

基於深度學習圖像識別技術之智慧型危險駕駛 分析平台開發

*¹王鼎超、¹李坪鑫、¹蔡芷菁、²陳朝鈞

¹南臺科技大學資訊管理系、²國立成功大學製造資訊與系統研究所

*dcwang@stust.edu.tw

摘要

根據臺灣衛生福利部統計指出，2018年臺灣約有3千人口死於車禍事故。而世界衛生組織（WHO）指出先進國家頻繁發生車禍事故將會造成3~5%GDP的損失。因此發展智慧駕駛輔助系統或智慧交通技術是全球先進國家一致的目標，故近年來車聯網正在快速地發展。有鑑於此，本團隊開發設計並建置危險駕駛分析平台，進行駕駛者行駛於道路上的潛在危險與自身危險駕駛行為分析。此平台設計車輛感測資料收集系統與雲端儲存伺服器收集車載資料，針對危險駕駛行為進行分析。本研究運用深度學習智慧辨識技術，結合OBD-II即時偵測的引擎狀態資料，針對一連串連續性的行車影像進行我方與他方車道位置檢測、車距測量以及車速評估等分析。除此之外，本團隊建置危險駕駛分析網站，提供駕駛者行駛軌跡狀態以及統計資訊，協助駕駛者或監控單位快速檢視該駕駛者是否時常處於危險駕駛當中。

關鍵詞：先進駕駛輔助系統、巨量資料分析、雲端計算、深度學習、機器學習

Intelligent Analysis Platform for Dangerous Driving Based on Deep Learning Image Recognition

*¹Ding-Chau Wang, ¹Pin-Xin Lee, ¹Zhi-Jing Tsai, ²Chao-Chun Chen

¹Department of Information Management, Southern Taiwan University of Science and Technology

²Institute of Manufacturing Information and Systems, National Cheng Kung University

Abstract

According to Taiwan's Ministry of Health and Welfare 2018 report, around 3000 people died in car accidents in Taiwan. Furthermore, The World Health Organization (WHO) indicated that frequent car accidents in advanced countries resulted in a loss of 3~5% of GDP. Therefore, the development of smart driver assistance systems or smart transportation technologies is the common goal of the world's advanced countries which leads the rapidly developing of the Internet of vehicles in recent years. The purpose of this study is to develop and build a hazardous driving analysis platform to analyze the potential hazards and their own dangerous driving behavior on the road. This platform designs a vehicle sensing data collection system and a cloud storage server to collect in-vehicle data for analysis of dangerous driving behavior. Deep learning intelligent recognition technology was applied and was also integrated with real-time OBD-II detection engine status data and a series of continuous driving images, which could perform lane position detection, distance measurement, and the speed assessment. In addition, the study built a hazardous driving analysis website that provides driver trajectory status and statistical information to help drivers or monitoring units quickly detect if the driver is constantly driving dangerously.

Keywords: Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), Big Data Analytics, Cloud Computing, Deep Learning, Machine Learning

Received: Aug. 5, 2020; first revised: Oct. 5, 2020, accepted: Nov. 2020.

Corresponding author: D.-C. Wang, Department of Information Management, Southern Taiwan University of Science and Technology, Tainan 710031, Taiwan.

壹、前言與研究目的

在二十世紀汽車產業迅速發展下，人民對於汽機車的供需提升，導致汽機車的產量也隨之提升。同時也因越來越多人以汽機車代步，造成道路交通事故率提升。根據臺灣衛生福利部統計指出 2018 年臺灣有約 3 千人口死於車禍事故。而世界衛生組織（WHO）研究指出 2016 年全球有 135 萬人口死於車禍事故，另有上千萬人口因車禍而受重傷。由以上統計資料得知，道路交通事故造成非常多人傷亡，是全球政府皆須重視與改善的問題。另外世界衛生組織也指出，估計道路交通事故佔據世界各地國民 GNP(gross national product) 的 1~3%，總價值達到五千萬美金，將使各地的經濟受到嚴重的影響。因此針對道路交通事故危害的議題，聯合國在 2010 年 3 月召開 A/RES/64/255 號決議，將道路安全列為每個人的基本人權，宣布 2011 至 2020 年設定為“道路安全行動十年”（The UN Decade of Action on Road Safety）[1]。

Mukhtar Amir 等人的研究中指出駕駛員本身的駕駛行為是造成車禍事故的重要原因之一[2]。Borowsky 等人的研究則從年齡與駕駛經驗的角度去分析與道路危險的關聯性，研究結果指出有經驗的年長駕駛者比年輕駕駛者較能預測到道路危險，因此對於道路危險也較能即時防範。主要原因是年長與有經驗的駕駛會注意以往經驗中危險較多的地方，並關注交通號誌和其他車輛的行為來應付交通環境[3]。由此研究可知，駕駛本身的駕駛行為與道路環境等因素，都會影響到道路上發生危險事故的機率。而根據這些駕駛行為依據台灣的道路交通管理處罰第 43 條例，則清楚定義只要是在道路上蛇行、行駛速度超過當地速限、惡意迫近驅使他車改道或超車等不當行為，都可被認做為是「危險駕駛行為」。故近年來全球致力發展智慧型先進駕駛輔助系統來輔助行車安全，技術包含深度學習、機器學習以及視覺化智慧物件辨識等，這些技術皆被受到重視並不斷地創新突破。特別是基於卷積神經網路（convolutional neural network, CNN）的車輛物件檢測技術更備受矚目[4-5]。通過車上的行車紀錄器進行物件檢測，並在此基礎上對已辨識的車輛進行車道位置檢測、車距與車速測量動作，將有利於發現潛在危險，進一步可使系統即時向駕駛者發出警訊，或採取主動控制車輛制動以及轉向等措施，能有效避免交通事故發生。

維護道路安全是促使車聯網快速發展的重要原因。許多企業已紛紛投入開發各類型的先進駕駛輔助系統（advanced driver assistance systems, ADAS），例如全球車聯網市場領導者哈曼國際工業（Harman）在 2019 年開發可增加行車安全，兼容 DSRC 與 LTE-V 雙模式 V2X 系統、德國博世（Bosch）開發 Telematics Smart Plug 提供駕駛行為智慧監測與碰撞檢測緊急救援服務、普林斯頓大學運用 Doppler radar 技術，開發可精確檢測快速移動與轉角之物體的新型雷達、Mindtrace AI 公司運用自我監督式學習（self supervised learning, SSL）技術，開發能即時預測物體移動行為的防撞系統、SmartEye 公司則提供內部車輛駕駛者的狀態監控，通過眼球追蹤技術，以分析人體的眼睛與臉部等運動狀態，進一步預測駕駛者清醒與專注程度，並給予一定警示[6]。雖然，這些公司所開發的輔助系統在該技術領域遠遠領先所有中小型企業，但是他們所採用的嵌入式設備或感測器（雷達、光達或相機等）在市面上較屬昂貴，若要在一般中小型車輛成為常規功能是一件很困難的事情，往往第一時間也只能架設在 BMW、特斯拉等高級車款。因此，針對這些問題若能開發一個具低成本，卻能有幸能相當不錯的先進駕駛輔助系統，則能為一般客戶提供服務。

基於上述緣由，本文建構雲端儲存平台、危險駕駛分析平台以及危險駕駛分析網站，主要以設計危險駕駛分析平台以及危險駕駛分析網站作為研究方向進行深入探討。圖 1 為雲端儲存平台與危險駕駛分析平台之關係架構圖。雲端儲存平台包含車輛感測資料收集系統與雲端儲存伺服器。車輛感測資料收集系統是運用放置於車輛中的嵌入式設備樹莓派（raspberry pi）紀錄多樣化且巨量的車載資料，包括全球定位系統（global positioning system, GPS）資料、車載診斷系統（on-board diagnostic, OBD）資料以及行車影像資料，並藉由 WiFi 網路技術與 RESTful API 將車載資料上傳至雲端儲存伺服器中；雲端儲存伺服器主要目的是儲存多樣化且巨量的車載資料[7]。危險駕駛分析平台則是透過本地端的 PC 與 GPU 運用深度學習智慧辨識技術與相關目標追蹤演算法，針對雲端儲存伺服器所收集的車載資料進行智慧分析，包含對方車道位置檢測、車距測量以及車速評估等。由於顧慮到使用者難以視覺化（data visualization）危險

