

在臨近路口混合車流中機車運動推進模式之研究

范俊海 Chun-Hai Fan¹

張正達 Cheng-Ta Chang²

摘 要

過去研究機車推進行為中，觀察範圍多以道路路段為主，然而機車以中高速行駛於路段時較不容易觀察出機車真正之駕駛行為，因此唯有讓機車處於低速且道路狀況干擾多之情況下，才能使機車之特殊駕駛行為明顯發生。因此本研究以臨近路口且紅燈號誌為條件，並以格子的概念描述機車推進行為，最後考慮機車周圍之空間及心理因素之領地效應，構建出真實車流中機車運動推進行為之模式。模式結果顯示，導致機車改變方向之影響範圍以機車前方、右方及右前方為主；代表機車於本研究之條件下行駛時，會觀察這三個範圍內是否有其他車輛會影響本車，再決定下一步之推進行為；意謂著機車以前方及右前方作為推進方向的可能性較高。本研究將模式應用於預測機車鑽隙行為，其預測率為 83%。若摒除因駕駛者心理因素產生之特殊駕駛行為，則利用本模式預測機車鑽隙行為確實有其可行性。

關鍵詞：機車運動推進模式、格子、領地效應、多元邏輯斯迴歸

一、前 言

1.1 研究背景與動機

過去針對機車推進行為之研究中，觀察範圍大多以道路路段為主，然而機車以中高速行駛於路段時之駕駛行為大致上都因安全問題而與汽車雷同，例如跟車行為、變換車道行為、保持間距等，因而無法完整地觀察到機車的真正行為，例如鑽行。因此唯有讓機車處於低速且道路狀況干擾多之情況下，才能使機車之特殊駕駛行為慢慢浮現。故本研究選擇以臨近路口且紅燈號誌狀況下對機車進行推進行為之探討。

過去研究機車推進行為之方法中，大多以模擬方式進行，且影響變數不外乎偏向角、接受間距、速度等因素，這些變數僅能代表機車因外在因素而

¹ 臺灣淡江大學運輸管理學系副教授（聯絡地址：新北市淡水區英專路 151 號，電話：886-9-35545030，E-mail: chunhai@mail.tku.edu.tw）。

² 臺灣淡江大學運輸管理學系碩士班研究生。

改變其行為，卻無法完整地詮釋駕駛者因心理層面而影響其駕駛行為，因此本研究嘗試以心理因素之領地效應當影響變數針對機車推進行為進行探討，再利用格子的概念表示機車於空間上之狀態及推進的樣貌。

1.2 研究目的

1. 觀察臨近路口機車之推進行為。
2. 混合車流中，以臨近路口且紅燈號誌為條件，構建微觀機車運動推進模式。
3. 利用格子的概念表示機車推進行為，並加入領地效應之變數構建一推進距離之準則。
4. 探討應用模式預測機車鑽隙行為之可行性。

1.3 研究方法

本研究針對市區道路臨近路口作機車推進行為之現況調查，以高樓拍攝之方式進行資料取得。

經由拍攝後所取得的影片資料後，將其轉為靜態影像檔，再以 2frames/s 為單位對影像依序觀察，並以 PicPick 軟體擷取車輛之座標，且將其轉為實際座標，最後再以格子的概念將機車的位置放入其中，進而找出影響機車推進之變數以作為構建模式之依據。

接著針對影響機車推進之變數以 SPSS 軟體進行多元邏輯斯迴歸之參數校估。並利用空間概念與領地效應建構一符合邏輯之機車推進距離準則。

最後本研究嘗試以建構出的模式應用於預測機車鑽隙行為是否與真實情況相符，進而了解模式對鑽隙行為是否有其預測能力。

二、資料調查與分析

本研究之目的為構建機車運動推進模式，為了能掌握道路上每輛車每時點之位置變化及互動情形，故藉由高樓攝影方式記錄每台車於道路上座標之改變。

2.1 調查地點拍攝作業

本研究選定之拍攝地點位於臺北市忠孝東路四段東西向與敦化南路一段交叉口、復興南路一段南北向與八德路二段交叉口，且於道路旁之國際貿易

大樓（16樓）及惠國大廈（16樓）之頂樓進行架設攝影機拍攝作業，拍攝時間為下午4點到6點，拍攝畫面如圖1、圖2所示。



圖1 現場拍攝影像圖(忠孝敦化路口) 圖2 現場拍攝影像圖(復興八德路口)

