114-055-3535
MOTC-IOT-113-SBB005

無人機空拍應用於路段交通衝突分析(1/2)-車道交通衝突

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

114-055-3535
MOTC-IOT-113-SBB005

無人機空拍應用於路段交通衝突分析(1/2)-車道交通衝突

著者：溫基信、王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文、
葉祖宏、黃明正、喻世祥

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

無人機空拍應用於路段交通衝突分析.（1/2）：車道交通衝突/溫基信，王宏生，黃家耀，胡守任，蘇志文，葉祖宏，黃明正，喻世祥著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所，民114.07
面 ； 公分
ISBN 978-986-531-695-2(平裝)

1.CST: 交通管理 2.CST: 交通安全 3.CST: 遙控飛機

557.15 114009654

無人機空拍應用於路段交通衝突分析(1/2)-車道交通衝突

著　　者：溫基信、王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文、葉祖宏、黃明正、喻世祥

出版機關：交通部運輸研究所

地　　址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞數位典藏＞本所出版品)

電　　話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 114 年 7 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 58 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定　　價：460 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組·電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市中區中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011400730　　ISBN：978-986-531-695-2 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

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

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：無人機空拍應用於路段交通衝突分析(1/2)－車道交通衝突</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-531-695-2 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1011400730</td><td>運輸研究所出版品編號
114-055-3535</td><td>計畫編號
113-SBB005</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸安全組
主管：黃明正
計畫主持人：葉祖宏(前主管)
研究人員：黃明正、喻世祥
聯絡電話：02-2349-6857
傳真號碼：02-2545-0429</td><td colspan="2">合作研究單位：訊力科技股份有限公司
計畫主持人：溫基信
研究人員：王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文
地址：新北市中和區中正路 738 號 13 樓之 5
聯絡電話：(02)82262008 ext. 1261
傳真號碼：(02)81924158</td><td>研究期間
自 113 年 3 月

至 113 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：無人機、深度學習、汽機車混流衝突、左轉車道配置與行車動線</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
本計畫為 2 年期(113-114 年)計畫之第 1 年期，目的為延續前期針對路口研究發展交通衝突分析工具之成果，並著手於路段發展交通衝突分析工具，辦理分年先導測試計畫，亦持續優化路口交通衝突分析技術並驗證軟體適用性，且透過易肇事地點分析，與地方政府合作進行推廣應用。
本計畫透過文獻回顧、專家學者座談會及地方機關調查，盤點路段常見的交通衝突情境，並規劃於 113-114 年每年辦理兩項先導測試計畫及其優先順序。本年度與臺北市交通管制工程處及新北市政府交通局合作辦理「汽機車混流衝突」、「左轉車道配置與行車動線」兩項先導測試計畫共 9 處路段，並與新北市政府、交通部公路局合作分析 2 處易肇事路口。先導測試計畫提出三大類駕駛行為：具風險之駕駛及用路行為、違規行為、交通衝突，並研提相關軌跡判斷邏輯，完成風險駕駛行為或違規行為的偵測；易肇事路口分析則為持續優化交通衝突分析項目及程序，以提供應用分析工具之參考應用。
本計畫亦持續優化相關分析技術，包含提升無人機飛行高度最高至 200 公尺，以提升可分析之路段長度；實驗測試雙機影像軌跡接合之可行性，軌跡接合品質達 98.9%；針對標線偵測繪製提出基於 transformer 深度學習架構及基於 SAM 模型架構的兩種可行方案；交通衝突分析軟體除針對先導測試計畫開發相關分析功能外，並提升整體分析結果的準確性及易讀性，針對專案檢索工具優化、分析軟體功能分類顯示，提升使用者操作之流暢度。前述成果可提供道路主管機關及交通管理者分析道路交通衝突，以提出更適切的改善方案。</td></tr>
</table>

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
114 年 7 月	388	460	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。

備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Traffic Conflict Analysis for Road Segments using UAV Aerial Applications (1/2) - Lane Traffic Conflict			
ISBN (OR ISSN) ISBN 978-986-531-695-2 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011400730	IOT SERIAL NUMBER 114-055-3535	PROJECT NUMBER 113-SBB005

DIVISION: Safety Division
DIVISION DIRECTOR: Ming-Cheng Huang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tsu-Hurng Yeh (FORMER DIVISION DIRECTOR)
PROJECT STAFF: Ming-Cheng Huang, Shih-Hsiang Yu
PHONE: 886-2-2349-6857
FAX: 886-2-2545-0429

PROJECT PERIOD

FROM March 2024
TO December 2024

RESEARCH AGENCY: C-LINK Technology Inc.
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chi-Sin Wen
PROJECT STAFF: Hong-Sheng Wang, Ka Io Wong, Shou-Ren Hu, Chih-Wen Su
ADDRESS: 13 FL-5, No. 738, Zhongzheng Rd., Zhonghe Dist., New Taipei City 235, Taiwan R.O.C.
PHONE: 886-2-82262008ext. 1261
FAX: 886-2-81924158

KEY WORDS: UAV, Deep Learning, Motorcycle-Vehicle Mixed Traffic Conflicts, Left-Turn Lane Configuration and Traffic Flow Patterns

ABSTRACT:

This research represents the first year of a two-year project (2024 – 2025). Building upon previous research, the project extends traffic conflict analysis tools to road segments. In addition to conducting annual pilot tests to verify the maturity and limitations of relevant technologies, the project collaborated with local governments to promote practical applications through the analysis of accident-prone locations.

This research identified common traffic conflicts at road segments through literature reviews, expert and scholar symposiums and local authority surveys. Two pilot testing plans have been conducted annually from 2024-2025. This year, the project collaborated with the Highway Bureau of MOTC, Taoyuan City Department of Transportation, and the Bureau of Transportation, Tainan City to conduct two pilot tests on “motorcycle-vehicle mixed traffic conflicts” and “left-turn lane configuration and traffic flow patterns” across nine road segments. The project also analyzed two high-risk intersections managed by New Taipei City and Highway Bureau of MOTC. The pilot testing plan identified three categories of driving behavior: risky driving behaviors, violations, and traffic conflicts, Relevant trajectory-based detection logic was developed to identify these behaviors. The accident-prone intersection analysis aims to further refine the scope and methodology of traffic conflict analysis, providing insights for the application of analytical tools.

Additionally, the project also continued to optimize relevant analysis techniques. These improvements include increasing the maximum drone flight altitude limit to 200 meters to enable analysis of longer road segments, testing the feasibility of dual-camera trajectory merging with a 98.9% accuracy rate, and proposing two solutions for lane marking detection using transformer-based deep learning and the SAM model architecture. The traffic conflict analysis software will be enhanced with new analytical features tailored to pilot test programs, improving overall result accuracy and readability. The software will also undergo optimizations, including improved project search tools, categorized display of analytical functions, and enhanced user experience for smoother operation. These results provide valuable insights and tools for road authorities and traffic managers, enabling more effective analysis of road traffic conflicts and the development of targeted improvement strategies.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
July 2025	388	460

The views expressed in this publication do not necessarily represent those of the Ministry of Transportation and Communications.

目 錄

第一章 緒論.....1
1.1 研究緣起.....1
1.2 研究範圍.....2
1.3 研究內容與工作項目.....2
1.4 研究流程.....4
第二章 文獻回顧.....7
2.1 人車流動影像分析技術.....7
2.1.1 針對空拍影像之偵測技術.....7
2.1.2 多物件間追蹤技術.....20
2.1.3 以空拍影像辨識道路標線之技術.....22
2.1.4 小結.....27
2.2 微觀安全分析的評估方式.....28
2.2.1 交通衝突理論之發展.....28
2.2.2 交通衝突指標.....29
2.2.3 路段交通衝突議題及微觀安全分析方法.....33
2.2.4 小結.....40
2.3 多機影像接合技術.....40
2.4 前 6 期研究之成果回顧.....43

第三章 無人機空拍影像.....49
3.1 無人機拍攝範圍及作業流程說明.....49
3.1.1 113 年無人機拍攝範圍.....49
3.1.2 無人機實地空拍作業流程.....51
3.1.3 路口/路段空拍活動申請狀況.....63
3.2 空拍實際辦理現況.....64
3.3 無人機資安議題.....67
第四章 影像辨識技術.....71
4.1 雙機協作及單機飛高影像處理測試與評估.....71
4.2 以空拍影像辨識道路標線之可行性評估.....79
4.3 小結.....85
第五章 優化交通衝突軟體.....87
5.1 路段功能開發.....87
5.1.1 基本功能.....89
5.1.2 進階功能.....94
5.2 路口路段功能呈現規劃.....97
5.3 優化交通衝突分析軟體使用流程.....98
5.4 推廣應用模式.....99
第六章 先導測試計畫.....101
6.1 綜整研提交通安全應用情境.....101

6.2 規劃 113-114 年先導測試計畫優先順序 104
6.3 本(113)年度之先導測試計畫內容.....108
6.3.1 分析方法與指標.....108
6.3.2 實驗場域篩選.....114
6.4 分析結果.....118
6.4.1 情境 A：汽機車混流衝突.....118
6.4.2 情境 B：左轉車道配置與行車動線.....192
6.5 小結.....220
第七章 易肇事地點分析.....223
7.1 分析項目.....223
7.2 易肇事地點篩選.....226
7.3 案例一：新北市新莊區中正路新泰路口 227
7.3.1 基本資料.....227
7.3.2 分析項目.....232
7.3.3 潛在問題及原因探討.....239
7.3.4 問題整理與改善建議.....243
7.4 案例二：桃園市中壢區中華路一段成功路口 245
7.4.1 基本資料.....245
7.4.2 分析項目.....251
7.4.3 潛在問題及原因探討.....262

7.4.4 問題整理與改善建議.....267
第八章 下(114)年度計畫研究方向及應用情境探討.....269
8.1 先導測試計畫.....269
8.2 改善影像辨識追蹤技術.....271
8.3 優化分析軟體.....271
8.4 無人機空拍影像.....272
第九章 結論與建議.....275
9.1 結論.....275
9.2 建議.....282
參考文獻 287
附錄 A. 今(113)年計畫工作項目執行狀況一覽表.....293
附錄 B. 專家學者座談會.....295
附錄 C. 113 年度無人機規格.....299
附錄 D. 無人機空拍程序說明.....301
附錄 E. 成果說明暨教育訓練.....311
附錄 F. 成果說明暨教育訓練成效分析.....317
附錄 G. 期中審查意見處理情形表.....321
附錄 H. 期末審查意見處理情形表.....339

圖 目 錄

圖 1.4-1　本研究流程圖 5
圖 2.1-1　(a)OpenCV 中的角度、寬與高；(b)以長邊為寬、短邊為高；(c)加上前端資訊 9
圖 2.1-2　Pascal 架構 GPU 下的偵測表現比較 11
圖 2.1-3　YOLOv3-CSPnet 效能圖 11
圖 2.1-4　訓練的幾個路口場景 12
圖 2.1-5　部分 DOTA1.0 上的偵測結果 15
圖 2.1-6　YOLOv8 官方實驗比較圖 16
圖 2.1-7　YOLOv11 官方實驗比較圖 19
圖 2.1-8　鄭博安(2020)提出之道路標線偵測重建流程圖 23
圖 2.1-9　基於 ACapsFPN 的路面標線繪製結果 24
圖 2.1-10　由 Fang 等人所提出方法的流程 26
圖 2.1-11　Fang 等人所提方法的分類結果 27
圖 2.2-1　安全階層金字塔圖 29
圖 2.2-2　SSM 統整分類圖 31
圖 2.2-3　路口各位置常見的機車肇事類型 34
圖 2.3-1　Feature Matching 41
圖 2.3-2　配對錯誤點 42
圖 2.3-3　修正配對參考圖 42
圖 2.3-4　RANSAC 示意圖 43
圖 3.1-1　無人機 150 公尺高度拍攝範圍 50

圖 3.1-2　無人機 120 公尺高度拍攝範圍 51
圖 3.1-3　無人機實地空拍作業流程 52
圖 3.1-4　大型彎道無法拍攝之示意圖 53
圖 3.1-5　起飛地點設置 54
圖 3.1-6　無人機攝影預設條件 56
圖 3.1-7　無人機畫面設定示意圖 56
圖 3.1-8　無人機起飛前對時 57
圖 3.1-9　無人機控制顯示器畫面圖 58
圖 3.1-10　無人機降落時再次對時 59
圖 3.1-11　雙機影片縫合 60
圖 3.1-12　無人機拍攝現場紀錄表 62
圖 3.3-1　民用航空局-遙控無人機管理規則修正草案推動時程 (113 年 10 月 29 日) 68
圖 3.3-2　數位發展部-無人機資安檢測安全等級 (112 年 6 月 17 日) 69
圖 4.1-1　將路段區域重組成偵測用影像；影像解析度越高、道路區域越細長，就可拆成越多段進行重組 71
圖 4.1-2　(左)單機空拍與(右)雙機空拍之作業流程圖 73
圖 4.1-3　車輛偵測與還原位置後的軌跡接合結果圖 74
圖 4.1-4　人工拼接一小時得到的較佳結果 75
圖 4.1-5　(左)貨車進入重疊區域前; (中)車身前半進入重疊區; (右)貨車完全進入重疊區 75
圖 4.1-6　另一個車輛偵測位置不一致的明顯例子 76
圖 4.1-7　技術一與技術二雙機影像接合流程圖 78

圖 4.1-8　軌跡接合示意圖 78
圖 4.1-9　軌跡接合完畢成果圖 78
圖 4.2-1　基於 Lawin Transformer 的道路標線分割方法流程 80
圖 4.2-2　(左)人工標註結果；(右) 基於 Lawin Transformer 的道路標線分割結果 82
圖 4.2-3　Meta AI 的可提示分割模型架構 83
圖 4.2-4　(左)預設 4096 個提示點、(右)以角點選定之 742 個提示點 83
圖 4.2-5　(左)最終取得之輪廓區域與其編號、(右) 二值化之分割結果，紅框為非標線 84
圖 5.1-1　基本設定-車道線與車道屬性介面 88
圖 5.1-2　車道編號圖例(沒有附加車道時) 88
圖 5.1-3　車道編號圖例(有附加車道時) 88
圖 5.1-4　基本設定-偵測線與偵測區域設定介面 89
圖 5.1-5　衝突事件篩選介面 90
圖 5.1-6　衝突事件表 90
圖 5.1-7　衝突事件統計圖表 91
圖 5.1-8　車流特性統計圖表 91
圖 5.1-9　交通量調查 OD 表 92
圖 5.1-10　衝突熱點及衝突影片回放 92
圖 5.1-11　軌跡篩選與繪製介面 93
圖 5.1-12　速度熱區圖 93
圖 5.1-13　減速度熱區圖 94
圖 5.1-14　路段分析執行流程 95

圖 5.1-15 門檻值設定 96
圖 5.1-16 偵測區域分析結果(R1-C3)總表 96
圖 5.1-17 全車道 C4 分析結果總表 97
圖 5.1-18 偵測線分析結果(C5)總表 97
圖 5.2-1 軌跡篩選與繪製路口/路段切換介面 98
圖 5.3-1 專案列表檢索及複製專案功能 99
圖 6.1-1 先導測試計畫之交通安全應用情境圖示 102
圖 6.4-1 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之路段底圖 119
圖 6.4-2 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 A 全部區域範圍 119
圖 6.4-3 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 A 部分區域範圍 120
圖 6.4-4 臺北市北投區承德路六段北向 （雙溪橋~福國路）之路段底圖 130
圖 6.4-5 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 A 全部區域範圍 131
圖 6.4-6 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 A 部分區域範圍 131
圖 6.4-7 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之路段底圖 142
圖 6.4-8 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 全部區域範圍 143

圖 6.4-9　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 部分區域範圍 143
圖 6.4-10　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之路段底圖 150
圖 6.4-11　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 A 情境全部區域範圍 150
圖 6.4-12　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 A 情境部分區域範圍 151
圖 6.4-13　新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖 157
圖 6.4-14　新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 全部區域範圍 157
圖 6.4-15　新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 部分區域範圍 158
圖 6.4-16　新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之路段底圖 164
圖 6.4-17　新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 全部區域範圍 164
圖 6.4-18　新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 部分區域範圍 165
圖 6.4-19　新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路） 之路段底圖 171
圖 6.4-20　新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 全

部區域範圍 171
圖 6.4-21 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 部分區域範圍 172
圖 6.4-22 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之路段底圖 179
圖 6.4-23 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 全部區域範圍 179
圖 6.4-24 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 部分區域範圍 180
圖 6.4-25 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之路段底圖 186
圖 6.4-26 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 全部區域範圍 186
圖 6.4-27 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 部分區域範圍 187
圖 6.4-28 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之路段底圖 193
圖 6.4-29 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 B 左轉情境範圍 194
圖 6.4-30 臺北市北投區承德路六段北向 （雙溪橋~福國路）之路段底圖 196
圖 6.4-31 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 B 左轉情境範圍 197

圖 6.4-32 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之路段底圖 199
圖 6.4-33 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 B 左轉情境範圍 200
圖 6.4-34 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之路段底圖 202
圖 6.4-35 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 B 左轉情境範圍 203
圖 6.4-36 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖 205
圖 6.4-37 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖 206
圖 6.4-38 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之路段底圖 208
圖 6.4-39 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 B 左轉情境範圍 209
圖 6.4-40 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之路段底圖 211
圖 6.4-41 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 B 左轉情境範圍 212
圖 6.4-42 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之路段底圖 214
圖 6.4-43 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 B 左轉

情境範圍 215
圖 6.4-44 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之路段底圖 217
圖 6.4-45 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 B 左轉情境範圍 218
圖 7.3-1 新北市新莊區中正路與新泰路口空拍圖 228
圖 7.3-2 新北市新莊區中正路與新泰路口號誌時相表 229
圖 7.3-3 不同車種及行進方向相關車輛之當量 230
圖 7.3-4 新北市新莊區中正路與新泰路口之 110 至 112 年肇事統計圖 231
圖 7.3-5 新北市新莊區中正路與新泰路口預計改善規劃示意圖 232
圖 7.3-6 新北市新莊區中正路與新泰路口之衝突熱點圖（A 架次）. 233
圖 7.3-7 新北市新莊區中正路與新泰路口之衝突熱點圖（B 架次）. 234
圖 7.3-8 新北市新莊區中正路與新泰路口之車流軌跡線圖（A 架次） 235
圖 7.3-9 新北市新莊區中正路與新泰路口之超速行為 236
圖 7.3-10 新北市新莊區中正路與新泰路口之車種車流特性分布 236
圖 7.3-11 新北市新莊區中正路與新泰路口之 B、D 左轉方向軌跡圖 . 237
圖 7.3-12 新北市新莊區中正路與新泰路口之穿越衝突分析結果 239
圖 7.3-13 新北市新莊區中正路與新泰路口之清道時間與交通衝突(時相一、時相二) 240
圖 7.3-14 新北市新莊區中正路與新泰路口之直行車違規變換、行駛車道 241

圖 7.3-15 號誌早開結束後之對向衝突問題.....241
圖 7.3-16 機會左轉之衝突問題.....242
圖 7.3-17 B、D 左轉方向軌跡圖 243
圖 7.4-1 桃園市中壢區中華路成功路口之空拍圖.....246
圖 7.4-2 桃園市中壢區中華路一段成功路口號誌時相表（A 架次）.248
圖 7.4-3 桃園市中壢區中華路一段成功路口號誌時相表（B-D 架次）
.....248
圖 7.4-4 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 110 至 112 年肇事統計圖
.....249
圖 7.4-5 桃園市中壢區中華路一段成功路口預計改善規劃示意圖（七
月預計改善方案）.....250
圖 7.4-6 桃園市中壢區中華路一段成功路口改善規劃示意圖（八月實
際改善）.....251
圖 7.4-7 桃園市中壢區中華路一段成功路口之衝突熱點圖（A 架次）
.....252
圖 7.4-8 桃園市中壢區中華路一段成功路口之衝突熱點圖（C 架次）
.....253
圖 7.4-9 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車流軌跡線圖（B 架次）
.....254
圖 7.4-10 桃園市中壢區中華路一段成功路口之超速行為（A 架次）.255
圖 7.4-11 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車種車流特性分布（A 架
次）.....255
圖 7.4-12 桃園市中壢區中華路一段成功路口之超速行為（C 架次）.256

圖 7.4-13 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車種車流特性分布（C 架次）.....256
圖 7.4-14 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 B、D 左轉方向軌跡圖（A 架次）.....257
圖 7.4-15 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 B、D 左轉方向軌跡圖（C 架次）.....259
圖 7.4-16 桃園市中壢區中華路一段成功路口之穿越衝突分析結果（A 架次）.....261
圖 7.4-17 桃園市中壢區中華路一段成功路口之穿越衝突分析結果（C 架次）.....262
圖 7.4-18 桃園市中壢區中華路一段成功路口之機車待轉動線與待轉區位置不當.....263
圖 7.4-19 桃園市中壢區中華路一段成功路口之受陰影遮蔽影響之左轉待轉機車.....263
圖 7.4-20 桃園市中壢區中華路一段成功路口之違規左轉議題.....264
圖 7.4-21 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 A 方向同向直行車衝突議題.....265
圖 7.4-22 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 A 方向同向機車鑽行議題.....265
圖 7.4-23 桃園市中壢區中華路一段成功路口之待轉機車與 B 方向左轉車衝突.....266
圖 7.4-24 桃園市中壢區中華路一段成功路口之時相三軌跡圖.....266
圖 9.1-1 路口/路段空拍無人機擇選評估條件說明.....275

圖 9.1-2　本所 107-113 年各年度拍攝路口/路段總數 277
圖 9.1-3　本所 107-113 年各縣市拍攝路口/路段總數 278
圖 9.1-4　將路段區域重組成偵測用影像 279
圖 9.1-5　交通衝突軟體架構圖 281
圖 9.2-1　平台發展規劃建議方向 285
圖 6.4-3　臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 A 部分區域範圍 120
圖 6.4-4　臺北市北投區承德路六段北向 （雙溪橋~福國路）之路段底圖 130
圖 6.4-5　臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 A 全部區域範圍 131
圖 6.4-6　臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 A 部分區域範圍 131
圖 6.4-7　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之路段底圖 142
圖 6.4-8　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 全部區域範圍 143
圖 6.4-9　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 部分區域範圍 143
圖 6.4-10　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之路段底圖 150
圖 6.4-11　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 A 情境全部區域範圍 150

圖 6.4-12 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 A 情境部分區域範圍 151
圖 6.4-13 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖 157
圖 6.4-14 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 全部區域範圍 157
圖 6.4-15 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 部分區域範圍 158
圖 6.4-16 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之路段底圖 164
圖 6.4-17 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 全部區域範圍 164
圖 6.4-18 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 部分區域範圍 165
圖 6.4-19 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路） 之路段底圖 171
圖 6.4-20 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 全部區域範圍 171
圖 6.4-21 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 部分區域範圍 172
圖 6.4-22 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之路段底圖 179
圖 6.4-23 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境

A 全部區域範圍 179
圖 6.4-24 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 部分區域範圍 180
圖 6.4-25 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之路段底圖 186
圖 6.4-26 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 全部區域範圍 186
圖 6.4-27 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 部分區域範圍 187
圖 6.4-28 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之路段底圖 193
圖 6.4-29 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 B 左轉情境範圍 194
圖 6.4-30 臺北市北投區承德路六段北向 （雙溪橋~福國路）之路段底圖 196
圖 6.4-31 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 B 左轉情境範圍 197
圖 6.4-32 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之路段底圖 199
圖 6.4-33 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 B 左轉情境範圍 200
圖 6.4-34 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之路段底圖 202

圖 6.4-35 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 B 左轉情境範圍 203
圖 6.4-36 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖 205
圖 6.4-37 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖 206
圖 6.4-38 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之路段底圖 208
圖 6.4-39 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 B 左轉情境範圍 209
圖 6.4-40 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之路段底圖 211
圖 6.4-41 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 B 左轉情境範圍 212
圖 6.4-42 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之路段底圖 214
圖 6.4-43 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 B 左轉情境範圍 215
圖 6.4-44 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之路段底圖 217
圖 6.4-45 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 B 左轉情境範圍 218
圖 7.3-1 新北市新莊區中正路與新泰路口空拍圖 228

圖 7.3-2　新北市新莊區中正路與新泰路口號誌時相表.....229
圖 7.3-3　不同車種及行進方向相關車輛之當量.....230
圖 7.3-4　新北市新莊區中正路與新泰路口之 110 至 112 年肇事統計圖
.....231
圖 7.3-5　新北市新莊區中正路與新泰路口預計改善規劃示意圖 232
圖 7.3-6　新北市新莊區中正路與新泰路口之衝突熱點圖（A 架次）.233
圖 7.3-7　新北市新莊區中正路與新泰路口之衝突熱點圖（B 架次）.234
圖 7.3-8　新北市新莊區中正路與新泰路口之車流軌跡線圖（A 架次）
.....235
圖 7.3-9　新北市新莊區中正路與新泰路口之超速行為.....236
圖 7.3-10 新北市新莊區中正路與新泰路口之車種車流特性分布 236
圖 7.3-11 新北市新莊區中正路與新泰路口之 B、D 左轉方向軌跡圖 .237
圖 7.3-12 新北市新莊區中正路與新泰路口之穿越衝突分析結果 239
圖 7.3-13 新北市新莊區中正路與新泰路口之清道時間與交通衝突(時相
一、時相二).....240
圖 7.3-14 新北市新莊區中正路與新泰路口之直行車違規變換、行駛車
道.....241
圖 7.3-15 號誌早開結束後之對向衝突問題.....241
圖 7.3-16 機會左轉之衝突問題.....242
圖 7.3-17 B、D 左轉方向軌跡圖 243
圖 7.4-1　桃園市中壢區中華路成功路口之空拍圖.....246
圖 7.4-2　桃園市中壢區中華路一段成功路口號誌時相表（A 架次）.248
圖 7.4-3　桃園市中壢區中華路一段成功路口號誌時相表（B-D 架次）

.....248
圖 7.4-4　桃園市中壢區中華路一段成功路口之 110 至 112 年肇事統計圖
.....249
圖 7.4-5　桃園市中壢區中華路一段成功路口預計改善規劃示意圖（七月預計改善方案）.....250
圖 7.4-6　桃園市中壢區中華路一段成功路口改善規劃示意圖（八月實際改善）.....251
圖 7.4-7　桃園市中壢區中華路一段成功路口之衝突熱點圖（A 架次）
.....252
圖 7.4-8　桃園市中壢區中華路一段成功路口之衝突熱點圖（C 架次）
.....253
圖 7.4-9　桃園市中壢區中華路一段成功路口之車流軌跡線圖（B 架次）
.....254
圖 7.4-10 桃園市中壢區中華路一段成功路口之超速行為（A 架次）.255
圖 7.4-11 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車種車流特性分布（A 架次）.....255
圖 7.4-12 桃園市中壢區中華路一段成功路口之超速行為（C 架次）.256
圖 7.4-13 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車種車流特性分布（C 架次）.....256
圖 7.4-14 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 B、D 左轉方向軌跡圖（A 架次）.....257
圖 7.4-15 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 B、D 左轉方向軌跡圖（C 架次）.....259

圖 7.4-16 桃園市中壢區中華路一段成功路口之穿越衝突分析結果（A 架次）.....261
圖 7.4-17 桃園市中壢區中華路一段成功路口之穿越衝突分析結果（C 架次）.....262
圖 7.4-18 桃園市中壢區中華路一段成功路口之機車待轉動線與待轉區位置不當.....263
圖 7.4-19 桃園市中壢區中華路一段成功路口之受陰影遮蔽影響之左轉待轉機車.....263
圖 7.4-20 桃園市中壢區中華路一段成功路口之違規左轉議題.....264
圖 7.4-21 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 A 方向同向直行車衝突議題.....265
圖 7.4-22 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 A 方向同向機車鑽行議題.....265
圖 7.4-23 桃園市中壢區中華路一段成功路口之待轉機車與 B 方向左轉車衝突.....266
圖 7.4-24 桃園市中壢區中華路一段成功路口之時相三軌跡圖.....266
圖 9.1-1 路口/路段空拍無人機擇選評估條件說明.....275
圖 9.1-2 本所 107-113 年各年度拍攝路口/路段總數.....277
圖 9.1-3 本所 107-113 年各縣市拍攝路口/路段總數.....278
圖 9.1-4 將路段區域重組成偵測用影像.....279
圖 9.1-5 交通衝突軟體架構圖.....281
圖 9.2-1 平台發展規劃建議方向.....285

表 目 錄

表 2.1-1　各類別的訓練及測試數量 13
表 2.1-2　Oriented YOLOv4 與其他選轉框方法比較表 14
表 2.1-3　YOLO 系列在 COCO2017 資料集上的最佳偵測結果比較，YOLO 與 YOLOv2 為 COCO2007 資料集上偵測之結果 17
表 2.1-4　YOLOv7 與過往方法比較表 18
表 2.1-5　YOLOv8、YOLOv9、YOLOv10、YOLOv11 在大麻葉偵測之結果比較 20
表 2.2-1　7 個安全中介指標的適用條件與閾值 31
表 2.2-2　「107 年度市區道路車道配置及車道寬度調整研究與實作案」之分析指標 34
表 2.2-3「市區道路路側停車與快慢分隔島對交通安全影響之研究案」之指標 36
表 2.2-4　「市區道路路口車道寬度及車道配置影響評估案」之指標 ..38
表 2.2-5　微觀安全分析於路段分析之文獻綜整 39
表 2.4-1　107~112 年研究之成果列表 44
表 3.1-1　無人機 Autel EVO II Pro 規格表 49
表 3.1-2　無人機空拍地點不宜飛行評估表 54
表 3.1-3　無人機飛行及攝影機最佳參數設定表 55
表 3.1-4　路口/路段空拍活動申請表 63
表 3.2-1　空拍日期與時間表 65
表 4.1-1　單雙機拍攝比較表 77

表 4.1-2　影像接合與軌跡接合比較表 79
表 4.2-1　兩種標線分割技術比較 84
表 5.1-1　路段風險指標分類表 95
表 6.1-1　先導測試計畫之交通安全應用情境 102
表 6.2-1　先導測試計畫的合作意願及合作之應用情境 106
表 6.2-2　113-114 年先導測試計畫之建議課題 107
表 6.3-1　先導測試計畫之工作項目 108
表 6.3-2　分析指標架構表 110
表 6.3-3　先導測試地點篩選條件 114
表 6.3-4　先導測試計畫之實驗路段 115
表 6.3-5　先導測試計畫實驗路段對應之路型情境表 117
表 6.4-1　臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 A 全部區域分析統計表 121
表 6.4-2　臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 A 部分區域分析統計表 125
表 6.4-3　臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之 TERCRI 統計表 129
表 6.4-4　臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之 THW 事件統計表 129
表 6.4-5　臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 A 全部區域分析統計表 133
表 6.4-6　臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 A 部分區域分析統計表 137

表 6.4-7　臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之 TERCRI 統計表 141
表 6.4-8　臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之 THW 事件統計表 141
表 6.4-9　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 全部區域分析統計表 145
表 6.4-10　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 部分範圍分析統計表 147
表 6.4-11　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之 TERCRI 統計表 149
表 6.4-12　臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之 THW 事件統計表 149
表 6.4-13　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 A 全部區域分析統計表 152
表 6.4-14　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 A 部分區域分析統計表 154
表 6.4-15　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 TERCRI 統計表 156
表 6.4-16　新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 THW 事件統計表 156
表 6.4-17　新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 全部區域分析統計表 159
表 6.4-18　新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之

情境 A 部分區域分析統計表 161
表 6.4-19 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之 TERCRI 統計表 163
表 6.4-20 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之 THW 事件統計表 163
表 6.4-21 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 全部區域分析統計表 166
表 6.4-22 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 部分區域分析統計表 168
表 6.4-23 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之 TERCRI 統計表 170
表 6.4-24 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之 THW 事件統計表 170
表 6.4-25 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 全部區域分析統計表 174
表 6.4-26 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 部分區域分析統計表 176
表 6.4-27 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之 TERCRI 統計表 178
表 6.4-28 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之 THW 事件統計表 178
表 6.4-29 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 全部區域分析統計表 181

表 6.4-30 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 部分區域分析統計表 183
表 6.4-31 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之 TERCRI 統計表 185
表 6.4-32 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之 THW 事件統計表 185
表 6.4-33 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 全部區域分析統計表 188
表 6.4-34 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 部分區域分析統計表 190
表 6.4-35 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之 TERCRI 統計表 192
表 6.4-36 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之 THW 事件統計表 192
表 6.4-37 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 B 分析統計表 195
表 6.4-38 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 B 分析統計表 198
表 6.4-39 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 B 分析統計表 201
表 6.4-40 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 B 分析統計表 204
表 6.4-41 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之

情境 B 分析統計表 207
表 6.4-42 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）情境 B 分析統計表 210
表 6.4-43 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）情境 B 分析統計表 213
表 6.4-44 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 B 分析統計表 216
表 6.4-45 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 B 分析統計表 219
表 7.1-1 分析項目及功能說明 224
表 7.2-1 易肇事地點候選清單與挑選地點 227
表 7.3-1 新北市新莊區中正路與新泰路口之幾何特性表 228
表 7.3-2 新北市新莊區中正路與新泰路口之各車種轉向交通量 229
表 7.3-3 新北市新莊區中正路與新泰路口之碰撞類型與肇事原因 231
表 7.3-4 新北市新莊區中正路與新泰路口之機會左轉分析結果 237
表 7.3-5 新北市新莊區中正路與新泰路口之機會左轉進階分析結果 238
表 7.3-6 問題整理與改善建議 244
表 7.4-1 桃園市中壢區中華路一段成功路口之幾何特性表 246
表 7.4-2 桃園市中壢區中華路一段成功路口之各車種轉向交通量（A 架次） 247
表 7.4-3 桃園市中壢區中華路一段成功路口之各車種轉向交通量（B-D 架次） 247
表 7.4-4 桃園市中壢區中華路一段成功路口之碰撞類型與肇事原因 249

表 7.4-5　桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉分析結果（A 架次）.....258
表 7.4-6　桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉進階分析結果（A 架次）.....258
表 7.4-7　桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉分析結果（C 架次）.....259
表 7.4-8　桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉進階分析結果（C 架次）.....260
表 7.4-9　問題整理與改善建議.....268
表 8.1-1　交通衝突風險程度之原判斷方式.....270
表 8.1-2　交通衝突風險程度之新判斷方式.....270

第一章 緒論

1.1 研究緣起

近年來，臺灣交通事故頻繁發生，造成許多交通傷亡等社會輿論等問題，並引起國外媒體針對臺灣交通之專題報導，如何快速有效率釐清交通安全問題起因，已是非常重要之研究方向。既有使用傳統交通事故分析方法乃透過累計統計肇事資料，邀請交通專家學者進行現場會勘，進行討論與釐清問題後訂定改善方案，此方法雖為已成熟之交通改善手法，然而對於都會區交通流量日趨增加、交通事故頻繁、交通事故日趨複雜與多變條件組合下，較難在短期有效率改善隱藏之交通衝突問題。

為了提升交通安全改善之效率，以及因應日趨複雜之交通事故問題細節等需求下，本系列研究採用無人機空拍道路人車流動影像，透過人工智慧深度學習技術偵測人車位置，追蹤產出人車流動的動態軌跡資料，並結合交通領域知識，提供數據化資料含車種、車速、衝突點等重要交通特性資訊，透過與實務交通單位合作，系統性導入交通應用情境測試實驗計畫，於交通研究、分析及應用上，應有助於大數據化提升交通治理品質。本計畫相關研究緣起如下：

110 年至 112 年「以無人機探勘人車流動資訊之應用情境規劃與先導測試」為期三年之工作，根據專家座談會盤點之議題執行六項先導測試，依照時間順序分別為(1)機會左轉、(2)路口穿越衝突、(3)右轉衝突、(4)非號誌化路口停讓衝突、(5)機會左轉進階分析、(6)人車衝突，每個情境依照具風險之駕駛及用路行為(Risky Driving Behavior)、違規行為(Violation Behavior)、交通衝突(Traffic Conflict)向度提出多個指標並分析，累積完成共 12 處易肇事路口、42 處先導測試路口之交通衝突分析。影像分析部分導入單一偵測模組 Oriented YOLOv4、精進偵測模型預測角度之穩定度、自行車分類、車輛偵測框偏斜、改善旋轉框 SORT 追蹤機制、並進一步提升行人的偵測率；分析軟體持續更新優化軟體介面、優化軌跡/車速繪製功能、衝突熱區影像疊合、衝突影片回放功能升級、兩段式左轉判斷機制導入、增加行人時相表設定功能、號誌時相功能升級等，完成針對路

口的交通衝突分析工具階段性開發工作。

除了路口，路段亦為事故好發區域，根據交通部道安資訊平台資料顯示，110 至 112 年間，路段中車與車最常見的事故類型為車與車追撞、側撞和同向擦撞，顯示出車輛之間的動態互動在路段中至關重要。路段的交通衝突通常涉及車道變換、跟車距離變化、橫向間距不穩定、速度差異和急減速等因素。為了更系統性提供路段交通衝突之分析工具，本研究計畫將結合過去於無人機、影像辨識、軌跡資料萃取、交通衝突分析之經驗，持續於路段進行交通衝突之先導測試。

1.2 研究範圍

本計畫之研究技術範圍屬跨領域技術之開發、整合、測試、應用機關交流等範疇，分析資料來源使用無人機進行道路高空懸停及長時間人車流攝影，影像分析採 AI 影像辨識與追蹤技術並搭配所需之影像處理等技術，交通應用採交通衝突與行為分析，與實務交通單位合作進行易肇事路段分析，進行軟體開發、介接、整合、測試與使用者介面優化。110-112 年研究團隊已運用此技術針對路口交通衝突分析工具開發，而路段場域則尚未進行測試開發，期望透過此一系列研究案發展一套路段交通衝突分析之工具，提供交通規劃及改善人員進行有效率之路段交通衝突分析。今(113)年為兩年期研究案的第一年，主要針對路段中的車道交通衝突情境進行研究探討。

1.3 研究內容與工作項目

本研究的工作內容，主要分為以下工作項目：

一、 蒐集並彙整無人機空拍應用於路段交通衝突分析之相關課題

(一) 蒐集國內外路段交通衝突，以及使用無人機空拍分析道路交通衝突之應用與研究文獻。

(二) 彙整路段交通衝突相關課題，首先為如何評估影響車道交通衝突之因素，如車道寬度、禁行機車 VS 汽機車混流、快(慢)車道等配置，以及駕駛行為之併行、超車、車道變換、跟車間距等，對於交通安全之影響；其次為

如何評估影響路側交通衝突之因素，如公車站位置及進出停靠路側、路邊停車位或臨時停車、建物或停車場出入口等，對於交通安全之影響。

(三) 前項結合路口相關議題，研提分析架構，諮詢專家或召開座談會以確認相關內容。

(四) 依據前述分析結果，選擇路段高風險交通衝突情境，擬定 2 年期(113-114)先導測試計畫及排定測試優先順序。

二、 執行第 1 年先導測試計畫

(一) 依據第 1 點擬定之 2 年先導測試計畫優先順序，執行第 1 年(113 年)先導測試計畫，計畫議題應與車道交通衝突有關。

(二) 先導測試計畫內容包括測試與分析方法、測試設備(無人機機種、路側設備等)、測試場域(包含道路類型及數量)、無人機飛行趟次、拍攝影片之選擇時段及總時長等，並執行測試，藉由分析測試資料評估及確認相關技術成熟度與限制。

(三) 透過前項先導測試計畫，除分析該交通衝突課題之特性外，並綜整此類交通衝突之判斷原則，以供後續實務單位分析此類交通衝突之參考及應用。

(四) 配合先導測試計畫，新增「交通衝突分析軟體」相關分析功能及圖表，並與 110-112 年已開發之路口分析功能結合。

三、 影像辨識處理

(一) 拓展 AI 自動辨識技術至路段場域，配合分析路段空拍影像需求，AI 自動辨識及追蹤技術應可處理 150 公尺以上之路段。

(二) 探討國內外最新發展之 AI 自動辨識及追蹤技術，能否優化本研究 AI 自動辨識及追蹤技術。

(三) 就空拍路口或路段底圖，探討自動辨識路型及相關標線，並自動標註尺寸之技術可行性。如具技術可行性，則於下(114)年度進行軟體開發。

四、 持續優化「交通衝突分析軟體」

(一) 與道路管養機關合作(原則不與 110-112 年合作機關重複)，運用本分析軟體協助其分析至少 2 個地點交通衝

突情形，以驗證本分析軟體相關功能之可行性、操作性及正確性，並依據執行經驗優化新軟體相關功能。協調合作之道路管養機關優先選擇當年度可執行改善之易肇事地點，協助其依據本研究提供之交通衝突分析資料，參考交通工程設計範例進行相關交通工程改善。若改善時程可配合，則於當年度或隔年度協助合作之道路管養機關比較分析改善前後之交通衝突變化情形，以評估改善成效。

(二) 檢視修訂 112 年修訂之分析軟體之操作手冊及無人機空拍影像作業流程

五、 其它工作

(一) 綜整摘要說明 107-112 年重要研究成果，並摘要說明本(113)年階段性成果。

(二) 針對計畫重要成果，製作海報及影片電子檔。

(三) 就本(113)年度研究成果，辦理成果說明會及教育訓練，協助道路管理機關及顧問公司導入交通衝突分析技術，並調查訓練滿意度及性別分析。

(四) 將本期研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、港灣技術季刊、國內外期刊、學術研討會。

1.4 研究流程

本研究流程主要分為四大部分：(1)空拍影像資料蒐集、(2)影像處理技術、(3)交通衝突分析軟體、(4)交通分析。透過與實務交通機關溝通以選出欲分析路口/路段，採用無人機進行路口/路段空拍影像資料蒐集，將蒐集之影像進行物件軌跡資料產出，再輸入交通衝突分析軟體進行相關軌跡運算後，產出交通分析所需之情境與圖表統計結果，供交通分析使用者進行所需之特定交通衝突分析。整體研究流程如圖 1.4-1 所示，方框虛線為今(113)年度新增之交通安全情境，並詳述各部分內容如下：

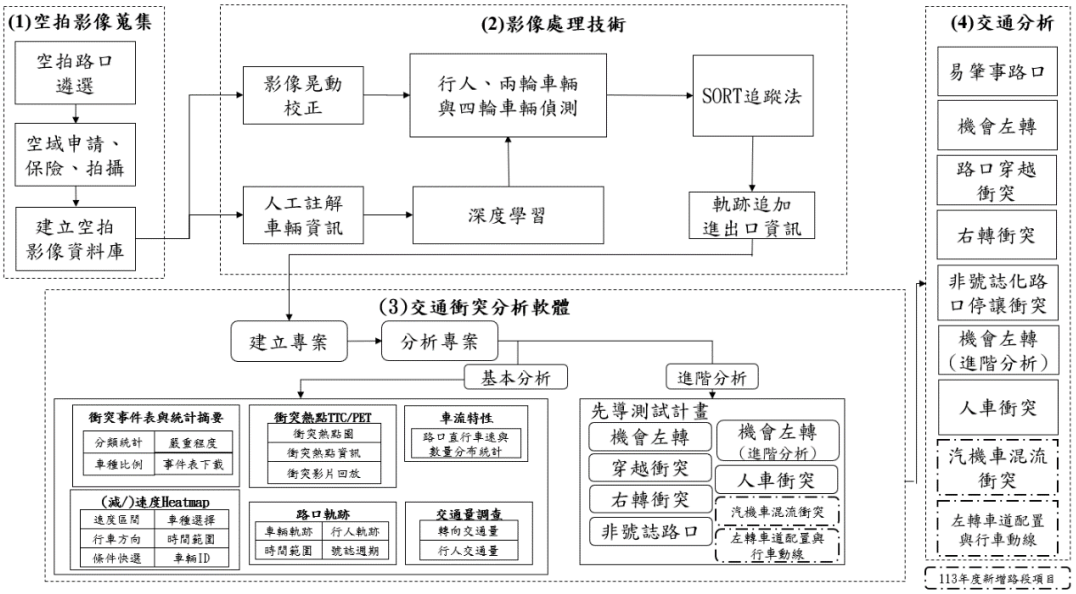


圖 1.4-1 本研究流程圖

一、 空拍影像資料蒐集：

本研究蒐集高解析空拍影像，做為系統開發、測試、與分析之影像資料來源。飛行任務前，除須完成無人機註冊、檢驗作業、飛手取得民航局發給之操作證、完成飛航活動申請外，針對禁航區、限航區的路口和路段亦須完成申請核可，並遵循本所安全作業程序說明，且提供相關申請資料送本所確認。

二、 影像處理技術：

無人機空拍影像些許畫面晃動即可能影響影像辨識精準度，因此本研究首先將空拍影像進行晃動校正，然後透過單一深度學習模型進行逐張畫面物件偵測，逐張偵測物件再透過影像處理進行追蹤產出偵測物件軌跡資料。除此之外，在空拍影像資料庫中事先蒐集之大量影像，則會透過人工註解影像中的車輛位置，取出外觀特徵與車種資訊，並結合深度學習產生車輛分類器，依此分類器對影像中之車輛進行分類以辨識車種，並同時偵測車輛位置。之後，利用物件追蹤技術產生車輛軌跡資訊，並根據預先劃定的路段車道進出線段及各軌跡行經的線段，增加其進出路段車道之行車資訊。

三、 交通衝突分析軟體：

經由影像處理及追蹤技術所得到之路口/路段物件流動軌跡，進行交通衝突分析。分析軟體首先讀取道路影片、道路底圖及軌跡檔，軟體會自動將軌跡檔案換算為所需呈現之數據，即可得到完整交通衝突事件結果，除提供基本功能如交通量調查、軌跡篩選與繪製、衝突事件表、衝突熱點圖等，亦開發先導測試計畫研究所需之分析模組及使用者操作介面。

四、 交通分析：

本研究與道路交通管養機關合作，討論具體之相關交通需求，使用交通衝突分析軟體進行易肇事路口分析，及透過文獻回顧初擬路段常見之交通安全應用情境，召開專家學者座談會蒐集專家與道路管養機關的意見，擬定交通安全應用情境，進而規劃兩年期執行交通安全應用情境項目與優先順序，並綜整先導測試計畫交通衝突之判斷原則。今(113)年度新增的路段交通安全應用情境為「汽機車混流衝突」與「左轉車道配置與行車動線」，提供後續實務單位分析此類交通衝突之參考應用。

第二章 文獻回顧

2.1 人車流動影像分析技術

2.1.1 針對空拍影像之偵測技術

一、 影像偵測技術發展

在一般的物體檢測任務中，以物體之上、下、左、右邊界所形成的矩形正框已經被廣泛用於指示物體的位置。無論是採用先預測大量物體位置，再對每個預測位置進行篩選、分類、位置校正的兩階段偵測器，如 Faster RCNN (Ren et al., 2015)等；抑或是捨棄早期的物體位置預測，直接在畫面上均勻配置一定數量的偵測框，找出局部上最可能是物體的位置與分類，並篩選掉信心度不足者，如 YOLO (Redmon et al., 2016)等單一階段偵測器。儘管在早期，單階段檢測器的準確性基本上低於兩階段檢測器，但單階段架構容易達到更高的檢測速度，因而在實際應用層面上受到更大的關注與發展，最終獲得了不輸給兩階段檢測器的準確度，而在速度上更是遙遙領先。

為了獲得物體的位置和方向，同時消除背景干擾，研究人員提出了許多基於兩階段和一階段模型的方向性物體檢測器(Oriented object detector)。早期的方向性檢測器是基於兩階段方案，如 RRPN (Ma et al., 2018)直接在 Faster RCNN 的區域候選網路(region proposal network, RPN)中加入角度參數，使候選的矩形框本身產生方向性。然後，通過旋轉感興趣區域(Rotated Region of Interest, RROI)，將任意方向的感興趣區域內容轉換為固定大小的特徵圖，以檢測畫面中的可旋轉矩型物體。在 R2CNN 中，Jiang et al. (2017)提到，矩形框在旋轉 90 度和-90 度時，角度差異最大但外形完全一致，這樣的矛盾可能會給網路學習帶來困難。因此，他們採用順時針方向的頭兩個角的座標(按 OpenCV 函式庫中定義的矩形框四個角之順序)和矩形框的高度來表示一個傾斜的矩形(x1,y1,x2,y2,h)。為了照顧長寬比較大的物體，他們還用不同的比例大小(7x7、11x3、3x11)進行 ROI 池化。為了彌補原本物體檢測器中角度資訊的不足，同時也學習了矩形正框與實際可旋轉矩形間的矩陣轉換變數。

近年來，方向性物體檢測器主要被應用於航空照片。由於航拍場景中物體大小/方向的巨大變化和背景的複雜性，許多兩階段物體檢測器集中在更深層次的特徵提取和關注機制上。為了更好地整合不同尺度的特徵，R-DFPN (Yang et al., 2018)提出了密集特徵金字塔網路(Dense Feature Pyramid Network, DFPN)來提高特徵的使用率。ICN (Azimi et al., 2018)結合了圖像級聯網路(image cascade network、特徵金字塔網路(feature pyramid network)和可變形概念網路(deformable inception network)等多個模組，在檢測定向物體方面取得了令人滿意的性能。SCRDet (Yang et al., 2019)在 RPN 之前增加了不同的注意模組，以更好地處理小物體和雜亂的導向物體。

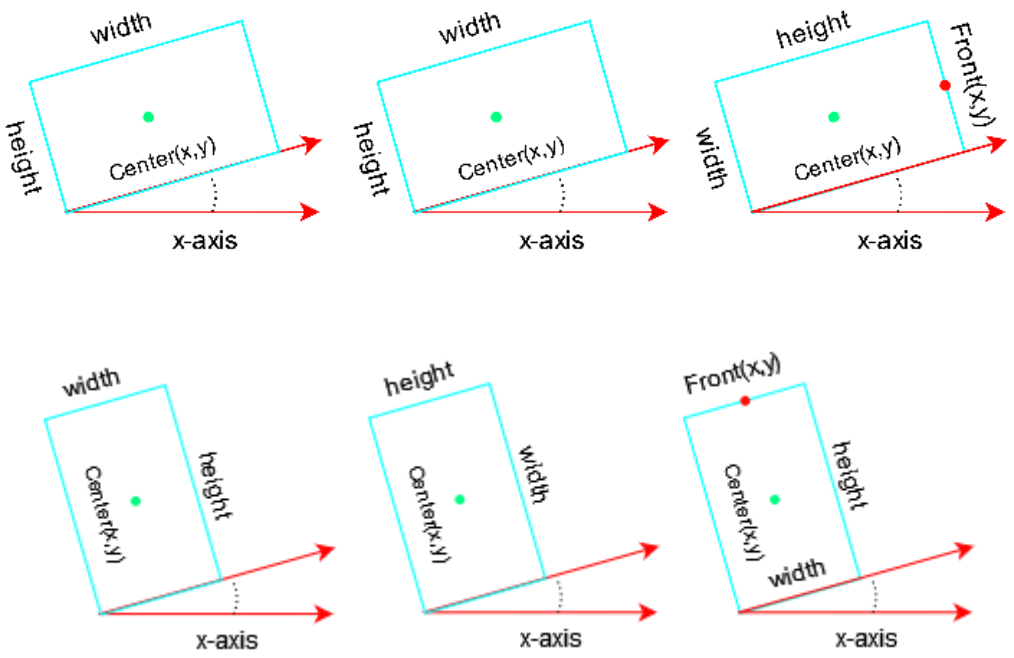
除了上述的兩階段方案外，也有些單階段的方向性物體檢測器是基於較低的計算成本和記憶體要求而開發。例如，R-DFPN 中角度訓練的難度，啟發了 SAR (Lu et al., 2020)將一些旋轉角度參數從迴歸任務轉換為分類任務，以避免 0 度與 360 度的角度不連續問題。CSL (Yang & Yan, 2020)則進一步使用圓形平滑標籤(circular smooth label)技術，進一步對角度分類進行處裡以獲得更穩健的預測結果，避免角度不連續的邊界問題。與兩階段檢測器不同，單階段檢測器無法預選出感興趣區域來進行池化或校正來減少特徵錯位的影響。R3Det (Yang et al., 2021)通過重建特徵圖和使用更深的網路主幹，來提取更豐富的特徵來實現特徵對齊。RSDet (Qian et al., 2021)直接迴歸矩形框的四個角座標，並設計了新的旋轉損失函數，以避免角度迴歸過程遇到的不連續問題。

不管是兩階段還是單階段的方向物體檢測器，主要有三種不同的方法來賦予邊界盒方向：

(一) 基於中心座標、寬、高與角度的 5 參數迴歸。
(二) 基於四個角的 8 參數迴歸。
(三) 基於角度分類。

基於 5 參數迴歸的方法通常是增加一個額外的參數 θ 來迴歸邊界框的角度。 θ 的範圍通常定義為[0°, 90°)或[0°, 180°)。OpenCV 對旋轉矩形的角度表示法是以四個角中最下方角(x', y')做參考，將 y=y' 做為 0°之水平線。沿逆時鐘方向遇到的第一個邊即為寬(width)、與其垂直者為高(height)；而第一個邊與水平線所成之夾角，即為旋轉

矩形的角度 θ，其範圍固定會落在[0°, 90°)，如圖 2.1-1(a)所示。在此情況下，5 參數中的角度不僅每 90°就會遭遇一次不連續，且同一矩形會隨其旋轉角度不同產生不同的寬與高之定義。為此，有些方法會將長邊定義為寬、短邊定義為高，來避免寬高混用的情況，甚至再進一步根據水平線遇到的第一個邊來調整角度，若為短邊則增加 90°以期所成角度永遠為水平線與長邊之夾角，得到更大的角度連續範圍[0°, 180°)，如圖 2.1-1 (b)所示。然而這依然會在每 180°時遭遇不連續之情況。由於車輛本身皆有頭尾之分，因此研究團隊以車頭所在之邊的中心點做為矩形前端，將矩形前端與中心間連線，配合水平線所成之夾角做為角度，得到完整的 360°角度範圍，並用 $u = \cos\theta$ 與 $v = \sin\theta$ 將不連續的一維角度數值，轉換成半徑為 1 的二維極座標 (u, v)，以 6 參數取代 5 參數來避免實際鄰近角度的不連續性，如圖 2.1-1 (c)所示。



(a) (b) (c)

圖 2.1-1 (a)OpenCV 中的角度、寬與高；(b)以長邊為寬、短邊為高；(c)加上前端資訊

在基於 8 個參數的迴歸方法中 (Azimi et al., 2018; Liao, Shi, & Bai, 2018; Liao, Zhu, et al., 2018; Qian et al., 2021; Xu et al., 2020)，是直接

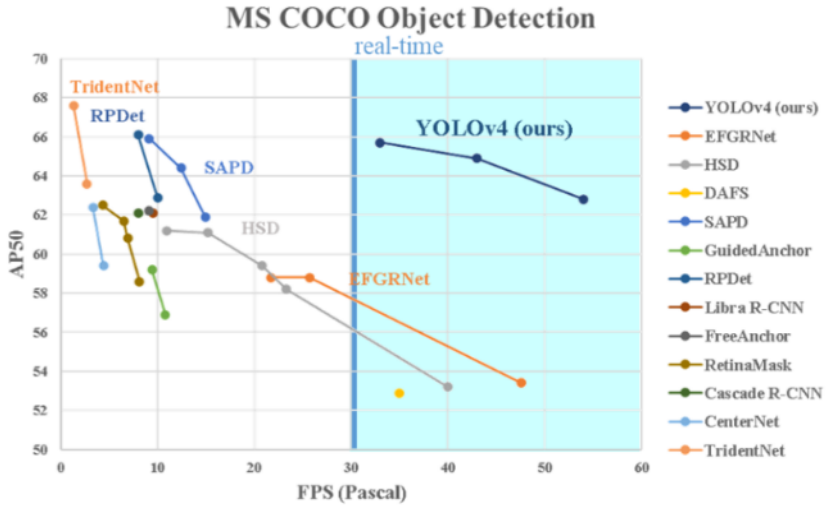
對四邊形的四個角的座標進行迴歸。但由於四個角點在不同旋轉角度下難以達到一致的排序，邊界不連續的問題仍然存在；另一方面，迴歸出的四個角並不保證皆為直角，因此若用於表示車輛位置亦容易因形狀不受限，而產生出嚴重偏差。

最後，基於角度分類的方法 (Yang & Yan, 2020, 2022)主要是將角度從原本的迴歸任務轉移為分類任務。雖然這在根本上確實避免了邊界問題。然而，角度離散化引起了天生的精度限制，同時也增加了導入新的超函數所引起的網路調整困難。

在交通分析或航行分析中，車輛前端資訊可以讓車輛在靜止間亦得知其方向，有助於了解其是否可能違反行駛方向等問題，因此在前期的計畫中，研究團隊提出適用於車輛的 6 參數迴歸模型，更進一步避免角度不連續的問題。為了實現高性能的物體檢測，研究團隊基於由國內發展出的 YOLOv4 架構，開發新的車輛偵測技術來生成具有方向性，可以更好地擬合空拍影像中車輛位置的可旋轉矩形框。

二、 YOLO 影像偵測技術發展

YOLOv4 架構是由 Alexey Bochkovskiy 與我國中央研究院資訊科學所所長廖弘源，以及其博士後研究學者王建堯所共同發表，可說是國內學者在深度學習領域的一項重大貢獻。新的 YOLOv4 主要是透過對近幾年來大量發展的偵測架構進行了全盤性的分析與測試，作者將各種架構與技巧區分為在訓練中提升準確度，但不會犧牲速度的贈品包(Bag of Freebies, BoF)，與在偵測中犧牲部分速度以提升準確度的特惠包(Bag of Specials, BoS)兩大類。透過大量的方法組合與測試驗證，取出在速度與效能上最具競爭力的組合結果。此外，作者也測試了 YOLOv4 在不同世代 GPU 架構下的表現，即使是以目前市面上消費級的單 GPU 產品(如 Pascal 架構下的 Nvidia GTX 1080ti)，都能達到 30fps 的即時處理要求，並達成了在同等速度下有著最佳準確度，以及同等準確度下有著最佳速度的表現，如圖 2.1-2 所示。

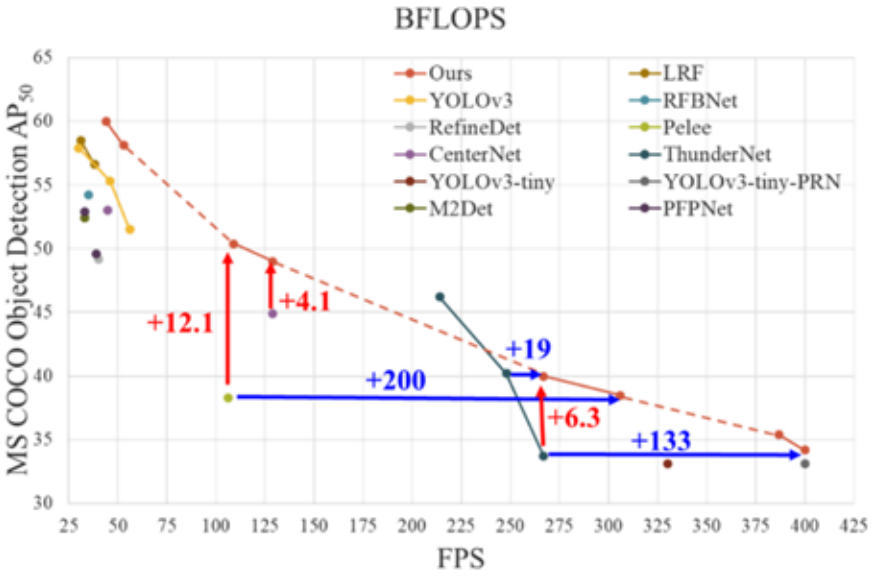


資料來源：Bochkovskiy et al. (2020)

註：AP50代表偵測重疊率在50%以上的平均查準率(Average Precision)

圖 2.1-2 Pascal架構GPU下的偵測表現比較

108 年研究採用的是當時最新最有效的 YOLOv3-CSPnet 版本，在同等偵測速度下，此版本較原始 YOLOv3 版本 AP50 約可高出 5~7 個百分點(圖 2.1-3)；而 YOLOv4 較原始 YOLOv3 版本 AP 則可高出近 7~10 個以上百分點。



資料來源：Wang et al. (2020)

圖 2.1-3 YOLOv3-CSPnet效能圖

回顧前期計畫中，研究團隊最終提出了 Oriented YOLOv4 (Lin &

Su, 2022)，並針對解析度為 1920 × 1080 的空拍影像進行訓練、偵測等測試。訓練樣本使用了無人機搭載高解析度攝影機，在 29 個不同的路口進行空拍錄製。由於可旋轉框的人工標註成本巨大，因此研究團隊利用前期訓練資料產生初步偵測模型，透過該模型從數十部路口影片偵測結果中，透過人工挑選出 723 張錯誤情況較明顯的路口空拍照片進行二次訓練，並再挑選 200 張空拍影像做為測試。部份路口場景如圖 2.1-4 所示，訓練與測試資料中各類別的車種數量資訊如表 2.1-1。

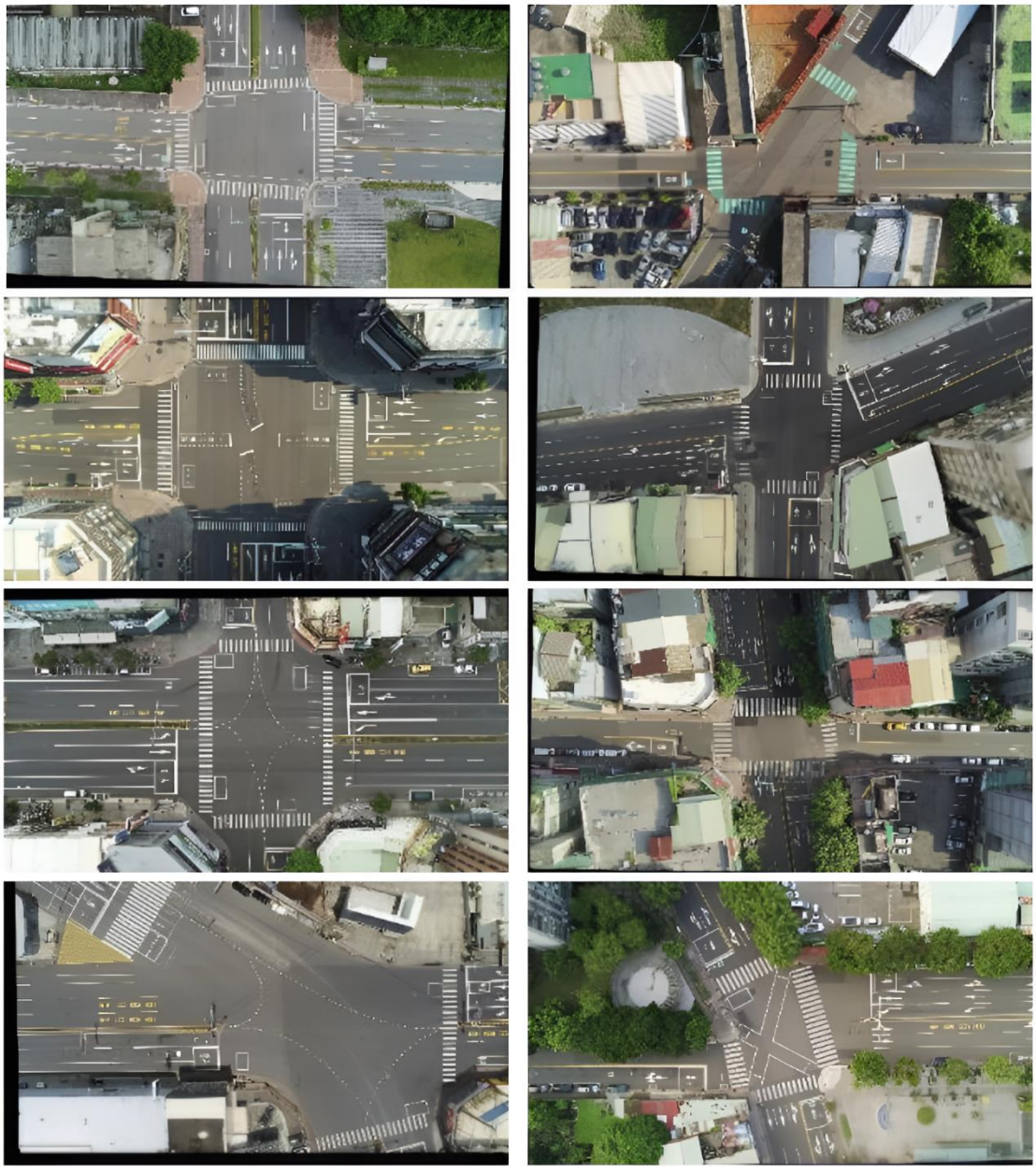


圖 2.1-4 訓練的幾個路口場景

表 2.1-1 各類別的訓練及測試數量

	訓練資料	測試資料
行人	4061	1823
自行車	467	331
機車	26314	9661
小客車	14924	4958
貨車	2035	850
大客車	605	171
聯結車頭	153	110
聯結車身	151	111
總物件數	48710	18015
總影像數	723	200

此外，本研究也將 Oriented YOLOv4 與其它目前主要的旋轉框偵測方法進行了比較，選擇了世界上最大規模的 DOTA1.0 做為比較的資料庫，如圖 2.1-5。DOTA1.0 包含了 2806 張來自不同感測器和平臺的圖像。圖像的大小從大約 800×800 到 4000×4000 不等。完全注釋的 DOTA 圖像包括 188,282 個物體，每個實例由一個任意的四邊形所框選，並分為 15 個類別：飛機(PL)、棒球場(BD)、橋樑(BR)、田徑場(GTF)、小型車輛(SV)、大型車輛(LV)、船舶(SH)、網球場(TC)、籃球場(BC)、儲槽(ST)、足球場(SBF)、路口圓環(RA)、港口(HA)、游泳池(SP)、直升機(HC)。依 DOTA1.0 測試標準，隨機選擇一半的原始圖像做為訓練集，1/6 做為驗證集，1/3 做為測試集。原始圖像裁剪成 1024×1024 的區塊，重疊位移設置為 512。最後，得到了 29,457 個影像區塊用於訓練過程。實驗結果如表 2.1-2 所示，紅字為 mAP 最高者。本研究所開發的 Oriented YOLOv4(即 Method 欄位為 Ours 者)採用的骨幹網路為 CSPDarknet53，在特徵擷取能力上大約接近 ResNet101，較遜於 ResNet152。由於設計上針對了車輛的方向性，因此對於首尾難以區分的橋樑、田徑場等表現普遍較差，但在首尾

方向性明顯且大致能被矩形包覆的物體上表現突出，如大型車輛、小型車輛、船舶等，均取得最佳表現。在一般情況下，由於 YOLOv4 本身的高效率特性，速度為其它方法的兩倍快，雖然表 2.1-2 許多方法未列實際的每秒處裡幀數(Frame Per Second, FPS)，但根據其架構與在其它骨幹網路、硬體上之表現推估，幾乎都在 10 fps 到不足 1 fps 之間。若採用測試期擴增(test time argumentation)條件(即 Method 欄位位為 Ours(tta)者)，則會合併原偵測結果與將影像水平翻轉之偵測結果，在車輛偵測上可再進一步獲得提升。

整體來說，由於 YOLOv4 本身的高效率架構，相對於兩階段偵測架構方法(即表 2.1-2 中前半段的 R^{2}CNN、RRPN、…、CenterMapOBB)有著明顯的偵測速度優勢；即便是相對於一階段偵測架構(即表 2.1-2 中後半段的 Cascade-FF、BBAVrctor、…、CSL)，YOLOv4 也是有著更高效的架構，而基於 YOLOv4 的 Oriented YOLOv4 在偵測上自然也保有了原本的高速偵測、硬體加速需求小、架構彈性大易於適應不同需求(如在 1920 × 1920 等大尺寸影像上偵測)。在具有頭部結構的大小車輛(LV、SV)、船隻(SH)等交通工具的偵測準確度上，更是領先現今絕大多數的其他方法。

表 2.1-2 Oriented YOLOv4與其他選轉框方法比較表

Method	backbone	PL	SV	LV	SH	HC	BD	BR	GTF	TC	BC	ST	SBF	RA	HA	SP	mAP	FPS
R^{2}CNN	ResNet101	80.94	59.92	50.91	55.81	48.22	65.67	35.34	67.44	90.67	66.92	72.39	55.06	52.23	55.14	53.35	60.67	
RRPN	ResNet101	88.52	51.85	56.19	57.25	53.58	71.20	31.66	59.30	90.81	72.84	67.38	56.69	52.84	53.08	51.94	61.01	
RoI-Transformer	ResNet101	88.64	68.81	73.68	83.59	47.67	78.52	43.44	75.92	90.74	77.27	81.46	58.39	53.54	62.83	58.93	69.56	5.90
SCRDet	ResNet101	89.98	68.36	60.32	72.41	65.21	80.65	52.09	68.36	90.85	87.94	86.86	65.02	66.68	66.25	68.24	72.61	
MFIAR-Net	ResNet152	89.62	70.13	67.64	77.81	62.11	84.03	52.41	70.30	90.85	85.40	86.22	63.21	64.14	68.31	70.21	73.49	
Gliding Vertex	ResNet101	89.64	73.01	73.14	86.82	57.32	85.00	52.26	77.34	90.74	79.02	86.81	59.55	70.91	72.94	70.86	75.02	10.00
Mask OBB	ResNeXt101	89.56	76.52	74.16	85.63	63.32	85.95	54.21	72.90	89.85	83.81	86.48	54.89	69.64	73.94	69.06	75.33	6.20
FFA	ResNet101	90.10	71.00	79.90	83.50	63.70	82.70	54.20	75.20	90.70	83.90	84.60	61.20	68.00	70.70	76.00	75.70	
APE	ResNeXt101	89.96	74.01	77.16	79.45	65.55	83.62	53.42	76.03	90.83	87.15	84.51	67.72	60.33	74.61	71.84	75.75	
CenterMap OBB	ResNet101	89.83	77.66	78.32	87.19	66.06	84.41	54.60	70.25	90.66	84.89	85.27	56.46	69.23	74.13	71.56	76.03	6.30
Cascade-FF	ResNet152	89.90	68.20	75.20	75.60	50.10	80.40	51.70	77.40	90.80	78.80	84.40	62.30	64.60	57.70	69.40	71.80	
BBAVectors	ResNet101	88.35	78.43	78.98	87.94	55.70	79.96	50.69	62.18	90.85	83.58	84.35	54.13	60.24	65.22	64.28	72.32	
SARD	ResNet101	89.93	68.41	61.18	66.00	68.03	84.11	54.19	72.04	90.82	87.79	86.59	65.65	64.04	66.68	68.84	72.95	
GLS-Net	ResNet101	88.65	73.30	72.16	84.68	60.42	77.40	51.20	71.03	90.87	80.43	85.38	58.33	62.27	67.58	70.69	72.96	
DRN	Hourglass104	89.71	76.22	74.43	85.84	58.48	82.34	47.22	64.10	90.57	86.18	84.89	57.65	61.93	69.30	69.63	73.23	
FADet	ResNet101	90.21	73.18	68.27	79.56	64.86	79.58	45.49	76.41	90.83	83.40	84.68	53.40	65.42	74.17	69.69	73.28	
SAR	ResNet101	90.89	68.07	72.31	81.24	63.48	82.67	49.75	69.90	90.27	88.19	82.43	62.08	66.43	66.20	68.34	73.48	15.53
R^{3}Det	ResNet152	89.49	70.92	78.66	78.21	67.17	81.17	50.53	66.10	90.81	85.26	84.23	61.81	63.77	68.16	69.83	73.74	
RSDet	ResNet152	90.10	70.20	78.70	73.6	63.70	82.00	53.80	68.50	91.20	87.10	84.70	64.30	68.20	66.10	69.30	74.10	
GCL	ResNet152	89.70	78.98	74.78	85.86	68.91	83.34	55.44	67.31	90.82	85.56	85.33	65.56	61.52	72.30	78.11	76.23	
CSL	ResNet152	90.13	77.32	72.98	85.94	70.08	84.43	54.57	68.13	90.74	85.95	86.36	63.42	65.82	74.06	73.67	76.24	
Ours	CSPDarknet53	87.63	78.66	77.99	88.68	59.20	80.60	43.65	56.12	90.85	78.13	86.78	44.32	59.34	68.13	71.50	71.44	35.70
Ours(tta)	CSPDarknet53	88.94	79.37	83.84	88.65	59.78	82.19	43.22	60.15	90.83	83.52	87.37	51.30	66.27	72.52	70.46	73.89	20.40

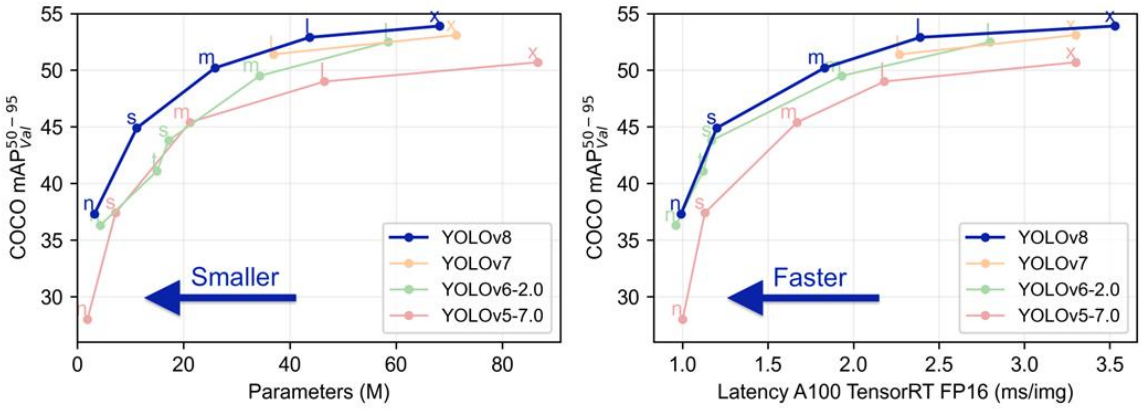
圖 2.1-5 部分DOTA1.0上的偵測結果

就在 YOLOv4 出現的兩個月後，美國新創公司 Ultralytics 發表了 YOLOv5。然而 YOLOv5 在發表的同時，也帶來了大量是否應該繼承 YOLO 名號的爭議。相對於 YOLOv4 曾取得 YOLO 原作者 Joe Redmon 對名稱使用上的同意，YOLOv5 除了未向原作者取得同意外，在發表 YOLOv5 專案的同時亦未發表對應的論文文獻，且在方法上受到延續了 YOLOv4 方法但創新度不足、實驗數據不夠明確等質疑。另一方面，Ultralytics 過去有著在 Pytorch 平台上實現 YOLOv3 的成績。由於 Pytorch 有著更成熟的開發生態，在軟硬體支援上更為簡單，部署也更加容易，加上 Ultralytics 對 YOLOv5 專案的積極維護，因此 YOLOv5 相對也有著更完整的工具支援，與及更好上手的開發環境，因此受到不少軟體開發者的喜愛，但由於官方未提供正式的論文或競賽實驗數據，因此也缺乏研究上的客觀比較數據。

111 年 6 月，中國美團視覺智能部基於 RepVGG 架構 (Ding et al.,

2021)設計了可重參數化的網路，以 YOLOv6 的名號出現。YOLOv4 作者群原本也打算在同時間提出他們的新方法，但因稍晚一步而只好將其架構名稱改為 YOLOv7 (Wang et al., 2023)，並於隨後 7 月發表，這使得 YOLOv6 與 YOLOv7 在一個月內先後問世。兩者在速度上都達了極致，但相較下 YOLOv7 仍略勝一籌。

YOLOv8 是 Ultralytics 公司繼 YOLOv5 後，於 112 年初推出的物件偵測模型。與其他 YOLO 系列一樣，它沿用了前幾代增加的技術/技巧，並同 YOLOv5 般在技術選項與功能上有著更豐富的支援。整體而言，由中研院王建堯博士等人所開發的 YOLOv4 與 YOLOv7 傾向於開發新技術以提升偵測效果；Ultralytics 公司開發的 YOLOv5 與 YOLOv8 傾向於優化過程來提升實務上訓練結果的可靠性。從圖 2.1-6 官方提供的實驗結果來看，YOLOv8 的 mAP 表現不高於 YOLOv7 表現 2%；但從 112 年 4 月的一篇文獻回顧論文中 (Terven & Cordova-Esparza, 2023)，YOLOv7 則有著較 YOLOv8 更好的偵測效果，如表 2.1-3 所示。另一方面，本研究針對計畫目前蒐集的的小型空拍行人資料庫，初步比較 YOLOv5、YOLOv7 與 YOLOv8 的表現，但由於 YOLOv7 與 YOLOv8 的開發較晚，模型樣式與解析度支援不如 YOLOv5 豐富完整，目前表現最好的反而是擁有較多特徵層，並支援 1920×1920 解析度的 YOLOv5-l6 架構。YOLOv5-l6、YOLOv7-E6E、YOLOv8-X 三者的 AP 分別為 0.781、0.751、0.724。



資料來源：https://docs.ultralytics.com/zh/models/yolov8/ (2024)

圖 2.1-6 YOLOv8官方實驗比較圖

表 2.1-3 YOLO系列在COCO2017資料集上的最佳偵測結果比較，YOLO與YOLOv2為COCO2007資料集上偵測之結果

Version	Date	Anchor	Framework	Backbone	AP (%)
YOLO	2015	No	Darknet	Darknet24	*63.4*
YOLOv2	2016	Yes	Darknet	Darknet24	*63.4*
YOLOv3	2018	Yes	Darknet	Darknet53	36.2
YOLOv4	2020	Yes	Darknet	CSPDarknet53	43.5
YOLOv5	2020	Yes	Pytorch	Modified CSP v7	55.8
PP-YOLO	2020	Yes	PaddlePaddle	ResNet50-vd	45.9
Scaled-YOLOv4	2021	Yes	Pytorch	CSPDarknet	56.0
PP-YOLOv2	2021	Yes	PaddlePaddle	ResNet101-vd	50.3
YOLOR	2021	Yes	Pytorch	CSPDarknet	55.4
YOLOX	2021	No	Pytorch	Modified CSP v5	51.2
PP-YOLOE	2022	No	PaddlePaddle	CSPRepResNet	54.7
YOLOv6	2022	No	Pytorch	EfficientRep	52.5
YOLOv7	2022	No	Pytorch	RepConvN	56.8
DAMO-YOLO	2022	No	Pytorch	MAE-NAS	50.0
YOLOv8	2023	No	Pytorch	YOLO v8	53.9

然而，即使 YOLOv7 在速度上比 YOLOv4 進步了兩倍，在效果上的差異並不十分顯著。從表 2.1-4 可見，在小物件(小於 32x32 像素面積)的 AP(Average Precision)表現上，也就是 APS 欄位，YOLOv7 較 YOLOv4-CSP 僅高出 1%；即便是表中表現最好、模型比標準 YOLOv7 大上 4 倍、浮點運算量大上 8 倍的 YOLOR-D6，比 YOLOv4-CSP 高出 8%的表現，其 AP 也僅達 42.4%，遠不如 YOLOv4-CSP 對中型物件(像素面積介於 32x32 與 96x96 間，約為小客車或貨車尺寸)的偵測表現 55.6%。

表 2.1-4 YOLOv7與過往方法比較表

Model	#Param.	FLOPs	Size	AP^{val}	AP^{val}_{50}	AP^{val}_{75}	AP^{val}_{S}	AP^{val}_{M}	AP^{val}_{L}
YOLOv4 [3]	64.4M	142.8G	640	49.7%	68.2%	54.3%	32.9%	54.8%	63.7%
YOLOR-u5 (r6.1) [81]	46.5M	109.1G	640	50.2%	68.7%	54.6%	33.2%	55.5%	63.7%
YOLOv4-CSP [79]	52.9M	120.4G	640	50.3%	68.6%	54.9%	34.2%	55.6%	65.1%
YOLOR-CSP [81]	52.9M	120.4G	640	50.8%	69.5%	55.3%	33.7%	56.0%	65.4%
YOLOv7	36.9M	104.7G	640	**51.2%**	**69.7%**	**55.5%**	**35.2%**	**56.0%**	**66.7%**
improvement	-43%	-15%	-	+0.4	+0.2	+0.2	+1.5	=	+1.3
YOLOR-CSP-X [81]	96.9M	226.8G	640	52.7%	**71.3%**	57.4%	36.3%	57.5%	68.3%
YOLOv7-X	71.3M	189.9G	640	**52.9%**	71.1%	**57.5%**	**36.9%**	**57.7%**	**68.6%**
improvement	-36%	-19%	-	+0.2	-0.2	+0.1	+0.6	+0.2	+0.3
YOLOv4-tiny [79]	6.1	6.9	416	24.9%	42.1%	25.7%	8.7%	28.4%	39.2%
YOLOv7-tiny	6.2	5.8	416	**35.2%**	**52.8%**	**37.3%**	**15.7%**	**38.0%**	**53.4%**
improvement	+2%	-19%	-	+10.3	+10.7	+11.6	+7.0	+9.6	+14.2
YOLOv4-tiny-3l [79]	8.7	5.2	320	30.8%	47.3%	32.2%	**10.9%**	31.9%	51.5%
YOLOv7-tiny	6.2	3.5	320	**30.8%**	**47.3%**	**32.2%**	10.0%	**31.9%**	**52.2%**
improvement	-39%	-49%	-	=	=	=	-0.9	=	+0.7
YOLOR-E6 [81]	115.8M	683.2G	1280	55.7%	73.2%	60.7%	40.1%	**60.4%**	69.2%
YOLOv7-E6	97.2M	515.2G	1280	**55.9%**	**73.5%**	**61.1%**	**40.6%**	60.3%	**70.0%**
improvement	-19%	-33%	-	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	-0.1	+0.8
YOLOR-D6 [81]	151.7M	935.6G	1280	56.1%	73.9%	61.2%	**42.4%**	60.5%	69.9%
YOLOv7-D6	154.7M	806.8G	1280	56.3%	73.8%	61.4%	41.3%	60.6%	70.1%
YOLOv7-E6E	151.7M	843.2G	1280	**56.8%**	**74.4%**	**62.1%**	40.8%	**62.1%**	**70.6%**
improvement	=	-11%	-	+0.7	+0.5	+0.9	-1.6	+1.6	+0.7

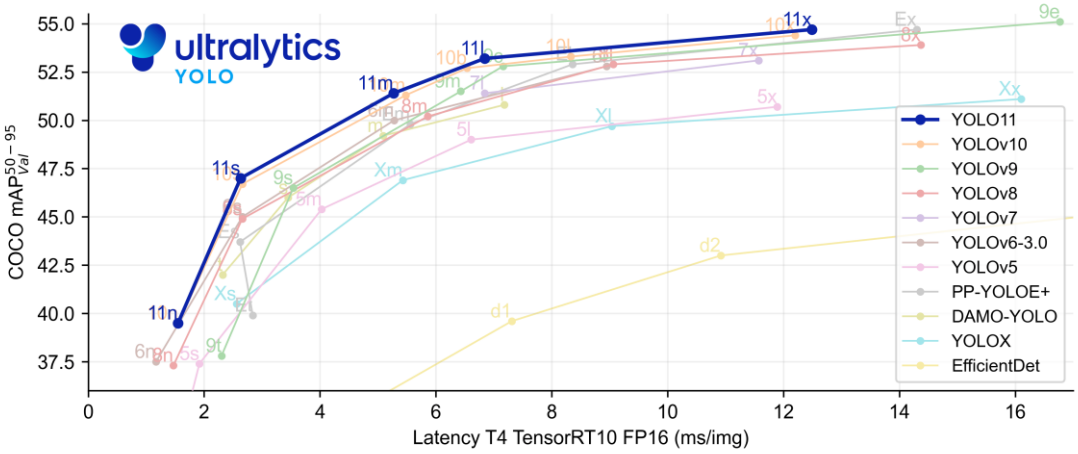
今年 2024 年 2 月，本研究(中研院團隊)第三度開發出新一代的 YOLO 架構─YOOLOv9，一方面在訓練過程中引入可編程梯度資訊(Programmable Gradient Information，PGI)，使模型能夠更靈活地調整梯度，以適應更複雜的檢測場景；另一方面則提出了廣義高效層聚合網路(Generalized Efficient Layer Aggregation Network，GELAN)架構，顯著地減少了模型參數量及計算成本，並同時提升了檢測精度。相比 YOLOv8，在 MS COCO 資料集上的 mAP 微幅提升了 0.6%，但整體參數數量減少 49%，計算量則減少 43%。

同年 5 月，中國清華大學開發了 YOLOv10，訓練過程中結合「一對多」和「一對一」策略，無需耗時的非極大值抑制(Non-aximum Suppression, NMS)，進一步提升了偵測效率。作者們對模型結構引進了多處優化，包括輕量化分類頭(Lightweight Classification Head)、空間通道解耦(Spatial-Channel Decoupling)以及級聯引導模塊(Cascade Guided Blocks)等作法以提升效能。另一方面則採用了大核卷積(Large Kernel Convolution)和部分自注意力模塊(Partial Self-Attention Module)，在計算成本大致相同的情況下提高準確性。

