

大客車駕駛風險管理大數據分析系統之建立與應用³

The Development and Application of a Big Data Analysis System for Bus Driving Risk Management

張建彥 Chien-Yen Chang⁴

蘇昭銘 Jau-Ming Su⁵

陳怡君 Yi-Chun Chen⁴

劉又升 Yu-Sheng Liu⁵

林宣諭 Hsuan-Yu Lin⁶

摘要

基於先進駕駛輔助系統(ADAS)的應用雖日益普及，然國內大客車運輸業者以其警示事件資料進行駕駛行為分析並管理者，仍尚屬少數，故本研究以 ADAS 所回傳之事件資料為基礎，開發「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」，並以模組化設計及人(駕駛員)、事(警示事件)、時(發生時間、時間序列)、地(發生地點)等四個維度作為系統平台功能規劃的核心，其中包括駕駛員安全績效評分及駕駛風險趨勢分析等模式，系統開發完成後，則著手推動系統之推廣與業者導入，透過試用業者確認、訪談與路線選定，進行資料調校與優化處理，以每月報表方式將分析果提供試用業者參考，作為系統導入後效益評估之基礎。未來期望透過系統平台之應用，協助國內汽車客運業者進行駕駛安全管理。

關鍵詞：先進駕駛輔助系統、大客車、駕駛風險管理、大數據、平台

Abstract

The application of Advanced Driver Assistance System (ADAS) has become more popular. However, there are still a few bus operators who use ADAS warning event data to analyze and manage driving behavior. This study develops a "Big Data Analysis System for Bus Driving Risk Management" based on the event data collected by ADAS. The modular design and four dimensions of people (drivers), events (warning events), time (occurrence time, time series) and location (occurrence location) as the core of the function planning of the system platform. The safety performance evaluation model and the driving risk trend analysis model are also included in the system. After the system development, the study starts to promote the system application for bus operators. Through the confirmation of the cooperated bus operators, interviews and routes selection, the data adjustment and optimization processing, the analysis results are provided to the bus operators in the form of

³ 本研究係財團法人中華顧問工程司委託研究計畫「大客車安全管理與駕駛風險管理大數據分析系統之推廣應用」(計畫編號：13925)之部分成果，作者在此感謝財團法人中華顧問工程司之經費補助。

⁴ 逢甲大學建設學院副教授 (聯絡地址：407 台中市西屯區文華路 100 號，E-mail: cyenchang@fcu.edu.tw)。

⁵ 逢甲大學運輸與物流學系教授。

⁴ 逢甲大學智慧運輸與物流創新中心資深專案經理。

⁵ 財團法人中華顧問工程司正工程師。

⁶ 逢甲大學智慧運輸與物流創新中心系統工程師。

monthly reports, as the basis for the benefit evaluation of the system. In the future, it is expected that through the application of the system platform, it will assist the bus operators to develop driving safety management.

Keywords: Advanced Driver Assistance System (ADAS), Bus, Driving Risk Management, Big Data, Platform

一、前言

大客車由於載客數高於一般小型車，一旦發生道路交通事故，其衝擊影響往往比小型車更為嚴重，而不當的駕駛行為，如車道偏移、未保持安全距離、車速控制不當等，則是造成其道路交通事故的重要原因。故大客車駕駛安全管理需先從內部管理著手，進行系統性的改進和監管，進一步藉由科技設備之應用，輔助加強駕駛安全性與即時監管效能，而各項設備所儲存之資料，可透過整合分析，擷取有用的資訊，以數據反映現況並加以應用。

為了提升大型車輛之駕駛安全，交通部公路局在民國 105 年至 108 年間，曾投入新臺幣 5,499 萬餘元補助 2,933 輛國道客運車輛裝設防撞警示系統，鑒於國道客運裝設防撞警示系統之成效，後續於 108 年訂定「交通部公路總局加速推動大型車輛裝設行車視野輔助系統補助規定」，補助大型車輛裝設視野輔助系統；而為有效提醒用路人注意大型車輛轉彎及倒車之行車動態，降低車輛視野死角問題，交通部更於 106 年 8 月 30 日公告修正「道路交通安全規則」第 39 條之 1，規定自 107 年 1 月 1 日新登檢領照之大客車與大貨車應裝設轉彎及倒車警報裝置與行車視野輔助系統等設備，自 109 年 1 月 1 日起將轉彎及倒車警報裝置、行車視野輔助系統或類似設備列為定期檢驗項目。後續交通部公路總局於民國 109 年公布「交通部公路總局補助遊覽車客運業車輛裝置先進駕駛輔助系統設備作業要點」，補助遊覽車裝設駕駛識別刷卡機、防撞警示系統或疲勞偵測系統；交通部更於民國 111 年公布「大型車輛裝設主動預警輔助系統補助要點」，希望整合行車視野輔助系統、防撞警示系統、車道偏移警示、胎壓偵測、盲點警示、疲勞偵測、數位行車紀錄器及酒精鎖等八項功能，鼓勵產業界、學研界投入整合系統之研發。而近期因「行人地獄」（因車輛未停讓而遭撞擊致死或受傷的事故）之狀況頻頻發生，已有縣市政府（如臺中市）同步持續輔導業者提升服務品質及維護車輛安全設備，且為鼓勵客運業者增設先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)，利用感測器偵測大客車車體周遭環境，提醒駕駛員留意路況，故補助每輛公車增設系統費用，冀望可運用先進智慧科技設備，讓交通安全改善更加落實。另為加速推動客運車輛電動化，營造綠色公共運輸環境，交通部推動「2030 年客運車輛電動化推動計畫」（交通部，2023）之政策時，也同步要求業者在申請受補助車輛應裝置具有全球衛星定位功能系統設備及設置營運車輛監控管理系統，客運業者並應維持正常運作及依交通部運輸研究所公布之電動大客車營運數據監控管理平台資料傳輸作業規範，提供包含車載機資訊、充電設施、營運基礎資料、車輛及保修資料等至該平台，而各項營運車輛監控管理系統之儲存資料，客運業者並應保存，目前受補助之電動大客車輛亦有同步裝設 ADAS 以協助安全駕駛。除了上述相關政策的支持與 ADAS 警示功能的導入可使駕駛安全提升有明顯的效益外，ADAS 的警示資料也深具應用價值。

在 ADAS 警示資料之應用方面，蘇昭銘等人(2022)在汽車運輸業安全管理系統研究中認為 ADAS 可作為汽車運輸業對於風險辨識與評估的有效工具，針對駕駛過程中警示事件所蒐集之駕駛風險相關資料，進行事故可能發生機率與損害程度之整合評估，透過評估結果確認其影響駕駛安全程度，擬定相關的應變對策與管理計畫。因此，若能針對汽車運輸業 ADAS 之資料進行加值應用，不僅可導正駕駛員於駕駛車輛之偏差行為，提升行車品質，更可有效降低車輛肇事機率，對於節省保險費用、車輛維修及賠償等支出更有其助益。然而，依據陳怡君等人(2023)針對大客車 ADAS 設備資料應用及數據管理需求所調查之分析，在 53 家調查業者中，尚未安裝 ADAS 者共有 14 家，已安裝 ADAS 者則有 39 家，已安裝者約佔 73.58%，顯示目前業者仍

有一定比例尚未安裝 ADAS，而已安裝 ADAS 者又有不同的應用方向，可包括純作警示用途而無儲存資料、ADAS 警示事件資訊即時回傳並儲存、ADAS 警示事件結合環境資料完整儲存、ADAS 警示事件結合其他車上設備(如行車紀錄器、疲勞偵測影像設備等)資料完整儲存、ADAS 警示事件資料進行駕駛行為分析並管理等五大類，其中以 ADAS 警示事件資料進行駕駛行為分析並管理者，尚屬少數，因此如何有效蒐集 ADAS 相關事件資料進行加值應用，並透過駕駛風險評估，研擬相關的安管理制度，乃是大客車 ADAS 可進一步發展應用的重要方向。鑑此，本研究乃以 ADAS 所回傳之事件統計資料或原始數據資料為基礎，開發「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」，並以模組化設計及人(駕駛員)、事(警示事件)、時(發生時間)、地(發生地點)等四個維度，作為系統平台功能規劃的核心，其中包括駕駛員安全績效評分及駕駛風險趨勢分析等模式，期望透過系統平台之應用，協助國內汽車客運業者進行駕駛安全管理。

二、文獻回顧與探討

本研究針對國內、外有關 ADAS 應用及大數據分析之研究，進行文獻蒐集與回顧探討，分別說明如下。

2.1 ADAS 應用

在駕駛安全輔助系統發展方面，隨著資通訊技術與偵測感應軟、硬體的迅速發展，主動式駕駛輔助系統的功能日益增加，而 ADAS 乃逐漸成為各大車廠和相關系統供應商的研發重點。ADAS 是利用安裝在車輛上的各式感測儀器，於車輛行駛過程中隨時偵測外在環境與內部駕駛工作狀況，並結合定位儀器與電子地圖的數據，配合處理器(processor)與致動器(actuator)系統的運算與分析，提供駕駛者之危險警示、視覺及操控輔助等，促進行車安全與效率。基本上，目前發展之 ADAS 可依其提供之功能大致分為危險警示、視覺輔助及操控輔助三大類系統(黃章杰，2016；鄭碩群，2022)，其中，危險警示系統乃是結合先進感測技術，聽覺(聲響、語音)、視覺(燈號、HUD、LCD)或觸覺(振動座椅、煞車)警示裝置，以及相關的核心演算法則，在車輛啟動或行駛過程中，依據不同的道路交通與周邊環境狀況，適時地對駕駛者提供警訊，以確保車輛駕駛人能及時警覺並提早防範因應，達到安全防護的效果，相關的系統功能包括車道偏離輔助警示系統(Lane Departure Warning System, LDWS)、盲點警示系統(Blind Spot Warning System, BSWS)、車前碰撞警示輔助系統(Forward Collision Warning System, FCWS)、疲勞警示系統(Driver Fatigue Detection System)、行人偵測系統(Pedestrian Detection System, PDS)、側向來車警示系統(Side Collision Warning System, SCWS)；而在視覺輔助系統部分，由於在車輛駕駛過程中，用路人的四肢五官與駕駛行為績效習習相關，其中尤以眼睛所接收的訊號佔人腦接收訊號的 90%以上，因此視覺能力為影響駕駛能力，甚至左右駕駛安全性的重要因素(張建彥等人，2006)，故透過雷達、紅外線、超音波或攝影機的輔助，提供駕駛人更多有用的資訊，有助於駕駛人即時掌握道路交通狀況並加以因應，主要的系統功能包括停車輔助系統(Parking Assistance System)、夜視輔助系統(Automotive Night Vision System)、自動抬頭顯示器(Automotive Head-up Display)、智慧型防眩光頭燈系統(Glare-free High Beam Headlight System)、倒車顯影系統(Backup Camera System)、環景顯影系統(Omniview System)、交通標誌辨識系統(Traffic Sign Recognition System, TSRS)；至於操控輔助系統，主要是透過車輛相關系統的自動化運作，簡化駕駛人之複雜性、及時性操控，或修正補償駕駛人之錯誤性、不足性、過度性操

