

駕駛行為感知技術與行車風險管理系統

Driving Behavior Sensing Techniques and Driving Risk Management System

莊淳富

林育輝

張俊哲

徐維忻

吳詠翔

鍾武君

陳世昕

Chun-Fu Chuang, Yu-Hui Lin, Chun-Che Chang, Wei-hsin Hsu, Yung-Hsiang Wu, Wu-Chun Chung, Shi Xin Chen

中文摘要

本論文主要發展駕駛行為感知技術與行車風險管理系統，利用車內診斷裝置(On-Board Diagnostic II, OBD-II dongle)，進行車載端訊號感測與蒐集，並透過感測數據分析，可即時判斷駕駛行為是否出現異常，例如急加速、急煞車、急轉彎或怠速過久等異常行為，此外亦結合所開發之智慧行車輔助APP (Driving Angle)，提供駕駛異常行為警示訊息，用以改善行車過程中可能產生的不良行為，提升駕駛行車安全性。同時事件資訊與原始數據(Raw data)將回傳至雲端平台服務系統，透過所蒐集的車輛動態資料，進行駕駛行為分析、建模與驗測，建立駕駛風險估算機制。此外建模精準度主要仰賴實車資料的長期蒐集，故場域試煉規模的擴大將有助於事件可信度的提升，未來亦可串聯國內外產險業者，整合傳統風險精算機制與駕駛感知分析技術，發展下世代金融科技。

Abstract

In this study, the driving behavior sensing techniques and driving risk management system are provided. The on-board diagnostic II device (OBD-II) is utilized to collect the in-vehicle dynamic signals. The abnormal driving behavior, such as rapid acceleration, rapid braking, sharp turns or idle waiting, can be detected by our designed abnormal driving algorithm. Moreover, the auxiliary APP (driving Angle) is developed as a user interface to show the warning message. It would help the driver improve the driving behavior, and enhance the safety of driving environment. Meanwhile, the event information and raw data (Raw data) will be feedback to the back-end service platform. Finally, the driving risk estimation mechanism is established by analyzing the vehicle dynamics data. Moreover, the high accuracy of the model construction depends on crowd vehicle dynamic data collection. Therefore, the field trial scale needs to be expanded to enhance the event credibility. Finally, the property and casualty insurance industry should be jointed to develop the next generation financial technology by integrating the traditional actuarial risk perception and driving sensing and analyzing technology.

關鍵詞(Key Words)

智慧車載服務平台 (intelligent Telematics Service Platform ; iTSP)

行車輔助應用 (Driving Assistance Application ; DAA)

駕駛行為感知 (Driving Behavior Sensing ; DBS)

1 · 前言

近年來國際間政府單位與民間企業紛紛投入車聯網 (Internet of Vehicle ; IoV) 產業研發，實際上車聯網即為物聯網 (Internet of Thing ; IoT) 的具體實現之一，而車聯網實際上就是透過通訊技術、網路技術、數據處理技術、自動控制技術、資訊發佈技術等，並結合先進車內外感測器技術，應用在整個交通運輸管理體系，實現人、車、路與環境之間的智慧協同。此外，業內看好龐大商機將自 2015 年啟動，據研調機構 IC Insights 預期，2018 年物聯網半導體產值可望突破百億美元大關，且從 2013 年至 2018 年的年複合成長率 (CAGR) 約 24.3% [1]。另一方面，隨著車聯網的興起，也突顯了車隊管理 (Fleet Management) 的重要性，許多學者已針對車隊管理，提出各種方法論來改善車隊管理效率，並提升行車安全行，如文獻 [2] - [5]。但要完整實現車隊管理服務，其架構須包含前端的感知、中間的可靠傳遞，以及平台端的智慧處理。但觀察國內車隊安全管理平台的發展上，多以車輛位置監控為主，鮮少針對車隊特性進行駕駛行為分析與建模，並提供較精確之行車風險估算機制，如瞰車大 [6]、康訊科技[7]等。有鑑於此，本論文同時考量車端駕駛動態感知與後端平台駕駛行為數據分析，發展行車風險管理系統，其中系統架構設計主要包含三大部分為：1)智慧車輛訊息擷取器(SVIG 4.0)，主要作為駕駛異常事件感知與車輛動態數據蒐集使用；2)行車駕駛輔助與警示 APP (Driving Angle)，主要作為事件警示之人機介面；3)行車風險管理系統平台(iTSP 4.0)，主要作為車端數據介接與駕駛行為風險分析與管理平台。

