

基於 OBDII 裝置之駕駛行為模式分析系統架構

林柏豪¹ 黃懷碩² 曾新穆^{2*} 邱裕鈞³ 蒙以亨⁴ 劉文楷⁴ 潘郁仁⁴

國立成功大學 資訊工程學系¹
john24wg@gmail.com

國立交通大學 資訊工程學系²
hcpups0708@gmail.com, *vtseng@cs.nctu.edu.tw

國立交通大學 運輸與物流管理學系³
ycchiou@mail.nctu.edu.tw

財團法人資訊工業策進會 智慧網通系統研究所⁴
henrymeng@iii.org.tw, wkliu@iii.org.tw, yjpan@iii.org.tw

摘要

現今第四代行動通訊技術(4G)的爆發性成長，許多的應用紛紛地被提出，其中一項重要的應用便是駕駛行為模式分析。透過分析在移動載具上蒐集的資訊，針對駕駛者的駕駛行為模式給予適當的建議，將可達成避免潛在風險及節能駕駛等應用。本論文提出一套駕駛行為分析之系統架構，以目前被廣泛裝置在移動載具的標準診斷介面 OBD-II (On Board Diagnostic) 為資料來源，使用資料探勘相關技術來分析找出駕駛行為模式。更進一步地，我們以節能駕駛為應用範例，根據駕駛行為模式給予能達成節能目標之駕駛建議。最後，我們以實際場域搜集到之資料進行分析呈現。

關鍵詞：OBDII、資料探勘、駕駛行為模式、節能駕駛。

1 前言

近年來，第四代通訊技術(4G)越來越普及，相關的應用服務也越來越多，像是行動影音服務、即時資訊系統...等。第四代行動通訊技術無論在資料的傳輸速度、傳輸量、網路節點連接的數量都有大幅度的提升，而在這之中，針對機器與機器之間(M2M, Machine to Machine)的通訊技術，或被稱為物聯網，目前正被大量應用於在我們的日常生活中，不同的機器間藉由網路來交換資訊、分享計算資源，讓生活更為便利，舉例來說：智慧網路冰箱、智能開機的冷氣、移動載具網路的分析與應用等。本論文主要關注移動載具網路的分析與應用。

在移動載具上，例如汽車、機車，原本就搭載著許多的感測器用來監測各項數值，用來掌握載具的狀況，甚至是近幾年十分盛行的單車，也開始可以額外安裝許多檢測儀器。有些比較先進的載具更搭配有自己的即時運算核心來統合與計算整個載具的數據，同時提供保護與維修協助，像是自動引導到車、緊急危險迴避、故障狀況檢測...等功能。不過這些監測的數據，例如：車輛行駛速度、引擎轉速、變速箱狀態、車輛負重量...等，因為使用在載具狀況即時判定上，取樣頻率非常高，在短時間內產生十分龐大的資料，一般而言，載具沒有足夠的儲存空間來記錄這些資料。然而，現在可以透過車輛網路、物聯網、行動通訊網路...等方式來將資料經由網路儲存到另外一地的空間。研究人員就能針對這些資料加以分析。

移動載具的感測資料分析的研究以發展有相當長的時間，相關的主題與應用之多，不勝枚舉。而本論文主要是探討在移動載具上使用者的操作習慣或行為，其宗旨就是透過分析從移動載具上的感測器蒐集而來的移動中載具各種數值，可以找出移動載具的駕駛行為的模式(driving pattern)。駕駛行為的模式分析可被應用在日常生活中的許多方面，例如：車流量的監控、安全駕駛、酒駕偵測、節能駕駛...等。駕駛行為模式分析的研究將會面臨以下這些挑戰：

- 資料蒐集困難：為了蒐集資料，往往需要在移動載具上額外加裝設備來提取或儲存資料，所以必須要考慮到資料儲存問題以及設備電池續航力。
- 資料標記困難：由於移動載具需要仰賴人的操縱或駕駛，一邊操縱一邊標記資料對於使用者或駕駛人來說增加某種程度的

