp.3022-3026, 6-9 May 2001
- [91] Yao, Y.S., P. Burlina, R. Chellappa, and T. H. Wu, “Electronic image stabilization using multiple visual cues,” IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP), Washington, DC, vol.1, Page(s):191 – 194, Oct.1995.
- [92] <http://www.rtms-by-eis.com/> 微波偵測器圖片。
- [93] 臺市交通監控系統工程-規劃報告 88年3月。

- [94] 宋真堯、姜仲鴻、許能傑、張大強、劉竹峰，「訊號與系統」，高立圖書有限公司，1996。
- [95] 何雍慶、周逸衡，「行銷管理—分析、規劃與控制」，華泰書局，1993。
- [96] 張保隆、陳文賢、蔣明晃，「生產管理」，華泰文化事業公司，2000。
- [97] 卓聖鵬，「最新天線工程—行動通信時代的天線技術」，全華科技圖書股份有限公司，1998。
- [98] 莊晴光，「FMCW Rader The RF SOC and SIP Approach」，Working Paper，2005。
- [99] 張家豪，「以光流法設計平面運動攝影機之數位影像穩定技術」，國立交通大學電機與控制工程研究所碩士論文，2001。
- [100] 國立臺灣師範大學視訊與影像處理實驗室。
- [101] 國道高速公路交管組。
- [102] 曾建誠、陳常侃、王鵬華、丁建鈞，「離散時間訊號處理」，第二版，全華科技圖書股份有限公司，2004。
- [103] 黃泰林，「構建智慧型適應性網路號誌控制模式之研究」，成功大學交研所博士論文，1994。
- [104] 葉有民，「數位影像穩定系統之新演算法與架構」，國立交通大學電子工程研究所碩士論文，2000。
- [105] 蒙以正，「數位訊號處理-應用 MATLAB」，旗標出版股份有限公司，2004。
- [106] 鍾敦沛，「高速公路匝道流量控制模式之研究」，交通大學交研所碩士論文，2000。
- [107] 經濟部標準檢驗局網站
<http://www.bsmi.gov.tw/indexset/main1.jsp?no=7>

附錄 1

簡報

國道替代道路路況資訊擴充 之研究與實作

國立交通大學 運輸研究中心
崧旭資訊股份有限公司
建程科技股份有限公司

國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作

簡報內容

- 研究團隊簡介
- 計畫背景分析
- 國道替代道路探針車隊可行性策略分析
- 國道替代道路路況資訊系統
- ATIS及ATMS所需之偵測器參數需求分析
- 影像式車輛偵測器
- 微波雷達偵測器
- 偵測器實測
- 結論與建議

2

研究團隊簡介

研究團隊簡介

- 總計畫
 - 主持人：交大運管系 卓訓榮 教授
- 計畫顧問：台大電信工程學研究所 莊晴光 教授
- 探針車隊可行性策略分析子計畫
 - 主持人：交大運管系 王晉元 教授
- 路況資訊系統子計畫
 - 主持人：崧旭科技 陳奕廷 協理
- 影像式車輛偵測器子計畫
 - 主持人：交大電控系 吳炳飛 教授
- 微波雷達偵測器子計畫
 - 主持人：交大電信系 李義明 教授
- 偵測器實測子計畫
 - 主持人：建程科技 曾明德 經理

計畫背景分析

研究背景

- 運輸資訊是智慧型運輸系統裡重要一環
- 運輸研究所可取得運輸資訊完成的重要成果
 - GPS的應用
 - 汽車導航系統
 - 公車資訊系統
 - 計程車派遣系統
- 交通部ETC電子收費系統
- 運輸資訊取得一直是重要的研究課題

研究背景

- 國道資訊提供
 - 漸趨完整，並受到大多數民眾的肯定
- 國道替代道路資訊提供
 - 相關替代道路的路況資訊是眾多駕駛人或交通管理單位所必須的
 - 然而國道的替代道路的路況資訊不易蒐集，偵測器價格居高不下

7

研究動機

- 改善國道替代道路資訊提供之方法
 - 利用探針車收集資訊
 - 利用國內客、貨運輸或其他具規模車隊作為探偵車收集資訊
 - 研發低成本偵測器
 - 降低偵測器成本增置偵測器

8

研究動機

- 擴充省道路況資訊
 - 針對目前對於省道路況的迫切需要，有必要就擴充省道路況資訊的方式進行探討，以期彙集更多的路況資訊來源，進而提供予用路者以為路徑選擇之依據。
- 建立省道路況蒐集的方式及機制及發佈的平台

研究目的

- 研擬探偵車的可行性
- 建置速率資訊蒐集、處理及發佈的平台
- 研析並實作國內研發偵測器的可行性

研究方法

- 研訂建立國道替代道路探偵車車隊的可行策略分析及試作
 - 透過訪談及工、協會的協助，瞭解目前國內安裝有探偵車輛的現況並收集其具體內容
 - 分析適合國道替代道路路況資訊收集之車隊
 - 發展相關模式與演算法，進行相關資料融合之工作

研究方法

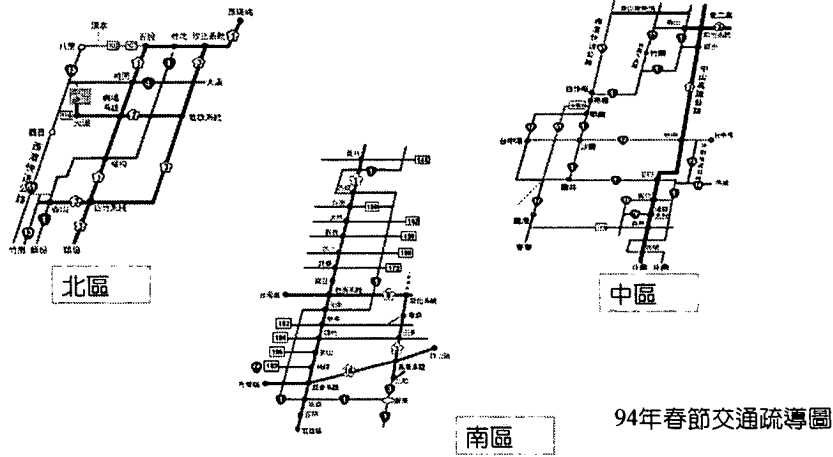
- 建立資訊蒐集、處理及發佈平台
 - 規劃系統功能與架構
 - 進行系統雛形開發
 - 進行相關測試，驗證系統成效並進行相關修正

研究方法

- 研擬我國車輛偵測器發展策略以及雛型設備研發與功能評估
 - 蒐集國內外微波及影像偵測器相關功能評估
 - 設計系統功能與基本規格
 - 進行系統雛形設計
 - 實地測試並驗證結果

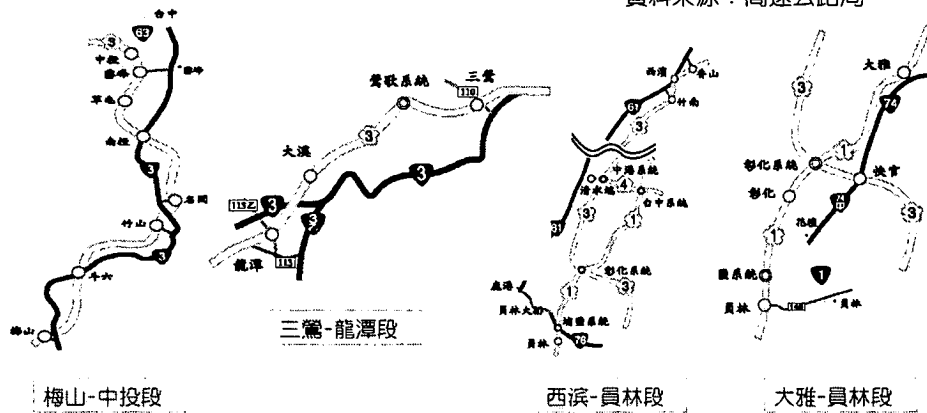
國道替代道路探針車隊 可行性策略分析

國道替代道路(1)



國道替代道路(2)

資料來源：高速公路局



國道替代道路探針車隊可行性策略分析

- 國內最主要之路況資訊來源分為三種
 - 警廣與全國路況中心—提供事件資訊、臨時路況為主。
 - 道路偵測器—全省目前僅完成五十處偵測器之佈設，短期內無法以足夠之偵測器來獲得路況資訊。
 - 探針車—以裝載GPS系統之規模車隊為主。
- 本研究評估可能發展成為探針車所用之車隊，總共可分為貨運業者、客運業者、計程車隊及其他車隊。

已分析之規模車隊

- 客運業者：和欣客運、阿羅哈客運、統聯客運、亞通客運、豪泰客運、台南市公車、高雄市公車。
- 計程車車隊：金立計程車。
- 貨運業者：聯倉交通、新竹貨運、五崧捷運、大榮貨運。
- 特殊車隊：環保署事業廢棄物消運車輛。

探針車隊可行性分析－客運車隊

- 國道客運
 - 車隊特性：行經路線以國道為主，在乘客需要上下車時，才會下交流道往場站行駛。
 - 分北、中、南三區，各挑選較具規模之車隊，以其行駛路線作為車隊特性分析。
 - 北區→阿羅哈客運
 - 中區→統聯客運
 - 南區→和欣客運
- 市區公車
 - 車隊特性：行經路線以市區道路為主。
 - 台南市、高雄市公車的GPS車隊較具規模，因此本研究將以此為例探討其車隊特性。

19

探針車隊可行性分析－客運車隊(續)

- 小結
 - 國道客運行經國道替代道路的機會及頻率並不高，不適合做為國道替代道路路況資訊的探針車。
 - 市區公車主要目的在於市區內之旅次運輸，其行經路線皆以市區道路居多，經過國道替代道路的機會及頻率並不高。

20

探針車隊可行性分析－計程車車隊

- 車隊特性：行駛路線不固定、服務範圍廣、可及性高。
- 本研究以新竹金立計程車一個月的GPS回傳資料做分析，車隊規模約250輛，平均每小時回傳訊息數如下：

新竹市替代道路編號	平均每小時回傳訊息數
省道1號	62.4
省道13號	0.2
省道61號	2.4

探針車隊可行性分析－計程車車隊(續)

- 小結
 - 資料數分佈不均，且以市區為主。
 - 可提供部分國道替代道路即時路段資訊。
 - 每日零時至七時的筆數較其他時段少，需再引用其他車隊的資料來改善此部份之不足。
 - 若未來將計程車納入探針車隊，對提供市區部分之國道替代道路即時資訊會有幫助。

探針車隊可行性分析－貨運車隊

- 車隊特性：服務範圍廣、車輛規模較大、行駛路線依客戶需求而定。
- 由於新竹、大榮貨運兩公司僅對四十輛運送高單價之車輛裝設GPS，因此以聯倉、五崧貨運公司為分析之對象。

探針車隊可行性分析－貨運車隊(續)

某貨運公司(約300輛)
平均每小時於國道替代道路之GPS訊息統計次數

台北 縣市	台1	2.7	苗栗 縣市	台1	1.8	彰化 縣市	台1	0.1
	台15	13.7		台13	2		台17	0
	縣103	0.6		台17	0		台19	0.2
	縣107	2		台61	0		台74	0
桃園 縣市	台1	18.4	嘉義 縣市	台1	0.1	雲林 縣市	台76	0.1
	台4	165		縣159	1.8		縣148	0.2
	台15	47.1		縣162	0.1		台1	9.1
	縣110	15.3		縣168	0		縣158	1.8
新竹 縣市	台1	19.2	台南 縣市	台1	30	台中 縣市	台1	3.9
	台13	0		縣172	2.8		台12	1.9
	台15	0.1		縣182	0.3		台17	3.8
	台61	0		縣183	0		台74	0.2

探針車隊可行性分析－貨運車隊(續)

- 小結
 - 各時段分配不均、某些道路資訊數較少。
 - 雖有資料分佈不均之現象，若能增加其他營運範圍車隊之道路資料，仍可為部分替代道路提供即時資訊所用。

探針車隊可行性分析－事業廢棄物車輛

- 事業廢棄物車輛共計約千餘部，以環保署提供的四十輛廢棄物車輛之歷史資料作分析，結果如下：

台北 縣市	台1	0.1	苗栗 縣市	台1	0	彰化 縣市	台1	15.3
	台15	0.1		台13	0.2		台17	0
	縣103	0		台17	0		台19	0.8
	縣107	0.2		台61	0		台74	0
桃園 縣市	台1	21.3	嘉義 縣市	台1	0	雲林 縣市	台1	0.1
	台4	7.0		縣159	0.7		縣148	1.3
	台15	17.0		縣162	0		台1	0.1
	縣110	45.1		縣168	0		縣158	1.1
新竹 縣市	台1	7	台南 縣市	台1	0.9	台中 縣市	台1	3
	台13	0		縣172	0.2		台12	0.8
	台15	3.8		縣182	0		台17	0
	台61	0		縣183	0		台61	5.5

四十輛事業廢棄物車隊平均每小時之GPS訊息統計次數

探針車隊可行性分析－事業廢棄物車輛(續)

- 小結
 - 行駛頻率分佈不均。
 - 由於目前僅以四十輛車作分析，若涵蓋國內所有事業廢棄物車輛（一千餘輛）的回傳資料，可望提供國道替代道路資訊。

27

探針車隊可行性分析－綜合評析

- 若未來計程車隊裝設GPS普遍化，再增加不同營運範圍之貨運、事業廢棄物車輛，則可望提供全國國道替代道路資訊。
- 若以單一車隊做為探針車輛，某些路段或時段會因資料分佈不均或數量不足，而無法提供國道替代道路資訊，但若整合上述各探針車隊，則可互相彌補其資料不足之處，以提供國道替代道路之探針車隊。

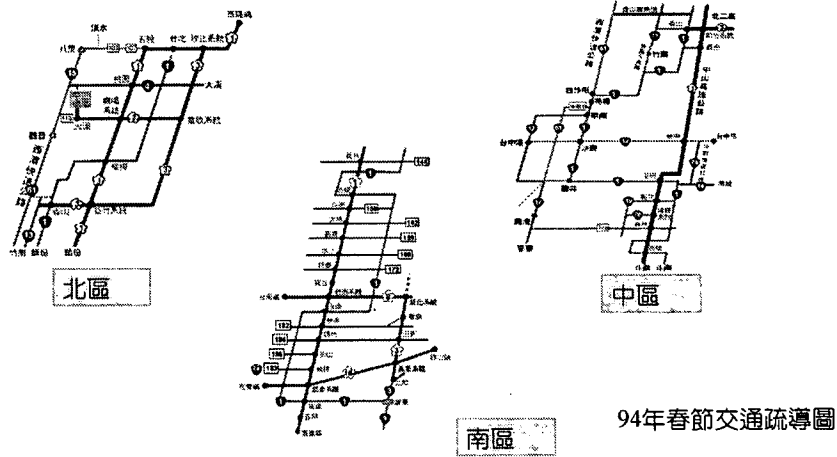
28

國道替代道路路況資訊系統

摘要

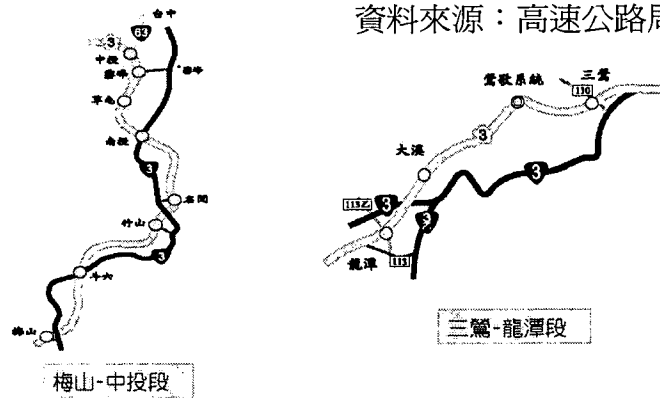
- 資訊蒐集及資訊整合
- 系統建置規劃
- 路況資訊XML發佈

國道替代道路資訊蒐集(1)



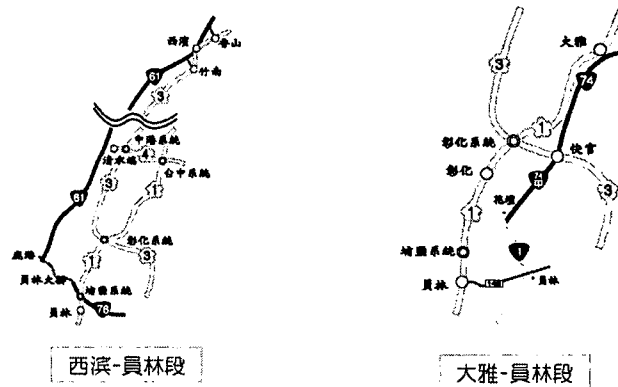
國道替代道路資訊蒐集(2)

資料來源：高速公路局



國道替代道路資訊蒐集(3)

資料來源：高速公路局



33

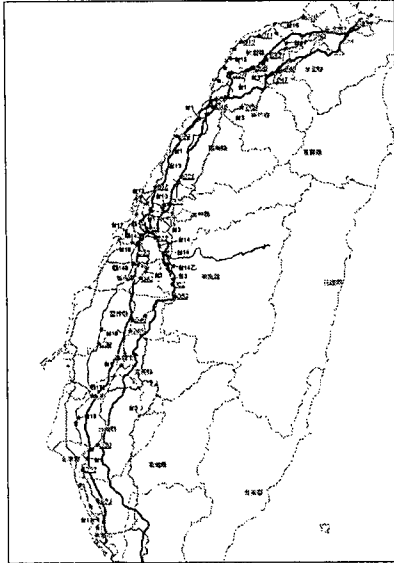
路況資訊整合

本專案主要整合兩項重要資料來源，一為車輛偵測器所蒐集的即時路況資訊，另一則是已有裝設車機設備的規模運輸業者，針對不同來源的資料整合部份，必須透過資料融合的技术，將所匯整的資訊轉成有用的即時路況訊息。

本研究主要整合資訊包括有三：

1. 公路總局 車輛偵測器資訊
2. 環保署事業廢棄物車輛監控系統
3. 新竹市衛星計程車

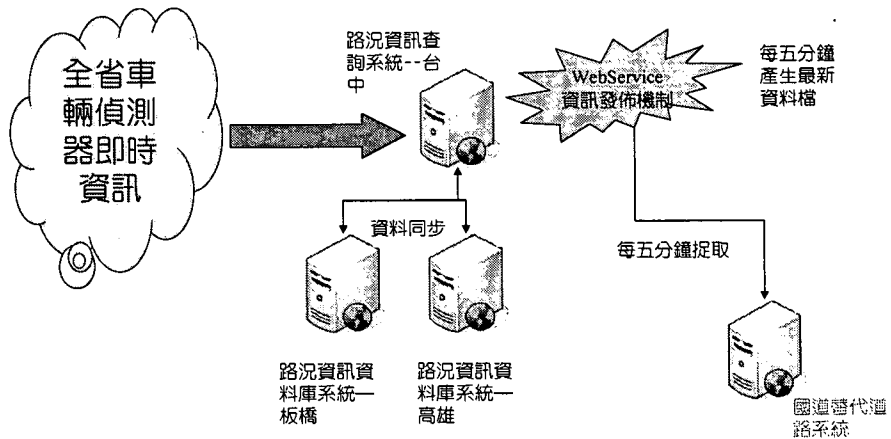
34



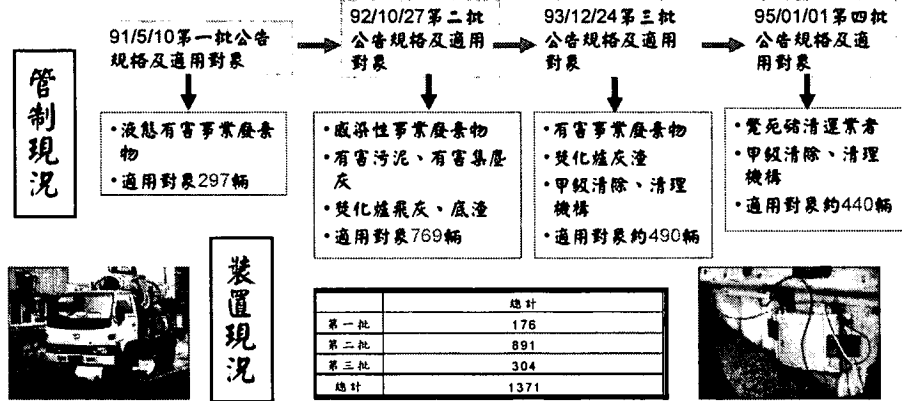
① 公路總局偵測器

欄名	說明
seqid	流水號
time	日期時間
station_id	測站編號
average_speed	平均速度(km/hr)
average_length	平均車長(公尺)
total_flow	總流量
occupancy	佔量(%)
average_gap	平均車距(1/10秒)
direction	方向

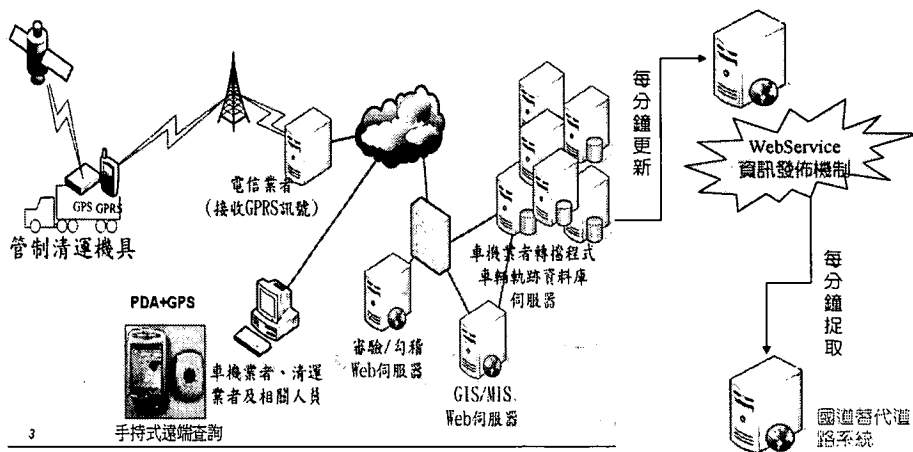
公路總局路況資訊整合



② 環保署事業廢棄物消運車輛



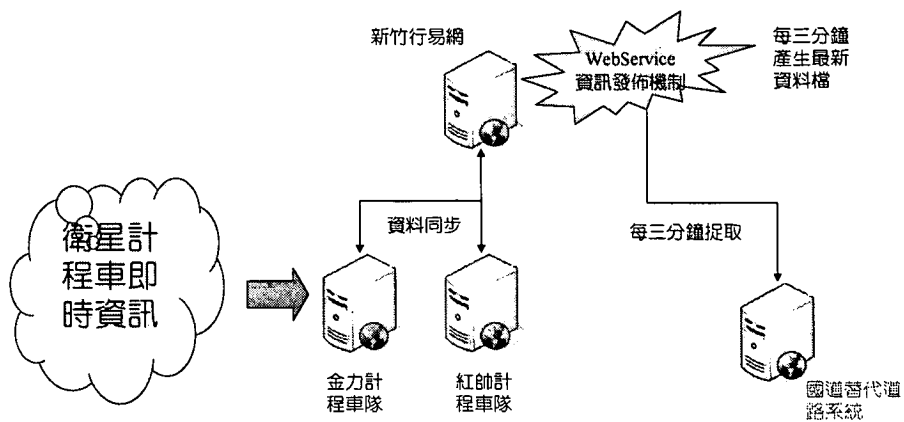
環保署資訊整合機制



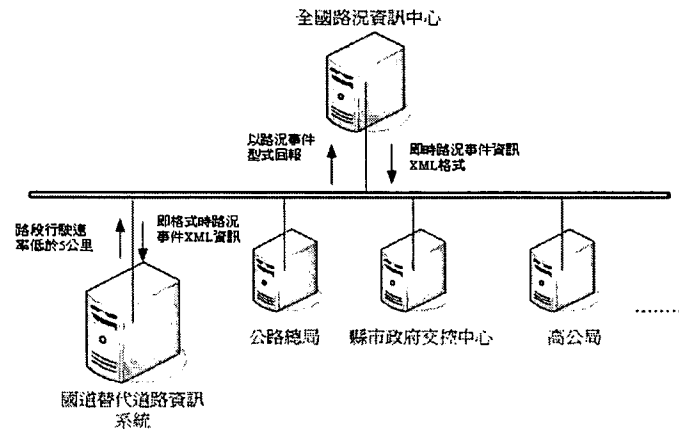
③ 新竹衛星計程車

- 1. 新竹市政府於民國九十二年專案委託建置，至九十三年底，共計完成全市400台計程車裝設。
- 2. 新竹計程車較具規模主要有兩家，分別為「金力」及「紅帥」。
- 3. 各項車機即時資料即時回傳至車隊中心，透過專線的方式，即時將車輛資訊匯整至新竹市政府所建置的交通行易網中。
- 4. 涵蓋範圍新竹市、新竹縣、苗栗縣
- 5. 車機訊息回傳每30秒/次
- 6. 車輛屬固定站排隊，無固定時間及固定範圍。

新竹衛星計程車整合機制



全國路況資訊中心路況資訊整合

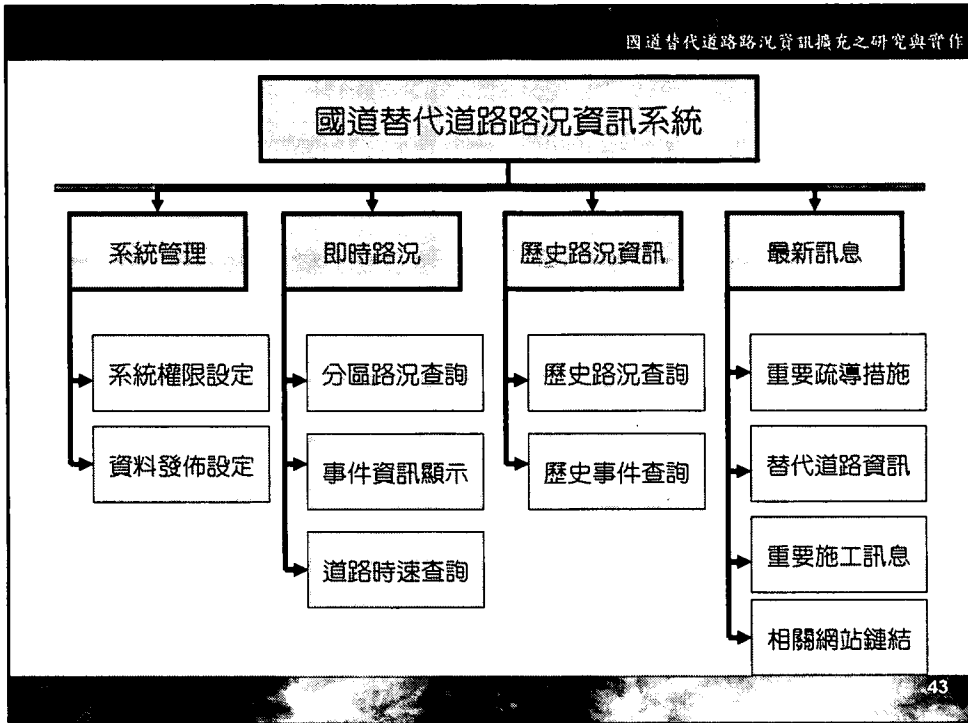


41

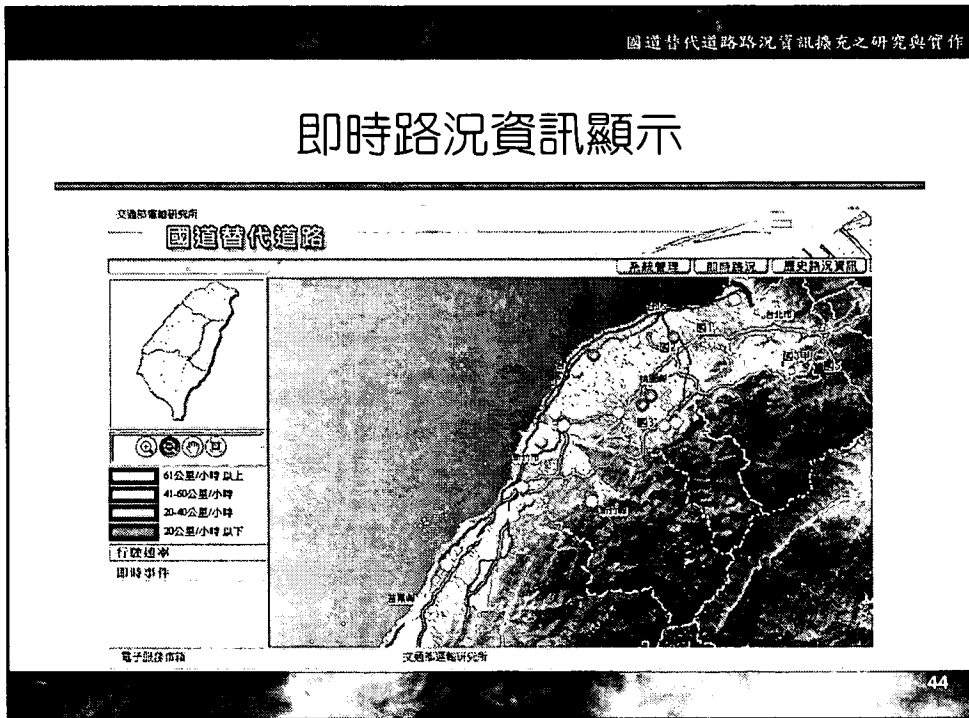
國道替代道路路況資訊系統

- 本系統採Web GIS Server方式建置，並整合本專案蒐集建置資源，提供交通即時資訊。
- 建置交通資訊管理功能，含探偵車及路況偵測器等。
- 整合相關交通資源即時資訊(如全國路況資訊中心)，達到資訊整合之功效。
- 建置自動化的資訊更新機制，並提供簡易的維護、管理介面，讓管理者可輕易更新網站內容。
- 本系統所蒐集整理的交通動態資訊會輸出成XML的資料格式，分享相關資源。

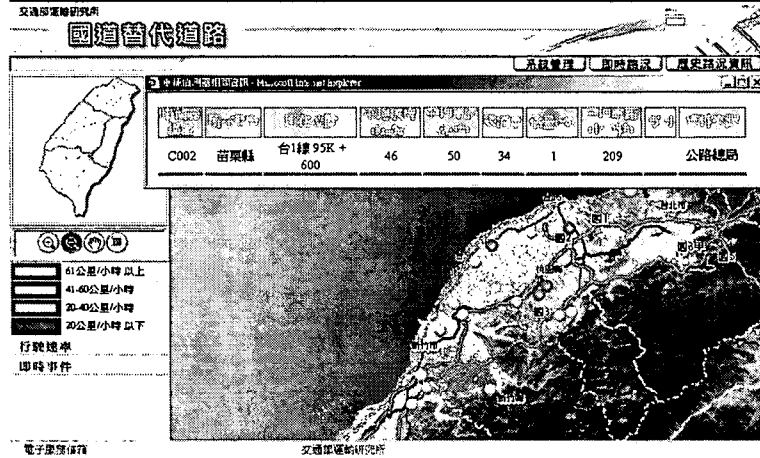
42



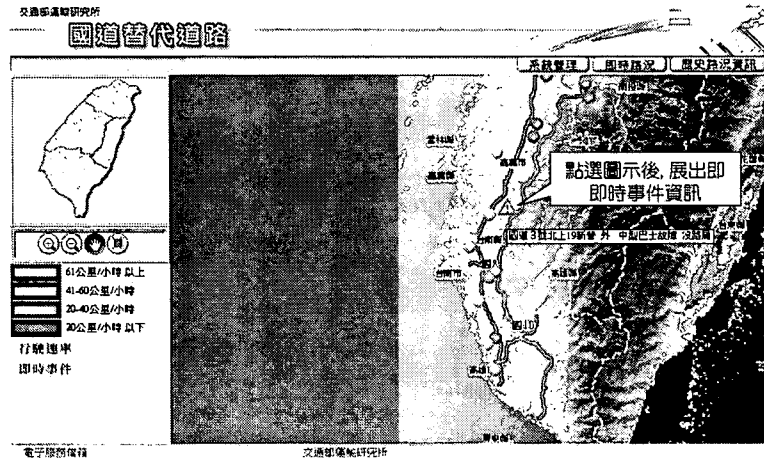
即時路況資訊顯示



車輛偵測器數據顯示



路況事件資訊整合



歷史偵測資料查詢

交通部運輸研究所

國道替代道路

道路標準資訊 偵測器標準查詢	日期時間	測站編號	平均速度 km/hr	系統管理			即時路況		歷史路況資訊	
				平均車長 公尺	總流量	平均車距 1/10秒				
	2005/11/14 下午 05:50:00	C004	60	45	60	2				
	2005/11/14 下午 05:50:00	C020	45	44	74	5				
分類:	2005/11/14 下午 06:40:00	C011	54	45	47	1				
偵測器編號:	2005/11/14 下午 06:40:00	N006	0	0	0	0				
N001(台1線 39K+900)	2005/11/14 下午 06:40:00	N001								
開始時間:	2005/11/14 下午 06:40:00	S003	62	49	51	1				
	2005/11/14 下午 06:40:00	S009	56	45	47	1				
結束時間:	2005/11/14 下午 06:40:00	C192								
	2005/11/14 下午 06:40:00	C014	38	39	56	2				
輸出	2005/11/14 下午 06:40:00	S005	41	42	87	4				
	2005/11/14 下午 06:40:00	C007								
	2005/11/14 下午 06:40:00	C015	59	40	111	1				
	2005/11/14 下午 06:40:00	S009	63	52	35	1				
	2005/11/14 下午 06:40:00	C010								
	2005/11/14 下午 06:40:00	N011	44	55	49	4				

電子數據信箱

交通部運輸研究所

47

ATIS及ATMS所需之 偵測器參數需求分析

ATIS

- 用路者路況資訊（旅行時間推估部分）
 - 通常所需參數：
 - 流量
 - 速度
 - 佔有率（密度）

ATMS

- 都市交通控制～適應性號誌
 - 通常所需參數
 - 流量
 - 車頭距
 - 等候線長度
 - 延滯
- 可由其它點資料（如：速率、佔有率、車頭距）等推估

ATMS

- 都市交通控制～適應性號誌
 - 通常所需參數
 - 有無車（車輛出現）
 - 其它適應性號誌所需之參數

51

ATMS

- 高速公路匝道儀控
 - 通常所需參數：
 - 流量
 - 速度
 - 佔有率（密度）
 - 等候線長度
- 可由其它點資料（如：速率、佔有率、車頭距）等推估

52

ATMS

- 事件偵測
 - 通常所需參數：
 - 流量
 - 速度
 - 佔有率（密度）

本研究應輸出參數

- 符合ATIS的需求
 - ATIS需提供的資訊為
 - 道路旅行時間或旅行速率
 - 流量
 - 速度
 - 佔有率（密度）
 - 事件資訊
 - 流量
 - 速度
 - 佔有率（密度）

車輛偵測器之市場分析

車輛偵測器市場分析

- 全球現況
 - 市場總金額：20億美元
- 國內現況
 - 目前使用的偵測器類型
 - 環路線圈偵測器、超音波偵測器、磁感應式偵測器、影像式偵測器、微波式偵測器、紅外線式偵測器

車輛偵測器市場分析

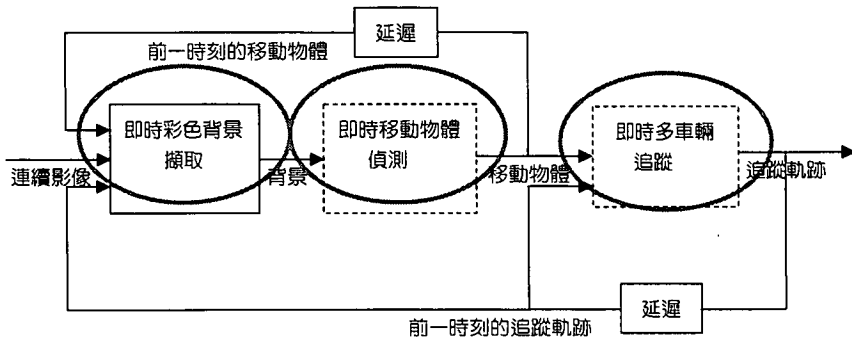
- 未來國內市場
 - 預計市場產值約為36億至52億*
- 未來全球市場
 - 應不低於20億美元

*資料來源：[周家慶, 2004]

57

影像式車輛偵測器

影像式車輛偵測器 演算法基本架構



系統執行畫面

The screenshot shows the system's execution interface. It features two camera views of a road with a central '偵測範圍' (Detection Range) indicated. On either side of the camera views are data panels for '第一車道' (First Lane) and '第二車道' (Second Lane). Each panel lists vehicle counts for different types (e.g., 數量, 機車, 小車, 大車) and provides a '速度' (Speed) in km/h. Below the data panels are control buttons for '擷取影像' (Capture Image), '開始' (Start), '停止' (Stop), and '測試' (Test).

