跨域數據治理服務-我國智慧道路數位發展先期研究

期末報告書

台灣車聯網產業協會

中華民國 110 年 12 月 16 日

目錄

目錄 i
圖目錄 iv
表目錄 ix
中心初審意見回覆表 xiii
期中審查意見回覆表 xv
期末審查意見回覆表 xxiv
第一次專家會議意見回覆表 xxxv
第二次專家會議意見回覆表 xlii
第一章 緒論 1
1.1 計畫緣起 1
1.2 計畫目標 1
1.3 研究定義 2
1.4 研究範疇 3
1.5 工作項目 5
1.6 工作流程 6
1.7 預期成果 7
第二章 智慧道路數位發展現況與趨勢 8
2.1 智慧道路數位化發展現況 8
2.1.1 全球智慧道路應用發展現況 8
2.1.2 我國智慧道路應用發展現況 28
2.1.3 我國智慧道路應用服務類型 35
2.2 智慧道路與車聯網關聯性及標準發展趨勢 39
2.2.1 車聯網簡介 39
2.2.2 車聯網國際標準盤點 42
2.2.3 智慧道路標準發展趨勢 50
2.3 深度學習技術與 5G 技術於智慧道路應用 55
2.3.1 深度學習與 5G 技術簡介 56
2.3.2 深度學習與 5G 技術國外應用案例 60
2.4 小結 62
第三章 我國智慧道路應用服務分級與檢測原則 63
3.1 智慧道路應用服務等級 65
3.1.1 國際交通相關分級回顧 65

3.1.2 智慧道路服務分級規劃.....70
3.2 應用案例輔助說明智慧化等級.....79
資料來源：本案自行製作.....85
3.3 應用服務之數位資料儲存.....86
3.4 智慧道路應用服務檢測機制.....87
3.5 小結.....101
第四章 智慧道路支援自駕車運行規範初探.....103
4.1 智慧道路支援自駕車應用概述.....103
4.1.1 高精地圖支援自駕車.....103
4.1.2 智慧道路對應自駕車及區域動態地圖之支援應用分析 .107
4.2 週邊設施與佈設初步規範.....111
4.2.1 自駕車運行道路週邊設施盤點.....111
4.2.2 智慧道路設施佈設初步規範建議.....119
4.3 自駕車場域智慧道路應用服務等級檢測示範.....122
4.4 小結.....180
第五章 智慧道路應用實證.....182
5.1 智慧道路應用服務布建規劃.....182
5.1.1 智慧道路應用實證情境說明.....186
5.1.2 智慧道路應用情境設計.....187
5.2 智慧道路應用服務環境建置.....197
5.2.1 智慧道路設備安裝.....197
5.2.2 自駕車場域建置成果.....198
5.2.3 一般易壅塞場域建置成果.....207
5.3 智慧道路應用服務實證成效.....221
5.3.1 智慧道路應用實證成效檢驗規劃.....221
5.3.2 場域情境實證.....222
5.4 小結.....230
第六章 智慧道路發展大數據資訊管理.....231
6.1 智慧道路大數據資訊管理發展現況.....231
6.1.1 LDM ETSI TR 102 863 技術報告 231
6.1.2 ISO 18750 238
6.1.3 日本 SIP-adus 計畫 239
6.1.4 資訊流通格式回顧.....240
6.2 智慧道路大數據資訊管理方法及應用規劃.....247

6.2.1 智慧道路大數據之範疇與架構.....247
6.2.2 TDX 平臺擴大數據服務建議.....249
6.3 小結.....254
第七章 我國智慧道路發展藍圖.....256
7.1 應用服務推動與規範.....256
7.1.1 優先發展關鍵應用.....256
7.1.2 應用服務規範制定及推動機制.....258
7.1.3 共創示範平臺.....259
7.1.4 智慧道路應用服務檢測.....259
7.2 數據服務機制與平臺.....260
7.2.1 道路數位化基準與機制.....260
7.2.2 數據服務平臺.....261
7.3 規劃我國智慧道路發展藍圖.....264
7.3.1 相關計畫推動時程.....264
7.3.2 藍圖規劃.....266
7.4 小結.....268
第八章 計畫成果與後續建議.....269
8.1 計畫成果.....269
8.1.1 我國智慧道路定義與範疇.....269
8.1.2 智慧道路應用服務分級與等級檢測機制初步建議.....269
8.1.3 智慧道路應用服務 POC 實證.....271
8.1.4 智慧道路發展藍圖建議.....272
8.2 後續建議.....273
8.2.1 等級檢測機制建議.....273
8.2.2 規範制定建議.....273
8.2.3 大數據服務建議.....274
8.2.4 資料應用潛在發展機會.....274
參考文獻.....276

圖目錄

圖 1 計畫目標 2
圖 2 研究定義 3
圖 3 研究範疇 4
圖 4 研究流程 7
圖 5 美國紐約測試場域架構 9
圖 6 懷俄明州 I-80 州際公路側試場域地圖 10
圖 7 道路狀況示警-起霧、道路結冰情境示意圖 11
圖 8 美國佛羅里達州坦帕市測試場域應用 12
圖 9 SURTRAC 運作流程 13
圖 10 奧地利-ALP Lab 試驗場域示意圖 15
圖 11 日本 DSSS 系統架構 16
圖 12 日本 DSSS 系統情境示意圖 16
圖 13「十字路口會車衝突提醒」情境示意圖 17
圖 14「追撞提醒」情境示意圖 17
圖 15「紅燈提醒」情境示意圖 18
圖 16 PICS 系統功能示意圖 19
圖 17 水患防災預警系統架構圖 20
圖 18 SPECS 平均速率執法系統使用的攝影機及照相機 21
圖 19 道路狀況提醒-速限、事件、道路封鎖情境示意圖 22
圖 20 施工區域示警情境示意圖 22
圖 21 前方車輛異常通知情境示意圖 23
圖 22 SURTRAC 運作流程 24
圖 23 TSPS 系統功能示意圖 25
圖 24 PTPS 系統功能示意圖 26
圖 25 ETC2.0 資料用於 MaaS 示意圖 27
圖 26 高精地圖變異公路與設施自動化辨識技術功能實證流程圖 29
圖 27 臺中中清經貿七路口智慧化動態號誌系統 30
圖 28 臺北智慧化感應性號誌系統 31
圖 29 高速公路 1968 網頁之路況資訊 31
圖 30 高速公路 1968 App 之路況資訊與路況影像 32
圖 31 高公局旅行時間預估顯示設備 32
圖 32 高雄凱旋路輕軌安全防護系統 33
圖 33 臺北仁愛路行人安全防護系統 33

圖 34 智慧機車安全警示系統 34
圖 35 高公局風雨霧偵測站與公路總局天然災害警示平臺 35
圖 36 車聯網四大通訊應用 40
圖 37 VIVO SAFESPOT Scenario 41
圖 38 歐美 CITS 通訊堆疊 42
圖 39 ETSI 資安架構示意圖 48
圖 40 基於 5G 場景提出的 V2X 通訊模式 55
圖 41 建議七種合併的類別 59
圖 42 愛立信與高通合作展示基於 5G 通訊之 C-V2X 技術 61
圖 43 智慧道路研究課題 63
圖 44 智慧道路應用服務分級與檢測之研究流程 63
圖 45 ISAD 道路基礎設施支援等級布建示意圖 68
圖 46 智慧道路應用服務系統架構圖 71
圖 47 智慧道路服務等級 0 72
圖 48 智慧道路服務等級 1 73
圖 49 單線鐵路平交道標誌 74
圖 50 智慧道路服務等級 2 74
圖 51 智慧道路服務等級 3 75
圖 52 智慧道路服務等級 4 76
圖 53 延遲時間說明 77
圖 54 智慧道路服務等級 5 77
圖 55 智慧道路整體廊道應用服務等級初擬 79
圖 56 智慧道路應用服務檢測機制 88
圖 57 智慧道路應用服務等級檢測作業流程 88
圖 58 SAE 自動駕駛等級定義 89
圖 59 國際自駕車等級作法流程 90
圖 60 基礎路段單元切分方式 1 94
圖 61 基礎路段單元切分方式 2 94
圖 62 由基礎單元綜合評估應用服務於整體廊道等級 101
圖 63 自動駕駛系統三要素 105
圖 64 高精地圖發展中長期發展 106
圖 65 智慧道路、自駕車與區域動態地圖(LDM)之關聯 108
圖 66 配合車輛位置發送本地高精地圖 108
圖 67 車內顯示號誌及建議速度 109

圖 68 高精度 3D 圖像 109
圖 69 自駕車道路服務等級運作說明圖 110
圖 70 智慧道路週邊設施之基本元素構思 112
圖 71 桃園市青埔地區自駕巴士路側設施設置分布圖 112
圖 72 台北市信義路公車專用道自駕巴士路側設施設置分布圖 113
圖 73 新北市自動駕駛電動巴士路側設施設置分布圖 114
圖 74 自駕巴士彰濱鹿港觀光接駁運行路側設施設置分布圖 1 114
圖 75 自駕巴士彰濱鹿港觀光接駁運行路側設施設置分布圖 2 115
圖 76 台南市自動駕駛快捷公車路側設施設置分布圖 1 115
圖 77 台南市自動駕駛快捷公車路側設施設置分布圖 2 116
圖 78 水滴智慧城自駕巴士路側設施設置分布圖 116
圖 79 成功大學自駕車試驗路側設施設置分布圖 117
圖 80 新竹縣高鐵自駕車接駁服務路側設施設置分布圖 118
圖 81 淡海新市鎮自駕車場域智慧交通路側設施建置 120
圖 82 路側系統與自駕車通訊架構範例參考 121
圖 83 資料 JSON 格式範例參考 121
圖 84 自駕車在大成路二段行駛 130
圖 85 自駕車以時速 10.36KM 行駛無人車靠近 132
圖 86 自駕車以時速 10.51KM 行駛有人靠近 132
圖 87 自駕車以時速 11.77KM 行駛有人車靠近 132
圖 88 自駕車以時速 14.29KM 行駛無人車靠近 133
圖 89 自駕車以時速 13.50KM 行駛有人靠近 133
圖 90 自駕車以時速 14.64KM 行駛有車靠近 133
圖 91 大成路二段大智路口道路設施 135
圖 92 青埔自駕車場域智慧道路第二次檢測場域 138
圖 93 自駕車在大成路二段公車停靠區準備出發 161
圖 94 路口 A 道路設施(大成路二段與領航北路四段口) 161
圖 95 路口 B 道路設施(領航北路四段與大豐四街口) 162
圖 96 智慧道路實證場域位置與情境 182
圖 97 交通物件辨識、追蹤與軌跡預測流程圖 182
圖 98 辨識成果示意圖 183
圖 99 軟體系統架構設計 184
圖 100 路側設備安裝示意圖 184
圖 101 資訊傳遞架構 185

圖 102 自駕車行經路口圖 188
圖 103 自駕車場域原始布建設施 189
圖 104 青埔場域規劃布建之道路設施與情境 190
圖 105 青埔自駕車場域區域 A 布建影響範圍 191
圖 106 青埔自駕車場域區域 B 布建影響範圍 192
圖 107 台北市內湖場域應用服務布建示意圖 194
圖 108 台北市內湖場域 1：『追撞告警』 194
圖 109 台北市內湖場域區域 B：『右轉內輪差告警』 195
圖 110 仰德大道場域應用服務布建示意圖 196
圖 111 中壢場域應用服務布建示意圖 196
圖 112 桃園市中壢場域區域 A『行人穿越人行道告警』示意圖 197
圖 113 桃園市中壢場域區域 B『行人穿越人行道告警』示意圖 197
圖 114 智慧設備裝置範例 198
圖 115 領航北路大成路口設備裝置圖 198
圖 116 青埔區域 A 號誌秒數資訊回傳服務回傳資訊 200
圖 117 領航北路大豐四街口設備裝置圖 200
圖 118 青埔區域 B 號誌秒數資訊回傳服務回傳資訊 202
圖 119 青埔區域 A 鄰向來車安全警示服務回傳資訊 203
圖 120 青埔區域 A 道路通阻程度提醒服務服務回傳資訊 205
圖 121 青埔區域 B 行人穿越人行道告警服務回傳資訊 206
圖 122 台北市民權東路瑞光路口設置圖 207
圖 123 內湖追撞告警應用服務回傳資訊 208
圖 124 內湖道路車流預告應用服務回傳資訊 210
圖 125 內湖道路車流計算影像 210
圖 126 右轉內輪差告警設置圖片 211
圖 127 內湖右轉內輪差告警應用服務回傳資訊 212
圖 128 中壢區域 A 行人穿越人行道服務設備設置情形 213
圖 129 中壢區域 A 行人穿越人行道應用服務回傳資訊 214
圖 130 中壢區域 B 行人穿越人行道服務設備設置情形 215
圖 131 中壢區域 B 行人穿越人行道告警服務回傳資訊 216
圖 132 仰德大道四段山仔后分隊對面智慧路側設備設置情形 217
圖 133 仰德大道花卉實驗中心前路側設備設置情形 218
圖 134 仁民路智慧路側設備設置情形 220
圖 135 區域 A 加速度(路段 1、2)盒鬚圖 223

圖 136 區域 A 減速度(路段 1、2)盒鬚圖 224
圖 137 區域 A 速度(路段 1、2)盒鬚圖 224
圖 138 區域 B 加速度(路段 4)盒鬚圖 225
圖 139 區域 B 減速度(路段 4)盒鬚圖 226
圖 140 鄰向來車現場圖 227
圖 141 偵測鄰向來車後自駕車調整停車位置 227
圖 142 路段 4 平均速度盒鬚圖 228
圖 143 路段 4 減速度盒鬚圖 229
圖 144 LDM 與 ITS 站之關係 232
圖 145 LDM 資料庫架構 236
圖 146 ISO 18750 提出之 LDM 架構 238
圖 147 輔助與事件資料標準之架構 244
圖 148 道路交通事件分類 244
圖 149 智慧道路大數據之範疇 247
圖 150 LDM 架構圖 248
圖 151 智慧道路大數據管理之發展與分析流程示意圖 248
圖 152 TDX 於智慧道路數據發展之願景與角色 250
圖 153 我國智慧道路發展願景 256
圖 154 ITS 十大應用服務時程規劃彙整圖 257
圖 155 我國智慧道路八大類關鍵應用 257
圖 156 我國智慧道路應用服務規範推動機制 258
圖 157 智慧道路數據資料單位分工示意圖 261
圖 158 TDX 智慧道路大數據之服務架構 262
圖 159 我國智慧道路發展藍圖規劃 266
圖 160 我國智慧道路發展藍圖規劃--智慧道路應用服務推動項目 267
圖 161 我國智慧道路發展藍圖規劃--智慧道路數據服務推動項目 268
圖 162 我國智慧道路發展藍圖規劃 272

表目錄

表 1 美國紐約市的聯網車輛試驗應用案例統整 8
表 2 美國懷俄明州試驗場域應用案例統整 10
表 3 美國佛羅里達州坦帕試驗場域應用案例統整 11
表 4 美國亞特蘭大應用案例統整 12
表 5 歐洲奧地利應用案例統整 14
表 6 日本安全駕駛輔助系統 DSSS 應用案例統整 15
表 7 日本支援行人資訊通訊系統 PICS 應用案例統整 18
表 8 日本神奈川應用案例統整 19
表 9 自動化違規警示與治理應用案例統整 20
表 10 美國運輸部聯網車輛先導部署計劃應用案例統整 21
表 11 美國亞特蘭大應用案例統整 23
表 12 日本活用號誌資訊駕駛支援系統 TSPS 應用案例統整 25
表 13 公車優先系統應用案例統整 26
表 14 日本 ETC2.0 應用案例統整 26
表 15 公路設施自動化辨識、變異偵測與屬性分析應用案例 28
表 16 整合式智慧型交通控制統整表 29
表 17 交通路況及事件資訊服務統整表 31
表 18 車輛防碰撞安全服務統整表 33
表 19 智慧機車安全警示系統統整表 34
表 20 氣象偵測與災害警示服務系統整表 35
表 21 我國智慧交通 4S 服務發展主軸 36
表 22 我國智慧道路應用服務八大類型表 36
表 23 國際聯網標準特性比較 42
表 24 ETSI WG1 正在進行中的標準文號 43
表 25 美國汽車工程師學會 SAE 標準列表 45
表 26 國外道路車輛安全與 ITS 資通訊安全相關標準規範 48
表 27 國內路側端資安標準現況 50
表 28 國內智慧道路聯網標準系統盤點列表 51
表 29 SAE 自駕車分級及定義 66
表 30 ISAD 自駕車支援道路分級及定義 67
表 31 自動駕駛服務等級 68
表 32 結合 LOSAD 和 ISAD 定義之智慧道路分級 69
表 33 我國智慧道路應用服務分級表 72

表 34 我國智慧道路服務搭載深度學習與 5G 技術建議一覽 78
表 35 智慧道路應用案例與智慧化等級 81
表 36 應用服務之數位資料儲存表 86
表 37 我國智慧道路應用服務操作適用範圍項目 91
表 38 整體廊道檢測申請表 93
表 39 基礎路段檢測申請表 94
表 40 基礎單元測試案例表 96
表 41 基礎單元測試案例表(範例) 96
表 42 基礎單元檢測個案表-測試案例 97
表 43 個別基礎單元檢測個案表-應用情境智慧化服務 98
表 44 我國自駕車場域運行周邊設施之基本元素盤點表 119
表 45 路口橫向人車事件偵測提醒整體廊道檢測申請表 122
表 46 路口橫向人車事件偵測提醒基礎單元測試案例表(路段①) 124
表 47 道路有基本導引功能基礎單元檢測申請表(路段②) 125
表 48 道路有基本導引功能基礎單元檢測申請表(路段③) 127
表 49 道路有基本導引功能基礎單元檢測申請表(路段④) 128
表 50 路口橫向人車事件偵測提醒基礎單元檢測個案表 130
表 51 個別基礎單元①檢測個案表-路口橫向人車事件偵測提醒 133
表 52 個別基礎單元②檢測個案表-道路有基本導引功能 135
表 53 個別基礎單元③檢測個案表-道路有基本導引功能 136
表 54 個別基礎單元④檢測個案表-道路有基本導引功能 137
表 55 號誌秒數資訊回傳整體廊道檢測申請表 138
表 56 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段①) 139
表 57 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段①) 141
表 58 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段②) 142
表 59 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段②) 143
表 60 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段③) 144
表 61 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段③) 145
表 62 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段④) 146
表 63 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段④) 147
表 64 鄰向來車安全警示服務整體廊道檢測申請表 148
表 65 鄰向來車安全警示服務基礎單元檢測申請表(路段①) 150
表 66 鄰向來車安全服務基礎單元測試案例表(路段①) 151
表 67 鄰向來車安全警示服務基礎單元檢測申請表(路段②) 152

表 68 鄰向來車安全警示服務基礎單元測試案例表(路段②)..... 153
表 69 前方道路通阻程度提醒整體廊道檢測申請表..... 154
表 70 前方道路通阻程度提醒服務基礎單元檢測申請表(路段④)..... 155
表 71 前方道路通阻程度提醒服務基礎單元測試案例表(路段④)..... 157
表 72 行人穿越人行道告警整體廊道檢測申請表..... 157
表 73 行人穿越人行道告警服務基礎單元檢測申請表(路段④)..... 159
表 74 行人穿越人行道告警基礎單元測試案例表(路段④)..... 160
表 75 基礎單元①號誌秒數資訊回傳檢測個案表..... 162
表 76 個別基礎單元①檢測個案表-號誌秒數資訊回傳 163
表 77 基礎單元②號誌秒數資訊回傳檢測個案表..... 164
表 78 個別基礎單元②檢測個案表-號誌秒數資訊回傳 166
表 79 基礎單元③號誌秒數資訊回傳檢測個案表..... 166
表 80 個別基礎單元③檢測個案表-號誌秒數資訊回傳 168
表 81 基礎單元④號誌秒數資訊回傳檢測個案表..... 169
表 82 個別基礎單元④檢測個案表-號誌秒數資訊回傳 170
表 83 基礎單元①鄰向來車安全警示服務檢測個案表..... 171
表 84 個別基礎單元①檢測個案表-鄰向來車安全警示服務 172
表 85 基礎單元②鄰向來車安全警示服務檢測個案表..... 173
表 86 個別基礎單元②檢測個案表-鄰向來車安全警示服務 174
表 87 基礎單元④前方道路通阻程度提醒檢測個案表..... 176
表 88 個別基礎單元④檢測個案表-前方道路通阻程度提醒 177
表 89 基礎單元④行人穿越人行道告警檢測個案表..... 178
表 90 個別基礎單元④檢測個案表-行人穿越人行道告警 179
表 91 自駕車行經路口表..... 189
表 92 青埔區域 A 號誌秒數資訊回傳服務數位資料儲存表..... 199
表 93 青埔區域 B 號誌秒數資訊回傳服務數位資料儲存表..... 201
表 94 青埔區域 A 鄰向來車安全警示服務數位資料儲存表..... 202
表 95 青埔區域 B 道路通阻程度提醒服務數位資料儲存表..... 204
表 96 青埔區域 B 行人穿越人行道告警服務數位資料儲存表..... 205
表 97 內湖追撞告警應用服務數位資料儲存表..... 207
表 98 內湖道路車流分析應用服務數位資料儲存表..... 209
表 99 內湖右轉內輪差告警服務數位資料儲存表..... 212
表 100 中壢區域 A 行人穿越人行道服務數位資料儲存表..... 213
表 101 中壢區域 B 行人穿越人行道服務數位資料儲存表..... 215

表 102 仰德大道左側來車服務數位資料儲存表 217
表 103 仰德大道右側來車服務數位資料儲存表 219
表 104 仰德大道兩側來車服務數位資料儲存表 220
表 105 號誌秒數資訊回傳情境急加、急減速次數 223
表 106 前方號誌傳到自駕車情境急加、急減速次數 225
表 107 前鄰向來車安全警示急加急減速次數 226
表 108 路段 4 平均速度獨立樣本 t 檢定統計量 228
表 109 路段 4 行人穿越人行道告警情境急減速次數統計 229
表 110 歐洲電信標準協會 LDM 分級 232
表 111 ETSI TR 102 863 靜態層資料範例 233
表 112 ETSI TR 102 863 半靜態層資料範例 233
表 113 ETSI TR 102 863 半動態層資料範例 233
表 114 ETSI TR 102 863 動態層資料範例 235
表 115 C-ITS 應用與 LDM 236
表 116 C-ITS 應用與 LDM 239
表 117 智慧道路大數據流通格式盤點表 240
表 118 智慧道路數位資料於 TDX 流通評估表 249
表 119 智慧道路應用案例資料需求盤點彙整表 250
表 120 智慧道路應用服務數據之 TDX 儲存建議 262
表 121 我國智慧道路應用服務分級表 270

中心初審意見回覆表

審查委員意見	修正意見回覆
1. 請檢附歷次工作會議及專家座談會之簡報及會議紀錄。	謝謝委員建議，已參考意見修正。詳見附錄。
2. 請將本中心初審意見及回應置於報告第一頁。	謝謝委員建議，已參考意見修正。
3. 每章請以新頁起始。	謝謝委員建議，已參考意見修正。
4. 第一章請新增本案預期成果。	謝謝委員建議，已參考意見修正。詳見1.7 預期成果。
5. 第二章係屬國內外智慧道路發展之相關文獻，故建議將 3.2 及 3.3 屬國外發展的回顧內容亦移至第二章。	謝謝委員建議，期中報告書已參考意見修正 3.3 章節「深度學習技術與 5G 技術於智慧道路應用之規劃」之 3.3.1 與 3.3.2 移至 2.3 章節。期末報告書則依據業主建議修改 3.2 章節「智慧道路對應自駕車及高精地圖分級之支援應用分析」至 4.1.2 章節。
6. 第一章已就智慧道路之內涵及定義做了清楚界定，第三章之智慧道路也有初步的分級原則，故第二章之文獻整理應與上述核心內容有所對應，尤其應強化「道路」的角色。	謝謝委員建議，已參考意見修正。詳見P8 第二章智慧道路數位發展現況與趨勢。
7. 「2.5 智慧道路大數據資訊管理方法及應用現況」，本單元應該回顧智慧道路可能輸出多樣性資料下的數據管理，非自 open data（如 2.5.2）來切入，請調整內容。	謝謝委員建議，已參考意見修正。 P231， 6.1 章節智慧道路大數據資訊管理發展現況。
8. P66「2.智慧道路應用案例」內容並非說明案例，標題請適當調整；另有關暫不訂定規格數據之說明，並非為保留彈性，而在於各情境之設備項及資訊有效性之需求有其專業性，故宜由後續主題專案並透過委員會逐步訂定，請調整；本年度建議於下半年邀集自駕車業者就道路應提供之資訊及須考量之條件要項進行意見交換，俾作為後續深入探討研訂之項目。	謝謝委員建議，已參考意見修正。請見P79 應用案例輔助說明智慧化等級。 謝謝委員建議，已參考意見修正。請見P64 智慧道路應用服務分級 。

審查委員意見	修正意見回覆
9. 深度學習與 5G 對於智慧道路分級之差異影響，為該主題回顧時須進一步探討之重點，請補充。	團隊於 3.1.2 章節智慧道路服務分級規劃進一步提出表 34 我國智慧道路服務搭載深度學習與 5G 技術建議一覽，詳見表 34。
10.3.1.1 節建議分為「分級回顧」及「智慧道路分級規劃」二部分區別說明。	謝謝委員建議，已參考意見修正。詳見 P65，第 3.1 章節
11.接續前一點，P67 本期透過文獻及標準組織資料彙整歸納應用情境及相對應之建議數據，後續將另案逐步訂定。	謝謝委員建議，已參考意見修正。請見 P64 **智慧道路應用服務分級** 。
12.智慧道路所產生之數位化資訊係由道路週邊設施元件所產生，為資料偵測、運算處理、資料溝通（通訊）、發布等重要的元件，進而與用路人溝通，請強化相關論述，故建議於第三章依道路分級之功能元件進行盤點，並與其產生之數位化資料交換流通標準進行連結，以維智慧道路分級及檢測規範之整體說明。	謝謝委員建議，團隊依據 22 項智慧道路應用服務案例盤點其產生之數位化資料，詳見表 119。
13.相關流通格式的建議（如事件標準）與智慧道路關係？Mobileye 的欄位部分屬資產類，是否屬本案範疇？請確認。	1. 智慧道路大數據如危險區警示與道路維修區警示仍以事件資料的方式做發布，不同之處在於可能由感知設備自動偵測，以及需細緻於車道。 2. 本案定義智慧道路以道路為主體蒐集之道路環境資料為本案範疇；因此若道路主管機關主責，長期穩定與廠商合作，運用 Mobileye 車側偵測技術蒐集之道路資料，亦可屬於本案範疇。
14.目前資料交換標準除以表格列示外，這部分的內容建議以設備類型（如偵測、發布、傳輸...等）適當歸屬分類，另一方面同一類標準有設備端及中心端之適用性，亦請說明補充，俾利 TDX 適用之切入點。	感謝委員建議，資料標準已透過傳輸方式進行分類，請參考 P240，表 117 智慧道路大數據流通格式盤點表之分類。
15.6.1 內容不須分章節。	謝謝委員建議，原 6.1 章節為專家會議規劃，期中報告已參考意見修正，期末報

審查委員意見	修正意見回覆
	告依據業主建議已移除本章節。
16.智慧道路應用實證之目的應交付清楚，期末時須強化分析道路之智慧化對於用路人服務上之提昇狀況。	謝謝委員建議，已參考意見修正。詳見 P221，5.3 智慧道路應用服務實證成效章節。

期中審查意見回覆表

審查委員意見	修正意見回覆
一、 中華電信數據通信分公司林昭陽總經理	
1. 智慧路網尚有全路網設備及用路設備必須同步校時議題，並須考量設備因距離時延議題，整份報告未提及此重要的工作，建議加入評估。	團隊於第五章智慧道路應用實證補充說明設備時間校對議題。
2. 本案對智慧道路之資訊安全部分著墨較少，如何避免智慧道路被駭而造成用路人不安全，應是後續能順利推動智慧道路關鍵因素。建議團隊在規劃智慧道路不同等級時，能適當納入資訊安全項目。	團隊已參考國內外相關資安規範及車用資安發展狀況，配套資安層面研議進程於後續藍圖發展中，請見 P266 第 7.3.2 章節。
3. 期中報告 P51 SAE 的標準盤點中，J2945、J3161 沒有列入，可再參酌盤點。	J2945 已列於表 25 內第 5～7 列，團隊亦於表 25 補充 J3161。
4. 期中報告 P98「道路有資料蒐集功能」設計動態層的資料更新頻率要小於 1 秒，但目前如 GPS 定位資訊回傳常會超過 1 秒。半動態層要小於 1 分鐘，但如壅塞、事故發生、極端氣候的資訊更新，以臺灣現況來說將這些資訊從設備蒐集到傳送給用路人要小於 1 分鐘也較困難，請團隊再確認。	關於動態、半動態資訊的更新頻率，在 ETSI 原始的 LDM 標準文件中沒有定義更新時間，此更新頻率為日本的研究建議；基本上，智慧道路係依據不同應用需求訂定各智慧化等級之規範要求，等級越高、技術難度將更高，高度/全面智慧化道路現階段確實或受限於設備、通訊、載具等之技術發展無法達到，惟本處乃自規範制定角度描述。
5. 期中報告 P99 資料蒐集 T0 到提供給用路人 T2 之延遲時間會有個議題是：公部門尚未建立用路人資料庫，擬請教如何知道用路人的通訊號碼或比對可以正確傳遞給使用者？以及個人隱	本文智慧道路應用服務之資訊提供給用路人的形式如傳至車機、CMS、可攜式裝置等資訊服務裝置，現階段應用服務若提供至用戶手機應符合我國個資法規範，要求使用服務之用路人簽訂個資同意聲明，

審查委員意見	修正意見回覆
私問題如何避開？請團隊再斟酌這個議題。	尚且能蒐集門號與發送資訊給用戶。
6. 智慧路側設施與車輛聯網訊息發布之環境佈設，建議評估納入 5G+MEC 之規劃，尤其自駕車須更新高精地圖 HDMAP 之即時資訊。	由於技術發展日新月異，團隊建議智慧道路分級不應以新興科技或技術做為等級提升準則，因而設計以智慧化功能設計分級元素，下一階段制訂關鍵應用細則規範，可考量建議布建 MEC 等設備。
二、 內政部路政司王成機司長	
7. 目前全臺灣基礎圖資是由內政部國土測繪中心提供，並辦理 3D 和高精地圖業務，現可提供 LDM 的第一層，本案中若有所需的圖資編碼或內容元素，交通部可提出由內政部製作，內政部願與交通部合作發展智慧道路。	感謝委員的指導與支持。建請內政部以路段編碼(LinkID)為基礎，延伸發展車道編碼(LaneID)，作為 LDM 數據(如危險資訊、車道調撥資訊)建置之空間參考依據。
8. 本案有盤點自駕車 8 個場域，實測場域僅規劃青埔，如果可能的話，建議增加 1~2 個自駕車場域去檢測道路等級。	經本計畫團隊與其他自駕車場域聯繫，淡海場域團隊有意願，但後來因該場域自駕車沙盒實驗計畫期程已經結束，自駕車已無法在該場域運行，故無前往檢測，建議未來後續計畫可再列入規劃中。
9. 本案檢測道路等級的過程中包含空間及時間等層面之目的？未來智慧道路 24 小時應都有資訊，是否就不需考慮時間因素？	建置單位應宣告可服務應用情境及涵蓋之空間及時間資訊，讓用路人瞭解作為行駛之參考，故擬宣告之所有資訊皆應納入檢測。
10. 團隊規劃 POC 之 4 個場域須達到第 4 等級，現階段於技術及成本上應有其困難；建議團隊評估布建所需設備及費用，以作為未來道路提升智慧化等級時之參考	感謝委員的建議，原計畫 RFP 是規定進行 2 個場域 POC，本團隊自行投資增加執行為 4 個場域，並以第四等級為 POC 情境，也可提供不同的場域與情境之設備與數據分析報告，讓後續相關布建單位參考。
三、 交通部公路總局李忠璋副總工程司	
11. 建議期中報告中 P39 表 18 之「災害通知與應變服務」中建議將「車輛和車流」資料納入，因有天然災害(如落石或坍方)時，通常需要知道車流概況來預測風險指數，也會需要透過車牌辨識技術掌握車子經過該地是否脫險。	團隊期中報告已改進修正於表 18，期末報告因配合業主需求章節整合異動，已刪去表 18 之段落。
12. 期中報告 P53 的濃霧偵測濃標準、種	本期計畫屬初探，將就智慧道路之定義及

審查委員意見	修正意見回覆
類等，建議諮詢氣象局意見。	研究框架加以律定，下階段制定細則規範時，將對該應用邀請氣象局等專家共同研議。
13.期中報告的 21 項 use case 中，SR01「自動事件偵測」，但 “事件”範圍很廣，可參考公總、高公局或運研所，已經有定義事件的種類，並針對不同事件規劃要處理的時間。	use case 中的輔助案例，團隊再做一致性調整，並將 SR01 更名為「車輛事故或故障偵測」，詳見表 35，下階段制定細則規範時，將對參考該應用相關成果及專家共同研議。
14.期中報告的 21 項 use case 中，只有等級 2~4 級的範例，未見等級 1 和等級 5？請補充其原因。	use case 為國外目前較多進行示範之案例。其中等級 1 係因幾乎所有道路皆含有基本導引功能，不須特別進行示範，等級 5 則因尚需很長時間才能實現的完整車路雲協作情境，故目前還沒有實際案例可以說明，所以現在範例多以等級 2~4 的案例為主。
15.期中報告的 21 項 use case 中，氣候偵測事件沒有放入，如近期臺灣在西濱公路發生濃霧導致重大車禍事件，相關單位會加強布建設備來偵測，為智慧道路可扮演之重要案例。	團隊已修正 SR21 天候偵測警示描述，並加入濃霧偵測 VI 與濃霧警示，詳見表 35。
16.智慧道路等級檢測流程中，檢測單位是寫第三方獨立單位可否講解是哪些單位？檢測後是否頒發認證？	因為本案為先期研究，目前僅提一個初步的檢測流程，未來智慧道路進展裡，若相關政府單位某些功能或設備需規範標準，就會再委託第三方獨立單位來制訂標準，並提出整合驗證及證照流程，相關檢測結果並將規劃設計於「智慧道路共創平臺」揭露，俾利用路人清楚道路可傳送之資訊。
17.團隊以延遲時間來區分智慧道路等級，如果以號誌秒數資訊為例，可能會從雲端取得時制、或直接利用 RSU 擷取號控箱的資訊，或是用影像辨識等不同方式來獲取號誌秒數資訊，不同方式其延遲時間不同，會不會影響智慧道路等級？	不同情境規劃影響用路人獲取資訊的延遲時間，將會影響智慧道路等級。
18.目前若檢測自駕車場域，多半因自駕車行駛速度被限制為 15km，未來若行	自駕車場域未來行駛速度勢必會放寬，但目前檢測方式仍以申請單位自行提出

審查委員意見	修正意見回覆
駛速度放寬，延遲時間的設計是否會做調整？	ODD 中規範之行駛速度來測試，未來如果行駛速度提高，再以當時設定的條件來進行檢測。
四、 **成功大學測量及空間資訊學系洪榮宏教授**	
19.本報告對於國際及國內智慧交通與自駕車之相關標準與發展有廣泛之蒐集與分析，並以此為後續規劃之依據，內容完整。	感謝委員的指導與肯定。
20.智慧交通系統之用路人也包括非自駕車一般駕駛，後續之智慧道路分級與自駕車以 LDM 之分級概念為主，雖然在等級檢測申請表中也包括了一般車輛，但相關智慧交通資訊或服務對於一般車輛之協助的討論篇幅似乎較少，例如一般駕駛是否也可利用或如何利用相關之資訊服務，建議可以適當章節酌予加強，顯示 ITS 對於整體交通之未來發展可帶來之影響。	為符合本計畫 RFP 要求，期中報告書第四章節以自駕車為標題。但檢測流程也適用於一般用路人道路環境。報告書中如文獻探討、分級輔助說明之 22 項應用案例章節也以一般車輛或用路人之案例為主，團隊於期末報告補充修正，智慧道路應用服務檢測機制詳見 3.4 章節。
21.本報告在多處章節引用了 LDM 之定義，若引用文獻或標準中有不同之分級定義，建議可於單一章節明確比較與說明，其後即可據以分析，各章節重複引用造成閱讀之困難。	團隊在整體文章篇幅及排序已調整。
22.第二章對於歐美與日本之智慧交通系統有個別之分析，固然各系統之發展目標與內容有所不同，建議評估是否可提出一個共同之概念架構，並分別強調個別各案之發展重點及引用標準，最後再與我國之現況對應分析，如此或可強調我國之規劃方向與優勢。	團隊耙梳歐美與日本的智慧交通系統皆「以服務為目的」，並以達到用路人「安全」與「效率」為主要目標，對應於我國智慧交通規劃方向，也同國際趨勢發展。
23.高精地圖為具有三維表示之資料，三維之面向在未來之發展中具有什麼樣的角色？在後續推動中，三維表示之必要性為何（討論多以自駕車為例）。	由於國際間文獻討論高精地圖多以自駕車出發，固本研究討論以自駕車為例。在三維的必要性方面，由於坡度的大小會影響能源損耗，對以電力為主要發展的自駕車之能源計算具有高度的相關性。只有三維地圖才能精確的標示出坡度大小及坡

審查委員意見	修正意見回覆
	度有多長，以此延伸，三維地圖亦可用於提高電動車能源計算之準確性。
24.深度學習部分，我國目前是否有相關實例？易塞車或易肇事路段及路口(p. 119)確為具有潛力之發展課題，值得後續推動。	謝謝委員建議,團隊 POC 應用實證中即有運用到深度學習的技術，詳見第五章。
25.智慧道路分級目前包括五個考量因素，並以有無為條件進行設計，但個別因素之發展可能有程度之差異（例如感測器種類之多寡或分析資訊之豐富度),僅以「有/無」為判斷條件是否會造成相同智慧等級之道路卻存在服務內容的落差？	由於智慧道路分級尚在初期階段，將資訊豐富度列入考量雖然較為嚴謹，但參考國外分級的文獻，多為架構先行，再進行案例分析與細部分級探討。團隊藍圖規劃下一階段將於八大應用類型擇關鍵細項應用研擬細部建議。
26.請說明表 40 中 SR02~SR04 之延遲時間為>300ms 之原因,通常是否應為小於設定時間的延遲才視為合格？	>300ms 的設計為規劃不週之處,團隊修改於表 35。
27.智慧道路分即可針對基礎單元及整體廊道採用兩階段之方式檢測，並可基於基礎單元之結果評估整體廊道之狀態，必須提出具體之申請，且填寫諸多內容。對於填寫內容部分是否在未來會有更具體之參考（包括需有什麼測試及門檻值)，使申請單位有所依循。另在判斷廊道之分級時，似乎需要人工介入進行整體之分析，在基於各基礎單元成果之總和分析上，是否有比較完整的判斷規則？	現階段參考國際自駕車的作法,採用 ODD 方式，依申請單位對於應用需求之道路建置作為規劃檢測依據。下一階段將依據智慧道路技術發展，擇關鍵細項應用制訂建議規範，有共通規範或標準之後，再將其列入檢測要項之中。
28.表 43 涉及 5G 技術之應用，相關條件是否列入例如即時性之條件？	5G 技術對於即時性之影響非常高,但智慧道路分級以功能為分級條件，道路主管機關應依應用需求目的設計傳輸條件，故僅會將 5G 列入使用技術建議。
29.P.130 之發展建議方向正確,建議酌予增加政策面如何落實之文字。	團隊於藍圖規劃 P260，第 7.2 章節規劃數據服務推動機制。
五、 交通部運輸研究所周家慶高級運輸分析師	
30.期中報告的 21 項 use case 中，建議本案 POC 要驗證的項目可以標識出來。	團隊將於 POC 規劃中標誌驗證輔助說明表的項目，詳見第 5.1.1 章節

審查委員意見	修正意見回覆
31.本案智慧道路之設計同時考量有人駕駛與自動駕駛需求，從自動駕駛 ODD 角度所設計之檢測內容，如何將有人駕駛狀態下之智慧化程度納入評估。	本案定義以道路為主體，將檢測道路提供智慧化服務的功能之內容與時效性，自駕車或駕駛人的反應時間不在道路等級評估的範圍內。
32.道路的智慧化程度可能會受到自動駕駛車輛的「智慧程度」與「技術能力」影響，對於某自動駕駛車輛而言，該道路屬於智慧等級 5，但對於某些自動駕駛車輛則可能為智慧等級 4 情形。建議本案可評估建立標準檢測機制，來處理自動駕駛車輛的智慧道路之智慧化程度分級，或可參考內政部地政司透過高精地圖來評估自動駕駛車輛的自動駕駛能力的作法，來協助智慧道路檢測設計。	初期研究檢測原則以申請自提的 ODD 為範圍，由申請單位設定智慧道路服務對象，智慧道路以同樣的資訊、速度提供給 A 和 B 兩台自駕車，經檢測後其因自駕車本身接收端的性能而可能有不同的反應時間，此結果可提供反應較慢的自駕車研發團隊參考，促使自駕車技術再升等。但對於道路而言，皆有提供資訊服務，並於時效性內傳遞資訊，即可達成等級。
33.有鑑於我國於 2030 年將全面導入電動大客車以及電動車快速發展的趨勢，相較於自動駕駛車輛的普及化，智慧道路將更快面臨電動車充電基礎設施或電網之相關服務需求，建議本案可預為設計或保留後續擴充彈性。	本先期研究以「智慧道路的多元應用服務」為研究範疇，道路充電設施應為「道路鋪面與管線工程建置」範疇，建議於後續另案規劃與研究。
34.建議補充說明 2.1.1 節與 2.1.2 節國外交通安全與交通順暢案例回顧之計畫年期與最新狀態，以為我國智慧道路應用案例之參酌，例如：根據美國 Florida Tampa CVPD 計畫今年所公布的運作評估報告，單純使用車聯網技術在動態號誌控制應用上仍有限制等。	團隊補充修正於報告書中，詳見第 2.1.1 章節(1.3)美國佛羅里達州坦帕試驗場域，解決通勤時刻各種運輸問題。
35.表 26 於 P.53 對於都市交通控制通訊協定 3.1 版之說明內容有誤，目前 3.1 版為初稿狀態與為交通部運輸研究所研究報告，而非交通部頒布。	團隊修正於表 28。
36.P.69 對於「車輛檢測」之用詞建議改為「車輛偵測」，因為「車輛檢測」所指為對車輛本身之系統或機電進行測試，而非如該段內文所談之車輛偵測	團隊修正於第 2.3.1 章節 P59。

審查委員意見	修正意見回覆
器。	
37.P.101 表 39 對於本案所研提智慧道路分級表與 3.1.2 節之智慧化程度應用案例說明，建議可就國內現有高快速公路、市區道路等現有交通(含控制)設施所提供「服務」，來檢視目前本案的智慧道路定義與對於有人駕駛的智慧化程度設計是否均已涵蓋，以及是否還有符合我國交通特性的智慧化應用案例。	團隊提出之 22 項應用案例即參考我國交通部公路智慧型運輸系統規範之應用服務，詳見表 35。
38.5.5.2 節所規劃一般易壅塞道路場域可行性評估內容之情境設計似為目前各縣市執行智慧安全路口或智慧機車計畫之內容，針對多事故路口透過各式感測設備與危險情境推估來提供警示。因此從本案智慧道路之智慧化程度應用案例而言，是否具備此服務即可歸納為各服務等級，建議可將警示有效性納入評估。	「警示的有效性」通常需要長時間(例如數個月或數年)依據相關專業指標進行分析評估，因此現階段暫不列入考量。未來如有某單位有此需求，建議可以特定專案方式將「警示的有效性」納入評估。
六、 交通部高速公路局余冠勳幫工程司	
39.期中報告 P42「預計未來將建置自動車牌辨識系統(AVI)收集真實旅行時間資訊」目前高公局已透過電子收費系統 ETC 資料及布建 e-Tag Reader 進行旅行時間資料蒐集，AVI 系統不會普設，請團隊再修正。	團隊修正於第 2.1.2 章節 P31 **交通路況及事件資訊服務**。
40.期中報告 P43 圖 36 中的旅行時間標誌(TTS)，本局已全面拆除 TTS 設備，改由 CMS 取代。	團隊修正於圖 31。
七、 交通部公路總局交通管理組黃益羣先生	
41.期中報告 P101，本計畫目標為規劃我國智慧道路定義與分級綱要，並整合自駕車及高精地圖等級關聯分析，辦理自駕車運行等級檢測，期望讓自駕車能更快上路，且國外對於智慧道路主要也是聚焦在自動駕駛服務等級作區別與進行描述，惟本計畫所訂定智	有關智慧道路與自駕車等級的關聯，從輔助性的聯網訊息，到通過路側感知設備和 LDM，彌補感測器對環境探測的局限性，提高車輛定位精度，再進展到即時性的協同感知、協同決策和協同控制，故本計畫智慧道路分級與自駕車發展有高度關聯性，相關資訊補充於 P103，第四章節。

審查委員意見	修正意見回覆
慧道路分級之定義，卻看不出自駕車未來運行狀況或情境，爰建議可再就智慧道路定義內容部分重新思考，以符合計畫目標，並與國際接軌。	
42.期中報告 P119，有關青埔自駕車整體廊道智慧道路等級範例，第 3 單元路段距離號誌路口過遠，故不影響智慧道路等級 4，似係以順時針方向行駛角度去評估，惟以逆時針方向來看，第 3 單元就相對重要，爰建議於將方向性選項，增加至 ODD 檢測範圍表。	智慧道路檢測中關於道路的方向性，團隊已納入 ODD 申請填寫的項目內(期中報告表 37 我國智慧道路 ODD 檢測範圍表，二、道路範圍，1.廊道文字描述(含方向性))，而該範例中，因青埔自駕車測試場域向桃園市交通局申請路線僅為順時針方向路徑，故智慧道路檢測申請時廊道文字描述填寫順時針方向檢測。
43.另考量智慧道路等級檢測工作情境、條件等各不相同，未來是否有評估考量建置整合性查詢系統平臺，供外界查詢使用。	團隊於藍圖中規劃「智慧道路共創平臺」揭露應用服務內容與等級供外界查詢，詳見 P259，7.1.3 章節。
44.期中報告 P120，有關智慧道路搭載深度學習與 5G 技術建議一覽表部分，目前 AI 人工智慧辨識也有採用雲端運算相關試作案例，建議後續可持續滾動調整相關內容。	智慧道路等級 2 之應用服務，道路回傳資料至雲端，並可由雲端運用深度學習或大數據技術運算後提供給用路人。然現階段 AI 人工智慧辨識受限於頻寬成本及延遲時間等議題，未來待環境變化後可視情境需求調整相關內容。
45.另倘由道路蒐集回來交通資訊，經由交控中心電腦運算後，再傳至 CMS 顯示資訊給用路人，似符合 Level3 定義，惟路側端不一定要具備人工智慧運算功能，爰建議再行評估檢討，並釐清本表僅係提供參考或未來會納入檢測標準。	道路蒐集之交通資料至雲端運算後，以 CMS、車載機或可攜式裝置顯示給用路人即符合 Level 3。
46.期中報告 P180，表 62 基礎單元檢測申請表案例，基礎單元之「智慧化等級」建議修正為「智慧化服務功能」。	團隊已依據委員建議將「智慧化等級」修正調整「智慧化服務功能」，詳見表 39 基礎路段檢測申請表。
47.另檢測流程中並無道路有基本導引功能的檢測內容，資料內容部分，也僅就道路有資料蒐集功能部分，建議評估是否須對道路有基本導引功能的資料正確性進行檢核。	團隊將再補充說明道路有基本導引功能之標誌、標線、號誌之檢測方式包含其資料正確性，詳見表 42 基礎單元檢測個案表-測試案例。

審查委員意見	修正意見回覆
八、 **台北市交通局**	
48.非常歡迎 POC 規劃於台北市仰德大道，未來若進行實證需要有行政方面的協助，本局都會盡力配合。	感謝委員的指導與支持。
九、 **新北市交通局朱建全主秘**	
49.臺灣道路有極大比例的用路人為機車，建議報告中可針對機車用路人之相關服務、路側設備或功能增加論述與探討。	團隊與交通部執行多年機車路口防碰撞計畫，補充於 P32，(4)**行人/物體偵測及警示服務與車輛防碰撞安全服務**。
十、 **桃園市交通局劉慶豐局長**	
50.謝謝交通部開放本次會議給本局同仁參與學習，此份報告也可讓地方政府知道未來智慧交通發展的方向，接續交通部若有任何需要、或於場域建置交通設施上本局也會全力配合。	感謝委員指導與支持。
十一、 **台南市政府交通局蔡世勛股長**	
51.期中報告第四章標題是以自駕車為主去探討如何檢測道路等級，但簡報的檢測範例也有一般道路，想確認本案的檢測流程是否是一般道路也應用？	第四章節以自駕車為主題，用意在於理解傳統道路到智慧化的道路對於自駕車運行能力上是否有提升。本案檢測流程可檢測自駕車道路場域，也可適用於一般道路檢測。詳見 3.4 智慧道路應用服務檢測機制。
52.智慧道路如何將資訊提供給非自駕車的用路人？	非自駕車的用路人，可經由如 OBU、CMS 或手機得到道路資訊服務。
53.建議補充深度學習技術和一般資料分析的差異，以及深度學習技術目前實際應用情形。	團隊後續將再研究並補充於報告書。詳見第 2.3.1 章節。
54.智慧道路分級方式是否符合國際分級的規範與定義，智慧道路的分級是否可和自駕車等級互相對應？還是需視為兩個獨立分級規範。	智慧道路的分級無法一對一對應自駕車等級，但原則上智慧道路提供資訊服務功能越多，可促使自駕車等級由輔助駕駛邁向完全自動駕駛等級。
55.Use case 案例輔助說明建議可以補充等級 5 的案例，如果沒有實際的案例，可用模擬的方式來陳述與等級 4 的差別。	智慧道路等級 5 在本案的定義為一個由道路整合車路雲智慧聯網資訊、大數據分析、人工智慧推論技術，全面溝通與控制移動載具行駛的狀態，於未來實現之完整車路雲協作情境，已於表 35 上方補充說

審查委員意見	修正意見回覆
	明。
56.若團隊有需求，臺南自駕車場域也願參與智慧道路檢測。	感謝委員指教與支持。
十二、 高雄市政府交通局智慧運輸中心黃祺芳科員	
57.未來會是什麼單位進行檢測，檢測結果又可提供地方政府單位什麼幫助？	未來規劃可自行檢測或由第三方獨立單位如 TTIA 來進行檢測。檢測結果可提供地方政府升級或補強道路智慧化之參考。
58.是否規範智慧道路什麼等級以上才能申請檢測？	目前規劃場域建置單位不論何種等級，只要能提出智慧道路智慧化服務應用情境與功能者，即可提出申請檢測。
59.本案有提供許多服務案例，請教團隊沒有規範需要幾項服務才能符合智慧道路級別？或是以剛剛報告的範例，只要有一項服務即可宣告智慧道路等級。	本計畫先期研究目前規劃以單一應用情境進行道路等級檢測。
60.建議團隊除了功能面的檢測外，資安防護的需求應要納入分級的規範內。	團隊先期研究將參考國際文獻盤點車聯網資安標準，請見 2.2.2 章節(三)車聯網資安標準，並於藍圖規劃 P260，第 7.2 章節將資安議題列入數據服務推動機制中。
61.計畫有提到短中長期的藍圖規劃，但地方政府常會有預算考量，無法在智慧道路的推進上一步到位，希望團隊也能提供地方政府發展智慧道路項目的優先順序建議。	團隊於發展藍圖中建議篩選關鍵細項應用，詳見 7.1.1 優先發展關鍵應用。

期末審查意見回覆表

審查意見	意見回復
一、 成功大學測量及空間資訊學系洪榮宏教授	
1. 報告內容完整，涵蓋了國際標準、國內現況，也有實際驗證，並提出許多具體建議。	感謝委員的支持與肯定。
2. 自駕車的資訊和討論相當完整，但除了自駕車，對其他用路人的使用情境較少。建議後續規劃時，在不同用路人的資訊上需要多點著墨。	團隊已規劃智慧道路八大應用服務類型，對象包含所有用路人，將於下一階段擇關鍵細項應用研擬細部建議。

審查意見	意見回復
3. 為明確定義道路服務等級，建議訂出相關的設備規範，例如要有何種程度的 sensor，能夠偵測到的內容為何，整體廊道的等級要如何界定？例如經過仁愛路時，可能會有不同等級變化，這與道路基礎建設有關，未來推動時建議要訂出指引供後續建置時參考。	團隊規劃下一階段工作，依據智慧道路技術發展，挑選幾項關鍵的重要服務，針對這些服務所需之資料提出道路設施建置方式、密度及產生的資料規範，提供道路主管機關建置或自我檢測的參考。 智慧道路是一個廊道的概念，業管機關在道路布建時可以從廊道的角度來看，自行宣告應用服務等級及涵蓋之空間及時間資訊，例如資訊發布的涵蓋率有 50%，或只有尖峰時段發布資訊等，作為用路人行駛之參考。
4. 資料儲存表或檢測表格中提到標誌標線，高精地圖有相關資訊，通用版地圖則沒有，請團隊在報告中加入對圖資的需求。	團隊先期研究初步規劃數位資料儲存表之標誌、標線、號誌欄位填寫如標誌內容、經緯度位置、牌面方向…等，已參照委員意見，於報告 7.2.2 數據服務平臺 8.2.3 大數據服務建議，增加探討智慧道路應用服務需要的圖資內容(如標線、標誌、號誌之位置與方向)之建議，不同智慧等級道路對於地圖精緻度應有所差異，後續將納入考量。
5. 檢測部分希望可以提出規範和標準，讓相關單位可以依循。未來也要納入各種車輛的條件，在制訂規範時來探討。	感謝委員的指導建議，本研究我國智慧道路發展藍圖規劃中，納入規範制定工作項目，以利相關單位依循規劃辦理及執行。
6. TDX 資料的收容與開放，建議和 TDX 團隊進一步討論。	感謝委員的建議，關於 TDX 資料之收容與開放，目前為資料需求盤點之基礎及擴充儲存之建議，後續相關計畫若須制訂數位資料儲存內容、或規劃「智慧道路數據服務機制與平臺」等，則建議須與 TDX 進行討論，以確認 TDX 擴充服務內容、制定資料格式等相關規範。
7. 跨單位合作時，最重要的是排除差異凝聚共識，具體的作法就是規範一個標準。例如交通部 Link ID，與內政部共通版地圖是另一個運作模式，跟高精地圖也需要磨合，建立一個共同	謝謝委員指導，將建請內政部以路段編碼(LinkID)為基礎，延伸發展車道編碼(LaneID)，作為 LDM 數據(如危險資訊、車道調撥資訊)建置之空間參考依據，以利與 TDX 結合。另外，為促進車聯網應用服務

審查意見	意見回復
的識別機制，是跨單位合作的重要課題。	發展，也建議研擬發展適合 C-ITS 應用之地圖(如 ADAS 地圖)。
二、 遠通電收張永昌總經理	
1. 很高興本案將國外很多如 C-ITS、LDM 研究自 Approach 切入探討，把智慧道路的道路端、Data 端、使用端做一些 Ranking，提供相關單位當作一個目標發展。目前所執行之工作為 Digital Infrastructure 數位基礎建設，過去邏輯是從技術端找到 operation，規劃該提供什麼樣的服務，會不會有 business model；而今天所做的數位基礎建設建議定出主軸，從服務切入規劃智慧道路，如簡報所提日本的 VICS、亞特蘭大的智慧廊道…等。	感謝委員指導，如有後續計畫，會將建議納入未來發展智慧道路之方向。
2. 智慧道路應用服務應具有 Application architect、System architect 應用系統架構，如期末報告書中 P10 的美國紐約試驗場域的 Architect。第二個要有 Data Architect 以瞭解 DATA Development 的過程。下個階段發展建議從 Service Centric 起頭，並整合國內各場域、運具、用路人服務端之 ITS 能量，做一個 Cooperate 的 CITS，才有機會在國際間站上高度。	感謝委員指導，如有後續計畫，會將建議納入未來發展智慧道路之方向。
3. 數位交通基礎建設應當作 Ultimate Core，並找 Business Owner 跟 User 來合作，由交通的痛點帶動 Application 的 Climate，才做 Technology 的 Understand。例如過去在停車場布建 sensor 來偵測停車格，未來可能在高精地圖 location 定位清楚即可得知停車場內是否有空位，這就促使高精地圖發展更進階的應用服務。又例如目前自駕車已發展到 L2～L3，雖然我國自駕車發展與國外有一段距離，但可以找出自駕車行	感謝委員的建議，在智慧道路的規劃過程中，努力找出 Business Owner 與整個體系中的重要關係人鏈結，協助解決交通痛點。

審查意見	意見回復
駛的痛點，利用國內 edge 端、雲端、車端、高精地圖…等科技能量，發展 Cooperate ITS 來解決並實現在我們場域中。	
4. 建議交通部的科技白皮書除了安全、效率以外，也考慮產業化跟綠能，把綠能及產業的能量 Embedded 到 CITS Project 內。	謝謝委員指導，交通部未來科技發展的兩個主軸就是智慧道路與淨零碳排，未來所有 ITS 計畫都要以智慧道路為核心角度向外展開。道路佔了都市空污排放的 25%，什麼樣應用服務可以降低空污，團隊在未來在推動時，也會納入此項課題。
三、 中華電信數據通信分公司林昭陽總經理	
1. 報告內容完整，系統架構清晰。智慧道路與很多部會業務相關，建議有整體性的規劃，促使相關單位合作。智慧道路不只是一般的道路，園區內的智慧化路網亦建議納入。	感謝委員的支持與肯定。本計畫規劃明年度起配合淡海實驗場域及 ITS 計畫試行推廣，透過應用服務在實驗場域內落實智慧道路功能，建立以人為本之智慧道路典範，之後再陸續擴大到其他如園區等場地實施。
2. 智慧道路的定義是以道路為主體、以資料為核心、以服務為目的，涵蓋設備端、雲端、霧端、聯網等，在場域實作時可以考量數位分身的方式，透過 use case 規劃設施布建，進而如何與 TDX 進行資料連結等皆須進一步探討，未來若能實行數位分身，在智慧道路實證上將可事半功倍。	感謝委員的建議，建議可將如何將 TDX 資料進行蒐集及分析之議題納入後續之計畫進行研究。
3. Marc Andreessen 提出「Software is Eating The World」，軟體可以定義化、雲化，Data 也可以將智慧道路定義化，以 AIoT 的方式來操作。例如將 CMS Defined 後，即可遠端自由操作變化 CMS 的內容，其他如 sensor、或各項硬體設備的由軟體定義來架構與控制，對於未來要升級道路服務時有更大的彈性。	謝謝委員建議，本先期研究描繪智慧道路應用服務系統架構，即以 AIoT 的方式建構應用服務，由軟體定義來架構與控制，將是未來規劃智慧道路應用服務之方向。
4. 建議在資安上多點著墨，因為越是數位化，資安的威脅就會越嚴重。	團隊已參考國內外相關資安規範及車用資安發展狀況，配套資安層面研議進程於後續藍圖發展中。

審查意見	意見回復
5. 智慧道路如何促進產業發展，要把數據資料變成市場，建議可以參考 Tim Berners Solid 平台的結構， 將 OPEN DATA 延伸為 MY DATA，搭配 TDX，把 Solid 的概念納入後，促進 eco system 的資料經濟更加活絡。	謝謝委員建議，後續將與 TDX 團隊討論和規劃。
6. P187 補充自駕車雲端與路側端之間的通訊標準。	遵照辦理，本案採用之通訊標準為 MQTT。
7. P225 應該是減少 75 次。	遵照辦理。
8. P244 請確認表 117 的 SAE J2735，在靜態動態上應該會有資訊。	已修正表 117 之 SAE J2735 之靜態、半靜態、半動態資訊。
9. P252 表 119 補充回傳 TDX 的頻率	已補充表 119 回傳 TDX 頻率，回傳頻率參考 LDM 之分級，詳報告表 119 所示。
10.P187 改電信研究院。	謝謝委員指導，已修改段落文字內容，請見 5.1 智慧道路應用服務布建規劃章節。
四、 **內政部路政司王成機司長**	
1. 本案整體計畫研究脈絡自期中至期末報告逐步調整，已算完整。	感謝委員對本案之指導與支持。
2. 表 28 國內智慧道路聯網標準系統盤點中關於通過**內政部標準**的欄位請改為通過 **TAICS 的驗證**，表 28「智慧駕駛車輛感測資料格式標準及測試規範」已經在 10 月 28 日通過 TAICS 的審查成為產業標準。	謝謝委員指正，依委員指導修正內容。
3. 表 115 C-ITS 應用與 LDM 中「即時號誌資訊發布」應該要有半靜態層的資訊（如號誌的位置、編號等）。	已修改表 115 中「即時號誌資訊發布」之半靜態層資訊。
4. P244 請改為「由內政部選定 Association for Standardization of Automation and Measuring Systems (ASAM)所維護之 OpenDRIVE 為我國自駕車高精地圖圖資標準內容與格式」。	已修改為內政部選定 Association for Standardization of Automation and Measuring Systems (ASAM)所維護之 OpenDRIVE 為我國自駕車高精地圖圖資標準內容與格式。
5. 希望明年有機會找一段有高精地圖場域來做應用服務檢測等級，交通部與內政部高精地圖合作提出一套應	感謝委員的建議，將與交通部主管單位探討智慧道路藍圖規劃工作，列入重要參考方向。

審查意見	意見回復
用服務方案。	
6. 團隊於報告書中提到要以商用的 Mobileye 格式來萃取道路資料，類似課題包含成大與資策會有探討，公路總局和高公局對於電腦視覺萃取道路的資料標準也有相關的規範，建議可以再斟酌。	本計畫初步蒐集智慧道路大數據相關格式，以利後續計畫建立後續標準，並非直接建議採用 Mobileye 之資料格式。Mobileye 透過其 REM 技術發展之資料服務為國際上目前重要標竿之一，因此納入報告書作為後續參考，未來國內如成大跟資策會之成果也會納入後續計畫參酌。
7. 智慧道路藍圖規劃後續七年要做的事情，和交通部未來發展有很大的關連性，建議交通部可以整合科技部、國發會相關計畫來搭配執行。	感謝委員建議。本計畫規劃 111～113 年中期試行推廣階段，配合 ITS 計畫進行推動。另外，也會與智慧道路有密切關連的內政部高精地圖相關計畫、經濟部 5G 智慧杆標準與檢測等進行跨部會合作，未來將整合科技部、國發會相關計畫來搭配執行。
8. 近幾年內要完成全台的高精地圖繪製有其難度，而本案智慧道路服務等級 1 需要有數位化的標誌標線號誌資訊，可建議內政部納入工作項目要求廠商來執行。	謝謝委員的建議與內政部的支持。團隊於智慧道路服務等級 1 之交通管制設施數位化資訊儲存，初步規劃是建議如標誌號誌經緯度位置、標誌內容...等欄位，未免除誤會，將會修改期末報告中有關高精地圖繪製之範例；並規劃於下一階段研究道路數位資產管理必要儲存與 C-ITS 應用地圖所需之詳細欄位。
9. 請說明本案除資策會、車聯網協會等以外成員，於本案扮演的角色貢獻。	本計畫各成員的任務如下： 台灣車聯網協會：計畫主持人、計畫管理 資策會：協同計畫主持人、計畫專案經理 數據治理組：景翊科技、興創知能、資策會 藍圖規劃組：資策會、鼎漢、華電聯網、景翊 應用實證組: 資策會、台灣智駕
五、 交通部運輸研究所周家慶高級運輸分析師	
1. 智慧道路服務定義提供是否都一定要在路端，經由雲端取得的資訊服務應該也要涵蓋於智慧道路的範疇？	智慧道路產生數據的體系，除了以道路為主體蒐集之資訊服務外，還包含道路業管單位長期穩定蒐集至雲端管理中心之資訊數據，如手機設備、車側端...等。
2. 有關國際自駕車道路分級部分，建議後續可以蒐集於開放道路運行案例的道路各式設施與智慧路側設備內	感謝委員的建議指導，已列入後續研究建議，持續蒐集相關資料，以利本案智慧道路相關規劃更為完備。

審查意見	意見回復
容，以為本案較高等級智慧道路內容的參考。	
3. 考量交通安全服務所需的即時性與可靠度，建議後續在智慧道路本身與車輛所能提供交通安全服務內容進行適度區隔，除部分較適合由智慧道路來提供即時與可靠的行車(人)安全服務外，其餘部分可由車輛端的各式警示服務來提供。	謝謝委員建議，團隊蒐集的案例即是以道路端可提供用路人的相關應用服務為主。車直接對車、車直接對其他用路人所提供之各式警示服務不在本案範疇中。
4. 3GPP R16 對於車間的感測交換已有諸多著墨，許多資訊與服務在車與車之間就做完了，是否路側端就不需要布建太多的感測設備，僅需要簡單的接收器，接收車輛已處理的資料再加值應用就好？	感謝委員指導，技術上可視車機資訊發送的授權，進行路側設備功能的簡化，相關法規的建議及規劃也可同步推動，以利相關資訊的取得與後續加值應用推展。
5. 目前在智慧化等級應用案例上，多參考自我國公路智慧型運輸系統設計規範與歐盟 ETSI，建議可再參考美國運輸部車聯網應用案例，以及 3GPP 與 5GAA 的使用案例，並加以彙整為我國智慧道路之智慧化等級應用案例，特別是美國運輸部案例中有關環保駕駛(Eco-driving)的使用案例。	感謝委員指導，Use Case 是參考各國案例，從很多類似重複的篩選出來，不只有 ETSI，也有其他國家如國運輸部、歐盟 C-ITS 小組、日本警察廳、日本國土交通省…等與智慧道路相關的案例。
6. 對於較基本智慧能力的道路，建議可將道路標誌、標線與號誌相關光學的 CNS14546、CNS 1333 等國家標準之輝度率與回歸反射係數要求納入，來提供用路人基本與安全的道路運行服務。	謝謝委員建議，本案將著重於資料面之規範，標誌、標線與號誌等設施本身之建置要求建議遵照國家相關標準。
7. P.237 目前計畫所導入 LDM 為歐盟體系，相關資訊管理訊息如 CAM, DEMM, TPEG 均為歐盟 ETSI 標準，此與我國各車聯網與自駕車相關計畫所採用 SAE 標準不同，建議再加斟酌此處理方式。	1. 目前歐盟 LDM 之四層架構已有多國(如日本)採用，LDM 為一概念性的資料庫，只將資料簡單分作靜態、半靜態、半動態、動態，並未有明確之資料交換協定，本計畫主要考量其較容易讓各單位有明確分工來進行發展，並與高精地圖政策接軌，因此建議導入。

審查意見	意見回復
	2. 本計畫亦蒐集並回顧 CAM、DEMM、TPEG 等資料標準皆為過去智慧道路大數據相關格式，提供未來計畫擬定標準參考，並不會直接採用。 3. SAE 標準主要為 LDM 第四層高度動態之資訊，亦有納入本計畫資料蒐集標準之一，後續計畫也需思考如何進行整合。
8. 有鑑於全球運輸部門減碳的發展趨勢，政府積極推動電動車發展，交通部與經濟部正積極規劃與建置電動車發展重要服務-充電基礎設施(充電樁)，建議後續可規劃納入智慧道路提供電動車充電管理與充電樁及時使用狀態之相關服務。	道路充電設施為整體智慧道路之「道路鋪面與管線工程建置」範疇，智慧道路應用服務分級表則針對道路所蒐集、運算、提供之資訊服務制訂其定義內容與規範。建議於後續另案規劃與研究「道路鋪面與管線工程建置」之目標與規範。
9. P.12 有關美國 CVPD 計畫在 Florida Tampa 市的實測經驗，尚包括車聯網在號誌控制實務應用，以及利用車聯網 OBU 資料進行行車軌跡推估仍具相當挑戰性，建議納入報告，以利後續相關單位計畫應用時之參考。	感謝委員指導，將依建議補充說明。
10.根據所回顧國外智慧道路案例，較高等級之智慧道路似乎仍需透過相當程度的各式路側設備布建，此部分之建置經費與後續維運經費課題將是道路主管機關關心課題，建議後續進行相關規劃時加以考量。	智慧道路不會一開始就要求大家建置高等級的道路，而是從一個小的區域開始發散出去，成為典範之後才能擴大實施。在發展過程中，不論是雲或端，OBU、RSU 所得到的資訊，都要能以智慧且經濟的方式蒐集，這是交通部的初衷，也是團隊將來要努力的目標。
11.報告對於智慧道路與 TDX 關係多所著墨，並認為屬於高度動態特性的資料可無須經由 TDX，建議後續再明確定義高度動態特性資料的項目。	高度動態特性資料多為車聯網資訊，須即時與用路人載具互動之資訊屬之，後續將明確定義。
12.P.36 在順暢類的整合式智慧型交通服務上，建議納入跨機關的交通協同管理與服務需求。	表 22 我國智慧道路應用服務八大類型名稱及「相關應用」欄位之說明中將適當調整，使其涵蓋面向更趨完整。
13.P.51~P.52 有關都市交通控制通訊協定 3.1 版初稿尚未納入濃霧偵測器，以及修訂時間應為 99 年 12 月，請加	謝謝委員指正，依委員指導修正內容。

審查意見	意見回復
以修正：另交通部運輸研究所透過5G 智慧交通數位神經中樞計畫，進行通訊協定3.0版檢討過程之緊急車輛優先通行課題，仍屬探討狀態，尚未進入標準制定階段。	
六、 交通部公路總局李忠璋副總工程司	
1. 肯定團隊在短時間所做的努力，不論是資料的蒐集或應用案例的研究都做得很完整。	感謝委員的指導與支持。
2. 本案智慧道路的等級建立在各種智慧化的設備與服務上，但道路主管機關建置與維護成本升高也須加以考量。是否反過來想，什麼道路才需要什麼等級的智慧道路服務？或這條道路需解決的交通需求是什麼，才來布建與升級智慧道路，這樣道路主管機關布建相關設備才有成效又經濟。	布建智慧道路應用服務應以道路與用路人需求為主，如奧地利 ISAD 自駕車道路設施支援分級也認為智慧化路側設施布建需以自駕車需求為主，交通流量低的路段由自駕車系統自行運作即可。團隊也預計下個階段規劃優先建議布建之關鍵應用服務細項，提供道路主管機關參考，至於那些道路須升級為何種等級將由業管單位從用路人需求逐步發展建置。
3. 智慧道路要服務的是人還是車？台灣的車輛以機車最多，而現在也尚未發展自駕機車，因此等於都是直接服務駕駛人。但報告書中的路側設施似乎著重於資料傳輸至車機，以國內目前的交通環境上應仍要考慮布建 CMS 等可以直接傳給用路人的設施。	本案智慧道路定義服務所有用路人，並建議路側設施傳送資訊服務至機車與汽車的車機之外，也可藉由可攜式行動裝置、CMS…等資訊服務裝置提供給用路人服務，道路負責資料蒐集及傳輸，資訊接受端則取決於用路人具備介面裝置（CMS 或載具）。
4. 在道路數位化的議題上，公路總局也有跟地政司合作建置省道公路的高精地圖，但所需要的時間與成本是很高的，是否有其他較快速的方式來蒐集與建置。	道路數位化內容可視智慧化等級適當區別，目前團隊規劃智慧道路服務等級 1 之交通管制設施以所在經緯度位置及內容描述…等欄位為主，未免除誤會，將會修改期末報告中有關高精地圖繪製之範例；並將於下一個階段規劃道路數位資產管理必要的儲存項目，以及 C-ITS 應用地圖所需的數位資料欄位。

審查意見	意見回復
5. 關於事件的延遲時間，在報告書 use case 如車輛事故碰撞或交叉撞告警延遲時間是建議小於 100 毫秒，但 POC 右側來車或左側來車的感知上傳延遲時間和發佈通訊延遲時間都是 100 毫秒，兩者相加就超過建議的延遲秒數了，是否就不符合等級 4 的規範？	本案定義感知與通訊時間合計之延遲時間小於 300 毫秒即為智慧道路應用服務等級 4。報告書中的 Use Case 參考 ETSI 標準文件建議，有些案例小於 300 毫秒、有部分案例需小於 100 毫秒，團隊依據國內技術發展概況暫定義以 300 毫秒為規範數值，下階段將邀集相關專家一同研商。
6. POC 的追撞告警服務，要如何讓快互撞的兩台車知道 CMS 正在告警自己？	本案之追撞告警以 CMS 警示前方車輛，對前方車輛以廣播方式告警，暫無對個別車輛警示規劃。
7. POC 的內輪差告警服務是大型車有右轉就會告警，還是真的有偵測到右側有機車才會告警？	本案是採影像偵測，若大型車右轉時，內側有二輪車，兩車距離過近可能造成危險，才會發出告警。
8. POC 的中壢場域有行人穿越告警服務，針對右轉車輛距離行人過近做告警，此路口是有號誌和 RSU 可與車輛溝通，如果沒有號誌的路口，處理方式又當如何？	本案判斷右轉車輛與行人距離過近即發出告警，並無與 RSU 與車輛溝通，亦無接取號誌訊號等，因此於無號誌路口亦可建置此系統。
9. 簡報 P24 是以行人穿越警示應用為例，但是表內發佈資訊內容寫「兩側來車」請修正。	遵照辦理
10.P40 照片看起來是公車右轉與自駕車衝突，此服務是否跟交叉撞告警是一樣的案例？	本案與交叉撞告警不同，當偵測公車右轉時可提前告警自駕車，使自駕車暫停於離停止線較遠處，減少兩車交會產生之壅塞情形發生。
七、 交通部高速公路局余冠勳幫工程司	
1. 補充有關簡報 P21、報告 P35，高公局 106 年起與氣象局合作，本年度普設之天候偵測器，包括雨量偵測器 79 座、風力偵測器 74 座，濃霧偵測器 36 座，供大家參考。	謝謝提供之資訊，將補充於期末報告書修正版中。
八、 交通部公路總局鍾伯熙先生	

審查意見	意見回復
1. 請修改報告 P35，請增加以下敘述：公路總局與氣象局合作，自 111 年開始，將在台 61 線全線以平均密度 8-10 公里建置天候偵測器設備。	謝謝提供之資訊，將補充於期末報告書修正版中。
九、 **臺北市交通局**	
1. 有關仰德大道、內湖的告警設備，請補充實際績效。	因本案之 POC 架構在其他計畫上進行 POC 驗證，臺北場域的實際績效屬於其他計畫成果，故未列入本計畫報告中
2. 報告如 P218 有一些電腦擷取出來的資料可否量化說明。	此圖為本案確認設備測通之回傳資料圖，實際分析內容仍以 5.3.2 場域情境實證章節為主。
十、 **新北市交通局**	
1. 智慧道路 L3 與 L4 是否只有即時傳輸的差別，資料如果透過路側設備傳到交控中心，交控中心再傳到車輛，可以算是 L4 的智慧道路嗎？還是只有路對車才算？	智慧道路應用服務等級 4 需做到即時運算與即時傳輸。資料若能在 300 毫秒的速度內由路側設施傳遞至雲端，再將運算後資訊傳送給用路人，即可達成智慧道路應用服務等級 4。
十一、 **桃園市交通局（書面意見）**	
1. 智慧道路應用服務檢測係由申請單位申請，是否需定期複測？如申請單位異動該道路設備或 CVP/GVP 資料已停止購買，卻未申請檢測，是否有因應方式？	本案目前為初探階段尚未列入所提議題，定期複測、設備資料變動等因應方案，將列入後續規劃之參考方向。
2. 智慧道路服務等級 3：道路有資訊提供功能，是否有限定須由智慧化系統提供，如由交控人員以 CMS 推播，是否可算符合等級 3？	本案是以智慧道路相關智慧系統提供服務的角度擬定分級原則，故人工方式作業並未列入此分級規範中。
3. 智慧道路應用服務分級係針對「道路」或「道路提供的服務」進行分級？如表 35 各應用案例，倘該道路有設備針對「壅塞」進行偵測與提供告警，在「交通壅塞警示服務」是否為 level 3？但無偵測車輛事故，故在「交通事故告警服務」僅為 level 0？或依表 33 我國智慧道路應用服務分級表，因該道路可進行偵測，也可資訊提供，	本案以「道路提供的服務」進行分級，以服務區分其智慧化程度的等級。如 A 道路有布建壅塞告警服務，僅需檢測壅塞服務於 A 道路之等級即可，無須再檢測沒有布建的服務。當 A 道路蒐集車流資料、並分析壅塞資訊提供給用路人，即可初判 A 道路有智慧道路服務等級 3 之壅塞警示服務。同一條道路同時存在不同等級之多種服務，如「交通壅塞警示服務」level 3+「交通事故

審查意見	意見回復
故屬 level 3？	告警服務」level 0，相關資訊規劃皆應公告於共創平台共用路人參考。
十二、 **臺南市政府交通局**	
1. 本研究實證結果有助於提升用路人的舒適度與行駛效率，然因資源（經費）有限，在什麼樣的交通環境（服務水準、易肇事路口或自駕車行駛路段）應提供什麼等級之道路環境最有效益，請給予道路主管機關建議。	本案建置之智慧道路情境皆位於開放市區道路，智慧等級 4 情境包含追撞告警、內輪差告警、右側來車告警、左側來車告警、兩側來車告警、行人穿越人行道告警，智慧等級 2 包含道路車流分析。 綜合上述，於易肇事路口及自駕車行駛道路，對於道路安全告警之應用，應以等級 4 為較有效益之發展方向，並以廊道的目標來建置。
2. 道路主管機關取得智慧道路等級認證後，是否須定期提報維運報告或由發放機關定期查核以確定設備能正常運作？	本案目前為初探階段尚未列入委員所提之議題，將列入後續規劃之參考方向。

第一次專家會議意見回覆表

審查委員意見	修正意見回覆
1. 台南市交通局王銘德局長： 台南在沙崙場域已建置智慧路側，成大的沙盒計畫也加入測試。今年在沙崙會進行自駕公車、緊急車輛的優先號誌實驗，本計畫如有需要，願意與資策會合作。	感謝委員的建議，本計畫為先期研究計畫，未來後續延伸計畫將依據實際需求，擴大思考如何與台南沙崙場域合作。
2. 台南市交通局王銘德局長： 智慧道路分級和應用面要如何連結，定義智慧道路的目的是為了解決什麼問題，需符合什麼等級才能申請檢測，如有一些指導性原則，會較為清楚。	團隊歸納國內外文獻提供一普遍性道路分級原則、檢測指標及流程，並透過各種智慧化的應用服務提供未來智慧道路應用服務分級設計之規範參考。 場域建置單位不論何種等級，只要能提出智慧道路智慧化服務應用情境與功能者，即可提出申請檢測。

審查委員意見	修正意見回覆
3. 高公局吳木富副局長： 各個道路主管機關面臨的用路人需求不同，如高速公路是 ATIS、ATMS、ETC，市區道路是停車資訊導引，公車動態資訊系統等，智慧道路分級的目的如果是要給主管機關做為制訂政策參考，需有明確定義。	謝謝委員指導，本計畫於初期研究階段主要依據智慧道路應用服務功能對應智慧道路分級方式作為主管機關的制定政策參考，不同道路可依據其應用功能需求定義。後續推動藍圖規劃逐步建立關鍵應用之規範內容，提供業管單位不同道路各應用情境建置之規範參考。
4. 高公局吳木富副局長： 每種道路服務對象不同，要分項檢測訂出 LEVEL，或是針對整條道路智慧化等級發展一個綜合性的指標，需交代清楚。	謝謝委員指導，本分級是以應用服務的智慧化功能規劃五項元素。檢測機制係針對 1 項應用服務，並依據檢測申請單設計之 ODD 操作範圍設計服務對象進行基礎單元智慧化等級檢測與整體廊道評估。詳見 3.4 智慧道路應用服務檢測機制。
5. 高公局吳木富副局長： 請明確定義檢測單位、被檢測單位及其分工，流程才會較為妥適。	說明如下： 檢測單位：建議未來可由道路主管機關自行檢測或其他第三方獨立單位執行檢測，依據被檢測單位(申請單位)提出申請內容，進行實際場域基礎單元測試案例、應用情境智慧化服務檢測，以及分析研判【整體廊道】需求與智慧道路等級。 被檢測單位：由場域建置單位提出申請資料(智慧化服務應用情境與功能等)，並配合檢測單位確認服務情境與進行檢測。
6. 高公局吳木富副局長： 資料內容屬性、時效性、完善性三個指標中，完善性需再描述清楚。以高速公路的 VD 為例，會檢測是否能連線、資料是否正確、布建的密度等項目。	智慧道路檢測乃先評估每一段智慧道路基礎單元所提供的服務等級，再依據布建的應用情境是否滿足整體智慧道路廊道需求，綜合評估是否可滿足整體廊道之內容完善性。其中，內容屬性為申請檢測的單位提出之五項智慧化元素相關檢測案例。時效性為延遲時間。完善性為滿足使用者需求。詳見 3.4 智慧道路應用服務檢測機制。
7. 公路總局李忠璋副總工程司	本案定義『智慧道路是提供“用路人”智慧化服務為目的之新世代道路』。

審查委員意見	修正意見回覆
智慧車輛是否等於自駕車，非自駕車是否也能享受智慧道路服務，此點請定義清楚。	即包含人、自行車、聯網車、自駕車等所有使用道路之用路人。
8. 公路總局李忠璋副總工程司 每個 use case 情境的等級不同，但是一條路廊可能有不同情境、設備組合的路段，要如何定位智慧道路的等級，請再詳加說明。	謝謝委員指導，本計畫先期研究規劃單一應用情境於基礎路段單元之智慧化服務等級，將建議於未來延伸計畫中再持續關注國際相關研究，如 LOSAD (Operational Road Sections，簡稱 ORS)參數進展，繼續探討如何判斷不同應用情境組合的智慧道路等級。
9. 公路總局李忠璋副總工程司 當路側設備偵測到事件後，會由交控中心進行資料的分析與發布，但智慧道路的系統並未說明交控中心的角色。評估智慧道路等級時，是否要考慮納入交控系統。	謝謝委員指導，本計畫以道路為主體，L2 是道路蒐集的資料傳送回交控端交控中心、雲端、霧端的 IPC 進行智慧化分析，L3 則是將道路有資訊提供功能給用路人。L5 則是終極目標，預計即是由交控中心全面控管道路與車輛。
10. 公路總局李忠璋副總工程司 臺灣車輛組成多半是機車運具，智慧道路要如何傳遞資訊給機車？例如 Use Case 的「自動事件偵測」是 L2，但其實資料已經過分析並顯示，此時應該是 L3 或 L4，定義需要再釐清。	謝謝委員指導，智慧道路的服務對象包括所有用路人，如自駕車、聯網車輛、駕駛人、行人。用路人可藉由通訊設備、行動設備、道路資訊顯示設備得到資訊。 「自動事件偵測」已修正為「車輛事故或故障偵測」，利用監視影像系統或其他偵測技術，於偵測事件發生，並即時連線位於遠端之交通管理或相關單位，以加速展開處理及救援，所以是 L2，若資料經處理後提供「替代路徑導引」，並提供給用路人改道建議資訊，則可進一步初判為 L3。
11. 公路總局李忠璋副總工程司 很多路側設備不是交通主管單位熟悉的，例如天候偵測，必須要有跨域合作的機制，需考慮跨領域加入的問題	本計畫為先期研究計畫，尚未加入天候偵測，後續延伸計畫將考慮加入天候偵測等其他跨域合作機制，惟仍須以道路為主體始進行延伸。
12. 內政部路政司王成機司長	謝謝委員建議，初期研究以道路智慧化功能為研究目標，與車輛功能結合的發展將列入後續延伸計畫建議。

審查委員意見	修正意見回覆
智慧道路的定義規劃是不錯的架構，未來發展應結合智慧車輛、自駕車的功能。高精地圖需要配合路側設施才能進行資料傳輸，而利用 5G 可以增加服務的範疇	高精地圖、5G 技術與智慧道路的關連性詳見第 2.3 章節深度學習技術與 5G 技術於智慧道路應用，以及 4.1.1 章節相關高精地圖說明。
13.內政部路政司王成機司長 道路分級建議舉例做為輔助說明。	謝謝委員指導，詳見 P70，第 3.1.2 章節智慧道路服務分級規劃。
14.內政部路政司王成機司長 檢測等級時道路圖資應該不限只填交通部或是內政部編碼，建議提供各種圖資資訊讓申請者選擇，如一般導航圖資(精度 5m)、ADAS 地圖(精度 1m)或是高精地圖(精度 25cm)，甚至是目前研發中的 3D 道路地圖，由此可區分達到的智慧道路等級。	本計畫檢測道路圖資已列入商用圖層編碼即為一般導航圖資，將新增加 ADAS 地圖、高精地圖等選項。
15.桃園市交通局劉慶豐局長 智慧道路預期發展到自駕車可以運行自如（L5），但這是長期目標，對目前的車輛來說，智慧道路的用途並不大，可能只是設備等級的提升。	謝謝委員指導，智慧道路的預期發展如局長所提讓自駕車運行自如是長期目標，但以服務為目的之智慧道路希望能提供現行的聯網車輛或一般車輛，也能享受到的服務，如在路口架設 CMS 來提醒左右視線死角的來車警告等服務。而不只是局限在自駕車。
16.桃園市交通局劉慶豐局長 地方政府裝設路側攝影機偵測車流量，經過工業電腦運算後傳送到控制器再提供給自駕車，但多年來控制器跟電腦不斷優化，卻尚未規格化，所以無法達到 L3，在技術處理面需要解決才能有所突破。	本案的 POC 希望有機會能為技術突破有所貢獻，可以提供部內未來制定互通標準參考
17.台北市交通局陳榮明副局長 智慧道路定義上應考量道路環境設施。因為基礎單元的設施牽涉控制管理和決策下達，在檢測等級時，基礎單元（設施）如不定義清楚，不論是在基本分類或功能分類上，就無法有較好的區分。	智慧道路初期研究以智慧化服務功能來分級，團隊於推動藍圖建議後續中長期目標逐步訂立設備、資料等規範手冊，讓地方政府在建設時有個指標。