風險。而事後回想往往流失真實性。

- 研究可應用性低：收集資料的環境往往是被限制在某一特定實驗範圍內，例如一段筆直的道路、一個封閉的賽道...等。即使分析取得駕駛行為的模式也難以應用在實際生活上。

不過近幾年，移動載具標準診斷介面(On-board diagnostics, OBD)的普及，提供研究駕駛行為樣式相關研究的資料來源。移動載具標準診斷介面(OBD)的搭載主要是用在車輛故障時，ODB 會先記錄車輛當下狀況並回饋的故障碼，使得維修技師可以根據故障碼做出初步的判斷，加速維修時間。另一方面，ODB 會記錄車輛的排氣資訊，對於政府的環保相關單位會是重要的資訊來源，被用來掌握車輛產生的廢氣污染情形，所以越來越多的國家政府單位會制定法規來規範 OBD 的裝設。目前常見的 OBD 標準為第二代 OBD，稱為 OBD-II。

本論文提出一分析駕駛行為模式之系統架構。使用 OBD-II 的資料，結合資料探勘之技術，找出駕駛行為模式，並更進一步找出節能駕駛的樣式。本論文所提出的駕駛行為模式分析系統架構有以下優點：

- OBD-II 裝置可搭配行動網路將資料傳輸到遠端伺服器儲存。可以減少裝置必須要有的儲存空間的必要性。
- 使用資料探勘技術，例如：頻繁樣式探勘(Frequent Pattern Mining)，讓使用者或駕駛不需要動態標記，可以透過找到的樣式歸納出使用者的駕駛行為模式。
- 資料來源為真實駕駛環境，本論文所收集的資料皆來自現實生活中的駕駛行為，所以分析的結果不會有難以應用的問題。

本論文的組織架構如下。於第二章節回顧相關文獻，並在第三章節中，詳細介紹我們所提出的系統架構。接著，在第四章節則為統計與分析收集的資料。最後，第六章節則是我們的結論。

2 文獻回顧

本章節將針對 OBD-II 資料、駕駛行為模式分析、節能駕駛行為模式分析三個部分依序介紹相關文獻。

2.1 OBD-II 資料分析之相關研究

OBD-II 發展的目的是用來即時診斷車輛

狀況，加速維修人員的處理流程。而環保單位也發現到 OBD-II 裝置可以應用在觀察廢氣排放，監控空氣污染。但是，這些資料往往只有在車輛進廠維修或保養時，才會由技術人員用機器來讀取。相關感測記錄也因為設備限制沒辦法一直儲存在車輛上。拜行動網路與儲存技術的進步，這些資料得以透過無線網路的傳輸進行遠端儲存，或是使用大容量的儲存設備倒留下來。

目前 OBD-II 裝置能夠在車輛上擷取到許多資訊，見表 1。但由於各家車廠在標準上不同，所以車輛提供的資料會有所差異。另外，製造 OBD-II 裝置的廠商也會根據應用性開發不同用途的裝置，例如：應用於檢測空氣污染的裝置會提供較多有關於車輛進氣排氣的數值，以及引擎溫度...等。

越來越多研究人員開始注意到 OBD-II 資料。在 OBD-II 資料的分析研究上，主要有幾個方向，像是用 OBD-II 資料來驗證相關研究的正確性[20, 25, 26]，由於 OBD-II 資料是讀取車輛的原本就有裝設的感測器，資料的正確度極高。另外針對 OBD-II 資料找到車輛的零件壽命、各項燃料消耗速率評估[2, 13, 14, 17, 21]可以提供廠商在備用零件與行銷手法上來參考。