2 · 駕駛異常事件感知技術

2.1 智慧車輛訊息擷取器(SVIG 4.0)

智慧車輛訊息擷取器 (SVIG) 為前端感測硬體設備，主要包含車內診斷系統模組 (OBD-II)、慣性感測單元(Inertial Measurement Unit ; IMU)與全球衛星定位系統(GPS)模組，用

以收集駕駛行車資訊，以進行後續應用服務。但由於後裝市場中，受限於各車廠 OBD-II 插座方向/角度的不同，因此必須發展自動校正機制，以突破車端 OBD-II 原廠規格限制，使產品達到即插即用，並提升駕駛行為分析精準度，提高相關產品市場接受度。圖1為智慧車輛訊息擷取器(SVIG 4.0)的系統架構圖。

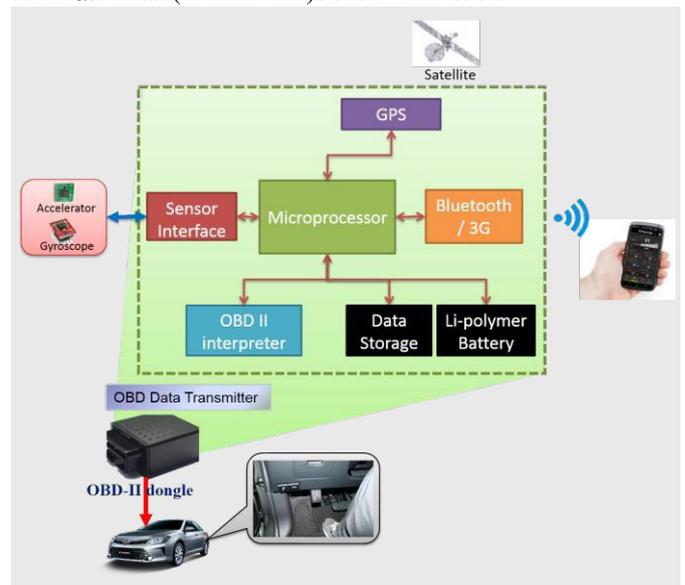


圖 1 智慧車輛訊息擷取器(SVIG 4.0)系統架構圖

2.1.1 靜態校正機制

靜態校正主要為透過四元數運算，但因為系統並不曉得在某一時刻 IMU 是先對 Z 軸旋轉還是先對 Y 軸旋轉，只知道在某一時刻的三軸角速度值，也因此無法使用 X-Y-Z fixed angle 旋轉矩陣來積分下，本計畫利用四元數法 (quaternion) 達到積分的目的。運算流程與公式如下所示：