無獨有偶，Ultralytics 同樣在今年 9 月底推出了該公司的第 3 個 YOLO 架構─YOLOv11。相對於致力於開發新架構的中研院團隊；

Ultralytics 較擅長於多方面技術整合與模型調整。YOLOv11 在原 YOLOv8 架構下對部分模塊與解耦頭內容做了小程度調整，以增強特徵提取能力、減低參數量。此外，原 YOLOv8 架構模型網路的深度與廣度，也重新被優化調整，以提升訓練速度和準確性。最後是拓展支持了更多任務，包含目標檢測、實例分割（Instance Segmentation）、姿態估計（Pose Estimation）、方向邊界框（Oriented Bounding Box）和圖像分類等多項任務。

雖然 YOLO 的世代一再更迭，但其進步往往主要體現速度上，而非在準確度上有著顯著或全面的提升。圖 2.1-7 為 YOLOv11 官方與其他方法的比較圖，可以發現從 YOLOv6-3.0 到 YOLOv11，同樣大小規模(即橫軸單張影像處理時間相近)的模型，其 mAP 差異幾乎都穩定保持在 2%內的微小差距，即便是 2020 年提出、表現與 Scaled-YOLOv4、YOLOv6(前述的 YOLOv6-3.0 為近年的後期大幅修訂版本)相當的 YOLOv5，與最新的 YOLOv11 間的差距也僅大約在 4%左右。



資料來源：https://github.com/ultralytics/ultralytics (2024)

圖 2.1-7 YOLOv11官方實驗比較圖

事實上，對於 COCO 資料庫以外的實際偵測表現，往往也與飽經精心調教的 COCO 資料庫偵測表現有所落差。例如近期發表的一篇大麻葉偵測辨識論文(Sharma et al. 2024)中，針對不同品種的大麻葉影像，YOLOv9 還是明顯勝出後來的 YOLOv10 與 YOLOv11。表 2.1-5 列舉了不同 YOLO 版本，實線框為該大麻品種表現最佳之偵測數據，虛線框為該大麻品種表現最差之偵測數據，可見實務上的偵

測表現不見得與版本先後有絕對關係，畢竟各版本的內部架構沒有繼承關係(如 YOLOv9、YOLOv10、YOLOv11)，即便是基於 YOLOv8 改進的 YOLOv11，YOLOv8 對於較難偵測的 palmer amaranth、common lambsquarters、common waterhemp 三項品種與及整體偵測表現上，其結果甚至還優於後來的 YOLOv11。

表 2.1-5 YOLOv8、YOLOv9、YOLOv10、YOLOv11在大麻葉偵測之結果比較

Weed Species	All	Palmer amaranth	Common lambsquarters	Common waterhemp	Dandelion	Cocklebur
Number of images	2349	858	720	352	227	191
YOLOv8 AP 50	0.925	0.902	0.869	0.927	0.968	0.959
YOLOv9 AP 50	0.935	0.935	0.845	0.932	0.982	0.98
YOLOv10 AP 50	0.872	0.88	0.797	0.917	0.949	0.818
YOLOv11 AP50	0.921	0.898	0.835	0.913	0.981	0.98

資料來源：Sharma et al. (2024)

2.1.2 多物件間追蹤技術

近年來由於物體偵測技術的可靠度大幅提升，許多基於偵測位置的追蹤技術(tracking by detection)應運而生，例如由 Bewley et al. (2016)所提出之 SORT 演算法即為其中經典方法之一。此方法透過卡曼濾波器將追蹤中多個目標對象，透過線性速度的假設來預測後續位置，並與透過 YOLO 等方法產生之偵測結果進行匹配。在多目標間的匹配問題上，則採用了俗稱匈牙利演算法 (Kuhn, 1955)的匹配策略，以偵測目標 D 與追蹤預測目標 T 間的外接框重疊程度(IoU, Intersection over Union)為基準，計算整體上最低的匹配損失。若追

蹤預測目標 T 超過一定幀數尋找不到適合匹配(預設為 IOU > 0.3)之偵測目標對象，則停止其後續追蹤。另一方面，由於偵測結果並不是百分之百可靠，因此對於無法匹配任何預測目標之新偵測結果，在對其建立新的追蹤目標後，需連續成功追蹤(找到適合匹配之偵測結果)數次，才會將其視為可靠的新出現物體。

SORT 演算法特點在計算快速的同時，也達到了多物體追蹤的頂級表現，較大的缺點主要發生於遮蔽嚴重時，帶來的追蹤對象編號改變問題。西元 2017 年一個基於 SORT 的新追蹤方法 Deep SORT (Wojke et al., 2017)被提出，以改善前述問題。Deep SORT 主要特點在於加入了深度學習，對行人外觀資訊進行了訓練，做為額外資訊以改善偵測與追蹤對象在遮蔽發生時的匹配效果。然而，Deep SORT 基本上都是根據一般監視系統下的行人進行訓練，目前並無針對空拍畫面下車輛進行大規模訓練的 Deep SORT 模型，且該訓練主要是為了在遮蔽嚴重、缺少物體資訊的前提下的行人可能移動模式，如行人框的大小變化(走近走遠)與位移等；而空拍影像不會有遮蔽或尺寸變化等問題，因此 Deep SORT 對本研究之情境幫助不大。

SORT 應用在幾無遮蔽發生的空拍影像上，仍是個效率與準確度表現極佳的多物體追蹤方法。盡管近年追蹤技術有逐步朝結合深度學習物件偵測的方向走，但實務上反而失去了可模組化的優勢，為避免系統在偵測上無法與時俱進時，只能整個系統打掉重新開發的窘境，目前建議仍採追蹤與偵測獨立模組的方式運行。

追蹤技術除了用於產生車輛軌跡外，也有助於改善車輛偵測階段的分類錯誤。透過對軌跡上各時間點的車輛分類結果進行投票，有助於修正偵測階段的個別分類錯誤。例如在偵測階段中，少數自行車誤分類為機車的情況，仍舊可以透過大多數的正確自行車分類結果，依靠多數決投票機制決定出正確的軌跡分類，將全程軌跡統一認定為自行車軌跡。另一方面，由於目前 SORT 演算法都是基於一般正框間的交聯比(IoU)，來決定追蹤標的在時間上的繼承關係，進而形成軌跡。由於在斜向道路上容易偵測出的車輛旋轉框，需先虛胖為外接正框才能接著進行比對追蹤的問題。在 112 年的計畫中研究有對其進行優化改善(溫基信等人，2024)。

ByteTrack 是由 Yifu Zhang 等人於 2021 年發表的多目標高效率追

蹤演算法。該研究提出了一種簡單且有效的資料關聯方法，透過關聯幾乎每個檢測框，以解決傳統方法中因忽略低置信度檢測而導致的目標遺漏和軌跡碎片化問題。它基於簡單的篩選與匹配策略，使用了與 SORT 演算法同樣的卡爾曼濾波和匈牙利算法，先將高信心度檢測框與現有的跟踪器進行關聯。未匹配的高信心度框則啟動為新的追踪軌跡，或與低置信度框進行二次匹配，從而減少漏檢並提高跟踪的連續性。實驗結果顯示，ByteTrack 在多個追蹤基準測試中達到了先進的性能。此外，作者於 2023 年進一步發表了名為 ByteTrackV2 的改進版本，進一步擴展了 ByteTrack 至 2D 和 3D 的多目標追蹤任務。通過簡化模型結構，ByteTrack 在處理速度上具有優勢，能有效應對一時的遮蔽和目標消失的情況，與 SORT 同樣無需額外訓練深度特徵，即可獲得良好的效果。

StrongSORT 是一種多目標追蹤演算法，由北京郵電大學的研究團隊於 2022 年提出。該演算法在經典的 DeepSORT 基礎上進行了多方面的改進，包括目標檢測、特徵嵌入和軌跡關聯等。除了將多層次的相似性評估融入跟踪流程中，利用卡爾曼濾波器和線性分配策略外，StrongSORT 進一步引入深度學習的外觀特徵進行匹配。此外，StrongSORT 還引入了兩種輕量級且即插即用的演算法：無外觀連結模型(AFLin)和高斯平滑插值(GSI)，以進一步提升追蹤性能。這些改進使 StrongSORT 在多個公開基準測試上達到了領先的性能水準。

2.1.3 以空拍影像辨識道路標線之技術

隨著深度學習的日漸成熟，影像辨識成為了受益最深的研究領域之一，並廣泛地被重新應用到醫學、監控、交通等其他多樣領域。近年來隨著自駕車對電子地圖的需求提高，國內外也紛紛出現了透過空拍影像辨識道路標線的相關技術。以國內為例，鄭博安(2020)提出了一套自動化的道路區域與標線提取系統，分別透過 U-Net 網路架構預測線段型標線、透過 Mask R-CNN 網路架構預測區域型標線、結合 U-Net 網路與空洞卷積來預測道路範圍。最後將前述提取的標線與道路資訊，利用 3D 工具進行重建以快速進行道路設計。圖 2.1-8 為該系統之流程圖。

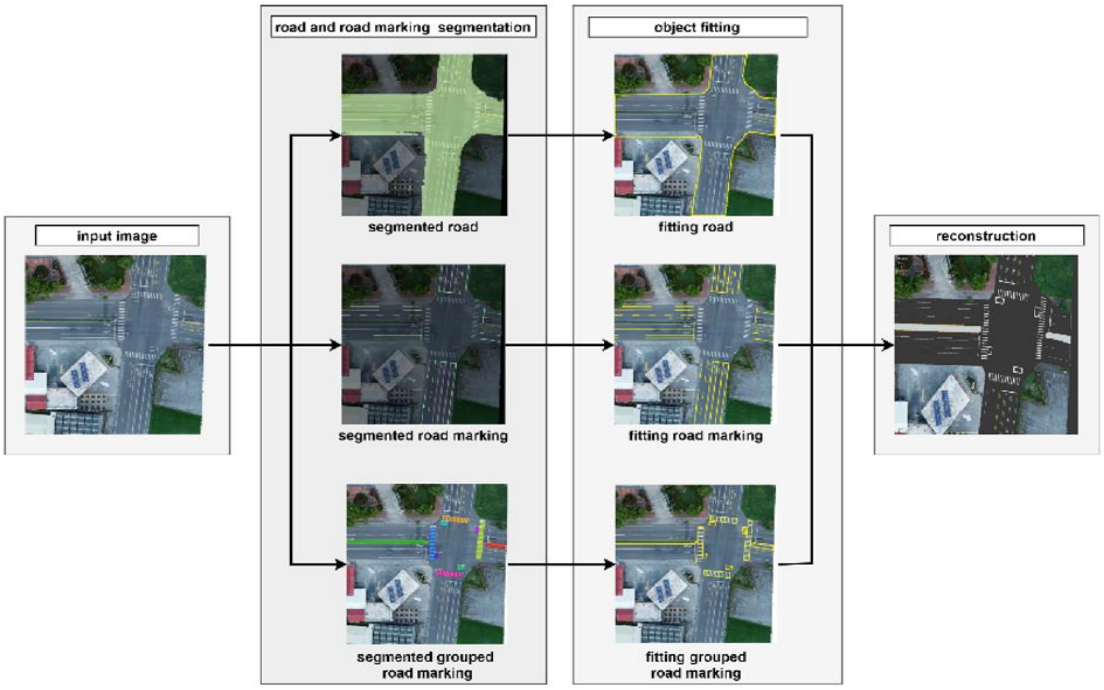


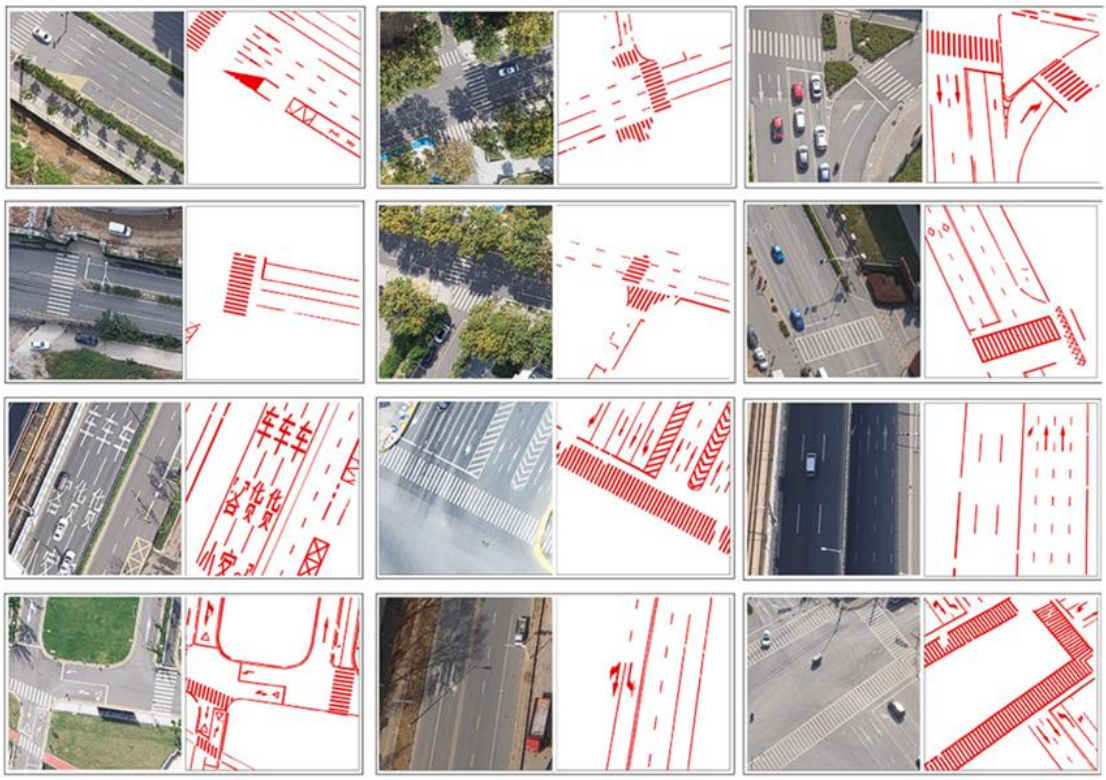
圖 2.1-8 鄭博安(2020)提出之道路標線偵測重建流程圖

Guan et al. (2022)於西元 2022 年提出了一種名為 ACapsFPN (Attentive Capsule Feature Pyramid Network)的新型道路標線提取方法，該方法利用了深度學習中的注意力機制和膠囊網路(capsule network)，能夠提供高分辨率和語義強的道路特徵表示，直接從空拍影像中提取道路標線。作者認為膠囊網路比一般 CNN 網路更能精確地捕捉不同特徵之間的空間關係，也能夠更好地學習物體的局部資訊，並將這些局部內容組合成完整物體內容，從而提高了標線識別的準確性與可靠性。作者利用膠囊網路的特點，通過將注意力機制應用到特徵金字塔網路(feature pyramid network)，以提高抽取道路標線的準確性。通過制定多尺度的上下文特徵描述和三元特徵注意模塊，ACapsFPN 可以強化特徵資訊以生成更有效的特徵表示。圖 2.1-9 為其部分路面標線繪製結果，可以發現該方法在不同類型的複雜條件下，可以有效提取空拍影像中的道路標線。

事實上，相對於從衛星影像或空拍影像取出特定道路上的標線資訊，近年來有更多的研究是從車載光達搭配攝影機來取得長程的標線資訊。由於自駕車等新興技術的興起，精密的電子道路地圖越來越受到重視，這些高精度的地圖資訊往往需要透過車載光達來進行大量資料蒐集與地圖建置，因此相關技術在近年來發展得十分快

速。透過車載光達建立出的 3D 點雲(point cloud)，會先經過平面過濾取出建物以外的地面範圍，有時也會搭配可見光攝影機取得行經路面之彩色影像，取樣出類似於空拍影像的平面路面區域影像。由於無人機在資料蒐集效率上遠低於車載光達，因此目前多數的自動繪製標線技術都是應用在光達蒐集的 3D 點雲資料上。雖然應用對象有所不同，但無論是車載光達的平面點雲資料或無人機拍攝的彩色影像，基本上都是基於二維圖像的概念進行後續的標線分析處理，因此仍可做為研發的參考方向。

但由於許多相關技術是來自中國，往往缺乏開源程式與相關資料庫，因此在相關研究資源的取得上容易遇到許多阻礙。



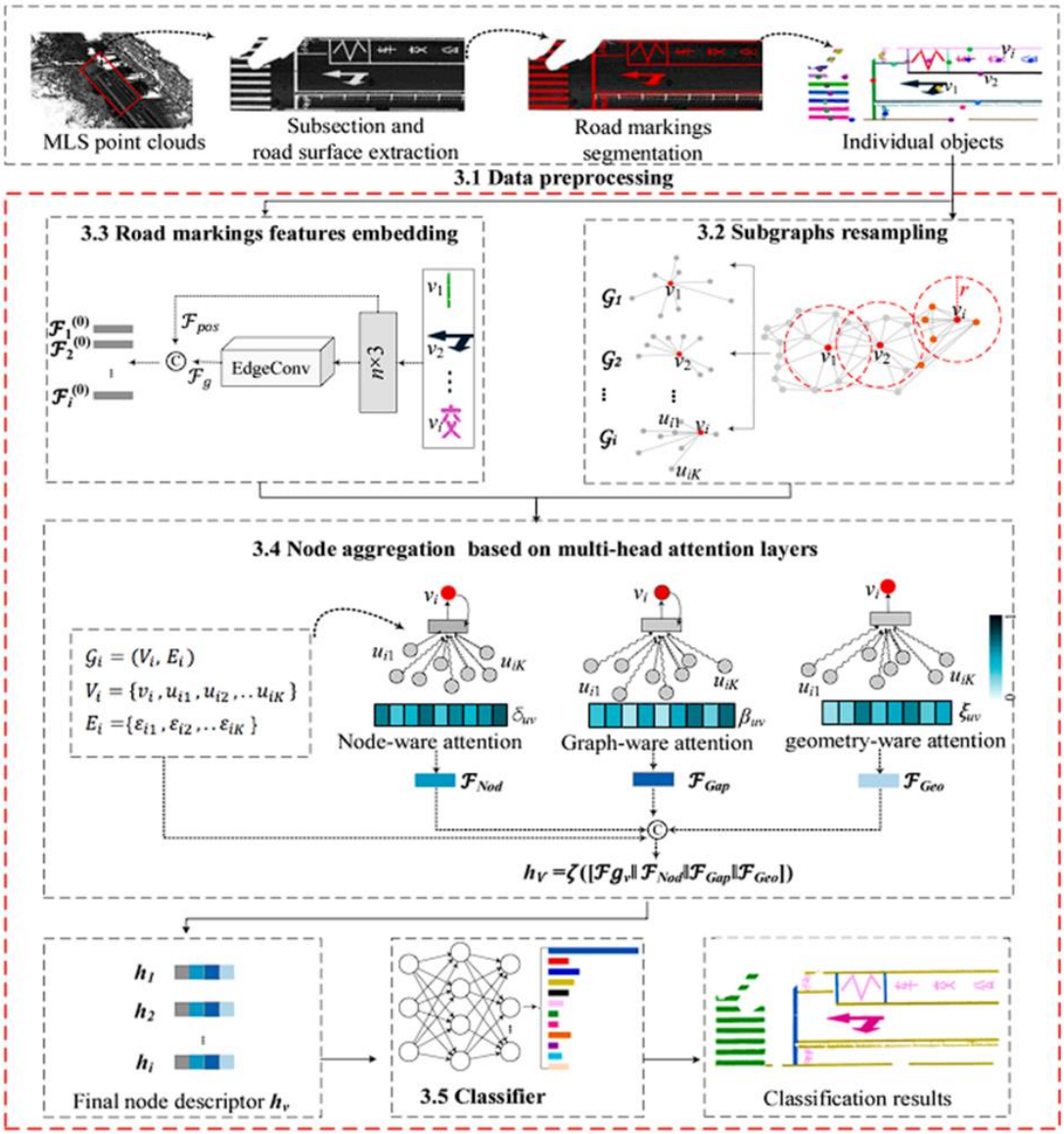
資料來源：Guan et al. (2022)

圖 2.1-9 基於 ACapsFPN 的路面標線繪製結果

同樣在 2022 年，Fang et al. (2022)也提出了一種基於 GAN(Graph Attention Network)的新型道路標線分類方法，並將其應用在光達點雲資料中，以便對道路標線進行準確的分類。GAN 作為一種常用的重要深度學習模型，能夠有效處理點雲等非結構化的數據，並通過學習點與點之間的關聯性，來提高特徵提取的準確性。首先，光達中的點雲被轉換成一個圖(graph)的結構。在這個結構中，每個點都

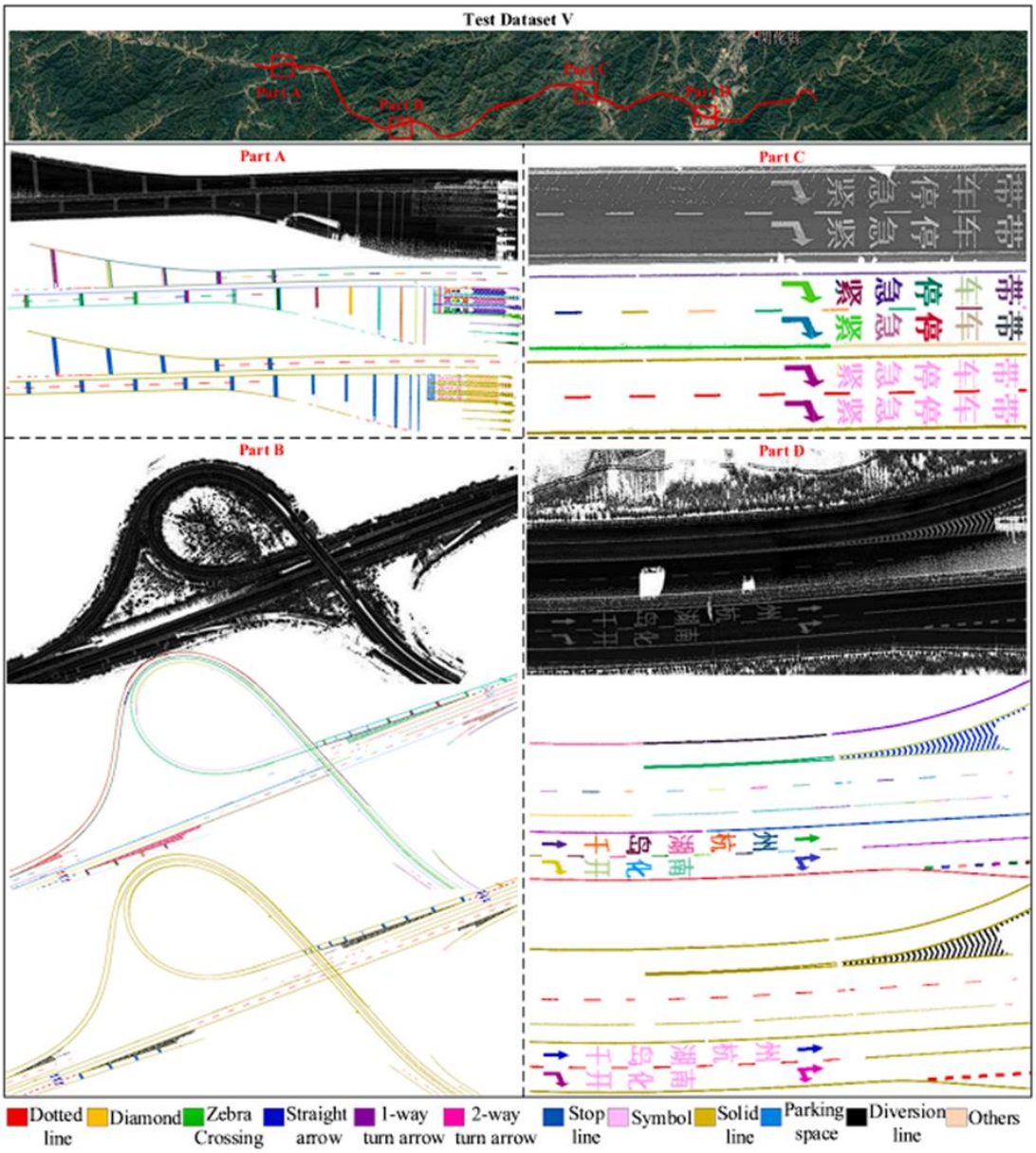
是圖的一個節點，而點之間的空間關係則表示為節點之間的邊。GAN 的注意力機制能夠計算圖中每個節點對其他節點的相對重要性，也就是每個點對於分類任務的相對貢獻，從而使模型能夠集中於最重要的特徵，忽略不相關的數據。這意味著模型可以學習識別哪些節點對於最終的分類最為重要，使得模型最終可以基於這些特徵，對點雲中的每個點進行分類，以判斷它是否屬於特定的道路標線。圖 2.1-10 為 Fang 等人所提方法的主要流程。

相對於前一方法僅能偵測出空拍畫面中的標線位置，但不具備區分標線種類之能力。作者們提出的網路架構能夠自適應地學習不同像素點之間的關係，從而提高對不同道路標線的區分能力；另一方面，GAN 能夠捕捉全局特徵，配合多尺度特徵提取技術，實現將非連續的標線進行統一分類的目的。圖 2.1-10 與圖 2.1-11 分別為其流程圖與標線繪製結果。相對於 ACapsFPN 將每個點進行二分類以區分是否為標線一部分的做法，Fang 等人更進一步區分出了不同類別的標線，最終達到對離散標線進行統一分類的目標。圖 2.1-11 為 Fang 等人所提方法的分類結果，每個子圖中由上而下分別為原圖、分割結果(同色表示為同一個標線)、分類結果(同色表示為同一類標線)。



資料來源： Fang et al. (2022)

圖 2.1-10 由 Fang 等人所提出方法的流程



資料來源：Fang et al. (2022)

圖 2.1-11 Fang 等人所提方法的分類結果

2.1.4 小結

無人機技術因其成本效益高、操作方便，被視為採集路面觀測數據的一個重要方向。相比於傳統的地面拍攝或衛星影像，無人機影像具備更高的空間分辨率，有益於更準確地檢測和分類道路標線。本計畫團隊經過多年的計畫發展，已完成一套適用於空拍影片的完整車輛軌跡抽取技術，並已驗證其在複雜路口下的穩定性與可靠性。本研究希望將這套車輛軌跡抽取技術，進一步地應用在需要更廣闊

視野(field of view, FOV)的道路情景，探討讓單機以更高高度拍攝與由雙機合併拍攝畫面兩大方案的優劣。

另一方面，隨著深度學習技術的不斷進步，使用卷積神經網路（CNN）和膠囊網路（Capsule Network）等方法來自動識別和分類道路標線成為可能。這些方法可以處理一般的道路場景，提高標線的檢測和分類準確性。此外，多尺度特徵金字塔網路與注意力機制等結構，可以融合不同層次和尺度的特徵，提供高質量的特徵語義，有助於進一步提高特徵的表示能力和道路標線提取的準確性。

2.2 微觀安全分析的評估方式

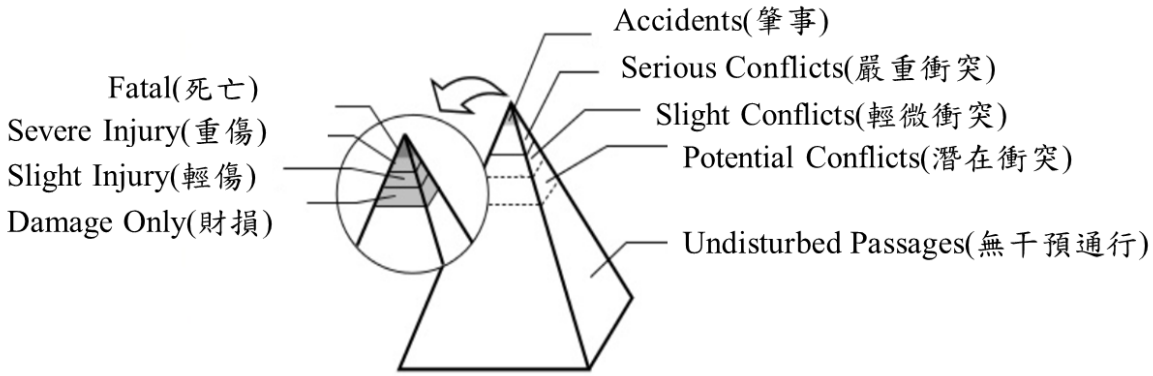
交通安全評估方法主要可分巨觀分析方法及微觀分析方法，巨觀分析方法採用交通事故的統計資料作為分析基礎，可用於探討道路屬性、道路幾何、交通量等因素與交通事故數量之間的關係，屬於傳統的分析方法，其優點為分析方法成熟且已有很多文獻可供參考，但其缺點為需要累計相當時間之資料量才足以進行績效評估，難以迅速反映道路改善工程是否對用路人行為發生預期的影響。交通衝突分析法則屬於微觀的分析方法，透過觀察用路人的移動軌跡是否有發生衝突或不安全行為，並能迅速取得評估結果，屬於積極主動（pro-active）的分析方法。本節將針對交通衝突分析方法進行說明。

2.2.1 交通衝突理論之發展

交通衝突泛指兩個(含)以上用路人在時間空間上接近彼此，若雙方均不改變其移動方向，則將會發生碰撞之風險情況；換句話說，駕駛者必須採取煞車或迂迴閃避的應變措施，以避免發生碰撞。交通衝突之研究起源美國通用汽車公司之技術報告，由 Perkins and Harris (1966)首次提出交通衝突分析方法，敘述了交通衝突的觀察方法與交通事故之間的關係，並以此技術運用於衡量路口潛在的危險性，之後各國陸續開發適合該國的交通衝突技術(Amundsen & Hydén, 1977; Laureshyn & Várhelyi, 2018; Parker Jr & Zegeer, 1989)。Amundsen and Hydén (1977)將其定義為「兩位或多位道路使用者於時空上彼此逼近，若雙方均不改變其移動方向，則將會發生碰撞之風險情況」。詹丙源 (1990)將交通衝突定義為：「一個或一個以上之駕

駛者，因前方行車狀況發生變化，採取剎車式迂迴閃避動作，以防止碰撞的交通安全行為事件。」該定義將煞車係因前車導致之情況下，認定為交通衝突事件。另外，駕駛員的迴避行為（如急極減速）和交通違規行為（如超速）可反映道路上的潛在的事故情況，也可以納入為交通衝突。

交通衝突事件與交通事故數量及嚴重程度存在一定的關聯性，Hydén (1987)提出安全階層金字塔(Safety pyramid) 之概念（如圖2.2-1所示），交通的組成複雜，可視為一連串的道路事件，道路事件數量與其安全上的嚴重程度層級有關，不同嚴重程度與發生頻率可預期有一具體關係。金字塔底層代表輕微平常的事件，發生頻率越高，相對碰撞事件在金字塔頂端，嚴重程度高但發生頻率低。在這個正向關係下，可以透過觀察及記錄嚴重程度較低但發生頻率高的交通衝突事件，以預測嚴重程度較高但發生頻率低的交通事故事件。因此，當道路安全改善工程實施後，可透過觀察觀察交通衝突事件是否有減少而評估改善措施之成效，減少交通衝突確實可以協助道路安全機關預防碰撞事故的發生。



資料來源：Hydén (1987)

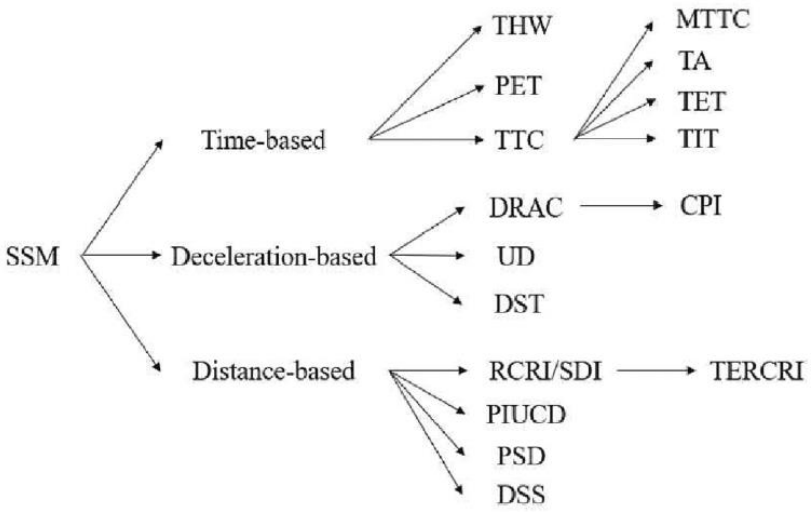
圖 2.2-1 安全階層金字塔圖

2.2.2 交通衝突指標

交通衝突事件可透過替代安全指標(Surrogate Safetey Measures, SSM)以及對應的門檻閾值 (Threshold) 進行判斷，過去最常用的指標包括碰撞時間(Time to collision, TTC)及後侵占時間(Post encroachment time, PET)，也有其他研究因應不同的情景而提出適用的交通衝突替代指標。Zheng et al. (2014)提出交通衝突指標可大致分成兩大類：時

間接近度(temporal proximity) 及空間接近度(spatial proximity)，考慮時間接近度的衝突指標包括：碰撞時間(Time to collision, TTC), 後侵占時間(post encroachment time, PET), 距離事故發生時間(time to accident，TA), 距離停止線時間(time to stop line), 安全減速時間(deceleration to safety time), 剎車時間(braking time) 等等；考慮空間接近度的衝突指標包括：與潛在碰撞點之剩餘距離(Remaining distance to potential point of collision)，剎車距離比例(proportion of stopping distance, PSD) 等等。其他被提出過的替代指標，可參考 Laureshyn et al. (2017)、Johnsson et al. (2018)及 Mahmud et al. (2018)的回顧。然而，儘管目前已有許多進階的替代指標被許多研究提出，目前大部分的應用研究仍採用 TTC 與 PET 作為交通衝突的判斷指標，因為其具有較佳的簡單性(simplicity)及解釋性(interpretability) (Arun et al., 2021)。

Abdel-Aty et al. (2023) 回顧了過去的研究，並針對以影像為主要來源的車流軌跡分析，整理了一系列合適的替代安全指標(SSM)。該研究將常用指標進行統整與分類，將替代安全指標區分成三大類：時間為基礎之替代安全指標(Time-based Surrogate Safety Measures)、減速為基礎之替代安全指標(Deceleration-based Surrogate Safety Measures)、及距離為基礎之替代安全指標(Distance-based Surrogate Safety Measures)。時間為基礎之替代安全指標主要是運用時間做為衡量兩車之間的衝突，大部分安全中介指標相關研究都是專注於此類，其常見的指標包含後侵占時間(PET)、碰撞時間(TTC)、以及衡量前後兩車跟車行為的跟車時距(Time headway, THW)；減速為基礎之替代安全指標主要是衡量車輛使用多少程度的減速行為以避免碰撞產生，一些相關指標包含 Deceleration Rate to Avoid the Crash (DRAC)、Unsafe Density (UD)、Deceleration to Safety Time (DST)；第三類則是以空間距離為基礎之替代安全指標，透過假定車輛的減速度值以比較前後兩車分別所需的煞停距離，一些常見的指標包含 Rear-end Collision Risk Index (RCRI)、Potential Index for Collision with Urgent Deceleration (PICUD)、Proportion of Stopping Distance (PSD)、Difference of Space distance and Stopping distance (DSS)，各指標及分類之關係圖如圖 2.2-2 所示。



資料來源：Abdel-Aty et al. (2023)

圖 2.2-2 SSM 統整分類圖

Abdel-Aty et al. (2023)也整理了文獻中 7 個常見之替代安全指標，以及其優缺點與判斷門檻，閾值括號為替代安全指標偵測範圍，內容如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 7個安全中介指標的適用條件與閾值

替代安全指標 (SSM)	定義	閾值 (Threshold)		優點	缺點
		路口	高速公路		
TTC	假設兩車維持方向與速度不變的情況下，兩車於多少秒後發生碰撞	1.5 (1-4)	3 (1.5-4)	容易計算與解釋；適合衡量追尾衝突；最常被使用的指標	閾值比較敏感；具有速度與方向不變的前提假設；再塞車的情況下相對不適用；車輛以較短距離跟車時 (close-following case) TTC 指標會失真
PET	前車車尾離開衝突點至後車車頭抵達衝突點之時間差	1-3 (≦5)	N/A	根據觀察即可得到指標值，不需計算車輛速度；良好的解釋力；適合衡量具有角度、穿越衝	閾值比較敏感；一個衝突事件只有單一數值，無法衡量風險的持續性；追尾衝突較不適用

替代安全指標 (SSM)	定義	閾值 (Threshold)		優點	缺點
		路口	高速公路		
				突	
MTTC	基於 TTC 指標，放寬了碰撞過程中的速度不變假設，並考慮了車輛的加速度	1-3 (≦4)	4 (≦5)	考慮後車的減速行為、移除速度不變的假設；適合衡量以短距離跟車(close-following case)的衝突	需假設車輛的減速度與駕駛人的反應時間，可能導致偏誤(bias)
THW	兩車車頭通過同一橫斷面位置之時間差	N/A	1 (≦2)	容易計算；衡量跟車行為的時間間隔	只適用於跟車行為(car-following)的 情況；不可以直接視作為衝突
DRAC	前車保持其速度和路徑的情況下計算避免碰撞所需的最大減速度	3.4 (≦4)	3.4 (≦4)	良好的解釋能力；容易計算；能夠衡量突然受到干擾的風險	只適用於跟車行為的情況；因為車輛煞車性能的不同與道路條件的不一致導致很難訂出通用的閾值
PSD	目前車距與停車距離的比值	1	1	良好的解釋能力；相對容易被衡量	指標計算需要依賴已知的最大可用減速率（Maximum Available Deceleration Rate, MARD）
PICUD	緊急煞車時前車和後車之間的距離差	(0)*	(0)*	良好的解釋能力；衡量風險時考慮至兩車皆完全停止；適用於變換車道的情境	與 DRAC 和 PSD 類似皆依賴於如何選擇車輛的減速率；沒有通用性的閾值

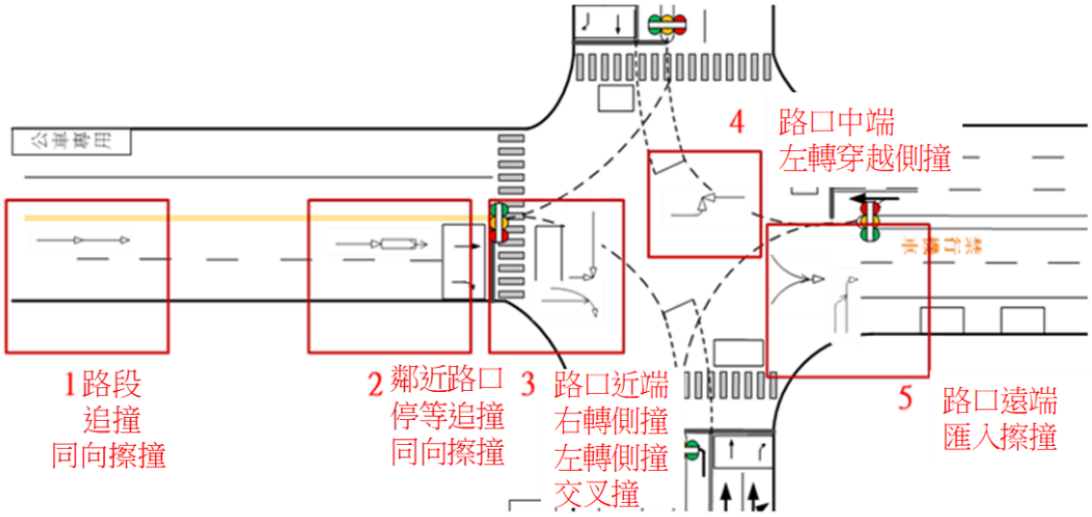
*：沒有普遍接受的閾值；在一些文獻中閾值為 0 表示為不安全的狀態

資料來源：修改自 Abdel-Aty et al. (2023)

2.2.3 路段交通衝突議題及微觀安全分析方法

道路系統中，可以將發生交通事故問題的區域大致劃位為路口、鄰近路口及路段，路口及鄰近路口的交通安全問題包括車輛於路口進行轉向所帶來的潛在交通事故風險，包括機會左轉衝突、穿越衝突、右轉衝突，以及其近上游車流因閃避於路口中等待轉向或減速車輛所帶來的事故風險，這些議題已於溫基信等人（2022，2023，2024）之研究案有深入的探討。路段的交通安全議題則可區分為車道及路側的交通衝突，影響車道交通衝突的因素包括車道寬度、車道配置、禁行機車管制或汽機車混流，導致不同的駕駛行為如併行、超車、鑽車等，影響路側的交通衝突因素則包括路側的設計及活動如如公車站、路邊停車位、停車場出入口等。以下將回顧國內近年的研究計畫，探討路段中的交通安全課題以及採用的微觀安全評估指標。

許添本等人(2021)提出易肇事地點的分析程序，透過蒐集該易肇事地點的事故資料，並後續繪製該地點的碰撞構圖，以及蒐集號誌時制資訊與交通流動特性分析，藉以探討該易肇事地點容易發生事故之原因，再參照手冊之改善範例提出該事故地點的肇事改善方案。該研究指出，常見的肇事位置區分成多個區段，主要包括路段、鄰近路口、路口近端、路口中端、路口遠端，每個區段所對應之碰撞類型不大相同，如圖 2.2-3 所示。其中，路段主要包含的機車肇事類型為追撞與同向擦撞，對應到駕駛行為如併行、超車；鄰近路口主要包含停等追撞與同向擦撞駕駛行為如鑽車、變換車道。



資料來源：許添本等人(2021)

圖 2.2-3 路口各位置常見的機車肇事類型

內政部營建署(2020)之報告「107 年度市區道路車道配置及車道寬度調整研究與實作案」，針對市區道路車道配置和車道寬度調整進行研究，目的為探討市區車道配置及車道寬度對於交通安全與車流效率之關聯性，並針對我國關於車道配置與車道寬度之相關設計準則與規範提出調整建議。該研究提出微觀安全分析方法並在實際場域進行實測，其中使用雷達進行車流資料的蒐集及車流軌跡分析。該研究將行為事件分成兩大類：單一車輛行駛狀況、兩車互動事件，並提出七項指標進行分析探討，如表 2.2-2 所示。

表 2.2-2「107年度市區道路車道配置及車道寬度調整研究與實作案」之分析指標

指標	定義	意涵
車輛橫向位移變異量(lateral position variability)	車輛行駛過程中，每一秒軌跡點與所在車道中線之距離，並取該距離之標準差值	當車道寬度越大，駕駛有較寬敞的行車空間，可能使得車輛增加橫向位移， 進而和其他車輛產生交織和衝突。此外，為維持理想速率的超車行為或是轉向前的變換車道行為也會產生橫向位移，當路側公車停靠區或停車格有車輛駛進或駛出時也可能影響周遭車輛之橫向位移
跟車行為(vehicle following)	車輛跟車行為次數和時間車距	當車道寬度縮減後，車輛超車空間變小，便會改以循行方式跟車前進，使得前後車之車頭距與橫向間距較為穩定，維持在某一範圍中

指標	定義	意涵
併行(parallel driving)	車輛於同車道中併排行駛	當車道寬度越寬，車輛越有併排行駛現象，併行過程中可能因速差而產生交錯 (Stagger)現象，易發生於機車間、機車與小型車、機車與大型車
超車(overtaking)	上游車輛經由變換車道超越下游車輛	當車道較寬時，駕駛人容易以併行方式行駛甚至超車，由於超車為需要較高專注力和駕駛能力之行為，且超車和錯誤駕駛行為有關聯性，可能導致駕駛發生與安全有關之事件，甚至引發為事故
同車道超車(overtaking in the same lane)	上游車輛未經由變換車道超越下游車輛 (又稱鑽車)	同上
危險事件(conflict)	TTC 小於 1 秒視為危險事件	當路面寬闊且車流量大時，車輛間的互動較為複雜，不論在時間或空間上的距離的變異都較高
超速事件(speeding)	車輛平均行駛速率大於時速 50 公里	車道越寬可能造成駕駛行車速率提升，進而導致較高的事故頻率或嚴重程度

資料來源：內政部營建署(2020)、本研究整理

透過運用上述指標，探討車道配置與車道寬度對於交通安全影響的關係，當車道寬越寬會使得混流程度增加、併行與危險鑽車行為的事件數也會增加、超速行為事件數亦同步提高。

Wu and Lin (2022)運用毫米波雷達與影像蒐集，針對汽機車混合車流環境下研究車道配置與車道寬對於機車與其他車種共享道路時進行微觀的安全探討分析，其挑選新竹市與臺中市各一路段進行事前事後分析，其中該新竹市之路段為縮減車道寬度而臺中市之路段為增加車道寬度，並挑以下指標作為安全評估使用：

- 車輛橫向偏移標準差(standard deviation of lateral position, SDLP)
- 超速(speeding)
- 超車事件(overtaking event)
- 同車道超車(鑽車)事件(lane splitting event)
- 車輛併行事件(lane sharing event)

結果顯示，新竹市之路段在減少車道寬度以後，各個指標發生比例皆下降，臺中市之路段在增加車道寬度以後，各個指標發生比例皆

上升。其結論亦指出當車道寬度增加時，駕駛人會感覺更安全(風險感知程度下降)、車輛更於自己的掌控之中，導致駕駛人的風險駕駛行為增加，使得事故發生之機會亦隨之上升。

內政部國土管理署(2023a) 之研究報告「市區道路路側停車與快慢分隔島對交通安全影響之研究案」探討市區道路路側停車與快慢分隔島對於交通安全的影響，其中微觀分析部分運用無人機空拍蒐集多個路段之軌跡資料，主要使用兩類指標，分別駕駛行為指標與交通衝突指標，如表 2.2-3 所示，駕駛行為指標包含平均速度、最大速度、平均速度差與速度比值、最大速度差與速度比值、平均橫向位移差，交通衝突則選用 TTC、PET 與減速度三項指標作為微觀安全分析之用。該案於路側停車議題選用駕駛行為指標與交通衝突進行分析、而快慢分隔島議題則是採用交通衝突進行分析。其研究結果指出，在非主要道路上、車格周轉率低、車格使用率低的道路上設置路側停車可以減少事故之發生，另外路側停車設置於路段中下游相比於上游可以減少事故發生。

表 2.2-3「市區道路路側停車與快慢分隔島對交通安全影響之研究案」之指標

指標類型	指標	定義	意涵
駕駛行為	平均速度	停車事件發生前/後的時空範圍內整體車流的平均行駛速度	平均速度較高表示交通流較為順暢，反之平均速度較低則反映出車流可能受到停車事件阻礙通行而造成交通較為擁擠
	最大速度	停車事件發生前/後的時空範圍內整體車流的最大行駛速度	代表意涵與平均速度相似，以車流最大速度詮釋車流受路側停車影響與否之順暢程度
	平均速度差與速度比值	停車事件發生前/後的時空範圍內車流的平均速度差除以平均速度	當比值越小時代表行駛車輛間平均速差較小且整體平均速度較高，推估當時車流較為順暢；反之則顯示出車輛間平均速差較大且整體平均速度較低，易出現車流壅塞之情形
	最大速度差與速度比值	車流的最大速度差除以最大速度	其代表意涵與平均速度差與速度比值相似，比值越小時代表行駛車輛間最大速差較小且整體最大速度較高，推

指標類型	指標	定義	意涵
			估當時車流較為順暢；反之則顯示車輛間最大速差較大且整體速度最大較低，易出現車流壅塞之情形
	平均橫向位移差	停車事件發生前/後的時空範圍內經過車輛起點至迄點的橫向位移程度	當平均橫向位移差越大時，則可能凸顯出車輛為閃避停車車輛而產生較大的偏移，增加駕駛行為的不穩定性，並對交通安全構成潛在風險
交通衝突	TTC	某個瞬間若兩輛車維持同樣的速度和方向，將於某個時間內發生碰撞的時間	當 TTC 值越小時，表示兩車碰撞風險程度越高；反之則表示兩車碰撞風險程度越低
	PET	兩台車輛通過同一區域(衝突區)，前車離開與後車進入該區域範圍的時間差	當 PET 值越小時，表示兩車碰撞風險程度越高；反之則表示兩車碰撞風險程度越低
	減速度	車輛速度的變化程度	當減速度越大時表示可能發生碰撞的風險程度越高；反之則表示發生碰撞的風險程度越低

資料來源：內政部國土管理署(2023a)、本研究整理

內政部國土管理署(2023b)之研究報告「市區道路路口車道寬度及車道配置影響評估案」針對市區道路路口車道寬度與車道配置方式進行探討，在微觀分析方面，該研究選擇使用毫米波雷達與路側攝影做為資料蒐集方法並進行車流軌跡分析，其針對微觀分析的部分為探討關於車道寬度與車道配置對於車流行為與衝突的影響變化，並挑選了三大類型的指標，包含行車動線、違規行為、危險行為，藉以觀察道路車道配置設計對於駕駛失誤和交通衝突的影響，三大類型指標如表 2.2-4 所示。其研究結果發現，偏心設計、漸變設計與空間明確性為影響左轉專用道之關鍵設計元素，根據上述之三大類指標進行事前事後分析，完全偏心左轉車道設計可以大幅降低違規與衝突、部分偏心左轉車道則次之，違規與衝突發生率皆下降 27%至 97%。

表 2.2-4「市區道路路口車道寬度及車道配置影響評估案」之指標

類型	行車動線	違規行為	危險行為
指標	● 車輛橫向偏移量 ● 未依漸變行駛 ● 長距離跨壓車道線	● 跨壓雙白線 ● 錯行車道 ● 切入事件	● 縱向衝突 ● 橫向衝突 ● 切入衝突

資料來源：內政部國土管理署(2023b)

近年有不少機車使用者提出第三車道開放機車使用的訴求，臺北市已對多條路段進行試辦第三車道開放機車行駛，並委託台北市交通安全促進會(2020)以研究計畫形式進行取消禁行機車的成效評估。該研究透過蒐集已取消內側禁行機車的 44 條路段的道路幾何、交通管制、交通事故、路邊活動等資料，並建立隨機森林模型以作為開放內側車道機車行駛之量化評估準則訂定之依據。研究結果發現，公車尖峰小時班次數為是否開放機車行駛內側車道的關鍵因素，班次數較多時為較有開放條件，中等時則不適合開放，較少時需搭配其他條件(機車每車道交通量、外側車道寬度、行車鋪面寬窄、小型車每車道交通量、紅線比例)以判斷是否適合開放機車行駛內側車道。另外，該研究有進行微觀車流行為分析，運用空拍機進行路段上的空拍攝影並進行車道使用分佈及車速分析，並以機車鑽行和機車並行作為有無開放第三車道之風險評估指標。

彙整以上提及路段之微觀安全分析相關文獻，包含不同的分析議題與微觀資料蒐集方法，以下將以表格方式綜整比較本小節提及之文獻，如表 2.2-5 所示。

表 2.2-5 微觀安全分析於路段分析之文獻綜整

文獻	議題	微觀資料蒐集方式	微觀安全評估指標
事故型態導向之路口交通工程設計範例參考手冊(許添本等人，2021)	探討常見之肇事型態對應的交通工程設計	路側錄影	- 車流分析(行向速度分析)
107 年度市區道路車道配置及車道寬度調整研究與實作案(內政部營建署，2020)	車道配置及車道寬對於交通安全及車流效率之影響	毫米波雷達	- 單一車輛：橫向位移變異量、超速事件、嚴重超速事件、混流程度 - 兩車互動事件：跟車事件、併行事件、超車事件、同車道超車(鑽車)事件、危險事件(即 Conflict，使用 TTC)
市區道路路側停車與快慢分隔島對交通安全影響之研究案(內政部國土管理署，2023a)	1. 路側停車及公車停靠對於交通安全及效率之影響 2. 車道分隔島佈設方式對於交通安全及行車效率之影響	無人機空拍	- 駕駛行為指標：平均速度、最大速度、平均速度差與速度比值、最大速度差與速度比值、平均橫向位移差 - 交通衝突指標：TTC、PET、減速度
市區道路路口車道寬度及車道配置影響評估案(內政部國土管理署，2023b)	1. 轉向車道設置（偏心左轉車道）之設計元素 2. 車道寬度對於交通安全影響	毫米波雷達	- 行車動線：車輛橫向位移量、未依漸變行駛、長距離跨壓車道線 - 違規行為：跨壓雙白線、錯行車道、切入事件 - 危險行為：縱向衝突、橫向衝突、切入衝突
Investigating the effects of travel lane configuration and lane width on traffic safety where powered-two-wheelers (PTWs) share with larger vehicles: A micro perspective. (Wu and Lin, 2022)	機車在混合車流情況下： 1. 車道配置對於安全的影響 2. 車道寬度對於安全的影響	毫米波雷達	- 車輛橫向偏移標準差 - 超速 - 超車事件 - 同車道超車(鑽車)事件 - 車輛併行事件
108 年度禁行機車管制成效與觀測指標分析評估案(台北市交通安全促進會，2020)	探討臺北市開放機車行駛第三車道的成效	空拍機空拍	- 車流斷面分布 - 車流速率 - 機車鑽行 - 機車並行

資料來源：本研究整理

2.2.4 小結

本節透過文獻整理回顧微觀安全分析的評估方式，從交通衝突理論的發展、交通衝突指標、以及國內路段相關的微觀安全分析應用。研究議題方面，由於國內的機車使用比較高，汽機車混合車流情況下之道路設計是重要議題，包括：車道配置及車道寬、路側停車及公車停靠、車道分隔島佈設、路口車道寬度及（左轉）車道配置、開放機車行駛第三車道等議題。在微觀安全分析方法方面，可以將評估指標大致分為幾大類，包括：行車動線、駕駛行為指標、違規行為、危險行為、交通衝突，其中行車動線和駕駛行為指標可視為車流行為特性，違規行為可視為有違反特定交通法規的事件，交通衝突則為兩車互動情況下可能導致碰撞的潛在行為。Abdel-Aty et al. (2023) 則進一步針對以影像為主要來源的車流軌跡分析，整理了合適的替代安全指標（Surrogate Safety Measures, SSM），作為交通衝突事件之判斷準則，其中將衝突指標分類為時間為基礎之替代安全指標(Time-based Surrogate Safety Measures)、減速為基礎之替代安全指標(Deceleration-based Surrogate Safety Measures)、及距離為基礎之替代安全指標(Distance-based Surrogate Safety Measures)。本研究參考上述文獻，綜合整理出適合於本案進行探討的路段交通衝突議題以及對應的評估指標，並開發程式分析工具，應用微觀車流軌跡資料以分析路段上的交通安全應用情境，詳細作法與進度請參閱第六章 先導測試計畫說明。

2.3 多機影像接合技術

隨著無人機任務的複雜度提高，應用擴展到農業、基礎設施巡與交通分析等大範圍場域，因無人機拍攝高度及解析度的限制，單一無人機拍攝範圍有限，為滿足大範圍影像快速蒐集的需求，多畫面影像接合技術亦持續提升。影像接合（image stitching）是指將兩張或更多的有重疊部分的影像，拼接成一張全景圖或是高解析度影像的技術，以下分別介紹拼接影像時會使用的三種技術：

一、 Feature detection&Feature description：

特徵檢測（Feature Detection）和特徵描述（Feature Description）是機器視覺和圖像處理領域中的兩個關鍵步驟，用於從圖像中提取

重要的區域性特徵，以進行後續的分析、比對或識別。這些特徵通常是圖像中具有獨特性且容易區分的局部結構，如角點(Harris & Stephens, 1988; Oyallon & Rabin, 2015)、邊緣(Rosten & Drummond, 2006)、斑點等。

二、 Feature matching：

此技術的目標是將上述的 Feature Descriptor 算出兩張圖中每個特徵點的 Features Gradient 一一比對，亦即找到兩張圖哪些點是一樣的並一一對應起來，而這裡使用的對應方法則是 KNN(k-nearest neighbor algorithm)，並且 2 個特徵點差異程度 Euclidean distance 算出假設兩張圖找到的特徵點數量左圖是 N，右圖是 M，則使用 Brute Force 方法，將左圖一個點都跟右圖的每個點比一次，找出最好的對應是其中一種方法，如圖 2.3-1：

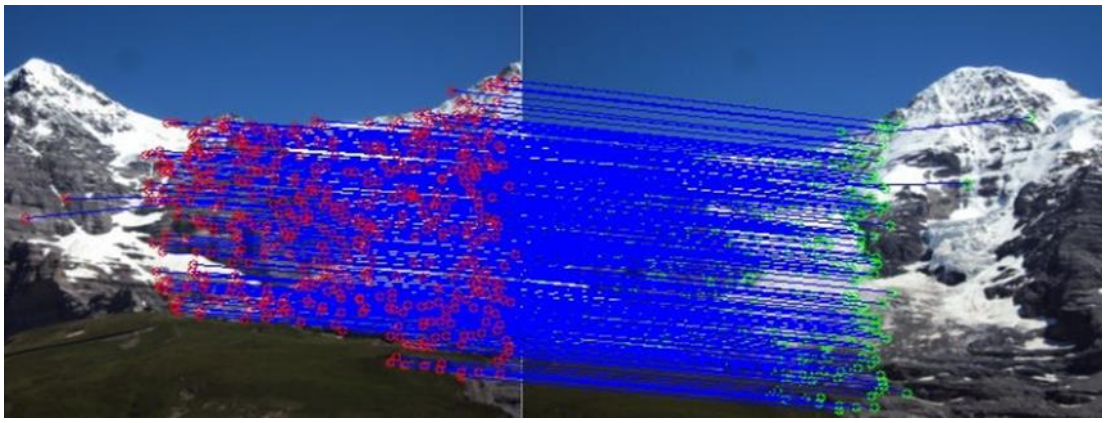


圖 2.3-1 Feature Matching

但是這種方式會有一個問題，當圖片中有多個類似甚至一樣的特徵時，容易導致配對出錯誤的位置（非對應的點），如圖 2.3-2：

圖 2.3-2 配對錯誤點

SIFT 論文中提到一個改善之方法，找出最好以及第二好的點，比較他們間的距離比值(ratio)，$||f1-f2||/\left||f1-f2^{'}\right||$，如果他們很像(ratio 就會趨近於 1)則不使用此點，避免上述問題，如圖 2.3-3。

圖 2.3-3 修正配對參考圖

三、 RANSAC：

RANSAC（Random Sample Consensus）(Fischler & Bolles, 1981)是一種常用的迭代方法，用於估計數據中包含雜訊和異常值的模型參數。在機器視覺和圖像處理中，RANSAC 經常用來找到最佳擬合（best-fit）的模型參數以計算出兩幅圖像之間的Homography矩陣(最貼合的旋轉角度、影像變形量等)，如圖 2.3-4。

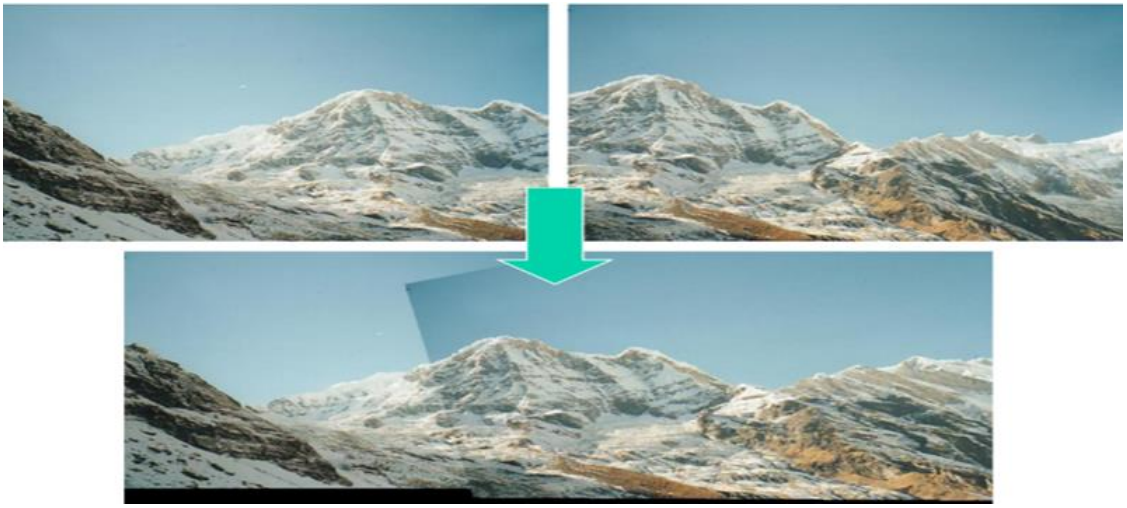


圖 2.3-4 RANSAC 示意圖

2.4 前 6 期研究之成果回顧

彙整本所 107~112 年研究之成果，整理交通衝突分析軟體比較表，請參考表 2.4-1（上述的引用年代會往後移 1 年是因隔年出版）。

表 2.4-1 107~112年研究之成果列表

技術	項次	107 年研究成果	108 年研究成果	109 年研究成果	110 年研究成果	111 年研究成果	112 年研究成果
無人機空拍路口交通技術	最適拍攝參數	1. 採正射定點拍攝。 2. 使用無人機機型 DJI P4P 飛行高度 75 公尺，空拍範圍約 105x62 公尺	1. 限航區拍攝方式 2. 號誌時相拍攝及對時 3. 使用無人機機型 DJI P4P 飛行高度 75 公尺，空拍範圍約 105x62 公尺	1.無人機適用機型比較 2.整理無人機飛行作業程序 3.使用兩款無人機機型進行拍攝，分別為 DJI P4P 飛行高度 75 公尺，空拍範圍約 105x62 公尺，以及 Parrot ANAFI 飛行高度 80 公尺，空拍範圍約 135x75 公尺	1. 訂定無人機空拍可行性評估條件 2. 修訂無人機現場空拍作業流程，新增比例尺量測及號誌側拍記錄，以利估算比例尺及號誌時相校正 3. 使用無人機機型 Parrot ANAFI，飛行高度 75 公尺，空拍範圍約 103x55 公尺	1. 提升無人機空拍高度至 120m，擴大拍攝範圍並涵蓋路口停止線上游 60 公尺 2. 提高影像解析度至 4K 3. 使用無人機機型 Autel EVO II Pro，飛行高度 120 公尺，空拍範圍約 157x88 公尺	1. 無人機空拍高度維持 120m，影像解析度為 4K。 2. 使用無人機機型 Autel EVO II Pro，空拍範圍約 157x88 公尺。
影像車流分析技術	四輪以上車種	1. 採用 Mask R-CNN + 矩形擬合深度學習架構	1.採用 Mask R-CNN + region tracking深度學習架構 2.小客車、大客車之查全率與查準率(Recall & Precision)達 99% 3.貨車查全率與查準率分別達	1. 採用改良版 SCRDet 深度學習架構 2. 實驗驗證改良版 SCRDet 能更好的擬合正確的車體範圍，AP_{50} 提升約 2%，AP_{75} 提升約 5~6%	針對空拍車輛開發單階段偵測器 Oriented YOLOv4，降低原本二階段偵測器對硬體運算的需求	1.透過參數最佳化並引進 GPU 計算，大幅加速空拍影片穩定化效率。 2.針對大型車矩形框容易引發角度問題，提出基於影像後處理的校正改善辦法	1. 引入更有利於壓制角度變化的 GIoU 表示法，用以修正車輛角度異常。 2. 追蹤階段引入旋轉框比對，避免原正框比對可能造成標籤互換(ID switch)的問

(續下頁)

技術	項次	107 年研究成果	108 年研究成果	109 年研究成果	110 年研究成果	111 年研究成果	112 年研究成果
			99%與 91.8%				題。
	行人、自行車、機車	1. 機車採特徵點(角點)偵測+光流法 2. 行人、自行車面積太小不適於深度學習與特徵點追蹤	1.採用 YOLOv3 + SORT 2.行人、自行車、機車之查準率皆達 95%以上；查全率分別達 80.9%、55.9%、93.5%	1.採用 YOLOv4 + SORT 2.YOLOv4 可達到運算效率更高，前期採用以 512x512 為輸入的 YOLOv3 模型，本期增加為 1024x1024 輸入的影像尺寸	同樣透過單階段偵測器 Oriented YOLOv4 進行偵測。增加車頭方向資訊並改成輸出可旋轉之矩形框	1.針對行人偵測進行增加解析度、引進動態特徵等試驗，但偵測結果並無顯著進步，目前的 YOLO v7 等主流架構亦無法有效進一步明顯提升偵測率。 2.針對自行車因訓練數少而可能導致偵測階段誤分類為機車問題，透過軌跡追蹤階段中的車種投票就可有效修正前述占少數的誤分類問題	透過擴大行人邊框範圍、混合底圖偵測及增加訓練資料，以提高行人偵測正確率。
交通衝突分析技術	衝突指標或分析工	1.計算兩車的碰撞時間(TTC)及後侵佔時間(PET)	2.SSAM V3.0 開源程式 3.TTC、PET 等衝突指標資訊	1.TTC/PET 衝突指標計算方法同 108 年	新增機會左轉衝突及穿越衝突分析工具	新增右轉衝突及非號誌化路口停讓衝突分析工具	1. 新增人車衝突及進階機會左轉衝突分析工具。 2. 新增(續下頁)

技術	項次	107 年研究成果	108 年研究成果	109 年研究成果	110 年研究成果	111 年研究成果	112 年研究成果
	具						分析工具。
	國內車流情境	N/A	經測試可分析汽機車混合車流衝突分析、路口車速分布分析、內輪差模擬分析	分流指向線效益評估、分流指向線圖、車輛橫向分布圖等	先導測試計畫規劃與分析，包含機會左轉及穿越衝突分析	先導測試計畫規劃與分析，包含右轉衝突及非號誌化路口停讓衝突之分析	先導測試計畫規劃與分析，包含人車衝突及進階左轉衝突之分析。
	使用者篩選功能	N/A	1.嚴重程度 2.衝突類型(Conflict types) 3.車種、車流方向	1.衝突型態分類優化 2.衝突事件進階過濾功能	機車兩段式左轉衝突分類修正	新增機車兩段式左轉判斷線	1. 新增多號誌時相表輸入。 2. 新增行穿線、庇護島及車道線設定。

(續下頁)

技術	項次	107 年研究成果	108 年研究成果	109 年研究成果	110 年研究成果	111 年研究成果	112 年研究成果
	分析結果	1.交岔路口交通量、車流速率 2.衝突熱感圖 3.影片展示	1. 衝突事件表 2.統計摘要 3.衝突熱點圖、斑點圖 4. 影片展示	1.點選衝突點以回放影片 2.交通量分析(轉向量) 3.車流特性計算與統計 4. 車流軌跡繪製功能	1.車速熱區繪製功能 2.可透過視覺化圖表檢視機會左轉、穿越衝突潛在風險 3. 車流軌跡繪製功能升級，可依時間/車種/出入口等條件輸出	1.專案權限管理，便於專案分享與應用擴散 2.可透過視覺化圖表檢視右轉衝突、非號誌化路口停讓衝突潛在風險 3.軌跡/車速繪製提供快速鍵，加速條件篩選及強化視覺效果 4.衝突熱區影像疊合 5. 衝突影片所引回放功能升級	1. 可透過視覺化圖表檢視五岔路口、人車衝突及進階左轉衝突之潛在風險 2. 路口軌跡結合號誌週期功能 3. 多號誌影片輸出

第三章 無人機空拍影像

3.1 無人機拍攝範圍及作業流程說明

3.1.1 113 年無人機拍攝範圍

本(113)年度仍採用前年度已使用之美國無人機 Autel EVO II Pro 進行拍攝，其主要優勢為盤旋飛行時間 35 分鐘(影像拍攝可達 25 分鐘)、抗風達 8 級風，並符合交通部民用航空局遙控無人機相關登錄與資安要求規定。請參考表 3.1-1。

表 3.1-1 無人機 Autel EVO II Pro 規格表

品項	規格
飛行器	● 尺寸:508*634*111mm(含槳葉) ● 尺寸:258*368*111mm(無槳葉) ● 重量 (含電池及槳)：1191 克 ● 最大起飛重量：2000 克 ● 軸距:397mm ● 最長飛行時間 40 分鐘 ● 最長懸停時間 35 分鐘 ● 最大上升速度：每秒 8 公尺 ● 最大水平飛行速度：每秒 20 公尺 ● 最大飛行海拔高度：7000 公尺 ● 飛行時間：約 40 分鐘 ● 最長懸停時間：約 35 分鐘 ● 工作環境溫度：-10°C 至 40°C ● 最大抵抗風力 8 級
航拍相機	● 裝置方式：隨機附航拍攝影機 ● 影像感測器：1 英吋 CMOS ● 光圈：f/2.8~f/11 ● ISO 範圍：錄影:100~6400(自動) 照片:100~12800(自動) ● 視角:82 度 ● 相片最大解像度：5472*3648(3:2) 5472*3076(16:9) 3840*2160(16:9) ● 錄影解析度： 4K UHD：3840x2160 24/25/30/48/50/60fps FHD：1920x1080 24/25/30/48/50/60/120/fps ● 影片存儲最大碼流：120 Mbps ● 相片檔案格式：JPEG, DNG

品項	規格
	● 影片檔案格式：MP4/MOV (H264/H265) ● 支援存儲卡類型：標準 32GB 最高容量 256GB ● (UHS-3 rating required) MicroSD 卡
雲台	● 穩定系統：三軸增穩 ● 可控轉動範圍：俯仰：- 90° to +30°
遙控器	● 遙控裝置：手機 APP 操作 (Autel Explorer) ● 工作頻率:2.400Ghz 至 2.4835；5.725Ghz 至 5.850 ● 訊號有效距離：5 公里(CE) ● 容量：5000mAh ● 工作電流/電壓：1.7A @ 3.7V
電池	● 容量：7100mAh ● 電壓：11.55V ● 電池類型：LiPo 3S ● 最大充電功率：93W

針對路口、路段類型及情境規劃之拍攝高度分別如下，不同高度之拍攝範圍圖請參考圖 3.1-1 及圖 3.1-2：

一、 先導測試計畫(路段)空拍高度：依據路段範圍可向下調整飛行高度，最高可 200m（拍攝畫面尺寸約為 261 公尺 X 147 公尺）

二、 易肇事路口空拍高度：依據路口大小調整，最高可 120m（拍攝畫面尺寸約為 157 公尺 X 88 公尺）

圖 3.1-1 無人機150公尺高度拍攝範圍

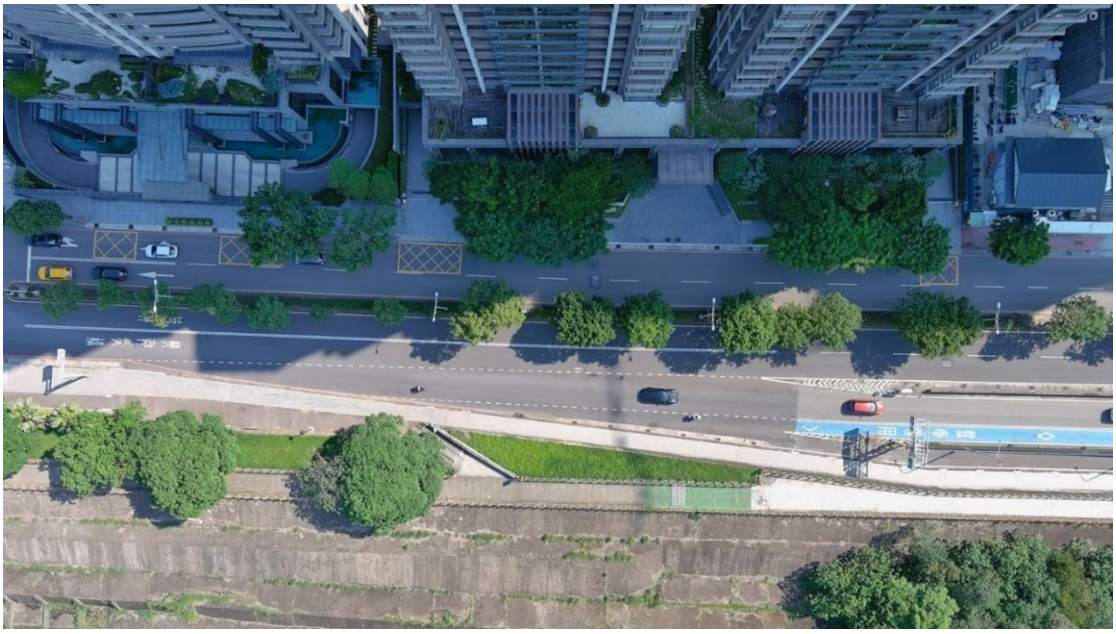


圖 3.1-2 無人機120公尺高度拍攝範圍

3.1.2 無人機實地空拍作業流程

依據本所 107-112 年研究成果實際執行情形進行調整，無人機實地空拍作業流程可分為「無人機現場作業」及「資料彙整」，如圖 3.1-3

「無人機現場作業」包含：

- 可行性評估 (路口/路段幾何、空拍飛行條件)
- 選擇起降場地
- 飛行前檢查
- 飛行參數設定
- 起飛前確認位置及對時
- 無人機起飛拍攝
- 調整飛行間距(此為雙機拍攝之流程)
- 無人機降落及對時
- 飛行後檢查
- 場地復原

而「資料彙整」則包含：

- 路段資訊記錄
- 路段影像編碼
- 路段影像上傳
- 提供現場紀錄表
- 比例尺計算
- 號誌同步計算

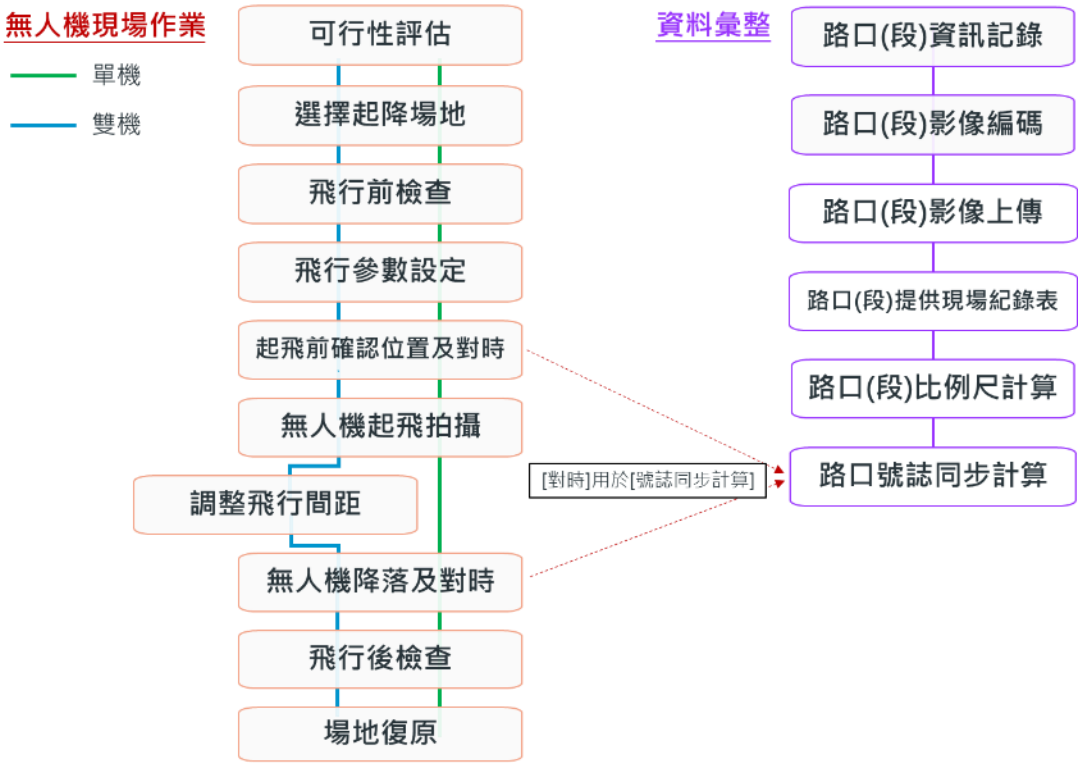


圖 3.1-3 無人機實地空拍作業流程

本(113)年度完成單架無人機與雙架無人機之路段拍攝影像分析可行性評估，以下將透過 A 單機現場作業、B 雙機現場作業及 C 資料彙整，一一分述各流程之工作內容，並於 4.1 雙機協作及單機飛高影像處理測試與評估，說明本年度建議之空拍方式。

A. 單機現場作業

一、 無人機作業可行性評估，有以下要素：

本次實驗場域為四叉正交路口及路段為主要分析對象，初步篩選分析方式如下：

(一) 以幾何條件而言，路口/路段選擇應避免以下情況：

1. 路口/路段上方有天橋、避開有過大彎道之路段 (因遮蔽光線而造成陰影或空拍影像易受到遮蔽或是因大型彎道造成在雙機的高度下無法拍進完整道路，皆致使影像分析失準)。

   特此說明，本研究定義之大彎道，如圖 3.1-4 所示，以本期設定無人機飛行高度 150 公尺，可拍攝的影像範圍為 120m x 200m，亦即為本期路段分析範圍，因此若路段因有彎道造成可拍攝之路段長度低於 200 公尺，就不適用於本期可分析範圍。

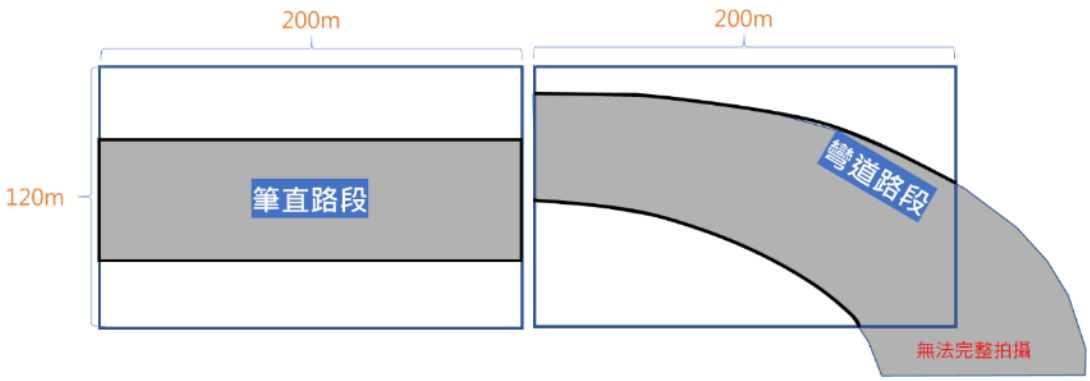


圖 3.1-4 大型彎道無法拍攝之示意圖

2. 快慢分隔、路段寬度超過 50m 之大型路段(目前無人機機型無法涵蓋大型路段拍攝)

(二) 需考量空拍條件，路段選擇應避免以下情況：

1. 天橋、樹木等視線遮蔽。
2. 無足夠起降空間(距路段 3 公尺處應有 5 平方公尺空地)。
3. 過多金屬人造物訊號遮蔽、高壓電塔等可能造成訊號干擾的問題。
4. 位於禁、限航區(拍攝時需派員進駐塔台，較耗費人力，如涉及限航區，若以不超過規定之飛行高度完成拍攝，則可列入擇選)。

擇定地點後仍需進行實際場域可行性評估，針對飛行區域類型、路段幾何、是否有屏蔽物件、有無足夠起降空間及是否存在訊號干擾問題，皆需要飛手於現場拍攝前一一確認，如評估結果如表 3.1-2 所示，則該地點不適合無人機進行拍攝。

表 3.1-2 無人機空拍地點不宜飛行評估表

評估項目	
A.飛行區域類型	A1.禁航區(禁止無人機飛行)
	A2.限航區 (禁止無人機飛行高度超過 60 公尺)
B.路段幾何	B1.大型路口(長寬皆>50 公尺)
	B2.快慢分隔
C.屏蔽物件	C1.有天橋屏蔽
	C2.有樹木屏蔽
	C3.大樓視線屏蔽
D.起降場地 (距路口 3 公尺處之 5 平方公尺空地)	D1.無足夠空間
	D2.有足夠空間但須協調
	D3.起飛上空電線過多
E.訊號干擾問題	E1.基地台訊號遮蔽
	E2.高壓電塔干擾

二、 選擇起降場地：

(一) 選擇空拍機起飛地點為較空曠之處(距路口 3 公尺處應有 5 平方公尺空地)，且不影響行人動線並應於周遭放置警示牌，用以提醒行人注意勿近，如圖 3.1-5。

圖 3.1-5 起飛地點設置

(二) 應避免選擇逆光位置，會造成無人機拍攝畫面陰暗而不易後續影像分析。

三、 飛行前檢查

(一) 需確認路段號誌與時相表是否一致，如在尖峰時段號誌時相會有所調整，且不會一次性轉換完成，所以需要測量 3 次以上，直到循環時間一致後才可開始蒐集影像。

(二) 進行無人機任務檢查及飛行前 360 度檢查。

(三) 於民航局系統進行飛航活動前登載。

四、 無人機飛行參數設定

依據前期研究結果，表 3.1-3 顯示無人機飛行及攝影機等參數之最佳設定，包括使用中小型無人機、飛行高度可設定 60 公尺至 200 公尺間、風速建議小於 10m/s 以下，錄影解析度以 4K 以上/30fps 為最佳，曝光值則設定為預設值(EV +0.0)，其他設定則使用自動調整功能即可。

參數設定後，路口/路段影像蒐集時亦需考慮影像寬高比例，且採用影像穩定技術，對於拍攝之影像進行校正。為符合影像校正之平面座標系假設，故一般路段拍攝以主要道路為橫向置中，而非以正北方為拍攝方向，請見圖 3.1-6、圖 3.1-7。

惟本(113)年度路口/路段除符合上述條件外，畫面上方也盡量朝北方進行拍攝，以利直觀進行交通分析。

表 3.1-3 無人機飛行及攝影機最佳參數設定表

無人機	中小型無人機
飛行高度	依拍攝情境類型可設定 60 公尺~200 公尺內 (依照 FOV (Field of View) 66 度，在 200 公尺高度下拍攝長寬範圍約 261*147 公尺)
風速	10 m/s 以下
錄影解析度	4K 以上，30fps
曝光值	EV +0.0
攝影機自動調整功能	包括光圈 F, 快門速度 SS (Shutter Speed), 感光度 ISO 等

畫面設定方式	1. 道路橫向置中 2. 確認影像對焦 3. 陰天無光影較佳

圖 3.1-6 無人機攝影預設條件

圖 3.1-7 無人機畫面設定示意圖

五、 起飛前確認位置與對時

無人機起飛前，先確認定點位置座標，再將無人機鏡頭拍攝「電子鐘」畫面以進行對時確認，並開啟錄影模式，如圖 3.1-8。特此說明，拍攝電子鐘畫面進行對時，是為了後續在資料彙整階段，能夠用於號誌同步計算。

圖 3.1-8 無人機起飛前對時

六、 無人機起飛拍攝

(一)記錄起飛時間及定位。

(二)確認畫面是否過曝，視情況應調整快門。

(三)無人機應飛至路口/路段正中央，從控制顯示器可確認是否已達任務高度後，並確認畫面邊緣有包含周圍的大樓(為與鄉鎮類型的路段做比較)，皆確認完畢後才開始定位錄影蒐集畫面。畫面請見圖 3.1-9。

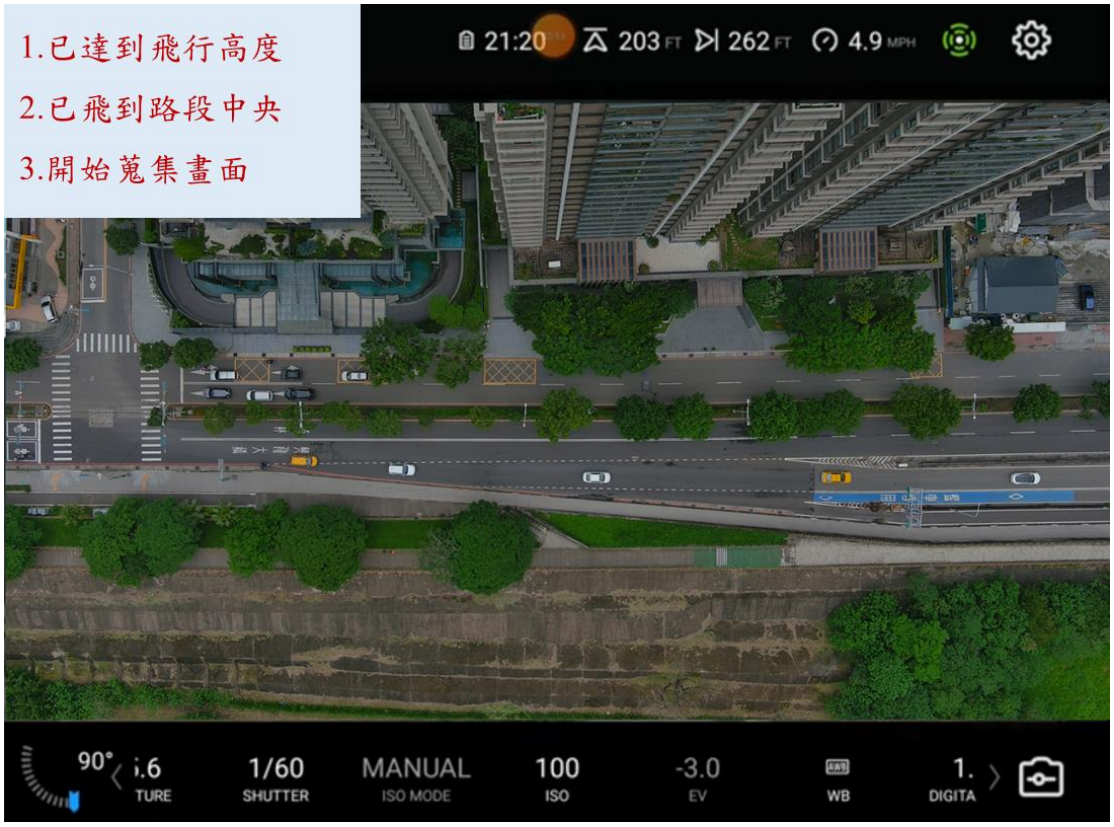


圖 3.1-9 無人機控制顯示器畫面圖

七、 無人機降落及對時

(一)無人機降落時再次對時，將無人機鏡頭拍攝「電子鐘」畫面，確認降落時間後再關閉錄影，完成飛行任務，如圖3.1-10。特此說明，拍攝電子鐘畫面進行對時，是為了後續在資料彙整階段，能夠用於號誌同步計算。