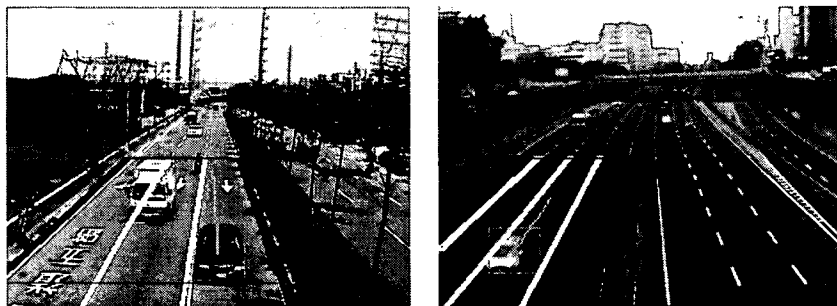
車流量準確率約為 95%以上

研究成果

- 慈雲路口 Demo
- 高速公路 Demo
- 慈雲路口夜間 Demo
- 高速公路夜間 Demo

- Demo 內容(包含大車、小車、機車)
 - 車流量
 - 車速

車輛追蹤技術



車輛追蹤技術 (高速公路)

Example

交通部運輸研究所 交通大學
Institute of Transportation Studies, NTU

左側道	數量: 0	輛	右側道	數量: 0	輛
超車	0	輛	超車	0	輛
小車	0	輛	小車	0	輛
大車	0	輛	大車	0	輛
第三車道	速度: 0	公里/小時	第一車道	速度: 0	公里/小時
數量: 0	輛	數量: 0	輛		
超車: 0	輛	超車: 0	輛		
小車: 0	輛	小車: 0	輛		
大車: 0	輛	大車: 0	輛		
第二車道	速度: 0	公里/小時	第二車道	速度: 0	公里/小時
數量: 0	輛	數量: 0	輛		
超車: 0	輛	超車: 0	輛		
小車: 0	輛	小車: 0	輛		
大車: 0	輛	大車: 0	輛		
第一車道	速度: 0	公里/小時	第三車道	速度: 0	公里/小時
數量: 0	輛	數量: 0	輛		
超車: 0	輛	超車: 0	輛		
小車: 0	輛	小車: 0	輛		
大車: 0	輛	大車: 0	輛		

63

車輛追蹤技術 (市區道路)

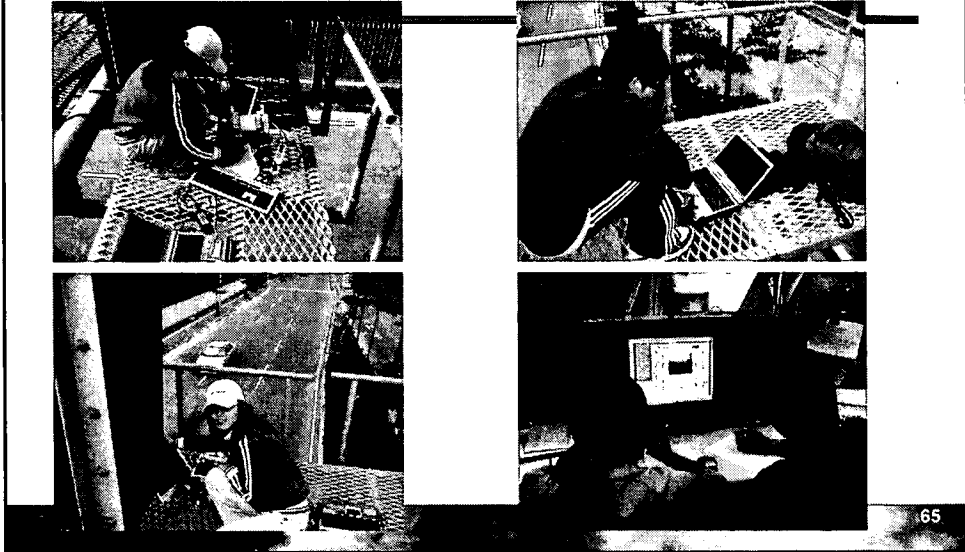
Example

交通部運輸研究所 交通大學
Institute of Transportation Studies, NTU

左側道	數量: 2	輛	右側道	數量: 0	輛
超車: 0	輛	超車: 0	輛		
小車: 2	輛	小車: 0	輛		
大車: 0	輛	大車: 0	輛		
第三車道	速度: 74.4	公里/小時	第一車道	速度: 0	公里/小時
數量: 1	輛	數量: 0	輛		
超車: 0	輛	超車: 0	輛		
小車: 1	輛	超車: 0	輛		
大車: 0	輛	小車: 0	輛		
第二車道	速度: 33.7	公里/小時	第二車道	速度: 0	公里/小時
數量: 1	輛	數量: 0	輛		
超車: 0	輛	超車: 0	輛		
小車: 1	輛	超車: 0	輛		
大車: 0	輛	小車: 0	輛		
第一車道	速度: 0	公里/小時	第三車道	速度: 0	公里/小時
數量: 0	輛	數量: 0	輛		
超車: 0	輛	超車: 0	輛		
小車: 0	輛	超車: 0	輛		
大車: 0	輛	小車: 0	輛		

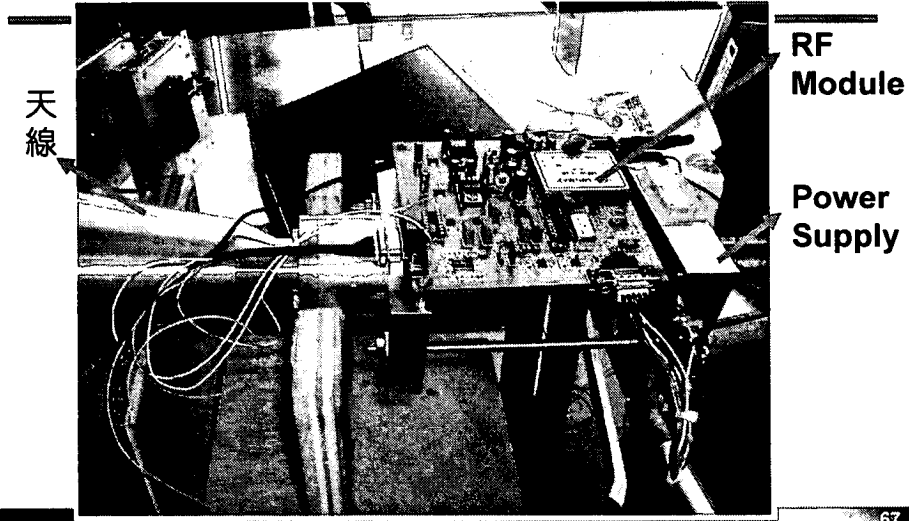
64

實驗現場



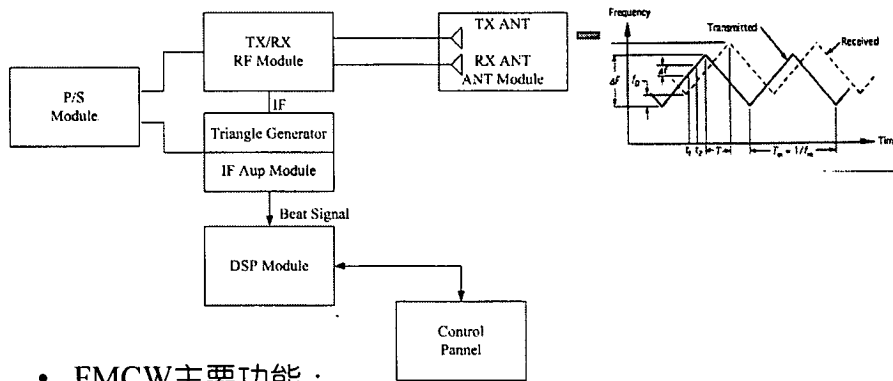
微波雷達車輛偵測器

產品實際外觀



67

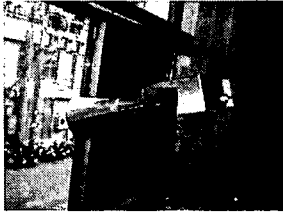
FMCW系統方塊圖



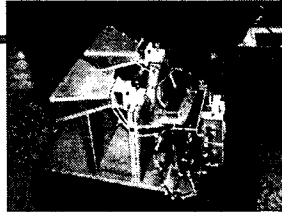
- FMCW主要功能：
FMCW雷達傳送之微波頻率正相關於調變頻率，故FMCW雷達在原理上可計算出車輛與偵測器的相對距離，藉此推估交通資訊。

68

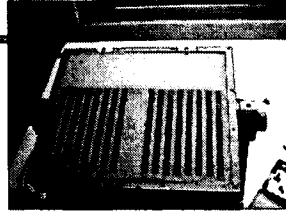
天線



收發同天線



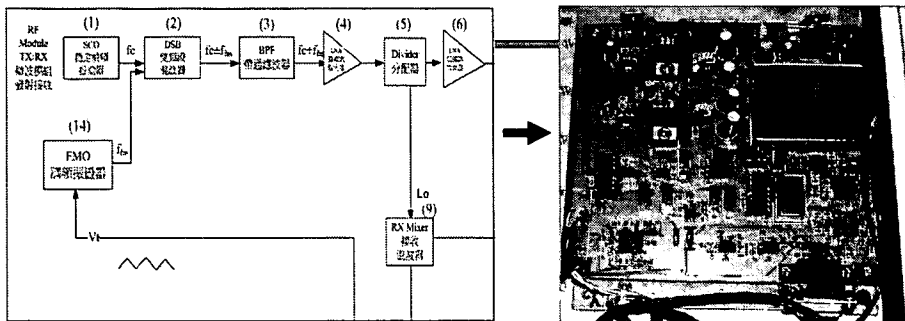
收發雙天線



平面天線

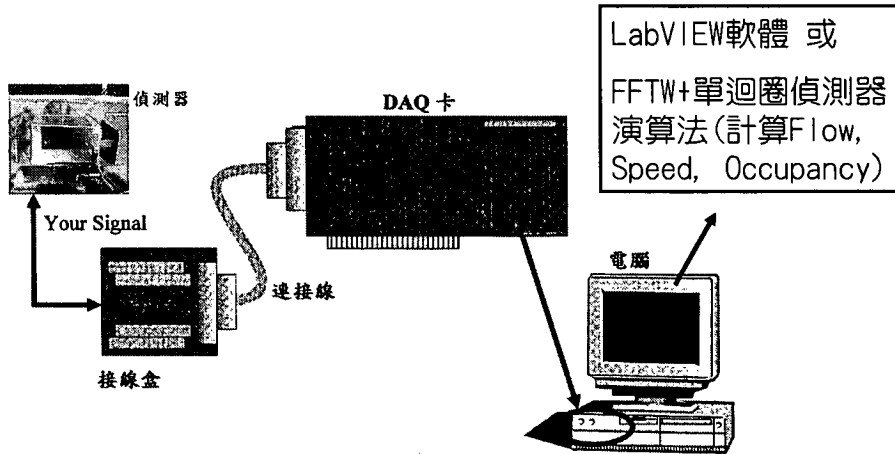
- 經本計劃測試三種不同天線後，決定採用收發同天線。
- 收發同天線規格：
 - 波束寬：12度 (Azimuth)
 - 波束寬：12度 (Elevation)
 - 極性：圓型極化
 - 增益：20db

R.F. Module



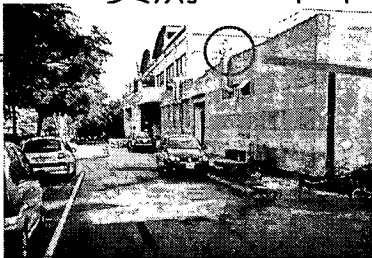
- R.F. Module規格：
 - 射頻信號之頻寬：100M Hz
 - 射頻信號中心頻率：9.5~9.6G Hz

信號擷取與運算



71

實測1：單車道車輛與機車



- 測試地點：交大運輸研究中心
- 架設高度：4.7米
- 實測影片：[1.停止車輛與機車](#)
[2.單車道車輛](#)



72

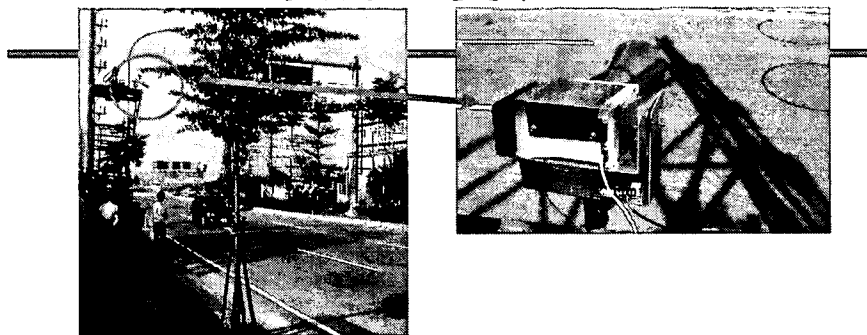
實測2：雙車道



- 測試地點：交大司令台
- 架設高度：4.4米
- 實測影片：[雙車道\(司令台\)](#)

73

實測3：雙車道

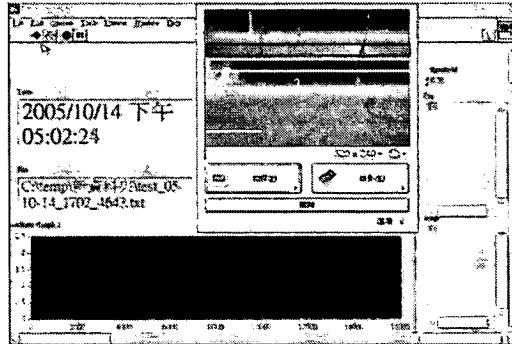


- 測試地點：慈雲路與公道五交叉口旁
- 架設高度：5米
- 實測影片：[雙車道\(公道五\)](#)

74

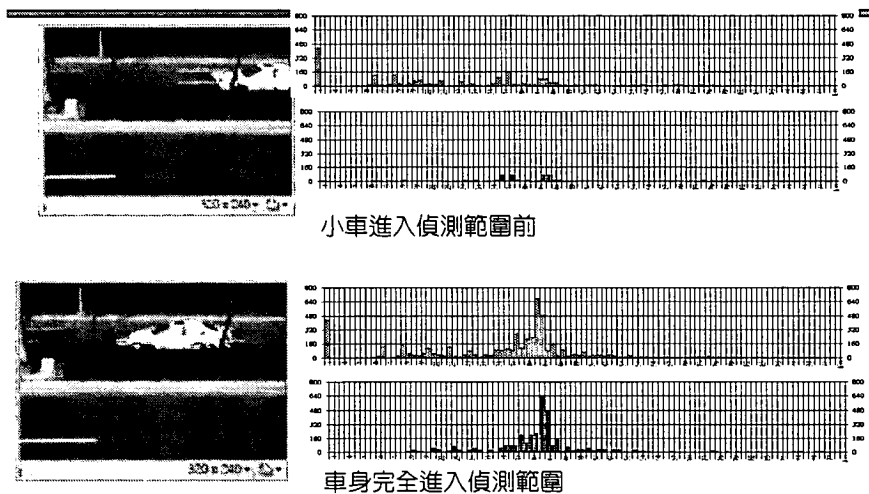
資料庫 - 車種及資料數

- 針對第三、四車道樣本數總計有：機車48輛、小型車351輛、大型車61輛



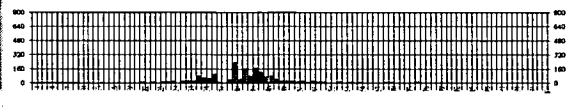
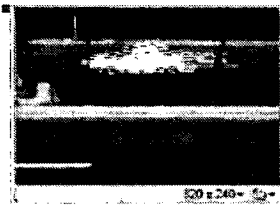
75

資料庫 - 小車

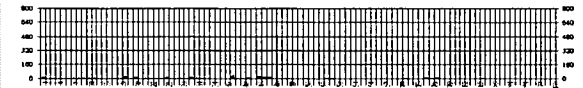
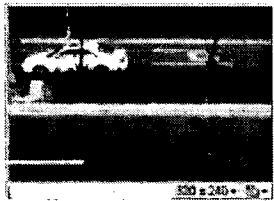


76

資料庫- 小車

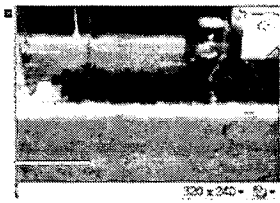


車身逐漸離開偵測範圍

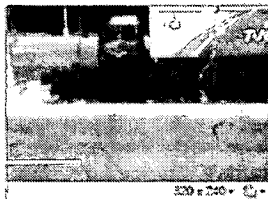


小車離開偵測範圍

資料庫- 大車

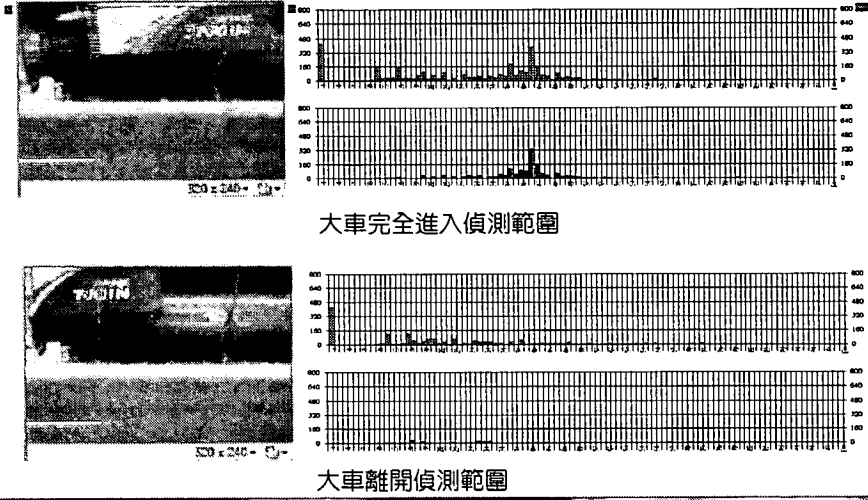


大車進入偵測範圍前



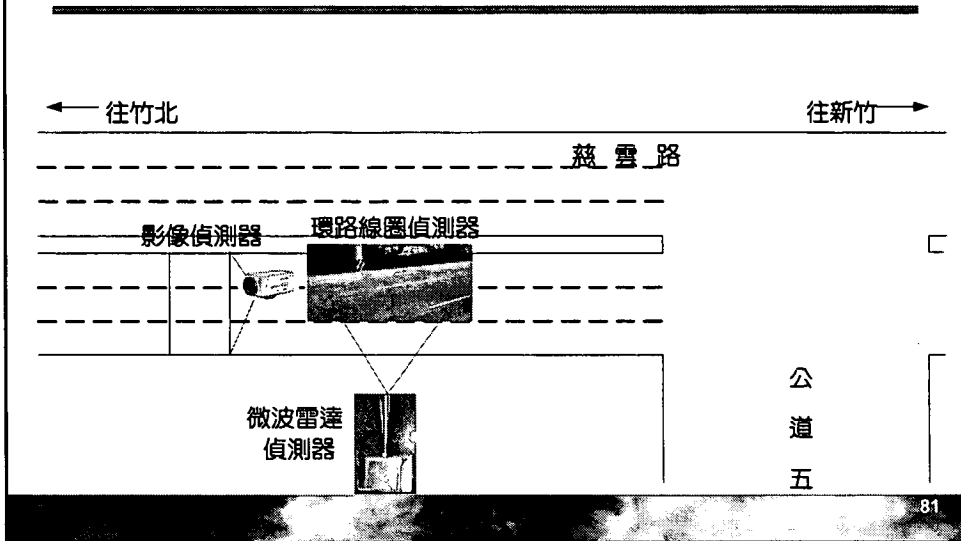
大車逐漸進入偵測範圍

資料庫- 大車



偵測器實測

偵測器實測



環路線圈調查結果

環路線圈V.S.人工計數	內側車道	中間車道
每分鐘平均相對誤差	5.03%	6.38%
一小時累積車輛數準確率	99.18%	98.17%
環路線圈V.S.雷射槍	觀測30輛車	
車速平均準確率	95.1%	

註：觀測一小時

影像偵測調查結果

影像V.S.人工計數	內側車道	中間車道
每分鐘平均相對誤差	2.30%	4.73 %
一小時累積車輛數準確率	97.53 %	95.09 %
影像V.S.環路線圈	內側車道	中間車道
平均相對誤差	2.07%	-7.84 %
一小時累積車輛數準確率	99.52%	90.43 %
影像V.S.雷射槍	觀測30輛車	
車速平均準確率	93.09%	

註：觀測一小時

83

微波雷達調查結果

微波雷達V.S.人工計數	往新竹方向車道	往竹北方向 車道
每分鐘平均相對誤差	-10.36%	76.20%
二十分鐘累積車輛數準確率	91.28%	58.30%
微波雷達V.S.環路線圈	往新竹方向車道	
每分鐘平均相對誤差	-7.33%	
二十分鐘累積車輛數準確率	93.75%	
微波雷達V.S.雷射槍	觀測30輛車	
車速平均準確率	72.07%	

註：觀測20分鐘

84

結論與建議

結論

- 國道替代道路探針車隊可行性策略分析
 - 不適宜作探針車隊者：
 - 國道客運
 - 市區公車
 - 因其行經國道替代道路的機會及頻率並不高

結論

- 國道替代道路探針車隊可行性策略分析
 - 可作探針車隊者：
 - 計程車車隊
 - 對提供市區部分之國道替代道路即時路段資訊較有幫助。需再結合其他探針車隊的資料來改善不足的部分
 - 貨運車隊
 - 可為部分替代道路提供即時資訊所用，若能增加其他營運範圍車隊之道路資料，便能提高其作為探針車隊之可行性
 - 事業廢棄物車輛
 - 若將其規模擴大為涵蓋國內所有事業廢棄物車輛的回傳資料，可望有機會提供國道替代道路資訊

87

結論

- 國道替代道路路況資訊系統
 - 即時路況資訊分為兩大類，一為路況事件資訊，另一則為道路速率資訊，透過本研究，實際探討車輛偵測器及探偵車所整合之路況速率資訊，並實際整合包括環保署、新竹計程車及公路總局所提供的各項訊息，並透過GIS技術，發佈於國道替代道路資訊系統上

88

結論

- 影像式車輛偵測器

已完成初步功能之設計與實現，目前可準確偵測車流量、車種辨識以及車速偵測，同時已經完成建置於新竹市慈雲路與公道五路口。

- 具有偵側區域自動偵測標示之功能。
- 車種辨識包含了機車偵測，適合台灣本土之交通環境。
- 本偵測器適用於一般道路以及高、快速道路。
- 對於晴天、陰天的光線變化有良好的適應性。
- 大幅降低因為車輛交疊問題造成的誤判。

結論

- 微波雷達車輛偵測器

- 已完成我國第一套國人自製微波雷達式偵測器雛型，可預測車輛數、車速及車種。
- 經由微波雷達式偵測器雛型的建立，計畫的軟硬體成果亦提供了計畫委託單位規格建議，作為未來延續計畫與供作參考。
- 經過實際上道路測試，已展現微波雷達式偵測器雛型的基本功能及其在交通運用的可行性。

建議

- 國道替代道路探針車隊可行性策略分析
 - 建議整合各種車隊GPS回傳資料，將可望互相彌補其資料不足的路段及時段，進而提供資訊給使用者。
 - 未來若能將GPS車機系統推廣至全國計程車隊，並且納入其餘營運範圍之貨運車隊以及所有事業廢棄物車輛（共一千餘輛）進行分析後，再相互彌補各車隊道路資料不足之路段，可望能提供國道替代道路之綜合性探針車。

91

建議

- 國道替代道路路況資訊系統
 - 擴大整合已完成交通資訊控制中心的縣市：強化都市交通路況速率訊息。
 - 研擬雙向路況資訊的圖形表現方式：針對如何顯示雙向路況資訊，應可研討改進資訊呈現之方式。
 - 和全國路況資訊中心資訊整合：可以提高通報事件的正確性，且亦可以將重要路況速率資訊轉換成路況事件訊息，提供發佈。
 - 資訊正確性的驗證機制：應研擬一過濾機制，將差異太大或是明顯誤差的值自動過濾，提供發佈資訊的正確性。

92

建議

- 影像式車輛偵測器
 - 影像式偵測器雛型之成本已可降低至國外產品半價，應以此雛型繼續朝準確度改良，如估算多車道的交通量、速率、佔有率、車種、車間距、延滯長度、壓佔，及其準確度與取樣頻率之要求。
 - 技術上可先加強車種辨識，車種辨識能力需具備轎車、休旅車、箱型車、小貨卡車、大型車及機車等不同車輛辨識能力。

93

建議

- 影像式車輛偵測器
 - 車道分析必須不受車道地面的標記或字樣影響，同時不受車道顏色或是車道線標記方式的影響。
 - 為因應台灣各省道路口環境之大差異性，同時簡化操作人員安裝程序，實際偵測車輛的區域範圍，必須具備自動化設定功能。
 - 長期可朝與微波結合提高其功能。

94

建議

- 微波雷達車輛偵測器
 - 為了能大量建置偵測器收及運輸資訊，建議繼續將已有雛型加以改良使價格低於國外產品一半以上；也可為台灣產生一新產業，更可藉此推動ITS的發展。
 - 技術改良上可由天線改良及數位訊號處理(DSP)著手，以提高雛型之精確度再商品化。未來可朝下列方向探討：
 - RF模組掃頻頻寬參數探討
 - 天線架構探討
 - DSP設計規格及界面探討
 - 長期應朝晶片(IC)化，將更可降低成本。

建議

- 有關產品的研發所涉及到的智慧財產權跟所有權，因為整個研究經費並未涵蓋所有研發所需經費，建議智慧財產權依行政院科技法規定屬於研發人員。
- 所有權屬於甲乙雙方共同所有。

簡報結束
敬請指教

附錄 2

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

「國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作」
期中審查會議

一、時間：九十四年七月十九日下午二時

二、地點：本所五樓會議室

三、主持人：吳 組長 玉珍

記錄：李霞、吳月婷

四、出席人員：

逢甲大學 林 委員 筆光 (請假)(書面審查)

淡江大學 張 委員 勝雄 (請假)

中華智慧型運輸系統協會 羅 委員 彬榮

工業技術研究院 程 委員 永華

公路總局 李 委員 忠璋

臺北市政府交控中心 劉 委員 瑞麟

羅彬榮
程永華
李忠璋

經濟部工業局

楊中興

高速公路局

許煥偉 楊淑娟

公路總局

臺北市政府交控中心

本所運安組

黃明正

綜技組

運資組

周家慶

李霞

國立交通大學

卓訓榮

吳明正

吳瑞豐

陳威壽

羅忠正
陳昭榮

李明正
李昭榮

李昭榮

李昭榮

五、研究單位簡報（略）

六、發言紀錄（依發言順序紀錄意見要點）

主席說明：

1. 簡報中所提之全國路況資訊中心係為另一案（由崧旭承作）所開發之系統，該系統整合全國 23 縣市所通報之事件資訊，並整合有警廣 7 個分台由用路人通報之路況資訊。全國路況資訊中心主要儲存路況事件資料，國道替代道路資訊系統則以儲存速率為主，在國道替代道路案蒐集到道路之速率後，以觸發事件方式將資料傳送至全國路況資訊中心。其中將國道替代道路案所建置資料庫分為兩部分，其一為配合本案需求將國道與其替代道路抽離，將路況資訊顯示於此區域之 GIS 中，未來視資訊之豐富程度提供外界使用；另一部分則儲存所有道路之速率資料，作為分析及研究之資料庫系統。因此，全國路況資訊中心與國道替代道路資訊系統現階段個別保持獨立運作下預留資料交換與系統整合的彈性。

高速公路局

1. 高公局對未來偵測器的認證程序有所期待，目前在完成智慧型的系統建置後，往往花最多時間處即在於測試每一處偵測器是否符合規格，未來經濟部工業局是否會對偵測器有一套標準認證程序？
2. 高架式偵測器會有震動問題，故請提供影像偵測器在攝影機震動情況下的精確度及說明如何驗證。
3. 運研所未來是否可以於它案建立偵測器內容並提供細節規範，以作為高公局遵循之依據。
4. 高公局已針對國道替代道路的路線進行細部的探討，與目前報告書所述之替代道路定義並不完全相符，如此會造成用路者混淆，有必要一致化。

主席說明：

1. 運研所不替單方面資料發佈的方式予以訂定，故對於高公局目前的發佈內容及方式予以尊重，唯本所另案正在探討都市地區與高速公路局進行資料交換的課題。
2. 本案替代道路採高公局所定義路線，本計畫重點為資訊收集。

運安組

1. 請補充說明作為收集道路資訊探偵車隊量化的基本門檻，如車隊車輛數、間距等。若探偵車隊不可行，則須如何進行？
2. 影像偵測器在何種情況下會誤判？
3. 請補充各種天氣狀況、夜間、沙塵對影像偵測器的影響。

公路總局 李委員忠璋

1. 替代道路分為一般性（重現性）的替代及如春節疏運之突發性替代，兩者對偵測器之佈設、設計可能有所影響，故應有所考量，並建議於報告中予以說明。
2. 行前資訊與行進中資訊並不相同，建置方式應有不同的思考，建議就偵測器或探偵車所提供用路人路況資訊的類別說明清楚。
3. 公路總局現與中華電信洽談由中華電信負責設備並提供影像予公路總局相關事宜，以作為省道路況的偵測及事件的判斷，若本研究所研發影像式偵測器能將價格控制於十萬元內，並可同時測六車道的路況，是相當不錯的成果，因一般具瞭解僅能同時測三車道，對於與中華電信洽談經費事宜更將有所助益。此外，報告中之影像偵測器於高速公路可同時測得六車道資訊，但對不同車種的判別卻僅三車道？請說明。
4. 在招標文件中曾提及影像及微波以外之偵測器，但目前研究團隊除於文獻中有所描述外並未在研發時提及其他偵測技術，由於國道替代道路案係採被動式紅外線偵測器，未來是否有可能進一步研發該技術偵測器，以利未來擴充省道偵測器之建置。

中華智慧型運輸系統協會 羅委員彬榮

1. 用影像技術來偵測交通資訊有部分的先天限制，故在天候狀況不佳時測試結果若不理想並不能全然代表其演算邏輯不佳，唯須將影像偵測器適用的限制條件說明，同時認為若將不同偵測技術其適用的環境條件詳加說明即達到技術可行性之研究目的。
2. 若隱私權問題可突破，電子收費實施後裝設 OBU 的車輛將可做為探偵車，報告書中可稍作探討。
3. 期中報告中著重於技術可行性的探討，對於邀標書其它如成本及法規面可行性探討之要求於期末中應有所呈現。

工業技術研究院 程委員永華

1. 微波雷達及影像兩種偵測器未來使用目的是否相同？或為功能互

補？目前是否為測試階段未來將擇一？

2. 微波雷達為何選用 FMCW 技術？此種技術在測速及測距上據強大功能，但運算負擔大及技術亦較困難，而目前的成果中並未透過此技術進行測速，係為功能備而不用，抑或有其它原因請予以說明。
3. 研究團隊接下來的工作為智慧型計算程式之開發，但報告書中對於所提之「交通控制所需之訊息」為何？未來如何計算速度、佔有率？報告中並未說明，請補充。
4. 請補充說明同一車道前後車，及不同車道車輛之分辨方式。
5. 報告中所提之微波雷達偵測器其頻譜波型部分為理論陳述亦或實作結果？報告書有必要作詳細的陳述，以利閱讀。

主席說明：

1. 替代道路偵測器佈設地點的探討另有研究案在進行，本案重點在偵測器研發及探偵車隊的探討。有關路況資訊的部分本所會儘量蒐集，唯資料是否足夠將待資料收集後再進行檢討，故目前相關資訊是作為行前或行進中將視後續資料的蒐集狀況後再予以決定。
2. 本所邀標書是要求投標團隊自本所提三類偵測器中至少選擇二種技術加以研發，研究團隊目前是選擇團隊能力最強的影像及微波雷達偵測器，未來二年若本案經費未被刪除會考量是否將被動式紅外線技術納入，同樣會採公開招標方式進行；唯若本年度研發成果具體可行，則本所將優先考量持續推動。
3. 不同偵測器有不同的市場，且市面上皆有相關的產品，故二種偵測器皆要開發，並要求與市售產品進行測試比較其功能及成本的優劣，另車速是本研究相當重要的參數，須加以考量。

經濟部工業局 楊中舜先生

1. 貴團隊是否要以 FMCW 的技術加上自行所開發的智慧型演算技術，不論是以 Forward-looking 或 Sideward-looking 的方式皆可測得速度及距離等參數？另建議將本研究所研發偵測器與其它市售同等級產品於同時間同地點進行測試比較。
2. 遠傳團隊曾在後龍及坪林路段進行紅外線偵測技術的功能測試，主要由於這路段在季節轉換時會起大霧，測試結果在三公尺內是可以運作的，提供研究團隊參考。

逢甲大學 林委員肇光（書面意見）

1. 請稍加補充有關過去 10 多年來國內有關影像偵測處理研發之文獻及

其所受之限制。

2. 偵測器之車流量、車速、佔量、分類（車種）、車長等車流特性資料之收集與測試請包括日夜晨昏晴雨等環境情況。
3. 期中報告指出微波雷達不須申請係指 FCC，國內之使用管制是否相同？
4. 微波雷達除原理敘述外，請於期末報告增加元件與設計方塊圖。
5. 微波反射波形如何據以判識車輛，pattern 辨識標準與 Threshold 等參數設定，請於未來測試發展後加以說明。
6. 為使開發之兩種偵測器能為國內使用，請參考台北市交通管制工程處目前所制訂之標準。

運資組（書面意見）

1. 國內外發展用路者資訊系統的情形已相當廣泛，故有關文獻的部分請持續蒐集最新發展狀況，另報告中對於國內系統的介紹並不完整，請於期末報告中予以補充。此外，文獻中請增加國外以車隊作為路況資訊來源的情形、規模及方式等，以作為國內後續推動的參考依據。
2. 有鑑於路況資訊之不足，本研究除了偵測器及探偵車隊的即時資料外，另要求研究團隊探討以數位行車紀錄器之時間及位置資料作為歷史資料的可行性，本部分內容請於期末報告中予以適當補充。
3. 請研究團隊將所蒐集之車隊路線資料儘量以 GIS 疊圖的方式呈現，以利瞭解各車隊的分佈概況。
4. 建立資訊蒐集、處理及發佈平台：本資訊平台應實際蒐集省道所有可能的資訊來源，含省道目前已建置的偵測器資訊及本研究所轉換的探偵車資訊，故請研究團隊儘快與公路總局連繫，洽談資訊擷取及未來於網站呈現的方式。
5. 為利於未來路況資訊的呈現，請將國道替代道路以適當方式加以分段。
6. 除了本研究所研發之偵測器外，另對本研究將來進行測試比較的對照組偵測器其偵測方式、特性及準確度資料皆應有所描述。
7. 由於本研究未來將作為 ATIS 及 ATMS 之運用，故本報告架構應在介紹本研究所研發之偵測器前，說明可能的應用領域，相關參數如何應用？各參數在影像及微波偵測器判別的原則等。

