

107-045-5458  
MOTC-IOT-105-IEB036

# 中興新村「智慧運輸-車聯網」 示範場域規劃建置



交通部運輸研究所

中華民國 107 年 5 月

107-045-5458  
MOTC-IOT-105-IEB036

# 中興新村「智慧運輸-車聯網」 示範場域規劃建置

著者：陳其華、周家慶、梁智能、胡鈞祥、  
李玉忠、李朝陽

交通部運輸研究所

中華民國 107 年 5 月

中興新村「智慧運輸—車聯網」示範場域規劃建置

交通部運輸研究所

ISBN 978-986-05-5827-2



9 789860 558272

GPN : 1010700515

定價 440元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

中興新村「智慧運輸-車聯網」示範場域規劃建置 /  
陳其華等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研  
所, 民 107. 05  
面 ; 公分  
ISBN 978-986-05-5827-2(平裝)

1. 運輸系統 2. 運輸管理

557

107006663

中興新村「智慧運輸-車聯網」示範場域規劃建置

著 者：陳其華、周家慶、梁智能、胡鈞祥、李玉忠、李朝陽

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 107 年 5 月

印 刷 者：九茹印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：440 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組 • 電話：(02)23496880

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

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

GPN：1010700515

ISBN：978-986-05-5827-2 (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：中興新村「智慧運輸-車聯網」示範場域規劃建置			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN 978-986-05-5827-2(平裝)	政府出版品統一編號 1010700515	運輸研究所出版品編號 107-045-5458	計畫編號 105-IEB036
本所主辦單位：運輸資訊組 主管：陳其華 計畫主持人：陳其華 研究人員：周家慶 聯絡電話：02-23496756 傳真號碼：02-25450426	合作研究單位：財團法人車輛研究測試中心 計畫主持人：梁智能 研究人員：胡鈞祥、李玉忠、李朝陽 地址：彰化縣鹿港鎮鹿工南七路6號 聯絡電話：886-4-781-1222	研究期間 自 106 年 1 月  至 106 年 12 月	
關鍵詞：車聯網、專用短距通訊、交通安全			
摘要： <p>「安全」與「效率」一向為各國推動智慧型運輸系統(ITS)之重要目標，兩者間互為影響。近年來國際在 ITS 發展趨勢方面，歐美日均體認由車輛(V)與道路基礎設施(I)之 V2I 以及車輛(V)與車輛(V)之 V2V 所形成之車聯網，可提供更安全、更順暢、更具環保與能源效率的友善運輸環境。本研究探究車聯網在我國「交通安全」與「交通資訊服務」應用模式，並於基隆市台 62 線與基金二路/三路所構建實驗場域進行我國第 1 個車聯網實地實驗。近年來，國際在 ITS 發展已朝向搭配專用短距通訊(DSRC)車聯網(Connected Vehicle, CV)發展，以及積極發展以先進駕駛輔助系統(ADAS)為基礎的自動駕駛車輛(Automated Vehicle, AV)，甚至進一步探討結合車聯網與自動駕駛車輛的自動駕駛聯網車(Connected Automated Vehicle, CAV)發展。</p> <p>本研究呼應國際 ITS 發展趨勢，同時配合行政院「中興新村·下一代新村」發展，運用中興新村空間環境優勢，作為測試創新技術產品與服務的指定實驗場域，結合我國在車聯網(CV)、先進駕駛輔助系統(ADAS)、車路整合應用研發經驗與成果，在中興新村進行我國構建智慧運輸的車輛先進駕駛輔助系統與車聯網整合研發實驗場域，以利後續進行車輛先進駕駛輔助系統與車聯網在安全駕駛以及提高自動化駕駛程度之整合研發實驗。</p> <p>本研究經由相關公部門與產業界合作，完成我國第 1 個先進駕駛輔助系統(ADAS)與車聯網整合研發實驗場域，以及首次透過 CAN 匯流排結合 ADAS 與 CV 車載設備，擴大行車風險偵測能力；本研究同時完成實驗場域之 GNSS 與路口毫米波雷達之車輛定位量化效能分析、9 項路口交通安全測試情境與實測、測試資料蒐集與分析平台等，為我國後續在自動駕駛車輛研發與交通安全應用奠基。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
107 年 5 月	374	440	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 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：1. 本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2. 本研究係使用行政院國家科學技術發展基金經費辦理。			

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

TITLE: The Demonstration of Connected Vehicle with ADAS for Intersection Safety in Zhongxing New Village			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-05-5827-2 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010700515	IOT SERIAL NUMBER 107-045-5458	PROJECT NUMBER 105-IEB036
DIVISION: Information Systems Division DIVISION DIRECTOR: Chi-Hwa, Chen PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chi-Hwa, Chen PROJECT STAFF: Ja-Ching Chou PHONE:886-2-23496756 FAX:886-2-2545-426			PROJECT PERIOD FROM January 2017 TO December 2017
RESEARCH AGENCY: Automotive Research & Testing Center (ARTC) PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chih-Neng Liang PROJECT STAFF: Jing-Shyang Hwu, Yu-Chung Li, Chao-Yang Li ADDRESS: No.6, Lugong S. 7th Rd., Lukang, Changhua County 50544, Taiwan PHONE: 886-4-781-1222			
KEY WORDS: connected vehicle, dedicated short range communication, traffic safety			
ABSTRACT:			
<p>Safety and efficiency are both the important purposes for Intelligent Transport Systems (ITS). The development trends of ITS to Internet of Vehicle (IoV) include Vehicle to Infrastructure (V2I) and Vehicle to Vehicle (V2V), which can provide safer and more efficient transport environment. This research discusses IoV applications for traffic safety and information service, and creates the first test platform in Keelung for practical experiment. Recently, Dedicated Short Range Communications (DSRC) for Connected Vehicle (CV), Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) and Automated Vehicle (AV) became popular topics for ITS. Furthermore, the integration of AV and CV called Connected Automated Vehicle (CAV) is also explored.</p> <p>This research follows the international trend of ITS development and the research plans of the Executive Yuan. Based on the environment advantages of Zhongxing New Village, we create a new test platform to test novel technologies and services. This platform can be used to test the services of CV, ADAS and relative vehicular applications for the purposes of improving intelligent transport services, e.g., IoV for safer and higher autonomous driving level.</p> <p>Through the cooperation of government departments and industries, this research created the first test platform for ADAS and CV, and combined ADAS with CV to extend the sensing ability and range for enhancing driving safety. Moreover, it also accomplished the evaluation of Global Navigation Satellite System (GNSS) and millimeter wave radar for vehicle positioning purpose, 9 traffic safety experiments, data collection/analysis system and so on. The research laid a good and important foundation for the future AV development and traffic safety applications in Taiwan.</p>			
DATE OF PUBLICATION May 2018	NUMBER OF PAGES 374	PRICE 440	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
<ol style="list-style-type: none"> <li>The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.</li> <li>This research is sponsored by Executive Yuan's National Science and Technology Development Fund.</li> </ol>			

# 目錄

第一章 緒論.....	1
1.1 計畫背景 .....	1
1.2 研究內容 .....	1
第二章 國際車輛智慧系統發展趨勢分析.....	5
2.1 車聯網技術發展趨勢蒐集 .....	5
2.2 駕駛輔助系統、自動駕駛技術發展趨勢蒐集 .....	39
2.3 國內外車聯網與先進駕駛輔助系統或自動駕駛整合之發展趨勢與現況 .....	77
2.4 駕駛輔助系統與車聯網國際專利佈局趨勢蒐集 .....	81
2.5 我國自動駕駛車後續發展建議 .....	86
第三章 ADAS 與 CV 整合之研發實驗場域規劃設計與構建 .....	91
3.1 主要工作內容 .....	91
3.2 實驗場域範圍、路口場域評估與選定 .....	93
3.3 實驗場域交通控制與車聯網路側設備構建 .....	94
3.3.1 路側與車載設備之通訊協定 .....	94
3.3.2 路側與車載設備之效能需求 .....	95
3.3.3 美規 SAE J2945/1 行車安全警示規格 .....	96
3.3.4 路側設備建置 .....	104
3.4 實驗車輛車載設備搭載與安裝與功能測試 .....	119
3.4.1 搭載設備與規格 .....	119
3.4.2 車載設備功能測試 .....	129
3.5 實驗場域資料蒐集與分析平台構建 .....	132
3.5.1 平台建置硬體需求 .....	132
3.5.2 實驗中心平台軟體功能設計 .....	134
3.5.2.1 通訊接收處理系統.....	134
3.5.2.2 資料交換處理系統.....	139
3.5.2.3 實驗場域監控系統功能說明.....	143
3.5.3 車輛偵測與車流分析 .....	152
3.5.3.1 VD 偵測值統計分析.....	152
3.5.3.2 eTag 偵測值統計分析.....	155
3.5.4 平台資料蒐集與資料分析應用 .....	156
3.5.5 小結 .....	157
第四章 ADAS 與 CV 整合之交通安全案例與應用情境測試.....	159
4.1 主要工作內容 .....	159
4.2 汽機車與行人在十字路口交通事故型態探討 .....	160
4.3 評估使用 ADAS 與 CV 蒐集汽機車混合車流行為的可行性 .....	170
4.4 ADAS+CV 行車安全之使用案例與應用情境規劃.....	186
4.4.1 ADAS+CV 之整合介面及資訊融合設計.....	186

4.4.2 ADAS+CV 之應用情境規劃.....	188
4.5 ADAS 與 CV 整合之研發實驗場域車輛運行測試規劃.....	212
4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析.....	240
4.8 實車測試及數據分析.....	271
第五章 結論與建議.....	295
5.1 結論.....	295
5.2 建議.....	297
參考文獻.....	299
附錄一 期中審查意見回覆表.....	303
附錄二 期末審查意見回覆表.....	317
附錄三 專有名詞中英對照表.....	331
附錄四 資料傳輸格式與資料庫綱目.....	333

## 圖目錄

圖 1.2.1 計畫架構 .....	1
圖 1.2.2 計畫執行流程圖 .....	3
圖 2.1.1 V2X 關鍵技術示意圖 .....	7
圖 2.1.2 美國運輸部 Connected Vehicle Pilot Deployment 計畫發展藍圖 .....	10
圖 2.1.3 CVIS 計畫內容 .....	13
圖 2.1.4 Drive C2X 執行期程 .....	14
圖 2.1.5 Drive C2X 相關計畫 .....	14
圖 2.1.6 Drive C2X 聯網要素 .....	15
圖 2.1.7 Drive C2X 涵蓋國家 .....	15
圖 2.1.8 Intelligent Vehicle Initiative 測試架構 .....	17
圖 2.1.9 密西根計畫車輛實測範圍 .....	18
圖 2.1.10 密西根計畫車輛受控環境實測 .....	18
圖 2.1.11 美國車聯網應用(Connected Vehicle Application) .....	20
圖 2.1.12 Tampa CVPD 計畫實施區域 .....	22
圖 2.1.13 ICF/Wyoming 車路整合應用 .....	25
圖 2.1.14 Qualcomm Snapdragon 車聯網參考平台 .....	27
圖 2.1.15 Qualcomm ADAS 技術示意圖 .....	28
圖 2.1.16 Intel 車聯網平台 .....	28
圖 2.1.17 STMicroelectronics 與 Autotalks 共同研發 V2X 晶片組 .....	29
圖 2.1.18 Broadcom 推出汽車聯網產品 .....	29
圖 2.1.19 Samsung Connect Auto 車聯網解決方案 .....	30
圖 2.1.20 Volvo 及 T-Mobile 的聯結車應用 .....	30
圖 2.1.21 Ericsson 提供 SCANIA 車聯網行動通訊應用方案 .....	31
圖 2.1.22 AT&T 提供 Honda HondaLink apps 車聯網應用服務 .....	31
圖 2.1.23 Ford SYNC® Connect 實現車聯網技術 .....	32
圖 2.1.24 BMW ConnectedDrive 互聯駕駛應用服務 .....	33
圖 2.1.25 Volkswagen Customer-Link 與 App-Connect 創新應用 .....	33
圖 2.1.26 Rel-14 LTE V2X 通訊方法定義 .....	34
圖 2.1.27 Qualcomm V2X-LTE 發展項目 .....	35
圖 2.1.28 Qualcomm LTE-PC5 技術發展項目 .....	35
圖 2.1.29 「智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫」全程技術藍圖 .....	38
圖 2.1.30 「V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫」系統架構 .....	39
圖 2.2.1 自動駕駛汽車需求數量預估 .....	41

圖 2.2.2 Google 自動駕駛車設備裝置.....	42
圖 2.2.3 ADS 技術發展規劃 .....	45
圖 2.2.4 國際供應商發展 ADAS 情形.....	46
圖 2.2.5 歐洲 ACC(左)及 BSD(右)之銷量與單價趨勢分析 .....	46
圖 2.2.6 美國各級距車型裝配 ADAS 情形.....	47
圖 2.2.7 歐美日 ADAS 2012 年~2016 年出貨量 .....	48
圖 2.2.8 全球 ADAS 產值趨勢.....	49
圖 2.2.9 全球 ADAS 產量趨勢.....	49
圖 2.2.10 適路性巡航系統(ACC)示意圖.....	50
圖 2.2.11 適路性巡航系統(ACC)產值成長趨勢.....	51
圖 2.2.12 中國大陸 ACC 系統市場分布(依產地分類).....	52
圖 2.2.13 自動緊急煞車系統(AEB)示意圖 .....	52
圖 2.2.14 自動緊急煞車(AEB)產值成長趨勢.....	53
圖 2.2.15 LKS 示意圖 .....	54
圖 2.2.16 車道變換系統(LCS)示意圖 .....	54
圖 2.2.17 中國大陸 LKS 系統市場分布(依產地分類).....	55
圖 2.2.18 自動駕駛系統趨勢 .....	57
圖 2.2.19 ADS 技術發展趨勢 .....	58
圖 2.2.20 自動駕駛系統排行榜 .....	59
圖 2.2.21 Ford 自動駕駛車.....	60
圖 2.2.22 GM 自動駕駛車 .....	61
圖 2.2.23 Nissan 自動駕駛車.....	62
圖 2.2.24 Mercedes-Bens S500 Intelligent Drive 自動駕駛車.....	63
圖 2.2.25 BMW Connected Drive 自動駕駛車 .....	64
圖 2.2.26 Google 自動駕駛車.....	64
圖 2.2.27 Waymo 自動駕駛車.....	65
圖 2.2.28 Waymo 自動駕駛車操控介面.....	65
圖 2.2.29 Audi RS 7 自動駕駛車.....	67
圖 2.2.30 新加坡自動駕駛車測試與研究卓越中心 .....	67
圖 2.2.31 nuTonomy 自駕車軟體新創公司.....	68
圖 2.2.32 SUV 車型的自動駕駛實際路測 .....	68
圖 2.2.33 法國 NAVYA 自動駕駛車 1.....	69
圖 2.2.34 法國 NAVYA 自動駕駛車 2.....	70
圖 2.2.35 南韓現代汽車的 GENESIS 車款.....	71

圖 2.2.36 福特 Fusion 混合動力車.....	72
圖 2.2.37 ADAS 與 CV 技術結合為未來發展趨勢.....	73
圖 2.2.38 美國 Mcity 場域.....	73
圖 2.2.39 中興新村場域應用情境示意圖.....	73
圖 2.2.40 密西根大學自動駕駛車與車載通訊技術測試場域-Mcity.....	74
圖 2.3.1 V2X 的類型.....	78
圖 2.3.2 PC5 基礎架構(based architecture).....	79
圖 2.3.3 eMBMS 基礎架構(based architecture).....	80
圖 2.4.1 國際 ADAS 產業合作關係.....	82
圖 2.4.2 國際 ADAS 系統產業鏈.....	83
圖 2.4.3 美國專利侵權訴訟原告統計.....	83
圖 2.5.1 智慧車輛與聯網車輛產品趨勢.....	89
圖 2.5.2 我國智慧車輛研發策略.....	89
圖 3.1.1 計畫系統架構.....	91
圖 3.2.1 實驗路口遴選比較.....	93
圖 3.2.2 中興新村實驗場域與十字路口位置.....	94
圖 3.3.1-1 美規車輛無線通訊標準.....	95
圖 3.3.1-2 軟體協定運作時序圖.....	95
圖 3.3.3-1 BSM 訊息產生流程圖.....	96
圖 3.3.3-2 標準中欄位與各安全應用之關聯.....	97
圖 3.3.3-3 Path prediction 欄位 R 所代表的意義與如何用來預測路徑.....	98
圖 3.3.3-4 SAE J2945/1 標準提供的 Path Prediction 演算流程.....	98
圖 3.3.3-5 IMA(左)及 LTA(右)之運作流程圖.....	99
圖 3.3.3-6 EEBL(左)及 FCW(右)之運作流程圖.....	99
圖 3.3.3-7 路側系統-RSU-enhanced V2V.....	100
圖 3.3.3-8 路側端系統架構.....	101
圖 3.3.3-9 CMS 警示系統架構.....	102
圖 3.3.4-1 中正路-中學路路側設備建置.....	106
圖 3.3.4-2 光華路-光華四路路側設備建置.....	107
圖 3.3.4-3 中學路-光華路路側設備建置.....	107
圖 3.3.4-4 中正路-光華四路路側設備建置.....	108
圖 3.3.4-5 中正路 (光華四路與中學路間)路側設備建置.....	108
圖 3.3.4-6 中正路 2 號-營北路路側設備建置.....	108
圖 3.3.4-7 路口設備連線架構示意圖.....	109

圖 3.3.4-8 路口設備連線時序示意圖 .....	109
圖 3.4.1-1 ADAS 車輛系統示意圖 .....	120
圖 3.4.1-2 車前雷達安裝圖 .....	120
圖 3.4.1-3 IPC 安裝圖 .....	121
圖 3.4.1-4 OBU 安裝圖 .....	121
圖 3.4.1-5 攝影機安裝示意圖 .....	122
圖 3.4.1-6 全球導航衛星系統安裝示意圖 .....	122
圖 3.4.1-7 慣性測量單元安裝示意圖 .....	123
圖 3.4.1-8 12V 電源分接 .....	123
圖 3.4.1-9 OBU 安裝圖 .....	123
圖 3.4.1-10 ADAS 車輛 Camera 安裝示意圖 .....	124
圖 3.4.1-11 ADAS 車輛 Radar 架構與安裝示意圖 .....	125
圖 3.4.1-12 ADAS 車輛後方 Radar 安裝示意圖 .....	126
圖 3.4.1-13 ADAS 車輛 GNSS 天線安裝示意圖 .....	126
圖 3.4.1-14 ADAS 車輛 GNSS 規格 .....	127
圖 3.4.1-15 ADAS 車輛 IMU 規格 .....	127
圖 3.4.1-16 DVR 規格 .....	128
圖 3.4.1-17 DVR 功能 .....	128
圖 3.4.1-18 IPC 規格 .....	128
圖 3.4.2-1 前方/側後方 ADAS 系統功能測試與實車測試配置圖 .....	130
圖 3.4.2-2 CAN Bus 視覺化顯示介面功能測試 .....	130
圖 3.4.2-3 CAN Bus 訊息傳遞功能測試 .....	131
圖 3.4.2-4 車輛定位 GNSS 訊號功能測試 .....	131
圖 3.4.2-5 中興新村場域定位系統與道路環境分析 .....	132
圖 3.4.2-6 利用 RTK-GPS、DGPS、Garmin 定位分析 .....	132
圖 3.5.1-1 計畫後台系統架構圖 .....	133
圖 3.5.1-2 實驗行控中心平台硬體設備架設安裝 .....	134
圖 3.5.2.1-1 車輛資料通訊接收程式示意圖 .....	137
圖 3.5.2.1-2 車輛資料通訊接收模組架構圖 .....	137
圖 3.5.2.1-3 實驗場域架構圖 .....	138
圖 3.5.2.2-1 資料交換模組系統架構圖 .....	139
圖 3.5.2.2-2 資料交換接收狀態監控畫面示意 .....	140
圖 3.5.2.2-3 CCTV 靜態資料發佈 .....	141
圖 3.5.2.2-4 CMS 靜態資料發佈 .....	141

圖 3.5.2.2-5 CMS 動態資料發佈.....	141
圖 3.5.2.2-6 路段靜態資料發佈.....	142
圖 3.5.2.2-7 路段服務水準門檻分級資料發佈.....	142
圖 3.5.2.2-8 VD 靜態資料發佈.....	142
圖 3.5.2.2-9 VD 動態資料發佈.....	142
圖 3.5.2.3-1 實驗場域監控平台系統架構圖.....	144
圖 3.5.2.3-2 設備資訊顯示圖.....	145
圖 3.5.2.3-3 路段績效顯示圖.....	145
圖 3.5.2.3-4 RSU 資訊顯示圖.....	146
圖 3.5.2.3-5 OBU 資訊顯示圖.....	146
圖 3.5.2.3-6 RSU 設定功能畫面.....	146
圖 3.5.2.3-7 RSA 訊息下載系統介面.....	147
圖 3.5.2.3-8 TIM 訊息下載系統介面.....	147
圖 3.5.2.3-9 VD 歷史資料系統介面.....	148
圖 3.5.2.3-10 旅行時間歷史資料系統介面.....	148
圖 3.5.2.3-11 RSA 下載紀錄系統介面.....	149
圖 3.5.2.3-12 OBU 歷史軌跡查詢(依車畫軌跡)系統介面.....	149
圖 3.5.2.3-13 OBU 歷史軌跡查詢(依時間點散布圖)系統介面.....	149
圖 3.5.2.3-14 TIM 下載紀錄(路況)系統介面.....	150
圖 3.5.2.3-15 IM 下載紀錄(氣候)系統介面.....	150
圖 3.5.2.3-16 OBU 漏失率系統介面.....	150
圖 3.5.2.3-17 RSU 運作狀態監控系統介面.....	151
圖 3.5.2.3-18 OBU 運作狀態監控列表系統介面.....	151
圖 3.5.2.3-19 CCTV 即時監控系統介面.....	151
圖 3.5.2.3-20 OBU 歷史軌跡平台功能介面.....	152
圖 3.5.3.1-1 中正路(光華四路往中學路)平均速率趨勢圖.....	153
圖 3.5.3.1-2 中正路(光華四路往中學路)大車流量趨勢圖.....	153
圖 3.5.3.1-3 中正路(光華四路往中學路)小車流量趨勢圖.....	153
圖 3.5.3.1-4 中正路(中學路往光華四路)平均速率趨勢圖.....	154
圖 3.5.3.1-5 中正路(中學路往光華四路)大車流量趨勢圖.....	154
圖 3.5.3.1-6 中正路(中學路往光華四路)小車流量趨勢圖.....	155
圖 3.5.3.2-1 中正路(營北路往中學路)旅行時間趨勢圖.....	155
圖 3.5.3.2-2 中正路(營北路往中學路)路段平均速率趨勢圖.....	155
圖 3.5.4-1 phpMyAdmin 資料庫管理畫面.....	156

圖 3.5.4-2 OBU 歷史軌跡平台檢視畫面.....	157
圖 4.2.1 車禍發生時車輛行駛狀態圓餅圖 .....	160
圖 4.2.2 交通意外事故因素分析 .....	161
圖 4.2.3 三階段人口年齡結構變動趨勢 .....	162
圖 4.2.4 我國易肇事地點位置 .....	163
圖 4.2.5 美國車禍發生地點 .....	164
圖 4.2.6 CICAS-V 系統描述 .....	165
圖 4.2.7 CICAS-V 系統描述 .....	166
圖 4.2.8 CICAS Stop Sign Assist System 描述 .....	166
圖 4.2.9 CICAS Signalized Left Turn Assist System 描述.....	167
圖 4.2.10 右方來車 .....	167
圖 4.2.11 車輛開門 .....	168
圖 4.2.12 穿越人行道 .....	168
圖 4.2.13 逆向行駛 .....	168
圖 4.2.14 紅燈死角 .....	169
圖 4.2.15 汽車右轉 .....	169
圖 4.2.16 左面來車 .....	169
圖 4.2.17 後方追撞 .....	170
圖 4.3.1 利用 ADAS 與 CV 技術進行汽機車混合車流行為模式評估 .....	170
圖 4.3.2 Exploded view of the ARS300 .....	171
圖 4.3.3 前方防撞雷達視角 .....	172
圖 4.3.4 雷達偵測距離測試結果圖 .....	172
圖 4.3.5 光達點雲的產生 .....	173
圖 4.3.6 掃描障礙物 .....	174
圖 4.3.7 IBEO 光達系統 .....	175
圖 4.3.8 使用 IBEO 光達系統進行汽/機車辨識.....	175
圖 4.3.9 攝影機辨識系統規格 .....	176
圖 4.3.10 以影像方式進行汽/機車車辨 .....	176
圖 4.3.11 超音波感測器聲波路徑圖 .....	177
圖 4.3.12 行人辨識，(左)影像拍攝行人；(右) 雷射偵測行人之示意圖 .....	178
圖 4.3.13 汽車辨識，(左)影像拍攝汽車；(右)雷射偵測汽車 .....	178
圖 4.3.14 機車辨識，(左)影像拍攝機車之示意圖；(右)雷射偵測機車之示意圖 ..	179
圖 4.3.15 影像偵測流程 .....	180
圖 4.3.16 系統融合流程 .....	180

圖 4.3.17 實際拍攝影像圖以及雷射點示意圖 .....	181
圖 4.3.18 汽車座標系、雷射座標系以及影像座標系 .....	182
圖 4.3.19 使用光達和攝影機進行物體辨識與分類結果 .....	182
圖 4.3.20 ADAS+CV 系統架構示意圖 .....	183
圖 4.3.21 ADAS+CV 感測資料融合與物體定位技術流程圖 .....	184
圖 4.3.22 無線資訊來源定位模組流程圖 .....	184
圖 4.4.1-1 ADAS 與 CV 系統整合架構圖 .....	186
圖 4.4.2-1 IMA 警示範圍示意圖 .....	189
圖 4.4.2-2 IMA 情境示意圖 .....	190
圖 4.4.2-3 十字路口行車警示示意圖 .....	190
圖 4.4.2-4 左方來車警示畫面 .....	191
圖 4.4.2-5 右方來車警示畫面 .....	191
圖 4.4.2-6 左方來車碰撞警示畫面 .....	192
圖 4.4.2-7 右方來車碰撞警示畫面 .....	192
圖 4.4.2-8 LTA 警示範圍示意圖 .....	193
圖 4.4.2-9 LTA 行車情境示意圖 .....	193
圖 4.4.2-10 LTA 警示畫面 .....	194
圖 4.4.2-11 LTA 碰撞警示畫面 .....	194
圖 4.4.2-12 EEBL 警示範圍示意圖 .....	195
圖 4.4.2-13 EEBL 行車情境示意圖 .....	195
圖 4.4.2-14 EEBL 警示畫面 .....	196
圖 4.4.2-15 EEBL 碰撞警示畫面 .....	196
圖 4.4.2-16 FCW 警示範圍示意圖 .....	197
圖 4.4.2-17 FCW 行車情境示意圖 .....	197
圖 4.4.2-18 FCW 警示畫面 .....	198
圖 4.4.2-19 V2X 路口安全警示輔助應用 .....	200
圖 4.4.2-20 情境四圖示 .....	201
圖 4.4.2-21 協同式定位技術 .....	201
圖 4.4.2-22 R2V 定位修正技術 .....	202
圖 4.4.2-23 碰撞分析模組 .....	202
圖 4.4.2-24 情境四運作流程圖 .....	203
圖 4.4.2-25 光華路-光華六路口 .....	203
圖 4.4.2-26 情境四執行流程 .....	204
圖 4.4.2-27 情境五圖示 .....	205

圖 4.4.2-28 V2V 協同式定位技術 .....	206
圖 4.4.2-29 情境五運作流程圖 .....	206
圖 4.4.2-30 光華路-光華四路口 .....	207
圖 4.4.2-31 情境五執行流程圖 .....	208
圖 4.4.2-32 情境六圖示 .....	209
圖 4.4.2-33 情境六運作流程圖 .....	209
圖 4.4.2-34 中正路-中學路口 .....	210
圖 4.4.2-35 情境六執行流程圖 .....	210
圖 4.4.2-36 情境七圖示 .....	211
圖 4.4.2-37 情境七運作流程圖 .....	211
圖 4.4.2-38 情境七執行流程圖 .....	212
圖 4.5.1 光華路-光華四路口 .....	214
圖 4.5.2 測試示意圖(LTA-T1) .....	214
圖 4.5.3 測試示意圖(LTA-T2) .....	215
圖 4.5.4 測試示意圖(LTA-T3) .....	215
圖 4.5.5 測試示意圖(IMA-T1) .....	216
圖 4.5.6 測試示意圖(IMA-T2) .....	216
圖 4.5.7 測試示意圖(IMA-T3) .....	217
圖 4.5.8 測試示意圖(EEBL-T1) .....	217
圖 4.5.9 測試示意圖(EEBL-T2) .....	218
圖 4.5.10 中正路-中學路口 .....	219
圖 4.5.11 中正路-中學路口 .....	220
圖 4.5.12 測試示意圖(ADAS 車防撞範圍測試).....	221
圖 4.5.13 光華路-光華六路口 .....	221
圖 4.5.14 測試示意圖(無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試).....	222
圖 4.5.15 光華路-光華六路口 .....	222
圖 4.5.16 測試示意圖(有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試).....	223
圖 4.5.17 光華路-光華四路口 .....	223
圖 4.5.18 測試示意圖(有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試).....	225
圖 4.5.19 光華路-光華四路口 .....	225
圖 4.5.20 測試示意圖(無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試).....	226
圖 4.5.21 光華路-光華六路口 .....	226
圖 4.5.22 測試示意圖(無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試).....	227
圖 4.5.23 光華路-光華六路口 .....	227

圖 4.5.24 測試示意圖 (有交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試) .....	229
圖 4.5.25 中正路-中學路口 .....	229
圖 4.5.26 測試示意圖(無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試).....	230
圖 4.5.27 光華路-光華六路口 .....	230
圖 4.5.28 測試示意圖(一台 CV 車遇到事故繞行時間 (順時針)).....	231
圖 4.5.29 實際測試圖(一台 CV 車遇到事故繞行時間 (順時針)).....	232
圖 4.5.30 測試示意圖(一台 CV 車正常繞行時間 (逆時針)).....	232
圖 4.5.31 實際測試圖(一台 CV 車正常繞行時間 (逆時針)).....	233
圖 4.5.32 中正路-中學路口 .....	234
圖 4.5.33 光華路-光華四路口 .....	234
圖 4.5.34 光華路-光華四路口 .....	235
圖 4.5.35 光華路-光華六路口 .....	236
圖 4.6.1 各情境測試地點 .....	237
圖 4.6.2 IMA 路口防撞安全應用之驗測示意圖.....	239
圖 4.6.3 CV 驗測分析 log 產生流程.....	240
圖 4.7.1 透過 RSE 資料蒐集進行道路的定位誤差機率分布示意圖 .....	241
圖 4.7.2 SAE J2945 標準 .....	241
圖 4.7.3 定位系統架構圖 .....	242
圖 4.7.4 全球導航衛星系統定位資訊轉傳至 CAN BUS .....	242
圖 4.7.5 慣性測量單元定位資訊轉傳至 CAN BUS .....	243
圖 4.7.6 全球導航衛星系統 CAN 訊號傳輸格式及解碼方式.....	243
圖 4.7.7 慣性測量單元 CAN 訊號傳輸格式及解碼方式.....	244
圖 4.7.8 定位系統在 ARTC 場區內繞行結果.....	244
圖 4.7.9 DGPS 與 RTK-GPS 距離誤差比較(左)定位系統與 RTK-GPS 距離誤差比較 (右).....	244
圖 4.7.10 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(1).....	245
圖 4.7.11 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(2).....	246
圖 4.7.12 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(3).....	247
圖 4.7.13 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(4).....	248
圖 4.7.14 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(5).....	248
圖 4.7.15 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(6).....	249
圖 4.7.16 測試 2 於中學路直線路段定位資訊分析 .....	251
圖 4.7.17 測試 6 於中學路直線路段定位資訊分析 .....	251
圖 4.7.18 測試 1 於中學路轉中正路段定位資訊分析 .....	252

圖 4.7.19 測試 2 於中學路轉中正路段定位資訊分析 .....	252
圖 4.7.20 測試 3 於中學路轉中正路段定位資訊分析 .....	252
圖 4.7.21 測試 4 於中學路轉中正路段定位資訊分析 .....	253
圖 4.7.22 測試 5 於中學路轉中正路段定位資訊分析 .....	253
圖 4.7.23 測試 6 於中學路轉中正路段定位資訊分析 .....	253
圖 4.7.24 中興新村場域車輛行駛航向角變化 .....	254
圖 4.7.25 光華路四路、光華路路口空拍圖 .....	254
圖 4.7.26 中華路、光華路路口空拍圖 .....	255
圖 4.7.27 中華路、光華路路口空拍圖 .....	255
圖 4.7.28 中正路、光華四路路口空拍圖 .....	255
圖 4.7.29 自架基站差分定位校正系統 .....	256
圖 4.7.30 場域順時針繞行軌跡 .....	256
圖 4.7.31 場域順時針繞行 OBU 定位誤差距離分析 .....	257
圖 4.7.32 場域逆時針繞行軌跡 .....	257
圖 4.7.33 場域逆時針繞行 OBU 定位誤差距離分析 .....	257
圖 4.7.34 路口雷達偵測車輛座標測試情境規劃 .....	258
圖 4.7.35 Test1 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	259
圖 4.7.36 Test 1 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	259
圖 4.7.37 Test1 雷達/DGPS 差異分布 .....	259
圖 4.7.38 Test2 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	260
圖 4.7.39 Test2 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	260
圖 4.7.40 Test2 雷達/DGPS 差異分布 .....	260
圖 4.7.41 Test3 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	261
圖 4.7.42 Test3 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	261
圖 4.7.43 Test3 雷達/DGPS 差異分布 .....	261
圖 4.7.44 Test4 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	262
圖 4.7.45 Test4 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	262
圖 4.7.46 Test4 雷達/DGPS 差異分布 .....	262
圖 4.7.47 Test5 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	263
圖 4.7.48 Test5 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	263
圖 4.7.49 Test5 雷達/DGPS 差異分布 .....	263
圖 4.7.50 Test6 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	264
圖 4.7.51 Test6 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	264
圖 4.7.52 Test6 雷達/DGPS 差異分布 .....	264

圖 4.7.53 Test7 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	265
圖 4.7.54 Test7 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	265
圖 4.7.55 Test7 雷達/DGPS 差異分布 .....	265
圖 4.7.56 Test8 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	266
圖 4.7.57 Test8 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	266
圖 4.7.58 Test8 雷達/DGPS 差異分布 .....	266
圖 4.7.59 Test9 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	267
圖 4.7.60 Test9 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	267
圖 4.7.61 Test9 雷達/DGPS 差異分布 .....	267
圖 4.7.62 Test10 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	268
圖 4.7.63 Test10 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	268
圖 4.7.64 Test10 雷達/DGPS 差異分布 .....	268
圖 4.7.65 Test11 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	269
圖 4.7.66 Test11 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	269
圖 4.7.67 Test11 雷達/DGPS 差異分布 .....	269
圖 4.7.68 Test12 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合 .....	270
圖 4.7.69 Test12 雷達/GNSS 軌跡距離 .....	270
圖 4.7.70 Test12 雷達/DGPS 差異分布 .....	270
圖 4.8.1 中正路(RSU04-RSU01-東西向).....	271
圖 4.8.2 中學路(RSU01-RSU02-南北向).....	271
圖 4.8.3 光華路(RSU02-RSU03-東西向).....	272
圖 4.8.4 光華四路(RSU03-RSU04-南北向).....	272
圖 4.8.5 RSU01 中正-中學路口(封包遺失率).....	272
圖 4.8.6 RSU02 中學-光華路口(封包遺失率).....	273
圖 4.8.7 RSU03 光華-光華四路口(封包遺失率).....	273
圖 4.8.8 RSU04 光華四路-中正路口(封包遺失率).....	274
圖 4.8.9 V2V-IMA 情境數據分析.....	275
圖 4.8.10 V2V-LTA 情境數據分析.....	276
圖 4.8.11 V2V-EEBL 情境數據分析 .....	277
圖 4.8.12 IMA 情境預測碰撞誤差=0.75m .....	277
圖 4.8.13 LTA 情境預測碰撞誤差=0.52m .....	278
圖 4.8.14 IMA 情境 IMU 輔助與純 GNSS 之比較.....	278
圖 4.8.15 LTA 情境 IMU 輔助與純 GNSS 之比較.....	278
圖 4.8.16 EEBL 情境 IMU 輔助與純 GNSS 之比較 .....	279

圖 4.8.17 R2V-IMA 情境數據分析.....	279
圖 4.8.18 CMS-IMA 情境數據分析.....	280
圖 4.8.19 CMS 資訊看板路口行車安全警示.....	281
圖 4.8.20 CV 協助 ADAS 情境.....	281
圖 4.8.21 ADAS 前方雷達協助 CV 情境示意圖.....	282
圖 4.8.22 ADAS 前方雷達協助 CV 情境數據分析.....	282
圖 4.8.23 ADAS 側方雷達協助 CV 情境示意圖.....	283
圖 4.8.24 ADAS 側方雷達協助 CV 情境數據分析.....	283
圖 4.8.25 CV 技術協助車輛進行前方事故(或塞車)警示情境.....	284
圖 4.8.26 前方事故(塞車)繞路顯示畫面(左：導航路線，右：新路徑).....	284
圖 4.8.27 闖紅燈警示情境數據分析.....	285
圖 4.8.28 故障車警示情境數據分析.....	286
圖 4.8.29 故障車輛警示情境.....	286
圖 4.8.30 V2P 安全應用警示情境數據分析.....	287
圖 4.8.31 V2M 安全應用警示情境數據分析.....	288
圖 4.8.32 故障車警示情境數據分析.....	288
圖 4.8.33 故障車輛警示情境.....	289
圖 4.8.34 測試設備.....	289
圖 4.8.35 24Ghz radar 之安裝位置.....	290
圖 4.8.36 BSD 系統執行流程.....	290
圖 4.8.37 後台監控端(作動燈亮起).....	291
圖 4.8.38 右後視鏡之視角.....	291
圖 4.8.39 測試車與對手車的相對位置.....	291
圖 4.8.40 BSD function 未開啟之 Console 畫面.....	292
圖 4.8.41 BSD function 開啟之 Console 畫面.....	292
圖 4.8.42 BSD 系統進行右後方盲點來車測試.....	293

## 表目錄

表 2.1.1 全球主要車廠提供之 Telematics 應用服務應用列表.....	5
表 2.1.2 VSC 計畫分析結果.....	8
表 2.1.3 歐盟 ITS 交通安全 V2V 與 V2I 相關應用 .....	11
表 2.1.4 歐盟 ITS 交通效率 V2V 與 V2I 相關應用 .....	12
表 2.1.5 歐盟 ITS 增值服務 V2V 與 V2I 相關應用 .....	12
表 2.1.6 CVIS 計畫參與應用及功能 .....	13
表 2.1.7 Drive C2X 實測項目表.....	16
表 2.1.8 密西根計畫預計擴大實測功能表 .....	19
表 2.1.9 New York City 車路整合應用表.....	21
表 2.1.10 Tampa 使用案例與問題需求 .....	22
表 2.1.11 I-80 公路使用者需求.....	24
表 2.1.12 ICF/Wyoming 使用情境與使用案例 .....	25
表 2.2.1 SAE international 針對自動駕駛系統之分級定義.....	44
表 2.2.2 適路性巡航系統(ACC)價格調查與預測結果.....	51
表 2.2.3 自動緊急煞車系統(AEB)價格估算結果.....	53
表 2.2.4 國際 LFS、LCS 系統開發現況 .....	56
表 2.2.5 美國密西根大學 DAS1 封包格式 .....	76
表 2.2.6 中興新村與 Micty 場域比較表 .....	77
表 2.4.1 ADAS 專利數量比較.....	84
表 2.4.2 VBSF of ADAS 核心專利年代分布 .....	85
表 2.4.3 VBSF of ADAS 核心專利應用布局分析 .....	86
表 2.5.1 ADAS 系統國際相關法規動態.....	88
表 2.5.2 我國 ADAS 系統相關法規.....	88
表 3.3.2-1 無線網路傳輸效能比較 .....	96
表 3.3.3-1 RSU 回傳到後台 Server 的格式列表.....	103
表 3.3.4-1 實驗場域之車聯網路側設備清單 .....	105
表 3.3.4-2 RSU 回傳離型平台雷達訊息 .....	110
表 3.3.4-3 回傳離型平台號誌訊息 .....	111
表 3.3.4-4 RSU 回傳離型平台 CMS 訊息.....	112
表 3.3.4-5 RSU 回傳離型平台 R2R 警示訊息.....	113
表 3.3.4-6 OBU 回傳離型平台 V2V 警示訊息.....	116
表 3.4.1-1 Camera 規格.....	124
表 3.4.1-2 前方 Radar 規格與通訊介面.....	125

表 3.4.1-3 側後方 Radar 規格.....	126
表 3.5.1-1 中心硬體設備規格型號表 .....	133
表 3.5.2.1-1 交控設備通訊接收模組資料表清單 .....	135
表 3.5.2.1-2 車輛資料通訊接收模組資料表清單 .....	136
表 3.5.2.2-1 外單位資料交換項目表 .....	139
表 4.2.1 A1 類道路交通事故肇事者與原因分析.....	162
表 4.2.2 車禍發生地點 .....	164
表 4.2.3 美國車禍事故時的車輛行為 .....	165
表 4.3.1 雷達介紹與特性 .....	171
表 4.4.1-1 ADAS+CV 整合介面資訊說明 .....	186
表 4.4.2-1 FCW 測試情境規劃 .....	198
表 4.4.2-2 R2V 測試情境規劃.....	199
表 4.4.2-3 CMS 測試情境規劃.....	200
表 4.4.2-4 情境四不同車速測試規劃 .....	204
表 4.4.2-5 情境五不同車速測試規劃 .....	207
表 4.5.1 本計畫測試項目及目的說明列表 .....	212
表 4.5.2 ADAS 車防撞範圍測試總表.....	220
表 4.5.3 CV 車前方防撞範圍測試總表 .....	224
表 4.5.4 CV 車後方防撞範圍測試總表 .....	228
表 4.5.5 CV 車繞行旅行時間測試總表 .....	231
表 4.6.1 情境一至情境六支系統功效分析表 .....	238
表 4.6.2 IMA 路口防撞安全應用之效能需求.....	239
表 4.7.1 場域繞行整圈測試實驗分析數據 .....	250
表 4.7.2 中學路直線路段測試(無樹蔭遮蔽)數據.....	250
表 4.7.3 中學路轉中正路轉彎路段測試(無樹蔭遮蔽)數據.....	252
表 4.7.4 路口雷達偵測車輛座標測試時間記錄表 .....	258
表 4.7.5 路口雷達偵測車輛座標測試時間記錄表 .....	258
表 4.8.1 轎車基本規格 .....	290
表 4.8.2 BSD 測試結果統計表.....	293

# 第一章 緒論

## 1.1 計畫背景

行政院於 104 年 1 月 14 日第 3483 次院會指示有關「中興新村·下一代新村」案，運用中興新村空間環境優勢，提供作為測試創新技術產品與服務的指定實驗場域，期許中興新村結合文化與科技，轉型成為全球最受矚目的下一代科學園區，再現中興新村風華。近年來，國際在 ITS 發展已朝向搭配專用短距通訊(Dedicated Short Range Communication, DSRC)車聯網(Connected Vehicle, CV)發展，以及積極發展以先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)為基礎的自動駕駛車輛(Automated Vehicle, AV)，甚至進一步探討結合車聯網與自動駕駛車輛的自動駕駛聯網車(Connected Automated Vehicle, CAV)發展。

本研究將呼應國際 ITS 發展趨勢，結合我國在 CV、ADAS、車路整合應用研發經驗與成果，在中興新村進行我國構建智慧運輸的車輛先進駕駛輔助系統與車聯網整合研發實驗場域，以利後續進行車輛先進駕駛輔助系統與車聯網在安全駕駛以及提高自動化駕駛程度之整合研發實驗。

## 1.2 研究內容

本研究將利用中興新村構建智慧運輸車聯網實驗場域，應用 ADAS 與 CV 研發成果，提高中興新村智慧車輛的行車安全與運輸效率，同時進行 ADAS 與 CV 系統整合關鍵技術研發與交通管理中心整合應用、多元交通數據分析與創意增值應用等，相關實驗數據亦將為我國後續發展自動駕駛車輛，以及結合車聯網與自動駕駛車輛的自動駕駛聯網車產業應用奠基，其計畫架構、執行流程及研究範圍簡述如圖 1.2.1。

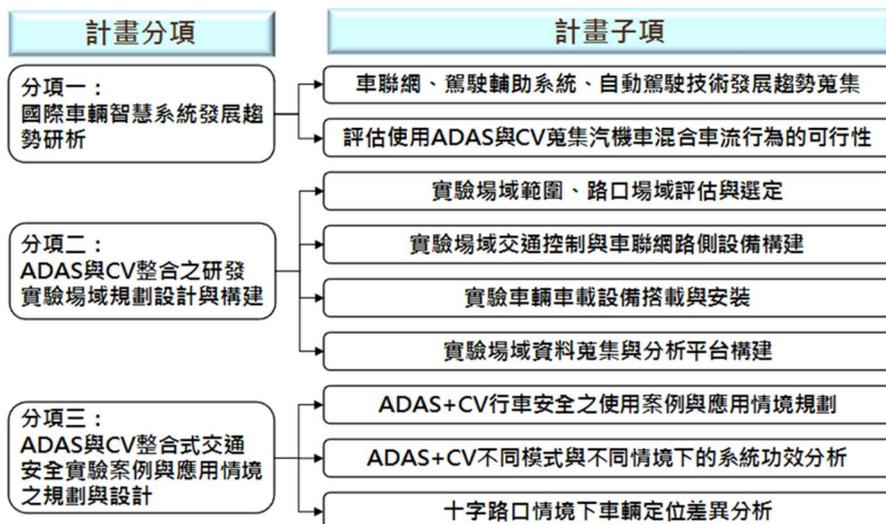
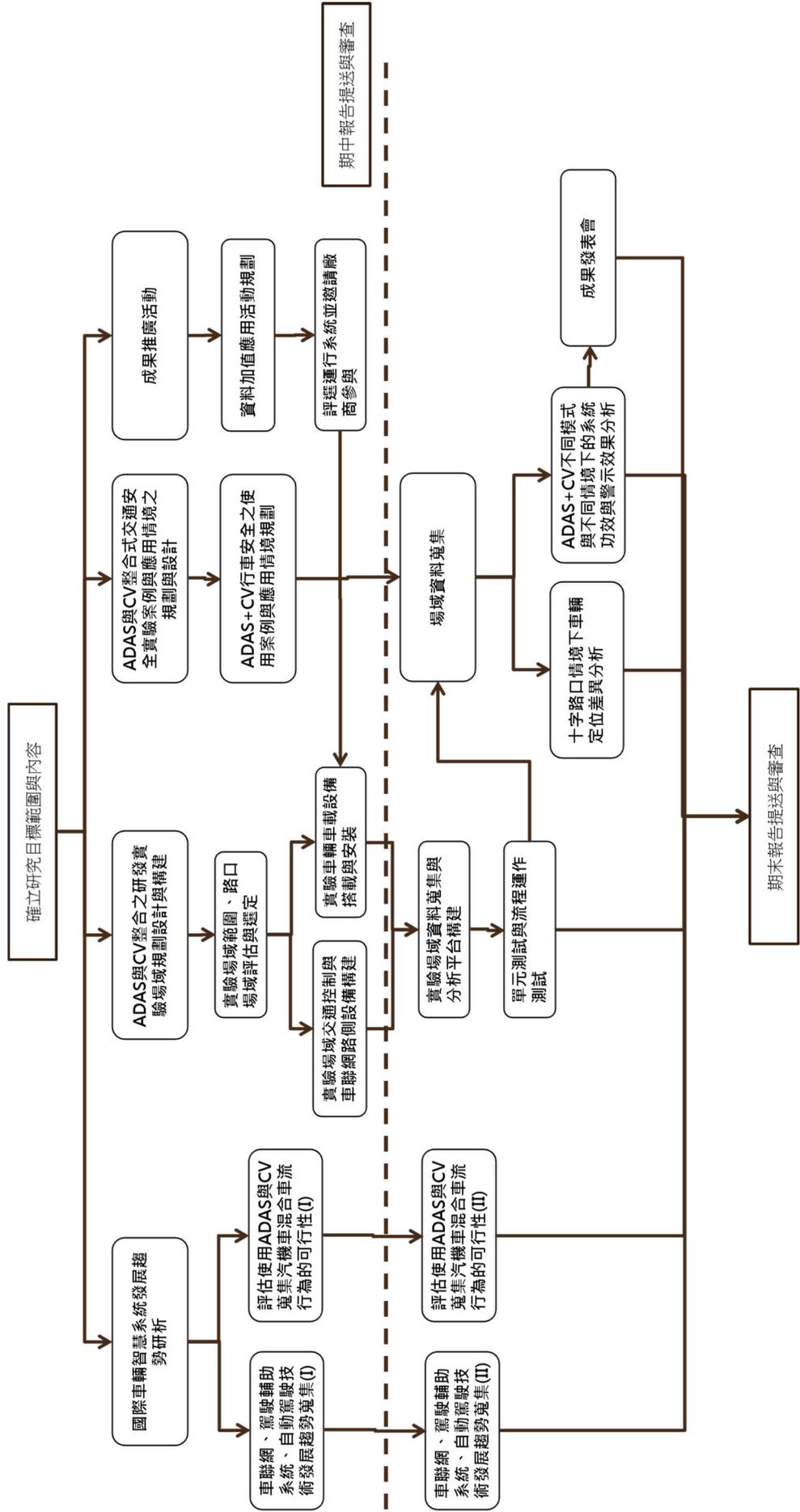


圖 1.2.1 計畫架構

1. ADAS 和 CV 整合應用國際發展趨勢調查：蒐集國際 ADAS 與 CV 研究發展在專利與主要技術發展趨勢，內容可分為系統面、通訊面及應用面等。
2. ADAS+CV 實驗場域與實驗車輛規劃構建：以中興新村為實驗場域，選定 4 個路口(參考圖 3.2.2，包含(1)中正路-光華四路口、(2)光華四路-光華路口、(3)中正路-中學路口、(4)光華路-中學路口)進行車聯網與交管系統建置，並安裝 CV 系統到 6 部實驗車輛，其中 2 部加裝 ADAS，包含攝影機(Camera)、雷達(Radar)、全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)、慣性測量單元(Inertial Measurement Unit, IMU)等感測器，以及行車紀錄器(Digital Video Recorder, DVR)、車道偏移警示(Lane Departure, LDW)、前方防撞系統(Forward Collision System, FCW)、盲點偵測(Blind Spot Detection, BSD)與車輛定位等系統。
3. 實驗案例、應用情境規劃與運行資料蒐集、分析：以十字路口為標的規劃汽機車混合車流實驗案例與應用情境，建立實驗運行資料蒐集平台，並透過數據分析評估不同模式不同情境下，車輛定位系統的定位差異分析，及行車安全系統作動的正確率。



資料來源：本計畫整理

圖 1.2.2 計畫執行流程圖



## 第二章 國際車輛智慧系統發展趨勢分析

### 2.1 車聯網技術發展趨勢蒐集

「安全」與「效率」一向為各國推動智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)之重要目標，近年來我國 ITS 發展在政府大力投入下，已在高速公路與都會區之交通管理以及公共運輸上有者長足進步，透過智慧型行動裝置的多元下的交通資訊服務，提供更貼近民眾「行」的交通資訊需求。交通部在我國智慧運輸發展已將「發展車路整合應用服務」列入 106 年至 109 年推動重點之一，期望透過我國車路整合在「交通安全」、「交通管理」、「交通資訊服務」、「節能減碳面」等創新應用模式研發及實驗場域之構建與實測，結合車輛智慧化及道路智慧化，創造更大的數位商機範疇，帶動車輛工業下一階段的發展，提升道路交通的運作效率及安全性，期達到「創新智慧運輸車路整合、邁向安全低碳快捷交通時代」的願景。

近年來，全球主要汽車市場歐洲、北美與日本，政府無不積極投入 ITS，包括歐洲 EasyWay、美國 IntelliDriveSM 與日本 Smartway。鑑於各國交通環境、地理特性、文化之差異，策略遂有因地制宜考量，但規劃思維一致，希冀透過資訊科技、自動化技術，來改善車輛、道路、基礎設施等外在條件，藉以塑造出一個高效率運作系統，來滿足各種用路人需要。國際在 ITS 發展已朝向搭配 DSRC 車聯網發展，以及積極發展以 ADAS 為基礎的自動駕駛車輛，甚至進一步探討結合車聯網與自動駕駛車輛的自動駕駛聯網車發展。

表 2.1.1 全球主要車廠提供之 Telematics 應用服務應用列表

服務名稱	經營業者	車廠客戶
Toyota G-Book ALPHA	Toyota	Toyota
Nissan CARWINGS	Nissan	Nissan
Honda Internavi Premium	Honda	Honda
Chrysler Navi	Hughes telematics	Chrysler
GM OnStar	GM	GM
Ford Sync	Ford	Ford
BMW/ Rolls-Royce Assist	ATX	BMW, Rolls-Royce
Volvo On Call	Volvo	Volvo, BMW
Mercedes Tele Aid	Mercedes	Mercedes, Maybach
Fiat Blue & Me Nav.	Fiat	Fiat

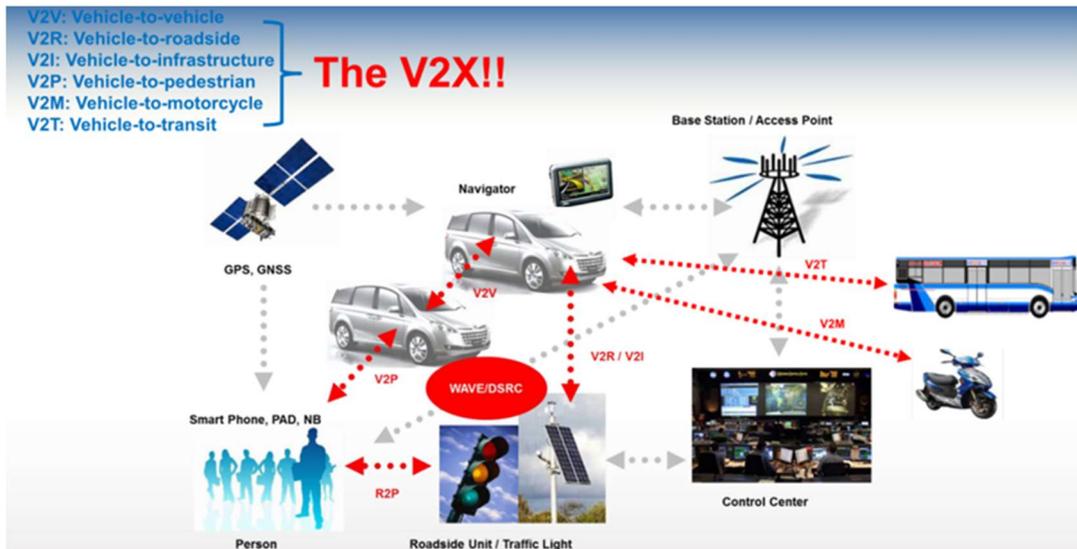
服務名稱	經營業者	車廠客戶
Peugeot RT3/RT4	Peugeot	Peugeot
Audi connect	Audi	Audi
Lexus Enform	Lexus	Lexus

資料來源：MIC (2014)

各國政府除推動 ITS 及其衍生之車載資通訊(Telematics)需求外，各大車廠與獨立服務業者亦陸續投入相關服務應用開發，提供以安全、導航、節能等方向的 Telematics 服務。在各車廠中，目前以 GM、Toyota 與 BMW 投入最多，三家車廠至今分別投入超過 20 億美元、15 億美元以及 10 億美元於相關領域之發展。隨著資通訊技術演進及 ITS 基礎建設佈建等外部驅動力帶動，加上各國政府、各大車廠積極推動下，如何於多元連網型態中，整合多方資訊及支援新型應用服務，同時兼顧駕駛安全，將成為未來聯網智慧車輛之重要挑戰。近年來車聯網在 ITS 發展伴演重要角色，V2X 通訊技術(Vehicle-to-everything Communication)，如圖 2.1.1 示意，大約包含六個層面：

1. 汽車對汽車(Vehicle-to-Vehicle, V2V)
2. 汽車對路側設備(Vehicle-to-Roadside, V2R)
3. 汽車對基礎設施(Vehicle-to-Infrastructure, V2I)
4. 汽車對行人(Vehicle-to-Pedestrian, V2P)
5. 汽車對機車(Vehicle-to-Motor, V2M)
6. 汽車對公車 V2T

透過快速發展的網路技術提供 V2V、車對路 V2R、車對人 V2P 等連結能力，提供即時安全、便捷、舒適性服務。另一方面，智慧交通進一步融合車聯網技術、感測技術、巨量資料、智慧聯網等科技發展，提供車輛、用路人與交通管理者智慧化的整合服務，結合創新營運模式可帶動交通產業發展與轉型，提高民眾之行的智慧化。以下就近期國際在車聯網之發展趨勢以及我國對於智慧交通長遠之規劃進行說明。



資料來源：工研院資通所 (2016)

圖 2.1.1 V2X 關鍵技術示意圖

美國於 1980 年代即組成智慧運輸協會(ITS America)，成員含括政府機構、通訊業者、汽車業者及研究單位，提出各項交通改善措施與 ITS 研究，以 U.C. Berkeley 負責執行之 California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH)研究計畫為開端，產業面也由多家車廠組成 Crash Avoidance Metrics Partnership (CAMP)組織並持續運作至今。

1990 年代美國運輸部及標準局共同合作研究 ITS 技術，研發智慧型車輛，由其主導的汽車安全通訊聯盟(Vehicle Safety Communication Consortium, VSCC)則著重在汽車安全系統進行開發與測試。2002 年美國運輸部(United States Department of Transportation, USDOT)主導發展智慧型車輛計畫(Intelligent Vehicle Initiative, IVI)，並於計畫執行中成立 VSCC，成員包括北美 BMW、DaimlerChrysler、GM、VolksWagen、北美 Nissan 技術中心與北美 TOYOTA 技術中心，共同評估通訊機制(車用環境無線存取(Wireless Access in Vehicular Environments, WAVE)/DSRC 為其中重點)對行車安全之助益。計畫中利用光達(Lidar)、雷達、迴路探測器與全球導航衛星系統 等感測系統，在道路設施上，以 IEEE802.11P 通訊直接與道路上車輛溝通，並結合警示演算法，評估目前路口左轉車輛與相鄰車輛動線估計是否進行警示，於 VSCC 合作架構下完成車輛安全通訊測試，建立 DSRC 智慧型車輛安全辨識應用技術及服務，確認 DSRC 通訊技術可應用於車輛安全領域。

Vehicle Safety Communications (VSC)計畫由 USDOT 與 VSCC 聯盟共同執行，由 2002 年 5 月執行至 2004 年 12 月，特別針對「哪些行車安全應用可藉由車輛與外界的通訊來達成或加強」議題進行研究，以「傳輸模式」、「更

新速率」、「允許延遲」、「傳送/接收資料」、「最大通訊範圍」等項目為指標，進行 DSRC 通訊需求分析，得到多項日後相關研究之發展基礎(表 2.2.1)。

表 2.1.2 VSC 計畫分析結果

內容
● 不考慮資料安全機制額外負擔，傳遞訊息封包大小約在200~500 bytes 左右
● 最大通訊範圍於50~300 公尺間
● 應用多採單向 (One-way) 及單對多 (Point-to-Multipoint) 的廣播 (Broadcast) 機制 (Pre-Crash Sensing 除外)
● 應用多採用週期性 (Periodic) 資料傳輸模式 (Emergency Electronic Brake Lights 及Pre-Crash Sensing 除外)
● 多數應用允許約100 msec 延遲時間 (Pre-Crash Sensing 除外)
● 行車安全應用通訊資料安全性有三點需確保： (1)接收資料未經篡改的 (Unaltered) (2)資料來自可信任來源 (Trusted source) (3)為確保資料隱密性，各組成元素間通訊應匿名 (Anonymous)

資料來源：工研院 IEK (2015)；VSC (2004)

緊急電子煞車警示計畫(Emergency Electronic Brake Lights, EEBL)，執行期間 2005.6~2006.3 基於 VSC 計畫研究結果，由 BMW、DaimlerChrysler、Ford、GM、Nissan 以及 Toyota，決定自行發展並評估一個以通訊為基礎的行車安全應用。其中評估週期性(10Hz)、事件驅動性(如觸動煞車時所引發的訊息)以及兩者混合訊息等三種訊息，並成功地實作出「路徑預測」(path prediction)的應用，決定傳送訊息車輛(transmitting vehicle)與接收訊息車輛(receiving vehicle)。

2005 年美國聯邦公路總署、AASHTO、各州交通部、汽車工業聯盟、ITS America 所組成聯合機構，共同執行 Vehicle Infrastructure Integration (VII)計畫，奠定車輛與道路基礎設施整合之基礎。2009 年 USDOT 提出「五年研究計畫草案」，規劃了基於 V2V 的七大主軸安全系統建置方案(如資料來源：USDOT (2005)。交通部研究與技術創新署 (Research and Innovative Technology Administration, RITA)亦於 2009 年 2 月，提出新計畫 IntelliDriveSM，取代舊有 VII 計畫並整合各大研究計畫成果執行至今，最終希望達到汽車與交通設施、汽車與汽車間，汽車與行人手持裝置間皆能互相溝通之境界。

2012 年 8 月到 2014 年 2 月，美國密西根計畫(Michigan Plans)於 Ann Arbor 地區進行 2,800 輛車輛實測，車種含括小客車、卡車及大眾運輸工具之組合，

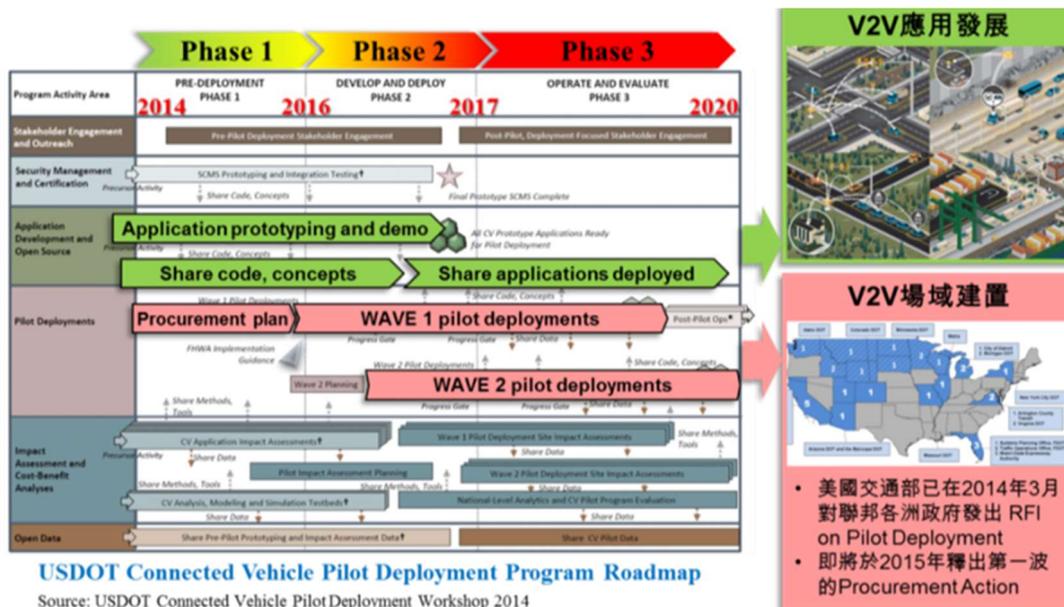
車上均裝載車內整合安全系統、新型安全設備、車輛感應裝置等先進駕駛輔助系統，設置 27 個路側單元，涵蓋道路 75 英里，並全數使用 DSRC 傳輸運具位置和安全間距之無線訊號。每位參與密西根計畫人員需接受 1 小時的訓練課程，參與時間至少需維持 1 年，至少參與 3 次會議，回收資料及檢查車載設備；測試方式除前述之一般道路外，亦有約 100 位駕駛者於受控環境中以無線網路連線車輛進行測試。

參與密西根計畫之技術設備，包括車輛感知裝置(Vehicle Awareness Device, VAD)、後裝安全裝置(Aftermarket Safety Device, ASD)及資料擷取系統(Data Acquisition System, DAS)，並與路測單元共同測試大眾運輸與緊急車輛優先號誌控制、道路保養維護判斷、行人交通密度判讀及交通號誌時制控制等 V2I 應用。

2014 年為國際 V2V 車間通訊發展元年，美國運輸部於 2014 年 2 月 3 日宣布朝向 V2V Mandate 立法，屆時將強制所有新出廠的小型車輛裝載 V2V 通訊設備，於 2014 年 8 月 18 日進一步釋出 Advance notice of proposed rulemaking (ANPRM)法規制定預告，更於 2016 年 12 月 13 日發布 NPRM (Notice of proposed rulemaking; 法規制定通知)，正式啟動 DSRC 立法程序，將強制小型車輛安裝 V2V 通訊設備與系統，並於強制實施前給與汽車產業 18 個月的準備時間。

歐洲 2015 年起將啟動一連串的 Cooperative ITS (C-ITS)建置計畫，逐步擴大範圍與應用類型、吸引參與者加入。2014 年 2 月 14 日，歐洲標準組織 ETSI 與 CEN 宣佈完成第一階段的 C-ITS 標準制定，支援 2015 年之建置需求。C-ITS 標準第二階段制定也於 2014 年 4 月啟動，將朝應用與系統化發展。由歐盟各國政府、研究機構、產業組成的 Amsterdam Group 於 2015 年起啟動一連串的聯合建置案，打造泛歐盟區 C-ITS 環境。2015 年起荷蘭、德國、奧地利政府將共同於跨國公路上進行 C-ITS 佈建。其它新興國家，如韓國、中國大陸、新加坡等皆積極發展相關應用技術，並進行國際結盟，且國外廠商主導國際車載相關標準規格。

美國宣佈 V2V Mandate 立法後已啟動新一期的發展藍圖(如圖 2.1.2)，美國運輸部規劃於 2017 年完成應用發展與場域建置，並在 2020 年完成全國性的試營運，發展重點將從基礎通訊設備驗證，提升到完整的應用開發與系統建置。我國如欲保持在 V2V 國際研發水平，須即早投入應用系統與場域能量之建立。



資料來源: [http://www.2cm.com.tw/technologyshow\\_content.asp?sn=1503180017](http://www.2cm.com.tw/technologyshow_content.asp?sn=1503180017) (2014)

圖 2.1.2 美國運輸部 Connected Vehicle Pilot Deployment 計畫發展藍圖

以下針對國際於 V2I 與 V2V 車聯網應用發展及相關計畫規劃進行介紹：

### 1. 歐洲

歐盟 ITS 於交通安全全面相關應用之共同目標，為降低道路交通事故總數和嚴重程度，V2V 應用情境包括協同減少眩光(Cooperative glare reduction)、路口碰撞警示(Intersection collision warning)、號誌/標誌違規警示(Signal/Sign violation warning)、駕駛路徑錯誤警示(Wrong way driving warning)、碰撞預測感應(Pre-crash sensing)、協同彈性車道變換(Cooperative flexible lane change)、協同前方碰撞警示(Cooperative forward collision warning)、危險路段通知(Hazardous location notification)、車輛故障警示(Car breakdown warning)、前方路段壅塞警示(Traffic jam ahead warning)、緩移車警示(Slow vehicle warning)、道路施工警示(Road works warning)、發布碰撞警示(Post crash warning)、轉彎速度警示(Curve speed warning)及弱勢用路人警示(Vulnerable road user warning)等。

表 2.1.3 歐盟 ITS 交通安全 V2V 與 V2I 相關應用

應用名稱	應用內涵
協同減少眩光 (Cooperative glare reduction)	當有車輛迎面而來，則啟動自動切換車輛大燈(由高光束切換至低光束)。
路口碰撞警示 (Intersection collision warning)	路口碰撞警示用於提醒駕駛者與其他車輛有潛在的碰撞機率。而左/右轉碰撞警示用於提醒駕駛者與直行車輛可能有潛在碰撞機率。
號誌/標誌違規警示 (Signal/Sign violation warning)	在駕駛者闖紅燈、忽視停止標誌、超速時，將警示駕駛者其駕駛行為已違反道路規定。
駕駛路徑錯誤警示 (Wrong way driving warning)	當車輛駕駛路徑錯誤時，警告車輛其行使的路徑可能影響駕駛安全。
碰撞預測感應 (Pre-crash sensing)	透過鄰近車輛之間交換車輛資訊，替可能發生或不可避免的碰撞進行警示。
協同彈性車道變換 (Cooperative flexible lane change)	替某些車輛(例如：大眾運輸車輛)準備可彈性調配的專用車道，使其得到永久或部分時段的專用路權。
協同前方碰撞警示 (Cooperative forward collision warning)	警告駕駛者可能發生後方追撞。
危險路段通知 (Hazardous location notification)	警告駕駛者對前方路段的氣候惡劣(例如：路面濕滑、大霧、豪雨)。
車輛故障警示 (Car breakdown warning)	當有故障車輛時，將由故障車輛本身或是已經過故障車輛的車子發出警示，提醒後方駕駛者小心行駛。
前方路段壅塞警示 (Traffic jam ahead warning)	當車輛駛近壅塞路段的末端時警示駕駛者。
緩移車警示 (Slow vehicle warning)	當前方車輛駕駛速度緩慢時，提醒駕駛小心避免追撞前方車輛。
道路施工警示 (Road works warning)	通知駕駛者鄰近路段正進行道路施工，因此路況不佳或通行受阻。
發布碰撞警示 (Post crash warning)	當有事故時，將由事故車輛本身或是已經過事故路段的車輛發出警示，提醒後方駕駛者小心行駛。
轉彎速度警示 (Curve speed warning)	根據接收到的彎道資訊計算車輛的安全駕駛速度，當車輛當前速度高於所計算的安全速度時，則會提醒駕駛者前方路段為彎道。
弱勢用路人警示 (Vulnerable road user warning)	提醒駕駛者前方有弱勢用路人(例如：機車)。

資料來源：我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試 (2015)

歐盟 ITS 交通效率應用共同目標，為提高交通效率、減少交通擁塞和降低車輛油耗。其中 V2I 及 V2V 相關應用包括：綠燈最佳速度建議(Green light optimal speed advisory)、交通資訊和建議行駛路線(Traffic information and recommended itinerary)、強化的路線導航(Enhanced route guidance)、號誌時制優化(Traffic light optimization)、限制進入警示(Limited access warning)、車內指示(In-vehicle signage)、協同車道彈性配置(Cooperative flexible lane allocation)、適應性動力傳動系統管理(Adaptive powertrain management)。

表 2.1.4 歐盟 ITS 交通效率 V2V 與 V2I 相關應用

應用名稱	應用內涵
綠燈最佳速度建議 (Green light optimal speed advisory)	給予駕駛者到達下一個綠燈最適速度，避免浪費油耗進行不必要的加速。
交通資訊和建議行駛路線 (Traffic information and recommended itinerary)	藉由車輛導航系統告知駕駛者鄰近的壅塞路段，並指引駕駛者至替代路線上。另外，本應用也可以指引駕駛者鄰近有空位的停車地點，避免不必要的繞行。
強化的路線導航 (Enhanced route guidance)	與提供交通訊息的公共交通監控機構合作，以提供駕駛者更好的路徑導引。
號誌時制優化 (Traffic light optimization)	根據車輛在號誌化路口的資訊提升號誌時制的效率，以降低車輛整體的等待時間。
限制進入警示 (Limited access warning)	針對部分車種控制的某一個區域或路段的進入限制。於某區域或路段的進入點路側設有 ITS 路側監測站，當車輛靠近進入點時，則會確認來車的車種。
車內指示 (In-vehicle signage)	提供駕駛者路段上的車速限制資訊，包括特殊變化或上下路段變化。
協同車道彈性配置 (Cooperative flexible lane allocation)	替某些車輛(例如：大眾運輸車輛)準備可彈性調配的專用車道，使其得到永久或部分時段的專用權。
適應性動力傳動系統管理 (Adaptive powertrain management)	基礎設施資訊通知，告知駕駛者前方道路結構(例如：坡度、曲線)和可能的動態道路交通訊息(例如：前方有等候車隊(queue)警示)，因此駕駛者可以利用上述資訊讓駕駛效率增加(適時剎車、加速)。

資料來源：我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試 (2015)

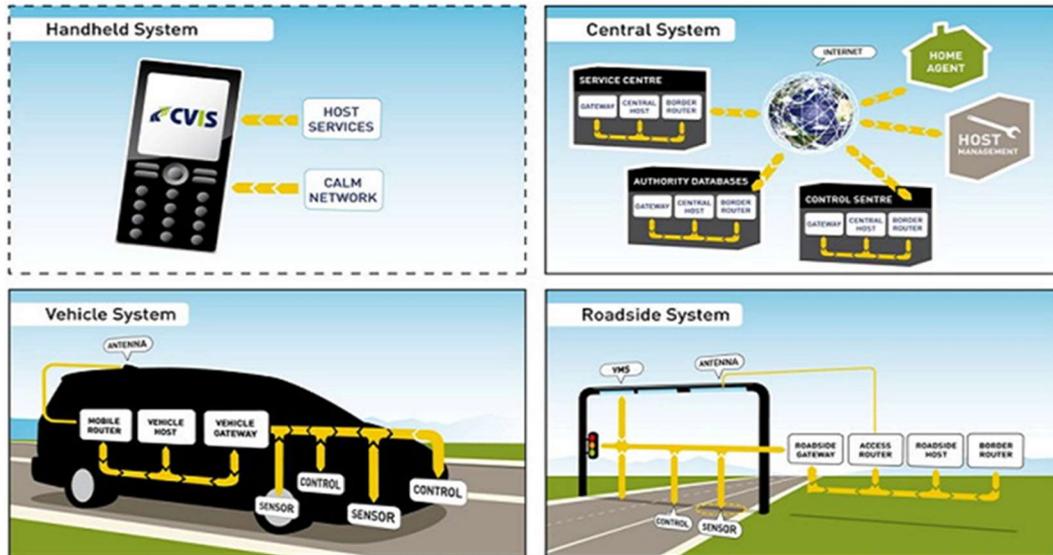
歐盟 ITS 加值服務目的為透過使用者利益支援系統引進，其中與 V2V 及 V2I 應用相關者有區域資訊通知(Point of interest notification)、自動導入控制/停車場管理(Automatic access control / parking management)、汽車租賃/共乘指派/回報(Car rental / sharing assignment/reporting)、電子收費(Electronic toll collect)。

表 2.1.5 歐盟 ITS 加值服務 V2V 與 V2I 相關應用

應用名稱	應用內涵
區域資訊通知 (Point of interest notification)	駕駛者接收當地特殊的在地化資訊。
自動導入控制/停車場管理	自動准予進入限制區域。
汽車租賃/共乘指派/回報 (Car rental / sharing assignment/reporting)	路側單元具有管理已被預訂的未指派車輛和已歸還車輛的權利。
電子收費 (Electronic toll collect)	車輛以通訊方式支付公路養路費，達到電子化及完全自動化。

資料來源：我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試 (2015)

2006~2010 年歐洲推動 CVIS (Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems)計畫進行車輛與路側設施溝通與導引設備的發展、設計及測試，計畫內容含括手持式裝置、中控系統、車載系統及路測設施等項目，如圖 2.1.3 所示。



資料來源：<http://www.transport-research.info/project/cooperative-vehicle-infrastructure-systems> (2012)

圖 2.1.3 CVIS 計畫內容

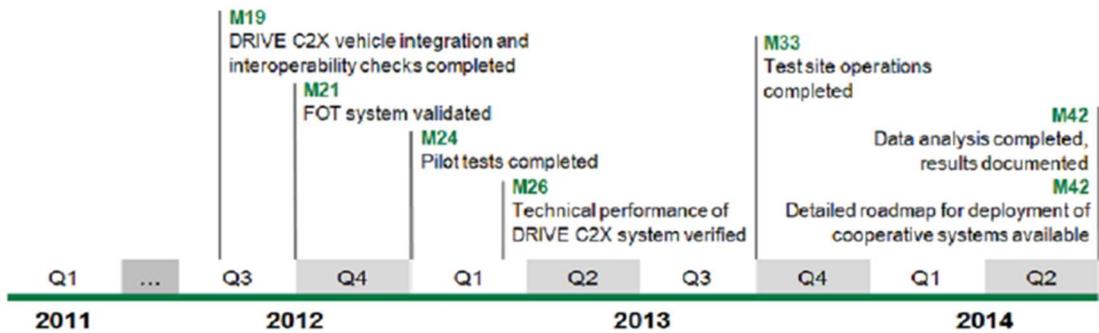
CVIS 計畫於通訊上採用 DSRC 5.9GH 頻段，應用技術項目包括 Cooperative Urban Applications、Cooperative Inter-urban Applications 及 Cooperative Freight and Fleet Applications，可提供車位預訂、綠燈時車速建議及緊急車輛靠近提醒等服務。

表 2.1.6 CVIS 計畫參與應用及功能

應用	功能說明
Cooperative Urban Applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 直接透過車隊中心通訊，達減少擁塞與碳排放之效</li> <li>● 緊急車輛路口優先通過權、道路行駛速度建議(免於路口停等紅燈)與公車道調撥</li> </ul>
Cooperative Inter - urban Applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 透過路況資訊、天候狀況、限速與wrong-way提醒改善駕駛者對於道路環境的警覺性</li> </ul>
Cooperative Freight and Fleet Applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 停車位搜尋與預定</li> <li>● 縮短交貨時間，降低油耗與碳排放量</li> <li>● 危險物品車輛監控服務</li> </ul>

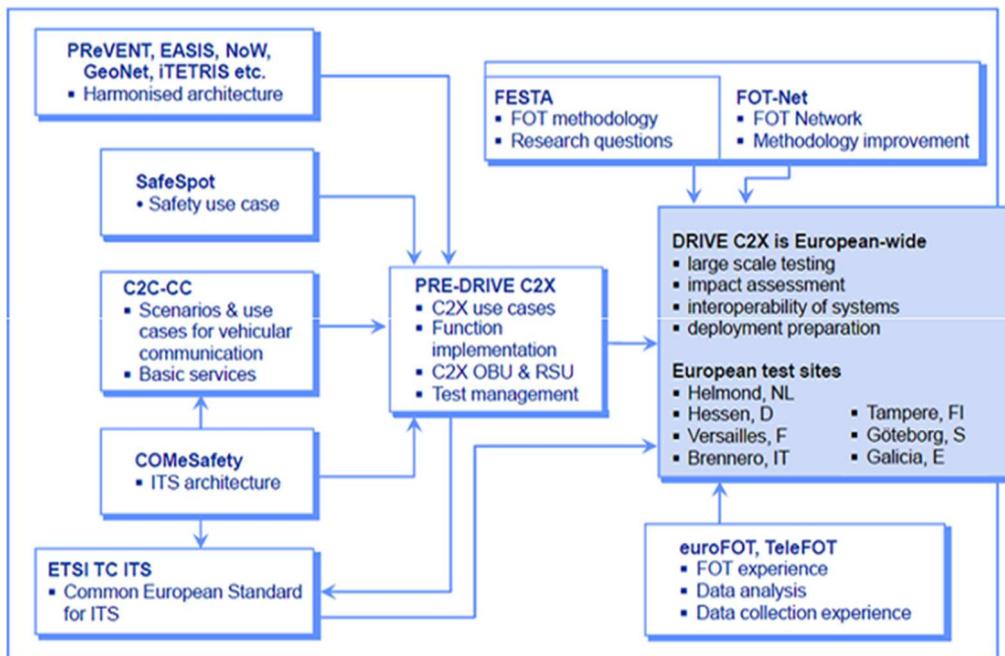
資料來源：我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試 (2015)

Drive C2X 為總預算 18.2 百萬歐元，執行期程自 2011 年 1 月~2014 年 6 月(如圖 2.1.4 與圖 2.1.5 所示)之大型場域示範計畫，投入單位包括汽車及摩托車製造商、電氣供應商及電信業、軟體研發單位、交通工程單位、大學與研究機構及公路管理單位，為整合前期多項研究計畫之成果進行場域實測之整合型計畫。



資料來源：<https://project.inria.fr/scoref/files/2012/05/DRIVE-C2X1.pdf> (2012)

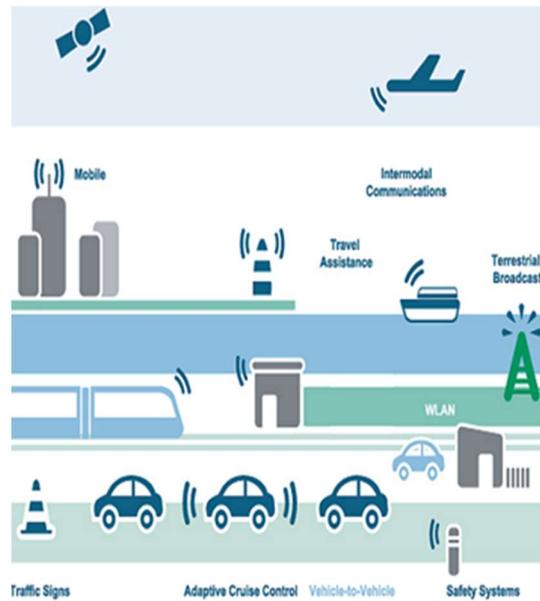
圖 2.1.4 Drive C2X 執行期程



資料來源：<https://project.inria.fr/scoref/files/2012/05/DRIVE-C2X1.pdf> (2012)

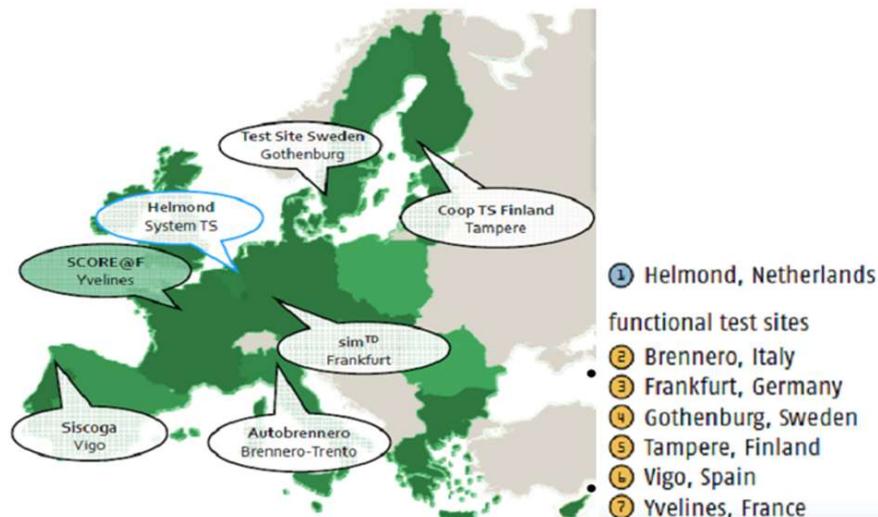
圖 2.1.5 Drive C2X 相關計畫

Drive C2X 聯網要素包括車輛、路側單元及控制中心等項，如圖 2.1.6 所示。車輛需搭載配備支持 IEEE 802.11p、UMTS 及 GeoNetworking 標準的設備；路側單元包含號誌燈與標誌牌均需整合網絡通訊功能，除可發送指示訊息至車輛，亦可作為中繼器轉發外來訊息，透過無線網路與控制中心連結；控制中心則負責接收或發送訊息提供車輛或路側單元。示範場域跨越德國、英國、法國、西班牙及義大利等國，如圖 2.1.7 所示。



資料來源：<http://www.drive-c2x.eu/technology> (2012)

圖 2.1.6 Drive C2X 聯網要素



資料來源：<https://project.inria.fr/scoref/files/2012/05/DRIVE-C2X1.pdf> (2012)

圖 2.1.7 Drive C2X 涵蓋國家

Drive C2X 應用項目為區域危險警示、駕駛輔助、交通流量改善、交通管理及區域資訊服務等應用(如表 2.1.7)，總計 758 位駕駛者與 262 輛車參與示範場域測試、實測里程數超過 180 萬公里、合計數據處理量超過 400GB 及 367,500 個事件。

表 2.1.7 Drive C2X 實測項目表

圖示	項目	內容
	<p>救護車警示 (Approaching Emergency Vehicle Warning, AEWV)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 透過警燈、警笛辨認醫護車，傳送訊息至鄰近車輛以便於讓車</li> <li>● 使救護車快速地到達救援目的地，並大幅降低救護車事故率</li> </ul>
	<p>前方壅塞預警 (Traffic Jam Ahead Warning, TJAW)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 駕駛者於靠近擁堵路段時收到預警提醒，避免產生嚴重的壅塞</li> <li>● 上坡路段或彎道等難以看清前方路段可降低危險</li> </ul>
	<p>車內顯示提醒(In- Vehicle Signage, IVS)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 透過 C2I 通訊獲取當前的交通顯示訊息，並將圖示顯示於擋風玻璃處</li> <li>● 測試顯示圖形有速限、當心兒童與讓車圖形。</li> </ul>
	<p>道路施工警示 (Road Works Warning, RWW)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 於維護保養路段前將預警傳送給駕駛者</li> <li>● 提供限速提示和車道關閉訊息</li> <li>● 降低施工路段的事故發生率。</li> </ul>
	<p>障礙警告 (Obstacle Warning, OW)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 因應前方障礙(如前方貨車之貨品掉落)，使駕駛者可提前反應。</li> </ul>
	<p>拋錨車輛警告(Car Breakdown Warning, CBW)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 由拋錨車輛主動提醒鄰近車輛</li> <li>● 對於彎道或霧天等低能見度條件尤其重要</li> </ul>
	<p>天氣預警(Weather Warning, WW)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 於接近危險區域時自動觸發，可提供駕駛者當前天氣訊息及警告，如側風、大霧、大雨、積雪或冰面</li> </ul>

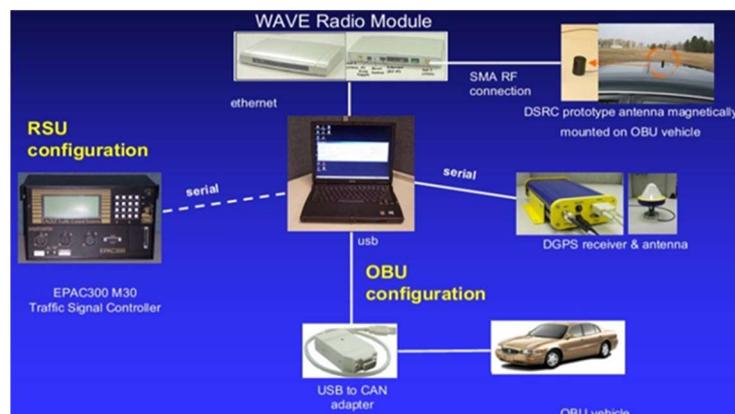
圖示	項目	內容
	綠燈車速建議 (Green Light Optimal Speed Advisory, GLOSA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 為駕駛者提供車速建議，可讓車輛無須於號誌路口停等紅燈</li> <li>● 若無法於遵守限速前提下趕上綠燈，則不提供車速建議</li> <li>● 當號燈顯示為紅色時，紅燈剩餘時間顯示於車輛屏幕上</li> </ul>

資料來源：我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試 (2015)

約有 90% 的受測者表示若車內有 Drive C2X 系統配備有使用意願，若需額外裝配願購比例約 42%，其中以救護車警示及前方壅塞預警願購及願用比例最高。IVS(車內顯示提醒)限速提醒可減少 23% 死亡率與 13% 受傷率，WW(天氣預警) 可達成小於 6% 死亡率與小於 5% 受傷率；IVS 之限速提醒與 GLOSA(綠燈車速建議)最能達到環保與效率目標。

## 2. 美國

2002 年美國運輸部 (USDOT) 主導發展 IVI 計畫，並於計畫執行中成立 VSCC，成員包括北美 BMW、DaimlerChrysler、GM、VolksWagen、北美 Nissan 技術中心與北美 TOYOTA 技術中心，共同評估通訊機制(WAVE/DSRC 為其中重點)對行車安全之助益。計畫中利用光達、雷達、迴路探測器與全球導航衛星系統等感測系統，在道路設施上，以 IEEE802.11P 通信直接與道路上車輛溝通，並結合警示演算法，評估目前路口左轉車輛與相鄰車輛動線估計是否進行警示，於 VSCC 合作架構下完成車輛安全通訊測試，建立 DSRC 智慧型車輛安全辨識應用技術及服務，確認 DSRC 通訊技術可應用於車輛安全領域，測試架構如圖 2.1.8 所示。



資料來源: Intelligent Vehicle Initiative (2002)

圖 2.1.8 Intelligent Vehicle Initiative 測試架構

2012 年 8 月到 2014 年 2 月，美國密西根計畫(Michigan Plans)於 Ann Arbor 地區進行 2,800 輛車輛實測，車種含括小客車、卡車及大眾運輸工具之組合，車上均裝載車內整合安全系統、新型安全設備、車輛感應裝置等先進駕駛輔助系統，設置 27 個路側單元，涵蓋道路 75 英里(圖 2.1.9)，並全數使用 DSRC 傳輸運具位置和安全間距之無線訊號。



資料來源：University of Michigan Transportation Research Institute (2013)

圖 2.1.9 密西根計畫車輛實測範圍

每位參與密西根計畫人員需接受 1 小時的訓練課程，參與時間至少需維持 1 年，至少參與 3 次會議，回收資料及檢查車載設備；測試方式除前述之一般道路外，亦有約 100 位駕駛者於受控環境中(如圖 2.1.10)，以無線網路連線車輛進行測試。



資料來源：University of Michigan Transportation Research Institute (2013)

圖 2.1.10 密西根計畫車輛受控環境實測

參與密西根計畫之技術設備，包括 VAD、ASD 及 DAS，並與路測單元共同測試大眾運輸與緊急車輛優先號誌控制、道路保養維護判斷、行人交通密度

判讀及交通號誌時制控制等 V2I 應用。

2015 年密西根計畫(Michigan Plans)更進一步投入 30,000 輛具 V2I 功能的聯網車輛於 Ann Arbor 地區擴大實測，並增設多項 V2I 應用範圍(表 2.1.8)。並預估 2020 年時 V2V 成本約 341~350 美元/車，2058 年設定成本降至 209~227 美元/車願景。

表 2.1.8 密西根計畫預計擴大實測功能表

內容
● 紅燈違規警告
● 彎道速度警告
● 禁行標誌間距警告
● 交通寧靜區降速警告
● 景點天氣資訊警告
● 禁行違規警告
● 鐵路跨越違規警告
● 車體過大警告

資料來源：我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試 (2015)

2014 年 8 月 NHTSA 宣布準備進行小型車輛 V2V 通訊標準立法後，美國運輸部隨即公布 Connected Vehicle Pilot Deployment (CVPD)計畫，期望藉此計畫刺激前期的車載應用布建，於 2015 年初向各州政府與研究機構要求大規模整合型場域建置計畫提案，希望達到：

- (1) 以實際使用 NHTSA 贊助研發之車載相關應用解決真實世界問題，如生命安全、交通壅塞、旅行補助、道路維護等
- (2) 進入實際建置階段，以成為永久建置為目標
- (3) 從建置場域中取得各種資料來研究與分析實際效益
- (4) 以及各種技術整合與實計建置問題，了解成本等

此計畫 2015 年開始分兩階段進行，此計畫的目標是透過更大規模的場域佈建，並利用之前美國運輸部計畫研究開發的車載應用，如圖 2.1.11 所列，包括 V2I Safety、V2V Safety、Road Weather、Environment、Agency Data、Mobility、Smart Roadside 幾大類的應用來解決真實世界的問題，提供駕駛、乘客、行人，以及道路施工人員之安全應用服務，讓交通移動具備可預測性、可靠性，與迅速性，提供個人(含行動不便者)在不同交通工具間(步行、騎車、開車、搭乘火車與公車等)獲取安全服務，同時增進事故處理之系統管理能力，並從中學習各



及營運、維護、評估績效所需 6 項系統功能。

表 2.1.9 New York City 車路整合應用表

CV 應用	應用功能
V2V 安全應用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 汽車在公車前右轉警示</li> <li>2. 前方碰撞警示</li> <li>3. 緊急電子煞車燈</li> <li>4. 盲點警示</li> <li>5. 變換車道警示/輔助</li> <li>6. 路口防撞安全</li> </ol>
V2I 安全應用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 闖紅燈警示</li> <li>2. 速度規定</li> <li>3. 彎道速度規定</li> <li>4. 工區速度規定</li> <li>5. 大型車速度規定</li> <li>6. 緊急通訊與疏散資訊</li> </ol>
V2X 安全應用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 行動式行人號誌</li> <li>2. 號誌路口行人警示</li> <li>3. 應用 CV 資料於智慧交通號誌系統</li> </ol>
營運、維護、評估績效	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 射頻監控</li> <li>2. 無線軟體更新</li> <li>3. 參數上傳/下載</li> <li>4. 交通資料蒐集</li> <li>5. 歷史事件記錄</li> <li>6. 歷史事件上傳</li> </ol>

資料來源：先進交通管理與車路整合技術創新應用 (2016)

## (2) Tampa 計畫

Tampa 所實施車聯網技術應用區域如圖 2.1.12 所示，以此區域作為實施地點之交通特性需求說明如下：

- THEA(Tampa 高速公路管理局)擁有 Leroy Selmon 高速公路與 Meridian Avenue 市區道路的管轄權
- 進入市中心的大量通勤車流
- 穿越市中心到鄰近區域車流
- Tampa 市政府員工協同作業於 THEA 交通管理中心
- 行人流量大與公共自行車設施
- 小型車、大眾運輸與行人之間的互動明顯
- 進入 MacDill 空軍基地大量車流，在控制進入點造成的重大交通問題



資料來源：Connected Vehicle Pilot Deployment Program Phase 1, Concept of Operations (ConOps)  
 – Tampa (THEA), Final Report. (2016)

圖 2.1.12 Tampa CVPD 計畫實施區域

對於 Tampa 實施車聯網計畫的目的包含：

- 開發與布屬車路整合基礎設備，作為未來應用發展所需
- 改善市中心區的資訊流通性
- 減少驗域場域的安全事故數
- 減輕驗場場域的環境衝擊
- 提高機關效率
- 培養商業環境永續發展

Tampa 所實施車聯網應用目的在解決市中心尖峰時刻之壅塞問題，並保護行人安全，以交通問題為導向規劃六項使用案例，各項使用案例與問題需求、系統需求、車路整合應用、績效評估指標對應關係如表 2.1.10 所示。

表 2.1.10 Tampa 使用案例與問題需求

使用案例	問題需求	系統需求	車路整合應用	績效評估指標
晨峰壅塞	快速道路出入口彎道交通壅塞	交通管理中心可透過 RSU 偵測彎道上速率，提供臨近車輛速度建議，減少彎道交通壅塞；	彎道速率警示 (V2I)	● 彎道排隊長度/位置 ● 車流速度
	號誌幹道上惡化的交通車流	監控主要路口車輛	智慧交通號誌系統(I-SIG)	● 停等長度 ● 停等時間 ● 綠燈百分比
	雙向右轉車輛造成的回堵與事故	右轉車流，調整時制計畫以疏解壅塞。	前方碰撞預警系統與緊急電子煞車燈(V2V)	● 警示次數 ● 事故次數

使用案例	問題需求	系統需求	車路整合應用	績效評估指標
行駛方向錯誤	調撥道路行駛方向錯誤造成的嚴重事故	當 RSU 偵測到有車輛行駛方向錯誤時，RSU 同時發布給管理中心進行執法與周邊車輛警告訊息。	路口防撞安全 (V2V)、以探偵車進行交通監測(V2I)、智慧交通號誌系統 (I-SIG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 警示次數</li> <li>● 事故次數</li> <li>● 綠燈百分比</li> <li>● 闖紅燈</li> </ul>
行人安全	行人事故、無左轉保護時相路口行人穿越、無標示處的行人穿越	車輛可獲得周邊行人接近訊息以避免發生事故，行人亦可獲得接近車輛訊息。	行人穿越路口警示(V2I)、行動式行人號誌與智慧交通號誌系統 (V2X、I-SIG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 駕駛警示次數</li> <li>● 行人警示次數</li> <li>● 事故次數</li> <li>● 行人等候時間</li> <li>● 車輛等候時間</li> </ul>
大眾運輸優先號誌最佳化與安全	號誌幹道上惡化的交通車流、小型車阻塞於進站前道路	提供大眾運輸優先號誌或疏解停靠站前壅塞車流。	智慧交通號誌系統(I-SIG)、大眾運輸優先號誌(TSP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 停等長度</li> <li>● 停等時間</li> <li>● 綠燈百分比</li> </ul>
TECO 電車衝突	電車、行人、汽車、自行車衝突所產生事故與安全問題	電車可收到前方車輛轉向警示訊息；行人臨近路口可收到電車即將通過警示訊息。	汽車在電車前右轉警示 (V2V)、智慧交通號誌系統 (I-SIG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 警示次數-電車操作員</li> <li>● 警示次數-行人</li> <li>● 事故次數</li> </ul>
增強號誌連鎖與交通續進	MacDill 空軍基地控制進入點造成的交通壅塞	交通管理中心可透過探偵車獲知現在交通情形，藉此調整交通號誌，並提供用路人旅行時間和改道訊息。	以探偵車進行交通監測(V2I)、智慧交通號誌系統(I-SIG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 停等長度</li> <li>● 停等時間</li> <li>● 綠燈百分比</li> <li>● 闖紅燈</li> </ul>

資料來源：先進交通管理與車路整合技術創新應用 (2016)

### (3)ICF/Wyoming 計畫

ICF/Wyoming 將運用 V2V 與 V2I 技術，取得 I-80 東西向公路之交通流量，並將資訊散播予未安裝此技術之車輛，以 I-80 公路作為實施道路之交通特性需求說明如下：

- 美國西北部主要東/西貨運走廊
- 道路總長 402 英里
- 每年超過 3,200 萬噸貨物量
- 大貨車佔每年總車流量約 30~55%
- 海拔高度至少 6,000 英尺以上，最高達 8,640 英尺

因上述交通特性需求與所處自然環境因素造成 I-80 公路面臨重大交通與經

濟議題：

- 高事故率：I-80 公路在冬季的事故率約為夏季的 3~5 倍，且該公路風速經常超過 30mph、陣風超過 65mph，當局已實施當陣風超過 50mph 時超高與輕型貨車禁止通行，超過 65mph 時公路封閉。
- 封閉造成經濟衝擊：2010~2012 三年間公路封閉次數高達 172 次，平均每次封閉時間超過 8 小時，估計每次封閉損失高達 1,170 萬美元。
- 缺少服務與停車設施：因 I-80 公路屬鄉村公路走廊，沿線鄉鎮間距離約 60~115 英里遠，鄉鎮間無服務設施，目前雖有 3,037 席車位但其中僅有 18%是供公共使用。
- 缺少替代道路：在 I-80 公路封閉時為避免因車流轉移而造成替代高速公路壅塞，通常亦一併封閉替代高速公路；且各路段替代道路不具有與 I-80 相同道路幾何設計標準，在惡劣天候下更顯危險；如鄰近的 I-90 與 I-70 距離 I-80 分別有 250 英里與 100 英里遠，且亦有各自多山與惡劣天候挑戰。

針對不同使用群組所面臨問題需求歸納綜整如表 2.1.10 所示，定義 6 項情境與 16 項使用案例以驗證系統能力與需求功能，如表 2.1.11 所示。在整合使用者需求與使用案例後研擬八項車路整合應用需求如圖 2.1.13 所示。

表 2.1.11 I-80 公路使用者需求

使用者群組	問題需求
交通部門	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 提高營運和維護道路狀況監測</li> <li>2. 改善與道路上車輛的通信</li> <li>3. 改善與車隊管理員互動</li> <li>4. 改善緊急反應時間</li> </ol>
卡車司機	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 道路上特定地點資訊</li> <li>2. 停車導引</li> <li>3. 客製的建議與警示</li> <li>4. 前方停止車輛資訊</li> <li>5. 施工區域警示</li> </ol>
車隊管理員	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. I-80 公路環境預測</li> <li>2. 公路封閉資訊與停車導引</li> <li>3. 公路恢復正常狀態通知</li> <li>4. 公路相關建設資訊</li> </ol>
小汽車駕駛	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 預測狀態資訊</li> <li>2. 停止車輛資訊</li> <li>3. 道路封閉資訊</li> </ol>

資料來源：先進交通管理與車路整合技術創新應用 (2016)

表 2.1.12 ICF/Wyoming 使用情境與使用案例

使用情境	使用案例
走廊監控和運營支援服務	1. V2I 道路天候資料蒐集 2. 交通數據融合與分割建議 3. 天候反應交通管理 4. 鄰近州交通局協控
卡車建議服務	1. I2V 建議(封閉、施工區域、停車導引、改道) 2. 區域建議(封閉、事件資訊廣播) 3. V2V 建議(WYDOT 提供卡車資訊)
卡車警示服務	1. I2V 一般服務警示(針對所有車輛給予駕駛指示) 2. V2I 特定服務警示(針對特定車輛給予駕駛指示) 3. V2V 警示(由前車給予後車路況警示或駕駛指示)
事件通知	1. 事件通知 2. 緊急反應
動態旅遊規劃支援	1. 貨運遊程規劃導引 2. 第三方應用程式開發人員支援
績效管理	1. 績效管理支援 2. 影響評估支援

資料來源：先進交通管理與車路整合技術創新應用 (2016)



資料來源：Connected Vehicle Pilot Deployment Program Phase 1, Concept of Operations (ConOps), ICF/Wyoming, Draft Report. (2015)

圖 2.1.13 ICF/Wyoming 車路整合應用

自駕車浪潮的帶動下，如何於車輛行駛過程中具有安全防護，或是判斷要衝撞載人的巴士或是汽機車，以維護道路安全，將是自駕車技術發展過程中的重要議題。美國聯邦政府已針對無人駕駛車輛制定安全標準，有些法規也納入諸如 Tesla 汽車的先進駕駛輔助系統，即使自動化等級很高也會要求駕駛座有人監督。美國政府希望與 Uber、Alphabet 等科技巨擘在內的開發商攜手合作，

而非限制其發展，無人駕駛車所關注的要點包括：車輛感知與反應功能、車輛處理技術與故障情況排除的能力、數據記錄和資訊分享能力、使用者隱私、防駭等。

自駕車與車聯網 V2X 技術，兩者間的關係日益密切，自動化駕駛主要應用於降低人為錯誤所導致現行道路安全；而車聯網 V2X 技術則是應用車間、車路與基礎建設資料傳輸，提升行車安全自動化的解決方案。回顧車聯網 V2X 技術發展演進，第一代為獨立運作之系統，如娛樂、獨立導航系統，缺乏或僅有少部分無線通訊功能；第二代透過手機向駕駛傳遞應用服務，以全球導航衛星系統為基礎提供駕駛行車安全及 vehicle centric support 應用服務，如 GM OnStar、KDDI G-Book；第三代其關鍵技術為 V2X 整合 V2V、V2R、V2I 與 V2P，提供自駕車行車安全、便捷與舒適，可運用無線寬頻多樣性應用服務，達到自駕車聯網的功能。

根據世界衛生組織所提供的統計資料，全球每年因車禍而喪生的人數大約有 120 萬，受傷的人數在 5,000 萬左右。在 1990 年，各類死亡原因當中，車禍只排第 9 位，而美國運輸部預測，到 2020 年，如果汽車交通系統的安全措施沒有顯著的提高，車禍所導致的死亡人數會升至死亡原因第 3 位。為了提升交通系統的安全性和智慧化，V2X 智慧交通的系統理念已逐漸成熟興起。V2X 智慧交通可以利用新一代的 V2X 通訊技術和雲端資料處理能力，提高交通系統的整體效率，降低能源損耗，增加運輸的安全和便捷。

自駕車發展與車聯網 V2X 系統的布建尤以美國最為積極，有鑑於交通事故傷亡造成人員、家庭損失，因車禍死亡每年損失的 GDP 達 3%，美國已在 2016 年底宣布啟動立法程序，預計自 2020 年起，強制要求所有新出廠的小型車輛、包含輕型貨車必須安裝 V2V 車間通訊設備。由於美國堪稱是全球車市指標之一，一旦立法完成，將加速技術開發並帶動產業動能，促成智慧化運輸環境成形，全面引爆車聯網商機。研究機構 ABI Research 的調查指出，超過 80% 業者相信，美國將在 2020 年完成所有新車強制裝機法規上路。2024 年時，全美預計將有一億輛新車安裝 V2V 設備。未來 10 年，歐美市場車間通訊相關產值保守估計可達 170 億美元，若再加上後裝舊車市場、路側建置、應用服務等市場，預估可帶來的產值將更可觀。為搶攻 2020 年強制裝機商機，全球各大車廠已提前開跑。2014 年 9 月，美國通用汽車（GM）於底特律舉行的 ITS 年會開幕典禮上，宣布 2017 年生產的 Cadillac CTS 系列將具備 V2V 通訊技術；日本豐田汽車（Toyota）亦在官網上宣布，2016 年銷往美國與日本新車將全面導入車聯網，預估一年將有 400 萬輛商機。

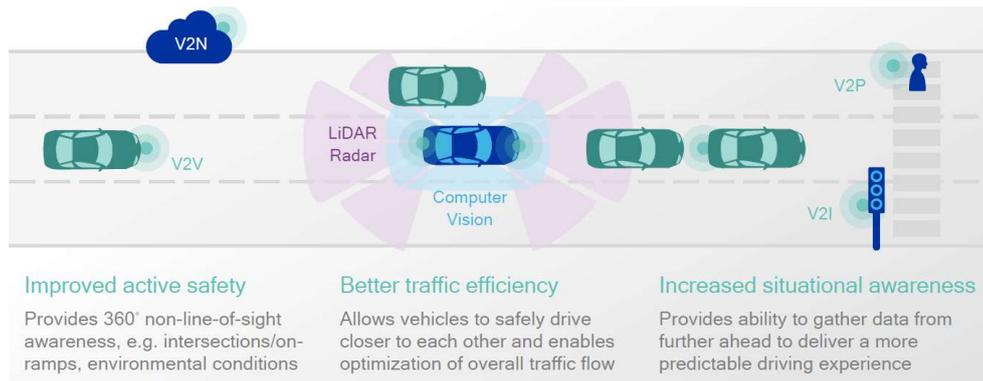
自駕車結合 V2X 行車安全技術有很多應用情境，有些是現在已經看到的，有些是預測的。毋庸置疑，提高交通安全是最主要的應用，其中包括：1)自駕車當偵測到有危險臨近，例如前方有障礙物時，能夠及時提醒其他車輛；2)自駕車能夠透過 V2X 獲得其他車輛所行進的方向，以幫助自駕車做更準確的判斷；3)靠近交叉路口時，向其他車輛提醒；4)駛離高速公路時，向其他車輛提示；5)臨時/突然停車的預警；6)自駕車變換車道時的提醒；7)緊急事故通報。自駕車為了緊急狀況的警示及避免，如何運用感測、通訊、軟體技術，讓自駕車可以掌握車子周圍的各種狀況，尤其是偵測範圍以外的危險，並在最短時間內協助車輛反應，進而提高行車安全，將是自駕車與車聯網在未來緊密合作所要達到的目標。

Qualcomm 收購 NXP 半導體，加速攻佔車聯網與 ADAS 領域。Qualcomm 推出 Snapdragon 車聯網參考平台(適用於 3G/4G LTE modems)，該平台可提供車廠支援高達 1 Gbps 的峰值下載速度，滿足車載資通訊應用對於高速、快速連線與高可靠度的需求。另可選擇配搭專用短距無線通訊 DSRC 與 Cellular-V2X 行動車聯網技術。此外，透過結合 NXP 既有技術確保自動駕駛汽車的安全互聯，例如採用包括蘭式(Coocooning)雷達、V2X 通訊、車用近距離無線通訊(NFC)、NXP BlueBox 感測器、遠距離 RFID 等，並透過先進的 ADAS 駕駛輔助系統，利用光達及雷達感測，可以對汽車周邊環境進行 360 度精確監控。



資料來源：Qualcomm (2016)

圖 2.1.14 Qualcomm Snapdragon 車聯網參考平台



資料來源：<https://www.slideshare.net/qualcommwirelessevolution/powerpoint-messaging-cellular-v2x> (2016)

圖 2.1.15 Qualcomm ADAS 技術示意圖

車聯網的發展關鍵，在於產品能提供駕駛人足夠安全的駕駛輔助。Intel 看好車聯網安全系統發展，收購義大利半導體功能安全廠商 Yogitech，且將其納入旗下的物聯網事業部門，協助 Intel 加強物聯網(IoT)系統的功能安全(Functional Safety)和效能。根據 Intel 的預測，到 2020 年時，全球 30% 的 IoT 市場需要功能性安全系統，例如推出協助停車、開車的 ADAS 將普遍上路。



資料來源：<http://technews.tw/2016/04/11/intel-and-yogitech> (2016)

圖 2.1.16 Intel 車聯網平台

STMicroelectronics 與 Autotalks 研發第二代 V2X 晶片組，以 STMicroelectronics 的 Teseo II 和 Teseo III 單晶片全球導航衛星系統收發器為平台，和 Autotalks 的 V2X 車聯網技術進行互補。Autotalks V2X 晶片組採用先進的加密引擎，能夠實現無與倫比的安全驗證性能，其所有無線網絡傳輸的信息全部經過驗證，保證所需的安全信息全部經過安全加密處理，同時可最大限度地降低非法授權存取( unauthorized access)引起的資料管理風險。該項解決方案配置靈活、系統可升級、且支持未來將推出的更加複雜的安全機制設計。Autotalks V2X 晶片同時擁有低功耗、工作溫度範圍廣、高集成度及高效能的特

性，可滿足安全至關重要的系統和自動駕駛汽車的嚴格要求。



資料來源: <http://www.wpgholdings.com/news/detail/zhtw/product/17859>

圖 2.1.17 STMicroelectronics 與 Autotalks 共同研發 V2X 晶片組

Broadcom 於 2014 年底特律 SAE Convergence 上展出全系列的汽車聯網產品，透過涵蓋乙太網路、Wi-Fi、藍牙智慧以及車用藍牙軟體堆疊 (Bluedroid) 等技術的產品。此外，Broadcom 提出最新 5G、Wi-Fi 與藍牙 Smart 組合晶片，可將駕駛與乘客行動裝置上的內容串流同步傳送至車用資訊娛樂系統與後座螢幕，且提供 V2P、V2V 及 V2X 之間的創新通訊應用，幫助駕駛預測可能發生的道路危險與交通事故，並監控行車限速。



資料來源: [http://www.mem.com.tw/article\\_content.asp?sn=1411030011](http://www.mem.com.tw/article_content.asp?sn=1411030011)

圖 2.1.18 Broadcom 推出汽車聯網產品

Samsung 亦推出車聯網解決方案 Samsung Connect Auto。此方案引領汽車駕駛人邁向全新的旅程。Connect Auto 可直接連接方向盤下方的 OBD II 連接埠。透過即時警示協助使用者改善駕駛行為，包括提升燃油效率，並提供 Wi-Fi 連線，讓乘客在旅途中保持連網狀態。Samsung Connect Auto 可透過 geofencing 技術及駕駛人分級演算法，來鼓勵安全的駕駛行為，一旦發生事故，緊急警報將會通知駕駛人的連絡人及事故救援服務。Samsung Connect Auto 之 Find My Car 應用程式，還能同時使用 LTE 和 GNSS 幫您找出汽車的位置。Samsung Connect Auto 支援 LTE Wi-Fi 熱點分享，能容納多位使用者連線上網，因此車內乘客可以串流內容等連網服務。同時，Samsung Connect Auto 也可以分析燃油效率，透過可分析行駛里程數、開車時間、每加崙油價的專有演算技術，達

到更少的油耗。Samsung Connect Auto 已於 2016 年在美國推出，AT&T 成為該解決方案在美國的第一家無線供應商。此外，Samsung 與運輸業者、保險公司、道路救援業者及維修網路結盟並建立合作夥伴生態系統，車聯網生態系統的目前成員，包括 Amdocs、AT&T、AXA、Blink by Agero、China Unicom、Cisco、Crawford & Company、Ericsson、Europcar、HERE、IBM、Jasper、Oberthur Technologies、Openbay、Orange、Tantalum 與 Willis Towers Watson 等。



資料來源: [https://www.sogi.com.tw/articles/samsung\\_connect\\_auto/6246713](https://www.sogi.com.tw/articles/samsung_connect_auto/6246713)

圖 2.1.19 Samsung Connect Auto 車聯網解決方案

T-Mobile 與 Volvo 結盟，以拖車/連結車為載具，提供多項車聯網應用服務，例如將車子的感測器訊息傳遞到手機上、用手機遠端遙控車子、緊急時提供 E-Call 服務、大客車的自動跟車應用。

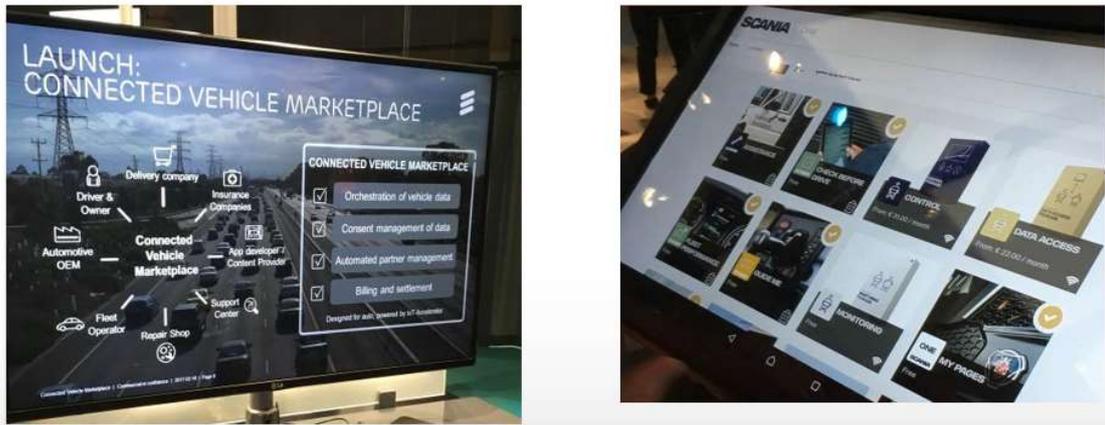


資料來源：

<http://support.volvocars.com/uk/Pages/article.aspx?article=ebbd9a754db5a33c0a8015106240eb3>

圖 2.1.20 Volvo 及 T-Mobile 的聯結車應用

Ericsson 提供 SCANIA 車聯網行動通訊應用方案，共推出兩種平台，分別為 Connected Vehicle MarketPlace 平台與 SCANIA ONE 平台。Connected Vehicle MarketPlace 平台結合維修廠、OEM 業者、保險業者、車隊管理業者，打造包含維修服務、車隊管理服務、保險服務等的服務市集；SCANIA ONE 平台則是於 SCANIA 載具上，整合車上的感測器，提供 SDK 給上層應用開發商開發多元應用服務。