2.2 擷取影像座標點

利用 PicPick 圖片編輯器軟體將樣本圖檔載入，接著使用軟體內建之十字線功能點取車輛座標點，如下圖3所示。由於汽車第四點無法被準確點取，因此汽車的部分只點取畫面中車頭右上方、車頭右下方、車尾左下方三個位置之座標點，如圖中直線箭頭所示；機車的部分，點取機車前輪、後輪兩個位置，如圖中曲線箭頭所示，若後輪位置無法準確點取，則於機車上任意點取一點足以表示機車方向之座標點。

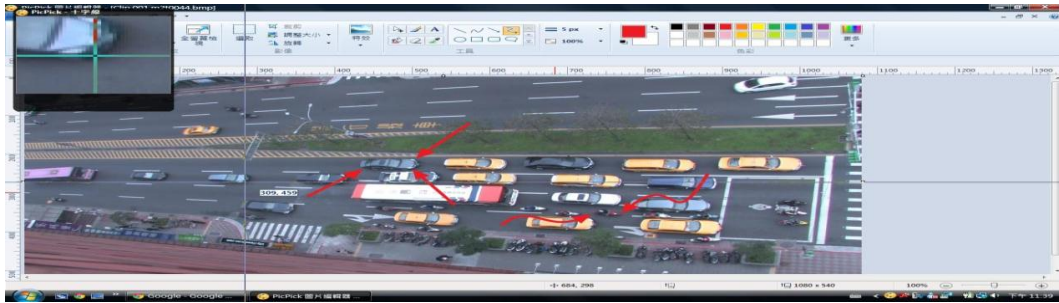


圖3 影像座標點擷取示意圖

2.3 汽機車空間座標點

由影像座標點點取、影像座標轉換公式得知汽車三點之真實座標，接著利用線段垂直向量內積為0之特性，進而求出第四點之座標位置。

機車已知的座標點只有前後兩點，這兩點座標不足以代表機車於道路之上空間位置，由於本研究假設每輛機車於道路之上空間大小皆相同，故必須先了解機車之長度與寬度後，再分兩部分求解出機車空間之四個座標點，因此本研究將利用這兩項數據配合兩垂直直線斜率相乘等於-1之特性求解出機車空間座標。

2.4 數據匯入

將點選之影像座標值輸入 EXCEL，資料中以 C、B、M 做為汽車、公車與機車之代號，而編號 1、2、3...N，則為進入觀察範圍之順序，如下圖 4 所示；當影像座標全部點取完畢，則將先前推導之影像座標轉換公式及汽機車空間座標點表示公式輸入 EXCEL，求出汽機車真實空間座標點以作為後續空間狀態輸出之用。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	忠孝敦化001(03:30-04:10)															
2			第一車號	1059	391	1056	443	358	431	360	393		車種	編號	1	B3(第3輛公車)
3			第二車號	1056	446	897	495	349	471	358	433		公車-B		2	C2(第2輛汽車)
4			第三車號	897	497	892	550	338	511	348	473		汽車-C		3	M1(第1輛機車)
5			第四車號	892	553	877	618	262	548	338	513		機車-M		N	
6																以此類推
7	0秒-0000															
8		NO.	機車前X	機車前Y	機車後X	機車後Y	右上X座	右上Y座	右下X座	右下Y座	左下X座	左下Y座	左上X座	左上Y座		
9		C1					773	397	772	422	688	422				
10		C2					558	402	555	425	497	425				
11		C3					830	447	828	474	747	471				
12		B4					644	492	643	520	565	514				
13		M1	1027	622	989	621										
14		M2	357	498	344	495										
15	0.5秒-0001															
16		NO.														
17		C1					836	397	835	424	746	422				
18		C2					614	400	613	427	549	426				
19		C3					862	448	860	474	778	472				
20		B4					713	498	711	525	629	519				
21		M1	1027	622	989	621										
22		M2	421	504	408	501										
23																