控，提升駕駛過程之安全性與效率性，相關系統功能包括防鎖死煞車系統(Anti-lock Braking System, ABS)、電子循跡系統(Electronic Tracking Control System, ETCS)或防滑控制系統(Traction Control system, TCS)、電子車身穩定系統(Electronic Stability Control, ESC)、上、下坡輔助系統(Hill Descent Control and Hill-start Assist)、定速車距控制系統(Intelligent Speed Adaptation System or Intelligent Speed Advice System)、智慧型車道保持系統(Lane Keeping System, LKS)或車道變換輔助系統(Lane Changing Assistance System, LCAS)、自動緊急煞車系統(Advanced Emergency Braking System, AEBS)、自動停車系統(Automatic Parking System, APS)、車聯網系統(Vehicular Communication Systems)、適應性巡航控制(Adaptive Cruise Control, ACC)。

有關 ADAS 之國外相關研究部分，Ziebinski et al. (2017)回顧整理 ADAS 中最新的可用技術及其應用領域，包括電子車身穩定系統、防鎖死煞車系統、交叉路口防撞系統、車道保持系統、適應性巡航控制、後方交叉警示系統、緊急煞車輔助系統、夜視輔助系統等，其研究提及在許多 ADAS 逐漸成為車輛標準配備並大量應用以提升道路安全性時，駕駛人應深入了解其作用原理與適用方式，而除了測試單項系統功能之外，製造商亦須進行多元系統之整合應用測試，且在未來考慮與人工智慧技術加以整合，邁向自動駕駛。Jumaa (2019)回顧 ADAS 相關子系統與技術，認為具有複雜設備的感測器，即感測器網路(SN)，目前已含在許多車輛中以實現 ADAS 相關技術，包括適應性巡航控制系統、緊急煞車輔助系統、防撞警示系統、車道保持系統及和車道變換輔助系統等。Hasenjager (2017)回顧 ADAS 系統的個人化方法，可針對駕駛人偏好、駕駛風格、技能和駕駛模式進行調整設計，並指出個人化駕駛設計與執行的相關課題。Panou (2018)則基於市面上 ADAS 對所有駕駛人使用同樣的警示參數門檻值，導致 ADAS 的接受度與有效性不佳，乃嘗試建立智慧個人化演算法以優化防撞警示系統。依據道路縱向行駛之駕駛行為模式動態參數，擷取 ADAS 之個別化參數作為個別化演算法之基礎，最後以碰撞時間(TTC)和時間車頭距(Time Headway)為參數，建立了個人化演算法。Chen et al. (2018)透過車輛軌跡資料及皮爾曼相關係數，針對駕駛人反應時間及跟車影響因素進行分析，藉以提升 ADAS 相關系統發展之駕駛人接受度。Priyadarshini et al. (2019)則提出一個利用大數據可視化方法所創建之互動式 GUI 框架來分析車輛和感測器數據，該框架包括各種互動式繪圖結果，以深入分析 ADAS 所有情境之資料數據，除了可互動式分析車輛在每個時間軸上的行為外，亦能同時顯現多張圖像在框架中，藉以進行比較分析。

至於國內相關研究部分，余英任(2020)以 Mobileye 系統為對象，探討其成功之過程，並透過資料證實與二次研究分析，找出 Mobileye 的關鍵成功要素。吳昆峯等人(2020)透過文獻及問卷調查，收集駕駛行為數據，並開發駕駛行為分析工具，建立駕駛行為的指標與門檻值。同時，該研究還提出適合國道客運業者的駕駛行為分析方法，以提升駕駛安全管理。陳璽煌等人(2023；2024)則開發數位行車紀錄器，整合區塊鏈技術與 OBD 車載設備，並建立駕駛工時管理系統及 ADAS 系統，提高公車營運的智慧化和安全管理水準。鍾易詩等人(2022；2023)以 ADAS 產生之警示事件解析異常事件，應用影像辨識技術分析車內外異常事件，並將車內外行車資料整合，以確立 ADAS 警示事件與異常事件間之關係，並據以找出可能造成事件及提高事故風險的高風險駕駛行為。張建彥等人(2023)以大客車 ADAS 警示資料為基礎，建立涵蓋事件數與風險權重之駕駛安全績效模式，以及相關參數校估流程，並說明模式之應用。研究結果顯示，現況 ADAS 警示事件可分為車道偏移、未保持安全距離、車速控制不當三大類，此三大類之正規化風險權重分別為車道偏移 0.44、未保持安全距離 0.38、車速控制不當 0.18。而在模式應用部分，該研究蒐集某國道客運公司之一個月的實際 ADAS 警示資料進行大數據整合分析後，再應用模式加以計算，則 269 位駕駛員之駕駛安全績效評分平均數為 91.93 分，標準差為 3.77 分，最大值為 99 分，最小值為 76 分，分析結果顯示所建立之模式具有鑑別度，可提供作為安全管理系統之風險評估工具。陳怡君等人(2023)深入了解業者裝設 ADAS 之需求與應用，設計

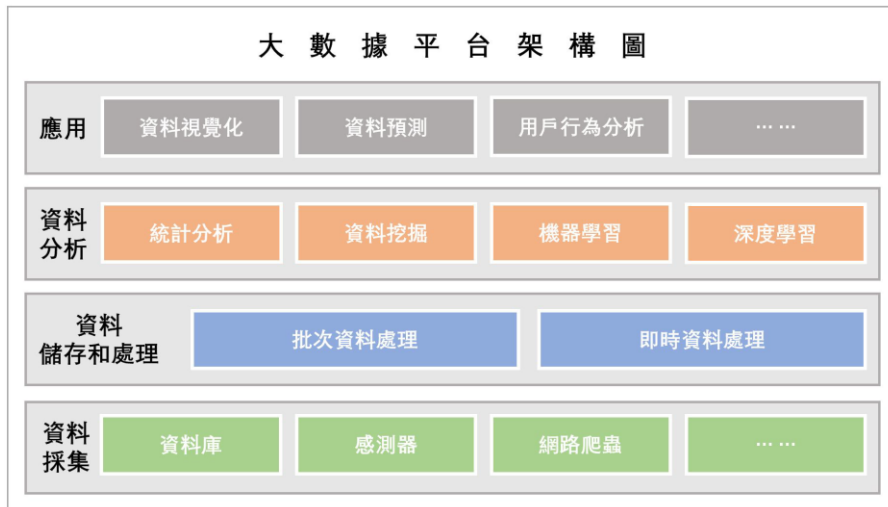
問卷並進行調查分析，分析結果顯示，駕駛員最常發生之異常駕駛行為，以「與前車未保持安全距離」、「超速」、「不當變換車道」、「車道偏移」、「闖紅燈/搶黃燈」比例較高，分別佔 32.1%、22%、15.7%、14.7%、11.9%，可提供作為 ADAS 重要警示項目開發之參考；在交通安全管理方面，業者認為應搭配相關內部管理配套與外在環境因素調整；在 ADAS 安裝意願方面，則認為須符合經濟效益。故在後續推動上，除應考量業者在實際營運上所需之系統輔助外，更需注意系統安裝後可對業者帶來之效益，及資料加值應用性。張國鼎等人(2023)透過國道客運業者所提供之大客車 ADAS 警示事件及駕駛行為反應資料，利用大數據分析 ADAS 警示事件、車速、車距、煞車狀況等參數，探討 ADAS 警示事件對於大客車駕駛行為反應之實用性，並作為 ADAS 相關參數調校之參考。

2.2 大數據分析

大數據分析研究開啟了交通領域以資料導向的決策模式，大數據有可能提高交通系統的安全性和永續性，當今許多城市都佈建了完整的監控系統，如攝影鏡頭、路測感測器和無線網絡等設備，以觀察交通狀況，促進交通安全。該設備收集了大量的交通資料，結合歷史資料和即時資料分析，使交通部門能夠更好地了解各自區域的交通流量，辨識出交通壅塞的時間與空間，並幫助人們理解交通事故或近似事故的產生原因。大數據中採用各種形式的分析和方法，例如機器學習，可用於篩選大量的交通資料以提取有用的知識並使運輸當局能夠採取預防措施並做出適當的決定。交通資料包含可以改善和支持安全和永續交通系統的隱藏價值，例如，通過使用路側的感測器，可以收集和分析車速資料以識別交通壅塞，當偵測到交通壅塞時，可以向駕駛人提供警示並協助找到替代路線；分析車輛在號誌化路口之等待時間可改善時制計畫；影像資料分析可偵測物體(車輛、行人或障礙物)並進行分類，追蹤其移動軌跡，或辨識重大交通事件等，幫助決策者採取必要行動以改善道路交通安全。另外，交通資料的型態符合大數據的 5V 特徵定義，即大量性(Volume)、多樣性(Variety)、即時性(Velocity)、價值密度低(Value)與真實性(Veracity)。在大量性方面，道路及車輛所安裝的各種交通監控設備會產生大量資料，當聯網車輛與自身內部的其他設備、道路基礎設施或其他設備通訊時，交通資料量乃迅速增長；在多樣性方面，交通資料來自各種結構化與非結構化資料，例如 JPG、JSON、XML、GPS、PDF、圖片、影像或社群媒體的貼文等；在即時性方面，交通狀況瞬息萬變，必須在極短時間內完成資料蒐集、儲存、分析、決策、傳送、發布等步驟，才能提供有效的交通方案；價值密度低方面，交通資料能夠揭示改善交通安全、效率的潛力，資料中包含了寶貴資訊有待挖掘，但有用的資訊卻是以很低的密度存在於交通資料中，例如，透過影像資料可以分析道路交叉路口之事故肇因，但因交通事故屬於稀少性與隨機性事件，故透過監視攝影機所紀錄資料大都是正常車流運行狀態，然而只要能夠成功取得一次事故之前因後果，該影像資料即可達到其價值；在真實性方面，交通資料大都現場即時取得，因此具有極高的真實性，而各項數據之分析與結果呈現亦必須反映準確性，惟有準確的數據才能提供有價值之訊息。

在車輛駕駛行為的研究領域，由於現代汽車大多配有數以百計的感測器以及電子控制單元(ECU)，紀錄幾乎實時的車輛、駕駛、周邊環境資料，如何從這些資料中提取重要資訊以解決交通問題乃是交通大數據分析之重要課題之一，目前相關之研究分析方法可分為兩大主軸，一是強調機器學習與人工智慧，進行有用資訊之探勘，例如基於 Hadoop、MapReduce 框架的大數據方法，或相關的演算法等；另一主軸則是基於人機互動與人為認知規則，將人類認知能力融入分析過程，主要技術為視覺化分析(Visual Analytics of Big Data)(任磊等人，2014)。

大數據分析由於前述之資料特性，因此一般可以透過系統化之大數據平台架構來說明各層次之數據資料處理或分析方法(教育部國民及學前教育署，2022；刘凯悦，2018)，如圖 1 所示。



資料來源：(教育部國民及學前教育署，2022)