表 1、OBD-II 裝置上各項資料與單位

資料屬性名稱	單位
Vehicle speed	km/h
Engine rotations	rpm
Throttle position	%
Engine coolant temperature	°C
MAF air flow rate	grams/sec
Distance travelled	km
Engine fuel rate	L/h
Intake air temperature	°C
Battery voltage	V
Mess air pressure	kPa
Fuel level input	%
Absolute throttle	%
Calculated engine load value	%

2.2 駕駛行為模式分析之相關研究

在移動載具的操作和使用會因為駕駛人或操作者的不同，在行為上有所差異，例如車速、超車、轉彎...等。研究學者很早就觀察注

意到這點，對於駕駛行為模式的分析之研究，起初研究的資料是透過安裝各種外部的感測器，例如：攝影機、麥克風、胎壓計...等，來收集資料[6, 10, 11]。最近，有研究學者使用智慧型手機上的感測器來分析駕駛行為模式[3]。這些分析都需要特別設置環境，或是將裝置安在移動載具的特定位置，像是如果使用手機來做為感測，必須放置在載具的重心上。此外，使用攝影機或是手機都有洩漏個人隱私的問題。也因此，從 OBD-II 資料中分析駕駛行為樣式(driving pattern)上[4, 5, 8, 18, 23, 24, 27]較為簡單，同時也可以減少個人隱私被侵犯的疑慮。但也因為 OBD-II 的資料主要是記錄車輛的狀態，並不知道操作者或使用者的動作，所以如何從車輛狀態中得知駕駛目前的行為，是此役研究最大的挑戰。

2.3 節能駕駛行為模式分析之相關研究

由於人類科技的高度發展，在石化資源上的存量越來越少，研究學者開始專注於分析節能駕駛(eco-driving)的樣式。目前已有許多研究使用 OBD-II 裝置資料來找出節能駕駛或是省油駕駛的駕駛行為樣式[1, 3, 12, 16, 19]。在 2008 年，Browne 學者[7]針對 ODB 資料分析欲找出最有效率的油耗，可以提供駕駛在行駛上作為參考，但在這個研究中尚未考慮到駕駛行為樣式，僅僅只是統計計算結果。在這之後，Boriboonsomsin 學者[5]等人，研究美國的駕駛人行為提出了報告，針對節能駕駛給予駕駛人建議，其研究方法只使用到能量消耗的計算，並未使用資料探勘的技術。Araujo 學者[3]則提出一套系統結合智慧型手機即時運算給予使用者駕駛建議，同樣地，並未使用資料探勘(data mining)的相關技術來分析駕駛行為樣式。

3. 駕駛行為模式分析系統架構

本論文所提出的駕駛行為模式分析系統架構，各個模組的關係如圖 1，系統架構主要有兩大模組，1)駕駛行為分析模組，在這個模組，我們使用資料探勘的技術來找出使用者的駕駛行為模式。2)基於駕駛行為模式之節能駕駛建議，我們評估找到的駕駛行為模式，給予不同的節能等級，透過這個等級，我們可以計算出使用者在駕駛時的節能程度，並給予適當的建議，改善耗能以達到節能駕駛。

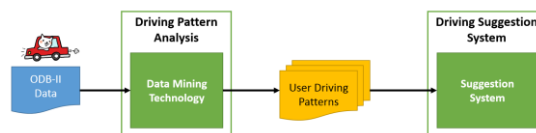


圖 1、模組架構圖

在移動載具上，我們利用 OBD-II 裝置來自動地記錄著移動載具的各項狀態，這些資訊將當作分析資料來源。這些資料包含如：車輛類型、新車/中古車(車輛年限)、駕駛者個人資訊、GPS 等，這些資料都是以每秒來記錄，長時間的累積已形成巨量資料的等級，所以分析這些資料必須仰賴熟悉巨量資料分析的專業人員，若能從其中獲得關連性，便能識別使用者在移動載具上的駕駛行為模式，進一步提供適當的操作建議，達到節能的目標。本計劃主要核心將使用資料探勘技術針對 OBD-II 資料探勘一系列駕駛行為模式(例如：轉彎、變換車道、緊急煞車等)，並建立使用者的駕駛行為模式資料庫，探討使用者的駕駛行為的相似性與關連性，將可運用於各項駕駛建議上(例如：節能駕駛、安全駕駛、省時駕駛...等)，以節能駕駛為例。圖 2 為的我們所提出的分析系統架構各模組詳細內部元件，我們將在下面的段落分別針對架構中兩個模組的主要步驟加以概述。