審查委員意見	修正意見回覆
18.台北市交通局陳榮明副局長 內容屬性、時效性或完善性等三大要素，建議能明確規範或可量化上的依循	智慧道路初期研究探討一概念性的功能分級，下一階段團隊規劃由八大應用類型擇關鍵應用服務制訂內容屬性、有效性、完善性的各項內容標準或數據指標。
19.勤崴國際黃晟中總經理 未來是否可能在已經到達某種等級的道路，讓自駕車上路？	團隊研究智慧道路支援自駕車運行，等級 2(含 2)以下之自駕車主要都是以人為操作為主，系統協助為輔，故智慧道路應用服務等級 3 以上提供的資訊都有助於人為操作；而自駕車等級 3~5 是以系統操作為主，因此更需要智慧道路應用服務等級 3 以上提供之服務資訊，詳見第四章智慧道路支援自駕車運行規範初探 。
20.勤崴國際黃晟中總經理 在資訊回傳上有發送端和接收端，可能因相容性等問題造成秒數上有差異，驗證時要以什麼為基準來測試，是否有 GOLDEN SAMPLE？	初期研究為示範性道路等級驗測，將建議未來延伸計畫制訂相關規範，進而建立 GOLDEN SAMPLE 來檢測支援自駕車相關應用。
21.勤崴國際黃晟中總經理 智慧道路如果能與自駕車有所互補，假設未來智慧道路等級定義後，自駕車是否也有類似驗證情境，可以與智慧道路的等級匹配？	感謝委員指導與建議，將提供自駕車相關單位參考。
22.資拓宏宇蕭偉政副總經理 目前參考的國際分級定義（ETSI、奧地利、中國）似乎對象皆不同。研究範疇目前只針對應用服務，如要加入道路維修等項目，目前的分級是否合適，有無保留未來擴充性？	謝謝委員指導，本計畫於初期研究階段，主要聚焦智慧道路多元應用服務層面，道路工程建置與管理維運方面，預計於後續延伸計畫中可再探討。
23.資拓宏宇蕭偉政副總經理	謝謝委員指導，民間業者提供的資訊如 google 或 Here，並非道路主管機關可以掌握的資料。但若有經過主管機關標準化後，納入常規做為資訊的補充來源，就可能轉換成道路主管機關可提供的智慧道路服務。

審查委員意見	修正意見回覆
在以道路有基本導引功能、感知設施資訊收集、道路有資訊提供功能等 5 個指標作為分級依據是否妥適方面，因為現在很多如民間業者提供的資料（如 google、tomtom），或非道路主管機關的公部門提供的資料（如天候），這樣的概念是否合適？	
24.資拓宏宇蕭偉政副總經理 建議以 LDM 為基礎進行智慧道路分類，理由如下：(1)LDM 的圖資即是智慧道路 ODD 的範圍，用這條道路的資料是否完備來定義等級，有具體資料可驗證。(2)LDM 可由公部門統一維護，權責清楚。(3)LDM 可收容公私資料，作為共通性數位平臺。(4)遵循國際標準，無須另創新標準。	謝謝委員指導，LDM 僅由資料來分級，但智慧道路的定義不會僅從資料或服務出發，而是綜合考量「道路」、「資料」、「服務」此三原則規劃五個元素來分級。
25.資拓宏宇蕭偉政副總經理 從號誌控制角度來看，發布到接收端的不是現在的秒數，而是未來的動態，在實作時有一些技巧可以控制，除非是針對事件的即時告警或 V2V 才會需要即時傳輸。	實際場域中號誌控制秒數與未來動態有落差(因為設備有時間差或現場交警調整)，故號誌應用案例仍需要即時傳輸給予警示。
26.中華智慧運輸協會技術委員會吳榮煌副主委 自駕車發展未來是未來趨勢，可參考英國 ZENZIC 所定義的自駕車發展途徑，將自駕車發展分為人、車、路、服務 4 個面向，POC 從人、路開始，2024-2026 進行 POS，有大量的車進入，2026-2027 進行 POV，此時服務才成為主題。	謝謝委員建議，會列入參考
27.中華智慧運輸協會技術委員會吳榮煌副主委 若要跟國際接軌，以 LDM 分級雖好，但是 LDM 是從資料來分級，不是從道路的角度，方向上建議再探討。	同意委員的指導。 智慧道路分級不會僅從資料出發，而是綜合考量「道路」、「資料」、「服務」此三原則規劃五個元素來分級。

審查委員意見	修正意見回覆
28.中華智慧運輸協會技術委員會吳榮煌副主委 研究範疇的定義範圍顯狹隘，在國際SRC 的定義上，必須與車有連結。簡報 P4 智慧道路定義中的「Data」非常重要，應該要置於中間，然後 service, road, vehicle 在外圍，才是一個完整架構。	團隊後續再與交通部研討架構之適當性。
29.中華智慧運輸協會技術委員會吳榮煌副主委 2017 年後專家就表明自駕車無法自行其是，需要仰賴路側提供的資訊，所以自駕道路設施支援(ISAD)和自駕道路服務等級(LOSAD)很重要，而智慧道路的主題也充分與國際接軌。	本計畫有參考 ISAD 進行智慧道路分級規劃。 LOSAD 主要以操作路段(Operational Road Sections，簡稱 ORS)參數(如連續、不連續、長度、比例等)進行分級，但是 ORS 於 LOSAD 文獻中尚未定義門檻值，如連續多長的 ORS 可以視為什麼 LOSAD 等級，建議未來持續追蹤 LOSAD 進展，為我國智慧道路應用服務「空間」範疇定義參考。
30.中華智慧運輸協會技術委員會吳榮煌副主委 ODD 的設定是正確的，但資料屬性、即時性、完善性要分清楚。需先確認何者為檢測驗證單位。	檢測單位建議可由道路主管機關自行檢測或其他第三方獨立單位執行。
31.車輛安全審驗中心洪國益副理 在分級上，道路或路側資訊可以接收和提供不同的資訊，但國外案例如奧地利針對不同的資訊有程度上的差異和分類，大陸對資訊也有不同等級的差異和服務對象，本計畫只以接收和提供資訊進行分級的原因為何？	謝謝委員指導，智慧化服務功能中的「即時動態資訊傳輸」即是參考 ETSI 文獻提到的「延遲時間」，考量到訊息提供給用路人的緊急性、即時性來設計分級
32.車輛安全審驗中心洪國益副理 檢測面建議加入資安的檢測項目	本計畫提出的智慧道路分級檢測以申請單位提出之應用服務情境可達成之內容來做檢測，資安的部分將請被檢測單位(申請單位)提出資安作法檢驗文件。
33.車輛安全審驗中心洪國益副理 建議檢測指標和結果可以呈現量化數據	本計畫檢測精神方式為 ODD，故將請被檢測單位(申請單位)提供可量化的測試案例指標進行檢測，如是否接收到正確時間資訊、道路有即時溝通功能時間需小於

審查委員意見	修正意見回覆
	300ms 等。團隊亦於推動藍圖建議後續中長期目標逐步訂立設備、資料等規範手冊。
34.車輛安全審驗中心洪國益副理 智慧道路是否提供備援機制，當設備故障時可以因應，提升道路使用安全。可在申請檢測時提供一些建議項目，讓申請人可以更清楚的了解。	本計畫於初期研究階段，主要聚焦智慧道路多元應用服務層面，申請單位提出 ODD 操作情境中若含服務備援機制，亦可為檢測項目之一，後續可在研議是否列為檢測必要項目。
35.車輛安全審驗中心洪國益副理 道路與車間的資訊傳輸介接，及資訊安全等規範，建議與車輛業者討論	道路與車間資訊傳輸介接及資訊安全等規範，未來延伸計畫將配合車輛業者與相關業者討論。
36.車輛安全審驗中心洪國益副理 智慧道路要如何提供弱勢用路人的告知提醒，包含行人和騎士，提升行車安全	智慧道路許多應用服務案例即針對弱勢用路人告警，如利用影像偵測告警駕駛有用路人，或以 CMS 告知有來車，皆為智慧道路提升用路人安全性之案例。

第二次專家會議意見回覆表

審查委員意見	修正意見回覆
一、 內政部路政司王成機司長	
1. 請說明藍圖規劃與國發會 ITS 計畫配合的期程為何。例如 111-117 年規劃推動的智慧道路應用服務與數據治理服務，中期與長期的期程與 ITS 計畫是否有關連，與國外發展方向是否一致？	感謝委員指導。本計畫將依照 ITS 計畫的期程來決定推動的進度。中期試行階段會產出一些成果，後期則是常態化實施。過程中會有實際的驗證，例如在青埔的自駕車場域，實證智慧道路等級檢測流程，鑑別道路服務的智慧化程度。在 114 年底之前，計畫不會僅止於書面探討，會有實質場域驗證規劃是否具體可行。同時也可配合公總台 61 線自駕車驗證的計畫，進行價值應用。 目前國際上對智慧道路尚未有明確定義，研究團隊有參考國際案例如 SAE、LDM、ISAD 等規範，未來將持續關注國際上對於智慧道路的規範細則是否有具體的內容。

審查委員意見	修正意見回覆
2. 內政部在協助智慧道路發展上，負責高精地圖發展及建置，國土測繪中心另有道路路網圖資，可以提供交通部資訊對應相關應用；此外，現與公總合作辦理道路設施清查計畫，加上自駕車資訊整合平臺，建議可與 TDX 適當結合。	感謝委員的指導與支持。經研究，為與 TDX 適當結合，建請內政部並以路段編碼(LinkID)為基礎，延伸發展車道編碼(LaneID)，作為 LDM 數據(如危險資訊、車道調撥資訊)建置之空間參考依據，為促進車聯網應用服務發展，也建議研擬發展適合車聯網之地圖。
3. 交通管制設施的標誌、標線、號誌位置目前團隊規劃以經緯度座標來記錄，但臺灣的物件大多則是用投影座標，是否也將該坐標系納入？	謝謝委員指導，未來設計儲存欄位時會納入參考。
4. 道路分級是否會隨後續藍圖發展或技術發展做滾動式修正？	謝謝委員的指導，團隊後續將配合實際驗證、國際標準、技術發展滾動修正道路服務分級元素。
二、 高公局康志福總工程司	
5. 智慧道路宜明確定義，分級介定建議要更精準。先以 P.10 為例，如設備布建的密度，多長距離一個 VD 或一支 CMS，即符合感知蒐集功能或資訊提供功能。	由於不同智慧道路服務的服務方式不同，本研究參考國際案例，根據道路借助資通訊技術，對道路資料蒐集、分析、發布、協作，提供給用路人之智慧化服務進行分級，後續將針對不同服務再提供進一步的細部建議。 以高速公路 VD 及 CMS 為例，如果是用於交通壅塞警示之應用，本研究建議提供 L3 的服務，只要在該路廊上提供 L3 等級服務以滿足用路人需求(例如涵蓋 90%)，就可以宣告達到 L3 等級，不強制規範設備布建的距離，保留使用設備及技術的多元性與未來性空間。
6. 現階段的國道經研究單位評估，係落在那一 Level？	國道之道路主管機關可依據所需的應用服務自行檢測等級，或請第三方獨立單位協助檢測評估。
7. 遠期的目標是希望提升道路服務等級至那一 Level？	道路主管機關要達到何種等級的智慧道路，並非由政策面來決定，本計畫會提出方向性建議。隨著智慧車的發展，道路也會逐步演進，希望道路主管機關了解分級概念後，綜合考量技術與

審查委員意見	修正意見回覆
	經費等因素，為自己設定發展目標。
8. 與車輛端的互動亦應提及，因為道路交通係由人車路組成，道路在往智慧化進步，車輛也是，所以智慧道路如何從車輛獲取情報和發布資訊至車上，也應在近遠程的目標上有所論述。	智慧道路以感知設備智慧化蒐集道路環境資訊亦包含車輛資訊，是為等級 2 之智慧道路，而經過運算再提供發佈資訊至車上已達智慧道路服務等級 3。
三、 台北市交通局陳榮明副局長	
9. 整體而言，支持本計畫所提三階段的作法。	感謝委員指導。後續會根據藍圖的規劃來推動，並參考專家委員建議適時的修正。
10. 本次先期研究所提定義範疇、初步規範及發展藍圖等三項，其與簡報 P3所提三個課題之相對應關係或輪廓應可再予描述之。	感謝委員指導。簡報 P3 所提三個課題已修正。先期研究 3 個研究項目與 3 個課題之對應關係說明如下： ● **定義範疇：**課題 1 何謂智慧道路，有哪些智慧化服務。 ● **初步規範：**課題 2 如何依據智慧化服務功能來分級。 ● **藍圖規劃：**有哪些階段性工作支援智慧道路發展。
11. 簡報P8.道路範籌所提工程建置、管理維護及應用服務等三項中，所提「資料分析建議」用詞似可再修正，另後面表中所述地圖30公尺內資料，其適合性應考量未來資料取得方式、類型及交易需求。	「資料分析建議」將改為「資料分析」。補充簡報 P13 數位資料儲存表說明，本表旨在建議道路主管單位未來布建道路服務，可據此盤點、儲存此服務之數位資料，便於後續管理及提供智慧車輛使用時，可取得相應服務之空間範疇資訊(本範例為弱勢用路人警示)，表中之「感知設備偵測距離 30 公尺」的描述僅是填寫範例，主管機關可依該處之資料取得方式、類型及交易需求填寫空間範疇。
12. 本次先期研究內容及項目應該再予明確化，建議依簡報P8及P16所述予以歸類之，同時也可含括部分治理及管理的概念。	感謝委員指導。已修改簡報 P8 智慧道路範疇的項目，使其更明確。 有關數據治理及管理，本先期研究有包含智慧道路大數據資訊管理方法及應用之規劃，以及交通部 TDX 平臺在智慧道路之發展基礎上擴大數據服務

審查委員意見	修正意見回覆
	之建議。
13.本計畫可再思考規範分級及行政認證機制，未來行政上是依道路服務類型分級或依設施使用類型分級，以作為智慧化道路設施提升的參考。	感謝委員指導。本計畫是以道路提供給用路人的應用服務之智慧化功能，作為分級原則。明年會針對關鍵應用服務，擬定分級細則，之後透過實作得到明確數據，提供相關單位參考。 在認證機制方面，研究建議智慧道路推動初期，本分級制度為道路主管機關內部自我檢測提升智慧化之依據，也可把目前團隊規劃的檢測流程當作自主布建檢測驗收程序的參考；中長期再根據不同應用之規範進行認證，或建立資訊共享平臺，由主管機關自行登錄布建的智慧道路應用服務，採取網路公評方式進行等級認定。
四、 桃園市交通局黃錦虹主任	
14.如果以需求導向來制訂未來智慧道路的啟程或規範，表示將來可能要整合多元的後端資料，再將整合性的資訊發布給用路人，那麼發布的功能、格式、介面、傳輸方式是不是會統一為通用性的資料格式，讓未來想發展智慧道路應用服務的廠商或道路主管機關可比照資料格式來建置服務。	感謝委員的指導，已於藍圖畫中規劃「數據服務推動」，研擬通用性資料格式。
15.智慧道路透過路側設備來蒐集資料是其中一種方式，未來蒐集資料的設備可能更多元，是否會規劃儲存其他設備(如手機)收集的資料，以及其資料格式。	智慧道路產生數據的體系，除了道路基本元素，還包含設施、車上產生的資料等道路業管單位長期穩定蒐集的數據服務。
16.桃園市目前已經有將標誌、標線數值化並置於圖資中，但這些資料很需要經費與人力來維護與更新，尤其是紅線，如果民眾抗議就會調整或改變，想要請教如何因應促使資料快速更新。	關於加速維護更新圖資效率之議題，可參考成大與交通部公路總局合作執行之「智慧電動巴士 DMIT 方案－智慧公路創新移動服務營造」計畫。。
五、 台南市交通局蔡世勛股長	

審查委員意見	修正意見回覆
17.智慧道路建置與分級，後續是否會建立認證與驗證機制，執行的單位為何？建議可明確清楚分工讓地方政府未來可有所依循。	團隊規劃後續仍以 ODD 檢測形式，並配合 ITS 計畫邀請各單位申請實作與檢測示範，布建單位與驗收單位可依循關鍵應用細則規範與ODD檢測流程評鑑服務等級。
18.針對智慧道路未來是否有資安防護等相關課題或對應的需求等級，建議後續可以納入研究。	感謝委員指導。智慧道路以資料為核心，資料安全議題不容漠視。團隊規劃後續推動藍圖之智慧道路數據服務中建議制訂資安管理機制。
19.目前台南有自駕公車試驗，現階段亦建立相關路側設備，後續可選擇台南場域納入檢測提供本市未來規劃相關建議。	感謝委員指導與支持。
六、 勤崴國際黃晟中總經理	
20.智慧道路最終要與智慧車（包含自駕車、聯網車）銜接，智慧車會和智慧道路的等級對接，因此智慧道路的分級定義應更明確。建議以ODD情境去定義層級，而且要向下相容。在定義指引的時候，建議要更具體，例如智慧號誌在每個Level應達到什麼功能，智慧車才知道是否可以對接。	感謝委員指導。團隊預計於明年規劃不同等級之關鍵應用與其通訊模式、資料格式、資料內容等細則，111 年起搭配 ITS 計畫示範先行之案例，制訂相應之規格或標準。另外，在智慧號控方面，台灣車聯網產業協會與華電聯網受交通部委託，邀請相關法人、廠商合作制定號誌控制器與車聯網路側設施間資通訊標準 (Traffic Controller to Roadside Open Standard, TCROS)，期望能藉此整合號誌控制器與車聯網路側設施間之資通訊標準，以利日後國內車聯網應用發展之建立。
七、 資拓宏宇蕭偉政副總經理	
21.P13 應用服務之數位資料儲存表看起來是可分為三類，座標位置、規格等靜態資料、收集或顯示等動態資料，座標位置建議以 TDX 中的 Link 來標示比較好辨識位置，而不是以經緯度。靜態資料屬於資產管理，TDX 目前沒有可以規劃擴充。動態資料更新的頻率比較短，發布的時間點較即時，不可能從地	將依委員意見於推動藍圖中規劃「智慧道路數據服務機制與平臺」項目，研析 TDX 擴充服務內容、制定資料格式等相關規範。

審查委員意見	修正意見回覆
方轉到中央才發布，這三大類資料要再思考哪些是要進 TDX 儲存的，動態資料建議由道路主管機關儲存，TDX 只要有連結或 API 介面，使用單位至 TDX 得知方式可連結到主管機關介接即時資料即可，後續可進一步規劃發布標準。	
22.ODD 檢測較費工與耗時，需要有檢測單位安排時間來執行檢測，公信力也是問題，建議可建置一個資訊共享平臺，由主管機關自行登錄布建的智慧道路應用服務，等級認定採取網路公評方式，更容易分享各路段之智慧道路等級資訊，觀摩其它機關之發展經驗。且可促使道路主管機關往 level 4 的服務邁進。透過這個資訊共享平臺，中央在補助經費時，也當作一個評鑑的參考或指標。	感謝委員指導與建議，ODD 檢測部分，執行團隊與業主討論也認為初期研究可開放道路主管機關自行檢測道路等級，也可把目前團隊規劃的檢測流程當作自主布建檢測驗收程序的參考；另外委員建議的資訊共享平臺亦將會列入未來規劃計畫之參考。
八、 車輛安全審驗中心洪國益副理	
23.智慧道路目前在國際尚未有明確定義，計畫要進行研究實屬不易，在藍圖規劃上希望可以持續觀察趨勢，與國際接軌。	感謝委員指導。研究團隊有參考國際案例如 SAE、LDM、ISAD 等規範，未來將持續關注國際上對於智慧道路的規範細則是否有具體的內容。
24.VSCC有協助科顧室進行車輛ODD宣告，包含設計use case、操作條件等，可以提供資策會參考。	感謝委員指導。團隊已研擬相關檢測流程，也會再向委員請益制訂的細則做為參考。
25.使用者要如何得知是否在智慧道路服務範圍，如不告知可能會產生安全上的顧慮。道路服務要如何與智慧車輛介接？	感謝委員指導。團隊於推動藍圖中規劃「共創示範平臺」，提供智慧道路資訊揭露與溝通管道。 針對加值服務，本研究藍圖規劃在智慧道路數據服務部分，建議制定資料格式規範，並且透過 TDX 平臺之擴充，提供資料串接服務。 在資安議題方面，將依委員意見納入資料數據服務之基本工作項目。

審查委員意見	修正意見回覆
	資料管理與介接方面，智慧道路數位資料建議儲存於道路主管機關，未來會篩選即時性或必要性的資料存入TDX。資料介接方面，將於後續進行討論與規劃，原則上將以國際標準為基礎。
26.資料儲存是否有通用格式可以與其他服務串接，以提供加值服務？是否有資安上的規範？並請說明資料由誰管理、與路側設施和用路人如何介接。	感謝委員指導。資料通用格式將於明後年與專家討論後制訂。資安規範則建議於推動藍圖之數據服務機制中制訂。 智慧道路數位資料建議儲存於道路主管機關，未來會篩選即時性或必要性的資料存入 TDX。與用路人之間如何傳輸，將於後續進行討論與規劃。
九、 資策會蒙以亨代理所長	
27.用路人在道路上如何得知智慧道路服務等級和資訊，可以有怎樣的互動，這些目標在人車路雲協作下可以循序漸進去達到。參考歐洲即時路況(RDS-TMC)，可以提供相對應的資訊。	感謝委員指導與建議，關於用路人如何接收智慧道路的服務，團隊會持續研究相關技術與標準。
28.建議可以從智慧道路等級規劃和ITS應用兩種方向來探討。推動ITS計畫如路口安全、自駕車服務...等計畫時，可配套要求執行單位也要提出由智慧道路發布之必要資訊。透過這個方式，計畫團隊也可以得到更多案例的支持，故雙向連結是很重要的。	感謝委員指導與建議，團隊於推動藍圖中，再加強 ITS 計畫與智慧道路實作與連結。
29.規格訂定時需要一些技術，而技術研發可以透過跨部會計畫或政策的支持，如經濟部技術處科專計畫、科技會報或國發會公共建設計畫等，讓智慧道路的3個面向能得到更大支撐。	感謝委員的指導與建議。團隊將跨部會資源互通發展等建議於推動藍圖策略中陳述。
十、 成功大學郭佩棻助理教授	

審查委員意見	修正意見回覆
30.高精地圖研究發展中心有執行內政部的研究計畫，若未來有底圖的需求，需要將交通動態資訊放到底層圖資上，中心願意提供協助互相交流。	感謝委員指導與支持。團隊將持續追蹤此計畫並保持聯繫與交流。

第一章 緒論

1.1 計畫緣起

自民國 105 年政府推動開放資料以來，交通部已成功整合全台公車、台鐵、高鐵、捷運、航空、自行車、觀光、路況、氣象、路段編碼、空品、圖資等逾 900 項標準化交通大數據。

交通數據是發展智慧運輸服務中最重要的基礎，也是推動交通數位基礎建設之重點項目，為了能讓更多的交通數據引領創新技術與服務之發展，交通部以 NGIS「時空資訊雲落實智慧國土計畫(105-109)」所建立之「運輸資料流通服務平臺（TDX）」為基底向上升級發展，並在 5G 與智慧聯網等新技術發展趨勢下，導入更多物聯網、雲端、AI 及大數據技術與服務，廣納公私部門之交通移動（Mobility）數據，打造全方位智慧交通數據服務平臺，提供民眾與產官學研一個自助、隨選、跨域、多元、多樣態之交通數據便捷單一窗口服務。

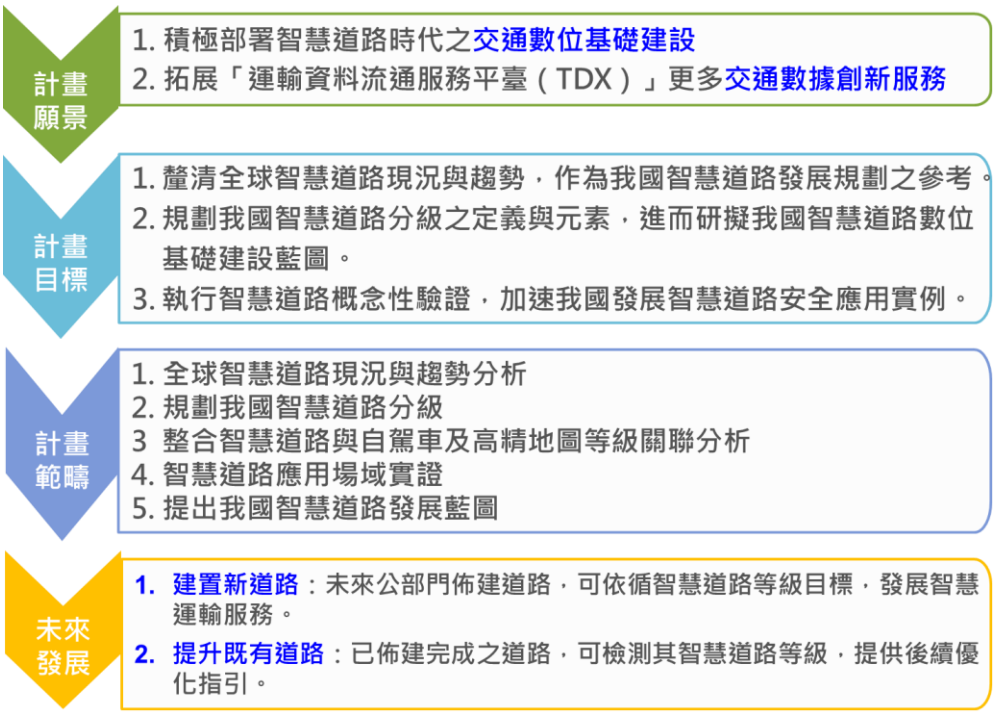
因應新世代智慧運輸與自駕時代的來臨，部署建構「智慧道路之交通數位基礎建設」為全球重要發展議題。智慧道路運用 AI、5G、Data Tech、Edge Computing 等新科技，將訊息化、智慧化、自動化之交通數據貫徹於交通規劃、管理、營運、服務中，可有效提高道路性能與服務水準、減少環境污染、提升用路人的安全與效率；也輔助駕駛、導引自駕車輛掌握部分或全部的路況，降低自動駕駛的技術設備成本，為自動駕駛提供了一個更安全、更穩定和高效的行駛環境。

為實現 UTIS(Unified Traveler Information Service)之台灣智慧運輸島，提供用路人創新便民之智慧化服務(Seamless 交通無縫、Sharing 資訊分享、Safe 用路安全、Smooth 交通順暢)，本案將耙梳各國智慧道路發展，參考鏈結國內外相關標準規範及應用案例，並依據智慧道路布建之功能與服務，定義我國智慧道路應用服務分級準則，作為我國相關單位未來建置新道路及提升既有道路功能之重要依循，達到未來支援自駕車與高精地圖發展之全面道路數位化發展目標。

1.2 計畫目標

為妥適研擬未來我國智慧道路發展，必須先釐清目前全球智慧道路現況與趨勢分析，作為我國智慧道路發展規劃之參考。在提高可及性與便利性，同時又兼顧都市發展與環境永續的思維下，以積極部署智慧道路時代之交通數位基礎建設為設計主軸，規劃我國智慧道路定義與分級綱要，並整合自駕車及高精地圖等級關聯分析，期望自駕車能透過

智慧道路多元輔助技術更快地安全上路，提供大眾更便利的生活。本案也將依據我國智慧道路規劃，進行部分智慧道路應用實證及支援自駕車運行等級檢測之示範作業，提出智慧道路發展藍圖，以利我國在 ITS 領域之積極發展，方便未來公部門有可依循的智慧道路應用服務等級原則，並鼓勵公部門業管機關可依據技術發展、經費、政策、發展策略、用路人需求等考量規劃布建不同等級之智慧化服務。也可提供既有道路檢測原則，指引後續優化提升道路智慧化之方向。



資料來源：本案自行製作

圖 1 計畫目標

1.3 研究定義

國際間對於智慧道路之定義有各種論述與看法，如世界道路協會(World Road Association) 又稱 PIARC(the Permanent International Association of Road Congresses)認為：「智慧道路可根據道路感測器和其他外部來源捕獲的資訊，進行監控、測量、分析、通訊和行動，以提高自駕車(CAVs)之安全性、效率，對於交通管理、風險和災害管理、舒適度性能和對環境影響等方面也有其幫助。智慧道路通過基礎設施訊息交換與自駕車溝通，使自駕車可依靠這些基礎設施訊息高效運行」。

日本國土交通省則認為「智慧道路是汽車、駕駛人和行人等不同用路人間，可交換各種資訊，提高使用者的安全和便利性，確保順暢的交通，並保護環境，是開發各種 ITS 服務，以創造舒適、富裕的生活和社

會的基礎。具體來說，智慧道路是車路之間的通信系統，結合感測器，光纖網路等必要的元素，並能利用這些設備提供各種 ITS 服務的整合型道路」。

歐盟在協作智慧運輸系統(C-ITS)認為：「現今許多車輛已具備聯網設備，但在不久的將來，車輛可直接相互溝通，並可與道路設施分享資訊。通過車輛之間以及車輛與運輸基礎設施之間的資訊連接，可實現幫助駕駛員做出正確的決定，並適應交通狀況來顯著提高道路安全性，交通效率和駕駛舒適性。這樣的協作方式稱之為 V2X（車輛到車輛及車輛對基礎設施）的通訊」。

中國學者則認為「智慧道路由特定的結構材料、感知網路、資訊中心、通訊網路和能源系統組成，具有主動感知、自動辨析、自主適應、動態交互、持續供能...等智慧能力的道路設施。與傳統道路相比，智慧道路應能有效延長道路壽命、提高道路性能、降低安全風險、提升服務品質」。

綜合各國對智慧道路的概念，本先期研究定義：「**智慧道路是以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的，並透過對道路資料的收集、分析、發布、協作，實現提供“用路人”智慧化服務為目的之新世代道路**」。

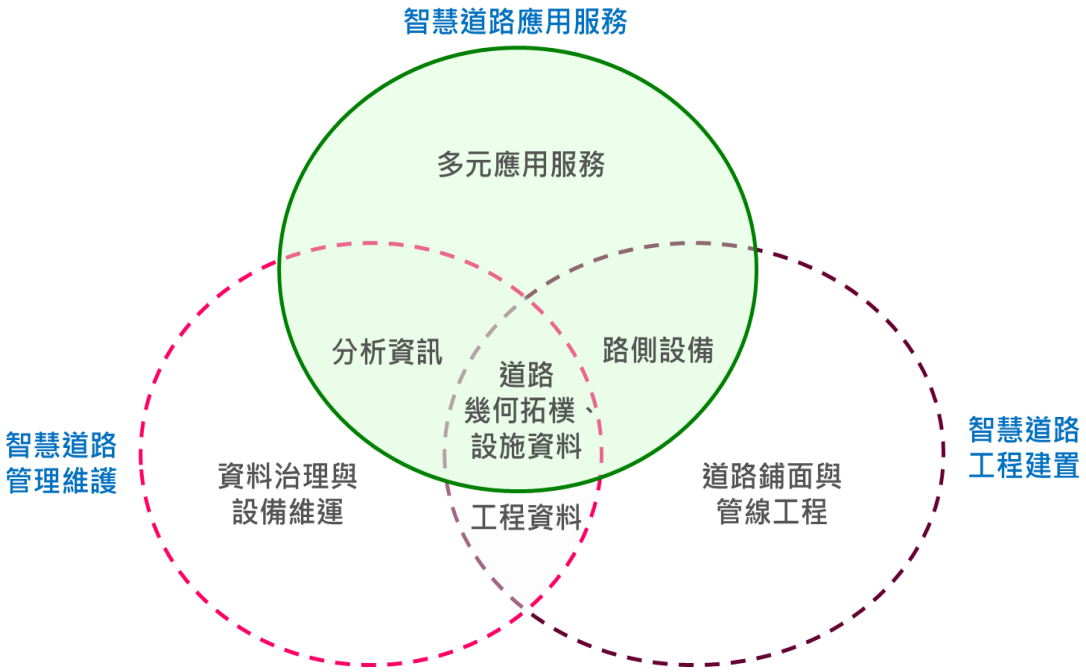
資料來源：本案自行製作

圖 2 研究定義

1.4 研究範疇

從梳理各國對於智慧道路的定義，可知國內外主要關注智慧道路如無人駕駛、車路協同、自動化監測、智慧化的運營管控等方向，加上

結合新興技術發展趨勢，各國積極推動如傳統機電系統升級、基於多感測器融合的視距外感知、交通車流運行規律挖掘及短時預測、智慧主動管控、車路協同、長壽命新型道路材料、無線充電等技術研究及應用，本案彙整認為智慧道路涉及「智慧道路工程建置」、「智慧道路管理維護」及「智慧道路應用服務」三大層面。根據上一小節研究定義，智慧道路應以「以道路為主體、以資料為核心，以服務為目的」，因此本案聚焦於「智慧道路應用服務」，如圖 3 之綠色實線圓圈範圍。



資料來源：本案自行製作

圖 3 研究範疇

智慧道路的三大範疇有其相互交疊、涉略之處，如服務需規劃布建各種「路側設備」來蒐集資料，如道路埋設智慧材料或布建感測器，涉及「智慧道路工程建置-道路鋪面與管線工程」層面；如應用服務來自於道路的「分析資訊」也與「智慧道路管理維護-資料治理與設備維護」環環相扣。而智慧道路應用服務之「道路幾何拓樸、設施資料」則與三大範疇之資產管理數位化息息相關。各種智慧化運輸管理與建置，最終目標即為服務，用以服務道路用路人，亦可服務道路主管機關。

“服務”即為智慧道路發展目的之展現，智慧道路多元應用服務即是本先期研究之聚焦重點，國際對智慧道路也多著墨於道路基礎設施系統（道路基礎設施、聯網車輛、車路通訊與協同）提供用路人(包含行人、二輪車、一般車、自駕車等)之應用服務，服務對象是人、車、路，並非限定於自駕車的服務。因此本先期研究聚焦智慧道路多元應用服務，並根據提供用路人之服務功能來規劃我國的智慧道路分級。

1.5 工作項目

本計畫至期末之工作項目及內容說明如下：

(一) 智慧道路數位發展現況盤點與趨勢分析

- 全球智慧道路數位化發展現況
- 我國智慧道路數位化發展現況
- 智慧道路與車聯網關聯性，並盤點其聯網標準。
- 智慧道路與高精地圖關聯性。
- 智慧道路大數據資訊管理方法及應用。

(二) 我國智慧道路規劃

- 我國智慧道路應用服務分級及內容設計規劃。
- 我國智慧道路對應自駕車及高精地圖分級支援應用分析。
- 深度學習技術與 5G 技術於智慧道路應用規劃。
- 交通部 TDX 平臺在智慧道路之發展基礎上擴大數據服務之建議，及其國際/國內流通格式回顧。

(三) 智慧道路支援自駕車運行規範初探

- 自駕車運行所需的道路週邊設施之基本元素。
- 分別針對路口、路段及區域提出週邊設施與車輛聯網訊息蒐集、發布、傳輸速率及網路環境佈設等之初步規範。
- 依據本案智慧道路分級規範，擇一自駕車運行之道路場域，規劃智慧道路等級檢測示範作業，內容包含測試場域、自駕車配合廠商、測試時間及檢測表單(含項目、內容)。

(四) 智慧道路應用實證

- 辦理四個不同地區之智慧道路應用實證場域，內含自駕車場域與一般壅塞道路場域。
- 說明四個不同地區場域之智慧道路應用情境、方法、技術、布建之設備，及成效驗證的方法。
- 說明四個不同地區場域，共 11 種應用情境之智慧道路應用實證成果。

(五) 我國智慧道路發展藍圖規劃

- 分別自產業面、技術面、執行面等議題分析，規劃我國智慧

道路發展藍圖，內容包含發展願景、整體架構及階段性推動策略。

- 辦理 2 場專家學者討論會議，會議規模、方式及內容等相關事宜，需與機關召開工作會議確認，透過產官學參與及對談，達成未來智慧道路發展共識，並作為後續研擬推動智慧道路策略之參考依據。

(六) 諮詢服務

- 提供相關諮詢服務，含市場情報、技術發展、應用趨勢等。

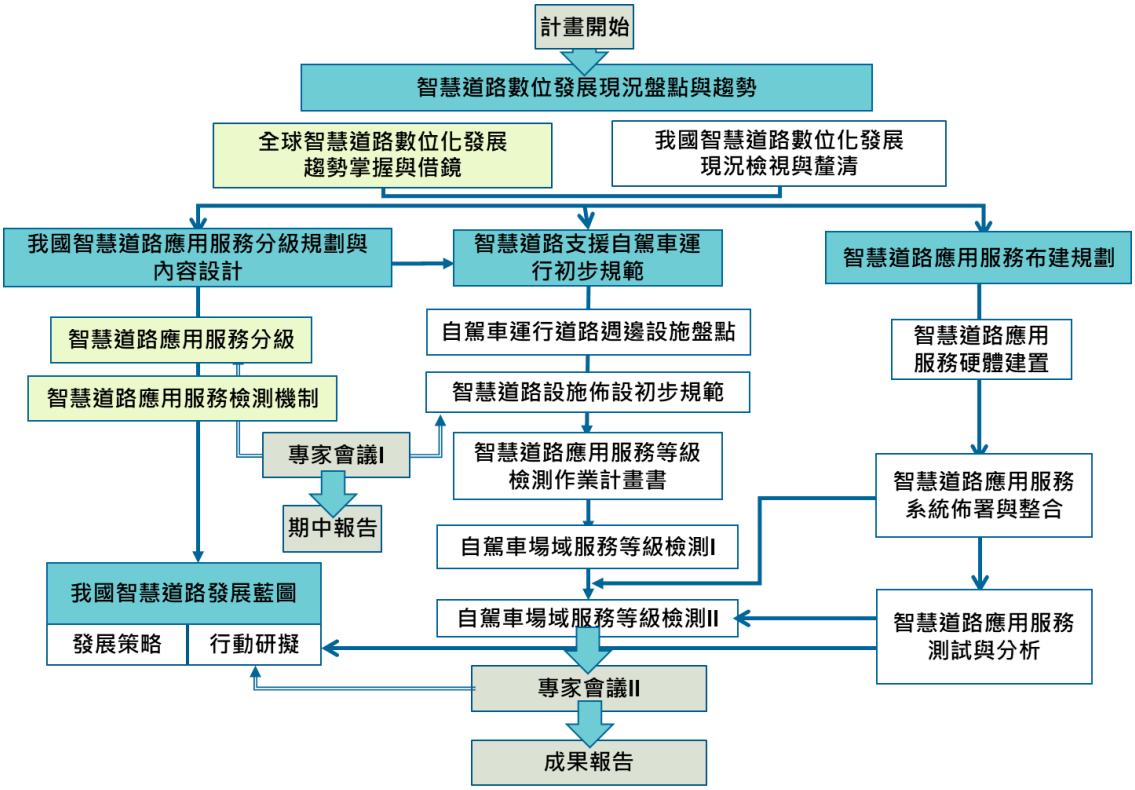
1.6 工作流程

依據工作項目要求及本團隊之計畫執行構想，擬定本計畫工作流程如圖 4 所示。先透過全球智慧道路數位發展概況掌握趨勢，並借鏡國際智慧道路之定義、目標與案例，檢視我國智慧道路數位化發展現況與需求，凝聚本案研究重點方向。

確認本案重點方向與需求後，參考國際智慧道路相關之分級經驗與原則，設計我國智慧道路應用服務分級；並彙整 ETSI 國際標準文件及交通部公路智慧型運輸系統規範中與智慧道路相關之應用案例，用以說明智慧化服務等級，並草擬智慧道路等級檢測機制，規劃實際道路場域檢測智慧道路應用服務等級之原則與流程，提供未來相關單位布建道路或檢測服務等級之參考。

於期中以前完成「智慧道路應用服務分級」、「智慧道路應用服務等級檢測示範作業草案」及「智慧道路應用情境設計規劃」，並藉由內部專家顧問與團隊討論會議，深度探討智慧道路範疇與定義，激盪對我國智慧道路的想法與建議，並聚焦本先期研究對智慧道路之核心任務；再召開外部專家智慧道路討論會議，邀請智慧道路相關產官學各界代表指導補遺、收斂共識。

期中至期末階段將完成「智慧道路應用情境布建、整合、測試與實證」與「自駕車場域智慧道路應用服務等級檢測」，規劃「我國智慧道路發展藍圖」之工作項目。並於期末前召開第二次智慧道路討論會議，邀請學者專家提點與建議，加強我國智慧道路中長期發展之藍圖策略。



資料來源：本案自行製作

圖 4 研究流程

1.7 預期成果

- 定義我國智慧道路概念與內涵。
- 規劃我國智慧道路應用服務等級與分級元素。
- 研擬我國智慧道路等級檢測流程之初步建議。
- 智慧道路應用服務 POC 實證規劃、布建、檢測。
- 提出我國智慧道路短中長期建置要點之推動藍圖。

第二章 智慧道路數位發展現況與趨勢

2.1 智慧道路數位化發展現況

2.1.1 全球智慧道路應用發展現況

近年來世界交通強國在 5G、雲端運算、人工智慧等先進技術之科技革命背景下,大力發展智慧城市、智慧交通之各式智慧道路應用場景。因應國際對智慧道路多著墨於道路基礎設施系統（聯網車輛、車路通訊與協同、道路基礎設施）可提供用路人之智慧化應用服務，因此團隊於國內外智慧道路數位化發展研究中，將聚焦「以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的」之智慧道路應用服務。並透過網路資源、各國交通運輸相關網站(如台灣交通部、美國運輸部...等)、全球標準協會(如歐洲電信標準協會、美國汽車工程師協會...等)，以及國際資料庫(如Gartner、IDC、The McKinsey quarterly、MIC、IEK、電子時報...等)，蒐集國內外智慧道路數位發展之智慧道路應用服務案例，藉由梳理各國智慧道路發展目標與內涵，並作為我國智慧道路分級設計之參考。

(1) 美國運輸部聯網車輛先導部署計劃，發展路人安全應用

2015 年 9 月起至今,美國運輸部(USDOT)在紐約市(New York City)、懷俄明州(Wyoming)、佛羅里達州坦帕(Tampa)三個試點進行了總價值超過 4,500 萬美元的聯網車輛先導部署計劃(Connected Vehicle Pilot Deployment Program)。

(1.1) 紐約市的聯網車輛試驗，提高城市旅客和行人的安全

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 1 所示：

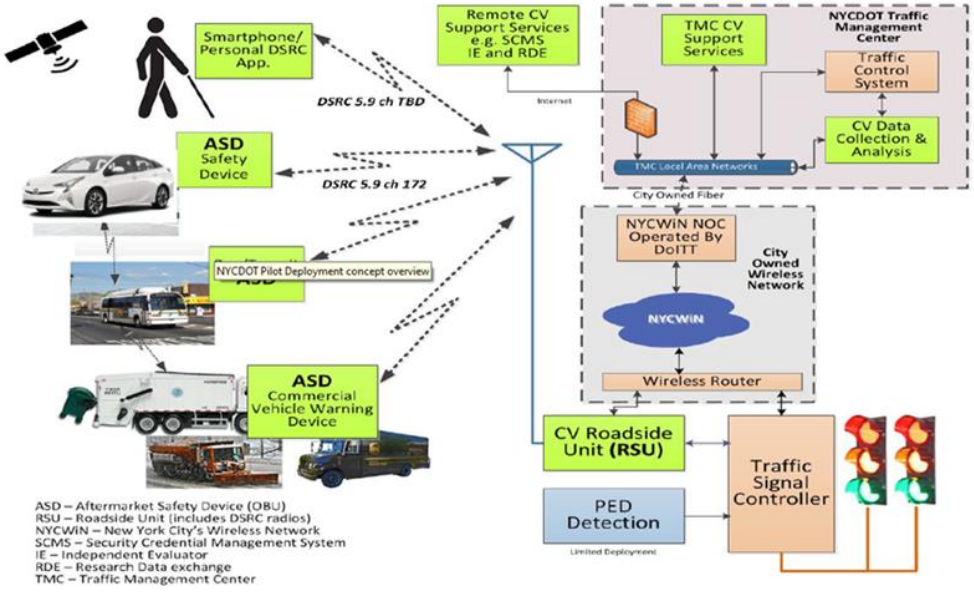
表 1 美國紐約市的聯網車輛試驗應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
超速示警	行人偵測器、車速偵測器、車輛高度偵測器、DSRC、Wifi、IPC、號誌	市區道路、高速公路	車端裝置
轉彎處超速示警			車端裝置
施工區或學校超速示警			車端裝置
紅燈違規示警			車端裝置
汽車限高示警			車端裝置
緊急事件通知			車端裝置
行人穿越路口警示			車端裝置

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
可攜式視障行人警示輔助系統			可攜式行動裝置

資料來源：本案自行製作

紐約市的聯網車輛試驗旨在密集的城市交通交叉路口處部署聯網車輛技術來提高城市旅客和行人的安全。目標降低車禍的頻率和嚴重程度、管理車輛速度（達到法規限制），並評估在頻繁互動的人口稠密城市環境中部署聯網車輛技術的益處。應用案例包括 Speed Compliance (超速示警)，在超過規定的速度限制時提供用路人超速示警、Curve Speed Compliance (轉彎處超速示警)，在接近彎道並超過公佈的速度限制時提供用路人轉彎處超速示警、Speed Compliance in Work Zone (施工區或學校超速示警)，在接近指定的工作或學校區域並超過速度限制提供用路人施工區或學校超速示警、Red Light Violation Warning (紅燈違規示警)，警示用路人即將發生闖紅燈違規、Oversize Vehicle Compliance (汽車限高示警)，警示用路人注意道路受限和即將駛進有高度限制的基礎設施，例如橋樑或隧道、Emergency Communications and Evacuation Information (緊急事件通知)，提供用路人從交通管理中心(Traffic Management Center)、緊急管理辦公室(Office of Emergency Management)、應變處理辦公室(Office of Emergency Response)和國家氣象局(National Weather Service)獲得的紐約市緊急情況和疏散旅客訊息、Pedestrian in Signalized Crosswalk (行人穿越路口警示)，警示用路人有行人穿越號誌交叉路口、Mobile Accessible Pedestrian Signal System (可攜式視障行人警示輔助系統)，通知視障行人行人紅綠燈燈狀態，並提供行人行進方向以協助過馬路。



資料來源：USDOT

圖 5 美國紐約測試場域架構

(1.2) 懷俄明州場域試驗，減少因路況及氣候惡劣情形造成車禍

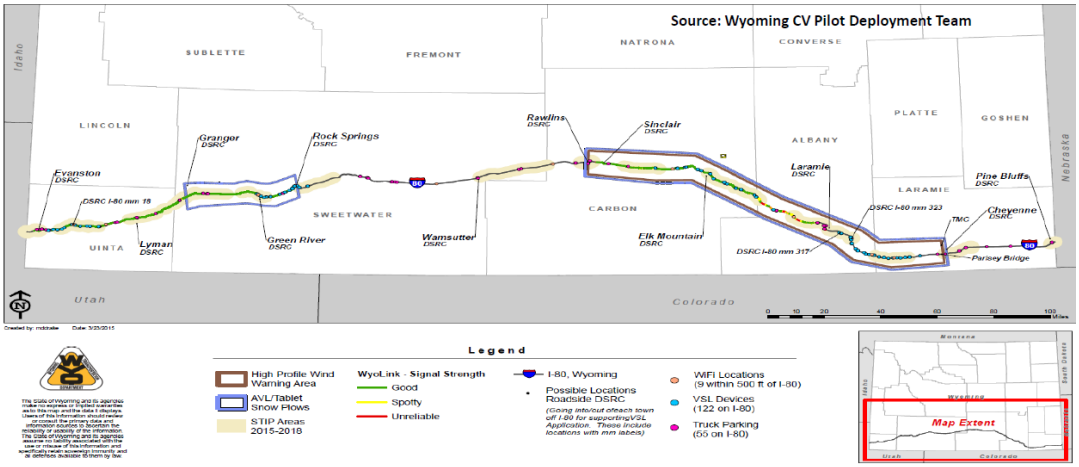
依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 2 所示：

表 2 美國懷俄明州試驗場域應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
道路狀況示警-起霧、道路結冰	環境監測器、DSRC、IPC	美國州際公路	車端裝置、可攜式行動裝置

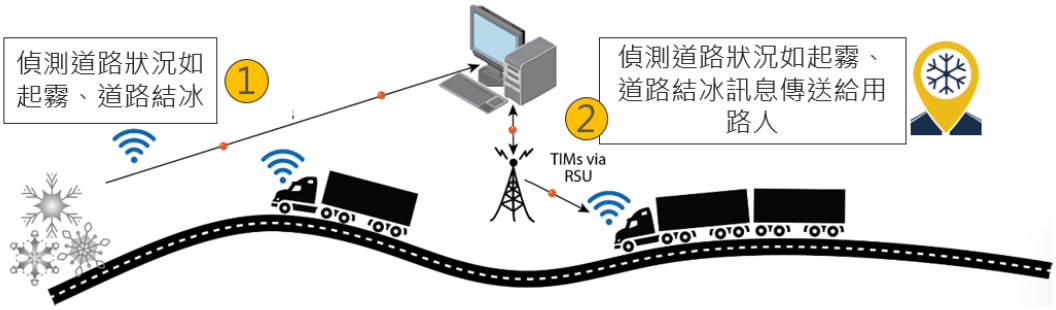
資料來源：本案自行製作

美國 80 號州際公路 (I-80)沿懷俄明州南部邊緣延伸 402 英里，是一條該國貨運和客運的重要東西向連接器。該走廊平均每年超過 3200 萬噸貨物（每輛卡車 16 噸）。卡車運輸量佔年度總交通流量的 30% 至 55%，佔季節性交通流量的 70%。I-80 州際公路於 2015 年 4 月發生因道路結冰和暴風雪條件下的能見度低導致的 65 輛卡車連環車禍，造成損失慘重的悲劇，故懷俄明州於 I-80 州際公路進行聯網車應用佈署，希望透過聯網車輛先導部署計畫，減少公路廊道內與天氣相關的事故數量和嚴重程度，使高速公路上的汽車透過短距離無線電信號(DSRC)相互通信，駕駛員也能收到有關危險情況的通知和警報，其測試場域部署聯網車應用案例包括 Spot Weather Impact Warning (道路狀況示警-起霧、道路結冰)，透過車輛或路側配備偵測器偵測道路天候狀況如起霧、路結冰等不好的路況，將道路天候狀況訊息從 IPC 傳送給用路人，並提醒用路人注意，提升公路旅客的安全性、機動性和生產力。



資料來源：USDOT

圖 6 懷俄明州 I-80 州際公路側試場域地圖



資料來源：本案自行製作、USDOT

圖 7 道路狀況示警-起霧、道路結冰情境示意圖

(1.3) 美國佛羅里達州坦帕試驗場域，解決通勤時刻各種運輸問題

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 3 所示：

表 3 美國佛羅里達州坦帕試驗場域應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
逆向警示	車輛偵測器、行人偵測器、DSRC、IPC	市區道路	車端裝置
行人碰撞警示			
公車優先號誌	DSRC、IPC	市區道路	車端裝置

資料來源：本案自行製作

美國佛羅里達州坦帕試驗場域，為公車、輕軌電車和數百輛私人車輛配備了聯網車輛技術，不僅使車輛能夠相互交換重要訊息也可與交通基礎設施進行通訊及交換訊息。公車和輕軌電車運營商透過專用顯示器接收訊息，而個別通勤者(私人車輛)則透過車輛後視鏡接收安全警報。其中車對基礎設施(V2I)的應用案例包括 Wrong Way Entry (WWE)(逆向警示)，警告從錯誤方向進入車道的車輛駕駛員，並向車道上相關用路人廣播警告指出有逆向車輛正在接近、Pedestrian Collision Warning (PCW)(行人碰撞警示)，當前方的人行道上有行人時，向用路人發出行人碰撞警示、公車優先號誌，當公車行駛到有號誌的路口時，號誌會根據公車班表延遲與否，自動調控號誌燈號(如延長綠燈燈號或由紅燈或黃燈轉為綠燈)，以便公車順利通行，以上 V2I 應用案例解決上午通勤時刻各種運輸問題，降低交通壅塞、減少車禍碰撞、改善行人安全、提高公車優先運行績效。

資料來源：本案自行製作、USDOT

圖 8 美國佛羅里達州坦帕市測試場域應用

根據美國佛羅里達州坦帕計畫 2021 年所公布的運作評估報告中提到，針對需要仰賴精準定位及軌跡的應用案例如 Wrong Way Entry (WWE)(逆向警示)為例，因車端裝置(OBU)於城市環境取得 GPS 訊號不穩定(或遺失訊號)及訊號飄移造成車輛軌跡判斷錯誤，且未正確發送逆向警示(應提供逆向警示給車輛駕駛，實際上卻沒發出警示訊息，或車輛駕駛不應該收到逆向警示訊息，實際上卻收到警示訊息)機率高達 28%，故在高密度的城市環境中從車端裝置(OBU)取得精準定位及軌跡為執行相關應用案例的一大挑戰，報告中也建議為確保車端裝置(OBU)正確取得定位及軌跡，必須提升其定位演算法，且須可不受 GPS 訊號相關不利因素(如訊號不穩定、訊號遺失等)而影響定位及軌跡正確性。此外報告中也提到從 Pedestrian Collision Warning (PCW)(行人碰撞警示)案例中發現，當行人未過馬路站在人行道上或是過完馬路後(在斑馬線以外的範圍)，行人碰撞警示會被觸發，然而過馬路的過程中(在斑馬線上)反而不會觸發行人碰撞警示，因此報告中提到需要針對此應用案例再進行系統調教，確保行人碰撞警示被正確觸發。

(2) 美國亞特蘭大智慧廊道計畫，導入道路安全應用 App

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 4 所示：

表 4 美國亞特蘭大應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
紅燈和綠燈的倒數計	影像偵測	十字路口	車端裝置、可

時提供	器、4G、Beacon、IPC		攜式行動裝置
行經學區或高事故率區域警示			
路口來車警示			
路口行人警示			
緊急車輛通過警示			

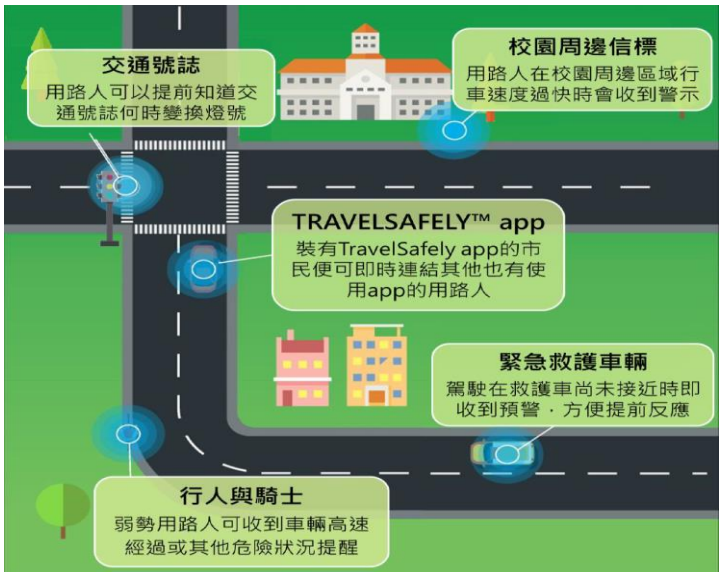
資料來源：本案自行製作

該計畫橫跨 26 個十字路口的紅綠燈，透過軟體升級，在有限政府財政預算下導入號誌 AI 自動化，實時根據路況調整秒數，縮短車輛通行時間，並整合道路安全 App，使車輛、行人或其他聯網設備與系統進行串聯，最後降低 25%事故發生率。

道路安全應用 App 以 Glance TravelSafely 為例，此應用 App 有以下提升用路人安全之功能：

1. 偵測 North Avenue 上的交通號誌、校園 Beacon、感測器等路邊基礎設施，並根據當下情況提供駕駛、騎士或行人聲音警示，包括紅燈和綠燈的倒數計時、行經學區或高事故率區域、左方有來車或行人等。

2. 以自行車為例，騎士還會收到車輛高速接近、其他車輛過於靠近等告警，若駕駛車速過快，也會被 App 警告。此外，當救護車或消防車行經路段時，App 也會配合交通號誌，提醒駕駛禮讓緊急車輛，爭取黃金救援時間。



資料來源：MIC

圖 9 SURTRAC 運作流程

(3) 奧地利格拉茨市(Graz)，進行協同式智慧運輸系統測試

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 5 所示：

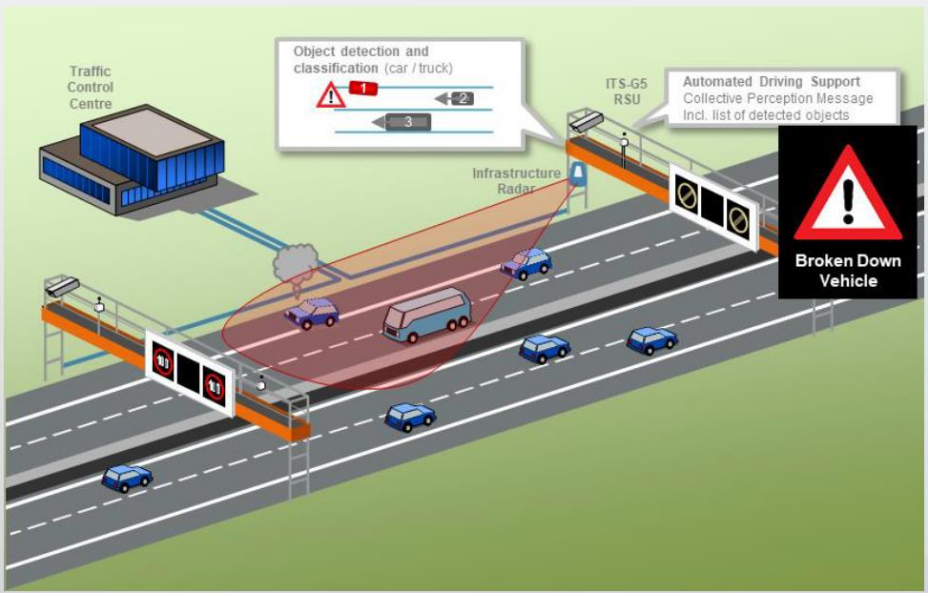
表 5 歐洲奧地利應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
路口側撞通知	雷達偵測器、光達偵測器、IPC	市區道路、高速公路	車端裝置、CMS
緊急車輛通知			
危險路況通知			
道路壅塞通知			
延伸性路口側撞警告			
行動不便者穿越道路通知			
道路施工通知			
特殊車輛(如：警車、救護車等)優先通過通知			

資料來源：本案自行製作

協同式智慧運輸系統(C-ITS)由兩個或多個 ITS 子系統（人、車、路和雲）一起合作且能夠實現並提供可提供更好質量和更高服務水平的 ITS 服務交通系統，然而協作智慧運輸系統(C-ITS)屬於交通管理系統的一環，透過廣播方式來得知最新路況，再利用感知驅動(Awareness Driving)、行駛感應(Sensing Driving)、協同駕駛(Cooperative Driving)模式做訊息交換，發展路口側撞通知、緊急車輛通知、危險路況通知、道路壅塞通知、延伸性路口側撞警告、行動不便者穿越道路通知、道路施工通知、特殊車輛(如：警車、救護車等)優先通過通知等應用。

ALP.Lab 則在奧地利的格拉茨市(Graz) C-ITS 測試場域，布建獨特而全面的基礎設施，提供自駕車與聯網車輛安全檢測與服務。其中在 A2 高速公路的格拉茨市路段累積架設約 100 個影像偵測器、雷達偵測器、光達偵測器、RSU 通訊系統，透過此感測器可以記錄單一車輛高達兩公里的軌跡長度並提供有效的告警服務，如圖 10 所示。



資料來源： ASFiNAG

圖 10 奧地利-ALP Lab 試驗場域示意圖

未來道路上發生緊急狀況，C-ITS 可以透過既有智慧交通號誌切換功能來紓解交通流量，例如協作智慧運輸系統(T-CMS)與路側單元(RSU，Roadside Unit)合作，利用 ITS-G5(802.11p 無線技術)結合行駛車輛與交通控制中心基礎設施整合，蒐集 RSU 即時的行車速度及方向，並將此資訊回傳報給資訊可變標誌(CMS)，倘若行駛車輛前方發生事故就可以發出告警提醒及最新交通訊息給用路人。

(4) 日本 UTMS 新交通管理系統，發展安全駕駛與行人安全服務

日本以警察廳為中心所推動的新交通管理系統 UTMS（Universal Traffic Management Systems），如同警用版 ITS，利用安裝在路側的 Beacon，在車輛和交通控制系統之間雙向傳輸即時訊息(V2I)，結合各項子系統功能，優化交通管理。警察廳也配合第 2 期 SIP(2019 年起)自動駕駛計畫，提供自駕車所需的號誌、車輛、行人等資訊，與交通安全相關的子系統如下：

(4.1) 安全駕駛輔助系統 DSSS（Driving Safety Support Systems）

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 6 所示：

表 6 日本安全駕駛輔助系統 DSSS 應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
十字路口會車衝突提醒	DSSS 感測器、DSRC、IPC	十字路口	車端裝置

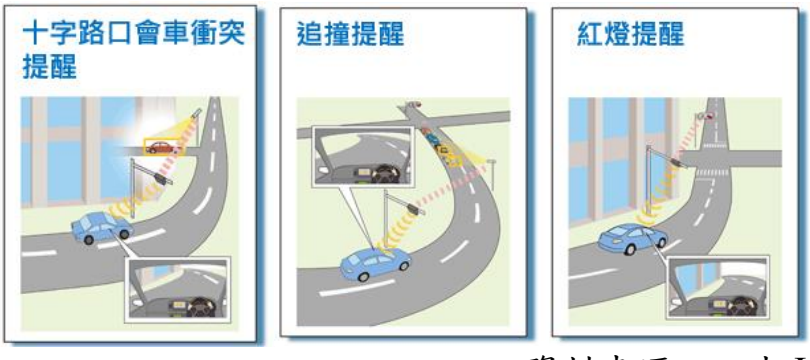
追撞提醒			
紅燈提醒			

資料來源：本案自行製作

此系統為日本交通帶來多項益處包括減少十字路口的交通事故、減輕駕駛人做決策的負擔、提高駕駛人對行車安全的意識，然而本系統主要利用路側設備感測行人及車輛，將用路安全提醒訊息如「十字路口會車衝突提醒」、「追撞提醒」、「紅燈提醒」提供駕駛人注意，以防止交通事故。

資料來源：日本 VICS

圖 11 日本 DSSS 系統架構



資料來源：日本 UTMS 協會

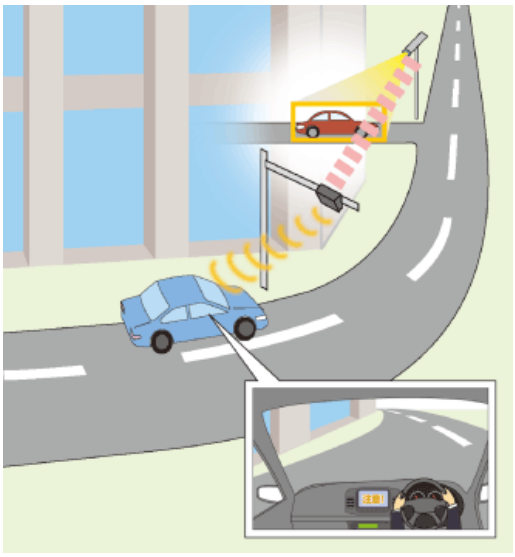
圖 12 日本 DSSS 系統情境示意圖

以下為 DSSS 系統情境說明：

1. 「十字路口會車衝突提醒」:提供駕駛人「十字路口會車衝突提

醒」，有助於防止在沒有紅綠燈的十字路口發生正面碰撞。

✓ 傳輸訊息：交叉車輛的位置和速度
✓ 傳輸目的地：接近交叉路口的車輛

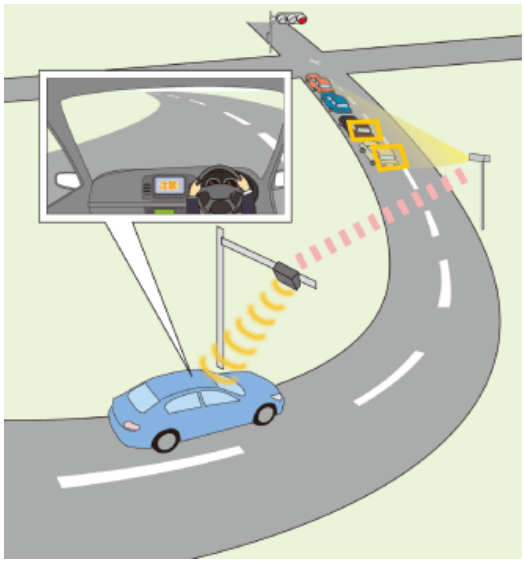


資料來源：日本 UTMS 協會

圖 13「十字路口會車衝突提醒」情境示意圖

2. 「追撞提醒」：提供駕駛人「追撞提醒」，有助於防止因交通壅塞或在彎道盡頭或上坡等待紅綠燈而導致停車或低速行駛的車輛發生事故。

✓ 傳輸訊息：壅塞結束位置
✓ 傳輸目的地：後續車輛

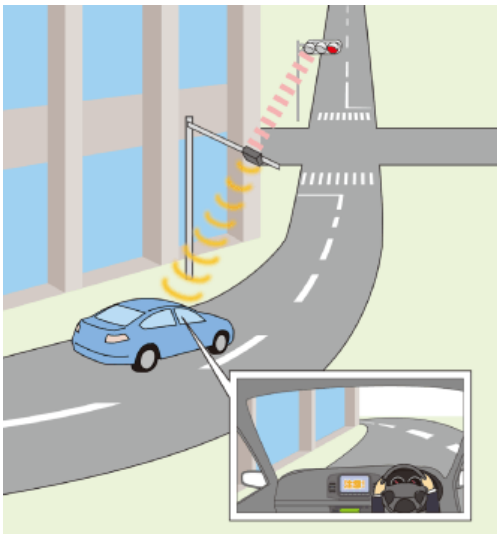


資料來源：日本 UTMS 協會

圖 14「追撞提醒」情境示意圖

3. 「紅燈提醒」：提供駕駛人「紅燈提醒」，有助於防止對紅燈的疏忽。

✓ 傳輸訊息：對面交通信號燈的訊號
✓ 傳輸目的地：接近交叉路口的車輛



資料來源：日本 UTMS 協會

圖 15「紅燈提醒」情境示意圖

(4.2) 支援行人資訊通訊系統 PICS（Pedestrian Information and Communication Systems）

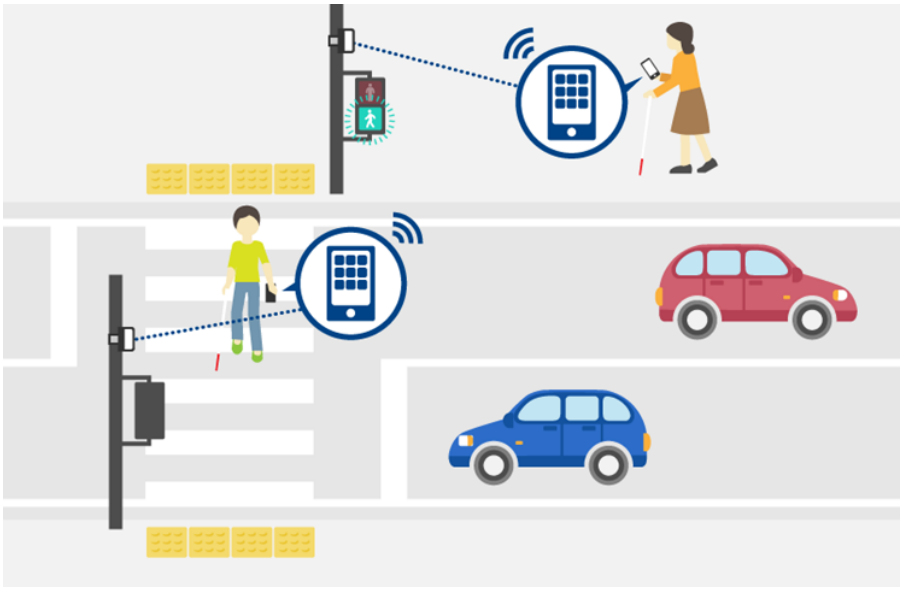
依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 7 所示：

表 7 日本支援行人資訊通訊系統 PICS 應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
交叉路口名稱和行人紅綠燈狀況提供	beacon、藍牙	交叉路口	可攜式行動裝置

資料來源：本案自行製作

此服務從 2020 年開始，利用藍牙向智慧型手機發送語音訊息，提供交叉路口名稱和行人紅綠燈狀況，協助老年人和身障者安全的穿越十字路口。



資料來源：VICS center

圖 16 PICS 系統功能示意圖

(5) 日本神奈川，導入水患防災預警系統

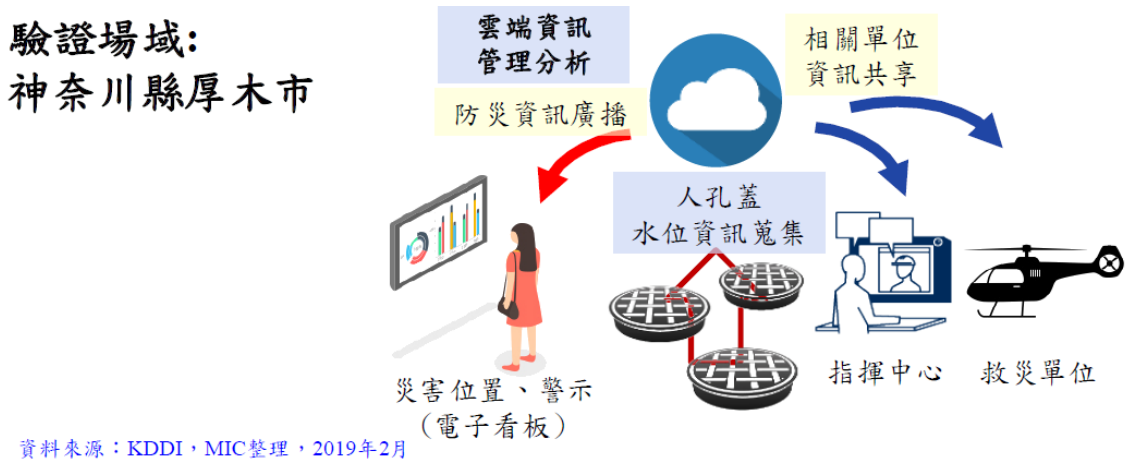
依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 8 所示，

表 8 日本神奈川應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
災害預警	水位偵測器、雷達偵測器、LoRa	市區道路	CMS

資料來源：本案自行製作

KDDI 與明電社於 2017 年 3 月在神奈川縣厚木市透過 LoRa 網路(低耗無線聯網(LPWAN)技術)，搭配人孔蓋上裝置的感測器，並透過 KDDI 的 LoRaPOCKit 將感測器蒐集到的下水道水位及降雨雷達等資訊回傳進行雲端分析，提供居民災害預警並作為政府因應急降雨等天災之決策基礎。



資料來源：MIC

圖 17 水患防災預警系統架構圖

(6) 自動化違規警示與治理

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 9 所示：

表 9 自動化違規警示與治理應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
自動化違規警示與治理	影像偵測器、有線網路、IPC	高速公路	政府相關單位伺服器

資料來源：本案自行製作

違規治理係指透過攝影及相關電子技術，來取代傳統的交通執法手段，進而降低交通事故碰撞，改善現有交通執法措施，目前美國、英國、中國……等先進國家皆使用先進科技進行自動化違規取締。

英國為例，為了有效降低事故發生率及人員的重大死傷率，英國交通管理部門針對高速公路速度的管控提出策略，其中包含了 SPECS 平均速率照相系統(SPECS Average Speed Camera Systems)中的平均速率執法系統(Average Speed Enforcement System)及可變速限(Variable Speed Limit)等二項技術，其 SPECS 之平均速率執法系統平均速率執法系統是由成對的攝影機及照相機所組成，通常使用於數公里的公路上，計算車輛通過該路段的平均速率，透過攝影機及照相機將通過該路段車輛的時間及速度紀錄下來，並使用自動車牌辨識系統(ANPR) 辨識車牌，利用兩個攝影機及照相機計算通過車輛的平均車速及通過所需時間，並透過網路或其他線路連接到後端執法單位，如果顯示有超速行為，警方則依據所拍攝之畫面及相關資料佐證，進行違規的取締告發，研究顯示

SPECS 之平均速率執法系統對於交通事故防制及速率控制有相當明顯之效果，使該區域因交通事故死亡或重傷的案件明顯下降。

資料來源：wikipedia

圖 18 SPECS 平均速率執法系統使用的攝影機及照相機

(7) 美國運輸部聯網車輛先導部署計劃，提供路況資訊多元服務

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 10 所示：

表 10 美國運輸部聯網車輛先導部署計劃應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
道路狀況提醒-速限、事件、道路封鎖	影像偵測器、DSRC、IPC	美國州際公路	車端裝置
施工區域示警			
前方車輛異常通知			

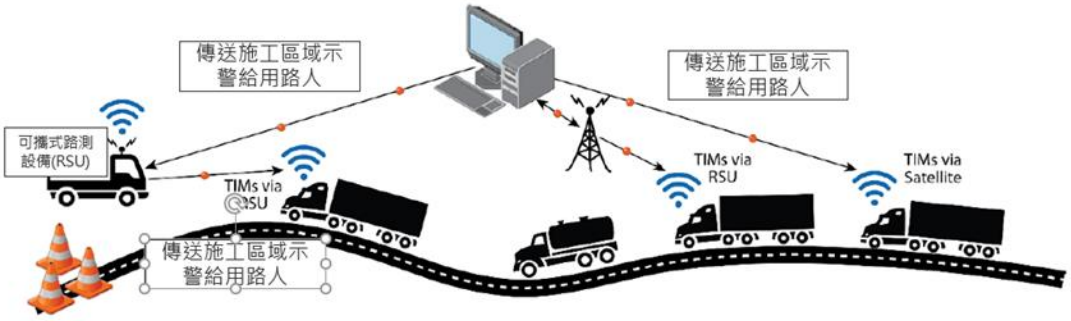
資料來源：本案自行製作

美國運輸部(USDOT)於 2015 年 9 月起至今，在懷俄明州執行聯網車輛先導部署計劃(Connected Vehicle Pilot Deployment Program)，使用基於專用短距離無線電信號(DSRC)的應用，利用車輛對基礎設施(V2I)通訊模式發展多元化服務。包括 Situational Awareness (道路狀況提醒-速限、事件、道路封鎖)，透過 RSU 通訊系統廣播道路狀況提醒訊息如速限、

事件、道路封鎖給用路人；Work Zone Warning (施工區域示警)，提供用路人有關道路前方工作區狀況的訊息，如障礙物、車道封閉、車道變換、減速或車輛進入/離開工作區；Distress Notification (前方車輛異常通知)，當車輛感測器檢測到可能需要他人幫助的事件或駕駛人自行通報車禍狀態時， RSU 可以接收和傳遞相關車禍事件給相關用路人。

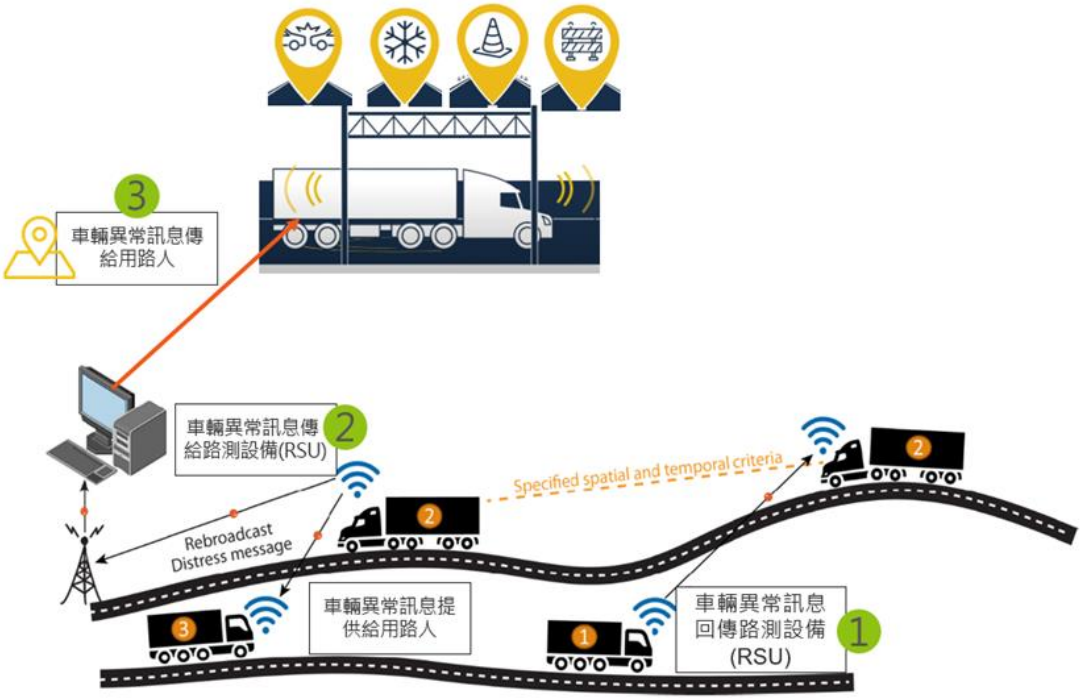
資料來源：本案自行製作、USDOT

圖 19 道路狀況提醒-速限、事件、道路封鎖情境示意圖



資料來源：本案自行製作、USDOT

圖 20 施工區域示警情境示意圖



資料來源：本案自行製作、USDOT

圖 21 前方車輛異常通知情境示意圖

(8) 美國亞特蘭大智慧廊道計畫，交通號誌 AI 管理系統提升號誌運作效率

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 11 所示：

表 11 美國亞特蘭大應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
路口號誌 AI 自適應調整	影像偵測器、雷達偵測器、有線網路、IPC、號誌	十字路口	車端裝置

資料來源：本案自行製作

亞特蘭大市於 2016 年 5 月提出智慧廊道計畫，並選定 Northside Drive 到 Freedom Parkway 之間路段，總長約 2.3 英里（3.7 公里），共 26 個十字路口，全方位提升 North Avenue 的交通號誌運作效率並改善交通情況。

該計畫運用軟體升級既有路口攝影機為交通感測器，降低硬體布建成本，同時導入號誌 AI 自動化，在不需提升車速下大幅縮短通行時間，

並提升交通號誌運作效率、改善交通情況，該計畫使用之 SURTRAC 交通號誌 AI 管理系統，運作流程如下：

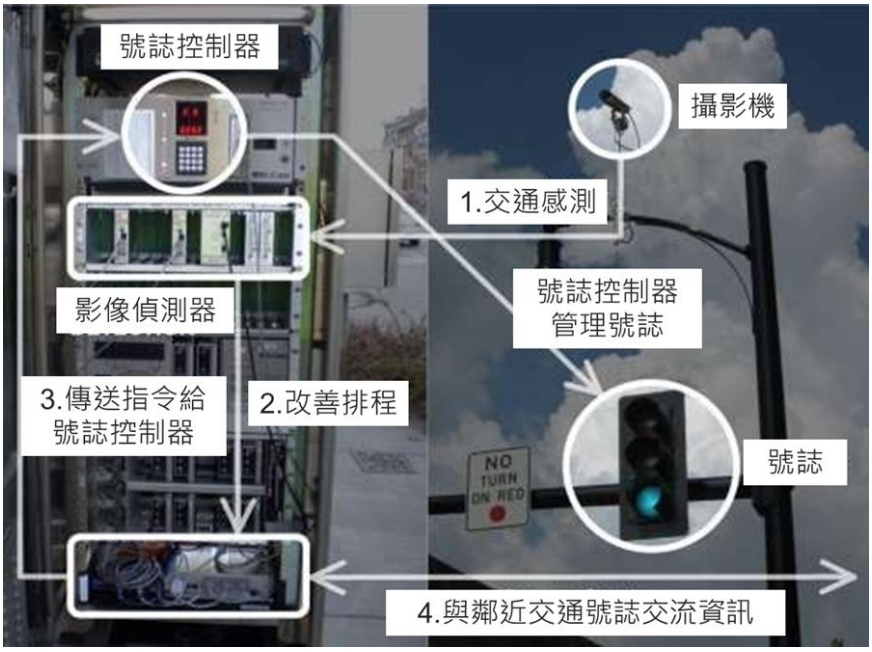
1. 透過計畫在路口上裝設的感測器（如攝影機或雷達偵測器）與 SmartTraffic-td 應用程式整合，即時掌握路況資訊。

2. SURTRAC 依據即時掌握的路況資訊，並透過內建的專利排程系統進行交通號誌最適化排程，讓各種交通運輸工具皆能在最短時間內通過路口。

3. SURTRAC 將根據排程傳送指令至調節器，協調出可執行的最佳路口通行方案。

4. 將上步驟的最佳路口通行方案與相關交通資訊分享給其他路口，通知下一個路口將有多少車流前往，以安排下個路口的最佳通行方案，形成一個能即時反應交通需求的自動化及統合化的號誌路網。

因該計畫導入之 SURTRAC 交通號誌 AI 管理系統，大幅提升了交通號誌運作效率、改善交通壅塞狀況、提升交通順暢程度。



資料來源：本案自行製作、SURTRAC

圖 22 SURTRAC 運作流程

(9) 日本推動 UTMS 新交通管理系統，導入號誌資訊支援與公車優先

日本的新交通管理系統 UTMS（Universal Traffic Management

Systems）與交通順暢相關的子系統如下：

(9.1) 活用號誌資訊駕駛支援系統 TSPS（Traffic Signal Prediction Systems）

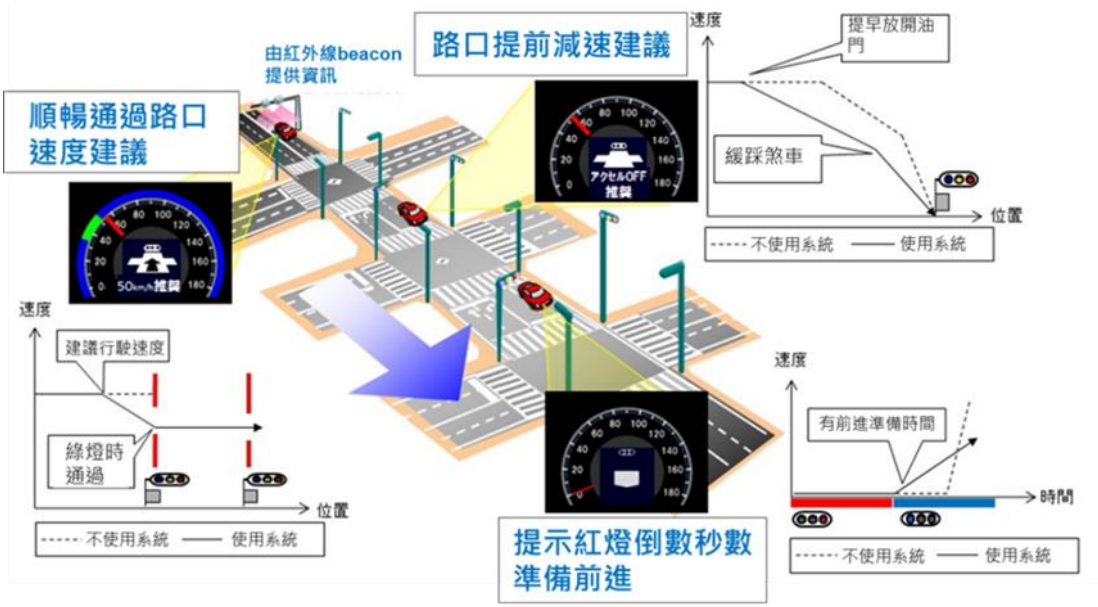
依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 12 所示：

表 12 日本活用號誌資訊駕駛支援系統 TSPS 應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
路口號誌資訊提供	紅外線偵測器、Beacon、號誌	十字路口	車端裝置

資料來源：本案自行製作

利用紅外線 Beacon，提前向駕駛傳送路口號誌資訊，讓車輛在十字路口順利通行的系統。Beacon 發送號誌資訊，配合車輛的位置和速度，再由車載機根據交通狀況和駕駛場景提供適當的速度和資訊。可以減少不需要的急加速或急減速，維持安全穩定的駕駛，並降低碳排放。



資料來源：日本警察廳

圖 23 TSPS 系統功能示意圖

(9.2) 公車優先系統 PTPS（Public Transportation Priority Systems）

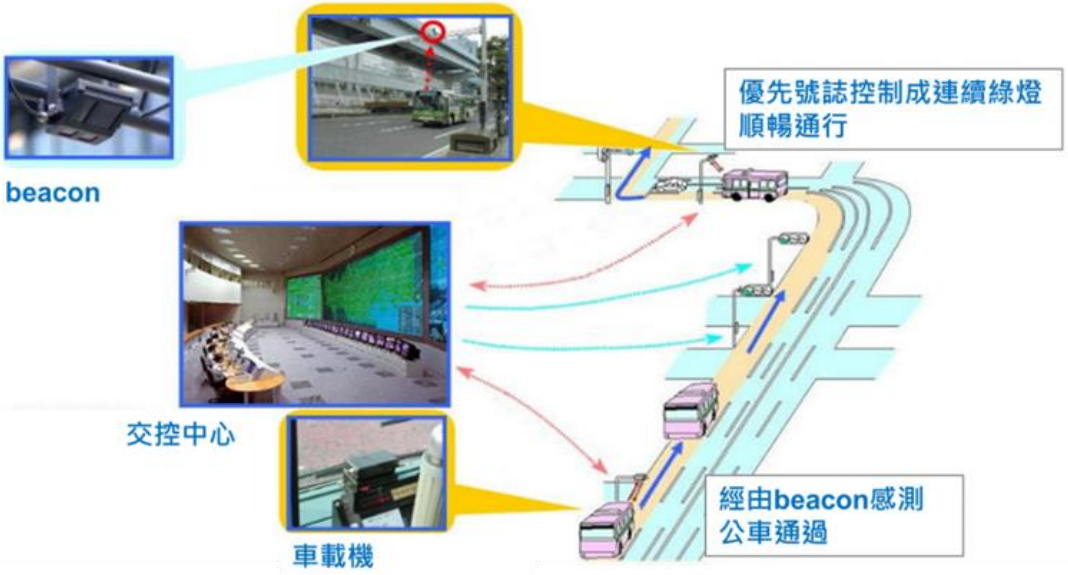
依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 13 所示：