圖 1 大數據平台架構圖

綜上所述，大客車由於車體重、車身長，且乘載人數遠高於道路其他車輛，故一旦大客車發生碰撞事故時，往往產生較大的傷亡衝擊。因此，多年以來，政府主管單位與業者均投注相當心力以試圖降低大客車碰撞事故的頻率與嚴重程度。基於 ADAS 的技術日益成熟，且交通部亦編列預算逐年推動大型車加裝主動預警輔助系統，若能有效蒐集 ADAS 所蒐集之資料，進行加值應用，則不僅可導正駕駛員於長途駕駛車輛之偏差行為，提升行車品質，更可協助業者進行數據化之駕駛安全管理，有效降低車輛肇事機率，達到數位轉型的安全效益。

三、數據分析資料表建立

ADAS 危險警示功能主要提供駕駛者包含車道偏離、車前碰撞、超速、盲區偵測、行人偵測、疲勞駕駛等即時警示資訊，當 ADAS 啟動後，即開始以時間序列方式產製接續性偵測資訊，而產生之偵測資料會因資訊設備、通訊成本、資訊處理能力及資訊使用能力而影響其資訊處理方式，其處理方式可大致分為事件僅警示不儲存、儲存事件資料、儲存完整原始偵測資料等三類，分別說明如下：

- 1.事件僅警示不儲存：當 ADAS 設備無法與後台伺服器系統結合，或無法使用離線儲存之方式將其資訊儲存於資訊設備中，則事件僅發生於駕駛員週邊以提供聲音或影像警示，並無法提供後續分析或加值應用，其原因可能為 ADAS 設備之使用者無資訊處理與應用能力或其資訊能力、人力不足等因素，而將其事件資訊僅用於即時警示。
- 2.儲存事件資料：當 ADAS 設備連接外部資訊設備並於警示事件產生後，可由外部資訊設備即時儲存或回傳於後台伺服器。
- 3.儲存完整原始偵測資料：由於 ADAS 啟動後即開始偵測週邊環境並可紀錄當下之環境資料，如跟車距離、前後車速差、車道偏移值、車輛軌跡等，則除了即時提供事件警示外，從 ADAS

啟動至關機過程中所產生所有環境及事件資訊，透過外部資訊設備即時儲存或回傳於後台伺服器，可完整儲存偵測紀錄。

其次，現有車上設備所蒐集之資料亦可作為駕駛行為分析之輔助資料，包括：車上 OBD 裝置所產生之車輛操作狀態原始資料，如車速、油門深度等；車輛行車記錄器、ADAS 設備或其它行車紀錄器所錄製之車前/車側影像資料；由車機或其它車上設備所接收之 GPS 資料及可對應 ADAS、OBD、行車紀錄器及 GPS 資料時間之人員車輛排班資料等。

另外，依據鍾易詩等人(2022)針對 25 家客運公司之問卷調查分析結果顯示，目前業者安裝 ADAS 設備因考量成本與精確率，使得其安裝比率不高，而車機設備所蒐集之駕駛行為資料，多數業者僅作為處理客訴之用；並且多數業者並未進行資料分析，而有資料分析能力之業者，考量資料外流風險及成本考量，僅由內部人員負責；其次，目前有後台資料管理系統之業者，多數使用公路總局提供之公車動態系統功能，自行建置之系統可能因為不同車機或設備需使用不同系統平台、彼此系統無法有效整合也造成業者管理困擾。對照陳怡君等人(2023)所進行的業者需求問卷調查分析結果，其實有高達 73.1%的業者均已安裝相關系統，但對於各項資料的第三方分析需求，並不會因為已安裝就有較高程度的需求，仍處於自行儲存並作為內部管理使用，較不容易主動對外尋找其他解決方案，因此如何因應各項資料來源，提供業者所須之有用資訊，應是大數據分析平台發展的重要課題。

為了確認並分析國內大客車業者之 ADAS 資料格式內容，本研究經由業者深度訪談、資料蒐集與分析發現，國內部分客運業者 ADAS 相關資料，已包含 ADAS 事件資料、ADAS 狀態資料、行車記錄器資料、客運歷史到站時間等資料等，另一方面，在交通部所推動之「大型車輛裝設主動預警輔助系統補助要點」(交通部，2022)中，其訂定之系統規格標準，可提供客運業者安裝 ADAS 設備於資料蒐集後儲存時之參考，透過標準化資料格式，提供一致性之數據分析資料表，而對於資訊能力不足之客運業者，亦可與其委外之系統設備商或資訊服務商合作，直接採用已標準化之資料格式進行駕駛行為分析與評估，以數據化來有效提昇駕駛行為之安全管理。

綜上所述，有鑑於目前各業者所採用之 ADAS 廠牌不一，所定義之事件種類與警示門檻亦各不相同，甚至有同一家業者同時採用兩套不同廠牌的 ADAS，導致資料庫格式難以統一標準化，而這些資料庫也和交通部「大型車輛裝設主動預警輔助系統」所規劃之平台資料內容有所不同，因此不宜直接將 ADAS 所產製之資料庫直接匯入「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」之平台；加上交通部「大型車輛裝設主動預警輔助系統」所考量之八合一、六合一及三合一尚未有市場產品出現，並無符合其資料格式之實際資料可進行大數據分析系統平台之功能實作與測試，故本研究建立「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」之平台的資料匯入方式，如圖 2 所示，圖中顯示資料在匯入平台分析之前，先整合所有不同廠牌 ADAS 系統所產製之資料庫(表)，產生 ADAS 整合資料，之後再結合相關的外部資料，以統一格式之數據分析資料格式匯入大數據分析平台，亦即在分析系統外部處理所有資料源之資料，則如此之設計，可克服在分析平台中進行各種不同格式資料庫轉換之困難與挑戰，亦即在外處理所有資料源之資料。至於在大數據分析平台進行各項風險管理之數據分析後，則可進一步進行駕駛行為分析與駕駛風險管控策略研擬，而駕駛行為分析的結果可回饋至 ADAS 事件警示參數與門檻值調整，使 ADAS 前台系統之警示時機與方式更加有效；駕駛風險管控策略則與公司之駕駛員排班調度、安全績效獎勵、教育訓練等管理制度之建立有關，透過數位化之客觀分析與評比，據以了解駕駛員之駕駛安全績效與風險趨勢，能夠預先防範，使駕駛安全管理制度的研擬與推動更有效地落實。至於本研究所規劃之數據分析資料庫(表)欄位名稱、資料型態、資料說明、分析需求，如表 1 所示。其中，分析需求係指業者進行駕駛員之駕駛安全績效及風險趨勢分析所必要

之資料欄位，而若沒有駕駛員(或駕駛員代碼)之資料，則可以採用車牌號碼來代替，但若同一輛車有兩位以上之駕駛員排班駕駛時，則無法將車輛之駕駛安全績效與風險趨勢直接對應至駕駛員之駕駛行為，從而針對駕駛績效較差或風險較高之駕駛員進行管理，不過若以車牌號碼代替駕駛員代碼時，系統使用者或業者只需蒐集 9 項必要欄位，即可輸入系統進行分析。業者可再從資料、分析結果及班表去識別那位駕駛員的行為需值得注意。

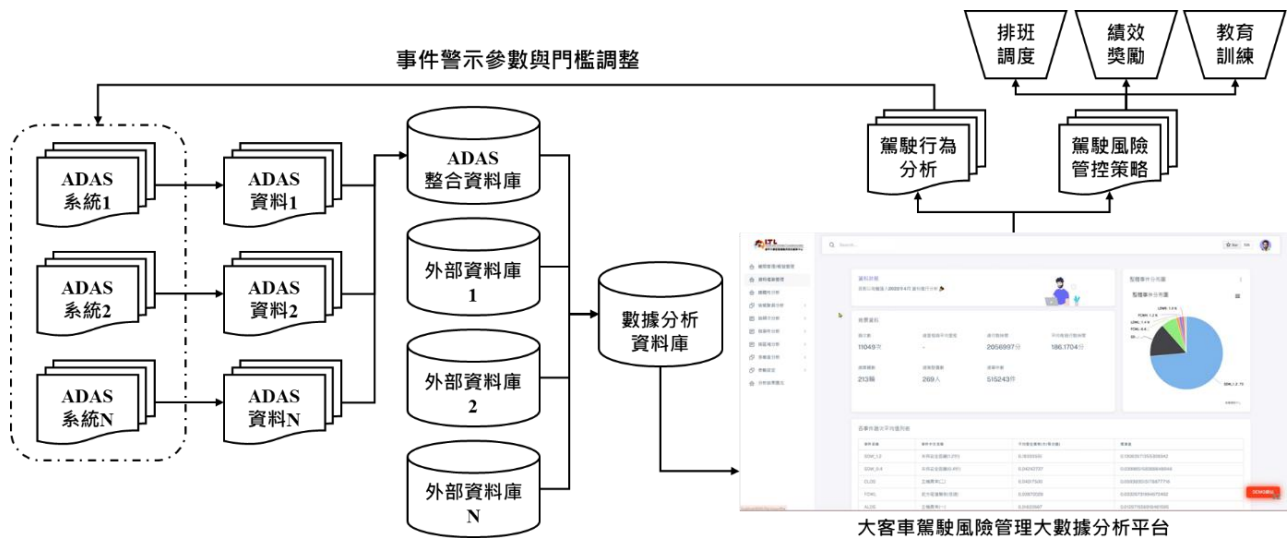


圖 2 大數據分析平台之數據分析資料庫(表)匯入概念圖

表 1 數據分析資料表

編號	欄位名稱	資料型態	資料說明	分析需求
1	業者	字串	業者別	參考
2	事件編號	數值	事件流水號	參考
3	旅次編號	字串	車趟旅次編號	必要
4	旅次時間	數值	車趟旅次總時間(分鐘)	必要
5	路線編號	字串	客運路線編號(TDX 編號)	參考
6	路線起迄	字串	客運路線起迄(TDX 車頭資訊)	參考
7	事件發生旅次時間	數值	事件發生時間(在旅次的第幾分鐘發生事件)	必要
8	旅次起始時間	時間	車趟開始時間	必要
9	車牌號碼	字串	車牌號碼	必要
10	駕駛員代碼	字串	駕駛員代碼	必要
11	事件代碼	字串	事件類型	必要
12	事件發生時間	時間	事件發生時間(日期、時間)	必要
13	緯度	數值	事件座標(緯度)	必要
14	經度	數值	事件座標(經度)	必要
15	影像時間	時間	影像紀錄時間	進階
16	車速	數值	ADAS 車速(公里/小時)	參考

