

第一章 緒論

1.1 研究動機

早期在車流的相關研究中，皆以一維座標的概念探討，但僅能對跟車的情形詳加分析，對於變換車道行為則無法描述，之後有黃泰林、許添本等人[14]引用二維座標的概念，使其對變換車道的行為能加以描述，而有了所謂橫向位移的產生。橫向位移的產生是由偏向角所導致，而偏向角的發生大部分來自於三種狀況，第一、車輛欲超車時而變換方向，第二、車輛行駛至路口時需作的轉向，第三、當車輛行駛時，為閃避障礙物改變方向而產生。在一般車輛行駛於道路時，除了以上所提的自主性偏向外，還有所謂非自主性的自然偏向，即車輛直行時，駕駛人的操控、車輛的性能甚至道路的平坦與否等因素，皆會影響車輛產生些微的偏向，即所謂的自然偏向，一般會將其忽略，視為直行。本研究中亦將調查資料中，單一機車行駛情形下之偏向作為自然偏向之參考用。

在車流的研究中，大致分為汽車車流、機車車流與混合車流三類。由於汽車的偏向不如機車來的頻繁且不像機車較無車道的概念，加上體積較大不易定義其基準點，而混合車流由於汽、機車雜夾，影響偏向的因素也較多較複雜，故本研究欲先針對影響因素較單純的純機車車流作偏向角的探討。在現有的機車相關文獻中，除了少部分有提到偏向角的概念外，大部分皆對其安全性作深入探討，如許添本與周玉如[6][9]曾在混合車流汽車防碰撞系統中使用偏向角的概念，發展一套適用於混和車流的防撞控制策略。而在車流方面，大部分直接以橫向位移與縱向位移來探討並無針對影響偏向角的因素加以著墨，本研究認為偏向角與車輛的縱向、橫向位移為一因果關係，故本研究欲嘗試針對偏向角的概念加以探討。

自從有人提出車流類似流體的概念後，日後以流體為基礎的車流模式漸漸增多，有鑑於此，本研究以車輛在流體中類似魚群在水中游為啟發，認為車輛行進時，有如魚類一般，由視覺蒐集資訊以做出行進的決策，故在魚體運動模式的研究中發現一篇針對偏向角為主的運動模式，符合本研究的概念，故藉此概念為基礎，以發展一套機車運動推進模式，藉以描述其運動狀態。

1.2 研究目的

機車的運動方式較無一定的規則可循，此部分一直是國內交通上無法掌控的問題之一，加上國外機車甚少且與國內的性質不相同，以致於引進的車流模式皆是以汽車車流為主，對於沒有跟車行為的機車而言幫助實為有限。本研究欲藉此

以加強瞭解機車在車流中的互動情形，且在經過深入探討後，根據其互動的情形，以得知其干擾狀況，亦可以利用此模式預測其運動軌跡，確認偏向角的準確性，進而求出最小超車安全間距，以作為交通工程上的依據。

1.3 研究方法

車流的相關研究，需實地的進行觀察，再由觀察中找出問題與可改善的空間，進而做進一步的探討。本研究亦先進行道路的觀察與拍攝，而拍攝的地點將選定在一機車專用道上，以便減低汽車干擾之因素。在拍攝後的資料，會先將其分類處理，進而作為構建模式之樣本，之後再將此模式進行統計檢定與驗證，以評估其適用性。

1. 資料取得

依所需的資料，選定其拍攝定點，由於本研究所針對的是機車專用道上的機車車流，故拍攝地點必須選擇在有機車專用道的道路上。大台北地區的機車專用道拍攝位置不易取得，故最後選擇之地點為在聯外橋樑上之機車專用道，在拍攝時段上，透過在聯外橋樑上的監視器進行連續錄影兩小時，再從中選取所需之樣本，以進行比對。

2. 資料處理

在經由拍攝後所取得的影片資料後，將其轉為靜態影像檔，再依最小單位時間，一一擷取其影像由電腦觀看，在螢幕上以投影片標示出其二維座標以利觀察及取得資料，由於本研究中所需要的資料為各車的速度、車間距與變換方向角度，故將以二維座標來進行推算，以作為構建其模式之輸出入資料。

3. 模式構建

在所觀察到的情況分類後，將所有可能影響的變數分為可控制與不可控制兩大類，其分類標準為在所調查的資料中，變數是否可由觀察或計算而得，其中不可控制變數部分，本研究將不列入探討範圍，而可控制變數部分則以讀取完之二維座標求其所需之各項變數，如速度、偏向角與相對距離等。在挑選機車運動推進模式中所需之變數時，先將所有自變數與應變數作相關的分析，從中選取較適合的變數，再觀察各選取之自變數與應變數所呈現之關係，對其進行參數校估，修正成符合本研究所需要的機車運動推進模式。

4. 模式驗證

研究中所有資料總共拍攝兩小時，主要將所拍攝的資料抽出兩個部分，一部份為 1 小時中所選取的樣本資料，作為模式參數校估用，另一部份為 15 分鐘所選取的樣本的資料，作為參數校估後模式驗證時所需的資料，以校估模式之正確性。

1.4 研究範圍

本研究針對單純機車車流且選定一段有分隔島之機車專用道，以避免汽車之干擾，達到所謂的「單純」機車車流行為。

1. 機車車流

由於機車體積小且機動性高，加上無車道概念，在偏向行為較汽車為頻繁，而在混和車流中，對機車偏向行為除了原先的影響因素外，又加上了汽車車輛對其的影響，為了將汽車車輛影響因素排除從而瞭解原先影響機車的因素，故本研究將僅針對單純機車車流作偏向角的深入研究。

2. 駕駛人特性

每一個駕駛人的特性不盡相同，如性別、年齡、體重等，加上拍攝過程中，拍攝的距離甚遠而無法得知其詳細資料，故本研究在駕駛人特性方面不作深入探討，且假設他們無顯著差異。

3. 駕駛人行為

每一個駕駛人在駕駛時的心理狀況不同，所呈現的駕駛行為也不相同。由於拍攝時並無法得知其心理層面，僅能單就外觀行為做觀察，故在此部分本研究亦暫時不列入研究範圍，並假設無明顯差異且均合乎理性。

4. 機車運動行為

本研究中所探討的機車運動行為，主要是針對單一機車與研究車周圍影響機車的互動行為兩部分，且其相對距離皆在 30 公尺內的情況下，第一部份用以觀察其單純的運動狀態，而在第二部分則因不同的影響情形所產生的運動狀態再細

分成五大類，故在研究中總共將機車運動行為分為六大類，分類與示意圖如下：

- A. 單一車輛(不受其他車輛影響)
- B. 左方有車(一輛)
- C. 右方有車(一輛)
- D. 左方有車(兩輛)
- E. 右方有車(兩輛)
- F. 左右方有車(各一輛)

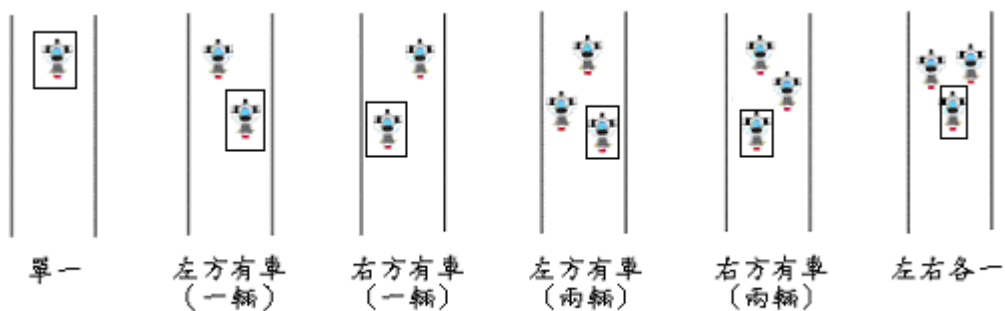


圖 1.4-1 機車運動行為分類圖

5. 車輛特性

機車性能大致可分為輕型與重型(包含 150c.c. 以上)兩大類，不過依道路車多路窄的狀況下，重型車所能行駛的速度，大部分的輕型車亦可達成，即在速度上並不會有太大差別，因此暫不考慮輕型機車與重型機車在性能上之差異，故在本研究中，針對其性能差異的部分，將視其性能為相同。

6. 道路特性

本研究的對象為機車專用道路段而非路口之車流行為，為避免受到上、下游路口的影響，導致機車因轉向因素而偏移，路段距上游約有超過 80 以上及距下游約有 120 以上的距離，故在此駕駛人將不會受到路口的影響。一般機車的超車行為多在 50 公尺內完成，為了能夠拍攝機車完成完整的超車行為，所拍攝之路段長約為 60 公尺。

7. 道路幾何

為了避免機車因道路為彎曲之道路而產生偏向，在所挑選的拍攝地點，為一直線的機車專用道，車道全長約 300 公尺，車道寬約為 2.5 公尺。專用道並有實

體分隔，故無車輛影響，由於為聯外橋樑，視野寬廣亦無任何視線障礙，路面稍有凹凸，但不造成坡度，固為一無坡度路段。

8. 周邊情形

由於專用道上可能有其他狀況發生與非機車車輛行駛，前者如機車拋錨，後者則有腳踏車、三輪車等行駛，若有此類情形發生，本研究中將不把此列入研究範圍內。

1.5 研究流程

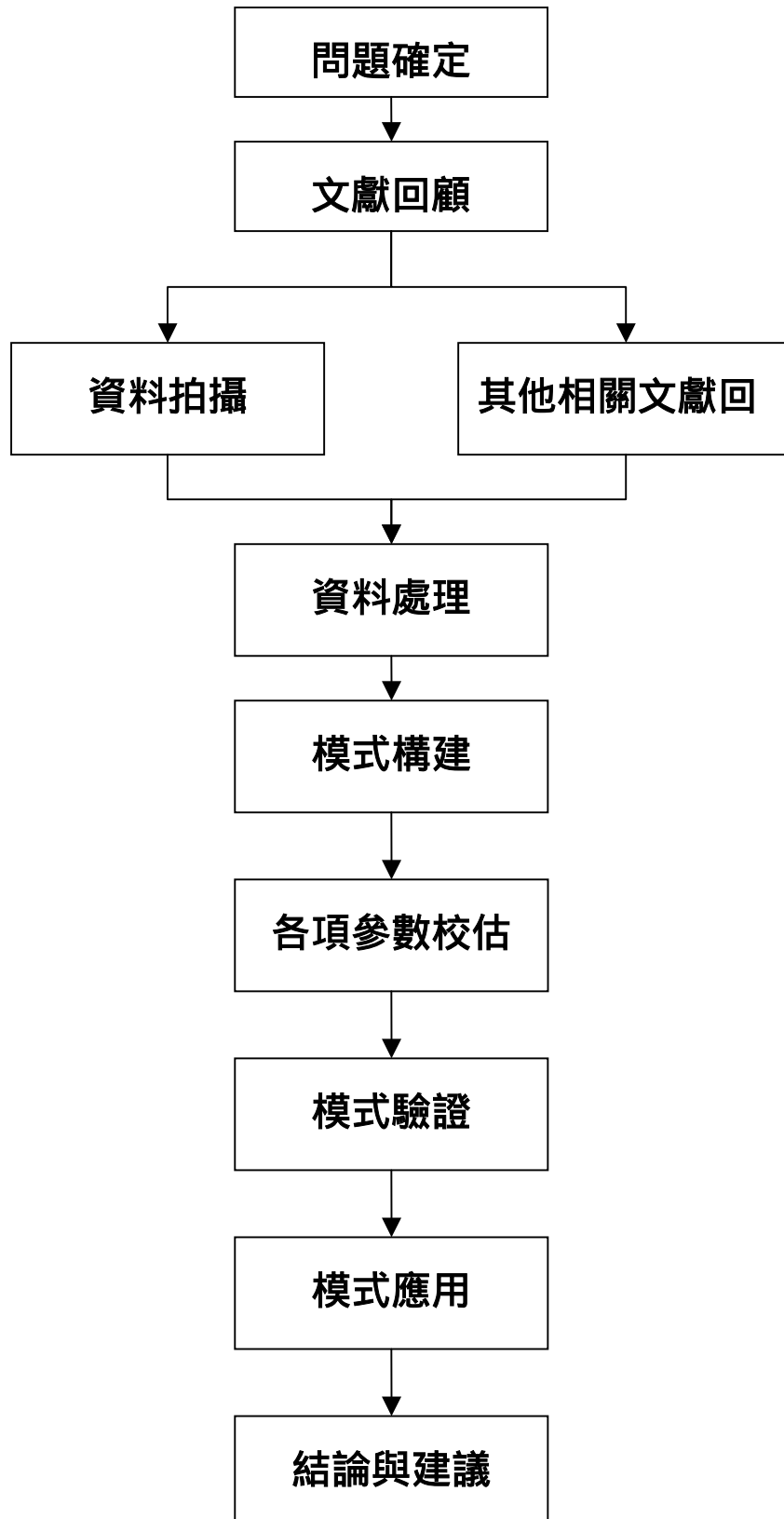


圖 1.5-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 車流理論

2.1.1 車流行為之研究方法

一般在研究車流行為的方法，大致可分為以下幾種[14]：

1. 現場控制之實驗 (Controlled Test-track Experiment)

現場控制之實驗重於蒐集較完整的車流資料，因此在測試場地的選擇上格外重要。但由於在人力、時間與成本的耗費均較高，且必須同時考慮不同駕駛人的反應行為，故較無法涵蓋全面性的車流行為。

2. 理論模式推導 (Theoretical Simulation)

利用先前蒐集之車流特性相關資料，在一定的假設條件之下，建立其理論模式，推導後的模式僅能解釋車流行為的狀態，對於個別車輛行為現象則無法描述。

3. 現場觀察 (Studies of Phenomena)

現場觀察僅能觀察車流之整體行為特性，在模式方面則無法構建，若要建立描述車流行為之模式，仍須蒐集相關資料。

4. 電腦模擬 (Computer Simulation)

利用先前蒐集相關的車流資料，建立其車流理論模式，之後撰寫程式以模擬真實的車流情形。而在車流模擬方面，依系統更新與模擬對象個別分類如下：

一、依系統更新

a. 事件掃描 (Event-Scanning)

僅針對事件發生加以處理，無事件發生則不加以處理。因此系統的掃描

時間並不固定

b. 時間掃描 (Time-Scanning)

系統每隔一段固定的時間，則掃描一次，並更新其屬性。當掃描的時間越短，越接近真實情形，一般車流皆採此方法。

二、依模擬對象

a. 巨觀模擬 (Macroscopic Simulation)

主要描述整體的車流行為，對於車輛行為則以密度、速率與流量來表達，並不針對個別車輛之行為加以描述。

b. 微觀模擬 (Microscopic Simulation)

主要針對個別車輛，其行為皆須加以描述，故在駕駛人的行為方面必須特別注意。

c. 中觀模擬 (Mesoscopic Simulation)

主要觀察對象為微觀之個別車輛，而在車輛的推進，則以巨觀之密度-流量-速率關係式表示。

2.1.2 跟車理論

所謂跟車理論即在探討前、後車之互動關係，亦即假設後車在行駛過程中，與前車保持一最小安全距離，此一最小安全距離需在發生緊急狀況時足以使後車及時煞停，不至於與前車產生碰撞。早期發展跟車理論是由 1950 年代的 Reuschel 和 Pipes 兩人，之後便有許多學者投入此方面的研究，如著名的通用汽車公司 (General Motors, 通稱 GM) 的研究群等人。本節將從早期著名的跟車理論一直到現代常用的跟車理論——作簡單的介紹。

一、Pipes 和 Forbes 理論

Pipes 主要是以安全距離的觀念來探討後車車速與相對距離間的關係，並將其公式化，如下：

$$d_{n+1}(t) = L_n + \frac{\dot{X}_{n+1}(t)}{10 \times 1.47} \times L_n$$

$d_{n+1}(t)$ ：後車與前車間距離(呎)

L_n ：車長(呎)

$\dot{X}_{n+1}(t)$ ：後車在 t 時間之速度(MPH)

Forbes 認為後車駕駛人在煞車前有一反應時間，而前車與後車之車間距的時間間隙(Time Gap)至少應大於或等於反應時間，才能安全的煞停，其模式如下：

$$h_{\min} = \Delta t + \frac{L_n}{\dot{X}_n(t)}$$

Δt ：反應時間(秒)

L_n ：車長(呎)

$\dot{X}_n(t)$ ：前車在 t 時間時之速度(MPH)

二、General Motors 模式(GM 模式)

GM 研究者先後發展了五代跟車模式，他們以刺激與反應的概念詳加探討，即後車駕駛人所受的刺激來自於前車對後車的相對距離與前車的加(減)速度，在後車駕駛人受刺激後決定於後車所表現的加(減)速度之行為。而在每一代與每一代之間都加以改良，最後得到第五代一般化之 GM 模式，模式如下：

$$\ddot{X}_{n+1}(t + \Delta t) = \frac{\alpha_{l,m} \left[\dot{X}_{n+1}(t + \Delta t) \right]^m}{\left[X_n(t) - X_{n+1}(t) \right]^l} \left[\dot{X}_n(t) - \dot{X}_{n+1}(t) \right]$$

$\ddot{X}_{n+1}(t + \Delta t)$ ：後車在 $t + \Delta t$ 時之加減速度

$\dot{X}_{n+1}(t + \Delta t)$ ：後車在 $t + \Delta t$ 時之速率

$X_n(t)$ ：前車在 t 時之位置

$X_{n+1}(t)$ ：後車在 t 時之位置

$\dot{X}_n(t)$ ：前車在 t 時的速率

$\dot{X}_{n+1}(t)$ ：後車在 t 時的速率

m, l ：駕駛人反應之敏感係數

$\alpha_{l,m}$ ：跟車模式係數

三、四大限制方程式[11]

主要假設在車流推進的過程中，前後車需保持一最小安全間距，使後車能安全的跟車行進或煞車，而不至於與前車發生碰撞。其說明如下：

1. 間隔限制(Spacing Restriction)

考慮路段在流量大時，車輛加速將受前車之影響，而使前車在遭遇緊急情況突然煞停時，也能及時煞車不與前車發生碰撞，兩車之間需保持一安全間距。其安全距離表示如下：

$$S = P + K_1 V_t + K_2 \frac{V_t^2 - V_t'^2}{2D} \times C$$

其中：

S ：安全間距

P ：前車有效車長(車輛實體車長加上停車時安全間距)

K_1 ：後車駕駛者反應時間

K_2 ：常數，當採 MKS 制恰為 1 公尺/秒

V_t ：後車車速

V_t' ：前車車速

D ：後車之平均減速率

當 $V_{t-1} > V_{t-1}'$ 時， $C=1$

$V_{t-1} \leq V_{t-1}'$ 時， $C=0$

2. 加速限制(Acceleration Restriction)

指車輛由於本身加速能力之限制，於單位時間內該車所能前進的作大距離 Z_a 。

$$Z_a = \frac{1}{2}[V_{t-1} + (V_t + A)]$$

其中：

A：在 V_{t-1} 速率下，正常加速率值

V_t ：車輛在 t-1 秒之速率

3. 停車限制(Stopping Restriction)

當公車欲停靠站、車輛於路口遇到紅燈或其他措施而須減速時，單位時間內所能行進的距離將受到限制。

4. 轉彎限制(Turning Restriction)

車輛於路口轉彎時，常分為兩個階段進行，為了避免離心力所造成的不舒適及傾覆的危險，第一階段先減速行駛，第二階段則為通過轉彎點後再加速行駛。

四、二維座標車流模擬模式

此模式最初發展的概念是由於國內混和車流中車輛參差不齊因而提出的，其基本的假設為機車在周圍環境與前面車輛並排的情況許可下，以正常加速度盡可能的往前推進。之後的研究者不但加入動態車長與車寬的概念取代傳統跟車理論的間隔限制，亦將此概念與直進限制、斜進限制、路寬限制、前進選擇邏輯等，來描述二維座標中車輛推進之現象。其主要概念整理如下[14]：

1. 車輛動態尺寸

所謂的「動態尺寸」是指車輛行進時，駕駛人感受到其他車輛之有效長度與寬度，亦可視為車輛所佔用道路面積之範圍。

a. 動態車長

二維座標車流模式是以車輛行進之動態車長來控制車輛之間隔距離，而動態車長則是依據跟車理論中「跟隨車輛在行駛過程中常調整其速率，使其能與前車保持一定之安全距離」之定義衍申而來的，通式如下：

$$PLL = PL(TYPE) + K \times V_t$$

PLL ：前車之動態車長
 $PL(TYPE)$ ：前車之靜態車長
 K ：後車駕駛人之反應時間
 V_t ：後車車速

b. 動態車寬

車輛行進時，相鄰車輛所必須保持之安全車寬稱之。

2. 車輛推進限制

在計算單位時間內，車輛在考慮以下的限制條件下，對於各路線所能推進的最大長度。

a. 最大偏向角限制

所謂「最大偏向角」是指車輛推進時，每單位時間所能偏向的最大角度。由於車輛行進時，偏向角度有一定之限度，進而定其最大偏向角之限制。亦有研究者推其回歸方程式，如下：

$$\theta_c = 0.361748 - 0.02925 \times V$$
$$\theta_m = 0.355028 - 0.01807 \times V$$

θ_c ：汽車

θ_m ：機車

V ：車速(公尺/秒)

b. 直進限制

所謂「直進限制」是指車輛推進時，其直行方向推進距離不得超過後車車頭與前車動態車尾間之距離 L 。當車輛在自由加速的情況下， L 大於單位時間所能推進的距離 Z_a 時，則車輛可沿直進方向前進，若相反時，則考慮其他推進路線。

c. 斜進限制

所謂「斜進限制」是指車輛斜進時，所能推進之最大縱向距離，其距離為後車車頭中心點與相鄰車道前車動態車尾中心點之距離。

d. 路寬限制

所謂「路寬限制」是指車輛推進時，不能超過路面邊緣與中央分隔線。

e. 推進路線選擇

所謂「推進路線選擇」是指系統求得車輛在各路線之推進距離後，駕駛人必須選擇一條路線來進行推進行為。

五、行為門檻模式

所謂行為門檻模式，其概念為當後車駕駛人認為前車與本身相對距離或速度不符合期望時，會以加速縮短其相對距離或是減速以拉開相對距離。亦可解釋為當前車與後車相對距離甚遠時，其後車駕駛人之行為與前車無關，但若前車與後車相對距離甚近時，後車駕駛則減速以拉開其相對距離而達到其可接受間距，之後若相對距離又拉開超過期望間距時，後車駕駛人又將加速以達期望。此一跟車過程處於微幅震盪調整其相對距離與速度差當中[19]。

1974 年，Wiedemann 曾將心理-生理間距(Psycho-Physing Spacing Model)模式的觀念引進微觀車流模式中，並以數學化構建其跟車決策模式(Car-Following Decision Model)，進而將車流狀況分為三個反應區：

1. 感知反應區 (Perceived Reaction)
2. 無意識反應區 (Unconscious Reaction)
3. 無反應區 (No Reaction)

經由以上三項門檻反應界限區隔後，在細分為各個決策行為，其行為門檻各有不同涵義，而圖 2.1-1 則為行為門檻示意圖：

1. 靜態間距(Ax)

本(後)車在靜止時期望與前車所保持之車頭距。

2. 最小跟車間距(Bx)

本(後)車車速與前車相近時，所期望保持之最小跟車距離。

3. 感知速差門檻(SDV)

在一較大間距下，本(後)車駕駛人對於速度差異(後車車速-前車車速)之感知門檻，當感知速差門檻越大，本車安全的需求則越高。由本(後)車目前間距與安全因子及估計因子兩個隨機因子計算而得。

4. 跟車間距上限(SDX)