(二)記錄無人機返航及降落時間。

圖 3.1-10 無人機降落時再次對時

八、 飛行後檢查

進行無人機飛行後 360 度檢查，接著於民航局系統進行飛航活動後登載。

九、 場地復原

最後將場地復原，並移除警示標誌。

B. 雙機現場作業

雙機現場作業流程與單機現場作業流程相近，惟因本次雙機無人機拍攝為可行性評估之實驗場域，主要針對大樓林立路段與郊區周圍低矮路段，並將雙機影片做縫合再比較分析，有別於單架無人機拍攝流程的部分特此提出詳加說明，如下：

一、 路段周圍需較少高聳建築物：電塔、大樓及橋梁這類建物容易在影片縫合時因無人機視角差異過大導致無法取得有效的共同特徵點，而使縫合效果大打折扣(如圖 3.1-11)，從圖中可以看到大樓因視角不同的關係使畫面有斷層、突兀的現象。

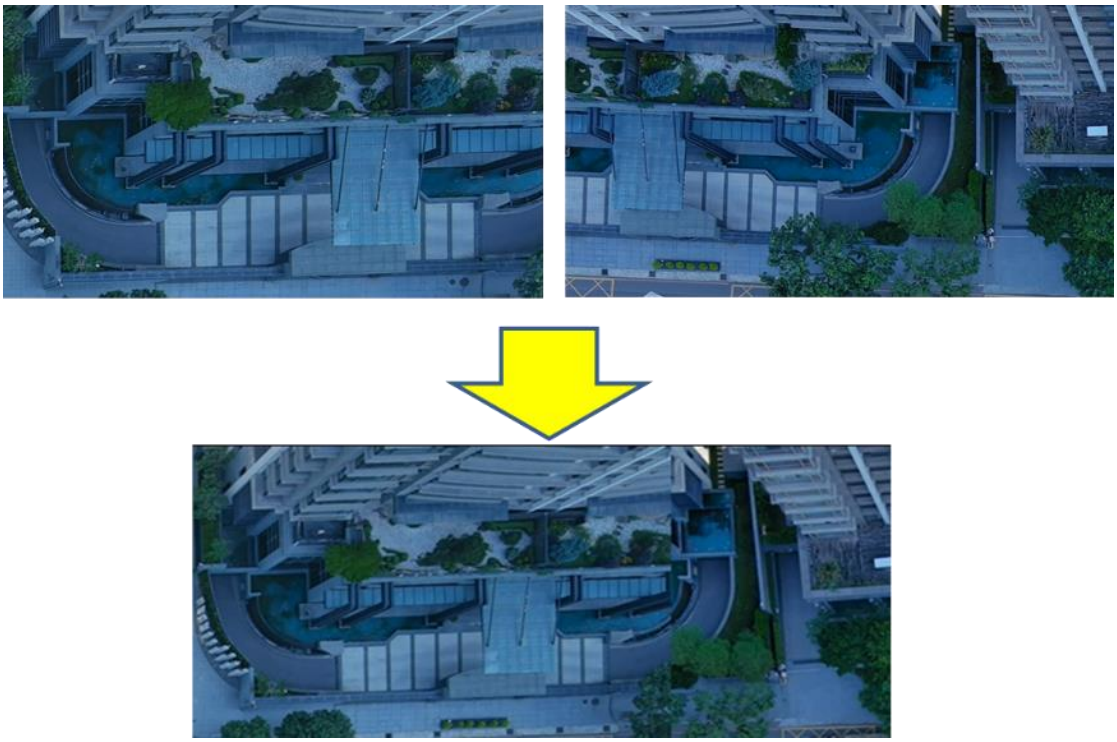


圖 3.1-11 雙機影片縫合

二、 起飛前確認飛行位置及對時：由於是兩架無人機進行拍攝，所以在拍攝道路前需要先進行雙機之間的校時、且規劃無人機在空中的準確位置，以確保兩部影片共同特徵的數量足夠，同時避免無人機互撞之風險。

三、 調整飛行間距：自無人機起飛至降落完畢，兩台無人機與飛手皆須保持一定距離，因無人機的遙控器功率較大容易彼此互相干擾，故需要另增加一位協調員兩方來回確認雙機的狀態與位置，因此除了飛行的空域要有空間能容納兩台無人機，地面上也需要有足夠的空間可供飛手分別就位。

C. 資料彙整

一、 路口/路段資訊記錄

(一)使用測距輪量測枕木紋行人穿越道線(或其他明顯標的物)並記錄長寬，數值用以計算路段比例尺。

(二)記錄每一路段方向車流方向。

(三)記錄起飛、定位、返航、降落時間。

二、 路口/路段影像編碼

依照路段、架次、飛行高度、影片時間、命名路段空拍影片（例如：1110724_基隆市仁一路_愛三路_120m_A 架次）。

三、 路口/路段影像上傳

將空拍影片、側拍影片、照片上傳至伺服器統一管理。

四、 路口/路段提供現場紀錄表

提供完整路口/路段資訊紀錄表予管理員以建置專案，紀錄表中應完整包含路口/路段名稱、路口/路段實景圖、空拍時間、情境類別、量測標的物(如枕木紋行人穿越道線)之長寬、路口號誌燈號型態、號誌側拍是否完成、無人機起降時間等，如圖 3.1-12。

無人機拍攝_現場紀錄表

空拍時間：
拍攝時間：
情境類別：
情境編號：

飛手：
量測員：
記錄/校核者：

路口名稱：

(路口實景圖)

測距輔距離

路口清單QR　路口位置QR

※Check List：完成請打勾V

1 實際量測距離(比例尺)

	POI	距離1(m)	距離2(m)	備註
☐	A			
☐	B			
☐	C			
☐	D			
☐	E			

2 記錄各路口號誌燈號型態

☐ A路口：
☐ B路口：
☐ C路口：
☐ D路口：
☐ E路口：

3 無人機飛行

☐ 無人機起飛前對時
☐ 無人機降落後對時

4 號誌側拍

☐ 側拍開始對時
☐ 拍攝A路口綠燈變化2個週期
☐ 側拍結束對時

時間記錄表	趟次	1	2	3	4	5	6	7	8
	無人機								
	起飛時間								
	定點拍時								
	返航時間								
	結束時間								

圖 3.1-12 無人機拍攝現場紀錄表

五、 路口/路段比例尺計算

計算比例尺，作為後續專案輸入之參數。

六、 路口號誌同步計算

透過拍攝電子鐘及拍攝路口號誌，進行號誌同步時間計算，將秒差值輸入平台參數。

3.1.3 路口/路段空拍活動申請狀況

易肇事路口飛行拍攝高度依據路口大小調整，最高可 120 公尺，本(113)年度擇定的空域 1 處位於可飛行綠區，1 處路口涉及限航區，但該處符合遮蔽操作原則，原則為申請範圍內遙控無人機之實際飛航位置距離其操作人所在位置 100 公尺半徑範圍內，且實際飛航高度不超過其操作人所在位置 100 公尺半徑範圍內之最高遮蔽物體（如建築物等）高度及不逾距地面或水面 400 呎，可依規定簽署遮蔽操作切結書即可進行拍攝。

先導測試路段飛行拍攝高度最高可 200 公尺，本(113)年度擇定的空域多數位於可飛行綠區，3 處路段涉及限航區，但因拍攝高度超過 120 公尺，除一般活動申請外，皆須另外申請發布飛航公告，派遣人員至塔臺協調可飛行時間。

各路口/路段所在地名稱及空域類型如下，請參考表 3.1-4。

表 3.1-4 路口/路段空拍活動申請表

類別	編號	縣市	鄉鎮市區	路口/路段	飛行空域類型
易肇事路口	1	新北市	新莊區	中正路、新泰路	限航區 (依規定簽署遮蔽操作切結書即可進行拍攝)
	2	桃園市	中壢區	中華路一段、興仁路一段	可飛行綠區
先導測試路段	1	新北市	板橋區	館前西路、板城路、南雅西路一段	限航區
	2	新北市	林口區	中山路、民享路、文化一路二段	可飛行綠區
	3	新北市	新店區	北新路 1 段、北新路 1 段 96 巷、中正路	可飛行綠區
	4	新北市	新店區	北新路 1 段、新生街、中華路	可飛行綠區
	5	新北市	新店區	北新路 3 段、順安街、民權路	可飛行綠區
	6	臺北市	文山區	興隆路 2 段、景豐街、景興路	可飛行綠區

類別	編號	縣市	鄉鎮市區	路口/路段	飛行空域類型
	7	臺北市	北投區	承德路6段、雙溪橋、福國路	限航區
	8	臺北市	北投區	承德路6段、華固創富中心、河美街軟橋街	限航區

若申請於禁、限航區飛航活動者，需檢附所在地管理機關同意文件，可於無人機資訊系統圖資取得聯絡資訊後，依據各管理機關規定方式，取得同意證明。包含以發文方式給各主管機關，文中說明飛行目的、時間及路線，取得回函同意；或以電話方式聯繫主管機關，說明飛行目的、時間及路線，並寫成電話記錄做為同意證明；或以 e-mail 方式聯繫主管機關，說明飛行目的、時間及路線，以回信做為同意證明。

申請發布飛航公告需於活動前5個工作日，以e-mail方式向民航局提出申請，以取得飛航公告號碼，並於活動前1或2日之上午9點至 12 點，上網填寫飛航公告號碼等資料進行進駐塔臺預約，核可後會收到通知。

3.2 空拍實際辦理現況

於 113 年 6 月 18 日完成 2 處易肇事路口活動申請，並於 7 月 5 日順利完成拍攝，拍攝時間主要依據道安資訊查詢網資訊，為該路口除尖峰時間外之最多肇事熱時。

於113年7月4日完成8處先導測試路段活動申請，並於8月14日前順利完成8處路段拍攝。拍攝時間主要為上午7點至9點，每一路段平均拍攝四架次，合計共建置了 43 個專案，惟部分路段位於限航區，受塔臺管制影響拍攝時間較短。請參考表 3.2-1。

表 3.2-1 空拍日期與時間表

類別	ID NO	縣市	鄉鎮市區	路口/路段	架次	拍攝日期(年月日)	拍攝時間(時分秒)	拍攝時長(分秒)
易肇事路口	378	新北市	新莊區	中正路、新泰路	A	2024/7/3	07:28:23	24:22
	379	新北市	新莊區	中正路、新泰路	B	2024/7/3	07:55:03	25:03
	380	新北市	新莊區	中正路、新泰路	C	2024/7/3	08:32:00	25:05
	381	新北市	新莊區	中正路、新泰路	D	2024/7/3	09:12:00	20:51
	382	桃園市	中壢區	中華路一段、興仁路一段	A	2024/7/5	08:27:16	22:08
	383	桃園市	中壢區	中華路一段、興仁路一段	B	2024/7/5	09:09:38	23:28
	384	桃園市	中壢區	中華路一段、興仁路一段	C	2024/7/5	09:35:27	23:19
	385	桃園市	中壢區	中華路一段、興仁路一段	D	2024/7/5	10:03:19	23:50
先導測試路段	386	新北市	新店區	北新路 1 段、新生街、中華路	A	2024/8/14	07:00:00	17:00
	387	新北市	新店區	北新路 1 段、新生街、中華路	B	2024/8/14	07:17:46	21:05
	388	新北市	新店區	北新路 1 段、新生街、中華路	C	2024/8/14	07:21:41	20:28
	389	新北市	新店區	北新路 1 段、新生街、中華路	D	2024/8/14	07:27:54	21:37
	390	新北市	板橋區	館前西路、板城路、南雅西路一段	A	2024/8/1	08:37:27	19:50
	391	新北市	板橋區	館前西路、板城路、南雅西路一段	B	2024/8/1	08:48:18	15:07
	392	新北市	板橋區	館前西路、板城路、南雅西路一段	C	2024/8/1	08:54:40	22:00
	393	新北市	板橋區	館前西路、板城路、南雅西路一段	D	2024/8/1	09:00:13	23:00
	394	新北市	林口區	中山路、民享路、文化一路二段	A	2024/7/29	07:12:15	23:25
	395	新北市	林口區	中山路、民享路、文化一路二段	B	2024/7/29	07:28:27	23:26
	396	新北市	林口區	中山路、民享路、文化一路二段	C	2024/7/29	07:32:38	23:24

類別	ID NO	縣市	鄉鎮市區	路口/路段	架次	拍攝日期(年月日)	拍攝時間(時分秒)	拍攝時長(分秒)
	397	新北市	新店區	北新路3段、順安街、民權路	A	2024/8/6	07:25:23	22:21
	398	新北市	新店區	北新路3段、順安街、民權路	B	2024/8/6	07:39:47	22:34
	399	新北市	新店區	北新路3段、順安街、民權路	C	2024/8/6	07:43:10	22:21
	400	新北市	新店區	北新路3段、順安街、民權路	D	2024/8/6	07:45:22	22:58
	401	臺北市	文山區	興隆路2段、景豐街、景興路	A	2024/8/8	07:54:25	23:11
	402	臺北市	文山區	興隆路2段、景豐街、景興路	B	2024/8/8	07:58:28	02:31
	403	臺北市	文山區	興隆路2段、景豐街、景興路	C	2024/8/8	07:59:56	18:59
	404	臺北市	文山區	興隆路2段、景豐街、景興路	D	2024/8/8	08:00:47	23:00
	405	臺北市	北投區	承德路6段、雙溪橋、福國路	A	2024/8/12	07:00:25	07:44
	406	臺北市	北投區	承德路6段、雙溪橋、福國路	B	2024/8/12	07:11:18	12:50
	407	臺北市	北投區	承德路6段、雙溪橋、福國路	C	2024/8/12	07:14:22	04:56
	408	臺北市	北投區	承德路6段、雙溪橋、福國路	D	2024/8/12	07:15:16	15:46
	409	臺北市	北投區	承德路6段、華固創富中心、河美街軟橋街	A	2024/8/12	07:18:13	07:33
	410	臺北市	北投區	承德路6段、華固創富中心、河美街軟橋街	B	2024/8/12	07:19:55	12:41
	411	臺北市	北投區	承德路6段、華固創富中心、河美街軟橋街	C	2024/8/12	07:21:51	04:41
	412	臺北市	北投區	承德路6段、華固創富中心、河美街軟橋街	D	2024/8/12	07:22:50	15:51
	413	新北市	新店區	北新路1段、中正路、北新路1段96巷、中正路(南向)	A	2024/8/14	07:31:10	21:43

類別	ID NO	縣市	鄉鎮市區	路口/路段	架次	拍攝日期(年月日)	拍攝時間(時分秒)	拍攝時長(分秒)
	414	新北市	新店區	北新路1段、中正路、北新路1段96巷、中正路(南向)	B	2024/8/14	07:36:00	21:27
	415	新北市	新店區	北新路1段、中正路、北新路1段96巷、中正路(南向)	C	2024/8/14	07:38:34	22:50
	416	新北市	新店區	北新路1段、中正路、北新路1段96巷、中正路(南向)	D	2024/8/14	07:41:24	22:51
	417	新北市	新店區	北新路1段、北新路1段96巷、中正路(北向)	A	2024/8/14	07:44:30	21:43
	418	新北市	新店區	北新路1段、北新路1段96巷、中正路(北向)	B	2024/8/14	07:48:13	21:27
	419	新北市	新店區	北新路1段、北新路1段96巷、中正路(北向)	C	2024/8/14	07:50:46	22:50
	420	新北市	新店區	北新路1段、北新路1段96巷、中正路(北向)	D	2024/8/14	07:53:37	22:51

3.3 無人機資安議題

配合政府各部會共同檢視無人機管理機制之決議，兼顧公眾安全、個人權益及合法活動之保障，交通部民用航空局將增加對遙控無人機之飛安監理強度，以提升遙控無人機之飛行安全，並注重製造者或進口者於公開販售前提供完整資訊，以保障民眾權益並強化遙控無人機操作人之責任及政府機關(構)、學校或法人從事遙控無人機飛行活動之規範，以符合社會期待與監理必要。

依據交通部民用航空局於113年10月29日遙控無人機管理規則修正草案說明會議，對於公開販售之無人機需通過檢驗/檢測並完成型式登錄，預計113年11月發布，於114年12月1日正式上路。推動時程說明圖如圖3.3-1，詳細內容項目如下：

一、廠牌及型式名稱。

二、遙控無人機型號及規格。

三、國內製造者，其工廠登記相關資料；自國外進口者，其進口貨品分類號列。

四、數位發展部公告專業機構或法人出具符合數位發展部會銜交通部訂定之遙控無人機資安檢測規範之遙控無人機資安檢測合格報告。

五、最大起飛重量未達二公斤之遙控無人機，應登錄經濟部標準檢驗局核發之符合商品檢驗證明；最大起飛重量二公斤以上之遙控無人機，應登錄民航局核發之型式檢驗合格證或認可證明文件。

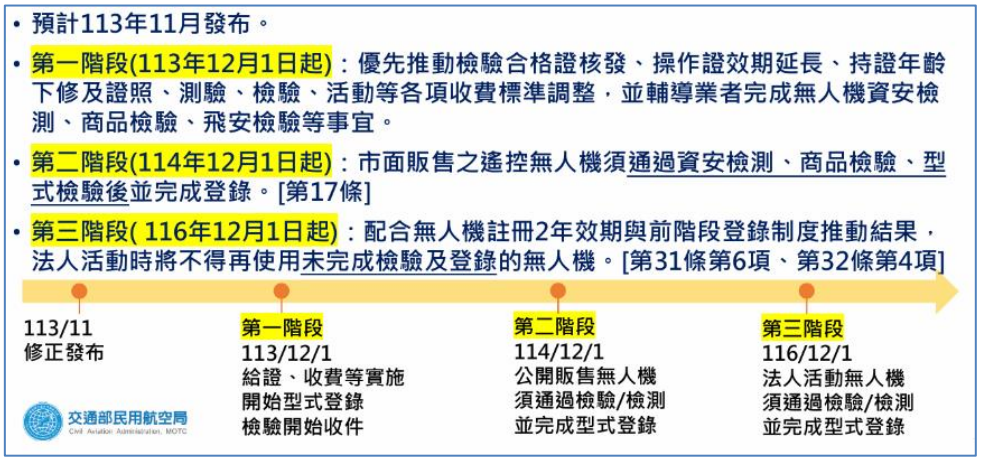


圖 3.3-1 民用航空局-遙控無人機管理規則修正草案推動時程 (113年10月29日)

其中無人機資安檢測可分成初階、中階及高階之不同等級安全等級及檢測目的如圖 3.3-2 所示，依據 112 年 6 月 17 日公告的檢測費用分別為 8 萬元、16 萬元、32 萬元，預估檢測天數分別為 7 天、13 天、23 天。

安全等級	初階	中階	高階
檢測目的	為無人機基本安全要求，主要針對身分鑑別、異常流量、軟體弱點、惡意程式及通訊安全，提供強化無人機遭惡意使用或資料外洩的安全防護	除須符合初階之所有安全要求外，並增加韌體已知漏洞及衛星定位系統等要求，提供強化無人機被惡意入侵或干擾的安全防護	除須符合中階之所有安全要求外，並增加命令連結(Command Link)、工程除錯介面及未公開揭露應用程式，提供強化無人機被安裝後門的安全防護

圖 3.3-2 數位發展部-無人機資安檢測安全等級 (112年6月17日)

目前法人單位自行使用且仍在註冊效期內之無人機，仍可繼續使用，故本(113)年度仍不受影響。目前完成資安檢測的機型已陸續公告於無人機資安聯合驗測實驗室網頁，本研究也將納為後續優先採用機型之參考，同時因應法人活動之無人機將於 116 年 12 月 1 日起須通過檢驗/檢測並完成型式登錄也將配合辦理。

第四章 影像辨識技術

4.1 雙機協作及單機飛高影像處理測試與評估

針對路段場景進行分析是本年度計畫相較於往年計畫的一個重要改變，路段範圍是指停止線之上游範圍，即包含路口上游功能區、但不包含路口之物理區。相對於一般正常路口普遍有著大小上限，路段相對地需要在更高的飛行高度進行拍攝，才能讓畫面涵蓋足夠長的路段來進行。另一方面，由於消費級電腦算力上的限制，目前的模型在訓練上仍受限於 1920×1920 的解析度，這使得無論是 8K 或 4K 的原始影片，在偵測上仍需降低解析度至 2K 或僅裁切原始影片部分區域來適配模型大小。在本年度計畫中，由於技術項目一方面需解決上述實際路段觀測課題，另一方面也需評估辨識道路標線之可行性，且考量目前車輛偵測/追蹤之準確性已相當穩定可靠，達到實用需求，因此對於基本的偵測/追蹤技術環節，暫不投入人力與資源作更多的改進與探討，希望能在更大的研究議題上獲得進展。

為因應未來需要觀測較長的路段的普遍需求，目前考量的可能處理方案有二，茲說明如下：

一、 單機飛高

搭載 6K 或 8K 攝影機以更高高度拍攝，雖然訓練模型無法接受如此高解析度之影像，但由於一般直線路段僅占影像一小部分，因此可擷取主要道路部分，如圖 4.1-1 般重組成可訓練的 1920x1920 影像，以保有高解析度下的較大車輛面積。此作法可避免多部無人機的拍攝同步問題，但更仰賴高解析度下的原始影像品質。

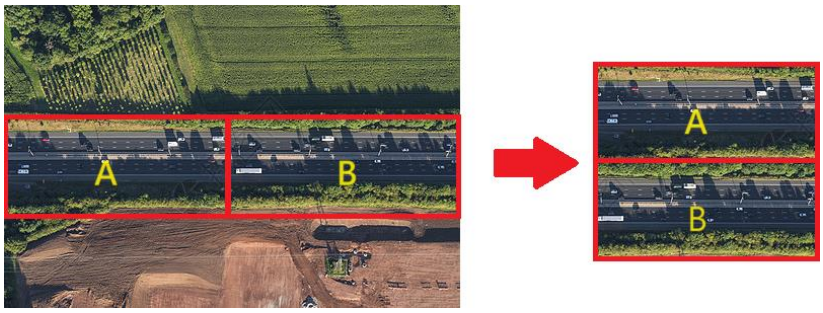


圖 4.1-1 將路段區域重組成偵測用影像；影像解析度越高、道路區域越細長，就可拆成越多段進行重組

二、 雙機協作

兩台空拍機的協作拍攝主要是因應拍攝範圍擴大，同時飛行兩架無人機，設定無人機懸停座標及影像重疊範圍，例如重疊率 30%，若原本空拍範圍 150 公尺，就有機會展延至 250 公尺的範圍。惟以此方式疊合影像後的結果，除了需要兩組以上飛手與工作人員在現場進行協調。

在接合上有兩種處理方式，第一種技術為縫合影像（簡稱為技術一），需要將影片透過重疊區域的對應關係，讓兩部獨立拍攝影片中的分段道路，可以重新接合為一部涵蓋完整路段的非標準長寬尺寸影片。但由於偵測模型的大小限制，實際上無法先接合成完整影片再進行偵測，而是先偵測出兩部影片中各自的車輛位置，再計算兩部影片畫面間的轉換矩陣已進行接合，最後將偵測位置同樣透過轉換矩陣標示在接合好的畫面中；第二種技術為軌跡接合（簡稱為技術二），步驟與技術一主要差異在於不對影片接合，而是將兩部影片產出之分析軌跡進行軌跡接合，此為技術一若效果不佳的另一種處理方式。

首先，探討單機飛高與雙機協作中的技術一，後續會再因技術一效果不佳，進一步研究技術二作為雙機協做替代處理方式。

圖 4.1-2 為單機拍攝與(右)雙機拍攝之作業流程圖，其中灰藍底色者為影像處理技術部分。首先，無論是單機或雙機空拍，若飛行高度會超過 120 公尺，就需要向有關單位提出申請，並與塔台保持聯繫並遵從其起降指示。一般來說，對於 150 公尺以上之路段，單機空拍的所需飛行高度都會超過 120 公尺；雙機空拍雖可透過接合兩部影片畫面方式，將飛行高度維持在 120 公尺以下。但若要拍攝 300 公尺等更長路段，則只能選擇調動更多無人機同時拍攝，或是同樣提升飛行高度至超過 120 公尺以擴大視野範圍。

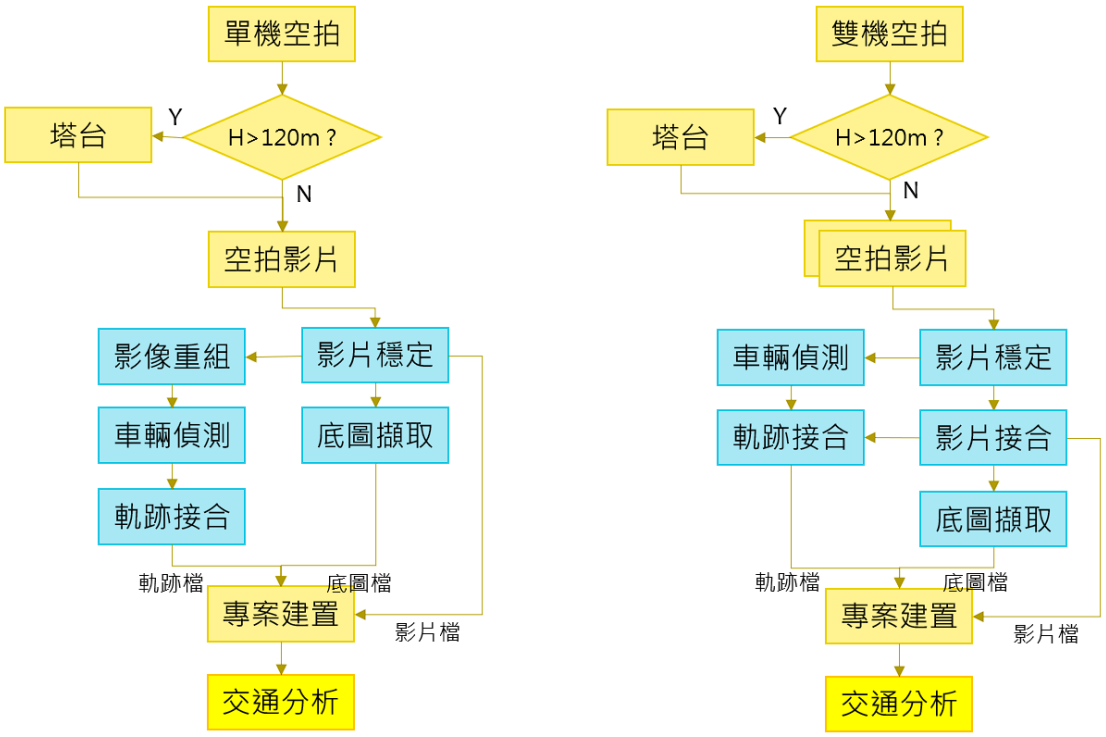


圖 4.1-2 (左)單機空拍與(右)雙機空拍之作業流程圖

在取得影片資料後，就可以進行一連串的影像處理，最終取出軌跡資訊、穩定化後的空拍影片與去除車輛後的底圖。單機空拍與雙機空拍在影像處理過程中的最大差異，在於車輛偵測前後的處理差別。

一、 單機飛高

單機空拍影片採用高解析度影片來弭補因飛行高度提昇而縮小的車輛像素面積，使得實際拍攝得到的車輛像素面積與低飛行高度(60~105 公尺)下取得的訓練內容一致。但礙於消費級 GPU 的記憶體上限，訓練影像解析度受限於 1920x1920，因此需要透過裁切重組原 6k(5472x3076)畫面中的道路區域，滿足硬體上的限制。為此，我們僅需在影片穩定後與車輛偵測前，將橫向的道路區域分為左右兩段，並使兩者間保有超過一部大客車長度的橫向疊合區域，以保證所有車輛都能完整出現在其中一段道路，可被車輛偵測方法完整偵測到即可。由於偵測出的車輛位置從 6k 畫面變動到 1920x1920 畫面，而穩定後的道路區域位置是不變的，因此同一部穩定化影片有關於車輛位置的座標轉換參數是固定的，可以將 1920x1920 畫面上的偵測結果，簡單地還原至 6k 畫面上，再透過車輛追蹤完成流程圖中的軌

跡結合步驟。此外，由於疊合區域在經過座標轉換後，可能產生兩個高度疊合的車輛偵測結果，因此需將面積較小者排除，僅保留較大面積的完整車輛結果。

圖 4.1-3 為車輛偵測與還原位置後的軌跡接合結果圖。左方為將道路切割成左、右段，再重組上下位置的 1920×1920 影像;右方為還原至原影像上的車輛偵測/追蹤結果。紅色橫線上下為兩段道路，橙色縱線至藍色縱線為交疊區域，間隔略寬於一輛大客車。由於來自同一畫面，因此還原車輛位置過程也不會產生任何誤差。

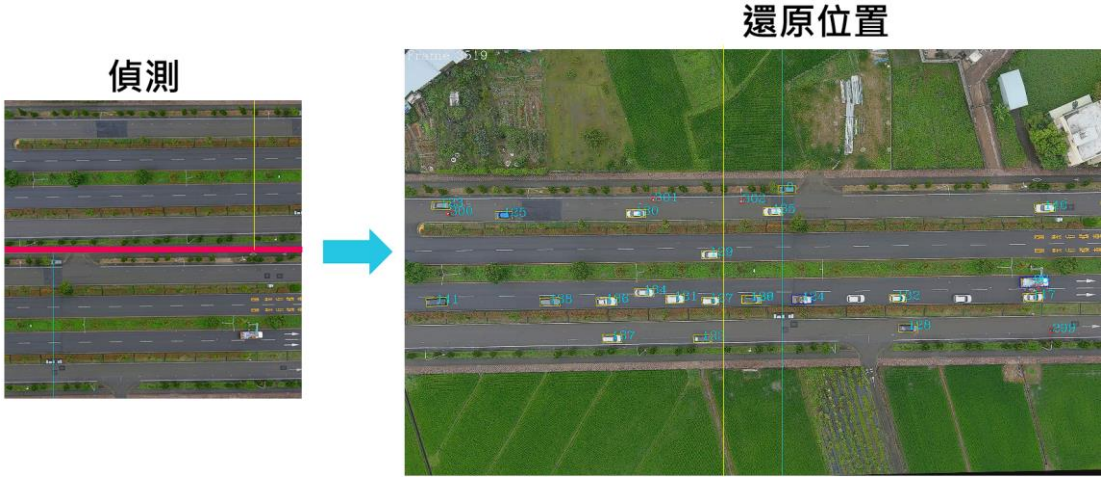


圖 4.1-3 車輛偵測與還原位置後的軌跡接合結果圖

二、 雙機協作：縫合影像（技術一）

相對於單機空拍在流程上的小幅改變，雙機空拍需要更多的影像處理來支援。首先，雙機空拍取得的兩部影片會先各自穩定化為兩部 2k 影片(1920×1080)，再分別進行車輛偵測。此時兩部穩定化影片中的車輛位置分屬兩個獨立的座標系統，需要對兩部影片的座標系統進行統一。因此要先以人工方式從兩部影片中取得同一時間點拍攝的兩張關鍵畫面(keyframe)，再根據兩張畫面中的對應點(corresponding point)關係，計算畫面間的轉換矩陣 M。最後，將其中一部影片的所有畫面與車輛座標，根據 M 轉換至另一部影片畫面的座標系統，完成影片接合與軌跡接合。雙機空拍所取得的兩部影片之間，同樣需要保證超過一部大客車長度的橫向疊合區域，以便保留較大面積的完整車輛結果。事實上，為降低對應點的誤差，疊合區域可能需要遠大於一部大客車長度。這是因為用來接合兩部影片

的對應點只能選自疊合區域，疊合區域越窄、擴散到全畫面的對應點誤差就容易越大。由於兩個空拍畫面的環境、視角方向、甚至相機設定都有所不同，因此往往無法以影像技術自動拼接，需要人工反覆嘗試選取適當對應點，才能得到較佳的結果(但一般不能完美接合)。圖 4.1-4 為以人工方式選取十組以上對應點、經過一小時嘗試後的雙機空拍底圖拼接結果。影像交界處仍然存在著肉眼可見的拼接誤差與畫面差異。

圖 4.1-4 人工拼接一小時得到的較佳結果

除了平面上的拼接誤差，物體高度影響與攝影機不同視角還會使得偵測結果更加難以掌控。圖 4.1-5 為一部貨車進入重疊區域(另一部影片畫面)前、中、後的差別。可以發現貨車在進入重疊區域前與完全進入重疊區域後，外觀上有著因視角方向不同而產生的差異，這連帶增大了車輛位置上的誤差。圖 4.1-6 進一步顯示了其他車輛在重疊區域的位置誤差，可能造成偵測結果的不一致。例如圖中編號 82 與 93、編號 81 與 92 的車輛框，就分別代表同部車輛在重疊區域的兩個偵測結果。由於右半部影片新產生的 92、93 偵測框，無法與左半部影片的 81、82 偵測框位置一致，因此繼承其車輛框位置，導致車輛追蹤失敗。

圖 4.1-5 (左)貨車進入重疊區域前; (中)車身前半進入重疊區; (右)貨車完全進入重疊區

圖 4.1-6 另一個車輛偵測位置不一致的明顯例子

前述兩個方案，在理論上都有其優缺點。但就實務面來說，單機飛高應有更全面的優勢。就多機協作來說拍攝現場勢必需要更多人員來進行管控與溝通，確定兩者拍攝的區域有著良好重疊。此外拍攝好的兩部影片也需要額外的處理程序，包含了對兩影片關鍵幀之間的人工校正，以達到時間的同步；對重疊區空間位置上的疊合，以達到空間上的連續性；對於正橫跨畫面交界的重疊區內車輛，也需要評估採用兩部影片中的哪一個偵測結果。相對於過去路口偵測流程，無論是動員拍攝、影片校時都會帶來額外經費支出，在影像處理上預估也需花費數倍長的時間來進行更多、更大的影像拼接時間。

相對而言，單機飛高主要透過僅保留高解析度畫面中必要的道路區域，來抵銷更高高度拍攝所帶來的車輛面積縮小問題，因此只對穩像後的單一畫面，預先指定橫向的道路區域範圍，透過程式將道路分段重新排列成一張 1920x1920 影像，就能在先天上避免了雙機協作中，兩部影片所需要的校時與拼接等處理，在拍攝工作與處理時間上保有與路口拍攝相近的效率。然而，受限於國內法規的 120 公尺飛行高度限制，要在非廣角下拍攝 150 公尺長度以上路段，無人機勢必須飛行至 120 公尺以上高度進行拍攝，因此需另外向有關單位提出申請，並維持與塔台緊密聯繫，直接造成拍攝上的限制與阻礙。

綜上所述，整理單機飛高與雙機協作（技術一）比較表，如表4.1-1。可發現雙機協作技術一在軌跡的品質上，容易有巨大的劣勢，因此，本研究針對雙機協作探討另一種處理方式，雙機協作：軌跡結合（技術二）。

表 4.1-1 單雙機拍攝比較表

項目\方案	單機飛高	雙機協作：縫合影像(技術一)
空拍成本	1. 空拍機 1 臺 2. 工作人員 3 名(飛手 X1、聯絡官 X1、近塔台協調人員)	1. 空拍機 2 臺 2. 工作人員 3 名(飛手 X2、協調人員 X1)
空拍時間	15 分鐘 + 等待空域淨空時間(若與空軍、民航機重疊)	15 分鐘、雙機校時
影像品質	1. 影像穩定且無變形疑慮 2. 車輛略小於雙機 (20%)	1. 車輛略大於單機(20%) 2. 縫合重疊處必定存在角度/空間的不連續
車流軌跡品質	93.7%完整	41.3%完整 (接縫處容易 ID switch)
影片穩定時間	15 分鐘長度 6K 影片在 CPU 下約需 4.5 小時(GPU 版本目前不支援 6K，待後續程式改版)	1. 2 部 15 分鐘 2K 影片(1920x1920 偵測限制)在 GPU 下約 1 小時。 2. 2 部影片首張關鍵畫面需人工比對接合，約 1 小時。
影像分析時間	15 分鐘長度影片約需 1 小時	2 部 15 分鐘長度 2K 影片約需 2 小時

三、 雙機協作：軌跡接合（技術二）

本研究評析雙機協作兩種技術之影像接合做法與軌跡接合成果，請先參考雙機影像接合流程圖，如圖 4.1-7。技術一為先接合影像，再進行軌跡分析，由於影像接合後效果不佳，造成軌跡完整度只有41.3%，無法應用於後續交通分析，故改以技術二為進行個別軌跡分析，再進行軌跡接合，以下詳加說明技術二的作法與軌跡結合成果。

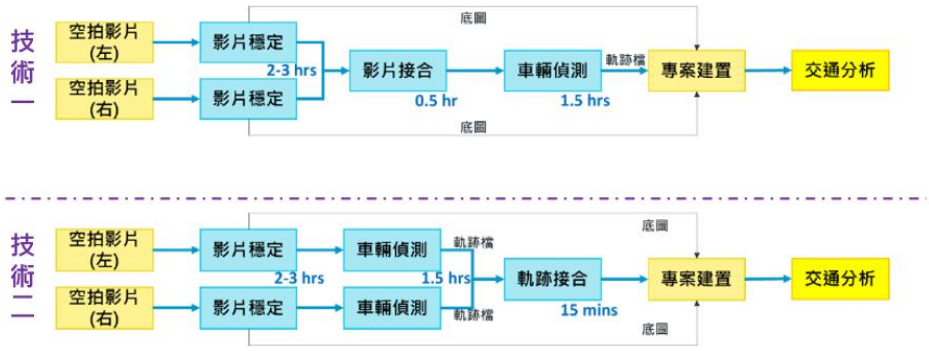


圖 4.1-7 技術一與技術二雙機影像接合流程圖

首先利用 AI 辨識從左右雙機個別的影片獲得車輛軌跡資訊，再以其座標資料進行軌跡接合的新方案，如圖 4.1-8。

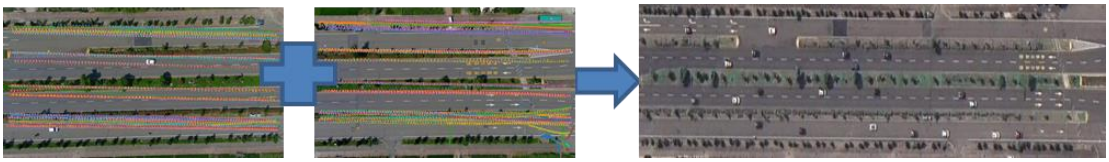


圖 4.1-8 軌跡接合示意圖

雙機的軌跡接合方式則是：先根據經過穩定後的左右兩張影像找出配對所需的修正參數(如：相對的旋轉角度、影像縮放、位移量)，再將這些參數用以調整車輛軌跡的座標資料，接著取出兩邊影像重疊處的車輛軌跡座標(以下以 A 稱作左側軌跡、B 為右側軌跡)，並搜尋 A、B 的每條時間軸與座標資料有無重疊的車輛軌跡進行配對，在相同的時間軸上若座標資料差距在設定的誤差範圍內，會挑選出同一時間下，座標資料差距最小的兩台車輛進行軌跡接合，並將成功接合的兩條軌跡從搜尋的資料庫內刪除以避免重複計算，如圖 4.1-9。

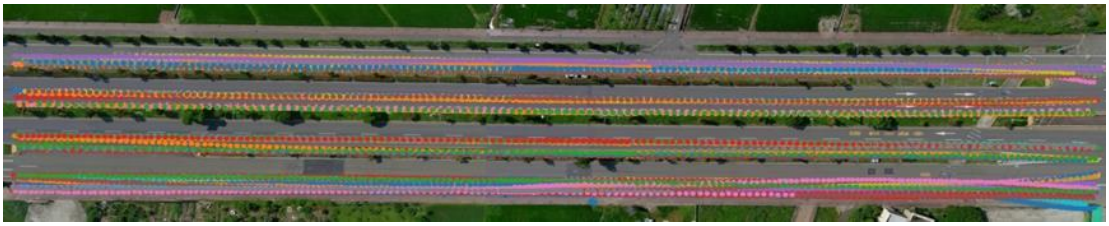


圖 4.1-9軌跡接合完畢成果圖

雙機協作對於計畫執行的優點在於飛行高度是採用與先前相同

的 120 公尺，其在民航局規定申請的標準以下，雖需要多派飛手進行控制，但可自行安排綠區飛行的時程，在計畫的時間分配上可拍攝更多的路段、而在技術面上的優點在於，同上提到的飛行高度與先前的高度相同，故拍攝到的車輛大小與先前並無二致，因此車輛辨識度不會犧牲、且接合的物件為座標資料，因此在重疊處幾乎不會出現因圖像變形導致的 ID switch；而此技術的缺點則是在 AI 辨識時比單機拍攝多一部影片需要進行車輛分析、另外在接合時所用的兩條軌跡座標資料會有部分重複，這一缺點尚在研討改善的方向，請參考表 4.1-2。

表 4.1-2 影像接合與軌跡接合比較表

比較項目	縫合影像(技術一)	軌跡接合(技術二)
接合變形	畫面重疊處	無
車流軌跡品質	41.3%	98.9%
軌跡重複	無	畫面重疊處

綜上所述，技術二在實驗後解決許多先前提到的單機飛高、雙機協作縫合影像(技術一)的問題，雖然車輛分析的時間會加長，並且在影像回放上僅能以一路段兩影像方式作為回放基礎，但對於未來若要應用在更長距離之路段仍然是現階段最適合的解決方式，而前述提到的軌跡重複問題，不同於影像變形這種不可逆的情況，目前仍在實驗是否能最大程度避免，因此未來相關的計畫或是議題，建議可再針對雙機協作軌跡接合(技術二)進行更多測試與研析，以期建立更完整 SOP 與其限制。

4.2 以空拍影像辨識道路標線之可行性評估

由於道路標線直長而細窄的特性，可能較不適合仰賴局部特徵、容易在卷積過程耗損低階(low level)影像資訊的卷積神經網路。因此本研究希望基於近年來崛起的轉換器(Transformer)架構，擷取全影像內部的空間關聯性，以確保直長而細窄的標線特徵能夠有效提取。為了維持輸入影像的高解析度與降低轉換器高昂的計算成本，本研究採用 Lawin Transformer (Yan et al., 2022)，以編碼器與解碼器的架構進行語意分割。其中，編碼器使用了 Liu 等人提出的 Swin

Transformer(Liu et al., 2021)，利用各窗口(window)內部的自注意力(self-attention)來減少特徵計算量，並利用移動窗口(Shifted Window)彌補窗口間的特徵關係，最後透過下採樣(down sampling)增加感受域(Receptive field)範圍；解碼器則使用大窗口的特徵金字塔來取得影像中各個尺度的上下文特徵。此外，本研究還進一步添加了 Focal Tversky 損失函數(Abraham et al., 2019)來改善道路標線類別不平衡的問題，並針對分割的影像進行後處理，使分割邊緣更加平滑，模型架構圖如圖 4.2-1。

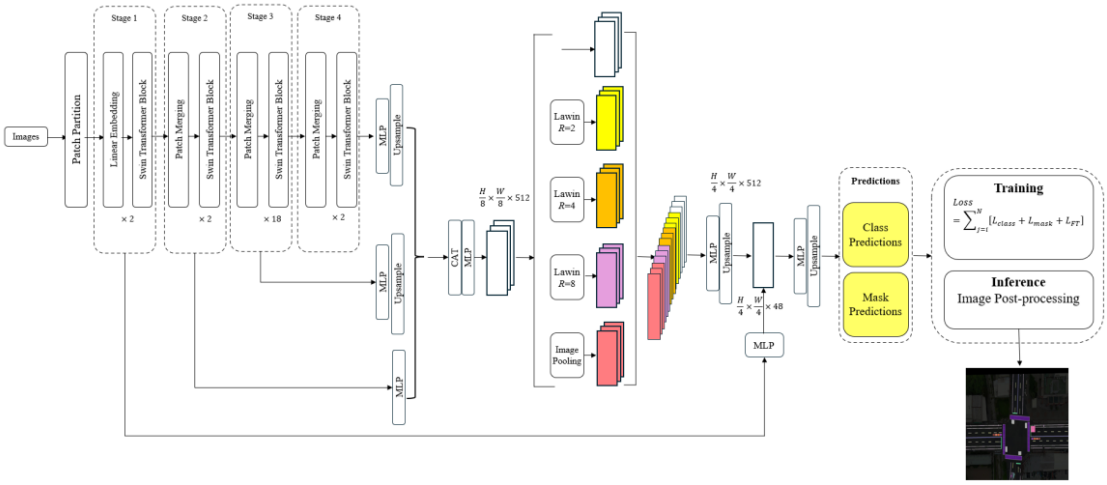


圖 4.2-1 基於Lawin Transformer的道路標線分割方法流程

首先，輸入影像被裁切成多個圖塊(patch)並展平後，輸入第一層進行計算。通過線性轉換生成嵌入(Embedding)，利用 Swin Transformer 模塊來計算各窗口的自注意力。之後的第二層到第四層則是運用圖塊合併(Patch Merging)進行下採樣，將相鄰的 2x2 的圖塊進行合併，降低特徵圖的空間解析度，接著同樣經過 Swin Transformer Block 取得不同尺度特徵。由於基於 ViT 的模型在語意分割上，缺乏多尺度的上下文特徵來進行計算，因此 Lawin Transformer 將第一層的特徵做為解碼器的低階(Low-Level)特徵進行增強，而後三層的多尺度特徵則經由多層感知器 (Multilayer Perceptron, MLP) 網路連接在一起，並上採樣輸入進特徵金字塔內取得合併後的多尺度特徵。特徵金字塔共有五個分支：捷徑連接(Shortcut Connections)、尺度為 2、4、8 的大窗口注意力以及圖像池化(Image Pooling)。從解碼器取得的特徵圖切割成多個圖塊，將查詢的圖塊 Q，藉由不同尺度的窗口進行計算。經過通道的轉置學習到

更多樣化的特徵，而這些特徵將用於後續計算注意力的鍵(Key)和值(Value)。最後，查詢的圖塊 Q 與 Key 跟 Value 進行注意力的計算，並產生最後的特徵圖，用於預測標線遮罩(mask)與標線分類(class)。

如本研究所預期的一樣，基於轉換器的分割方法可以有效地提取影像上細窄的標線內容，圖 4.2-2 展示了部分路口標線分割結果。左側為人工標註，黑色以外的不同顏色像素代表其所屬的標線內容；右側為對應的自動分割結果。從這些初步結果來看，本研究所採用的分割架構，可正確分割/分類大多數的標線，包括較大面積的斑馬線、機車停等/待轉區、甚至是形狀有所差異的直行、轉彎箭頭標線都能明確辨識。然而，狹窄極長的標線仍時有斷裂情況發生，或是因為環境上的亮度變化造成標線抖動、隱沒等問題。這一方面是因為訓練資料難以大量蒐集，另一方面是此方法中的影像分割是以像素為單位進行分類，而非針對標線邊緣進行準確定位。

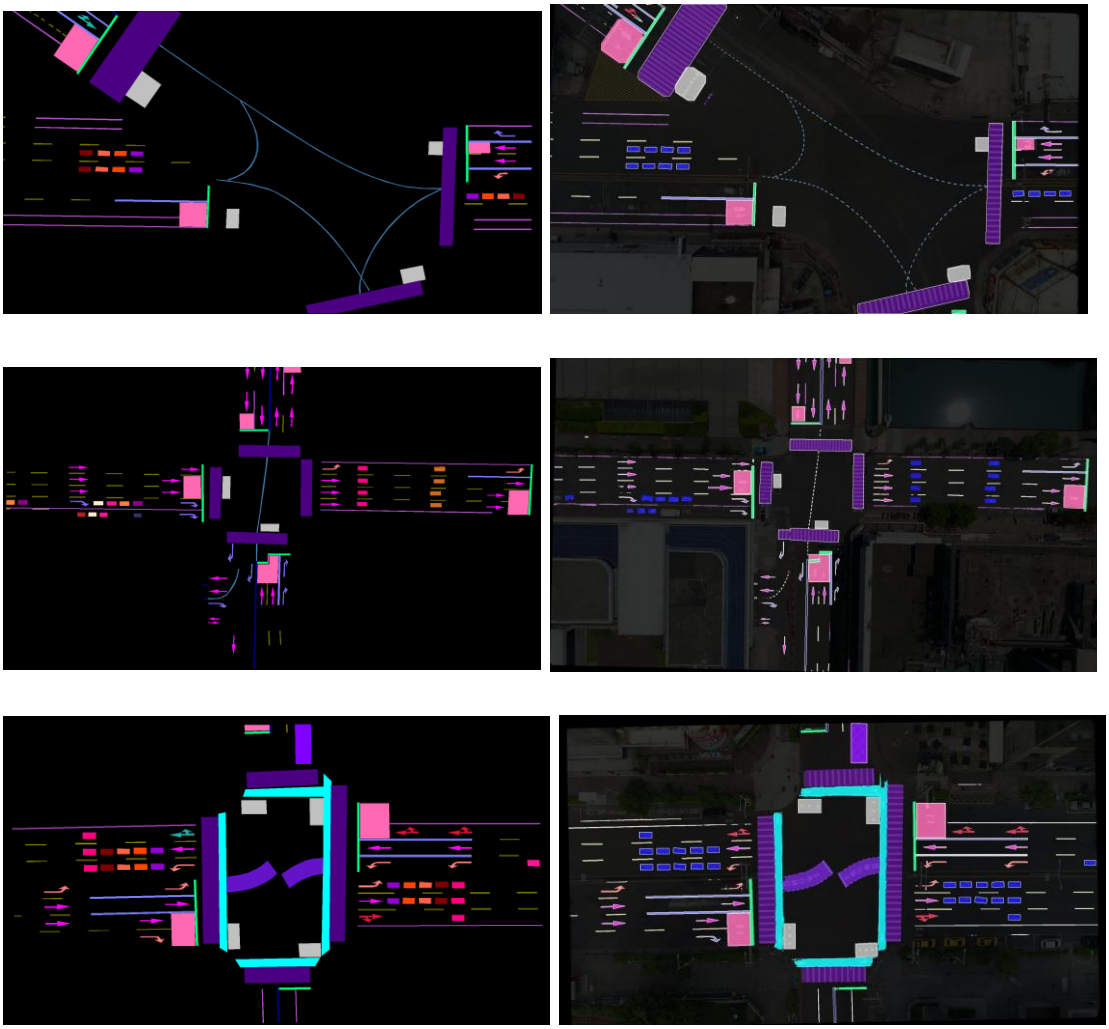


圖 4.2-2 (左)人工標註結果；(右) 基於Lawin Transformer的道路標線分割結果

有鑑於此，本研究亦針對了找出標線邊界此一思路，嘗試了另一種解決方案。Meta AI 公司於 2023 年提出了專門用於影像分割任務的模型，稱為 SAM (Segment Anything Model)，如圖 4.2-3 所示，他們建立了迄今為止最大、包含了 10 億個遮罩與 1,100 萬張圖像的影像分割資料集，在零樣本(zero shot)任務中保有優異的結果，更重要的是該模型擁有使用者提示目標的能力，該模型可透過正負樣本點、矩形框、點陣列遮罩的等提示方式，進行目標物件的影像分割。

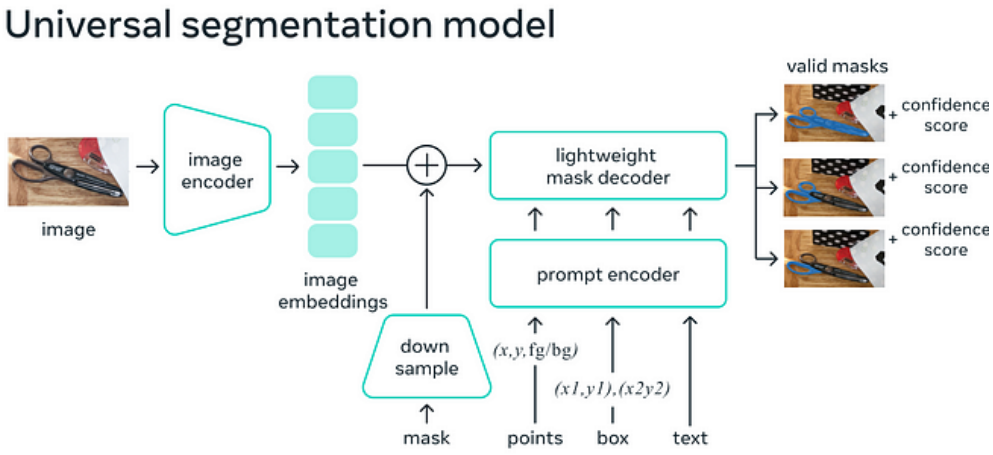


圖 4.2-3 Meta AI的可提示分割模型架構

在 SAM 架構中，其預設的樣本點提示方式，是以指定的數量均勻的散佈在影像中，以透過點位置對全體影像進行自動分割。樣本點越多越密集，就會分割出越精細的結果，但也會花費越多的處理時間。由於最準確的分割方式，就是以人工指定目標對象位置，透過少量提示樣本點來快速分割出想要的物件區域。因此若要自動化地提取影像中的標線，便需要針對標線的共通特性來自動賦予樣本點。基於以上考量，本研究先利用角點偵測(Harris Corner Detector)取出影像中顯著的垂直角點，並根據角點強度排除其他鄰近較不明顯的角點，藉此動態決定樣本點位置、大幅減少分割所需的樣本點數量，如圖 4.2-4 所示。之後再透過色彩分析，進一步排除不屬於白色或黃色的樣本點，便能透過這些樣本點產生分割結果，這些分割結果會以輪廓區域表示。最後根據比例尺排除掉面積過大、形狀不合規定的輪廓區域，便可保留標線輪廓。

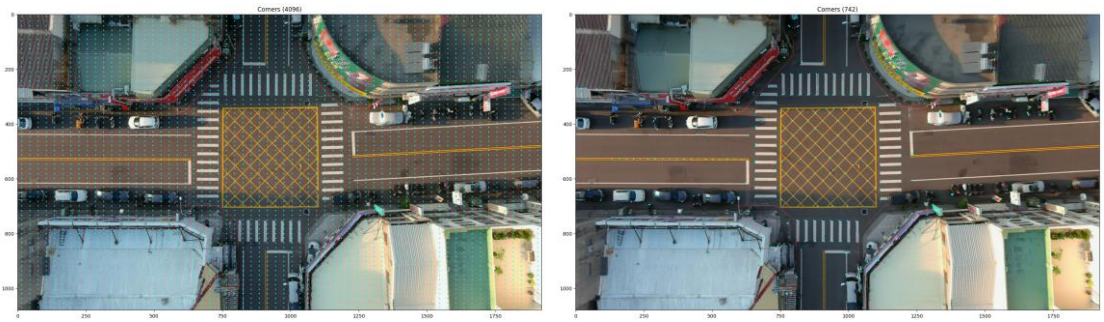


圖 4.2-4 (左)預設4096個提示點、(右)以角點選定之742個提示點

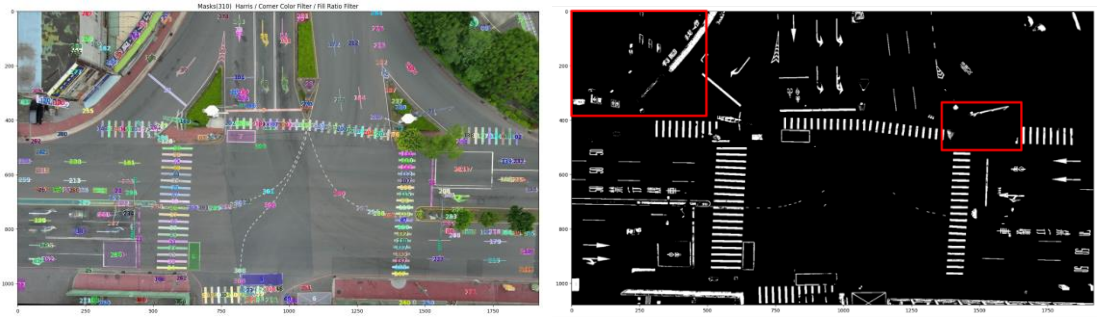


圖 4.2-5 (左)最終取得之輪廓區域與其編號、(右) 二值化之分割結果，紅框為非標線

相較於基於 Lawin Transformer 的標線分割方法，SAM 本身是 Meta 公司透過龐大數據庫所訓練出的泛用模型，但 SAM 官方僅提供了粗略的架構圖，以此說明 SAM 可透過不同提示(prompt)方式，對影像進行不同層次的分割，其分割結果會因應提示位置與影像尺度不同來進行分割，自動得到人的全身、上衣、上衣口袋、口袋鈕扣等不同尺度結果。雖然兩種方案架構上都有著 decoder-encoder 與 image embedding 等要素，但 Lawin Transformer 是針對性地訓練標線內容，而 SAM 則是更具彈性地處理泛用任務，更關注於分割邊界此一主題。因此，基於 SAM 的分割方法通常會保有更平滑的區域邊緣，如圖 4.2-5(左)；但也容易產生一些外觀上像標線的錯誤區域，如圖 4.2-5(右)。其另一個主要優勢則在於可簡單透過人工點選樣本點方式，對失偵/誤偵的標線進行新增/刪除，其優缺點可以說與 Lawin Transformer 方法有著高度互補性。

表 4.2-1 兩種標線分割技術比較

項目	SAM	Transformer
位置精確度	較高	較低，後處理可改善一定程度
人工編修	彈性高	不可
較不適用對象	指引線(太微小)	指向線、槽化線、轉彎輔助標線(分割形狀不易平滑完整)
誤偵	多(需額外規則/人工排查)	少
處理速度	慢(10 秒~1 分鐘)	快(GPU 下一秒完成)

4.3 小結

本研究在影像技術部分主要提出了以下兩大方面的評估與相關比較測試：

一、 在路段空拍影像的車輛軌跡抽取方面，單機空拍較雙機協作縫合影向(技術一)有著明顯的優勢，無論是在軌跡完整性、拍攝與影像處理的困難度，單機空拍顯然都是較佳的選擇；然而若面對將來更廣泛的拍攝需求，單機空拍會受限於相機的解析度極限以及軍、民用空域的衝突，因此，本研究進一步研析雙機協作軌跡接合(技術二)，此技術對空拍更有利於廣域拍攝，本計畫團隊於明年將更進一步驗證雙機協作軌跡接合(技術二)的成果與效益。

二、 在以空拍影像辨識道路標線方面，本研究提出了基於 Lawin Transformer 與基於 SAM 架構兩種方案。兩種方案初步判斷都具可行性，且彼此有良好的互補特性。未來發展上可以前者為主、後者為輔，基於前者的自動偵測結果，利用後者透過簡單點選樣本點方式，進行補強/新增/刪除等半自動人工處理。

第五章 優化交通衝突軟體

5.1 路段功能開發

本期以路段情境分析為主軸，現有平台在過去路口情境所使用的分析維度並不適用於路段，因此為了使基本功能得以延伸應用於路口及路段各種分析情境，本期新增【車道線與車道屬性】及【偵測線與偵測區域】設定功能，並將以上兩者於平台統一分類為「基本設定」,「基本設定」一旦設定完成即可套用在該專案的基本功能及進階功能分析中，有效將這些通用設定延伸至未來更多應用情境上。

【車道線與車道屬性】參考圖 5.1-1，是指讓使用者劃設車道線（車道兩側邊線）、上下游線（車輛通過車道之入口與出口線段）位置及車道屬性，車道屬性包含：左轉車道、左直車道、直行車道、直右車道、右轉車道、分流式指向線、慢車道、左直右車道與左右轉向車道等。車道的編碼規則方面，本研究建議可將車道編號從內而外由 1 開始增加至最外側車道之編號數值，即內側車道編號為車道 1、第 n 車道為編號 n，如圖 5.1-2；如有左轉附加車道（非全車道），建議編號為車道 0，如圖 5.1-3，以利統一敘述。分析平台中對於車道編號無特殊限制，使用者可自由設定車道編號，分析平台應都可涵蓋各種路型樣態。

平台在 110-112 年先導測試計畫雖然也有【車道與屬性】設定功能，但本期的【車道線與車道屬性】是將車道線與上下游線畫設成封閉多邊形區域，以分析通過該封閉多邊形之衝突行為，且配合通用設定之架構調整，因此本期需額外開發此設定功能。

【偵測線與偵測區域】是本期新增的通用性設定之一，可參考圖 5.1-4，讓使用者能夠依照路段狀況及分析應用的需要，隨機的在路面上劃設偵測線(兩點一線之線段)以及偵測區域(多點連成之多邊形區域)，以圖 5.1-4 為例，「分析範圍(全域)」即是一涵蓋所有車道之多邊形偵測區域，「分析偵測範圍(全域)」即是由兩條偵測線「IN」與「OUT」組成，且偵測順序是先「IN」後「OUT」，在情境上能夠分析車輛經過線段/區域的順序、時間及駕駛行為等等。

圖 5.1-1 基本設定-車道線與車道屬性介面

圖 5.1-2 車道編號圖例(沒有附加車道時)

圖 5.1-3 車道編號圖例(有附加車道時)

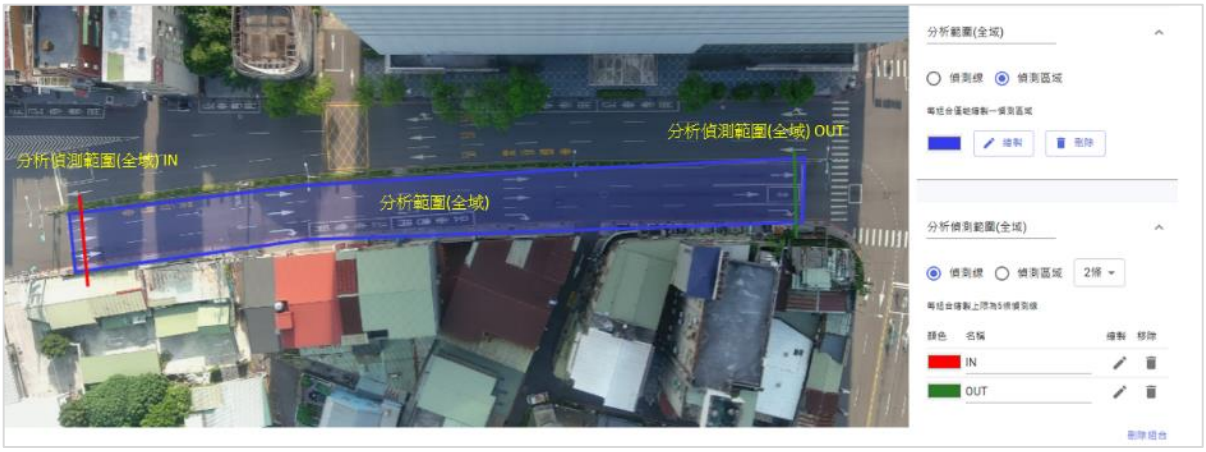


圖 5.1-4 基本設定-偵測線與偵測區域設定介面

5.1.1 基本功能

現有平台之基本功能是以路口之方向來做為分析指標，無論是篩選選單或是衝突型態皆與方向有關，本期之路段分析不探討路口方向特性，而使用前述提及的【車道線與車道屬性】及【偵測線與偵測區域】設定做為分析的基石。

所有衝突事件相關的篩選選單介面如圖 5.1-5，方便使用者根據車道來篩選出特定的衝突事件與統計資料，且統計圖表也以車道取代方向來呈現衝突發生區域，而本期所開發之所有基本功能如下：

一、【衝突事件表與統計摘要】參考圖 5.1-6 及圖 5.1-7。

二、【車流特性】參考圖 5.1-8。

三、【交通量調查】參考圖 5.1-9。

四、【衝突熱點 TTC/PET】參考圖 5.1-10。

五、【軌跡篩選與繪製】參考圖 5.1-11。

六、【速度 Heatmap】參考圖 5.1-12。

七、【減速度 Heatmap】參考圖 5.1-13。

以本期開發的【軌跡篩選與繪製】功能為例，參考圖 5.1-11，在篩選介面中，使用者可在右側選擇事先定義好的 ROI(偵測線/區域)物件來繪製軌跡，執行後可見左側根據使用者設定繪製出的偵測線

及偵測區域、經過車種的軌跡，例如圖上黃色軌跡為經過「慢車道」偵測線的機車軌跡；綠色軌跡為經過「網狀線區域」的小客車軌跡，如此一來就能夠根據需求繪製出各種偵測線及偵測區域組合的分析結果，支援更多應用情境分析。並且每次篩選的條件會記錄在平台上，預設為使用者下次開啟介面的執行條件，方便追溯前次分析內容。

圖 5.1-5 衝突事件篩選介面

匯出分析結果 每頁顯示 10 筆 搜尋:

	車道	發生時間(秒) tMinTTC	X坐標 xMinPET	Y坐標 yMinPET	TTC(秒)	PET(秒)	最大車速(kph) MaxS	相對車速(kph) DeltaS	衝突角度(度) ConflictAngle	衝突型態 ConflictType
⊕	3	47.15	81.36	53.01	4.50	1.00	49.50	10.54	1.90	其他衝突
⊕	0	109.11	42.37	60.60	2.80	2.60	39.96	39.96	-0.26	其他衝突
⊕	2	259.86	69.67	58.56	4.90	2.00	42.84	16.20	0.54	其他衝突
⊕	3	311.91	81.15	52.64	5.00	1.70	33.34	10.50	1.51	其他衝突
⊕	2	321.42	26.45	53.61	0.00	0.00	15.23	13.90	-0.70	其他衝突
⊕	1	389.59	82.58	59.20	2.30	3.70	12.38	10.48	0.28	其他衝突
⊕	1	410.31	80.17	59.35	4.20	1.20	41.90	11.41	-0.23	其他衝突
⊕	2	419.52	76.04	57.18	4.80	1.70	47.56	11.56	2.59	其他衝突
⊕	3	420.52	85.33	50.18	0.00	0.00	21.89	22.19	-107.49	其他衝突
⊕	3	665.77	76.68	50.68	1.80	2.20	15.34	11.41	-75.66	其他衝突

顯示 1 到 10 筆 / 共 17 筆 前一頁 1 2 下一頁

圖 5.1-6 衝突事件表

圖 5.1-7 衝突事件統計圖表

圖 5.1-8 車流特性統計圖表

OD表　　橫軸百分比　縱軸百分比

入口車道	出口車道	自行車	機車	小客車	貨車	大客車	聯結車	小計(車輛數)
0	0	0	0	1	0	0	0	**1**
	1	0	0	0	0	0	0	**0**
	2	0	0	0	0	0	0	**0**
	3	0	0	0	0	0	0	**0**
	小計(車輛數)	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	1
1	0	0	1	15	1	1	0	**18**
	1	0	19	51	4	4	0	**78**
	2	0	1	1	0	1	0	**3**
	3	0	0	0	0	0	0	**0**
	小計(車輛數)	**0**	**21**	**67**	**5**	**6**	**0**	**99**
2	0	0	0	1	0	0	0	**1**
	1	0	52	34	3	2	0	**91**
	2	0	93	26	5	29	0	**153**
	3	0	10	0	0	0	0	**10**
	小計(車輛數)	**0**	**155**	**61**	**8**	**31**	**0**	255
3	0	0	0	2	1	0	0	**3**
	1	0	23	4	0	0	0	**27**
	2	0	145	9	1	2	0	**157**
	3	0	55	0	0	0	0	**55**
	小計(車輛數)	**0**	**223**	**15**	**2**	**2**	**0**	242
總計		**0**	**399**	**144**	**15**	**39**	**0**	597

圖 5.1-9 交通量調查OD表

衝突型態	發生時間(秒)	TTC(秒)	PET(秒)	衝突角度(度)	最大車速(kph)	相對車速(kph)	車輛編號	種類	長度	寬度	車道
其他衝突	321.42	0.00	0.00	-0.70	15.23	13.90	119	大客車	12.87	2.92	2
							1062	機車	1.89	0.88	2

圖 5.1-10 衝突熱點及衝突影片回放

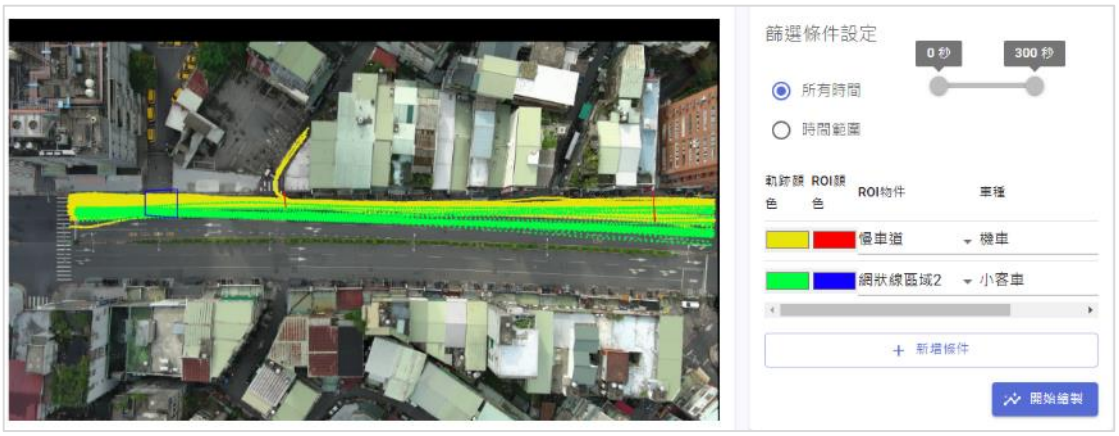


圖 5.1-11 軌跡篩選與繪製介面

圖 5.1-12 速度熱區圖

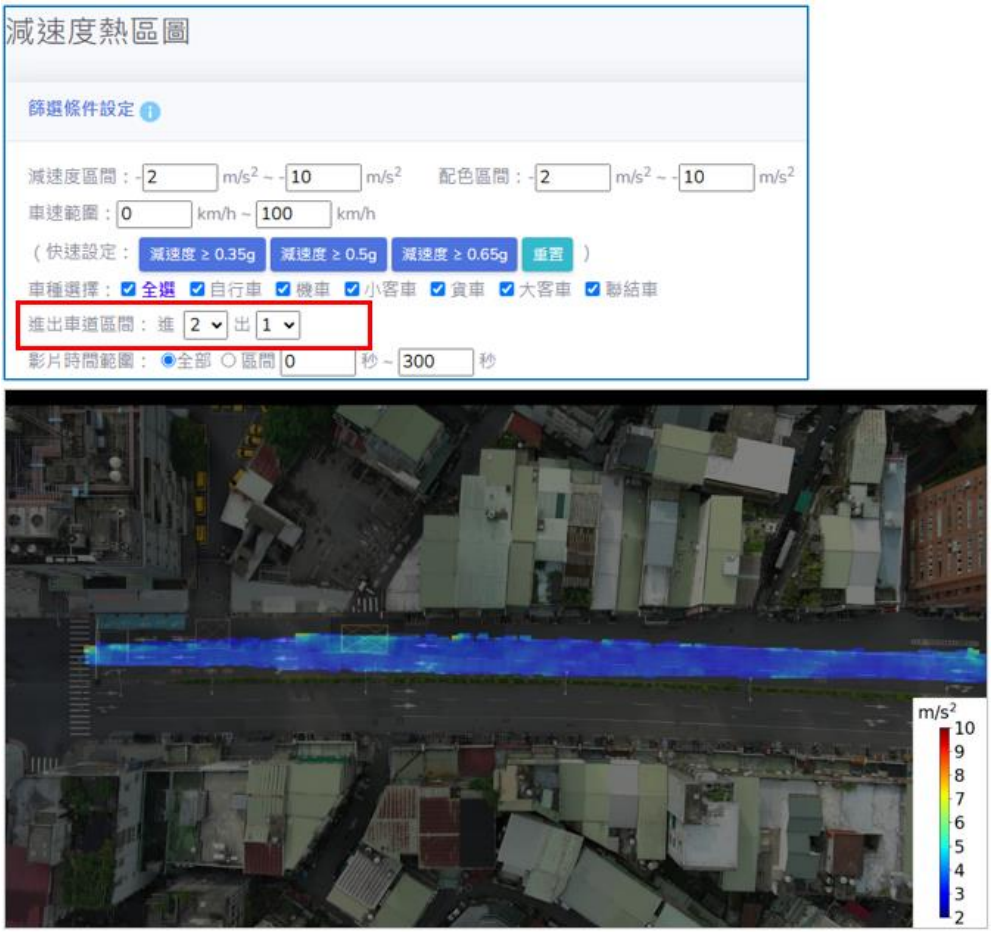


圖 5.1-13 減速度熱區圖

5.1.2 進階功能

本期先導測試分析情境為路段之【汽機車混流衝突】及【左轉車道配置與行車動線】，在平台上統一稱為【路段分析】，【路段分析】使用本期新增之通用性設定為分析參數，包含【車道線與車道屬性】及【偵測線與偵測區域】設定，以車道及偵測物件的角度檢視各個風險行為的指標數據，關鍵指標包含三大類，分別為「具風險之駕駛及用路行為」、「違規行為」及「交通衝突」，共 15 項分析指標，參考表 5.1-1 路段風險指標分類表。

參考圖 5.1-14 之路段分析執行流程，使用者在平台依序完成【車道線與車道屬性】如圖 5.1-1、【偵測線與偵測區域】如圖 5.1-4 及【門檻值】如圖 5.1-15 設定後可立即執行分析，待數分鐘執行完成後，平台將分析後的 15 項指標結果彙總為一總表供分析者查看。如圖 5.1-16 為一命名為【分析範圍(全域)】之偵測區域分析結果，其

中包含 R1-R8、V1-V2 及 C1-C3 之風險指標結果，彙總了該偵測區域之下，分布於各車道及車種的風險指標發生車輛數，以及車道車輛數及平均車速，其中 R1 及 R2 為機車用指標，故不會有小/大型車之數值，以'-'呈現；圖 5.1-17 為全車道區域的 C4-TERCRI 指標數值統計表圖，由於 C4 指標為全區域的分析數值，且其呈現方式不同其他指標為車輛數，而是時間長度，因此另外獨立一表格呈現；圖 5.1-18 為所有選定偵測線之分析結果，其指標包含 C5-THW，彙總各偵測線之下，分布於各車道及車種的風險指標發生次數。

表 5.1-1 路段風險指標分類表

指標類別	SSM 安全替代指標
具風險之駕駛及用路行為[R]	機車鑽行[R1]
	機車併行[R2]
	速度變異[R3]
	超車[R4]
	橫向偏移[R5]
	橫向間距[R6]
	變換車道次數[R7]
	同車道超越[R8]
違規行為[V]	超速[V1]
	逆向超車[V2]
交通衝突[C]	TTC (Time-to-collision)[C1]
	PET (Post Encroachment Time)[C2]
	急減速[C3]
	TERCRI (Time-exposed Rear-end Collision Risk Index)[C4]
	THW (Time Headway)[C5]

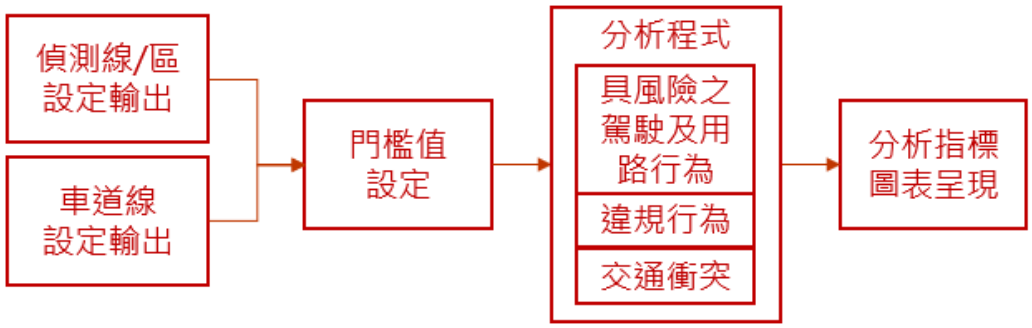


圖 5.1-14 路段分析執行流程

代碼	名稱	機車	小車	大車	單位
R1	機車讓行	1	1	1	公尺
R2	機車併行	3	3	3	秒
R3	速度變異	0.2	0.2	0.2	
R4	超車	1	1	1	次
R5_0	橫向偏移_幅度	1	1	1	公尺
R5_1	橫向偏移_變異	0.2	0.2	0.2	
R6	橫向間距	2	2	1	公尺
R7	變換車道次數	2	2	2	次
R8	同車道超越	1	1	1	次
V1	超速	50	50	50	km/h
V2	逆向超車	1	1	1	次
C1	TTC	3	3	3	秒
C2	PET	3	3	3	秒
C3	急減速	0.5	0.5	0.5	g
C4	TERCRI	0	0	0	
C5	THW	2	2	2	秒

圖 5.1-15 門檻值設定

【分析範圍(全域)】分析結果　　具風險之駕駛及用路行為　　違規行為　　交通衝突

車道	車種/SSM	車輛數	平均車速	R1	R2	R3	R4	R5_0	R5_1	R6	R7	R8	V1	V2	C1	C2	C3
車道0	機車	1	31.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	19	11.3	-	-	13	0	12	2	13	12	0	0	0	0	0	0
	大型車	3	17.4	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	70	45.7	9	0	13	0	36	12	13	28	1	15	0	0	8	0
	小型車	105	39.4	-	-	18	6	50	13	19	35	1	35	0	0	7	0
	大型車	16	34.1	-	-	8	0	6	5	3	6	0	5	0	0	2	0
車道2	機車	327	42.2	25	17	68	13	211	32	170	197	71	122	0	138	37	0
	小型車	120	41.0	-	-	12	4	42	8	66	25	11	22	0	16	7	0
	大型車	51	33.6	-	-	19	8	33	5	34	6	8	5	0	11	2	1
車道3	機車	276	40.5	55	2	77	20	130	8	124	124	37	50	0	72	21	0
	小型車	17	33.7	-	-	1	0	2	0	5	2	1	3	0	0	1	0
	大型車	10	31.5	-	-	0	0	0	0	6	0	1	0	0	1	0	0

圖 5.1-16 偵測區域分析結果(R1-C3)總表

[C4(TERCRI)] 分析結果

車道	車種/SSM	C4
車道0	機車	3.2
	小型車	119.1
	大型車	2.0
車道1	機車	280.3
	小型車	436.0
	大型車	80.6
車道2	機車	2356.0
	小型車	603.9
	大型車	76.9
車道3	機車	3616.1
	小型車	62.8
	大型車	25.7

圖 5.1-17 全車道C4分析結果總表

[C5(THW)] 分析結果

車道	車種/SSM	分析進出範圍(全域)/OUT	分析進出範圍(全域)/IN	左轉偵測情境/OUT3	左轉偵測情境/in3
車道0	小型車	2	0	0	0
	大型車	1	0	0	0
車道1	機車	49	7	0	14
	小型車	13	11	0	21
	大型車	0	0	0	1
車道2	機車	192	125	0	177
	小型車	19	32	0	29
	大型車	2	9	0	11
車道3	機車	28	151	0	68
	小型車	0	3	0	0
	大型車	0	1	0	1

圖 5.1-18 偵測線分析結果(C5)總表

5.2 路口路段功能呈現規劃

本年度平台功能雖著重於路段圖像及影像擷取及分析，在設定功能、分析功能及結果展示上將看不到路口相關的任何數據，但由於路段幾乎是銜接著路口，兩者關係密不可分，在任何的風險評估及衝突分析情況都可能需要同時考量路段加路口，因此平台已事先

規劃好系統架構及介面操作，以因應未來須同時分析路口及路段的可能性。

由於平台現有基本功能是以路口情境分析，然本期主軸以路段情境進行分析，在平台的系統架構下，兩種情境為各自獨立運算，因此相同分析功能應可同時存在路口及路段兩種情境，在此前提下，平台目前呈現之介面可參考圖 5.2-1，以【軌跡篩選與繪製】功能為例，在頁面標題右側有兩個按鈕讓使用者切換分析情境，分別為「路口分析」、「路段分析」，使用者將可依據需求切換使用。

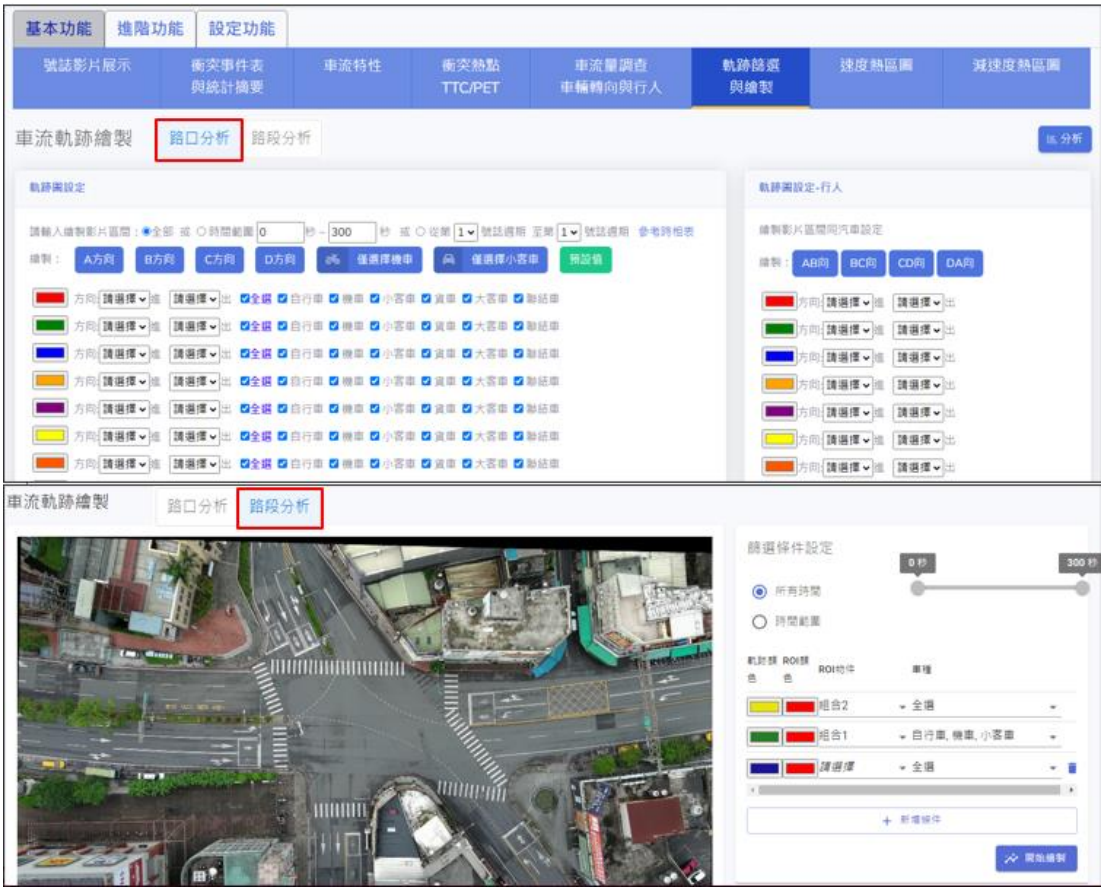


圖 5.2-1 軌跡篩選與繪製路口/路段切換介面

5.3 優化交通衝突分析軟體使用流程

有鑑於平台專案數量年年遞增，截至 113 年 6 月已有約 440 個專案資料儲存於平台資料庫中，過去建立專案的原因多元，同一個影像資訊也可能因應分析需要而建立多個專案，為了使專案的分析目

的也能夠被提前檢視，本期優化專案檢索工具，參考圖 5.3-1，搭配影像拍攝時間的篩選，方便使用者在茫茫列表中快速找到需要的專案。由於本期在應用上需要根據同一路段建立多個專案做不同車道方向分析，因此也新增複製專案功能，節省使用者需要重複上傳相同的原始軌跡檔時間。

圖 5.3-1 專案列表檢索及複製專案功能

5.4 推廣應用模式

本(113)年度推廣應用模式主要分成三種：與道路管理機關進行落地性合作、與其它單位之交流與推廣合作、與學界之推廣研究，分別說明如下：

一、 與道路管理機關進行落地性合作

與道路管理機關合作，完成「汽機車混流衝突」、「左轉車道配置與行車動線」2 項先導測試計畫(本(113)年度合作縣市與單位：臺北市、新北市)與 2 個易肇事路口交通衝突分析(本(113)年度合作縣市與單位： 新北市、公路局)，透過空拍路口/路段遴選、空拍路口/路段可行性評估、機關需求訪談、空拍影像資料蒐集、軟體試用與回饋、分析報告結論討論與交流等，精進軟體適用性。