圖 4 EXCEL 數據匯入

2.5 空間狀態輸出

首先，設定格子的大小，設定的概念為心理學上之領地效應，即為機車於停等狀態時會因心理因素而刻意與前車或鄰車保持一特定距離，因此本研究將利用格子來表示這些距離。故經本研究調查與分析得知，機車停等時會與前車保持的平均距離值約 0.9 公尺、與左鄰車保持約 0.6 公尺、與右鄰車保持約 0.5 公尺。因此本研究將以 0.5 公尺作為一個最小方格之邊長。接著將 EXCEL 資料編排成以下格式，如下圖 5。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	忠孝敦化001(03:30-04:10)																				
2																					
3		NO.	右上X座	右上Y座	右下X座	右下Y座	左下X座	左下Y座	左上X座	左上Y座	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
4		C1	29.967	15.209	29.969	13.353	25.031	13.352	25.031	13.382	29.967	15.209	33.626	15.209	36.703	15.209	39.432	15.209	39.432	15.209	
5		C2	17.482	14.878	17.308	13.353	13.940	13.353	13.940	15.282	29.969	13.352	33.367	13.419	36.545	13.353	39.432	13.353	39.432	13.353	
6		C3	33.277	11.894	33.161	10.104	28.457	10.203	28.538	12.282	25.031	13.352	28.399	13.352	31.245	13.485	33.916	13.419	33.916	13.419	
7		C4	23.476	8.911	23.418	7.054	17.889	7.452	18.029	9.050	25.031	15.382	28.446	15.377	31.291	15.378	33.937	15.209	33.937	15.209	
8		M1	44.728	0.650	44.706	-0.067	42.851	-0.012	42.872	0.706	29.967	15.209	33.626	15.209	36.703	15.209	39.432	15.209	39.432	15.209	
9		M2	5.902	8.860	5.710	8.166	3.924	8.638	4.107	9.333	17.482	14.878	20.734	15.010	23.696	15.010	26.773	14.878	26.773	14.878	
10	0.5秒-0001																				
11		NO.																			
12		C1	33.626	15.209	33.567	13.419	28.399	13.352	28.446	15.377	17.308	13.353	20.676	13.286	23.638	13.154	26.715	13.154	26.715	13.154	
13		C2	20.734	15.010	20.676	13.220	16.960	16.952	15.132	13.940	13.353	16.960	13.286	19.747	13.220	22.534	13.154	22.534	13.154	22.534	
14		C3	35.135	11.828	35.019	10.104	30.257	10.237	30.311	12.153	13.940	15.282	16.992	15.132	19.779	15.133	22.534	15.000	22.534	15.000	
15		C4	28.483	8.313	28.397	6.723	21.605	7.120	21.747	8.830	17.482	14.878	20.734	15.010	23.696	15.010	26.773	14.878	26.773	14.878	
16		M1	44.728	0.650	44.706	-0.067	42.851	-0.012	42.872	0.706	33.277	11.894	35.135	11.828	37.284	11.828	39.004	15.209	39.004	15.209	
17		M2	9.618	8.462	9.435	7.768	7.640	8.241	7.823	8.935	33.161	10.104	35.019	10.104	37.810	13.177	39.830	13.177	39.830	13.177	
18	1秒-0002																				
19		NO.																			
20		C1	36.703	15.209	36.645	13.353	31.245	13.485	31.291	15.378	33.277	11.894	35.135	11.828	37.284	11.828	39.004	15.209	39.004	15.209	
21		C2	23.696	15.010	23.638	13.154	19.747	13.220	19.779	15.133	33.626	15.209	36.545	13.353	39.432	13.353	42.161	13.353	42.161	13.353	
22		C3	36.413	11.828	36.239	10.038	31.419	10.170	31.478	12.308	33.277	11.894	35.135	11.828	37.284	11.828	39.004	15.209	39.004	15.209	
23		C4	29.977	10.701	29.619	8.844	24.367	9.242	24.694	10.857	17.482	14.878	22.418	7.054	26.367	6.723	29.239	10.038	29.239	10.038	
24		M1	44.728	0.650	44.706	-0.067	42.851	-0.012	42.872	0.706	18.029	9.050	21.695	7.452	24.595	7.120	27.500	10.170	27.500	10.170	

圖 5 EXCEL 資料編排格式

利用 EXCEL 之插入圖表功能，將框起來的資料畫成帶有直線的 XY 散佈圖，再將 XY 座標軸之間距調為 0.5，即可得到機車各時點在空間上之交通狀態。如圖 6 所示。圖中大方格為汽車，小方格為機車。(註：由於點車過程中造成之誤差讓大方格有些形狀不為長方形，倘若方格形狀不影響資料擷取，則保留原始圖像進行下一步採樣之工作；若會影響資料的擷取，則修正大方格形狀使之趨於長方形並符合汽車所佔有的空間大小，接著方可進行下一步採樣之工作。)