為了考慮駕駛人判斷間距能力的差異，跟車間距上限約在 1.5~2.5 倍的最小間距範圍振動。

5. 間距漸減速差門檻(CLDV)

在一較小間距、間距漸減且速差為正的情況下，速度差異之門檻值，則由感知速差門檻與隨機因子計算而得。

6. 間距漸增速差門檻(OPDV)

在一較小的間距下，間距漸增且速差為負的情況下，速度差異之門檻值，其值約為 1~3 倍の間距漸減速差門檻值，此為駕駛人對遠離物比接近物反應較遲緩的原因。

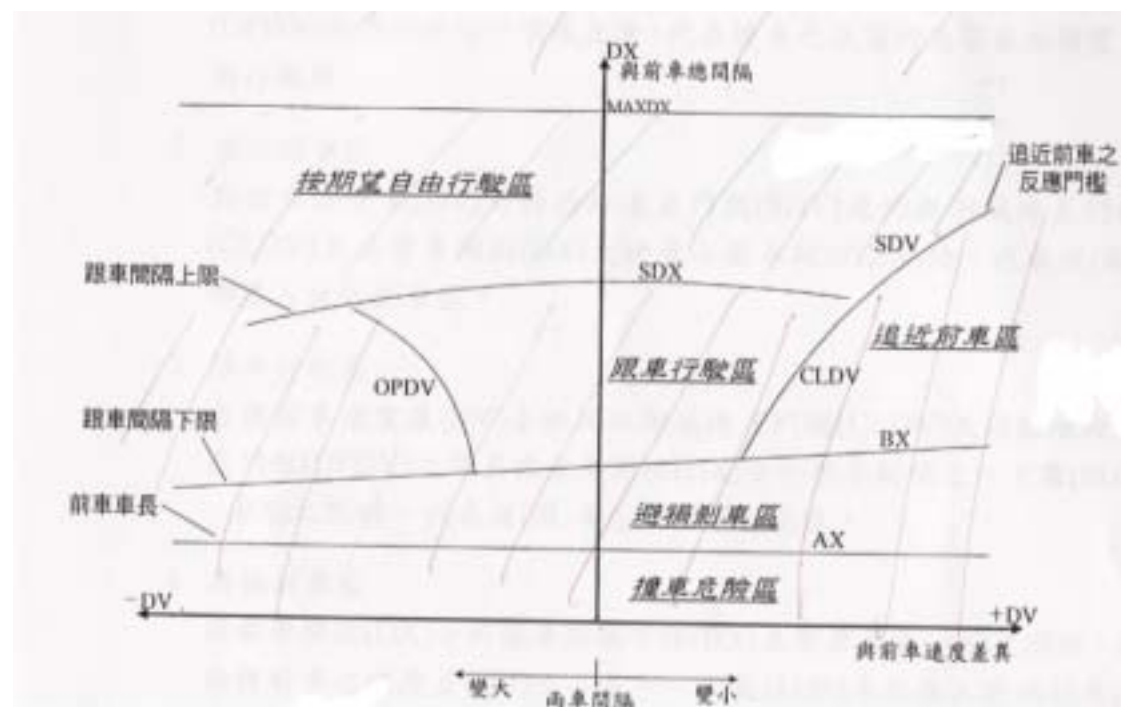


圖 2.1-1 行為門檻示意圖

2.1.3 變換車道理論

1. 虛擬車法[17]

此方法的概念為考慮是否在可變車道內且比較兩車道內之車輛數，以決定是否需要變換車道。之後再考慮是否有足夠的間距供本車道與相鄰車道作車道變換之行為。其車道變換之方式為，當 A 車欲作變換車道之行為時，在 $t+1$ 秒後，將 A 車推進至欲變換之車道，此時在原車道上亦保留一虛擬之 A 車，以 A' 代之，而在此車道變換的過程中，後車將會同時受到 A 車與 A' 之影響，直到完成整個車道變換之行為結束。

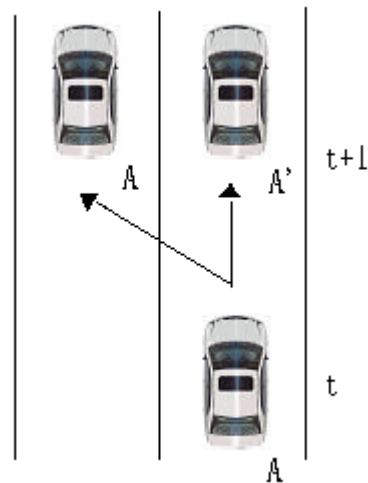


圖 2.1-2 虛擬車法

2. 實體車變換車道法[18]

此方法之概念為當車輛做出變換車道之行為時，隨即判斷是否能變換成功。其變換的步驟為先找出研究車 A 的前方 B 車與其在 Y 軸能推進的最遠距離之偏向角為 θ_1 ，而在相鄰車道亦有一輛虛擬車 B' 與研究車 A 在 Y 軸能推進的最遠距離之偏向角為 θ_2 ，其中 θ_1 與 θ_2 皆不能大於 A 車之最大偏向角，否則不得變換車道。若相鄰車道後方 C 車在 $t+1$ 秒時會超過 t 秒時的 A 車位置，亦不得變換車道。

在推進的過程中，若 A 車屬於自由變換車道的情形下，為了使 A 車能推進最遠，則選擇 θ_1 與 θ_2 其中較小者作為其偏向角，但若 A 車屬於強迫變換車道的情形下，則以該車之最大偏向角行進，以盡快進入期望車道內。當期望車道之路徑座標與變換車道車輛之 Y 軸相符時，則該車之變換車道行為即完成。

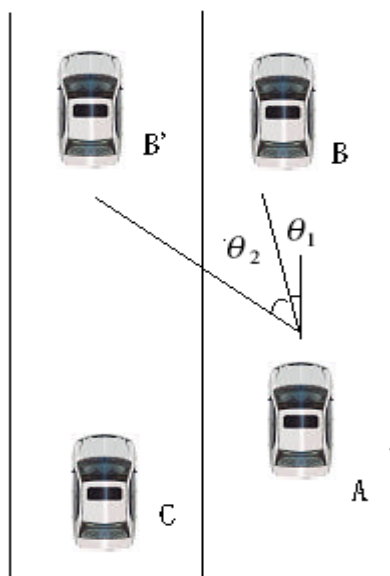


圖 2.1-3 實體車變換車道法

3. 二元型態模式[11]

其概念為藉由每段時間車輛的推進情形來研究其變換的模式，作法主要是將車道劃分為小格子，且一小格為一單位，單位為 1 則為有車輛，若為 0，則沒有車輛存在。此法的重要角色即為單位的大小，越小時則越能表現其推進情形。

2.1.4 機車車流模式

以往對於機車的相關研究，大部分都是以安全的觀點為主題，近年來許多的研究慢慢開始針對其車流狀態做深入的探討，足可以看出兩者的重要性。而在機車相關的文獻中，本研究以車流情形分為為兩類，一為純機車車流機車專用道，另一為混和車流中之機車基本特性，整理如下：

1. 純機車車流或機車專用道

一般道路的分析，大致可以分為路口及路段的行為來作探討，而路口方面，湯儒彥[24]曾對其疏解型態做深入的探討。作者為了了解純機車車流是否具備飽和疏解之型態與飽和車流率，進而做此研究。研究結果顯示，機車車流確實有與汽車相同的疏解型態，其疏解率在綠燈亮起，至 12 秒趨於穩定，而就 3.0 公尺之機車道而言，其飽和率約為 4.22 輛/2 秒·3.0m，飽和流量則為 7,596 輛/小時·3.0m。蔣靜宜[26]有鑑於路口容量分析與時制計畫為擬定交通控制策略重要環節，且為了確切了解機車於路口疏解情形，以正確估算旅行時間與延滯，進而擬定適當的時制計畫，故作此研究深入探討。研究後，可建立車道寬與飽和流量關

係式為： $S = 2597.4 + 860.5$ ，其中 S 為飽和流量(Mcu/lane/m)， W 為可用車道寬度(m)，且發現在 2.1m 之可用車道寬度，機車疏解效率最高。在路段上面，林育瑞[5]以攝影的方式蒐集機車專用道上之資料，以類神經網路方法發展符合本土需求之機車車流模式。其中以二維座標的概念，即以縱向推進與橫向推進來描述機車車流，而研究結果顯示在縱向推進模式之效果較好，而在橫向推進模式，由於機車的變換行為較無規則可循，導致其效果較不理想。

2. 混和車流中之機車基本特性

在探討混和車流中機車基本特性之研究方面，許添本[1][9]等人以虛擬車道變化量的概念，作為機車車流安全分析方法之指標，且研究結果顯示在「大型車變換車道」與「並排停車」兩種情況下，虛擬車道變化量的影響較為明顯。何佳娟[3]為了使尖峰時間而造成的擁擠問題與社會成本降至最低，進而發展一套車流模擬系統以作為交通管理策略之應用。研究中以微觀的觀點探討，且以最大偏向角與虛擬車法的概念來處理變換車道的行為，在研究所界定的範圍內，可獲得合理的結果。黃月貞[15]以二維座標法與行為門檻值建立車流推進模式，而系統內車輛總旅行時間最小延滯與幹道方向最大續進量兩目標作為系統號誌時制之績效值，模擬驗證後結果顯示，幹道綠燈時比為影響績效的重要因素，若能作適當的調整，則能提高其績效。

黃燦煌[16]以先進式車流模擬器—PARAMICS 應用於國內機車車流特性進行探討，以不同路型之模擬分析機車車流特性。驗證結果顯示，先進系統車流模擬器之發展，確有朝向 ITS 相關應用之趨勢，但就功能而言，則還需要加強以模擬完整之 ITS 車流環境。許添本、周玉如[7][10]認為國內混和車流的環境，對於汽機車的行車安全有較高的威脅性，故欲發展一套防碰撞系統以提升其行車安全。研究中先對汽機車肇事的原因作深入的分析，再以距離碰撞時間(Time-To-Collision, TTC)作為控制策略的參數，由於混和車流有二維推進的特性，故又分為縱向碰撞時間(Longitudinal TTC)與側向碰撞時間(Lateral TTC)，並以防禦範圍、掃描時階與容忍誤差時間作為碰撞警告系統事先輸入之參數。林國顯、張瓊文[6]經調查資料後，以機車與前車間距、鄰前車速率與前車車種為影響機車行駛速率的重要因素，研究後發現，有 70% 以上的機車行駛於道路的外側，有 80% 以上側向位移不超過 0.5 公尺，速率有越靠外側越低的趨勢。

2.2 魚體運動模式回顧

2.2.1 魚體運動模式之概述

魚體運動模式是魚類在水中游動時表現出的運動狀態所發展出來的運動模式，在國外文獻中，對於魚的運動模式，有許多不同的描述，如當魚群受到掠食者的攻擊時所顯現的運動狀態，亦有在彎曲的小溪流中，所顯現的運動狀態等。文獻中所針對的運動模式方面，主要分為個體、群體、二維、三維等四大類，由於機車在行駛時屬於二維運動，故本研究不考慮三維的部份，加上機車的運動行為與魚類的運動行為不完全相似，因此本研究嘗試先以二維的個體運動模式之概念發展二維的機車運動推進模式。魚類在行進時，也有如同駕駛人一般由視覺蒐集資訊的行為，如圖 2.2-1，亦是本研究採用魚體運動模式之概念的原因之一。而在文獻中有提及二維的個體模式，兩篇大部分針對運動特性中的位置、速度、角度作為主要變數，但影響機車運動的變數不單單只是如此，所以本研究將以此篇的運動模式概念為基礎，再從調查後的資料分析其影響變數，進而構建機車運動推進模式。其中文獻所提的二維個體模式較為精簡，無法完整描述機車推進狀態，而文獻中之模式描述則較為詳細且較為符合，故本研究將以文獻的運動模式概念為啟發，作為本研究構建機車運動推進模式之基礎。 [29][30][32][34]

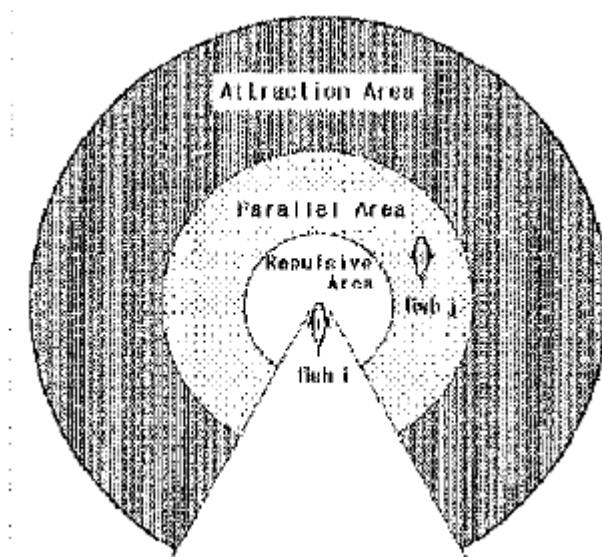


圖 2.2-1 魚類視覺範圍

2.2.2 魚體運動模式之分類

依照空間概念與數量大小做區分，大致可分為四類：

一、二維空間

由於魚類的運動行為是在水中發生的，而有些研究為了簡化以利研究，僅以 X 座標與 Y 座標之二維平面來作分析，由於二維平面的狀態較為單純，即不考慮上下方向的移動，故很多人以此作為初步研究之用。

二、三維空間

一般在水中的魚，皆是以三度空間做運動，即以 X、Y 與 Z 座標來描述，此情況較難處理但較符合實際情形。

三、個體模式

主要針對單一魚體與其他魚體互動的運動模式，除了考慮自身的位置、速度、偏向角等變數，再與周邊的環境及影響因素加以互動，來描述個體的運動模式。

四、群體模式

即針對整個魚群的運動模式，其中考量的不是單一個體的運動行為，而是群體中各魚之間所存在的互動關係，或是所謂的牽引力概念，進而探討整體魚群的運動行為。

2.2.3 魚之運動模式之模式架構

一、個體運動模式

由 Yoshinobu Inada , Keiji Kawachi [34] 等人所提出的二維個體運動模式，主要是應用在海洋中的魚在遭遇到掠食者的攻擊時所造成的運動行為，文中先是以二維個體的運動模式為依據，再將其發展成群體運動模式來模擬當魚群遭受略食者攻擊時所做出逃離的動作。其個體運動模式如下：

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \Delta t \cdot v_i(t)$$

$$v_i(t) = (v_i(t), \theta_i(t))$$

$$\theta_i(t) = \theta_i(t-1) + \phi_i(t)$$

x_i : i 魚的 x 座標

t : 時間

v : 魚之速度

θ : 為 j 魚行進方向與 x 軸夾角(如下圖所示)

ϕ : i 魚行進方向所改變的夾角(如下圖所示)

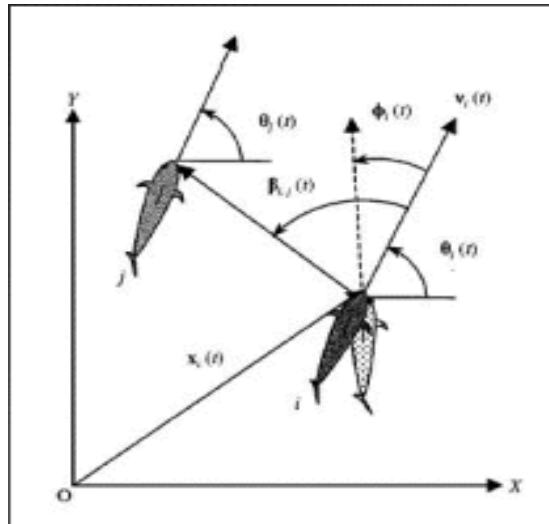


圖 2.2-2 魚體互動示意圖

由 Kiyohiko Hattori 等人所發展的二維個體運動模式，文中提到在魚群中並沒有領導者的概念，完全是藉著周圍個別的魚而做出反應。本篇主要也是應用在魚群遭略食者攻擊時所做出的動作。個體運動模式如下：

側線資訊

$$\alpha_n = \frac{\sum_j \theta_j D_{ij}^{-3}}{\sum_j D_{ij}^{-3}}$$

α ：側線資訊

n ：周圍之魚的數量

θ ：周圍的魚與本身行進方向的夾角

D_{ij} ：從 i 到 j 的距離

運動模式

$$x_i(t + \Delta) = x_i(t) + v_i(t) \cos \alpha_i(t)$$

$$y_i(t + \Delta) = y_i(t) + v_i(t) \sin \alpha_i(t)$$

x_i ： i 魚的 x 座標

y_i ： j 魚的 x 座標

t ：時間

v ：魚之速度

二、群體運動模式

由 Hiro-Sato Niwa 在 1991 年所發展的 3D 魚之運動模式，作者欲了解魚群中的相互關係，應用了移動力 $F_i^{(l)}$ 、吸引力 $F_i^{(g)}$ 與平行力 $F_i^{(p)}$ 以發展一套魚群的動態模式。

$$\frac{dv_i}{dt} = F_i^{(l)} + F_i^{(g)} + F_i^{(p)} + \eta_i$$

$F_i^{(l)}$ ：移動力，結合結合前方的推力與水的托力

$F_i^{(g)}$ ：吸引力，由魚群中其他個體的魚所產生的

$F_i^{(p)}$ ：平行力，與兩鄰近的魚以相等速度行進

η_i ：隨機力，一般來說將其平均值設為 0

亦由 Hiro-Sato Niwa 於 1996 所發展的 3D 魚之運動模式，作者以牛頓模式發展一套魚群的組織行為，更以波動力 $\eta(t)$ 取代了吸引力 $F_i^{(g)}$ 與平行力 $F_i^{(p)}$ ，而僅以移動力 $f(v)$ 與波動力 $\eta(t)$ 來描述魚群游泳的動態行為。

$$\frac{dv}{dt} = f(v) + \eta(t)$$

$f(v)$ ：移動力，結合 x,y,z 三方向之力所組成的

$\eta(t)$ ：波動力，由魚的預測行為所產生的

2.3 小結

本研究的概念是以機車在車流中類似魚在水中的情形，不過由於兩者還是有甚多不同之處，如機車為二維的運動型態，而於為三維的運動型態；機車有車道寬的限制，而魚則否等不同之處，但當然也有相似之處導致嘗試進行本研究，如在運動時速度、加速度、視覺狀態等相同之處。本研究即以相似之處加以修改，不同之處則作些限制以將兩部份結合。

根據回顧的文獻得知，偏向角的概念曾經應用在汽車防碰撞系統的研究上，本研究以偏向角為橫向位移產生的原因為主軸，針對偏向角的產生與變化作詳加探討，藉此改善機車頻繁的橫向變化問題。而在回顧的魚體運動模式中，大致可分為四類：個體、群體、二維與三維四類，由於在其中一篇二維個體的運動模式中，其變數速度、偏向角、相對距離較能符合本研究的研究概念，其他則由於三維或變數與機車的變數無相關則予以捨棄。而最後以二維魚體的個體運動模式來構建本研究中的機車的個體運動模式。

表 2.3-1 機車與魚之相關比較

屬性	機車	魚
維度	三維	二維
車道	無	有
機動性	高	高
視覺資訊	其他魚	其他車輛
視覺範圍	環狀	環狀
偏向選擇	空隙	空隙
前進方式	擺動	機械直進

第三章 資料調查與分析

3.1 調查目的

本研究之目的為構建機車運動推進模式，為了更加了解機車間之互動情形，故藉由錄影的方式來觀察其運動型態。研究中的推進模式需要從現實車流中取得參數進行校估，故需選取一機車專用道進行資料之收集。而最後選擇的地點是在聯外橋樑上的機車專用道，利用交控中心的監視器進行拍攝工作。

3.2 調查項目

由於車流的狀態複雜，本研究欲以攝影的方式，將資料蒐集後再進行分析，以避免資料遺漏。欲蒐集的資料如下：

1. 路段幾何資料(包含路寬、路長等)
2. 機車位置(即空間中的 X 與 Y 座標)
3. 跟車行為
4. 變換車道行為

3.3 調查方法

本研究所採用的調查方法為錄影方式，拍攝地點則由交控中心在聯外橋樑上所設置的監視系統將其錄影以取得資料。

3.3.1 調查路段的選取

本研究選取的路段為福和橋上的機車專用道，原因為此機車專用道與汽車道中間有分隔島，機車車流將不會受到汽車的干擾，更能突顯單純的機車車流，且橋上無行道樹等遮蔽物，更能清楚的觀察機車車流的運動狀態，加上橋上設有交控中心的監視系統，取得資料將較為容易。



圖 3.3-1 拍攝情形

3.3.2 調查資料的蒐集

本研究所需之車流項目皆可由錄影後之影片取得，如機車位置、車速與偏向角度等等資料，故除了道路幾何資料需實地勘查，剩餘資料皆由錄影資料之取得。而在所需樣本的選取，由於車多擁擠的情況在讀取座標時，將會有遮蔽到至更大的誤差，故在集團車的情形，本研究將不選取此情形下的樣本，而以明顯且車少的情形為主，以減低讀取時的誤差。而各選取的流量推算如下表 3.3-1：

表 3.3-1 各情形下之流量

各情形	流量(veh/hr)
單一車輛	600
左方有車(一輛)	1200
右方有車(一輛)	1200
左方有車(兩輛)	1800
右方有車(兩輛)	1800
左右各一輛	1800

3.4 調查資料處理

將錄影後的影片，以每 0.5 秒為一最小單位擷取成靜態影像，進而讀取其座標，以求其相關變數。而在讀取座標時，以畫有座標之投影片貼於螢幕上一讀取，而畫有座標的投影片的縱向座標是根據右方車道的白線為基準，橫向座標則以平均分配為基準而繪製的，故實際投影片的格子並不如示意圖中的大小皆相同。其中縱向座標與橫向座標的最小單位皆為 0.5 公尺。示意圖如下：

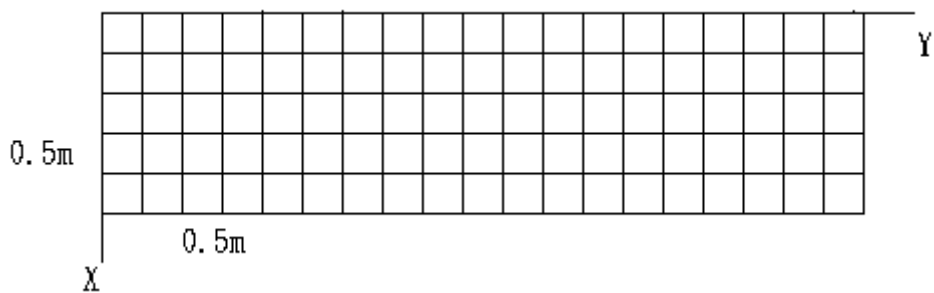


圖 3.4-1 座標讀取示意圖

3.5 調查結果分析

3.5.1 速度

在所調查之路段上，大部分的车速都落在 30~70 公里/小時的範圍內，與一般車流的速度差異並不大，亦有少數的車輛高於 80 公里/小時以上，本研究將忽略此情形。

a. 本車速度

在本車速度的部分全部樣本共 342 輛，2052 樣本點(包含單一機車)，平均車速為 53.10 公里/小時，90%以上的車輛時速都在 30~70 公里/小時範圍內。

表 3.5-1 本車速度

範圍(公里/小時)	樣本數	比例(%)	累積(%)
10~20	6	0.29	0.29
20~30	28	1.36	1.66
30~40	296	14.42	16.08
40~50	456	22.22	38.30
50~60	690	33.63	71.93
60~70	436	21.25	93.18
70~80	108	5.26	98.44
80~90	14	0.68	99.12
90~	18	0.88	100.00
總計	2052	100.00	

