

## 第五章 結論與建議

### (一) 高速公路主線的旅行時間預測方法可獲得滿意成果

本研究所採用的模式，分成旅行時間預估 (estimation) 與旅行時間預測 (prediction) 兩部分。在第一階段先建立旅行時間的歷史資料庫，然後在第二階段利用即時收到的車輛偵測器或是探針車輛資訊進行 KNN 比對，若比對不到則可用迴歸模式預測所需的旅行時間。經過本研究實際驗證，證實此模式在高速公路主線能夠獲得不錯且具有實際可應用性的成果。

### (二) 旅行時間預測品質與資料來源正確性有密不可分的關係

根據本團隊實際進行旅行時間預測的經驗與相關的數據分析顯示，旅行時間預測的品質與原始資料來源的準確度有著密不可分的關係。無論模式再怎麼正確與貼近現實，若是來源的資料正確堪慮，則無法得到令人滿意且實際可用的結果。因此本研究才會在推估旅行時間模式前，先利用資料過濾的方式來確保資料的正確性。

### (三) 大小車修正模式的改善

為了彌補車輛偵測器的精確度，本研究在國道三號旅行時間的預測模式中，使用了和欣客運公司所提供的探針車資料。因本計畫所發佈對象為小客車，因此加入大小修正模式以轉換大小車速度差異而造成旅行時間高估的影響。該模式經過本研究的實證，證實具有極高的可用性與準確度，也可以充分與車輛偵測器所提供資料互補。建議可針對不同月份建立大小車修正模式，期待能達到更好的預測結果。

### (四) 事件偵測模式的建立

當事件或是事故發生時，往往是用路人最需要旅行時間預測的時後，卻也是旅行時間預測最困難的部分。本研究加入事件偵測模式和建立事件資料庫，現有機制為有事件發生時所預測旅行時間不會發佈僅供內部參考使用。未來待資料庫擴大時將可發展預測事件解除間之演算法，可讓用路人知道事件解除時間。

### (五) 實測車輛可了解實際值與預測值之差異

本研究加入浮動車輛法 (floating car method) 測試，可以得到點到點之間的旅行時間，可理解小客車實際的旅行時間。礙於經費有限總測試筆數為 40 筆，扣除事故數其有效筆數為 18 筆，

且容易因為人為因素而造成誤差過大的問題，因此引用國外文獻所提出浮動車輛法是否可適用於國內值得考量。

#### (六) 不同國道間之 AVI 的設置

由於北上汐止交流道至汐止收費站間並無 AVI 設置，因此在模式評估時需實際量測 1km 和 4km 之旅行時間，有效樣本數共 40 筆。由於樣本數有限，因此會有人為誤差的影響，懇請貴局需多增設 AVI 從南下國道一號轉向國道三號與北上國道三號轉出國道一號之路段。

## 下一年度計畫

- 1.本計畫利用多重插補法針對資料遺失值做插補，未來將加入其他插補法，如：灰色理論等，並評估多重插補法和單一插補法何種效果最好。
- 2.由於本計畫旅行時間預測模式主要資料來源為探針車、VD，於下一年度計畫將區分單一資料來源（VD）、兩種資料來源（VD、探針車）並分別預測旅行時間，以了解何種資料來源準確度最好。未來可提供貴局是否需增加探針車資料來源。
- 3.由於事故偵測模式主要來源為全國路況資料庫，下年度可納入高公局路況資料庫，並評估何種資料庫資料來源可靠度最高。
- 4.目前事件資料庫已建立，現有機制為有事件發生時所預測旅行時間不會發佈僅供內部參考使用。未來將可發展預測事件解除間之演算法，可讓用路人知道事件解除時間。

