

在格位上機車行為預測模式之研究

A Study of Motorcycle Behavior Prediction Model in Cell Platform

范俊海(Chun-Hai Fan)¹

吳建霆(Chien-Tin Wu)²

朱德安(Te-An Chu)²

摘 要

國外機車甚少以至於對機車的行為研究不如汽車來的多，而台灣的駕駛環境則恰好相反，身為全世界機車密度最高的國家，對於機車車流的研究我認為已經比汽車來的重要，根據交通部統計，在民國 106 年 2 月，機車數量已經接近汽車的兩倍，所以汽機車共存的狀況是必然發生的。

如何建立一套模式可以更有效的預測機車在汽機車混合車流環境中的駕駛行為，機車在汽車車流中自由穿梭的駕駛型態，讓機車的推進模式有較為合理化的模擬平台，。機車的推行模式可分為兩種，縱向推進模式及橫向推進模式，而機車車流難以預測的部分在於橫向推進，因為機車的機動性過高，目前的預測模式皆難以預估，因為其變數太多，所以本研究希望能研究出一套較為準確地預測模式，運用多項式羅吉特來推估機車的駕駛行為，預測其推進模式，使汽機車混和車流模擬能更貼近現實情況。

關鍵字:格位理論、混和車流、機車行為、多項式羅吉特

Abstract

The motorcycle is not a main transportation mode in overseas countries, the development of traffic flow models in abroad has been confined only to automobiles. Very few studies focused in motorcycle traffic. As the world's highest motorcycle density of the country, study of the motorcycle is important than automobiles.

¹ 淡江大學運輸管理系副教授(聯絡地址:新北市淡水區英專路 151 號，
Email:chunhai@mail.tku.edu.tw)

² 淡江大學運輸管理系碩士班研究生

According to the statistics, the number of motorcycles are nearly double of the automobiles in the 106 th year of the "Republic Era". This phenomenon causes local traffic problems more complicated.

Building a model can forecast that the behavior of the motorcycles in mixed traffic flow, let the propulsion mode of the motorcycles has a more rational simulation platform. The motorcycle progress path on an excluded motorcycle way has been divided into two dimensions, i.e. longitudinal moving and traversal moving for its traffic model development. The traversal progress model, owing to its random overtaking behavior from either side of its preceding motorcycles, does not perform well to capture the actual traversal path of target motorcycles. The study use Logit Model to forecast that the behavior of the motorcycles in mixed traffic flow, and expect that the model can be explain to the mixed traffic simulation

Keyword: Cell Transmission Model, mixed traffic simulation, Logit Model

一、前言

1.1 研究動機

機車在台灣儼然是最主要的交通工具之一，機車變換多端的行為模式成為了嚴重的交通問題，台灣特殊的汽機車共存的駕駛環境，使機車駕駛在選擇路線前進時有了任意變換車道、超車、鑽縫、任意加減速等情況，為了能體現台灣機車駕駛的真實行為模式，是否會因為周圍鄰車影響決策行為，本研究在一般市區四線道道路，蒐集機車車流並預測行為模式，試著找出台灣機車駕駛特有的行進行為及駕駛習慣，希望能找出汽機車共存的駕駛環境下，機車駕駛是否會因為周圍鄰車而改變其駕駛行為，並為之探討。

1.2 研究目的

本研究目的可包刮下列幾點：

1. 探討機車駕駛在周圍有鄰車的形況下的行為決策模式。
2. 觀察某路段中自由車流機車行進行為。
3. 機車鑽縫行為是否會因為鄰車在周圍所在的位置不同，產生不同變化。

1.3 研究方法

拍攝某路段真實的車流的影片資料，將路段經計算後分割為若干格位，再將格子分別設定為相對座標點，以 500 毫秒(ms)為單位蒐集機車及汽車所有影像位

置座標，格子的大小經過詳細計算，以機車時速 30 公里為單位，計算機車一秒鐘所能行進之路段長，再依規則分隔路段並判斷座標，進而有了駕駛行為的依據可供分析。

蒐集數據逐一分析，將推進模式設定為變數，用統計軟體 SAS 建立多項式羅吉特模型，並設定安全距離、與鄰車距離，利用空間格為概念找出機車的推進方向，預測評估是否符合真實行為。