表 13 公車優先系統應用案例統整

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
公車優先通行	紅外線偵測器、beacon、號誌	市區道路	車端裝置

資料來源：本案自行製作

此系統帶給交通多項益處包括提高用戶便利性、推廣使用大眾公共交通工具、確保公車準時營運、減少在公車專用道內違規、確保公車從公車站匯入主車道時之行車安全，然而利用智慧號控，縮短紅燈時間，讓行駛在專用道上的公車優先通行，改善公共交通。



資料來源：日本警察廳

圖 24 PTPS 系統功能示意圖

(10) 日本透過 ETC2.0 實驗 MaaS 應用

依據道路週邊設施、環境條件、服務對象統整應用案例如表 14 所示：

表 14 日本 ETC2.0 應用案例統整

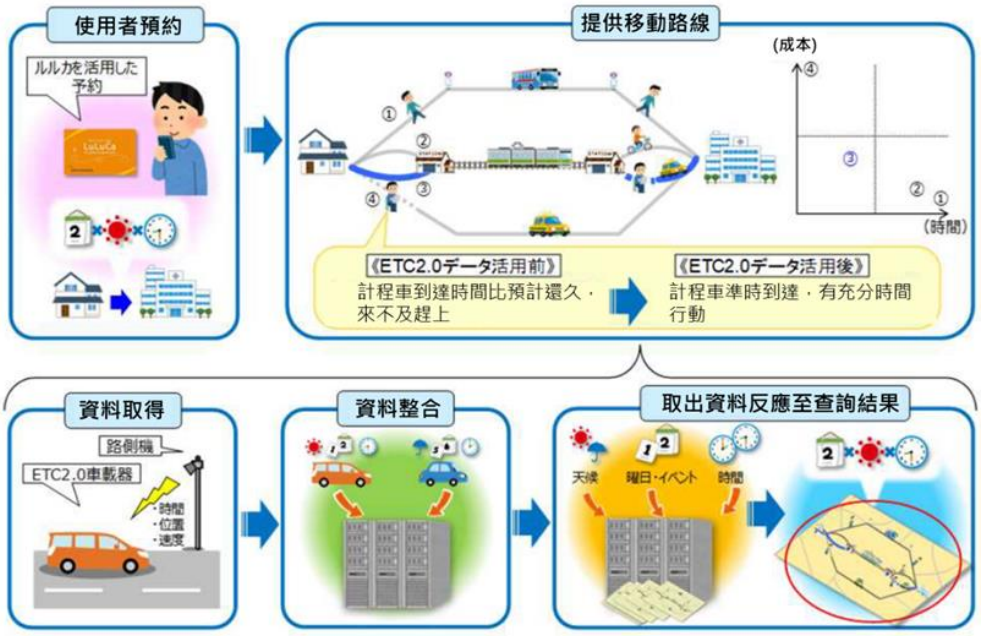
應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
MaaS 應用	ITS 路側機、DSRC	市區道路	可攜式行動裝置

資料來源：本案自行製作

靜岡市是位於日本中部，人口約 70 萬人的中型都市。由於邁向高齡化社會，人口減少，公共運輸的使用者也隨之降低，增加了維運的負擔、司機人手不足，同時也要面對高齡者駕駛事故的增加，及老年人移動的需求。

為提供人人都能簡單利用的新型交通服務，日本國土交通省與靜岡國道事務局合作，實施「靜岡 MaaS 計畫」，使用最新 ICT、AI 等技術，於 2019 年 11 月 1 日至 11 月 30 日進行場域實證。在每日 8:00～21:00，實施 AI 共享計程車，提供鐵路、公車、計程車等不同交通工具合作的交通服務，並驗證服務的接受性與商業化可能性。

「靜岡 MaaS 計畫」主要從路側設備取得裝載 ETC2.0 車載機之資料，將 ETC2.0 資料輸入 SAVS（Smart Access Vehicle Service）共乘即時派車系統，在預約 AI 共享計程車時，提供路線、所需時間等資訊，如下圖所示。



資料來源：靜岡國道事務所、本案自行製作

圖 25 ETC2.0 資料用於 MaaS 示意圖

本小節盤點之智慧道路應用相關服務的道路週邊設施、環境條件、與資訊服務裝置，結合本案對智慧道路定義之核心重點，協助團隊釐清智慧道路之服務來自於道路設施之資料蒐集、運算與提供給用路人概念，其中案例如 DSRC、影像偵測器、環境監測器、Beacon、紅外線偵測器、號誌控制器、IPC 等道路週邊設施進行感知、運算、傳輸，並針對市區道路、十字路口、高速公路等環境條件提供智慧道路應用服務，依據不

同應用服務將感知、運算結果傳輸至車端裝置、CMS、可攜式行動裝置、政府相關單位伺服器…等資訊服務裝置，促使智慧道路服務對內可進行交通治理、對外則服務用路人。

2.1.2 我國智慧道路應用發展現況

我國交通部自 106 年起推動第一期「智慧運輸系統發展建設計畫」(106-109 年)，以打造出門安全、行車順暢、旅行無縫、交通共享及環境永續的智慧交通環境。配合 5G、人工智慧（AI）、大數據、邊緣運算等新興科技應用於交通，讓交通服務更貼近人民需求的發展趨勢，自 110 年起再推出第二期「智慧運輸系統發展建設計畫」(110-113 年)，將挹注近 43 億元升級運輸服務並帶動交通產業生機。台灣此刻正結合產業優勢、展現技術能量全面推進各項智慧交通應用服務，以下列舉國內與智慧道路相關之服務案例進行說明：

(1) 智慧公路動態圖資更新

道路數位化是智慧道路的基礎，透過人工智慧技術與高精地圖製圖技術能加速建置以成功推動智慧道路基礎建設相關應用。政部地政司在 110 年與交通部公路總局合作，導入「智慧電動巴士 DMIT 方案－智慧公路創新移動服務營造」計畫執行「智慧自駕公路計畫運用高精地圖與 AI 辨識技術發展工作案」。辦理公路設施自動化辨識變異偵測與屬性分析、高精地圖圖資測製應用服務及功能實證等工作，利用 AI 分析道路服務性能與生命週期，讓道路延長使用年限，優化設備的維護管理品質，強化公路整體維護與管理能量，希望能提供更優質的行車安全環境，同時加速無人載具數位場域建構。以人工智慧與高精地圖的技術導入之道路資產管理也能實現智慧道路應用服務更多的可能性，並提早建構未來自駕車行駛公路所需之環境。

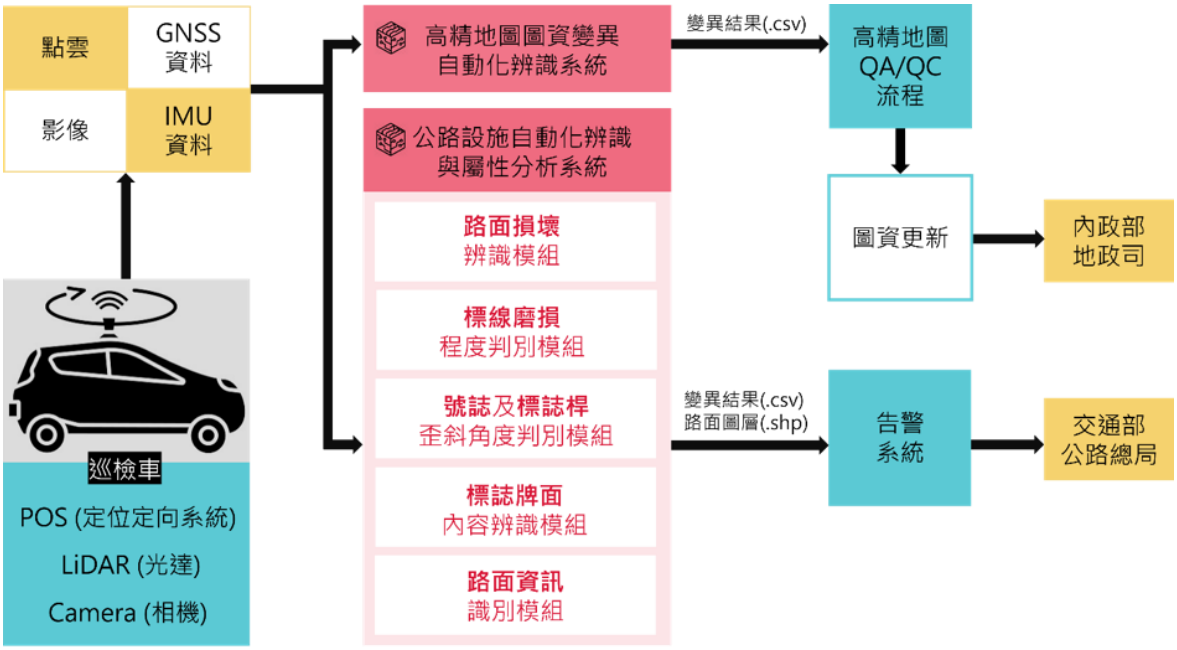
表 15 公路設施自動化辨識、變異偵測與屬性分析應用案例

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
公路設施自動化辨識、變異偵測與屬性分析	號誌、標誌、標線	省道、市區道路	主管機關的資料伺服器

資料來源：本案自行製作

目前交通部公路總局省道標誌、標線及號誌等交通工程設施

僅由人工定期巡視檢查，除明顯損壞及缺漏以外，其餘皆以目測方式判定是否汰換或維修，且標誌標線號誌數量龐大，易有維護上之疏漏。為此，地政司委託成功大學研發團隊，開發公路設施自動化辨識與屬性分析技術，目標透過巡檢車平日運行於高精地圖測試場域巡檢，或經由公路客運固定路線營運時，利用車上搭載定位定向系統（POS）、光達（LiDAR）及環景相機（Camera）蒐集道路環境空間特徵資料，並將資料回傳至雲端進行變異比對，自動更新資料庫以自動化影像辨識系統判定設施是否達重設及維修標準，並自動顯示示警功能，有效管理標誌、標線及號誌等設施現況。



資料來源：成大高精地圖中心

圖 26 高精地圖變異公路與設施自動化辨識技術功能實證流程圖

「智慧自動公路創新移動服務營造」計畫的另一工作項目為建立「公路交通標誌標線號誌管理系統」，主要為建置公路交通標誌標線號誌管理系統圖台，提供公路總局介接內政部地政司雲端資料內容，以隨時瞭解標誌標線異動情形，有效管理標誌、標線及號誌等設施現況。系統並提供交通設施修復、更換或損壞之告警與通知服務。

(2) 整合式智慧型交通控制

目前在臺北、桃園、臺中等交通流量較大之市區道路進行號誌最佳化之測試。

表 16 整合式智慧型交通控制統整表

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
路口號誌動態調整	VD、攝影機、	市區道路路	號誌

路口號誌最佳化 次要道路感應性號誌	eTag	廊	

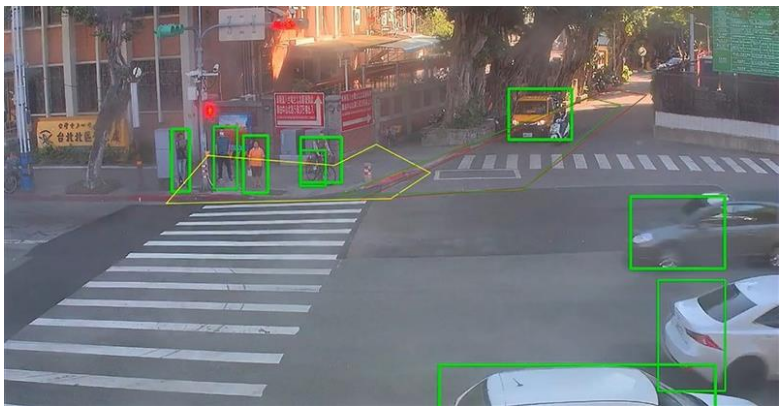
資料來源：本案自行製作

藉由車輛監測器、車流影像辨識、eTag 讀寫器等路側設備收集即時流量，透過智慧運算以進行號誌最佳化調整之智慧道路服務，達到減少路口延滯，進而提升運輸效率之目的。如在台北內科、南軟及基隆路、桃園大園、新竹竹科、台中水湳等處推動的動態號誌，透過智慧影像攝影機可即時監控流量及停等車隊，配合時段、路口間距、車流量等變化，立即動態調整路口紅綠燈，縮短其整體塞車時間。

資料來源：本案自行製作

圖 27 臺中中清經貿七路口智慧化動態號誌系統

部分地區如台北市區道路亦於路口設置感應性號誌於次要道路，其運用流量偵測器及智慧影像攝影機蒐集即時流量及停等車隊長度資料，動態調配幹道與支道的紅、綠燈時間，並藉此做出路口淨空區，提升綠燈時的車流效率，若支道無人車，幹道會持續綠燈；若支道有行人或行車，則會開啟最短綠燈秒數，不僅減少路口夜間時段幹道車輛空等率，也縮短幹道旅行時間，以提升整體路網運輸效能。



資料來源：本案自行製作

圖 28 臺北智慧化感應性號誌系統

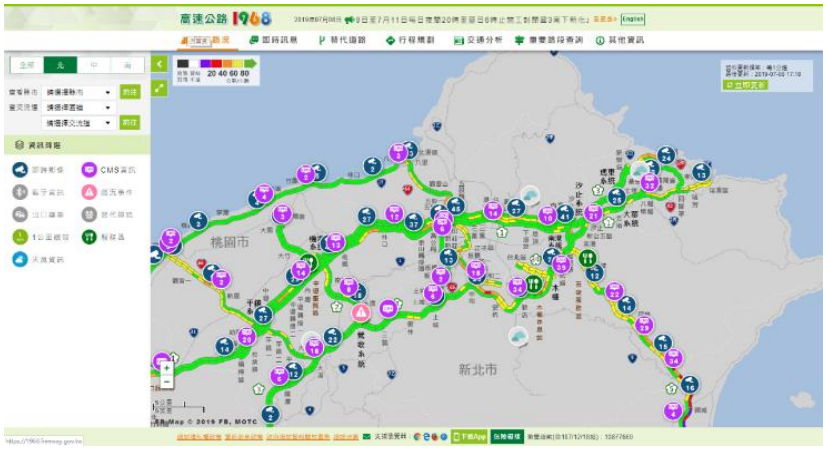
(3) 交通路況及事件資訊服務

表 17 交通路況及事件資訊服務統整表

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
道路狀況提醒-速限、事件、道路封鎖	VD、ETC	高快速公路	CMS、RGS、RTS
旅行時間預測			

資料來源：本案自行製作

高公局與公路總局藉由交控系統透過路側設備自動蒐集之交通即時資料，經中央主電腦處理分析，除輸出至於高速公路交流道出口、隧道入口、收費站前方，入口匝道前之地方道路上，及服務區設置資訊之可變標誌等資訊顯示子系統顯示路況資訊外，也藉由如高速公路 1968 網頁以及 App 等公眾網路提供用路人即時查詢國道及快速公路通車路段之平均車速、壅塞狀況及交通管制、道路狀態、施工路段等各項資訊外，亦可供用路人查詢國道及快速公路通車路段即時路況影像。



資料來源：高公局

圖 29 高速公路 1968 網頁之路況資訊

資料來源：高公局

圖 30 高速公路 1968 App 之路況資訊與路況影像

除提供即時路況資訊外，高公局亦藉由融合車輛偵測器(VD)、電子收費系統旅行時間與歷史旅行時間資料等進行資料以預測旅行時間，並透過資訊可變標誌(CMS)、路徑導引標誌(RGS)與路徑比較旅行時間標誌(RTS)等顯示設備提供用路人旅行時間預估資訊，目前高公局業已普設電子收費系統 ETC 資料及布建 e-Tag Reader 進行旅行時間資料蒐集，作為預測旅行時間計算及校估之用，以提升旅行時間估計之準確度。

路徑導引標誌(RGS)　資訊可變標誌(CMS)

路徑比較旅行時間標誌(RTS)

資料來源：本案自行製作、高公局

圖 31 高公局旅行時間預估顯示設備

(4) 行人/物體偵測及警示服務與車輛防碰撞安全服務

目前在臺北、新北、桃園、臺中、高雄等五都皆有提供用路安全相關之智慧道路服務，於危險易肇事路口建置如行人路口防護、車輛及大眾運輸工具行車安全預警等系統，達到安全防撞效果，亦奠定自動駕駛發展基礎，提高自動駕駛車輛路口安全。

表 18 車輛防碰撞安全服務統整表

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
行人/動物穿越路口警示	雷達、光達、DSRC	市區道路	CMS、車端裝置
路口行人警示			
路口來車警示			

資料來源：本案自行製作

以 iRoadSafe 為例，智慧道路安全警示系統，實際運用整合通訊、感測器與交通號誌、設施等資訊，經由防碰撞演算法，開發預測人、車、物件軌跡並發出警訊的道路安全解決方案。透過在路口裝設的感測器如雷達、光達等感測器偵測人車物資訊，通過車載短距無線通訊技術(DSRC)，讓車對車、車對路直接通訊，破除視覺盲點障礙、並透過電子看板，提醒用路人達到安全防撞效果。雖然現行汽車已可透過汽車雷達偵測是否前方有物件進行煞車警示，但汽車雷達在路口常因建築物或其他車輛造成偵測盲點，此時則靠路上的雷達或光達感測器居高臨下偵測路口動態，破除視覺盲點障礙，以擴增駕駛者的可防護範圍，進而維護交通安全。

資料來源：工研院

圖 32 高雄凱旋路輕軌安全防護系統

資料來源：工研院

圖 33 臺北仁愛路行人安全防護系統

台灣機車密度為全球之冠，卻也因機車體積較小，容易陷入大型車死角；且騎乘者沒有任何外層保護，只要發生意外容易造成傷亡。交通部發展「智慧機車安全警示系統」計畫，結合大數據與 AI，搭配道路建置智慧路側柱 RSU(Roadside Unit)，擁有 RFID 雷達雙模感測、LED 資訊可變標誌、Wi-Fi 連結功能三大特點，攝影機可偵測車輛行駛狀況，即時透過 RSU 給予路況警示，降低車禍發生的風險。另亦強化主動式 RFID，在機車內安裝輕巧的智慧機車發報器 OBU(On-Board-Unit)，提供 GPS 位置及方向，內置的 G-Sensor 感應器可偵測傾倒及碰撞，也可以大量蒐集機車的速率及機車軌跡，再將數據進行比較分析，得到各路況的駕駛行為，以作為交通改善的參考依據。

表 19 智慧機車安全警示系統統整表

應用案例	道路週邊設施	環境條件	資訊服務裝置
路口來車警示 機車行駛數據蒐集	IP Cam.、雷達、RFID	市區道路	CMS、車端裝置

資料來源：本案自行製作

資料來源：交通部科顧室，本案自行製作

圖 34 智慧機車安全警示系統

(5) 氣象偵測與災害警示服務

目前公路總局為防止蘇花公路部分路段之大小落石威脅道路安全，於花蓮縣舊蘇花公路(台 9 丁線)蘇澳至東澳、東澳至南澳路段設置落石告警系統，透過攔石防護網及偵測設施，提早發布落石預警。該告警系統由兩道攔截網及紅外線遮斷設備組成，小型落石可透過兩道攔截網防護，每道防線都有感測器偵測落石，若落石遮

蔽紅外線感測器，系統就會立即提出警告，管理單位即可提高警覺並派員前往視察，以維護該區域交通安全。

此外，公路總局因西濱快速道路苗栗路段常有濃霧出現，因此公路總局與氣象局合作，自 111 年開始，將在台 61 線全線以平均密度 8-10 公里建置天候偵測器設備。高公局亦為維護用路人行駛安全，自 106 年起與氣象局合作，於國道沿線每 5 至 10 公里處設置風雨霧氣候偵測站，包括雨量偵測器 79 座、風力偵測器 74 座、濃霧偵測器 36 座，並將資訊顯示於 CMS 上，以示警用路人留意特殊路況，以提醒用路人提高警覺，進而維護道路安全。

表 20 氣象偵測與災害警示服務系統整表

應用案例	道路週邊設施	環境條件	服務對象
道路狀況示警-強風、暴雨、濃霧、落石	環境偵測器、DSRC	高、快速公路	CMS、車端裝置

資料來源：本案自行製作

資料來源：高公局、公路總局

圖 35 高公局風雨霧偵測站與公路總局天然災害警示平臺

2.1.3 我國智慧道路應用服務類型

上一個小節介紹我國近年來發展之智慧道路應用服務，為了釐清我國智慧道路服務發展概況、各地方政府與用路人需求，以及應用服務發展涉及之智慧化元素，為之後設計智慧道路應用服務分級、規劃推動藍圖方向，本小節將歸納我國智慧道路應用服務類型。

依據台灣 ITS 十年發展藍圖定義 Taiwan ITS 的服務發展主軸共有「Seamless 交通無縫」、「Sharing 資訊分享」、「Safe 用路安全」、「Smooth 交通順暢」等四大主軸如表 21

表 21 我國智慧交通 4S 服務發展主軸

服務類型	服務內容描述
交通順暢 Smooth	建立都會區與城際走廊智慧型整合交通控制與管理系統，如即時動態路徑規劃及導航服務、整合式智慧型交通控制系統等
用路安全 Safe	建立交通事故及緊急事件反應系統，如災害通知與應變資訊平台服務、車輛駕駛安全輔助系統
資訊分享 Sharing	建立全國即時交通資訊服務中心，如整合是路邊停車格與停車場即時資訊服務、交通路況及事件資訊多元管道蒐集與通報服務等
交通無縫 Seamless	建立大眾運輸無縫接駁管理系統，如多卡通及交通票證系統多元應用服務、電子收費系統及多元應用服務等

資料來源：台灣 ITS 十年發展藍圖

在本案智慧道路定義「以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的」中，服務均來自於資訊分享過程，而交通無縫屬於大眾運輸跨運具無縫整合服務，與智慧道路相關性較低，因此本團隊利用「台灣 ITS 十年計畫」中已盤點歸納之「交通順暢」與「用路安全」兩大面向中與智慧道路相關之應用服務，以及近年我國正在發展、實施或進行實驗測試之智慧道路應用服務。彙整我國智慧道路八大類型，並列舉每一種類型中相關的應用服務，見表 22：

表 22 我國智慧道路應用服務八大類型表

#		應用服務種類	相關應用	
1	順暢	交通路況及事件資訊服務	內部業務數位治理	●感知設備(如 VD、EVP、影像辨識)即時監控道路交通流量，用以設計號誌時制、匝道儀控或加派警力疏導車流。 ●透過感知設備監控路況、事故、施工、活動...等，協助相關單位管理道路，排除異常狀況如：壅塞、事故。
			對外交通資訊服務	●用路人因道路主管機關管制措施而可順暢通行，或透過廣播、網路等管道接收路況資訊。(非主動發送資訊給用路人) ●用路人透過 CMS、車機、隧道即時廣播...等服務裝置，接收路況資訊與行車建議、改道、減速、旅行時間等。
2	順暢	整合式智慧型交通控制服務	內部業務數位治理	●感知設備偵測交通資訊並進行反應式或適應性號誌連鎖控制，即時調整支道燈號秒數，或可支援跨機關之交通協同管理與服務需求，提升支道人流與車流通過路口之效率。

#		應用服務種類	相關應用	
			對外交通資訊服務	●用路人因號誌連鎖控制措施而可順暢於綠燈路口通行。 ●感知設備與車上裝置系統連線，依據行車速度、下一個路口距離與號誌變換燈號時間，做為減速慢行或加速通過之判斷準則。 ●感知設備偵測或連線緊急車輛或公車等優先車輛，連動號誌變換燈號以優先通行。 ●感知設備偵測行人於斑馬線連動號誌延長燈號秒數。
3	安全	車輛防碰撞安全服務	內部業務數位治理	●協助路權機關降低車禍事故發生。
			對外交通資訊服務	●感知設備偵測車輛，分析其速度、位置等有碰撞風險，即時提供用路人危險警示。
4	安全	行人/物體偵測及警示服務	內部業務數位治理	●保護行人與動物，降低交通事故發生。 ●感知設備偵測不明物體如散落物，聯繫應變單位排除。
			對外交通資訊服務	●感知設備偵測來車，並警告行人、動物閃避。 ●透過 CMS、車機等服務裝置，即時接收有行人、動物穿越或是有不明物體散落於道路之資訊
5	安全	違規警示與治理服務	內部業務數位治理	●感知設備偵測危險或違規用路行為，如：超速、車距過近、大型車超重、逆向、闖紅燈等，協助相關單位治理交通
			對外交通資訊服務	●感知設備偵測用路人危險或違規用路行為，並發出告警資訊提醒
6	順暢	停車格/停車場即時資訊服務	內部業務數位治理	●透過感知設備偵測，掌握車格服務狀況、使用率，以理解用路人需求或調整費率
			對外交通資訊服務	●供用路人上網查詢停車格位置、費用、預約等服務，以減少巡繞(非主動發送資訊給用路人) ●感知設備偵測之停車資訊，以 CMS 或車機等裝置提供給用路人。
7	順暢	道路電子收費服務	內部業務數位治理	●路側設備自動化收取過路費，避免車輛減速、滯留於收費站前。 ●使路權機關可採里程計費。 ●協助相關單位檢討通行費率。
			對外交通資訊服務	●用路人至網站查詢道路費率資訊、電子收取費用(非主動發送資訊給用路人)
8	安全	氣象偵測與災害警示服務	內部業務數位治理	●自動監控道路環境，即時偵測環境異常或危險，如：暴雨、濃霧、邊坡滑落等路況，以利即時搶修、封閉道路與發布資訊
			對外交通資訊服務	●用路人透過廣播、網路等多元管道接收告警資訊(非主動發送資訊給用路人) ●用路人透過 CMS、車機、隧道即時廣播…等服務裝置，即時接收告警資訊，如：改道、減速等

資料來源：本案自行製作

1. 交通路況及事件資訊服務

交通路況及事件資訊服務主要是利用路段或路口的感測設備(如 VD、EVP、影像辨識)進行道路交通狀況監測，並且透過技術運算車流量、識別路況事件，提供如路況監控、路徑導引、事件偵

測、匝道儀控、用路人資訊等應用服務。用路人可因道路主管機關管制措施而可順暢通行，或透過廣播、網路等管道接收路況資訊。也可透過 CMS、車機、隧道即時廣播...等服務裝置，即時接收路況資訊與行車建議。

2. 整合式智慧型交通控制服務

整合式智慧型交通控制服務是整合分析各種即時與歷史道路交通流量資料，進行智慧化交通控制與最佳化管理；或以感知設備偵測交通資訊並進行動態號誌連鎖控制，即時調整支道燈號秒數，以提升支道人流與車流通過路口之效率。相關應用服務如聯網車、自駕車車上裝置與號誌系統連線，依據號誌變換燈號時間調整行車速度；或緊急車輛或公車等優先車輛，連動號誌變換燈號以優先通行；或弱勢用路人於斑馬線連動號誌延長燈號秒數等服務。

3. 車輛防碰撞安全服務

車輛防碰撞安全服務是透過不同感測器(如：雷達、影像感測器等)由 RSU 收取車載資訊，取得各方向車輛位置、速度等資訊，匯集資訊經分析處理後，得以預先警告用路人潛在碰撞風險，讓駕駛人可提早採取因應措施，降低交通意外發生風險，相關應用如：路口防碰撞警示服務、內輪差告警服務、追撞服務...等

4. 行人/物體偵測及警示服務

行人/物體偵測及警示服務主要是利用感應與警示裝置等路側設備，偵測行人、動物穿越道路，或散落於路面之不明物體，並透過 RSU 傳送，提醒警示駕駛人禮讓道路弱勢群體、提早避險。例如：行人穿越警示、路殺預警系統...等。

5. 違規警示與治理服務

違規警示與治理服務則是透過路側設備來偵測用路人如超速、闖紅燈、逆向等危險駕駛行為，並藉由 CMS、車端告警系統等載具來警示用路人其不當駕駛行為。若其危險駕駛行為以達違法標準，可通報執法單位協助更快速且有效率地進行取締。違規警示與治理服務相關應用案例如違停、測速、超高、自動地磅超載監控系統等應用。

6. 停車格/停車場即時資訊服務

停車格/停車場即時資訊服務是透過感知設備偵測，掌握車格服務狀況、使用率，以理解用路人需求或調整費率，也可提供用路人當地路邊停車格與停車場空位之導引、預約服務；或以 CMS 或

車機等裝置提供給用路人，以減少巡繞。

7. 道路電子收費服務

電子收費服務則是使用 eTag 等路側設備偵測車輛並採用電子收費服務。通過安裝在車輛上的車載器與安裝在道路兩旁的天線之間的無線通信設備進行信息交換、繳納相應行駛區間的通行費。避免車輛減速、滯留於收費站前，並使路權機關可自動化採里程計費，協助相關單位檢討通行費率等服務。

8. 氣象偵測與災害警示服務

氣象偵測與災害警示服務為透過路側設備或平臺資訊來監察與偵測濃霧、邊坡滑動等因天候或地質因素危害行車安全等道路環境狀況，並藉由 CMS、RGS 等號誌傳送，警示用路人注意前方特殊狀況並提供小心駕駛或減速慢行等建議，以維護其行車安全；如於山區道路進行邊坡滑動、濃霧偵測與告警服務...等。

本節介紹我國智慧道路相關應用案例，並歸納智慧道路八大應用服務類型，藉由盤點我國智慧道路數位發展現況，提供智慧道路應用服務分級脈絡與元素，並提供我國智慧道路藍圖推動之發展策略與方向。

2.2 智慧道路與車聯網關聯性及標準發展趨勢

車輛不管是自駕車或是一般車輛，運用感測、通訊、軟體技術掌握車子周圍的各種狀況，偵測範圍以外的危險，在最短時間內協助車輛反應，進而提高行車安全。智慧道路正是延伸聯網車輛偵測範圍的重要基礎設施，聯網則是車與外界溝通協調的必要能力，車聯網與道路路側設備的聯網標準，目前都是採用國際上的通訊標準，以下先就目前車聯網簡單介紹，接著針對通訊/應用/資安等標準進行盤點，再彙整智慧道路聯網之趨勢與進行中之相關標準。

2.2.1 車聯網簡介

通訊晶片大廠高通針對車聯網通訊列出了四個大項，V2V (Vehicle to Vehicle) 車對車，V2P(Vehicle to Pedestrian) 車對人，V2N(Vehicle to Network)車對路網，V2I(Vehicle to Infrastructure)車對基礎設施。廣義來講就是 V2X 車聯網，就是可以延伸車輛對其他週邊感測範圍的一切設施。V2V 可以是避免車輛碰撞的安全應用，V2P 則是強化對行人或自行車的安全警示，V2N 則是車對交通路網或雲的應用。V2I 則是車對路側

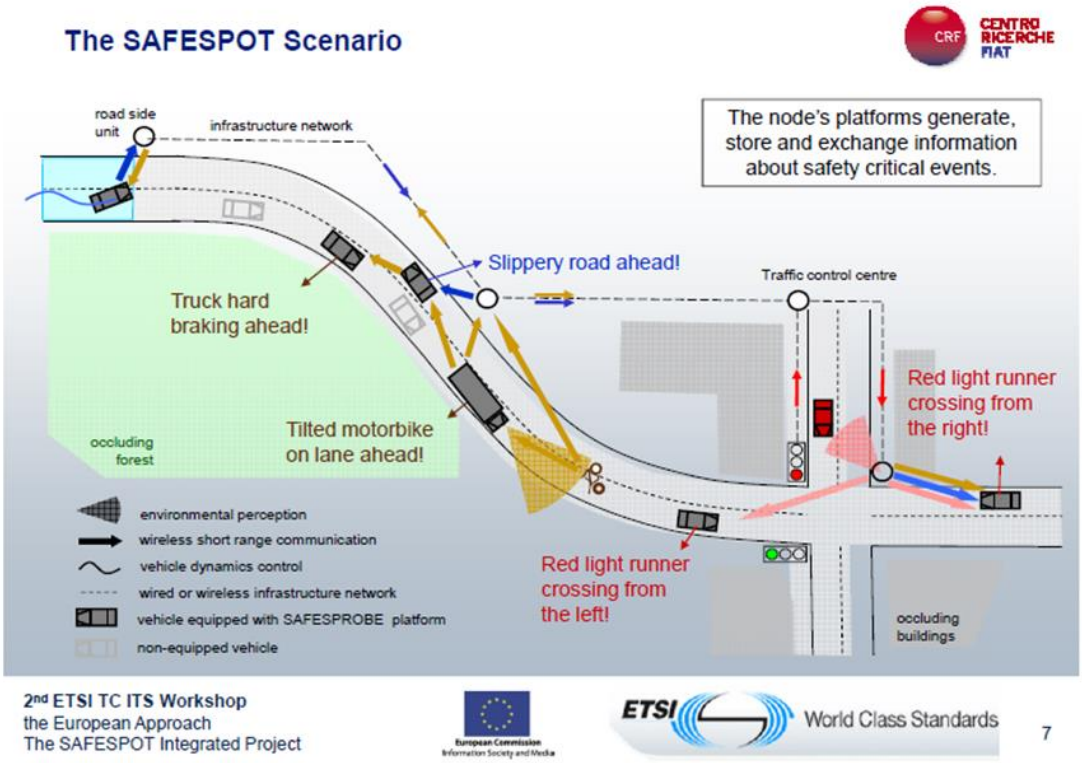
的感測設施資料、交通號誌的時相或優先應用等。這一切應用都是建構在車聯網的標準之上。

資料來源：高通

圖 36 車聯網四大通訊應用

美國運輸部(USDOT)的聯網車輛部署計劃雖以 DSRC 技術進行大規模的試點示範。但 FCC 認為近年 3GPP C-V2X(Cellular Vehicle-to-Everything)技術崛起，不管於美國國內或是國際上皆被視為未來主要應用技術，美國將 C-V2X 作為安全運輸相關及車輛通訊的技術標準。汽車大廠凱迪拉克 Cadillac 2017 式 CTS 也配備了 V2V 通訊技術，將車輛的位置、速度、方向以及路況資訊在約 300 公尺的距離內分享。除了從政府部門立法推動車載配備外，各大車廠也積極推動可提供主動式安全車載配備。

歐洲以主動式交通管理為主要特徵的 EasyWay 專案和協同式智慧運輸系統(C-ITS，Cooperative ITS)。C-ITS 戰略主要面向是車車 V2V/車路 V2I 合作，開展技術、標準和試驗驗證。合作式智慧交通系統(C-ITS)屬於交通管理系統的一環，透過廣播方式來得知最新路況，再利用感知驅動(Awareness Driving)、行駛感應(Sensing Driving)、協同駕駛(Cooperative Driving)模式做訊息交換，發展路口側撞通知、緊急車輛通知…等等應用，利用專用短距離無線通訊結合行駛中的各個車輛，再透過 RSU 長距離無線通訊與交通控制中心基礎設施整合，透過 RSU 回報的路上車輛偵測到之即時路況，並將此資訊回傳報給交通合作管理系統(T-CMS)。



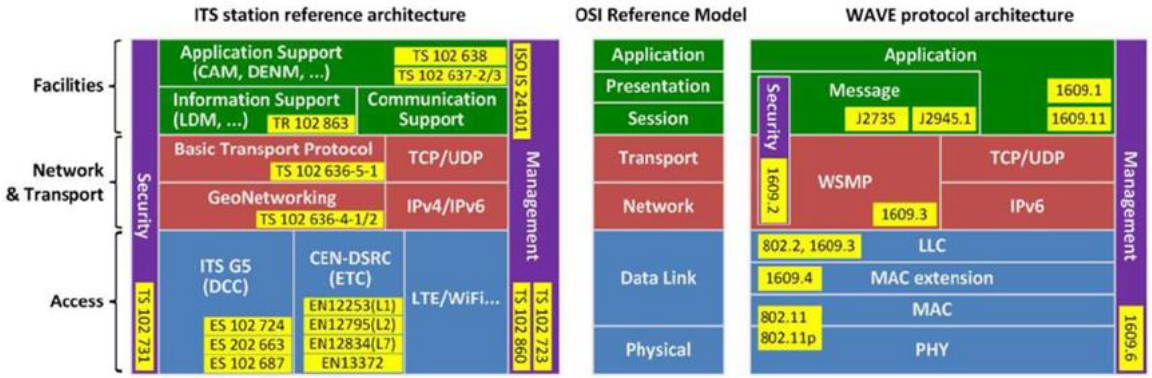
資料來源：SAFESPOT

圖 37 VIVO SAFESPOT Scenario

日本在 760MHz 頻段的 DSRC 運作經營已久，從 2015 年開運作車對車通訊。2020 開始也針對國際上 5.9GHz 頻段的 C-V2X 標準與應用開始進行研究與測試。從 ARIB STD T75 (運輸資訊與控制系統之 DSRC)到 ARIB T88 (DSRC 應用子層)，T109 (700MHz 智慧運輸系統)，T110 (DSRC 基本應用介面)底層的通訊協定制定並準備與國際接軌，上層應用則是日本國內自定。另外也在交通號誌的自動控制上開始進行小規模實驗測試。藉由 5G 連線設備開始整合重點區域路側設備紅綠燈的號誌控制，如觀光區，人口稠密區，高速公路匝道等。

2.2.2 車聯網國際標準盤點

(一) 車聯網通訊標準



資料來源：IEEE & ETSI、運研所整理

圖 38 歐美 CITS 通訊堆疊

車聯網的標準制定在專用短距通訊基礎上目前有兩大，一為美國電子電機工程協會 IEEE，採用 802.11p 的 WAVE(Wireless Access in the Vehicular Environment)車載無線通訊底層，IEEE1609 針對電子收費專用短距通訊 DSRC(Dedicated Short Range Communications)。如圖 38 右方架構。

另一為歐盟採 3GPP Rel.14 所定義之 PC5- Interface 為通訊底層，推動的 C-V2X(Cellular Vehicle-to-Everything) 蜂巢式車聯網。如圖 38 左方架構。在此專用短距通訊架構之上，兩方在應用服務與通訊安全的強化，也都有個別的工作小組來加強。

下表為國際聯網標準在特性上的差異：

表 23 國際聯網標準特性比較

技術	標準	傳輸範圍	延遲時間	最高車速
DSRC	**IEEE 802.11p**	300~500m	<50ms	200km/h
DSRC-NGV	**IEEE 802.11bd**	300~500m	<10ms	500km/h
LTE-V2X	**3GPP Rel14**	500~600m	<15ms	250km/h
eV2X	**3GPP Rel15**	1000m	<15ms	500km/h
NR-V2X	**3GPP Rel16**	1000m	<1ms	500km/h

資料來源：新通訊，蕭鴻凱

(二) 車聯網應用標準

歐盟於 1991 年成立技術委員會(TC)，歐盟技術委員會 CEN/TC 278 (Road transport and traffic telematics)針對非特定應用的共通規格與專業術語、特定領域的應用、定義資料交換和座標參照的共通解決方案通訊技術與介面相關的技術。

國際標準化組織(ISO)於 1992 年成立與智慧型運輸系統相關的 TC 204 針對 ITS 架構，資料庫，電子收費，車隊管理，公共運輸…等等分出 19 個 Work Groups。

歐洲電信 ETSI 協會成立 5 個 Work Groups。其中 ETSI WG1 多為上層應用服務之通訊格式與測試架構的定義，此處不盤點測試相關標準，僅列出與智慧道路應用服務有關並可供參考之標準。其中為多數應用所參照之標準為 EN 302 637-2 CAM 協作感知訊息，主要為定期回報車輛軌跡號誌相關訊息。EN 302 637-3 DENM 分散式環境訊息為有危險事件觸發後回報事件相關訊息，此兩份標準為多數應用之基礎訊息框架。另一主要標準則為保護弱勢用路人相關應用之標準 TR 103 300。

表 24 ETSI WG1 正在進行中的標準文號

標準文件號	名稱	版本 日期
ETSI EN 302 637-3	Intelligent Transport Systems (ITS); Basic Set of Applications; Part 3: Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic Service	V1.3.0 (2018-08)
ETSI EN 302 637-2	Intelligent Transport Systems (ITS); Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service	V1.4.0 (2018-08)
ETSI TS 103 324	Collective Perception Service	
ETSI TR 103 300-1	Vulnerable Road Users (VRU) awareness; Part 1: Use Cases definition	
ETSI TS 103 300-2	Vulnerable Road Users (VRU) awareness; Part 2: Functional Architecture and Requirements definition	

標準文件號	名稱	版本 日期
ETSI TS 103 300-3	Vulnerable Road Users (VRU) awareness; Part 3:Specification of VRU awareness basic service	
ETSI TR 103 299	ETSI TR 103 299,Cooperative Adaptive Cruise Control (C-ACC); Prestandardization study	
ETSI TR 103 298	ETSI TR 103 298, (2019-01-22)Platooning; Pre-standardization study	(2019-01-22)
ETSI TR 103 562	Basic Set of Applications;Analysis of the Collective Perception Service (CPS)	
ETSI TS 103 152	Multimedia Content Dissemination Basic Service specification	
ETSI TS 103 141	Communication congestion control	(2021-05-20)
ETSI TR 102 638	Use cases; Description R2	(2021-05-18)
ETSI TS 103 301	Basic Set of Applications; Facilities layer protocols and communication requirements for infrastructure services	
ETSI TR 103 496	Cooperative ITS (C-ITS) support for transport pollution management applications; use cases and standardization study	
ETSI TS 103 561	Basic Set of Applications; Manoeuvre Coordination Service	(2018-01-23)
ETSI EN 302 890-2	Position and time facility specification	
ETSI TR 103 578	Informative report for the Manoeuvre Coordination Service	(2020-05-04)
ETSI TR 103 579	Pre-Standardization Study on charging applications in ETSI ITS-G5	
ETSI TS 103 324	Communication congestion control	(2021-05-07)

標準文件號	名稱	版本 日期
ETSI TS 103 724	Interference Management Zone Message	(2021-05-21)
ETSI TS 103 693	Diagnosis, Logging and Status Service	(2021-05-11)

資料來源：ETSI

以下為美國汽車工程師學會 SAE 中車聯網標準盤點列表，其中以 J2735 的訊息框架被 ETSI 標準 EN 302 637 所參考應用。J2945/1 為車機 OBU V2V 連線應用標準，升級為由 J3161/1 OBU LTE V2X 連線應用標準，並將 J2735 訊息框架應用於 3GPP Rel.14 上。

表 25 美國汽車工程師學會 SAE 標準列表

標準文件號	名稱	版本 日期
SAE 2735	Dedicated Short Range Communications (DSRC) Message Set Dictionary	202007 (2020-07-23)
SAE 3016_2021	Taxonomy And Definitions For Terms Related To Driving Automation Systems For On-Road Motor Vehicles	202104 (2021-04-30)
SAE J2540	Messages for Handling Strings and Look-up Tables in ATIS Standards	201906 (2019-06-11)
SAE J2540-2	ITIS Phrase Lists (International Traveler Information Systems)	202012 (2020-12-06)
SAE J2945/1	On-Board System Requirements for V2V Safety Communications	202004 (2020-04-30)
SAE J2945/3	Requirements for Road Weather Applications	202003 (2020-03-24)
SAE J2945/5	Service Specific Permissions and Security Guidelines for Connected Vehicle Applications	202002 (2020-02-05)
SAE J1939	Serial Control and Communications Heavy Duty Vehicle Network - Top Level Document	201808 (2018-08-20)

標準文件號	名稱	版本 日期
SAE J2630	Converting ATIS Message Standards From ASN.1 To XML	201907 (2019-07-12)
SAE J3067	Candidate Improvements to Dedicated Short Range Communications (DSRC) Message Set Dictionary [SAE J2735] Using Systems Engineering Methods	202010 (2010-10-06)
SAE J3161	On-Board System Requirements for LTE V2X V2V Safety Communications	201908 (2019-08-21)

資料來源：SAE

C-V2X 驗證廠商 OmniAir 2021 年公告驗證標準規範如下：

- 3GPP 36-521 & 36-523 (R14) Radio Transmissions and Receptions 無線通訊。
- SAE J3161/1:2020 OBU LTE-V2X Communications 車機通訊。
- IEEE 1609.2:2017, 2a & 2b:2019 Security Services 安全服務。
- IEEE 1609.2.1(CAMP):2020. SCMS and Certificates 安全憑證管理。
- IEEE 1609.3:2020 Network Services 網路服務。
- SAE J2735:2020 Message Decoding 訊息解碼。
- SAE J3161/1A:2021 (Adapted from J2945/1A Modified) BSM (V2V) Minimum Performance, Location Field Accuracy 基本效能與定位準度。
- SAE J3161/1 & /1A:2021 (Adapted from J2945/1) BSM Checklist Driving Test 基礎安全訊息。
- SAE J2735 SPAT 783-OA-TSS&TP-SPAT 號誌時相與時間。
- SAE J2735 MAP 782-OA-TSS&TP-MAP 地圖圖資。
- USDOT FHWA-JPO-17-589:2017 RSU 4.1 with selected NEMA TS10 Radio Adaptation for RSU 美國運輸部 USDOT 的路側設備規範。

驗證標準以 3GPP Rel. 14 LTE 及 IEEE 1609 DSRC，SAE J3161 OBU LTE-V2X，SAE J2735 SPAT/MAP，美國運輸部 USDOT

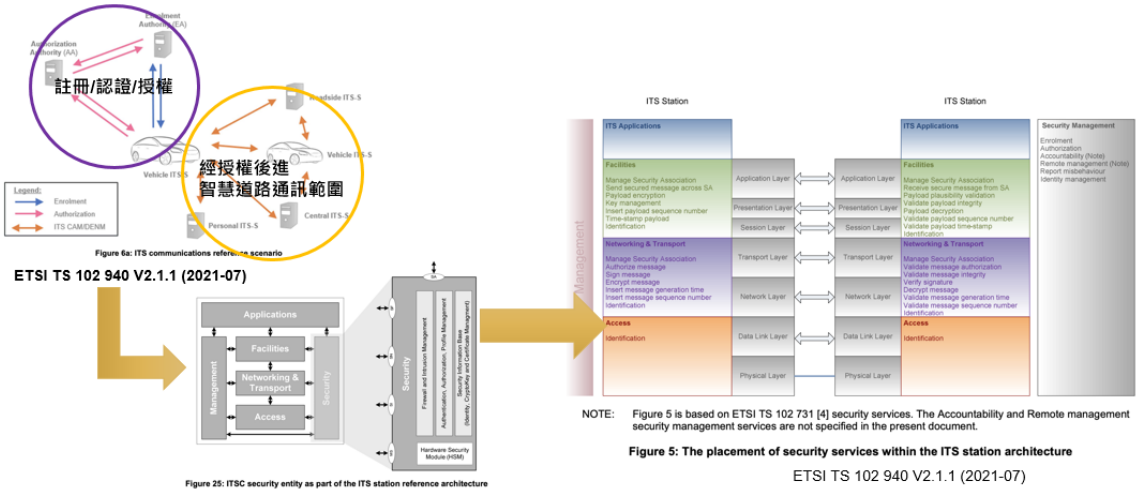
的路側設備規範為主。

因應符合上方 OmniAir 國際驗證之硬體設備將出現，應用服務的訊息格式目前以符合 SAE J2735 之號誌時相時間與地圖之應用服務建議可優先推動。另外 SAE J2735 PSM 弱勢用路人安全警示， SAE J2735 ICA 路口碰撞警示可強化路口安全之服務應用亦可參考國內路況強化相關訊息集與資料內容之標準訂定。另因應國內多為混合車流，聯網二輪車持續增加，其安全警示亦可列入持續推動之項目。

(三) 車聯網資安標準

國際上道路路側設備資安標準，均以服務聯網車輛為主。所有相關標準也是為了介接車輛通訊。因此智慧道路基本資安要求即車聯網資安基本規範為起點。本段資安盤點範圍主要著重在車聯網及智慧運輸範疇。

聯合國歐洲經濟委員會(UNECE)的世界車輛法規協調論壇(WP29)通過「網路安全管理系統」(Cyber Security Management System，CSMS；R155)法規要求，從 2022 年 7 月起，汽車製造商必須遵守 R155 汽車網路安全法規，才能在歐洲、日本和韓國推出新車型。ISO/SAE 21434 提供了一個嚴格的架構，旨在使組織能夠設計出足以抵禦各種網路安全威脅的車輛。資訊安全架構標準具有大跨度，不論美國 IEEE 電機電子工程師學會或是歐盟 ETSI 歐洲電信標準協會，從通訊層就開始有資訊安全考量的設計在。主要著重在保護資料的完整及正確，不被有心人士異動利用。設備的身份驗證，訊息加解密，檔案存取的授權檢查，訊息及檔案是否正確，是否有不正常異動。架構中的每一層級通訊介面都有這些對應的確認動作，以防止駭客截取通訊並篡改內容。



- 防火牆/入侵管理 **firewall and intrusion management,**
- 認證/授權/檔案管理 **authentication, authorisation and profile management,**
- 識別/加密金鑰/憑證管理 **identity, crypto key and certificate management,**
- 通用安全資訊 **a common security information base (SIB),**
- 硬體安全模組 **hardware security modules (HSM),**

資料來源：本案自行整理

圖 39 ETSI 資安架構示意圖

表 26 國外道路車輛安全與 ITS 資通訊安全相關標準規範

	標準文件號	名稱	版本日期
ISO	ISO 26262	Road vehicles — Functional safety 「道路車輛功能安全」	
	ISO 21448	Safety of the intended functionality SOTIF 預期功能安全	
	ISO/SAE 21434:2021	Road vehicles — Cybersecurity engineering 《道路車輛－網路安全工程》	2021
美國	IEEE 1609.2-2016	IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments--Security Services for Applications and Management Messages WAVE 應用及管理訊息之安全服務	2016
	IEEE 1609.2.1-2020	IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)--Certificate Management Interfaces for End Entities WAVE 終端憑證管理介面	2020
歐盟 ETSI ITS WG5	ETSI TS 102 731	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Security Services and Architecture 安全服務與架構	V1.1.1 (2010-09)
	ETSI TS 102 943	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Confidentiality services 保密性服務	V1.1.1 (2012-06)

	ETSI TS 102 942	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Access Control 存取控制	V1.1.1 (2012-06)
	ETSI TR 102 893	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Threat, Vulnerability and Risk Analysis (TVRA) 威脅漏洞及風險分析	V1.2.1 (2017-03)
	ETSI TR 103 415	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Pre-standardization study on pseudonym change management 匿名帳號更動管理	V1.1.1 (2018-04)
	ETSI TR 103 630	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Pre-standardization Study on ITS Facility Layer Security for C-ITS Communication Using Cellular Uu Interface 使用蜂巢式通訊介面 Uu 的設備層通訊安全	V1.1.1 (2020-11)
	ETSI TS 103 601	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Security management messages communication requirements and distribution protocols 通訊協定安全管理訊息	V1.1.1 (2020-10)
	ETSI TR 103 460	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Pre-standardization study on Misbehavior Detection; Release 2 惡意行為偵測	V2.1.1 (2020-10)
	ETSI TS 102 940	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; ITS communications security architecture and security management; Release 2 ITS 通訊安全架構及管理	V2.1.1 (2021-07)
	ETSI TS 102 723-9	Intelligent Transport Systems (ITS); OSI cross-layer topics; Part 9: Interface between security entity and facilities layer 設備層與安全項目間之介面	V1.1.1 (2021-03)
	ETSI TS 103 097	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Security header and certificate formats; Release 2 安全標頭及憑證格式	V2.1.1 (2021-10)
	ETSI TS 102 941	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Trust and Privacy Management; Release 2 信用與隱私管理	V2.1.1 (2021-10)

資料來源：ETSI

智慧道路的通訊網路該如何識別哪些使用者是可與智慧道路

通訊並使用智慧道路的服務內容，採用與車輛網路安全工程同級國際標準設計規範以防止智慧道路設備成為入侵聯網車輛資安的漏洞，影響行車安全，危害到生命。國內目前 TAICS 台灣資通產業標準協會 TC5 網路與資訊安全-工作小組從物聯網資訊安全的系統面，設備面，與未來車聯網息息相關的 5G 基地台開啟工作小組會議研究資安議題，也已制定之智慧站牌及網路攝影機資安規範可供智慧道路設備相關參考，另經濟部標檢局與 5G 智慧杆標準推動聯盟也針對 5G 智慧杆著手深入研究資安相關部分。

表 27 國內路側端資安標準現況

	類別名稱	案號	標準種類	修訂日期
1	5G 智慧杆產業標準草案-第七部資訊安全		產業標準	制定中
2	影像監控系統資安標準-第二部:網路攝影機	TAICS TS-0014-2 v2.0	產業標準	2018-06-08
3	智慧巴士資通訊系統資安標準－第三部：智慧站牌	TAICS TS-0020-3 v1.0	產業標準	2018-11-16

資料來源：本案自行整理

2.2.3 智慧道路標準發展趨勢

從歐美等國標準制定的趨勢來看，重視生命與永續的觀念，正在落實在車聯網的應用中。道路的基礎設施配合車聯網的運作正可有效提高安全與效率，在道路如何提昇等級來服務用路人與自駕車方面，各國也正開始在各個面向探討，歐盟從測試自駕車等級 SAE 中，逐漸到如何安排對應的道路等級 ISAD(Infrastructure Support Levels for Automated Driving)。也開始提昇道路智慧化程度，從硬體設施完善性到數位化程度完整性，服務的涵蓋度從部分路段，到區域，甚至到路廊，逐漸成型為以服務程級為等級區分標準的 LOSAD(Level of Service of Automated Driving)。智慧道路開始在各種面向往提昇安全與效率發展。

以日本為例，底層通訊協定與國際接軌，在上層應用服務中自行定義日本本地所需要的服務標準，路口的號誌控制開始可以與自駕車互動提昇行車效率，我國則是於都市交通控制通訊協定基礎上著手制定 TCROS 路側設備控制標準，開發緊急車輛優先號誌與機車路口的防撞應用，提高用路人行車安全。

我國目前道路相關標準，依幾個大項分類整理，從系統與工程，路側設備，通訊標準，高精地圖、產業應用等表列如下表：

表 28 國內智慧道路聯網標準系統盤點列表

	類別名稱	案號	標準種類	修訂日期
系統與工程類				
1	公路智慧型運輸系統設計規範	交技(106)字第 1065000255 號	交通部標準	106.01.09
2	市區道路及附屬工程設計標準	內政部 94.12.8 台內營字第 0940087274 號令訂定	內政部標準	94.12.08
3	公路路線設計規範	交技(109)字第 1095010545 號	交通部標準	109.08.19
4	公路橋梁設計規範	交技(109)字第 1095000070 號	交通部標準	109.01.03
5	交通工程規範	交技(104)字第 1045016912 號	交通部標準	104.12.09
6	全國交通資訊基礎路段編碼	交通資訊基礎路段編碼規範 V1.0	交通部標準	108.05.05
路側設備類				
1	5g 智慧杆	5G 智慧杆產業標準草案	產業標準	制定中
2	智慧路燈	TAICS TS-0034 v1.0:2020	TAICS	109.09.22
3	路側毫米波雷達		產業標準	
4	濃霧偵則器	標準化都市交通管理通訊協定與控制軟體之研發與驗證示範(一)	交通部運輸研究所研究報告	98.07
5	AVI(CCTV)	路側設施即時交通資訊發布標準格式 2.0	交通部標準	107.05.07
6	VD/eTag/RFID	路側設施即時交通資訊發布標準格式 2.0 都市交通控制通訊協定 3.1 版(初稿)	交通部標準 交通部運輸研究所研究報告	107.05.07 99.12

7	交通號誌	都市交通控制通訊協定 3.1 版(初稿) V3 TCROS USE (SPaT)	交通部運輸研究所研究報告 TTIA	99.12 制定中
8	CMS	路側設施即時交通資訊發布標準格式 2.0 都市交通控制通訊協定 3.1 版(初稿)	交通部標準 交通部運輸研究所研究報告	107.05.07 99.12
9	路側 IPC (AI 運算單元)		產業標準	
通訊標準(採國際標準)				
1	專用短距無線通訊標準 DSRC/CV2X/WIFI/Beacon/Bluetooth/RFID	IEEE 802.11p (DSRC) 3GPP Rel 16 LTE-V2X (CV2X)	國際標準	2010.05.06 2020.07.03
2	長距無線通訊標準 3G/4G/5G	3GPP Rel 16 (NR-5G)	國際標準	2020.07.03
3	有線通訊 Ethernet/DSL/FTTN	IEEE 802.3/G.991.2 (ITU)	國際標準	2003.11
高精地圖				
1	HD Maps data contents and formats standard	TAICS TS-0024(E) v1.0	TAICS	110.8.26
2	智慧路側資通訊標準	TCROS MAP	TTIA	制定中
3	自駕車高精地圖輔助與事件資料標準	即時路況服務 停車資料服務 CAP-TWP 示警 都市交通事件 市區道路管線挖掘工程資訊平臺 規劃進行中	TAICS	制定中
產業應用				

1	RDS-TMC、TMC XML、TPEG XML 資料傳輸規格標準	V1	TTIA	102.12.30
2	智慧駕駛車輛感測資料格式標準及測試規範	TAICS TS-0043 v1.0	TAICS	110.10.21
3	自駕車用輔助與事件資料標準	規劃進行中	TAICS	制定中
4	聯網二輪車安全警示應用標準	TAICS TS-0044 v1.0	TAICS	110.11.25
5	緊急車輛優先通行	5G 智慧交通數位神經中樞計畫規劃進行中 基於 TCROS V3 加入 SSM SRM		探討中
6	交通事件資訊整合服務	交通事件資訊整合服務與精進計畫	交通部運輸研究所研究報告	109.07

資料來源：本案自行整理

歐盟 ETSI TS 101 539-1~3 包含了危險路段號誌(Road Hazard Signal)、路口碰撞風險警示 (Intersection Collision Risk Warning)、縱向碰撞警示(Longitudinal Collision Risk Warning)，另外也針對弱勢用路人 VRU(Vulnerable Road User)於 2018 年成立特殊小組 STF 565 (Special Task Force)，制定了 ETSI TR 103 300-1~3，其中分出了六大項，雖然是以自駕車為主要的目標，但是在道路端也有相應的設備來偵測無設備的用路人，或是輔助車輛偵測視線的死角，來延伸車輛的感測範圍。

- 不同的 VRU 間的安全防護
- 車輛對不同情境的 VRU 的防護
- 通知其他車輛關於視線外的 VRU
- 路側設備偵測不同區域的 VRU
- 中控中心對於各型 VRU 設備的支援
- 路側設備對各型 VRU 設備的支援

ETSI 102 638 列舉了 50 多個應用案例，包含了以下三大面向，這三大面向主要都是以自駕車的角度切入應用，但我們可以看得出來安全與效率是應用案例的趨勢。

- 安全 Co-operative road safety
- 效率 Traffic Efficiency
- 其他 Others

美國汽車工程師學會的 SAE J2735 訊息標準主要是建構在 WAVE 短訊通訊協定(Wave Short Message Protocol , WSMP)上，其中定義了許多應用服務上層與行車安全相關的訊息集。其中定義 SPaT(signal phase and timing)號誌時相時間與 MAP 圖資應用，也對緊急車輛號誌優先 SSM (SignalStatusMessage) SRM (SignalRequestMessage)，行人告警 PSM (Personal Safety Message)…等等訊息格式加以規範。讓自駕車在通訊服務與安全應用層面有一致的標準。

在 ETSI 標準中 SPAT 與 MAP 的應用也是部分參考 SAE2735 來制定，如 ETSI TS 103 191-2，ETSI EN 302 637-3。因此在我國路側設備控制標準草案中 TCROS v3 也以 SAE2735 做為路側設備與車機通訊的訊息架構標準，進行相關的場域驗證。結合我國產官學合作制定路口安全應用，自駕車輔助與事件資料標準，緊急車輛優先通行，路側設備號誌控制標準 TCROS，都是為了與國際標準 SAE2735 接軌。

歐美標準都是以聯網車輛為主體，道路設施可提供給聯網車輛的即時資訊為主。當用路人是行人或一般車輛時，道路該如何提供服務。綜觀國外內標準的趨勢與方向，我國智慧道路的推動方向以接軌 SAE 國際標準的核心資料，強化用路人安全 ETSI 應用服務為目的，基於現有的國內標準，採用國際最新聯網標準 DSRC/C-V2X，與自駕車或聯網車輛協作，也將一般車輛與用路人納入服務範圍，提昇我國道路智慧化服務對象範圍，而不局限於自駕車。

彙整目前以服務為目的的應用服務標準如緊急車輛優先通行、聯網二輪車安全警示應用標準…等等，持續參考追蹤 5GAA、3GPP、SAE 及 ETSI 國際規範與趨勢，車聯網通訊標準 C-V2X 之應用如弱勢用路人安全 PSM、路口安全警示 ICA、即時號誌資訊發布、優先號誌請求/狀態(SRM/SSM)……等等不停地整合各層面最新技術，資料與應用層標準持續規劃，一旦通訊技術與市場成熟，資料與應用層架構將可無縫導入。且交通部運輸研究所之都市交通事件資訊整合服務計畫以高雄市為示範，已彙整 7 大事件，並建置交通事件資訊整合平臺，此計畫已有初步成效亦推廣至台南市。建議可結合「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」利用此場域之 5G 通訊技術及 C-V2X 車聯網環境持續往以下兩個面向：

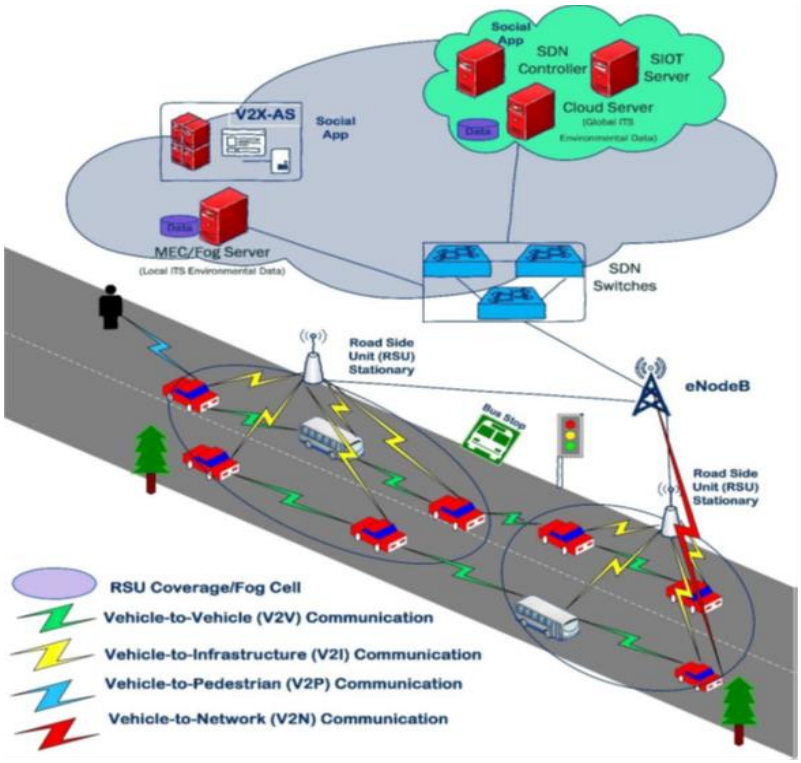
- 路側設備之號誌訊號服務相關標準制定，如路側發布前方號誌狀態、優先號誌請求/狀態(SRM/SSM)、路側輔助緊急車輛通行EVA…等等。

- 路側發送路口安全警示訊號之標準制定,如路口防撞警示 ICA、視線死角來車警告、危險路段警告 RSA、弱勢用路人安全 PSM…等等。

當國內路側號誌發布流程標準化後，可進一步把運研所交通事件資訊整合建議制訂都市交通事件資料標準草案、設計都市交通事件資訊之通報、發布與解除流程機制，並規劃加入交通事件資訊整合與發布平臺雛型系統。使 TDX 應用服務格式標準加上智慧路側設備 RSU 到雲端的這一部分的標準提昇我國交通服務的整體性與全面性，讓安全與效率兼顧。

2.3 深度學習技術與 5G 技術於智慧道路應用

隨著深度學習技術與 5G 技術，甚至未來的 6G 技術發展，現有的交通運輸服務將有更多的發展可能，未來智慧道路之應用，除了自駕車之外，尚可用於調配車流、預測事故、安全告警、控制號誌、並且與路燈共桿,進行共多元之應用,本計畫將分析深度學習技術、5G 技術等技術。



資料來源：Raza

圖 40 基於 5G 場景提出的 V2X 通訊模式

2.3.1 深度學習與 5G 技術簡介

一般而言，一般資料分析和深度學習技術的差別在於資料分析多半在已知的假設與限制上，基於統計方法或其他演算法，將資料轉化為資訊，經過一連串的認知，轉化為有效的預測與決策。而深度學習本身是神經網路的衍生，可理解為包含多個隱藏層(hidden Layer)的神經網路結構。資料分析多半屬於基於規則的方法 (rule-based approaches)，而深度學習則為資料驅動的方法(data-driven approaches)。由於深度學習模型需要大量的訓練資料，以及硬體運算資源，例如需要圖形處理器(graphics processing unit,GPU) 或神經網絡處理器(neural-network processing Unit,NPU)的支援，才能有效地縮短運算時間。因此在應用情境上，可以依據資料樣本的多寡、偵測種類的數量、待測物特徵差異程度與硬體運算成本考量等因素，來選擇採用哪一類型的演算法。目前為止，深度學習已經廣泛應用於自動駕駛、影音過濾系統(Video Surveillance)、推薦系統，以及國內外智慧道路實驗場域的影像辨識系統。

目前處於部署中的第五代移動網路(5G)，構建於先前的第四代(4G LTE)標準上，改進傳輸延遲、頻寬，裝置連接密度，並提供如服務質量(QoS)和網路切片的功能，因此 5G 可以有效連結無線與有線的世界，尤其適合有著高密度移動裝置的區域，舉凡監控、運輸、公共安全等應用都能滿足，5G 網路特別是具備以下優點(Yesner , 2020)：

- 低延遲

  與 LTE 網路相較之下，在 LTE 上的設備通訊，延遲時間通常在 40ms 和 100ms 之間，而 5G 標準將縮短延遲時間至 4MS，相較於預期真實世界即時應用的案例，延遲時間小於 10ms 的情況之下。可以期待 5G 網路傳輸訊息可以支援真實世界即刻反饋的需求。

- 高頻寬

  雖然 LTE-Advanced(LTE-A)標準支持 1Gbps 的頻寬，然而現實世界部署的 LTE 設備頻寬通常為 15Mbps 至 50Mbps 之間。5G 標準目標是希望可以增加十倍的網路頻寬(10Gbps)，雖然目前仍然在開發驗證的階段，但可以預期的是 5G 頻寬平均落於 100Mbps 至 1Gbps 速度區間，如此則可以創造移動裝

置更多高頻寬需求的應用出現。

- 多連結

  城市中的 LTE 網路設備可支援每平方英里只有一萬至十萬個設備，5G 標準目標是支援每平方公里，超過一百萬個裝置連接。這將使 IOT 更蓬勃，更多設備可以藉由 5G 網路彼此聯繫。

- 網路切片

  5G 允許電信運營業者，在實體網路上建立多張邏輯網路，每張邏輯網路或切片網路，都可以有屬於自己網路配置。將實體網路分段並提供特定客戶量身訂做的服務。這將支援電信運營商可以在本地、部分區域或全國部署的訂製的使用案例或商業模式。

另一方面，除了 5G 的發展之外，深度學習在於智慧道路的應用也蓬勃發展。Nguyen 於 2018 年時指出，傳統機器學習方法的許多技巧，例如支持向量機、邏輯回歸、決策樹、貝葉斯網路等，諸多方法已經使用於預測交通數據。然而這些預測系統中的大多數使用淺層交通模型，被視為在真實世界的大數據場景之下，表現不甚理想。因此，後續有專家學者在運輸領域開始聚焦於深度學習技術(DLA)，包括交通流量預測、交通號誌控制、車輛偵測與交通安全(Nguyen,2018)。Wang 也在 2019 年綜述神經網路在交通系統的各面向的廣泛應用，內容涵蓋使用深神經網路於交通相關預測任務，包含交通號誌識別，交通變量預測，壅塞辨識和交通號誌控制(Wang, 2019)。

深度學習通常由很多層的參數組成，通過非線性模組來建構使得模型能夠學習複雜的功能和結構。以分類問題來說，模型反覆學習之後，將保留重要的特徵而抑制了不重要特徵的影響。與傳統方法相較之下，深度學習的關鍵優勢是特徵選擇過程，是自動化的學習而可以沒有人為因素的參與。通過指定模型深度，深度學習在各領域多維度數據結構分析表現出色，例如電腦視覺、自然語言處理、語音辨識等。以下列舉深度學習在交通流量預測、交通號控、車輛偵測與交通安全的技術發展。

- 交通流量預測

交通流量預測是運輸模型和數據分析中的基本問題。目的是估計未來幾次時間間隔中，路段的車輛數量。Fooladgar 於 2017 年提

出了一種基於卷積神經網路(CNN)的交通流量模型(Fouladgar, 2017)，除了路段的交通條件之外，也考慮流入和流出資訊。CNN 的架構最初設計用於輸入影像以進行影像處理，該領域的代表性的作品是：AlexNet (Krizhevsky, 2012)，Incepionnet (Szegedy, 2015)，Reset [He 2016] ， R-CNN(Girshick, 2014) ， Mask-RCNN(He, 2017) 和 Yolo(Redmon, 2016)。運輸研究學者利用 CNN 特性來考慮交通網路中的路段之間空間關聯性。同時以 LSTM 網路模擬交通流量，LSTM 屬於一種 RNN 的架構，LSTM 適合於處理和預測時間序列中，間隔和延遲較長的重要事件。作者指出即使在沒有歷史交通狀態的情況下，也可以基於其鄰近道路的交通模式，來預測該交叉路口的短期交通狀態。Zhao 於 2017 年提出基於深入學習的交通預測方法(Zhao, 2017)，也是使用 LSTM 網路的時間與空間關聯性，根據實驗結果指出 LSTM 網路的性能，優於所有其他方法，特別是預測時間較長的情況。Wu 在 2020 年發表圖形神經網絡(GNN)的分類學調查，並突顯 GNN 於不同領域的應用，其中也包括運輸議題(Wu, 2020)。Xie 在 2020 總結了各種方法，深度學習應用於智慧城市，包含人流、自行車流量和交通流量。

- 交通號控

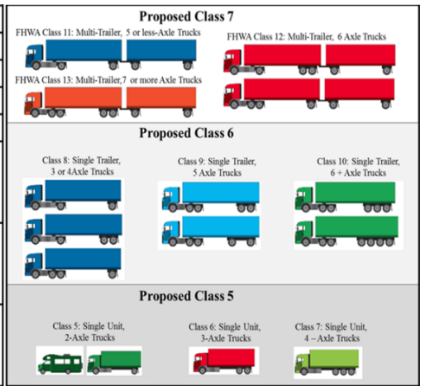
交通壅塞是現代交通常見的現象，除了拓展道路基礎設施之外，也可以朝向增加交通管理效率以解決問題。前者的做法非常昂貴且耗時，特別是對於已經成熟發展的城市。因此利用交通訊號控制器，協助車輛流動以減少交通壅塞是一個可行的做法。辨識經常性壅塞是緩解問題的第一步。控制中心可以簡單的透過交通攝影機捕捉實況影像串流，以確定塞車的地點。隨著道路部署越來越多的攝影機，因此出現自動檢測的需求，為了實現這一目標，運輸研究人員已經轉向電腦視覺的解決方案。Gendersy 在 2016 導入類神經網路技術，構建自適應交通訊號控制代理並使用增強學習訓練，以發展最佳號誌控制策略(Genders, 2016)。Li 以深度神經網路去學習增強學習的 Q 函數(Q-function)，該研究是利用 SAE 神經網路來逼近 Q 函數，用於交通號誌時相的最佳化(Li, 2016)。SAE 是一個包括多層稀疏自動編碼器的深度神經網路，將狀態矩陣作為輸入，並輸出每個可能的 Q 值。該研究指出，深度增強學習(DRL)在決定適當的信號時序規劃，比傳統方法表現更為出色。Genders 和 Razavi 在 2019 使用具有 DQN 的全連接的神經網絡(FCNN)，以在高峰時段優化流量控制策略(Genders, 2019)，與啟動交通訊號控制方法相比(Newell, 1989)，平均車輛延遲減少約為 40%。Alizadeh 在 2019 年使用 deep-Q

learning(DQN)，提出了一種多模信號控制器(Alizadeh, 2019)。研究優先考慮車輛，信號控制器的獎勵函數是基於乘載能力做考量。自動優先考慮具有更多乘載能力的的車輛，這意味著公共汽車的優先級比汽車更高;乘載率高的公車比乘載率低的更優先。然而該方法的缺點是,特殊車種,如救護車的優先等級就不是最高的。 Wu 於 2020 年使用基於 LSTM 的 DQN 來分配車輛的優先序，更進一步將獎勵函數加入行人等待時間(Wu, 2020)。

- 車輛偵測

傳統車輛偵測流量數據是利用磁性式車輛偵測器或壓電式車輛偵測器而得，而所取得的數據通常不是十分可靠。因此近期出現越來越多非侵入式檢測系統，如無人機影像系統或基於相機的車輛偵測系統，這些系統隨著深度學習的導入已經變得漸漸可靠。例如 Adu-gyamfi 在 2017 年以深度卷積神經網路，將車輛分類為七個類別,並在七種車輛類別中得到了 89%至 99%的平均召回率(recall rate) (Adu-Gyamfi, 2017)。然而，直到目前為止，最先進的影像式車輛偵測和分類技術,準確性仍然需要改善,特別是在惡劣的天氣條件下。並且車速檢測，目前也需要座標轉換和現場相機與場域校正，以提供有效的數位資料。

FHWA Classification	Proposed Video – Based Classification
Class 1: Motorcycles	Class 1: Motorcycles
Class 2: Passenger Cars	Class 2: Passenger Cars
Class 3: Pickups and Vans	Class 3: Pickups and Vans
Class 4: Buses	Class 4: Buses
Class 5: Single Unit, 2-Axle Trucks	Class 5: Single Unit Trucks (FHWA classes 5, 6, 7)
Class 6: Single Unit, 3-Axle Trucks	
Class 7: Single Unit, 4-Axle Trucks	
Class 8: Singe Trailer 3 or 4 Axle Trucks	Class 6: Single Trailer Trucks (FHWA classes 8, 9, 10)
Class 9: Singe Trailer 5 Axle Trucks	
Class 10:Singe Trailer 6+ Axle Trucks	
Class 11: Multi-Trailer, 5 or less Axle Truck	Class 7: Multi Trailer Trucks (FHWA classes 11, 12, 13)
Class 12: Multi-Trailer, 6 Axle Truck	
Class 13: Multi-Trailer, 7 or more Axle Truck	



資料來源：Adu-Gyamfi

圖 41 建議七種合併的類別

- 交通安全

交通安全議題涵蓋範圍相當廣泛，本節將聚焦於交通事故、個人的駕駛行為以及最近新興的自駕車議題作探討。

i. 交通事故

事故處理是智慧道路一個重要的課題，事故可能導致用路人致

命傷害以及長時間的道路壅塞。因此分析事故造成的主要原因，以及對交通的影響至關重要。陳提出了一種深度遺傳演算法，以神經網路來預測後端碰撞，用於自動防撞系統(Chen, 2017)。該模型中基於車輛到路側設施(V2I)、車輛到車輛(V2V)通訊以及 GPS 數據，計算碰撞風險的機率。為了解決隨機性和區域最佳化的問題，該技術使用基因演算法來優化神經網路的係數矩陣和閾值。實驗結果證明，該深度學習技術可以應用於碰撞風險的評估。

ii. 自駕車

電腦視覺是與影像串流處理相關的技術，因此與自動駕駛有著強而有力的關聯。基於 AI 自動駕駛的準確性，取決於區域精確定位，簡潔的數據收集並融合感測器資料數據，與周圍車輛和附近的智慧路側設備不間斷的通訊才能實現(Gupta, 2021)。在較長的路途運行中，自動駕駛技術還可以擴展至聯結車、卡車和公共汽車(Johannesson, 2015)。在過去的十年中，卡內基美隆大學促進了自動駕駛的進步，特斯拉實現了自動駕駛技術，透過攝影機與其他感測器，避免了 90%以上的碰撞。Google、Tesla、通用汽車、Waymo、Uber 等諸多科技或其他汽車公司，在大約 15~ 20 年內，均規劃屬於自己的自駕車未來藍圖(Ryan, 2019)。

2.3.2 深度學習與 5G 技術國外應用案例

由西班牙電信提供網路，SEAT 提供兩台車(車型分別為 Ateca 與 Arona)，法可賽(Ficosa)開發車載 C-V2X 通訊系統，愛立信(Ericsson)負責 5G 與邊緣運算技術，並在巴塞隆納奧斯皮塔萊特的街道上，進行現實環境中聯網汽車和 5G 輔助駕駛的測試案例(Athena, 2019)。C-V2X 技術允許車輛與周圍的所有元素(汽車、交通號誌、行人、自行車、摩托車...)進行通訊，從而提供輔助駕駛。具體而言，在巴塞隆納所測試的三種輔助駕駛案例包括(1)交通號誌燈透過紅外線熱像儀檢測斑馬線處是否存在行人，並通過路側設備通知汽車，並於必要時在控制面板上顯示訊息；(2)通過在路側安裝 Beacon，以邊緣運算搭配精準定位系統，與周圍的汽車進行通訊並報告定位自行車位置，避免汽車與自行車碰撞；(3)在能見度較低的道路上檢測到靜止的汽車，會觸發故障燈並在控制面板中傳送訊息自動通知其他接近中的車輛。在這些案例中，為了使汽車能夠與智慧道路設備通訊，並且通訊延遲達到最小化，網絡中部署 5G 功能是必要的。

資料來源： Telefonica、MIC 整理

圖 42 愛立信與高通合作展示基於 5G 通訊之 C-V2X 技術

美國聖地亞哥地區試驗場(San Diego Regional Proving Ground，SDRPG，由加州交通運輸部、丘拉維斯塔市和聖地牙哥政府協會組成)，並由高通技術公司設計，旨在促進使用案例研究和車輛通訊測試。在實際的操作條件下，評估 C - V2X 相關技術的測試(Normans, 2020)，並展示該技術在行駛安全和交通效率方面的潛力。該計劃跨越一個三英里長的走廊，其中有 V2X 平臺、RSU，車輛由 Caltrans 提供，並配備了帶有高通 V2X 車載單元(OBU，On board Unit)。C - V2X 項目專注於車輛通訊的優勢和可靠性技術，為了支持不斷發展的 C - V2X 生態系統，該計劃開放給有興趣使用平臺的汽車製造商和道路運營商，部署蜂巢式網路與協同運作的路側設備。

美國奧迪、高通、Commsignia、美國電塔公司、維吉尼亞州運輸部(VDOT)和維吉尼亞理工大學交通運輸研究院(VTTI)共同合作。在維吉尼亞州智慧廊道上部署 C-V2X 以允許新世代的車輛，能夠通過行動通訊基地台，直接與路邊基礎設施和弱勢的用路人通訊。喬治亞州的阿爾法利塔超過 125 個路口已經裝設 C-V2X 的設備，並且減少了 18%急難及災害救助的時間。德州阿靈頓在主要道路 31 個路口也部署了 C-V2X 的設備，沿著這些交叉路口，採取即時收集與分析信號與安全的資訊。由於當地每年約有 2000 次火車與汽車的碰撞。因此駕駛在通過平交道時可以透過 APP，收取到準備綠燈與紅燈警示的訊息(PR, 2020)。

德國聯邦交通和數位基礎設施部(BMVI)共同資助的 ConVeX 也展示了 C-V2X 的幾個案例(Normans, 2020B)，包括在 5.9GHz 頻率下，車輛對車輛(V2V)和車輛對路側設施(V2I)直接通訊，以及車輛到網絡(V2N)廣域通訊。ConVeX 研究在不同速度的車輛間，路側設施使用 5.9 GHz 的可靠性、範圍和性能表現。測試結果顯示在視線範圍達 1.2 km 的情況下，

100%接收到安全警示。該測試是兩輛對向行駛的車輛，相對車速達到 430 km / h 的條件下進行。這些實驗是在德國 6 號與 9 號高速公路上進行測試。在試驗期間，ConVeX 進行全球第一個跨境展示，該車輛的 C-V2X 技術直接與法國、盧森堡和德國三個歐洲邊界的路側設施通訊，展示了通訊技術的可靠性，範圍和性能。

有鑑於智慧道路的應用必須考慮多連結與低延遲，並對於感測裝置偵測率的要求嚴格。因此本節探討關於 5G 與深度學習對於智慧道路應用的必要性。除了簡述 5G 與深度學習的特性之外，也一併參考國外智慧道路對於 5G 與深度學習的應用案例，並於 3.2 章節針對國內智慧道路發展概況與未來智慧道路分級，提出是否應導入 5G 與深度學習的建議。

2.4 小結

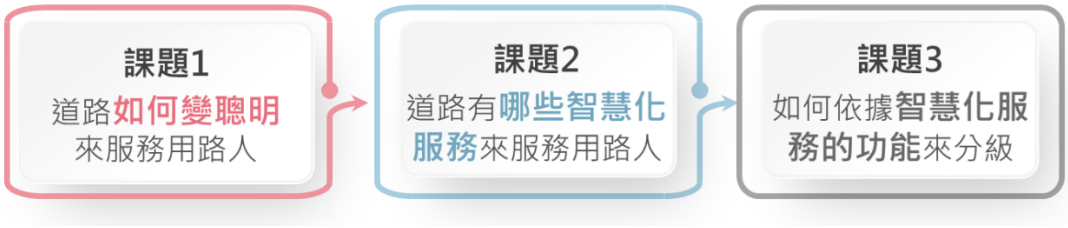
本章節介紹國際與我國智慧道路相關應用案例，藉由瞭解各種新興型態之智慧交通服務，聚焦道路對於用路人之幫助，涉及之對象、使用的設備、服務功能、智慧化的形式，逐步理解哪些元素讓道路變得更聰明。團隊並提出智慧道路的八大應用服務類型，提供未來我國智慧道路藍圖推動參考之策略與方向。

智慧道路是延伸聯網車輛偵測範圍的重要基礎設施，聯網是車與外界溝通協調的必要能力，資料串接與服務提供皆需要透過聯網溝通協作，因此本章節也針對國內外車聯網相關標準進行盤點，並分析國外車聯網其趨勢、走向與案例，並可推廣至智慧道路應用服務有關之標準。

再者由於近年來深度學習技術與 5G 技術也深深地影響智慧交通的發展，因此團隊也探討 5G 與深度學習之特性、對於道路產生智慧的影響，釐清此兩種新科技於智慧道路應用服務環節中所扮演的角色及必要性。

第三章 我國智慧道路應用服務分級與檢測原則

藉由以上智慧道路相關案例、技術、標準發展現況與趨勢，團隊以3個核心課題逐步推進、聚焦本案研究重點。此3個演進課題如下圖：

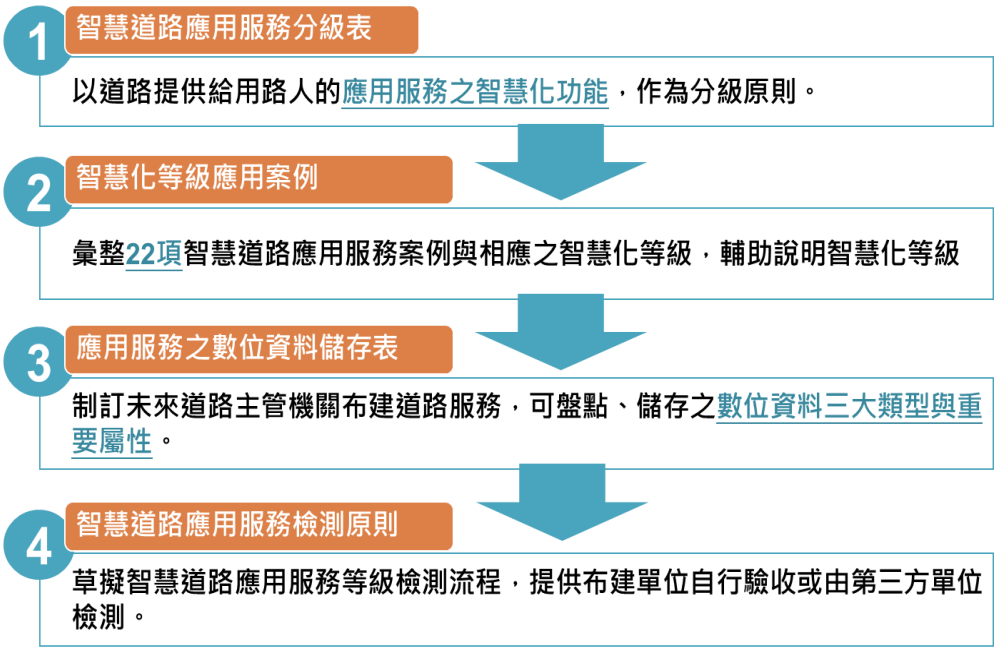


資料來源：本案自行製作

圖 43 智慧道路研究課題

在前兩章節中，可得知世界各國利用各種先進技術，包含雲端運算、大數據、物聯網、行動聯網、人工智慧等技術，蒐集各種道路資訊，再藉由運算與分析，深度融合交通運輸的各種服務，才能為普通道路賦予“智慧”，從而提供各式道路應用服務，提升道路主管機關營運治理能力，也提供用路人更高水準之行車效能與安全性。

並依據智慧道路的定義：「以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的，並透過對道路資料的收集、分析、發布、協作，實現提供用路人智慧化服務為目的之新世代道路」。團隊規劃智慧道路應用服務分級與檢測原則之研究流程，如圖 44。



資料來源：本案自行製作

圖 44 智慧道路應用服務分級與檢測之研究流程

以下說明研究四個步驟：

1. 智慧道路應用服務分級

本先期研究規劃智慧道路應用服務等級是參考國際上與交通相關之分級文件，如美國汽車工程師學會(SAE) 以自動化程度為自駕車分級；或奧地利 ISAD 自駕車道路設施支援分級、世界道路協會的 LOSAD 自駕道路服務等級。