二、 與其它單位之交流與推廣合作

其它推廣事蹟如在世界衛生組織(WHO)於越南河內舉行

「Motrocycle Safety: Best Practices and Challenges」國際會議推廣本研究成果，以擴大軟體的知名度並增進公眾的理解與認識；配合易緯工程顧問股份有限公司協助公路局辦理之嘉義竹崎興產橋拓寬可行性評估案進行路口交通分析等服務；配合至善交通科技股份有限公司協助新北市政府所辦理之 113 年度新北市易肇事路口改善研究案進行路口交通分析等服務；與陽明交通大學資訊工程學系陳奕廷教授與其所主持之實驗室針對軌跡資料進行討論交流。

三、 與學界之推廣研究

本計畫之研究亦由國立陽明交通大學運輸與物流管理學系 Yu-Tzu Lin, Yi-Xuan Su, Shao-Fu Li 等人引用，提出新的研究成果投稿至國內、外相關研討會與期刊，本案 110 年度的計畫引用研究投稿至國際期刊並被接收及後續發表「Factors for opportunity left-turn traffic conflicts at urban signalized intersections」(Lin et al., 2024)、「Thresholds and Contributing Factors for Rear-End Traffic Conflicts at Signalized Intersections under Mixed Traffic Flow Conditions」(Li & Hu, 2024)；本案 111 年度的計畫引用研究亦榮獲 2023 年中華民國運輸年會論文獎第一名「以接受間距探討混合車流下非號誌化路口之交通衝突」(蘇逸軒、胡守任，2023)。

第六章 先導測試計畫

先導測試計畫之目的為針對道路上的各種複雜交通情境開發對應的車流分析工具，本案之前期系列研究於 110-112 年「以無人機探勘人車流動資訊之應用情境規劃與先導測試」（溫基信等人，2021、2022、2023）針對路口常見的五大交通安全應用情境進行分析技術的研發，並透過先導測試計畫與六都、公路局合作，以期待能與交通實務端建立合作關係、推廣此新型態的分析技術與將其落地化。

本期研究為延續上述之系列研究，針對路段上的交通事故風險研發分析工具，包括(1)車道衝突及(2)路側衝突。本節將說明交通安全應用情境及合作機關之評估過程及結果，以及分析技術將考慮之計算指標項目。

6.1 綜整研提交通安全應用情境

國內的交通安全議題主要與汽機車混合車流及車道配置相關，因此本研究參考國內近期的相關文獻與研究報告，例如：「107 年度市區道路車道配置及車道寬度調整研究與實作案」(內政部營建署，2020)、「市區道路路側停車與快慢分隔島對交通安全影響之研究案」(內政部國土管理署，2023a)、「市區道路路口車道寬度及車道配置影響評估案」(內政部國土管理署，2023b)、「108 年度禁行機車管制成效與觀測指標分析評估案」(台北市交通安全促進會，2020)、「混合車流情境之機車交通安全工程設計方法研究」(張勝雄等人，2016)，並透過專家座談會蒐集意見及與運研所討論後，提出路段上常見的七項交通安全應用情境（見圖 6.1-1 及表 6.1-1），包括：汽機車混流衝突、開放機車行駛第三車道、左轉車道配置與行車動線、公車進出站衝突、路側停車衝突、汽機車於慢車道爭道衝突、路外設施進出車流衝突，其中汽機車混流衝突、開放機車行駛第三車道、左轉車道配置與行車動線、汽機車於慢車道爭道衝突主要發生在車道，而公車進出站衝突、路側停車衝突、路外設施進出車流衝突則主要發生在路側。

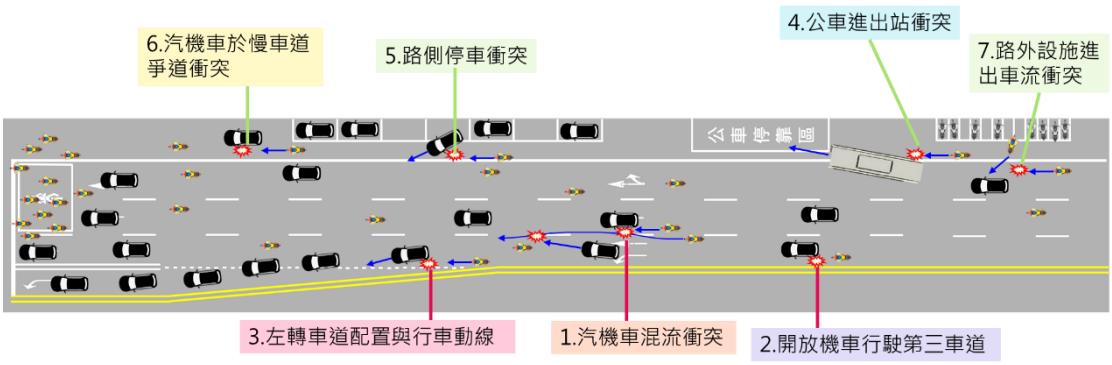


圖 6.1-1 先導測試計畫之交通安全應用情境圖示

表 6.1-1 先導測試計畫之交通安全應用情境

編號	交通安全應用情境	發生位置	問題描述	可能導致之交通事故風險
1	汽機車混流衝突	路段（車道）	汽車與機車之體積及性能不同，機車常有偏移、鑽車、超車之行為，同時導致車流亂度增加，增加汽車與機車之交織情況，導致安全疑慮。	● 機車鑽車、超車時，容易與兩側車輛發生擦撞。 ● 機車大幅度橫行偏移時，容易與後方車輛發生追撞。 ● 汽車行駛時未與前車保持安全距離，容易產生追撞。
2	開放機車行駛第三車道	路段（車道）	考慮車流量、車道寬度、機車行駛空間妥適性等因素，現況已有部分縣市部分路段開放機車行駛第三車道，因地制宜檢討第三車道開放機車行駛的特性。有部分路段在開放第三車道後，交通事故有所改善，但亦有縣市發現事故風險整體趨勢呈惡化，尤其汽車與機車同向擦撞有所增加。	● 機車使用第三車道，汽機車併行，容易發生同向擦撞、追撞、側撞等事故風險。 ● 外側車道之機車車流下降，可能減少交通事故風險。 ● 機車從內車道切換外車道時發生車輛交織，可能增加事故風險。

編號	交通安全應用情境	發生位置	問題描述	可能導致之交通事故風險
3	左轉車道配置與行車動線	路段（車道）至路口	左轉車道有適當的偏心設計，將能提升內側車道上游與其相鄰車道的車流效率與安全性。如無妥適的偏心設計，或漸變段過短、直行車道動線未對齊等情況，會增加左轉車與直行車產生擦撞或側撞的事故風險。	● 左轉車與直行車於漸變段處變換車道，容易產生擦撞或側撞。 ● 直行車道動線未對齊，車輛容易與相鄰車道車流發生擦撞。
4	公車進出站衝突	路段（路側）	公車進出公車停靠區時會與外側車道的車流產生互動，產生安全相關的問題，可能會受到公車站有無避車彎、停靠區位於路肩還是位於外側車道內、公車駕駛有無確實靠站上下客等因素影響。	● 公車進站時，容易與其他行駛在靠外側之車輛產生擦撞。 ● 公車靠站時，後車從左邊繞行，可能導致追撞或擦撞。 ● 公車靠站時，機車從右邊繞行，與上下車乘客發生衝突。 ● 公車離站時，因公車產生之橫向偏移而容易與後方車輛發生擦撞或追撞。
5	路側停車衝突	路段（路側）	路側設有停車格，欲停車之車輛會減速並進行停車、或是停車格內之車輛駛離並進入車道時，可能會產生安全問題；路側未設有停車格，欲臨停之車輛會減速並臨停、或是臨停車輛駛離路邊並進入車道時，亦可能會產生安全問題。	● 車輛進行路側停車時，容易與其他行駛在靠外側之車輛產生擦撞或追撞。 ● 車輛從路側駛出時，可能因與車流的速差較大，容易與其他行駛在靠外側之車輛產生擦撞或追撞。

編號	交通安全應用情境	發生位置	問題描述	可能導致之交通事故風險
6	汽機車於慢車道爭道衝突	路段（外側車道）	慢車道路段中，常有汽車欲右轉、臨停、或違規行駛於慢車道與機車爭道，產生安全問題。如路段具有路肩，常有汽機車為了搶快於路肩違規行駛，衍生安全議題。	● 機車行駛於慢車道，而汽車欲右轉或臨停時進入慢車道，可能使得汽機車互相爭道產生擦撞。 ● 當車道速度較慢時，車輛可能違規進入路肩搶快，因為爭道產生擦撞風險。
7	路外設施進出車流衝突	路段（路側）及路口	路外設施(路外停車場、加油站、醫院、學校等)的進出車流垂直進出車道，當進出口缺乏足夠導引及轉向限制時，容易與車道上的車流產生衝突。 路外設施之進口或出口亦常見設置於路口處，導致路口各方向車流會進入設施、或由設施離開進入路口並行駛往各方向，當缺乏明確轉向限制時，會與路口車流產生衝突。	● 車輛從路外設施進入車道時，因減速容易因為較大的速差與其他行駛在靠外側之車輛產生側撞或追撞。 ● 車輛從車道進入路外設施時，因車輛減速容易與後方車輛發生追撞。 ● 當進出口缺乏足夠導引及明確轉向限制時，進出設施之左轉車流會與車道車流產生左轉衝突，容易產生側撞。

6.2 規劃 113-114 年先導測試計畫優先順序

在七項交通安全應用情境的重要性與排序方面，本計畫曾嘗試運用「道安資訊查詢網」及「各縣市高事故風險路廊(路口)優先改善計畫」等資料，依據肇事型態、碰撞類型等肇事因素以釐清路口之風險類型，進而訂定路口的交通安全應用情境，然而資料庫中並未紀錄事故所發生的車道位置，無法與上述之交通安全應用情境進行

對應並釐清路段上的風險類型。因此僅能透過道路管養機關之投票意見，作為應用情境重要性的排序依據。

專家座談會後，本研究向六都與公路局寄送意見回覆單，邀請機關就本研究提出之七項交通安全應用情境的提供建議，作為分析工具開發的優先順序，並回覆先導測試計畫的合作意願，回收結果見表 6.2-1，表中的數字為該道路管養機關從七個情境中對於該情境的優先順序名次。為了釐清各個應用情境對於道路管養機關的重要性，將每個應用情境所得到的優先順序名次進行加總，加總欄位中的點數越低表示優先序越高、點數越高表示優先序越低。其中對於先導測試無合作意願之公路局轄下機關(表中灰底部分、合作意願優先順序的 2 個欄位皆打 X 者)，其回填的優先順序不納入最右側加總欄位之計算。

表 6.2-1 先導測試計畫的合作意願及合作之應用情境

編號	交通安全應用情境		臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市	公路局							加總
									東區養護工程分局	南區養護工程分局	北區養護工程分局					
											中壢工務段	中和工務段	基隆工務段	復興工務段	景美工務段	
1	汽機車混流衝突		3	3	3	1	1	2	2	3	5	1	5	4	3	20
2	開放機車行駛第三車道		1	1	2	3	4	4	7	5	2	2	7	1	4	24
3	左轉車道配置與行車動線		2	2	1	2	2	3	4	4	7	3	2	2	2	23
4	公車進出站衝突		4	5	7	6	7	5	6	6	4	6	1	6	7	44
5	路側停車衝突		5	6	6	5	5	6	5	2	6	5	3	7	6	44
6	汽機車於慢車道爭道衝突		6	4	4	4	3	1	1	1	1	7	4	3	1	24
7	路外設施進出車流衝突		7	7	5	7	6	7	3	7	3	4	6	7	5	45
合作意願優先順序		車道交通衝突	1	1	1	1	X	X	1	X	1	X	X	X	X	
		路側交通衝突	2	2	2	2	X	X	2	X	X	X	X	X	X	
易肇事路段(口)改善合作意願			O	O	O	O	O	X	O	X	O	X	X	X	X	

表 6.2-1 之調查結果顯示，各機關對於七項應用情境的建議優先順序有一些差異，六都在「汽機車混流衝突」、「開放機車行駛第三車道」、「左轉車道配置與行車動線」、「汽機車於慢車道爭道衝突」有較高的優先順序，惟臺北市可能由於公車路線較多，將「公車進出站衝突」列為順序第 4 名，公路局各分局及工務段之回覆意見也有頗大差異。屬於車道交通衝突類的交通安全應用情境共四項，包括編號 1「汽機車混流衝突」、編號 2「開放機車行駛第三車道」、編號 3「左轉車道配置與行車動線」、編號 6「汽機車於慢車道爭道衝突」，排名加總點數分別為 20 點、24 點、23 點、24 點；屬於路側交通衝突類的交通安全應用情境則共三項，包括編號 4「公車進出站衝突」、編號 5「路側停車衝突」、編號 7「路外設施進出車流衝突」，排名加總點數分別為 44 點、44 點、45 點。最後，依加總值(數字越小優先序越高)，車道衝突情境議題將選擇探討加總點數較低的前 2 名「汽機車混流衝突」、「左轉車道配置與行車動線」兩個應用情境；路側衝突情境議題的部分，由於三個情境總分數接近，且考量實際拍攝時對於路側停車事件蒐集的難度，最終選擇探討 「公車進出站衝突」、「路外設施進出車流衝突」兩個應用情境。結果整理如表 6.2-2 所示。

另外，共 6 個機關表達有意願合作先導測試研究，惟本研究之量能有限只能選擇 2 個機關進行合作，考量機關於專家學者座談會所表達之意見及可配合程度，經與運研所討論後，決議於今(113)年度與臺北市及新北市進行合作，暫不決定明(114)年度之合作機關，並將視今年的合作情況再行決定。

表 6.2-2 113-114年先導測試計畫之建議課題

	113 年度	**114 年度**
課題 1	汽機車混流衝突	公車進出站衝突
課題 2	左轉車道配置與行車動線	路外設施進出車流衝突

6.3 本(113)年度之先導測試計畫內容

本年度先導測試計畫包含兩個課題，課題 1 為汽機車混流衝突，課題 2 為左轉車道配置與行車動線，以下將說明各課題之分析內容及流程規劃，如表 6.3-1。

表 6.3-1 先導測試計畫之工作項目

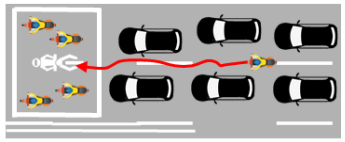
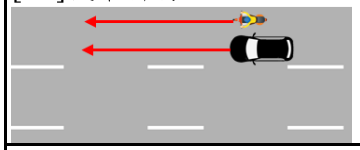
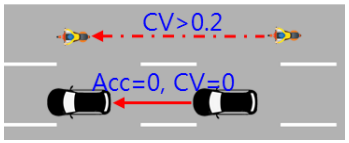
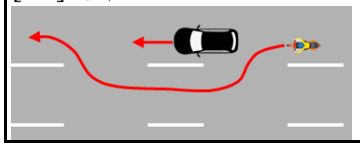
	工作項目	內容說明
1	問題背景	透過回顧過去國內的文獻與研究報告，針對相關的交通安全應用情境背景說明。
2	分析方法建立	參考過去對於路口的分析經驗，列出路段上可能導致碰撞之行為項目並進行彙整，並建立相關的分析工具於平台上，將分析工作自動化。
3	實驗場域篩選	由合作之道路管養機關(臺北市、新北市)及本研究分別提出測試路段的候選名單，經過符合分析及空拍可行性分析，篩選合適的路段進行實地拍攝，並儘量包含多種不同道路屬性以測試軟體的泛用性。
4	現場拍攝調查	每次空拍影片長度約為 15-20 分鐘，每路段預計執行至少 3 趟次無人機空拍蒐集，以取得總時數 45 分鐘以上之影片。
5	影像分析	將測試場域所拍攝之影片進行影像分析，產生之軌跡檔案於分析平台建立專案。
6	分析工具開發	將分析方法建立於平台上，將分析工作自動化。
7	路段資料分析	分析實驗場域各個路段之相關交通安全風險，驗證分析工具的可用性。
8	結果回饋	將分析結果回饋合作機關。

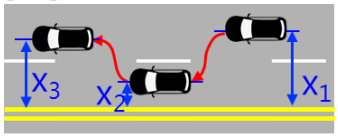
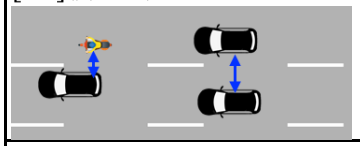
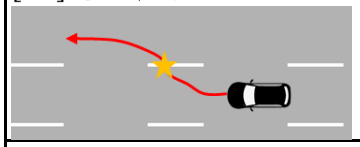
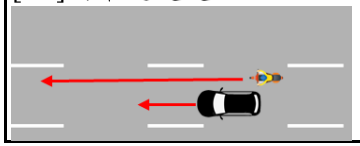
6.3.1 分析方法與指標

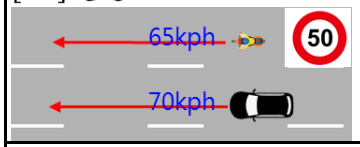
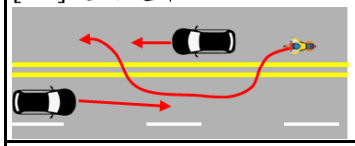
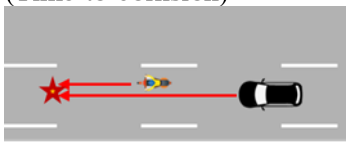
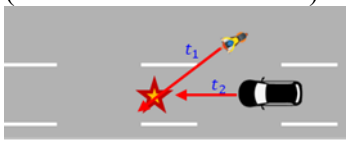
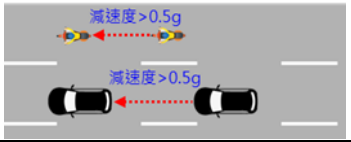
本研究運用車流軌跡資料，根據應用情境的相關交通風險行為，設計對應之車流特性及行為指標，作為評估交通風險的分析工具。參考溫基信等人(2022，2023，2024)研究的架構，將路段衝突相關的交通風險彙整成以下 3 大類行為：具風險之駕駛及用路行為(Risky behavior)、違規行為(Violation behavior)、交通衝突(Traffic conflict)。以下針對各個行為項目(指標)以表格方式進行說明，如表 6.3-2 所示。

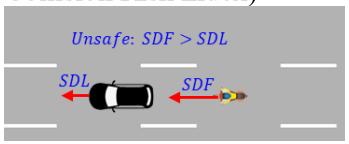
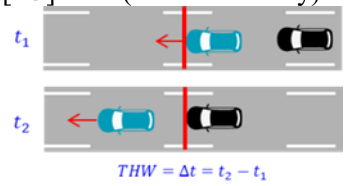
當中的具風險之駕駛及用路行為、違規行為之相關指標主要參考內政部營建署(2020)、內政部國土管理署(2023a、2023b)、Wu & Lin (2022)，而交通衝突之相關指標主要參考 Abdel-Aty et al. (2023)，其中將衝突指標分類為時間為基礎之替代安全指標(Time-based Surrogate Safety Measures)、減速為基礎之替代安全指標(Deceleration-based Surrogate Safety Measures)、及距離為基礎之替代安全指標(Distance-based Surrogate Safety Measures)，並選出適合本研究之重要指標納入分析項目。

表 6.3-2 分析指標架構表

SSM 安全替代指標	說明	計算方式	預設參數
[R1]機車鑽行 	在前方車流靜止或行駛緩慢的情況下，機車利用車道間的空隙，前進至車隊的前方	機車比鄰近車輛有較高車速，且鄰近車輛速度不大於緩慢車速閾值時，該機車即被視為發生機車鑽行事件	• 與鄰近車輛距離：1 公尺內 • 緩慢車速：15kph
[R2]機車併行 	機車與其他車輛在同一車道的相同橫斷面行駛，並維持一段時間	機車行駛時同一車道內，其橫斷面有其他車輛，維持併行時間閾值或以上	• 併行時間閾值：3 秒
[R3]速度變異 	當車輛速度變異數越大時，表示車輛的速度變化程度越大	平均車速及速度變異是以車輛進入及離開分析範圍內每筆資料（0.1 秒）作為判斷依據，透過 coefficient of variation (CV)速度變異係數，即 SD/Mean，為一個無單位的數值（see next page），當 CV 大於閾值時視為較大速度變異事件	• 速度變異閾值：0.2
[R4]超車 	上游車輛透過變換車道超越其下游車輛	車輛先透過變換車道，超越原本的下游車輛，再變換回原車道至原下游車輛之下游	

SSM 安全替代指標	說明	計算方式	預設參數
[R5]橫向偏移  $maximum(\lvert x_3 - x_2 \rvert, \lvert x_2 - x_1 \rvert)$	幅度：車輛中心點在車道內所在橫斷面位置(與車道右側邊界距離、與車道左側邊界距離) 變異：車輛中心點在車道內所在橫斷面位置的變異數(橫向位置之一致性)	橫向偏移是量測車輛中心的橫向移動幅度，先計算橫斷面位置車輛在路段中往左或往右車道邊界的最大橫向距離作為取樣，再計算樣本之幅度及變異數值。 幅度：以車輛中心點為計算基準，計算每個時間車輛與最內側車道線的距離，將該距離的最大值減減去最小值為幅度，當幅度大於幅度閾值時，視為橫向偏移幅度事件 變異：以車輛中心點為計算基準，計算每個時間車輛與最內側車道線的距離，將所有距離計算變異數，當該變異數大於變異閾值時，視為橫向偏移變異事件	• 幅度閾值：1 公尺 • 變異閾值：0.2 • 變異計算公式 • $\frac{\sum_{t=1}^{T}(DL_t)^2}{T} - (\frac{\sum_{t=1}^{T}(DL_t)}{T})^2$
[R6]橫向間距 	車輛當下所在橫斷面上分別與兩側最近車輛之距離	以車輛中心點為計算基準，計算其所在橫斷面上最近車輛之距離，當該距離扣除自身半車寬與相鄰車輛拌車寬後小於橫向間距閾值時，即視為橫向間距過小之事件	• 橫向間距閾值：1 公尺
[R7]變換車道次數 	車輛中心點軌跡跨過車道線的次數	計算車輛中心點跨越車道線次數，當次數大於變換車道次數閾值時，即視為多次變換車道事件	• 變換車道次數閾值：2 次
[R8]同車道超越 	上游車輛未經變換車道直接超越其下游車輛，通常上游車輛為機車，車輛之間的橫向距離可能會不足	上游車輛超越之下游車輛時未經變換車道，即視為同車道超越事件	

SSM 安全替代指標	說明	計算方式	預設參數
[V1]超速 	車輛之瞬間最大車速超過該道路之法規速限	當車輛的瞬時速率大於法規速限時，即視為超速事件	• 法規速限：依照使用者設定
[V2]逆向超車 	上游車輛變換至對向車道超越其下游車輛	當上游車輛跨越至對向車道、超越原下游車輛且再變換車道回原車道，即視為逆向超車事件	
[C1]TTC (Time-to-collision) 	假設兩車維持方向與速度不變的情況下，兩車於多少秒後發生碰撞	$TTC = \frac{x_L - x_F - l_L}{v_F - v_L}$	• 閾值：3 秒、10km/h 以上
[C2]PET (Post Encroachment Time) 	前車車尾離開衝突點至後車車頭抵達衝突點之時間差	先判斷兩車軌跡是否有空間上相交，有相交才進行後續的 PET 計算，當 PET 小於閾值時，視為有 PET 衝突事件	• 閾值：3 秒、10km/h 以上
[C3]急減速 	當車輛的減速度大於閾值時，表示車輛有急減速行為發生	當車輛的瞬時減速率大於急減速閾值時，即視為急減速事件	• 急減速閾值：0.5g

SSM 安全替代指標	說明	計算方式	預設參數
[C4]TERCRI (Time-exposed Rear-end Collision Risk Index) 	時間曝露追撞風險指標，代表車輛可能發生追撞風險的時間長度，其計算方式為後車所需停車距離大於前車所需停車距離的累積時間總和；此指標可用於評估機車循行之風險	$TERCRI(t) = \sum_{n=1}^{N} RCRI_n(t) \times \Delta t$ $RCRI_n(t) = \begin{cases} 1\ (unsafe),\ SDF > SDL \\ 0\ (safe),\ Otherwise \end{cases}$ $SDL = v_L \times h + \frac{v_L^2}{2 \times a_L} + l_L$ $SDF = v_F \times PRT + \frac{v_F^2}{2 \times a_F}$	
[C5]THW(Time Headway) 	兩車車頭通過同一橫斷面位置之時間差	取一橫斷面計算車輛通過的時間差，當該時間差小於間距閾值時視為事件發生	• 間距閾值：2 秒

6.3.2 實驗場域篩選

本(113)年度之測試路段，是由合作機關（臺北市、新北市）及本研究提出候選名單，經過路段的道路情境條件及空拍條件的可行性評估，篩選合適的路段進行實地拍攝。原則上，調查地點會因應空拍需求，避開大樓視線及訊號遮蔽、高壓電塔訊號干擾及禁限航區等；為了進行後續分析，上方有天橋、路側行道樹多等路段也會避免。另外根據今年度欲進行之先導測試情境，分別列出其分析地點的考慮條件與排除條件，及對應所需要涵蓋的路型情境，以滿足先導測試的分析需求，如表 6.3-3 所示。

表 6.3-3 先導測試地點篩選條件

條件\情境		情境 A：汽機車混合車流	情境 B：左轉車道配置與行車動線
情境相關條件	考慮條件	汽機車混流的路段	內側車道為左轉車道或左直混合車道
	排除條件	汽車、機車分流的路段（e.g. 內側多車道禁行機車）	下游路口禁止左轉之路段（或限時禁左之時段）
路型情境		1. 內側有無禁行機車 2. 不同之車道寬 3. 外側有無慢車道	1. 左轉專用車道/左直混合車道 2. 左轉車道有無偏心設置 3. 直行車道接近路口處是否往右偏移 4. 直行車道與路口下游是否對齊

本研究分別於 6 月 14 日及 6 月 17 日分別拜訪新北市交通局與臺北市交通管制工程處說明合作方式、說明分析地點需、以及路段的挑選方式，並於 6 月 20 日前收到兩機關所提供之路段清單。在路段篩選階段，臺北市提供 5 處路段、新北市提供 6 處路段、公路局東區養護工程分局提供 1 處路段，為了滿足應用情境路段應涵蓋之型態，本研究再增加 4 處路段，合計 16 處路段進行後續篩選。考量候選地點的空域類型、有無門架或樹木嚴重遮蔽車道、表 6.3-3 中情境相關條件，以及滿足表 6.3-3 中路型情境的多樣性，最終以 9 處路段分別進行汽機車混流衝突、左轉車道配置與行車動線分析，由於分析結果將會有所區隔，可視為 18 處路段獨立輸出情境 A、情境 B 之結果，其路段清單如表 6.3-4 所示。

其中路段編號不連續的原因為從前述 16 處候選地點中挑選出其中數處地點；編號中 8a 與 8b 為同一路段但分別代表不同車流方向，

其情境分析方向亦不相同；車道數欄位中，填寫為 N+1 的地點表示該處具有左轉附加車道。另外表 6.3-5 則呈現各個地點所對應的路型情境，及每個路型情境皆被至少 2 處地點所涵蓋。

表 6.3-4 先導測試計畫之實驗路段

路段編號	路段名稱&方向 (路段上游路口/地標~路段下游路口/地標)	縣市	車道數	內側車道	外側車道	下游近路口端 （有左轉附加車道，或直行車道與上游或下游未對齊之情況說明）
3	北投區承德路六段 南向 (華固創富中心~河美街/軟橋街)	臺北市	6	禁行機車、左轉專用車道	慢車道	
5	北投區承德路六段 北向 (雙溪橋~福國路)	臺北市	5	禁行機車、左轉專用車道	慢車道	直行車道與下游未對齊
10	文山區興隆路二段 西向 (景豐街~景興路)	臺北市	2+1	左轉專用車道	右轉車道	直行車道與下游未對齊、偏心左轉漸變長度 45 公尺
7	新店區北新路三段 南向 (順安街~民權路)	新北市	3	禁行機車、左直混合車道(公車可左轉、小汽車禁止左轉)	右轉車道	
8a	新店區北新路一段 南向 (中正路~北新路一段 96 巷)	新北市	3	禁行機車、左直混合車道	直行車道	
8b	新店區北新路一段 北向 (北新路一段 96 巷~中正路)	新北市	3	禁行機車、左轉專用車道	直右車道	
11	新店區北新路一段 北向 (新生街~中華路)	新北市	3+1	禁行機車、左轉專用車道	慢車道	直行車道接近路口向右偏移、偏心左轉漸變長度 70 公尺
12	板橋區館前西路 東向 (板城路~南雅西路一段)	新北市	2+1	左轉專用車道	直右車道	直行車道接近路口向右偏移、偏心左

路段編號	路段名稱&方向 (路段上游路口/地標~路段下游路口/地標)	縣市	車道數	內側車道	外側車道	下游近路口端 （有左轉附加車道，或直行車道與上游或下游未對齊之情況說明）
						轉漸變長度 12 公尺
13	林口區中山路 東南向 (民享路~文化一路二段)	新北市	2+1	禁行機車、左轉專用車道	直右車道	直行車道與下游未對齊、直行車道接近路口向右偏移、偏心左轉漸變長度 75 公尺

表 6.3-5 先導測試計畫實驗路段對應之路型情境表

編號	路段	分析情境		(A.1)內側車道是否禁行機車		(A.2)車道寬			(A.3)外側車道是否為慢車道		(B.1)左轉車道類型		(B.2)左轉車道有無偏心設計		(B.3)直行車道接近路口處是否往右偏移		(B.4)直行車道與路口下游是否對齊	
		A. 汽機車混合車流	B. 左轉車道配置與行車動線	是	否	3.0公尺或以下	3.1-4.0 公尺	4.1公尺或以上	是	否	左轉專用車道	左直混合車道	有	無	是(扭扭路)	否	是	否(扭扭路)
3	北投區承德路六段 南向 (華固創富中心~河美街/軟橋街)	V	V	V		5	1		V		V			V		V	V	
5	北投區承德路六段 北向 (雙溪橋~福國路)	V	V	V		3	2		V		V			V		V		V
10	文山區興隆路二段 西向 (景豐街~景興路)	V	V		V		2			V	V		V			V		V
7	新店區北新路三段 南向 (順安街~民權路)	V	V	V			3			V		V	-	-		V	V	
8a	新店區北新路一段 南向 (中正路~北新路一段96巷)	V	V	V			2	1		V		V	-	-		V	V	
8b	新店區北新路一段 北向 (北新路一段96巷~中正路)	V	V	V			2	1		V	V			V		V	V	
11	新店區北新路一段 北向 (新生街~中華路)	V	V	V			3	1	V		V		V		V		V	
12	板橋區館前西路 東向 (板城路~南雅西路一段)	V	V		V	1	1	1		V	V		V		V			V
13	林口區中山路 東南向 (民享路~文化一路二段)	V	V	V		1	1	1		V	V		V		V			V
總計		9	9	7	2	10	17	5	3	6	7	2	4	3	3	6	5	4

6.4 分析結果

本（113）年度的先導測試計畫，主要針對路段中車道相關的兩項情境進行分析，包括汽機車混流衝突（下稱情境 A）、左轉車道配置與行車動線（下稱情境 B）。情境 A 與情境 B 各個地點的分析結果分別於 6.4.1 與 6.4.2 說明。

6.4.1 情境 A：汽機車混流衝突

針對汽機車混流衝突分析情境，可透過交通衝突分析軟體平台中設定欲分析之偵測區域並輸出分析結果，並針對一些風險程度較高的情況進行討論。以下為每個地點輸出路段全部區域、部分區域（不含臨近路口之停等位置）的分析結果，其中由於[C4]TERCRI 及[C5]THW 之定義涉及時間範圍，因此僅適用在全部區域範圍輸出分析結果。

本年度的先導測試計畫一共蒐集 9 個路段並進行交通分析，參考表 6.3-4 依序針對各個路段之分析結果進行說明。

一、臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-1 所示，各架次對應專案編號 409~412，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），分析區域如圖 6.4-2 框選全部區域範圍、圖 6.4-3 框選部分區域範圍。此路段共有 6 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉車道（車道 1）、3 條直行車道（車道 2、車道 3、車道 4）、1 條機車優先道（車道 5）、1 條右轉車道（車道 6），最內側 2 車道為禁行機車。

圖 6.4-1 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之路段底圖

圖 6.4-2 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境A全部區域範圍

圖 6.4-3 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境A部分區域範圍

透過交通衝突分析軟體平台，將圖 6.4-2 偵測區域設定為全部區域，輸出此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-1 所示；另外根據圖 6.4-3 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-2 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-3 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-4 所示。綜合表 6.4-1 至表 6.4-4 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二) 車道 5 為慢車道，與其他車道相比有更多機車會使用該車道，具有較多的[R1]機車鑽行、[R6]橫向間距、[R7]變換車道次數、[R8]同車道超越、[C1]TTC 的事件偵測車輛數。
(三) 四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(四) 車道 4、車道 5 記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

表 6.4-1 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境A全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 409（A 架次）																	
車道1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	1	7.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	53	33.8	-	-	22	0	5	2	28	4	0	33	0	5	0	0
	大型車	2	31.6	-	-	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
車道3	機車	1	52.9	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	小型車	51	35	-	-	20	6	12	0	23	37	0	30	0	4	2	0
	大型車	2	32.1	-	-	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	2	0
車道4	機車	80	36.2	14	2	17	2	12	0	36	22	1	11	0	19	2	0
	小型車	37	31.7	-	-	15	4	5	0	28	6	5	11	0	5	1	0
	大型車	2	29.1	-	-	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
車道5	機車	211	39.2	48	15	51	16	40	0	146	70	53	124	0	85	19	1
	小型車	3	21.6	-	-	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道6	機車	53	36.8	6	0	14	2	8	0	10	9	0	13	0	4	5	0
	小型車	1	3.1	-	-	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1]機車鑽行	[R2]機車併行	[R3]速度變異	[R4]超車	[R5]橫向偏移-幅度	[R5]橫向偏移-變異	[R6]橫向間距	[R7]變換車道次數	[R8]同車道超越	[V1]超速	[V2]逆向超車	[C1]TTC	[C2]PET	[C3]急減速
專案 410（B 架次）																	
車道1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	8	60.3	-	-	4	0	2	2	0	2	0	8	0	5	1	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	112	20.3	-	-	92	0	6	4	81	4	1	22	0	22	2	1
	大型車	5	18.2	-	-	3	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0
車道3	機車	2	2.8	1	0	2	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0
	小型車	110	19.5	-	-	77	0	6	1	78	58	0	16	0	13	1	0
	大型車	8	20.2	-	-	6	1	0	0	5	5	0	0	0	1	0	0
車道4	機車	127	38.5	3	0	4	3	12	0	40	11	3	12	0	56	5	0
	小型車	92	21.8	-	-	55	15	10	0	82	11	2	19	0	21	1	0
	大型車	6	4.9	-	-	6	2	1	0	6	1	0	1	0	0	0	0
車道5	機車	616	32.3	175	97	189	50	130	0	496	164	244	189	0	293	63	0
	小型車	8	25.2	-	-	2	0	0	0	4	2	3	2	0	2	1	0
	大型車	2	14.9	-	-	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
車道6	機車	167	30	28	0	44	5	38	0	44	48	1	18	0	21	10	0
	小型車	5	17.6	-	-	3	0	1	0	3	4	0	0	0	0	0	0
	大型車	2	5.4	-	-	2	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1]機車鑽行	[R2]機車併行	[R3]速度變異	[R4]超車	[R5]橫向偏移-幅度	[R5]橫向偏移-變異	[R6]橫向間距	[R7]變換車道次數	[R8]同車道超越	[V1]超速	[V2]逆向超車	[C1]TTC	[C2]PET	[C3]急減速
專案411（C架次）																	
車道1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	2	23.1	-	-	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	31	36.2	-	-	10	0	4	1	12	3	0	23	0	3	0	0
	大型車	3	38	-	-	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
車道3	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	24	38.2	-	-	8	0	6	4	17	6	1	12	0	7	0	0
	大型車	5	17.6	-	-	4	0	2	0	5	2	0	1	0	0	0	0
車道4	機車	10	15.3	3	0	5	0	3	0	3	3	1	3	0	3	0	0
	小型車	20	34.7	-	-	7	0	2	0	10	2	0	5	0	1	0	0
	大型車	4	28	-	-	2	0	0	0	1	1	0	2	0	2	0	0
車道5	機車	68	21.7	40	3	43	0	25	0	52	4	14	41	0	27	4	0
	小型車	1	6	-	-	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道6	機車	2	2.1	2	0	2	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 412（D 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	11	43	-	-	4	0	2	1	0	0	0	7	0	3	0	0
	大型車	2	57.4	-	-	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	105	28.1	-	-	54	0	9	1	41	11	0	49	0	9	1	0
	大型車	18	28.1	-	-	8	0	2	0	10	2	0	4	0	2	0	0
車道 3	機車	3	29.5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	104	28.1	-	-	51	1	19	0	65	86	0	35	0	9	3	0
	大型車	16	22.9	-	-	9	1	3	0	10	15	0	3	0	1	0	0
車道 4	機車	58	31.8	10	1	14	0	10	0	32	15	1	9	0	20	1	0
	小型車	99	28	-	-	49	0	18	1	54	9	1	19	0	5	2	0
	大型車	12	19.3	-	-	8	0	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0
車道 5	機車	178	36	59	4	55	5	71	0	95	29	26	105	0	55	3	0
	小型車	14	21	-	-	11	0	10	0	8	5	2	3	0	1	1	0
	大型車	5	16.9	-	-	3	0	3	0	4	2	3	0	0	0	1	0
車道 6	機車	15	7.9	4	0	13	0	13	0	4	12	0	0	0	0	0	0
	小型車	1	13.7	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	3	15.2	-	-	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數；本路段因為受到中央分隔島樹木遮蔽，導致車道 1（最內側車道）之偵測車輛數及衝突數量可能比實際低。

表 6.4-2 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境A部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 409（A 架次）																	
車道1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	1	6.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	52	36.8	-	-	21	0	5	2	25	4	0	29	0	5	0	0
	大型車	2	30.7	-	-	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
車道3	機車	1	52.7	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	小型車	48	37.8	-	-	19	4	12	0	21	36	0	29	0	3	0	0
	大型車	2	31.2	-	-	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	2	0
車道4	機車	62	42.1	8	2	11	1	9	0	25	17	1	9	0	13	1	0
	小型車	36	35.3	-	-	14	3	5	0	24	6	2	8	0	5	0	0
	大型車	2	28.4	-	-	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道5	機車	201	45.2	28	13	43	15	39	0	139	68	48	117	0	69	8	0
	小型車	2	19.1	-	-	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道6	機車	44	45.1	1	0	9	1	7	0	5	7	0	13	0	4	0	0
	小型車	1	2.9	-	-	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 410（B 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	8	60.8	-	-	4	0	2	2	0	2	0	8	0	5	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	1	6.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	110	22.3	-	-	92	0	6	4	74	4	1	16	0	19	1	0
	大型車	5	17.5	-	-	3	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0
車道 3	機車	2	20.4	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	小型車	109	21.9	-	-	76	0	6	1	75	57	0	11	0	13	0	0
	大型車	8	19.7	-	-	6	1	0	0	5	5	0	0	0	1	0	0
車道 4	機車	83	39.8	3	0	4	3	12	0	25	11	3	8	0	35	3	0
	小型車	91	23.2	-	-	54	13	10	0	78	11	2	15	0	17	0	0
	大型車	6	11.6	-	-	6	2	1	0	6	1	0	1	0	0	0	0
車道 5	機車	585	36.4	138	80	177	44	129	0	474	164	209	182	0	258	25	0
	小型車	8	24.9	-	-	2	0	0	0	4	2	3	2	0	1	0	0
	大型車	2	18.9	-	-	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
車道 6	機車	140	35.3	9	0	33	3	35	0	23	43	0	14	0	19	3	0
	小型車	6	22.8	-	-	3	0	1	0	3	4	0	0	0	0	0	0
	大型車	2	5.3	-	-	2	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1]機車鑽行	[R2]機車併行	[R3]速度變異	[R4]超車	[R5]橫向偏移-幅度	[R5]橫向偏移-變異	[R6]橫向間距	[R7]變換車道次數	[R8]同車道超越	[V1]超速	[V2]逆向超車	[C1]TTC	[C2]PET	[C3]急減速
專案411（C架次）																	
車道1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	2	22.7	-	-	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	31	39.1	-	-	10	0	4	1	10	3	0	23	0	3	0	0
	大型車	3	37.3	-	-	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
車道3	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	23	41.4	-	-	8	0	6	4	15	6	1	10	0	6	0	0
	大型車	5	16.9	-	-	4	0	2	0	5	2	0	1	0	0	0	0
車道4	機車	9	34.9	0	0	5	0	3	0	3	3	1	3	0	3	0	0
	小型車	20	37.8	-	-	7	0	2	0	9	2	0	5	0	1	0	0
	大型車	4	34.3	-	-	2	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0
車道5	機車	68	33.7	25	3	43	0	25	0	36	4	9	37	0	20	1	0
	小型車	1	4.9	-	-	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道6	機車	1	3.7	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 412（D 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	10	45.5	-	-	4	0	2	1	0	0	0	7	0	3	0	0
	大型車	2	57.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	105	32.2	-	-	54	0	9	1	36	11	0	45	0	7	0	0
	大型車	17	33.5	-	-	8	0	2	0	8	2	0	3	0	1	0	0
車道 3	機車	3	27.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	101	30.8	-	-	51	1	19	0	58	86	0	32	0	8	0	0
	大型車	15	31.2	-	-	8	1	3	0	8	14	0	3	0	1	0	0
車道 4	機車	30	46.8	1	1	6	0	6	0	11	7	1	9	0	7	0	0
	小型車	97	30.6	-	-	49	0	18	1	49	9	0	17	0	2	0	0
	大型車	12	31.9	-	-	8	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0
車道 5	機車	175	44.4	29	3	54	4	70	0	78	28	24	99	0	41	1	0
	小型車	12	30.1	-	-	11	0	10	0	2	5	0	3	0	0	0	0
	大型車	5	22.9	-	-	3	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0
車道 6	機車	9	18.8	0	0	8	0	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	2	12.8	-	-	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數；本路段因為受到中央分隔島樹木遮蔽，導致車道 1（最內側車道）之偵測車輛數及衝突數量可能比實際低。

表 6.4-3 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之TERCRI統計表

車道	車種	[C4] TERCRI （單位：秒數）							
		專案 409（A 架次）		專案 410（B 架次）		專案 411（C 架次）		專案 412（D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 1	機車	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	0	8	22.3	2	94.1	11	137.5
	大型車	0	0	0	0	0	0	2	0
車道 2	機車	1	41.6	1	0	0	0	0	0
	小型車	53	7081.8	112	21148.7	31	2051.2	105	6862.3
	大型車	2	12.7	5	1151.6	3	145.6	18	49.6
車道 3	機車	1	1.7	2	307.7	0	0	3	17.1
	小型車	51	4749.5	110	13761.6	24	923.4	104	5163.1
	大型車	2	14.2	8	34.3	5	279.9	16	304.7
車道 4	機車	80	2278.5	127	455.7	10	401.9	58	805.2
	小型車	37	4102.5	92	10624.5	20	1285.3	99	4278.4
	大型車	2	23.4	6	1261.7	4	3.8	12	57.4
車道 5	機車	211	5531.9	616	22301	68	3303.3	178	4571.2
	小型車	3	2.2	8	31.1	1	9.6	14	388.2
	大型車	0	0	2	20.5	0	0	5	81.4
車道 6	機車	53	327.4	167	1398.4	2	23.7	15	126.7
	小型車	1	12	5	58.8	0	0	1	0
	大型車	0	0	2	24.3	0	0	3	104.7

表 6.4-4 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之THW事件統計表

車道	車種	[C5] THW （單位：偵測車輛數）							
		專案 409（A 架次）		專案 410（B 架次）		專案 411（C 架次）		專案 412（D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 1	機車	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	0	8	0	2	0	11	0
	大型車	0	0	0	0	0	0	2	0
車道 2	機車	1	1	1	0	0	0	0	0
	小型車	53	27	112	64	31	5	105	35
	大型車	2	0	5	3	3	1	18	5
車道 3	機車	1	1	2	1	0	0	3	0
	小型車	51	14	110	41	24	6	104	28
	大型車	2	0	8	2	5	0	16	5
車道 4	機車	80	34	127	9	10	4	58	14
	小型車	37	20	92	36	20	7	99	30
	大型車	2	1	6	1	4	1	12	0
車道 5	機車	211	125	616	459	68	40	178	111
	小型車	3	1	8	1	1	0	14	6
	大型車	0	0	2	0	0	0	5	1
車道 6	機車	53	9	167	83	2	0	15	4
	小型車	1	0	5	1	0	0	1	0
	大型車	0	0	2	0	0	0	3	0

二、臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-4 所示，各架次對應專案編號依序為 405~408，分析方向為畫面中右至左之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO），分析範圍如圖 6.4-5、圖 6.4-6 中框選範圍。此路段有 6 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 1）、4 條直行車道（車道 2、車道 3、車道 4、車道 5），下游增設右轉專用車道（車道 6），最內側 2 車道禁行機車。

圖 6.4-4 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之路段底圖

圖 6.4-5 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境A全部區域範圍

圖 6.4-6 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境A部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-5 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-5 所示；另外根據圖 6.4-6 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-6 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-7 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-8 所示。綜合表 6.4-5 至表 6.4-8 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二) 車道 3、4 小型車有明顯[R3]速度變異行為
(三) 車道 5 上機車數量較多且下游有增設右轉道，記錄到較多[R1]機車鑽行、[R3]速度變異、[R5]橫向偏移等紀錄。
(四) 車道 5 延伸至上游車道配置為慢車道，與其他車道相比有更多機車會使用該車道，具有較多的[R1]機車鑽行、[R6]橫向間距、[R7]變換車道次數、[R8]同車道超越。
(五) 四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(六) 車道 4、車道 5 記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

表 6.4-5 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境A全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 405（A 架次）																	
車道1	機車	1	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	84	21.1	-	-	4	1	4	1	7	4	0	2	1	0	0	0
	大型車	3	22.9	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	9	40.1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	119	20	-	-	38	22	35	2	57	39	0	1	0	0	1	0
	大型車	8	29.8	-	-	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0
車道3	機車	106	32.5	10	0	12	0	9	6	8	10	0	0	0	0	0	0
	小型車	90	23.3	-	-	31	15	24	0	28	35	0	2	0	0	1	0
	大型車	7	18.9	-	-	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
車道4	機車	119	26.1	15	0	18	1	14	2	51	18	2	5	0	0	1	0
	小型車	52	24.6	-	-	25	21	23	0	36	35	3	6	0	0	2	0
	大型車	5	17.9	-	-	3	3	3	0	4	4	1	1	0	0	1	0
車道5	機車	129	25.2	48	10	60	14	72	1	62	79	42	32	0	0	4	0
	小型車	18	30.8	-	-	5	4	7	0	6	7	3	5	0	0	1	0
	大型車	1	2	-	-	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
車道6	機車	50	28.1	14	0	13	1	8	0	6	9	1	7	0	0	5	0
	小型車	12	14.3	-	-	7	0	5	0	4	5	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 406（B 架次）																	
車道 1	機車	11	14.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	188	24.2	-	-	3	1	3	2	29	3	0	3	0	0	0	0
	大型車	9	20.6	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	63	26.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	264	21.4	-	-	69	17	42	3	74	94	0	35	0	20	0	0
	大型車	19	22.5	-	-	3	1	1	0	3	3	0	1	0	1	0	0
車道 3	機車	303	30	6	0	12	1	12	7	16	12	0	2	0	6	1	0
	小型車	194	19.6	-	-	74	45	44	0	85	86	0	23	0	20	1	0
	大型車	22	22.9	-	-	4	3	4	1	7	6	0	1	0	3	0	0
車道 4	機車	336	23.9	50	5	48	6	48	8	103	49	13	15	0	64	3	0
	小型車	110	21.4	-	-	64	36	52	2	68	74	7	9	0	32	2	0
	大型車	15	23.3	-	-	6	1	7	0	7	10	1	1	0	1	0	0
車道 5	機車	331	22.9	146	43	176	38	231	5	199	219	106	79	0	171	12	0
	小型車	37	24.5	-	-	9	7	13	0	13	13	3	12	0	10	0	0
	大型車	5	15.9	-	-	3	3	4	0	4	4	1	0	0	0	0	0
車道 6	機車	131	27.4	23	0	17	9	18	2	19	18	10	11	0	13	0	0
	小型車	29	15.8	-	-	17	2	15	2	11	15	4	0	0	1	0	0
	大型車	5	21.9	-	-	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 407（C 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	53	32.6	-	-	5	0	5	0	10	5	0	1	0	0	0	0
	大型車	5	27.4	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	81	31.5	-	-	15	1	21	2	17	23	1	15	0	0	0	0
	大型車	10	35.1	-	-	1	0	3	0	1	3	0	1	0	0	0	0
車道 3	機車	40	45.9	0	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0
	小型車	91	35.8	-	-	13	2	24	1	27	24	0	14	0	0	0	0
	大型車	11	36.5	-	-	2	0	2	0	4	2	0	1	0	0	0	0
車道 4	機車	57	39.2	5	0	8	0	8	4	16	8	0	2	0	0	1	0
	小型車	68	38.1	-	-	13	2	18	0	23	24	0	14	0	0	0	0
	大型車	7	41.3	-	-	0	0	5	0	3	4	0	2	0	0	0	0
車道 5	機車	57	29.8	29	4	29	3	38	0	28	41	10	24	0	0	2	0
	小型車	36	42.9	-	-	6	0	7	0	8	7	0	8	0	0	0	0
	大型車	5	38.3	-	-	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
車道 6	機車	56	45.8	5	0	4	1	4	0	4	4	0	9	0	0	1	0
	小型車	13	36.3	-	-	6	1	6	1	2	6	0	1	0	0	1	0
	大型車	1	48.7	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 408（D 架次）																	
車道 1	機車	3	39.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	191	23.8	-	-	4	0	6	2	11	6	0	2	0	2	0	0
	大型車	25	22.1	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	4	42	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	小型車	309	20.2	-	-	79	2	87	28	67	88	2	22	0	0	3	0
	大型車	41	17	-	-	11	1	11	1	6	9	0	3	0	0	0	0
車道 3	機車	151	42.3	0	0	3	0	3	2	3	4	0	2	0	0	0	0
	小型車	354	27	-	-	76	2	83	6	65	94	2	42	0	0	19	0
	大型車	48	23.4	-	-	12	0	10	1	10	12	0	4	0	0	2	0
車道 4	機車	184	31.5	10	0	18	1	18	10	46	18	0	0	0	0	0	0
	小型車	303	28.3	-	-	101	11	96	2	167	114	1	26	0	0	4	0
	大型車	41	27.8	-	-	16	3	10	0	27	12	1	3	0	0	4	0
車道 5	機車	185	21.7	97	12	112	5	134	4	101	137	48	92	0	0	2	0
	小型車	183	34.2	-	-	24	2	29	1	17	33	10	16	0	0	5	0
	大型車	25	35.7	-	-	2	0	3	0	2	3	0	2	0	0	1	0
車道 6	機車	182	40	28	1	16	0	19	0	7	21	2	0	0	0	3	0
	小型車	46	34	-	-	13	0	13	1	8	13	0	0	0	0	0	0
	大型車	7	24.9	-	-	4	0	4	1	1	4	0	0	0	0	1	0

備註：各指標單位皆為事件數；本路段因為受到中央分隔島樹木遮蔽，導致車道 1（最內側車道）之偵測車輛數及衝突數量可能比實際低。

表 6.4-6 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境A部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 405（A 架次）																	
車道1	機車	1	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	84	21.2	-	-	4	0	4	1	5	4	0	2	0	0	0	0
	大型車	3	22.9	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	7	49.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	119	21.7	-	-	38	20	35	2	60	39	0	0	0	0	0	0
	大型車	8	30	-	-	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0
車道3	機車	101	37	1	0	7	0	7	5	1	7	0	0	0	0	0	0
	小型車	87	25	-	-	29	12	24	0	24	35	0	1	0	0	0	0
	大型車	7	18.7	-	-	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
車道4	機車	100	35.4	0	0	10	1	12	2	44	12	1	5	0	0	0	0
	小型車	50	27.7	-	-	23	22	23	0	33	35	2	6	0	0	1	0
	大型車	5	17.7	-	-	3	3	3	0	5	4	1	1	0	0	1	0
車道5	機車	97	33.6	43	9	46	13	68	1	47	74	37	33	0	0	1	0
	小型車	17	37.4	-	-	4	4	7	0	5	7	2	5	0	0	0	0
	大型車	1	24.7	-	-	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
車道6	機車	33	32.4	2	0	6	1	7	0	2	7	0	5	0	0	0	0
	小型車	9	27.5	-	-	5	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 406（B 架次）																	
車道 1	機車	11	14.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	187	24.3	-	-	3	1	3	2	29	3	0	3	0	0	0	0
	大型車	9	20.7	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	62	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	263	22.3	-	-	68	15	42	3	70	94	0	27	0	14	0	0
	大型車	19	22.5	-	-	3	1	1	0	2	3	0	0	0	1	0	0
車道 3	機車	292	31.4	2	0	8	1	9	7	9	9	0	3	0	6	0	0
	小型車	193	20.6	-	-	73	39	44	0	82	86	0	21	0	19	0	0
	大型車	22	22.8	-	-	4	3	4	1	8	6	0	1	0	3	0	0
車道 4	機車	291	27.9	24	4	38	6	44	8	89	44	12	13	0	58	0	0
	小型車	107	23	-	-	62	28	52	2	66	74	6	7	0	28	2	0
	大型車	15	21.2	-	-	6	1	7	0	7	10	1	1	0	1	0	0
車道 5	機車	282	27.4	117	42	147	37	218	5	159	214	93	66	0	155	7	0
	小型車	35	28.3	-	-	8	7	13	0	11	13	3	12	0	7	0	0
	大型車	5	15.4	-	-	3	3	4	0	4	4	1	0	0	0	0	0
車道 6	機車	120	29.1	22	0	15	6	18	2	14	18	9	9	0	7	0	0
	小型車	27	24.2	-	-	15	2	15	2	9	15	3	0	0	1	0	0
	大型車	3	25.4	-	-	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 407（C 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	55	33	-	-	5	0	5	0	11	5	0	1	0	0	0	0
	大型車	5	27.5	-	-	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	81	32.7	-	-	15	1	21	2	19	23	1	16	0	0	0	0
	大型車	10	34.9	-	-	1	0	3	0	1	3	0	1	0	0	0	0
車道 3	機車	43	48.7	0	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0
	小型車	76	35.4	-	-	13	2	24	1	23	24	0	13	0	0	0	0
	大型車	9	39	-	-	2	0	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0
車道 4	機車	57	45.3	1	0	8	0	8	4	15	8	0	1	0	0	1	0
	小型車	51	37.6	-	-	13	2	18	0	22	24	0	10	0	0	0	0
	大型車	6	42.8	-	-	0	0	5	0	2	4	0	1	0	0	0	0
車道 5	機車	57	41.7	17	3	29	2	38	0	20	41	9	26	0	0	0	0
	小型車	24	43.9	-	-	6	0	7	0	4	7	0	7	0	0	0	0
	大型車	3	49.6	-	-	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
車道 6	機車	45	50.7	3	0	3	1	4	0	5	4	0	7	0	0	0	0
	小型車	11	42.2	-	-	6	1	6	1	3	6	0	1	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 408（D 架次）																	
車道 1	機車	3	39.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	190	24	-	-	4	0	6	2	8	6	0	3	0	2	0	0
	大型車	25	22	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	4	41.6	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	小型車	305	21.4	-	-	77	1	87	28	73	88	2	24	0	0	0	0
	大型車	41	16	-	-	11	1	11	1	11	9	0	2	0	0	0	0
車道 3	機車	151	43.2	0	0	3	0	3	2	1	4	0	2	0	0	0	0
	小型車	295	24.5	-	-	75	1	83	6	67	94	2	34	0	0	0	0
	大型車	37	19	-	-	12	0	10	1	9	12	0	4	0	0	0	0
車道 4	機車	181	36.1	6	0	18	1	18	10	43	18	0	0	0	0	0	0
	小型車	183	21.8	-	-	101	9	96	2	130	114	1	23	0	0	0	0
	大型車	25	21.1	-	-	15	1	10	0	18	12	1	2	0	0	0	0
車道 5	機車	181	32.3	59	9	109	5	133	4	87	135	28	86	0	0	0	0
	小型車	59	32.7	-	-	24	2	29	1	11	33	9	16	0	0	1	0
	大型車	8	34.4	-	-	2	0	3	0	2	3	0	2	0	0	0	0
車道 6	機車	124	40.4	24	1	15	0	19	0	4	20	2	1	0	0	2	0
	小型車	20	30	-	-	12	0	12	0	3	12	0	0	0	0	0	0
	大型車	5	21.9	-	-	4	0	4	1	0	4	0	0	0	0	1	0

備註：各指標單位皆為事件數；本路段因為受到中央分隔島樹木遮蔽，導致車道 1（最內側車道）之偵測車輛數及衝突數量可能比實際低。

表 6.4-7 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之TERCRI統計表

車道	車種	[C4] TERCRI（單位：秒數）							
		專案 405（A 架次）		專案 406（B 架次）		專案 407（C 架次）		專案 408（D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 1	機車	1	0	11	14.3	0	0	3	0
	小型車	84	428.9	188	760.5	53	284	191	663.9
	大型車	3	0.1	9	7.8	5	0.7	25	72.7
車道 2	機車	9	5.5	63	28.8	0	0	4	91.2
	小型車	119	2945.2	264	5170.3	81	1371.3	309	5066.3
	大型車	8	15.1	19	0.1	10	116.4	41	6
車道 3	機車	106	1303.4	303	1254	40	116.9	151	140.6
	小型車	90	4126.2	194	8989	91	2178.3	354	7068.2
	大型車	7	257.5	22	391.9	11	197.1	48	615.2
車道 4	機車	119	2954.4	336	7527.1	57	436.9	184	1544.5
	小型車	52	5542.6	110	9664.5	68	3617.1	303	19480.6
	大型車	5	972.4	15	1188.8	7	233.3	41	272.1
車道 5	機車	129	24597.7	331	38187.6	57	4943.6	185	19376.8
	小型車	18	1167.3	37	2296.2	36	828.2	183	4880.8
	大型車	1	0.5	5	404.8	5	225.3	25	292.5
車道 6	機車	50	1721.6	131	4722.5	56	516	182	2803.7
	小型車	12	755.4	29	2404.1	13	328.4	46	1400.1
	大型車	0	0	5	184.6	1	0	7	651.7

表 6.4-8 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之THW事件統計表

車道	車種	[C5] THW（單位：偵測車輛數）							
		專案 405（A 架次）		專案 406（B 架次）		專案 407（C 架次）		專案 408（D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 1	機車	1	0	11	0	0	0	3	0
	小型車	84	0	188	0	53	3	191	0
	大型車	3	0	9	0	5	0	25	0
車道 2	機車	9	0	63	0	0	0	4	0
	小型車	119	16	264	52	81	4	309	0
	大型車	8	1	19	0	10	1	41	0
車道 3	機車	106	1	303	9	40	1	151	0
	小型車	90	18	194	34	91	6	354	0
	大型車	7	0	22	3	11	0	48	0
車道 4	機車	119	4	336	32	57	3	184	0
	小型車	52	16	110	34	68	8	303	0
	大型車	5	1	15	4	7	2	41	0
車道 5	機車	129	69	331	189	57	19	185	0
	小型車	18	2	37	3	36	3	183	0
	大型車	1	0	5	0	5	0	25	0
車道 6	機車	50	3	131	19	56	0	182	0
	小型車	12	0	29	1	13	1	46	0
	大型車	0	0	5	0	1	0	7	0

三、臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-7 所示，各架次對應專案編號依序為 401~404，分析方向為畫面中右至左之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO），分析範圍如圖 6.4-8、圖 6.4-9 中框選範圍。此路段由 2 車道增加至 3 車道，上游鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道、1 條直行車道。至鄰近路口車道配置由內側至外側改分為 1 條左轉專用車道（車道 0）、1 條直行車道（車道 1）、1 條右轉專用車道（車道 2）。

圖 6.4-7 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之路段底圖

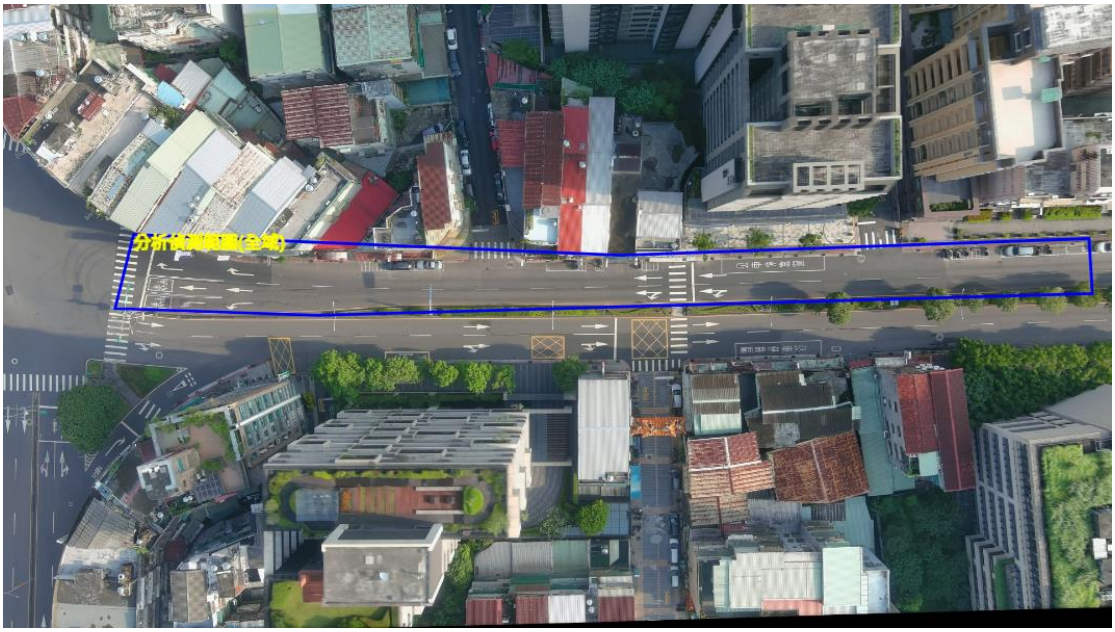


圖 6.4-8 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 全部區域範圍

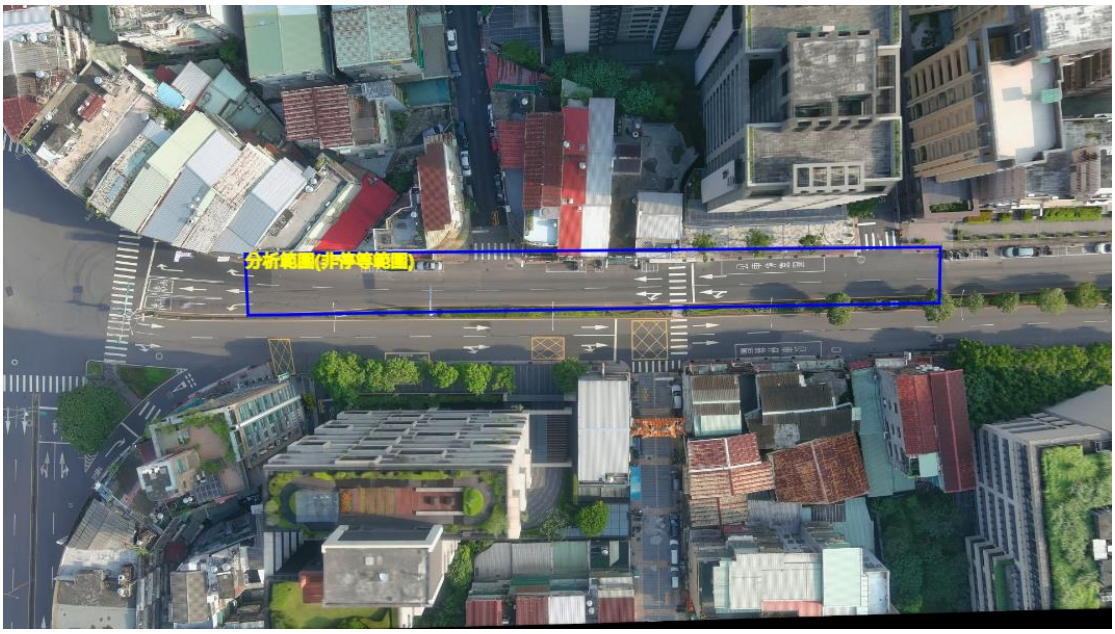


圖 6.4-9 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 A 部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-8 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-9 所示；另外根據圖 6.4-9 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個

空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-10 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-11 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-12 所示。綜合表 6.4-9 至表 6.4-12 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一)部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。

(二)由於該路段內側未有禁行機車之交通管制措施，機車平均分布於車道 1 及車道 2，相對於其他車輛具有較多的[R1]機車鑽行、[R3]速度變異、[R5]橫向偏移、[R6]橫向間距、[R7]變換車道次數、[R8]同車道超越、[C1]TTC 的事件偵測車輛數。

(三)[C1]TTC、 [C2]PET 在車道 1 及車道 2 之汽機車有較多紀錄。

(四)B 架次（專案 402）拍攝時間較短，因此偵測數相對於其他架次為少。

(五)車道 1、車道 2 記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

表 6.4-9 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境A全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 401（A 架次）																	
車道0	機車	17	7	5	0	10	0	10	7	7	10	0	0	0	0	0	0
	小型車	54	10.9	-	-	29	3	27	8	27	27	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	14.6	-	-	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	134	28.4	38	2	43	3	48	37	43	49	2	9	0	32	1	0
	小型車	235	22.1	-	-	64	20	66	25	88	82	8	5	0	43	0	0
	大型車	23	18.2	-	-	6	1	5	2	7	6	0	0	0	4	0	0
車道2	機車	128	30.5	62	3	53	5	77	14	68	49	12	9	0	48	2	1
	小型車	169	20	-	-	108	5	132	22	102	131	24	1	0	18	2	0
	大型車	18	14.2	-	-	14	1	16	2	12	11	3	0	0	1	0	0
專案 402（B 架次）																	
車道0	機車	2	0.2	0	0	2	0	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0
	小型車	6	14.1	-	-	3	1	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	11	32.2	3	0	2	0	3	1	3	3	1	2	0	3	0	0
	小型車	19	27.1	-	-	5	3	9	6	7	10	0	1	0	2	0	1
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	9	37.4	1	0	2	0	6	3	2	5	2	1	0	1	0	0
	小型車	11	26.5	-	-	4	1	6	0	3	6	0	0	0	1	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
專案 403（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道0	機車	26	5.4	5	0	15	0	15	10	13	15	0	0	0	0	0	0
	小型車	45	10.4	-	-	24	0	23	8	18	23	0	0	0	0	3	0
	大型車	2	9.1	-	-	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	151	26.6	36	0	53	6	53	30	57	53	4	12	0	0	2	0
	小型車	184	21.1	-	-	61	7	44	22	89	66	4	10	0	0	2	0
	大型車	23	17.9	-	-	5	2	3	2	8	5	0	1	0	0	0	0
車道2	機車	140	28.1	62	5	58	3	79	22	58	43	19	10	0	0	4	0
	小型車	120	21.7	-	-	68	3	89	12	50	90	11	3	0	0	1	0
	大型車	20	15.7	-	-	15	2	17	4	13	14	2	0	0	0	0	0
專案 404（D 架次）																	
車道0	機車	38	9.9	13	0	20	0	20	14	16	20	0	0	0	0	0	0
	小型車	38	10.3	-	-	21	1	21	5	15	21	0	0	0	0	2	0
	大型車	3	8.9	-	-	2	0	2	2	1	2	1	0	0	0	1	0
車道1	機車	182	32	22	0	32	8	39	26	49	35	2	15	0	32	3	0
	小型車	160	24.8	-	-	48	11	36	16	60	55	6	17	0	20	0	0
	大型車	29	20.2	-	-	4	2	5	0	7	8	0	1	0	2	0	0
車道2	機車	171	31.3	67	5	84	3	123	32	82	92	23	29	0	66	5	0
	小型車	111	23.1	-	-	60	1	78	22	55	78	9	4	0	16	2	0
	大型車	24	16.8	-	-	17	1	19	0	16	16	9	1	0	6	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-10 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境A部分範圍分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1]機車鑽行	[R2]機車併行	[R3]速度變異	[R4]超車	[R5]橫向偏移-幅度	[R5]橫向偏移-變異	[R6]橫向間距	[R7]變換車道次數	[R8]同車道超越	[V1]超速	[V2]逆向超車	[C1]TTC	[C2]PET	[C3]急減速
專案 401（A 架次）																	
車道0	機車	9	17.8	2	0	7	0	7	4	2	7	0	0	0	0	0	0
	小型車	51	16.9	-	-	28	3	27	8	12	27	0	0	0	0	0	0
	大型車	3	15.3	-	-	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	134	30.9	37	2	43	2	48	37	32	49	2	7	0	31	0	0
	小型車	235	22.9	-	-	64	18	66	25	91	82	9	5	0	35	0	0
	大型車	23	17.9	-	-	6	1	5	2	7	6	0	0	0	3	0	0
車道2	機車	124	30.8	53	3	53	5	77	14	68	49	11	9	0	40	1	1
	小型車	159	21.5	-	-	107	6	131	21	80	130	20	1	0	17	2	0
	大型車	18	14.8	-	-	14	1	16	2	11	11	3	0	0	1	0	0
專案 402（B 架次）																	
車道0	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	5	20.2	-	-	3	0	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	11	37.8	1	0	2	0	3	1	2	3	1	2	0	2	0	0
	小型車	19	28.9	-	-	5	3	9	6	3	10	0	1	0	2	0	1
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道2	機車	9	37.9	1	0	2	0	6	3	3	5	2	1	0	2	0	0
	小型車	11	30.3	-	-	4	1	6	0	3	6	0	0	0	1	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
專案 403（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道0	機車	9	16.7	0	0	5	0	5	2	2	5	0	0	0	0	0	0
	小型車	43	16	-	-	24	0	23	8	8	23	0	0	0	0	0	0
	大型車	2	7.8	-	-	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	151	30.4	28	0	53	5	53	30	51	53	3	12	0	0	1	0
	小型車	184	22.3	-	-	61	7	44	22	87	66	3	8	0	0	1	0
	大型車	23	18.7	-	-	5	2	3	2	8	5	0	1	0	0	0	0
車道2	機車	140	28.5	60	5	58	3	79	22	60	43	18	9	0	0	3	0
	小型車	119	23.9	-	-	68	3	89	12	47	90	9	2	0	0	1	0
	大型車	20	16.1	-	-	15	2	17	4	13	14	2	0	0	0	0	0
專案 404（D 架次）																	
車道0	機車	20	26	4	0	9	0	9	4	1	9	0	0	0	0	0	0
	小型車	36	17.7	-	-	21	1	21	5	5	21	0	0	0	0	0	0
	大型車	3	7.3	-	-	2	0	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0
車道1	機車	181	34.3	21	0	31	6	38	26	48	34	2	16	0	22	1	0
	小型車	160	26.3	-	-	48	9	36	16	56	55	6	14	0	14	0	0
	大型車	29	20.6	-	-	4	2	5	0	8	8	0	1	0	1	1	0
車道2	機車	168	32.7	65	5	84	3	123	32	83	92	23	26	0	55	4	0
	小型車	103	25.6	-	-	60	1	78	22	49	78	8	4	0	15	0	0
	大型車	23	16.2	-	-	17	1	19	0	15	16	9	1	0	4	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-11 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之 TERCRI統計表

車道	車種	[C4] TERCRI （單位：秒數）							
		專案 401 （A 架次）		專案 402 （B 架次）		專案 403 （C 架次）		專案 404 （D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 0	機車	17	109.6	2	25.6	26	228.4	38	298.5
	小型車	54	634.9	6	45.9	45	995.3	38	392.8
	大型車	4	54	0	0	2	0.9	3	31.5
車道 1	機車	134	1979.5	11	70.9	151	2408	182	1904.7
	小型車	235	3531.2	19	262.8	184	3822.3	160	2476.9
	大型車	23	242.3	0	0	23	2.4	29	217.1
車道 2	機車	128	2261.1	9	53	140	2915.9	171	2791.8
	小型車	169	5380.2	11	98.7	120	2661	111	2312.4
	大型車	18	205.6	0	0	20	392.6	24	625.7

表 6.4-12 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之 THW 事件統計表

車道	車種	[C5] THW（單位：偵測車輛數）							
		專案 401 （A 架次）		專案 402 （B 架次）		專案 403 （C 架次）		專案 404 （D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 0	機車	17	6	2	1	26	0	38	16
	小型車	54	4	6	1	45	0	38	4
	大型車	4	0	0	0	2	0	3	0
車道 1	機車	134	24	11	1	151	0	182	19
	小型車	235	16	19	1	184	0	160	9
	大型車	23	0	0	0	23	0	29	1
車道 2	機車	128	23	9	3	140	0	171	36
	小型車	169	26	11	0	120	0	111	21
	大型車	18	1	0	0	20	0	24	2

四、新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-10 所示，各架次對應專案編號依序為 397~400，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），分析區域如圖 6.4-11、圖 6.4-12 中框選範圍。此路段有 3 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 2 條直行車道（車道 1、2）、1 條右轉專用車道（車道 3），最內側 1 車道禁行機車且僅限公車可左轉。

圖 6.4-10 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之路段底圖

圖 6.4-11 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 A 情境全部區域範圍

圖 6.4-12 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 A 情境部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-11 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-13 所示；另外根據圖 6.4-12 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-14 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-15 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-16 所示。綜合表 6.4-13 至表 6.4-16 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二) 車道 2 及車道 3 之機車記錄到較高的[R1]機車鑽行、[R3]速度變異、[R5]橫向偏移、[R6]橫向間距，具有較高駕駛行為風險。
(三) 四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(四) 車道 2 及車道 3 在[C1]TTC、[C2]PET 偵測到較多衝突數，此 2 車道機車可能具有較高安全風險。
(五) 車道 2、車道 3 記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

表 6.4-13 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 A 全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 397（A 架次）																	
車道 1	機車	291	41.1	13	0	2	2	6	2	7	3	0	9	0	7	2	0
	小型車	189	34.5	-	-	31	4	26	11	22	15	0	67	0	20	3	0
	大型車	24	27.2	-	-	2	1	1	1	3	1	0	0	0	2	0	0
車道 2	機車	417	34.4	147	24	160	10	234	34	232	174	64	106	0	187	36	0
	小型車	142	29	-	-	66	7	42	19	67	40	26	23	0	20	4	0
	大型車	28	22.7	-	-	8	0	8	4	15	10	7	0	0	4	0	0
車道 3	機車	251	35.5	28	7	87	4	103	12	91	61	29	42	0	92	14	0
	小型車	65	24	-	-	43	1	29	7	33	24	1	4	0	5	3	0
	大型車	16	12.4	-	-	10	3	9	1	10	9	3	0	0	0	2	1
專案 398（B 架次）																	
車道 1	機車	332	39.3	9	0	9	1	9	3	8	12	0	15	0	3	2	0
	小型車	239	33.4	-	-	41	5	22	10	28	31	0	67	0	7	4	0
	大型車	26	29.6	-	-	3	2	0	0	2	1	0	5	0	2	0	0
車道 2	機車	439	33.5	171	26	166	25	215	30	239	245	60	100	0	172	22	0
	小型車	177	27.4	-	-	76	22	56	20	96	91	34	14	0	33	7	0
	大型車	26	18.2	-	-	13	1	7	5	15	10	3	0	0	5	1	0
車道 3	機車	291	32.9	44	8	110	26	114	17	134	145	30	20	0	111	9	0
	小型車	80	22.2	-	-	55	9	35	12	38	53	4	4	0	15	3	0
	大型車	18	13.5	-	-	12	3	9	0	11	10	5	1	0	1	1	0
專案 399（C 架次）																	
	機車	264	37.6	7	0	4	1	9	2	13	9	0	6	0	12	1	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1]機車鑽行	[R2]機車併行	[R3]速度變異	[R4]超車	[R5]橫向偏移-幅度	[R5]橫向偏移-變異	[R6]橫向間距	[R7]變換車道次數	[R8]同車道超越	[V1]超速	[V2]逆向超車	[C1]TTC	[C2]PET	[C3]急減速
車道1	小型車	223	31.5	-	-	42	5	32	17	35	22	1	46	0	9	6	0
	大型車	31	22.6	-	-	10	0	8	5	4	6	2	2	0	1	1	1
車道2	機車	395	31.8	152	26	158	21	206	21	233	168	77	80	0	182	30	0
	小型車	183	26.9	-	-	56	20	44	12	90	43	29	16	0	34	8	0
	大型車	35	21.1	-	-	10	4	9	6	18	11	5	1	0	9	1	0
車道3	機車	244	31.7	59	5	103	9	115	7	86	92	27	14	0	81	11	0
	小型車	86	19.7	-	-	67	0	55	7	43	47	4	0	0	11	2	0
	大型車	23	14.9	-	-	13	2	12	3	10	11	2	0	0	1	2	0
專案400（D架次）																	
車道1	機車	200	38.6	10	0	3	0	6	3	13	6	0	6	0	10	0	0
	小型車	218	30.5	-	-	54	2	18	3	35	5	0	49	0	7	7	0
	大型車	41	24	-	-	12	1	10	6	4	8	0	4	0	1	2	0
車道2	機車	322	31.7	91	9	127	5	157	14	166	137	35	78	0	124	27	0
	小型車	157	24.8	-	-	58	11	39	9	90	41	15	9	0	25	5	0
	大型車	41	19.4	-	-	16	3	14	9	24	17	6	2	0	8	3	0
車道3	機車	232	32.9	75	5	90	6	101	11	94	81	24	26	0	73	12	0
	小型車	76	17.9	-	-	63	3	48	11	35	44	3	1	0	10	1	0
	大型車	30	15.4	-	-	14	0	13	4	9	12	3	0	0	5	3	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-14 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 A 部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 397（A 架次）																	
車道 1	機車	289	41.3	13	0	2	2	6	2	6	3	0	8	0	6	1	0
	小型車	188	36.7	-	-	30	4	26	11	12	15	0	62	0	17	2	0
	大型車	24	27.1	-	-	2	1	1	1	3	1	0	0	0	1	0	0
車道 2	機車	415	38.1	128	23	158	10	234	34	209	174	55	104	0	171	14	0
	小型車	141	29.7	-	-	66	7	42	19	59	40	18	22	0	16	0	0
	大型車	28	23	-	-	8	0	8	4	12	10	7	0	0	4	0	0
車道 3	機車	242	37	30	7	87	3	103	12	81	61	26	42	0	68	1	0
	小型車	65	29.3	-	-	43	1	29	7	27	24	1	4	0	3	0	0
	大型車	16	14.7	-	-	10	3	9	1	12	9	3	0	0	0	1	1
專案 398（B 架次）																	
車道 1	機車	328	40.2	6	0	9	1	9	3	4	12	0	11	0	2	0	0
	小型車	238	35.2	-	-	40	4	22	10	18	31	0	66	0	4	0	0
	大型車	26	31.8	-	-	3	2	0	0	1	1	0	4	0	1	0	0
車道 2	機車	433	37.4	143	22	161	24	213	30	228	244	53	94	0	165	13	0
	小型車	174	28.6	-	-	76	21	56	20	87	91	31	14	0	26	3	0
	大型車	23	20.3	-	-	11	1	7	5	12	10	3	0	0	3	0	0
車道 3	機車	276	35.1	35	7	110	15	114	17	117	145	26	19	0	91	6	0
	小型車	78	26.8	-	-	54	7	35	12	34	53	4	3	0	12	1	0
	大型車	17	16.7	-	-	11	3	9	0	9	10	5	1	0	1	1	0
專案 399（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道1	機車	258	38	12	0	4	1	9	2	15	9	0	6	0	11	0	0
	小型車	221	33.3	-	-	42	5	32	17	23	22	0	46	0	7	0	0
	大型車	30	24.8	-	-	10	0	8	5	3	6	2	2	0	1	1	1
車道2	機車	395	35.6	114	23	158	19	206	21	211	168	65	72	0	167	7	0
	小型車	179	26.8	-	-	56	20	44	12	85	43	22	12	0	33	1	0
	大型車	35	20.7	-	-	10	4	9	6	18	11	3	1	0	6	0	0
車道3	機車	236	33.2	65	5	103	9	115	7	86	92	24	14	0	64	3	0
	小型車	83	24.6	-	-	66	0	55	7	34	47	3	0	0	7	0	0
	大型車	23	15.6	-	-	13	2	12	3	11	11	2	0	0	1	2	0
專案 400（D 架次）																	
車道1	機車	194	39.7	10	0	3	0	6	3	13	6	0	5	0	10	0	0
	小型車	219	32.1	-	-	54	2	18	3	27	5	0	44	0	6	0	0
	大型車	41	23.9	-	-	12	1	10	6	3	8	0	4	0	1	0	0
車道2	機車	321	37.5	67	6	127	5	157	14	153	137	28	72	0	113	9	0
	小型車	154	26.2	-	-	57	11	39	9	74	40	13	8	0	23	3	0
	大型車	41	20	-	-	16	3	14	9	23	17	6	2	0	8	1	0
車道3	機車	218	34.5	66	4	90	6	101	11	78	81	20	29	0	55	2	0
	小型車	75	22.3	-	-	62	3	48	11	32	44	3	1	0	6	0	0
	大型車	29	16.3	-	-	14	0	13	4	9	12	3	0	0	4	1	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-15 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 TERCRI 統計表

車道	車種	[C4] TERCRI （單位：秒數）							
		專案 397（A 架次）		專案 398（B 架次）		專案 399（C 架次）		專案 400（D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 1	機車	291	238.2	332	321.6	264	234.8	200	192.6
	小型車	189	1857.2	239	1873.9	223	2277.7	218	2164.7
	大型車	24	5.3	26	77.8	31	106.9	41	267.7
車道 2	機車	417	7048	439	6638.5	395	5906.1	322	5102.9
	小型車	142	1744.9	177	2362.8	183	2701.5	157	2002.1
	大型車	28	207.6	26	360.1	35	145.9	41	377.8
車道 3	機車	251	2196.8	291	3017.1	244	3006	232	2388.5
	小型車	65	918.3	80	1654.2	86	1370.7	76	1295.1
	大型車	16	13.7	18	33.2	23	120.6	30	254.3

表 6.4-16 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之 THW 事件統計表

車道	車種	[C5] THW（單位：偵測車輛數）							
		專案 397（A 架次）		專案 398（B 架次）		專案 399（C 架次）		專案 400（D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 1	機車	291	12	332	12	264	8	200	8
	小型車	189	39	239	37	223	25	218	30
	大型車	24	1	26	3	31	1	41	2
車道 2	機車	417	211	439	203	395	224	322	156
	小型車	142	26	177	50	183	60	157	47
	大型車	28	8	26	9	35	8	41	8
車道 3	機車	251	100	291	124	244	62	232	60
	小型車	65	10	80	6	86	7	76	7
	大型車	16	0	18	0	23	2	30	2

五、新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）

此路段的空拍圖如圖 6.4-13 所示，各架次對應專案編號依序為 413~416，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），分析區域如圖 6.4-14、圖 6.4-15 中框選範圍。此路段有 3 個車道，鄰近路口鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道（車道 1）、2 條直行車道（車道 2、車道 3），最內側車道 1 為禁行機車。