Step 1. 讀取加速度、陀螺儀的即時資料，透過 SPI (Serial Peripheral Interface) 介面讀取資訊。

Step 2. 更新 AHRS (Attitude and Heading Reference System) 函式，並更新目前四元數基礎值。

Step 3. 更新姿態內容 (更新四元數的計算內容位址)。

Step 4. 用 $-at_{an}$ 函式運算出三個角度 (Yaw/Pitch/Roll)。

Step 5. 建立出轉換矩陣 $[R]=T_z * T_y * T_x$ ，並儲存於 flash 中，如圖 2 所示。

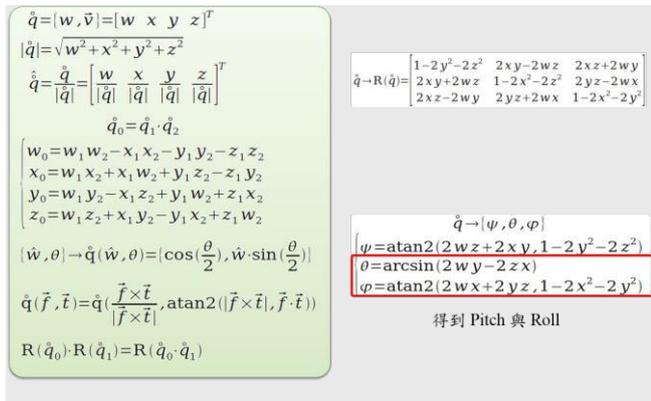


圖 2 靜態校正流程與公式圖

2.1.2 動態態校正機制

當靜態校正完成後，此時OBD dongle的三軸感測值雖已經投影到Z平面，但車頭的方位仍無法得知，因此需要於行車過程中透過動態校正機制，取得正確的行車方向。然而車輛行駛過程中，存在多種干擾訊號（如：轉彎、顛簸、上下坡等），也就是說各方向皆會產生重力加速度向量值，若無法清楚抓出車頭方位，將容易造成後續事件的誤判，如急加速/急減速、急轉彎等異常駕駛行為。故本論文利用加速度變化進行方向統計，並依據變化頻率高低，估算出實際車頭方向。此外由於GPS訊號存在誤差且更新速度不即時，故在流程中並未使用GPS資訊輔助判斷。但在實車測試後，發現演算法的車頭與車尾方位判斷容易因不同駕駛人而相反。未來我們將加入GPS車速變化的判斷，來過濾剎車之行為，降低車頭/車尾的誤判情況。

2.1.3 駕駛異常事件感知

“異常駕駛行為管理”是車隊管理業者相當重視的問題，因為不當的駕駛行為一直是造成道路交通意外事故的主因，且直接導致潛在行車風險，間接提高業者經營上的成本風險，並損壞企業形象，降低行車服務品質。而駕駛不當行為亦容易造成車輛無謂的耗損，徒增維修費用，而增加業者的營運成本。而在UBI系統中，個人化保險費率的規劃，亦主要依據駕駛行為作為評分標準。本系統目前所分析異常駕駛行為包括：急加速、急減速、急轉彎等。

異常駕駛行為的辨識方法很多，一般最基本的辨識方法，是直接判斷事件所對應方向的加速度值大小，是否大於門檻值。若大於門檻值，則判斷為發生異常事件。但此方法容易受到路況的改變而誤判。例如，當行駛上/下坡路段時，車頭方向加速度值會異常變大，容易導致急加/急減速的誤判。因此，本系統改良演算法，透過衝度 (Jerk) 變化進行分析，其中衝度之定義為單位時間內之加速度變化量，因此將時間t秒之加速度減去t-1秒之加速度即為第t秒之衝度。

- 可有效應用於急加/減速事件辨識 (Harsh ACC/Break)，其中流程如圖 3 所示，其中 weighting product 將綜合估算上述三個項目，並獲得事件有效偵測閾值。
- 可有效應用於急轉彎 (Harsh Corning) 事件判斷，其中流程如圖 4 所示，利用重力加速度值與角速度值的變化來做事件判斷。