## 參考文獻

1. Ashish, S., T. Piyushimita, X.Q. Zhu., and A. Karr, "Frequency of Probe Reports and Variance of Travel Time Estimates", *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 123, No. 4, pp. 290-297, 1997.
2. Bae, S., and P. Kachroo, "Proactive Travel Time Predictions Under Interrupted Flow Condition", *Proceedings on Vehicle Navigation and Information Systems Conference*, pp.179-186, 1995.
3. Bruce, P.E., and L. Fu, "Assessing Expected Accuracy of Probe Vehicle Travel Time Reports", *Journal of Transportation Engineering*, 1999.
4. Chang, G.L., T. Junchaya, and A.J. Santiago."A real-Time Network Traffic Simulation Model For ATMS Applications: Part I – Simulation Methodologies", *Journal of Intelligent Transportation Systems*, pp. 227-241, 1994.
5. Chang, G.L., Zou, Nan, Wang, Jianwei:"Development and Field Evaluation of a Real-Time Travel Time Prediction System", *Maryland Department of Transportation State Highway Administration, Draft Final Report*, 2006.
6. Chen, M., and I.J. Chien, "Dynamic Freeway Travel Time Prediction Using Probe Vehicle Data: Link-based vs. Path-based", *Transportation Research Board 80<sup>th</sup> Annual Meeting*, 2001.
7. Chen, M., and I.J. Steven, "Dynamic Freeway Travel Time Prediction Using Probe Vehicle Data: Link-based vs. Path-based", *TRB Paper No. 01-2887, 80<sup>th</sup> Annual Meeting*, 2001.
8. Coifman, B, "Vehicle Re-Identification and Travel Time Measurement in Real-Time on Freeways Using Existing Loop Detector Infrastructure", *Transportation Research Record*, pp.181-191, 1998.
9. David, L.H., and L. James, "An Introduction to Multisensor Data Fusion", *IEEE*, 1997.
10. Deng, J, "The Control Problems of Grey System", *System & Control Letters*, No.5, pp.288-294, 1982.
11. Hall, D. L, "Mathematical Techniques in Multi-sensor Data Fusion." *Boston, MA: Artech House*, 1992.
12. Hall. D.L., and J.,Llinas, "A Challenge For The Data Fusion Community I: Research Imperatives For Improved Processing," in *Proc. 7th Natl. Symp. on Sensor Fusion*, Albuquerque, NM, Mar, 1994.

13. Hellinga, B., and G. Knapp, "Automatic Freeway Incident Detection using Travel Time Data from AVI Equipped Vehicles", 6th World Congress on Intelligent Transport Systems, Toronto, Canada, 1999.
14. Hsung-Jung Cho, Ming-Te Tseng, "Shockwave Detection for Electronic Vehicle Detectors", Computational Science – ICCS pp. 273.4-282, 2007.
15. Ichiro, K.Y., F. Takumi, F. Masataka., O.T. Yutaka., T. Oda., and K. Hashiba, "Travel Time Prediction Based On Pattern Extraction from Database," 5th ITS World Congress, 1998.
16. Johnston, C.M., and A.T. Chronopoulos, "The parallelization of a Highway Traffic Flow Simulation", Frontiers of Massively Parallel Computation, pp.192-199, 1999.
17. Jun-Seok Oh, R. Jayakrishnan, and Will Recker, "Section Travel Time Estimation from Point Detection Data". Center for Traffic Simulation Studies, August 1, 2002.
18. Kachani, S., G. Perakis, "Second-Order Fluid Dynamics Models for Travel Travel Times in Dynamic Transportation Networks," Proceedings on IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, pp. 251-256, 2001.
19. Kiesling, T., J., Luthi, "Towards Time-Parallel Road Traffic Simulation," Principles of Advanced and Distributed Simulation, pp. 7-15, 2005.
20. Klein, L.A, "Sensor and Data Fusion Concepts and Applications, SPIE Opt", Engineering Press, Tutorial Texts, Vol. 14, 1993.
21. Li, B. and B.D. Moor, "Dynamic Identification of Origin-Destination Matrices in the Presence of Incomplete Observations", Transportation Research Part B, Vol. 36(1), pp.37-57.
22. Li, Y., and M. McDonald, "Link Travel Time Estimation Using Single GPS Equipped Probe Vehicle", IEEE 5<sup>th</sup> Conference on Intelligent Transportation System, 2002.
23. Liu, Y., N. Zou, and G.L. Chang, "An Integrated Emergency Evacuation System For Real-Time Operations- A Case Study of Ocean City", Maryland under hurricane attacks, IEEE Intelligent Transportation Systems, pp. 464-469, 2005.
24. Llinas, J., and E. Waltz, "Multisensor Data Fusion.", Artech House Inc, 1990.