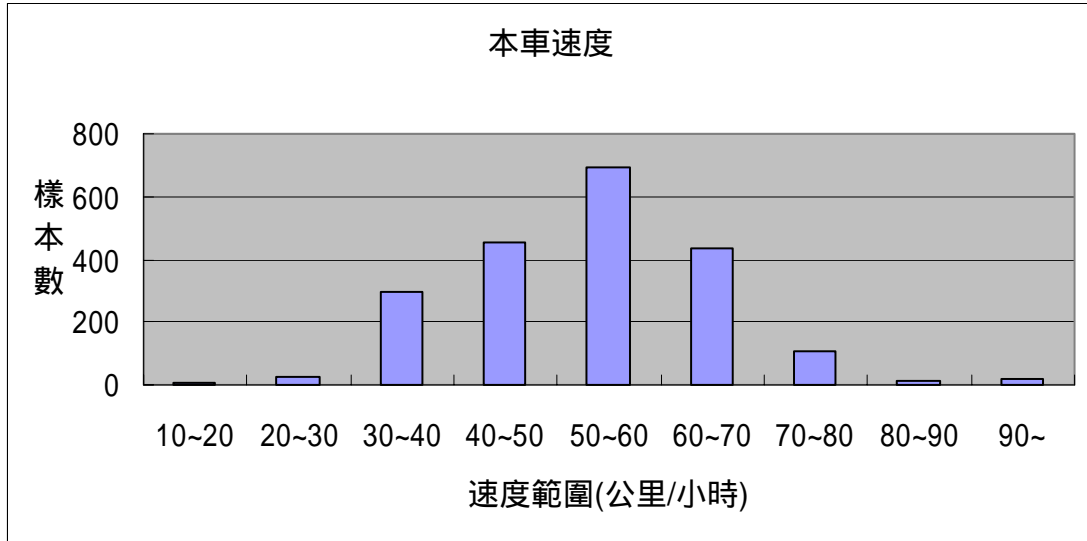


圖 3.5-1 本車速度

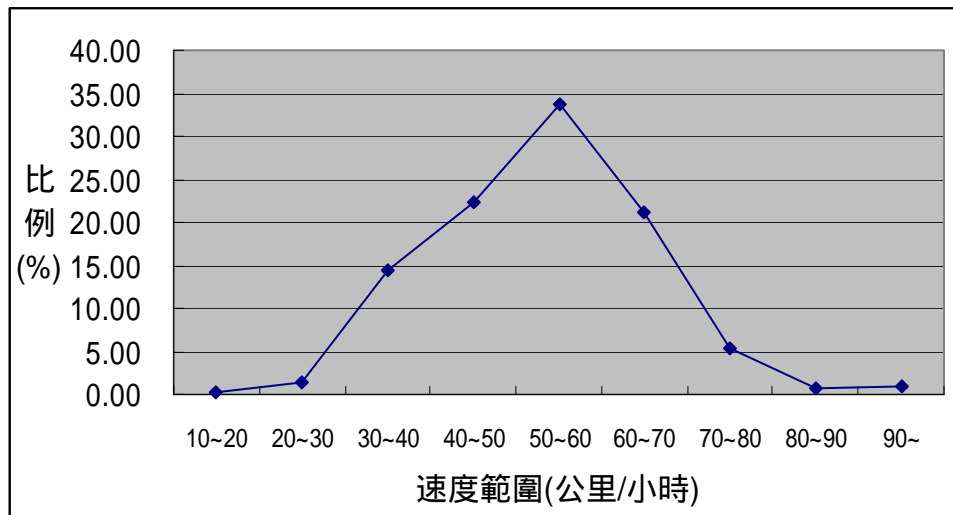


圖 3.5-2 本車速度比例圖

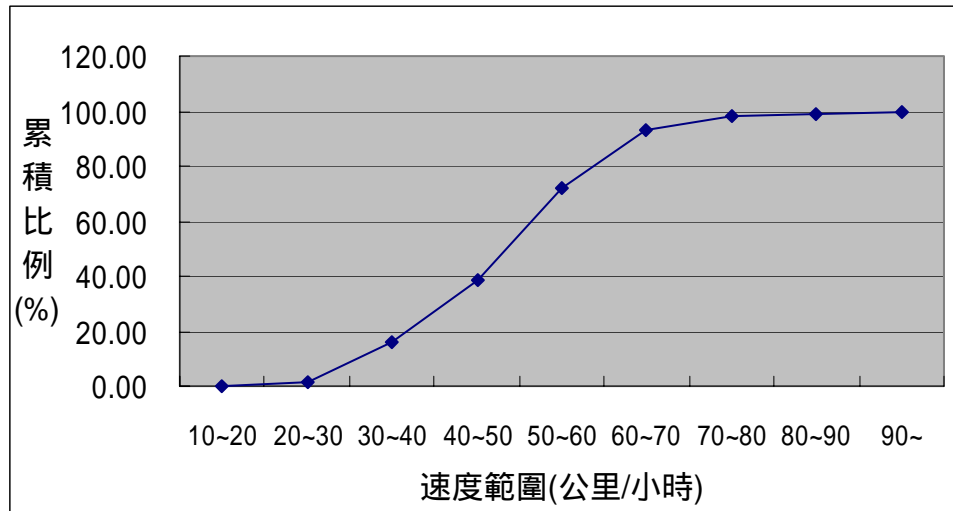


圖 3.5-3 本車速度累積比例圖

b. 鄰車速度

由統計資料得知，在鄰車部分全部樣本共 364 輛，1816 樣本點(不包含單一機車)，平均時速為 53.65 公里/小時。

表 3.5-2 鄰車速度

範圍(公里/小時)	樣本數	比例(%)	累積(%)
0~30	36	1.98	1.98
30~40	194	10.68	12.67
40~50	374	20.59	33.26
50~60	684	37.67	70.93
60~70	412	22.69	93.61
70~80	100	5.51	99.12
80~	16	0.88	100.00
總計	1816	100.00	

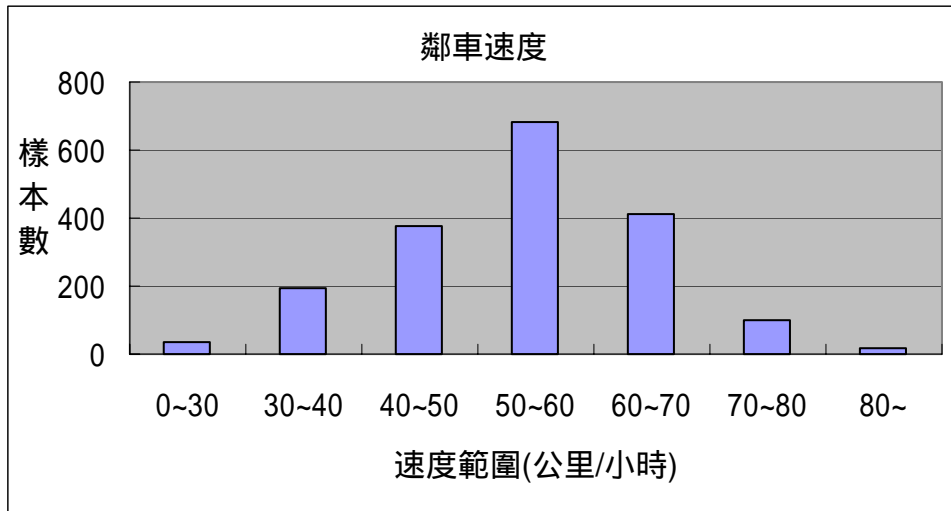


圖 3.5-4 鄰車速度

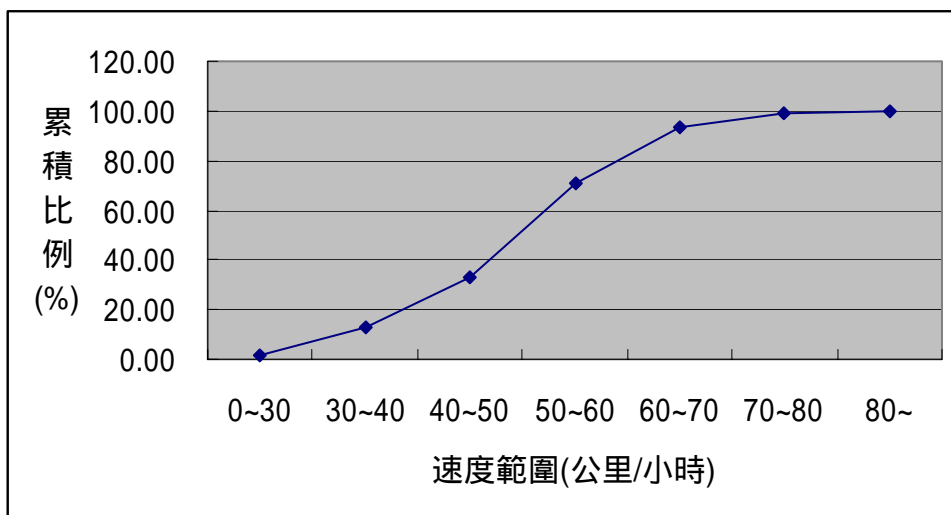


圖 3.5-5 鄰車速度累積比例圖

3.5.2 相對距離

本研究中相對距離為主要的影響變數之一，其中分為縱向距離與橫向距離個別探討，亦將距車道緣之距離列入考慮。

a. 相對距離

由圖表可知，相對距離在 20 公尺範圍內有九成以上，近六成的相對距離皆在 12 公尺以內，而相對距離在 8~12 公尺內的比例為最多。

表 3.5-3 相對距離

範圍(公尺)	樣本數	比例(%)	累積(%)
0~4	332	18.14	18.14
4~8	364	19.89	38.03
8~12	400	21.86	59.89
12~16	360	19.67	79.56
16~20	222	12.13	91.69
20~24	66	3.61	95.30
24~28	52	2.84	98.14
28~	34	1.86	100.00
總計	1830	100.00	

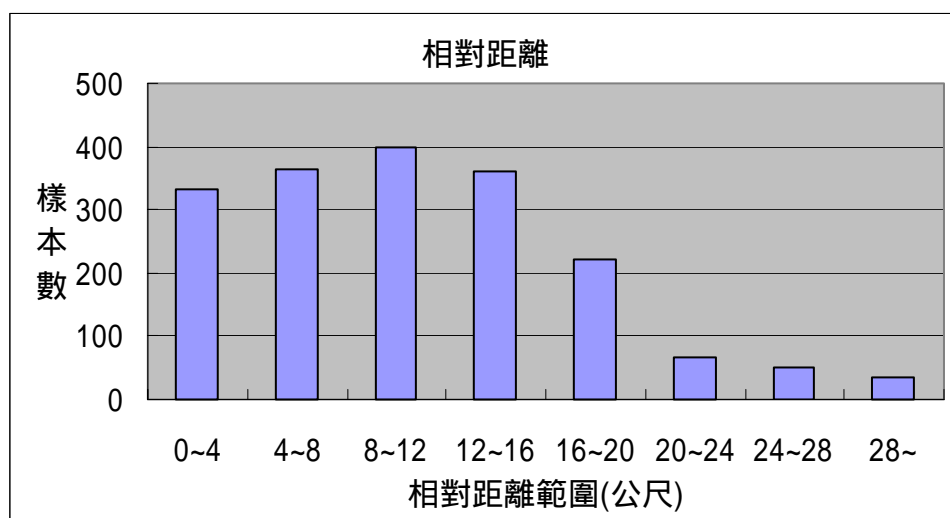


圖 3.5-6 相對距離

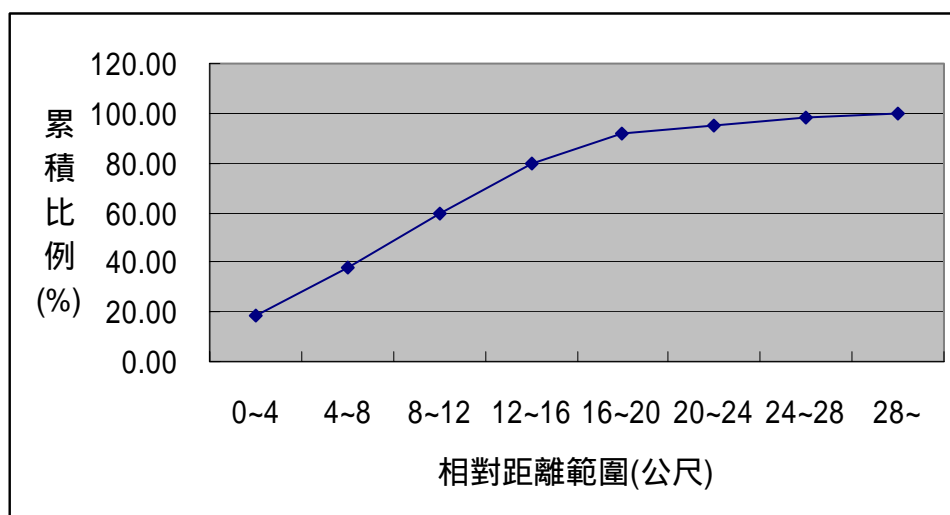


圖 3.5-7 相對距離累積比例圖

b. 縱向距離

正值表示研究車在前車後方，本研究針對的研究車為後方車，因此，僅有 10%的樣本數研究車在前方，其餘九成研究車皆為後方車。

表 3.5-4 縱向距離

範圍(公尺)	樣本數	比例(%)	累積(%)
-8~	20	1.09	1.09
-4~-8	50	2.73	3.83
0~-4	104	5.68	9.51
0	34	1.86	11.37
0~4	194	10.60	21.97
4~8	314	17.16	39.13
8~12	388	21.20	60.33
12~16	356	19.45	79.78
16~20	218	11.91	91.69
20~24	66	3.61	95.30
24~28	52	2.84	98.14
28~	34	1.86	100.00
總計	1830	100.00	

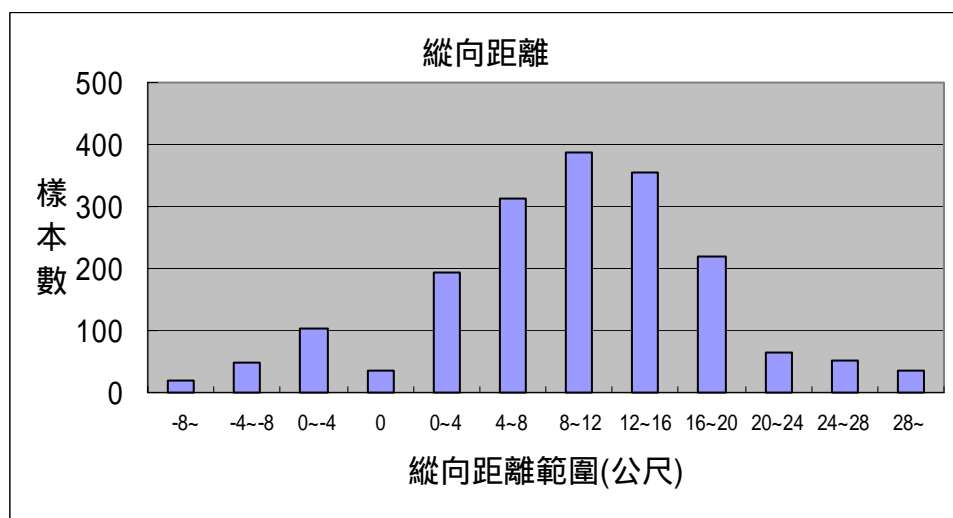


圖 3.5-8 縱向距離

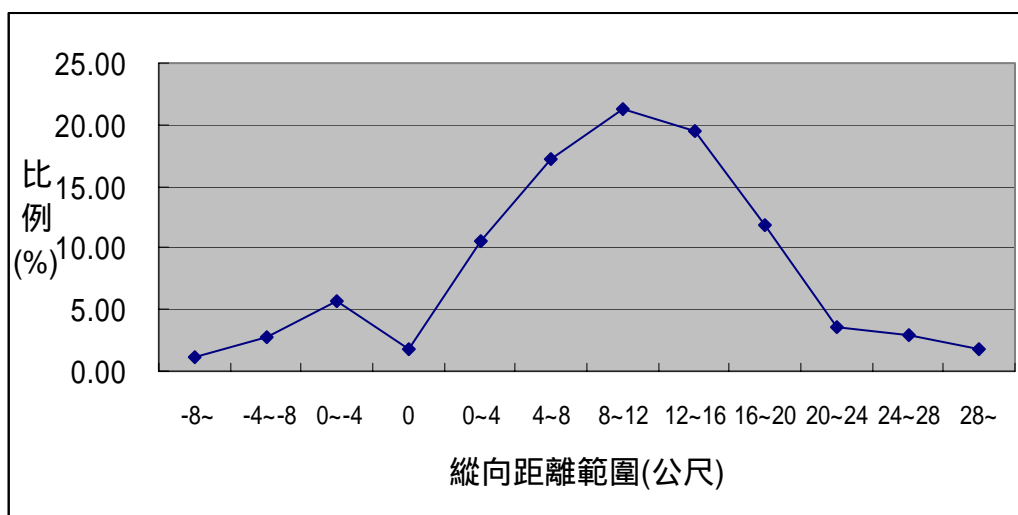


圖 3.5-9 縱向距離比例圖

c. 橫向距離

表中正值代表研究車在左方(右方有車)，而負值則表示研究車在右方(左方有車)。由資料得知，大約三成的研究車在右方，其餘的近六成研究車皆在左方。

表 3.5-5 橫向距離

範圍(公尺)	樣本數	比例(%)	累積(%)
-1.25~	20	1.09	1.09
-1~-1.25	170	9.29	10.38
-0.75~-1	154	8.42	18.80
-0.5~-0.75	60	3.28	22.08
-0.25~-0.5	56	3.06	25.14
0~-0.25	122	6.67	31.80
0	52	2.84	34.64
0~0.25	130	7.10	41.75
0.25~0.5	114	6.23	47.98
0.5~0.75	102	5.57	53.55
0.75~1	236	12.90	66.45
1~1.25	382	20.87	87.32
1.25~1.5	194	10.60	97.92
1.5~	38	2.08	100.00
總計	1830	100.00	

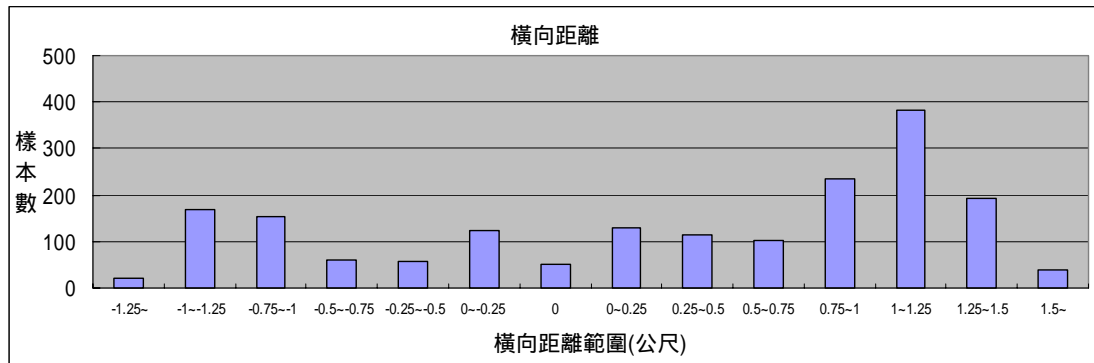


圖 3.5-10 橫向距離

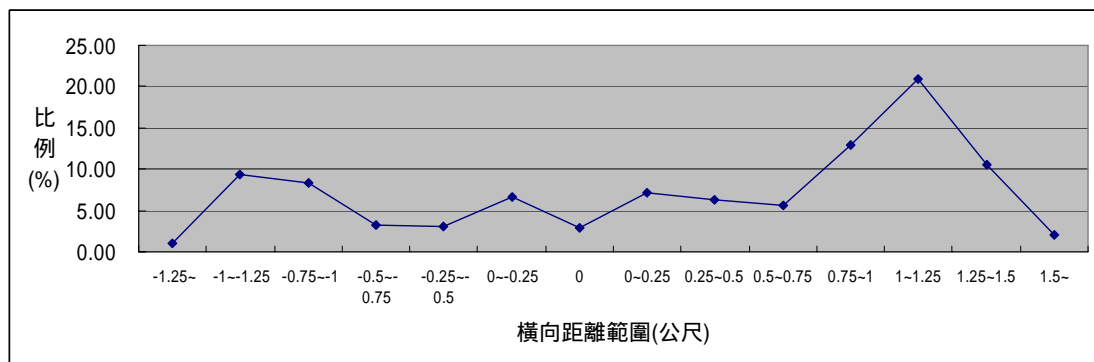


圖 3.5-11 橫向距離比例圖

d. 距車道緣之距離

此距車道緣之距離數值越小時表越接近道路兩旁。資料顯示，近八成的樣本數皆在靠近道路中央，越向外側樣本則越少。

表 3.5-6 距車道緣之距離

範圍(公尺)	樣本數	比例(%)	累積(%)
0~0.25	2	0.16	0.16
0.25~0.5	88	7.15	7.32
0.5~0.75	516	41.95	49.27
0.75~1	468	38.05	87.32
1~1.25	148	12.03	99.35
1.25~	8	0.65	100.00
總計	1230	100.00	

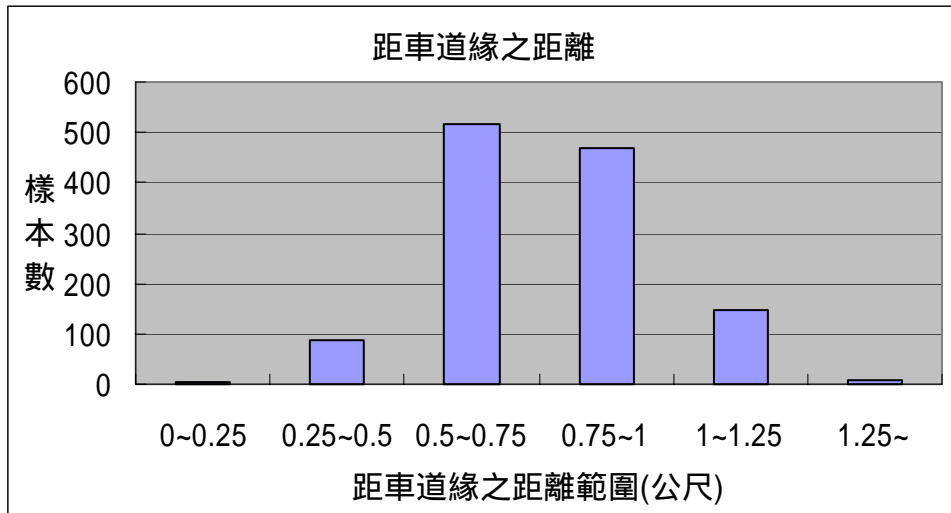


圖 3.5-12 距車道緣之距離

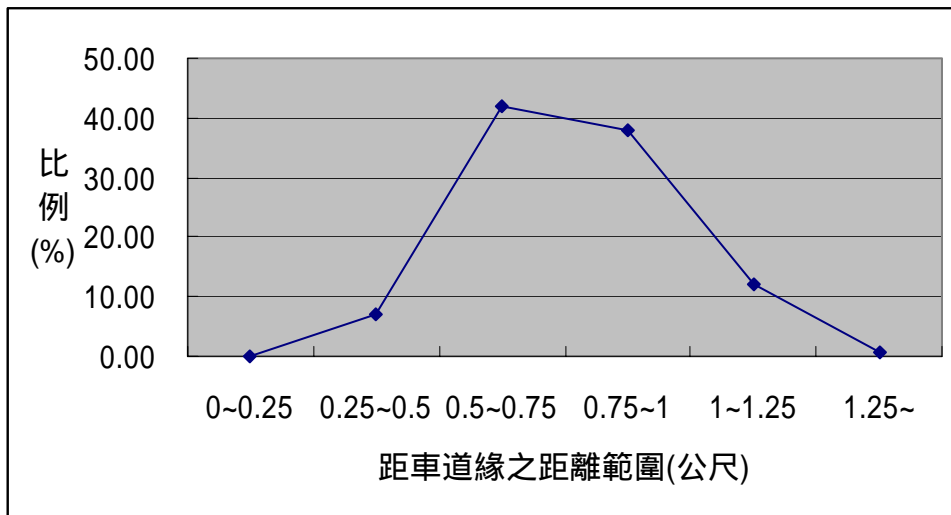


圖 3.5-13 距車道緣之距離比例圖

3.5.3 偏向角度

偏向角度在研究中亦為重要變數之一，本研究將其定義為以研究車輛的縱向 X 軸為 0，向右偏為正，向左偏為負，如圖 3.5-14 左圖所示，其計算方式則如圖 3.5-14 右圖所示，即 $\theta = \tan^{-1}(\Delta y / \Delta x)$ 。而偏向角度的大小與速度的高低足以得知縱向距離與橫向距離之長度，故在偏向角度的部分將做較多的種類分析。若機車的偏向角極小時，在讀取時可能判斷成無偏向，故在資料中，偏向角度為 0 的資料會較多，在實際情形上，可能會屬於 0~1 度的偏向範圍裡。

