

物流配送旅行時間規劃分析

朱松偉¹ 林佑霖²

摘要

隨著 GPS、GIS、無線通訊、資料庫等技術之演進，使得透過探針車蒐集即時且連續之交通資訊收集變成可能，因此若能透過探針車提供交通管理上所需之相關數據，實為成本較低且應用性更廣之選擇。爰此，本研究以百萬筆、連續性之探針車資料，結合資料挖礦之方法與技術，選取國道一號南下桃園內壢交流道至中壢交流道之研究路段，經過嚴格資料篩選與處理流程後，建構出本研究之旅行時間推估模式，讓本研究可真實地應用於高速公路之管理與控制上。本研究之物流車輛配送旅行時間推估除了可提供使用者有用的行前、行進間旅行資訊。在車隊管理方面，物流車輛配送旅行時間規劃可提供精準之資料以供物流運輸業者更快速、準確地對車輛以及車隊管理，並及早對延誤班次作調度的工作。

關鍵字：探針車、資料挖礦、旅行時間

An Analysis of Transportation Travel Time Planning for Logistics

Song-Wei Chu¹ You-Lin Lin²

Abstract

Following the evolutions of GPS, GIS, wireless communication, database, it's possible to collect, through probe vehicle, real time and continuous traffic data. Thus, if probe vehicle can provide relevant data needed by traffic management, it shall be a choice with lower cost and broader application. In view of the above, this study, using a million of continuous probe vehicle data mining method and technique of data mining, choosing the disquisitive road section between Taoyuan Neili Interchange and Jhongli Interchange of southward National Sun Yat Sen Freeway, constructs the estimating model of road travel time for this study through a strict process of data selecting and data disposing. And, through strict test and verification, we enable this model to be applied practically on management and control of freeway, Estimated travel time provides travelers useful pre-trip and en-route information. Also, it could provide accurate information for logistics transportation operators and intercity bus to manage vehicle fleet more efficiently and effectively.

Keyword: Probe vehicle, Data mining, Travel time

一、緒論

國內目前高速公路之固定式偵測器佈設位置，僅於都會區周圍佈設較為密集，

¹清雲科技大學行銷與流通管理系助理教授（聯絡地址:320 桃園縣中壢市健行路 229 號;電話:03-4581196 轉 7501;E-mail: swchu@cyu.edu.tw）

²清雲科技大學經營管理碩士（聯絡地址:320 桃園縣中壢市健行路 229 號;電話:03-4581196 轉 7501;E-mail: M9434010@cyu.edu.tw）

並無全面性佈設；且偵測器故障情形亦多，若單一以固定式偵測器估計車輛旅行時間，其估計誤差除模式本身誤差之外，亦因佈設距離過長及偵測器故障情形，導致整體估計車輛旅行時間誤差甚大（黃守琮，2005）。另一方面，由於佈設成本也較高，高速公路部分路段在加入交控偵測器後可提高其研究模式之準確性以及推估績效，但是改善幅度不大，鑑於偵測器成本昂貴，在成本效益考量下，原則上一路段以佈設一組車輛偵測器為宜（彭遠凱，2006）。且路段車流量可透過偵測器來收集，但要在所有的路段都設立偵測器會花費過多成本（莊忠儒，2005）。以高速公路為例，雖在國道一號全線均已埋設 VD，其中新竹至高雄僅於每個路段（匝道與匝道間）埋設一組簡易型 VD；新竹以北則約每公里佈設一組 VD，在圓山交流道（23.2KM）到桃園交流道（49.1KM）約 26 公里的範圍間，北上路段更只有 10 個 VD，平均每 2.6 公里才佈設 1 組，無論在密度與數量上，都無法滿足現今資訊蒐集精度之要求。且智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System)相關技術之演進，使探針車所能蒐集之資訊更為廣泛且即時；隨著全球衛星定位、地理資訊系統、無線通訊、資料庫等技術之演進，使得即時且連續之交通資訊收集變成可能，在其過程中利用探針車收集正確且有用的車流特性資料，並將車流特性資料轉換成 ATMS 能夠使用的參數，並回饋至 ATMS 以作為交通管理之運用。此外，交通部高速公路局推動高速公路電子收費系統，目前在車輛上裝設車上單元（On Board Unit），就可以行駛電子收費專用車道。未來交通部更計畫於 2010 年全面推行車輛定位系統（Vehicle Positioning System，以下簡稱 VPS），在 VPS 架構下，所有上高速公路的車輛均可以定位，以及傳送即時資訊供智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System)使用；換句話說，屆時所有上高速公路之車輛均理所當然成為探針車，能夠蒐集資訊將更為廣泛且即時。