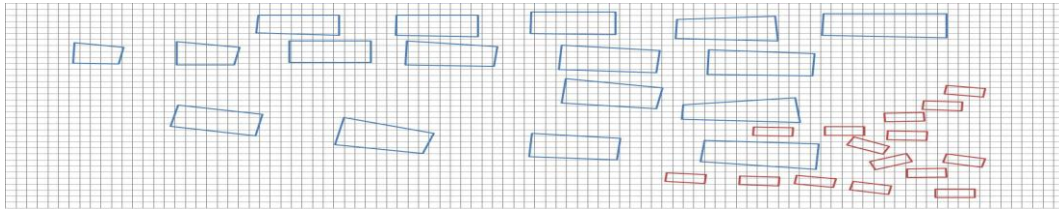


圖 6 汽機車空間狀態分佈圖

2.6 變數匯入

由於本研究以 0.5 公尺為方格之邊長，故討論影響推進方向之變數時將以 0.5 的倍數，也就是以格子數討論之。根據上一節提及之機車領地效應，機車停等時會與前車保持約 0.9 公尺、與左鄰車保持約 0.6 公尺、與右鄰車保持約 0.5 公尺，故前方距離約為左右方的兩倍，言下之意為觀察機車前方兩格、左右方各一格，但本研究考量到機車於行進時不會以領地效應的距離作為行車間距的依據，故觀察範圍再放大兩倍觀察之，如圖 7 所示。

由於機車行進時可能因視距問題提早得知前方交通狀況，進而提早改變行車方向，故本研究為了改善此問題，最後將觀察範圍再放大一倍，以避免上述問題的發生，因此本研究最終之觀察範圍如圖 8 所示。圖中之 14 個區域範圍是否被其他車輛佔有即是影響機車推進方向之變數。

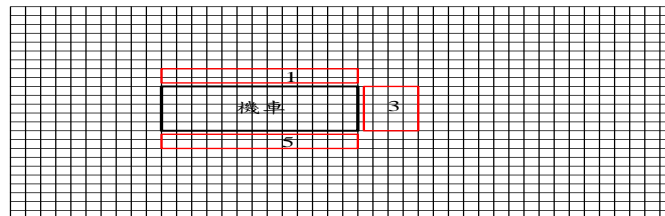


圖 7 預測觀察範圍圖

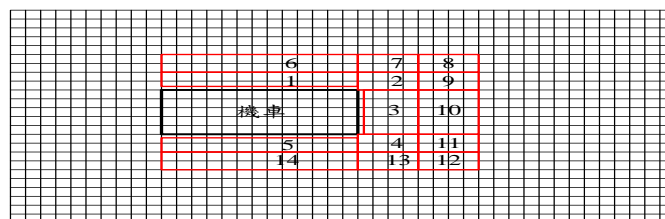


圖 8 最終觀察範圍圖

本研究欲得知結果為機車是否會因變數的影響而改變推進方向或選擇停止不動，若選擇改變方向，則有三種方案選擇，如圖 9 所示。

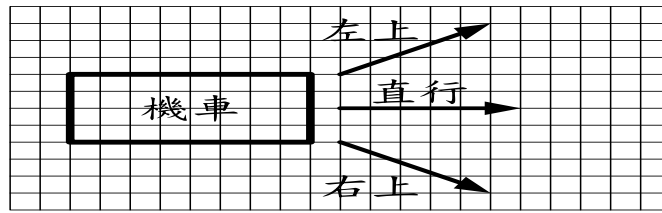


圖 9 機車選擇方向

最終，資料輸入 EXCEL 檔之格式如圖 10 所示。圖中 X1~X14 為上述提及之 14 個影響機車推進方向之空間範圍，若範圍內有車輛佔據則輸入 0，沒有則輸入 1。觀察方式為：若範圍 1 有車，則範圍 6 視為有車，若範圍 1 沒車，則必須再觀察範圍 6 是否有車；若範圍 2 有車，則範圍 7、8、9 皆視為有車，若範圍 2 沒車，則必須再分別觀察範圍 7、8、9 是否有車；若範圍 3 有車，則範圍 10 視為有車，若範圍 3 沒車，則必須再觀察範圍 10 是否有車；若範圍 4 有車，則範圍 11、12、13 皆視為有車，若範圍 4 沒車，則必須再分別觀察範圍 11、12、13 是否有車；若範圍 5 有車，則範圍 14 視為有車，若範圍 5 沒車，則必須再觀察範圍 14 是否有車；以上 14 個影響變數的資料皆輸入完畢後，則觀察機車改變的推進方向。方向的部分則輸入機車選擇的方案，選擇左上輸入 1、直行輸入 2、右上輸入 3，停止不動則輸入 4。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	方向
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
8	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	3
9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	3
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	3
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	3
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3
15	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
17	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3