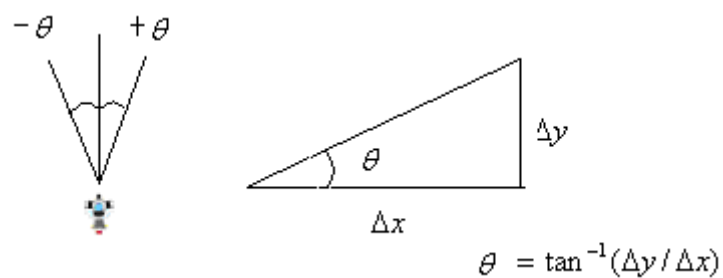


圖 3.5-14 偏向角之定義與計算

a. 單一機車

單一機車的偏向角度大都落在 2 度之內，平均為 1.25 度左右，顯示一般機車在無其他機車影響時，亦有些微的自我偏向行為。

表 3.5-7 偏向角度(單一機車)

偏移角度(度)	樣本數	百分比(%)
-5~-6	2	0.25
-4~-5	6	0.74
-3~-4	16	1.98
-2~-3	32	3.95
-1~-2	148	18.27
0~-1	60	7.41
0	216	26.67
0~1	60	7.41
1~2	174	21.48
2~3	70	8.64
3~4	6	0.74
4~5	14	1.73
5~6	6	0.74
總計	810	100.00

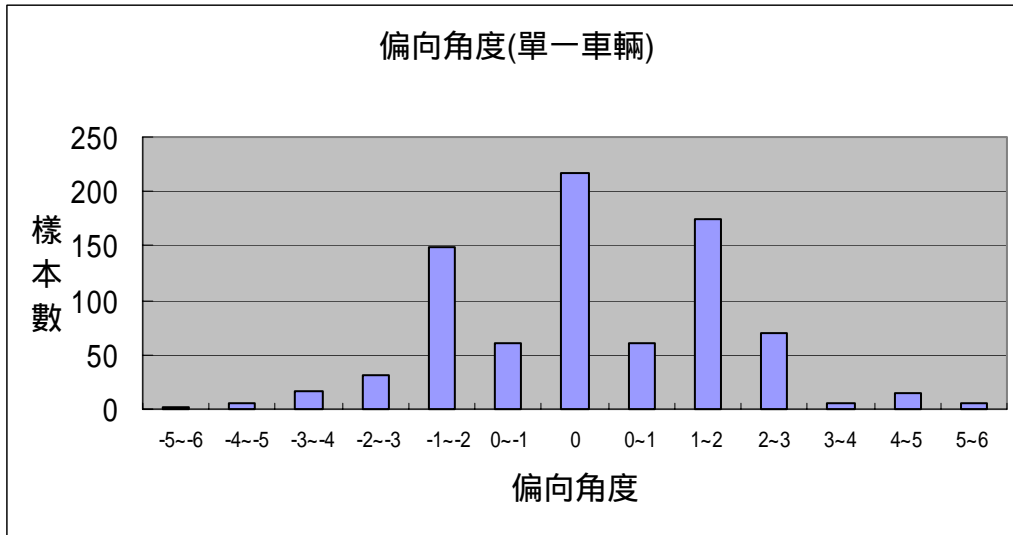


圖 3.5-15 偏向角度(單一機車)

b. 正前方

本研究所指的正前方為在橫向距離為 0 的情形，而在資料中並沒有橫向距離為 0 的資料，最小的橫向距離為 0.5 公尺，表示所調查之資料並無所謂跟車之情形，皆為錯車之行為。

c. 並排情形

本研究中將縱向距離為 0 的情形視為並排，在所調查之資料中共有 16 筆符合此情形，而偏向情況大部分為向右偏向的行為，其原因為這些資料所屬的情形大都是在左方有車的情形之下。

表 3.5-8 偏向角度(並排情形)

偏移角度(度)	樣本數	百分比(%)
-5~-6	0	0.00
-4~-5	0	0.00
-3~-4	0	0.00
-2~-3	0	0.00
-1~-2	2	12.50
0~-1	0	0.00
0	2	12.50
0~1	2	12.50
1~2	4	25.00

2~3	0	0.00
3~4	2	12.50
4~5	4	25.00
5~6	0	0.00
總計	16	

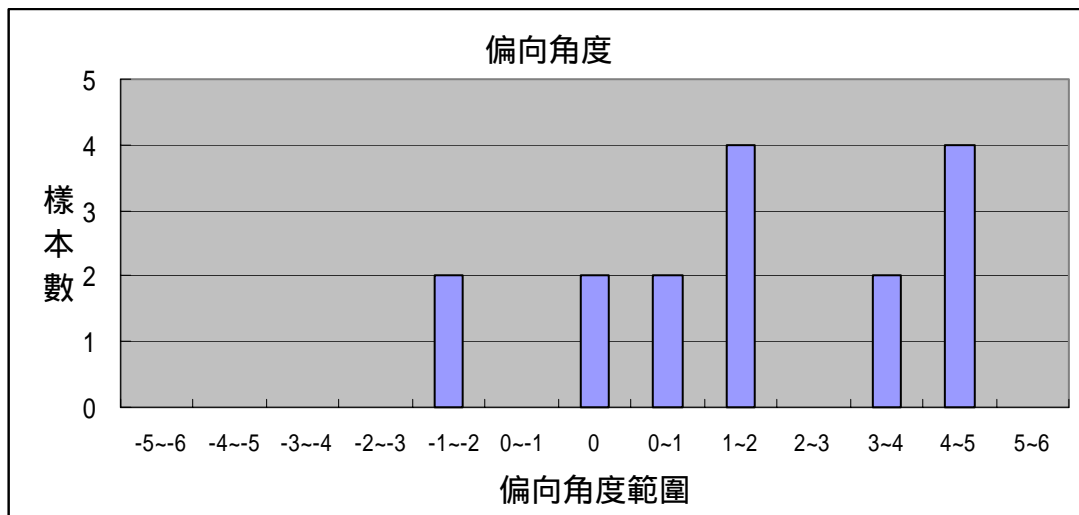


圖 3.5-16 偏向角度(並排情形)

本研究將在有機車的影響之情形下，分為左方有車(一輛)、右方有車(一輛)、左方有車(兩輛)、右方有車(兩輛)與左右方有車(各一輛)五種情形做個別的資料分析，資料顯示當有車輛的影響時，較大的偏向角度都將比單一車輛行駛時來的提高。

d. 左方有車(一輛)

表 3.5-9 偏向角度—左方有車(一輛)

偏移角度(度)	樣本數	百分比(%)
-5~-6	6	1.81
-4~-5	0	0.00
-3~-4	18	5.42
-2~-3	24	7.23
-1~-2	50	15.06
0~-1	22	6.63
0	96	28.92
0~1	22	6.63

1~2	58	17.47
2~3	20	6.02
3~4	12	3.61
4~5	4	1.20
5~6	0	0.00
總計	332	

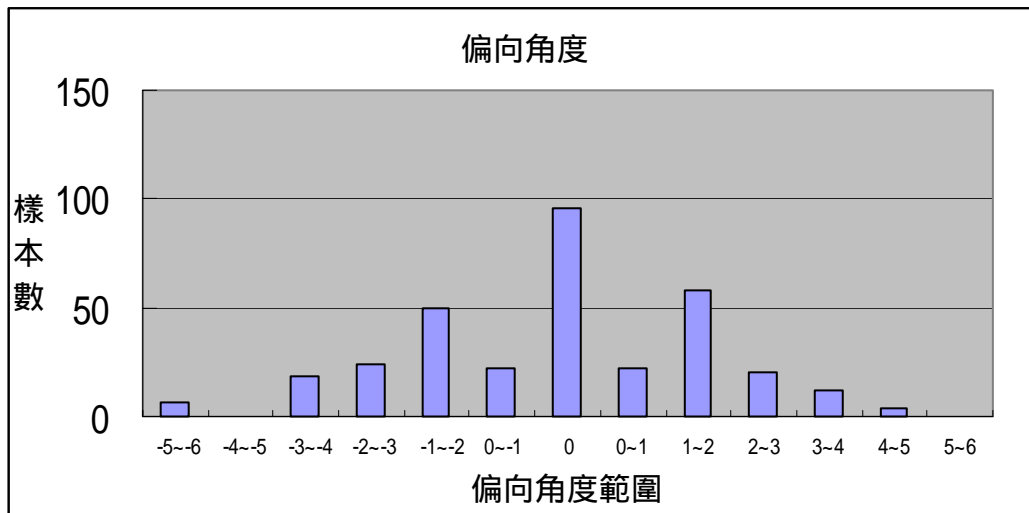


圖 3.5-17 偏向角度—左方有車(一輛)

e. 右方有車(一輛)

表 3.5-10 偏向角度—右方有車(一輛)

偏移角度(度)	樣本數	百分比(%)
-5~-6	0	0.00
-4~-5	4	1.29
-3~-4	14	4.52
-2~-3	28	9.03
-1~-2	62	20.00
0~-1	22	7.10
0	88	28.39
0~1	14	4.52
1~2	42	13.55
2~3	16	5.16
3~4	16	5.16
4~5	0	0.00

5~6	4	1.29
總計	310	

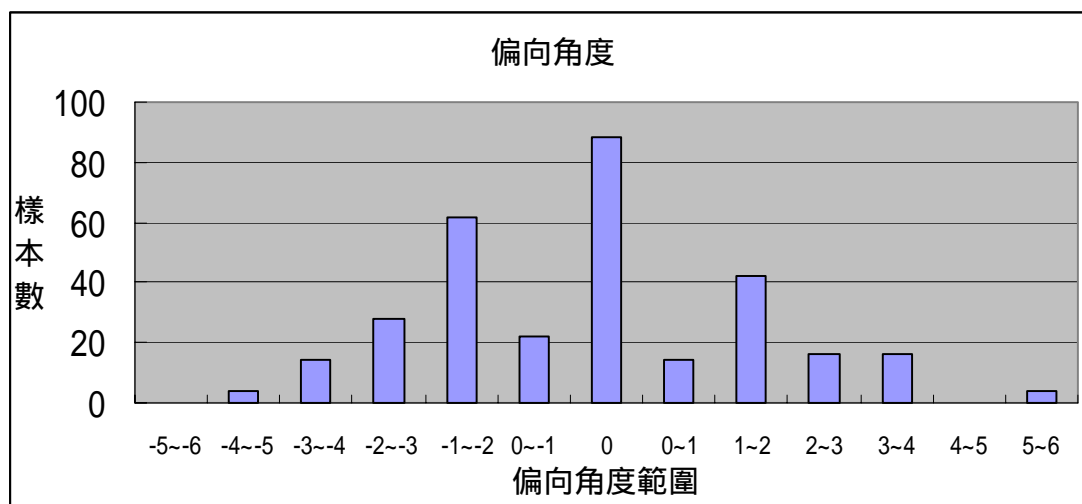


圖 3.5-18 偏向角度—右方有車(一輛)

f. 左方有車(兩輛)

表 3.5-11 偏向角度--左方有車(兩輛)

偏移角度(度)	樣本數	百分比(%)
-5~-6	4	4.35
-4~-5	4	4.35
-3~-4	2	2.17
-2~-3	6	6.52
-1~-2	8	8.70
0~-1	2	2.17
0	40	43.48
0~1	2	2.17
1~2	12	13.04
2~3	10	10.87
3~4	2	2.17
4~5	0	0.00
5~6	0	0.00
總計	92	

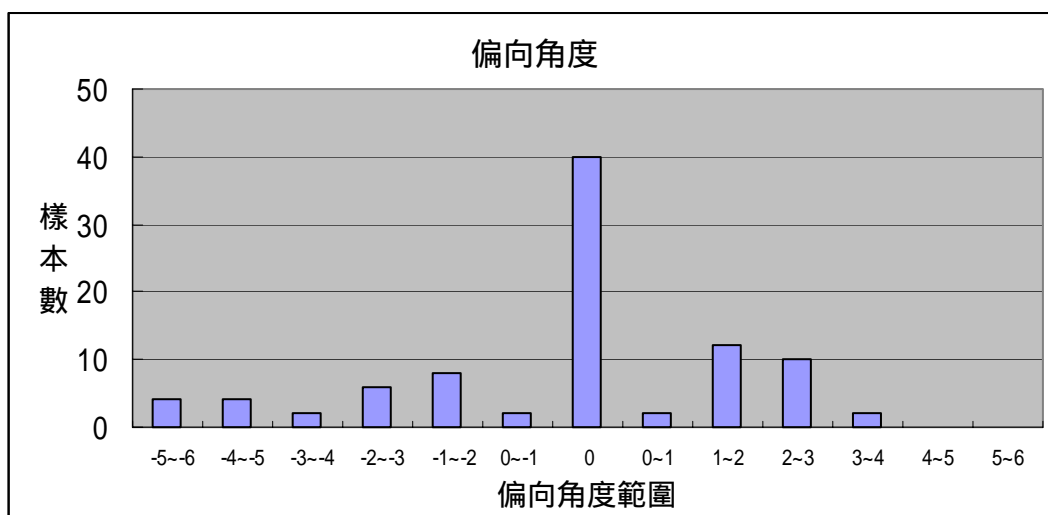


圖 3.5-19 偏向角度--左方有車(兩輛)

g. 右方有車(兩輛)

表 3.5-12 偏向角度—右方有車(兩輛)

偏移角度(度)	樣本數	百分比(%)
-5~-6	0	0.00
-4~-5	2	0.62
-3~-4	4	1.24
-2~-3	32	9.94
-1~-2	56	17.39
0~-1	20	6.21
0	106	32.92
0~1	26	8.07
1~2	42	13.04
2~3	20	6.21
3~4	12	3.73
4~5	2	0.62
5~6	0	0.00
總計	322	

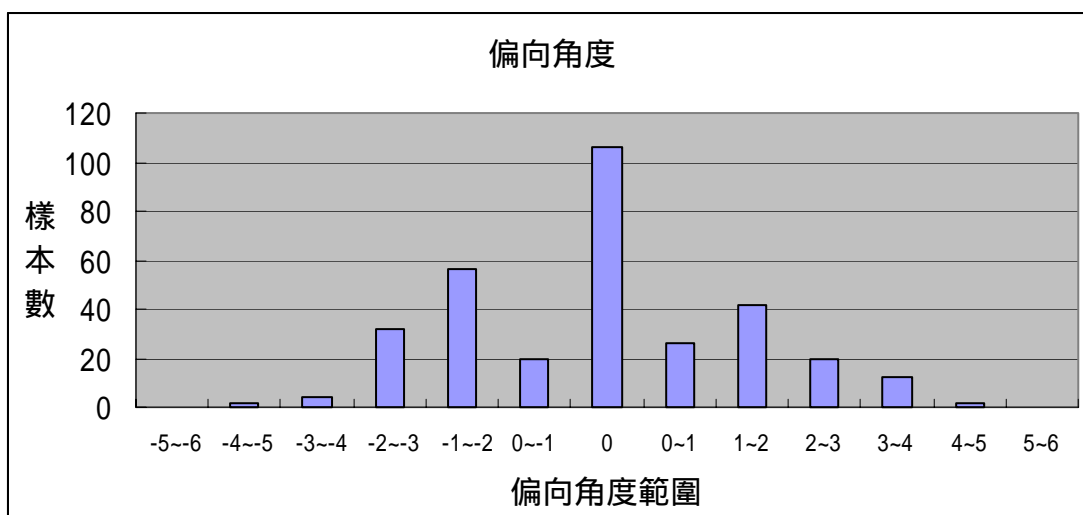


圖 3.5-20 偏向角度—右方有車(兩輛)

h. 左右各一

表 3.5-13 偏向角度—左右各一

偏移角度(度)	樣本數	百分比(%)
-5~-6	0	0.00
-4~-5	6	3.26
-3~-4	16	8.70
-2~-3	18	9.78
-1~-2	50	27.17
0~-1	4	2.17
0	30	16.30
0~1	4	2.17
1~2	40	21.74
2~3	12	6.52
3~4	2	1.09
4~5	0	0.00
5~6	2	1.09
總計	184	

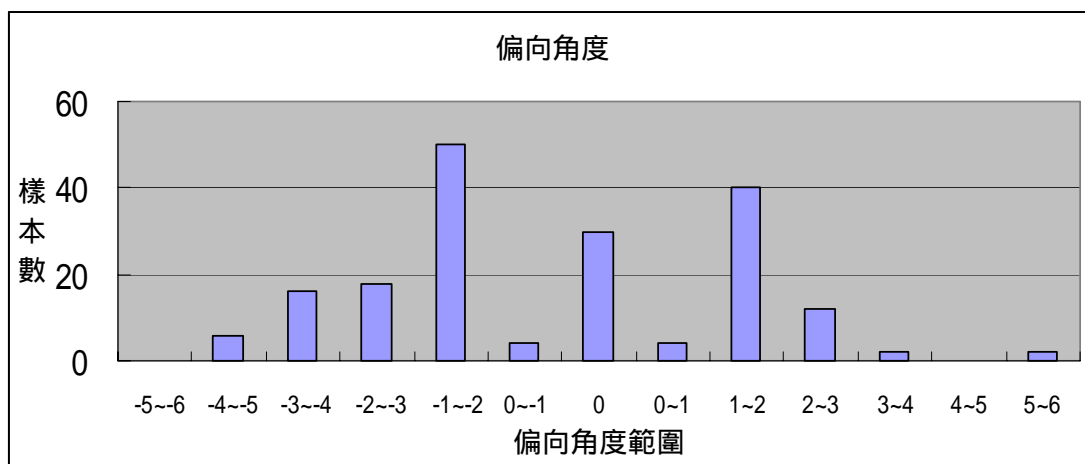


圖 3.5-21 偏向角度—左右各一

第四章 以魚體運動模式概念構建機車 車流模式

4.1 機車相關特性

機車的機動性與便利性是機車數量不斷增加的主因，加上國內環境的因素，機車在某些方面確實較汽車佔有優勢。在無法有效控制機車數量的增加，又得保護其駕駛人的安全下，對於機車研究的重要性是不容忽視的。本研究欲以一種新的概念來詮釋機車的運動推進行為，研究中將以單純機車車流為基礎，在此先對機車尺寸與其專用道做深入之特性分析。

4.1.1 機車尺寸

機車尺寸可以由駕駛人、行車速度與設計標準分為下列幾種類型：

一、實體尺寸

為一般車體在立體空間中所延伸的實際尺寸。歷年文獻所採用機車尺寸整理如下：

表 4.1-1 歷年機車實體尺寸統計表

文獻種類	長(公尺)	寬(公尺)	高(公尺)
國內各研究採用值	1.33~2.00	0.40~0.80	0.48~1.15
台灣省標準	1.80	0.80	1.00
綜合範圍	1.33~2.00	0.40~0.80	0.48~1.15

二、靜態尺寸

包含駕駛人與車體兩者在停等時，於立體空間中所延伸之尺寸。

三、動態尺寸

行進時與鄰近車輛或其他物體所保持之安全間隔，於立體空間中所延伸之尺寸。

四、設計尺寸

即機車道之設計車輛，設計尺寸如下：

表 4.1-2 機車設計車輛標準(單位：公尺)

設計車輛尺寸	全長	全寬	全高
機車	1.8	0.8	1

4.1.2 機車車道寬

所謂機車單一車道之寬度等於機車基本尺寸加上側向之行車安全空間。一般依速度分類可區分如下：

表 4.1-3 機車道寬度

車速（公里/小時）	機車道寬度（公尺）
30	1.5
> 30	2.0

而依道路型態的分類可分為主要道路與次要道路兩類，主要道路上單一車道寬度不宜小於 2 公尺，次要道路單一車道寬不宜小於 1.8 公尺，主要道路與次要道路之雙機車道之機車專用道的每一車道寬不宜小於 1.25 公尺。

4.1.3 機車專用道

機車道依行駛位置、分隔型態及佈設位置而有不同分類：

表 4.1-4 機車道分類

分類	項目
車輛行駛方向	順向機車道
	逆向機車道
分隔型態	實體分隔之機車道
	標線分隔之機車道
路型佈設位置	路緣型機車道
	中央型機車道

一、路緣型機車道

機車行駛於車道之最外側，會受到路邊停車、沿線商家裝卸貨、計程車上下客等影響。此設計方式主要針對路邊無公車站位與路邊停車格位之道路。

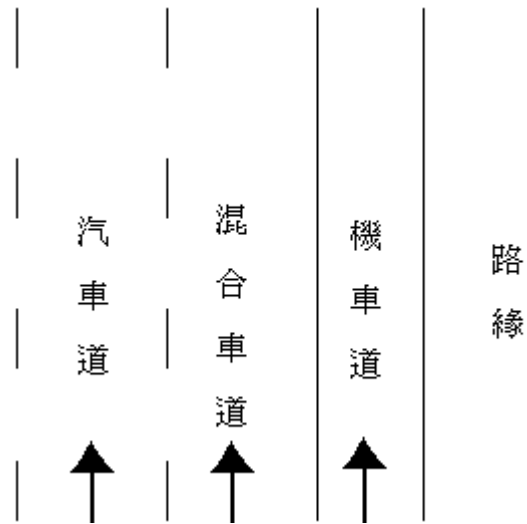


圖 4.1-1 路緣型機車道

二、中央型機車道

機車行駛於道路中央時，服務功能則是以穿越性機車交通為主要目的。此設計方式較適用於路邊停車需求較高與設有公車站位之道路。

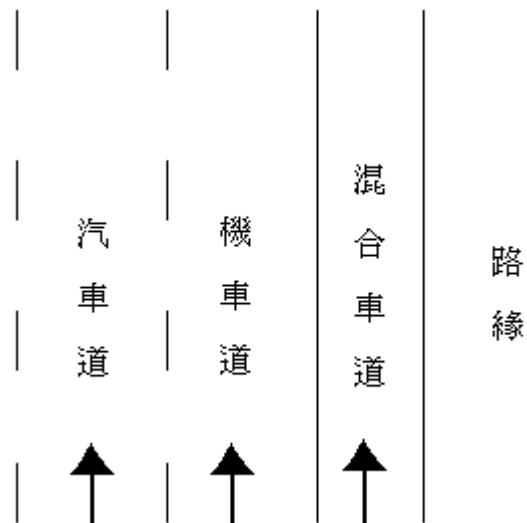


圖 4.1-2 中央型機車道

4.2 各影響變數之選取

在一般路段的機車車流中，通常會導致機車變換方向的原因大部分都是前車的速度不如後車的期望速度來的高，故會變換方向來超越前車。本研究根據近年來研究機車車流模式中所整理的與本研究認為的影響因素為：