資料來源: <https://www.ericsson.com/news/2081997>

圖 2.1.21 Ericsson 提供 SCANIA 車聯網行動通訊應用方案

AT&T 提供 Honda HondaLink apps 車聯網應用服務，透過 4G LTE 通訊與 apps 來進行 navigation、streaming radio、diagnostics 與 remote lock/unlock functions 等服務。Honda 並採用 5.9 GHz DSRC 技術，提供 V2V、V2I 與 V2R 等 V2X 應用，透過加州自動駕駛測試場域 GoMentum Station 驗證與估計，V2X 通訊技術可避免至少 80% 非酒駕駕駛車禍的發生。



資料來源: <http://www.autoconnectedcar.com/2016/06/hondas-self-driving-tests-at-gomentum-show-why-dsrc-5-9-ghz-needs-momentum-to-stay-for-cars-only/>

[http://about.att.com/story/att\\_american\\_honda\\_enter\\_connected\\_car\\_agreement.html](http://about.att.com/story/att_american_honda_enter_connected_car_agreement.html)

圖 2.1.22 AT&T 提供 Honda HondaLink apps 車聯網應用服務

Ford SYNC® Connect 實現車聯網技術，透過 SYNC® Connect App 功能，

提供遠端車門上鎖與解鎖、遠端啟動車輛，包括可預設啟動時間，例如車主需要在早上 8 點出門，車主可以預設車輛啟動，暖車之後車主可準時出門、遠端檢查車輛狀態，如油量、機油、電池容量，以及胎壓數據、遠端定位車輛位置，愛車停放的地點可立即顯示在手機地圖上。SYNC® Connect 將把車輛變成一個移動的 Wi-Fi 熱點，提升大家的用車體驗，此熱點搭配 AT&T 的 4G LTE 網路支援，同時可供最多 10 台不同裝置使用，當車輛停妥時，也可在車輛周圍半徑 50 英尺(約 15 公尺)之內的範圍使用無線網路，加裝的外部天線能夠改善訊號並提升 Wi-Fi 效能，為每日的通勤車程和長途家庭旅行提供更多的便利性。預計 2018 年起 Ford 車款推出搭載適當的硬體與無線上網資費方案。Ford 積極整合 DSRC 與 LTE 兩大通訊技術，目標為加速 V2X 車聯網應用的發展。



資料來源: <http://www.carnews.com/news/article/43518>

圖 2.1.23 Ford SYNC® Connect 實現車聯網技術

BMW ConnectedDrive 互聯駕駛提供多項車聯網應用服務，透過 BMW CONNECTED APP，提供行程提醒、離車導航、智慧學習 (只要按一下手機螢幕這些目的地就可以直接傳送至車輛的整合式導航系統)、智慧遠端遙控與遠端 3D 監控。ConnectedDrive 應用以車上內建的 SIM 卡的 3G 網路為媒介進行聯網或語音通話，提供的服務為緊急求助服務(Emergency Call)：藉由手動或自動撞擊感應連接至 BMW 原廠客服中心，車輛資訊如：位置、底盤號碼、受損情況等將同時回傳至原廠客服中心，由客服人員詢問駕駛狀況並聯繫救援單位。道路救援服務(Breakdown Call)：車主於車輛故障時可藉由 iDrive 系統與道路救援客服中心(TMS 詮鋒)通話尋求道路救援服務，車輛資訊如位置、底盤號碼、車輛里程數、水箱、電瓶狀態等情況皆會同時回傳至道路救援客服中心。主動遠距售後服務(Automatic Service Call)：車主在購車時可先指定日後保養的 BMW 服務廠，在每次定期保養到期之前，車輛資訊將回傳至其指定之 BMW 服務廠，由售後服務顧問主動聯繫車主，以達到保養的如期執行。即時路況訊息(Real Time Traffic Information)：車主可根據由 BMW 原廠導航系統上以紅、橙、黃、綠不同顏色顯示的主要道路車流量狀況選擇最佳路徑，有效率地縮短車程時間。旅程資訊服務(Concierge Service)：透過 iDrive 系統與 BMW 原廠客服中心進行

通話，協助找尋餐廳、飯店、電影院等資訊，確認後客服中心會將選定的興趣點之導航路線傳送至車上的 BMW 原廠導航系統。



資料來源: <http://www.bmw.com.tw/zh/topics/fascination-bmw/connected-drive/connected.html>

圖 2.1.24 BMW ConnectedDrive 互聯駕駛應用服務

Volkswagen 則是推出 Customer-Link 與 App-Connect 車聯網創新應用，Customer-Link 人性化智慧系統是由 HTC 所創新研發的 Customer-Link Bridge 搭配專屬應用程式，並搭配 Volkswagen 的雲端資料庫服務系統所組成，經由讀取車主愛車最即時的行車數據，包括總里程數、引擎轉速、機油溫度、水溫及預估可行駛里程等，並經由手機上的應用程式上傳到雲端結合車主的資料系統。因此，當車主駕車行進發生異常時，該系統可立即提出警示，並提供車主所在位置鄰近的服務廠資訊並提供即時服務；而 App-Connect 應用則是透過智慧型手機連接到 App-Connect，眾多應用程式，如音樂、地圖、訊息等，都會顯示在觸控螢幕上。

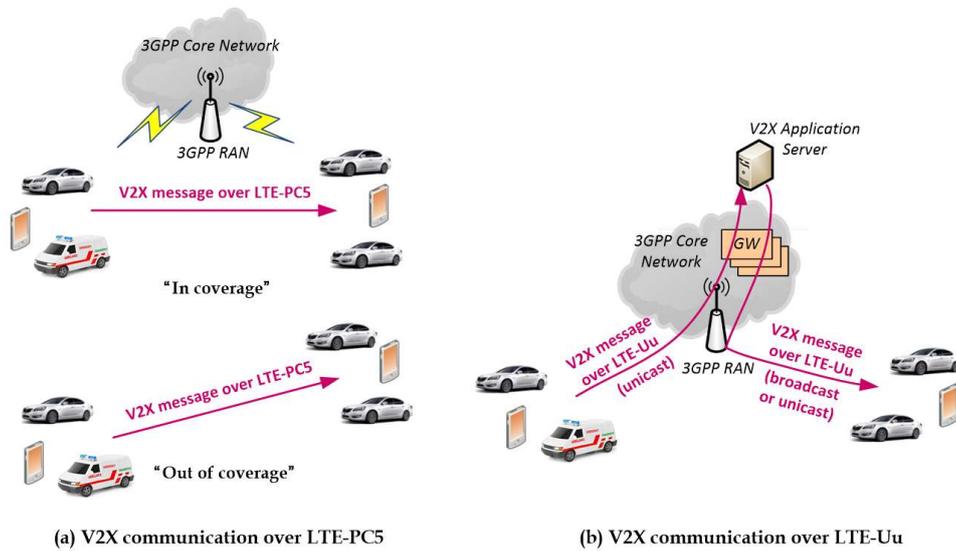


資料來源: [http://www.volkswagen.com.tw/zh/Volkswagen\\_Experience/App-Connect.html](http://www.volkswagen.com.tw/zh/Volkswagen_Experience/App-Connect.html)

圖 2.1.25 Volkswagen Customer-Link 與 App-Connect 創新應用

3GPP 標準組織自 2015 年起開始把 V2X-LTE 納入議題，除了表示重視車聯網的發展，在標準制定中許多議題也表現出 V2X-LTE 與以往的電信網路使用習慣具有差異。以下為 V2X-LTE 國際發展案例分享。

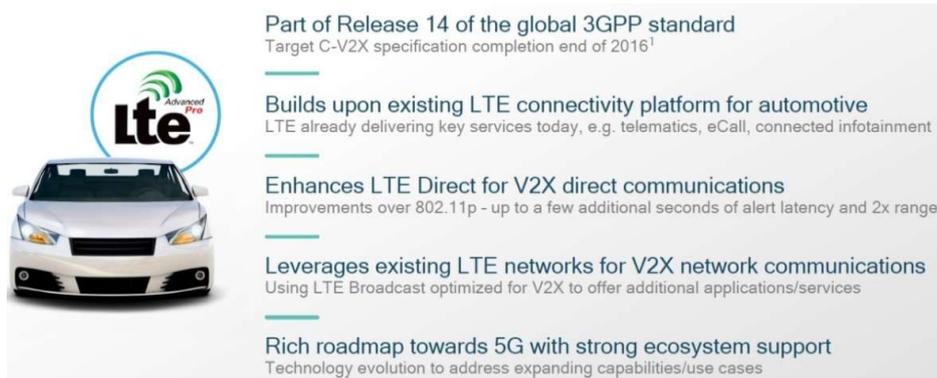
中國移動通信研究院分析 V2X-LTE 最新的發展近況，現今中國大陸(工業和信息化部主導)車聯網的發展方向朝向 V2X-LTE，但是目前由於 V2V 立法在中國大陸是有其困難性，關鍵在於目前中國大陸要做技術法規的推動，但中國大陸現今尚未分配 DSRC 頻段，所以在中國大陸，V2X-LTE 目前傾向朝 V2I、V2N (Vehicle-to-Network)或是娛樂(Infotainment)方向。中國大陸目前已建置 6 個智慧汽車和智慧交通試驗示範區，都有佈建 DSRC 路側裝置在進行測試，建置目的主要是提供車廠進行相關 DSRC 測試與驗證。另外，關於中國大陸對於 LTE-PC5 晶片(主要改善時間延遲的問題)的發展情況，主要是跟 Qualcomm、Intel、大唐合作，目前規劃是 2018 會釋出 LTE-PC5 晶片，中國移動也在等待新晶片的推出，以加速中國大陸 V2X-LTE 的發展。



資料來源：<http://auto.sohu.com/20161104/n472278632.html> (2016)

圖 2.1.26 Rel-14 LTE V2X 通訊方法定義

Qualcomm 積極投入 LTE-PC5 技術開發與 5G 新無線電(New Radio, NR)在汽車產業上的應用，如：自動駕駛。Qualcomm 目前預估在 2020 年全球將會有車廠實現全自動駕駛(SAE Level 5)，但實現全自動駕駛關鍵在於高精度地圖(High Positioning Map, HPM)的提供是其中一塊非常重要的議題，為此，Qualcomm 跟 TomTom 也共同合作高精度地圖的開發，以加速全自動駕駛技術的突破。



資料來源: <https://www.slideshare.net/qualcommwirelessevolution/powerpoint-messaging-cellular-v2x> (2016)

圖 2.1.27 Qualcomm V2X-LTE 發展項目



資料來源: <https://www.qualcomm.com/invention/research/projects/auto> (2016)

圖 2.1.28 Qualcomm LTE-PC5 技術發展項目

福斯汽車於 V2X-LTE 的發展主要是針對影像傳輸用於車輛安全避免碰撞發生的情境，參考標準定義在高自動駕駛情境，需達到 700Mbps 的傳輸速率做原始影像傳輸(raw image transmission)，並且傳輸距離至少 200 公尺。目前福斯汽車已成功使用 90Mbps 的傳輸速率進行長距離(500 公尺)的影像傳輸。此外，福斯汽車未來將推出具備有 DSRC 通訊功能的車款，接下來再下一代，也預期會推出具有 LTE-V2X/5G-V2X 通訊功能的車款，這些具備不同通訊功能的車輛，彼此必須要能夠相互通訊，DSRC 在未來，將會與 LTE-Uu “incorporate“，eV2X (enhanced V2X)可以增強 DSRC 的能力。

### 3. 國內

(1)我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試(2015 年)

該計畫主要工作在於建立車路整合應用需求模式，以及啟動我國首次平面道路、快速道路、隧道路段之道路實測，並導入 5.9GHz 專用短距通訊(DSRC)技術於基隆市台 62 快速道路-基金二路-基金三路等 4 個連續路口，且配合當地交通問題特性，以及建置車上端、路側端、後端之車路整合雛型平台，進行實地驗測及績效評估工作，並著手研擬車路整合應用發展白皮書初稿。以下摘要整理該計畫之主要成果於後：

- 該計畫藉由問卷調查輔助，結合需求論壇及產業論壇，瞭解各界專家對於推動發展車路整合應用服務之看法，透過需求重要性及供給可行性等兩項指標，綜合評估我國未來推動車路整合應用之優先順序，並考量交通安全、效率、環境、以及民眾服務有感等因素，研提需求重要性較高之前 15 項車路整合應用項目。
- 為瞭解未來我國智慧型運輸系統車路整合應用績效，建立績效衡量指標架構及定義指標內涵/操作方式，包括分為系統面及應用面等兩大類型。
- 開發 Web GIS 操作介面，透過路側設備(Road Site Unit, RSU)蒐集場域內所有車輛定期廣播的車輛動態資訊(包括位置、車速、方向等)，作為路況資訊分析用；雛型平台同時取得既有交控中心之相關路況資料，整合彙整並更新服務資訊，最後並提供歷史資料分析功能，包含速度與旅行時間資料，提供後端檢視管理與監看使用。
- 驗測場域內建構 DSRC Multihop 區域網路，可串聯多台 RSU 路側設備，提供區域內路側 RSU 彼此即時溝通功能，並共用連回後端平台骨幹網路資源，有效且快速的擴大服務發佈範圍。利用 RSU 介接現有定位校正服務(國內國土測繪中心 e-GNSS 服務)，廣播差分定位校正資訊供區域內 OBU 進行定位校正，驗測結果對於定位精準度有顯著的提升。利用 RSU 即時運算蒐集車輛動態資訊，再藉由 DSRC Multihop 區域網路擴大緊急交通事件告警的範圍，快速讓該區域上游車輛獲得警示並能即早反應以確保安全。另首創隧道內建置 DSRC 路側設備，以測試隧道內 DSRC 通訊效能與定位技術，作為未來隧道內安全事件服務通報之建置依據。
- 該計畫實地進行場域測試，驗測資訊包括前方交通壅塞資訊、號誌時相秒數資訊、易肇事路段警示、道路施工與障礙物、異常天候資訊、緊急路況資訊、十字路口防碰撞、行人防撞警示、機車盲點警示等。另進行 DSRC 通訊效能分析、定位及車道判定技術績效分析、V2I 交通資訊蒐集及運算、I2V 交通服務發佈等之測試評估。

## (2)先進交通管理與車路整合技術創新應用(2/4) (2016 年)

前期「我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試」計畫，經由架設於道路上的路側設備以及安裝在測試車上的車載設備來進行測試。測試內容包括：提供危險路段、減速/施工區、彎道、天候、路口行人通行等警示，以及道路標誌等警示指示，以及利用所蒐集到更即時與細膩的車流資訊來發展更可靠的交通資訊服務。本計畫延續前期研究成果，納入高快速道路車路整合運作測試、車路整合節能駕駛等探討，以及建立車路整合應用實驗室等主題。以下摘要整理該計畫之主要成果於後：

- 在前期情境與場域基礎下，擴充驗測場域至國 1 高速公路八堵至汐止範圍。驗測情境除原有之交通資訊服務類、交通安全服務類及交通資訊蒐集之外，新增包含應用號誌時相資訊之節能駕駛、車流均勻建議速度應用情境。
- 開發車路整合應用實驗室模擬程式，提供回播與推播兩種功能。回播功能部分，可檢視驗測情形，據以了解現場狀況。推播功能可透過參數設定(DSRC 有效傳播距離、每秒廣播次數、事件影響範圍等)，並利用 GIS 顯示 RSU 可在何種布建條件下讓 OBU 接收到相關警示，以做為系統布建實作前參考。
- 考量不同道路線型與車路整合應用需求等，雛型平台可對不同應用服務設定其服務警示範圍(或距離)。並設計兩階段式的通報機制，分為提供資訊階段與警示駕駛階段。提供資訊階段讓駕駛預先獲得資訊，達到節能的效益；警示駕駛階段則已經接近事件警示地點，提前告知爭取更多煞車反應時間，達到安全的效益。
- 延續前期進行的定位效能評估研究，除了原先採用的路側輔助 e-GNSS 即時動態定位系統以及 QZSS 衛星輔助增強系統兩種差分定位校正系統之外，新增透過於驗測場域自行架設 DGPS 基站，產生 RTCM 校正資訊並透過 RSU 發布，提供 OBU 定位校正服務；驗測結果顯示自行架設 DGPS 校正基站可以提供更有效的定位校正。
- 考量未來實務建置計畫可能面臨之設備間相容性運作，以及車路資訊安全議題，本計畫同時採用曾參與美國 Safety Pilot 計畫及獲得產品認可之第三方 DSRC 通訊設備與工研院之 DSRC 設備，於場域中進行互通運作驗測；並參考美國運輸部針對車載通訊安全機制所定義的安全憑證管理系統(Security Credential Management System, SCMS)，建置整合車路資訊

安全認證服務於場域驗測平台。

### 3. 經濟部車聯網相關計畫

以下針對經濟部技術處科技專案計畫「智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫」與科發基金計畫「V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫」進行介紹。

「智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫」執行期間為 101 年 1 月 1 日至 104 年 12 月 31 日，主要為發展我國多元完善之「智慧交通」應用服務，並厚植我國車載產業價值鏈，結合既有資通訊、交通、汽車電子業者，打造自主系統整合與周邊汽車電子產業，搶進全球車載市場重要供應鏈，計畫推動重點包括「促進智慧車輛發展」、「開拓系統整合市場」、「建立雲端便民服務」三大面向，全程技術發展主軸可參考圖 2.1.7 所示。

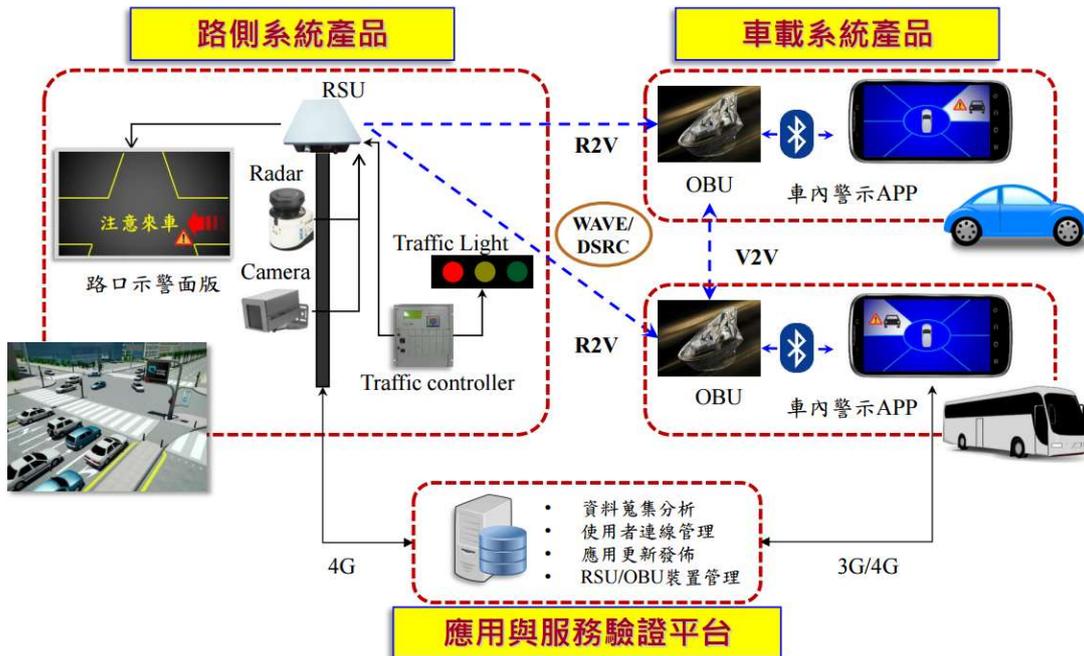


資料來源：「智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫」，經濟部 (2015)

圖 2.1.29 「智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫」全程技術藍圖

科發基金計畫「V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫」主要為發展國內第一套可滿足 V2V Mandate 應用趨勢與行車安心服務之與驗證場域，計畫分為產品技術與驗證平台開發，以及示範場域建置與推廣，系統架構如圖 2.1.30 所示。此計畫規劃於新竹縣市易筆事重點路口建置首座路口安全輔助 (Intersection Movement Assist, IMA) 場域，將與新竹縣市地方政府、教育單位以及號誌業者合作，於市區易筆事路口或鄰近校區的危險路口作為建置地點，並鎖定經常往來建置點的駕駛人(如教職員、家長、客運業者)進行裝機，此計畫預計建置 4 座 IMA 路口，裝機數量達 36 台車輛，同時委託交通領域專家學者針對國內道路特性以國人駕駛習慣進行深度分析，提供效益評估報告，並將依據

美國交通部 Safety Pilot 計畫公布的 V2V 安全應用測試規格或 NHTSA 制定中的 FMVSS 於示範場域進行實地驗證，最終產出系統驗證報告書。



資料來源：「V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫」，經濟部 (2015)

圖 2.1.30 「V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫」系統架構

## 2.2 駕駛輔助系統、自動駕駛技術發展趨勢蒐集

長期以來人類專注於代步工具的發展，甚至設法製造無須人介入控制的自動車輛，此概念可追溯至 1939 年於美國紐約 Futurama 中，美國通用公司 (General Motors) 提出一自動駕駛概念，改善都會區交通問題，為無人駕駛汽車最早的概念與雛型。但是在三零年代中，車輛控制大多以機械結構為主，在概念雛型底下要實現自動駕駛控制有其高難度，無論如何，自動駕駛概念在三零年代中已萌芽。此後人類歷經二次世界大戰，與半導體的問世，電子零件逐步導入車輛安全領域，改變了車輛控制的觀念，外加 1970 年代計算機技術取得突破之後才算正式有了開端。

具備領先的科技實力是車廠持續茁壯的必要條件，百年來全球汽車科技不斷發展，其技術門檻年年提升，當汽車產業的後起之秀不斷努力追趕之際，傳統汽車大國為保持技術領先優勢，不斷透過企業併購或技術合作之方式補足技術缺口，並持續鑽研尖端技術。過去有 Ford、BMW、豐田等傳統國際大廠，均透過企業合併獲取尖端技術，或透過技術合作的方式，交換雙方現有的研究成果，使雙方能在最低成本下換取新技術。

當車輛智慧化與電動化時代來臨，對於傳統車廠而言無疑是一項警訊，因

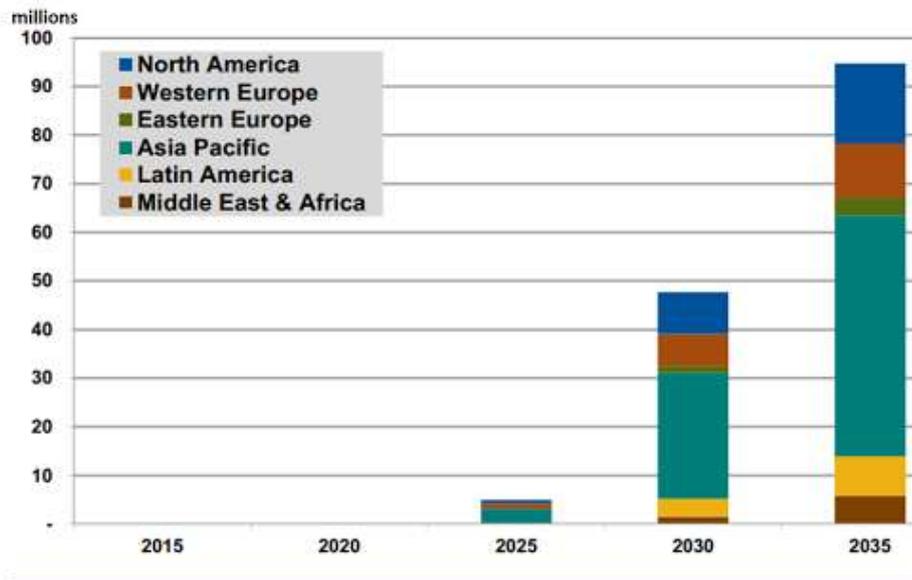
為大部分傳統車廠靠著燃油引擎技術得以生存至今，然而當汽車不再使用內燃機作為動力來源，甚至不需倚靠駕駛者即可自主行駛時，傳統車廠無法再憑藉燃油引擎科技站穩車壇中地位，當電腦、馬達、電池取代了傳統的方向盤、引擎與變速箱時，也象徵車輛製造的條件已全然不同。對於新興科技業者而言，卻是一項全新的發展利基，只要掌握關鍵的 ADAS 演算法與相關技術，再搭配系統廠商提供的零件、鋼材，即可打造出具備頂尖水準的車輛產品。面對此一發展趨勢，傳統汽車廠商紛紛尋求技術合作，期望能在日趨激烈的競爭環境中保持技術領先地位。

對於車輛的未來發展而言，自動駕駛已成為車輛科技發展的終極目標，未來乘客僅需設定目的地，車輛即可輔助駕駛者自動行駛於各種路面上。隨著近年國際汽車大廠與科技大廠陸續發表自主開發的自動駕駛系統，顯示多項主動安全技術與感測技術之整合已日趨成熟，當未來法規與市場逐步建立後，自動駕駛車輛的普及將指日可待。

而自動駕駛汽車之所以能順利上路，皆賴於車上裝載的各式雷達、感測器、攝影機，這些裝置持續解讀車身周遭的環境，藉以建構前方道路的狀況，雷達與感測器負責監控一切，包括與其他車輛的距離，以及腳踏車與行人的位置，面向前方的攝影機則負責解讀路標與交通號誌；所有資料都會不斷傳遞到車上的電腦，使其可以在毫秒之間做出判斷，並決定適切的車速與行進軌跡。同時，先進的全球導航衛星系統科技則會導航，指引準確的路線。

根據 Navigant Research 2017 年研究預測，自動駕駛汽車技術可望在未來 20 年內迅速成長，預計在 2035 年以前，每年約有近 9,500 萬部具有「自動駕駛性能」的汽車銷售到全世界各地。這項研究指出，未來的自動駕駛汽車仍然會有方向盤和油門踏板，也將配備自動巡航按鈕，以便在駕駛人發出請求時接手駕駛，進入主要道路時，駕駛就可以按下自動駕駛鍵，讓汽車帶你到任何想去的目的地。

Autonomous-Capable Vehicle Sales by Region, World Markets: 2015-2035



資料來源：Navigant Research (2017)

圖 2.2.1 自動駕駛汽車需求數量預估

目前自動駕駛系統仍只出現在高階車款中，以整體的成本比重來看並不算太多，但隨著量的增加，成本持續下滑，它將會開始出現在其他一般汽車中。Navigant Research 2017 年預測資料顯示(如圖 2.1.)，自動駕駛汽車市場將在 2025 年後快速成長。從 2025 至 2030 年，全球自動駕駛汽車數量將從 500 萬台增加到超過 4,500 萬台，並在 2035 年時達到 9,500 萬台。亞洲/太平洋地區是該技術最主要的採用者，其次則是北美和西歐。同時，全球各地也開始陸續出現自動駕駛汽車的「次系統」，Induct 推出的無人駕駛的 Navia 電動接駁車在 2014 年初上市，但僅限於機場與主題公園使用。此外，預計在 2020 年以前還將有其他形式的有限自動駕駛車上路，包括 GM、Mercedes、BMW 與 Audi 等公司推出的自動駕駛模式。

縱觀國際車電產業趨勢，國際大廠之競逐重點在於自動駕駛相關技術，以及相關智慧安全輔助產品。各國自 2010 年起陸續投入自動輔助駕駛技術發展，情況如下：

#### 1. 日本

Nissan 於 2013 年起與神奈川縣政府合作，運行自動駕駛車輛，包含 LCS 功能、Mitsubishi 則於 2015 年發表 EMIRAI3 xAUTO 自動駕駛概念車，具備 LFS 等功能、Robot Taxi 則於 2016 年 2 月在東京進行自動駕駛計程車道路測試，宣稱將在 2020 年東京奧運前實現商業化營運目標。

## 2. 韓國

Hyundai 於 2015 年起與 KAIST 合作研究自動駕駛系統，包含車道跟隨系統(Lane Following System, LFS)、車道變換系統(Lane Changing System, LCS)等駕駛輔助功能。

## 3. 歐美

Google 自動駕駛車已於 2014 年起在美國上路試行(如圖 2.2.2)，Google Driverless Car 由 Google X 實驗室研發的全自動駕駛汽車，搭配攝影機、雷達、感測器與相關元件，並與其 Google 地圖連線進行試驗。Tesla 亦於 2015 年發表一套包含先進自動駕駛功能的系統，可讓駕駛隨時切換為手動或是自動駕駛。傳統車廠如 Mercedes-Benz 所研發的自動駕駛貨車，亦於 2015 年 10 月獲准在德國高速公路上展開測試，其核心技術在於光達、雷達、攝影機、超音波(ultrasonic)等感測器應用、全球導航衛星系統定位等，並結合高解析度圖資推算出自動駕駛路徑，作出主動安全控制決策。



資料來源：Google；車輛中心整理(2013)

圖 2.2.2 Google 自動駕駛車設備裝置

2014 年德國汽車工業組織(Verband der Automobilindustrie, VDA)與國際汽車工程協會(SAE International)亦將自動駕駛車輛發展程度進行劃分，有別於 2013 年美國國家公路交通管理局(NHTSA)所劃分的 5 個階段，德國進行步細分為 6 個階段，其為 Level 0~Level 5，並明確定義出各階段具備的責任歸屬，表 2.2.1 為 SAE International 針對自動駕駛系統的分級定義。

Level 0 是指車輛完全沒有任何安全系統輔助設備，駕駛者擁有百分之百的控制權，此類車輛搭載安全警示系統，但無任何輔助控制單元，目前車輛絕

大部分屬此層級。

Level 1 是指車輛擁有單個或多個獨立功能之電子控制系統，例如：自動緊急煞車系統、主動車距控制巡航系統(Adaptive Cruise Control, ACC)等，由於歐盟新車安全評鑑協會(European New Car Assessment Programme, Euro NCAP)對於新車評價的要求，未來新車會有較高比率屬於此層級。

Level 2 車款將結合兩個以上的主動控制系統，此層級的系統可短暫分擔駕駛者的駕駛負擔，但車輛的主控權人在駕駛者身上。因僅結合兩個自動化系統，技術開發門檻不算太高，目前市面上已有此層級的產品推出，例如：BMW 的主動式定速控制系統含車距控制功能等。

Level 3 層級車輛之智慧化層度可比擬人類，在有人監督的使用條件下，使用自動駕駛的功能，例如 Google 於 2012 年在內華達州領牌的自動駕駛車(Google Driverless Car)，駕駛者仍擁有百分之百操控權，其 Level 3 為有條件的自動化，系統要求介入時，期望人類進行適當的因應，由自動駕駛系統執行所有的動態駕駛作業，所以其駕駛主體和周圍監控皆為系統，而駕駛人作為駕駛的備援。

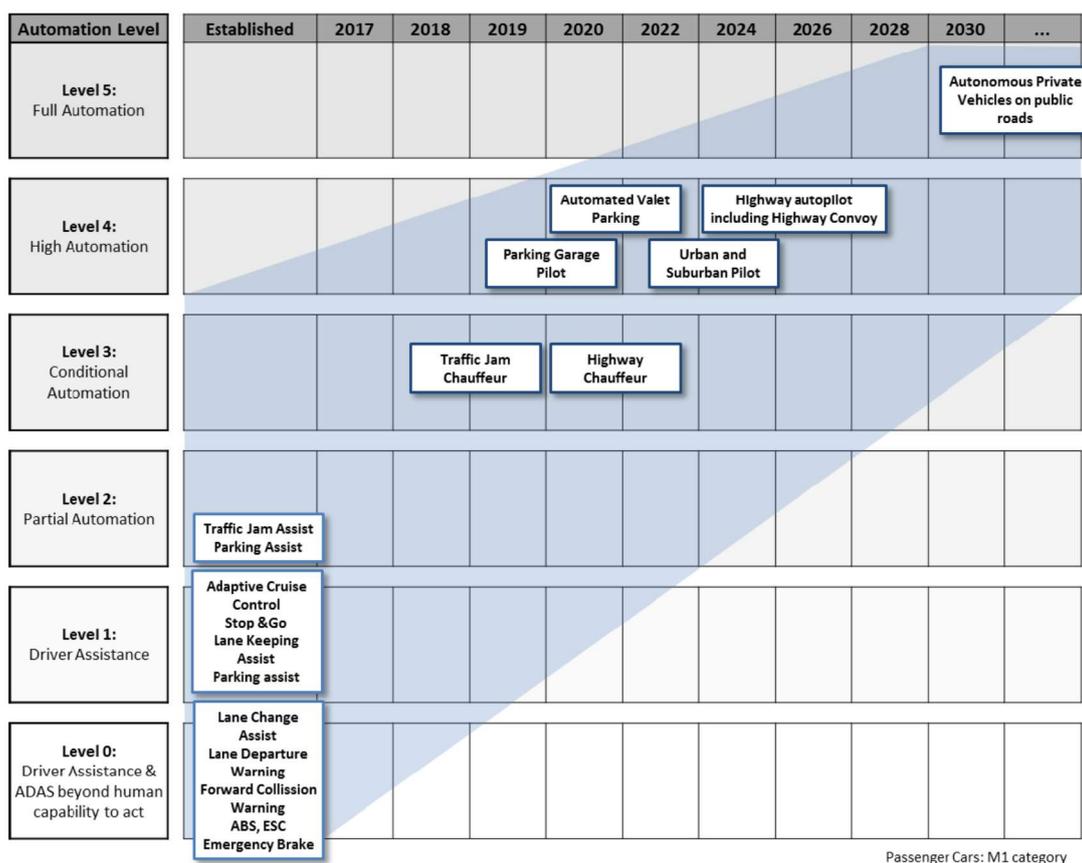
Level 4 為高度自動化，由自動駕駛系統執行所有的動態駕駛作業，系統要求介入時，仍有可能出現無法期望人類進行適當因應的情況，所以其包含駕駛主體、周圍監控和駕駛備援，皆為由系統處理；Level 4、5 這個層級屬於全自動駕駛車輛。在這層級中，使用者僅需給定相關訊息，例如：目的地、路徑等，其他事情全權交由車輛本身來處理，車輛無法任意改為手動駕駛，在車上的全是乘客，沒有駕駛的角色。

根據全球汽車產業著名分析機構 IHS Automotive 的預測與分析，Level 4 與 5 等級之自動化駕駛車輛的問世約在 2030 年到 2035 年間，主要關鍵在於自動駕駛的核心技術仍在發展中，且此關鍵的核心技術必需可比擬人腦，否則在車流密度高的地區，自動駕駛系統勢必無法使用，欲發展到 Level 4 層級的自動化駕駛系統必須具備許多重要的技術，不僅感測系統的精確度須被講究，訊號整合以及控制決策都是重要核心技術。

表 2.2.1 SAE international 針對自動駕駛系統之分級定義

Level	Name	Narrative definition	DDT		DDT fallback	ODD
			Sustained lateral and longitudinal vehicle motion control	OEDR		
<i>Driver performs part or all of the DDT</i>						
0	No Driving Automation	The performance by the <i>driver</i> of the entire DDT, even when enhanced by <i>active safety systems</i> .	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	n/a
1	Driver Assistance	The <i>sustained</i> and ODD-specific execution by a <i>driving automation system</i> of either the <i>lateral</i> or the <i>longitudinal vehicle motion control</i> subtask of the DDT (but not both simultaneously) with the expectation that the <i>driver</i> performs the remainder of the DDT.	<i>Driver and System</i>	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	Limited
2	Partial Driving Automation	The <i>sustained</i> and ODD-specific execution by a <i>driving automation system</i> of both the <i>lateral</i> and <i>longitudinal vehicle motion control</i> subtasks of the DDT with the expectation that the <i>driver</i> completes the OEDR subtask and <i>supervises the driving automation system</i> .	<b>System</b>	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	Limited
<b>ADS (“System”) performs the entire DDT (while engaged)</b>						
3	Conditional Driving Automation	The <i>sustained</i> and ODD-specific performance by an ADS of the entire DDT with the expectation that the DDT fallback-ready user is <i>receptive to ADS-issued requests to intervene</i> , as well as to DDT performance-relevant system failures in other vehicle systems, and will respond appropriately.	<i>System</i>	<b>System</b>	<i>Fallback-ready user (becomes the driver during fallback)</i>	Limited
4	High Driving Automation	The <i>sustained</i> and ODD-specific performance by an ADS of the entire DDT and DDT fallback without any expectation that a <i>user</i> will respond to a <i>request to intervene</i> .	<i>System</i>	<i>System</i>	<b>System</b>	Limited
5	Full Driving Automation	The <i>sustained</i> and unconditional (i.e., not ODD-specific) performance by an ADS of the entire DDT and DDT fallback without any expectation that a <i>user</i> will respond to a <i>request to intervene</i> .	<i>System</i>	<i>System</i>	<i>System</i>	<b>Unlimited</b>

資料來源：SAE J3016 (2014)



資料來源：ERTRAC (2016)

圖 2.2.3 ADS 技術發展規劃

根據歐洲的自動駕駛車研究開發組織 European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC)針對自動駕駛車的技術發展規劃於上圖 2.2.3，其顯示為在 SAE Lv1 為各 ADAS 系統，從 SAE Lv2 開始為符合各種特殊情況的部分自動駕駛或全自動駕駛，由圖 2.2.3 可得知自動駕駛系統是建築在 ADAS 系統之上的，所以首先探討 ADAS 系統。

### 1. ADAS 系統發展趨勢

在自動駕駛系統發展潮流下，各廠莫不爭先發表自動駕駛原型車，希望可以率先搶得市場先機，但自動駕駛的實現必須仰賴高度安全的 ADAS，以及政府相關安全法規支持，因此在自動駕駛車普及化之前，ADAS 才是目前廠商積極開發重點，全球知名市調公司亦紛紛預測未來 ADAS 市場將逐年攀升，如 Lux Research 分析 2015 年全球 ADAS 市場滲透率約為 10%，推測至 2020 年將大幅提升至 57%；Frost&Sulliva 預測 ADAS 的市場銷售量將自 2015 年的 8,480 萬套，成長至 2025 年的 1.98 億套，年均成長率 8.9%；Visiongain 則預期未來 5 年 ADAS 各系統產值皆逐年增加，至 2025 年全球 ADAS 市場產值將達 723 億美元。

根據 Frost&Sullivan 研究，國際上主要的系統供應鏈廠商，已接連投入各類 ADAS 系統(如圖 2.2.4)。而在 ADAS 模組感測器的銷售上，也可以發現銷售量將持續的上升，而單價將會下降，以歐洲市場來看，2012 年 ACC 銷售單價為 230 歐元，預計到 2019 年銷售單價將下滑至 180 歐元，2012~2019 年複合成長率為-3%；另外在 BSD 部分，2012 年銷售數為 34 萬件，預計在 2019 年將達到 1202 萬件，年複合成長率將達到 67%，是自動駕駛安全系統中，成長最快速的，而在銷售單價的部份，2012 的售價為 120 歐元，預計到 2019 年將下降至 65 歐元，2012~2019 年下降幅度達 8%，可預計未來將會更普及於中低階車款。

Market Participants	ACC	LDW/LKA	BSD	FCW	NV	PA
AutoLiv	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bosch	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Continental	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Delphi	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DENSO	✓	✓				
Hella	✓	✓		✓	✓	✓
TRW	✓	✓		✓		✓
Valeo		✓	✓	✓		✓

資料來源：Frost&Sullivan (2016)

圖 2.2.4 國際供應商發展 ADAS 情形



資料來源：Frost&Sullivan (2016)

圖 2.2.5 歐洲 ACC(左)及 BSD(右)之銷量與單價趨勢分析

此外，美國發展 Mid 級距車型更將 ADAS 視為重點裝配(如圖 2.2.6)，面對各大國際車廠早已紛紛投入自動輔助駕駛技術發展，而國內廠商涉獵程度尚低，若無法迅速建立高技術門檻、設計品質之創新技術，則無法趕上國際趨勢，進而被取代而失去技術與產品競爭力。

	Mini&Small	Mid	Upper Mid	Large	SUV/MPV
FCW		●GM ●Ford ○BMW ○Daimler ●Audi-VW ○Volvo	○Ford ○Volvo ○BMW ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	○BMW ●Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	●GM ○BMW ●Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW
ACC	○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler	○GM ○Ford ○BMW ○Daimler ●Fiat-Chrysler ○Audi-VW ○Volvo	○GM ○Ford ○Volvo ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	○Ford ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	●GM ○Ford ○Volvo ○BMW ●Daimler ●Fiat-Chrysler ○Audi-VW
LDW	○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler	●GM ●Ford ●BMW ●Daimler ●Fiat-Chrysler ●Audi-VW ○Volvo	○GM ○Ford ○Volvo ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	○GM ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	●GM ●Ford ○BMW ●Daimler ●Fiat-Chrysler ○Audi-VW
BSD	○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler	●GM ●Ford ●BMW ●Daimler ●Fiat-Chrysler ●Audi-VW ○Volvo	●GM ●Ford ○Volvo ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	○GM ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	●GM ●Ford ○Volvo ○BMW ●Daimler ●Fiat-Chrysler ○Audi-VW
NV		○BMW ●Daimler ○Audi-VW	○GM ○Volvo ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	○BMW ○Daimler ○Audi-VW	○BMW ○Daimler ○Audi-VW
PA	○Daimler ○Fiat-Chrysler	●GM ●Ford ●BMW ●Daimler ●Fiat-Chrysler ●Audi-VW ●Volvo	●GM ●Ford ○Volvo ●BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ●Audi-VW	●GM ●Ford ○BMW ○Daimler ○Fiat-Chrysler ○Audi-VW	○GM ●Ford ●Volvo ●BMW ●Daimler ○Fiat-Chrysler ●Audi-VW

資料來源：工研院 IEK (2016)

圖 2.2.6 美國各級距車型裝配 ADAS 情形

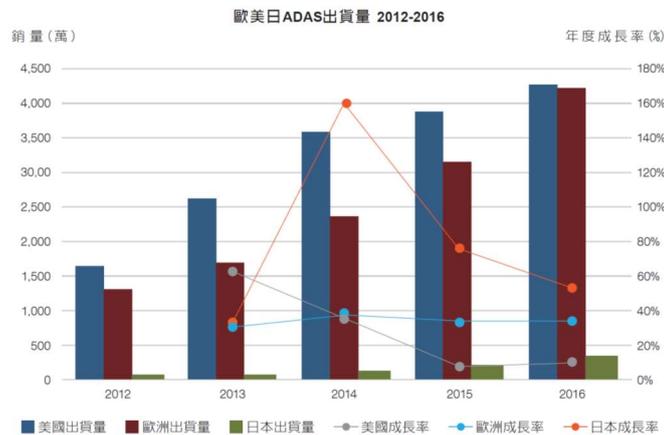
主動安全系統以其所具備的高度智慧化特色，提供駕駛人行車輔助以降低車輛碰撞風險與防止事故意外，因此也統稱為 ADAS。根據 Frost & Sullivan 產調分析，近幾年 ADAS 主要產品包含有停車輔助系統 (Park-assistSystem, PA)、夜視系統 (Night-visionSystem, NV)、LDW、前方碰撞預警系統 (Forward Collision Warning, FCW)、BSD 與 ACC。據統計，2013 年 ADAS 系統在美國地區的裝載數量就達 2,600 萬套，較前一年大幅成長 60.3%，預估 2020 年將可達到 9,150 萬套。歐洲市場的表現同樣不容小覷，2012 至 2013 年成長超過 30%，總數來到 1,700 萬套，預計到 2019 年將有 8,190 萬套規模。可顯見 ADAS 市場滲透率正快速上升，具高度成長性。再加上 ADAS 是為自動駕駛車商品化發展的重要基石，所以，未來 ADAS 的成長勢必更加大幅攀升。

根據 Visiongain 定義，ADAS 系統現階段主要以 14 種系統為主，包含：

- (1)適路性巡航系統(Adaptive Cruise Control, ACC)
- (2)自動緊急煞車系統(Autonomous Emergency Braking, AEB)
- (3)適路性頭燈系統(Adaptive Front Lights, AFL)
- (4)盲點偵測系統(Blind-Spot Monitoring, BSM)
- (5)駕駛者監控系統(Driver Monitoring System, DSM)
- (6)前方防撞警示系統(Forward Collision Warning, FCW)
- (7)抬頭顯示器(Heads-Up Display, HUD)
- (8)智慧車速適應系統(Intelligent Speed Adaptation, ISA)
- (9)車道偏移警示系統(Lane Departure Warning, LDW)

- (10)夜視系統(Night Vision System, NVS)
- (11)停車輔助系統(Parking Assistance, PA)
- (12)行人偵測系統(Pedestrian Detection System, PDS)
- (13)路標辨識系統(Road Sign Recognition, RSR)
- (14)全周影像系統(Surround View Camera, SVC)

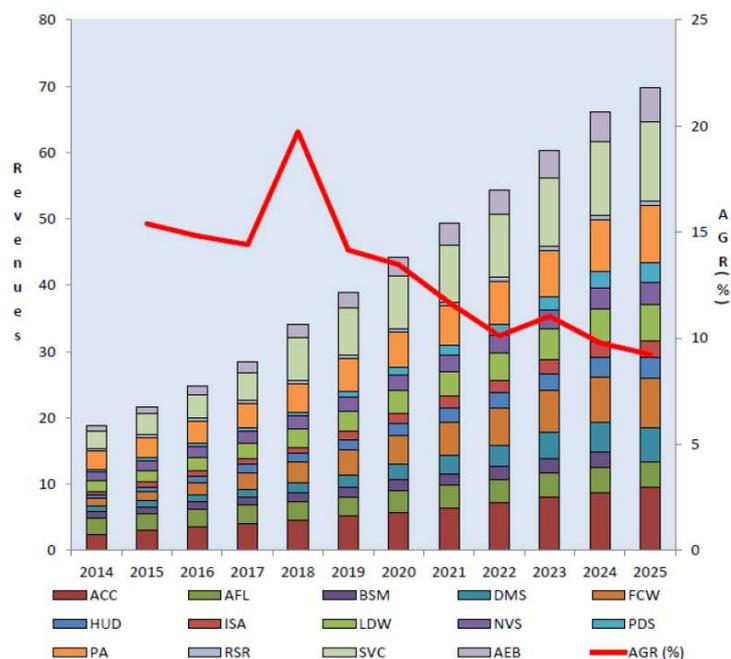
據統計，2013 年 ADAS 系統在美國地區的裝載數量就達 2,600 萬套，較前一年大幅成長 60.3%， 預估 2020 年將可達到 9,150 萬套。歐洲市場的表現同樣不容小覷，2012 至 2013 年成長超過 30%，總數來到 1,700 萬套， 預計到 2019 年將有 8,190 萬套規模。可顯見 ADAS 市場滲透率正快速上升，具高度成長性。再加上 ADAS 是為自動駕駛車商品化發展的重要基石，所以，未來 ADAS 的成長勢必更加大幅攀升，如圖 2.2.7。



資料來源：Frost & Sullivan、IEK，車輛中心整理 (2017)

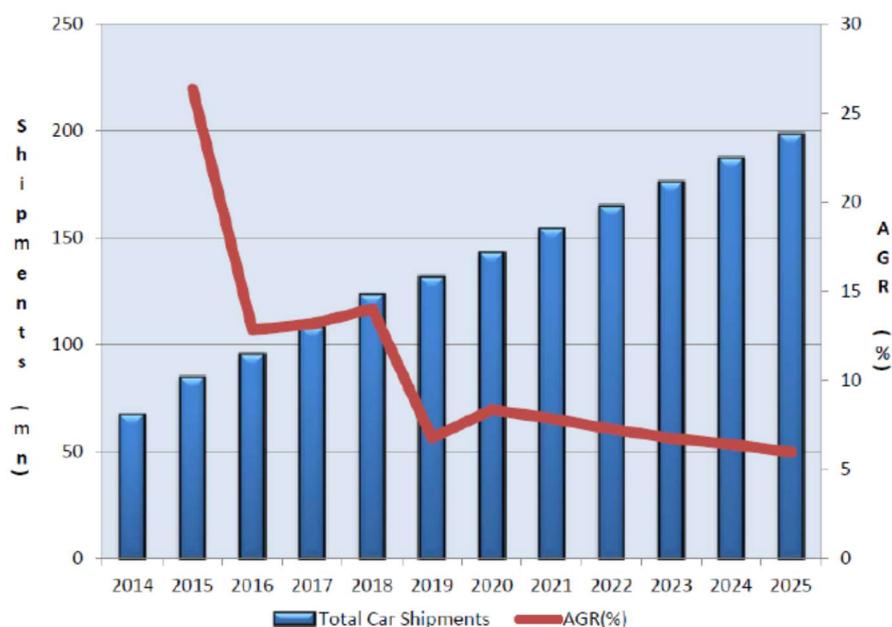
圖 2.2.7 歐美日 ADAS 2012 年~2016 年出貨量

以總體趨勢而言，ADAS 系統被視為車輛產業的明日之星，根據 Visiongain 調查，未來十年無論在產值、數量等都將呈現顯著的成長，在產值方面，2015 年 ADAS 系統總產值為 217 億美元，較 2014 年成長 15.4%，預估 2025 年全球總產值將達到 723 億美元(如圖 2.2.8)，平均每年將有 12.8%的成長空間。在數量方面，2015 年 ADAS 系統總產量為 8480 萬套，較 2014 年成長 26.4%，但 2015 年全球仍僅有 8.5%新車具備 ADAS 配備，預估到 2025 年總產量將上看 1.98 億套，平均每年將有 8.9%的成長空間，屆時將有 62%新車具備 ADAS 相關系統。因此在未來十年內，ADAS 系統將逐漸普及至一般市售車款，可望成為通用的標準配備。



資料來源：Frost & Sullivan (2016)

圖 2.2.8 全球 ADAS 產值趨勢



資料來源：Frost&Sullivan (2016)

圖 2.2.9 全球 ADAS 產量趨勢

根據預測數值的分析結果，2015 年至 2020 年將是 ADAS 系統拓展市場的黃金時期，該階段的產值平均每年成長率將達到 15.3%，數量的成長率亦將達到平均每年 11%，兩者都是雙位數的成長。受惠於各國政策與法規不斷加強對於 ADAS 系統的使用，預計 2018 年將是 ADAS 推廣最關鍵的一年，無論是數量、產值都是 2016 年後成長率最高的一年。

## 2. 適路性巡航系統(Adaptive Cruise Control, ACC)

ACC 主要透過影像、雷達或紅外線等距離感測器(Proximity Sensors)、輪胎速度感測器、方向盤轉角感測器以及適應性巡航控制元件(Adaptive Cruise Control Electronic Control Unit, ACC ECU) 等組成。感測器一般安裝在車輛水箱罩或車輛前保險桿內側，可探測車輛前方 200 公尺左右的距離的移動物體；在各車輪上裝有與防鎖死煞車系統(Anti lock Brake System；ABS)共用的輪胎速度感測器量測車輛速度；方向盤轉角感測器是用以判斷車輛行駛的方向，適應性巡航控制 ECU 蒐集各個感測器的信號並進行計算。

駕駛者可以利用 ACC 系統維持與前車的安全距離，降低車輛碰撞的機會發生，不僅提升行車安全性，亦可有效減輕駕駛人長途行駛的負擔。在距離設定完成後，系統會透過位於車輛前方的毫米波雷達偵測與前方車輛之距離，並主動介入油門、煞車的 control 以維持設定的車距(如圖 2.2.10)。若前方無車時，則車輛將維持定速巡航的狀態。預計 2020 年之後，ACC 的技術發展路徑將朝向更多元的功能發展，在感測單元的部分，現有的毫米波雷達系統體積將不斷縮小，並將與攝影機加以整合，成為結合雷達與影像辨識的感知融合系統。在功能方面，現有的保持車距功能外，路口車輛與行人偵測、自動煞車、Stop&Go 等功能亦將成為未來 ACC 具備的重點技術，使 ACC 更貼近駕駛人的需求。



資料來源：Ford (2016)

圖 2.2.10 適路性巡航系統(ACC)示意圖

隨著全球汽車市場對於 ACC 的需求逐年提升，ACC 已與停車輔助系統、全周影像系統並列為產值最高的 ADAS 系統，2015 年全球 ACC 產值達 31 億美元，預估 2025 年產值將成長至 95 億美元(如圖 2.2.11)。其中 2015~2020 年是 ACC 產值的成長高峰期，每年平均將有 13.7%的成長表現，2020~ 2025 年亦有 10.4%的成長空間。若以地區來看，美國是 ACC 系統最大的單一市場，2014 年美國囊括全球 ACC 系統約 8 成的銷售量，達到 698.9 萬套。預估至

2018 年，美國銷售的 ACC 系統仍將涵蓋全球約 6 成的銷售量，穩坐全球最大 ACC 銷售市場的位置。



資料來源：Visiongain (2016)

圖 2.2.11 適路性巡航系統(ACC)產值成長趨勢

當 ACC 系統不論在功能或是全球市場的需求、銷售量皆不斷提升之際，ACC 系統價格將在 5 年內顯著下降(如表 2.2.2)，根據 Frost & Sullivan 調查，以美國為例，ACC 系統於 2015 年在美国售價平均每套為新台幣 7,840 元，2020 年的平均售價則降至新台幣 6,080 元，降幅超過 2 成，在歐洲的售價亦由新台幣 6,840 元降至平均新台幣 6,480 元。但根據 Visiongain 的資料估算，ACC 系統的全球平均價格將從 2015 年的新台幣 8,288 元，上漲至 2025 年的新台幣 11,680 元，漲幅超過 4 成，原因可能與技術門檻提升、功能增加等因素有關。

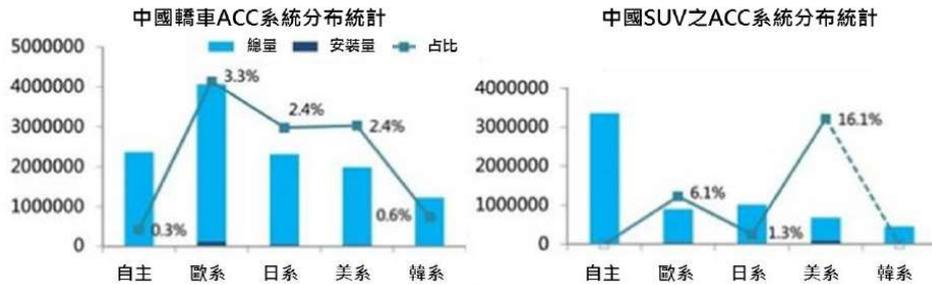
表 2.2.2 適路性巡航系統(ACC)價格調查與預測結果

單位	單價調查(每套)	價格預測(每套)	價格變化
Frost & Sullivan	美國(2015)：245 美金	美國(2020)：190 美金	美國：下降 22.4%
	歐洲(2015)：190 歐元	歐洲(2020)：180 歐元	歐洲：下降 5.2%
Visiongain	全球(2015)：259 美金	全球(2025)：365 美金	全球：提升 40.9%

資料來源：Frost&Sullivan (2016)

中國大陸作為全球最大汽車市場，對於 ADAS 系統而言亦具有十足的發展潛力，因此全球主要車廠無不積極導入各式 ADAS 系統，以維持車廠的競爭優勢。根據「蓋世汽車研究院」調查，ACC 系統在中國大陸的搭載對象主要以歐洲、美國豪華轎車與 SUV 為主，其中以中型 SUV 具有最高的普及率 14.5%，其次為中大型豪華房車(E-segment)的 12.8%。相較歐系與美系車廠為中國大陸 ACC 系統市場的主導者，中國大陸自主品牌目前的搭載率則敬陪末座(如圖 2.2.12)，截至 2016 年 3 月，中國大陸自主開發與製造的車款中僅 0.3%的轎車

搭載 ACC 系統，而銷量更大的中國大陸自主品牌 SUV 則尚未開始配備，考量 ADAS 系統對於主動安全、品牌形象皆有正面幫助，致使中國大陸自主車廠對於 ADAS 系統之重視程度逐年提高，因此中國大陸自主品牌可能是未來重要的新產品切入對象。



資料來源：Visiongain (2016)

圖 2.2.12 中國大陸 ACC 系統市場分布(依產地分類)

### 3.自動緊急煞車系統(Autonomous Emergency Braking, AEB)

當行進中的車輛與前方障礙物距離過近，而駕駛人卻又來不及煞車時，AEB 系統將會主動介入車輛的煞車系統，使車輛及時煞停以避免發生碰撞(如圖 2.2.13)。歐盟新車安全評鑑協會(Euro NCAP)和澳洲新車安全評鑑協會(ANCAP)於 2015 年 5 月在「Accident Analysis & Prevention 期刊」中發表的研究報告指出，裝有 AEB 系統的車輛，在車速小於時速 50 公里的狀況下，可減少約 38%的追撞意外發生，因此 AEB 可有效預防車輛碰撞的機會，進而提升乘車安全。

預計在 2020 年後，AEB 系統無論在感測單元或是功能性都較以往更加提升，在感測方面，為提升感測準確度以避免系統誤觸發的機會，未來將導入感知融合架構，以提升障礙物辨識度。在功能方面，系統的感測範圍將擴大至路口車輛與行人，當車輛行經路口時，若偵測到有車輛或行人過於接近時，系統將會介入煞車系統的控制，避免與來車或行人的碰撞意外發生。



資料來源：Euro NCAP AEB Interurban (2016)

圖 2.2.13 自動緊急煞車系統(AEB)示意圖

2015 年全球 AEB 系統的年產值已達到 11 億美元，預估 2025 年產值將成長至 51 億美元(如圖 2.2.14)。受惠於全球 NCAP 與法規的帶動下，AEB 系統已成為最具成長潛力的 ADAS 系統，預估 2015~2020 年是其成長高峰期，每年產值平均成長約 20.1%，而 2020~2025 的產值成長每年平均亦可達 13.1%。



資料來源：Visiongain (2016)

圖 2.2.14 自動緊急煞車(AEB)產值成長趨勢

相較於車道偏移、盲點警示等警示類型的系統，由於 AEB 系統牽涉主動煞車機構的控制，以及後續一連串的安全測試驗證等流程，使 AEB 系統較一般警示類的 ADAS 系統甚至是 ACC 系統更昂貴、複雜，因此目前 AEB 系統的普及情況尚不及其他系統。根據 Visiongain 的分析，AEB 系統 2015 年在全世界的銷售量約為 432.48 萬套，在 14 項 ADAS 系統總銷售量中僅占約 5% 的比重，但預估到了 2025 年，AEB 系統的銷售量將大幅提升至約 1410 萬套，占 14 項 ADAS 系統總銷售量 7%，成長幅度居各項 ADAS 系統之冠。

根據 Visiongain 提供的數據估算，儘管 AEB 系統的產量在十年內將大幅提升，價格卻也可能同時飆漲，2015 年 AEB 系統平均一套約為新台幣 8,128 元 (如表 2.2.3)，十年後 2025 年的產量雖然已是 2015 年的 3.3 倍，價格卻也上漲 42.5%，達到新台幣 11,584 元，推測原因可能仍舊與技術門檻提升、功能增加等因素有著密切的關係。

表 2.2.3 自動緊急煞車系統(AEB)價格估算結果

年份	產值(億美元)	產量(萬套)	平均單價(美元)
2015	11	432.48	254
2016	51	1410.06	362

資料來源：Visiongain (2016)

#### 4. 車道維持系統((Lane Keeping System, LKS)、車道跟隨系統(LFS)、車道變換系統(LCS)

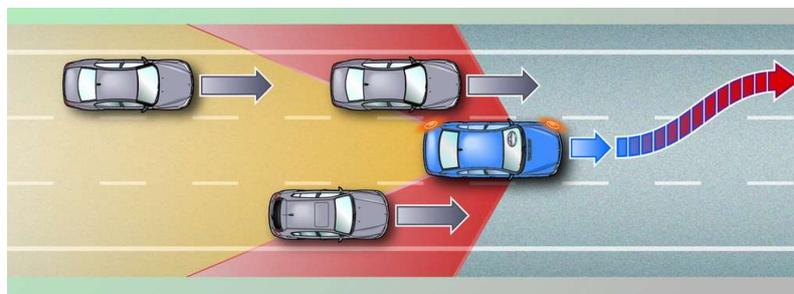
LKS 系統(或稱為 LKA)是利用裝在車前方的 CCD 或 CMOS 鏡頭偵測前方車道線，並計算車輛偏移車道的程度，若駕駛者不當偏離車道時，系統將警示駕駛者並介入轉向系統的控制，輔助駕駛者保持於車道內行駛(如圖 2.2.15)，藉此減輕長期駕駛的工作負荷，同時提高行車的安全性。

現階段在全球汽車市場中，LKS 系統相對於車道偏移警示系統、盲點警示等警示類型的 ADAS 系統而言普及率仍偏低，大多僅限於高階車款才具有此系統，以中國大陸市場為例，根據「蓋世汽車研究院」調查，LKS 系統在中國大陸的搭載對象主要以歐洲、美國豪華轎車與 SUV 為主，其中以中型 SUV 具有最高的普及率 16.3%，其次為中大型豪華房車(E-segment)的 13.5%。若以產地分類，歐系與美系車廠已在中國大陸 LKS 系統市場中取得領先地位，相較之下，包含日系品牌、韓系品牌與中國大陸自主品牌對於 LKS 系統的普及率則幾近為零(如圖 2.2.17)。近年 ADAS 系統日漸受到消費者的重視，對於中國大陸自主品牌而言，搭載更多的 ADAS 系統將有助於品牌形象提昇，以目前的普及率、市場型態而言，中國大陸自主車廠將是未來 ACC、LKS 等系統重要的推廣對象。



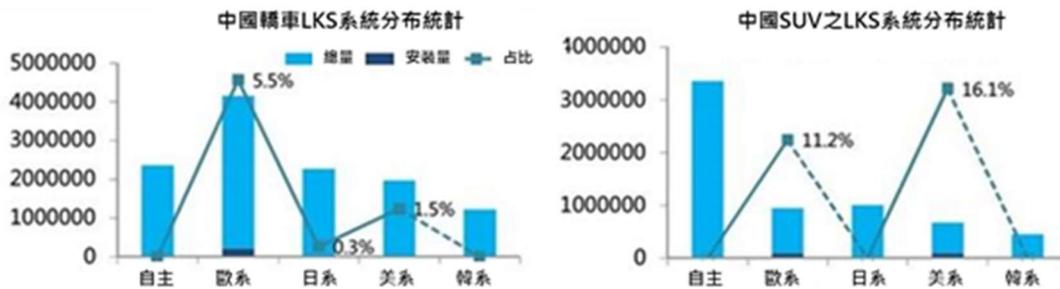
資料來源：Ford (2016)

圖 2.2.15 LKS 示意圖



資料來源：BMW (2016)

圖 2.2.16 車道變換系統(LCS)示意圖



資料來源：Visiongain (2016)

圖 2.2.17 中國大陸 LKS 系統市場分布(依產地分類)

LKS 系統現已搭載於市售車，成為部分高階車款的安全配備之一，未來則將延伸至 LFS 系統與 LCS 系統的發展，目前全球主要車廠皆已對 LFS、LCS 系統有相當程度的研究(如表 2.2.4)。當 LFS 啟動後，會藉由控制轉向系統，使高速行駛中的車輛得以維持在車道的正中間行駛，若遇到前方障礙物或前方車速較慢的情況下，LCS 將會主動介入轉向控制，使車輛避開障礙物或慢車後，再將車輛切換回既有車道。目前已有部分車廠如：Tesla、M-Benz 等率先發表 LCS 系統，並搭載於市售車中，但須藉由駕駛者撥打方向燈桿，並在系統確認周圍路況後，LCS 系統才會將車輛自動變換車道。

歐洲消費者對於車用智慧科技的期待，逐漸聚焦於可減輕駕駛壓力並增添樂趣的駕駛輔助科技配備，2015 年以前，ADAS 系統較常出現在高階車款中，但隨著 ADAS 技術的普及與成本下降，接下來 ADAS 的應用將向下延伸至中低階款，讓普及率更加提升。目前供應商也積極地提供相關的 ADAS 感測器給中小型車款，像是車道偏移警示系統、交通號誌識別系統、智慧大燈控制系統及駕駛睡意偵測系統等，而這些車款也樂於配備這種高科技的安全輔助系統，以維持市場的競爭力。在歐盟新車安全評鑑協會(Euro NCAP)的相關碰撞安全規範下，也推動 ADAS 系統在歐洲市場的成長。

表 2.2.4 國際 LFS、LCS 系統開發現況

國家	廠牌	內容
美國	Tesla	Autopilot 系統已具備 LFS、LCS 等功能，搭載於 Model S、X。
德國	BMW	正執行 Connected Drive Project，包含 LCS 等功能，2018 起搭載於 7-Series，並逐步下放至 5-Series、6-Series、X5 等車款。
	M-Benz	Drive Pilot 系統包含 LCS 等功能，2016 已搭載於 E-class(W213)，並逐步下放至其他車款，同時也發展 Future Truck 2025 計畫，功能包含 LFS 等。
日本	NISSAN	2013 起與神奈川縣政府合作，運行自動駕駛車輛，功能包含 LCS 等功能。
	TOYOTA	2014 起與 DENSO、愛知縣政府合作運行自動駕駛系統，功能包含 LFS、LCS 等。
	Mitsubishi	2015 年發表 EMIRAI3 xAUTO 自動駕駛概念車，具備 LFS 等功能。
韓國	Hyundai	2015 起與 KAIST 合作研究自動駕駛系統，功能包含 LFS、LCS 等。
中國大陸	宇通	2015 年與中國工程院(CAE)合作，開發 LFS、LCS 等自動駕駛系統。
	百度	2015 年以 BMW 3GT 為平台開發自動駕駛系統，功能包含 LCS 等。

資料來源：Google 和各車廠官網，車輛中心整理 (2016)

## 5. ADS 系統發展趨勢

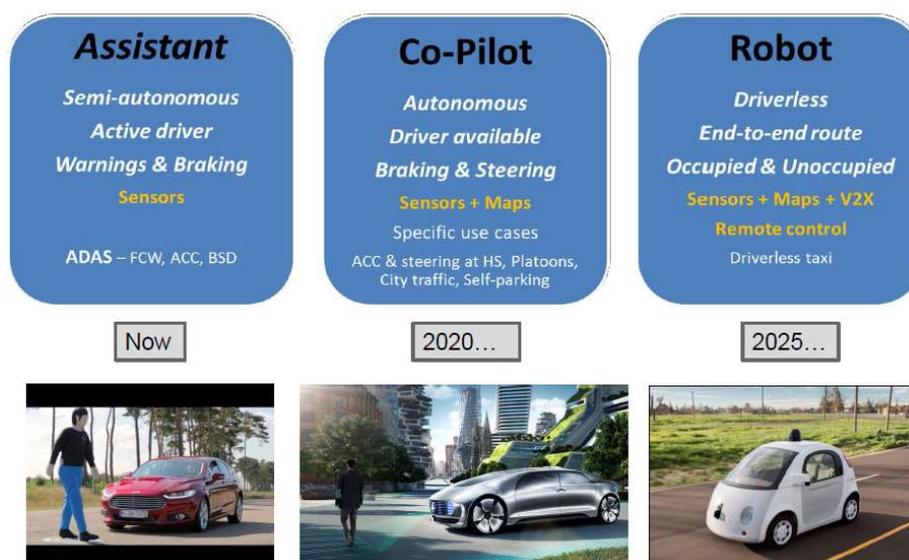
早期歐美各國發展無人駕駛技術不外乎是為了強大其軍事力量，從小型機器人到大型輪型車輛的自動控制或遙控技術的發展，目的都是為了降低人員傷亡與增加軍事效益，但近十年來，這項技術已不再是軍事武器獨享的技術，用於民生用途的自動駕駛技術在眾多消費者的期盼下，亦開始展露頭角。

根據 Navigant Research 的研究預測，自動駕駛汽車技術可望在未來二十年內迅速成長，預計在 2035 年以前，每年約有近 9,500 萬部具備自動駕駛功能的汽車，銷售往世界各地，這項研究指出，未來的自動駕駛汽車仍然具備方向盤、油門和煞車，亦配備自動駕駛系統按鈕，以便自動駕駛系統在駕駛發出請求時接手操控車輛；同時，在自動駕駛系統運行結束時，或駕駛提出接管的需求時，亦可順利的交接給駕駛進行車輛操控。

根據 ABI Research 於 2015 年針對自動駕駛系統的預測，在目前處於駕駛輔助系統(Assistant)的階段，其為 Semi-autonomous 的模式，為駕駛為主要操控車輛的主體，而系統為用以輔助駕駛操控車輛的功能，如 FCW、ACC 和 BSD 等 ADAS 功能，此些功能皆為自動駕駛系統輔助駕駛操控車輛，以發出警示等協助功能為主，現今大部分的車輛已具備此階段的自動駕駛系統；跟著科技的進步，預計於 2020 年自動駕駛系統將演化為共同駕駛(Co-Pilot)階段，即為系統與駕駛共同操作一台車輛，與現在的駕駛輔助階段不同，自動駕駛系統可初

步具備獨立操控車輛的能力，可進行橫軸與縱軸之操控，而駕駛可釋放車輛的操控權給予系統，於緊急狀況時，駕駛即可立刻取回車輛操控權，此種自動駕駛車需要具備大量的感測器加上精密地圖資訊方能運作，其使用的應用為車隊，高速公路運行，城市駕駛運行或自動停車等情境。

目前 TASA AUTOPILOT 系統即為共同駕駛(Co-Pilot)階段的自動駕駛系統，此目標即為本計畫人機互動系統所要挑戰的方向，當駕駛和系統共同操作的時候，需要有一個決策模組，用以協調駕駛和系統之間的溝通，此即為人機互動系統主要的目的。而自動駕駛系統最終的目標即為一個機器人，由自動駕駛系統取代人類進行車輛個操控，例如無人計程車的應用即為此未來的目標，其預計實現於 2025 年，這個層級屬於全自動駕駛車輛。在這層級中，使用者僅需給定相關訊息，例如：目的地、路徑等，其他事情全權交由車輛本身來處理，車輛無法任意改為手動駕駛，在車上的全是乘客，沒有駕駛的角色，緊急狀況發生時，為自動駕駛系統自行處理。



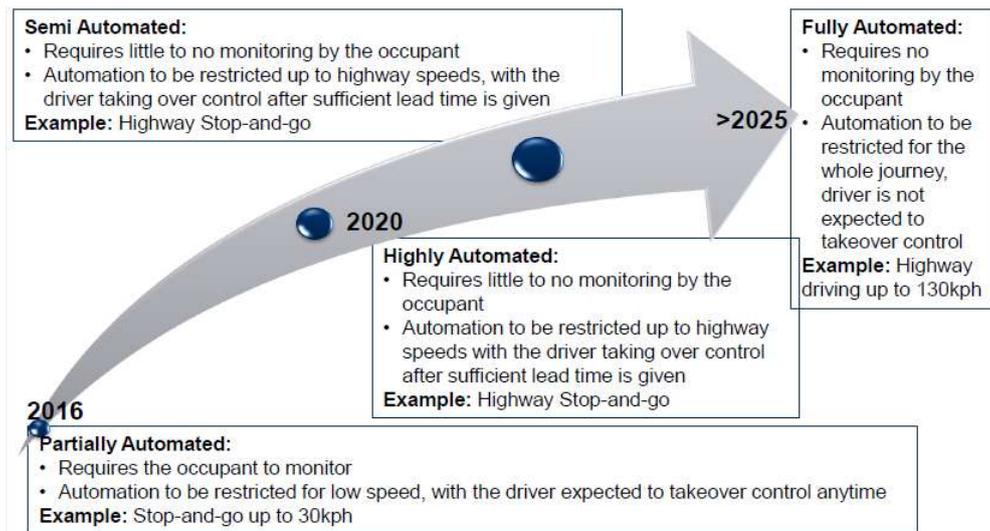
資料來源：ABI Research (2015)

圖 2.2.18 自動駕駛系統趨勢

自動駕駛車主要的主體為駕駛和自動駕駛系統，人機互動系統則為駕駛和系統之間的協調，讓駕駛和系統可以平滑的操控車輛，增加車輛的安全性，而駕駛在自動駕駛系統中的角色，可根據圖 2.2.19 來說明，其為 Frost & Sullivan 在 2016 年針對自動駕駛系統的趨勢分析，其中針對互動系統的趨勢預測，2016 年自動駕駛系統在駕駛輔助系統(Assistant)為 SAE Level 2 的階段，為部分自動駕駛(Partially Automated)，在此階段的自動駕駛系統運行時，其駕駛需要隨時監控系統的運行狀況，並且部分自動駕駛系統階段，其系統僅為控制橫軸或縱軸擇一，因此，駕駛在此先天的條件之下，本就需付出精神注意車況，所以駕

駛需隨時監控系統，並且當駕駛在任意時間和任意地點時，需要車輛的控制權，系統皆需立刻將其操控權歸還給駕駛，例如為目前市面上的低速自動巡弋系統(時速 30 公里/小時)運作時，當駕駛隨時踩油門或採煞車時，皆能隨時將車輛速度的控制，歸還給駕駛。

隨著科技的演進，預計於 2020 年即會到達自動駕駛系統的共同駕駛(Co-Pilot)階段，其屬於 SAE Level 3 與 Level 4 的階段，在高階自動駕駛系統(Highly Automated)和半自動駕駛系統(Semi-Automated)的階段中，自動駕駛系統可獨立進行車輛橫向與縱向的控制，即顯示其自動駕駛系統已經可以自行於道路上運行了，例如於高速公路的高速自動巡弋系統(時速 100 公里/小時)，而駕駛並不需要隨時監控自動駕駛系統運行的狀態，因此，在這個階段的自動駕駛車內，駕駛可能會休息或分神做其他事情，因此，其共同駕駛階段的自動駕駛系統，由於其自動駕駛為高速的狀態，當駕駛要求接管車輛的操控時，自動駕駛系統必須要提供駕駛足夠的延遲時間，然後方能轉換車輛操控權給駕駛，此為人機互動系統的安全接管基本原則。



資料來源：Frost & Sullivan (2016)

圖 2.2.19 ADS 技術發展趨勢

美國調查機構 Research Navigant 在 2017 年，針對目前市面上正在研發自動駕駛汽車企業進行調查，主要針對下述項目內容進行調查：首先，針對廠商未來 10 年發展，目前處在第二階段，第三階段的廠商何時能夠做到第四階段，並且量產。再來根據各家廠商今後的戰略，合作夥伴，生產戰略，技術實力，產品力，行銷等 10 個項目進行打分評價與排名。



資料來源：Research Navigant (2017)

圖 2.2.20 自動駕駛系統排行榜

首先目前評分上第一名和第二名分別為美國車廠的福特和 GM 兩家車廠，這兩間公司對於自動駕駛系統的開發已有心得。福特預計 2021 年推出無人駕駛汽車，並用於車輛共享服務，目前福特已投入了 100 輛無人駕駛汽車進入測試。而在 2017 年 CES 上，有媒體宣稱其福特的自動駕駛汽車，可能是目前最接近量產的無人駕駛汽車，並且在 2016 年福特投資 1 億 5000 萬美元給光達製造商 Velodyne 其目的就是降低無人駕駛汽車必備的光達售價。福特在美國加州大舉擴張其創新研發中心(FORD Research & Innovation Center)，並邀請前 Apple 工程師 Dragos Maciuca 加入研發團隊，以資深技術總監的身分帶領旗下團隊針對車輛通訊與自動駕駛等等技術進行開發與研究。Ford Fusion Hybrid 自動駕駛車輛最大特徵在於車頂採用四顆 Velodyne HDL-32E 光達，每顆可進行 32 個掃描層，產生每秒 280 萬 bytes 的資料，此高解析度的掃描可提供車輛在 140 英里/小時的高移動速度下，對車輛四周圍 61 公尺內進行即時斷層掃描，可分析出物體的類別。這些掃描出來的物體，再透過全球導航衛星系統內建圖資的比對，即可建構出車輛周圍的 3D 環境，其定位誤差小於正負 2 公分。

此外，Ford Fusion Hybrid 自動駕駛車輛也裝載了 77GHz 毫米波雷達，應用於適應性巡航控制功能，以因應在氣候不良情況下車輛可正常偵測前方車況。視覺感測器裝載於擋風玻璃上，是用來辨識道路號誌與協助障礙物識別使用。未來感測器方面正積極評估導入 DSRC 等無線通訊技術，期望達到更高的自動駕駛功能。目前福特正與多個機構進行研究：與密西根大學的合作是對車輛自

動駕駛決策進行分析，幫助控制單元在分析環境資訊後做出路徑的判斷；與農業保險公司的合作是評估自動駕駛未來上市所帶來的效益與風險；與麻省理工學院的合作是在偵測出障礙物之後，估測其移動軌跡與車體自身未來的移動軌跡，進行防撞預估；與史丹佛大學合作改善車輛自動駕駛的動態性能；與阿亨工業大學(RWTH Aachen)開發未來自動駕駛後的人機介面設計問題。由種種合作發展計畫可看出，福特對於自動駕駛產品的野心，期望在 2020 年左右可有實際商品上市。



資料來源：Google，Ford (2017)

圖 2.2.21 Ford 自動駕駛車

美國 GM 汽車集團於 2016 年 12 月時，宣布開始在美國密西根進行生產與測試自動駕駛車，並用雪佛蘭 Volt 進行自動駕駛汽車測試。美國車輛大廠通用汽車公司自 2007 年以來，已與卡內基美隆大學(Carnegie Mellon University)共同研發無人駕駛車款—雪弗蘭(Chevrolet)Tahoe。此新車款在防禦先進研究計畫協會(DARPA)所舉辦的城市挑戰(Urban Challenge)中贏得勝利，該挑戰包含在長 60 英哩的賽道中競賽，賽程包含了切入、超車、停車及通過十字路口等項目。通用汽車執行長巴拉 (Mary Barra) 在 2014 年底特律智慧型運輸系統世界大會 (Intelligent Transport System World Congress) 演說時表示，2017 凱迪拉克 (Cadillac) 將有「Super Cruise」技術，可在高速公路規定速度每小時 70 英里或走走停停的塞車狀況下操控、加速和煞車。巴拉也表示，通用兩年內將成為首家車型配有所謂車間 (V2V) 技術的製車商，讓這款車型可與其他有類似功能的汽車溝通，警告交通事故和改善道路安全。她表示，2016 年下半年首度亮相的通用 2017 凱迪拉克 CTS，將配有 V2V 功能標準。

目前 Super Cruise 技術融合光達、雷達、攝影機、全球導航衛星系統等感測器，可在高速公路情境下進行自動駕駛，融合了目前通用汽車的主動安全技

術，包含：後方自動防撞、全速範圍動態巡航控制、前方碰撞警示、碰撞自動預警、車道維持、側方防撞、Stop-and-Go 等系統功能，未來將導入 DSRC 無線通訊系統，達到性能更高的自動駕駛功能。雖然原廠不願提供更一步的技術細節，但可從其規劃的目標來看，通用汽車欲達到的近程目標為高度自動輔助駕駛，在自動化層級中屬 Level 3，至於是否開發全自動駕駛系統，通用汽車則持保留態度。



資料來源：Google，GM (2016)

圖 2.2.22 GM 自動駕駛車

第三名為雷諾日產，其公開在日本高速公路上做到自動駕駛的 ProPILOT 汽車，目前 ProPILOT 達到第四階段(無需司機介入的完全自動駕駛)，並已在歐洲和美國進行了路試，NISSAN 是在 2013 年對外宣告無人駕駛自動車將預計會在 2020 年前上市，並在 2013 年獲得了日本政府的許可牌照，能夠正式在日本國內運行並測試無人汽車。這是日本第一個頒發的無人汽車執照，而車牌也是紀念性的「20-20」，象徵 Nissan 將在 2020 年達成將無人汽車正式上路的夢想，這是繼 Google 後第二個取得無人汽車測試執照的公司，目前 Nissan 的無人汽車已經可以做到自動車道定位、以及自動導航系統等等高端功能，但是包括離開高速公路、自動變更車道、超車等功能都是 Nissan 之後的測試重點。Nissan 改裝旗下 Leaf 電動車進行自動駕駛車技術的開發平台，目前已達到車道保持、車距維持、車道變換、自動超車、交流道自動匯流、路口自動駕駛等功能，Nissan 自動駕駛系統個感測器的架設與其功能，發現與 BMW 自動駕駛系統類似，大量使用遠/近距測距感測器與視覺感測器用來偵測車輛四周的環境，差別在於 Nissan 使用四顆攝影機進行車輛四周圍短距環境偵測(Around View Monitor, AVM)而非採佈滿車身全周的超音波。Nissan 自動駕駛系統雖已於日本高速公路進行實車路測，安倍晉三首相也親自體驗過，但當遇到車輛決策系統無法判斷的情況，駕駛控制權仍會還予駕駛者本身，在車輛自動化層級

來說，仍屬介於 Level 2 至 Level 3 之間。

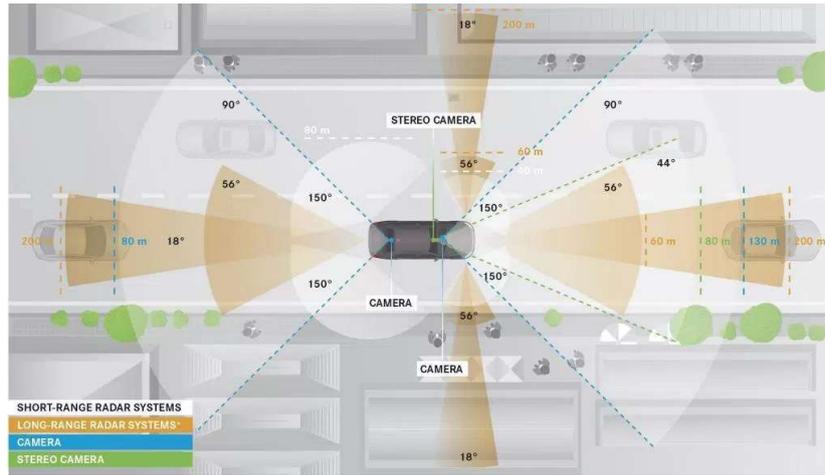


資料來源：7car (2017)

圖 2.2.23 Nissan 自動駕駛車

Mercedes-Benz 旗下的 F015 Luxury in Motion 無人駕駛概念車，在無人駕駛裡通過內置的 3D 地圖數據和全球導航衛星系統的配合實現路線的自主規劃，車身搭載的立體攝影鏡頭、雷達及超音波傳感器可以感知周邊環境，反饋給車載電腦進行處理，再將下一步的操作指令反饋給機械傳動系統。除了上述的行駛系統之外，因為 Extended Sense 系統的介入，這輛概念車還能夠與周邊車輛、行人溝通，例如當路人招手時，它可以進行停車避讓。但事實上，Mercedes-Benz 在 2013 年 9 月，就進行了近百公里的無人駕駛汽車測試。不同以往 Mercedes-Benz S-Class 汽車的駕駛輔助系統，這一次的路測是真正的無人駕駛，其中最主要的功臣是長短雷達與攝影鏡頭，彼此配合進行周邊環境的感知。

在 Mercedes-Benz S500 Intelligent Drive 中，大量應用視覺感測技術進行環境偵測，其中，使用立體視覺獲得障礙物的深度資訊，協助物體的識別，四顆攝影機即可偵測車輛四周圍的環境，同時系統擁有超過兩百萬筆樣圖，提供辨識系統進行交通號誌、行人、車輛等物體辨識，搭配測距感測器，物體動態分析、路緣偵測、路標偵測等均可精確獲得，這些識別結果用於協助判斷車輛所處之環境。12 顆超音波用來防止車輛低速之碰撞，長距雷達可協助車輛高速移動的軌跡判斷。龐大的地圖資訊配合系統辨識出來之道路特徵，可有效導引車輛於指定路境中，定位誤差約在 5 公分左右。



資料來源：Mercedes-Bens (2017)

圖 2.2.24 Mercedes-Bens S500 Intelligent Drive 自動駕駛車

德國高級汽車品牌的 BMW，在自家所開發的 ActiveAssist 系統輔助下，Connected Drive 將會對避免行車意外的自動駕駛技術帶來顯著的貢獻，讓自動駕駛系統距離廣泛應用又更近了一步。這套最新的自動駕駛系統可讓車子在需要的時候回歸到車流中而無須人為輔助，提供最高安全保障的前提下讓車身動態表現完全發揮，系統可以自動變換方向，且方向盤和油門及煞車的作動在行車電腦的安排下，能夠相當和諧順暢的運轉，帶來優異的精確度。還能夠自動完成閃避路面障礙物的變換車道，BMW 甚至表示系統能夠將車輛引擎和底盤的極限完全發揮出來。BMW 的 Connected Drive Connect 自動駕駛系統，基於先前於封閉賽道測試的 TrackTrainer 自動駕駛技術、ACC、LDW 車道偏離預警系統與緊急制動輔助系統(Emergency Stop Assistant, ESA)等技術，藉由完整的道路圖資、全球導航衛星系統、雷達測距儀、紅外線攝影機等，搭配上 BMW 自行開發的駕駛邏輯軟體，除了能夠達到以時速 130km/h 自動定速巡航之外，還能夠根據前方路況自動跟車、加減速、變換車道甚至超車等，且不會出現不當駕駛的行為。

目前 BMW 已於德國 A9 高速公路(Munich 慕尼黑至 Nuremberg 紐倫堡)中進行 Connected Drive Connect 自動駕駛系統實路測試，且測試里程已達到 5000km 之多，BMW 原廠技術部門也希望藉由實車測試行程，盡快讓 Connected Drive 自動駕駛系統達到實用且安全的階段，並於未來數年內得以量產。分析 BMW 的自動駕駛技術不難發現是由現階段的產品進行整合後而得，其本身使用六顆 IBEO 短距光達偵測車輛周圍 360 度障礙物的距離，加上長距毫米波雷達、影像感測器、全球導航衛星系統等，共搭載 12 個功能不同的感測器。BMW 未來將導入 4G LTE 或 DSRC 導引技術，加入車隊控管機制，達到長途自動駕駛的目標。

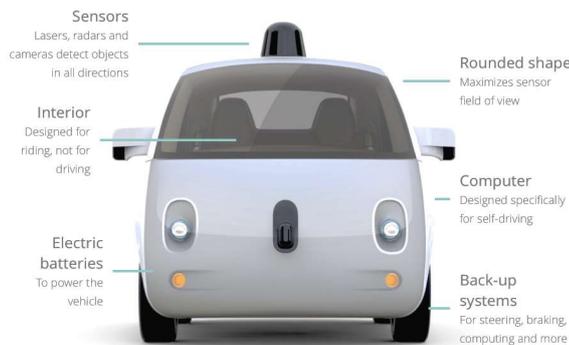


資料來源：BMW (2017)

圖 2.2.25 BMW Connected Drive 自動駕駛車

目前有正式展示的全自動駕駛車輛並不多，最耳熟能詳的莫過於 Google 自動駕駛車，自 2012 年 3 月起至 2014 年 4 月為止，Google 自動駕駛車團隊已完成 110 萬公里的無人駕駛實車測試，而 Google 自動駕駛車不僅已獲得內華達州的行駛車牌，並且已經發展出三個世代，朝向完全自動駕駛(Level 4)並且無須人介入控制的境界去邁進。

2014 年 5 月，Google 展示第三代的自動駕駛車，這部車並無方向盤、油門踏板、煞車踏板，即車輛行為 100%由車輛自身控制系統決定。分析第三代的 Google 自動駕駛車不難發現其仍保有 2007 年 DARPA Urban Challenge 競賽車輛的雛形，如圖 2.2.6 所示。以一具 Velodyne HDL-64E 的 3D 光達為主要感測器，偵測車輛四周圍的環境，64 層的光學雷射進行橫向 360 度、垂直 26.8 度 (+2~-24.8 度)區間的掃描，資料更新率最快可達 5Hz，以每秒 130 萬掃秒點的解析度進行周圍環境的掃描，可清晰偵測出四周圍的物體，能有效協助車輛控制決策系統的判斷。



資料來源：Google (2017)

圖 2.2.26 Google 自動駕駛車

2016 年底，Google 的無人駕駛汽車項目宣布獨立成為一個名叫「Waymo」的實體，目前 Google 與 FCA 集團合作，在 2017 年推出了自動駕駛計程車的項目計畫，Waymo 預計通過自主生產硬體來降低成本，目前裝設在自動駕駛車內的感測器中，光達是自動駕駛汽車上最貴的零部件，單個硬體的費用是 7 萬 5000 美元以上。



資料來源：Waymo (2017)

圖 2.2.27 Waymo 自動駕駛車

Google 一直在為人工智慧產品做準備，它推出了一系列大數據網路服務，像搜尋引擎、免費郵箱，獲得大量的用戶行為數據，同時 Google 還在深度學習技術上砸下成堆的美元。人工智慧服務或產品，一定是基於大數據和深度學習的。這種模式決定了，Google 未來的人工智慧產品，不應該局限於某個硬體設備。



圖 2.2.28 Waymo 自動駕駛車操控介面

Google 準備推出的是更高級的 OS——自動駕駛車操作系統 Androidŉ 那套很可能也會被做為基礎部件納入其中。可以簡單理解為伺服器版操作系統和 PC 版操作系統的區別。Google 在汽車市場的做法，基本上還是 Android 手機市場模式，將 Android 換成了自動駕駛車系統，手機廠商換成造車公司。但在自動駕駛車市場，對第三方的應用或行動網路服務的數量需求，遠低於智慧手機，所以 Android 擁有那麼多開發者和應用程式，並不能讓 Google 在自動駕駛車市場獲得優勢。

Intel 花 150 億美元收購 MobilEye，為尋求在自動駕駛車領域上的一席位。

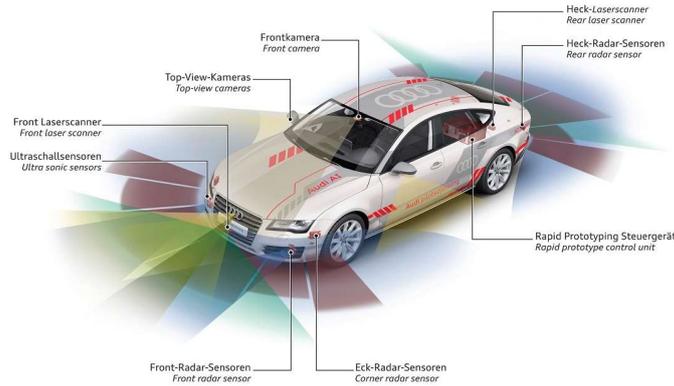
2017 年 9 月 19 日正式與 Google 的自動駕駛車姐妹公司 Waymo 確立合作夥伴關係，更表示會以 Intel 的技術讓 Waymo 獲得完全的自動駕駛能力。這合作可說是雙贏，因為目前 Waymo 自駕車的感應器和運算部分也是基於 Intel 的技術而運作。而 Intel 在新聞稿中更表示他們的技術將能讓自動駕駛車變得更高效能，足以達到第 4 至 第 5 級自動化等級。第 5 級的標準更是表示裝置擁有真正自動駕駛的能力，Intel 也能藉此展示他們在自動駕駛車系統上的造詣。

除了 Google 之外，Audi 也積極研發自動駕駛車。不同於 Google 的是，Audi 自駕車駕駛技術主要採用全球導航衛星系統與 3D 視覺技術來完成自動駕駛的任務，因此，不同於 DARPA urban challenge 比賽時期的車輛，將感測器掛滿在車外，Audi 自動駕駛車在外表上與現在車輛幾乎無異。圖 2.2.29 的 Audi 自動駕駛車在封閉且可控的賽車跑道環境中，其車速最快可達 220 公里/小時。主要感測系統為全球導航衛星系統，搭配視覺感測器可將車輛定位精度縮小到公分級(2 公分)，在提供封閉且指定場域中之無人駕駛控制依據。Audi piloted driving(奧迪自動駕駛)，將奧迪品牌自動駕駛汽車的發展分為四個階段：

- (1)第一階段：汽車具備定速巡航、自適應巡航、車道保持等初級自動駕駛功能。
- (2)第二階段：汽車定速巡航、自適應巡航、車道保持等技術成熟，能夠具備從停止到高速的自適應巡航和車道保持，但駕駛者仍需隨時接管車輛駕駛。
- (3)第三階段：汽車可在部分條件實現自動駕駛，並具備變換車道、超車、避讓車輛、跟車等功能，允許駕駛者臨時看手機、看報，但駕駛者仍需隨時接管車輛駕駛。
- (4)第四階段：汽車可完全實現自動駕駛所需各類功能，例如城市與高速駕駛複雜道路環境駕駛、自動尋找車位等，且無需駕駛者介入操作。

Audi A7 自動駕駛車在郊區自動駕駛速度可達 110 公里/小時，主要結合目前前三項產品完成自動駕駛功能：ACC、BSD 以及 LKS。zFAS 與奧迪 connect 互聯科技的交互也使得奧迪自動駕駛汽車可以在日常行駛時收集道路信息，在 LTE 高速網絡可用時，由 zFAS 產生的數據將會通過手機網絡傳輸到奧迪雲端的 IT 平臺。在雲端服務器，這些數據將提前通知即將路經的車輛，例如道路坑窪或前方道路擁堵，自動駕駛系統會提前做出相應判斷。同時也將由機器學習及人工智能算法進行處理然後回傳汽車，由此，自動駕駛汽車可以不斷提高處理複雜情況的能力。

**Audi A7 piloted driving concept**  
Sensoren- und Kamerasystem  
Sensors and camera system  
05/16



資料來源：Audi (2017)

圖 2.2.29 Audi RS 7 自動駕駛車

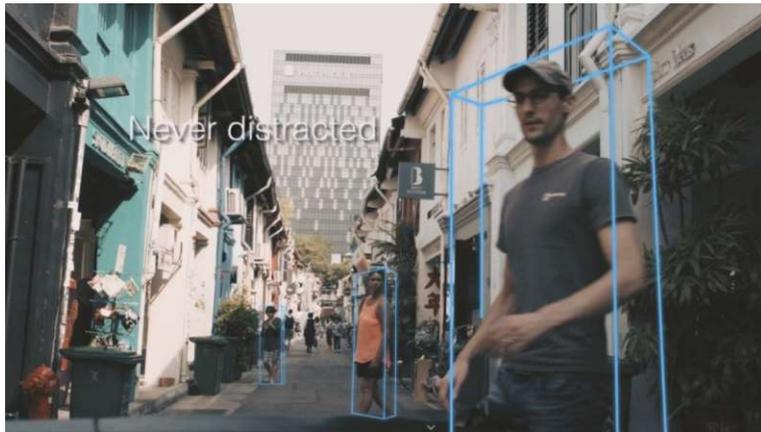
新加坡交通部陸路交通管理局(LIA)於 2016 年 8 月宣布與裕廊集團、南洋理工大學合作建立自動駕駛車測試與研究卓越中心，並制定自動駕駛車的測試標準，打造自動駕駛測試專區，提供實地測試前的模擬測試所需。同時還宣布，與美國兩家自動駕駛車技術研發商 nuTonomy 與 Delphi 合作，兩家業者運用各自的自駕車在特定區域測試，以自駕計程車的服務形態，使用者在測試區域內任何地點，可以手機呼叫自動駕駛車，提供點到點的載客服務。



資料來源：<http://www.ithome.com.tw/news/107463> (2016)

圖 2.2.30 新加坡自動駕駛車測試與研究卓越中心

nuTonomy 是由麻省理工學院獨立出來的自駕車軟體新創公司，初期從小規模做起，最初有 6 輛自動駕駛車，到 2015 年底增加到 12 輛。其最終目標是在 2018 前在新加坡組成一個自動駕駛車車隊，減緩城市的交通壓力，並最終向全世界推廣。參與測試車輛改裝自兩款電動轎車：雷諾 (Renault) Zoe 和三菱 (Mitsubishi) i-MiEV。每輛改裝車的車頂將配置 1 個激光雷達，用於進行 360 度無盲區掃描，另有兩個攝像頭安置於儀表盤上方，用於探測障礙和檢測紅綠燈的變化。車輛行駛期間，司機位置將坐着經過專業培訓的真人駕駛員，副駕駛位置則會安排 1 名隨車工程師，共同防範可能出現的意外情況。



資料來源：<https://www.inside.com.tw/2016/08/25/nuTonomy> (2016)

圖 2.2.31 nuTonomy 自駕車軟體新創公司

法國寶獅 (Peugeot) 及雪鐵龍 (Citroen) 的製造商 Groupe PSA 於 2017 年 5 月宣佈與 NuTonomy 合作在新加坡推動 SUV 車型的自動駕駛實際路測，在此次的合作中，Groupe PSA 特別打造的 Peugeot 3008 休旅車將搭載 nuTonomy 的自駕軟體、感測器與運算引擎，雙方預計 2017 年夏天完成整合，9 月時於新加坡進行自駕車路測。



資料來源：<http://www.ithome.com.tw/news/113959> (2017)

圖 2.2.32 SUV 車型的自動駕駛實際路測

傳統的自動駕駛大多是根據車身雷達等各類傳感器分析道路狀況，之後配

合高精度地圖實現。這個過程中需要依靠冗長、機械的決策邏輯，這會導致車輛經常性出現過於謹慎、愚蠢和猶豫不決的駕駛方式，導致很多自動駕駛車輛需要像試駕或者老年人開車那樣小心翼翼行駛，體驗並不好。

而 nuTonomy 的最大區別在於核心的決策算法，他們目前正在研發一種基於火箭、飛機和其他複雜的自動駕駛工具決策算法的新技術，並且能夠模仿人類開車方式。這樣將人類控制和計算機控制優化結合之後，就會讓自動駕駛車輛行駛更流暢。而三星全球創新中心的戰略投資負責人 Amit Gary 也表示，「我們對於 nuTonomy 的技術留下了深刻印象，特別是關於車輛的決策算法。」

法國新創研發公司 NAVYA 在 2016 年 10 月份的世界智慧運輸系統大會 (ITS) 中首度發表自動駕駛電動車 ARMA(艾爾馬)，根據美國運輸部將車輛自動化程度分級定位在第 5 級，採用了全自動駕駛技術，行駛過程中全由系統操控車輛，車速最高可達到時速 45 公里，最多承載 15 名乘客，一次充電可行駛 5 至 13 個小時。ARMA 在設計上適合行駛於固定路線或封閉的交通環境使用，例如機場或會議中心的接送，大學校園、工業區、遊樂園的短程接駁等，須由工程師事先將要行駛的場域所往來路徑上繪製 3D 地圖，讓 ARMA 在規劃好的路徑上行駛，同時整合不同的感測技術，以距離偵測如車輛、腳踏車或是行人而停止。同時，ARMA 也具備智慧功能，乘客可使用行動裝置呼叫距離最近的 ARMA 至乘車地點，ARMA 可以燈光或顯示設備和其他車輛或行人溝通，乘客在搭車時也可透過車內的觸控螢幕查詢路徑及下車地點。



資料來源：NAVYA (2016)

圖 2.2.33 法國 NAVYA 自動駕駛車 1

NAVYA 目前已完成超過上萬公里的道路測試，並接駁超過 1.3 萬人次，在法國的里昂、瑞士、德國、甚至是美國密西根大學為研究自動駕駛車而打造的模擬城市 Mcity，都可以看到 ARMA 的身影，並已接獲英國政府 Gateway Project、法國里昂機場接駁、法國核電廠及瓦西納大學(University of Valenciennes)校區接駁等合作案。NAVYA 副總裁 Henri Coron 表示：「第二代 ARMA 在 2015 年 10 月才量產，2016 年就已經出貨 30 台，目前生產訂單排程已經排到 2018 年 4

月，預估 2018 年將出貨 200 輛無人巴士。」

為了支撐 ARMA 的自動駕駛系統完好運作，其核心部分的無風扇電腦系統供應商是由台灣 STACKRACK 所打造的工規級電腦 SR10M 以及影像處理系統 SR200，除了台灣業者之外，另一個關鍵則是美國 Velodyne 所提供的光達，NAVYA 在車頭配置了 3D 及 2D 的 16 線光達感應器，搭配攝影機，在前方的車輪配有距離感應器及緊急煞車系統，在車尾處也同樣裝置了光達及攝影機，由影像處理及駕駛控制系統處理，完成完全自動駕駛的目的。



資料來源：<https://www.cool3c.com/article/115516> (2016)

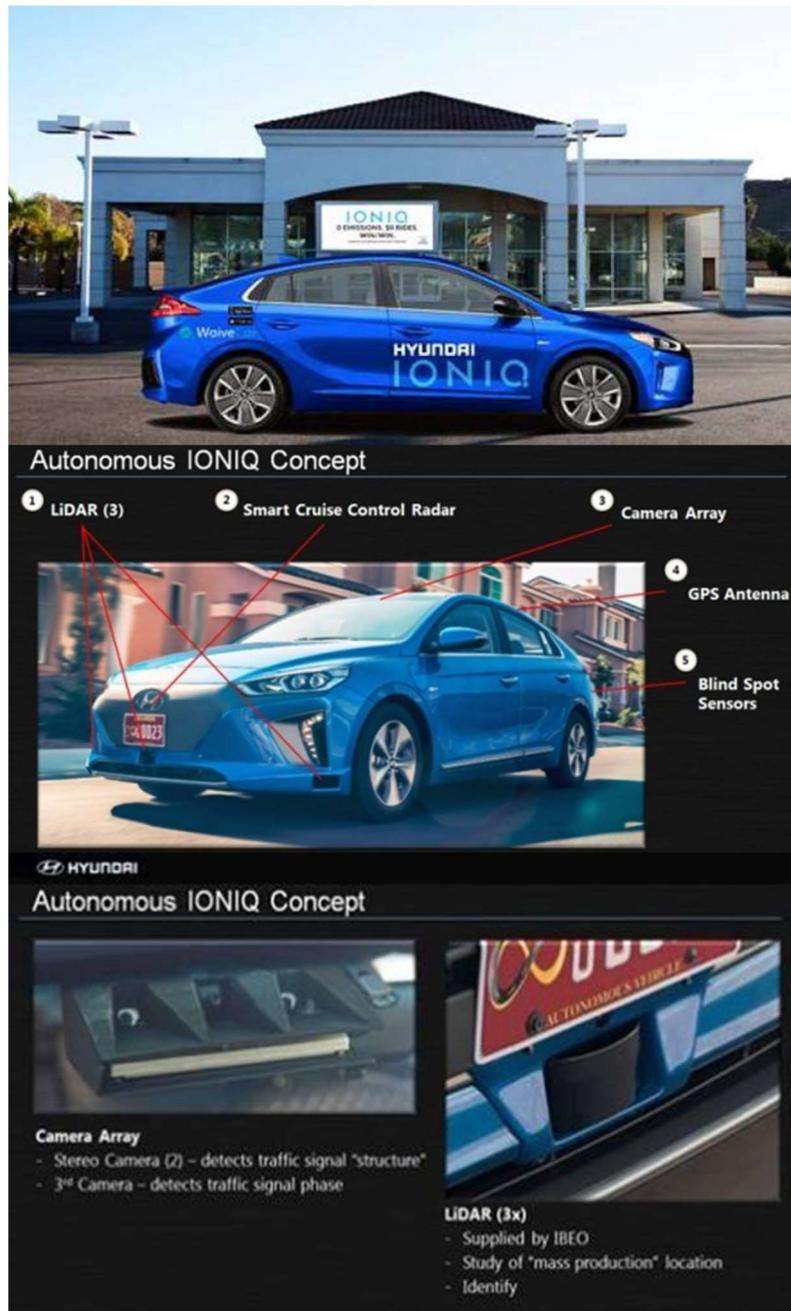
圖 2.2.34 法國 NAVYA 自動駕駛車 2

據《福布斯》網站報導，韓國希望在 2018 年平昌冬奧會用上自動駕駛汽車，並計劃 2017 年 12 月推出測試版自動駕駛汽車，最終實現 2020 年 3 級自動駕駛汽車上市銷售的目標，2030 年發布 4 級自動駕駛技術。韓國國土交通部指出，自 2016 年 3 月 4 日起至同年 11 月期間，已核發自動駕駛車測試牌照給數家企業單位上路實測，包括現代汽車(Hyundai)及旗下現代摩比斯(Hyundai MOBIS)、起亞汽車(KIA)、國立首爾大學(Seoul National University)等

根據國外媒體的報導指出，三星電子已開始投入自動駕駛車的開發。但三星並非親自打造一輛自動駕駛車來測試，而是藉由與同為韓國品牌的現代汽車 Hyundai 合作，將感測器、人工智慧...等自駕車必備元件裝上車，再來測試系統是否能依照目標運作，藉此方式達到開發與推廣自動駕駛車的效果。根據目前的資訊來看，三星的開發狀態將採取與蘋果一樣的做法，軟體的部分由自己設計開發，硬體的部分則是交由合作車廠處理，藉由分工的方式來完成自駕車的開發。

南韓現代汽車的 GENESIS 車款，搭載雷射感應器，能夠偵測周邊物體距離，即時作出反應，首次在首爾上街進行路試，第一次上路以時速 30 公里速度，成功行駛了 10 分鐘，阿里郎新聞報導：「該車僅被允許在 6 條指定路線行

駛，總距離大約 320 公里，全程至少要有 2 人在車內，如果中間發生問題，就會切換到手動模式，讓駕駛員可以接手。」在 2016 年洛杉磯車展的 AutoMobility 上，現代向人們展示了其最新的自動駕駛概念車 Ioniq 純。



資料來源：<https://www.digitaltrends.com/cars/hyundai-ioniq-car-sharing-service/> (2016)

圖 2.2.35 南韓現代汽車的 GENESIS 車款

為了保證 Ioniq 純車身的圓滑設計 Ioniq 純把 LiDAR 系統隱密地安裝在車頭防撞桿中，使其外型就能與其他普通車看起來一樣。據了解，現代 Ioniq 純並沒有採用價格昂貴的 64 線光達，而是選擇了三個更加便宜的 IBEO 8 線光達，並將其布置在了汽車前保險槓的正面與側面。與此同時，該車還搭載有多個超

音波雷達、毫米波雷達以及攝像頭陣列，能夠為自動駕駛汽車提供環繞 360 度的感知能力，同時系統還將結合全球導航衛星系統天線、攝像頭陣列、自適應巡航雷達以及盲點傳感器等來綜合判斷車輛的形式狀態和位置，其成本遠低於 Google 光達系統。整套系統並不複雜，而且現代宣稱自己的自動駕駛技術已經高於特斯拉現階段量產車和自動駕駛系統。

2016 年 12 月份現代汽車用 Ioniq 純電動版和 Ioniq 混合動力版自動駕駛汽車成功在美國拉斯維加斯市中心進行了完全自動行駛示範。當天 Ioniq 兩款車型在拉斯維加斯會展中心周邊道路 4 公里區間進行了自動行駛，沒有司機操縱。在交叉路、地下通道、人行道、車道合流區間等各種交通環境中完成了行駛，沒有出交通事故。

在匹茲堡，Uber 先進技術中心正在使用與福特合作改裝的福特 Fusion 混合動力車上路測試。這些汽車配備了雷達、雷射掃描儀、高分攝像頭以及機器視覺處理設備，一邊行駛一邊繪製周圍環境細節。Uber 先進技術中心總監 John Bares 表示，選擇匹茲堡作為測試地點，首先因為世界級的工程技術人才和研究設施，另一方面也因為匹茲堡有複雜的道路類型和天氣情況，為檢測自動駕駛技術提供了理想環境



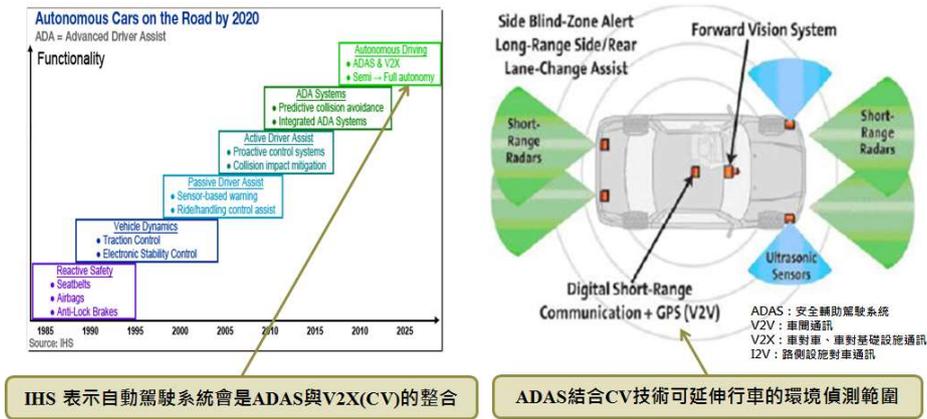
資料來源：<https://read01.com/oOkMBQ.html> (2016)

圖 2.2.36 福特 Fusion 混合動力車

儘管 Uber 的自動駕駛汽車已經實現了城市道路環境下的自動駕駛，為了安全起見車上仍然會有一名受過專業訓練的 Uber 工程師坐在駕駛位上，監測車輛的運行。當然，這輛車也可以切換回手動駕駛。Uber 是美國第一個讓公眾可利用無人駕駛汽車的廠商，Google 與 VOLVO 等車廠的無人駕駛車仍在由試驗人員測試，而特斯拉(Tesla)電動車的自駕技術僅車主可享用。Uber 的優勢是他們掌握全球 150 多萬名駕駛的行程資料。

依據 IHS 預測自動駕駛車於 2020 年上路，其技術發展即為 ADAS 與 V2X 的整合，ADAS 結合 CV 技術可延伸行車的環境偵測範圍，ADAS 透過車身感測單元偵測車輛週遭環境，若結合 CV 技術(DSRC、3G/4G、LTE)可取得鄰車行

車狀態(V2V)、道路環境資訊(I2V)，增加環境偵測範圍。



資料來源：車輛中心整理(2015)

圖 2.2.37 ADAS 與 CV 技術結合為未來發展趨勢

研析國際級車聯網驗證測試場域所規劃的測試應用情境，蒐集美國 Mcity 的場域建置(圖 2.2.38)資料文獻，並以中興新村場域環境為範圍，進行包含行人穿越馬路、路口車輛碰撞警示、全球導航衛星系統訊號遮蔽、車流統計等應用情境設計(圖 2.2.39)。



資料來源：University of Michigan Energy Institute, Mcity (2016)

圖 2.2.38 美國 Mcity 場域



資料來源：國家智能網聯汽車(上海)試點示範區，本計畫整理

圖 2.2.39 中興新村場域應用情境示意圖

## 1. 研析美國密西根大學之 Mcity 場域設備建置

密西根大學在北校區處建置一個可提供給自動駕駛車與車載通訊技術的測試場域(如圖 2.2.40)，其面積約 32 英畝，內容具備多重情境的測試，主要用於自動駕駛車的在都市中的模擬測試，如隧道、十字路口、彎道和快速道路等情境，可以快速測試自動駕駛車在都市內的各種反應，目前 Ford 等知名廠商已經進入 Mcity 進行自動駕駛車的測試，近期 Mcity 已引進法國 NAVYA 自動駕駛車作為對手車使用，使其測試場域更為豐富。

在車載通訊技術部分，Mcity 內在四個十字路口亦分別建置一個 RSE 用以收集 DSRC 的訊號，並且其 RSE 已經可以發送多種封包訊息，以及進行交通號誌的資訊傳播與燈號時間的控制，具備完整的車載通訊實驗設備。



資料來源：University of Michigan Energy Institute, Mcity；車輛中心整理 (2016)

圖 2.2.40 密西根大學自動駕駛車與車載通訊技術測試場域—Mcity

(1) 特色：模擬美國真實城市各種道路狀況、每條道路均有各自路名、具備高速公路、城市街道、隧道或樹蔭遮蔽等道路模擬情境

(2) Mcity 規格

- 面積：約 32 英畝
- 感測器：
  - Video/Radar：Autoscope Duo video detection sensors
  - DSRC RSU：StreetWAVE and CohdaWireless
- 道路路面總類：瀝青、混凝土、磚、泥土和草地
- 道路情境：
  - 大圓環：四個出入口
  - 歐洲小圓環：三個出入口
  - 圓形開放測試區：停車測試、交叉路口測試、高速公路加速
  - 區或緩衝區、IMU 校正區
  - 高速公路/快速道路：1000 英尺直行車道
  - 進入匝道、離開匝道、高速直行、樹蔭影響模擬區、下坡路、無號誌十字路口：四個方向的停止路口、每個路口僅有 STO 標誌、平交道、隧道、Downtown 區(4 個十字路口、4 個交通號誌(包含 4 個 RSU 和 Video/Radar Sensor)、交通號誌控制、金屬桿影響(交通號誌桿)、虛擬建築物、城市中的十字路口情境、左轉或右轉情境、路邊停車情境、行人穿越情境。

2. 研析 Mcity 的自動駕駛與車聯網測試情境

- (1) 有號誌十字路口：針對具備交通號誌的路口，分析車輛是否需要 ADAS/CV 技術，並且車輛使用 ADAS/CV 技術進行行車安全的協助與分析。
- (2) 無號誌十字路口：針對無交通號誌路口，分析車輛如何應用 ADAS/CV 技術，以加強行車安全的警示與分析。
- (3) 建築物影響：建築物將會對於全球導航衛星系統和 CV 訊號進行遮蔽，或產生多重路徑影響，將會降低全球導航衛星系統的定位精度以及遮蔽 CV 通訊訊號，本情境分析建築物對於訊號衰減或遮蔽的影響，進行 ADAS/CV 技術的效能分析。
- (4) 樹蔭影響：透過密西根大學合作與實地測試發現，樹蔭將會對於無線訊號產生部分遮蔽的影響，使其訊號強度將會快速衰減，在中興新村的場

域中，許多道路兩旁存在多棵行道樹，將分析其樹蔭分布對於全球導航衛星系統訊號和 CV 訊號在強度上的衰減程度影響。

- (5) 金屬桿影響：金屬桿對於訊號亦會產生部分影響與干擾，例如紅綠燈等交通號誌，本計畫擬於具交通號誌路口和非具交通號誌路口進行 CV 訊號的訊號接收與傳送機率分析，分析金屬桿是否會對其產生干擾與影響。

### 3. 研析美國密西根大學之 SPMD 計畫 DAS1 封包格式

密西根大學參與 Safety Pilot Model Deployment (以下簡稱 SPMD)計畫，這部分的工作是進行 CV 實車試驗、評估人因工程與其接受度、建議法令規範、收集實驗資料來更具體了解 CV 技術對於安全所帶來的好處。關於行車資料部分，密西根大學在 SPMD 計畫中，使用 DAS1 封包進行行車資料蒐集，Data Acquisition Systems 1(DAS1)是由 UMTRI 發展與負責收集。收集無線電與視覺訊號，包含九個訊息於一封包中，描述車輛動態、駕駛者行為、與車輛環境，但資料量相當龐大(一 DAS1 資料含九個子資料，各子資料又含有大小與類型不一的訊號，且一秒收集 10 筆資料)。

本計畫參考美國密西根大學之 DAS1 封包設計，用以蒐集行車資料，將分成文字資料(表 2.2.5)和影像資料(從車上攝影機擷取)，並使用 DSRC 或 3G/4G 網路上傳。

表 2.2.5 美國密西根大學 DAS1 封包格式

編號	檔案	說明	頻率
1	DataDas	紀錄 Host Vehicle(本車)的車輛動態(速度、加速度、煞車時間)與位置。	10HZ
2	DataFrontTargets	進行車輛前方物體辨識、測距、測速、是否在行駛路徑上等。	10HZ
3	DataGPSDas	收錄 OBU 的全球導航衛星系統訊號，包含位置、速度、訊號品質等	10HZ
4	DataLane	偵測車輛與道路線邊界的相對位置狀況	10HZ
5	DataRv	接收 1100 英尺(335 公尺)範圍內的其他車輛，所發送出的 BSM 訊息	10HZ
6	DataTc	透過 DSRC 的方式，獲得臨車的相對位置差、距離差等。	10HZ
7	DataWsu	全球導航衛星系統資料與車上 CAN 訊號	10HZ