校估此模型是否具備預測能力，符合真實行為，探討所設定之參數是否妥當，並研究台灣獨有的機車駕駛行為特性。

二、資料蒐集

2.1 車流拍攝地點

本研究選定台北市承德路七段為主要拍攝路段，該路段為四線道市區道路，且該路段為連接淡水鎮與台北市的主要幹道之一，車流量大汽機車共存的狀態會隨時發生，並在承德路七段路橋上進行拍攝作業，時間為上午 9 點到 11 點，如圖 1、圖 2 所示。



圖 1 現場拍攝畫面



圖 2 大量機車行駛畫面

2.2 制定位置座標

為了使影片中的車流資料得以分析，本研究依循下列步驟，並利用人工識別等方法取得大量樣本數。

1. 取一透明投影片固定貼於螢幕上
2. 將投影片依空間道路比例，分為縱向座標 X 軸及橫向座標 Y 軸。
3. 縱向座標 X 軸訂定標準，根據交通法規，平面道路沒有明文規定「距離」是多少，但根據資料一般台灣機車車寬為 1-1.5 公尺左右，與鄰車安全距離應維持一個車寬以上，所以將 X 軸座標分為每一公尺畫一觀測隔線。
4. 橫向座標 Y 軸訂定標準，根據本研究制定的車流速度評判依據，將一般機車自由車流速度為 30km/hr，所以每秒行駛距離應為 12m/sec 以上，再加上安全距離，所以將 Y 軸設定每 13 公尺畫一觀測隔線，參見圖 3。