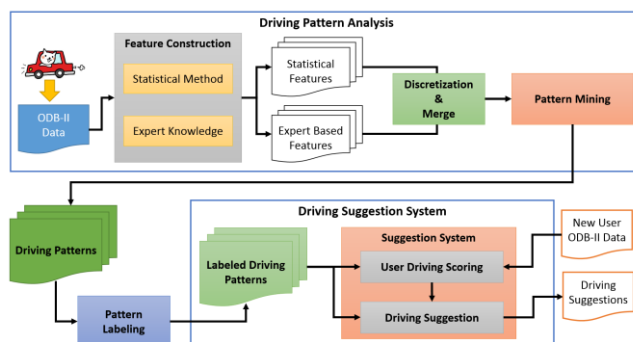


圖 2、駕駛行為模式分析系統架構

3.1 駕駛行為模式分析模組

在駕駛行為分析模組，我們主要針對從車載裝置中收集到的 OBD-II 資料進行分析。駕駛行為模式分析模組主要進行特徵值建構 (Feature Construction)、模式探勘 (Pattern Mining) 兩步驟，以下段落將分別介紹：

3.1.1 特徵值建構(Feature Construction)

在特徵值建構(Feature Construction)中，我們將從 OBD-II 裝置中取得時間、移動載具時速、引擎轉速、引擎空氣流量、引擎溫度、引擎負載、油耗等各項記錄。此外，我們也會使用 GPS 資料，多數的記錄為數值型資料。首先，我們先使用移動視窗的方式，資料擷取特徵值(例如：平均油耗、最大引擎溫度...等)，這些特徵值利用統計方法所計算出來的，稱為統計型特徵值(Statistical Features)。同時，我們也會參考專家的意見，計算出特徵值，這類型的特徵稱為專家知識特徵值(Expert Based Features)，最後我們會離散化特徵值，並將離散化的資料結合成一份，進行探勘。

3.1.2 模式探勘(Pattern Mining)

在樣式探勘部分，我們可以使用多種資料探勘中的技術來找出資料的關連性。其中我們會使用序列模式探勘，序列模式探勘技術已經是一個發展成熟的技術，我們透過序列模式探勘技術可以針對每個使用者找出自己的駕駛行為模式。針對這些駕駛行為模式，我們可以給予標記，例如：轉彎、怠速、急煞...等。另外，我們也可以利用其他探勘技術，如時間序列樣式探勘等。

3.2 基於駕駛行為模式之節能駕駛建議

首先，針對使用駕駛行為模式分析所找到的樣式，評估每個樣式的節能程度，給予權重。接著當蒐集新的使用者之 OBD-II 資料時，我們會比對所有符合的駕駛行為模式，利用權重計算出節能等級，給予適當的建議來達到節能駕駛。

4. 資料統計與分析

在這章節，我們欲介紹在我們提出的分析架構中所使用的資料，以及資料的統計資訊。

在本論文中所使用的 OBD-II 資料是由資策會所提供，行車總趟數約為 600 趟，其每趟行車所包含的資料點數統計分布如圖 3，可以

觀察到，有大部分的行車都不到 50 筆資料，表示使用者只是打開系統，並未實際開車。所以我們去除偵測不到 GPS 資料的紀錄，剩下可偵測到 GPS 的行車趟次為 155 趟，行車範圍在大台北地區，可以得到的資訊如表 2。