資料來源：University of Michigan Energy Institute, Mcity；車輛中心整理 (2016)

#### 4. 中興新村車聯網場域和美國 M-city 測試場域之比較

表 2.2.6 中興新村與 Micity 場域比較表

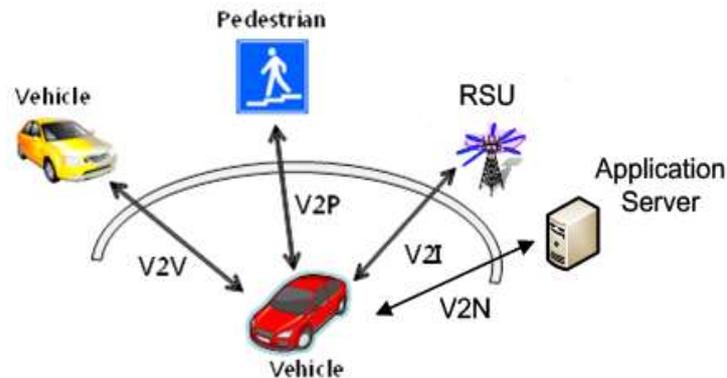
場域功能	中興新村場域	Micity 測試場域
V2V 通訊	DSRC	DSRC
I2V / V2I 通訊	DSRC	DSRC
RSU to 資料庫	4G	有線網路
路口數目	4 個路口	超過 20 個以上
面積	小	大
號誌控制器	有、真實道路無法控制	有、可遠端控制
路口 CCTV	有	有
路側雷達	有	有
道路車輛偵測	Radar	Video+Radar
車流偵測	VD、eTag	無
道路總類	僅四個路口	多種道路總類
速限	50 公里/小時	120 公里/小時
功能	9 個測試情境	所有情境皆可測試
場域特色	存在許多樹木	各種環境皆有測試場地
真實性	真實道路環境	封閉測試場域
測試驗證	網頁平台	後臺 SQL 資料庫
實驗測試車	ADAS+CV 系統	ADS+CV 系統

### 2.3 國內外車聯網與先進駕駛輔助系統或自動駕駛整合之發展趨勢與現況

近年來，自動駕駛汽車成了汽車產業熱門發展的目標之一。全球各大車廠均紛紛展示相關概念車款，甚至啟動道路試行計畫，連帶使得先進駕駛輔助系統(ADAS)與汽車對各種物體(V2X)通訊等兩大實現自動駕駛的關鍵技術迅速受到關注與重視。自動駕駛汽車是由電腦取代人來操控汽車，需要依賴人工智慧、電腦視覺、GNSS、雷達及感測裝置等多種資訊綜合運算，並且結合先進駕

駛輔助系統(ADAS)及車聯網(V2X)技術的開發，讓車輛與周遭環境互相連結溝通，交換彼此位置、速度、方向等資料，了解彼此動態以避免碰撞發生；透過這些確認，自動駕駛的可靠度將可大幅提高。

車聯網 V2X (Vehicle to Everything)是指汽車對各種物體通訊，是車輛與外部環境的連結，各個交通實體，包括車輛、交通基礎設施及任何道路使用者，都可以經由周遭的其他交通實體所提供之訊息而受益；進而延伸出車與車(V2V)、車與交通基礎設施(V2I)、車與行人(V2P)以及車與核心網路(V2N)等多種形式。



資料來源: 3GPP Specification TR 22.185

圖 2.3.1 V2X 的類型

LTE 支援的車輛通訊服務(LTE support for V2X services) 包含以下四種不同形式：

1. Vehicle-to-Vehicle (V2V)車間通訊，以廣播為主要傳送方式，在不同使用者裝置(UE)間交換 V2V 相關應用資訊。讓車輛之間能即時互傳訊息，了解彼此動態以避免碰撞發生。車輛間可以直接通信；或者受限於通訊距離也可以透過支援 V2V 服務的基礎設施，如路側裝置或是應用伺服器來轉送訊息。
2. Vehicle-to-Infrastructure (V2I) 車與交通基礎設施通訊，支援 V2I 應用的使用者裝置與路側裝置互相傳送應用層資訊。V2I 使車輛及路側裝置作為點對點網路中之通訊節點，互相提供有用訊息，特別是與交通壅塞及危險事故有關之訊息，大幅提升了行車安全與效能。
3. Vehicle-to-Network (V2N)車與核心網路通訊，是指的使用者裝置與服務實體彼此透過 LTE 網路互相溝通，V2N 應用將相關資料傳輸至核心網路之後台應用伺服器進行資料儲存、使用與交換。
4. Vehicle-to-Pedestrian (V2P)車與行人通訊，支援 V2P 應用的使用者裝置傳送應用層資訊，此資訊可被支援 V2X 服務的車輛廣播以對行人提供警示，

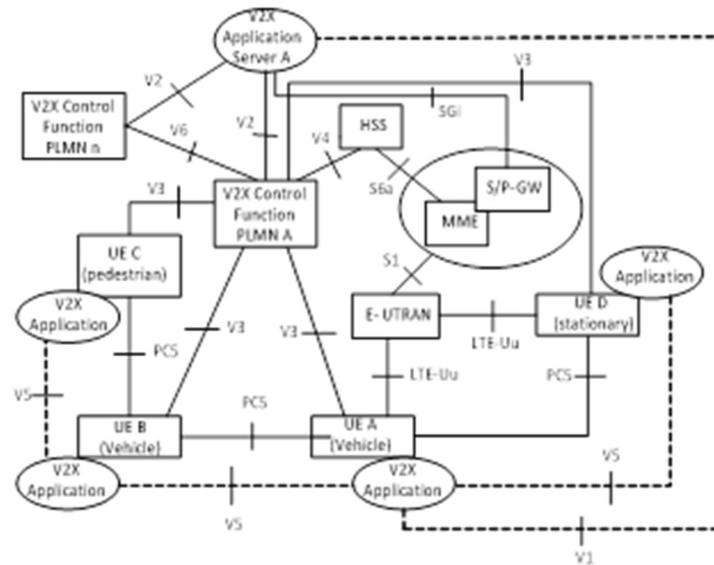
或是由行人端支援 V2X 服務的使用者裝置向路過車輛廣播。車輛與行人間可直接交換 V2P 相關應用資訊；或者受到傳輸距離的限制，透過支援 V2X 服務的基礎設施來互傳資訊。

以上這些服務所形成的協同式知覺(co-operative awareness)，可提供終端使用者更智慧的服務。車輛、路側裝置(roadside infrastructure)及行人等交通實體可收集周遭環境的資訊(例如：從接近的其他車輛或感測器設備接收到的訊息)來處理並分享，以便提供更多的智慧服務，諸如協同式碰撞警告或自動駕駛等。

目前 3GPP 所討論的 LTE V2X 服務大多以行車安全為主，其次為交通便捷。前者因有低網路延遲的需求，訊息不適合像傳統電信網路架構透過核心網路來進行傳遞，需要透過 D2D(Device-to-Device)的方式來達成。後者則多需要以一對多的 multicasting 方式來達成。因此 3GPP 也為 LTE V2X 定義了兩種實現架構 PC5 based architecture 以及 eMBMS (evolved Multimedia Broadcast Multicast Service) based architecture。

### 1. PC5 based architecture

3GPP 在 Release 12 開始加入的 D2D 實現方式，在標準中定義為 ProSe (Proximity Services)，LTE V2X PC5 based architecture 則參考 ProSe 的架構與實現方式。PC5 based architecture 的總體架構如圖 2.3.2。



資料來源: 3GPP Specification TR 23.785

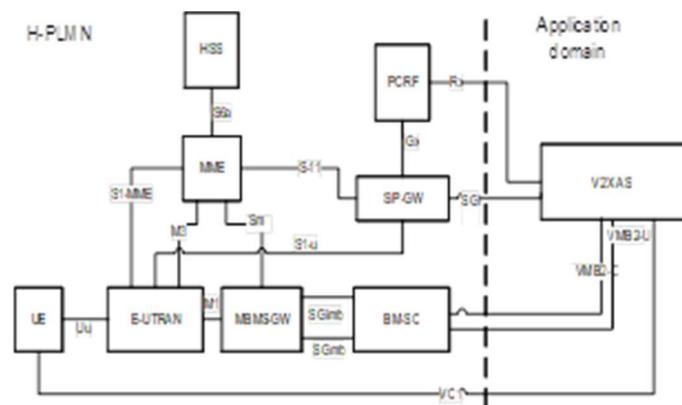
圖 2.3.2 PC5 基礎架構(based architecture)

- (1) V1:V2X 服務與 V2X 應用伺服器間的通訊介面。由 V2X 應用提供自行定義。

- (2) V2:V2X 應用伺服器與 V2X 控制單元的通訊介面。V2X 控制單元建於電信營運商網路中，主要功能為管理 V2X 應用服務的權限認證、授權發放以及 V2X 服務漫遊管理。
- (3) V3:UE(User Equipment)與 V2X 控制單元的通訊介面。透過 V3 使 UE 進行服務認證請求以及取得服務授權。V3 的實現為 ProSe 的 PC3 介面定義在 3GPP TS23.303。
- (4) V4: V2X 控制單元與 HSS (Home Subscriber Server)的通訊介面，V2X 控制單元透過 V4 可向 HSS 調取使用者的 V2X 服務權限，做為提供授權的基礎。
- (5) V5: V2X 服務伺服器間的通訊介面。由 V2X 應用提供者自行定義。
- (6) V6: V2X 控制單元間的通訊介面，主要處理使用者漫遊功能。
- (7) LTE-Uu: UE 連上 E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network)的主要介面，包含 Physical Layer、PDCP (Packet Data Convergence Protocol)以及 Nas (Non-access Stratum)。
- (8) PC5: UE 間的通訊介面，定義於 3GPP TC23.785 Release 12。在實體層的實現稱為 sidelink，sidelink 是 UE 在實體層的新增功能，目前定義在 FDD 中採用 uplink 頻段並且在 TDD 中屬於 uplink 的 sub-frame。

## 2. eMBMS based architecture

eMBMS 為 3GPP 用作提供多媒體網路服務時能有效利用網路資源而制定，其主要的特色是可以從一個服務提供者透過 eMBMS 同時向多個使用者設備進行資料的傳送，因共用網路資源以致提升網路的利用率。在 LTE V2X 服務中亦有這類型的服務，例如：由交控中心對行進中的車輛發布行車資訊。eMBMS based architecture 的總體架構如圖 2.3.3。



資料來源：3GPP Specification TR 23.785

圖 2.3.3 eMBMS 基礎架構(based architecture)

在此架構中 V2X AS (Application Server)可透過 VMB2 介面連結上原有的 eMBMS 架構即可運作。而 VMB2 介面也延用在 eMBMS 架構中 MB2 介面的功能定義，3GPP 目前正考量是否有需要新增功能於原有的 MB2 介面。3GPP 為適用 V2X 的應用服務需求所定義的 PC5 based architecture 以及 eMBMS based architecture，前者大多延用 ProSe 的架構，後者則應用於現有的 eMBMS，但 V2X 仍有許多為了滿足服務而產生的需求。如下列所述。

#### (1) V2X authorization

V2X D2D 的授權由電信業者網路中的 V2X 控制單元維護，包含發放、更新與撤銷，同時支援漫遊時的授權維護。UE 取得授權後將可以儲存相關資訊，使得 V2X 服務可以不用每次訪問 V2X 控制單元，並且可以在 E-UTRAN 的服務外繼續使用 V2X 服務。

#### (2) V2X UE Addressing & Identifiers

V2X 的 UE 以 PC5 進行通訊(one-to-all ProSe Direct Communication)時，可以透過 IPV6 的自動設定進行，自動設定的規則定義於 IETF RFC 4862。除此以外 UE 亦可以採用 V2X-non-IP 模式，在 V2X-non-IP 模式 UE 透過 Layer-2 ID 進行通訊(one-to-all ProSe Direct Communication)。同時為了避免 UE(通常為車輛)被追蹤，無論使用 IPV6 自動設定模式或 V2X-non-IP 模式，IPV6 與 Layer-2 ID 都需要在一定時間內進行更換。

#### (3) V2X Latency Improvement

透過 PC5 based architecture 實現的 D2D 通訊可以有效降低 UE 間通訊的網路延遲，然而當資訊要傳遞到其他區域仍具有網路延遲問題。

3GPP 自在 2015 年開始把 LTE V2X 納入議題，除了表示重視車聯網的發展，在制訂中許多議題也表現出 LTE V2X 與以往的電信網路使用習慣具有差異。透過列舉可行的應用服務案例，從中的找出技術修訂需求並且討論出解決方案是目前標準努力的重點。

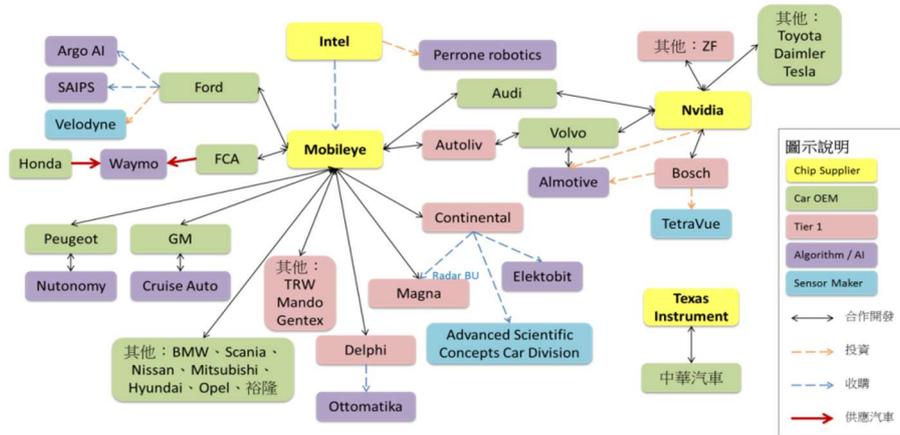
## 2.4 駕駛輔助系統與車聯網國際專利佈局趨勢蒐集

### 1. 前言

車輛科技的發展逐漸往自動化、智慧化邁進，因此 ADAS 系統將在未來加速普及，成為不可或缺的技术領域。在 SAE 制定的 6 大自動駕駛層級中，進入 Level 3 之後，車輛可於特定環境(如：高速公路)下自動行駛，此時系統將需要

更先進的感測與辨識技術，以降低系統失誤的可能性，因此在未來 10 年內，感測器的技術發展與市場需求皆有龐大的成長潛力。

## 2. 產業概述



Source: WISPRO

圖 2.4.1 國際 ADAS 產業合作關係

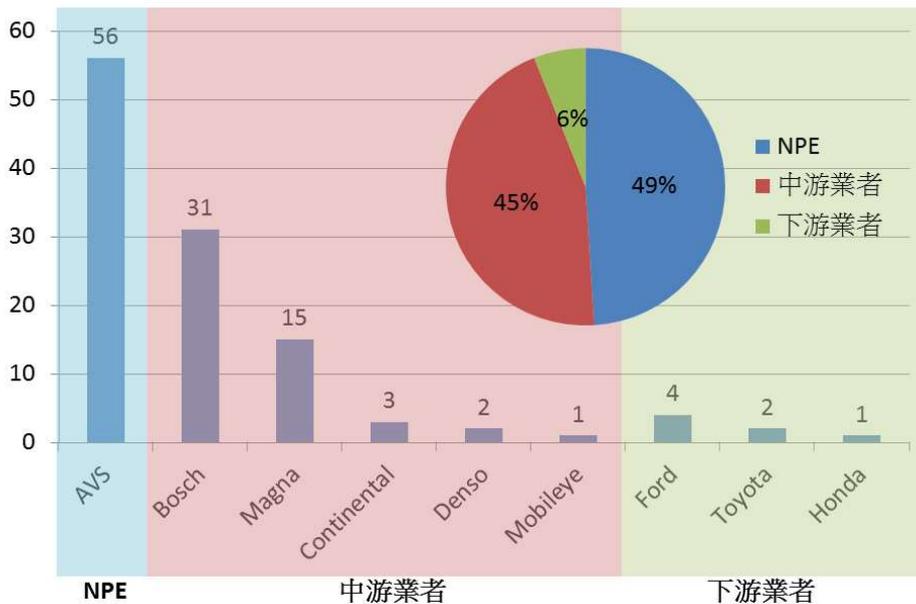
截至今年 6 月，各家業者為了發展 ADAS 技術並強化專利布局，紛紛展開結盟(圖 2.4.1)，其中全球晶片大廠 Intel 於今年 3 月以 150 億美元將以色列 ADAS 及自動駕駛公司 Mobileye 收購後，已擁有全球 ADAS 領域中最複雜的合作網絡，包含 12 家車廠與 7 家 Tier 1 廠，Nvidia 目前則與 5 間車廠、2 家 Tier 1 廠合作，成為 Intel 與 Mobileye 最大的競爭對手。

目前包含美國、歐洲、日本、韓國已有多家廠商投入 ADAS 系統研發與生產，逐漸形成國際 ADAS 系統產業鏈，重點廠商呈現如圖 2.4.2。除了傳統的車廠與 Tier 1 廠之外，Google 等資訊產業指標業者也積極投入 ADAS 領域的技術研發。值得注意的是，由於各家的 ADAS 技術競爭日趨激烈，專利侵權訴訟戰自 2007 年起日趨頻繁，「非實施專利事業體」(Non-Practicing Entity, NPE) 專利佈局亦成為各家業者關注的焦點。在圖 2.4.3 中，Acacia 的子公司 American Vehicular Sciences(AVS)自 2012 年起陸續向歐、日、韓車廠提起多件訴訟案，成為在布局 ADAS 專利前亟需調查的對象。

	上游(感測器控制器)	中游(ADAS系統)	下游(車廠)	其他
北美	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft</li> <li>Honeywell</li> <li>TexasInstrument</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gentex</li> <li>Magna/Donnelly</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ford</li> <li>GM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Google</li> <li>AVS</li> </ul>
歐洲		<ul style="list-style-type: none"> <li>Intel</li> <li>Mobileye</li> <li>Delphi</li> <li>Autoliv</li> <li>Continental</li> <li>Bosch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BMW</li> <li>Daimler</li> </ul>	
亞洲	<ul style="list-style-type: none"> <li>Samsung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fujitsu</li> <li>Denso</li> <li>Hitachi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toyota</li> <li>Mitsubishi</li> <li>Honda</li> <li>Nissan</li> <li>Hyundai</li> <li>Fuji Heavy</li> </ul>	

資料來源：車輛中心整理

圖 2.4.2 國際 ADAS 系統產業鏈



資料來源：車輛中心整理

圖 2.4.3 美國專利侵權訴訟原告統計

### 3. 專利分析

自 1996 年至 2016 年，全美國 ADAS 專利共計 28,726 件(如表 2.4.1)，其中屬於車廠、Tier 1 之專利共計 10,288 件，占比為 36%，但其中全美國屬於 VBSF (Vision Based Sensor Fusion)之專利為 4,423 件，車廠、Tier 1 所擁有之 VBSF 專利則達到 1,865 件，占比上升至 42%，而以擁有 VBSF 專利之比率而言，車廠、Tier 1 擁有的專利中有 18.13%，高於全美平均的 15.40%，可見 VBSF 成為車輛

產業內積極精進的核心技術。

表 2.4.1 ADAS 專利數量比較

		專利種類		比率
		VBSF of ADAS	ADAS	
擁有者	車廠、Tier 1	1,865	10,288	18.13%
	全美	4,423	28,726	15.40%
比率		42%	36%	—

資料來源：車輛中心整理

在車廠與 Tier 1 所屬的 1,865 項 VBSF of ADAS 專利中，約有 326 項專利之分類屬於技術與應用類別，亦即此 326 項專利是車廠與 Tier 1 所屬專利中最為核心的部分。1999 年之前相關專利申請數量較少，僅有 Hitachi、Magna、Honda、Nissan 與 Mitsubishi 零星申請少量之專利。自 2000 年開始，全球車廠、Tier 1 對於 ADAS 技術之專利申請量逐漸增加，2002 年達到最高峰，其中 Tier 1 廠商以 Bosch、Magna 為主，而車廠則以 Ford、Toyota、Fuji Heavy 為主要申請者。2009 年以後，更多廠商爭相加入 ADAS 技術開發的行列，導致相關專利申請的數量更進一步的大幅上升，其中 Tier 1 廠商的部分，除了既有 Bosch、Magna 之外，Continental、Denso、Mando 也成為 ADAS 專利的主要申請者，在車廠的部分，除了既有的 Ford、Toyota 之外，GM、Hyundai 等公司亦在專利申請上嶄露頭角。

以數量來看，該 326 項專利有超過 6 成是 2009 年之後申請的(如表 2.4.2)，其中 37.42%是由中游的 Tier 1 廠商所擁有，另外 24.23%是由車廠所擁有。搭配年份分析後可發現，2008 年以前 ADAS 系統的核心技術多掌握在車廠手中，但在 2009 年以後情況有所轉變，Tier 1 廠商開始擁有最多的核心技術，並逐漸成為 ADAS 技術的主導者。

表 2.4.2 VBSF of ADAS 核心專利年代分布

	總數	1999年之前	2000~2008年	2009~2016年
上游廠商				
Hitachi	11	0.92%	1.53%	2.15%
Fujitsu	4			
中游廠商				
Google	8	0.92%	13.19%	37.42%
Continental	20			
Denso	23			
Bosch	33			
Magna	48			
Mando	9			
Gentex	2			
Mobileye	6			
Delphi	9			
Valeo	6			
Autoliv	4			
下游廠商				
Honda	10	1.53%	17.48%	24.23%
Toyota	29			
Ford	25			
GM	29			
Nissan	5			
Fuji Heavy	8			
Bmw	6			
Daimler	5			
Hyundai	20			
Mitsubishi	4			
其他				
American Vehicular Sciences(AVS)	2	0.61%		

資料來源：車輛中心整理

以應用層面分析(如表 2.4.3)，上游的 Sensor Supplier 主要側重於 Driving 與 Recognition 相關技術的鑽研；擁有最多 VBSF of ADAS 核心專利的中游 Tier 1 供應商，則在各項應用領域中均有著墨，其中 Driving、Collision 兩大領域則是 Tier 1 的主力；擁有次多 VBSF of ADAS 核心專利的下游車廠，則是明顯著重在 Recognition 方面的專利，對於 Driving、Collision 兩大領域也相當重視，因此整體而言，以眾多應用層面來說，Driving、Collision、Recognition 三項應用面是全球主流廠家最重視的區塊，多數的核心專利佈局於此，因此成為在未來專利佈局前須優先調查的部分。

表 2.4.3 VBSF of ADAS 核心專利應用布局分析

	總件數	應用層面與比重						
		Vision/Display	Parking	Driving	Collision	Recognition	Other-Controls	General
上游廠商	15	2.78%	0	27.8%	13.89%	30.53%	0	25%
中游廠商	168	10.7%	8.3%	26%	21.79%	17.5%	10%	5.71%
下游廠商	141	3.8%	3.8%	20.1%	20.1%	46.2%	0.54%	5.46%
其他	2	0	0	0	0	100%	0	0

資料來源：車輛中心整理

國際主流的車廠、系統廠在 ADAS 專利的研究上已歷時 20 年，並且 2009 年以後競爭日趨白熱化，不僅競爭者大幅增加，專利的數量也呈現直線上升，這項趨勢尤其在 Tier 1 廠商方面最為明顯。以合作網絡來看，Mobileye 與 Nvidia 倚靠著成熟的技術而擁有最多合作夥伴，成為眾多廠家爭相取得合作的對象；另一方面，Tier 1 廠商普遍擁有較多的 ADAS 核心專利，尤其以 Magna、Bosch、Denso 三間擁有的專利數量居全美之冠，因此建議未來規劃專利佈局之前，上述三間廠商將作為優先搜尋的對象。另外，由於 ADAS 議題極度熱門，AVS 自 2012 年起已陸續發起專利侵權訴訟，因此 AVS 也建議作為專利佈局前優先檢視的公司，以達到事前管控風險之目的。

在 ADAS 專利中，又以 VBSF (Vision Based Sensor Fusion) 之專利最受到全球關注，相關應用方面則以 Driving、Collision、Recognition 三項應用為主軸，因此也建議未來可以參考國際專利的發展趨勢，調整自身的 ADAS 技術 Roadmap，並加速技術商品化，最終完成我國自主 ADAS 技術產業化的目標。

## 2.5 我國自動駕駛車後續發展建議

國際間許多國家已開始針對 ADAS 先進駕駛輔助系統、主動安全系統、自動駕駛、聯網車等制定相關規範或準則，加上創新移動方式興起，包括車輛共享、自動駕駛車接駁與智慧貨車等，建立安全、效率與創新之交通環境，更有效加速自動駕駛系統技術開發與實車運行推動。例如；美國交通部 2016/9/19 頒布“Federal Automated Vehicles Policy”，針對自動駕駛系統初步推出 15 項安全評估(包括汽車道路辨識、系統安全、人機介面、耐撞性、保密性、網絡安全、道德規範等項目)，並已規劃由國家推動自動駕駛研發與驗證。2016/12/13 美國運輸部(DOT)公告，5 年後所有新車都將強制配備防止撞車的車聯網(Vehicle-to-Vehicle, V2V)裝置。日本 2016 年選定東京都與神奈川縣特定地區開始進行自

動駕駛測試，2020 年東京奧運 Robot Taxi 正式運行。因此，各國已開始制定車輛安全相關法規 LDW、FCW、ESC、AEB、後視攝影機等系統已逐漸被列為強制裝載，帶動龐大商機，2014 年後，安全車電著重於胎壓偵測系統(TPMS)、車身穩定系統(ESC)、自動緊急煞車(AEB)、車道偏離/前方防撞警示(LDW/FCW)、自動巡航(ACC)、酒駕與疲勞駕駛偵測(DSM)，以及後視攝影機等系統已逐漸被列為強制裝載。

國際 SAE 標準 SAE J3016 將自駕車分成 0~5 Level(Lv)，SAE J3018 提供運行安全指南。國際驗證規範/法規目前主要可對應 SAE Lv1 之自駕車。前方防撞標準有 Euro-NCAP AEB/FCW、聯合國 UNECE R131 AEB、ISO15623 FCW、交通部安全檢測基準 72(大型車，108 年)。車道輔助標準有 Euro-NCAP LSS、聯合國 UNECE R130 LDW(商用車)、ISO 17361 LDW、交通部安全檢測基準 70(大型車，108 年)。速度輔助標準有 Euro-NCAP SAS。盲點警示標準有 ISO 17387。對於 SAE Lv 2 以上複合驗證標準，歐洲正著手討論/研擬(訊息來源：西班牙 IDIADA/法國 UTAC)、Euro-NCAP 正研擬 Lv2/3 自駕車評價方法，可能於 2022~2024 年納入新車安全評鑑項目。歐盟已組織委員會專責研擬 Lv2/3 自駕車法規；然目前尚在討論階段，公告及實施時間尚未決定。

我國 2017/01/01 已針對 M2/M3 新型式車輛增加實施車輛安全檢驗基準”七十一、行車視野輔助系統(DAVS)”之規定，預計 2019 年針對 M2/M3 類車輛、N2/N3 類車輛以及甲類/乙類大客車，實施車輛安全檢驗基準”七十、車道偏離輔助警示系統(LDWS)”以及”七十二、緊急煞車輔助系統(AEBS)”等法規標準。後續可將中興新村場域 ADAS+CV 執行分析結果，提供相關產業及國家法規標準研擬單位參考。

表 2.5.1 ADAS 系統國際相關法規動態

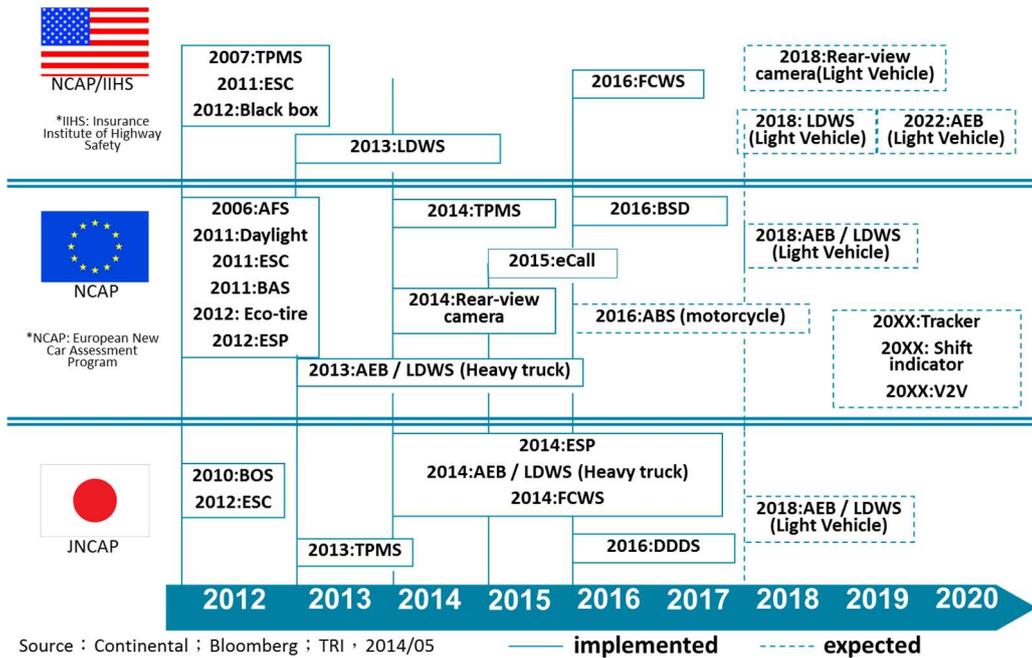


表 2.5.2 我國 ADAS 系統相關法規

法規/標準	車輛種類	法規實施時程
車輛安全檢測基準 七十一、行車視野輔助系統(DVAS)	M2及M3類車輛	新型式：2017/01/01 各型式：2019/01/01
車輛安全檢測基準 七十、車道偏離輔助警示系統(LDWS)	M2、M3、N2、N3類車輛	新型式：2019/01/01 各型式：2021/01/01
車輛安全檢測基準 七十二、緊急煞車輔助系統(AEBS)	甲類大客車及N3類車輛	新型式：2019/01/01 各型式：2021/01/01
	乙類大客車及N2類車輛	新型式：2021/01/01 各型式：2023/01/01

備註：

- LDW/AEBS 法規，歐盟已實施 M2、M3、N2、N3 類車輛(新型式 2013/各型式 2015)
- FCWS 系統已整併至 AEBS 緊急煞車輔助系統
- M1、N1 類車輛之 AEBS 法規討論中(參考 Euro NCAP)

智慧車輛與聯網車輛產品趨勢，因應環保/節能、智慧/安全、舒適/便利需求，目前車電應用以油電混合車、駕駛資訊系統、車聯網、自動駕駛輔助系統(ADAS)需求為主。國外汽車大廠、Tier1 大廠與科技廠商無不投入發展車聯網前瞻服務，以及智慧地圖、可攜式智慧裝置與車輛連線為車聯網的主要應用領域。隨著車聯網之無線網路發展推進，以及車載資訊越來越多，網路速度也成為車聯網發展的重要一環。國外產調 Frost & Sullivan 預估，5G 網路在 2021 年後將商業化，每秒 10GB 的傳輸速度，可大幅加快自動駕駛車發展。

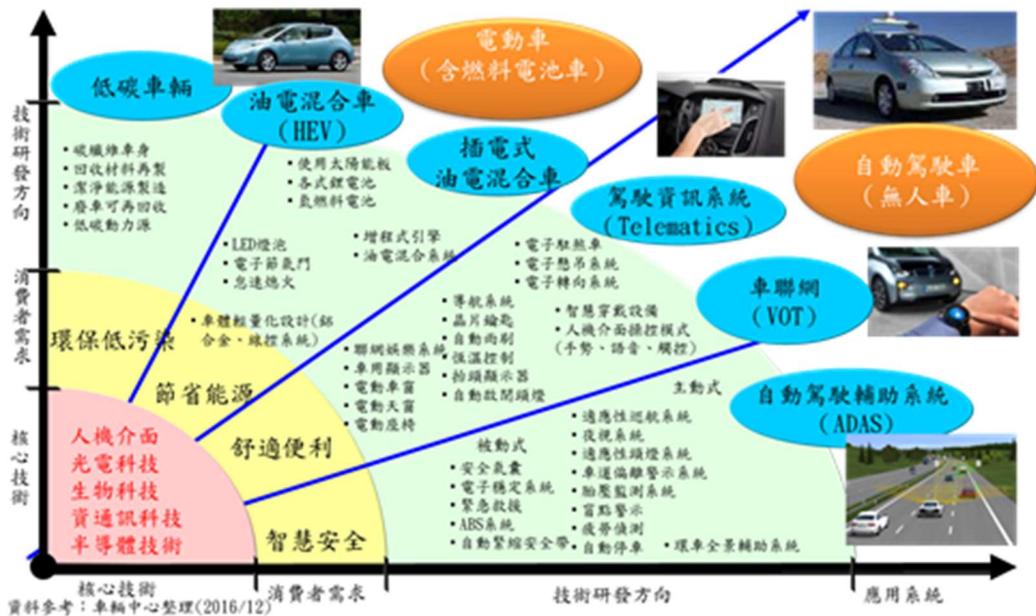


圖 2.5.1 智慧車輛與聯網車輛產品趨勢

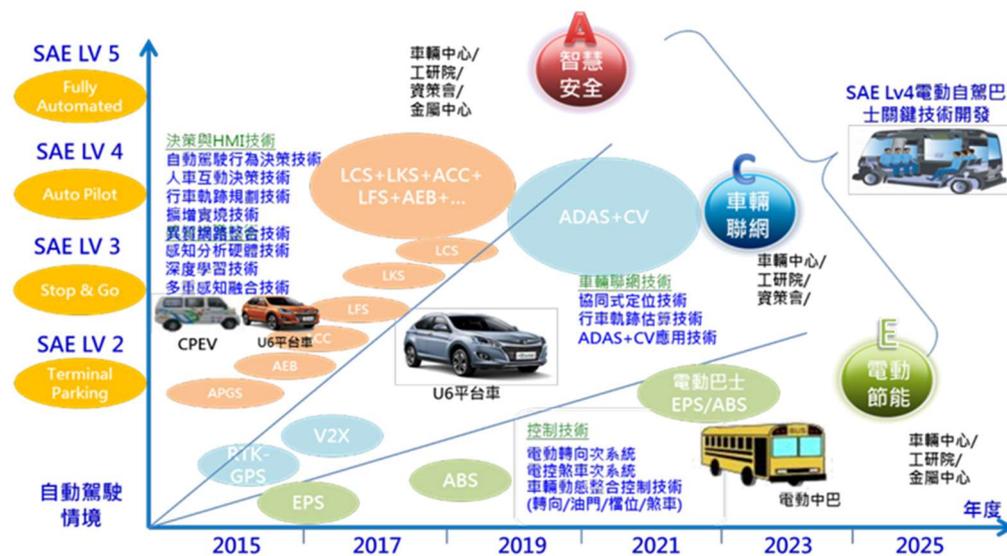


圖 2.5.2 我國智慧車輛研發策略

我國車電產品發展傾重單一零件，多扮演二階供應商角色，須培養整合與智慧化實力，提升競爭力與國際車電廠一致，才能晉級一階供應商，未來我國智慧車輛研發策略，投入自動駕駛 A.C.E.核心技術開發，2025 年帶動國內產業升級達美國 SAE Level 5 之水準，相關技術內容如下：

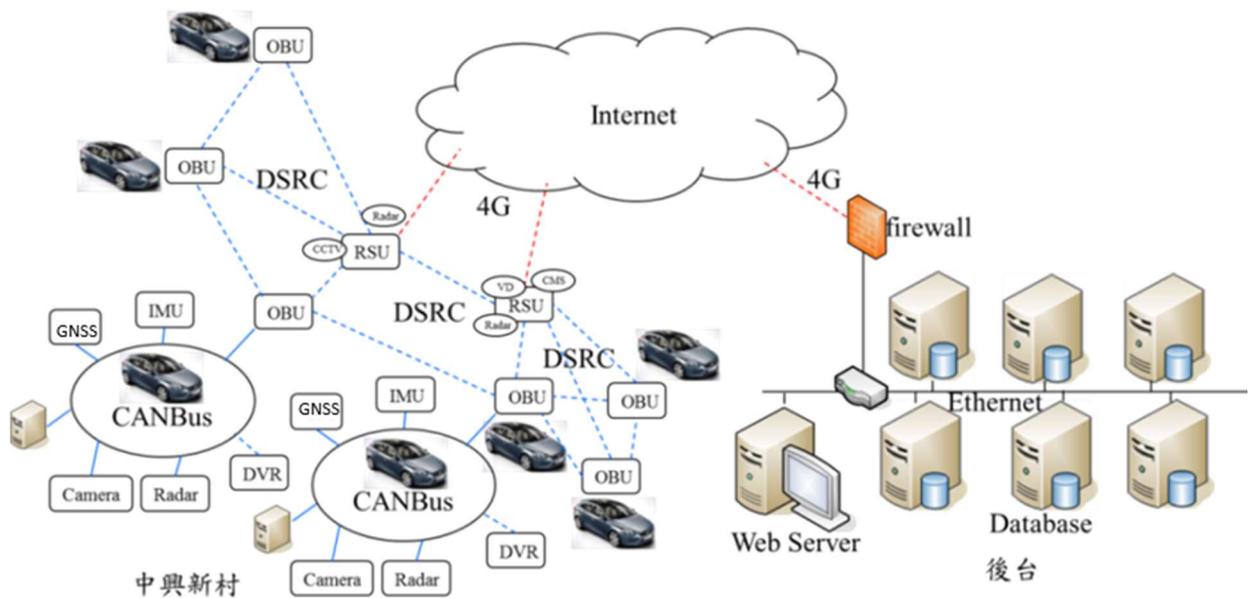
1. 環境障礙物感測系統發展：目前著重感測融合技術(Vision、Radar、LiDAR)、影像深度學習技術以及 3D LiDAR 辨識技術。
2. 路口行人與車輛偵測技術：透過路口影像感測元件擷取影像資料，再以機器學習的深度學習方法，提供路口車輛、行人、機車與腳踏車的辨識功能。

3. 發展高精圖資因應自駕車需求：建置 RTK-GPS、影像式、光達式等高精圖資，以及與國際相容圖資協議格式(ADAS Interface Specifications)，提供自駕車系統車輛定位需求。
4. 車聯網路口行車安全應用：以發展「安全」與「節能」為主軸之車間通訊技術，例如；十字路口防撞、前方防撞、後方防追撞、側方防撞、車道變換以及車輛左轉對向來車等車輛聯網路口安全防撞警示功能。
5. 運行資料擷取與分析技術：進行運行情境與系統效能分析，並整合無線通訊與電子看板，將訊息傳送到車端或利用看板顯示警示訊息。
6. 智慧車輛系統整合發展：整合先進輔助駕駛系統(ADAS)與車聯網系統(CV)，延伸車輛感測範圍，整合車輛主動控制系統，提升路口行車安全。例如；自動輔助駕駛與車輛聯網整合應用情境-CPAS、CAEB、CLFS、CACC。
7. 建置 ADAS 與 CV 實車驗證場域：進行產品資料收集與分析(路口速限與紅綠燈號誌、車輛 GNSS 位置、車速等訊息)，並透過行控中心回饋數據，進行智慧車輛駕駛行車輔助決策與控制技術分析(ADAS 碰撞預測分析)。
8. 車用無線通訊與感測技術之頻譜規範：大部分系統/技術皆已完成，僅 DSRC 因技術發展中，頻譜範圍尚未法規化。

### 第三章 ADAS 與 CV 整合之研發實驗場域規劃設計與構建

#### 3.1 主要工作內容

以中興新村場域範圍，進行智慧運輸的 ADAS 與 CV 整合之研發實驗場域規劃設計與構建(圖 3.1.1)，其工作可分為車輛 ADAS 與 CV 系統安裝、四個路口的 CV 路側裝置建置(參閱圖 3.3.4-1~圖 3.3.4-5)與後台資料蒐集與 web server 設計等三部分，ADAS 與 CV 系統安裝車輛將於中興新村場域範圍運行，其中兩台 ADAS 車輛(參閱圖 3.4.1-1)將搭載全球導航衛星系統、慣性測量單元、行車紀錄器、雷達、攝影機等感測器以及車載機(On Board Unit, OBU)，並配有一資料儲存裝置進行資料儲存，ADAS 車輛內部將架設 CAN BUS 作為資料傳輸介面；另四台公務車(南投縣警局中興分局警備車)搭載 OBU。路側設備將安裝雷達、監控攝影機(Closed-Circuit Television, CCTV)、車輛偵測器(Vehicle Detector, VD)、eTag 讀取器進行車流偵測以及資訊可變標誌(Changeable Message Sign, CMS)，車上 OBU 與路側裝置 RSU 以 DSRC 作為資料傳輸介面，RSU 以 4G 方式將資料經由 Internet 傳輸到後台儲存運行資料。後台除搭載資料儲存伺服器與防火牆外，另備有 Web Server 提供行車資料即時監看。



資料來源：本計畫整理

圖 3.1.1 計畫系統架構

工作內容如下：

1. 實驗場域包括由 4 個路口所形成之測試路網，其中一個路口為號誌化路口。

- (1) 在實驗場域交通控制與車聯網之路側設備建置方面，包括有效通訊範圍可完全涵蓋實驗場域之 DSRC 路側設備、6 個偵測汽車位置與速度之毫米波雷達、2 組 eTag 讀取器、可完整監控實驗場域之 CCTV、2 組實驗用資訊可變標誌、1 組車輛偵測器、1 組路口號誌控制器。

2. 在參與實驗之車輛及其車載設備方面，

- (1) 參與實驗車輛由 2 台中部科學園區管理局公務車、4 台南投縣警局中興分局警備車、2 台車輛中心 ADAS/CV 測試車、2 台工研院資通所 CV 測試車組成。
- (2) 參與 CV 實驗車輛均配備 1 組 DSRC 車載設備(OBU)，以及安裝於車輛上之安裝配件。
- (3) 2 輛 CV 實驗車輛同時配備 ADAS 相關車載設備，內容包括：
  - 包括全球導航衛星系統、慣性測量單元、攝影機、雷達等車輛動態與周遭物體之偵測單元，以及軟硬體運算單元與資料存取介面或 API。在功能上至少具備 LDW 與 FCW 演算。
  - 車輛 OBD II 資料存取單元，具備讀取與傳送車輛診斷資料功能。
  - 環境偵測單元，功能上可偵測與傳送車輛周遭溫度。
  - 行車紀錄器。
  - CV、ADAS、OBD II 車輛診斷、車輛周遭環境等 4 類資料來源之獨立資料整合運算單元(例如：工業電腦)進行資料整合或融合等演算法與軟體開發，整合或融合後之資料除供回饋 ADAS 進行車輛行車安全輔助實驗之用外，亦須透過 DSRC 車載設備(OBU)回傳 DSRC 路側設備(RSU)，再回傳至實驗行控中心，或直接透過 4G 無線通訊回傳至實驗行控中心。
  - 前項整合或融合後之資料項目包括車輛之全球導航衛星系統經緯度、車速、方向燈狀態、方向盤轉角、車輪與左右車道線距離、與前方車輛距離、推估碰撞時間(Time to Collision, TTC)、車速、與周邊車輛之相對距離與速度、系統運作狀態等資訊。
- (4) 車載設備回傳實驗行控中心資料內容包括：CV、ADAS、OBD II 車輛診斷、車輛周遭環境等 4 類資料來源，以及該 4 類資料整合或融合後之結果。

3. 在實驗行控中心建置方面，

- (1) 構建本案私有雲平台硬體，包含 3 台伺服器、硬體防火牆。

- (2) 介接高速公路局、公路總局、南投縣政府等機關有關中興新村聯外快速公路與省道交通資訊。
- (3) 在各式路側設備與車載設備部分，可顯示其運作狀態與所回傳之行車環境溫度與車輛位置、速度、OBD II 等狀態資訊。

### 3.2 實驗場域範圍、路口場域評估與選定

實驗場域範圍、路口場域評估與選定之原則，乃以中科管理局中興新村場域為主，並根據南投縣政府警察局中興新村路口肇事調查與事故分析，以及考量公務車經常行駛的道路範圍為實驗場域範圍。

本研究從 7 個路口中挑選實驗路口，此 7 個路口為中正路-向上路、向上路-行北路、中正路-光華四路、中正路-中學路、光華四路-光華路、光華路-中學路、光榮北路-光榮東路等。依據路口號誌型態、車流量、車流特性等進行比較如圖 3.2.1 所示。

	中正路-向上路	向上路-行北路	中正路-光華四路	中正路-中學路	光華四路-光華路	光華路-中學路	光榮北路-光榮東路
路口號誌	•有 •正常時相	•無	•有 •正常時相	•有 •正常時相	•有 •常態閃黃燈	•有 •常態閃黃燈	•有 •正常時相
車流量	•中	•低	•高	•高	•中	•高	•中
車流特性	•T字路口	•T字路口	•十字路口	•十字路口 •鄰近觀光重點，交通量大	•T字路口 •鄰近學校，上下學車流多	•T字路口 •鄰近學校/郵局及觀光重點，交通量大	•T字路口
其他				•多事故路口			
場域遴選	○(備選2)		◎(優先4)	◎(優先1)	◎(優先3)	◎(優先2)	○(備選1)

資料來源：本計畫整理(2017)

圖 3.2.1 實驗路口遴選比較

最終選定路線如圖3.2.2所示，為一環狀路線，沿路經過4個重要路口：中正路-光華四路口、光華四路-光華路口、中正路-中學路口、光華路-中學路口。



資料來源：本計畫整理(2017)

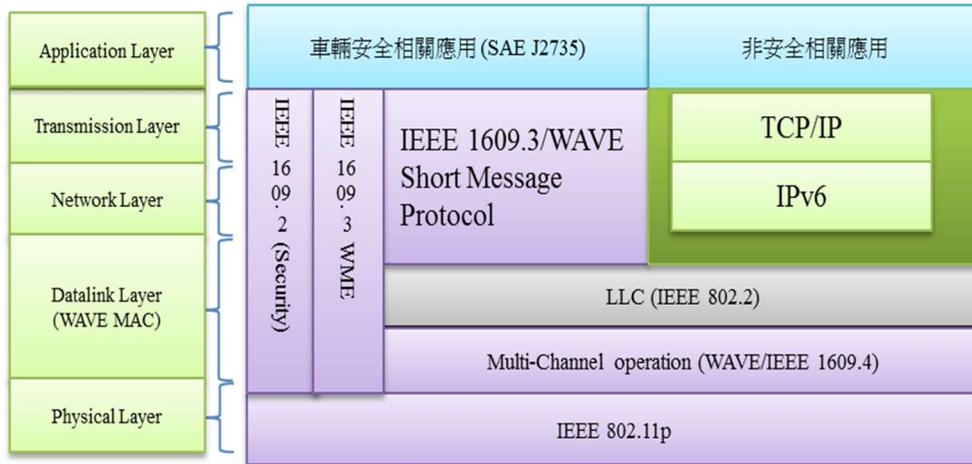
圖 3.2.2 中興新村實驗場域與十字路口位置

### 3.3 實驗場域交通控制與車聯網路側設備構建

本計畫利用工研院研發的 WAVE/DSRC 車載通訊平台作為車聯網 V2V/R2V 訊息收送模組，搭配國內廠商與工研院研發之車載機(OBU)與路側設備(RSU)，於實驗場域建構路口行車安全預警系統，所採用的通訊協定、效能需求及行車安全警示規格分敘如下。

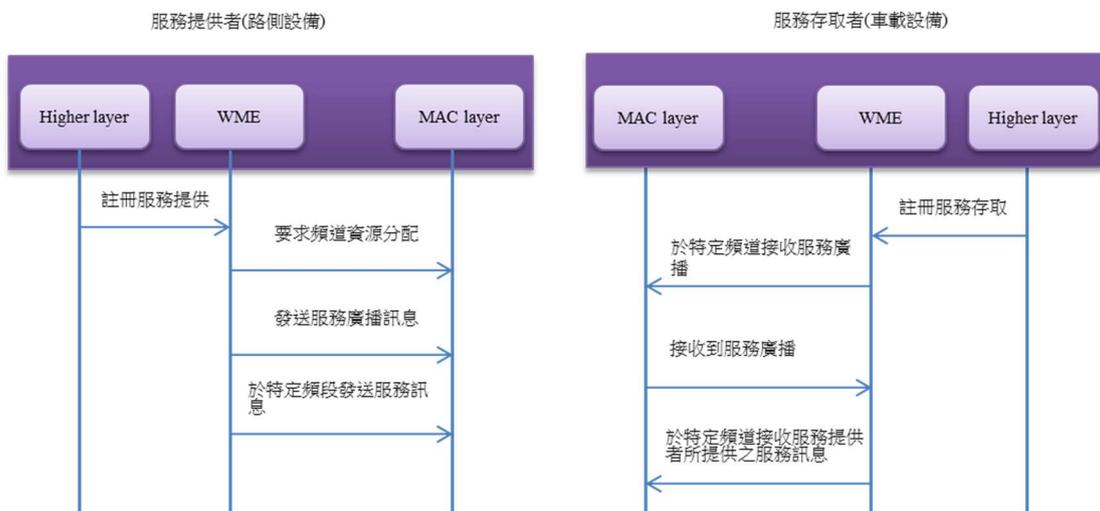
#### 3.3.1 路側與車載設備之通訊協定

為符合美國車輛無線通訊標準的協定堆疊示意圖。在實際運作時，設備將分別依照服務提供者(路側設備)，或是服務存取者(車載設備)的角色來運作，如圖 3.3.1-1 所示。對於路側設備，其上層應用會向 IEEE1609.3WME 註冊所要提供之服務，然後 WME 會在調控頻段(178 頻段)上進行服務廣播，服務廣播的內容包含此服務所使用的頻段，以及跳頻的協議資訊等等，然後路側設備跳頻至服務頻段提供服務訊息。至於服務存取者，也就是車載設備會向 WME 註冊存取特定服務的需求，然後至 178 頻段收聽服務廣播，一旦收到服務廣播，隨即跳頻至服務廣播中指定的服務頻段，進行服務存取的動作。其車載設備與路側設備皆實作此協定堆疊並完全符合標準規範。此外在軟體層部分，本計畫採用符合國際標準 SAE J2735 的訊息集來發送服務資訊。包括車載設備端定期廣播的基本安全訊息(Basic Safety Message, BSM)，以及路側設備發佈的包括 TIM (Traveler Information Message)、RSA (Road Side Alert)、SPAT (Signal Phase and Timing Message)、MAP (Map Data)等服務資訊。並支援 http、telnet 以及 ssh 等常見網路應用服務。



資料來源：先進交通管理與與車路整合技術創新應用(2/4) (2016)

圖 3.3.1-1 美規車輛無線通訊標準



資料來源：先進交通管理與與車路整合技術創新應用(2/4) (2016)

圖 3.3.1-2 軟體協定運作時序圖

### 3.3.2 路側與車載設備之效能需求

在實體層中 IEEE 802.11p 也規範了其傳輸的效能，如表 3.3.2-1 所示。如標準規範，實作 IEEE 802.11p 的實體層傳輸速率應具備 6、12 及 24Mbps 傳輸速率(24 ~ 54 Mbps 為 optional)，最小頻寬需 10MHz，作用頻段為 5.9GHz。另外依照美國運輸部的 rQPL (research qualified products list) 規範，車載設備還需支援每秒傳送至少十筆(10Hz)的 BSM，故設備全球導航衛星系統的反應時間也須達至少 10Hz 以滿足 BSM 的傳送。

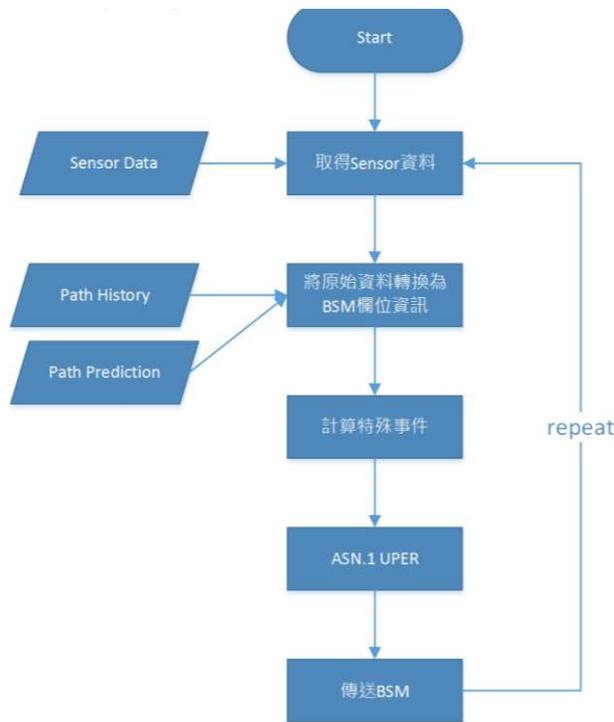
表 3.3.2-1 無線網路傳輸效能比較

比較項目	DSRC/WAVE	Wi-Fi	Cellular
Data rate	3-54Mbps	6-54Mbps	< 2 Mbps
Mobility	> 60 mph	< 5mph	> 60 mph
Nominal Bandwidth	10MHz	20MHz	< 3MHz
Operating Band	5.86-5.92GHz (ITS-RS)	2.4GHz, 5.2GHz (ISM)	800MHz, 1.9GHz
IEEE std.	802.11p (WAVE)	802.11a	N/A

資料來源：先進交通管理與車路整合技術創新應用(2/4) (2016)

### 3.3.3 美規 SAE J2945/1 行車安全警示規格

SAE J2945/1 是為了行車安全應用而訂定的需求規範，定義了車載機的系統需求、規範車輛如何填寫 SAE J2735 BSM 訊息內容與傳送的參數等，訊息內容來源主要是車載機的各种感測器，如全球導航衛星系統以及車輛燈號資料等等，程式每隔固定頻率向全球導航衛星系統模組與車輛燈號偵測模組取得資料，並將資料轉換為符合 SAE J2735 BSM 欄位的格式，再將訊息依 ASN.1 UPER 編碼格式編碼，再透過 IEEE 1609 協定送出。



資料來源：工研院資通所(2017)

圖 3.3.3-1 BSM 訊息產生流程圖

SAE J2945/1 標準也定義了 SAE J2735 BSM 各個欄位的最低需求，例如位置、方向、速度、時間戳章等欄位的準確度，緊急剎車的事件警示等動態欄位需求，本計畫將依照標準需求實作，另外標準中也列出了各個行車安全應用與 BSM 欄位之間的關聯性，如圖 3.3.3-2 所示：

V2V Safety Message BSM Contents (see J2735 [1])		FCW, BSW/LCW, IMA Stopped, LTA	EEBL, CLW, IMA Moving
DE_DSecond DE_Latitude DE_Longitude DE_Elevation DF_PositionalAccuracy DE_Heading	Relative Road Level Positioning		Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Relative Road Level Target Classification</li> <li>Threat Assessment</li> <li>Threat Assessment Confidence and System Robustness</li> </ul>
	Relative Lane Level Positioning	Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Relative Lane Level Target Classification</li> <li>Threat Assessment</li> <li>Threat Assessment Confidence and System Robustness</li> </ul>	
DE_VehicleWidth DF_PathHistory DF_PathPrediction		Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Relative Lane Level Target Classification</li> </ul>	Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Relative Road Level Target Classification</li> </ul>
DE_Speed DE_TransmissionState DE_Acceleration (Longitudinal) DF_BrakeSystemStatus DE_ExteriorLights DE_VehicleLength		Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Threat Assessment</li> <li>Threat Assessment Confidence and System Robustness</li> </ul>	Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Threat Assessment</li> <li>Threat Assessment Confidence and System Robustness</li> </ul>
DE_SteeringWheelAngle DE_Acceleration (Lateral) DE_Acceleration (Vertical) DE_YawRate		Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Threat Assessment Confidence and System Robustness</li> </ul>	Required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>Threat Assessment Confidence and System Robustness</li> </ul>
DE_VehicleEventFlags			Required for (EEBL and CLW only): <ul style="list-style-type: none"> <li>Hard-Braking Event Notification</li> <li>Control-Loss Event Notification</li> </ul>

資料來源：SAE J2945/1；工研院資通所 (2016)

圖 3.3.3-2 標準中欄位與各安全應用之關聯

Path Prediction 是為了 V2V 行車安全應用而設計的欄位，此欄包含一個根據車輛動態資料計算出來的半徑，用來表示車輛目前行進的方向以及進一步預測未來的路徑，利用車速除以橫擺角速度(yaw rate)即可得到此半徑，如下圖所示。

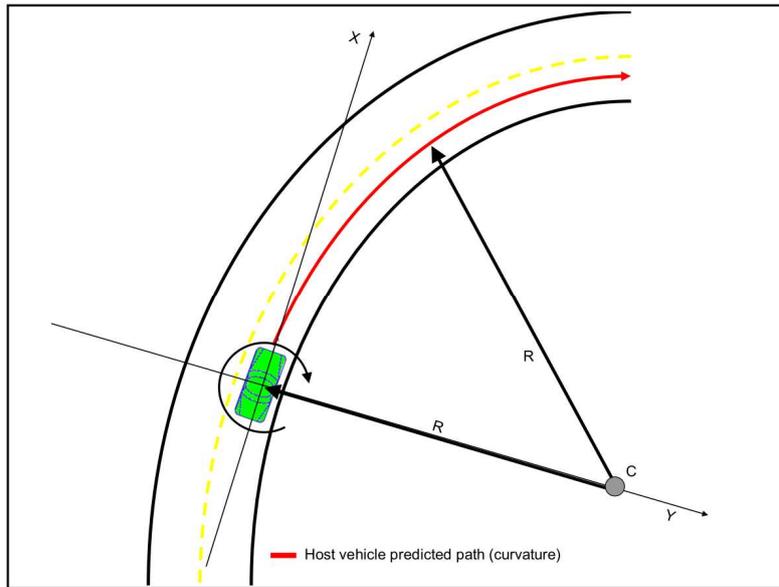


圖 3.3.3-3 Path prediction 欄位 R 所代表的意義與如何用來預測路徑

Path Prediction 的計算依據 SAE J2945/1 所提供的參考設計如下圖所示。

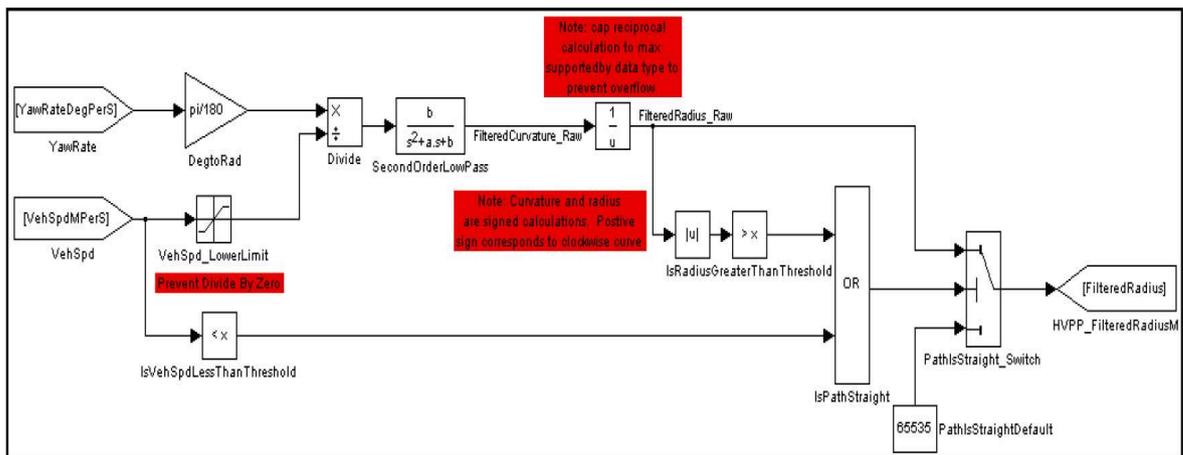


圖 3.3.3-4 SAE J2945/1 標準提供的 Path Prediction 演算流程

(1) 計算車輛的迴轉半徑公式：

$$\text{半徑(公尺)} = \text{車速(公尺/秒)} / \text{橫擺角速度(弧度/秒)}$$

(2) 迴轉半徑轉換為曲率：

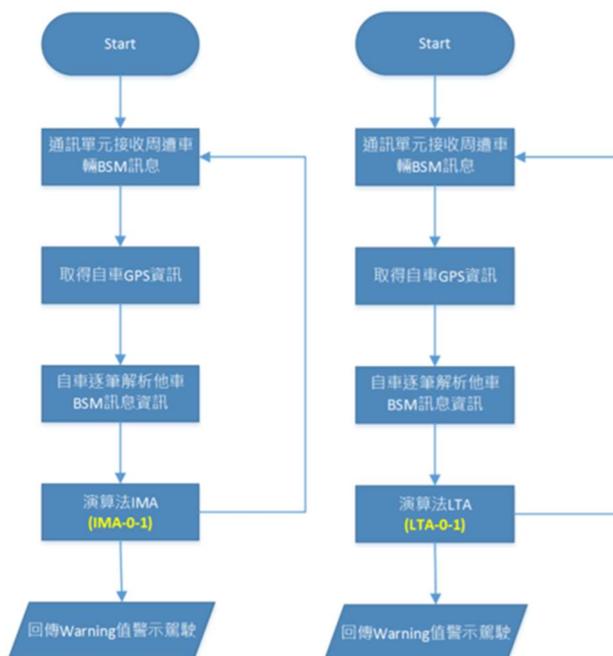
$$\text{曲率(1/公尺)} = \text{橫擺角速度(弧度/秒)} / \text{車速(公尺/秒)}$$

(3) 將曲率送至一個被校正適當截止頻率、阻尼係數與取樣頻率的 discretized second order low-pass filter。

(4) 將過濾後的曲率轉換回半徑

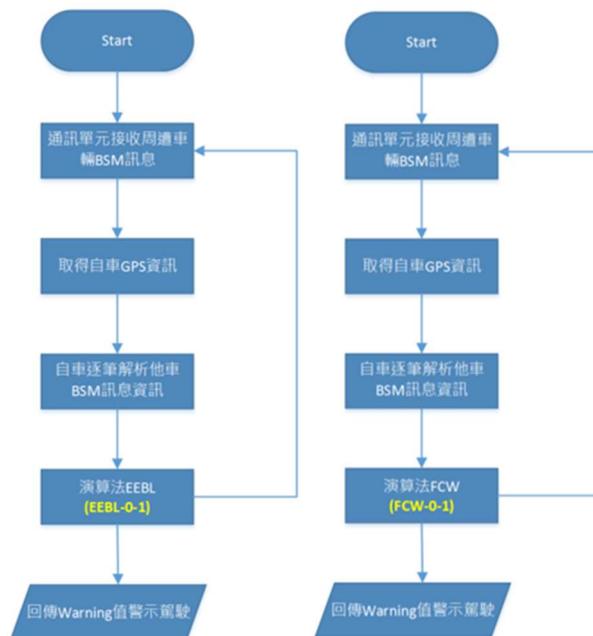
(5) 依 SAE J2735 規範將值填入訊息內，正數表示順時針方向的迴轉，負數表示逆時針方向的迴轉。

使用時可依最低車速與半徑的閾值這兩個條件判車輛是否正在直行或在轉彎，並依據車速及半徑閾值可計算預測即將行進的路徑位置，以提供 V2V 行車安全警示演算法進行運算。透過 V2V 通訊，達到 IMA、LTA、EEBL、FCW 等行車安全警示服務，流程圖如下圖 3.3.3-5、圖 3.3.3-6。



資料來源：工研院資通所(2017)

圖 3.3.3-5 IMA(左)及 LTA(右)之運作流程圖

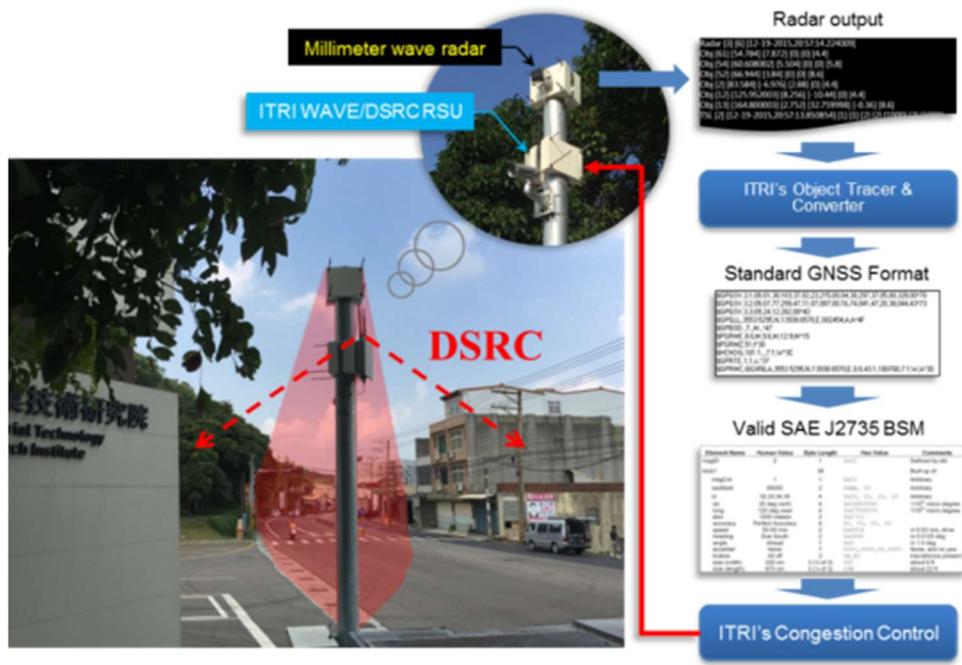


資料來源：工研院資通所(2017)

圖 3.3.3-6 EEBL(左)及 FCW(右)之運作流程圖

為克服市場初期 V2V 設備普及率問題，計畫中之路側系統採用工研院研

發結合毫米波雷達偵測任何行經路口車輛之「RSU-enhanced V2V」技術。如圖 3.3.3-7 所示，此系統透過 RSU 路側單元轉換毫米波雷達掃描行經路口之周遭車輛資訊，並將車輛動態資訊封裝於基本安全訊息中(SAE J2735 BSM)，透過 DSRC 專屬短距通訊技術定期廣播，當 WAVE/DSRC 車機(OBU)收到此訊息並解析後，與本身車子的資訊經由安全防撞系統演算法判斷是否會產生碰撞來警示駕駛者，換句話說，當有裝車機車輛通過路口時，其 OBU 能接收到所有車輛之動態(包含位置、速度、方向等)，就如同未來 V2V 完全普及之狀態，因此稱此技術為「RSU-enhanced V2V」。



資料來源：工研院資通所(2016)

圖 3.3.3-7 路側系統—RSU-enhanced V2V

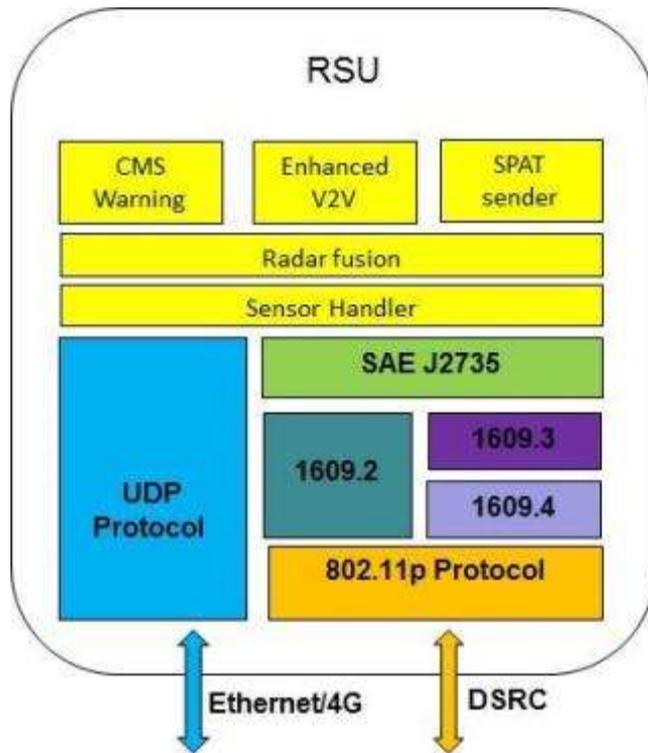
此路側系統更同時整合路側 CMS 可變資訊看版與號誌控制器，結合毫米波雷達偵測移動車輛，路側 RSU 利用所偵測車輛之動態資訊，進行行車安全警示演算法判斷，並將警示訊息顯示於路側 CMS 資訊看版顯示介面。此系統考慮台灣特殊交通環境，不但可偵測一般車輛，更可偵測為數眾多的機車或自行車，使未裝載 OBU 的車輛也可透過 CMS 看版得到完整的保護，而有裝載 OBU 的車輛更可於車內透過 WAVE/DSRC 通訊得到即時影音警示(聲音為主、視覺為輔)。

RSU 路側端系統包含以下功能：

1. 雷達資料過濾演算法與將相對資訊轉換大地經緯度之功能
2. 路口防撞演算法與 CMS 警示功能

3. 路口多個雷達資料整合並追蹤物件
4. 接收經過路口之 OBU 車載資料功能
5. 路口號誌資料接收與解析功能
6. 路口各設施資料彙整並傳送後台功能

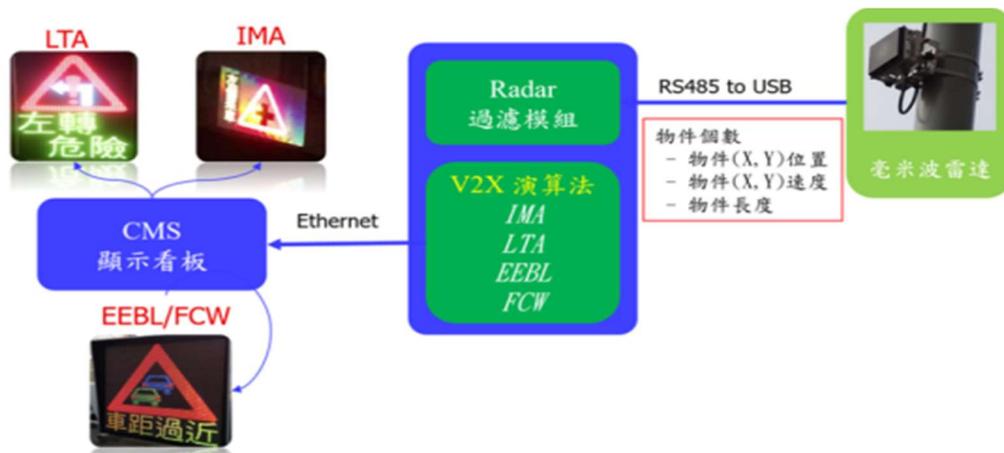
V2X 路側端透過 4G 與後台端介接，透過有線乙太網路介接路口的號誌與 CMS 顯示看板，並以 DSRC 車載短距離通訊廣播路口相關資訊給 OBU 車載單元。



資料來源：工研院資通所(2017)

圖 3.3.3-8 路側端系統架構

車載端與路側端之間的 V2V/V2R 資料流，是依照 SAE J2735 規範文件中所定義的各式相關行車狀況訊息的格式來設計，BSM 是規範中的一種格式，WAVE/DSRC OBU 會定期將資訊送至 J2735 Encoded 模組，模組收到資訊後依據格式規範封裝並送至 IEEE 1609.3 模組進行傳送。相對，當 WAVE/DSRC RSU 收到 BSM 封包時，WAVE/DSRC RSU 也會透過 IEEE 1609.3 模組接收並呼叫 SAE J2735 模組解析。V2X RSU 路側系統提供將毫米波雷達偵測到的路口車輛資訊轉換成全球導航衛星系統資訊的功能，並將這些轉換過後的全球導航衛星系統資訊封裝於基本安全訊息(SAE J2735 BSM)裡，透過車載短距無線通訊廣播給 OBU，利用該項技術而使 R2R/V2R 同時具有 V2X 之各項警示功能，達到無須在車載端也能有安全警示之功能。



資料來源：工研院資通所(2017)

圖 3.3.3-9 CMS 警示系統架構

圖 3.3.3-9 說明雷達過濾轉換與 CMS 演算架構，毫米波雷達資訊以 20ms 的週期(50Hz) 掃描物件，並封裝在特定格式中，V2X 路側端透過 Serial Port 以序列埠程式接收並解析毫米波雷達資訊，其中包含物件個數、物件相對於雷達的 2 維座標位置、物件相對於雷達的 2 維方向速度、物件長度等。毫米波雷達相對於車輛座標，將顯示此種雷達相對於車輛之座標，經由 Radar 過濾模組修正並過濾錯誤的物件資訊後，將過濾後物件的位置換成全球導航衛星系統的經緯度與速度，並計算此物件車輛的流向，透過 V2X 各項演算法將預期即時碰撞的警示訊息透過 Ethernet 以 UDP 方式送給路看板，以達成 R2R/V2R/V2V 等各項 V2X 安全警示系統。

以下說明毫米波雷達與 RSU 之 TCP/IP 通訊協定，封包格式組成：

1. Ethernet II 封包(Physical and Data Link layer)

Preamble(7)	SFD(1)	DA(6)	SA(6)	Ether type(2)	Payload	PAD	FCS(4)
-------------	--------	-------	-------	---------------	---------	-----	--------

2. IP 封包(Network layer)

Version(4)	IHL(4)	Type of Service(8)	Total Length(16)	
Identification(16)			Flag(3)	Fragment offset(13)
Time to Live(8)		Protocol(8)	Header Checksum(16)	
Source Address(32)				
Destination Address(32)				
Options				
Padding				
Data				

3. TCP 封包(Transport layer)

Source Port(16)				Destination Port(16)			
Sequence Number(32)							
Acknowledgment Number(32)							
Data Offset(4)	Reserved(6)	Flag(6)		Window(16)			
Checksum(16)				Urgent Pointer(16)			
Options						Padding	
Data							

其中雷達物件封包格式如下：

Byte#	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
範例資料	00	2D	00	1D	D4	08	66	30
Bit 解譯	0000 0000	0010 1101	0000 0000	0001 1101	1101 0100	0000 1000	0110 0110	0011 0000
資料項目	(7) 8bit	(6) 7bit	(5) 11bit	(4) 11bit	(3) 13bit	(2) 13bit	(1) 1bit	
資料定義	目標 ID	目標 長度	目標 Y 向量速度	目標 X 向量速度	目標 Y 向量座標	目標 X 向量座標	模式標記	
資料型態	uint	uint	uint	uint	uint	uint	bit	

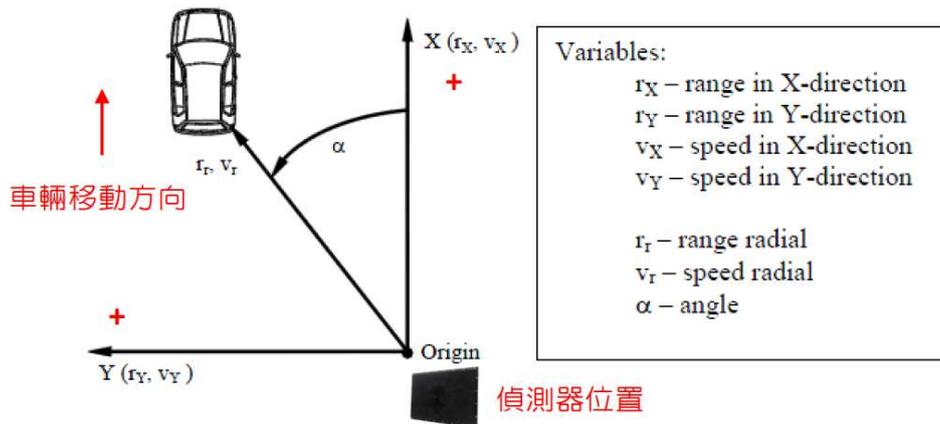


表 3.3.3-1 RSU 回傳到後台 Server 的格式列表

設備	資料格式	單位說明
雷達	雷達 ID#物件個數#時間#ID[0]#X 位置[0]#Y 位置[0]#X 速度[0]#Y 速度[0]#長度 [0]#ID[1]#X 位置[1]#Y 位置[1]#X 速度[1]#Y 速度[1]#長度[1]#... (ex: 22#2#07:35:57.123121.04283#23#30.26#-467.01#-43.92#-2.88#4.4#49#64.52#-467.2#-50.40#3.24#4.4)	X 位置,Y 位置(以雷達位置為原點的二維相對位置): m X 速度,Y 速度(往雷達方向開的車子速度為負值,反之正值): km/hr 長度: m

設備	資料格式	單位說明
雷達座標轉 GNSS 座標	雷達 id#Obj id#時間#車速#heading#經度#緯度 #加速度#length	
交通號誌	路口 id#時間#時誌#號誌 1#剩餘秒數#號誌 2# 剩餘秒數#號誌 3#剩餘秒數#號誌 4#剩餘秒數 (ex: 1#07:35:57.123121.04283#1#1#2#2#7#3#1#0#0)	時誌:1~3,號誌:1:green, 2:red, 3: yellow 0:無 此號誌,秒數;1000 表 無值
CMS	cms id#時間#亮燈狀態#顯示秒數	亮燈狀態: 1:left 2:right 3:left+right (ex: 1#07:35:57.123121.042 83#2#2)
OBU	1. OBU 本身: BSM 回後台 2. OBU 轉發 ADAS 資料: 4G 回後台	

資料來源: 工研院資通所(2017)

### 3.3.4 路側設備建置

根據章節 3.2 實驗場域範圍、路口場域評估與選定，初步規劃在選定的四個路口，設置 4 個 RSU、6 個雷達、2 個 eTag Reader、6 個 CCTV、CMS、VD、號誌控制等設備。針對選定四個路口之建置設備、數量及功能分述如下：

1. 中正路-中學路十字路口：為本場域之旗艦路口，交通流量較大且為號誌化的路口，將建構偵測中正路、中學路及中學西路共四個方向來車的毫米波雷達，並介接讀取路口號誌時相資訊，提供號誌時相資訊服務，另外建置 1~2 個顯示警示資訊的 CMS 可變資訊看板，以及提供場域 DSRC 車間通訊與安全警示運算的路側 RSU，於該路口提供 V2V、R2V 及 CMS 路口行車安全警示應用。
2. 中學路-光華路 T 字路口：建置偵測行駛於中學路主幹道雙向車輛的雷達，搭配路側 RSU 提供場域 DSRC 車間通訊與安全警示運算，於該路口提供 V2V、R2V 路口行車安全警示應用。
3. 光華路-光華四路 T 字路口：建置偵測行駛於光華路主幹道雙向車輛的雷達，搭配路側 RSU 提供場域 DSRC 車間通訊與安全警示運算，於該路口提供 V2V、R2V 路口行車安全警示應用。
4. 中正路-光華四路十字路口：建置路側 RSU 提供場域 DSRC 車間通訊，搭配

後台與周遭 RSU，提供行車安全與行車資訊服務應用。

5. 於中興新村中正路入口及中正路-中學路路口各設立一組 eTag 讀取器，用來讀取進入及離開場域車輛的 eTag RFID 資訊，後續可提供實驗行控中心進行交通流量與旅行時間分析。
6. 於中正路上，介於光華四路與中學路之間，建置一組 VD 車輛偵測器，偵測該處通過車輛流量及速度，可提供實驗行控中心進行流量分析與異質交通資訊分析。

實驗場域之車聯網路側設備清單如表 3.3.4-1。

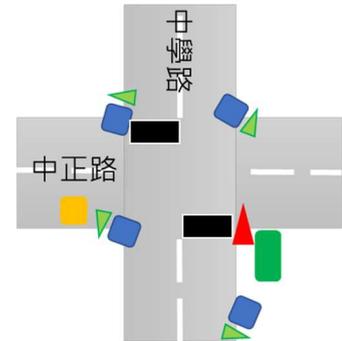
表 3.3.4-1 實驗場域之車聯網路側設備清單

設備	型號	數量
RSU	IWCU RSU	3
RSU	Unex RSU-201	1
毫米波雷達	Smartmicro T42	6
CCTV	Vivotek IB836B-HT	6
CMS	客製化, 符合都市交通控制通訊協定 3.0 版, 面積 51.2cm(W) * 76.8cm(H) 文字數量: 3*2(直 3 橫 2) 文字大小: 25.6cm * 25.6cm	3
eTag	RFID 偵測天線、RFID 車輛偵測器	2
VD	微波車輛檢測系統	1
號誌控制器	TSC-2000B	1

實驗場域各路口車聯網路側設備建構規劃如下：

(1) 中正路-中學路

設備	型號	數量
RSU	IWCU RSU	1
毫米波雷達	Smartmicro T42	4
CCTV	Vivotek IB836B-HT	4
CMS	客製化 符合都市交通控制通訊協定3.0版 面積51.2cm(W) * 76.8cm(H) 文字數量:3*2(直3橫2) 文字大小:25.6cm * 25.6cm	2
號誌控制器	全徽 TSC-2000B	1
eTag	全徽- RFID偵測天線、RFID車輛偵測器	1



- ▲ : RSU  
涵蓋場域DSRC 無線通訊，提供交通服務資訊廣播及路口R2V安全警示
- : 毫米波雷達  
偵測場域路口車輛之位置及速度，提供路口R2V安全警示
- ▲ : CCTV  
紀錄場域路口影像，提供事後調閱分析
- : eTag 讀取器  
讀取場域車輛eTag RFID資訊，提供交通流量分析
- : CMS  
提供路口安全警示資訊
- : 號誌控制器  
控制場域路口號誌，搭配RSU提供SPAT號誌時相資訊

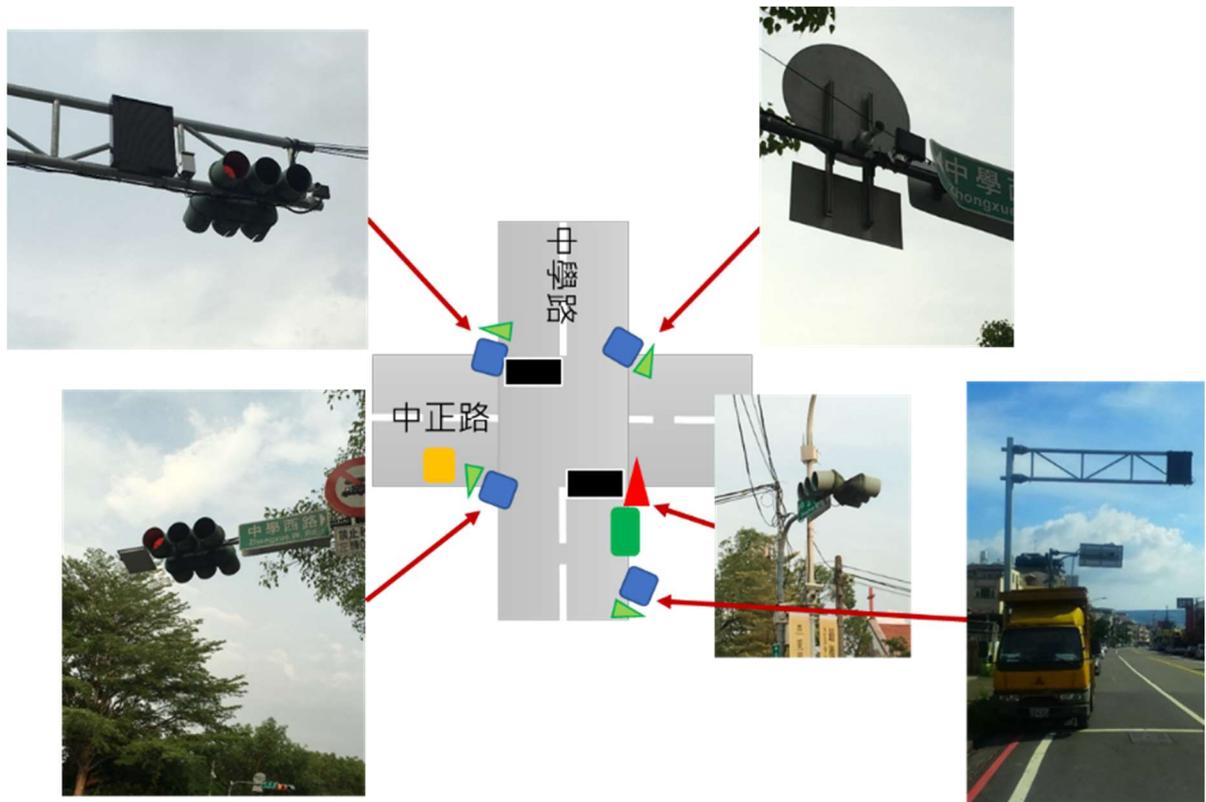
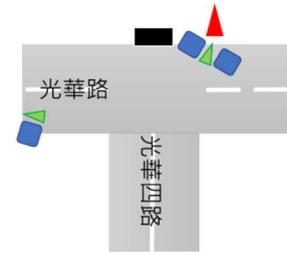


圖 3.3.4-1 中正路-中學路路側設備建置

(2) 光華路-光華四路

設備	型號	數量
RSU	IWCU RSU	1
毫米波雷達	Smartmicro T42	3
CCTV	Vivotek IB836B-HT	2
CMS	客製化 符合都市交通控制通訊協定3.0版 面積51.2cm(W) * 76.8cm(H) 文字數量:3*2(直3橫2) 文字大小:25.6cm * 25.6cm	1



- ▲ : RSU  
涵蓋場域DSRC 無線通訊，提供交通服務資訊廣播及路口R2V安全警示
- : 毫米波雷達  
偵測場域路口車輛之位置及速度，提供路口R2V安全警示
- ▲ : CCTV  
紀錄場域路口影像，提供事後調閱分析
- : CMS  
提供路口安全警示資訊

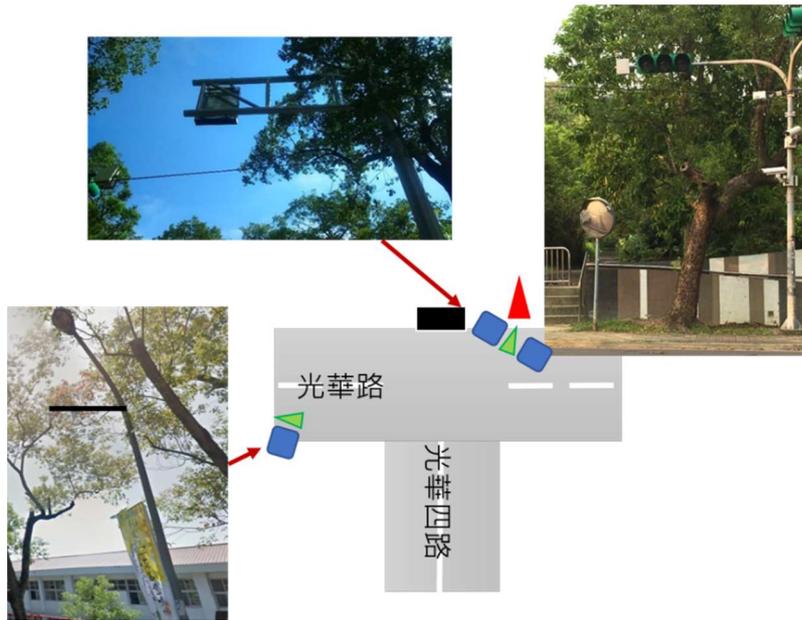


圖 3.3.4-2 光華路-光華四路路側設備建置

(3) 中學路-光華路

設備	型號	數量
RSU	IWCU RSU	1

- ▲ : RSU  
涵蓋場域DSRC 無線通訊，提供交通服務資訊廣播及路口R2V安全警示

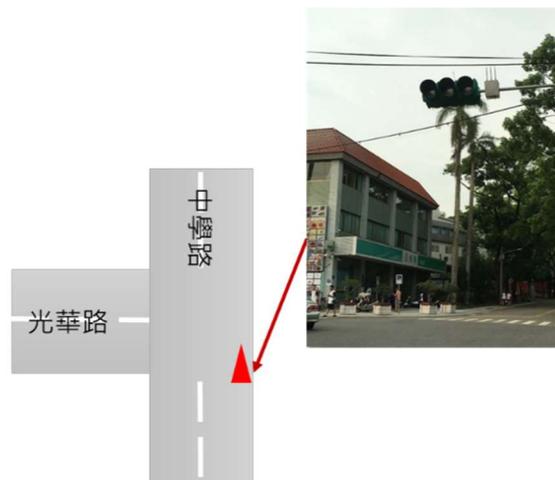


圖 3.3.4-3 中學路-光華路路側設備建置

(4) 中正路-光華四路

設備	型號	數量
RSU	Unex RSU-201	1

▲ : RSU  
涵蓋場域DSRC 無線通訊，提供交通服務資訊廣播及路口R2V安全警示

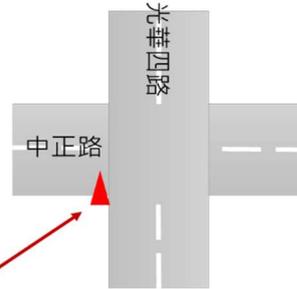


圖 3.3.4-4 中正路-光華四路路側設備建置

(5) 中正路 (光華四路與中學路間)

設備	型號	數量
VD	全微-SunRay 微波車輛檢測系統	1

■ : VD  
偵測場域車輛流量及速度，提供交通流量分析



圖 3.3.4-5 中正路 (光華四路與中學路間)路側設備建置

(6) 中正路2號 – 營北路

設備	型號	數量
eTag	全微- RFID偵測天線、RFID車輛偵測器	1

■ : eTag 讀取器  
讀取場域車輛eTag RFID資訊，提供交通流量分析

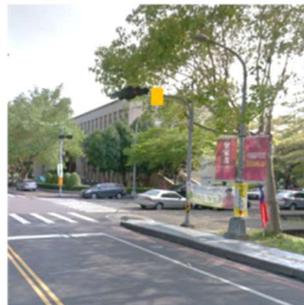
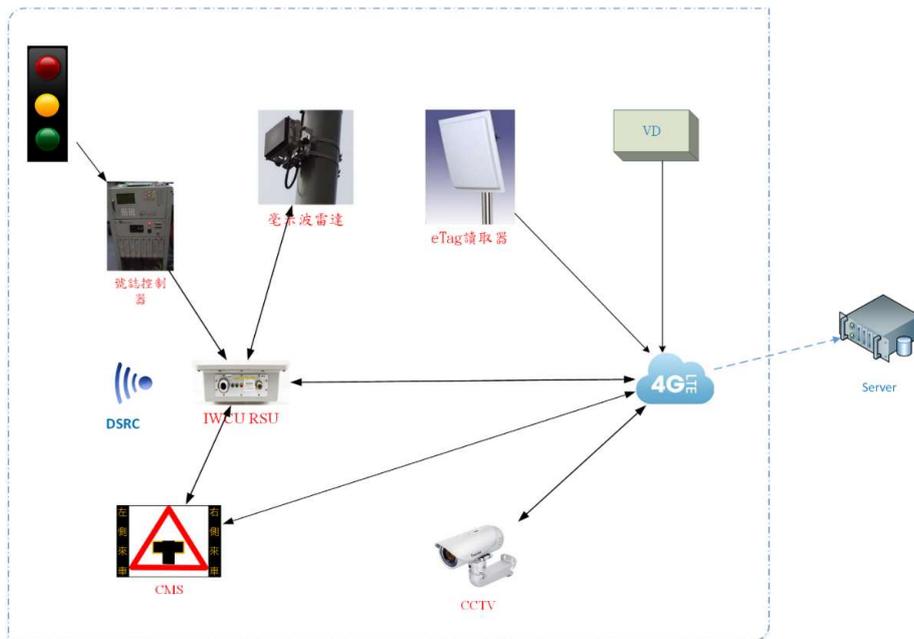


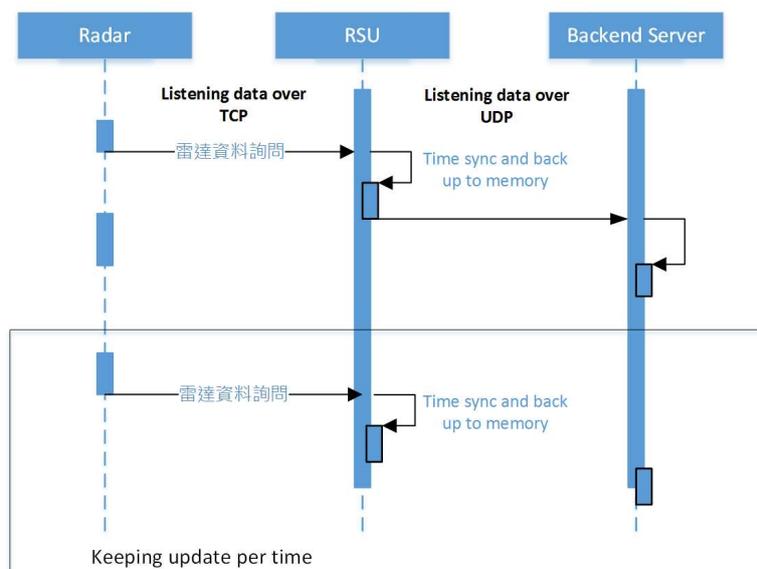
圖 3.3.4-6 中正路 2 號-營北路路側設備建置



資料來源：本計畫整理

圖 3.3.4-7 路口設備連線架構示意圖

圖 3.3.4-7 主要描述路口設備與 RSU 介接之關係。其中號誌控制器將現有路口之時相、時誌以及現有剩餘秒數以 UDP 的傳輸協定回傳給 RSU；而 RSU 則透過 TCP 的協定向雷達取得資料。雷達的資料經過 V2X 計算後若滿足特定之安全警示(ex. IMA)則 RSU 會以 UDP 的傳輸方式對 CMS 下達點亮的命令，用以警告用路人。除此之外 RSU 也會透過 DSRC 廣播 BSM 封包，用以輔助 OBU(V2R)進行路口物件的 V2X 判斷。最後 RSU、eTag 讀取器、CCTV、VD 這些設備會透過 4G 網路經資料回傳給後台。詳細相關時序圖如圖 3.3.4-8 所示。



資料來源：本計畫整理

圖 3.3.4-8 路口設備連線時序示意圖

場域中 RSU 彙整及 OBU 運算的資料會透過以下表格式回傳中心，以便後續分析。

表 3.3.4-2 RSU 回傳離型平台雷達訊息

送出字串	<pre>{   "Radar":   {     "timestamp": string,     "radar_id": value,     "obj_no": value,     "objects": [       {         "id": value,         "x_pos": string,         "y_pos": string,         "x_speed": string,         "y_speed": string,         "length": string       },       {         "id": value,         "x_pos": string,         "y_pos": string,         "x_speed": string,         "y_speed": string,         "length": string       }, ... ] } }</pre>
說明	RSU 回傳離型平台雷達物件訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 收到雷達物件時間	
radar_id	Int	雷達 ID	
obj_no	Int	雷達掃描物件個數	
objects	Array	物件詳細資訊	id, x_pos, y_pos, x_speed, y_speed, length
id	Int	物件 ID	
x_pos	String	與雷達 x 方向距離	m
y_pos	String	與雷達 y 方向距離	m
x_speed	String	x 方向速度	km/hr

參數名稱	參數型態	說明	備註
y_speed	String	y 方向速度	km/hr
length	String	長度	m

JSON 範例：

```
{
  "Radar": {
    "timestamp": "2017/07/05 15:03:15.666",
    "radar_id": 11,
    "obj_no": 2,
    "objects": [
      {
        "id": 59,
        "x_pos": 35.584000,
        "y_pos": 12.288000,
        "x_speed": -17.280001,
        "y_speed": 0.000000,
        "length": 2.000000
      },
      {
        "id": 49,
        "x_pos": 53.759998,
        "y_pos": -1.024000,
        "x_speed": -2.520000,
        "y_speed": 0.000000,
        "length": 5.000000
      }
    ]
  }
}
```

表 3.3.4-3 回傳離型平台號誌訊息

送出字串	<pre>{   "Signal": {     "timestamp": string,     "road_id": value,     "signal_phase1": value,     "signal_sec1": value,     "signal_phase2": value,     "signal_sec2": value,     "signal_phase3": value,     "signal_sec3": value,     "signal_phase4": value,     "signal_sec4": value   } }</pre>
說明	RSU 回傳離型平台號誌訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 收到號誌時間	

參數名稱	參數型態	說明	備註
road_id	Int	路口 ID	
signal_phase1	Int	號誌 1 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0: 無此號誌
signal_sec1	Int	號誌 1 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數
signal_phase2	Int	號誌 2 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0: 無此號誌
signal_sec2	Int	號誌 2 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數
signal_phase3	Int	號誌 3 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0: 無此號誌
signal_sec3	Int	號誌 3 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數
signal_phase4	Int	號誌 4 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0: 無此號誌
signal_sec4	Int	號誌 4 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數

JSON 範例：

```

{"Signal":{"timestamp":"2017/07/12
16:52:39.177","road_id":1,"signal_phase1":1,"signal_sec1":32,"signal_phase2":1,
"signal_sec2":32,"signal_phase3":2,"signal_sec3":1000,"signal_phase4":2,"signal_
sec4":1000}}

```

表 3.3.4-4 RSU 回傳離型平台 CMS 訊息

送出字串	<pre> {   "CMS":   {     "timestamp": string,     "cms_id": value,     "status": value,     "sec": value   } } </pre>
說明	RSU 回傳離型平台 CMS 訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 送出 CMS 訊息時間	
cms_id	Int	CMS ID	
status	Int	亮燈狀態	0:non, 1:left, 2:right, 3:left+right, 4:allow_gostraight, 5:lta
sec	Int	顯示秒數	s

JSON 範例：

```

{"CMS":{"timestamp":"2016/08/05
15:58:40.682","cms_id":"1","status":"5","sec":"2"}}
    
```

表 3.3.4-5 RSU 回傳離型平台 R2R 警示訊息

送出字串	<pre> {   "R2R":   {     "timestamp": string,     "hv_light": value,     "rv_light": value,     "warning_state": value,     "hv_id": string,     "hv_speed": value,     "hv_acc": value,     "hv_head": value,     "hv_yaw": value,     "hv_lat": value,     "hv_lon": value,     "rv_id": string,     "rv_speed": value,     "rv_acc": value,     "rv_head": value,     "rv_yaw": value,     "rv_lat": value,     "rv_lon": value,     "fx": value,     "fy": value,     "distance": value,     "hv_ttc": value,     "rv_ttc": value,     "t_index": value,     "collision_lat": value,     "collision_lon": value,     "di": value   } }     </pre>
說明	RSU 回傳離型平台 R2R 警示訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 送出 R2R 警示訊息時間	
hv_light	Int	自車燈號狀態	000:non, 100:左方向燈, 010:煞車燈, 001:右方向燈, 110:左方向+煞車燈, 011:右方向+煞車燈, 111:左右方向+煞車燈
rv_light	Int	他車燈號狀態	同上
warning_state	Int	警示狀態	1:R IMA, 2:L IMA, 3:R IMA 1 <sup>st</sup> phase, 4:L IMA 1 <sup>st</sup> phase, 5:FCW, 8:EEBL, 9:LTA
hv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
hv_speed	Int	自車車速	m/s*10000000
hv_acc	Int	自車加速度	m/s <sup>2</sup> *10000000
hv_head	Int	自車方向	度*10000000
hv_yaw	Int	自車角速度	度/s*10000000
hv_lat	Int	自車緯度	*10000000
hv_lon	Int	自車經度	*10000000
rv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
rv_speed	Int	他車車速	m/s*10000000
rv_acc	Int	他車加速度	m/s <sup>2</sup> *10000000
rv_head	Int	他車方向	度*10000000
rv_yaw	Int	他車角速度	度/s*10000000
rv_lat	Int	他車緯度	*10000000
rv_lon	Int	他車經度	*10000000
fx	Int	自車座標系之他車 X 位置	m*10000000

參數名稱	參數型態	說明	備註
fy	Int	自車座標系之 他車 Y 位置	m*10000000
distance	Int	兩車直線距離	m*10000000
hv_ttc	Int	自車 TTC	s*10000000
rv_ttc	Int	他車 TTC	s*10000000
t_index	Int	路徑預測時間	s*10000000
collision_lat	Int	碰撞點緯度	*10000000
collision_lon	Int	碰撞點經度	*10000000
di	Int	兩車行進方向 類別	0:non , 1:IMA, 2:LTA, 3:EEBL/FCW

JSON 範例：

```
{
  "R2R":
  {
    "timestamp": "2016/08/05 15:58:40.682",
    "hv_light": "0",
    "rv_light": "0",
    "warning_state": "0",
    "hv_id": "111,11",
    "hv_speed": "86621111",
    "hv_acc": "-732292",
    "hv_head": "3023700000",
    "hv_yaw": "4100000",
    "hv_lat": "247772650",
    "hv_lon": "1210442333",
    "rv_id": "112,19",
    "rv_speed": "85800000",
    "rv_acc": "300000",
    "rv_head": "3025500000",
    "rv_yaw": "9700000",
    "rv_lat": "247772716",
    "rv_lon": "1210442650",
    "fx": "23314858",
    "fy": "-23073243",
    "distance": "32801786",
    "hv_ttc": "-83424270",
    "rv_ttc": "-81261084",
    "t_index": "49000000",
    "collision_lat": "0",
    "collision_lon": "0",
    "di": "0"
  }
}
```

```
}}
```

表 3.3.4-6 OBU 回傳離型平台 V2V 警示訊息

送出字串	<pre>{   "V2V":   {     "timestamp": string,     "hv_light": value,     "rv_light": value,     "warning_state": value,     "hv_id": string,     "hv_speed": value,     "hv_acc": value,     "hv_head": value,     "hv_yaw": value,     "hv_lat": value,     "hv_lon": value,     "rv_id": string,     "rv_speed": value,     "rv_acc": value,     "rv_head": value,     "rv_yaw": value,     "rv_lat": value,     "rv_lon": value,     "fx": value,     "fy": value,     "distance": value,     "hv_ttc": value,     "rv_ttc": value,     "t_index": value,     "collision_lat": value,     "collision_lon": value,     "di": value   } }</pre>
說明	OBU 回傳離型平台 V2V 警示訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	OBU 送出 V2V 警示訊息時間	
hv_light	Int	自車燈號狀態	000:non, 100:左方向燈, 010:煞車燈, 001:右方向燈, 110:左方向+煞車燈, 011:右方向+煞車燈, 111:左

參數名稱	參數型態	說明	備註
			右方向+煞車燈
rv_light	Int	他車燈號狀態	同上
warning_state	Int	警示狀態	1:R IMA, 2:L IMA, 3:R IMA 1 <sup>st</sup> phase, 4:L IMA 1 <sup>st</sup> phase, 5:FCW, 8:EEBL, 9:LTA
hv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
hv_speed	Int	自車車速	m/s*10000000
hv_acc	Int	自車加速度	m/s <sup>2</sup> *10000000
hv_head	Int	自車方向	度*10000000
hv_yaw	Int	自車角速度	度/s*10000000
hv_lat	Int	自車緯度	*10000000
hv_lon	Int	自車經度	*10000000
hv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
rv_speed	Int	他車車速	m/s*10000000
rv_acc	Int	他車加速度	m/s <sup>2</sup> *10000000
rv_head	Int	他車方向	度*10000000
rv_yaw	Int	他車角速度	度/s*10000000
rv_lat	Int	他車緯度	*10000000
rv_lon	Int	他車經度	*10000000
fx	Int	自車座標系之他車 X 位置	m*10000000
fy	Int	自車座標系之他車 Y 位置	m*10000000
distance	Int	兩車直線距離	m*10000000
hv_ttc	Int	自車 TTC	s*10000000
rv_ttc	Int	他車 TTC	s*10000000
t_index	Int	路徑預測時間	s*10000000

參數名稱	參數型態	說明	備註
collision_lat	Int	碰撞點緯度	*10000000
collision_lon	Int	碰撞點經度	*10000000
di	Int	兩車行進方向類別	0:non , 1:IMA, 2:LTA, 3:EEBL/FCW

JSON 範例：

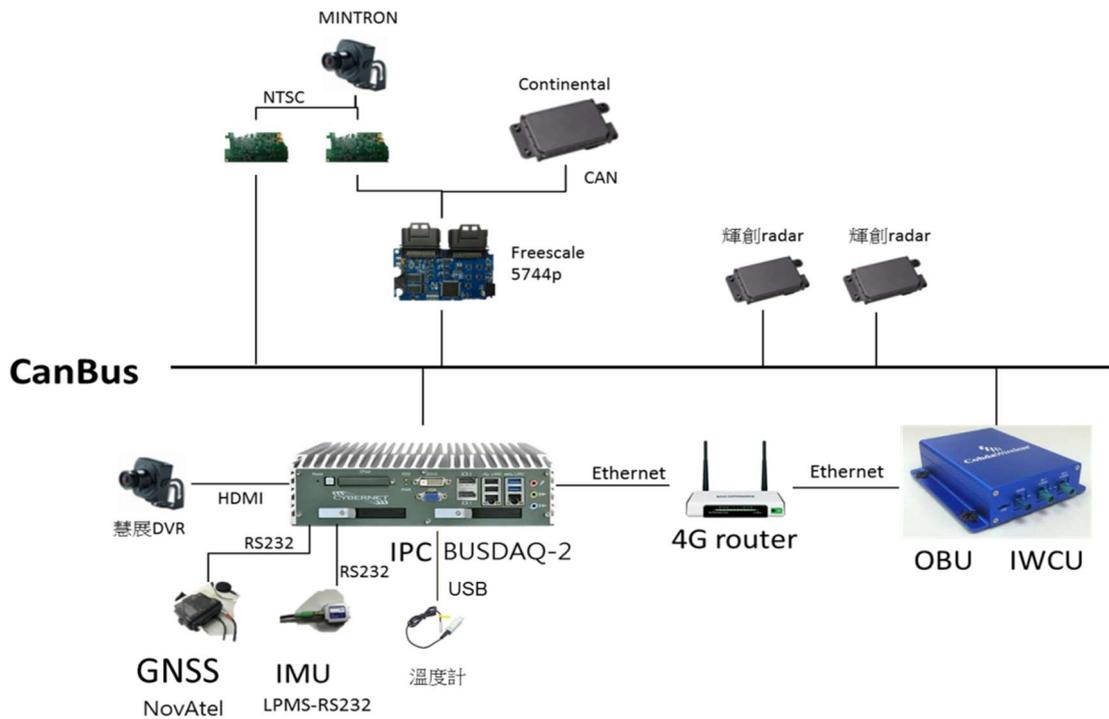
```
{
  "V2V":
  {
    "timestamp": "2016/08/05 15:58:40.682",
    "hv_light": "0",
    "rv_light": "0",
    "warning_state": "0",
    "hv_id": "0,201",
    "hv_speed": "86621111",
    "hv_acc": "-732292",
    "hv_head": "3023700000",
    "hv_yaw": "4100000",
    "hv_lat": "247772650",
    "hv_lon": "1210442333",
    "rv_id": "111,19",
    "rv_speed": "85800000",
    "rv_acc": "300000",
    "rv_head": "3025500000",
    "rv_yaw": "9700000",
    "rv_lat": "247772716",
    "rv_lon": "1210442650",
    "fx": "23314858",
    "fy": "-23073243",
    "distance": "32801786",
    "hv_ttc": "-83424270",
    "rv_ttc": "-81261084",
    "t_index": "49000000",
    "collision_lat": "0",
    "collision_lon": "0",
    "di": "0"
  }
}
```

## 3.4 實驗車輛車載設備搭載與安裝與功能測試

### 3.4.1 搭載設備與規格

本計畫將利用車輛中心於科專計畫所研發的 ADAS 技術，實驗車輛將搭載攝影機(Camera)、雷達(Radar)、全球導航衛星系統(GNSS)、慣性測量單元(IMU)、行車紀錄器(DVR)等感測器，搭載 OBU 與 RSU 進行無線資料傳輸，搭載 IPC 進行車上資料處理以及資料儲存，配備系統包含 LDW、FCW、BSD 以及車輛定位系統。ADAS 車輛系統架構如圖 3.4.1-1 所示，說明如下：

1. Camera 以 NTSC 介面與 DSP(LDW/FCW function)相接；DSP 將運算結果(包含車道線資訊、與前車距離以及警示訊號)傳送到 CANBus。
2. Continental Radar 以 CAN 介面與 Sensor Fusion Freescale ECU 相接，Sensor Fusion ECU 將計算結果(包含前方車輛距離、前方車輛位置以及前方車輛速度/加速度)傳送至 CANBus。
3. GNSS 與 IMU 以 RS232 介面與 IPC 相接，IPC 將計算結果(包含車輛經緯度以及車輛航向角)傳送至 CANBus。
4. DSP 以 CAN 介面與 CANBus 相接，傳送警示與車道線位置等訊號。
5. IPC 以 CAN 介面與 CANBus 相接，另一邊以 Ethernet 介面與 4G Router 相接；IPC 亦以 HDMI 與慧展 DVR 相接(或是使用 SD 卡)，用以儲存 image 資訊。
6. OBU 以 Ethernet 介面與 4G Router 相接，用以轉傳 BSM 訊息；4G Router 亦透過網路與後台資料庫相連，用以傳送 CANBus 訊息。OBU 亦與 CANBus 相接，與來收取 CANBus 上的訊息。
7. 輝創 Radar 以 CAN 介面與 CANBus 相接，用來傳送 BSD 系統警示訊號。



資料來源：本計畫整理(2017)

圖 3.4.1-1 ADAS 車輛系統示意圖

ADAS 實驗車輛搭載之攝影機(Camera)、雷達(Radar)、全球導航衛星系統(GNSS)、慣性測量單元(IMU)、IPC、溫度計等感測器安裝情形說明如後。

雷達安裝時拆除前方保桿上方水箱前之散熱罩，如圖 3.4.1-2 (a)。架上雷達支架後，進行雷達固定。雷達右方線路為其電源線以及訊號線。圖 3.4.1-2(b)為安裝完雷達走線至後車廂之雷達電源線以及訊號線。圖 3.4.1-2(c)為其電源線以及訊號線走線至後車箱。

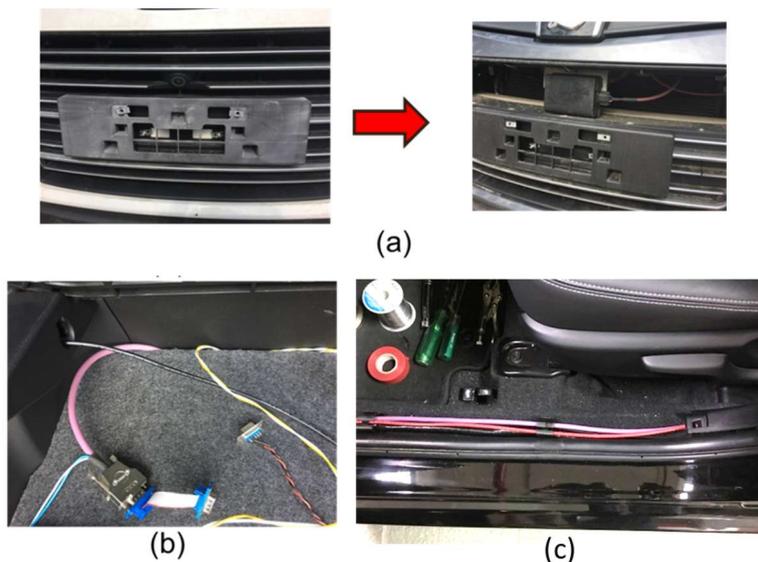


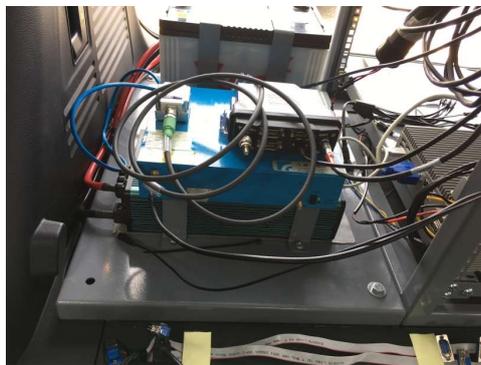
圖 3.4.1-2 車前雷達安裝圖

IPC 安裝於後車廂，如圖 3.4.1-3。IPC 用來處理 ADAS 中 CANBus 以及影像資料傳輸，其包含：Ethernet 傳輸線、CAN 傳輸線、電源線、USB 傳輸線(接溫度計)。其中，IPC 上方為 12V 轉 24V 的電源轉換器。



圖 3.4.1-3 IPC 安裝圖

OBU 安裝於後車廂，如圖圖 3.4.1-4(a)，其天線走線至車頂後方，如圖 3.4.1-4(b)所示，走線方式請參閱圖 3.4.1-4 (c)。



(a)



(b)



(c)

圖 3.4.1-4 OBU 安裝圖

攝影機安裝於車前擋風玻璃內面中上，如圖 3.4.1-5 所示。攝影機電源以及訊號線走線於駕駛座側方至後車廂。



圖 3.4.1-5 攝影機安裝示意圖

Novtel 全球導航衛星系統接收器安裝於 OBU 上方，如圖 3.4.1-6。其天線同樣走線至車頂後方，其電源線改為 12V。



圖 3.4.1-6 全球導航衛星系統安裝示意圖

慣性測量單元安裝於 OBU 上方，如圖 3.4.1-7。其利用 RS232 接頭提供電源。



圖 3.4.1-7 慣性測量單元安裝示意圖

12V 電源分接，如圖 3.4.1-8，其中預留 10 個 12V 電源接頭。



圖 3.4.1-8 12V 電源分接

另 4 輛 CV 實驗車 OBU 將安裝於後座後方置物區中間位置，將天線與全球導航衛星系統走水道安裝於車頂左右兩方，如圖 3.4.1-9 所示。OBU 電源須由車身電瓶接電，並能以 power on 方式啟動 OBU。



圖 3.4.1-9 OBU 安裝圖

本計畫將利用車輛中心於科專計畫所研發的 ADAS 技術，實驗車輛將搭載 Camera、Radar、GNSS、IMU、DVR 等感測器，搭載 OBU 與 RSU 進行無線資料傳輸，搭載 IPC 進行車上資料處理以及資料儲存，配備系統包含 LDW、FCW、BSD 以及車輛定位系統。各個感測器在車輛上的安裝位置、感測器規格以及系統規格說明如下。