四、駕駛安全績效評分模式及風險趨勢分析模式

以 ADAS 警示事件為基礎，進行駕駛員之駕駛安全績效評估時，駕駛安全績效評分模式及風險趨勢分析模式為「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」的核心模式，本研究依據張建彥等人(2023)所建立之模式為大客車駕駛員之駕駛安全績效評分模式，基本模式之公式如下：

$$DSI_i = 100 - f(R_i) \quad (1)$$

$$R_i = \left(\sum_{j=1}^n (E_{ij} \times W_j) \right) \times f_1 \times f_2 \times \dots \times f_m \quad (2)$$

$$E_{ij} = A_{ij} \times (1 - \gamma_j) \quad (3)$$

$$f(R_i) = \min(100, R_i) \quad (4)$$

其中，

DSI_i ：駕駛員 i 之安全績效評分(0~100)；

R_i ：駕駛員 i 之風險評分(0~100)；

E_{ij} ：駕駛員 i 發生 j 警示事件之單位行駛時間有效事件數(事件數/小時)；

W_j ： j 警示事件之風險權重配分；

$f_1 \dots f_m$ ：駕駛路線、駕駛時段、車輛特性、其他道路交通及天候狀況等之調整因子(預設值為 1)；

A_{ij} ：駕駛員 i 發生 j 警示事件之單位行駛時間警示事件數(事件數/小時)；

γ_j ：偽陽性率(誤判率，指不該警示而警示之事件比率)。

以 ADAS 警示事件為基礎之安全績效評分概念，係假設駕駛員在駕駛過程中，其實際操作車輛的結果，已包含影響安全的各項因素(例如駕駛員身心特性、駕駛習慣、車輛狀況、道路交通狀況、環境天候狀況等)，而過程中若有須 ADAS 系統提供警示之狀況時，即表示當下發生了影響安全之事故風險，駕駛員必須有所因應以避免風險進一步擴大，因此若駕駛過程中 ADAS 警示事件愈少，代表駕駛愈安全，反之，警示事件愈多則代表駕駛愈不安全。另外，任何良好的 ADAS 應能精準地偵測各種狀況，並配合駕駛員身心特性(例如感知反應時間、車輛操控能力等)設定合理的警示門檻值，以提供有效的警示時機，然而即使如此，系統運作時，仍可能因各種狀況導致錯誤警示事件之產生，故對於錯誤警示事件之排除亦應加以考量，確保安全績效評分之客觀公平性。基本上，安全績效評分公式係以滿分 100 分減去風險評分，其值介於 0 至 100 分；風險評分為加總所有警示事件之有效事件數與該事件之風險權重配分乘積值，至於有效事件數之計算則為警示事件數乘以(1-(偽陽性率或誤判率))，考量到一般行駛時間或行駛里程愈長，所警示的事件數可能愈多，基於比較基準的一致性與公平性，公式中的警示事件數應以單位行駛時間或單位行駛里程警示事件數為佳，又因為若採用單位行駛里程事件數，往往容易忽略了駕駛員在相同里程下因各種狀況導致行駛時間較長，影響駕駛員的操控車輛能力，從而發生較多的警示事件數，加以行駛時間可以直接從 ADAS 系統紀錄取得，而行駛里程

必須從 GPS 經緯度座標估算，因此以單位行駛時間(旅行時間扣除車站停靠時間)之警示事件數為準；而風險權重配分係由各警示事件之相對風險權重轉換而得，以警示事件所導致之損害程度為風險權重分析基礎，係由單一事故肇事因素所佔比例(可假設作為肇事因素導致事故發生之相對機率)與該因素之事故死亡、傷害人力成本比值推算而得； $f_1 \dots f_m$ 是有關駕駛路線、駕駛時段、車輛特性、其他道路交通及天候狀況等之調整因子。另外，考慮到當警示事件所產生之風險評分達到一定程度時，駕駛員即無安全績效可言，因此在安全績效評分時當風險評分超過 100 分時，則以 100 分計算，此時安全績效評分為 0。

在公式(1)至(4)中，主要參數包括警示事件之風險權重配分(W_j)、調整因子($f_1 \dots f_m$)及偽陽性率(誤判率)(γ_j)，其中警示事件之風險權重配分可透過警示事件造成事故頻率與嚴重性之相關資料調查分析與而得；至於調整因子則可依駕駛路線(如高速公路、市區道路、山區道路等)、駕駛時段(如日間、夜間、尖峰、離峰等)、車輛特性(如車齡等)、其他道路交通(如道路寬度、上坡、下坡等)及天候狀況(如晴天、雨天等)來加以設定，其預設值為 1；偽陽性率(誤判率)則依各系統實際應用狀況而定，其預設值為 0。

表 2 為蒐集 2017-2021 年台灣地區大客車道路交通事故調查表資料(包括 A1、A2 之交通事故件數與死傷人數)及周榮昌等人(2019)進行交通部運輸研究所計畫「道路交通事故成本推估之研究」的事故人力成本資料所換算之每人死亡成本與每人受傷成本比值(15,723,009 元/人：1,189,829 元/人=0.9297：0.0703)，分析出各肇事因素之風險權重後，再將各肇事因素與警示事件進行關聯性之歸納分析，所得到之大客車 ADAS 警示事件分類之相對風險權重值表，而實際應用時可依各公司駕駛安全管理所考量之 ADAS 警示事件細項分類，進行風險權重配分與遞迴試算，確立個別公司最終適用的參數值。

表 2 大客車 ADAS 警示事件分類之相對風險權重值表

警示事件分類	相對風險權重值
車道偏移	0.44
未保持安全距離	0.38
車速控制不當	0.18

資料來源：(張建彥等人，2023)

以駕駛安全績效分數(DSI)為基礎之風險趨勢分析概念，如圖 3 所示，圖中陰影面積可作為駕駛員之安全績效，而當駕駛安全績效分數低於警戒線時，即須啟動駕駛者管理輔導機制；績效期間之安全績效分數累計值可作為駕駛者安全績效評比之基礎；不同時間之安全績效分數可作為駕駛者連續駕駛或休息日數對駕駛績效影響之分析。另外，透過線性迴歸趨勢線之分析，可知駕駛員之績效表現狀況，當趨勢線往下(如圖 4)時，顯示駕駛員之駕駛風險提高，應加以關注並了解其駕駛狀況，執行適當的改善策略。在警戒線之設定值部分，可設定駕駛安全績效分數 70 分為門檻值，至於駕駛員關注輔導之啟動時機，除了風險趨勢線可供參考外，亦可採用雙指標方式，當駕駛員之駕駛安全績效分數低於 70 分且在駕駛員安全績效分群中屬於低安全群組者，應加以特別注意其駕駛行為。

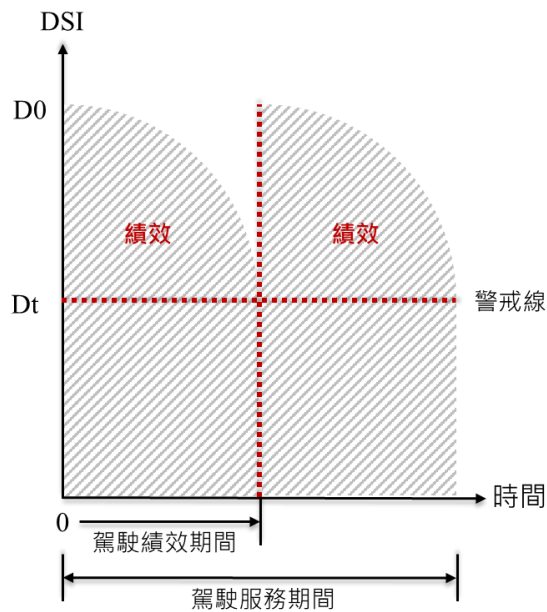


圖 3 風險趨勢分析之概念圖

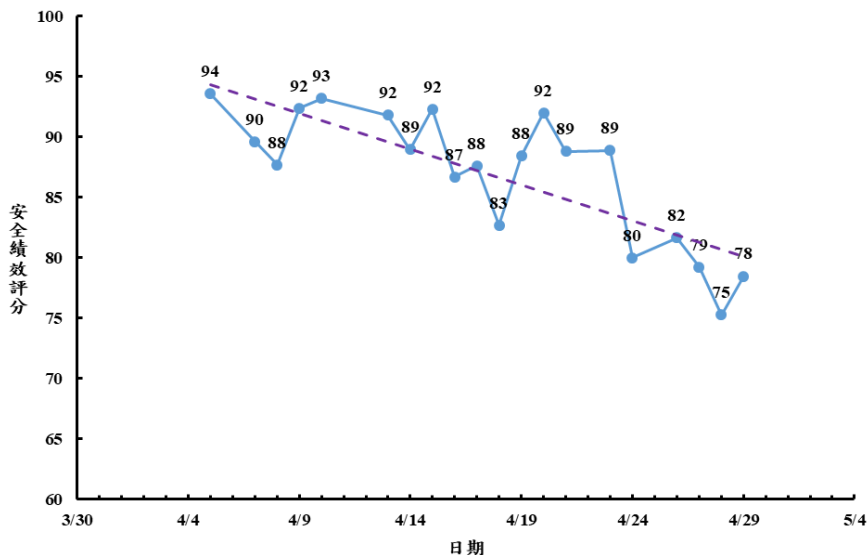


圖 4 駕駛安全績效分數之向下趨勢線圖

四、系統平台建立

就安全管理之角度而言，各家業者管理方式、所需分析內容可能有所不同，無法全然用單一標準化的方式來提供業者進行使用，故需考量使用者不同的需求來開發系統。而模組化設計可配合各業者的需求進行重組與調整，產生客製化的系統功能，使所有的操作維護簡單化，改變某個子功能只需改變相應模組即可，亦可與原有的系統進行整合再重組。在未來推廣部分也有較大的調整彈性，依據不同的需求改變功能，縮短系統開發時間與維護難度，快速因應變化，故以功能模組為模組化設計的單元。另外，一般大數據系統平台需同時符合異質資料整合、資安規範、商業價值等條件。有關本研究平台構建原則，說明如下：

1. 需考量台灣車聯網產業協會(Taiwan Telematics Industry Association, 簡稱 TTIA)車上設備規範：

由於目前客運車輛設備功能各有差異，設備提供商並不一定相同，造成一套設備需對應一套管理系統，而系統間並無法有效整合。另一方面，未來交通部推動之 ADAS 需符合 TTIA 系統規範，因此平台之資料接收與管理介面也要思考 TTIA 之格式標準，導致在平台資料庫中，必須達到不同資料來源可用單一平台加以分析，減少異質資料整合管理不便之困境。

- 2.需考量資安問題:由於客運業者多數為競爭關係，有關駕駛安全等敏感資料在有資安疑慮下，並不輕易將資料交由外人分析處理。因此，平台需有完善之帳號與資料管理機制，能保護個別客運業者資料不外露於其它業者。
- 3.依業者需求提供標準化或客製化資料分析功能：由於目前駕駛資料多使用於客訴處理，多數業者並不有效應用其資料內涵達到安全駕駛目的，因此平台需具備標準化資料分析模組，提供制式駕駛行為分析功能以滿足一般客運業者駕駛安全管理作為；另外，可依據個別客運業者需求提供客製化分析模組，以滿足個別管理作為所需之分析資料。
- 4.需考量商業價值：目前僅有少數客運公司有處理與分析 ADAS 資料，而 ADAS 資料處理需大量系統運算能力及資料儲存能力，因此如何考量系統運算成本及提出符合商業價值之平台服務，為「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」平台之推動重點，故就業者來說，則需思考裝設設備成本，這樣的安裝下是否可減少事故發生機率，進而節省開銷，資料是否有再利用之增值可能性，才有可能進行投資。再者，以商業成本而言，現行大型客運業者動輒上百台車輛，甚至上千台車輛，其系統安裝成本也不容小覷，雖然 ADAS 不只對於道路安全是一大利多，對於相關資訊系統廠商也有很大的誘因，由於目前 ADAS 系統當中，各產品的滲透率都有待提升，但也意味著未來 ADAS 仍有很大的成長空間。