8. 研究團隊須研提我國車輛偵測器於實驗室現場測試之評估作業程序相關表單，據以作為貴團隊進行實測之依據。
9. 本研究要求 貴團隊將所研發偵測器與環路線圈偵測器進行準確度之比較，故 loop detector 的準確度將扮演非常重要的角色，因此請於報告書中說明校估 loop detector 的方式及步驟。
- 10.2.6.1 節在描述偵測器之相關參數前，請先簡略說明該些參數之功用為何，並將此節各表單內容儘量以中文呈現。
11. 報告書第五章中，以多張照片來說明研究團隊之構想及偵測的情形，其內容除了理論說明及照片補充外，另請再進一步說明照片的內容，並以事前事後的方式說明為佳，另如圖 5.2.1-2 及圖 5.2.1-3 係以不同技術分析之結果，但若沒有相關說明很難判別其差異何在。
- 12.6.3 節提及研究團隊在「射頻模組、天線模組及數位訊號處理部份已獲相當不錯的初步成果，並證實所提之系統在交通運輸控制上的可行性。」針對本段內容請以具體數據或事項說明，另於第六章中多次提及「交通運輸控制」？請研究團隊予以確認其意。
13. 對於圖 6.3-1~圖 6.3-8 所要呈現的內容請作更詳細的說明，如頻譜訊號的強弱意義，及與圖 6.3-1 之關係等。
14. 報告書 1.4 研究方法所提步驟與內容並不完整，請研究團隊參照本所招標時的主題與重點將內容予以補充於期末報告中。

七、主席結論：

1. 微波偵測器之研發進度有些落後，請研究團隊確實掌握工作進度積極辦理。
2. 本案期中報告內容審查同過，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。

八、散會（下午四時三十分）

「國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作」

期中審查會議紀錄及回應

發言人	發言內容	合作研究單位回應
主席說明	<p>2. 簡報中所提之全國路況資訊中心係為另一案（由崧旭承作）所開發之系統，該系統整合全國 23 縣市所通報之事件資訊，並整合有警廣 7 個分台由用路人通報之路況資訊。全國路況資訊中心主要儲存路況事件資料，國道替代道路資訊系統則以儲存速率為主，在國道替代道路案蒐集到道路之速率後，以觸發事件方式將資料傳送至全國路況資訊中心。其中將國道替代道路案所建置資料庫分為兩部分，其一為配合本案需求將國道與其替代道路抽離，將路況資訊顯示於此區域之 GIS 中，未來視資訊之豐富程度提供外界使用；另一部分則儲存所有道路之速率資料，作為分析及研究之資料庫系統。因此，全國路況資訊中心與國道替代道路資訊系統現階段個別保持獨立運作下預留資料交換與系統整合的彈性。</p>	略
高速公路局	<p>4. 高公局對未來偵測器的認證程序有所期待，目前在完成智慧型的系統建置後，往往花最多時間處即在於測試每一處偵測器是否符合規格，未來經濟部工業局是否會對偵測器有一套標準認證程序？</p> <p>5. 高架式偵測器會有震動問題，故請提供影像偵測器在攝影機震動情況下的精確度及說明如何驗證。</p> <p>6. 運研所未來是否可以於它案建立偵測器內容並提供細節規範，以作為高公局遵循之依據。</p> <p>4. 高公局已針對國道替代道路的路線進行細部的探討，與目前報告書所述之替代道路定義並不完全相符，如此會造成用路者混淆，有必要一致化。</p>	<p>敬悉</p> <p>2. 開發影像穩定技術克服攝影機震動問題。實地架設地點在新竹，平均風力偏大，在實際測試時，皆會遭遇強風以及大型車輛震動，以實驗偵測結果來說明。</p> <p><u>主席說明：</u></p> <p>3. 運研所不替單方面資料發佈的方式予以訂定，故對於高公局目前的發佈內容及方式予以尊重，唯本所另案正在探討都市地區與高速公路局進行資料交換的課題。</p> <p><u>主席說明：</u></p> <p>4. 本案替代道路採高公局所定義路線，本計畫重點為資訊收集。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
運安組	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請補充說明作為收集道路資訊探偵車隊量化的基本門檻，如車隊車輛數、間距等。若探偵車隊不可行，則須如何進行？ 2. 影像偵測器在何種情況下會誤判？ 3. 請補充各種天氣狀況、夜間、沙塵對影像偵測器的影響。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 探針車隊規模分析於期末報告 3.3 節中予以探討。 2. 1.車輛顏色與道路顏色接近 2. 拖車上無貨物 3.兩車交疊且顏色接近 3. 夜間辨識率低，因此針對夜間偵測，開發新的演算法，以提高偵測器之辨識率，相關說明請參閱 7.1.2.5 節。
公路總局 李忠璋委員	<ol style="list-style-type: none"> 5. 替代道路分為一般性（重現性）的替代及如春節疏運之突發性替代，兩者對偵測器之佈設、設計可能有所影響，故應有所考量，並建議於報告中予以說明。 2. 行前資訊與行進中資訊並不相同，建置方式應有不同的思考，建議就偵測器或探偵車所提供用路人路況資訊的類別說明清楚。 3. 公路總局現與中華電信洽談由中華電信負責設備並提供影像予公路總局相關事宜，以作為省道路況的偵測及事件的判斷，若本研究所研發影像式偵測器能將價格控制於十萬元內，並可同時測六車道的路況，是相當不錯的成果，因一般具瞭解僅能同時測三車道，對於與中華電信洽談經費事宜更將有所助益。此外，報告中之影像偵測器於高速公路可同時測得六車道資訊，但對不同車種的判別卻僅三車道？請說明。 	<p><u>主席說明：</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 替代道路偵測器佈設地點的探討另有研究案在進行，本案重點在偵測器研發及探偵車隊的探討。有關路況資訊的部分本所會儘量蒐集，唯資料是否足夠將待資料收集後再進行檢討，故目前相關資訊是作為行前或行進中將視後續資料的蒐集狀況後再予以決定。 2. 遵照辦理，資訊來源已加強明確註解 <p><u>合作團隊回應：</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 車輛辨識共分為大車、小車、與機車。高速公路的偵測可同時六個車道的主要條件之一是攝影機架設的高度，足夠的高度才能帶來足夠的視野，才能夠同時偵測多個車道。機車並不會出現在高速公路上，同時，市區道路亦無法允許架設如同高速公路的架設高度，因此，在車輛偵測部份，僅以三個車道進行偵測。

發言人	發言內容	合作研究單位回應
	<p>4. 在招標文件中曾提及影像及微波以外之偵測器，但目前研究團隊除於文獻中有所描述外並未在研發時提及其它偵測技術，由於國道替代道路案係採被動式紅外線偵測器，未來是否有可能進一步研發該技術偵測器，以利未來擴充省道偵測器之建置。</p>	<p><u>主席說明：</u></p> <p>3. 本所邀標書是要求投標團隊自本所提三類偵測器中至少選擇二種技術加以研發，研究團隊目前是選擇團隊能力最強的影像及微波雷達偵測器，未來二年若本案經費未被刪除會考量是否將被動式紅外線技術納入，同樣會採公開招標方式進行；唯若本年度研發成果具體可行，則本所將優先考量持續推動。</p>
<p>中華智慧 型運輸系 統協會 羅彬榮</p>	<p>4. 用影像技術來偵測交通資訊有部分的先天限制，故在天候狀況不佳時測試結果若不理想並不能全然代表其演算邏輯不佳，唯須將影像偵測器適用的限制條件說明，同時認為若將不同偵測技術其適用的環境條件詳加說明即達到技術可行性之研究目的。</p> <p>5. 若隱私權問題可突破，電子收費實施後裝設 OBU 的車輛將可做為探偵車，報告書中可稍作探討。</p> <p>6. 期中報告中著重於技術可行性的探討，對於邀標書其它如成本及法規面可行性探討之要求於期末中應有所呈現。</p>	<p>1. 已於期末報告中予以補充。</p> <p>2. OBU系統目前主要包含下列四種功能：車輛辨識模組、車道扣款模組、車道執法模組、資料比對及儲存模組等，且車輛只有在行經國道收費站時才會進行資料的接收，因此，現階段 OBU 並無法提供國道替代道路即時資訊</p> <p>3. 遵照辦理，其它層面的可行性分析詳報告書第六章。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
工業技術研究院 程永華委員	6. 雷達微波偵測器部分，報告中為理論陳述亦或實作結果？	1. 皆有
	7. 微波雷達及影像兩種偵測器未來使用目的是否相同？或為功能互補？目前是否為測試階段未來將擇一？	<p><u>主席說明：</u></p> <p>2. 本所邀標書是要求投標團隊自本所提三類偵測器中至少選擇二種技術加以研發，研究團隊目前是選擇團隊能力最強的影像及微波雷達偵測器，未來二年若本案經費未被刪除會考量是否將被動式紅外線技術納入，同樣會採公開招標方式進行；唯若本年度研發成果是具體可行，則本所將優先考量持續推動。</p> <p><u>合作團隊回應：</u></p>
	8. 微波雷達為何選用 FMCW 技術？此種技術在測速及測距上據強大功能，但運算負擔大及技術亦較困難，而目前的成果中並未透過此技術進行測速，係為功能備而不用，抑或有其它原因請予以說明。	3. CW 無法做到多車道偵測，且 FMCW 可提供 10 個參數，另 Forward-looking 需使用 FMCW。
	4. 研究團隊接下來的工作為智慧型計算程式之開發，但報告書中對於所提之「交通控制所需之訊息」為何？未來如何計算速度、佔有率？報告中並未說明，請補充。	<p><u>主席說明：</u></p> <p>9. 不同偵測器有不同的市場，且市面上皆有相關的產品，故二種偵測器皆要開發，並要求與市售產品進行測試比較其功能及成本的優劣，另車速是本研究相當重要的參數，須加以考量。</p>
	5. 請補充說明同一車道前後車，及不同車道車輛之分辨方式。	5. 車輛分辨方式詳報告書 8.1.3.3 節
	6. 報告中所提之微波雷達偵測器其頻譜波型部分為理論陳述亦或實作結果？報告書有必要作詳細的陳述，以利閱讀。	5. 遵照辦理，報告書已重新修正，8.1.3.3 節及 8.5 節之頻譜波型為實作結果。
經濟部工業局	1. 貴團隊是否要以 FMCW 的技術加上自行所開發的智慧型演算技術，不論是以 Forward-looking 或 Sideward-looking 的方式皆可測得速度及距離等參數？另建議將本研究所研發偵測器與其它市售同等級產品於同一時間同地點進行測試比較。	1. FMCW 的技術加上自行所開發的智慧型演算技術，不論是以 Forward-looking 或 Sideward-looking 的方式皆可測得速度及距離等參數。本年度以 SIDE FIRE 測試為主，產品比較將視偵測器雛型開發進度進行之。

發言人	發言內容	合作研究單位回應
	2. 遠傳團隊曾在後龍及坪林路段進行紅外線偵測技術的功能測試，主要由於這路段在季節轉換時會起大霧，測試結果在三公尺內是可以運作的，提供研究團隊參考。	2.敬悉
逢甲大學林肇光委員書面意見	<p>7. 請稍加補充有關過去 10 多年來國內有關影像偵測處理研發之文獻及其所受之限制。</p> <p>8. 偵測器之車流量、車速、估量、分類(車種)、車長等車流特性資料之收集與測試請包括日夜晨昏晴雨等環境情況。</p> <p>9. 期中報告指出微波雷達不須申請係指 FCC，國內之使用管制是否相同？</p> <p>10. 微波雷達除原理敘述外，請於期末報告增加元件與設計方塊圖。</p> <p>11. 微波反射波形如何據以判識車輛，pattern 辨識標準與 Threshold 等參數設定，請於未來測試發展後加以說明。</p> <p>12. 為使開發之兩種偵測器能為國內使用，請參考台北市交通管制工程處目前所制訂之標準。</p>	<p>1.已於期末報告中予以補充。</p> <p>2.請參閱報告書 Ch9。遵照計畫優先順序，微波偵測器部分將以研發進度為主要工作，資料收集與測試將儘量涵蓋各種環境來辦理</p> <p>3.是。另，本研究所發展的微波雷達偵測器其於3m 測得的電場強度小於 2.5V，完全符合交通部電信總局「低功率射頻電機技術規範」。</p> <p>4.遵照辦理，詳報告書第八章。</p> <p>5.遵照辦理，詳報告書 8.5.4。</p> <p>6.遵照辦理。</p>
運資組書面意見	<p>15. 國內外發展用路者資訊系統的情形已相當廣泛，故有關文獻的部分請持續蒐集最新發展狀況，另報告中對於國內系統的介紹並不完整，請於期末報告中予以補充。此外，文獻中請增加國外以車隊作為路況資訊來源的情形、規模及方式等，以作為國內後續推動的參考依據。</p> <p>16. 有鑑於路況資訊之不足，本研究除了偵測器及探偵車隊的即時資料外，另要求研究團隊探討以數位行車紀錄器之時間及位置資料作為歷史資料的可行性，本部分內容請於期末報告中予以適當補充。</p> <p>17. 請研究團隊將所蒐集之車隊路線資料儘量以 GIS 疊圖的方式呈現，以利瞭解各車隊的分佈概況。</p>	<p>1. 請詳見第二章文獻回顧及第 3.2 節。</p> <p>2. 已於期末報告 3.9 節加入探討</p> <p>3. GIS 疊圖圖例已補充，詳見第 3.5、3.7 節</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
	<p>18. 建立資訊蒐集、處理及發佈平台：本資訊平台應實際蒐集省道所有可能的資訊來源，含省道目前已建置的偵測器資訊及本研究所轉換的探偵車資訊，故請研究團隊儘快與公路總局連繫，洽談資訊擷取及未來於網站呈現的方式。</p> <p>19. 為利於未來路況資訊的呈現，請將國道替代道路以適當方式加以分段。</p> <p>20. 除了本研究所研發之偵測器外，另對本研究將來進行測試比較的對照組偵測器其偵測方式、特性及準確度資料皆應有所描述。</p> <p>21. 由於本研究成果未來將作為 ATIS 及 ATMS 之運用，故本報告架構應在介紹本研究所研發之偵測器前，說明可能的應用領域，相關參數如何應用？各參數在影像及微波偵測器判別的原則等。</p> <p>22. 研究團隊須研提我國車輛偵測器於實驗室現場測試之評估作業程序相關表單，據以作為貴團隊進行實測之依據。</p> <p>23. 本研究要求 貴團隊將所研發偵測器與環路線圈偵測器進行準確度之比較，故 loop detector 的準確度將扮演非常重要的角色，因此請於報告書中說明校估 loop detector 的方式及步驟。</p> <p>24. 2.6.1 節在描述偵測器之相關參數前，請先簡略說明該些參數之功用為何，並將此節各表單內容儘量以中文呈現。</p> <p>25. 報告書第五章中，以多張照片來說明研究團隊之構想及偵測的情形，其內容除了理論說明及照片補充外，另請再進一步說明照片的內容，並以事前事後的方式說明為佳，另如圖 5.2.1-2 及圖 5.2.1-3 係以不同技術分析之結果，但若沒有相關說明很難判別其差異何在。</p>	<p>4. 請詳見報告書 4.2 節。</p> <p>5. 遵照辦理，詳見報告書第四章。</p> <p>6. 本研究中影像式車輛偵測器由於尚未取得同級產品，故而尚未進行對照組比較。而微波雷達式之產品比較將視偵測器雛型開發進度進行之。</p> <p>7. 遵照辦理，ATIS 及 ATMS 之交通參數分析詳報告書第五章。各偵測器之參數判別原則則詳 8.1.3 節</p> <p>8. 遵照辦理，詳報告書 7.3 節及 8.4 節</p> <p>9. 遵照辦理，詳報告書 9.1 節</p> <p>10. 遵照辦理，唯偵測器參數之應用及部分表單改置於第五章。</p> <p>11. 圖 5.2.1-2 表示了拍攝之原始圖像，圖中可見有行駛之車輛以及天色亮度的變化。圖 5.2.1-3 則是表示在這些圖像資訊中，經由影像處理而得到的背景影像，其中，行駛車輛已被分離，而背景仍然將自然的光線變化予以保留。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
	<p>26. 6.3 節提及研究團隊在「射頻模組、天線模組及數位訊號處理部份已獲相當不錯的初步成果，並證實所提之系統在交通運輸控制上的可行性。」針對本段內容請以具體數據或事項說明，另於第六章中多次提及「交通運輸控制」？請研究團隊予以確認其意。</p> <p>27. 對於圖 6.3-1~圖 6.3-8 所要呈現的內容請作更詳細的說明，如頻譜訊號的強弱意義，及與圖 6.3-1 之關係等。</p> <p>28. 報告書 1.4 研究方法所提步驟與內容並不完整，請研究團隊參照本所招標時的主題與重點將內容予以補充於期末報告中。</p>	<p>12. 微波雷達偵測器之相關實測數據詳報告書 8.5.3 節及 9.3 節。</p> <p>13. 遵照辦理，唯章節已改置於第八章，頻譜訊號分析詳報告書 8.1.3.3 節及 8.5.2 節。</p> <p>14. 遵照辦理已修正，詳報告書 1.4 節。</p>
主席結論	<p>1. 微波偵測器之研發進度有些落後，請研究團隊確實掌握工作進度積極辦理。</p> <p>2. 本案期中報告內容審查同過，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。</p>	<p>1 遵照辦理，微波偵測器之研究成果詳報告書第八章及 9.3 節</p>

「國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作」
期末審查會議

一、時間：94年11月28日下午2時

二、地點：本所2樓會議室

三、主持人：林主任秘書 繼國

記錄：李霞

四、出席人員：

臺灣大學	吳教授 瑞北	(請假)
逢甲大學	林教授 肇光	林肇光
淡江大學	張教授 勝雄	張勝雄
中華電信研究所	鄭副所長 伯順	鄭伯順
中華智慧型運輸系統協會	羅委員 彬榮	羅彬榮
公路總局	李委員 忠璋	李忠璋
臺北市政府交控中心	劉委員 瑞麟	
交通部科技顧問室	(請假)	
經濟部工業局		楊中爵
高速公路局	(請假)	
公路總局		
臺北市政府交控中心		
臺中市政府交通旅遊局	(請假)	
臺南縣政府交通觀光局		

本所運計組

運安組

綜技組

運資組

李霞 吳玉珍

國立交通大學

王智之 卓劉榮

黃寬耀 連奕廷

吳怡和

莊靖光

李又竹

瞿忠正

陳昭奇

李明德

吳育婷

陳威豪 吳瑞麟

五、研究單位簡報（略）

六、發言紀錄（依發言順序紀錄意見要點）

主席說明：

1. 由於本研究涵蓋不同領域，故研究團隊集合了跨領域之學者專家共同辦理本研究，團隊陣容相當堅強，並如預期提出了具體的研發成果，對於研究團隊及委員表達感謝之意。

運資組 吳玉珍組長補充：

1. 本研究內容除了偵測器之研發外，另為了搭配目前已對外常態運作之「全國路況資訊中心」，探討速率資訊擴充之相關課題，「全國路況資訊中心」著重於事件等異常資訊的通報，對於速率資訊方面期望藉由本研究開發之系統平台將城際或都市地區所佈設之偵測器及探針車隊等之資訊加以蒐集及彙整，經該平台處理並判定速率資訊達壅塞狀況時，將“壅塞”之訊息傳送至「全國路況資訊中心」供用路人參考，而本研究所開發之系統平台亦會永續的彙整其它所有可能的速率資訊並加以維護。
2. 有關合作團隊所提環保署納管之車隊，研究期間提供了 40 輛車供本所作資料可行性的分析，經本所評估可行後已取得環保署同意提供所納管所有車隊（目前共有 1300 輛車）的行車軌跡資料，並將於本年度完成資料的接取。

主席補充說明：

1. 警政署擬自全國治安會報處提案，將加速擴充建置 5 萬台衛星計程車車隊，該訊息供研究團隊參考。

公路總局 李忠璋科長

1. 本案成果將對未來省道路況資訊擴充有相當大的幫助，謝謝研究團隊之努力。
2. 依研究報告之資料發現，探針車之資料多集中於市區（新竹市），而替代道路則相對較少行經市區，如此是否較難以探針車隊的行車資訊擴充替代道路的路況，請作進一步的探討。
3. 一般貨運車為了送貨應會以最適路徑行駛，但由報告中所分析之資料發現，貨運車於某些道路（台 17 及台 61）上之行駛次

數為 0，是否意謂該道路不適合作為替代道路。

4. 影像偵測器於本年度之成果相當不錯，唯影像偵測器於雨天的偵測狀況著墨不多，請補充說明。
5. 影像偵測器於夜間如何辨識不同的車種，對於四輪的車輛本研究是以兩個車燈作判別，而機車是否是以單一車燈作判別，兩者間如何區別？
6. 單一影像偵測器是否可偵測雙向車流？
7. 微波雷達偵測器是否可由波形判別車流之方向性？
8. 影像偵測器的價錢（成本）將可為國外產品價格的一半以下，但報告中對於評估的方法未作詳細說明。

中華智慧型運輸系統協會 羅彬榮 秘書長

1. 本研究範圍之國道替代道路資訊完整，才能充份發揮其功能，而本研究課題係以互補的方式來健全路況資訊，故建議本研究長期觀測探針車資料之地點及時段，以建立資訊斑點圖的方式觀察哪些地點或時段為資訊不足的部分，進而作為車輛偵測設備佈置地點之建議。
2. 請補充影像式及微波雷達式車輛偵測器適合的設置條件，如坡度太陡或交織區等是否會對某些技術的偵測器有正確性的干擾，請就其適合的設置條件做原則性說明。

吳玉珍 組長補充

1. 國外有些偵測器係結合為三合一或二合一之產品，以補各式偵測技術之不足。
2. 本研究所研發之車輛偵測器以國外現有產品為標的，期望所研發之偵測器不比國外差，若行有餘力則會超越國外產品，唯若肉眼判別有困難時（如大霧），機器的判別將更加困難，故本所不要求這方面的技術突破，而以市面產品可達到的功能為目標，並適當降低成本，即為本研究目標。
3. 目前國內有很多學者專家在進行影像式偵測器之研究，據觀察對於車輛數的判別皆能達到九成以上的準確度，但對於速率的準確率則僅有七八成左右，而本研究實驗數據顯示其準確率可達 93.09%，有相當大的改善，故本所認為值得繼續投入影像偵測器之研發。

中華電信研究所 鄭伯順 副所長

1. 本研究集合了交大重量級的教授共同研究，其成果相當豐碩。
2. 微波式偵測器 filter 信號處理的過程報告中並未詳述，而這部分亦將是未來很困難的部分，請補充。
3. 理論之突破、paper 的內容與達產品化的水準仍有一些距離，可能須大量的經費支援，故偵測器之研發可以思考向經濟部申請產官學研之科專計畫，才易達產品化的程度。
4. 影像偵測器於多車時之陰影問題，其處理相當困難，且不同角度之處理方式亦不盡相同，建議未來影像偵測器可研究路側偵測的狀況。
5. 影像偵測器攝影機被風吹動時，其速度將無法準確測量，如何克服？
6. 資訊系統如何處理即時資料不足或不全之問題？
7. 當同一路段有多種資訊來源，且偵測到的資訊不一致時，如何判別資訊的正確性？如何整合？簡報中提到不同偵測區即會有不同的偵測數據，不同的偵測技術所偵測之數據亦不全然相同，未來實務之運用將會面臨到此一課題。

淡江大學 張勝雄 教授

1. P3-21 提到計程車與實際車速之差異，基本上上下客機率不大，故計程車的資料仍有參考價值。P3-22 比較表中所提到的速率為空間平均速度或是點速率，兩者之比較應為一致的基礎，並請於報告中補充說明？
2. 黃昏時有些車輛有開車燈有些則否，此時影像偵測器使用何種演算法？是否為有不同演算法切換的問題？兩輛機車是否會被誤判為汽車？
3. 微波雷達式偵測器偵測機車的準確率為何，請說明？
4. 微波雷達式偵測器如何由波形判斷車輛為進入或駛離？如何透過濾波器將雜訊過濾？波形與速率之關係為何？請於報告中作更清楚的描述，以利讀者參考。
5. 微波雷達式偵測器如何處理車速與有效車長的問題？

逢甲大學 林肇光 教授

1. 準確率請參考臺北市交通管制工程處的定義，其有慣用的準確率計算方式及標準，請於報告中採用此標準計算。
2. 事件之偵測以佔有率及速率為主要的參數，未來在計算該參數之準確率時，亦請參照臺北市交通管制工程處的定義。
3. 由研究團隊播放的影片可以觀察到夜間有相當嚴重的眩光問題，是否可從攝影機來改善？
4. 訊號 pattern 的智財問題請於報告中稍作探討。
5. 建議加快研發的時程。

經濟部工業局 楊中舜 先生

1. 建議將探針車及偵測器所收集的資料進行交叉分析，透過其個別的信賴區間可探討彼此資訊的正確性。
2. 微波雷達偵測器的 FFT 取樣 window 有多長，請說明。

臺灣大學 吳瑞北 教授（書面意見）

本研究報告的內容涵蓋很廣而且很充實，就本人專業領域，僅就微波偵測器部分提出下列問題以供參考：

1. 天線角度如何設計？這將影響研究成果很大。為何 P.8-125 所述之第一車道的車會出現在第二車道？
2. P.8-121 說明平面天線較優，為何在最後未使用？
3. 訊號處理 FFT 的取點數為何？對研究成果有何影響？
4. P.8-46~P.67 為習知之訊號處理理論，建議不列入定稿報告中。
5. 瞭解車輛—微波散射特性，是微波偵測系統設計及雷達信號處理與參數判讀的基礎，本報告缺少這方面的陳述。未來可以加強車輛散射的量測與研究。
6. 報告中的微波偵測器，係以量測油槽液面高度的 FMCW 系統為基礎來進行車流的量測。但是該系統要應用到車流偵測及辨識，還有很需要改進及深入研究的地方。
7. 微波偵測器具有國內及國外市場，但要開發此產品需結合多方面專長的人士及需要更多的研發經費。建議交通部繼續支持此方面的研發。

運資組（書面意見）

1. 報告書第一章之研究方法部分內容（如車隊加入測試的意願，及偵測器之成本分析）於後續章節中並未提及，請再予以補充。
2. 在描寫第二章各小節不同主題之文獻回顧前，請補充說明與本研究主題的相關性，如通訊協定與本研究的關聯性為何，宜做簡略的說明。
3. 請更新 2.1 節各 ATIS 網站資料與畫面，2.2 節之新竹市交通安全行易網並未運作，臺中市應為即時交通資訊網（資訊來源敘述有誤）。
4. 本研究所回顧國外之路況資訊系統多以雙向呈現，請探討本研究所開發之系統其省道速率資訊以雙向車道方式呈現之可行方案。
5. 有關國外探針車隊的發展情形，本研究中僅介紹美國休士頓及新加坡的現況，事實上，探針車隊於國外推動之案例尚有很多，故請再就國外推動之現況作些補充，俾利國內推動時之參考。
6. 探針車隊可行性分析於 p3-7 中，說明本研究將以每小時 2 筆資料作為門檻值，唯接下來各式車隊作為探針車隊的可行性分析上，僅少數作了此項數據的分析，大多數的分析未將此門檻納入分析。另某些車隊的可行性分析僅是以部分車隊的分析結果推論說明不適合作為替代道路之探針車隊，而此推論又沒有絕對的因果關係，類似的情形宜作更深入的說明。
7. 請於第四章中補充系統開發時之資料庫設計概念及方式，尤其是即時及歷史資料庫的設計原則。
8. 4.1.2 有關資料融合的部分概分為四象度，而報告中僅就第一象度作說明，事實上本研究除同一偵測位置、同一時間作資料融合外，亦將提供與歷史資料的融合，故對於第二象度的融合方式，亦應有所說明。
9. 有關 ATIS 及 ATMS 之需求分析，建議參考 ITS SA 的架構來分析對偵測器偵測參數的需求。
10. 5.3 節中就車輛偵測器研發所要偵測之參數提出建議內容，但請進一步補充各參數定義資料，例如 P5-20 之米勒演算法需要延滯資料，但車輛偵測器無法產生，所以須由流量推估延滯，不過報告書並未交代此演算法之「流量」定義為何？針對此流量

資料，車輛偵測器如何產生此項資料？相關之偵側區域之空間與時間考量為何？同時如果得到流量資料後，如何轉換為米勒演算法所需之延滯資料？其他各項參數均有相同情形，請進一步加以補充。

11. 第七章中的部分內容係引自於 貴團隊既有成果，故於撰寫過程中加註了出處，唯部分內容係為本研究成果（如圖 7.1.2.3-1~14），其它小節亦有類似，請再予以釐清。另 P7-52 至 P7-65 中有關各車種辨識參數統計值是否可視為車種區分之特徵參數？或是 PATTERN 資料庫之建立依據？同時請整理本案 PATTERN 資料庫建立之相關 CCD 攝影機設備參數與架設參數。
12. P7-6 之圖 7.1.2-1 與 P7-44 之圖 7.1.2.4-1 流程彙整是否就是本案影像式車輛偵測器之軟體處理流程？請研究團隊進一步將此部份之流程具體與明確化。
13. 7.1.2.1 節至 7.1.2.4 節內容表達方式似為敘述方式，建議參考 7.1.2.6 節之撰寫方式補充相關演算法，以及對於若干門檻值之決定加以說明產生方式與針對本案之值為何？
14. 7.1.2.6 節有關影像穩定技術與本案之關係為何？是否已應用於本案車輛偵測器因風造成晃動之影像穩定處理？
15. 有關影像式車輛偵測器之基本背景參數，目前似為自動產生，是否有提供手動調整機制與介面，以利實務應用？
16. 請於影像式車輛偵測器最後部分加入綜合性的結語，說明所研發偵測器之特色、準確率及本期所完成的具體成果（如夜間偵測已可成功偵測到車輛，但尚未實際測試其準確率；震動穩定技術之完成程度等），以利讀者有綜合性的瞭解。
17. 建議調整第八章之撰寫順序，原理在先，接下來分別為本案之處理流程與演算法、實驗設計、PATTERN 資料庫建立、實驗結果與分析。如報告中將本研究要採用 FMCW 的理由說明於文章中之後半部，而於前半部直接說明 FMCW 的架構及內容，其撰寫順序宜再適當調整。
18. 圖 8.1.1-1 之偵測器架構，與圖 8.1.2-1 之 FMCW 架構並無法全然對應，兩者的關係請作補充說明；另 8.1.3.4 的內容與本研究訊號的關係為何？如何將偵測器的訊號以傅利葉模式轉換處理，宜做清楚說明。

19. 根據 P8-46 說明微波式車輛偵測器之原理為將 Time domain 訊號透過 FFT 轉換至 Frequency domain 後，進行一系列包含 PATTERN 資料庫建立之後續分析與辨識，請補充本案之處理流程與各階段之演算法，同時補充說明 PATTERN 資料庫在各交通參數建立之各相關特徵參數項目、定義、特徵值。
20. 請補充本案實測微波式車輛偵測器之相關參數，如所測得小車波形強度約為 640 單位 (P8-36) 之偵測器高度與仰俯角度、發射功率、天線 Azimuth 與 Elevation、量測距離、各車道頻率值、...
21. P9-12 至 P9-16 有關環路線圈偵測器之計算屬不分車種之計數準確率，如進一步計算其分車種計數準確率，如 P9-16 為例，則大車準確率為 26.5%，小車準確率為 94.5%，所以本案之環路線圈偵測器在大車之辨識上應有進一步調整空間。請同時補充其他相關表格之分車種準確率資料 (影像式車輛偵測器)，並調整 P9-23 至 P9-33 內容與文字敘述。
22. 請補充微波式車輛偵測器之分車種實測準確率統計值。
23. 偵測器的實測目前僅有離峰的準確度分析，對於尖峰測試的情形並未加說明；另有關研發車輛偵測器可行性分析部分，於智慧財產權的內容著墨很少，請再作些補充。
24. 部分 RFP 要求工作項目，如探針車隊後續的推動步驟及構想、系統之 GIS 路段切割、各式車輛偵測器在不同交通管理需求使用上之優缺點、偵測器取樣頻率等，並未於報告書中提及，請於定稿報告中予以補充。
25. 報告書中有錯、漏字，建議修正細節及章節內容的安排請逕洽承辦組。

七、主席(吳組長玉珍代理)結論：

1. 關於智財權的問題，本所基本立場是希望國內市場可以蓬勃，故對於研究團隊參與本案前之既有成果仍屬原有團隊，而因本案經費產生之成果才隸屬於本所，本所會將該成果開放給所有產業共享。
2. 本案期末報告內容審查通過，至於合約要求之細項本所將逐一檢視，以進行後續之驗收工作，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，於 12/22 日前提送期末報告定稿至承辦組辦理後續作業，經本所承辦組審查通過後納入定稿報告內。

八、散會（下午四時三十分）

「國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作」
 期末審查會議紀錄及回應

發言人	發言內容	合作研究單位回應
主席說明	1. 由於本研究涵蓋不同領域，故研究團隊集合了跨領域之學者專家共同辦理本研究，團隊陣容相當堅強，並如預期提出了具體的研發成果，對於研究團隊及委員表達感謝之意。	1. 略。
運資組 吳玉珍組 長補充	1. 本研究內容除了偵測器之研發外，另為了搭配目前已對外常態運作之「全國路況資訊中心」，探討速率資訊擴充之相關課題，「全國路況資訊中心」著重於事件等異常資訊的通報，對於速率資訊方面期望藉由本研究開發之系統平台將城際或都市地區所佈設之偵測器及探針車隊等之資訊加以蒐集及彙整，經該平台處理並判定速率資訊達壅塞狀況時，將“壅塞”之訊息傳送至「全國路況資訊中心」供用路人參考，而本研究所開發之系統平台亦會永續的彙整其它所有可能的速率資訊並加以維運。 2. 有關合作團隊所提環保署納管之車隊，研究期間提供了 40 輛車供本所作資料可行性的分析，經本所評估可行後已取得環保署同意提供所納管所有車隊（目前共有 1300 輛車）的行車軌跡資料，並將於本年度完成資料的接取。	1. 略。 2. 略。
主席補充 說明	1. 警政署擬自全國治安會報處提案，將加速擴充建置 5 萬台衛星計程車車隊，該訊息供研究團隊參考。	1. 略。
公路總局 李忠璋科 長	1. 本案成果將對未來省道路況資訊擴充有相當大的幫助，謝謝研究團隊之努力。 2. 依研究報告之資料發現，探針車之資料多集中於市區（新竹市），而替代道路則相對較少行經市區，如此是否較難以探針車隊的行車資訊擴充替代道路的路況，請作進一步的探討。	1. 敬悉。 2. 新竹地區的替代道路剛好有行經市區的路段，因此並無法將此資料予以剔除，且只要是從替代道路上收集到之路況資訊均有必要納入考量，但未必所有替代道路均會經會市區，唯少數縣市有此情形。