駕駛資料，因此本團隊建構危險駕駛分析網站提供駕駛行駛軌跡狀態資訊、統計資訊以及分析圖表，協助駕駛者或監控單位可快速檢視該駕駛者是否時常處於危險駕駛行為當中。

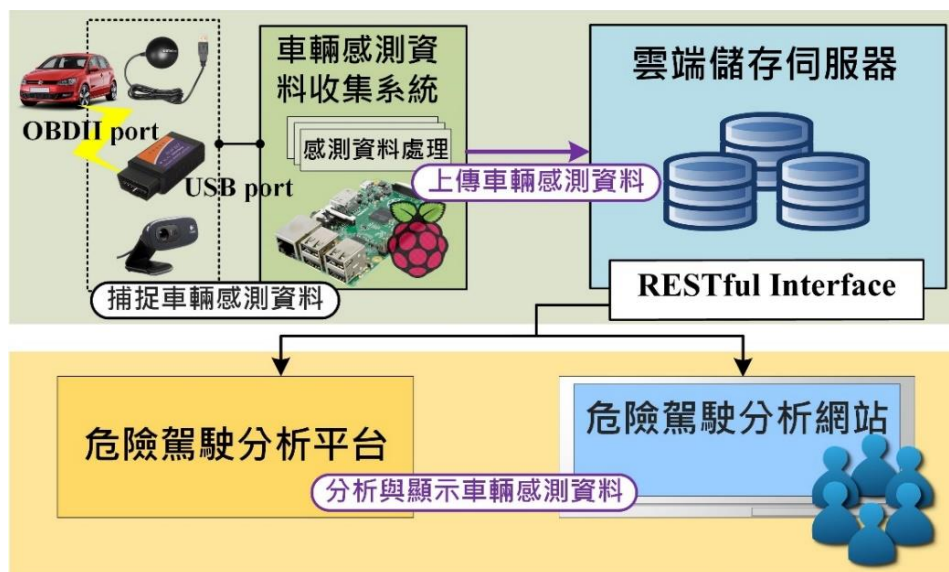


圖1 雲端儲存平台與危險駕駛分析平台之關係架構圖

一、危險駕駛分析平台設計

對於危險駕駛特徵分析，設計危險駕駛分析平台，利用深度學習智慧辨識技術與相關目標追蹤演算法，針對雲端儲存伺服器所收集的車載感測資料進行智慧分析。此平台設計的三項技術重點為：一、車道偏移警示：根據聯邦公路管理局統計，從 2015 至 2017 年因偏離車道造成的事故，約占全美交通死亡事故的 51%，屬於頻繁且嚴重的交通事故[8]。故本系統通過影像感測器紀錄駕駛者的行駛車道與行車軌跡，利用特徵點擬合法 (fit polynomial) 分析車輛是否時常偏離車道，以預防車道偏離事故發生；二、車道碰撞偵測：根據所辨識的車輛偵測框 (bounding box) 取得像素寬度，使用三角形相似度 (similar triangles) 方法計算與對方車輛距離，從而分析車輛是否經常容易產生碰撞之危害；三、異常駕駛行為偵測：通過在雲端儲存伺服器所收集的 OBD-II 資料 (方向盤角度、行車速度及油溫度等)、行車影像與地圖等資訊，分析出駕駛行為是否符合該道路類型。

二、危險駕駛分析網站視覺化設計

危險駕駛分析平台所處理後的資料，會根據其資料特性通過 REST 傳輸技術，回傳至雲端儲存伺服器。但是資料如何適當且穩定的呈現給使用者是一問題，因此本研究運用 ASP.NET 建構危險駕駛分析網站，透過各種量化的工具呈現資訊，讓使用者能夠清楚檢視危險駕駛資訊。故在網站設計方面以三個重點進行開發。一、設計直觀的使用者界面；二、設計高級體系架構來支援使用者需求；三、提升系統的可靠性、可用性和易維護性，滿足系統功能需求與非功能需求。

貳、文獻探討

一、車聯網與先進駕駛輔助系統相關文獻

車聯網[9]是將車輛應用於物聯網 (Internet of Things, IoT) 技術所實現的一種智慧化交通網路。主要是利用無線通訊技術讓車輛之間與周圍相關的基礎設施能夠彼此溝通。包括車輛、人、道路、周邊環境與智慧終端設備之間的動靜態訊息傳遞。車聯網可分為三層，應用層、網路層與感知層。其應用廣泛包

含行車安全、車輛監控、智慧商業服務等領域[10-11]。

應用層包括即時提醒周遭車輛目前的道路狀況，以及透過先進駕駛輔助系統[12]避免發生嚴重的交通事故等應用。先進駕駛輔助系統為駕駛者提供本車輛的工作狀況以及車外的行駛環境變化等資訊，並可即時主動告知駕駛者可能發生的危險[13-14]。網路層可再分成車對基礎設施（vehicle to infrastructure, V2I）、車輛對車輛（vehicle to vehicle, V2V）以及車輛對人（vehicle to person, V2P），以上三種總稱為V2X[15]。V2X的構成主要靠網路節點之間以合作的方式（cooperative）建構，使得車輛在行動中仍可進行資訊交換。感知層包括車輛本身的各式感測器，如車載診斷系統、全球定位系統和電子道路收費系統（electronic toll collection, ETC）。除此之外，也包含車輛加裝的行車紀錄器與車內攝影機。

二、危險駕駛分析相關研究

Adnan 等人研究提出一種簡易且低成本的方式來捕捉、測量和警告不安全的駕駛行為，通過 iPhone 手機內建的測量功能（GPS 和加速度）來與兼容的 OBD-II 診斷器進行匹配，接著對車輛的 ECU 單元執行資料查詢，並在手機上提供即時的應用程式進行車載資料監控，讓駕駛者可在行駛途中透過應用程式檢視不安全的行為，或是再另提供成為歷史紀錄並為日後的駕駛行為進行糾正[16]。

至於在使用類神經網路訓練上也有諸多學者提出更先進的方法。例如 Javier 等人的研究提出一種「駕駛風格架構（drivingstyles architecture）」，該架構是基於 OBD-II 診斷器與 Android 行動裝置的匹配來獲取 ECU 數據，但與上述學者不同的是收集的車載資料來自他們上架到 Google play APP，因此資料量與資料類型相對地多。此架構主要核心是採用數據挖掘（data mining）和神經網絡（neural Network）技術，通過駕駛者的行駛路線特徵進行分析，並產生此駕駛者的駕駛風格分類模型。透過分類模型可幫助使用者找到自己所屬的駕駛風格，並與 Google Map 的整合顯示出所屬的駕駛風格在各類型路段是否皆合適[17]。

另一方面，在開發危險駕駛行為之物件辨識技術上，Amardeep 等人則認為隱藏式馬可夫模型（hidden Markov model, HMM）的隨機特性可符合駕駛習慣，並在駕駛行為上存在多個不確定因素。另認為 HMM 在時間訊號處理上有足夠的精確度。故使用車速、方向盤轉速、剎車力度來建立 HMM 進行駕駛行為辨識，並定義右轉、左轉以及變換車道這三種駕駛行為。