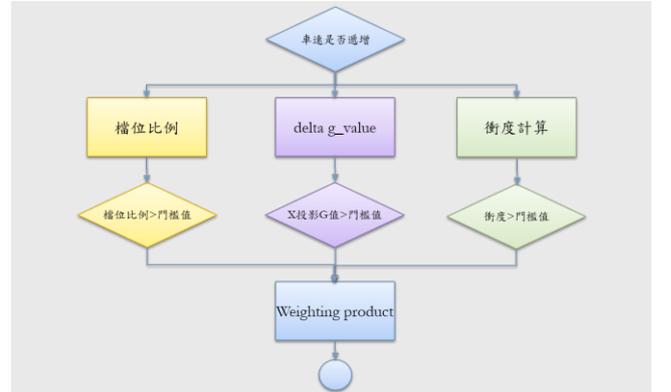


圖 3 急加/減速事件辨識流程圖

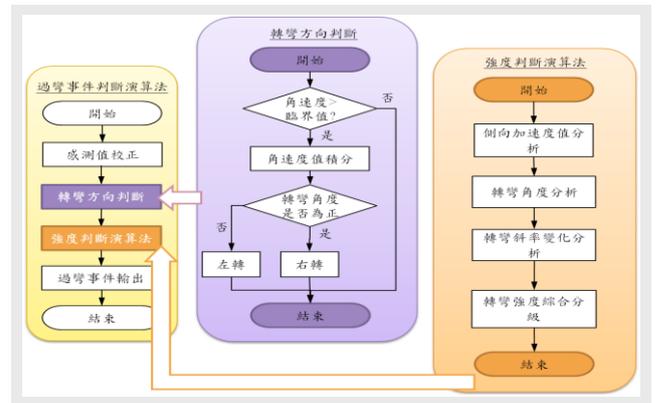


圖 4 急轉彎事件辨識流程圖

2.1.4 碰撞事件感知

除駕駛行為分析外，另一項重要的車輛動態分析項目為車輛撞擊判斷，因為系統必須在感測器校正前/後隨時監控是否有撞擊事件發生，因此分別以校正前/後的三軸重力加速度值大小作門檻值判斷。校正前主要為監控Z平面和向量大小值變化，當特定時間內大於碰撞門檻值時即警示。而校正完成後，可精準判斷車輛各軸向受力變化，透過車輛的受力和向量與感測器軸的角度計算，即可判斷出碰撞的角度與力量，進而判斷出碰撞的類別，包括追撞、對撞、側撞與翻覆等事件。車輛撞擊事件偵測，未來可應用於事故重建或歐洲的eCall緊急通報，爭取後續的救援工作時效。

2.2 行車輔助APP (Driving Angel)

2.2.1 駕駛異常事件警示

行車輔助APP(Driving Angel)是一款在建立在Android平台上執行的應用程式，執行畫面如圖5所示，畫面上方資訊欄位會顯示所連線的OBD-II Dongle 編號資訊、GPS以及藍芽的連線狀態。畫面中間資訊欄位會顯示目前行車速度資訊，其中該資訊可由GPS或是OBD-II取得，另外畫面下方資訊欄位則是顯示行車旅程資訊(當使用者按下查詢後，可由後台取得相關里程訊息)。

再使用操作方面，當駕駛按下START後，將開始透過藍芽連線接收OBD-II dongle所傳來的感測資訊，這些資訊就包含了事件訊息(三急一怠)與原始數據(Raw data)。當事件觸發時，APP會在畫面閃爍三角形圖示來提醒使用者，如圖6所示，同時事件也會與GPS資訊一起封裝成JSON格式。當駕駛者完成一趟旅途後，可透過上傳按鈕將數據封包回傳至後端平台系統，以進行後續的駕駛風險分析建模與管理。

2.2.2 行車碰撞事件警示

當 SVIG4.0 偵測到有碰撞發生時，會根據不同碰撞程度而回傳追撞、對撞、側撞、翻覆等事件，APP會根據所接收的不同事件而顯示不同的警示圖案。除了上傳GPS跟事件外，APP也會把事件發生當下的前後十秒Raw Data