圖 10 影像推進方向變數 EXCEL 檔

三、模式構建與驗證

3.1 模式概念

本模式利用格子的概念將道路分成一格一格之單位，而把機車表示成空間的型態，則機車在此道路上即佔據許多方格。假設機車周圍之方格為空，則代表機車周圍沒其他車輛，因此可隨意選擇方向進行推進；反之，若方格被佔據，則機車只能選擇空方格推進。由於每個人的駕駛型態不盡相同，則對於方格的解釋程度也不一致，因此本研究將利用格子的概念構建一個符合大眾行為的推進模式。方向選定後，本研究再利用影響推進距離之變數建立符合邏輯之限制式以完成整個機車推進模式之構建。

3.2 模式構建

根據上一章之分析，本研究將機車周圍劃分成 14 個觀察區域，則這 14 個區域即為影響機車推進之變數，而模式共有 4 個方案，本研究以第 4 個方案為參考變項，因此模式可表示成：

$$y_i = \ln \left[\frac{P(Y=i)}{P(Y=4)} \right] = \beta_{i0} + \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \beta_{i3}X_3 + \cdots + \beta_{i14}X_{14} \quad , i=1,2,3$$

$$P(Y=i) = \frac{e^{\beta_{i0} + \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \beta_{i3}X_3 + \cdots + \beta_{i14}X_{14}}}{1 + \sum_{i=1}^3 e^{\beta_{i0} + \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \beta_{i3}X_3 + \cdots + \beta_{i14}X_{14}}} \quad (1)$$

其中， y_i = 方案 i 與方案 4 比較之邏輯函數， $i=1,2,3$ ；

$P(Y=i)$ = 選擇 i 方案之機率；

β_{i0} = 方案 i 之常數項；

$\beta_{i1}, \beta_{i2}, \beta_{i3}, \cdots, \beta_{i14}$ = 方案 i 之 14 個參數；

X_1, X_2, \cdots, X_{14} = 觀察範圍之狀態，0 為範圍內有車，1 為範圍內無車。

另外，針對推進距離進行探討。本研究經影像觀察及資料分析後找出兩個影響推進距離(ds)之變數，分別為前方空間大小(Space)及領地距離(Te)。如圖 11 所示。

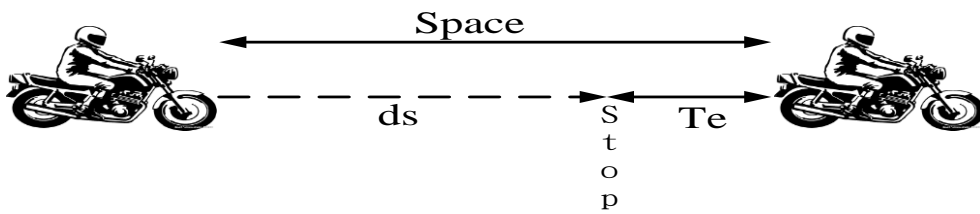


圖 11 機車推進距離關係圖

利用推進距離、前方空間大小、領地距離三者之關係建立一個符合邏輯之限制式如下：

$$ds = \begin{cases} Space - Te & , \text{ if } ds + Te > Space \\ ds & , \text{ if } ds + Te \leq Space \end{cases} \quad (2)$$

3.3 參數校估

本研究利用 SPSS 統計軟體進行多元邏輯斯迴歸之參數校估，由於校估過程所有變數均需全部放入模式中，因此參數校估後再針對 P 值進行參數檢定，參數檢定後將顯著變數 ($P < 0.05$) 留下並列入模式中，不顯著之變數 ($P > 0.05$) 則剔除。以下為參數校估結果：

表 1 方案 1 參數校估結果

方案	自變數	β 值	P 值	Goodness-of-Fit P-value	Pseudo R-Square
1	X1	15.572	0.982	Pearson: 0.997 Deviance: 1.000	Cox-Snell: 0.704 Nagelkerke: 0.872 McFadden: 0.741
	X2	7.328	0.987		
	X3	0.751	0.585		
	X4	-3.438	0.995		
	X5	0.420	0.742		
	X6	1.178	0.421		
	X7	2.798	0.030*		
	X8	2.911	0.023*		
	X9	4.431	0.002*		
	X10	2.444	0.189		
	X11	1.890	0.124		
	X12	4.271	0.994		
	X13	-1.075	0.475		
	X14	0.700	0.587		
	常數項	-32.268	0.969		