由於智慧交通之新技術發展充滿流動與變化，國際間對於道路相關的分級形式多半為功能描述性的而非規範性的；是偏概念性的，而非法定性的。例如自駕車等級，僅以駕駛人涉入行駛的程度來分級，純粹描述不同等級的駕駛涉入程度，但並不會明訂指標來指導或判斷自駕車等級，此彈性設計不以數值侷限技術，卻可讓世界發展自駕車技術有前進的方向。因此團隊設計我國智慧道路的分級也採同樣的設計原則，依據道路可提供用路人 **“應用服務之智慧化功能”**，訂立一個普遍性的指導原則，並初步規劃 “智慧道路應用服務”等級檢測方法，讓未來道路主管機關或布建團隊可依循分級與檢測初步建議原則設計道路應用情境，發展各項智慧道路應用服務。

2. 智慧化等級應用案例

智慧道路布建之應用情境，所擁有資訊蒐集、分析、發布、協作之智慧化功能元素越多，運作程度越好，將提供給用路人更多的智慧化服務，初步可研判其智慧化等級越高。本研究依據 ETSI 國際標準文件與交通部公路智慧型運輸系統規範，彙整智慧道路相關重要應用案例輔助說明智慧化等級。

本階段初步以服務案例說明等級，其布建之設備項目及資訊傳輸的細部規範有其專業性，故規劃於 111 年度起由業主後續開立主題專案，並透過專家委員逐步訂定相關規範或標準；現階段研究將於第五章「智慧道路應用實證」章節，提供 11 種 2~4 智慧化等級之應用情境，其布建設備、通訊模式、資料格式等成果供各界參考。

3. 應用服務之數位資料儲存

我國自 106 年起推動智慧運輸系統發展建設計畫，各地方政府亦不遺餘力發展各式創新運輸服務，但常礙於計畫期程結束停止經費支應，而使儲存資料之伺服器無法維運，造成資料遺失、流通性低落及無法永續共享之狀況發生。然而隨著智慧道路發展之應用服務對於大量數據且

資訊即時更新、發布的需求持續增加，良好的數據治理及管理就成為發展道路智慧化的重點，因此道路資產數位化即為智慧道路的基礎，並且可運用數據作為其他產品或服務之發展或提升之資源，使道路智慧化永續提升，創造更多用路人服務。

布建智慧道路應用服務應有三個資料產出層面，1.道路主體、2.感知層、3.發布層，因此本案以三大層面規劃未來地方主管機關布建智慧道路應用服務時，可盤點、儲存之數位資料儲存表，促使道路主管機關布建服務同時關注道路資產管理議題，進而累積管理數位資料資源與經驗達成智慧道路應用服務等級提升，並增加未來數據之互通性及共享性，實現數據有效整合及共享產生更為巨大的價值。詳見 3.3 應用服務之數位資料儲存。

4. 智慧道路應用服務檢測原則

團隊規劃智慧道路應用服務檢測原則。首先，仿造自駕車檢測模式，由道路場域的布建單位(申請檢測的單位)依據檢測道路的長度或範圍、布建的應用情境、資料內容等設計相關測試案例，提出自行設計的操作適用範圍(Operational Design Domain, ODD）。

再由檢測單位進行兩個階段的查核檢測，第一階段先針對「智慧道路基礎單元」個別檢核應用服務的智慧化程度。第二段階段再依據布建的應用服務是否滿足整體智慧道路廊道需求，來判斷整體智慧道路服務等級。

以下分別詳述此 4 個研究流程的細部內涵。

3.1 智慧道路應用服務等級

在規劃我國智慧道路服務等級前，團隊回顧國際與交通或道路相關之分級研究報告，藉由國際交通領域專家的分級經驗與策略，進一步規劃我國智慧道路應用服務分級原則。

3.1.1 國際交通相關分級回顧

團隊參考 SAE、奧地利 ISAD 等國際規範分級原則為我國智慧道路設計分級，以下針對 SAE 自駕車分級(SAE Levels of Autonomous Driving)、ISAD 自駕車道路設施支援分級(Infrastructure Support Levels for Automated Driving，簡稱 ISAD)、LOSAD 自動駕駛服務等級(Level of Service for Automated Driving，簡稱 LOSAD)、SRC 自動駕駛道路分級

(Smart Roads Classification Levels，簡稱 SRCL)作說明。

1. SAE 自駕車分級(Levels of Autonomous Driving)

美國汽車工程師學會(SAE)的 J3016 定義的自駕車分級標準，基於技術功能方面的定義和分級，從“無自動”到“全自動”的六個駕駛自動化程度進行區別，也說明每個等級駕駛人在自動化系統啟用時仍必須執行的駕駛任務，使大眾更了解分級。SAE 分級從 L0-L5 共有六級，依據不同自動駕駛的程度，其中除了 L0 級是全手動駕駛之外，其餘 L1 ~ L5 都是依照基本功能是否需要駕駛接管進行分級。

表 29 SAE 自駕車分級及定義

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/ Deceleration	*Monitoring* of Driving Environment	Fallback Performance of *Dynamic Driving Task*	System Capability *(Driving Modes)*
***Human driver* monitors the driving environment**						
0	**No Automation**	the full-time performance by the *human driver* of all aspects of the *dynamic driving task*, even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	**Driver Assistance**	the *driving mode*-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	**Partial Automation**	the *driving mode*-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/ deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*	**System**	Human driver	Human driver	Some driving modes
***Automated driving system* (“system”) monitors the driving environment**						
3	**Conditional Automation**	the *driving mode*-specific performance by an *automated driving system* of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the *human driver* will respond appropriately to a *request to intervene*	System	**System**	Human driver	Some driving modes
4	**High Automation**	the *driving mode*-specific performance by an automated driving system of all aspects of the *dynamic driving task*, even if a *human driver* does not respond appropriately to a *request to intervene*	System	System	**System**	Some driving modes
5	**Full Automation**	the full-time performance by an *automated driving system* of all aspects of the *dynamic driving task* under all roadway and environmental conditions that can be managed by a *human driver*	System	System	System	**All driving modes**

資料來源：SAE

2. ISAD 自駕車道路設施支援分級(Infrastructure Support Levels for Automated Driving，簡稱 ISAD)

ISAD 是 2018 年由 ASFiNAG(隸屬奧地利運輸創新技術部)工程顧問公司發表，ISAD 道路分級應用於奧地利進行實驗及測試，且為支援自駕車之基礎設施進行分級及定義，ISAD 道路分級主要

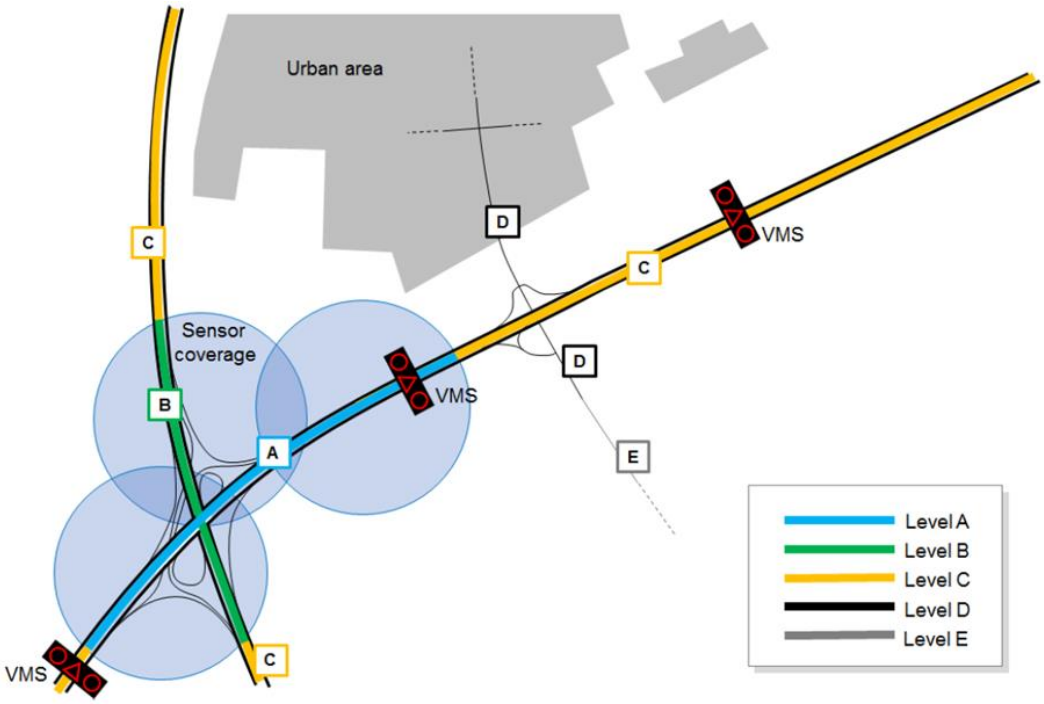
依據提供自駕車之靜態數位資訊如標誌數位地圖、或以可變告示牌提供之動態資訊如氣候警示、事件警示，到即時感知提供微觀交通狀況，最終目標與駕駛協作，由道路提供速度、距離、車道等建議，ISAD 道路分級如表 30。

表 30 ISAD 自駕車支援道路分級及定義

	Level 分級	Name 名稱	Description 敘述	Digital information provided to Avs 提供自駕車之數位資訊			
				Digital map with static road signs 包含道路標誌的數位地圖	VMS, warnings, incidents, weather 可變告示牌警示、氣候警示、事件警示	Microscopic traffic situation 微觀交通狀況	Guidance: speed, gap, lane advice 速度、距離、車道指引
Conventional infrastructure 傳統基礎設施	E	Conventional infrastructure / no AV support	Conventional infrastructure without digital information. AVs need to recognise road geometry and road signs. 沒有數位資訊的傳統基礎設施。自駕車需要識別道路的幾何形狀和路標。				
	D	Static digital information / Map support	Digital map data is available with static road signs. Map data could be complemented by physical reference points (landmarks signs). Traffic lights, short term road works and VMS need to be recognized by AVs. 可用帶有靜態路標的數位地圖資料。地圖資料可以透過物理參考點（地標符號）進行補充。自駕車必須識別交通號誌、短期道路施工和可變告示牌。	V			
Digital infrastructure 數位基礎設施	C	Dynamic digital information	All dynamic and static infrastructure information is available in digital form and can be provided to AVs. 所有動態和靜態基礎設施資訊都以數位形式提供給自駕車。	V	V		
	B	Cooperative perception	Infrastructure is capable of perceiving microscopic traffic situations and providing this data to AVs in real-time. 基礎設施能夠感知微觀交通狀況，並將這些資料即時提供給自駕車。	V	V	V	
	A	Cooperative driving	Based on the real-time information on vehicle movements, the infrastructure is able to guide AVs (groups of vehicles or single vehicles) in order to optimize the overall traffic flow. 基於車輛即時動態資訊，基礎設施能夠引導自駕車（車輛群組或單一車輛），以優化總體交通流量。	V	V	V	V

資料來源：本案自行製作、ASFiNAG

圖 45 說明 ISAD 布建概念，ISAD 認為道路智慧化設施與服務的布建應以“需求”為主，交通流量不大的路段不需要安裝支援控制系統，因為其交通很少會被中斷。ISAD 基礎設施支援分級旨在於描述道路或高速公路部分路段，而不是整個道路路網。如下圖 45，對於容易出現交通阻塞的交流道匝道位置，需要建設 A 等級基礎設施來進行交通控制（藍色區塊）；對於交通頻繁的高速公路路段，需要建設 B 等級基礎設施來進行協作（綠色區塊）；對於一些交通運行較為順暢的快速路段，僅需要建設 C 級基礎設施來提供動態訊息給行駛車輛（黃色區塊）；而對於二級路網可以建設 D 級基礎設施；在一些鄉村地區不需要建設智慧化的基礎設施。



資料來源：ASFiNAG

圖 45 ISAD 道路基礎設施支援等級布建示意圖

3. LOSAD 自動駕駛服務等級(Level of Service for Automated Driving，簡稱 LOSAD)

LOSAD 為世界道路協會(World Road Association)又稱 PIARC(the Permanent International Association of Road Congresses)發表之自駕道路服務等級，LOSAD 與 ISAD 一樣分為五個等級(A-E)，從 A(完全支援自動化)到 E(最低自動化支援)。LOSAD 根據道路基礎設施支援自動駕駛的程度來制訂分級，其重要指標是操作路段(Operational Road Sections，ORS)分佈多寡或連續性，ORS 是「自駕車可運作的路段」。LOSAD「A」提供連續的操作路段，即與自動化完全兼容的路段，有足夠的路段長度(門檻值仍有待確定)提供支援高度的自動駕駛。也就是 LOSAD「A」到「E」皆呈現操作路段的不同擴展和頻率。例如，LOSAD「B」可能是一個路段，相對於 LOSAD「C」有較長的操作路段，會被部分非 ODD 兼容的區域中斷，可用於部分自動化的車輛。LOSAD「E」可能是非常短的 ORS 的情況，幾乎無法啟用自動駕駛。目前國際道路協會對每個級別的門檻值和具體特徵仍有待確定。依據不同 ORS 參數(如連續、不連續、長度、比例等)之支援分級建議如表 31：

表 31 自動駕駛服務等級

LOSAD 級別	描述
A	道路段提供連續的操作路段(Operational Road Sections ,ORS)，可滿足大部份車輛的操作設計需求(Operational Design Domain,ODDs)，等級四的自駕輛不會請求人為駕駛接管；等級三自駕車輛極少請求解除自駕;等級二的自駕車車則是少量解除自駕。
B	路段物理特徵與自動駕駛服務等級A相似,但環境動態的變化如天候，可能會限制 ORS 的有效性，導致自駕系統請求人為駕駛接管或出現少量地解除自駕。
C	路段內的 ORS 不連續，無法充分滿足所有已知的操作設計需求(ODDs)。鼓勵駕駛採用自駕系統,但會要求駕駛仍需保持注意路況，以因應人為駕駛接管請求或解除自駕發生。
D	路段只滿足一些操作設計需求(ODDs)。等級三和等級四的自駕車可在保持注意道路及交通狀況下啟用自駕系統;而等級二的車輛則不鼓勵使用自駕系統。
E	沒有 ORS，或者它們的長度太短，無法確保舒適的自動駕駛。路段幾乎無法滿足自駕需求，且所有車輛皆被要求手動駕駛。

資料來源：本案自行製作、PIARC

4. SRC 自動駕駛道路分級(Smart Roads Classification Levels，簡稱 SRC Level)

自動駕駛道路分級(Smart Roads Classification，SRC)為 PIARC 從 LOSAD 和 ISAD(各五個級別)中的 25 種可能組合中，匯集從較低到較高的聯網車和自動駕駛車輛(Connected and Autonomous Vehicles，簡稱 CAVs)支援的 5 個等級，如表 32。由於此分級主要仍是應對自駕車的自動化駕駛概況，因此團隊為與我國智慧道路名稱區隔，將 SRC 翻譯為自動駕駛道路分級。

表 32 結合 LOSAD 和 ISAD 定義之智慧道路分級

(1)人為駕駛道路 Humanway (HU)	道路還沒有為 CAV 做好準備。自駕車會遇到太多路況事件需解除自動駕駛，促使駕駛員手動斷開自駕系統，且數位化資訊共享程度低，無法滿足駕駛操作設計需求(ODDs)，因此路段無法支援 CAVs。
(2)協助駕駛道路	道路可支援等級 2 以上的車輛，允許駕駛員啟用

Assistedway (AS)	他們的駕駛自動化系統，但會因為不同因素而需要解除自駕(不像 HU 頻繁)。自駕車自動化等級為一至四的車輛駕駛員應注意脫離或接管請求的路段。
(3)自動道路 Automatedway (AT)	路段具有良好的聯網性及物理路側設施能力，因此解除自駕或請求人為駕駛接管比 AS 及 HU 發生次數低。透過路段的數位化資訊共享，車輛可滿足駕駛操作設計需求限制，因此大部份的人為駕駛接管是事先規劃好的(等級三及等級四的車輛)。
(4)全自動道路 Full Automatedway (FA)	路段具有連續的 ORS，以確保可滿足大多數等級三、等級四的車輛的操作設計需求(ODD)。可共享數位資訊，因此等級三、等級四的車輛可規劃任何的人為駕駛接管請求，也因此不會有任何解除自駕發生。而等級二的車輛則會有少數的解除自駕發生。
(5)自動駕駛道路 Autonomousway (AU)	與 FA 相似，聯網的路側設施可支援協同駕駛，因此路側設施可以接收及發送量身定做的指令給所有車輛，以微觀管理交通效率。此種路段僅適合等級四、等級五的聯網自駕車(CAV)行駛。而這種最高級別的智慧車道也可能設計為專用車道。

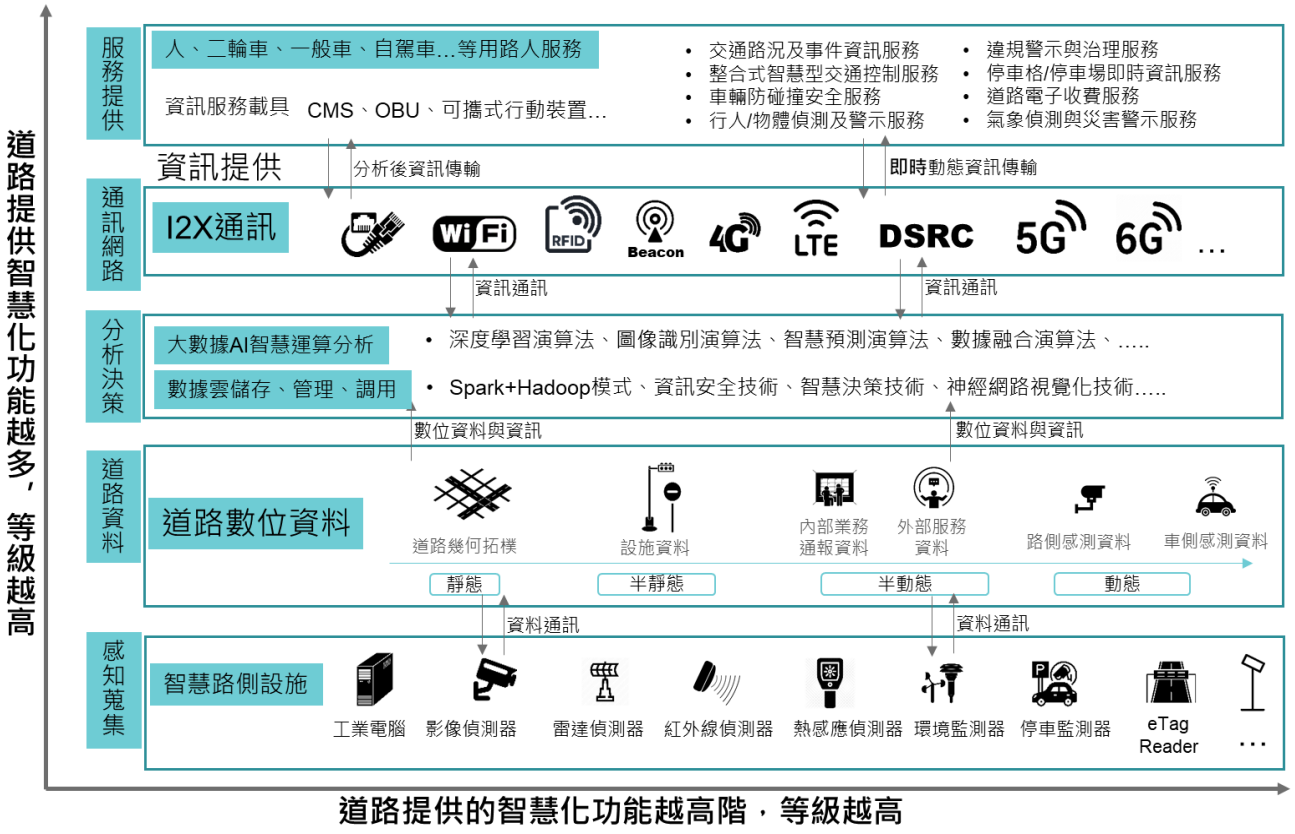
資料來源：本案自行製作、PIARC

上述 SAE 自駕車分級、ISAD 自駕車道路設施支援分級、LOSAD 自動駕駛服務等級、SRC 自動駕駛道路分級皆以自駕車為主體，僅以道路為輔助，以發展自駕車專屬道路為目標。然而我國期許發展之智慧道路定義「以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的，透過對道路資料的收集、分析、發布、協作，實現提供“用路人”智慧化服務為目的之新世代道路」以此設計我國智慧道路應用服務等級，下為詳細說明。

3.1.2 智慧道路服務分級規劃

藉由第二章國內外文獻探討釐清智慧道路是道路藉由各種感知設備與技術蒐集分析道路環境資訊，提供用路人、自駕車各種應用服務。以系統架構而言，新興科技引導著智慧道路的發展，而智慧道路再提供給用路人各式服務，由下而上之架構為：「感知蒐集」、「道路資料」、「決策分析」、「通訊網路」以及「服務提供」五大範疇，我們可廣義地說當

道路可提供的智慧化功能越多或是越強，將使智慧道路等級提升，如下圖：



資料來源：本案自行製作

圖 46 智慧道路應用服務系統架構圖

由智慧道路系統架構圖可知，智慧道路涉及的層面暨廣且深，而與時俱進之設施、技術可創造多樣化的應用服務。由道路資料蒐集起始至通訊傳輸、分析運算處理、發布接收、提供協作導引服務，各種層次皆有智慧化功能提供予用路人。

因此團隊在此脈絡下以五項智慧化功能作為智慧道路服務分級元素，分別是：「道路有基本導引功能」、「道路有資料蒐集功能」、「道路有資訊提供功能」、「道路有即時溝通功能」、「道路有完全協作導引功能」五項功能元素。當道路提供之元素越多，智慧化等級則越高。如下表：

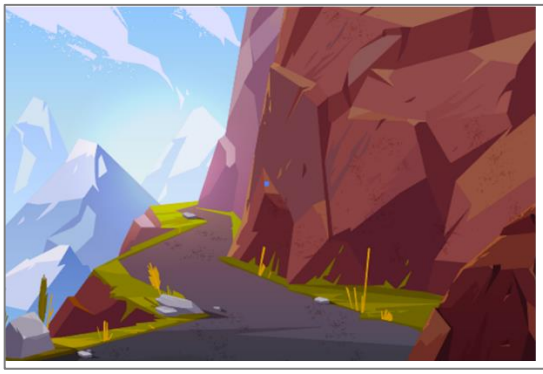
表 33 我國智慧道路應用服務分級表

分級	智慧化程度	定義	道路有**基本導引**功能	道路有**資料蒐集**功能	道路有**資訊提供**功能	道路有**即時溝通**功能	道路有完全**協作導引**功能
Level 0	無智慧	道路無任何交通管制設施，僅提供人車通行	無	無	無	無	無
Level 1	初步智慧	道路以交通管制設施引導用路人，並儲存交通管制設施之數位化資訊	有	無	無	無	無
Level 2	部分智慧	道路可以穩定蒐集交通應用服務所需原始或運算處理後資訊	有	有	無	無	無
Level 3	中度智慧	道路可以將原始或運算處理後資訊提供予用路人	有	有	有	無	無
Level 4	高度智慧	道路可以將即時偵測及運算處理之資訊傳輸予用路人	有	有	有	有	無
Level 5	全面智慧	道路全面車路雲協作，將智慧化分析後之資訊，即時傳輸提供用路人最佳移動決策建議	有	有	有	有	有

資料來源：本案自行製作

以下針對智慧道路應用服務之六個智慧化層級與五大智慧化功能元素做介紹：

- **智慧道路應用服務等級 0：無任何數位化、智慧化功能元素。**



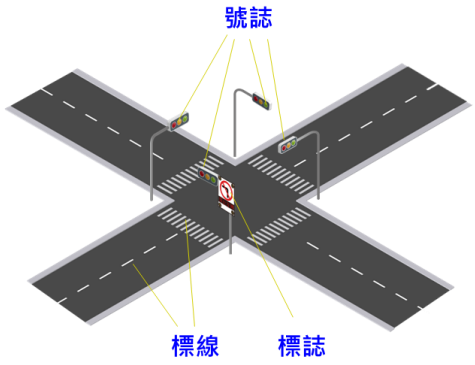
智慧化等級	Level 0
智慧化程度	無智慧
定義說明	道路無任何交通管制設施，僅提供人車通行
道路及路側裝置	僅有路面，無任何標誌、標線、號誌等設施

資料來源：本案自行製作

圖 47 智慧道路服務等級 0

道路只有原始路面，無任何標誌、標線、號誌等交通管制設施指引服務用路人，僅提供人車可通行，如產業道路、偏鄉山路、田間小路。

- **智慧道路服務等級 1：道路有基本導引功能。**



智慧化等級	Level 1
智慧化程度	初步智慧
智慧化元素	道路有基本導引功能
定義說明	道路以交通管制設施引導用路人，並儲存交通管制設施之數位化資訊
道路及路側裝置	標誌、標線、號誌...等

資料來源：本案自行製作

圖 48 智慧道路服務等級 1

道路有實體或數位化之交通管制設施如標誌、標線、號誌、路島...等，用來警告、禁止、限制、指示、輔助一般的道路使用者作為執行道路管制與指引用路人之規範，促進用路人瞭解道路上的特殊狀況，依據交通規範安全用路。而數位化之交通管制設施，例如透過人工智慧技術與地圖製圖技術建置之道路數位資訊如道路面(車道，道路標線，中心線...等)、周遭號誌(道路標誌，交通信號...等)，可提供自駕車或具有接收數位化資訊的聯網車輛促進其導引行駛。

道路數位化是道路智慧化之基礎，智慧道路來自於道路環境的數位化資料、資訊等各種數位資產，為促進我國智慧道路等級提升，團隊設計要達到此等級之智慧道路，道路主管機關需做到盤點儲存交通管制設施之數位化資訊，為將來道路等級提升預備更多資源。

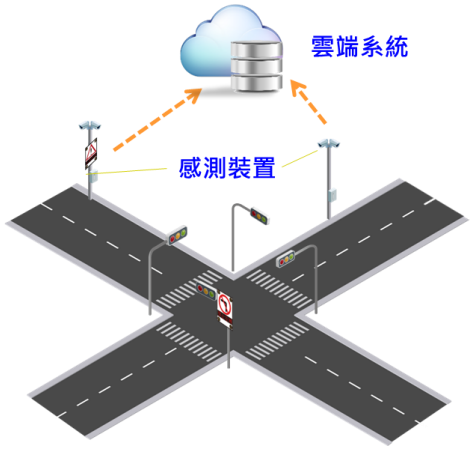
本階段初擬交通管制設施需儲存之數位資料，以標誌、標線、號誌所在經緯度位置、牌面方向及內容描述...等欄位為主，如圖 49 為單線鐵路平交道標誌之實景圖，為禁制標誌中的一種遵行標誌。資料記錄包含(1)標誌位置:「以標誌桿基座為主的經緯度座標。(2)牌面內容：「停看聽，鐵路平交道」。(3)標誌牌面方向：「順向、逆向或雙向」。交通管制設施之填寫範例可參考報告書第 5.2 章節智慧道路應用服務環境建置之數位資料儲存表，團隊也於本報告

第 7.2.2 章數據服務平臺與第 8.2.3 章大數據服務建議，規劃下個階段研究將探討智慧道路應用服務所需之數位圖資內容。

資料來源：高精地圖研究發展中心

圖 49 單線鐵路平交道標誌

- **智慧道路服務等級 2：道路有資料蒐集功能。**



智慧化等級	Level 2
智慧化程度	部分智慧
智慧化功能元素	道路有資料蒐集功能
定義說明	道路可以穩定蒐集交通應用服務所需原始或運算處理後資訊
道路及路側裝置	如IP Cam.、VD、環境監測、等感知設施

資料來源本案自行製作

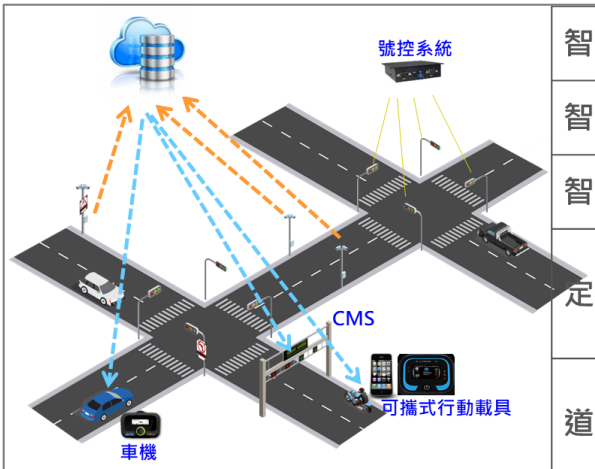
圖 50 智慧道路服務等級 2

道路布建各種感知設施如攝影機、車輛偵測器(VD)、etag 偵測器、自動車牌辨識系統(AVI)、環境監測器等設備，進行交通道路環境原始資料蒐集與資訊分析。或由道路主管機關主理採購、蒐集之外部服務資訊，如氣象局天候偵測資訊、google 圖資路況資訊或結合先進駕駛輔助系統(ADAS)車輛蒐集之交通資料。

此等級主要述說道路由主管機關以智慧化形式穩定、常態性

蒐集交通應用服務所需之原始資料或運算後資訊之功能。對內後續可進行分析或調用，如擬定交通改善策略或時制調撥計畫，促進道路通行效率，保障用路人安全。而對外服務如 168 交通安全網、智慧化省道即時資訊服務網等服務平臺，由用路人自行上網查詢使用。

- **智慧道路服務等級 3：道路有資訊提供功能。**



智慧化等級	Level 3
智慧化程度	中度智慧
智慧化功能元素	道路有資訊提供功能
定義說明	道路可以將原始或運算處理後資訊提供予用路人
道路及路側裝置	道路：號控或中控系統。 路端：CMS、車機...等接收資訊設備。

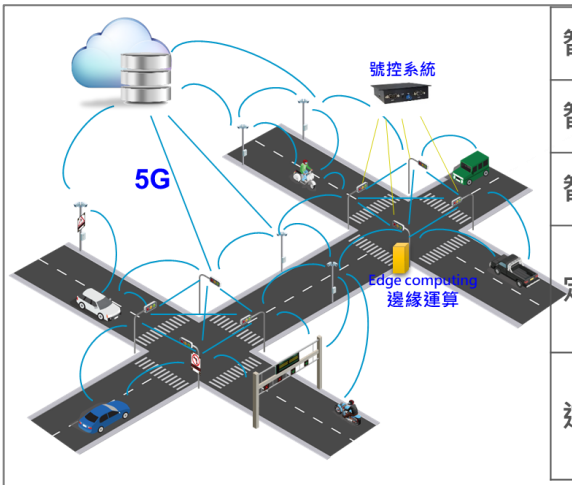
資料來源：本案自行製作

圖 51 智慧道路服務等級 3

道路蒐集交通環境中各種原始資料或資訊，並經智慧化系統運算(如大數據、AI 人工智慧、深度學習等技術)後，主動傳輸發布建議資訊給用路人。此等級主述道路可將資訊主動發報提供給用路人，如交通壅塞警示服務、旅行時間資訊提供、替代路線導引服務、道路速度限制通知...等

由智慧道路服務等級 3 開始，亦可支援智慧聯網車輛如自駕車運行。透過雲端中控中心或路側 IPC 等資訊發布設備，提供運算處理後交通資訊與行駛建議至車端之車載裝置；一般人無介接智慧化系統之用路人(如行人、一般車)則以路側端之 CMS、動態號誌或顯示看板取得資訊。

- **智慧道路服務等級 4：道路有即時溝通功能。**



智慧化等級	Level 4
智慧化程度	高度智慧
智慧化功能元素	道路有即時溝通功能
定義說明	道路可以將即時偵測及運算處理之資訊傳輸予用路人
道路及路側裝置	道路：號控或中控系統。 路端：CMS、車機...等接收資訊設備。

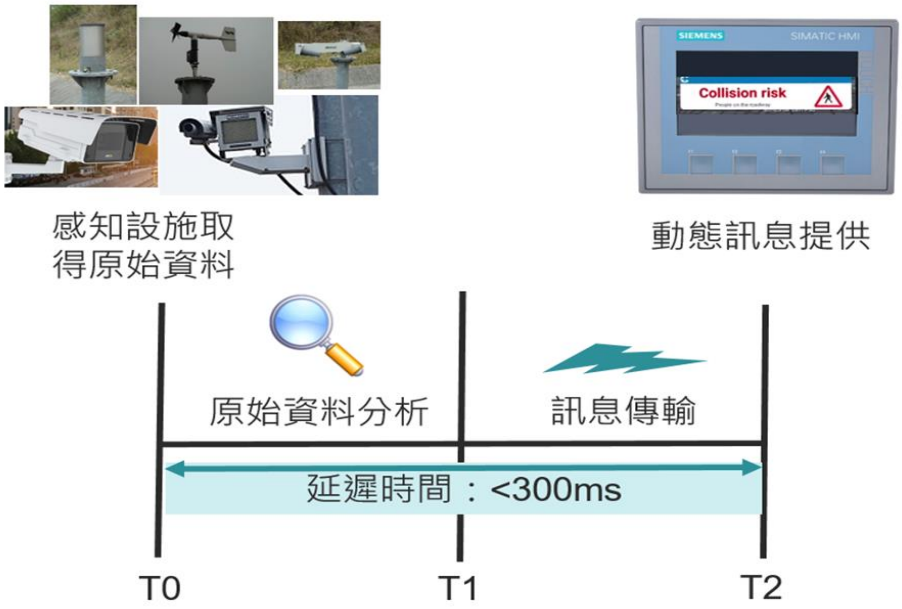
資料來源：本案自行製作

圖 52 智慧道路服務等級 4

智慧道路服務等級 4 之功能定義為道路可將即時偵測及運算處理之資訊傳輸予用路人。此智慧化等級之服務涉及更快速之運算能力與溝通傳輸能力(如 5G)，需由感知設施蒐集即時資訊、即時運算分析，並即時且主動提供建議訊息給用路人。如緊急車輛優先號誌、交叉撞風險警示、行人穿越警示...等通常為緊急、安全警示相關之應用服務。

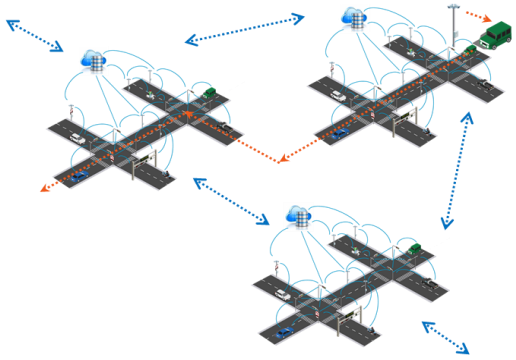
智慧道路服務等級 3 和服務等級 4 皆為主動提供用路人資訊服務，但等級 4 之應用服務強調運算與傳輸即時溝通，因此團隊參考國際標準文件 ETSI(ETSI TR 102 638 ITS;Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Definitions)，設定延遲時間「<300ms」為即時傳輸之門檻值。

延遲時間之說明請見圖 53，感知設備蒐集原始資料(T0)，經過分析原始資料後，將分析過後的資訊(T1)透過資訊傳輸技術如 5G、邊緣運算等，傳輸給用路人接收即時動態訊息(T2)的時間差(T2-T0)，稱為延遲時間(latency time)。例如碰撞風險警示服務由感知設備蒐集路況資訊，經過運算分析有碰撞風險，而傳輸給用路人的延遲時間為 100ms，即表示道路有即時溝通功能。



資料來源：高公局、Siemens、本案自行製作

圖 53 延遲時間說明



智慧化等級	Level 5
智慧化程度	全面智慧
智慧化功能元素	道路有完全協作導引功能
定義說明	道路全面車路雲協作，將智慧化分析後之資訊，即時傳輸提供用路人最佳移動決策建議
道路及路側裝置	各種道路數位資料、資訊與感知、發布、接收、協作裝置

資料來源：本案自行製作

圖 54 智慧道路服務等級 5

- **智慧道路服務等級 5：道路有完全協作導引功能。**

此智慧化等級之道路服務可全面進行車路雲協作，將智慧化分析後之資訊，即時傳輸提供用路人最佳移動決策建議。涉及技術包含智慧聯網資訊、大數據分析、及人工智慧推論...等，可滿足所有車輛在所有應用下完全感知、預測、決策、控制、通訊等功能，並優化部署整個交通基礎設施網路，實現全面溝通協作及控制移動載具行駛最適路徑及最佳決策，且提供全主動安全功能，如遇到

特殊情況，亦由交通基礎設施系統進行控制，不需要駕駛員參與。此等級之智慧道路服務案例可參考日本豐田汽車以自動駕駛和人工智能（AI）等未來技術打造之實驗都市「網城（Woven city）」。

隨著資訊、通訊發展的突飛猛進，交通運輸的未來進行式將以 5G 和 AI 為發展重點。傳統的交通系統依據歷史資料統計搭配專家經驗分析進行監控、號誌控制、疏導車流。迎向 AI 的時代，則是交通系統智慧化、運算系統邊緣化、專家經驗 AI 化，於路側設備端即時運算，掌握即時混合車流、路況事件，有助於提供人、機慢車、汽車、自駕車正確認知判斷、即時掌握周邊路況。而 5G 低延遲與高傳輸特性也為智慧道路之資料傳輸、資訊溝通、服務提供的影響因素之一。團隊已於第 2.3 章節解說深度學習技術與 5G 技術於智慧道路應用，以下將針對 5G、深度學習技術提出我國智慧道路服務等級搭載建議。

由於本文定義智慧道路以「道路為主體」，因此團隊針對“道路”路側端之運算功能進行建議，智慧道路服務等級 2 即需要道路有分析功能，系統應部署人工智慧，其中需要高準確與系統強韌性的要求時，可參考導入深度學習技術。此外，智慧道路服務等級 4 定義道路有即時溝通功能，如低延遲(小於 300 毫秒)之傳輸應用，應導入 4G 與 5G 以上的網路服務。下表為我國智慧道路分級對應之傳輸規格，以及路側端設備是否應搭載人工智慧系統之建議。

表 34 我國智慧道路服務搭載深度學習與 5G 技術建議一覽

分級	智慧化程度	說明	網路傳輸	路側端人工智慧
Level 5	全面智慧	道路全面車路雲協作，將智慧化分析後之資訊，即時傳輸提供用路人最佳移動決策建議	5G	有
Level 4	高度智慧	道路可以將即時偵測及運算處理之資訊傳輸予用路人	4G/5G	有
Level 3	中度智慧	道路可以將原始或運算處理後資訊提供予用路人	4G	有
Level 2	部分智慧	道路可以穩定蒐集交通應用服務所需原始或運算處理後資訊	實體/無線	有

分級	智慧化程度	說明	網路傳輸	路側端人工智慧
Level 1	初步智慧	道路以交通管制設施引導用路人，並儲存交通管制設施之數位化資訊	無	無
Level 0	無智慧	道路無任何交通管制設施，僅提供人車通行	無	無

資料來源：本案自行製作

團隊也於第七章我國智慧道路發展藍圖章節規劃明年度將依據專家學者建議制訂分級細則，預計提供「時間」、「空間」範疇更詳盡的分級方式，如下圖空間範疇制訂不同層級的服務涵蓋範圍、時間範疇也制訂不同層級的服務提供時間，未來評估智慧道路應用服務等級除智慧化等級之外，即可再增加時、空等級層次。

例如台北市政府於信義路 1~6 段布建「交通壅塞警示服務」，提供壅塞資訊給用路人，其智慧化等級為 Level 3-S3-T3。高雄市政府於鳳頂路/保生路、鳳頂路/過埤路等 2 處路口進行試辦「緊急車輛優先通行服務」其智慧化等級為 Level 4-S0。

應用服務等級	智慧化程度
Level 0	無智慧
Level 1	初步智慧
Level 2	部分智慧
Level 3	中度智慧
Level 4	高度智慧
Level 5	全面智慧

空間編號	空間
S0	實驗場域
S1	實際實施1個路口
S2	實際實施3個連續路段涵蓋80%
S3	實際實施5個連續路段涵蓋80%

待後續商議

時間編號	時間
T1	特定時段
T2	尖峰時段
T3	全天候

待後續商議

資料來源：本案自行製作

圖 55 智慧道路整體廊道應用服務等級初擬

3.2 應用案例輔助說明智慧化等級

團隊彙整 ETSI 國際標準文件與交通部公路智慧型運輸系統規範中與智慧道路相關之 22 項應用案例功能作為智慧化分級的輔助說明，提供未來道路主管機關推動智慧化運輸服務之參考原則。輔助說明表內以等級 2～4 之服務案例進行說明，因智慧道路等級 1 的條件為「道路以

交通管制設施引導用路人，並儲存交通管制設施之數位化資訊」，如標誌、標線、號誌方向、位置之數位化靜態資訊，為基礎資訊，提供道路主管機關盤點、儲存，建立數位資產管理資源，以預備未來先進駕駛輔助系統行駛判斷決策使用，因而不以範例作說明。而智慧道路等級 5 在本案的定義為一個由道路整合協作車路雲智慧聯網資訊、大數據分析、人工智慧推論等技術，全面協作溝通移動載具行駛的狀態，為未來實現之情境，目前尚未有實際案例可說明(可參考網城日本 Woven city)，因而以等級 2~4 之智慧道路應用服務案例為主。

團隊彙整應用案例之名稱、情境說明(包含服務對象)、延遲時間建議，以及智慧化功能，並依據情境描述智慧化功能初步判別其智慧化等級。若應用案例之智慧化功能提升，其智慧化服務等級則可提升。

如下表編號 Smart Road 01(縮寫 SR01)「車輛事故或故障偵測」服務情境中，當道路發生車禍或車輛故障發生時，利用道路監視影像系統或其他路側偵測技術，可自動偵測事故或故障發生，並即時連線相關單位，使單位加速展開處理及救援。涉及至智慧化元素之「道路有資料蒐集功能」，並將資料回傳雲端的交控中心、救護單位，可初判為 Level 2。

若上述「車輛事故或故障偵測」應用情境進一步將道路資訊提供給用路人，則智慧化服務等級即可再提升，如 SR10「車輛事故或故障警示」服務，發生事故的當下傳送前方因發生事故有碰撞風險或建議繞道之警示給用路人，其智慧化服務等級可判別為 Level 3 的服務。

本先期研究初步透過文獻與標準組織的資料，彙整之智慧道路應用情境作為智慧化服務等級之輔助說明及相對應之建議數據，未來中長期研究藍圖建議後續逐步另案探討關鍵應用服務之設備規格、傳輸內容、資料格式、不同道路類型傳輸頻率...等制訂差異化規範及標準。

表 35 智慧道路應用案例與智慧化等級

SR 編號	應用案例名稱	應用描述	基本導引與指示	道路有資料蒐集功能	道路有資訊提供功能	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	Level	延遲時間
SR01	車輛事故或故障偵測	利用監視影像系統或其他偵測技術，偵測到車輛事故或故障發生，造成交通延滯時，即時連線相關單位，以加速展開處理及救援	有	有	無	無	無	2	N/A
SR02	交通壅塞警示	路側設備偵測目前地點的車流或車輛停靠通阻，分析後發布相關資訊給用路人	有	有	有	無	無	3	N/A
SR03	替代路徑導引	路側設備蒐集交通異常情況，並提出導引建議給相關用路人	有	有	有	無	無	3	N/A
SR04	道路速度限制通知	路側設備感測交通車流狀況並根據車流變化調控速限，廣播該處速限資訊給相關用路人	有	有	有	無	無	3	N/A
SR05	緊急車輛優先號誌	路側設備接收優先車輛(如消防車)將駛近路口，透過號誌優先控制，使緊急車輛優先通行	有	有	有	有	無	4	<100ms
SR06	旅行時間資訊提供	路測設備如車輛偵測器(VD)、 eTag 偵測器、自動車牌辨識系統(AVI)等進行資料融合，預測旅行時間計算及校估，並提供相關	有	有	有	無	無	3	N/A

SR 編號	應用案例名稱	應用描述	基本導引與指示	道路有資料蒐集功能	道路有資訊提供功能	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	Level	延遲時間
		用路人旅行時間資訊							
SR07	即時號誌資訊發布	交通號誌即時發布變換燈號時間資訊給相關用路人	有	有	有	有	無	4	<100ms
SR08	禁行車輛警示及繞行通知	路側設備偵測禁行車輛，提供禁行車輛限制資料及繞行路線建議	有	有	有	有	無	4	<300ms
SR09	電子收費	透過先進技術(如路側設備感測車輛上的RFID E-tag)，進行自動化收取過路費	有	有	無	無	無	2	N/A
SR10	車輛事故或故障警示	利用監視影像系統或其他偵測技術，偵測到車輛事故或故障發生，造成交通延滯時，由路側設備發出訊號，警告相關用路人	有	有	有	無	無	3	N/A
SR11	彎道碰撞風險警示	在易發生事故之彎道，架設基礎路側設施，偵測車輛車速及位置，分析碰撞風險並發布警示訊息	有	有	有	有	無	4	<100ms
SR12	交叉撞風險警示	路側設備偵測路口，判斷兩輛及多輛車可能發生碰撞則發出交叉撞碰撞風險警示給相關	有	有	有	有	無	4	<100ms

SR 編號	應用案例名稱	應用描述	基本導引與指示	道路有資料蒐集功能	道路有資訊提供功能	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	Level	延遲時間
		用路人							
SR13	轉彎車碰撞風險警示	路側設備偵測到右轉車輛將與內側同方向的車輛發生側撞。或車輛左轉時，將與對向直行車輛發生碰撞。路側設備即發出轉彎車碰撞風險警示給相關用路人	有	有	有	有	無	4	<100ms
SR14	車輛匯入主線車道警示	路側設備偵測匝道匯入主線道的車輛有碰撞風險，並發出碰撞風險警示給相關用路人	有	有	有	有	無	4	<100ms
SR15	行人穿越警示	路側設備偵測行人、自行車或動物進入(或進入後又離開)車道，向相關用路人發出弱勢用路人出現警告	有	有	有	有	無	4	<300ms
SR16	智慧號誌延長保護穿越斑馬線之行人	*路側設備偵測行人，判斷行人尚未走完斑馬線，即延長燈號時間，並發送警示訊息給相關用路人 *路側設備接收優先車輛(如消防車)將駛近路口，號控紅燈轉綠燈前，會先偵測是否有弱	有	有	有	有	無	4	<300ms

SR 編號	應用案例名稱	應用描述	基本導引與指示	道路有資料蒐集功能	道路有資訊提供功能	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	Level	延遲時間
		勢用路人尚未離開斑馬線。若有，則延長紅燈時間，並傳送碰撞風險警示給相關用路人							
SR17	車輛違反號誌警示	路側設備偵測到有車輛違反號誌(如闖紅燈)，通報相關用路人以避免發生意外	有	有	有	有	無	4	<100ms
SR18	車輛高度超高警示	路側設備偵測車輛高度，警示駕駛人避開超高限制之路段	有	有	有	無	無	3	N/A
SR19	逆向行駛警示	路側設備偵測逆向行駛的車輛，通報相關用路人以避免發生意外	有	有	有	有	無	4	<100ms
SR20	危險跟車警示	路側設備偵測危險跟車行為，進行跟車距離不當警告，確保車輛保持安全車距	有	有	有	有	無	4	<300ms
SR21	天候偵測警示	在可能影響行車安全之地點設置天候偵測器(如雨量偵測 RD 、風力偵測 WD 、濃霧偵測 VI)，並傳送天候警示訊息包括雨量警示、風力警示、濃霧警示給相關用路人，以達到事前預防及事後能及早發現，確保用路人行車安全	有	有	有	無	無	3	N/A

SR編號	應用案例名稱	應用描述	基本導引與指示	道路有資料蒐集功能	道路有資訊提供功能	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	Level	延遲時間
SR22	智慧化動態號誌控制	根據所蒐集的歷史及即時路況資料進行智慧化時制計畫的彈性更新及場域部署。	有	有	有	無	無	3	N/A

資料來源：本案自行製作

3.3 應用服務之數位資料儲存

為促使道路主管機關布建智慧道路應用服務，同時關注道路資產管理、數據治理議題，累積數位資料資源達成智慧道路應用服務等級提升，本研究草擬應用服務數位資料表儲存之三大類型與重要屬性，提供道路主管機關參考運用、方便未來資料互通及共享，激盪更多新型態智慧道路應用服務。

由於智慧道路應用服務來自於道路主體、資料感知收集、發布與接收資訊服務，因此本案規劃數位資料儲存表之三大類型:「交通管制設施」、「感知」、「發布」三大層面。「交通管制設施」為智慧道路應用服務的基礎環境資源，重要屬性如如標誌、標線、號誌等數位化資產;「感知」層面則包含「感知設備」、「感知資料」、「感知頻率」、「通訊模式」;「發布」層面則有「接收設備」、「發布資料」、「發布頻率」、「通訊頻率」之重要屬性。而「資料欄位」將於未來下個研究階段，由專家學者擬定智慧道路發展之關鍵應用，依據關鍵應用調整詳細規格，其相關欄位請參考如下：

表 36 應用服務之數位資料儲存表

服務層次	資料類別	資料欄位
發布	接收設備	事件接收設備名稱
		事件接收設備位置
		事件接收設備功能
		事件發布空間範疇(發送距離)
		運算設備
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)
		事件發布格式
	發布頻率	事件發布頻率
		事件發布時間戳記
		事件發布次數
	通訊模式	事件發布通訊設備
		事件發布通訊格式
		事件發布通訊延遲時間
感知	感知設備	感知設備名稱
		感知設備位置
		感知設備方向

服務層次	資料類別	資料欄位
		感知設備功能
		感知資料空間範疇(偵測的距離)
		運算設備
	感知資料	感知資料內容
		感知資料格式
	感知頻率	感知資料頻率
		感知事件時間戳記
		感知事件頻率
	通訊模式	上傳通訊設備
		上傳通訊格式
		上傳通訊頻率
		上傳通訊延遲時間
交通管制設施	號誌	位置(經緯度)/內容
	標誌	位置/牌面內容/牌面方向
	標線	內容

資料來源：本案自行製作

本研究除草擬之智慧道路應用服務數位資料儲存表三大層面與重要屬性之外，也於「5.2 智慧道路應用服務環境建置」章節，依據 POC 應用服務情境，完成 11 項應用服務的數位資料儲存表內容範例。另外，除建議道路主管機關應儲存之應用服務資料外，也「6.2.2TDX 平臺擴大數據服務建議」章節，以 22 項智慧道路應用服務範例進一步建議可上傳至 TDX 儲存與後續應用之欄位。並於「第七章我國智慧道路發展藍圖」章節建議於 111 年制訂數位資料儲存內容之詳細規格。

3.4 智慧道路應用服務檢測機制

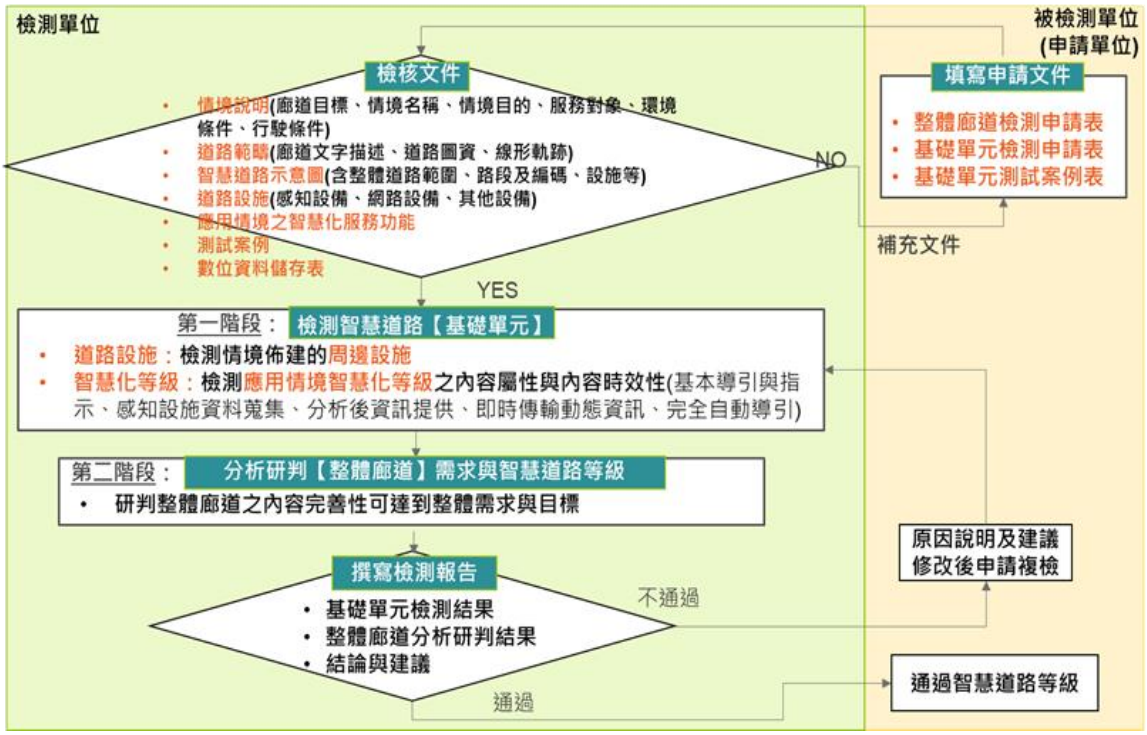
智慧道路應用服務分級之目的，在於未來可提供道路主管機關有建設指標或檢視現有道路“服務”的智慧化等級，使主管道路朝分級目標去推動。在對智慧道路智慧化服務等級有初步的方向後，團隊進一步設計智慧道路應用服務檢測機制與作業流程，提供道路主管機關布建應用服務時可自行檢測或用以驗收參考，也可請第三方獨立單位協助檢測。

檢測步驟如下圖 56，包含三個步驟：1.申請單位針對**一項**智慧道路應用服務設計 ODD 操作範圍、2.檢測單位檢測基礎單元、3.檢測單位綜合評估整體廊道智慧道路應用服務等級。

資料來源：本案自行製作

圖 56 智慧道路應用服務檢測機制

本案設計檢測作業流程如下圖 57：



資料來源：本案自行製作

圖 57 智慧道路應用服務等級檢測作業流程

被檢測單位：由業務主管機關填寫申請表單，提出智慧化服務應用情境與功能等申請資料(如整體廊道檢測申請表、基礎單元檢測申請表、基礎單元測試案例表)，並配合檢測單位確認服務情境與進行檢測。

檢測單位：建議未來可能是公部門自行驗收或其他第三方獨立單位執行，依據被檢測單位(申請單位)提出申請內容，進行實際場域基礎單元與廊道之智慧道路應用服務等級檢測。

以下為智慧道路應用服務等級檢測三個步驟詳細說明：

(一) 申請單位提出 ODD 設計

首先，仿照國際自駕車檢測模式，由道路場域的布建單位(申請檢測單位)針對一項智慧道路應用服務自行提出操作適用範圍(Operational Design Domain, ODD)。以下為說明：

1. 國際自駕車 ODD 作法

國際自駕車 ODD 作法：自駕車車廠會根據不同的自動駕駛等級區分為 0～5 級，且由車廠設定 ODD（Operational Design Domain, ODD）情境去檢測是否達成，參考下圖：

資料來源：SAE

圖 58 SAE 自動駕駛等級定義

由上圖可知歸納為越高等級的自動駕駛車輛，越需要完備之環境資訊提供自駕車進行演算決策，其中勢必包含道路環境之資訊與自駕車感應盲區的資訊。此亦為本案所設定的研究主題之一。

根據 Thatcham Research 中的 Defining Safe Automated Driving 的論述也特別提到，「SAE 自駕車定義很清楚地表明，它們的自駕車等級定義不會對於系統需求進行規範，也不會依系統績效及安全性進行判斷。自駕車等級只反映 ADS 設計的意圖，等級認定是主觀的基於製造商對於車輛系統設計、發展及測試的知識」。其精神概念即為：SAE 即對自駕車等級僅有概念性的分級，並沒有標準或操作型的定義。而是由車廠自行檢核自產的車輛，有符合 SAE 描述的概念，即可宣稱達到自駕車等級。

資料來源：本案自行製作

圖 59 國際自駕車等級作法流程

此外，依據美國汽車工程師協會 SAE J3016 文件，操作適用範圍（Operational Design Domain, ODD）係參考「在指定或特定設計自駕系統功能的操作情境，至少包括環境、地理、時間的限制條件，以及必要存在或不應存在的特定交通及道路特徵描述說明」。

因此，操作適用範圍(ODD)定義為在允許執行自駕系統下，道路路段需滿足某些特徵。這些特徵涉及道路種類、道路基礎設施、環境、交通狀況、最大限速、自駕系統可達的最高速度等等，亦包括非靜態參數。

為促進操作設計需求的廣泛實施，需要設計一個詳細分類表及參數門檻值。如英國標準學會所提出的第一個 ODD 分類方法，該方法以三大屬性考量：(1)情境、(2)環境條件及(3)動態因子。而歐洲 ITS 平臺 (EU EIP)也發展出另一種分類法，以(1)實體基礎設施、(2)數位基礎設施、(3)通訊基礎設施及(4)基礎設施的運營維護。在 2020 年，美國汽車工程師學會也提出了操作設計需求的概念，該概念著重於道路實體基礎設施，包括道路幾何、環境及用路人行為。

此外，PIARC 鼓勵車輛製造商(Original Equipment Manufacturer, OEM)明確公開他們車輛操作設計需求的支援及限制。並建議考量以下要素：

(1) 與天候相關的環境條件
(2) 鋪面條件
(3) 與天候無關的操作限制環境條件
(4) 用路人
(5) 道路上的非靜態障礙物
(6) 與其他用路人、基礎設施和交通管理中心的聯網性。

ODD 最顯著的限制是從車的角度定義，每輛車都有其獨特，且隨時間變化。因此，自動駕駛車輛可行駛路段，不是道路管理部門或運營商提供或管理的財產，而是每輛自動駕駛車輛的不同特徵。

建立明確的 ODD 對於 SAE 等級 3 和等級 4 的自駕車輛尤其重要。較低級別，需考慮到相對頻繁的解除自駕，駕駛員負責所有

的駕駛任務。而等級 5 是最高級別，無論 ODD 多少，都可以在任何地方行駛的車輛。

為了從道路基礎設施方面促進 ODD 的應用和管理，有必要將該概念推廣到具有不同自動化能力的車輛。在某個路段內，不同的車輛會呈現出特定的 ODD 兼容路段。對所有車輛都符合 ODD 的區域，是所有車輛都可以自動駕駛的部分。了解這些訊息對於道路管理部門和運營商來說非常重要，因為他們可以積極努力適應新的路段。依據日本國土交通省公布最後一哩路自駕車系統指引：操作適用範圍（Operational Design Domain, ODD）定義為限定區域或駕駛環境條件，並提出所有自駕車應具備之共通 ODD，包括：

（1）道路/地理條件：目標道路、行駛道路
（2）環境條件：時間、天氣
（3）行駛條件：行駛速度
（4）行駛空間：可支援自駕車行駛之基礎設施，以及可提醒用路人注意正在進行自駕車實驗之設施。

2. 我國智慧道路應用服務 ODD 檢測範圍

參考上述國際 ODD 作法，建議我國智慧道路應用服務 ODD 檢測範圍，可包含以下七大類，表 37 詳述我國智慧道路應用服務七大類操作適用範圍應設計之內容項目：

（1）情境說明
（2）道路範圍
（3）智慧道路示意圖
（4）道路設施
（5）應用情境之智慧化服務功能
（6）測試案例
（7）資料內容(數位資料儲存表)

表 37 我國智慧道路應用服務操作適用範圍項目

項目	內容說明
(1)情境說明	1.廊道目標 2.情境名稱 3.情境目的：以 WHAT、WHO、WHEN、WHERE、HOW 描述。 4.服務對象：如行人/一般車輛/自駕車...等。

項目	內容說明
	5.環境條件：時間(日間、夜間)、天氣(晴天、陰天、雨天、霧天)。 6.行駛條件：如行駛速度、當地道路規範...等。
(2)道路範圍	1.廊道文字描述(含方向性) 2.道路圖資：對應交通部基礎路段編碼或其他可清楚說明之圖資(擇一填寫) 3.線形軌跡(.shp 檔，選填)
(3)智慧道路示意圖	須含整體道路範圍、路段及編碼、設施等
(4)道路設施	1.感知設備(設備名稱、放置位置) 2.網路設備(設備名稱、放置位置) 3.其他設備(設備名稱、放置位置)
(5)應用情境之智慧化服務功能	1.道路有基本導引功能 2.道路有資料蒐集功能 3.道路有資訊提供功能 4.道路有即時溝通功能 5.道路有完全協作導引功能
(6)測試案例	包含基礎單元敘述、基礎單元編碼、檢測步驟說明、通過準則、符合智慧化服務功能等
(7)資料內容 (數位資料儲存表)	1.發布層面 包含事件接收設備名稱、事件接收設備位置、事件接收設備功能、事件發布空間範疇、運算設備、事件發布內容、事件發布格式、事件發布頻率、事件發布時間戳記、事件發布次數、事件發布通訊設備、發布通訊格式、事件發布通訊延遲時間。 2.感知層面 包含感知設備名稱、感知設備位置、感知設備方向、感知設備功能、感知資料空間範疇、運算設備、感知資料內容、感知資料格式、感知資料頻率、感知事件時間戳記、感知事件頻率、上傳通訊設備、上傳通訊格式、上傳通訊頻率、上傳通訊延遲時間。 3.交通管制設施 包含號誌位置(經緯度)/內容、標誌位置/牌面內容/牌面方向、標線內容。

資料來源：本案自行製作

依據上述規劃之智慧道路應用服務檢測操作適用範圍項目，團隊設計「整體廊道檢測申請表」見表 38，由申請單位針對一項智慧道路應用服務設計 ODD，即完成檢測的第一步驟。

表 38 整體廊道檢測申請表

項目	內容		
申請單位		聯絡人姓名	
		聯絡人電話	
		聯絡人 email	
情境說明	廊道目標		
	情境名稱		
	情境目的	WHAT、WHO、WHEN、WHERE、HOW	
	服務對象	□行人、□一般車輛、□自駕車、□其他_____	
	環境條件	時間(□日間、□夜間)、天氣(□晴天、□陰天、□雨天、□霧天)	
	行駛條件	車速	
道路範圍	廊道文字描述		
	道路圖資(擇一填寫)	□交通部基礎路段雙線化圖層編碼 □內政部基礎路段通用圖層編碼 □商用圖層編碼_____ □ADAS 地圖_____ □高精地圖_____ □其他_____	
	線形軌跡(選填)	(.shp 檔)	
智慧道路示意圖	(須含整體道路範圍、路段及編碼、設施等)		

資料來源：本案自行製作

(二)檢測單位基礎單元檢測

第二個步驟是檢測智慧道路應用服務於基礎單元的智慧化等級。首先針對「基礎單元」作說明：申請單位提出欲檢測的道路長度範圍，但需依據圖資切分若干「基礎單元」，再提供給檢測單位分別檢測此應用服務在每一段基礎單元的智慧化程度。

由於不同的智慧道路應用服務，布建之感知、通訊等設備可能會因設備的精密程度、偵測範圍或道路環境需求，而涵蓋不同服務範圍，需要由申請單位自行設計應用情境欲服務的整體廊道長度。「智慧道路基礎單元」則可依據交通部交通資訊基礎路段編碼查詢系統之雙線化圖層編碼(Link ID)、通用圖層(RoadSeg ID)，或是以一般民間商用圖資、ADAS 地圖、高精地圖之圖層來切分。如下圖民生東路二段，可依據雙線化圖層切分為 3 各基礎路段單元。

資料來源：本案自行製作

圖 60 基礎路段單元切分方式 1

或是如下圖，申請單位提出的應用服務對象為自駕車，其服務範圍為非直線的行駛路段。即可自行規劃，並且利用圖資系統進行基礎單元切分。

資料來源：本案自行製作

圖 61 基礎路段單元切分方式 2

將欲檢測的廊道切分為若干基礎單元後，由申請單位填寫「基礎路段檢測申請表」，詳述應用服務於每一段基礎路段單元上之智慧化服務功能。如表 39。

表 39 基礎路段檢測申請表

項目	內容		
基礎單元敘述		基礎單元編碼	
情境名稱			

道路設施	感知設施	
	通訊傳輸設施	
	其他設施	
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	
	道路有資料蒐集功能	
	道路有資訊提供功能	
	道路有即時溝通功能	
	道路有完全協作導引功能	
資料內容(數位資料儲存表欄位)	1.發布層面	
	事件接收設備名稱	
	事件接收設備位置	
	事件接收設備功能	
	事件發布空間範疇	
	運算設備	
	事件發布內容	
	事件發布格式	
	事件發布頻率	
	事件發布時間戳記	
	事件發布次數	
	事件發布通訊設備	
	發布通訊格式	
	事件發布通訊延遲時間	
	2.感知層面	
	感知設備名稱	
	感知設備位置	
	感知設備方向	
	感知設備功能	
	感知資料空間範疇	
	運算設備	
	感知資料內容	
	感知資料格式	
	感知資料頻率	
	感知事件時間戳記	
	感知事件頻率	

	上傳通訊設備	
	上傳通訊格式	
	上傳通訊頻率	
	上傳通訊延遲時間	
	3.交通管制設施	
	號誌位置(經緯度)/內容	
	標誌位置/牌面內容/牌面方向	
	標線內容	

資料來源：本案自行製作

申請單位填寫「基礎單元測試案例表」如表 40。說明應用服務在每一段基礎單元中應測試之案例。

表 40 基礎單元測試案例表

項目	內容				
基礎單元敘述		基礎單元編碼			
情境名稱					
檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★			
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能

資料來源：本案自行製作

每一項智慧化服務功能之內容屬性涉及多項「測試案例」，由申請者填寫後，才由檢測單位檢測查核。以「號誌秒數回傳自駕車」應用服務進行說明，服務目的為「智慧道路提供自駕車提前於路口前得知前方號誌變換燈號時間點，使自駕車提早反應行駛速度，減少緊急煞車，使自駕車順暢運行」。此情境的測試案例應如下表，包含正確收到、何時收到、多快收到號誌資訊....等等之測試項目：

表 41 基礎單元測試案例表(範例)

	通過準則	**符合以下智慧化服務功能，請標示★**

項次.檢測步驟說明		道路有資料蒐集功能	道路有資訊提供功能	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.路口綠燈時，從大智路口出發以時速12KM 行駛	1.1 正確收到前方號誌秒數	★	★		
	1.2 收到前方號誌秒數時間<100ms	★	★	★	
2.路口紅燈時，從大智路口出發以時速12KM 行駛	2.1 正確收到前方號誌秒數	★	★		
	2.2 收到前方號誌秒數時間<100ms	★	★	★	
3.路口綠燈時，從大智路口出發以時速15KM 行駛	3.1 正確收到前方號誌秒數	★	★		
	3.2 收到前方號誌秒數時間<100ms	★	★	★	
4.路口紅燈時，從大智路口出發以時速15KM 行駛	4.1 正確收到前方號誌秒數	★	★		
	4.2 收到前方號誌秒數時間<100ms	★	★	★	

資料來源：本案自行製作

檢測單位收到申請表後，進行文件審核，並與申請單位確認其填寫之智慧化服務應用情境內容。檢測單位文件審核完成後，再進行實際場域檢測，並依據申請單位表單填寫完成「基礎單元檢測個案表-測試案例」與「個別基礎單元檢測個案表-應用情境名稱」。其表單個別內容如下：

表 42 基礎單元檢測個案表-測試案例

檢測單位			申請單位		
情境名稱					
服務對象					
基礎單元描述					
情境目的					
環境條件					
行駛條件					
道路有基本導引功能	檢測內容		檢測資料		檢測結果
	標線：				□Pass □Fail
	標誌：				□Pass □Fail
	號誌：				□Pass □Fail
軟硬體檢測工具					
檢測準備工作					
測試案例檢測					
檢測項目	通過準則	道路有資料蒐集功能	分析後資訊提	道路有即時溝	道路有完	檢測結果

			供	通功能	全協作導引功能	
						□Pass □Fail
						□Pass □Fail
						□Pass □Fail
						□Pass □Fail
						□Pass □Fail
						□Pass □Fail
						□Pass □Fail
						□Pass □Fail
檢測人員		檢測日期		檢測負責人		(簽名/日期)

資料來源：本案自行製作

表 43 個別基礎單元檢測個案表-應用情境智慧化服務

檢測單位		申請單位		
情境名稱				
服務對象				
基礎單元描述				
情境目的				
環境條件				
行駛條件				
應用情境之智慧化服務功能檢測				
檢測項目	通過準則			檢測結果
情境道路設施				□Pass □Fail
道路有基本導引功能				□Pass □Fail
道路有資料蒐集功能				□Pass □Fail
道路有資訊提供功能				□Pass □Fail
道路有即時溝通功能				□Pass □Fail
道路有完全協作導引功能				□Pass □Fail
檢測人員		檢測日期		檢測負責人	(簽名/日期)

資料來源：本案自行製作

第二步驟由檢測單位檢測應用服務在每一段基礎單元上的智

慧化服務功能:「道路有基本導引功能」、「道路有資料蒐集功能」、「道路有資訊提供功能」、「道路有即時溝通功能」、「道路有完全協作導引功能」之測試個案與內容屬性進行檢測。範例請見第 4.3 章節自駕車場域智慧道路應用服務等級檢測示範。

(三)檢測單位整體廊道綜合評估

經過「智慧道路基礎單元」的個別檢測後，可初步得知應用服務於道路基礎單元的智慧化服務等級。但仍須研判此應用於完整廊道的智慧化等級，因此團隊規劃第二段階段，將依據布建的應用情境是否能滿足用路人於整體廊道的需求，來判斷整體廊道的智慧道路服務等級。

不同的應用服務情境，研判整體智慧化等級的完善性門檻不同。以旅行時間應用服務為例，用路人於廊道頭、尾的基礎單元有接收到智慧道路提供的服務資料，即可滿足整條廊道旅行時間服務需求的完整性，有些應用服務卻是需要每段基礎單元都需布建設備與發送資料，才能滿足(完善)整條道路的服務。

由於現階段國際上對於整體智慧道路等級判斷尚未能有明確判斷標準與定義，如歐洲 ITS 平臺針對智慧道路等級是以道路支援自駕車服務等級(LOSAD)以及道路設施支援自駕車運行等級(ISAD)兩種分級指標，再綜合分析道路對於自駕車的支援程度。其服務等級是以道路布建的應用服務支援自駕車的操作路段(Operational Road Sections，簡稱 ORS)是否連續、以及連續的程度來分級。例如在十個路口的路廊中，布建「自駕車路口防撞應用服務」，判斷等級的方式就是：是否十個路口都有佈設此服務？若非均有佈設，其中有佈設的路口佔有多少比率？是否有連續？都是納入道路等級評比的項目內。但是於 PIARC 在 2021 年 5 月發表的 LOSAD 文獻報告中，也尚未定義門檻值，建議未來持續追蹤 LOSAD 進展，作為我國智慧道路分級檢測之參考及補充。

現階段團隊先以將整條廊道切分基礎單元，設計檢測基礎單元等級的表單，分別檢測應用情境之「道路有基本導引功能」、「道路有資料蒐集功能」、「道路有資訊提供功能」、「道路有即時溝通功能」、「道路有完全協作導引功能」的內容屬性，以及「道路有即時溝通功能」資料時效性，判定每個應用服務於基礎單元的智慧化等級後，再綜合研判智慧道路提供用路人服務的完善性。完善性有空間與時間兩個研判方向：

- 空間方面：整體廊道提供服務之連續性或佔比。

  依據布建的應用情境，檢視整體廊道的每個基礎單元是否能連續提供用路人服務；或布建服務的佔比已可滿足整體廊道服務需求，則可稱整體廊道皆達到某個等級。若某些基礎單元沒有達到等級要求，可再由建置單位自行決定是否補足未達等級的路段。

- 時間方面：資訊持續供應程度。

  依據布建的應用情境，檢視整體廊道中的每個基礎路段單元是否皆能不間斷的提供智慧化資訊與服務。有些應用情境布建設施礙於電力提供或技術有限，無法全天候提供應用服務，若不影響整體廊道用路人的需求，則仍可研判整體廊道達到某智慧道路等級。反之，無法達到預定等級，則由建置單位自行決定是否補足中斷的服務。

  以下為綜合研判整體廊道智慧道路等級之範例：

圖 62 為青埔自駕車場域，申請單位規劃欲檢測 1~4 號基礎單元的廊道範圍。並且於 A 和 B 區域的號誌路口布建「號誌秒數資訊回傳」的應用服務。經過第一階段「基礎路段」測試案例檢測後，假設檢測結果得知：1 號基礎單元、2 號基礎單元、4 號基礎單元對於自駕車而言，可達成「智慧化服務等級 4」。

第二階段，研判此應用情境在整體廊道中的完善性。空間層面，整體廊道共有 4 個基礎單元，且「號誌秒數資訊回傳」的服務對象為自駕車，自駕車於第 1、2、4 基礎單元中可收到號誌秒數資訊，使自駕車經過 A 和 B 兩個號誌路口前，做到行駛速度不急煞、順行停等紅綠燈、提高行駛效率之績效。而基礎路段第 3 單元距離號誌路口過遠，即使有收到 B 路口的號誌資訊，也不會影響自駕車的行駛績效。因此，雖然「號誌秒數資訊回傳服務」沒有連續 4 段基礎單元皆服務自駕車，但仍可滿足自駕車於整體廊道上的需求。而時間層面「號誌秒數資訊回傳」服務在青埔自駕車載客服務時間每日 09:00-16:00 中，皆有持續提供號誌資訊，因此也不影響智慧道路等級的評比。綜合時間和空間兩方面的完善性，才宣告此廊道可完整提供等級 4 之「號誌秒數資訊回傳服務」。

資料來源：本案自行製作

圖 62 由基礎單元綜合評估應用服務於整體廊道等級

本階段團隊整體廊道評估方式初擬以時間、空間滿足用路人需求為指標。然，如第 3.1.2 節智慧道路服務分級規劃中所述，團隊也規劃明年度將依據專家學者建議進一步制訂時間與空間範疇的分級細則，預計將提供更進階的分級方式。

3.5 小結

本章節釐清智慧道路服務系統架構是透過部署於道路周邊的各種感知設備認知、收集物理世界的資訊，並通過網路傳輸予雲霧間協同運算形成交通大數據湖，經處理後再將各種智慧應用服務反饋予用路人。因此團隊依據智慧化功能程度，設計我國智慧道路服務 0~5 智慧化等級與分級元素，並彙整 22 項應用情境案例作為智慧化等級初判範例，提供道路主管機關檢視現有道路服務等級、規劃未來布建目標。

團隊也草擬應用服務數位資料表儲存之三大類型與重要屬性，為下一階段數位資產儲存與管理研究作準備，並設計智慧道路應用服務檢測機制，提供道路主管機關布建智慧道路服務情境時可參考之檢測或驗收流程，並累積智慧道路數位資產與經驗，促進產業應用場景資源互通、共享創造更多新型態智慧道路應用服務。

本階段團隊設計智慧道路服務之智慧化等級，後續建議設計可進一步評估整體廊道時間與空間等級之級距分類，並依據第二章智慧道路八大應用服務類型與我國智慧道路發展推動方向，擇關鍵應用服務制訂如設施布建、資料格式、資料內容、通訊模式...等建議規範與數位儲存基準欄位，使道路主管機關可依據智慧化等級表與建議規範，設計布建應用情境，確實盤點、儲存相關數位資料，並透過 ODD 操作情境範圍、等

級檢測機制驗收或檢測道路服務之智慧化與時空完善度等級。促使我國智慧道路服務立基於數位基礎建設，並達成交通控制系統與管理全面智慧化。

第四章 智慧道路支援自駕車運行規範初探

4.1 智慧道路支援自駕車應用概述

道路很快將會成為自動駕駛汽車革命的真實舞台，為了讓這場革命發生，車輛周圍的環境也必須進化；自駕車透過眾多感測器蒐集數據，並由不同演算法計算何時該加速或煞車，但感測器有先天的限制，無法看到視距外的影像，也無法單靠車上感測器獲知數十公里外發生的車禍，因此需要不斷與周邊其他車輛或道路設施交換數據來獲取更多資訊。福特汽車於邁阿密智慧基礎設施與自駕車研究中，特別提到將這些"眼睛"放在車外可提高整體能見度，不僅使乘坐更安全，而且更舒適，性能也會更好；因此更需要深入研究智慧道路對於自駕車等用路人順暢運行之作法。

前面章節完成智慧道路定義、發展現況與趨勢、應用服務分級與檢測原則分析後，本章將針對智慧道路可如何支援自駕車運行之規範進行初探，首先將研究智慧道路協助自駕車可順利運行之相關地圖資訊應用，再來探討自駕車場域周邊設施與佈設初步規範建議，最後擇一我國自駕車場域進行智慧道路應用服務等級檢測示範，以利道路主管機關及用路人對於智慧道路有更進一步的了解。

4.1.1 高精地圖支援自駕車

高精地圖為智慧道路高品質加值服務（如智慧自駕車、防救災、道路資產養護維護管理）必備之數位基礎建設之一，以日本為例，為發展與提升自動駕駛相關技術，於 2014 年藉由成立 SIP - adus 自動駕駛系統計畫(Cross-Ministerial Strategic Innovation Promotion Program Innovation of Automated Driving for Universal Services, SIP – adus)與促進委員會來進行推廣，其成員來自各個團體，針對國家層級之自動駕駛系統推廣討論與研究，其中即包含地圖架構任務小組。日本電機電子產業、測繪業、圖資營運商、汽車產業在日本政府的支持下共同合資成立 DMP(Dynamic Map Platform)公司，目的是推動高精地圖的廣泛應用與圖資資源共享，DMP 也指出其宗旨為希望未來道路上汽車駕駛可以更安心、安全並促進道路基礎建設的營運維護更為智慧化與效率化。以下先就目前高精地圖發展現況進行介紹，再整理高精地圖在智慧道路之應用發展。

(一) 高精地圖簡介

車輛要想順利進行自動駕駛，必須對其周邊的環境進行構建，該環境中，包含了移動物體(如行人、車輛)、互聯設施(V2V、V2X

等通信設施)、高精動態駕駛環境(如是否壅塞、哪裡在施工、哪裡有事故、哪裡有交通管制、哪裡有雨雪等)，以及最底層的 3D 高精度地圖。

自動駕駛所使用的 3D 高精度地圖，目前通稱為高精地圖(high definition map, HD Map)，高精地圖透過 MMS(Mobile Mapping System)採集 3D 點雲與環景圖資，並透過立體測繪製圖軟體萃取出道路上的物件,且建立道路物件之幾何空間坐標與填入對應之物件屬性，而圖資之精度必須達到誤差 25cm 以內。相較於 2D 道路導航地圖，3D 高精地圖精度要求更高，圖資可分辨各車道。

國際自駕車相關組織已規範 HD Map 格式包含：Navigation Data Standards（NDS）、Advanced Driver Assistant Systems Interface Specifications（ADASIS）、OpenDRIVE、SIP Automated Driving for Universal Service（SIP-adus），其定義的 HD Map 屬性符合道路自動駕駛控制需要，且格式必須可輕易被機器讀取為原則。簡言之，HD Map 是給機器讀的格式非給人視覺讀取的。

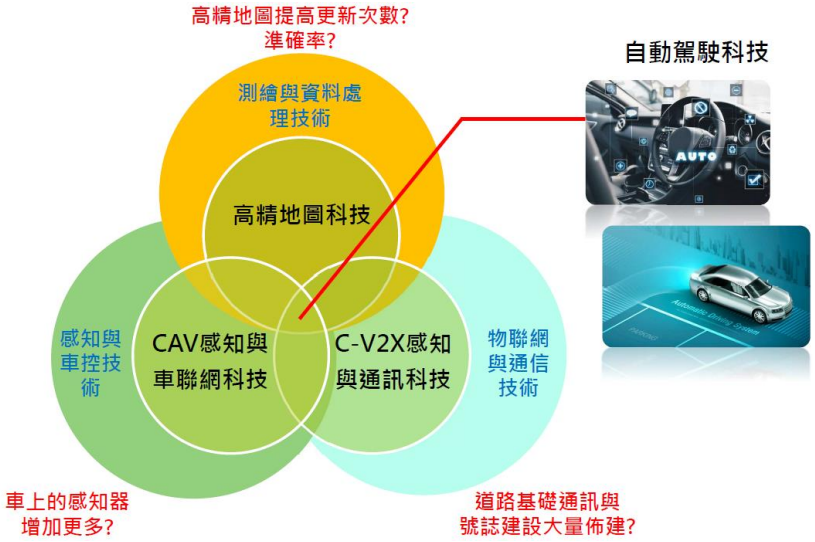
我國內政部地政司採用以「OpenDRIVE + Extension」作為我國發展高精地圖製作之官方格式，以其為中間交換檔轉換，不失其圖資精度下，未來將其轉換為不同廠商需求的高精地圖格式，其描述道路的網路邏輯是開放的格式規範,易促進不同駕駛模擬器之間的數據交換。OpenDRIVE 文件格式提供 XML 格式，特性包括：有層次結構、道路幾何的分析定義（平面要素，高程，橫坡，車道寬度等）、各種類型的車道、車道的邏輯互連、標誌和信號、路面屬性、縱斷面與橫斷面坡度、道路和路邊物體等。

另一方面，台灣目前自駕車發展業者主要仍以 Autoware 格式製作 HD Map 為主。2018 年成立的 Autoware 基金會，致力於發展和資助日本自動駕駛開源協作軟體 Autoware，國內研發自動駕駛車之團隊優先採用 Autoware 定義的 HD Map 的開放格式，先以沙盒計畫在封閉場域發展自動駕駛車技術。內政部地政司公布的「OpenDRIVE + Extension」格式，預計將於 2022 年前發展可轉換為 Autoware 格式的 HD Map 圖層。

(二) 高精地圖應用於道路自駕車輔助

高精地圖、CAV 車載的感知器、C-V2X 道路感知與通訊三要素的集合才能建構完整的自動駕駛系統，如圖 63 所示。高精地圖

提供行車必須要的高精道路之空間幾何圖形與物件資訊，同時必須能夠讓車上的感知設備避障，或 AI 辨識比對高精度地圖中的道路物件，協助空間定位；另一方面，C-V2X 感知與道路設施間的溝通，可以與車載進行溝通並且提供即時交通號誌與道路交通資訊，鏈結高精地圖上的資訊，提自駕車行進時的安全保障。



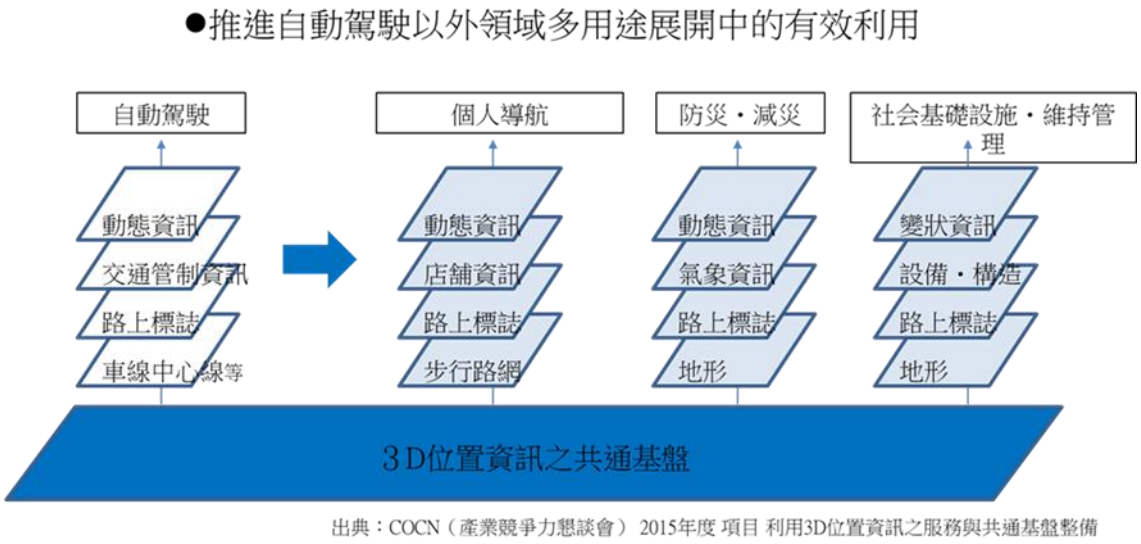
資料來源：本案自行製作

圖 63 自動駕駛系統三要素

歐盟歐洲電信標準協會(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)提出協同式智慧交通運輸系統規範(Cooperative Intelligent Transport Systems，C-ITS)，在其 4 個子系統中，已對於整個系統相關之「人(personal ITS sub-system)-車(vehicle ITS sub-system)-路(roadside ITS sub-system)-雲(central ITS sub-system)」，有具體規範(歐盟 ETSI EN306 225 v1.1.1 和 ETSI TR 102 863)。

(三) 高精地圖應用於道路資產維護與道路治理

高精地圖具有準確性高之特性，依據內政部「高精地圖圖資內容及格式標準」(內政部高精度地圖研究中心，2019)，平面精度須達致至少 20 公分，垂直精度須達致至少 30 公分。此高準確性之地圖除自駕車使用外，可以用於精準個人導航、防災減災、社會基礎設施維持管理(參考日本 COCN 產業競爭力懇談會)



資料來源：Dynamic Map Platform

圖 64 高精地圖發展中長期發展

道路設施資產盤點與履歷維護可以基於高精度地圖的圖資架構，記載於對應道路物件 ID 的屬性表格中，多時期的巡檢與維護內容可以進行大數據分析，並且提出生命週期營運維護之建議。採用高精度地圖技術進行道路巡檢，確認道路鋪面、橋梁、隧道、人工邊坡、自然邊坡、路燈、號誌..等設備之功能性與安全性，可依具風險排序並且具體養護維護與減災之建議。

若有高精地圖為基礎底圖(大比例尺 1/500 以上)，將能整合資訊於一套管理架構，能有效率提升道路治理，並提供具地理空間坐標之地圖情資分享與即時更新，同時又可以權責橫向溝通協調，累積歷史道路各設施養護履歷之空間數據，甚至交通事故與犯罪發生之空間數據，也可以進行空間數據統計，依據量化出道路交通安全與品質指標，可實現智慧城市治理之決策效率。