從這些研究可得知，Adnan 與 Javier 學者提出的研究架構都是利用 OBD-II 與行動裝置的匹配來獲取車載數據，並且也用到 Wi-Fi、藍芽等傳輸媒介。在資料類型的收集上兩位學者也表示從 OBD-II 獲取的車輛速度與手機另計算的加速度是判斷危險駕駛行為的依據。Javier 更從這些 OBD-II 數據進行深度學習的訓練，來分析駕駛風格類型。但是他們未使用深度學習或機器學習等演算法做道路行駛影像上的分析。雖然 Javier 結合 Google 地圖去反應類神經模型產出的駕駛類型，但是如果可以直接從影像感測器獲取的原始資料進行分析，將會帶來更多幫助。而 Amardeep 使用 HMM 在駕駛行為上建立右轉、左轉以及變換車道這三種車輛行為類型，並以這三種方式判斷對方車輛的駕駛行為。有鑑於此，本團隊將依據上述研究資料，並蒐集影像辨識分析的相關研究資料進行深入探討。不僅只是從 OBD-II 或手機計算來獲取車載資料，更運用智慧物件辨識技術去分析影像中可能的危險，包括車道偏離和車身碰撞等危害，且利用善用這些資料建立危險駕駛分析網站，讓使用者可快速檢視自己的駕駛行為。

參、研究方法

本研究目標是將巨量且多樣化的車輛感測資料即時儲存於雲端伺服器中，並運用機器學習和智慧分析技術進行大規模的車輛感測資料分析，最後提供可視化的先進駕駛輔助系統輔助駕駛者。圖 2 為本研究的整體架構圖。本研究將嵌入式設備樹莓派（raspberry Pi）架設在車輛上，並在樹莓派中建置「車輛感測資料收集系統」，此系統會收集具高頻率特性的車載感測資料（OBD-II 和 GPS）與連續性的道路影像，

並儲存於「雲端儲存伺服器」中。而「危險駕駛分析平台」則是在本地端的 PC 搭配 GPU，從雲端儲存伺服器中存取車輛感測資料，再進一步進行機器學習和智慧分析，提取出駕駛者在行駛過程中所發生的危險行為資訊以及有價值的重要資訊。最後這些有用的資訊會透過「危險駕駛分析網站」展示給駕駛者，並提醒駕駛者的駕駛行為是否符合安全駕駛規範。

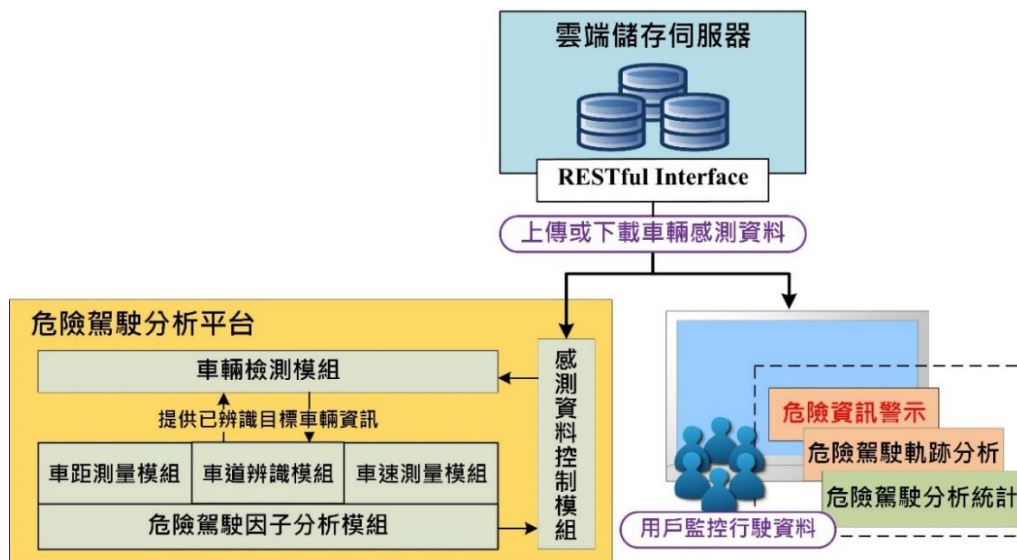


圖2 危險駕駛分析平台、網站與雲端儲存伺服器架構圖

一、危險駕駛分析平台

在圖 2 的整體系統架構中，左下角顯示出「危險駕駛分析平台」的內部架構，其中危險駕駛分析平台由多個模組組成，包括感測資料控制模組、車輛檢測模組、車距測量模組、車道辨識模組、車速測量模組以及危險駕駛因子分析模組，這些模組的任務包含警示車道偏移、偵測車道碰撞與偵測異常駕駛行為。本研究運用現有的物件辨識演算法 YOLO 與相關車輛追蹤演算法，包括特徵點擬合法和三角形相似度演算法進行分析，分析出具有價值的危險駕駛資訊。圖 3 為危險駕駛分析平台工作流程圖，說明「危險駕駛分析平台」內每一個模組功能與使用的技術。

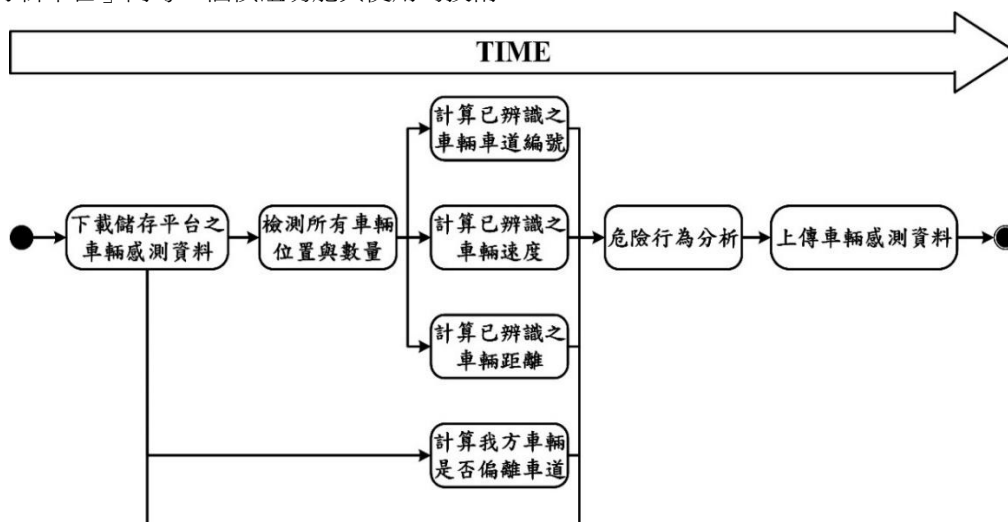


圖3 危險駕駛分析平台工作流程

(一) 感測資料控制模組：存取雲端儲存伺服器內之車載資料

圖 3 危險駕駛分析平台工作流程圖中的第一流程為存取雲端儲存伺服器內的車載資料，目的是使用

感測資料控制模組存取儲存在雲端儲存伺服器的車輛感測資料，以提供後續的危險駕駛分析使用。藉由雲端儲存伺服器所提供的 RESTful 存取架構，使該模組可通過程式語言支援的 HTTP 庫 (library)，例如 Python 使用的 Requests，即可將指定 JSON 檔案格式與伺服器位址兩個參數值，進行 POST 或是 GET 等存取資源的操作。

(二) 車輛檢測模組：檢測對方車輛位置與數量

圖 4 是車輛檢測情境流程圖，為圖 3 的第二流程，主要由車輛檢測模組運行。目的是針對連續性的行駛影像進行基本的物件檢測，分析的資訊包含透過本模組所辨識的車輛偵測框位置與車子數量，接著這些資訊會提供給其他子模組進行更多分析。而該模組主要使用 YOLO 物件檢測演算法，並在此基礎上進行分析，下面將說明 YOLO 演算法的運作原理。