圖 6.4-13 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖

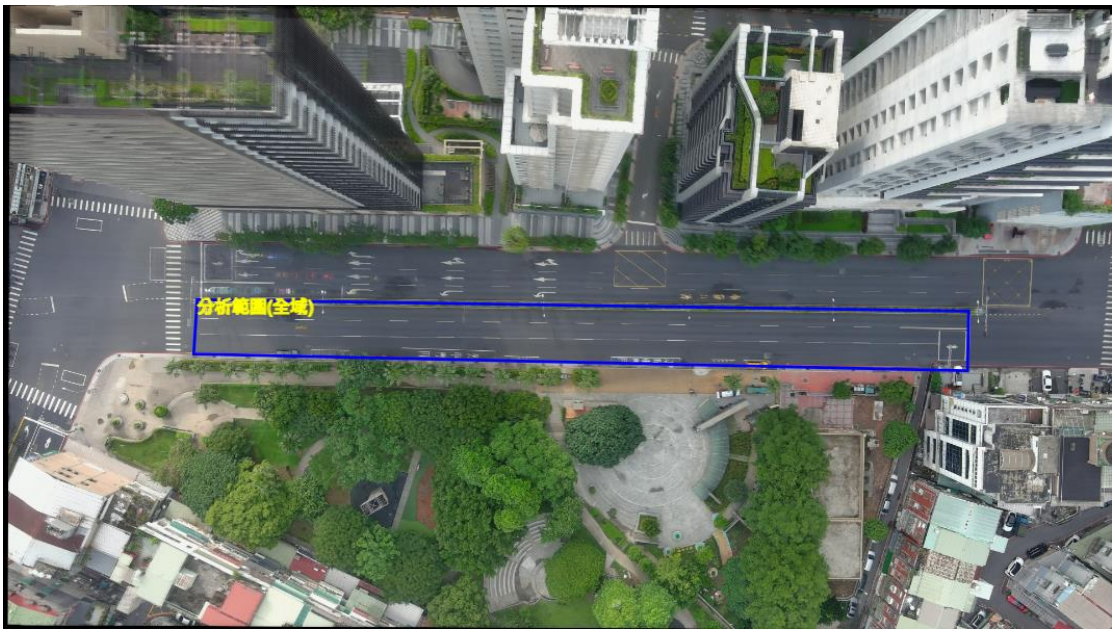


圖 6.4-14 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 全部區域範圍

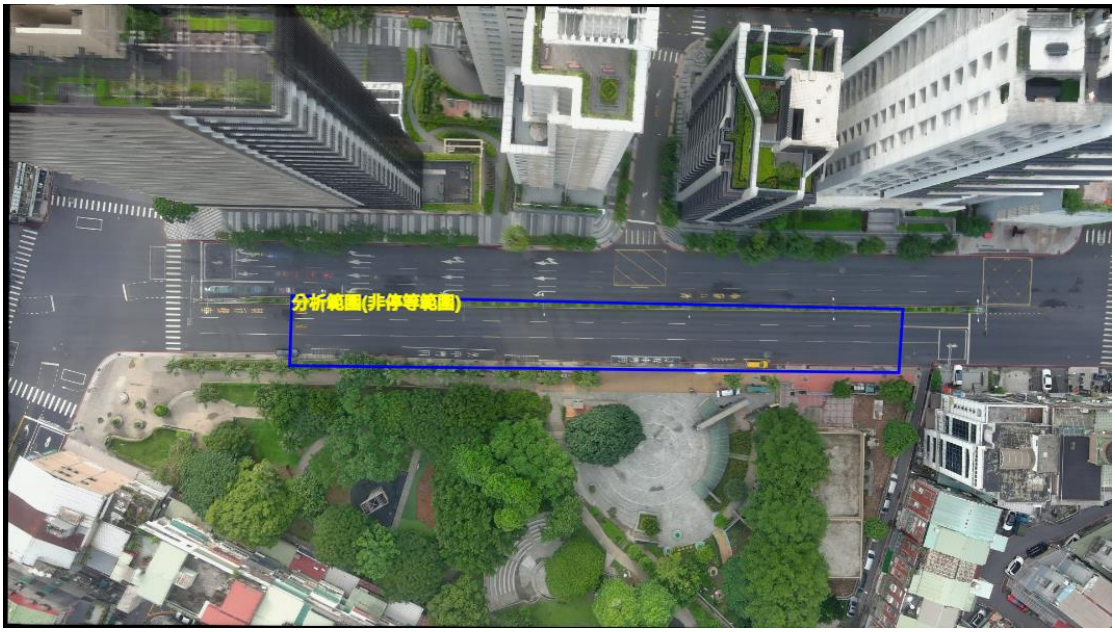


圖 6.4-15 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-14 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-17 所示；另外根據圖 6.4-15 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-18 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-19 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-20 所示。綜合表 6.4-17 至表 6.4-20 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二) 車道 2、車道 3 機車記錄到較高[R3]速度變異、[R5]橫向偏移、[R6]橫向間距，此 2 車道機車可能具有較高駕駛行為風險。
(三) 四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(四) 車道 2、車道 3 機車記錄到較多[C1]TTC，此 2 車道機車可能具有較高安全風險。
(五) 車道 2、車道 3 記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

表 6.4-17 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 413（A 架次）																	
車道 1	機車	10	60.5	0	0	2	0	4	3	0	4	0	2	0	0	0	0
	小型車	47	43.4	-	-	17	1	18	5	5	39	0	28	0	5	0	0
	大型車	12	42.6	-	-	6	0	4	1	1	10	0	6	0	2	0	0
車道 2	機車	116	47.6	4	3	13	4	33	5	36	61	9	59	0	44	7	0
	小型車	61	38	-	-	23	2	18	3	21	44	0	17	0	5	0	0
	大型車	42	40.2	-	-	11	10	12	1	17	39	0	7	0	3	0	0
車道 3	機車	128	40.5	42	0	25	18	64	1	70	105	11	27	0	26	6	0
	小型車	16	24	-	-	6	2	6	1	6	7	0	2	0	2	0	0
	大型車	8	41.5	-	-	0	0	1	0	4	3	0	1	0	0	0	0
專案 414（B 架次）																	
車道 1	機車	31	58.5	0	0	1	0	6	2	1	7	0	12	0	3	0	0
	小型車	68	43.1	-	-	22	2	30	9	3	53	0	35	0	14	0	0
	大型車	5	37.3	-	-	2	0	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0
車道 2	機車	158	51.7	5	6	20	14	69	11	74	109	30	87	0	64	8	0
	小型車	85	38.7	-	-	20	18	20	3	32	58	5	26	0	9	1	0
	大型車	34	38.9	-	-	6	5	6	1	18	27	0	8	0	5	0	0
車道 3	機車	173	44.2	27	4	38	29	84	2	75	124	9	48	0	35	6	0
	小型車	14	23.2	-	-	4	0	4	1	2	5	0	0	0	1	0	0
	大型車	8	22.4	-	-	5	1	6	2	1	7	0	0	0	1	0	0
專案 415（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道1	機車	23	53.2	1	0	4	0	6	2	0	7	0	2	0	2	0	0
	小型車	64	41.8	-	-	22	4	24	10	2	54	0	28	0	3	0	0
	大型車	5	42.3	-	-	1	1	3	1	1	4	0	2	0	0	0	0
車道2	機車	131	45.5	6	1	24	8	53	7	48	73	11	58	0	38	2	0
	小型車	85	37	-	-	30	15	18	5	36	62	1	21	0	11	2	0
	大型車	39	36.3	-	-	9	9	10	1	20	34	1	3	0	6	0	0
車道3	機車	183	39.3	35	2	51	18	104	3	97	146	31	35	0	42	6	0
	小型車	15	23.7	-	-	3	0	3	0	2	3	0	0	0	0	0	0
	大型車	10	29.7	-	-	3	2	3	0	4	4	0	0	0	1	0	0
專案 416（D 架次）																	
車道1	機車	13	55.2	0	0	0	0	2	1	2	4	0	4	0	1	0	0
	小型車	56	35.8	-	-	31	2	23	9	9	49	0	23	0	6	0	0
	大型車	3	33.4	-	-	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
車道2	機車	141	46.5	3	2	12	7	55	15	55	73	16	46	0	54	3	0
	小型車	90	36.9	-	-	24	12	23	2	40	59	5	17	0	10	0	0
	大型車	37	32.7	-	-	12	12	13	0	21	35	0	1	0	7	0	0
車道3	機車	199	38.8	60	2	52	14	127	9	107	160	23	34	0	37	3	0
	小型車	16	26.6	-	-	6	1	7	3	7	7	1	1	0	2	1	0
	大型車	8	31.7	-	-	1	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-18 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 A 部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 413（A 架次）																	
車道 1	機車	10	60.2	0	0	2	0	4	3	0	4	0	2	0	0	0	0
	小型車	46	48.4	-	-	17	1	18	5	4	39	0	29	0	5	0	0
	大型車	11	48.1	-	-	6	0	4	1	0	10	0	6	0	2	0	0
車道 2	機車	100	49.8	3	2	12	4	32	4	31	60	9	55	0	35	3	0
	小型車	59	40.5	-	-	23	1	18	3	13	44	0	17	0	5	0	0
	大型車	42	41.5	-	-	11	10	12	1	14	39	0	7	0	2	0	0
車道 3	機車	122	43.6	29	0	24	13	63	1	57	104	7	30	0	20	5	0
	小型車	13	29.4	-	-	6	2	6	1	5	7	0	1	0	0	0	0
	大型車	7	40.3	-	-	0	0	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0
專案 414（B 架次）																	
車道 1	機車	22	61.4	0	0	1	0	6	2	1	7	0	10	0	2	0	0
	小型車	58	48	-	-	22	2	30	9	3	53	0	37	0	13	0	0
	大型車	4	44.2	-	-	2	0	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0
車道 2	機車	141	54.4	3	6	18	11	67	10	66	107	28	85	0	53	4	0
	小型車	74	40.7	-	-	20	13	20	3	21	58	3	23	0	6	1	0
	大型車	33	41.6	-	-	6	3	6	1	14	27	0	8	0	4	0	0
車道 3	機車	170	47.1	19	4	37	21	83	2	60	123	7	51	0	25	3	0
	小型車	9	28.1	-	-	4	0	4	1	1	5	0	0	0	0	0	0
	大型車	7	21.2	-	-	5	1	6	2	2	7	0	0	0	1	0	0
專案 415（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道1	機車	20	56.1	1	0	4	0	6	2	0	7	0	2	0	1	0	0
	小型車	62	46.3	-	-	22	3	24	10	2	54	0	25	0	3	0	0
	大型車	4	48.2	-	-	1	1	3	1	1	4	0	2	0	0	0	0
車道2	機車	113	49.3	1	0	23	8	52	7	39	72	9	56	0	29	2	0
	小型車	78	38.4	-	-	30	13	18	5	30	62	1	21	0	6	0	0
	大型車	37	37.4	-	-	9	7	10	1	16	34	1	3	0	4	0	0
車道3	機車	176	42.1	23	2	51	14	103	3	81	146	27	37	0	35	3	0
	小型車	12	26.2	-	-	3	0	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0
	大型車	8	28	-	-	3	2	3	0	5	4	0	0	0	1	0	0
專案 416（D 架次）																	
車道1	機車	11	56.1	0	0	0	0	2	1	2	4	0	4	0	2	0	0
	小型車	55	40.8	-	-	31	2	23	9	6	49	0	24	0	5	0	0
	大型車	1	57.2	-	-	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
車道2	機車	124	48.8	3	1	10	6	53	15	49	71	14	45	0	42	3	0
	小型車	81	38	-	-	24	11	23	2	30	59	2	17	0	5	0	0
	大型車	37	34	-	-	12	10	13	0	20	35	0	1	0	5	0	0
車道3	機車	193	41.2	47	2	52	12	127	9	85	160	17	35	0	35	1	0
	小型車	15	32.5	-	-	6	1	7	3	6	7	1	0	0	2	0	0
	大型車	4	28.6	-	-	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-19 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之 TERCRI 統計表

車道	車種	[C4] TERCRI（單位：秒數）							
		專案 413（A 架次）		專案 414（B 架次）		專案 415（C 架次）		專案 416（D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 1	機車	10	4.6	31	29.2	23	33.5	13	15.2
	小型車	47	144.3	68	267.2	64	210.9	56	462.5
	大型車	12	32.2	5	24.1	5	0.1	3	40.7
車道 2	機車	116	374.1	158	598.7	131	510.6	141	514
	小型車	61	308.4	85	381.4	85	491.7	90	448.9
	大型車	42	25	34	32.1	39	47.7	37	69.5
車道 3	機車	128	516.8	173	447.6	183	965.8	199	1194.9
	小型車	16	462.3	14	65.3	15	148.1	16	172.7
	大型車	8	1.9	8	7.9	10	10.3	8	8.1

表 6.4-20 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之 THW 事件統計表

車道	車種	[C5] THW（單位：偵測車輛數）							
		專案 413（A 架次）		專案 414（B 架次）		專案 415（C 架次）		專案 416（D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 1	機車	10	12	31	8	23	12	13	4
	小型車	47	39	68	5	64	7	56	2
	大型車	12	1	5	0	5	0	3	0
車道 2	機車	116	211	158	49	131	27	141	40
	小型車	61	26	85	13	85	8	90	20
	大型車	42	8	34	1	39	4	37	5
車道 3	機車	128	100	173	84	183	73	199	75
	小型車	16	10	14	0	15	2	16	2
	大型車	8	0	8	1	10	1	8	0

六、新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-16 所示，各架次對應專案編號依序為 417~420，分析方向為畫面中左至右之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO），分析區域如圖 6.4-17、圖 6.4-18 中框選範圍。此路段有 3 個車道，鄰近路口鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 1）、1 條直行車道（車道 2）、1 條直右車道（車道 3），最內側車道 1 為禁行機車。

圖 6.4-16 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之路段底圖

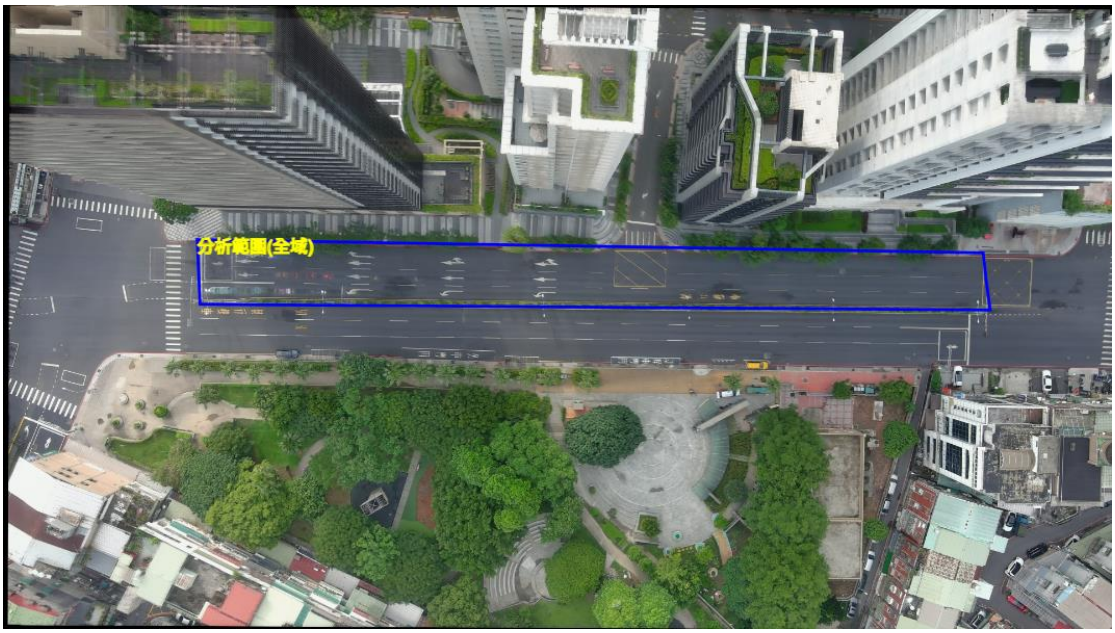


圖 6.4-17 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 全部區域範圍

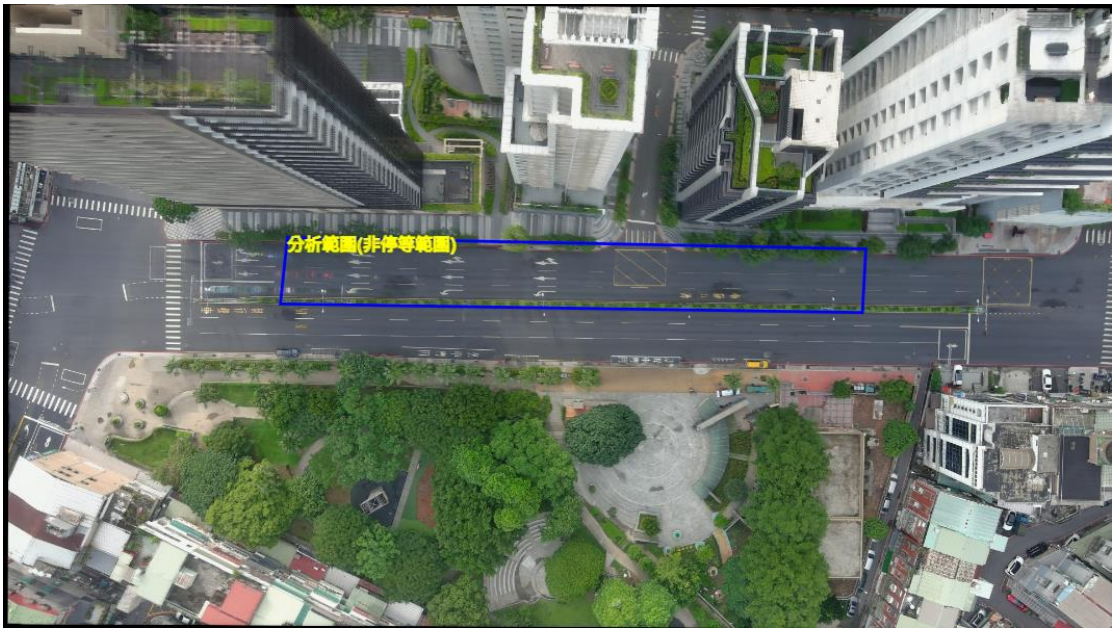


圖 6.4-18 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-17 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-21 所示；另外根據圖 6.4-18 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-22 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-23 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-24 所示。綜合表 6.4-21 至表 6.4-24 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二) 因內側實施禁行機車，機車多分布於車道 2、車道 3，輸出結果[R3]速度變異、[R5]橫向偏移、[R6]橫向間距、[R7]變換車道次數指標在車道 2、3 有明顯較高的紀錄，說明該兩車道有較高之駕駛行為風險。
(三) 四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(四) 車道 2、車道 3 機車記錄到較多[C1]TTC，此 2 車道機車可能具有較高安全風險。
(五) 車道 2、車道 3 記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

表 6.4-21 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 417（A 架次）																	
車道 1	機車	10	66.9	0	0	0	0	4	4	1	4	0	10	0	1	0	0
	小型車	51	14.5	-	-	42	7	9	1	32	42	0	16	0	1	0	0
	大型車	21	13.8	-	-	15	3	5	2	15	14	0	3	0	1	0	1
車道 2	機車	149	36.6	35	1	48	3	75	8	82	81	6	74	0	52	0	0
	小型車	95	25.5	-	-	51	23	47	1	70	79	2	40	0	15	2	0
	大型車	32	21.6	-	-	14	4	14	2	15	18	0	6	0	7	1	3
車道 3	機車	249	28.3	107	8	113	6	131	7	130	133	27	65	0	89	13	1
	小型車	26	21.8	-	-	21	3	24	1	14	24	4	7	0	5	1	0
	大型車	24	17.1	-	-	18	2	17	1	19	21	4	4	0	4	0	1
專案 418（B 架次）																	
車道 1	機車	20	48.2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	11	0	3	1	0
	小型車	60	21.7	-	-	43	3	29	5	33	44	0	33	0	11	0	0
	大型車	16	10.5	-	-	14	0	10	0	7	14	1	6	0	1	0	0
車道 2	機車	189	31	75	18	83	13	100	14	102	105	15	90	0	105	3	0
	小型車	162	18	-	-	108	57	101	5	137	121	53	42	0	35	4	0
	大型車	31	26.3	-	-	12	7	12	1	21	14	2	5	0	4	0	0
車道 3	機車	255	31.2	105	8	115	7	143	4	151	123	46	91	0	94	7	0
	小型車	62	20.2	-	-	45	4	47	3	36	49	17	9	0	12	2	0
	大型車	25	14.4	-	-	19	3	22	0	20	23	3	3	0	2	1	0
專案 419（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道1	機車	33	40.3	12	0	5	0	9	8	3	9	0	17	0	6	0	0
	小型車	83	9.8	-	-	72	9	23	3	67	71	1	16	0	5	1	0
	大型車	13	8	-	-	11	3	5	1	10	10	1	1	0	4	0	0
車道2	機車	144	20.4	56	1	68	9	67	12	98	70	11	24	0	62	7	0
	小型車	168	11.1	-	-	129	45	84	1	145	129	25	7	0	41	7	0
	大型車	27	10.2	-	-	20	9	18	1	22	20	1	0	0	5	0	0
車道3	機車	326	18.5	174	14	159	4	152	12	229	129	49	55	0	94	39	0
	小型車	84	11.5	-	-	78	8	70	2	69	79	50	6	0	16	8	0
	大型車	26	13.1	-	-	20	2	22	1	22	25	10	0	0	8	1	0
專案 420（D 架次）																	
車道1	機車	37	39.9	8	0	3	0	5	3	9	5	1	19	0	7	2	0
	小型車	63	10.2	-	-	53	13	30	1	57	52	2	9	0	6	0	0
	大型車	16	4.9	-	-	11	2	9	1	8	9	0	1	0	0	0	1
車道2	機車	154	24.1	55	1	67	9	69	17	85	72	10	35	0	69	2	1
	小型車	158	15.7	-	-	116	35	81	0	129	127	11	26	0	22	6	1
	大型車	31	23.6	-	-	13	7	10	2	19	13	1	3	0	6	2	0
車道3	機車	259	22.5	145	20	143	6	155	6	169	159	59	59	0	102	13	0
	小型車	70	15.8	-	-	58	10	60	3	45	65	26	4	0	13	2	0
	大型車	32	16.1	-	-	21	6	27	3	24	28	11	1	0	6	3	1

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-22 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 A 部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 417（A 架次）																	
車道 1	機車	9	67.8	0	0	0	0	4	4	3	4	0	9	0	1	0	0
	小型車	50	18.8	-	-	41	5	9	1	27	42	0	13	0	1	0	0
	大型車	20	13.9	-	-	15	2	5	2	15	14	0	2	0	0	0	1
車道 2	機車	115	50.6	15	1	33	2	62	7	47	66	5	68	0	40	0	0
	小型車	92	28.4	-	-	50	20	47	1	61	79	1	36	0	10	0	0
	大型車	27	24.6	-	-	14	3	14	2	13	18	0	4	0	6	0	3
車道 3	機車	225	38.5	69	8	100	5	127	7	101	130	25	64	0	63	9	1
	小型車	26	25	-	-	21	2	24	1	12	24	4	7	0	4	0	0
	大型車	22	20.3	-	-	17	2	16	0	17	20	3	4	0	3	0	0
專案 418（B 架次）																	
車道 1	機車	14	42.7	2	0	0	0	0	0	3	0	0	8	0	3	1	0
	小型車	55	23.9	-	-	43	3	29	5	26	44	0	21	0	6	0	0
	大型車	16	19.7	-	-	14	0	10	0	4	14	1	4	0	0	0	0
車道 2	機車	152	38.3	50	14	75	10	92	14	83	98	8	67	0	85	0	0
	小型車	143	18.2	-	-	108	48	101	5	120	121	45	20	0	21	3	0
	大型車	21	21.8	-	-	11	6	12	1	14	13	1	1	0	3	0	0
車道 3	機車	219	39.3	62	7	99	7	131	4	111	120	32	104	0	72	4	0
	小型車	55	24.6	-	-	44	3	47	3	34	50	14	9	0	9	0	0
	大型車	25	16.9	-	-	19	1	22	0	22	23	2	3	0	1	0	0
專案 419（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道1	機車	33	39.1	13	0	5	0	9	8	3	9	0	15	0	4	0	0
	小型車	82	13.2	-	-	72	8	23	3	50	71	1	11	0	4	1	0
	大型車	13	10.8	-	-	11	2	5	1	10	10	1	0	0	4	0	0
車道2	機車	102	30.3	36	1	40	7	42	9	67	42	10	17	0	54	5	0
	小型車	156	12.6	-	-	129	30	84	1	136	129	22	5	0	28	4	0
	大型車	26	14.8	-	-	20	7	18	1	20	20	1	0	0	2	0	0
車道3	機車	186	33.3	50	11	97	3	127	8	115	116	42	54	0	78	8	0
	小型車	84	14.3	-	-	78	6	70	2	67	79	47	6	0	13	1	0
	大型車	26	14.1	-	-	20	1	22	1	22	25	10	0	0	7	0	0
專案 420（D 架次）																	
車道1	機車	30	40.9	11	0	3	0	5	3	6	5	0	17	0	7	1	0
	小型車	59	9.4	-	-	53	7	30	1	51	52	2	4	0	5	0	0
	大型車	14	6.7	-	-	11	1	9	1	10	9	0	0	0	0	0	1
車道2	機車	123	30.6	35	1	52	8	56	15	69	59	8	26	0	59	1	1
	小型車	146	16.3	-	-	116	29	81	0	118	127	9	23	0	14	4	0
	大型車	24	23.2	-	-	13	6	10	2	15	13	1	3	0	5	0	0
車道3	機車	253	28.1	120	16	140	5	155	6	137	156	43	64	0	88	10	0
	小型車	68	17.4	-	-	58	8	60	3	44	65	24	2	0	13	2	0
	大型車	29	19.1	-	-	21	6	27	3	22	28	9	1	0	4	2	1

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-23 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之 TERCRI 統計表

車道	車種	[C4] TERCRI（單位：秒數）							
		專案 417（A 架次）		專案 418（B 架次）		專案 419（C 架次）		專案 420（D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 1	機車	10	81.2	20	111.6	33	696.5	37	541.3
	小型車	51	2460.1	60	2494.1	83	4948.1	63	6164.4
	大型車	21	185	16	286.7	13	500.8	16	671.7
車道 2	機車	149	3450.8	189	6988.5	144	7824.2	154	5855.5
	小型車	95	4831.5	162	10388.5	168	18342.5	158	10268.1
	大型車	32	1115.2	31	311.2	27	222.7	31	1125
車道 3	機車	249	10009.9	255	13286.9	326	18467.2	259	18322.3
	小型車	26	2163.1	62	6095.9	84	11607.2	70	7295
	大型車	24	570.2	25	113.2	26	470.5	32	966.7

表 6.4-24 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之 THW 事件統計表

車道	車種	[C5] THW（單位：偵測車輛數）							
		專案 417（A 架次）		專案 418（B 架次）		專案 419（C 架次）		專案 420（D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 1	機車	10	0	20	0	33	1	37	0
	小型車	51	0	60	6	83	6	63	13
	大型車	21	0	16	0	13	0	16	2
車道 2	機車	149	17	189	87	144	45	154	79
	小型車	95	11	162	78	168	72	158	78
	大型車	32	1	31	3	27	7	31	3
車道 3	機車	249	2	255	80	326	64	259	146
	小型車	26	0	62	10	84	13	70	28
	大型車	24	0	25	2	26	0	32	11

七、新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-19 所示，各架次對應專案編號依序為 386~389，分析方向為畫面中左至右之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO），分析區域如圖 6.4-20、圖 6.4-21 中框選範圍。此路段由 3 車道增加為 4 車道，路段上游車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道、1 條直行車道、1 條慢車道，下游鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 0）、2 條直行車道（車道 1、車道 2）、1 條機車左轉待轉車道（車道 3），左轉專用車道禁行機車。

圖 6.4-19 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之路段底圖

圖 6.4-20 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 全部區域範圍

圖 6.4-21 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-20 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-25 所示；另外根據圖 6.4-21 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-26 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-27 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-28 所示。

綜合表 6.4-25 至表 6.4-28 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一)部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二)車道 2 上之小型車與機車，及車道 3 之機車紀錄到較多[R3]速度變異、[R5]橫向偏移、[R6]橫向間距、[R7]變換車道次數，此兩車道具有較高之駕駛行為風險。
(三)車道 2、車道 3 觀察到大量[R2]機車併行、[R8]同車道超越
(四)四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(五)車道 1 之超速程度最嚴重，主要超速車種為為小型車、大型車。
(六)車道 2 之超速車種主要為機車。

(七)車道 2、車道 3 機車記錄到較多[C1]TTC，此 2 車道機車可能具有較高安全風險。

(八)車道 2、3 機車追撞風險時間[C4]TERCRI 較長。

(九)車道 2、車道 3 記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

(十)車道 3 為慢車道，路段上游至下游之路段寬度由寬至窄，其車流須匯入至快車道，導致車輛之間的[R6]橫向間距過近，亦有機車匯入至快車道時加速並超車。

(十一)慢車道至路口中後段結束（黃色網狀格處），但可能缺乏適當標線引導，路權不明確，導致車輛相互爭道的情形。

表 6.4-25 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 386（A 架次）																	
車道 0	機車	1	31.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	19	11.3	-	-	13	0	12	2	13	12	0	0	0	0	0	0
	大型車	3	17.4	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	73	44.9	9	0	13	0	36	12	13	28	1	15	0	0	8	0
	小型車	105	38.9	-	-	18	6	50	13	19	35	1	35	0	0	7	0
	大型車	16	34	-	-	8	0	6	5	3	6	0	5	0	0	2	0
車道 2	機車	327	42.3	25	17	68	13	211	32	170	197	71	122	0	138	37	0
	小型車	120	41	-	-	12	4	42	8	66	25	11	22	0	16	7	0
	大型車	51	33.6	-	-	19	8	33	5	34	6	8	5	0	11	2	1
車道 3	機車	276	40.5	55	2	77	20	130	8	124	124	37	50	0	72	21	0
	小型車	17	33.7	-	-	1	0	2	0	5	2	1	3	0	0	1	0
	大型車	10	31.5	-	-	0	0	0	0	6	0	1	0	0	1	0	0
專案 387（B 架次）																	
車道 0	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	25	10.1	-	-	15	0	15	6	14	15	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	2.3	-	-	4	0	4	1	3	4	0	0	0	0	1	0
車道 1	機車	169	40.9	31	5	50	1	82	56	45	49	9	45	0	42	17	0
	小型車	172	34	-	-	84	6	114	47	43	49	1	66	0	23	9	0
	大型車	23	33	-	-	9	0	12	6	4	7	1	4	0	4	2	0
車道 2	機車	547	35.9	206	59	183	21	346	211	318	241	144	131	0	269	43	0
	小型車	150	34.7	-	-	38	12	89	30	83	35	36	28	0	26	12	0
	大型車	49	33.5	-	-	15	4	40	6	33	7	6	3	0	10	1	0
車道 3	機車	412	35.4	74	9	113	15	189	119	153	180	39	67	0	71	23	0
	小型車	32	23.3	-	-	7	0	8	7	9	8	3	0	0	1	1	0
	大型車	3	18.3	-	-	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 388（C 架次）																	
車道 0	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	25	10.1	-	-	15	0	15	6	14	15	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	2.3	-	-	4	0	4	1	3	4	0	0	0	0	1	0
車道 1	機車	169	40.9	31	5	50	1	82	56	45	49	9	45	0	42	17	0
	小型車	172	34	-	-	84	6	114	47	43	49	1	66	0	23	9	0
	大型車	23	33	-	-	9	0	12	6	4	7	1	4	0	4	2	0
車道 2	機車	547	35.9	206	59	183	21	346	211	318	241	144	131	0	269	43	0
	小型車	150	34.7	-	-	38	12	89	30	83	35	36	28	0	26	12	0
	大型車	49	33.5	-	-	15	4	40	6	33	7	6	3	0	10	1	0
車道 3	機車	412	35.4	74	9	113	15	189	119	153	180	39	67	0	71	23	0
	小型車	32	23.3	-	-	7	0	8	7	9	8	3	0	0	1	1	0
	大型車	3	18.3	-	-	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
專案 389（D 架次）																	
車道 0	機車	7	28.2	4	0	4	0	4	4	2	4	0	0	0	0	1	0
	小型車	25	5.7	-	-	21	0	20	5	17	20	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	4.5	-	-	3	0	3	1	4	3	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	244	30.5	87	16	94	8	120	72	74	124	35	33	0	61	16	0
	小型車	200	24.2	-	-	110	15	118	37	86	135	14	41	0	50	10	0
	大型車	16	25.7	-	-	9	1	9	6	2	10	1	0	0	7	1	0
車道 2	機車	553	27.4	162	31	160	22	225	128	311	226	86	81	0	300	20	0
	小型車	170	25.5	-	-	70	27	101	34	111	102	50	15	0	30	11	0
	大型車	49	19.8	-	-	32	11	42	0	39	10	10	0	0	6	3	0
車道 3	機車	440	27.2	197	24	223	36	259	115	205	256	83	49	0	114	21	0
	小型車	29	19.1	-	-	10	0	10	6	6	10	4	0	0	0	0	0
	大型車	5	34.6	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-26 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 A 部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 386（A 架次）																	
車道 0	機車	1	37.7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	13	25.3	-	-	9	0	9	2	2	9	0	0	0	0	0	0
	大型車	2	15.8	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	29	55.4	2	0	5	0	20	4	4	12	1	12	0	0	3	0
	小型車	93	41.1	-	-	17	6	47	12	15	32	1	35	0	0	4	0
	大型車	15	36.9	-	-	8	0	6	5	4	6	0	5	0	0	1	0
車道 2	機車	235	48	7	14	56	9	167	28	128	155	49	120	0	97	18	0
	小型車	117	42.2	-	-	11	4	41	8	68	24	11	22	0	13	3	0
	大型車	50	36.3	-	-	19	8	32	5	33	5	7	5	0	8	1	1
車道 3	機車	274	41.5	25	2	77	19	130	8	125	124	37	50	0	73	18	0
	小型車	17	33.7	-	-	1	0	2	0	6	2	1	3	0	0	1	0
	大型車	8	30.2	-	-	0	0	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0
專案 387（B 架次）																	
車道 0	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	23	21.5	-	-	14	0	14	5	5	14	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	12.5	-	-	4	0	4	1	2	4	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	127	46.8	10	5	38	0	70	46	29	37	7	45	0	35	11	0
	小型車	165	35.2	-	-	82	6	113	46	30	48	1	66	0	19	7	0
	大型車	23	33.6	-	-	9	0	12	6	2	7	1	4	0	3	1	0
車道 2	機車	534	38	195	58	180	21	343	209	301	238	136	130	0	237	31	0
	小型車	149	35.2	-	-	37	12	89	30	83	35	34	28	0	23	9	0
	大型車	49	33.5	-	-	15	4	40	6	32	7	6	3	0	11	0	0
車道 3	機車	409	36.8	47	9	112	15	188	119	158	180	40	67	0	67	20	0
	小型車	32	22.6	-	-	7	0	8	7	9	8	3	0	0	1	1	0
	大型車	3	18.2	-	-	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 388（C 架次）																	
車道 0	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	32	18.5	-	-	26	2	26	8	16	26	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	12.4	-	-	4	0	4	2	2	4	0	0	0	0	1	0
車道 1	機車	166	37.5	47	11	70	7	98	69	53	103	20	35	0	44	9	0
	小型車	205	28.4	-	-	120	30	135	51	77	155	8	42	0	48	3	0
	大型車	23	29	-	-	10	3	12	3	10	12	3	6	0	0	1	0
車道 2	機車	540	35.2	134	72	217	32	309	142	312	311	102	131	0	309	26	0
	小型車	190	29.5	-	-	90	33	112	29	122	119	63	24	0	39	7	0
	大型車	55	27.8	-	-	31	10	44	5	40	23	18	2	0	11	6	0
車道 3	機車	461	33.7	140	21	191	66	260	106	240	260	105	70	0	161	13	0
	小型車	38	25.3	-	-	6	3	7	1	8	6	4	1	0	0	2	0
	大型車	7	27.5	-	-	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
專案 389（D 架次）																	
車道 0	機車	5	37.5	1	0	3	0	3	3	1	3	0	0	0	0	0	0
	小型車	23	16.2	-	-	20	0	20	5	8	20	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	12.3	-	-	3	0	3	1	3	3	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	160	36.4	55	10	78	7	102	59	57	106	25	33	0	45	5	0
	小型車	186	25.4	-	-	109	13	118	37	69	135	12	41	0	42	6	0
	大型車	14	24.1	-	-	9	1	9	6	3	10	1	0	0	5	1	0
車道 2	機車	455	32.2	112	28	141	22	206	120	263	207	76	81	0	242	13	0
	小型車	170	25.8	-	-	70	27	101	34	111	102	44	15	0	29	6	0
	大型車	49	20.3	-	-	32	10	42	0	36	10	9	0	0	4	0	0
車道 3	機車	425	31.1	197	25	211	36	258	115	208	255	84	49	0	135	16	0
	小型車	29	19.1	-	-	10	0	10	6	7	10	4	0	0	0	0	0
	大型車	5	34.6	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-27 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之 TERCRI 統計表

車道	車種	[C4] TERCRI （單位：秒數）							
		專案 386（A 架次）		專案 387（B 架次）		專案 388（C 架次）		專案 389（D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 0	機車	1	3.2	0	0	0	85.5	7	12.7
	小型車	19	119.1	25	147.4	25	354.2	25	298.7
	大型車	3	2	4	9.1	4	13.6	4	13.8
車道 1	機車	73	280.3	169	1242.5	169	3402.5	244	3201.8
	小型車	105	436	172	2666	172	3286.3	200	3852.8
	大型車	16	80.6	23	121.8	23	21.1	16	28.9
車道 2	機車	327	2356	547	8115.5	547	12220.3	553	10197.8
	小型車	120	603.9	150	1966.9	150	4602.7	170	6437.5
	大型車	51	76.9	49	193.5	49	702.4	49	500.3
車道 3	機車	276	3616.1	412	7409.2	412	11311	440	15850.1
	小型車	17	62.8	32	1729.4	32	1469.8	29	1608.5
	大型車	10	25.7	3	1189	3	8.3	5	168.6

表 6.4-28 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之 THW 事件統計表

車道	車種	[C5] THW （單位：偵測車輛數）							
		專案 386（A 架次）		專案 387（B 架次）		專案 388（C 架次）		專案 389（D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 0	機車	1	0	0	0	0	0	7	1
	小型車	19	2	25	0	25	0	25	2
	大型車	3	1	4	0	4	0	4	0
車道 1	機車	73	49	169	9	169	88	244	78
	小型車	105	13	172	0	172	32	200	45
	大型車	16	0	23	0	23	5	16	3
車道 2	機車	327	192	547	9	547	113	553	160
	小型車	120	19	150	0	150	20	170	44
	大型車	51	2	49	0	49	4	49	7
車道 3	機車	276	28	412	0	412	0	440	212
	小型車	17	0	32	0	32	0	29	4
	大型車	10	0	3	0	3	0	5	0

八、新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）

此路段的空拍圖如圖 6.4-22 所示，各架次對應專案編號依序為 390~393，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），分析區域如圖 6.4-23、圖 6.4-24 中框選範圍。此路段由 2 車道增加為 3 車道，路段上游車道配置由內側至外側分別為 2 條直行車道，下游鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉車道（車

道 0)、1 條直行車道（車道 1)、1 條直右車道（車道 2)。

圖 6.4-22 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之路段底圖

圖 6.4-23 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 全部區域範圍

圖 6.4-24 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-23 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-29 所示；另外根據圖 6.4-24 偵測區域設定為部分區域，產製此路段四個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-30 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-31 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-32 所示。

綜合表 6.4-29 至表 6.4-32 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二) 車道 1、2 機車記錄到較多[R3]速度變異、[R5]橫向偏移、[R6]橫向間距，此兩車道有較高之駕駛行為風險。
(三) 四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(四) 車道 1、車道 2 機車記錄到較多[C1]TTC，此 2 車道機車可能具有較高安全風險。
(五) 車道 1、車道 2 在 D 架次記錄到較多[C5]THW 小於閾值的事件數。

表 6.4-29 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 390（A 架次）																	
車道 0	機車	130	15	68	8	88	7	90	50	67	90	16	1	0	0	2	0
	小型車	47	10.1	-	-	38	4	38	2	35	38	5	0	0	0	0	0
	大型車	8	12.2	-	-	6	2	6	0	5	6	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	320	31.1	67	1	80	30	106	80	103	106	14	66	0	91	4	1
	小型車	125	32.9	-	-	50	23	65	20	53	69	8	31	0	22	3	0
	大型車	15	31.6	-	-	7	5	8	3	7	8	1	3	0	3	0	0
車道 2	機車	480	28.9	190	13	267	8	352	72	272	332	89	149	0	160	18	0
	小型車	29	29.5	-	-	15	0	18	0	13	18	5	4	0	7	1	0
	大型車	6	25.9	-	-	2	0	2	0	3	2	2	0	0	0	0	0
專案 391（B 架次）																	
車道 0	機車	108	14.5	30	7	48	1	43	41	60	43	12	0	0	36	2	0
	小型車	43	3.9	-	-	38	2	37	4	28	37	1	0	0	8	3	0
	大型車	7	4.3	-	-	5	0	5	2	6	5	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	295	20.5	103		103	2	115	104	134	108	25	5	0	75	6	0
	小型車	106	12.6	-	-	47	3	49	41	66	46	9	1	0	20	1	0
	大型車	15	13.2	-	-	6	1	7	5	6	6	1	0	0	0	0	0
車道 2	機車	510	27.6	201	31	210	4	323	60	269	218	105	50	0	178	32	0
	小型車	81	27.4	-	-	25	0	33	7	29	23	15	0	0	8	2	0
	大型車	8	22	-	-	2	0	2	1	3	1	2	0	0	1	0	0
專案 392（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道0	機車	133	14	52	5	83	3	83	61	76	85	12	0	0	0	2	0
	小型車	58	9	-	-	46	6	45	2	43	45	7	0	0	0	0	0
	大型車	22	10.5	-	-	17	2	17	2	17	16	3	0	0	0	0	0
車道1	機車	357	28.8	106	3	112	4	132	95	128	107	26	54	0	101	13	0
	小型車	144	31.2	-	-	62	6	67	29	62	26	8	18	0	24	2	0
	大型車	41	27.8	-	-	10	0	13	9	10	8	3	1	0	3	0	0
車道2	機車	481	29	188	20	263	8	348	64	280	157	82	103	0	158	28	0
	小型車	52	29.1	-	-	26	1	33	5	21	21	9	11	0	10	1	0
	大型車	19	25.1	-	-	11	0	13	1	14	8	4	0	0	2	1	0
專案 393（D 架次）																	
車道0	機車	93	14	45	0	60	2	62	29	53	61	2	0	0	0	1	0
	小型車	39	12	-	-	27	2	27	0	20	26	1	0	0	0	0	0
	大型車	14	6.1	-	-	13	0	13	2	6	13	1	0	0	0	0	0
車道1	機車	238	32.3	43	0	52	1	72	39	58	55	4	57	0	38	6	0
	小型車	113	28.9	-	-	56	4	60	12	55	12	4	24	0	13	2	0
	大型車	27	27.1	-	-	9	1	11	2	17	2	3	1	0	4	0	0
車道2	機車	356	29.6	141	9	216	0	279	43	204	124	43	97	0	101	16	0
	小型車	30	25.5	-	-	18	0	21	1	18	7	4	7	0	2	0	0
	大型車	12	20.8	-	-	9	1	8	1	9	3	1	0	0	2	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-30 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 A 部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 390（A 架次）																	
車道 0	機車	16	32.1	1	1	14	0	14	6	0	14	1	0	0	0	0	0
	小型車	9	17.7	-	-	9	0	9	1	2	9	0	0	0	0	0	0
	大型車	1	23.7	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	201	42.5	16	1	45	8	71	52	30	71	5	66	0	27	3	0
	小型車	120	38	-	-	48	15	63	18	17	67	2	30	0	9	1	0
	大型車	15	37	-	-	7	2	8	3	1	8	0	3	0	0	0	0
車道 2	機車	452	43.1	6	7	259	4	349	72	125	328	58	149	0	58	3	0
	小型車	28	40	-	-	15	0	18	0	9	18	4	4	0	3	0	0
	大型車	5	36.2	-	-	1	0	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0
專案 391（B 架次）																	
車道 0	機車	1	0.8	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	小型車	38	15.8	-	-	33	0	33	4	5	33	0	0	0	3	1	0
	大型車	7	14.3	-	-	5	0	5	2	1	5	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	160	30.7	54		78	1	92	86	107	86	3	4	0	24	4	0
	小型車	90	15.5	-	-	40	1	43	35	59	40	5	0	0	6	1	0
	大型車	14	15.8	-	-	5	0	6	4	8	5	1	0	0	0	0	0
車道 2	機車	486	36.8	105	26	195	2	322	60	196	212	85	50	0	112	25	0
	小型車	80	31.9	-	-	24	0	33	7	31	23	14	0	0	9	1	0
	大型車	8	24.4	-	-	2	0	2	1	3	1	2	0	0	1	0	0
專案 392（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道0	機車	32	23.2	5	0	25	0	28	16	7	28	1	0	0	0	0	0
	小型車	51	20.1	-	-	41	2	41	2	13	41	0	0	0	0	0	0
	大型車	20	19.2	-	-	15	0	15	2	5	15	1	0	0	0	0	0
車道1	機車	231	38.8	49	1	83	3	103	74	59	78	6	54	0	48	3	0
	小型車	136	32.8	-	-	61	3	66	28	35	25	1	18	0	12	1	0
	大型車	35	28	-	-	10	0	13	9	10	8	3	1	0	2	0	0
車道2	機車	462	40.1	19	10	256	3	346	64	152	154	52	103	0	80	5	0
	小型車	53	36	-	-	26	1	33	5	14	21	5	11	0	7		0
	大型車	17	34.6	-	-	9	0	13	1	9	8	3	0	0	1	1	0
專案 393（D 架次）																	
車道0	機車	41	32.5	1	0	35	1	36	11	0	36	0	0	0	0	0	0
	小型車	35	27.9	-	-	25	0	25	0	2	24	0	0	0	0	0	0
	大型車	13	19.8	-	-	12	0	12	2	0	12	1	0	0	0	0	0
車道1	機車	154	44.9	6	0	37	1	57	29	23	40	2	57	0	13	4	0
	小型車	112	39.3	-	-	55	2	59	11	16	11	0	23	0	3	1	0
	大型車	26	33.6	-	-	9	0	11	2	9	2	1	1	0	1	0	0
車道2	機車	346	41.9	13	6-	213	6	277	43	93	122	32	97	0	38	13	0
	小型車	30	36.4	-	-	18	0	21	1	10	7	1	7	0	2	0	0
	大型車	12	30.4	-	-	9	1	8	1	7	3	1	0	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-31 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之 TERCRI 統計表

車道	車種	[C4] TERCRI（單位：秒數）							
		專案 390（A 架次）		專案 391（B 架次）		專案 392（C 架次）		專案 393（D 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 0	機車	130	3639.2	108	2570.7	133	2606.3	93	1704.3
	小型車	47	2553.2	43	5913.7	58	2819.3	39	944.1
	大型車	8	381.9	7	691.4	22	417.5	14	359.3
車道 1	機車	320	3536.1	295	5595.1	357	4482.3	238	1654.4
	小型車	125	1748.2	106	5961	144	1992.6	113	1445.1
	大型車	15	34.4	15	366.8	41	23.7	27	297.4
車道 2	機車	480	8698.7	510	9657.9	481	9372.5	356	5867.7
	小型車	29	334.5	81	1021.1	52	752.6	30	396.3
	大型車	6	94.5	8	53.5	19	293.9	12	278.1

表 6.4-32 新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之 THW 事件統計表

車道	車種	[C5] THW（單位：偵測車輛數）							
		專案 390（A 架次）		專案 391（B 架次）		專案 392（C 架次）		專案 393（D 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 0	機車	130	0	108	0	133	0	93	11
	小型車	47	0	43	0	58	0	39	2
	大型車	8	0	7	0	22	0	14	0
車道 1	機車	320	1	295	0	357	0	238	11
	小型車	125	0	106	0	144	0	113	3
	大型車	15	0	15	0	41	0	27	0
車道 2	機車	480	0	510	1	481	0	356	8
	小型車	29	0	81	0	52	0	30	0
	大型車	6	0	8	0	19	0	12	0

九、新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）

此路段的空拍圖如圖 6.4-25 所示，各架次對應專案編號依序為 394~396，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），分析區域如圖 6.4-26、圖 6.4-27 中框選範圍。此路段由 2 車道增加為 3 車道，路段上游車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道、1 條直右車道，下游有 3 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 0）、1 條直行車道（車道 1）、1 條直右車道（車道 2）、左轉專用車道禁行機車。

圖 6.4-25 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之路段底圖

圖 6.4-26 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 全部區域範圍

圖 6.4-27 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 A 部分區域範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-26 偵測區域設定為全部區域，產製此路段四個空拍架次的全部區域分析統計表，其結果如表 6.4-33 所示；另外根據圖 6.4-27 偵測區域設定為部分區域，產製此路段三個空拍架次的部分區域分析統計表，其結果如表 6.4-34 所示；[C4]TERCRI 的結果如表 6.4-35 所示；依據路段下游停止線之橫斷面位置之[C5]THW 的分析結果如表 6.4-36 所示。綜合表 6.4-33 至表 6.4-36 之三個架次的分析結果，可以發現：

(一) 部分區域範圍之平均車速皆有提高，驗證停等範圍受紅燈停等週期之影響。
(二) 車道 1 機車記錄到較多[R1]機車鑽行之偵測車輛數，說明該車道在停等時間時有較多之風險行為。
(三) 車道 2 小型車記錄到許多[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距，此車道之小型車面臨較多駕駛行為風險。
(四) 四個空拍架次皆有偵測到較多機車[V1]超速之事件數，機車相較於其他車輛超速比例高。
(五) 車道 1、車道 2 機車記錄到較多[C1]TTC，此 2 車道機車可能具有較高安全風險。此路段小型車及機車記錄到的[C4]TERCRI 之間的差異與其他路段相比明顯更小。

表 6.4-33 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境A全部區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 394（A 架次）																	
車道0	機車	1	35.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	22	29.6	-	-	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	1	26.6	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	40	30.1	12	0	13	0	14	7	11	13	1	2	0	7	0	0
	小型車	168	40.9	-	-	51	0	95	38	42	21	1	59	0	21	0	0
	大型車	16	38.9	-	-	6	0	10	4	6	2	0	5	0	0	0	0
車道2	機車	116	34.8	25	5	38	0	86	21	57	87	10	39	0	26	4	0
	小型車	101	37.2	-	-	29	0	47	5	23	38	6	27	0	3	4	0
	大型車	12	25.5	-	-	5	0	4	0	0	5	0	4	0	0	0	0
專案 395（B 架次）																	
車道0	機車	4	18.8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	小型車	14	21.4	-	-	4	0	5	1	4	5	0	0	0	0	0	0
	大型車	5	18.9	-	-	2	0	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	53	25.2	12	0	17	0	18	15	26	18	0	4	0	9	2	0
	小型車	185	22.8	-	-	121	3	135	42	98	36	3	26	0	37	5	1
	大型車	21	18.4	-	-	10	0	9	1	13	1	2	4	0	4	0	0
車道2	機車	161	27.2	92	15	80	0	117	35	107	95	15	41	0	72	2	0
	小型車	146	21.7	-	-	88	1	89	4	91	77	45	6	0	20	5	0
	大型車	23	15.6	-	-	13	0	14	0	13	11	3	2	0	2	0	0
專案 396（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道0	機車	3	35.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	22	20.8	-	-	7	1	7	4	3	7	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	17.2	-	-	2	0	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	26	23.3	3	0	10	0	12	8	10	11	0	4	0	4	0	0
	小型車	175	31.2	-	-	73	1	99	22	61	29	0	42	0	18	2	0
	大型車	21	21.9	-	-	11	0	12	8	8	9	0	1	0	2	0	0
車道2	機車	107	31.5	41	6	38	0	83	13	66	81	7	31	0	33	3	0
	小型車	120	31	-	-	46	0	66	12	45	54	8	33	0	9	6	0
	大型車	25	29.8	-	-	9	0	14	1	13	10	2	3	0	2	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-34 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境A部分區域分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 394（A 架次）																	
車道0	機車	1	40.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	22	37.4	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	1	30	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	20	43.8	4	0	6	0	7	5	3	6	0	2	0	1	0	0
	小型車	161	41.1	-	-	51	0	95	38	22	21	0	59	0	16	0	0
	大型車	16	38.9	-	-	6	0	10	4	5	2	0	5	0	0	0	0
車道2	機車	101	43.6	10	5	26	0	85	21	31	79	9	38	0	18	3	0
	小型車	98	39.8	-	-	27	0	47	5	18	37	6	27	0	2	4	0
	大型車	10	35.5	-	-	4	0	4	0	4	5	0	4	0	0	0	0
專案 395（B 架次）																	
車道0	機車	4	19.8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	小型車	14	28.1	-	-	4	0	5	1	3	5	0	0	0	0	0	0
	大型車	5	24.2	-	-	2	0	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0
車道1	機車	32	34.4	7	0	9	0	10	9	16	10	0	2	0	7	2	0
	小型車	182	22.7	-	-	121	3	135	42	94	36	3	26	0	33	2	1
	大型車	21	18.4	-	-	10	0	9	1	13	1	2	4	0	3	0	0
車道2	機車	126	37.5	62	13	56	0	109	35	78	78	15	41	0	68	0	0
	小型車	145	21.5	-	-	88	1	89	4	93	77	45	6	0	16	2	0
	大型車	23	15.5	-	-	13	0	14	0	13	11	3	1	0	2	0	0
專案 396（C 架次）																	

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
車道0	機車	3	38.4	1	0												
	小型車	22	28.8	-	-	7	1	7	4	1	7						
	大型車	4	25.5	-	-	2		2	2	1	2						
車道1	機車	15	36.8	0	0	5		7	4	8	6		4		4		
	小型車	172	33.2	-	-	72	1	99	22	49	29	0	42	0	13	0	0
	大型車	20	21.6	-	-	11	0	12	8	7	9	0	1	0	2	0	0
車道2	機車	89	42.2	25	4	28	0	79	13	44	72	5	31	0	28	1	0
	小型車	120	32.6	-	-	46	0	66	12	36	54	8	33	0	9	3	0
	大型車	25	31.6	-	-	9	0	14	1	12	10	2	3	0	2	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

表 6.4-35 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之 TERCRI 統計表

車道	車種	[C4] TERCRI（單位：秒數）					
		專案 394（A 架次）		專案 395（B 架次）		專案 396（C 架次）	
		車輛數	秒數	車輛數	秒數	車輛數	秒數
車道 0	機車	1	3.4	4	1.8	3	1.8
	小型車	22	104.1	14	88.9	22	225.3
	大型車	1	0	5	278.8	4	47.4
車道 1	機車	40	215.1	53	403.7	26	167
	小型車	168	1045.2	185	3846.6	175	2247.5
	大型車	16	13.9	21	411.8	21	30.3
車道 2	機車	116	760.9	161	2770.2	107	1313.6
	小型車	101	524.7	146	2233.7	120	1148.8
	大型車	12	24.6	23	223.6	25	127.3

表 6.4-36 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之 THW 事件統計表

車道	車種	[C5] THW（單位：偵測車輛數）					
		專案 394（A 架次）		專案 395（B 架次）		專案 396（C 架次）	
		車輛數	偵測數	車輛數	偵測數	車輛數	偵測數
車道 0	機車	1	0	4	0	3	0
	小型車	22	0	14	1	22	0
	大型車	1	0	5	0	4	0
車道 1	機車	40	7	53	19	26	8
	小型車	168	18	185	54	175	47
	大型車	16	1	21	3	21	2
車道 2	機車	116	10	161	78	107	48
	小型車	101	5	146	35	120	21
	大型車	12	0	23	3	25	1

6.4.2 情境 B：左轉車道配置與行車動線

針對左轉車道配置與行車動線分析情境，可以透過本軟體繪製欲分析之偵測區域，偵測區域主要包含路段內側 2 車道接近路口範圍處。以下將對針對每個分析地點，輸出左轉情境偵測區域的分析結果，說明本軟體可產出這些結果。以圖 6.4-29 為例，情境 B 顯示分析範圍包含路段至路口停止線處，因此計算車速相關的樣本包含移動中及等待紅燈之資料，導致平均車速較低、速度變異較大之情況，使用者可在劃設分析範圍時排除路口停等區域即可排除此情況。

今年度的先導測試計畫一共有 9 個路段，後續將依序針對各個路段進行情境 B：左轉鄰近路口車道配置與行車動線分析結果說明呈現。

一、臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-28 所示，各架次對應專案編號 409~412，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO）。此路段共有 6 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉車道（車道 1）、3 條直行車道（車道 2、車道 3、車道 4）、1 條慢車道（車道 5）、1 條右轉車道（車道 6），最內側 2 車道為禁行機車。情境 B 分析區域如圖 6.4-29 中框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 1、車道 2）。

圖 6.4-28 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之路段底圖

圖 6.4-29 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-29 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-37 所示。

綜合表 6.4-37 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 此路段的最內側車道為無偏心設計之左轉專用車道，車道 2 小型車記錄到較多[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距。

(二) 左轉車道配置與行車動線情境下，[C1]TTC 主要記錄在車道 2 小型車上。

表 6.4-37 臺北市北投區承德路六段南向（華固創富中心~福國路）之情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 409（A 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	1	40.8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	50	37.7	-	-	22	0	5	2	16	4	0	33	0	3	0	0
	大型車	2	44.5	-	-	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
專案 410（B 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	8	56.7	-	-	4	0	2	2	0	2	0	7	0	2	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	112	28.3	-	-	92	0	6	4	61	4	1	23	0	15	1	1
	大型車	5	22.7	-	-	3	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0
專案 411（C 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	2	16.2	-	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	27	34.2	-	-	10	0	4	1	10	3	0	14	0	3	0	0
	大型車	2	37	-	-	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
專案 412（D 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	7	31.4	-	-	4	0	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0
	大型車	1	54.2	-	-	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	99	27.6	-	-	54	0	9	1	32	11	0	36	0	5	0	0
	大型車	18	30.8	-	-	8	0	2	0	7	2	0	4	0	1	0	0

備註：各指標單位皆為事件數；本路段因為受到中央分隔島樹木遮蔽，導致車道 1（最內側車道）之偵測車輛數及衝突數量可能比實際低。

二、臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-30 所示，各架次對應專案編號依序為 405~408，分析方向為畫面中右至左之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO）。此路段有 6 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 1）、4 條直行車道（車道 2、車道 3、車道 4、車道 5），下游增設右轉專用車道（車道 6），最內側 2 車道禁行機車。情境 B 分析區域如圖 6.4-31 中框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 1、車道 2）。

圖 6.4-30 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之路段底圖

圖 6.4-31 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-31 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-38 所示。

綜合表 6.4-38 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 車道 2 小型車記錄到較多[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距。

(二) 車道 2 小型車有較多變換車道行為[R7]。

表 6.4-38 臺北市北投區承德路六段北向（雙溪橋~福國路）之情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 405（A 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	46	31.5	-	-	4	0	4	1	8	4	0	0	0	0	0	0
	大型車	1	37.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	2	5.9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	42	29.3	-	-	36	1	33	0	34	37	0	1	0	0	1	0
	大型車	1	38.5	-	-	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
專案 406（B 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	46	31.5	-	-	4	0	4	1	8	4	0	0	0	0	0	0
	大型車	1	37.5	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	2	5.9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	42	29.3	-	-	36	1	33	0	34	37	0	1	0	0	1	0
	大型車	1	38.5	-	-	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
專案 407（C 架次）																	
車道 1	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	30	28	-	-	5	0	5	0	11	5	0	0	0	0	0	0
	大型車	3	28.3	-	-	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	25	26.4	-	-	15	0	21	2	18	23	0	6	0	0	0	0
	大型車	3	29.7	-	-	1	0	3	0	1	3	0	1	0	0	0	0
專案 408（D 架次）																	
車道 1	機車	1	38.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	98	25.5	-	-	4	0	6	2	14	6	0	3	0	1	0	0
	大型車	12	23.5	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	1	43.9	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	小型車	96	21.8	-	-	79	2	87	28	69	88	0	13	0	0	0	0
	大型車	13	27.1	-	-	11	1	11	1	9	9	0	2	0	0	0	0

備註：各指標單位皆為事件數；本路段因為受到中央分隔島樹木遮蔽，導致車道 1（最內側車道）之偵測車輛數及衝突數量可能比實際低。

三、臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-32 所示，各架次對應專案編號依序為 401~404，分析方向為畫面中右至左之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO），分析範圍如圖 6.4-33 中框選範圍。此路段由 2 車道增加至 3 車道，上游鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道、1 條直行車道。至鄰近路口車道配置由內側至外側改分為 1 條左轉專用車道（車道 0）、1 條直行車道（車道 1）、1 條右轉專用車道（車道 2）。情境 B 分析區域如圖 6.4-33 中框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 0、車道 1）。

圖 6.4-32 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之路段底圖

圖 6.4-33 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-33 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-39 所示。

綜合表 6.4-39 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 車道 0、1 皆記錄到較多[R1]機車鑽行、[R3]速度變異、[R4]超車、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距，此兩車道在左轉情境時有部分駕駛行為風險。

(二) 車道 1 觀察到汽機車之間較多[C1]TTC 偵測車輛數，汽機車在左轉情境時有較多衝突風險。

表 6.4-39 臺北市文山區興隆路二段西向（景豐街~景興路）之情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 401（A 架次）																	
車道 0	機車	17	7	7	0	10	0	10	7	10	10	0	0	0	0	0	0
	小型車	54	10.9	-	-	29	3	27	8	30	27	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	14.6	-	-	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	81	21.4	27	0	42	1	47	36	41	48	2	1	0	22	0	0
	小型車	127	20.4	-	-	59	7	61	20	54	77	4	1	0	10	0	0
	大型車	9	16	-	-	6	0	5	2	4	6	0	0	0	0	0	0
專案 402（B 架次）																	
車道 0	機車	2	0.2	0	0	2	0	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0
	小型車	6	14.1	-	-	3	1	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	6	20.4	3	0	2	0	3	1	2	3	0	0	0	1	0	0
	小型車	13	24.4	-	-	5	1	9	6	4	10	0	0	0	0	0	0
	大型車	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
專案 403（C 架次）																	
車道 0	機車	26	5.4	6	0	15	0	15	10	15	15	0	0	0	0	0	0
	小型車	45	10.4	-	-	24	0	23	8	20	23	0	0	0	0	3	0
	大型車	2	9.1	-	-	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	86	16.4	38	0	50	2	49	26	41	50	2	1	0	0	2	0
	小型車	94	20	-	-	58	5	38	16	41	60	3	0	0	0	1	0
	大型車	7	8.3	-	-	5	0	3	2	5	5	0	0	0	0	0	0
專案 404（D 架次）																	
車道 0	機車	38	9.8	13	0	20	0	20	14	18	20	0	0	0	0	0	0
	小型車	38	10.3	-	-	21	1	21	5	16	21	0	0	0	0	2	0
	大型車	3	9	-	-	2	0	2	2	2	2	1	0	0	0	1	0
車道 1	機車	94	22.7	21	0	31	6	38	25	36	34	0	6	0	22	3	0
	小型車	83	18.6	-	-	47	5	34	14	45	53	6	5	0	3	0	0
	大型車	10	22.9	-	-	4	1	5	0	2	8	0	0	0	2	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

四、新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-34 所示，各架次對應專案編號依序為 397~400，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO）。此路段有 3 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 2 條直行車道（車道 1、2）、1 條右轉專用車道（車道 3），最內側 1 車道禁行機車且僅限公車可左轉。情境 B 分析區域如圖 6.4-35 中框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 1、車道 2）。

圖 6.4-34 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之路段底圖

圖 6.4-35 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-35 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-40 所示。

綜合表 6.4-40 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 車道 2 機車及小型車都記錄到許多[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距的行為。

(二) 車道 2 有較多[R1]機車鑽行行為。

(三) 車道 2 上的車輛有較多 [R7]變換車道次數之車輛駕駛行為。

(四) 此路段在左轉情境下[C1]TTC 有明顯較多紀錄。

(五) 從行為觀察中，由於內側車道僅供公車左轉。內側車道公車等待左轉，影響後方直行車無法通行。

(六) 公車後方直行車輛跨雙白線向右變換至中間車道，與中間車道直行車輛造成衝突，同時導致通行效率大幅下降。

(七) 中間及外側車道之機車鑽行於受影響車輛，鑽行速度門檻：低於 15kph。

表 6.4-40 新北市新店區北新路三段南向（順安街~民權路）之情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 397（A 架次）																	
車道 1	機車	267	39.5	12	0	2	2	6	2	7	3	1	7	0	7	1	0
	小型車	186	34	-	-	31	4	26	11	21	15	0	58	0	10	1	0
	大型車	23	26.8	-	-	2	1	1	1	3	1	0	0	0	1	0	0
車道 2	機車	356	32.8	113	9	160	7	234	34	191	174	36	76	0	143	3	0
	小型車	113	27.3	-	-	66	5	42	19	47	40	19	11	0	14	0	0
	大型車	27	27.1	-	-	8	0	8	4	15	10	4	0	0	1	0	0
專案 398（B 架次）																	
車道 1	機車	305	38.6	8	0	9	1	9	3	8	12	0	7	0	5	0	0
	小型車	233	33.3	-	-	41	3	22	10	23	31	0	52	0	6	0	0
	大型車	25	28.4	-	-	3	2	0	0	2	1	0	5	0	2	0	0
車道 2	機車	400	32.4	143	11	166	15	215	30	219	245	32	74	0	140	8	0
	小型車	160	27.5	-	-	74	18	54	18	67	89	25	7	0	24	1	0
	大型車	26	21.5	-	-	13	1	7	5	14	10	2	0	0	4	1	0
專案 399（C 架次）																	
車道 1	機車	221	36.4	7	0	4	1	9	2	17	9	0	4	0	13	0	0
	小型車	208	30.6	-	-	42	1	32	17	33	22	1	35	0	9	0	0
	大型車	29	21.5	-	-	10	0	8	5	5	6	2	1	0	1	0	1
車道 2	機車	313	29.1	122	14	153	15	201	20	194	163	53	40	0	139	5	0
	小型車	140	26.4	-	-	55	12	43	11	61	42	23	9	0	19	0	0
	大型車	27	23.2	-	-	10	3	9	6	14	11	5	0	0	4	0	0
專案 400（D 架次）																	
車道 1	機車	162	36.9	9	0	3	0	6	3	15	6	0	4	0	13	0	0
	小型車	212	29.6	-	-	54	1	18	3	34	5	0	32	0	7	0	0
	大型車	37	21.2	-	-	12	1	10	6	4	8	0	3	0	1	0	0
車道 2	機車	277	28.8	88	3	127	2	157	14	160	137	21	54	0	100	7	0
	小型車	142	24.7	-	-	58	6	39	9	63	41	10	6	0	11	2	0
	大型車	36	20.4	-	-	16	3	14	9	23	17	4	3	0	6	2	0

備註：各指標單位皆為事件數。

五、新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）

此路段的空拍圖如圖 6.4-36 所示，各架次對應專案編號依序為 413~416，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），此路段有 3 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道（車道 1）、2 條直行車道（車道 2、車道 3），最內側車道 1 為禁行機車。情境 B 分析區域如圖 6.4-37 中框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 1、車道 2）。

圖 6.4-36 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖

圖 6.4-37 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之路段底圖

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-37 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-41 所示。

綜合表 6.4-41 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 因車道 1 禁行機車，[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距行為主要記錄在車道 2 機車上。

(二) 車道 1 小型車、車道 2 機車與小型車記錄到較多[R7]變換車道行為。

(三) 從行為觀察中，部分直行車輛行駛於車道線上，接近路口下游會有直接較大幅度橫向移動及變換車道。

表 6.4-41 新北市新店區北新路一段南向（中正路~北新路一段 96 巷）之情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 413（A 架次）																	
車道 1	機車	11	60.9	0	0	2	0	4	3	1	4	0	4	0	0	0	0
	小型車	45	42.9	-	-	17	1	18	5	4	39	0	25	0	1	0	0
	大型車	11	44.8	-	-	6	0	4	1	1	10	0	6	0	1	0	0
車道 2	機車	77	48.4	6	0	13	3	33	5	17	61	3	40	0	24	1	0
	小型車	52	37.6	-	-	23	2	18	3	11	44	0	16	0	2	0	0
	大型車	42	39.4	-	-	11	8	12	1	14	39	0	8	0	2	0	0
專案 414（B 架次）																	
車道 1	機車	18	60.1	0	0	1	0	6	2	0	7	0	7	0	2	0	0
	小型車	55	43.4	-	-	22	1	30	9	1	53	0	34	0	8	0	0
	大型車	2	33	-	-	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
車道 2	機車	119	51.9	3	2	20	7	66	9	41	106	13	75	0	39	1	0
	小型車	70	37	-	-	20	14	20	3	19	58	4	18	0	3	1	0
	大型車	30	40.6	-	-	5	3	5	0	11	26	0	7	0	0	0	0
專案 415（C 架次）																	
車道 1	機車	20	55.6	1	0	4	0	6	2	0	7	0	7	0	1	0	0
	小型車	60	41.8	-	-	22	3	24	10	2	54	0	28	0	2	0	0
	大型車	4	48	-	-	1	0	3	1	0	4	0	2	0	0	0	0
車道 2	機車	107	44.3	6	0	24	7	53	7	34	73	3	39	0	25	0	0
	小型車	71	35	-	-	30	11	18	5	28	62	1	16	0	4	1	0
	大型車	36	36.3	-	-	9	5	10	1	16	34	0	3	0	3	0	0
專案 416（D 架次）																	
車道 1	機車	11	59.1	0	0	0	0	2	1	1	4	0	8	0	1	0	0
	小型車	54	32.8	-	-	31	2	23	9	8	49	0	17	0	5	0	0
	大型車	1	48.7	-	-	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
車道 2	機車	117	46.2	6	0	12	3	51	12	37	69	5	34	0	43	1	0
	小型車	71	35.2	-	-	24	6	23	2	19	59	4	11	0	5	0	0
	大型車	37	30.9	-	-	12	8	13	0	18	35	0	1	0	5	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

六、新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-38 所示，各架次對應專案編號依序為 417~420，分析方向為畫面中左至右之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO），此此路段有 3 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 1）、1 條直行車道（車道 2）、1 條直右車道（車道 3），最內側車道 1 為禁行機車。情境 B 分析區域如圖 6.4-39 中框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 1、車道 2）。

圖 6.4-38 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之路段底圖

圖 6.4-39 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-39 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-42 所示。

綜合表 6.4-42 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) [R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距、[C1]TTC 等記錄主要在車道 2 小型車上。

(二) 此路段記錄到較多[R7]變換車道次數之行為。

(三) 空拍影片觀察，在路口有大車輛停等時，機車於左轉專用車道（禁行機車道）及直行車道之間多次變換車道行駛後，鑽行停等車輛進入機車停等區。

表 6.4-42 新北市新店區北新路一段北向（北新路一段 96 巷~中正路）情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 417（A 架次）																	
車道 1	機車	2	75.5	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0
	小型車	48	8.6	-	-	42	2	9	1	32	42	0	4	0	1	0	0
	大型車	21	10.4	-	-	15	0	5	2	14	14	0	0	0	1	0	1
車道 2	機車	120	30.5	51	1	48	2	75	8	56	81	2	45	0	39	0	0
	小型車	88	23.9	-	-	51	15	47	1	56	79	0	26	0	10	2	0
	大型車	26	17.2	-	-	14	4	14	2	17	18	0	4	0	6	1	3
專案 418（B 架次）																	
車道 1	機車	8	22	3	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	1	1	0
	小型車	48	9.4	-	-	43	1	29	5	35	44	0	2	0	6	0	0
	大型車	15	4.6	-	-	14	0	10	0	8	14	1	1	0	0	0	0
車道 2	機車	95	20.8	51	5	68	5	76	10	63	76	5	23	0	41	3	0
	小型車	129	18.9	-	-	107	24	100	4	112	120	38	17	0	17	2	0
	大型車	15	18	-	-	12	3	11	1	14	13	1	0	0	2	0	0
專案 419（C 架次）																	
車道 1	機車	23	33.2	3	0	5	0	8	7	6	8	0	5	0	7	0	0
	小型車	78	5.1	-	-	72	5	23	3	67	71	1	1	0	3	1	0
	大型車	11	4.5	-	-	10	1	4	0	10	9	1	0	0	0	0	0
車道 2	機車	128	14.4	66	1	68	4	67	12	88	70	8	4	0	48	6	0
	小型車	152	18.3	-	-	129	14	84	1	131	129	16	1	0	18	7	0
	大型車	23	20.4	-	-	19	3	17	0	21	19	0	0	0	4	0	0
專案 420（D 架次）																	
車道 1	機車	24	29.4	7	0	3	0	5	3	5	5	1	5	0	6	1	0
	小型車	57	4.2	-	-	53	1	30	1	55	52	1	2	0	3	0	0
	大型車	14	4	-	-	11	0	9	1	10	9	0	0	0	0	0	0
車道 2	機車	131	17.8	65	0	67	6	69	17	61	72	6	11	0	56	1	1
	小型車	139	19.2	-	-	116	21	81	0	107	127	8	12	0	13	6	1
	大型車	18	20.4	-	-	13	5	10	2	15	13	1	2	0	2	2	0

備註：各指標單位皆為事件數。

七、新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）

此路段的空拍圖如圖 6.4-40 所示，各架次對應專案編號依序為 386~389，分析方向為畫面中左至右之車流（C 方向至 A 方向，CI-AO），此路段由 3 車道增加為 4 車道，路段上游車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道、1 條直行車道、1 條慢車道，下游鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 0）、2 條直行車道（車道 1、車道 2）、1 條機車左轉待轉車道（車道 3），左轉專用車道禁行機車。情境 B 分析區域如圖 6.4-41 中框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 0、車道 1）。

圖 6.4-40 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之路段底圖

圖 6.4-41 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-41 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-43 所示。

綜合表 6.4-43 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 左轉專用車道（車道 0），明顯記錄到較少風險行為及交通衝突。

(二) 車道 1 小型車與機車皆記錄到許多[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距等行為。

(三) 從空拍影片中觀察，當車道 1 停等車輛超過 6 輛時，會阻擋欲進入左轉專用車道（車道 0）之車流。

表 6.4-43 新北市新店區北新路一段北向（新生街~中華路）情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 386（A 架次）																	
車道 0	機車	1	31.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	19	11.3	-	-	13	0	12	2	13	12	0	0	0	0	0	0
	大型車	3	17.4	-	-	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	70	45.5	11	0	13	0	36	12	12	28	1	33	0	0	8	0
	小型車	102	37.3	-	-	18	4	50	13	19	35	1	28	0	0	6	0
	大型車	16	32.3	-	-	8	0	6	5	4	6	0	5	0	0	2	0
專案 387（B 架次）																	
車道 0	機車	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	25	10.1	-	-	15	0	15	6	17	15	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	2.3	-	-	4	0	4	1	3	4	0	0	0	0	1	0
車道 1	機車	166	39.2	33	5	50	1	82	56	47	49	8	39	0	52	17	0
	小型車	170	31.5	-	-	84	5	114	47	51	49	1	29	0	23	8	0
	大型車	23	31	-	-	9	1	12	6	6	7	1	3	0	4	2	0
專案 388（C 架次）																	
車道 0	機車	2	21.5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	34	19	-	-	26	2	26	8	27	26	0	0	0	0	0	0
	大型車	5	13.7	-	-	4	0	4	2	4	4	0	0	0	0	2	0
車道 1	機車	234	31	105	7	91	6	120	89	99	125	32	43	0	99	29	0
	小型車	209	26.3	-	-	120	19	135	51	89	155	12	12	0	35	10	0
	大型車	22	25.5	-	-	10	4	12	3	9	12	4	4	0	3	1	0
專案 389（D 架次）																	
車道 0	機車	7	28.2	4	0	4	0	4	4	2	4	0	0	0	0	1	0
	小型車	25	5.7	-	-	21	0	20	5	18	20	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	4.5	-	-	3	0	3	1	4	3	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	241	29.3	97	16	93	7	120	72	86	123	34	21	0	96	18	0
	小型車	200	22.8	-	-	110	10	118	37	97	135	14	7	0	51	10	0
	大型車	16	23.7	-	-	9	1	9	6	3	10	1	0	0	6	1	0

備註：各指標單位皆為事件數。

八、新北市板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）

此路段的空拍圖如圖 6.4-42 示，各架次對應專案編號依序為 390~393，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），此路段由 2 車道增加為 3 車道，路段上游車道配置由內側至外側分別為 2 條直行車道，下游鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉車道（車道 0）、1 條直行車道（車道 1）、1 條直右車道（車道 2）。情境 B 分析區域如圖 6.4-43 框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 0、車道 1）。

圖 6.4-42 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之路段底圖

圖 6.4-43 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-43 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-44 所示。

綜合表 6.4-44 之四個架次的分析結果，可以發現：

(一) 在無禁行機車及左轉專用道設計的路段，左轉專用道（車道 0）上記錄到較多[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距等行為。

(二) 此路段有較多[R1]機車鑽行的行為。

表 6.4-44 板橋區館前西路東向（板城路~南雅西路一段）之情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 390（A 架次）																	
車道 0	機車	130	15	70	8	88	8	90	50	71	90	18	3	0	0	2	0
	小型車	47	10	-	-	38	6	38	2	36	38	5	0	0	0	0	0
	大型車	8	12.3	-	-	6	2	6	0	6	6	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	242	30	70	1	64	19	90	68	75	90	7	32	0	61	2	1
	小型車	116	28.2	-	-	50	16	65	20	49	69	7	9	0	16	2	0
	大型車	15	27.9	-	-	7	4	8	3	6	8	1	2	0	3	0	0
專案 391（B 架次）																	
車道 0	機車	108	14.5	33	7	48	1	43	41	70	43	13	0	0	37	2	0
	小型車	43	3.9	-	-	38	2	37	4	38	37	1	0	0	8	3	0
	大型車	7	4.3	-	-	5	0	5	2	6	5	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	261	18.5	137	0	103	1	115	104	118	108	27	3	0	76	3	0
	小型車	104	17.4	-	-	47	2	49	41	52	46	5	1	0	16	1	0
	大型車	15	17.2	-	-	6	1	7	5	7	6	0	0	0	0		0
專案 392（C 架次）																	
車道 0	機車	133	14	52	5	83	3	83	61	79	85	13	0	0	0	2	0
	小型車	58	9	-	-	46	6	45	2	45	45	7	0	0	0	0	0
	大型車	22	10.5	-	-	17	2	17	2	18	16	3	0	0	0	0	0
車道 1	機車	318	25.8	130	2	112	3	132	95	135	107	24	17	0	92	3	0
	小型車	134	27.3	-	-	62	3	67	29	52	26	7	6	0	19	1	0
	大型車	38	24.7	-	-	10	0	13	9	9	8	2	0	0	3	0	0
專案 393（D 架次）																	
車道 0	機車	93	13.9	45	1	60	2	62	29	57	61	3	3	0	0	1	93
	小型車	39	12	-	-	27	2	27	0	21	26	1	0	0	0	0	39
	大型車	14	6.1	-	-	13	0	13	2	6	13	1	0	0	0	0	14
車道 1	機車	203	29	56	0	52	0	72	39	52	55	3	24	0	34	2	203
	小型車	112	25.6	-	-	56	4	60	12	53	12	4	10	0	11	1	112
	大型車	27	23.1	-	-	9	1	11	2	17	2	2	0	0	4	0	27

備註：各指標單位皆為事件數。

九、新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）

此路段的空拍圖如圖 6.4-44 所示，各架次對應專案編號依序為 394~396，分析方向為畫面中左至右之車流（A 方向至 C 方向，AI-CO），此路段由 2 車道增加為 3 車道，路段上游車道配置由內側至外側分別為 1 條左直車道、1 條直右車道，下游有 3 個車道，鄰近路口車道配置由內側至外側分別為 1 條左轉專用車道（車道 0）、1 條直行車道（車道 1）、1 條直右車道（車道 2）、左轉專用車道禁行機車。情境 B 分析區域如圖 6.4-45 框選範圍，主要分析最內側之 2 車道（車道 0、車道 1）。

圖 6.4-44 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之路段底圖

圖 6.4-45 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 B 左轉情境範圍

透過交通衝突分析平台，根據圖 6.4-45 偵測區域的繪製框選臨近路口之內側 2 車道，產製此路段偵測區域四個空拍架次的左轉情境分析統計表，其結果如表 6.4-45 所示。

綜合表 6.4-45 之三個架次的分析結果，可以發現：

(一) 左轉專用車道（車道 0）上較少記錄到危險行為或交通衝突。

(二) 車道 1 車輛記錄到較多[R3]速度變異、 [R5]橫向偏移、[R6]橫向間距。

表 6.4-45 新北市林口區中山路東南向（民享路~文化一路二段）之情境 B 分析統計表

車道	車種	車輛數	平均車速（kph）	[R1] 機車鑽行	[R2] 機車併行	[R3] 速度變異	[R4] 超車	[R5] 橫向偏移-幅度	[R5] 橫向偏移-變異	[R6] 橫向間距	[R7] 變換車道次數	[R8] 同車道超越	[V1] 超速	[V2] 逆向超車	[C1] TTC	[C2] PET	[C3] 急減速
專案 394（A 架次）																	
車道 0	機車	1	35.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	22	29.6	-	-	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	大型車	1	26.6	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	17	37.3	6	0	5	0	6	5	9	5	0	4	0	4	0	0
	小型車	149	40.2	-	-	51	0	95	38	34	21	1	56	0	13	0	0
	大型車	15	37.8	-	-	6	0	10	4	6	2	0	6	0	0	0	0
專案 395（B 架次）																	
車道 0	機車	4	18.7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	小型車	14	21.4	-	-	4	0	5	1	5	5	0	0	0	0	0	0
	大型車	5	18.9	-	-	2	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	52	25.3	21	0	17	0	18	15	30	18	0	9	0	13	2	0
	小型車	177	22.4	-	-	121	3	135	42	88	36	3	19	0	29	3	1
	大型車	21	18.4	-	-	10	0	9	1	12	1	2	3	0	4	0	0
專案 396（C 架次）																	
車道 0	機車	3	35.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型車	22	20.8	-	-	7	1	7	4	3	7	0	0	0	0	0	0
	大型車	4	17.2	-	-	2	0	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0
車道 1	機車	26	22.7	6	0	10	0	12	8	11	11	0	4	0	5	0	0
	小型車	166	29.8	-	-	73	0	99	22	57	29	0	33	0	16	0	0
	大型車	20	20.4	-	-	11	0	12	8	9	9	0	1	0	2	0	0

備註：各指標單位皆為事件數。

6.5 小結

於先導測試計畫中，本研究已達到以下幾點目標：

一、 本年度開發之交通安全應用情境分別為汽機車混流衝突、左轉車道配置與行車動線，提出交通風險的評估指標3大類共15項：具風險之駕駛及用路行為(R)指標共 8 項、違規行為 (V)指標共 2 項、以及交通衝突 (C)指標共 5 項，並利用車流軌跡及分析人員於分析軟體中輸入之參數設定資料，以程式自動計算分析項目，並輸出指標統計及圖表。

二、 情境 A 汽機車混流衝突發生位置於路段上不同斷面、車道位置，汽車與機車之體積及性能不同，機車常有偏移、鑽車、超車之行為，同時導致車流亂度增加，增加汽車與機車之混流情況，影響交通安全。測試場域方面，包括多樣性的路型情境（交通管制措施、車道配置等），涵蓋內側有無禁行機車、不同之車道寬、外側有無慢車道的情況，在交通分析軟體中可以劃設特定之範圍與進出判斷線，得到相對應之結果。

三、 情境 B 左轉車道配置與行車動線，是探討左轉車道設計對內側車道上游與其相鄰車道的車流效率與安全性，如無妥適的設計，會增加左轉車與直行車產生擦撞或側撞的事故風險。測試場域方面，考量多種左轉車道配置如左轉專用車道、左直混合車道、左轉車道有無附加車道或偏心設計之情況，在交通分析軟體中可以劃設特定左轉車道之範圍與進出判斷線，得到相對應之結果。

四、 情境 A 汽機車混流衝突分析 9 處路段，其中涵蓋路段總車道數由三車道至六車道不等，並以全部區域範圍分析路段上汽機車混流衝突；部分區域範圍扣除停等區範圍，減少因紅燈週期停等車輛的分析結果。透過單一路段不同專案下的行為觀察，了解在汽機車混流情境中，包含具風險之駕駛及用路行為(R)、違規行為 (V)指標、以及交通衝突 (C)指標之輸出結果數量與對應路段之觀察結果之交互參照。

五、 情境 B 左轉車道配置與行車動線分析 9 處路段，其中分析範圍僅在左轉專用車道、左直車道與相鄰車道之間，由於劃設範圍包含停等範圍，因此需考量不同左轉車道配置所帶來的觀察結

果影響。透過左轉車道配置在不同專案下的行為觀察，了解在左轉車道配置與行車動線情境中，包含具風險之駕駛及用路行為(R)指標、違規行為 (V)指標、以及交通衝突 (C)指標之輸出結果數量與對應路段之觀察結果之交互參照。

六、 本研究完成與合作機關(公路局、臺北市交通管制工程處、新北市交通局)進行回饋會議並交流分析結果，以利合作機關了解在轄管路段之問題發現及其改善建議。

本研究於先導測試之開發與分析過程中遇到的困難與挑戰之總結茲說明如下，供未來研究參考：

一、 在汽機車混流衝突與左轉車道配置與行車動線兩情境之分析過程中，有部分路段現場路側或路口處有路樹，無法觀察被遮蔽之車流導致分析結果受限，而調查前已運用 Google 街景圖確認時並未有發現，可能因素為 Google 街景圖為不定時更新，相關圖資可能與現場調查情況有所落差。建議未來使用單位在選定路段地點時加以確認拍攝的可行性，如有必要可先到現場進行場勘。

二、 本研究在情境 B 中排除下游路口禁止左轉之路段（或限時禁左之時段），僅專案 397~400 未納入排除條件，因該路段開放公車可左轉，在行為觀察階段中發現左轉公車在等待左轉時，影響後方直行車流的通行。未來在篩選路段時，應請機關提供下游路口之號誌及交通管制措施資訊。

歸納過去歷年路口交通衝突研究與先導測試計畫之設計與執行經驗，本研究與地方機關及公路局合作，進行拍攝路段挑選，並將分析結果回饋至合作機關進行路段安全評估與改善，本(113)年度針對「汽機車混合車流」、「左轉車道配置與行車動線」共兩個應用情境分別評估，明(114)年會針對「公車進出站衝突」、「路外設施進出車流衝突」進行探討。鑒於平台的 UI 設計更新，交通情境分析可透過自定義人車流動資訊及路段判斷範圍、判斷線劃設，於交通衝突分析平台進行輸入與輸出，可發現應用情境路段在不同範圍及斷面中潛在的風險，提供道路管轄單位於改善路口時的參考改善建議，並可結合事故碰撞構圖等傳統之分析工具一同參考，提升路段之交通安全。