由上述說明可知利用探針車逐步取代現行傳統路段行駛速率調查與旅行時間推估等方式，具備維護成本較低、時空解像力高、應用層面廣泛等優勢，不僅可用於高速公路、快速公路，亦可應用於市區道路旅行時間評估。故本研究利用現有裝置 GPS 之物流車輛做為探針車輛，透過其所傳回之探針車資料，發展一套資料探勘的處理方式，藉由估算出之路段行駛速率和旅行時間，進行物流車輛配送旅行時間規劃模式之建立，以做為物流業者評估資訊提供之用，所以，物流車輛配送旅行時間規劃模式之推估經由探針車有效率地蒐集交通資料並加以彙整處理，適時地將即時而正確的交通，資訊傳送給物流運輸營運業者。一方面使營運業者可以掌握即時路況，有效地調派車隊；另一方面監控管理者亦可以透過交通管理策略之運用及交通資訊之發布，使駕駛得以避開擁擠路段、節省旅行時間與提高道路行駛速率；駕駛也可利用得到的即時資訊進行配送路線規劃。如此，不僅可以改善運輸系統使用的環境，而且亦可以減輕用路人使用運輸系統的負擔。

二、文獻探討

2.1 資料採礦

資料挖礦技術從巨量的資料庫中，挖掘出不同的資訊與知識出來，作為決策支援之用，必能產生企業的競爭優勢。如何由龐大的資料庫中，找出有用的資訊，以提供相關人員使用，這便是「資料挖礦」的研究，是對企業經營十分有用的資訊，故早已廣泛的運用在企業的許多領域，例如行銷、財務、銀行、製造、通訊

等企業之決策支援、預測、估計等需求上。近來由於GIS暨相關資料持續成長，亦出現空間資料挖礦之領域需求，本節即試圖瞭解空間資料挖礦之特性以及與一般資料挖礦相異之處，並針對相關文獻作一整理與探討。空間資料挖礦及應用：近年來資料挖礦的研究與應用已從對屬性資料的探勘延伸到對空間資料的探勘。空間資料挖礦（Spatial Data Mining），依據對於空間資料所進行的資料挖礦研究。空間資料挖礦是針對空間資料庫，包含空間性的資料以及非空間性的資料，來找尋出彼此間的關係（空間關係、空間和非空間性的關係）或著具有某種規則的模式（Ester, 1999）。由於空間資料有拓撲（Topology）和距離（Distance）關係，通常都透過空間資料存取方法存取，所以常常需要空間推理、幾何計算和空間知識表示技術來描述；此外，屬性資料的資料挖礦演算法都假設資料彼此獨立，而在空間資料中每個物件可能會受其鄰近若干個物件的影響，資料之間也會相互依賴，具有空間自相關性，所以使得空間資料挖礦有其獨特性與發展性；另一方面，空間資料挖礦的結果包含空間物件，往往是需要圖形或圖像資訊來做展示，不同於一般屬性資料的結果，很難用文字表示清楚，需要涉及到空間知識的視覺化。從空間資料中探勘潛在的知識需要考慮空間特性是空間資料挖礦的顯著特點。所以如果用傳統的資料挖礦方式來對空間資料庫做處理時，必定會造成些許的錯誤，因此在處理空間資料挖礦時必須使用特別的空間運算方法以及特有的空間知識背景做支撐，才能對空間資料做最好的描述。