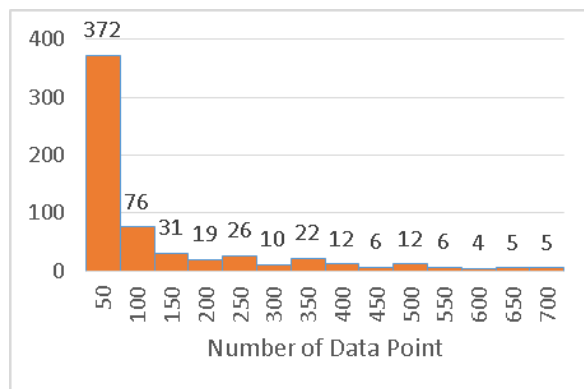


圖 3、資料分布統計

表 2、本論文所使用裝置上各項資料與單位

Feature	Unit
Vehicle speed	km/h
Engine rotations	rpm
Longitude and latitude	
Engine coolant temperature	°C
Time stamp	sec
MAF air flow rate	grams/sec
Engine fuel rate	L/h
Battery voltage	V
Mess air pressure	kPa
Calculated engine load value	%

5. 結論

本論文提出一駕駛行為模式分析系統架構，透過資料探勘技術分析 OBD-II 資料。分析的架構只要包含兩個模組：駕駛行為模式分析模組、基於駕駛行為模式之節能駕駛建議。在此架構下，系統針對使用者的駕駛行為模式分析，找到駕駛行為模式，給予相應的駕駛方式建議，以期達到節能駕駛。在未來，我們將實際實現我們所提出架，除了應用在節能駕駛的領域，我們也考慮疲勞或危險駕駛偵測的相關應用領域。

參考文獻

- [1] M. A. Abas, O. Salim, R. Martinez-Botas, and S. Rajoo, "Efforts to Establish Malaysian Urban Drive-Cycle for Fuel Economy Analysis," *SAE Technical Paper*, No. 2014-01-1159, 2014
- [2] Q. Ahmed, A. Iqbal, I. Taj, and K. Ahmed, "Gasoline engine intake manifold leakage diagnosis/prognosis using hidden Markov model," *International Journal of Innovative Computing, Information and Control (IJICIC)*, 8(7), 4661-4674, 2012
- [3] R. Araújo, Â. Igreja, R. De Castro, and R. E. Araujo, "Driving coach: A smartphone application to evaluate driving efficient patterns," In *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 1005-1010, June 2012.
- [4] P. Blaszczyk, W. Turek, and K. Cetnarowicz, "Extensible platform for studying the behavior of drivers in urban traffic," In *2014 IEEE 17th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, 1359-1362, October, 2014.
- [5] K. Boriboonsomsin, A. Vu, and M. Barth, "Eco-driving: pilot evaluation of driving behavior changes among US drivers," *University of California Transportation Center*, 2010
- [6] H. Bratt, and E. Ericsson, "Measuring vehicle driving patterns—estimating the influence of different measuring intervals," In *Urban Transport Systems, The 2nd Kfb Research Conference*, 7-8, June, 1999.
- [7] G. Browne, "Design of Experiments to Determine Factors Contributing to Fuel Economy," *Faculty of Engineering, Memorial University, Unpublished*, 2008.
- [8] S. H. Chen, J. S. Pan, and K. Lu, "Driving Behavior Analysis Based on Vehicle OBD Information and AdaBoost Algorithms," In *The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, 1, 2015
- [9] D. W. Eby, N. M. Silverstein, L. J. Molnar, D. LeBlanc, and G. Adler, "Driving behaviors in early stage dementia: a study using in-vehicle technology," *Accident Analysis & Prevention*, 49, 330-337, 2012.
- [10] E. Ericsson, "Driving pattern in urban areas-descriptive analysis and initial prediction model," *Bulletin* 185, 3000, 2000.
- [11] E. Ericsson, "Independent driving pattern factors and their influence on fuel-use and exhaust emission factors," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 6(5), 325-345, 2001.
- [12] W. Jang, J. Park, J. Kweon, C. Lee, and D. Lee, "The Self-induction System for Fuel-Efficient Driving Using OBD II." In *Frontier and Innovation in Future Computing and Communications*, 247-252, 2014.
- [13] J. S. Jhou, S. H. Chen, W. D. Tsay, and M. C. Lai, "The Implementation of OBD-II Vehicle Diagnosis System Integrated with Cloud Computation Technology," In *2013 IEEE International Conference on Robot, Vision and Signal Processing (RVSP)*, 9-12, December, 2013
- [14] M. Klenk, W. Moser, W. Mueller, and W. Wimmer, "Misfire detection by evaluating crankshaft speed-A means to comply with OBDII," *SAE Technical Paper*, 1993.
- [15] M. Kumar, and T. Kim, (2005, April). "Dynamic speedometer: dashboard redesign to discourage drivers from speeding," In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, 1573-1576, April, 2005.
- [16] M. G. Lee, Y. K. Park, K. K. Jung, and J. J. Yoo, "Estimation of fuel consumption using in-vehicle parameters," *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*, 4(4), 37-46, 2011.
- [17] J. Lin, S. C. Chen, Y. T. Shih, and S. H. Chen, "A study on remote on-line diagnostic system for vehicles by integrating the technology of OBD, GPS, and 3G," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 56, 435-441, 2008.
- [18] J. E. Meseguer, C. T. Calafate, J. C. Cano, and P. Manzoni, (2013, July). "Drivingstyles: A smartphone application to assess driver behavior," In *2013 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, 535-540, July, 2013.
- [19] B. Piotr, W. Turek, A. Byrski, and K. Cetnarowicz, "Towards Credible Driver Behavior Modeling," In *2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, 1557-1562, September, 2015.
- [20] V. Ribeiro, J. Rodrigues, and A. Aguiar,