1. Camera 將安裝於車前擋風玻璃內面中上，如圖 3.4.1-10 所示，其規格如表 3.4.1-1。



圖 3.4.1-10 ADAS 車輛 Camera 安裝示意圖

表 3.4.1-1 Camera 規格

TV SYSTEM	NTSC		PAL
IMAGE SENSOR	1/3-inch SVGA format CIS-II Sensor		
CCD TOTAL PIXELS	835(H) X 625(V)		
EFFECTIVE PIXLS	771(H) X 492(V)	753(H) X 582(V)	
SYNC SYSTEM	Internal		
MINIMUM ILLUMINATION	Less 0.01 lux F1.2 / AGC(30dB) / SENS-UP(OFF)		
LENS & VIEW ANGLE	3.6mm F2.0 / 92° (Option 2.2,2.5,3.0,4.0,6.0,8.0,12.0 mm)		
RESOLUTION	540 TVL		
WHITE BALANCE	Mode	ATW / AWC	
	Range	3200 ~ 10000 °K	
S / N RATIO TYPICAL	52dB (TYP) (Gamma, Aperture, AGC OFF, 3D DNR ON)		
DYNAMIC RANGE	94dB		
FRAME INTEGRATION	Select by OSD (Max. 10X)		
H - MIRROR FUNCTION	Select by OSD		
V - MIRROR FUNCTION	Select by OSD		
B.L.C. FUNCTION	Select by OSD (ON/OFF)		
ZOOM FUNCTION	Select by OSD		
FLICKLESS	Select by OSD		
ENHANCE	Select by OSD		
GAMMA CORRECTION	0.45		
GAIN CONTROL	AGC Select by OSD(Max 30dB)		
AUTO IRIS	A.E.S.		
DNR	Built-in 3D_DNR (Digital Noise Reduction)		
ELECTRONIC SHUTTER	A.E.S.	1/60(50)~1/120,000 sec.	
	FIX.	1/60, 1/100, 1/120, 1/180, 1/350, 1/500, 1/750, 1/1000, 1/2000, 1/4000, 1/10000sec.	
VIDEO OUTPUT	1.0V p-p composite video at 75 ohm		
OPER. TEMPERATURE	-20°C TO +50°C		
OPERATION HUMIDITY	within 85% RH		
POWER SUPPLY	DC12V±1V / 150mA		

2. 1 顆 Radar 將安裝於車前保險桿中央位置，如圖 3.4.1-11 所示，其規格如表 3.4.1-2。

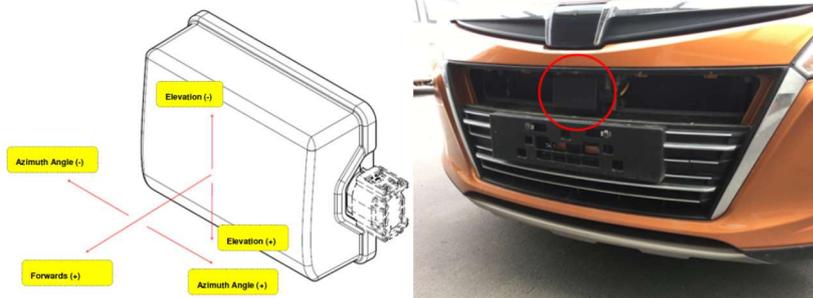


圖 3.4.1-11 ADAS 車輛 Radar 架構與安裝示意圖

表 3.4.1-2 前方 Radar 規格與通訊介面



## ARS 30X /-2 /-2C/-2T/-21 Radar-Sensor 77 GHz

Measuring performance		to natural targets (non-reflector targets)
Distance range		0.25 ..200 m far field, 0,25... 60 m close-up range
Resolution distance measuring		2 m or > 5.5 km/h (ability to separate targets and objects)
Accuracy distance measuring		0.25 m or 1.5 %@>1 m
Azimuth angle augmentation	(field of view FoV)	-8.5°...+8.5° far field, -28°...+28° close-up range
Elevation angle augmentation	(field of view FoV)	4.3° at 6 dBm
Resolution angle measuring		1° far field, 4° close-up range
Accuracy angle measuring		0.1° far field, 1°...2° close-up range
Speed range		-88 km/h...+265 km/h (- leaving objects...+approximation)
Speed resolution		2.76 km/h far field, 5.52 km/h close-up range
Speed accuracy		0.5 km/h far field, 1.0 km/h close-up range
Cycle time		app. 66 ms close and far measurement
Blockage recognition time		<= 60 s (electro mechanical functions)
Antenna quantity		17 far field, 15 close-up range
Operating conditions		
Radar operating frequency band		76...77 GHz (license industry expected app. 2011)
Transmission capacity	average	<10 mW
Mains power supply	at 12 V DC / 24 V DC	+8.0 V...27 V DC / +8.0 V...34 V DC
Power consumption	at 12 V DC / 24 V DC	7 W at 14 V DC / 7 W at 28 V DC
Power consumption	with heater	maximum 35 W at 14 V / maximum 63 W at 28 V
High system voltage	at 12 V DC	up to 27 V DC without time limit
High system voltage	at 24 V DC	up to 36 V DC 5 min... up to 50 V DC 2 min.
Operating-/ storage temperature		-40°C...+85°C / -50°C...+105°C
Shock	mechanical	50 g
Vibration	mechanical	20 m/s <sup>2</sup> peak@10 Hz / 0.14 m/s <sup>2</sup> peak@1000Hz
Protection rating		IP 6k 9k (dust, high-pressure cleaning) IP 6k 7 (10 cm under water), ice-water shock test, salt fog resistant, mixed gas EN 60068-2-60
Displays and connections		
Monitoring function		self monitoring (fail-safe designed)
Displays		none
Interface	multiple party on 1 CAN bus possible	1 x CAN 1 - high-speed 500 kbit/s multiple party via CAN ID allocation
Housing		
Dimensions / weight	W * H * D (mm) / (mass)	120 * 90 * 46 / < 500 g
Material	housing front / rear side	Epoxy resin glass blackcoloured / aluminium
Miscellaneous		
Measuring principle (Doppler's principle) in one measuring cycle due basis of FMCW with very fast ramps		independent measurement of distance and velocity
Version ARS 308-2 and -2T	sensor for the industry	open CAN protocol - type -2T with internal termination
Version ARS 309-2	sensor high sensitivity	as ARS 308-2, but with app. 20 dB higher sensitivity
Version ARS 308-2C	sensor anti-collision	as ARS 308-2, but with anti-collision parameter
Version ARS 308-21	combined functions	as ARS 308-2, but with combined functionality
CAN ID		Parameter
513(0x201)		radar configuration message (input)
768(0x300)		speed information (input)
769(0x301)		yaw rate information (input)
1536(0x600)		target status (output)
1793(0x701)		target message (output)
1794(0x702)		target message (output)

此外，2 顆 Radar 將安裝於車輛後保險桿左右兩側，如圖 3.4.1-12 所示。



圖 3.4.1-12 ADAS 車輛後方 Radar 安裝示意圖

表 3.4.1-3 側後方 Radar 規格

WHETRON		24GHz Radar Specification	
☐ Radar Spec.			
Parameter	Specification	Remark	
Operation Temp.	-40°C~+85°C		
Storage Temp.	-40°C~+105°C		
Operation Voltage	12V(9~16V)	Power by IGN	
Radar Frequency	24~24.25GHz	Adjustable by software to fulfill the application area.	
Horizontal FOV	+/-60 degree		
Speed Range	-250km/h (opening) to 250km/h (closing)		
Speed Resolution	0.25km/h		
Transmission Power	Adjustable: 6dBm to 22dBm EIRP	Related to antenna design Antenna type: patch antenna	
Detectable Object Number	Simultaneously up to 32		
Max. Detection Range-Truck	90m (main beam)		
Max. Detection Range-Car	45m (main beam)		
Max. Detection Range-Pedestrian	20m (main beam)		
Min. Detection Range	0.5m	relative motion target to sensor	
Water Proof	IP67		

3. GNSS 將安裝於車輛後車廂中，其天線將放置於車頂，如圖 3.4.1-13，其規格如圖 3.4.1-14。



圖 3.4.1-13 ADAS 車輛 GNSS 天線安裝示意圖



**DVR Specification**

Item	Specification
Operating temperature	-30°C~+85°C
Storage temperature	-40°C~+85°C
Operating voltage	9~16V
Operating current	300mA(max)
CPU	Novtek Chip
Image sensor	SONY Exmor Image Sensor
Front camera	F/2.0 with wide FOV 119°
Resolution	1920*1080
Video compression	H.264
Frame rate	≥ 30 fps
Loop Recording	1 min / 3 min / 5 min
Pre recording time	< 4 sec
Certification	BSMI · UN ECE R130 · NHTSA-FCW

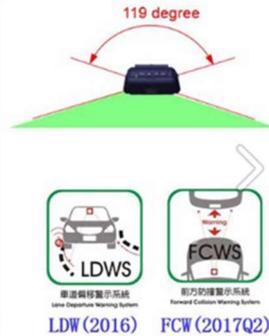


圖 3.4.1-16 DVR 規格

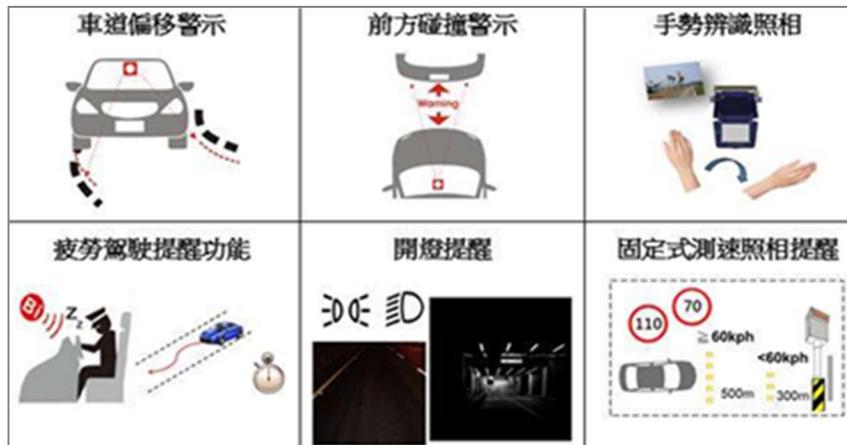


圖 3.4.1-17 DVR 功能

6. IPC 將安裝於車輛後車廂中，其規格如圖 3.4.1-18。

- 4th Generation Intel® Core™ i7/i3/Celeron Processors up to 1.9GHz with 4GB/8GB DDR3L Memory
- 4 x GbE, 4 x USB 2.0/3.0, 2 x RS-232, 2 x RS-422/485, 1 x VGA, 1 x HDMI, Audio
- Comprehensive Palm, Small, Regular-size form-factor
- Compact with Fanless Design
- Rubber Stopper Design with Captive Screw
- Dual HDD/SSD support with RAID 0/1 in regular-size
- Diverse system IO and Isolated Digital IO by iDoor Technology
- Supports Fieldbus Protocol by iDoor Technology
- 3G/GPS/GPRS/WiFi Communication by iDoor Technology
- Supports MRAM by iDoor Technology
- Chassis Grounding Protection
- LAN Redundancy (Teaming)
- Fault-Protected RS-485 Transceivers With Extended Common-Mode Range

圖 3.4.1-18 IPC 規格

執行於 ADAS 車輛上的車道偏移警示(LDW)系統，其系統規格如下：

1. 影像輸出頻率：22~25 frame/s
2. 嵌入式硬體電路：DSP 系統；操作頻率：600MHz
3. 輸出介面：影像-NTSC，訊號-CAN BUS
4. 操作溫度：-40°C ~85°C
5. 適用車速：<80km/h (配合本計畫測試修改，原規格 60~120km/h)
6. 車道偵測寬度：3m~4m ；彎道半徑：>200 m

執行於 ADAS 車輛上的前方碰撞警示(FCW)系統，其系統規格如下：

1. 影像輸出頻率：22~25 frame/s
2. 嵌入式硬體電路：DSP 系統；操作頻率：600MHz
3. 輸出介面：影像-NTSC，訊號-CAN BUS
4. 操作溫度：-40°C ~85°C
5. 適用車速：<80km/h(配合本計畫測試修改，原規格 60~120km/h)
6. 車道偵測寬度：3m~4m ；彎道半徑：>200 m
7. 前車距離：8m~70m
8. 警示方式：畫面顯示

### 3.4.2 車載設備功能測試

進行 2 台中科管理局公務車(實驗車輛)ADAS+CV 功能安裝，實驗車輛搭載之攝影機(Camera)、雷達(Radar)、全球導航衛星系統(GNSS)、慣性測量單元(IMU)、IPC、溫度計等感測器，搭載後進行相關基本功能測試說明如下：

1. ADAS 前方車輛(FCW)、側後方(BSD)功能測試：如圖 3.4.2-1 示說明 ADAS 系統利用前方感測器進行前方障礙物偵測(車輛)，当前方有障礙物出現時，人機介面 UI 會顯示前方障礙物與本車距離，當距離<某一門檻值(依據距離或 TTC)，系統則會發出警示訊息，並利用語音提醒駕駛。另外；ADAS 車輛安裝 BSD 盲點系統則利用側後感測器進行後方接近障礙物偵測(汽機車)，當駕駛打方向燈準備左右轉且側後方有障礙物出現時，人機介面 UI 會顯示側後方有障礙物體，系統也會發出警示訊息，並利用語音提醒駕駛。



前方有障礙物



障礙物距離5.8公尺



障礙物距離32.2公尺



左後方有障礙物



圖 3.4.2-1 前方/側後方 ADAS 系統功能測試與實車測試配置圖

2. CAN Bus 資訊與視覺化顯示介面功能測試：有關整車 ADAS、CV 訊號傳輸以及透過 OBDII 介面取得車輛之車身訊號均利用 CAN Bus 介面進行傳輸，並利用資訊視覺化顯示介面進行功能確認，並提供 ADAS 前方警示、距離、側後方警示、環境溫溼度、本車經緯度、車身訊號(車速、方向燈、煞車、油門開度)等訊息更新。如圖 3.4.2-2 與圖 3.4.2-3 所示。



圖 3.4.2-2 CAN Bus 視覺化顯示介面功能測試

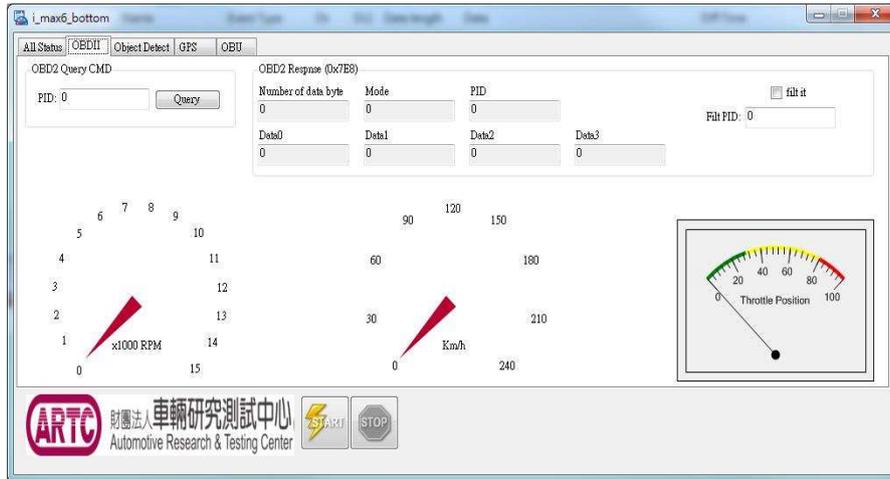


圖 3.4.2-3 CAN Bus 訊息傳遞功能測試

3. 車輛定位系統功能測試：因中興新村場域樹木茂密恐影響 GNSS 訊號接收，進而影響 GNSS 定位的穩定性，同時根據後台所蒐集 GNSS 定位資料 (106/8/25~106/9/22)，發現存在 GNSS 訊號遺失現象，也因此進行 RTK-GPS、DGPS、Garmin 感測器定位量測比較分析，以確認定位資訊中斷或飄移等現象可能原因(道路環境綠蔭干擾)。本研究同時於實驗車加裝 RTK-GPS 並與圖資結合，進行定位穩定度及誤差分析，研究結果發現實驗場域道路有多處綠蔭茂密干擾 GNSS 訊號接收，造成定位資訊中斷或飄移現象。後續必須整合 IMU 訊號來修正車輛定位，以利 ADAS+CV 分析時可獲得更準確之車輛經緯度資訊，進行 TTC 碰撞時間預估且能更準確提供駕駛人警示時機點。詳細車輛定位分析，請參閱章節”4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析”，使用感測器包括 Garmin、DGPS、RTK、IMU 等進行車輛定位。

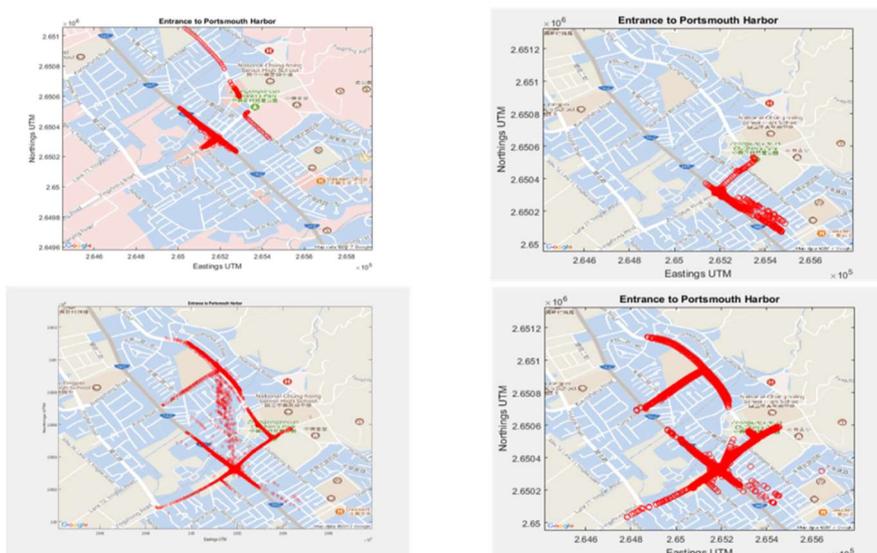


圖 3.4.2-4 車輛定位 GNSS 訊號功能測試

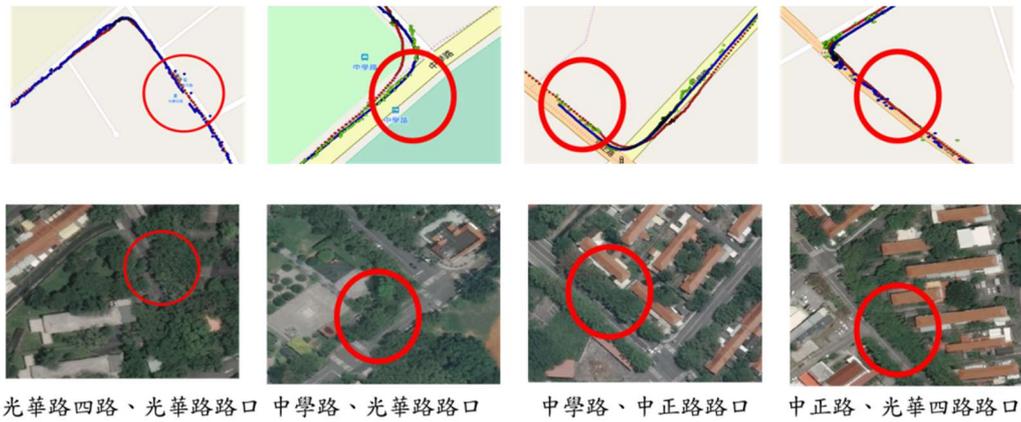


圖 3.4.2-5 中興新村場域定位系統與道路環境分析



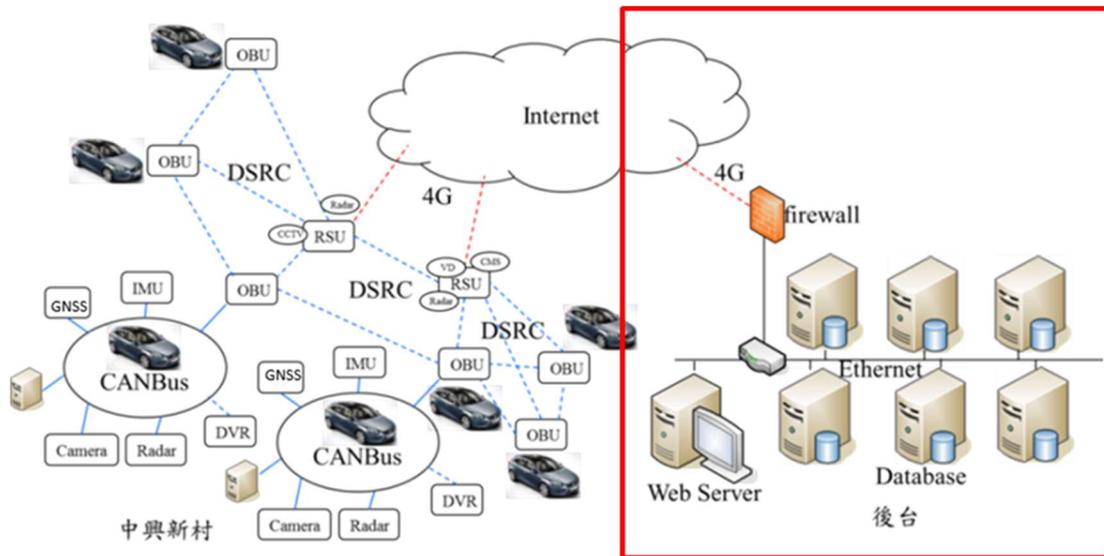
圖 3.4.2-6 利用 RTK-GPS、DGPS、Garmin 定位分析

### 3.5 實驗場域資料蒐集與分析平台構建

配合本計畫之實驗場域路側設備建置及車載設備之即時監控，本團隊建置實驗行控中心平台，平台建置之硬體及軟體功能分述如下。

#### 3.5.1 平台建置硬體需求

實驗行控中心包含平台系統後台伺服器、網路磁碟陣列及通訊設備等，上述設備已由運研所採購，並由本團隊進行安裝架設事宜，伺服器包含：通訊接收處理伺服器、網站伺服器及資料庫伺服器，有關本計畫後台系統架構，如圖 3.5.1-1 所示，中心硬體清單及採用之設備型號如下所述。



資料來源：本計畫整理

圖 3.5.1-1 計畫後台系統架構圖

表 3.5.1-1 中心硬體設備規格型號表

項次	設備名稱	數量	規格型號
1	中心伺服器	3 台	<u>HPE DL380 Gen9</u> 2U 機架式中階 2 路伺服器(Intel Xeon E5-2600 V4 系列 2.2GHz 二顆)( Windows Server Standard 作業系統)(SAS 硬碟) 1.記憶體 8GB×2 ECC DDR4-2133 SDRAM 2.硬碟 SAS 300GBx5
2	5 埠(含以上) USB KVM 多電腦切換器	1 台	<u>PSTEK 8 埠 PS/2 USB 電腦切換器 (CD-108C)</u>
3	10 埠(含以上)網路集線器(HUB)	1 台	<u>D-Link 友訊 DGS-1024D</u>
4	24 吋螢幕	1 台	<u>ASUS VS247HR</u>
5	機架式 4 Bay 網路附加儲存系統	1 台	<u>Proware CN-28006Z-SQ</u>
6	硬體防火牆	1 台	<u>Sonicwall TZ-300</u>

資料來源：本計畫整理

本計畫之實驗行控中心平台架設於本所機房，中心與路側設備通訊採用 4G 無線通訊方式進行即時傳輸，而本計畫中心網路通訊與本所既有網路進行區分，由本計畫配合協助申請專線網路，其頻寬考量實驗進行時所有路側設備同時與

本中心雙向即時通訊之最大需求與彈性，因本計畫介接外單位交通資訊除路側設備資訊外，亦包含 CCTV 即時影像，因此外單位資料接收之頻寬亦納入考量規劃，故本計畫已協助申請一條 GSN FTTB (多機型) 100M/40M 專線，設備安裝過程及機櫃位置請參閱圖 3.5.1-2 所示。



圖 3.5.1-2 實驗行控中心平台硬體設備架設安裝

### 3.5.2 實驗中心平台軟體功能設計

實驗行控中心平台軟體使用 Java 進行開發，本計畫之資料庫系統原先屬意 MySQL，其在過去由於效能高、成本低、可靠性好，已經成為最流行的開源資料庫，因此被廣泛地應用在 Internet 上的中小型網站中。隨著 MySQL 的不斷成熟，它也逐漸用於更多大規模網站和應用，然而在甲骨文公司收購 MySQL 後，有將 MySQL 閉源的風險，故社群採用 MariaDB 分支避開此風險，因此本計畫選擇採用 MariaDB 作為資料庫軟體，而軟體開發及平台運作需求元件為 Java Runtime 8.0(或以上)，各軟體功能採透過 JDBC Driver 與資料庫建立連線，網站服務則採用 IIS 網站伺服器服務軟體，平台主要分為通訊處理系統、資料交換處理系統及實驗場域監控系統等，各系統功能說明分述如下。

#### 3.5.2.1 通訊接收處理系統

本計畫所建置之路側設備包含 eTag Reader、VD、CMS、TC 等，而 OBU 資料乃依據 DSRC 採用之 SAE J2735 規範，OBU 將車輛狀態資料以 BSM 格式傳送給周遭其他車輛及道路沿線 RSU，並透過 RSU 回傳至實驗行控中心，而上述設備之通訊接收處理模組劃分為都市交控設備通訊接收模組及車輛資料通訊接收模組，其中交控設備乃採用都市交控標準化軟體進行通訊連接及資料處理，而車輛資料處理為利用交通部運研所前期計畫建置成果進行擴充，並將

本期設備資訊回傳至後台伺服器。

本實驗行控中心平台，針對路側設備所回傳之資料封包進行資料解析處理後儲存至中心資料庫以作為後續分析應用，各模組功能說明如下。

#### 1. 都市交控設備通訊接收模組

- (1) CMS 設備通訊處理功能：CMS 設備之通訊協定係依據交通部「都市交通控制通訊協定 3.0 版」，可針對現場設備下載顯示訊息。
- (2) VD 資料處理功能：本資料回傳之通訊協定係依據交通部「都市交通控制通訊協定 3.0 版」為基準，經由資料處理後，可儲存為 1 分鐘、5 分鐘 VD 資料，供即時監看實際車流狀況及供後續歷史資料查詢分析使用。
- (3) eTag 資料處理功能：本資料參考「運輸研究所所擬都市交控通訊協定 3.1 版初稿」擴充之 AVI 通訊協定進行傳輸，eTag 讀取器架設於場域中正路營北路至中學路間，為實驗場域的進入點及離開點，用來讀取進入及離開場域車輛的 eTag RFID 資訊，並可計算車輛行經場域路段之旅行時間。

表 3.5.2.1-1 交控設備通訊接收模組資料表清單

表格中文名稱	表格英文名稱
設備組態資料表	DEVCFGTAB
設備通訊組態資料表	MODEMTAB
VD 一分鐘資料表	VDTRAFONETAB
VD 五分鐘資料表	VDTRAFIFTAB
eTag 偵測資料表	AVI_VEHICLE

#### 2. 車輛資料通訊接收模組

- (1) RSU 回傳資料處理：有關 CV、ADAS、車輛周遭環境等資料來源經整合或融合後，透過 DSRC 回傳車載設備(OBU)資訊至路側設備(RSU)後，再回傳至實驗行控中心，包含 RSU 運作狀態與所回傳之行車環境資訊、車輛狀態資訊等資料，本計畫開發一背景服務程式如圖 3.5.2.1-1，其在接收 RSU 回傳資料後會進行解析並儲存與資料庫中，其接收資料流、相關資料表、使用通訊埠等列示於圖 3.5.2.1-1，圖中 RSU Registration Server、Power/Rate、RSA/TIM 之通訊採用 TCP，BSM Server 與 RSU Report Server 之通訊則採用 UDP 方式。
- (2) 針對接收狀態提供資料漏失比例查詢功能：由於 BSM 資料預設是以每

秒 10 筆的頻率回傳，然而實務上可能受到通訊穩定度、無線訊號強度等因素造成傳輸封包漏失之狀況，有鑑於此，本計畫在接收到 BSM 資料時，會以其所帶之 msgCnt 欄位(值域為 0~127)判斷其實際接收與漏失的訊息，以計算其資料完整率，並將其相關結果存入資料庫中以利後續分析，由於本計畫回傳之 OBU ID 可分為實驗車輛與隨機產生兩種，後者為 RSU 針對路上通過車輛隨機產生 OBU ID 後回傳至中心，而本計畫僅針對前者進行資料漏失率分析。

表 3.5.2.1-2 車輛資料通訊接收模組資料表清單

表格中文名稱	表格英文名稱
ADAS 警示歷史資料表	v2x_alarm_adas_history
資訊可變標誌警示歷史資料表	v2x_alarm_cms_history
R2R 警示歷史資料表	v2x_alarm_r2r_history
雷達偵測組態資料表	v2x_alarm_radar_config
雷達偵測警示歷史資料表	v2x_alarm_radar_history
雷達偵測警示即時資料表	v2x_alarm_radar_newest
號誌燈態警示歷史資料表	v2x_alarm_sc_history
V2V ADAS 警示歷史資料表	v2x_alarm_v2v_adas_history
V2V 警示歷史資料夾	v2x_alarm_v2v_history
碰撞歷史資料表	v2x_collision_history
OBU 原始資料表	v2x_obu_historydata
OBU 漏失率資料表	v2x_obu_lost_rate
OB 設備名稱對應資料表	v2x_ob_mapping
OBU 即時狀態資料表	v2x_obu_newest
RSA 下載紀錄資料表	v2x_rsa_download_log
RSA 排程資料表	v2x_rsa_schedule
RSU 組態資料表	v2x_rsu_config
RSU 設備註冊資料表	v2x_rsu_registration
RSU 設備狀態資料表	v2x_rsu_report
RSU 設備狀態歷史資料表	v2x_rsu_report_history
RSU 回報服務狀態訊息資料表	v2x_rsu_service_report
RSU 回報服務狀態訊息歷史資料表	v2x_rsu_service_report_history
RSU 資訊訂閱資料表	v2x_rsu_subscribe
TIM 設備下載排程資料表	v2x_tim_device
TIM 設備下載紀錄資料表	v2x_tim_device_download_log
TIM 天氣下載排程資料表	v2x_tim_weather
TIM 天氣下載紀錄資料表	v2x_tim_weather_download_log

```

7E9FEB7", "obu_id":201, "timestamp":"2017/10/13 15:06:56.413"}
2017-10-13 15:10:49,178 DEBUG - <=== <"ADASRelayInfo":<"ID_205":<"12B7000079455A6
E", "ID_206":<"0000FFFFFFFFF00", "ID_208":<"011D000000000000", "ID_256":<"01022703670
iFF1F", "ID_506":<"59E066DE01000000", "ID_260":<"0001000001000000", "ID_2024":<"03410D
4800000000", "ID_262":<"0808080800080808", "ID_1793":<"36000D0000000000", "ID_301":<"0
AD655034D643A66", "ID_302":<"0E46619847EC8A53", "ID_309":<"0AD655034D643A66", "ID_310
":<"0E46619847EC8A53", "ID_311":<"0E4657B247EC9071", "ID_312":<"7FFF7FFF64223A66", "ob
u_id":201, "timestamp":"2017/10/13 15:10:23.625">> [<0x00009393: nio datagram, se
rver, /221.120.41.142:51097 => /0:0:0:0:0:0:0:55552>]
2017-10-13 15:10:49,195 DEBUG - <=== 0014415BC034C005B004A1F5828AD99D0A1E0800000
000000008000FD7D07D3827FFF0001452F8000688901F9F869AF2800C5AD2747FDAD27480002000
0800020000000 from <0x00009394: nio datagram, server, /221.120.41.147:38648 => /
0:0:0:0:0:0:0:55101>
2017-10-13 15:10:49,197 DEBUG - queue size: 0, decode spend 0 ms
2017-10-13 15:10:49,198 DEBUG - hsmType: 0-obu, obu id: 211
2017-10-13 15:10:49,203 DEBUG - save0BUHhistory spend 6 ms
2017-10-13 15:10:49,287 DEBUG - <=== 0014415C0034C005B01EA1F5828AD99D0A1E0800000
000000008000FD7D07D4837FFF0001452F8000688901F9F869AF2800C5AD2747FDAD27480002000
0800020000000 from <0x00009395: nio datagram, server, /221.120.41.147:52881 => /
0:0:0:0:0:0:0:55101>
2017-10-13 15:10:49,289 DEBUG - queue size: 0, decode spend 0 ms
2017-10-13 15:10:49,290 DEBUG - hsmType: 0-obu, obu id: 211
2017-10-13 15:10:49,292 DEBUG - save0BUHhistory spend 3 ms

```

微軟注音 半 :

圖 3.5.2.1-1 車輛資料通訊接收程式示意圖

圖 3.5.2.1-2 車輛資料通訊接收模組架構圖

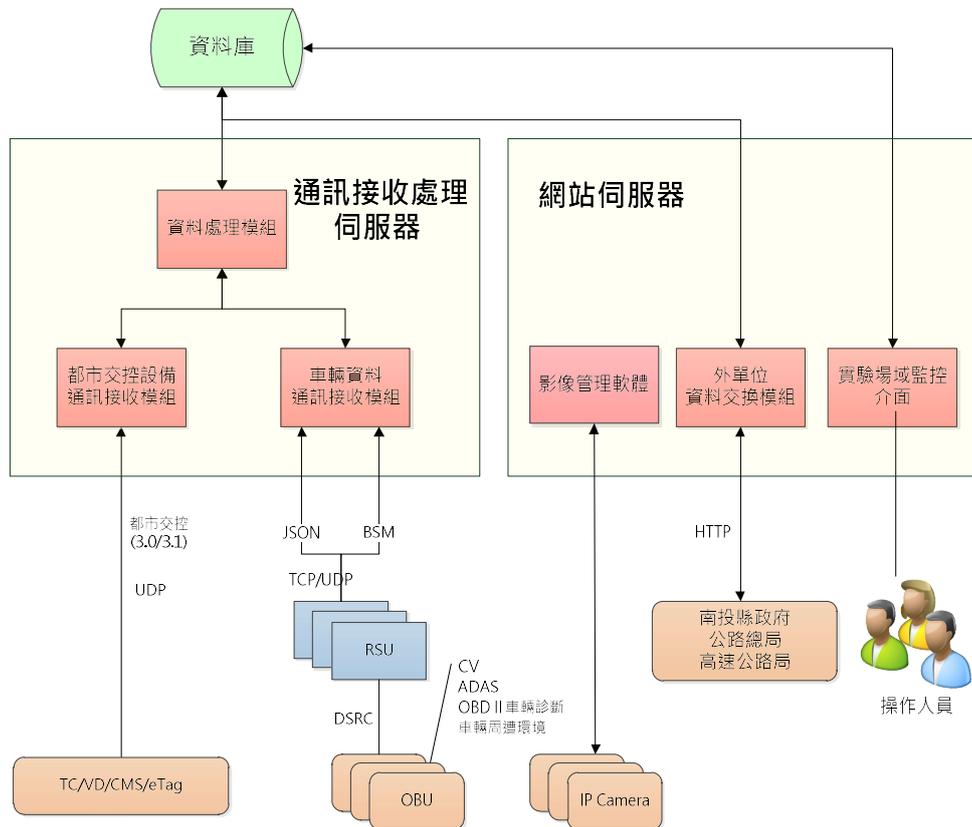


圖 3.5.2.1-3 實驗場域架構圖

本計畫實驗場域系統，資料流說明如下：

1. OBU 透過 DSRC 將資料送至 RSU。
2. RSU 以 TCP 方式與中心進行註冊，並以 UDP 方式將車輛偵測資料傳送至中心。
3. RSU 整合車輛資料後透過 UDP 將資料回傳至控制中心車輛資料通訊接收模組，解譯後傳送至資料處理模組後存入 DB。
4. CV 資料採用 BSM 格式。
5. 其餘資料採用 JSON 格式。
6. VD 設備以 UDP 方式傳送 3.0 版通訊協定至控制中心之交控設備通訊接收模組，解譯後傳送至資料處理模組後存入 DB。
7. eTag Reader 以 UDP 方式傳送 AVI 3.1 版通訊協定至控制中心之交控設備通訊接收模組，解譯後傳送至資料處理模組後存入 DB。
8. 外單位資料接收模組：以 HTTP 與外單位進行資料交換，交換後存入 DB。
9. 實驗場域監控介面：使用者操作介面，由 DB 取得相關資料後呈現。
10. 中心透過影像管理軟體(Video Management Software)接收現場 IP Camera 影像。

### 3.5.2.2 資料交換處理系統

本平台建構資料交換處理模組，介接高速公路局、公路總局、南投縣政府等機關之有關中興新村聯外高快速公路與省道交通資訊，本模組規格及建置內容說明如下。公司建置一資料交換機制，作為各單位資料交換所使用，平台接收轉換與其內部運作方式如圖 3.5.2.2-1 所示。



資料來源：本計畫整理

圖 3.5.2.2-1 資料交換模組系統架構圖

左端外部單位資料統一由資料交換伺服器做接收、格式轉換與儲存之工作，並將處理後之資料儲存至後端資料庫伺服器。

1. 外單位資料格式：外單位資料交換格式依循交通部所頒佈之路側設施即時交通資訊發布標準格式 v1.1，交換項目如表 3.5.2.2-1 所示，本計畫檢視計畫範圍之相關聯外道路，針對接收之資料進行篩選，將有相關聯之路側設施資訊或交通資訊，供行控平台即時監控外，亦可儲存至資料庫供後續分析。

表 3.5.2.2-1 外單位資料交換項目表

表格中文名稱	表格英文名稱	更新時間
路段靜態資訊	RoadLevel_Info	24h
服務水準門檻分級	RoadLevel_Threshold	24h
路段動態資訊	RoadLevel_Value	1min
路段靜態資訊歷史檔	RoadLevel_Info_his	
服務水準門檻分級歷史檔	RoadLevel_Threshold_his	
路段動態資訊歷史檔	RoadLevel_Value_his	
VD 靜態資訊	VD_Info	24h

表格中文名稱	表格英文名稱	更新時間
VD 一分鐘動態資訊	VD_Value	1min
VD 五分鐘動態資訊	VD_Value5	5min
VD 靜態資訊歷史檔	VD_Info_his	
VD 一分鐘動態資訊歷史檔	VD_Value_his	
VD 五分鐘動態資訊歷史檔	VD_Value5_his	
CCTV 所在位置靜態資訊	CCTV_Info	24h
CCTV 動態資訊	CCTV_Value	5min
CMS 所在位置靜態資訊	CMS_Info	24h
CMS 動態資訊	CMS_Value	2min
AVI 所在位置靜態資訊	AVI_Info	24h
AVI 配對靜態資訊	AVI_Pair	24h
AVI 動態資訊	AVI_Value	5min

2. 資料交換狀態監控：為了監控接收狀態，本系統提供圖形化，顯示每種資料之接收狀況與設定值(例如接收來源、更新頻率)且本模組啟動後，當有異常時可自動回復模組之運作，本平台功能大多數為背景服務，人員可透過監控畫面檢視資料接收之狀況，功能畫面如圖 3.5.2.2-2。

- (1) 操作功能列，設定每個接收工作之相關組態，以及控制暫停、執行工作。
- (2) 資料接收工作列表，可查看每個工作執行之時間與接收筆數。
- (3) 資料接工作參數與紀錄，可查看每個工作執行之相關紀錄與參數設定。

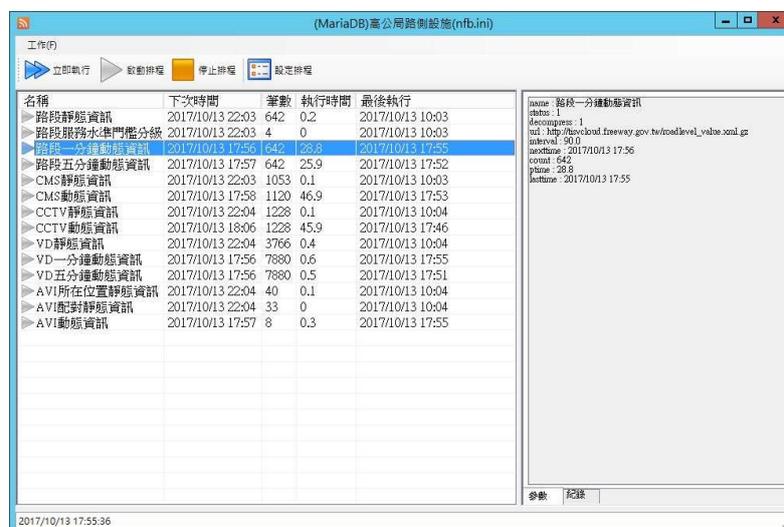


圖 3.5.2.2-2 資料交換接收狀態監控畫面示意

- (4) 資料發布模組：針對本計畫所建置蒐集交通資訊與實驗場域 CCTV 影像，本模組亦依循交通部所頒佈之路側設施即時交通資訊發布標準格式 v1.1)進行發布作業，提供外單位使用或介接，下列為本計畫完成之對外發佈資料格式：

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<XML_Head version="1.1" listname="CCTV靜態資訊" updatetime="2017/10/12 00:00:05" interval="86400">
  <Infos>
    <Info py="23.94748" px="120.692724" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路中學路口-中學路往中學西路" cctvid="10008ZZZZC000001"/>
    <Info py="23.947382" px="120.692843" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路中學路口-中正路往北" cctvid="10008ZZZZC000002"/>
    <Info py="23.947159" px="120.692529" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路中學路口-中學西路往中學路" cctvid="10008ZZZZC000003"/>
    <Info py="23.947435" px="120.692639" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路中學路口-中正路往南" cctvid="10008ZZZZC000004"/>
    <Info py="23.953366" px="120.691678" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路光華四路口-光華路" cctvid="10008ZZZZC000005"/>
    <Info py="23.952967" px="120.692082" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路光華四路口-光華四路" cctvid="10008ZZZZC000006"/>
  </Infos>
</XML_Head>
```

圖 3.5.2.2-3 CCTV 靜態資料發佈

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<XML_Head version="1.1" listname="CMS靜態資訊" updatetime="2017/10/12 00:00:05" interval="86400">
  <Infos>
    <Info py="23.9473" px="120.693" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路中學西路口" cmsid="10008ZZZZX700101"/>
    <Info py="23.9475" px="120.693" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路中學路口" cmsid="10008ZZZZX700201"/>
    <Info py="23.953" px="120.692" endlocationpoint="-99" startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路-光華四路口" cmsid="10008ZZZZX700301"/>
  </Infos>
</XML_Head>
```

圖 3.5.2.2-4 CMS 靜態資料發佈

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<XML_Head version="1.1" listname="CMS動態資訊" updatetime="2017/10/12 14:59:37" interval="120">
  <Infos>
    <Info cmsid="ZZZZX700101" message="面板測試中、TEST" status="0"/>
    <Info cmsid="ZZZZX700201" message="面板測試中、TEST" status="0"/>
    <Info cmsid="ZZZZX700301" message="面板測試中" status="0"/>
  </Infos>
</XML_Head>
```

圖 3.5.2.2-5 CMS 動態資料發佈

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<XML_Head version="1.1" listname="路段靜態資訊" updatetime="2017/10/12 00:00:05" interval="86400">
  <Infos>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.689393,23.950828" fromkm="120.687963,23.952826" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路(光華二路-光華四路)" sourceid="10008"
      routeid="10008ZZZZm0001"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.687963,23.952826" fromkm="120.689393,23.950828" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路(光華四路-光華二路)" sourceid="10008"
      routeid="10008ZZZZm0002"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.692722,23.947385" fromkm="120.689410,23.950809" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路(光華四路-中學路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0003"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.689410,23.950809" fromkm="120.692722,23.947385" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路(中學路-光華四路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0004"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.695207,23.944505" fromkm="120.692744,23.947356" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路(中學路-仁德路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0005"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.692744,23.947356" fromkm="120.695207,23.944505" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="中正路(仁德路-中學路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0006"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.689354,23.950780" fromkm="120.687898,23.949630" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="學藝路(向上六路-中正路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0007"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.687898,23.949630" fromkm="120.689354,23.950780" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="學藝路(中正路-向上六路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0008"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.691983,23.952955" fromkm="120.689414,23.950831" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路(中正路-光華路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0009"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.689414,23.950831" fromkm="120.691983,23.952955" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路(光華路-中正路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0010"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.689528,23.954709" fromkm="120.686213,23.956959" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路(中正路-光華二路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0011"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.686213,23.956959" fromkm="120.689528,23.954709" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路(光華二路-中正路)" sourceid="10008" routeid="10008ZZZZm0012"/>
    <Info speedlimit="100" tokm="120.692016,23.952999" fromkm="120.689577,23.954697" roadtype="5" endlocationpoint="-99"
      startlocationpoint="-99" locationpath="-99" roadsection="光華路(光華二路-光華四路)" sourceid="10008"
      routeid="10008ZZZZm0013"/>
  </Infos>
</XML_Head>
```

圖 3.5.2.2-6 路段靜態資料發佈

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<XML_Head version="1.1" listname="服務水準門檻分級" updatetime="2017/10/12 00:00:05" interval="86400">
  <Infos>
    <Info sourceid="10008" level="1" levelname="順暢" index="速率" topvalue="999" lowvalue="35" colorR="50" colorG="255"
      colorB="0"/>
    <Info sourceid="10008" level="2" levelname="車多" index="速率" topvalue="34" lowvalue="15" colorR="255" colorG="255"
      colorB="0"/>
    <Info sourceid="10008" level="3" levelname="壅塞" index="速率" topvalue="14" lowvalue="0" colorR="255" colorG="0" colorB="0"/>
  </Infos>
</XML_Head>
```

圖 3.5.2.2-7 路段服務水準門檻分級資料發佈

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<XML_Head version="1.1" listname="VD靜態資訊" updatetime="2017/10/12 00:00:05" interval="86400">
  <Infos>
    <Info vdid="10008ZZZZV600101" routeid="10008" roadsection="中正路(光華四路與中學路間)" locationpath="-99"
      startlocationpoint="-99" endlocationpoint="-99" roadway="雙向" vsrnum="2" vdtype="2" lociontype="1" px="120.692"
      py="23.9483"/>
  </Infos>
</XML_Head>
```

圖 3.5.2.2-8 VD 靜態資料發佈

```
<XML_Head version="1.1" listname="VD 五分鐘動態資訊" updatetime="2017/05/19 09:25:00" interval="300">
  <Infos>
    <Info vdid="10020V010970" status="0" datacollecttime="2017/05/19 09:20:00">
      <lane vsrdir="0" vsrid="0" speed="53" laneoccupy="7">
        <cars carid="L" volume="0"/>
        <cars carid="M" volume="0"/>
        <cars carid="S" volume="38"/>
      </lane>
      <lane vsrdir="0" vsrid="1" speed="55" laneoccupy="1">
        <cars carid="L" volume="0"/>
        <cars carid="M" volume="0"/>
        <cars carid="S" volume="1"/>
      </lane>
      <lane vsrdir="0" vsrid="2" speed="49" laneoccupy="7">
        <cars carid="L" volume="0"/>
        <cars carid="M" volume="0"/>
        <cars carid="S" volume="38"/>
      </lane>
      <lane vsrdir="0" vsrid="3" speed="51" laneoccupy="1">
        <cars carid="L" volume="0"/>
        <cars carid="M" volume="0"/>
        <cars carid="S" volume="10"/>
      </lane>
    </Info>
  </Infos>
```

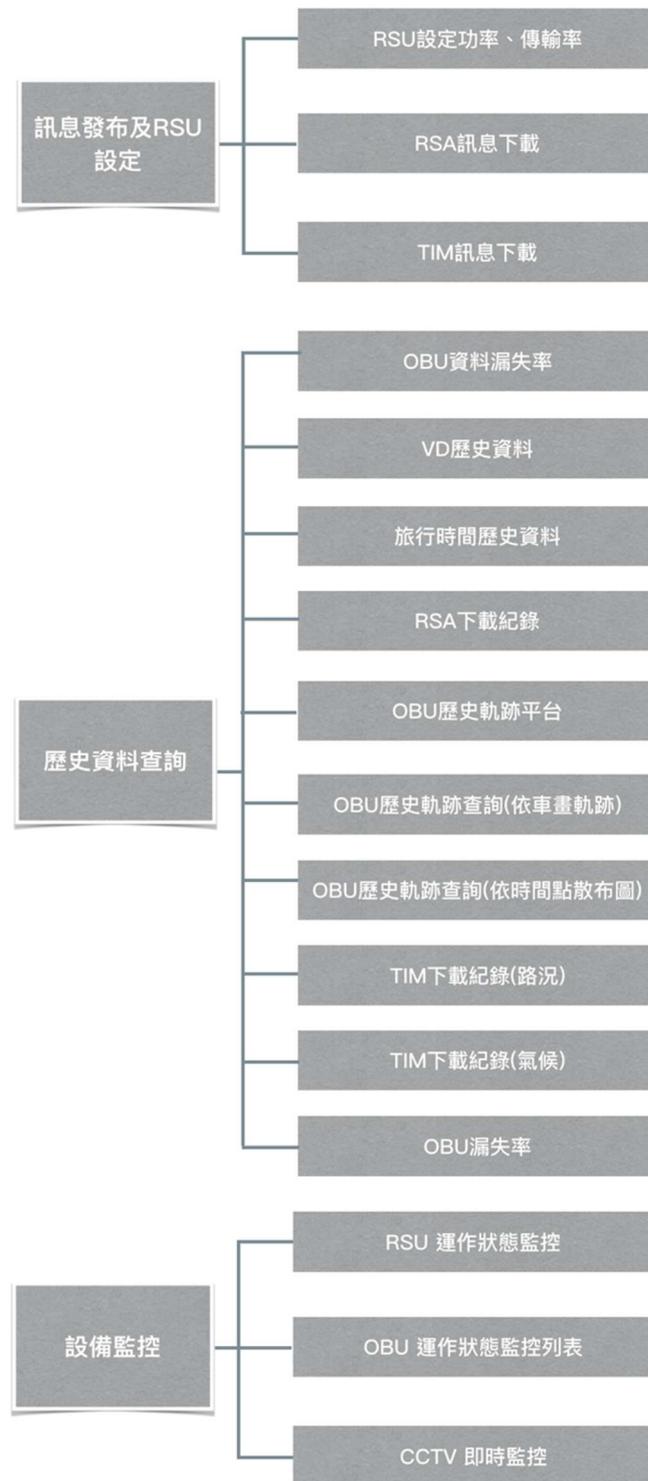
圖 3.5.2.2-9 VD 動態資料發佈

### 3.5.2.3 實驗場域監控系統功能說明

本計畫開發之實驗場域監控平台，採用 Web GIS 技術開發，利用 Open Street Map 做為地圖平台，並整合顯示本計畫所收集之設備資訊及介接自外單位之設備即時資訊，以直覺化的操作方式進行系統運作狀態監控以及圖形化的資訊呈現。本系統建構為 Web 網站平台架構，其相較於以往之桌面軟體架構，有以下優點：

1. 快速佈署：不同以往 client-server 架構，本系統只需佈署程式至一台伺服器即可，client 端以網頁瀏覽器連到 server 上的網站進行操作，省卻 client 端作業系統環境不同而無法執行軟體的風險。
2. 操作簡便：本系統建立完整的操作與設計準則，透過嚴格的規範使得使用者對於操作介面有系統化的認識，以達到快速有效的操作，避免造成使用者的不便。
3. 開發快速：現今軟體應用早已邁入 web 網站應用的時代，隨著 google 相關應用的崛起，連帶也帶起了許多應用元件(如地圖引擎)的發展，相較桌面軟體的開發方式也更為全面快速，以帶給使用者更好的使用體驗。
4. 支援通用瀏覽器標準：本系統支援通用的網路標準，可支援市面上絕大多數之網頁瀏覽器軟體(如：Chrome, Firefox 等)，使用者將不再受限於特定作業系統與特定網頁瀏覽器。

本監控系統之系統功能架構如圖 3.5.2.3-1 所示，透過資料交換處理系統所收集之本計畫及介接外單位之設備資訊，以作為本系統之資料來源以及資料發佈之管道。



資料來源：本計畫整理

圖 3.5.2.3-1 實驗場域監控平台系統架構圖

本系統之實驗場域監控平台功能內容分述如下：

1. 設備資訊顯示：包含呈現路段績效、旅行時間、車輛偵測器即時資料、資訊可變標誌即時顯示訊息、CCTV 即時影像等，路側設備資訊顯示畫面如圖

3.5.2.3-2 所示；有關計畫範圍之路段績效內容，亦提供使用者直覺化之監看使用，本計畫路段績效主要透過 VD 偵測資料及 OBU 回傳之行駛速度計算通過路段之服務水準，並利用顏色區分壅塞、車多及順暢等即時路況，路段績效顯示畫面如圖 3.5.2.3-3 所示；此外亦可顯示 RSU 運作狀態與所回傳之系統負載等資訊，RSU 監控介面如圖 3.5.2.3-4 所示；而車輛狀態資訊(位置、速度及溫度等)則可點選 OBU 資訊以即時更新呈現，資訊顯示畫面如圖 3.5.2.3-5 所示。



圖 3.5.2.3-2 設備資訊顯示圖



圖 3.5.2.3-3 路段績效顯示圖



圖 3.5.2.3-4 RSU 資訊顯示圖



圖 3.5.2.3-5 OBU 資訊顯示圖

2. 訊息發布及RSU設定：本項功能包含RSU設定功率、傳輸率、RSA訊息下載、TIM訊息下載等，功能資訊分述如下。

(1) RSU設定功率、傳輸率：本功能可設定RSU傳輸功率與頻率更新之功能，功能畫面如圖3.5.2.3-6所示。



圖 3.5.2.3-6 RSU 設定功能畫面

(2) RSA訊息下載：本功能可設定欲透過RSU發佈之資訊內容，依據DSRC採用之SAE J2735規範，按照RSA格式將前方壅塞資訊及多事故路段警示等，經由資訊發布模組推播給RSU再透過OBU提供給駕

駛人，以達到提供詳細路況資訊或交通安全告警的目的，功能介面如圖 3.5.2.3-7 所示。

路段	事件	範圍	起始時間	結束時間	增加一事
m00021 中興路-中正路-光華路	緊急路況	50 公尺	2017-08-21 14:02:42	2017-10-28 14:02:42	修改 儲存 取消 刪除
m00017 光華路-光華七路-中興路	多事故路段	50 公尺	2017-08-21 14:03:03	2017-10-28 14:03:03	修改 儲存 取消 刪除
m00016 光華路-光華七路-光華四路	緊急路況	50 公尺	2017-08-21 14:04:20	2017-10-28 14:04:20	修改 儲存 取消 刪除
m00009 光華路-中正路-光華路	道路阻塞	50 公尺	2017-08-21 14:06:43	2017-10-28 14:06:43	修改 儲存 取消 刪除
m00001 中正路-光華二路-光華四路	緊急路況	50 公尺	2017-09-22 15:45:30	2017-10-28 15:45:30	修改 儲存 取消 刪除
m00007 學藝路-向上六路-中正路	多事故路段	50 公尺	2017-09-22 15:45:39	2017-10-28 15:45:39	修改 儲存 取消 刪除
m00004 中正路-中興路-光華四路	道路施工	50 公尺	2017-09-22 15:45:50	2017-10-28 15:45:50	修改 儲存 取消 刪除
m00010 光華四路-光華路-中正路	道路阻塞	50 公尺	2017-09-22 15:46:03	2017-10-28 15:46:03	修改 儲存 取消 刪除
m00003 中正路-光華四路-中興路	緊急路況	50 公尺	2017-10-12 14:03:10	2017-10-28 14:03:10	修改 儲存 取消 刪除
m00006 中正路-仁德路-中興路	多事故路段	50 公尺	2017-10-12 14:03:21	2017-10-28 14:03:21	修改 儲存 取消 刪除
m00019 中興路-臺北路-中正路	緊急路況	50 公尺	2017-10-12 14:03:31	2017-10-28 14:03:31	修改 儲存 取消 刪除
m00022 中興路-光華路-中正路	緊急路況	50 公尺	2017-10-12 14:03:38	2017-10-28 14:03:38	修改 儲存 取消 刪除
m00024 中興路-瑞山路-光華路	道路施工	50 公尺	2017-10-13 11:08:35	2017-10-28 11:08:35	修改 儲存 取消 刪除

圖 3.5.2.3-7 RSA 訊息下載系統介面

(3) TIM 訊息下載：本功能可設定欲透過 RSU 發佈之 TIM 資訊內容，依據 DSRC 採用之 SAE J2735 規範，按照 TIM 格式將異常天候資訊及緊急路況資訊提供與駕駛人，功能畫面如圖 3.5.2.3-8 所示。

路段	CCTV	CMS 訊息	起始時間	結束時間	增加一事
中正路-光華四路-中興路	中正路中興路口-中興路往中學西路 中正路中興路口-中正路往北 中正路中興路口-中學西路往中興路 中正路中興路口-中正路往南	前方危險	2017-10-13 10:40:53	2017-10-28 10:40:53	修改 儲存 取消 刪除
中正路-仁德路-中興路	中正路中興路口-中興路往中學西路 中正路中興路口-中正路往北 中正路中興路口-中學西路往中興路 中正路中興路口-中正路往南	請慢速行駛	2017-10-13 10:42:08	2017-10-28 10:42:08	修改 儲存 取消 刪除
中學西路-臺北路-中正路	中正路中興路口-中興路往中學西路 中正路中興路口-中正路往北 中正路中興路口-中學西路往中興路 中正路中興路口-中正路往南	注意號誌	2017-10-13 10:42:38	2017-10-28 10:42:38	修改 儲存 取消 刪除
中興路-光華路-中正路	中正路中興路口-中興路往中學西路 中正路中興路口-中正路往北 中正路中興路口-中學西路往中興路 中正路中興路口-中正路往南	右轉注意行人	2017-10-13 10:43:28	2017-10-28 10:43:28	修改 儲存 取消 刪除
中興路-中正路-光華路	中正路中興路口-中興路往中學西路 中正路中興路口-中正路往北 中正路中興路口-中學西路往中興路 中正路中興路口-中正路往南	請小心公運行人	2017-10-13 11:10:27	2017-10-28 11:10:27	修改 儲存 取消 刪除

圖 3.5.2.3-8 TIM 訊息下載系統介面

3. 歷史資料查詢：本項功能包含 VD 歷史資料、旅行時間歷史資料、RSA 下載紀錄、OBU 歷史軌跡平台、OBU 歷史軌跡查詢(依車畫軌跡)、OBU 歷史軌跡查詢(依時間點散布圖)、TIM 下載紀錄(路況)、TIM 下載紀錄(氣候)及 OBU 漏失率等，功能資訊分述如下。

(1) VD 歷史資料：本功能選擇欲查詢之 VD 並選擇起始與結束時間後，即可顯示 VD 歷史資料之統計圖，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-9 所示。

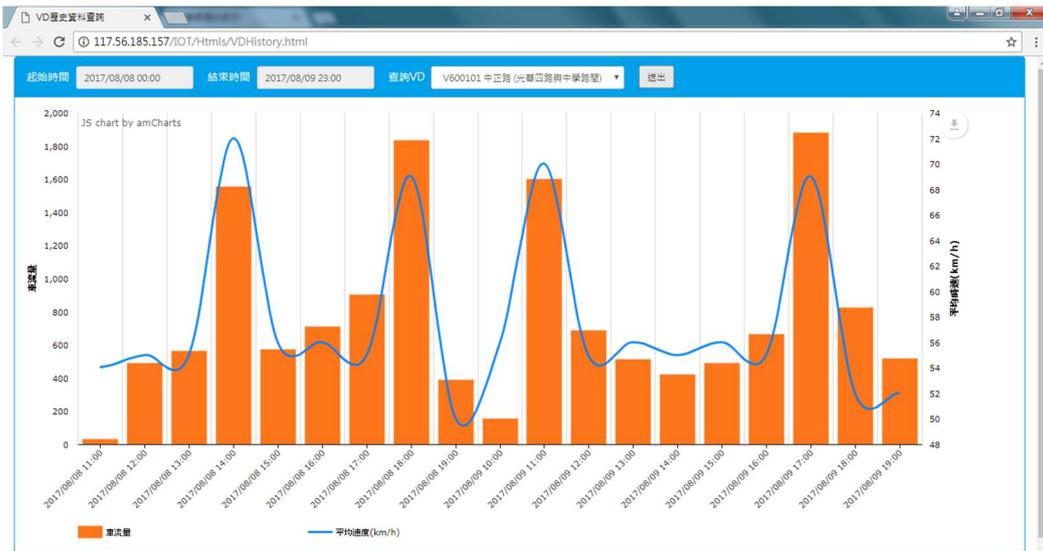


圖 3.5.2.3-9 VD 歷史資料系統介面

(2) 旅行時間歷史資料：本功能選擇欲查詢之點位並選擇起始與結束時間後，即可顯示旅行時間歷史資料之統計圖，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-10 所示。

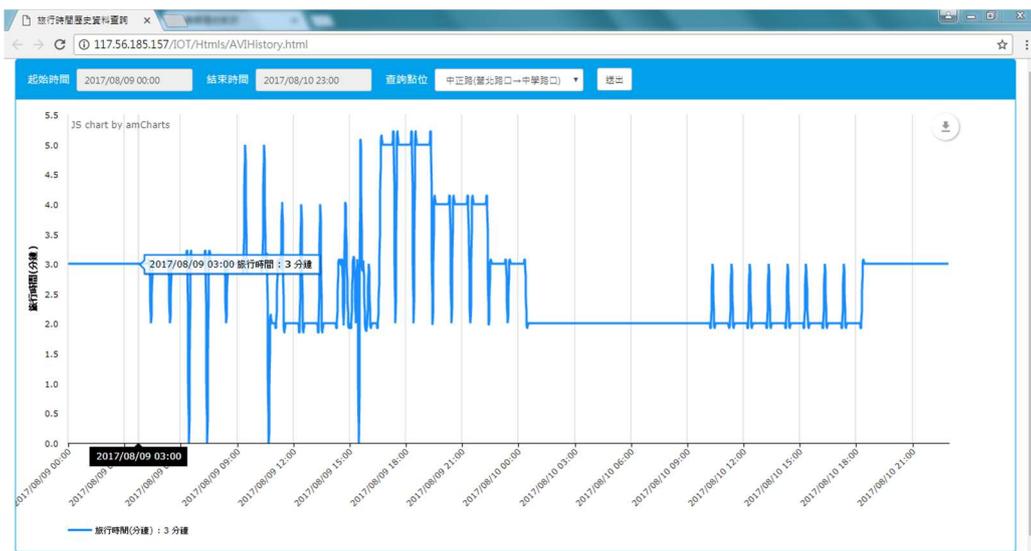


圖 3.5.2.3-10 旅行時間歷史資料系統介面

(3) RSA 下載紀錄：本功能進入頁面後會自動選擇時間區段，並顯示該區段之資料內容，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-11 所示。

RSU	路段	事件類型	影響範圍	下載成功	更新時間
R10	(m00010) 光華四路(光華路-中正路)	道路壅塞	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00004) 中正路(中學路-光華四路)	道路施工	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00007) 學藝路(向上六路-中正路)	多事故路段	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00001) 中正路(光華二路-光華四路)	緊急路況	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00010) 光華四路(光華路-中正路)	道路壅塞	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00004) 中正路(中學路-光華四路)	道路施工	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00007) 學藝路(向上六路-中正路)	多事故路段	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00001) 中正路(光華二路-光華四路)	緊急路況	50 公尺		2017/10/13 13:24
R10	(m00010) 光華四路(光華路-中正路)	道路壅塞	50 公尺		2017/10/13 13:24

圖 3.5.2.3-11 RSA 下載紀錄系統介面

(4) OBU 歷史軌跡查詢(依車繪製軌跡)：本功能選擇欲查詢之時間區間與車種後即可與地圖上觀察歷史軌跡，系統會自動跟著歷史資料進行移動顯示，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-12 所示。



圖 3.5.2.3-12 OBU 歷史軌跡查詢(依車畫軌跡)系統介面

(5) OBU 歷史軌跡查詢(依時間點散布圖)：本功能選擇欲查詢之時間區間與型態後即可與地圖上觀察時間散布圖，系統會自動跟著時間進行移動顯示，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-13 所示。

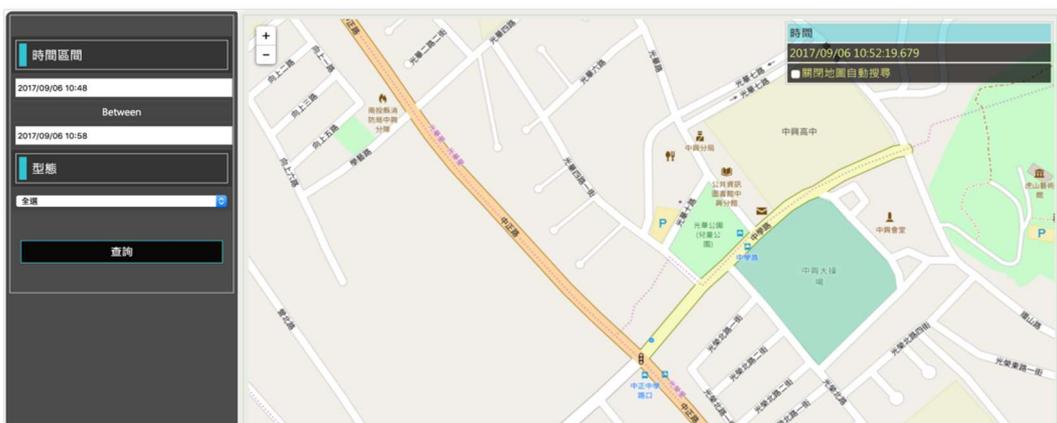


圖 3.5.2.3-13 OBU 歷史軌跡查詢(依時間點散布圖)系統介面

(6) TIM 下載紀錄(路況)：本功能選擇欲查詢之時間區間並選擇 RSU 編號，即可顯示 TIM 路況下載紀錄之統計表，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-14 所示。

RSU編號	路口編號	cms資訊	下載成功	更新時間
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 08:44:04
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 09:44:00
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 11:44:04
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:47:13
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:48:20
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:49:26
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:50:33
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:51:39
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:52:46
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:53:53
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:55:00
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:56:06
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:57:12
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:58:18
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 03:59:33
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 04:00:40
R00	m00015	測試一下	X	2017-08-09 04:01:46

圖 3.5.2.3-14 TIM 下載紀錄(路況)系統介面

(7) TIM 下載紀錄(氣候)：本功能選擇欲查詢之時間區間並選擇 RSU 編號，即可顯示 TIM 氣候下載紀錄之統計表，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-15 所示。

RSU編號	經度	緯度	事件類型	下載成功	更新時間
R00	23.950809	120.68941	下雨	X	2017-08-04 11:41:16
R01	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:41:16
R02	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:41:16
R03	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:41:16
R04	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:41:17
R00	23.950809	120.68941	下雨	X	2017-08-04 11:42:18
R01	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:42:19
R02	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:42:19
R03	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:42:19
R04	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:42:19
R00	23.950809	120.68941	下雨	X	2017-08-04 11:43:21
R01	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:43:21
R02	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:43:21
R03	23.950809	120.68941	下雨	V	2017-08-04 11:43:21

圖 3.5.2.3-15 IM 下載紀錄(氣候)系統介面

(8) OBU 漏失率：本功能選擇欲查詢之時間區間並選擇 RSU 編號後即可顯示 OBU 資料漏失率之統計表，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-16 所示。

RSU編號	OBU編號	0-100公尺漏失率(%)	100-200公尺漏失率(%)	200-300公尺漏失率(%)	300公尺以上漏失率(%)	更新時間
R02	59	0	0	0	0	2017-09-02 06:32:50
R02	58	0	0	0	0	2017-09-02 06:32:50
R02	76	0	0	98	0	2017-09-02 06:34:20
R02	75	0	0	98	0	2017-09-02 06:34:21
R02	7	0	98	0	0	2017-09-02 06:34:23
R01	203	32	0	0	0	2017-09-04 07:24:43
R02	206	0	0	0	10	2017-09-04 02:27:52
R01	206	0	0	93	0	2017-09-04 02:27:52
R01	206	0	0	63	0	2017-09-04 02:28:03
R02	206	0	0	0	42	2017-09-04 02:28:03
R03	203	61	0	0	0	2017-09-04 03:10:23
R03	203	0	0	0	0	2017-09-04 03:10:33
R03	203	0	2	37	0	2017-09-04 03:10:43
R01	203	0	0	0	0	2017-09-04 03:24:53
R01	203	0	0	0	0	2017-09-04 03:25:03
R02	203	0	0	0	45	2017-09-04 03:25:05

圖 3.5.2.3-16 OBU 漏失率系統介面

4. 設備監控：本項功能包含 RSU 運作狀態監控、OBU 運作狀態監控列表及 CCTV 即時監控等，系統功能資訊分述如下。

(1) RSU 運作狀態監控：本功能進入介面後即可顯示 RSU 運作的組態資料表，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-17 所示。

編號	連線狀態	系統負載	DSRC使用率	IP	功率(dBm)	資料傳輸率(Mbps)	更新時間
R02	成功	104.64	0.00	221.120.41.148	22	6	2017-10-13 01:49:17
R01	成功	28.76	0.03	221.120.41.147	25	9	2017-10-13 01:46:55
R03	成功	113.96	0.00	221.120.41.149	19	24	2017-10-13 01:46:43
R04	成功	202.25	0.00	221.120.40.150	22	6	2017-09-29 02:13:47
R00	成功	107.71	0.00	221.120.34.7	25	9	2017-10-13 01:48:10
R10	成功	209.33	0.00	221.120.40.21	22	6	2017-09-29 02:12:41

圖 3.5.2.3-17 RSU 運作狀態監控系統介面

(2) OBU 運作狀態監控列表：本功能進入介面後即可顯示 OBU 運作的組態資料表，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-18 所示。

編號	經度	緯度	方位角	速度	RSU	溫度	濕度	更新時間
200	23.95074	120.689505	325	3	R03	51	26	2017-10-05 05:44:21
201	23.9514733	120.6889316	141	0	R04	30	64	2017-10-12 05:52:49
202	23.9490966	120.69083	237	1	R04	26	79	2017-10-12 05:06:06
203	23.9508916	120.6895316	207	1	R03	0	0	2017-10-12 05:47:54
204	23.9545549	120.690075	285	3	R03	0	0	2017-10-11 08:13:19
205	23.947225	120.6926616	0	0	R02	0	0	2017-10-12 11:05:41
206	23.9463866	120.6936966	139	3	R01	0	0	2017-10-12 05:47:49
207	23.95227	120.6910833	39	0	R03	0	0	2017-09-29 04:04:39
208	23.9495889	120.6948166	0	0	R02	0	0	2017-09-29 03:57:55
211	23.9491566	120.6908283	210	1	R04	0	0	2017-10-13 01:36:56
215	23.9508916	120.6892983	0	0	R04	0	0	2017-10-12 11:24:37
255	23.9472803	120.6926601	47	1	R01	0	0	2017-09-22 05:04:32

圖 3.5.2.3-18 OBU 運作狀態監控列表系統介面

(3) CCTV 即時監控：本功能進入介面後即可顯示路口 CCTV 監視介面，功能介面與執行資料結果如圖 3.5.2.3-19 所示。



圖 3.5.2.3-19 CCTV 即時監控系統介面

5. OBU 歷史軌跡平台：本功能提供使用者進行查詢 OBU 歷史資料與歷史影像回放，包含車輛前方行車紀錄器截圖、左右方車輛錄影截圖、車輛資訊、路側 CCTV 影像、車輛地圖座標與車輛警示列表。操作畫面如下圖 3.5.2.3-20 所示，功能分別說明如下。

(1) 車輛錄影：使用者選擇 OBU 代號與查詢時段後，系統將以使用者選擇之時間區段進行回放車輛前、左、右之車輛行車錄影截圖，並同時顯示車輛目前行車位置與目前車輛資訊，包含車輛速度與方位角等。

- (2) 路側 CCTV：使用者選擇查詢時段後，系統將於畫面右方回放路側 CCTV 的歷史影像，提供使用者進行比對參考。
- (3) 車輛警示列表：使用者選擇 OBU 代號與查詢時段後，系統將於畫面下方顯示，該車輛於時間區段內的所有警示訊息與發生時間，提供使用者進行確認與修正訊息。

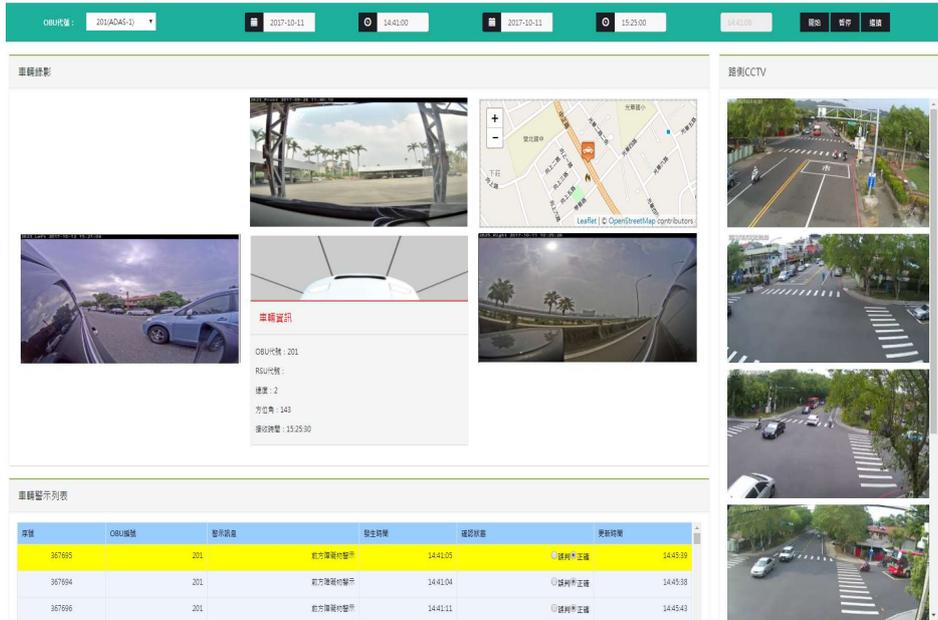


圖 3.5.2.3-20 OBU 歷史軌跡平台功能介面

### 3.5.3 車輛偵測與車流分析

本計畫於實驗場域除了建構 ADAS 及 CV 相關路側設備外，並於場域主要道路中正路布設有 VD 及 eTag 偵測器等路況偵測設備，VD 可偵測中正路自光華四路至中學路間路段之雙向車流，而 eTag 偵測器則可偵測中正路自營北路至中學路之路段車流，以下針對實驗場域 106 年 9 月至 10 月間之偵測數據進行統計分析，可觀察得中正路之車流狀況分述如下：

#### 3.5.3.1 VD 偵測值統計分析

##### 1. 中正路(光華四路往中學路)

中正路為自中興新村圓環進入中興新村主要觀光遊憩區之主要幹道，本計畫針對 VD 偵測之路段平均行車速率、大車流量及小車流量等數據統計分析後，得各數據分布趨勢如圖 3.5.3.1-1~圖 3.5.3.1-3 所示。

由數據可觀察本路段週一至週日之行車速率皆可維持 45km/hr 以上，大致為順暢之路況，而假日因觀光人潮，故路段平均速率略低於平常日；本路段之

大車數量少，平日尖峰主要分布於 06:00-08:00 及 16:00-18:00 間，每小時平均流量約 10~20 輛，而假日中可發現在週日 11:00-17:00 間較平常有顯著之大車流量，判斷主要為假日遊覽車之旅次出現；而小車流量主要於平日尖峰流量主要分布於上午 06:00-08:00 及下午 16:00-18:00 間，而假日主要分布於 09:00-12:00 間。

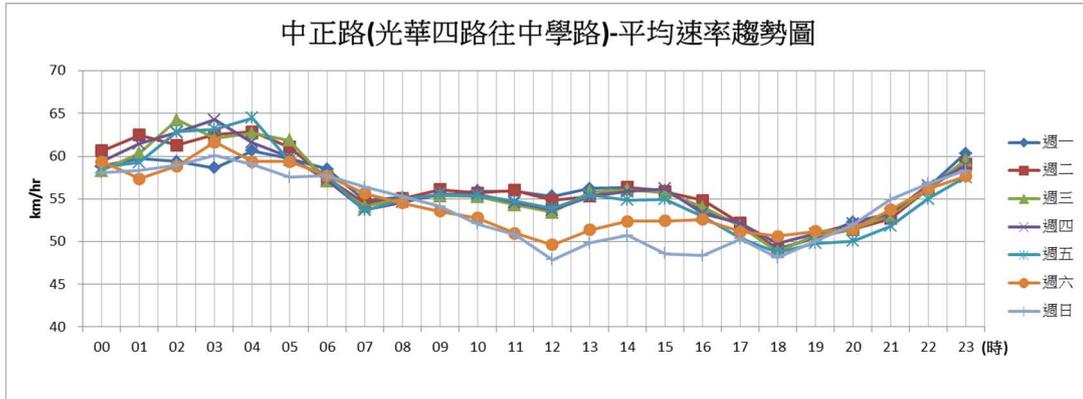


圖 3.5.3.1-1 中正路(光華四路往中學路)平均速率趨勢圖

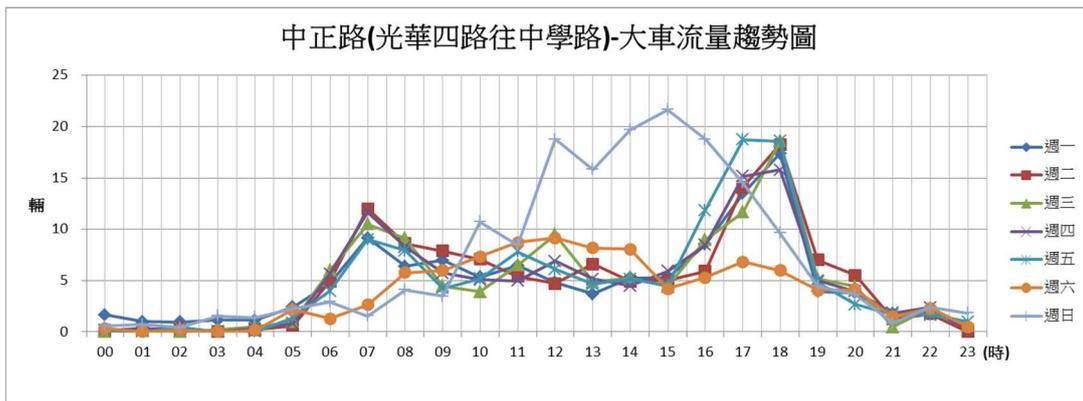


圖 3.5.3.1-2 中正路(光華四路往中學路)大車流量趨勢圖

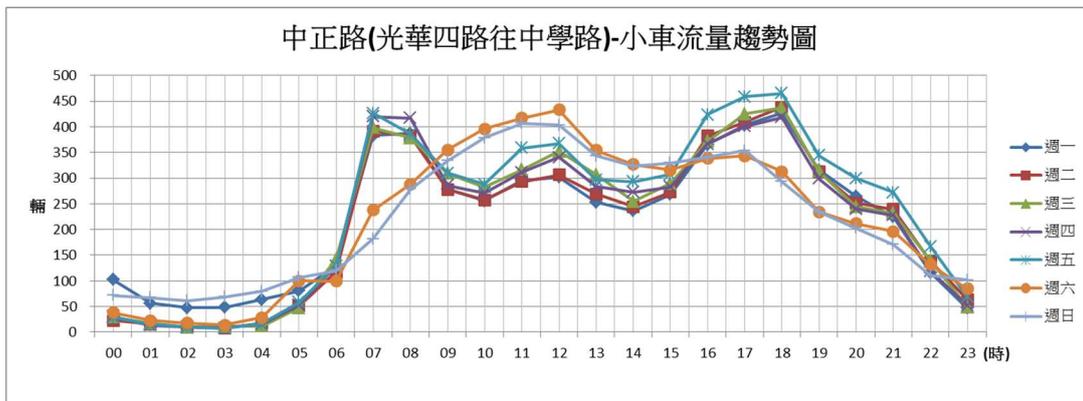


圖 3.5.3.1-3 中正路(光華四路往中學路)小車流量趨勢圖

## 2. 中正路(中學路往光華四路)

中正路之中學路往光華四路為離開中興新村通往國道之主要幹道，本計畫

針對 VD 偵測之路段平均行車速率、大車流量及小車流量等數據統計分析後，得各數據分布趨勢如圖 3.5.3.1-4 圖 3.5.3.1-6 所示。

由數據可觀察本路段週一至週日之行車速率亦可維持 45km/hr 以上，大致為順暢之路況，而假日因觀光人潮，故路段平均速率略低於平常日，但可發現本路段與對向車流相較之下，假日之平均速率略高於對向車流，判斷因進入中興新村之車流主要來自國道方向為主；本路段之大車數量少，平日尖峰主要分布於 05:00-07:00 及 16:00-17:00 間，每小時平均流量約 10~20 輛，而假日中可發現在週日 13:00-16:00 間較平常有顯著之大車流量，判斷主要為假日遊覽車離開中興新村之旅次出現；而小車流量主要於平日尖峰流量主要分布於上午 07:00-08:00 及下午 16:00-18:00 間，而假日主要分布於 09:00-16:00 間。

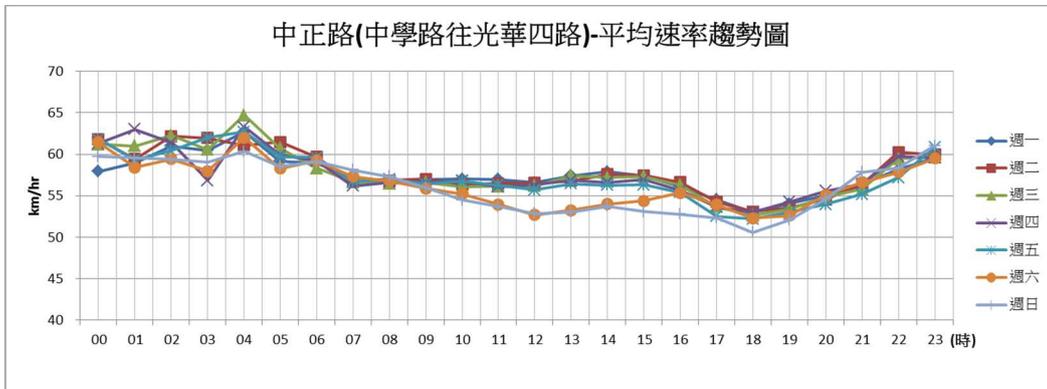


圖 3.5.3.1-4 中正路(中學路往光華四路)平均速率趨勢圖

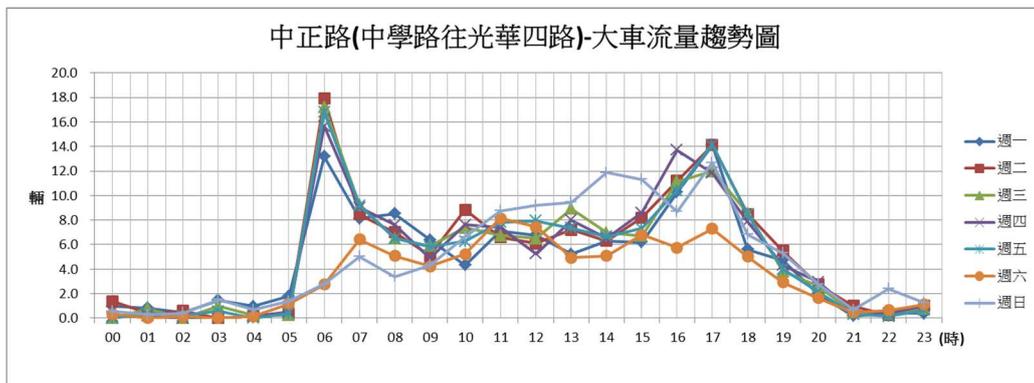


圖 3.5.3.1-5 中正路(中學路往光華四路)大車流量趨勢圖

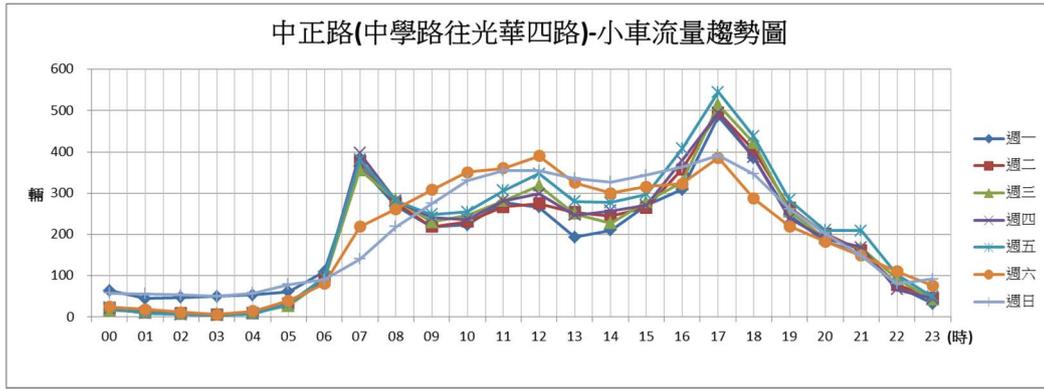


圖 3.5.3.1-6 中正路(中學路往光華四路)小車流量趨勢圖

### 3.5.3.2 eTag 偵測值統計分析

eTag 偵測器主要於路段上偵測車流所張貼之 eTag 或 RFID 條碼，當車輛通過路段之起迄點後，即可藉由偵測之 EPC 碼時間演算車輛通過路段之平均旅行時間，本計畫 eTag 偵測路段為中正路自營北路至中學路之路段單向車流，路段長度約為 1.1 公里，週一至週日之路段平均旅行時間趨勢圖如圖 3.5.3.2-1 所示，透過路段長度推算之路段速率趨勢如圖 3.5.3.2-2 所示，可發現本路段之行駛時間約 2~3 分鐘間，而從路段行駛速率可發現，路段行駛速率低於 VD 偵測之車流速率，主要為受到號誌化路口之停等及路邊臨停車輛等影響。

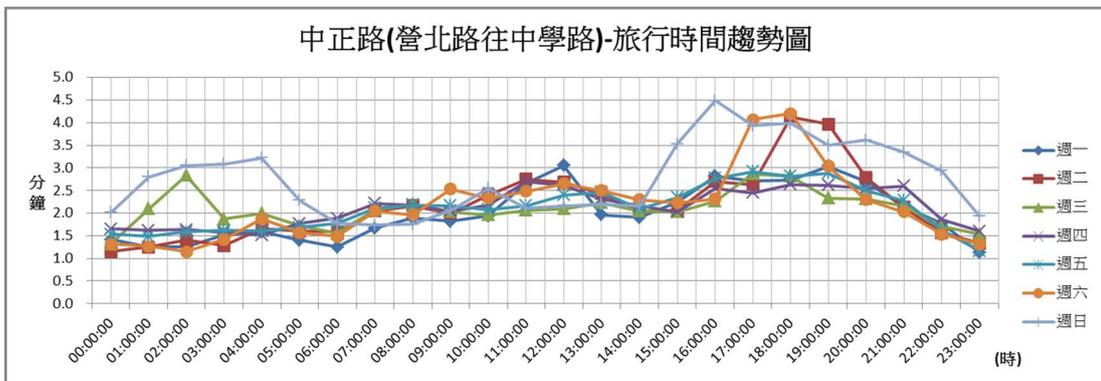


圖 3.5.3.2-1 中正路(營北路往中學路)旅行時間趨勢圖

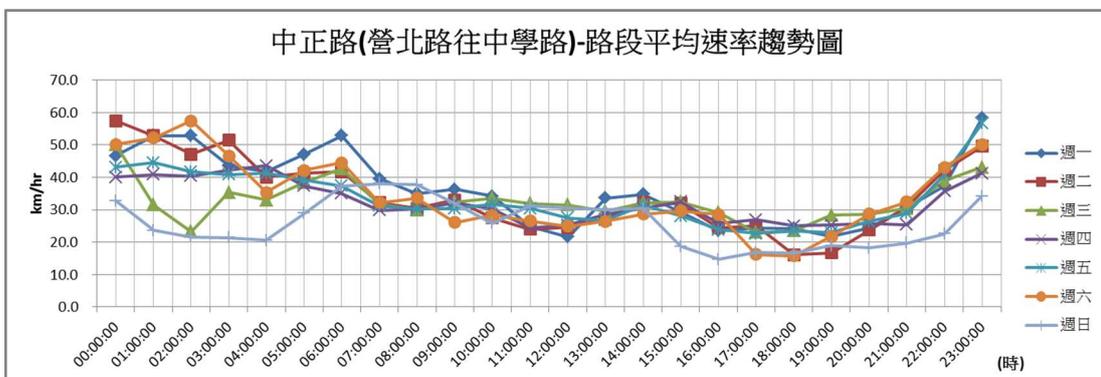


圖 3.5.3.2-2 中正路(營北路往中學路)路段平均速率趨勢圖

### 3.5.4 平台資料蒐集與資料分析應用

本計畫之實驗場域上，除了路側偵測器偵測車流參數及即時路況影像即時回傳後台影像伺服器儲存外，當實驗車輛行駛於場域範圍時，車輛之定位資料、現場RSU演算紀錄與CMS警示紀錄等，皆會回傳至後台資料庫以利本計畫進行研究之效益分析；本計畫亦採用Web化資料庫管理軟體(PHPMyAdmin)，如圖3.5.4-1所示，可線上擷取場域測試紀錄，以供團隊於測試過程及成果分析階段匯出各原始資料及記錄，主要分為以下幾類：

1. 場域原始資料匯出分析
  - (1) OBU定位資料
  - (2) SmartMicro偵測物件資料
  - (3) ADAS CanBUS原始資料
  - (4) 號誌控制器紅燈倒數秒數紀錄
2. 警示演算資料，檢視運算紀錄
  - (1) V2V警示資料
  - (2) V2V ADAS警示資料
  - (3) R2R警示訊息
3. 警示執行紀錄，檢視告警觸發紀錄
  - (1) CMS發布紀錄

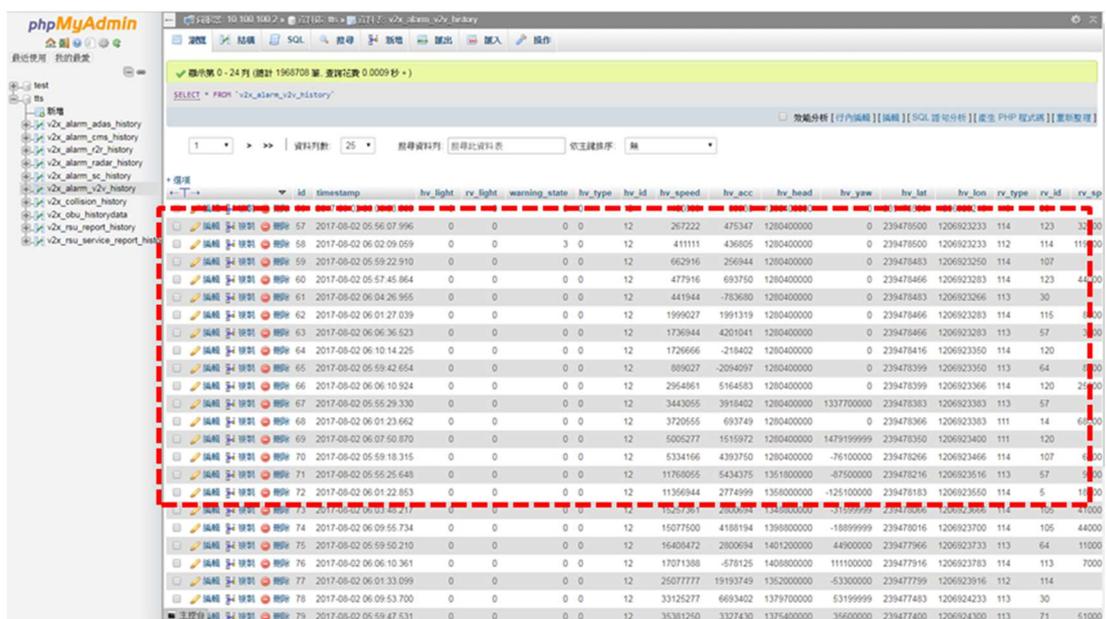


圖 3.5.4-1 phpMyAdmin 資料庫管理畫面

而本計畫實驗車輛行駛於場域過程中，除了行駛過程中之障礙物偵測或碰

撞警示資訊回傳至後台外，本計畫之 2 台 ADAS 實驗車於左、右後視鏡及前鋒擋風玻璃另有加裝攝影機，可以將行駛過程之影像回傳至後台，可以記錄周遭環境影像，以利事後檢視碰撞事件或障礙物偵知之準確性。因此本計畫開發之 OBU 歷史軌跡平台，即可提供歷史影像調閱，透過車輛行駛過程之歷史影像及警示事件紀錄之比對，可以分析告警之正確率，本功能操作畫面及事件紀錄列表呈現如圖 3.5.4-2 所示。

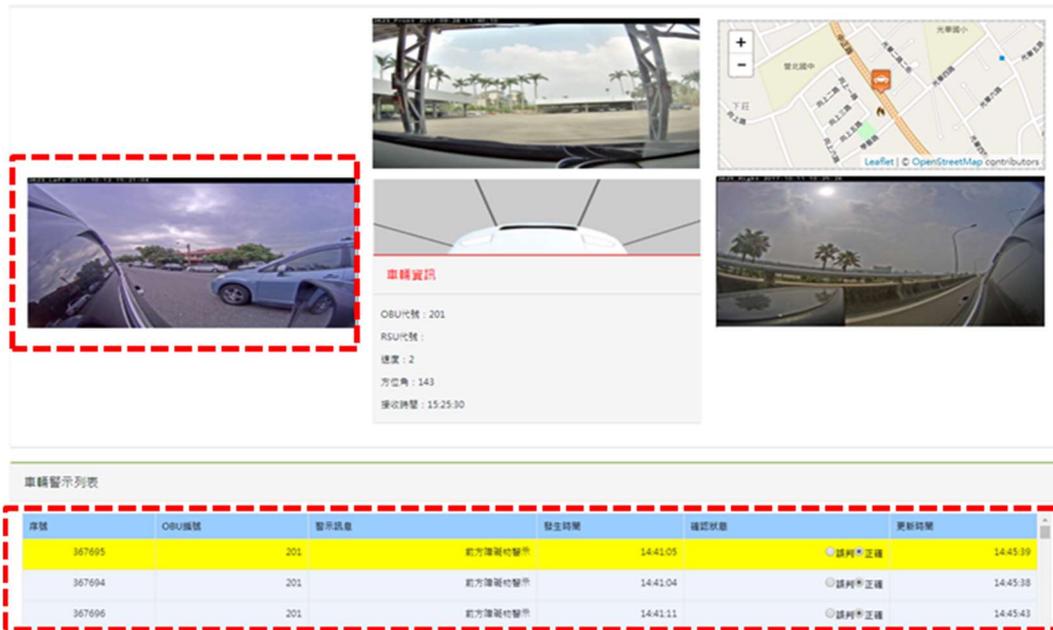


圖 3.5.4-2 OBU 歷史軌跡平台檢視畫面

### 3.5.5 小結

本實驗場域之實驗行控中心平台，負責重要資料收集及資訊呈現展示之角色，本計畫系統建構了基本之行控中心離型架構，除了針對路側不同設備之原始資料進行通訊處理收集並利用圖形化介面供使用者檢視，經由本實驗場域之實作，亦歸納出以下幾點經驗與建議。

#### 1. 資料傳輸方式改善

本計畫皆採用無線傳輸方式將資料回傳至中心，其中實驗車之左右後照鏡及前方影像乃是利用照片方式回傳，車輛移動中無線通訊之通訊狀況及頻寬將影響回傳之品質，則後台進行歷史影像調閱時，則影像呈現品質將受影響，因此建議未來可檢討通訊品質，而車輛周圍影像之 IPCAM 亦可考慮改用串流格式回傳影像，並透過影像伺服器提供影像調閱，則可提升平台使用者體驗。

## 2. 場域路況監控設備擴充

本計畫實驗場域主要建置智慧路口安全警示，而交控設備則做為路況資料收集使用，未來如要擴大實驗場域範圍，建議於主要幹道及替代道路等建置偵測設備，則除了 CV 之應用外，亦可進一步提供場域路網路徑選擇建議。

## 3. 後台自動分析報表功能

本計畫針對各情境分析不同實驗，未來若針對實作場域，後台可規劃相關報表功能，例如各設備運作狀況、各路口之警示發生率、實驗車輛運行過程各類型資料接收狀況報表等，以利進行分析設備之良率及系統穩定度等。

## 第四章 ADAS 與 CV 整合之交通安全案例與應用情境測試

### 4.1 主要工作內容

進行車輛 ADAS 與 CV 整合式交通安全實驗案例與應用情境之規劃與設計，包括下列各項：

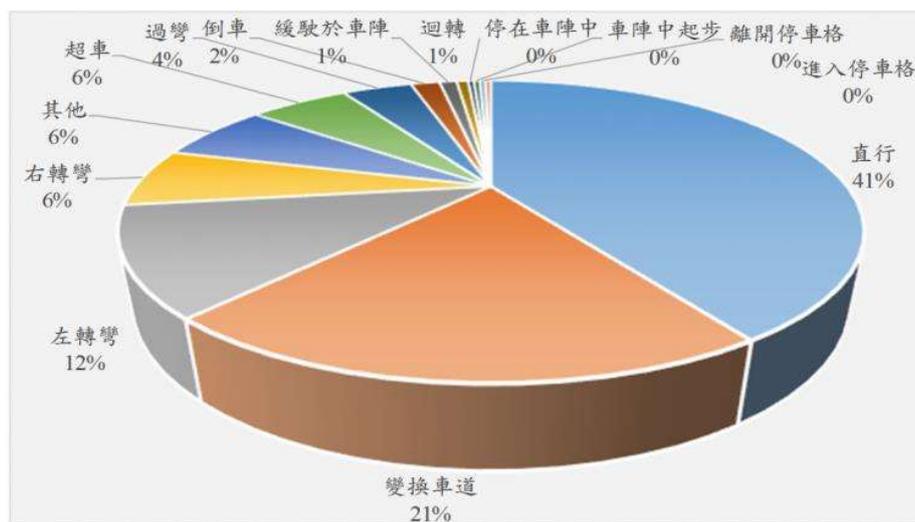
1. DSRC 路側設備至少可提供(或廣播)前方交通壅塞資訊與號誌時相秒數資訊、易肇事路段警示、道路施工與障礙物、異常天候資訊等資訊。
2. 發展 IMA、路口左轉安全警示(Left Turn Assist, LTA)、EEBL 及 FCW 等交通安全預警偵測與警示，並透過資訊可變號誌提供路口全預警資訊。
3. 進行實驗車輛與路側設備及實驗行控中心間透過 DSRC 或 4G 無線通訊，提升行車安全之使用案例(use case)發展與評估。
4. 進行汽機車與行人在十字路口交通事故型態(酒駕事故除外)探討，以及結合 ADAS 與 CV 後之可能應用情境與評估。
5. 參考交通部 103 年「機車行為模式在都市混合車流中之實証分析及模式建立」研究，進行結合 ADAS 與 CV 在汽機車混合車流行為資料蒐集可行性評估。
6. 進行 ADAS、CV、結合 ADAS 與 CV 等 3 種模式，在不同應用情境下之量化效能(正確性)評估與結合(互補性)模式探討。
7. 進行車輛定位技術探討與評估，例如：全球導航衛星系統及其增強 (Augment)系統絕對定位，以及路側設備毫米波雷達與 ADAS 車載設備相對定位間之差異分析與定位資料融合。
8. 用路口防撞警示系統包含下列功能：
  - (1) 路口行人與車輛偵測技術：透過路口影像與雷達等感測元件擷取相關資料，再透過辨識系統，提供路口大車、小車、行人、機車與腳踏車的辨識資訊，本計畫有關路口行人偵測與警示部分，利用行人用 DSRC 裝置進行 V2P 訊號傳輸，計算碰撞預防警式功能。
  - (2) 運行資料擷取與分析技術：將感測元件、無線通訊擷取的資料同步紀錄，透過即時分析與功效分析技術，提供警示系統效能與服務模式的分析功能。
  - (3) 路口安全警示系統：整合偵測辨識、無線通訊與電子看板，將偵測訊息傳送到車端與控制後台，並利用車端人機與路側看板顯示警示訊息。
  - (4) 路口協同式(主動)安全警示系統：結合無線通訊、圖資定位與車端感知等進行感知融合與決策，延伸車輛感測範圍的盲點區域，提升

行車安全。

- (5) 進行資料蒐集與系統效能分析：設計實車測試流程，以測試一致性要求下進行不同情況的測試，數據採集後依數據變量、測試量、測試精度等進行系統效能分析與評估。

#### 4.2 汽機車與行人在十字路口交通事故型態探討

進行汽機車與行人在十字路口交通事故統計，分析事故型態，並參考技術處關鍵科專計畫 2013 年「自動輔助駕駛國內外技術發展與應用情境分析」之研究報告，其中有關車輛在車禍發生時的狀態的統計資料圓餅圖如圖 4.2.1 所示。最常發生的狀況分別為車輛直行 41%、變換車道 21%、左轉彎 12% 以及右轉彎 6%，為了找出三大駕駛情境，本計畫利用前三大發生車禍的情況加以分析，其中若將左轉彎以及右轉彎一同計算，駕駛情境前三名分別為直行 41%、變換車道 21%、轉彎 18%。



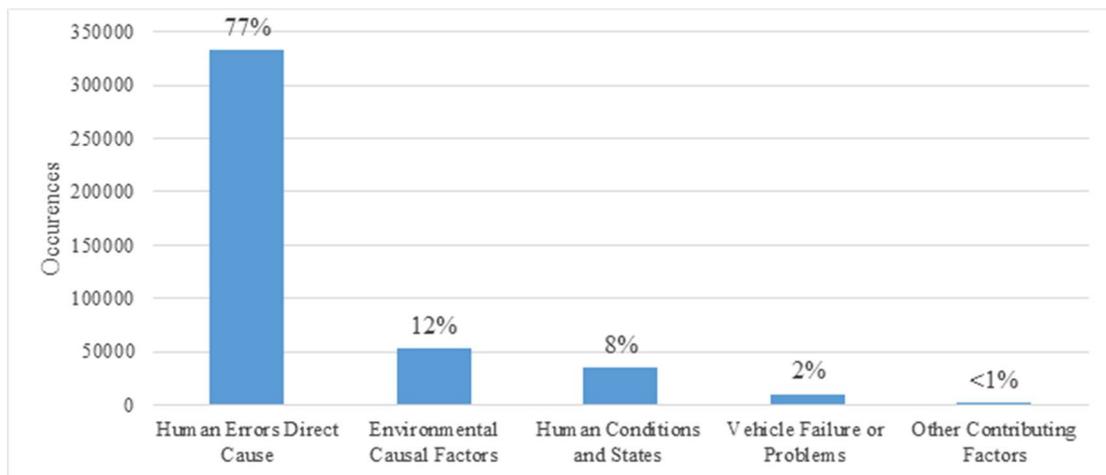
資料來源：經濟部技術處-自動輔助駕駛國內外技術發展與應用情境分析報告 (2013)

圖 4.2.1 車禍發生時車輛行駛狀態圓餅圖

車輛能縮短往返兩地所花費的時間。而隨著經濟及科技的發展，國內交通工具數量也日益增多，除了造成交通壅塞，更使得交通事故頻傳。根據交通部網站公佈的 2015 年統計資料，汽車登記數累計約有 773 萬輛，而台灣每年交通事故的死亡件數約為 2,000 人，受傷件數約為 20 萬件。交通問題明顯是台灣社會需要解決的課題，因此，行車安全已成為車輛發展中重要的研究目標之一。而內政部統計處針對 2015 年事故肇事主原因報告分析出事故肇事主因以駕駛人過失 1,255 件占 94.50% 最高，其中又以未注意前車狀態 283 件、未依規定讓車 198 件以及酒後駕駛失控 120 件最多。

而國外研究指出約有 77% 的事故是來自於駕駛人的駕駛分心與錯誤導致，

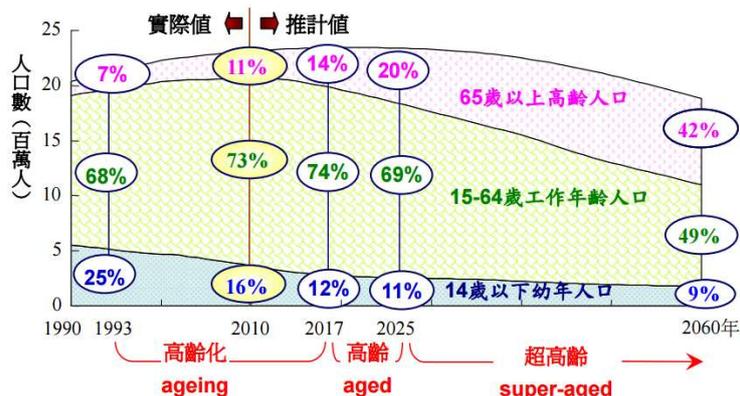
如圖 4.2.2 所示，駕駛分心對於意外的發生有直接的關係，在英國的運輸研究實驗室(Transport Research Laboratory, TRL)研究中指出，使用手機時駕車會增加 35%所需要的反應時間，比法定酒駕的駕駛人高 12%，也比吸食大麻的駕駛人高 21%，其中使用手機傳送或接收訊息讓駕駛風險高達 79%。但是除了駕駛自身的錯誤外，約有 12%的事故是由環境因素所造成，其中 sudden lane incursion(行人或者是動物突然進入行進車道)約佔了 4%，是屬於第二個容易發生的環境因素。至於因駕駛人狀況所導致意外事故的部分，alcohol involved 約佔了 5.2%，drowsiness, sleep, and fatigue 約佔了 1.4%。



資料來源：Identification and Evaluation of Driver Errors: Overview and Recommendations (2015)

圖 4.2.2 交通意外事故因素分析

除此之外，十年之間台灣人口老化指數從 49%成長到 85.7%，短短十年內已增加 36.7%，根據國家技術委員會在 2013 年發布的資料，台灣目前為高齡化社會，65 歲以上人口已達 286 萬人，推計將於 2025 年邁入超高齡社會，屆時每 5 人就會有 1 人超過 65 歲，如圖 4.2.3 所示。而人口老化對行車安全也會造成影響，因年長駕駛者比例提高，而年長駕駛者的視力及反應速度都會隨著年齡增加而變差、變慢，使駕駛風險逐漸提高。其中根據交通部於 2015 發佈的 A1 類道路交通事故肇事者與原因分析中，綜合肇事原因與肇事者年齡進行統計，其中未依規定讓車造成的事故件數以 70 歲以上佔 54 件，而 50~59 歲則佔 38 件，如表 4.2.1 所示。因此，若有相關駕駛輔助系統可提升高齡開車族的行車安全，將可有效減少相關意外事故的發生。



資料來源：國家技術委員會，<https://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=4AE5506551531B06> (2013)

圖 4.2.3 三階段人口年齡結構變動趨勢

表 4.2.1 A1 類道路交通事故肇事者與原因分析

單位：件；件/每10萬人口

		總計	未依規定讓車	違反號誌、標誌管制	酒醉(後)駕車	轉彎不當	超速失控	未保持安全距離、間隔	逆向行駛	未依規定減速	行人(或乘客)疏失	其他
總計		1770	258	179	160	112	73	68	46	38	92	744
年齡別	未滿18歲	46	6	7	-	2	3	1	1	2	4	20
	18-29歲	379	33	42	42	17	33	13	10	16	1	172
	30-39歲	311	39	26	40	19	21	12	11	4	3	136
	40-49歲	284	36	20	38	15	7	17	10	7	5	129
	50-59歲	295	52	36	19	19	5	16	7	4	11	126
	60-69歲	207	38	20	15	19	3	7	4	2	17	82
	70歲以上	248	54	28	6	21	1	2	3	3	51	79
每十萬人口	總計	7.56	1.10	0.76	0.68	0.48	0.31	0.29	0.20	0.16	0.39	3.18
	18-29歲	9.78	0.85	1.08	1.08	0.44	0.85	0.34	0.26	0.41	0.03	4.44
	30-39歲	7.89	0.99	0.66	1.01	0.48	0.53	0.30	0.28	0.10	0.08	3.45
	40-49歲	7.77	0.98	0.55	1.04	0.41	0.19	0.47	0.27	0.19	0.14	3.53
	50-59歲	8.28	1.46	1.01	0.53	0.53	0.14	0.45	0.20	0.11	0.31	3.54
	60-69歲	9.24	1.70	0.89	0.67	0.85	0.13	0.31	0.18	0.09	0.76	3.66
	70歲以上	12.90	2.81	1.46	0.31	1.09	0.05	0.10	0.16	0.16	2.65	4.11

資料來源：交通部，

<http://www.npa.gov.tw/NPAGip/wSite/ct?xItem=74433&ctNode=12594&mp=1> (2015)

近年來，為了讓駕駛人在危急情況提早採取因應措施，避免交通事故發生、提升行車安全性。世界各大車廠紛紛投入發展 ADAS，利用環境感知器得到車輛周遭環境狀況，提醒駕駛注意潛在危機，避免因分心或疲勞駕駛而造成的車禍，尤其在高速公路上高速行駛，駕駛人長時間開車時，判斷力及反應能力均會降低，更容易肇致交通事故，而根據交通部 2015 年發佈的國道肇事原因分析，依照國道 1 號上的肇事原因排名，依序為變換車道或方向不當、未保持行車安全距離、拋錨未採取安全措施佔前三名；國道 3 號上肇事原因排名則依序為變換車道或方向不當、車輪脫落或輪胎爆裂、超速失控與拋錨未採安全措施為前三名，由此資料可發現偏離道路所造成的碰撞事故最多，而在美國運輸部的統計資料顯示，因偏離道路所造成的碰撞事故，約佔所有碰撞事故的 51%。

另外一份美國州際高速公路與交通協會的報告指出，偏離車道所造成的死亡率，佔了所有交通事故死亡率的 58%，是非常致命的交通事故。車輛偏離車道的起因可分為兩類，一是當道路幾何發生改變，但駕駛人沒有進行轉向追隨道路變化。二是駕駛者轉向輸入造成車輛偏離車道，而 LKS 可有效避免車輛偏離車道的狀況發生，更能減少駕駛者之負擔，對於提升行車安全有明顯的發展潛力。

透過我國全國肇事資料庫所登載的全球導航衛星系統地點所發生的肇事次數統計，取出六個行政區域的肇事資料，用以分析各路口最常發生肇事的機率，其可發現高雄市最常發生肇事位置為一心一路的 202 巷路口，臺中市最常發生肇事位置為綠川東街漢城公路路口，花蓮縣最常發生肇事位置為中山路和中正路路口，臺北市最常發生肇事位置為民權東路六段和行愛路路口，新北市最常發生肇事位置為仁愛路和保生路路口，宜蘭縣最常發生肇事位置為東港路和校舍路路口。

行政區	路口位置	
	道路名稱	道路名稱
高雄	一心一路	一心一路 202 巷路口
	鼎山街	大昌一路
	中正二路	和平一路 路口
臺中	綠川東街	成功路
	忠明南路	興大路
	忠明路	博館路
花蓮	中山路	中正路
	仁愛街	中正路
	林森路	和平路
臺北	民權東路六段	行愛路
	承德路四段	通河街
	吳興街	吳興街 220 巷
新北	仁愛路	保生路
	民權路	得和路
	福和路	中正路
宜蘭	東港路	校舍路
	冬山路一段	香南路
	舊城南路	崇聖街

資料來源：交通部全國肇事資料庫(2015)

圖 4.2.4 我國易肇事地點位置

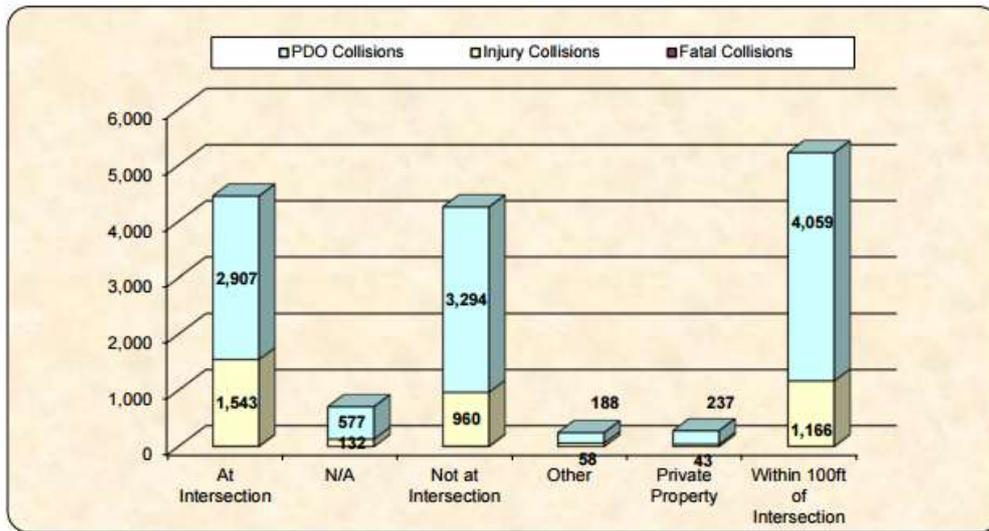
從上述六個行政區域取出前三容易肇事的路口，可以發現我國較常發生之肇事型態為側撞、同向擦撞、路口交叉撞及追撞。為了確定車禍發生的原因與位址，美國官方紀錄交叉路口與其他附近發生的交通事故，如表 4.2.2 與圖 4.2.5，從結果來看 2015 大多的車禍事件都是發生在的交叉口的 100 英尺內(5228 次約

佔總數的 22%)，其次是在交叉路口發生的事故，大約是 18%(4455)。

表 4.2.2 車禍發生地點

On Street	Total collisions	Fatal Collisions	Injury Collisions	PDO Collisions	Fatalities	Injuries
At Intersection	4,455	5	1,543	2,907	5	2,095
N/A	709	0	132	577	0	172
Not at Intersection	4,260	6	960	3,294	6	1,298
Other	246	0	58	188	0	81
Private Property	280	0	43	237	0	52
Within 100ft of Intersection	5,228	3	1,166	4,059	3	1,601
Unknown	9,087	12	2,313	6,762	12	3,042
<b>Total</b>	<b>24,265</b>	<b>26</b>	<b>6,215</b>	<b>18,024</b>	<b>26</b>	<b>8,341</b>

資料來源：華盛頓官網之哥倫比亞區車禍數據 <https://ddot.dc.gov/node/481282> (2015)



資料來源：<https://ddot.dc.gov/node/481282> (2015)

圖 4.2.5 美國車禍發生地點

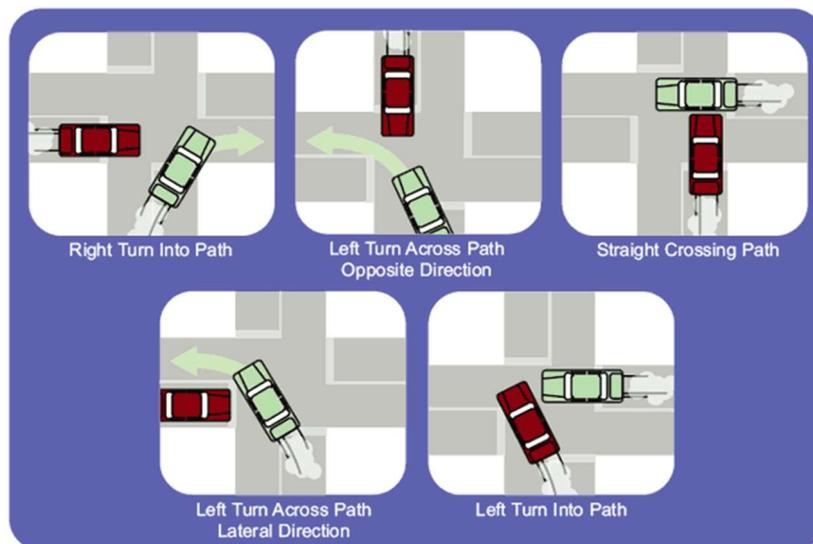
而根據表 4.2.3 發生事故時的車輛行為前三名分別為直線，左轉，與車道變換分別為 30.5%，13%，12%。