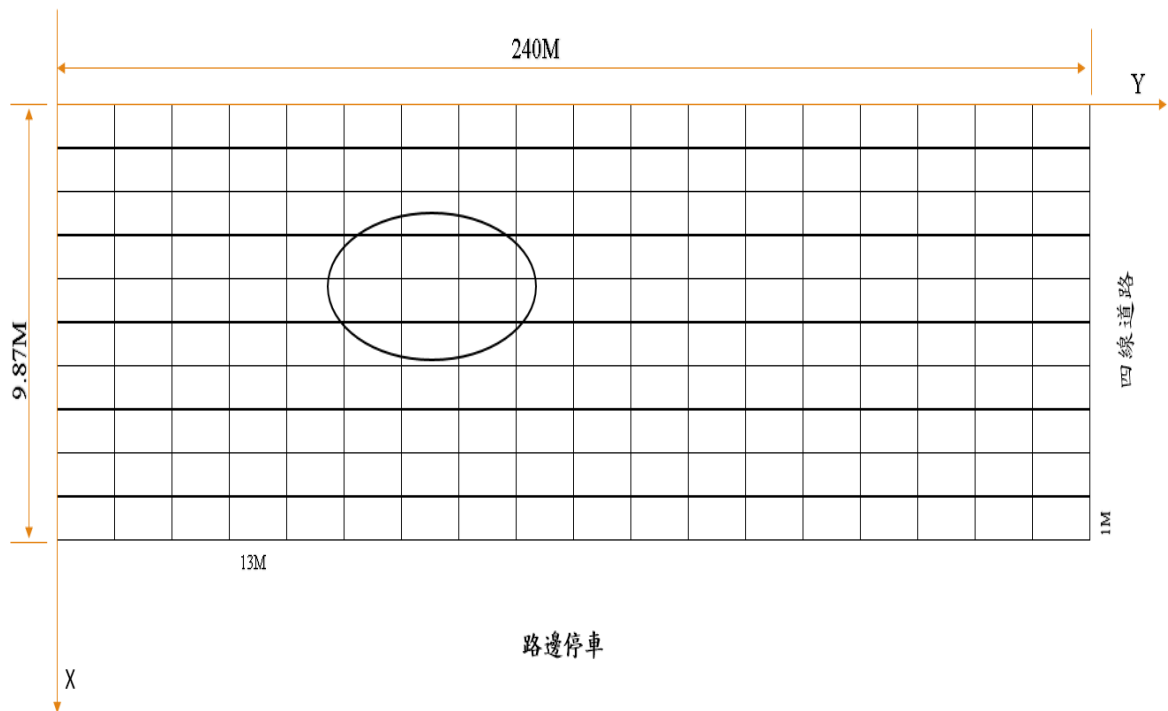


圖 3 路面座標分割圖

5. 每半秒逐一播放。
6. 判斷每半秒所有行駛車輛於每個座標點的二維座標。
7. 判斷並刪除不適用之樣本，如速度過慢、路邊停車，中途駛入、駛出等。

2.3 座標點判斷及數據匯入

將格位設定成相應的相對座標，將機車前輪前端設為判斷標準點，汽車及公車左右占據空間設為判斷標準點，將占據格位座標每半秒的移動情況逐一記錄，作標點以代號 C、B、M，分別代表汽車、公車及機車，將蒐集的大量作標點紀錄至 EXCEL 中，如圖 4。

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|------|--------|---|----|-------|-----|---|----|-------|-----|---|----|--------|-----|---|----|
| 1 | TIME | NO. | X | Y | TIME | NO. | X | Y | TIME | NO. | X | Y | TIME | NO. | X | Y |
| 2 | | 0 M1 | 9 | 17 | 1.0.0 | M14 | 7 | 10 | 2.0.0 | C21 | 6 | 15 | 2.20.0 | M30 | 3 | 13 |
| 3 | | C1 | 7 | 18 | | M15 | 8 | 8 | | | 5 | 15 | | M31 | 3 | 12 |
| 4 | | | 5 | 18 | | C6 | 7 | 15 | 2.0.5 | | | | | M32 | 1 | 11 |
| 5 | | C2 | 3 | 17 | | | 5 | 15 | | C21 | 6 | 15 | | M33 | 4 | 9 |
| 6 | | | 1 | 17 | | B1 | 4 | 17 | | | 5 | 15 | | M34 | 2 | 9 |
| 7 | | C3 | 7 | 14 | | | 1 | 17 | 2.1.0 | C21 | 7 | 16 | | M35 | 5 | 8 |
| 8 | | | 5 | 14 | | E2 | 8 | 18 | | | 5 | 16 | | M36 | 2 | 8 |
| 9 | | C4 | 7 | 13 | | | 5 | 18 | | C22 | 2 | 8 | | M37 | 1 | 15 |
| 10 | | | 5 | 13 | 1.0.5 | | | | | | 1 | 8 | | M38 | 3 | 10 |
| 11 | | B1 | 4 | 14 | | M14 | 7 | 10 | 2.1.5 | C21 | 7 | 17 | | C24 | 7 | 11 |
| 12 | | | 1 | 14 | | M15 | 8 | 9 | | | 5 | 17 | | | 5 | 11 |
| 13 | | 0.5 M1 | 9 | 18 | | C6 | 7 | 15 | | C22 | 2 | 9 | 2.20.5 | M30 | 3 | 15 |
| 14 | | C2 | 3 | 17 | | | 5 | 15 | | | 1 | 9 | | M31 | 3 | 13 |
| 15 | | | 1 | 17 | | B1 | 4 | 17 | 2.2.0 | C22 | 2 | 9 | | M32 | 1 | 12 |
| 16 | | C3 | 7 | 15 | | | 1 | 17 | | | 1 | 9 | | M33 | 4 | 10 |
| 17 | | | 5 | 15 | | E2 | 8 | 18 | | C23 | 6 | 8 | | M34 | 2 | 10 |
| 18 | | C4 | 7 | 13 | | | 5 | 18 | | | 4 | 8 | | M35 | 5 | 9 |
| 19 | | | 5 | 13 | 1.1.0 | M14 | 7 | 11 | 2.2.5 | C22 | 2 | 10 | | M36 | 2 | 10 |
| 20 | | B1 | 4 | 14 | | M15 | 8 | 10 | | | 1 | 10 | | M37 | 1 | 17 |
| 21 | | | 1 | 14 | | C6 | 7 | 15 | | C23 | 6 | 9 | | M38 | 3 | 11 |