發言人	發言內容	合作研究單位回應
公路總局 李忠璋科 長	<p>3. 一般貨運車為了送貨應會以最適路徑行駛，但由報告中所分析之資料發現，貨運車於某些道路（台 17 及台 61）上之行駛次數為 0，是否意謂該道路不適合作為替代道路。</p> <p>4. 影像偵測器於本年度之成果相當不錯，唯影像偵測器於雨天的偵測狀況著墨不多，請補充說明。</p> <p>5. 影像偵測器於夜間如何辨識不同的車種，對於四輪的車輛本研究是以兩個車燈作判別，而機車是否是以單一車燈作判別，兩者間如何區別？</p> <p>6. 單一影像偵測器是否可偵測雙向車流？</p> <p>7. 微波雷達偵測器是否可由波形判別車流之方向性？</p> <p>8. 影像偵測器的價錢（成本）將可為國外產品價格的一半以下，但報告中對於評估的方法未作詳細說明。</p>	<p>3. 本研究乃隨機抽取過去某時期的歷史資料作為分析，數據為零只能帶表過去該時段內，貨運車輛行經該路段的頻次較少，或是根本無行經，但對於其他車隊而言卻非如此，因此本團隊並未認定該路段為不適合之替代道路。</p> <p>4. (1) 由於新竹下雨狀況較少，故實測數據不多，較不具有代表性。 (2) 就少數測試數據而言，下雨並不會造成太大之影響，除非雨水造成 CCD 攝影機防水殼外圍有水珠聚集，造成透鏡效應。</p> <p>5. 車燈辨識技術是輔助的角色，主要的偵測還是以本案演算法為主體，並非以這個技術為主。故沒有此一問題。</p> <p>6. 單一影像偵測器可以偵測雙向車流。</p> <p>7. 國外已有這方面的專利，但實作產品則是以手動設定方向。目前本研究硬體測試結果，尚無法直接由波形判別車流方向。</p> <p>8. 由於廠商大多不願透漏成本訊息，本案透過網路搜尋，側面了解價格，預估可有一半以下的成本優勢。</p>
中華智慧 型運輸系 統協會 羅彬榮秘 書長	<p>1. 本研究範圍之國道替代道路資訊完整，才能充份發揮其功能，而本研究課題係以互補的方式來健全路況資訊，故建議本研究長期觀測探針車資料之地點及時段，以建立資訊斑點圖的方式觀察哪些地點或時段為資訊不足的部分，進而作為車輛偵測設備佈置地地點之建議。</p>	<p>1. 本研究針對所蒐集到的車輛行駛軌跡確實可以將其出現的時間及頻率透過 GIS 技術處理，將其空間上資訊不足之處加以標示，唯此項資訊必須透過長期、持續觀察分析才能達到，後續研究可將此建議納入探討。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
	<p>2. 請補充影像式及微波雷達式車輛偵測器適合的設置條件，如坡度太陡或交織區等是否會對某些技術的偵測器有正確性的干擾，請就其適合的設置條件做原則性說明。</p>	<p>2. (1)針對影像式車輛偵測器部分，由於沒有實際測試過，無法斷定坡度太陡等環境是否會影響偵測之正確性。目前的設置與測試環境為直線、車道標線清楚，以 forward-looking 的方式架設 CCD 攝影機。 (2)而在微波偵測器部分，主要設置條件原則為：(a).車輛交織區及太斜路面，皆會降低準確度。(b).側向安裝大致原則與環狀線圈相同，另外需有路側緩衝距離至少 3 米以上高度至少 4 米以上，盡量無坡道、無轉彎及車輛變換車道少之區域。</p>
吳玉珍組 長補充	<p>1. 國外有些偵測器係結合為三合一或二合一之產品，以補各式偵測技術之不足。</p> <p>2. 本研究所研發之車輛偵測器以國外現有產品為標的，期望所研發之偵測器不比國外差，若行有餘力則會超越國外產品，唯若肉眼判別有困難時（如大霧），機器的判別將更加困難，故本所不要求這方面的技術突破，而以市面產品可達到的功能為目標，並適當降低成本，即為本研究目標。</p> <p>3. 目前國內有很多學者專家在進行影像式偵測器之研究，據觀察對於車輛數的判別皆能達到九成以上的準確度，但對於速率的準確率則僅有七八成左右，而本研究實驗數據顯示其準確率可達 93.09%，有相當大的改善，故本所認為值得繼續投入影像偵測器之研發。</p>	<p>1. 略。</p> <p>2. 略。</p> <p>3. 略。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
中華電信研究所 鄭伯順副所長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究集合了交大重量級的教授共同研究，其成果相當豐碩。 2. 微波式偵測器 filter 信號處理的過程報告中並未詳述，而這部分亦將是未來很困難的部分，請補充。 3. 理論之突破、paper 的內容與達產品化的水準仍有一些距離，可能須大量的經費支援，故偵測器之研發可以思考向經濟部申請產官學研之科專計畫，才易達產品化的程度。 4. 影像偵測器於多車時之陰影問題，其處理相當困難，且不同角度之處理方式亦不盡相同，建議未來影像偵測器可研究路側偵測的狀況。 5. 影像偵測器攝影機被風吹動時，其速度將無法準確測量，如何克服？ 6. 資訊系統如何處理即時資料不足或不全之問題？ 7. 當同一路段有多種資訊來源，且偵測到的資訊不一致時，如何判別資訊的正確性？如何整合？簡報中提到不同偵測區即會有不同的偵測數據，不同的偵測技術所偵測之數據亦不全然相同，未來實務之運用將會面臨到此一課題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 敬悉。 2. 此次處理尚未加入濾波處理，未來提高準確度時會加入。 3. 敬悉。 4. 敬悉。 5. 目前尚未克服此一問題，待後續計畫加強速度準確率。 6. 針對即時交通資訊不足之問題，可利用歷史資訊推供作為替代資訊的來源，有關歷史資料融合處理，可參見 4.1.2。 7. 當同一路段偵測到的資訊不一致時，則以偵測器所偵測到的資訊為主，若無偵測器的資料，再以探偵車的資訊作顯示
淡江大學 張勝雄教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. P3-21 提到計程車與實際車速之差異，基本上上下客機率不大，故計程車的資料仍有參考價值。P3-22 比較表中所提到的速率為空間平均速度或是點速率，兩者之比較應為一致的基礎，並請於報告中補充說明？ 2. 黃昏時有些車輛有開車燈有些則否，此時影像偵測器使用何種演算法？是否為有不同演算法切換的問題？兩輛機車是否會被誤判為汽車？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理。 2. 車燈辨識只是輔助的角色，並非完全依靠這個技術。主要還是以背景、物件切割與辨識演算法為主

發言人	發言內容	合作研究單位回應
淡江大學 張勝雄教授	3. 微波雷達式偵測器偵測機車的準確率為何，請說明？ 4. 微波雷達式偵測器如何由波形判斷車輛為進入或駛離？如何透過濾波器將雜訊過濾？波形與速率之關係為何？請於報告中作更清楚的描述，以利讀者參考。 5. 微波雷達式偵測器如何處理車速與有效車長的問題？	3. 準確度會隨著偵測到訊號之強弱而有影響，因機車形體較小，反射面積亦較小，故較不易偵測到物體，若為了偵測機車而將判斷之臨界值參數降低，則可能因為反射訊號之波動，造成更多之誤判。目前實驗結果是可偵測到機車，試驗過三次有一次未偵測到 4. 詳見 P8-93。 5. 目前是假設車長為一需現場校估常數，車速則是，由有效車長減去車長再除以經過時間長，詳見 P8-25
逢甲大學 林肇光教授	1. 準確率請參考臺北市交通管制工程處的定義，其有慣用的準確率計算方式及標準，請於報告中採用此標準計算。 2. 事件之偵測以佔有率及速率為主要的參數，未來在計算該參數之準確率時，亦請參照臺北市交通管制工程處的定義。 3. 由研究團隊播放的影片可以觀察到夜間有相當嚴重的眩光問題，是否可從攝影機來改善？ 4. 訊號 PATTERN 的智財問題請於報告中稍作探討。 5. 建議加快研發的時程	1. 遵照辦理，本研究已於期末報告前向臺北市交通管制工程處交控中心賴仁宗先生確認準確率計算方式，並以此標準計算準確率。 2. 遵照辦理。 3. 正在尋找適合的夜間 CCD Camera。 4. 遵照辦理，詳見 P6-27。 5. 敬悉
經濟部 工業局 楊中舜先生	1. 建議將探針車及偵測器所收集的資料進行交叉分析，透過其個別的信賴區間可探討彼此資訊的正確性	1. 敬悉，現階段由於偵測器尚處於測試階段，故其資訊正確度仍有提升空間，未來後續計畫偵測器研發臻於成熟後，建議做偵測器及探針車資料的交叉分析。

	2. 微波雷達偵測器的 FFT 取樣 window 有多長，請說明。	2. 目前每秒鐘 200K/秒，一次 2048 點
--	------------------------------------	---------------------------

發言人	發言內容	合作研究單位回應
臺灣大學 吳瑞北 教授(書面意見)	<p>本研究報告的內容涵蓋很廣而且很充實，就本人專業領域，僅就微波偵測器部分提出下列問題以供參考：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 天線角度如何設計？這將影響研究成果很大。為何 P.8-125 所述之第一車道的車會出現在第二車道？ 2. P.8-121 說明平面天線較優，為何在最後未使用？ 3. 訊號處理 FFT 的取點數為何？對研究成果有何影響？ 4. P.8-46~P.67 為習知之訊號處理理論，建議不列入定稿報告中。 5. 瞭解車輛—微波散射特性，是微波偵測系統設計及雷達信號處理與參數判讀的基礎，本報告缺少這方面的陳述。未來可以加強車輛散射的量測與研究。 6. 報告中的微波偵測器，係以量測油槽液面高度的 FMCW 系統為基礎來進行車流的量測。但是該系統要應用到車流偵測及辨識，還有很需要改進及深入研究的地方。 7. 微波偵測器具有國內及國外市場，但要開發此產品需結合多方面專長的人士及需要更多的研發經費。建議交通部繼續支持此方面的研發。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 天線目前是 12 度 X12 度，第一車道的車會出現在第二車道是因為天線角度過寬，詳見 P8-103 2. 待後續計畫進行可完成此項功能。因平面天線設計出來時程較晚，機構及相關整合工作未完成 3. 目前是 2048 點，點數高較精確 4. 遵照辦理。 5. 目前是車輛散射紀錄是搜集分析在車種資料庫中。 6. 微波偵測器，係以量測油槽液面高度的 FMCW 系統為基礎來進行車流的量測。應用到車流偵測及辨識，需要改進及深入研究的方法請參閱第八章。 7. 敬悉。

發言人	發言內容	合作研究單位回應
運資組 (書面意見)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 報告書第一章之研究方法部分內容(如車隊加入測試的意願,及偵測器之成本分析)於後續章節中並未提及,請再予以補充。 2. 在描寫第二章各小節不同主題之文獻回顧前,請補充說明與本研究主題的相關性,如通訊協定與本研究的關聯性為何,宜做簡略的說明。 3. 請更新2.1節各ATIS網站資料與畫面,2.2節之新竹市交通安全行易網並未運作,臺中市應為即時交通資訊網(資訊來源敘述有誤)。 4. 本研究所回顧國外之路況資訊系統多以雙向呈現,請探討本研究所開發之系統其省道速率資訊以雙向車道方式呈現之可行方案。 5. 有關國外探針車隊的發展情形,本研究中僅介紹美國休士頓及新加坡的現況,事實上,探針車隊於國外推動之案例尚有很多,故請再就國外推動之現況作些補充,俾利國內推動時之參考。 6. 探針車隊可行性分析於p3-7中,說明本研究將以每小時2筆資料作為門檻值,唯接下來各式車隊作為探針車隊的可行性分析上,僅少數作了此項數據的分析,大多數的分析未將此門檻納入分析。另某些車隊的可行性分析僅是以部分車隊的分析結果推論說明不適合作為替代道路之探針車隊,而此推論又沒有絕對的因果關係,類似的情形宜作更深入的說明。 7. 請於第四章中補充系統開發時之資料庫設計概念及方式,尤其是即時及歷史資料庫的設計原則。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已於3.9節「綜合評估」予以說明。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理。 4. 本系統開發以 WebGIS 作為車道速率顯示平台,由於所取得的數值圖資資料有關道路路段均以單線表示,故若要改以雙線方式呈現,在技術上必須要配合其它技術之整合應用,建議以後續研究中加以改進。 5. 國外 ATIS 雖有許多相關文獻,但大部分多著重於功能介紹,因此,報告書中僅提供對探針車規模、特性描述較詳盡之案例予以補充。 6. 已於3.2節予以補充說明。 7. 詳見4.2.3

發言人	發言內容	合作研究單位回應
運資組 (書面 意見)	<p>8. 4.1.2 有關資料融合的部分概分為四象度，而報告中僅就第一象度作說明，事實上本研究除同一偵測位置、同一時間作資料融合外，亦將提供與歷史資料的融合，故對於第二象度的融合方式，亦應有所說明。</p> <p>9. 有關 ATIS 及 ATMS 之需求分析，建議參考 ITS SA 的架構來分析對偵測器偵測參數的需求。</p> <p>10. 5.3 節中就車輛偵測器研發所要偵測之參數提出建議內容，但請進一步補充各參數定義資料，例如 P5-20 之米勒演算法需要延滯資料，但車輛偵測器無法產生，所以須由流量推估延滯，不過報告書並未交代此演算法之「流量」定義為何？針對此流量資料，車輛偵測器如何產生此項資料？相關之偵測區域之空間與時間考量為何？同時如果得到流量資料後，如何轉換為米勒演算法所需之延滯資料？其他各項參數均有相同情形，請進一步加以補充。</p> <p>11. 第七章中的部分內容係引自於貴團隊既有成果，故於撰寫過程中加註了出處，唯部分內容係為本研究成果（如圖 7.1.2.3-1~14），其它小節亦有類似，請再予以釐清。另 P7-52 至 P7-65 中有關各車種辨識參數統計值是否可視為車種區分之特徵參數？或是 PATTERN 資料庫之建立依據？同時請整理本案 PATTERN 資料庫建立之相關 CCD 攝影機設備參數與架設參數。</p> <p>12. P7-6 之圖 7.1.2-1 與 P7-44 之圖 7.1.2.4-1 流程彙整是否就是本案影像式車輛偵測器之軟體處理流程？請研究團隊進一步將此部份之流程具體與明確化。</p>	<p>8. 遵照辦理。</p> <p>9. 遵照辦理，詳報告書 p5-1。</p> <p>10. 遵照辦理，各參數的定義、及延滯的推估方式，詳報告書 5.1 節。而在相關之偵測區域之空間與時間考量方面，不同的演算法有不同的車流資訊長度需求，但本研究之研究目的非探討這些演算法，故在此不詳加討論。</p> <p>11. (1) 研究成果歸屬標註已修正。演算法架構流程智財歸運研所，流程中各項步驟之演算法歸交大研究團隊所有。 (2) 本統計值預計於後續完成之系統中應用，目的為提升辨識準確率，本年度研究中，並未整合。 (3) CCD 攝影機架設高度 8m，俯角 12°，焦距 12mm。</p> <p>12. (1) P7-6 之圖 7.1.2-1 是本案影像式車輛偵測器之軟體處理流程，詳細說明如 7.1.2.1 ~ 3 分別就每一個步驟作詳細說明。 (2) P7-47 之圖 7.1.2.4-1 是為了於後續完成之系統中應用所開發，目的為提升辨識準確率，本年度研究中，並未整合。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
運資組 (書面 意見)	<p>13. 7.1.2.1 節至 7.1.2.4 節內容表達方式似為敘述方式，建議參考 7.1.2.6 節之撰寫方式補充相關演算法，以及對於若干門檻值之決定加以說明產生方式與針對本案之值為何？</p> <p>14. 7.1.2.6 節有關影像穩定技術與本案之關係為何？是否已應用於本案車輛偵測器因風造成晃動之影像穩定處理？</p> <p>15. 有關影像式車輛偵測器之基本背景參數，目前似為自動產生，是否有提供手動調整機制與介面，以利實務應用？</p> <p>16. 請於影像式車輛偵測器最後部分加入綜合性的結語，說明所研發偵測器之特色、準確率及本期所完成的具體成果(如夜間偵測已可成功偵測到車輛，但尚未實際測試其準確率；震動穩定技術之完成程度等)，以利讀者有綜合性的瞭解。</p> <p>17. 建議調整第八章之撰寫順序，原理在先，接下來分別為本案之處理流程與演算法、實驗設計、PATTERN 資料庫建立、實驗結果與分析。如報告中將本研究要採用 FMCW 的理由說明於文章中之後半部，而於前半部直接說明 FMCW 的架構及內容，其撰寫順序宜再適當調整。</p>	<p>13.</p> <p>(1) 7-1.2.1 至 7-1.2.4 已補充該研究項目說明。</p> <p>(2) 若干門檻值目前是以實驗經驗所得，後續計畫將朝向參數標準規格化發展，以增強系統之環境適應性。</p> <p>14. 本案所架設之攝影機會因為風吹以及車輛經過路面造成的震動，而產生搖晃。當有嚴重、劇烈的搖晃時，畫面穩定的研究有其必要性。但本項研究實作後發現因為追蹤功能的輔助，使得目前遭遇的震動問題不會影響到偵測結果。</p> <p>15. 本案執行時間較為緊湊，目前手動調整機制與介面尚未完成，待後續計畫進行可完成此項功能。</p> <p>16. 遵照辦理。Page 7-139</p> <p>17. 敬悉。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
	18. 圖 8.1.1-1 之偵測器架構，與圖 8.1.2-1 之 FMCW 架構並無法全然對應，兩者的關係請作補充說明；另 8.1.3.4 的內容與本研究訊號的關係為何？如何將偵測器的訊號以傅利葉模式轉換處理，宜做清楚說明。	18. 詳見 8.1.2，P8-14。
	<p>19. 根據 P8-46 說明微波式車輛偵測器之原理為將 Time domain 訊號透過 FFT 轉換至 Frequency domain 後，進行一系列包含 PATTERN 資料庫建立之後續分析與辨識，請補充本案之處理流程與各階段之演算法，同時補充說明 PATTERN 資料庫在各交通參數建立之各相關特徵參數項目、定義、特徵值。</p> <p>20. 請補充本案實測微波式車輛偵測器之相關參數，如所測得小車波形強度約為 640 單位（P8-36）之偵測器高度與仰俯角度、發射功率、天線 Azimuth 與 Elevation、量測距離、各車道頻率值、...</p> <p>21. P9-12 至 P9-16 有關環路線圈偵測器之計算屬不分車種之計數準確率，如進一步計算其分車種計數準確率，如 P9-16 為例，則大車準確率為 26.5%，小車準確率為 94.5%，所以本案之環路線圈偵測器在大車之辨識上應有進一步調整空間。請同時補充其他相關表格之分車種準確率資料（影像式車輛偵測器），並調整 P9-23 至 P9-33 內容與文字敘述。</p> <p>22. 請補充微波式車輛偵測器之分車種實測準確率統計值。</p>	<p>19. 遵照辦理。詳 P8-47、P-93</p> <p>20. 遵照辦理。詳 P8-105 至 P8-109</p> <p>21. 遵照辦理。</p> <p>22. 微波偵測器，目前尚無能力分別車種，必須車種資料庫分析方法找到，再引入演算法中，而目前資料尚待開發分析方法。</p>

發言人	發言內容	合作研究單位回應
	<p>23. 偵測器的實測目前僅有離峰的準確度分析，對於尖峰測試的情形並未加說明；另有關於研發車輛偵測器可行性分析部分，於智慧財產權的內容著墨很少，請再作些補充。</p> <p>24. 部分 RFP 要求工作項目，如探針車隊後續的推動步驟及構想、系統之 GIS 路段切割、各式車輛偵測器在不同交通管理需求使用上之優缺點、偵測器取樣頻率等，並未於報告書中提及，請於定稿報告中予以補充。</p> <p>25. 報告書中有錯、漏字，建議修正細節及章節內容的安排請逕洽承辦組。</p>	<p>23. 參數部份依計畫先完成可使用在高快速道路及市區非壅塞車流部分，目前審核通過中選定之測試地點，尖峰時段是呈現車輛擁塞，常常停滯不動，目前之既有市場相關產品如 AutoScope、RTMS 或 Smart Sensor 等尚無法處理，故未測試尖峰時段。另智財權部分請參閱第六章。</p> <p>24. 詳見 4.2.4 及 4.1.1 小節、P5-27、P8-19。</p> <p>25. 遵照辦理。</p>
<p>主席 (吳組 長玉珍 代理) 結論</p>	<p>1. 關於智財權的問題，本所基本立場是希望國內市場可以蓬勃，故對於研究團隊參與本案前之既有成果仍屬原有團隊，而因本案經費產生之成果才隸屬於本所，本所會將該成果開放給所有產業共享。</p> <p>2. 本案期末報告內容審查通過，至於合約要求之細項本所將逐一檢視，以進行後續之驗收工作，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，於 12/22 日前提送期末報告定稿至承辦組辦理後續作業，經本所承辦組審查通過後納入定稿報告內。</p>	<p>1. 敬悉。</p> <p>2. 遵照辦理。</p>

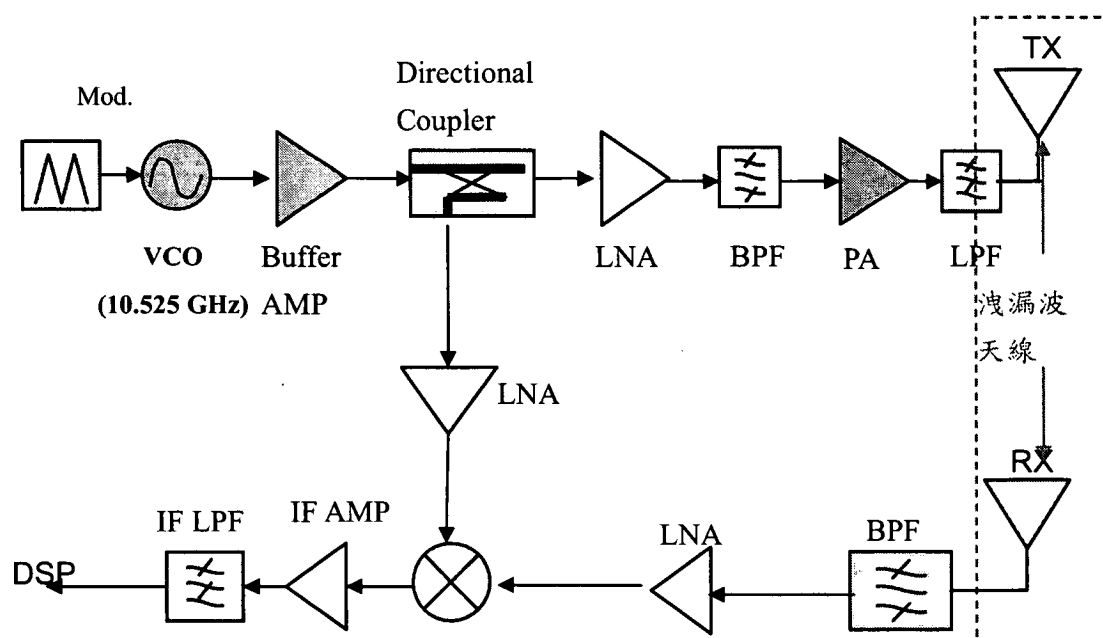
附錄 3

洩漏波天線之設計與應用

洩漏波天線之設計與應用

一、洩漏波天線之設計概念構想

由 FMCW 雷達系統架構(圖一)得知，在發射與接收端需要高增益、高指向性的天線，所以在臺灣大學電信研究所莊情光教授以實驗室專有之洩漏波天線之設計來設計此高增益、高指向性的天線。



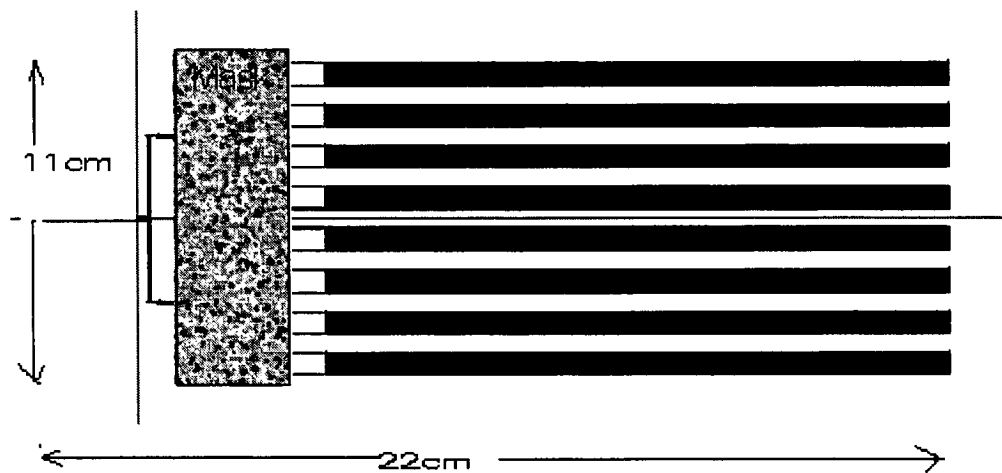
圖一、FMCW 雷達系統架構圖

(一) 洩漏波天線之設計:

此天線由莊老師指導臺大劉安錫同學設計此洩漏波天線，先由單一支洩漏波天線作設計模擬(圖二)，再結合八支天線(圖三)做增益的增強與波束角的聚焦，主要在設計饋入結構，使各天線之間作建設性干涉。最後作天線模擬，應用場論應用軟體作天線電磁場分析。



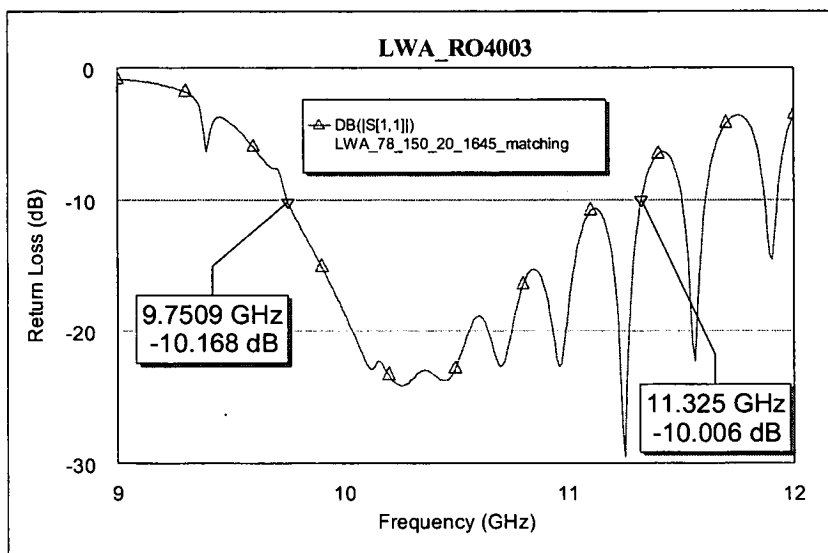
圖二、單一洩漏波天線的外觀圖



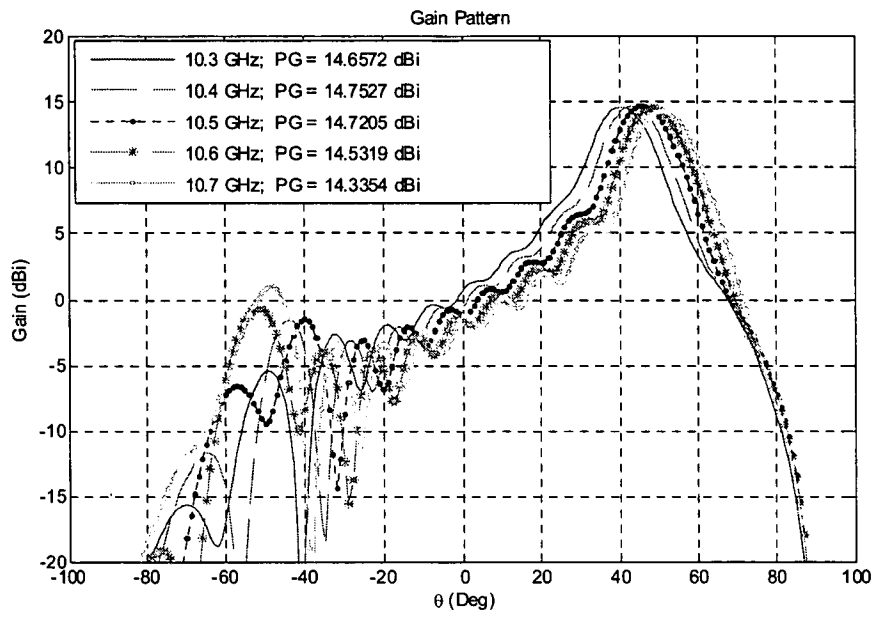
圖三、八支洩漏波天線與饋入結構的外觀圖

(二) 洩漏波天線之模擬分析:

首先以單一天線，執行反射損耗(Return Loss, S11)之模擬分析，得圖四之結果符合系統頻率之需求，再以八支洩漏波天線配合饋入結構以求其增益總合，如圖五所示。



圖四、洩漏波天線之反射損耗(S11)模擬結果



圖五、八支洩漏波天線的增益模擬結果

二、洩漏波天線之製作與量測

(一) 洩漏波天線之製作

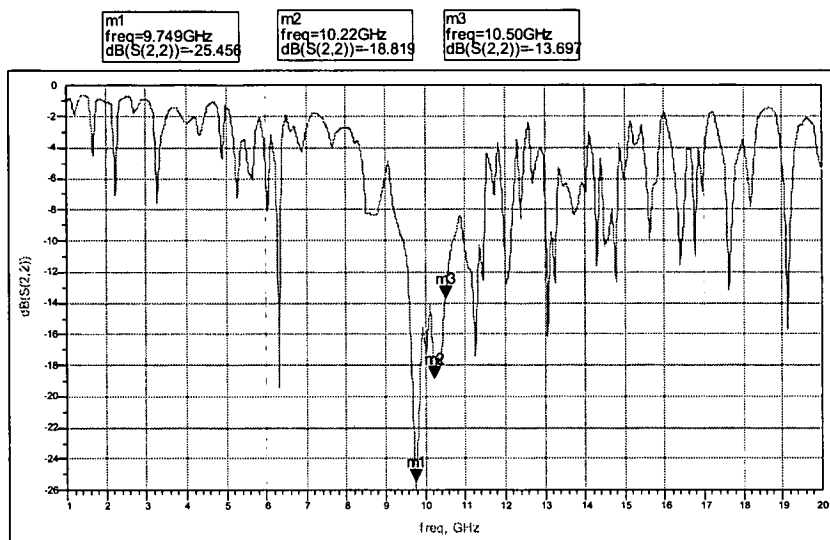
以 RO4003 板材為基板作設計洩漏波天線，因較薄 RO4003 板材適合用於微波天線的設計製作，因此當模擬分析符合系統需求，即發包製作洩漏波天線，其天線實體圖如圖六所示。



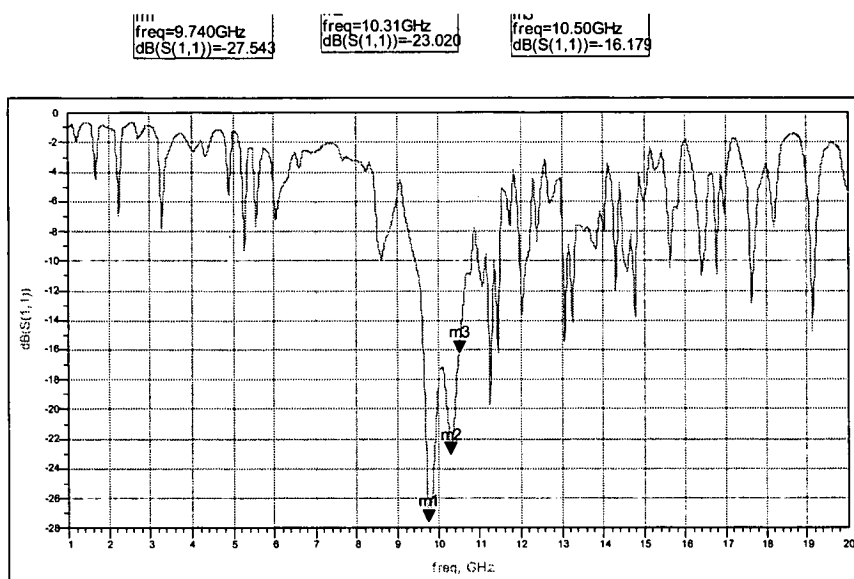
圖六、洩漏波天線之照相實體圖

(二) 洩漏波天線之反射損耗量測分析

因考慮到天線使用上有夾具與遮罩之覆蓋，所以在測試過程中分成兩組，一組有覆蓋黑膠帶與另一組無覆蓋黑膠帶做比較，以反射損耗(S_{11})係數作洩漏波天線分析。可得到覆蓋黑膠帶之反射損耗，如圖七所示；而無覆蓋黑膠帶之反射損耗，如圖八所示。



圖七、有覆蓋黑膠帶之反射損耗(S11)圖



圖八、無覆蓋黑膠帶之反射損耗(S11)圖

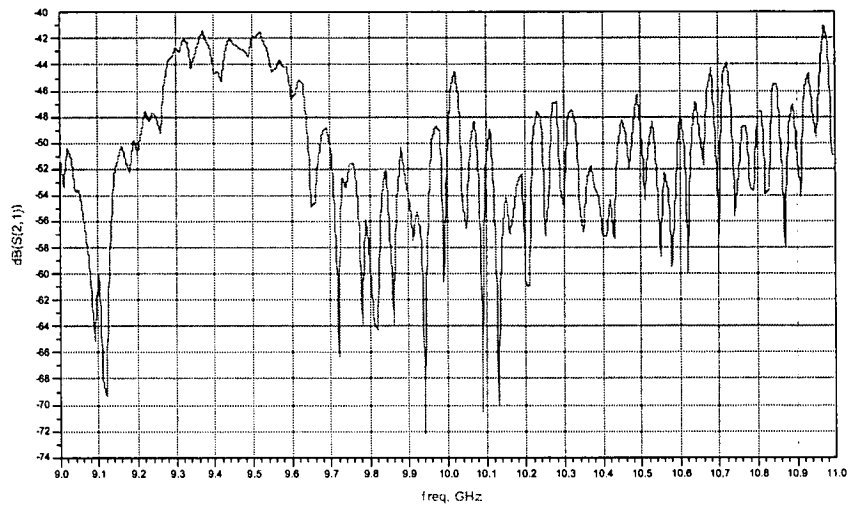
洩漏波天線之反射損耗量測分析中得知，有加黑膠帶與無黑膠帶的天線差異並不大，得知若天線外部介質的厚度不大，則洩漏波天線的輻射受影響較小。而兩組天線量測結果與在前頁單一天線的模擬結果非常接近，因此天線設計與量測結果是幾乎一致。

(三) 雙洩漏波天線之隔離量測分析

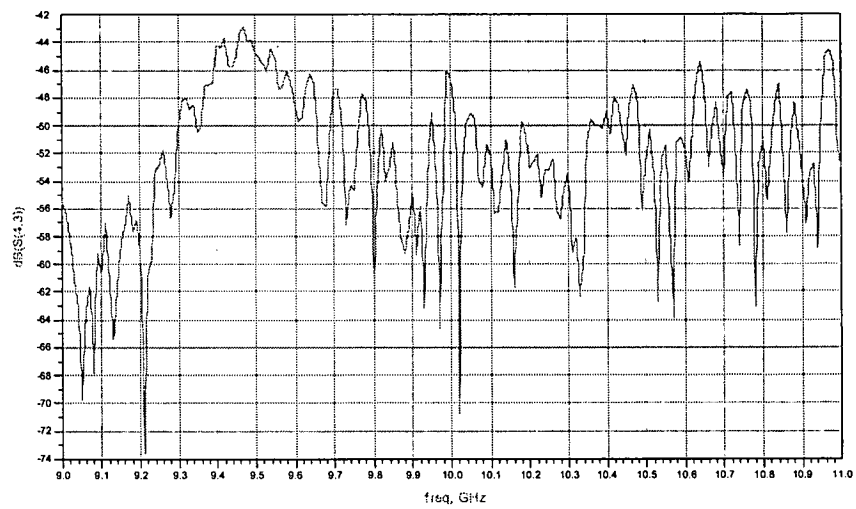
在首頁的系統方塊圖得知，在 FMCW 雷達系統中將發射端與接收端訊號隔離的最主要方法，即是利用雙天線的架構作隔離之用。

當天線間間距過大時，雖隔離效果增加，但面積增大且回波的焦距偏移增加；反之，天線間間距不夠時，雖隔離效果變差，使發射訊號直接饋入接收端，並將目標回波訊號遮沒，無法偵測目標距離與速度。因此調整兩天線間距作隔離分析，即以向量網路分析儀對兩天線的饋入端進行插入損耗(S21)係數的量測。

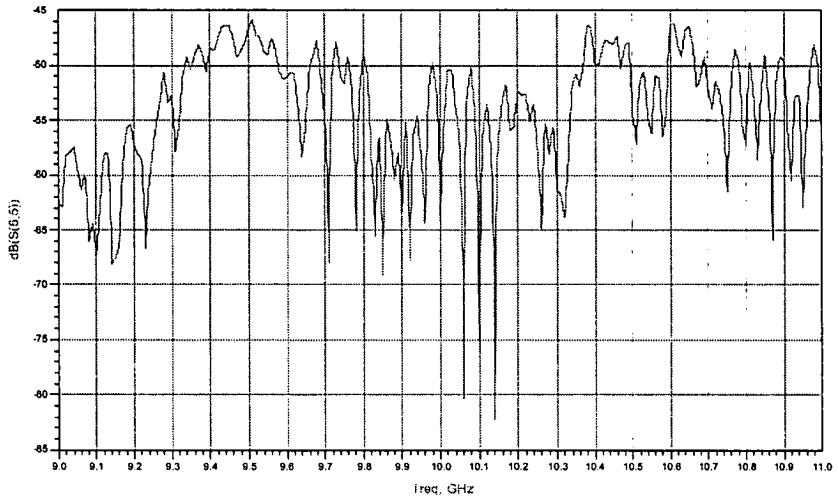
在實驗量測的過程中，天線間距分為 0cm(兩天線連在一起)、2cm、4cm、6cm 與 8cm 的測試，其結果分別如圖九至圖十三所表示。