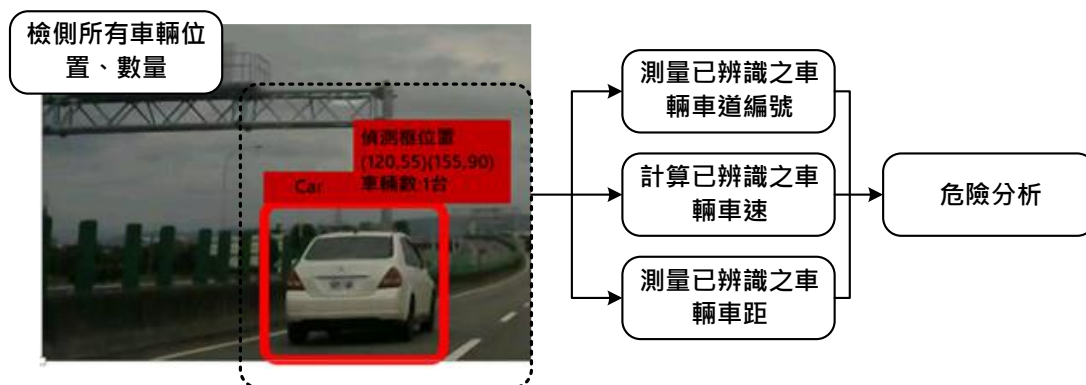


圖4 車輛檢測情境流程圖

YOLO 是由 GoogLeNET 結構所開發的物件檢測系統。採用端對端 (end to end) 學習方式，將每個物件檢測框 (bounding box) 視為回歸問題，因此只要使用單一神經網路 (CNN)，就能達到「You Only Look Once」。一般物件檢測主要由定位 (object localization)、萃取特徵 (feature extraction) 與影像分類 (image classification) 三個流程構成。而 YOLO 採用的方法截然不同，它融合了物件檢測分散的三個流程，因此只需要使用單一 CNN 神經網路，就能針對整張圖片提取圖形所有特徵，並處理預測物件檢測框與影像分類。且執行速度是傳統檢測技術的 1000 多倍。圖 5 影像會先劃分為 S x S 網格 (grid)，並分為「物件檢測框」與「類別分類」兩步驟同時運行，針對每個有偵測到物體的網格去預測出有幾個 Bounding boxes (物件檢測框) 與其 Confidence score (信心指數)，以下公式 (1) 為 Confidence score 的運算：

$$\text{Confidence score} = \text{Pr}(\text{Object}) * \text{IOU} (\text{GroundTruth}) \tag{1}$$

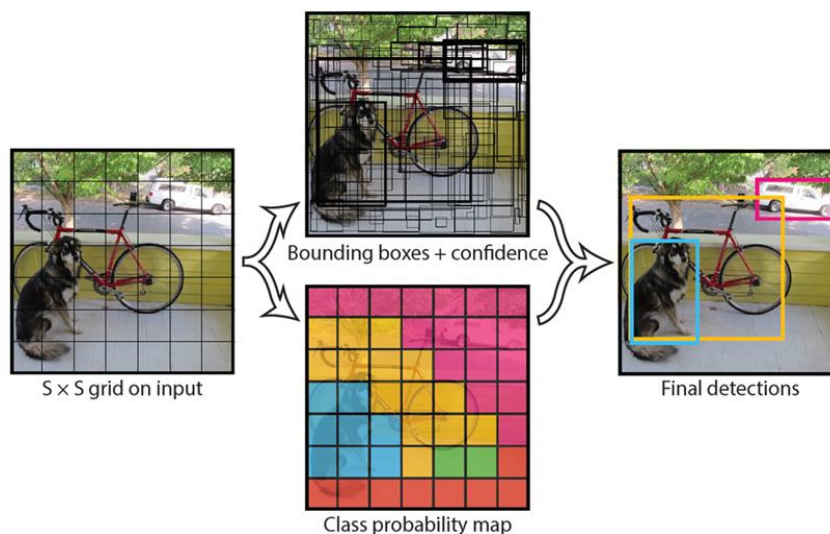


圖5 YOLO 運作原理

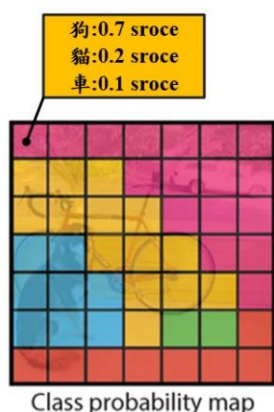


圖6 影像分類過程

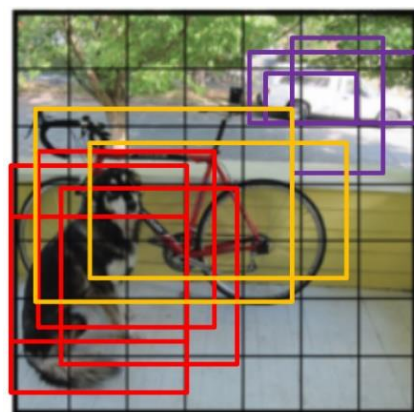


圖7 重疊物件檢測框

而「類別分類」是將每個網格對該模型所訓練的類別範例計算出類別出現概率（conditional class probabilities），圖6為類別分類說明，過程中如果物件檢測框中心落在網格，則該網格將辨識該物件，以獲取每個預測框的類別分數並整合結果。

「物件檢測框」與「類別分類」兩步驟處理後，將產生多重重疊的物件檢測框，從圖7能看出即使透過兩步驟刪減不符合的物件檢測框後，還是會殘留一些重疊的框架。此時，YOLO演算法最後步驟是針對剩餘的物件檢測框做出完美篩選，藉由非極大值抑制（non-maximum suppression, NMS）模型，替各類別尋找最為合適的物件檢測框。並使用電腦視覺開發套件，根據模型所提供的資料，繪製出每個檢測框位置與所屬類別。

(三) 車距測量模組：測量與對方車輛之車距

車距計算可用的方法有兩種，包括基於寬度的車距計算（width-based distance estimation）與基於位置的車距計算（position-based distance estimation）。本研究使用的是基於寬度的車距計算，主要是因為智慧物件辨識技術YOLO能夠精確地把辨識車輛的偵測寬與高計算出來，並且由於基於位置的車距計算方法必需取得攝影機的架設高度與角度等複雜的設定，因此本研究採用基於寬度的車距計算演算法。

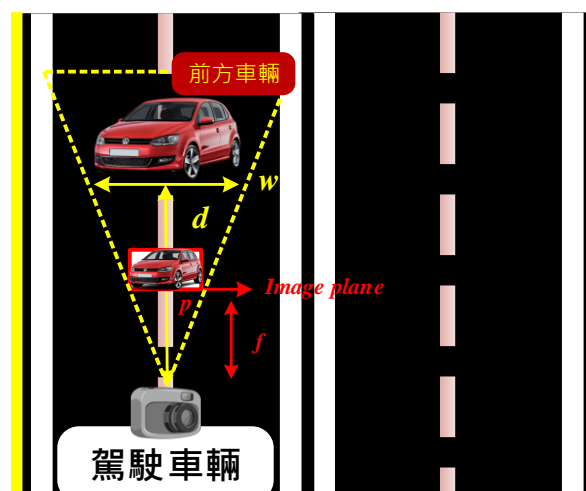


圖8 相機與實際車輛比例示意圖

因為基於寬度的車距計算是利用標記物體與相機的三角型相似度（similar triangles）特性來進行計算，由此特性得知對應角相等以及對應邊成比例的兩個三角形稱為相似三角形，此特性能用來推算相機與對方目標車體的實際距離。圖8為相機與實際車輛比例示意圖，其中 w 表示對方車輛實際的寬、 d 為距離、 p 為影像上標記車輛的像素寬而 f 為焦距。由三角型相似度的特性可得出公式（2），並可得知實際車輛與