打包成JSON封包上傳至資料庫供後台的駕駛風險分析系統分析。

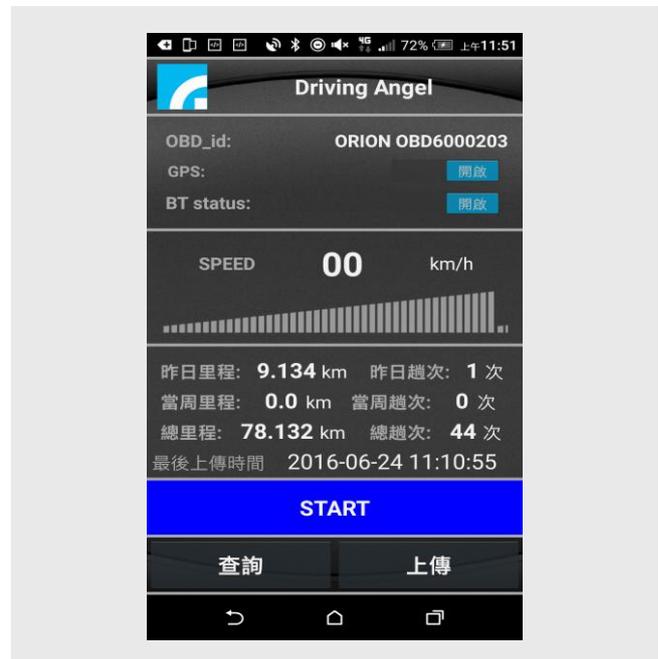


圖 5 行車輔助APP(Driving Angel)執行畫面



圖 6 行車輔助APP(Driving Angel)異常事件警示

3. 駕駛風險監控管理平台(iTSP)

駕駛風險監控管理平台是場域內資料接收、分析與訊息整合的核心，分成服務監控儀表板、IoV Middleware、駕駛行為分析系統：

- **服務監控儀表板**：為駕駛風險監控管理平台 Web 端共通 Portal，以共通之 Web 端登入 Portal 依不同帳號權限，提供 Web 端使用者可進行不同服務的存取與管理。
- **IoV Middleware**：主要作為收發來自前端設備的窗口，包含車端設備(OBD-II Dongle、Car PC、EDR 等)、路側設備(CMS、號誌控制器等)、智慧裝置(Smartphone、平板)、3rd Service and content provider，解析訊息內容，並找到對應服務模組進行處理。另外並包含系統狀態、設備狀態的監控，透過 Web Services 給網頁進行使用者介面呈現。
- **駕駛行為分析系統**：主要作為資料儲存與分析中心，整合前台傳回之車機、道路、人員等多種訊息，並提供即時及批次資訊分析功能。

3.1 服務監控儀表板

透過服務監控儀表板，可以快數了解駕駛本身的行駛狀況，並且提供風險分析以及軌跡去查詢，作為自我評估的以及修正的輔助依據，其中服務監控儀表板包含了5大功能區如下：

- 1) 基本資料：位於圖 7 中最上方，提供個人基本累積里程資料，累積行駛時間，以及平均里程和行駛時間。
- 2) 行駛軌跡查詢：位於圖 7 中最左邊，提供駕駛人或管理者根據時間區間查詢，取得指定區間的所有行程。
- 3) 行駛軌跡顯示：位於圖 7 中間，以地圖呈現方式呈現軌跡，管理者或是使用者可以清楚取得當時實際的行駛路線
- 4) 駕駛行為風險線圖分析：位於圖 7 中右上方，提供駕駛人了解個人的行為以及風險指數。
- 5) 軌跡事件查詢：位於圖 7 中右下方，提供駕駛人或管理者查詢該軌跡所有發生的事件以及詳細發生位置。