1. 前車偏向
2. 後車偏向
3. 縱向距離
4. 橫向距離
5. 與車道緣之距離
6. 前車車速
7. 後車車速
8. 相對速度
9. 駕駛人特性
10. 駕駛人行為
11. 車輛特性
12. 道路型態
13. 天氣

4.2.1 可控制變數

1. 前車與後車偏向：本研究認為在某影響範圍內，前車的偏向角度將會影響後車所偏向的角度。而在研究中的前車偏向與後車偏向的定義是以直行方向為中心基準軸，偏向時與中心基準軸所夾之角度為所謂的偏向角度，而偏左為負，偏右則為正。

2. 前車與後車車速：一般在車速較高的情況下，由於對於偏向角度較為敏感，故偏向角度通常會略小。

3. 前車與後車相對速度：當後車的車速大於前車，較容易發生偏向之行為，以完成超車的動作。

4. 相對距離：分為縱向距離與橫向距離。當縱向距離較小時，駕駛人會依橫向距離來決定是否足夠進行超車動作，反之，若縱向距離較大且橫向距離很小，駕駛人則可加速行駛或拉開橫向距離。

5. 距車道緣之距離：就一般駕駛人的行為，行駛時通常會與車道緣保持一側向安全距離。

4.2.2 不可控制變數

1. 駕駛人特性：拍攝期間，由於距離甚遠，並無法觀察駕駛人之性別、年齡與身高等其特性。

2. 駕駛人行為：駕駛人的所顯現的行為是由於心理所導致，故拍攝時亦無法得知其心理。
3. 車輛特性：重型車與輕型車在遠距離的拍攝下極難分辨，且一般所觀察的車速分佈大都為輕型車可達到的車速。
4. 道路型態：道路的坡度與視線障礙的有無將會對駕駛者產生影響。
5. 天氣：在晴天與雨天的情況下，雨天的平均車速應該較晴天時來的低。

4.3 特性分析

本研究利用一個新的概念來描述機車運動推進模式，先探討後車偏向與各變數的關係，再由其中選取影響較大的變數以進行模式的構建，未避免太多變數導致發生問題時不易得知問題來源，本研究將經由各變數之特性分析後，加以選取，分析如下：

表 4.3-1 輸入變數各代號

變數名稱	變數代號	單位	範圍
前車偏向	θ	度	0~10
縱向距離	D_x	公尺	0~10
橫向距離	D_y	公尺	0~1.5
距車道緣之距離	D_l	公尺	0~1.25
後車偏向	α	度	0~8

4.3.1 自變數與應變數

1. 前車偏向

根據林育瑞[5]文中，在 30 公尺內為影響後車之範圍，下圖為相對距離在 0~30 公尺內的情形下，前車偏向影響後車偏向的分佈情形，而以 SPSS 分析兩者其相關，為顯著相關。圖中顯示，兩者關係如表 4.3-2 的任何情況，且沒有一定的規則。本研究認為，在相對距離較短的情形下，前車偏向對後車偏向的影響將會相對提高，可藉此設一門檻值，以作區別。

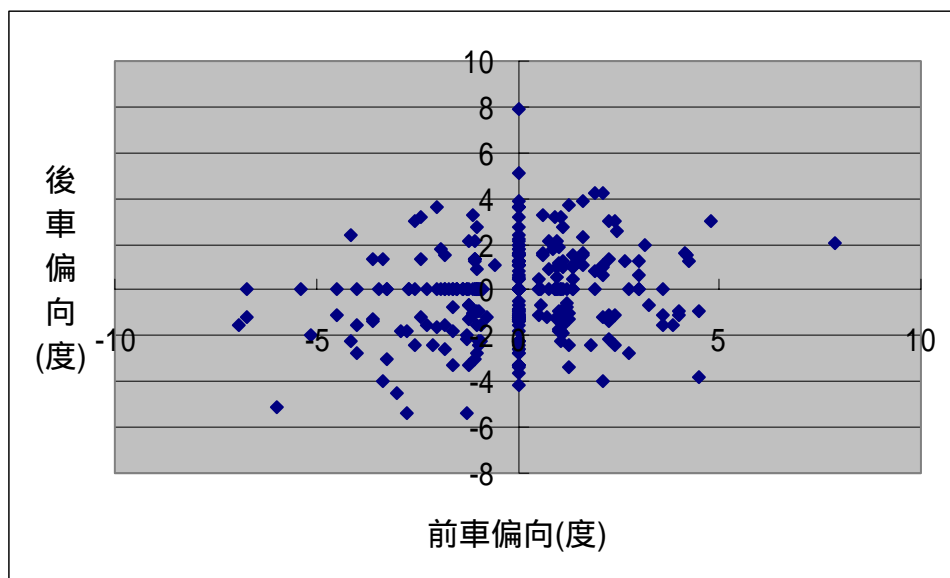


圖 4.3-1 前車偏向與後車偏向

相關

		B	F
B	Pearson 相關	1.000	.194**
	顯著性 (雙尾)	.	.001
	個數	312	312
F	Pearson 相關	.194**	1.000
	顯著性 (雙尾)	.001	.
	個數	312	312

**. 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

圖 4.3-2 相對距離在 0~30 公尺內，前車與後車偏向之相關度

表 4.3-2 前後車偏向情形

	前車 偏右(+)	前車 偏左(-)	前車 不偏(0)
前車位置在正前方	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)
前車位置在正前方	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)
前車位置在正前方	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)
前車位置並行(後車在右)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)
前車位置並行(後車在右)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)
前車位置並行(後車在右)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)
前車位置並行(後車在左)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)
前車位置並行(後車在左)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)
前車位置並行(後車在左)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)
前車位置在左(後車在右)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)
前車位置在左(後車在右)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)

前車位置在左(後車在右)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)
前車位置在右(後車在左)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)	後車 偏右(+)
前車位置在右(後車在左)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)	後車 偏左(-)
前車位置在右(後車在左)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)	後車 不偏(0)

2. 速度

當速度越高時，偏向角度有漸小的趨勢，可能原因為高速下車子偏移較敏感。即機車行駛時，當駕駛人因某種因素需作偏向，則在同一橫向距離，相同的時間內，車速較低的機車需要較大的角度才能完成，反之，車速較高的機車則可以較小的偏向角度完成。

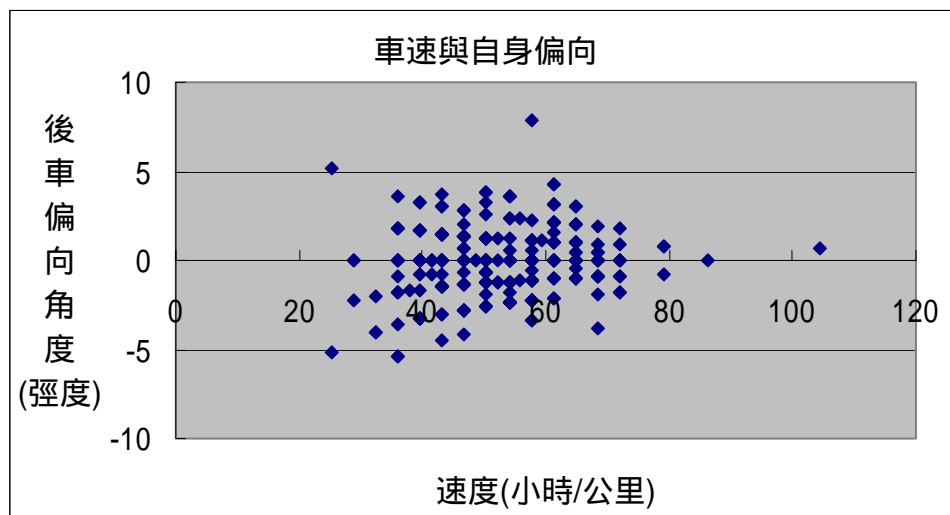


圖 4.3-3 車速與自身偏向分佈圖

3. 相對距離

分為縱向距離與橫向距離兩部分。當縱向距離較小且橫向有足夠的距離時，後車若要超越，則將依據所需的橫向距離作適度的偏向角度。當前車與後車的橫向距離小於側向安全距離時，後車亦會做出適度的偏向，以利直行。在此部分將分作縱向距離與橫向距離兩方面個別探討。

縱向距離

在探討縱向距離與後車偏向角度的關係時，將分作後車偏右與偏左的個別分析，由圖 4.3-4 與圖 4.3-5 可略微看出，當縱向距離越遠時，偏向的角度越大的趨勢。本研究認為，若縱向距離越短時，且橫向距離趨近 0 時，偏向將會越明顯，

故在另外針對此情形作圖 4.3-6 與 4.3-7 兩圖分析。由圖顯示，縱向距離在 10 公尺內時，後車偏向有縱向距離越近，偏向角度越大的趨勢，亦即兩者有呈現反比的情形。由於縱向距離在 10 公尺內的資料所呈現的關係較為明顯，故本研究將僅針對縱向距離在 10 公尺內的資料作之後模式構建的依據。

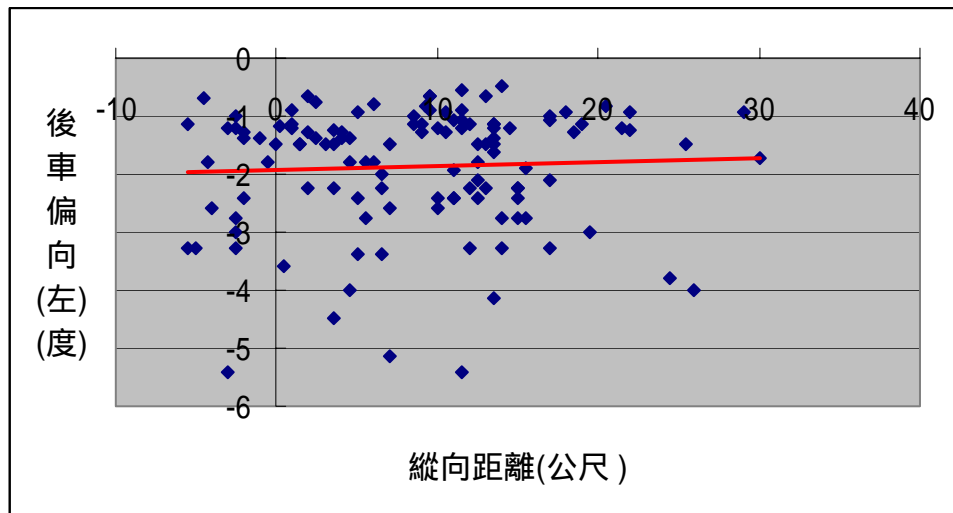


圖 4.3-4 縱向距離與後車偏向(左)(所有資料)

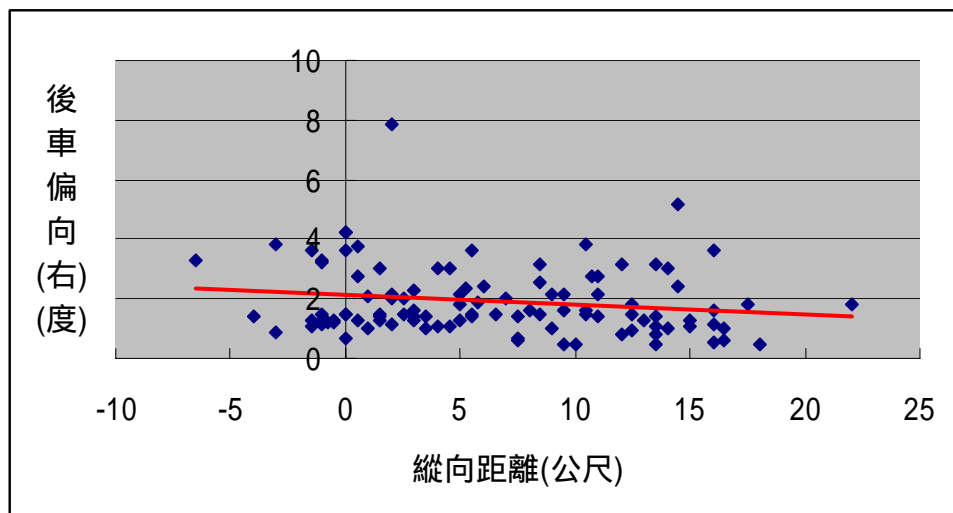


圖 4.3-5 縱向距離與後車偏向(右)(所有資料)

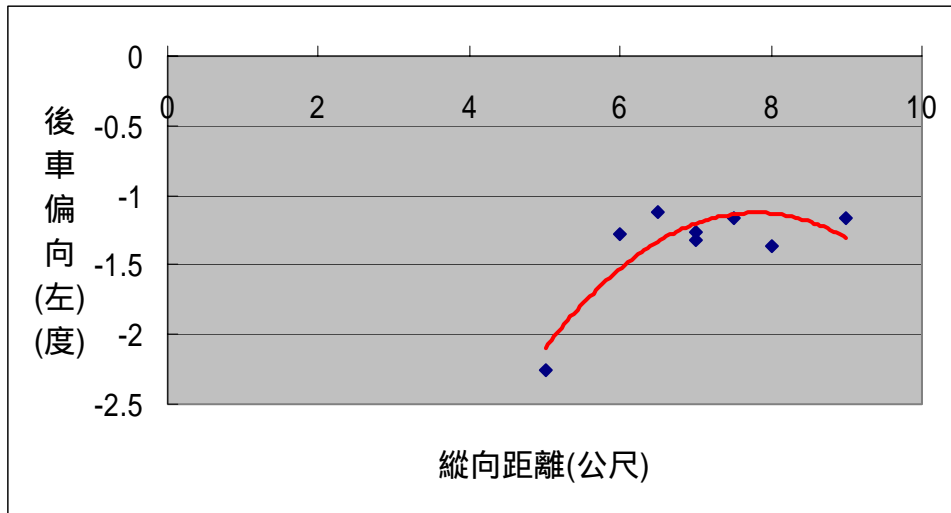


圖 4.3-6 縱向距離與後車偏向(左)(縱向距離小於 10 公尺)

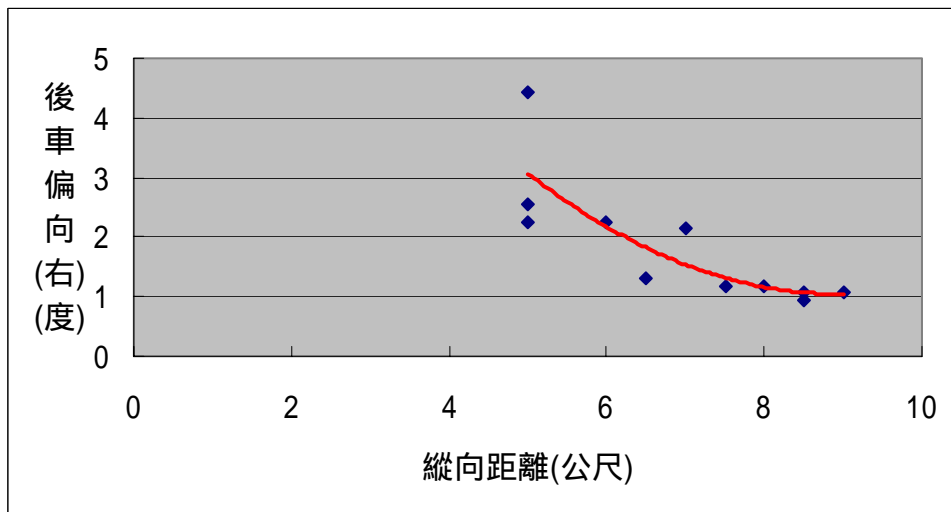


圖 4.3-7 縱向距離與後車偏向(右)(縱向距離小於 10 公尺)

橫向距離

而在後車偏向與橫向距離的部分,由圖 4.3-8 可以看出當有縱向距離亦影響時,其分佈圖無法看出其關係,若將縱向距離設為 0,即僅受橫向距離的影響時,由圖 4.3-9 可看出,當橫向距離越短時,後車偏向角度有漸小的趨勢。

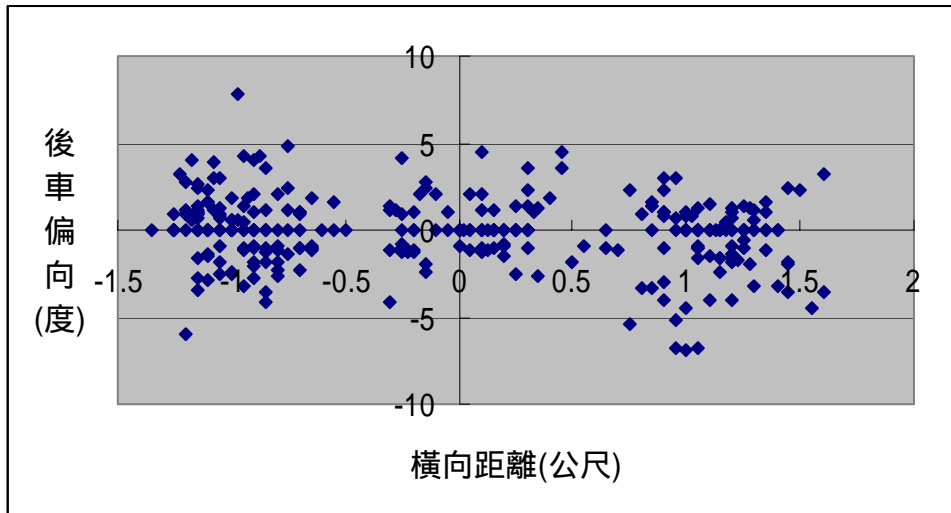


圖 4.3-8 橫向距離與後車偏向(縱向距離設為 0)

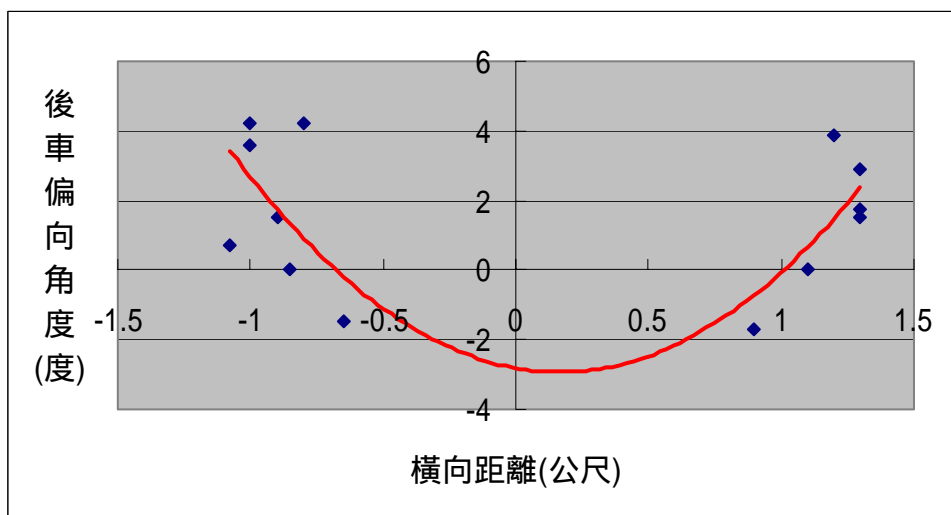


圖 4.3-9 橫向距離與後車偏向角度(縱向距離設為 0)

4. 距車道緣之距離

依常理判斷，當後車在考量偏向角度時，若他越接近車道緣，在偏向時大都會以與車道緣的反向作偏向，若機車越在道路中間行駛時，則兩邊路緣的影響將會較小，反之則影響較大。在本研究中，將針對距車道緣最短的方向之距離為探討對象。

在距車道緣距離最小的資料中，稍微可看出距離越遠，有較向右偏的趨勢，為了確定車道緣對後車偏向的影響，本研究特別將後車偏向的角度扣除自然偏向

角度，依起算點與偏左偏右分為以下四圖，結果顯示，當距離車道緣越近時，偏向車道緣角度越小。若以道路中線的角度來看，偏向最大的情形出現在道路中線時，其推論為越接近道路中線時，所以選擇偏向的角度就越大。