第七章 易肇事地點分析

本章將敘述易肇事地點的分析項目，以及本（113）年度的 2 個易肇事路口的分析過程及結果，從路口的篩選、拍攝規劃、拍攝結果（畫面），到後續運用本研究開發之軟體核心及既有分析功能，包含衝突分析、車流軌跡、速度熱區圖，對易肇事路口的交通問題進行分析。

7.1 分析項目

以下說明運用軟體對路口進行分析及檢查的基本項目及程序，先以基本功能進行分析，包括交通衝突分析（衝突事件表、衝突統計、衝突熱點圖）檢視路口衝突熱區，運用車流軌跡、速率熱區圖等功能將衝突事件的可能原因視覺化，並檢查路口待轉區、號誌時相、標線劃設等的合理性。而軟體中具有點擊畫面中的衝突點去播放衝突事件影片之功能，可讓分析以互動性的方式進一步調閱衝突事件的資料，協助分析人員能快速確認衝突事件其背後之原因，並對路口的交通問題有更進一步的了解。如分析地點符合 110 至 112 年先導測試計畫之應用情境，則會採用對應之進階功能進行分析。

目前的分析工具中已有 10 項分析功能，包含(1)衝突點密集的區域、(2)車流軌跡的合理性、(3)超速情形分布、(4)待轉區溢出情形、(5)標線及空間使用的合理性、(6)機會左轉、(7)路口穿越衝突、(8)右轉衝突、(9)非號誌化路口停讓衝突、(10)人車衝突，各項的詳細說明及採用的軟體功能如表 7.1-1 所示。前 5 項屬於基本功能、後 5 項屬於進階功能。基本功能僅針對衝突事件、軌跡資料、速率等項目進行分析，不需要使用者提供額外輸入設定；進階分析功能以先導測試計畫針對路口中所特定交通風險或路口幾何型態進行分析，需要針對各功能進行額外設定。基本功能適用在所有路口或路段，進階分析功能只適用在特定路口或路段。

未來亦會隨軟體功能新增或升級而增加可分析項目。本研究將會運用適用的分析功能對易肇事地點影像及車流軌跡資料進行分析。

表 7.1-1 分析項目及功能說明

編號	分析項目	內容說明	軟體功能	參數設定及分析內容
1	衝突點密集的區域	以視覺化方式檢視衝突點在路口區域的空間分布	衝突熱點 TTC/PET	建議採用 TTC 圖，並將 TTC、PET 的數值範圍設定是上限設定為 5 秒、最大速度及相對車速之下限設定為 5kph 或 10 kph。如圖中的衝突點太密集影響判讀，建議可以將低風險的(綠色)衝突點予以排除。可進一步針對特定議題，選擇希望呈現之衝突型態、車輛類別、車流方向。 另外，分析人員可由軟體中點擊衝突熱點圖中的衝突點，觀看衝突事件發生時的前後 10 秒影片，檢查衝突行為及原因。
2	車流軌跡的合理性	以視覺化方式檢視不同車種在路口中的車流軌跡是否具有合理性	路口軌跡	建議分別產生 4 個入口方向、每個方向含左轉、直行、右轉的軌跡圖。另車種可依機車、四輪或以上車輛至少兩類。
3	超速情形	檢查路口中的車流是否有超速的情況，並以視覺化方式檢視超速車流於路口中的位置分布及行進方向	路口車速與數量分布、速度熱區圖	運用車流特性之路口車速與數量分布功能，可檢視直行車流的車速分布。 再運用速度熱區圖，檢視超速車流的空間分布。假設速限為 50 km/h，可將速度區間設定為 50km/h 至 100km/h。
4	待轉區溢出情形	機車待轉區容易因轉彎的機車數量多，超出待轉區所能容納的數量而溢出待轉區，影響其他車輛的行駛動線及行人穿越道	速度熱區圖、路口軌跡	運用速度熱區圖功能，將車種設定為機車、設定範圍設定為 0km/h 至 3km/h，可顯示機車停等時的覆蓋範圍，是否有大幅度的溢出待轉區。 另外，可運用路口軌跡功能，將機車進行兩段左轉的動線視覺化，可進一步確認機車溢出的情況以及是否有導致動線不佳（如進入行穿線）的情況。
5	標線及空間使用的綜合性檢查	標線劃設及空間分配會影響路口整體車流動線順暢度，逐一檢視路口中的標線、車道配置、號誌時相等是否有不合理的情況	路口軌跡、速度熱區圖、路口底圖	運用分析項目 1～4 之技巧進行綜合性的分析，針對路口中可能有不合理的區域進一步探討路口是否存在不合理的情況（如路口上下游車道對應不明確、路口上下游之車道數減少及不對齊、車輛未依路口導引線左轉彎、機車兩段式左轉動線不佳等問題），並進行合理性檢查。

(續下頁)

編號	分析項目	內容說明	軟體功能	參數設定及分析內容
				分析人員更可以利用軟體中的空拍底圖，清楚的呈現路口的幾何及標線的情形。
6	機會左轉	車輛於無左轉保護時相左轉時，會受到對向直行車的車流狀況影響，產生機會左轉之情形	110 年先導測試計畫：機會左轉； 112 年先導測試計畫：機會左轉（進階）	設定路口每個方向之停止線與出口線位置、劃設路口中央區域範圍、並標註車道數及車道位置及其屬性、確認號誌時相表設定正確與否，即可進行機會左轉分析；另外額外設定車道線、變換車道判斷線、路口區域的虛擬車道線後，即可進行機會左轉（進階）分析。分析內容主要包含未達路口中心左轉比例、清道時間結束後無法通過路口、左轉車造成其他車輛變換車道或繞行等項目。
7	路口穿越衝突	因車輛搶黃燈、闖紅燈、或綠燈未亮前起步、或因清道時間秒數不足，導致與橫向來車發生之穿越衝突，對應之碰撞型態為交岔撞	110 年先導測試計畫：路口穿越衝突	設定路口每個方向之停止線與出口線位置、劃設路口中央區域範圍、並標註車道數及車道位置及其屬性、確認號誌時相表設定正確與否，即可進行穿越衝突分析。分析內容主要包含燈號轉換期間通過路口比例、清道時間結束後無法通過路口、闖紅燈等項目。
8	右轉衝突	在靠近停止線處，右轉車輛未靠右行駛，與直行車流發生衝突，對應肇事型態主要為右轉側撞	111 年先導測試計畫：右轉衝突	設定路口分析方向之道路邊緣線位置、車道線位置、停止線位置、停止線上游範圍、停止線下游範圍並標註車道數及車道位置及其屬性，即可進行右轉衝突分析。分析內容主要包含直行車輛未遠離右側、右轉車輛未靠右、右轉車與直行車衝突等項目。
9	非號誌化路口停讓衝突	在非號誌化路口，車輛未依規定停讓，而導致交岔路口中發生之衝突，對應肇事型態主要為交岔撞	111 年先導測試計畫：非號誌化路口停讓衝突	設定路口每個方向之判斷線、閃光號誌資訊、標誌(線)停慢讓資訊、幹(支)線道資訊，即可進行非號誌化路口停讓衝突分析。分析內容主要包含車輛未慢速通過、支線道未禮讓優先道先行、轉彎車未禮讓直行車先行、左方車未禮讓右方車先行等項目。
10	人車衝突	在路口行人穿越道線附近，車輛	112 年先導測試計	設定路口每個方向之停止線與出口線位置、並標註車道數及車道位置

(續下頁)

編號	分析項目	內容說明	軟體功能	參數設定及分析內容
		未優先禮讓行人通過路口而產生之衝突	畫：人車衝突	及其屬性、確認車輛與行人號誌時相表設定正確與否、路口中行人穿越道範圍與庇護島區域，即可進行人車衝突分析。分析內容主要包含車輛接觸行穿線時角度、轉向車輛未停讓行人、車輛與行人衝突等項目。 人車衝突分析需採用不同的空拍方案，無人機拍攝高度在 60 公尺。

7.2 易肇事地點篩選

易肇事路口的篩選方面，本研究透過於專家學者座談會後發出之問卷詢問道路管養機關是否有意願合作進行易肇事地點分析，並請道路管養機關回填可合作的易肇事地點。後續將機關回填問卷的結果進行盤點整理，提供單位包含桃園市 2 處、臺南市 3 處、新北市 1 處、公路局 2 處、本研究另尋 1 處（臺中市），共有 9 處易肇事路口，詳細清單如表 7.2-1 所示。同時考量無人機飛行拍攝的容易度及合適度、符合分析條件、機關改善工程進度規劃等因素，編號 2 至編號 5 路口因位於機場禁限航區不納入考慮、編號 1 則因機關已進行部分的路口改善工程而排除；編號 8 與編號 9 路口雖位於限航區但附近 100 公尺內有高樓，較為容易執行拍攝；編號 6 與編號 7 路口則為相鄰兩路口。因此本研究經過多項因素權衡後，挑選編號 7 與編號 8 路口做為本（113）年度易肇事路口分析之地點：(1)新北市新莊區中正路、新泰路，(2)桃園市中壢區中華路一段、成功路。

表 7.2-1 易肇事地點候選清單與挑選地點

編號	是否執行	提供單位	縣市	鄉鎮市區	路口名稱	路口型態	空域類型	肇事事件數*
1	X	桃園市	桃園市	平鎮區	中豐路與延平路口	四岔、斜交	可飛行綠區	74
2	X	桃園市	桃園市	龍潭區	北龍路神龍路聖亭路龍元路口	五岔	禁航區(龍潭機場)**	49
3	X	臺南市	臺南市	永康區	中央路中華路口	五岔	限航區(臺南機場)**	145
4	X	臺南市	臺南市	永康區	中正南路中央路小北路口	四岔、斜交	限航區(臺南機場)**	60
5	X	臺南市	臺南市	北區	海安路三段臨安路二段公園南路	五岔	禁航區(臺南機場)**	81
6	備用	公路局	桃園市	中壢區	中華路一段興仁路一段口	四岔	可飛行綠區	53
7	V	公路局	桃園市	中壢區	中華路一段成功路口	三岔(T字)	可飛行綠區	76
8	V	新北市	新北市	新莊區	中正路與新泰路口	四岔、斜交	限航區***	40
9	備用	臺中市	臺中市	南屯區	向上路五段忠勇路口	四岔、斜交	限航區*** (臺中清泉崗機場)	38

* 透過道安資訊網蒐羅110年1月~112年12月白天的路口肇事件數。
** 排除空域類型屬於機場之限禁航區；其他空域之限航區可飛60公尺，檢視拍攝範圍是否能涵蓋路口。
*** 路口8 位於限航區，附近有100公尺高的大樓，飛行高度可在100公尺或以下。

7.3 案例一：新北市新莊區中正路新泰路口

7.3.1 基本資料

此路口位於新北市新莊區，南北向（B-D）為新泰路，東西向（A-C）為中正路，路口的空拍圖如圖 7.3-1 所示。新泰路南向車道配置為 2 車道；新泰路北向車道配置為 1 車道；中正路東西向的出入口皆為 2 車道，詳細路口幾何配置可參考表 7.3-1。本研究參考過去路口之肇事熱時時段，選定上午 7:30 至 9:30 進行拍攝作業，空拍架次共為 4 架次，A 架次拍攝時間為上午 7:30，共記錄 21 分鐘空拍資料；B 架次拍攝時間為上午 7:55，共記錄 23 分鐘空拍資料；C 架次拍攝時間為上午 8:33，共記錄 22 分鐘空拍資料；D 架次拍攝時間為上午 9:13，共記錄 18 分鐘空拍資料。拍攝期間之號誌時相表如圖 7.3-2所示，五時相號誌路口（含行人專用時相），東向採用具有左轉保護時向之五燈式號誌，其他方向皆採用三燈式號誌。

以各車種的組成與轉向量會影響路口整體車流的互動情形，表 7.3-2 顯示空拍蒐集一小時之轉向交通量表，PCU 之轉換可參考圖 7.3-3，可發現此路口組成以汽機車為主，而機車在四方向皆佔大比例，約 4%的比例為貨車及大客車，觀測時間內並無自行車及聯結車。而 AB、AC、BA、CA 方向有一些大客車，AB 方向大客車數量相較於其他三方向左轉大客車數量為多、BC 左轉方向的機車數量相較於

BD 直行車輛數為多，後續分析發現該情況對路口之運作有造成影響。

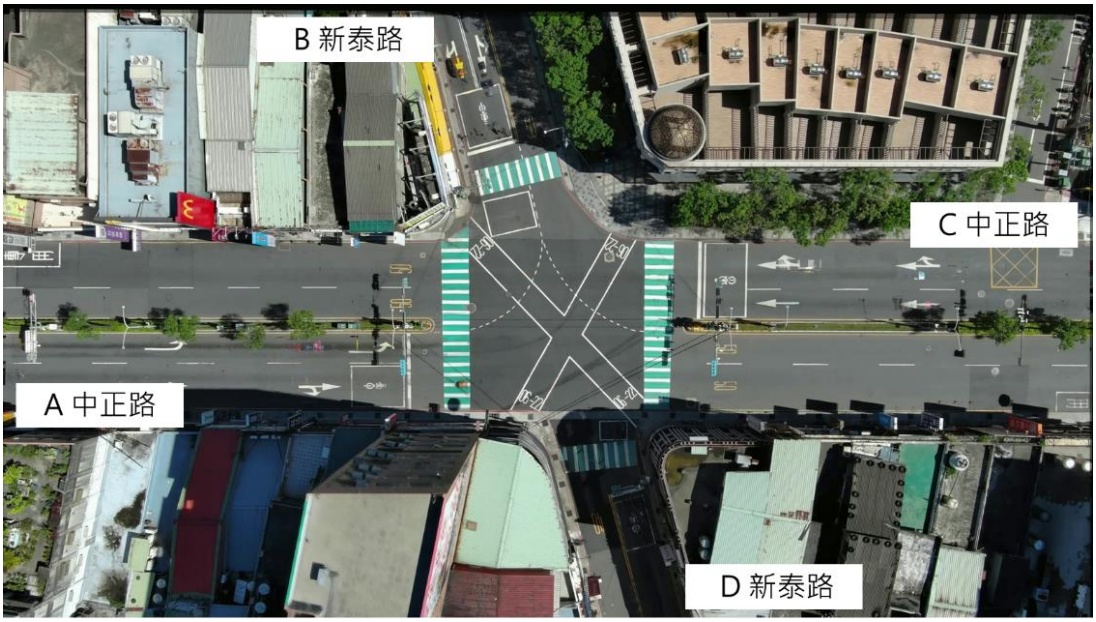


圖 7.3-1 新北市新莊區中正路與新泰路口空拍圖

表 7.3-1 新北市新莊區中正路與新泰路口之幾何特性表

路口名稱	中正路/新泰路	路段全名			
		中正路（A 方向）	新泰路（B 方向）	中正路（C 方向）	新泰路（D 方向）
車道配置	車道數量/車道配置	2 左專+直右	2 左直+直右	2 直行+直右	1 左直右車道
車道種類	轉向配置	無劃設	無劃設	無劃設	無劃設
	左轉專用道	✓			
	右轉專用道				
	機車專用道				
	機慢車優先道				
	慢車道				
	路肩				
人行道		✓	✓	✓	✓
機車停等區		✓	✓	✓	✓
兩段式機車左轉等待區		✓		✓	
汽機車號誌		✓	✓	✓	✓
行人號誌		✓	✓	✓	✓
公車站		✓（下游）		✓（下游）	
其他					

表 7.3-2 新北市新莊區中正路與新泰路口之各車種轉向交通量

入口方向	出口方向	轉向	機車（車輛數）	小客車（車輛數）	貨車（車輛數）	大客車（車輛數）	小計（車輛數）	小計（PCU）
A	B	左轉	19	35	4	25	83	101
	C	直進	2172	541	80	47	2841	1651
	D	右轉	18	43	7	0	68	68
	小計		2209	619	92	72	2992	1820
B	C	左轉	856	170	6	2	1034	551
	D	直進	606	140	13	0	760	414
	A	右轉	35	22	3	13	72	79
	小計		1497	332	22	14	1866	1043
C	D	左轉	50	0	0	0	50	21
	A	直進	1711	546	56	42	2354	1418
	B	右轉	240	63	6	1	310	190
	小計		2001	608	63	43	2714	1629
D	A	左轉	42	13	3	0	58	36
	B	直進	557	54	8	1	621	301
	C	右轉	82	22	4	0	108	68
	小計		681	90	14	1	787	405
總計			6388	1649	191	130	8359	4897

註：上表統計各車種轉向交通量為單位小時車流量（B、C、D 架次共記錄一小時）

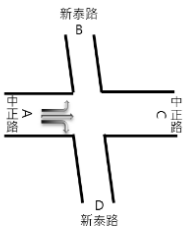
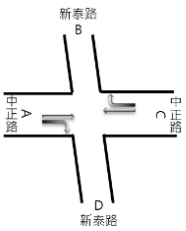
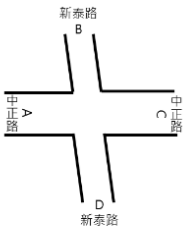
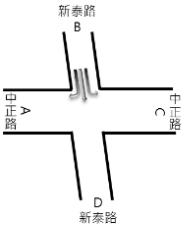
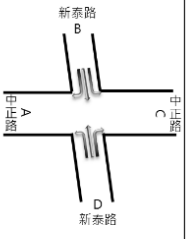
週期約210秒	時相一	時相二	時相三	時相四	時相五
執行時間 7:00 ~ 9:00 中正路 新泰路					
綠燈	20	66	30	30	42
黃燈	3	3	3	0	3
全紅	2	3	2	0	3
說明	中正路東向左直右箭頭綠燈	中正路東向直行右轉箭頭綠燈、西向圓形綠燈	行人專用時相	新泰路南向圓形綠燈	新泰路南北向 40 圓形綠燈

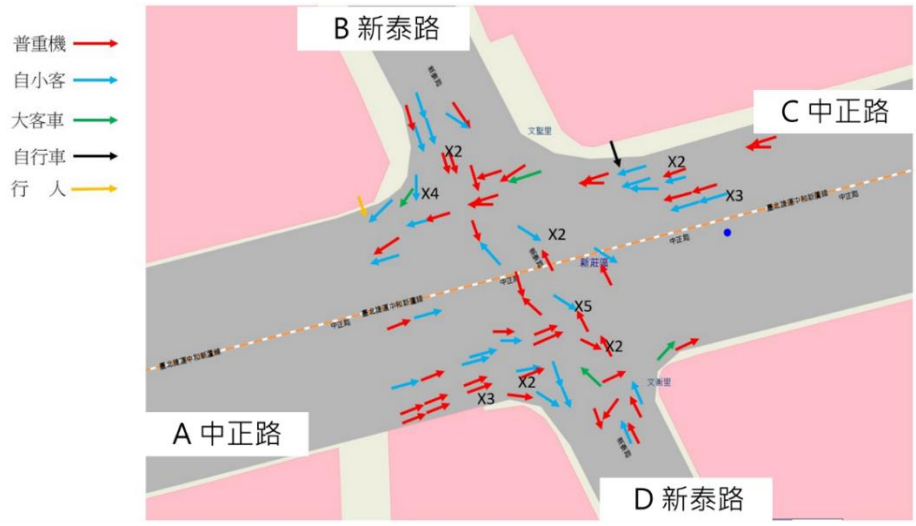
圖 7.3-2 新北市新莊區中正路與新泰路口號誌時相表

車種及方向		直行小車
直行	機車	0.42
	小車	1.00
	大車	1.80
左轉	機車	0.43
	小車	1.05
	大車	2.00
右轉	機車	0.45
	小車	1.08
	大車	2.70

上表資料來源：交通部運輸研究所「2022年台灣公路容量手冊」第十三章

圖 7.3-3 不同車種及行進方向相關車輛之當量

本研究與新北市交通局聯繫取得該路口近期之肇事統計資料，如圖 7.3-4 所示。並參考道安資訊網於 110 年至 112 年碰撞類型及肇事原因前六名資料，如表 7.3-3 所示。從表 7.3-3 可以得知碰撞類型主要以擦撞、追撞、側撞類型為主；肇事原因主要以未注意車前狀況、未保持行車安全距離、左轉彎未依規定為主，從左轉彎未依規定而產生的肇事原因可以聯繫至切西瓜之駕駛行為，後續內容會提出空拍影片觀察佐證。改善參考內容透過事故分析、碰撞構圖分析及現場場勘方式，提出 2 種以工程角度為主的項改善方案，如圖 7.3-5 所示。分別為往三重方向（A 往 C）調整中央分隔島及車道配置，原有左轉專用車道變更為左轉偏心車道，縮減路口停止線前各車道之寬度。往桃園方向（C往A）則因應中央分隔島調整規劃槽化線修飾路型。劃設槽化線減少因 A 方向調整車道數及寬度而影響車道對齊、駕駛人視角、車輛通行之問題。上述方案新北市交通局預計八月進行改善、九月底左右完成工程改善計畫。



資料來源：新北市交通局提供

圖 7.3-4 新北市新莊區中正路與新泰路口之 110 至 112 年肇事統計圖

表 7.3-3 新北市新莊區中正路與新泰路口之碰撞類型與肇事原因

前六名碰撞類型分佈			前六名主要肇事原因		
名次	碰撞類型	件數	名次	肇事原因	件數
1	車與車同向擦撞	11	1	未注意車前狀況(舊)	7
2	車與車其他	10	2	車輛駕駛者-尚未發現肇事因素	7
3	車與車追撞	10	3	未保持行車安全距離	6
4	車與車側撞	10	4	左轉彎未依規定	6
5	車與車對向擦撞	7	5	未保持行車安全間隔	5
6	人與車穿越道路中	3	6	其他不當駕車行為	5

資料來源：道安資訊網

資料來源：新北市交通局提供

圖 7.3-5 新北市新莊區中正路與新泰路口預計改善規劃示意圖

7.3.2 分析項目

透過交通衝突分析平台，依據分析項目產生包括 6 項圖表，包含(1)衝突點密集的區域、(2)車流軌跡的合理性、(3)超速情形分布、(4)標線及空間使用的合理性、(5)機會左轉、(6)路口穿越衝突。

四、 衝突點密集區域

軌跡資料先計算衝突點，衝突熱點圖如圖 7.3-6、圖 7.3-7 所表示，當中紅點代表 TTC 在 1 秒內的衝突點、橘點代表 TTC 在 1-2 秒的衝突點、黃點代表 TTC 在 2-3 秒的衝突點。本研究開發的平台工具，可進一步觀看每個衝突點的類型及詳細資料，及發生衝突前後 10 秒的影片，了解衝突發生的過程及可能原因。由平台中點選衝突點並檢視其原因後，有以下觀察及發現：

1. A 方向大客車左轉至 B 方向時會在行穿線前停車再開，導致後車與其產生同向左轉衝突。
2. A 方向為左轉車道+直右車道配置，紅燈時機車會鑽車縫而產生之減速衝突與變換車道衝突。
3. B 方向兩台車同時右轉而生之同向兩車右轉衝突。

4. A 方向左轉車與 B 方向左轉車，分別於各自的時相中，有多台左轉車同時左轉而產生之同向左轉衝突。
5. A 方向同時多台左轉車同時左轉，導致同向兩車左轉衝突噢兩車左轉切入衝突。
6. A 往 B 方向及 D 往 A 方向，因為前車減速，導致後車產生同向直行減速衝突。
7. C 方向因為前車減速，導致後車與前車產生同向直行減速衝突。
8. C 方向此處為直行車道+直右車道配置，紅燈時機車會鑽車縫而產生之減速衝突與變換車道衝突。

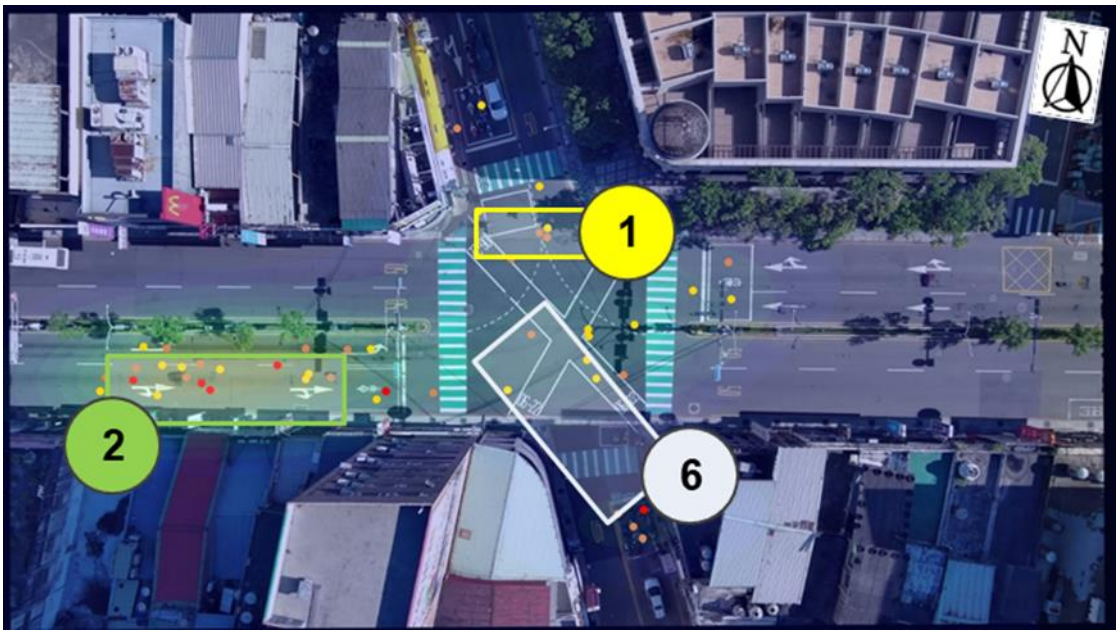


圖 7.3-6 新北市新莊區中正路與新泰路口之衝突熱點圖（A架次）

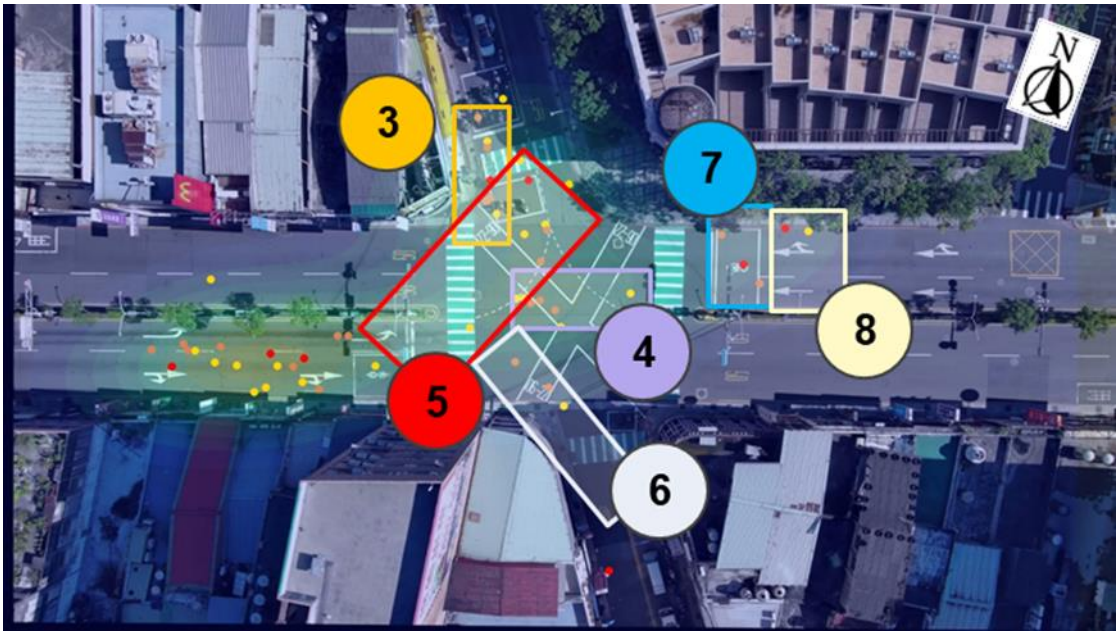


圖 7.3-7 新北市新莊區中正路與新泰路口之衝突熱點圖（B架次）

五、 車流軌跡合理性

以視覺化方式檢視不同車種在路口中的車流軌跡是否具有合理性。由平台中選取軌跡線輸出（如圖 7.3-8）並檢視其原因後，有以下觀察及發現（與衝突熱點圖重覆處不再贅述）。

（一） 從 A 方向的車道配置可以觀察到，由於左轉專用車道並未由中央分隔島中切分出來，而是由上游直行車道直接變更而成，因此內側車道上游至路口之直行車輛有大量與外側直右車道產生衝突之情形。

（二） 在路口中央處同時多台左轉車同時左轉，並觀察到車輛間有搶先通過之情形，導致同向兩車左轉衝突與兩車左轉切入衝突。

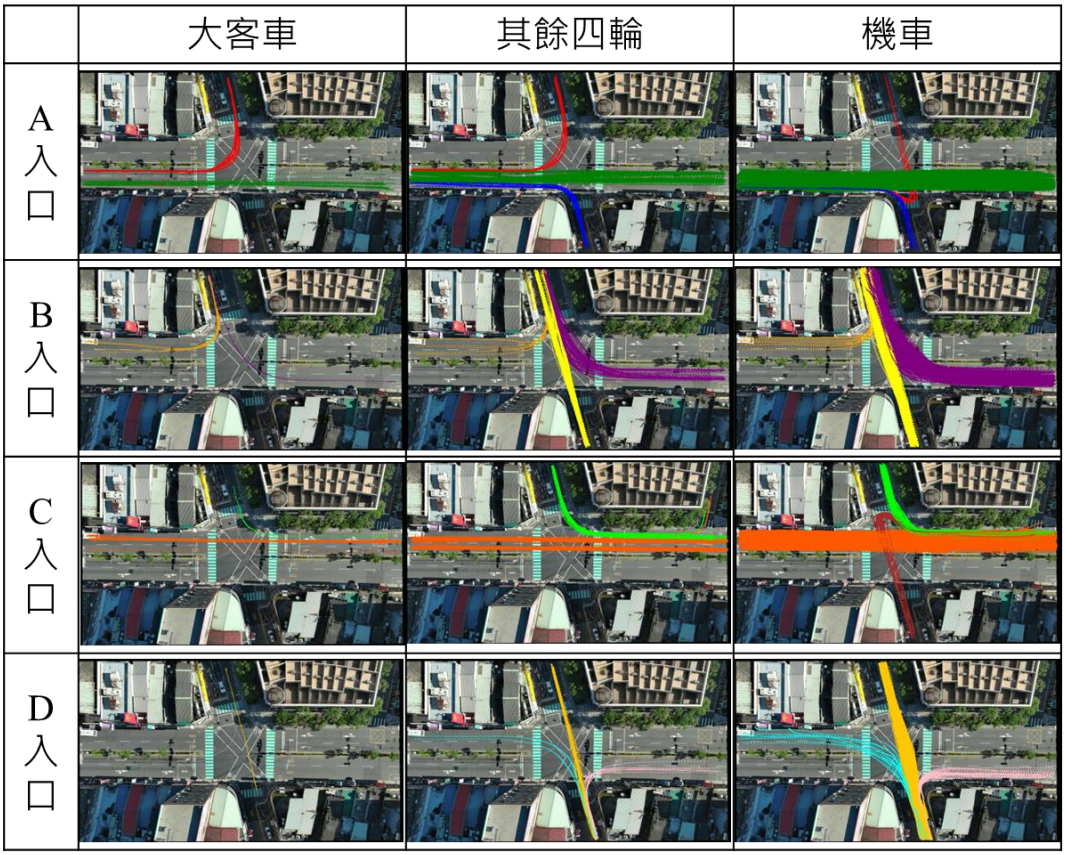


圖 7.3-8 新北市新莊區中正路與新泰路口之車流軌跡線圖（A 架次）

六、 超速行為

關於超速行為，本研究檢查路口中的車流是否有超速的情況，並以視覺化方式檢視超速車流於路口中的位置分佈及行進方向。在圖 7.3-9 中發現小型車在 A 往 C 方向有超速情形，機車在 A 往 C、C 往 A 方向有超速情形，並於圖 7.3-10 觀察車種車流特性分布得知機車超速行駛的數量較多。

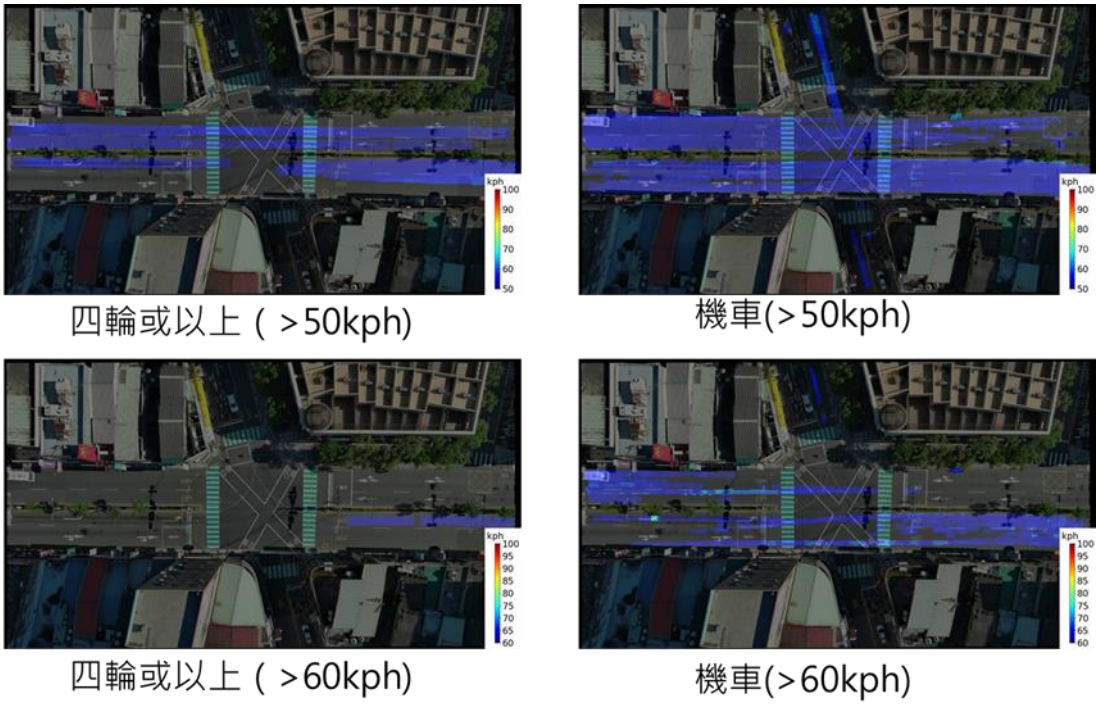


圖 7.3-9 新北市新莊區中正路與新泰路口之超速行為

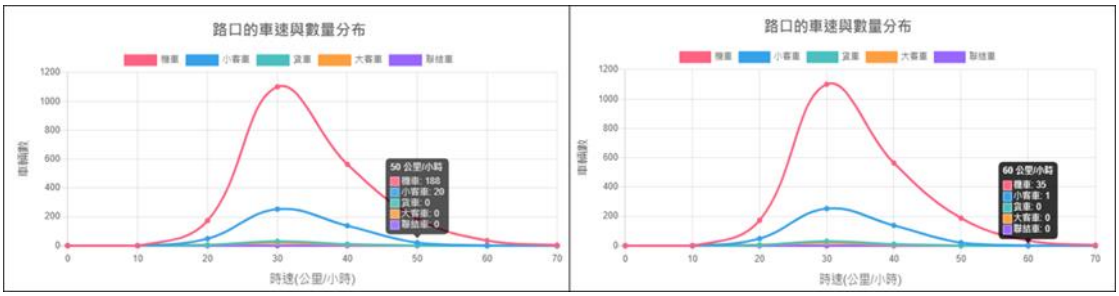


圖 7.3-10 新北市新莊區中正路與新泰路口之車種車流特性分布

七、 標線及空間使用的綜合性檢查

標線劃設及空間分配會影響路口整體車流動線順暢度，逐一檢視路口中的標線、車道配置、號誌時相、風險用路行為等是否有不合理的情況。此部分之討論較多，將於第 7.3.3 小節以議題比較方式探討。

八、 機會左轉

由於本路口南北方向（B、D 方向）皆有機會左轉的時機點，車輛於無左轉保護時相左轉時，會受到對向直行車的車流狀況影響，產生機會左轉之情形。另一種情況為左轉車輛過多導致通過時魚貫而出，影響對向直行車輛優先通過之情況。在圖 7.3-11 與表 7.3-4 分析結果有以下發現：

(一) B 方向的左轉車輛有明顯切西瓜行為

(二) A、B 方向有清道結束未通過路口車輛

(三) B 方向有較多車輛於外側車道左轉

(四) A、C 方向有超速之車輛

(五) B、D 方向有強行左轉行為。

B、D左轉方向汽車軌跡與路口中心　　B、D左轉機車方向軌跡與路口中心

圖 7.3-11 新北市新莊區中正路與新泰路口之 B、D 左轉方向軌跡圖

表 7.3-4 新北市新莊區中正路與新泰路口之機會左轉分析結果

入口方向	左轉車輛								對向直行車輛						兩車相互行為
	車輛數	先行左轉	燈號轉換期間左轉	左轉車未到達中央路口處左轉	清道時間結束後仍無法通過路口	外側車道左轉	左轉機車數	機車於兩段式左轉路口直接左轉	車輛數	搶黃燈	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速法規速限	超速速限寬容值	左轉衝突（強行左轉）
A	19	0	0	18	**5**	1	5	0	964	28	10	0	**226**	**18**	0
B	396	0	3	**269**	**5**	**26**	358	0	225	4	1	0	4	1	**7**
C	0	0	0	0	0	0	21	0	1086	26	9	2	**232**	**29**	0
D	16	2	0	12	0	1	13	0	299	1	1	1	2	0	**2**

在額外設定車道線、變換車道判斷線、路口區域的虛擬車道線後，可探討機會左轉進階分析，觀察其他更深入之衝突行為。在圖 7.3-11 及表 7.3-5 析結果中有以下發現：

(一) B、D 方向為機會左轉情境

(二) A 方向的內側車道有直行車於接近路口處變換車道

(三) B、D 方向對向車輛繞行通過

(四) A、B 方向有直行車外切繞過左轉車

(五) A 方向有直行車輛違規行駛左轉專用道

(六) A 方向內側車道直行車變換車道，與外側車道上游車輛產生衝突

(七) B 方向有許多兩車同時左轉之衝突。

表 7.3-5 新北市新莊區中正路與新泰路口之機會左轉進階分析結果

入口方向	左轉車數量	對向直行車數量	對向直行車急減速	左轉車上游內側車道直行車於接近路口處變換車道	對向外側車道直行車未減速	對向車輛繞行通過	對向車輛加速通過	左轉車上游車輛外切繞過停等車通過	直行車行駛左轉專用道	接近路口處變換車道(跨越雙白線)	內側車道直行車變換車道與其上游車流之衝突	對向直行車減速與其上游車流之衝突	兩車同時左轉之衝突
A	19	964	2	**69**	3	**11**	3	**45**	**244**	0	**40**	0	0
B	396	230	2	0	0	**11**	0	**26**	0	7	0	1	**72**
C	0	1089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	16	299	0	0	0	8	0	5	0	0	0	0	3

九、 路口穿越衝突分析

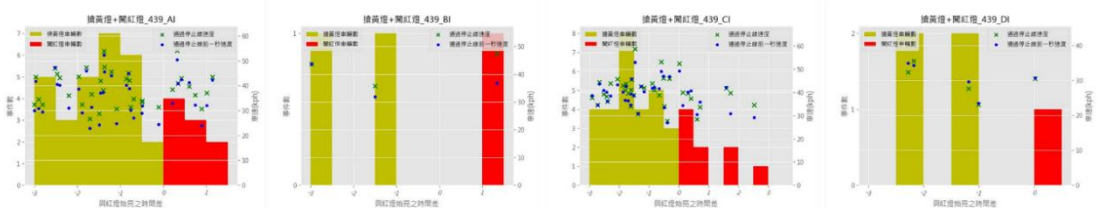
因車輛搶黃燈、闖紅燈、或綠燈未亮前起步、或因清道時間秒數不足，導致與橫向來車發生之穿越衝突，對應之碰撞型態為交叉撞，如圖 7.3-12 所示。有以下發現：

(一) A、C 方向有較多搶黃燈之行為

(二) A、C 方向皆有較多清道結束未通過路口車輛

(三) 四個方向有少量闖紅燈車輛

(四) A、C 方向有較多超速之車輛。



入口方向	直行車輛							左側來向車輛						右側來向車輛						兩車相互行為	
	車輛數	搶黃燈	清道時間結束後仍無法通過路口	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速速限	超速速限+10	車輛數	搶先直行	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速速限	超速速限+10	車輛數	搶先直行	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速速限	超速速限+10	穿越衝突(左側來向)	穿越衝突(右側來向)
A	1072	28	16	9	2	234	29	299	1	1	1	2	0	230	0	1	0	4	1	0	0
B	299	2	2	1	1	2	0	951	0	9	0	226	18	1072	1	9	2	234	29	0	0
C	951	28	17	9	0	226	18	230	0	1	0	4	1	299	1	1	1	2	0	0	0
D	230	4	5	1	0	4	1	1072	1	9	2	234	29	951	0	9	0	226	18	0	0

圖 7.3-12 新北市新莊區中正路與新泰路口之穿越衝突分析結果

7.3.3 潛在問題及原因探討

從平台的衝突熱點圖中可以觀看每個衝突點的類型及詳細資料及發生衝突前後十秒的影片，了解衝突發生的過程及可能原因。以下將觀察到的風險問題以視覺化或畫面截圖方式加以說明，以下提出五個值得討論的潛在議題，以及其建議改善方案：

一、 清道時間結束仍無法通過路口

參考圖 7.3-2 的號誌時相表，時相一為 A 方向的早開號誌，可通行的車輛為A方向之左直右車輛；時相二為A方向左轉燈結束，A、C方向直行及右轉通行。但在時相一結束時，A方向左轉有許多大客車，在通過行穿線前會停車再開，導致左轉效率降低。時相結束有黃燈及全紅共5秒清道時間，A方向左轉車輛無法於清道時間內通過路口，導致 C 方向起步車流受阻，發生交通衝突，如圖 7.3-13 所示。

圖 7.3-13 新北市新莊區中正路與新泰路口之清道時間與交通衝突(時相一、時相二)

參考表 7.3-2 的路口轉向交通量、圖 7.3-2 的號誌時相表、及圖 7.3-8 的車流軌跡，A 方向大車通過時間及無法於清道時間內通過路口，影響左轉車及對向直行車通行安全，建議增加時相一全紅時間秒數 2 秒。額外增加的全紅時間，可透過縮短時相一或時相二之綠燈時間來吸收額，本研究亦運用臺灣公路分析軟體(THCS)對該路口調整號誌時制進行績效比較，原方案之東向、西向延滯分別為 39.1 秒、50.1 秒（服務水準分別為 C 級及 D 級），縮減時相一綠燈 2 秒後，東向、西向延滯分別為 40.5 秒、50.1 秒（服務水準分別為 C 級及 D 級），而縮減時相二綠燈 2 秒後，東向、西向延滯分別為 39.9 秒、52.1 秒（服務水準分別為 C 級及 D 級），並不會影響單向的服務水準。

二、 直行車違規行駛左轉車道、外切至直右車道（A 方向）

此路口 A 方向內側車道為左轉車道，直行車數量多卻只有一條可供直行之直右混合車道，迫使直行車違規行駛於左轉車道。觀察圖 7.3-14 之小客車、機車軌跡圖得知，部分違規直行車外切至外側車道，部分則於左轉專用道繼續違規直行。建議將左轉車道調整為左轉附加車道，提供足夠之儲車空間（有多條市區公車路線於此左轉），並

縮減各車道寬度，提供左轉 1 車道+直行 1 車道+直右 1 車道之配置，提升直行車輛之容量及通過效率。

圖 7.3-14 新北市新莊區中正路與新泰路口之直行車違規變換、行駛車道

三、 號誌早開結束後之對向衝突問題（時相四結束時）

此路口為斜交路口，A、C 方向左轉車流動線合理無發生衝突。但 B、D 方向在時相四時為 B 方向早開時相，當轉換至時相五時，B 方向左轉車欲搶先於 D 方向直行車通過路口，衍生機會左轉衝突相關問題（強行左轉、切西瓜、兩車同時左轉衝突等）。透過某一號誌周期內之時相四、五軌跡圖對照空拍號誌影片內實際車輛流動狀況（如圖 7.3-15），可觀察到有 B 方向左轉車輛於時相五開始時滯留在路口中央處，而部分 D 往 B 方向之直行車輛也夾在 B 方向直行左轉車隊與 B 方向左轉之車隊中，顯示號誌時相早開很可能會對用路人帶來額外的交通衝突風險。建議可考慮透過新增告示提供早開時相結束資訊，或評估將號誌時相調整為遲閉或輪放方式，減少左轉與對向直行車輛衝突情形。

圖 7.3-15 號誌早開結束後之對向衝突問題

四、 機會左轉之衝突問題（時相五）

B 方向、D 方向同為圓形綠燈，而 B 方向之車流主要為左轉、D 方向主要為直行，產生大量機會左轉的互動，造成強行左轉、兩車同時左轉衝突等問題。衝突事件也同時導致兩方向之通行效率較低。路口幾何非正交，B 方向左轉車的轉彎半徑較大且軌跡較為分散，造成較多的切西瓜車輛，如圖 7.3-16 所示。D 方向直行車輛相較於 B 方向左轉車輛雖然有優先通過權，但因 B 方向早開時間的問題，導致 D 方向直行車輛起步時仍受到 B 方向左轉車魚貫而出之影響，形成大量衝突（紅框），亦造成通行效率降低。另外，參考該路口之轉向交通量資料，可發現 B、D 方向之交通量不大，且 B 方向車流中左轉佔比最高（佔 53%）、D 方向車流直行佔比最高（佔 87%），在時相五中因兩股車流衝突而導致通過效率低。建議應考慮調整為獨立時相，因交通量不大，應仍能應付兩個方向之交通量，同時可大幅提高安全性。

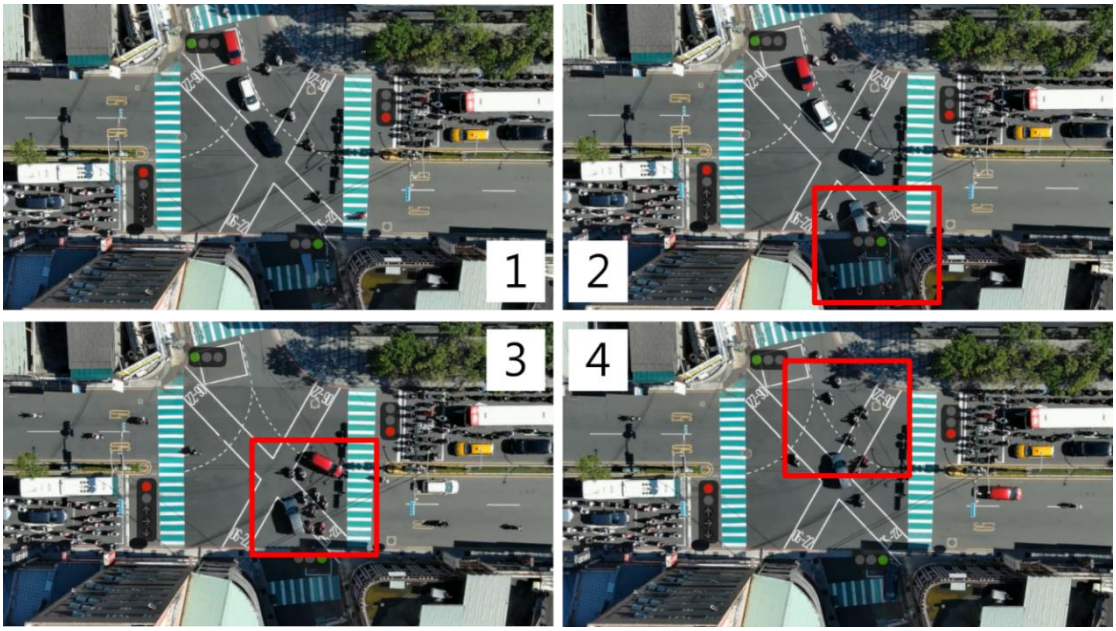


圖 7.3-16 機會左轉之衝突問題

五、 左轉車流動線衝突（B、D 方向）

觀察圖 7.3-17 B、D 左轉方向軌跡圖，B 方向已有左轉導引線，但不論車種的左轉車流大，左轉車幾乎沒有參考導引線，軌跡極度分散、部分車輛有切西瓜之行為，D 方向左轉與 B 方向左轉之動線

重疊，可能造成衝突。建議 D 方向沿路口中心劃設左轉導引線，並於 B、D 方向設置偏心左轉，或採用議題四之建議改善方案。

圖 7.3-17 B、D 左轉方向軌跡圖

7.3.4 問題整理與改善建議

根據上述探討的議題，提出可能改善方案如下，並參考新北市交通局提供之改善方案進行比較，如下表 7.3-6 所示。

由案例中可發現，全紅時間不足、號誌時相早開很可能會導致號誌時相轉換時發生問題，對用路人帶來額外的交通衝突風險，在制定合適的號誌時制方案時應慎重考慮路口之車流條件及駕駛行為。透過案例分析，發現標線、車道配置、號誌燈號時相等設計因素，是車流行為安全性的關鍵因素，會導致如清道時間不足、未依規定左轉、兩對方向左轉車動線重疊、左轉車與直行車衝突等交通安全風險。透過本節之分析，提出對應之交通工程改善方案，例如增加全紅秒數、提供左轉附加車道、將號誌時制改為遲閉或輪放等方式。

表 7.3-6 問題整理與改善建議

相關議題	產生問題及原因	本研究建議之改善方案	新北市交通局之改善方案
議題一：清道時間結束仍無法通過路口	A 方向左轉車輛無法利用清道時間紓解路口內車輛，導致 C 方向起步車流受阻，發生交通衝突。	增加時相一全紅時間秒數 1 至 2 秒（縮短時相一或時相二之綠燈時間）	無
議題二：直行車違規行駛左轉車道、外切至直右車道	A 方向內側車道為左轉車道，直行車數量多卻只有一條可供直行之直右混合車道，迫使直行車違規行駛於左轉車道，部分違規直行車外切至外側車道，部分則於左轉專用道繼續違規直行。	將左轉車道調整為左轉附加車道，提供足夠之儲車空間，並縮減各車道寬度，提供左轉、直行、直右各 1 車道之配置，提升直行之容量。	A 方向車道配置調整(兩車道變更為三車道)，原有左轉專用車道更換為左轉偏心車道。並在 C 方向劃設槽化線對齊車道。
議題三：號誌早開結束後之問題(時相四→五)	時相四屬於 B 方向之早開時相，當時相四轉換至時相五時，B 方向左轉車欲搶先於 D 方向直行車通過路口，衍生一些機會左轉衝突相關問題（強行左轉、切西瓜)。	B 方向提供早開時相結束資訊，讓用路人得知當下是否於早開時相，減少左轉與對向直行車輛衝突情形。	無
議題四：機會左轉之衝突問題(時相五)	B 方向、D 方向同為圓形綠燈，而 B 方向之車流主要為左轉、D 方向主要為直行，產生大量機會左轉的互動，造成強行左轉、兩車同時左轉衝突等問題，大量衝突事件也同時導致兩方向之通行效率降低。	由於B方向設置圓形綠燈在車輛通行之情形下無法得知對向起動之時間。建議將B方向、D方向設定為獨立時相，減少機會左轉衝突之情形。	無
議題五：左轉車流動線衝突（B、D 方向）	B 方向已有左轉導引線，但左轉車流大，左轉車幾乎沒有參考導引線，軌跡極度分散。D 方向左轉與 B 方向左轉之動線重疊，可能造成衝突。	D 方向畫設左轉導引線，並於 B、D 方向設置偏心左轉。	無

7.4 案例二：桃園市中壢區中華路一段成功路口

7.4.1 基本資料

此路口位於桃園市中壢區，南北向（A-C）為中華路一段，東向（B）為成功路，路口型態為 T 字路口，且該路口與最近鄰之下游路口僅距 40 公尺。路口的空拍圖如圖 7.4-1 所示。中華路一段路北向（A 方向）車道配置為 3 車道；中華路一段路南向（C 方向）車道配置為 3 車道；成功路東向車道配置為 1 車道，詳細路口幾何配置可參考表 7.4-1。本研究參考過去路口之肇事熱時時段，選定上午 8:30 至 10:30 進行拍攝作業，空拍架次共為 4 架次，A 架次拍攝時間為上午 8:27，共記錄 15 分鐘空拍資料；B 架次拍攝時間為上午 9:09，共記錄 20 分鐘空拍資料；C 架次拍攝時間為上午 9:35，共記錄 20 分鐘空拍資料；D 架次拍攝時間為上午 10:03，共記錄 21 分鐘空拍資料。號誌時相表如圖 7.4-2 及圖 7.4-3 所示，三方向皆採用三燈式號誌。

上午 7-9 時 A 方向實施禁止左轉交通管制措施，僅機車可兩段式左轉，A 架次空拍紀錄時間於禁止左轉交通管制時間內，與 BCD 架次空拍記錄時為不同的交管措施及號誌時相配置。

以各車種的組成與轉向量會影響路口整體車流的互動情形，由於時制計畫表在 A 架次及 BCD 架次有不同的交管措施，分別由表 7.4-2 顯示 A 架次 15 分鐘之轉向交通量表，PCU 之轉換可參考圖 7.3-3，表 7.4-3 顯示 BCD 架次空拍蒐集共一小時之轉向交通量表，可發現此路口組成以汽機車為主，而機車在三方向皆佔大比例，約 6%的比例為貨車、大客車及聯結車，觀測時間內並無自行車，而 AC、CA 方向有一些大客車分布。A 方向左轉至 B 方向車輛（含 A 往 B 方向機車左轉待轉），在後續分析發現該情況對路口之運作有造成影響。

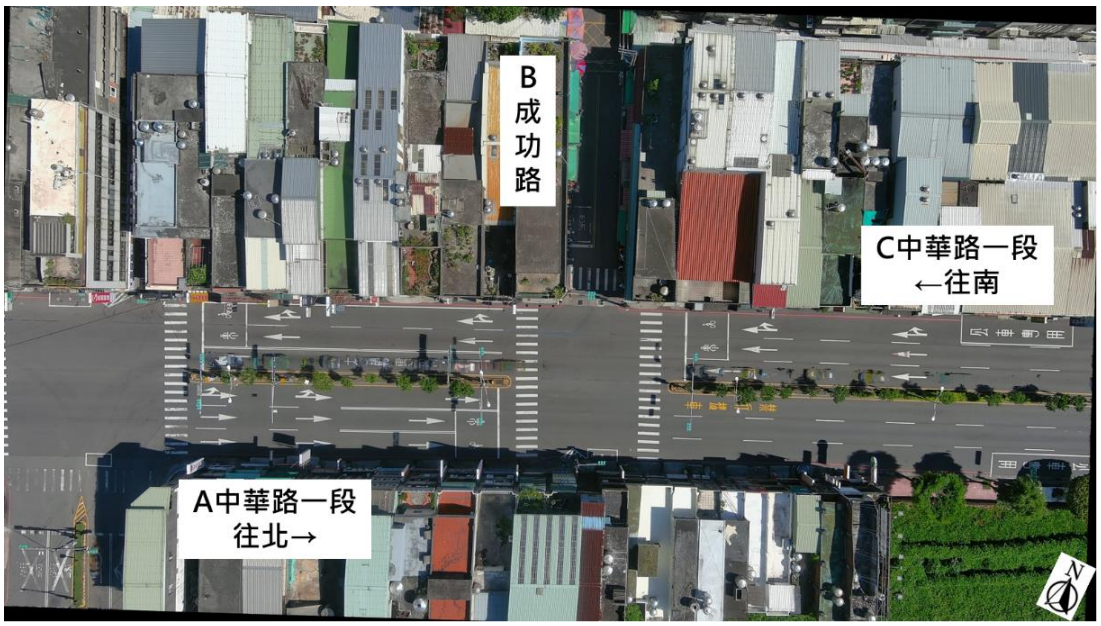


圖 7.4-1 桃園市中壢區中華路成功路口之空拍圖

表 7.4-1 桃園市中壢區中華路一段成功路口之幾何特性表

路口名稱	中華路一段/成功路口	路段全名					
		中華路一段北向（A 方向）		成功路（B 方向）		中華路一段南向（C 方向）	
車道配置	車道數量/車道配置	3	左直+直行	1	左直右	3	直行+直右
車道種類	轉向配置	無劃設		無劃設		無劃設	
	左轉專用道						
	右轉專用道						
	機車專用道						
	機慢車優先道						
	慢車道						
	路肩						
人行道		✓				✓	
機車停等區		✓		✓		✓	
兩段式機車左轉等待區		✓					
汽機車號誌		✓		✓		✓	
行人號誌		✓		✓		✓	
公車站		✓（下游）				✓（上游）	
其他							

表 7.4-2 桃園市中壢區中華路一段成功路口之各車種轉向交通量（A架次）

入口方向	出口方向	轉向	機車（車輛數）	小客車（車輛數）	貨車（車輛數）	大客車（車輛數）	聯結車（車輛數）	小計（車輛數）	小計（PCU）
A	B	左轉	26	6	1	0	0	33	19
	C	直進	466	225	23	5	1	720	455
	D	右轉	-	-	-	-	-	-	-
	小計		492	231	24	5	1	753	474
B	C	左轉	30	4	0	0	0	34	17
	D	直進	-	-	-	-	-	-	-
	A	右轉	40	5	0	0	0	45	23
	小計		70	9	0	0	0	79	40
C	D	左轉	-	-	-	-	-	-	-
	A	直進	344	169	21	2	1	537	340
	B	右轉	21	4	1	0	0	26	15
	小計		365	173	22	2	1	563	355
總計			927	413	46	7	2	1395	869

註：上表統計各車種轉向交通量為單一架次車流量(約 16 分鐘)；A 架次空拍紀錄期間 A 方向禁止左轉，僅機車可兩段式左轉

表 7.4-3 桃園市中壢區中華路一段成功路口之各車種轉向交通量（B-D架次）

入口方向	出口方向	轉向	機車（車輛數）	小客車（車輛數）	貨車（車輛數）	大客車（車輛數）	聯結車（車輛數）	小計（車輛數）	小計（PCU）
A	B	左轉	92	9	2	0	0	103	52
	C	直進	994	755	115	19	0	1883	1322
	D	右轉	-	-	-	-	-	-	-
	小計		492	1086	764	117	19	0	1986
B	C	左轉	109	8	6	0	0	123	62
	D	直進	-	-	-	-	-	-	-
	A	右轉	128	18	3	0	0	149	81
	小計		70	237	26	9	0	0	272
C	D	左轉	-	-	-	-	-	-	-
	A	直進	924	702	120	15	6	1767	1248
	B	右轉	108	13	1	0	0	122	64
	小計		365	1032	715	121	15	6	1889
總計			927	413	2355	1505	247	34	6

註：上表統計各車種轉向交通量為單位小時車流量

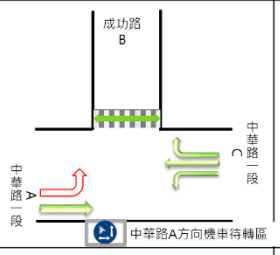
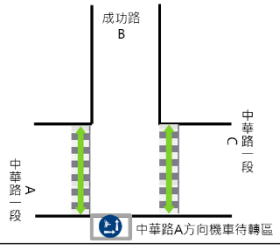
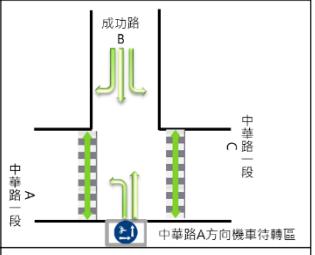
週期 (180秒)	時相一 (145秒)	時相二 (5秒)	時相三 (30秒)
執行時間 7:00 ~ 9:00 中華路一段 成功路			
綠燈 (秒)	140	5	25
黃燈 (秒)	3	0	3
全紅 (秒)	2	0	2
說明	中華路一段南北向圓形綠燈 (中華路一段北向7-9時禁止汽車左轉)	行人專用時相（早開）	成功路、中華路A方向機車待轉區 圓形綠燈

圖 7.4-2 桃園市中壢區中華路一段成功路口號誌時相表（A 架次）

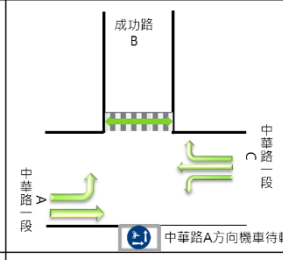
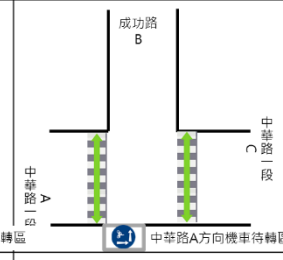
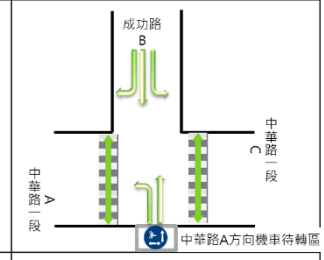
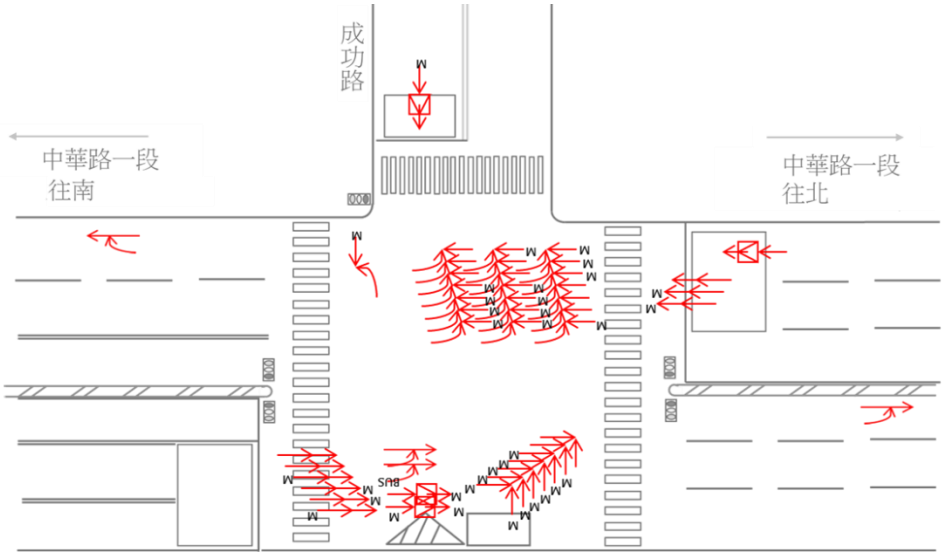
週期 (160秒)	時相一 (125秒)	時相二 (5秒)	時相三 (30秒)
執行時間 9:00 ~ 16:30 中華路一段 成功路			
綠燈 (秒)	120	5	25
黃燈 (秒)	3	0	3
全紅 (秒)	2	0	2
說明	中華路一段南北向圓形綠燈 (中華路一段北向7-9時禁止汽車左轉)	行人早開時相	成功路、中華路A方向機車待轉區 圓形綠燈

圖 7.4-3 桃園市中壢區中華路一段成功路口號誌時相表（B-D 架次）

本研究與交通部公路局北區養護工程分局中壢工務段聯繫取得該路口近期之肇事統計資料，如圖 7.4-4 所示。並參考中壢工務段與道安資訊網於 110 年至 112 年碰撞類型及肇事原因前五名資料，如表 7.4-4 所示。從表 7.4-4 可以得知碰撞類型主要以側撞、追撞、交叉撞類型為主；肇事原因主要以左轉彎未依規定、未注意車前狀況、未依規定讓車為主，從左轉彎未依規定而產生的肇事原因可以聯繫至駕駛未依照交通管制措施駕駛之行為，後續內容會提出空拍影片觀察佐證。改善參考內容透過事故分析、碰撞構圖分析及現場場勘方式，提出 4 種以工程、號誌時相調整為主的改善方案，如圖 7.4-5 所示。



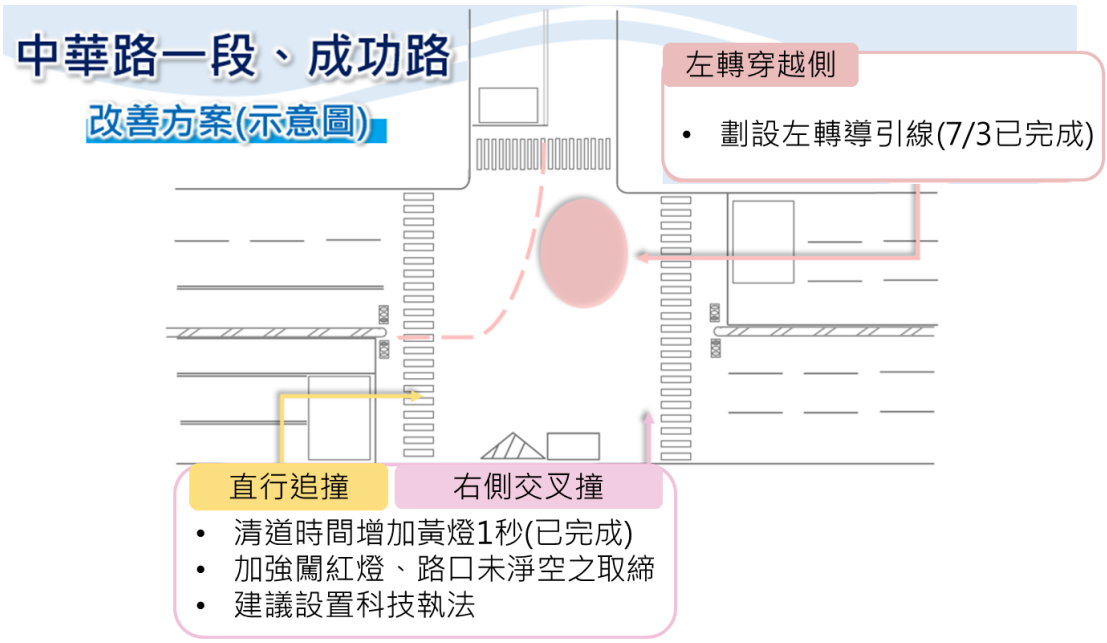
資料來源：交通部公路局北區養護工程分局中壢工務段提供

圖 7.4-4 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 110 至 112 年肇事統計圖

表 7.4-4 桃園市中壢區中華路一段成功路口之碰撞類型與肇事原因

前五名碰撞類型分佈			前五名主要肇事原因		
名次	碰撞類型	件數	名次	肇事原因	件數
1	左轉穿越側撞	22	1	左轉彎未依規定	11
2	直行追撞	8	2	未注意車前狀況	8
3	右側交叉撞	6	3	未依規定讓車	6
4	同向直行追撞	4	4	違反號誌管制或指揮	5
5	停等追撞	4	5	其他引起事故之違規或不當行為	4

資料來源：道安資訊網、交通部公路局北區養護工程分局中壢工務段提供



資料來源：交通部公路局北區養護工程分局中壢工務段提供

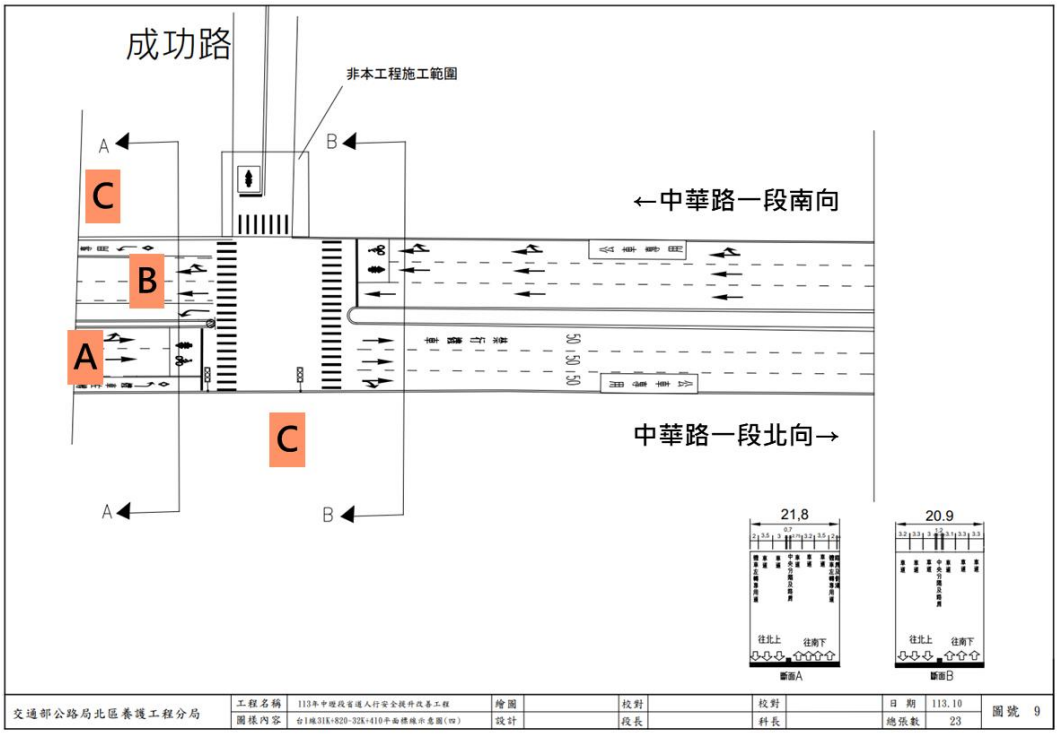
圖 7.4-5 桃園市中壢區中華路一段成功路口預計改善規劃示意圖（七月預計改善方案）

上述方案中壢工務段已於八月進行改善，惟與事前提供之改善方案並不相同，圖 7.4-6 為中壢工務段針對桃園市中壢區中華路一段成功路口預計改善規劃示意圖，並已於八月完成工程改善。改善方案簡要說明如下：

(一) A 點為更改中華路北向車道配置，從 3 車道(2 直行車道+1 左直車道）更改成 3 車道（1 直行車道+1 左直車道+1 機車左轉專用車道）。

(二) B 點為更改中華路南向車道配置，從 3 車道（2 直+1 直右）更改為 4 車道（1 左轉專用車道+1 直行車道+1 直右車道+1 機車左轉專用車道）

(三) C 點為調整左轉機車待轉區，更改為機車左轉專用車道，並取消機車強制兩段式左轉規定。



資料來源：交通部公路局北區養護工程分局中壢工務段提供

圖 7.4-6 桃園市中壢區中華路一段成功路口改善規劃示意圖（八月實際改善）

7.4.2 分析項目

透過交通衝突分析平台，依據分析項目產生包括 6 項圖表，包含(1)衝突點密集的區域、(2)車流軌跡的合理性、(3)超速情形分布、(4)標線及空間使用的合理性、(5)機會左轉、(6)路口穿越衝突。

一、 衝突點密集區域

軌跡資料先計算衝突點，衝突熱點圖如圖 7.4-7（A 架次禁左時間）、圖 7.4-8（B、C、D 架次）所表示，當中紅點代表 TTC 在 1 秒內的衝突點、橘點代表 TTC 在 1-2 秒的衝突點、黃點代表 TTC 在 2-3 秒的衝突點。本研究開發的平台工具，可進一步觀看每個衝突點的類型及詳細資料，及發生衝突前後 10 秒的影片，了解衝突發生的過程及可能原因。由平台中點選衝突點並檢視其原因後，有以下觀察及發現：

1. B 方向在觀測時段時為市場營業之時間，攤販擺設與路邊臨

停車輛，影響車輛通行。

2. C 方向往 A 方向：由於 C 方向機車欲進入待轉區，且待轉區距離外側車道過近，機車車輛多時有排隊之情況，或與直行車輛產生、同向直行減速衝突。
3. A 方向在 A 架次觀測時段時不可左轉至 B 方向，出現違規左轉之情況。
4. A 方向在 B、C、D 架次觀測時段時雖可左轉至 B 方向，但 C 方向車流量過大，出現機會左轉之情況。
5. C 方向車輛違停：C 方向有觀察到部分車輛違停於路邊，鑒於 C 方向路肩狹窄無足夠儲車空間，外側車道車輛需避讓違停車輛而產生同向直行減速衝突、同向變換車道衝突。
6. A 方向車輛由於下游回堵之情況，觀察到機車鑽行之行為。
7. B 方向由於通行空間狹小，觀察到部分進入機車會跨越雙黃線進入對向車道，另觀察到部分送貨之機車違規跨越雙黃線。

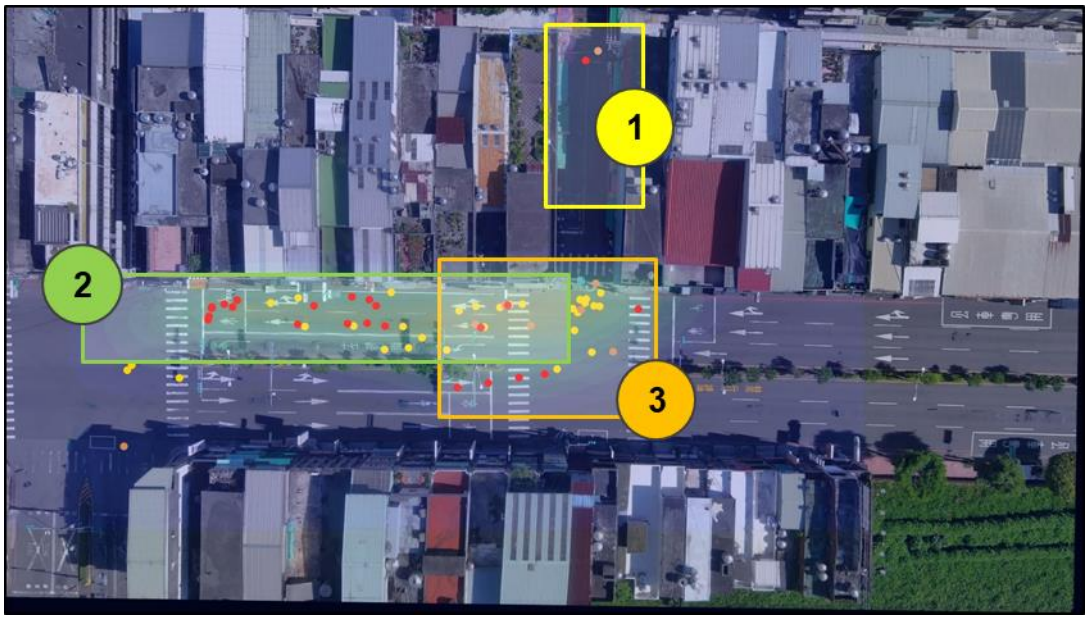


圖 7.4-7 桃園市中壢區中華路一段成功路口之衝突熱點圖（A架次）

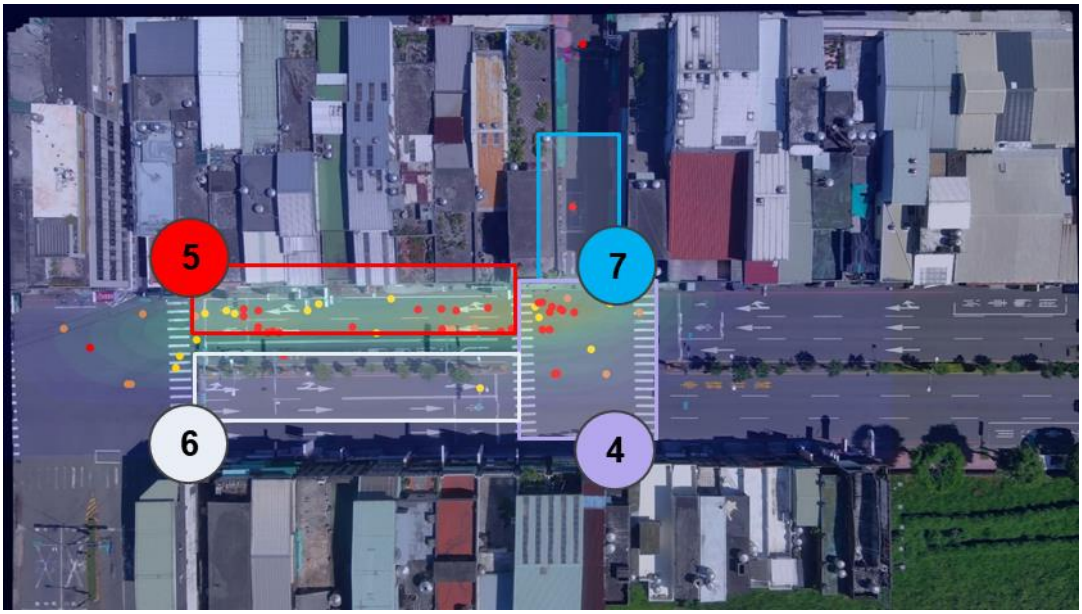


圖 7.4-8 桃園市中壢區中華路一段成功路口之衝突熱點圖（C架次）

二、 車流軌跡合理性

以視覺化方式檢視不同車種在路口中的車流軌跡是否具有合理性。由平台中選取軌跡線輸出（如圖 7.4-9）並檢視其原因後，有以下觀察及發現（與衝突熱點圖重覆處不再贅述）。

(一) B 方向由於通行空間狹小，觀察到部分機車會跨越雙黃線進入機車停等區。

(二) A 方向機車違規左轉：A 方向機車應進行兩段式左轉，但有車輛於路口直接違規左轉。

(三) A 方向在觀測時段時不可左轉至 B 方向，但仍有觀察部分車輛有違規左轉之情況。

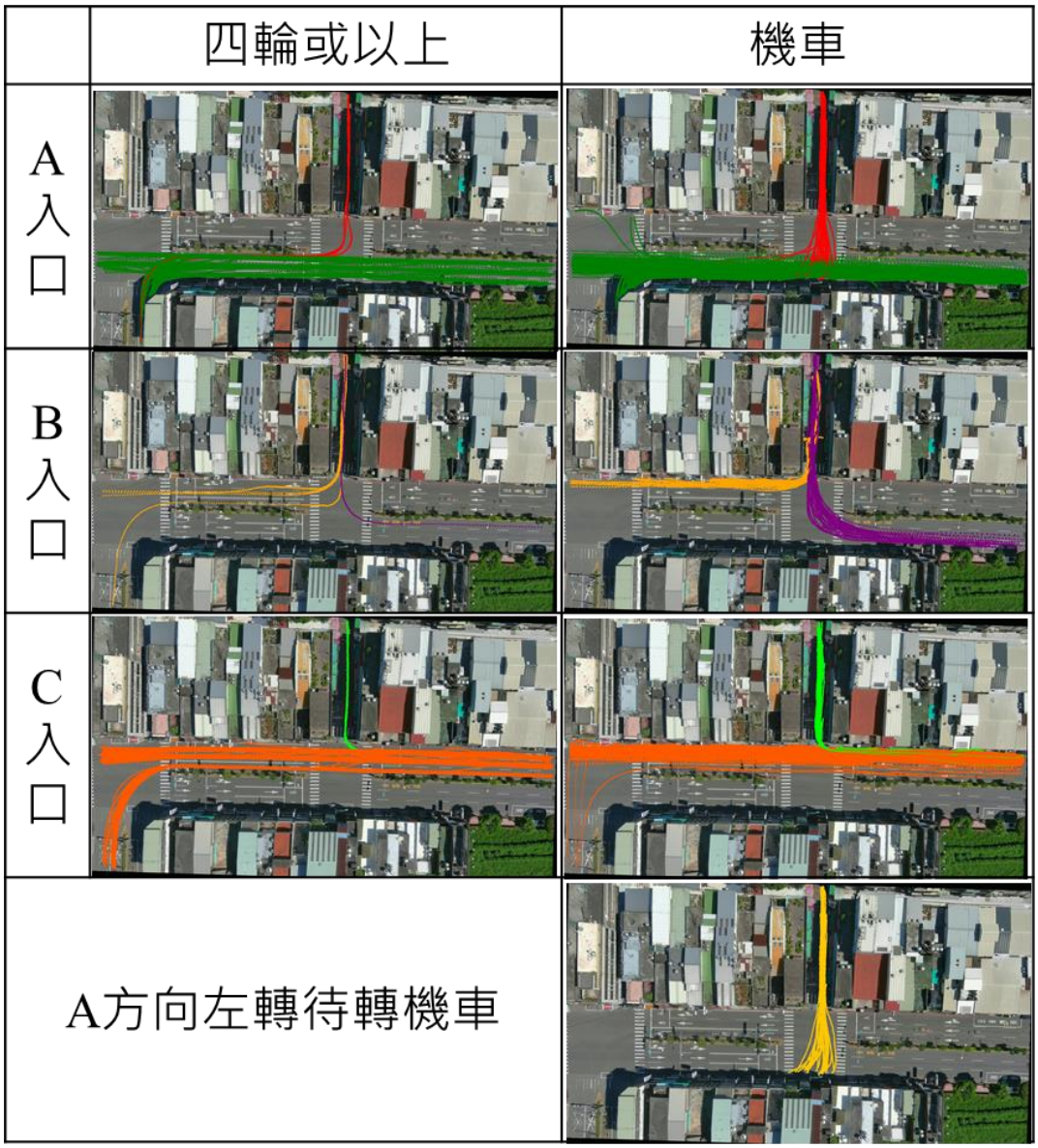


圖 7.4-9 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車流軌跡線圖（B 架次）

三、 超速行為

關於超速行為，本研究檢查路口中的車流是否有超速的情況，並以視覺化方式檢視超速車流於路口中的位置分佈及行進方向。在圖 7.4-10A 架次中發現小型車在 A 往 C 方向有超速情形，機車在 A 往 C、C 往 A 方向有超速情形，並於圖 7.4-11 觀察車種車流特性分布得知機車超速行駛的數量較多。在圖 7.4-12B-D 架次中發現小型車在 A 往 C、C 往 A 方向有超速情形，機車在 A 往 C、C 往 A 方向有超