智慧道路可將高精地圖其視為道路數位基礎建設之一環，藉由 AI 辨識比對高精度地圖中的道路物件，協助空間定位，並支援道路設施與車載之溝通，提供即時交通號誌與道路交通資訊，增加自駕車甚至一般車輛與行人行進時的安全保障，降低事故發生機率。

更進一步，以高精地圖為基底，在此之上增加動態資訊(如施工地點、災害事故、車禍事故、交通堵塞、周邊車輛及交通信號狀態等)，可提供智慧道路上之應用如支援自駕車運行、個人導航、防災減災、社會基礎設施之維持與管理等服務。

4.1.2 智慧道路對應自駕車及區域動態地圖之支援應用分析

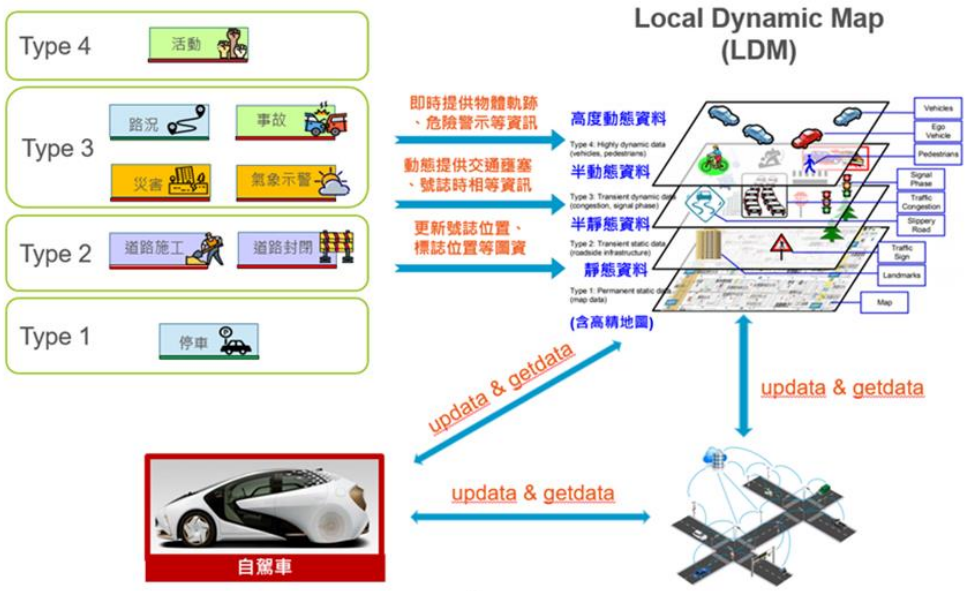
(一) 智慧道路、自駕車與區域動態地圖之關聯

區域動態地圖(Local Dynamic Map, LDM)的概念最早是由Bosch 於 2007 年提出，LDM 目前在歐洲已被納為標準，它不僅是無人駕駛時代所必需的，同時也可與智慧交通系統結合，發展V2X(車聯網)相關應用。

LDM 相關規範中指出其設計是用來輔助協同式智慧運輸系統(C-ITS)之運作。其並非高精地圖，但包含高精地圖，可分為四層，第一層為 Permanent static data，是地圖的最基礎層(靜態)；第二層為 Transient static data，多涵蓋了路標與路旁的交通號誌資訊等(半靜態)：第三層為 Transient dynamic data，涵蓋路燈號誌、塞車狀況、車禍等資訊(半動態)；第四層 Highly dynamic data，涵蓋與其他車子間的行車關係、附近的行人資訊等(動態)。目標是掌握高清晰度、即時和精確的區域動態資訊，且可在移動中更新，以實現最佳路線選擇。

自駕車運行於道路上，最佳路線選擇依賴於長期規劃，即了解可能的路線、交通和路況，以及短期規劃，如變換車道、超車和避免碰撞。長期規劃需要大規模的靜態、半靜態、半動態資訊，以了解可能的路線、交通和路況；短期規劃需要來自精確 LDM 的信息，從不同來源收集數據的車外系統構建最佳路線圖，此時智慧道路上的路側設備可輔助獲得因車載感測器受遮蔽，或因為量測距離過遠而無法感知的半動態、動態資訊如道路事件，並賦予自駕車和其它交通工具相互連結溝通的能力，以確保車輛能安全行駛。在國際自駕車等級 L1-L2，聯網資訊只有輔助的作用，例如發送道路交通事件、天氣條件等訊息，車輛甚至不需要聯網，就可以進行即時環境感知與決策控制，實現自動巡航、車道保持、車道切換輔助、自動緊急煞車等輔助駕駛功能。L3 以上對聯網協同感知的要求更高，例如透過路側感知設備和 LDM，彌補感測器對環境探測的局限性，提高車輛定位精度，動態數據高頻率更新，實現有條件的自動駕駛。到了 L4-L5 級，聯網化不僅意味著協同感知，也意味著協同決策和協同控制，隨著決策晶片和人工智慧演算法逐步成熟，車側和路側的訊息通過邊緣計算設備(MEC，Multi-Access Edge Computing)進行數據融合，數位化資訊傳送到雲端、車端、路端與雲端進行協同決策，再發送到車端

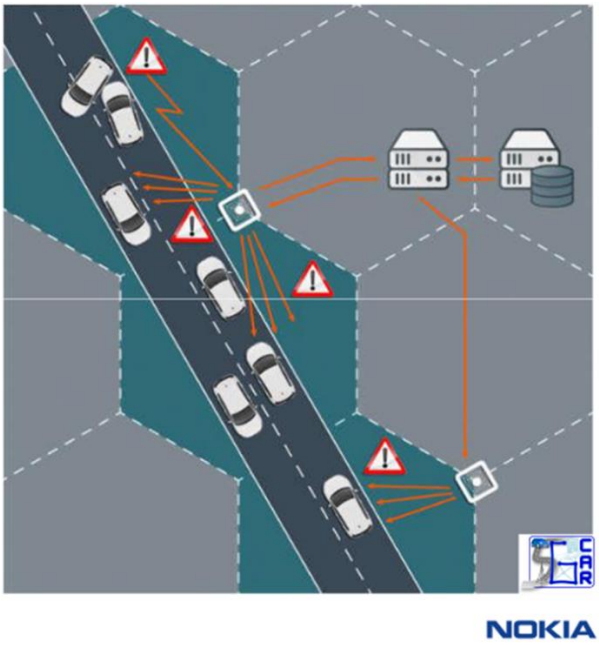
做即時控制，實現高度自動駕駛和完全自動駕駛。其中關於國際自駕車分級在 3.1.1 小節中已有深入分析說明。



資料來源：ETSI、成大高精地圖中心、本案自行製作

圖 65 智慧道路、自駕車與區域動態地圖(LDM)之關聯

智慧道路可以高精地圖為底層，提供自駕車各種道路路況數位資料、前方數位化號誌資訊、週邊車輛行人等位置資訊，可幫助自駕車判斷車速增減，碰撞與否的決策。自駕車所配備的 GPS 在進入城市訊號雜亂的區域時，智慧道路的路側定位點資訊，即可幫助自駕車在市區的位置校正。



資料來源：NOKIA

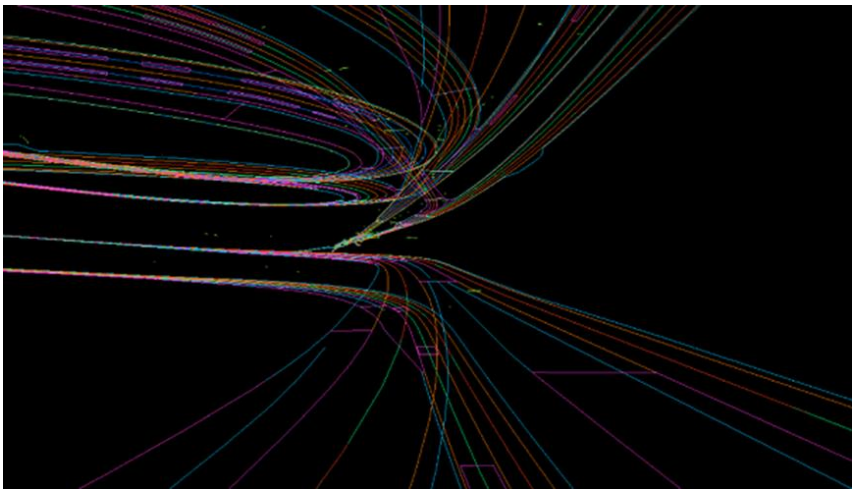
圖 66 配合車輛位置發送本地高精地圖

高精地圖中所包含路側設施的精準定位正好可以藉由智慧道路的資訊提供功能，讓自駕車精準知道已進入的道路區域，自駕車與它的相對位置。如此一來，路口的防撞安全服務應用，配合號誌的車速計算與調整，才能更有效率運用能源。國外 Jaguar 車廠配備 V2X 以獲取智慧道路上號誌時相，可提供自駕車建議行駛速度以提升行車效率。

資料來源：Motor Authority

圖 67 車內顯示號誌及建議速度

自駕車輛根據如此廣泛的訊息進行正確的識別、預測和決策，並應用對加速、制動和轉向的高級控制，以輔助駕駛員實現高品質和平穩的駕駛。日本 Honda 本田汽車已通過採用 Dynamic Map Platform Co., Ltd.(DMP)的高精度 3D 地圖 HD Map。Honda Legend 將搭載全球首款支援自動駕駛 3 級(有限區域有條件自動駕駛)的 Honda SENSING Elite 系統。智慧道路經由路側設備提供正確而本地化的圖資，可減少資料量的傳輸，也可提供該地區的各項路況天候等資料。



資料來源：dynamic-maps

圖 68 高精度 3D 圖像

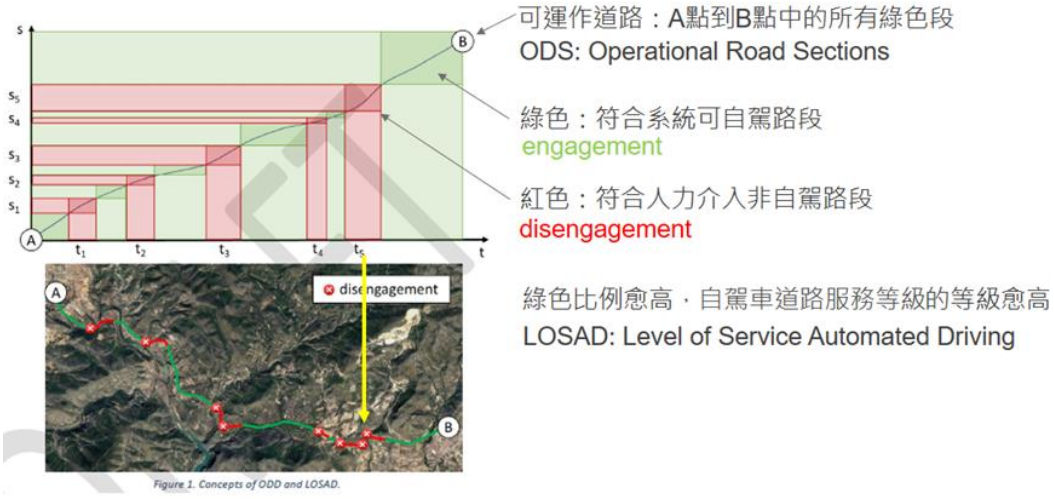
為輔助自駕車在道路上的長期規劃及短期規劃需求，智慧道路的發展可以 LDM 為架構，探究現有交通大數據發展缺口與未來智慧道路設計方向，以迎接各種不同等級之自駕車服務的實現。

(二) 自動駕駛道路支援服務

為進一步釐清智慧道路、自駕車與區域動態地圖(LDM)彼此之關聯性與互相配合狀況。世界道路協會(World Road Association)又稱 PIARC(the Permanent International Association of Road Congresses)發表 Smart Road Classification proposal ，針對智慧道路服務自駕車等級提出建議。

自動駕駛道路分級(Smart Roads Classification，SRC)為 PIARC 從 LOSAD 和 ISAD(各五個級別)中的 25 種可能組合中，匯集成從較低到較高的聯網車和自動駕駛車輛(Connected and Autonomous Vehicles，簡稱 CAVs)支援的 5 個等級。由於此分級主要仍是應對自駕車的自動化駕駛概況，為與我國智慧道路名稱區隔，本計畫將 SRC 翻譯為自動駕駛道路分級。

SRC 以道路支援之服務等級(LOSAD)，道路支援自駕車的硬體數位化(ISAD)兩大面向分析對自駕車的支援程度，其服務等級除了提供的資訊是否涵蓋靜態、動態道路資訊外，智慧道路在自駕車所設定服務項目中，服務項目的等級愈高，所服務的路段愈長，智慧道路的等級也愈高。舉例來說，自駕車路口防撞服務，在有十個路口的路廊中，是否十個路口都有佈設，若非均有佈設，其中有佈設的路口佔有多少比率，是否連續，都納入評比。



資料來源：PIARC

圖 69 自駕車道路服務等級運作說明圖

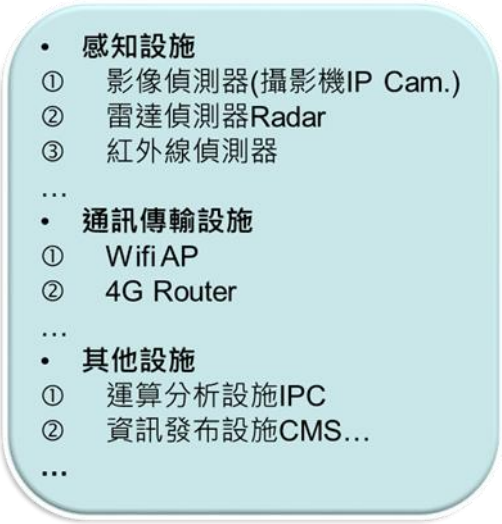
智慧道路週邊設施除了可提供地區性的高精地圖給自駕車外，也收集道路上資訊，自駕車車輛透過 CV2X/DSRC 聯網發送其資訊，包含位置方向速度，可給予智慧道路路側設施即時判斷彼此相關位置預防碰撞外，也可透過路側設備發布警訊並更新至 LDM 資訊管理系統。由於自駕車有準確車輛資訊可提供，對於一般非聯網用路人的資訊，只能透過路側設備加以偵測。因此智慧道路在針對運算用路人及車輛相關位置需要大量資源，對於 LDM 第四層的更新與收集也是即時運算，這部分會是智慧道路等級與服務愈多樣化時，週邊設施對於連網的涵蓋度及資訊運算速度，服務可靠度等的需求會愈高。相關服務等級說明請見第 3.1.1 章節國際交通相關分級回顧。

4.2 週邊設施與佈設初步規範

4.2.1 自駕車運行道路週邊設施盤點

為了瞭解自駕車在道路上行駛時，需要哪些周邊設施提供協助，因此本小節將先分析智慧道路周邊設施包含類別與內容，再進一步盤點我國自駕車試驗場域中已有佈建周邊設施之類別與內容，以利未來在智慧道路規劃與建置上更趨完善。

自駕車所行經之智慧道路所需周邊設施可以分成三大類，其一，感知設施、其二，通訊傳輸設施、其三、其他設施。感知設施（如雷達偵測器、影像偵測器攝影機 IP Cam.、VD 等）用以協助偵測自駕車感應盲區之危險；通訊傳輸設施（WiFi、DSRC、C-V2X、4G 或 5G 等），用以將路側資訊以直接或間接的方式傳送至車上運算單元；甚至考量是否需要補充其他設施，如運算分析設施工業電腦 IPC 協助在路側端即時分析運算蒐集到的訊息等設備。藉此提升無人載具車輛在智慧道路運行時，可以最佳速度行走並避免與盲區之車輛發生碰撞，提升運行決策準確度。以上三類自駕車所需之周邊路測設施亦有助於其他用路人參考使用，因此將此三類設施列入智慧道路周邊設之之基本元素。



資料來源：本案自行製作

圖 70 智慧道路週邊設施之基本元素構思

盤點我國目前既有之八個自駕車實驗場域：桃園市青埔、台北市信義路、新北市淡海、彰濱鹿港、台南市、台中市水淹、成功大學與新竹縣高鐵等道路周邊設施與應用，並參考第三章、我國智慧道路規劃之相關道路設施，計畫團隊盤點初版基本元素如下：

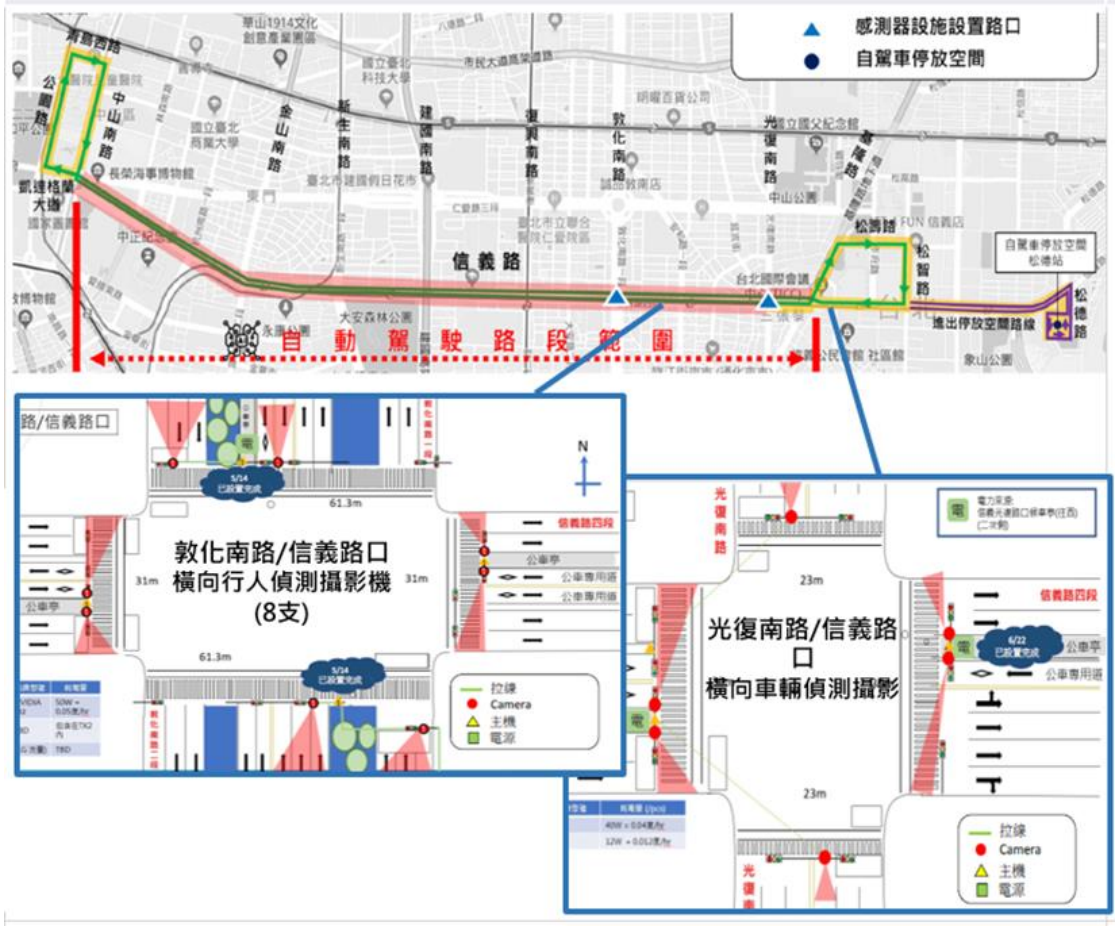
1. 桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗計畫

資料來源：台灣智駕

圖 71 桃園市青埔地區自駕巴士路側設施設置分布圖

路側設施類型與數量：橫向車輛/行人偵測攝影機*7。

2. 台北市信義路公車專用道自駕巴士創新實驗計畫



資料來源：台灣智駕

圖 72 台北市信義路公車專用道自駕巴士路側設施設置分布圖

路側設施類型與數量：C-V2X*1、橫向車輛偵測攝影機*6、橫向行人偵測攝影機*8。

3. 新北市自動駕駛電動巴士系統測試計畫(淡海)

編號	圖像	說明	編號	圖像	說明
1		環境監測攝影機 2支 行人偵測攝影機 2支	5		行人偵測攝影機 1支
2		環境監測攝影機 2支 行人偵測攝影機 1支	6		行人偵測攝影機 1支
3		路側設備(RSU)1組	7		行人偵測攝影機 1支
4		LED告示牌1組	8		環境監測攝影機 2支

*環境監測攝影機*6：路口狀況監測
*行人偵測攝影機*6：加強行人識別，提醒並警告智駕車
*路側設備(RSU)*1：即時傳遞道路情況給智駕車

資料來源：勤威國際

圖 73 新北市自動駕駛電動巴士路側設施設置分布圖

路側設施類型與數量：環境監測攝影機*6、行人偵測攝影機*6、C-V2X 路側設備 RSU*1。

4. 自駕巴士彰濱鹿港觀光接駁運行計畫

資料來源：勤威國際

圖 74 自駕巴士彰濱鹿港觀光接駁運行路側設施設置分布圖 1

資料來源：勤威國際

圖 75 自駕巴士彰濱鹿港觀光接駁運行路側設施設置分布圖 2

路側設施類型與數量：C-V2X 路側設備 RSU*5、IP Cam.*8。

5. 台南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗計畫

資料來源：理立系統

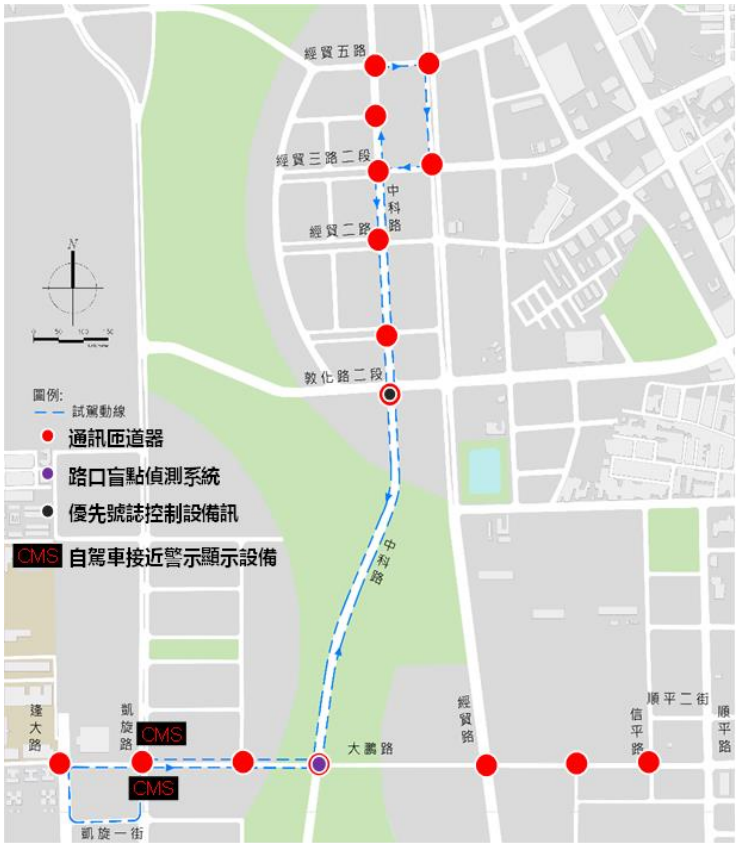
圖 76 台南市自動駕駛快捷公車路側設施設置分布圖 1

資料來源：理立系統

圖 77 台南市自動駕駛快捷公車路側設施設置分布圖 2

路側設施類型與數量：路側通訊 (V2X)*13 (南科 7/沙崙 6)、智慧路口號誌控制*4 (南科 2/沙崙 2)、盲點偵測*2 (南科 1/沙崙 1)。

6. 水滴智慧城自駕巴士虛實場域整合運行計畫



資料來源：鼎漢國際

圖 78 水滴智慧城自駕巴士路側設施設置分布圖

路側設施類型與數量：通訊閘道器*15、優先號誌控制設備*1、路口盲點偵測設備*1、自駕車接近警示顯示設備(CMS)*2。

7. 成功大學自駕車試驗計畫

資料來源：成功大學

圖 79 成功大學自駕車試驗路側設施設置分布圖

路側設施類型與數量：整合影像與雷達之監視器*3。

8. 新竹縣高鐵自駕車接駁服務實驗計畫

資料來源：工業技術研究院(資通所)

圖 80 新竹縣高鐵自駕車接駁服務路側設施設置分布圖

路側設施類型與數量：整合 C-V2X、橫向防撞警示、遠端監控監控系統與號誌時相推播之路側設施*1。

盤點以上我國 8 個自駕車試運行場域之道路設備，其統計彙整如下表所示，可以看出所有場域主要都會以影像偵測器攝影機 IP Cam.來收集路況，再以 IPC 協助判斷結果提供訊息給自駕車運行參考，以上這些路側設施蒐集的資訊，除了可提供自駕車使用外，亦可提供其他用路人(如智慧汽車、機車、自行車、行人等)參考，故以感知設施、通訊傳輸設施與其他設施三類進行彙整智慧道路可參考基本元素如下表。

表 44 我國自駕車場域運行周邊設施之基本元素盤點表

場域	桃園青埔	台北信義路	新北淡海	彰濱鹿港	台南市	台中水湳	成功大學	新竹高鐵
感知設施	•影像偵測器攝影機IP Cam.(人車偵測)	•影像偵測器攝影機IP Cam.(人車偵測)	•影像偵測器攝影機IP Cam.(行人偵測、車流和事件偵測)	•影像偵測器攝影機IP Cam.(人車偵測)	•影像偵測器攝影機IP Cam.(人車偵測) •智慧路口號誌控制	•影像偵測器攝影機IP Cam.(人車偵測) •優先號誌控制設備	•影像偵測器攝影機IP Cam.(整合影像與雷達之監視器)	•整合C-V2X、橫向防撞警示、遠端監控監控系統與號誌時相推播之路側設施
通訊傳輸設施	•4G Router	•4G Router	•C-V2X路側設備RSU	•C-V2X路側設備RSU	•路側通訊 (V2X)	•通訊閘道器		•C-V2X
其他設施(運算分析設施、資訊發布設施)	•IPC	•IPC	•自駕車接近警示顯示設備(LED告示牌) •IPC	•IPC	•IPC	•自駕車接近警示顯示設備(CMS) •IPC	•IPC	•IPC

資料來源：本案自行製作

4.2.2 智慧道路設施佈設初步規範建議

本規範以設備感測元件有效的偵測距離做為限制條件，不會侷限於不同場域或不同應用情境而有所變更，亦即均適用於智慧道路之路口、路段或區域，車輛聯網訊息蒐集、發布、傳輸速率及網路環境佈設其涵蓋內容敘述如下：

1. 路側設備部署密度與有效涵蓋範圍

以路側設備感測元件有效的偵測距離做為限制條件，界定布建路側設備所需距離以及涵蓋的有效範圍。一般而言，路側設備常見的布建方式，區分成單點的局部區域覆蓋或較大範圍的連續區域覆蓋，因此本章節分別陳述。

- 局部區域覆蓋

智慧路側設備布建以監視特定偵測熱區為主，可參考下圖淡海新市鎮自駕車場域智慧交通路側設施建置。該場域布建之被動式感知設施(IP Cam.)布建距離約為 159 至 383m，主動式感知設施(雷達)，數量為 2 支，布建在 A4 路口，距離約 30m。

設備布建並非以涵蓋完整自駕車行駛的路段，而是針對需要注意的交通事件熱區做道路設施的布建，並且將分析結果傳送至適合的範

圍及對象。

資料來源：華電聯網

圖 81 淡海新市鎮自駕車場域智慧交通路側設施建置

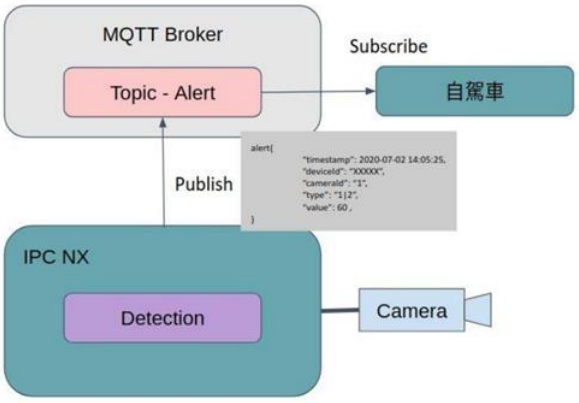
➢ 連續區域覆蓋

當道路應用需求為偵測大範圍之連續區間，無法以單一感測設備覆蓋完整的區域時，可以複數個感測器涵蓋該完整區域，其完整的區域覆蓋應以感測元件實務上的有效範圍做為限制。舉例而言，以攝影機 IP Cam.配合物件辨識有效範圍為 30 公尺，雷達有效辨識距離 80 公尺為例，配合該感測器的感測角度，據此推算有效的路側裝置有效偵測範圍重疊覆蓋區域並布建路側設備。

2. 通訊介面

參考國內外智慧路側及自駕車業者的作法，針對實體層、傳輸協定、封包格式提出規範。

(1) 實體層： RJ4
(2) 連結層：4G、5G、WIFI
(3) 傳輸協定：TCP/UDP
(4) 應用層：MQTT
(5) 格式：JSON、Byte Array



資料來源：台灣智駕

圖 82 路側系統與自駕車通訊架構範例參考

3. 傳輸速度

依據國際間對於資料傳輸低延遲定義，即時訊息端對端傳輸延遲時間必須小於 10ms，而現階段 4G LTE 設備通訊，平均延遲時間通常在 40ms～100ms。5G 標準延遲時間小於 4ms，據專家指出 5G 平均延遲時間應可小於 10ms，以符合真實世界中智慧交通即時事件之需求。

4. 通訊內容欄位

視台灣自駕車運行道路常見的情境，訂定封包傳輸內容，例如裝置編號、感測器編號、偵測物件類別、偵測物件方向、場域熱區範圍、偵測物件編號、偵測物件屬性、偵測物件座標、偵測物件速度、封包時間印記、事件警告類別。下圖為實現通訊內容欄位的實施範例。

```
{
 "alert": {
  "timestamp": "2020-12-04 16:40:19", //訊息時間
  "deviceId": "001",  //裝置 ID
  "cameraId": "001",  //IP Cam ID
  "type": 1, //1->車 2->人
  "od": [ //物件偵測資訊
   {
    "class": "c", //c->車 p->人 m1->腳踏車/摩托車
    "direction": "NL", //方向 U：上, D：下, R：右, L: 左 , N：無
    "hotzone": "h2", //熱區名稱
    "id": 0, //物件追蹤 ID
    "is_moving": false, //物體是否移動中
    "xmax": 1863, //X 最大座標
    "xmin": 1782,  //X 最小座標
    "ymax": 423,  //Y 最大座標
    "ymin": 351,  //Y 最小座標
   },
   {
    "class": "c","direction": "DL","hotzone": "h2","id": 12,"is_moving":
true,"xmax": 1178,"xmin": 848,"ymax": 420,"ymin": 186,}
  ],
  "hz": [//熱區座標範圍
   [248,269],[947,241],[1111,597],[253,611]
  ],
  "value": 0 //車速，目前固定 0
 }
}
```

資料來源：台灣智駕

圖 83 資料 JSON 格式範例參考

以上智慧路側設施與車輛聯網訊息發布之環境佈設初步規範，希望藉以提供有意願建置智慧道路相關單位規畫布建時參考方向與做法。

4.3 自駕車場域智慧道路應用服務等級檢測示範

本示範作業之檢測場域以桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗場域為主要地點進行相關檢測；自駕車配合廠商主要為台灣智慧駕駛股份有限公司。

規畫兩個檢測驗證之時間：八月底前完成規畫第一次初步檢測，並且於本計畫完成前，配合第五章之智慧道路應用實證中的場域與情境進行第二次檢測；即是在新增強化智慧路側設備前，檢測原有智慧道路等級，再由團隊進行自駕車場域補充智慧化服務相關系統與設備後，進行第二次智慧道路等級應用服務檢測，藉此比較第五章之智慧道路應用實證前後智慧化服務功能是否有智慧化服務等級提升。

(一)青埔自駕車場域智慧道路第一次檢測

在自駕車場域進行智慧道路應用實證前進行第一次檢測，其檢測時間為：2021 年 8 月 12 日上午，為日間、晴天的環境下進行檢測，以下分別敘述申請資料及檢測資料內容。

1.第一次場域檢測申請資料

首先是以場域建置單位為申請單位(此次檢測為台灣智慧駕駛股份有限公司)，整體廊道檢測申請表(請參考下表)內容包含有應用情境為：路口橫向人車事件偵測提醒應用服務；其提案廊道為桃園市大成路二段從大豐四街口起往領航北路四段右轉到大豐四街口止，共 4 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)，並且以內政部基礎路段通用圖層編碼提供圖資，分別為：路段①- H0000132477(NW) 、 路段②-H0000006430(NW) 、路段③- H0000093971(NE)、路段④-H0000093843(W)，詳細資料請參考下表。

表 45 路口橫向人車事件偵測提醒整體廊道檢測申請表

項目	內容		
申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司	**聯絡人姓名**	黃 X 勳
	聯絡人電話	02-27XXX918#1XX	
	聯絡人 email	XXX@turing-drive.com	

情境說明	**廊道目標**	自駕車於基礎單元①內，可即時正確判斷前方路口有無人車經過，確保自駕車可順暢行駛。
	情境名稱	路口橫向人車事件偵測提醒應用服務
	情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元①處，自駕車可正確收到前方路口人車經過事件發生訊息，提供自駕車行駛參考。
	服務對象	□行人、□一般車輛、■自駕車、□其他_____
	環境條件	時間(■日間、□夜間)、天氣(■晴天、□陰天、□雨天、□霧天)
	行駛條件	低於 20KM/HR
道路範圍	**廊道文字描述**	桃園市大成路二段從大豐四街口起往領航北路四段右轉到大豐四街口止，共 4 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)
	道路圖資(擇一填寫)	□交通部基礎路段雙線化圖層編碼、■內政部基礎路段通用圖層編碼、□商用圖層編碼___、□ADAS 地圖_____、□高精地圖_____、□其他_____ ， 基礎單元編碼： H0000132477(NW) 、H0000006430(NW)、H0000093971(NE)、H0000093843(W)
	線形軌跡(選填)	(.shp 檔)
智慧道路示意圖		

	內政部基礎路段通用圖層編碼 ①: H0000132477(NW) ②: H0000006430(NW) ③: H0000093971(NE) ④: H0000093843(W)

資料來源：本案自行製作

路段①基礎單元檢測申請填寫內容(請參考以下兩表)，情境名稱為：「路口橫向人車事件偵測提醒應用服務」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 46 路口橫向人車事件偵測提醒基礎單元測試案例表(路段①)

項目	**內容**		
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大智路口往領航北路四段口	**基礎單元編碼**	H0000006430(NW)
情境名稱	道路有基本導引功能		
道路設施	**感知設施**	N/A	
	通訊傳輸設施	N/A	
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	N/A	
基礎單元之智慧化服務功能	**道路有基本導引功能**	標線、標誌、號誌，詳細資料請參考資料傳輸內容欄	
	道路有感知蒐集功能	N/A	
	道路有資訊提供功能	N/A	
	道路有即時傳輸動態資訊功能	N/A	
	道路有完全協作導引功能	N/A	
資料傳輸內容	**服務層次**	**建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表**	
	發布	**事件接收設備名稱**	N/A
		事件接收設備位置	N/A
		事件接收設備功能	N/A
		事件發布空間範疇(發送距離)	N/A
		運算設備	N/A
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	N/A
		事件發布格式	N/A
		事件發布頻率	N/A
		事件發布時間戳記格式(範例)	N/A
		事件發布次數	N/A
		事件發布通訊設備	N/A

項目	內容		
		事件發布通訊格式	N/A
		事件發布通訊延遲時間	N/A
	感知	感知設備名稱	N/A
		感知設備位置	N/A
		感知設備方向	N/A
		感知設備功能	N/A
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	N/A
		運算設備	N/A
		感知資料內容	N/A
		感知資料格式	N/A
		感知資料頻率	N/A
		感知事件時間戳記格式(範例)	N/A
		感知事件頻率	N/A
		上傳通訊設備	N/A
		上傳通訊格式	N/A
		上傳通訊頻率	N/A
		上傳通訊延遲時間	N/A
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 捷運站方向指引標誌/順向
		標線內容	(1) 兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2) 中間段為行車分向線：單黃虛線 (3) 右側路面邊線：單白實線 (4) 領航北路四段口停止線：單白實線 (5) 領航北路四段口左轉與右轉指向線：單白實線 (6) 兩端路口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

路段②基礎單元檢測申請表(請參考下表)，情境名稱為：「道路有基本導引功能」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 47 道路有基本導引功能基礎單元檢測申請表(路段②)

項目	內容		
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大智路口往領航北路四段口	基礎單元編碼	H0000006430(NW)
情境名稱	道路有基本導引功能		
道路設施	感知設施	N/A	
	通訊傳輸設施	N/A	

項目	內容		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	N/A	
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	標線、標誌、號誌，詳細資料請參考資料內容欄	
	道路有資料蒐集功能	N/A	
	道路有資訊提供功能	N/A	
	道路有即時溝通功能	N/A	
	道路有完全協作導引功能	N/A	
資料內容	服務層次	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表	
	發布	事件接收設備名稱	N/A
		事件接收設備位置	N/A
		事件接收設備功能	N/A
		事件發布空間範疇(發送距離)	N/A
		運算設備	N/A
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	N/A
		事件發布格式	N/A
		事件發布頻率	N/A
		事件發布時間戳記格式(範例)	N/A
		事件發布次數	N/A
		事件發布通訊設備	N/A
		事件發布通訊格式	N/A
		事件發布通訊延遲時間	N/A
	感知	感知設備名稱	N/A
		感知設備位置	N/A
		感知設備方向	N/A
		感知設備功能	N/A
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	N/A
		運算設備	N/A
		感知資料內容	N/A
		感知資料格式	N/A
		感知資料頻率	N/A
		感知事件時間戳記格式(範例)	N/A
		感知事件頻率	N/A
		上傳通訊設備	N/A
		上傳通訊格式	N/A
		上傳通訊頻率	N/A
		上傳通訊延遲時間	N/A
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 捷運站方向指引標誌/順向

項目	內容		
		標線內容	(7) 兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (8) 中間段為行車分向線：單黃虛線 (9) 右側路面邊線：單白實線 (10) 領航北路四段口停止線：單白實線 (11) 領航北路四段口左轉與右轉指向線：單白實線 (12) 兩端路口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

路段③基礎單元檢測申請表(請參考下表)，情境名稱為：「道路有基本導引功能」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 48 道路有基本導引功能基礎單元檢測申請表(路段③)

項目	內容			
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從大成路二段往新街溪口	基礎單元編碼	H0000093971(NE)	
情境名稱	道路有基本導引功能			
道路設施	感知設施	N/A		
	通訊傳輸設施	N/A		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	N/A		
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	標線、標誌、號誌，詳細資料請參考資料內容欄		
	道路有資料蒐集功能	N/A		
	道路有資訊提供功能	N/A		
	道路有即時溝通功能	N/A		
	道路有完全協作導引功能	N/A		
資料內容	服務層次	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表		
	發布	事件接收設備名稱	N/A	
		事件接收設備位置	N/A	
		事件接收設備功能	N/A	
		事件發布空間範疇(發送距離)	N/A	
		運算設備	N/A	
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	N/A	
		事件發布格式	N/A	
		事件發布頻率	N/A	

項目	內容		
		事件發布時間戳記格式(範例)	N/A
		事件發布次數	N/A
		事件發布通訊設備	N/A
		事件發布通訊格式	N/A
		事件發布通訊延遲時間	N/A
	感知	感知設備名稱	N/A
		感知設備位置	N/A
		感知設備方向	N/A
		感知設備功能	N/A
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	N/A
		運算設備	N/A
		感知資料內容	N/A
		感知資料格式	N/A
		感知資料頻率	N/A
		感知事件時間戳記格式(範例)	N/A
		感知事件頻率	N/A
		上傳通訊設備	N/A
		上傳通訊格式	N/A
		上傳通訊頻率	N/A
		上傳通訊延遲時間	N/A
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 /右彎急彎請減速警告標誌 /順向 位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 /分道警告標誌 /順向
		標線內容	(1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 路段前段與後段直行指向線：單白實線

資料來源：本案自行製作

路段④基礎單元檢測申請表(請參考下表)，情境名稱為：「道路有基本導引功能」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 49 道路有基本導引功能基礎單元檢測申請表(路段④)

項目	內容		
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口	基礎單元編碼	H0000093843(W)
情境名稱	道路有基本導引功能		
道路設施	感知設施	N/A	
	通訊傳輸設施	N/A	

項目	內容		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	N/A	
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	標線、號誌，詳細資料請參考資料內容欄	
	道路有資料蒐集功能	N/A	
	道路有資訊提供功能	N/A	
	道路有即時溝通功能	N/A	
	道路有完全協作導引功能	N/A	
資料內容	服務層次	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表	
	發布	事件接收設備名稱	N/A
		事件接收設備位置	N/A
		事件接收設備功能	N/A
		事件發布空間範疇(發送距離)	N/A
		運算設備	N/A
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	N/A
		事件發布格式	N/A
		事件發布頻率	N/A
		事件發布時間戳記格式(範例)	N/A
		事件發布次數	N/A
		事件發布通訊設備	N/A
		事件發布通訊格式	N/A
		事件發布通訊延遲時間	N/A
	感知	感知設備名稱	N/A
		感知設備位置	N/A
		感知設備方向	N/A
		感知設備功能	N/A
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	N/A
		運算設備	N/A
		感知資料內容	N/A
		感知資料格式	N/A
		感知資料頻率	N/A
		感知事件時間戳記格式(範例)	N/A
		感知事件頻率	N/A
		上傳通訊設備	N/A
		上傳通訊格式	N/A
		上傳通訊頻率	N/A
		上傳通訊延遲時間	N/A
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.024446、緯度 121.219989 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	N/A
		標線內容	(1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 大豐四街口停止線：單白實線 (3) 靠近大豐四街口直行與右轉指向線：單白實線

項目	內容		
			(4) 大豐四街口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

2.第一次檢測報告

2021 年 8 月 12 日當天上午實際檢測，在日間晴天的環境下行駛檢測。

資料來源：本案自行拍攝

圖 84 自駕車在大成路二段行駛

首先針對基礎單元①進行檢測，其結果如下表：

表 50 路口橫向人車事件偵測提醒基礎單元檢測個案表

檢測單位	資策會	申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	路口橫向人車事件偵測提醒應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW))		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元①處，自駕車可正確收到前方路口人車事件發生訊息，提供自駕車行駛參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		
道路有基本導引功能資料正確性	檢測內容	檢測資料	檢測結果
	標線： (1)兩端路口為禁止超車線：雙黃實線	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail

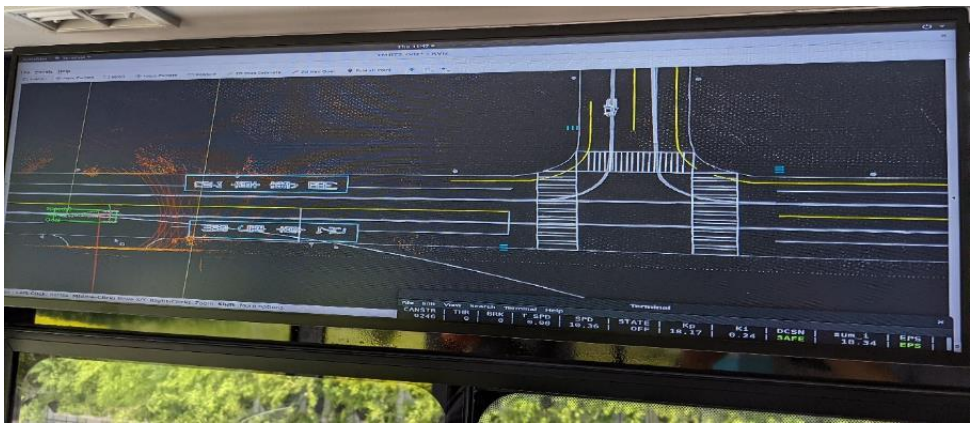
	(2)中間段為行車分向線：單黃虛線 (3)右側路面邊線：單白實線 (4)兩端路口行人穿越線：白斑馬線 (5)大智路口停止線：單白實線 (6)中間段路邊公車停靠區標線：單白實線 (7)大智路口直行與左轉指向線：單白實線		
	標誌：N/A	現場檢示該基礎單元無標誌	■Pass □Fail
	號誌：N/A	現場檢示該基礎單元無號誌	■Pass □Fail
軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統		
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息， • 一位檢測人員在路口確認是否有其他人車靠近 • 與另一位檢測人員在自駕車上確認收到訊息與路口實際路況一致		

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	通過準則	道路有資料蒐集功能	分析後資訊提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	檢測結果
1.路口無人車靠近時，從大豐四街口往大智路口以低於時速 12KM 行駛	正確判斷前方路口橫向無人車靠近	★	★			■Pass □Fail
2.路口有人靠近時，從大豐四街口往大智路口以低於時速 12KM 行駛	正確收到前方路口橫向有車靠近	★	★			■Pass □Fail
3.路口有車靠近時，從從大豐四街口往大智路口以低於時速 12KM 行駛	正確收到前方路口橫向有車靠近	★	★			■Pass □Fail
4.路口無人車靠近時，從從大豐四街口往大智路口以低於時速 15KM 行駛	正確判斷前方路口橫向無人車靠近	★	★			■Pass □Fail
5.路口有人靠近時，從從大豐四街口往大智路口以低於時速 15KM 行駛	正確收到前方路口橫向有車靠近	★	★			■Pass □Fail
6.路口有車靠近時，從從大豐四街口往大智路口以低於時速 15KM 行駛	正確收到前方路口橫向有車靠近	★	★			■Pass □Fail

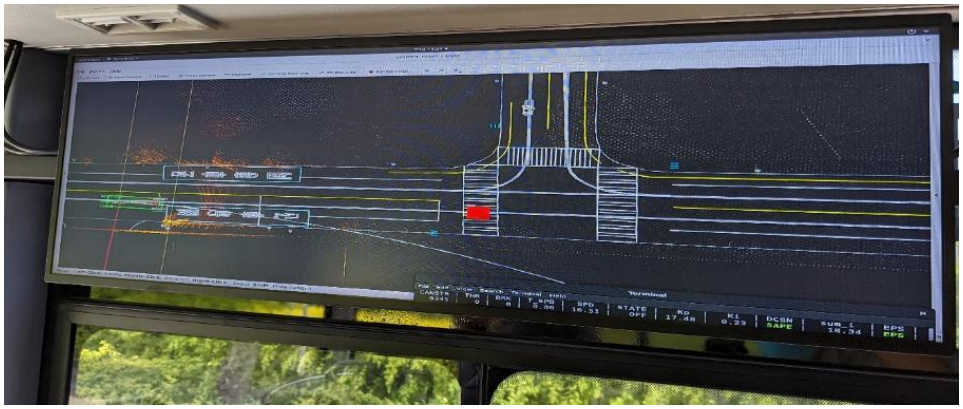
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/08/12 10:00-12:30	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作



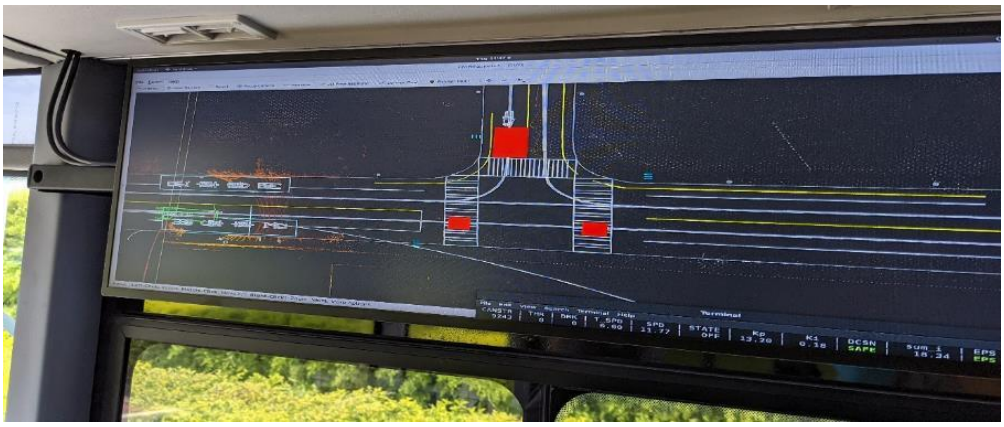
資料來源：本案自行拍攝

圖 85 自駕車以時速 10.36KM 行駛無人車靠近



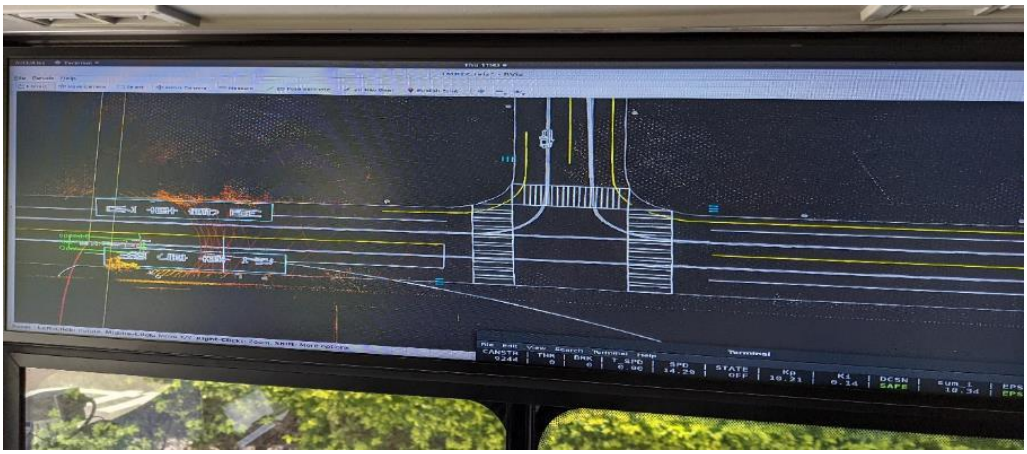
資料來源：本案自行拍攝

圖 86 自駕車以時速 10.51KM 行駛有人靠近



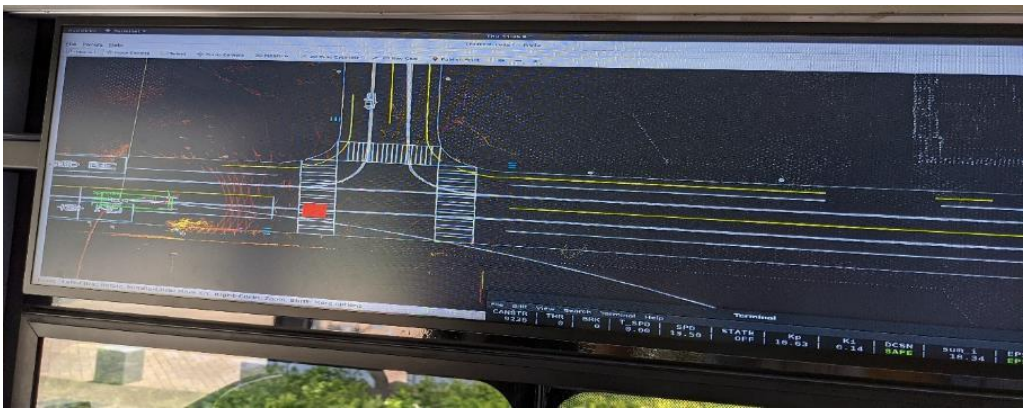
資料來源：本案自行拍攝

圖 87 自駕車以時速 11.77KM 行駛有人車靠近



資料來源：本案自行拍攝

圖 88 自駕車以時速 14.29KM 行駛無人車靠近



資料來源：本案自行拍攝

圖 89 自駕車以時速 13.50KM 行駛有人靠近

資料來源：本案自行拍攝

圖 90 自駕車以時速 14.64KM 行駛有車靠近

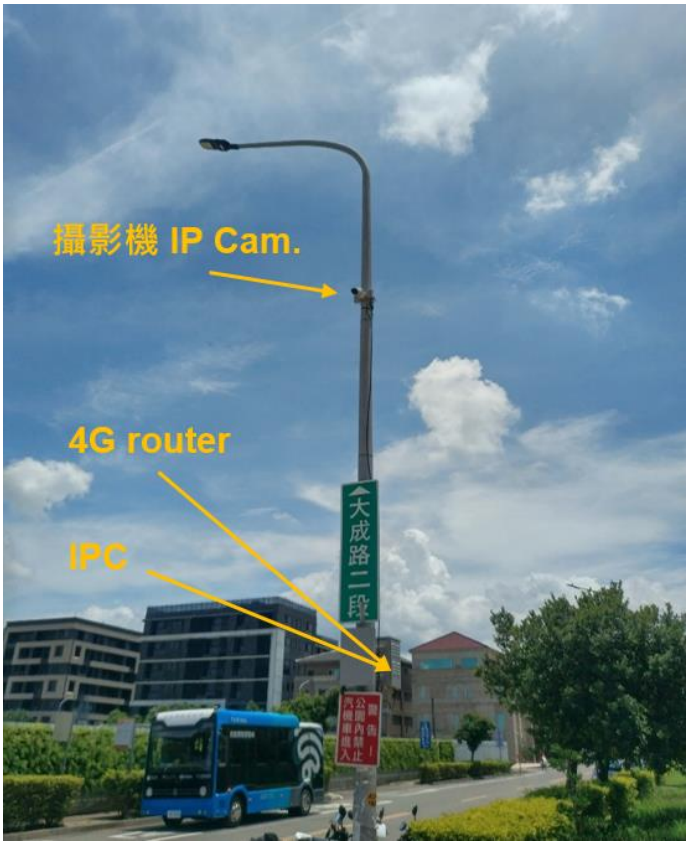
表 51 個別基礎單元①檢測個案表-路口橫向人車事件偵測提醒

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	路口橫向人車事件偵測提醒應用服務		

服務對象	自駕車				
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW))				
情境目的	自駕車系統在廊道內 1 基礎單元處，自駕車可正確收到前方路口人車事件發生訊息，提供自駕車行駛參考。				
環境條件	日間、晴天				
行駛條件	低於 20KM/HR				
應用情境之智慧化服務功能檢測					
檢測項目	**通過準則**				**檢測結果**
情境道路設施	攝影機 IP Cam.、IPC、4G Router				■Pass □Fail 參考圖 8
道路有基本導引功能	標線(兩端路口為禁止超車線、中間段為行車分向線、右側路面邊線、停止線、指向線、兩端路口有行人穿越道、公車專用停車格) 標誌(N/A) 號誌(N/A)				■Pass □Fail 依據實際現場檢視
道路有資料蒐集功能	布建 IPC+攝影機 IP Cam.偵測前方路口人車				■Pass □Fail 參考表 6 檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞人車經過訊息給予自駕車				■Pass □Fail 參考表 6 檢測結果
道路有即時溝通功能	N/A				N/A
道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/08/12 10:00-12:30	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

當天實際於情境道路設施位置量測，其位置在經度 25.0231、緯度 121.2175 ，相關設備安裝位置如下圖：



資料來源：本案自行拍攝製作

圖 91 大成路二段大智路口道路設施

由以上檢測結果，基礎單元①在路口橫向人車事件偵測提醒應用服務之應用情境，以日間晴天環境下，具有智慧道路應用服務等級 3 之智慧化服務。

另外，基礎單元②、③、④屬於第一等級的道路有基本導引功能，針對其申請表(表 3、表 4、表 5)上的資料：標線、標誌與號誌，確認具有在存在相關位置(請參考表 8、表 9、表 10 之檢測個案表)，檢視結果皆屬於智慧道路應用服務等級 1。

表 52 個別基礎單元②檢測個案表-道路有基本導引功能

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	道路有基本導引功能		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大智路口往領航北路四段口(編碼：H0000006430(NW))		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元②處，可明確辨識相關標誌、標線與號誌，以提供自駕車行駛參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		

應用情境之智慧化服務功能檢測					
檢測項目	**通過準則**				**檢測結果**
情境道路設施	N/A				N/A
道路有基本導引功能	**標線**(兩端路口為禁止超車線、中間段為行車分向線、右側路面邊線、停止線、指向線、兩端路口有行人穿越道) **標誌**(捷運站方向指引，位置：經度 25.023756、緯度 121.216890) **號誌**(紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數，位置：經度 25.023756、緯度 121.216890)				■Pass □Fail 依據實際現場檢視
道路有資料蒐集功能	N/A				N/A
道路有資訊提供功能	N/A				N/A
道路有即時溝通功能	N/A				N/A
道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/08/12 10:00-12:30	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 53 個別基礎單元③檢測個案表-道路有基本導引功能

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	道路有基本導引功能		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從大成路二段往新街溪口(編碼：H0000093971(NE))		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元③處，可明確辨識相關標誌、標線與號誌，以提供自駕車行駛參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		

應用情境之智慧化服務功能檢測					
檢測項目	**通過準則**				**檢測結果**
情境道路設施	N/A				N/A
道路有基本導引功能	標線、標誌、號誌				■Pass □Fail 依據實際現場檢視
道路有資料蒐集功能	N/A				N/A
道路有資訊提供功能	N/A				N/A
道路有即時溝通功能	N/A				N/A
道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/08/12 10:00-12:30	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 54 個別基礎單元④檢測個案表-道路有基本導引功能

檢測單位	資策會		申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	道路有基本導引功能			
服務對象	自駕車			
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口(編碼：H0000093843(W))			
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④處，可明確辨識相關標誌與號誌，以提供自駕車行駛參考。			
環境條件	日間、晴天			
行駛條件	低於 20KM/HR			
應用情境之智慧化服務功能檢測				
檢測項目	通過準則			檢測結果
情境道路設施	N/A			N/A
道路有基本導引功能	標線、號誌			■Pass □Fail 依據實際現場檢視
道路有資料蒐集功能	N/A			N/A
道路有資訊提供功能	N/A			N/A
道路有即時溝通功能	N/A			N/A
道路有完全協作導引功能	N/A			N/A
檢測人員		檢測日期/時間	2021/08/12 10:00-12:30	檢測負責人 (簽名/日期)

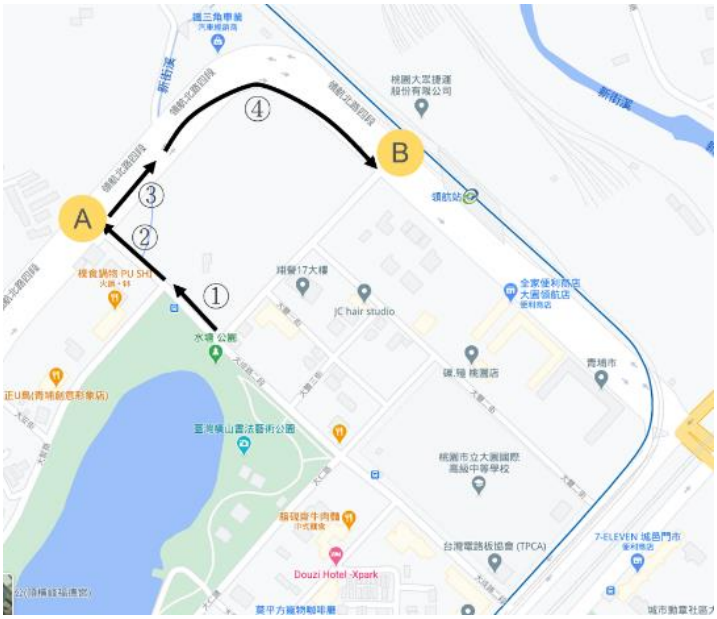
資料來源：本案自行製作

(二)青埔自駕車場域智慧道路第二次檢測

在自駕車場域進行智慧道路應用實證新增相關道路設施後進行第二次檢測，其檢測時間為：2021 年 9 月 23 日上午 10:00 至下午 14:00，其檢測天候環境條件為：日間、晴天，以下分別敘述申請資料及檢測結果。

1.第二次場域檢測申請資料

此次檢測場域申請單位為場域建置單位(台灣智慧駕駛股份有限公司)，廊道仍是包含桃園市大成路二段從大豐四街口到領航北路四段口，以及右轉領航北路四段大成路二段口到大豐四街口止，共 4 個基礎單元(請參考下圖)，並在Ⓐ與Ⓑ兩個路口布建智慧道路設施，藉以提升智慧道路應用服務等級，應用服務情境包含：號誌秒數資訊回傳、前方道路通阻程度提醒、行人穿越人行道告警、鄰向來車安全警示服務等 4 種應用情境。



資料來源：本案自行製作

圖 92 青埔自駕車場域智慧道路第二次檢測場域

(1) 號誌秒數資訊回傳

此應用情境的整體廊道檢測申請表(請參考下表)，其提案廊道為桃園市大成路二段從大豐四街口起往領航北路四段右轉到大豐四街口止，共 4 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)，詳細資料請參考下表。

表 55 號誌秒數資訊回傳整體廊道檢測申請表

項目	內容		
申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司	聯絡人姓名	黃 X 勳
	聯絡人電話	02-27XXX918#1XX	
	聯絡人 email	XXX@turing-drive.com	
情境說明	廊道目標	自駕車於基礎單元①~④內，可即時收到前方路口號誌變化剩餘秒數，確保自駕車可順暢行駛。	
	情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務	
	情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元①~④處，藉由 5G 網路可即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數訊息，提供自駕車行駛速度調整參考。	
	服務對象	□行人、□一般車輛、■自駕車、□其他_____	
	環境條件	時間(■日間、□夜間)、天氣(■晴天、□陰天、□雨天、□霧天)	
	行駛條件	低於 20KM/HR	
道路範圍	廊道文字描述	桃園市大成路二段從大豐四街口起往領航北路四段右轉到大豐四街口止，共 4 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)	
	道路圖資	□交通部基礎路段雙線化圖層編碼、■內政部基礎路段通用圖層編碼、□商用圖層編碼___、□ADAS 地圖_____、□高精地圖_____、□其他_____ ，	

	(擇一填寫)	基礎單元編碼： H0000132477(NW) 、H0000006430(NW)、H0000093971(NE)、H0000093843(W)
	線形軌跡(選填)	(.shp 檔)
智慧道路示意圖		 內政部基礎路段通用圖層編碼 ①: H0000132477(NW) ②: H0000006430(NW) ③: H0000093971(NE) ④: H0000093843(W)

資料來源：本案自行製作

路段①基礎單元檢測申請表內容，請參考以下兩表，情境名稱為：「號誌秒數資訊回傳應用服務」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 56 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段①)

項目	**內容**		
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口	**基礎單元編碼**	H0000132477(NW)
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務		
	感知設施	號誌控制器	

項目	內容		
道路設施	通訊傳輸設施		5G Router
	其他設施(運算分析、資訊發布…)		IPC
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能		標線
	道路有資料蒐集功能		藉由號誌控制器+IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數
	道路有資訊提供功能		IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車
	道路有即時溝通功能		藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms
	道路有完全協作導引功能		N/A
資料內容	服務層次	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表	
	發布	事件接收設備名稱	智慧感測設備 TY-A001
		事件接收設備位置	經度 25.023806, 緯度 121.216861
		事件接收設備功能	通知自駕車前方路口號誌燈號與變化剩餘秒數
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	路口號誌燈號，號誌變化剩餘秒數
		事件發布格式	JSON
		事件發布頻率	1Hz
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520
		事件發布次數	60 次/分
		事件發布通訊設備	4G/5G Router
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
	感知	感知設備名稱	號誌控制器
		感知設備位置	經度 25.023691, 緯度 121.216851
		感知設備方向	WN
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	0 公尺內
		運算設備	號誌控制器
		感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	都市交通控制通訊協定
		感知資料頻率	時相有轉換即傳送
		感知事件時間戳記格式(範例)	無
		感知事件頻率	無
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	1 sec
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
		號誌位置/內容	N/A
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	N/A

項目	內容		
	交通管制設施	標線內容	(1)兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2)中間段為行車分向線：單黃虛線 (3)右側路面邊線：單白實線 (4)兩端路口行人穿越線：白斑馬線 (5)大智路口停止線：單白實線 (6)中間段路邊公車停靠區標線：單白實線 (7)大智路口直行與左轉指向線：單白實線

資料來源：本案自行製作

表 57 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段①)

項目	內容				
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口	基礎單元編碼		H0000132477(NW)	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務				
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★			
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大豐四街口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
2.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大豐四街口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	2.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
3.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大豐四街口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
4.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大豐四街口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	

資料來源：本案自行製作

路段②基礎單元檢測申請表內容，請參考以下兩表，情境名稱

為：「號誌秒數資訊回傳」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 58 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段②)

項目	內容			
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大智路口往領航北路四段口	基礎單元編碼	H0000006430(NW)	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務			
道路設施	感知設施	號誌控制器		
	通訊傳輸設施	5G Router		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	IPC		
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	標線		
	道路有資料蒐集功能	藉由號誌控制器+IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數		
	道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車		
	道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms		
	道路有完全協作導引功能	N/A		
資料內容	服務層次	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表		
	發布	事件接收設備名稱	智慧感測設備 TY-A001	
		事件接收設備位置	經度 25.023806, 緯度 121.216861	
		事件接收設備功能	通知自駕車前方路口號誌燈號與變化剩餘秒數	
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍	
		運算設備	IPC with GPU	
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	路口號誌燈號，號誌變化剩餘秒數	
		事件發布格式	JSON	
		事件發布頻率	1Hz	
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520	
		事件發布次數	60 次/分	
		事件發布通訊設備	4G/5G Router	
		事件發布通訊格式	MQTT	
		事件發布通訊延遲時間	<1sec	
	感知	感知設備名稱	號誌控制器	
		感知設備位置	經度 25.023691, 緯度 121.216851	
		感知設備方向	WN	
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉	
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	0 公尺內	
		運算設備	號誌控制器	
		感知資料內容	Binary message	

項目	內容		
		感知資料格式	都市交通控制通訊協定
		感知資料頻率	時相有轉換即傳送
		感知事件時間戳記格式(範例)	無
		感知事件頻率	無
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	1 sec
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 捷運站方向指引標誌/順向
		標線內容	(1) 兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2) 中間段為行車分向線：單黃虛線 (3) 右側路面邊線：單白實線 (4) 領航北路四段口停止線：單白實線 (5) 領航北路四段口左轉與右轉指向線：單白實線 (6) 兩端路口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

表 59 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段②)

項目	內容				
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大智路口往領航北路四段口	基礎單元編碼		H0000006430(NW)	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務				
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★			
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
2.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	2.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
3.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時	3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		

速 12KM 以下車速行駛	3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
4.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	

資料來源：本案自行製作

路段③基礎單元檢測申請表內容，請參考以下兩表，情境名稱為：「號誌秒數資訊回傳」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 60 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段③)

項目	**內容**			
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從大成路二段口往新街溪口	**基礎單元編碼**	H0000093971(NE)	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務			
道路設施	**感知設施**	號誌控制器		
	通訊傳輸設施	5G Router		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	IPC		
基礎單元之智慧化服務功能	**道路有基本導引功能**	標線		
	道路有資料蒐集功能	藉由號誌控制器+IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數		
	道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車		
	道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms		
	道路有完全協作導引功能	N/A		
資料內容	**服務層次**	**建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表**		
	發布	**事件接收設備名稱**	智慧感測設備 TY-A002	
		事件接收設備位置	經度 25.024389, 緯度 121.220056	
		事件接收設備功能	通知自駕車前方路口號誌燈號與變化剩餘秒數	
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍	
		運算設備	IPC with GPU	
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	路口號誌燈號，號誌變化剩餘秒數	
		事件發布格式	JSON	
		事件發布頻率	1Hz	
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520	

項目	內容		
		事件發布次數	60 次/分
		事件發布通訊設備	4G/5G Router
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
	感知	感知設備名稱	號誌控制器
		感知設備位置	經度 25.024292, 緯度 121.219973
		感知設備方向	WN
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	0 公尺內
		運算設備	號誌控制器
		感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	都市交通控制通訊協定
		感知資料頻率	時相有轉換即傳送
		感知事件時間戳記格式(範例)	無
		感知事件頻率	無
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	1 sec
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 /右彎急彎請減速警告標誌 /順向 位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 /分道警告標誌 /順向
		標線內容	(1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 路段前段與後段直行指向線：單白實線

資料來源：本案自行製作

表 61 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段③)

項目	內容				
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從大成路二段口往新街溪口	基礎單元編碼		H0000093971(NE)	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務				
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★			
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大成路二段口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間	★	★	★	

	<100ms				
2 領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大成路二段口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	2.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★	
3.領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大成路二段口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★	
4.領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大成路二段口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★	

資料來源：本案自行製作

路段④基礎單元檢測申請表內容，請參考以下兩表，情境名稱為：「號誌秒數資訊回傳」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 62 號誌秒數資訊回傳基礎單元檢測申請表(路段④)

項目	**內容**			
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口	**基礎單元編碼**	H0000093843(W)	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務			
道路設施	**感知設施**	號誌控制器		
	通訊傳輸設施	5G Router		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	IPC		
基礎單元之智慧化服務功能	**道路有基本導引功能**	標線		
	道路有資料蒐集功能	藉由號誌控制器+IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數		
	道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車		
	道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms		
	道路有完全協作導引功能	N/A		
資料內容	**服務層次**	**建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表**		
		事件接收設備名稱	智慧感測設備 TY-A002	
		事件接收設備位置	經度 25.024389, 緯度 121.220056	
		事件接收設備功能	通知自駕車前方路口號誌燈號與變化剩餘秒數	

項目	內容		
	發布	事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	路口號誌燈號，號誌變化剩餘秒數
		事件發布格式	JSON
		事件發布頻率	1Hz
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520
		事件發布次數	60 次/分
		事件發布通訊設備	4G/5G Router
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
	感知	感知設備名稱	號誌控制器
		感知設備位置	經度 25.024292, 緯度 121.219973
		感知設備方向	WN
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	0 公尺內
		運算設備	號誌控制器
		感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	都市交通控制通訊協定
		感知資料頻率	時相有轉換即傳送
		感知事件時間戳記格式(範例)	無
		感知事件頻率	無
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	1 sec
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.024446、緯度 121.219989 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	N/A
		標線內容	(1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 大豐四街口停止線：單白實線 (3) 靠近大豐四街口直行與右轉指向線：單白實線 (4) 大豐四街口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

表 63 號誌秒數資訊回傳基礎單元測試案例表(路段④)

項目	內容		
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四	基礎單元編碼	H0000093843(W)

	街口			
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務			
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★		
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大成路二段口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
2 領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大成路二段口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	2.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
3.領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大成路二段口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	
4.領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大成路二段口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間 <100ms	★	★	★	

資料來源：本案自行製作

(2) 鄰向來車安全警示服務

此應用情境的整體廊道檢測申請表(請參考下表)，其提案廊道為桃園市大成路二段從大豐四街口起到領航北路四段口止，共 2 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)，詳細資料請參考下表。

表 64 鄰向來車安全警示服務整體廊道檢測申請表

項目	**內容**		
申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司	**聯絡人姓名**	黃 X 勳
	聯絡人電話	02-27XXX918#1XX	
	聯絡人 email	XXX@turing-drive.com	
情境說明	**廊道目標**	自駕車於基礎單元①~②內，可即時收到前方路口是否有大型來車，確保自駕車可提早判斷行駛速度與停等位置。	
	情境名稱	鄰向來車安全警示服務	

	情境目的	自自駕車系統在廊道內基礎單元①~②處，自駕車可藉由攝影機、雷達與IPC 運算分析，藉由 5G 網路正確收到前方領航北路四段路口是否有大型車接近，提供自駕車行駛參考。
	服務對象	□行人、□一般車輛、■自駕車、□其他_____
	環境條件	時間(■日間、□夜間)、天氣(■晴天、□陰天、□雨天、□霧天)
	行駛條件	低於 20KM/HR
道路範圍	**廊道文字描述**	桃園市大成路二段從大豐四街口起到領航北路四段口止，共 2 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)
	道路圖資(擇一填寫)	□交通部基礎路段雙線化圖層編碼、■內政部基礎路段通用圖層編碼、□商用圖層編碼___、□ADAS 地圖_____、□高精地圖_____、□其他_____ ， 基礎單元編碼： H0000132477(NW) 、H0000006430(NW)
	線形軌跡(選填)	(.shp 檔)
智慧道路示意圖	 內政部基礎路段通用圖層編碼 ①: H0000132477(NW) ②: H0000006430(NW)	

資料來源：本案自行製作

路段①基礎單元檢測申請表內容，請參考以下兩表，情境名稱

為：「鄰向來車安全警示服務」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 65 鄰向來車安全警示服務基礎單元檢測申請表(路段①)

項目	內容			
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口	基礎單元編碼	H0000132477(NW)	
情境名稱	鄰向來車安全警示服務			
道路設施	感知設施	攝影機 IP Cam.、雷達		
	通訊傳輸設施	5G Router		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	IPC		
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	標線		
	道路有資料蒐集功能	藉由攝影機 IP Cam.、雷達與 IPC 蒐集鄰向來車資訊		
	道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞鄰向來車資訊給予自駕車		
	道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞鄰向來車資訊給自駕車時間低於 100ms		
	道路有完全協作導引功能	N/A		
資料內容	資料類型	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表		
	發布	事件接收設備名稱	智慧感測設備 TY-A001	
		事件接收設備位置	經度 25.023806, 緯度 121.216861	
		事件接收設備功能	提醒自駕車有鄰向大型來車	
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍	
		運算設備	IPC with GPU	
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	時間，路側編號，有鄰向大型來車	
		事件發布格式	JSON	
		事件發布頻率	事件發生即時發布	
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520	
		事件發布次數	事件發生時即發布 1 次	
		事件發布通訊設備	4G/5G Router	
		事件發布通訊格式	MQTT	
		事件發布通訊延遲時間	<1sec	
	感知	感知設備名稱	攝影機 IP Cam.	
		感知設備位置	經度 25.012078, 緯度 121.212354	
		感知設備方向	NE	
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉	
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30 公尺內	
		運算設備	IPC with GPU	
		感知資料內容	RGB 影像	
		感知資料格式	H.264, MJPEG	

項目	內容		
		感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.661
		感知事件頻率	5 FPS
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
	交通管制設施	號誌位置/內容	N/A
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	N/A
		標線內容	(1)兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2)中間段為行車分向線：單黃虛線 (3)右側路面邊線：單白實線 (4)兩端路口行人穿越線：白斑馬線 (5)大智路口停止線：單白實線 (6)中間段路邊公車停靠區標線：單白實線 (7)大智路口直行與左轉指向線：單白實線

資料來源：本案自行製作

表 66 鄰向來車安全服務基礎單元測試案例表(路段①)

項目	內容				
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口	基礎單元編碼		H0000132477(NW)	
情境名稱	鄰向來車安全服務				
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★			
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.領航北路四段路口號誌綠燈無大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
2.領航北路四段路口號誌紅燈無大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
3.領航北路四段路口號誌綠燈有大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	3.1 正確收到前方有大型車接近訊號	★	★		
	3.2 收到前方有大型車接近訊號時間 <100ms	★	★	★	
4.領航北路四段路口號誌紅燈有大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方號有大型車接近訊號	★	★		
	4.2 收到前方有大型	★	★	★	

	車接近訊號時間 <100ms				

資料來源：本案自行製作

路段②基礎單元檢測申請表(請參考下表)，情境名稱為：「鄰向來車安全警示服務」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 67 鄰向來車安全警示服務基礎單元檢測申請表(路段②)

項目	內容			
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大智路口往領航北路四段口	基礎單元編碼	H0000006430(NW)	
情境名稱	鄰向來車安全警示服務			
道路設施	感知設施	攝影機 IP Cam.、雷達		
	通訊傳輸設施	5G Router		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	IPC		
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	標線		
	道路有資料蒐集功能	藉由攝影機 IP Cam.、雷達與 IPC 蒐集鄰向來車資訊		
	道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞鄰向來車資訊給予自駕車		
	道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞鄰向來車資訊給自駕車時間低於 100ms		
	道路有完全協作導引功能	N/A		
資料內容	資料類型	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表		
	發布	事件接收設備名稱	智慧感測設備 TY-A001	
		事件接收設備位置	經度 25.023806, 緯度 121.216861	
		事件接收設備功能	提醒自駕車有鄰向大型來車	
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍	
		運算設備	IPC with GPU	
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	時間，路側編號，有鄰向大型來車	
		事件發布格式	JSON	
		事件發布頻率	事件發生即時發布	
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520	
		事件發布次數	事件發生時即發布 1 次	
		事件發布通訊設備	4G/5G Router	
		事件發布通訊格式	MQTT	
		事件發布通訊延遲時間	<1sec	
		感知設備名稱	攝影機 IP Cam.	
		感知設備位置	經度 25.012078, 緯度 121.212354	
		感知設備方向	NE	
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉	
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30 公尺內	
		運算設備	IPC with GPU	

項目	內容		
	感知	感知資料內容	RGB 影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
		感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.661
		感知事件頻率	5 FPS
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 捷運站方向指引標誌/順向
		標線內容	(1) 兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2) 中間段為行車分向線：單黃虛線 (3) 右側路面邊線：單白實線 (4) 領航北路四段口停止線：單白實線 (5) 領航北路四段口左轉與右轉指向線：單白實線 (6) 兩端路口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

表 68 鄰向來車安全警示服務基礎單元測試案例表(路段②)

項目	內容				
基礎單元敘述	桃園市大成路二段從大智路口往領航北路四段口	基礎單元編碼		H0000006430(NW)	
情境名稱	鄰向來車安全警示服務				
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★			
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.領航北路四段路口號誌綠燈無大型車接近時，從大智路口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
2.領航北路四段路口號誌紅燈無大型車接近時，從大智路口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	正確收到前方號誌變化剩餘秒數	★	★		
3.領航北路四段路口號誌綠燈有大型車接近時，從大智路口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	3.1 正確收到前方有大型車接近訊號	★	★		
	3.2 收到前方有大型車接近訊號時間 <100ms	★	★	★	

4.領航北路四段路口號誌紅燈有大型車接近時，從大智路口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方號有大型車接近訊號	★	★		
	4.2 收到前方有大型車接近訊號時間 <100ms	★	★	★	

資料來源：本案自行製作

(3) 前方道路通阻程度提醒

此應用情境的整體廊道檢測申請表(請參考下表)，其提案廊道為桃園市領航北路四段從新街溪口起到大豐四街口止，共 1 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)，詳細資料請參考下表。

表 69 前方道路通阻程度提醒整體廊道檢測申請表

項目	**內容**		
申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司	**聯絡人姓名**	黃 X 勳
	聯絡人電話	02-27XXX918#1XX	
	聯絡人 email	XXX@turing-drive.com	
情境說明	**廊道目標**	自駕車於基礎單元④內，可正確收到前方路段通阻程度，確保自駕車可提早判斷行駛速度與位置方向。	
	情境名稱	前方道路通阻程度提醒	
	情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④，藉由正確收到前方路段通阻程度，提供自駕車行駛速度與方向調整參考。	
	服務對象	□行人、□一般車輛、■自駕車、□其他_____	
	環境條件	時間(■日間、□夜間)、天氣(■晴天、□陰天、□雨天、□霧天)	
	行駛條件	低於 20KM/HR	
道路範圍	**廊道文字描述**	桃園市領航北路四段從新街溪口起到大豐四街口止，共 1 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)	
	道路圖資(擇一填寫)	□交通部基礎路段雙線化圖層編碼、■內政部基礎路段通用圖層編碼、□商用圖層編碼___、□ADAS 地圖_____、□高精地圖_____、□其他_____ ， 基礎單元編碼： H0000093843(W)	

	線形軌跡(選填)	(.shp 檔)
智慧道路示意圖	 內政部基礎路段通用圖層編碼 ④: H0000093843(W)	

資料來源：本案自行製作

路段④基礎單元檢測申請表內容，請參考以下兩表，情境名稱為：「前方道路通阻程度提醒」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 70 前方道路通阻程度提醒服務基礎單元檢測申請表(路段④)

項目	**內容**			
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口	**基礎單元編碼**	H0000093843(W)	
情境名稱	前方道路通阻程度提醒服務			
道路設施	**感知設施**	攝影機 IP Cam. 、雷達		
	通訊傳輸設施	5G Router		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	IPC		
基礎單元之智慧化服務功能	**道路有基本導引功能**	標線、號誌(無秒數提供)		
	道路有資料蒐集功能	藉由 IPC Cam.攝影機＋IPC 蒐集前方道路通阻程度		
	道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞前方道路通阻程度予自駕車		
	道路有即時溝通功能	N/A		

項目	內容		
	道路有完全協作導引功能	N/A	
資料內容	資料類型	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表	
	發布	事件接收設備名稱	自駕車車機
		事件接收設備位置	隨自駕車移動，無固定位置
		事件接收設備功能	通知自駕車前方道路壅塞
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	時間，路側編號，壅塞程度
		事件發布格式	JSON
		事件發布頻率	1/3Hz
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520
		事件發布次數	20 次/分
		事件發布通訊設備	4G/5G Router
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
	感知	感知設備名稱	攝影機 IP Cam,
		感知設備位置	經度 25.024389, 緯度 121.220013
		感知設備方向	WN
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30 公尺內
		運算設備	IPC with GPU
		感知資料內容	RGB 影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
		感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.661
		感知事件頻率	5 FPS
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	3s
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.024446、緯度 121.219989 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	N/A
		標線內容	(1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 大豐四街口停止線：單白實線 (3) 靠近大豐四街口直行與右轉指向線：單白實線 (4) 大豐四街口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

表 71 前方道路通阻程度提醒服務基礎單元測試案例表(路段④)

項目	內容			
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口	基礎單元編碼	H0000093843(W)	
情境名稱	前方道路通阻程度提醒服務			
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★		
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.前方道路無車時，從老街溪口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	正確判斷前方道路無車訊息	★	★		
2.前方道路 1-2 台車時，從老街溪口出發，以時速 6KM 以下車速行駛	正確收到前方道路少車訊息	★	★		
3.前方道路超過 2 台車時，從老街溪口出發，以時速 6KM 以下車速行駛	正確收到前方道路多車訊息	★	★		
4.前方道路無車時，從老街溪口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	正確判斷前方道路無車訊息	★	★		
5.前方道路 1-2 台車時，從老街溪口出發，以時速 9KM 以下車速行駛	正確收到前方道路少車訊息	★	★		
6.前方道路超過 2 台車時，從老街溪口出發，以時速 9KM 以下車速行駛	正確收到前方道路多車訊息	★	★		

資料來源：本案自行製作

(4) 行人穿越人行道告警

此應用情境的整體廊道檢測申請表內容，請參考下表，其提案廊道為桃園市領航北路四段從新街溪口起到大豐四街口止，共 1 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)，詳細資料請參考下表。

表 72 行人穿越人行道告警整體廊道檢測申請表

項目	內容		
申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司	**聯絡人姓名**	黃 X 勳
	聯絡人電話	02-27XXX918#1XX	

	聯絡人 email	XXX@turing-drive.com
情境說明	**廊道目標**	自駕車於基礎單元④內，可正確收到前方路口人行道是否有行人穿越，確保自駕車可提早判斷行駛速度與停等位置。
	情境名稱	行人穿越人行道告警
	情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④，藉由正確收到前方路口人行道是否有行人穿越，提供自駕車行駛速度與停等位置參考。
	服務對象	□行人、□一般車輛、■自駕車、□其他_____
	環境條件	時間(■日間、□夜間)、天氣(■晴天、□陰天、□雨天、□霧天)
	行駛條件	低於 20KM/HR
道路範圍	**廊道文字描述**	桃園市領航北路四段從新街溪口起到大豐四街口止，共 1 個基礎單元所形成之廊道(順時針方向，外側車道)
	道路圖資(擇一填寫)	□交通部基礎路段雙線化圖層編碼、■內政部基礎路段通用圖層編碼、□商用圖層編碼___、□ADAS 地圖_____、□高精地圖_____、□其他_____ ， 基礎單元編碼： H0000093843(W)
	線形軌跡(選填)	(.shp 檔)
智慧道路示意圖		 內政部基礎路段通用圖層編碼④: H0000093843(W)

資料來源：本案自行製作

路段④基礎單元檢測申請表內容，請參考以下兩表，情境名稱為：「行人穿越人行道告警」之相關資料：道路設施、基礎單元之智慧化服務功能與資料內容。

表 73 行人穿越人行道告警服務基礎單元檢測申請表(路段④)

項目	內容			
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口	基礎單元編碼	H0000093843(W)	
情境名稱	行人穿越人行道告警服務			
道路設施	感知設施	攝影機 IP Cam. 、雷達		
	通訊傳輸設施	5G Router		
	其他設施(運算分析、資訊發布…)	IPC		
基礎單元之智慧化服務功能	道路有基本導引功能	標線、號誌(無秒數提供)		
	道路有資料蒐集功能	藉由 IP Cam.攝影機、雷達＋IPC 蒐集行人穿越人行道訊息		
	道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞行人穿越人行道訊息予自駕車		
	道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞行人穿越人行道訊息給自駕車時間低於 300ms		
	道路有完全協作導引功能	N/A		
資料內容	資料類型	建議道路主管單位之應用服務數位資料儲存表		
	發布	事件接收設備名稱	智慧路側裝置 TY-A002	
		事件接收設備位置	經度 25.024389, 緯度 121.220056	
		事件接收設備功能	提醒自駕車當心行人穿越人行道	
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍	
		運算設備	IPC with GPU	
		事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	時間，路側編號，有行人穿越	
		事件發布格式	JSON	
		事件發布頻率	事件發生即時發布	
		事件發布時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.520	
		事件發布次數	事件發生時即發布 1 次	
		事件發布通訊設備	4G/5G Router	
		事件發布通訊格式	MQTT	
		事件發布通訊延遲時間	<1sec	
	感知	感知設備名稱	攝影機 IP Cam,	
		感知設備位置	經度 25.012078, 緯度 121.212354	
		感知設備方向	NE	
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉	
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30 公尺內	
		運算設備	IPC with GPU	
		感知資料內容	RGB 影像	
		感知資料格式	H.264, MJPEG	
		感知資料頻率	30 FPS@2688x1520	
		感知事件時間戳記格式(範例)	2021-08-29 10:50:34.661	