在系統平台構建部分，由於大數據分析系統主要處理相同主題且多元巨量之資料，因此其平台架構需具備資料蒐集、儲存、演算及應用之能力，且為使未來本系統擁有擴充性、安全性、穩定性、彈性及效能等條件，因此，本研究之系統採用 Web based 及多層式(N-Tier)系統架構為原則，搭配功能模組化的彈性設計，使其系統可有效率的管理設計每一個模組，並於所需時適時地增減相關應用分析模組或交互使用，藉以達到一個具有擴充性、安全性、穩定性、及彈性等多面向的系統。針對大客車駕駛風險管理大數據分析系統之平台發展構想，提出說明如下：

- 1.資料來源層：駕駛風險管理資料來源有 ADAS 與數位行車紀錄器之駕駛行為資料，行車紀錄器的影像資料及 GPS 的空間與時間資料，其資料主題多元，格式有所差異，因此在來源層需具備資料辨識能力，提供後續資料採集過程可正確將資料導入於系統。
- 2.資料採集層：提供不同來源、不同格式之文字、數據及影像資料，可透過直接導入或客製化資料轉換介面，將資料內容逐筆或批次輸入於系統中，並於導入過程提供資料格式與內容正確性檢驗，並可提供資料採集後對資料品質之描述。
- 3.資料儲存與處理層：此層負責整體系統之相關資料儲存。其規劃分為用來儲存各式檔案格式(如：xml、json 等)之實體檔案儲存區；透過介接或介面填報上傳儲存之統計資料庫；應用前暫時存放之記憶體暫存資料；以及建立用於存放固定且常用型分析統計資料、標準資料快取等。ADAS 資料量龐大，且具備固定資料結構，因此為非自然語言式資料；另一方面，資料內容可能為多個客運公司所提供之 ADAS 資料，其內容隱含個別公司營運資料，因此資料庫需具備可儲存大量資料並可快速運算提供管理所需資訊，亦需具備資安條件，使其資料不易被駭客入侵與盜取。
- 4.資料分析層：為資料分析用，此層主要負責來源資料的處理、紀錄、分析、統計、通報、爬取等資料處理。當每一筆(批)資料的進入時，均須透過資料的處理及分析驗證，確定資料的

正確性後，再轉至下一層儲存層繼續作業處理。因此此層規劃含有資料處理模組、紀錄模組、通報管理模組、統計分析模組(強調資料匯入後分析)、及資料抓取模組，其分析中可包含時空分析、駕駛安全績效分析、趨勢分析、多維度關聯性分析等演算法。

5.應用層：主要經由分析處理層及儲存層的處理及存放，此層主要負責將其統計資料依據各種應用進行處理，轉換為呈現層所需的資料型態及內容，並於此層權限控管相關應用項目，其規劃包含資料查詢模組、統計分析模組(強調資料分析後於前端應用呈現)、圖表應用模組、權限管理模組等，後續建置系統時則可依據需求分批建置，將各模組獨立處理，若任一模組有需要進行調整時，則無需牽動其他內容即可完成調整，降低系統錯誤比例。應用層所呈現者均為演算法最後分析之結果，如駕駛安全績效分數、駕駛風險趨勢分析等，而呈現之方式可包括數據、表格及可視化圖形、地圖等。

鑑於本研究所規劃之大數據分析平台的資料匯入方式，係以統一格式之數據分析資料庫(表)匯入大數據分析平台，因此，平台的架構與功能將先以整合資料分析及應用為主，並進行系統平台之開發。另外，大數據分析系統平台特性為使用數據資料，透過處理、演算、分析、組織後，使數據轉換為可提供決策輔助之各項圖表與指標數值，因此具備數據即服務(Data as a service, DaaS)特性，本研究所規劃之系統平台將採用前後端分離的 Laravel 架構，所有資料都透過 API 介面，並提供了豐富的物件關聯對映(Object-Relational Mapping, ORM)功能，能夠安全的處理資料並避免 SQL Injection 的問題。綜上所述，「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」之功能模組架構，如圖 5 所示，而表 3 則是各模組與其功能選項之內容及介面。

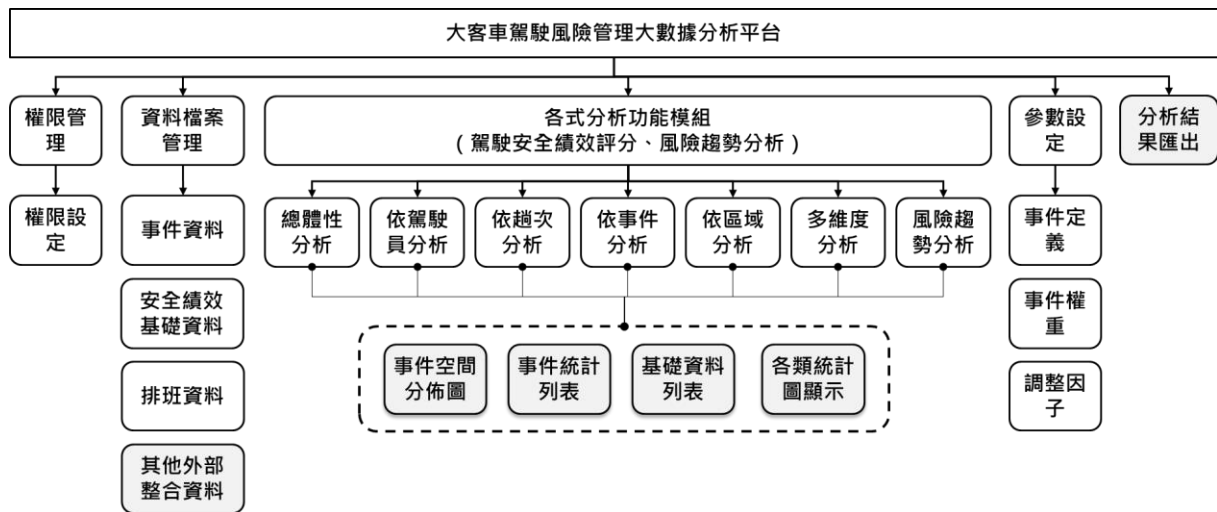


圖 5 大客車駕駛風險管理大數據分析系統平台之功能模組架構圖

表 3 大客車駕駛風險管理大數據分析系統平台之功能模組表

功能模組	功能項目	內容
權限管理/ 帳號管理	新增人員	使用者姓名、登入帳號、登入密碼、權限(分析資料權限、系統管理者)
	搜尋欄位	ID、使用者名稱、EMAIL、資料創立時間
資料檔案 管理	上傳檔案	選擇檔案、選擇權重檔、上傳並產生相關模組、下載範例檔
總體性分 析	資料狀態	資料檔案的紀錄狀況
	背景資料	趟次數、總里程與平均里程、總行駛時間(分)、平均每趟行駛時間(分)、總車輛數(輛)、總駕駛員數(人)、總事件數(件)、安全績效分數平均值、安全績效分數標準差
	整體事件分佈圖	各事件分佈比例之圓餅圖
	各事件之時段分佈特性	各事件之時段分佈特性
	各事件趟次平均值列表	事件編碼、事件名稱、平均發生頻率(次/每小時)、標準差
	各事件司機平均值列表	事件編碼、事件名稱、平均發生頻率(次/每小時)、標準差
	駕駛安全績效之時間分佈圖	駕駛安全績效之時間分佈圖(依時段區分)、駕駛安全績效之時間分佈圖(依每週之星期日數區分)、駕駛安全績效之時間分佈圖(依每月之日期區分)
	駕駛安全績效排行榜	司機編號、分數
	駕駛安全績效人數分佈直方圖	駕駛安全績效人數分佈直方圖
	事件空間分佈圖	事件數之地圖可視化
依駕駛員 分析	司機列表(排序)	司機編號、駕駛安全績效分數(由低至高排序)、分群(紅：低、黃：中、綠：高)
	背景資料	趟次數(次)、總里程及平均里程、總行駛時間(分)、平均每趟行駛時間(分)、總事件數(件)
	駕駛安全績效	分數、趟次平均分數、趟次標準差
	各事件之時段分佈特性	各事件之時段分佈特性(依每日小時區分)
	相對風險值前五名雷達圖	事件數發生前五名之相對比值
	每趟次平均事件數分析列表	事件編碼、事件名稱、平均發生頻率(次/每小時)、標準差
	趟次安全績效資訊列表	旅次 ID、趟次安全績效分數、發車時間、行駛時間(分)
	趟次事件種類排行榜	事件名稱、次數、平均次數/每小時
	駕駛安全績效之日期分佈圖	駕駛安全績效之日期分佈圖(依每月之日期區分)
	駕駛安全績效之駕駛時間分佈圖	駕駛安全績效之駕駛時間分佈圖(依分鐘數區分)
事件空間分佈圖	事件數之地圖可視化	
依趟次分 析	趟次列表(排序)	趟次 ID、趟次安全績效分數(由低至高排序)
	背景資料	駕駛員、起迄點、總里程與平均里程、總行駛時間(分)、總事件數(件)
	趟次分數	趟次分數
	事件數列表	事件名稱、次數、平均發生頻率(次/每小時)
	整體事件分佈圖	各事件發生之次數及比例
	事件空間分佈圖	事件數之地圖可視化
依事件分 析	事件列表(排序)	事件 ID、事件名稱、每小時次數
	事件資料	事件發生總次數(次)、每小時平均發生次數(次/小時)