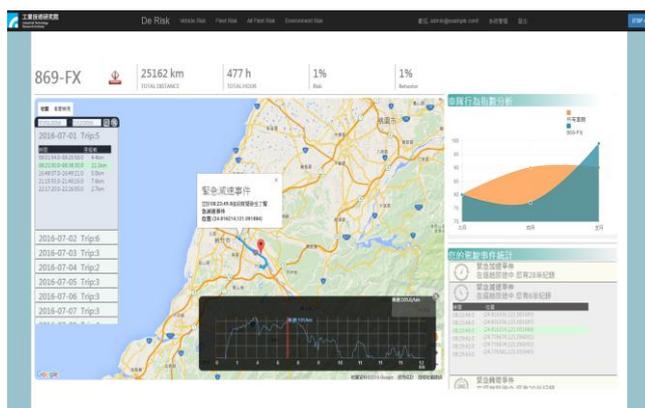


圖 7 服務監控儀表板操作介面

3.2 IoV Middleware

IoV Middleware系統在駕駛風險監控管理平台中扮演極為重要的角色，負責介接前端裝置的大量感知資料以及後端的資料儲存系統，進而提供服務儀表板可透過API請求，查詢即時與過去的行車資訊與駕駛行為的分析紀錄，例如即時的行車位置、過去的行車軌跡、經過分析的駕駛風險評估...等。因此，IoV Middleware系統在設計上須考量如何乘載大量來自裝置端的資料上傳，並能快速將收集到的資料進行預處理後寫入資料庫。

為了滿足上述需求，我們設計一套同時具有可擴充性與平衡工作處理量的IoV Middleware系統架構，如圖8所示。其設計概念主要考量當一台負載量過大時，可開啟一台新的資源即時上線提供服務，如同scale-out的水平擴充方式。而當上線服務的可用資源改變後，原先的大量連線請求必須要能導向或分流到多台提供服務的資源上，藉此達到負載平衡的目的，讓多台可用資源同時併行處理資料，藉此加快大量資料處理所需花費的時間。

本系統架構的各元件說明如下：

- 虛擬機器 (VM): 運行Middleware服務的資源
- 資料儲存器 (Data Store): 存放檔案或資料類型的儲存資源
- 資源管理者 (Coordinator): 負責系統資源調配與管理，並根據資源監控結果，提供決策命令
- 資源監控者 (Monitor): 監控資源的使用狀況

- 負載平衡器 (Load Balancer)：分流連線到可用的服務資源

系統運作之初可能只有一台可提供服務的資源，當VM中的Middleware系統收到API請求時，Middleware系統會根據請求訊息的型態進行相對應的資料處理，並對Data Store進行必要的讀寫操作。然而，當大量連線請求發送到IoV Middleware系統時，目前服務資源的負荷量將會增加，一旦Coordinator透過Monitor得知當前的資源已負載過大時，根據擴充條件的設定，Coordinator將新增服務的可用資源；反之，Coordinator可減少服務的可用資源。而當系統中的可用資源增加時，Load Balancer可將請求的連線導向目前可用的資源上提供服務，藉此可達到分流的目的。

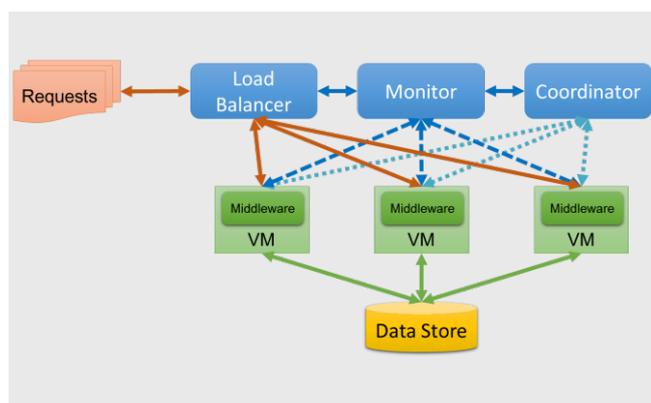


圖 8 可擴充性的 IoV Middleware 系統架構圖

3.3 駕駛風險分析系統

駕駛風險分析分為環境風險與行為風險，透過歷史肇事路段分析出易肇事的路段，當駕駛通過此區域，將提高風險發生的機率；行為風險部分則透過急加速、急減速、急轉彎即怠速過久等事件分析，可以知道駕駛操作車子的習性，不良的駕駛習慣將造成不同的肇事風險。如圖9左方所示，紅色標記點為易肇事路段之風險中心，當駕駛靠近肇事風險區域時，系統將會記錄其風險指標。此外透過模糊理論將速度分成不同等級，並且記錄駕駛者之速度等級，並給予不同之評分，其中模糊歸屬函數示意如圖10所示，其中縱軸為fuzzy degree，範圍為[0, 1]，橫軸為異常事件產生的加速度值，單位為 m/s^2 ，範圍為[0, 3]。