項目	內容		
		感知事件頻率	5 FPS
		上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
	交通管制設施	號誌位置/內容	位置：經度 25.024446、緯度 121.219989 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數
		標誌位置/牌面內容/牌面方向	N/A
		標線內容	(1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 大豐四街口停止線：單白實線 (3) 靠近大豐四街口直行與右轉指向線：單白實線 (4) 大豐四街口行人穿越道：白斑馬線

資料來源：本案自行製作

表 74 行人穿越人行道告警基礎單元測試案例表(路段④)

項目	內容				
基礎單元敘述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口	基礎單元編碼		H0000093843(W)	
情境名稱	行人穿越人行道告警應用服務				
項次.檢測步驟說明	通過準則	符合以下智慧化服務功能，請標示★			
		感知設施資訊蒐集	分析後資料提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能
1.從老街溪口出發，以時速 8KM 以下車速行駛，無行人穿越人行道	正確判斷前方無行人穿越人行道	★	★		
2.從老街溪口出發，以時速 8KM 以下車速行駛，有行人穿越人行道	2.1 正確收到前方有行人穿越人行道	★	★		
	2.2 收到前方有行人穿越人行道訊息時間 <300ms	★	★	★	
3.從老街溪口出發，以時速 15KM 以下車速行駛，無行人穿越人行道	正確判斷前方無行人穿越人行道	★	★		
4.從老街溪口出發，以時速 15KM 以下車速行駛，有行人穿越人行道	4.1 正確收到前方有行人穿越人行道	★	★		
	4.2 收到前方有行人穿越人行道訊息時間 <300ms	★	★	★	

資料來源：本案自行製作

2.第二次檢測報告

2021 年 9 月 23 日當天上午至下午進行實際檢測，在日間晴天的環境下行駛檢測。

資料來源：本案自行拍攝

圖 93 自駕車在大成路二段公車停靠區準備出發

(1) 號誌秒數資訊回傳

首先確認申請表資料中 A、B 兩個路口布建道路設施內容與位置，其相關設施請參考以下兩圖：

資料來源：本案自行拍攝製作

圖 94 路口 A 道路設施(大成路二段與領航北路四段口)

資料來源：本案自行拍攝製作

圖 95 路口 B 道路設施(領航北路四段與大豐四街口)

依據號誌秒數資訊回傳應用情境之檢測申請表資料，將分別針對基礎單元①~④進行檢測，首先是針對基礎單元①進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 75 基礎單元①號誌秒數資訊回傳檢測個案表

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW)基礎單元①)		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元①處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		
道路有基本導引功能資料正確性	**檢測內容**	**檢測資料**	**檢測結果**
	標線： (1)兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2)中間段為行車分向線：單黃虛線 (3)右側路面邊線：單白實線 (4)兩端路口行人穿越線：白斑馬線 (5)大智路口停止線：單白實線	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail

	(6)中間段路邊公車停靠區標線：單白實線 (7)大智路口直行與左轉指向線：單白實線		
	標誌：N/A	現場檢示該基礎單元確實無標誌	■Pass □Fail
	號誌：N/A	現場檢示該基礎單元確實無號誌	■Pass □Fail
軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統		
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息，並計算傳遞訊息時間 • 一位檢測人員在自駕車上確認收到訊息正確		

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	**通過準則**	**道路有資料蒐集功能**	**分析後資訊提供**	**道路有即時溝通功能**	**道路有完全協作導引功能**	**檢測結果**
1.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大豐四街口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	**1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 74ms**		■Pass □Fail 時速 13.84KM
2.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大豐四街口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	**2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	2.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 79ms**		■Pass □Fail 時速 12.39KM
3.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大豐四街口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	**3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 55ms**		■Pass □Fail 時速 6.33KM
4.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大豐四街口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	**4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 78ms**		■Pass □Fail 時速 9.59KM

檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 76 個別基礎單元①檢測個案表-號誌秒數資訊回傳

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW)基礎單元①)		

情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元①處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。				
環境條件	日間、晴天				
行駛條件	低於 20KM/HR				
應用情境之智慧化服務功能檢測					
檢測項目	**通過準則**				**檢測結果**
情境道路設施	號誌控制器(經度 25.023890、緯度 121.216983)、IPC(經度 25.023890、緯度 121.216983)、5G Router(經度 25.023890、緯度 121.216983)				■Pass □Fail 參考路口 A 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩端路口為禁止超車線、中間段為行車分向線、右側路面邊線、停止線、指向線、兩端路口有行人穿越道、公車專用停車格) **標誌**(N/A) **號誌**(N/A)				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由號誌控制器＋IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

其次是針對基礎單元②進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 77 基礎單元②號誌秒數資訊回傳檢測個案表

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務			
服務對象	自駕車			
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H000006430(NW)基礎單元②)			
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元②處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。			
環境條件	日間、晴天			
行駛條件	低於 20KM/HR			
	檢測內容	**檢測資料**		**檢測結果**

道路有基本導引功能資料正確性	標線 (1)兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2) 中間段為行車分向線：單黃虛線 (3) 右側路面邊線：單白實線 (4) 領航北路四段口停止線：單白實線 (5) 領航北路四段口左轉與右轉指向線：單白實線 (6) 兩端路口行人穿越道：白斑馬線	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail
	標誌位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 捷運站方向指引標誌/順向	現場檢示具有左列標誌內容	■Pass □Fail
	號誌位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數	現場檢示具有左列號誌內容	■Pass □Fail
軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統		
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息，並計算傳遞訊息時間 • 一位檢測人員在自駕車上確認收到訊息正確		

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	通過準則	道路有資料蒐集功能	分析後資訊提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	檢測結果
1.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	**1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 平均 91ms**		■Pass □Fail 時速 13.53KM
2.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	**2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	2.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 平均 85ms**		■Pass □Fail 時速 12.97KM
3.領航北路四段路口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	**3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 平均 78ms**		■Pass □Fail 時速 9.62KM
4.領航北路四段路口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	**4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail

	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間** **平均 85ms**		■Pass □Fail 時速 10.28KM	
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**		**(簽名/日期)**	

資料來源：本案自行製作

表 78 個別基礎單元②檢測個案表-號誌秒數資訊回傳

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW)基礎單元②)		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元②處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		
應用情境之智慧化服務功能檢測			
檢測項目	**通過準則**		**檢測結果**
情境道路設施	號誌控制器(經度 25.023890、緯度 121.216983)、IPC(經度 25.023890、緯度 121.216983)、5G Router(經度 25.023890、緯度 121.216983)		■Pass □Fail 參考路口 A 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩端路口為禁止超車線、中間段為行車分向線、右側路面邊線、停止線、指向線、兩端路口有行人穿越道) **標誌**(捷運站方向指引，位置：經度 25.023756、緯度 121.216890) **號誌**(紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數，位置：經度 25.023756、緯度 121.216890)		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由號誌控制器＋IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有完全協作導引功能	N/A		N/A
檢測人員	**檢測日期/時間** 2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

接下來針對基礎單元③進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 79 基礎單元③號誌秒數資訊回傳檢測個案表

檢測單位	資策會	申請單位	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從大成路二段口往新街溪口(編碼：H0000093971(NE)基礎單元③)		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元③處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		

道路有基本導引功能資料正確性	檢測內容	檢測資料	檢測結果
	標線： (1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 路段前段與後段直行指向線：單白實線	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail
	標誌： 位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 /右彎急彎請減速警告標誌 /順向 位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 /分道警告標誌 /順向	現場檢示具有左列標誌內容	■Pass □Fail
	號誌： 位置：經度 25.023803、緯度 121.216841 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數	現場檢示具有左列號誌內容	■Pass □Fail

軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息，並計算傳遞訊息時間 • 一位檢測人員在自駕車上確認收到訊息正確

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	通過準則	道路有資料蒐集功能	分析後資訊提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	檢測結果
1. 領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	**1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 平均 89ms**		■Pass □Fail 時速 14.83KM
2. 領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	**2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	2.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間 平均 90ms**		■Pass □Fail 時速 13.27KM
3. 領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時速 12KM 以下車速行	**3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail

駛	**3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms**	★	★	★ **時間** **平均 83ms**		■Pass □Fail 時速 10.84KM
4. 領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	**4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間** **平均 87ms**		■Pass □Fail 時速 6.33KM

檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 80 個別基礎單元③檢測個案表-號誌秒數資訊回傳

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000093971(NE)基礎單元③)		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元③處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		
應用情境之智慧化服務功能檢測			
檢測項目	**通過準則**		**檢測結果**
情境道路設施	號誌控制器(經度 25.023890、緯度 121.216983)、IPC(經度 25.023890、緯度 121.216983)、5G Router(經度 25.023890、緯度 121.216983)		■Pass □Fail 參考路口 B 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩端路口為禁止超車線、中間段為行車分向線、右側路面邊線、停止線、指向線、兩端路口有行人穿越道、公車專用停車格) **標誌**(N/A) **號誌**(N/A)		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由號誌控制器＋IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有完全協作導引功能	N/A		N/A

檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

最後，針對基礎單元④進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 81 基礎單元④號誌秒數資訊回傳檢測個案表

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口(編碼：H0000093843(W)基礎單元④)		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		
道路有基本導引功能資料正確性	**檢測內容**	**檢測資料**	**檢測結果**
	標線： (1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 大豐四街口停止線：單白實線 (3) 靠近大豐四街口直行與右轉指向線：單白實線 (4) 大豐四街口行人穿越道：白斑馬線	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail
	標誌：N/A	現場檢示該基礎單元確實無標誌	■Pass □Fail
	號誌： 位置：經度 25.024446、緯度 121.219989 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數	現場檢示具有左列號誌內容	■Pass □Fail
軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統		
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息，並計算傳遞訊息時間 • 一位檢測人員在自駕車上確認收到訊息正確		

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	**通過準則**	**道路有資料蒐集功能**	**分析後資訊提供**	**道路有即時溝通功能**	**道路有完全協作導引功能**	**檢測結果**
1. 領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	**1.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	1.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間** **平均 84ms**		■Pass □Fail 時速 14.82KM
2. 領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	**2.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	2.2 收到前方號	★	★	★		■Pass □Fail

	誌變化剩餘秒數時間<100ms			**時間** **平均 95ms**		時速 12.91KM
3. 領航北路四段與大豐四街口號誌綠燈時，從大智路口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	**3.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	3.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間** **平均 85ms**		■Pass □Fail 時速 8.67KM
4. 領航北路四段與大豐四街口號誌紅燈時，從大智路口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	**4.1 正確收到前方號誌變化剩餘秒數**	★	★			■Pass □Fail
	4.2 收到前方號誌變化剩餘秒數時間<100ms	★	★	★ **時間** **平均 87ms**		■Pass □Fail 時速 6.26KM
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**	

資料來源：本案自行製作

表 82 個別基礎單元④檢測個案表-號誌秒數資訊回傳

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司	
情境名稱	號誌秒數資訊回傳應用服務			
服務對象	自駕車			
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口(編碼：H0000093843(W)基礎單元④)			
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。			
環境條件	日間、晴天			
行駛條件	低於 20KM/HR			
應用情境之智慧化服務功能檢測				
檢測項目	**通過準則**			**檢測結果**
情境道路設施	號誌控制器(經度 25.023890、緯度 121.216983)、IPC(經度 25.023890、緯度 121.216983)、5G Router(經度 25.023890、緯度 121.216983)			■Pass □Fail 參考路口 B 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩側路面邊線、大豐四街口停止線、靠近大豐四街口直行與右轉指向線、兩端路口有行人穿越道) **標誌**(N/A) **號誌**(紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數資料，位置：經度 25.024446、緯度 121.219989)			■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由號誌控制器＋IPC 蒐集號誌變化剩餘秒數			■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞號誌變化剩餘秒數予自駕車			■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞號誌變化剩餘秒數訊息給自駕車時間低於 100ms			■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有完全協作導引功能	N/A			N/A
檢測人員		**檢測日期/**	2021/09/23	**檢測**

		時間	10:00-14:00	**負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

整體廊道研判智慧道路等級，依據申請單位提出的廊道空間範圍是基礎單元①~④，以及在自駕車運行時間(上午 10 點到下午 4 點)，故此次檢測在日間晴天環境下，由以上 4 個基礎單元號誌秒數資訊回傳應用服務情境之檢測結果，整體廊道具有智慧道路應用服務等級 4 之號誌秒數資訊回傳智慧化服務。

(2) 鄰向來車安全警示服務

依據鄰向來車安全警示服務之檢測申請表，針對桃園市大成路二段從大豐四街口起到領航北路四段口止，共 2 個基礎單元所組成之廊道(順時針方向，外側車道)進行檢測，首先是針對基礎單元①進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 83 基礎單元①鄰向來車安全警示服務檢測個案表

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司	
情境名稱	鄰向來車安全警示服務			
服務對象	自駕車			
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW)基礎單元①)			
情境目的	自駕車系統在廊道內 1、2 基礎單元處，自駕車可藉由攝影機、雷達與 IPC 運算分析，藉由 5G 網路正確收到前方領航北路四段路口是否有大型車接近，提供自駕車行駛參考。			
環境條件	日間、晴天			
行駛條件	低於 20KM/HR			
道路有基本導引功能資料正確性	**檢測內容**	**檢測資料**		**檢測結果**
	標線： (1)兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2)中間段為行車分向線：單黃虛線 (3)右側路面邊線：單白實線 (4)兩端路口行人穿越線：白斑馬線 (5)大智路口停止線：單白實線 (6)中間段路邊公車停靠區標線：單白實線 (7)大智路口直行與左轉指向線：單白實線	現場檢示具有左列標線內容		■Pass □Fail

	標誌：N/A	現場檢示該基礎單元無標誌	■Pass □Fail
	號誌：N/A	現場檢示該基礎單元無號誌	■Pass □Fail
軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統		
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息 • 一位檢測人員在自駕車上確認正確收到訊息		

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	通過準則	道路有資料蒐集功能	分析後資訊提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	檢測結果
1.領航北路四段口號誌綠燈無大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	正確判斷前方無大型車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
2.領航北路四段口號誌紅燈無大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	正確判斷前方無大型車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
3.領航北路四段口號誌綠燈有大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	3.1 正確收到前方有大型車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
	3.2 收到前方有大型車接近訊號時間<100ms	★	★	★ 時間 平均 88ms		■Pass □Fail 時速 11.35KM
4.領航北路四段口號誌紅燈有大型車接近時，從大豐四街口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方有大型車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
	4.2 收到前方有大型車接近訊號時間<100ms	★	★	★ 時間 平均 91ms		■Pass □Fail 時速 9.56KM

檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 84 個別基礎單元①檢測個案表-鄰向來車安全警示服務

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	鄰向來車安全警示服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW)基礎單元①)		
情境目的	自駕車系統在廊道內 1、2 基礎單元處，自駕車可藉由攝影機、雷達與 IPC 運算分析，藉由 5G 網路正確收到前方領航北路四段路口是否有大型車接近，提供自駕車行駛參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	通過準則	檢測結果

情境道路設施	IPC(經度 25.023890、緯度 121.216983)、IP Cam. (經度 25.023890、緯度 121.216983)、雷達(經度 25.023890、緯度 121.216983)、5G Router(經度 25.023890、緯度 121.216983)				■Pass □Fail 參考路口 A 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩端路口為禁止超車線、中間段為行車分向線、右側路面邊線、大智路口停止線、大智路口直行與左轉指向線、中間段路邊公車停靠區標線、兩端路口有行人穿越線) **標誌**(N/A) **號誌**(N/A)				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由 IP Cam.、雷達與 IPC 蒐集鄰向來車資訊				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞鄰向來車資訊給予自駕車				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞鄰向來車資訊給自駕車時間低於 100ms				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

再來是針對基礎單元②進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 85 基礎單元②鄰向來車安全警示服務檢測個案表

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司	
情境名稱	鄰向來車安全警示服務			
服務對象	自駕車			
基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H000006430(NW)基礎單元②)			
情境目的	自駕車系統在廊道內 1、2 基礎單元處，自駕車可藉由攝影機、雷達與 IPC 運算分析，藉由 5G 網路正確收到前方領航北路四段路口是否有大型車接近，提供自駕車行駛參考。			
環境條件	日間、晴天			
行駛條件	低於 20KM/HR			
道路有基本導引功能資料正確性	**檢測內容**		**檢測資料**	**檢測結果**
	標線： (1) 兩端路口為禁止超車線：雙黃實線 (2) 中間段為行車分向線：單黃虛線 (3) 右側路面邊線：單白實線 (4) 領航北路四段口停止線：單白實線		現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail

	(5) 領航北路四段口左轉與右轉指向線：單白實線 (6) 兩端路口行人穿越道：白斑馬線		
	標誌： 位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 捷運站方向指引標誌/順向	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail
	號誌： 位置：經度 25.023756、緯度 121.216890 / 紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail
軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統		
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息 • 一位檢測人員在自駕車上確認正確收到訊息		

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	通過準則	道路有資料蒐集功能	分析後資訊提供	道路有即時溝通功能	道路有完全協作導引功能	檢測結果
1.領航北路四段口號誌綠燈無大型車接近時，從大智路口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	正確判斷前方無大型車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
2.領航北路四段口號誌紅燈無大型車接近時，從大智路口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	正確判斷前方無大型車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
3.領航北路四段口號誌綠燈有大型車接近時，從大智路口出發，以時速 14KM 以下車速行駛	3.1 正確收到前方有公車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
	3.2 收到前方有大型車接近訊號時間<100ms	★	★	★ 時間 平均 93ms		■Pass □Fail 時速 13.85KM
4.領航北路四段口號誌紅燈有大型車接近時，從大智路口出發，以時速 11KM 以下車速行駛	4.1 正確收到前方有大型車接近訊號	★	★			■Pass □Fail
	4.2 收到前方有大型車接近訊號時間<100ms	★	★	★ 時間 平均 82ms		■Pass □Fail 時速 9.36KM

檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 86 個別基礎單元②檢測個案表-鄰向來車安全警示服務

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	鄰向來車安全警示服務		
服務對象	自駕車		

基礎單元描述	桃園市大成路二段從大豐四街口往大智路口(編碼：H0000132477(NW)基礎單元②)				
情境目的	自駕車系統在廊道內 1、2 基礎單元處，自駕車可藉由攝影機、雷達與 IPC 運算分析，藉由 5G 網路正確收到前方領航北路四段路口是否有大型車接近，提供自駕車行駛參考。				
環境條件	日間、晴天				
行駛條件	低於 20KM/HR				
應用情境之智慧化服務功能檢測					
檢測項目	**通過準則**				**檢測結果**
情境道路設施	IPC(經度 25.023890、緯度 121.216983)、IP Cam.(經度 25.023890、緯度 121.216983)、雷達(經度 25.023890、緯度 121.216983)、5G Router(經度 25.023890、緯度 121.216983)				■Pass □Fail 參考路口 A 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩端路口為禁止超車線、中間段為行車分向線、右側路面邊線、領航北路四段口停止線、領航北路四段口左轉與右轉指向線、兩端路口有行人穿越道) **標誌**(捷運站方向指引，位置：經度 25.023756、緯度 121.216890) **號誌**(紅、黃、綠三色燈號，無提供秒數資料，位置：經度 25.023756、緯度 121.216890)				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由 IP Cam.、雷達與 IPC 蒐集鄰向來車資訊				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞鄰向來車資訊給予自駕車				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞鄰向來車資訊給自駕車時間低於 100ms				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

整體廊道研判智慧道路等級，依據申請單位提出的廊道空間範圍是基礎單元①~②，以及在自駕車運行時間(上午 10 點到下午 4 點)，故此次檢測在日間晴天環境下，由以上 2 個基礎單元鄰向來車安全警示應用服務情境之檢測結果，整體廊道具有智慧道路應用服務等級 4 之鄰向來車安全警示之智慧化服務。

(3) 前方道路通阻程度提醒

依據前方道路通阻程度提醒之檢測申請表，針對桃園市領航北路四段從新街溪口至大豐四街口止，共 1 個基礎單元之廊道(順時針方向，外側車道)進行檢測，故針對基礎單元④進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 87 基礎單元④前方道路通阻程度提醒檢測個案表

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	前方道路通阻程度提醒應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口(編碼：H0000093843(W)基礎單元④)		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④處，藉由正確收到前方路段通阻程度，提供自駕車行駛速度調整參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		

道路有基本導引功能資料正確性	**檢測內容**	**檢測資料**	**檢測結果**
	標線： (1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 大豐四街口停止線：單白實線 (3) 靠近大豐四街口直行與右轉指向線：單白實線 (4) 大豐四街口行人穿越道：白斑馬線	現場檢示具有左列標線內容	■Pass □Fail
	標誌：N/A	現場檢示該基礎單元確實無標誌	■Pass □Fail
	號誌： 位置：經度 25.024446、緯度 121.219989 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數	現場檢示具有左列號誌內容	■Pass □Fail

軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息 • 一位檢測人員在自駕車上確認收到訊息正確

應用情境之智慧化服務功能檢測

檢測項目	**通過準則**	**道路有資料蒐集功能**	**分析後資訊提供**	**道路有即時溝通功能**	**道路有完全協作導引功能**	**檢測結果**
1.前方道路無車時，從老街溪口出發，以時速 12KM 以下車速行駛	**正確判斷前方道路無車訊息**	★	★			■Pass □Fail
2.前方道路 1-2 台車時，從老街溪口出發，以時速 6KM 以下車速行駛	**正確收到前方道路少車訊息**	★	★			■Pass □Fail
3.前方道路超過 2 台車時，從老街溪口出發，以時速 6KM 以下車速行駛	**正確收到前方道路多車訊息**	★	★			■Pass □Fail
4.前方道路無車時，從老街溪口出發，以時速 15KM 以下車速行駛	**正確判斷前方道路無車訊息**	★	★			■Pass □Fail

5.前方道路 1-2 台車時，從老街溪口出發，以時速 9KM 以下車速行駛	**正確收到前方道路少車訊息**	★	★			■Pass □Fail
6.前方道路超過 2 台車時，從老街溪口出發，以時速 9KM 以下車速行駛	**正確收到前方道路多車訊息**	★	★			■Pass □Fail

檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 88 個別基礎單元④檢測個案表-前方道路通阻程度提醒

檢測單位	資策會		**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司	
情境名稱	前方道路通阻程度提醒應用服務				
服務對象	自駕車				
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口(編碼：H0000093843(W)基礎單元④)				
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④處，藉由正確收到前方路段通阻程度，提供自駕車行駛速度調整參考。				
環境條件	日間、晴天				
行駛條件	低於 20KM/HR				
應用情境之智慧化服務功能檢測					
檢測項目	**通過準則**				**檢測結果**
情境道路設施	IPC(經度 25.024363、緯度 121.220120)、IP Cam. (經度 25.024363、緯度 121.220120) 、雷達 (經度 25.024363、緯度 121.220120)、5G Router(經度 25.024363、緯度 121.220120)				■Pass □Fail 參考路口 B 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩側路面邊線、大豐四街口停止線、靠近大豐四街口直行與右轉指向線、兩端路口有行人穿越道) **標誌**(N/A) **號誌**(紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數資料，位置：經度 25.024446、緯度 121.219989)				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由 IP Cam.攝影機、雷達＋IPC 蒐集前方道路通阻程度				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞前方道路通阻程度予自駕車				■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	N/A				N/A
道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

整體廊道研判智慧道路等級，依據申請單位提出的廊道空間範圍是基礎單元④，以及在自駕車運行時間(上午 10 點到下午 4 點)，故此

次檢測在日間晴天環境下，由以上基礎單元④鄰向來車安全警示應用服務情境之檢測結果，整體廊道具有智慧道路應用服務等級 3 之前方道路通阻程度提醒之智慧化服務。

(4) 行人穿越人行道告警

依據行人穿越人行道告警之檢測申請表，針對桃園市領航北路四段從新街溪口至大豐四街口止，共 1 個基礎單元之廊道(順時針方向，外側車道)進行檢測，故針對基礎單元④進行檢測，其檢測結果之詳細資料請參考下表：

表 89 基礎單元④行人穿越人行道告警檢測個案表

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司	
情境名稱	行人穿越人行道告警應用服務			
服務對象	自駕車			
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口(編碼：H0000093843(W)基礎單元④)			
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④處，藉由 5G 網路即時正確收到前方人行道有行人穿越訊息，提供自駕車行駛速度調整參考。			
環境條件	日間、晴天			
行駛條件	低於 20KM/HR			
道路有基本導引功能資料正確性	**檢測內容**	**檢測資料**		**檢測結果**
	標線： (1) 兩側路面邊線：單白實線 (2) 大豐四街口停止線：單白實線 (3) 靠近大豐四街口直行與右轉指向線：單白實線 (4) 大豐四街口行人穿越道：白斑馬線	現場檢示具有左列標線內容		■Pass □Fail
	標誌：N/A	現場檢示該基礎單元確實無標誌		■Pass □Fail
	號誌： 位置：經度 25.024446、緯度 121.219989 / 紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數	現場檢示具有左列號誌內容		■Pass □Fail
軟硬體檢測工具	筆電、自駕車資訊讀取系統			
檢測準備工作	• 準備一台筆電可讀取自駕車收到資料訊息，並計算傳遞訊息時間 • 一位檢測人員在自駕車上確認收到訊息正確			

應用情境之智慧化服務功能檢測						
檢測項目	**通過準則**	**道路有資料蒐集功能**	**分析後資訊提供**	**道路有即時溝通功能**	**道路有完全協作導引功能**	**檢測結果**

1.從老街溪口出發，以時速 8KM 以下車速行駛，無行人穿越人行道	**正確判斷前方無行人穿越人行道**	★	★			■Pass □Fail
2.從老街溪口出發，以時速 8KM 以下車速行駛，有行人穿越人行道	**2.1 正確收到前方有行人穿越人行道**	★	★			■Pass □Fail
	2.2 收到前方有行人穿越人行道時間<300ms	★	★	★ **時間** **平均 282ms**		■Pass □Fail 時速 6.82KM
3. 從老街溪口出發，以時速 15KM 以下車速行駛，無行人穿越人行道	**正確判斷前方無行人穿越人行道**	★	★			■Pass □Fail
4.從老街溪口出發，以時速 15KM 以下車速行駛，有行人穿越人行道	**4.1 正確收到前方有行人穿越人行道**	★	★			■Pass □Fail
	4.2 收到前方有行人穿越人行道時間<300ms	★	★	★ **時間** **平均 291ms**		■Pass □Fail 時速 13.89KM

檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

表 90 個別基礎單元④檢測個案表-行人穿越人行道告警

檢測單位	資策會	**申請單位**	台灣智慧駕駛股份有限公司
情境名稱	行人穿越人行道告警應用服務		
服務對象	自駕車		
基礎單元描述	桃園市領航北路四段從新街溪口往大豐四街口(編碼：H0000093843(W)基礎單元④)		
情境目的	自駕車系統在廊道內基礎單元④處，藉由 5G 網路即時正確收到前方號誌變化剩餘秒數，提供自駕車行駛速度調整參考。		
環境條件	日間、晴天		
行駛條件	低於 20KM/HR		
應用情境之智慧化服務功能檢測			
檢測項目	**通過準則**		**檢測結果**
情境道路設施	IPC(經度 25.024363、緯度 121.220120)、IP Cam. (經度 25.024363、緯度 121.220120) 、雷達 (經度 25.024363、緯度 121.220120)、5G Router(經度 25.024363、緯度 121.220120)		■Pass □Fail 參考路口 B 道路設施
道路有基本導引功能	**標線**(兩側路面邊線、大豐四街口停止線、靠近大豐四街口直行與右轉指向線、兩端路口有行人穿越道) **標誌**(N/A) **號誌**(紅、黃、直行、右轉四色燈號，無提供秒數資料，位置：經度 25.024446、緯度 121.219989)		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資料蒐集功能	藉由 IP Cam.攝影機＋IPC 蒐集行人穿越人行道訊息		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有資訊提供功能	IPC 分析後傳遞行人穿越人行道訊息予自駕車		■Pass □Fail 參考上表檢測結果
道路有即時溝通功能	藉由 5G Router 傳遞行人穿越人行道訊息給自駕車時間低於 300ms		■Pass □Fail 參考上表檢測結果

道路有完全協作導引功能	N/A				N/A
檢測人員		**檢測日期/時間**	2021/09/23 10:00-14:00	**檢測負責人**	**(簽名/日期)**

資料來源：本案自行製作

整體廊道研判智慧道路等級，依據申請單位提出的廊道空間範圍是基礎單元④，以及在自駕車運行時間(上午 10 點到下午 4 點)，故此次檢測在日間晴天環境下，由以上基礎單元④行人穿越人行道告警應用服務情境之檢測結果，整體廊道具有智慧道路應用服務等級 4 之行人穿越人行道告警之智慧化服務。

4.4 小結

(一)結論

經過本章研究探討分析智慧道路協助自駕車可順利運行之相關地圖資訊應用、自駕車場域周邊設施與佈設初步規範建議、以及我國自駕車場域進行智慧道路應用服務等級檢測示範，整體結論有：

智慧道路可將高精地圖視為道路數位基礎建設之一環，藉由 AI 辨識比對高精度地圖的道路物件，協助空間定位，甚至支援 V2I 之溝通，提供即時交通號誌與道路交通資訊，增加自駕車、一般汽車、二輪車或行人等用路人行進時的安全保障，降低事故發生機率。

智慧道路週邊設施可提供地區性的高精地圖給自駕車，並且收集道路上資訊，自駕車透過 CV2X/DSRC 聯網發送包含位置方向速度等資訊，給予智慧道路路側設施即時判斷彼此相關位置預防碰撞外，亦可透過路側設備發布警訊並更新至 LDM 資訊管理系統，提供其他周邊路段車輛或後續行經該路段用路人參考。

盤點我國 8 個自駕車試運行場域之道路設施，其統計彙整可看出所有場域主要都以影像偵測器攝影機 IP Cam.來收集路況，再以 IPC 協助判斷結果提供訊息給自駕車運行參考，亦可提供行人、二輪車騎士、一般汽車駕駛等其他用路人參考，故可將道路設施分為感知設施、通訊傳輸設施與其他設施三類敘述說明。

最後在桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗場域進行智慧道路應用服務等級檢測之示範作業，其檢測結果：號誌秒數資訊回傳(在基礎單元①~④之廊道內達到智慧道路應用服務等級 4) 、鄰向來車安

全警示服務(在基礎單元①~②之廊道內達到智慧道路應用服務等級4)、前方道路通阻程度提醒(在基礎單元④之廊道內達到智慧道路應用服務等級 3)、行人穿越人行道告警(在基礎單元④之廊道內達到智慧道路應用服務等級 4)等 4 種應用情境。

(二)建議

以高精地圖為基底，增加動態資訊(如道路施工、車禍事故、交通堵塞等)等資料以完備 LDM 資訊管理系統，未來可提供智慧道路上之應用如支援自駕車運行、用路人導航、社會基礎設施之維持與管理等多元服務。

智慧道路路側設施規範建議未來以感測元件有效的偵測距離做為限制條件，不侷限於不同場域或不同應用情境而有所變更，亦即均適用於智慧道路之路口、路段或區域，車輛聯網訊息蒐集、發布、傳輸速率及網路環境佈設等。

關於探討智慧道路支援自駕車順利運行，可初步依據智慧道路應用服務等級與自駕車等級來說明：等級 2(含 2)以下之自駕車主要都是以人為操作為主，系統協助為輔，故智慧道路應用服務等級 3 以上提供的資訊都有助於人為操作；而自駕車等級 3~5 是以系統操作為主，因此更需要智慧道路應用服務等級 3 以上提供之服務資訊；然而建議這些智慧道路的服務資訊尚需要有個服務平臺，可讓自駕車等用路人方便取得完整資訊。自駕車將帶領人類未來生活擁有更美好的移動能力，但道路基礎設施必須撐起自駕車的長期發展。我們需要更聰明的道路與服務，幫助自動駕駛等所有用路人更安全的道路環境。

第五章 智慧道路應用實證

5.1 智慧道路應用服務布建規劃

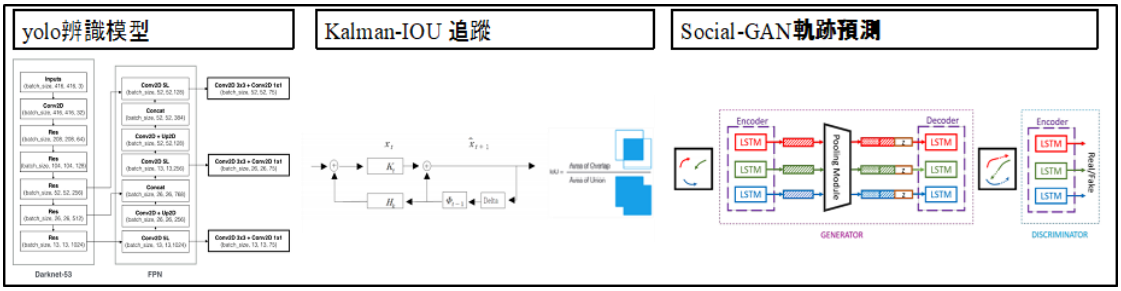
透過布建智慧道路使用路人可提前預知前方道路狀況，進而提高用路之安全性及效率。本案透過建置 4 個智慧道路實證場域，分別位於青埔、中壢、仰德大道與內湖，如下圖所示，並布建實證總共 11 種智慧道路應用服務情境，團隊規劃之智慧道路實證分為兩大類，其中第一類為自駕車道路的場域，第二類為一般易壅塞道路的場域。以實際於道路驗證智慧道路對用路人之效益。

資料來源：本案自行製作

圖 96 智慧道路實證場域位置與情境

- **採用方法**

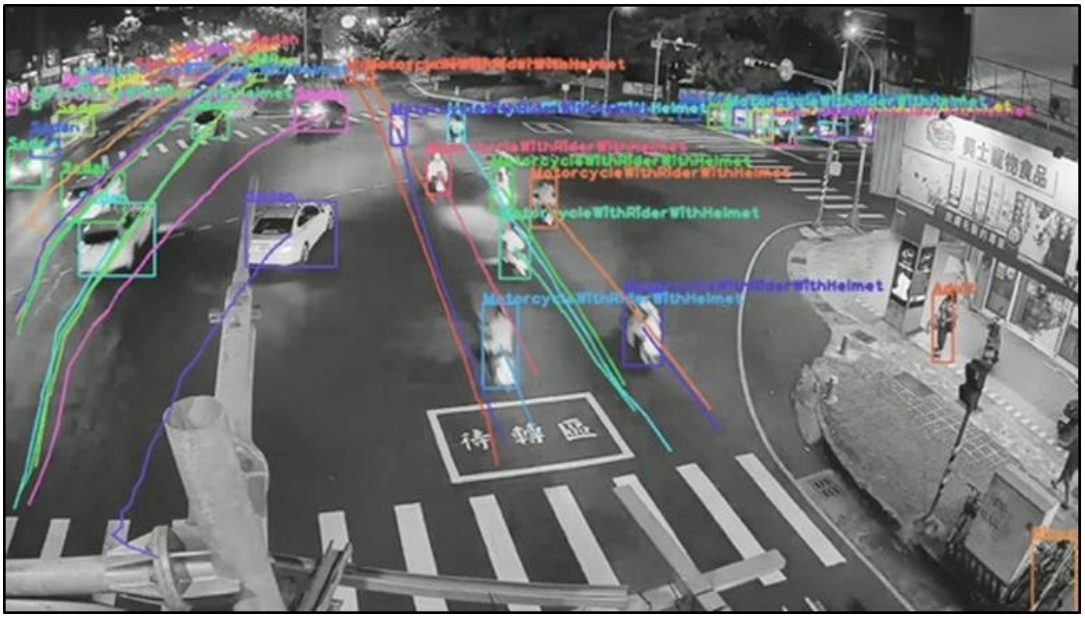
本團隊所規劃有關車輛偵測等技術，採行 AI 人工智慧等的方式進行。主要執行步驟為『Yolo 辨識模型』進行交通物件辨識、再以『Kalman-IOU』進行物件追蹤，最後由『Social-GAN』進行軌跡預測等三項主要步驟。上述三項主要步驟之配合協作，並採用卷積神經網路判斷影像中之車輛物件類別與移動軌跡（如下圖）。



資料來源：本案自行製作

圖 97 交通物件辨識、追蹤與軌跡預測流程圖

經過上述車輛偵測等技術，辨識成果如下示意圖：



資料來源：本案自行製作

圖 98 辨識成果示意圖

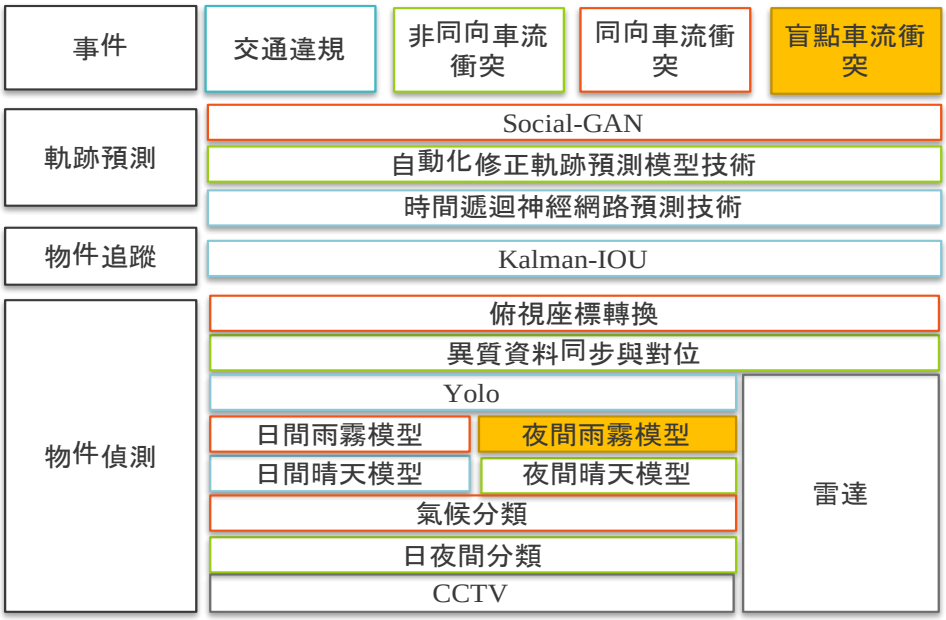
如上圖中所示，圖中之方框表示已被識別出之物件，而線條表示所被追蹤物件的歷史軌跡。目前可被識別出之交通物件分別為『四輪車輛』,『二輪車輛』與『行人』等三項常見之物件。上述所提及之相關技術（包含『交通物件辨識』、『軌跡追蹤』與相關之技術），過往均有成功案例，分別施作於高雄市（民族十全路口）等處。

- **技術與工具**

本案所規劃之 POC 將與各參與之合作業者共同完成之，另如前述章節所述，將採用之主要技術為 AI 影像辨識技術；而於場域建置部分所採用之技術與工具將在後續之章節描述。

- **軟硬體架構**

有關本案軟體系統部分，其架構設計如下圖，

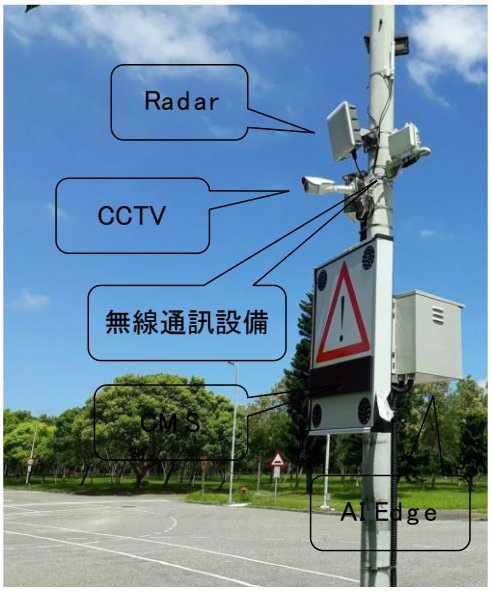


資料來源：本案自行製作

圖 99 軟體系統架構設計

上圖中，較底層的部分屬於布建之基礎設施、IP Cam.與雷達等，會先行執行「物件偵測」功能後，再執行「物件追蹤」與「軌跡預測」，最後產出各種不同之「事件」。

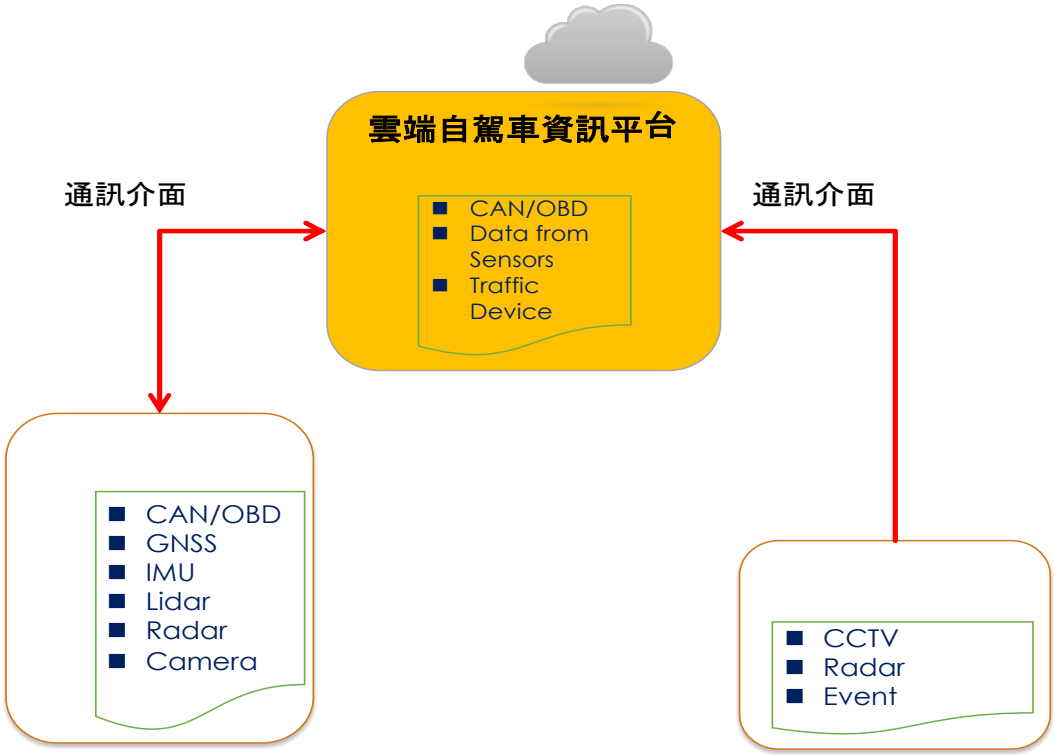
有關路側設施採用之硬體設備部分，根據應用情境不同將有所差異，概括而言為感測設備（Radar 與 IP Cam.、無線通訊設備（4G Router 或 5G Router 或 wifi AP）與工業級電腦（Core i7-8700T， GeForce GTX 1660Ti 以上等級），安裝示意圖如下：



資料來源：本案自行製作

圖 100 路側設備安裝示意圖

而在各個部件系統資訊串接部分（包含自駕車端、路側端與雲端），預計將互以 API 的方式驗證串接機制，如下圖。自駕車車機部分預計將運營資料（GPS、GNSS、IMU 等）上傳至雲端平臺；路側系統部分亦會將感測資料（IP Cam.、Radar 與 Event）上傳至雲端平臺，其中通訊標準採 MQTT。同時，更透過雲端平臺進行自駕車端與路側端的資訊串接。



資料來源：本案自行製作

圖 101 資訊傳遞架構

如上圖所示，雲端自駕車資訊平臺將蒐集車路相關資料，包括自駕車車輛資料所上傳的載具運行資料（依據驗證車輛所能提供的資訊為準），包括但不限定於資訊時間、車輛位置與相關狀態...等，進一步平臺也囊括蒐集路側輔助設備所上傳的事件資料。

後續自駕車資訊平臺為了提供便利應用，將設計並提供呼叫 API 的介接方式，展開進行資訊的介接與後續的開發應用。

- **設備時間校對**

NTP(Network Time Protocal)為一個通過封包交換進行時鐘同步的網路協定，其資料網路潛伏時間於可變的電腦系統之間。本案以 NTP 自動因應網路延遲不同而推估正確的同步時間點，克服不同設備因為網路延遲不同，或時鐘快慢造成的校時問題。

5.1.1 智慧道路應用實證情境說明

本案規劃布建智慧化等級 2~4 級之應用服務情境，主要分為自駕車場域應用情境及一般壅塞道路場域應用情境，以下針對各情境說明。

(一) 自駕車場域情境

1. 智慧化等級 4:號誌秒數資訊回傳(SR07 即時號誌資訊發布)
   在自駕車接近路口前，可能因為距離或彎道導致偵測資訊蒐集受限。本案透過建置在路口之路側設備，取得該路口之號誌燈號、號誌秒數等資訊，並提前傳送至自駕車。自駕車可依上述資訊，判斷是否可加速或減速，使運行更順暢。

2. 智慧化等級 3：前方道路通阻程度提醒(SR02 交通壅塞警示)
   本案於自駕車前方之道路設置攝影機，偵測當地之壅塞程度，再透過資料傳輸，提前告知自駕車，使自駕車可提前規劃是否維持原狀態行駛或加、減速。

3. 智慧化等級 4:行人穿越人行道告警(SR15 弱勢用路人警示)
   部分路段路寬較寬，行人穿越時間較難掌握，可能於穿越道路過程中，行人號誌燈號轉變，來不及穿越道路，造成自駕車行駛時的危險。故本案針對上述情形，設計行人穿越提醒之智慧道路服務，防止行人來不及穿越人行道或闖紅燈造成之危險，亦提升行駛過程的平順度。

4. 智慧化等級 4:鄰向來車安全警示服務(SR12 交叉撞風險警示)
   部分路口因公車右轉與自駕車會車，導致雙方車輛移動困難。為解決上述問題，本案將透過攝影機及雷達偵測，若判斷有公車接近，即將此類資訊傳送至雲端，由自駕車判斷暫停位置離路口之遠近。

(二) 一般壅塞道路場域情境

1. 智慧化等級 4:追撞告警(SR20 危險跟車警示)
   車輛於號誌燈號綠轉黃的過程，因為不同駕駛者在「猶豫區間」(dilemma zone)內對剎車決策的不同，導致車輛行進狀態不一，而容易發生追撞。追撞警示用於停止線前，路側設施判斷車輛位置位置，若車輛距離過近。警示牌面將顯示「小心追撞」。

2. 智慧化等級 4:內輪差告警(SR13 轉彎車碰撞警示)
大型車輛右轉時，容易因為視線死角，未注意右側之機車。當機車位置落在大型車輛內輪差內，容易造成機車捲入危險。本案將偷過偵測器判斷大型車輛與機車在右轉時，距離過近，並在警示牌面將顯示「當心機車」。

3. 智慧化等級 4:右側來車告警(SR12 交叉撞風險警示)
右側來車警示功能為警示本向車輛鄰向道路右側有車輛接近。右側來車系統設置於交叉口各路口，由偵測器偵測來車，經邏輯判斷需警示時，於本向路口顯示警示資訊。此情境預期能減少路口交叉撞。

4. 智慧化等級 4:左側來車告警(SR12 交叉撞風險警示)
左側來車警示功能為警示本向車輛鄰向道路左側有車輛接近。左側來車系統設置於交叉口各路口，由偵測器偵測來車，經邏輯判斷需警示時，於本向路口顯示警示資訊。此情境預期能減少路口交叉撞。

5. 智慧化等級 4:兩側來車告警(SR12 交叉撞風險警示)
兩側來車警示功能為警示本向車輛鄰向道路兩側有車輛接近。兩側來車警示系統設置於交叉口各路口，由偵測器偵測來車，經邏輯判斷需警示時，於本向路口顯示警示資訊。此情境預期能減少路口交叉撞。

6. 智慧化等級 4:行人穿越人行道告警(SR15 弱勢用路人警示)
行人穿越道路時，常遭同向之右轉車輛搶道，導致行人穿越十分危險。本案於行人穿越道上設置偵測器，當偵測有行人通過，且右轉之車輛與行人距離過近，即顯示警示資訊，提醒車輛駕駛須禮讓行人。

7. 智慧化等級 2:道路車流分析(SR02 交通壅塞警示)
路側設備透過感測器偵測車流種類及數量，再透過資料傳輸至雲端，預計可提供給道路主管機關後續改善號誌時制或交通策略之用。

5.1.2 智慧道路應用情境設計

本案分別於自駕車場域及一般壅塞道路場域建置智慧道路系統，依

照不同場域之道路幾何設計、電力、燈桿、車流衝突...等設計應用情境。並評估該場域設置智慧道路系統的可行性，再依此設計實際於場域建置此系統。

5.1.2.1 自駕車道路場域應用情境設計

自駕車自身偵測距離僅 30 公尺，對於接近之行人、車輛，反應時間較短。本案希望透過智慧道路偵測器資訊之傳遞，使自駕車可依道路情形提早反應，並考量自駕車最大減速度、行駛速度、道路寬度、偵測器偵測距離、鄰向來車速度、行人行走速度...等因素，可有效於規劃之場域範圍，提升行駛之平順度、行駛效率，並提升安全。

在自駕車與智慧道路部分，團隊於桃園青埔之自駕車營運示範道路進行應用實證。據本團隊調查，目前於青埔之自駕車營運示範場域路線如圖 102 之紅線依順時鐘方向行駛：

自駕車共行經大成路與大豐路等 10 個路口（包含多個號誌化路口與非號誌化路口），如圖 102：

資料來源：本案自行製作、google 地圖

圖 102 自駕車行經路口圖

行經路口整理如表 91：

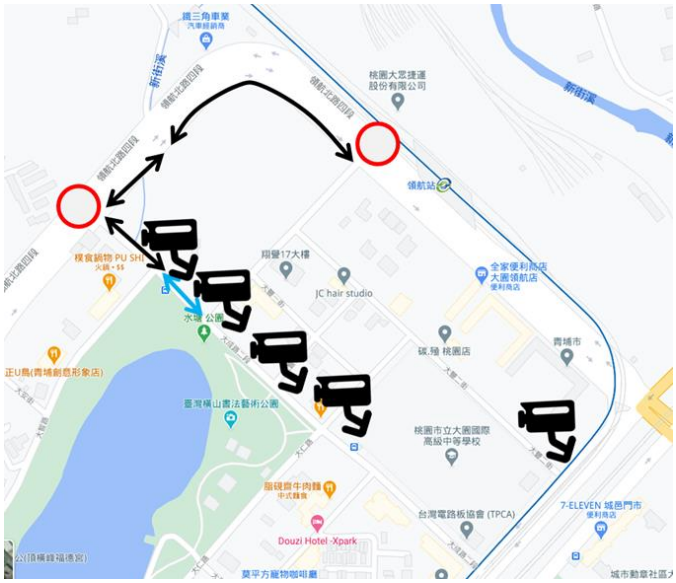
表 91 自駕車行經路口表

路口 1	大成路二段與大豐三街交叉路口	路口 6	高鐵北路與大成路交叉路口
路口 2	大成路二段與大仁路交叉路口	路口 7	高鐵北路與大豐二街交叉路口
路口 3	大成路二段與大智路交叉路口	路口 8	高鐵北路與領航北路交叉路口
路口 4	大成路二段與大華一街交叉路口	路口 9	領航北路與大成路交叉路口
路口 5	大成路二段與大豐四街交叉路口	路口 10	領航北路與大豐四街交叉路口

資料來源：本案自行製作

為考量在進行設施布建時所需之先決條件，將選定既有之立桿與電力作為主要之選擇依據，因此專案團隊預計將於上述 10 個路口挑選兩處號誌化路口進行自駕車與智慧道路之情境，包含領航北路大成路口及領航北路大豐四街口。

本案依據現有之通用化地圖圖資，將自駕車行駛之路線分割為若干路段單元，作為後續檢測智慧道路基礎單元應用服務的智慧化等級依據。圖 103 為青埔自駕車場域台灣智駕的原始布建設施，目前自駕車行駛多倚賴車身安裝之多感測器，包含光達、影像辨識.....等設備，並於路口設置攝影機作為輔助。當該路口有車輛駛出，攝影機可接收車輛駛出資訊，並將該資訊上傳至雲端，再交由自駕車行駛邏輯判斷是否需調整目前之行進狀態。



資料來源：本案自行製作、google 地圖

圖 103 自駕車場域原始布建設施

圖 104 為團隊預計布建相關設施與應用服務之自駕車行駛路線，於領航北路大成路口設置雷達、攝影機、工業電腦等設備，可傳送不同等級之智慧道路應用服務資訊給自駕車。

資料來源：本案自行製作、google 地圖

圖 104 青埔場域規劃布建之道路設施與情境

自駕車場域布建區域 A 範圍如圖 105，基礎路段單元編號為路段 1 及路段 2，綜合公車、自駕車之駕駛數據限制，規劃於路口前 180 公尺為場域提升範圍。本案除安裝偵測器，將資料上傳雲端外，更採 5G 技術，增加資料傳送之速度及更新頻率。路段 1 及路段 2 考量之限制如下:

1. 鄰向來車影像範圍約 20 公尺，公車平均減速度 1.56m/s^2，因此到達路口約需 7s。
2. 自駕車須在公車到達路口時間前反應，因此提早預警時間不小於 7 秒。
3. 以自駕車從 18km/h 降速至 11km/h，約需 2.7m。
4. 自駕車自身偵測距離約 30m。
5. 雷達偵測擁擠範圍約 20m。

資料來源：本案自行製作、google 地圖

圖 105 青埔自駕車場域區域 A 布建影響範圍

自駕車場域區域 A 路段 1、2 將測試 2 種情境，包含智慧化等級 4 的號誌秒數資訊回傳應用服務及鄰向來車安全警示服務。

1. 號誌秒數資訊回傳應用服務

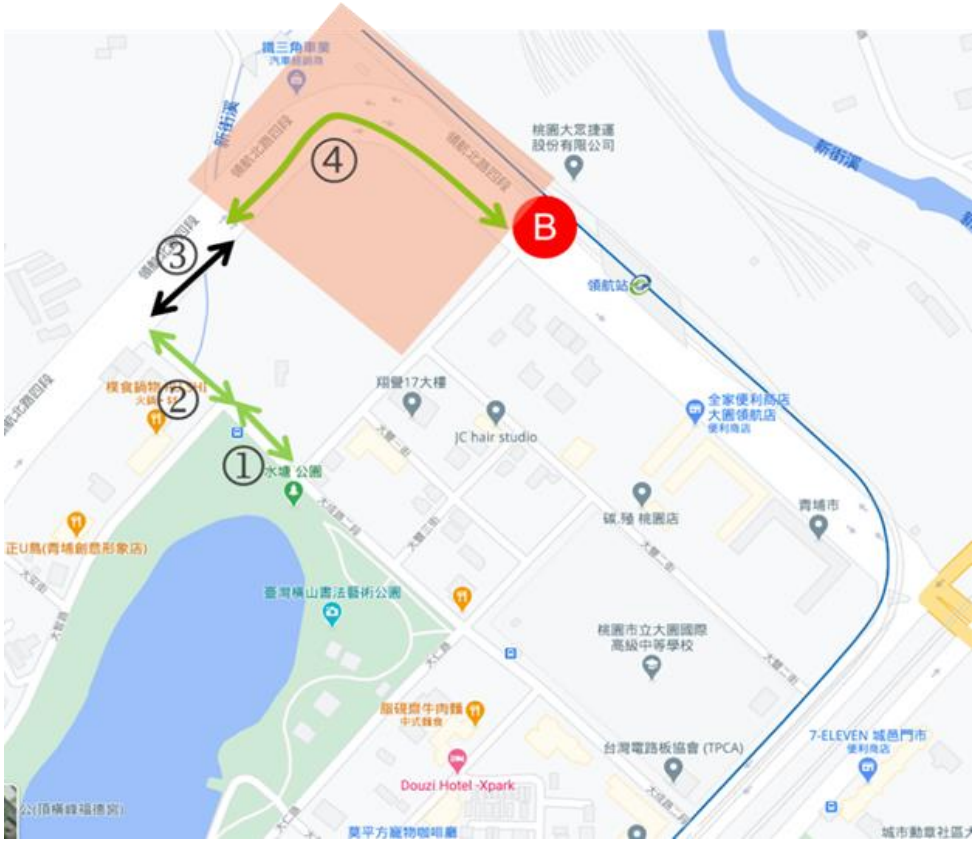
在自駕車接近路口前，可能因為距離或彎道導致偵測資訊蒐集受限。本案研究透過建置在路口之路側設備，取得該路口之號誌燈號、號誌秒數等資訊，提前傳送至自駕車。自駕車可依上述資訊，判斷是否可加速或減速，使運行更順暢。

2. 鄰向來車安全警示服務

區域 A 路口常因右轉進入大成路之公車交會，導致雙方車輛移動困難。為解決上述問題，本案將透過攝影機及雷達偵測，若判斷有公車接近，即將此類資訊傳送至雲端，由自駕車判斷是否暫停位置離路口之遠近。

圖 106 說明自駕車場域區域 B 布建影響範圍為路段 4，綜合行人、自駕車之行進數據限制，規劃於路口前 300 公尺為場域智慧化提升範圍。路段 2 考量之限制如下:

1. 行人穿越道路約 5.5s
2. 自駕車須在行人穿越道路前停止。(5.5s 前)
3. 雷達偵測擁擠範圍約 100m。
4. 自駕車自身偵測距離約 30 公尺。(彎道會更小)
5. 自駕車於彎道行駛需較長距離調整行進狀態。
6. 自駕車可於道路口前 30s 前反應。(彎道較長)
7. 自駕車最大減速度下，剎車到停約需 5.6 秒。



資料來源：本案自行製作、google 地圖

圖 106 青埔自駕車場域區域 B 布建影響範圍

青埔自駕車區域 B 之路段 4 測試驗證 3 種情境，包含至智慧化等級 4 的號誌秒數資訊回傳、行人穿越人行道告警，以及智慧化等級 3 的道路通阻程度提醒服務。本案除安裝偵測器，將資料上傳雲端外，更採 5G 技術，增加資料傳送之速度及更新頻率。

1. 號誌秒數資訊回傳

在自駕車接近路口前，可能因為距離或彎道導致偵測資訊蒐集受限。本案研究透過建置在路口之路側設備，取得該路口之號誌燈號、號誌秒數等資訊，並提前傳送至自駕車。自駕車可依上述資訊，判斷是否可加速或減速，使運行更順暢。

2. 前方道路壅塞程度

本案於區域 B 前設置偵測器，可偵測當地之壅塞程度，再透過資料傳輸，提前告知自駕車，使自駕車可提前規劃是否維持原狀態行駛或加、減速。

3. 行人穿越人行道告警

區域 B 的路口，自駕車行經領航北路四段為雙向 6 車道之道路，道路寬度約 32 公尺。行人穿越領航北路時間較難掌握，可能於穿越道路過程中，行人號誌燈號轉變，來不及穿越道路，造成自駕車行駛時的危險。故本案針對上述情形，設計行人穿越提醒之智慧道路服務，期望可提升行人通行及自駕車行駛之安全性。自駕車車身偵測器偵測範圍約 30 公尺，最大剎車到停約需 5.6 秒，行人穿越約需 5.5 秒。顯示在最大剎車下，才可確保於行人穿越道前煞停。為防止行人來不及穿越人行道或行人闖紅燈，並提升行駛過程的平順度，故增加行人穿越之智慧道路服務。

5.1.2.2 一般易壅塞道路場域應用情境設計

在一般易壅塞道路情境部分，選定台北市內湖場域、台北市仰德大道與桃園市中壢場域等三處進行施作。在台北市內湖場域部分，預計選定兩處進行施作。上述三處場域欲施作之智慧道路應用情境分別為：

- 台北市內湖場域區域 A：『追撞告警』。
- 台北市內湖場域區域 A：『道路車流分析』。
- 台北市內湖場域區域 B：『內輪差告警』。
- 台北市仰德大道 A：『右側來車告警』。
- 台北市仰德大道 B：『左側來車告警』。
- 台北市仰德大道 C：『兩側來車告警』。
- 桃園市中壢 A：『行人穿越人行道告警』。
- 桃園市中壢 B：『行人穿越人行道告警』。

(5) 內湖場域

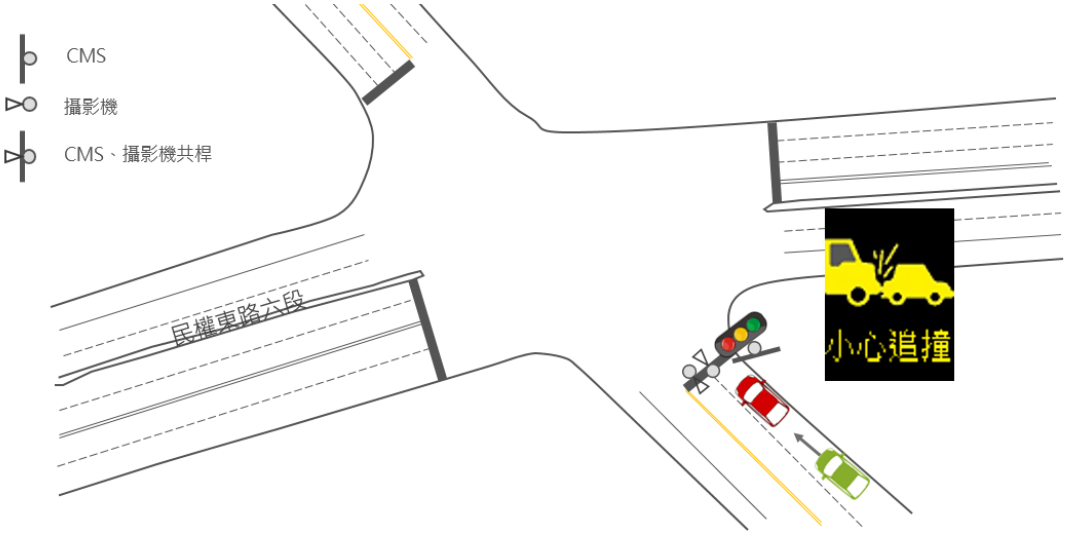
下圖為內湖場域智慧化應用服務布建示意圖，團隊布建 IPC、雷達等偵測設備，以 AI 影像偵測與資料運算技術、並安裝 CMS 以警示駕駛人。

資料來源：本案自行製作、google 地圖

圖 107 台北市內湖場域應用服務布建示意圖

於台北市內湖場域區域 A 布建智慧化等級 4 之『追撞告警服務』，施作地點為民權東路六段與瑞光路交叉口，其應用情境規劃對可能發生追撞之車輛進行警示（如圖 108），該路口於變換燈號時，若前後兩車距離過近，可能發生追撞事故時，將於 CMS 顯示『當心前車』字樣。

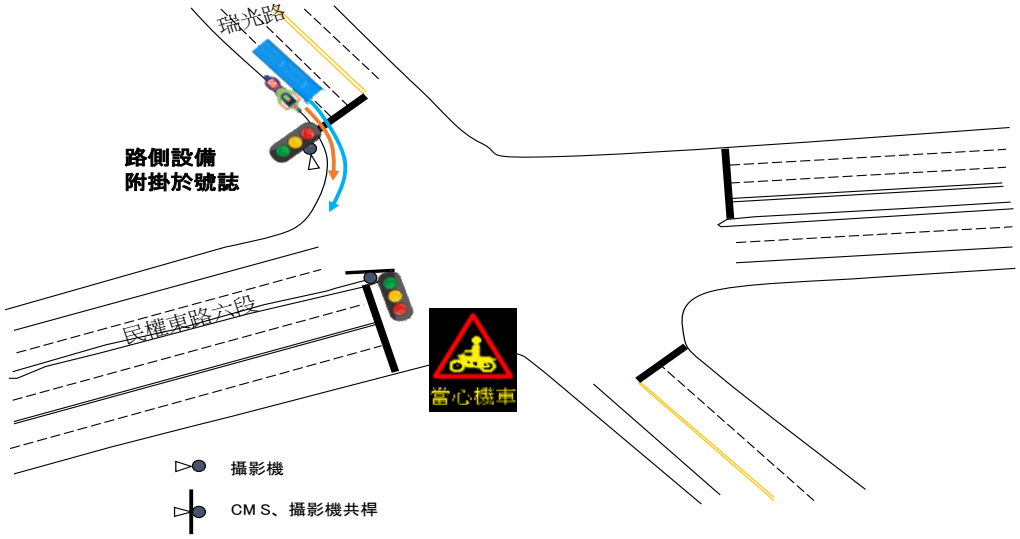
並同時利用台北市內湖區域 A 布建智慧等級 2 的「道路車流分析服務」以攝影機做車流分析，分別可辨識四輪車及二輪車，四輪車包含大型車、小型車，二輪車包含機車、自行車，可提供台北市交通局進行交通改善策略或時制調整之依據



資料來源：本案自行製作

圖 108 台北市內湖場域 1：『追撞告警』

於台北市內湖場域區域 B 布建智慧化等級 4 之『內輪差告警服務』，施作地點為台北市民權東路六段與瑞光路交叉口（如圖 109），其應用情境規劃針對右轉之車輛警示，當外側車道之機車與車輛(大型車輛)欲右轉，為避免內輪差及盲點導致機車危險。系統判定危險後，以 CMS 顯示「當心機車」，提醒車輛駕駛注意。



資料來源：本案自行製作

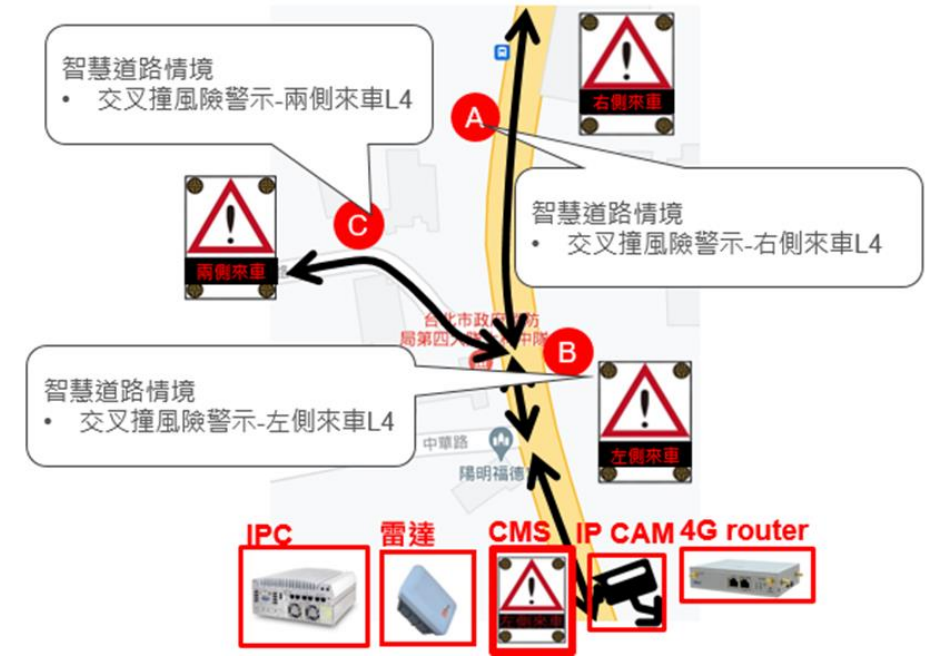
圖 109 台北市內湖場域區域 B：『右轉內輪差告警』

(6) 仰德大道場域

於台北市仰德大道區域 A 布建智慧化等級 4 之『右側來車告警服務』、區域 B 布建『左側來車告警服務』與區域 C：『兩側來車告警服務』三項應用情境。

施作路口均為仰德大道四段與仁民路交叉口該路口為 T 字路口，且視距不佳。當仁民路有車輛欲右轉/左轉至仰德大道四段，透過偵測器偵測仰德大道之鄰向來車，系統判定危險後，以 CMS 顯示「左側來車/右側來車/兩側來車」，提醒車輛駕駛注意。

圖 110 為仰德大道布建示意圖，本案於場域布建智慧道路應用服務等級 4 級之左右來車及兩側來車告警應用情境服務。



資料來源：本案自行製作、google 地圖

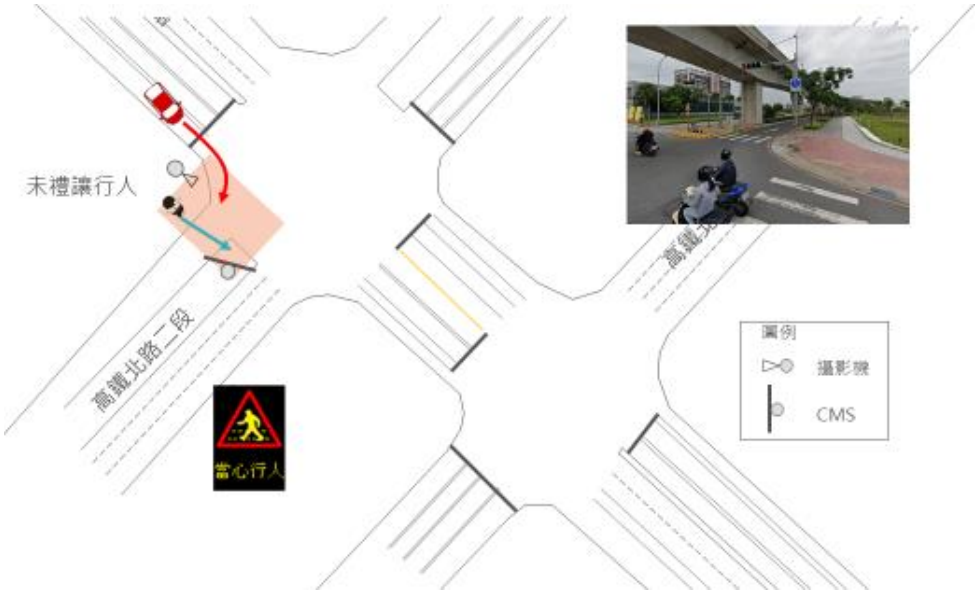
圖 110 仰德大道場域應用服務布建示意圖

(7) 中壢場域

於桃園市中壢高鐵北路青昇路 2 個路口布建智慧化等級 4 之『行人穿越人行道告警』情境，專案團隊利用感測器偵測行人穿越道上之影像，並辨識是否汽車離穿越中之行人距離過近，系統判定危險後，以 CMS 顯示「當心行人」，提醒車輛駕駛注意。(如圖 111 所示)。

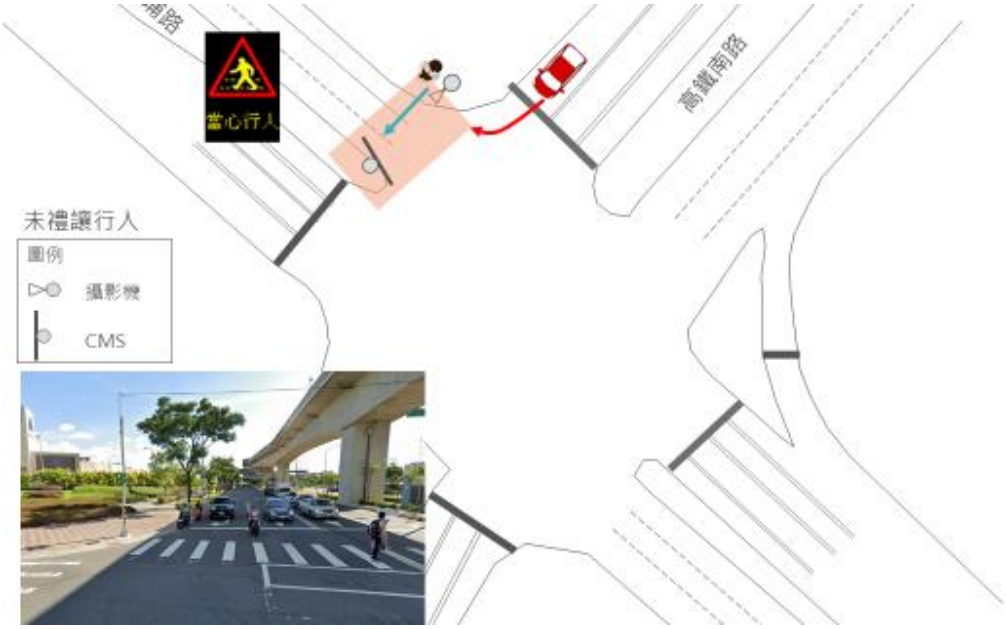
資料來源：本案自行製作、google 地圖

圖 111 中壢場域應用服務布建示意圖



資料來源：本案自行製作

圖 112 桃園市中壢場域區域 A『行人穿越人行道告警』示意圖



資料來源：本案自行製作

圖 113 桃園市中壢場域區域 B『行人穿越人行道告警』示意圖

5.2 智慧道路應用服務環境建置

5.2.1 智慧道路設備安裝

本案主要使用之設備包含雷達、攝影機、IPC、WiFi、CMS，實際裝設情形依不同地點及情境有些許不同。

資料來源：本案自行製作

圖 114 智慧設備裝置範例

5.2.2 自駕車場域建置成果

本案蒐集 4 日之資料，不含假日。班距 20 分鐘，每日 18 趟次，共 72 趟次。實驗地點於青埔自駕車區域 A(領航北路大成路口)及區域 B(領航北路大豐四街口)，實驗情境包含前方號誌傳到自駕車、鄰向來車安全、前方道路通阻程度提醒及行人穿越提醒。

(一) 號誌秒數資訊回傳服務(區域 A 領航北路大成路口)

資料來源：本案自行製作

圖 115 領航北路大成路口設備裝置圖

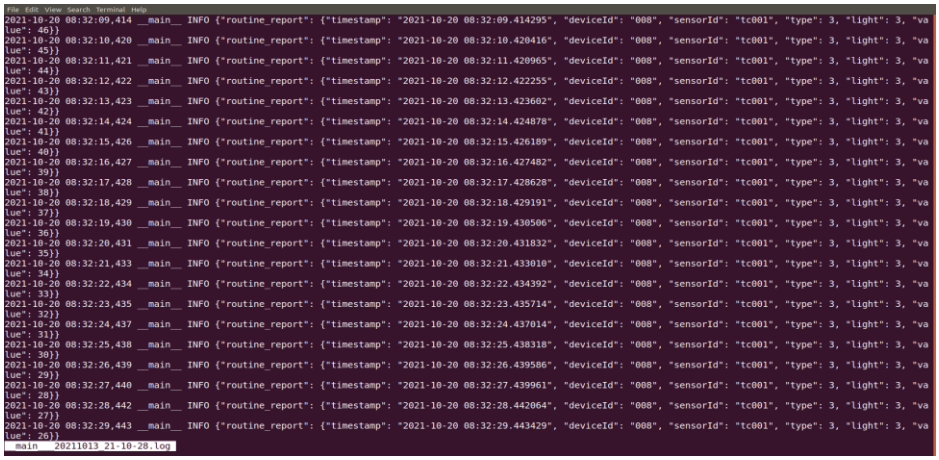
如圖 115，本路口裝置 IPC、雷達、攝影機、WiFi、5G router 等設備，以收取號誌變換訊號，並傳送至自駕車，期望自駕車可依此訊息調整行進狀態，提升舒適度並增加行駛效率。本案實際應用之服務數位資料如表 92。

表 92 青埔區域 A 號誌秒數資訊回傳服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR02	號誌秒數資訊發布	交通號誌即時發布變換燈號時間資訊給相關用路人	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
青埔自駕車A區	號誌秒數資訊回傳	路側設備，取得該路口之號誌燈號、號誌秒數等資訊，提前傳送至自駕車。	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	智慧路側設備TY-A001
		事件接收設備位置	25.023806, 121.216861
		事件接收設備功能	通知自駕車前方號誌燈號與剩餘秒數
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	路口號誌燈號,號誌燈號剩餘秒數
		事件發布格式	JSON
	發布頻率	事件發布頻率	1Hz
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	60次/分
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
感知	感知設備	感知設備名稱	號誌控制器
		感知設備位置	25.023691, 121.216851
		感知設備方向	WN
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	0公尺內
		運算設備	號誌控制器
	感知資料	感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	都市交通控制通訊協定
	感知頻率	感知資料頻率	時相有轉換即傳送
		感知事件時間戳記	無
		感知事件頻率	無
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	1 sec
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.023740, 121.216991 /燈號,秒數 (2)25.023823, 121.216858 /燈號,秒數 (3)25.023859, 121.216769 /燈號,秒數 (4)25.023913, 121.216698 /燈號,秒數 (5)25.023866, 121.216661 /燈號,秒數 (6)25.023766, 121.216799 /燈號,秒數 (7)25.023970, 121.2165562/燈號,秒數 (8)25.023766, 121.2167992/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.023733, 121.216981/捷運站指示/順向 (2)25.023810, 121.216841/急彎/順向 (3)25.023813, 121.216728/大園高中指示牌/順向 (4)25.023907, 121.216688/機車待轉標誌/順向 (5)25.023810, 121.216841/分道標誌/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道 (2)車道線 (3)停止線 (4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 116 青埔區域 A 號誌秒數資訊回傳服務回傳資訊

(二) 號誌秒數資訊回傳服務(區域 B 領航北路大豐四街口)

資料來源：本案自行製作

圖 117 領航北路大豐四街口設備裝置圖

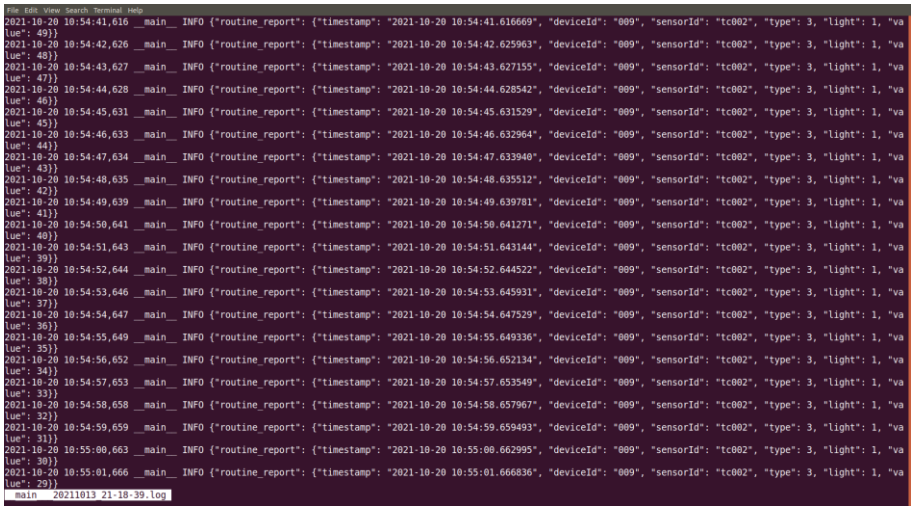
如圖 117 領航北路大豐四街口設備裝置圖，本路口裝置 IPC、雷達、攝影機、WiFi、5G router 等設備，以收取號誌變換訊號，並傳送至自駕車。本案實際應用之服務數位資料如表 93。

表 93 青埔區域 B 號誌秒數資訊回傳服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR02	號誌秒數資訊發布	交通號誌即時發布變換燈號時間資訊給相關用路人	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
青埔自駕車B區	號誌秒數資訊回傳	路側設備，取得該路口之號誌燈號、號誌秒數等資訊，提前傳送至自駕車。	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	智慧路側設備TY-A002
		事件接收設備位置	25.024389, 121.220056
		事件接收設備功能	通知自駕車前方號誌燈號與剩餘秒數
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	路口號誌燈號,號誌燈號剩餘秒數
		事件發布格式	JSON
	發布頻率	事件發布頻率	1Hz
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	60次/分
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
感知	感知設備	感知設備名稱	號誌控制器
		感知設備位置	25.024292, 121.219973
		感知設備方向	WN
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	0公尺內
		運算設備	號誌控制器
	感知資料	感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	都市交通控制通訊協定
	感知頻率	感知資料頻率	時相有轉換即傳送
		感知事件時間戳記	無
		感知事件頻率	無
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	1 sec
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.024328, 121.219964 /燈號,秒數 (2)25.024397, 121.220045 /燈號,秒數 (3)25.024472, 121.220106 /燈號,秒數 (4)25.024529, 121.220165 /燈號,秒數 (5)25.024578, 121.220205 /燈號,秒數 (6)25.024569, 121.220122 /燈號,秒數 (7)25.024510, 121.220045/燈號,秒數 (8)25.024440, 121.219983/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.023766, 121.216799/速限標誌/逆向 (2)25.023766, 121.216799/測速照相標誌/逆向 (3)25.024530, 121.220168/機車待轉標誌/逆向 (4)25.024530, 121.220168/分道標誌/逆向 (5)25.024395, 121.220053/分道標誌/順向 (6)25.024510, 121.220057/靠右行駛/逆向 (7)25.024472, 121.220103/靠右行駛/順向 (8)25.023813, 121.216728/大園高中指示牌/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道 (2)車道線 (3)停止線 (4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 118 青埔區域 B 號誌秒數資訊回傳服務回傳資訊

(三) 鄰向來車安全警示服務(區域 A 領航北路大成路口)

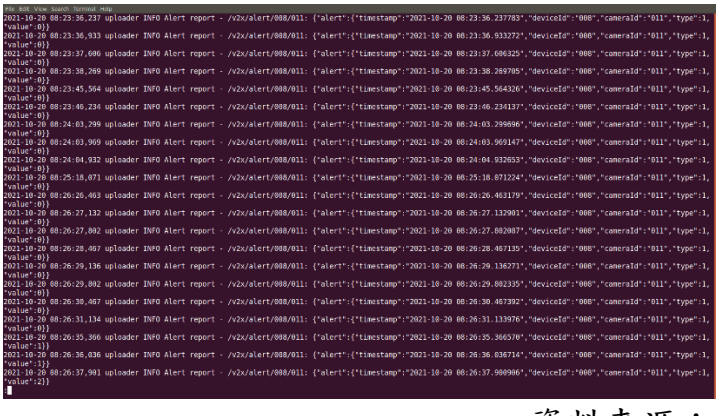
本路口裝置 IPC、雷達、攝影機、WiFi、5G router 等設備(同圖 115 請參見)，以收取鄰向來車資訊，並傳送至自駕車。本案實際應用之服務數位資料如表 94。

表 94 青埔區域 A 鄰向來車安全警示服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR12	交叉撞風險警示	路側設備偵測路口，判斷兩輛及多輛車可能發生碰撞則發出碰撞風險警示給相關用路人	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
青埔自駕車A區	鄰向來車安全	透過攝影機及雷達偵測，判斷鄰向有公車接近路口，公車與自駕車交會將導致雙方車輛移動困難，將來車資訊告警自駕車，由自駕車判斷停等紅燈路口的距離。	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	智慧路側裝置TY-A001
		事件接收設備位置	25.023806, 121.216861
		事件接收設備功能	提醒自駕車有鄰向大型來車
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	時間,路側編號,有鄰向大型來車
		事件發布格式	JSON
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
感知	感知設備	感知設備名稱	攝影機
		感知設備位置	25.012078, 121.212354
		感知設備方向	動態與靜態圖像捕捉
		感知設備功能	NE
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	RGB影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.023740, 121.216991 /燈號,秒數 (2)25.023823, 121.216858 /燈號,秒數 (3)25.023859, 121.216769 /燈號,秒數 (4)25.023913, 121.216698 /燈號,秒數 (5)25.023866, 121.216661 /燈號,秒數 (6)25.023766, 121.216799 /燈號,秒數 (7)25.023970, 121.2165562/燈號,秒數 (8)25.023766, 121.2167992/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.023733, 121.216981/捷運站指示/順向 (2)25.023810, 121.216841/急彎/順向 (3)25.023813, 121.216728/大園高中指示牌/順向 (4)25.023907, 121.216688/機車待轉標誌/順向 (5)25.023810, 121.216841/分道標誌/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道 (2)車道線 (3)停止線 (4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 119 青埔區域 A 鄰向來車安全警示服務回傳資訊

(四) 道路通阻程度提醒服務(區域 B 領航北路大豐四街口)

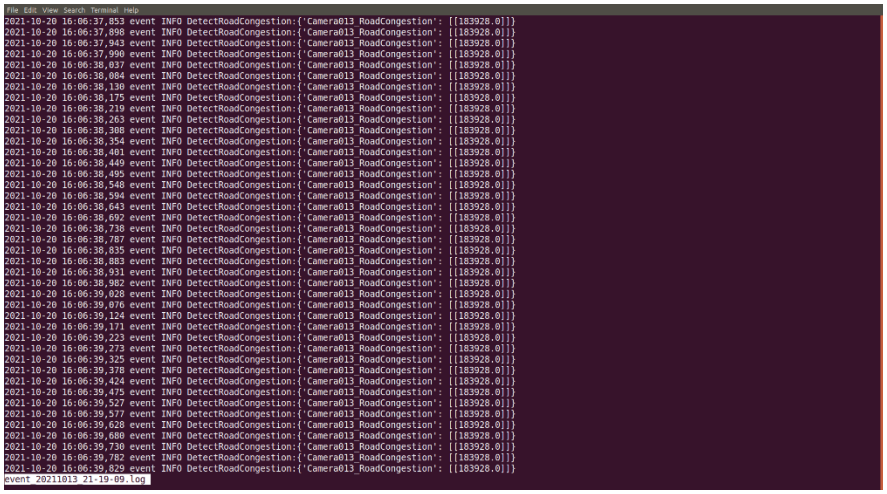
本路口裝置 IPC、雷達、攝影機、WiFi、5G router 等設備(請參見圖 117)，以偵測前方道路通阻情形，並傳送至自駕車。本案實際應用之服務數位資料如表 95。

表 95 青埔區域 B 道路通阻程度提醒服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR02	交通壅塞警示	路側設備偵測目前地點的車流或車輛停靠通阻，分析後發布相關資訊給用路人。	Level3
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
青埔自駕車B	道路通阻程度提醒	設置偵測器，可偵測當地之壅塞程度，再透過資料傳輸，提前告知自駕車	Level3