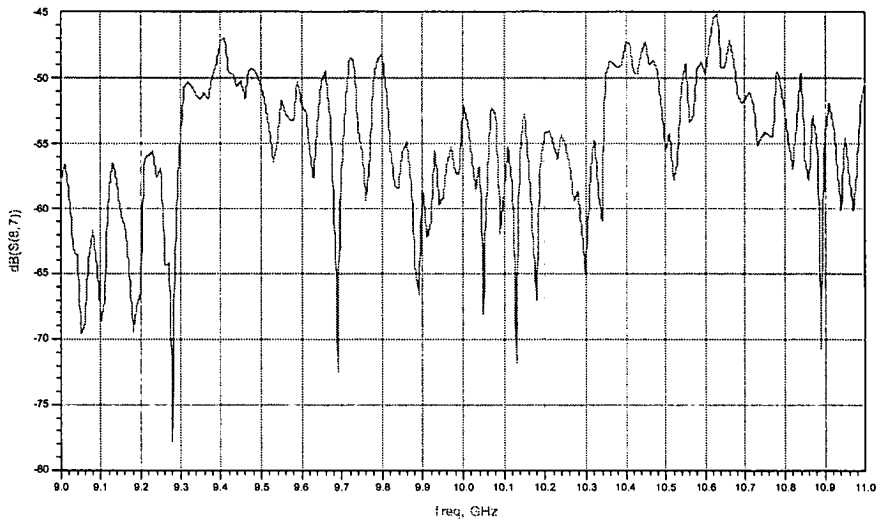
圖九、當兩天線相隔 0cm 之插入損耗(S21)圖



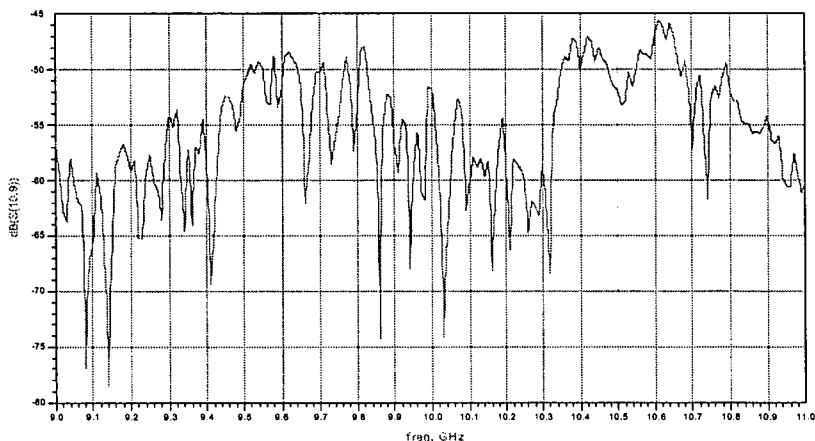
圖十、當兩天線相隔 2cm 之插入損耗(S21)圖



圖十一、當兩天線相隔 4cm 之插入損耗(S21)圖



圖十二、當兩天線相隔 6cm 之插入損耗(S21)圖



圖十三、當兩天線相隔 8cm 之插入損耗(S21)圖

在雙洩漏波天線之隔離量測分析，在兩天線間距小於 1cm 仍有大 38dB 以上的隔離度，而其間距大於 2cm 而其隔離度均大於 43dB 以上，因此在雙洩漏波天線作為 FMCW 系統天線架構是非常適合。

相對於洩漏波天線在雙天線結構之 FMCW 系統，而號角天線(Horn)雖指向性高與增益值大，但是在空間的佔有與製造的成本，均甚高於所有平面天線。而其它各類天線均局限於隔離度不夠與增益不足的問題。

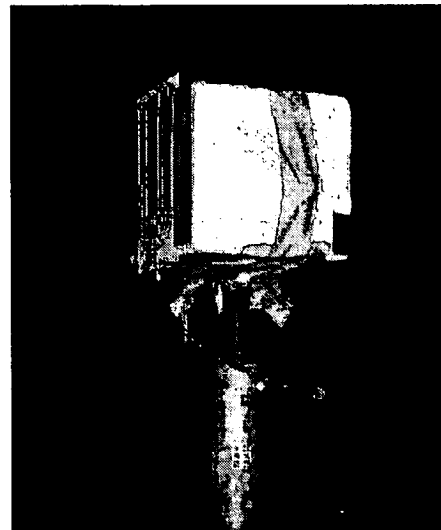
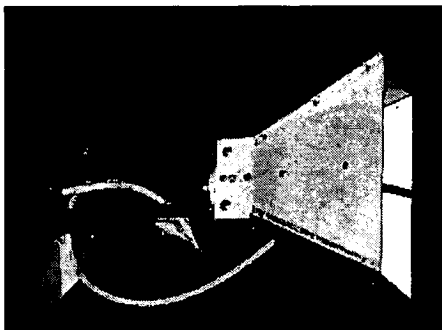
(四)洩漏波天線場型量測分析

在前述中得知洩漏波天線增益與隔離度的優點，但在洩漏波天線的輻射場型在其基本設計上其最大輻射角(Beam Angle)，並不在天線平面垂直線上(Broadside)亦不是平行在天線平面表面(Endfire)而是隨著頻率而改變，因此在使用上必需先完成場型量測，以選定所需頻率的輻射角位置。

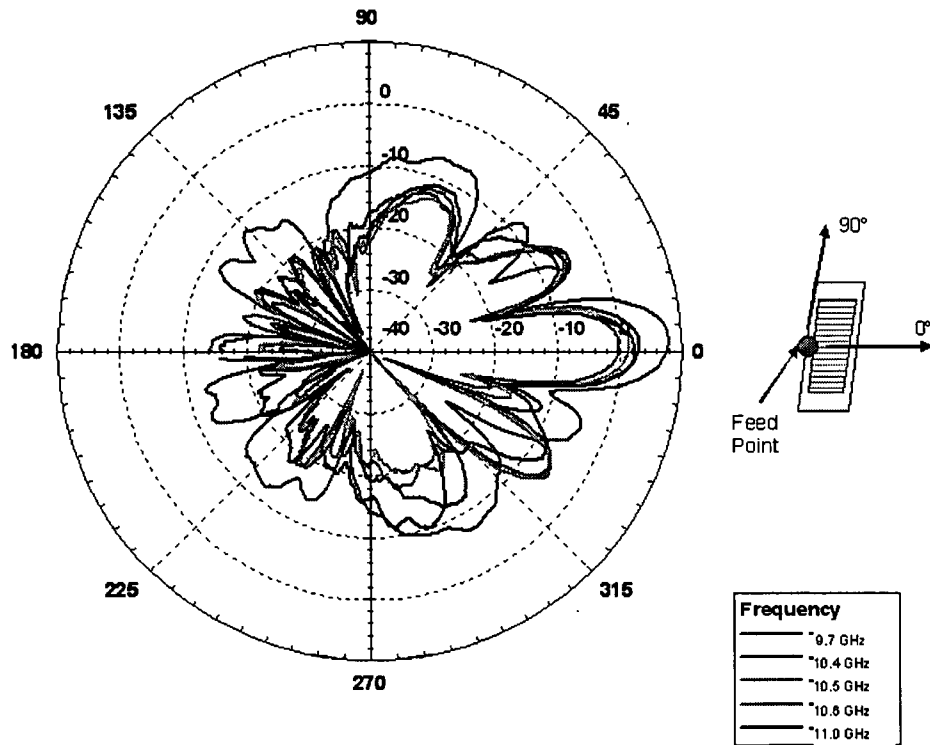
相對於洩漏波天線在雙天線結構之 FMCW 系統，而號角天線(Horn)雖指向性高與增益值大，但是在空間的佔有與製造的成本，均甚高於所有平面天線。而其它各類天線均局限於隔離度不夠與增益不足的問題。

依照洩漏波天線電場輻射的方向，定出切割電場的方向為 E-Plane 方向，即是以圓球座標為參考，固定 Z 軸而轉動 ϕ (Azimuth)角(在 X-Y 平面移動)，觀察輻射場型的變化；另定出切割磁場方向為 H-Plane 方向，亦是以圓球座標為參考，將 Z 軸轉動 90° 至原 Y 軸位置，固定 X 軸而轉動 θ (Elevation)角(在 Y-Z 平面移動)，觀察輻射場型的變化。而當洩漏波天線電場與量測天線電場平行時，稱為 Co-Polarization，反之，當洩漏波天線電場與量測天線電場垂直時，稱為 Cross-Polarization，以此說明後續量測之術語。

首先執行 E-Plane 及 Co-Polarization 的場型量測，如圖十四之設定方式，再進行天線場型量測。並以 9.7、10.4、10.5、10.6 與 11GHz 五種頻率進行量測(如圖十五)。

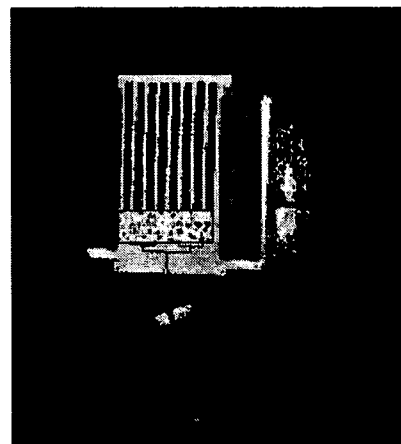
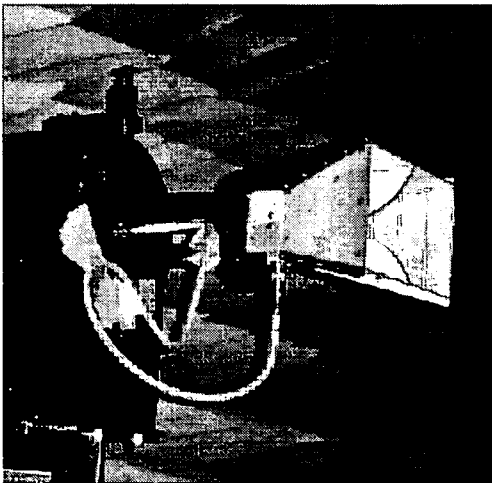


圖十四、E-Plane 及 Co-Polarization 的場型量測設定

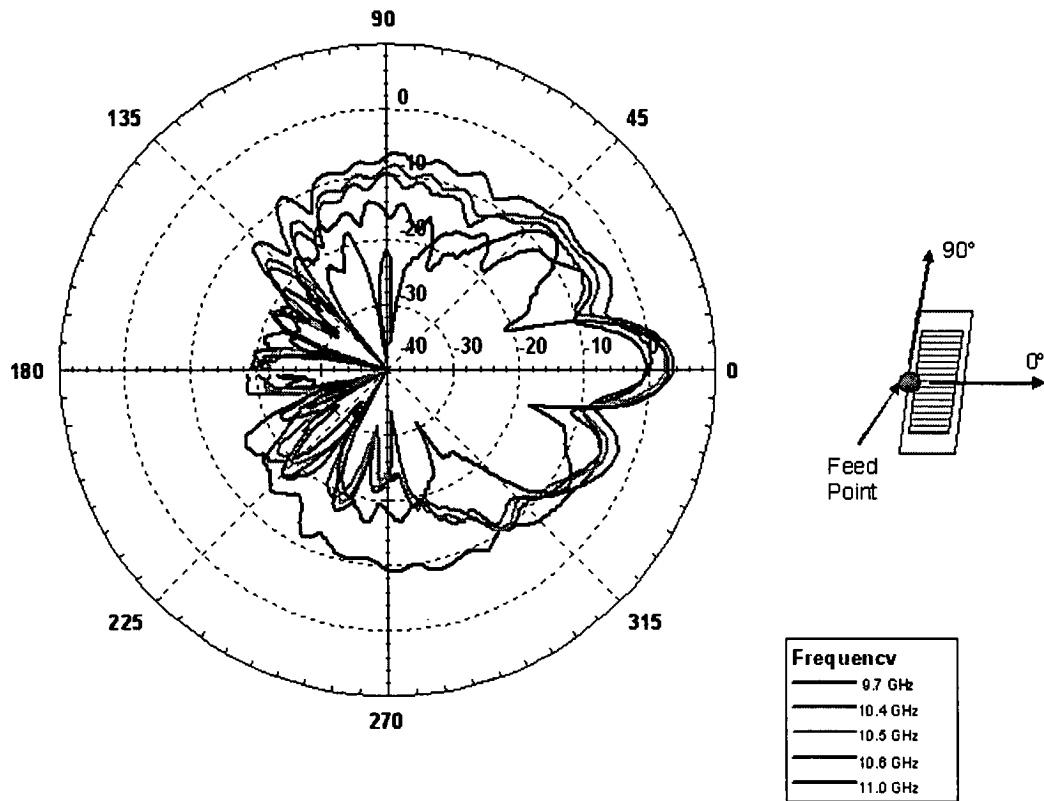


圖十五、洩漏波天線 E-Plane Co-Polarization 場型

其次執行 E-Plane 及 Cross-Polarization 的場型量測，如圖十六之設定方式，再進行天線場型量測。並以 9.7、10.4、10.5、10.6 與 11GHz 五種頻率進行量測(如圖十七)。

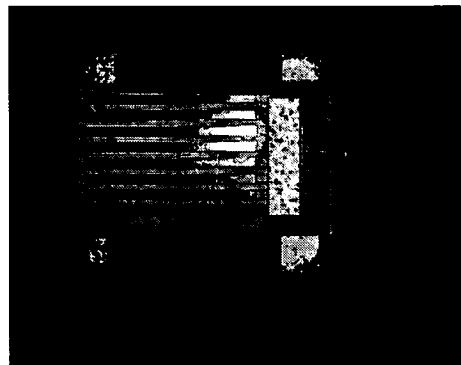
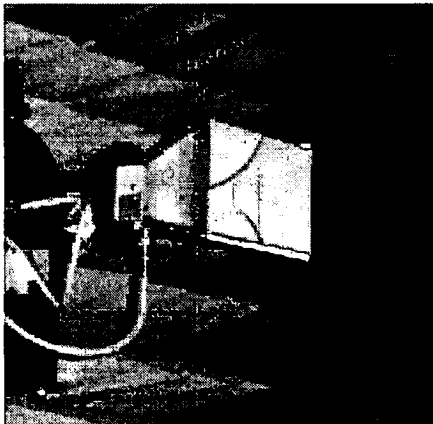


圖十六、E-Plane 及 Cross-Polarization 的場型量測設定

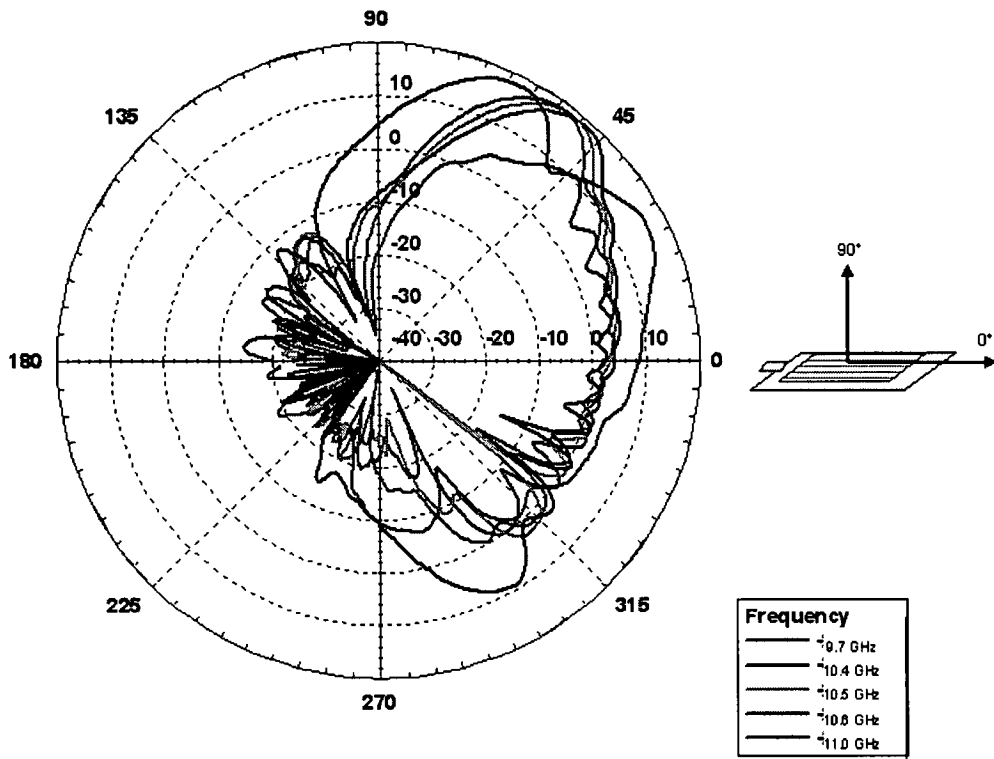


圖十七、洩漏波天線 E-Plane Cross-Polarization 場型

接著執行 H-Plane 及 Co-Polarization 的場型量測，如圖十八之設定方式，再進行天線場型量測。並以 9.7、10.4、10.5、10.6 與 11GHz 五種頻率進行量測(如圖十九)。

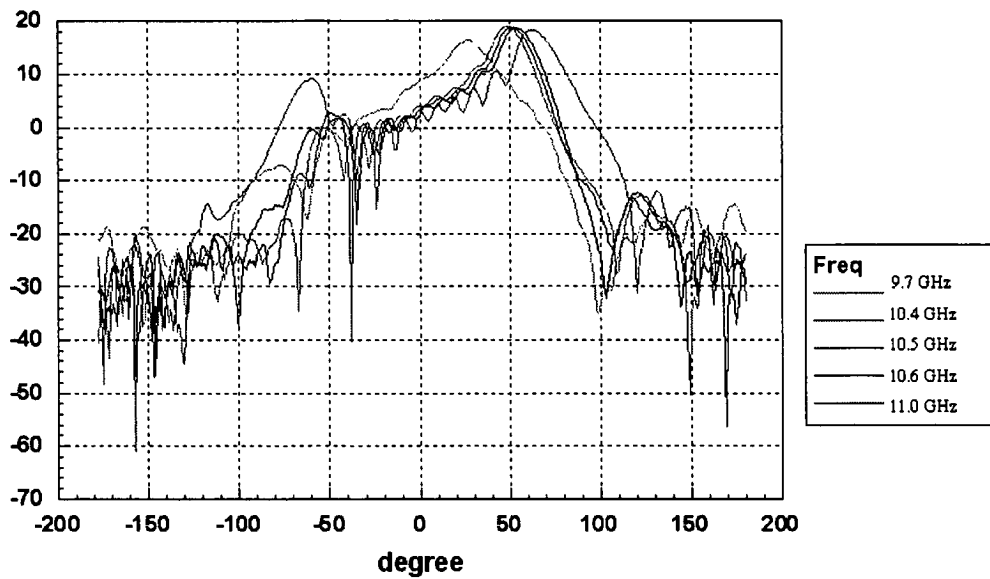


圖十八、H-Plane 及 Co-Polarization 的場型量測設定



圖十九、洩漏波天線 H-Plane Co-Polarization 場型

因為在 H-Plane 及 Cross-Polarization 的場型量測時，發現其輻射場型的增益值很小，加上雙天線的結構為 Co-Polarization 的方式，故不列入本文之討論。欲將場型量測結果與模擬的增益結果比較，將圖十九的極座標轉成直角座標(如圖二十)再與圖五的模擬的資料作比較分析，兩者的結果幾乎一致。



圖二十、洩漏波天線 H-Plane Co-Polarization 場型

從 E-Plane 的場型量測得知，觀測點由天線饋入點方向來看，當頻率在於 10.5 GHz 時，垂直天線面最大主波束為偏移 1° ，當頻率在於 9.7 GHz 時，垂直天線面最大主波束為偏移 3° 。

從 H-Plane 的場型量測得知，而當頻率在 10.4 至 10.6GHz 時，角度約在 47° 至 52° 間；而頻率在 9.7GHz 時，角度約在 32° 。

若定出各項工作頻率所需之角度，再配合轉軸控制平台之機械結構作為實際應用。

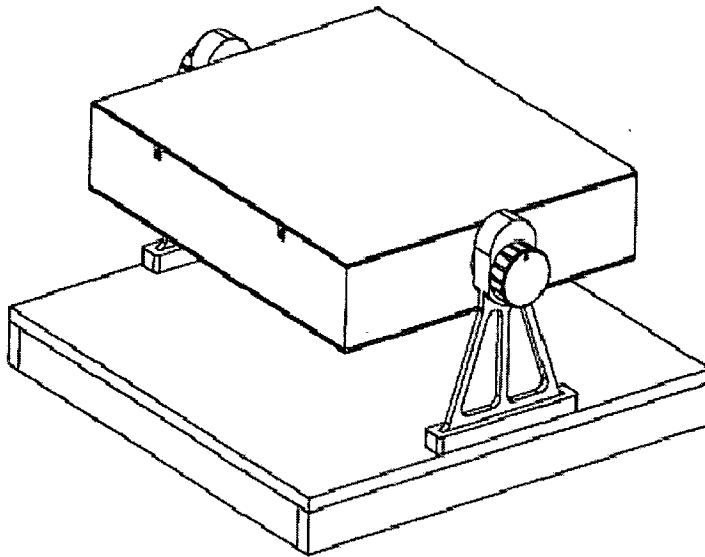
(五)洩漏波天線轉軸控制平台之設計製做

在前一段文章中提及洩漏波天線的最大輻射角(Beam Angle)，並不在天線平面垂直線上(Broadside)亦不是平行在天線平面表面(Endfire)而是隨著頻率而改變，因此必需以一轉軸機構來控制其所需之角度。於是由莊晴光教授構思天線轉軸控制平台的概念，並由中科院林祺琅先生作初部設計

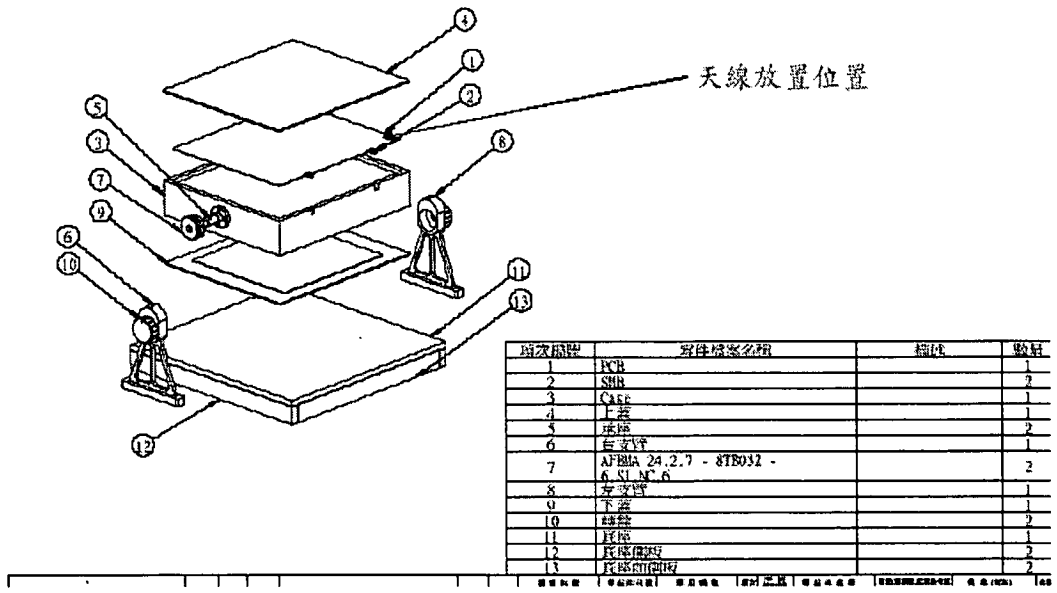
與向心如先生執行細部設計，其後再發工完成。

此項機械結構是按照洩漏波天線特行設計，並希望將 RF 電路與 DSP 電路皆納入此結構中，最後整合天線、電路與電源系統在此機構成為完全之成品。

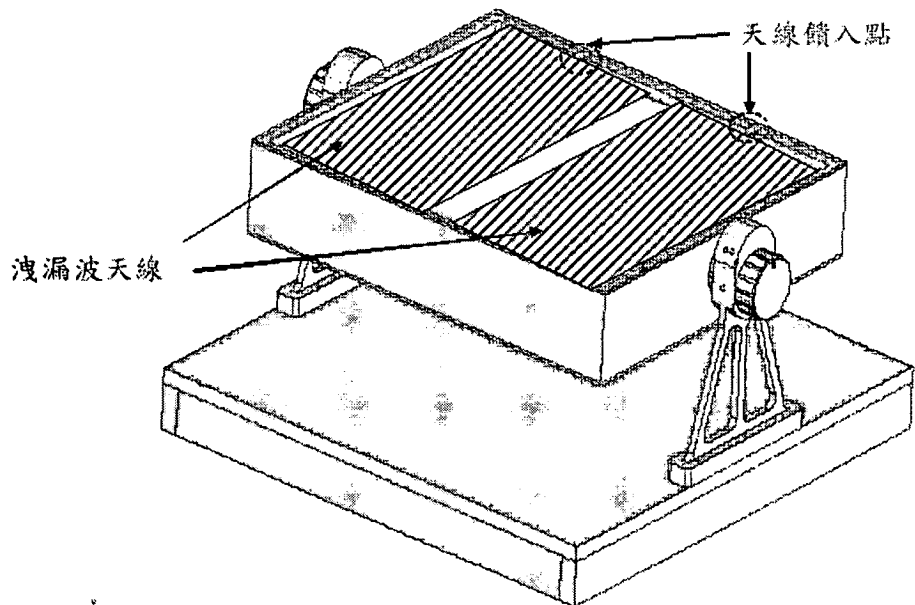
以下各圖分別為洩漏波天線轉軸控制平台整體機構圖(圖二十一)、轉軸控制平台爆炸圖(圖二十二)、洩漏波天線與轉軸控制機構的示意圖(圖二十三)與洩漏波天線轉軸控制平台照相圖(圖二十四)等。



圖二十一、洩漏波天線轉軸控制平台整體機構圖



圖二十二、洩漏波天線轉軸控制平台爆炸圖



圖二十三、洩漏波天線與轉軸控制機構的示意圖



圖二十四、洩漏波天線轉軸控制平台照相圖

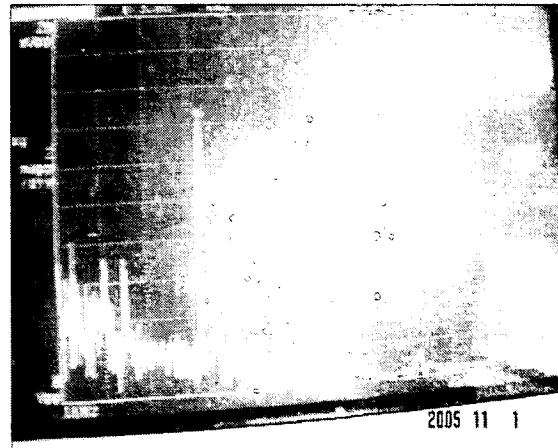
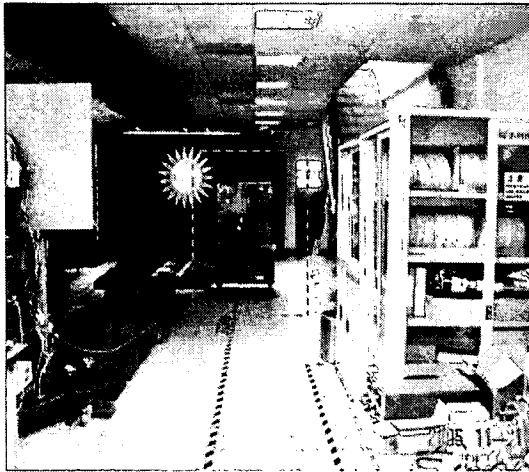
三、洩漏波天線與轉軸控制平台之系統驗證

(一)整合系統之靜態測試

因本案主計劃運輸研究所將微波及訊號處理電路部份交由協力廠商負責設計開發。因此將設計完成後的洩漏波天線及轉軸控制平台需與微波及訊號處理電路作靜態整合驗證，故將洩漏波天線及轉軸控制平台移至龍潭之協力廠商作靜態的整合測試，此機械結構需將協力廠商所設計的微波及訊號處理電路結合在同一結構體中。

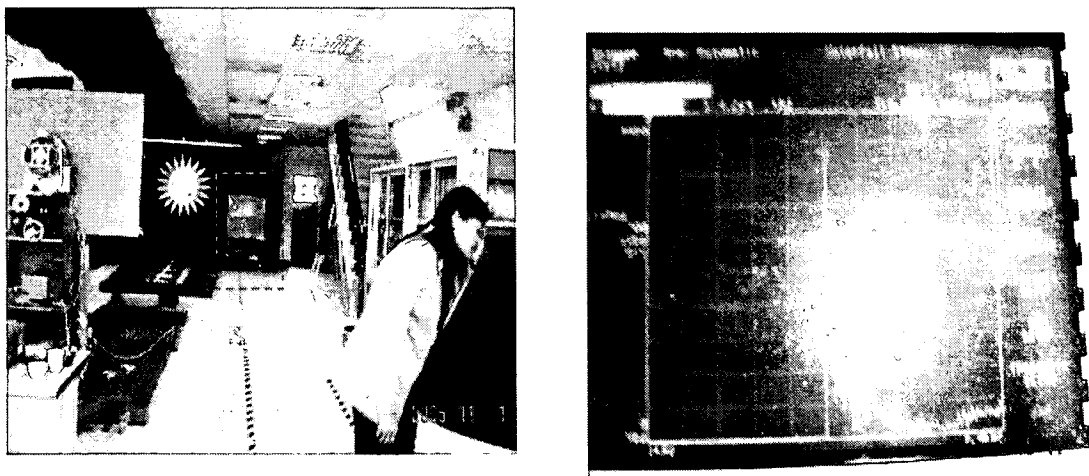
在協力廠商進行不同距離的靜態量測，取出量測 3M 與 4M 距離作說明。

1. 以該公司鐵板為反射(距 3M)，差頻量測訊號為 3.06KHz。如圖二十五所示。



圖二十五、測試距離 3M，差頻量測訊號為 3.06KHz

2. 以該公司鐵板為反射(距 4M)，差頻量測訊號為 4.264KHz。如圖二十六所示。



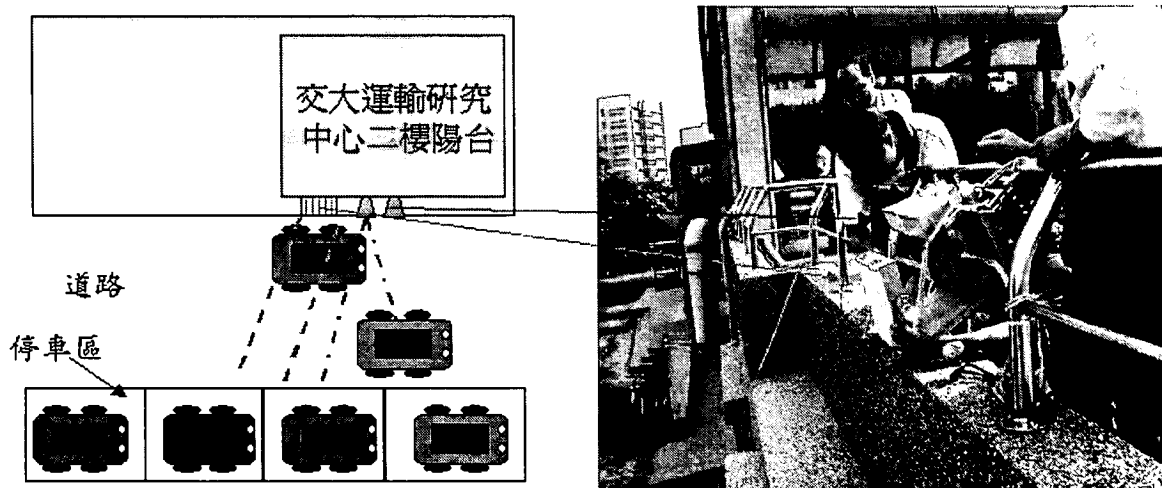
圖二十六、測試距離 4M，差頻量測訊號為 4.264KHz

(二)整合系統之動態測試

本實驗在交大運輸研究中心二樓陽台執行動態測試，其實驗的產品計有：

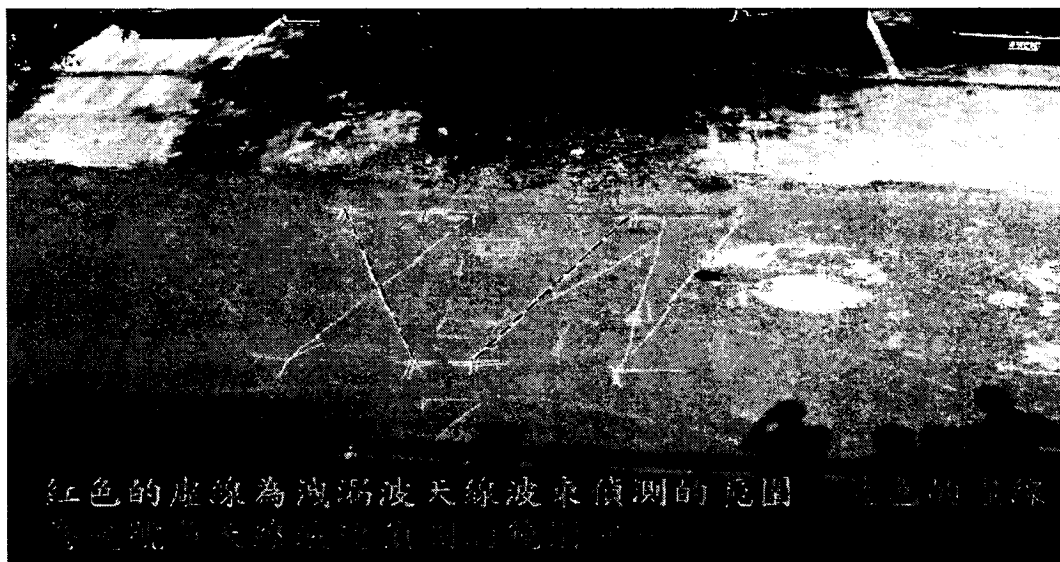
1. 在天線方面：(1) 台大電信所設計之洩漏波雙平面天線，(2) 協力廠商設計之雙號角天線。
2. 在微波電路方面：僅協力廠商設計之微波電路。
3. 在數位電路方面：(1) 交大運輸所以 NI 之 Labview 發展 Computer Base 的訊號處理系統，(2) 協力廠商以 DSP Chipset 發展的訊號處理電路。

實驗的方式：以兩個車道的距離，以兩部車的移動，作距離的差頻量測(無速度)與天線波束角的量測。在圖二十七中顯示動態測試場地相對位置與動態測試安裝設定。



圖二十七、整合系統之動態測試安裝設定

其中在洩漏波雙平面天線與雙號角天線之偵測角度比較(圖二十八)，紅色的虛線為洩漏波天線波束偵測的範圍，藍色的虛線為雙號角天線波速偵測的範圍。



圖二十八、洩漏波雙天線與雙號角天線之偵測角度比較圖

(三)整合系統之動態測試分析

1. 在作距離的差頻量測：以協力廠商以 DSP Chipset 發展的訊號處理

電路，以兩種型態的天線均可清晰的偵測距離的差頻訊號，但以交大運輸所以 NI 之 Labview 發展 Computer Base 的訊號處理系統，則發生訊號量不足的情況。

2. 在作天線波束角的量測：量測距地面高度為 4.7M，在靠近量測點的車道，量測點距第一車道車身的最近距離為 6.7M，量測點距第二車道車身的最近距離約為 9 ~10M，得知兩天線有效偵測角度範圍如前頁圖示，而在此次實驗洩漏波雙平面天線偵測範圍為一平行區域（小於一個車身），而非一般天線的三角擴散區域。