*表示 $P < 0.05$

表 2 方案 2 參數校估結果

方案	自變數	β 值	P 值	Goodness-of-Fit P-value	Pseudo R-Square
2	X1	1.281	0.582	Pearson: 0.997 Deviance: 1.000	Cox-Snell: 0.704 Nagelkerke: 0.872 McFadden: 0.741
	X2	-2.741	0.319		
	X3	18.364	0.000*		
	X4	12.061	0.944		
	X5	1.212	0.742		
	X6	1.178	0.366		
	X7	0.778	0.565		
	X8	0.620	0.672		
	X9	3.418	0.019*		
	X10	6.822	0.000*		
	X11	3.359	0.009*		
	X12	-10.338	0.952		
	X13	-0.352	0.816		
	X14	1.952	0.154		
常數項	-24.583	0.000*			

*表示 $P < 0.05$

表 3 方案 3 參數校估結果

方案	自變數	β 值	P 值	Goodness-of-Fit P-value	Pseudo R-Square
3	X1	0.418	0.859	Pearson: 0.997 Deviance: 1.000	Cox-Snell: 0.704 Nagelkerke: 0.872 McFadden: 0.741
	X2	-5.185	0.069		
	X3	1.806	0.224		
	X4	6.613	0.969		
	X5	3.332	0.019*		
	X6	0.365	0.811		
	X7	2.052	0.141		
	X8	1.857	0.211		
	X9	3.963	0.008*		
	X10	5.029	0.008*		
	X11	10.651	0.000*		
	X12	-10.251	0.952		
	X13	6.125	0.000*		
	X14	8.050	0.000*		
常數項	-17.393	0.000*			

*表示 $P < 0.05$

3.4 參數檢定

參數校估後，觀察各自變數所對應之 P 值，若 $P > 0.05$ 則代表其自變數對

方案無顯著性，可將之剔除；若 $P < 0.05$ 則表示自變數對方案有顯著性，需將之保留於模式中。

由上一節參數校估之 P 值得知，最後影響模式 1 之顯著變數為：X7、X8、X9；影響模式 2 之顯著變數為：X3、X9、X10、X11、常數項；影響模式 3 之顯著變數為：X5、X9、X10、X11、X13、X14、常數項。

3.5 模式檢定

本研究利用適配度(Goodness-of-Fit)統計量及類 R^2 指標(Cox-Snell R^2 、Nagelkerke R^2 、McFadden R^2)進行模式檢定。

第一部份，適配度統計量的 Pearson 顯著性 $p=0.997 > 0.05$ ，接受虛無假設（觀察次數與期望次數沒有差異）；離差(Deviance)顯著性 $p=1.000 > 0.05$ ，接受虛無假設；兩個適配度指標均呈現包含所有的自變數，故模型適配度良好。如表 4 所示。

表 4 配適度統計量

	顯著性
Pearson 相關係數	0.997
離差(Deviance)	1.000

第二部份，Cox-Snell R^2 值為 0.704、Nagelkerke R^2 值為 0.872、McFadden R^2 值為 0.741，表示自變數所構成的邏輯斯迴歸模型可以有效預測結果變項，其效果大小分別為 70.4%、87.2%、74.1%。效果值的大小乃根據實際結果變項的分數（0 或 1）及自變數的分數估算而得，其數值愈接近 1，表示模型的整體適配度愈佳。如表 5 所示。

表 5 類 R^2 指標

Cox-Snell R^2	0.704
Nagelkerke R^2	0.872
McFadden R^2	0.741

3.6 參數驗證

經參數校估、參數檢定、模式檢定過程後，本研究之模式可表示成：

$$y_1 = \ln \left[\frac{P(y=1)}{P(y=4)} \right] = 2.798X_7 + 2.911X_8 + 4.431X_9 \quad (3)$$

$$y_2 = \ln \left[\frac{P(y=2)}{P(y=4)} \right] = -24.583 + 18.364X_3 + 3.418X_9 + 6.822X_{10} + 3.359X_{11} \quad (4)$$

$$y_3 = \ln \left[\frac{P(y=3)}{P(y=4)} \right] = -17.393 + 3.332X_5 + 3.963X_9 + 5.029X_{10} + 10.651X_{11} + 6.125X_{13} + 8.050X_{14} \quad (5)$$

$$P(i=1) = \frac{e^{y_1}}{1 + e^{y_1} + e^{y_2} + e^{y_3}} \quad (6)$$

$$P(i=2) = \frac{e^{y_2}}{1 + e^{y_1} + e^{y_2} + e^{y_3}} \quad (7)$$

$$P(i=3) = \frac{e^{y_3}}{1 + e^{y_1} + e^{y_2} + e^{y_3}} \quad (8)$$

$$P(i=4) = \frac{1}{1 + e^{y_1} + e^{y_2} + e^{y_3}} \quad (9)$$

再將原始資料（忠孝敦化路口）代入模式中檢驗預測率，如下表 6 所示：

假設有一筆資料狀態為，

表 6 原始資料表

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	方向
1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2