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	自駕車車機
		事件接收設備位置	**隨自駕車移動，無固定**
		事件接收設備功能	提醒自駕車前方通阻
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	時間,路側編號,通阻程度
		事件發布格式	JSON
	發布頻率	事件發布頻率	1/3Hz
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	20次/分
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
感知	感知設備	感知設備名稱	攝影機
		感知設備位置	25.024389, 121.220013
		感知設備方向	WN
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	RGB影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	3s
		上傳通訊延遲時間	<1 sec
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.024328, 121.219964 /燈號,秒數 (2)25.024397, 121.220045 /燈號,秒數 (3)25.024472, 121.220106 /燈號,秒數 (4)25.024529, 121.220165 /燈號,秒數 (5)25.024578, 121.220205 /燈號,秒數 (6)25.024569, 121.220122 /燈號,秒數 (7)25.024510, 121.220045/燈號,秒數 (8)25.024440, 121.219983/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.023766, 121.216799/速限標誌/逆向 (2)25.023766, 121.216799/測速照相標誌/逆向 (3)25.024530, 121.220168/機車待轉標誌/逆向 (4)25.024530, 121.220168/分道標誌/逆向 (5)25.024395, 121.220053/分道標誌/順向 (6)25.024510, 121.220057/靠右行駛/逆向 (7)25.024472, 121.220103/靠右行駛/順向 (8)25.023813, 121.216728/大園高中指示牌/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道 (2)車道線 (3)停止線 (4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 120 青埔區域 A 道路通阻程度提醒服務服務回傳資訊

(五) 行人穿越人行道告警(區域 B 領航北路大豐四街口)

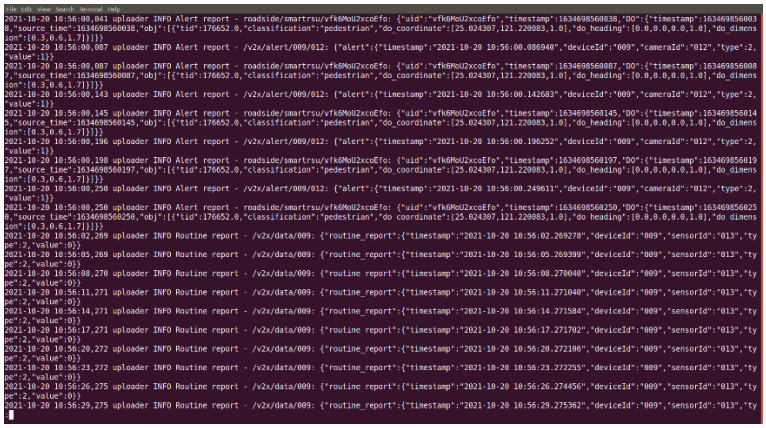
本路口裝置 IPC、雷達、攝影機、WiFi、5G router 等設備(如圖 117)，以偵測行人通過情形，並傳送至自駕車。本案實際應用之服務數位資料如表 96。

表 96 青埔區域 B 行人穿越人行道告警服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR15	弱勢用路人警示	路側設備偵測行人、自行車或動物進入(或進入後又離開)車道，向相關用路人發出弱勢用路人出現警告	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
青埔自駕車B區	行人穿越人行道告警	感測器偵測行人穿越道，辨識汽車距離行人過近，系統判定危險後，顯示「當心行人」警示至CMS	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	智慧路側裝置TY-A002
		事件接收設備位置	25.024389, 121.220056
		事件接收設備功能	提醒自駕車當心行人穿越
		事件發布空間範疇(發送距離)	自駕車行駛範圍
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	時間,路側編號,有行人穿越
		事件發布格式	JSON
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	MQTT
		事件發布通訊延遲時間	<1sec
感知	感知設備	感知設備名稱	攝影機
		感知設備位置	25.012078, 121.212354
		感知設備方向	動態與靜態圖像捕捉
		感知設備功能	NE
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	RGB影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.024328, 121.219964 /燈號,秒數 (2)25.024397, 121.220045 /燈號,秒數 (3)25.024472, 121.220106 /燈號,秒數 (4)25.024529, 121.220165 /燈號,秒數 (5)25.024578, 121.220205 /燈號,秒數 (6)25.024569, 121.220122 /燈號,秒數 (7)25.024510, 121.220045/燈號,秒數 (8)25.024440, 121.219983/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.023766, 121.216799/速限標誌/逆向 (2)25.023766, 121.216799/測速照相標誌/逆向 (3)25.024530, 121.220168/機車待轉標誌/逆向 (4)25.024530, 121.220168/分道標誌/逆向 (5)25.024395, 121.220053/分道標誌/順向 (6)25.024510, 121.220057/靠右行駛/逆向 (7)25.024472, 121.220103/靠右行駛/順向 (8)25.023813, 121.216728/大園高中指示牌/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道 (2)車道線 (3)停止線 (4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 121 青埔區域 B 行人穿越人行道告警服務回傳資訊

5.2.3 一般易壅塞場域建置成果

本案於台北市內湖、台北市仰德大道、內湖民權東路瑞光路口、中壢高鐵北路青昇路口及高鐵南路青埔路口，分別就追撞告警、道路車流遇到、內輪差告警、行人穿越人行道告警等情境測試。

(一) 追撞告警(內湖民權東路瑞光路口)

資料來源：本案自行製作

圖 122 台北市民權東路瑞光路口設置圖

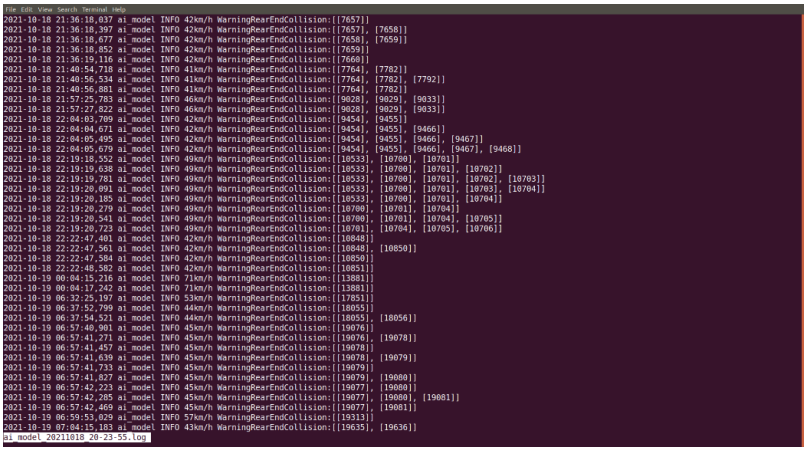
圖 122 為實際設置情形，本案於路側設置 CMS、雷達、攝影機、IPC、4G router，以攝影機偵測車輛位置，並由 IPC 判斷，若兩車可能發生追撞危險，即於 CMS 顯示「當心前車」。本案實際應用之服務數位資料如表 97。

表 97 內湖追撞告警應用服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR20	危險跟車警示	路側設備偵測危險跟車、不符速限規定行駛等行為，進行跟車距離不當或違反速限警告，確保車輛保持安全車距，防範危險駕駛行為發生	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
內湖A	追撞告警	路側設備偵測危險跟車等行為，進行跟車距離不當限警告，確保車輛保持安全車距，防範危險駕駛行為發生	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	CMS
		事件接收設備位置	25.012078, 121.212354
		事件接收設備功能	提醒駕駛人注意前車
		事件發布空間範疇(發送距離)	0m(發布設備與顯示設備共桿)
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	當心前車
		事件發布格式	圖文
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	UDP
		事件發布通訊延遲時間	<100ms
感知	感知設備	感知設備名稱	攝影機
		感知設備位置	25.012078, 121.212354
		感知設備方向	動態與靜態圖像捕捉
		感知設備功能	NE
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	RGB影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1))25.068719, 121.584413/燈號,秒數 (2)25.068803, 121.584357/燈號,秒數 (3)25.068895, 121.584134/燈號,秒數 (4)25.068771, 121.584231/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1))25.068719, 121.584413/機車待轉標誌/順向 (2)25.068803, 121.584357/機車待轉標誌/順向 (3)25.068895, 121.584134/機車待轉標誌/順向 (4)25.068771, 121.584231/機車待轉標誌/逆向 (5)25.068771, 121.584231/禁止左轉/逆向 (6)25.068893, 121.584277/禁行聯結車/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道(2)車道線(3)停止線(4)快慢車道分隔線(5)機車待轉區

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 123 內湖追撞告警應用服務回傳資訊

(二) 道路車流分析(內湖民權東路瑞光路口)

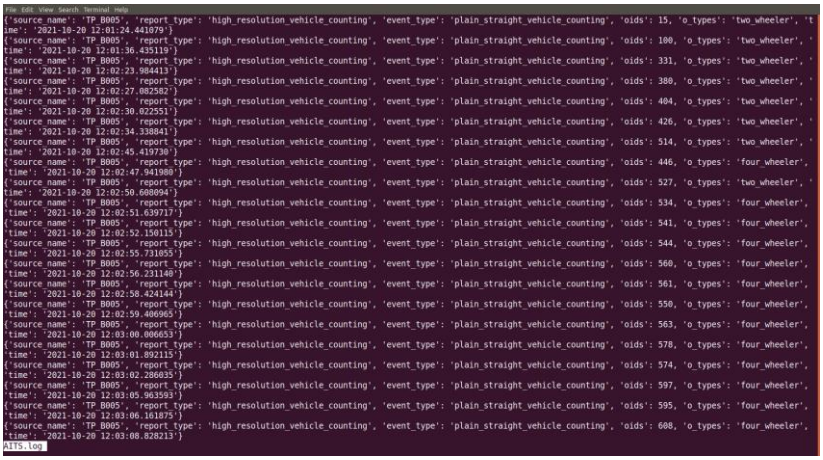
本案於路側設置攝影機、IPC、4G router，以攝影機擷取車流影像，參照圖 122 為實際設置情形，並由 IPC 判斷車輛種類及數量，並上傳雲端留存。本案實際應用之服務數位資料如表 98。

表 98 內湖道路車流分析應用服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR02	交通壅塞警示	路側設備偵測目前地點的車流或車輛停靠通阻，分析後發布相關資訊給用路人。	Level2
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
內湖A	道路車流分析	路側設備透過感測器偵測車流種類及數量，再透過資料傳輸至雲端	Level2

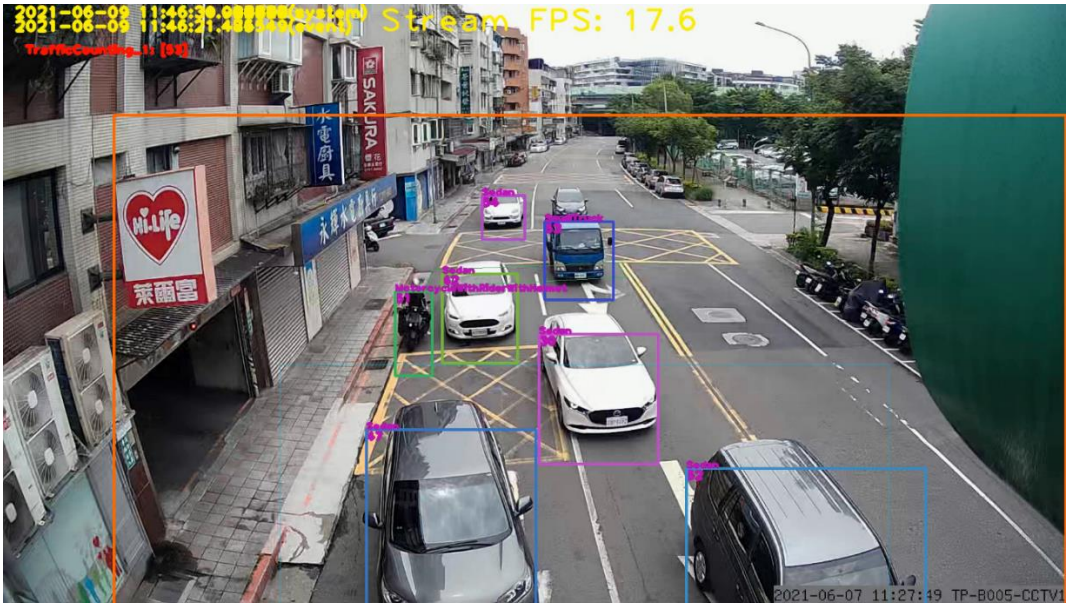
數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	
		事件接收設備位置	
		事件接收設備功能	
		事件發布空間範疇(發送距離)	
		運算設備	
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	
		事件發布格式	
	發布頻率	事件發布頻率	
		事件發布時間戳記	
		事件發布次數	
	通訊模式	事件發布通訊設備	
		事件發布通訊格式	
		事件發布通訊延遲時間	
感知	感知設備	感知設備名稱	攝影機
		感知設備位置	25.012078, 121.212354
		感知設備方向	動態與靜態圖像捕捉
		感知設備功能	NE
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	RGB影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1))25.068719, 121.584413/燈號,秒數 (2)25.068803, 121.584357/燈號,秒數 (3)25.068895, 121.584134/燈號,秒數 (4)25.068771, 121.584231/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1))25.068719, 121.584413/機車待轉標誌/順向 (2)25.068803, 121.584357/機車待轉標誌/順向 (3)25.068895, 121.584134/機車待轉標誌/順向 (4)25.068771, 121.584231/機車待轉標誌/逆向 (5)25.068771, 121.584231/禁止左轉/逆向 (6)25.068893, 121.584277/禁行聯結車/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道(2)車道線(3)停止線(4)快慢車道分隔線(5)機車待轉區

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 124 內湖道路車流預告應用服務回傳資訊



資料來源：本案自行製作

圖 125 內湖道路車流計算影像

本案將影像擷取，針對二輪車和四輪車辨識，並依照時間區段計算通過之車流數量。辨識之影像如圖 125 所示。

(三) 內輪差告警(內湖民權東路瑞光路口)

資料來源：本案自行製作

圖 126 右轉內輪差告警設置圖片

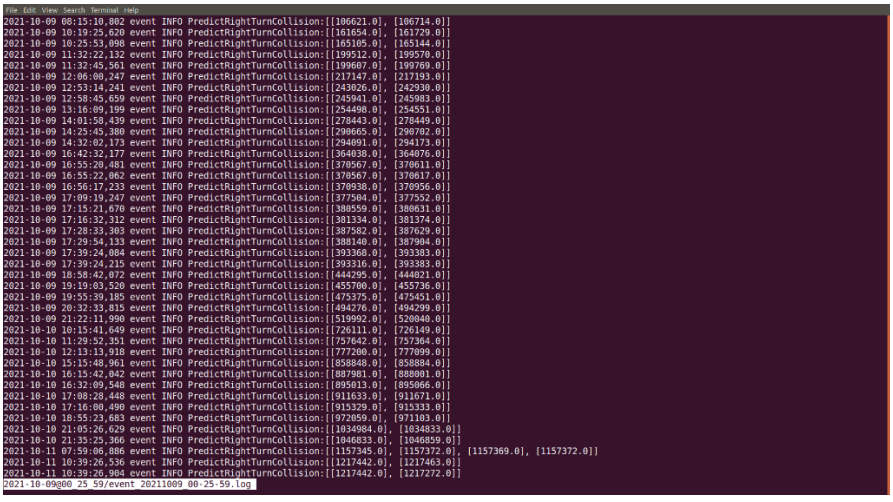
圖 126 為實際設置情形，本案於路側設置 CMS、雷達、攝影機、IPC、4G router，以攝影機擷取車流影像，並由 IPC 判斷右轉大型車及機車軌跡，若可能發生危險，即於 CMS 顯示「當心機車」，以提醒右轉之大型車。本案實際應用之服務數位資料如表 99。

表 99 內湖右轉內輪差告警服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR13	轉彎車碰撞風險警示	路側設備偵測到右轉車輛將與內側同方向的車輛發生側撞。或車輛左轉時，將與對向直行車輛發生碰撞。路側設備即發出碰撞風險警示給相關用路人	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
內湖B	內輪差告警	大型車輛欲右轉，分析內輪差及盲點有機車時，判定危險，警示「當心機車」至CMS	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	CMS
		事件接收設備位置	25.068772, 121.584241
		事件接收設備功能	提醒駕駛人注意旁邊機車
		事件發布空間範疇(發送距離)	0m(發布設備與顯示設備共桿)
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	當心機車
		事件發布格式	圖文
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	UDP
		事件發布通訊延遲時間	<100ms
感知	感知設備	感知設備名稱	攝影機
		感知設備位置	25.068903, 121.584120
		感知設備方向	動態與靜態圖像捕捉
		感知設備功能	SE
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	RGB影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.068719, 121.584413/燈號,秒數 (2)25.068803, 121.584357/燈號,秒數 (3)25.068895, 121.584134/燈號,秒數 (4)25.068771, 121.584231/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1))25.068719, 121.584413/機車待轉標誌/順向 (2)25.068803, 121.584357/機車待轉標誌/順向 (3)25.068895, 121.584134/機車待轉標誌/順向 (4)25.068771, 121.584231/機車待轉標誌/逆向 (5)25.068771, 121.584231/禁止左轉/逆向 (6)25.068893, 121.584277/禁行聯結車/順向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道(2)車道線(3)停止線(4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 127 內湖右轉內輪差告警應用服務回傳資訊

(四) 行人穿越人行道告警(中壢區域 A 高鐵北路青昇路口)

資料來源：本案自行製作

圖 128 中壢區域 A 行人穿越人行道服務設備設置情形

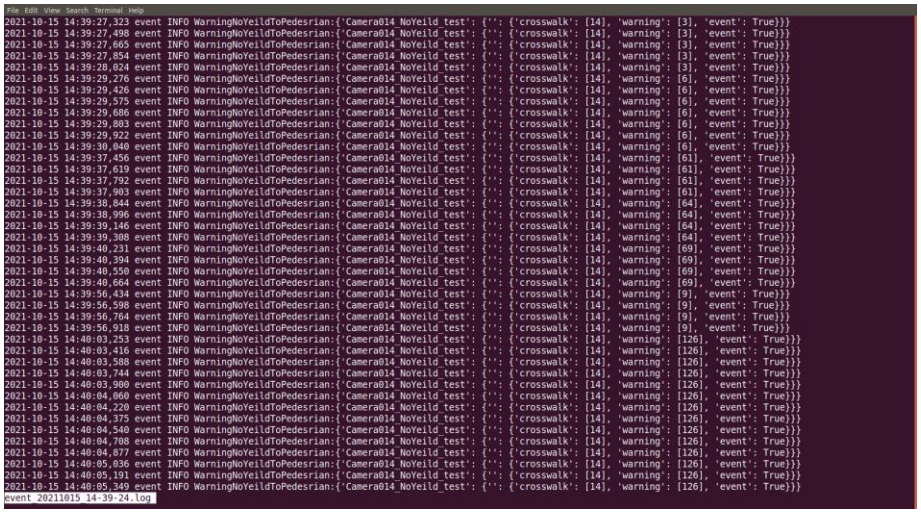
圖 128 為實際設置情形，本案於路側設置 CMS、雷達、攝影機、IPC、4G router，以攝影機擷取車流影像，並由 IPC 判斷右轉車輛及行人軌跡，若可能發生危險，即於 CMS 顯示「當心行人」，以提醒車輛。本案實際應用之服務數位資料如表 100。本案實際應用之服務數位資料如圖 129。

表 100 中壢區域 A 行人穿越人行道服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR15	弱勢用路人警示	弱勢用路人警示	路側設備偵測行人、自行車或動物進入(或進入後又離開)車道，向相關用路人發出弱	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
中壢A區	弱勢用路人警示-行人穿越人行道告警	行人穿越人行道告警	感測器偵測行人穿越道，辨識汽車距離行人過近，系統判定危險後，顯示「當心行	Level4

數位資料儲存表				
發布	發布設備	接收設備	事件接收設備名稱	CMS
			事件接收設備位置	25.012078, 121.212354
			事件接收設備功能	提醒駕駛人應禮讓行人
			事件發布空間範疇(發送距離)	0m(發布設備與顯示設備共桿)
			運算設備	IPC with GPU
	發布資料	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	當心行人
			事件發布格式	圖文
	發布頻率	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
			事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
			事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
			事件發布通訊格式	UDP
			事件發布通訊延遲時間	<100ms
感知	感知設備	感知設備	感知設備名稱	攝影機
			感知設備位置	25.012078, 121.212354
			感知設備方向	動態與靜態圖像捕捉
			感知設備功能	NE
			感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
			運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料	感知資料內容	RGB影像
			感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
			感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
			感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
			上傳通訊格式	MQTT
			上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
			上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.012078, 121.212354/燈號,秒數 (2)25.012045, 121.212512/燈號,秒數 (3)25.012050, 121.212556/燈號,秒數 (4)25.011838, 121.212555/燈號,秒數 (5)25.011838, 121.212555/燈號,秒數 (6)25.011838, 121.212555/燈號,秒數
	標誌	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.012294, 121.212510/自行車道指示/順向 (2)25.012009, 121.212051/機車待轉標誌/順向 (3)25.012047, 121.212277/捷運站指示/順向 (4)25.011961, 121.212139/機車待轉標誌/順向 (5)25.012046, 121.212295/捷運站指示/逆向 (6)25.011940, 121.212685/車道分道線/逆向
	標線	標線	標線內容	(1)行人穿越道(2)車道線(3)停止線(4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 129 中壢區域 A 行人穿越人行道應用服務回傳資訊

(五) 行人穿越人行道告警(中壢區域 B 高鐵南路青埔路口)

資料來源：本案自行製作

圖 130 中壢區域 B 行人穿越人行道服務設備設置情形

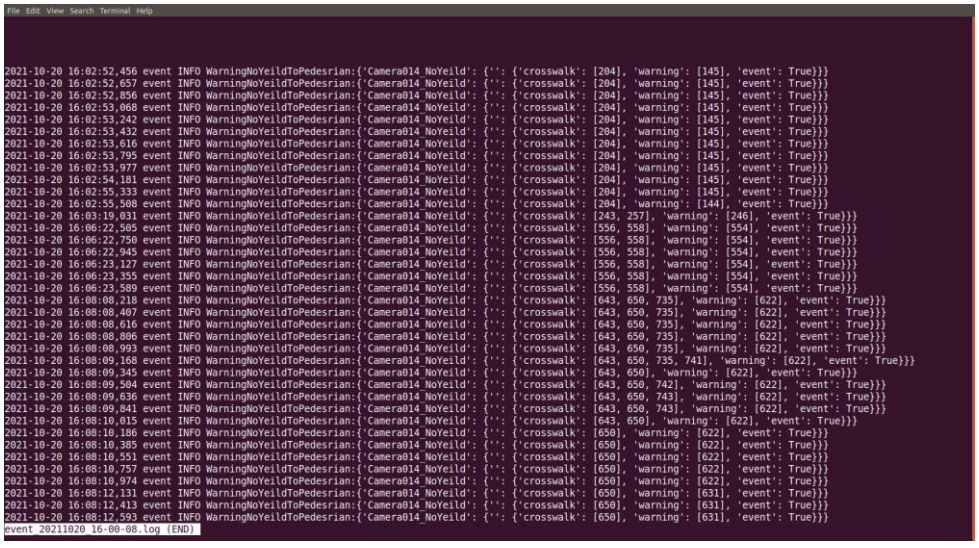
圖 130 為實際設置情形，本案於路側設置 CMS、雷達、攝影機、IPC、4G router，以攝影機擷取車流影像，並由 IPC 判斷右轉車輛及行人軌跡，若可能發生危險，即於 CMS 顯示「當心行人」，以提醒車輛。本案實際應用之服務數位資料如表 101。本案實際應用之服務數位資料如圖 131。

表 101 中壢區域 B 行人穿越人行道服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR15	弱勢用路人警示	路側設備偵測行人、自行車或動物進入(或進入後又離開)車道，向相關用路人發出弱勢用路人	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
中壢B區	行人穿越人行道告警	感測器偵測行人穿越道，辨識汽車距離行人過近，系統判定危險後，顯示「當心行人」警示	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	CMS
		事件接收設備位置	25.016920, 121.218303
		事件接收設備功能	提醒駕駛人應禮讓行人
		事件發布空間範疇(發送距離)	0m(發布設備與顯示設備共桿)
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	當心行人
		事件發布格式	圖文
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	UDP
		事件發布通訊延遲時間	<100ms
感知	感知設備	感知設備名稱	攝影機
		感知設備位置	25.016920, 121.218303
		感知設備方向	動態與靜態圖像捕捉
		感知設備功能	NE
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	30公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	RGB影像
		感知資料格式	H.264, MJPEG
	感知頻率	感知資料頻率	30 FPS@2688x1520
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	5 FPS
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	(1)25.016985, 121.218215/燈號,秒數 (2)25.017045, 121.218311/燈號,秒數 (3)25.017170, 121.2183956/燈號,秒數 (4)25.017062, 121.218473/燈號,秒數 (5)25.016885, 121.218273/燈號,秒數
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.017045, 121.218304/禁止左轉/順向 (2)25.017185, 121.218402/禁止進入/逆向
	標線	標線內容	(1)行人穿越道(2)車道線(3)停止線(4)快慢車道分隔線

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 131 中壢區域 B 行人穿越人行道告警服務回傳資訊

(六) 左側來車(仰德大道區域 B)

資料來源：本案自行製作

圖 132 仰德大道四段山仔后分隊對面智慧路側設備設置情形

圖 132 為實際設置情形，本案於路側設置 CMS、雷達、攝影機、IPC、4G router，以雷達偵測來車車速，並由 IPC 判斷是否可能與鄰向來車發生衝突，若可能發生危險，即於 CMS 顯示「左側來車」，以提醒車輛。本案實際應用之服務數位資料如表 102。

表 102 仰德大道左側來車服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR12	交叉撞風險警示	路側設備偵測路口，判斷兩輛及多輛車可能發生碰撞則發出碰撞風險警示給相關用路人	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
仰德大道B區	左側來車告警	T字路口透過感測器偵測鄰向來車，並判定左側來車會造成危險時，警示「左側來車」	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	CMS
		事件接收設備位置	25.133888, 121.545960
		事件接收設備功能	提醒駕駛人注意左側來車
		事件發布空間範疇(發送距離)	0m(發布設備與顯示設備共桿)
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	左側來車
		事件發布格式	圖文
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	UDP
		事件發布通訊延遲時間	<100ms
感知	感知設備	感知設備名稱	雷達
		感知設備位置	25.134266, 121.545420
		感知設備方向	S
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	40公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	CAN訊息
	感知頻率	感知資料頻率	53ms
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	53ms
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	無
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.134254, 121.545391/大貨車禁行/順向
	標線	標線內容	(1)禁止臨時停車標線(2)停止線(3)黃色網狀線

資料來源：本案自行製作

(七) 右側來車(仰德大道區域 A)

資料來源：本案自行製作

圖 133 仰德大道花卉實驗中心前路側設備設置情形

圖 133 為實際設置情形，本案於路側設置 CMS、雷達、攝影機、IPC、4G router，以雷達偵測來車車速，並由 IPC 判斷是否可能與鄰向來車發生衝突，若可能發生危險，即於 CMS 顯示「右側來車」，以提醒車輛。本案實際應用之服務數位資料如表 103。

表 103 仰德大道右側來車服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR12	交叉撞風險警示	路側設備偵測路口，判斷兩輛及多輛車可能發生碰撞則發出碰撞風險警示	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
仰德大道A區	右側來車告警	T字路口透過感測器偵測鄰向來車，並判定右側來車會造成危險時，警示	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	CMS
		事件接收設備位置	25.134513, 121.545770
		事件接收設備功能	提醒駕駛人注意右側來車
		事件發布空間範疇(發送距離)	0m(發布設備與顯示設備共桿)
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	右側來車
		事件發布格式	圖文
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	UDP
		事件發布通訊延遲時間	<100ms
感知	感知設備	感知設備名稱	雷達
		感知設備位置	25.134266, 121.545420
		感知設備方向	N
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	40公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	CAN訊息
	感知頻率	感知資料頻率	53ms
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	53ms
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	無
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.134254, 121.545391/大貨車禁行/順向
	標線	標線內容	(1)禁止臨時停車標線(2)停止線(3)黃色網狀線

資料來源：本案自行製作

(八) 兩側來車告警(仰德大道區域 C)

資料來源：本案自行製作

圖 134 仁民路智慧路側設備設置情形

圖 134 為實際設置情形，本案於路側設置 CMS、雷達、攝影機、IPC、4G router，以雷達偵測來車車速，並由 IPC 判斷是否可能與鄰向來車發生衝突，若可能發生危險，即於 CMS 顯示「兩側來車」，以提醒車輛。本案實際應用之服務數位資料如表 104。

表 104 仰德大道兩側來車服務數位資料儲存表

案例編號	應用情境名稱	應用情境描述	智慧化等級
SR15	交叉撞風險警示	路側設備偵測路口，判斷兩輛及多輛車可能發生碰撞則發出交叉撞碰撞風險警示給相關用路	Level4
場域	應用情境名稱	應用情境描述	POC驗證之智慧化等級
仰德大道C區	兩側來車告警	T字路口透過感測器偵測鄰向來車，並判定兩側皆有來車，且會造成危險時，警示「兩側來	Level4

數位資料儲存表			
發布	接收設備	事件接收設備名稱	CMS
		事件接收設備位置	25.134254, 121.545391
		事件接收設備功能	提醒駕駛人注意兩側來車
		事件發布空間範疇(發送距離)	0m(發布設備與顯示設備共桿)
		運算設備	IPC with GPU
	發布資料	事件發布內容 (如時間,號誌狀態,秒數)	兩側來車
		事件發布格式	圖文
	發布頻率	事件發布頻率	事件發生時即發布
		事件發布時間戳記	2021-08-29 00:20:44.500
		事件發布次數	事件發生時即發布1次
	通訊模式	事件發布通訊設備	4G/5G 路由器
		事件發布通訊格式	UDP
		事件發布通訊延遲時間	<100ms
感知	感知設備	感知設備名稱	雷達
		感知設備位置	25.133893, 121.545975/25.134524,121.545774
		感知設備方向	N/S
		感知設備功能	動態與靜態圖像捕捉
		感知資料空間範疇(偵測的距離)	40公尺內
		運算設備	IPC with GPU
	感知資料	感知資料內容	Binary message
		感知資料格式	CAN訊息
	感知頻率	感知資料頻率	53ms
		感知事件時間戳記	2021-08-29 00:20:43.661
		感知事件頻率	53ms
	通訊模式	上傳通訊設備	4G/5G 路由器
		上傳通訊格式	MQTT
		上傳通訊頻率	有偵測到事件即上傳
		上傳通訊延遲時間	<100ms
交通管制設施	號誌	號誌位置(經緯度)/內容	無
	標誌	標誌位置/牌面內容/牌面方向	(1)25.134254, 121.545391/大貨車禁行/順向
	標線	標線內容	(1)禁止臨時停車標線(2)停止線(3)黃色網狀線

資料來源：本案自行製作

5.3 智慧道路應用服務實證成效

為確認智慧道路服務是否可有效使道路更智慧化，本案設計多種方法對設置之部分場域檢驗，以下對檢驗方法及檢驗成果說明。

5.3.1 智慧道路應用實證成效檢驗規劃

本案於場域道路布建智慧化應用服務位置，設計成效檢驗方法，以驗證智慧道路升級是否有益用路人行駛安全，並增加道路使用效率。因此，本案規劃之成效檢驗方法如下:

1. 自駕車區域 A

(1)布建號誌秒數資訊回傳應用服務後，是否可使自駕車行車可更加平順舒適?

- ☐ 衡量指標：急加速、急減速次數
- ☐ 假說：急加速、急減速次數在道路升級後有減少

- 資料取得方式：自駕車行車紀錄資料

(2)布建號誌秒數資訊發布-號誌秒數資訊回傳應用服務後，是否可提升自駕車行駛效率?

- 衡量指標：自駕車行駛速度
- 假設：自駕車行駛速度在道路升級後有提升
- 資料取得方式：自駕車行車紀錄資料

(3)布建鄰向來車安全應用服務後，是否可減少左側公車造成之衝突?

- 衡量指標：衝突發生次數
- 假說：衝突發生次數在道路升級後有減少
- 資料取得方式：現場衝突紀錄

2. 自駕車區域 B

(1)布建號誌秒數資訊回傳應用服務後，是否可使自駕車行車可更加平順舒適?

- 衡量指標：急加速、急減速次數
- 假說：急加速、急減速次數在道路升級後有減少
- 資料取得方式：自駕車行車紀錄資料

(2)布建道路通阻程度提醒應用服務後 ，是否可提升自駕車行駛效率?

- 衡量指標：自駕車行駛速度
- 假說：自駕車行駛速度在道路升級後有提升
- 資料取得方式：自駕車行車紀錄資料

(3)行人穿越人行道告警應用服務後，是否行車可更加平順舒適?

- 衡量指標：急減速次數
- 假設：急減速次數在道路升級後有減少
- 資料取得方式：自駕車行車紀錄資料

5.3.2 場域情境實證

本案蒐集 4 日之資料，不含假日。班距 20 分鐘，每日 18 趟次，共 72 趟次。實驗地點於青埔自駕車區域 A(領航北路大成路口)及區域 B(領航北路大豐四街口)，實驗情境包含號誌秒數資訊回傳、鄰向來車安全、道路通阻程度提醒及行人穿越人行道告警。

(一) 號誌秒數資訊回傳(自駕車區域 A)

本案觀察急加速、急減速次數是否在道路升級後減少，以確認是否能有效提升舒適度。依據 ISO 2631-1 全身震動暴露評估指引，以|a|>0.5m/s^2定義為不適之加速度。

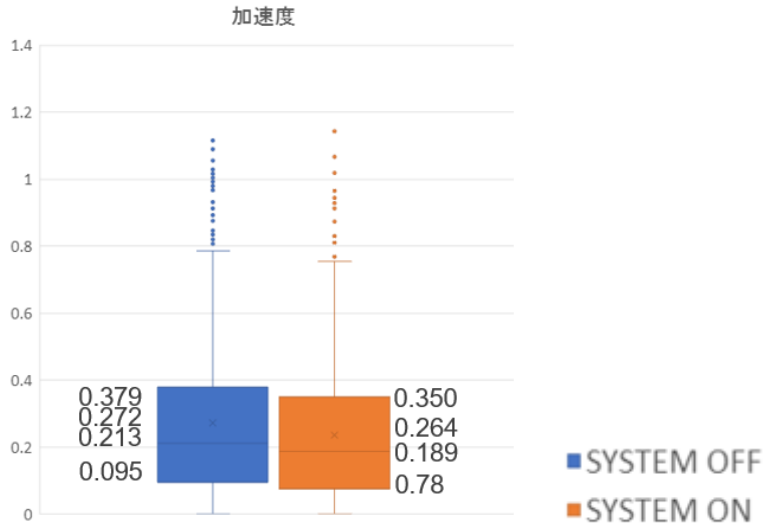
表 105 號誌秒數資訊回傳情境急加、急減速次數

場域	加速度	智慧系統開啟狀態	次數	百分比
區域 A(路段 1、2)	急加速	SYSTEM OFF	178	-42.1%
		SYSTEM ON	103	
	急減速	SYSTEM OFF	170	-25.3%
		SYSTEM ON	127	

資料來源：本案自行製作

表 105 為區域 A(路段 1、2)急加速次數，系統關閉期間 178 次，系統開啟期間 103 次，共減少 75 次，約 42.1%。急減速次數，系統關閉期間 170 次，系統開啟期間 127 次，共減少 43 次，約 25.3%。

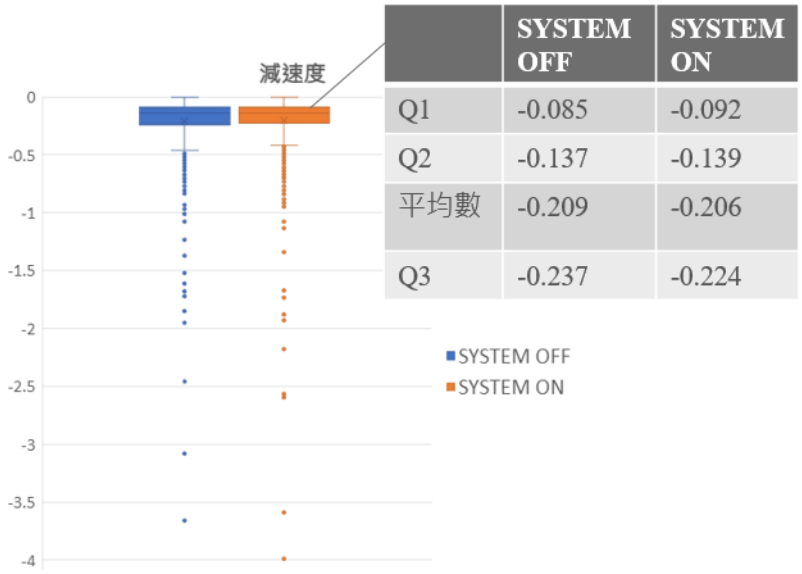
區域 B(路段 4)急加速次數，系統關閉期間 78 次，系統開啟期間 63 次，共減少 15 次，約 18.9%。急減速次數，系統關閉期間 315 次，系統開啟期間 208 次，共減少 107 次，約 33.2%。



資料來源：本案自行製作

圖 135 區域 A 加速度(路段 1、2)盒鬚圖

圖 135 為區域 A 加速度盒鬚圖，加速度開啟系統後，Q3 自 0.379m/s^2降至 0.5m/s^2，Q2 自 0.272 m/s^2降至 0.264 m/s^2，Q1 自 0.095 m/s^2 降至 0.78 m/s^2，平均數自 0.272 m/s^2 降至 0.264 m/s^2。

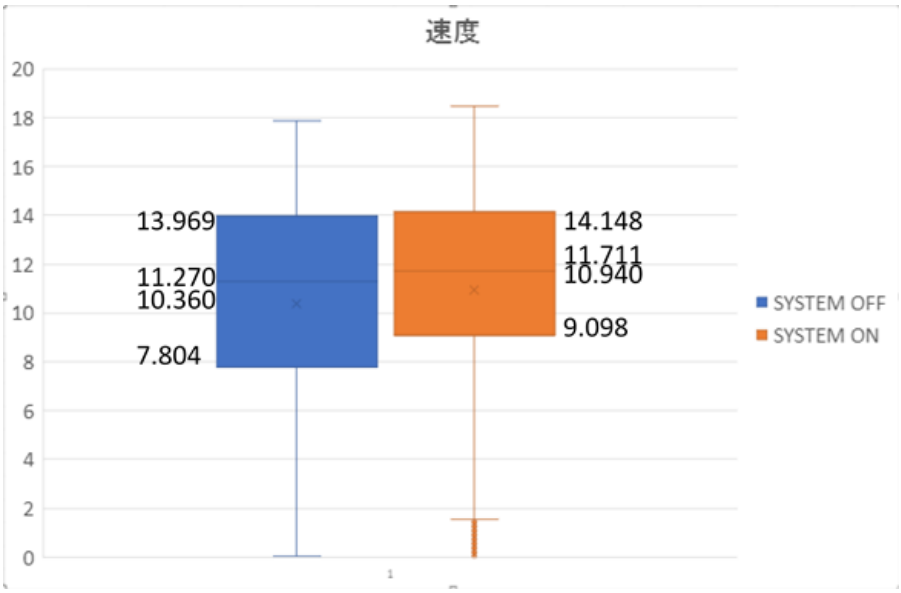


	SYSTEM OFF	SYSTEM ON
Q1	-0.085	-0.092
Q2	-0.137	-0.139
平均數	-0.209	-0.206
Q3	-0.237	-0.224

資料來源：本案自行製作

圖 136 區域 A 減速度(路段 1、2)盒鬚圖

圖 136 為區域 A 減速度盒鬚圖，減速度開啟系統後，Q3 自-0.237m/s^2降至-0.224m/s^2，Q2 自-0.137 m/s^2降至-0.139 m/s^2，Q1 自 -0.085 m/s^2 降至 -0.092 m/s^2，平均數自 -0.209 m/s^2 降至 -0.206 m/s^2。



資料來源：本案自行製作

圖 137 區域 A 速度(路段 1、2)盒鬚圖

圖 137 為區域 A 速度分布，於開啟系統後，速度分布 Q1-Q3 區間提升，平均速度由 10.360km/h 提升至 10.940km/h，經獨立樣本 t 檢定，在 95%信心水準下，平均速度顯著提升。

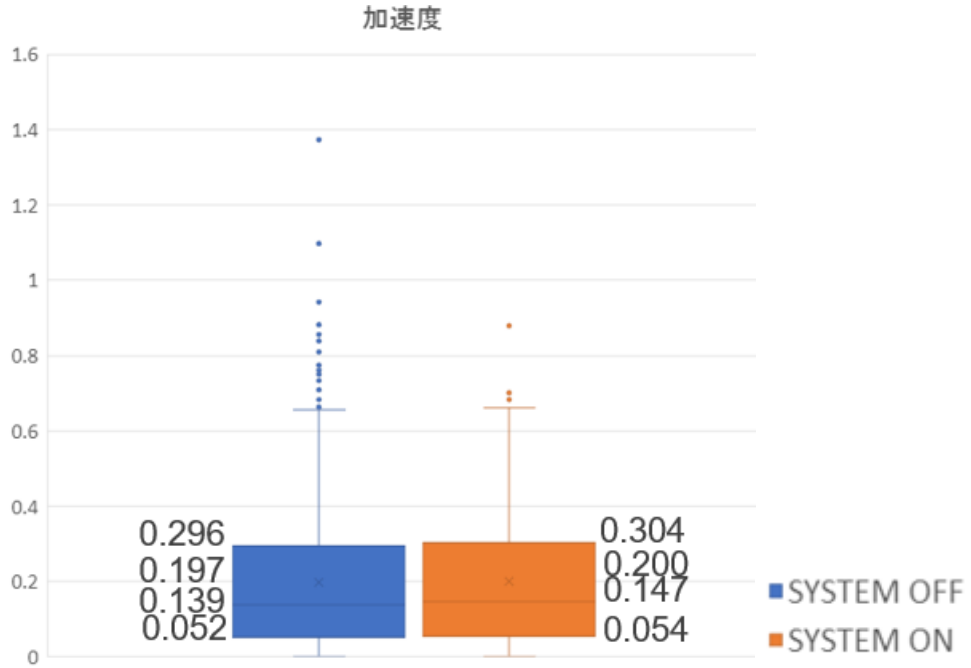
(二) 號誌秒數資訊回傳(自駕車區域 B)

表 106 前方號誌傳到自駕車情境急加、急減速次數

場域	加速度	智慧系統開啟狀態	次數	百分比
區域 B(路段 4)	急加速	SYSTEM OFF	78	-18.9%
		SYSTEM ON	63	
	急減速	SYSTEM OFF	315	-33.2%
		SYSTEM ON	208	

資料來源：本案自行製作

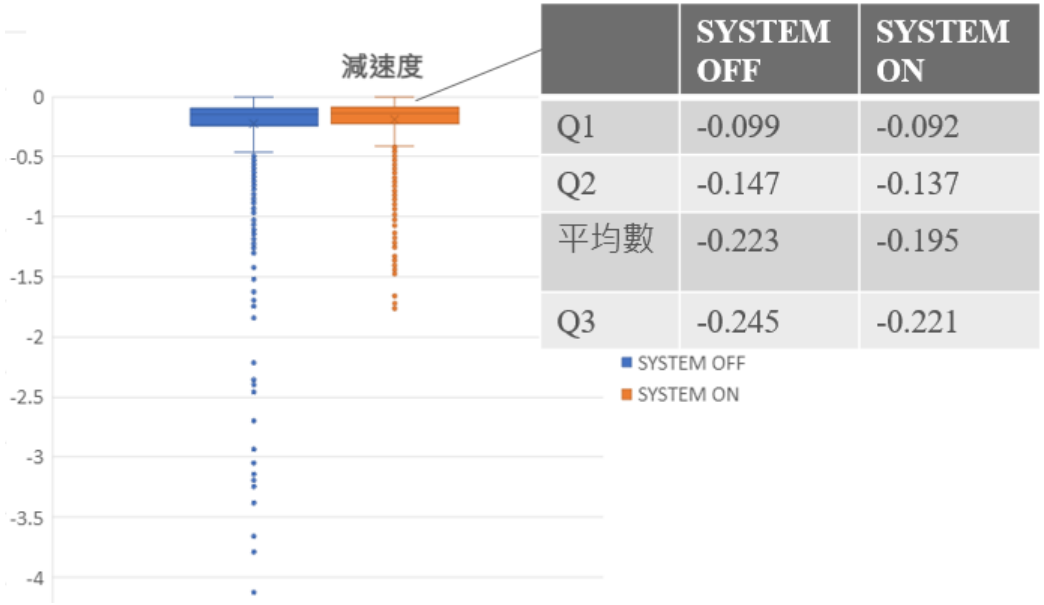
區域 B(路段 4)急加速次數，系統關閉期間 78 次，系統開啟期間 63 次，共減少 15 次，約 18.9%。急減速次數，系統關閉期間 315 次，系統開啟期間 208 次，共減少 107 次，約 33.2%。



資料來源：本案自行製作

圖 138 區域 B 加速度(路段 4)盒鬚圖

圖 138 為區域 B 加速度盒鬚圖，加速度開啟系統後，Q3 自 0.296m/s^2升至 0.304m/s^2，Q2 自 0.139 m/s^2升至 0.147 m/s^2，Q1 自 0.052 m/s^2升至 0.054 m/s^2，平均數自 0.197 m/s^2升至 0.2 m/s^2。



	SYSTEM OFF	SYSTEM ON
Q1	-0.099	-0.092
Q2	-0.147	-0.137
平均數	-0.223	-0.195
Q3	-0.245	-0.221

資料來源：本案自行製作

圖 139 區域 B 減速度(路段 4)盒鬚圖

圖 139 為區域 B 減速度盒鬚圖，減速度開啟系統後，Q3 自-0.245m/s^2降至-0.221m/s^2，Q2 自-0.147 m/s^2降至-0.137 m/s^2，Q1 自 -0.099 m/s^2 降至 -0.092 m/s^2，平均數自 -0.223 m/s^2 降至 -0.195 m/s^2。

(三) 交叉撞風險警示-鄰向來車安全警示(自駕車區域 A)

本案觀察區域 A(路段 1、2)衝突次數分佈是否在道路升級後減少，以確認是否能有效減少鄰向來車衝突。

表 107 前鄰向來車安全警示急加急減速次數

智慧系統開啟狀況	大車接近次數	衝突次數	衝突比例
SYSTEM OFF	4	3	75%
SYSTEM ON	9	2	22%

資料來源：本案自行製作

測試期間共 72 趟次，系統關閉共 36 趟次，系統開啟共 36 次。系統關閉期間大車接近共 4 次，其中衝突次數共 3 次，衝突比例 75%。系統開啟期間大車接近共 9 次，其中衝突次數共 2 次，衝突比例 22%。衝突比例降低 53%。可見升級道路等級後，可有效減少自駕車與鄰向來車之衝突。

資料來源：本案自行製作

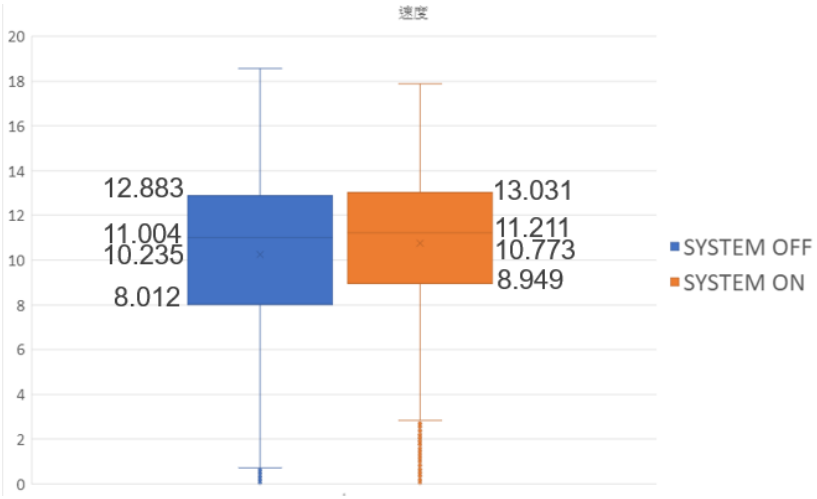
圖 140 鄰向來車現場圖

資料來源：本案自行製作

圖 141 偵測鄰向來車後自駕車調整停車位置

(四) 前方道路通阻程度提醒(自駕車區域 B)

本案觀察區域 B(路段 4)平均速度，提前預知前方道路通阻程度提醒是否可有效提升自駕車行駛效率。



資料來源：本案自行製作

圖 142 路段 4 平均速度盒鬚圖

圖 142 為路段 4 平均速度分布，Q1 自 8.012km/h 升至 8.949km/h，Q2 自 11.004km/h 升至 11.211km/h，Q3 自 12.883km/h 升至 13.031km/h。整體速度分布提升。

表 108 路段 4 平均速度獨立樣本 t 檢定統計量

	SYSTEM OFF	SYSTEM ON
平均數	**10.235**	**10.773**
變異數	15.31	11.5
觀察值個數	4608	4468
Pooled 變異數	13.43	
假設的均數差	0	
自由度	9074	
t 統計	-6.988955268	
P(T<=t) 單尾	-1.48238E-12	
臨界值：單尾	-1.645021571	

資料來源：本案自行製作

表 108 為路段 4 平均速度獨立樣本 t 檢定，比較系統開啟前後之平均速度，可知平均速度由 10.235km/h 提升至 10.773km/h，透過獨立樣本 t 檢定，可知在 95%之信心水準下，平均速度顯著提升 5.3%。

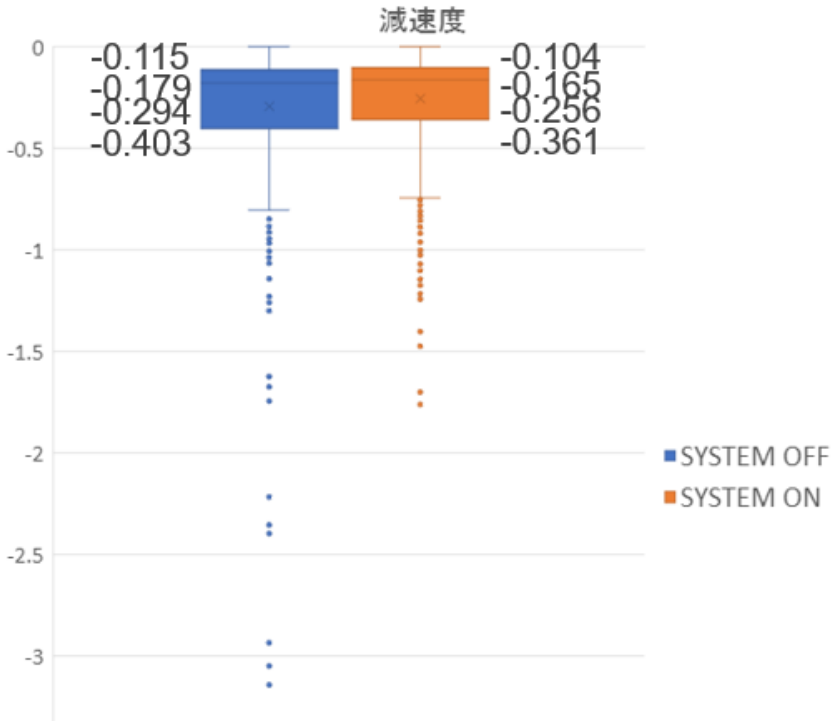
(五) 行人穿越人行道告警(自駕車區域 B)

自駕車車上偵測設備安裝之雷達僅能偵測 30 公尺內之物體，當行人進入自駕車偵測區域內，自駕車會以急減速方式剎車，使車內舒適度降低。領航北路為路寬 6 線道之道路，對步行速度較慢之行人，完全通過馬路較困難。透過本系統裝置，提前告知自駕車，使自駕車可緩慢減速，進而達成安全及舒適度等目的。本案觀察區域 B(路段 4)急減速次數是否在道路升級後減少，以確認是否能有效提升自駕車舒適度。如表 109，，急減速次數變化，系統關閉期間急減速次數為 143 次，系統開啟期間急減速次數為 95 次，降低約 33.6%。

表 109 路段 4 行人穿越人行道告警情境急減速次數統計

區域	加速度	智慧系統開啟狀態	次數	百分比
區域 B(路段 4)	急減速	SYSTEM OFF	143	-33.6%
		SYSTEM ON	95	

資料來源：本案自行製作



資料來源：本案自行製作

圖 143 路段 4 減速度盒鬚圖

圖 143 為路段 4 減速度分布，Q1 自-0.115m/s^2降至-0.104m/s^2，Q2 自-0.179m/s^2降至-0.165m/s^2，Q3 自-0.403m/s^2降至-0.361m/s^2。整體減速度分佈降低。

5.4 小結

(一)結論

本案智慧道路應用實證規劃與布建自駕車道路與一般易壅塞道路兩大類場域，分別建置於桃園市青埔(自駕車)與中壢(一般易壅塞)、台北市仰德大道(一般易壅塞)與內湖(一般易壅塞)共 4 個場域，分別布建號誌秒數資訊回傳、鄰向來車安全警示服務、前方道路通阻程度提醒、行人穿越提醒、追撞告警、內輪差告警、右側來車告警、左側來車告警、兩側來車告警、行人穿越人行道告警、道路車流分析等共 11 項應用情境，分別具有智慧道路應用服務等級 2~4 級。

經過本案團隊實際場域驗證後，智慧道路應用服務有助於提升用路人的舒適度與行駛效率：

(1) 舒適度：在號誌秒數資訊回傳與行人穿越人行道告警之應用服務上有效降低急加速、急減速次數 18.9% ~ 42.1%。
(2) 行駛效率：在道路通阻程度提醒與號誌秒數資訊回傳之應用服務上有效提升平均速度 5.3% ~ 5.6%。

(二)建議

經過本案智慧道路應用實證後，值得注意的是智慧道路對於車輛運行之助益，獲得初步舒適度與行駛效率提升之效果，故建議後續可再增加場域範圍或擴充更多情境，進一步研究。

第六章 智慧道路發展大數據資訊管理

綜合各國對智慧道路的概念，本先期研究定義：「智慧道路是以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的，並透過對道路資料的收集、分析、發布、協作，實現提供“用路人”智慧化服務為目的之新世代道路」。智慧道路以道路為主體蒐集道路數據體系之道路幾何拓樸、設施資料、分析資訊、路側及車側感測資訊，發展各種智慧化之應用服務，並服務全體道路用路人，直至全面服務自動駕駛為終極目標。

資料標準建立與資料平臺發展為交通部大數據管理的核心理念，本團隊規劃分析國外智慧道路大數據資訊管理發展趨勢，提出擴大數據服務之建議。

6.1 智慧道路大數據資訊管理發展現況

歐洲電信協會提出 ETSI TR 102 863 之區域動態地圖(Local Dynamic Map, LDM)已受到國際間廣泛之採用(如 ISO、日本 SIP-adus 計畫)，LDM 以輔助協同式智慧運輸系統為目的，資料蒐集範疇涵蓋地圖數據(Map Data)、感測器數據(Sensor Data)、車聯網訊息(V2X messages) ，為系統性分析未來大數據管理如何支援智慧道路，以 LDM 架構為基礎，回顧智慧道路大數據之資訊管理方法，並盤點智慧道路大數據流通格式，以為後續擬定發展策略之據。

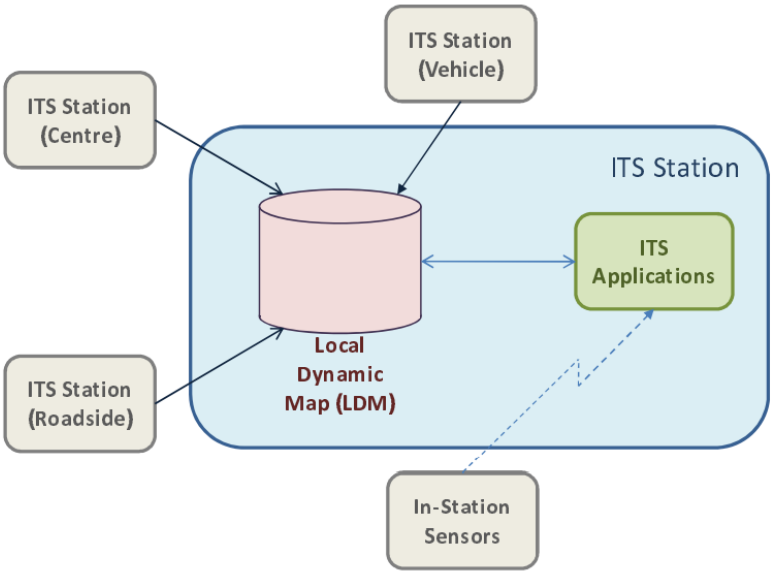
6.1.1 LDM ETSI TR 102 863 技術報告

協同式智慧運輸系統(Cooperative Intelligent Transport Systems, C-ITS)係指透過車輛與運輸基礎設施間的可靠通訊，用路人及決策中心能獲取道路安全及交通管理的相關資訊。在歐洲電信標準協會(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)針對發表之規範中，對應於數據管理的核心概念即為 LDM，換言之，ETSI TR 102 863 技術報告中的 LDM 已成為國際間智慧道路車路協同之數據管理廣泛採用之概念。其管理方法分述如下：

(一) LDM 之概念

LDM 是個位於 ITS 站(ITS Station)內的概念性的資料庫，用於儲存能確保成功運行該 ITS 站重要資訊，如圖 144，資料可能來自於車輛、路側設備、交控中心或是該 ITS 站本身之感測器。整體而言 LDM 涵蓋所有能影響交通流的資訊，但 ITS station 不需將所有

資訊都存於其中，例如靜態之路網資料除了導航應用外，並非所有 ITS 應用都需要。



資料來源：ETSI

圖 144 LDM 與 ITS 站之關係

(二) LDM 之架構

LDM 將道路大數據依照動態程度分為靜態層(permanent static data)、半靜態層(transient static data)、半動態層(transient dynamic data)。

表 110 歐洲電信標準協會 LDM 分級

LDM 分級	資料內容
Type 1：靜態資料	包括道路地形、道路屬性(如:速限和功能性道路等級)和 POI
Type 2：半靜態資料	包括路邊基礎設施，如:門架位置與交通標誌位置
Type 3：半動態資料	道路工程資訊(如:位置，車道寬度，速度限制和事故)。**主要影響為交通效率**
Type 4：動態資料	路側設備等 ITS 站的資訊，如:車輛和動態交通標誌，主要影響交通安全及交通效率。

資料來源：本案自行製作、歐洲電信標準協會

(1) 靜態層(permanent static data)

表 111 ETSI TR 102 863 靜態層資料範例

區域道路拓撲 Local road topography	
細緻至車道之區域道路拓撲 Lane precise local road Topography	
永久不變之興趣點(POI)，包含停車場 Position of permanent local point of interest (POI) and services including public car parks	名稱 Name
	類型 Type
	位置資訊 Location information
	停車位數 Total Number of Parking Spaces
收費點 Position of local toll collection points	名稱 Name
	位置資訊 Location information
	方向 Direction
速限 Statutory speed limit descriptor	位置資訊 Location information
	方向 Direction
	速度 Speed

資料來源：ETSI TR 102 863

(2) 半靜態層(transient static data)

表 112 ETSI TR 102 863 半靜態層資料範例

交通號誌與交通標誌 Traffic signals and traffic signs	號誌與標誌位置資訊 Location information of signals and signs
預載地圖上未有之標誌位置和含意 Position and meaning of new signs not in the pre-loaded map data.	號誌與標誌位置資訊 Location information of signals and signs
	類型 Type
	標誌參數 Sign parameters
新增 POI，含停車場 Position of new points of interest (POI) and services including public car parks	名稱 Name
	類型 Type
	位置資訊 Location information
	停車位數 Total Number of Parking Spaces
收費點 Toll charge for each collection point	

資料來源：ETSI TR 102 863

(3) 半動態層(transient dynamic data)

表 113 ETSI TR 102 863 半動態層資料範例

道路維修區域之位置與長寬高	位置資訊 Location information

Location and dimensions of road works	影響方向 Direction affected
	速限 Speed Limitations
暫時速限 Temporary speed limit descriptor	位置資訊 Location information
	方向 Direction
	速度 Speed
當前號誌狀態 Current status of traffic signals	主車輛當前號誌時制 Phase currently facing host vehicle
危險區之位置與長寬高，包含停止車輛、天氣資訊 Location and dimensions of hazard (including stationary vehicle and weather conditions)	危險區之位置資訊 Location information of Hazard
	危險發生之車道識別碼 identity of Lane affected
	危險類型 Hazard Type
	危險告警傳播距離 Propagation Range of Hazard Report
	危險告警傳播方向 Propagation Direction of Hazard Report
	當前狀態，如發生中或已排除 Current Status of Hazard (active, cleared...)
調撥車道 Temporary changes in lane or road direction restrictions	車道識別碼 Lane identifier
	限制類型 Restriction Type
	車流方向 Direction of traffic flow
	速限 Speed limitation
	位置資訊 Location information
續進號誌設計速度 Designed progression speed through linked traffic signals.	續進號誌位置資訊 Location information of linked signals
	車流方向 Direction of traffic flow
	續進速度 Progression speed
臨時之 POI，含公立停車場 Position of temporary points of interest (including public car parks)	名稱 Name
	類型 Type
	位置資訊 Location information
	停車位數 Total Number of Parking Spaces
停車場狀態 Current status of all permanent and temporary local parking facilities	開放資訊 Open/Closed status
	總車位數/幾分滿 Number of free spaces/percentage full
預載地圖上未有之標誌位置和含	號誌與標誌位置資訊 Location information of signals and signs

意 Position and meaning of temporary signs not in the preloaded map data.	類型 Type
	標誌參數 Sign parameters

資料來源：ETSI TR 102 863

(4) 動態層(Highly dynamic data)

表 114 ETSI TR 102 863 動態層資料範例

主 ITS 站周圍所有 ITS 站當前速度、位置、方向 Current speed, position, and direction of all ITS Stations within range of the host	去識別化代號 Pseudonym
	車輛類型 Vehicle Type
	當前狀態 Current status
	速度 Speed
	方向 Direction
	位置資訊 Location information
	占據車道 Lane occupied

資料來源：ETSI TR 102 863

(三) LDM 內部架構設計建議

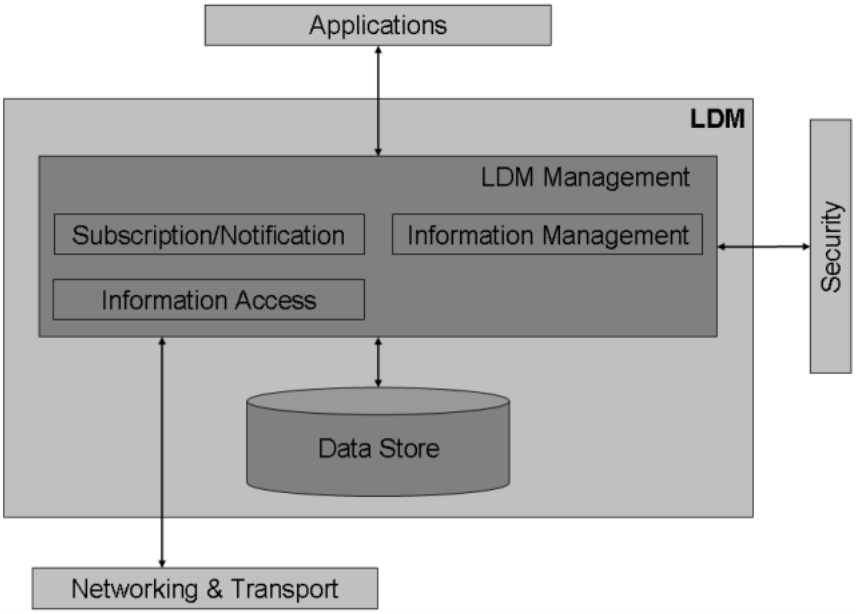
LDM 之內部架構設計建議如圖 145。其功能包含：

(1) 訂閱與通知(Subscription/Notification)：
- 處理應用端訂閱或停止訂閱之請求。
- 提供過濾(Filter)功能，使應用端可針對過濾後的特定資訊訂閱。
- 當設定之事件發生時通知應用端。
- 提供應用端叫用(Request)之資訊。

(2) 資訊管理(Information Management)：
- 從 CAM、DENM、TPEG 接收資訊。
- 儲存、驗證資訊於 LDM 資料倉儲(LDM data store)
- 處理 LDM 之日常維運，如清除錯誤或過時資料。
- 處理應用端設置之要求，例如重要程度之設置，應用端可設置於幾公里外之資訊為不重要資訊。

(3) 資訊取得(Information Access)
- 接收應用端叫用(Request)。
- 解碼和根據類別、地點、頻率、優先順序過濾資訊之叫用
- 確保遵守安全限制
- 從 LDM 資料倉儲(LDM data store)取得資訊

- 傳遞資訊給叫用之應用端。



資料來源：ETSI TR 102 863

圖 145 LDM 資料庫架構

(四) C-ITS 應用與 LDM

為進一步說明 LDM，歐洲電信標準協會(ETSI)運用 Use Case 說明 LDM，茲摘要如下：

表 115 C-ITS 應用與 LDM

項次	C-ITS 應用	靜態層	半靜態層	半動態層	動態層
1.	緊急車輛優先通過警示				緊急車輛之當前速度、位置、方向
2.	慢車警示				慢車之當前速度、位置、方向
3.	轉彎車碰撞風險警示				轉彎車之當前速度、位置、方向
4.	車輛匯入主線車道警示				匯入車之當前速度、位置、方向
5.	協同式車輛匯入車道輔助	車道等級之道路幾何		變換車道與道路方向限制	周圍車之當前速度、位置、方向與識別碼

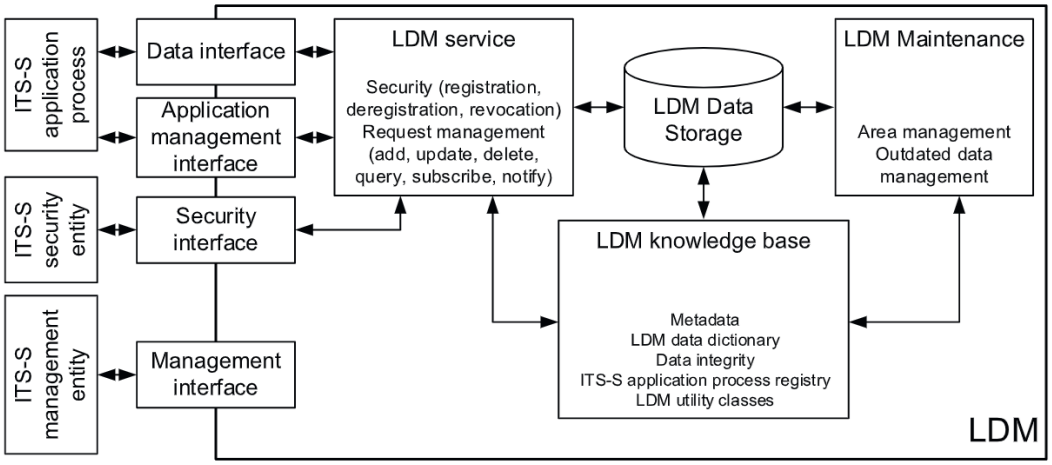
項次	C-ITS 應用	靜態層	半靜態層	半動態層	動態層
6.	交叉撞風險警示	車道等級之道路幾何		變換車道與道路方向限制	周圍車之當前速度、位置、方向與識別碼
7.	危險跟車警示				周圍車之當前速度、位置、方向與識別碼
8.	變換車道提醒	車道等級之道路幾何			周圍車之當前速度、位置、方向與識別碼
9.	緊急煞車警示				周圍車之當前速度、位置、方向與識別碼
10.	逆向行駛警示			變換車道與道路方向限制	
11.	車輛事故或故障警示			靜止車輛之當前速度、位置、方向	
12.	交通壅塞警示			交通壅塞周圍車之當前速度、位置、方向	
13.	車輛違反號誌警示	道路幾何		號誌時制	
14.	道路施工警示			道路施工之位置、範圍、速限	
15.	危險區警示			危險區之位置、範圍	
16.	降雨警示			危險區之位置、範圍	
17.	道路抓地力警示			危險區之位置、範圍	
18.	能見度警示			危險區之位置、範圍	
19.	風力警示			危險區之位置、範圍	
20.	弱勢用路人警示	道路幾何			弱勢用路人之當前速度、位置、方向

項次	C-ITS 應用	靜態層	半靜態層	半動態層	動態層
21.	碰撞風險警示				當前速度/周圍車之當前速度、位置、方向
22.	協同式調整車燈亮度				當前速度/周圍車之當前速度、位置、方向
23.	道路速度限制通知			道路速度限制指示	
24.	彎道碰撞風險警示	道路幾何			
25.	即時號誌資訊發布	道路幾何	號誌位置、號誌燈號編號、號誌時相等	號誌當前狀態與距離下階段之號誌時間	

資料來源：ETSI TR102 863

6.1.2 ISO 18750

ISO 18750 標準為區域動態地圖(LDM)提供了完整架構(請參考圖 146)，各項功能說明如下表。



資料來源：ISO 18750

圖 146 ISO 18750 提出之 LDM 架構

表 116 C-ITS 應用與 LDM

項次	LDM 功能架構	說明
1	LDM 資料儲存 (LDM Data Storage)	➢ 儲存 LDM 資料物件(LDM Data Object, LDM-DO)，包含：LDM-DO 類型、真實物件之位置有效性、真實物件之時間有效性、LDM-DO 中的資訊產生時間、預計刪除時間 ➢ 儲存 LDM 資料物件屬性(LDM-DO Attritubes) ➢ 儲存 LDM 維運參數(LDM Maintence Parameters)，包含 ITS-S 應用識別碼、資料被記錄於資料庫的時間、刪除時間、是否保密
2	LDM 服務 (LDM Service)	➢ 管理註冊，註銷存取請求和撤銷申請 ➢ 存取請求中的安全檢查 ➢ 管理 ITS-S 應用程序進程的存取請求(新增、更新、刪除、訂閱、查詢、通知)
3	LDM 維運 (LDM Maintence)	➢ 更新 LDM 維運範圍 ➢ 刪除 LDM 資料
4	LDM 知識庫 (LDM Knowledge Base)	➢ 儲存詮釋資料 ➢ 組成資料典
5	LDM 介接 (Interfaces)	➢ 新增、更新與刪除存取；篩選資料；訂閱、訂閱期間之通知 ➢ ITS-S 之註冊、註銷；驗證 ITS-S 之註冊狀態
6	LDM 管理 (LDM Management)	➢ 在 ITS-S 管理功能中註冊 LDM

資料來源：ISO 18750/本計畫彙整

6.1.3 日本 SIP-adus 計畫

日本政府為提升自動駕駛相關技術，及期望運用自動駕駛系統來支援駕駛者降低事故與遠離危險，以達成日本設定 2018 年 24 小時內事故死亡人數低於 2,400 人之目標，於 2014 年藉由成立 SIP-adus 自動駕駛系統計畫(Cross-Ministerial Strategic Innovation Promotion Program Innovation of Automated Driving for Universal Services, SIP-adus)。其數據管理亦採用 LDM 之架構，並進一步提出更新頻率建議如下：

- 靜態層：道路、車道、3D 建物，更新頻率小於 1 個月。
- 半靜態層：交通規則、道路施工、天氣，更新頻率小於 1 小時。
- 半動態層：事故、道路壅塞、詳細天氣資訊、更新頻率小於 1 分鐘。
- 動態層：如車輛移動軌跡、行人狀態、號誌等，更新頻率小於 1 秒鐘。

綜合上述，LDM 靜態層與半靜態層為高精地圖之範疇，半動態層為交通領域常稱之動態/即時資訊(如 TDX 之即時路況資訊)，動態層則為車聯網 V2X 之資料交換，可直接於路側進行資料交換已收即時之效，不需透過開放資料平臺進行流通。

從資料內容中可得知，部分智慧道路應用服務，需要車道識別以利半動態(如調撥車道、危險區)、動態之資訊發布，現階段 2D 道路導航地圖比例尺約 1/2000~1/3000，建議提升現有道路幾何拓樸進階至車道等級，比例尺需優於 1/500 以利分辨各車道，同步延伸現有 LinkID 至車道 ID(LaneID)，甚至有高程差辨識高架路段，各道路號誌與設施位置坐標可明確識別。

6.1.4 資訊流通格式回顧

本先期研究透過區域動態地圖(Local Dynamic Map，LDM)之靜態、半靜態、半動態、動態等四層架構，對國內外智慧道路大數據流通格式進行盤點，為期台灣智慧道路大數據與國際標準接軌並符合台灣使用習慣，以過去經過台灣政府、協會在地化之國際資料標準為主要資料蒐集方向。蒐集之資料格式如表 117。

表 117 智慧道路大數據流通格式盤點表

項次	資料格式	引用之國外標準	資料供應方式	靜態	半靜態	半動態	動態
				道路幾何拓樸	交通設施資料	內部業務通報資料、外部服務資料	路側、車側偵測設備感測資料
1	高精地圖圖資內容及格式標準	OpenDrive	由雲(DTM/HD MAP 圖資供應平臺)供廠商資料申請，再由廠商進行格式轉換以提供給設備(自駕車)	有	有	無	無

項次	資料格式	引用之國外標準	資料供應方式	靜態	半靜態	半動態	動態
				道路幾何拓樸	交通設施資料	內部業務通報資料、外部服務資料	路、車側偵測設備感測資料
2	自駕車用輔助與事件資料標準(制定中)	無	目前預計整合雲(交通部即時路況與停車資訊流通平臺、縣市之道路交通事件資料、內政部營建署市區道路管線挖掘工程資訊平臺、NCDR CAP-TWP)提供資料以訂定格式標準，再提供給設備(自駕車)。	無	無	有	無
3	道路交通事件資料標準(草案)	無	由雲(交通部即時路況與停車資訊流通平臺、縣市之道路交通事件資料、內政部營建署市區道路管線挖掘工程資訊平臺)提供統一之資料格式，提供相關單位(廠商)接收及應用。	無	無	有	無
4	RDS-TMC、TMC XML 資料傳輸規格標準	TISA ISO-14819 標準	由雲(全國路況資訊中心)轉譯成 RDS-TMC 、TMC XML 所能接受之編碼格式，透過 FM 廣播方式、網路介接提供給用路人。	無	無	有	無
5	TPEG XML 資料傳輸規格標準	TISA TPEG 標準	由雲(即時路況與停車資訊流通平臺、中央氣象局及台灣中油)制定 XML 格式，以備透過網路介接的方式供廠商下載，再透過相關設備(如導航)提供給用路人使用。	無	無	有	無

項次	資料格式	引用之國外標準	資料供應方式	靜態	半靜態	半動態	動態
				道路幾何拓樸	交通設施資料	內部業務通報資料、外部服務資料	路側、車側偵測設備感測資料
6	電腦視覺萃取道路資料商用格式	無	由雲提供至設備 (目前國內尚無統一資料格式標準。以國外為例，Mobileye 透過群眾外包模式蒐集資料，並建置全球雲端地圖資料庫「路書」(Roadbook)，供廠商(車廠)進行加值應用。)	無	有	有	無
7	號誌控制器與車聯網路側設施間資通訊標準	SAE J2735	由設備(車聯網路側設備)提供至設備(車聯網車載設備)	有	有	有	有

資料來源：本案自行製作

(一) 高精地圖圖資內容及格式標準(基於 OpenDrive)

在自駕車所需之區域動態地圖架構中，如先前說明可分為四種圖層。其中，最被重視的就是最底層的靜態圖資—高精地圖(High Definition Maps，簡稱 HD Maps)。高精地圖是一種專門為無人駕駛服務的地圖，與傳統導航地圖不同的是，除了能提供的道路(Road)層級的導航資訊外，還能夠提供車道(Lane)層級的導航資訊。高精地圖具有極高的道路位置精度(平面小於 20 公分，3D 小於 30 公分)，且對圖資之豐富度、識別性及正確性皆具有極高要求，方可提供自動駕駛技術運作之可靠穩健的環境先驗資訊，輔助車載電腦進行駕駛決策。

目前內政部已選定 Association for Standardization of Automation and Measuring Systems (ASAM)所維護之 OpenDRIVE 為我國自駕車高精地圖圖資標準內容與格式，奠定我國自駕車高精

地圖資料流通機制之共同基礎，提昇資料品質及一致性，滿足自駕車之定位及導航規劃所需。未來亦可進一步開放讓相關業者將其轉換為 NDS(Navigation Data Standard)、DMP 等其他格式，以提供給多元的自駕車客戶使用。

ASAM OpenDRIVE 描述了自動駕駛所需的靜態道路交通網絡，採用了 XML 對外開放文件格式，以促進不同駕駛模擬器之間的數據交換。其主要是對道路的幾何形狀與可影響路網邏輯的相關特徵進行描述，其中涵蓋了道路、車道、交叉路口、交通號誌、標誌標線、道路設施等內容，但並不包含動態內容。

為正確描述現象位置之空間關係，所有自駕車高精地圖需要指定其坐標參考系統。而 OpenDRIVE 具有軌跡坐標系統(Track System)及慣性坐標系統(Inertial Coordinates System)。其中，慣性坐標系統可以指定坐標參考系統，例如 TWD97 與 WGS84 坐標系統，以提供 3D 坐標之空間參考。其 OpenDRIVE 資料流通格式詳附錄所示。

(二) 自駕車用輔助與事件資料標準(制定中)

輔助及事件資訊屬 LDM 第三層之半動態圖層，過往針對半動態資訊之供應 TDX 已有豐碩成果，亦擬定「即時路況資料標準」、「停車資料標準」相關標準。近期內政部除「高精地圖圖資內容及格式標準」外，亦委託成大高精地圖中心針對自駕車所需之交通相關輔助與事件資訊研擬標準(名稱暫定為「自駕車用輔助與事件資料標準」)。初步架構為整合現有的半動態資訊包含「交通部即時路況與停車資訊流通平臺」、「縣市之道路交通事件資料」、「內政部營建署市區道路管線挖掘工程資訊平臺」、「NCDR CAP-TWP」(架構請參考)，並訂定自駕車機械可讀之格式標準。

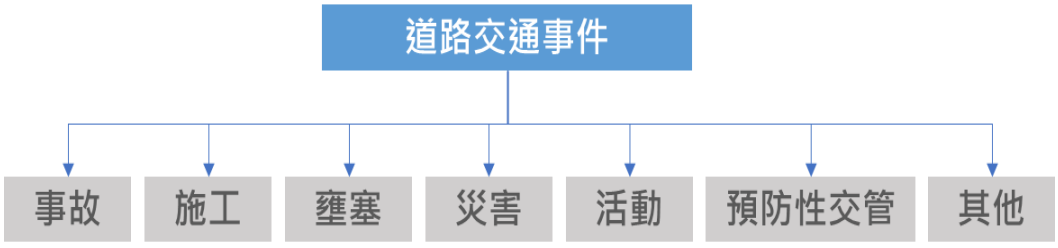
草擬之事件資訊標準與 TISA 標準、交通部現行標準無明顯差異，所要求之即時性(每分鐘)、空間精度(路段)亦相符，亦規劃直接介接 TDX 原服務；而針對縣市之道路交通事件資料、內政部營建署市區道路管線挖掘工程資訊平臺、NCDR CAP-TWP 則需轉換格式重新發布。

資料來源：成大高精地圖中心

圖 147 輔助與事件資料標準之架構

(三) 道路交通事件資料標準(草案)

為促進中央及地方政府各類交通事件管理單位所發布之道路交通事件資料格式統一，以提高資料建置、流通及共享能力，並期未來相關單位（含民間加值廠商）得以統一格式接收與促進其應用發展，爰此，制定「道路交通事件資料標準」。該標準涵蓋為道路交通事件，會影響道路通阻或導致道路服務水準降低皆屬之，其資料內容係由中央及地方政府各類交通事件管理單位所提供，標準中所涵蓋之事件類別包括：事故、施工、壅塞、預防性交管、災害、活動、其他共七大類。其事件類別主要係參考交通部運輸研究所「交通服務 e 網通」系統之事件分類、警察廣播電台事件、RDS-TMC 標準(ISO 14819)之事件對照表(Event Table，ISO 14819-2)，從中擷取適合我國適用之事件種類予以保留外，亦同時參考其他相關機關實務需求後新增，其資料內容詳如附錄所示。



資料來源：交通部

圖 148 道路交通事件分類

(四) RDS-TMC、TMC XML 資料傳輸規格標準(基於 TISA ISO-14819)

「RDS-TMC 資料傳輸規格標準」由財團法人資訊工業策進會、智慧網通研究所與車載資通訊平臺與推動中心於 102 年 11 月發布，旨在制定 RDS-TMC 傳輸之標準，以備透過 FM 廣播的方式將交通資訊提供給用路人使用。其中，TMC (Traffic Message Channel)是由 TISA (Traveler Information Services Association)組織所訂定之交通資訊傳輸規格，並經由 ISO 認證之標準，其詳細內容可參考 ISO 14819-1 以及 ISO 14819-2 兩份文件；RDS (Radio Data System) 則是一種傳輸小量資訊的協定標準，常利用 FM 調頻來廣播資訊，凡利用 FM-RDS 來廣播符合 TMC 規格的交通資訊，即稱為 RDS-TMC 技術。

RDS-TMC 每一個交通事件都是由一個 Event Id 及一個 Location Id 所組成。TMC Event Table 依事件之性質特徵共規範 39 大類共 1,520 種事件，基本上區分為事故、事件、管制、天氣及預測等。路段編碼則參閱交通部運輸研究所制定之 Location Table。

「TMC 資料傳輸之 XML 規格標準」由財團法人資訊工業策進會於 102 年 11 月發布，旨在制定符合 TMC 標準之 XML 格式，相較於 RDS-TMC 透過 FM 廣播方式傳遞交通資訊，其透過網路介接的方式將交通資訊提供給用路人使用。XML (eXtensible Markup Language)是多年發展已成熟之一種標記語言，可自訂標籤並以最簡潔的方式傳遞或儲存資訊，唯 TISA 並未制定 TMC 之 XML 版本，為使一般業者或加值廠商能有更多傳播 TMC 即時資訊之媒介，特訂定 TMC XML 標準，以 RDS-TMC 之 8A single-group 資訊內容作為標籤名稱，使相關單位得以 XML 統一格式發布及接收 TMC 資訊。

我國交通事件資訊統由交通部運輸研究所匯整，故本文件之 XML 標籤格式除配合 RDS-TMC 原定之標準，亦同時參考運研所之相關文件。 XML 是多年發展已成熟之一種標記式語言，可自訂合乎語意之標籤名稱(tag name) ，讓使用者能快速瞭解取得資料之意義與內容。

(五) TPEG XML 資料傳輸規格標準(基於 TISA TPEG 標準)

「TPEG 資料傳輸之 XML 規格標準」由財團法人資訊工業策

進會於 102 年 11 月發布，旨在以 XML 格式封裝 TPEG 之資料內容，以備透過網路介接的方式將交通事件、停車場、天氣以及燃油等之所有生活資訊提供給民眾使用。

TPEG (Transport Protocol Experts Group)是由 TISA (Traveler Information Services Association)組織所訂定之交通及旅行資訊傳輸標準，內容大部份已經由 ISO 認證成為 ISO 文件。TPEG 是由許多 application (應用類別)組成，在此針對我國國情之需求選擇相對應之應用類別來定義規格標準，每一個 TPEG Message 可分成 Message Management Container (MMC)、Application Event Container (AEC)以及 Location Reference Container (LRC)三部份。其中 MMC 描述此 Message 之標頭，包含版本、發布時間、優先權等資訊；AEC 則為 application 之實際內容，其所描述之內容包含事件之地點與時間等資訊，在此針對國人需求之生活資訊，選擇 TPEG 的其中四種 applications 來做規範標準，分別是停車場資訊(PKI)、交通事件資訊(TEC)、天氣資訊(WEA)以及油價資訊(FPI)。此外，在 AEC 裡有部份標籤之屬性與「時間」有關，TPEG 定義之時間型態包含：DateTime、TimeToolKit 以及 TimePoint，；而 LRC 則描述事件發生之地點。

(六) 電腦視覺萃取道路資料商用格式

近年來深度學習與電腦視覺(Computer Vision)逐漸成熟，與影像式感測器如路口攝影機、影像式先進駕駛輔助系統 ADAS 甚至無人機進行搭配，其除可蒐集傳統的交通特性資料外，可進一步蒐集到交通衝突資料、車輛轉向資料、特殊車種、車輛延滯，甚至濃霧、豪雨等道路天氣資訊，銜接智慧道路之相關分析與應用。國內亦有多家廠商投入路側、車側電腦視覺萃取道路資料之技術研發。但目前尚無統一之資料格式標準。

該技術之產業標竿廠商 Mobileye 利用全球已有 6 千 5 百萬輛台車安裝其先進駕駛輔助系統(ADAS)之優勢，透過群眾外包(Crowdsourcing)與電腦視覺萃取出道路資料，並成功發展資料服務(Data Services)之商業模式。Mobileye Data Services 主要分為道路資產、鋪面條件、動態交通三大類，屬 LDM Layer 2 半靜態資訊與 LDM Layer 3 半動態資訊，雖然其為車輛偵測發展之資料格式，但智慧道路服務亦可參考其資料服務格

式，詳附錄所示。

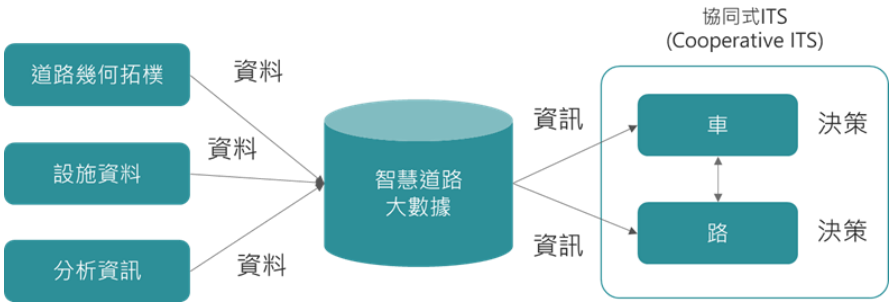
6.2 智慧道路大數據資訊管理方法及應用規劃

根據前述發展趨勢，在現有國內大數據平臺基礎上，規劃智慧道路大數據資訊管理方法及應用規劃。

6.2.1 智慧道路大數據之範疇與架構

(一) 智慧道路大數據之範疇

參考 ETSI TR 102 863，本計畫所稱「智慧道路大數據」其範疇(如圖 149)涵蓋道路幾何拓樸、設施資料、分析資訊(包含內部業務通報資料、外部服務資料、車側及路側感測資訊)，以輔助協同式智慧運輸系統(Cooperative ITS, C-ITS)為目的，希望藉由蒐集、融合、更新上述三類智慧道路大數據，繼而透過先進分析技術，轉化為有效資訊，即時輔助車、路雙方進行決策，改善彼此互動，提升車路的安全、效率與舒適性，並減少交通行為所帶來之環境衝擊。