“Mining geographic data for fuel consumption estimation,” In **2013 16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems-(ITSC)**, 124-129, October, 2013.

Networks (LCN), 813-819, October, 2011.

- [21] J. Siegel, R. Bhattacharyya, A. Deshpande, and S. Sarma, “Vehicular engine oil service life characterization using On-Board Diagnostic (OBD) sensor data,” In **2014 IEEE SENSORS**, 1722-1725, November, 2014.
- [22] G. F. Türker, and A. Kutlu, “Evaluation of car accident prevention systems through onboard diagnostic,” *Global Journal on Technology*, 2015.
- [23] Z. Vlahodimitrakou, J. L. Charlton, J. Langford, S. Koppel, M. Di Stefano, W. Macdonald, B. Mazer, I. Gelinas, B. Vrkljan, M. M. Porter, G. A. Smith, A. W. Cull, and S. Marshall, “Development and evaluation of a Driving Observation Schedule (DOS) to study everyday driving performance of older drivers,” *Accident Analysis & Prevention*, 61, 253-260, 2013.
- [24] B. Wallace, R. Goubran, F. Knoefel, S. Marshall, and M. Porter, “Measuring variation in driving habits between drivers,” In **2014 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA)**, 1-6, June, 2014.
- [25] B. Wallace, M. Rockwood, R. Goubran, F. Knoefel, S. Marshall, and M. Porter, “Measurement of vehicle acceleration in studies of older drivers from GPS position and OBDII velocity sensors,” In **2015 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA)**, 391-396, May, 2015.
- [26] B. Wallace, R. Goubran, F. Knoefel, S. Marshall, M. Porter, M. Harlow, and A. Puli, (2015, June). “Automation of the Validation, Anonymization, and Augmentation of Big Data from a Multi-year Driving Study,” In **2015 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)**, 608-614, June, 2015.
- [27] J. Zaldivar, C. T. Calafate, J. C. Cano, and P. Manzoni, “Providing accident detection in vehicular networks through OBD-II devices and Android-based smartphones,” In **2011 IEEE 36th Conference on Local Computer**