將 X1=1、X2=0、X3=1、X4=0、X5=1、X6=1、X7=0、X8=0、X9=0、X10=1、X11=0、X12=0、X13=0、X14=1，分別代入(3)、(4)、(5)式中，求得：

$$y_1=0, y_2=0.603, y_3=-0.982$$

再將 y_1, y_2, y_3 代入(6)、(7)、(8)、(9)式中，求得：

$$p(i=1) = 0.24, p(i=2) = 0.43, p(i=3) = 0.09, p(i=4) = 0.24$$

故選擇機率較大值(0.43)之方案 2，預測結果與真實資料相符。

將原始資料（忠孝敦化路口）共 1342 筆代入模式中求其預測率，預測方法如上述說明。預測結果共 1254 筆符合真實情況，其預測率為 93%，超過本研究設定之 85%，故代表此模式有相當程度之預測能力。

3.7 模式驗證

將驗證資料（復興八德路口）共 1453 筆代入模式中驗證其預測率，驗證方法如 3.3.4 節所示。驗證結果共 1252 筆符合真實情況，故預測率為 86%，雖然準確率不及參數驗證時之 93% 來得高，但相較於本研究設定之可信程度 85% 而言，此模式驗證準確率也具有可信程度。

此驗證結果意謂著本研究假設之影響機車推進之變數皆具有相當程度之解釋能力，若將不顯著之變數剔除，則剩下的顯著變數，不論在資料分析上或真實車流中皆代表著與機車推進行為之關係密不可分，若將此關係以方格型態表示之，則如圖 12 所示。

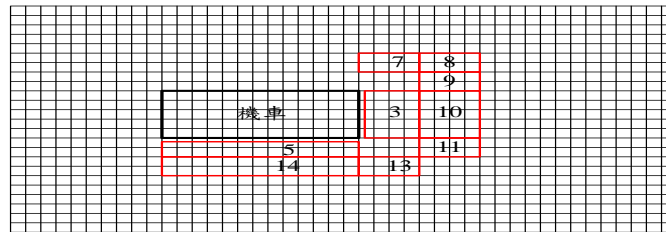


圖 12 顯著變數關係圖

四、模式應用

本小節將利用建構出的模式應用於預測機車行駛於道路上之行進方向是否與真實情況相符，進而瞭解本模式對於鑽隙行為是否有預測能力。

在此將提出案例進行討論，討論內容包含三個部份。第一部份，找出影像中發生鑽隙行為的機車，再將鑽隙過程與時間點以圖像方式呈現，為了避免過程圖像篇幅過多，因此本研究案例僅擷取過程中一小段行為（5 秒，共 11 張圖像。但礙於本次報告頁數之限制，故僅呈現 4 張圖像）作為模式應用之探討；第二部份，利用本研究提出之格子概念將此機車與周圍的車輛放入格子中，並觀察該機車前後 0.5 秒之行進方向變化與周圍車輛之影響狀態；第三部分則是將第二部分觀察的資料應用本研究構建之模式計算出選擇機率，進而探討機車於鑽隙過程中之各種狀態下的選擇結果是否與預測結果相符；經過三個部份探討後便可知本模式應用於預測鑽隙行為是否有其可行性。