利用空間關聯規則來分析1970-1990年間美國Colorado州Denver市之都市社會經濟與土地變遷，該研究先利用GIS進行資料前處理、資料整合、粹取時空關係、將數值式資料分類成名目式資料等工作，以使空間資料能為傳統資料挖礦工具所處理，最後發現空間關聯規則可有效利用於時空資料分析上（Mennis and Liu, 2005）。

2.2 探針車蒐集資料相關文獻

在國外相關文獻上，根據美國運輸部出版研究報告指出(U.S. Department of Transportation, 1998)，至1998年為止美國各州利用GPS資訊於公車系統的實行情形已十分普遍，其間的共同系統為自動車輛定位系統(Automatic Vehicle Location Systems,AVL)與電腦輔助派遣軟體(computer aided dispatching, CAD)，在設備上則為針對安全所設計的為靜音警告及隱藏式麥克風。各州系統功能主要用於公車的即時監控，期許能更加有效率完成調度與對緊急事件的應變能力。Sen[10]則建議探針車輛之佈設主要考慮能夠涵蓋並監控路網之數量，高密度的探針車佈設密度對於改善預估路段旅行時間上是不需要的。而在（Hellinga, 1998）研究討論樣本偏差對探針車輛所得之估計值準確性造成的影響。運用車流理論來證明，抵達時間的分配所產生之偏差與各路段中探針車輛到路口轉彎所佔有的比例，會影響樣本估計值的平均數，並造成延誤。此研究利用模擬一個動態走廊，來觀察樣本偏差所造成的影響與衝擊。則（Nanthawichit, 2003）在設計不同的方法進行各種不同的路況預測，以統計誤差RMSE（平均誤差平方根，root-mean-square-error）及MARE（mean-absolute-relative-error）找出較佳的預估方法。此較佳方法為運用巨觀車流理論模式，將探針車所收集到的資料經過卡門濾波器以去掉極端值；再假設路側偵測器置於測量路段的中央。使用路側偵測器及探針車的資料融合，以預估交通狀況並持續更新，而此兩種來源不同的資料權重各假設為0.5。此方法的車流、速率及密度預估的準確度較高，進一步可推估旅行時間等延伸資訊。另外在1997年研究

干擾車流狀況下之旅行時間預估，利用自動車輛定位系統(AVL)，以公車作為探針車方式。其研究先完成旅行時間估計模式，應用在公車到達時間估計，研究方法則採用階段旅行時間模式，運用線上參數演算法，過程分為三階段：1.研究單一公車停等行為2.延伸複數公車停等行為3.發展公車到達時間預測方式。估計旅行時間之測量及校估，則透過模擬方式產生 (Sanghoon, 1995)。探討使用探針車蒐集交通資訊之成本效益可行性。故結合GIS空間分析與資料探勘技術，並利用探針車進行分析評估，為將來之趨勢 (Tetsuhiro, 2005)。

三、研究方法

3.1 物流車輛配送旅行時間規劃模式之架構

第一部分根據文獻回顧與問題特性分析，擬定研究架構，從「平均速率」、「星期(平日與假日)」和「時段」三項獨立變數對「物流車輛配送旅行時間」之影響作為探討。第二部份則運用資料挖礦方法之中的線性迴歸方法，來建立物流車輛配送旅行時間規劃模式。

3.2 資料挖礦方法

資料經由相關之處理程序後，即可針對研究目的選取適用之資料探勘方法，資料探勘可使用之技術或方法相當多，如線性迴歸、邏輯斯迴歸、類神經網路、決策樹、群集分析或是關聯規則等，本研究以線性迴歸之多元迴歸方法和決策樹方法來建立高速公路道路服務水準之模式，進而依據迴歸模式所輸入之變數，和參照道路服務水準評估準則，利用統計分析方法計算出之路段行駛速率及道路服務水準評估分析，並提出相關管理對策。