附錄 4

偵測器架構說明

車輛偵測器終端控制器使用手冊

偵測器架構說明

1、環路線圈車輛偵測器

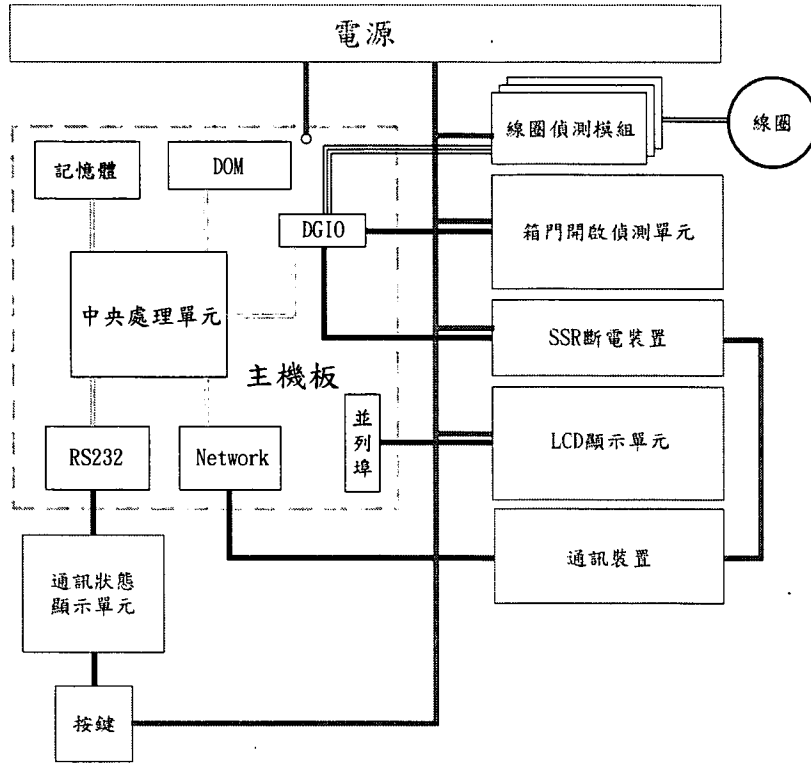


圖 1-1 環路線圈車輛偵測器硬體架構圖

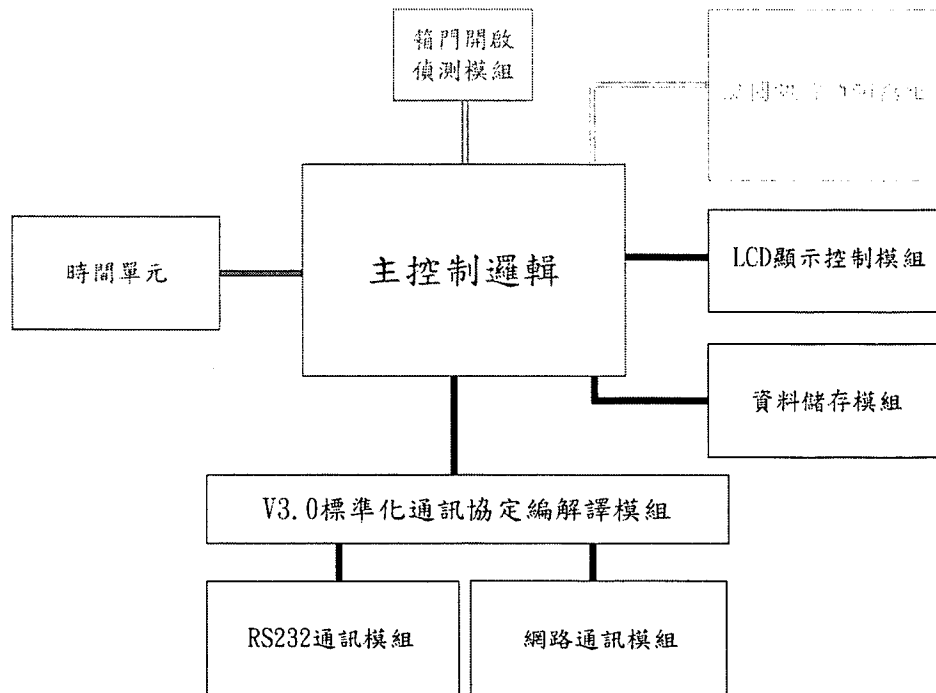


圖 1-2 環路線圈車輛偵測器軟體架構圖

2、影像車輛偵測器

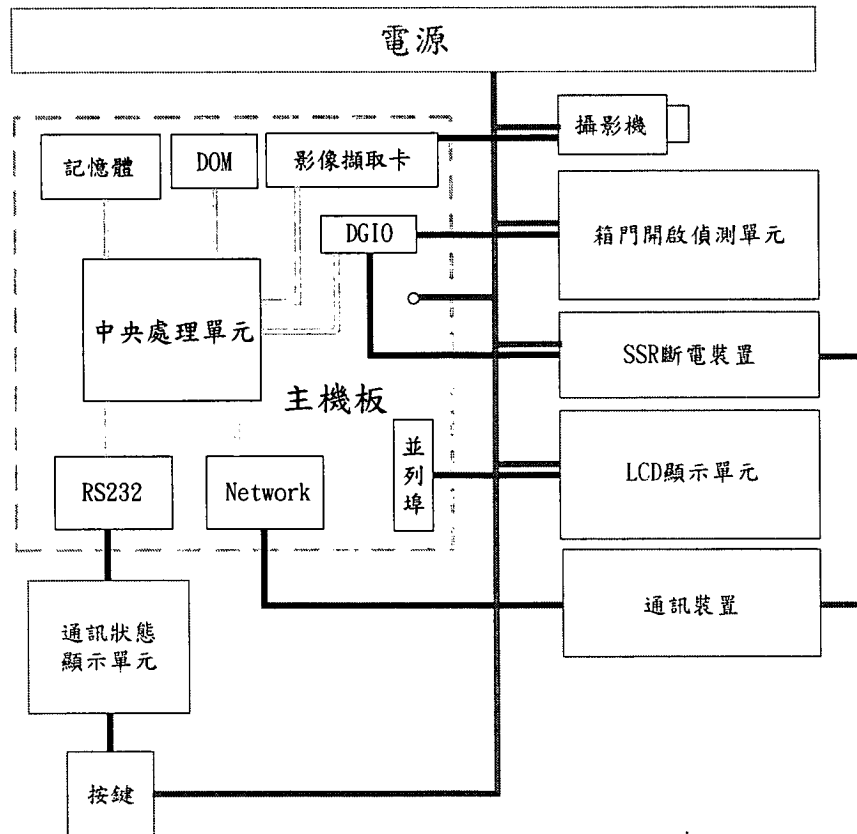


圖 1-3 影像車輛偵測器硬體架構圖

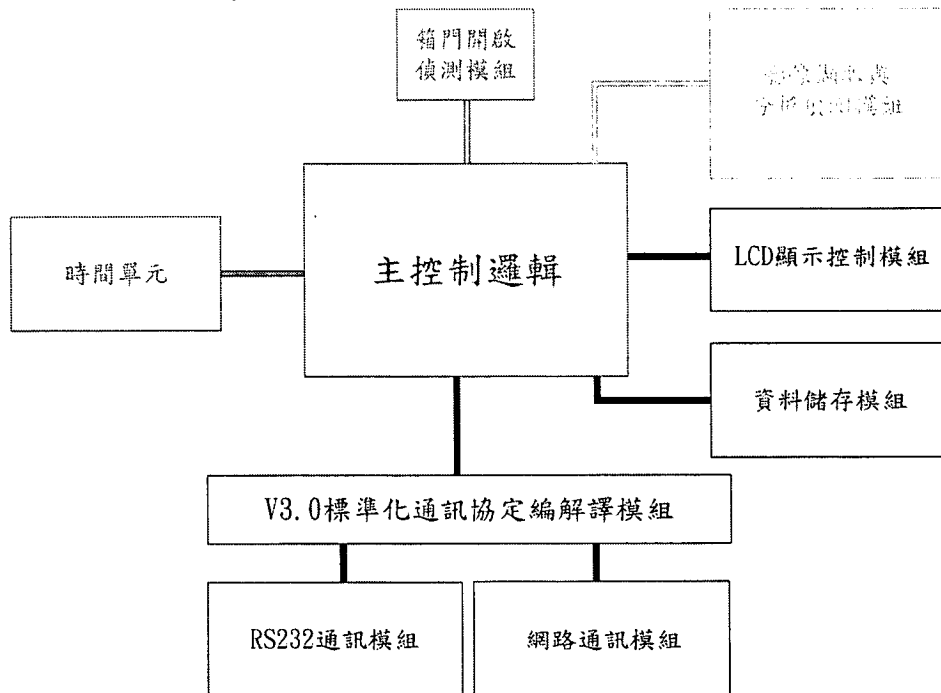


圖 1-4 影像車輛偵測器軟體架構圖

3、微波雷達車輛偵測器

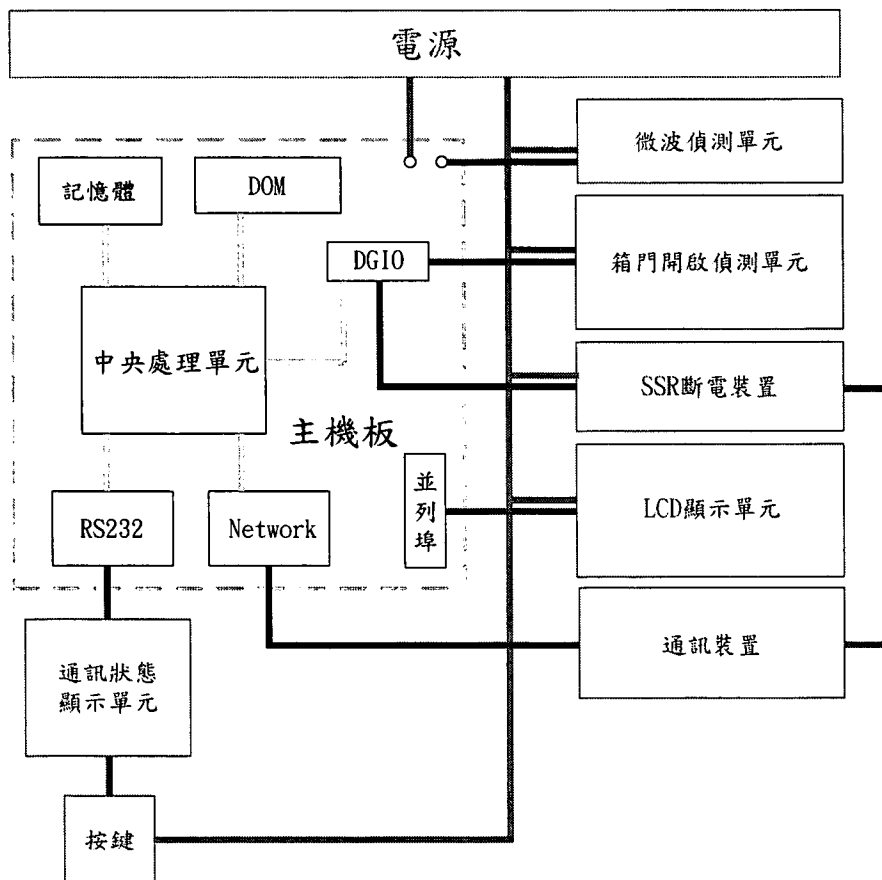


圖 1-5 微波雷達車輛偵測器硬體架構圖

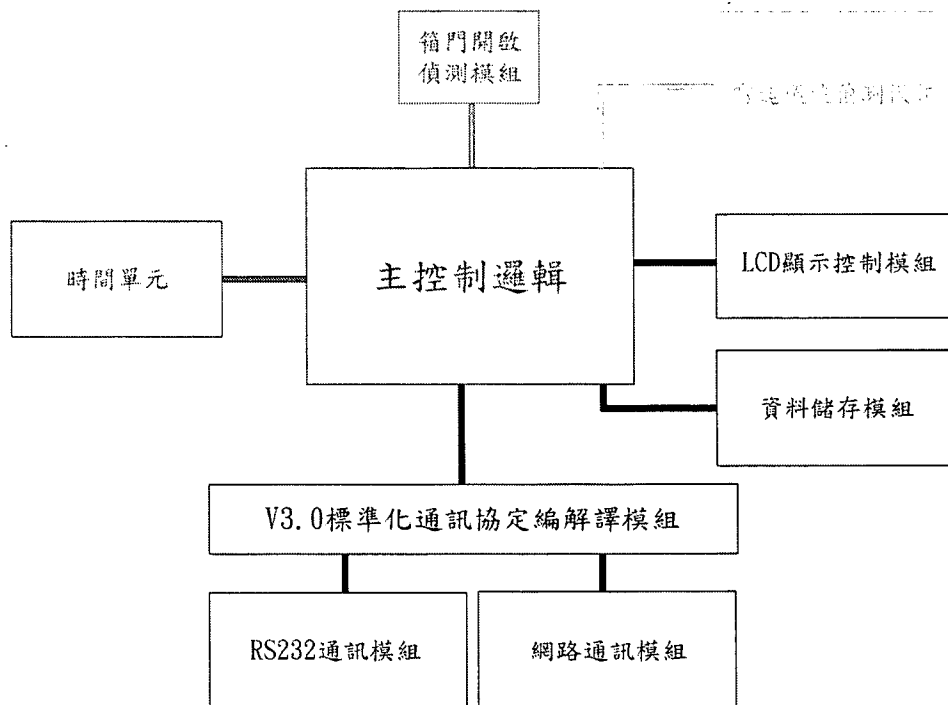


圖 1-6 微波雷達車輛偵測器軟體架構圖

4、車輛偵測控制器

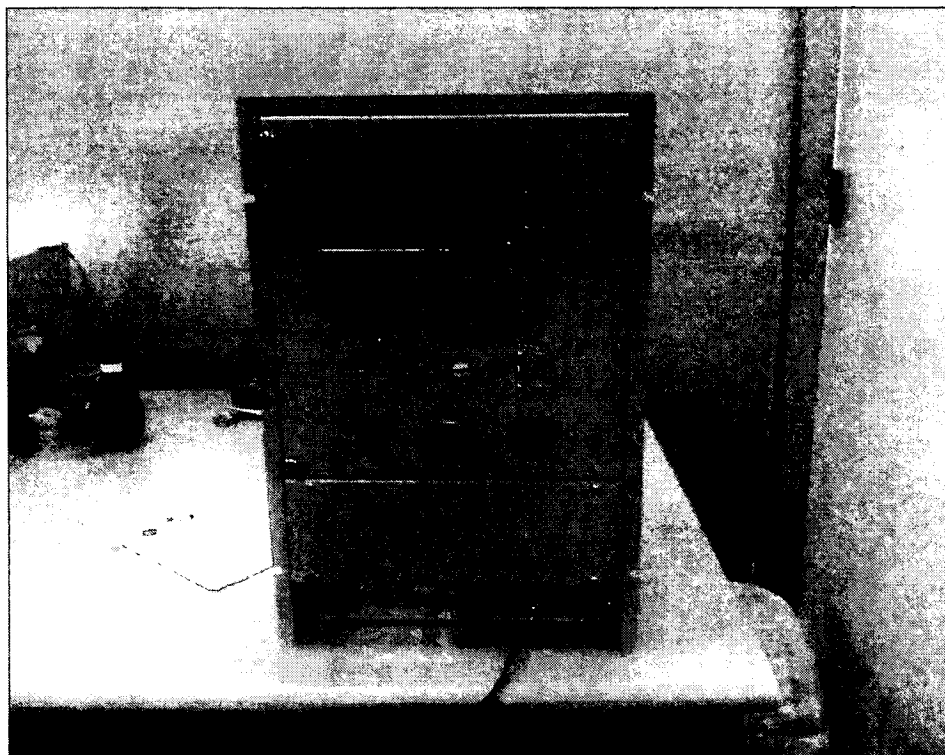


圖 1-7 車輛偵測控制器外觀圖

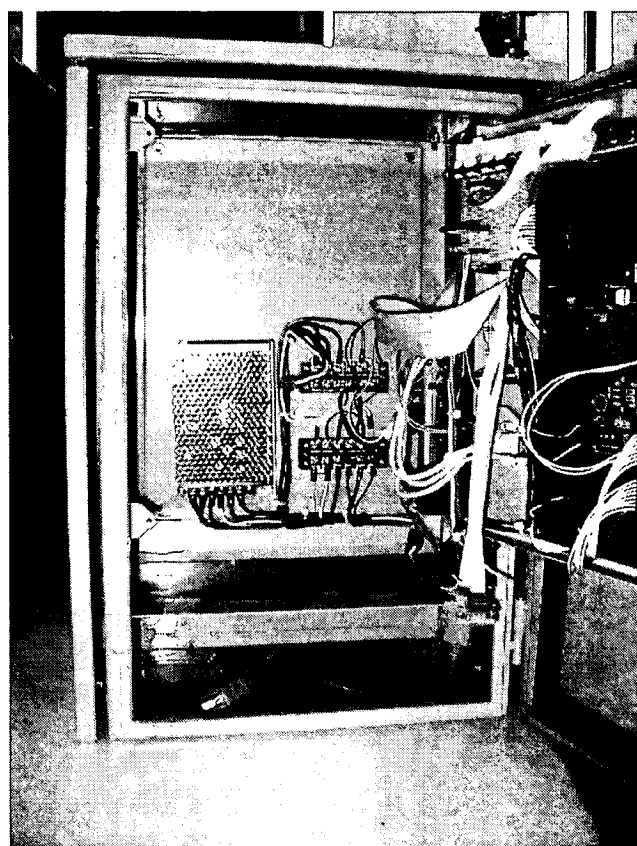


圖 1-8 車輛偵測控制器內部構造圖

車輛偵測器終端控制器使用手冊

壹、 軟體功能規劃

一. 系統功能目標

車輛偵測終端控制系統專為偵測器資料收集而設計，能將車輛偵測器之偵測資料予以解譯，經過統計後將統計結果重新編碼傳送至交控中心之主控電腦。或接受主控電腦送來之控制指令進行遠端控制、設定或查詢等工作。亦可在現場藉由手提式測試機模擬主控電腦之各項功能。

二. 系統功能詳列

(一)、 內部記憶體至少可儲存三天以上之車流資料，包括：

1. 車流量：車道合計車流量、車種流量。
2. 速度：車道平均速度，車道各車種平均速度。
3. 佔有率。

(二)、 系統提供下列功能：

1. 資料收集項目

(1). 週期性組態

- A.分車道之合計車流量及分車種流量(Volume)，車種可判別小型車、大型車及機車。
- B.分車道之平均佔有率(Occupancy)以百分比(%)為單位。
- C.分車道之平均速度，以公里／小時為單位。
- D.分車道分車種之平均速度，以公里／小時為單位。

(2). 觸動組態：車輛壓佔感測區域時間，以秒為單位。

2. 資料回報方式

- (1). 週期性組態回報方式
 - A. 依資料傳送週期回報，傳送週期可設定 1 秒、2 秒、5 秒、1 分鐘及五分鐘。
 - B. 依查詢指令即時回報當時週期性偵測資料。
- (2). 觸動組態回報方式
- (3). 各偵測組態可獨立及同時運作，不受其他查詢回報指令干擾影響。
- (4). 資料回報之優先權順序：週期性組態 > 觸動組態
3. 資料現場儲存
 - (1). 每筆儲存資料在現場可保存 3 日。
4. 資料保護功能
 - (1). 通訊故障時，仍需進行資料現場儲存。
 - (2). 依查詢指令指定之時間回報現場儲存資料
5. 模擬資料輸入：依下載指令接收儲存 720 筆之模擬週期性組態資料。
6. 模擬資料輸出：可啟動、停止模擬資料輸出。
7. 硬體狀態回報方式：硬體狀態偵測項目如下：
 - (1). 車輛偵測單元故障。
 - (2). 箱門開啟。
8. 硬體狀態回報方式
 - (1). 週期性回報，週期可重設定。
 - (2). 可接受查詢指令，即時回報硬體狀態。
9. 硬體異常恢復功能
 - (1). 可依遠端重置指令進行硬體重置(H/W Reset)，重置時設在記憶體中之資料庫不得清除。資料庫包含現場儲存資料及組態、參數等設定值，資料庫之資料儲存應

含錯誤檢核功能。

- (2). 可由遠端進行通訊重置(Communication Reset)通訊重置需清除通訊暫存器
- (3). 電源斷電後恢復供電、關機後重新開機或強迫式硬體重置，均必須能自動執行初始程序(Initialization)並恢復正常運作。
- (4). 當看護時鐘自動偵測出程式異常運作時，則看護時鐘(Watch-Dog Timer, WDT)需能自行啟動初始程序
- (5). 初始程序完成後應回報遠端。
- (6). 初始程序應可檢核資料庫資料，若檢核結果異常可要求遠端下傳組態及參數設定值。

10. 遠端測試功能

- (1). 依遠端連線系統指令進行硬體測試，並回報硬體狀態。
- (2). 依遠端連線系統指令進行通訊回路測試，並回報通訊狀態。

11. 遠端管理功能

- (1). 可設定年、月、日、時、分、秒等資料，並回報與當時終端控制器現場時間之誤差秒數。
- (2). 可查詢及回報終端控制器現場時間。
- (3). 可查詢及回報終端設備編號。
- (4). 可查詢及回報終端設備軟體版本及版本日期。

12. 遠端組態設定功能

- (1). 可設定、查詢及回報車道數。
- (2). 可設定、查詢及回報車道偵測方向。

13. 遠端參數設定功能

- (1). 可設定、查詢及回報各車種判別參數。

- (2). 可設定、查詢及回報觸動組態。

14. 操作模式

- (1). 操作模式分為遠端操作模式及現場操作模式。
- (2). 遠端連線狀態下，現場可由終端控制器面板切換以選擇遠端操作或現場操作；惟切換為現場操作時，終端控制器需自動通知遠端。
- (3). 現場須輸入正確操作密碼及經遠端同意由現場操作後，現場方可由手提測試機操作控制。惟此時現場與遠端仍屬連線狀態，遠端操作模式下與現場之所有運作功能皆需正常執行。
- (4). 當發生通訊故障或離線時，終端控制器無須遠端同意應可依需要切換至現場操作模式。
- (5). 現場操作密碼可重設定。

15. 現場操作維護功能

- (1). 除與遠端斷線之情況外，現場操作功能進行時，可同時進行遠端操作功能，兩者之指令執行優先權均等，且後執行之指令比先執行之指令有較高優先權。
- (2). 連接遠端及現場手提測試機所使用之個別連接埠，需可接受相同之操作指令，並產生相同之執行結果。
- (3). 現場操作模式時，終端控制器回報方式如下：
 - A. 終端控制器主動回報之資料，需同時回報遠端及手提測試機。
 - B. 終端控制器經由遠端或手提測試機查詢而須回報之資料，僅須回報原查詢端即可。
- (4). 進行現場操作時，遠端可隨時解除現場之控制權。
- (5). 現場操作結束須將由現場更動之參數自動回報遠端。

貳、 使用者介面介紹

一. 操作介面列表

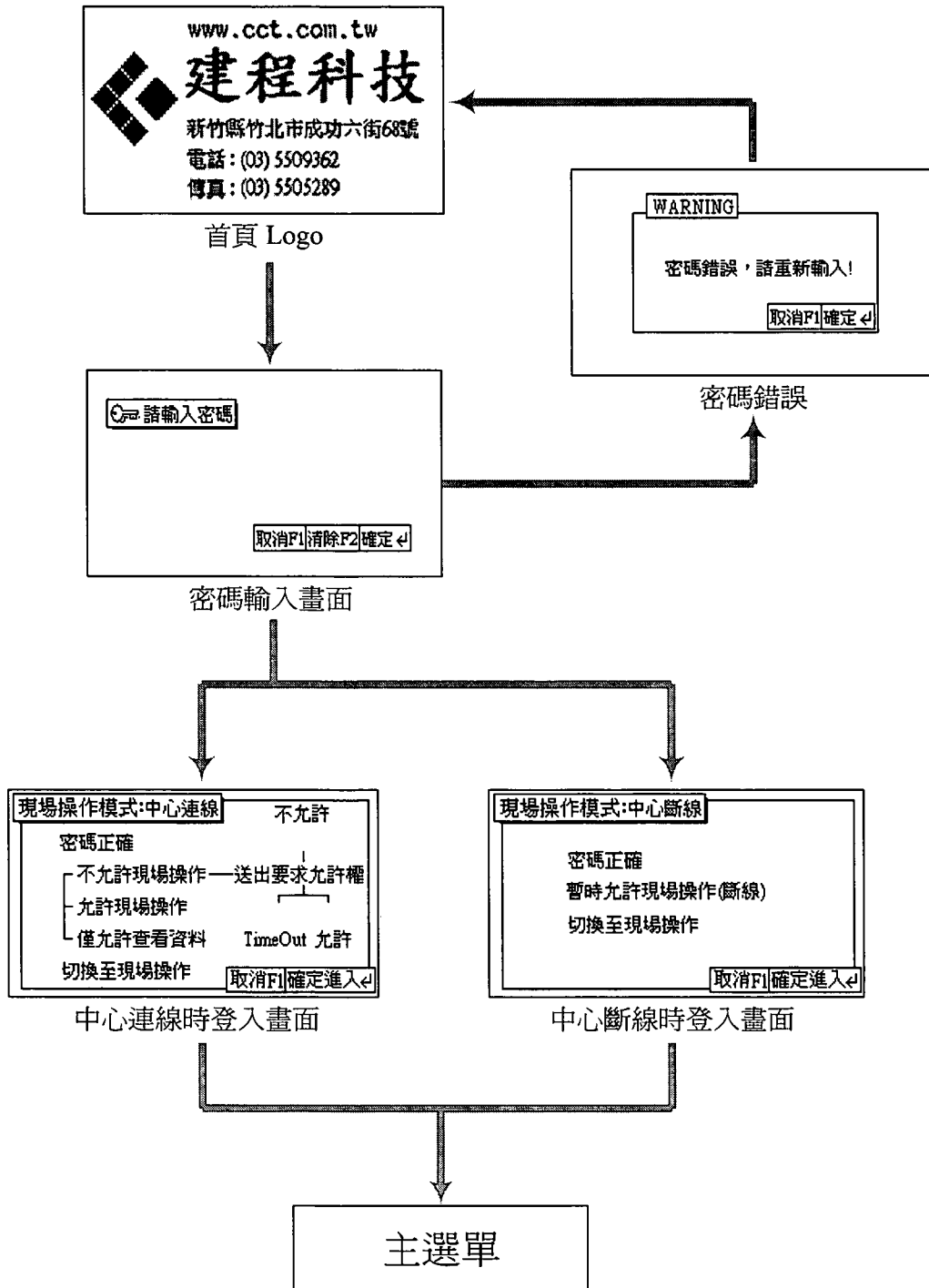


圖 2-1 操作介面流程圖(1/3)

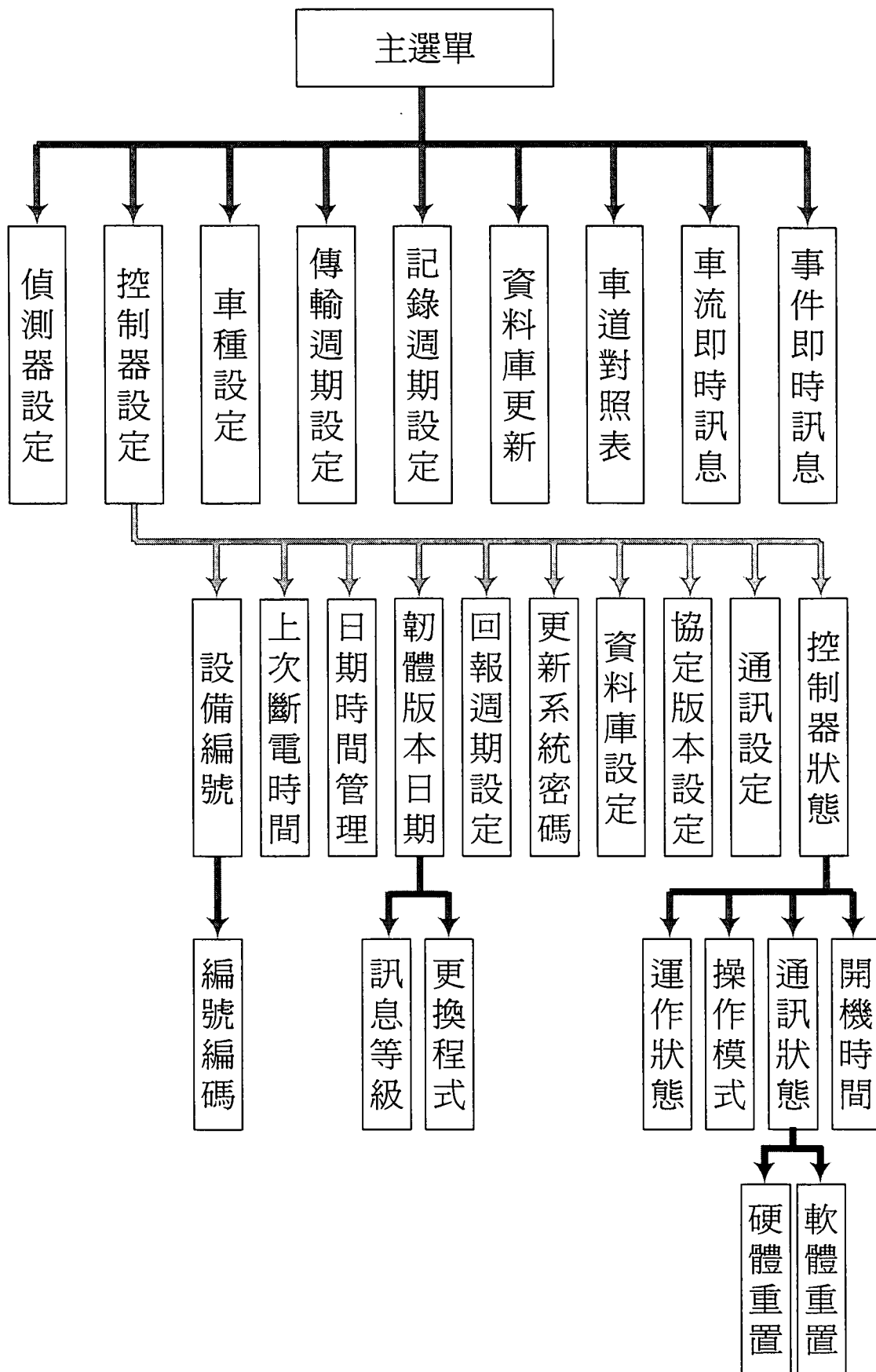


圖 2-2 操作介面流程圖(2/3)

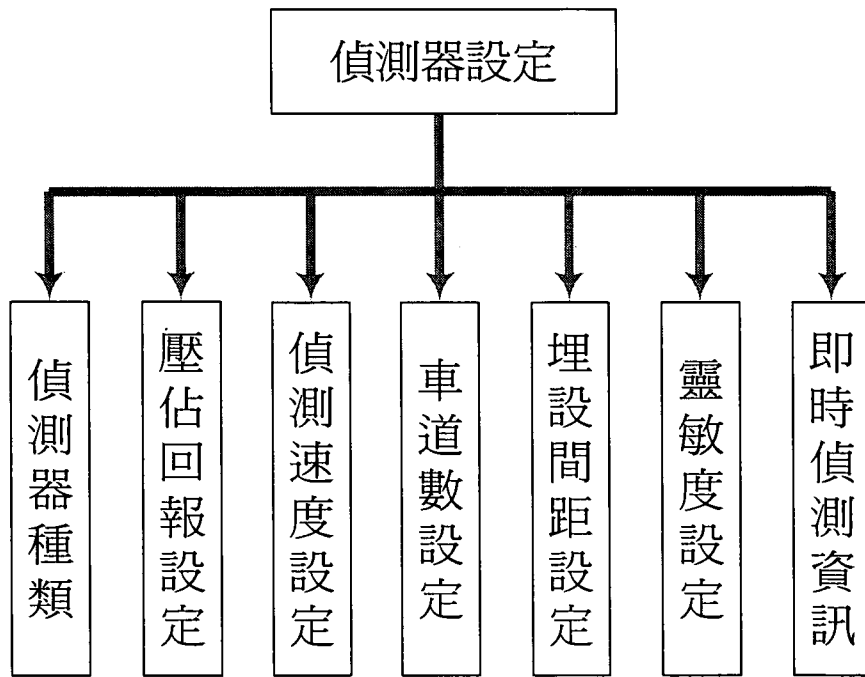


圖 2-3 操作介面流程圖(3/3)

二. 操作介面詳介

- (一)、 首頁：回到首頁即為鎖定操作，須再次輸入密碼以進行控制。



圖 2-4 車輛偵測器首頁畫面圖

- (二)、 密碼輸入畫面：請在此輸入六位數終端控制器密碼以登入終端控制器取得控制權。

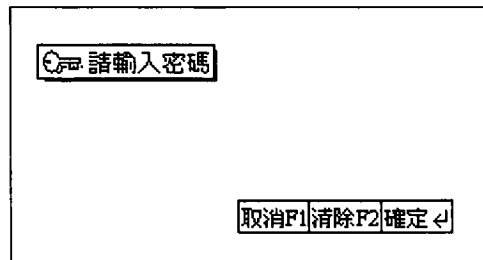


圖 2-5 車輛偵測器密碼輸入畫面圖

- (三)、 密碼錯誤畫面：當輸入密碼錯誤時，將會跳到此畫面，請按 F1 取消操作或按確定繼續輸入密碼。

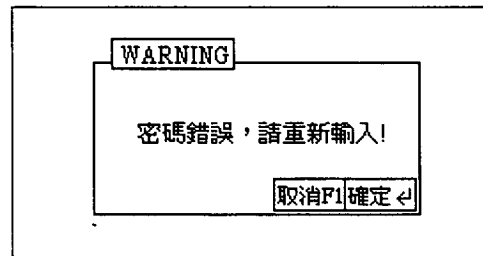


圖 2-6 車輛偵測器密碼錯誤畫面圖

- (四)、 中心連線時登入畫面：當輸入密碼後若交控中心現正連線，則系統會自動跳到此畫面。在此畫面下可看到需要滿足3個條件（1.密碼正確，2.允許現場操作，3.切換至現場操作）才可進入系統操作。若第二個條件為不允許現場操作則會即時送協定要求中心允許操作。現場需等待中心回覆才可繼續操作。

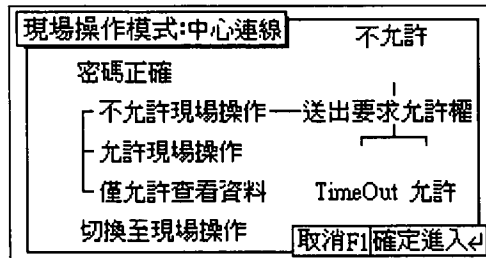


圖 2-7 車輛偵測器中心連線時登入畫面圖

- (五)、 中心斷線時登入畫面：當輸入密碼後若交控中心現正斷線，則系統會自動跳到此畫面。在此畫面下可看到需要滿足3個條件（1.密碼正確，2.暫時允許現場操作，3.切換至現場操作）才可進入系統操作。

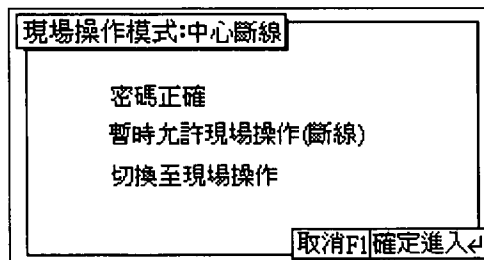


圖 2-8 車輛偵測器中心斷線時登入畫面圖

- (六)、 主選單：進入系統後第一個畫面為主選單頁面。其中鎖定為離開系統操作，其餘皆可使用上下左右選擇。

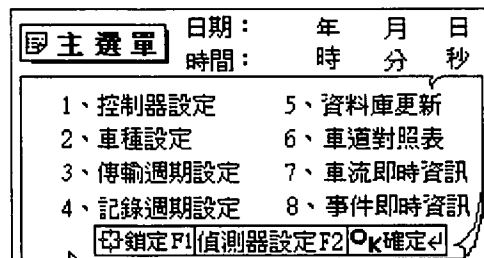


圖 2-9 車輛偵測器主選單畫面圖

(七)、 偵測器設定 (主選單>偵測器設定): 此選單可選擇偵測器設定選項，目前僅有偵測器種類一項。

偵測器設定		日期:	年	月	日
		時間:	時	分	秒
1、偵測器種類	6、偵測速度設定				
2、	7、車道數設定				
3、	8、埋設間距設定				
4、	9、靈敏度設定				
5、壓佔回報設定	10、即時偵測資訊				
主選單F1 上層F4 確定<					