第一部份



圖 13 第 0 秒鑽車位置示意圖



圖 15 第 1.5 秒鑽車位置示意圖



圖 17 第 3 秒鑽車位置示意圖



圖 19 第 4.5 秒鑽車位置示意圖

第二部份

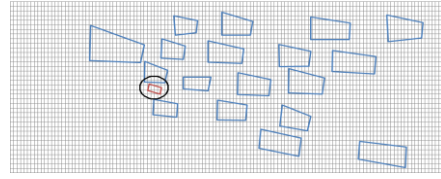


圖 14 第 0 秒鑽車狀態示意圖

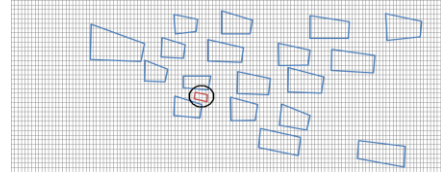


圖 16 第 1.5 秒鑽車狀態示意圖

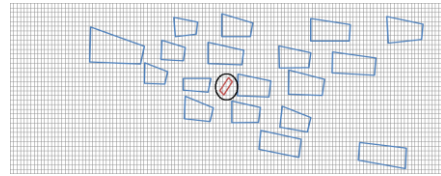


圖 18 第 3 秒鑽車狀態示意圖

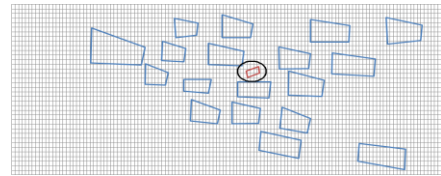


圖 20 第 4.5 秒鑽車狀態示意圖

第三部份：狀態 X1~X14 分別為本研究假設之 14 個機車周圍之空間範圍，0 代表有車，1 代表沒車。方向代表機車於某種狀態干擾下由原本的行進方向選擇改變為哪個方向進行下一步的推進，意思分別為：1 為左上方、2 為正前方、3 為右上方、4 為靜止不動。

表 7 模式應用案例

時間 (秒)	狀態														選擇 方向	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	實際 方向	預測 方向
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	3	3
0.5	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	3	3
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	3	3
1.5	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	3	3
2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	4
2.5	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	2
3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2
3.5	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	3	3
4	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	3	3
4.5	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	3	3

上述之案例有一處不符合現況，故預測率為 90%。本研究經過三個鑽隙行為案例共 30 個樣本討論後，其中有 5 個樣本不符合實際鑽隙情況，故將本模式應用於此行為之預測率大約 83%；進一步分析此結果得知，機車考慮是否鑽隙之原因以周圍空間大小為主要考量因素，其中以前方空間影響較為劇烈，左右兩邊則為其次；再者本研究針對不符合預測之情況解釋為駕駛人心理因素所產生之鑽隙行為，因此無法依循模式而正確判斷其結果，摒除少數上述之情況，利用本模式預測機車鑽隙行為確實有其可行性。

五、結 論

1. 本研究以臨近路口且紅燈號誌為條件構建機車運動推進模式；模式中以機車周遭之空間範圍作為影響推進之變數，再以格子的概念詮釋此行為；結果顯示，導致機車改變方向之影響範圍以機車前方、右方及右前方為主；代表機車於本研究之條件下行駛時，會觀察這三個範圍內是否有其他車輛會影響本車，再決定下一步之推進行為；意謂著機車以前方及右前方作為推進方向的可能性較高，此研究結果與觀察資料相符。
2. 本模式參數驗證預測率及模式整體驗證預測率分別為 93%、86%，代表本模式對於預測機車推進方向有較高之準確率，且有一定之可信程度，因此以本模式預測真實車流中機車推進之行為具有可行性。
3. 將本模式應用於預測機車鑽隙行為其預測率為 83%，若屏除因駕駛者心理因素產生之特殊駕駛行為，則利用本模式預測機車鑽隙行為確實有其可行性。

參考文獻

- 王文麟(1998)，交通工程學理論與實用，修正版，臺北：王文麟印製。
- 何佳娟(2001)，微觀汽、機車混合車流模擬之研究，交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 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。
- 林育瑞(2001)，利用類神經網路構建機車車流模擬模式之研究，成功大學交通管理學系研究所碩士論文。
- 許添本(1998)，「交通智慧化發展策略」，臺灣地區智慧型運輸系統推動策略研討會論文集。
- 陳天賜(1982)，公車站位長度對車流延滯影響之研究，臺灣大學土木工程研究所碩士論文。
- 陳世泉(1993)，混合車流中機車駕駛行為之分析，臺灣大學土木工程研究所碩士論文。
- 陳柏榮(1994)，高速公路微觀車流模擬模式雛形建立之研究，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
- 黃月貞(2003)，模擬微觀混合車流下幹道號誌連鎖策略之研究，交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 黃泰林(1995)，構建智慧型適應性網路號誌控制模式之研究，成功大學交通管理科學研究所博士論文。
- 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。
- Gazis, D. C., Herman, R., and Potts, R. B. (1959), "Car-Following Theory of Steady-State Traffic Flow," *Operations Research*, Vol. 7, pp. 499-505.

Lewis, R. M. and Michael, H. L. (1963), "Simulation of Traffic Flow to Obtain Volume Warrants for Intersection Control," *Highway Record*, No. 15, pp. 1-43.

Widemann, R. (1974), "Simulation de Strassenverkehrsflusses, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen," *Heft 8*, Universität Karlsruhe.