相機影像可以成一定比例，故公式（2）可以轉換成公式（3）。

$$w : d = p : f \tag{2}$$

$$d = (w \times f) \div p \tag{3}$$

假設已知實際車體寬為 3.25 m、影像車輛偵測框的寬為 200 pixel、焦距為 10 mm，那麼由公式（3）推算，可得知車距 $d = (3.25m \times 10mm) / 200pixel = 16.25m$ 。

(四) 車道辨識模組：測量對方車輛之車道編號

前車車道編號計算由車道辨識模組運行，本研究使用的計算方法是透視變換（perspective transformation），圖 9 為示意圖，該方法是將一張影像投射到不同角度的視平面上（viewing plane），將圖中左側的紙張，通過賦予新的四個座標點，轉換成不同的視角。而通用的透視變換公式如下：

$$[x', y', w'] = [u, v, w] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \tag{4}$$

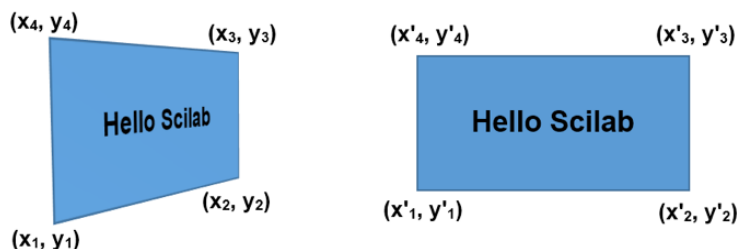


圖9 透視變換示意圖

圖 10 為辨識車道轉換示意圖。首先設定 ROI（region of interest）區域去定義傾斜視角道路圖，運用透視變換方法轉換成鳥瞰圖，亦即將攝像機的視角轉換至和車道平行，並且通過計算自身車道中心線與辨識車輛的偵測框中心點的 x 座標距離，即可判斷車道的所在位置。



圖10 辨識車道轉換示意圖

(五) 車速測量模組：測量對方車輛之車速

前車車速計算由車速測量模組運行，該模組主要是利用連續性駕駛道路影像中之辨識車輛偵測框的移動量來估算車輛速度。因此，本模組使用上述車距測量模組產生每一幀（frame）攝影機與對方車輛的距離，可藉由前一幀與後一幀的距離差來計算相對車輛速度，對方車速計算方法由公式（5）所示。

$$s_f = s_{obd} + \frac{d}{0.04} \times 1.8 \tag{5}$$

其中， s_{obd} 為我方車輛的速度（km/h），因為車速源自於 OBD-II 介面擷取的車載資料， s_f 為對方車輛

速度， d 為前一幀與後一幀的對方車輛移動量。因此，假設我方車輛速度為 77km/h，辨識之對方車輛移動量為 0.2m，則對方車輛速度為 86 km/h。

(六) 車道辨識模組：測量我方車輛是否偏離車道

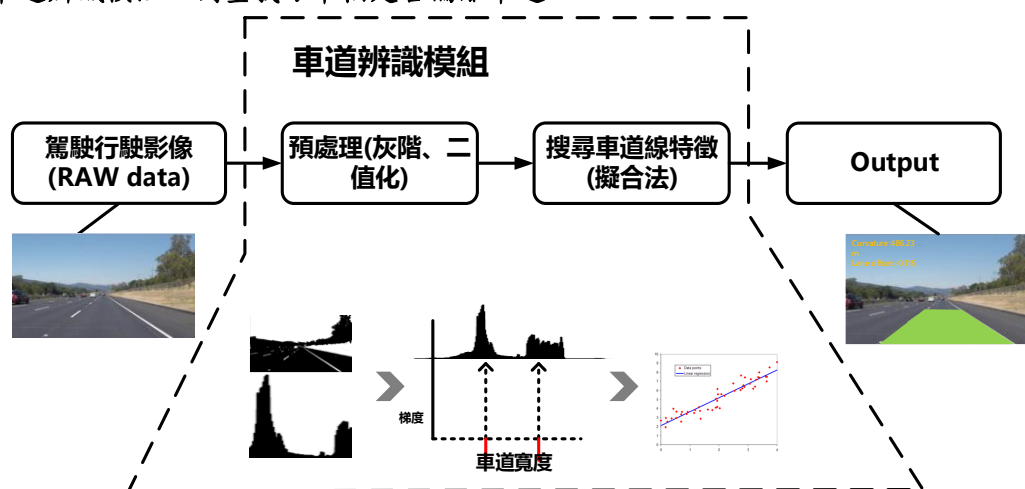


圖 11 車道偏離辨識流程

圖 11 車道偏離辨識流程是由車道辨識模組運行。車輛檢測模組除了提供已辨識的車道編號、車速與車距資料之外，另有一模組為車道辨識模組，其功能是分析我方駕駛影像是否出現偏離車道的情況。分析車道偏離的步驟流程如下：一、以駕駛影像（raw data）作為車道辨識模組的輸入；二、在辨識圖像前需要經過轉成灰階圖和二值化等預處理，將影像中雜亂的顏色給去除，只留下黑與白兩種顏色，目的是為方便偵測車道線；三、通過現有的偵測車道線演算法找出影像中的車道線位置。

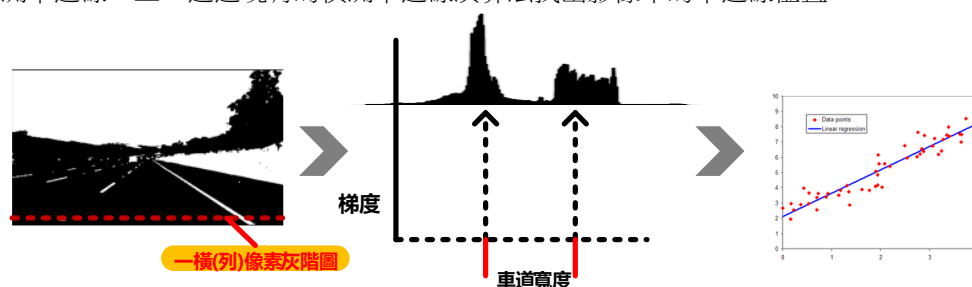


圖 12 運用特徵點擬合法偵測車道線之示意圖

目前現有的車道線偵測方法很多，其中最廣為使用的是霍夫曼搜尋法（hough line transform）[18]以及特徵點擬合法，而本研究所使用的是後者方法。因為此方法的優點是在連續性且高曲率的車道擁有較佳的適應性。圖 12 為運用特徵點擬合法尋找車道線特徵點的方法。由於圖像是由像素組成，因此車道線的像素位置可以稱為特徵點，而我們的任務是找到所有車道線的像素位置並記錄下來。其中左圖像的一橫像素位置中，其灰階值會有明顯的波幅變化。因為車道線的灰階值通常高於背景緣故，所以這些波幅即可表示為車道線的位置。只要透過遍布尋找每一橫的像素，再透過一維的直方圖進行分析，將可找到這些車道線。並且在取得該圖像的車道線特徵點後，再使用迴歸分析（regression analysis）與擬合方式，找出這些點集合的趨勢，透過趨勢即可建立精準的車道線偵測。

(七) 危險駕駛因子分析模組

危險駕駛分析平台的最後流程由危險駕駛因子分析模組進行。該模組運用了上述流程的分析資訊，包含車距測量模組、車道辨識模組以及車速測量模組，這些資訊會進一步在危險駕駛因子分析模組進行進階的行為因子分析。當分析出有危險因子之資料時，則把資料標記起來，為後續的危險駕駛分析網站進行可視化分析。圖 13 為危險駕駛情境圖，是危險駕駛的四大情境，包含未保持安全車距、超速、偏離車道和超車這四種異常危險駕駛行為。