圖 2-10 車輛偵測器偵測器設定畫面圖

(八)、 偵測器種類 (主選單>偵測器設定>偵測器種類): 此系統可連接的偵測單元有二，分別為 Smart Sensor 與環路線圈，可藉由此畫面設定。

偵測器種類	
0. Smart Sensor	
1. 環路線圈	
主選單F1 偵測器設定/取消F4 儲存<	

圖 2-11 車輛偵測器偵測器種類畫面圖

(九)、 壓佔回報設定 (主選單>偵測器設定>壓佔回報設定): 設定環路線圈偵測時物體壓佔事件回報，設為 255 時表示不偵測，其餘為當壓佔超過所設的秒數時將每 5 秒回傳壓佔訊息。

壓佔時間回報設定		範圍:0~250/停止:255			
車道	一	二	三	四	
車道	五	六	七	八	
主選單F1 偵測器設定/取消F4 儲存<					

圖 2-12 車輛偵測器壓佔回報設定畫面圖

- (十)、 偵測速度設定 (主選單>偵測器設定>偵測速度設定): 設定環路線圈的偵測速度，數字越小越準確。

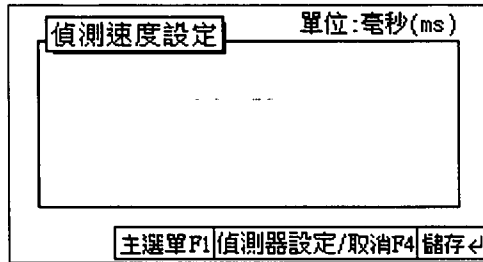


圖 2-13 車輛偵測器偵測速度設定畫面圖

- (十一)、 車道數設定 (主選單>偵測器設定>車道數設定): 設定環路線圈的偵測車道數。

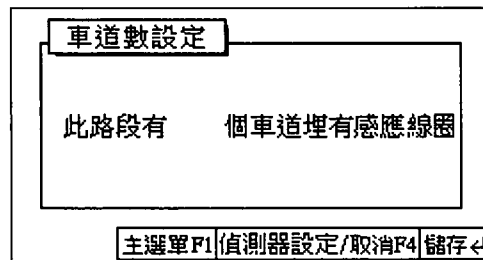


圖 2-14 車輛偵測器車道數設定畫面圖

- (十二)、 埋設間距設定 (主選單>偵測器設定>埋設間距設定): 設定環路線圈的埋設時參數，包含圓型線圈的直徑與兩個圓型線圈的中心點間距。

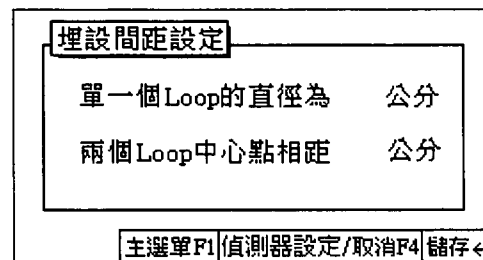


圖 2-15 車輛偵測器埋設間距設定畫面圖

(十三)、 靈敏度設定 (主選單>偵測器設定>靈敏度設定): 設定環路線圈的靈敏度，靈敏度越高代表偵測範圍越廣。

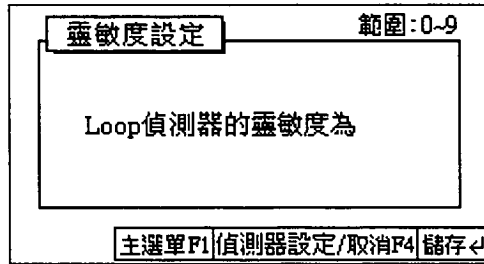


圖 2-16 車輛偵測器靈敏度設定畫面圖

(十四)、 即時偵測資訊 (主選單>偵測器設定>即時偵測資訊): 將環路線圈偵測到的即時偵測資訊顯示於畫面上。

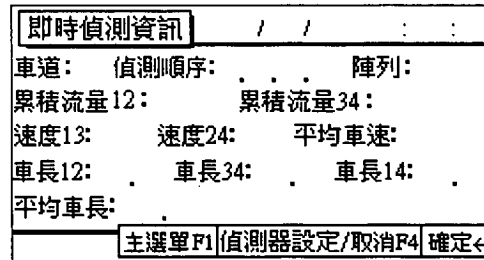


圖 2-17 車輛偵測器即時偵測資訊畫面圖

(十五)、 控制器設定 (主選單>控制器設定): 此選單主要為共用訊息協定部份。可由使用上下左右鍵選擇。

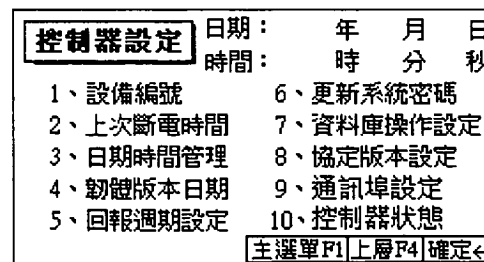


圖 2-18 車輛偵測器控制器設定畫面圖

(十六)、 車種設定 (主選單>車種設定)：由此頁設定大車、小車、機車的車長分界。

車種設定		單位：公分
大車車長：	~	65535
小車車長：	~	
機車車長：	0	~

主選單 F1 取消 F4 儲存 ←

圖 2-19 車輛偵測器車種設定畫面圖

(十七)、 傳輸週期設定 (主選單>傳輸週期設定)：此終端控制器共有下列 4 項傳輸週期可設定。請按上下選擇欲設定的選項，按英文字母鍵設定其週期。

傳輸週期種類	
1. 交通偵測週期資料	A. 停止傳送
2. 模擬週期資料	B. 一秒
3. 即時偵測資料	C. 二秒
4. 事件週期資料	D. 五秒
	E. 一分鐘
	F. 五分鐘
	0. 二十秒

主選單 F1 取消 F4 儲存 ←

圖 2-20 車輛偵測器傳輸週期設定畫面圖

(十八)、 記錄週期設定 (主選單>記錄週期設定)：此記錄週期即為 TimeGap，當交控中心斷線時，本系統將以此時間間隔記錄其流量、速度、佔有率等資訊。

記錄週期	單位：分鐘
請輸入歷史資料記錄時間間隔：	
(範圍1~5)	

主選單 F1 取消 F4 儲存 ←

圖 2-21 車輛偵測器記錄週期設定畫面圖

- (十九)、 資料庫更新 (主選單>資料庫更新): 使用者由此選擇確定要求交控中心下傳資料庫資料, 包含日期時間設定... 等。

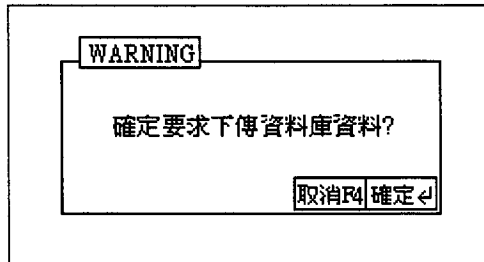


圖 2-22 車輛偵測器資料庫更新畫面圖

- (二十)、 車道對照表 (主選單>車道對照表): 使用者首次使用請由此設定系統車道參數與車輛偵測單元車道參數的對應。

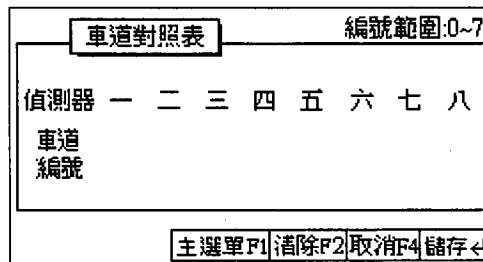


圖 2-23 車輛偵測器車道對照表畫面圖

- (二十一)、 車流即時訊息 (主選單>車流即時訊息): 此頁面會顯示最新一次車輛偵測單元的流量、速度、佔有率。

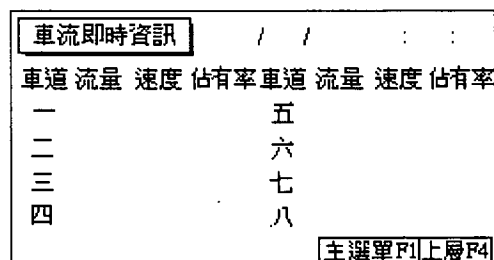


圖 2-24 車輛偵測器車流即時訊息畫面圖

(二十二)、事件即時訊息 (主選單>事件即時訊息): 此頁面可顯示車輛偵測單元的 Event Data 與 Presence Data, 請由左右鍵選擇, 畫面上將在事件產生的該車道上出現黑色方塊。

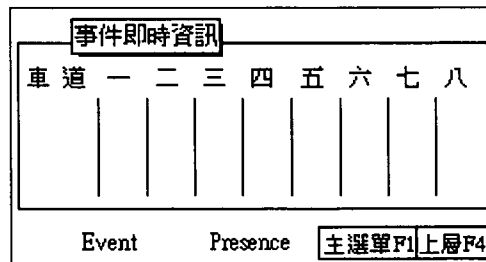


圖 2-25 車輛偵測器事件即時訊息畫面圖

(二十三)、設備編號 (主選單>控制器設定>設備編號): 此頁顯示此終端控制器的設備編號。為十進位的數字。範圍為 0~65535。設備編號不可由頁面設定, 完全藉由硬體上的 Dip Switch 決定。

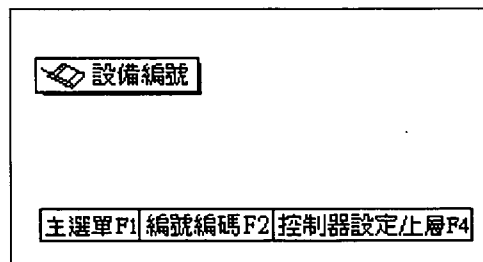


圖 2-26 車輛偵測器設備編號畫面圖

(二十四)、編號編碼 (主選單>控制器設定>設備編號>編號編碼): 此頁面規範了通訊協定中路口編號位置的編碼方式, 若目前編號為 16 號, 設定為 BCD 編碼則會送出 00H+16H 的編號編碼, 設定為 HEX 編碼則會送出 00H+10H 的編號編碼。

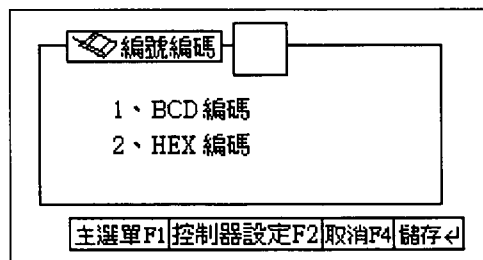


圖 2-27 車輛偵測器編號編碼畫面圖

(二十五)、上次斷電時間 (主選單>控制器設定>上次斷電時間): 此

頁面顯示最後此系統斷電時間。

上次斷電時間

月 日 時 分

主選單 F1 控制器設定/上層 F4

圖 2-28 車輛偵測器上次斷電時間畫面圖

(二十六)、日期時間管理 (主選單>控制器設定>日期時間管理): 使用者可藉由此頁設定終端控制器的日期與時間。

日期: / /

時間: : :

修改日期時間

年 月 日

時 分 秒

主選單 F1 控制器設定/取消 F4 儲存 <

圖 2-29 車輛偵測器日期時間管理畫面圖

(二十七)、韌體版本日期 (主選單>控制器設定>韌體版本日期): 此頁面顯示目前終端控制器中韌體的版本與韌體日期。

韌體版本日期

韌體版本: . 版

韌體時間: 年 月 日

主選單 F1 更換程式 F2 訊息等級 F3 上層 F4

圖 2-30 車輛偵測器韌體版本日期畫面圖

(二十八)、訊息等級 (主選單>控制器設定>韌體版本日期>訊息等級): 此功能為 V30 通訊協定所規範, 若協定版本設為 TAIPEI 版本則不適用 (請參考二十七協定版本設定),

當 V30 協定時，系統中分為 A、B、O 三種等級指令，所有功能皆受此規範。

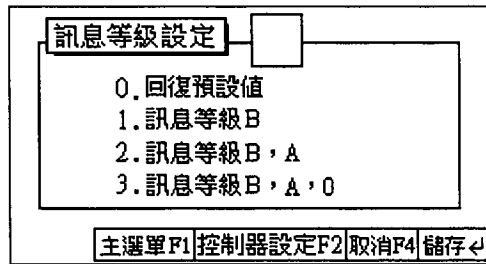


圖 2-31 車輛偵測器訊息等級畫面圖

- (二十九)、 更換程式 (主選單>控制器設定>韌體版本日期>更換程式): 系統可使用 USB 設備利用此功能將新版本韌體更新至系統中。
- (三十)、 回報週期設定 (主選單>控制器設定>回報週期設定): 此頁面可設定系統硬體偵測回報週期，共有 6 種可供選擇。

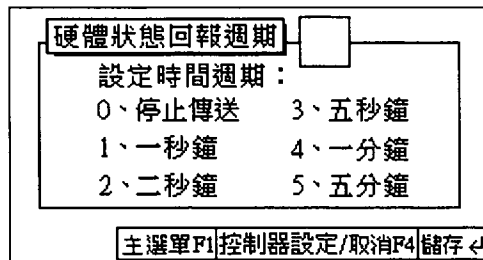


圖 2-32 車輛偵測器回報週期設定畫面圖

- (三十一)、 更新系統密碼 (主選單>控制器設定>更新系統密碼): 此頁面用來更改系統登入密碼。

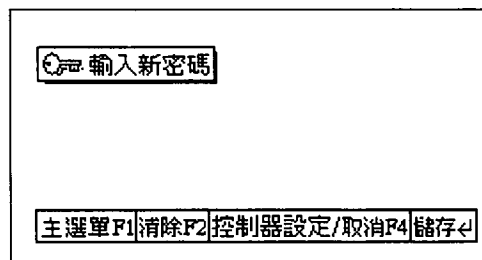


圖 2-33 車輛偵測器更新系統密碼畫面圖

- (三十二)、 資料庫設定 (主選單>控制器設定>資料庫設定): 此功能用以設定系統資料庫操作權限。

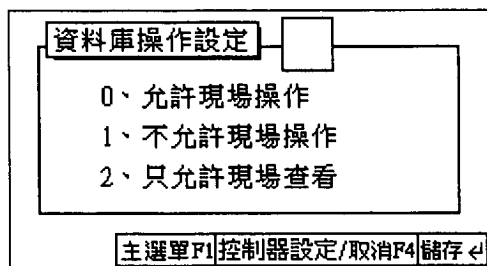


圖 2-34 車輛偵測器資料庫設定畫面圖

- (三十三)、 協定版本設定 (主選單>控制器設定>協定版本設定): 此終端控制器支援兩種通訊協定，分別為 V30 與 TAIPEI 版本，可由此頁面操作設定選擇其一。其相關功能亦將隨著變化。

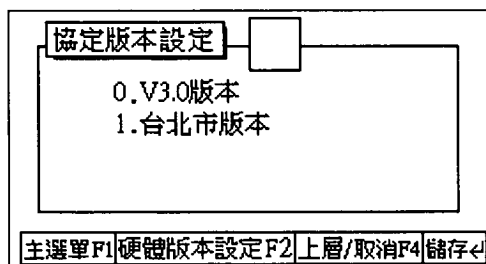


圖 2-35 車輛偵測器協定版本設定畫面圖

- (三十四)、 通訊設定 (主選單>控制器設定>通訊設定): 此功能可設定對交控中心與現場測試機的通訊埠參數。分別有 1200、2400、4800、9600bps 與 None、Even Parity 可供交叉選擇。若資料與現在不同會跳到確認畫面 (圖 3-30)，按確定則會進行系統重置使設定生效。

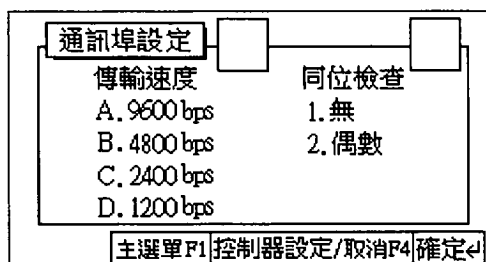


圖 2-36 車輛偵測器通訊設定畫面圖

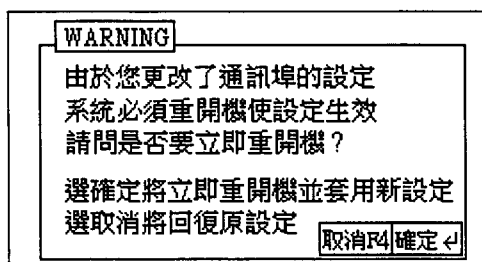


圖 2-37 車輛偵測器通訊設定確認畫面圖

- (三十五)、 控制器狀態 (主選單>控制器設定>控制器狀態): 此選單顯示目前控制器狀態項目, 可使用上下左右鍵選擇。

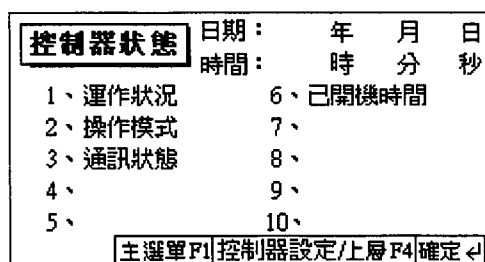


圖 2-38 車輛偵測器控制器狀態畫面圖

- (三十六)、 運作狀態 (主選單>控制器設定>控制器狀態>運作狀態): 此頁面顯示系統運作狀況與週邊設備硬體偵測狀態, 若有一不正常運作之處則會顯示為異常。

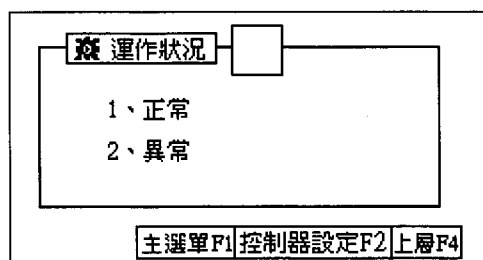


圖 2-39 車輛偵測器運作狀態畫面圖

- (三十七)、 操作模式 (主選單>控制器設定>控制器狀態>操作模式): 此頁面顯示系統目前操作模式, 與面板上之切換鈕同步顯示。

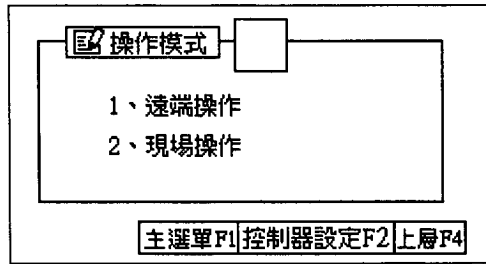


圖 2-40 車輛偵測器操作模式畫面圖

- (三十八)、開機時間 (主選單>控制器設定>控制器狀態>開機時間): 此頁面顯示系統自開機至今共經歷多久運作時間。

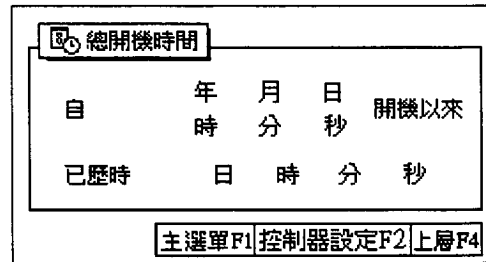


圖 2-41 車輛偵測器開機時間畫面圖

- (三十九)、通訊狀態 (主選單>控制器設定>控制器狀態>通訊狀態): 此畫面顯示交控中心與偵測器間的通訊狀態。

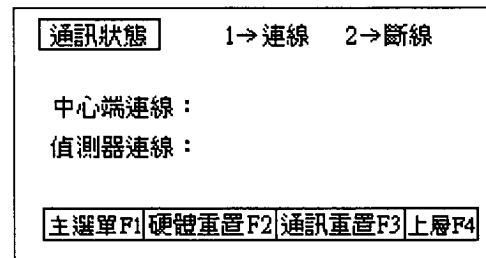


圖 2-42 車輛偵測器通訊狀態畫面圖

- (四十)、硬體重置 (主選單>控制器設定>控制器狀態>通訊狀態>硬體重置): 終端控制器可在現場藉由此功能進行硬體重置。

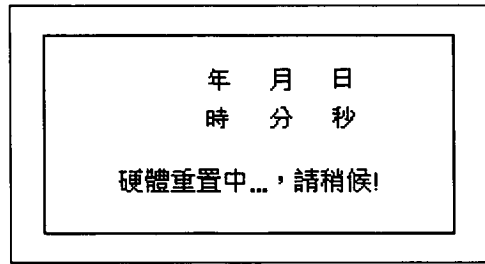


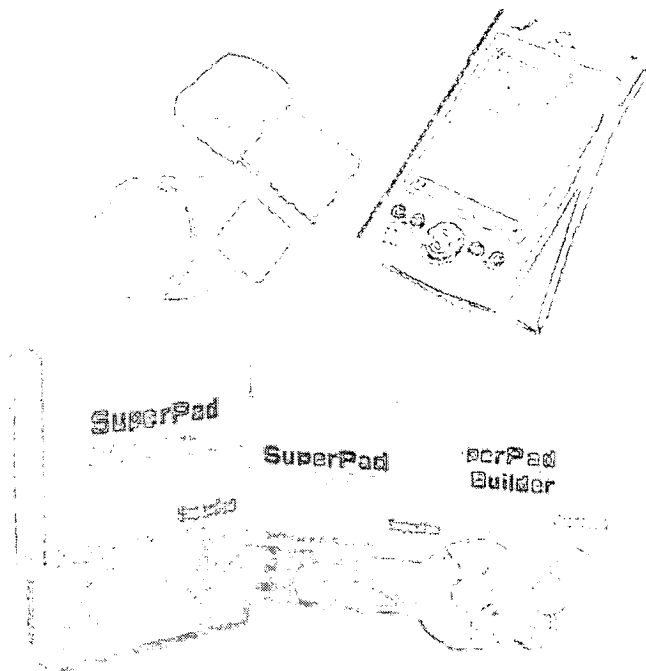
圖 2-43 車輛偵測器硬體重置畫面圖

- (四十一)、 通訊重置 (主選單>控制器設定>控制器狀態>通訊狀態>通訊重置): 終端控制器可在現場藉由此功能進行通訊重置。

附錄 5

國道替代道路系統操作指南

國道替代道路 系統操作指南



SuperGeo

交通部運輸研究所
崧旭資訊股份有限公司

Copyright © 2005 崧旭資訊股份有限公司 SuperGeo Technologies Inc.
All rights reserved.

Other companies and products mentioned herein are trademarks or registered trademarks of their respective trademark owners.

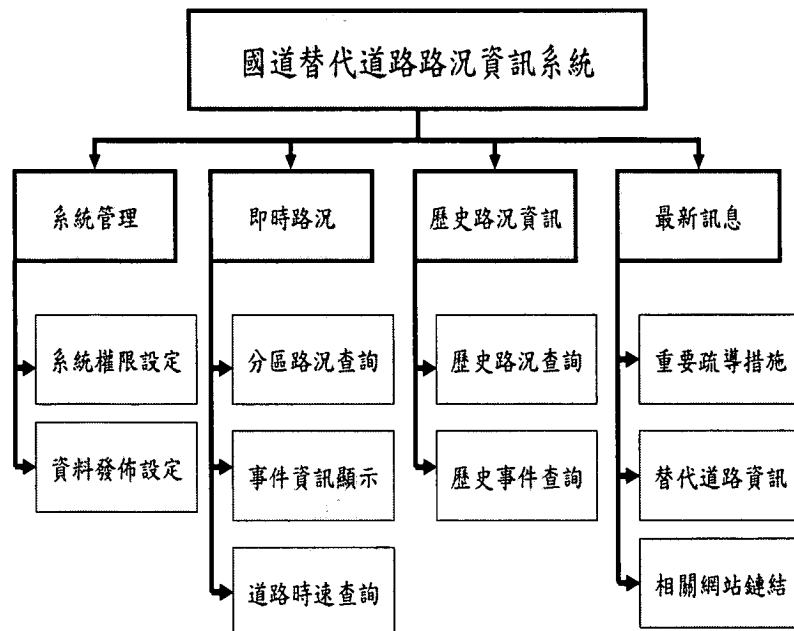
一、系統介紹

國道替代道路系統簡介

本計畫所建置的國道替代道路路況資訊系統，主要針對相關單位所公告的相關替代道路作為主要資訊發佈的重點，透過偵測器及探偵車的相關資訊的整合，擴大路況即時資訊的來源，另外並配合了全國路況資訊中心的智慧型路況資訊系統之即時事件資訊，進一步達到資訊整合，即時分享的目的。

系統功能架構

本系統功能架構（如右圖所示），以「系統管理」、「即時路況」、「歷史路況資訊」及「最新訊息」共四大功能表示。其中，系統管理分為系統權限設定與資訊發佈設定共二項子功能；即時路況分為分區路況顯示、事件資訊顯示與道路時速查詢共三項子功能；歷史路況資訊分為歷史路況查詢與歷史事件查詢共二項子功能；最近訊息分為重要疏導措施、替代道路資訊與相關網站鏈結共三項子功能。



系統功能架構圖

系統權限

對於不同使用者，本系統提供不同的系統功能與權限。本系統共規劃二個權限等級：管理者及一般使用者。依登入帳號及密碼(右圖)，分層管理不同權限，各個角色所擁有之系統功能，如下表所示。

模組名稱	管理者	一般使用者
資料發佈設定	新增、刪除、修改、查詢	無
加值使用者設定	新增、刪除、修改、查詢	無

國道替代道路系統權限一覽表

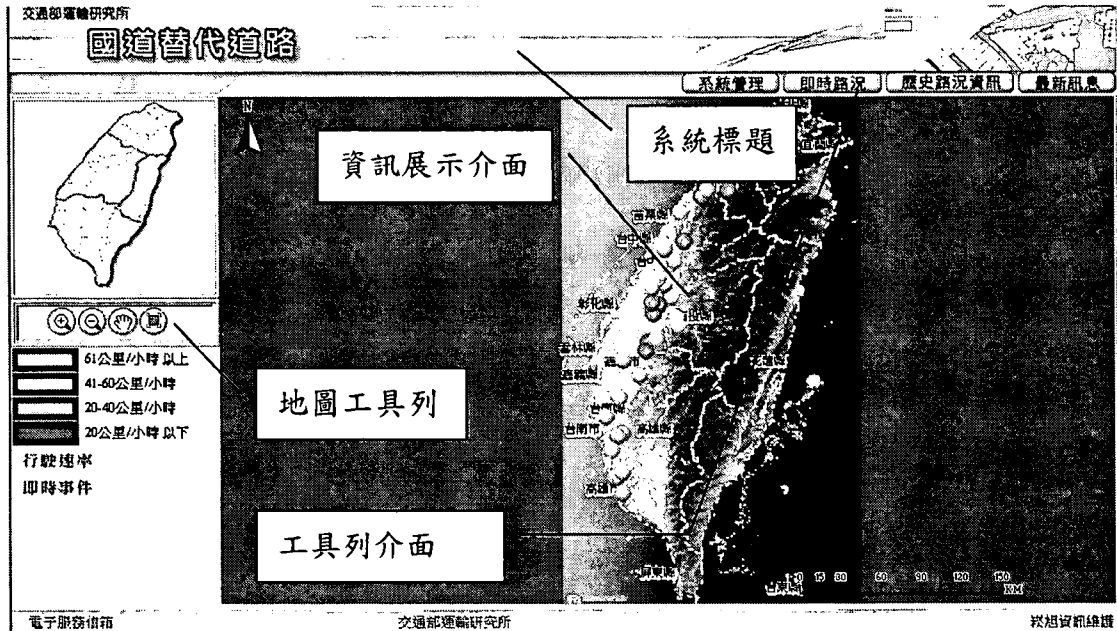
使用者一覽表

登入帳號密碼畫面

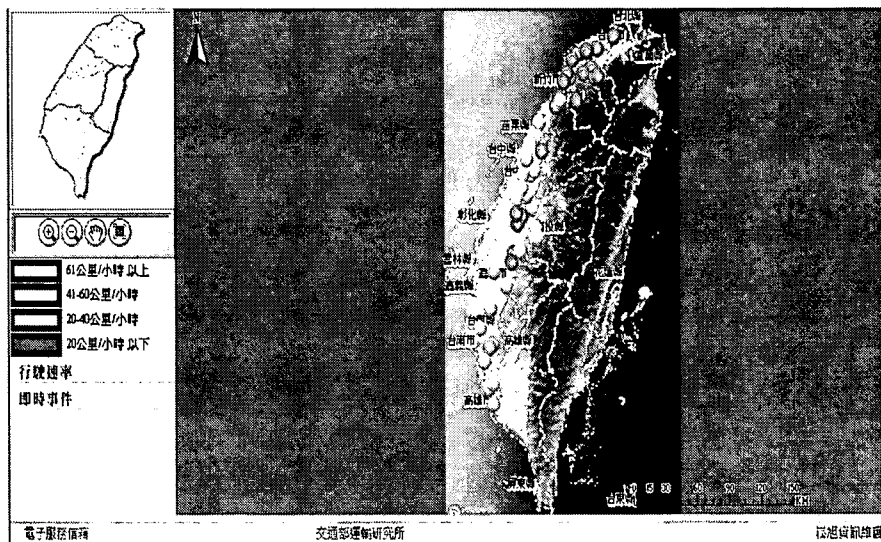
二、系統功能

系統功能概述

使用者一經登入，便會進入系統主畫面，系統主畫面說明如下：



系統主畫面圖



電子地圖查尋介面圖

1.工具列介面

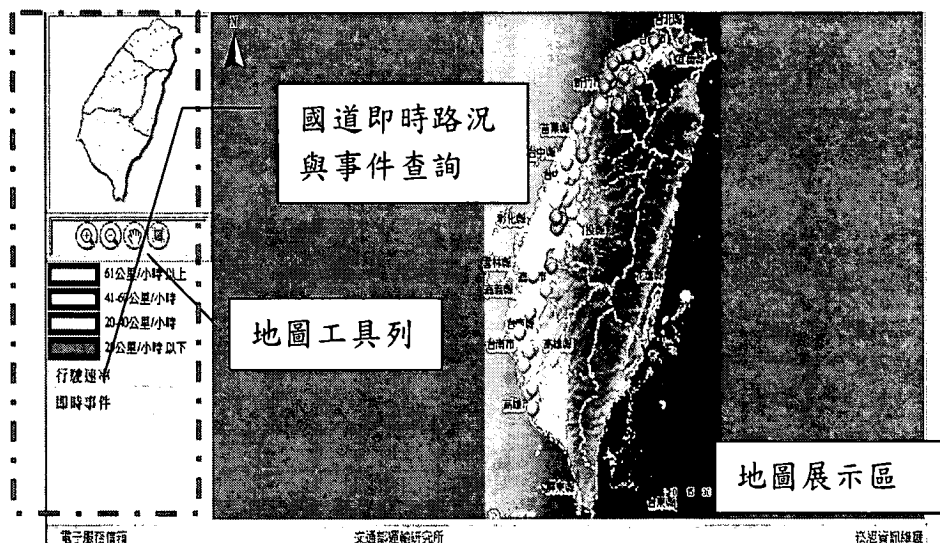
為本系統之核心，系統資料建置與查詢均於本介面進行操作。功能包含：系統管理子系統、即時路況子系統、歷史路況資訊子系統及最新訊息子系統。每個選項內包含其他子選項，相關資訊會顯示於下方之資訊展示介面。



- (1) 系統管理：提供系統權限設定與資訊發佈設定
- (2) 即時路況：提供分區路況顯示、事件資訊顯示與道路時速查詢
- (3) 歷史路況資訊：提供歷史路況查詢與歷史事件查詢
- (4) 最近訊息：提供重要疏導措施、替代道路資訊、重要施工資訊及相關網站鏈結

2.電子地圖功能





電子地圖除了可展示地圖外，並具備國道即時路況與事件查尋功能，電子地圖整體功能介面說明如下：



電子地點功能展示圖

地圖工具列

提供使用者簡易電子地圖操作功能，按鈕功能說明如下表：

工具	功能	工具	功能
	放大地圖		平移地圖
	縮小地圖		縮放至作用之圖層範圍

地圖展示區

用來呈現地圖與資料查尋結果

系統功能細項說明

系統的各項子功能，以下列表格說明，提供使用者操作前之了解。

國道替代道路路況資訊系統細項功能說明

國道替代道路路況資訊系統		子項目
系統管理 子系統	系統權限設定	使用者新增/編輯
		權限管理
		密碼變更
	資訊發佈設定	重要疏導措施公告編輯
		替代道路資訊編輯
		發佈資訊格式設定
		申請單位資訊管理

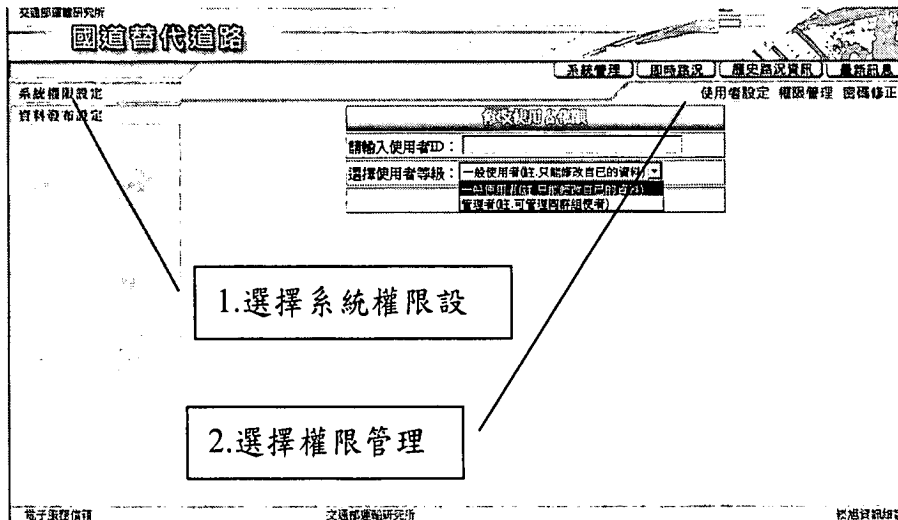
國道替代道路路況資訊系統		子項目
即時路況子系統	分區路況顯示	設定查詢分區
		依路況時速分段顯示
	事件資訊顯示	設定查詢分區
		事件資訊狀況文字顯示
		事件地點圖面顯示
	道路時速查詢	設定查詢道路名稱
		道路即時路況顯示
歷史路況資訊	歷史路況查詢	設定查詢日期、分區

		查詢路況資訊
	歷史事件查詢	設定查詢日期、分區 查詢事件資訊
重要訊息子系統	重要疏導措施	重要疏道措施公告
		分區替代道路資訊顯示
	替代道路資訊	鏈結分區即時路況
		設定查詢分區
	重要施工資訊	施工地點地圖顯示
	相關網站鏈結	全國路況資訊中心
		高速公路即時路況資訊
交通部運輸研究所		

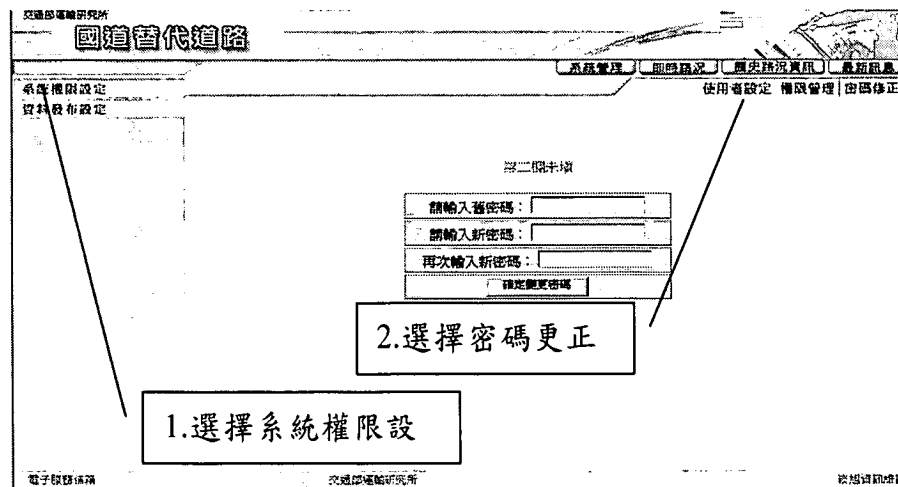
1.系統管理子系統

- (1)系統權限設定：本功能主要是讓系統管理者設定使用者及使用權限設定，其細項功能包括：使用者新增/編輯、使用者權限管理及密碼變更設定。
- (2)資訊發佈設定：本功能主要是針對相關重要訊息發佈之管理功能，例如重要節日之交通疏導措施的資訊發佈、替代道路路況資訊 XML 格式設定管理、申請接收替代道路路況 XML 資訊單位管理。