迴歸 (Regression) 是一種試圖以一個或多個自變數 (Independent variable) 來解釋另一個依變數 (Dependent Variable)，然後利用所獲得之樣本資料去估計模型中參數的計量分析方法。而獨立變數與相依變數的迴歸分析模型中，一般又可分為線性與非線性關係，本研究於後續迴歸模式之構建是採用線性關係的多元迴歸模式。多元線性迴歸分析係指單一反應變量Y對K個解釋(X1, X2, ... Xk)變數之統計模式。其探討重點在於K個斜率項(b_1, b_2, \dots, b_n)，探討Xk之解釋能力是否顯著。在實際應用中，影響物件的預測值的因數往往多於一個，也就是多個引數對應一個因變數，這個問題通常可以用多元線性迴歸模式來描述，模式如下：由一個依變數Y及K個自變數組成的多元迴歸模式可用下式表示：

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_k + \varepsilon \quad (1)$$

為了簡化多元迴歸的討論，下面使用矩陣進行描述，用矩陣型式表示為：

$$Y = X\beta + E \quad (2)$$

其中：

$$Y = [Y_1, Y_2, \dots, Y_n]^T \quad (3)$$

$$E = [E_1, E_2, \dots, E_n]^T \quad (4)$$

$$\beta = [\alpha, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m]^T \quad (5)$$

$$X = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & \dots & X_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & \dots & X_{nm} \end{pmatrix} \quad (6)$$

與簡單迴歸分析一樣，模式的迴歸係數必須滿足樣本的誤差平方和最小，即：

$$\min(Y - X\beta)^T (Y - X\beta) \quad (7)$$

在應用迴歸分析時，亦注意函數設定、假設檢定及預測的事項。因而，迴歸分析是一項十分基礎的分析工具，而其應用方面有行銷問卷分析及運輸管理分析等等，均十分廣泛。

透過迴歸估算旅行時間之變異數，並利用ADVANCE計劃在1995年6月6日至7月11日之車輛資料，檢定迴歸式中各參數是否具有顯著性，並估算各參數值 (Sen, 1997)。(Rice, 2004) 該研究的方法是源自歷史資料的觀察，發現當前狀況的旅行時間與未來的旅行時間之間存在線性關係。線性關係中的斜率和截距也許會因為一天中的時間而改變，但其線性仍存在。此研究是用時間變異係數來作線性迴歸，再利用這些資料來預估旅行時間。

四、模式建構與驗證

經由前述資料庫建立與處理確定後，即可確立所蒐集探針車資料紀錄之來源，故可對於所建立之探針車資料庫進行資料挖礦，於本章節中，首先驗證依據該資料庫計算出之，是否正確可信，以期能夠驗證說明配送旅行時間之準確度，對於探針車所紀錄的資料進行配送旅行時間之模式構建與驗證，進而確認配送旅行時間變數之間的影响與關係。

4.1 配送旅行時間資料之驗證

為驗證依據該資料計算出之配送旅行時間，是具有準確度，本研究另選取在某客運上裝有數位式行車紀錄器(數位式行車紀錄器具有資料傳輸與管理之方便性，並可減少人為誤判，同時兼具擴充性、整合性及可依不同需求記錄不同組合之資料等多項優點)之資料作為驗證比較。

(一) 路段行駛速率資料之選取

選取某客運在 2009/01/07 其公車上裝有數位式行車紀錄器之資料(數位式行車紀錄器之資料每隔 0.5 秒就回傳一筆資訊並紀錄於資料庫中，而本研究所使用的資料是每隔 15 秒蒐集 1 筆資訊並紀錄於資料庫中)，並相同選取本研究資料庫於 2009/01/07 之探針車資料作為比較，為使數位式行車紀錄器之資料每隔回傳秒數與本研究物流探針車資料每隔回傳秒數相同，故透過 Visual Basic 程式改寫，使其兩者秒數相同。