速情形，並於圖 7.4-13 觀察車種車流特性分布得知機車超速行駛的數量較多。

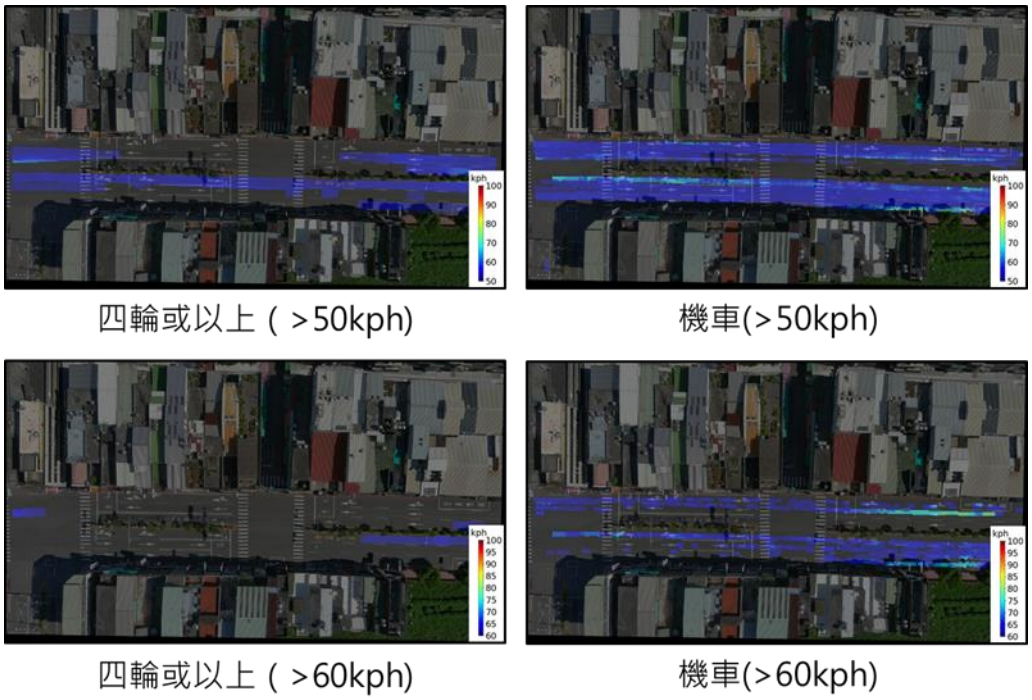


圖 7.4-10 桃園市中壢區中華路一段成功路口之超速行為（A 架次）

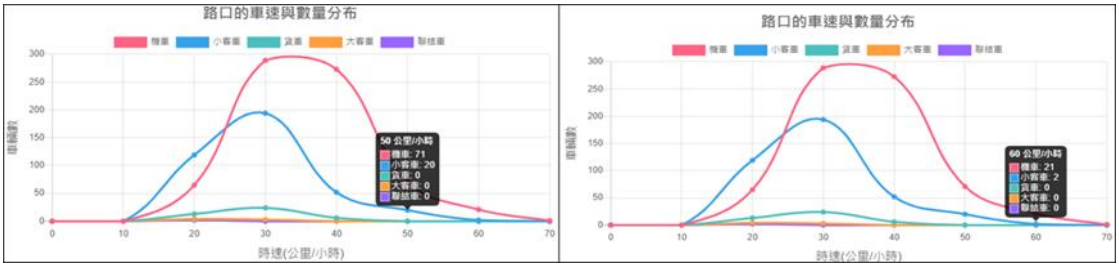


圖 7.4-11 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車種車流特性分布（A 架次）

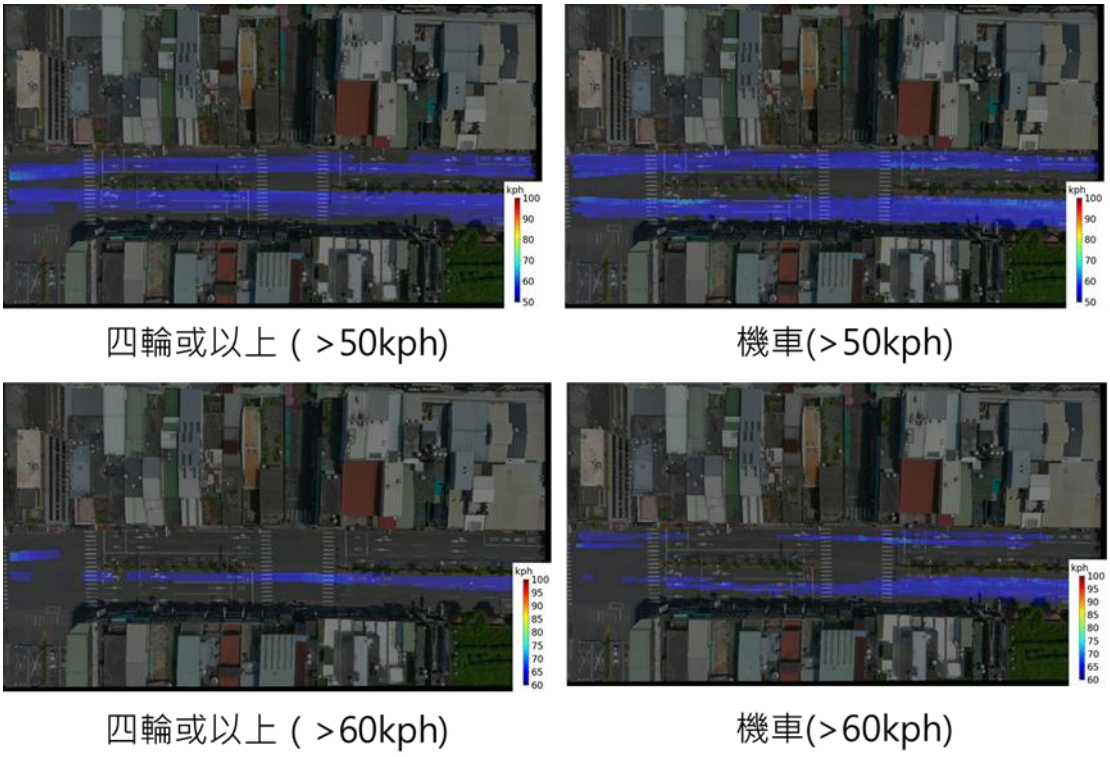


圖 7.4-12 桃園市中壢區中華路一段成功路口之超速行為（C 架次）

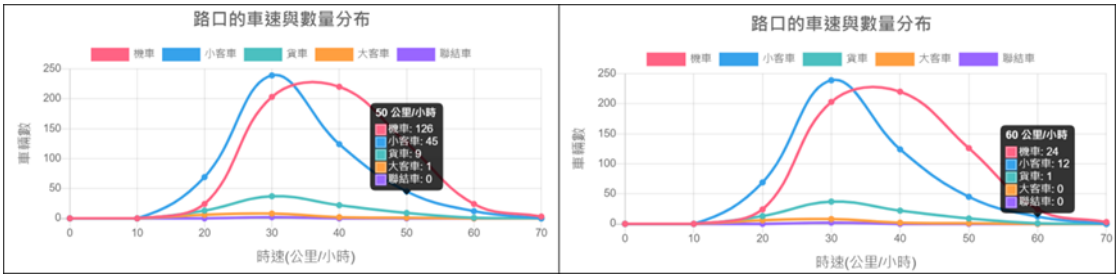


圖 7.4-13 桃園市中壢區中華路一段成功路口之車種車流特性分布（C 架次）

四、 標線及空間使用的綜合性檢查

標線劃設及空間分配會影響路口整體車流動線順暢度，逐一檢視路口中的標線、車道配置、號誌時相、風險用路行為等是否有不合理的情況。此部分之討論較多，將於第 7.4.3 小節以議題比較方式探討。

五、 機會左轉

由於本路口北向（A 方向）雖有機會左轉的時機點，但在 A 架次為違規左轉並在空拍影片中發現約有 7 輛汽車有違規左轉情況，車輛於無左轉保護時相左轉時，會受到對向直行車的車流狀況影響，產生機會左轉之情形。另一種情況為左轉車輛過多導致通過時魚貫而出，影響對向直行車輛優先通過之情況。在圖 7.4-14 與表 7.4-5 分析結果有以下發現：

(一) A 方向為機會左轉情境

(二) B 方向與 A 兩段左轉直行機車形成機會左轉（時相三）

(三) B 方向僅可左右轉

(四) A 方向有清道結束未通過路口車輛

(五) B 方向車輛大多未到達中央路口處左轉

(六) A、C 方向皆有車輛搶黃燈與闖紅燈

(七) A、C 方向有超速之車輛

(八) A 方向有發生強行左轉之車輛。

A方向左轉軌跡與路口中心　　B方向左轉軌跡與路口中心

圖 7.4-14 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 B、D 左轉方向軌跡圖（A 架次）

表 7.4-5 桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉分析結果（A 架次）

入口方向	左轉車輛								對向直行車輛						兩車相互行為
	車輛數	先行左轉	燈號轉換期間左轉	左轉車未到達中央路口處左轉	清道時間結束後仍無法通過路口	外側車道左轉	左轉機車數	機車於兩段式左轉路口直接左轉	車輛數	搶黃燈	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速法規速限	超速速限寬容值	左轉衝突（強行左轉）
A	7	0	0	0	2	0	**26**	0	520	18	5	2	56	7	1
B	23	0	0	12	0	0	30	0	**26**	-	-	-	-	-	-
C	0	0	0	0	0	0	0	0	700	18	11	0	71	13	0

在額外設定車道線、變換車道判斷線、路口區域的虛擬車道線後，可探討機會左轉進階分析，觀察其他更深入之衝突行為。在圖 7.4-14 及表 7.4-6 析結果中有以下發現：

(一) A 方向左轉車左轉車上游內側車道直行車於接近路口處變換車道

(二) A 方向左轉車上游車輛外切繞過左轉停等車通過

(三) A 方向車輛接近路口處跨越雙白線變換車道

(四) A 方向左轉車與 C 方向直行車之衝突

(五) A 方向兩車同時左轉之衝突

(六) B 方向左轉車多未經路口中心左轉。

表 7.4-6 桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉進階分析結果（A 架次）

入口方向	左轉車數量	對向直行車數量	對向直行車急減速	左轉車上游內側車道直行車於接近路口處變換車道	對向外側車道直行車未減速	對向車輛繞行通過	對向車輛加速通過	左轉車上游車輛外切繞過停等車通過	直行車行駛左轉專用道	接近路口處變換車道(跨越雙白線)	內側車道直行車變換車道與其上游車流之衝突	對向直行車減速與其上游車流之衝突	兩車同時左轉之衝突
A	7	522	10	4	2	2	1	6	0	22	1	1	1
B	23	26	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	10
C	0	708	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第二部分為了與A架次受交管措施及時相設計影響所區隔，後續以 C 架次為機會左轉分析目標。車輛於無左轉保護時相左轉時，會受到對向直行車的車流狀況影響，產生機會左轉之情形。另一種情況為左轉車輛過多導致通過時魚貫而出，影響對向直行車輛優先通

過之情況。在圖 7.4-15 與表 7.4-7 分析結果有以下發現：

(一) 只有 A 方向為機會左轉情境

(二) B 方向與 A 兩段左轉直行機車形成機會左轉（時相三）

(三) B 方向僅可左右轉 (T 字路口)

(四) A 方向有清道結束未通過路口車輛

(五) B 方向車輛大多未到達中央路口處左轉

(六) A、C 方向皆有車輛搶黃燈與闖紅燈

(七) A、C 方向有超速之車輛

(八) A 方向有發生強行左轉之車輛。

A方向左轉軌跡與路口中心　　B方向左轉軌跡與路口中心

圖 7.4-15 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 B、D 左轉方向軌跡圖（C 架次）

表 7.4-7 桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉分析結果（C 架次）

入口方向	左轉車輛								對向直行車輛						兩車相互行為
	車輛數	先行左轉	燈號轉換期間左轉	左轉車未到達中央路口處左轉	清道時間結束後仍無法通過路口	外側車道左轉	左轉機車數	機車於兩段式左轉路口直接左轉	車輛數	搶黃燈	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速法規速限	超速速限寬容值	左轉衝突（強行左轉）
A	3	0	0	0	0	0	36	0	568	9	0	2	125	18	0
B	32	0	1	17	0	1	38	0	36	-	-	-	-	-	-
C	0	0	0	0	0	0	0	0	116	2	0	0	28	6	0

在額外設定車道線、變換車道判斷線、路口區域的虛擬車道線後，可探討機會左轉進階分析，觀察其他更深入之衝突行為。在圖 7.4-15 及表 7.4-8 結果中有以下發現：

(一) A 方向左轉車左轉車上游內側車道直行車於接近路口處變換車道

(二) A 方向左轉車上游車輛外切繞過左轉停等車通過

(三) A 方向車輛接近路口處跨越雙白線變換車道

(四) A 方向左轉車與 C 方向直行車之衝突

(五) A 方向兩車同時左轉之衝突

(六) B 方向左轉車多未經路口中心左轉(切西瓜)。

表 7.4-8 桃園市中壢區中華路一段成功路口之機會左轉進階分析結果（C 架次）

入口方向	左轉車數量	對向直行車數量	對向直行車急減速	左轉車上游內側車道直行車於接近路口處變換車道	對向外側車道直行車未減速	對向車輛繞行通過	對向車輛加速通過	左轉車上游車輛外切繞過停等車通過	直行車行駛左轉專用道	接近路口處變換車道(跨越雙白線)	內側車道直行車變換車道與其上游車流之衝突	對向直行車減速與其上游車流之衝突	兩車同時左轉之衝突
A	19	964	2	**69**	3	**11**	3	**45**	**244**	0	**40**	0	0
B	396	230	2	0	0	**11**	0	**26**	0	7	0	1	**72**
C	0	1089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	16	299	0	0	0	8	0	5	0	0	0	0	3

六、 路口穿越衝突分析

由於時制計畫表在 A 架次及 BCD 架次之間有不同的交管措施及時相配置，第一部分路口穿越衝突分析探討 A 架次因車輛搶黃燈、闖紅燈、或綠燈未亮前起步、或因清道時間秒數不足，導致與橫向來車發生之穿越衝突，對應之碰撞型態為交岔撞，如圖 7.4-16 所示。有以下發現：

(一) A、C 方向有搶黃燈之行為

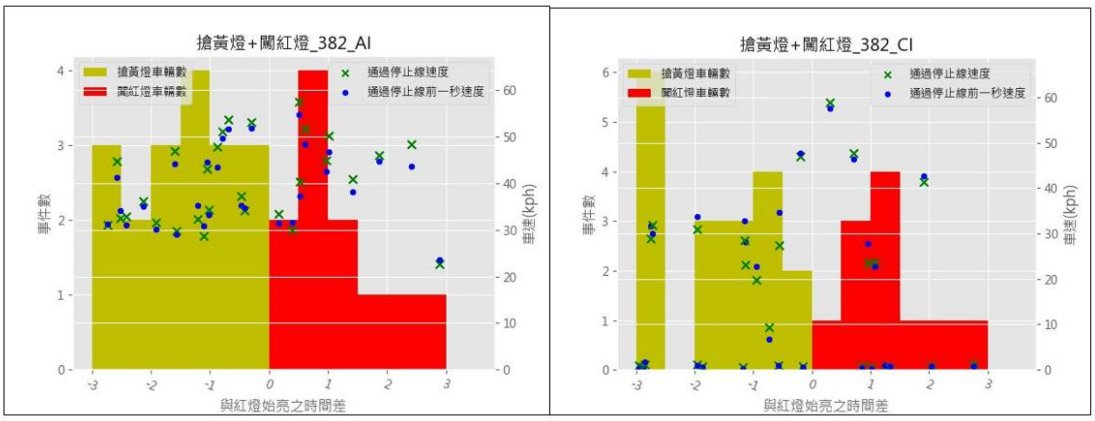
(二) C 方向分析結果顯示搶紅、黃燈車輛數較多之問題，與左轉待轉區溢出有關。

(三) A、C 方向有清道結束未通過路口車輛

(四) A、C、D 方向有少量闖紅燈車輛

(五) B、D 方向有超速之車輛

(六) B 方向僅可左右轉。



入口方向	直行車輛							兩車相互行為	
	車輛數	搶黃燈	清道時間結束後仍無法通過路口	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速速限	超速速限+10	穿越衝突(左側來向)	穿越衝突(右側來向)
A	703	18	14	11	0	71	13	0	0
B	-	-	-	-	-	-	-	0	0
C	520	18	19	5	3	56	7	0	0

圖 7.4-16 桃園市中壢區中華路一段成功路口之穿越衝突分析結果（A架次）

由於時制計畫表在 A 架次及 BCD 架次之間有不同的交管措施及時相配置，第二部分路口穿越衝突分析探討 C 架次因車輛搶黃燈、闖紅燈、或綠燈未亮前起步、或因清道時間秒數不足，導致與橫向來車發生之穿越衝突，對應之碰撞型態為交岔撞，如圖 7.4-17 所示。有以下發現：

(一) C 方向有搶黃燈之行為

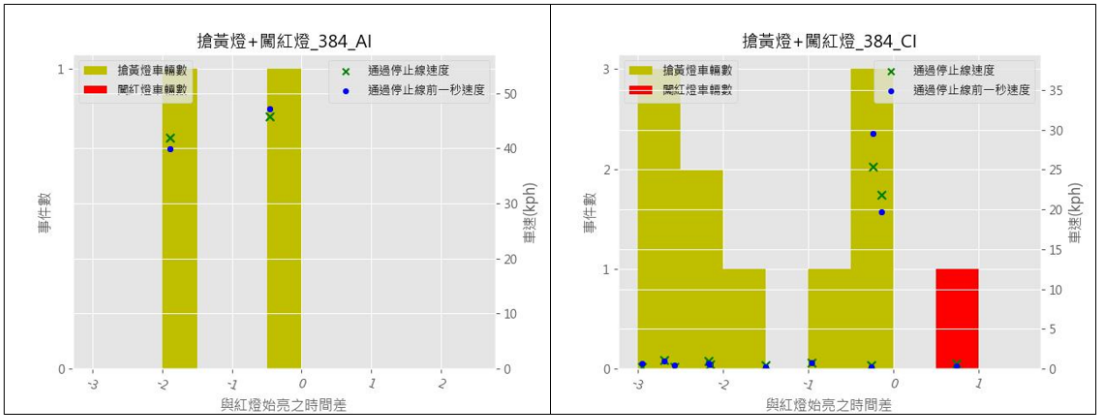
(二) C 方向分析結果顯示搶紅、黃燈車輛數較多之問題，與左轉待轉區溢出有關。

(三) C 方向有清道結束未通過路口車輛

(四) A、C、D 方向有少量闖紅燈車輛

(五) D 方向有超速之車輛

(六) B 方向僅可左右轉。



入口方向	直行車輛							兩車相互行為	
	車輛數	搶黃燈	清道時間結束後仍無法通過路口	闖紅燈	紅燈跨越停止線	超速速限	超速速限+10	穿越衝突(左側來向)	穿越衝突(右側來向)
A	604	9	0	0	0	161	47	0	0
B	-	-	-	-	-	-	-	0	0
C	568	10	13	0	3	125	18	0	0

圖 7.4-17 桃園市中壢區中華路一段成功路口之穿越衝突分析結果（C架次）

7.4.3 潛在問題及原因探討

從平台的衝突熱點圖中可以觀看每個衝突點的類型及詳細資料及發生衝突前後十秒的影片，了解衝突發生的過程及可能原因。以下將觀察到的風險問題以視覺化或畫面截圖方式加以說明，以下提出四個值得討論的潛在議題，以及其建議改善方案：

一、 機車待轉動線與待轉區位置不當

在A方向路口下游處有設置機車左轉待轉區，並劃設槽化線阻隔直行車輛於待轉車之外，然而待轉區及槽化線位於外側車道之直行行經位置（約佔半個車道），直行車輛會壓到待轉區，外側車道之部分直行車為閃避槽化線，會往內側偏移。如圖 7.4-18 發生下游回堵情況時，且機車待轉區過小，部分機車躲在待轉區前陰影處，如圖 7.4-19。對應中壢工務段提供之圖 7.4-4 及表 7.4-4，發現該位置之事故碰撞構圖有發現部分交叉撞、停等追撞之情形發生。

本研究建議設置機車左轉待轉車道、結合設置機車左轉待轉號誌時相。在八月改善方案中有提到公路局已施作左轉機車待轉車道，但未能確認號誌時相是否有調整，未來可透過事後分析驗證該建議方案之改善成效。

圖 7.4-18 桃園市中壢區中華路一段成功路口之機車待轉動線與待轉區位置不當

圖 7.4-19 桃園市中壢區中華路一段成功路口之受陰影遮蔽影響之左轉待轉機車

二、 A 方向違規左轉問題

在上午 7 時至 9 時之晨峰時間內，A 方向為禁止左轉，但在 A 架次觀察中發現仍有車輛進行違規左轉。在圖 7.4-20 A 架次影片觀察

到，C 方向有 3 車道，且當有大車在中間或是內側車道遮蔽外側車道車輛視線時，C 方向 A 方向左轉車輛（紅框車輛）與 C 方向外側車道直行機車（黃框車輛）產生衝突。對應中壢工務段提供之事故碰撞構圖為左轉穿越側撞，該碰撞情況事件數為路口內最多，也是管理機關應最先解決之情況。本研究建議改善措施為加強在禁制管制時間內執法，並提供禁左時段之替代道路（如前方路口可迴轉）資訊，減少因 C 方向車輛較多時，A 方向左轉車輛通過時發生衝突之可能性。

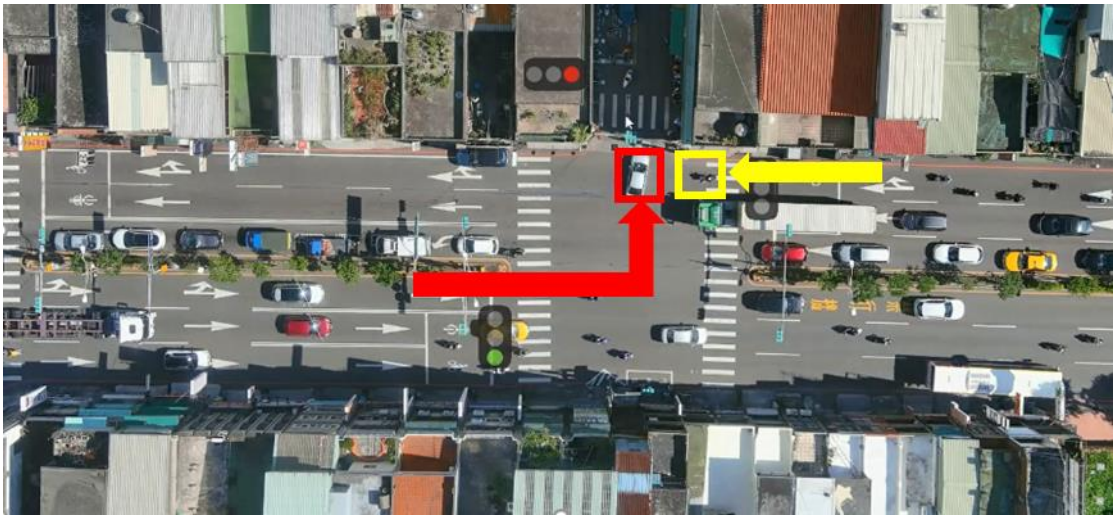


圖 7.4-20 桃園市中壢區中華路一段成功路口之違規左轉議題

三、 A 方向同向直行車衝突問題

此路口 A 方向內側車道為左直共用車道，當有左轉車在左直車道等待時，後方直行車輛（紅、黃框車輛）會違規跨越雙白線變換車道，迫使不同車道直行車相互爭道之情形，對應中壢工務段提供之事故碰撞構圖為直行追撞，如觀察圖 7.4-21 所示。此外，觀察圖 7.4-22 之空拍影片，在車流較多或是下游回堵期間，也觀察到部分機車鑽行或並行與同車道車輛。亦請參閱機會左轉進階分析之指標：接近路口處變換車道（跨越雙白線）。由於中壢工務段在八月有改善車道配置，本研究無相關建議。

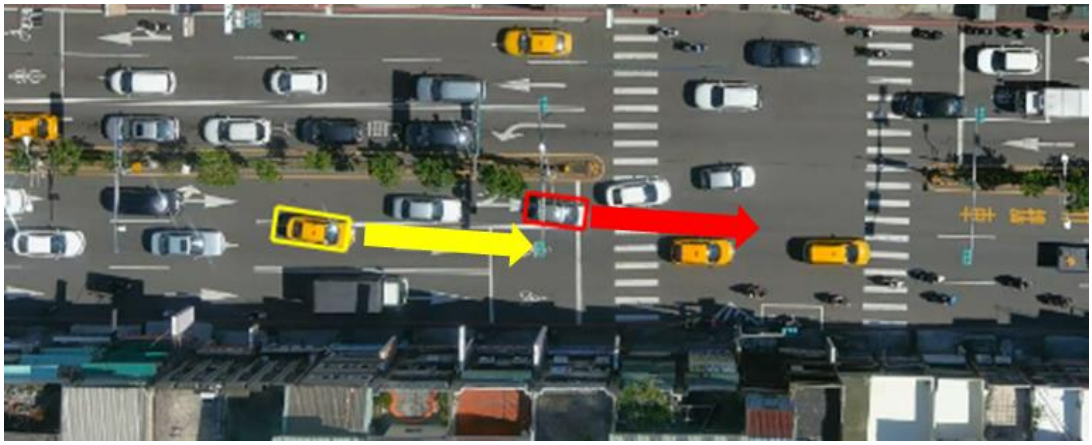


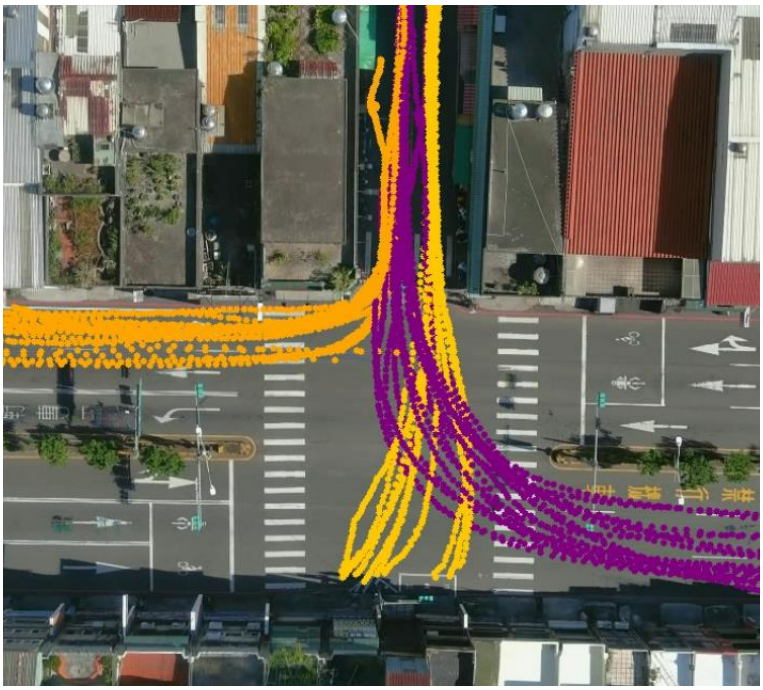
圖 7.4-21 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 A 方向同向直行車衝突議題

圖 7.4-22 桃園市中壢區中華路一段成功路口之 A 方向同向機車鑽行議題

四、 待轉機車直行與 B 方向左轉車產生「機會左轉」

A 方向機車兩段式左轉，其直行方向與 B 方向左轉為同時綠燈通行（時相三），產生機會左轉情境。因 A 方向待轉區空間不足，部分左轉待轉車輛會停等至上游區域（圖 7.4-23），導致會出現於 B 方向左轉車之右方，與待轉區起步之直行車輛產生對向車流交織之情況（圖 7.4-24 軌跡圖）。

圖 7.4-23 桃園市中壢區中華路一段成功路口之待轉機車與 B 方向左轉車衝突



附註：黃色線為 A 方向左轉待車機車、紫色線為 B 方向左轉車輛、橘色線為 B 方向右轉車輛

圖 7.4-24 桃園市中壢區中華路一段成功路口之時相三軌跡圖

7.4.4 問題整理與改善建議

根據上述探討的議題，提出可能改善方案如下，並參考交通部公路局北區養護工程分局中壢工務段提供之七月份改善方案進行比較，如下表 7.4-9 所示。

由案例中可以發現，改善路口安全除交通工程措施之外，號誌時相設計亦須同步對應改善，制定合適的號誌時制方案時應慎重考慮路口之車流條件及駕駛行為，而在路口改善方案也應透過事前事後之比較了解改善路口之成效。透過案例分析，發現標線、車道配置、號誌燈號時相等設計因素，是車流行為安全性的關鍵因素，交通管制措施、違規左轉、左轉機車待轉區動線問題、左轉車與直行車衝突等交通安全風險。透過本節之分析，提出對應之交通工程改善方案，例如設置機車左轉待轉車道結合左轉時相、提供禁左時段之替代道路（如前方路口可迴轉）資訊、調整號誌時相（如提供 D 方向機車早開時間先通過路口）等方式，結合空拍圖可作為實務機關之參考。

表 7.4-9 問題整理與改善建議

相關議題	產生問題及原因	本研究建議之改善方案	公路局中壢工務段路口改善規劃之改善方案
議題一：機車待轉動線與待轉區位置不當	A 方向下游有設置機車待轉區，並劃設槽化線，惟待轉區及槽化線位於外側車道之直行行經位置（約佔半個車道），直行車會壓到待轉區。 外側車道之部分直行車為閃避槽化線，會往內側偏移。 機車待轉區過小，部分機車躲在待轉區前陰影處。	設置機車待轉車道、設置待轉號誌時相。(公路局已施作待轉車道，但未能認號誌時相是否有調整)	設置機車左轉待轉車道、設置待轉號誌時相。
議題二：A 方向違規左轉問題	在晨峰時間 A 方向禁止左轉，但仍有車輛進行違規左轉。 C 方向有 3 車道，且當有大車遮蔽視線時，A 方向左轉車輛與 C 方向外側車道直行機車產生衝突。	加強執法，並提供禁左時段之替代道路（如前方路口可迴轉）資訊。	無
議題三：A 方向同向直行車衝突問題	A 方向內側車道為左直車道，當有左轉車等待時，後方直行車輛會違規跨越雙白線變換車道。 亦請參閱機會左轉進階分析之指標：接近路口處變換車道(跨越雙白線)	無相關建議	取消內側車道與中間車道雙白線設置
議題四：待轉機車直行與 B 方向左轉車產生「機會左轉」	A 方向機車兩段式左轉，其直行段與 B 方向左轉共用綠燈時相（時相三），產生機會左轉情境。因待轉區空間不足，待轉車輛會停等至上游區域，導致會出現於 B 方向左轉車之右方。	需要透過調整號誌時相（如提供 D 方向機車早開時間先通過路口）。 8 月份實際改善後，此問題可能持續，需取得號誌時相表才能進行判斷。	無

第八章 下(114)年度計畫研究方向及應用情境探討

8.1 先導測試計畫

根據本(113)年之先導測試計畫之盤點及規劃， 114 年度將探討路側衝突情境之相關議題，預定課題為「公車進出站衝突」、「路外設施進出車流衝突」(請參閱表 6.2-2)。合作機關方面，暫不決定明年度之合作機關，視今年的合作情況並與運研所討論後再行決定。

在衝突分析方面，平台中目前主要以 TTC 及 PET 作為衝突風險程度的判斷依據，然而，TTC 及 PET 僅代表兩車發生碰撞的機率，未能反映碰撞之後果。參考 Arun et al. (2022)，可將交通衝突風險進一步區分為碰撞頻率（crash frequency）及碰撞嚴重程度（crash severity），其嚴重程度主要跟兩車車種及碰撞前後之速度差（Delta-V）相關。因此本研究提出將車速納入至判斷依據，即改以採用雙指標的方式進行衝突嚴重程度之判斷。

目前平台之判斷方式，如表 8.1-1 所示，當中將交通衝突分為四個程度：瀕危風險、高風險、中風險、低風險，以 TTC 及 PET 作為主要判斷依據，只包含兩車車速及相對車速超過 10kph 之衝突事件。新判斷方式將交通衝突分為四個程度調整為高風險、中風險、低風險、兩車互動，以 TTC 及 PET 作為碰撞機率的評估指標、兩車最大車速作為碰撞嚴重程度的評估指標。其中參考李紹輔(2022)之研究，當後車為機車或汽車時有不同的 TTC 門檻，亦參考 Kronprasert et al. (2021) 將兩車涉及機車與否時採用不同的兩車最大車速門檻，初步提出之判斷方式如表 8.1-2 所示。此判斷方式可供委員或各界作為討論依據，並將於下(114)年度建置於分析平台上。

表 8.1-1 交通衝突風險程度之原判斷方式

衝突風險程度	TTC 或 PET (sec)	機車車速 (kph)	汽車車速 (kph)	兩車相對車速 (kph)
瀕危風險	0~<=1.0	>10	>10	>10
高風險	>1.0~2. 0			
中風險	>2.0~3.0			
低風險	>3.0~5.0			

表 8.1-2 交通衝突風險程度之新判斷方式

衝突風險程度	TTC (sec)		兩車最大車速(kph)	
	後車為機車	後車為汽車	其中一輛為機車	兩車同為汽車
高風險	0~<=0.4	0~<=0.8	>50	>70
中風險	>0.4~0.8	>0.8~1.6	30~<=50	50~<=70
低風險	>0.8~2.0	>1.6~3.0	10~<=30	30~<=50
兩車互動	>2.0~5.0	>3.0~5.0	<10	<30

備註：

1. 汽車定義：包含四輪或以上車輛。
2. 風險程度判斷方式：上述各項門檻需以所有指標都達到相同風險程度等級為基準計算。若任一指標未達門檻，則依次低一等級計算風險。
3. 衝突風險等級調整：過去在計算衝突熱點圖時，低風險事件不納入考量，因此將「衝突風險程度」之等級名稱調整為高風險、中風險、低風險、兩車互動。
4. TTC 門檻建議：根據李紹輔（2022）之研究，不同前後車種的 TTC 門檻應有所區別，例如：當後車為機車時，門檻較低（0.7–0.8 秒）、當後車為汽車時，門檻較高（1.3–1.6 秒）。因此建議將中風險的 TTC 門檻設定為 0.8 秒（後車為機車）及 1.6 秒（後車為汽車）。
5. 事故嚴重程度衡量指標：兩車最大車速（Max S）、兩車相對車速（Relative Speed）、以及碰撞前後速度差（Delta-V）是常用的事故嚴重程度（Crash severity）衡量指標。由於車速為直接量測數據，建議以兩車的最大車速作為計算指標。此外，考量機車和汽車在質量及碰撞承受能力上的差異，若其中一輛為機車，應採用較低的最大車速門檻數值。

8.2 改善影像辨識追蹤技術

下年度計畫除了持續支援道路車輛偵測追蹤中所遇到的實際課題外，主要研究方向將著重在結合 transformer 架構與 SAM 模型，以提高道路標線的辨識率與完整性，並提供簡便的編修工具功能以彌補自動辨識結果的不足。另一方面，也將對辨識出的標線進行數位化，提供向量圖檔以方便未來進行數位編輯使用。

8.3 優化分析軟體

目前交通衝突分析軟體已完成基本設定包含【偵測線與偵測區域設定】及【車道線及車道屬性設定】功能，平台可根據使用者自定義之偵測線與區域來呈現車輛軌跡，或是做路段分析功能，【偵測線與偵測區域設定】設計上可調整性都比以往更有彈性且應用更廣泛，因此也可通用於路口情境之專案，使用者可以更有效率的應用及分析車輛軌跡的資訊。而【車道線及車道屬性設定】則是能讓所有基本分析結果映照到各車道，例如衝突事件的發生位置，使用者可以透過車道篩選資料，查看基本分析根據車道分類的統計結果。

在先導測試計畫的部分，本期針對今年分析重點，包括【汽機車混流衝突】及【左轉車道配置與行車動線】之分析完成了設定功能及視覺化分析圖表。除了完成上述提到的【車道線及車道屬性設定】及【偵測線與偵測區域設定】，另外還包含針對路段分析 15 項風險指標開發【門檻值設定】功能，使用者能夠自行決定風險超出的門檻值範圍，加上運用由使用者定義之【車道線及車道屬性設定】及【偵測線與偵測區域設定】為基本條件來做分析，使得整體路段分析功能相較以往增進了分析彈性。

在基本功能的部分，有鑑於本期交通衝突分析軟體著重於「路段」之分析功能的開發，本期將過去「路口」及「路段」分析功能在介面上以一鍵切換方式使兩者得以共存，現有平台之基本功能包含【衝突事件表與統計摘要】、【車流特性】、【衝突熱點 TTC/PET】、【車流量調查】、【速度熱區圖】及【減速度熱區圖】都已完成應用於路段之分析功能開發，由使用者定義之【車道線及車道屬性設定】

及【偵測線與偵測區域設定】套用在上述的分析功能中，以車道的視角來更清楚的檢視分析結果。

在優化功能的部分，為了讓平台的操作介面使用更便利，本期也針對現有「專案檢索工具」加入日期檢所來提升專案搜尋效率，另也因應路段情境需要在同路段不同方向建立多專案需求，新增複製專案功能，讓使用者能夠減少上傳檔案及手動設定的動作，根據分析需求快速建立專案。

8.4 無人機空拍影像

現階段對於雙機軌跡接合展示的效果比預期更好，未來會朝此方向取代單機作業與分析的前置工作，而由於今年雙機的拍攝尚為實驗階段，在許多方面都極為仰賴人工與經驗法則來執行；此外軌跡接合的實際做法也需要花費人力去調整參數，因此未來的雙機拍攝與軌跡接合的工作，本計畫團隊將進行標準化與自動化的優化工程。

對於雙機拍攝的作業，首先是將作業流程標準化，預計會結合地圖、GPS 座標等輔助工具，藉由軟體計算雙機的飛行路線與相對拍攝位置，飛手只需在指定位置進行微調與監控無人機即可，一方面降低飛手的執行門檻、一方面減低協調人員須顧及飛手周遭安全與雙機間距的工作負擔，以達到自動化的效益。

在雙機軌跡接合的部分，如先前報告所述其成果超出原本的預期，也比影像接合的效果更佳，但目前的軌跡接合所使用的參數與方法(如：對接的旋轉角度、軌跡的相對位移量)都是以人工的方式設定數值，這使得整體流程進入到這一階段時，會拖慢執行速度，為此本計畫團隊預期若未來執行此計畫可將此一流程做自動化的改善，以達到更迅速的進行整個道路分析。

綜上所述，對於無人機的影片拍攝與雙機軌跡接合，本計畫團隊未來皆會以標準化流程、自動化執行為主軸去執行，朝這方向執行除了可降低執行門檻、提供穩定的軌跡品質，亦能縮短實作時間及投入人力，此外自動化也能將整體的操作進行移轉而不需綁定特

定人士，這對於本道路分析計畫的推廣與平展是極為必要的工作。

第九章 結論與建議

本研究基於前期研究計畫所完成的無人機空拍路口影像結合 AI 影像辨識追蹤技術、交通衝突分析方法等，於今(113)年將分析對象由路口擴大至路段，進行汽機車混流衝突、左轉車道配置與行車動線先導測試計畫，以串聯前期之分析技術，發展更完整的道路交通衝突分析工具。此外，本研究與道路管理機關合作對 2 處案例地點進行交通衝突分析，協助其診斷問題及研提改善措施，以推廣本研究之成果應用。

9.1 結論

一、無人機交通路口/路段觀測方法

無人機從高空俯瞰能夠完整捕捉路口/路段的車流狀況，不會有視角受限或影像扭曲的問題，這對後續的影像處理和交通衝突研究非常有幫助。現今市面上的無人機種類非常多元，包括：多旋翼機、定翼機、定旋翼機、繫留無人機。考慮到需要在路口/路段上空保持穩定懸停，多旋翼機無疑是最理想的選擇。不過，多旋翼機本身也有各種不同的型號和品牌，並考量政府機關對於無人機資安之政策，這讓選購決策變得更加複雜。根據本研究累積的使用經驗和實際測試結果，從以下幾個面向來評估和選擇合適的無人機：操作便利性、維護難易度、拍攝品質、整體成本，其整理說明詳圖 9.1-1：

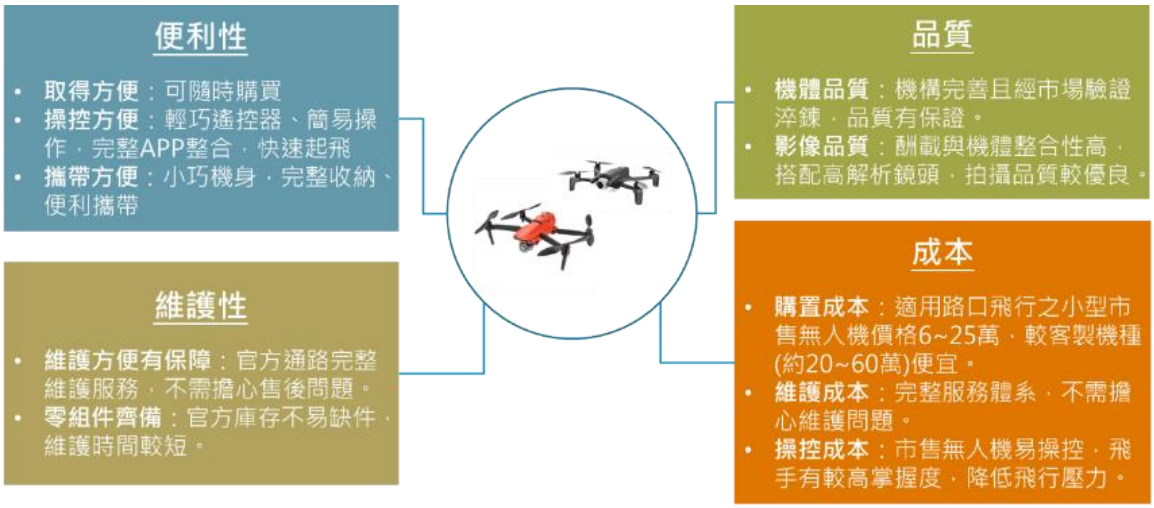


圖 9.1-1 路口/路段空拍無人機擇選評估條件說明

無人機雖具備空拍優勢，亦為目前最適合辦理路口/路段影像蒐集及交通分析方式之一，惟現行仍有相關技術、法規及計畫合約條款等限制，以致影響部分研究成果，說明如下：

(一) **禁(限)航區**：很多易肇事路口或交通路口/路段都位於禁(限)航區範圍內，現行做法僅能依法規申請，且須配合法規限定之高度或起降時間進行影像蒐集，故能進行拍攝之空間與時間就會受到較多的限制，恐無法完全取得想拍攝的路口/路段範圍或離(尖)峰時段。

(二) **天候限制**：無人機由精密電子零件組成，因散熱通風考量，多不具備防水功能，且目前市售無人機多無保證能於雨天時安全飛行，故目前尚無法進行雨天環境之交通衝突分析。

(三) **夜間限制**：因多數路口/路段於夜間時僅於路口臨近處有路燈，或道路上僅有行駛車輛車燈之照明，其光線亮度較為不足。目前一般無人機採用可見光拍攝，尚無法確保其拍攝品質，而熱影像或紅外線鏡頭之有效距離通常只有 20 至 30 公尺，惟本研究所需之飛行高度至少要 60 公尺，尚有一段差距，因此本研究目前較無於夜間進行拍攝之合適方案。

(四) **空拍時長**：目前無人機飛行時間約為 30 分鐘，另考量起降及抗風因素，無人機可蒐集之影像長度最多約為 20 分鐘，這也是目前無法展延影片時間之主要因素。

(五) **拍攝範圍**：目前採用無人機依據拍攝地點與目的的不同，飛行高度為 60 至 200 公尺，能拍攝的範圍約為 80 至 260 公尺，惟部分路口/路段範圍很大，致使其空拍範圍尚無法涵蓋完整的路口/路段。本研究因應此議題，針對單機飛高、雙機協作影像縫合(技術一)、雙機協作軌跡接合(技術二)進行測試與評估，詳細結論於影像分析技術小節說明。

(六) **本研究合約條款**：本研究使用無人機，必須符合交通部民用航空局登錄規定與相關資安要求規定辦理。

二、空拍影像成果：

本研究累積無人機路口空拍影像，迄今已擴及全台 12 縣市 69 個路口，今(113)年度新增先導測試 8 個路段，以下為本(113)年度及迄今累積之成果說明。

(一) 本(113)年度已完成拍攝 2 處易肇事路口及 8 處先導測試路段，涵蓋臺北市、新北市及桃園市等 3 個縣市，合計拍攝影片 43 部，影片總時長約為 12 時 27 分。

(二) 自 107 年起進行無人機空拍影像任務，已累計涵蓋全臺 12 縣市(宜蘭縣、基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、彰化縣、雲林縣、臺南市、高雄市)，共計 69 個路口、8 個路段、281 部空拍影片，總影像時數高達 121 小時，並包含易肇事路口 18 處、先導測試路口 51 處、先導測試路段 8 處，其統計圖詳圖 9.1-2、圖 9.1-3。

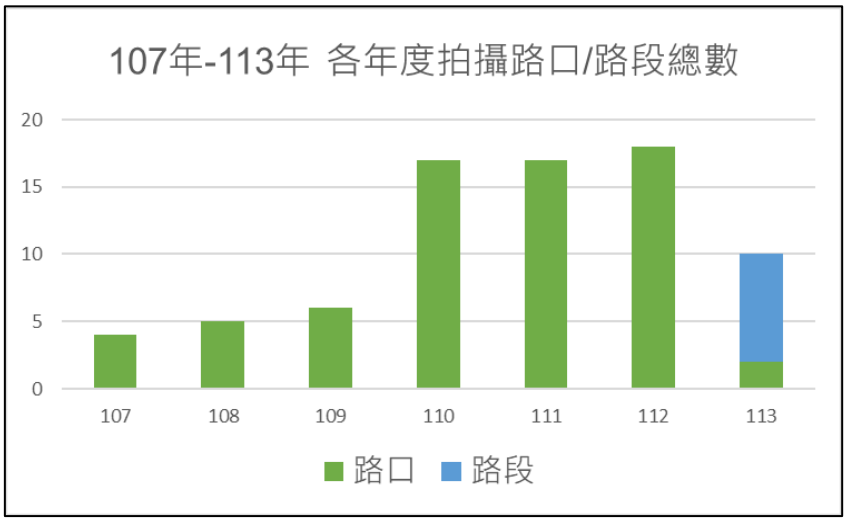


圖 9.1-2 本所 107-113 年各年度拍攝路口/路段總數

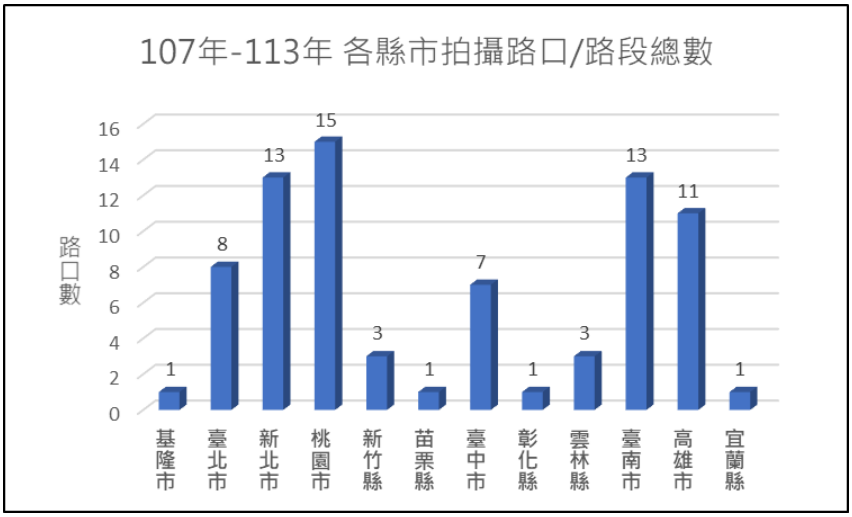


圖 9.1-3 本所 107-113 年各縣市拍攝路口/路段總數

三、影像分析技術

(一) 在過去的多年期計畫中，本計畫團隊已提出了針對路口影像的車輛偵測與追蹤完整方案，透過自研的深度學習架構 oriented YOLOv4 與針對旋轉框改進的 SORT 演算法，完成了基於車輛 4 個角點的軌跡擷取技術，可用於計算複雜路口環境下的車速、車輛間距、衝突時間等重要資訊。

(二) 關於車輛偵測與追蹤，亦有審查委員探討大型重型機車與普通重型機車區分的可能性，惟大型重型機車在數量上相對稀少許多，在實務辨識上容易因其稀少性而導致一般機車誤認為大型重機情況發生；另一方面，考量本研究主要針對一般性的車輛分類進行處理，目前並不探討此一課題。

(三) 在今(113)年新的 2 年期計畫中，本研究主要將過去研發之車輛偵測與追蹤技術，重新應用到狹長的道路空拍影像並進行軌跡擷取。為了能在有限的硬體資源下，對狹長的道路進行處理，而又不犧牲其影像解析度，本研究針對下述三種方式進行測試：

1. 單機飛高拍攝：可透過適當的影片畫面重組編排，僅針對道路區域車輛擷取完整連續軌跡。無論是在軌跡完整性、拍攝與影像處理的困難度，都是較佳的選擇。例如搭載 6K 或 8K 攝影機以更高高度拍攝，雖然訓練模型無

法接受如此高解析度之影像，但由於一般直線路段僅占影像一小部分，因此可擷取主要道路部分，重組成可訓練的 1920×1920 影像，如圖 9.1-4 所示，以保有與過去訓練資料相似的車輛面積。此作法可避免多部無人機的拍攝同步問題，產生時空連續的影片內容與軌跡；然而若面對將來更廣泛的拍攝需求，單機空拍會受限於相機的解析度極限以及軍、民用空域的衝突。

2. 雙機協作縫合影像(技術一)：受到影像接合產生之問題，軌跡品質不佳，不建議採用此處理方式。
3. 雙機協作軌跡接合(技術二)：可透過軌跡銜接來重建完整軌跡。雖然車輛分析的時間會加長，並且在影像回放上僅能以一路段兩影像方式做為回放基礎，但對於未來若要應用在更長距離之路段會是現階段最適合的解決方式，惟本方式軌跡重複問題目前僅進行初步測試，建議未來進行更多測試與研析。

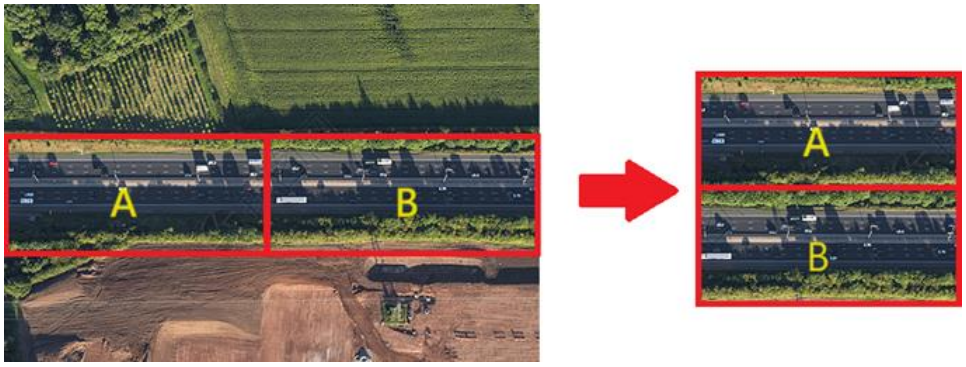


圖 9.1-4 將路段區域重組成偵測用影像

(四) 另一方面，在本年度計畫中，本研究也針對空拍影像下的標線偵測問題進行了初步探討，提出了基於 transformer 深度學習架構與及基於SAM模型架構的兩種可行方案。研究結果顯示前述兩種方案各有其優勢且深具互補性，有望在高度自動化的 transformer 架構下先偵測獲得初步結果，之後再透過 SAM 模型對該初步結果進行自動優化，並提供簡便的人工修改機制。

四、交通衝突分析

(一) 2 處易肇事路口：本研究先以基本功能及進階功能進行衝突分析，發現標線、車道配置、號誌燈號時相等是車流行為安全性的關鍵因素。如設計不當，可能會導致清道時間不足、未依規定左轉、左轉車與直行車衝突等交通風險問題。透過本研究之工具分析，可釐清問題源頭，採用對應之交通工程改善方案，例如增加清道時間（全紅秒數）、提供左轉附加車道、將號誌時制改為遲閉或輪放等方式。本研究案例發現，號誌時相早開很可能會對用路人帶來額外的交通事故風險，在制定合適方案時應慎重考慮其車流條件及駕駛行為。

(二) 先導測試計畫：本期研究探討兩項車道相關之交通衝突情境，包括汽機車混流衝突、左轉車道配置與行車動線。汽機車混流衝突係探討汽車與機車同時於車道上運行，因機車常有偏移、鑽車、超車之行為導致車流亂度增加，以及車輛行駛時未與前車保持安全距離，容易造成擦撞及追撞等風險；左轉車道配置與行車動線則探討左轉車與直行車於左轉車道所發生之衝突及風險。車道上各類型之交通衝突有相關，因此在分析工具的開發上，採通用型之分析指標，包括 8 項具風險之駕駛及用路行為、2 項違規行為及 5 項交通衝突，分析人員可於路段中自行設定分析範圍，由平台中輸出分析範圍中的風險及衝突事件統計結果。

(三) 本研究已完成與合作機關(公路局、臺北市交通管制工程處、新北市交通局)進行回饋會議並交流分析結果，以利合作機關了解在轄管路段、易肇事路口之問題發現及其改善建議。

(四) 在汽機車混流衝突之分析項目中，機車和汽車有發生超速、併行、同車道超越、橫向偏移等風險行為，汽車之風險行為主要集中於車道 1（內側車道）及車道 2，而機車之風險行為則集中於車道 2 及車道 3（外側車道）。其中一個案例（北新路一段北向新生街～中華路）發現最外側車道為慢車道，由寬至窄，其車流須匯入至快車道，導致車輛之間的橫向間距過近，亦有機車匯入至快車道時加速並超車，該路段可能缺乏適當標線引導，路權不明確，導致車輛相互爭道的情形。

(五) 在左轉車道配置與行車動線之分析項目中，蒐集了不同的左轉車道配置如左轉附加車道、左轉專用車道（無附加車道）、左直混合車道，發現有機車超速並行駛於左轉專用車道（禁行機車道）的情況。其中一個案例（北新路三段(南向)順安街～民權路）發現內側車道為直行車道，且禁行機車、僅限公車左轉，當內側車道公車等待機會左轉時，影響後方直行車無法通行，產生直行車輛跨域雙白線向右變換至中間車道，與中間車道直行車輛造成衝突，同時導致路口之通行效率大幅下降。建議號誌時制應調整並考慮左轉公車之動線需求。

五、交通衝突分析軟體

本研究之交通衝突分析軟體已具備相當多分析工具，可提供交通專家分析運用，並已針對特定的路口交通衝突情境(如機會左轉、路口穿越衝突、右轉衝突、非號誌化路口停讓衝突、機會左轉進階分析及人車衝突等情境)，及路段交通衝突情境(如汽機車混流衝突、左轉車道配置與行車動線)提供套裝分析模組，亦在許多分析工具上新增快捷鍵、預設值或路口/路段雙頁面的切換功能，前述之開發及優化功能都大幅增加使用者對路口的掌握度，也提升分析軟體的易用性。整體軟體架構如下：

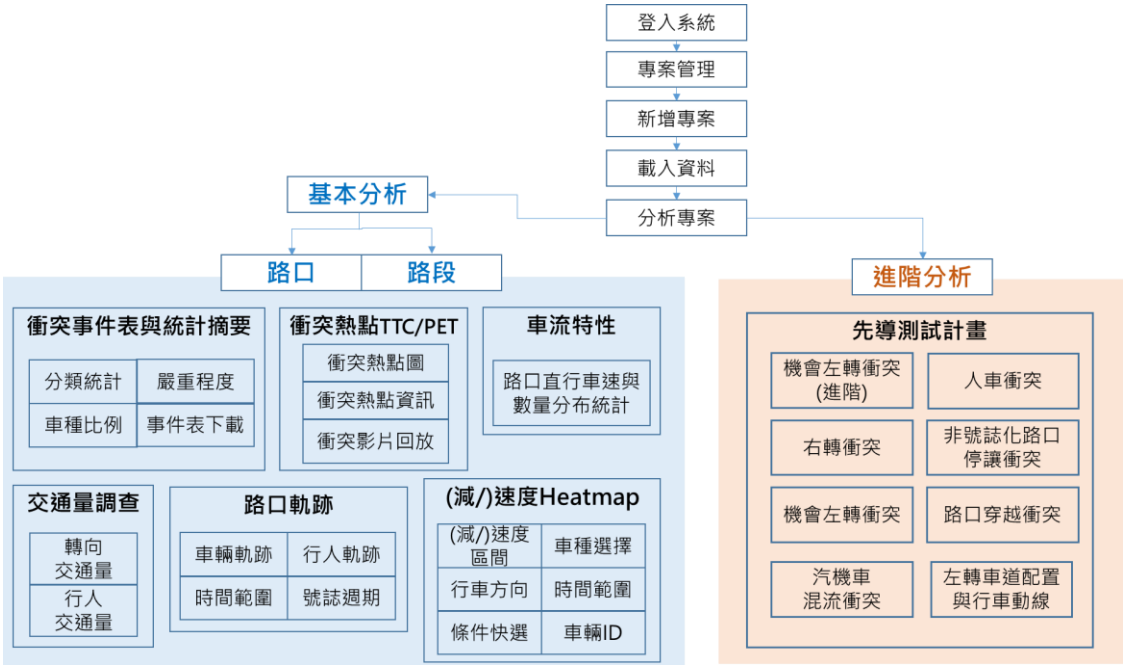


圖 9.1-5 交通衝突軟體架構圖

本(113)年度系統特色：

(一) 新增偵測線、偵測區域、車道線及車道屬性設定，使用者可依路段狀況及分析應用之需要自行繪製及設定，以車道及偵測物件的角度檢視各個風險行為的指標數據。

(二) 專案檢索工具優化，加入日期檢索提升專案搜尋效率。

(三) 新增路段基本分析功能完整，統計資訊齊備，快速掌握路段潛在衝突：

1. 衝突事件統計表及衝突熱點圖：以衝突指標 TTC/PET 及其風險程度，觀看路段衝突分布狀況。
2. 車流特性：可掌握路段直行車數量與車速。
3. 交通量調查：提供車輛及行人流量統計數據。
4. 路段軌跡繪製：以視覺化方式呈現人車軌跡，提升車流行為分析能力。
5. 速度/減速度 HeatMap：以視覺化方式呈現車流之速度/減速度表現，並提供快捷選項，快速掌握車流速度分布。

(四) 新增路段進階分析：先導測試計畫之情境設計套裝分析工具，除了已有的機會左轉分析、路口穿越衝突、右轉衝突、非號誌化路口停讓衝突、機會左轉進階分析及人車衝突等分析模組，今年新增路段情境衝突分析，包含汽機車混流衝突及左轉車道配置與行車動線等功能模組。

針對操作介面及功能面已完成開發與優化，且各項工具更加直觀易用，優化後的介面設計，使得操作流程更加順暢、清晰，使用者無需經過繁瑣的步驟即可達成目標，從而提高工作效率，以利使用者可快速掌握分析軟體相關功能及模組。

9.2 建議

本研究已針對路段上車道交通衝突之相關開發，後續將分成無人機、影像辨識、交通衝突分析、交通衝突分析軟體分別提出建議，這有助為未來提供道路管理機關更具體且可量化的交通安全改善建

議。

一、無人機空拍路口/路段交通

無人機進行交通路口/路段的空中拍攝，有效避免角度限制及遮蔽問題，對影像蒐集而言至關重要。若空拍影像能保持穩定、無晃動，將對後續分析帶來極大幫助。考量到路口/路段拍攝的特殊情境與環境，多旋翼無人機憑藉其操作簡便、機動性強以及優越的懸停穩定性，成為進行交通路口/路段分析與調查的理想選擇。另考量維護性、成本等條件，建議可使用市售無人機，且須具備以下基本規格：

(一) 抗風能力，至少蒲福風級>4 (5.5~7.9 m/s)。

(二) 懸停時間：至少 25 分鐘以上。

(三) 拍攝時間：至少 20 分鐘以上。

(四) 中小型，軸距 20~45 公分。

(五) 攝影機規格：

1. 影像解析度：至少 4k。
2. 攝影機三軸穩像，無曲面變形且攝影角度大。
3. 可遠端控制攝影機角度及錄影時間。
4. 具備自動對焦、自動曝光調整等功能。

因應未來大型路口或長路段交通分析需求並導入多機協同運作，同時飛行兩架無人機，建議將流程標準化、並開發無人機自動化操作平台，例如：雙機飛行航線編排、自動軌跡接合功能。惟此方式執行後的結果，仍需影像分析技術相互搭配，始能驗證其可行性。

二、影像式車流分析技術

目前本期拍攝影片主要以單機飛高進行處理與分析，少量影片也經過雙機協作(軌跡接合)測試以驗證其可行性。在合乎法規前提下，單機飛高可獲得包含軌跡與完整路段影片等較多資訊，但雙機協作(軌跡接合)對空拍更有利於廣域拍攝，建議明(114)年度再篩選部分道路進行雙機協作(軌跡接合)作業研析，以期建立更完成 SOP，達到

雙機作業優化及廣域分析之目的。

另一方面，本研究也在標線偵測試問題上實作了兩個可行方案:一個是基於 transformer 深度學習架構的偵測法，可以正確辨識並分類多數標線的位置與大致範圍；另一個是基於 Meta 公司發布的泛用分割模型 SAM。SAM 雖然無法對標線進行分類，但可透過自動或人工位置提示的方式，精準取得標線邊緣輪廓，提供更精準的標線範圍。本計畫團隊預計在明(114)年度將兩種方案進行整合，達到截長補短的最佳成效。

三、交通衝突分析

(一) 本研究之執行方向以開發軟體功能分析工具為主，建議未來可再蒐集更多的資料，並運用本研究開發之分析軟體進行分析後，建立統計模型探討影響衝突或事故之重要原因，並做為道路工程或交通工程設計之準則。

(二) 交通衝突事件的判斷是依據文獻廣泛使用的 TTC 及 PET，以固定秒數門檻值做為衝突嚴重程度的依據，尚未考慮國內汽機車混合車流的情況。本研究已於第 8.1 節提出考慮汽機車車種及車速之交通衝突風險程度判斷方式，供各界討論，並將於 114 年度於分析平台中進行修改。

(三) 針對路段上的交通衝突，本研究提出了 8 項具風險之駕駛及用路行為、2 項違規行為及 5 項交通衝突，當中部分指標的計算方式及呈現仍有討論空間，例如[C5] TERCRI 是偵測跟車太近可能導致的追撞風險，也可用於評估機車循行的情況，此指標將所有車輛追撞風險的加總，可能難以了解是否由於個別車流行為差異所導致。後續可進一步拆分為有發生追撞風險的車輛數（及佔全部車流之比例）以及這些車輛的追撞風險平均曝露時間，將指標進行正規化以利意涵解讀。後續將持續蒐集各界意見後再進行調節，並將於 114 年在分析工具中進行調整。

(四) 本(113)年度之先導測試計畫針對路段中的車道衝突進行分析，開發出使用者可彈性設定、不受路型限制之分析工具，114 年應進一步針對路側活動對車流造成之交通衝突風險進行探討並開發對應之分析工具。

四、交通衝突分析軟體

本研究旨在建立一套完整的標準作業流程（SOP），以期讓交通分析變得更加簡便且精確。回顧該交通衝突分析軟體的開發過程，從數位化基礎建設到智慧化分析功能的強化，顯示出此方法對於交通衝突分析具有顯著的助益。今(113)年因應先導測試路段衝突情境分析，因此在分析工具上新增偵測線、偵測區域、車道線及車道屬性設定等功能，使用者可依路段狀況及分析應用之需要自行繪製及設定，以車道及偵測物件的角度檢視各個風險行為的指標數據，並優化專案檢索工具，均能提升分析軟體之易用廣泛性且增加對路段交通衝突之掌握度。

今(113)年度已進行功能模組的整合及分類，在使用介面上更加明確易懂，後續預期新增每個專案的參數匯入與匯出功能，例如將專案 A 的所有設定參數匯出後，再匯入至專案 B，從而縮短繁瑣的設定步驟，使用者可以直接套用現有設定並進行必要的修改，提升操作效率。然而，目前分析一個專案需要先使用影像分析軟體進行穩定影像、車種辨識、車輛追蹤等操作，接著在分析軟體上建立專案進行衝突分析，惟建立專案時有許多參數需人工設定，這使得後續的推廣應用稍顯困難，因此，建議在數位化與智慧化的基礎上，逐步向自動化發展，未來朝向打造「交通衝突一站式自動化分析平台」，如圖 9.2-2，簡化分析流程並增加自動化功能，使用者能自行上傳影片且設定參數後，隨即進行影像分析，逐步實現軟體自動化的目標。

圖 9.2-1 平台發展規劃建議方向

參考文獻

內政部國土管理署(2023a)，市區道路路側停車與快慢分隔島對交通安全影響之研究案(尚未公開)。

內政部國土管理署(2023b)，市區道路路口車道寬度及車道配置影響評估案(尚未公開)。

內政部營建署(2020)，107 年度市區道路車道配置及車道寬度調整研究與實作案。

台北市交通安全促進會(2020)，108 年度禁行機車管制成效與觀測指標分析評估案，台北市交通安全促進會。

張勝雄、陳菀蕙、曾平毅、吳繼虹、高桂娟、林聖超、麥朗澂、陳品帆、張耕碩、張開國、葉祖宏、孔垂昌、黃明正(2016)，混合車流情境之機車交通安全工程設計方法研究，交通部運輸研究所。

許添本、溫谷琳、張哲寧、陳俊嘉、林瑩潔、張開國、葉祖宏、孔垂昌、黃明正(2018)，混合車流路口道路與交通工程設計範例(1/4)，交通部運輸研究所。

許添本、溫谷琳、蔡牧融、楊皓宇、吳崧權、張開國、葉祖宏、賴靜慧、孔垂昌、黃明正(2021)，事故型態導向之路口交通工程設計範例參考手冊，交通部運輸研究所。

溫基信、王宏生 、黃家耀 、 蘇志文 、 周業凱 、 楊植竣 、張開國、葉祖宏、孔垂昌、黃明正(2020)， 路口無人機交通攝影及衝突分析技術開發，交通部運輸研究所。

溫基信、王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文、周業凱、彭千純、張開國、葉祖宏、賴靜慧、孔垂昌(2021)， 路口俯視攝影技術於交通衝突分析之案例應用與比較，交通部運輸研究所。

溫基信、王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文、葉祖宏、賴靜慧、黃明正(2022)，以無人機探勘人車流動資訊之應用情境規劃與先導測試(1/3) -建立分年測試計畫，交通部運輸研究所。

溫基信、王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文、葉祖宏、賴靜慧、黃明正(2023)，以無人機探勘人車流動資訊之應用情境規劃與先導測試(2/3) -非號誌化路口，交通部運輸研究所。

溫基信、王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文、葉祖宏、賴靜慧、黃明正(2024)，以無人機探勘人車流動資訊之應用情境規劃與先導測試(3/3) -斜交及多岔路口，交通部運輸研究所。

溫基信、王宏生、蘇志文、黃家耀、蔡洛緯、周業凱、張開國、葉祖宏、林樹德、孔垂昌(2019)， 道路交通車流及事故風險偵測與分析工具之發展應用，交通部運輸研究所。

詹炳源(1990)，以交通衝突理論分析交岔路口及研擬改善策略之研究，中央警官學校警政研究所，碩士論文。

鄭博安(2020)，基於深度學習之自動化道路資訊辨識與重建系統，國立臺灣科技大學資訊工程所，碩士論文。

蘇逸軒與胡守任(2023)。「以接受間距探討混合車流下非號誌化路口之交通衝突」。中華民國運輸學會 112 年學術論文研討會，臺北市。

Abdel-Aty, M., Wang, Z., Zheng, O., & Abdelraouf, A. (2023). Advances and applications of computer vision techniques in vehicle trajectory generation and surrogate traffic safety indicators. *Accident Analysis & Prevention*, *191*, 107191.

Abraham, N., & Khan, N. M. (2019). A novel focal tversky loss function with improved attention u-net for lesion segmentation. *2019 IEEE 16th international symposium on biomedical imaging (ISBI 2019)*, 683-687.

Amundsen, F., & Hydén, C. (1977). First workshop on traffic conflicts. *Institute of Transportation Economics. Lund, Sweden: Lund Institute of Technology*.

Arun, A., Haque, M. M., Washington, S., Sayed, T., & Mannering, F. (2021). A systematic review of traffic conflict-based safety measures with a focus on application context. *Analytic methods in accident research*, *32*, 100185.

Arun, A., Haque, M. M., Washington, S., Sayed, T., & Mannering, F. (2022). How many are enough?: Investigating the effectiveness of multiple conflict indicators for crash frequency-by-severity estimation by automated traffic conflict analysis. *Transportation research part C: emerging technologies, 138*, 103653.

Azimi, S. M., Vig, E., Bahmanyar, R., Körner, M., & Reinartz, P. (2018). Towards multi-class object detection in unconstrained remote sensing imagery. *Asian conference on computer vision*, 150-165.

Bared, J. (2016). *Open Source Surrogate Safety Assessment Model, 2017 Enhancement and Update: SSAM Version 3.0 [Tech Brief]* (No. FHWA-HRT-17-027). United States. Federal Highway Administration..

Bewley, A., Ge, Z., Ott, L., Ramos, F., & Upcroft, B. (2016). Simple online and realtime tracking. *2016 IEEE international conference on image processing (ICIP)*, 3464-3468.

Bochkovskiy, A., Wang, C.-Y., & Liao, H.-Y. M. (2020). Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. *arXiv preprint arXiv:2004.10934*.

Ding, X., Zhang, X., Ma, N., Han, J., Ding, G., & Sun, J. (2021). Repvgg: Making vgg-style convnets great again. *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*, 13733-13742.

Du, Y., Zhao, Z., Song, Y., Zhao, Y., Su, F., Gong, T., & Meng, H. (2023). Strongsort: Make deepsort great again. *IEEE Transactions on Multimedia, 25*, 8725-8737.

Fang, L., Sun, T., Wang, S., Fan, H., & Li, J. (2022). A graph attention network for road marking classification from mobile LiDAR point clouds. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *108*, 102735.

Fischler, M. A., & Bolles, R. C. (1981). Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Communications of the ACM*, *24*(6), 381-395.

Gettman, D., & Head, L. (2003). Surrogate safety measures from traffic simulation models. *Transportation Research Record*, *1840*(1), 104-115.

Gettman, D., Pu, L., Sayed, T., Shelby, S. G., & Energy, S. (2008). *Surrogate safety assessment model and validation*.

Guan, H., Lei, X., Yu, Y., Zhao, H., Peng, D., Junior, J. M., & Li, J. (2022). Road marking extraction in UAV imagery using attentive capsule feature pyramid network. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *107*, 102677.

Harris, C., & Stephens, M. (1988). A combined corner and edge detector. In *Alvey vision conference, 15*(50), 10-5244.

Hayward, J. C. (1972). Near miss determination through use of a scale of danger.

Hsu, T.-P., & Wen, K.-L. (2019). Effect of novel divergence markings on conflict prevention regarding motorcycle-involved right turn accidents of mixed traffic flow. *Journal of safety research*, *69*, 167-176.

Hydén, C. (1987). The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique. *Bulletin Lund Institute of Technology, Department,* (70).

Jiang, Y., Zhu, X., Wang, X., Yang, S., Li, W., Wang, H., Fu, P., & Luo, Z. (2017). R2CNN: Rotational region CNN for orientation robust scene text detection. *arXiv preprint arXiv:1706.09579*.

Johnsson, C., Laureshyn, A., & De Ceunynck, T. (2018). In search of surrogate safety indicators for vulnerable road users: a review of surrogate safety indicators. *Transport reviews*, *38*(6), 765-785.

Kronprasert, N., Sutheerakul, C., Satiennam, T., & Luathep, P. (2021). Intersection safety assessment using video-based traffic conflict analysis: The case study of Thailand. *Sustainability, 13*(22), 12722.

Kuhn, H. W. (1955). The Hungarian method for the assignment problem. *Naval research logistics quarterly*, *2*(1-2), 83-97.

Laureshyn, A., & Várhelyi, A. (2018). The Swedish traffic conflict technique: Observer's manual.

Laureshyn, A., De Ceunynck, T., Karlsson, C., Svensson, Å., & Daniels, S. (2017). In search of the severity dimension of traffic events: Extended Delta-V as a traffic conflict indicator. *Accident Analysis & Prevention*, *98*, 46-56.

Laureshyn, A., Svensson, Å., & Hydén, C. (2010). Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first

implementation. *Accident Analysis & Prevention*, *42*(6), 1637-1646.

Li, S. F. & Hu, S. R. (2024). Thresholds and Contributing Factors for Rear-End Traffic Conflicts at Signalized Intersections under Mixed Traffic Flow Conditions. Accepted for presentation at *the 103rd Annual Meeting of the Transportation Research Board (TRB 2024),* January 7-11, 2024, Washington, D.C., U.S.A.

Liao, M., Shi, B., & Bai, X. (2018). Textboxes++: A single-shot oriented scene text detector. *IEEE transactions on image processing*, *27*(8), 3676-3690.

Liao, M., Zhu, Z., Shi, B., Xia, G.-s., & Bai, X. (2018). Rotation-sensitive regression for oriented scene text detection. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 5909-5918.

Lin, T.-H., & Su, C.-W. (2022). Oriented Vehicle Detection in Aerial Images Based on YOLOv4. *Sensors*, *22*(21), 8394.

Lin, Y. T., Su, Y. X., & Hu, S. R. (2024). Factors for Opportunity Left-turn Traffic Conflicts at Urban Signalized Intersections. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 15,* 2906-2920.

Liu, Z., Lin, Y., Cao, Y., Hu, H., Wei, Y., Zhang, Z., Lin, S., & Guo, B. (2021). Swin transformer: Hierarchical vision transformer using shifted windows. *Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision*, 10012-10022

Lu, J., Li, T., Ma, J., Li, Z., & Jia, H. (2020). SAR: Single-stage anchor-free rotating object detection. *IEEE Access*, *8*, 205902-205912.

Ma, J., Shao, W., Ye, H., Wang, L., Wang, H., Zheng, Y., & Xue, X. (2018). Arbitrary-oriented scene text detection via rotation proposals. *IEEE transactions on multimedia*, *20*(11), 3111-3122.

Mahmud, S. S., Ferreira, L., Hoque, M. S., & Tavassoli, A. (2018). Reviewing traffic conflict techniques for potential application to developing countries. *Journal of Engineering Science and Technology*, *13*(6), 1869-1890.

Oyallon, E., & Rabin, J. (2015). An analysis of the SURF method. *Image Processing On Line*, *5*, 176-218.

Parker Jr, M. R., & Zegeer, C. V. (1989). *Traffic conflict techniques for safety and operations: Observers manual*. (No. FHWA-IP-88-027, NCP 3A9C0093). United States. Federal Highway Administration.

Perkins, S. R., & Harris, J. I. (1966). *Criteria for traffic conflict characteristics*. Research Laboratories, General Motors Corporation.

Qian, W., Yang, X., Peng, S., Yan, J., & Guo, Y. (2021). Learning modulated loss for rotated object detection. *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence, 35*(3), 2458-2466.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.*

Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. *Advances in neural information processing systems*, *28*.

Rosten, E., & Drummond, T. (2006). Machine learning for high-speed corner detection. *Computer Vision–ECCV 2006: 9th European Conference on Computer Vision, Graz, Austria, May 7-13, 2006. Proceedings, Part I 9*, 430-443.

Sacchi, E., Sayed, T., & Deleur, P. (2013). A comparison of collision-based and conflict-based safety evaluations: The case of right-turn smart channels. *Accident Analysis & Prevention*, *59*, 260-266.

Sharma, A., Kumar, V., & Longchamps, L. (2024). Comparative performance of YOLOv8, YOLOv9, YOLOv10, YOLOv11 and Faster R-CNN models for detection of multiple weed species. *Smart Agricultural Technology*, 100648.

Tarko, A., Davis, G., Saunier, N., Sayed, T., & Washington, S. (2009). White paper: surrogate measures of safety. *Committee on Safety Data Evaluation and Analysis (ANB20)*.

Terven, J., & Cordova-Esparza, D. (2023). A comprehensive review of YOLO: From YOLOv1 to YOLOv8 and beyond. *arXiv preprint arXiv:2304.00501*.

Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H. Y. M. (2023). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 7464-7475.

Wang, C. Y., Liao, H. Y. M., Wu, Y. H., Chen, P. Y., Hsieh, J. W., & Yeh, I. H. (2020). CSPNet: A new backbone that can enhance learning capability of CNN. *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition workshops*, 390-391.

Wojke, N., Bewley, A., & Paulus, D. (2017). Simple online and realtime tracking with a deep association metric. *2017 IEEE international conference on image processing (ICIP)*, 3645-3649.

Wu, K.-F. K., & Lin, T. (2022). Investigating the effects of travel lane configuration and lane width on traffic safety where powered-two-wheelers (PTWs) share with larger vehicles: A micro perspective. *Accident Analysis & Prevention*, *172*, 106682.

Xu, Y., Fu, M., Wang, Q., Wang, Y., Chen, K., Xia, G.-S., & Bai, X. (2020). Gliding vertex on the horizontal bounding box for multi-oriented object detection. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, *43*(4), 1452-1459.

Yan, H., Zhang, C., & Wu, M. (2022). Lawin transformer: Improving semantic segmentation transformer with multi-scale representations via large window attention. *arXiv preprint arXiv:2201.01615*.

Yang, X., & Yan, J. (2020). Arbitrary-oriented object detection with circular smooth label. *Computer Vision–ECCV 2020: 16th European Conference, Glasgow, UK, August 23–28, 2020, Proceedings, Part VIII 16*, 677-694.

Yang, X., & Yan, J. (2022). On the arbitrary-oriented object detection: Classification based approaches revisited. *International Journal of Computer Vision*, *130*(5), 1340-1365.

Yang, X., Sun, H., Fu, K., Yang, J., Sun, X., Yan, M., & Guo, Z. (2018). Automatic ship detection in remote sensing images from google earth of complex scenes based on multiscale rotation dense feature pyramid networks. *Remote sensing*, *10*(1), 132.

Yang, X., Yan, J., Feng, Z., & He, T. (2021). R3det: Refined single-stage detector with feature refinement for rotating object. *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence, 35*(4), 3163-3171.

Yang, X., Yang, J., Yan, J., Zhang, Y., Zhang, T., Guo, Z., Sun, X., & Fu, K. (2019). Scrdet: Towards more robust detection for small, cluttered and rotated objects. *Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision*, 8232-8241.

Zhang, Y., Sun, P., Jiang, Y., Yu, D., Weng, F., Yuan, Z., ... & Wang, X. (2022, October). Bytetrack: Multi-object tracking by associating every detection box. In *European conference on computer vision* (pp. 1-21). Cham: Springer Nature Switzerland.

Zheng, L., Ismail, K., & Meng, X. (2014). Traffic conflict techniques for road safety analysis: open questions and some insights. *Canadian journal of civil engineering*, *41*(7), 633-641.