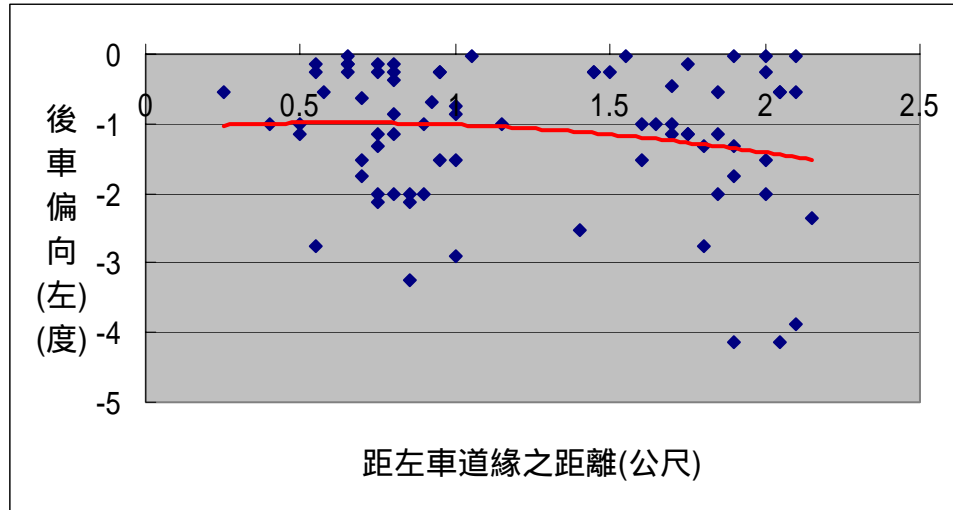


圖 4.3-10 後車偏左與距左車道緣之距離

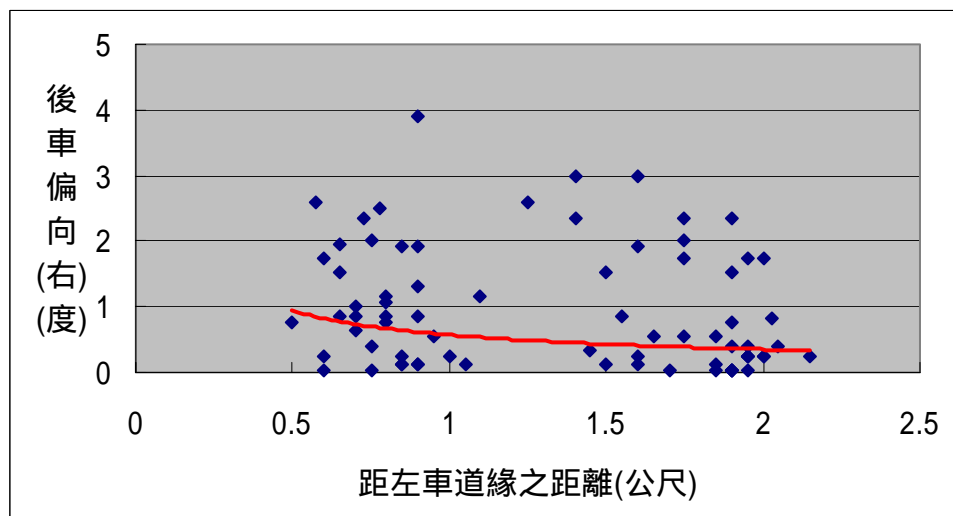


圖 4.3-11 後車偏右與距左車道緣之距離

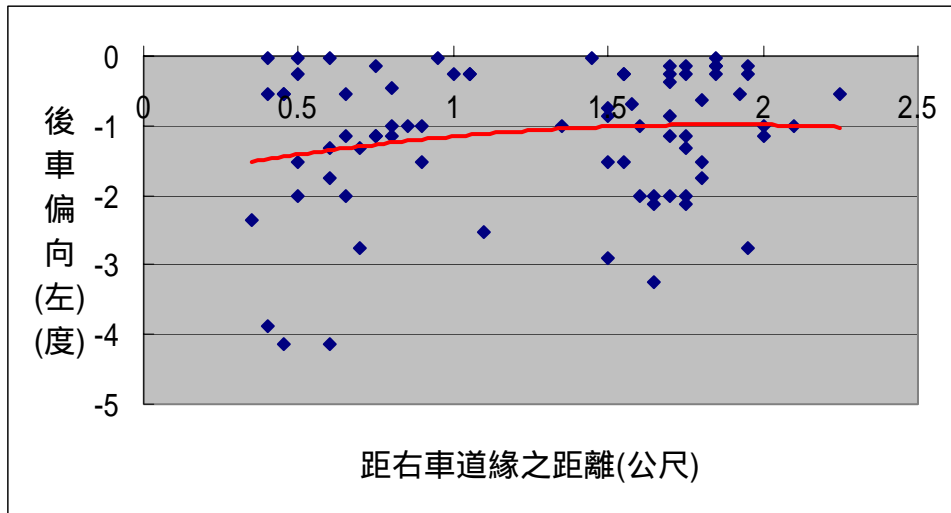


圖 4.3-12 後車偏左與距右車道緣之距離

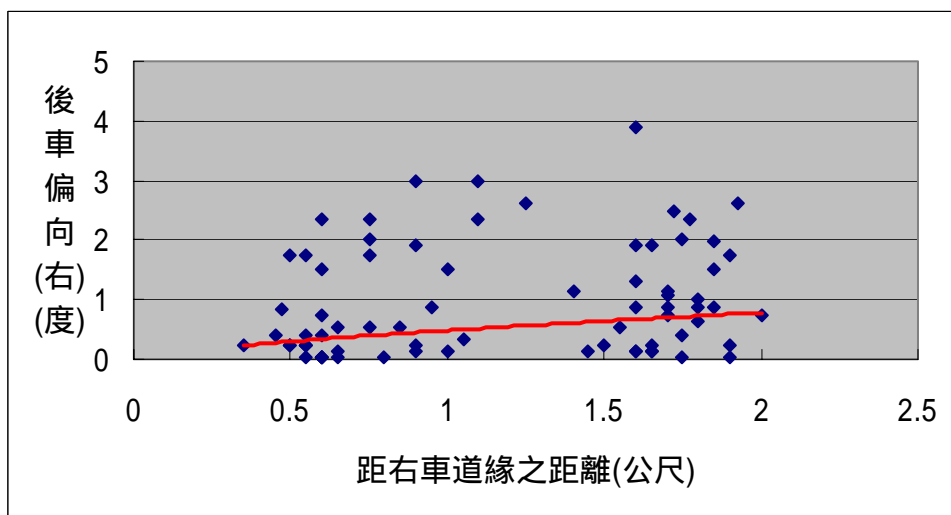


圖 4.3-13 後車偏右與距右車道緣之距離

小結

根據以上所分析各變數與後車偏向的關係後，其整理如下，並作相關的假設：

1. 由於前車偏向與後車偏向並無任何線性或非線性關係，僅存在其對應關係，而相對距離越遠其相關則越低，故本研究將相對距離 0~20 公尺區分為兩份，而在縱向距離為 10 公尺內的影響較為明顯，故假設 0~10 公尺內為影響較高的區域，並假設前車偏向角度為後車偏向角度的依據。
2. 當速度越高時，角度有變小的趨勢。故本研究假設在時速 20~90 公里/小時內，後車偏向角度會隨著速度升高而減小的趨勢。

3. 當縱向距離越大時，後車偏向有變小的趨勢，若縱向距離在 10 公尺內時，此情形越明顯，即有 $\alpha \propto (1/D_x^f)$ 之關係存在。根據以上的分析，本研究假設模式所針對的資料縱向距離為 20 公尺內且在 10 公尺內較為明顯。
4. 橫向距離與後車偏向在所有資料比較下，並無明顯的關係，但若在縱向距離為 0 時，單純的橫向距離則有其距離越小，後車偏向亦越小的趨勢，即有 $\alpha \propto D_y^g$ 之關係存在。假設橫向距離在 1.5 公尺內，將有以上所述之情形。
5. 距車道緣之距離與後車偏向的相關分析為，當距離車道緣越近時，反向偏向車道緣角度越大。即當以右距車道緣算起時，略有 $-\alpha \propto D_l$ 與 $\alpha \propto (1/D_l)$ 兩種關係存在。由於越靠近車道中央，所能偏向的角度越大，且有此趨勢，而在靠近車道緣時，僅靠近車道緣的偏向角度為較小，故本研究假設距車道緣的距離最大為 1.25 公尺，即在道路中央，且越靠近車道緣時，偏向不論是靠車道緣或對車道緣反向時，角度都為偏小的趨勢，即 $\alpha \propto D_l$ 。

根據以上的分析，可得知跟後車偏向有關的，除了速度變數外，都與距離有關，故將會針對距離變數作深入之探討。由於速度變數中不僅包含距離的因素，亦包含了時間的因素，為了避免兩者混淆互相影響，加上本研究之後的資料處理中將以每 0.5 秒為一單位，將視為瞬時，故在此先不將速度的因素考慮。本研究最後選定之變數，將以前車偏向角度、縱向距離、橫向距離與距車道緣之距離為模式輸入變數。

4.3.2 自變數與自變數

1. 前車偏向與縱向距離

根據資料分析後，由圖顯示，在所有資料下，前車偏向與縱向距離的關係較不明顯，故在分為偏左偏右兩部分來分析，結果顯示，偏向為左時，亦較看不出其規則，而在偏右時，有距離越遠偏向越大的趨勢，可視為前車與後車的縱向距離越遠時，較不受到束縛。

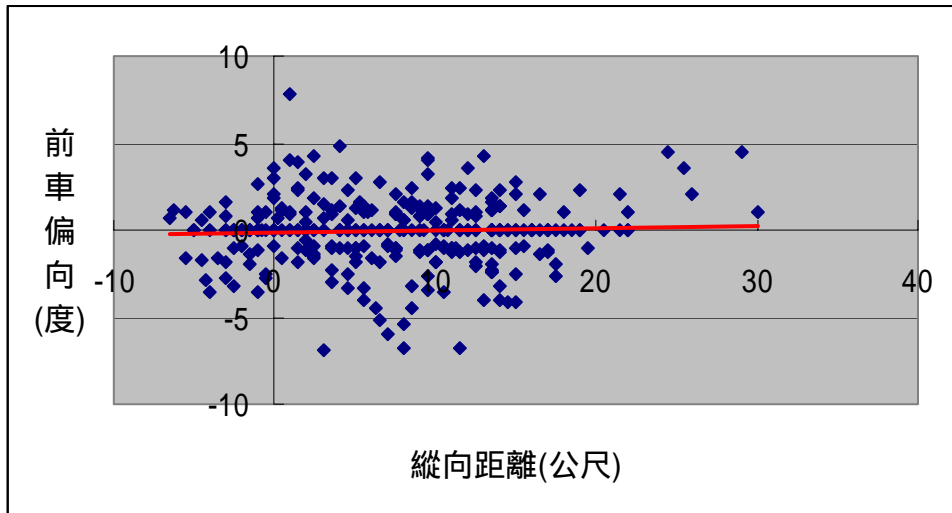


圖 4.3-14 前車偏向與縱向距離(所有資料)

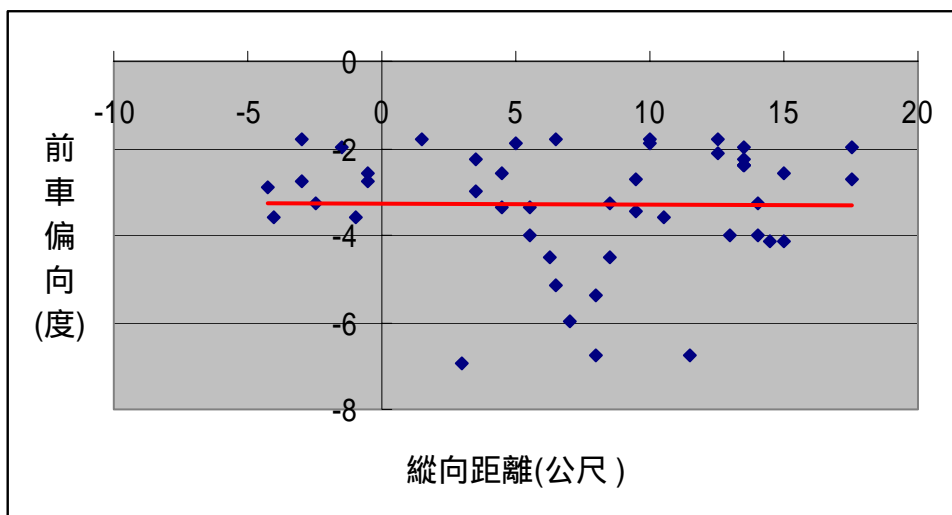


圖 4.3-15 前車偏左與縱向距離

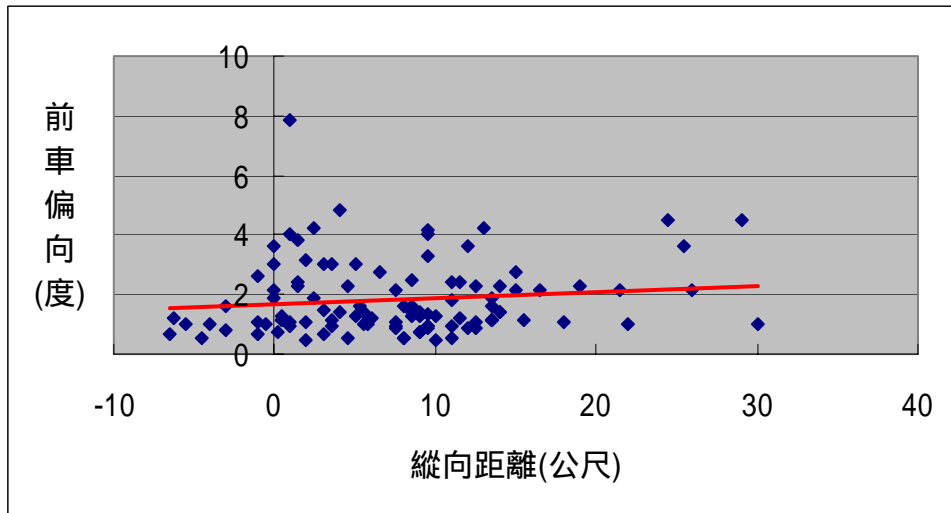


圖 4.3-16 前車偏左與縱向距離

2. 前車偏向與橫向距離

由下圖可知，所有資料下，前車偏向與橫向距離的分佈較為平均，而若與縱向距離為 0，即所謂並排的情形，則與後車偏向的圖形差異不大，即距離越小，偏向亦越小。

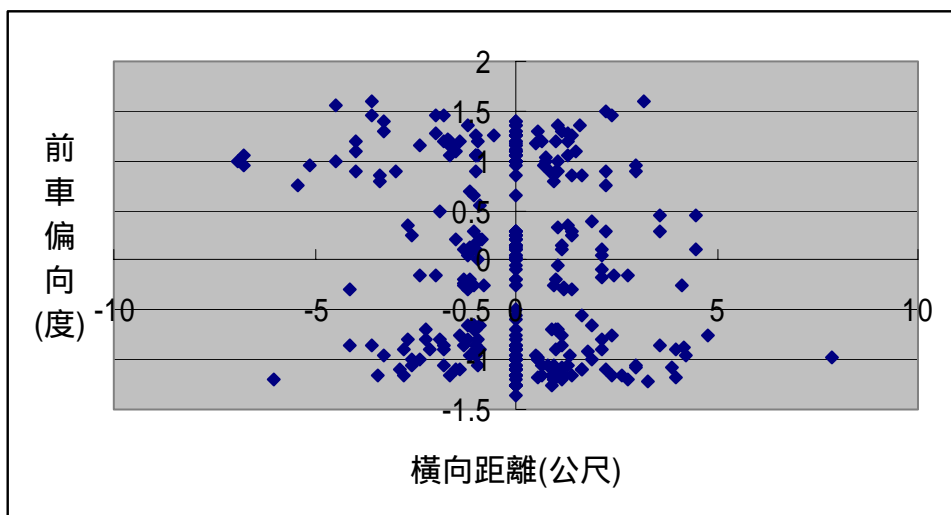


圖 4.3-17 前車偏向與橫向距離(所有資料)

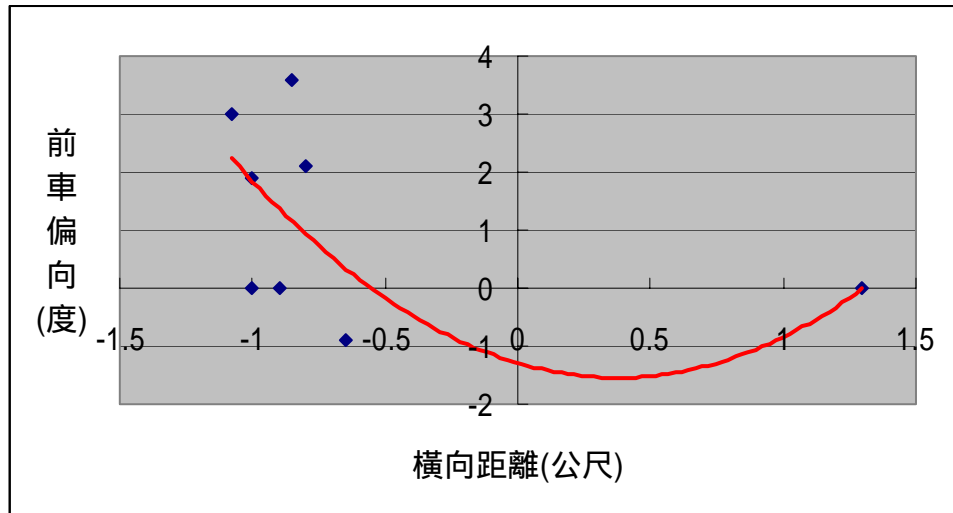


圖 4.3-18 前車偏向與橫向距離(縱向距離為 0)

3. 前車偏向與距車道緣之距離

由於在距車道緣最小的所有資料分析中，並無明顯的趨勢，即資料分佈較為平均。

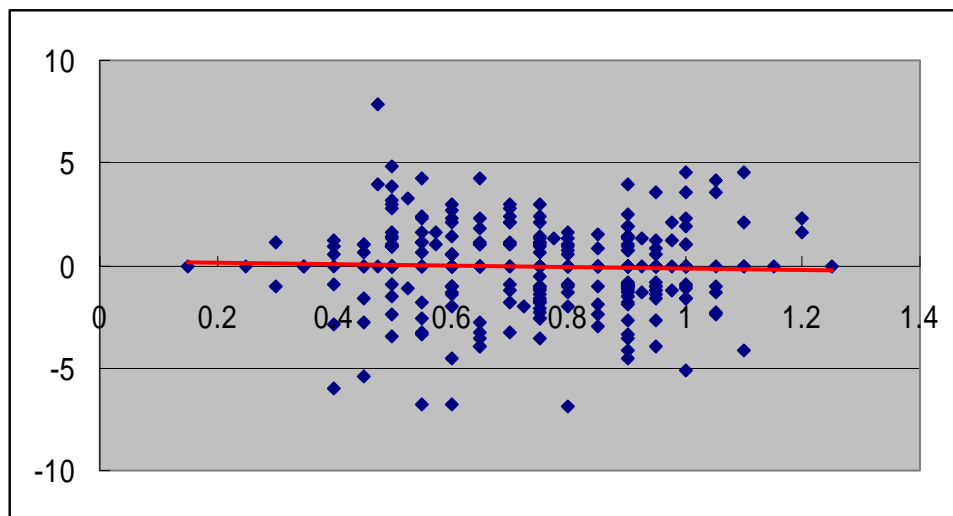


圖 4.3-19 前車偏向與距車道緣之距離

4. 橫向距離與縱向距離

本研究認為縱向距離與橫向距離兩者無相對關係。分析圖顯示兩者亦無特定關係。

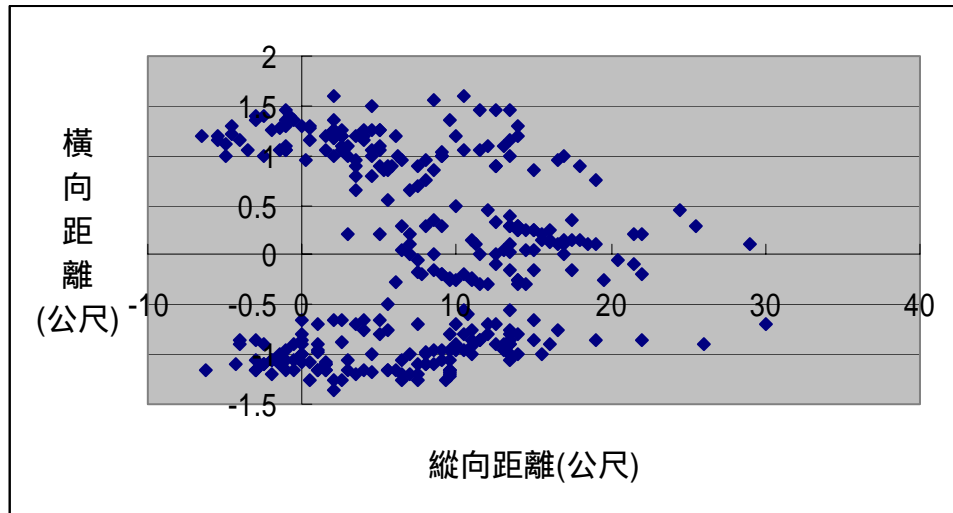


圖 4.3-20 縱向距離與橫向距離

此兩變數除了正前方有機車(橫向距離為 0)與並行(縱向距離為 0)兩種情形外，可說是相互影響的。而其影響情況分為四類，第一、當縱向距離小且橫向距離大時，第二、當縱向距離小且橫向距離小時，第三、當縱向距離大且橫向距離大時，第四、當縱向距離大且橫向距離小時。此四種情形除了第二種外，其餘三種對後車偏向的影響將不會太大。分析表如下：

表 4.3-3 縱向與橫向距離分析表(單位:公尺)

縱向距離\橫向距離	0~1	1~2
0~10	1.6693 *	1.4804
10~20	1.2971	1.1411

5. 橫向距離與距車道緣之距離

由於橫向距離與距車道緣之距離較無直接關係，故本研究認為橫向距離與距車道緣之距離兩者相互獨立。

6. 縱向距離與距車道緣之距離

由於縱向距離與距車道緣之距離亦較無直接關係，故本研究認為縱向距離與距車道緣之距離兩者相互獨立。

小結

根據以上分析，整理如下：

1. 由於前車偏向與縱向距離看不出其明顯關係，故假設其兩者無明顯相關，亦即駕駛人對後方情形敏感度甚小。
2. 在前車偏向與橫向距離的部分，由於皆為縱向距離為 0，與後車偏向同，故假設橫向影響距離在 1.5 公尺內。
3. 在其他變數間的關係，皆假設互相獨立。

4.4 模式假設

由於影響車流的人、車、路與交通控制四大項是相當複雜的，某些因素更是研究中無法掌握與控制的，故研究中需要對其作一些假設，簡化對車流影響的複雜程度。

1. 駕駛人因素

a. 特性

本研究在拍攝時由於距離甚遠，無法分辨駕駛人之特性，故假設駕駛人的特性皆無明顯差異，即不考慮性別、年齡職業等。

b. 行為

駕駛人的駕駛行為會依不同的駕駛人特性而有所不同，在本研究中亦將駕駛人行為假設無明顯差異且均合乎理性。其中駕駛人在超車過程中，考慮後方來車的行為，由於選取的資料皆為研究車後方 30 公尺內無機車之情況，故不考慮此狀況。

2. 車輛特性因素

由於一般重型與輕型機車的體積與性能差別不大，且路段上一般重型車行駛速度輕型車亦可以達到，故本研究將輕型與重型機車視為相同，而在 150CC 以上的重型機車，由於數量極少，本研究也不列入考慮。

3. 道路因素

在道路坡度與視線障礙的情形，本研究也將不考慮，並假設其無坡度與無視線障礙，而道路上偶而有腳踏車與三輪車出現，亦假設無此因素存在。

4. 車流因素

本研究係針對車流密度低的情形作初步探討，故影響的車輛數亦較少，在這方面本研究假設周圍影響車輛最多為兩輛，且分為幾種情形進行討論。而運動模式在推進時，皆假設每一車輛以等速的情形進行推進。

4.5 模式構建

本研究之模式是藉由魚體運動模式之概念建立，由於兩者間有差異存在，故在機車運動推進模式的變數上，需依照先前所分析的關係來作構建的依據，而構建前先對魚體運動模式的概念基礎作探討，以利之後的構建工作。

4.5.1 模式背景及概念

模式背景

此理論來自於文獻中對於掠食者攻擊魚群時，魚群為躲避掠食者而發展出的運動模式。其概念為當魚群在躲避時，研究魚因為周圍魚群的運動方向導致其運動方向的影響。模式中，作者以二維個體的概念建立，建立時的輸入變數包括前方魚的偏相角度、後方魚與前方魚之相對距離與魚游行之速度，輸出變數則為後方魚的偏向角度與行進時 X 與 Y 方向之距離。其模式如下：

$$\alpha = \frac{\sum \theta \times D^{-3}}{\sum D^{-3}}$$

α ：後車偏向角度

θ ：前車偏向角度

D ：相對距離

模式概念

其概念是以參考點與重心法求得其所要之應變數，即當研究魚周圍有三隻魚的情況下，偏向角度分別為 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 且相對距離分別為 D_1 、 D_2 、 D_3 ，而研究魚的偏向角度之求法如圖 4.5-1 所示：

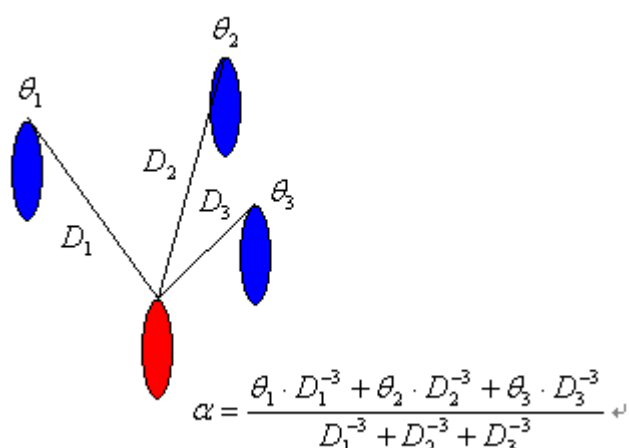


圖 4.5-1 魚體運動模式概念示意圖

4.5.2 模式構建

在魚體運動模式中，其概念為將周圍影響之魚當作各個參考點，故有相對距離的概念，但是單單以相對距離來探討，將會有以某一相對距離的值為半徑下所得到半圓範圍，後方機車的偏向角度皆會相同，這與現實並不吻合，故本研究將相對距離分作縱向距離與橫向距離。而根據之前的變數分析結果：

表 4.5-1 變數間之關係表

自變數與應變數	自變數與自變數
θ 為 α 的依據	θ 與 D_x 無相關
$\alpha \propto \frac{1}{D_x^f}$	$\theta \propto D_y^g$
$\alpha \propto D_y^g$	D_x, D_y 則分別與 D_l 獨立
$\alpha \propto D_l$	