功能模組	功能項目	內容
	每小時事件數之時間分佈特性	每小時事件數之時間分佈特性(依每日小時區分)、每小時事件數之時間分佈特性(依每週之星期日數區分)、每小時事件數之時間分佈特性(依每月之日期區分)
	駕駛員排序前十列表	司機編號、平均發生頻率(次/每小時)
	總事件數之時間分佈特性	總事件數之時間分佈特性(依每日小時區分)、總事件數之時間分佈特性(依每週之星期日數區分)、總事件數之時間分佈特性(依每月之日期區分)
	事件空間分佈圖	事件數之地圖可視化
依區域分析	事件空間分佈圖	事件數之地圖可視化
	各事件數與平均時速列表	事件 ID、事件名稱、事件次數、該事件發生平均時速(公里/小時)、該事件發生時速之標準差
	整體事件分佈圖	各事件發生之次數及比例
多維度分析	時間相關分析	司機列表(排序)、司機代號、駕駛安全績效分數(由低至高排序)、分群(紅：低、黃：中、綠：高)
		駕駛時間相關分析
風險趨勢分析	司機列表(排序)	司機編號、駕駛安全績效分數(由低至高排序)、分群(紅：低、黃：中、綠：高)
	背景資料	趟次數(次)、總里程與平均里程、總行駛時間(分)、平均每趟行駛時間(分)、總事件數(件)
	駕駛安全績效日期變化分析	駕駛分數(日期平均數)、標準差、變異係數
	駕駛安全績效之日期分佈	駕駛安全績效之日期分佈(依每月之日期區分)
	駕駛安全績效之星期分佈	駕駛安全績效之星期分佈(依星期日數區分)
	駕駛安全績效之時段分佈	駕駛安全績效之時段分佈(依小時區分)
	事件空間績效分佈圖	事件數之地圖可視化
參數設定	事件定義	警示事件、定義
	事件權重	編號、事件 ID、事件名稱、事件權重、偽陽性率
	調整因子	編號、創立時間、調整因子、參數值
分析結果匯出	匯出資料	總體性分析
		依駕駛員分析
		依趟次分析
		依事件分析
		多維度分析
	風險趨勢分析	
	司機評鑑相關	各司機前五發生事件排行
匯出深度學習資料	各司機每小時評分表	

本研究所開發之「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」平台，主要以網頁板模式提供服務，使用者點選相關網頁後即可進入系統，系統登入介面如圖 6 所示，使用者輸入預先給定之帳號、密碼後，點擊下方「登入」按鈕，出現登入成功後點擊「OK」按鈕，如圖 7 所示，即可進入系統平台頁面，如圖 8 所示，若使用者未有帳號，則需通知管理者於後端設定後即可。使用者登入後即可進入本系統主要頁面，如圖 9 左側為各項功能模組選項，中間儀表板則顯示各模組之分析結果，隨著電腦滑鼠滾輪的上下移動(或拖曳最右側之上下捲動軸)，即可查詢各式分析數據或圖表，如圖 10 至圖 13 所示。



圖 6 系統登入介面



圖 7 輸入使用者帳號密碼

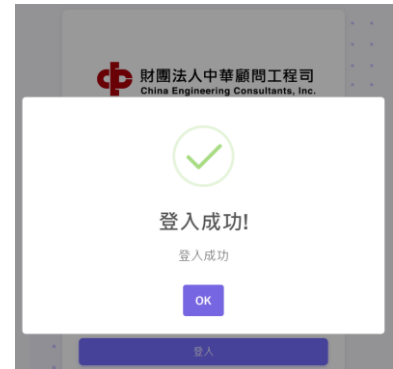


圖 8 使用者登入成功



圖 9 系統功能模組及分析結果儀表板

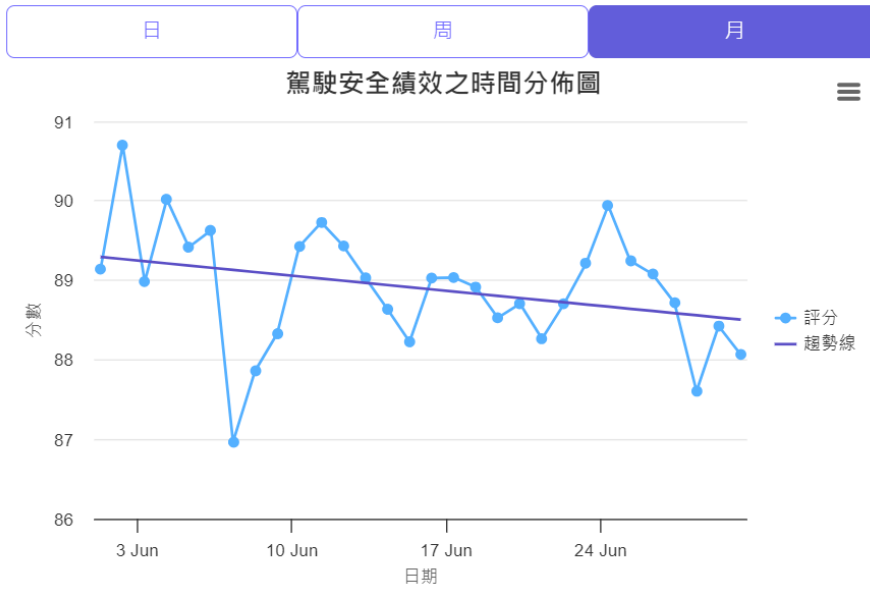


圖 10 整體駕駛安全績效之時間分佈圖(依每月之日期區分)

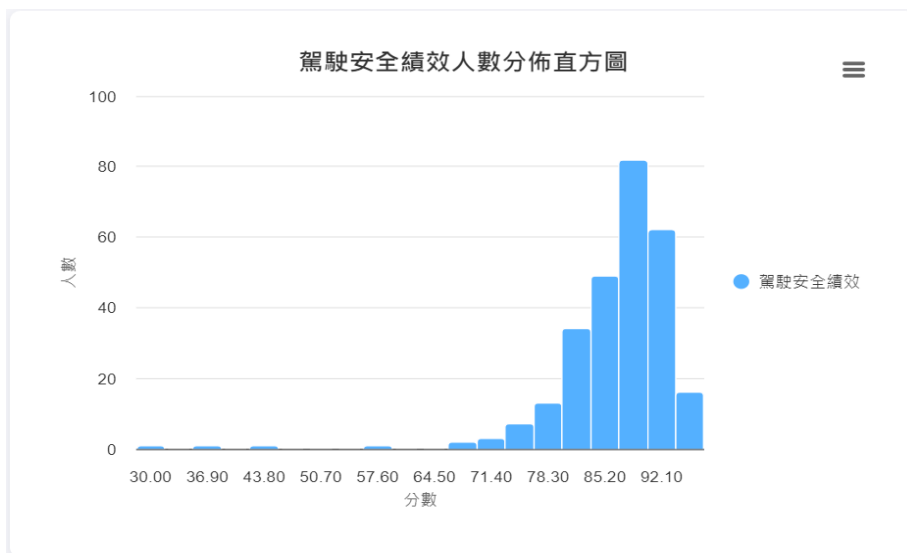


圖 11 駕駛安全績效分數之人數分佈直方圖

司機列表(排序)

駕駛編號: 09103019 / 分數: 30

駕駛編號: 11205008 / 分數: 32

駕駛編號: 09503057 / 分數: 4

駕駛編號: 10911027 / 分數: 60

駕駛編號: 10908003 / 分數: 71

駕駛編號: 11106008 / 分數: 71

駕駛編號: 10807025 / 分數: 71

駕駛編號: 10806003 / 分數: 71

駕駛編號: 10206047 / 分數: 71

駕駛編號: 11301012 / 分數: 75

駕駛編號: 11202020 / 分數: 77

駕駛編號: 10808012 / 分數: 78

駕駛編號: 11212007 / 分數: 78

駕駛編號: 09310052 / 分數: 71

駕駛編號: 10604012 / 分數: 76

駕駛編號: 10908006 / 分數: 71

駕駛編號: 10110045 / 分數: 79

駕駛編號: 10609018 / 分數: 76

駕駛編號: 11202022 / 分數: 76

背景資料

語次數	總里程與平均里程	總行駛時間	平均每語行駛時間
14次	-	2334分	166.7143分

總事件數
3955件

駕駛安全績效

分數	語次平均分數	語次標準差
30	33.173	21.326

圖 12 選定個別駕駛員之安全績效評分風險等級與背景資料圖



圖 13 選定個別駕駛員單一趟次之警示事件種類排行榜圖

五、系統平台之應用與發展

「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」平台除了可以透過各功能模組之儀表板提供各項查詢資訊，相關功能模組亦有所連結以提供跨模組之整合資訊查詢，以警示事件之空間查詢為例，可透過區域熱力圖的顯示，連結其他資訊，以進行駕駛員駕駛安全性之了解，其目的在於依據實際區域分析的需求，從地、事、人、時的角度與步驟，進行相關的分析探討，說明如下：

1.地(事件發生區域之熱力圖)

透過「依區域分析」模組之事件空間分佈圖，依據地圖上顏色呈現之深淺，搜尋事件數較多(即顏色較深)之區域，代表該區域為高事件發生區域或風險較高區域。

2.事(事件發生的次數列表)

根據前項步驟所選定之區域，在同一模組下，以「各事件數與平均時速列表」找出生次數較高之事件。

3.人(駕駛員事件排列以及駕駛員安全績效評分之列表)

在「各事件數與平均時速列表」中點選發生次數較高之事件，即可顯示事件數與駕駛安全績效分數之駕駛員(司機)排序，可依此了解重要關鍵事件之駕駛員(司機)表現，從而選取警示事件數較多或駕駛安全績效分數較低之駕駛者編號，進一步了解其駕駛狀況。

4.時

點選員工編號，可超連結至「依駕駛員分析」模組，查看駕駛員的駕駛歷程及駕駛紀錄，作更詳細的駕駛員駕駛績效表現，包括警示事件狀況及安全績效評分，亦可至「風險趨勢分析」模組進行特定駕駛員之風險趨勢分析，以提供有效之駕駛教育訓練或進行風險路段之提醒。

至於應用範例之系統平台操作流程，則說明如下：

1.進入「依區域分析」模組，選定顏色較深之區域範圍，如圖 14 所示，圖中為台北車站附近的

高事件數熱力圖。

2. 查看此區域範圍之事件特性列表及分佈圖，可知發生事件數較多者為前方碰撞警告(低速)(FCWL)、未保安全距離(1.2 秒)(SDW_1.2)、未保安全距離(0.4 秒)(SDW_0.4)，分別佔 51.8%、40.2%及 3.3%，如圖 15、圖 16 所示。

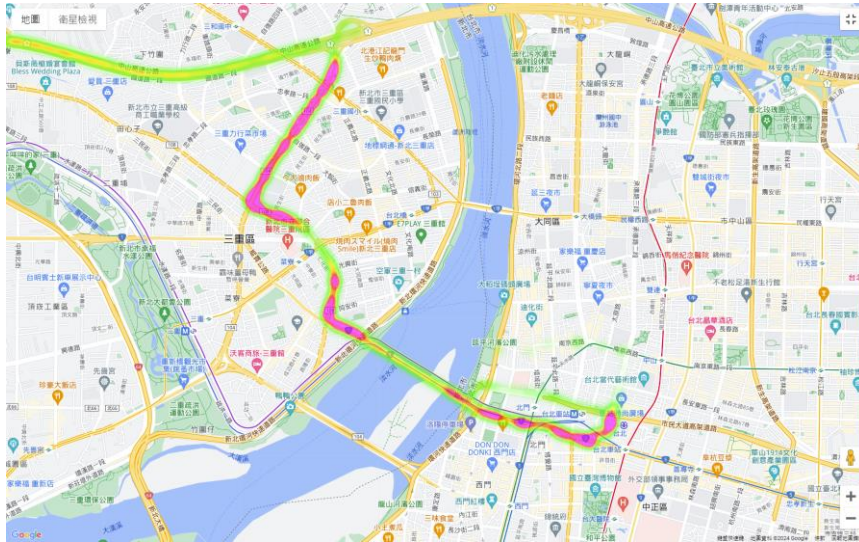


圖 14 台北車站附近之高事件數熱力圖

事件ID	事件名稱	事件次數	該事件發生平均時速	該事件發生時速之標準差
<input type="checkbox"/> FCWL	前方碰撞警告(低速)	8667	2.51	4.6
<input type="checkbox"/> SDW_1.2	未保安全距離(1.2秒)	6736	38.62	8.61
<input type="checkbox"/> SDW_0.4	未保安全距離(0.4秒)	559	39.59	14.11
<input type="checkbox"/> FCWH	前方碰撞警告(高速)	283	35.20	10.12
<input type="checkbox"/> EBRK	緊急煞車	173	4.08	8.39
<input type="checkbox"/> LDWL	車道偏離警告(左)	101	31.36	23.68
<input type="checkbox"/> PCW	行人警示	70	19.79	17.81
<input type="checkbox"/> SLDW	嚴重車道偏移	63	25.43	20.99