圖 4 資料紀錄型式

2.4 空間資料狀態匯入

逐一判斷每筆資料的行為模式，及移動時是否周圍有鄰車占據周圍空間，將機車行為分為四個行進變數，1.往左靠、2.往前、3.往右靠、4.速度低於時速 30，影響機車行為變數分為 X1、X2、X3、X4、X5，分別為佔據機車周圍的五個空間，也就是判斷機車行為是否會因為鄰車多寡而有所改變，如圖 5

| | |
|----|----|
| X1 | X2 |
| 機車 | X3 |
| X4 | X3 |

圖 5 變數設定位置圖

逐一觀察比對資料周圍五個空間內的鄰車分布，1:無車、0:有車，及行進方向，輸入 EXCEL，如圖 6。

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|---|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| 1 | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 9 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

圖 6 判斷鄰車位置空間是否有無車輛，1.無車、0.有車
機車前進方向變數共有三種選擇方式，如圖 7。

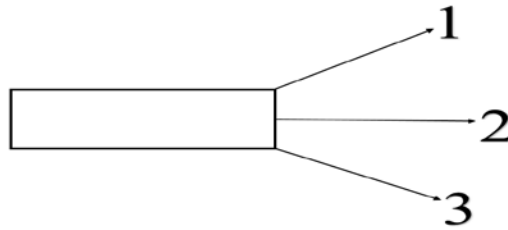


圖 7 機車行進選擇方向

最後將資料匯入帶入所建立羅吉特模式中。

本研究判斷機車行進時，如果時速維持 40Km/hr 以上的話，則偏移位置會因速度而改變甚大，所以不須做太細微的位置判斷，只需要用占據格位空間來看，機車在高速行駛時左右偏移的程度會受速度影響，此時再加入安全距離設定為 0.5 公尺左右，造就本研究所設定之格位大小。

三、模式建立

3.1 模式概念

呼應資料蒐集方式，將道路分為若干格位表示成道路占據的空間型態，假設機車周圍無鄰車，則機車駕駛可以選擇任一方向前進，但本研究主要目的就是假設在周圍有鄰車的情況下，駕駛行為會如何改變，預測台灣民眾駕駛機車時的行為決策，建立預測模式。

3.2 模式建立

$$Y_i = \ln \left[\frac{P(Y=i)}{P(Y=4)} \right] = \beta_{i0} + \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \beta_{i3}X_3 + \beta_{i4}X_4 + \beta_{i5}X_5 \quad , i=1,2,3$$

$$P(Y = i) = \frac{e^{\beta_{i0} + \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \beta_{i3}X_3 + \beta_{i4}X_4 + \beta_{i5}X_5}}{1 + \sum_{i=1}^3 e^{\beta_{i0} + \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \beta_{i3}X_3 + \beta_{i4}X_4 + \beta_{i5}X_5}}$$

其中， Y_i =方案 i 與方案 4 比較之函數， $i=1,2,3$;

$P(Y=i)$ =選擇 i 方案之機率;

β_{i0} =方案 i 常數項;

$\beta_{i1}, \beta_{i2}, \beta_{i3}, \beta_{i4}, \beta_{i5}$ =方案 5 個參數;

X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 =觀察位置狀態，0=無空間(有車)，1=有空間(無車)