模式中各變數分析如下：

1. 相對距離

本模式中將相對距離分為縱向距離與橫向距離，在兩變數中存在有縱向距離越小，偏向角有越大的趨勢，而橫向距離越小，偏向角度亦越小的趨勢，而兩者有相互影響的關係，即縱向距離與橫向距離同時變小時，對後車偏向角度的影響為最大，故在表示時，將兩者相乘，由於縱向距離與後車偏向角度成反比，而橫

向距離與後車偏向角度成正比，故分別在此項加入次方之參數：

$$(D_y^g / D_x^f)$$

2. 距車道緣之距離

研究中機車距車道緣之距離是以距最近的一方為參考點，亦即縱向距離必為 0，且當機車在道路中央時距車道緣距離最大為 1.25 公尺。此變數影響其後車偏向角度不如相對距離來的大，且與後車偏向的線性或非線性關係差異不大，為了簡化其複雜性，將以線性關係作探討。

3. 參考點之偏向角度

模式中共分為兩組參考點，一為前車，一為車道緣。在前車偏向的部分，由之前的分析得知，將以其為後車偏向的依據，故在每項變數前將加入一前車偏向變數以作調整，並加入一參數以校估。而偏向角度即為兩者個別的偏向角度，分為前車偏向 θ_1 與車道緣偏向 θ_2 ，由於車道緣本身並不會有偏向，即 $\theta_2=0$ ，故模式中此相將會消去。

$$a \cdot \theta_1 \cdot (D_y^g / D_x^f)$$

$$b \cdot \theta_2 \cdot D_l$$

基本模式

在模式中，本研究亦以魚體運動模式中參考點的概念構建，將前方機車與路緣為兩組參考點，再以重心法求得：

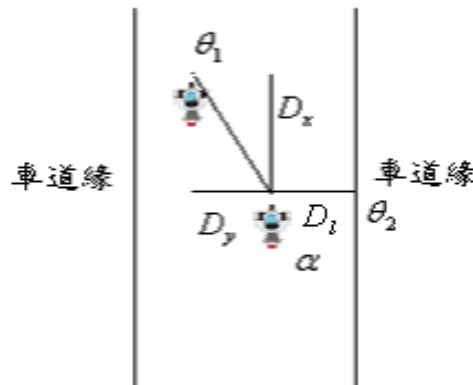


圖 4.5-2 模式示意圖

$$\alpha = \frac{a \cdot \theta_1 \cdot (D_y^g / D_x^f) + b \cdot \theta_2 \cdot D_l}{c \cdot (D_y^g / D_x^f) + d \cdot D_l}$$

$\because \theta_2 = 0$ 故分母第二項消去，則

$$\alpha = \frac{a \cdot \theta_1 \cdot (D_y^g / D_x^f)}{c \cdot (D_y^g / D_x^f) + d \cdot D_l}$$

將欲探討的情形分為五種，左方有機車(一輛與兩輛)、右方有機車(一輛與兩輛)與左方與右方各有一輛機車。歸納成一般化模式為：

$$\alpha = \frac{\sum_i^n (p_1 \cdot (a_{1i} \cdot \theta_{1i} \cdot (D_y^{g_{1i}} / D_x^{f_{1i}})) + p_2 \cdot (a_{2i} \cdot \theta_{2i} \cdot (D_y^{g_{2i}} / D_x^{f_{2i}}))) + (p_1 \cdot b_1 \cdot \phi_1 + p_2 \cdot b_2 \cdot \phi_2) \cdot D_l}{\sum_i^n (p_1 \cdot (c_{1i} \cdot (D_y^{g_{1i}} / D_x^{f_{1i}})) + p_2 \cdot (c_{2i} \cdot (D_y^{g_{2i}} / D_x^{f_{2i}}))) + (p_1 \cdot d_1 + p_2 \cdot d_2) \cdot D_l}$$

α ：後車偏向角度

θ ：前車偏向角度

ϕ ：車道緣之偏向角度

D_x ：縱向距離

D_y ：橫向距離

D_l ：距車道緣之距離

p_1, p_2 ：左右車之虛擬變數，0 為無車，1 為有車

n ：車之數量

a_1, b_1, c_1, d_1 ：左方各參數

a_2, b_2, c_2, d_2 ：右方各參數

f_1, f_2 ：縱向距離之次方參數

g_1, g_2 ：橫向距離之次方參數

限制條件

1. α 與 θ 之上限值為 10 度
2. ϕ 在此為 0 度 (\because 本研究路段之車道緣無縮減或漸寬之直線車道)

3. D_x 最大值為 10 公尺
4. D_y 最大值為 1.5 公尺
5. D_l 最大不超過 1.25 公尺
6. n 最大不超過 2

一般化之參數校估

在一般化的參數校估中，僅針對左方有車(一輛)與右方有車(一輛)兩部分作校估，輸入資料則是兩類中個別的所有資料。而在左方有車(兩輛)、右方有車(兩輛)與左右各一輛車三種，則由左方有車(一輛)與右方有車(一輛)合併而成。分類表如下：

表 4.5-2 左方與右方有車(一輛)之參數表

	$p_1 = 1, n_1 = 1$	$p_2 = 1, n_2 = 1$
a_1, a_2	25.5696	138.5547
b_1, b_2	-	-
c_1, c_2	50.1500	366.3264
d_1, d_2	0.4291	0.7165
f_1, f_2	3.0036	4.1851
g_1, g_2	4.3218	3.5429

表 4.5-3 左方、右方有車(兩輛)與左右各一之參數表

	$p_1 = 1, n_1 = 2$	$p_2 = 1, n_2 = 2$	$p_1 = 1, n_1 = 1$ $p_2 = 1, n_2 = 1$
a_1, a_2	25.5696	138.5547	25.5696/138.5547
b_1, b_2	-	-	-
c_1, c_2	50.1500	366.3264	50.1500/366.3264
d_1, d_2	0.4291	0.7165	0.4291/0.7165
f_1, f_2	3.0036	4.1851	3.0036/4.1851
g_1, g_2	4.3218	3.5429	4.3218/3.5429

4.6 模式校估

本研究中的模式係針對車流密度低的情況作初步探討，而主要針對的情形為縱向距離在 10 公尺內，橫向距離在 1.5 公尺內，車速則是以 30~70 公里/小時等

條件下進行模式的參數校估。

4.6.1 參數校估

根據以上的資料，對左方有車與右方有車兩部分分別以 SPSS 統計軟體作參數校估，至於左方兩輛車、右方兩輛車與左右各一輛三種則由左方有車與右方有車依參考點與重心法的概念合併而成。假設左、右方有車(一輛)校估後之參數如表 4.6-1，當左、右方各有一輛機車時，此時除了這兩個參考點外，還有距後車最近距離之車道緣共三個參考點，則後車偏向則以先前提到的重心法依其參數 A 與 B 合併而成，且兩輛機車同時與研究車之縱向距離在 10 公尺且橫向距離在 1.5 公尺的區域內。

表 4.6-1 驗證說明表

	左方 0~10(公尺)	右方 0~10(公尺)
參數組	A	B

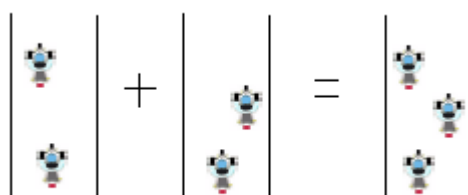


圖 4.6-1 驗證示意圖

各情形之參數校估

1. $p_1 = 1, n = 1$ 左方有車(一輛)

表 4.6-2 左方有車(一輛)參數總表

(左車 1)	$a_1 = 0.9126$
縱向距離 0~10 公尺	$b_1 = -$
且橫向距離 0~1.5 公尺	$c_1 = 0.1460$
	$d_1 = 3.2085$
	$f_1 = 3.1297$
	$g_1 = 1.3791$

2. $p_2 = 1, n = 1$ 右方有車(一輛)

表 4.6-3 右方有車(一輛)參數總表

(右車 1) 縱向距離 0~10 公尺 且橫向距離 0~1.5 公尺	$a_2 = 3.8533$ $b_2 = -$ $c_2 = 9.3618$ $d_2 = -0.0013$ $f_2 = 4.0935$ $g_2 = 5.0001$
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. $p_1 = 1, n = 2$ 左方有車(兩輛)

表 4.6-4 左方有車(兩輛)參數總表

(左車 1) 縱向距離 0~10 公尺 且橫向距離 0~1.5 公尺	$a_1 = 0.9126$ $b_1 = -$ $c_1 = 0.1460$ $d_1 = 3.2085$ $f_1 = 3.1297$ $g_1 = 1.3791$
(左車 2) 縱向距離 0~10 公尺 且橫向距離 0~1.5 公尺	$a_1 = 0.9126$ $b_1 = -$ $c_1 = 0.1460$ $d_1 = 3.2085$ $f_1 = 3.1297$ $g_1 = 1.3791$

4. $p_2 = 1, n = 2$ 右方有車(兩輛)

表 4.6-5 右方有車(兩輛)參數總表

(右車 1) 縱向距離 0~10 公尺 且橫向距離 0~1.5 公尺	$a_2 = 3.8533$ $b_2 = -$ $c_2 = 9.3618$ $d_2 = -0.0013$ $f_2 = 4.0935$ $g_2 = 5.0001$
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

(右車 2) 縱向距離 0~10 公尺 且橫向距離 0~1.5 公尺	$a_2=3.8533$ $b_2=-$ $c_2=9.3618$ $d_2=-0.0013$ $f_2=4.0935$ $g_2=5.0001$
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------

5. $p_1=1, n=1$ 且 $p_2=1, n=1$ 左右各一

表 4.6-6 左右各一參數總表

(左車 1) 縱向距離 0~10 公尺 且橫向距離 0~1.5 公尺	$a_1=0.9126$ $b_1=-$ $c_1=0.1460$ $d_1=3.2085$ $f_1=3.1297$ $g_1=1.3791$
(右車 1) 縱向距離 0~10 公尺 且橫向距離 0~1.5 公尺	$a_2=3.8533$ $b_2=-$ $c_2=9.3618$ $d_2=-0.0013$ $f_2=4.0935$ $g_2=5.0001$

4.6.2 模式檢定

在所有模式中的參數皆校估完之後，為了確認模式的可行性，本研究以統計檢定方法，作各情形下模式的檢定，各檢定如下(其中 θ 為真實偏向角， θ_0 為模式所得之偏向角)：

1. $p_1=1, n_1=1$ 左方有車(一輛)

R-square : 0.32767

$$H_0 : \theta = \theta_0 \quad H_1 : \theta \neq \theta_0 \quad \alpha=0.05$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} = 1.560 < 1.645$$

Accept H_0 接受虛無假設 $\theta = \theta_0$

2. $p_2 = 1, n_2 = 1$ 右方有車(一輛)

R-square : 0.49267

$$H_0 : \theta = \theta_0 \quad H_1 : \theta \neq \theta_0 \quad \alpha = 0.05$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} = 0.8561 < 1.645$$

Accept H_0 接受虛無假設 $\theta = \theta_0$

3. $p_1 = 1, n_1 = 2$ 左方有車(兩輛)

$$H_0 : \theta = \theta_0 \quad H_1 : \theta \neq \theta_0 \quad \alpha = 0.05$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} = 0.616 < 1.645$$

Accept H_0 接受虛無假設 $\theta = \theta_0$

4. $p_2 = 1, n_2 = 2$ 右方有車(兩輛)

$$H_0 : \theta = \theta_0 \quad H_1 : \theta \neq \theta_0 \quad \alpha = 0.05$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} = 1.856 > 1.645$$

Reject H_0 拒絕虛無假設 $\theta = \theta_0$, 表示 θ, θ_0 有顯著不同

$$\text{若 } \alpha = 0.025 \text{ 時, 則 } Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} = 1.856 < 1.96$$

則可以接受虛無假設 $\theta = \theta_0$

5. $p_1 = 1, n_1 = 1$ 且 $p_2 = 1, n_2 = 1$ 左右各一

$$H_0 : \theta = \theta_0 \quad H_1 : \theta \neq \theta_0 \quad \alpha = 0.05$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s / \sqrt{n}} = 0.3774 < 1.645$$

Accept H_0 接受虛無假設 $\theta = \theta_0$

R-square 值在左方有車(一輛)為 0.32767，而在右方有車(一輛)為 0.49267，相較之下，在左方有車(一輛)的情形下則較低些，由於其他三種狀況是由前兩種推論而得，故無 R-square 值可參考。在假設檢定的部分，除了右方有車(兩輛)在 $\alpha = 0.05$ 時，虛無假設會被拒絕外，其餘的都能接受虛無假設 $\theta = \theta_0$ ，但若當 $\alpha = 0.025$ 時，則所有情形皆能接受虛無假設。

4.6.3 校估完成之模式

在參數校估之後，將各參數一一代入各模式中，整理如下：

1. $p_1 = 1, n_1 = 1$ 左方有車(一輛)

$$\alpha = \frac{(0.9126) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297})}{(0.1460) \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297}) + (3.2085) \cdot D_l}$$

2. $p_2 = 1, n_2 = 1$ 右方有車(一輛)

$$\alpha = \frac{(3.8533) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935})}{(9.3618) \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (-0.0013) \cdot D_l}$$

3. $p_1 = 1, n_1 = 2$ 左方有車(兩輛)

$$\alpha = \frac{(0.9126) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297}) + (0.9126) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297})}{(0.1460) \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297}) + (0.1460) \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297}) + (3.2085) \cdot D_l}$$

4. $p_2 = 1, n_2 = 2$ 右方有車(兩輛)

$$\alpha = \frac{(3.8533) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (3.5833) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935})}{(9.3618) \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (9.3618) \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (-0.0013) \cdot D_l}$$

5. $p_1 = 1, n_1 = 1$ 且 $p_2 = 1, n_2 = 1$ 左右各一

$$\alpha = \frac{(3.8533) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (0.9126) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297})}{(9.3618) \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (0.1460) \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297}) + (3.2085) \cdot D_l}$$

或

$$\alpha = \frac{(3.8533) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (0.9126) \cdot \theta_1 \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297})}{(9.3618) \cdot (D_y^{5.0001} / D_x^{4.0935}) + (0.1460) \cdot (D_y^{1.3791} / D_x^{3.1297}) + (-0.0013) \cdot D_l}$$

第五章 模式驗證

為了得知本研究所發展之模式是否符合真實車流的運動推進情形，將對各類情形下做偏向、縱向位移與橫向位移之驗證。驗證時，本研究先以偏向的部分作驗證，以得知模式對偏向的準確度，而第二部份則針對角度大小的部份作驗證，以確定透過模式後的角度值與真實的不會誤差過大。在角度驗證的橫向位移中，本研究將依據營建署之市區道路工程規劃及設計規範之研究中最小側向行車安全間距 0.20 公尺為門檻值，即期望誤差能落在此範圍內，方可為可接受誤差，而在縱向位移中，其誤差範圍則以 0.005 公尺為門檻值。

5.1 模式驗證

主要分為五個部分做個別的驗證，前兩個部分為左方與右方分別有車的情形，後三個部分則是由前兩個部分推論而得。假設左、右方有車(一輛)校估後之參數如表 5.1-1，當左、右方各有一輛機車時，此時除了這兩個參考點外，還有距後車最近距離之車道緣共三個參考點，則後車偏向則以先前提到的重心法依其參數 A 與 B 合併而成，且兩輛機車同時與研究車之縱向距離在 10 公尺且橫向距離在 1.5 公尺的區域內。

表 5.1-1 驗證說明表

	左方 0~10(公尺)	右方 0~10(公尺)
參數組	A	B

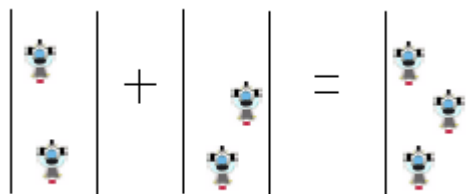


圖 5.1-1 驗證示意圖

5.1.1 偏向驗證

在偏向驗證的部分主要是將真實資料的偏向與模式所得之方向作一比較，以測試模式對於方向預測的準確性。而驗證結果顯示，除了左方有車(一輛)與左右各一的情形下，偏向的準確性有偏低傾向，另外三種情形皆有近 6 成或超過 6

成的準確性。如表 5.1-2。

表 5.1-2 偏向驗證比例

各類情形	準確比例 (%)
左方有車(一輛)	34.78
右方有車(一輛)	57.73
左方有車(兩輛)	63.30
右方有車(兩輛)	75.86
左右各一	40.79

5.1.2 角度驗證

在角度驗證的部份則是以模式所得到的偏向角度值與真實資料作比較，而在比較時則分為縱向位移與橫向位移兩部份，若兩距離誤差越小則代表其行進軌跡越符合真實車流之運動軌跡，亦即模式所得到的偏向角度有較高的準確度。如圖 5.1-2 所示，在一定的單位時間內，假設細黑線為真實機車的直行運動軌跡，而粗黑線為透過模式所得到之運動軌跡，其中 Δy 即為橫向位移的誤差，而 Δx 為縱向位移的誤差，當偏向角度 α 值越近似真實機車之偏向角度時，則 Δy 與 Δx 兩誤差的值會越小，則兩軌跡亦將近似重疊，即模式能正確的表達真實的運動軌跡。

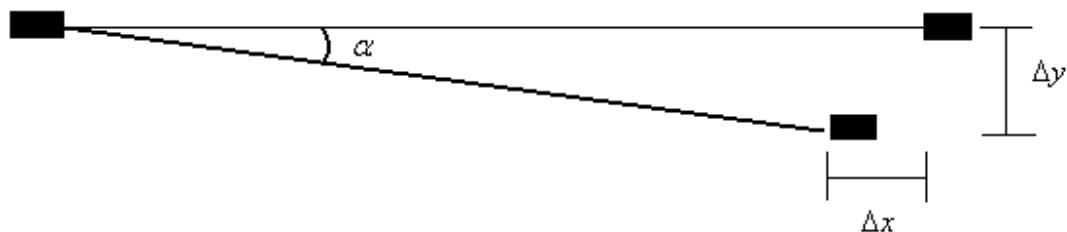


圖 5.1-2 驗證誤差示意圖

1. 左邊有車(一輛)

在縱向位移有近八成五落在 0.01 公尺的範圍內，而橫向位移則有近六成以上達到可接受範圍內。

縱向位移

表 5.1-3 左邊有車(一輛)--縱向位移

縱向	左一	總
範圍(公尺)	樣本數	比例(%)
-0.01~	3	7.69
-0.005~-0.01	5	12.82
0~-0.005	14	35.90
0	5	12.82
0~0.005	7	17.95
0.005~0.01	2	5.13
0.01~	3	7.69
總計	39	100.00

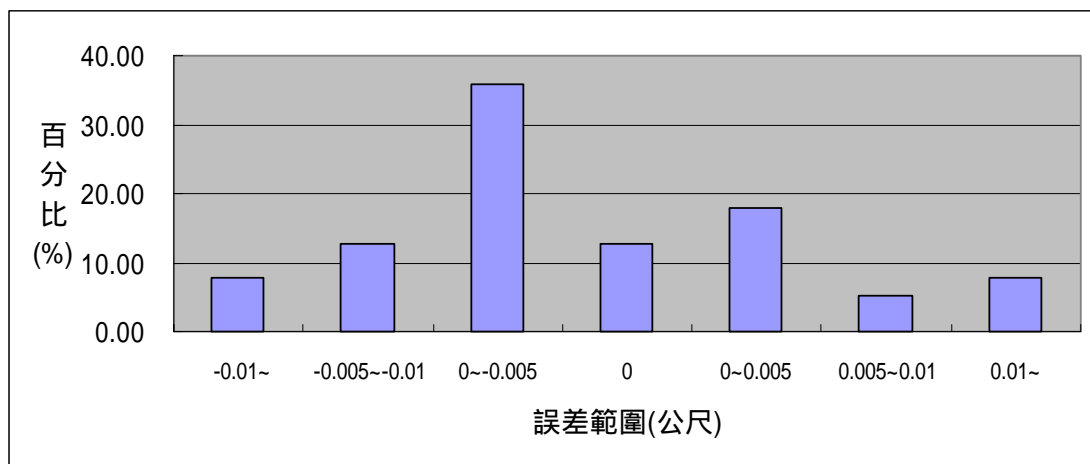


圖 5.1-3 左邊有車(一輛)--縱向位移誤差比例圖

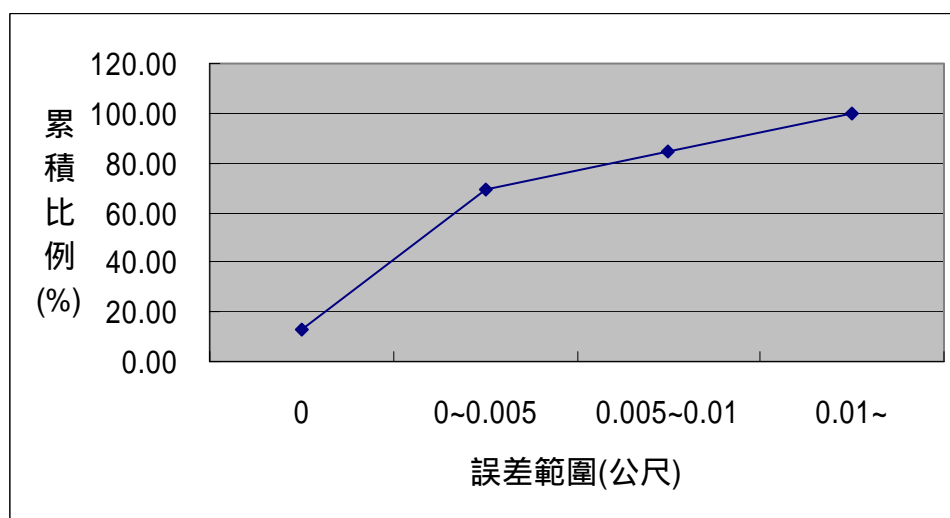


圖 5.1-4 左邊有車(一輛)--縱向位移絕對誤差累積比例圖

橫向位移

表 5.1-4 左邊有車(一輛)—橫向位移

橫向	左一	總
範圍(公尺)	樣本數	比例(%)
-0.40~	3	7.69
-0.20~-0.40	5	12.82
0~-0.20	9	23.08
0	5	12.82
0~0.20	10	25.64
0.20~0.40	4	10.26
0.40~	3	7.69
總計	39	100.00