(二) 配送旅行時間資料之驗證

運用 SPSS 之中 t 檢定，對 2009/01/07 一天資料進行之驗證，在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下，結果顯示 $F=0.258 > F_{0.05}$ ，且顯著性為 $0.635 > \alpha=0.05$ ，故不顯著(如下表 1)，因此模式接受 $H_0: \mu_0 = \mu_1$ (μ_0 為探針車車資料， μ_1 為數位式行車紀錄器之資料)之假設，表示本研究之探針車資料與某客運數位式行車紀錄器之資料是沒有差異的，且具有一致性。

表 1、獨立樣本 t 檢定

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)
假設變異數相等	0.258	0.635	0.988	1344	0.315
不假設變異數相等			0.995	1111.868	0.333

由表 1 驗證得知，故本研究探針車資料計算出之路段行駛速率，是具有可信、準確度。

4.2 配送旅行時間資料之設定

依據前節配送旅行時間之驗證結果，可以發現本研究運用配送旅行時間之資料來作為模式建構，可信度、準確度均高，故進一步對配送旅行時間規劃模式進行構建。

(一) 變數選取

以南下路段資料庫 2008/08/01~2008/08/15 共 15 天之 1,277 筆資料做為變數選取來源，而南下路段資料庫當中有車機序號、車輛序號、WGS84 經緯度、速度、方向角、回報編號來源、回報編號、車機回報時間、進入資料庫時間、TWD 97 經緯度、星期、時段、路段行駛速率、秒差等主要欄位資料項目，選取其中路段平均行駛速率、旅行時間、速度，作為迴歸模式初步輸入之預測變數。

(二) 模式設定

將設定模式中之變數為自變數或依變數，基於此部分所探討之目的，本研究將配送旅行時間作為依變數(Y)，將路段行駛速率、星期(平日/假日)和時段作為自變數(X)，由於星期(平日/假日)和時段為類別變數，故先須編碼成虛擬變數，時段一效果變項至時段六效果變項，編碼分別為 0 或 1，而效果交互項一至效果交互項六之變數部份，依星期(平日/假日)相乘效果交互項一至效果交互項六，編碼分別為 1 或 -1，以此建立多元線性迴歸式。並分別構建多元線性迴歸式。迴歸模式架構如下：

$$\text{模式： } Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_k + \varepsilon$$

表 2、模式設定各項變數意義

變數符號	變數意義
Y	配送旅行時間
X_1	路段行駛速率
X_2	星期(平日/假日)
X_3	時段一效果變項
X_4	時段二效果變項
X_5	時段三效果變項
X_6	時段四效果變項
X_7	時段五效果變項
X_8	時段六效果變項
X_9	效果交互項一
X_{10}	效果交互項二
X_{11}	效果交互項三
X_{12}	效果交互項四
X_{13}	效果交互項五
X_{14}	效果交互項六

(三) 模式校估

在迴歸模式中，最容易發生預測變數間具有高度相關，即共線性問題的產生，如此將會使迴歸模式出現不合理的現象，如相關係數正負符號不合或是估計值不穩定等問題，將嚴重影響迴歸結果。在共線性檢定中，可由變異數膨脹因素(Variance Inflation Factors, VIF)、容忍值(Tolerance)等方面進行判斷。若變數間具有共線性問題，其變異數膨脹因素的極大值將大於 10，允差的極小值將小於 0.1，表 3 為共線性判斷之準則。而共線性問題為程度上嚴重與否，通常多以變異數膨脹因素或是容忍值作為判定參考。