整體事件分佈圖

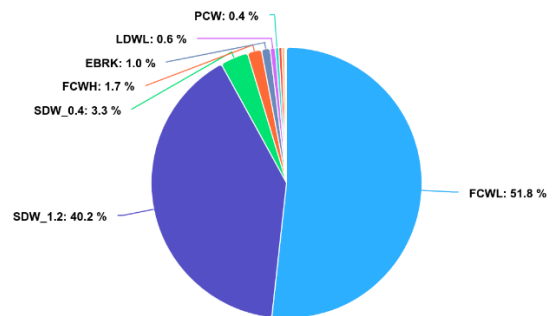


圖 15 各事件數與事件發生時之平均時速列表

圖 16 台北車站附近之各事件比例圖

3. 勾選前方碰撞警告(低速)(FCWL)、未保安全距離(1.2 秒)(SDW_1.2)、未保安全距離(0.4 秒)(SDW_0.4)三項，作為下一步分析的事件選項，如圖 17 所示。
4. 勾選三項事件後，在各事件數與平均時速列表下方，即顯示這三項事件總數之駕駛員(司機)排序，依事件次數高低由高至低，即可得知關鍵事件數較高之駕駛員(司機)，如圖 18 所示，圖中顯示司機編號 10610025 為關鍵事件數最多者，為 279 次，而其駕駛安全績效為 85 分。

事件ID	事件名稱	事件次數	該事件發生平均時速	該事件發生時速之標準差
<input checked="" type="checkbox"/> FCWL	前方碰撞警告(低速)	8667	2.51	4.6
<input checked="" type="checkbox"/> SDW_1.2	未保安全距離(1.2秒)	6736	38.62	8.61
<input checked="" type="checkbox"/> SDW_0.4	未保安全距離(0.4秒)	559	39.59	14.11
<input type="checkbox"/> FCWH	前方碰撞警告(高速)	283	35.20	10.12
<input type="checkbox"/> EBRK	緊急煞車	173	4.08	8.39
<input type="checkbox"/> LDWL	車道偏離警告(左)	101	31.36	23.68
<input type="checkbox"/> PCW	行人警示	70	19.79	17.81

圖 17 關鍵事件勾選圖

包含事件:FCWL,SDW_1.2,SDW_0.4

司機名稱	事件次數	司機安全績效分數
10610025	276	85
10110045	274	79
10806003	265	73
10908003	264	70
11212007	247	78
10710015	245	86

圖 18 關鍵事件之駕駛員列表

5. 點選司機編號 10610025，可進一步連結至「依駕駛員分析」模組進行該駕駛員之駕駛特性分析，如圖 19、圖 20 所示，從圖中可知該駕駛員之駕駛安全績效分數屬於中等分群(顯示顏色為黃色)，其他背景資料、駕駛安全績效分數、相對風險事件、趟次事件資訊、安全績效之時間特性、事件數之空間特性等，則一併同時顯示。



圖 19 選定駕駛員之駕駛績效特性(1)



圖 20 選定駕駛員之駕駛績效特性(2)

6.至「風險趨勢分析」模組，在司機列表(排序)中選取司機編號(ID) 10610025，可分析該駕駛員的風險趨勢，分別如圖 21，圖中顯示此駕駛安全績效分數雖有上下波動，但其駕駛安全績效以時間序列來看則有下降之趨勢，意味著風險趨勢有增加的狀況，應注意此駕駛員之駕駛行為特性。

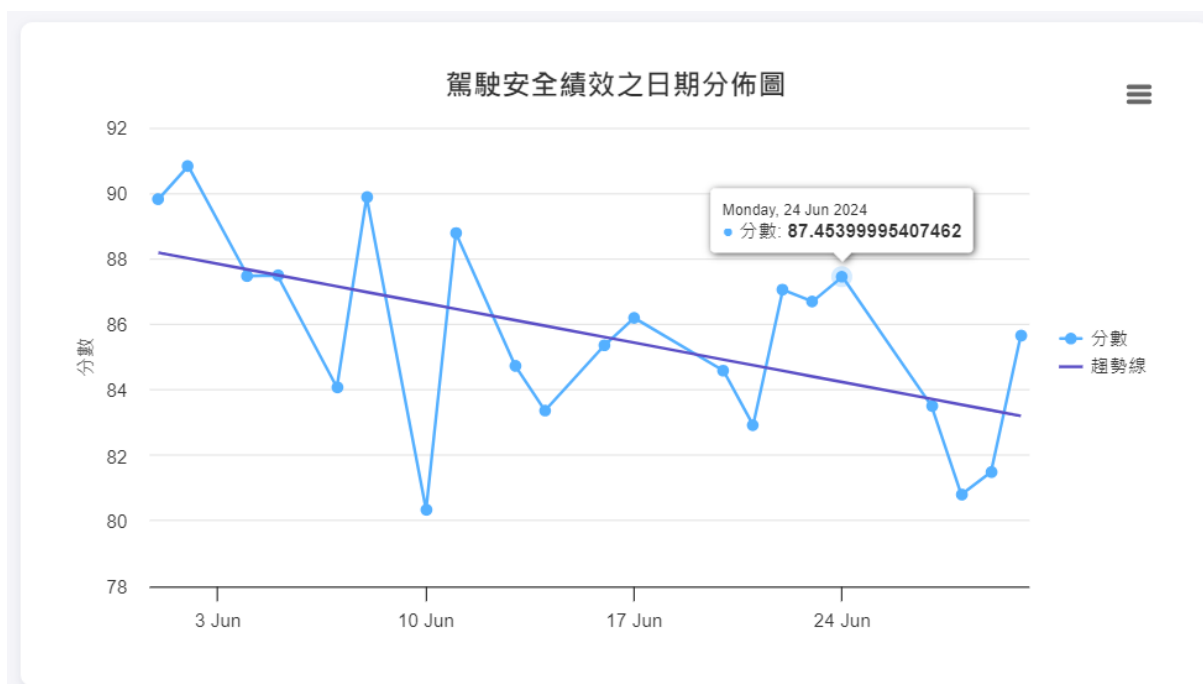


圖 21 選定駕駛員之日期風險趨勢分析圖

另外，在系統之推廣與業者導入方面，本研究基於系統平台輸入之資料要求、業者必須已有安裝 ADAS 且將警示事件相關資料進行儲存，如：駕駛員代碼、班次時間、警示事件資訊、時間、經緯度座標、車速等，以及業者願意配合提供資料進行系統試用等要素之考量，篩選兩家國道客運業者及兩家市區客運業者，共四家業者進行系統試用分析。透過試用業者確認、業者訪談與路線選定(簽訂合作備忘錄)、參與試用系統業者座談會議召開、系統導入前資料分析與轉換、資料調校與優化處理、及系統導入後資料分析與測試調整等各項工作，以每月報表之方式提供試用業者參考，作為系統導入後效益評估之基礎。

由系統導入應用之狀況可知，四家業者所提供之資料欄位格式依業者、資訊商的需求而有所不同，其中兩家業者之車趟總時間係依據車趟編號及其他資料來加以推估，推估後可直接整合匯入系統分析；另一家業者則缺乏車趟編號，無法推估車趟總時間，故資料無法直接整合匯入系統進行分析，本研究乃透過系統外分析後，再提供月報表給業者參考，後續必須進行系統改版(例如簡易版)或重新補充完整資料，才能有效導入本研究之大數據分析系統；而最後一家業者則因由本研究提供資料表格式予資訊商進行資料蒐集，才可完全配合系統之需求取得完整的分析資料。建議後續其他業者進行系統試用時，可循此模式依據數據分析資料表進行資料蒐集(尤其是車趟編號與車趟總時間)，再輸入系統進行分析。

另外，系統導入分析前之重要工作除了資料格式檢視與處理之外，就是警示事件項目的確認與風險權重配分之設定，而參與系統導入之四家業者共有三套不同的警示事件項目。其中有兩家業者因為由同一家資訊商進行資料蒐集，故採用同一套警示事件項目，顯示不同業者或資訊商會因 ADAS 應用程度與安全管理需求之不同，而有不同的重視項目。因此，本研究為了因應不同業者與資訊商所定義之事件種類與判定準則之不同，以通用警示事件風險權重值(如表 2 所示)為基礎，為不同業者設定不同的警示事件風險權重配分(業者若有使用系統亦可自行調整修改)。同時也在大數據分析系統的「參數設定」模組中擴充「事件權重」的模組功能，以新增模組的方式提供在同一套分析系統下之多組警示事件風險權重配分及相關參數設定。使用者在上傳各公司之數據分析資料表時，可以同時選擇對應該公司之事件權重組合，而此一新增功

能亦可供同一家公司有兩套以上之 ADAS 系統與警示事件組合，或是因應不同路線特性(如高速公路、一般公路、市區道路等)、時段特性(如上午尖峰時段、離峰時段、下午尖峰時段等)及其他客觀影響駕駛因素，設定多組的事件風險權重配分與偽陽性率參數值。

就四家業者之 ADAS 警示事件而言，國道客運每月發生頻率較高者為未保安全距離或前方碰撞警示，大致與國道客運之高速公路駕駛特性相符；而市區客運發生頻率較高之事件則往往是前方碰撞或盲區警示，除了盲區警示頻率高是公車在市區道路行駛時，左、右兩側盲區容易出現車輛或行人之特性外，與前車未保安全距離仍是目前國道客運與市區客運駕駛員較容易發生的駕駛行為警示事件。而依據部分業者回饋之意見顯示，業者所認定之高風險、極高風險駕駛族群與本研究所分析之駕駛安全績效評分後 20 名相符者，最高相符程度可達 70%，對於系統評分結果的參考性具有正面意義，可再持續比對觀察。

六、結論與建議

本研究以大客車 ADAS 警示事件資料為基礎，透過模組化設計及人(駕駛員)、事(警示事件)、時(發生時間、時間序列)、地(發生地點)等四個維度，設計開發「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」，提供各項統計分析、資料探勘、大數據可視化分析之功能，並進行推廣應用與業者導入，期能獲致實際落地執行之具體效果，本研究之結論與建議，說明如後。