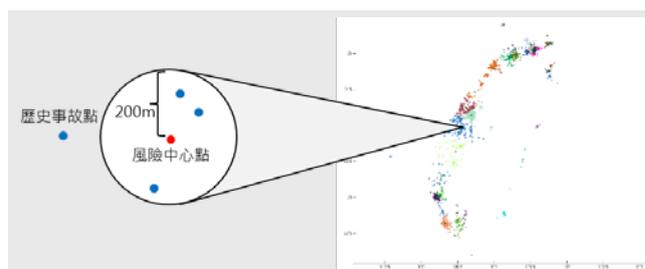


圖 9 台灣之易肇事路段風險圖

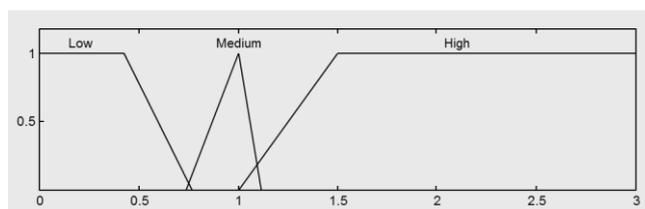


圖 10 模糊歸屬函數示意圖

3.4 風險資料庫管理系統

風險管理信息系統是駕駛風險監控管理平台中必不可少的系統，其中本系統的資料庫部份是利用結合關聯式資料庫及ORM資料抽象化技術來建立風險管理訊息資料庫。系統內存放多種關於風險管理信息和駕駛風險分析系統所需訊息，包含駕駛人資料、駕駛人行駛資訊統計、車隊資料、車隊行駛資訊統計、車輛基本資訊、車輛即時位置、車輛行駛軌跡、車輛行駛旅程紀錄、即時事件通報資訊、環境風險因子和駕駛行為三急一怠事件，並經由以上資訊，透過駕駛風險分析系統做資料分析後得出駕駛人駕駛行為分數、車隊駕駛行為分數並可提供事故還原重建系統和即時事件通報系統。為此風險管理信息系統的資料庫必須要能夠乘載大量的訊息上傳和提供即時的資料分析，有鑑於此資料庫的設計在本系統扮演極為重要的角色，本系統將資料庫的資料表區分為五大塊，分別為基本訊息區塊、環境因子區塊、統計數據區塊、駕駛行為分數區塊和車隊訊息區塊，並導入資料庫Partition技術來加快資料搜尋速度大量提升效能和將重要的資料表做索引(Index)，示意圖如圖11所示，可依日期時間與事件類別進行資料區分，在本系統運作初期，將先提供一台資料庫提供服務，當資料訊息持續增大之後，將會導入資料庫叢集(Cluster)技術，將標準的關聯式資料庫(MySQL伺服器)與

名為NDB的「內存中」叢集式儲存引擎集成了起來，提供了具有高可用性、高性能和可縮放性的叢集數據管理M，並可避免Split-brain的發生，且具有以下特性：無共享(shared-nothing)、自動分片(auto-sharding)、高可用性(High Availability)和規模可擴充性(Scalability)，以期能夠提供更多更穩定的風險管理信息服務。