3.3 參數校估

本研究利用 SAS 統計軟體建立多項邏輯斯迴歸模型，將所有變數均放入模式中，在針對 P 值進行變數檢定，將顯著變數($P < 0.1$)列入模式中，不顯著($P > 0.1$)

變數剔除。以下為參數校估結果：

| 最大概度估計值的分析 | | | | | | |
|------------|---|-----|----------|--------|---------|------------|
| 參數 | Y | 自由度 | 估計值 | 標準 | Wald | Pr > ChiSq |
| | | | | 誤差 | 卡方 | |
| Intercept | 1 | 1 | -13.7691 | 242.1 | 0.0032 | 0.9546 |
| X1 | 1 | 1 | 0.00119 | 0.444 | 0 | 0.9979 |
| X2 | 1 | 1 | 13.2085 | 242.1 | 0.003 | 0.9565 |
| X3 | 1 | 1 | -0.0922 | 0.2662 | 0.12 | 0.7291 |
| X4 | 1 | 1 | -1.1781 | 0.3466 | 11.5514 | 0.0007* |
| X5 | 1 | 1 | -0.8298 | 0.307 | 7.3048 | 0.0069* |

| 最大概度估計值的分析 | | | | | | |
|------------|---|-----|---------|--------|----------|------------|
| 參數 | Y | 自由度 | 估計值 | 標準 | Wald | Pr > ChiSq |
| | | | | 誤差 | 卡方 | |
| Intercept | 2 | 1 | -1.8966 | 0.3423 | 30.7033 | <.0001* |
| X1 | 2 | 1 | 0.2 | 0.1522 | 1.7271 | 0.1888 |
| X2 | 2 | 1 | 0.2922 | 0.1542 | 3.5933 | 0.058* |
| X3 | 2 | 1 | 1.5754 | 0.14 | 126.5815 | <.0001* |
| X4 | 2 | 1 | -0.0364 | 0.2032 | 0.0321 | 0.8577 |
| X5 | 2 | 1 | 0.3081 | 0.162 | 3.6176 | 0.0572* |

| 最大概度估計值的分析 | | | | | | |
|------------|---|-----|---------|--------|---------|------------|
| 參數 | Y | 自由度 | 估計值 | 標準 | Wald | Pr > ChiSq |
| | | | | 誤差 | 卡方 | |
| Intercept | 3 | 1 | -0.619 | 0.4523 | 1.8727 | 0.1712 |
| X1 | 3 | 1 | -0.8456 | 0.1848 | 20.9347 | <.0001* |
| X2 | 3 | 1 | 0.5044 | 0.2542 | 3.9367 | 0.0472* |
| X3 | 3 | 1 | 1.055 | 0.2166 | 23.7239 | <.0001* |
| X4 | 3 | 1 | -0.8426 | 0.2465 | 11.6872 | 0.0006* |
| X5 | 3 | 1 | -0.5004 | 0.2019 | 6.1444 | 0.0132* |

*表示 P 值<0.

| 模型配適統計值 | | | 檢定全域虛無假設：BETA=0 | | | |
|---------|----------|----------|-----------------|----------|-----|------------|
| 準則 | 僅限截距 | 截距和共變量 | 檢定 | 卡方 | 自由度 | Pr > ChiSq |
| AIC | 6121.638 | 5892.152 | 概度比 | 259.4862 | 15 | <.0001 |
| SC | 6139.49 | 5999.267 | 計分 | 265.7154 | 15 | <.0001 |
| -2 對數 L | 6115.638 | 5856.152 | Wald | 230.596 | 15 | <.0001 |