表 4.2.3 美國車禍事故時的車輛行為

Drivers Action	2013	2014	2015
Going Straight	7,458	7,840	5,430
Turning Left	1,730	1,843	2,363
Changing Lanes	1,277	1,484	2,063
Turning Right	1,038	1,252	1,485
Backing	924	1,057	1,274
Entering/Leaving Parked Position	498	578	418
Slowing/Stopping	317	378	275
Merging	384	424	321
Making U-turn	268	273	369
Parked	377	463	975
Overtaking	235	252	538
Stop/Stand Traffic Lane	359	368	2,080
Ran Off Road	204	203	112
Avoiding	90	127	108
<b>Total</b>	<b>15,159</b>	<b>16,542</b>	<b>17,811</b>

資料來源：<https://ddot.dc.gov/node/481282> (2016)

Cooperative intersection collision avoidance systems(CICAS)是 ITS 計畫中防止碰撞的重要組成部分，而其中為了解決交叉路口可能會產生的問題(如圖 4.2.6)，結合了 3 種系統來提供駕駛者十字路口的資訊以避免在路口發生危險。



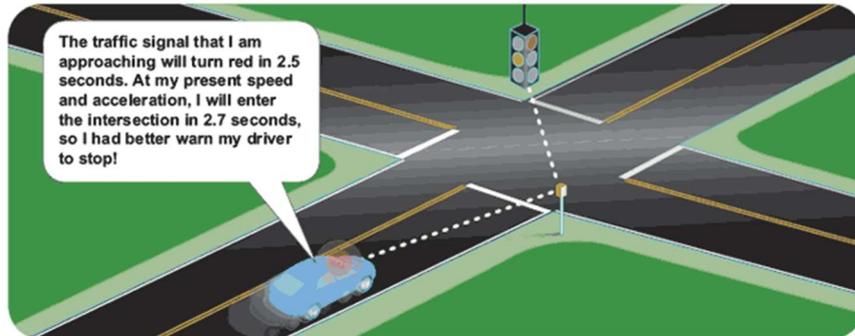
資料來源：[https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts\\_te/14289/plan2-5.htm](https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/14289/plan2-5.htm) (2016)

圖 4.2.6 CICAS-V 系統描述

CICAS-V 系統是一種基於車輛的駕駛員警告系統，可以警告司機有可能違反停車標誌或紅色紅綠燈。如圖 4.2.7 所示，CICAS-V 系統功能：

1. 收集與處理圖資，定位技術和提供交通信號相位和時間計劃的無線通信設備的數據。
2. 以分秒計時合成數據，以確定違規的可能性。

3. 如果違規的風險太高，通過 DSRC 的通信技術向駕駛員發送警告，讓駕駛員有足夠的時間採取適當的措施，比方說有更快的速度用制動或製動



資料來源：[https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts\\_te/14289/plan2-5.htm](https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/14289/plan2-5.htm) (2016)

圖 4.2.7 CICAS-V 系統描述

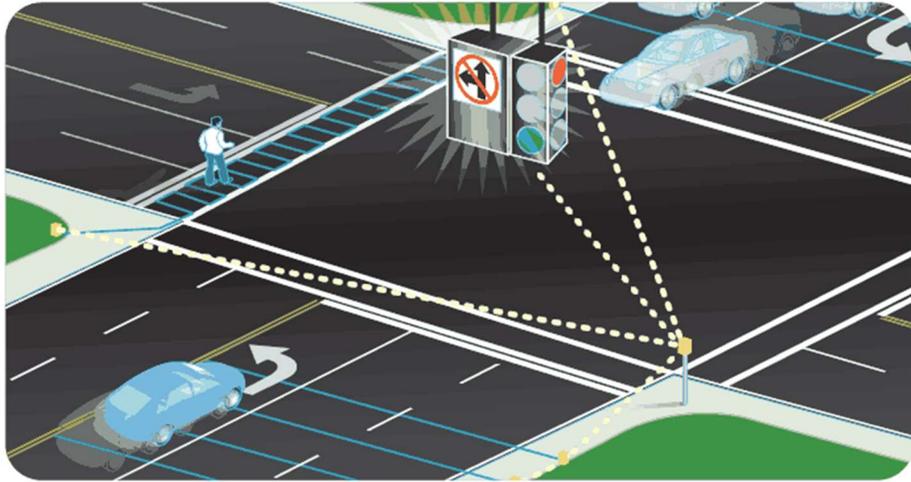
CICAS Stop Sign Assist System 系統是基於路邊設施，可以提供駕駛員是否能安全通行的資訊，路邊設施會收集周圍的感測器，根據駕駛員的意圖，利用無線通訊，將特定訊息傳送到路邊設施上，以滿足個別駕駛員的需求。



資料來源：[https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts\\_te/14289/plan2-5.htm](https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/14289/plan2-5.htm) (2016)

圖 4.2.8 CICAS Stop Sign Assist System 描述

CICAS Signalized Left Turn Assist System 系統也是以結合路邊設施為基礎，利用感測器所提供對向路口的訊息，告知使用者左轉會對行人或腳踏車騎士造成危害。

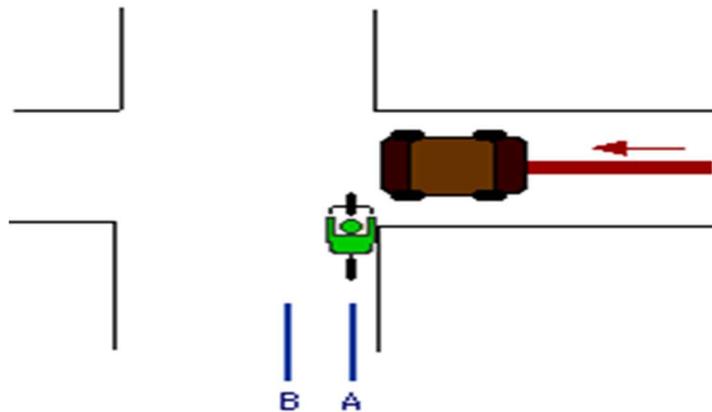


資料來源：[https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts\\_te/14289/plan2-5.htm](https://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/14289/plan2-5.htm) (2016)

圖 4.2.9 CICAS Signalized Left Turn Assist System 描述

參考 BicycleSafe 公告的訊息，在騎乘腳踏車會有與汽車發生危險的可能，各種場景如下，而這些觀念與情境與機車也是有許多是相通的。

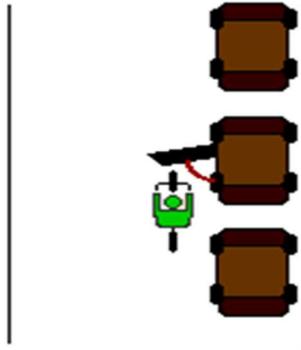
- 右方來車：最常見的狀況，汽車從右邊道路或巷中出來，這時很容易被擊中，且會有兩種可能的碰撞，一是騎士在前方，汽車直接撞到你，二是汽車在騎士前方，騎士再撞上汽車，這會造成兩種不一樣的損傷。



資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.10 右方來車

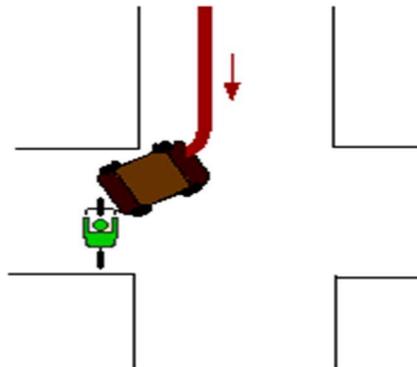
- 車輛開門：路邊車輛突然開門，造成騎士被撞到而失去平衡，或是距離太近，使騎士從後方撞擊上車門，甚至有可能為了躲避車門而被後方車輛撞上。



資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.11 車輛開門

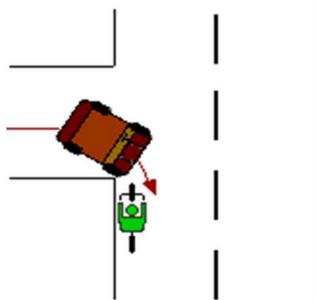
- 穿越人行道：因腳踏車可以在某些人行道上騎乘，但當你騎在人行道要穿過街道時，有汽車右轉便會造成事故，正常狀況下車輛駕駛員很難看到另一條道路上會有人，且一般不會預期有車在人行道上，故很容易發生車禍。



資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.12 穿越人行道

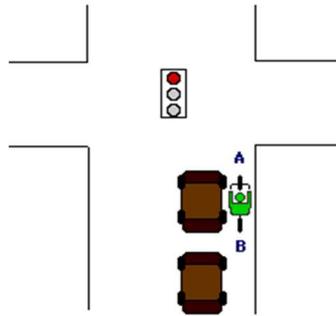
- 逆向行駛：騎車時有車輛要從車道右轉，正常狀況下不會有人從逆向過來，故駕駛沒注意到，這方面與上一個情境類似，車輛駕駛員大多會先看左邊是否有來車，並不會預期右方會有來車，故發生碰撞。



資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.13 逆向行駛

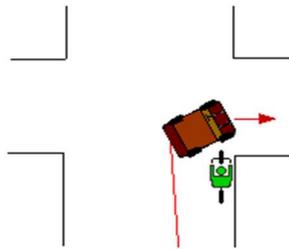
- 紅燈死角：等待紅綠燈時停在汽車的正右方，進入視線死角，汽車右轉起步時，將發生碰撞到騎士，這邊最好避免進入汽車的視線死角，且這種狀況不只會發生在大型車輛右轉時，也須注意小型車的右轉情況。



資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.14 紅燈死角

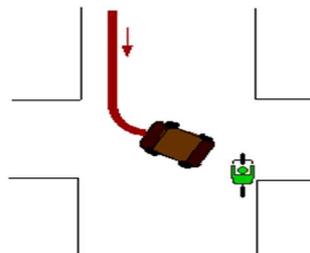
- 汽車右轉：汽車右轉時，試圖在你面前右轉，造成碰撞，這種狀況可能發生在汽車試圖搶快右轉，又或是騎士在人行道上過班馬線，所以無法被注意到，也有可能是在汽車緩慢右轉時，騎士試圖搶快穿過，造成碰撞。



資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.15 汽車右轉

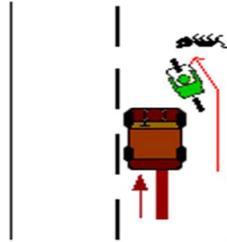
- 左面來車：汽車左轉時沒有注意到對向來車，左轉時速度過快造成碰撞，這狀況大多在晚上時視線不佳，或是在車輛很少的地方，駕駛搶快時發生。



資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.16 左面來車

- 後方追撞：騎士在閃避障礙物時偏離直線太多，後方汽車煞車不及，而追撞上來，這種情況是最難避免的，因為後方車輛若沒有保持安全距離，便會馬上撞到。

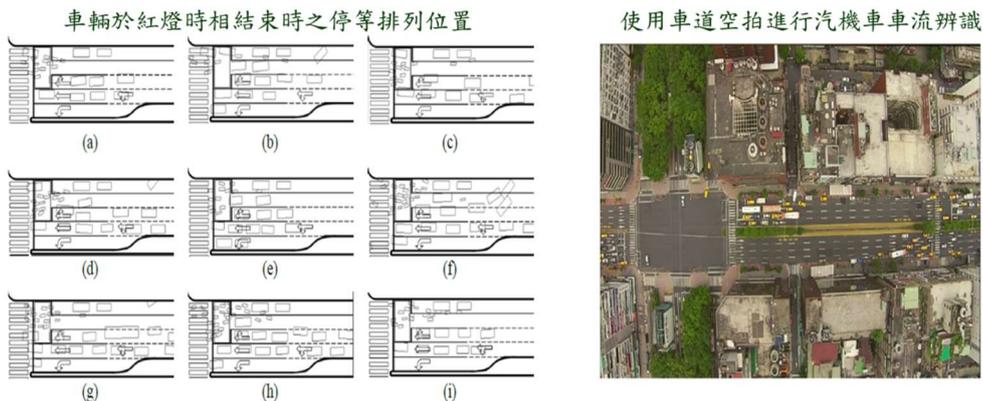


資料來源：<http://bicyclesafe.com/#leftcross> (2013)

圖 4.2.17 後方追撞

### 4.3 評估使用 ADAS 與 CV 蒐集汽機車混合車流行為的可行性

參考交通部 103 年「機車行為模式在都市混合車流中之實証分析及模式建立」之研究報告的車流資訊蒐集方法與車流行為分類方式，評估以 ADAS 與 CV 的感測資訊進行混合車流資訊推導以建立汽機車混合車流行為模式。



資料來源：交通部研究報告(2014)

圖 4.3.1 利用 ADAS 與 CV 技術進行汽機車混合車流行為模式評估

車輛周邊障礙物主要有兩類，一為行人，二為汽機車。由於人的行為會因為精神的不集中，或是一時的疏忽而造成危害的行為，因此未來的主動式汽車安全系統，特別注重於道路上與人相關之物體的危害偵測(Hazard Detection)上，這樣的系統不只需要精準的影像分析，也需要對日漸複雜的交通狀況做分析。

評估使用 ADAS 與 CV 技術進行汽機車混合車流行為模式的分析，可分為二個步驟：

1. 利用車輛中心於智慧關鍵計畫使用感測器進行汽/機車分類與辨識，並使用 CV 技術將障礙物資料傳送給他車或後台。

2. 收到 CV 資料後，整合多台 ADAS 車的資料，進行車輛定位資料融合(車輛中心於智慧關鍵計畫)。

一、步驟一、ADAS 系統進行汽/機車感測，概分可使用各種車載感測器進行辨識與分類，其各種車載感測器如下所述。

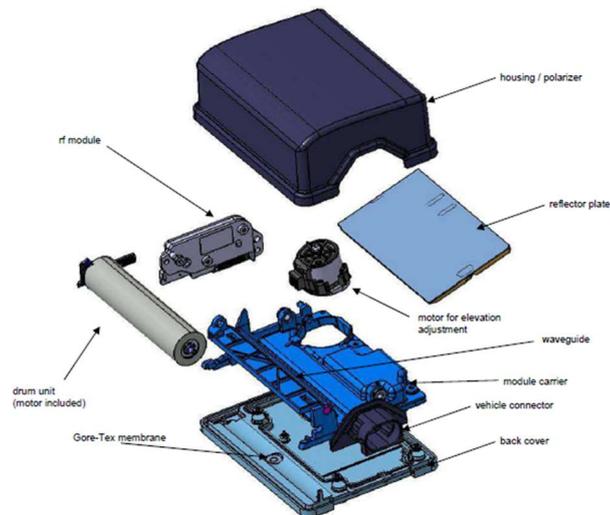
(1) 雷達

前方防撞雷達以 76-77GHz 雷達為主軸，雷達模組是藉由毫米波雷達偵測障礙物，適用於 AEB 與 FCW 等障礙物感知融合與防撞。

表 4.3.1 雷達介紹與特性

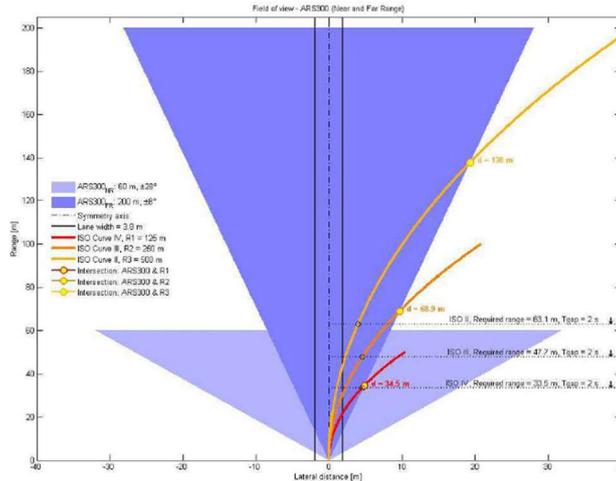
項目	Denso	Delphi	Continental
最遠偵測距離	150 m	174 m	200 m
最近偵測距離	2 m	1 m	0.25 m
偵測範圍/角度	±10 度	遠距：±10 度 (<174m) 近距：±45 度 (<60m)	遠距：±9 度 (<200m) 近距：±28 度 (<60m)
相對速度範圍	<100 kph	-100 m/s~25m/s	-88 kph~265 kph
偵測距離誤差	±0.5 m	遠距: ±0.25m 近距: ±0.5 m	±0.25 m
相對速度誤差	N/A	±0.12 m/s	±0.5 kph
更新速率	50ms	50ms	66ms

資料來源：車輛中心整理(2017)



資料來源：Technical Description of the Radar System ARS300 – Industrial (.PDF)

圖 4.3.2 Exploded view of the ARS300



資料來源：Technical Description of the Radar System ARS300 – Industrial (.PDF)

圖 4.3.3 前方防撞雷達視角

量測過程：ARS300 這顆感測器掃描的速度為 15 次/秒，會因為障礙物的距離改變掃描的角度，當障礙物在遠處時(200 米)，角度為 18 度，距離較近時(60 米)，角度為 56 度。優點：快速、安全、可靠和花費成本較低。



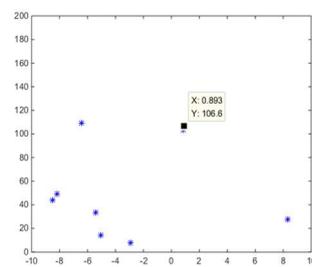
測試場景



實際距離

1029	8	148	6	71	77	154	0	44	12	2571.205880	R
1029	5	57	234	150	0	2				2571.206050	R
1030	8	242	198	136	96	30	254	51	12	2571.206310	R
1030	5	1	220	146	0	2				2571.206480	R
1031	8	206	200	138	85	166	255	51	12	2571.206740	R
1031	5	59	226	146	0	6				2571.206910	R
1032	8	172	73	135	110	150	254	35	12	2571.207160	R
1032	5	67	232	146	0	6				2571.207330	R
1033	8	98	10	75	85	38	0	52	12	2571.207590	R
1033	5	81	226	146	0	6				2571.207760	R
1034	8	222	209	204	166	167	255	67	12	2571.208020	R
1034	5	113	210	146	0	6				2571.208190	R
1035	8	116	148	76	90	35	57	60	12	2571.208440	R
1035	5	139	214	146	0	2				2571.208610	R
1036	8	108	85	201	119	142	255	35	12	2571.208870	R
1036	5	253	4	147	0	6				2571.209040	R
1037	8	6	22	146	125	53	0	84	12	2571.209300	R
1037	5	139	214	152	0	6				2571.209470	R
1792	8	35	0	3	0	0	0	0	0	2571.209810	R
1742	8	36	0	33	0	0	0	0	0	2571.210060	R

CanKing 回報結果



Matlab 判讀結果

資料來源：車輛中心整理(2017)

圖 4.3.4 雷達偵測距離測試結果圖

透過上述結果可以發現，物體在雷達圖上僅會顯示出一個點，透過這個點可以判斷出有障礙物存在與其相對的距離，但是其資訊量不足以進行障礙物的種類分析與辨識，所以，光使用雷達系統，是無法進行汽/機車辨識，需要再加上其他感測器，方可達成其目的。

## (2) 光達

光達系統一般分為三個部分：第一是雷射發射器，發射出波長為 600nm 到 1000nm 之間的雷射射線；第二部分是掃描與光學部件，主要用於收集反射點距離與該點發生的時間和水平角度(Azimuth)；第三個部分是感光部件，主要檢測返回光的強度。因此我們檢測到的每一個點都包括了空間坐標信息(x, y, z)以及光強度信息(i)。光強度與物體的光反射度(reflectivity)直接相關，所以根據檢測到的光強度也可以對檢測到的物體有初步判斷。

自動駕駛車所使用的光達並不是靜止不動的。在自動駕駛車行駛的過程中，光達同時以一定的角速度勻速轉動，在這個過程中不斷地發出雷射並收集反射點的信息，以便得到全方位的環境信息。光達在收集反射點距離的過程中也會同時記錄下該點發生的時間和水平角度(Azimuth)，並且每個雷射發射器都有編號和固定的垂直角度，根據這些數據我們就可以計算出所有反射點的坐標。光達每旋轉一周收集到的所有反射點坐標的集合就形成了點雲(point cloud)。

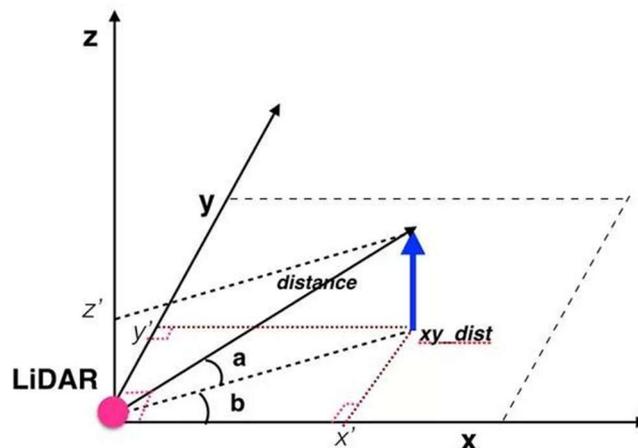
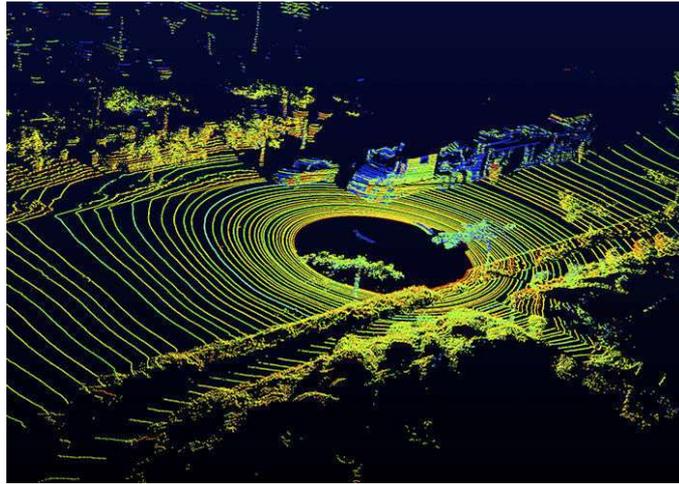


圖 4.3.5 光達點雲的產生

如圖 4.3.5 所示，光達通過雷射反射可以測出和物體的距離，因為雷射的垂直角度是固定的，記做  $a$ ，這裡我們可以直接求出  $z$  軸坐標為  $\sin(a) \cdot \text{distance}$ 。由  $\cos(a) \cdot \text{distance}$  我們可以得到  $\text{distance}$  在  $xy$  平面的投影，記做  $xy\_dist$ 。光達在記錄反射點距離的同時也會記錄下當前光達轉動

的水平角度  $b$ ，根據簡單的集合轉換，可以得到該點的  $x$  軸坐標和  $y$  軸坐標分別為  $\cos(b)*xy\_dist$  和  $\sin(b)*xy\_dist$ 。

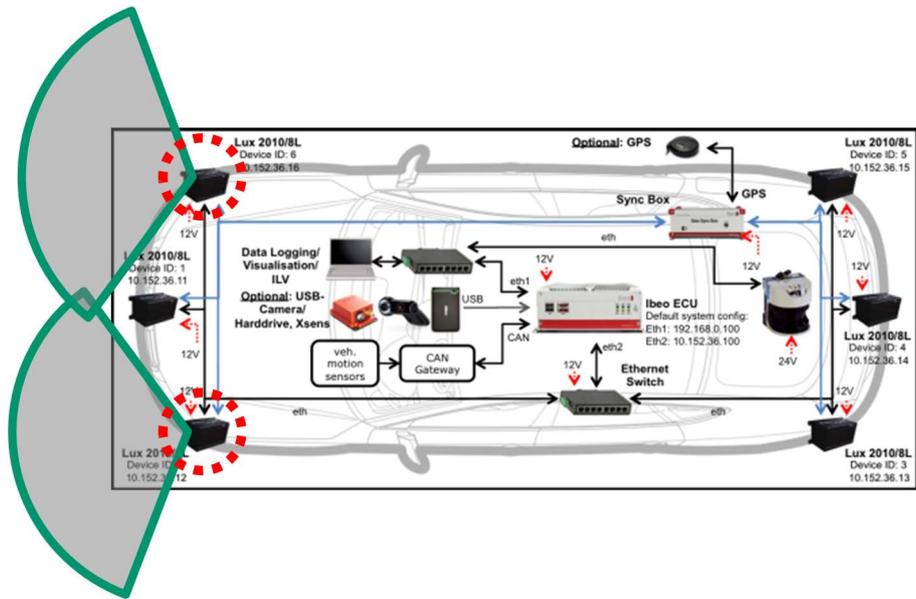
Velodyne VLP-16 光達掃描頻率為 5~20fps，掃描距離有 100 公尺，精度為 1 公分。實際去測試時，若要可以分辨到障礙物的距離約在 15 公尺以內。目前還不能分類障礙物。障礙物的顏色和空氣的濕度都會對光達造成相對應的影響。



資料來源：Velodyne (2016)

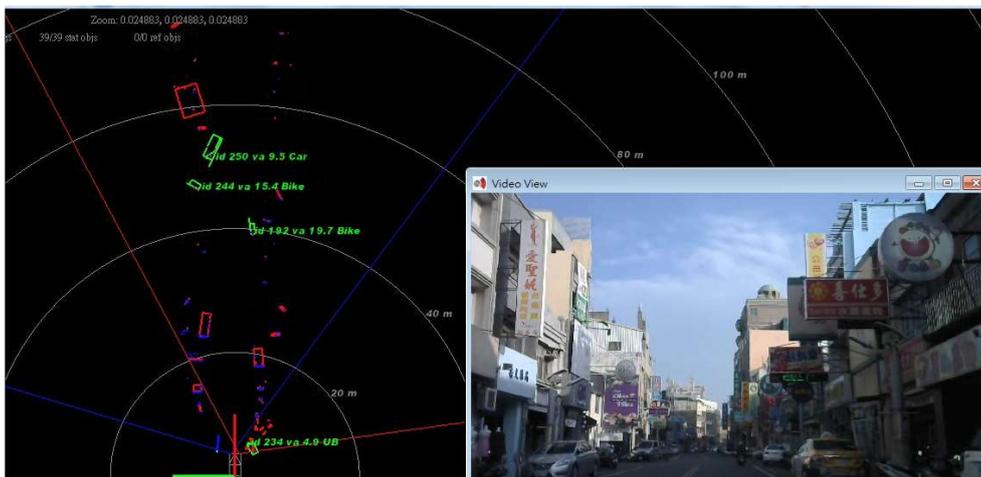
圖 4.3.6 掃描障礙物

ARTC 目前使用 Velodyne VLP-16(3D 光達)以及 IBEO(2D 光達)光達系統進行汽/機車辨識，其中 IBEO 光達系統包含前方兩個 2D 光達，同步訊號接收器，IMU-DGPS 動態感測器-差分式 GNSS 接收器，以及 ECU 中央處理單元。IBEO 2D 紅外線光達具有四個垂直偵測層，兩兩間隔 0.8 度，可因應車輛行進間的震動進行誤差消除。訊號同步後傳輸進中央處理單元，進行二維點雲分群後，可得到物體之長寬及位置；再結合全球導航衛星系統訊號與車身速度與轉角訊號後，可得出物體之絕對速度，進而實現根據速度及大小之物體類別分類器，以及動靜物分類及移動物體追蹤。此系統可整合影像訊號與點雲資料進行資料儲存，並可將資料匯入 Prescan 系統進行錄製場景之重建。



資料來源：IEBO LiDAR (2016)

圖 4.3.7 IBEO 光達系統



資料來源：IEBO LiDAR (2016)

圖 4.3.8 使用 IBEO 光達系統進行汽/機車辨識

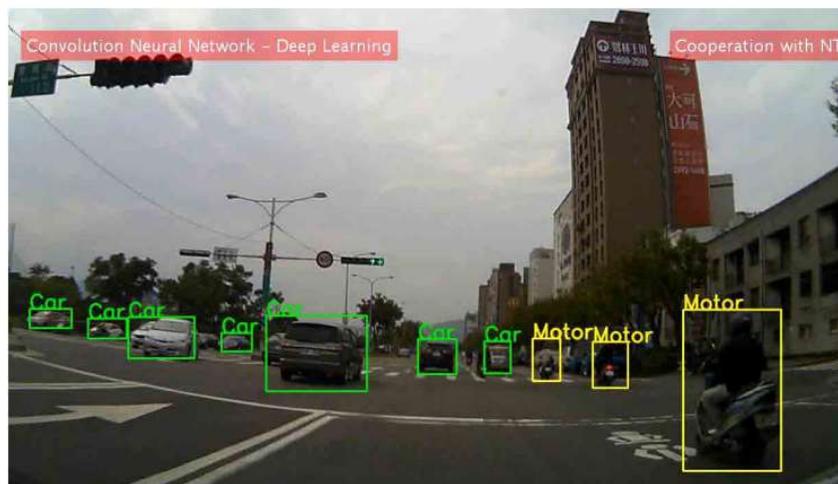
### (3) 攝影機

近年來車輛安全系統越來越受重視，隨著感測技術日漸成熟，障礙物偵測系統應用在車輛安全上越來越廣泛，其中紅外線、光達及雷達感測器在防撞系統中被大量使用，不過這些感測器的價格都非常昂貴。影像式偵測系統主要為運用影像感測器(Charge Coupled Device, CCD)擷取車輛外部的環境影像資訊，並針對所擷取的影像進行解析，再利用分類器識別是否有行人的存在。

技術規格 Specifications	
車速 Speed	0~120kph
偵測距離 Detection Distance	5-30m(行人、機車、腳踏車) 5-30m(Pedestrian, Cycle) 5-90m(車輛) 5-90m(Vehicle)
視角 FOV	60°
辨識率 Accuracy Rate	>95%
影像更新率 Frame	>15FPS

資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.9 攝影機辨識系統規格



資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.10 以影像方式進行汽/機車車辨

#### (4) 超音波

超音波是指任何聲波或振動，其頻率超過一般人耳可聽到之最高值 20,000Hz。超音波由於其高頻特性而被廣泛應用於眾多領域，如探測、工件清洗等。超音波感測器乃藉由頻率在數十 kHz 到 GHz 範圍內之彈性波來感測，高頻 (~MHz 至 ~GHz) 多應用於醫學，低頻 (20kHz 至數百 kHz) 則常用於距離測量。超音波感測器大致可分為下列 4 種：

- 單一發射型：將超音波發散於空氣中。
- 雙頭對射型：發射器與接收器置於兩處，如中間有物體則會遮蔽聲波傳遞，以此達到檢測物體有無的效果，通常用於防盜、生產線計數等。
- 雙頭反射型：發射器與接收器於同一側，發射之聲波因環境反射而折返至接收器，常用於距離檢測，也是本研究所使用的類型。
- 單頭反射型：與上原理相同，只是將發射與接收器整合為一。

常見的超音波感測器為利用壓電效應的壓電型感測器，由壓電晶片所組成。如使用石英等具有壓電性的電晶體，以特定方向切成之晶片，若有外力施加(聲波振動)使其變形則會有電荷的變化而產生電的訊號。利用超音波感測器測量距離，是達成避障功能最基本的要求。距離測量是利用超音波碰到物體會反射的特性，計算其發射與接收的時間差，算出距離。

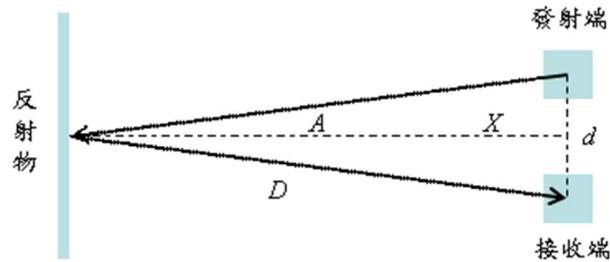


圖 4.3.11 超音波感測器聲波路徑圖

在超音波裝置的避障設計上有兩個經常遇到的問題，一是聲波銳角反射，二是感測器間相互干擾。超音波感測器測量距離的方法為發射與接收聲波，測量其時間差以計算距離，但是當聲波的反射角過小時，超音波將無法反射回接收端，造成距離無法測量，故必須在較大範圍角度佈置感測器來減少此問題的發生。然而當感測器數量增多，一個感測器可能會接收到其他感測器所發出的超音波而造成距離的誤算，感測器越多此問題會越嚴重。為解決此問題，必須將超音波感測器輪流依序開啟，也就是說不同時打開所有感測器，例如有 5 個超音波感測器(編號 1 到 5 號)，使用時則先開啟 1 號，待 1 號發射接收完畢後再開啟 2 號發射與接收，以此類推。基本上超音波感測器發射與接收的時間相當短(20ms)，載具速度不快時輪流依序開啟幾乎不會影響避障的效果。超音波感測器所發出的音波範圍約為平面  $60^\circ$  扇形，但在邊緣處能量較不集中、會影響距離的測量，且載具主要的避障需要集中於前方，而兩側加裝的超音波感測裝置除了用來輔助確認閃避的方向，也會感測兩側障礙物。

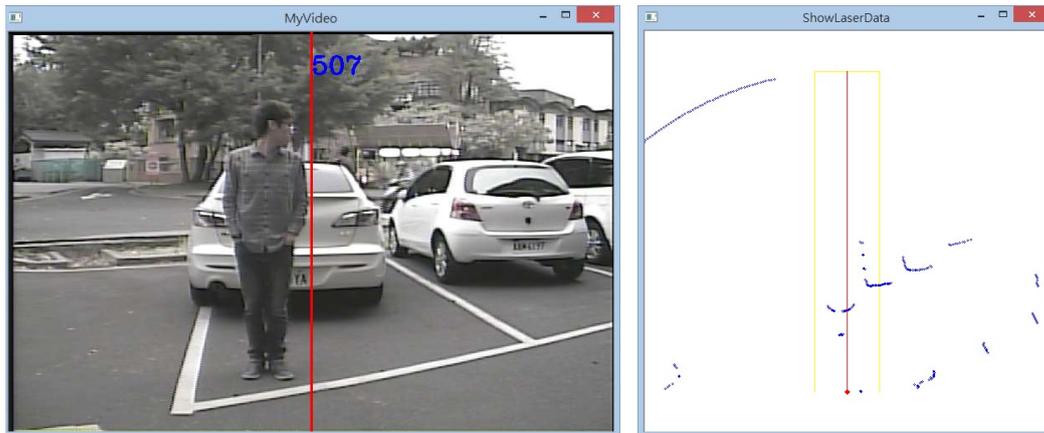
超音波感測的結果和雷達相似，僅能取得是否存在障礙物，其資訊量不足以提供進行汽/機車的辨識，需要和其他感測器進行資料融合，如攝影機，方可完成障礙物的分類與辨識。

#### (5) 光達+攝影機融合式感測系統

由於單一的資訊擷取裝置在日益複雜的交通環境下已感到不足，因此感測融合系統是目前發展的趨勢，其中又以距離擷取單位裝置融合影像感測器最受歡迎，而其中最常採用的系統便是光達與攝影機的結合。光達屬

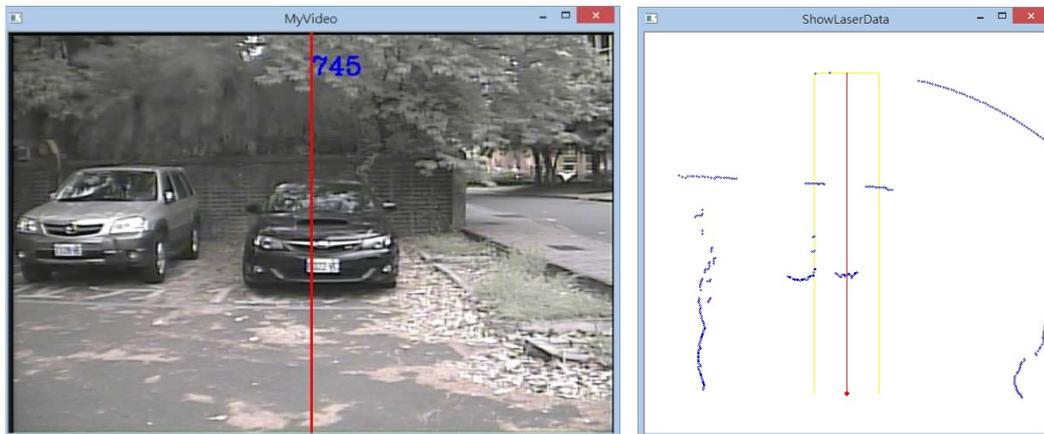
於高可靠性的物體感測系統，在辨識範圍內能夠精準的回傳目標車前障礙物所在之位置與距離，但是因為其所含有的資訊只包含距離與位置，能夠提供的訊息較少，因此除了偵測外，對於辨識並無法做有效的描述。

而偵測影像，能獲得較豐富的訊息，可了解特定區塊中的物體是否存在欲尋找之目標，因此對於整體辨識效果而言是有效的方案，但是易受到光線與姿態外在因素影響，而使其可靠度較低，且處理速度慢。故將這兩個感測系統加以融合，可以互相彌補彼此系統的缺點而達到增強系統偵測之效果，提升辨識效率、辨識準確度、與可靠度。



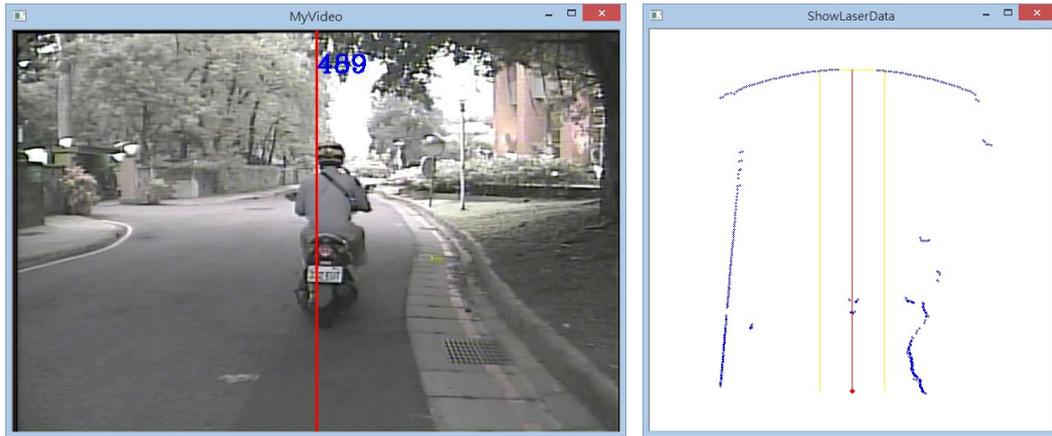
資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.12 行人辨識，(左)影像拍攝行人；(右)雷射偵測行人之示意圖



資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.13 汽車辨識，(左)影像拍攝汽車；(右)雷射偵測汽車



資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.14 機車辨識，(左)影像拍攝機車之示意圖；(右)雷射偵測機車之示意圖

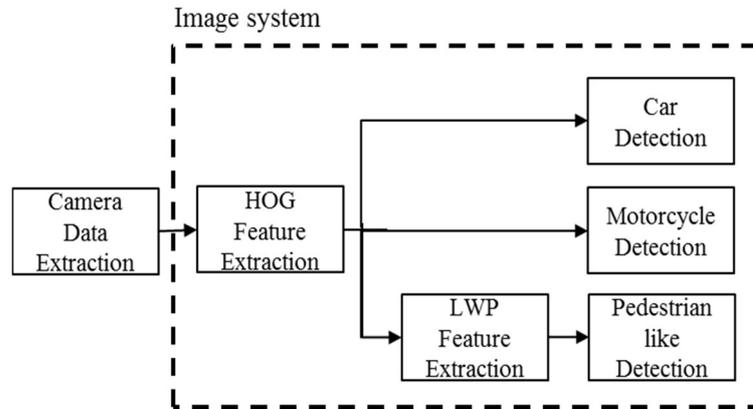
(藍色的字代表靠近中心的距離，代表若紅色中心的點在前方 20 公尺內有打到物體，則藍色的字會顯示與該物體的距離。圖 4.3.14(右)為雷射資訊圖，紅線表示中心、藍色的點表示雷射打到的位置點，而黃色代表注重的區域，因為雷射點打的寬度雖然很大，但是影響最多駕駛安全的部分仍是汽車前方的位置，所以在分析上會特別注重黃色區域裡面的內容。)

在訓練行人與腳踏車資料庫的分類器，使用了 INRIA Pedestrian Data Set，此資料庫由 Dalal 提出，包含了 1805 張  $64 \times 128$  pixel 大小的影像，其中背景的多樣性以及複雜性，多方面的行人與類行人視角和姿勢，讓這個資料庫常被用於評鑑一個行人偵測系統好壞的重要指標，最後使用 SVM 來訓練類行人資料庫分類器。

在訓練車輛資料庫的分類器，使用了 KITTI Pedestrian Data Set，此資料庫由 Karlsruhe Institute of Technology and Toyota Technological Institute 提出，其中背景的多樣性以及複雜性，多方面的車輛視角以及遮蔽狀態，讓這個資料庫常被用於評鑑一個車輛偵測系統好壞的重要指標。針對於此計畫描述之車輛偵測目標，日常狀況行駛於本車前方之行駛車輛，篩選出數量 4666 張  $128 \times 128$  pixel 車輛訓練正樣本，用以訓練車輛分類器。並於其中建立出負樣本，負樣本功用在於幫助訓練出區分目標以及非目標，負樣本的多樣性及複雜性都能幫助分類器的訓練辨識能力，負樣本因包含非目標之物體及環境，採用之負樣本數量為 9,262 筆，數量上多於正樣本。

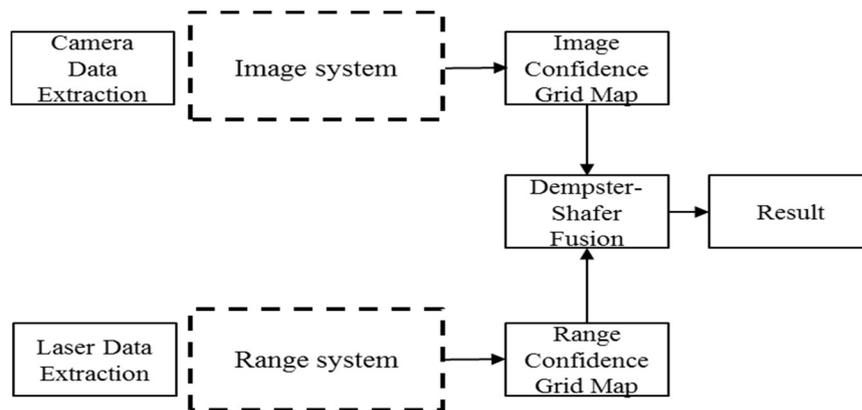
偵測汽車、機車、腳踏車與行人之即時系統，為考量速度之效能，影像偵測採用的偵測器皆以方向梯度直方圖(HOG)作為偵測特徵，減少計算額外特徵之時間，並且透過後面所介紹之加速方法，可以達到最佳之偵測速度。另外在行人與腳踏車的特徵部分則承接了上期之計畫，整合方向梯度直方圖與對數權重特徵(LWP)之方法作為偵測器進行偵測。雷射特徵方面則使用了 Generative 之方式進行分類，即為透過物體的外觀大小特性與

移動特徵，根據經驗判斷道路上之物體種類，流程如圖 4.3.15。系統融合的部分則透過將影像之偵測結果與雷射同時映射到方格圖上，利用證據理論進行機率融合，得到最終結果。



資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.15 影像偵測流程



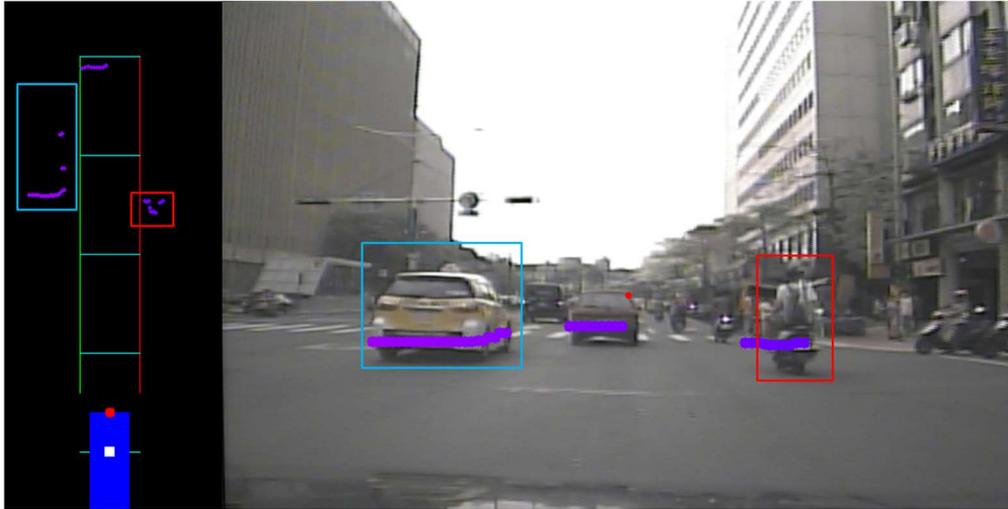
資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.16 系統融合流程

對於車輛及機車雷射特徵點分布較具有意義，比如說呈現特定狀態，如下圖所示，左邊黑色區塊為雷射特徵點鳥瞰圖，藍紫色為雷射感測器之觀察值投影在鳥瞰圖，下方寶藍色矩形為本我車輛，白點為攝影機位置，紅點為雷射感測器位置，鳥瞰圖中左方藍色中空矩形為一車輛，對應至右方圖中之計程車，鳥瞰圖中右方紅色中空矩形為一機車，對應至右方圖中之機車。可以發現車輛呈現”L”型特徵，而機車呈現”V”型特徵。右側圖中藍紫色點亦為雷射感測器之觀察值投影在二維攝影機影像圖中，為交互關聯後的結果。

根據此觀察結果，車輛以及機車等較大型物體，即物體寬度大於 60 公分。將另外以 And-Or Model 來加強雷射分類器分類效果。And-Or Model

即為若此觀測物為目標物體，其必定擁有特定特徵，在此即為車輛後方，為模型中 And 部分。而車側部分即為模型中 Or 部分，其代表意義為若有此部分能夠加強其被正確分類的信心水準。因雷射觀測器在不同角度觀察之目標物體，會得到不等特徵，故此採用 And-Or Model 來做為描述車輛及機車等較大型物體之描述方法。



資料來源：車輛中心 (2016)

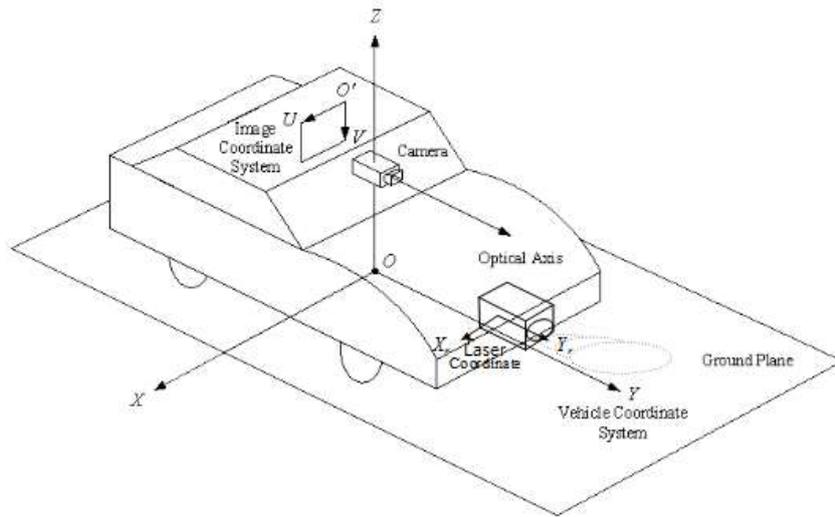
圖 4.3.17 實際拍攝影像圖以及雷射點示意圖

雷射的資訊能夠補足影像偵測所缺少的距離資訊部份。雷射可以透過主動打出之微波，經由障礙物反射，得到障礙物之相對距離與相對速度。距離資訊與速度資訊是影像中較難取得之部份；一般單一影像系統之透視投影，需透過假設路面為平面來推估，無法真正取得三度空間中之任意點之距離。本情境為一般道路環境，得以假設行人及障礙物會出現在影像中路面上，不會騰空飛躍。因此，可透過反透視投影，將影像中的障礙物與路面交會點，反推到路面空間坐標。

如何計算障礙物相對於我們的距離的研究有很多學者在探討，有些是利用主動式感測器(Active Sensor)如雷達，利用射出到接收訊號的時間差，來估計前方障礙物與汽車之距離。另一方面，也有相關研究利用雙眼視覺(Stereo Vision)的技術來估測車距，用兩張 2D 影像還原成一個立體 3D 影像，就可以知道車距為何。基於正確性與速度的考量，可利用透視投影法來還原前車與我們之間的關係。

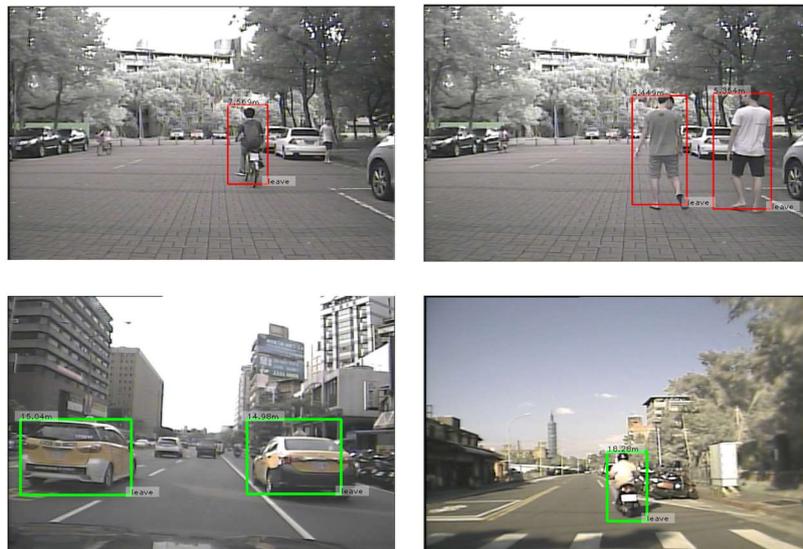
為了描述車前方的障礙物，本研究定義 3 個座標系統，分別是汽車座標系、雷射座標系及影像座標系(Image Coordinate System)，如圖 4.3.18 所示。汽車座標系為二維平面，單位是公尺，原點為車頭中央到地面上的投

影點；雷射座標系為二維平面空間，單位也是公尺，原點在雷射上；影像座標系是二維平面，單位是像素(Pixel)，原點為影像最左上方的像素。這些座標系統用來量測物件用的，量測值則是座標，座標是相對於座標系統的，舉例說明，車頭中央前方 100m 之處有一點，在汽車座標系的描述之下，其座標值為  $Cv=[100, 0]t$ ；而在影像座標系的描述之下其座標值可能為  $CI=[150, 20]t$ 。



資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.18 汽車座標系、雷射座標系以及影像座標系



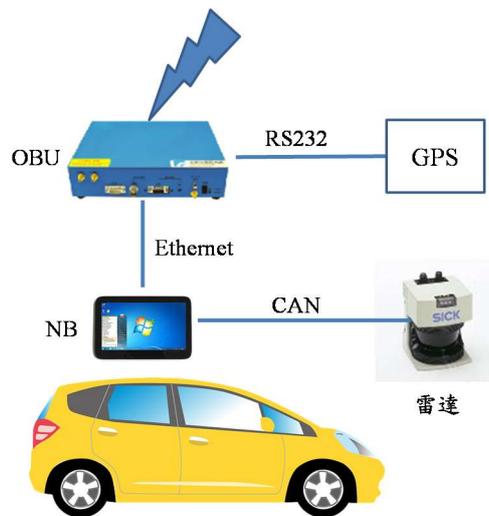
資料來源：車輛中心 (2016)

圖 4.3.19 使用光達和攝影機進行物體辨識與分類結果

二、步驟二：他車或後台整合多台 ADAS 車的資料，進行資料融合

ADAS 環境感知系統安置於車輛上，其中需配備感測裝置、通訊單元、和

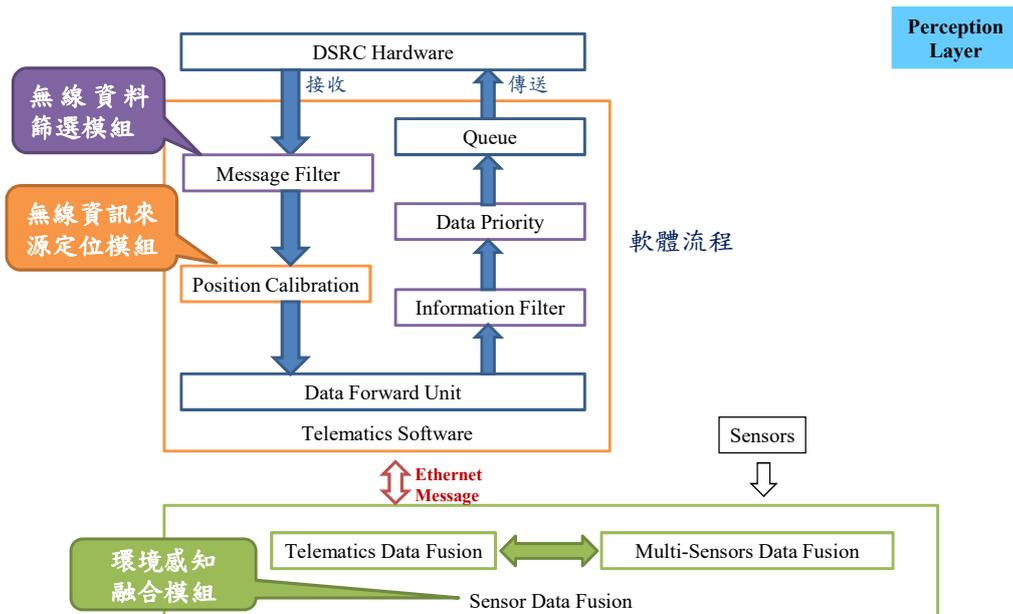
運算單元，車輛需配備感測器，用以感測環境資訊，例如雷達、超音波、和攝影機等裝置，為達更為廣泛之環境感測，可增設多種感測器於車輛之中，用以感測車輛前方物體或障礙物的資訊，透過雷達可以取得物體的相對距離與角度，而雷達是透過車身網路(Car Area Network, CAN)傳送相關位置資訊運算單元，使用電腦作為運算單元，搭配工研院所研發之車載通訊設備(IWCU)作為通訊單元，其作為車載機(OBU)安裝於車輛中，使用 IWCU OBU 3.0 版本作為車載機使用，以進行車間通訊，其除能傳送與接收車間通訊訊號外，尚能外接全球導航衛星系統，用以接收目前經緯度資訊，車間通訊採用 WAVE/DSRC。



資料來源：車輛中心整理 (2016)

圖 4.3.20 ADAS+CV 系統架構示意圖

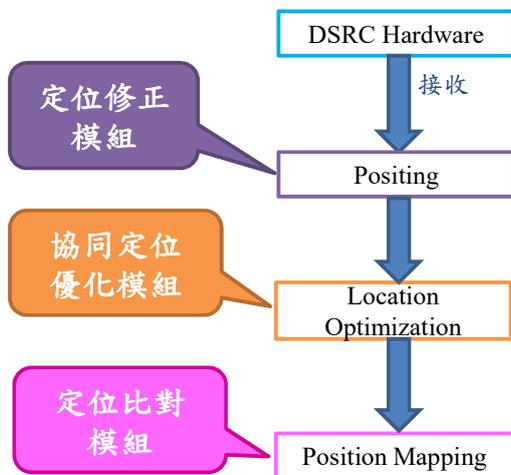
系統流程於圖 4.3.21 所示，透過通訊模組接收鄰車 OBU 或鄰近 RSU 所傳送的感測資料，進行協同式資料蒐集。於無線資料篩選模組部分進行資訊過濾，由於無線訊息是採用電磁波廣播的形式傳輸資料，在通訊範圍內的所有節點皆可接收到傳送端所傳送的資料，所以無線資訊篩選模組用以篩選無用的資料，以減少系統的負載。無線資訊來源定位模組可用以修正無線訊號來源的定位資訊，並且針對其內所夾帶的物體位置資訊進行修正。最後，環境感知融合模組可針對協同式感測資料與感測器資料進行資料融合程序，將 DSRC 所感知的資料，和車身原具備之多種感測器的資料，進行資料融合，使其自身車輛記憶體內的鄰車定位資訊和其協同感知的物體位置資訊更為精準。



資料來源：車輛中心整理 (2016)

圖 4.3.21 ADAS+CV 感測資料融合與物體定位技術流程圖

自動車工程學會(SAE)制定在專用短程通訊(DSRC)發展車間通訊應用層通訊協定，為 SAE J2735 標準，本案專注於車間通訊應用，主要為使用 SAE J2735 標準中所定義的 BSM，基本安全訊息傳輸車輛行駛與靜止時的相關訊息，標準建議之傳輸間隔時間為 100 毫秒，訊息分為兩個部分，第一部分為車輛基本相關訊息，如經緯度座標、行駛速度、移動方向、和輪胎角度等相關資訊，而第二部分為依照使用者需求所定義的部分，本系統將環境感測資料放於基本安全訊息中的第二部分中，當車輛傳輸基本安全訊息時，除傳送本身車輛的基本相關訊息之外，同時夾帶其自身車輛透過感測器所感知的相關環境資訊，如障礙物、車輛、行人等資訊，達成訊息分享功能，讓車輛具備協同式感知能力。



資料來源：車輛中心整理 (2016)

圖 4.3.22 無線資訊來源定位模組流程圖

無線資訊來源定位模組的流程圖，其模組可分為二個小模組，分別為：1) 定位修正模組；2) 協同定位優化模組；等二個部分，由此二個小模組可完成定位校正與優化的目的。

#### (1) 定位修正模組

本模組透過 DSRC 接收鄰車封包，可取得鄰車全球導航衛星系統位置與其周圍感測物(Object)位置經由誤差分析，修正其取得之鄰車全球導航衛星系統位置與其周圍感測物(Object)位置由於 BSM 封包為 10HZ，即表示 100ms 收到一個封包透過時間延遲補償的方法，修正與計算其定位。

“物體經度”和“物體緯度”為使用感測器感知後，將其相對座標轉換為經緯度座標，本系統使用雷達感知周圍環境，當感測到一物體時，將可取得物體的數量，以及其個別的角度  $\theta$  與距離  $d$ ，將其相對位置以自身車輛的經緯度座標為基準，使物體的位置轉換成經緯度座標。自車車輛經緯度座標能透過全球導航衛星系統取得，透過解析美國國家海洋電子學會(National Marine Electronics Association, NMEA)所制定的標準規格，可以解析出自身車輛的定位資訊封包格式，定位資訊封包格式包含 \$GPGGA、\$GPGSA、\$GPGSV、\$GPRMC，以及 GPVTG 等資訊，其中本系統使用 GPRMC 格式，作為擷取時間、經度、緯度、高度、車輛速度和移動方向等數值的依據，這些資料將依據 SAE J2735 協定，包含於基本安全訊息第一部分封包中，而第二部分包含物體的經緯度，則根據自車車輛經緯度，加上其物體感測後的相對座標轉換後，即可取得。

#### (2) 協同定位優化模組

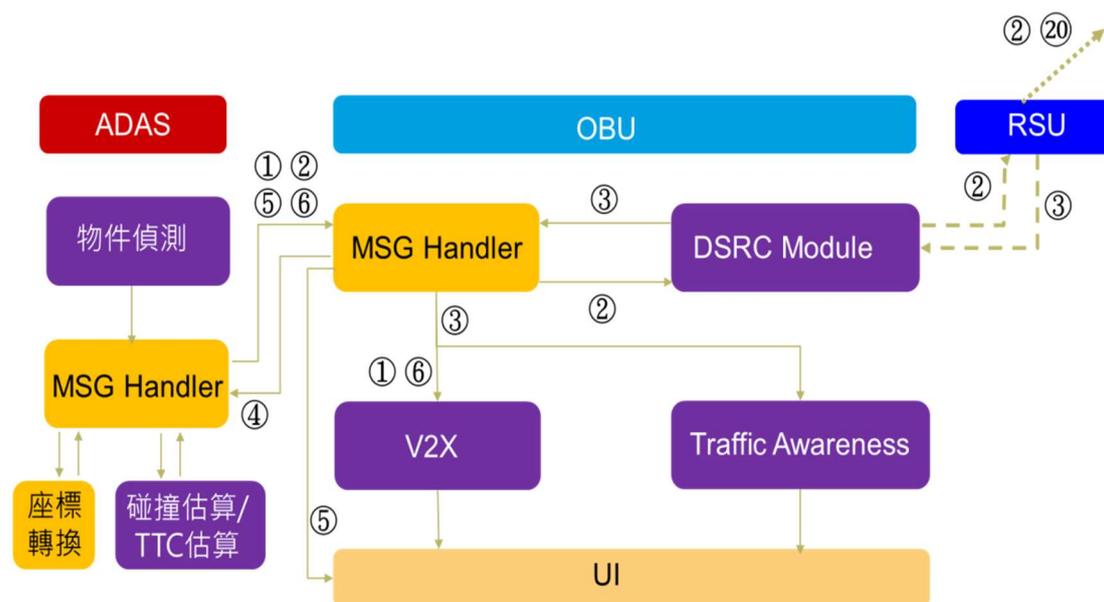
車輛具備多重感測器，多重感測器位置資料融合技術，以感測器定位精度為基準，透過自身車輛的感測器與鄰車的感測器資料(CV 傳輸)，進行定位優化，當取得多個針對相同物體的定位資訊，可透過其誤差範圍分析，進行交集處理，即可取得較為精準的位置資訊。

透過上述兩步驟地分析，目前感測器雖然可以辨識出道路上的汽車、機車、腳踏車和行人，並經由 CV 進行通訊，但當物體太靠近時無法有效分辨是一個或是多個物體，也沒有追蹤的功能，應用在車輛安全上已足夠，但卻無法產出混合車流的資訊，所以使用 ADAS 和 CV 進行混合車流的偵測，只能獲得大致的車流趨勢，無法得到與使用人工方式進行車流分析一樣地精細資訊。

## 4.4 ADAS+CV 行車安全之使用案例與應用情境規劃

### 4.4.1 ADAS+CV 之整合介面及資訊融合設計

ADAS 與 CV 整合介面設計架構如圖 4.4.1-1 所示，OBU 處理由 RSU 傳送之資料以 DSRC Module 進行資料解碼，並利用 MSG Handler 進行 DSRC 資料與 ADAS 資料處理。處理後之資料分為 V2X 以及 TrafficAwareness，並將資料傳送至 UI 進行危險警示。相關訊息格式及說明請參考表 4.4.1-1，ADAS 與 CV 間 CAN Message 格式將於下段說明。



資料來源：本計畫整理 (2017)

圖 4.4.1-1 ADAS 與 CV 系統整合架構圖

表 4.4.1-1 ADAS+CV 整合介面資訊說明

編號	資訊格式	資訊內容	用途說明
1	ADAS IMU 資訊 (CAN Message)	rawdata (accl(m/s <sup>2</sup> ), yawrate(deg/s))	透過 ADAS IMU 取得 精準之車輛動態，進行 CV 行車軌跡預測及碰 撞警示演算
2	ADAS DAS 資訊 (CAN Message)	1. 雷達資料 - Sensor Fusion 輸出 - Radar 原始資料輸入 2. 攝影機資料 - LDW 與 FCW 3. 全球導航衛星系統資料 - Novatel GNSS rawdata (time,lat,long,velocity,he ading)	ADAS 回傳回中心以 供分析之原始 Raw Data

編號	資訊格式	資訊內容	用途說明
		- IMU rawdata (accl(m/s <sup>2</sup> ), yawrate(deg/s)) 4. 溫度資料	
3	SAE J2735 資訊	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BSM (Basic Safety Message)</li> <li>● RSA (Road-side Alert)</li> <li>● TIM (Traveller Information Message)</li> <li>● SPAT (Signal Phase and Timing)</li> <li>● MAP (Map)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BSM 可提供 CV 及 ADAS 進行行車安全警示之演算</li> <li>● RSA、TIM、SPAT、MAP 等資訊則提供 I2V 行車安全資訊</li> </ul>
4	CV 感測資訊 (CAN Message)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CV Object (time,lat,long,velocity,heading)</li> <li>● Road Event (time,lat,long, event distance)</li> </ul>	將接收到之 BSM 及 I2V 安全訊息，轉送給 ADAS 系統進行行車安全警示運算
8	ADAS 行車安全判斷結果 (CAN Message)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ADAS Output</li> </ul>	ADAS 行車安全警示判斷結果
9	ADAS 偵測到他車動態資訊 (CAN Message)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ADAS Object (time,lat,long,velocity,heading)</li> </ul>	將 ADAS 偵測到周遭車輛動態轉換成 BSM，供其他車輛進行行車安全警示演算
10	SAE J2735 資訊	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BSM (Basic Safety Message)</li> </ul>	RSU 接收後中繼轉傳回中心之 BSM 本計畫中有三類 BSM 1. CV 車 OBU 定期發送之 BSM 2. CV+ADAS 車透過 ADAS 偵測到他車動態，OBU 代為發送之 BSM 3. 路側雷達偵測到路口其他車輛動態，RSU 代為發送之 BSM

ADAS 車輛之 CAN Message 格式定義如下：

1. 雷達資料包含障礙物位置(x,y)，是否有障礙物，障礙物是否為靜態，以及計

算後的 TTC。另外，雷達亦傳送 raw data，包含障礙物數量以及障礙物資訊。

	CAN ID	byte 0	byte 1	byte 2	byte 3	byte 4	byte 5	byte 6	byte 7
Sensor Fusion輸出	256	障礙物x位置		障礙物y位置					
	260	融合後是否有障礙物(1/0)	障礙物是否為靜態(1/0)	TTC					
Radar raw data輸入	1536	近距離障礙物數量	遠距離障礙物數量						
	1793	障礙物資訊							
	1794	障礙物資訊							

2. 攝影機資料包含 LDW 以及 FCW 系統的運作輸出，LDW 系統輸出資料包含系統是否失效、參數正負值、與車道線之偏移量。FCW 系統輸出包含有無前方車輛以及前方車輛距離。

	CAN ID	byte 0	byte 1	byte 2	byte 3	byte 4	byte 5	byte 6	byte 7
LDW	205	有無失效	正負值(0/1)	L15偏移量(公分)	R15偏移量	L10偏移量	R10偏移量	L5偏移量	R5偏移量
	206	255	正負值(0/1)	L30偏移量	R30偏移量	L25偏移量	R25偏移量	L20偏移量	R20偏移量
FCW	208	有無車輛	前方車輛距離	255	255	255	255	255	255

3. 全球導航衛星系統資料包含 Novatel、慣性測量單元以及定位輸出。其輸出資料包含：時間、車速、航向角、經度、緯度、加速度以及 roll、yaw、pitch。

4. OBU 資料包含情境四以及情境七所需要的資訊，其包含時間、車速、航向角、加速度、Flag、經緯度以及事件距離。

5. 溫度資料，透過 USB 溫度感測器取得環境溫度。

	CAN ID	byte 0	byte 1	byte 2	byte 3	byte 4	byte 5	byte 6	byte 7	
Novatel GPS rawdata (time,lat,long,velocity,heading)	301	Time			Velocity		heading			
	302	lat				Long				
Garmin GPS rawdata (time,lat,long,velocity,heading)	304	Time			Velocity		heading			
	305	lat				Long				
	306	差分								
rawdata ( accl(m/s <sup>2</sup> ), yawrate(deg/s))	307	x-accl		y-accl		z-accl				
	308	yawrate		roll rate		pitch rate				
(time,lat,long,velocity,heading)	309	Time			Velocity		heading			
	310	lat				Long				

#### 4.4.2 ADAS+CV 之應用情境規劃

本計畫於中興新村場域內以 V2X 路口安全預警系統與 ADAS+CV 為應用範圍規劃七種應用情境如下：

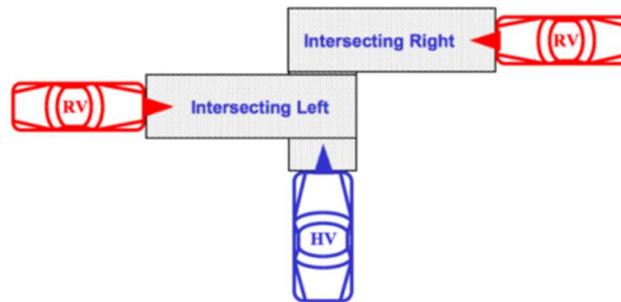
##### 一、情境一 (V2V 車對車行車安全警示)

當車輛通過路口時，駕駛人經常因為視線阻隔(如建築物或大型車輛)或

人為疏忽而沒有查覺橫向、對向或同向車輛動態，進而造成車禍。V2X 路口行車安全預警可透過 V2V 車間通訊 None-light-of-sign (NLOS)的特性，直接讓車輛交換彼此的位置、車速等資訊，以警示駕駛人危險方向的來車，提供包括 IMA、LTA、EPBL 及 FCW 等行車安全警示，達到安全預警的效果。針對這四項行車安全應用，依據美國運輸部 CAMP 計畫公布的 V2V 安全應用測試規格，並參考工研院 2015~2016 兩年在新竹路口實證場域測試的結果，以及交通大學交通領域專家給予的評估建議，將應用警示分為兩階段：注意(INFORM)階段與警告(WARN)階段，並分別訂立注意(INFORM)時間門檻值(預設為 10 秒)及警告(WARN)時間門檻值(預設為 5 秒)，本計畫於中興新村場域進行這 4 項行車安全應用之驗證測試，並評估分析其運作效能。

### 1. IMA (Intersection Movement Assist)

IMA 為一十字路口移動警示系統，下圖為 IMA 警示範圍的示意圖(以下各應用之示意圖來源為美國運輸部 CAMP 計畫 Vehicle Safety Communications –Applications (VSC-A)報告)，其中 HV(Host Vehicle)表我裝機車輛；RV(Remote Vehicle)表對方裝機車輛。



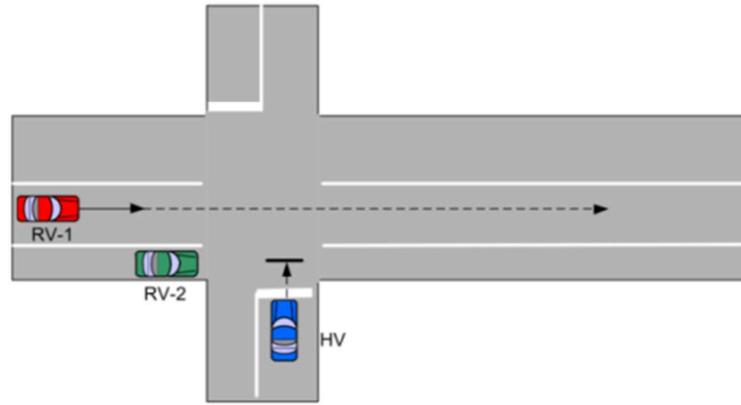
Relevant RV zones for IMA feature

資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-1 IMA 警示範圍示意圖

其常見的警示情境如下：

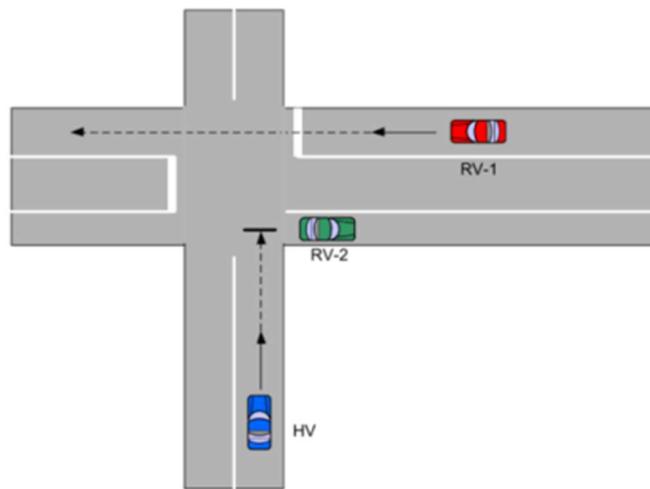
- (1) 當本車(HV)停在十字路口時與來車接近衝突點時的來車警示。



資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-2 IMA 情境示意圖

(2) 雙方來車於十字路口接近衝突點時的來車警示。



資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-3 十字路口行車警示示意圖

所提供之十字路口警示能力，符合 CAMP VSC-A System Design and Object Test 測試規格，至少於撞擊事件前 5 秒提供來車警示，其警示介面如下，IMA 依照碰撞點的條件分為「注意(INFORM)」與「警告(WARN)」兩段警示，詳細說明如下：

- IMA-LIMA-INFORM

當本車(HV)靜止於停止線以前而對方車輛(RV)進入注意範圍時(“INFORM” range)所提供的警示。在此注意範圍(INFORM range)定義為在十字路口從左方到本車(HV)的衝突點相對速度於注意 (INFORM) 時間門檻值(10 秒)內之距離。

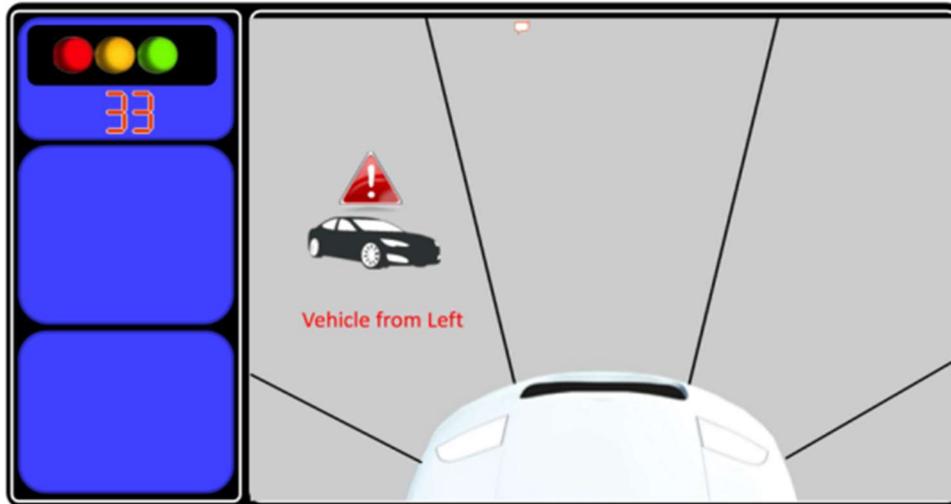


圖 4.4.2-4 左方來車警示畫面

- IMA-RIMA-INFORM

當本車(HV)靜止於停止線以前而對方車輛(RV)進入注意範圍時 (“INFORM” range)所提供的警示。在此注意範圍(INFORM range)定義為在十字路口從右方到本車(HV)的衝突點相對速度於注意(INFORM)時間門檻值(10 秒)內之距離。

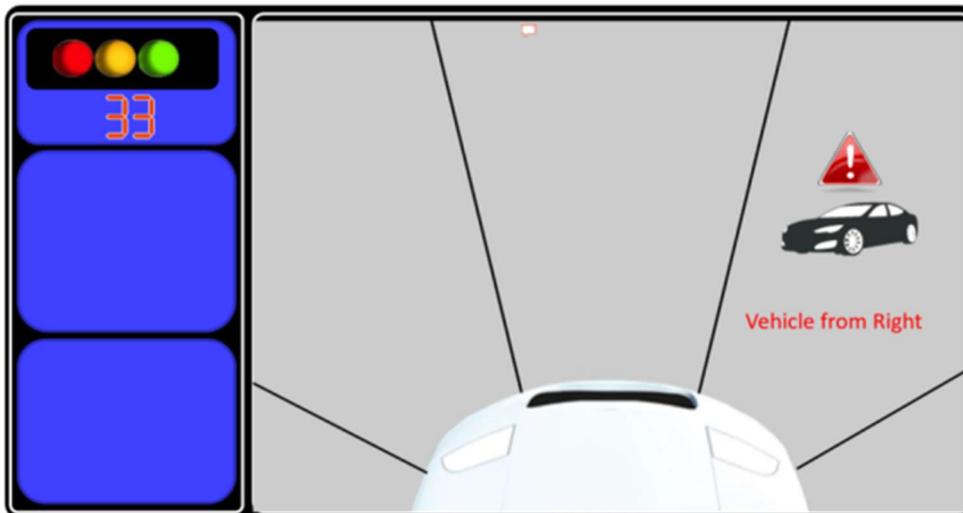


圖 4.4.2-5 右方來車警示畫面

- IMA-LIMA-WARN

當對方車輛(RV)進入警告範圍 (“WARN” range)時，且本車(HV)非停止的情況速度高於 1kph，則會產生該警告。在此警告範圍 (WARN range)定義為在十字路口從左方到本車(HV)的衝突點相對速度於警告 (WARN)時間門檻值(5 秒)內之距離。

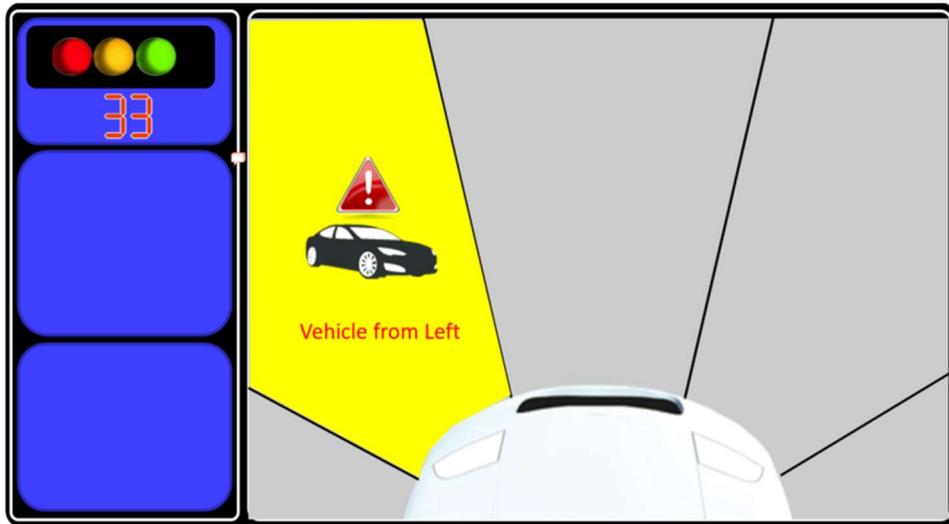


圖 4.4.2-6 左方來車碰撞警示畫面

- IMA-RIMA-WARN

當對方車輛(RV)進入警告範圍(“WARN” range)時，且本車(HV)非停止的情況速度高於 1km/hr，則會產生該警告。在此警告範圍 (WARN range)定義為在十字路口從右方到本車(HV)的衝突點相對速度於警告 (WARN)時間門檻值(5 秒)內之距離。

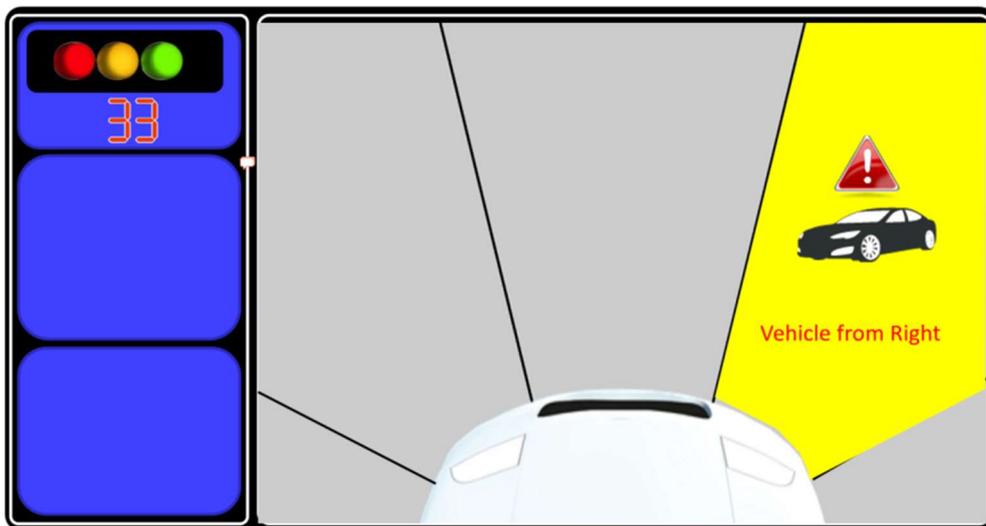
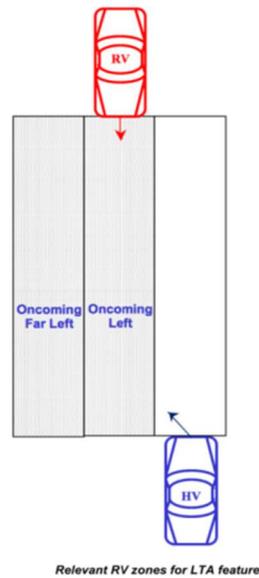


圖 4.4.2-7 右方來車碰撞警示畫面

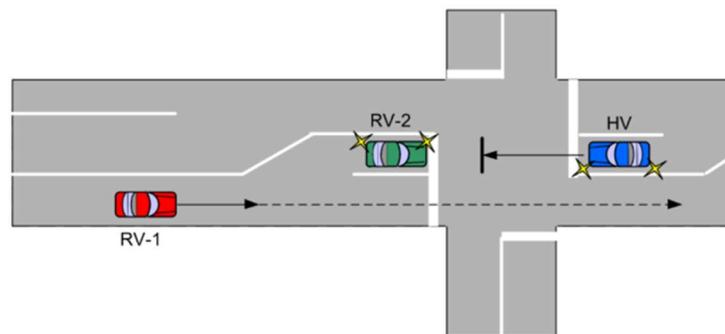
2. LTA(Left Turn Assist)：LTA 為一左轉警示系統，下圖為 LTA 警示範圍的示意圖。



資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-8 LTA 警示範圍示意圖

其常見的警示情境如：左轉路徑橫越衝突點時的來車警示。



資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-9 LTA 行車情境示意圖

LTA 提供左轉警示能力，分為兩階段警示：(1)第一階段 Phase 1 自車靜止於路口打左轉燈時，若對向來車將於注意(INFORM)時間門檻值(10 秒)內迫近路口，提供駕駛警示；(2)第二階段 Phase 2 自車於路口打左轉燈停車起步，速度大於 1km/hr 時，若對向來車將於警告(WARN)時間門檻值(5 秒)內迫近路口，提供駕駛警示。

- (1) LTA-Phase 1：自車靜止於路口打左轉燈時，若對向來車將於注意 (INFORM)時間門檻值(10 秒)內迫近路口，提供駕駛警示如圖圖 4.4.2-10。

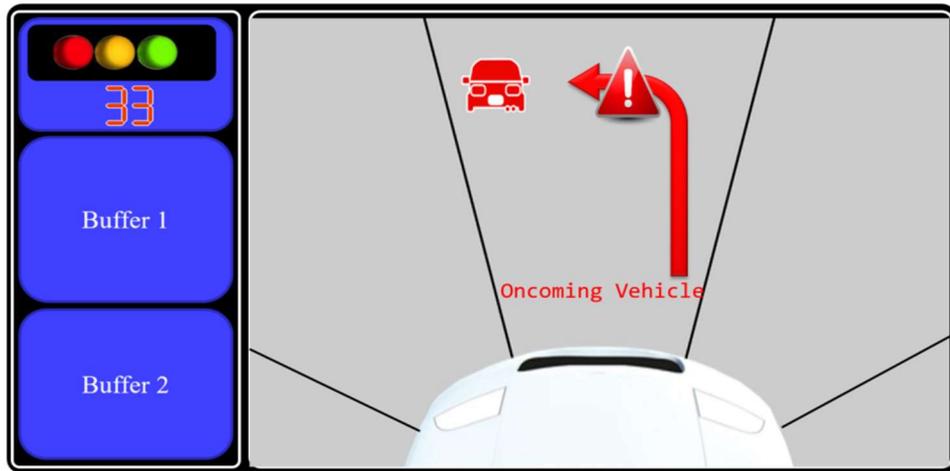


圖 4.4.2-10 LTA 警示畫面

- (2) LTA-Phase 2：自車於路口打左轉燈停車起步，速度大於 1km/hr 時，若對向來車將於警告(WARN)時間門檻值(5 秒)內迫近路口，提供駕駛警示如圖 4.4.2-11。

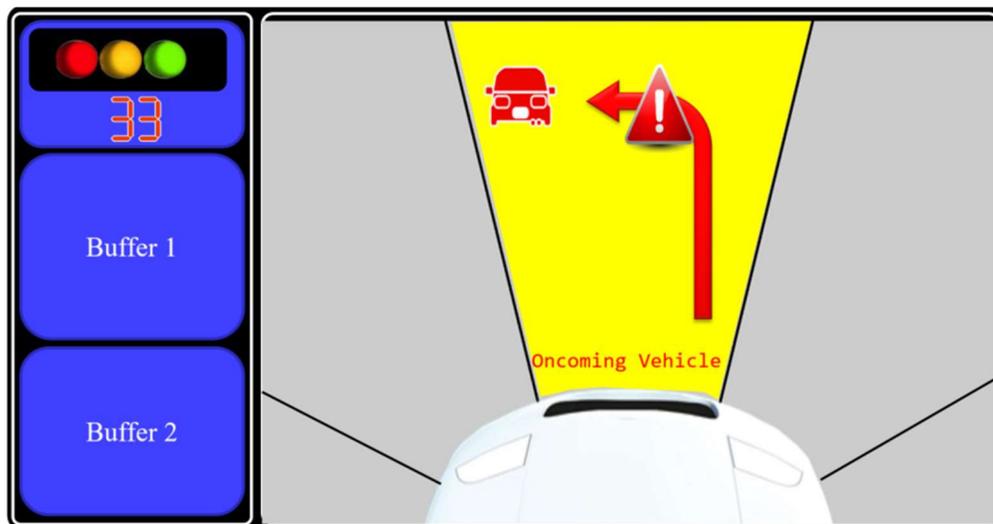
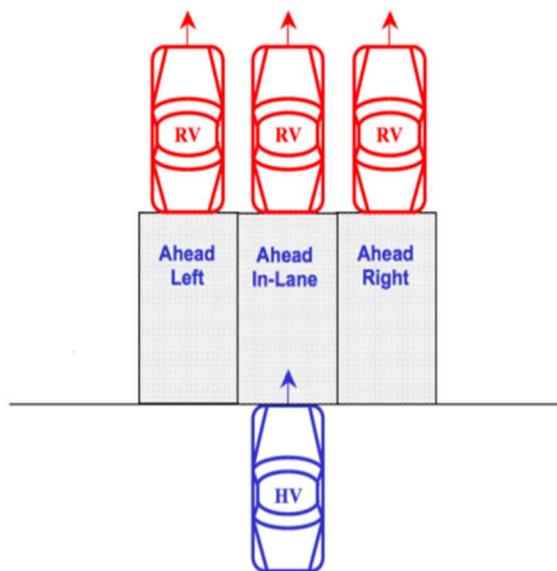


圖 4.4.2-11 LTA 碰撞警示畫面

### 3. EEBL(Emergency Electronic Brake Lights)：

EEBL 為一駕駛前方急煞警示系統，下圖為 EEBL 警示範圍的示意圖，包含駕駛前方車道與相鄰左右兩側車道，自車與前車縱向距離小於 300 公尺，橫向距離小於 5 公尺。

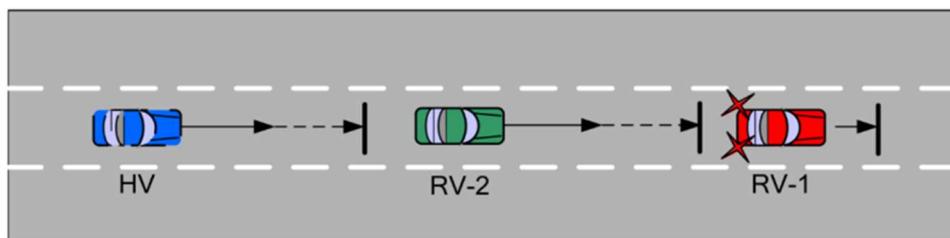


Relevant RV zones for the EEBL feature

資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-12 EEBL 警示範圍示意圖

其常見的警示情境為前方車輛突然降速警示。



資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-13 EEBL 行車情境示意圖

EEBL 提供前車警示能力，分為兩階段警示：第一階段 Phase 1 當前車在 EEBL 警示範圍內且自車擷取到前車的煞車燈號，自車顯示前方煞車警示；第二階段 Phase 2 可於最高車速 120 kph 條件下，滿足上述且當前車緊急煞車之減速度大於  $0.5G \pm 10\%$ ，即提供駕駛前方急煞畫面與聲音警示。其警示介面如下：

- (1) EEBL-Phase 1：當前車在 EEBL 警示範圍內且自車擷取到前車的煞車燈號，自車顯示前方煞車警示。

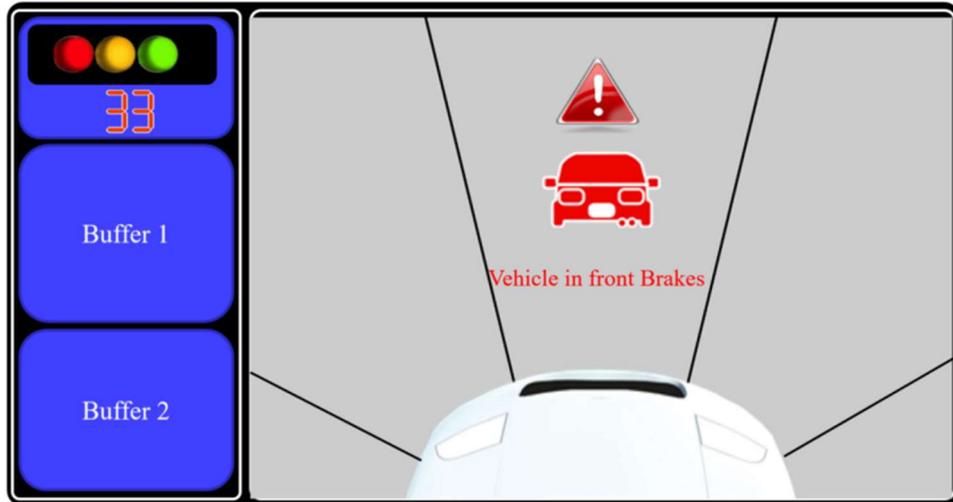


圖 4.4.2-14 EEBL 警示畫面

- (2) EEBL-Phase 2：可於最高車速 120 km/hr 條件下，滿足上述且當前車緊急煞車之減速度大於  $0.5G \pm 10\%$ ，即提供駕駛前方急煞畫面與聲音警示。

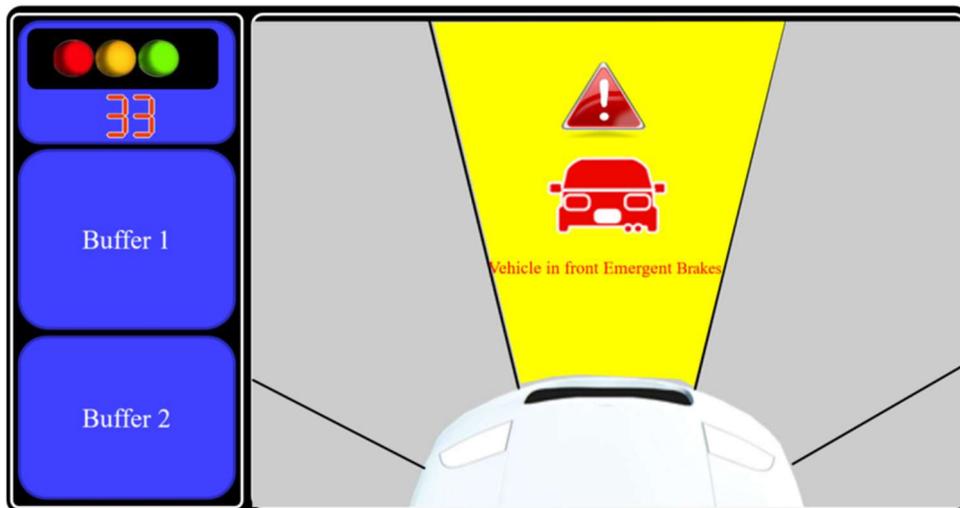
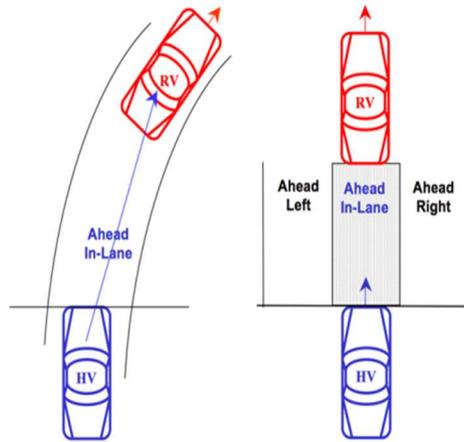


圖 4.4.2-15 EEBL 碰撞警示畫面

#### 4. FCW(Forward Crash Warning)

FCW 為一駕駛前方碰撞警示系統，下圖為 FCW 警示範圍的示意圖，僅包含駕駛前方車道且彎道上也能正常警示，自車與前車縱向距離小於 300 公尺，橫向距離小於 2 公尺。



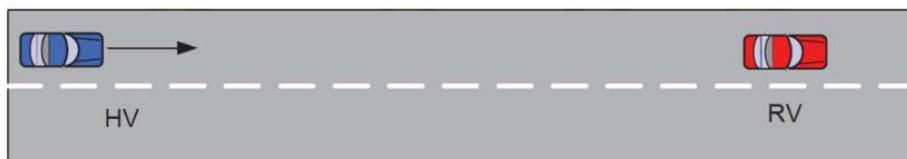
Relevant RV zones for FCW feature

資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-16 FCW 警示範圍示意圖

其常見的警示情境如下：

- (1) 前車靜止於同線道



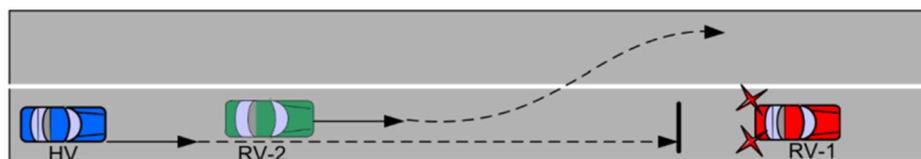
- (2) 前車在同線道急停



- (3) 前方車輛在同線道降速且有碰撞風險



- (4) 前方(複數)車輛有急停以及有阻礙形成碰撞風險的情形



資料來源：美國運輸部 CAMP 計畫

圖 4.4.2-17 FCW 行車情境示意圖

FCW 提供前車碰撞警示能力，可於最高車速 120 kph 條件下，當同車道的前車停止、緩慢前進、煞車或速度小於自車時，若自車可能於警告 (WARN) 時間門檻值(5 秒)內追撞前車，提供駕駛前車追撞畫面與聲音警示。其警示介面如下：

當同車道的前車停止、緩慢前進、煞車或速度小於自車時，若自車可能於警告(WARN)時間門檻值(5 秒)內追撞前車，即提供駕駛前車追撞畫面與聲音警示。

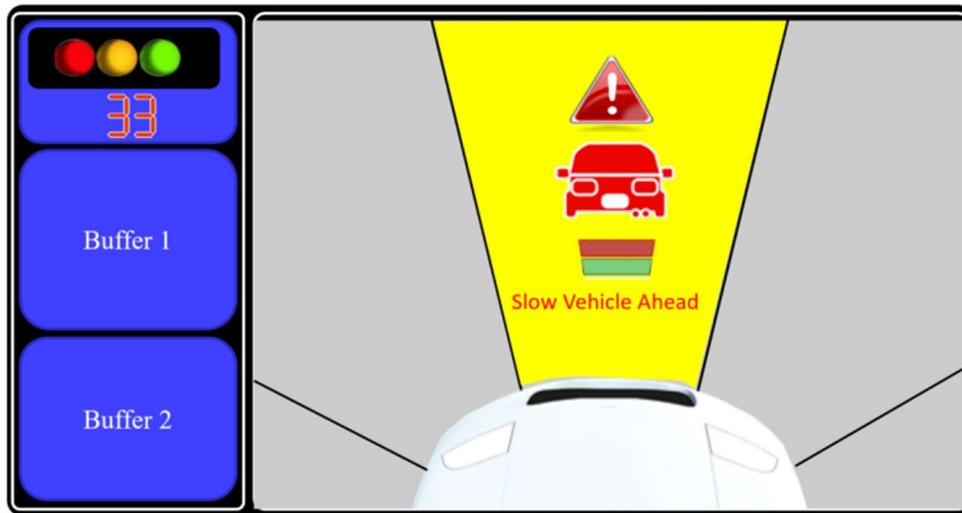


圖 4.4.2-18 FCW 警示畫面

本研究於不同車速組合下，測試 V2V 車對車行車安全警示的結果，並記錄成功警示與失敗警示次數。

表 4.4.2-1 FCW 測試情境規劃

CV 車速/ ADAS 車速	10kph	30kph	50kph
10kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
30kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
50kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數

## 二、情境二(R2V 路對車行車安全警示)

V2V 應用需要所有車輛都裝有 OBU，美國透過立法強制裝置車機，而美國以外的區域則不具此條件，而且台灣車輛密集、路口多具備交通號誌。為了克服市場初期 OBU 裝機率較低的問題，本計畫另外結合路側通訊、

雷達偵測與號誌資訊，建置符合 V2X 路口行車安全預警應用需求之路側系統。此系統利用架設於路口之毫米波雷達偵測不同方向的來車，使未裝載 OBU 的車輛一樣可以被偵測到，同時結合即時號誌時相資訊，以判斷來車是否即將闖越紅黃燈，給予駕駛更適當的警示。

透過 RSU 路側單元轉換雷達掃描路口之周遭車輛資訊並將車載資訊封裝於基本安全訊息中 (SAE J2735 BSM)，透過 DSRC 專屬短距通訊技術定期廣播，當 OBU 收到此訊息並解析後，與本身車子的資訊經由安全防撞系統演算法判斷是否會產生碰撞來警示駕駛者，換句話說，當有裝機車輛通過路口時，其 OBU 能接收到所有車輛之動態 (包含位置、速度、方向等)，就如同未來 V2V 完全普及之狀態，車上顯示的警示介面與 V2V 一致。

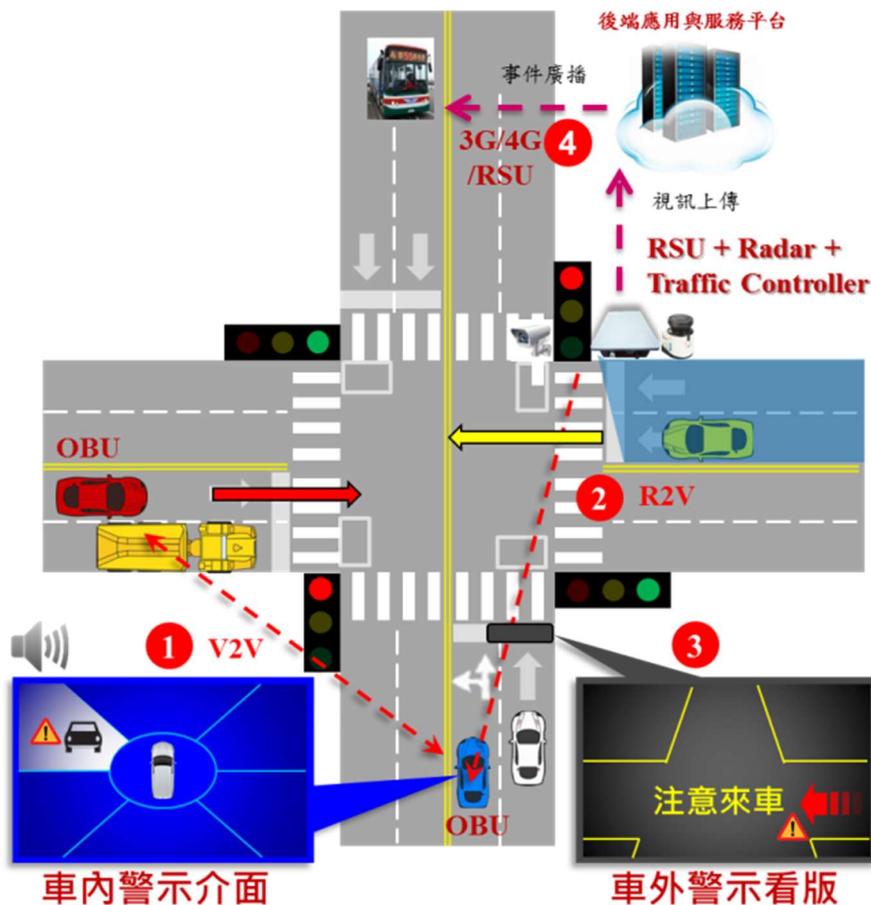
本計畫將於不同車速組合下，測試 R2V 路對車行車安全警示的結果，並記錄成功警示與失敗警示次數。

表 4.4.2-2 R2V 測試情境規劃

CV 車速/ ADAS 車速	10kph	30kph	50kph
10kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
30kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
50kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數

### 三、情境三(CMS 資訊看板路口行車安全警示)

此系統還會連結至道路資訊看板，提供車外的警示資訊，使未裝載 OBU 的車輛也能得到安全保障，而裝有 OBU 的車輛則可得更即時的車內警示。以 IMA 路口防撞警示為例，系統於橫向車輛即將闖越紅黃燈 5 秒前，在 CMS 看板以閃爍”左方來車”或”右方來車”的方式提供警示。當 RSU 收到號誌狀態為黃紅燈 (更新頻率達 1Hz)，且透過毫米波電偵測到橫向來車(更新頻率達 50Hz)，此路側系統依據車輛之位置及速度、速度、加減速度判斷該車輛是否將於 5 秒後通過該方向路口停止線，如條件滿足將觸發 CMS 看板提供警示對應方向之來車警示，並持續閃爍 2 秒鐘，給縱向來車有足夠的時間反應。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-19 V2X 路口安全警示輔助應用

本計畫將於不同車速組合下，測試 CMS 資訊看板路口行車安全警示的結果，並記錄成功警示與失敗警示次數。

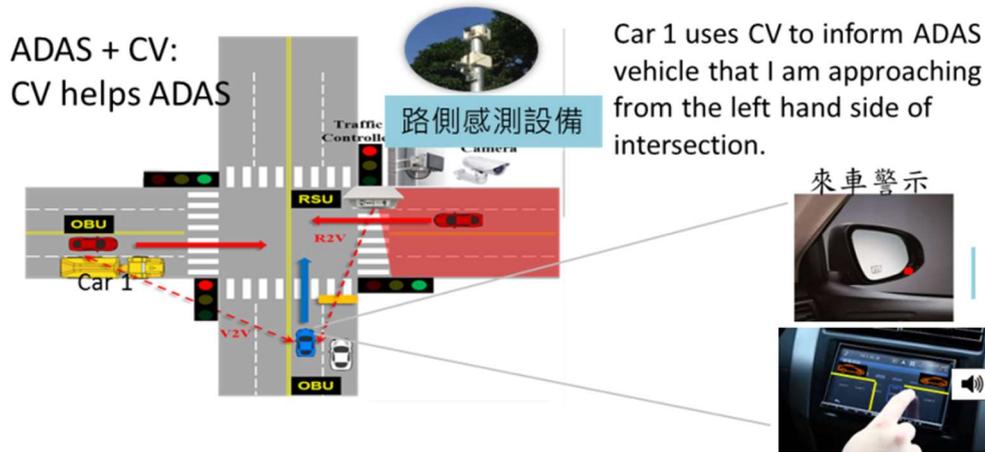
表 4.4.2-3 CMS 測試情境規劃

CV 車速/ ADAS 車速	10kph	30kph	50kph
10kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
30kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
50kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數

四、情境四(ADAS 車輛之感測器於十字路口會因路口建築物影響感測器之感測範圍，進而導致感測失效發生碰撞危險)

利用 CV 技術，RSU 偵測十字路口左右來車，當有車輛接近十字路口

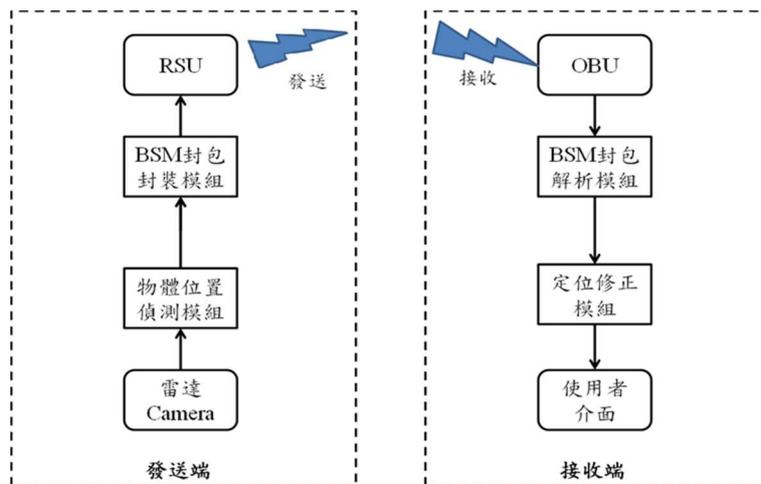
時，利用 CV 技術將來車資訊(車速、與路口距離、等等)傳送給其他方向來車。當其他來車接收到 CV 資料後，依據車速、與路口距離等訊息判斷是否有碰撞危險，如有碰撞危險，則依據危險程度進行警示圖、警示燈、警示音通知駕駛者。其情境圖 4.4.2-20 所示。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-20 情境四圖示

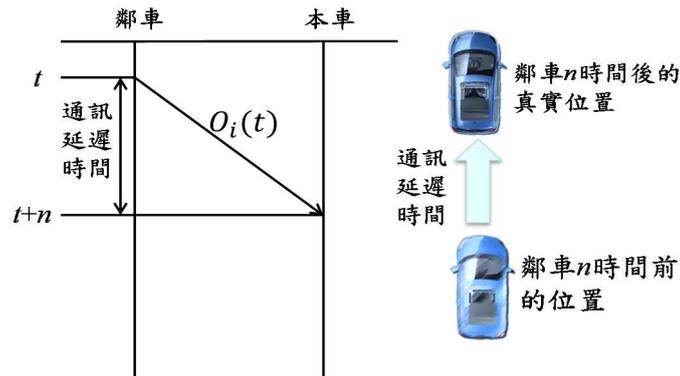
在 RSU 路側裝置裝設攝影機/毫米波雷達，其資訊傳送到物體位置偵測模組，用以偵測物體的相對位置，搭配全球導航衛星系統與經緯度擷取模組，物體的相對位置以 RSU 的經緯度位置作為基準進行座標轉換，可以取得物體的絕對經緯度位置，最後透過 BSM 封包封裝模組傳送給其他來車。當其他來車經由 OBU 接收到 RSU 傳送的 BSM 封包後，將進行 BSM 封包解析，與定位修正模組進行定位修正，取得 RSU 所發送的物體絕對經緯度座標後，可進行碰撞危險估算。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-21 協同式定位技術

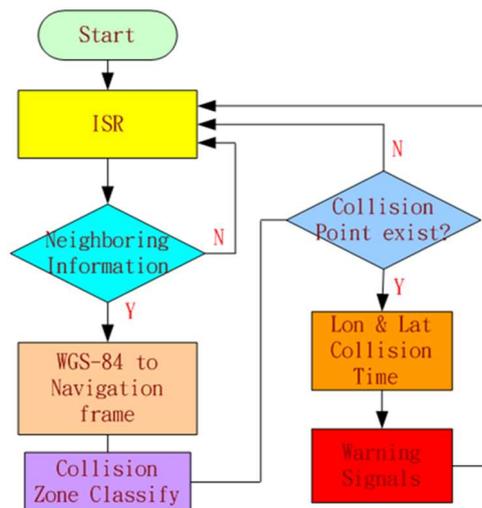
如圖 4.4.2-22 的 R2V 定位修正技術需處理無線封包傳送時，因為不可預測的原因、訊息干擾、訊號碰撞、反射或多重路徑影響等因素，會造成封包傳送延遲或封包傳送失敗，假設車輛速度為 60 公里/小時，即相當於每 100ms，車輛前進 1.67 公尺。因此，每延遲 100ms 時間接收到封包將造成 1.67 公尺的誤差，若再加上其他感測器偵測時間的誤差，當車輛位於路口時，將產生車輛安全應用的失誤，所以本接收端定位修正技術用以計算其延遲時間，修正回物體真實的座標位置。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-22 R2V 定位修正技術

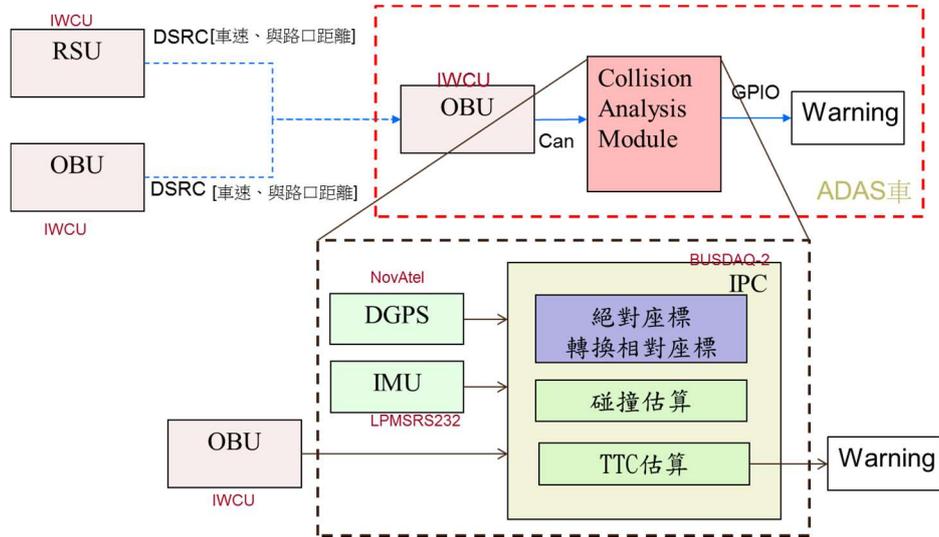
如圖 4.4.2-23 的碰撞分析模組，當其他車輛的 OBU 收到 RSU 所發送的物體絕對經緯度座標位置後，根據碰撞演算法進行碰撞機率的計算，當偵測到碰撞點(Collision Point)存在時，即會發出碰撞警示給駕駛。這些資料將參考美國密西根大學之 DAS1 封包儲存於車載行車資料中，並透過 DSRC 或 3G/4G 網路傳送到後台資料庫中儲存，用以分析路口碰撞情境。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-23 碰撞分析模組

針對此應用情境，ADAS 車輛將搭載 OBU，用來接收路側 RSU 以及其他車輛的 OBU 所傳送的車速以及距離資訊，ADAS 車輛收到車速以及距離訊息後利用碰撞分析模組分析是否進行碰撞危險警示。碰撞分析模組 (Collision Analysis Module) 包含絕對座標與相對座標轉換功能、碰撞估算功能以及 TTC 估算功能。當有碰撞危險產生時則進行警示。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-24 情境四運作流程圖

本計畫以光華路-光華六路口(如圖 4.4.2-25，或其他相似類型路口)來執行情境四之資料蒐集以及實驗測試。



資料來源：本計畫整理

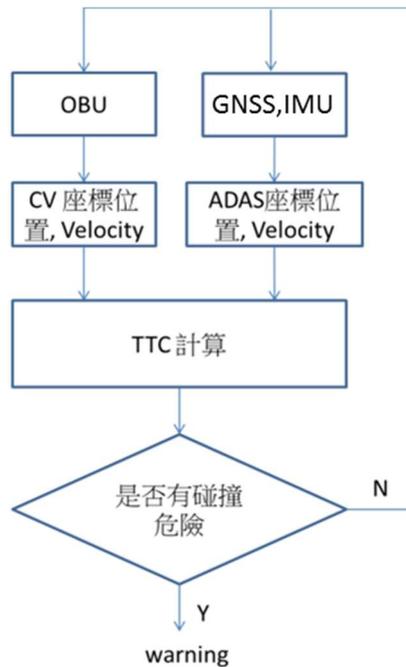
圖 4.4.2-25 光華路-光華六路口

將 ADAS 車輛行駛於光華路上，由中興新村牌樓往中創園區方向行駛，另一台 CV 車輛行駛於光華六路上，由光華四路一街往光華路方向行駛。ADAS 車輛從距離路口 500m 處以等低速、中速、高速方式往路口方向行駛(低速：10kph，中速：30kph，高速：50kph)，行駛於光華六路上之 CV 車輛，同樣以等低、中、高速方式往路口方向行駛(低速：10kph，中速：30kph，高速：50kph)，製造不同車速下，路口警示系統的測試結果，並記錄成功警示與失敗警示次數。

表 4.4.2-4 情境四不同車速測試規劃

CV 車速 / ADAS 車速	10kph	30kph	50kph
10kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
30kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
50kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數

情境四之實驗執行流程如圖 4.4.2-26 所示，ADAS 車輛持續由全球導航衛星系統以及慣性測量單元得到 ADAS 車輛座標位置以及車速，同時由 OBU 接收 CV 車輛之座標位置以及 CV 車速，將這些訊息利用 TTC 計算碰撞時間，如計算結果有撞危險發生，則進行警示。



資料來源：本計畫整理

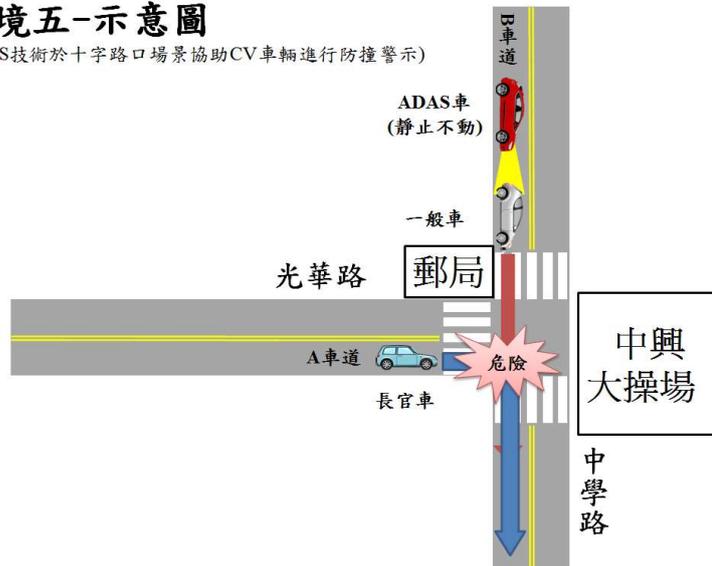
圖 4.4.2-26 情境四執行流程

## 五、情境五(ADAS 技術於十字路口場景協助 CV 車輛進行防撞警示)

假設存在一 CV 車輛 Car2 於十字路口，且同時存在一無安裝 ADAS 與 CV 之車輛 Car 1 於對向路口接近十字路口，如圖 4.4.2-27 所示。因 Car 1 無 ADAS 設備且無 CV 設備，因此當 Car 1 接近路口時，CV 車輛 Car 2 無法得知 Car 1 存在，因此兩車會有碰撞危險發生。當 Car 1 後方存在一 ADAS 車輛，ADAS 車輛可利用所偵測到與 Car 1 的相對距離以及 ADAS 車輛與路口的距離而得知 Car 1 與路口的距離，ADAS 車輛將 Car 1 與路口的距離以及 Car 1 車速經由 CV 技術傳送給 Car 2，當 Car 2 接收到 CV 資料後，依據車速、與路口距離等訊息即可判斷是否有碰撞危險，如有碰撞危險，則依據危險程度進行警示圖、警示燈、警示音通知駕駛者。