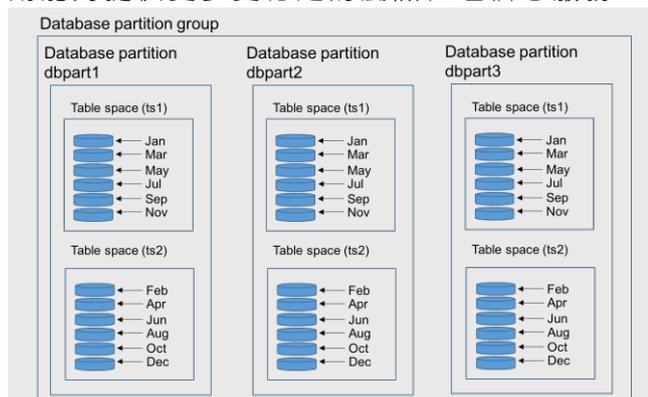


圖 11 Database Partition Group 示意圖

4. 結論

本論文完成駕駛行為感知技術與行車風險管理系統設計與開發，利用車內診斷裝置(OBD-II dongle)，實現車載端訊號感測與蒐集，並透過感測數據分析，可即時判斷四種駕駛異常行為包括急加速、急煞車、急轉彎與怠速過久等。此外亦結合所開發之智慧行車輔助APP (Driving Angle)，提供駕駛異常行為警示訊息，用以改善行車過程中可能產生的不良行為。另一方面，雲端平台服務系統將針對所回傳之事件資訊與原始數據(Raw data)，完成駕駛行為分析、建模與驗測，並建立駕駛風險估算機制。未來亦可串聯國內外產險業者，整合傳統風險精算機制與駕駛感知分析技術，發展下世代金融科技。

參考文獻

- [1] <http://www.icinsights.com/>
 [2] S. Teang, S. Thong, T. H. Chua, and T. A. Rahman, "Intelligent Fleet Management System with Concurrent GPS & GSM Real-Time Positioning Technology", Telecommunications, p.1-6, 6-8 Jun, 2007.

- [3] M. Giacobbe, A. Puliafito, M. Villari, "A Service oriented system for Fleet management and traffic monitoring", Computers and Communications (ISCC), p.784-786, 22-25 Jun, 2010.
 [4] A. Aljaafreh, M. Khalel, A. F. Islam, K. Almarahleh, "Vehicular data acquisition system for fleet management automation", Vehicular Electronics and Safety (ICVES), p.130-133, 10-12 Jul, 2011.
 [5] M. Sekar, M. Moshirpour, J. Serfontein1, B. H. Far, "Performance Enhancement of Behavior-Based Safety of Fleet Management Systems", Systems, Man and Cybernetics (SMC), p.3840-3845, 5-8 Oct, 2014.
 [6] <http://www.eup.com.tw/>
 [7] <http://www.systech.com.tw/>

作者簡介

莊淳富



現任工研院資通所車載資通訊與控制系統組車載資訊與控制部工程師。專長為非線性與智慧型控制、混沌系統控制與應用、影像處理及馬達控制。目前從事車載駕駛行為分析技術之研究。

林育輝



現任資通所車載資通訊與控制系統組車載資訊與控制部工程師，專長為感測應用技術與嵌入式系統設計。目前從事車輛診斷系統與行車資訊處理之研究。

張俊哲



現職為工研院資通所車載資通訊與控制部工程師，畢業於元智大學資訊工程學系碩士班，研究領域為網路服務品質、排程演算法設計與容錯架構(Fault-tolerant Architecture)，目前從事車載資訊服務之研究。

徐維忻



現任工研院資通所車載資通訊與控制系統組車載資通訊與控制部工程師。專長為影像處理、視訊辨識演算法、處理演算法開發。

吳詠翔



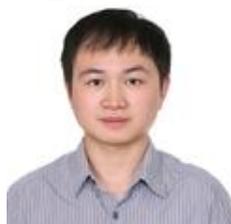
現任工研院資通所車載資通訊與控制系統組車載資通訊與控制部工程師。專長為Android上層開發。目前從事行車輔助APP開發。

鍾武君



現任工研院資通所車載資通訊與控制系統組車載資通訊與控制部工程師。專長雲端平台系統開發。目前從事車載平台Middleware設計與研究。

陳世昕



現任工研院資通所車載資通訊與控制系統組車載資通訊與控制部工程師。專長雲端平台系統開發。目前從事車載平台Middleware設計與研究。