附錄 A.今(113)年計畫工作項目執行狀況一覽表

項次	需求功能	執行狀況
1	蒐集並彙整無人機空拍應用於路段交通衝突分析之相關課題	-
(1)	蒐集國內外路段交通衝突，以及使用無人機空拍分析道路交通衝突之應用與研究文獻	請見於報告書第二章。
(2)	彙整路段交通衝突相關課題，首先為如何評估影響車道交通衝突之因素，如車道寬度、禁行機車 VS 汽機車混流、快(慢)車道等配置，以及駕駛行為之併行、超車、車道變換、跟車間距等，對於交通安全之影響；其次為如何評估影響路側交通衝突之因素，如公車站位置及進出停靠路側、路邊停車位或臨時停車、建物或停車場出入口等，對於交通安全之影響。	請見於報告書第二章。
(3)	前項結合路口相關議題，研提分析架構，諮詢專家或召開座談會以確認相關內容。	請見於報告書第六章、附錄 B-專家學者座談會。
(4)	依據前述分析結果，選擇路段高風險交通衝突情境，擬定 2 年期(113-114)先導測試計畫及排定測試優先順序。	請見於報告書第六章。
2	執行第 1 年先導測試計畫	-
(1)	依據第 1 點擬定之 2 年先導測試計畫優先順序，執行第 1 年(113 年)先導測試計畫，計畫議題應與車道交通衝突有關。	請見於報告書第六章。
(2)	先導測試計畫內容包括測試與分析方法、測試設備(無人機機種、路側設備等)、測試場域(包含道路類型及數量)、無人機飛行趟次、拍攝影片之選擇時段及總時長等，並執行測試，藉由分析測試資料評估及確認相關技術成熟度與限制。	請見於報告書第六章。
(3)	透過前項先導測試計畫，除分析該交通衝突課題之特性外，並綜整此類交通衝突之判斷原則，以供後續實務單位分析此類交通衝突之參考及應用。	請見於報告書第六章。
(4)	配合先導測試計畫，新增「交通衝突分析軟體」相關分析功能及圖表，並與 110-112 年已開發之路口分析功能結合。	請見於報告書第五章。
3	持續優化空拍影像之 AI 自動辨識及追蹤技術	-

項次	需求功能	執行狀況
(1)	配合分析路段空拍影像需求，AI 自動辨識及追蹤技術應可處理 150 公尺以上之路段。	請見於報告書第四章。
(2)	探討國內外最新發展之 AI 自動辨識及追蹤技術，能否優化本研究 AI 自動辨識及追蹤技術。	請見於報告書第二章。
(3)	就空拍路口或路段底圖，探討自動辨識路型及相關標線，並自動標註尺寸之技術可行性。如具技術可行性，則於下(114)年度進行軟體開發。	請見於報告書第四章。
4	持續優化「交通衝突分析軟體」	-
(1)	與道路管養機關合作(原則不與 110-112 年合作機關重複)，運用本分析軟體協助其分析至少 2 個地點交通衝突情形，以驗證本分析軟體相關功能之可行性、操作性及正確性，並依據執行經驗優化新軟體相關功能。協調合作之道路管養機關優先選擇當年度可執行改善之易肇事地點，協助其依據本研究提供之交通衝突分析資料，參考交通工程設計範例進行相關交通工程改善。若改善時程可配合，則於當年度或隔年度協助合作之道路管養機關比較分析改善前後之交通衝突變化情形，以評估改善成效。	請見於報告書第七章。
(2)	檢視修訂 112 年修訂之分析軟體之操作手冊及無人機空拍影像作業流程。	請見於報告書附錄 D。
5	綜整摘要說明 107-112 年重要研究成果，並摘要說明本(113)年階段性成果。	請見於報告書第 2.4 節與第 9.1 節。
6	針對計畫重要成果，製作海報及影片電子檔。	遵照辦理。
7	就本(113)年度研究成果，辦理成果說明會及教育訓練，協助道路管理機關及顧問公司導入交通衝突分析技術，並調查訓練滿意度及性別分析。	請見於報告書附錄 E 與附錄 F。
8	將本期研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、港灣技術季刊、國內外期刊、學術研討會。	遵照辦理。

附錄 B.專家學者座談會

「結合空拍影像與 AI 辨識技術於路段交通安全之先導測試計畫應用情境盤點」專家學者座談會會議紀錄

一、時間：113 年 5 月 8 日（星期三）下午 2 時

二、地點：本所 2 樓會議室（臺北市松山區敦化北路 240 號）

三、主持人：本所葉組長祖宏、陽明交通大學胡教授守任

四、出席委員及單位：（會議簽到單）

五、主辦單位報告：（略）

六、綜合討論：

(一) 臺灣大學土木工程學系陳教授彥向

1. 山區公路彎道有不同的曲率或線型可能會產生一些對撞風險，可研議討論。
2. 市區的快速道路系統，因為其線型標準相對較低，有些彎道可能比較容易造成危險，或許可嘗試討論。
3. 無人機拍攝影像獲取車流軌跡是否會有抖動，是否有做平滑處理？

(二) 臺北市政府交通局

1. 機車團體所提的混流議題，例如：禁行機車開放與否，若能分析禁行機車道開放前後的車流使用特性、不同車道車速的差異性，可有依據對外說明。
2. 如果能夠找到道路重鋪的前後資料蒐集，或許可以評估交通標線的議題，例如：車道對齊。
3. 希望多做一些不同時段的空拍分析，取得不同車流量下對於路段的交通安全議題。
4. 關於合作意願，臺北市可配合先導測試計畫及易肇事路口改善計畫。

(三) 新北市政府交通局

1. 受環境限制許多道路空間較不足，公車停靠區很多都是劃在混合車道上。
2. 機車團體訴求開放第三車道，又分成只能行駛還是可以行駛加上左轉。當時在汐止有做實驗將速限降低，但後來發現對於安全沒有影響，所以又將速限調回來。
3. 速限是否為計劃未來會考慮，並將其納入分析，人為因素是否會納入分析。
4. 願意跟研究團隊合作，地點可為北新路一段至三段，養工預計準備做刨鋪，內側的車流複雜、公車流量大、內側車道縮減。

(四) 景翊科技股份有限公司

1. 希望未來能透過無人機空拍進行事前事後的分析，提供公路局與國土管理署做道路總體檢，提倡行人永續。
2. 無人機拍攝可取得正攝影像此為很好的空拍視角，但受到機體限制無法涵蓋較大的拍攝範圍會有影像拼接的議題。
3. 空拍拍攝時有無做地面控制點的校正？
4. 有無影像回播與軌跡紀錄的功能，此對於後續交通分析是很好用得功能。
5. 路段分析確實是很多交通單位希望能處理的議題。
6. 行車間距是很重要的參數，如果可以蒐集到對於車流模擬相當有幫助。
7. 國外有軟體是線上進行車流軌跡辨識、客製化分析則是離線版；研究團隊未來會希望如何進行開發架構。

(五) 台灣世曦工程顧問股份有限公司

1. 是否有考慮隨著路段巡航飛行了解上下游之間的關係。
2. 是否有考慮行人與路側的關係。

(六) 易緯工程顧問股份有限公司

1. 本研究在應用上會有哪些限制，可拍攝的範圍可涵蓋多少？
2. 期許本研究技術成果未來可引用到相關的交通計畫，提供事前的風險分析和事後的績效評估。
3. 未來是否會機會產出一些風險指標的定義，提供相關的改善對策建議。
4. 車流交織：上游為機慢車道到下游變成混合車道，未來是否會考慮進去。

(七) 本所運輸安全組

1. 路段分析如何界定與定義風險指標，相對路口更具挑戰，其不像路口有相對直觀的風險與違規定義（例如：路口闖紅燈），路段觀察到的多為行為的變化，目前沒有既有的模型，如何建立分析方式尚需請教各個專家學者。
2. 本研究著重在工具開發，較難直接做到提供風險指標及改善對策，但期許在有限的樣本獲取各種態樣，之後挑選空拍地點盡量包含各種不同的道路幾何。
3. 是否能從規劃的角度去思考可能的應用情境，一次飛行可能就能涵蓋多種情境分析？

七、會議結論：

1. 簡報 p.10，請各單位代表與專家學者協助確認此架構是否有需補充或調整的。

2. 請各單位在會後一週內，就研究團隊所擬先測試計畫情境及排序提供意見。此外，若中央及地方機關有意願與本研究合作，請根據簡報所提合作需求，提供相關資訊及具體合作承諾。
3. 如何找到適當的指標，是未來需要深入探討的議題。

八、散會時間： 16 點 00 分

附錄 C.113 年度無人機規格

本(113)年度以 Autel Robotics EVO II Pro 進行路口拍攝，提供無人機規格如下。

品項	規格
飛行器	● 尺寸:508*634*111mm(含槳葉) ● 尺寸:258*368*111mm(無槳葉) ● 重量 (含電池及槳)：1191 克 ● 最大起飛重量：2000 克 ● 軸距:397mm ● 最長飛行時間 40 分鐘 ● 最長懸停時間 35 分鐘 ● 最大上升速度：每秒 8 公尺 ● 最大水平飛行速度：每秒 20 公尺 ● 最大飛行海拔高度：7000 公尺 ● 飛行時間：約 40 分鐘 ● 最長懸停時間：約 35 分鐘 ● 工作環境溫度：-10°C 至 40°C ● 最大抵抗風力 8 級
航拍相機	● 裝置方式：隨機附航拍攝影機 ● 影像感測器：1 英吋 CMOS ● 光圈：f/2.8~f/11 ● ISO 範圍：錄影:100~6400(自動) 照片:100~12800(自動) ● 視角:82 度 ● 相片最大解像度：5472*3648(3:2) 5472*3076(16:9) 3840*2160(16:9) ● 錄影解析度： 4K UHD：3840x2160 24/25/30/48/50/60fps FHD：1920x1080 24/25/30/48/50/60/120/fps ● 影片存儲最大碼流：120 Mbps ● 相片檔案格式：JPEG, DNG ● 影片檔案格式：MP4/MOV (H264/H265) ● 支援存儲卡類型：標準 32GB 最高容量 256GB ● (UHS-3 rating required) MicroSD 卡
雲台	● 穩定系統：三軸增穩 ● 可控轉動範圍：俯仰：- 90° to +30°
遙控器	● 遙控裝置：手機 APP 操作 (Autel Explorer) ● 工作頻率:2.400Ghz 至 2.4835；5.725Ghz 至 5.850 ● 訊號有效距離：5 公里(CE) ● 容量：5000mAh

品項	規格
	● 工作電流/電壓：1.7A @ 3.7V
電池	● 容量：7100mAh ● 電壓：11.55V ● 電池類型：LiPo 3S ● 最大充電功率：93W

附錄 D.無人機空拍程序說明

無人機空拍程序透過實際場域執行下，逐步建立完整的 SOP，重點整理如下表 1：

表1 無人機空拍SOP重點

項次	項目名稱	重點說明
1	無人機作業可行性評估	1. 評估路口/路段幾何特性，包括人行天橋遮蔽、路樹遮蔽等問題。 2. 評估無人機飛行條件，如訊號干擾、禁限航區等問題。
2	選擇起降場地 *兩架無人機拍攝	1. 選擇空曠之處做為起降場地，如距路口 3 公尺處且有 5 平方公尺空地。 2. 不影響行人動線並應於周遭放置警示牌。 *3. 如遇拍攝路段需同時起飛兩架無人機時，因環境地理位置關係無法同一地點起降，則依照拍攝需求找尋各自適合起降點，但需緊密保持連繫。 *4. 兩架無人機起降點為同一點時，切記先行溝通往返飛行路徑，以免造成飛安事故。
3	飛行前檢查及路口/路段資訊記錄	1. 飛行前 360 度檢查。 2. 至民航局管理系統進行飛航活動前登載。 3.飛行前後以無人機鏡頭拍攝電子鐘畫面。
4	飛行參數設定	1. 依需求情境固定飛行高度。 2. 設定拍攝解析度(本年為 6K/30fps)。
5	無人機起飛拍攝	1. 飛行至路口/路段中央位置，拍攝畫面以主要道路為橫向、次要道路為縱向，並盡量以北方為上。 2. 為利於號誌時間同步記錄，無人機起飛至降落須全程錄影，並於降落後再次拍攝電子鐘畫面後始可停止錄影。
6	飛行後檢查及場地復原	1. 無人機降落後須拍攝電子鐘畫面。 2. 飛行後 360 度檢查。 3. 至民航局管理系統進行飛航活動後登載。 4. 場地復原及移除警示牌。

項次	項目名稱	重點說明
7	路口/路段資訊紀錄	路口/路段比例尺量測，建議以明顯標的物為量測目標。
8	完成路口/路段影像蒐集	1. 依照路口/路段編碼、架次、飛行高度、影片時間等進行影片名稱管理。 2. 將空拍影片、側錄影片、照片上傳至伺服器統一管理。

一、事前地點勘查與評估

空中領域並非想飛就能隨時起飛，執行任務前請務必先了解現場環境狀況，如勤務車輛停放處、無人機起落點、緊急迫降區、拍攝號誌時相地點、飛行路徑、外部環境評估等，說明如下：

(一)確認飛行路口/路段：上網使用線上地圖，確認需要蒐集影像資料的路口/路段。

(二)決定作業場地：

1. 使用線上地圖衛星圖層可以大致了解該路口的環境，請確認好東南西北方位。
2. 尋找空曠的起落區域，決定讓飛手、觀測手有足夠空間執行勤務地點。
3. 選擇空拍機起飛地點為較空曠之處(距路口 3 公尺處應有 5 平方公尺空地)，且不影響行人動線並應於周遭放置警示牌，用以提醒行人注意勿近。
4. 拍攝團隊所駕駛車輛請遵守規定勿違停，避免干擾現場正常人車流動狀況。
5. 建議將飛手、觀測手、工作人員規劃於同一區域作業，使飛手、觀測手、工作人員間可有效溝通，減短反應時間，減少占用道路面積。

(三)路口/路段工作區確認

1. 選擇好工作區域，進一步利用網路地圖之街景功能，推演執行任務的順暢性，最重要的要規劃好無人機的飛行路徑。

2. 建議可讓無人機直線上升，然後移到路口/路段中心點，避免斜飛碰撞到無預期之空中電線問題。

(四)路口/路段細部確認

1. 利用線上地圖街景功能，詳細觀察有無其他可見的干擾影響飛行計畫，譬如玻璃大樓、電視台大型發射器、基地台等。

2. 以下圖為例，紅框所標記的兩棟大樓具備了玻璃大樓會造成 GPS 訊號無規律的反射外，大樓頂有大型發射器，潛在風險可藉由街景先行調查。

二、現場起飛前檢查：

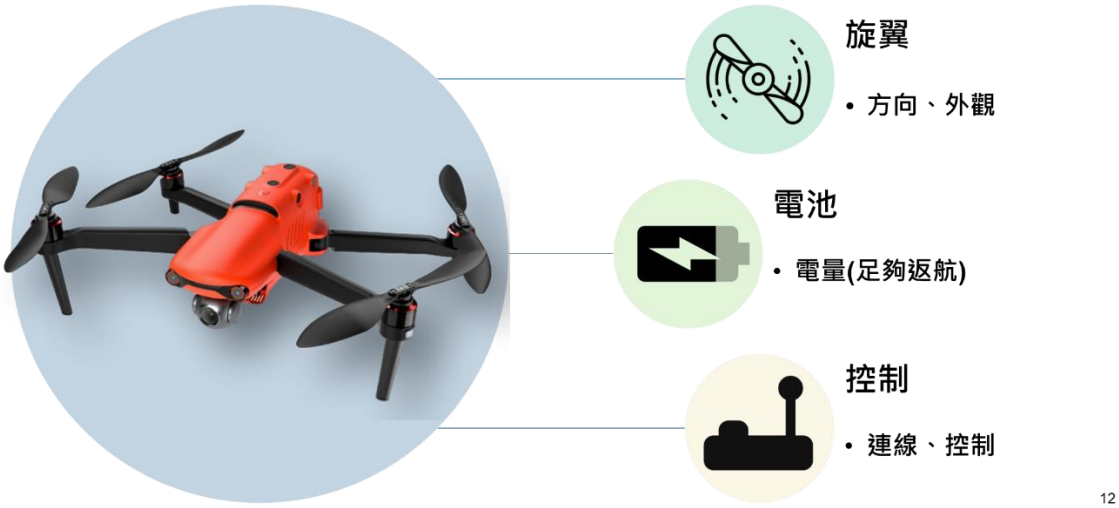
現場執行任務，除需完善任務規劃外，到場執行任務時請再次確保任務順利完成，建議可使用簡單環境資料蒐集 APP，供飛行前做好風險控管。

(一)周遭環境(氣象與訊號)檢查

1. 氣象檢查 APP：藉由中央氣象局所發布的 APP，名稱為「中央氣象署 W」，了解風力與風向，多少風力級別才能夠執行任務，取決於飛行器的抗風級數。了解無人機抗風級別的上限外，也需了解最大風速(km/h)為何，才不會造成無人機失控。風向可以來決定起飛時逆風、降落時順風來減緩無人機用電，也可確保低電量時能夠順利返航。
2. WiFi 訊號檢查 APP：市售無人機圖傳發射模組分 2.4GHz 和 5.8GHz 兩種，當中以 5.8GHz 為主流，建議可選擇 5.8GHz 頻道，所受干擾情況會較少。除了短距飛行選擇 5.8GHz 外，透過 WiFi 分析儀選擇使用通道最少的頻段，也能增加飛行中傳輸的穩定度並能有效提高飛行安全。
3. UAV Forecast APP：APP 簡潔明瞭地在掃描完定位地點資訊後在畫面最上方顯示「適合飛行」或「不適合飛」，可參考畫面中資訊，再確認是否能夠透過空拍機或飛手的技術來克服。此外針對不同高度的風速資訊，避免於高空風速誤判情形發生。

(二)民航局系統報到與報離：依照民航局制定的法規，執行任務前後需針對操作人員、使用的無人機、執行任務地點來做報到報離動作。

(三)無人機機身檢查：現今販售的無人機開機時候會有自主的旋翼馬達、雲台、飛機 GPS 定位檢查，一旦檢查出錯會在操控面板有明確的錯誤訊息，在飛行前還需目視詳細檢查旋翼(葉片)是否有明顯的破損或變形、電池電量充足、無人機與遙控器連結完成，來確保飛行時無人機的安全。



三、執行起飛任務：

當無人機開始執行任務，就必須隨時保持警戒預防任何風險來干擾無人機的飛行，此時的飛手與觀測手必須時刻注意無人機與周遭環境可能帶來的風險，於危害造成前避免干擾之風險。

(一)起飛前確認

1. 請確認錄影模式與錄影畫質設定。
2. 請確認與開啟錄影並與電子鐘校時(與號誌時相同步需求)。
3. 校時完成後，由起降區域準備起飛。

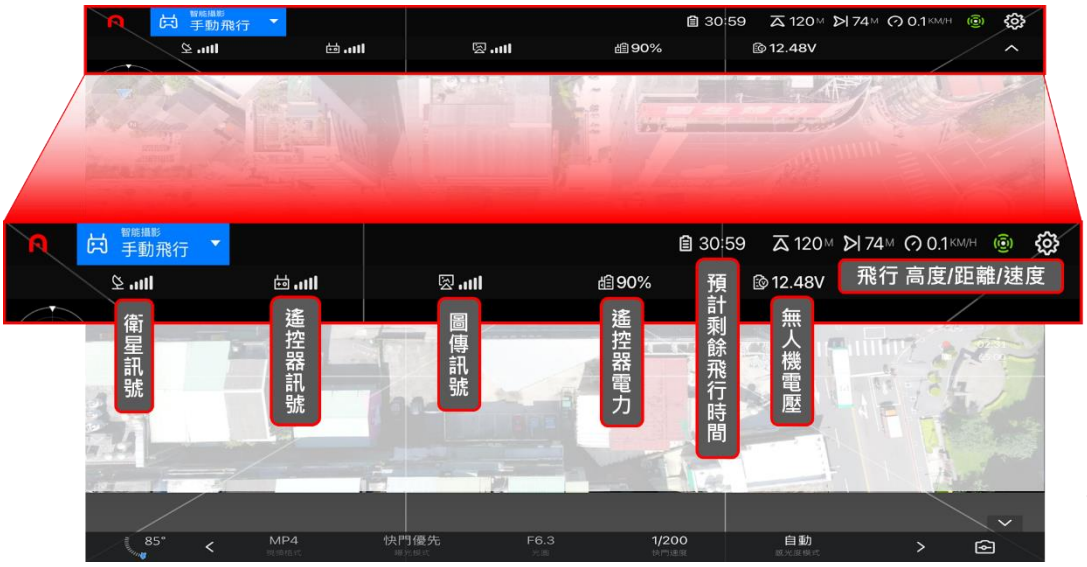
(二)執行飛行任務：

1. 請飛手依照飛行計畫中的航線，在控制顯示器上確認無人機飛行高度到達任務高度。
2. 移動到四面道路停等線與畫面邊緣保持最基本距離。
3. 開始定點蒐集人車行進的畫面。

15

(三)蒐集過程注意事項：蒐集畫面的過程中，飛手請隨時注意顯示面板，確認以下數值。

1. 飛行速度：觀察上空陣風是否強過無人機的負荷，不同廠牌無人機顯示方式會不同，在操作無人機時必須了解顯示面板上的數值代表意義。
2. 飛行高度：維持在固定高度拍攝、蒐集畫面。
3. 飛行距離：飛手與無人機水平距離，可利用此數值參考無人機懸停與操作者水平距離。
4. 無人機與遙控器連接訊號強度：如果訊號不強，飛手可試著移動位置來檢視訊號最好的地方。
5. 無人機電池殘量：避免無人機系統自動判定低電量，造成控制權消失或無足夠電量返航，必須規劃安全電池電量內返航。
6. 無人機定位：訊號越好，對於無人機精密操控性更佳。
7. 確認更新錄影時間：錄影是否到達目標時間。



(四)飛機懸停注意事項：為確保分析路口畫面有效性，請將無人機穩定在一定點飛行，努力將無人機控制在所設想的錨點上，讓後續影像分析準確。

(五)觀測手注意事項：

1. 執行任務路口/路段不一定都單純，觀測手必須隨時注意無人機與周遭動態。
2. 隨時注意飛手周遭交通動態，預防正在專心操控無人機的飛手遭受到意外，也要注意聆聽飛手是否有遇到緊急狀況，才可以隨時反應跟處理。
3. 畫面資料蒐集最佳時間為交通流量大的時間，在這交通的尖峰期，減少起落準備時間的唯一方法，是在飛手降落前先行預備好下一趟所需的電池與記憶卡，可縮短趟次間的準備時間。
4. 確保起落區域或緊急迫降區域是否空曠，以免造成意外，並記得需要讓無人機與號誌側拍攝影機完成校時作業。

四、降落-任務完成：

(一)民航局系統進行飛航活動後登載，最後將場地復原，並移除警示牌。

(二)記錄分析路口所有方向的號誌燈狀態，如圓形紅燈、圓形黃燈、圓形綠燈；圓形紅燈、圓形黃燈、左轉箭頭綠燈、圓形綠燈；圓形紅燈、圓形黃燈、左轉箭頭綠燈、直行箭頭綠燈、右轉箭頭綠燈。

(三)路口/路段比例尺量測，建議以明顯標的物為量測目標，比例尺的數量依照分析路口有幾個方向而定，例：十字路口有四向，就必須每個方向至少需要選定一個標的物進行量測。

附錄 E.成果說明暨教育訓練

「以無人機空拍及 AI 影像辨識技術探討路段交通衝突」

研究成果說明暨教育訓練

一、**活動時間**：113 年 10 月 30 日(星期三) 10:00 至 15:00。

二、**活動地點**：交通部運輸研究所國際會議廳(臺北市松山區敦化北路 240 號地下 1 樓)。

三、**主辦單位**：交通部運輸研究所。

四、**執行單位**：訊力科技股份有限公司。

五、**報名事宜**：

1. 報名網址：https://forms.gle/S5E39fUmmf93DQL98
2. 報名人數：本活動採實體與線上混合方式進行，實體課程報名人數限制為 120 人，實體報名額滿則採線上方式參加。上午為「成果說明」、下午為「教育訓練」課程。執行單位將於報名截止後，統一寄信通知報名成功之學員。
3. 報名期限：113 年 10 月 28 日(星期一)下午 5 時。
4. 費用：本活動免收報名費用。
5. 學習時數：公務人員學習時數可分上午場 2 小時、下午場 2 小時，全程參加者可登錄終身學習時數 4 小時。
6. 聯絡窗口：王宏生(電話:02-8226-2008 分機 1371)。

六、**活動簡介**：

本所與訊力科技公司合作進行跨領域專案研究計畫，於 107 年至 112 年間已完成路口交通衝突分析基礎研究，進行無人機空拍影像、AI 深度學習影像辨識、交通應用的整合實驗，除透過 AI 影像辨識將路口交通空拍影像，轉換為人車運動之軌跡檔，並建構一套軟體平台進行交通衝突分析，可協助分析路口的交通衝突情形，且具備車流特性資料的蒐集與分析功能，已有階段性成果。

今(113)年進行「無人機空拍應用於路段交通衝突分析(1/2) –車道交通衝突」，進一步探討人車流動資訊在路段的交通安全評估，將分析對象由路口擴大至路段，結合過去於無人機、影像辨識、軌跡資料萃取、交通衝突分析之經驗，持續於路段進行交通衝突之先導測試，除與臺北市、新北市合作先導測試計畫，並與新北市、公路局進行易肇事路段改善計畫，透過與道路管養機關合作，驗證交通分析軟體功能之適用性，做為後續軟體改善之參考。

本所針對上述計畫成果舉辦成果說明與教育訓練，邀請道路管理機關與相關研究推廣單位，藉以瞭解無人機空拍作業程序、AI 影像辨識原理、分析軟體功能與操作程序等，期能於未來廣為應用於路段交通安全診斷及改善，以提升道路交通安全。每場次均會預留時間提供與會人員提問，以交流相關意見。

七、**活動議程：**

時間	議程
09:30 至 10:00	報到
10:00 至 10:10	**主辦單位致詞** **計畫簡介**(溫基信計畫主持人)
10:10 至 10:15	系列成果影片
10:15 至 10:40	成果說明(一)： 「**無人機於長路段空拍及交通分析應用**」 主講人: 工業技術研究院資訊與通訊研究所 周業凱副組長
10:40 至 11:00	茶敘休息時間
11:00 至 11:30	成果說明(二)： 「**基於深度學習辨識空拍影像中道路標線區域**」 主講人: 中原大學資訊工程學系 蘇志文教授
11:30 至 12:00	成果說明(三)： 「**無人機空拍應用於交通安全分析-號誌時制設計與風險用路行為**」 主講人: 陽明交通大學運輸與物流管理學系 黃家耀教授
12:00 至 12:10	Questions & Answers
12:10 至 13:00	午餐
13:00 至 13:50	教育訓練課程(一)： 「**適用路段/路口之無人機空拍作業程序與交通衝突分析功能說明**」 主講人: 工業技術研究院資訊與通訊研究所研究團隊
13:50 至 14:00	中場休息
14:00 至 14:50	教育訓練課程(二)： 「**路段交通衝突分析-風險行為偵測及操作說明**」 主講人: 陽明交通大學運輸與物流管理學系 楊昇燁研究助理
14:50 至 15:00	Questions & Answers
15:00	活動結束

本次成果說明暨教育訓練於 113 年 10 月 30 日於運輸研究所國際會議廳舉行，海報、成果影片與當日現場照片如下圖 1 至圖 4 所示。

圖 1 成果說明暨教育訓練海報

圖 2 成果影片內容截圖

圖 3 研發成果暨教育訓練現場照片

圖 4 研發成果暨教育訓練現場照片

附錄 F.成果說明暨教育訓練成效分析

本次教育訓練於 113 年 10 月 30 日於運輸研究所國際會議廳舉行，實際到場人數則依照上午與下午場分別為 117 與 51 人，線上參與人數的上午與下午場人數分別為 41 與 31 人，但礙於無法強制參與者皆填寫滿意度與回饋問卷，回收的問卷樣本數為 3 份，如表 1 所示。

表 1 教育訓練課程執行成果

上午到場人數		下午到場人數		問卷填答人數
實體	線上	實體	線上	
117	41	51	31	3

資料來源：本研究整理

從問卷回收的 3 份樣本中，有 1 人為男性與 2 人為女性，主要的年齡分布為 36-45 歲、次之則為 18-25 歲，如表 2；依照問卷填答者服務單位的性質分類，以中央機關的 2 人為最多、學術機構 1 人次之，如表 3。關於問卷填答者對於了解相關技術與軟體的意願，願意、再考慮看看則佔約三分之一與三分之二，如表 4。

表 2 教育訓練課程回填人數與性別統計

	18-25 歲	26-35 歲	36-45 歲	46-55 歲	56-65 歲	65 歲以上	總計
男性	0	0	1	0	0	0	1
女性	1	0	1	0	0	0	2
總計	1	0	2	0	0	0	3

資料來源：本研究整理

表 3 填答者工作單位與性別統計

	中央機關	地方機關	私人企業	學術機構	總計
男性	1	0	0	0	1
女性	1	0	0	1	2
總計	2	0	0	1	3

資料來源：本研究整理

表 4 進一步了解相關技術與軟體之意願

	暫時不考慮	再考慮看看	願意	總計
男性	0	0	1	1
女性	0	2	0	2
總計	0 (0.0%)	2 (66.7%)	1 (33.3%)	3 (100.0%)

資料來源：本研究整理

表 5 為整理問卷受訪者對於上午場成果說明不同向度的滿意度，其滿意度計算方式：非常滿意、滿意、普通、不滿意、非常不滿意分別得 100%、80%、

60%、40%與 20%，進而透過平均計算整體滿意度。

表 5 上午場成果說明不同標的之滿意度

	女性	男性	總計
1. 課程之教學方式	100.0%	80.0%	93.3%
2. 課程之教材內容	90.0%	80.0%	86.7%
3. 講師之教學態度	100.0%	80.0%	93.3%
4. 講師之表達能力	100.0%	80.0%	93.3%
5. 講師之教學方法	100.0%	80.0%	93.3%
6. 講師教學之啟發性	100.0%	80.0%	93.3%
7. 充分理解講師之教學	100.0%	80.0%	93.3%

資料來源：本研究整理

表 6 為整理問卷受訪者對於下午場教育訓練不同向度的滿意度，其滿意度計算方式：非常滿意、滿意、普通、不滿意、非常不滿意分別得 100%、80%、60%、40%與 20%，進而透過平均計算整體滿意度。

表 6 下午場教育訓練不同標的之滿意度

	女性	男性	總計
1. 課程之教學方式	100.0%	80.0%	93.3%
2. 課程之教材內容	100.0%	80.0%	93.3%
3. 講師之教學態度	100.0%	80.0%	93.3%
4. 講師之表達能力	100.0%	80.0%	93.3%
5. 講師之教學方法	100.0%	80.0%	93.3%
6. 講師教學之啟發性	100.0%	80.0%	93.3%
7. 充分理解講師之教學	100.0%	80.0%	93.3%

資料來源：本研究整理

表 7 為整理問卷受訪者對於學習環境的滿意度，其滿意度計算方式：非常滿意、滿意、普通、不滿意、非常不滿意分別得 100%、80%、60%、40%與 20%，進而透過平均計算整體滿意度。

表 7 學習環境之滿意度

	女性	男性	總計
1. 上課所使用之教室與教學資源（如多媒體設備、電腦）學習設備（如教室空間、照明）	80.0%	80.0%	80.0%
2. 本課程提供之學習環境	80.0%	80.0%	80.0%

資料來源：本研究整理

表 8 為整理問卷受訪者對於未來是否有意願與可能導入本技術或軟體，其意願與可能性之計算方式：非常可能、可能、普通、不可能、非常不可能分別

得 100%、80%、60%、40%與 20%，進而透過平均計算整體意願與可能性。

表 8 導入本技術或軟體之意願與可能性

	女性	男性	總計
1. 未來是否有意願引入本案相關技術或軟體，以提升工作效果或效率	90.0%	80.0%	86.7%
2. 未來是否有可能引入本案的相關技術或軟體	90.0%	80.0%	86.7%

資料來源：本研究整理

表 9 則是說明哪些方法可以提供問卷受訪者可以較快速熟悉軟體操作；表 10 則是呈現問卷受訪者考量是否使用軟體的因素，其中「軟體分析結果的判讀能力」是重要的考量因素，次之為「軟體操作的熟悉度」；表 11 則說明問卷受訪者期待本軟體可以提供的幫助，呼聲最高的為「快速檢視路段/路口交通問題」，第二多的為「大數據交通量統計分析」。

表 9 幫助快速熟悉操作項目

排名	功能特色	數量	比例
1	操作功能影片	2	66.7%
2	使用手冊說明	3	100.0%
3	範例介紹	3	100.0%
4	功能索引表	1	33.3%
5	討論群組	1	33.3%
5	Q&A	1	33.3%

資料來源：本研究整理

表 10 考量是否使用軟體的因素

排名	功能特色	數量	比例
1	路段/路口空拍影片取得方式	1	33.3%
2	軟體操作的熟悉度	2	66.7%
3	軟體分析結果的判讀能力	3	100.0%
4	價格	0	0.0%

資料來源：本研究整理

表 11 期待分析軟體提供的幫助

排名	功能特色	數量	比例
1	快速檢視路段/路口交通問題	3	100.0%
2	大數據交通量統計分析	2	66.7%
3	驗證人工觀察的疑慮	1	33.3%

資料來源：本研究整理

附錄 G.期中審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告審查意見處理情形表

編號：MOTC-IOT-113-SBB005

計畫名稱：無人機空拍應用於路段交通衝突分析(1/2)-車道交通衝突

執行單位：訊力科技股份有限公司

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
(一)交通部公路局李副總工程司忠璋		
1. 報告書中所使用的名詞請參照「道路交通標誌標線號誌設置規則」的專業名詞，例如 p.27 的「線道」建議改成「標線」。	遵照辦理。	同意。
2. 路段中有些事故型態是屬於自撞，未來是否將自撞的議題納入研究？請補充說明。	謝謝委員意見，自撞並非本期研究的工作重點之一，將進行評估是否適合納入之本研究中。	同意。
3. 路段影像拍攝包含單機、雙機兩種方案。拍攝路段時，是否需要將路段上下游的路口一同拍攝進去？如果路段長度很長時，又要涵蓋車流的風險行為，是否需對應到更高的飛行高度與更高的影像解析度，導致操作上增加很多步驟？要如何進行拍攝地點選擇？請補充說明。	此處路段拍攝主要僅包含路段部分，不包含完整路口。對於較長路段，需飛行至更高高度以確保可見之路段範圍。目前無人機皆以 6k 影片拍攝，可充分滿足 300m 高度以下，路段車輛偵測時影像重組步驟所需的必要解析度。除需塔台聯絡外，操作上並無增加額外操作。目前路段拍攝主要依研究議題決定拍攝範圍，如客觀環境條件允許，則盡量拍攝完整路段。前述說明將補充於期末報告書。	同意。
4. 本計畫的影像辨識所能接受的拍攝解析度	畫面分割再拼接之重組動作，目的即為了能在當前硬	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
為 1920x1920，是否可針對觀測的道路範圍去做分析，為何還需要進行畫面分割再拼接？請補充說明。	體限制下，更有效地只針對道路區域偵測車輛。受當前主流顯卡 VRam 的 24GB 上限、以及 CNN 模型的正方形比例等限制，目前採用的偵測架構最大僅支援至 1920x1920，且過往路口訓練資料亦基於此條件進行蒐集與學習。因此，對於無法容納於原拍攝範圍的更長路段區域，若”直接”等比例縮小至 1920x1920，則影像中車輛的像素面積會遠小於原本訓練資料的車輛像素面積，降低偵測效果；即便重新蒐集資料進行訓練，越小的偵測對象往往也越難偵測。為了保證影像中車輛的像素面積與訓練資料相近，需要將路段區域在 6k 高解析度下進行重組，產生 1920x1920 的重組影片後進行車輛偵測，並將偵測結果位置再轉換回原影片之座標。前述說明將補充於期末報告書。	
5. 報告書 p.75，空拍影像應該無法進行標誌的辨識，請修正。	遵照辦理。	同意。
6. 報告書第五章，建議補充圖例說明車道線、上下游線、車道屬性的意思，使讀者能容易理解報告書內容。	感謝審查委員的建議，將於期末報告書補充各名詞定義。	同意。
7. 報告書 p.77，偵測區域呈現的是方框，偵測區域是否可以使用多邊形，以涵蓋彎道等不同的道路型態中的分析範圍。	感謝審查委員的建議，偵測區域在平台設計上目前可使用多邊形來劃設，故可涵蓋彎道等不同道路型態，並將於期末報告書中更新範例圖示及說明。	同意。
8. 本案先導測試路段挑	本研究開發之分析工具，已	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
選時，大部分皆為有分隔島的路段，但在沒有分隔島的路段可能會有逆向超車的問題，在報告書中未列入探討。在省道郊區公路常會有彎道與坡度，有些議題如機車過彎侵入對向車道，未來是否將此議題納入研究？請補充說明。	有規劃可偵測跨越雙黃線並違法逆向超車之功能，惟在挑選測試場域時，未有將中央分隔島納入為路段情境多樣性的項目。後續將新增「逆向超車」至 SSM 指標。	
9. 簡報 p.31 指標分析中，橫向間距，如果有兩台車互相很接近但都在各自的車道，請說明要如何運用該指標進行分析。	在衡量橫向間距的指標定義上，並未納入車輛所在的車道位置，因此在橫向間距的偵測上，暫不考慮兩車是否在不同車道上。	同意。
10. 公車行經路口轉彎時停等是目前對公車考評的項目，所以才會有無人機影片觀測到公車轉彎時於行穿線前停車再開的情形發生。	謝謝委員資訊，將列入路口問題分析的參考。	同意。
11. 簡報 p.56，易肇事路口的早開時相結束後，B 方向和 D 方向燈號同時都是圓頭綠，時相設計可改成獨立時相來處理，但會有一些損失時間。	謝謝委員意見，將列入改善方案的參考。	同意。
(二) 臺北市政府交通局劉主秘嘉祐		
1. 觀察路段的範圍與目的是甚麼？何時需要結合兩台空拍機進行分析？AI 辨識可以得到座標資料，是否有機會運用座標資料再進行軌跡縫合？請補充說明。	感謝審查委員的建議， (1) 路段範圍是指停止線之上游範圍，即包含路口上游功能區、但不包含路口之物理區。其目的是結合前期研究計畫針對路口範圍所開發之分析工具，讓分析工具的使用性更為完整。 (2) 兩台空拍機的協作拍攝	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	主要是因應拍攝範圍擴大，而採單機拍攝時，因飛行高度提高，需要進塔台致使作業程序繁複且花費人力時間，本年度設定在同樣的拍攝範圍內，雙機飛行高度為120m 以下，可不需進入塔台管制，故可減少該作業程序。惟本計畫評估無人機方案，選擇以單機方式拍攝。(3) 目前雙機影像整合後的軌跡接合結果不盡理想，本計畫內部正研究以座標資料進行軌跡縫合的相關技術與可行性，將於期末報告中補充說明。	
2. 在直線路段來講，除了超速以外，事故相對不多；比較需要觀察的路段應該是山區道路或彎道，特別機車過彎時很有可能衝到對向車道。	本研究在挑選測試場域時以能涵蓋較多分析課題的路段如市區路段，因此暫未納入彎道及山區道路。惟開發之偵測及分析工具，應可套用至彎道及山區道路。	同意。
3. 簡報 p.22，標線辨識功能未來如果能轉成偵測區，可以減少分析所需之人工成本。	委員之建議理論上確實可行，但標線在轉換上需從像素單位轉為向量單位甚至方程式，才能合乎偵測區對位置計算上之需求，且目前標線辨識與偵測區分屬線下工具與線上平台兩端，在程式語言與開發環境上差異甚大，在溝通處理上恐容易耽誤計畫其他進程，因此目前團隊暫無自動偵測標線並轉成偵測區之計畫。	同意。
4. 簡報 p.28、報告書 p.84，明（114）年度有選擇公車站進出議題，似乎與各機關的優先順序有點出入，請說明考量因素。	報告書表 6.2-1 之應用情境是同時包含車道及路側兩個議題，明年度探討路側交通衝突類的交通安全應用情境共三項為「公車進出站衝突」、「路側停車衝突」、「路外設施進出車流衝突」，排	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	名加總點數分別為 44 點、44 點、45 點(數字越小優先序越高)，因此選擇公車進出站衝突為明年度探討情境。	
5. 近年來做了許多易肇事路口分析，是否可以基於過去觀察的結果證明做改善規劃，將衝突點降低。簡報 p.52，A、B 方向有比較多紅字，代表有較多的風險，該處可能會有較多的事故。建議是否於路口改善後完再進行一次拍攝，比較一下是否有明顯的差異。	謝謝委員建議，已規劃對易肇事路口「新北市新莊區中正路/新泰路」進行改善後的現場調查及分析。	同意。
6. 內政部國土管理署每一年會補助一些預算提供機關進行改善，建議可以跟該署談合作案，規劃一部份的預算使用本案的技術進行分析，亦可為本案技術進行行銷。	謝謝委員的建議。	同意。
(三)張前組長開國		
1. 報告書 p.78、簡報 p.13，偵測線和偵測區域的概念滿好的，但是否有對應報告書 p.86 的分析指標表？建議後續可以補充偵測線與偵測區域所對應的指標表格。	謝謝委員意見，原則上應可於偵測區域範圍內輸出全部分析指標，後續將補充偵測線與偵測區域之輸出項目。	同意。
2. 報告書 p.85，先導測試計畫情境部分建議思考一下從這兩個課題獲得什麼、目的是什麼。目前對汽機車混流衝突議題可以探討什麼內容會比較難	先導測試計畫的目的是針對國內常見且具有交通安全風險之情境發展車流分析工具，偵測車流中的衝突及行為風險並以指標進行量化，並將分析工具提供各政府機關及顧問業使用。先導測試	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
統整，如果有改善前、後的結果以對應比較，或許可以看到比較多內容。	計畫之目的並不是對特定路段進行改善，且地方機關無配合之改善工程計畫，因此未有改善前改善後比較之工作項目。	
3. 報告書 p.86，建議增加軌跡技術上定義的計算說明。指標的解釋上可能要有清楚的定義，例如緩慢行駛要如何定義。14 個分析指標中，交通衝突指標通常都是屬於衡量追撞、交叉撞，但擦撞要怎麼衡量？駕駛行為中橫向間距，法規上間隔是定義 0.5 公尺，那更短的話是否屬於危險？可以考慮是否納入衝突指標；另外一項機車併行指標，當併行時間長度、距離達到多少時屬於危險，是否也納入衝突指標。	謝謝委員意見，目前僅說明各指標之意涵，後續將增加指標之計算定義。	同意。
4. 簡報 p.37，該碰撞構圖中可以大致將事故分成三群，(1) A 方向側撞對應到議題二的討論，有很多直行車的側撞；(2) B 和 D 方向之間的事故對應到議題三和議題四；(3) C 往 A 方向則有很多追撞和側撞。其中 C 往 A 追撞和擦撞的議題，目前在簡報似乎沒有看到相關分析內容，建議補充說明。	謝謝委員意見，C 往 A 的追撞和擦撞較多，推測可能與議題一提到之 A 方向左轉時相的清道時間不足，導致 C 方向車流起步受阻有關。	同意。
5. 簡報 p.56，議題三的建議改善方式似乎不符合設置規範，號誌	參考委員意見修訂改善方式。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
燈不建議使用左轉箭頭綠與圓綠併用，建議將 B 方向與 D 方向的時相切開，各自使用獨立之時相。		
6. 風險的計算可以參考機率與嚴重度，事故嚴重度可以用速度來衡量，TTC 可以做為事故發生的機率，將嚴重度與機率同時考量，即可做為判斷事故風險的一種方式。	謝謝委員建議，後續將評估將車速同時納入至事故風險的判斷分析中。	同意。
(四)主持人		
1. 簡報 p.8，無人機飛高的作業流程 SOP 和之前是否相同？請補充說明。	感謝審查委員的建議，本計畫將整理路口、路段、單機、雙機等 SOP 作業流程，並彙整於期末報告書中，以利查閱。	同意。
2. 簡報 p.23，方案二的輸出結果為向量圖嗎？後續需要確認此處分析的目的性。	就影像來說，目前輸出結果是像素圖。但由於實際偵測上，兩方案都可提供由少量控制點形成的輪廓，因此應可以產生向量圖，惟格式方面需進一步確認。相關應用方面，未來也將跟可能應用單位進一步諮詢與討論。	同意。
3. 簡報 p.22，使用 IOU 指標來衡量準確度是否恰當？請補充說明。	目前學界上 IOU 為最廣泛使用的標線準確度衡量標準。前述說明將補充於期末報告書。	同意。
4. 簡報 p.31，如何區分具風險之用路行為與交通衝突這兩類？請釐清同車道超越是屬於違規行為還是具風險之駕駛及用路行為。	謝謝委員意見，交通衝突屬於兩車互動所帶來之碰撞風險，風險用路行為則屬於一車於道路及車流環境下之個別行為。 同車道超越是指機車於相同車道超越汽車，因未有違反國內法規，將改為風險之駕駛及用路行為。	同意。
5. 每個指標的風險程度不一樣，不同的路段	謝謝委員建議，後續將評估將車速同時納入至事故風險	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
的風險程度也不一定相同，是否可以根據這些指標架構出一個分析框架？以事故嚴重程度來看，速度可能是一個重要因素，建議可以考量將速度當作分析的媒介，產出一個路段的分析架構。	的判斷分析中。	
6. 空拍方案的雙機縫合和單機飛高，關於兩方案各自所需時間的部分，建議研究團隊補充一個完整分析流程所需的時間長度。	遵照辦理。	同意。
(五)國立臺灣海洋大學鍾教授耀梁(書面意見)		
1. 報告書 p.21，圖 2.1-4 之空拍照片皆有些模糊，將其做為訓練集照片是否是有效的？	該圖片經 word 圖片壓縮而導致模糊，圖片將更新為清晰版本。	同意。
2. 報告書 p.21，表 2.1-1 訓練集是否考慮各種天候狀況？	除雨天無法飛行無人機外，訓練集中包含早(約 7:00~9:00)、中(約 11:00~13:00)、傍晚(約 16:00~18:00)不同時段；晴、陰、雨後等不同天候狀況。	同意。
3. 報告書 p.58，在大都會區通常在路段兩側都有高聳建築物，同時這些區域也常見發生交通事故，此雙機無人機作業在這些區域是否可行？	感謝審查委員的建議，在路段兩側的大樓只要沒有超過無人機的飛行高度(本計畫為 100~120m)且上空無高壓電等干擾則可進行無人機拍攝作業，惟雙機作業是否對於大範圍交通分析有助益，仍須以軌跡接合結果為依據。	同意。
4. 報告書 p.71，建議將圖 4.3-1 之方法流程做更具體的描述與說明，並與 SAM 做架	將依據方法針對圖 4.3-1 之對應流程進行補充。惟 Transformer 與 SAM 在架構上不易進行比較，這是由於	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
構比較。	兩者之功能與目的完全不同。Transformer此處主要針對訓練目標(即道路標線)進行像素分類；SAM 則無針對特定目標，而是根據人工對泛用場景的主觀分割，訓練出主觀的邊界位置，或稱輪廓。此輪廓會因觀察尺度、內容組成不同而有不同分割結果。例如，近看行穿線會拆成一根一根白色行穿線線段輪廓；遠看行穿線會將整個黑白交間之行穿線區域視為單一輪廓。團隊將在報告書中補充上述說明。	
5. 報告書 p.76，文中所述之路段情境分析有哪些情境？建議做更具體描述。	感謝審查委員建議，今年度本計畫路段情境有【汽機車混流衝突】及【左轉車道配置與行車動線】，與明年度預計分析之【公車站進出衝突】及【路外設施進出車流衝突】。將於期末報告書做更詳細的路段情境說明。	同意。
(六)交通部公路局(書面意見)		
1. 報告書 p.17 至 p.31，圖 2.1-1~圖 2.1-9、表 2.1-3 內文與圖表標題對應有誤，請修正。	遵照辦理。	同意。
2. 報告書 p.16 至 p.32，考量各路段車流特性不同，車道交通衝突可能於晨峰或昏峰等時段較為頻繁，建議補充本技術於光線昏暗時是否仍可維持所需辨識度水準，或有相關使用情境限制。	在過往蒐集影片中，不乏強烈日照下因大樓陰影而明顯昏暗的車道區域。就我們的經驗來說，這類情況往往僅在初期訓練資料蒐集有限的情況下容易造成困擾，隨著訓練資料的廣泛蒐集與及針對偵測效果不佳案例的訓練強化，這類光影造成之問題已快速減少，現今對於辨識率之影響甚小。	同意。
3. 報告書 p.16 至 p.42，相較於路口，本案於路段中拍攝範圍較	部頒「公路路線設計規範」規定最低設計速率得採用至 20 公里/小時，其最大縱坡	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
長，無人機飛行高度較高，倘拍攝路段為坡道，拍攝方向與道路中心線非正交，所蒐集之車速及替代安全指標(SSM)是否有誤差，或本技術已有相關機制，可依坡度值校正數值，建議補充相關說明。	度為 12%，相對應之傾角約為 tan-1(0.12) = 6.84°，在路段長上的投影誤差應不高於 1-1/cos(6.84°) = 0.7%。考量其誤差比例不甚顯著，對車速及替代安全指標應不致有顯著影響。	
4. 報告書 p.74，表 4.3-1 中所提「指引線」及「轉彎輔助標線」，於「道路交通標誌標線號誌設置規則」中無該類標線，建議參考前述規則中各類標線定義，並修正報告中標線名稱與該規則一致，以利辨識標線種類。	遵照辦理。	同意。
5. 報告書 p.88、p.90，表 6.3-3 及 6.3-5 中所提「扭扭路」應為俗稱尚無正式定義，建議如非必要可刪除該名詞，或以其他方式補充說明。	遵照辦理，移除「扭扭路」之相關文字。	同意。
(七)臺北市交通管制工程處(書面意見)		
1. 有關汽機車之混流衝突部分，建議可增加大車與機車的衝突軌跡，更易於看出衝突點位，以利後續改善參考。	謝謝意見，分析工具已具備大車的軌跡及衝突分析功能。	同意。
2. 針對左轉車道配置應考量偏心之漸變及是否有變左轉專用道。	本研究目的為風險偵測及分析工具之開發，測試地點之選擇有人力及成本之考量，惟本研究開發之分析工具應能符合委員提到之情況。	同意。
3. 建議在分析車流軌跡後，可提供機關相關	研究團隊將與機關進行回饋討論會議，提供具體分析結	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
建議改善措施，俾利做為後續措施調整調整之參酌。	果予機關參考。	
(八)桃園市政府交通局(書面意見)		
1. 報告書 p.52，提到可拍攝場域，倘若車流尖鋒時段已天色昏暗，無人機飛行拍攝是否可以於夜間飛行？成效如何？	感謝建議，由於本計畫主要拍攝路口及路段之衝突情境，天色昏暗較難以掌控人車影像的辨識與分析，因此目前未於夜間飛行，皆以晴朗明亮的狀況下進行拍攝。	同意。
2. 報告書 p.56，如何訂定各路口或路段無人機起飛拍攝時間足以作為該路口或路段代表特性之狀況？	根據過去經驗，共 45 分鐘之空拍影片已有足夠代表性，足以分析該時段之車流特性。	同意。
3. 經查期末階段探討桃園市中壢區中華路一段與成功路口為交通部公路局中壢工務段路權。	謝謝提供資訊，將補充於期末報告書。	同意。
4. 報告書 p.82，先導測試計畫之交通安全應用情境，當事者重點放在車輛，忽略路口及路側可能發生人車衝突。	本系列研究計畫在 112 年度已針對路口的人車衝突進行探討，行人偵測需要使用較低飛行高度的空拍影像，而路段分析則需要蒐集大範圍資料，空拍高度較高。由於影像辨識技術的限制，可能無法在此情況下偵測行人。因此，在路段分析的先導測試計畫中，人車衝突暫不列入考量。	同意。
5. 查中壢區中華路一段/成功路口為桃園市 111 年之 30 大易肇事路口，由交通部公路局北區養護工程分局中壢工務段辦理改善(如簡報)，惟其改善幅度小且成效有限，本案是否可針對路口易肇事風險，提出合適改善方案。	已收到提供之資料，遵照辦理。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
(九)中華民國交通工程技師公會(書面意見)		
1. 應用無人機自動辨識車流軌跡交通衝突之相關研究從 107 年至 112 年已有 6 期計畫，相關計畫研究成果十分豐碩，無論對學術研究或實務應用都具有參考價值。	謝謝資訊。	同意。
2. 本案係延續過去路口交通衝突分析，將衝突分析聚焦在路段交通上，故必須先探討路段的交通衝突類型，據以排列出預計要在 113 及 114 年度探討的類型。因肇事車輛當下行動狀態是最終結果，此與路段車流衝突類型有一定程度關係，建議未來也可以依據肇事車輛當下的行動狀態(例如：依據臺南近 5 年肇事資料庫統計，第一當事人為汽車時的行動狀態之肇事比例，起步 24%、迴轉或橫越 25%、右轉 15%、向右變換車道 11%、左轉 12%、直行 5%；第一當事人為機車時的行動狀態之肇事比例，起步 22%、迴轉或橫越 17%、右轉 5%、左轉 21%、向左變換車道 7%、直行 21%)，來篩選預計要優先討論的交通衝突類型。	謝謝資訊及寶貴建議，本研究在制定交通安全應用情境時，曾嘗試透過交通事故資料去篩選優先議題，惟公開資料庫中未包含一些關鍵資訊（如事故發生之車道別），因此無法釐清屬於車道、路側的議題並歸納出對應的應用情境。而目前分析採用的交通衝突類型分類主要與交通事故型態（追撞、側撞、擦撞）對接，未有進一步納入第一當事人的行動狀態。如何將當事人之行動狀態進行相關對接以及其對應之改善措施，可能需要更多的研究及討論，暫不列入本計畫。	同意。
3. 本年度(113 年)將探討汽機車混流之交通衝突分析，建議在蒐集	本研究目的為風險偵測及分析工具之開發，測試地點之數量受人力及成本考量之限	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
空拍分析的資料上，至少應該可以區分(1)機車違規行駛於禁行機車車道之汽機車混流、(2)不同寬度混和車道(最外側車道)下之汽機車混流、(3)不同寬度慢車道下之汽機車混流、(4)機車優先道之汽機車混流、(5)不同寬度路肩下之汽機車混流。	制，惟本研究開發之分析工具應能符合所提到之路段情況。	
4. 本年度(113 年)將探討左轉車道配置與行車動線之交通衝突分析，建議在蒐集空拍分析的資料上，至少應可以區分(1)不同程度偏心左彎專用車道下之交通衝突分析、(2)無偏心左彎專用車道下，內側車道直行且左轉之交通衝突分析、(3)內側車道無禁行機車下，機車於外側車道變換車道至內側車道之交通衝突分析。	本研究目的為風險偵測及分析工具之開發，測試地點之數量受人力及成本考量之限制，惟本研究開發之分析工具應能符合所提到之路段情況。	同意。
5. 有關路段衝突之指標選擇，在本案過去已有諸多研究曾經探討，大致可以分為行為類指標與衝突類指標，或者依據時間及空間來分類指標，亦或以行車動線、違規行為及危險行為來分類指標。然這些指標對於最終肇事都有不同程度的關聯性，目前尚難以探討釐清。所以在軟體平台設計	感謝建議，由於指標的設計牽涉到平台資料來源該如何提供、資料格式正確性以及資料維度涵蓋範圍量，皆會影響指標運算結果，且交通情境不同，亦會有不同的需求，本平台依據先導測試計畫的各式情境，設計了多達14種分析指標，且都需搭配各自的演算法，較不易讓使用者自行定義操作，目前建議依交通情境進行綜整設定與分析，以利使用者快速查看相關結果，也可使平台資	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
時除了預設的指標外，或許應可以讓使用者能自行定義交通衝突指標的功能。	料具備正確性與一致性。	
6. 目前團隊已經有能力利用 SAM 或 Transformer 之辨識技術，用以篩選出道路標線，再透過人工補繪方式，可以快速完成道路底圖之建置，此對於未來空拍影像應用有實務上之功用。未來在開發自動標註尺寸功能時，建議可讓使用者輸入參考物件之尺寸，然後系統據以自動計算其他所有標線之尺寸。另外若是讓系統自動計算標線尺寸時，建議應該要有標示誤差值，好讓使用者知悉系統之辨識誤差有多少。	在底圖建置上團隊會希望能取得比例尺以換算實際距離。在沒有鏡頭光學誤差之前提下，扣除視角、平面高度變化帶來的偏差，剩下主要是數位化帶來的半個像素距離差。團隊內部後續會針對此議題進行討論，以具體估算辨識誤差。	同意。
7. 未來推廣本分析平台時，亦可納入中華民國交通工程技師公會之會員。	謝謝資訊。	同意。
（十）本所運安組(書面意見)		
1. 報告書 p.11，研究緣起的部分建議補充無人機計畫持續應用於路段的必要性，如路段事故的特性及嚴重性等。	謝謝建議，後續將於期末報告書補充。	同意。
2. 報告書 p.15，計畫流程圖的虛線定義不清楚，請補充說明。	遵照辦理。	同意。
3. 報告書 p.27，參考文獻請標註代號以便瞭解出處及內容。	目前的參考文獻依照前期格式編排，中文文獻依照筆畫、英文文獻依照字母順序	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	排列，以方便讀者參閱。	
4. 報告書 p.28，以空拍影像辨識道路標誌標線及道路設施之技術，請檢視有無列入臺灣科技大學所提供的文獻資料。	遵照辦理。	同意。
5. 報告書 p.32，小結所提到的車輛軌跡抽取技術，卷積神經網路及膠囊網路，請說明本計畫所採用的內容。	文中所提之基於卷積神經網路和膠囊網路之方法，主要用於自動識別和分類道路標線，與車輛軌跡抽取無關。	同意。
6. 報告書 p.36，請說明表 2.2-1 中的閾值。	表 2.2-1 中的閾值是指某替代安全指標判斷為衝突之門檻值，將補充說明其單位及範圍。	同意。
7. 報告書 p.37，本節說明路口、鄰近路口、路段，駕駛行為如併行、超車、鑽車等，請配合圖片說明，以利瞭解定義。	遵照辦理。	同意。
8. 報告書 p.45，所蒐集的文獻請說明與本計畫的關聯性。	多機影像接合技術主要用於接合兩張部分重疊之影像，可用於結合雙機影像，但若接合面積不大、重疊區域之影像內容差異大，則難以準確接合。	同意。
9. 報告書 p.50，本節請列出設備的規格表，作業流程請再引述前期報告做詳細說明。	感謝建議，將於期末報告統一修正調整。	同意。
10. 報告書 p.54-p.55，選擇路段避免大型彎道，請說明其定義是根據質化或量化如車道寬及曲率半徑等。	本計畫採用無人機空拍蒐集影像資料，以本期設定無人機飛行高度 150 公尺，可拍攝的影像範圍為 120m x 200m，亦為本期路段分析範圍，因此若路段因有彎道造成可拍攝之路段長度低於 200 公尺，就不適用於本期可分析範圍，本計畫將之定	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	義為大彎道。相關定義、圖示及說明將補充於期末報告書。	
11. 報告書 p.55，無人機空拍地點可行性評估表，請確認評估項目採正向或負面方式進行評估。	感謝的建議，將於期末報告統一修正調整。	同意。
12. 報告書 p.56，路段影像拍攝方向，主要道路為橫向置中，畫面上方是否要符合朝北方拍攝？請補充說明。	感謝的建議，一般影像拍攝以正北為依據，然為利於影像分析與視覺化呈現，本計畫將主幹道以橫向置中作為拍攝方向，故無法所有路口皆能以正北方朝上方式拍攝。	同意。
13. 報告書 p.63，本計畫無人機資安議題的說明及圖表不清楚，另請補充檢測費用的初階中階及高階的差異。	感謝的建議，將於期末報告更新資安規範進度及補充相關資訊。	同意。
14. 報告書 p.66，請補充應用消費級電腦算力訓練的說明。	消費級電腦顯卡泛指目前 10 萬元以下之 NVIDIA® GeForce RTX™ 4090 等系列 GPU，其最大記憶體皆在 24GB 以下，可訓練之深度學習模型大小主要受限於其記憶體容量。	同意。
15. 報告書 p.72，請說明本節內容與 P28 文獻回顧的關聯性。	文獻回顧中的方法並無實際程式或原始碼可供參酌，故實作上會有相當困難，因此團隊選用具開放原始碼的 Lawin Transformer 與 SAM 架構來重新進行研究。除目的同為標線偵測外，技術上並無任何關聯。	同意。
16. 報告書 p.76，以空拍影像辨識道路標誌標線的技術，如何確認辨別方式的精確性，是透過人工比對或指標進行推算?	目前學界評估辨別精確性主要是基於 IoU，與團隊目前採用的評估標準一致。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
17. 報告書 p.78，本節請運用 p.15 圖 1.4-1 的流程圖進行說明。另請補充有無編製操作手冊以利人員參照學習。	感謝建議，期末將針對【汽機車混流衝突】及【左轉車道配置與行車動線】補充更詳盡的平台流程說明，另平台功能在期末開發完善後，也將更新操作手冊內容，並放上平台供使用者下載操作手冊。	同意。
18. 報告書 p.83，6.1 節的安全應用情境請配合圖示說明。	遵照辦理。	同意。
19. 報告書 p.88，所歸納表 6.3-2 分析指標架構表，僅就不同類別的行為歸類相關指標，對於應用在某路段上是否有通用指標描述整體路段的安全性或特殊路段的安全性尚未做評論，請再補充後續指標的應用。	遵照辦理。	同意。
20. 報告書 p.91，表 6.3-4 表格應配合篩選清單原有 16 處的表格做對照說明。所篩出的 9 處地點，與前期計畫所選出的點數較少，請補充說明可能的原因。	遵照辦理。	同意。
21. 報告書 p.93，本節請補充軟體對路口分析的程序，並說明基本功能及進階功能的定位或差異。	遵照辦理。	同意。
(十一)主席結論		
1. 有關分析指標，請研究團隊研究將速度納入衝突嚴重程度之判斷依據，補充分析指標架構及應用範圍，並提出建議。	遵照辦理。	同意。
2. 研究團隊今日已針對	遵照辦理。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
易肇事路口進行分析及討論，審查委員也提供一些寶貴的建議，請研究團隊參考補充於報告中。		
3. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請訊力科技股份有限公司整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理。	同意。
4. 本計畫經徵詢審查委員意見，期中審查原則通過，請訊力科技股份有限公司後續依本所出版品印製相關規定撰寫報告，並納入每月工作會議查核事項進行追蹤。	遵照辦理。	同意。

附錄 H.期末審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

□期中■期末報告審查意見處理情形表

編號：MOTC-IOT-113-SBB005

計畫名稱：無人機空拍應用於路段交通衝突分析(1/2)-車道交通衝突

執行單位：訊力科技股份有限公司

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
(一)張開國前組長		
1. 報告書 p.79：第四章的小結中說明無人機單機空拍是較佳的選擇，但在報告書 p.258 第八章的 114 年度研究方向上卻是往雙機方向進一步研析，其原因為何？是否能補充說明。	本年度計畫為利於廣域拍攝採用單機高空拍攝與雙機拍攝兩方案，經實際驗測，單機高空拍攝可取得普遍性的好處，包括人力成本與影像處理時間等優勢，故在第 4 章小結為單機空拍惟較佳選擇。然而單機空拍仍有影像解析度、飛行高度及影像辨識之極限，鑒於未來更廣域空拍分析及應用擴展，雙機甚至多機方案應更具研究之價值，故明年將進一步探討雙機作業研析，以期建立更完成 SOP，達到雙機作業優化及廣域分析之目的。以上說明將再補充於內文。	同意。
2. 報告書 p.101：表 6.3-2 的分析指標架構表中雖然有說明每個指標的定義、計算方式、預測參數，但例如[R5]橫向偏移的取樣次數為何？亦即多久時間取樣一次？建議再檢視說明。	橫向偏移是量測車輛的橫向移動幅度，先計算車輛在路段中往左或往右的最大橫向距離做為取樣，再計算樣本之平均及變異數值。以上說明將以圖例方式補充於內文。	同意。
3. 報告書 p.255：除了 TTC、PET 指標以外，其他指標的應用建議	感謝委員建議。 1. 目前的指標結果僅呈現「事件數」，明年度將可能涉及	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
未來可以再做一些處理，例如可以考慮納入曝光量，有助於了解不同車道或區段之間的差異，建議可以雷達圖呈現相關數據。此外，還可考慮引入指標排名機制，例如追蹤並比較單一車輛造成事件的次數，進而更有效地識別高風險車輛。	的車輛數做為曝光量，提供「百分比」結果。 2. 目前因指標眾多不容易閱讀，雷達圖可將相關數據視覺化，感謝建議。後續將評估納入之可能性。 3. 引入指標排名機制對於需要進行複雜評估的分析人員或許會有幫助，在技術上也是可行的，但會讓分析平台的 UI 呈現複雜許多，增加一般使用者的學習困難度。後續將評估納入之可能性及合適性。	
4. 報告書 p.256：表 8.1-2 交通衝突風險新判斷方式相比表 8.1-1 的舊判斷方式已有進一步改進，建議可參考歐洲事故死亡率與碰撞速度的關係圖（S 型曲線模型），結合 TTC 的連續時間進行分析。透過引入連續的嚴重度指標，計算風險值（例如，發生機率×嚴重度），或許能更有效地量化單一風險值，提升分析結果的應用價值。	TTC 以及速率死亡率與碰撞速度關係為連續關係，確實可以將衝突的風險程度進行更細緻的區分（如計算風險值），原則上是可行的。目前將風險程度分為等級（高風險、中風險、低風險）是便於容易解讀結果，以利在實務上應用。 另外，本研究在制定衝突嚴重程度的風險等級門檻時，已參考事故死亡率與碰撞速度的關係圖。	同意。
(二)交通部公路局李忠璋副總工程司		
1. 影像辨識技術在道路標線管理中的應用非常有價值，謝謝研究團隊在路口和路段分析上的努力。	感謝委員的肯定。	同意。
2. 關於危險因子的定義，簡報有使用圖示說明超車行為，但在肇事鑑定上，同方向不同車道超車通常被視為變換車道。	將參考委員對於超車定義之相關建議，於明年度進行修訂。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
3. 報告書第五章：車道編號定義，建議使用圖例補充說明。另外請教不足 6 米無中央分向的雙向車道，其車道編號該如何編碼？請補充說明。	1. 本研究建議由內側車道編號為車道 1、左轉附加車道（非全車道）編號為車道 0，以利統一敘述。 2. 分析平台中可透過劃設車道邊線來設定車道及設定車道屬性，對於車道編號無特殊限制，使用者可自由設定車道編號。分析平台應都可涵蓋各種路型樣態，如遇特殊車道配置的路型，使用者可依合理性原則進行設定。 3. 平台設計是針對單向車流為分析對象，如雙向車道中有車道線區分車道，可針對欲分析的方向進行設定，超過中央車道線的車輛則視為逆向。如路段中無中央車道線，分析平台無法處理，使用者可嘗試以劃設虛擬中央車道線進行分析。	同意。
4. 建議補充先導測試中各路段的調查日期與時間資訊，以便讀者更清楚了解各個路段的拍攝時間資訊。	遵照辦理，補充空拍日期與時間表於期末報告書之章節 3.2 空拍實際辦理現況。	同意。
5. 報告書 p.111：以臺北市北投區承德路六段南向路段為例，車道 5 實際上是機車優先道，而非慢車道。需注意這兩類車道在定義上存在差異，慢車道允許自行車使用，而該車道設定為機車優先道則猜測主要是為了減少直行機車與右轉汽車的衝突，如此的車道屬性是否會讓觀察的指標不同。另外，該路段有公車停靠區位於最外側車	感謝委員提醒，已於期末報告書修正文字敘述。 檢視交通衝突分析平台軌跡圖及速度熱區圖，確實在該方向路段上之最外車二車道有公車行經(由於最外側車道施工僅剩半車道可供通行，公車停靠區無足夠空間供公車停靠)，並於公車停靠站標線前有明顯停等之情形。但由於公車偵測數量少，並無影響其他車輛通行之狀況。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
道且其幾乎將該車道占滿，請教在分析的過程中是否有公車停靠導致上游的車輛受其干擾。		
6. 報告書 p.111：車道 1 和車道 2 為禁行機車車道，但仍觀察到有機車行駛。這可能為兩種情況：一是大型重型機車行駛，二是普通重型機車違規行駛，建議研究團隊探討是否有技術手段能將大型重型機車與普通重型機車區分分析。	大型重機在數量上相對稀少許多，在實務辨識上容易因其稀少性而導致一般機車誤認大型重機情況發生；另一方面，考量其必要性並非特別重要，在計畫規劃上目前並不探討此一課題。	同意。
7. [V2]逆向超車在都市地區是否較少發生？如果頻率較低，其嚴重性是否相對較小？建議研究團隊可探討其重要性及納入分析的必要性。	[V2]逆向超車指標是針對中央分隔採非實體分隔的路段所建立，如路段為實體分隔，原則上應不會觀察到逆向超車的違規行為。先導測試計畫中有採用一處非實體分隔的路段進行實驗，以驗證分析工具在指標計算的正確性。	同意。
8. 報告書 p.185：情境 B 中可觀察到不同架次的平均車速已存在差異，且部分車輛因超過門檻值而被判定為速度變異事件，由於平均車速本身存在差異，如何理解這些車輛的速度變異狀況，建議團隊可補充說明。	平均車速及速度變異是以車輛進入及離開分析範圍內每筆資料（0.1 秒）做為判斷依據，圖 6.4-29 顯示分析範圍包含路段至路口停止線處，因此計算車速相關的樣本包含移動中及等待紅燈之資料，導致平均車速較低、速度變異較大之情況，使用者可在劃設分析範圍時排除路口停等區域即可排除此情況。 已將相關說明補充於內文。 另外，後續將對速度相關指標的計算方式進行調整，將資料進一步區分為停等狀態及移動狀態，排除因停等而導致的速度變異情況。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
9. 報告書 p.83：衝突事件統計圖表，Y 軸有座標軸標題，但 X 軸似乎沒有，建議團隊可考慮是否需調整。	謝謝委員建議，遵照辦理。	同意。
10. 目前分析主要是基於空拍取得當時的交通數據，建議進一步結合歷史肇事紀錄，評估交通衝突的風險是否與實際肇事紀錄存在對應關係。這樣的比較能更有效驗證分析結果的準確性，並提升研究在實務應用上的參考價值。	感謝委員建議。文獻上對於交通衝突與實際肇事是否相關呈現兩極的結論，涉及地點完整觀測時間、資料蒐集及比對方法才能做出結論。本計畫目前著重開發交通衝突分析工具及提供道路管理機關預先發掘可能問題，有關論證兩者對應關係建議另案做學術的探討。	同意。
(三)臺北市政府交通局劉嘉祐主秘(書面意見)		
1. 報告書 p.107：承德路 6 段福國路口往南方向車道 6 為慢車道、車道 5 為機車優先道，請更正。	感謝委員建議。已於期末報告書修正。	同意。
2. 報告書 p.108、p.120：目前報告書中，針對路段部分區域劃設方式，包含車輛在路段中及準備進入轉向車道前的行為，易造成判斷誤差，建議以轉向專用車道漸變段前做為分界，以明確區分車輛在路段中及進入轉向車道後之車流行為差異。	感謝委員建議。報告書 p.108、p.120 僅呈現納入分析的區域範圍，平台中已進一步設定車道線及車道屬性，請參考圖 5.1-1 之車道線與車道屬性介面。	同意。
3. 報告書 p.118、p.130、p.138：針對 TERCRI、THW 表中，在不同架次中，同一車道同一車種的數量差異很大，其原因為何？如何解釋此一現象。	TERCRI、THW 兩個指標的數值為該架次中所有車輛的風險總和，未考慮每車的平均風險值。因不同架次的車輛數不相同，導致各架次之間差異大。後續將考慮曝光量，加入以百分比方式呈現分析結果。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
4. 報告書 p.131、p.175：車道編碼方式為 0-2，有別於其他地點的編碼方式（從 1 開始），請釐清補充說明。	本研究建議的車道編碼原則為內側車道為編號 1、第 n 車道為編號 n，附加車道為編號 0。該地點有劃設左轉附加車道，因此由車道 0 開始。	同意。
5. 報告書 p.145：北新路僅有 3 車道，表中有 6 車道，請釐清。	感謝委員建議，已於期末報告書修正。	同意。
6. 報告書 p.146：圖 6.4-13 北新路一段，南向分析路段現況無指向線，建議可進一步分析與北向車道駕駛行為的差異。	先導測試計畫的目的為測試本研究開發之分析工具，各調查地點為獨立分析，調查地點之間的行為比較已超出本研究範圍。	同意。
7. 報告書 p.210：本章分析 9 處路段的影像資料，也針對不同左轉車道佈設方式及有無禁行機車管制之路段進行分析，建議比較說明哪種佈設方式較為安全（同一曝光量下衝突較少）。	感謝委員建議。先導測試計畫的目的為測試本研究開發之分析工具，各調查地點為獨立分析。惟因地點樣本數不足，難以得出佈設方式優劣之具體結論。	同意。
8. 報告書 p.218：請加註表 7.3-2 交通量蒐集時間。	感謝委員建議，已於期末報告書補充。	同意。
9. 報告書 p.220、p.221：圖 7.3-5 衝突熱點圖，多集中在停止線上游處，建議區分紅燈時段與綠燈時段，也瞭解其差異。	目前分析平台並未有依燈號來區分衝突熱點圖的功能，後續將納入車速做為衝突風險程度之判定依據並調整計算方式，請參考第 8.1 節說明，應可處理衝突點集中於停止線上游之情況。	同意。
10. 報告書 p.226：針對整路口之改善措施（BD 方向輪放或 B 方向左轉遲閉、BD 方向設置左轉車道），建議以 THCS 進行分析，進行方案比較。	本研究曾針對號誌調整的改善方式以 THCS 進行分析評估，議題一之改善方案其服務水準可維持，但 BD 方向輪放或 B 方向左轉遲閉之方案下，THCS 分析結果有很高的延滯秒數，遠比影片中觀察到的高出許多，推測 THCS 可能未能充分反映機會左轉情況的駕駛行為（如現實	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	中的禮讓及違規行為等)，導致延滯估算結果高估，因此未納入至報告書中。	
11. 報告書 p.232：請補充該路段 A 方向禁左時段。	遵照辦理。	同意。
12. 報告書 p.234：請加註說交通量蒐集時間。	遵照辦理。	同意。
13. 報告書 p.237、p.249：該路口已於 8 月完成改善，建議進行事後拍攝，了解改善成效及車流衝突差異。	感謝委員建議，明年納入易肇事路口分析的候選路口。	同意。
14. 報告書 p.238：圖 7.4-6 中路 AC 點均設有路側機車左轉專用車道，建議於路側加設左轉機車專用號誌，以避免機車騎士誤判，與同向直行車發生事故。	感謝委員建議，將此建議透過回饋方式告知地方機關。	同意。
(四)國立臺灣海洋大學鍾耀梁教授(書面意見)		
1. 報告書 p.6：建議將圖 1.4-1 之交通分析的部分多做一些描述。	感謝委員的建議，遵照辦理。	同意。
2. 報告書 p.19：建議多蒐集近期各類型物件偵測辨識論文對近幾代 YOLO 版本做出較客觀的比較與分析。	團隊在報告中提供了 YOLOv11 官網針對 v5-v11 在 COCO 資料集上之比較；考量對 COCO 資料集的針對性參數調整可能影響個方法在其他資料集上的表現，報告另外提供了兩篇論文在其他資料集上分別針對 v3-v8 與 v8-v11 的比較。未來若有進一步的 YOLO 系列比較論文，團隊會再進行補充。	同意。
3. 報告書 p.95：建議將圖 6.1-1 做充分描述。	圖 6.1-1 包含之 7 個交通安全應用情境圖示，已於表 6.1-1 有詳細說明。	同意。
4. 報告書 p.106：情境 A 與情境 B 的分析是否有納入天氣因素影響？	本計畫目前以不同交通情境為主要研究方向，故天氣因素暫不納入計畫中，後續若有專題研究需求，將再評估規劃。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
5. 報告書 p.260：計畫書提到了一些限制(例如:天候限制、夜間限制)，是否有可能的解決與建議方案？才能使此計畫較具實務性。	天候限制主要是強風及降雨問題，無人機須提升設備性能才能防水與抗強風，而夜間照明不足則需搭配專業夜視設備或增加照明系統，並事前向民航局申請夜間拍攝，本計畫目前以不同交通情境為主要研究方向，故雨天、夜間暫不納入計畫中，後續若有專題研究需求，將再評估規劃。	同意。
(五)內政部國土管理署		
1. 希望進一步了解針對路口或路段進行無人機空拍，並結合交通衝突分析的成本評估。	在成本效益評估方面，研究團隊從商業角度出發，著重於經濟可行性與成本可接受性之考量。本案之定價與執行成本主要受到使用者對價值認知的影響，其成本組成以勞務費用為主，包括無人機任務執行、影像分析所需算力及相關人力費用等。未來團隊將持續努力，期望定價能在合理範圍內與使用者需求達成共識。	同意。
2. 未來若希望推廣應用此案技術，請教研究團隊技術推廣及實際應用上是否有相關建議及未來可能的合作方式。	本計畫自啟動至今已邁入第七年，明年度將進入第八年階段。在技術的準確度及穩定性方面，研究團隊持續進行開發與優化，目前已取得顯著進展，技術亦日趨成熟，此一進步將有助於後續推廣工作的順利推進。 目前本計畫會依運輸研究所指示進行相關推廣，技術研發方向及持續精進亦以運輸研究所需求為核心。如有需求，研究團隊可配合運輸研究所安排共同拜訪貴署，進一步溝通相關事宜。	同意。
3. 簡報中提到的改善策略，請教這些改善策略是否由軟體自動生成，或需要透過人工判斷完成。	目前改善策略是透過人工判斷，改善方案主要是參考路口交通工程設計範例參考手冊以及研究團隊之經驗而產生。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
4. 昨日於碰撞構圖研討會上對標線處理的討論，想進一步請教未來在道路工程中，若需建立道路 3D 模型，是否可以透過無人機進行 3D 模型的生成？	道路 3D 模型與目前的空拍影片標線偵測技術在方法上的需求不同，目前本計畫並未規劃 3D 道路模型的建置工作。	同意。
5. 簡報 p.31：簡報時有提及早開時相可能導致的交通衝突，建議可補充說明觀察到的早開衝突情況，以及這些衝突的成因與影響，以便未來道路改善作為參考依據。	號誌時相早開導致交通衝突之相關議題，請參考期末報告書第 7.3 節新莊區新泰路中正路口之議題探討及改善建議。	同意。
6. 請教研究團隊，未來的分析軟體是否能透過空拍影像直接生成路口可能的事故型態，還是僅能進行交通衝突分析？	分析軟體主要功能是交通衝突及人車流軌跡分析，透過空拍影片及軌跡計算風險、違規、衝突等相關指標，供分析人員參考。分析人員可再人工由影片中節錄影片，做為對應事故型態原因之視覺化說明。平台中有提供檢視衝突事件前後 10 秒影片的功能，便於分析人員理解個別衝突事件的實際情況。	同意。
7. 從 107 年開始研發至今，想了解前期的一些研究成果是否已經投入實際運用，或者是否有與地方政府合作的經驗。若有，建議研究團隊分享相關案例及合作模式，提供針對未來與機關合作的建議，供後續參考。	本計畫與多個道路管理機關進行了落地推廣合作，自 110 年至 112 年間，每年度推動兩項先導測試計畫，分別於臺北市、高雄市、新北市、臺中市、桃園市及臺南市等地完成多項應用情境的開發，包括機會左轉、穿越衝突、右轉衝突、非號誌化停讓衝突、機會左轉（進階）及人車衝突等情境。今年度及明年度的計畫則分別聚焦於路段之車道交通衝突與路側交通衝突之探討。 以今年度為例，研究團隊針對合作單位挑選的兩處地點進行易肇事地點分析，並提出相關	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	建議。如有需求，研究團隊可配合運輸研究所安排，與貴署進一步溝通計畫推廣與應用的相關細節。	
(六)本所黃明正副組長		
1. 綜合過去針對路口到今年針對路段的分析技術開發，路口和路段的性質不太一樣，後續請依委員和機關的意見修改報告書。	遵照辦理。	同意。
2. 簡報 p.37：桃園的易肇事路口已進行改善，該路口有新增加機車左轉專用道，應該也有搭配新增左轉專用時相，建議明年針對此易肇事路口再一次空拍，可以比較改善前後的交通衝突變化。	遵照辦理，明年納入易肇事路口的候選路口。	同意。
3. 報告書 p.101~103：表 6.3-2，路段分析有產生很多表格與分析指標之結果，因為指標非常多，未來是否有機會透過一些組合產生一些分類，進行特定議題的探討，例如如何衡量車流的均質和穩定度、車輛變換車道時與其他車道車輛的車間距議題等。	感謝建議。目前的分析指標是透過回顧國內外文獻所產生，明年度將進一步探討指標的組合應用。	同意。
4. 後續建議研究團隊將「超車」定義儘量依照法規去做調整，因為後續主要會是提供給公部門使用；前期研究案的指標有超速+10 公里/小時，但今年度沒有看到；逆向超車的部分如果是跨	感謝建議。將參考委員們對於指標定義之相關建議，於明年度進行修訂。 1. 超車、同車道超越：將參考法規用詞及定義進行修訂。 2. 超速+10：將增加此指標。 3. 逆向超車：可根據路段的情況，如跨越分向限制	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
越分向限制線才是違規行為，如果是行車分向線是可以合法逆向超車；違規行為的部分，車輛未依規定車道行駛是否可以納入分析。	線，可歸類為違規[V]；如行車分向線，則可歸類為風險[R]，但可能對平台 UI 造成進一步的混亂或誤解。後續將再評估處理方式。 4. 車輛未依規定車道行駛：過去已有開發判斷功能，惟因指標數量太多而沒有納入。後續將評估是否需要新增。	
5. 第八章 8.2 節：如果道路標線辨識技術上可行的話，建議下期考慮是否開發成可用的工具，提供人工作微調編修後轉成向量圖；甚至未來取代現在平台上須人工劃判斷用的標線，讓軟體的實用性提升。	SAM 技術相當適合人工編修，因此未來會首先考慮人工編修與向量圖功能。平台上的人工“繪線”與自動偵測的標線“輪廓”由於有著線與面（區域）的差異，因此需要進一步處理，但基本上應屬於可克服之問題，明年度計畫針對標線辨識技術進行功能開發，並根據開發進度評估其對平台步驟簡化效益。若開發成果對簡化平台設定流程有實質幫助，未來將考慮將部分技術整合至平台中，減少人工設定步驟，提升整體效率。	同意。
6. 目前雙機空拍影片的處理是採用軌跡接合進行測試，而且結果相當不錯，未來只要無人機數量足夠，路段長度可以延長。因為是使用軌跡接合的方式，後續要思考如何處理影像回放的問題。	謝謝建議，目前影像接合效果不佳，且長範圍的影片亦不適合平台呈現，故若需影像回放，將優先以一路段兩影像方式做為回放基礎，較不會有變形疑慮且利於觀看。	同意。
7. 受限於技術上的問題，目前機車並沒辦法區分大型重型機車與普通重型機車，建議報告書可補充說明。	遵照辦理，將補充於報告書說明。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
(七)臺北市交通管制工程處(書面意見)		
1. 報告書中僅討論車輛行經之軌跡及動作，建議可再透過分析結果，提出相關改善建議，俾利本府後續做為工程改善之參酌。	本研究已針對易肇事路口提供完整的交通工程改善建議；先導測試計畫的目的並非易肇事分析，因此不會提供改善建議。	同意。
2. 建議可透過分析出之衝突點與肇事資料進行對照，以診斷出原因並提出相應之對策。	感謝建議，易肇事路口分析已包含衝突分析、事故碰撞構圖比對、議題診斷分析，並提供相應制交通工程改善方案。	同意。
(八)中華民國交通工程技師公會(書面意見)		
1. 本案屬於跨年期的系列研究，透過空拍 AI 自動影像辨識及安全風險指標來評估路口及路段之肇事風險性，具有研究、實務及應用推廣的價值，對於運研所及廠商能持續在此類研究上耕耘，感到十分認同。	感謝公會對本計畫的認可與寶貴建議。	同意。
2. 本案提出交通風險的評估指標 3 大類共 15 項，並利用車流軌跡及分析人員於分析軟體中輸入之參數設定資料，以程式自動計算分析項目，並輸出指標統計及圖表。可以於實驗路段相同範圍索取過去 5 年肇事點位及統計資料，透過散佈圖及統計關聯分析，可以佐證本案提出的 15 項評估指標，與實際 5 年肇事空間位置與肇事件數趨勢之關聯。此可以評估本研究所提出的 15 項交通安全風險指標之參	謝謝意見，後續會考慮納入在比對及驗證程序上之建議。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
考價值。		
3. 本案提出交通風險的評估指標 3 大類共 15 項，多數是屬於次數統計類型的，其顯示結果為 0 及 1 以上之正整數。另外一類，則是時間、速率及距離類型的，其顯示結果為 0 及 1 以上之正整數，再加上有限的小數。所以空拍高度對於次數統計類的指標誤差影響較小，但對於時間、速率及距離類的指標誤差則影響較大。未來可能需要有不同高度拍攝(或解析度)對於指標誤差的實驗，此可有利於後續實務上應用推廣。	1. 謝謝意見，指標結果輸出是以超過門檻值的事件數做為依據並進行統計輸出，未來規劃將超過門檻事件數值進一步提供統計輸出，以滿足分析人員可以多個面向進行了解。 2. 本研究已進行空拍高度的測試，確保軌跡可達要求的辨識率及精準度，不會因不同高度導致指標計算上有不同的誤差。	同意。
3. 本年度針對「汽機車混合車流」、「左轉車道配置與行車動線」共兩個應用情境分別評估，明年會針對「公車進出站衝突」、「路外設施進出車流衝突」進行探討。然路段上的衝突，也有不少比例來自於「路邊停車進出」、「外側車道停車、路肩停車或併排停車」、「行人走在馬路上或行人穿越馬路」、「大型車輛左右轉」等，在情境的選擇上，或許未來也可以多多考量。	感謝建議，車道及路側有各種各樣的衝突情境，惟因研究量能有限，研究團隊只能在先導測試中針對兩個情境進行深入探討。明年度之「公車進出站衝突」、「路外設施進出車流衝突」情境係經過廣泛調查及討論後之決議，請參考第 6.2 節之相關說明。	同意。
4. 建議本案未來持續優化方向可能為(1)各類物件影像辨識偵測準	感謝提供的資訊及寶貴建議。本研究聚焦於常態性路口或路段交通現況的健檢，旨在評估	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
確度、(2)其他偵測工具如雷達或光達架設在空拍機上之可行性、(3)多影像拼接的完整度、(4)安全指標與實際肇事之空間與頻次關聯性、(5)安全指標與碰撞嚴重程度、(6)人車衝突評估、(7)各類案例情境實證、(8)不同生成式演算法差異、(9)軟體UI/UX介面、(10)軟體展示的動態與靜態視覺化精進、(11)交通工程改善事前事後應用本案衝突指標之評估、(12)車流模擬軟體(Vissim/SUMO)時空座標輸出至本案安全評估指標軟體之應用。	交通運作狀態，並做為提出改善建議的依據。本研究的核心目標為風險偵測及分析工具的開發，其研究範圍與方向將依據運輸研究所的建議進行探討與優化。	
(九)本所運輸安全組(書面意見)		
1. P.30，表2.2-1中介指標的表格，請加一欄說明各指標的定義，並能與閾值對照。	遵照辦理。	同意。
2. P.39，表2.2-5微觀安全分析於路段之文獻，請加一欄主辦單位(作者)，以便瞭解可能適用的範圍。	於表 2.2-5 補上主辦單位(作者)資訊。	同意。
3. P.98，以表6.2-1、表6.3-5為例，呈現在報告的文字過小不清楚，請統一檢視類似的表格，做適當的調整及版面安排。	遵照辦理。	同意。
4. P.98，應用情境的排名加總點數的內容省略過多，請補充說明排序方法及過程。	感謝建議，已於期末報告書中補充。	同意。
5. P.104，請補充原有16	感謝建議，已於期末報告書中	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
處地點，透過篩選過程才得到表 6.3-4 的實驗路段，以瞭解考量的因素或限制條件。	補充。	
6. P.107，以「臺北市北投區承德路六段南向(華固創富中心-福國路)」的說明為例，請補充各路段中各架次對應專案編號的時間及時段，以讓讀者可瞭解該地點尖峰車流的可能特性。	遵照辦理，補充空拍日期與時間表於期末報告書之章節 3.2 空拍實際辦理現況。	同意。
7. P.109，車輛違反標線管制，如機車行駛於禁行車道、車輛於左轉專用道直行等，是否可列入違規指標的觀察項目？請補充說明。	過去已有開發車輛未依規定車道行駛的相關判斷功能，惟因指標數量太多而沒有納入。後續將評估是否有需要納入新增指標。	同意。
8. P.110，以表 6.4-1「臺北市北投區承德路六段南向(華固創富中心-福國路)」為例，其他路段請比較檢視：(1)專案 409(A 架次)車道 2 的 1 輛機車平均車速為 7.2KPH，專案 410(B 架次)車道 2 的 1 輛機車平均車速亦同為 7.2KPH，請檢視此數據的合理性。(2)檢視專案 409 至 412 共 4 個架次的車道 1 為左轉車道，其中小型車平均車速有的達 60.8KPH，大型車平均車速有的達 57.5KPH，較直行車道來得高出許多，請	(1)經檢查專案 410 的車道 2 之機車數值為整理表格時誤植，已修正。 (2)透過檢視空拍影片，該地點當時的左轉車數量極少，車道 1 左轉車道使用率極低；而車道 2 至車道 4 之直行車道有許多直行車，呈現稍微壅塞的情況。車道 1 因為沒什麼車使用而常為淨空狀態，導致有一些直行車透過車道 1 直行以更快速通過路口，因此出現車道 1 車輛數少且車速較快之情形。 (3) TERCRI 是用於評估跟車太靠近的風險，指標數值為該架次中所有車輛的風險總和，暫未考慮每車的平均風險值。因不同架次及車道的車輛數不相同，導致各架次之間差異大。後續將考慮曝光量，加入以百分比方式呈現結果。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
檢視並說明合理性。 (3)表 6.4-3 顯示 TERCRI 的數值，其數值大小對於解讀路段風險的涵義為何，有無類似其他指標能更直觀的解釋。		
9. P.121，車道 5 延伸至「路口」上游車道配置為慢車道，建議將路口一詞刪除，以避免誤解。	遵照辦理。	同意。
10. P.210，分析的 9 處路段，同為情境 A 汽機車混流衝突，可否就交通風險的評估指標 3 大類共 15 項，評估出風險路段的排序？請補充說明。	先導測試計畫目的是開發分析工具並透過不同類型場域調查確實其可行性及正確性，並非進行易肇事分析，在選擇場域時以多樣性為主、選擇調查時間亦未參考易肇事熱時，各地點之間無可比較性，因此無法針對 9 處路段進行風險排序。	同意。
11. P.216，易肇事地點案例一的說明，請儘可能詳細，以便向讀者展示分析軟體的功能：(1)P.216，基本資料，路口之肇事熱時時段，選定上午 7:30 至 9:30 進行拍攝作業拍攝期，請說明各架次對應的時間及時段，可能的限制及問題。(2)P.220，分析項目，對照 P.212 所提分析工具有 10 項功能，本案例僅挑了 6 個分析項目，請說明其他如右轉衝突、人車衝突未列入分析的原因及限制。 (3)P.224，圖 7.3-8 右側圖請補充為機車車種。(4) P.226 研究亦	(1) 遵照辦理。 (2) 經檢視碰撞構圖及平台分析結果，該地點沒有明顯右轉衝突議題，為控制篇幅不要過長，因此不進行說明。人車衝突需特別拍攝方式（拍攝高度 60 公尺），本次拍攝高度為 100 公尺，因此無法進行人車衝突分析。 (3) 遵照辦理。 (4) 關於安全與效率之權衡，研究團隊認為在效率面可接受的情況下，應盡量提高道路交通安全性。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
運用臺灣公路分析軟體(THCS)對該路口調整號誌時制進行績效比較，請說明如何取捨安全與效率。		
12. P.234，7.4-2 桃園市中壢區中華路一段成功路口之各車種轉向交通量（A 架次）：(1)由車輛數轉換 PCU 的數值是否正確。(2)C 至 D 方向無左轉車流，請註記為-，而非 0。	(1) 車輛數轉換 PCU 依據「2022 年臺灣公路容量手冊」第十三章之計算方式，已於內文補充 PCE 係數。 (2) 遵照辦理。	同意。
13. P.239，衝突點密集區域的各項分析，建議於圖 7.4-7 做扼要的標示，以引導讀者理解分析脈絡。	遵照辦理。	同意。
14. P.242，以超速行為為例，是否已將分析軟體的功能如產出圖表均已臚列於此？分析圖表篇幅過小看不清楚，建議可適度放大。	P.242 之圖 7.4-10、圖 7.4-11 係將分析軟體所產生的六張圖合併為一張圖，以控制報告書頁數，如用原圖大小，可能會導致報告書頁數膨脹而不利閱讀。 將進行修正，將有特殊情況的圖表以大圖顯示，以利閱讀。	同意。
15. P.244，A 方向左轉車上游車輛外切繞過停等車通過，請修訂為繞過「左轉」停等車通過，以避免誤解。	遵照辦理。	同意。
16. 其他文字的錯誤及格式調整，再請參考報告書中的註記進行修訂。	遵照辦理。	同意。
(十)主席結論		
1. 本計畫應聚焦於常態性路口或路段交通現況的健檢，以評估交通運作狀態並提供改善的依據，需明確計	遵照辦理。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
畫定位，以收斂問題範圍。		
2. 建議研究團隊可明確技術開發的目標，並以未來使用者的實際需求為導向，設計與應用技術重點。除了專注於技術本身的開發，還需深入考慮技術的最終使用者是誰，以及他們的操作場景與需求，確保技術能切實解決實際問題並具備應用價值。	遵照辦理。	同意。
3. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請訊力科技股份有限公司整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理。	同意。
4. 本計畫經徵詢審查委員意見，期末報告初稿審查通過，請訊力科技股份有限公司於113年12月20日(星期五)前提送期末報告修正定稿。	遵照辦理。	同意。