### 情境五-示意圖

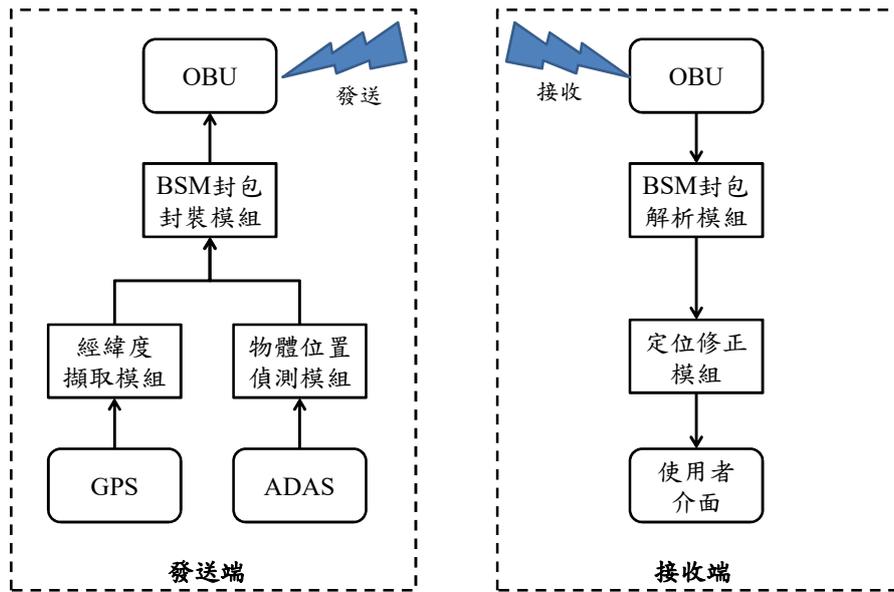
(ADAS技術於十字路口場景協助CV車輛進行防撞警示)



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-27 情境五圖示

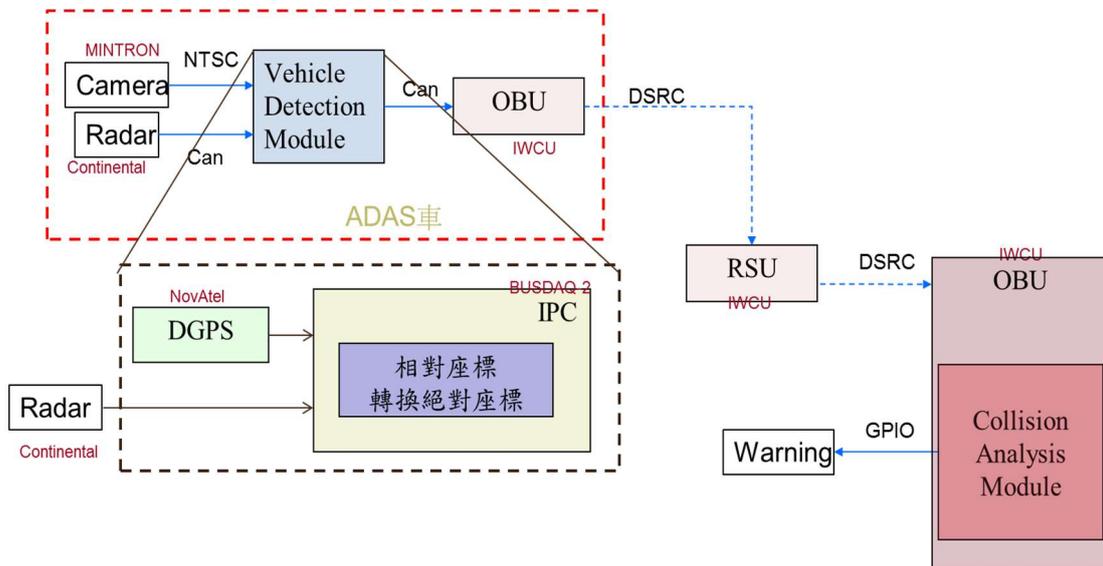
參考圖 4.4.2-28，在車輛中裝設 ADAS 設備與系統，用以偵測物體的存在與其相對經緯度座標，搭配本車搭載之全球導航衛星系統與經緯度擷取模組，物體的相對位置以車輛的經緯度位置作為基準進行座標轉換，可以取得物體的絕對經緯度位置，最後透過 BSM 封包封裝模組傳送給其他來車。當其他來車接收到他車傳送的 BSM 封包後，將進行 BSM 封包解析，並經由定位修正模組進行定位修正，取得其所發送的物體絕對經緯度座標後，進行碰撞危險估算。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-28 V2V 協同式定位技術

針對此應用情境，ADAS 車輛將搭載車前攝影機與車前雷達，利用車前攝影機與車前雷達進行前方車輛偵測，計算出前方車輛與十字路口的距離後利用 OBU 以 DSRC 技術傳送資料給其他車輛之 OBU 進行碰撞危險警示，其流程圖請參閱圖 4.4.2-29。其中，因為感測器偵測到的障礙物資訊為相對座標，因此 VD 須包含相對座標轉絕對座標的功能。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-29 情境五運作流程圖

針對情境五，本計畫採用光華路-光華四路口(如圖 4.4.2-30，或其他相似類型路口)，作為一無號誌但配置有 RSU 之路口，來執行情境五之資料收集以及實驗測試。



資料來源：本計畫整理

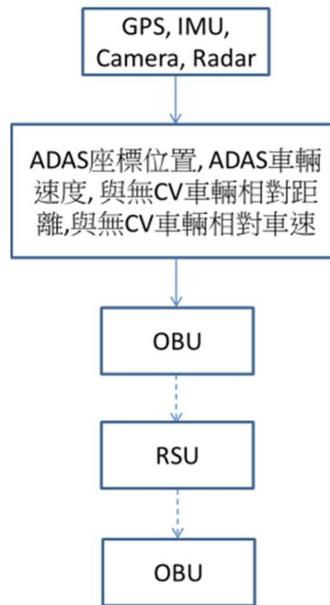
圖 4.4.2-30 光華路-光華四路口

將 CV 車輛行駛於光華路上，由中興新村牌樓往中創園區方向行駛，另一台 ADAS 與無 CV 車輛行駛於光華四路上，由光華四路一街往環山路方向行駛，無 CV 車輛行駛於 ADAS 車輛前方。CV 車輛從距離路口 500m 處以等低速、中速方式往路口方向行駛(低速：10kph，中速：30kph)，行駛於光華四路上之 ADAS 與無 CV 車輛，同樣以等低、中速方式往路口方向行駛(低速：10kph，中速：30kph)，製造不同車速下，路口警示系統的測試結果，並記錄成功警示與失敗警示次數。其中 ADAS 車輛與無 CV 車輛維持相距 20m-30m 的距離行駛。

表 4.4.2-5 情境五不同車速測試規劃

CV 車速/ADAS 車速	10kph	30kph
10kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數
30kph	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數	成功次數/實驗次數 失敗次數/實驗次數

情境五之實驗執行流程如圖 4.4.2-13 所示，ADAS 車輛持續由全球導航衛星系統得到本車座標位置以及利用攝影機、雷達偵測前方無 CV 之車輛，並利用慣性測量單元得到 ADAS 車輛車速，同時藉由 OBU 傳送與無 CV 車輛之相對距離、相對車速、ADAS 車輛座標位置以及 ADAS 車輛車速，RSU 接收 OBU 之訊息，再將訊息傳送給 CV 車輛提供警示。



資料來源：本計畫整理

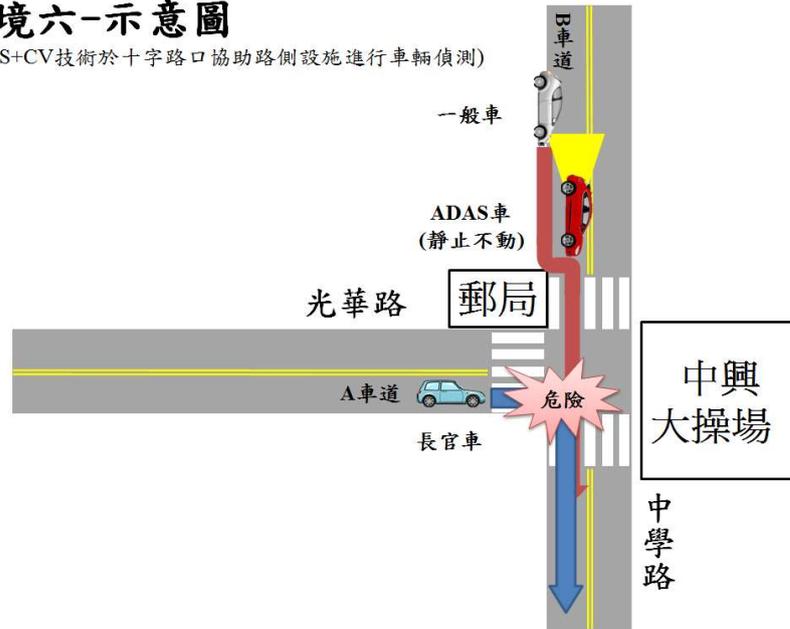
圖 4.4.2-31 情境五執行流程圖

#### 六、情境六(ADAS+CV 技術於十字路口協助路側設施進行車輛偵測)

雖然在十字路口裝設路側設施，仍然會有偵測不到的情況發生。當路側設施架設於路口進行來車偵測時，有可能因為其他車輛的遮蔽而造成偵測不到被遮蔽的車輛，進而造成碰撞危險發生；因此當存在有 ADAS 車輛時，ADAS 車輛可利用 BSD 協助偵測被遮蔽的車輛。BSD 系統利用安裝於車輛左右後照鏡下方的攝影機進行車輛左右車道的物體偵測。因此當有車輛被 BSD 偵測到時，ADAS 車輛可利用 CV 技術將偵測到的車輛訊息傳送到 RSU 進行告知，RSU 再利用 CV 技術將警示訊息傳送給其他方向來車，以解決因車輛遮蔽而造成碰撞危險發生的情形。情境如圖 4.4.2-32 所示，ADAS 車輛利用 BSD 技術偵測左方車輛 Car 1 以及右方機動車，再將偵測結果以 CV 技術傳送給 RSU，RSU 同樣以 CV 技術將來車訊息傳送給 Car 2 提供來車警示避免碰撞發生。

## 情境六-示意圖

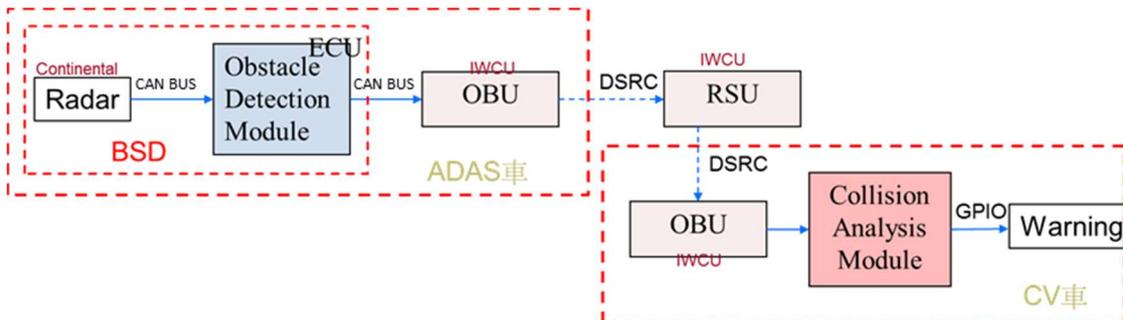
(ADAS+CV技術於十字路口協助路側設施進行車輛偵測)



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-32 情境六圖示

本計畫將於後保桿左右側搭載毫米波雷達進行左右後方車道內障礙物偵測，毫米波雷達經由 CANBus 介面傳送給障礙物偵測模組(Obstacle Detection Module)，障礙物偵測模組將偵測結果利用 OBU 將資料傳送給 RSU，RSU 再經由 DSRC 介面將資料傳送給其他車輛之 OBU 進行碰撞危險警示。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-33 情境六運作流程圖

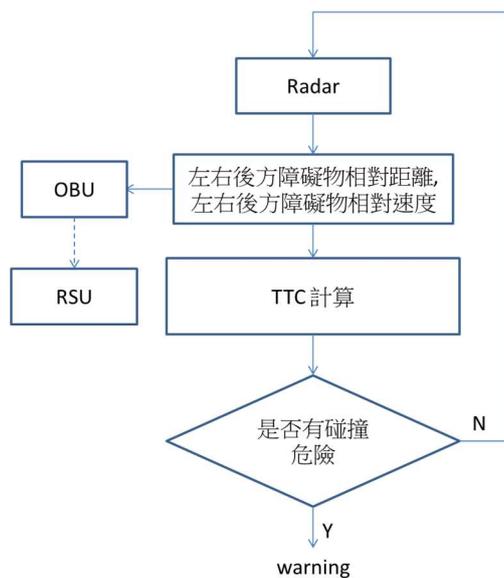
針對情境六，本計畫將採用中正路-中學路口(如圖 4.4.2-34，或其他相似類型路口)，作為一流量較大且配置有 RSU 之路口，來執行情境六之資料收集以及實驗測試。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-34 中正路-中學路口

將 ADAS 車輛行駛於中正路上，由中創園區往中興新村牌樓方向行駛，ADAS 車輛行經中正路與中學路口時以等低速、中速、高速方式行駛（低速：10kph，中速：30kph，高速：50kph），期間紀錄 BSD 系統警示成功與失敗次數，並將偵測到之左後方障礙物透過 OBU 傳送給 RSU 進行廣播。情境六之實驗執行流程如圖 4.4.2-35 所示，ADAS 車輛持續由左右後方 Rada 偵測障礙物，將得到之障礙物相對距離以及相對速度利用 OBU 傳送給 RSU 進行廣播。ADAS 車輛同時進行碰撞危險判定，如果與障礙物有碰撞危險發生時，則進行警示。

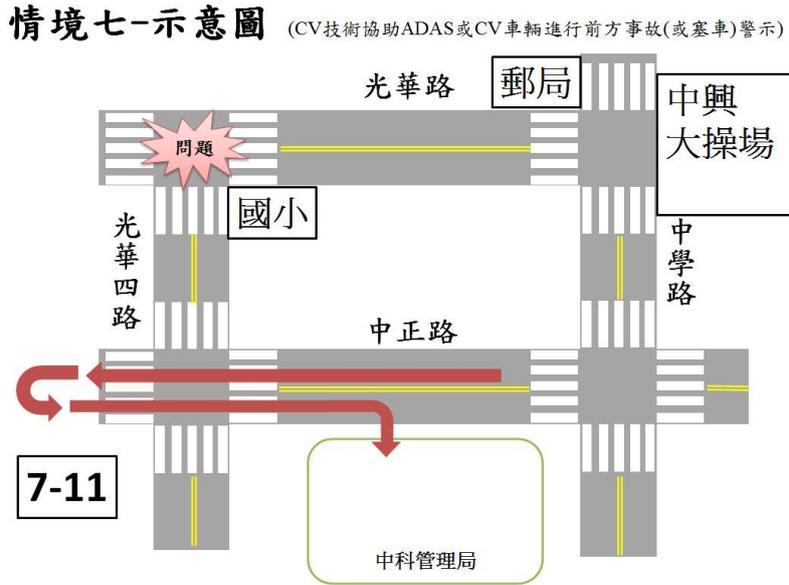


資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-35 情境六執行流程圖

七、情境七(CV 技術協助 ADAS 或 CV 車輛進行前方事故(或塞車)警示)

假設於同向多路口裝設路側設施，RSU 利用 CV 技術可將路側設施所偵測到的車流訊息進行廣播，當 ADAS 車輛或 CV 車輛上的 OBU 接收到來自前方遠處的車流訊息時，如發現前方有事故發生或是塞車，則 ADAS 系統進行警示提醒駕駛者注意。因此 ADAS 駕駛者可因應交通流量情況改變駕駛路徑，進而改善車流。情境如圖 4.4.2-36 所示。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-36 情境七圖示

針對此應用情境，ADAS 車輛將搭載 OBU，用來接收路側 RSU 所傳送的事務或塞車資訊，ADAS 車輛收到事故或塞車資訊後利用路徑規劃模組分析是否進行路徑重新規劃。

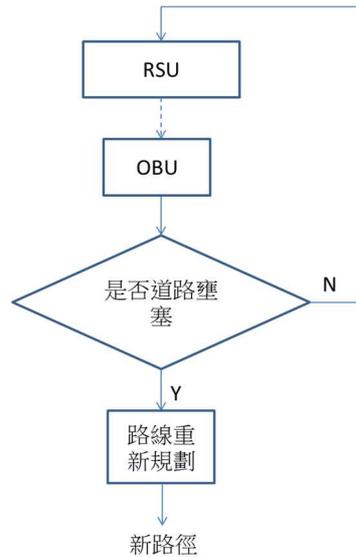


資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-37 情境七運作流程圖

針對情境七，本計畫將採用中正路-光華四路口(或其他相似類型路口)，作為兩流量較大且配置有 RSU 之路口，來執行情境七之資料收集以及實驗測試。情境七之實驗執行流程如圖 4.4.2-38 所示，將 ADAS 車輛行駛於中正路上，由中創園區往中興新村牌樓方向行駛，持續接收來自 RSU 的道路壅塞資訊，若收到道路壅塞資訊，則 ADAS 車輛進行路線重新規劃，並

提供建議之路徑。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4.2-38 情境七執行流程圖

#### 八、情境八(闖紅燈車輛警示)

路側 RSU 即時取得號誌資訊，透過 SAE J2735 中的 SPAT 及 MAP 訊息定期廣播路口號誌時相資訊，同時搭配路側雷達偵測路口來車動態，並利用 SAE J2735 BSM 訊息將路口車輛動態廣播給周遭車輛。當車輛接近路口時，OBU 透過 SPAT 及 MAP 取得路口時相，當本車行車方向為綠燈(即前方路口橫向為紅燈)，且接收到前方路口橫向來車速度過快時，啟動前方有闖紅燈車輛警示，提醒駕駛注意前方闖紅燈車輛。

#### 九、情境九(故障車輛警示)

當車輛故障時，駕駛啟動故障警示燈，OBU 會將此警示狀態利用 SAE J2735 RSA 訊息廣播給周遭車輛，其他車輛接收到該警示訊息且即將行經該故障車輛所在位置前，OBU 會透過警示介面及聲音提醒駕駛注意前方故障車輛。

### 4.5 ADAS 與 CV 整合之研發實驗場域車輛運行測試規劃

表 4.5.1 本計畫測試項目及目的說明列表

項次	項目代號	目的
1	LTA-T1	提供車輛打左轉方向燈靜止起步時，若十字路口對向車道車輛對自車具有碰撞威脅，警示駕駛之能力

項次	項目代號	目的
2	LTA-T2	提供車輛打左轉方向燈但處於靜止狀態，若有十字路口對向車道車輛進入路口，自車僅提供提醒，不需提供警示
3	LTA-T3	測試自車打左轉方向燈靜止起步後，若十字路口對向車道車輛不會對自車產生威脅，自車不會被多餘警示干擾。
4	IMA-T1	測試靜止於十字路口停止線前之車輛，遭遇十字路口橫向車道車輛以不同速度靠近並可能發生碰撞時，起步瞬間可獲得警示
5	IMA-T2	測試靜止於十字路口停止線前之車輛，遭遇十字路口橫向車道車輛以不同速度靠近並可能發生碰撞時，靜止之車輛不需得到多餘警示
6	IMA-T3	測試迫近十字路口之車輛，遭遇十字路口橫向車道車輛以不同速度逼近並可能發生碰撞時，可獲得警示
7	EEBL-T1	測試在 EEBL 警示範圍內，當前車緊急煞車時，若其減速度大於 $0.5g \pm 10\%$ ，自車可提供警示
8	EEBL-T2	測試不在 EEBL 警示範圍內，當前車緊急煞車時，即使其減速度大於 $0.5g \pm 10\%$ ，自車仍不需提供警示

資料來源：本計畫整理 (2017)

#### 一、情境一

(一)測試目的：透過 V2V 車間通訊，直接讓 2 台 CV 車車輛交換彼此的位置、車速等資訊，以警示駕駛人危險方向的來車，提供包括 IMA、LTA、EEBL 等行車安全警示，達到安全預警的效果。

(二)測試環境：以光華路-光華四路口來執行情境一之資料收集以及實驗測試，考量測試時可能會造成其他車輛的危險，測試時須做適當範圍的交通維持。



圖 4.5.1 光華路-光華四路口

1. 測試案例編號：LTA-T1

(1)測試示意圖：

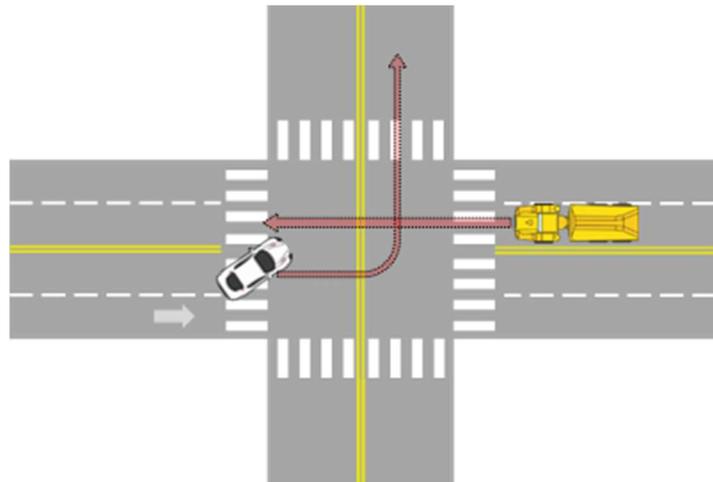


圖 4.5.2 測試示意圖(LTA-T1)

(2)測試目的：提供車輛打左轉方向燈靜止起步時，若十字路口對向車道車輛對自車具有碰撞威脅，警示駕駛之能力。

(3)測試程序：

- 測試前自車距他車前方 50 公尺，他車位於自車前方並於對向車道上。
- 測試時自車靜止並打左轉方向燈，他車直線行駛，自車於他車 5 秒內會進入路口時起步。

2. 測試案例編號：LTA-T2

(1)測試示意圖：

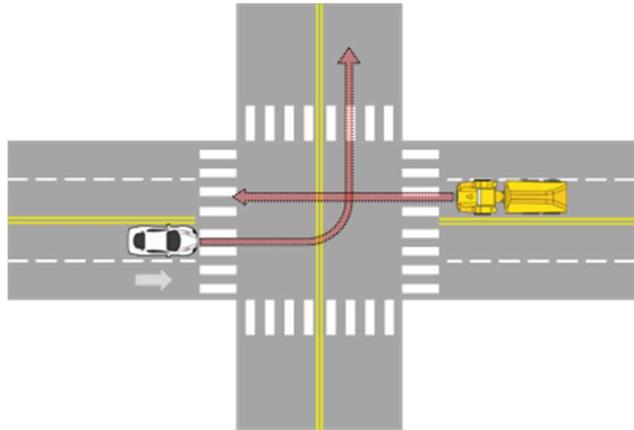


圖 4.5.3 測試示意圖(LTA-T2)

(2)測試目的：提供車輛打左轉方向燈但處於靜止狀態，若有十字路口對向車道車輛進入路口，自車僅提供提醒，不需提供警示。

(3)測試程序：

- 測試前自車距他車前方 50 公尺，他車位於自車前方並於對向車道上。
- 測試時自車靜止並打左轉方向燈，他車直線行駛，自車於他車行駛進路口時收到提醒。

### 3. 測試案例編號：LTA-T3

(1)測試示意圖：

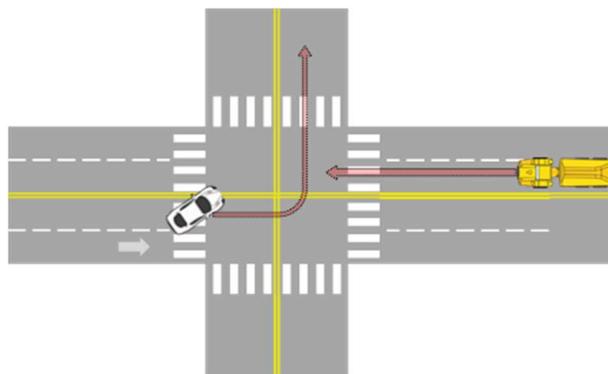


圖 4.5.4 測試示意圖(LTA-T3)

(2)測試目的：測試自車打左轉方向燈靜止起步後，若十字路口對向車道車輛不會對自車產生威脅，自車不會被多餘警示干擾。

(3)測試程序：

- 測試前自車距路口前方 5 公尺，他車離路口前方 100 公尺處，兩車同時起步向前行駛。
- 測試後自車打左轉方向燈靜止起步後，沒得到提醒與警示。

#### 4. 測試案例編號：IMA-T1

##### (1)測試示意圖：

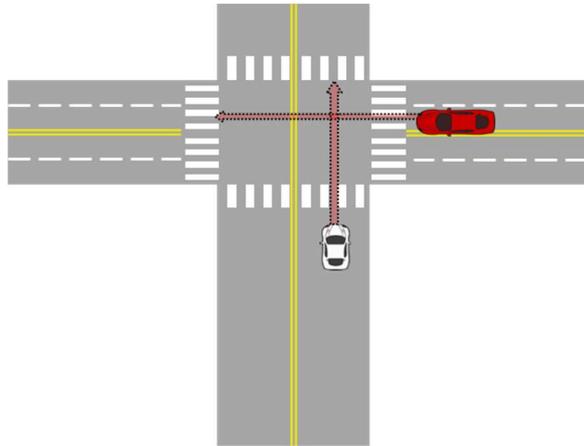


圖 4.5.5 測試示意圖(IMA-T1)

(2)測試目的：測試靜止於十字路口停止線前之車輛，遭遇十字路口橫向車道車輛以不同速度靠近並可能發生碰撞時，起步瞬間可獲得警示。

##### (3)測試程序：

- 測試前自車靜止於十字路口停止線前，他車位於橫向車道停止線前方 50 公尺處。
- 測試時自車靜止，他車直線行駛通過路口，自車於他車 5 秒內會到達路口時起步。

#### 5. 測試案例編號：IMA-T2

##### (1)測試示意圖：

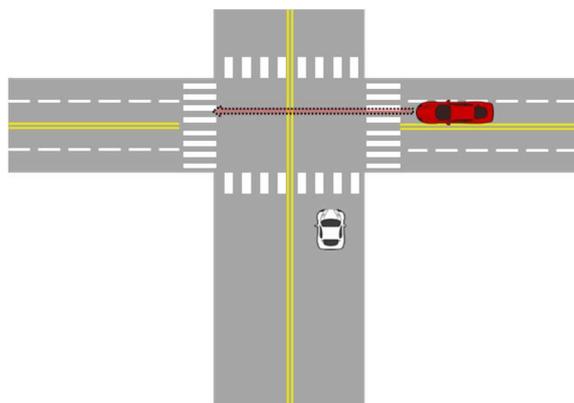


圖 4.5.6 測試示意圖(IMA-T2)

(2)測試目的：測試靜止於十字路口停止線前之車輛，遭遇十字路口橫向車道車輛以不同速度靠近並可能發生碰撞時，靜止之車輛不需得到多餘警

示。

(3)測試程序：

- 測試前自車靜止於十字路口停止線前，他車位於橫向車道停止線前方 50 公尺處。
- 測試時自車靜止，他車直線行駛並通過路口。

6. 測試案例編號：IMA-T3

(1)測試示意圖：

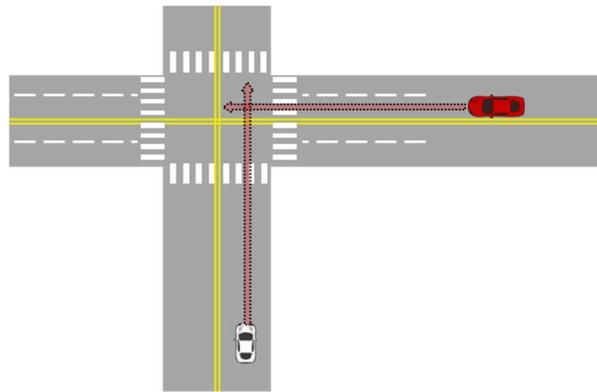


圖 4.5.7 測試示意圖(IMA-T3)

(2)測試目的：測試迫近十字路口之車輛，遭遇十字路口橫向車道車輛以不同速度逼近並可能發生碰撞時，可獲得警示。

(3)測試程序：

- 測試前自車靜止於十字路口停止線前方 100 公尺處，他車位於橫向車道停止線前方 100 公尺處。
- 測試時自車與他車等速直線行駛逼近路口，自車於他車 5 秒內會到達路口時得到警示。

7. 測試案例編號：EEBL-T1

(1)測試示意圖：

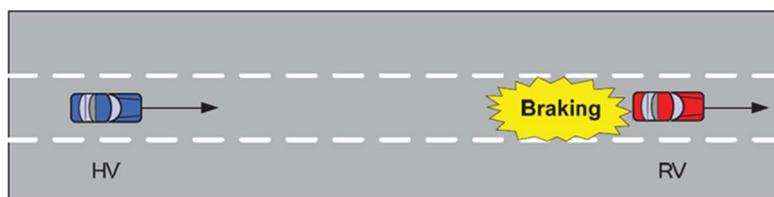


圖 4.5.8 測試示意圖(EEBL-T1)

(2)測試目的：測試在 EEBL 警示範圍內，當前車緊急煞車時，若其減速度大於  $0.5g \pm 10\%$ ，自車可提供警示。

(3)測試程序：

- 前車與自車同車道，前車出發加速至 40 kph 後維持等速前進。
- 自車出發加速至 40 kph 後維持等速前進，並且與前車保持至少 5 秒距離(56 公尺)。
- 當兩車皆等速且維持一段距離，前車緊急煞車至停住。
- 自車顯示警示後煞停。

#### 8. 測試案例編號：EEBL-T2

(1)測試示意圖：

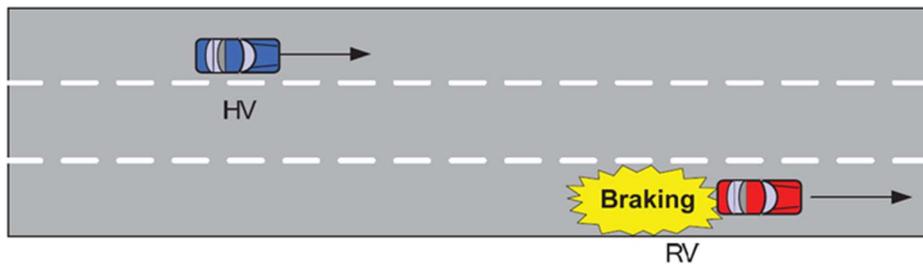


圖 4.5.9 測試示意圖(EEBL-T2)

(2)測試目的：測試不在 EEBL 警示範圍內，當前車緊急煞車時，即使其減速度大於  $0.5g \pm 10\%$ ，自車仍不需提供警示。

(3)測試程序：

- 前車在自車右邊第二車道，前車出發加速至 40kph 後維持等速前進。
- 自車出發加速至 40kph 後維持等速前進，並且與前車保持至少 5 秒距離(56 公尺)。
- 當兩車皆等速且維持一段距離，前車緊急煞車至停住。
- 自車觀察是否顯示警示後煞停。

## 二、情境二

(一) 測試目的：透過 RSU 轉換雷達掃描路口之周遭車輛動態資訊，透過 DSRC 定期廣播，當 OBU 收到此訊息並解析後，能接收到所有車輛之動態 (包含位置、速度、方向等)，以警示駕駛人危險方向的來車，提供包括 IMA、LTA 等行車安全警示，達到安全預警的效果。

(二) 測試環境：以中正路-中學路口來執行情境二之資料收集以及實驗測試，

考量測試時可能會造成其他車輛的危險，測試時須做適當範圍的交通維持。



圖 4.5.10 中正路-中學路口

(三) 參與設備及車輛：1 台 CV 車及 1 台一般車輛

(四) 重複情境一之測試情境 1~6，自車為 CV 車，他車為一般車輛，觀察 CV 車之警示介面是否正常作動。

### 三、情境三

(一) 測試目的：透過 RSU 掌握雷達掃描路口之周遭車輛動態資訊，利用 V2X 行車安全警示演算，當判斷路口有碰撞危險的情況時，於可變電子資訊看板提供 IMA、LTA 等行車安全警示資訊，使未裝載 OBU 的車輛也能得到安全保障。

(二) 測試環境：以中正路-中學路口來執行情境三之資料收集以及實驗測試，考量測試時可能會造成其他車輛的危險，測試時須做適當範圍的交通維持。



圖 4.5.11 中正路-中學路口

(三) 參與設備及車輛：2 台任何車輛(CV 或一般車輛均可)

(四) 重複情境一之測試情境 1 ~ 6，自車及他車為一般車輛，觀察路側 CMS 可變電子資訊看板之警示介面是否正常做動。

#### 四、情境四：ADAS 車防撞範圍測試

表 4.5.2 是 ADAS 車防撞範圍測試總表，說明每項測試的名稱與目的，詳細內容說明如後。

表 4.5.2 ADAS 車防撞範圍測試總表

車輛	實驗名稱	測試目的
Test1	無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試	ADAS 車輛之感測器於路口未能感應到左右來車，利用 CV 技術，增強 ADAS 感測器感測範圍
Test2	無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試	ADAS 車輛之感測器於路口未能感應到左右來車，另一台 ADAS 車從另一個路口行駛過來，比較兩台車之感測範圍
Test3	有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試	ADAS 車輛之感測器於路口未能感應到左右來車，另一台 ADAS 車從另一個路口行駛過來，比較兩台車之感測範圍

1. Test 1：無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試

(1)測試目的：ADAS 車輛之感測器於路口未能感應到左右來車，利用 CV 技術，增強 ADAS 感測器感測範圍。

(2)測試示意圖：

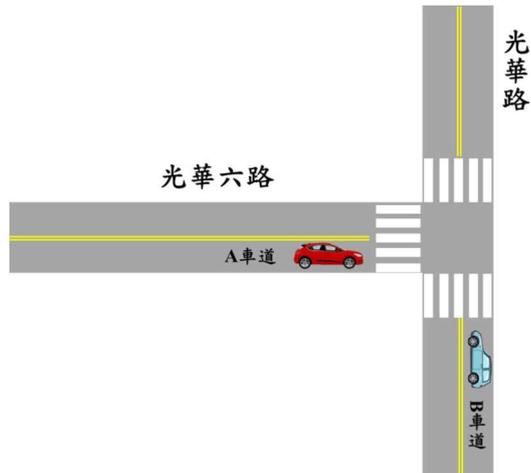


圖 4.5.12 測試示意圖(ADAS 車防撞範圍測試)

(3)測試環境：以光華路-光華六路口來執行情境四之資料收集以及實驗測試



圖 4.5.13 光華路-光華六路口

(4)參與設備及車輛：1 台 ADAS 車和 1 台 CV 車

(5)測試步驟：

- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 500 公尺
- 1 台 CV 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺
- ADAS 車和 CV 車同時加速，以時速 30 公里，朝路口方向前進
- 蒐集 ADAS 車的感測器，感測到 CV 車的行駛時間、感測器種類、TTC 和感測距離

2. Test2：無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試

(1)測試目的：ADAS 車輛之感測器於路口未能感應到左右來車，另一台 ADAS 車從另一個路口行駛過來，比較兩台車的感測範圍。

(2)測試示意圖：

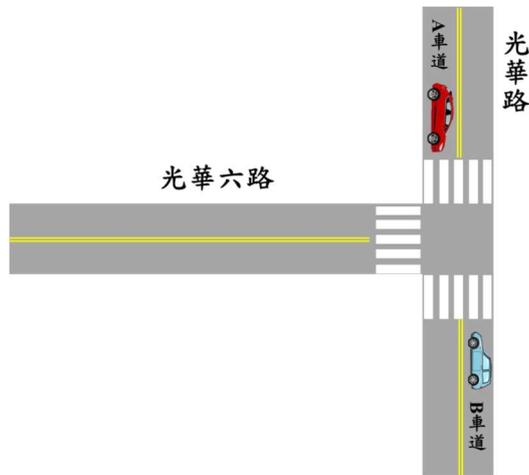


圖 4.5.14 測試示意圖(無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試)

(3)測試環境：以光華路-光華六路口來執行情境四之資料收集以及實驗測試



圖 4.5.15 光華路-光華六路口

(4)參與設備及車輛：2 台 ADAS 車

(5)測試步驟：

- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 500 公尺
- 1 台 ADAS 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺
- 2 台 ADAS 車同時加速，以時速 50 公里，朝路口方向前進
- 蒐集 ADAS 車的感測器，比較兩台 ADAS 車之數據

### 3. Test3：有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試

(1)測試目的：ADAS 車輛之感測器於路口未能感應到左右來車，另一台 ADAS 車從另一個路口行駛過來，比較兩台車的感測範圍。

(2)測試示意圖：

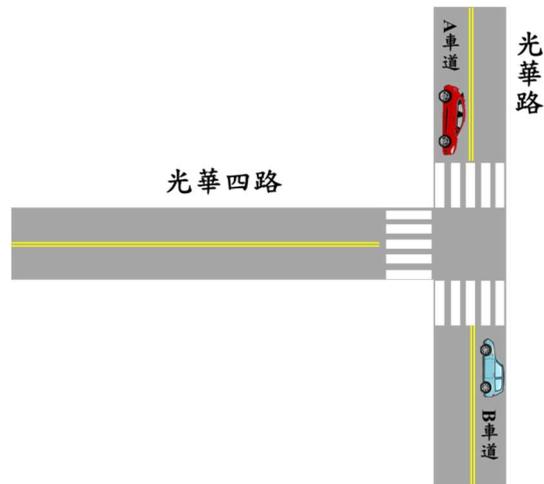


圖 4.5.16 測試示意圖(有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試)

(3)測試環境：以光華路-光華四路口來執行情境四之資料收集以及實驗測試



圖 4.5.17 光華路-光華四路口

(4)參與設備及車輛：2 台 ADAS 車

(5)測試步驟：

- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 500 公尺
- 1 台 ADAS 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺
- 2 台 ADAS 車同時加速，以時速 50 公里，朝路口方向前進
- 蒐集 ADAS 車的感測器，比較兩台 ADAS 車之數據

#### 五、情境五：CV 車前方防撞範圍測試

表 4.5.3 是 CV 車前方防撞範圍測試總表，講述每一個測試的名稱和目的，詳細內容後續會在說明。

表 4.5.3 CV 車前方防撞範圍測試總表

車輛	實驗名稱	測試目的
Test1	有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試	將 ADAS 車感測前方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送給後方 CV 車，用以協助進行碰撞判斷
Test2	無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試	將 ADAS 車感測前方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送到其他車道方向的 CV 車，用以協助進行碰撞判斷
Test3	無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試	將 ADAS 車感測前方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送給後方 CV 車，用以協助進行碰撞判斷

#### 1. Test1：有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試

(1)測試目的：將 ADAS 車感測前方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送給後方 CV 車，用以協助進行碰撞判斷。

(2)測試示意圖：

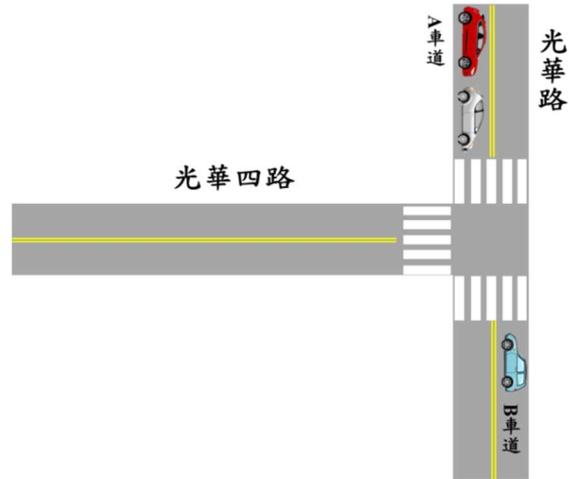


圖 4.5.18 測試示意圖(有交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試)

(3)測試環境：以光華路-光華四路口來執行情境五之資料收集以及實驗測試



圖 4.5.19 光華路-光華四路口

(4)參與設備及車輛：1 台 ADAS 車、1 台 CV 車和 1 台一般車

(5)測試步驟：

- 1 台一般車靜止於 ADAS 車前方，位於 A 方向車道，距離路口 500 公尺
- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 550 公尺
- 1 台 CV 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺
- 一般車、ADAS 車和 CV 車同時加速，以時速 50 公里，朝路口方向前進
- 蒐集 CV 車感測到一般車的行駛時間、感測器種類、TTC 和感測距離

## 2. Test2：無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試

(1)測試目的：將 ADAS 車感測前方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資

訊，並透過 CV 技術傳送到其他車道方向的 CV 車，用以協助進行碰撞判斷。

(2)測試示意圖：

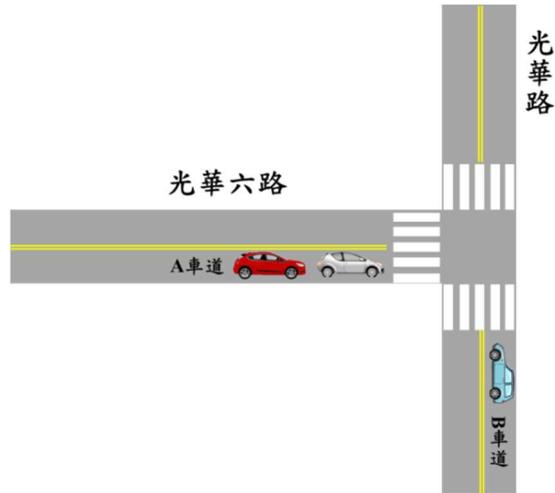


圖 4.5.20 測試示意圖(無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試)

(3)測試環境：以光華路-光華六路口來執行情境五之資料收集以及實驗測試。



圖 4.5.21 光華路-光華六路口

(4)參與設備及車輛：1 台 ADAS 車、1 台 CV 車和 1 台一般車

(5)測試步驟：

- 1 台一般車靜止於 ADAS 車前方，位於 A 方向車道，距離路口 500 公尺
- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 550 公尺
- 1 台 CV 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺

- 一般車、ADAS 車和 CV 車同時加速，以時速 30 公里，朝路口方向前進
- 蒐集 CV 車感測到一般車的行駛時間、感測器種類、TTC 和感測距離

### 3. Test3：無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試

(1)測試目的：將 ADAS 車感測前方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送給後方 CV 車，用以協助進行碰撞判斷。

(2)測試示意圖：

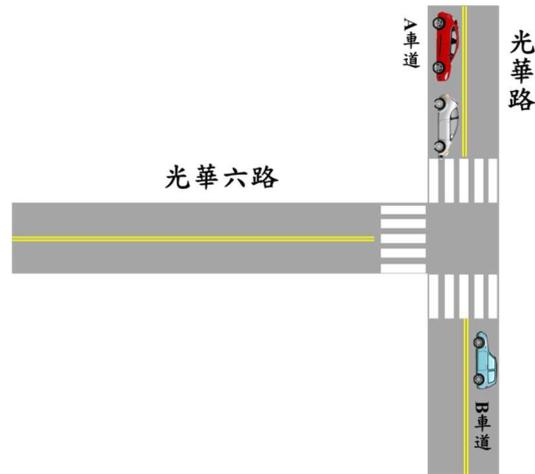


圖 4.5.22 測試示意圖(無交通號誌路口之對向車道防撞範圍測試)

(3)測試環境：以光華路-光華六路口來執行情境五之資料收集以及實驗測試



圖 4.5.23 光華路-光華六路口

(4)參與設備及車輛：1 台 ADAS 車、1 台 CV 車和 1 台一般車

(5)測試步驟：

- 1 台一般車靜止於 ADAS 車前方，位於 A 方向車道，距離路口 500 公尺。
- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 550 公尺。
- 1 台 CV 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺。
- 一般車、ADAS 車和 CV 車同時加速，以時速 30 公里，朝路口方向前進。
- 蒐集 CV 車感測到一般車的行駛時間、感測器種類、TTC 和感測距離。

#### 六、情境六：CV 車後方防撞範圍測試

表 4.5.4 是 CV 車後方防撞範圍測試總表，講述每一個測試的名稱和目的，詳細內容後續會在說明。

表 4.5.4 CV 車後方防撞範圍測試總表

車輛	實驗名稱	測試目的
Test1	有交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試	將 ADAS 車感測後方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送到其他車道方向的 CV 車，用以協助進行碰撞判斷
Test2	無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試	將 ADAS 車感測後方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送到其他車道方向的 CV 車，用以協助進行碰撞判斷

##### 1. Test1：有交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試

(1)測試目的：將 ADAS 車感測後方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送到其他車道方向的 CV 車，用以協助進行碰撞判斷。

(2)測試示意圖：

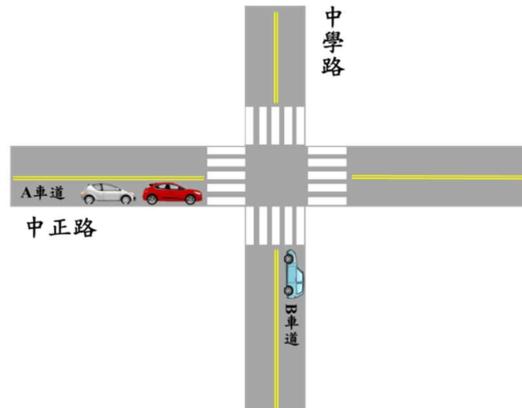


圖 4.5.24 測試示意圖（有交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試）

(3)測試環境：以中正路-中學路口來執行情境六之資料收集以及實驗測試

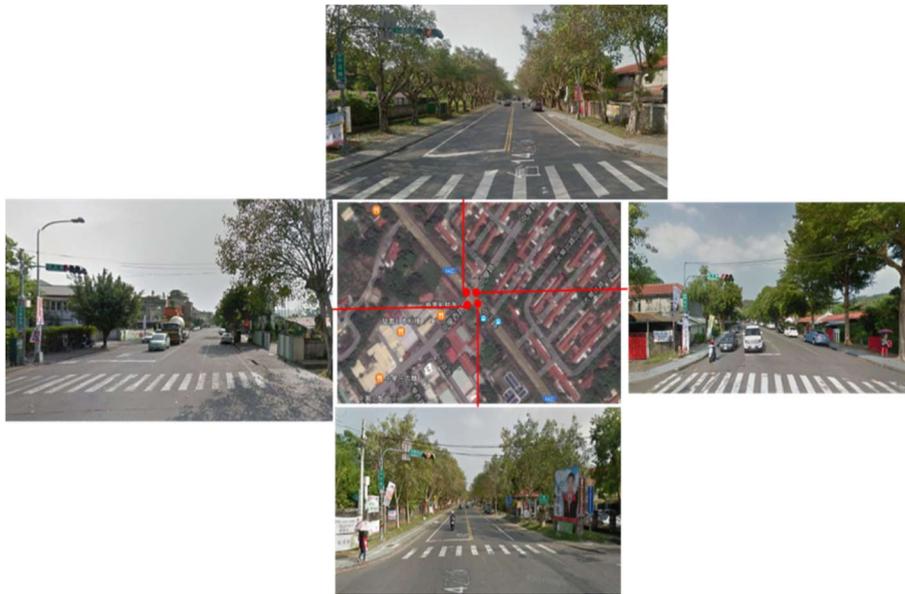


圖 4.5.25 中正路-中學路口

(4)參與設備及車輛：1 台 ADAS 車、1 台 CV 車和 1 台一般車

(5)測試步驟：

- 1 台一般車靜止於 ADAS 車後方，位於 A 方向車道，距離路口 550 公尺。
- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 500 公尺。
- 1 台 CV 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺。
- 一般車、ADAS 車和 CV 車同時加速，以時速 50 公里，朝路口方向前進。
- 蒐集 CV 車感測到一般車的行駛時間、感測器種類、TTC 和感測距離。

2. Test2：無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試

(1)測試目的：將 ADAS 車感測後方之無具備 ADAS 和 CV 功能一般車的資訊，並透過 CV 技術傳送到其他車道方向的 CV 車，用以協助進行碰撞判斷。

(2)測試示意圖：

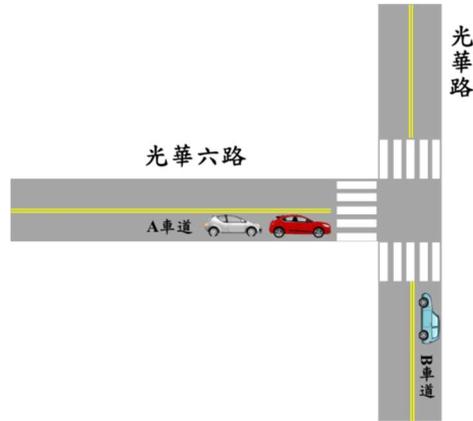


圖 4.5.26 測試示意圖(無交通號誌路口之不同車道防撞範圍測試)

(3)測試環境：以光華路-光華六路口來執行情境六之資料收集以及實驗測試。



圖 4.5.27 光華路-光華六路口

(4)參與設備及車輛：1 台 ADAS 車、1 台 CV 車和 1 台一般車

(5)測試步驟：

- 1 台一般車靜止於 ADAS 車後方，位於 A 方向車道，距離路口 550 公尺。
- 1 台 ADAS 車靜止於 A 方向車道，距離路口 500 公尺。
- 1 台 CV 車靜止於 B 方向車道，距離路口 500 公尺。

- 一般車、ADAS 車和 CV 車同時加速，以時速 30 公里，朝路口方向前進。
- 蒐集 CV 車感測到一般車的行駛時間、感測器種類、TTC 和感測距離。

七、情境七：CV 車繞行旅行時間測試

表 4.5.5 是 CV 車繞行旅行時間測試總表，講述每一個測試的名稱和目的，詳細內容後續會在說明。

表 4.5.5 CV 車繞行旅行時間測試總表

車輛	實驗名稱	測試目的
Test1	一台 CV 車遇到事故繞行時間 (順時針)	使用 CV 技術協助 ADAS 或 CV 車輛進行前方事故(或塞車)警示
Test2	一台 CV 車正常繞行時間 (逆時針)	使用 CV 技術協助 ADAS 或 CV 車輛進行前方事故(或塞車)警示

1. Test1：一台 CV 車遇到事故繞行時間 (順時針)

(1)測試目的：使用 CV 技術協助 ADAS 或 CV 車輛進行前方事故(或塞車)警示。

(2)測試示意圖：

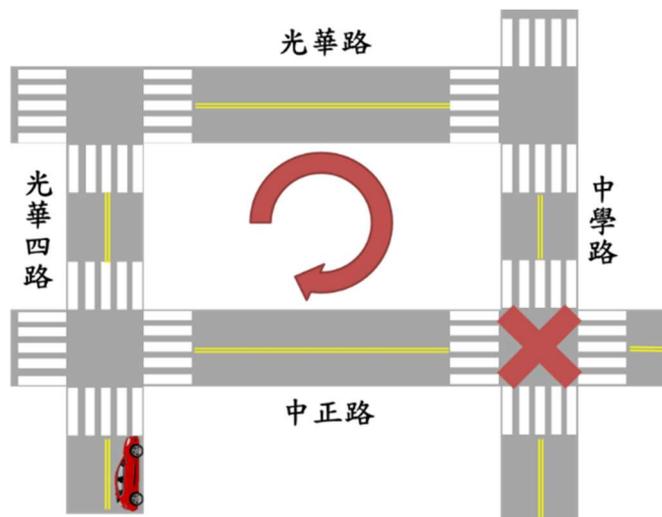


圖 4.5.28 測試示意圖(一台 CV 車遇到事故繞行時間 (順時針))

(3)測試環境：以一環狀路線，沿路經過四個重要路口：中正路-光華四路口、光華四路-光華路口、中正路-中學路口、光華路-中學路口，來執行情境七之資料收集以及實驗測試。



圖 4.5.29 實際測試圖(一台 CV 車遇到事故繞行時間 (順時針))

(4)參與設備及車輛：1 台 CV 車和 4 台 RSU

(5)測試步驟：

- 1 台 CV 車靜止於中正路，面向中正路-光華四路口方向車道，距離路口 500 公尺。
- 通過中正路-光華四路口，記錄其起始時間。
- CV 車加速，以時速 30 公里，朝中正路-光華四路口方向前進。
- 繞行中正路-光華四路口和光華四路-光華路口。
- 中正路-中學路口塞車，繞行其他路線。
- 通過光華路-中學路口，紀錄終點時間。
- 計算旅行時間。

2. Test2：一台 CV 車正常繞行時間 (逆時針)

(1)測試目的：使用 CV 技術協助 ADAS 或 CV 車輛進行前方事故(或塞車)警示。

(2)測試示意圖：

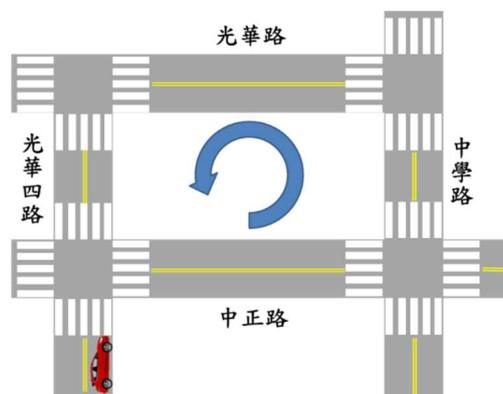


圖 4.5.30 測試示意圖(一台 CV 車正常繞行時間 (逆時針))

(3)測試環境：以一環狀路線，沿路經過四個重要路口：中正路-光華四路口、中正路-中學路口、光華路-中學路口、光華四路-光華路口，來執行情境七之資料收集以及實驗測試



圖 4.5.31 實際測試圖(一台 CV 車正常繞行時間 (逆時針))

(4)參與設備及車輛：1 台 CV 車和 4 台 RSU

(5)測試步驟：

- 1 台 CV 車靜止於中正路，面向中正路-光華四路口方向車道，距離路口 500 公尺。
- 通過中正路-光華四路口，記錄其起始時間。
- CV 車加速，以時速 30 公里，朝中正路-光華四路口方向前進。
- 繞行中正路-光華四路口、中正路-中學路口、光華路-中學路口、光華四路-光華路口一圈，紀錄終點時間。
- 計算旅行時間。

## 八、情境八

- (一) 測試目的：透過 RSU 轉換雷達掃描路口之周遭車輛動態資訊，透過 DSRC 定期廣播，當車輛接近路口時，OBU 透過 SPAT 及 MAP 取得路口時相，當本車行車方向為綠燈(即前方路口橫向為紅燈)，且接收到前方路口橫向來車速度過快時，啟動前方有闖紅燈車輛警示，提醒駕駛注意前方闖紅燈車輛。
- (二) 測試環境：以中正路-中學路口來執行情境八之資料收集以及實驗測試，考量測試時可能會造成其他車輛的危險，測試時須做適當範圍的交通維持。

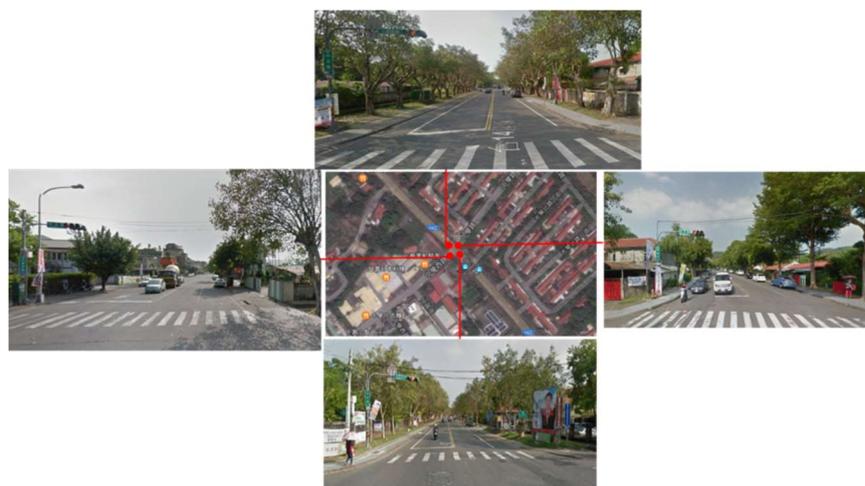


圖 4.5.32 中正路-中學路口

1. 參與設備及車輛：1 台 CV 車及 1 台一般車輛
2. 測試情境：闖紅燈車輛警示
3. 測試步驟：
  - (1) 測試前 CV 車靜止於十字路口停止線前方 100 公尺處，另一台一般車輛位於橫向車道停止線前方 100 公尺處。
  - (2) 當 CV 車方向為綠燈狀態時，兩車等速直線行駛逼近路口，CV 車於路口前得到前方有闖紅燈車輛警示。

## 九、情境九

- (一) 測試目的：當車輛故障時，駕駛啟動故障警示燈，OBU 會將此警示狀態利用 SAE J2735 RSA 訊息廣播給周遭車輛，其他車輛接收到該警示訊息且即將行經該故障車輛所在位置前，OBU 會透過警示介面及聲音提醒駕駛注意前方故障車輛。
- (二) 測試環境：以光華路-光華四路口來執行情境九之資料收集以及實驗測試。



圖 4.5.33 光華路-光華四路口

1. 參與設備及車輛：2 台 CV 車

2. 測試情境：故障車輛警示

3. 測試步驟：

(1) 測試前 CV 車停止於道路旁，並啟動故障警示燈，另一台 CV 車於該車後方 500 公尺，朝故障車方向前進。

(2) 當移動中之 CV 車接近故障車，且於警示範圍距離內時，移動之 CV 車會透過警示介面及聲音提醒駕駛注意前方故障車輛。

#### 十、情境十

(一) 測試目的：V2P 安全應用警示，包括 PCW(Pedestrian Crossing Warning)，以提供行人穿越警示能力，於車輛接近路口行人前 5 秒，提供警示予駕駛人。以及 IVW Safety (Incoming Vehicle Warning)，以提供危險來車警示應用，可於車輛接近路口行人前 5 秒，提供警示予用路人。

(二) 測試環境：以光華路-光華四路口來執行情境十之資料收集以及實驗測試。



圖 4.5.34 光華路-光華四路口

1. 參與設備及車輛：1 台 CV 車及 1 台行人手持 DSRC 裝置。

2. 測試情境：V2P 安全應用警示。

3. 測試步驟：

(1) 測試前 CV 車停止於道路旁，行人於路口處使用手機，並搭配手持 DSRC 裝置，測試時 CV 車朝路口方向前進。

(2) 當移動中之 CV 車接近路口行人，且於警示範圍距離內時，移動之 CV 車會透過警示介面及聲音提醒駕駛前方路口有行人穿越，行人端也會

藉由手機之警示介面及震動獲知行走路口有來車。

## 十一、 情境十一

- (一) 測試目的：V2M 安全應用警示，機車進入盲點警示。當機車接近汽車時，汽車上的 OBU 將會收到機車 OBU 傳來的訊息，透過使用者介面瞭解機車進入本車盲點區域並獲知警示訊息。
- (二) 測試環境：以光華路-光華六路口來執行情境十一之資料收集以及實驗測試。



圖 4.5.35 光華路-光華六路口

1. 參與設備及車輛：1 台 CV 車及 1 台機車(搭配手機及手持 DSRC 裝置)。
2. 測試情境：V2M 安全應用警示。
3. 測試步驟：
  - (1) CV 及機車皆依道路速限行駛，機車位於 CV 車後方 100 公尺，機車與 CV 車同向前進，分別以機車進入 CV 車之盲點區域及離開盲點區域的情形進行測試。
  - (2) 當移動中之機車進入 CV 車之盲點區域，CV 車會透過警示介面及聲音提醒駕駛本車盲點有機車進入，機車駕駛也會藉由手機之警示介面及震動提醒了解本車目前正進入 CV 車之盲點區域。



(1) CV 協助 ADAS 路口防撞警示系統應警示而未警示等四種量化統計指標

(2) 定位方式效能分析：

- DGPS 定位
- ADAS 定位
- 路口雷達定位
- CV 定位

5. 情境五為 ADAS 協助 CV 系統進行路口防撞警示。針對情境五預計分析項目如下：

(1) ADAS 協助 CV 路口防撞警示系統應警示而未警示等四種量化統計指標

(2) 相對座標轉絕對座標之效能分析：

- 座標轉換演算法 v.s. 路口雷達定位
- 座標轉換演算法 v.s. DGPS 定位

6. 情境六為 ADAS 利用 BSD 協助 CV 系統進行路口防撞警示。針對情境六預計分析項目如下：

(1) ADAS 利用 BSD 協助 CV 路口防撞警示系統應警示而未警示等四種量化統計指標

(2) 相對座標轉絕對座標之效能分析：

- 座標轉換演算法 v.s. 路口雷達定位
- 座標轉換演算法 v.s. DGPS 定位

7. 情境七為 ADAS 利用 RSU 傳送之道路壅塞事件進行路徑重新規劃。針對情境七預計分析項目為重新規劃路徑之成功率。

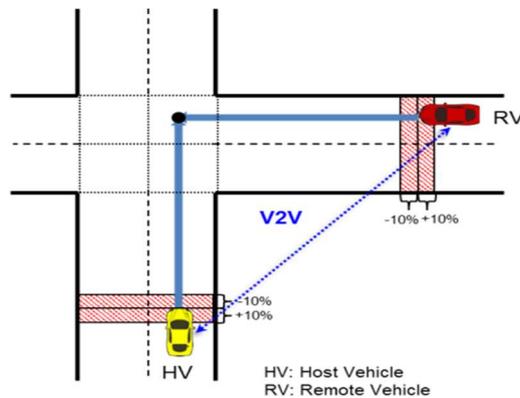
透過行控中心所蒐集的資料進行警示系統作動統計，並以 ADAS、CV、ADAS+CV 等 3 種模式進行 4 種狀態評估(如**錯誤! 找不到參照來源。**)。及系統成功作動率分析並透過數據分析系統最佳警示時機。針對情境七則以測試 10 次，統計其重新規劃路徑成功率為 90%。

表 4.6.1 情境一至情境六支系統功效分析表

	情境 1	情境 2	情境 3	情境 4	情境 5	情境 6
系統應警示而警示	66%	62%	54%	69.7%	73.3%	58.0%
系統應警示而未警示	7%	12%	15%	9.1%	8.9%	9.7%
系統不應警示而警示	3%	4%	5%	7.6%	4.5%	9.7%
系統不應警示而未警示	24%	22%	26%	13.6%	13.3%	22.6%

資料來源：本計畫整理 (2017)

針對情境是否達到行車安全應用的效能，本計畫參考美國運輸部 CAMP 計畫對於行車安全應用的效能評估方式，例如以 IMA 應用來說，依據受測車輛 (Host Vehicle, HV) 與遠端移動車輛 (Remote Vehicle, RV) 在不同速度組合情況下，碰撞警告必須於車輛距離路口停止線前方幾公尺處 (標準警告距離) 給予駕駛 (該值依據車速及反應時間推估)，並訂出前後 10% 的容許距離誤差，圖 4.6.2 為驗測方式的示意圖，表 4.6.2 則為不同速度組合下的評估效能需求；驗測定義成功通過的標準為：(1) 有產生正確的碰撞警告，而且 (2) 警告的位置落在標準警告距離前後 10% 的容許範圍內；失敗的標準為：(1) 未產生正確的碰撞警告，或者 (2) 警告的位置落在前後 10% 容許範圍外。會依據行控中心所蒐集的資料，用此評斷該應用是否滿足行車安全的標準。



資料來源：本計畫整理

圖 4.6.2 IMA 路口防撞安全應用之驗測示意圖

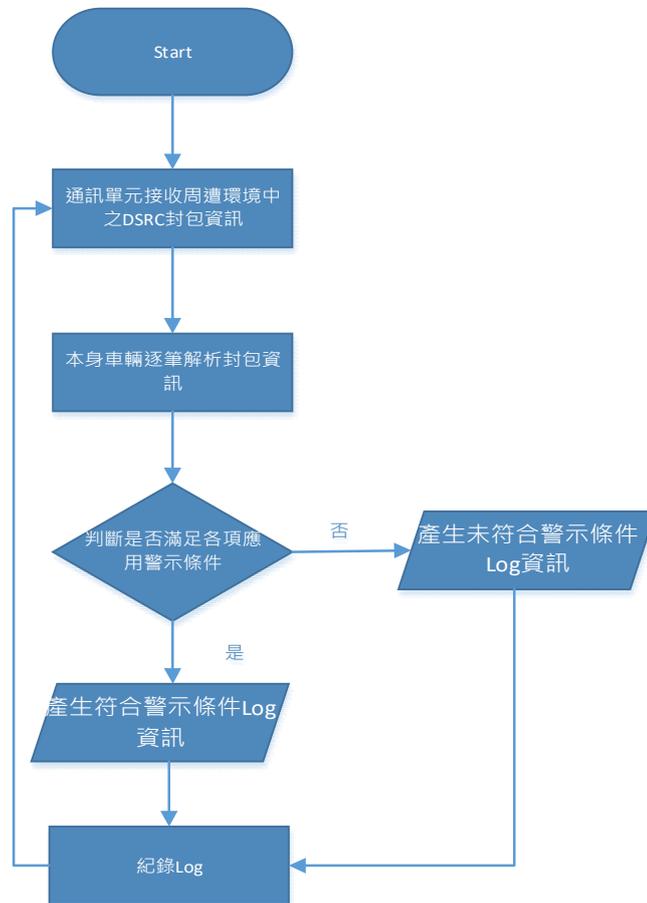
表 4.6.2 IMA 路口防撞安全應用之效能需求

HV speed (kph / mph)	RV speed (kph / mph)	Maximal alert range (m)	Nominal alert range (m)	Minimal alert range (m)
24 / 15	24 / 15	17.5	15.9	14.3
40 / 25	24 / 15	33.8	30.7	27.7
40 / 25	40 / 25	33.8	30.7	27.7
56 / 35	24 / 15	53.9	49	44.1
56 / 35	40 / 25	53.9	49	44.1
56 / 35	56 / 35	53.9	49	44.1
72 / 45	24 / 15	77.7	70.6	63.5
72 / 45	40 / 25	77.7	70.6	63.5
72 / 45	56 / 35	77.7	70.6	63.5

資料來源：本計畫整理

分析會採用 OBU 端紀錄的方式，Log 資訊包含收到訊息的時間、收到該封包內訊息欄位的時間、傳出該封包的 MAC、自車經緯度、他車經緯度、自車車

頭方向、他車車頭方向、自車速度、他車速度、燈號資訊、應用警示資訊。透過分析 log 的方式(如圖 4.6.3)，確認行車安全應用是否達到效能標準，再搭配行控中心後台紀錄的 CMS 及雷達掃描物件紀錄，驗證 R2V 及 CMS 行車安全應用是否有正常作動。



資料來源：本計畫整理

圖 4.6.3 CV 驗測分析 log 產生流程

情境四至情境七將利用回傳後台之資料進行警示系統效能分析。即時傳送至後台之資料包含當下感測器偵測到的資料、ECU 之計算結果以及是否警示之訊號。

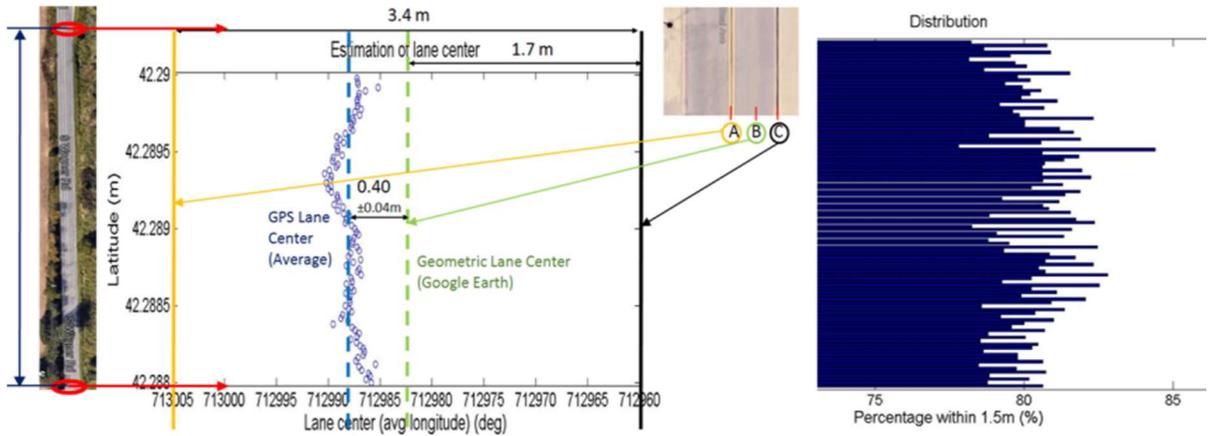
#### 4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析

本場域的定位系統共有三種，包含駕駛輔助系統(ADAS)的定位系統、車聯網(CV)的定位系統及路口雷達偵測的車輛座標定位系統，以下就此三種定位系統進行定位差異分析說明。

##### 1.場域內駕駛輔助系統(ADAS)的定位系統差異分析

透過 RSE 資料分析車輛全球導航衛星系統的定位誤差，由車輛 DSRC 傳

送車輛經度(度)、緯度(度)、高度(公尺)、航向(度)、車速(m/sec)、三軸加速度(m/sec<sup>2</sup>)、偏航率(deg/sec)、車道曲率(radius in cm)等到 RSE，這些資料可完整描繪出車輛的動態，根據 SAE J2945 標準定義(GNSS Requirements)，至少 68% 定位誤差需在 1.5m 以內。



資料來源：本計畫整理

圖 4.7.1 透過 RSE 資料蒐集進行道路的定位誤差機率分布示意圖

vPosAccuracy	1.5 meters	
vElevAccuracy	3 meters	
vSpeedAccuracy	1 kph	
vHeadAccuracyA	2 degrees	
vHeadAccuracyB	3 degrees	

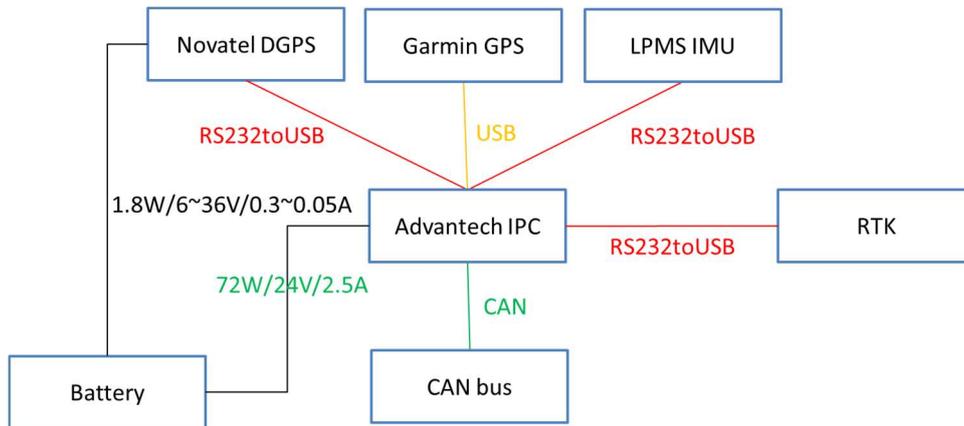
資料來源：SAE J2945

圖 4.7.2 SAE J2945 標準

車輛定位資料分析方式如下：

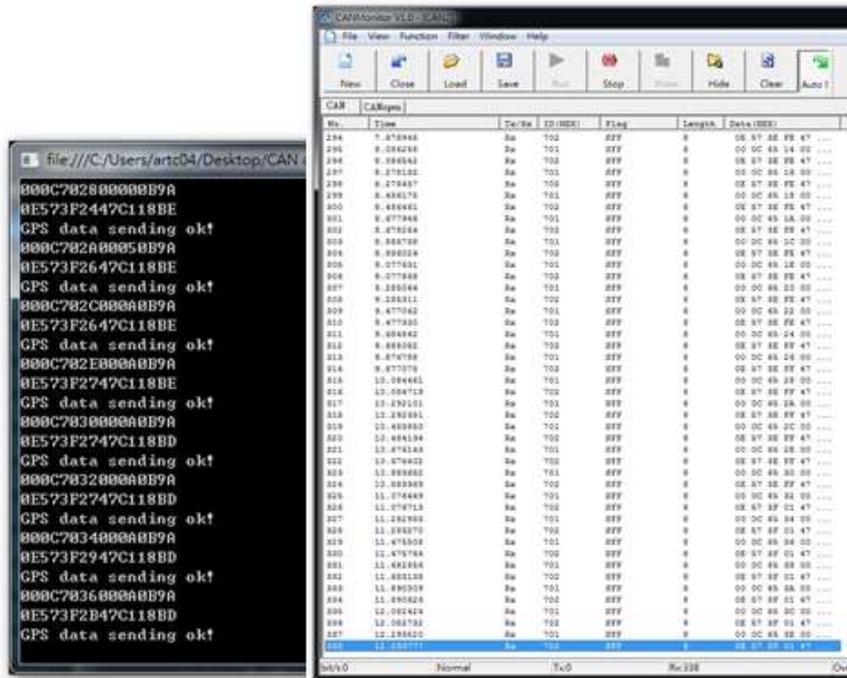
- (1) 完成工具準備及架設步驟，詳細定位系統架構架構如圖 4.7.3。
- (2) 使用資料擷取器(電腦)同步紀錄全球導航衛星系統定位資訊，除了系統本身會記錄全球導航衛星系統、慣性測量單元等定位資訊外，也會將原始資料傳至 CAN BUS 上，透過慣性測量單元做紀錄，並上傳雲端，請參考圖 4.7.3 與圖 4.7.4。CAN 訊號及解碼方式請參考圖 4.7.6 與圖 4.7.7。
- (3) 若因線材長度或其它因素導致兩儀器無法靠近時，需使用 heading angle 及兩設備架設距離進行補償及修正，如果全球導航衛星系統天線位置距離車輛中心點太遠時，會先量測個天線盤與車輛中心點的相對位置，在進定位系統校正，會計算彼此相對的 ENU(East-North-Up)座標距離。

- (4) 使用上述系統於 ARTC 場域場域進行，U-turn 行駛測試，(結果參考圖 4.7.8)，其中 GNSS 飄移大，ALG(輪速、IMU 資訊融合演算法)所計算的座標位置與實際車輛行駛軌跡誤差小。
- (5) 分析該中興新村測試場域之環境特色對於 DGPS 定位精度的影響(例如：樹蔭、建築對於定位精度的連續性及穩定度的影響)，可透過如圖 4.7.9 左圖進行 DGPS 與 RTK-GPS 座標誤差、橫向、縱向誤差等分析，圖 4.7.9 右圖可比較比較具資料融合功能的定位系統，其精度明顯提升最大。



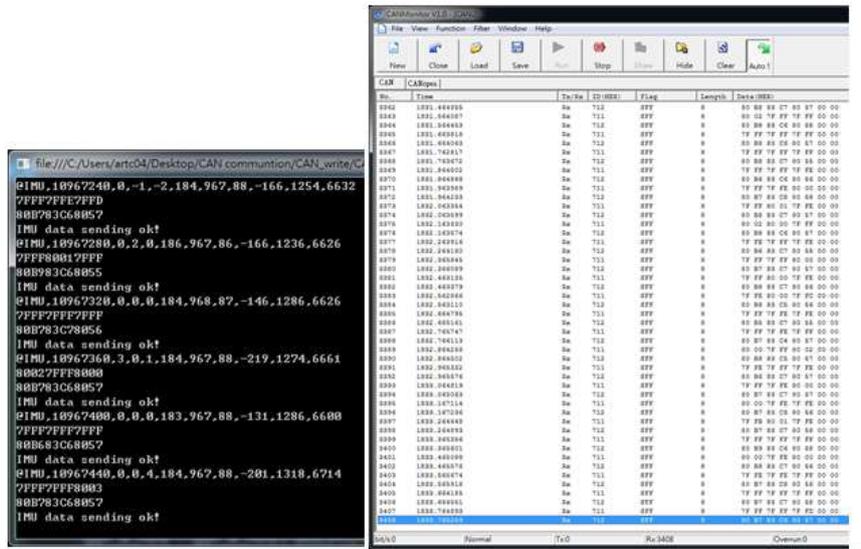
資料來源：本計畫整理

圖 4.7.3 定位系統架構圖



資料來源：本計畫整理

圖 4.7.4 全球導航衛星系統定位資訊轉傳至 CAN BUS



資料來源：本計畫整理

圖 4.7.5 慣性測量單元定位資訊轉傳至 CAN BUS

Sensors	CAN ID	Freq.	data	Decode
Position System	309	10hz	Time(4) : can0-can3 Velocity(2) : can4&can5 Direction(2): can6&can7	Time(4):[hhmmss.s] can0:highbyte,can3:lowbyte (can0<<24+can1<<16+can2<<8+can3)/10. Velocity(2):[m/s] (can4*256+can5)/1000; Direction(2):[degree for N] (can6*256+can7)/100;
Position System	310	10hz	Latitude(4):can0-can3 Longitude(4):can4-can7	Latitude(4):[degree] can0:highbyte,can3:lowbyte (can0<<24+can1<<16+can2<<8+can3)/10000000. Longitude(4):[degree] can4:highbyte,can7:lowbyte (can4<<24+can5<<16+can6<<8+can7)/10000000.

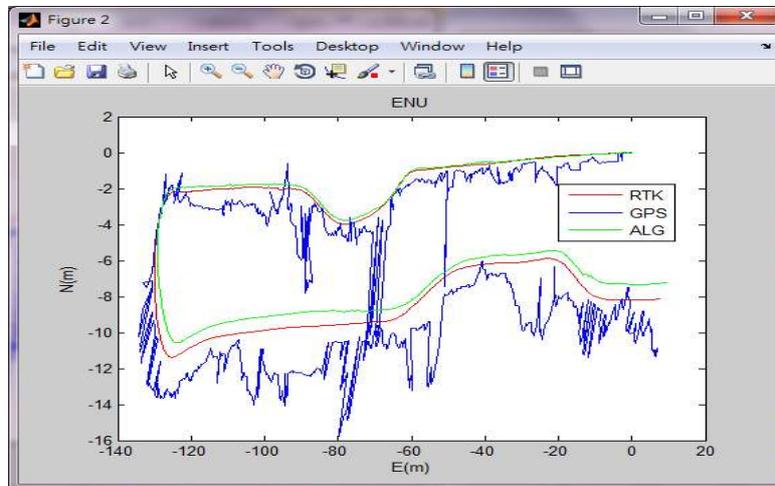
資料來源：本計畫整理

圖 4.7.6 全球導航衛星系統 CAN 訊號傳輸格式及解碼方式

Sensor	CAN ID	Freq.	data	Decode
LPMS IMU	307	10hz	Acc_x(2):can0&can1 Acc_y(2):can2&can3 Acc_z(2):can4&can5	Acc_x(2):[g] $((can0*256+can1)-32767)/1000$ Acc_y(2):[g] $((can2*256+can3)-32767)/1000$ Acc_x(2):[g] $((can4*256+can5)-32767)/1000$
	308	10hz	Yaw(2):can0&can1 Row(2):can2&can3 Pit(2):ca40&can5	Yaw/Gyr_z(2):[rad/s] $((can0*256+can1)-32767)/1000$ Row/Gyr_x(2):[rad/s] $((can2*256+can3)-32767)/1000$ Pit/Gyr_y(2):[rad/s] $((can4*256+can5)-32767)/1000$

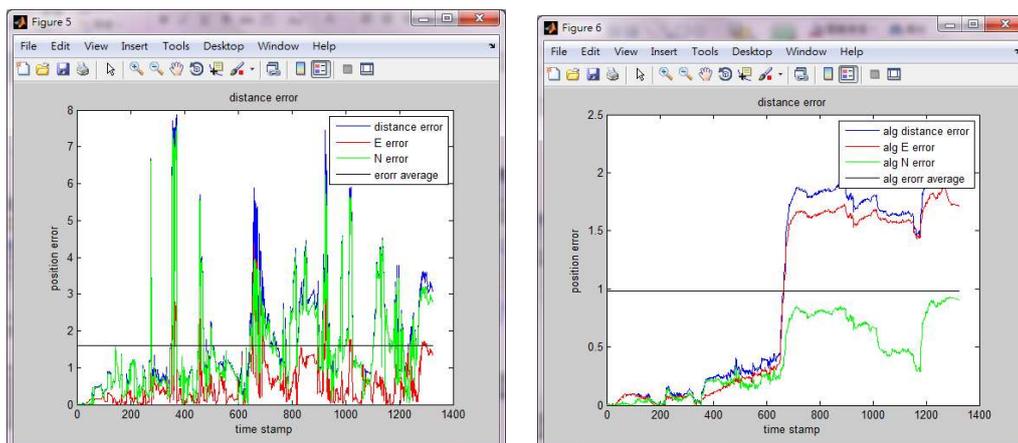
資料來源：本計畫整理

圖 4.7.7 慣性測量單元 CAN 訊號傳輸格式及解碼方式



資料來源：本計畫整理)

圖 4.7.8 定位系統在 ARTC 場區內繞行結果



資料來源：本計畫整理

圖 4.7.9 DGPS 與 RTK-GPS 距離誤差比較(左)定位系統與 RTK-GPS 距離誤差比較(右)

(6)分析該場域之環境特色對於 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析，在 Altis 公務車(車號2625)上除了 Garmin GNSS 及 Novatel DGPS 加裝 RTK-GPS(透過 4G 網路進行修正)，並於 10/12 在中興新村場域上午(11:00)與下午(14:00)各繞行三圈，車速約 40~50kph。將實驗數據與 openstreetMAP 疊合後之 4 個路口定位資訊狀況分析如下。因欲分析樹蔭及建築物等遮蔽環境下對於衛星定位所造成的影響，實驗數據會分析衛星定位系統的封包遺失率還有各道路環境的定位誤差如何，計算最大定位誤差與平均定位誤差等實驗數據。

● 場域繞行整圈測試 1：測試條件與測試分析如下

- 行駛時間:起 11:16:16.2 至 11:22:31.4 (共 375.2 秒)
- RTK 封包遺失率:5%
- Novatel DGPS 封包遺失率:49%
- Garmin GNSS 封包遺失率:0%
- Novatel DGPS 最大定位誤差:13.57 公尺
- Garmin GNSS 最大定位誤差:8.63 公尺
- Novatel DGPS 平均定位誤差:1.19 公尺
- Garmin GNSS 平均定位誤差:2.95 公尺

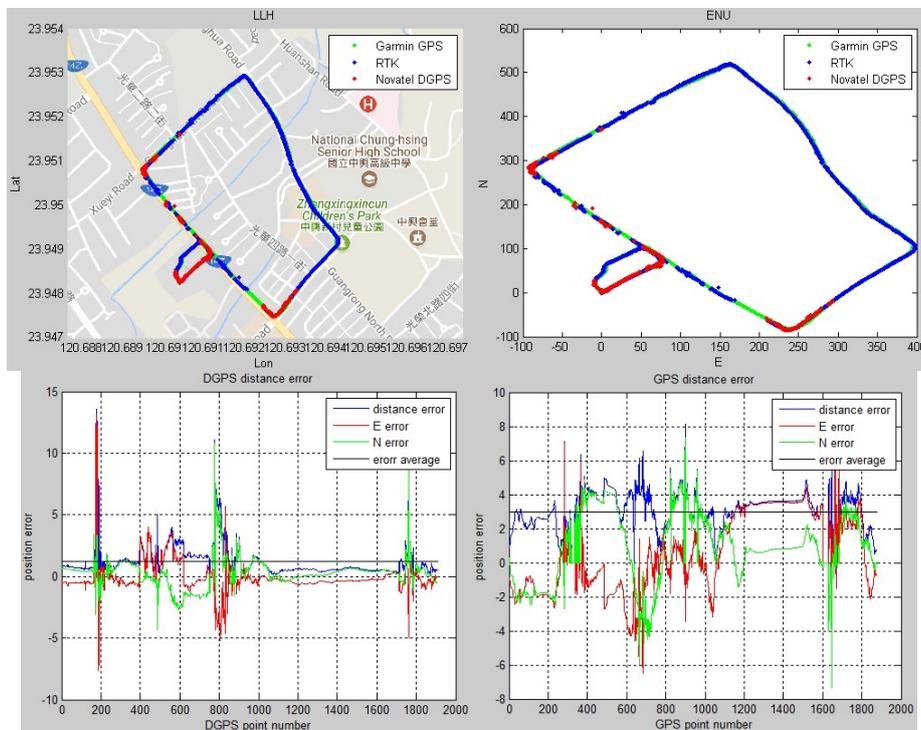


圖 4.7.10 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(1)

● 場域繞行整圈測試 2：測試條件與測試分析如下

- 行駛時間:起 11:22:43.6 至 11:28:26.2 (共 342.6 秒)
- RTK 封包遺失率:6%
- Novatel DGPS 封包遺失率:59%
- Garmin GNSS 封包遺失率:0%
- Novatel DGPS 最大定位誤差:11.21 公尺
- Garmin GNSS 最大定位誤差:20.16 公尺
- Novatel DGPS 平均定位誤差:1.15 公尺
- Garmin GNSS 平均定位誤差:2.27 公尺

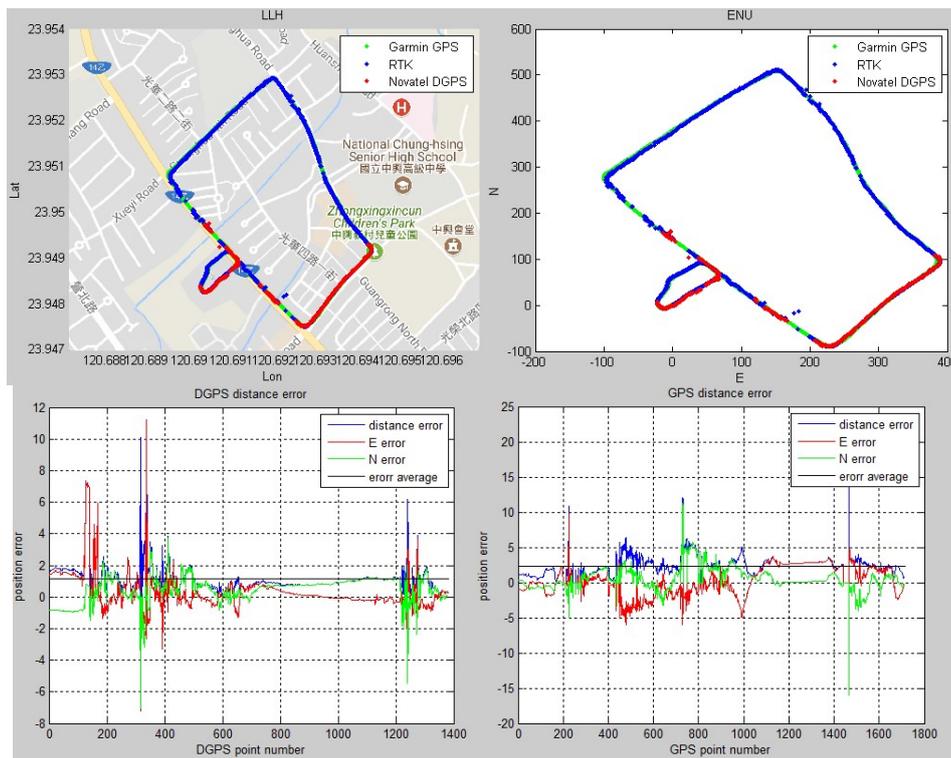


圖 4.7.11 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(2)

● 場域繞行整圈測試 3：測試條件與測試分析如下

- 行駛時間:起 11:28:35.4 至 11:34:32.4 (共 357 秒)
- RTK 封包遺失率:9%
- Novatel DGPS 封包遺失率:49%
- Garmin GNSS 封包遺失率:0%
- Novatel DGPS 最大定位誤差:9.35 公尺
- Garmin GNSS 最大定位誤差:8.48 公尺
- Novatel DGPS 平均定位誤差:1.13 公尺
- Garmin GNSS 平均定位誤差:2.13 公尺

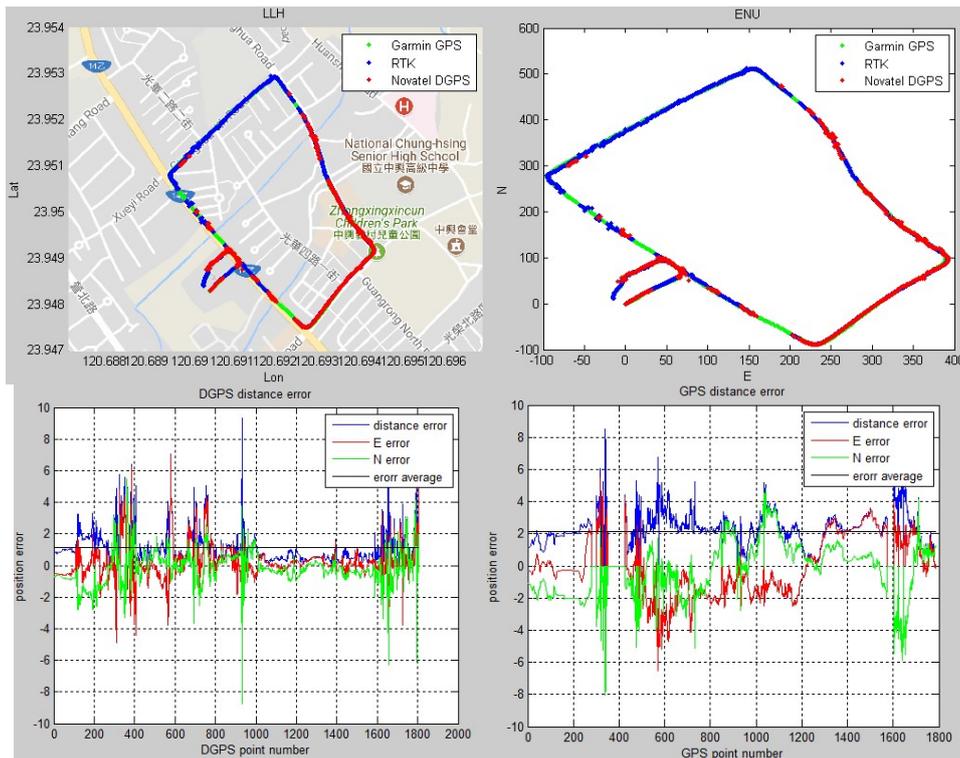
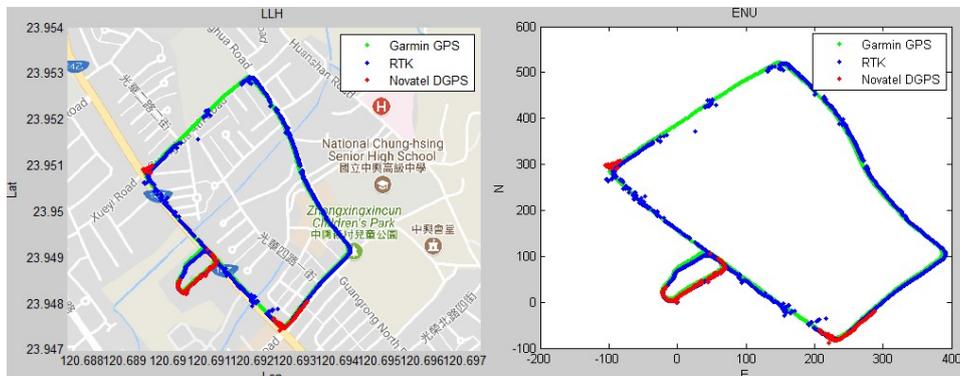


圖 4.7.12 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(3)

● 場域繞行整圈測試 4：測試條件與測試分析如下

- 行駛時時間:起 13:58:08.8 至 14:02:30.6 (共 261.8 秒)
- RTK 封包遺失率:12%
- Novatel DGPS 封包遺失率:71%
- Garmin GNSS 封包遺失率:0%
- Novatel DGPS 最大定位誤差:19.9 公尺
- Garmin GNSS 最大定位誤差:23.56 公尺
- Novatel DGPS 平均定位誤差:1.92 公尺
- Garmin GNSS 平均定位誤差:4.54 公尺



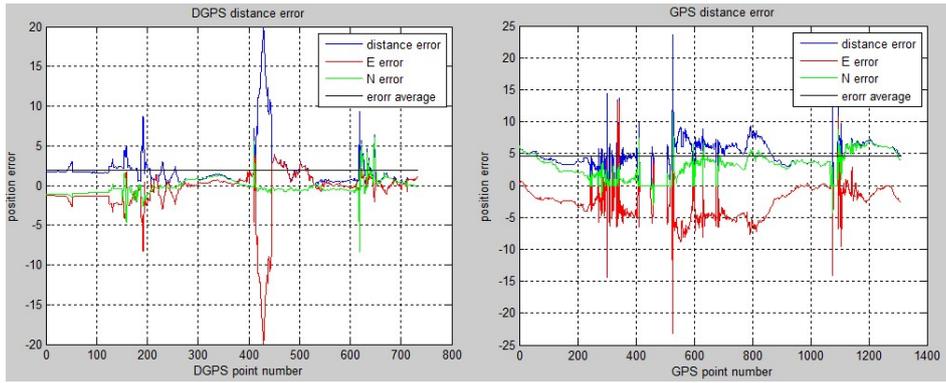


圖 4.7.13 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(4)

● 場域繞行整圈測試 5：測試條件與測試分析如下

- 行駛時間:起 14:02:41.4 至 14:08:29.8 (共 348.8 秒)
- RTK 封包遺失率:4.8%
- Novatel DGPS 封包遺失率:52%
- Garmin GNSS 封包遺失率:0%
- Novatel DGPS 最大定位誤差:29.79 公尺
- Garmin GNSS 最大定位誤差:21.04 公尺
- Novatel DGPS 平均定位誤差:1.73 公尺
- Garmin GNSS 平均定位誤差:5.04 公尺

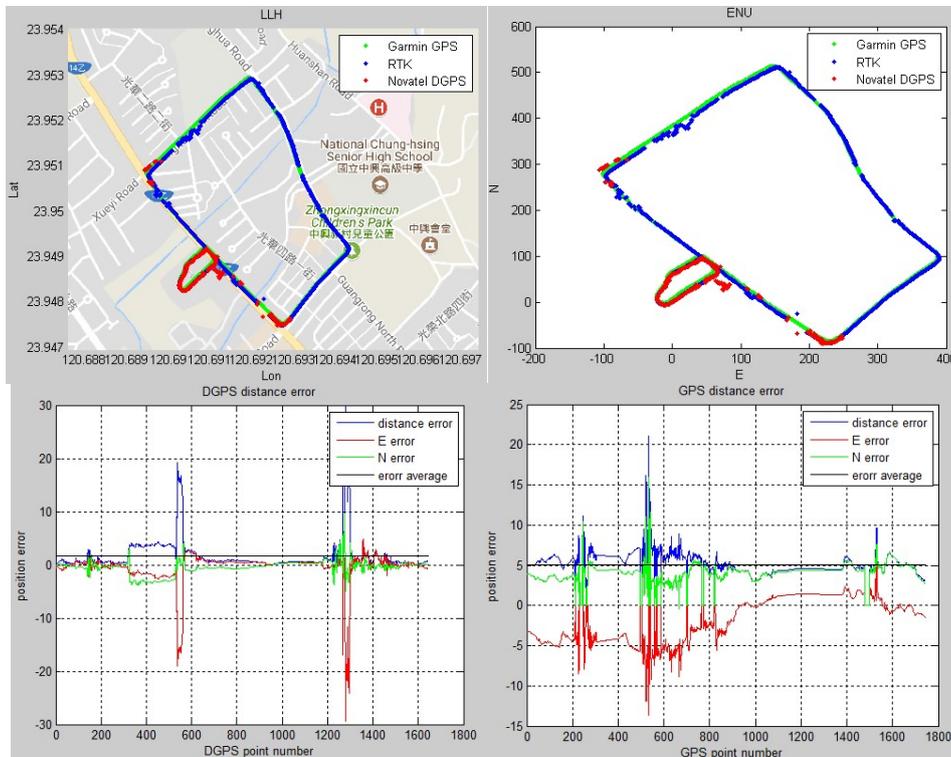


圖 4.7.14 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(5)

● 場域繞行整圈測試 6：測試條件與測試分析如下

- 行駛時間:起 14:08:41.8 至 14:14:37.6(共 355.8 秒)
- RTK 封包遺失率:0.9%
- Novatel DGPS 封包遺失率:36%
- Garmin GNSS 封包遺失率:0%
- Novatel DGPS 最大定位誤差:37.25 公尺
- Garmin GNSS 最大定位誤差:11.52 公尺
- Novatel DGPS 平均定位誤差:1.97 公尺
- Garmin GNSS 平均定位誤差:4.64 公尺

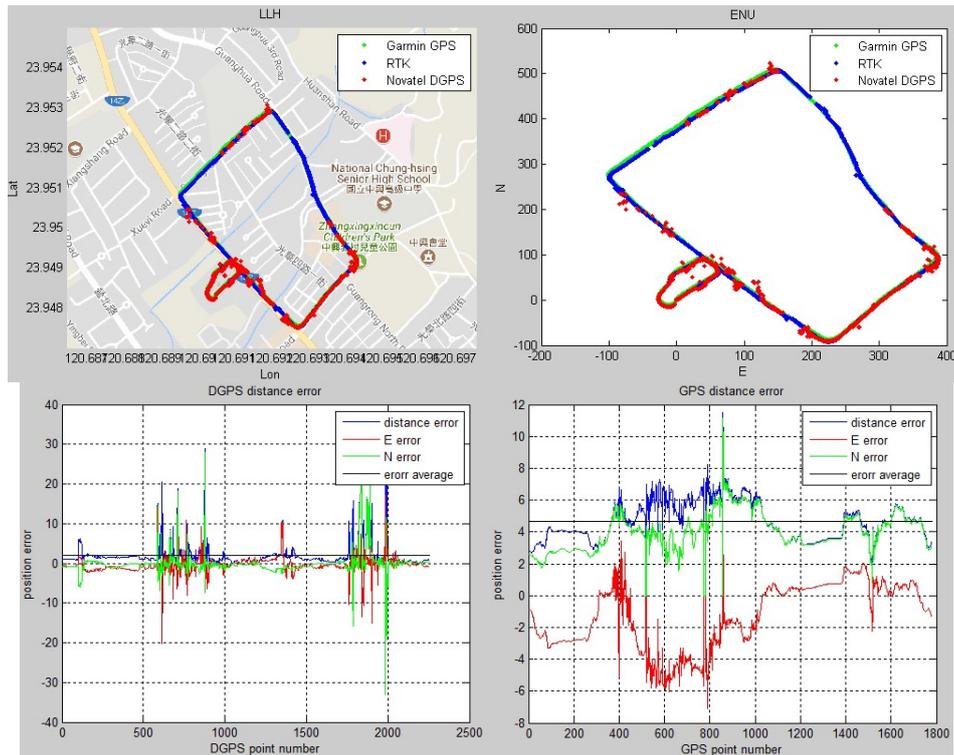


圖 4.7.15 Garmin GNSS、DGPS 定位資訊分析(6)

場域繞行整圈測試實驗分析：因中興新村場域到路樹蔭環繞，導致 Novatel DGPS 有一半以上的定位封包遺失，連 RTK 都有 5%至 10%的封包遺失率，而 Garmin GNSS 在樹蔭遮蔽的環境容忍度較高；如果不考慮封包遺失，Novatel DGNSS 平均定位誤差較小約 1 公尺至 2 公尺，而 Garmin GNSS 平均定位誤差約 2 公尺至 4 公尺，但反而每次實驗 Novatel DGPS 最大誤差時常比 Garmin GNSS 來的大，誤差比較大的幾個軌跡點都在樹蔭下，再次驗證 Garmin GNSS 較不受遮蔽效應影響，因 DGPS 封包遺失率太高，為了提高 DGPS 定位效能，接收天線是一大關鍵，接下來會分析各種不同規格的天線在相同的測試條件下，選擇匹配的天線接收器，以提升定位精準度，上述分析皆以 RTK 當 Ground Truth，因 RTK 效能規格也很多樣，從以上實驗定位軌跡圖可以發現，RTK 也會有飄

散的情況，且也有 5%至 10%的機率不會收到衛星訊號，對於實驗數據分析有一定的影響，日後為了得告更精確的分析結果需要較強規格的 RTK 儀器來當作實驗的 Ground Truth。

表 4.7.1 場域繞行整圈測試實驗分析數據

test	t1	t2	t3	t4	t5	t6
行駛時間	起11:16:16.2 止11:22:31.4 375.2s	起11:22:43.6 止11:28:26.2 342.6s	起11:28:35.4 止11:34:32.4 357s	起13:58:08.8 止14:02:30.6 261.8s	起14:02:41.4 止14:08:29.8 348.4s	起14:08:41.8 止14:14:37.6 355.8s
RTK 封包遺失率	5%	6%	9%	12%	4.8%	0.9%
Novatel DGPS 封包遺失率	49%	59%	49%	71%	52%	36%
Garmin GPS 封包遺失率	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Novatel DGPS 最大定位誤差	13.57m	11.21m	9.35m	19.9m	29.79m	37.25m
Garmin GPS 最大定位誤差	8.63m	20.16m	8.48m	23.56m	21.04m	11.52m
Novatel DGPS 平均定位誤差	1.19m	1.15m	1.13m	1.92m	1.73m	1.97m
Garmin GPS 平均定位誤差	2.95m	2.27m	2.13m	4.54m	5.04m	4.64m

中學路直線路段測試(無樹蔭遮蔽)：從上面繞完整繞行結果中，因測試 2 跟測試 6 當中，於中學路直線路段整段路段皆無被樹蔭影響，故以此兩次實驗來進行分析。在中學路直線路段實驗數據中可以發現，行駛 250 公尺左右，在沒有樹蔭遮蔽的情況下，Novatel DGPS 平均誤差 0.9 公尺至 1.2 公尺，而 Garmin GNSS 平均誤差 2.6 公尺至 3.8 公尺，最大誤差可以清楚看到 test6 中 Novatel DGPS 有軌跡漂移的情況，導致對大誤差稍大，扣除該點 Novatel DGPS 與 Garmin GNSS 最大誤差值差異不大，以準確度來說，在沒有遮蔽的環境下，直線路段 Novatel DGPS 定位精度確實是比 Garmin GNSS 來的好。

表 4.7.2 中學路直線路段測試(無樹蔭遮蔽)數據

test	t2	t6
行駛時間	起11:26:02.4 止11:27:23.0 80.6s	起14:12:13.6 止14:13:31.6 78.0s
Novatel DGPS 最大定位誤差	3.82m	11.52m
Garmin GPS 最大定位誤差	3.76m	5.31m
Novatel DGPS 平均定位誤差	0.90m	1.24m
Garmin GPS 平均定位誤差	2.60m	3.84m

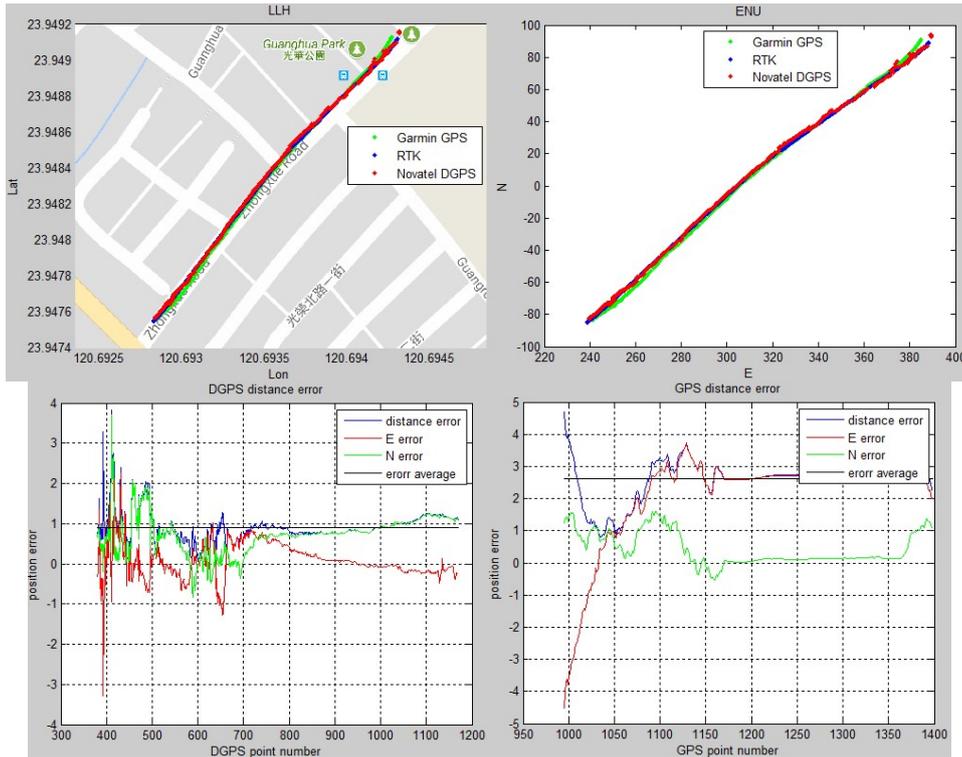


圖 4.7.16 測試 2 於中學路直線路段定位資訊分析

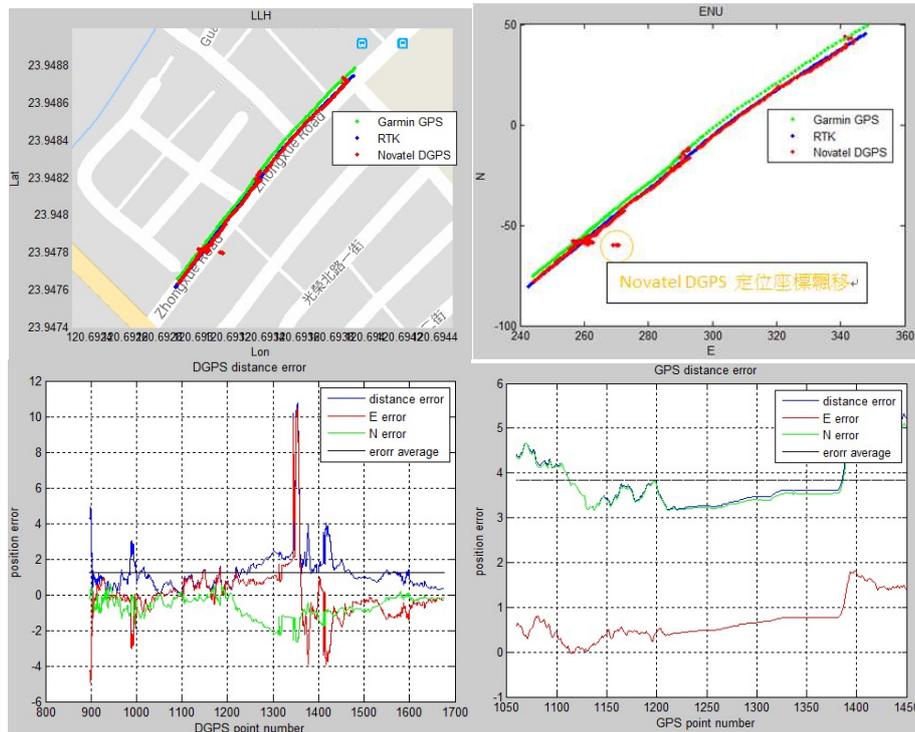


圖 4.7.17 測試 6 於中學路直線路段定位資訊分析

中學路轉中正路轉彎路段測試(無樹蔭遮蔽)：在中學路轉中正路轉彎路段實驗數據中可以發現，行駛約 45x30 平方公尺左右，在沒有樹蔭遮蔽的情況下，Novatel DGPS 平均誤差 0.5 公尺至 1.2 公尺而 Garmin GNSS 平均誤差 2.2 公尺至 4.8 公尺，最大誤差可以清楚看到 test4 中 Novatel DGPS 有軌跡漂移的情況，

導致對大誤差稍大，扣除該點 Novatel DGPS 與 Garmin GNSS 最大誤差值差異不大，以準確度來說，在沒有遮蔽的環境下，轉彎路段 Novatel DGPS 定位精度確實是比 Garmin GNSS 來的好。

表 4.7.3 中學路轉中正路轉彎路段測試(無樹蔭遮蔽)數據

test	t1	t2	t3	t4	t5	t6
行駛時間	起11:21:22.0 止11:21:34.0 12s	起11:27:23.0 止11:27:31.0 8s	起11:33:40.0 止11:33:48.0 8s	起14:01:30.0 止14:01:39.8 9.8s	起14:07:24.0 止14:07:36.0 12s	起14:13:32.0 止14:13:39.0 7s
Novatel DGPS 最大定位誤差	2.89m	3.29m	2.08m	9.30m	4.56m	1.50m
Garmin GPS 最大定位誤差	3.12m	2.25m	2.88m	3.82m	5.73m	5.38m
Novatel DGPS 平均定位誤差	0.71m	1.16m	0.55m	1.09m	1.14m	1.04m
Garmin GPS 平均定位誤差	3.12m	2.22m	2.38m	3.34m	4.85m	4.72m

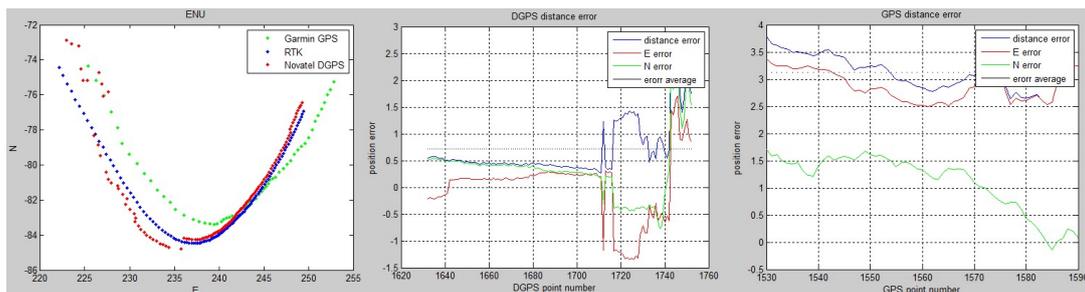


圖 4.7.18 測試 1 於中學路轉中正路段定位資訊分析

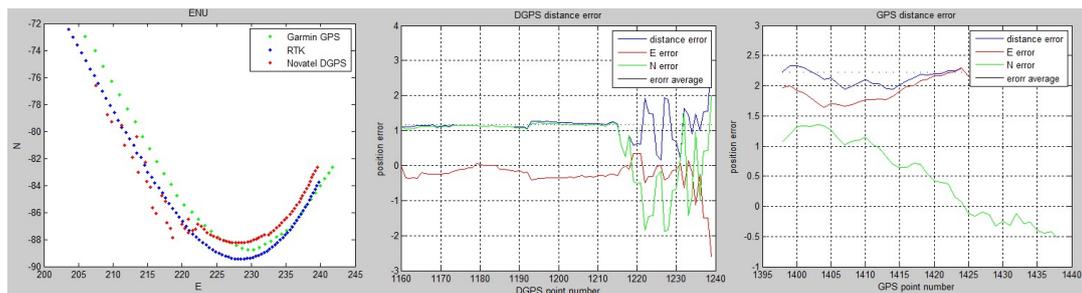


圖 4.7.19 測試 2 於中學路轉中正路段定位資訊分析

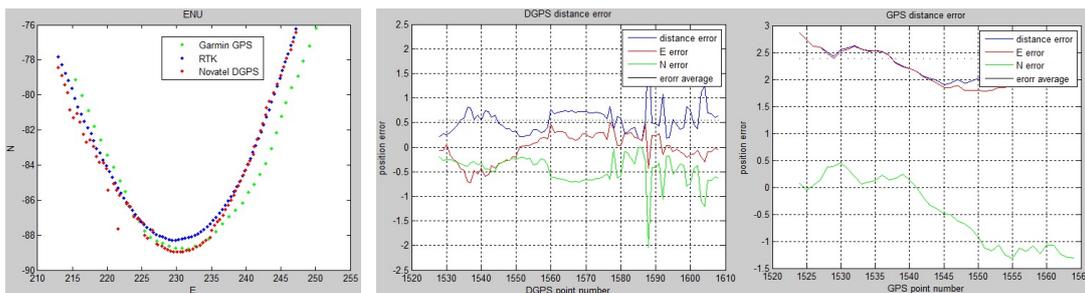


圖 4.7.20 測試 3 於中學路轉中正路段定位資訊分析

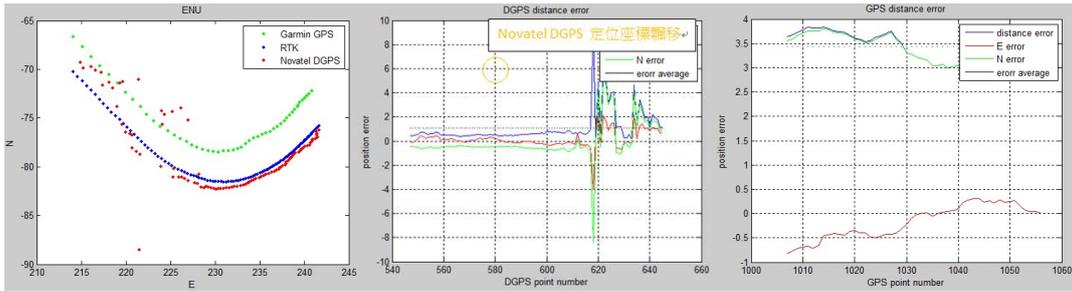


圖 4.7.21 測試 4 於中學路轉中正路段定位資訊分析

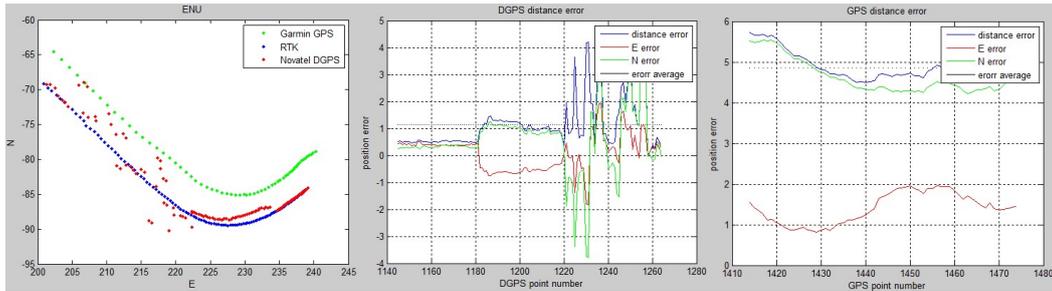


圖 4.7.22 測試 5 於中學路轉中正路段定位資訊分析

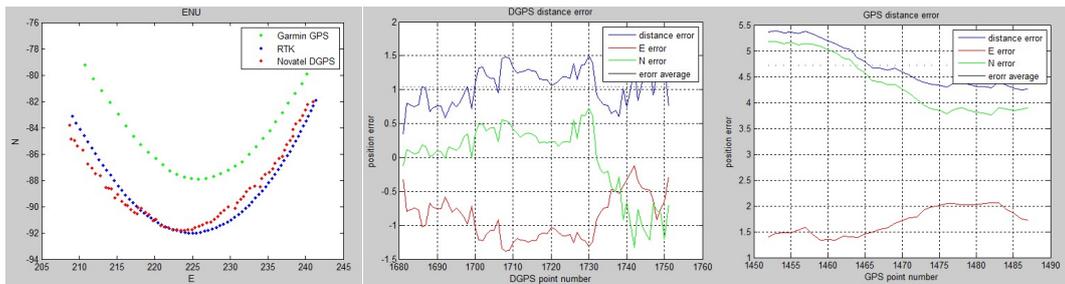


圖 4.7.23 測試 6 於中學路轉中正路段定位資訊分析

目前根據中興新村場域定位系統遭遇建築物、樹蔭等影響之測試結果整理如下，提供後續分析參考。由於 Garmin GNSS 具 WAAS 的差分修正，若收到 WAAS 訊號其功能等同 DGPS，但車輛安裝的 DGPS(NovAtel)在使用網際網路進行差分修正的情形下訊號還會中斷(分析原因應為遭遇建築物、樹蔭等影響)。此外；關於 ADAS 前方障礙物位置跳動問題，根據收集測試場域車輛 GNSS 經緯度、航向、車速等資訊，經過團隊分析測試車輛行駛於於中興新村場域直線路段，航向角變化最大約 10~20 度，如下圖所示中興新村場域車輛行駛航向角變化圖，初步判斷其原因如下：