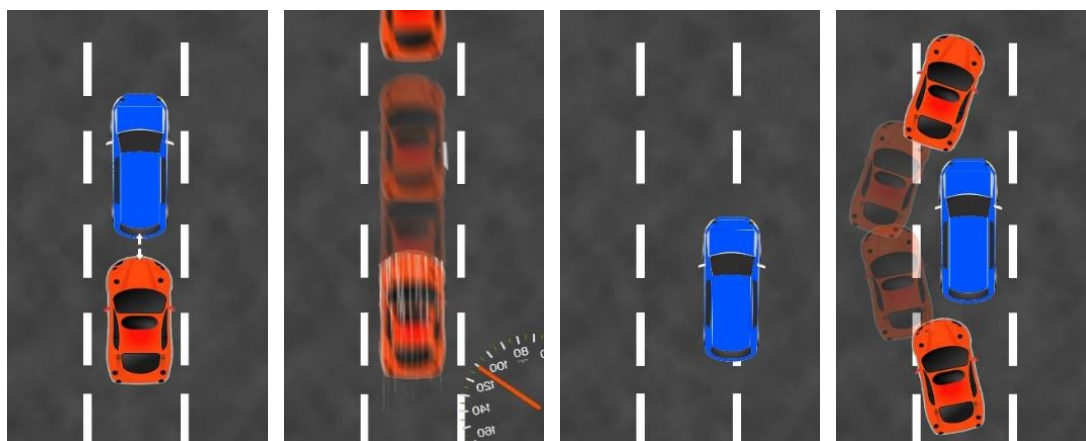


圖13 危險駕駛情境圖

圖 14 為危險駕駛因子分析模組的內部流程架構圖。圖中左側為一般偵測車載資料，這些資料可以提供危險駕駛因子分析模組進行更多處理。而本研究將判斷是否為危險駕駛行為的方法劃分為三種，分別是危險車距之判斷方法、超速之判斷方法以及車道偏離、危險超車與蛇行之判斷方法，以下將一一詳述。

1. 危險車距之判斷方法（紅色底框）

鍾國良提到保持安全車距是行車安全的最高指導原則[19]。尤其是在高速公路上，若行駛車速為100km/h，則小型車必需保持至少 50m、大型車保持至少 70m。主要原因是當保持一定的車間距時，可以有足夠的時間去做相對應的危機處理，能有效避免車禍事故發生。

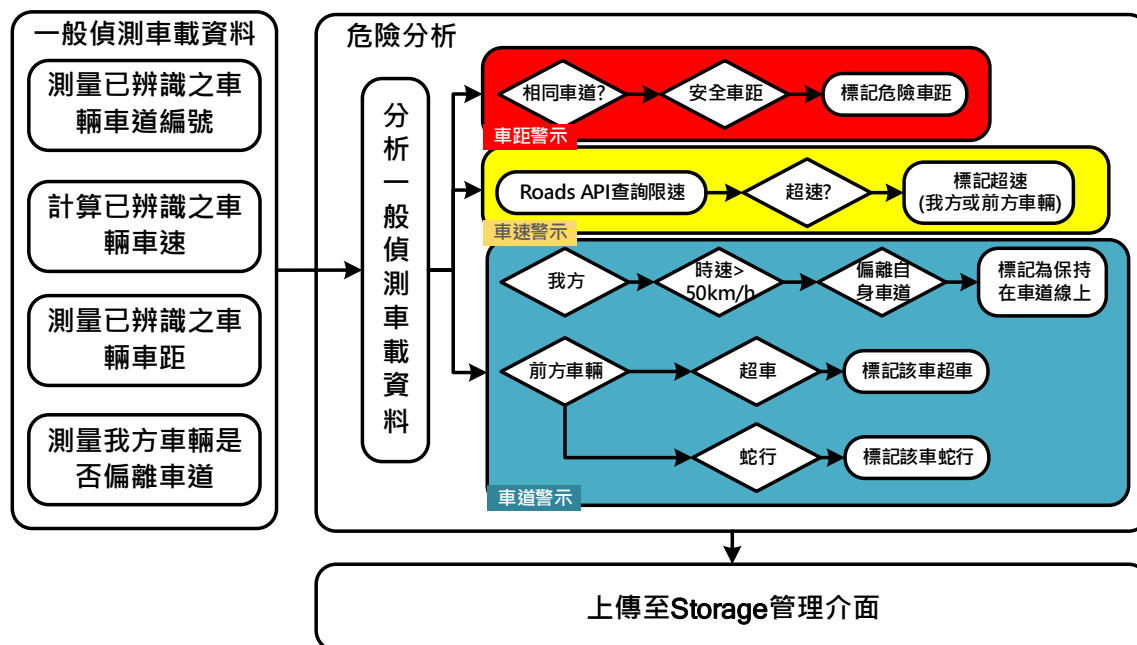


圖14 危險駕駛行為分析流程圖。

圖 15 為交通部安全管理局（Freeway Bureau, MOTC）定義的行車安全距離公式，表 1 為最小車距對應表。本研究將此規範運用在危險駕駛分析上，先利用車道辨識模組計算的對方車輛編號位置，判斷對方與我方車輛是否為同一車道，如果為同一車道在進行判斷是否與前車保持安全距離，若無保持安全距離則標記危險車距，反之則標記安全。

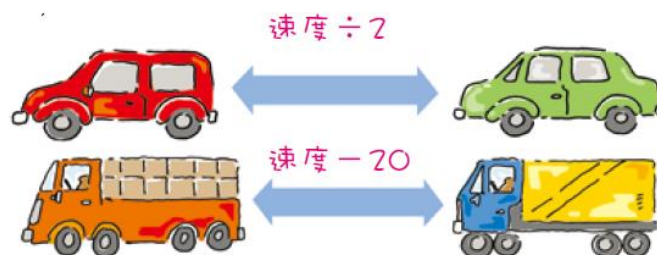


圖15 計算車距公式

表1 最小車距對應表

車速(km/h)		60	70	80	90	100	110
最少距離 (m)	小型車	30	35	40	45	50	55
	大型車	40	50	60	70	80	90

2. 超速之判斷方法 (黃色底框)

隨著車輛的技術發展，新車型的性能愈來愈好，也讓車輛容易超出道路法定車速限制規定。雖然近幾年國內道路規劃與速限規範對於車輛速度容許的設計已有所提升，但仍有許多駕駛沒有遵守規範超速駕駛，導致許多意外事故發生。因此本系統在車輛速限上也做了危險超速分析。

然而考慮到每條道路的速限都是不同的，故在判斷是否超速的情況下，以往的研究只能用政府設置的統一標準速限來度量。因此，本系統使用 Google 最新的 Roads API 來解決此問題，該 API 是 Google Map API 子功能，該功能提供每條道路的相關訊息，包含速限與 GPS 座標。只要通過由 GPS 接收器收集的經緯度來查詢，即可跑出該道路的速限情況，以便於進行車速比對。

3. 車道偏離、危險超車與蛇行之判斷方法 (藍色底框)

關於車道可分為我方車輛與對方車輛兩種分析。我方車輛是針對偏離自身車道線的分析，此流程會先評估自身車輛的時速是否超過 50km/h，然後通過車道檢測模組計算出的車道邊界、車道曲率和車輛相對於中心位置距離之數值，設定一組閾值來判斷是否偏離自身車道。當駕駛者因精神不濟造成偏移時，會使用此流程以防止偏移可能產生的危險。

對方車輛則又可分成超車與蛇行兩部分。通過車道檢測模組可以得到辨識之每一台車輛的車道位置編號，藉由此編號可追蹤任意車輛在行駛過程中的編號變化。當此車輛編號的變化與駕駛一樣且未保持法規之車間距時，系統就會將此進行超車危險標記。另外，當此車輛的編號變化在設定置 N 秒內超過 2 次以上切換，則會系統將此進行蛇行危險標記。