表 3、共線性判斷之準則

判斷數值	數值大小
變異數膨脹因素(VIF)	>10
允差(即容忍值)	<0.1

表 4、共線性統計量之判斷

共線性統計量		
變數	允差	變異數膨脹因素(VIF)
路段行駛速率	0.738	1.354
星期(平日/假日)	0.926	1.080
時段一效果變項	0.495	2.019
時段二效果變項	0.444	2.252
時段三效果變項	0.498	2.008
時段四效果變項	0.533	1.876
時段五效果變項	0.446	2.241
時段六效果變項	0.474	2.112
效果交互項一	0.534	1.874
效果交互項二	0.451	2.219
效果交互項三	0.496	2.014
效果交互項四	0.528	1.894
效果交互項五	0.470	2.129
效果交互項六	0.478	2.093

由表 4 看出共線性統計量之判別，允差越接近 0 表示共線性大，而本研究之模式無共線性問題，故將模式之構建為： $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_{14}X_{14}$

4.3 模式建立

本研究運用 SPSS10.0 版來建立迴歸模式，迴歸模式中選擇變項的方法有強迫進入法、向前選取法、向後選取法以及逐步迴歸法，由於本研究模式重點在於釐清研究變數間關係，以及如何對於依變數的變異提出一套具有最合理解釋的迴歸模式，且藉由迴歸模式之建立，得以發展出一套對於依變項的預測系統。且因本研究有類別變數，故用多元迴歸之階層分析法，並觀察模式中：判定係數 R^2 值，判定係數之意義相當於總變異中可被解釋之百分比，為模式配適度之指標， F 值 (F-test) 判定是否具統計意義，以及各項變數係數之 t 值是否顯著，以構建與檢定迴歸模式。 F 檢定值係檢定迴歸方程式，所有之係數是否有穩定性，亦即對迴歸方程式之適合度適切性大小；說明如下：可以看到表 5 模式 1，判定係數 R^2 值為 0.960，表示整各迴歸模式總共解釋依變項的 96.3%。

表 5、多元線性迴歸模式之 R^2 分析

模式	R	R^2	估計的標準誤
1	0.980	0.960	3.9911

在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下，在表6模式中之 F 值檢定結果 $F=2139.461 > F_{0.05}$ ，顯著性 $=0.000^*$ ，因此模式拒絕 H_0 之假設，故表示該模式皆具有統計上之意義。

表 6、模式之變異數分析

模式 I	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
迴歸	477105.497	14	34078.964	2139.461	0.000*
殘差	20118.029	1263	15.929		
總和	497223.527	1277			

迴歸係數檢定之目的在檢定各個迴歸係數是否為零，若有顯著性，則表示該係數及其對應之解釋變數，可以解釋其對因變數之影響，一般採用t分配檢定之，說明如下：在 $\alpha=0.025$ 的顯著水準下，模式中之t值檢定結果，B之估計值皆不為零，因此模式拒絕 H_0 之假設，故表示該模式皆具有統計上之意義。所以代表本研究使用多元迴歸模式進行實證估計是適當的，推估出之道路服務水準模式是有說服力。

表 7、模式之係數分析

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
常數	319.033	1.504		212.149	0.000
路段行駛速率	-2.275	0.015	-1.018	-147.591	0.000
星期(平日/假日)	1.424	0.898	0.031	1.585	0.113
時段一效果變項	-0.005669	0.998	-0.001	-0.057	0.955
時段二效果變項	-0.735	1.015	-0.014	-0.724	0.469
時段三效果變項	-3.061	1.013	-0.053	-3.020	0.003
時段四效果變項	-3.431	0.983	-0.063	-3.490	0.001
時段五效果變項	-4.205	1.025	-0.079	-4.103	0.001
時段六效果變項	-2.940	1.003	-0.057	-2.932	0.003
效果交互項一	-0.887	1.181	-0.010	-0.751	0.453
效果交互項二	-2.934	1.121	-0.052	-0.261	0.009
效果交互項三	-0.549	1.134	-0.008	-0.484	0.628
效果交互項四	-1.407	1.098	-0.023	-1.282	0.200
效果交互項五	-0.584	1.123	-0.010	-0.520	0.603
效果交互項六	-2.506	1.109	-0.044	-2.260	0.024