- (1)GNSS 航向角跳動問題：由於 GNSS 訊號於車輛靜止條件下，位置與航向角訊號跳動大，導致 ADAS 車輛靜止條件下偵測之前方障礙物，並換算障礙物位置資訊時發生跳動，因此利用車速條件過濾航向角跳動(或鎖住航向角)，修正車輛靜態條件下，航向角原始資料會跳動的問題。

(2)場域環境樹蔭遮蔽問題：目前是使用 Novatel DGPS 在樹蔭下會發生斷訊問題，造成畫出來的車輛位置跳動，以及航向角不連續訊號，導致前方障礙物定位座標計算跳動。

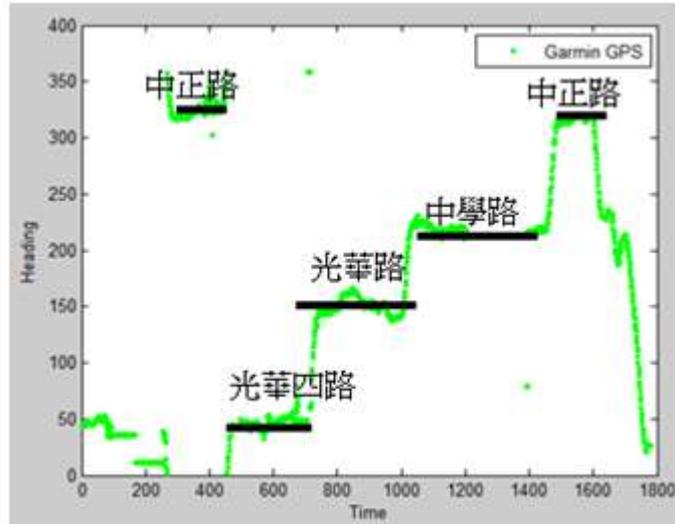


圖 4.7.24 中興新村場域車輛行駛航向角變化

(3)光華路四路、光華路路口：將該路段的 Garmin GNSS(紅色)、RTK-GPS(藍色)座標與 openstreetmap 疊合，紅色圈圈顯示 RTK-GPS 訊號斷訊且有飄移現象，由空拍圖比對該處資訊發現樹葉茂密。(此處沒有 DGPS 訊號輸出)

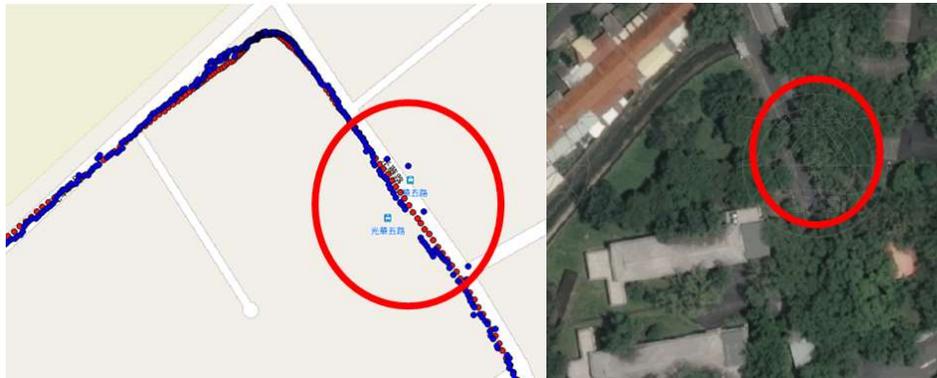


圖 4.7.25 光華路四路、光華路路口空拍圖

(4)中學路、光華路路口：將該路段的 Garmin GNSS(紅色)、RTK-GPS(藍色)、DGPS(綠色)座標與 openstreetmap 疊合，轉彎處才出現 DGPS 訊號，初期有飄移現象，之後 DGPS 訊號趨於穩定，由空拍可看出該路段較為空曠。



圖 4.7.26 中華路、光華路路口空拍圖

(5) 中學路、中正路路口：將該路段的 Garmin GNSS(紅色)、RTK-GPS(藍色)、DGPS(綠色)座標與 openstreetmap 疊合，由空拍可看出右轉中正路後出現茂盛的樹葉，造成 RTK-GPS 與 DGPS 訊號中斷。



圖 4.7.27 中華路、光華路路口空拍圖

(6) 中正路、光華四路路口：將該路段的 Garmin GNSS(紅色)、RTK-GPS(藍色)、DGPS(綠色)座標與 openstreetmap 疊合，右轉光華四路前出現 RTK-GPS 與 DGPS 訊號中斷，由空拍可看出右轉光華四路前有茂盛的樹葉。

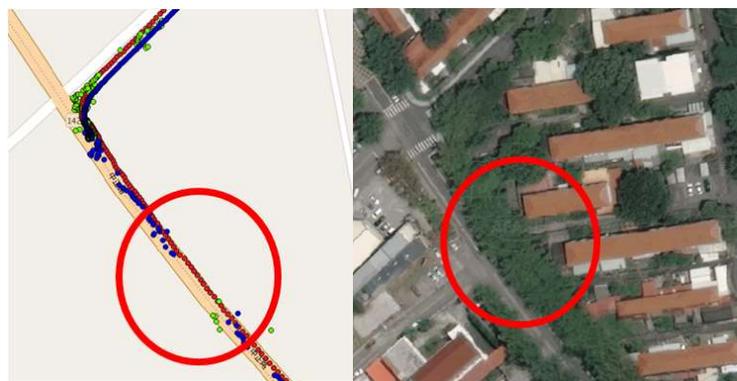


圖 4.7.28 中正路、光華四路路口空拍圖

為了評估 OBU 定位系統的準確度，需取得一個近似絕對精準的軌跡標準來做比對，在本場域中，兩個架設偵測雷達的路口，可以透過雷達偵測及經緯

度座標轉換取得近似絕對精準的軌跡，但其他路段則無此精準軌跡，因此於測試過程中透過自行架設 DGPS 基站，產生 RTCM 校正資訊並透過 3G/4G 網路，提供定位校正服務；搭配高精度支援多衛星系統及 RTK 定位校正的 GNSS 定位儀(COMTECHSYS MB5000)來當作移動中定位軌跡的 Golden Sample，提供近似絕對精準座標的計算基準。

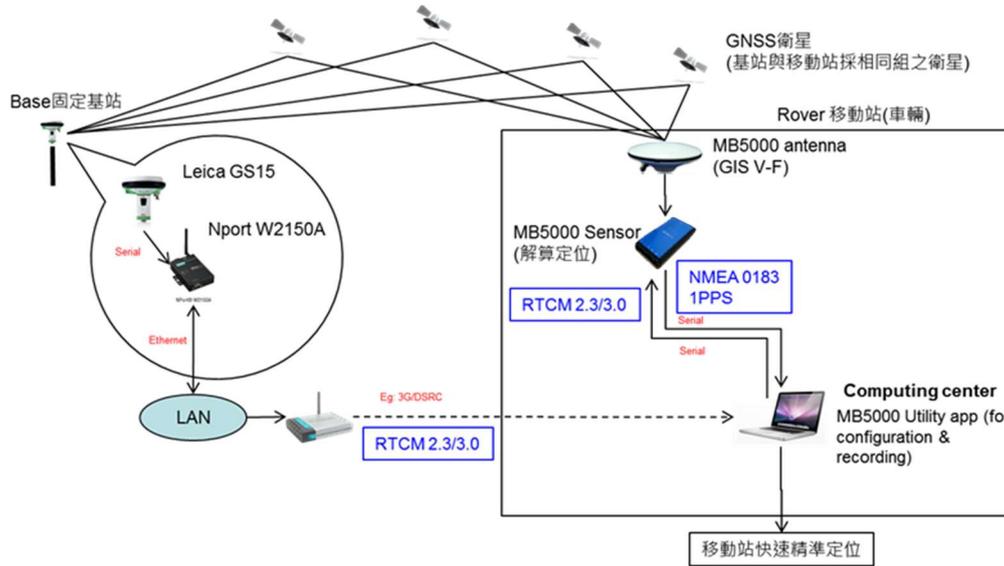


圖 4.7.29 自架基站差分定位校正系統

## 2. 場域內車聯網(CV)系統的定位差異分析

測試過程中，於測試車輛同時架設 MB5000 及 OBU，記錄兩者的定位軌跡並作時間同步，於場域以順時針及逆時針分別進行紀錄及分析誤差值，結果如下圖 4.7.30-圖 4.7.33。

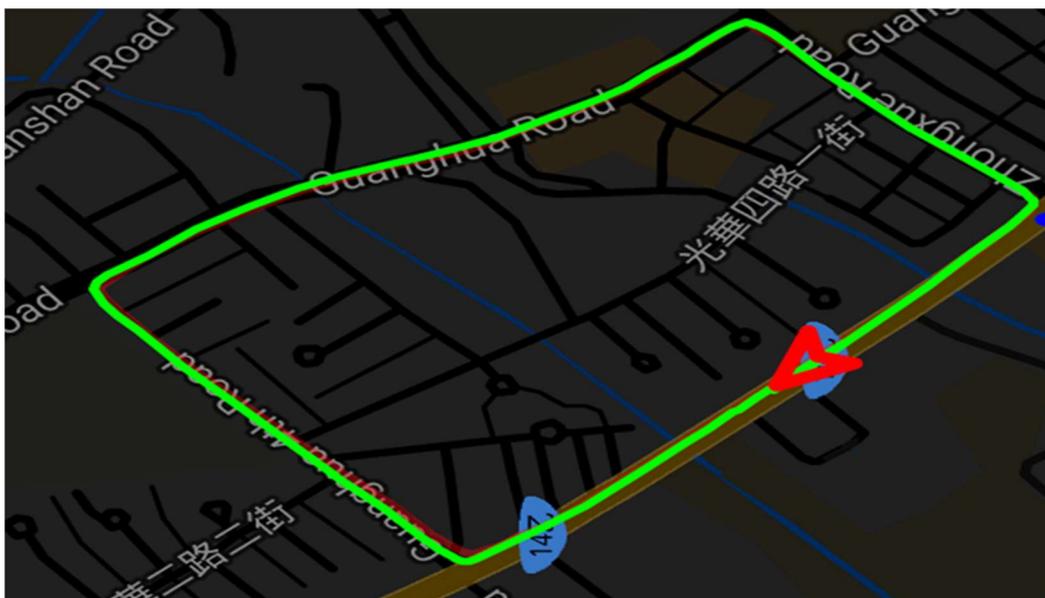


圖 4.7.30 場域順時針繞行軌跡

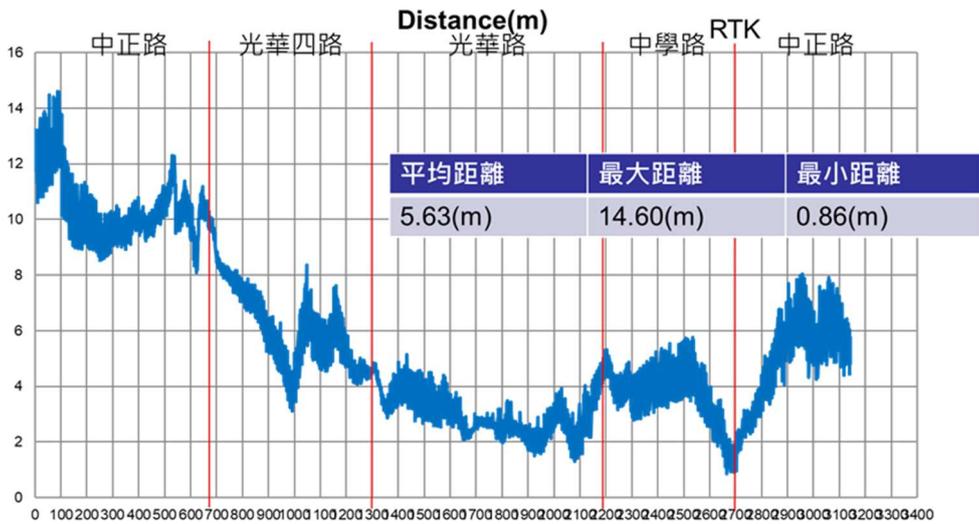


圖 4.7.31 場域順時針繞行 OBU 定位誤差距離分析

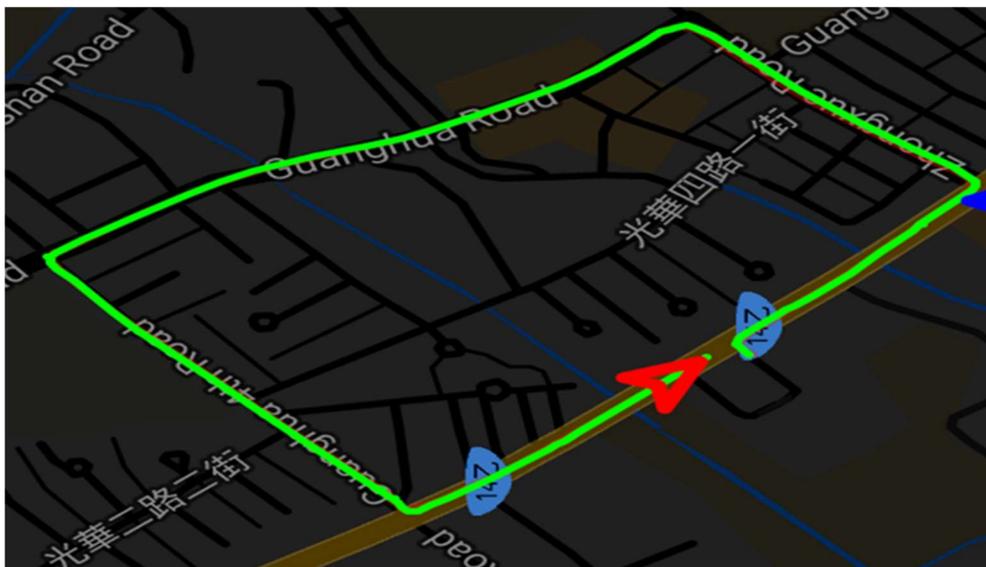


圖 4.7.32 場域逆時針繞行軌跡

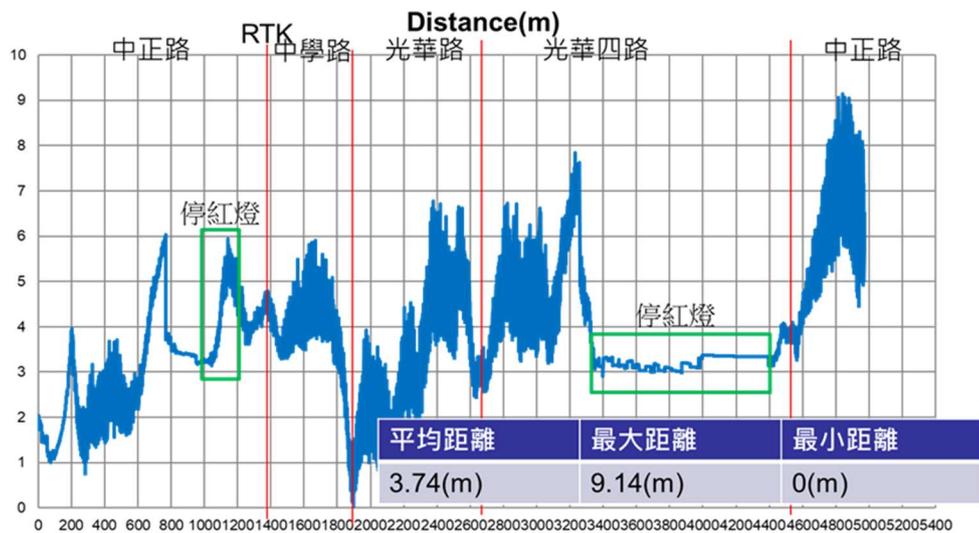


圖 4.7.33 場域逆時針繞行 OBU 定位誤差距離分析

### 3.路口雷達偵測的車輛座標定位差異分析

為避免測試過程中受到其他車輛干擾，特別選定午夜車輛較少時進行測試，因中正路與中學路口共架設四個雷達，規劃十二條測試路徑已涵蓋所有雷達偵測的範圍。其中測試路徑編號請參考圖 4.7.34，測試時間紀錄請參考表 4.7.4。每項測試均以雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合、雷達/GNSS 軌跡距離及雷達/DGPS 差異分布等圖示表示，12 項測試結果則彙整在於表 4.7.5。因本次使用參考座標為 DGPS，DGPS 經測試有約 1.5 米的誤差，建議後續應使用更高精度的 RTK-GPS+IMU，以確認雷達的誤差值。

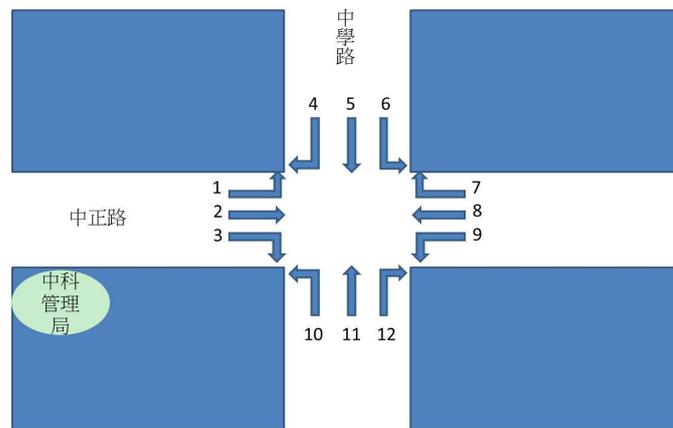


圖 4.7.34 路口雷達偵測車輛座標測試情境規劃

表 4.7.4 路口雷達偵測車輛座標測試時間記錄表

路線編號	時間點	路線編號	時間點
1	2017-10-24 00:18	7	2017-10-24 00:31
2	2017-10-24 00:19	8	2017-10-24 00:33
3	2017-10-24 00:22	9	2017-10-24 00:35
4	2017-10-24 00:26	10	2017-10-24 00:37
5	2017-10-24 00:28	11	2017-10-24 00:39
6	2017-10-24 00:30	12	2017-10-24 00:41

表 4.7.5 路口雷達偵測車輛座標測試時間記錄表

路線編號	平均差異	最大差異	路線編號	平均差異	最大差異
1	0.54	7.04	7	0.01	0.33
2	0.19	2.94	8	0.01	0.01
3	0.39	4.06	9	0.01	0.67
4	0.01	0.01	10	0.13	3.21
5	0.02	1.34	11	0.01	0.13
6	0.01	0.01	12	0.05	3.55

(1)Test 1

- 平均差異：0.54 公尺
- 最大差異:7.04 公尺

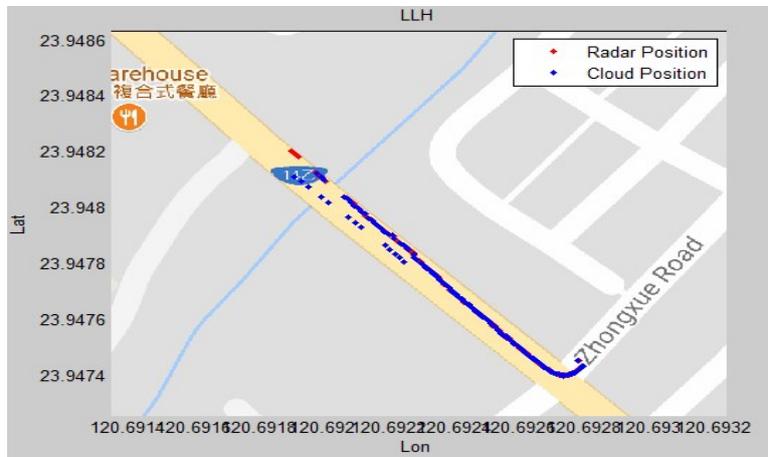


圖 4.7.35 Test1 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

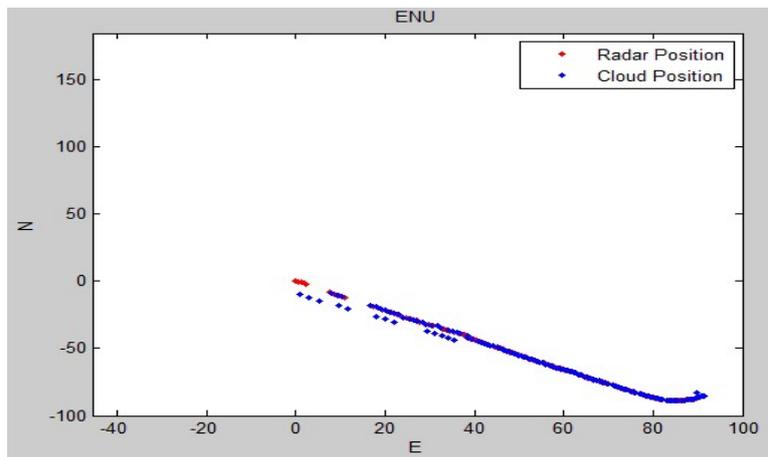


圖 4.7.36 Test 1 雷達/GNSS 軌跡距離

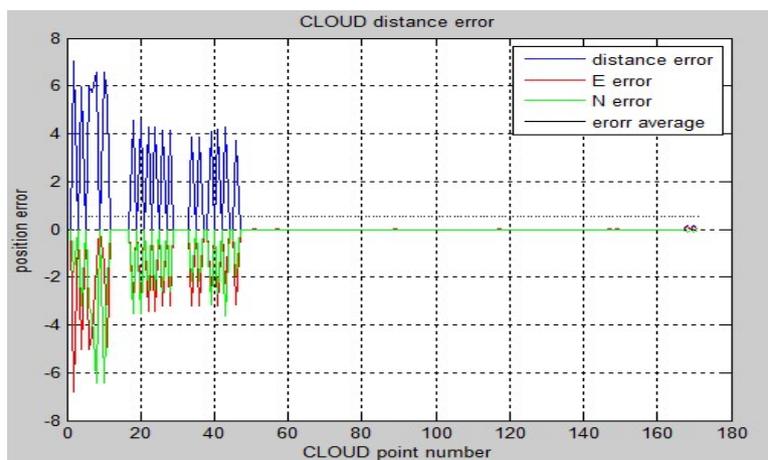


圖 4.7.37 Test1 雷達/DGPS 差異分布

(2)Test 2

- 平均差異:0.19 公尺
- 最大差異:2.94 公尺

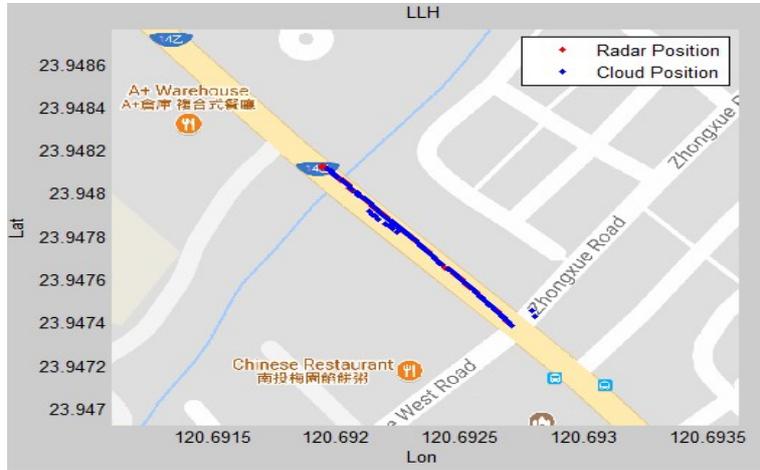


圖 4.7.38 Test2 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

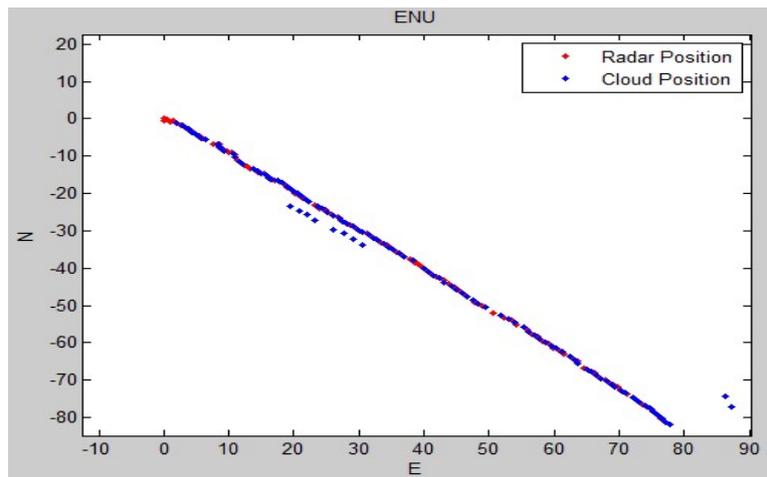


圖 4.7.39 Test2 雷達/GNSS 軌跡距離

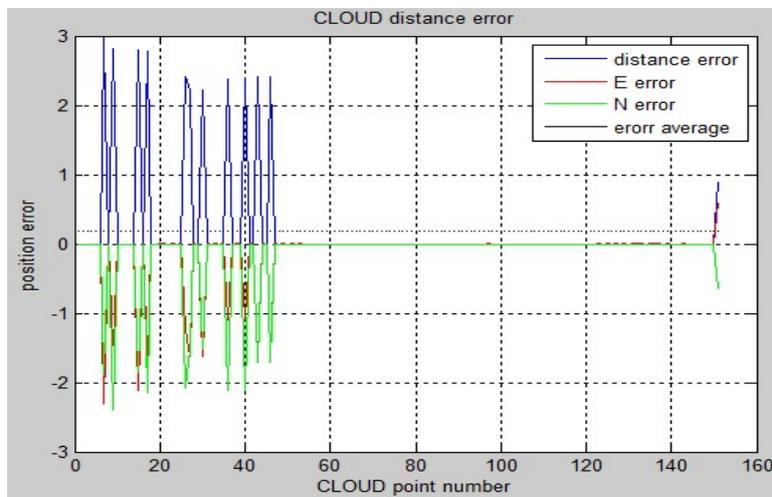


圖 4.7.40 Test2 雷達/DGPS 差異分布

(3)Test 3

- 平均差異:0.39 公尺
- 最大差異:4.06 公尺



圖 4.7.41 Test3 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

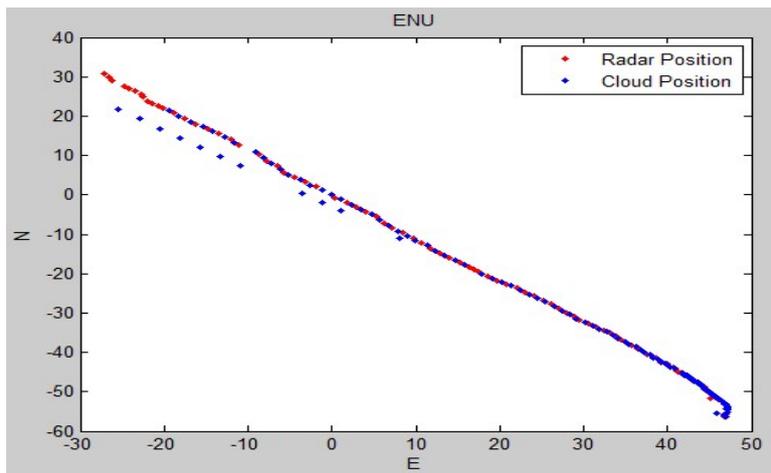


圖 4.7.42 Test3 雷達/GNSS 軌跡距離

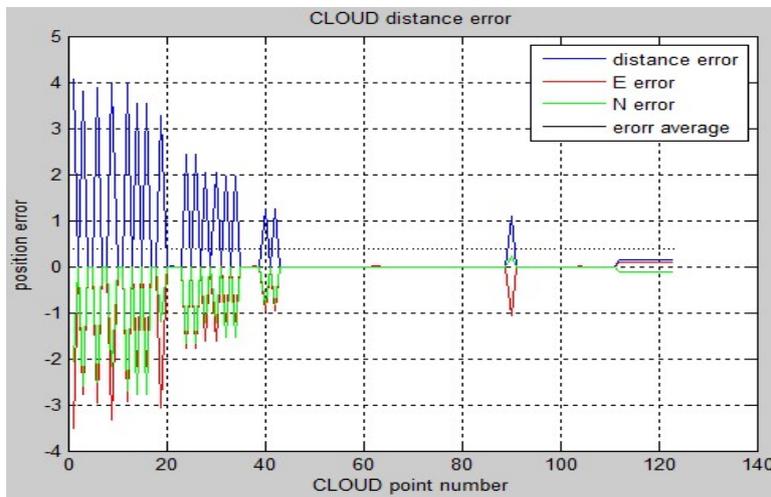


圖 4.7.43 Test3 雷達/DGPS 差異分布

(4)Test 4

- 平均差異:<0.01 公尺
- 最大差異:0.01 公尺

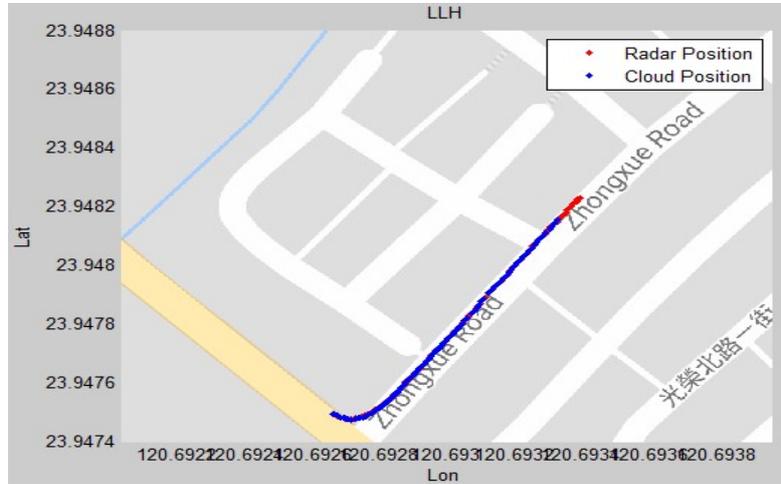


圖 4.7.44 Test4 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

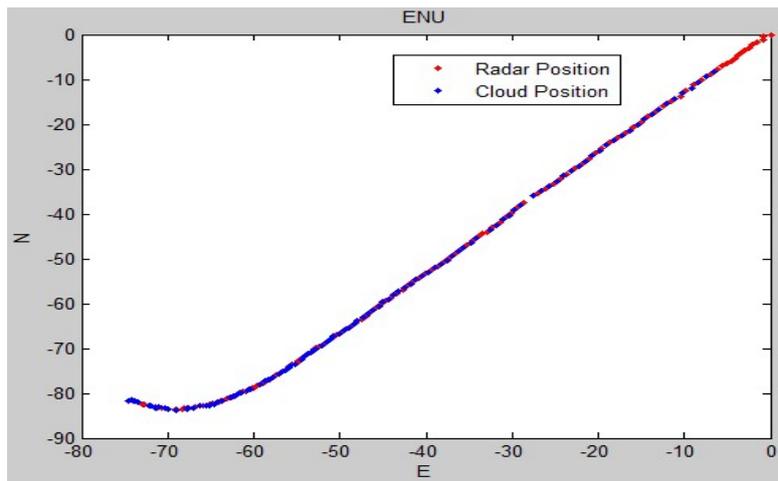


圖 4.7.45 Test4 雷達/GNSS 軌跡距離

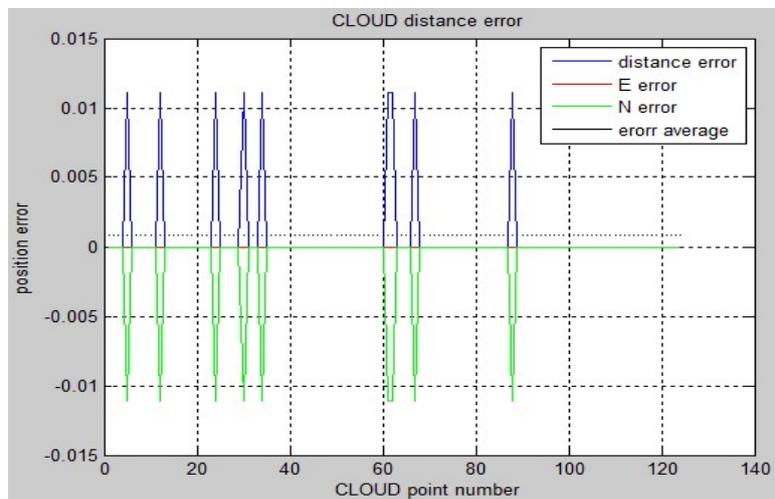


圖 4.7.46 Test4 雷達/DGPS 差異分布

(5)Test 5

- 平均差異:0.02 公尺
- 最大差異:1.34 公尺

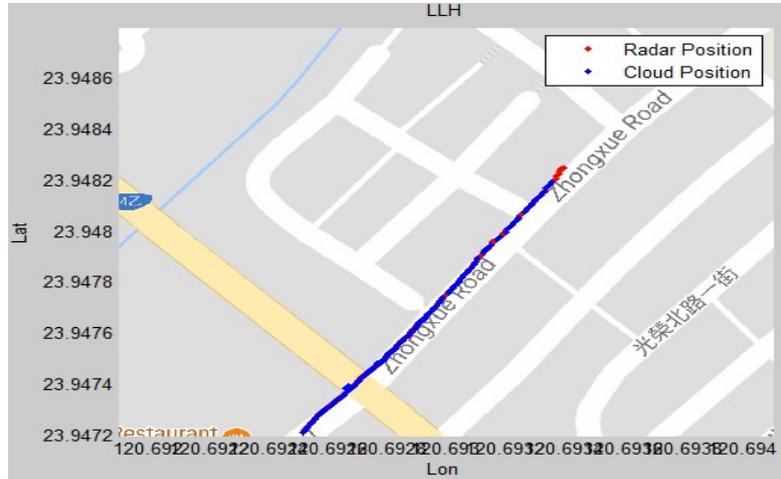


圖 4.7.47 Test5 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

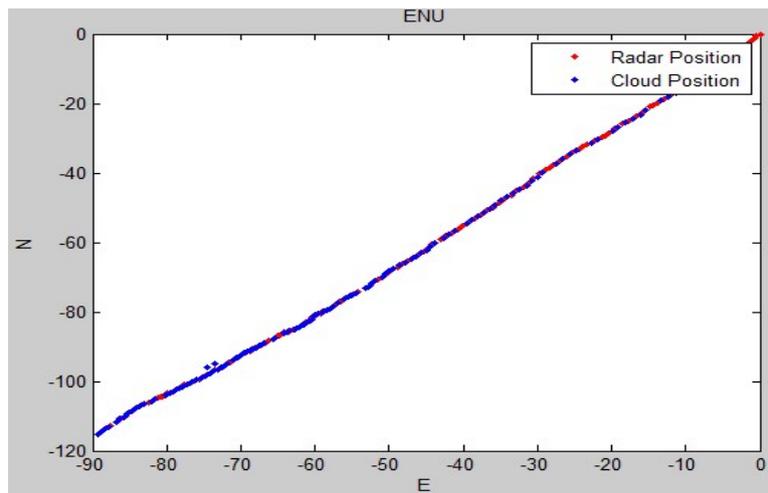


圖 4.7.48 Test5 雷達/GNSS 軌跡距離

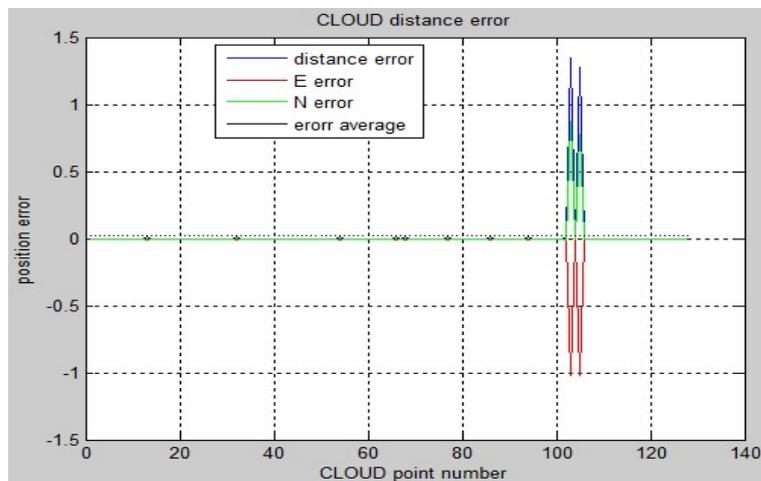


圖 4.7.49 Test5 雷達/DGPS 差異分布

(6)Test 6

- 平均差異:<0.01 公尺
- 最大差異:0.01 公尺

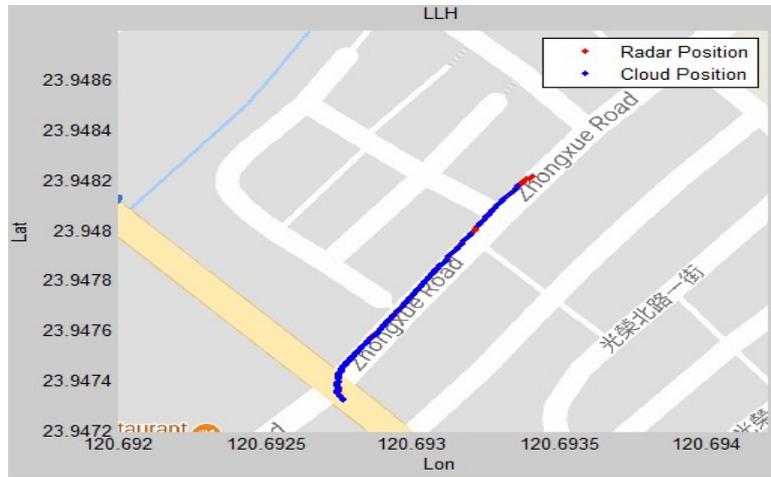


圖 4.7.50 Test6 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

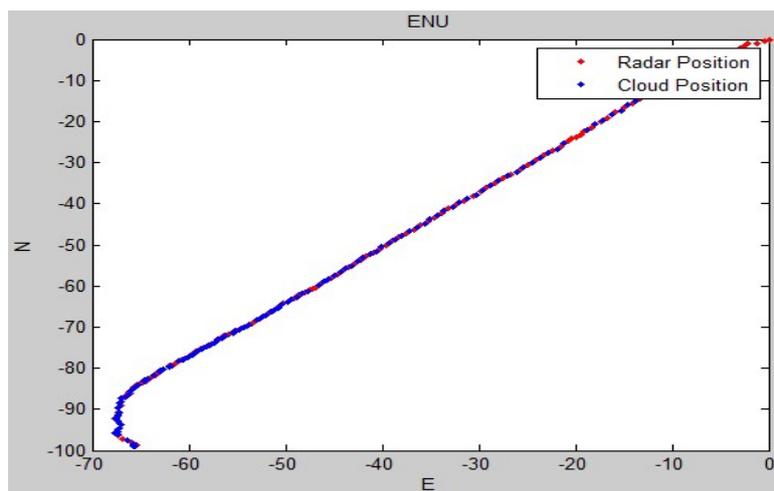


圖 4.7.51 Test6 雷達/GNSS 軌跡距離

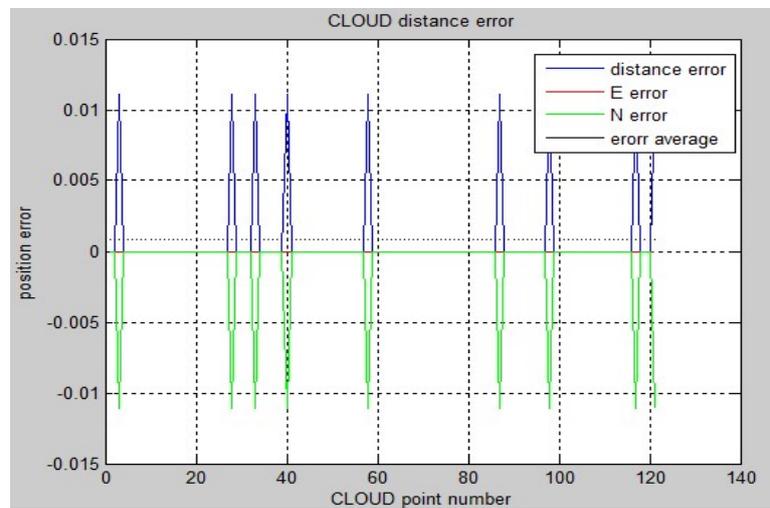


圖 4.7.52 Test6 雷達/DGPS 差異分布

(7)Test 7

- 平均差異:<0.01 公尺
- 最大差異:0.33 公尺



圖 4.7.53 Test7 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

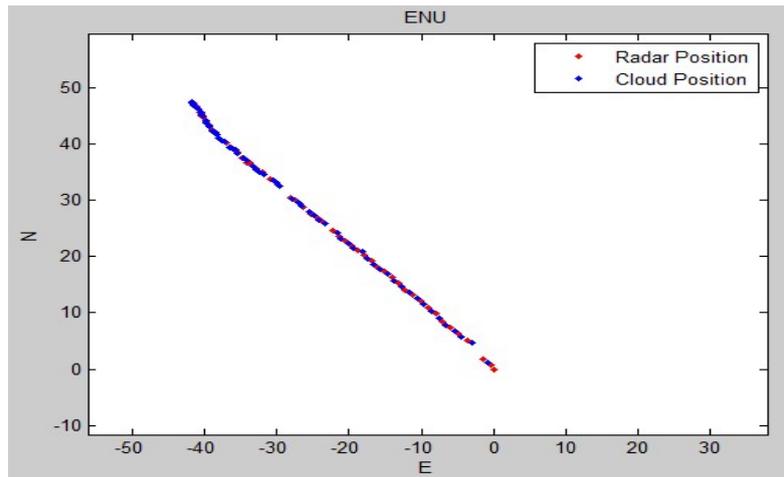


圖 4.7.54 Test7 雷達/GNSS 軌跡距離

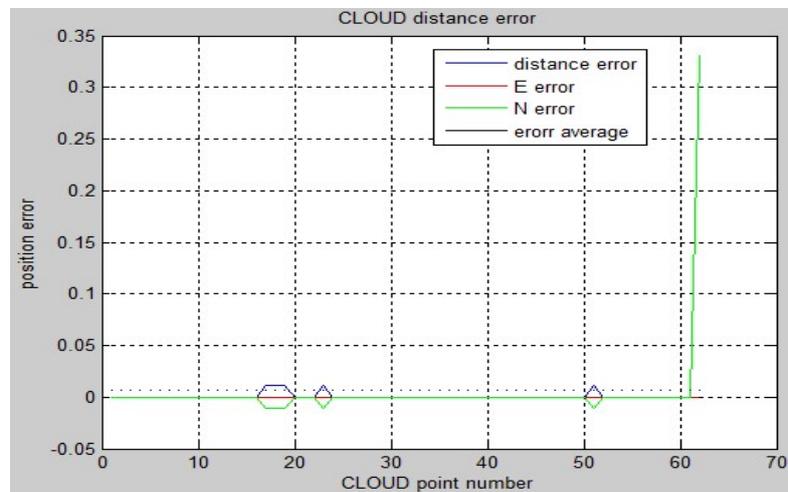


圖 4.7.55 Test7 雷達/DGPS 差異分布

(8)Test 8

- 平均差異:<0.01 公尺
- 最大差異:0.01 公尺

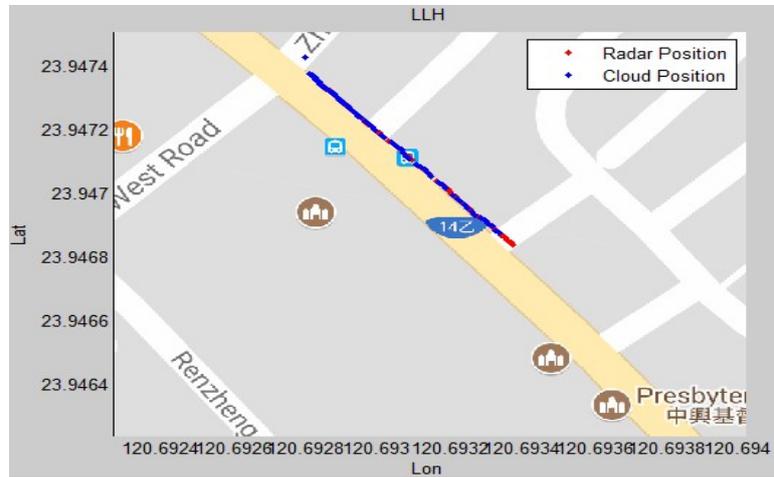


圖 4.7.56 Test8 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

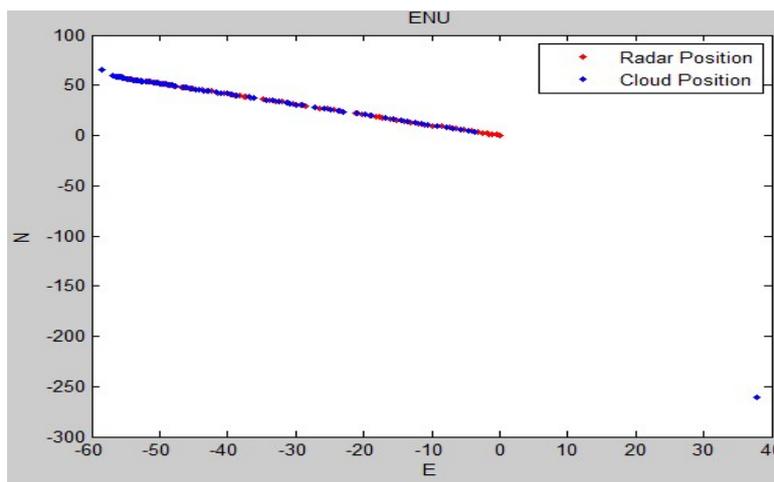


圖 4.7.57 Test8 雷達/GNSS 軌跡距離

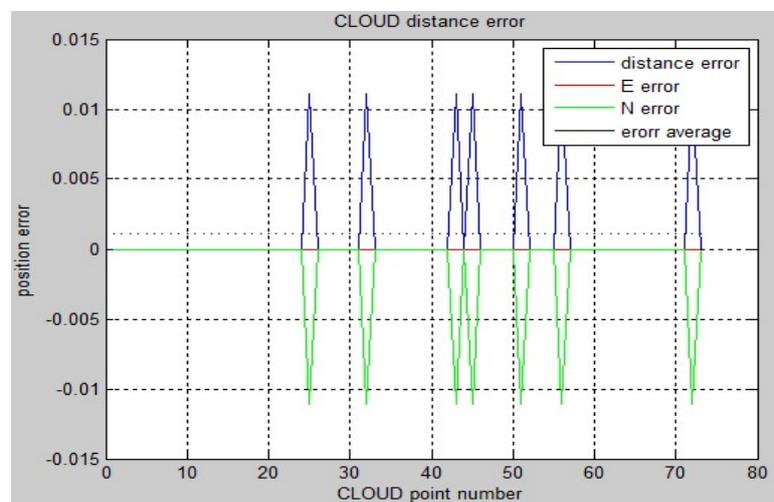


圖 4.7.58 Test8 雷達/DGPS 差異分布

(9)Test 9

- 平均差異:<0.01 公尺
- 最大差異:0.67 公尺



圖 4.7.59 Test9 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

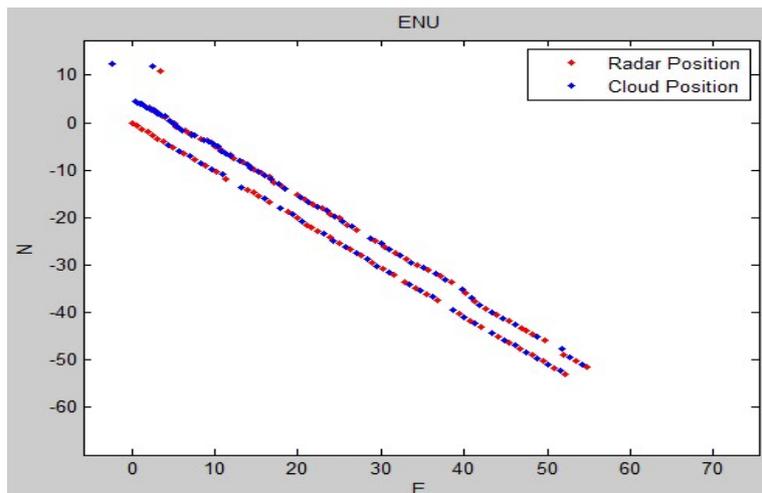


圖 4.7.60 Test9 雷達/GNSS 軌跡距離

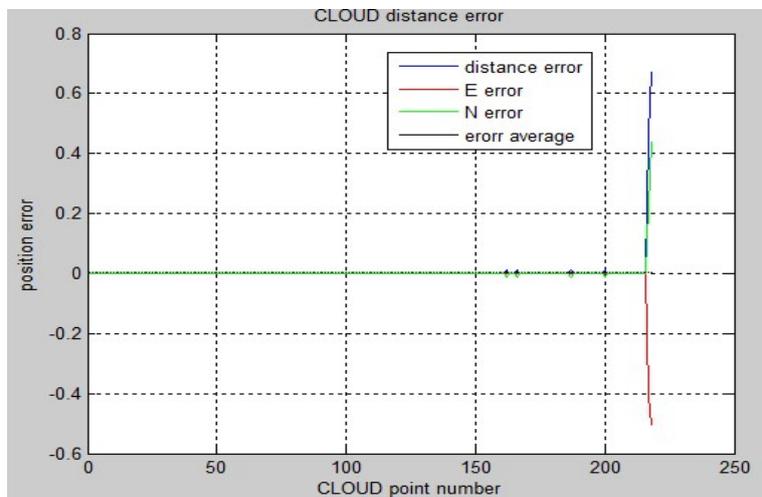


圖 4.7.61 Test9 雷達/DGPS 差異分布

(10)Test 10

- 平均差異:0.13 公尺
- 最大差異:3.21 公尺



圖 4.7.62 Test10 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

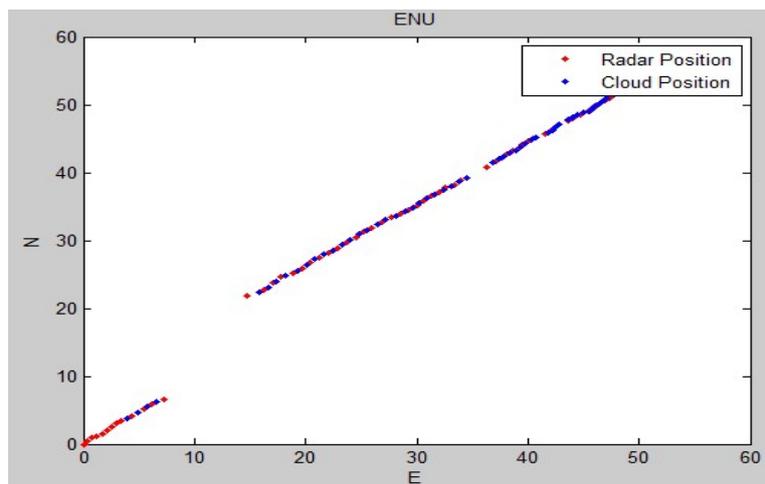


圖 4.7.63 Test10 雷達/GNSS 軌跡距離

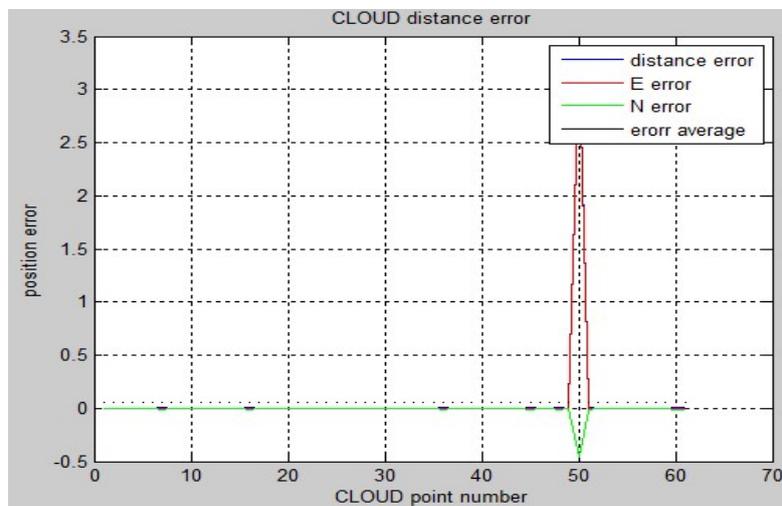


圖 4.7.64 Test10 雷達/DGPS 差異分布

(11)Test 11

- 平均差異:<0.01 公尺
- 最大差異:0.13 公尺

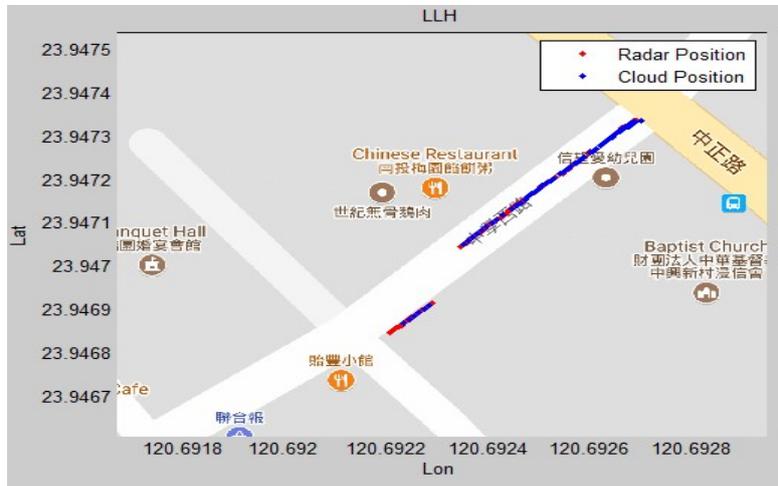


圖 4.7.65 Test11 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

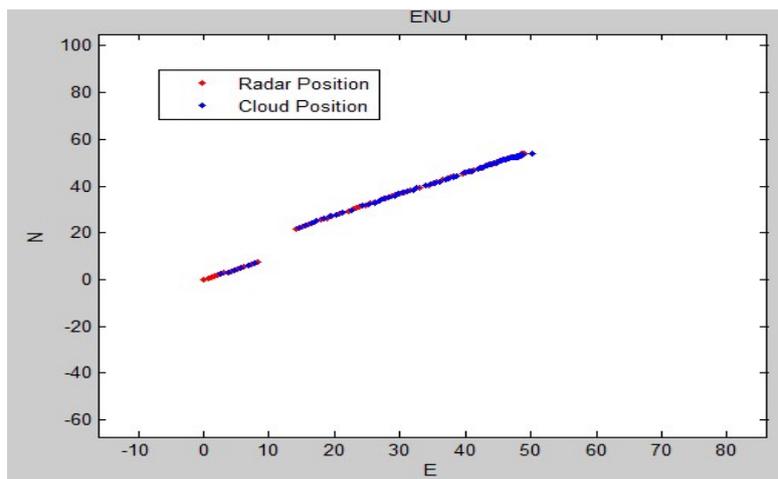


圖 4.7.66 Test11 雷達/GNSS 軌跡距離

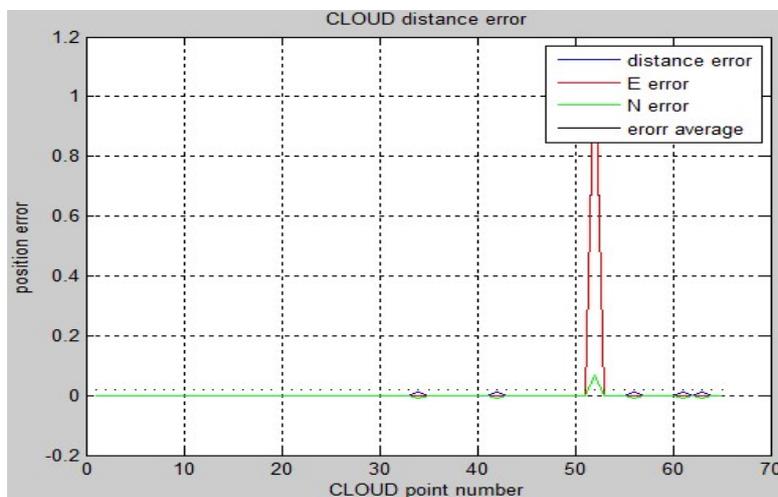


圖 4.7.67 Test11 雷達/DGPS 差異分布

(12)Test 12

- 平均差異:0.05 公尺
- 最大差異:3.55 公尺

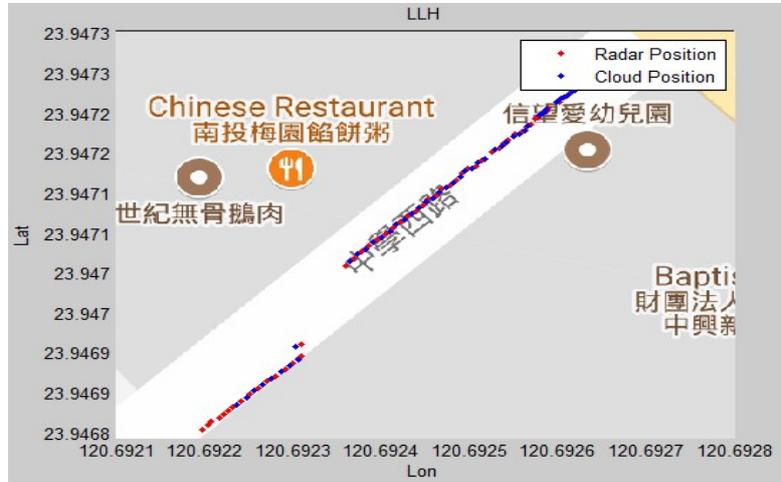


圖 4.7.68 Test12 雷達/DGPS 軌跡與圖資疊合

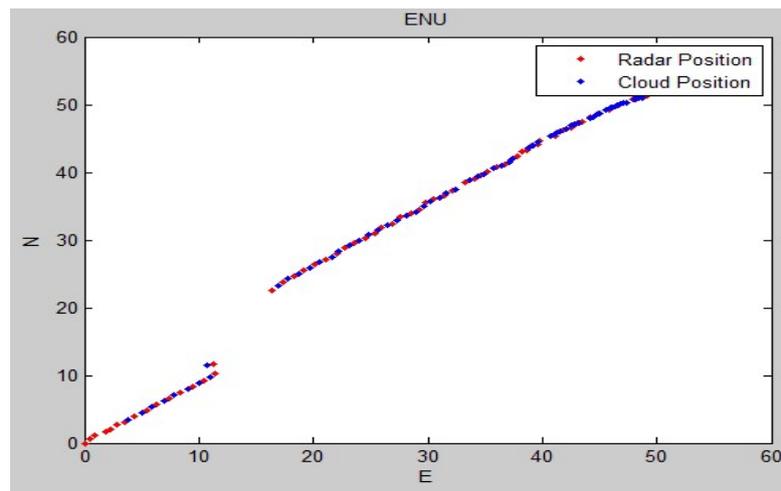


圖 4.7.69 Test12 雷達/GNSS 軌跡距離

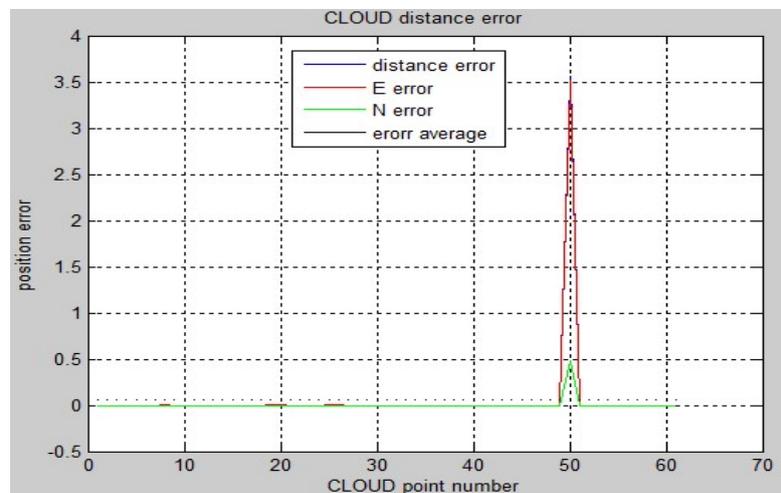


圖 4.7.70 Test12 雷達/DGPS 差異分布

## 4.8 實車測試及數據分析

一、場域 DSRC 通訊效能分析分為兩部分進行。

- (1) OBU 當發送端(Sender)、RSU 當接收端(Receiver)，於每個 RSU 接收端紀錄所有封包(包括封包序號、封包發送時位置等)，分析不同 RSU 在不同通訊範圍下的封包遺失率。
- (2) RSU 當發送端(Sender)、OBU 當接收端(Receiver)，於 OBU 接收端紀錄不同 RSU 發的所有封包(包括接收訊號強度指標(Received Signal Strength Indication, RSSI))，分析在不同區域對於不同 RSU 的 RSSI 值變化。

其結果如圖 4.8.1、圖 4.8.2、圖 4.8.3、圖 4.8.4。

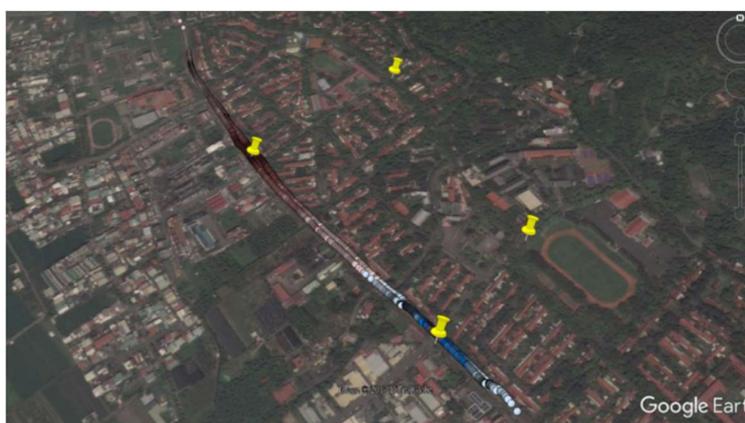


圖 4.8.1 中正路(RSU04-RSU01-東西向)

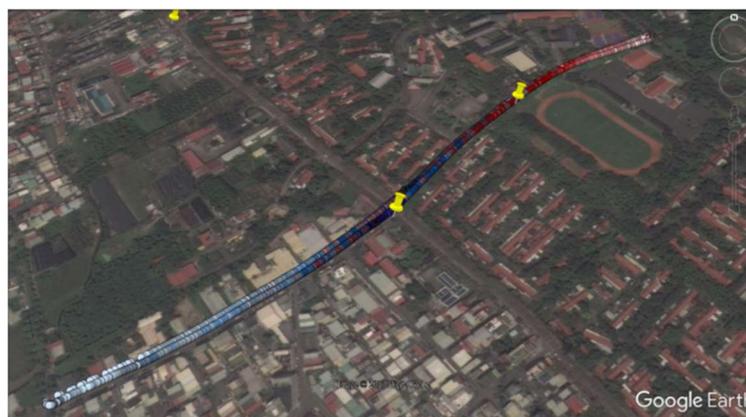


圖 4.8.2 中學路(RSU01-RSU02-南北向)



圖 4.8.3 光華路(RSU02-RSU03-東西向)

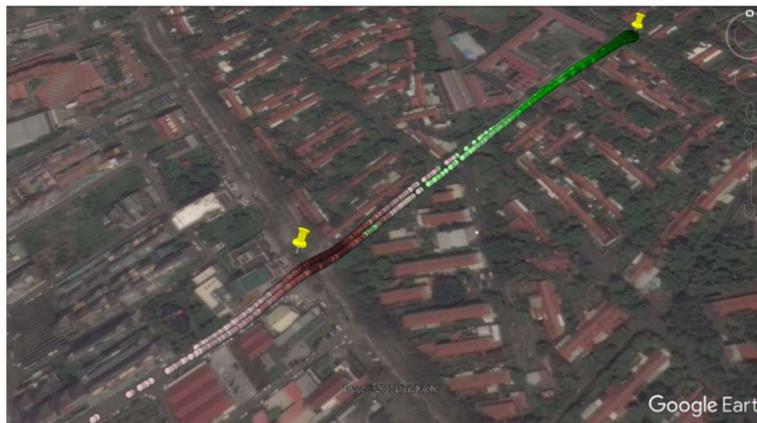


圖 4.8.4 光華四路(RSU03-RSU04-南北向)

再依據 RSU 所在位置，分析所有來向及去向的封包遺失率，結果如圖 4.8.5、圖 4.8.6、圖 4.8.7、圖 4.8.8：

往西接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	302	74	6	
Recv Num.	302	39	3	
loss rate	0	0.472973	0.5	

往西離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.		95	55	
Recv Num.		95	23	
loss rate		0	0.581818	

往東接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	605	77	1	
Recv Num.	605	46	1	
loss rate	0	0.402597	0	

往東離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.		84	39	
Recv Num.		82	14	
loss rate		0.02381	0.641026	

往南接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	625	105	120	119
Recv Num.	625	105	111	35
loss rate	0	0	0.075	0.705882

往南離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	93	88	81	309
Recv Num.	93	88	81	91
loss rate	0	0	0	0.705502

往北接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	288	89	93	210
Recv Num.	288	89	93	119
loss rate	0	0	0	0.433333

往北離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	89	104	292	387
Recv Num.	89	104	241	74
loss rate	0	0	0.174658	0.808786

圖 4.8.5 RSU01 中正-中學路口(封包遺失率)

往西接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	302	74	6	
Recv Num.	302	39	3	
loss rate	0	0.472973	0.5	

往西離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	95	55		
Recv Num.	95	23		
loss rate	0	0.581818		

往東接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	605	77	1	
Recv Num.	605	46	1	
loss rate	0	0.402597	0	

往東離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	84	39		
Recv Num.	82	14		
loss rate	0.02381	0.641026		

往南接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	625	105	120	119
Recv Num.	625	105	111	35
loss rate	0	0	0.075	0.705882

往南離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	93	88	81	309
Recv Num.	93	88	81	91
loss rate	0	0	0	0.705502

往北接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	288	89	93	210
Recv Num.	288	89	93	119
loss rate	0	0	0	0.433333

往北離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	89	104	292	387
Recv Num.	89	104	241	74
loss rate	0	0	0.174658	0.808786

圖 4.8.6 RSU02 中學-光華路口(封包遺失率)

往西接近	100	100-200	200-300	300
Send Num.	72	74	80	2
Recv Num.	72	74	69	2
loss rate	0	0	0.1375	0

往西離開	100	100-200	200-300	300
Send Num.	75	65		
Recv Num.	73	51		
loss rate	0.026667	0.215385		

往東接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	75	83	49	
Recv Num.	75	77	28	
loss rate	0	0.072289	0.428571	

往東離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	69	74	81	1
Recv Num.	69	73	57	1
loss rate	0	0.013514	0.296296	0

往南接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.				
Recv Num.				
loss rate				

往南離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	150	89	47	
Recv Num.	150	75	27	
loss rate	0	0.157303	0.425532	

往北接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	208	93	99	101
Recv Num.	208	92	45	13
loss rate	0	0.010753	0.545455	0.871287

往北離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.				
Recv Num.				
loss rate				

圖 4.8.7 RSU03 光華-光華四路口(封包遺失率)

往西接近	100-200	200-300	300
Send Num.	72	74	80
Recv Num.	72	74	69
loss rate	0	0	0.1375

往西離開	100-200	200-300	300
Send Num.	75	65	
Recv Num.	73	51	
loss rate	0.026667	0.215385	

往東接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	75	83	49	
Recv Num.	75	77	28	
loss rate	0	0.072289	0.428571	

往東離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	69	74	81	1
Recv Num.	69	73	57	1
loss rate	0	0.013514	0.296296	0

往南接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.				
Recv Num.				
loss rate				

往南離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	150	89	47	
Recv Num.	150	75	27	
loss rate	0	0.157303	0.425532	

往北接近	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.	208	93	99	101
Recv Num.	208	92	45	13
loss rate	0	0.010753	0.545455	0.871287

往北離開	<100	100-200	200-300	>300
Send Num.				
Recv Num.				
loss rate				

圖 4.8.8 RSU04 光華四路-中正路口(封包遺失率)

從封包遺失率及 RSSI 值顯示，中正-中學路口的中正路東西向，因通訊被遮蔽導致品質不良，因此於中正路號誌燈桿上，新增一台 RSU 以改善通訊品質。測試結果顯示，通訊品質於可視距離 300 公尺之內，封包遺失率均低於 10%，100 公尺內封包遺失率更低於 5%，部分區域因受路型及建築物遮蔽，封包遺失率較高。針對路口安全應用，距離路口 100 公尺內，封包遺失率 < 5%，可確保安全警示；另外，針對 I2V 資訊應用，只要接收到一筆資訊即可適時提供給駕駛，封包遺失率不至於影響太大。

## 二、各測試情境結果分析

### 1. 情境一：V2V 車對車行車安全警示

#### (1)V2V-IMA(Intersection Movement Assist,路口防撞警示)情境

- 測試環境：中科管理局廣場 (因安全性考量)。
- 測試車輛：
  - HV(Host Vehicle,自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
  - RV(Remote Vehicle,他車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力
- 測試條件：兩車以 30 kph 速度行駛



圖 4.8.9 V2V-IMA 情境數據分析

依據所記錄的資料描繪出自車(HV)及他車(RV)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時，HV 及 RV 的位置及當時預測碰撞的位置，進而計算出警示點與預測碰撞位置的距離，由軌跡可看出 HV 接收到警示後，有進行煞車的動作。以同樣的條件進行 5 次測試，紀錄其警示出現時之 TTC、HV-碰撞點距離以及 RV-碰撞點距離，結果如下：

	1	2	3	4	5	平均
TTC	4.8	4.7	4.9	4.8	4.9	4.82
HV-碰撞點距離	41	39	44	44	45	42.6
RV-碰撞點距離	43	40	43	42	44	42.4

(2)V2V-LTA(Left Turn Assist,左轉防撞警示)情境

- 測試環境：中科管理局廣場 (因安全性考量)。
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
  - RV(他車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
- 測試條件：HV 以 10 kph 速度行駛，RV 以 30 kph 速度行駛。

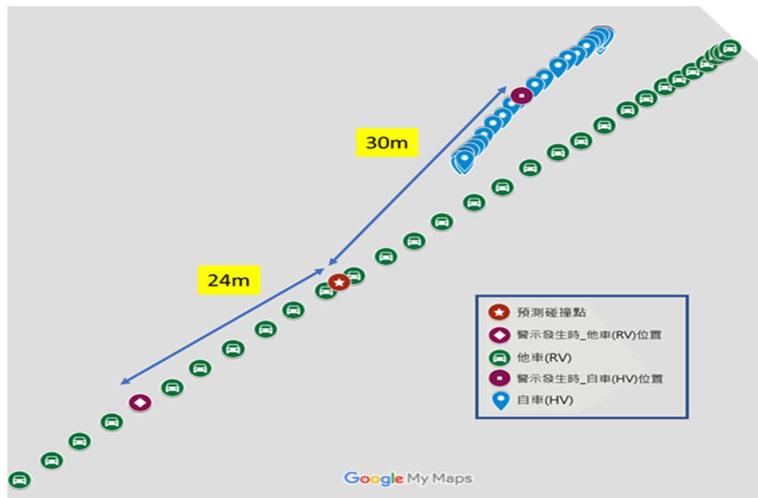


圖 4.8.10 V2V-LTA 情境數據分析

依據所記錄的資料描繪出自車(HV)及他車(RV)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時，HV 及 RV 的位置及當時預測碰撞的位置，進而計算出警示點與預測碰撞位置的距離，由軌跡可看出 HV 接收到警示後，有進行煞車的動作。由於 LTA 情境下，HV 是處於低速待左轉的移動狀態，預測碰撞位置會因 HV 路徑預測(Path Prediction)的結果而有所變動，也因為 HV 處於轉彎姿態，系統第一次給予警示的時間點，其預測碰撞點，會與後來轉彎後實際路線的碰撞點有所差異，這點須仰賴更精準的路徑預測演算法加以改善，對使用者而言，警示時間點會有提早的現象。

以同樣的條件進行 4 次測試，紀錄其警示出現時之 TTC、HV-碰撞點距離以及 RV-碰撞點距離，結果如下：

	1	2	3 (應警示未警示)	4	平均
TTC	4.6	4.5	-	4.7	4.6
HV-碰撞點距離	30	26	-	28	28
RV-碰撞點距離	24	20	-	26	23.3

### (3)V2V-EEBL(Emergency Electronic Brake Lights,緊急電子煞車警示)情境

- 測試環境：中科管理局廣場 (因安全性考量)。
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
  - RV(他車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
- 測試條件：兩車以 20 kph 速度行駛。

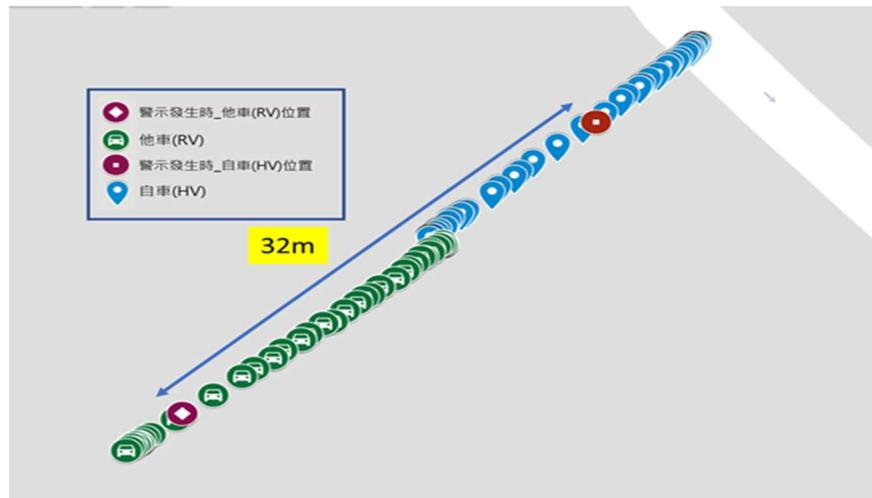


圖 4.8.11 V2V-EEBL 情境數據分析

依據所記錄的資料描繪出自車(HV)及他車(RV)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時，HV 及 RV 的位置及當時預測碰撞的位置，進而計算出警示點與預測碰撞位置的距離，由軌跡可看出 HV 接收到警示後，有進行煞車的動作。以同樣的條件進行 5 次測試，記錄其警示出現時之加速度值 (警示條件為 $< -3.92 \text{ m/s}^2$ )及 HV-碰撞點距離，結果如下。

	1	2	3	4 (應警示未警示)	5
加速度值	-4.2	-3.99	-4.14	-	-4.01
HV-碰撞點距離	32	40	46	-	35

以上透過 TTC 觸發時的預測碰撞點，與 TTC 時間後 RV 到達的位置進行距離換算，顯示 TTC 的計算接近實際可能發生的碰撞點。本計畫將預測碰撞誤差定義為 TTC 觸發時的預測碰撞點與 TTC 時間後 RV 到達的位置間的距離，以下為不同情境及預測碰撞誤差距離的分析圖片。



圖 4.8.12 IMA 情境預測碰撞誤差=0.75m



圖 4.8.13 LTA 情境預測碰撞誤差=0.52m

另外針對 ADAS 系統中 IMU 提供的資料(yaw rate)進行路徑預測的分析，結果顯示，加入 yaw rate 所產生的 GNSS 軌跡與單純 GNSS 的軌跡有接近 1 至 2 公尺的誤差，由於測試的環境(中科管理局廣場)沒有架設路側雷達，無法提供雷達偵測的軌跡，目前尚未釐清何者的軌跡較接近絕對位置，需搭配更精準的定位系統進行分析。

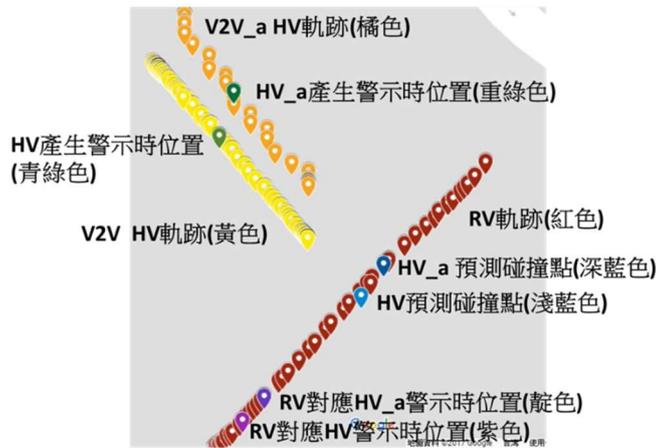


圖 4.8.14 IMA 情境 IMU 輔助與純 GNSS 之比較

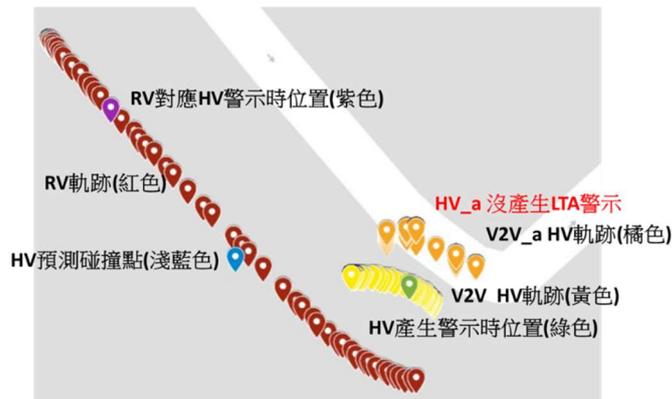


圖 4.8.15 LTA 情境 IMU 輔助與純 GNSS 之比較

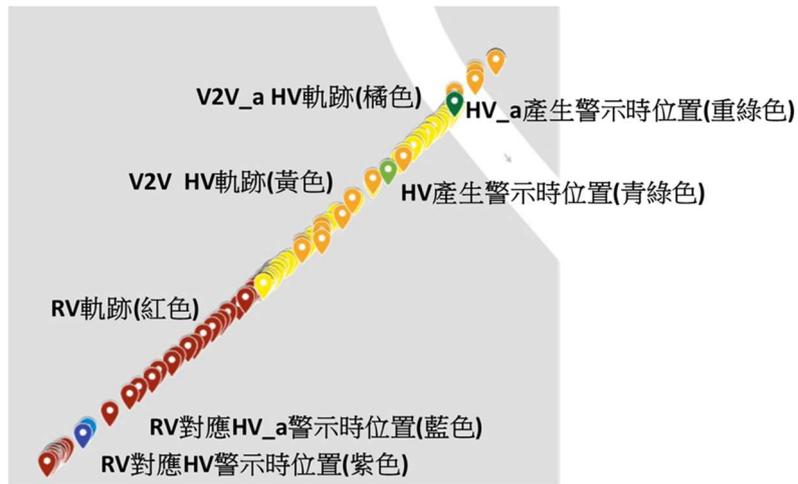


圖 4.8.16 EEBL 情境 IMU 輔助與純 GNSS 之比較

## 2. 情境二：R2V 路對車行車安全警示

### (1)R2V-IMA(Intersection Movement Assist,路口防撞警示)情境

- 測試環境：
  - 光華路-光華四路 T 字路口 (閃黃無號誌路口)。
  - 路側建置雷達，可偵測路口來車動態。
  - 路側建置 RSU，具有 V2R 通訊能力。
  - RSU 整合雷達將所偵測到來車動態，透過 V2R 通訊廣播給 OBU。
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2R 通訊能力。
  - RV(他車)不具備 V2V 通訊能力之一般車輛。
- 測試條件：HV 以 15kph 速度行駛，雷達偵測到 RV(來車)速度為 35kph。



圖 4.8.17 R2V-IMA 情境數據分析

依據所記錄的資料描繪出自車(HV)及雷達所偵測之他車(RV)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時，HV 及 RV 的位置及當時預測碰撞的位置，進而計算出警示點與預測碰撞位置的距離，由軌跡可看出 HV 接收到警示後，有進行煞車的動作。

### 3. 情境三：CMS 資訊看板路口行車安全警示

#### (1)CMS-IMA(Intersection Movement Assist,路口防撞警示)情境

- 測試環境：
  - 中正路-中學路 十字路口 (號誌化路口)。
  - 路側建置雷達，可偵測路口來車動態。
  - 路側建置 RSU 及 CMS(電子可變資訊看板)，RSU 整合雷達將所偵測到來車動態，進行路口防撞安全演算，將結果透過路側 CMS 提供警示。
- 測試車輛：所有車輛均為不具備 V2V 通訊能力之一般車輛。  
測試條件：雷達偵測到中學路來車速度為 15kph，與中正路偵測到之多輛車輛速度包括 30kph、45kph、25kph。



圖 4.8.18 CMS-IMA 情境數據分析

依據所記錄的資料描繪出雷達所偵測到車輛的移動軌跡，並標註多筆 CMS 提供警示時，預測碰撞的位置。

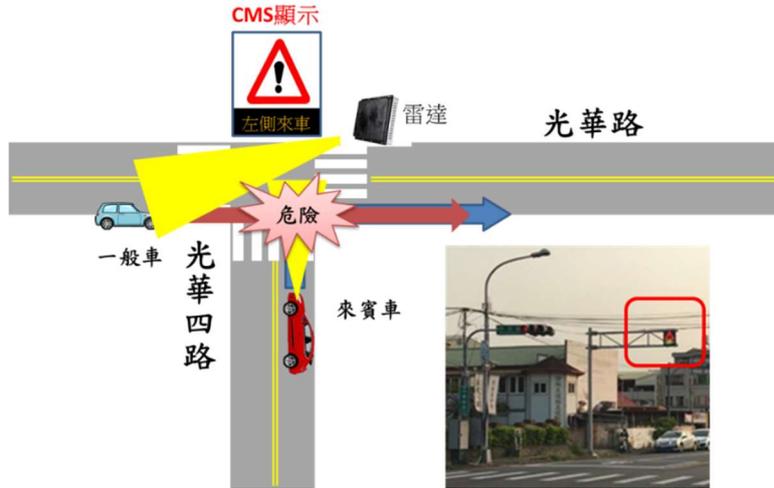


圖 4.8.19 CMS 資訊看板路口行車安全警示

4. 情境四：ADAS 車輛之感測器於十字路口會因路口建築物影響感測器之感測範圍，進而導致感測失效發生碰撞危險

- 測試環境：
  - 光華路-光華四路路口 T 字路口 (非號誌化路口)。
  - 路側建置雷達，可偵測路口來車動態。
  - 路側建置 RSU 及 CMS(電子可變資訊看板)，RSU 整合雷達將所偵測到來車動態，進行路口防撞安全演算，將結果透過路側 CMS 提供警示。
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2R 通訊及 ADAS 能力。
  - RV(他車)不具備 V2V 通訊能力之一般車輛。
- 測試條件：HV 以 20kph 速度行駛，路口雷達偵測到 RV(來車)速度為 30kph。

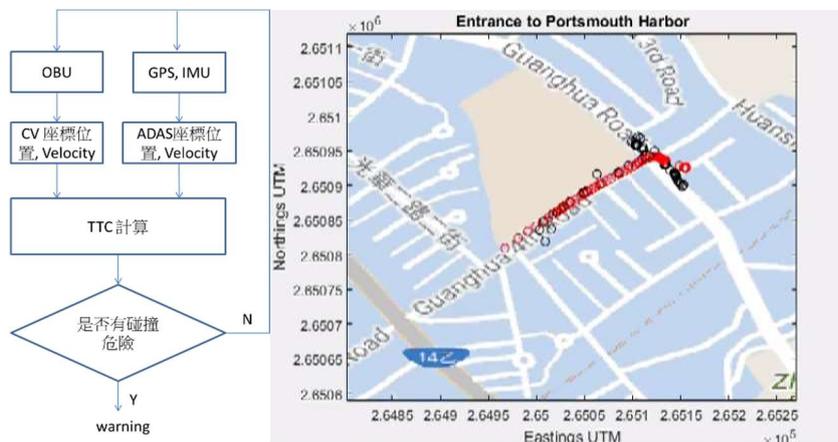


圖 4.8.20 CV 協助 ADAS 情境

依據所記錄的資料描繪出 HV(紅點)及雷達所偵測之 RV(黑點)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時(綠色點)，HV 及 RV 的位置及當時預測碰撞點在路口中央，進而計算出警示點與預測碰撞位置的距離。

#### 5. 情境五：ADAS 技術於十字路口場景協助 CV 車輛進行防撞警示

- 測試環境：(參考圖 4.8.21)
  - 中正路-光華四路路口 十字路口 (非號誌化路口)。
  - ADAS 車前方雷達可偵測前方車輛動態。
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2R 通訊能力。
  - RV(他車)不具備 V2V 通訊能力之一般車輛。
  - ADAS(他車)具備前方雷達偵測及 V2V 通訊能力。
- 測試條件：HV 以 15kph 速度行駛靠近路口，RV(來車)與 ADAS 距離 10 米，車速為 30kph 等速通過路口。

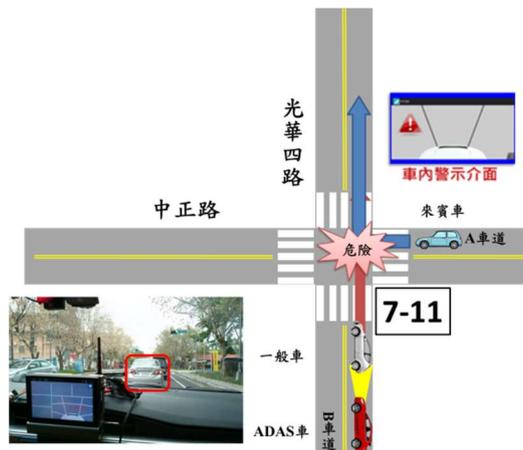


圖 4.8.21 ADAS 前方雷達協助 CV 情境示意圖

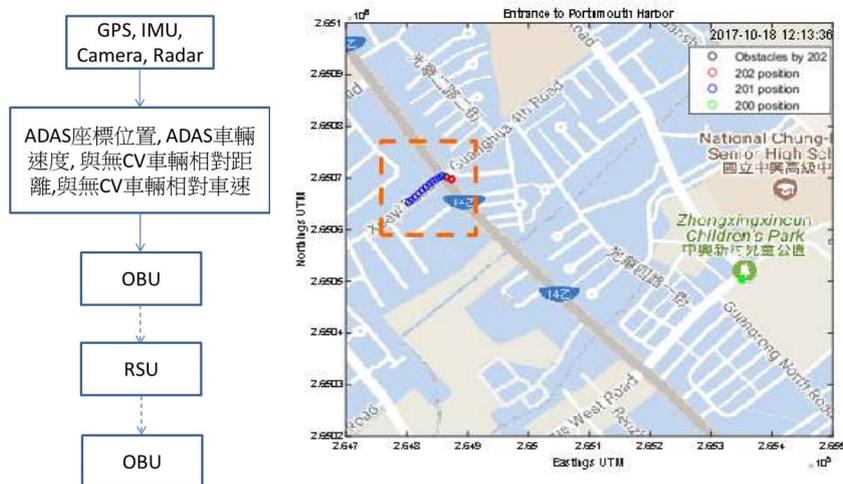


圖 4.8.22 ADAS 前方雷達協助 CV 情境數據分析

6. 情境六：ADAS+CV 技術於十字路口協助路側設施進行車輛偵測

- 測試環境：(參考圖 4.8.23)
  - 光華四路-中學路路口 T 字路口 (非號誌化路口)。
  - ADAS 車側方雷達可偵測側方車輛動態。
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2R 通訊能力。
  - RV(他車)不具備 V2V 通訊能力之一般車輛。
  - ADAS(他車)具備側方雷達偵測及 V2V 通訊能力。
- 測試條件：HV 以 15kph 速度行駛靠近路口，RV(來車)與 ADAS 側向距離 3 米，RV 車與 ADAS 車以相對車速 15kph 由側方超車並通過路口。

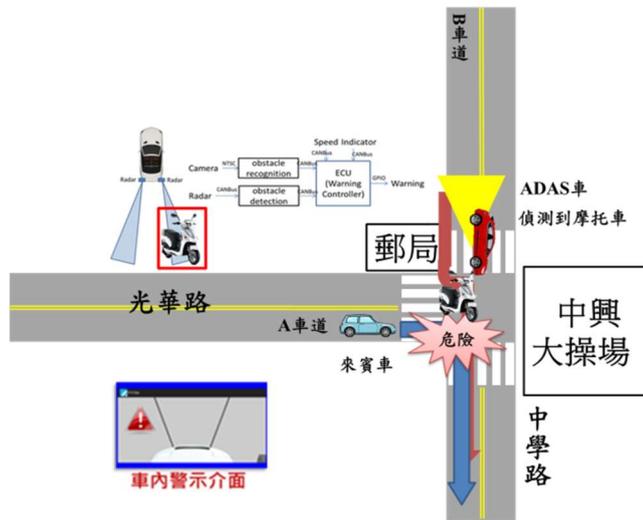


圖 4.8.23 ADAS 側方雷達協助 CV 情境示意圖

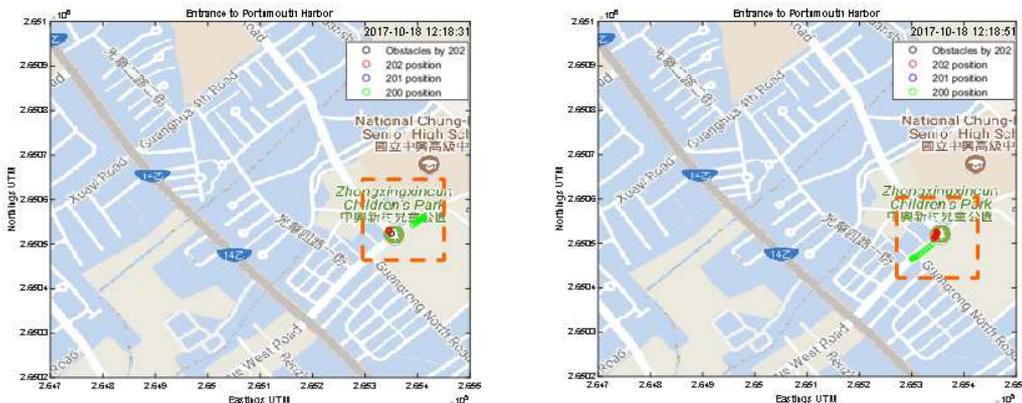


圖 4.8.24 ADAS 側方雷達協助 CV 情境數據分析

依據所記錄的資料描繪出 HV(紅點)及由 ADAS 車雷達所偵測之 RV(藍點)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時(紅點)，HV 及 RV 的位置

及當時預測碰撞點在路口中央，進而計算出警示點與預測碰撞位置的距離。

#### 7. 情境七：CV 技術協助 ADAS 或 CV 車輛進行前方事故(或塞車)警示

- 測試環境 (參考圖 4.8.25)
  - 中正路-光華四路 十字路口。
  - 光華路-光華四路 RSU 偵測路口塞車(資料模擬)。
  - 光華四路 RSU 將訊息傳送到中正路 RSU。
  - 中正路 RSU 將訊息傳送到實驗車的 OBU。
- 測試車輛
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 R2V 通訊能力。

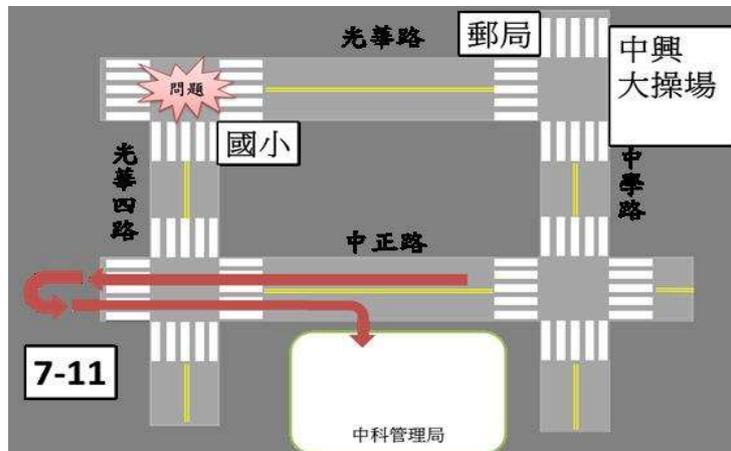


圖 4.8.25 CV 技術協助車輛進行前方事故(或塞車)警示情境

依實際測試，OBU 均可於路口前方至少 100 公尺前，得知塞車訊息並提前告知駕駛改道行駛。

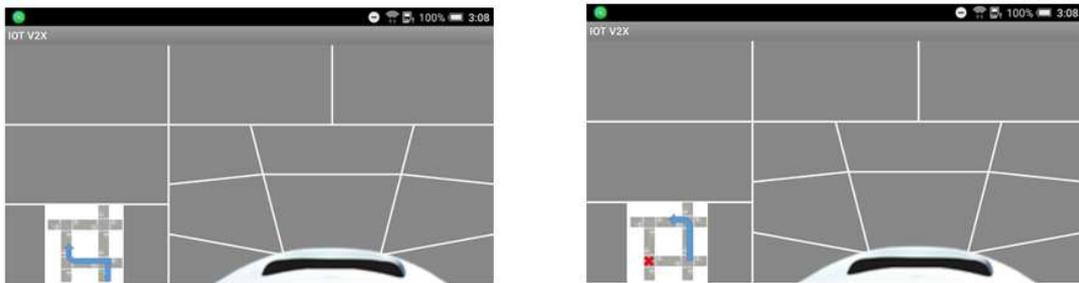


圖 4.8.26 前方事故(塞車)繞路顯示畫面(左：導航路線，右：新路徑)

#### 8. 情境八：闖紅燈車輛警示

- 測試環境
  - 光華路-光華四路 T 字路口 (閃黃無號誌路口)。
  - 路側建置雷達，可偵測路口來車動態。
  - 路側建置 RSU，具有 V2R 通訊能力。

- RSU 整合雷達將所偵測到來車動態，透過 V2R 通訊廣播給 OBU。
- 測試車輛
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2R 通訊能力。
  - RV(他車)不具備 V2V 通訊能力之一般車輛。



圖 4.8.27 闖紅燈警示情境數據分析

當車輛接近路口時，OBU 透過 SPAT 及 MAP 取得路口時相，當本車行車方向為紅燈快結束(即前方路口橫向為黃燈)，且接收到前方路口橫向來車速度過快時，啟動前方有闖紅燈車輛警示，提醒駕駛注意前方闖紅燈車輛；依據所記錄的資料描繪出自車(HV)及他車(RV)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時，HV 的位置，進而計算出警示點與預測碰撞位置的距離。

#### 9. 情境九：故障車輛警示

- 測試環境：光華四路上(一般道路)
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
  - RV(故障車)搭載 OBU，具有 V2V 通訊能力，以及故障燈(閃雙黃燈)訊號擷取功能。
- 測試條件：故障車停於路旁，啟動故障燈(閃雙黃燈)，HV 以 20kph 速度行駛，接近故障車。

目前警示範圍設定是以駕駛人車輛為參考點，分別設定左邊與右邊各 10 度至 80 度且距離車輛 5 公尺之範圍為警戒區域。若該機車在此警戒區域內，將警示車輛上之駕駛人。實驗結果同樣因為 GPS 定位飄移及機車行進方向判斷有誤等問題而造成提示錯誤之機車位置。若從 DSRC 通訊功能的角度來看，裝載於機車上的手持式 OBU 對汽車 OBU 的 DSRC 通

訊滿足安全警示需求，測試結果顯示兩者相距 200 公尺即可收到互相的訊息。



圖 4.8.28 故障車警示情境數據分析

當車輛故障時，駕駛啟動故障警示燈，OBU 會將此警示狀態廣播給周遭車輛，其他車輛接收到該警示訊息且即將行經該故障車輛所在位置前，會透過警示介面及聲音提醒駕駛注意前方故障車輛；依據所記錄的資料描繪出自車(HV)及故障車(RV)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時，HV 的位置，進而計算出警示點與故障車位置的距離。

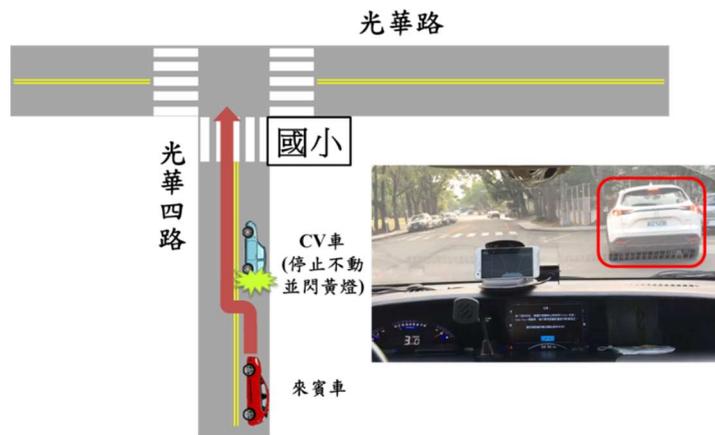


圖 4.8.29 故障車輛警示情境

#### 10. 情境十：V2P 安全應用警示

- 測試環境：光華四路上(一般道路)
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
  - 行人搭載手持式 OBU，具有 V2V 通訊能力，並可於手機 APP 提供震動警示。

- 測試條件: 行人於路口處使用手機，並搭配手持 DSRC 裝置，測試時 CV 車朝路口方向前進。



圖 4.8.30 V2P 安全應用警示情境數據分析

測試結果顯示，由於行人手持式 OBU 的 GNSS 定位容易飄移，造成對車輛的警示方向(左側有行人/右側有行人)無法準確提供，常出現行人在路口左側，但車上 OBU 卻提醒駕駛右側有行人通行。若從 DSRC 通訊功能的角度來看，手持式 OBU 對汽車 OBU 的 DSRC 通訊滿足安全警示需求，測試結果顯示兩者相距 200 公尺即可收到互相的訊息。

#### 11. 情境十一：V2M 安全應用警示

- 測試環境：光華四路上(一般道路)
- 測試車輛：
  - HV(自車)搭載 OBU 可提供警示介面，具有 V2V 通訊能力。
  - RV(機車)搭載手持式 OBU，具有 V2V 通訊能力。
- 測試條件: CV 及機車皆依道路速限行駛，機車位於 CV 車後方 100 公尺，機車與 CV 車同向前進，分別以機車進入 CV 車之盲點區域及離開盲點區域的情形進行測試。



圖 4.8.31 V2M 安全應用警示情境數據分析

目前警示範圍設定是以駕駛人車輛為參考點，分別設定左邊與右邊各 10 度至 80 度且距離車輛 5 公尺之範圍為警戒區域。若該機車在此警戒區域內，將警示車輛上之駕駛人。實驗結果同樣因為 GNSS 定位飄移及機車行進方向判斷有誤等問題而造成提示錯誤之機車位置。若從 DSRC 通訊功能的角度來看，裝載於機車上的手持式 OBU 對汽車 OBU 的 DSRC 通訊滿足安全警示需求，測試結果顯示兩者相距 200 公尺即可收到互相的訊息。



圖 4.8.32 故障車警示情境數據分析

當車輛故障時，駕駛啟動故障警示燈，OBU 會將此警示狀態廣播給周遭車輛，其他車輛接收到該警示訊息且即將行經該故障車輛所在位置前，會透過警示介面及聲音提醒駕駛注意前方故障車輛；依據所記錄的資料描繪出自車(HV)及故障車(RV)的移動軌跡，並標註第一次產生警示時，HV 的位置，進而計算出警示點與故障車位置的距離。

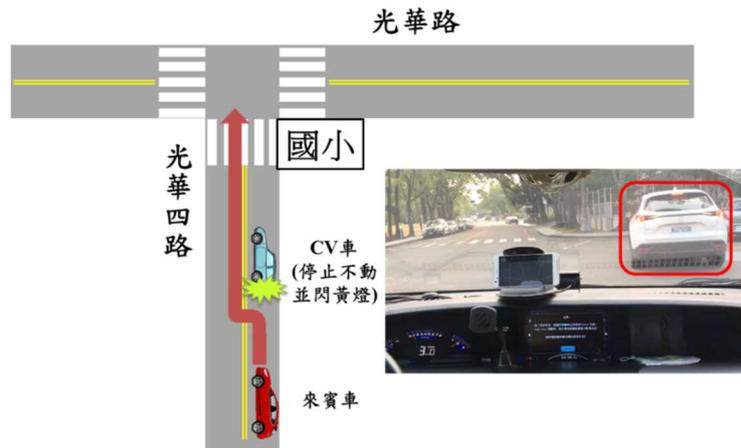


圖 4.8.33 故障車輛警示情境

### 三、BSD 盲點偵測系統分析

避免駕駛在準備切換車道時，因其它車輛位於車子後視鏡的盲點(死角)，進而與發生碰撞。本計畫要實現的功能之一，乃是利用輝創電子股份有限公司所提供的 24GHz 雷達，實現盲點偵測(Blind Spot Detection, BSD)的功能。以下針對測試環境、設備與整備進行介紹細部說明。

#### 1. 測試環境與設備

- 測試場地：中興新村、鹿工南七路、76 號快速道路與國道 3 號。
- 天氣:晴；氣溫範圍介於 24°C~27°C。



圖 4.8.34 測試設備

#### 2. 測試整備

- 儀器整備：將雷達安裝於與車輛後保桿兩側，如圖 4.8.35 所示。

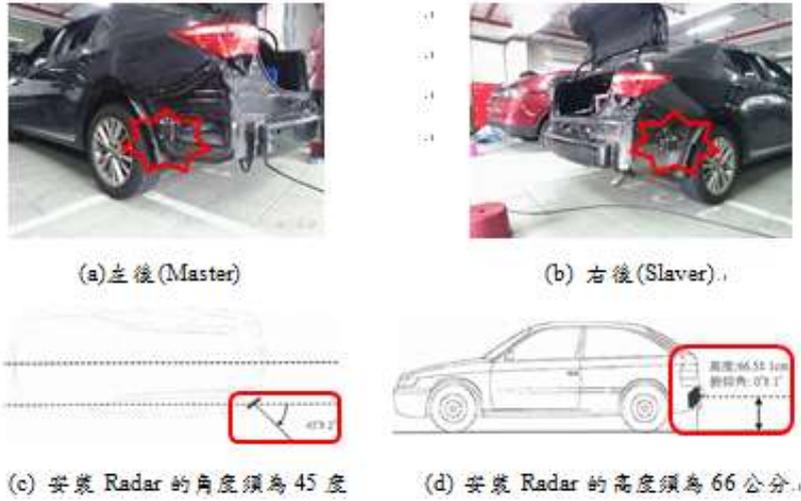


圖 4.8.35 24Ghz radar 之安裝位置

● 標的物資訊：轎車

表 4.8.1 轎車基本規格

測試車輛廠牌型式		TOTOTA Altis	
製造廠	豐田	全長	4620 mm
變數箱型式	七速手自排	全寬	1775 mm
引擎形式	直列4缸	全高	1460mm

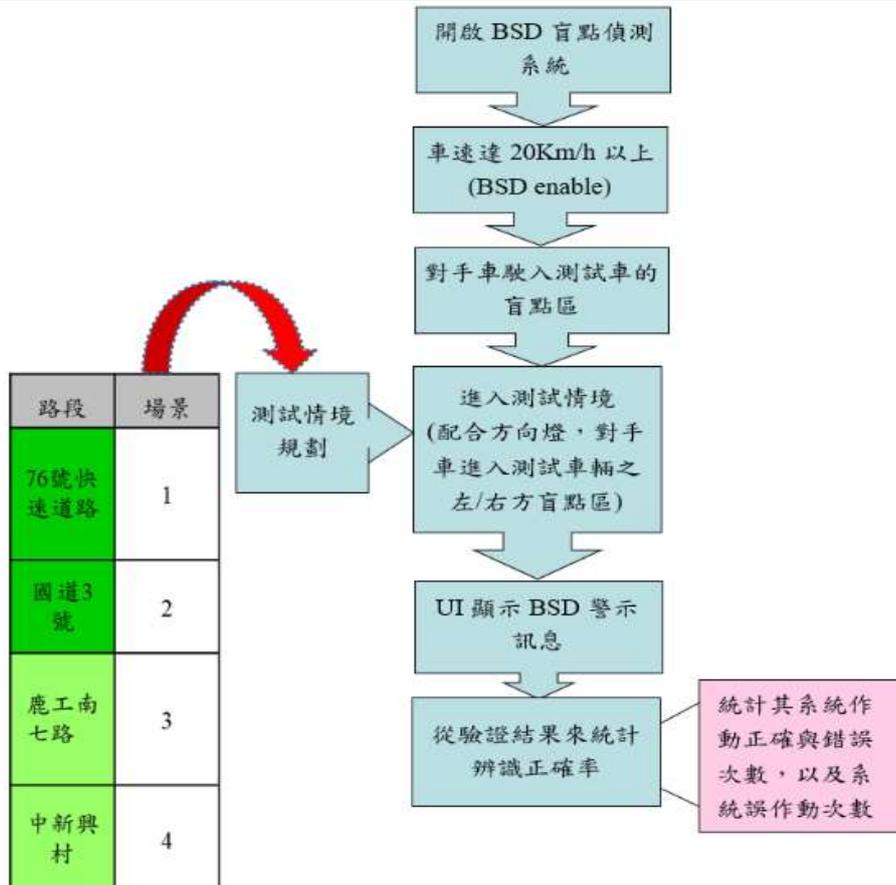


圖 4.8.36 BSD 系統執行流程

### 3. BSD function 實測

- Step1: 為確保後保桿兩側 radar 是否作動正常, 當 radar 與車子(Altis 2623) 同步開起後, 會透過 CAN ID 261(代表 Master)與 ID 262 (代表 Slaver) 傳送到後台監控端, 若代表是否作動的燈號亮起, 則代表運作正常(如圖 4.8.37)。



圖 4.8.37 後台監控端(作動燈亮起)

- Step2: 側右後方 BSD function
  - Step 2.1: 駕駛者從右後視鏡看不到對手車(FORD FIESTA 白色)



圖 4.8.26 右後視鏡之視角

- Step 2.2: 從外部拍攝測試車與對手車的相對位置



圖 4.8.27 測試車與對手車的相對位置

■ Step 2.3：車子靜止下(車速未到 20Km/h)



圖 4.8.40 BSD function 未開啟之 Console 畫面

■ Step 2.4

- ◆ Step 2.4.1：兩車同步行駛，當測試車車速到達 20Km/h(並打右轉燈)後，BSD 啟動。



圖 4.8.41 BSD function 開啟之 Console 畫面

- ◆ Step 2.4.2：偵測到盲點區的對手車後，其對手車座標(固定)與有偵測到障礙物的警示訊息，會透過 CAN ID 262\*的第 1 至第 5 個 Byte 拋到後台監控端與 UI 上，判斷依據分別為“是否有障礙物”燈號亮起與“盲點有車”。CAN ID 261 與 262 拋傳的資料格式： $\{ y\_Final\_L, y\_Final\_H, x\_Final\_L, x\_Final\_H, 0/1, 0, 0, 0 \}$ 。



圖 4.8.42 BSD 系統進行右後方盲點來車測試

表 4.8.2 所示，為 BSD 系統透過 4 種場域，每種場域個測試五次的統計結果圖，可發現成功率約莫達 80%以上(扣除儀器熱當的因素)。本計畫採用廠商提供 BSD function 為市售產品，經過中興新村場域進行 BSD 的功能測試效果相吻合，不會對旁邊靜止的物體有所作動，例如：路旁水泥護欄、路邊停止的車輛等，不會對逆向來車有所作動，從 Console、後台監控端與工研院 UI 畫面同步審視，系統皆可如期作動。

表 4.8.2 BSD 測試結果統計表

編號	天候	時間	路段	車速(kph)	車型	車色	主觀評價	備註
							結果	
1	晴	早上	中興新村	35	1	黑	○	
2	晴	早上	中興新村	35	1	黑	×	偵測到路旁一排(約莫 4 台)靜止的遊覽車
3	晴	早上	中興新村	35	1	黑	×	OBU 熱當機
4	晴	早上	中興新村	35	1	黑	○	
5	晴	早上	中興新村	35	1	黑	○	
6	晴	早上	鹿工南七路	40	1	黑	○	
7	晴	早上	鹿工南七路	40	1	黑	○	
8	晴	早上	鹿工南七路	40	1	黑	○	

編號	天候	時間	路段	車速 (kph)	車型	車色	主觀評價	備註
							結果	
9	晴	早上	鹿工南七路	40	1	黑	○	
10	晴	早上	鹿工南七路	40	1	黑	○	
11	晴	早上	國道3號	105	1	黑	○(行駛在中線車道)	
12	晴	早上	國道3號	105	1	黑	○(行駛在中線車道)	
13	晴	早上	國道3號	105	1	黑	○(行駛在外車道)	
14	晴	早上	國道3號	105	1	黑	×(行駛在外車道)	偵測到路旁的鐵護欄
15	晴	早上	國道3號	105	1	黑	○(行駛在外車道)	
16	晴	早上	76號快速道路	90	1	黑	○(行駛在中線車道)	
17	晴	早上	76號快速道路	90	1	黑	○(行駛在中線車道)	
18	晴	早上	76號快速道路	90	1	黑	○(行駛在內車道)	
19	晴	早上	76號快速道路	90	1	黑	○(行駛在內車道)	
20	晴	早上	76號快速道路	90	1	黑	○(行駛在內車道)	

※1.車型：1=小轎車、2=休旅車、3=大型巴士、4=中型巴士、5=聯結車、6=大貨車、7=小貨車

※2.判斷事件：他車從測試車的右/左邊超車，從工研院 UI 來觀看 BSD 是否作動正常

※3.結果：○=正常警示、×=誤動作

## 第五章 結論與建議

本計畫執行重點共分三個部分，分別為(1)國際車輛智慧系統發展趨勢研析、(2)ADAS 與 CV 整合之研發實驗場域規劃設計與構建，以及(3)ADAS 與 CV 整合式交通安全實驗案例與應用情境之規劃與設計等。

在國際車輛智慧系統發展趨勢研析方面，除說明國際上車聯網、駕駛輔助系統、自動駕駛技術等發展趨勢外，也研析國際在駕駛輔助系統的專利佈局，透過專利佈局分析了解近幾年各大廠以購併或合作方式擴大版圖。在 ADAS 與 CV 整合之研發實驗場域規劃設計與構建方面，則以南投縣中興新村為範圍，進行 ADAS+CV 實車測試運行場域之評估與規劃，內容包括：場域範圍建置之評估、路側設備、車輛 ADAS 系統設備、後台資訊類別等功能整合，在場域中共規劃有 4 個智慧化路口，每個路口依據交通特性安裝不同的設備，設備擷取的資訊回傳到後台，可與車端資訊進行彙整與分析。

在 ADAS 與 CV 整合式交通安全實驗案例與應用情境之規劃與設計方面，本研究透過路口交通安全實驗測試情境設計，以及實測過程所蒐集數據與分析進行之 ADAS 與 CV 功能性測試驗證，以及 ADAS+CV 間互補性測試、碰撞時機點推估等成果，除可供後續發展自動駕駛車系統、主動安全系統、車聯網系統以及場域建置、障礙物偵測、汽機車混合車流行為預估等相關參考外，亦可提供學術界與產業界進行加值利用。另計畫測試過程同時邀請國內 ADAS 與 CV 產業界之產品廠商參與並進行技術交流，內容包括：前方駕駛輔助系統產品(DVR)之 LDW、FCW、駕駛疲勞監控、手勢辨識拍照、頭燈開啟提示等駕駛輔助系統與行車紀錄等功能、RSU 模組間的互通性測試。以下為本研究之結論與後續發展建議。

### 5.1 結論

1. 經由相關公部門與產業界合作，完成我國第 1 個結合輛實驗車進行測試先進駕駛輔助系統(ADAS)與車聯網整合研發實驗場域，為我國後續在自動駕駛車輛研發奠基；透過 CAN 匯流排結合 ADAS 與 CV 車載設備，擴大行車風險偵測能力；同步構建實驗場域資料蒐集與分析平台，可即時監控與發佈測試資料。
2. 根據警政署與南投縣警察局中興分局車禍事故分析，將直行車路口碰撞、左右轉後方來車碰撞等事故情境，依路口有無交通號誌，完成 11 個情境與實驗案例規劃，以進行實驗測試。

3. 完成實驗場域之 GNSS 通訊與定位效能分析，實驗場域內通訊效能 PDR (封包漏失率)受到路線型、建築物與樹蔭影響在部分路段大於 10%。
- (1) 因中興新村場域到路樹蔭環繞，導致高精度 GNSS 接收器有較高定位封包遺失，商用 GNSS 接收器似對於樹蔭遮蔽的容忍度較高；如果不考慮封包遺失，高精度 GNSS 接收器平均定位誤差較約為 1 公尺至 2 公尺，而商用 GNSS 接收器之平均定位誤差約為 2 公尺至 4 公尺。
  - (2) 在沒有樹蔭遮蔽情況下，高精度 GNSS 接收器在有 RTK 資訊下之的平均定位誤差約為 0.5 公尺至 1.2 公尺，而商用 GNSS 接收器之平均定位誤差約 2.2 公尺至 4.8 公尺，以準確度來說，在沒有樹蔭遮蔽的環境下，無論是轉彎路段或直線路段高精度 GNSS 接收器的定位精度表現均優於商用 GNSS 接收器。
  - (3) 在路口毫米波雷達的路口雷達車輛定位方面，以 DGPS 校正定位精度後之毫米波雷達，對於車輛定位之平均定位誤差約為 0.01 公尺至 0.54 公尺，最大定位誤差約為 0.01 公尺至 7.04 公尺。此車輛定位誤差尚可滿足路口 R2V 警示應用，但由於毫米波雷達對於汽機車與行人缺乏賦予代碼能力因此無法支援不同路口毫米波雷達間之物件追蹤能力，將影響在路段或路網的車聯網應用支援。
4. 完成車聯網警示效能分析，透過車輛行車軌跡分析與預測可計算兩車碰撞發生點並於 5 秒前提出警示，但 LTA(轉彎情境)仍會受到車輛 GNSS 航向(heading)精確性的影響會發生誤判情勢。車聯網訊號傳輸技術雖具低時間延遲特性，但仍受限於商用 GNSS 接收器資料更新時間(100ms)、周邊相關系統、V2X 訊號傳輸同步機制，以及欠缺車輛動態變化之考量，也就是當本車接收到訊號後，該傳輸車輛與本車均已產生位置、速度等動態變化。
5. 完成 ADAS+CV 警示效能分析，在情境五與情境六測試結果顯示平均警示率 70%，經分析 ADAS 與定位系統受道路環境(不同車種、樹蔭、建築物)因素，因而影響障礙物偵測及定位精準度，易造成誤判。因此路側 RSU 設備配置時，須考量場域內道路周邊環境的建築物高低、道路曲率半徑、樹蔭密度等影響通訊傳輸等環境因素。而 ADAS 系統則因感測器本身物理與精度，無法提供大範圍、大角度之偵測，需藉由車聯網補強，擴充偵測範圍，以提供未來自動駕駛車系統的相關技術發展，來達到交通安全、便捷、節能之目標。
6. 在 ADAS 與 CV 各感測器的控制器負載評估上，由於本案在實驗過程為求

完整蒐集資料與分析，因而初期賦予 OBU 過多計算工作，造成 OBU 負荷太高與傳輸資訊量太高等現象，進而影響警示資訊發布的即時性。研究後期參考國外作法，減少 OBU 工作負載，即可解決警示資訊發布延遲情事，並完成即時交通訊息廣播功能驗證，皆可在 100 公尺前接收塞車與施工訊息，以及符合 SPaT 訊息格式的號誌燈態號與秒數資訊等。

7. 在應用 ADAS 與 CV 進行汽機車混合車流行為資料蒐集部分，雖然車聯網與 ADAS 相關感測技術已能進行汽機車、行人、巴士、卡貨或聯結車辨識與追蹤技術，作為本車自動駕駛智慧決策判斷研擬，但受限於商用 GNSS 接收器定位精度與設備成本等因素，因而較不可行，建議利用路口置高點架設相關感測器(影像、雷達、LIDAR...)，搭配人工智慧與深度學習技術來掌握車流行為與分析。

## 5.2 建議

本計畫已完成場域建置、實驗車系統安裝、資料蒐集與分析平台建置，針其中針對系統部分可再精進以提升分析項目，以及後續可以此場域為基礎，進一步研究與探討之議題說明如下：

1. ADAS、CV 實驗車輛的定位系統精進，建議採用較高精度地 DGPS 及慣性元件整合系統，可改善車輛位置及車輛航向誤差，以提升碰撞警示系統及資料分析的正確性。
2. 目前系統的碰撞時間估算因車輛座標及航向誤差，偶有因計算錯誤的誤警示現象，因此可再進一步強化軌跡推估演算法，來提供更可靠與穩定之警示。
3. 目前中正路與中學路口路口安裝有 4 個路口毫米波雷達來可偵測車輛動態位置及軌跡，但因 4 個毫米波雷達間並無互相參考與連結，因而會有同一車輛但透過此 4 個毫米波雷達，會誤以為有 4 輛車通過情形，因此後須可進一步建議將此 4 個毫米波雷達加以關聯與整合，方能提供更精確數據。
4. 本場域所蒐集的資訊來源可能是路側設備、車載端設備，其中路側設備亦有如 CCTV、毫米波雷達、CMS 顯示等訊息，車載端設備則有如前方雷達、側方雷達、方向燈、DSRC、GNSS 等，這些訊息各有不同的輸出頻率，後續建議可進一步探討將資訊同步或以內插方式進行資料同步，以提升數據分析的準確性。
5. 目前實驗系統對於資料傳輸並無重傳機制，雖然將資料記錄在 SD 或記憶體中，但須以手動方式將資訊上傳後台資料庫，建議後續研究系統具備重傳機

制，則可減少資料匯入資料庫及可能之人為疏失所造成的資料遺失。

6. 目前實驗系統之車載與路側端設備尚不具備自動自我診斷與回報功能，雖可透過網頁查詢了解目前系統運作是否正常，建議後續研究能加入系統診斷與通報機制，可在第一時間通知維修人員修正系統，以避免因資料不全無法分析的情形。
7. 目前毫米波雷達雖可偵測車輛(含機車)與行人，但其辨識率仍能進一步提升空間，建議後續可整合毫米波雷達與 CCTV 影像處理技術，利用 CCTV 影像處理相關之深度學習技術，來提升路口行人與車輛辨識率，以取得更精確的軌跡與預計碰撞時間，來提供更適當警示以提升路口交通安全。

## 參考文獻

1. S. I. Guler, M. Menendez, and L. Meier, "Using connected vehicle technology to improve the efficiency of intersections," Transportation Research Part C Emerging Technologies , September 2014.
2. K. Yang, I. Guler, and M. Menendez, "A signal control strategy using connected vehicles and loop detector information," 15th Swiss Transport Research Conference, April 15 – 17, 2015.
3. S. Lefevre , "Risk Estimation at Road Intersection for Connected Vehicle Safety Applications," PhD Thesis , 2012.
4. H. Liu, " Next Generation Traffic Control with Connected and Automated Vehicles," Automated Vehicles Symposium, July 2016.
5. Efficient Coordination and Transmission of Data for Cooperative Vehicular Safety Applications, C.L. Robinson, L. Caminiti, D. Caveney, K. Laberteaux, VANET'06, Sept. 29, 2006, Los Angeles, CA, USA
6. C. Chou, et.al, "A WAVE/DSRC-based Intersection Collision Warning System,"IEEE International Conference on Ultra Modern Telecommunications
7. USDOT NHTSA, Federal Motor Vehicle Safety Standards : Vehicle-to-Vehicle (V2V) Communications, Advance notice of proposed rulemaking (ANPRM) RIN 2127-AL55, August 15 2014.
8. USDOT NHTSA, Vehicle-to-Vehicle Communications : Readiness of V2V Technology for Application, August 2014.
9. USDOT FHWA-JPO-1-117, Transit Safety Retrofit Package Development, Final Report, May 28, 2014.
10. USDOT Connected Vehicle Pilot Project, [http : //www.its.dot.gov/pilots/](http://www.its.dot.gov/pilots/)
11. USDOT RITA CVIRA website, [http : //www.iteris.com/cvria/](http://www.iteris.com/cvria/)
12. Car-to-Car Communication Consortium, [https : //www.car-2-car.org/](https://www.car-2-car.org/)
13. Visiongain, "Automotive Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) Market 2015-2025", March 2016.
14. 蓋世研究院，駕駛輔助系統(ADAS)研究報告，2016年3月。
15. Frost & Sullivan, "Strategic Outlook of Global Autonomous Driving Market in 2016", MBD3-18, March 2016; Frost & Sullivan, "Strategic Analysis of Autonomous Vehicle Evolution in Asia-Pacific", 9AB2-18, February 2016.
16. ABI research, "The Automotive Human-Machine Interface Research Report",

RR-HMI-12, May 2012.