6.1 結論

1. 依據文獻回顧探討可知，ADAS 的技術發展日益成熟，其應用亦逐漸普及，因此若能有效蒐集 ADAS 資料進行加值應用，則不僅可導正駕駛員於長途駕駛車輛之偏差行為，提升行車品質，更可協助業者進行數據化之駕駛安全管理，有效降低車輛肇事機率，達到數位轉型的安全效益。
2. 本研究所規劃之大數據分析平台的資料匯入方式，係以統一格式之數據分析資料庫(表)匯入大數據分析平台，因此，平台的架構與功能將先以整合資料分析及應用為主，並進行系統平台之開發。另外，大數據分析系統平台特性為使用數據資料，透過處理、演算、分析、組織後，使數據轉換為可提供決策輔助之各項圖表與指標數值。
3. 在數據分析資料表部分，本研究整合國內部分客運業者 ADAS 相關資料格式及交通部「大型車輛裝設主動預警輔助系統補助要點」之標準，建立涵蓋 16 項資料欄位之一致性數據分析資料表，而業者只要提供 10 項，甚至是 9 項必要欄位之資料，即可匯入系統進行分析。
4. 駕駛安全績效評分模式及風險趨勢分析模式為「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」的核心模式，本研究應用相關文獻所建立之模式進行系統相關功能模組之設計開發，並進行重要的警示事件參數權重分析，其中，車道偏移、未保持安全距離、車速控制不當為目前與肇事因素相關的 ADAS 通用警示事件，其正規化風險權重分別為車道偏移 0.44、未保持安全距離 0.38、車速控制不當 0.18，後續業者導入應用時，可以此相對權重為基礎，進行細項分類警示事件之風險權重配分與遞迴試算，確立個別公司所採用之 ADAS 警示事件的最終適用參數值。

5. 本研究所建立之「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」功能模組架構，共涵蓋權限管理/帳號管理、資料檔案管理、總體性分析、依駕駛員分析、依趟次分析、依事件分析、依區域分析、多維度分析、風險趨勢分析、參數設定、分析結果匯出等 11 大功能模組約 53 項分析結果之圖表及數據資訊，使用者可依自身需求選定適用之模組進行分析結果查詢與下載，或進一步加值應用。
6. 在系統平台之應用方面，本研究以警示事件之空間查詢為例，透過區域熱力圖的顯示，連結其他功能模組之資訊，進行駕駛員駕駛安全性之了解，依據實際區域分析的需求，從地、事、人、時的角度與步驟，說明跨模組連結之整合資訊查詢應用。
7. 在系統之推廣與業者導入方面，本研究篩選兩家國道客運業者及兩家市區客運業者，共四家業者進行系統試用分析，透過系統導入前資料分析與轉換、資料調校與優化處理、及系統導入後資料分析與測試調整等各項工作，以每月報表之方式將分析結果提供給試用業者參考，並依據業者回饋之意見進行系統功能調整與優化，作為未來業者採用系統自行分析管理之基礎。

6.2 建議

1. 「大客車駕駛風險管理大數據分析系統」之應用範例已經包含基本的區域分析功能，能夠為使用者提供有用的資訊和視覺化展示。根據具體需求，還可以考慮其他功能，包括：區域內不同事件類型的趨勢分析、區域之間的比較分析、異常事件的關聯分析、事件的影響因素分析、趟次之間的比較分析等，並考量納入「即時監控」功能。
2. 為確保系統的易用性與實用性，提供完善的培訓和支持服務，使業者都能夠充分了解和利用系統功能，未來系統導入時若結合駕駛員教育訓練制度，例如每月針對駕駛安全績效分數較低的駕駛員，深入了解其 ADAS 警示事件狀況，以觸發事件數較多之相關駕駛行為進行提醒或訓練，則可進一步蒐集導入前、後之駕駛員績效分數變化資料，進行事前事後比較分析，藉以驗證模型之應用性。
3. 針對系統平台未來的發展與應用，建議以行政院通過之「公路公共運輸永續及交通平權計畫(114-117 年)」推動策略「C2 應用先進駕駛輔助技術與數據分析」為方向，協助業者推動駕駛行為數據分析，研擬相關配套及改善措施，落實駕駛管理作為達到預警功效，以降低公車事故及減少不當油耗；亦可與地方政府合作建置公路公共運輸安全管理平臺，透過平臺掌握相關行車安全數據，包含先進駕駛輔助系統(ADAS)資料、駕駛反應數據、車況數據及肇事紀錄等，透過數據分析進行公路公共運輸安全管理，並回饋相關使用經驗(例如發現 ADAS 誤判情況)，以利精進運輸產業軟、硬體發展及技術輸出。
4. 節能駕駛與安全駕駛有部分駕駛行為很相近，建議未來可考慮納入節能駕駛之行為管理，並以環保節能的角度向客運業者推廣本系統平台，可同時收到提升行車安全的效果。
5. 本研究所開發之系統後續可與其他系統進行整合，透過系統間的互聯互通，在同一個平台上完成多項任務，提高管理效率並降低成本。

參考文獻

- 交通部(2022)，「大型車輛裝設主動預警輔助系統補助要點」。
- 交通部(2023)，「2030年客運車輛電動化推動計畫(113-119年)」。
- 交通部(2024)，「公路公共運輸永續及交通平權計畫(114-117年)(核定本)」。
- 交通部(2024)，「道路交通安全規則」。
- 交通部公路總局(2019)，「交通部公路總局加速推動大型車輛裝設行車視野輔助系統補助規定」。
- 交通部公路總局(2020)，「交通部公路總局補助遊覽車客運業車輛裝置先進駕駛輔助系統設備作業要點」。
- 任磊、杜一、马帅、张小龙、戴国忠(2014)，「大数据可视分析综述」，*软件学报*，25(9)，pp. 1909-1936。
- 刘凯悦(2018)，「大数据综述」，*计算机科学与应用*，8(10)，pp. 1503-1509。
- 余英任(2020)，「MOBILEYE-先進駕駛輔助系統的案例研究」，*國立交通大學企業管理碩士學位碩士論文*。
- 吳昆峯、邱裕鈞、鍾易詩、施朝欽、黃韋嘉、李宜靜、吳品蓁、張開國、葉祖宏、黃士軒(2020)，「駕駛行為分析工具開發及行為特性探討」，*交通部運輸研究所合作研究計畫報告*。
- 李威勳(2020)，「以深度學習方法分析駕駛風險並設計駕駛行為車險服務平台」，*科技部補助專題研究計畫報告*。
- 周榮昌、邱裕鈞、郭仲偉、王明智、陳孜穎、謝志偉、張開國、葉祖宏、陳凱斌(2019)，「道路交通事故成本推估之研究」，*交通部運輸研究所合作研究計畫報告*。
- 陳怡君、張建彥、蘇昭銘、葉文健、陳茂南、劉又升、劉維剛(2023)，「大客車主動式預警系統於駕駛安全管理之需求調查與分析」，*中華民國運輸學會2023年會暨學術論文國際研討會論文集*，第五冊：交通工程、智慧運輸與高科技應用、高齡與無障礙運輸服務，頁258-281。
- 陳璽煌、謝界田、王晉元、陳其華、許凱創(2023)，「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫(1/2)-整合車載設備之駕駛工時管理系統研發」，*交通部運輸研究所合作研究計畫報告*。
- 陳璽煌、謝界田、王晉元、陳其華、史習平、許凱創、張贊育(2024)，「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫(2/2)-整合車載設備之駕駛數位履歷管理系統研發」，*交通部運輸研究所合作研究計畫報告*。
- 張建彥、蘇昭銘、劉霈、葉文健、陳茂南、劉又升、劉維剛(2023)，「以ADAS警示資料為基礎之大客車駕駛安全績效模式建立」，*中華民國運輸學會2023年會暨學術論文國際研討會論文集*，第二冊：運輸安全、永續運輸，頁1-25。
- 張國鼎、張建彥、蘇昭銘(2023)，「ADAS警示對大客車駕駛行為之影響分析」，*中華民國運輸學會2023年會暨學術論文國際研討會論文集*，第二冊：運輸安全、永續運輸，頁199-

- 教育部國民及學前教育署(2022)，「大數據-高中資訊先修課程」，普通型高級中等學校學科資源平台，110 學年度高中新興科技 AP 教材系列：新興科技資訊課程教師研習工作坊，擷取網址：<https://ghresource.mt.ntnu.edu.tw/uploads/1643352929076DzVX1ndA.pdf>
- 黃章杰(2016)，「淺談先進駕駛輔助系統的源起與發展」，財團法人車輛研究測試中心，擷取網址：<https://www.artc.org.tw/tw/knowledge/articles/3020>。
- 鄭碩群(2022)，「交通部『大型車輛裝設主動預警輔助系統』計畫介紹」，*車安通訊季刊*，第 111-01 期。
- 鍾易詩、邱裕鈞、吳昆峰、陳朝烈、李威勳、林育瑄、林欣慧、王佑星、白梓吟、趙燁庭、吳泓億、黃思曼、何宗晏、黃琳桂、何昕蓓、何玉鳳、葉祖宏、賴靜慧、黃士軒(2022)，「應用人工智慧分析技術探勘高風險路段(1/4)-駕駛行為模式研析及車外異常事件影像辨識技術發展」，交通部運輸研究所合作研究計畫報告。
- 鍾易詩、邱裕鈞、吳昆峯、陳朝烈、李威勳、吳素絢、王佑星、顏君潔、楊欣樺、趙燁庭、何玉鳳、葉祖宏、賴靜慧、黃士軒(2023)，「應用人工智慧分析技術探勘高風險路段(2/4)-車內異常事件影像辨識技術開發」，交通部運輸研究所合作研究計畫報告。
- 蘇昭銘、林良泰、張建彥、魏健宏、謝界田、洪百賢、曾平毅、林至康、李治綱、劉英標、吳志超、李明展(2022)，「汽車運輸業建立系統性安全管理制度之研究」，交通部運輸研究所合作研究計畫報告。
- Chen, H., Zhao, F., Huang, K., and Tian, Y. (2018), "Driver Behavior Analysis for Advanced Driver Assistance System," *2018 IEEE 7th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS)*, Enshi, Hubei Province, China.
- Hasenjager, M. and Wersing, H. (2017), "Personalization in Advanced Driver Assistance Systems and Autonomous Vehicles: A Review," *2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*.
- Jumaa, B. A., Abdulhassan, A. M., and Abdulhassan, A. M. (2019), "Advanced Driver Assistance System (ADAS): A Review of Systems and Technologies," *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*.
- Panou, M. C. (2018), "Intelligent Personalized ADAS Warnings," *European Transport Research Review* 10, pp.1-10.
- Priyadarshini R., Kayalvizhi, S., Geetha, A., and Premkumar T. (2019), "Data Driven Scene Classification to Analyze ADAS," *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, Vol. 8, Issue 2S4.
- Ziebinski, A., Cupek, R., Grzechca, D., and Chruszczyk, L. (2017), "Review of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)," *AIP Conference Proceedings* 1906, 120002, <https://doi.org/10.1063/1.5012394>.