肆、研究結果與討論

本章節呈現關於研究方法「危險駕駛分析平台」分析出的資料應用。以及本研究建構的「危險駕駛分析網站」所整合的危險駕駛分析資訊，此網站會提供車輛行駛狀況，是為駕駛者或第三方人士而設立。圖 16 為危險駕駛分析網站架構。在網站設計上使用 ASP.NET 與 MVC 架構來建置，至於網站的可視化設計可分為危險駕駛軌跡分析與危險駕駛分析統計兩個部分，以下將以此做說明。

一、危險駕駛軌跡分析

危險駕駛軌跡分析的主要任務是幫助駕駛者可以用動態方式觀察自己在某段時間內的駕駛情形，以及可檢視是否有不良且危險的駕駛行為，並且可從特定路段中發現自己的壞習慣，例如經常超速、危險超車或未保持行車安全距離等行為，可作為日後行駛的改善依據。圖 17 是可動態觀察駕駛行為的危險駕

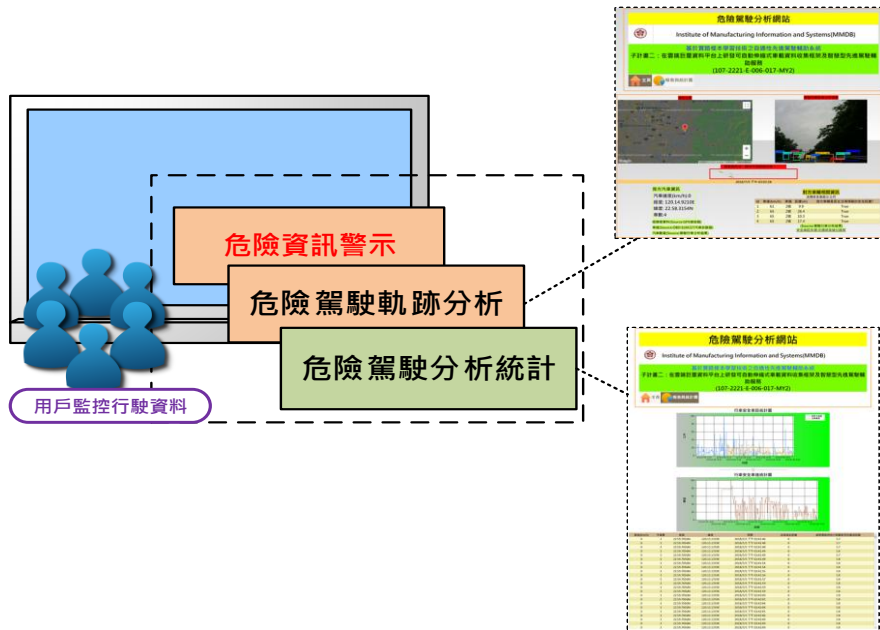


圖 16 危險駕駛分析網站架構

危險駕駛分析網站

Institute of Manufacturing Information and Systems(MMDB)

基於實路樣本學習技術之自適性先進駕駛輔助系統
子計畫二：在雲端巨量資料平台上研發可自動伸縮式車載資料收集框架及智慧型先進駕駛輔助服務
(107-2221-E-006-017-MY2)

[主頁](#) [報表與統計圖](#)

危險位置

駕駛行車影響分析結果

Vehicle is 0.08m right of center
Speed:80kph
Cars:3

A區塊

2018年7月6日 3:12分 下午

我方汽車資訊

一般資料:
 汽車速度(km/h):80kph
 所在地:上崙里 717台灣台南市仁德區
 位置:22°56'00.3"N 120°15'00.4"E
 車數:3臺

引擎資料:
 引擎負荷(Engine Load):15.68 percent
 冷卻液溫度(Coolant Temp):86 degC
 短期燃油調節(Short_Fuel_Trim_1):0.78125 percent
 引擎轉速(RPM):1835.0 revolutions_per_minute
 油溫度(OIL_TEMP):82 degC
 空氣品質流量(MAF):4.45 gps
 油門位置(THROTTLE_POS):16.07 percent
 MIL運行時間(RUN_TIME_MIL):20 minute

車道資料:
 偏離狀況:向右0.08公尺

經緯度資料(Source:GPS接收器)
 車速(Source:OBD ELM327汽車診斷器)
 汽車數量(Source:駕駛行車分析結果)

前方車輛相關資訊

法規安全車距:38公尺

id	車速(km/h)	車道編號	距離(m)	蛇行?	危險超車?	超速?	我方車輛是否在法規規範的安全距離?
1	94	第2號	28.4公尺	未發現	未發現	未發現	危險距離
2	84	第1號	41.3公尺	未發現	未發現	未發現	不同車道
3	84	第3號	49.8公尺	未發現	未發現	未發現	不同車道

(Source:駕駛行車分析結果)
安全車距來源:交通部高速公路局

B區塊

圖 17 危險駕駛軌跡分析網站

駛軌跡分析網站。此網站是以拖動條 (seekbar) 的控制項作為動態觀察的準則，藉由拉動拖動條時間會進行推移或減少，使能觀察到任一時間點的行駛路況與駕駛資訊，例如 Google Map 可顯示駕駛者的行駛位置，影像則顯示出辨識的車輛資訊 (車道編號、車速、車距以及危險標記)，另外下方資訊欄也提供詳細資訊讓我們進一步觀察，以下將依序說明網站的編排。

(一) A 區塊

在 A 區塊系統顯示了駕駛者的行駛分析影像與 Google 地圖標記之所在位置，行車影像會依據行駛的變化，而出現各種不同類型的影像結果。圖 18 顯示了駕駛者行駛影像結果，可看出行駛影像是由對方攝影機提供的傾斜視角畫面。此畫面中有已被車輛檢測模組辨識道的車輛，而這些車輛的位置會由 OpenCV 來繪製出它的偵測框位置，並且在每個偵測框上也會顯示此車輛的相關資訊，包括車道編號位置、車速以及我方與此車輛之距離。在車道線上 OpenCV 也會繪製駕駛的車道位置，由一層半透明的綠色矩形顯示。



圖 18 駕駛者行駛影像結果

另外，如果駕駛在行駛過程中發生危險事件，則行駛分析影像也會顯示其結果。像是圖 19 對方車輛因未遵守公路上的行駛速限，而被標記為超速。另外，自身駕駛也與對方車輛的距離不當，而被標記為危險車距。圖 20 則因對方車輛產生了危險超車事件，而被標記為危險超車。



圖 19 超速與危險車距標記



圖 20 超車標記

(二) B 區塊

在 B 區塊系統顯示了行駛在此時段的我方車輛資訊與對方車輛資訊。圖 21 左方顯示我方車輛資訊欄，包括 OBD-II 提供的引擎資訊 (車輛速度、引擎轉速和油溫)、GPS 位置、車道線曲率與偏離方向距離。另外，右方則顯示對方車輛之詳細資訊，此資訊欄是以表格呈現，並且在此使用 ID 來標記每台已辨識的車輛，且以列的方式排序。而每一欄則顯示此車輛的資訊，包括基本資訊：車速、車道編號和車輛距離，以及進階危險分析資訊：是否蛇行、是否危險超車、是否超速和是否保持法規車距。



圖21 我方車輛資訊欄。

二、危險駕駛分析統計

危險駕駛分析統計的主要任務是讓駕駛可以以走勢圖與統計表格的方式，來了解駕駛者在過去任一時段的完整駕駛情形。圖 22 為危險駕駛分析統計圖，下方行車安全距離統計表以表格方式記錄行車詳細資訊，包括車速、汽車數、經度、緯度、時間、法規規定距離以及與它方車輛保持的最短距離。圖 23 為車距變化走勢圖，可顯示車輛在每一時段的車距變化，此走勢圖有兩種曲線，藍色線是某時間點與對方車輛的最近距離，紅色線則是換算後應保持的法規車距。