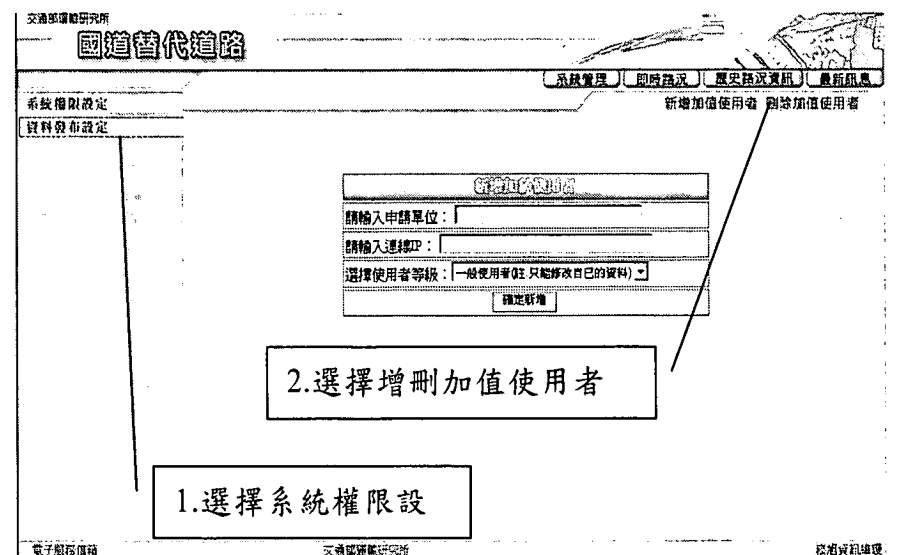
使用者新增編輯功能



修改使用者權限功能



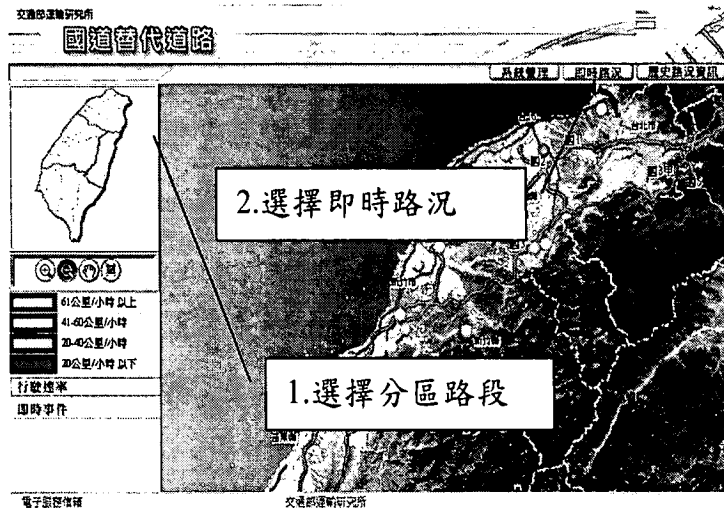
密碼變更設定功能



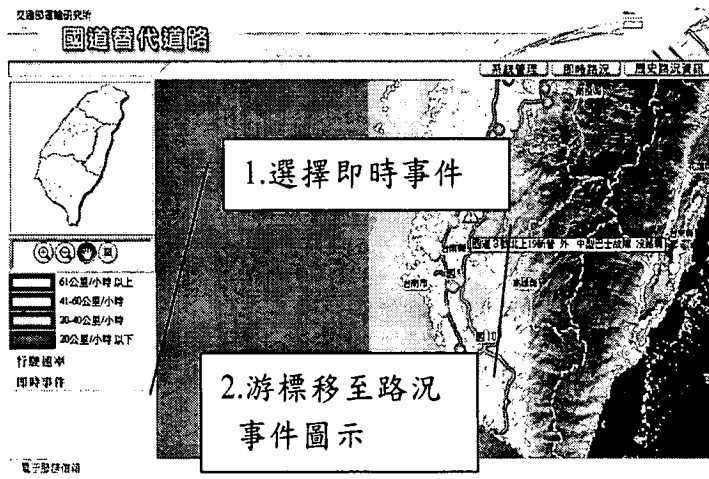
資訊發佈設定功能

2.即時路況子系統

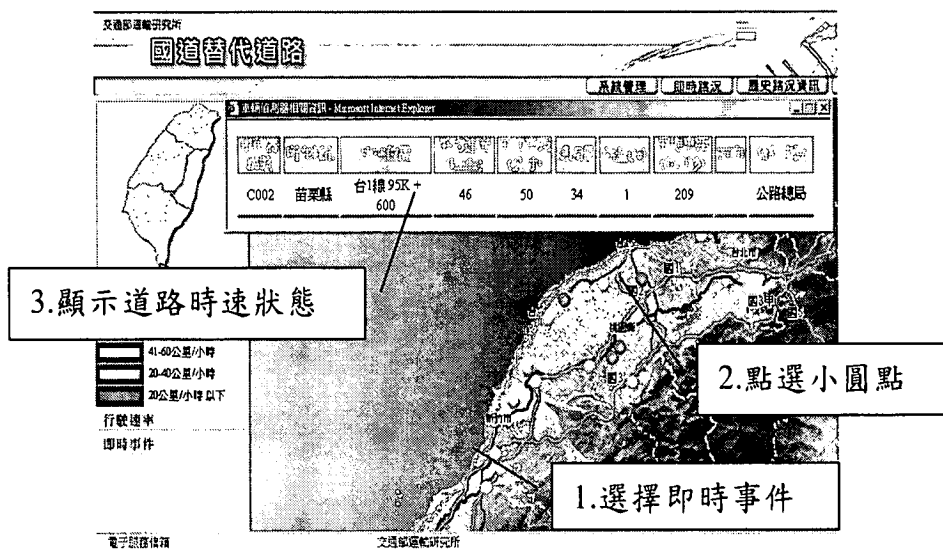
- (1)分區路況顯示：由於本專案主要路況顯示係以國道替代道路為主，故在路況資訊會著重在與國道相鄰的省、縣道路況資訊為主，配合交通部重要節日交通疏導措施之區分方式，提供分區查詢路況資訊功能，使用者可以直接點選分區即可查訊該區的替代道路即時路況資訊。
- (2)事件資訊顯示：由於本系統整合了全國路況資訊中心之即時事件資訊，故可以清楚地顯示各區／各路況的即時事故事件資訊，提供給使用者除了道路行駛速度外的另一項重要參考訊息。
- (3)道路時速查詢：針對本專案所定義的道路資訊，提供使用者可針對單一道路進行行駛速率查詢，查詢結果可以文字列表方式顯示，亦可於圖面上進行標示。



分區路況顯示圖



事件資訊顯示圖



道路時速查詢

3. 歷史路況資訊子系統

- (1) 歷史路況查詢：使用者可以自行設定查詢時間查詢分區及查詢之偵測器，系統會將該時段的路況資訊以列表的方式展現。
- (2) 歷史事件查詢：使用者可以自行設定查詢時間及查詢分區，系統會將該時段由全國路況資訊中心所匯整的事件資料以列表的方式展現，針對特定時段的事件地點資訊，使用者亦可以選取以圖面展示的方式呈現。

道路速率查詢	日期時間	測站編號	平均速度 km/hr	平均車長公尺	總流量	平均車距 1/10秒
偵測器速率查詢	2005/1/14 下午 05:50:00				60	2
	2005/1/14 下午 05:50:00				74	5
分區	2005/1/14 下午 06:40:00				47	1
北	2005/1/14 下午 06:40:00	N006	0	0	0	0
查詢器編號:	2005/1/14 下午 06:40:00					
N001(台1線 39K+300)	2005/1/14 下午 06:40:00					
起點時間:	2005/1/14 下午 06:40:00				49	51
	2005/1/14 下午 06:40:00				45	47
結束時間:	2005/1/14 下午 06:40:00	C192				1
	2005/1/14 下午 06:40:00	C014	38		39	56
輸出	2005/1/14 下午 06:40:00				42	87
	2005/1/14 下午 06:40:00					4
	2005/1/14 下午 06:40:00	C015	59	40	111	1
	2005/1/14 下午 06:40:00		63	52	35	1
	2005/1/14 下午 06:40:00	N011			49	4

歷史路況與事件查詢

4. 重要訊息子系統

- (1) 重要疏導措施：主要是針對交通部發佈之重要疏導計畫等資訊進行資訊發佈，主要鏈結至高公局之最新疏導措施網頁。
- (2) 替代道路資訊：使用者可以設定查詢分區，查詢該區域之替代道路相關資訊，並可直接點選鏈結該路段之即時路況訊息。
- (3) 重要施工資訊：針對各分區之重要施工資訊作資訊發佈，其資料主要來源係以交通部公路總局施工路段之查詢為主。
- (4) 相關網站鏈結：鏈結與即時路況有相關之網站資訊，初步整理如下：

- 全國路況資訊中心 <http://e-traffic.iot.gov.tw/>
- 高速公路即時路況資訊

http://e-trans.iot.gov.tw/query/eNow/roadinfo_desc.jsp

- 臺中市都市交通資訊中心

<http://e-traffic.tccg.gov.tw/real.html>

The screenshot shows the website interface for the National Freeway Bypass System. At the top, there is a navigation bar with links for 'System Management', 'Real-time Road Status', 'Historical Road Status', and 'Latest News'. The main content area is titled '重要疏導措施' (Important Guidance Measures) and features a search bar and a '最新消息' (Latest News) section. A callout box labeled '1. 選擇重要疏導' (Select Important Guidance) points to the '重要疏導措施' section. Another callout box labeled '2. 選擇最近訊息' (Select Latest News) points to the '最新消息' section. The main text in the '重要疏導措施' section is titled '假期高速公路交通疏導措施 (2005.09.14)' and provides information about traffic management during the 2005 Mid-Autumn Festival. It includes details about road closures and alternative routes for various expressways.

重要疏導措施提示功能

The screenshot shows the website interface for the National Freeway Bypass System, focusing on the '替代道路資訊' (Alternative Road Information) section. The main content area displays a map of the Taipei area with various expressways and bypass routes. Callout boxes are used to highlight specific features: '1. 選擇替代道路資訊' (Select Alternative Road Information) points to the map area, and '2. 選擇分段區域' (Select Segment Area) points to a specific segment of the map. The map shows major expressways like the 103, 107, and 15, and bypass routes like the 汐止系統 (Xizhi System), 鶯歌系統 (Yonghe System), and 楊梅 (Yangmei). The website also includes a navigation bar at the top and a sidebar on the left with links for '重要疏導措施', '替代道路資訊', '重要施工訊息', and '相關網站鏈結'.

替代道路資訊提示功能

交通部運輸研究所
國道替代道路

系統管理 | 即時路況 | 歷史路況資訊 | 最新訊息

重要疏導措施
替代道路資訊
重要施工訊息
相關網站鏈結

施工路段查詢
交通部公路總局
(挖掘路面)

系統資料隨時更新
歡迎民眾查詢

共有 543 處 施工路段
更新時間 2008/12/14 上午 09:14:18

選擇重要施工資訊

台北縣有33處	桃園縣有20處	新竹縣有
化縣有16處	澎湖縣有40處	雲林縣有69
縣有19處	台東縣有138處	嘉義縣有13處
	台南縣有48處	高雄縣有10處
		屏東縣有33處

電子服務信箱 | 交通部運輸研究所 | 路況資訊維護

重要施工資訊提供

交通部運輸研究所
國道替代道路

系統管理 | 即時路況 | 歷史路況資訊 | 最新訊息

重要疏導措施
替代道路資訊
重要施工訊息
相關網站鏈結

全國路況中心
公路總局通阻查詢
台中即時交通資訊

1. 選擇相關網站鏈結

2. 點選各網站

電子服務信箱 | 交通部運輸研究所 | 路況資訊維護

相關網站鏈結功能

附錄 6

政府科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法
經濟部及所各機關科學技術委託或補助研究發
展計畫 研發成果歸屬及運用辦法
政府機關資助計畫成果管理模式概述—以國科
會與經濟部為例

政府科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法

(民國 95 年 01 月 12 日 修正)

- 第 1 條 本辦法依科學技術基本法（以下簡稱本法）第六條第二項規定訂定之。
- 第 2 條 本辦法用詞，定義如下：
- 一、科學技術研究發展成果（以下簡稱研發成果）：指政府機關（構）編列科技計畫預算，補助、委託或出資進行科學技術研究發展計畫所獲得之智慧財產權及成果。
 - 二、資助機關：指以補助、委託或出資方式，與執行研究發展之單位訂定科學技術研究發展計畫契約之政府機關（構）。
 - 三、執行研究發展之單位：指執行科學技術研究發展計畫之公立學校、公立研究機關（構）、公營事業、法人或團體。
 - 四、研發成果收入：指資助機關或執行研究發展之單位因管理及運用研發成果所獲得之授權金、權利金、價金、股權或其他權益。
- 第 3 條 資助機關補助、委託或出資之科學技術研究發展所獲得之研發成果，除經資助機關認定歸屬國家所有者外，歸屬執行研究發展之單位所有。其研發成果之收入，應依第十條至第十二條規定辦理。
- 前項有關研發成果之歸屬、管理及運用，應於訂約時，以書面為之。
- 第 4 條 資助機關就歸屬於執行研究發展之單位所有之研發成果，在中華民國境內及境外享有無償及非專屬之實施權利。但其補助、委託或出資金額占計畫總經費百分之五十以下者，由雙方約定之。
- 前項權利，不得讓與第三人。
- 第 5 條 資助機關或執行研究發展之單位依第三條第一項規定取得研發成果者，應負管理及運用之責。
- 前項研發成果之管理及運用，包括申請及確保國內外權利、授權、讓與、收益、委任、信託、訴訟或其他一切與管理或運用研發成果有關之行爲。
- 第 6 條 歸屬於執行研究發展之單位之研發成果，讓與第三人時，除法律另有規定或契約另有訂定外，應經資助機關同意。
- 歸屬於資助機關之研發成果，得讓與第三人。
- 第 7 條 資助機關或執行研究發展之單位對不具有運用價值，且無人受讓之智慧財產權，得終止繳納年費等相關維護費用。
- 第 8 條 依第五條第一項規定負研發成果管理及運用之責者，於辦理研發成果讓與或授權時，應符合下列各款規定；再為讓與或授權者，亦同。但以其他方式為之，更能符合本法之宗旨或目的者，不在此限：
- 一、以公平、公開及有償方式為之。
 - 二、以公立學校、公立研究機關（構）、公營事業、法人或團體為對象。

三、在我國管轄區域內製造或使用。

第 9 條 研發成果歸屬於執行研究發展之單位所有，而有下列情形之一者，資助機關得要求執行研究發展之單位或研發成果受讓人將研發成果授權第三人實施，或於必要時將研發成果收歸國有：

一、執行研究發展之單位、研發成果受讓人或專屬被授權人，於合理期間無正當理由未有效運用研發成果。

二、執行研究發展之單位、研發成果受讓人或專屬被授權人，以妨礙環境保護、公共安全或公共衛生之方式實施研發成果。

三、為增進國家重大利益。

依前項規定取得授權之第三人，應支付合理對價予權利人。

資助機關依本條介入授權第三人實施或收歸國有，其行使之要件及程序，應於訂約時，以書面為之。

第 10 條 執行研究發展之單位因管理或運用研發成果所獲得之收入，應依下列方式為之；但經資助機關與執行研究發展之單位約定以其他比率或以免繳方式為之，更能符合本法之宗旨或目的者，不在此限：

一、執行研究發展之單位為公、私立學校、公立研究機關（構）者，應將研發成果收入之百分之二十繳交資助機關。

二、其他執行研究發展之單位，應將研發成果收入之百分之五十繳交資助機關。

資助機關補助、委託或出資金額占計畫總經費百分之五十以下者，前項應繳交資助機關之比率，得由資助機關與執行研究發展之單位以契約約定或免繳之。

依前二項規定應繳交資助機關之收入，得以所獲得之授權金、權利金、獎金、股權或其他權益為之。

第 11 條 研發成果由執行研究發展之單位負管理及運用之責者，其管理或運用所獲得之收入，應將一定比率分配創作人；由資助機關負管理及運用之責者，應將一定比率分配創作人及執行研究發展之單位。

第 12 條 執行研究發展之單位就其研發成果之收入，於扣除應繳交資助機關之數額及分配創作人之數額後，得自行保管運用。但法律另有規定者，不在此限。

第 13 條 公立學校、公立研究機關（構）自行進行科學技術研究發展計畫取得研發成果者，其管理及運用、讓與或授權，準用第五條及第八條規定。

第 14 條 政府機關（構）以非科技計畫預算補助、委託或出資進行科學技術研究發展計畫所產生之研發成果，其歸屬、管理及運用，得準用本辦法之規定。

第 15 條 本辦法自發布日施行。

經濟部及所屬各機關科學技術委託或補助研究發展計畫 研發成果歸屬及運用辦法

(民國 94 年 12 月 09 日 修正)

第一章 總則

- 第 1 條 本辦法依科學技術基本法第六條第二項規定訂定之。
- 第 2 條 經濟部及所屬各機關（以下簡稱本部）委託或補助執行之科學技術研究發展計畫（以下簡稱科技計畫）研發成果之歸屬及運用，除法令另有規定者外，適用本辦法之規定。
前項科技計畫係補助執行者，限於由本部提供金額超過科技計畫總經費百分之五十之計畫。
- 第 3 條 本辦法所稱執行單位，指執行科技計畫者。
本辦法適用於執行單位執行科技計畫所產生研發成果之歸屬及運用等相關事宜。
- 第 4 條 本辦法所稱研發成果，指執行單位執行科技計畫所產生之技術、原型、著作等成果，及因而取得之各項國內外專利權、商標權、營業秘密、積體電路電路布局權、著作權或其他智慧財產權。
為執行科技計畫所建置或購買之研究設施及設備，非本辦法所稱之研發成果。
- 第 5 條 研發成果之歸屬與運用應注意公平及效益原則，以提升產業技術水準，並有助於整體產業發展。
研發成果之歸屬及其收入分配之比率，應基於前項規定之考量，參酌本部提供經費及執行單位提供專業能力之貢獻定之。

第二章 研發成果之歸屬

- 第 6 條 執行單位執行科技計畫所產生之研發成果，除本辦法另有規定者外，歸屬各該執行單位所有。
- 第 7 條 研發成果涉及國家安全者，應歸屬國家所有。
本部參酌研發成果之性質、運用潛力、社會公益及對市場之影響，事先認定研發成果應歸屬國家所有者，該研發成果歸屬國家所有。
- 第 8 條 執行單位以國際合作方式執行科技計畫，其所產生之研發成果以國際合作契約約定其歸屬。
- 第 9 條 執行單位與其他產業、學術或研究機構合作（以下簡稱產學研合作）執行科技計畫，其所產生之研發成果除依第七條規定應歸屬國家所有者外，應參酌雙方提供經費及專業能力之貢獻，以契約約定其歸屬。
- 第 10 條 本部與執行單位應於簽訂契約時，依本辦法約定研發成果之歸屬。

第 11 條 研發成果歸屬執行單位者，本部享有無償、全球、非專屬及不可轉讓之實施權利。但由本部委託執行之科技計畫，且本部提供金額占科技計畫總經費百分之五十以下者，由雙方約定之。

第三章 研發成果之運用

第 12 條 執行單位應就研發成果之申請、登記、取得、維護及確保，採取一切必要且適當之措施。

執行單位依本辦法規定運用研發成果前，應依公開程序將研發成果公告。但依其性質或法令另有規定者外，不在此限。

執行單位辦理研發成果之公告，應以刊登網際網路、全國性報紙、函告業界相關公會及辦理研發成果說明會等方式為之。

第 13 條 執行單位運用研發成果，得依下列方式為之：

- 一、授權。
- 二、讓與。
- 三、信託。
- 四、其他適當之方式。

第 14 條 執行單位運用研發成果，其計價得參考下列因素：

- 一、商品化後之市場潛力及競爭性。
- 二、替代之技術來源。
- 三、業界接受能力。
- 四、研究開發費用及潛在接受研發成果對象多寡。
- 五、市場價值。
- 六、其他相關因素。

第 15 條 執行單位對於研發成果之運用，除本辦法另有規定或經本部核准者外，應依下列各款辦理：

- 一、以公開及有償方式為之。
 - 二、以供我國研究機構或企業在我國管轄區域內製造或使用為優先。
- 執行單位於我國管轄區域外運用研發成果，應符合我國有關技術輸出入、境外製造、使用或其他法令規定，並應檢具相關文件報本部同意。

第 16 條 執行單位辦理研發成果之授權，對於研發成果之授權實施內容、範圍及期間，必要時，得加以限制。

第 17 條 執行單位得依下列規定，將研發成果與其他國家或地區之人民、企業、機關（構），進行國際交互授權：

- 一、國際交互授權不違反平等互惠原則。
- 二、國際交互授權所取得之研發成果有助於提昇我國產業技術水準或增進商業利益。

執行單位依前項國際交互授權所獲得之標的，其運用及收入應依本辦法相關規定辦理。

第 18 條 執行單位基於公益之目的或為促進整體產業發展、提升研發成果運用效益，經本部核准後，得將研發成果無償授權、有償讓與、無償讓與或信託其他研究機構或企業。

執行單位應與無償讓與之受讓人約定，受讓人應依本辦法規定運用研發成果，且因運用所獲得之總收入應依第二十四條規定繳交。

第 19 條 執行單位不得自行將研發成果商品化。但符合下列各款規定之一者，不在此限：

- 一、經本部事先同意。
- 二、研發成果商品化能促進整體產業發展，經執行單位公告後，於一定期間之內，無國內企業表示願予商品化之意思，並經本部核准。研發成果商品化所獲得總收入之應繳交本部比率，由本部訂定之。

第 20 條 產學研合作對象與執行單位共有研發成果之所有權，其個別持有比率低於執行單位所持有者，不得反對執行單位就該研發成果之運用。

第 21 條 研發成果歸屬執行單位者，本部應與執行單位約定如有下列各款情形之一者，本部得自行或依申請，要求執行單位將研發成果授權他人實施，或於必要時將研發成果收歸國有：

- 一、研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人，於合理期間無正當理由未有效運用研發成果，且申請人曾於該期間內以合理之商業條件，請求授權仍不能達成協議。
- 二、研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人，以妨礙環境保護、公共安全或公共衛生之方式實施研發成果。
- 三、為增進國家重大利益。

本部依前項規定行使前項權利前，應將通知書或申請書送達研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人，限期三個月內答辯；逾期不答辯者，本部得逕行處理。

本部依第一項規定將研發成果授權他人實施時，被授權人應支付合理對價；研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人仍得實施該研發成果。

第 22 條 研發成果公告後達三年以上，經執行單位認定不具有運用價值者，執行單位得發布讓與之公告；三個月內無人請求受讓時，經本部核准後，得終止繳納與智慧財產權相關之維護費用。

第四章 研發成果之收入

第 23 條 運用研發成果所獲得之收入包括授權金、權利金、價金、股權及其他權益。

第 24 條 執行單位運用研發成果所獲得總收入之一定比率，應交由本部繳交國庫或循預算程序撥入行政院指定之基金。

前項之一定比率，由本部另定之；其比率不得高於百分之五十，不得低於百分之二十。

執行單位如為公、私立學校或政府研究機關（構）者，其繳交收入之比率為百分之二十。

本部提供金額占科技計畫總經費百分之五十以下者，執行單位繳交收入之比率由雙方約定之或免繳之。

本部基於整體產業發展或依本辦法績效評估之結果，得專案核定執行單位繳交收入之比率，不受第一項至第三項規定之限制。

第 25 條 執行單位及產學研合作對象運用產學研合作研發成果所獲得之總收入，應依前條規定繳交之。

產學研合作對象提供金額超過科技計畫總經費百分之五十者，其繳交收入之比率由本部專案核定。

第 26 條 執行單位應將運用研發成果所獲得之收入，分配一定比率予研發人員及其他有關人員，作為獎勵。

前項獎勵之方式、範圍、比率及其他相關事宜，執行單位應訂定規範，並報本部備查。

第 27 條 執行單位應自行負擔下列各款費用：

- 一、研發成果之維護及確保費用。
- 二、研發成果之推廣及管理費用。
- 三、其他相關費用。

第五章 研發成果及人員管理制度

第 28 條 執行單位應建立下列各款制度，並指定專責人員及組織執行之：

- 一、研發成果管理制度。
- 二、技術移轉制度。
- 三、研發成果之會計及稽核制度。

執行單位應通過前項各款制度評鑑；必要時，本部得要求執行單位再次接受評鑑。

執行單位未通過制度評鑑者，本部得限制其執行科技計畫。

執行單位如為公、私立學校者，不受前三項規定之限制。

第 29 條 研發成果管理制度應包含下列各款：

- 一、建立研發成果管理之權責編制。
- 二、規劃並執行研發成果之申請、登記、取得、維護及確保等相關程序。
- 三、保管研發成果之相關文件資料。
- 四、研發成果、相關人員與資訊等管理及保密措施。
- 五、其他相關事宜。

第 30 條 技術移轉制度應包含下列各款：

- 一、建立並維護研發成果之資料庫。
- 二、推廣研發成果之技術移轉相關資訊。
- 三、規劃並執行研發成果之技術移轉程序。

四、評估研發成果之技術移轉方式、對象、標的、範圍、條件、收入及支出費用等。

五、其他相關事宜。

第 31 條 執行單位應將研發成果之收入及支出單獨設帳管理，定期編製收支報表，送本部備查，並於會計制度內增訂有關研發成果之會計事務處理事項。執行單位應於內部稽核制度內增訂有關研發成果之稽核項目及程序，並確實執行稽核業務。

第 32 條 執行單位應定期向本部報告研發成果之運用情形，並提供相關資料；必要時，本部得要求執行單位提出說明。

本部及政府審計人員為監督研發成果之運用及管理，得定期或不定期實地查訪執行單位之研發成果運用情形及紀錄、收支報表或帳簿等相關文件，執行單位應有配合義務。

第 33 條 本部應就執行單位運用研發成果之績效進行評估。

第 34 條 執行單位應與研發人員簽訂契約，規範下列各款事項：

- 一、要求新進研發人員聲明其既有之智慧財產權。
- 二、研發人員於計畫執行期間所產生之智慧財產權歸屬。
- 三、研發人員對於因職務或執行計畫所創作、開發、蒐集、取得、知悉或持有之一切業務上具有機密性及重要性之資訊，負有保密義務。

執行單位基於產業特性或執行計畫之需要，應與研發人員約定，其離職後一定期間內，不得利用執行單位之研發成果為自己或他人從事相同或近似業務。但其新任職企業與原執行單位簽訂研發成果授權或讓與契約者，不在此限。

執行單位對於涉及研發成果之人員管理事宜，應訂定相關制度及規範，並報本部備查。

第 35 條 執行單位就研發成果運用及人員管理相關事宜，如有任何不當或違法情事，應依相關法令規定，負損害賠償責任。

第六章 國有研發成果之管理及運用

第 36 條 執行單位執行科技計畫所產生之國有研發成果，以本部為管理機關。但必要時，本部得委任或委託其他機關為管理機關。

第 37 條 管理機關得將國有研發成果以信託或其他適當之方式，交由執行單位管理及運用。

第 38 條 國有研發成果運用所獲得之收入，由本部專案核定，將一定比率分配予研發人員、其他有關人員或執行單位，作為獎勵。

第 39 條 國有研發成果之管理及運用，準用第十二條至第二十條、第二十二條、第二十三條、第三十四條及第三十五條有關規定。

第七章 附則

第 40 條 本辦法自發布日施行。

政府機關資助計畫成果管理模式概述

一以國科會與經濟部為例

自民國 88 年 1 月 20 日科學技術基本法公佈之後，政府機關（以下稱「資助機關」）補助、委託或出資之計畫，其所產出之研發成果之智慧財產權，原則上歸屬由執行計畫團體（以下稱「執行機構」）管理，這就是一般所謂科技基本法「下放」智權予研究機構。但其實智權並未真正完全的下放，其一，在一些特殊狀況下，尤其是某些緊急或公益的考量下，資助機關可以強制研究機構授權予他人，甚至可以收回該智慧財產權為國有（詳參行政院政府科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法第八條第一項 1，該辦法以下簡稱「行政院管理辦法」）；其二，執行機構若要將研發成果轉讓時，必須經資助機關同意²。由此可知，對於計畫所生研發成果之智權，科技基本法下放的只有運用管理權限，而非賦予執行機構完整的所有權。

目前各機關落實科技基本法主要的依據為行政院所訂之行政院研發成果管理辦法，經濟部另訂有更為詳細之「經濟部及所屬各機關科學技術委託或補助研究發展計畫研發成果歸屬及運用辦法」（以下簡稱「經濟部管理辦法」）。

目前各政府機關中對於科技基本法執行較為積極者為國科會、經濟部與教育部，其運作特色如下：

- 一、國科會：在部分有心的基層人員推動下，國科會綜三科曾積極輔導各大學建立技術移轉中心，其業務推展主要係依據行政院研發成果管理辦法。
- 二、經濟部：對於科技基本法的執行業務上，在學術機構著墨較少，但其自訂有詳盡的研發成果管理辦法，在各單位制度面建立上，具有高度的可參考性。

¹行政院研發成果管理辦法第八條第一項：「依第三條規定歸屬於研究機構或企業之研發成果，資助機關得逕行或依申請，要求研究機構或企業或研發成果受讓人將研發成果授權第三人實施，或於必要時將研發成果收歸國有。……」

²行政院研發成果管理辦法第八條第一項：「歸屬於研究機構或企業之研發成果，經資助機關同意者，得讓與第三人」。

三、教育部：教育部對於科技基本法相關業務執行起步較晚，但目前已著手對於產學合作進行規劃。教育部執行相關業務之依據，原則上同國科會依行政院研發成果管理辦法辦理。

由於行政院係經濟部的上級機關，經濟部頒布之法規命令不得違反行政院頒布之法規命令，所以經濟部管理辦法係在行政院管理辦法的架構下作進一步細緻的規定。以下本文先就行政院管理辦法之運作上作一簡單介紹，再就經濟部的細部規定作一點補充。

一、行政院管理辦法中，關於研發成果認定與技術移轉概述如下：

(一)研發成果之認定

行政院管理辦法第二條第一項規定：「科學技術研究發展成果(以下簡稱研發成果)：指政府機關(構)編列科技計畫預算，補助、委辦或出資進行科學技術研究發展計畫所獲得之智慧財產權或成果。」基於此項規定，資助機關補助、委辦或出資的合約書中，通常會約定該合作案中相關之研發成果歸屬於國家所有，但執行機構依科技基本法有運用管理的權限。

然而，行政院管理辦法中並未規定研發成果的「範圍」如何界定，其實，由於每個研發計畫內容均有許多差異，這部分本來就並非法規能夠具體規範的事項，而必須依賴合約中去做具體而妥善的劃分。以目前所見合約模式，多未切分執行機構原有之研發成果與因該計畫產出研發成果二者之間的差別，如此將使執行機構原有之研發成果很容易混入資助計畫當中，未來可能產生之智權爭議不言可喻。

(二)技術移轉之模式

一旦某個研發成果依合約被認定屬於資助機關資助之計畫所產出的話，該研發成果之運用管理必須受到科技基本法相關法令的約束。當執行機構在運用管理這個研發成果時，依行政院管理辦法第五條第二項規定，可以採取的方式有「申請及確保國內

外權利、授權、讓與、收益、委任、信託、訴訟或其他一切與管理或運用研發成果有關之行為」，通常實務上採取的方式為技術授權或技術轉讓，略述如下：

1. 技術授權

指執行機構不移轉研發成果所有權，而僅以授權他人實施的方式來進行研發成果之運用。其類型主要可分為兩種，而行政院管理辦法對其規範概述如下：

(1) 非專屬授權

A. 意義

執行機構未來仍得授權予第三人，亦即非專屬授權的被授權人之間處於共存競爭的狀態。

B. 法令約束

原則上執行機構得自由為之。

(2) 專屬授權

A. 意義

執行機構未來不得授權予任何第三人，甚至執行機構自身亦不得實施。但執行機構若為研究教學機構者，其自身得受專利法保護，在研究教學的範圍內實施。

B. 法令約束

行政院管理辦法第七條規定：「依第五條第一項規定負研發成果管理及運用之責者，於辦理研發成果讓與或授權時，應符合下列各款規定，再為讓與或授權者，亦同。但以其他方式為之，更能符合本法之宗旨或目的者，不在此限：一、以公平、公開及有償方式為之。……」

基於上述公平原則，執行機構欲進行專屬授權，法令上雖然沒有要求必須得到資助機關同意，但目前各技轉中心通常都會行文予資助機關請求同意。

2. 技術轉讓

A. 意義

與技術授權不同，這裡是指將研發成果的 Ownership 轉

讓給他人，大多發生在專利化的技術上。

B.法令約束

行政院管理辦法第六條第一項規定：「歸屬於研究機構或企業之研發成果，經資助機關同意者，得讓與第三人。」

不過目前國科會對於此部份態度十分保守。

(三)缺點與待改善之處

科技基本法係參考美國拜杜法案 (Bayh-Dole Act) 而訂，但並沒有具體實施的規定，而是授權各資助機關自行規定。美國拜杜法案並非全部下放，而是採取申請制，但是對於申請下放通過的研發成果，美國有許多配套的監督管理機制。反觀我國，行政院管理辦法採取一概下放的方式，但監督管理機制不足，同時對於專屬授權或轉讓的技術移轉方式，沒有訂定具體的模式讓執行機構依循，如此，將導致技術移轉效率低落。

此外，由誰來認定是否為技轉案亦是一大問題。目前各資助機關無法追蹤了解技轉案的實質進行過程，目前多僅以書面了解，加以國科會績效導向的要求與獎勵方式，如此容易迫使執行機構將原非技轉案之產學合作案轉換名目為技轉案。

二、經濟部管理辦法中，關於研發成果認定與技術移轉業務概況

(一)研發成果之認定

經濟部管理辦法第四條規定：「 I.本辦法所稱研發成果，指執行單位執行科技計畫所產生之技術、原型、著作等成果，及因而取得之各項國內外專利權、商標專用權、營業秘密、積體電路電路布局權、著作權或其他智慧財產權。 II.為執行科技計畫所建置或購買之研究設施及設備，非本辦法所稱之研發成果。」

經濟部辦法的文字比較能夠感覺到該辦法所規範的研發成果必須是因為該計畫所產生的，執行機構的原有研發成果不宜因後來科技計畫之執行而變成該計畫產生研發成果之一部份。

(二)技術移轉之模式

對於技術移轉模式，架構上與行政院管理辦法大致相同，但經濟部有一些比較細緻的規定，在此僅簡單條列，不多贅述：

1. 研發成果之申請、登記、維護與公告方式（經濟部管理辦法第 12 條）；
2. 研發成果之計價參考要素（經濟部管理辦法第 14 條）；
3. 專屬授權參考要件（經濟部管理辦法第 16 條）；
4. 國際交互授權需依循之原則（經濟部管理辦法第 17 條）；
5. 基於公益因素之無償授權（經濟部管理辦法第 18 條）；
6. 有償及無償讓與之要件（經濟部管理辦法第 19 條、第 20 條）；

三、結論

計畫產生之研發成果與執行機構原有之研發成果二者間運用管理模式不同，所受法令規範亦有所不同，實有加以明確區分之必要。

研發成果基於其高度專業性及無體性，因此對於其衍生之智權範圍向來不若一般有體物般可以用感官來加以區分。無體財產權的範圍界定，通常須同時參考法令、合約內容及技術特性始得描繪出一概括的範圍。為了區分計畫所生研發成果與執行機構原有研發成果二者的不同，通常在合約中均會有條款約明執行機構之原有研發成果之智權歸屬於原所有人，不會因為計畫之執行而混入計畫產生之研發成果之中。若計畫產生研發成果之運用必須以原有研發成果為基礎者，必須另外取得授權始得為之，此項授權得在計畫合約中約明，抑或另以合約約定亦可。此外，應以條款及附件由執行機構表明其原有研發成果為何，在執行機構表明並經資助機關認同之範圍內為明確的執行機構原有研發成果，如此將可避免多數之糾紛。