17. ERTIC, "Automated Driving Public Consultation April 2017," April 2017
18. M. Bertozzi, L. Bombini, P. Cerri, P. Medici, P. C. Antonello, and M. Miglietta, "Obstacle detection and classification fusing radar and vision," in IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2008, pp. 608-613.
19. C. Premebida, O. Ludwig, and U. Nunes, "LIDAR and vision-based pedestrian detection system," *Journal of Field Robotics*, vol. 26, pp. 696-711, 2009.
20. L. Oliveira, U. Nunes, P. Peixoto, M. Silva, and F. Moita, "Semantic fusion of laser and vision in pedestrian detection," *Pattern Recognition*, vol. 43, pp. 3648-3659, 2010.
21. C.-T. Chou, J.-Y. Li, M.-F. Chang, and L.-C. Fu, "Multi-robot cooperation based human tracking system using Laser Range Finder," in IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2011, pp. 532-537.
22. P.-T. Huang, Y.-M. Chan, L.-C. Fu, S.-S. Huang, P.-Y. Hsiao, W.-Y. Wu, et al., "Pedestrian detection system in low illumination conditions through Fusion of image and range data," in IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, 2014, pp. 2253-2254.
23. N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005, pp. 886-893.
24. A. Geiger, P. Lenz, and R. Urtasun, "Are we ready for autonomous driving? the kitti vision benchmark suite," in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2012, pp. 3354-3361.
25. P. Dollár, Z. Tu, P. Perona, and S. Belongie, "Integral Channel Features," in BMVC, 2009, p. 5.
26. R. Benenson, M. Mathias, R. Timofte, and L. Van Gool, "Pedestrian detection at 100 frames per second," in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2012, pp. 2903-2910.
27. R. Benenson, M. Mathias, T. Tuytelaars, and L. Van Gool, "Seeking the strongest rigid detector," in Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2013 IEEE Conference on, 2013, pp. 3666-3673.
28. P. Dollar, C. Wojek, B. Schiele, and P. Perona, "Pedestrian Detection: An Evaluation of the State of the Art," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 34, pp. 743-761, 2012.
29. P. Dollar, R. Appel, and W. Kienzle, "Crosstalk Cascades for Frame-Rate Pedestrian Detection," in ECCV, 2012, pp. 645-659.

30. P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001, pp. I-511-I-518 vol. 1.
31. P. Dollár, S. Belongie, and P. Perona, "The Fastest Pedestrian Detector in the West," in BMVC, 2010, pp. 7-17.
32. J. Park, Z. Chen, L. Kiliaris, M. L. Kuang, M. A. Masrur, A. M. Phillips, et al., "Intelligent vehicle power control based on machine learning of optimal control parameters and prediction of road type and traffic congestion," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 58, pp. 4741-4756, 2009.
33. Y. I. Abdel-Aziz and H. M. Karara, "Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry," in Symposium on Close-Range Photogrammetry, 1971, pp. 1-18.
34. A. S. Sam Hare, Philip H.S Torr, "Struck: Structured Output Tracking with Kernels," in International Conference on Computer Vision, Barcelona, Spain, 2011.



附錄一 期中審查意見回覆表

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
(一) 屏東科技大學車輛工程系 陳委員 立文			
1	請列表整理先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)各次系統之相關感測器規格、硬體規格、架設方式、演算法、通訊方式，以及在各種情境下之功效及失效紀錄，並釐清各次系統未達測試標準之原因，暨提出改善作法。	請參考”3.4.1 搭載設備與規格”章節。本案採用 ADAS、CV 相關技術來自技術處相關科技專案計畫發展成果，並經過相關 ADAS 或 CV 系統測試標準驗證，惟於本案中興新村場域進行之測試，所紀錄之失效場景或模式仍可作為後續改善(例如 FCW、DVR-LDW/FCW、BSD、V2X...)	同意
2	請再補充說明感測器融合(Sensor fusion)與定位融合等執行內容與作法。	由車輛中心執行技術處智慧關鍵計畫開發相關關鍵技術，包含感測器融合(Sensor fusion)與定位融合。	同意
3	ADAS 與車聯網(Connected Vehicle, CV)間之資料傳輸對本研究相當重要，請補充說明 ADAS 資料、車載 BSM、RSU 與 ADAS 資訊融合後，各次系統在不同情境下之傳輸速度、傳輸頻率(或是事件驅動方式)等相關通訊架構，以及緊急狀況下之處理模式。	請參考”3.3 實驗場域交通控制與車聯網路側設備構建”相關內容說明。本計畫本計畫 ADAS+CV 資料傳輸架構，以及各次系統在不同情境下之傳輸速度、傳輸頻率如下圖表所示，整體系統於車載網路 CAN Bus 資料傳輸 Loading 約 54%。	同意
4	請補充說明國際上針對車聯網資料傳輸之漏失率(data loss rate)相關規範標準，藉以評估本案傳輸效能及改進方式。	目前國際間對於車聯網 DSRC 通訊的要求為距離 300 公尺內封包遺失率需小於 10%，本計畫將於場域路側設備建置完成後，進行場域通訊效能的測試，並整理於期末報告。	同意
5	請補充說明本研究在利用毫米波雷達偵測車流之作法，相較於國際上相關試驗場域(如 M-city)之異同或優缺點，以利評估本案資料蒐集狀況及實驗分析結果。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
(二) 臺北科技大學車輛工程系 蕭委員 耀榮			
1	請補充說明國際自動駕駛車 EasyMile 的案例。	截至 2017/06 國際自動駕駛車運行案例約 28 件，其中類似 EasyMile 大眾接駁運行約有 13 案，於 2015 年展開運行案例更達 72%。	同意
2	請列表說明與分析本案實驗場域相較於國外相關實驗場域，在	請參考”第四章 ADAS 與 CV 整合式交通安全實驗案例與應用情境實車	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	實驗目標、設備規格與實驗分析成效等面向，藉以評估本案實驗場域不足之處。	測試與數據分析”。本計畫規劃場域測試標的以RSU涵蓋率、OBU傳輸、V2X情境、CMS顯示資訊、GNSS定位分析、ADAS系統輔助功能、ADAS協助CV或CV協助ADAS等警示時機分析。	
3	本案實驗路側設備 eTag 僅設置於兩個路口，而車輛偵測器(VD)僅設置於一個路段，其設置位置與數量之妥適性為何？	目前規劃設置兩處 eTag 及一處 VD，其位置安排主要是用來驗證不同設備所蒐集的道路績效及旅行時間推估的差異性，也同時與車聯網蒐集的資料做異質資料的比對。	同意
4	請補充說明本案相關路側設備規格，並審慎評估相關設備是否足以判別及有效地蒐集路側資訊，如：RSU 及路側設備雷達是否可有效辨識車流量及車輛種類，以及進行混合車流行為分析(包含如何處理汽機車影像重疊議題)。	目前使用的路側雷達可以偵測物件的大小，並依此粗略判斷其車種，但受限於微波雷達運作原理，目前對於緊鄰的物體(如機車)無法有效區隔。	同意
5	因本案僅有 2 輛 ADAS 實驗車輛，請補充說明所規劃之測試情境如何反映出實務上道路有許多車輛且路況複雜的特性。	中興新村道路為單線道居多，且車流量較低，本計畫初步規劃以 2 台 ADAS 車輛搭配 4 台 CV 車輛分散到一個路口四個方向的车道；後續為提升資訊蒐集及分析之可信度，擬再增加 1 台 ADAS 車輛和 2 台 CV 車輛。ADAS 可協助偵測前方一般車輛或左右側後方來車，並傳輸給路口用路人(直行車、左右轉車輛)	同意
6	目前報告內容對於 I2V 描述較多，但請補充說明 V2V (vehicle to vehicle) 及 V2I (vehicle to infrastructure)之情境說明，以及 ADAS 資訊與 CV 結合及其測試情境內容。	本案中興新村場域共規劃 9 個測試情境，情中情境 1 為 V2V、情境 2 為 I2V，而且亦規劃 V2I 則傳輸溫度到後台，情境 4~6 為 ADAS 可協助偵測前方一般車輛或左右側後方來車，並傳輸給路口用路人(直行車、左右轉車輛)	同意
7	請補充說明本研究各項實驗情境與內容，例如：僅有汽車，或是包括有無 CV 之汽機車，及機車車流之處理方式為何？	請參閱報告第四章情境 1~9 說明。ADAS 與 CV 互補性研究，於十字路口紅綠燈號控制、T 字路口紅黃燈號閃爍。	同意
(三) 基隆市政府產業發展處 林委員青海			
1	請明確定義本案之實驗背景與	請參閱報告第四章情境 1~9 說明。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	假設、限制條件等，以確保本案資訊蒐集及分析成果之信度與效度，以及後續可進一步強化之作法。	ADAS 與 CV 互補性研究，於十字路口紅綠燈號控制、T 字路口紅黃燈號閃爍。	
2	請補充說明深度神經網路(Deep Neural Networks, DNN)如何應用於現場混合車流分析內容，例如：情境內容為何？DNN 是應用於車載端？還是路側端？甚或至遠端系統，因為涉及可多通訊(DSRC、LTE、5G)與運算因素，皆應定義清楚。	ADAS 純影像感測系統可利用 DNN 進行人、車、機車偵測與辨識，因受限於可偵測範圍以及前方物體重疊遮蔽影響，建議混合車流分析改由路口系統，以高處進行車流偵測，後續評估與利用相關計畫資源投入相關研究。	同意
3	請補充說明本案在車輛定位所使用不同技術(例如：GNSS、DGNSS、慣性導航、...)在定位精準度與誤差之處理與量化分析內容，以確保研究的嚴謹度。	請參考”4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析”，使用感測器包括 Garmin、DGNSS、RTK、IMU 等進行車輛定位。	同意
4	各種感測器功能與精準度或感測距離皆有所不同，請補充說明目前感測器融合(sensor fusion)技術研發程度，以及本案進行在不同情境下之感測器融合(sensor fusion)預期可達到的程度與功能(包含)，以利計畫後續在自動駕駛車的進一步發展。	請參考”3.4.1 搭載設備與規格”章節。本案採用 ADAS、CV 相關技術來自技術處相關科技專案計畫發展成果，並經過相關 ADAS 或 CV 系統測試標準驗證，惟於本案例中興新村場域進行之測試，所紀錄之失效場景或模式仍可作為後續改善(例如 FCW、DVR-LDW/FCW、BSD、V2X...)。	同意
5	請補充說明國內(含經濟部計畫研發成果)外在 Lidar(光達雷達)與攝影機的融合後的防撞警示範圍(含三維座標)大小與精細程度之發展情形。	請參考”4.3 評估使用 ADAS 與 CV 蒐集汽機車混合車流行為的可行性”，以及車輛中心智慧關鍵計畫開發關鍵技術：感測器融合(Sensor fusion)與定位融合技術。	同意
6	請補充說明國際上左駕及右駕之交通事故發生型態與成因是否存在差異。	對於左駕或右駕，其事故發生的型態差異不大，主要差別在於因為靠左或靠右行駛，由於來車方向的不同，造成事故易碰撞位置的差異。	同意
7	混合車流分析議題部分，資策會曾與國外公司合作進行研究，建議團隊可與其討論，以納入與作為本案執行參考。	車輛中心已向資策會請益混合車流偵測技術資料，資策會對於發展路口車流偵測技術，使用 openCV 的函式庫，初期評估使用 SVN 但因攝影機角度多樣(有里長、高工局、地方政府等不同單位架設)，所以評估改用 CNN，目前尚在開發辨識技術，目標	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
		是接取路口影像進行自動辨識及車流計算。資策會以路口影像為基礎，進行影像辨識車輛種類、行進軌跡進而產生混合車流的資訊，未來以雲端處理方式介接各路口影像自動產生車流資訊。	
8	建議增加參與實驗車輛數，以增加資訊蒐集及分析之可信度；另請考量參與實驗之警用巡邏車駕駛行為與一般車輛不同，及其對於實驗結果之影響。	本計畫為提升資訊蒐集及分析之可信度，擬再增加 1 台 ADAS 車輛和 3 台 CV 車輛，總共有 10 部車參與此計畫測試(3 部 ADAS+CV、7 部 CV 車輛)；相關設備安裝於中科管理局公務車和警備車，一般而言，警備車在正常行駛狀態將是完全守法的駕駛行為，其實驗數據可和一般車輛的駕駛行為比對與分析。	同意
9	請補充說明實驗情境在 V2V 資料傳輸內容，並建議增加參與實驗之 CV 車輛數，以利形成由車輛所組成之通訊網路，以加速在不同車輛間路況資訊之傳遞與提高通訊覆蓋率。	本計畫為提升資訊蒐集及分析之可信度，擬再增加 1 台 ADAS 車輛和 3 台 CV 車輛，總共有 10 部車參與此計畫測試(3 部 ADAS+CV、7 部 CV 車輛)。	同意
10	有關闖紅燈警示實驗情境部分，涉及對於可能違規車輛之車速與駕駛行為偵測與預測，且應留意此警示須於闖紅燈行為發生前即提出警示，而非闖紅燈行為發生後才提出警示。	目前行車安全警示演算機制都是針對預測即將發生的危險，會在碰撞發生前 5 秒，給予駕駛警示。	同意
11	目前透過調查問卷方式來蒐集 ADAS 與 CV 整合於不同實驗情境下之系統功效部分，應設計在實驗當下掌握駕駛認知與感受的作法，非僅調查 ADAS 及 CV 設備性能。	謝謝委員意見，後續依委員意見調整為收集 ADAS、CV 相關參數(GNSS、車速、相對距離、相對速度)進行警示時機分析。	同意
12	請補充說明本研究在盲點影像偵測之偵測方式及作法，以及實驗情境內容。	本計畫採用 24Ghz 毫米波雷達進行側後方盲點來車警示(汽機車)，提供本車變換車道或左右轉輔助或警示。	同意
(四) 交通部道路交通安全督導委員會 徐委員台生			
1	本計畫相當有意義，過去道安會都是以工程教育宣導及執法面來提升道路安全，本案則從各角度運用科技主動偵測來提升道	謝謝委員指教。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	路安全，對於未來交通管理有很大幫助，故應審慎進行。		
2	本案只有 2 輛 ADAS 及 4 輛 CV 實驗車，來進行情境模擬略顯薄弱，同時建議應對於參與實驗的駕駛人員實施教育訓練。	本計畫為提升資訊蒐集及分析之可信度，擬再增加 1 台 ADAS 車輛和 3 台 CV 車輛，總共有 10 部車參與此計畫測試(3 部 ADAS+CV、7 部 CV 車輛)。	同意
3	由於使用警用巡邏車參與實驗，應會影響該巡邏車輛周邊一般民眾車輛之駕駛行為受到影響，因而無法反映真實道路車流現象特性差異，與影響實驗分析結果。建議將此因素納入考量。	本計畫設備安裝於中科管理局公務車和警備車，一般而言，警備車在正常行駛狀態將是完全守法的駕駛行為，其實驗數據可和一般車輛的駕駛行為比對與分析。另外；本計畫執行單位亦增加 1 台 ADAS 車輛和 3 台 CV 車輛，共有 6 不一般車輛進行測試，降低委員因警備車參與測試影響一般民眾駕駛行為之疑慮。	同意
4	請評估 CMS 尺寸是否足夠明顯，而達到警示及提醒效果。	目前規劃設計的尺寸是參考工研院在新竹場域實作的 CMS，其設計是經由新竹市交通處及交通大學運輸系學者考量實用性及相關法規所訂。	同意
5	考量我國車流狀況與駕駛行為較國外複雜許多，故應針對汽機車、行人(含中興新村高齡者)、自行車，甚至電動輪椅，因此於實驗設計與分析作法應納入考量與清楚說明。	考量路口情境，可利用路側 Smartmicro 雷達針對汽機車、行人、自行車進行偵測，並顯示於路口 CMS 看板及傳輸訊息給路口 CV 車輛。	同意
6	本案研究成果將可作為後續相關研究或應用重要參考，因此應將相關實驗測試流程、設備(規格)及實驗結果於期末報告中詳細交代與說明。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
(五) 財團法人金屬工業研究發展中心 江副處長進豐 (書面意見)			
1	從期中報告書的內容上來看，因為沒有查核點與進度的說明，實際進度應再釐清，P3 的流程圖中，「實驗車車載設備之搭載與安裝」、「實驗場域交通控制與車聯網路側設備建構」等項目，理論上應該在期中完成，目前實際進度如何，應該有更具體的說明。	有關「實驗車車載設備之搭載與安裝」、「實驗場域交通控制與車聯網路側設備建構」等項目已於期中階段完成，期末報告會補充更詳細內容。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
2	<p>工作項目(一)內容尚有「...專利與公佈的技術道路圖等最新發展」等工作，不過分項一內容雖有針對車聯網及自動駕駛的國外案例進行的發展趨勢研析很好，但有關專利部份似未有著墨，應說明原因。另有關於技術道路圖(Road Map)，雖 P8、12 有引用一些國外的資料，不過相關圖表有些模糊，報告內容對技術發展路徑的說明也不很清處，應再補充說明；另外國內外發展智慧運輸、交通已有一段時間，是否也可以從執行單位專業的觀點，提供國內發展這個領域的技術道路圖做為參考。</p>	<p>已補充 ADAS、CV、ADS 等國際發展趨勢以及其相關專利相關內容說明。</p>	<p>同意</p>
3	<p>本案時間很短，仍宜釐清本案的目的，示範場域的建置究竟是在解決「技術議題」還是「交通運輸議題」。第三章內容依規劃，從感測器、試驗車、4 個路口警示到訊號、系統整合，以執行單位能量及國內產業現況，技術上應該可以提供很好的解決方案。惟本案非產業技術開發計畫，故建議應就本案想研究的議題，先有一個完整的系統分析和說明，例如 4 個路口的場域選定建構，是想滿足什麼不同的交通情境，後續如何規劃用實車運行來模擬這些情境，而路側感測器設備建置和欲模擬的情境彼此關聯性為何，目前相關軟硬體規劃是否真能滿足這些欲模擬的情境需求。任何車載設備的搭載與路側設備的建置，應為滿足欲模擬情境的工具而已，目前本案看起來，相關內容的描述，似有偏重於驗證車載或路側設備可靠度或可行性等技術面的問題，而弱化實際欲模擬交通運輸層面的</p>	<p>以 ADAS、CV 互補性研究議題為主軸，4 個路口的場域選定建構根據南投縣警局提供 105 年中興新村場域路口事故分析資料，選取十字路口、T 字路口、紅綠燈、閃紅黃燈以及學校路口上下學路段進行計畫研擬情境 1~9 進行實車測試</p>	<p>同意</p>

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	考量。		
4	本案為期中報告，論述重點應著墨在各工作項目內容已作了什麼，與預期是否有落差，而不是再次說明本計畫想要做什麼。建議可將預期完成工作項目逐項列表，分析相關執行進度，目前相關資料看不出任何實際執行進度與查核項目為何。	遵照辦理，將於期末報告調整內容表達方式。	同意
(六) 交通部科技顧問室			
1	對於 4.4.2 節提到之 ADAS 加上 CV 應用情境建議應呼應國內非號誌化路口常見之交通事故碰撞型態(例如：側撞)；但本案目前所選定路口皆為號誌化路口，建議納入中興新村場域內的非號誌化路口。	目前選定的路口有兩處為號誌化路口，另兩處為常態閃黃燈路口，因路口受建築物、樹蔭遮蔽影響，其性質類似於非號誌化路口，希望藉由不同型態路口所蒐集到的駕駛行為，來評估 ADAS 及 CV 應用的效益。	同意
2	交通部 103 年「機車行為模式在都市混合車流中之實証分析及模式建立」研究報告，該研究是透過空拍機及人工讀取車輛位置，故精確度非常好；因此針對本案在利用 ADAS 與 CV 來蒐集混合車流行為分析上，建議如下：(1)應留意以 ADAS 進行定位產生之誤差問題、車輛交疊問題。(2)於路段上透過 ADAS 來偵測，而當車輛接近路口時則改以 Smartmicro T42 毫米波雷達來偵測，並將蒐集到之資訊融合，增加精準度。	謝謝委員建議，計畫團隊將再評估混合車流行為之分析方式，並於期末報告補充相關內容說明，因應自駕車技術發展需求，有關汽機車混合車流與行為偵測分析議題，未來計畫若持續執行，視情況將相關規劃納入計畫考量。	同意
(七) 交通部運輸研究所 運輸安全組			
1	建議本案實驗情境可將所偵測到之危險品運送車輛發生交通事故納入考量，以利後續透過通訊將資訊傳輸到後端平台，以利消防單位緊急應變。	謝謝委員指教，後續年度計畫規劃將納入考量。	同意
(八) 交通部運輸研究所 運輸資訊組			
	第二章部分，		
1	請補充說明「車聯網、先進駕駛輔助系統與自動駕駛車輛	已補充 ADAS、CV、ADS 等國際發展趨勢以及其相關專利相關內容說	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	等...LTE-V....相關專利與已公佈的技術道路圖等最新發展」。	明。	
2	請再加強國內在車聯網、先進駕駛輔助系統與自動駕駛車輛之最新產業界動態。	請參考”第二章 國際車輛智慧系統發展趨勢分析”，章節 2.3 國內外車聯網與先進駕駛輔助系統或自動駕駛整合之發展趨勢與現況。	同意
3	請新增 2.3 節，說明國內外車聯網與先進駕駛輔助系統或自動駕駛整合之發展趨勢與現況，例如：國內臺灣大學之無人車與 V2V/V2I 研發，以及國際上 2017 年 ITS 世界年會之 CAV (Connected autonomous vehicle) 發展趨勢。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。國際上 2017 年 ITS 世界年會之 CAV (Connected autonomous vehicle) 發展趨勢。	同意
4	2.1 節車聯網(P.4~P.38)結構內容凌亂，請重新調整。	遵照辦理，將於期末報告一併調整。	同意
5	2.1 節車聯網 P.8~P.24 內容大多摘錄自本所 105 年「先進交通管理與與車路整合技術創新應用(2/4)」期末報告初稿，請加以重新整理與精簡，同時請更新資料來源之計畫名稱。	遵照辦理，重新整理與精簡 2.1 節內容。	同意
6	2.1 節車聯網之 P.24~P.26 有關車聯網與先進駕駛輔助系統資料請併入 2.3 節。	遵照辦理，將於期末報告調整章節內容。	同意
7	2.1 節車聯網 P.35~P.36 有關本所 104 年與 105 年車路整合計畫執行內容，請補充說明在應用面之計畫成果。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
8	2.1 節車聯網 P.37~P.38 有關經濟部車聯網先關計畫部分，請補充說明工研院所發展 iRoadSafe 在新竹縣市執行之計畫成果。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
9	2.1 節與 2.2 節在回顧國內外車聯網與自動駕駛相關發展後，請新增一小節加以彙整與後續對我國及本案之執行建議。	遵照辦理，將於期末報告新增章節 2.3 國內外車聯網與先進駕駛輔助系統或自動駕駛整合之發展趨勢與現況，加以彙整與後續對我國及本計畫之執行建議。	同意
10	第二章對於「中國」與「中國大陸」之用詞，請統一以「中國大陸」表示。	遵照辦理，期末報告將統一以「中國大陸」表示。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	第三章部分，		
11	P.83~P.93 似為工研院既有研發成果，請補充說明是否直接引用於本案實驗場域，抑或有其他不同設計與應用。	目前對於單純 CV 及智慧道路安全警示系統，是沿用工研院原有的成果，實作於本案場域。	同意
12	3.3.1 節(P.83~P.84)之 2 個圖與 1 個表似摘錄自本所本所 105 年「先進交通管理與與車路整合技術創新應用(2/4)」期末報告初稿，請再加以釐清。	將於期末報告修訂。	同意
13	請再確認 P.90 所敘述之 WAVE/DSRC Shark Fin 是否會使用於本案。	本計畫不會採用 WAVE/DSRC Shark Fin，應為筆誤，將於期末報告修訂。	同意
14	請補充說明實驗場域所布設各式路側實驗設備之角色與功能，目前期中報告初稿對此部分之說明較為不足，請再加以補充。例如：請補充說明路側設備毫米波雷達除用來支援路口交通安全運作外，更重要工作為扮演實驗過程各式車輛相對座標/絕對座標與速度之及時蒐集，以及作為各式定位技術效能評估之依據或參考。路側設備 CMS 客製化設計內容，以及警示資訊之顯示內容與方式。路側設備 CCTV 之現場架設位置與取景角度，所欲蒐集目的與掌握資訊內容。	遵照辦理，將於後續實驗規劃設計及期末報告補充相關內容說明。請參照第三章、第四章捷說明。	同意
15	P.102 之圖 3.4.1 內容與 P.101~P.102 文字說明無法完全對應，請再加以確認與調整。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
16	請再確認 P.102 圖 3.4.1 IWCU/OBU 已接上 CAN Bus，仍會透過 4G 路由器與 IPC 進行通訊？IPC 接 4G 路由器之用途為何？	IWCU/OBU 將使用 CAN Bus 進行通訊，並使用 4G Router 將 CAN Bus 上的 DATA 傳輸到後台。而 IPC 接 4G Router 的用途為可遠端監控目前系統運行狀況。	同意
17	請將 P.102 圖 3.4.1、P.163 圖 4.4.1-1、P.163 表 4.4.1-1、P.112 圖 3.5.3-2 等整合說明本案之實驗車輛 CV 與 ADAS 車在設備之軟硬體功能模組與通訊架構，例如：本	目前 ADAS 與 CV 資料融合運算會採用模組化設計，例如座標轉換模組、ADAS 偵測物件轉發 BSM 模組，其相關資料都會藉由 DSRC 或 4G 通訊回傳回中心蒐集，以利後續分析。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	案 ADAS 與 CV 資料融合運算是 否應該在 IPC 進行？ADAS 與 CV 資料融合後之資料如何透過 DSRC OBU 回傳 DRSC RSU，以 便進一步回傳實驗行控中心。		
18	請參考 P.112 圖 3.5.3-1 與 3.5.3- 2、P.163 圖 4.4.1-1 與 P.163 表 4.4.1-1，詳細說明各車載設備單 元(例如：IMU、各式實驗車載雷 達、...)、各路側單元及其與實驗 行控中心間之通訊協定與資料 流程，以及如何與本案初擬 9 項 車聯網(CV)與先進駕駛輔助系 統(ADAS)實驗情境與 12 個測試 項目之各項資料需求對應(例如： 車輛燈號)。另請說明 P.77 美國 DAS 1 資料封包格式如何應用於 本案實驗過程。	遵照辦理，本計畫路側交控設備採用 都市交通控制通訊協定，而與 RSU 則依 SAE J2735 規範進行通訊傳輸， 其餘則利用 Json 資料格式進行傳輸， 將配合於後續報告補充詳細說明。本 計畫參考美國 DAS1 紀錄的內容，設 計本計畫執行過程中，所有應特別注 意並需要儲存的資料格式與內容。	同意
19	請補充說明 P.112 圖 3.5.3-2 現場 實驗用 IP Camera 與影像管理軟 體介接與通訊方式。	本計畫之 IP Camera 採用 Vivotek，現 場通訊採用固定 IP 之 4G 模組，而 中心為安裝 Vivotek 提供之影像管理 軟體，連接線場 IP Camera 後，將影 像串流回存至中心伺服器。	同意
20	請補充說明實驗行控中心如何 完整記錄實驗過程各式車輛之 不同來源及時定位座標資料，例 如：ADAS 與 CV 車輛，及實驗 路側設備毫米波雷達所偵測之 相對座標與絕對座標，以利本案 後續之資料分析。	本計畫路側回傳至中心之 BSM 會有 三類來源，並利用 TemporaryID 欄位 分別定義三類來源資料，後台將針對 不同來源資料進行標註，以利後續資 料分析。	同意
21	P.109 有關 GSN VPN FTTB 100M/40M 專線敘述與申請現況 不符，請補充說明目前網路架構 設計之考量，以及如何將後續通 訊費用因素納入考量後之通訊 架構設計。	目前本計畫申請之線路為 GSN FTTB 100M/40M 網路，將配合於後 續報告修正，主要因考量 VPN 網路 及無線通訊 MDVPN 架構之費用昂 貴，因此選用一般 GSN 線路架構。	同意
22	P.112 圖 3.5.3-1 用顏色來說明 TCP 或 UDP 通訊方式在黑白印 刷下無法辨識，請加以調整。	遵照辦理，將配合於後續報告修正圖 例。	同意
23	請補充說明本實驗行控中心平 台，如何將所蒐集各式資料提供	中心功能將提供車輛歷史運行軌跡 調閱平台，整合車輛周遭影像(行車	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	本案 9 個情境 12 個測試項目之資料分析。	紀錄器、後照鏡 IP Camera)及路側 CCTV 影像，則當車輛軌跡回放過程發生各情境事件，則可利用實際影像檢視偵知準確性，將配合於後續報告補充說明	
24	ADAS 與 CV 在路口交通安全應用上的關鍵資料或技術為如何取得或計算物件(各式車輛或行人)精確定位資料，以便進行各項安全警示演算法運算與提出警示。目前期中報告初稿對於如何將 CV 與 ADAS 融合，產生此精確定位資料之說明尚須加強。	遵照辦理，將補充相關內容說明。有關車輛定位說明，請參閱章節”4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析”。	同意
	第四章部分，		
25	請補充說明 P.146~P.150 所敘述各式防撞警示情境是否涵蓋我國路口常見交通事故型態；以及該各式防撞警示情境與本案初擬之 9 項車聯網(CV)與先進駕駛輔助系統(ADAS)實驗情境與 12 個測試項目之對應，以及本案涵蓋程度為何。	請參閱章節”4.2 汽機車與行人在十字路口交通事故型態探討”，有關本計畫實驗場域範圍、路口場域評估與選定之原則，乃以中科管理局中興新村場域為主，並根據南投縣政府警察局中興新村路口肇事調查與事故分析，以及考量公務車經常行駛的道路範圍為實驗場域範圍，因此涵蓋主要幹道兩格紅綠燈號誌管控路口、光華路兩個閃黃/閃紅號誌路口(包含光華國小前、郵局、兒童公園)，尤其是行經路口左右來車碰撞以及左右轉碰撞後方來車(汽機車)。	同意
26	請參考交通部 103 年研究報告，補充說明 4.3 節在蒐集汽機車混合車流行為之資料需求與特性(包括資料項目或量化需求)，並探討 CV 與 ADAS 融合後的資料是否可提供自動化料蒐集，或技術限制與瓶頸為何？例如：P.162 之最後一段「太靠近」之量化定義為何？	請參考”4.3 評估使用 ADAS 與 CV 蒐集汽機車混合車流行為的可行性”，以及車輛中心智慧關鍵計畫開發關鍵技術。另外 ADAS 純影像感測系統可利用 DNN 進行人、車、機車偵測與辨識，因受限於可偵測範圍以及前方物體重疊遮蔽影響，建議混合車流分析改由路口系統，以高處進行車流偵測，後續評估與利用相關計畫資源投入相關研究。 因應自駕車技術發展需求，有關汽機車混合車流與行為偵測分析議題，未來計畫若持續執行，視情況將相關規	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
		劃納入計畫考量。	
27	請參考 P.176 情境三之警示量化門檻值(例如：3 秒前或 3 秒後)，於其他情境中補充說明判斷該警示之「成功」或「失敗」之量化門檻值。同時請補充說明各情境判斷「成功」或「失敗」的方式，以人工判讀或系統自動化判讀，抑為半自動化作業。	遵照辦理，將補充相關內容說明。	同意
28	請補充說明實驗過程如何進行 CV 與 ADAS 對於共同可提供警示訊息之效能評估；以及如何單獨 CV 資料或單獨 ADAS 資料，或 CV 與 ADAS 資料融合來進行碰撞時間運算(TTC)之決策門檻值為何。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
29	4.6 節對於 CV、ADAS、CV 與 ADAS 融合等之系統功效分析內容過於簡略，請再加強與補充詳細作法。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
30	4.7 節對於各式車輛定位技術差異分析敘述過於簡略，請再加強與補充詳細作法，包括如何導入 RTK 與如何提供 DGPS。	本案採用車輛中心於智慧關鍵計畫中發展之車輛定位技術進行 ADAS+CV 相對距離分析，並利用 Garmin、DGPS、RTK 感測器於中興新村場域進行建築物、樹蔭遮蔽等定位誤差比對分析，有關車輛定位說明，請參閱章節” 4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析”。	同意
31	4.8 節對於慧展科技、輝創電子、亞勳科技參與本研究程度與實驗測試內容之說明不夠具體，請再加強與補充說明。	遵照辦理，將於期末報告補充相關內容說明。	同意
32	請補充說明本研究實驗過程，如何進行 P.76~P.77 所敘述之實驗場域建築物、樹蔭、金屬桿對於各式感測元件(包含 GNSS 接收器)影響評估？	本案採用車輛中心於智慧關鍵計畫中發展之車輛定位技術進行 ADAS+CV 相對距離分析，並利用 Garmin、DGPS、RTK 感測器於中興新村場域進行建築物、樹蔭遮蔽等定位誤差比對分析，有關車輛定位說明，請參閱章節” 4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析”。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
(九) 主席結論			
1	請補充說明歐美在車聯網與 ADAS 之法規面時程與相關規範，同時請進一步檢視各實驗情境內容之正確性。	遵照辦理。	同意
2	對於參與實驗車輛規模不足課題，請研究團隊先行透過本研究進行相關參數蒐集與分析，並探討後續透過模擬模式的建立來進行更多車輛之不同模擬情境下之運作績效；並考量未來路側建置地點的篩選原則，配備為 CV 車輛的優先對象及相關成本，以利評估降低安全風險的代價。	有關參與實驗車輛規模不足議題，本計畫為提升資訊蒐集及分析之可信度，擬再增加 1 台 ADAS 車輛和 3 台 CV 車輛，總共有 10 部車參與此計畫測試(3 部 ADAS+CV、7 部 CV 車輛)。後續車輛中心擬規劃結合駕駛模擬平台，透過 PreScan 或 VisSim 軟體模擬模式，建立更多車輛之不同模擬情境增加計畫實驗車輛運作績效。有關 RSU 路側建置地點的篩選原則，請參考章節”4.8 實車測試及數據分析”，RSU 測試遺失率報告。	同意
3	本次期中報告審查原則通過，請研究單位依據與會學者專家及各單位代表所提意見修正報告，同時列表說明辦理情形。	遵照辦理，將依委員意見修正報告及列表說明辦理情形，並作為執行參考。	同意



附錄二 期末審查意見回覆表

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
(一) 屏東科技大學車輛工程系 陳委員立文			
1	報告中有圖號或表號錯誤，如 P.178、P.179、P.195、P.84、.... 請更正。	針對期末報告內文圖號與表號表達，已全部重新檢視並進行修訂。	同意
2	建議將通訊的資料表清單及相關格式敘明，可列入附錄。	已補充 RSU 回傳後台 JSON 格式、系統資料庫通訊資料表及 CAN Bus 通訊矩陣等通訊資料清單於附件 9-11。	同意
3	建議將專有名詞的英文縮寫列表，說明其英文中文全名。	已依委員意見將專有名詞中英文列表至於附錄。	同意
4	P.143 的資料流中，有部分問題請說明清楚，若有多個 OBU 同時傳資料至 RSU，RSU 如何處理？是否有 Priority acknowledge？當發生封包 loss 時如何處理，建議可稍加說明。	1.車間通訊傳輸為即時性的，依據 IEEE 802.11P 標準，無 Priority acknowledge 的規範。 2.依據 SAE J2945 標準 loss 率<10%即符合規範，本計畫經多個 OBU 同時傳資料至 RSU，並採循序模式處理。經測試結果封包遺失率<1%，不影響系統運作。	同意
5	目前本場域與國外主要測試場域，在傳輸方式、功能、能量是否有差異？若有差異是否可列表說明。	1.有關美國 DOT(UMTRI or Ann Arbor)以及歐盟測試廊道相關資料，已說明於章節 2.1 車聯網技術發展趨勢蒐集，另外補充說明本計畫中興新村車聯網測試場域與 Mcity 差異於表 2.2.6。 2.基本上 2014 年美國於 Ann Arbor 地區進行 2,800 輛車輛實測，車種含括小客車、卡車及大眾運輸工具之組合，車上均裝載車內整合安全系統、新型安全設備、車輛感應裝置等先進駕駛輔助系統，設置 27 個路側單元，涵蓋道路 75 英里，並全數使用 DSRC 傳輸運具位置和安全間距之無線訊號。	同意
6	目前本場域的處理能量為何？例如 RSU 以目前設定的傳輸頻率，可處理多少車輛、行人？或者這種設置已足夠處理所有狀況？	以本計畫驗測場域的規劃，RSU 通訊範圍半徑 300 公尺(直徑 600 公尺)，分析評估最壅塞情況下，RSU 通訊頻寬的最大需求負荷量，考慮車長+車距 5 公尺計算，單向 1 車道約 120 台，雙向共 240 台，每台車以 10Hz 廣播 BSM 訊息(封包大小約 200 byte)，需求頻寬共約 $240 \times 10 \times 200 = 0.48\text{M byte}$ ，DSRC 通訊頻	同意

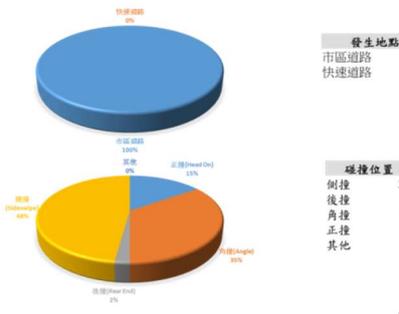
編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
		寬最少 3Mb 可勝任。	
7	P.270 圖 4.7.9 是否為圖 4.7.8 的定位誤差結果?	有關車輛定位分析之相關測試與設定方式描述於”4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析”章節，圖 4.7.8 是 GNSS(DGPS)、ALG(輪速與 IMU 定位融合系統)在 ARTC 場域進行 U-Turn 繞行的測試結果，因測試環境影響造成 GNSS 訊號飄移大，而利用輪速與 IMU 資訊融合之 ALG 演算法與實際車輛行駛軌跡誤差較小。圖 4.7.9 左圖是 DGPS 與 RTK 量測比較之誤差分析，圖 4.7.9 右圖則是 ALG 與 RTK 量測比較之誤差分析。中興新村測試場域之環境特色(樹蔭、建築)，相對的也會造成 DGPS 對於車輛定位精度的連續性及穩定度的影響，下圖為車輛中心發展之車輛定位系統架構(輪速訊號來自 CAN Bus)。	同意
8	各個情境測試發現定位所造成的問題，國外是如何解決? 若可以建議應該去探討。	美國密西根 Mcity 自駕車測試場域，建置包括 RTK-GPS、影像式、光達式等高精圖資訊，提供車輛定位系統進行動態定位誤差修正。此外；亦利用不同時段衛星位置與訊號強度變化，進行本車 GNSS 的誤差修正。本計畫對於 ADAS 與聯網車輛測試時，產生定位誤差現象，主要原因歸納來自”車輛定位技術”、”封包傳送率影響定位誤差”與”傳輸及量測時間同步”議題。專家建議，車輛定位必須搭配其他的感測器(GNSS、IMU、Lidar、Radar、Camera、MAP)，其中 UMTRI 實驗車使用 U-blox 的 GNSS，利用接收 RTCM 機站的 DGPS 資訊(中興新村亦採用此方式)，使其達到較為精準的定位效果。下一期程探討”封包傳送率與時間同步”議題，其對於車輛定位誤差影響評估。	同意
9	如果 V2V、V2I、I2V 所獲得資訊有不同或矛盾的地方，該如何處理?	對 OBU 來說，I2V 是後台或路側發布的道路安全資訊，V2V 是自身行車過程中接收到其他車輛動態資訊而進行安全防撞運算，資訊處理及呈現都會獨立。	同意
10	由於 ADAS 產生警示的資訊來源可能從別的 OBU 或 RUS，因此此場域要用來測試	ADAS 警示資訊除本身感測器偵測外，亦可藉由 I2V 訊號傳輸取得障礙物位置，並計算適當時機發出警示顯示於車端螢	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	不同公司的 ADAS 系統時，是否必須先調整相關資訊來源對警示系統的設定？是否可針對各種不同 ADAS 的功能設定相關場域？	幕上。未來此場域若要進行各廠牌 ADAS 系統效能測試時，僅需安裝相同 OBU 進行 ADAS 警示、障礙物位置、車輛位置等訊號傳輸計算，無須事先調整相關資訊來源與警示系統的設定，仍可採用本計畫規劃之 ADAS+CV 測試情境，進行 ADAS+CV 警示功效分析。(可視業者需求，調整或新增符合其廠規之測試情境)不過各廠牌 ADAS 系統規格不盡相同，亦會對於 ADAS+CV 警示時機造成影響，如 ADAS 系統之偵測距離、計算速度、障礙物類別、偵測與辨識率(環境)、車速。	
11	建議在不洩漏業務機密下，可簡單回顧國外相關的演算法，並與目前我們的演算法作簡單的比較。	已於章節 3.3.3 進行 Path Prediction 軟體流程圖及演算法補充說明。	同意
(二) 臺北科技大學車輛工程系 蕭委員耀榮			
1	建議未來可運用當地物流車輛安裝車載設備以利資訊蒐集	感謝委員建議，此部分將再與運研所討論進行總體規劃，以利延續計畫成效。	同意
2	建議實驗場域建置時，應註明每個感測系統的解析度與準確度，依據團隊執行一年的經驗，GPS 若要完善運用應該要符合什麼規範或標準？	1. 感謝委員建議，場域使用的感測系統規格會以附件方式說明。 2. 已補充 DSRC 車載設備之定位誤差評估於 4.7 節，透過 RSE 資料分析車輛全球導航衛星系統的定位誤差，由車輛 DSRC 傳送車輛經緯度座標、航向(度)、車速(m/sec)等到 RSE，並根據 SAE J2945 標準定義(定位精度要在 1.5m 內)，藉由此相關資料完整描繪出車輛的動態，且至少 68% 定位誤差需在 1.5m 以內。	同意
3	RSU 遺失率(PDR)影響安全性，建議應說明封包遺失對整體情境測試的影響為何，若要達成整體所設定之情境，則封包遺失要在何種標準以下以確保系統測試沒有問題。	針對路口安全應用，距離路口 100 公尺內，封包遺失率<5%，可確保安全警示，美國針對 DSRC 通訊要求為 300 公尺內，封包遺失率需<10%；針對 I2V 資訊應用，只要接收到一筆資訊即可適時提供給駕駛，封包遺失率不至於影響太大。	同意
4	有些國際技術發展趨勢資料未能更新至最新狀況，如 AV 資料之 Google 旗下自駕車子	感謝委員建議，有關 Google Waymo 的最新資訊將放在國際技術發展趨勢的內文中，請參閱章節 2.2 駕駛輔助系統、自動	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	公司 Waymo 系統有最新發展資訊，但報告中卻是 2013 年的舊資料。	駕駛技術發展趨勢蒐集。	
5	就 AV 資料而言，建議應提出國際或國內未來發展用影像辨識、Radar 或 Lidar 的可行方向。	1.環境障礙物感測系統發展：目前著重感測融合技術(Vision、Radar、LiDAR)、影像深度學習技術以及 3D LiDAR 辨識技術。 2.路口行人與車輛偵測技術：透過路口影像感測元件擷取影像資料，再以機器學習的深度學習方法，提供路口車輛、行人、機車與腳踏車的辨識功能。 3.發展高精圖資因應自駕車需求：建置 RTK-GPS、影像式、光達式等高精圖資，以及與國際相容圖資協議格式(ADAS Interface Specifications)，提供自駕車系統車輛定位需求。	同意
6	在目前測試誤判率的條件下，未來在硬體或軟體是否需進行改進，建議於報告中進行補充說明。	目前誤判率高，經分析主要是定位誤差造成，相關分析與建議，在 4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析及 5.結論與建議中說明。下一期程探討”車輛定位技術精進、封包傳送率與時間同步”議題，其對於車輛定位誤差影響評估。	同意
7	計畫中有一個工作項目為汽機車與行人在十字路口交通事故型態探討，以及結合 ADAS 與 CV 可應用情境與評估，這部分於報告及簡報中著墨甚少，後續請再補充。	感謝委員建議，汽車機與行人的事故型態探討後，已補充到情境十(車對人)和情境十一(車對摩托車)中。	同意
8	在九大情境中建議名詞統一，應於情境分析之前先定義清楚，包含環境概況及車子裝載配備與系統。	已依委員意見於章節 4.8 實車測試及數據分析中針對 9 大情境的測試環境、測試車輛及測試條件先行定義。	同意
<b>(三) 交通部道路交通安全督導委員會 徐委員台生</b>			
1	感謝研究團隊的努力完成本研究計畫，對於 ITS 及自動駕駛車的發展有一定的貢獻。	感謝委員肯定。	同意
2	本計畫整合 ADAS+CV 車搭載前方駕駛輔助系統(DVR)、車道偏移警示系統(LDW)、前方碰撞預警系統(FCW)、G-	感謝委員肯定。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	Sensor、WiFi、車載 OBD 系統、GPS 全球衛星導航系統、BSD BSM 盲點影像偵測系統、路側安全監測模組 RSU 以 DSRC 進行系統間訊號交換，進行實驗測試對提昇行車安全有很大貢獻。		
3	本計畫針對複雜車流化繁為簡規劃為 11 種情境進行研究測試，以彙整成果，但假設的情境過於簡化單純，甚至進行交通管制，與目前國內複雜車種且量大密集、高速通過路口，且路邊障礙物繁多的實境有很大的差異(距)，會產生遮蔽雷達、影像偵測，以及無線電干擾可能造成偵測系統誤判情形，未來研究必須進一步設法克服，如果能設計出在國內安全駕駛輔助系統或自動駕駛系統 ITS 系統，推廣到其他國家將更無障礙問題。	感謝委員建議，本計畫因計畫規模只有兩輛 ADAS+CV 車輛，先以單純情境進行平台功能驗證。以此基礎未來經費規模足夠，則可擴展多輛實驗車進行系統效能驗證。	同意
4	本計畫所發現的一些條件限制，例如： (1)P.201 協同定位優化模組所用的感測器無法產出混合車流的資訊，使用 ADAS 和 CV 進行混合車流的偵測，只能獲得大致的車流趨勢，無法得到精細資訊。 (2)P.178/179 表 4.2.2/ 4.2.3 圖 4.2.5 均引用美國車禍資訊，建議請運研所提供國內分析圖表資料供運用。 (3)P.256 情境七計算旅行時間是計算 CV 車的或是其他 ADAS 車或 CV 車節省的旅行時間？ (4)P.259 情境十設定行人部份違反道安宣導，例如：鼓	1.感謝委員建議，ADAS 和 CV 確實無法得到細緻資訊，此訊息已在報告中說明。 2.感謝委員建議，根據 103 年車輛中心創新前瞻計畫-自動輔助駕駛車輛動態模擬建立與情境分析，根據 youtube 影像以及國內相關道路事故調查資料(交通部、內政部警政署、學術論文)，進行國內事故數據庫建立，車禍分析結果如下述圖表。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見																																																								
	<p>勵行人穿越道路看手機（分心易有危險），手機如放背包或手提包看聽不到感受不到震動，直接看聽觀察感知 CV 車是否更佳有效？</p>	<p style="text-align: center;"><b>國內103年車輛事故行駛狀況</b> (數據來自Youtube網站)</p> <table border="1"> <caption>肇事車輛在車禍中的碰撞狀況</caption> <tr><td>直行</td><td>122</td></tr> <tr><td>變換車道</td><td>62</td></tr> <tr><td>左轉彎</td><td>34</td></tr> <tr><td>右轉彎</td><td>19</td></tr> <tr><td>其他</td><td>19</td></tr> <tr><td>超車</td><td>17</td></tr> <tr><td>迴車</td><td>12</td></tr> <tr><td>測車</td><td>5</td></tr> <tr><td>碰撞於車陣</td><td>3</td></tr> <tr><td>迴轉</td><td>2</td></tr> <tr><td>存在車陣中</td><td>1</td></tr> <tr><td>車陣中起步</td><td>1</td></tr> <tr><td>離開停車格</td><td>1</td></tr> <tr><td>進入停車格</td><td>1</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>直行事故統計分析</b></p> <table border="1"> <caption>發生地點</caption> <tr><td>市區道路</td><td>65</td></tr> <tr><td>快速道路</td><td>57</td></tr> </table> <table border="1"> <caption>碰撞位置</caption> <tr><td>側撞</td><td>26</td></tr> <tr><td>後撞</td><td>38</td></tr> <tr><td>角撞</td><td>10</td></tr> <tr><td>正撞</td><td>16</td></tr> <tr><td>其他</td><td>0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>變換車道事故統計分析</b></p> <table border="1"> <caption>發生地點</caption> <tr><td>市區道路</td><td>21</td></tr> <tr><td>快速道路</td><td>41</td></tr> </table> <table border="1"> <caption>碰撞位置</caption> <tr><td>側撞</td><td>23</td></tr> <tr><td>後撞</td><td>8</td></tr> <tr><td>角撞</td><td>14</td></tr> <tr><td>正撞</td><td>1</td></tr> <tr><td>其他</td><td>2</td></tr> </table>	直行	122	變換車道	62	左轉彎	34	右轉彎	19	其他	19	超車	17	迴車	12	測車	5	碰撞於車陣	3	迴轉	2	存在車陣中	1	車陣中起步	1	離開停車格	1	進入停車格	1	市區道路	65	快速道路	57	側撞	26	後撞	38	角撞	10	正撞	16	其他	0	市區道路	21	快速道路	41	側撞	23	後撞	8	角撞	14	正撞	1	其他	2	
直行	122																																																										
變換車道	62																																																										
左轉彎	34																																																										
右轉彎	19																																																										
其他	19																																																										
超車	17																																																										
迴車	12																																																										
測車	5																																																										
碰撞於車陣	3																																																										
迴轉	2																																																										
存在車陣中	1																																																										
車陣中起步	1																																																										
離開停車格	1																																																										
進入停車格	1																																																										
市區道路	65																																																										
快速道路	57																																																										
側撞	26																																																										
後撞	38																																																										
角撞	10																																																										
正撞	16																																																										
其他	0																																																										
市區道路	21																																																										
快速道路	41																																																										
側撞	23																																																										
後撞	8																																																										
角撞	14																																																										
正撞	1																																																										
其他	2																																																										

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見																																																																																																																																																																																																																								
		<p style="text-align: center;"><b>轉彎事故統計分析</b></p>  <table border="1" data-bbox="715 698 1299 996"> <thead> <tr> <th></th> <th>總計</th> <th>未依規定讓車</th> <th>違反號誌、標誌管制</th> <th>強硬(後)駕車</th> <th>轉彎不當</th> <th>超速失控</th> <th>未保持安全距離、防尾</th> <th>逆向行駛</th> <th>未依規定減速</th> <th>行人(或機車)誤失</th> <th>其他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>總計</td> <td>1770</td> <td>258</td> <td>179</td> <td>160</td> <td>112</td> <td>73</td> <td>68</td> <td>46</td> <td>38</td> <td>92</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>年齡別</td> <td></td> </tr> <tr> <td>未滿18歲</td> <td>46</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>18-29歲</td> <td>379</td> <td>33</td> <td>42</td> <td>42</td> <td>17</td> <td>33</td> <td>13</td> <td>10</td> <td>16</td> <td>1</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>30-39歲</td> <td>311</td> <td>39</td> <td>26</td> <td>40</td> <td>19</td> <td>21</td> <td>12</td> <td>11</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>40-49歲</td> <td>284</td> <td>36</td> <td>20</td> <td>38</td> <td>15</td> <td>7</td> <td>17</td> <td>10</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>50-59歲</td> <td>295</td> <td>52</td> <td>36</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>5</td> <td>16</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>11</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>60-69歲</td> <td>207</td> <td>38</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>17</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>70歲以上</td> <td>248</td> <td>54</td> <td>28</td> <td>6</td> <td>21</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>51</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>每十萬人口</td> <td></td> </tr> <tr> <td>總計</td> <td>7.56</td> <td>1.10</td> <td>0.76</td> <td>0.68</td> <td>0.48</td> <td>0.31</td> <td>0.29</td> <td>0.20</td> <td>0.16</td> <td>0.39</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>18-29歲</td> <td>9.78</td> <td>0.85</td> <td>1.08</td> <td>1.08</td> <td>0.44</td> <td>0.85</td> <td>0.34</td> <td>0.26</td> <td>0.41</td> <td>0.03</td> <td>4.4</td> </tr> <tr> <td>30-39歲</td> <td>7.89</td> <td>0.99</td> <td>0.66</td> <td>1.01</td> <td>0.48</td> <td>0.53</td> <td>0.30</td> <td>0.28</td> <td>0.10</td> <td>0.08</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>40-49歲</td> <td>7.77</td> <td>0.98</td> <td>0.55</td> <td>1.04</td> <td>0.41</td> <td>0.19</td> <td>0.47</td> <td>0.27</td> <td>0.19</td> <td>0.14</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>50-59歲</td> <td>8.28</td> <td>1.46</td> <td>1.01</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.14</td> <td>0.45</td> <td>0.20</td> <td>0.11</td> <td>0.31</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>60-69歲</td> <td>9.24</td> <td>1.70</td> <td>0.89</td> <td>0.67</td> <td>0.85</td> <td>0.13</td> <td>0.31</td> <td>0.18</td> <td>0.09</td> <td>0.76</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>70歲以上</td> <td>12.90</td> <td>2.81</td> <td>1.46</td> <td>0.31</td> <td>1.09</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.16</td> <td>0.16</td> <td>2.65</td> <td>4.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>單位：件/每10萬人</p> <p>2005 年交通部 A1 類道路交通事故肇事者與原因分析</p> <p>3.情境七的旅行時間是透過 RSU 提供前方道路壅塞再透過 OBU 接收後進行導航路徑變更建議，只要是 CV 車皆可接收訊息。</p> <p>4.目前應用情境十的警示方式，於車上 OBU 會有警示聲提醒駕駛注意行人，行人端主要則是透過手機震動方式警示用路人(避免看手機分心)，就是希望能給行人更直接的警示，如果經費許可，也可以搭配行人穿越道上的 CMS 提供警示，避免手機放背包或手提包看聽不到感受不到震動。</p>		總計	未依規定讓車	違反號誌、標誌管制	強硬(後)駕車	轉彎不當	超速失控	未保持安全距離、防尾	逆向行駛	未依規定減速	行人(或機車)誤失	其他	總計	1770	258	179	160	112	73	68	46	38	92	74	年齡別												未滿18歲	46	6	7	-	2	3	1	1	2	4	1	18-29歲	379	33	42	42	17	33	13	10	16	1	11	30-39歲	311	39	26	40	19	21	12	11	4	3	11	40-49歲	284	36	20	38	15	7	17	10	7	5	11	50-59歲	295	52	36	19	19	5	16	7	4	11	11	60-69歲	207	38	20	15	19	3	7	4	2	17	9	70歲以上	248	54	28	6	21	1	2	3	3	51	19	每十萬人口												總計	7.56	1.10	0.76	0.68	0.48	0.31	0.29	0.20	0.16	0.39	3.0	18-29歲	9.78	0.85	1.08	1.08	0.44	0.85	0.34	0.26	0.41	0.03	4.4	30-39歲	7.89	0.99	0.66	1.01	0.48	0.53	0.30	0.28	0.10	0.08	3.0	40-49歲	7.77	0.98	0.55	1.04	0.41	0.19	0.47	0.27	0.19	0.14	3.0	50-59歲	8.28	1.46	1.01	0.53	0.53	0.14	0.45	0.20	0.11	0.31	3.0	60-69歲	9.24	1.70	0.89	0.67	0.85	0.13	0.31	0.18	0.09	0.76	3.0	70歲以上	12.90	2.81	1.46	0.31	1.09	0.05	0.10	0.16	0.16	2.65	4.0	
	總計	未依規定讓車	違反號誌、標誌管制	強硬(後)駕車	轉彎不當	超速失控	未保持安全距離、防尾	逆向行駛	未依規定減速	行人(或機車)誤失	其他																																																																																																																																																																																																																
總計	1770	258	179	160	112	73	68	46	38	92	74																																																																																																																																																																																																																
年齡別																																																																																																																																																																																																																											
未滿18歲	46	6	7	-	2	3	1	1	2	4	1																																																																																																																																																																																																																
18-29歲	379	33	42	42	17	33	13	10	16	1	11																																																																																																																																																																																																																
30-39歲	311	39	26	40	19	21	12	11	4	3	11																																																																																																																																																																																																																
40-49歲	284	36	20	38	15	7	17	10	7	5	11																																																																																																																																																																																																																
50-59歲	295	52	36	19	19	5	16	7	4	11	11																																																																																																																																																																																																																
60-69歲	207	38	20	15	19	3	7	4	2	17	9																																																																																																																																																																																																																
70歲以上	248	54	28	6	21	1	2	3	3	51	19																																																																																																																																																																																																																
每十萬人口																																																																																																																																																																																																																											
總計	7.56	1.10	0.76	0.68	0.48	0.31	0.29	0.20	0.16	0.39	3.0																																																																																																																																																																																																																
18-29歲	9.78	0.85	1.08	1.08	0.44	0.85	0.34	0.26	0.41	0.03	4.4																																																																																																																																																																																																																
30-39歲	7.89	0.99	0.66	1.01	0.48	0.53	0.30	0.28	0.10	0.08	3.0																																																																																																																																																																																																																
40-49歲	7.77	0.98	0.55	1.04	0.41	0.19	0.47	0.27	0.19	0.14	3.0																																																																																																																																																																																																																
50-59歲	8.28	1.46	1.01	0.53	0.53	0.14	0.45	0.20	0.11	0.31	3.0																																																																																																																																																																																																																
60-69歲	9.24	1.70	0.89	0.67	0.85	0.13	0.31	0.18	0.09	0.76	3.0																																																																																																																																																																																																																
70歲以上	12.90	2.81	1.46	0.31	1.09	0.05	0.10	0.16	0.16	2.65	4.0																																																																																																																																																																																																																
5	<p>P.260 情境十一對機車假設不合理，例如：</p> <p>(1)機車很少可能裝 OBU。</p> <p>(2)機車在 CV 車後方直接目視更清楚為何要改看手機。</p> <p>(3)除非機車在前面裝手機架，否則手機放背包、手提包並無法感知，取出手機分心看手機面板震動是否分心更危險。</p>	<p>1.目前應用情境十一的警示方式，於車上 OBU 會有警示聲提醒駕駛注意機車，機車端主要則是利用行動式的 OBU 提供 V2V 通訊以達到對汽車的安全警示，機車端的警示 UI 的確需要另行思考設計，例如透過安全帽或機車儀表板給予警示聲等。</p> <p>2.本計畫對於 ADAS 與聯網車輛測試時，產生定位誤差現象，主要原因歸納來自”車輛定位技術”、”封包傳送率影響</p>	同意																																																																																																																																																																																																																								

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	(4)P.275/276 表 4.7.1 場域繞行整圈測試實驗分析數據，簡報 P22 顯示樹蔭環繞導致 Novatel DGPG 超過 50%封包遺失率，最大定位誤差也在 9.35m 以上 Garmin GPS 最大定位誤差也在 8.48m 以上，誤差如此大今後如何改善？	定位誤差”與”傳輸及量測時間同步”議題。專家建議，車輛定位必須搭配其他的感測器(GNSS、IMU、Lidar、Radar、Camera、MAP)，其中 UMTRI 實驗車使用 U-blox 的 GNSS，利用接收 RTCM 機站的 DGPS 資訊(中興新村採用此方式)，使其達到較為精準的定位效果。經本計畫測試分析結果，車輛定位必須搭配其他的感測器(GNSS、IMU、Lidar、Radar、Camera、MAP)，以提升車輛定位精度，未來更應深入探討”封包傳送率與時間同步”對於車輛定位誤差影響評估。	
6	P.287 ADAS 系統中 IMU 進行路徑預測分析加入 Yaw rate 所產生的 GPS 軌跡與單純 GPS 軌跡有接近 1 至 2 公尺，預測碰撞誤差，誤差過大，恐怕影響警示正確性及效果，若無法改善將影響後續運用在自駕車輔助系統 ITS 系統。	感謝委員建議，根據 SAE J2945 標準定義(GPS Requirements)，至少 68%定位誤差需在 1.5m 以內，已可判定車輛行駛在車道內。	同意
7	上述在在顯示未來規劃設計必須再精進整合 ADAS、CV 車聯網訊號，RSU、OBD、偵測雷達以及各種影像感測辨識演算配套電腦軟體功能(必要時自行研發)才能達到真正行車安全需求。	感謝委員建議，未來計畫方向參考委員建議精進系統功能。	同意
<b>(四) 財團法人金屬工業研究發展中心 江副處長進豐</b>			
1	本計畫已完成中興新村實車測試場域建置，建議運研所後續應持續投入資源，累積相關數據。	感謝委員建議，此部分將再與運研所討論進行總體規劃，以利延續計畫成效。	同意
2	不同公司所開發之 ADAS 產品會造成判斷結果不一致的狀況，建議採用成熟度較高的市售模組進行測試，並以此做為未來其他產品之比較基礎。	感謝委員建議，後續計畫參考委員建議辦理。	同意
3	建議報告書應以更具系統性的方式表達，從計畫需求、情境設計、軟硬體建構、測試數	感謝委員建議，報告書參考委員建議修改表達，從計畫需求、情境設計、軟硬體建構、測試數據，以及分析結果回饋，最	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	據，以及分析結果回饋，最後導引產業發展建議等邏輯，增加報告可讀性。	後於第五章結論與建議，增加說明產業發展的建議內容。	
4	結案報告第二章討論智慧系統整合發展趨勢，然缺乏執行單位對這些趨勢及方向分析與建議。	感謝委員建議，已針對國內外智慧系統整合發展趨勢及方向分析進行彙整，並提出未來國內先進輔助駕駛系統(ADAS)、車聯網(CV)、自駕車(AV)、自駕聯網車(CAV)相關發展方向及建議於章節 2.5 彙整與後續對我國及本案之執行建議。	同意
5	P.88 提到「專利蟑螂」的用詞不慎妥適，建議調整。	已依委員意見調整期末報告用詞。	同意
6	第五章結論與建議建議應再進行補強。	感謝委員建議，報告書參考委員建議修改表達，從計畫需求、情境設計、軟硬體建構、測試數據，以及分析結果回饋，最後於第五章結論與建議，增加說明產業發展的建議內容。	同意
7	由於車輛中心參與國內多個場域建置經驗，建議針對不同場域發展定位之進行整體性的論述。	感謝委員建議，車輛中心目前參與國內台南沙崙綠能科學城自駕車封閉場域建置規劃，而沙崙綠能科學城自駕車封閉場域，主要目的為教育民眾、自駕車展示與體驗為主軸，本計畫研究分析以 ADAS+CV 行車安全以及改善交通事故為標的，未來可提供沙崙綠能科學城自駕車開放場域兩固定路徑之場域建置參考(交成線、交榮線)。	同意
(五) 交通部運輸研究所 運輸安全組			
1	應思考後續如何持續進行資料蒐集的方法(安排特定車輛進行測試)，如此逐步增強場域建置能量。	配合計畫執行後需保固一年，已行文中科管理局商借公務車為實驗車輛，持續進行資料蒐集。	同意
2	期末報告初稿要做大幅度修正，簡報資料要適時放入報告中。	感謝委員建議，報告書參考委員建議將簡報資料情境分析說明的內容放入報告中，並修改報告書表達方式從計畫需求、情境設計、軟硬體建構、測試數據，以及分析結果回饋，最後於第五章結論與建議，增加說明產業發展的建議內容。	同意
3	這個研究案也希望其他廠商能夠來做實驗，建議路測設施標示出來，並說明各個路口提供那些功能可供廠商測試參	感謝委員建議，已安排 11/29 進行計畫成果說明會，並邀請國內相關廠商進行場域功能說明。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	考用。		
4	思考利用 Radar、CCTV 提供一般車輛行經路口行車狀況資訊之可行性？	感謝委員建議，目前在路口已安裝 Radar 進行車輛偵測，並將訊息顯示在 CMS 上，可協助一般車輛行經路口時側向道路車輛移動資訊。未來將進一步探討是否導入感測融合技術或深度學習演算法於路口 Radar、CCTV 感測系統，期望提供一般車輛行經路口行車狀況資訊，完備路口車流行為與軌跡預估，提升路口碰撞警示系統精確度。	
(六) 交通部運輸研究所 運輸資訊組			
第三章部分，			
1	(1) 3.3.4 節有關路側設備建置已完成，內容之陳述請以最後版本進行說明。	已依委員意見修改。	同意
2	(2) 請將 3.5.2 節有關監控平台與現場 CV/ADAS 等相關設備間之資料交換或傳輸內容/格式納入附錄。	已依委員意見修改於附錄四。	同意
第四章部分，			
3	(3) 請強化與補充說明 P.270 圖 4.7.8 與圖 4.7.9 之內容與意涵。	感謝委員建議，有關車輛定位分析之相關測試與設定方式描述於“4.7 十字路口情境下車輛定位差異分析”章節。中興新村測試場域之環境特色（樹蔭、建築），相對的也會造成 DGPS 對於車輛定位精度的連續性及穩定度的影響。	同意
4	(4) 目前期末報告初稿未能呈現對於 ADAS、CV、結合 ADAS 與 CV 等 3 種模式，在不同應用情境下之量化效能(正確性)評估與結合(互補性)模式探討，例如：4.5 節 P.230~P.260 各式情境之利用本研究所記錄之各式資料，分析其警示時間與距離之正確性或妥適性等。	感謝委員建議，已依期末審查說明方式修改情境下系統效能分析的說明內容。	同意
5	(5) 請補充說明 4.7 節 P.265 車輛如何傳送三軸加速度、偏航率、車道區率等資料	三軸加速度、偏航率、車道曲率為誤植，本計畫沒有傳送此三項資料到平台。	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	到 RSU，同時此資料是否回傳離型平台？資料品質為何？		
6	(6) 目前期末報告初稿僅針對 ADAS 相關定位設備進行量化分析 (4.7 節，P.265~P.282)，但未見對於 DSRC 車載設備 GNSS 及其增強系統與路側毫米波雷達之相對/絕對定位，以及與 ADAS 各式定位設備之定位資料融合或其間差異分析進行車輛定位技術探討與評估。	已補充 DSRC 車載設備之定位誤差評估於 4.7 節，透過 RSE 資料分析車輛全球導航衛星系統的定位誤差，由車輛 DSRC 傳送車輛經緯度座標、航向(度)、車速(m/sec)等到 RSE，這些資料可完整描繪出車輛的動態，根據 SAE J2945 標準定義(GPS Requirements)，至少 68%定位誤差需在 1.5m 以內。	同意
7	(7) 目前期末報告初稿未見對於各式情境之系統效益分析，如 P.262 之表 4.6.1 所應呈現之測試數據並未見於本期末報告初稿。	於期末報告修正版中將系統效益分析結果補充到 4.6 章節中(ADAS+CV 不同模式與不同情境下的系統功效分析)。	同意
8	在 CV、ADAS、OBD II 車輛診斷、車輛周遭環境等 4 類資料來源之整合運算方面，尚無法具體呈現整合或融合後之車輛 GNSS 經緯度、車速、方向燈狀態、方向盤轉角、車輪與左右車道線距離、與前方車輛距離、推估碰撞時間(Time to Collision, TTC)、車速、與周邊車輛之相對距離與速度、系統運作狀態等資訊，以進行碰撞警示確認。	碰撞警示說明依期末審查報告時委員建議及說明方式於修正版期末報告中調整。	同意
9	請補充說明 P.281 第一段有關沒有 DGPS 訊號輸出正釐清問題之現況為何。	在 P.284 中間內容中有針對 DGPS 訊號中斷的說明。	同意
10	P.286~P.289 各圖所欲表達之內容為何？請釐清 P.287 最後一段為何無法依團隊原規劃，以路側毫米波雷達之偵測與定位當成絕對位置？其困難為何？	P.286~P.289 表達場域四個路口，DGPS 與 Garmin 定位精度，透過數據可看出 DGPS 受樹陰影響會有資料中斷的情形。原規劃使用路側毫米波雷達偵測座標進行車輛定位座標，但路口同時有多輛車輛通過，雷達只提供物體 ID，無法辨識是否為實驗車輛，所以無法使用路口雷	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
		達偵測的車輛座標資訊。已於章節 4.7 進行駕駛輔助系統(ADAS)的定位系統、車聯網(CV)的定位系統及路口雷達偵測的車輛座標定位系統等三項定位系統差異分析說明。	
11	P.297~P.303 之 BSD 盲點偵測系統分析部分， (1)「中興新村」誤為「中新興村」，請修正。(2)P.299 圖 4.8.28 執行流程內容不完整，請修正。	已修正文字誤植部分，並且已修訂圖 4.8.31 BSD 系統執行流程。	同意
12	請補充說明 P.308~P.315 有關 DVR 系統測試內容與本案之關聯，測試時間為何？如何在中興新村場域進行車速 60~120Kph 測試？並請摘要說明測試標準內容。	有關廠商 DVR 系統測試內容與車速 60~120Kph 與中興新村場域限速 60kph 以下無關聯，因此將刪除廠商產品功能測試。本案搭載廠商 DVR 系統於中興新村場域進行車道偏移(LDW)與前方碰撞(FCW)警示系統測試前，廠商已修改系統觸發車速(>0kph)，並透過車端紀錄器儲存前方影像，以及本身 DVR 記錄檔，提供廠商進行分析車道偏移與前方車輛碰撞警示誤觸發時機原因，以達到或超越國外 Mobileye 影像感測系統之性能水準。	同意
13	請補充說明本研究所構建離型平台儲存之 CV、ADAS、CAN、影像資料等，如何支援本研究各項量化效益分析？所接收現場回傳各式資料之妥善率或遺失率為何？	本計畫採用 Web 化資料庫管理軟體 (phpMyAdmin)可線上擷取場域測試紀錄，輔助團隊於測試過程與成果分析階段匯出各原始資料及記錄，並提供 OBU 歷史軌跡平台，可輔助分析告警之正確率。已同步補充說明於章節 3.5.4 平台資料收集與資料分析應用。	同意
14	第五章結論與建議內容過於簡略，結論部分請著重於本計畫研究成果與發現，建議部分請就本研究因時程或經費限制無法進一步探討課題，進行闡述與說明。	依委員意見進行補充。	同意
15	期末報告初稿文字涉及圖表部分，請勿使用如下圖或如下表，請直接敘明是如哪個圖或表。	已依委員意見修改期末報告文稿中之用詞。	同意
16	期末報告初稿多處圖表內容	已依委員意見置換較高解析度之圖表，	同意

編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
	不清晰，例如：P.268 之圖、P.296 圖 4.8.24、...，請加以改善。	以利委員審閱。	
17	請重新審視與改善期末報告初稿之格式與樣式、字體與大小、章節、項目編號之一致性。	已依委員意見重新審視期末報告章節格式，使其表達方式具一致性。	同意
18	請再確認各情境呈現所用圖示的資料來源，避免發生侵權行為。	已依委員意見再次確認期末報告各章節、情境呈現，目前報告中所用之圖示或表格資料為本計畫產出之測試結果，若有採用其它相關資料均會標示其來源出處，避免發生侵權行為。	同意
<b>(九) 主席結論</b>			
1	本次期末報告審查原則通過，請研究單位依據與會學者專家及各單位代表所提意見修正報告，同時列表說明辦理情形。	已將委員意見逐項列表檢視修正與回復。	
2	請研究單位於 106 年 11 月 29 日提送期末報告修正定稿。	將配合於 11/29 前繳交期末報告修正定稿版。	



### 附錄三 專有名詞中英對照表

中文	英文
自動駕駛車輛	Automated Vehicle, AV
先進駕駛輔助系統	Advanced Driver Assistance Systems, ADAS
後裝安全裝置	Aftermarket Safety Device , ASD
盲點偵測	Blind Spot Detection, BSD
車聯網	Connected Vehicle, CV
自動駕駛聯網車	Connected Automated Vehicle, CAV
攝影機	Camera
資訊可變標誌	Changeable Message Sign ,CMS
閉路電視	Closed-Circuit Television ,CCTV
專用短距通訊	Dedicated Short Range Communication, DSRC
行車紀錄器	Digital Video Recorder, DVR
資料擷取系統	Data Acquisition System,DAS
緊急電子煞車警示	Emergency Electronic Brake Lights, EEBL
前方防撞系統	Forward Collision System, FCW
差分全球定位系統	Differential Global Positioning System, DGPS
全球導航衛星系統	Global Navigation Satellite System, GNSS
自車	Host Vehicle, HV
慣性測量單元	Inertial Measurement Unit, IMU
智慧型運輸系統	Intelligent Transportation System, ITS
智慧型車輛計畫	Intelligent Vehicle Initiative, IVI
工業電腦	Industrial Personal Computer,IPC
路口防撞警示	Intersection Movement Assist, IMA
光達	Lidar
車道偏移警示	Lane Departure Warning, LDW
左轉防撞警示	Left Turn Assist,LTA
路側警示訊息	Road Side Alert ,RSA
即時動態定位系統	Real Time Kinematic,RTK
雷達	Radar
他車	Remote Vehicle, RV
車載資通訊	Telematics
用路人資訊訊息	Traveler Information Message ,TIM

中文	英文
號誌控制器	Traffic Signal Controller ,TC
傳輸控制通訊協定	Transmission Control Protocol ,TCP
美國運輸部	United States Department of Transportation, USDOT
汽車對汽車	Vehicle-to-Vehicle, V2V
汽車對路側設備	Vehicle-to-Roadside, V2R
汽車對基礎設施	Vehicle-to-Infrastructure, V2I
汽車對行人	Vehicle-to-Pedestrian, V2P
汽車對機車	Vehicle-to-Motor, V2M
汽車安全通訊聯盟	Vehicle Safety Communication Consortium, VSCC
車流偵測器	Vehicle Detector,VD
車用環境無線存取	Wireless Access in Vehicular Environments, WAVE

## 附錄四 資料傳輸格式與資料庫綱目

### 一、資料傳輸格式

#### (1)RSU 回傳雜型平台雷達訊息

送出字串	<pre> {   "Radar":   {     "timestamp": string,     "radar_id": value,     "obj_no": value,     "objects": [       {         "id": value,         "x_pos": string,         "y_pos": string,         "x_speed": string,         "y_speed": string,         "length": string       },       {         "id": value,         "x_pos": string,         "y_pos": string,         "x_speed": string,         "y_speed": string,         "length": string       },       ...     ]   } } </pre>
說明	RSU 回傳雜型平台雷達物件訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 收到雷達物件時間	
radar_id	Int	雷達 ID	
obj_no	Int	雷達掃描物件個數	
objects	Array	物件詳細資訊	id, x_pos, y_pos, x_speed, y_speed, length
id	Int	物件 ID	
x_pos	String	與雷達 x 方向距離	m
y_pos	String	與雷達 y 方向距離	m
x_speed	String	x 方向速度	km/hr
y_speed	String	y 方向速度	km/hr
length	String	長度	m

JSON 範例：

<pre> {"Radar": {"timestamp":"2017/07/05 15:03:15.666","radar_id":11,"obj_no":2, "objects":[ {"id":59, "x_pos":"35.584000", </pre>
--

```

"y_pos": "12.288000",
"x_speed": "-17.280001",
"y_speed": "0.000000",
"length": "2.000000"},
{"id": 49,
"x_pos": "53.759998",
"y_pos": "-1.024000",
"x_speed": "-2.520000",
"y_speed": "0.000000",
"length": "5.000000"}
]
}
}

```

(2)RSU 回傳離型平台號誌訊息

送出字串	<pre> {   "Signal":   {     "timestamp": string,     "road_id": value,     "signal_phase1": value,     "signal_sec1": value,     "signal_phase2": value,     "signal_sec2": value,     "signal_phase3": value,     "signal_sec3": value,     "signal_phase4": value,     "signal_sec4": value   } } </pre>
說明	RSU 回傳離型平台號誌訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 收到號誌時間	
road_id	Int	路口 ID	
signal_phase1	Int	號誌 1 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0:無此號誌
signal_sec1	Int	號誌 1 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數
signal_phase2	Int	號誌 2 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0:無此號誌
signal_sec2	Int	號誌 2 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數
signal_phase3	Int	號誌 3 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0:無此號誌
signal_sec3	Int	號誌 3 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數
signal_phase4	Int	號誌 4 時相	1:green, 2:red, 3: yellow, 0:無此號誌
signal_sec4	Int	號誌 4 剩餘秒數	s, 1000:未設置秒數

JSON 範例：

```

{"Signal": {"timestamp": "2017/07/12
16:52:39.177", "road_id": 1, "signal_phase1": 1, "signal_sec1": 32, "signal_phase2": 1, "signal_sec2": 32,
"signal_phase3": 2, "signal_sec3": 1000, "signal_phase4": 2, "signal_sec4": 1000}}

```

(3)RSU 回傳雜型平台 CMS 訊息

送出字串	<pre>{   "CMS":   {     "timestamp": string,     "cms_id": value,     "status": value,     "sec": value   } }</pre>
說明	RSU 回傳雜型平台 CMS 訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 送出 CMS 訊息時間	
cms_id	Int	CMS ID	
status	Int	亮燈狀態	0:non, 1:left, 2:right, 3:left+right, 4:allow_gostraight, 5:lta
sec	Int	顯示秒數	s

JSON 範例：

```
{"CMS":{"timestamp":"2016/08/05 15:58:40.682","cms_id":"1","status":"5","sec":"2"}}
```

(4)RSU 回傳雜型平台 R2R 警示訊息

送出字串	<pre>{   "R2R":   {     "timestamp": string,     "hv_light": value,     "rv_light": value,     "warning_state": value,     "hv_id": string,     "hv_speed": value,     "hv_acc": value,     "hv_head": value,     "hv_yaw": value,     "hv_lat": value,     "hv_lon": value,     "rv_id": string,     "rv_speed": value,     "rv_acc": value,     "rv_head": value,     "rv_yaw": value,     "rv_lat": value,     "rv_lon": value,     "fx": value,     "fy": value,     "distance": value,     "hv_ttc": value,     "rv_ttc": value,     "t_index": value,     "collision_lat": value,     "collision_lon": value,     "di": value   } }</pre>
------	---

	} }
說明	RSU 回傳離型平台 R2R 警示訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	RSU 送出 R2R 警示訊息時間	
hv_light	Int	自車燈號狀態	000:non, 100:左方向燈, 010:煞車燈, 001:右方向燈, 110:左方向+煞車燈, 011:右方向+煞車燈, 111:左右方向+煞車燈
rv_light	Int	他車燈號狀態	同上
warning_state	Int	警示狀態	1:R IMA, 2:L IMA, 3:R IMA 1st phase, 4:L IMA 1st phase, 5:FCW, 8:EEBL, 9:LTA
hv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
hv_speed	Int	自車車速	m/s*1000000
hv_acc	Int	自車加速度	m/s <sup>2</sup> *1000000
hv_head	Int	自車方向	度*1000000
hv_yaw	Int	自車角速度	度/s*1000000
hv_lat	Int	自車緯度	*1000000
hv_lon	Int	自車經度	*1000000
rv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
rv_speed	Int	他車車速	m/s*1000000
rv_acc	Int	他車加速度	m/s <sup>2</sup> *1000000
rv_head	Int	他車方向	度*1000000
rv_yaw	Int	他車角速度	度/s*1000000
rv_lat	Int	他車緯度	*1000000
rv_lon	Int	他車經度	*1000000
fx	Int	自車座標系之他車 X 位置	m*1000000
fy	Int	自車座標系之他車 Y 位置	m*1000000
distance	Int	兩車直線距離	m*1000000
hv_ttc	Int	自車 TTC	s*1000000
rv_ttc	Int	他車 TTC	s*1000000
t_index	Int	路徑預測時間	s*1000000
collision_lat	Int	碰撞點緯度	*1000000
collision_lon	Int	碰撞點經度	*1000000
di	Int	兩車行進方向類別	0:non, 1:IMA, 2:LTA,

參數名稱	參數型態	說明	備註
			3:EEBL/FCW

JSON 範例：

```
{
  "R2R":
  {
    "timestamp": "2016/08/05 15:58:40.682",
    "hv_light": "0",
    "rv_light": "0",
    "warning_state": "0",
    "hv_id": "111,11",
    "hv_speed": "86621111",
    "hv_acc": "-732292",
    "hv_head": "3023700000",
    "hv_yaw": "4100000",
    "hv_lat": "247772650",
    "hv_lon": "1210442333",
    "rv_id": "112,19",
    "rv_speed": "85800000",
    "rv_acc": "300000",
    "rv_head": "3025500000",
    "rv_yaw": "9700000",
    "rv_lat": "247772716",
    "rv_lon": "1210442650",
    "fx": "23314858",
    "fy": "-23073243",
    "distance": "32801786",
    "hv_ttc": "-83424270",
    "rv_ttc": "-81261084",
    "t_index": "49000000",
    "collision_lat": "0",
    "collision_lon": "0",
    "di": "0"
  }
}
```

(5)OBU 回傳雜型平台 V2V 警示訊息

送出字串	<pre>{   "V2V":   {     "timestamp": string,     "hv_light": value,     "rv_light": value,     "warning_state": value,     "hv_id": string,     "hv_speed": value,     "hv_acc": value,     "hv_head": value,     "hv_yaw": value,     "hv_lat": value,     "hv_lon": value,     "rv_id": string,     "rv_speed": value,     "rv_acc": value,     "rv_head": value,     "rv_yaw": value,   } }</pre>
------	--

	<pre> "rv_lat": value, "rv_lon": value, "fx": value, "fy": value, "distance": value, "hv_ttc": value, "rv_ttc": value, "t_index": value, "collision_lat": value, "collision_lon": value, "di": value } } </pre>
說明	OBU 回傳雜型平台 V2V 警示訊息。

參數說明：

參數名稱	參數型態	說明	備註
timestamp	String	OBU 送出 V2V 警示訊息時間	
hv_light	Int	自車燈號狀態	000:non, 100:左方向燈, 010:煞車燈, 001:右方向燈, 110:左方向+煞車燈, 011:右方向+煞車燈, 111:左右方向+煞車燈
rv_light	Int	他車燈號狀態	同上
warning_state	Int	警示狀態	1:R IMA, 2:L IMA, 3:R IMA 1st phase, 4:L IMA 1st phase, 5:FCW, 8:EEBL, 9:LTA
hv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
hv_speed	Int	自車車速	m/s*1000000
hv_acc	Int	自車加速度	m/s <sup>2</sup> *1000000
hv_head	Int	自車方向	度*1000000
hv_yaw	Int	自車角速度	度/s*1000000
hv_lat	Int	自車緯度	*1000000
hv_lon	Int	自車經度	*1000000
hv_id	String	種類+ID	種類: 0:自發 BSM 111~117:轉發雷達之 BSM 201~202:轉發 ADAS 之 BSM ID: Obu_id radar object id ADAS object id
rv_speed	Int	他車車速	m/s*1000000
rv_acc	Int	他車加速度	m/s <sup>2</sup> *1000000
rv_head	Int	他車方向	度*1000000
rv_yaw	Int	他車角速度	度/s*1000000
rv_lat	Int	他車緯度	*1000000

參數名稱	參數型態	說明	備註
rv_lon	Int	他車經度	*10000000
fx	Int	自車座標系之他車 X 位置	m*10000000
fy	Int	自車座標系之他車 Y 位置	m*10000000
distance	Int	兩車直線距離	m*10000000
hv_ttc	Int	自車 TTC	s*10000000
rv_ttc	Int	他車 TTC	s*10000000
t_index	Int	路徑預測時間	s*10000000
collision_lat	Int	碰撞點緯度	*10000000
collision_lon	Int	碰撞點經度	*10000000
di	Int	兩車行進方向類別	0:non , 1:IMA, 2:LTA, 3:EEBL/FCW

JSON 範例：

```

{
  "V2V":
  {
    "timestamp": "2016/08/05 15:58:40.682",
    "hv_light": "0",
    "rv_light": "0",
    "warning_state": "0",
    "hv_id": "0,201",
    "hv_speed": "86621111",
    "hv_acc": "-732292",
    "hv_head": "3023700000",
    "hv_yaw": "4100000",
    "hv_lat": "247772650",
    "hv_lon": "1210442333",
    "rv_id": "111,19",
    "rv_speed": "85800000",
    "rv_acc": "300000",
    "rv_head": "3025500000",
    "rv_yaw": "9700000",
    "rv_lat": "247772716",
    "rv_lon": "1210442650",
    "fx": "23314858",
    "fy": "-23073243",
    "distance": "32801786",
    "hv_ttc": "-83424270",
    "rv_ttc": "-81261084",
    "t_index": "49000000",
    "collision_lat": "0",
    "collision_lon": "0",
    "di": "0"
  }
}

```

## 二、系統資料庫通訊資料表

### (1)ADAS 警示歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	交易代碼	bigint	PK			自動增加
obu_id	OBU ID	varchar(50)			not null	
data_id	資料編號	varchar(10)			not null	
data_value	資料內容	varchar(20)			not null	

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
timestamp	資料時間	timestamp			not null	
inserted	更新時間	timestamp			not null	

(2)資訊可變標誌警示歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
cms_id	CMS 編號	int	IX		not null	
timestamp	資料時間	timestamp	IX		not null	
status	亮燈狀態	int				
second	顯示秒數	int				
inserted	更新時間	timestamp	IX			

(3)R2R 警示歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
timestamp	RSU 送出 R2R 警示訊息時間	timestamp	IX		not null	
hv_light	自車燈號狀態	bigint				
rv_light	他車燈號狀態	bigint				
warning_state	警示狀態	bigint				
hy_type	自車類型	varchar(50)				
hv_id	自車 ID	varchar(50)				
hv_speed	自車速度	bigint				
hv_acc	自車加速度	bigint				
hv_head	自車方向	bigint				
hv_yaw	自車角速度	bigint				
hv_lat	自車緯度	bigint				
hv_lon	自車經度	bigint				
rv_type	他車類型	varchar(50)				
rv_id	他車 ID	varchar(50)				
rv_speed	他車速度	bigint				
rv_acc	他車加速度	bigint				
rv_head	他車方向	bigint				
rv_yaw	他車角速度	bigint				
rv_lat	他車緯度	bigint				
rv_lon	他車經度	bigint				
fx	自車座標系之他車 X 位置	bigint				
fy	自車座標系之他車 Y 位置	bigint				
distance	兩車直線距離	bigint				
hv_ttc	自車 TTC	bigint				
rv_ttc	他車 TTC	bigint				
t_index	路徑預測時間	bigint				
collision_lat	碰撞點緯度	bigint				
collision_lon	碰撞點經度	bigint				
di	兩車行進方向類別	bigint				
inserted	更新時間	timestamp	IX			

(4)雷達偵測組態資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
radar_id	交易代碼	int	PK			

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
lat	緯度位置	double				
lng	經度位置	double				

(5)雷達偵測警示歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
radar_id	雷達編號	int	IX		not null	
obj_id	物件編號	int	IX		not null	
time	資料時間	timestamp	IX		null	
x_pos	X 位置	double				
y_pos	Y 位置	double				
x_speed	X 速度	double				
y_speed	Y 速度	double				
length	長度	double				
inserted	更新時間	timestamp	IX			

(6)雷達偵測警示即時資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
radar_id	ID	int	PK			自動增加
timestamp	資料時間	timestamp	IX		not null	
obj_no	物件數量	int	IX		not null	

(7)號誌燈態警示歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
road_id	路口編號	int	IX		not null	
timestamp	資料時間	timestamp	IX		not null	
phase_id	分相編號	int				
signal_phase_1	號誌 1	int				
signal_second_1	號誌 1 剩餘秒數	int				
signal_phase_2	號誌 2	int				
signal_second_2	號誌 2 剩餘秒數	int				
signal_phase_3	號誌 3	int				
signal_second_3	號誌 3 剩餘秒數	int				
signal_phase_4	號誌 4	int				
signal_second_4	號誌 4 剩餘秒數	int				
inserted	更新時間	timestamp	IX			

(8)V2V ADAS 警示歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
timestamp	RSU 送出 R2R 警示訊息時間	timestamp	IX		not null	
hv_light	自車燈號狀態	bigint				
rv_light	他車燈號狀態	bigint				
warning_state	警示狀態	bigint				
hy_type	自車類型	varchar(50)				
hv_id	自車 ID	varchar(50)				

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
hv_speed	自車速度	bigint				
hv_acc	自車加速度	bigint				
hv_head	自車方向	bigint				
hv_yaw	自車角速度	bigint				
hv_lat	自車緯度	bigint				
hv_lon	自車經度	bigint				
rv_type	他車類型	varchar(50)				
rv_id	他車 ID	varchar(50)				
rv_speed	他車速度	bigint				
rv_acc	他車加速度	bigint				
rv_head	他車方向	bigint				
rv_yaw	他車角速度	bigint				
rv_lat	他車緯度	bigint				
rv_lon	他車經度	bigint				
fx	自車座標系之他車 X 位置	bigint				
fy	自車座標系之他車 Y 位置	bigint				
distance	兩車直線距離	bigint				
hv_ttc	自車 TTC	bigint				
rv_ttc	他車 TTC	bigint				
t_index	路徑預測時間	bigint				
collision_lat	碰撞點緯度	bigint				
collision_lon	碰撞點經度	bigint				
di	兩車行進方向類別	bigint				
inserted	更新時間	timestamp	IX			

(9)V2V 警示歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
timestamp	RSU 送出 R2R 警示訊息時間	timestamp	IX		not null	
hv_light	自車燈號狀態	bigint				
rv_light	他車燈號狀態	bigint				
warning_state	警示狀態	bigint				
hy_type	自車類型	varchar(50)				
hv_id	自車 ID	varchar(50)				
hv_speed	自車速度	bigint				
hv_acc	自車加速度	bigint				
hv_head	自車方向	bigint				
hv_yaw	自車角速度	bigint				
hv_lat	自車緯度	bigint				
hv_lon	自車經度	bigint				
rv_type	他車類型	varchar(50)				
rv_id	他車 ID	varchar(50)				
rv_speed	他車速度	bigint				
rv_acc	他車加速度	bigint				
rv_head	他車方向	bigint				
rv_yaw	他車角速度	bigint				
rv_lat	他車緯度	bigint				
rv_lon	他車經度	bigint				
fx	自車座標系之他車 X 位置	bigint				

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
fy	自車座標系之他車 Y 位置	bigint				
distance	兩車直線距離	bigint				
hv_ttc	自車 TTC	bigint				
rv_ttc	他車 TTC	bigint				
t_index	路徑預測時間	bigint				
collision_lat	碰撞點緯度	bigint				
collision_lon	碰撞點經度	bigint				
di	兩車行進方向類別	bigint				
inserted	更新時間	timestamp	IX			

(10)碰撞歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
ext_id	外部表格 ID	bigint	IX		not null	與 v2x_alarm_adas_history 或 v2x_alarm_v2v_history 之關聯資料 ID
type	碰撞類型	timestamp				
obu_id	OBU ID	int				
obj_lat	物件緯度	int				
obj_lon	物件經度	int				
timestamp	資料時間	int				
inserted	寫入時間	int				
updated	更新時間	int				
correct	資料正確性	int		0/1	1	

(11)OBU 原始資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
rsu_id	RSU ID	varchar(32)			not null	
type	資料類型	int			not null	
obu_id	OBU ID	varchar(32)			not null	
road_id	路段編號	varchar(32)			not null	
message_id	訊息編號	varchar(30)				
msgcnt	訊息數量	varchar(3)				
secmark	DSecond	varchar(30)				
lat	緯度	varchar(20)				
lon	經度	varchar(20)				
elev	高度	varchar(10)				
accuracy_semi_major	PositionalAccuracy	varchar(10)				
accuracy_semi_minor	PositionalAccuracy	varchar(10)				
accuracy_semi_orientation	PositionalAccuracy	varchar(10)				
transmission	Transmission	varchar(20)				
speed	速度	varchar(8)				
heading	方位角	varchar(8)				
angle	方向盤角度	varchar(8)				
accelset_lat	AccelerationSet4Way	varchar(8)				
accelset_lon	AccelerationSet4Way	varchar(8)				
accelset_vert	AccelerationSet4Way	varchar(8)				
accelset_yaw	AccelerationSet4Way	varchar(8)				

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
brakes	BrakeSystemStatus	varchar(20)				
width	車輛寬度	varchar(8)				
length	車輛長度	varchar(8)				
full_position_vector_utctime	DDateTime	varchar(30)				
path_history_lat_offset	歷史軌跡緯度偏移	varchar(8)				
path_history_lon_offset	歷史軌跡經度偏移	varchar(8)				
path_history_elevation_offset	歷史軌跡高度偏移	varchar(8)				
path_history_time_offset	歷史軌跡時間偏移	varchar(8)				
upload_time	OBU 上傳資料時間	varchar(20)	IX		not null	
receive_time	中心接收時間	varchar(20)	IX		not null	

(12)OBU 漏失率資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
rsu_id	RSU ID	varchar(10)			not null	
obu_id	OBU ID	varchar(10)	IX			
lost_rate	漏失率	text				
inserted	更新時間	inserted	IX			

(13)OBU 設備名稱對應資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
obu_id	OBU ID	varchar(50)	PK			
name	OBU 名稱	varchar(50)			not null	

(14) OBU 即時狀態資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
rsu_id	RSU ID	varchar(32)	IX		not null	
type	資料類型	int	IX		not null	
obu_id	OBU ID	varchar(32)	IX		not null	
road_id	路段編號	varchar(32)			not null	
lat	latitude	varchar(20)				
lon	longitude	varchar(20)				
speed	速度	varchar(8)				
heading	方位角	varchar(8)				
temperature	溫度	double				
humidity	濕度	double				
temperature_time	溫度更新時間	timestamp				
upload_time	上傳時間	timestamp	IX		not null	
receive_time	中心接收時間	timestamp	IX			

(15)OBU RSA 下載紀錄資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			
msg_id	資料編號	bigint	IX		not null	對應 v2x_rsa_schedule 之 id

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
road_id	路段編號	varchar(12)			not null	
rsu_id	RSU ID	varchar(12)	IX		not null	
type_event	事件類型	int				
extent	警示範圍	int				
payload	封包內容	text				
success	下載結果	bit		0/1		
inserted	更新時間	timestamp	IX			

(16)RSA 排程資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			
road_id	路段編號	varchar(12)	IX			
type_event	事件類型	int				
extent	警示範圍	int				
start_time	訊息起始時間	timestamp	IX			
end_time	訊息結束時間	timestamp	IX	0/1		
inserted	寫入時間	timestamp				
updated	更新時間	timestamp				

(17)RSU 組態資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
rsu_id	ID	varchar(10)	PK			
host_name	設備名稱	varchar(10)				
lat	緯度	double				
lng	經度	double				
ip	IP	varchar(20)				
port	PORT	int				
port2	PORT2	int				
port3	PORT3	int				

(18)RSU 設備註冊資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
transaction_id	交易代碼	varchar(30)				
rsu_id	RSUID	varchar(32)	PK		not null	
location_lat	緯度位置	double				
location_lng	經度位置	double				
host_name	設備名稱	varchar(50)				
update_time	更新時間	varchar(30)			not null	

(19)RSU 設備狀態資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
rsu_id	RSU_ID	varchar(32)	PK			
rsu_status	連線狀態	varchar(2)		0/1	not null	0 失敗 1 成功
rsu_dsrc	DSRC 傳輸量	varchar(8)			not null	

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
update_time	更新時間	varchar(30)			not null	
rsu_cpu	CPU 使用率	varchar(8)				
transaction_id	交易代碼	varchar(30)				
ip	IP	varchar(30)				
port	PORT	int(10)				
port2	PORT2	int(10)				
port3	PORT3	int(10))				
power	功率	int(10)				
datarate	頻率	int(10)				

(20)RSU 設備狀態歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
rsu_id	RSU ID	varchar(32)	IX		not null	
rsu_status	連線狀態	varchar(2)		0/1	not null	0 失敗 1 成功
rsu_dsrc	DSRC 傳輸量	varchar(8)			not null	
update_time	更新時間	varchar(30)	IX		not null	
rsu_cpu	CPU 使用率	varchar(8)				
transaction_id	交易代碼	varchar(30)				
ip	IP	varchar(30)				
port	PORT	int				
port2	PORT2	int				
port3	PORT3	int				
power	功率	int				
datarate	頻率	int				

(21) RSU 回報服務狀態訊息資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
rsu_id	RSUID	varchar(32)	PK			
msg_type	訊息類型	varchar(20)			not null	
payload	封包內容	text			not null	
update_time	更新時間	varchar(30)				

(22)RSU 回報服務狀態訊息歷史資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			自動增加
rsu_id	RSUID	varchar(32)	IX			
msg_type	訊息類型	varchar(20)			not null	
payload	封包內容	text			not null	
update_time	更新時間	varchar(30)	IX			

(23)RSU 資訊訂閱資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
rsu_id	RSUID	varchar(32)	PK			
route_id	緯度位置	text				
service_type	經度位置	varchar(20)				

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
update_time	更新時間	varchar(30)			not null	
transaction_id	交易代碼	varchar(30)			not null	

(24)TIM 設備下載排程資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			
road_id	路段編號	varchar(50)	IX			
cctv	CCTV 編號	varchar(200)				多設備以逗號區隔
cms_content	CMS 內容	varchar(50)				多訊息以逗號區隔
extent	警示範圍	int			not null	
start_time	起始時間	timestamp	IX		not nul	
end_time	結束時間	timestamp	IX		not nul	
inserted	寫入時間	timestamp				
updated	更新時間	timestamp				

(25)TIM 設備下載紀錄資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			
msg_id	資料編號		IX		not null	對應 v2x_tim_device 之 id
road_id	路段編號	varchar(50)	IX		not null	
rsu_id	RSU ID		IX		not null	
cctv	CCTV 編號	varchar(200)				
cms_content	CMS 內容	varchar(50)				
payload	封包內容	int				
success	下載結果	bit		0/1		
inserted	寫入時間	timestamp	IX			

(26)TIM 天氣下載排程資料表

欄位名稱	資料項目	資料型式	鍵	值域	初設值	備註
id	ID	bigint	PK			
lat	緯度	lat			not null	
lon	經度	lon			not null	
itis	ITIS 天氣碼	int			not null	
enabled	啟用	bit	IX		not null	
inserted	寫入時間	timestamp			not null	

### 三、CANBUS 通訊矩陣

模組	輸出訊號	ID	傳輸週期	解析方法	資料型態	資料長度	備註				
FCW	0 有無車輛	208 (0xD0)	40ms	0:前方無車輛 / 1:前方有車輛	unsigned char	1byte					
	1 前方車輛距離			0~255, 255表示無效	unsigned char	1byte					
	2 255			null		1byte					
	3 255			null		1byte					
	4 255			null		1byte					
	5 255			null		1byte					
	6 255			null		1byte					
	7 255			null		1byte					
BSD	Master	座標資訊	261 (0x105)	10ms		4byte					
								1			
								2			
								3			
	4 有無障礙物	1025 (0x401) ~ 1087 (0x43F)	10ms	0:沒有 1:有	1byte	左後方障礙物警示					
	5 0										
	6 0										
	7 0										
	Slaver	座標資訊	262 (0x106)	10ms		4byte					
								1			
								2			
								3			
								4 有無障礙物	0:沒有 1:有	1byte	右後方障礙物警示
								5 0			
								6 0			
								7 0			
	Command	Command	1010 (0x3F2)	10ms							
									1		
									2		
									3		
									4		
									5		
									6		
									7		
	障礙物資訊	障礙物資訊	1089 (0x441) ~ 1151 (0x47F)	10ms							
									1		
									2		
									3		
4											
5											
6											
7											
預留(無意義)	預留(無意義)	512(0x200) 1024(0x400) 1784(0x6F8) 1792(0x700) 1808(0x710) 1952(0x7A0)	10ms								
								1			
								2			
								3			
								4			
								5			
								6			
								7			
Sensor Fusion輸出	障礙物X位置	256 (0x100)	70ms	CAN_100(1)=uint8(bitand(uint16(send_x/0.04+500), 255));	uint8	2byte					
								1			
								2 障礙物Y位置	CAN_100(3)=uint8(bitand(uint16(send_y/0.04),255));	uint8	2byte
								3			
	4										
	5										
	6										
	7										
預留(無意義)	預留(無意義)	257 (0x101)									
								1			
								2			
								3			
提供Sensor Fusion 車速及Yaw Rate	longitudinal velocity	97 (0x61)	100ms	車速, 0-255	unsigned int	1byte	km/h				
								1			
								2			
								3			
								4			
								5			
								6			
	7										
	yawrate	yawrate	113 (0x71)	10ms	[(Byte0*256+Byte1)-1000]*0.1	unsigned int	2byte	0.1deg/sce			
									1		
									2		
									3		
									4		
									5		
6											
7											

模組	輸出訊號	ID	傳輸週期	解析方法	資料型態	資料長度	備註	
Novatel GPS rawdata (time,lat,long,velocity,heading)	0 Time	301 (0x12D)	100ms	$(can0 \ll 24 + can1 \ll 16 + can2 \ll 8 + can3) / 10$	double	3byte	[hhmmss.s]	
	1							
	2							
	3 Mode(差分)			can2: 0(一般商用)、1(自主定位)、2(差分)、3(估算)、4(無效)。	int	1byte	[0-4]準度 D>A>E>>N。	
	4 Velocity			$(can4 * 256 + can5) / 1000;$	double	2byte	[m/s]	
	5							
	6 heading			$(can6 * 256 + can7) / 100;$	double	2byte	[degree]正北為0	
	7							
	0 lat	302 (0x12E)	100ms	$(can0 \ll 24 + can1 \ll 16 + can2 \ll 8 + can3) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	1							
	2							
	3							
	4 long			$(can4 \ll 24 + can5 \ll 16 + can6 \ll 8 + can7) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	5							
6								
7								
Garmin GPS rawdata (time,lat,long,velocity,heading)	0 Time	304 (0x130)	200ms	$(can0 \ll 24 + can1 \ll 16 + can2 \ll 8 + can3) / 10.$	double	3byte	[hhmmss.s]	
	1							
	2							
	3 Mode(差分)			can2: 0(一般商用)、1(自主定位)、2(差分)、3(估算)、4(無效)。	int	1byte	[0-4]準度 D>A>E>>N。	
	4 Velocity			$(can4 * 256 + can5) / 1000;$	double	2byte	[m/s]	
	5							
	6 heading			$(can6 * 256 + can7) / 100;$	double	2byte	[degree]正北為0	
	7							
	0 lat	305 (0x131)	200ms	$(can0 \ll 24 + can1 \ll 16 + can2 \ll 8 + can3) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	1							
	2							
	3							
	4 long			$(can4 \ll 24 + can5 \ll 16 + can6 \ll 8 + can7) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	5							
6								
7								
IMU rawdata (acc(m/s^2), yawrate(deg/s))	0 x-accl	307 (0x133)	100ms	$((can0 * 256 + can1) - 32767) / 1000$	double	2byte	g	
	1							
	2 y-accl			$((can2 * 256 + can3) - 32767) / 1000$	double	2byte	g	
	3							
	4 z-accl			$((can4 * 256 + can5) - 32767) / 1000$	double	2byte	g	
	5							
	6 temp_out						1byte	
	7							
	0 yawrate	308 (0x134)	100ms	$((can0 * 256 + can1) - 32767) / 1000$	double	2byte	rad/s	
	1							
	2 roll rate			$((can2 * 256 + can3) - 32767) / 1000$	double	2byte	rad/s	
	3							
	4 pitch rate			$((can4 * 256 + can5) - 32767) / 1000$	double	2byte	rad/s	
	5							
6								
7								
定位 output(time,lat,long,velocity,heading)	0 Time	309 (0x135)	100ms	$(can0 \ll 24 + can1 \ll 16 + can2 \ll 8 + can3) / 10.$	double	3byte	[hhmmss.s]	
	1							
	2							
	3 Model			can2: 0(一般商用)、1(自主定位)、2(差分)、3(估算)、4(無效)。	int	1byte	[0-4]準度 D>A>E>>N。	
	4 Velocity			$(can4 * 256 + can5) / 1000;$	double	2byte	[m/s]	
	5							
	6 heading			$(can6 * 256 + can7) / 100;$	double	2byte	[degree]正北為0	
	7							
	0 lat	310 (0x136)	100ms	$(can0 \ll 24 + can1 \ll 16 + can2 \ll 8 + can3) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	1							
	2							
	3							
	4 long			$(can4 \ll 24 + can5 \ll 16 + can6 \ll 8 + can7) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	5							
6								
7								
前方障礙物定位output	0 lat	311 (0x137)	100ms	$(can0 \ll 24 + can1 \ll 16 + can2 \ll 8 + can3) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	1							
	2							
	3							
	4 long			$(can4 \ll 24 + can5 \ll 16 + can6 \ll 8 + can7) / 10000000.$	double	4byte	[degree]	
	5							
	6							
	7							
	0 x-accl	312 (0x138)	100ms	$((can0 * 256 + can1) - 32767) / 1000$	double	2byte	[g]	
	1							
	2 y-accl			$((can2 * 256 + can3) - 32767) / 1000$	double	2byte	[g]	
	3							
	4 Velocity			$(can4 * 256 + can5) / 1000;$	double	2byte	[m/s]	
	5							
6 heading	$(can6 * 256 + can7) / 100;$			double	2byte	[degree]正北為0		
7								
左後障礙物定位output	0 lat	313 (0x139)	100ms			4byte		
	1							
	2							
	3							
	4 long					4byte		
	5							
	6							
	7							
	0 x-accl	314 (0x13A)	100ms			2byte		
	1							
	2 y-accl					2byte		
	3							
	4 Velocity					2byte		
	5							
6 heading					2byte			
7								

模組		輸出訊號	ID	傳輸週期	解析方法	資料型態	資料長度	備註				
右後障礙物定位output	0	lat	315 (0x13B)	100ms			4byte					
		1										
		2										
		3										
		4										
		5										
		6										
	0	x-accl	316 (0x13C)	100ms			2byte					
		1										
		2										
		3										
		4										
		5										
		6										
CV協助ADAS	0	317 (0x13D)	100ms	0:無來車 1:有來車		bool	1byte	CV左方來車警示				
	1							0:無來車 1:有來車	bool	1byte	CV右方來車警示	
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
7												
溫溼度	0	318 (0x13E)	100ms	$((\text{Byte } 0) * 256 + (\text{Byte } 1)) / 10$		double	2byte	°C				
	1											
	2							$(\text{Byte } 3) * 256 + (\text{Byte } 4)$	double	2byte	%	
	3											
	4											
	5							0	1byte			
	6							CRC16 checksum	2byte			
7												
OBDII	Query (送)	0	2015 (0x7DF)	Event	2		1byte					
		1							Mode	1byte		
		2							PID	1byte		
		3							0	1byte		
		4							0	1byte		
		5							0	1byte		
		6							0	1byte		
	7	0	1byte									
	Response (收)	0	2024 (0x7E8)	Event		Engine RPM:4 Vehicle speed:3 Throttle position:3		1byte				
		1								Mode	1byte	
		2								PID	1byte	
		3								Data0	1byte	
		4								Data1(option)	1byte	
		5								Data2(option)	1byte	
6		Data3(option)								1byte		
7	0	1byte										
OBU	0	Time	501 (0x1F5)	Event			4byte					
		1										
		2										
		3										
		4										
		5										
		6										
	0	Acceleration	502 (0x1F6)	Event				2byte				
		1										
		2								Flag	1byte	
		3										
		4										
		5										
		6										
	7											
	0	lat	503 (0x1F7)	Event				4byte				
		1										
		2										
		3										
		4								long	4byte	
		5										
6												
7												
0	Time	506 (0x1FA)	Event				4byte					
	1											
	2											
	3											
	4								燈號狀態	1byte		
	5											
	6											
7												