- 25.Oda, T, "An Algorithm for Prediction of Travel Time Using Vehicle Sensor Data", Road Traffic Control, Third International Conference, .pp.40-44, 1990.
- 26.Palacharla, P.V., and P.C. Nelson, "Application of Fuzzy Logic and Neural Networks for Dynamic Travel Time Estimation", International Transactions in Operational Research 6, pp. 143.4-160, 1999.
- 27.Pattanamekar, P., D. Park, L.R. Rilett, J. Lee, and C. Lee:"Dynamic and Stochastic Shortest Path in Transportation Networks with Two Components of Travel Time Uncertainty", Transportation Research Part C, Issue 11, pp. 331-354, 2003.
- 28.Rice, J., and E.V. Zwet:"A Simple and Effective Method for Predicting Travel Time on Freeways", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 5, No. 3, 2004.
- 29.Ruey Long Cheu, Der-Hong Lee, and Chi Xie, "An Arterial Speed Estimation Model Fusing Data from Stationary and Mobile Sensors", IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, August 23.4-29, 2001
- 30.Richard T.,"Database Support to Data Fusion Automation", Proceedings of the IEEE, pp. 39-53, 1997.
- 31.Sano:"Development of Travel Time Estimation System Combining License Plate Recognition AVI and Ultrasonic Vehicle Detectors", 6th World Congress on Intelligent Transport Systems, Toronto,Canada, 1999.
- 32.Shin, C.H. and Kim S.H, "Development of Low-Cost AVI System and a Travel Time Estimation Algorithm for the Olympic Expressway Traffic Management System in Seoul", 5th ITS World Congress, 1998.
- 33.Turner, S.M., and D.J., Holdener:"Probe Vehicle Sample Sizes for Real-Time Information: The Houston Experience", Proceedings on Vehicle Navigation and Information Systems Conference, pp. 3-10, 1995.
- 34.Varchney P, "Multisensor Data Fusion", Electronics & Communication Engineering Journal, pp.243.4-253, 1997.
- 35.Waltz, E, "Data Fusion For C3I: A Tutorial," Command, Control, Communications Intelligence (C3I) Handbook. Palo Alto, CA: EW Communications, pp. 217–226, 1986.
- 36.Yamane, K., S. Ichiro, F. Yutaka, and F. Masataka, "Development of Travel Time Estimation System Combining License Plate Recognition

- AVI and Ultrasonic Vehicle Detectors”, Presented at 6<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Transport Systems, Toronto, Canada, 1999.
37. Yang, D.B, ”Application of The ARIMA Models to Urban Roadway Travel Time Prediction”, Systems, Man and Cybernetics, SMC IEEE International Conference, pp.2529-2534, 2006.
38. Yoshikazu, O., K. Toshihiro., and S. Shigehito, ” Online-Learning Type of Traveling Time Prediction Model in Expressway”, Intelligent Transportation System, ITSC IEEE Conference, pp. 350-355, 1998.
39. Yoshimi, T., and F. Nishimura, ”Multi-route Travel-Time Data Provision Systems Operating in Osaka”, Vehicle Navigation and System Conference, pp. 351-356, 1994.
40. You, J., and T.J. Kim, ”Development and Evaluation of A Hybrid Travel Time Forecasting Model”, Transportation Research Part C, Issue 8, pp. 231-256, 2000.
41. Zhang, X. Y., and J.A. Rice, “Short-Term Travel Time Prediction.” Transportation Research Part C, Vol.11, pp.187-210, 2003.
42. 王晉元、林國顯、陳彥佑，「應用偵測器推估公路車流量之研究」，中華民國第二十屆運輸學會研討會論文集，2005。
43. 吳佳峰，「有 GPS 資訊提供下之車輛旅行時間預估模式之研究」，交通大學運輸工程與管理系碩士論文，2001。
44. 李季森，「應用探測車法預測高速公路旅行時間」，中央大學土木工程研究所碩士論文，2001。
45. 李俊賢，「在靜態模型中運用傅立葉轉換分析隨機性動態旅行時間之研究」，國立台灣大學土木工程學研究所博士論文，2001。
46. 李穎，「國道客運班車旅行時間預測模式之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，2002。
47. 亞聯工程顧問，「公路行車時間資訊管理系統之規劃研究—重要省道部分」，交通部委託研究，2005。
48. 卓訓榮、林國顯、張瓊文、藍健綸，「小型車高速公路旅行時間預測模式--應用灰色理論」，中華民國運輸學會 96 年學術論文國際研討會，2007。
49. 卓訓榮、溫裕弘、李祖添，「旅行時間預估之不完整資料處理與資料融合研究」，中華民國第十八屆運輸學會研討會論文集，2003。