圖22 危險駕駛分析統計圖

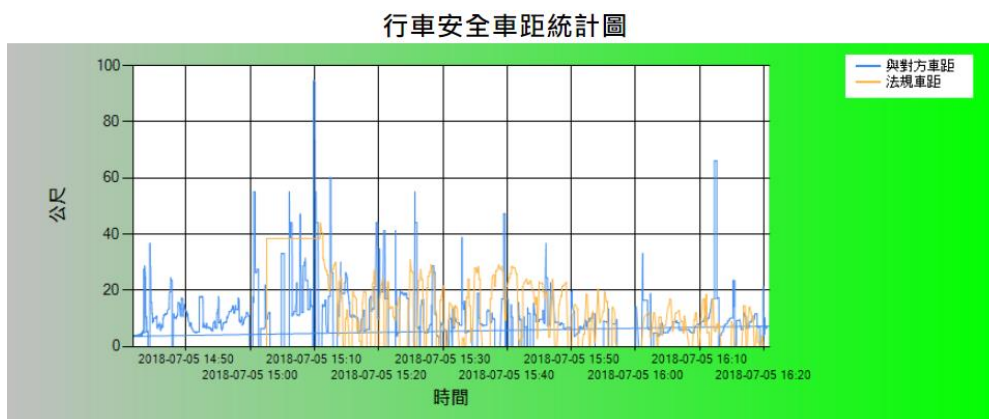


圖23 車距變化走勢圖

伍、結論與建議

本文針對行車道路安全提出一套兼具深度學習與物聯網技術的智慧型先進駕駛輔助服務。在分析層面，基於連續性的行駛道路影像與車載感測資料（GPS 和 OBD-II 資料）建構一套智慧型的「危險駕駛分析平台」。此平台因應車載資料的大量與多元性質，使用智慧物件辨識技術與相關車輛追蹤演算法，進行多樣化的車載資料分析。並且從研究結果可知，系統的車輛辨識、車道位置編號、車速、車間間距和車道線等測量，都能擁有良好的系統正確性。在應用層面，本系統也依照駕駛者與監控人員的基本需求，建構一套基於 V2X 趨勢的「危險駕駛分析網站」。網站內提供動態車輛軌跡分析，為駕駛行駛的每條路段與時段進行詳細監管。能根據行駛中的危險行為會加以警示與標記，包含超速、蛇行和危險超車等。另外，網站也提供統計分析功能，例如車距保持狀況、車速狀態和引擎溫度等。並於趨勢圖和表格上完整地顯示變化幅度，讓駕駛了解是否有經常違反安全駕駛原則以及車輛健康狀況。本系統在道路安全做出階段性的貢獻，未來亦能讓本系統串聯保險業者或交通安全管理局，主動分析車輛危險、提供相關風險資訊以及立即上傳回報，發展下一世代之車聯網應用。

參考文獻

- [1] World Health Organization. (2011). Global plan for the decade of action for road safety 2011–2020. Retrieved July 14, 2020 from: https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/en/
- [2] A. Mukhtar, L. Xia, and T. B. Tang. (2015). Vehicle detection techniques for collision avoidance systems: A review. *IEEE trans Intell Transp Syst*, 16(5), 2318–2338.
- [3] A. Borowsky, D. Shinar, and T. Oron-Gilad. (2010). Age, skill, and hazard perception in driving. *Accid Anal Prev*, 42(4), 1240–1249.
- [4] 傅立成 (2016)。機器學習於智慧車輛應用。取自：<https://www.artc.org.tw/upfiles/EditUpload/file/ecHo/201608/%E6%A9%9F%E5%99%A8%E5%AD%B8%E7%BF%92%E6%96%BC%E6%99%BA%E6%85%A7%E8%BB%8A%E8%BC%9B%E6%87%89%E7%94%A8.pdf>
- [5] S. Kaul. (2018). *Region based convolutional neural networks for object detection and recognition in ADAS application*. [Master thesis, University of Texas at Arlington]. <https://rc.library.uta.edu/uta-ir/bitstream/handle/10106/27170/KAUL-THESIS-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [6] STPI 科技發展觀測平台 (2020)。車聯網技術發展概況。取自 <https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b11410073dc2dda0173e55772b65cc6>。
- [7] 李坪鑫、郭欣婷、蔡芷菁、王鼎超、陳朝鈞與鍾鳳嬌 (2020年5月16日)。支援分散式架構之智慧型車輛感測資料收集與儲存系統。2020第11屆前瞻管理學術與產業趨勢研討會, 國立聯合大學。
- [8] U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2020). *Roadway departure safety*. Retrieved July 14, 2020 from http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept
- [9] C. Sekhar, K. Kranthi and M.K. Chakravarthi. (2017, March 23–25). *Traffic signal breach vehicle stop system using IOT*. In Proc. of 2017 International Conference on Nextgen Electronic Technologies: Silicon to Software (ICNETS2), Chennai (VIT university), India. <http://www.wikicfp.com/cfp/servlet/event.showcfp?eventid=57313©ownerid=1>
- [10] M. Gerla, E. Lee, G. Pau, and U. Lee. (2014, March 6–8). *Internet of vehicles: From intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds*. In 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 241–246. Seoul, Korea. <https://site.ieee.org/iot-conf/>
- [11] C. Vong, P. Wong, K. Wong, and Z. Ma. (2013, December 2–6). *Inspection and control of vehicle emissions through internet of things and traffic lights*. In 2013 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE), 863–868. Las Vegas, NV, United States. <http://www.iccve.org/2013/>
- [12] R. Thakur. (2016). Scanning LIDAR in advanced driver assistance systems and beyond: Building a road map for next-generation LIDAR technology. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), 48–54.
- [13] Z. Zheng, H. Zhang, B. Wang, and Z. Gao. (2012, September 16–19). *Robust traffic sign recognition and tracking for advanced driver assistance systems*. International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC). Anchorage, AK, United States. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2012.6338799>
- [14] C. Guo, J. Meguro, Y. Kojima, and T. Naito. (2013, June 23–26). *CADAS: A multimodal advanced driver assistance system for normal urban streets based on road context understanding*. In IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), 228–235. Gold Coast, QLD, Australia. <https://doi.org/10.1109/IVS.2013.6629475>
- [15] 3GPP TR 22.885, v14.0.0, *Study on LTE Support for Vehicle to Everything (V2X) Services* (Release 14) (2015). 3GPP, Valbonne, France.
- [16] A.K. Shaout and A.E. Bodenmiller. (2011, December). *A mobile application for monitoring inefficient and unsafe driving behaviour*. In the International Arab Conference on Information Technology. Saudi Arabia. <https://acit2k.org/ACIT/index.php/proceedings/acit-2011-proceedings>
- [17] J.E. Meseguer, C.T. Calafate, J.C. Cano, and P. Manzoni. (2013, October 21–24). *Characterizing the driving style behavior using Artificial Intelligence Techniques*. In 38th IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2013). Sydney, Australia. <https://www.ieeelcn.org/prior/LCN38/lcn38demos/Demo2-Meseguer.pdf>
- [18] Y. Wang, D. Shen, and E.K. Teoh. (1998, October 28–30). *Lane detection using catmull-rom spline*. In 1998 IEEE International Conference on Intelligent Vehicles, 51–57. Stuttgart, Germany.
- [19] 鍾國良 (2004)。防禦駕駛之簡介與應用範圍。取自：https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUupload/knowledge/tw_knowledge_IA-93-0032.pdf。