3.4 參數驗證

本研究模式可表示成：

$$Y_1 = \ln \left[\frac{P(Y = 1)}{P(Y = 4)} \right] = -1.1781X_4 - 0.8298X_5$$

$$Y_2 = \ln \left[\frac{P(Y = 2)}{P(Y = 4)} \right] = -1.8966 + 0.2922X_2 + 1.5754X_3 + 0.3081X_5$$

$$Y_3 = \ln \left[\frac{P(Y = 3)}{P(Y = 4)} \right] = -0.8456X_1 + 0.5044X_2 + 1.055X_3 - 0.5004X_4 - 0.3081X_5$$

$$P(i = 1) = \frac{e^{Y_1}}{1 + e^{Y_1} + e^{Y_2} + e^{Y_3}}$$

$$P(i = 2) = \frac{e^{Y_2}}{1 + e^{Y_1} + e^{Y_2} + e^{Y_3}}$$

$$P(i = 3) = \frac{e^{Y_3}}{1 + e^{Y_1} + e^{Y_2} + e^{Y_3}}$$

$$P(i = 4) = \frac{1}{1 + e^{Y_1} + e^{Y_2} + e^{Y_3}}$$

| Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 |
|---|----|----|----|----|----|
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

將 $X_1=1$ 、 $X_2=1$ 、 $X_3=1$ 、 $X_4=1$ 、 $X_5=1$ ，分別代入(1)、(2)、(3)式中，求得：

$$Y_1 = -2.01, Y_2 = 0.28, Y_3 = -0.63$$

再將其值分別代入(4)、(5)、(6)、(7)式中，求得

$$P(i = 1) = 0.0448, P(i = 2) = 0.4425, P(i = 3) = 0.178, P(i = 4) = 0.334$$

選擇機率較大值(0.443)方案 2，預測結果與實際資料相符。

| Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 |
|---|----|----|----|----|----|
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

| Y1 | Y2 | Y3 | 左前 | 前進 | 右前 | 降速 |
|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| -2.0079 | 0.2791 | -0.5991 | 0.044684 | 0.439822 | 0.182776 | 0.332719 |
| -1.1781 | -0.029 | -0.8416 | 0.113601 | 0.358407 | 0.15904 | 0.368952 |
| -2.0079 | -0.0131 | 0.7509 | 0.031674 | 0.232778 | 0.4997 | 0.235848 |
| -2.0079 | -0.0131 | 0.2465 | 0.03949 | 0.290223 | 0.376238 | 0.294049 |

將原始資料供 2838 筆帶入模式中求其預測率，預測方法如上述說明。預測結果共 2587 筆資料符合真實情況，其預測率為 91%，超過本研究設定之 85% 預測率，故代表此模式有相當程度之預測能力。

四、結論

本研究以格位方式詮釋機車行進方式，推進影響變數則是機車行進時周圍鄰車定義的五個空間，結果可以看出機車行進時大多往右前或右方前進，當左方有鄰車時會有很大的概率往右方前進，也就是說當機車騎士做行為決策時，無論鄰車為何都會先往右方作為最大考量，這可能是我國的機車規定是靠右行駛有關，會讓整個趨勢往右偏，考慮行進的行為決策，受鄰車影響的概率情形，就是本研究所探討的。

而模試驗證則有百分之 85 的預測率，探究的原因有可能是格位的設定還不夠準確，資料蒐集的方式可能還有許多瑕疵，但假設機車在高速行駛時，占據格位時的細微移動是否會影響整個模式趨勢的改變，本研究認為影響結果可能不會非常顯著，但本研究在預測車流行為時仍有一定的預測程度，對於機車行駛行為的預測確實有可行性。

參考文獻

周義華、陳天賜(1983)，「混合車流模擬方法之初步研究」，中國工程學刊，第 6 卷第 2 期。

黃國平(1983)，混合車流二維座標模擬模式之建立及驗證，臺灣大學土木工程研究所碩士論文。

范俊海、張正達(2012)，在臨近路口混合車流中機車運動推進模式之研究，101 年道路交通安全與執法研討會。

林育瑞(2002)，利用類神經網路構建機車車流模式之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文

Xiaojian Hu. , Wei Wang.(2012), "Haifei YangMixed traffic flow model considering illegal lane-changing behavior:Simulations in the framework of Kerner's three-phase theory." *2012 Elsevier B.V.Physica A*,391.502-51111.