- 50.卓訓榮、藍健綸、林春馨、林國顯、楊幼文、蔡瑞鉉，「灰色理論於高速公路旅行時間之應用」，中華民國運輸學會第20屆論文研討會，2005。
- 51.林士傑，「高速公路旅行時間預測模式之研究-類神經網路之應用」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，2001。
- 52.張修榕，「高速公路旅行時間之研究」，國立中央大學土木工程研究所，碩士論文，2001。
- 53.張慶麟，「應用自動車輛辨識預測高速公路路段旅行時間」，中央大學土木工程研究所碩士論文，2002。
- 54.黃裕文，「高速公路施工路段旅行時間預測之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，2003。
- 55.張惠汶，「利用公車 GPS 定位資料推估路段行車速率之研究」，國立交通大學運輸科技與管理研究所碩士論文，2001
- 56.何佳儒，「應用 KNN 模式於市區公車到站時間預測之研究」，國立交通大學運輸科技與管理研究所碩士論文，2010
- 57.溫志元，「高速公路進口匝道匯流路段旅行時間研究」，中央大學土木工程研究所碩士論文，2002。
- 58.魏健宏、楊雨青，「智慧型運輸系統交通參數資料融合方法之研究應用類神經網路」，第一屆台灣 ITS 國際研討會，pp. B1-26-B1-41，1999.
- 59.交通部運輸研究所，「智慧型路況通報系統擴充暨路況資訊廣播接收示範系統建置（二）」期末報告初稿，民國 94 年 11 月。
- 60.交通部運輸研究所，「國道替代道路路況資訊擴充之研究與實作」期末報告初稿，民國 94 年 11 月。
- 61.交通部運輸研究所，「智慧型交通資訊蒐集系統建置」，民國 94 年 4 月。
- 62.黃守琮，「運用探針車與偵測器資料融合估計車輛旅行時間之研究」，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士論文，民國 94 年。
- 63.交通部運輸研究所，「智慧型路況通報系統擴充暨路況資訊廣播接收示範系統建置（一）」，民國 94 年 5 月。
- 64.交通部運輸研究所，「全國路況資訊中心擴充與維運（一）」期末報告初稿，民國 95 年 12 月。



- 65.交通部運輸研究所，「全國路況資訊中心擴充與維運（二）」期末報告初稿，民國 96 年 12 月。
- 66.胡守任、張勝雄、劉士仙等人，「智慧型交通資訊蒐集、處理、傳播與旅行者行為之系列研究—號誌化道路路況資訊偵測方法與格式訂定(二)」，交通部，2005
- 67.黃文鑑、黃惠隆、林富泰等人，「智慧型運輸走廊路況動態即時資訊系統之開發與建置(二):臺北都會區至中正機場智慧運輸走廊交通資訊與控制示範系統建置」，交通部，2005
- 68.胡守任、張勝雄、劉士仙等人，「智慧型交通資訊蒐集、處理、傳播與旅行者行為之系列研究—號誌化道路路況資訊偵測方法與省道路段固定式偵測器佈設規劃」，交通部，2006
- 69.黃文鑑、黃惠隆、林富泰等人，「智慧型運輸走廊路況動態即時資訊系統之開發與建置(三):臺北都會區至中正機場智慧運輸走廊交通資訊與控制示範系統建置」，交通部，2006
- 70.黃文鑑、黃惠隆、林富泰等人，「智慧型運輸走廊路況動態即時資訊系統之開發與建置(四):臺北都會區至中正機場智慧運輸走廊交通資訊與控制示範系統建置」，交通部，2007
- 71.全國路況資訊中心，<http://e-traffic.iot.gov.tw>。
- 72.臺北市即時交通資訊網，<http://its.taipei.gov.tw/>。
- 73.桃園縣交通資訊中心，<http://61.60.10.66/tyc/roadInfo/>。
- 74.臺中市即時交通資訊網，<http://e-traffic.tccg.gov.tw/>。
- 75.臺北縣即時交通資訊網，<http://61.60.64.100/>。
- 76.竹塹交通資訊網，<http://hisatisfy.hccg.gov.tw/v2/>。
- 77.臺南市交通整合資訊網，<http://tntcc.tncg.gov.tw/>。
- 78.高雄市即時交通資訊網（<http://kctrffic.tbkc.gov.tw>）。
- 79.嘉義市即時交通資訊網（<http://61.60.38.53/>）。
- 80.嘉義縣即時交通資訊網（<http://61.60.42.131/>）。
- 81.國道高速公路交通資訊系統，<http://1968.nfreeway.gov.tw/>。
- 82.臺北市交通控制中心，<http://tms.bote.taipei.gov.tw/ttc/index1.aspx>。
- 83.TMC (Traffic Message Channel) ，<http://www.tmcforum.com/en>。
- 84.VICS ，<http://www.vics.or.jp/english/>。

85. “RDS Forum”, <http://www.rds.org.uk/rds98/rds98.htm> ◦