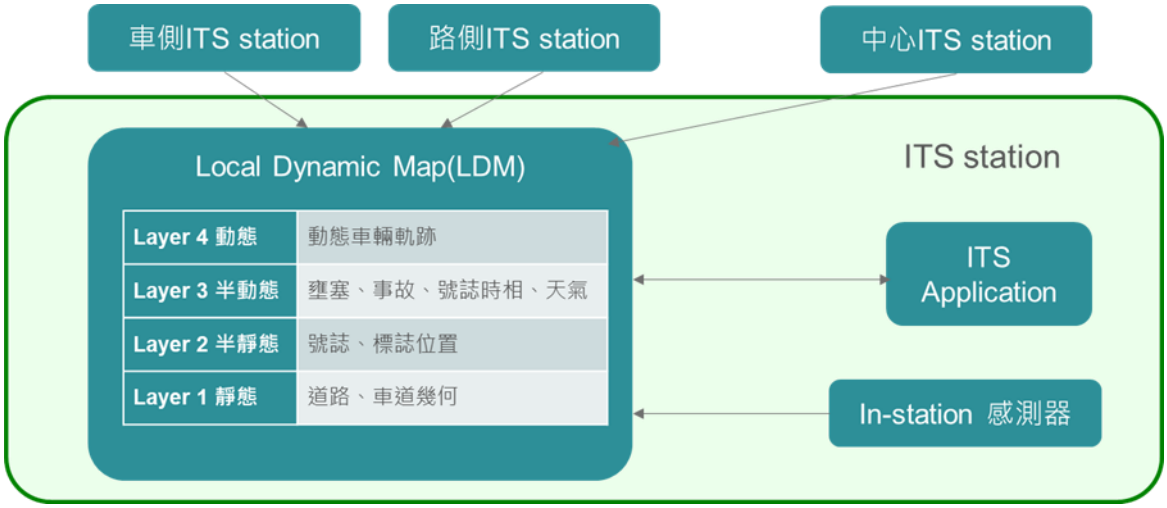
資料來源：本案自行製作

圖 149 智慧道路大數據之範疇

(二) 智慧道路大數據之架構

未來蒐集之智慧道路大數據資料將可提供至 LDM 架構進行對應至四個層級，其 LDM 依照資料的即時性可分為以下四個層級(如圖 150)。

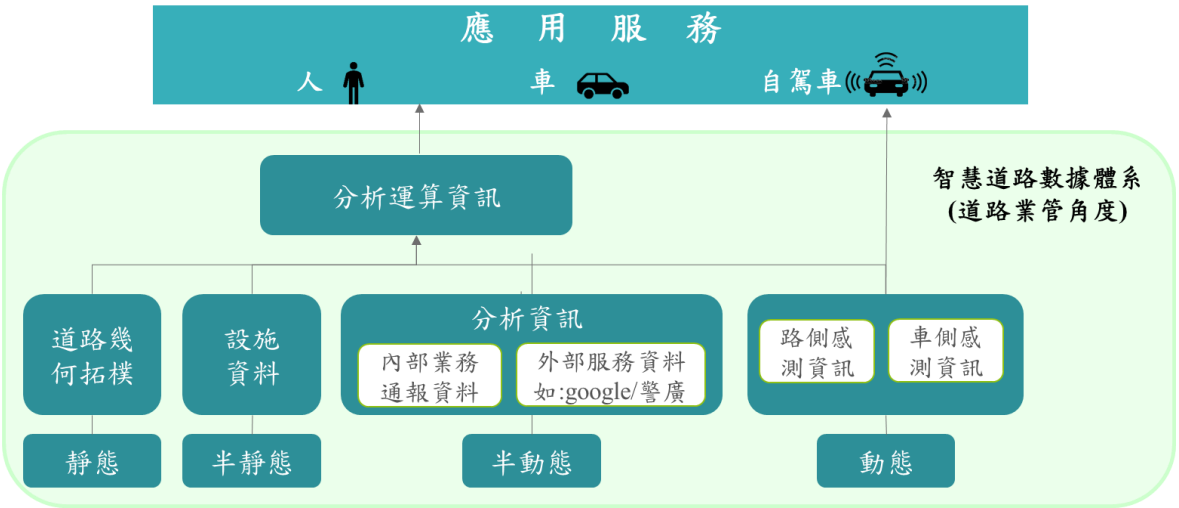
在 LDM 的架構下，第一層之靜態資訊與第二層之半靜態資訊即為高精地圖(HD Map)，內政部參考國際 OpenDrive 標準已訂有「高精地圖圖資內容及格式標準」，第四層之動態資訊即為車聯網等級之資料交換，交通部亦委託台灣車聯網產業協會(TTIA)參考 SAE J2735 訂定「號誌控制器與車聯網路側設施間資通訊標準」。



資料來源：ETSI

圖 150 LDM 架構圖

綜合上述智慧道路大數據之範疇及 LDM 架構圖，智慧道路數據體系由道路業管角度，可包含靜態之道路幾何拓樸、半靜態的設施資料(如號誌、標誌、設備位置)、半動態的分析資訊包含內部業務通報資料、外部服務資料(如主管機關主理且長期委外採購、配合之google/警廣資訊)，以及動態的路側、車側感測資訊等相關資料蒐集而來，透過先進分析運算技術，轉化為有效資訊，提供人、車、自駕之應用服務。釐清智慧道路整體數據體系後，下一小節再進一步建議需儲存於 TDX 平臺之資料。



資料來源：本案自行製作

圖 151 智慧道路大數據管理之發展與分析流程示意圖

6.2.2 TDX 平臺擴大數據服務建議

(一) 交通部大數據管理發展現況概述

為提升交通部整體運輸資訊服務與帶動產業發展創新加值應用服務，交通部自 105 年起積極推動開放資料(Open Data)，由標準訂定出發，已成功整合全台逾 900 項標準化交通大數據。並於 108 年起，以「運輸資料流通服務平臺(TDX)」單一窗口逐步整合五大交通領域資料服務平臺，包含公共運輸整合資訊流通服務平臺(PTX)、即時路況資訊流通服務平臺(Traffic)、交通資訊路段編碼(Link)、交通數據匯流平臺(TICP)、交通網路地理資訊倉儲系統(GIS-T)。此外，TDX 亦建立資料市集(Marketplace)供廠商上架 CVP、GVP 等資料。除平臺外，為利於不同資料來源單位之整合，交通部亦分年度建立國家級資料流通標準如即時路況資料標準(2.0)、交通資訊基礎路段編碼規範(1.0)、停車資料標準(1.0)。

在交通部 TDX 現有子平臺中，與智慧道路直接相關的包含即時路況資訊流通服務平臺 Traffic、地理資訊倉儲系統 GIS-T、交通資訊路段編碼 Link。其中交通資訊路段編碼 Link 與地理資訊倉儲系統 GIS-T 屬靜態與半靜態之資料，而即時路況資訊流通服務平臺 Traffic 中過往所稱「即時」與「動態」之交通資訊在智慧道路大數據之範疇中被歸類為「半動態」數據，而智慧道路大數據所稱「動態」數據指的是車聯網中，車路間高度動態、微觀之資料交換，較不適合透過開放資料平臺(如 TDX)流通，但政府可以協助訂定資料交換標準，讓產業自行發展技術，如交通部委託台灣車聯網產業協會(TTIA)制定「號誌控制器與車聯網路側設施間資通訊標準」。

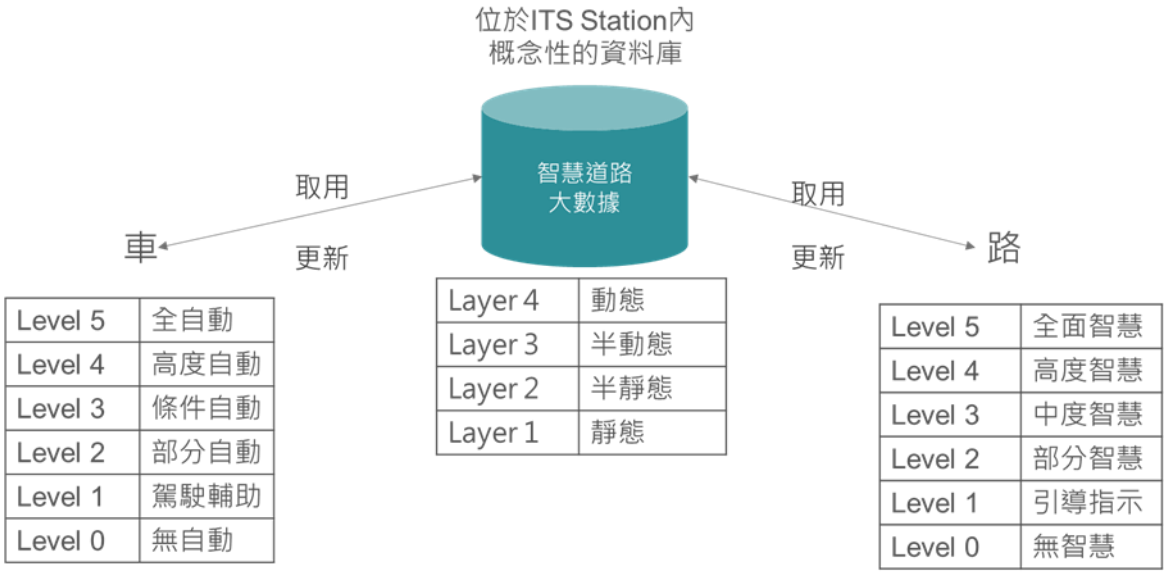
表 118 智慧道路數位資料於 TDX 流通評估表

分層	智慧道路資料來源	是否適合透過 TDX 流通	相關子平臺
動態	• 路側感測資訊 • 車側感測資訊	否(但可收錄歷史數據)	無
半動態	• 內部業務通報資料 • 外部服務資料	是	即時路況資訊流通服務平臺 Traffic
半靜態	設施資料	是	地理資訊倉儲系統 GIS-T
靜態	道路幾何拓樸	是	交通資訊路段編碼 Link

資料來源：本案自行製作

(二) TDX 於智慧道路數據發展之願景與角色

未來智慧道路之運行有賴車、路、雲之間的協作，而協作透過的就是數據的交換。如下圖所示，未來智慧道路大數據願景設定為為透過路端之固定式設備與車端之移動式設備，並藉由 GPU 之運算能力萃取出所需的大數據，並即時上傳雲端，持續更新與取用資料。TDX 可扮演平臺的角色提供一站式服務，一站式服務之資料來源可分為兩個部分，其一為納整交通部掌握之智慧道路數據，其二為透過資料市集讓產業能將其手中之資料上架。



資料來源：本案自行製作

圖 152 TDX 於智慧道路數據發展之願景與角色

(三) 智慧道路應用服務數位資料回傳 TDX 建議

除 ETSI TR 102 863 LDM 各層資料範例，收斂出適合我國智慧道路發展需優先納入蒐集之大數據，並以智慧道路 22 個應用服務案例進行其資料需求盤點及建議回傳 TDX 之資料，如表 119。

表 119 智慧道路應用案例資料需求盤點彙整表

智慧化等級	應用案例名稱	資料項目	回傳 TDX 的資料建議		
			道路幾何拓樸、設施資料	分析資訊、路側及車側感測資訊	回傳頻率
L5	-	-	-	-	-

智慧化等級	應用案例名稱	資料項目	回傳 TDX 的資料建議		
			道路幾何拓樸、設施資料	分析資訊、路側及車側感測資訊	回傳頻率
L4	SR20 危險跟車警示	LinkID、偵測危險跟車之行為資訊、偵測危險跟車之 GPS 點位	LinkID、道路幾何、道路屬性、車道等級之道路幾何、號誌位置、車道方向等資料則仍須回傳 TDX。	因屬於高度動態之資料，需車與路直接互傳，不須經由 TDX，但 TDX 可收錄歷史資料，提供廠商分析，精進車聯網應用服務。	1.可回傳 TDX 之相關資料建議小於 1 分鐘 2.歷史資料建議回傳 TDX 之頻率可不必小於 1 秒鐘
	SR19 逆向行駛警示	LinkID、道路幾何、車道方向、偵測之逆向行駛車輛資訊、GPS 點位			
	SR17 車輛違反號誌警示	LinkID、號誌位置、路口即時時制/時相動態資訊、偵測車輛之 GPS 點位、方向			
	SR16 智慧號誌延長保護穿越斑馬線之行人	LinkID、道路幾何、號誌位置、路口即時時制/時相動態資訊、優先車輛 GPS 點位、偵測行人之當前速度、位置、方向資訊			
	SR15 行人穿越警示	LinkID、道路幾何、偵測行人、自行車或動物之當前速度、位置、方向資訊			
	SR14 車輛匯入主線車道警示	LinkID、車道等級之道路幾何、準碰撞資訊、匯入車之當前速度、GPS 點位及方向			
	SR13 轉彎車碰撞風險警示	LinkID、道路幾何、準碰撞資訊、偵測車輛車流軌跡、轉彎車之之當前速度、GPS 點位及方向			
	SR12 交叉撞風險警示	LinkID、準碰撞資訊、偵測當前車及周圍車之車輛車流軌跡、速度、GPS 點位及方向			

智慧化等級	應用案例名稱	資料項目	回傳 TDX 的資料建議		
			道路幾何拓樸、設施資料	分析資訊、路側及車側感測資訊	回傳頻率
	SR11 彎道碰撞風險警示	LinkID、道路幾何、交通事件資訊、準碰撞資訊、偵測車輛相關資訊(如車速、GPS 點位、方向)			
	SR08 禁行車輛警示及繞行通知	LinkID、道路屬性、偵測禁行車輛限制資訊(如禁行路段、時間)			
	SR07 即時號誌資訊發布	LinkID、號誌位置、各路口即時時制/時相動態資訊、車輛 GPS 點位、方向			
	SR05 緊急車輛優先號誌	LinkID、號誌位置、各路口即時時制/時相動態資訊、緊急車輛之資訊(如車速、GPS 點位、方向)			
L3	SR22 智慧化動態號誌控制	Link ID、號誌位置、路段平均旅行時間、路段平均旅行速度、壅塞級別、各路口即時時制/時相動態資訊、車輛 GPS 點位、方向	Link ID、用路人 CMS 資訊、車輛方向、壅塞地點、壅塞時間、號誌位置、超高限制之位置資訊、靜止車輛之位置、方向、車道、	路段平均旅行時間、路段平均旅行速度、壅塞級別、路口時段/時制/時相計畫、車輛 GPS 點位	小於 1 分鐘
	SR21 天候偵測警示	Link ID、用路人 CMS 資訊、環境危險區資訊(如濃霧、豪雨、災防警告資訊)、影響範圍、時間		環境危險區資訊(如濃霧、豪雨、災防警告資訊)、影響範圍、時間	

智慧化等級	應用案例名稱	資料項目	回傳 TDX 的資料建議		
			道路幾何拓樸、設施資料	分析資訊、路側及車側感測資訊	回傳頻率
	SR18 車輛高度超高警示	Link ID、超高限制之位置資訊、超高車輛 GPS 點位、當前車高度與寬度、當前車之位置、方向、速度	當前車所在道路速限之位置、方向	超高車輛 GPS 點位、當前車高度與寬度、當前車之位置、方向、速度	
	SR10 車輛事故或故障警示	Link ID、用路人 CMS、交通事件資訊種類、靜止車輛之位置、方向、車道		交通事件資訊種類、靜止車輛之位置、方向、車道	
	SR06 旅行時間資訊提供	Link ID、路況偵測資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、平均旅行時間、平均旅行速度		路況偵測資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、平均旅行時間、平均旅行速度	
	SR04 道路速度限制通知	Link ID、當前車所在道路速限之位置資訊、方向、當前車車速、路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI) 、平均旅行時間、平均旅行速度		當前車車速、路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI) 、平均旅行時間、平均旅行速度	
	SR03 替代路徑導引	Link ID、用路人 CMS、路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI) 、各車種之車流量、車道平均佔有率、路段平均旅行時間、平均車速		路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、各車種之車流量、車道平均佔有率、路段平均旅行時間、平均車速	

智慧化等級	應用案例名稱	資料項目	回傳 TDX 的資料建議		
			道路幾何拓樸、設施資料	分析資訊、路側及車側感測資訊	回傳頻率
	SR02 交通壅塞警示	Link ID、用路人 CMS、路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI) 壅塞級別、車道平均佔有率、路段平均旅行時間、平均車速		路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、壅塞級別、車道平均佔有率、路段平均旅行時間、平均車速	
L2	SR09 電子收費	收費站之位置資訊、E-tag 門架資料、Link ID、所有車種的旅行時間、各車種交通量、平均旅行時間、平均車速	收費站之位置資訊、E-tag 門架資料、Link ID、靜止車輛之位置、範圍、時間、車道	所有車種的旅行時間、各車種交通量、平均旅行時間、平均車速	小於 1 小時
	SR01 車輛事故或故障偵測	交通事件資料(包含事故、壅塞、施工、交通管制、天然災害、警告及活動) 、靜止車輛之位置、範圍、時間、車道		交通事件資料(包含事故、壅塞、施工、交通管制、天然災害、警告及活動)	
L1	-	-	Link ID、道路幾何、標誌、標線位置	-	小於 1 個月

資料來源：本案自行製作

6.3 小結

本節參考 ETSI TR 102 863，將智慧道路大數據定義為以輔助協同式智慧運輸系統(Cooperative ITS, C-ITS)為目的所需的道路幾何拓樸、設施資料、分析資訊，並以團隊彙整之 22 項智慧道路應用服務來解說 TDX 可擴充儲存之建議。本節亦以 LDM 四層架構回顧國內外相關資料流通格式，供 TDX 後續針對智慧道路大數據擬定資料標準時參酌。

在道路幾何拓樸資料方面，建議內政部可以路段編碼(LinkID)為基礎，延伸發展車道編碼(LaneID)，作為 LDM 數據(如危險資訊、車道調

撥資訊)建置之空間參考依據。

在設施資料方面，交通管制設施位置、接收設備名稱、發布資料、感知設備、感知資料、感知頻率等為智慧道路應用服務之重要資料，建議與內政部建置之靜態高精地圖資料接軌，完備半靜態之標線、標誌、號誌之位置與資訊。若技術成熟，可進一步半動態取得標線品質、鋪面狀況資料。另一方面，針對智慧道路應用服務需要的內容(如標線、標誌、號誌之位置與方向)進行探討，並向內政部提出適合 C-ITS 應用之地圖(如 ADAS 地圖)，以完備半靜態之之位置與資訊。

在分析資訊方面，鼓勵國內 ADAS/自駕車廠商發展加值資料服務抑或協助蒐集資料。國內廠商如蒐集可再加值使用之觀測資料，可於 TDX 資料市集上架，為自駕車產業創造額外收入。

以路側或車側等設施感測取得之動態資料，屬車與車、車與路間之微觀資料交換，如車輛、機車、自行車、行人、特殊車輛等軌跡，以訂定標準為主由產業自行發展(交通部已委託 TTIA 訂有「號誌控制器與車聯網路側設施間資通訊標準」)。

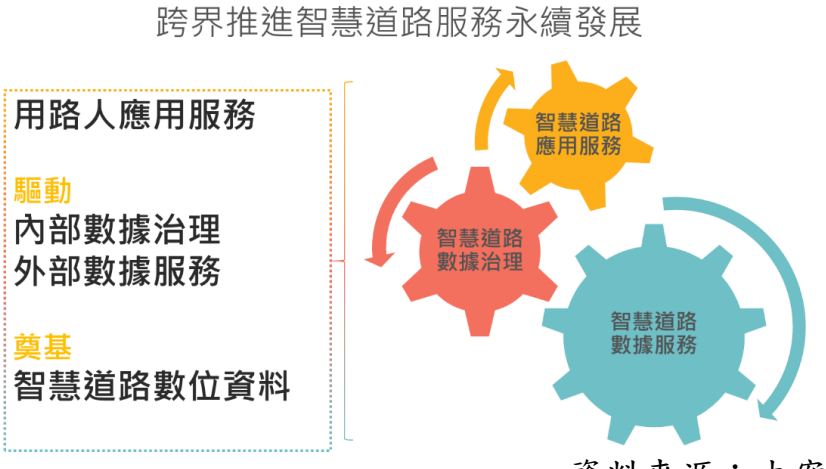
由於電腦視覺萃取道路資料之技術研發，目前尚無統一之資料格式標準，建議參考產業標竿廠商 Mobileye 之道路資產、鋪面條件、動態交通等資料流通格式。

第七章 我國智慧道路發展藍圖

智慧道路是以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的，透過對道路資料的蒐集、分析、發布、協作，提供用路人智慧化服務之新世代道路。

隨著全球對於道路安全以及壅塞等議題的重視，如何運用 5G、AI 深度學習、邊緣運算等技術提升道路新智慧，以及如何透過智慧道路應用服務協助車輛更安全行駛，進而發展數據經濟為交通科技產業創造新價值、提升智慧交通核心競爭力，成為交通數位基礎建設發展之重要任務。

展望智慧道路未來發展，透過應用服務逐步落實智慧道路功能，建立以人為本之智慧道路典範；同時以智慧道路數位資料為基石，驅動內部數據治理與外部數據服務之能量，完備智慧道路數據服務體系。進而建立跨領域、跨單位合作發展智慧道路之脈絡，實現跨界推進智慧道路服務永續發展之願景。



資料來源：本案自行製作

圖 153 我國智慧道路發展願景

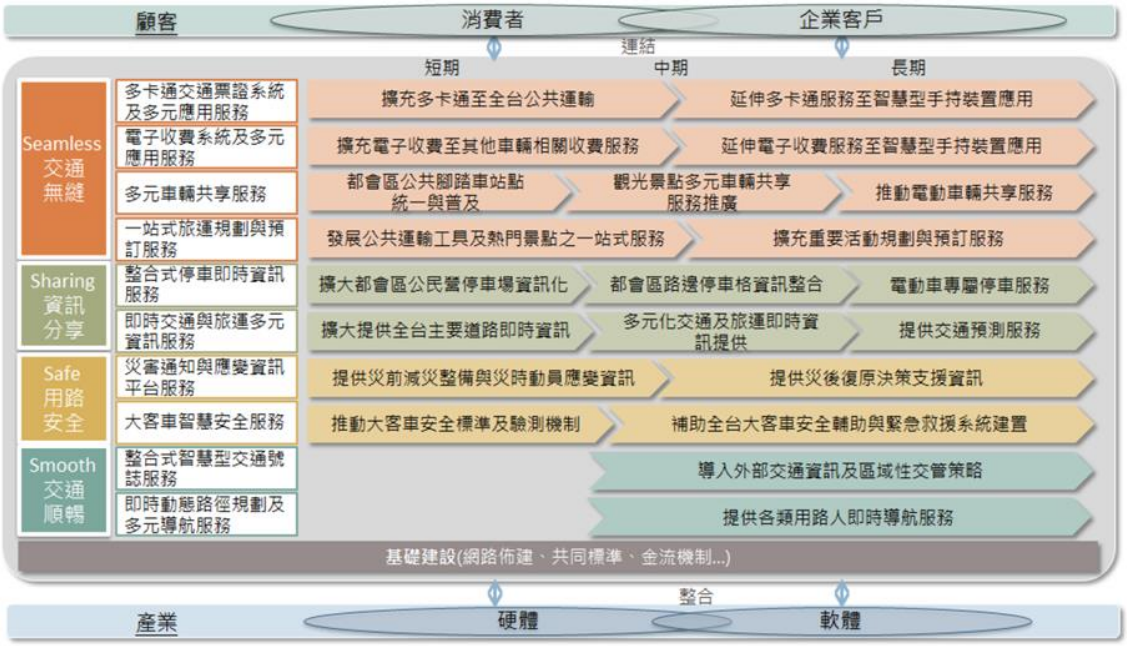
7.1 應用服務推動與規範

為透過應用服務逐步落實智慧道路功能，建立以人為本之智慧道路典範，建議實施以下四大重點工作：

7.1.1 優先發展關鍵應用

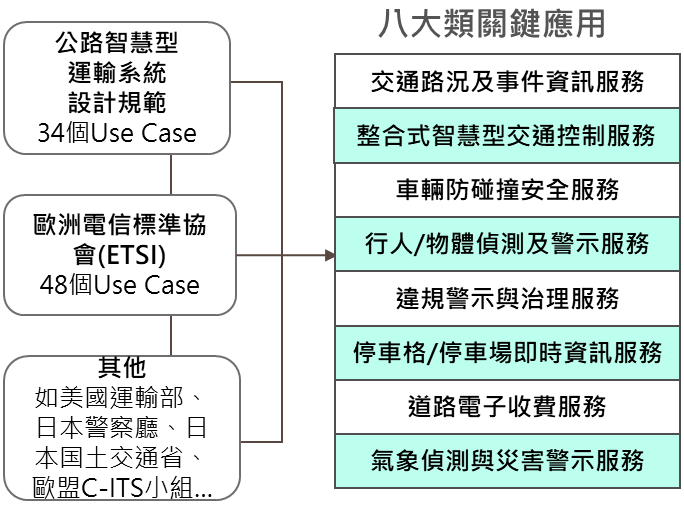
在智慧道路應用服務方面，本先期研究參考中華智慧運輸協會「台灣 ITS 十年發展藍圖」之十大應用服務(如圖 154)，再盤點「交通部公路智慧型運輸系統設計規範」、歐洲電信標準協會(ETSI)共 82 個 Use

Case，以及美國運輸部、歐盟 C-ITS 小組、日本警察廳、日本国土交通省等實務案例，歸納建議八大類智慧道路關鍵應用(如圖 155)。



資料來源：台灣 ITS 十年發展藍圖，中華智慧運輸協會

圖 154 ITS 十大應用服務時程規劃彙整圖



資料來源：本案自行製作

圖 155 我國智慧道路八大類關鍵應用

為建立以服務我國用路人之以人為本智慧道路典範，建議未來優先發展交通路況及事件資訊服務、整合式智慧型交通控制服務、車輛防碰撞安全服務、行人/物體偵測及警示服務、違規警示與治理服務、停車格/停車場即時資訊服務、道路電子收費服務、氣象偵測與災害警示服務等八大類關鍵應用，並建議從中篩選關鍵細項應用，俾利道路

主轉機關重點發展。其發展之關鍵課題，包括實體路網數位化、資產數位化、智慧道路資訊安全，則為後續推動應用探討、環境整備之優先工作。

7.1.2 應用服務規範制定及推動機制

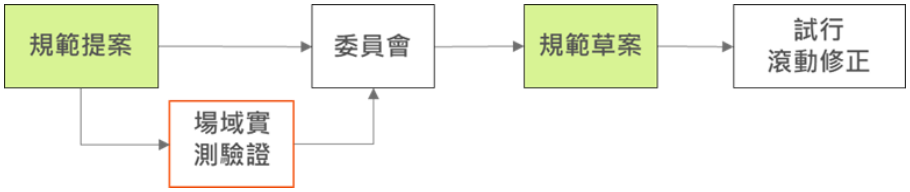
為實現 UTIS(Unified Traveler Information Service)之台灣智慧運輸島，提供 “用路人”各項智慧化服務，本研究參考鏈結國內外相關標準規範及應用案例，定義我國智慧道路應用服務分級原則， 以作為我國相關單位未來建置新道路及提升既有道路功能之重要依循。

- 建置新道路方面，未來公部門佈建道路，可依循智慧道路等級目標，發展智慧運輸服務。

- 提升既有道路方面：已佈建完成之道路，可檢測其智慧道路等級，提供後續優化指引。

由於不同智慧道路服務之設施佈建、功能與效能需求不同，因此推動智慧道路發展，可針對關鍵細項應用進一步研擬不同應用之規範提案，成為道路主管機關內部自我檢測提升智慧化之依據，以及自主布建檢測程序的參考。規範之制定，可參考國際組織如 ETSI、SAE、5GAA、Zenzic 等文獻，依據關鍵應用型態與技術要件研擬細部建議，如傳輸速度、更新頻率等。

在推動機制方面，多數部分智慧化、中度智慧化之服務，由於建置經驗豐富，可沿用現有規範，或因應技術等環境變化進行修正後研擬規範更新提案，送委員會審核後提出草案；而高度智慧化服務，若在技術/服務流程有討論之空間，則有必要透過場域實證，取得實證結果回饋後，進行修正規範提案，再送交委員會審查。實證場域預計選用智慧運輸系統發展建設計畫(簡稱 ITS 計畫)中之場域進行，如實證 5G 智慧交通應用之淡海新市鎮場域，或實證車輛防碰撞應用之機車安全場域，而交通部高公局/公路總局之道路相關發展計畫、運研所之智慧道路應用研究試驗計畫、各縣市政府、經濟部技術處等相關計畫之實施經驗，亦為未來未來智慧道路規範制定之取經標的。



資料來源：本案自行製作

圖 156 我國智慧道路應用服務規範推動機制

7.1.3 共創示範平臺

智慧道路之發展關鍵，在於提供用路人之資訊取得，未來建議建立共創示範平臺，提供智慧道路資訊揭露與溝通管道，服務智慧道路資訊使用者，以便於取得智慧道路等級等相關資訊，進而使用服務。舉例來說，自駕車的服務提供者，可以透過這個平臺，得知可以得到什麼樣的服務，服務等級為何，進而與自駕車系統整合，發展價值型應用。

共創示範平臺發展初期，以智慧運輸系統發展建設計畫中之場域為種子，逐步開放供道路主管機關登錄揭露，共同為用路人提供我國智慧道路資訊服務。

7.1.4 智慧道路應用服務檢測

為提供道路主管機關有建設指標或檢視現有道路服務等級，進而推動智慧道路應用服務等級之提昇，本先期研究設計智慧道路應用服務檢測機制與作業流程，提道路主管機關布建應用服務時可自行檢測或用以驗收參考，也可請第三方獨立單位協助檢測。

鑒於現階段多項中度智慧(Level 3)及高度智慧(Level 4)之智慧道路應用服務尚處於實證探索，或小規模實施階段，參考國際自駕車發展，透過操作適用範圍（Operational Design Domain, ODD）規劃 ODD 檢測機制，並於示範計畫之場域進行檢測試行，長期而言，檢測試行之結果可供道路主管機關運用，進而發展相關指引如檢測流程、宣告要件等...。

- **申請單位提出 ODD 設計**

  首先，仿照自駕車檢測模式，由道路場域的布建單位(申請檢測單位)自行提出操作適用範圍(Operational Design Domain, ODD)。

  申請單位一般為業務主管機關填寫申請表單，並配合檢測單位確認服務情境與進行檢測。

- **檢測單位分兩階段檢測**

  檢測單位建議未來可能是公部門自行驗收或其他第三方獨立單位執行，依據被申請單位(檢測單位)提出申請內容，進行實際場域廊道之智慧道路等級檢測。

- **第一階段檢測：基礎單元檢測智慧化服務等級**

檢測者可自由提出欲檢測的道路長度範圍,但需依據圖資切分若干「基礎單元」提供檢測者分別檢測其智慧化服務程度。

- **第二階段檢測：整體廊道研判智慧道路等級**

經過「智慧道路基礎單元」的個別檢測後，可初步得知應用服務於道路基礎單元的智慧化服務等級。但仍須研判此應用於完整廊道的智慧化等級，因此團隊規劃第二段階段，將依據布建的應用情境是否能滿足用路人於整體廊道的需求,來判斷整體廊道的智慧道路服務等級。

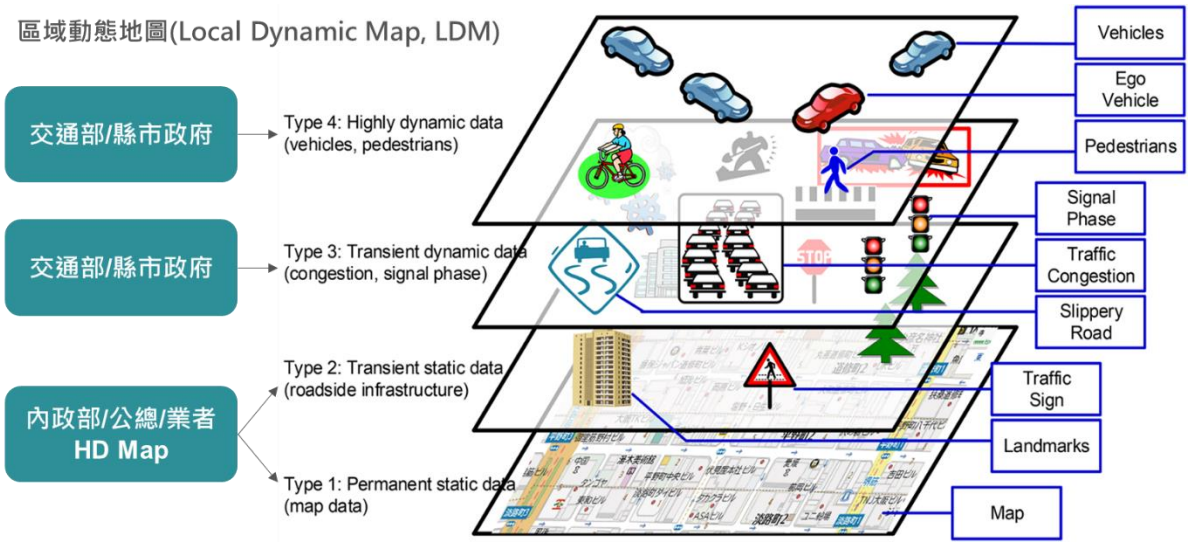
7.2 數據服務機制與平臺

5G、AI 深度學習與邊緣運算等技術，加速智慧道路蒐集、決策、協調及控制之發展，而數據則是數位時代的戰略資產，透過蒐集、儲存、管理道路數位化資產，促使高價值數據帶動創新應用與決策之發展。為建立智慧道路數據體系,促進交通部各級單位與內政部、地方縣市政府、業者、學界跨領域合作，共同朝向智慧道路應用服務常規化實施邁進，推動項目如下：

7.2.1 道路數位化基準與機制

推進智慧道路發展，必須以智慧道路數位資料為基石，包括道路基礎資訊以及智慧道路動態資訊兩大類。道路基礎資訊匯集道路之靜態、半靜態、半動態資訊，包括道路設計(標誌、標線、號誌)、道路管養施工資訊與活動交通管制資訊等；智慧道路動態資訊則蒐集即時道路的資訊與監控環境的狀態，再將此類資訊整合道路基礎資訊；而後匯入至雲端平臺上，透過智慧分析、決策與邊緣運算，以協助道路管理機關更有效率、更即時地執行內部數位業務治理，亦提供用路人最適、最新之相關交通資訊服務。

隨著道路智慧化應用之發展、道路設施之項目增加，數位資料之細膩度與複雜度也大幅提升，因此發展智慧道路，有必要制定數位基準，透過數位資料儲存表格，如交通管制設施(號誌、標誌、標線的位置及內容)、感知(感知設備、感知資料、感知頻率、通訊模式)、發布(發布設備、發布資料、發布頻率、通訊模式)，未來道路主管機關佈建道路服務，可盤點、儲存相關數位資料，並透過相關治理規範之制定，協助各單位資料無縫堆疊，合作實現道路全面數位化。



資料來源：ETSRA，本案自行整理

圖 157 智慧道路數據資料單位分工示意圖

為加速道路資產數位化發展，推動執行時建議搭配智慧運輸系統發展建設計畫(簡稱 ITS 計畫)，鼓勵試辦之智慧道路示範應用配合數位基準，建立數位資料儲存同時回饋經驗以建立相關治理規範，引導道路資產全面數位化。

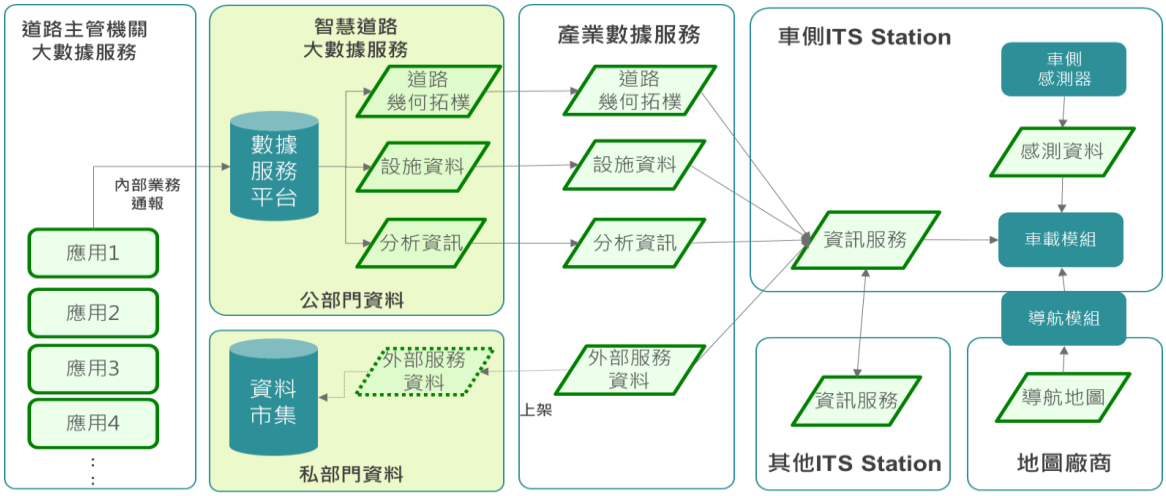
7.2.2 數據服務平臺

我國智慧道路以需求導向進行布局，長遠發展應進行整合多元資料整合，並且再將整合性的資訊發布給用路人，因此需探討發布的功能、格式、介面、傳輸方式之通用性，供有意發展智慧道路應用服務的廠商或道路主管機關有所依循。

因應此長期發展方向，短期先透過關鍵應用之數據服務內容研析，如相關之路側資訊、車側資訊、行動裝置資料資料格式，並以現有 TDX 為基礎擴充數據服務平台，開放交通部掌握之道路幾何拓樸、設施資料(半靜態)、分析資訊(半動態)，供各界加值應用，如圖 158。

在道路幾何拓樸資料方面，建議內政部可以路段編碼(LinkID)為基礎，延伸發展車道編碼(LaneID)，作為 LDM 數據(如危險資訊、車道調撥資訊)建置之空間參考依據。在設施資料方面，針對智慧道路應用服務需要的內容(如標線、標誌、號誌之位置與方向)進行探討，並向內政部提出 ADAS 地圖需求建議，以完備半靜態之之位置與資訊。

同時受交通部補助之路側感知設備(如智慧路口)，要求設施資料、分析資訊回傳交通部 TDX，或介接路側感測與車側感測之歷史資料提供後續加值應用，針對其回傳內容以及相關資料須符合上述功能、格式、介面、傳輸方式標準。



資料來源：本案自行製作

圖 158 TDX 智慧道路大數據之服務架構

本先期研究參考 ETSI 國際標準文件與交通部公路智慧型運輸系統規範，整理出與智慧道路相關之 22 項應用案例，除提供未來道路主管機關推動智慧道路應用服務之參考，也建議未來 TDX 服務可根據不同應用，收容相關道路幾何拓樸、設施資料、分析資訊，及感測資訊，詳細建議如表 120。

表 120 智慧道路應用服務數據之 TDX 儲存建議

智慧化等級	應用案例名稱	回傳 TDX 的資料建議	
		道路幾何拓樸、設施資料	分析資訊、路側及車側感測資訊
L5	-	-	-
L4	SR20 危險跟車警示	道路幾何拓樸(如 LinkID、道路幾何、道路屬性、車道方向)、設施資料(如交通管制設施位置、接收設備名稱、發布資料、感知設備、感知資料、感知頻率等)等資料則仍須回傳 TDX。	因屬於高度動態之資料，需車與路直接互傳，不須經由 TDX，但 TDX 可收錄歷史資料，提供廠商分析，精進車聯網應用服務。
	SR19 逆向行駛警示		
	SR17 車輛違反號誌警示		
	SR16 智慧號誌延長保護穿越斑馬線之行人		
	SR15 行人穿越警示		
	SR14 車輛匯入主線車道警示		
	SR13 轉彎車碰撞風險警示		
	SR12 交叉撞風險警示		
	SR11 彎道碰撞風險警示		
	SR08 禁行車輛警示及繞行通知		
	SR07 即時號誌資訊發布		

	SR05 緊急車輛優先號誌		
L3	SR22 智慧化動態號誌控制	Link ID、 用路人 CMS 資訊、車輛方向、 壅塞地點、 壅塞時間、 號誌位置、 超高限制之位置資訊、 靜止車輛之位置、方向、車道、 當前車所在道路速限之位置、方向	路段平均旅行時間、路段平均旅行速度、壅塞級別、路口時段/時制/時相計畫、車輛 GPS 點位
	SR21 天候偵測警示		環境危險區資訊(如濃霧、豪雨、災防警告資訊)、影響範圍、時間
	SR18 車輛高度超高警示		超高車輛 GPS 點位、當前車高度與寬度、當前車之位置、方向、速度
	SR10 車輛事故或故障警示		交通事件資訊種類、靜止車輛之位置、方向、車道
	SR06 旅行時間資訊提供		路況偵測資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、平均旅行時間、平均旅行速度
	SR04 道路速度限制通知		當前車車速、路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、平均旅行時間、平均旅行速度
	SR03 替代路徑導引		路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、各車種之車流量、車道平均佔有率、路段平均旅行時間、平均車速

	SR02 交通壅塞警示		路況資訊(VD、IP Cam.、eTag、AVI)、壅塞級別、車道平均佔有率、路段平均旅行時間、平均車速
L2	SR09 電子收費	收費站之位置資訊、E-tag 門架資料、Link ID、靜止車輛之位置、範圍、時間、車道	所有車種的旅行時間、各車種交通量、平均旅行時間、平均車速
	SR01 車輛事故或故障偵測		交通事件資料(包含事故、壅塞、施工、交通管制、天然災害、警告及活動)
L1	-	Link ID、道路幾何、標誌、標線位置	-

資料來源：本案自行製作

7.3 規劃我國智慧道路發展藍圖

7.3.1 相關計畫推動時程

為建立以服務我國用路人之以人為本智慧道路典範，建議後續從優先發之展八大類關鍵應用，參考國外應用案例、國內應用需求，篩選關鍵細項應用，依據國內相關政策之推動時程規劃及技術發展成熟狀況，擬定發展進程建議。簡述國內智慧道路相關政策如下：

(一)智慧運輸系統發展建設計畫

升級智慧運輸服務，發展國家核心路網數位基礎建設，希望「生活在一個安全的世界中」是人類對安全的基本需求。交通部於 2021 年起推出第二期「智慧運輸系統發展建設計畫(110 至 113 年) 」(以下簡稱 ITS 計畫)，升級運輸服務並帶動交通產業生機。新一期計畫的目標之一，是將智慧交通數據技術與服務就定位，並發展國家核心路網數位基礎建設，而 AI 結合交通應用，打造創新交通科技實驗場域亦為本期計畫重要工作。

未來推動我國智慧道路數位發展示範應用進而以服務用路人為目的之智慧道路典範，需要透過場域實證高度智慧化服務，逐步建立共識以進行規範制定，進而擴散服務邁向長期常規化實施。因此規劃我國智慧道路發展藍圖，分為環境整備、試行推廣、常規化實施三階段，未來將與交通部 ITS 計畫同步，以計畫中之實驗場域(如淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫)等計畫，開啟短期環境整備及中期試行推廣工作，而 ITS 計畫之建置交通核心路網數位基礎、與世界同步智慧交通新科技發展與應用等相關子計畫實施經驗與成果，亦可回饋於規範制定及共創示範平台中。

其他如公路總局「智慧電動巴士 DMIT 方案-智慧公路創新移動服務營造」(110 至 111 年)、交通部運輸研究所(交通部運輸研究所、交通部公路總局、交通部鐵道局)「推動 5G 提升智慧交通服務效能與安全計畫」等等，亦為未來未來智慧道路規範制定之取經標的。

(二)內政部高精地圖相關計畫

由於高精地圖(High Definition Maps, HD Maps)可應用於提升車輛運行期間之導航安全性，以及於道路資產維護與道路治理。內政部自 108 年起建立自駕車用高精地圖格式標準及製圖作業流程指引，並於 109 年促成高精地圖測製團隊，持續提供各自駕測試場域符合標準及精度需求的高精地圖。

110 年度除延續會同經濟部、科技部辦理行政院列管之「無人載具決策控制關鍵系統技術綱要計畫」、「無人載具實證上路計畫」2 項高精地圖相關計畫外，內政部另受交通部公路總局委託辦理「智慧自駕公路創新移動服務營造-高精地圖測製及人工智慧自動辨識技術服務提供」案。

(三) 經濟部 5G 智慧杆標準與檢測發展

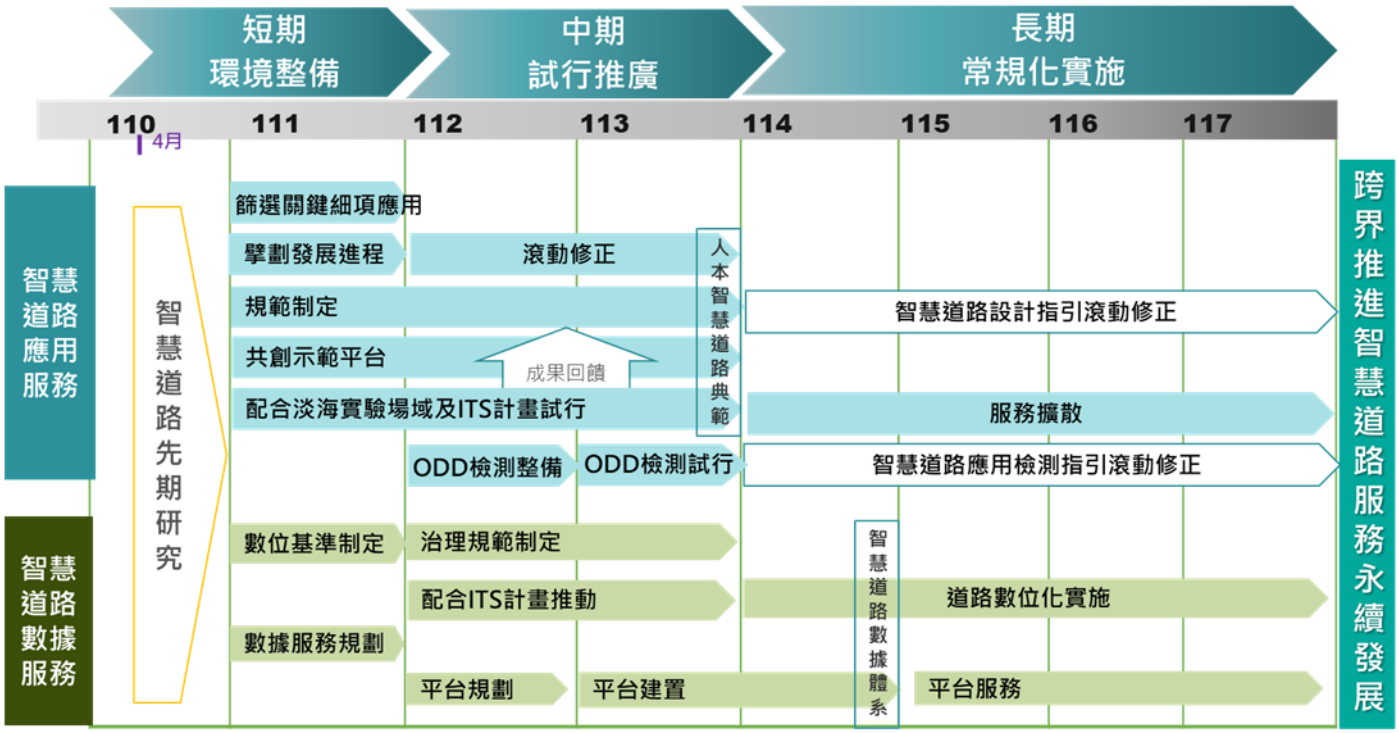
智慧杆主要具備有「智慧照明、資訊發布、安防監測、環境檢測、充電樁、5G 小型基站平臺」等六大功能，可提供智慧交通、照明、安防、環境監測等多重應用服務，是未來智慧道路路側設備之載體。

為建立 5G 智慧杆技術標準與驗證流程，規範其安全性、資訊互通、資訊安全與基本性能要求，進而建構 5G 智慧杆產業生態鏈，經濟部標檢局已於 110 年度開始進行 5G 智慧杆檢測標準及驗證先期研究，預計將於 111 年後逐步開始產業標準、國家標準之制定。

鑒於多項智慧道路 Level 3 以上之應用需搭配深度學習設備與技術、Level4 以上須搭配 5G C-V2X 通訊環境，5G 智慧杆的技術發展、標準與設備供應攸關於我國智慧道路發展。

7.3.2 藍圖規劃

本先期研究計畫分析國內外智慧道路相關應用服務案例、技術與標準，釐清智慧道路應用服務智慧化元素，參考國外發展智慧道路相關基礎建設之佈局，提出「我國智慧道路發展藍圖」(如圖 159)，藉由應用服務、數據服務兩大主軸，藉由環境整備、試行推廣、常規化實施階段性發展，逐步實現跨界推進智慧道路服務永續發展願景。



資料來源：本案自行製作

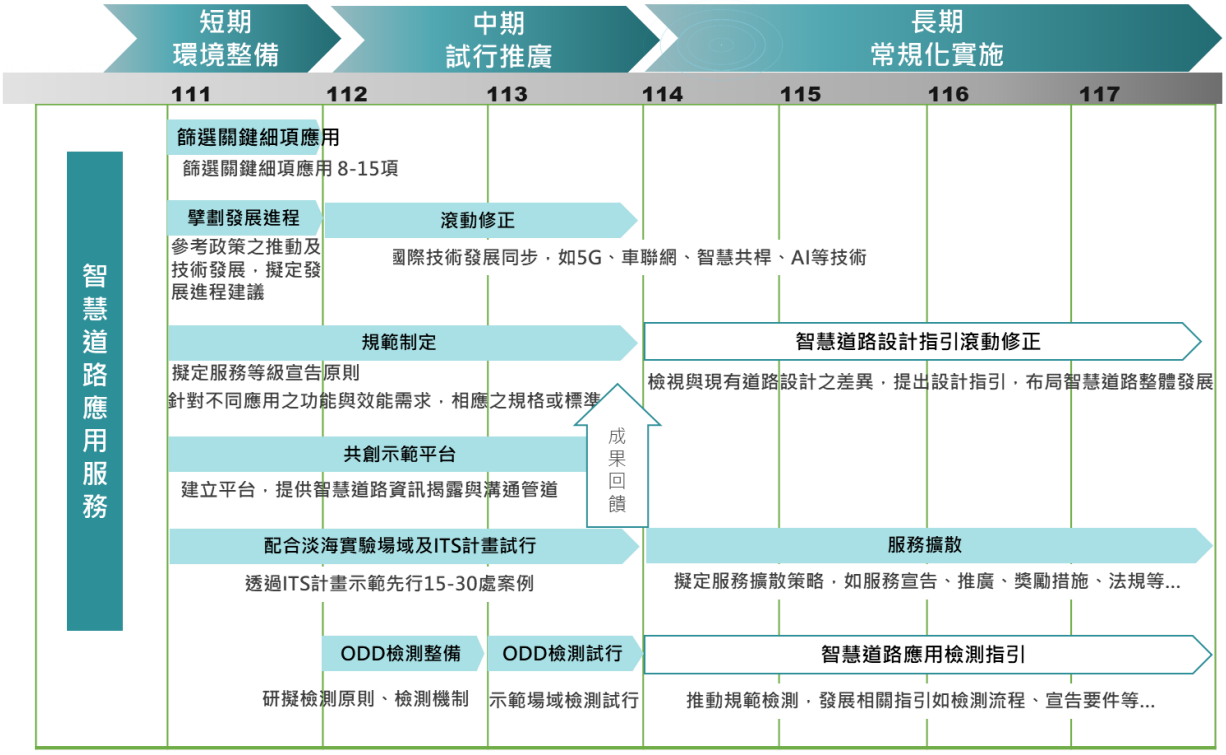
圖 159 我國智慧道路發展藍圖規劃

(一) 智慧道路應用服務

在應用服務方面，短期著重於關鍵細項應用篩選、機制規劃、規範草案提案等環境整備，中期以透過示範應用計畫建立從規範、檢測到共創平臺，之以服務用路人為本之智慧道路典範，有別於以自駕車支援為核心之智慧道路。

長期而言，智慧道路的發展對於未來道路設計可望帶來變革之契機，屆時應用典範可提供我國智慧道路設計及檢測之參考，進行

滾動修正相關指引。

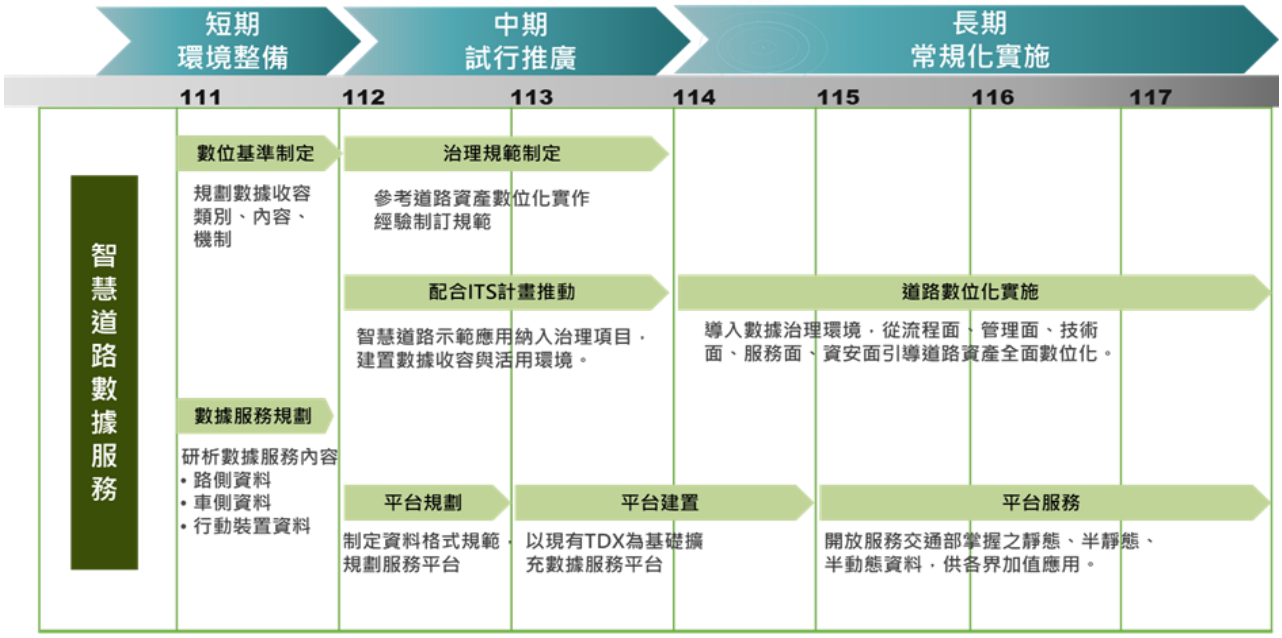


資料來源：本案自行製作

圖 160 我國智慧道路發展藍圖規劃--智慧道路應用服務推動項目

(二) 智慧道路數據服務

在數據服務方面，短期環境整備期間著重於道路數位化與數據服務內容之規劃；中期試行推廣階段，與應用服務搭配，進行大數據服務平臺擴充之規劃與建置，進而逐步完備包含道路幾何拓樸、設施資料、分析資訊之智慧道路數據體系，導入數據治理環境，從流程面、管理面、技術面、服務面、資安面引導道路資產全面數位化，以期落實數據服務之長規劃發展發展目標。



資料來源：本案自行製作

圖 161 我國智慧道路發展藍圖規劃--智慧道路數據服務推動項目

7.4 小結

隨著車連網與自駕車發展，人和貨物的流動方式正超越想像地變化，各國政府正思考如何進行道路數位化與智慧化的發展及部署，期能創造巨大的社會和經濟效益。然而智慧道路的實現，需要來自多個部門和技術的協同努力。這就需要一條清晰的方向，引導智慧道路生態系的形成與發展。

展望智慧道路，擘劃我國智慧道路發展藍圖，以關鍵應用為起點，透過全台廣布智慧道路服務示範案例，有效提升道路運用安全性與效益，建立以人為本之智慧道路典範；同時以智慧道路數位資料為基石，藉由道路資產全面數位化、智慧道路數據服務雙管齊下，促進跨組織協同合作，實現跨界推進智慧道路服務永續發展之願景，迎向以資料為核心，以服務為目的之新世代道路時代。

第八章 計畫成果與後續建議

智慧道路涉及「智慧道路工程建置」、「智慧道路管理維護」及「智慧道路應用服務」三大層面，本先期研究階段，完成我國智慧道路定義，並聚焦「智慧道路應用服務」，提出應用服務等級檢測機制之初步建議，透過國內外智慧道路應用服務案例研析以及文獻智慧道路應用服務 POC 實證經驗，規劃智慧道路應用服務數位資料儲存之重要屬性，逐步累積智慧道路數位資產概念與經驗，並提出後續大數據服務建議；結合團隊成員及智慧運輸服務產業先進之腦力激盪，透過專家學者討論會議進行跨部會、跨領域討論後，提出我國智慧道路發展藍圖建初步建議。

鑒於智慧道路涉及層面博大精深，技術發展日興月異，建議持續關注國際趨勢並滾動修正，以下為計畫成果簡述及後續工作建議。

8.1 計畫成果

8.1.1 我國智慧道路定義與範疇

本先期研究定義智慧道路：智慧道路是以道路為主體，以資料為核心，以服務為目的，透過對道路資料的蒐集、分析、發布、協作，提供用路人智慧化服務之新世代道路。智慧道路範疇，包含工程建置、管理維護、及智慧道路應用服務之智慧化，此三大範疇有其相互交疊、涉略之處，如服務需規劃布建各種「路側設備」來蒐集資料，如道路埋設智慧材料或布建感測器，涉及「智慧道路工程建置-道路鋪面與管線工程」層面；如應用服務來自於道路的「分析資訊」也與「智慧道路管理維護-資料治理與設備維護」環環相扣。而智慧道路應用服務之「道路幾何拓樸、設施資料」則與三大範疇之資產管理數位化息息相關。各種智慧化運輸管理與建置，最終目標即為服務，**服務對象為行人、二輪車、一般車、自駕車等用路人**，亦可服務道路主管機關。

8.1.2 智慧道路應用服務分級與等級檢測機制初步建議

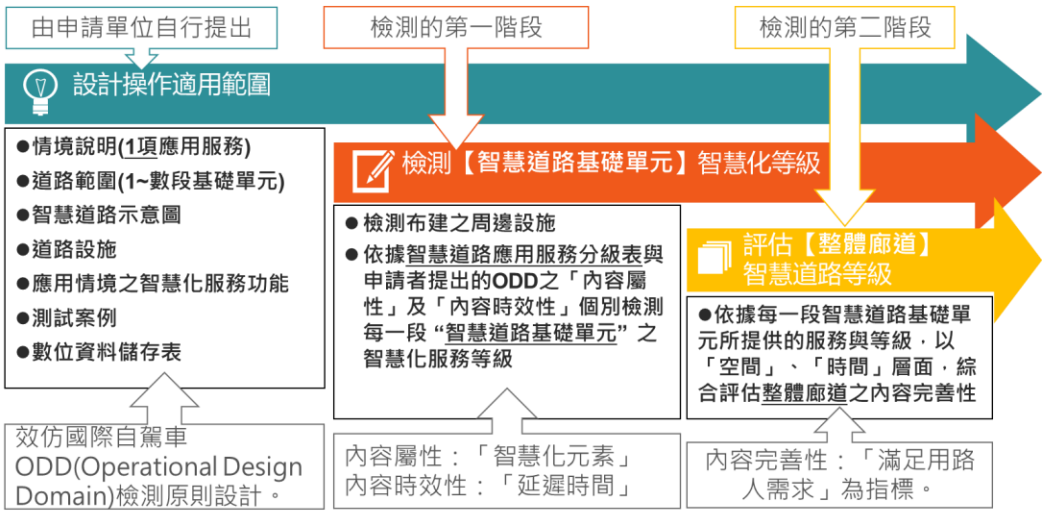
參考國際交通相關分級案例，並依據國內外近年來發展之智慧道路新興應用服務，設計我國智慧道路服務 0~5 智慧化等級與分級元素，以五項智慧化功能作為智慧道路服務分級元素，分別是：「道路有基本導引功能」、「道路有資料蒐集功能」、「道路有資訊提供功能」、「道路有即時溝通功能」、「道路有完全協作導引功能」五項功能元素。當道路提供之元素越多，智慧化等級則越高。

表 121 我國智慧道路應用服務分級表

分級	智慧化程度	定義	道路有**基本導引**功能	道路有**資料蒐集**功能	道路有**資訊提供**功能	道路有**即時溝通**功能	道路有完全**協作導引**功能
Level 0	無智慧	道路無任何交通管制設施，僅提供人車通行	無	無	無	無	無
Level 1	初步智慧	道路以交通管制設施引導用路人，並儲存交通管制設施之數位化資訊	有	無	無	無	無
Level 2	部分智慧	道路可以穩定蒐集交通應用服務所需原始或運算處理後資訊	有	有	無	無	無
Level 3	中度智慧	道路可以將原始或運算處理後資訊提供予用路人	有	有	有	無	無
Level 4	高度智慧	道路可以將即時偵測及運算處理之資訊傳輸予用路人	有	有	有	有	無
Level 5	全面智慧	道路全面車路雲協作，將智慧化分析後之資訊，即時傳輸提供用路人最佳移動決策建議	有	有	有	有	有

資料來源：本案自行製作

團隊也草擬應用服務數位資料表儲存之三大類型與重要屬性，為下一階段數位資產儲存與管理研究作準備，並設計智慧道路應用服務檢測機制，提供道路主管機關布建智慧道路服務情境時可參考之檢測或驗收流程，並累積智慧道路數位資產與經驗，促進產業應用場景資源互通、共享創造更多新型態智慧道路應用服務。



資料來源：本案自行製作

圖 161 智慧道路應用服務檢測流程

本研究以自駕車支援為例，探討智慧道路協助自駕車可順利運行之相關地圖資訊應用、自駕車場域周邊設施與佈設初步規範建議、以及我國自駕車場域進行智慧道路應用服務等級檢測示範，選定於桃園市青埔地區自駕巴士創新實驗場域進行智慧道路應用服務等級檢測之示範作業，實證號誌秒數資訊回傳、鄰向來車安全警示服務、前方道路通阻程度提醒、行人穿越人行道告警等應用情境，分別可達到智慧道路應用服務等級 4、等級 4、等級 3、等級 4。

8.1.3 智慧道路應用服務 POC 實證

透過智慧道路，可使用路人可提前預知前方道路狀況，進而提高用路之安全性及效率。本案透過建置桃園青埔、桃園中壢、臺北市內湖區、臺北市仰德大道等 **4 個場域**，並布建實證總共 **11 種智慧道路應用服務情境**，以實際於道路驗證智慧道路對用路人之效益。

本案分別於自駕車場域及一般壅塞道路場域建置智慧道路系統，依照不同場域之道路幾何設計、電力、燈桿、車流衝突...等設計應用情境。並評估該場域設置智慧道路系統的可行性，再依此設計實際於場域建置此系統。詳細實際應用之服務數位資料已記錄於**數位資料儲存表共 11 例**，包含設備種類、通訊模式、感知與發布頻率可提供布建參考。

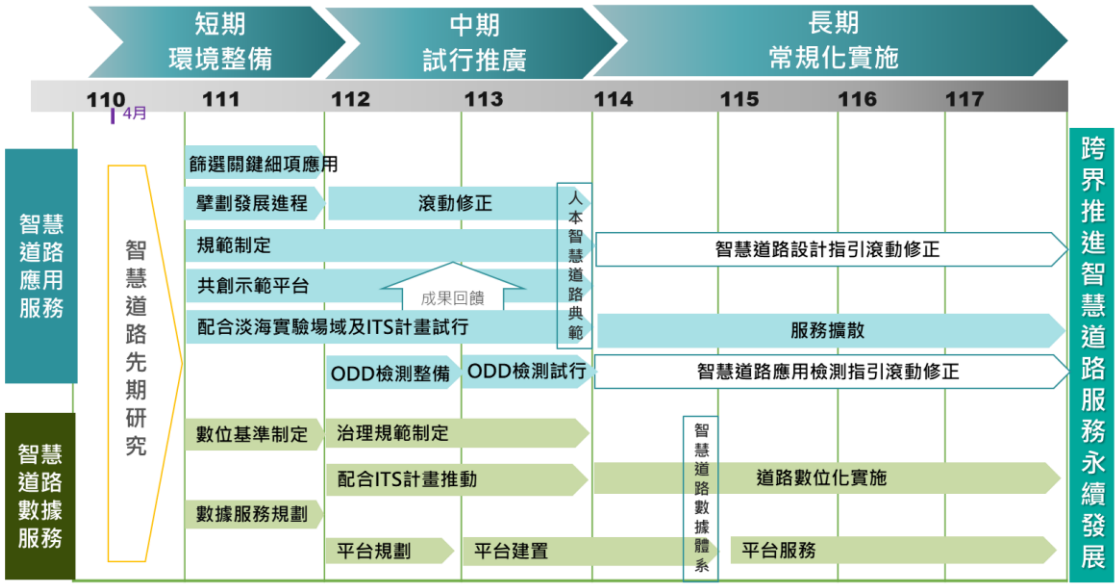
實證過程中，值得注意的是智慧道路對於自駕車運行之助益，獲得初步效果，後續可再擴充情境範圍，進一步研究。本期智慧道路應用服務有助於**提升用路人的舒適度與行駛效率**如下：

- 舒適度：在號誌秒數資訊回傳與行人穿越人行道告警之應用服務上有效降低急加速、急減速次數 18.9%～42.1%。
- 行駛效率：在道路通阻程度提醒與號誌秒數資訊回傳之應用服務上有效提升平均速度 5.3%～5.6%。

8.1.4 智慧道路發展藍圖建議

本先期研究參考中華智慧運輸協會「台灣 ITS 十年發展藍圖」之十大應用服務，再盤點「交通部公路智慧型運輸系統設計規範」、歐洲電信標準協會(ETSI)共 82 個 Use Case，歸納建議八大類智慧道路關鍵應用，包含交通路況及事件資訊服務、整合式智慧型交通控制服務、車輛防碰撞安全服務、行人/物體偵測及警示服務、違規警示與治理服務、停車格/停車場即時資訊服務、道路電子收費服務、氣象偵測與災害警示服務等八大類關鍵應用。

為建立以服務我國用路人之以人為本智慧道路典範，建議後續本研究建議優先發展之八大類關鍵應用，可參考國外應用案例、國內應用需求，篩選關鍵細項應用，並參考國內相關政策之推動時程規劃及技術發展成熟狀況，擬定發展進程建議，根據應用服務、數據服務兩大主軸，研析發展之關鍵課題，如實體路網數位化、資產數位化、智慧道路資訊安全。藉由短期--環境整備、中期--試行推廣、長期--常規化實施階段性發展，逐步實現跨界推進智慧道路服務永續發展願景。



資料來源：本案自行製作

圖 162 我國智慧道路發展藍圖規劃

8.2 後續建議

8.2.1 等級檢測機制建議

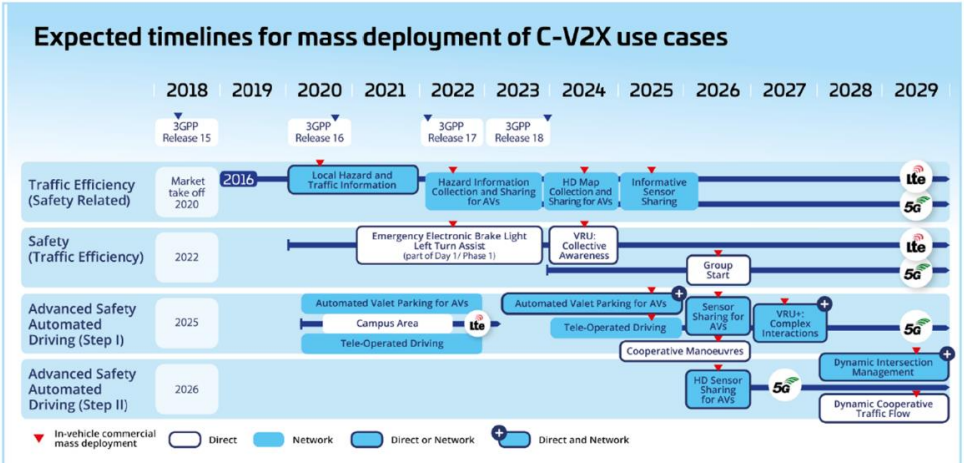
本先期研究以道路提供給用路人的應用服務之智慧化功能，提出智慧道路應用服務分級原則，並建議檢測宣告等級，可分為兩階段，第一階段依據 1.資料內容屬性、2.資料內容時效性，檢測應用情境於廊道內智慧道路基礎單元之智慧化等級；第二階段則檢測應用情境於整體廊道內之資料內容完善性，綜合評估智慧道路等級。

建議後續分級細則，根據「時間」、「空間」範疇進行更詳盡的分級，以提供智慧道路應用加值單位以及用路人，更豐富之分級資訊，並進行 ODD 檢測流程研究、籌備、示範，提供道路主管機關參考。

8.2.2 規範制定建議

綜觀國外內技術與標準的趨勢與方向，為接軌國際標準，強化用路人安全，建議後續參考國際相關標準如 5GAA、3GPP、SAE 及 ETSI，以提出關鍵細項應用之規範提案，供道路主管機關參考。

例如 C-V2X 之應用如弱勢用路人安全、路口安全警示、即時號誌資訊發布、優先號誌請求/狀態……等等，可結合「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」，利用此場域之 5G 通訊技術及 C-V2X 車聯網環境進行實證研究，也建請交通部科技顧問室持續支持研究路側設備之號誌訊號服務，及路側發送路口安全警示訊號之相關標準制定。



資料來源：5GAA

圖 161 C-V2X 應用發展進程

在路側設施建置方面，有關國際自駕車道路部分，建議後續可以蒐集於開放道路自駕車運行案例之道路各式設施與智慧路側設備內容，以為本案較高等級智慧道路內容的參考；另外，建議未來以感測元件有效的偵測距離做為限制條件，不依不同場域或不同應用情境而有所變更，亦即均適用於智慧道路之路口、路段或區域，車輛聯網訊息蒐集、發布、傳輸速率及網路環境佈設等。

在資訊安全規範方面，除車輛、影像監控系統、5G 智慧杆相關資安標準外，建議依 ISO/SAE 21434 車輛網路安全工程，從產業鏈開始，包含設計，驗證，運作，維護等全方位的導入 SSDLC 安全的軟體系統生命週期，並從設備源頭的晶片安全產業標準開始，到智慧道路運作與聯網車輛界接之身分驗證規範等，從每個環節，來排除智慧道路相關設備可能產生的資訊安全漏洞。

8.2.3 大數據服務建議

由於智慧交通相關數據資料來源，包含交通部、內政部、地方政府、民間業者...，建議以 TDX 平臺為基礎，擴充並完備智慧道路大數據體系，由交通部管理資訊中心參考現有國內外智慧道路大數據流通格式，制定路況路側資訊、車側資訊、行動裝置資訊等資料格式規範，進而逐步擴充 TDX 平臺。

在道路幾何拓樸方面，目前全臺灣基礎圖資是由內政部國土測繪中心提供，並由內政部辦理 3D 和高精地圖業務，建請內政部以路段編碼(LinkID)為基礎，延伸發展車道編碼(LaneID)，作為 LDM 數據(如危險資訊、車道調撥資訊)建置之空間參考依據。

在設施資料方面，針對智慧道路應用服務需要的內容(如標線、標誌、號誌之位置與方向)進行探討，並向內政部提出適合 C-ITS 應用之地圖(如 ADAS 地圖)需求建議，以完備半靜態之之位置與資訊。

在分析資訊方面，建議鼓勵國內 ADAS/自駕車廠商發展加值資料服務抑或協助蒐集資料。國內廠商如蒐集可再加值使用之觀測資料，可於 TDX 資料市集上架，為產業創造額外收入。

8.2.4 資料應用潛在發展機會

智慧路側設備及高速網路之日興月異，帶動數位分身(digital twin)發展契機，藉由數位分身建構出類沙盒模擬場域，除可免除在系統不穩定時更動配置在實體場域可能造成的危險，亦可減少實體模擬環境

中，昂貴的硬體設置支出。另一個使用數位分身模擬的好處是，資料的蒐集及處理更為及時，參數調整修正亦較為快速。

另一方面，AI 人工智慧亦可在發展智慧道路應用上深具潛力。如深度學習演算法，在影像辨識有著不錯的表現，可用於判斷道路線型以及閃避障礙物；深度學習亦可用於最佳路徑規劃，除了可以規劃路徑外，深度學習演算法搭配最佳化演算法的特性，其針對數據調整適應的難易程度較傳統的交通建模模擬更快速亦更彈性。亦可藉由 AI 辨識比對高精度地圖中的道路物件，協助空間定位，並支援道路設施與車載之溝通，提供即時交通號誌與道路交通資訊，增加自駕車甚至一般車輛與行人行進時的安全保障，降低事故發生機率。

建議未來持續關注資料應用之發展，研究如何將 TDX 資料進行蒐集及分析，以期開創智慧道路建置與應用新方向。

參考文獻

1. ASFiNAG (2020)，Infrastructure support for automated. driving:Further enhancements on the ISAD classes in Austria.
2. ASFiNAG (2018)，Road infrastructure support levels for automated driving.
3. ETSI(2019)，Intelligent Transport System (ITS); Vulnerable Road Users (VRU) awareness; Part 1: Use Cases definition; Release 2
4. ETSI(2011)，Intelligent Transport Systems (ITS);Vehicular Communications; Basic Set of Applications;Local Dynamic Map (LDM); Rationale for and guidance on standardization.
5. ETSI(2009)，Intelligent Transport Systems (ITS);Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Definitions.
6. SAE(2019)，AUTOMATED DRIVING LEVELS OF DRIVING AUTOMATION ARE DEFINED IN NEW SAE INTERNATIONAL STANDARD J3016.
7. SAE(2020)，SURFACE VEHICLE STANDARD.
8. SAE(2021)，SURFACE VEHICLE RECOMMENDED PRACTICE.
9. Yesner (2020)，R.，Arcaro，M.，“IDC PlanScape: V2X Connectivity for Smart Cities and Communities (Doc # US46042819)”。
10. Nguyen，H.，Kieu，L. M.，Wen，T.，& Cai，C. (2018)，“Deep learning methods in transportation domain: a review”，IET Intelligent Transport Systems，12(9)，998-1004.
11. Fouladgar，M.，Parchami，M.，Elmasri，R.，et al. (2017)，“Scalable deep traffic flow neural networks for urban traffic congestion prediction”，arXiv preprint arXiv:1703.01006.
12. Zhao，Z.，Chen，W.，Wu，X.，et al. (2017)，“LSTM network: a deep learning approach for short-term traffic forecast”，IET Intell. Transp. Syst.，11，(2)，pp. 68-75.
13. Genders，W.，Razavi，S. (2016)，“Using a deep reinforcement learning agent for traffic signal control”，arXiv preprint arXiv:1611.01142.
14. Li，L.，Lv，Y.，Wang，F.Y. (2016)，“Traffic signal timing via deep reinforcement learning”，IEEE/CAA J. Autom. Sin.，3，(3)，pp. 247-254.
15. Adu-Gyamfi，Yaw Okyere，et al (2017)，“Automated vehicle

recognition with deep convolutional neural networks”，Transportation Research Record 2645.1: 113-122.
16. Chen，C.，Xiang，H.，Qiu，T.，et al. (2017)，“A rear-end collision prediction scheme based on deep learning in the Internet of vehicles”，J. Parallel Distrib. Comput.，117，pp. 192-204.
17. Gupta，Abhishek，et al. (2021)，“Deep Learning for Object Detection and Scene Perception in Self-Driving Cars: Survey，Challenges，and Open Issues”，Array: 100057.
18. Johannesson L，Murgovski N，Jonasson E，Hellgren J，Egardt B. (2015)，“Predictive energy management of hybrid long-haul trucks”，Contr Eng Pract 2015;41:83-97.
19. Ryan M. (2019)，“The future of transportation: ethical，legal，social and economic impacts of self-driving vehicles in the year 2025”，Sci Eng Ethics 2019;26(3):1185-208.
20. Dong (2016)，W.，Li，J.，Yao，R.，et al.，“Characterizing driving styles with deep learning”，arXiv preprint arXiv:1607.03611.
21. Dwivedi，K.，Biswaranjan，K.，Sethi，A. (2014)，“Drowsy driver detection using representation learning”，2014 IEEE Int. Advance Computing Conf. (IACC)，Gurgaon，India，pp. 995-999.
22. Wang，Y.，D. Zhang，Y. Liu，B. Dai，and L. H. Lee (2019)，“Enhancing transportation systems via deep learning: A survey”，Transportation Research Part C: Emerging Technologies 99，144-163.
23. Wu (2020)，Z.，Pan，S.，Chen，F.，Long，G.，Zhang，C.，& Philip，S. Y.，“A comprehensive survey on graph neural networks”，IEEE transactions on neural networks and learning systems.
24. Xie，P.，Li，T.，Liu，J.，Du，S.，Yang，X.，& Zhang，J. (2020)，“Urban flow prediction from spatiotemporal data using machine learning: A survey”，Information Fusion，59，1-12.
25. Krizhevsky，A.，I. Sutskever，and G. E. Hinton (2012)，“Imagenet classification with deep convolutional neural networks”，In Advances in neural information processing systems，pp. 1097-1105.
26. Szegedy，C.，W. Liu，Y. Jia，P. Sermanet，S. Reed，D. Anguelov，D. Erhan，V. Vanhoucke，and A. Rabinovich (2015)，“Going deeper with convolutions”，in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition，pp. 1-9.
27. He，K.，X. Zhang，S. Ren，and J. Sun (2016)，“Deep residual

learning for image recognition”，in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition，pp. 770-778.
28. Girshick，R.，J. Donahue，T. Darrell，and J. Malik (2014)，“Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation”，in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition，pp. 580-587.
29. He，K.，G. Gkioxari，P. Dollár，and R. Girshick (2017)，“Mask r-cnn”，in Proceedings of the IEEE international conference on computer vision，pp. 2961-2969.
30. Redmon，J.，S. Divvala，R. Girshick，and A. Farhadi (2016)，“You only look once: Unified，real-time object detection”，in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition，pp. 779-788.
31. Genders，W. and S. Razavi (2019)，“Asynchronous n-step q-learning adaptive traffic signal control”，Journal of Intelligent Transportation Systems 23(4)，319-331.
32. Newell，G. F. (1989)，“Theory of highway traffic signals”，ITS Reports (07).
33. Alizadeh Shabestray，S. M. and B. Abdulhai (2019)，“Multimodal intelligent deep (mind) traffic signal controller”，in IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)，pp. 4532-4539.
34. Wu，T.，P. Zhou，K. Liu，Y. Yuan，X. Wang，H. Huang，and D. O. Wu. (2020)，“Multi-agent deep reinforcement learning for urban traffic light control in vehicular networks”，IEEE Transactions on Vehicular Technology.
35. Hoel，C. J.，Wolff，K.，& Laine，L. (2018)，“Automated speed and lane change decision making using deep reinforcement learning”，in 2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) (pp. 2148-2155).
36. Wang，J.，Zhang，Q.，Zhao，D.，& Chen，Y. (2019)，“Lane change decision-making through deep reinforcement learning with rule-based constraints”，in 2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)，pp. 1-6.
37. Raza，N.，Jabbar，S.，Han，J.，& Han，K. (2018). Social vehicle-to-everything (V2X) communication model for intelligent transportation systems based on 5G scenario. In Proceedings of the

2nd International Conference on Future Networks and Distributed Systems (pp. 1-8).
38. Athena Information Solutions Pvt. Ltd. (2019)， “Telefonica and Seat show 5G connected car use cases for safer driving in a city environment”， New Delhi.
39. Aroq Limited (2020)， “San Diego Regional Proving Ground joins efforts with Qualcomm to launch C-V2X program in San Diego”， Bromsgrove.
40. Normans Media Ltd. (2020)， “San Diego Regional Proving Ground Joins Efforts with Qualcomm to Launch C-V2X Program in San Diego; Qualcomm works with Caltrans， City of Chula Vista and San Diego Association of Governments to launch C-V2X program to research and demonstrate vehicle safety and traffic efficiency”， Coventry.
41. PR Newswire Association LLC (2020)， “5G Automotive Association Virtual Showcase Highlights Momentum behind C-V2X Technology Deployment for Connected Vehicles and Smart Cities in the U.S.”， New York.
42. Normans Media Ltd. (2020)， “Consortium of Leading Automotive and Telecom Companies Announce Successful Completion of ConVeX C-V2X Project”， Coventry.
43. GM Corp. (2017)，News Cadillac Builds on V2V Deployment with V2I Development.
44. SAFESPOT Project. (2010)，Cooperative systems for road safety Smart Vehicles on Smart Roads. G. Vivo.
45. BSI, "PAS 1883:2020. Operational Design Domain (ODD) taxonomy for an automated driving system (ADS) – Specification," British Standards Institution, 2020.
46. European ITS Platform, "Task 3: Roadmap and action plan to facilitate automated driving on TEN road network," EU EIP SA4.2, 2020.
47. Automated Vehicle Safety Consortium, "VSC Best Practice for Describing an Operational Design Domain: Conceptual Framework and Lexicon," SAE, 2020.
48. PIARC, Special Project “Smart Roads Classification”, May, 2021.
49. PIARC, SMART ROADS CLASSIFICATION PROPOSAL Executive Summary, May, 2021.
50. ITSWC(2019)，”Co-Deployment of Dsrc Radio and Cellular Connected Vehicle Technology in Tuscaloosa, AL and Northport,

AL”.
51. Thatcham Research(2019)，Defining Safe Automated Driving.
52. Shimada, H., Yamaguchi, A., Takada, H., and Sato, K., 2015. Implementation and evaluation of local dynamic map in safety driving systems, Journal of Transportation Technologies, 5(2): 102-112.
53. AECC (2020), “Operational Behavior of a High Definition Map Application White Paper”
54. Mobileye(2021)。Mobileye Data Services。
55. MIC(2020)，全球交通大數據平臺標竿案例分析
56. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism(2004)，スマートウェイの実現に向けて。
57. 智慧財產權月刊（2018）。車聯網之標準必要專利分析。
58. 交通部運輸研究所，周家慶（2016）。我國智慧運輸發展現況與展望。
59. 交通學報，蔡中志、曹灝(2018)，高速公路科技執法之研究。
60. 新通訊，蕭鴻凱(2020)，建構下世代行車安全藍圖。
61. 交通部運輸研究所，周家慶(2016)，加拿大智慧型運輸系統年會與交流會議報告。
62. MIC(2017)，新興國家智慧運輸市場分析暨輸出策略研究。
63. 孫立軍、趙鴻鐸、塗輝招、田雨（2018）智能道路—應用與概念。
64. 高精地圖研究發展中心（2020）。高精地圖圖資內容及格式標準 v1.1 。
65. 交通部（2019）。「車聯網技術應用於機車安全改善之研究與場域試驗計畫」報告書。
66. 財團法人電信技術中心（2020）。美國聯邦通訊委員會重新配置 5.9GHz 頻段使用用途。
67. 成功大學高精地圖研究發展中心(2021)。高精地圖圖資內容及格式標準 v1.1。
68. 成功大學高精地圖研究發展中心(2021)。自駕車用輔助與事件資料標準發展架構(階段成果說明簡報)。
69. 交通部運輸研究所(2020)。道路交通事件資料標準(草案)。
70. 財團法人資訊工業策進會(2013)。RDS-TMC 資料傳輸規格標準(1.0 版本)。
71. 財團法人資訊工業策進會(2013)。TMC 資料傳輸之 XML 規格標準(1.0 版本)。

72. 財團法人資訊工業策進會(2013)。TPEG 資料傳輸之 XML 規格標準(1.0 版本)。
73. 內政部（2019）。高精地圖圖資內容標準(草案)。
74. 內政部（2019）。高精地圖驗證指引(草案)。
75. 鄭錦桐、黃梓育、王選仲、林玉梅、鄧澤揚、黃意筌、賴穎萱、王禹翔(2021)。人工智慧與高精地圖於道路資產管理之實務應用，Vol. 48, No. 2 April 2021，土木水利，第四十八卷，第二期。
76. 鄭錦桐、車文韜、岡田泰征、廖玲琬(2019)。高精地圖製作與交通運輸商業應用趨勢，Vol. 46, No. 2 April 2019，土木水利，第四十六卷，第二期。
77. 經濟部(2020), 智慧電動巴士 DMIT 計畫。
78. 智慧自駕公路計畫運用高精地圖與 AI 辨識技術發展工作案(110-111)服務建議徵求書。
79. 公路總局(2021),「公路交通標誌標線號誌管理系統平臺建置及維護」委託資訊服務工作案勞務採購招標規範。
80. 鄭錦桐(2021)，人工智慧與高精地圖於道路資產管理之實務應用。
81. Autoware(無日期)，網址：https://www.autoware.ai/
82. European Commission(2016)，Cooperative, connected and automated mobility (CCAM)。網址：https://ec.europa.eu/transport/themes/its/c-its_en
83. ITS-TEA(無日期)，網址：https://www.its-tea.or.jp/
84. VICS Center(無日期)，網址：https://www.vics.or.jp/
85. Dynamic Map Platform(無日期)，網址：https://www.dynamic-maps.co.jp/en/index.html
86. 日本警察廳(無日期)。網址：https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/seibi2/annzen-shisetu/utms/utms_sub.html
87. 交通部高速公路局(無日期)。交通資料庫。網址：https://tisvcloud.freeway.gov.tw/
88. 中華民國交通部(無日期)。公路總局開放資料集。網址：https://www.thb.gov.tw/catalog?node=c0e0bcf9-c770-450c-8d25-1d786e9c5766
89. 中華顧問工程司(無日期)。日本智慧運輸系統發展現況。網址：https://www.ceci.org.tw/modules/article-content.aspx?s=1&i=21