4.4 模式驗證

平均絕對值誤差率為相對數值，不受測量值與預估值單位與大小之影響，能夠客觀得獲得估計值與評估值間之差異程度，其值越小表示迴歸式所預測的配送旅行時間與實際配送旅行時間差異越小，模式的預測能力越佳，換句話說，平均絕對值誤差率主要是用以衡量預測值與實際值的離散程度，其離散值越小，也就是越接近於零時，其預測能力越好。其公式如下所示：

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{I=1}^N \left| \frac{Y(I) - Y'(I)}{Y(I)} \right| \times 100\% \quad (5.1)$$

其中， $Y(I)$ ：實際值
 $Y'(I)$ ：預測值
 N ：樣本數

Lewis將模式預測能力分為四個等級，如表8所示

表 8、平均絕對值誤差率之預測能力等級表

MAPE	<10%	10%—20%	20%—50%	>50%
預測能力	高精確度預測	良好的預測	合理的預測	不正確的預測

資料來源：Lewis

均方根誤差可以有效的將誤差量及其相關性客觀的表達出來，亦可代表觀測值與預測值或推算值的誤差量，其值若越接近零，則代表迴歸式的準確性較高。其公式如下所示：

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{I=1}^N \left(\frac{Y(I) - Y'(I)}{Y(I)} \right)^2} \times 100\% \quad (5.2)$$

其中， $Y(I)$ ：實際值
 $Y'(I)$ ：預測值
 N ：樣本數

本節將利用平均絕對值誤差率和均方根誤差來判斷各路段之迴歸式之準確性及預測能力。由表5.6當中可以得知，星期一且時段二、星期一且時段三、星期一且時段五之迴歸式的MAPE和RMS皆低於10%以下，而星期六且時段二、星期六且時段三、星期六且時段五之迴歸式的MAPE和RMS皆低於10%以下，以上六個迴歸式依照Lewis所定義的預測模式四個等級，皆屬於高精確度預測，而星期一且時段五的MAPE為10.79%和RMS為11.32%，但其值皆不高，皆界於10%—20%中間，依照Lewis所定義的預測模式四個等級，可以說此迴歸模式屬於良好的預測，星期六且時段六，其MAPE和RMS也皆界於10%—20%中間，可以說此迴歸模式屬於良好的預測，故由上述之瞭解，可以說各迴歸式皆可使用且具有良好甚至到高精確度之預測能力。

表 9、迴歸式之各星期與時段 MAPE 與 RMS 一覽表

條件	%	MAPE (%)	RMS (%)
星期一旦時段二		4.87	5.37
星期一旦時段三		5.57	5.83
星期一旦時段五		10.79	11.32
星期一旦時段六		6.00	7.24
星期六且時段二		3.71	5.27
星期六且時段三		6.65	7.15
星期六且時段五		5.44	5.84
星期六且時段六		11.65	12.88

五、結論與建議

配合 ITS 軟硬體建設與技術演進，目前使用探針車進行旅行時間與道路服務水準評估之相關研究與日俱增，未來臺灣在全面推動 ETC 後，探針車資料更將會成倍速累積，如何在大量資料中透過空間資料挖礦方法粹取時空知識，將成為重要課題。

5.1 結論

本研究以大量、連續性之探針車資料，結合資料採礦之方法與技術，選取國道一號桃園內壢交流道至桃園中壢交流道之研究路段，經過嚴格資料篩選與處理流程後，利用多筆時空採樣資料，實際評估探針車於高速公路行駛之配送旅行時間，研究結果顯示透過較高時、空解像力之資料，不僅可有效區隔研究區內不同時段、不同日期類型的尖峰/離峰時間，而本研究之物流車輛配送旅行時間推估模式，經由嚴謹的檢定與驗證，可應用於車隊管理、貨物路線規劃之管理與控制上，在模式操作過程之中，可以透過更新每月之物流探針車蒐集資料，套用在本模式，可換算出另一參數值，進而來判斷出該月之實際旅行時間，藉由此模式適時地將即時而正確的交通資訊分析傳送給物流運輸營運業者。使業者可以掌握即時路況，有效地調派車隊；另一方面物流中心監控管理者亦可以透過交通管理策略之運用及交通資訊之發布，使駕駛得以避開擁擠路段、節省旅行時間與提高道路行駛速率；駕駛也可利用得到的即時資訊進行調整配送路線規劃，進而提升高速公路之道路服務水準，有助於高速公路之管理與控制，值得物流運輸業、國道客運業者和交通管理相關單位加以運用並參考。

5.2 建議

建議後續研究可針對以下幾點：1.增加時空採樣範圍與資料：增加更多物流探針車數量與探針車蒐集交通資訊的時間長度，將可同時提高時間與空間向度上之精度，且應加入其他月份資料，將時間軸拉長，應可提高精度，並解決部分時段

或路段資料不足之問題。2.投入更多時空因子：利用空間關聯法則，找出尖峰／離峰、時段、日期類型、節慶、事故、大雨、坡度、彎道等對服務水準之影響模式，探討影響物流車輛配送旅行時間之顯性與隱性因子，並利用空間資料挖礦所取得之知識，修正現行物流車輛配送旅行時間影響因子。

參考文獻

1. 尹相志 (2006), Microsoft SQL Server 2005 資料採礦聖經，學貫行銷股份有限公司。
2. 林豐博 (2001), 2001 年台灣地區公路容量手冊，交通部運輸研究所。
3. 黃守琮 (2005), 「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研究所碩士論文。
4. 彭遠凱 (2006), 「因應不同交通資訊需求下偵測器佈設位置之研究」，淡江大學運輸管理學系研究所碩士論文。
5. 莊忠儒 (2005), 「為提供先進旅行者資訊下之偵測器最佳佈設位置研究」，國立交通大學運輸科技與管理學系研究所碩士論文。
6. Bae, S. and Kachroo, P., “Proactive travel time predictions under interrupted flow condition” , *Vehicle Navigation and Information Systems Conference*, 1995, pp. 179-186.
7. Ester, M., Kriegel, H., and Sander, J. (1999), *Knowledge discovery in spatial databases*, 23rd German Conference on Artificial Intelligence, Germany.
8. Hellinga, B. and Fu, L. (1998), “Assessing Expected Accuracy of Probe Vehicle Travel Time Report” , *Journal of Transportation Engineering*, Vol.125, No. 6, pp.524-530.
9. Mennis, J. and Liu J.W. (2005), “Mining association rules in spatio-temporal data: an analysis of urban socioeconomic and land cover change” , *Transactions in GIS*, Vol. 9, No. 1, pp. 209-225.
10. Nanthawichit, C., Nakatsuji, T., and Suzuki, H. (2003), “Application of Probe Vehicle Data for Real time Traffic State Estimation and Short-term Travel Time Prediction on a Freeway” , *Transportation Research Board*, Washington, January, No. 1855, pp. 49-59.
11. U.S. (1998), *Department of Transportation, Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art*.
12. Sen, A., Thakariah, P., Zhu, X. Q., and Karr, A. F. (1997), “Frequency of Probe Reports and Variance of Travel Time Estimates” , *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 123, No. 9, pp. 290-297.
13. Tetsuhiro, I., Atsuahi, F., and Sorawit, N. (2005), “Evaluation of probe Vehicle system by using micro simulation model and cost analysis” , *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, pp. 2502-2514.