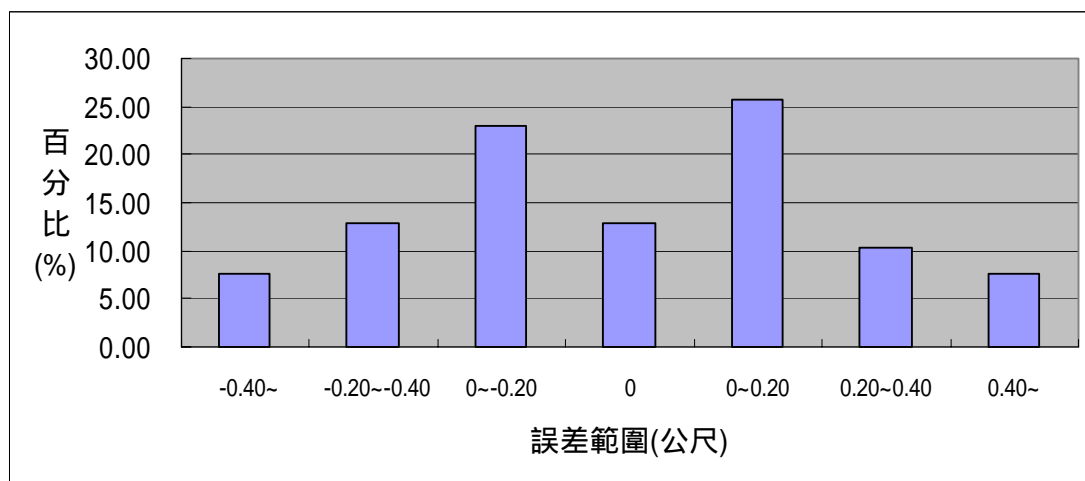


圖 5.1-5 左邊有車(一輛)—橫向位移誤差比例圖

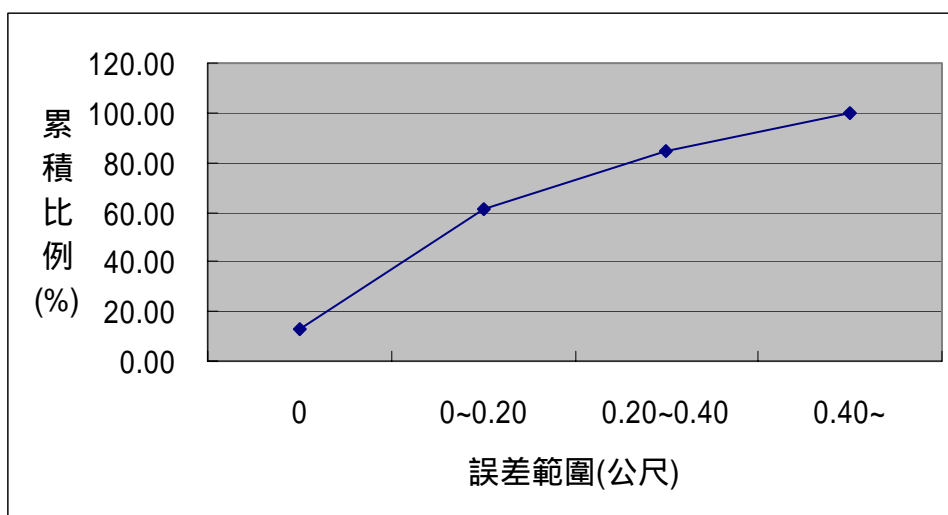


圖 5.1-6 左邊有車(一輛)—橫向位移絕對誤差累積比例圖

2. 右邊有車(一輛)

在縱向位移部分有近九成在 0.01 公尺內，橫向位移部分有六成達可接受範圍。

縱向位移

表 5.1-5 右邊有車(一輛)—縱向位移

縱向	右一	總
	樣本數	比例 (%)
-0.01~	2	4.88
-0.005~-0.01	6	14.63
0~-0.005	15	36.59
0	6	14.63
0~0.005	10	24.39
0.005~0.01	1	2.44
0.01~	1	2.44
總計	41	100.00

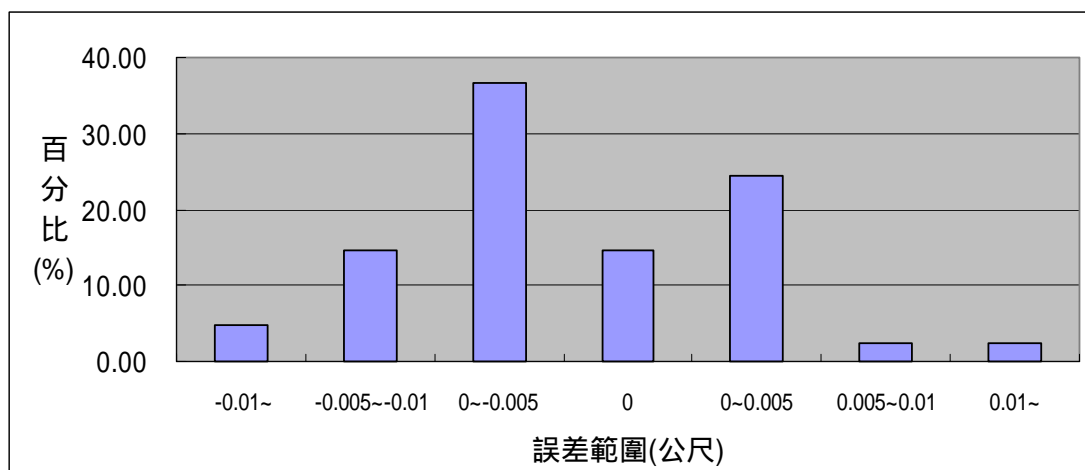


圖 5.1-7 右邊有車(一輛)—縱向位移誤差比例圖

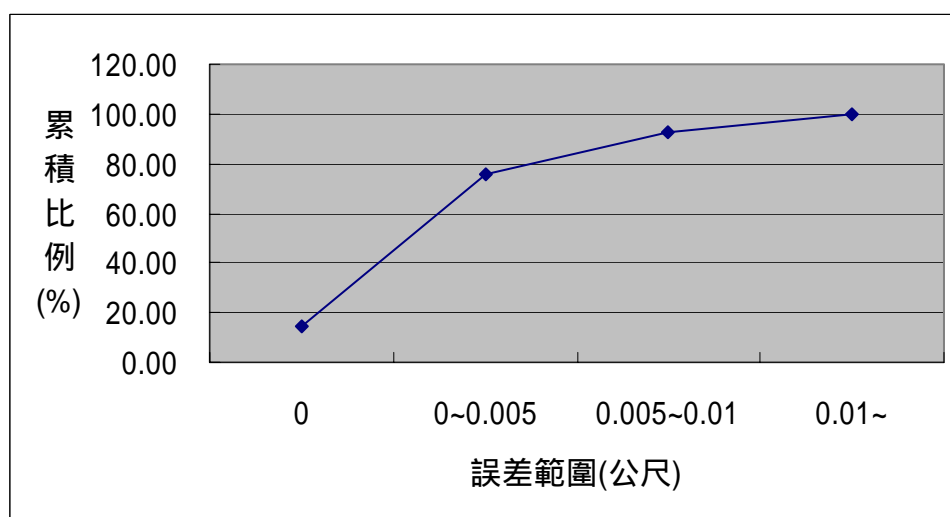


圖 5.1-8 右邊有車(一輛)—縱向位移絕對誤差累積比例圖

橫向位移

表 5.1-6 右邊有車(一輛)—橫向位移

橫向 範圍(公尺)	右一 樣本數	總 比例(%)
-0.40~	2	4.88
-0.20~-0.40	5	12.20
0~-0.20	12	29.27
0	6	14.63
0~0.20	10	24.39

0.20~0.40	4	9.76
0.40~	2	4.88
總計	41	100.00

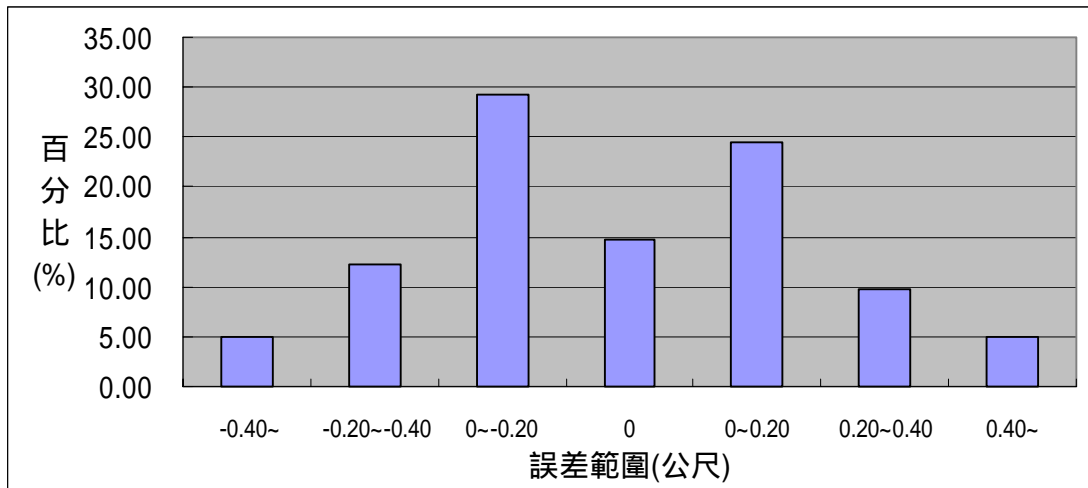


圖 5.1-9 右邊有車(一輛)—橫向位移誤差比例圖

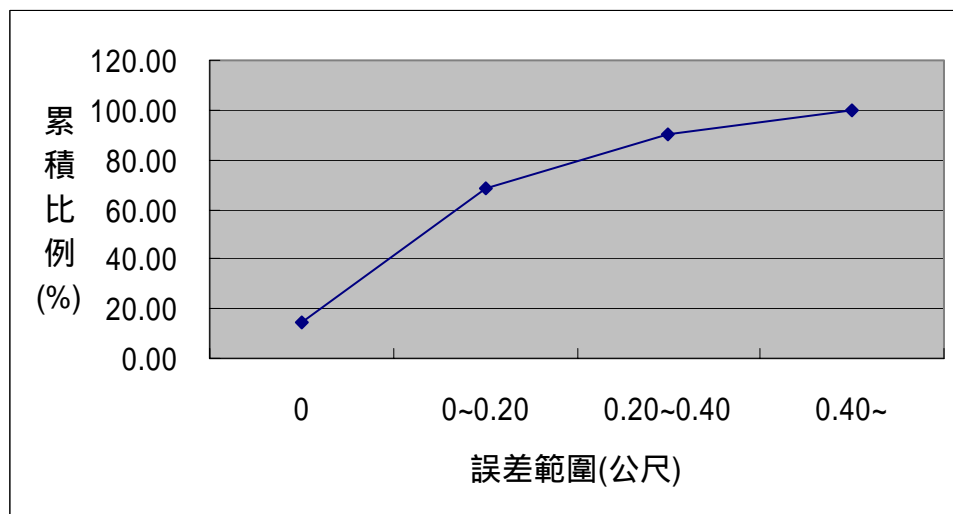


圖 5.1-10 右邊有車(一輛)—橫向位移絕對誤差累積比例圖

3. 左邊有車(兩輛)

在左方有兩輛影響車輛時，在縱向位移部分有近八成左右在 0.01 公尺內，橫向位移部分則有六成五左右在可接受範圍內。

縱向位移

表 5.1-7 左邊有車(兩輛)—縱向位移

縱向 範圍(公尺)	左二 樣本數	總 比例(%)
-0.01~	3	14.29
-0.005~-0.01	3	14.29
0~-0.005	5	23.81
0	3	14.29
0~0.005	4	19.05
0.005~0.01	1	4.76
0.01~	2	9.52
總計	21	100.00

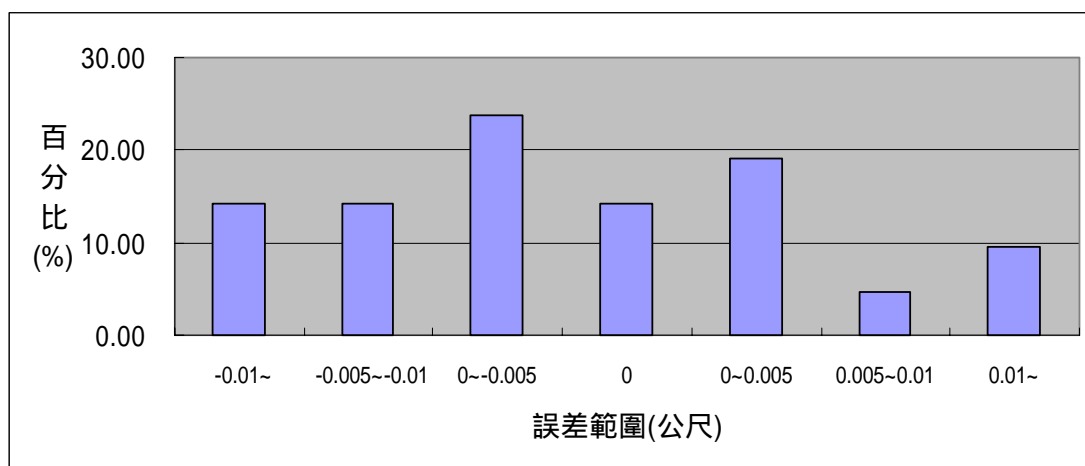


圖 5.1-11 左邊有車(兩輛)—縱向位移誤差比例圖

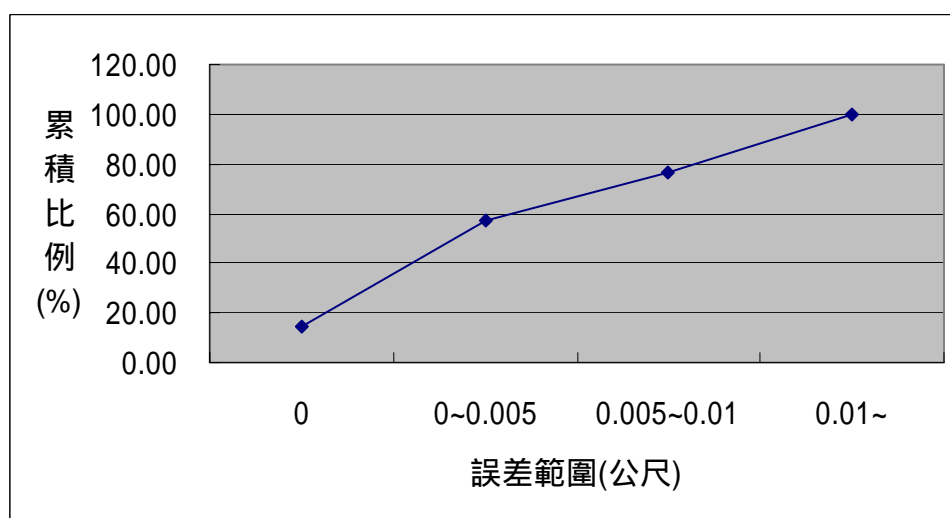


圖 5.1-12 左邊有車(兩輛)—縱向位移絕對誤差累積比例圖

橫向位移

表 5.1-8 左邊有車(兩輛)—橫向位移

橫向	左二	總
範圍(公尺)	樣本數	比例(%)
-0.40~	2	9.52
-0.20~-0.40	2	9.52
0~-0.20	5	23.81
0	1	4.76
0~0.20	8	38.10
0.20~0.40	2	9.52
0.40~	1	4.76
總計	21	100.00

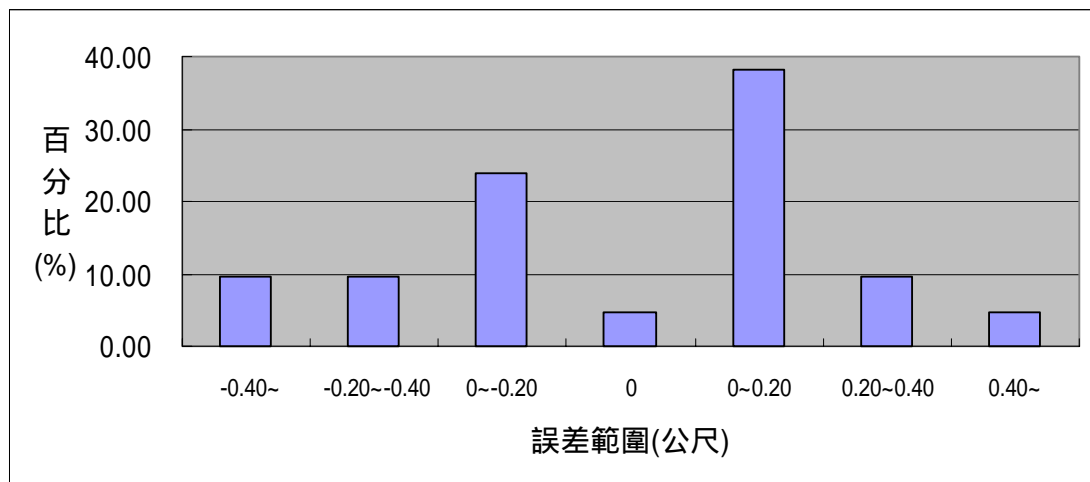


圖 5.1-13 左邊有車(兩輛)—橫向位移誤差比例圖

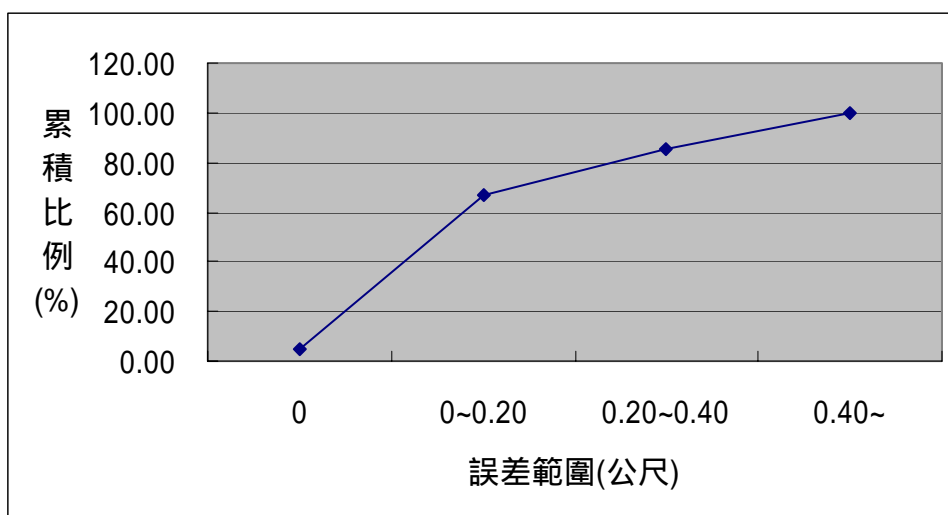


圖 5.1-14 左邊有車(兩輛)—橫向位移絕對誤差累積比例圖

4. 右邊有車(兩輛)

在右方有兩輛影響車輛時，在縱向位移部分有九成五在 0.01 公尺內，橫向位移部分則有七成左右在可接受範圍內。

縱向位移

表 5.1-9 右邊有車(兩輛)—縱向位移

縱向 範圍(公尺)	右二 樣本數	總 比例(%)
-0.01~	2	5.26
-0.005~-0.01	9	23.68
0~-0.005	15	39.47
0	2	5.26
0~0.005	9	23.68
0.005~0.01	0	0.00
0.01~	1	2.63
總計	38	100.00

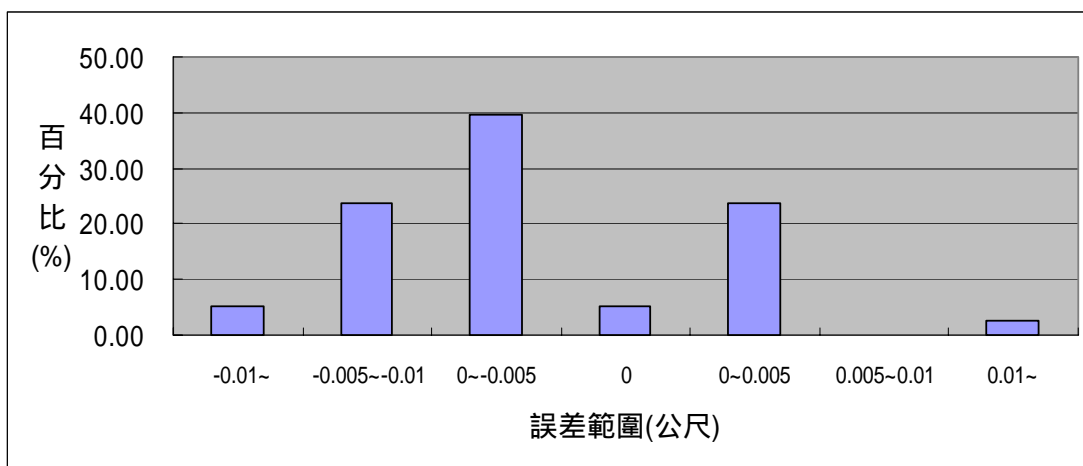


圖 5.1-15 右邊有車(兩輛)—縱向位移誤差比例圖

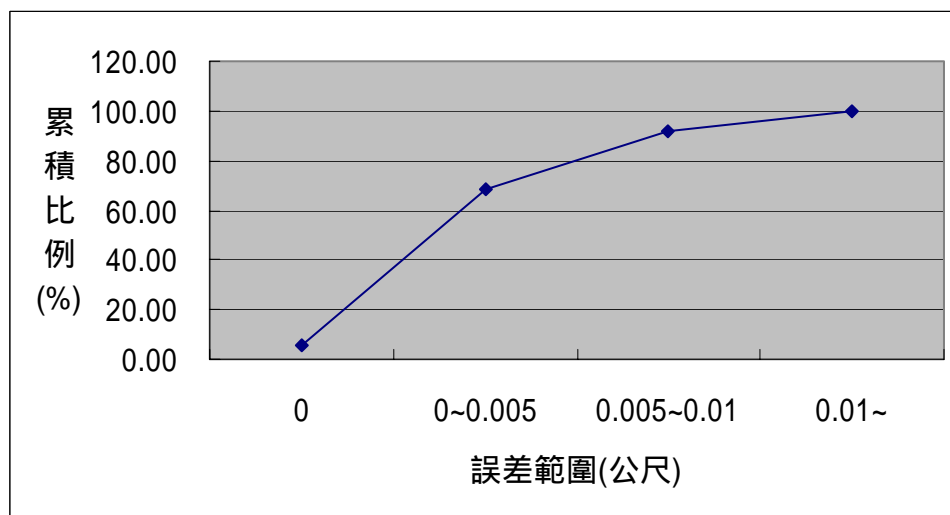


圖 5.1-16 右邊有車(兩輛)—縱向位移絕對誤差累積比例圖

橫向位移

表 5.1-10 右邊有車(兩輛)—橫向位移

橫向 範圍(公尺)	右二 樣本數	總 比例(%)
-0.40~	1	2.63
-0.20~-0.40	5	13.16
0~-0.20	14	36.84
0	2	5.26
0~0.20	11	28.95
0.20~0.40	4	10.53

0.40~	1	2.63
總計	38	100.00

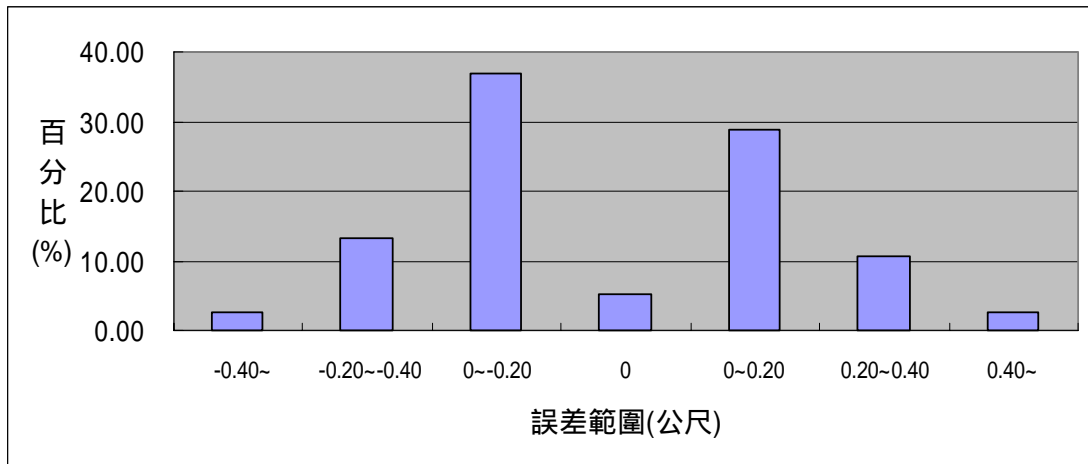


圖 5.1-17 右邊有車(兩輛)—橫向位移誤差比例圖

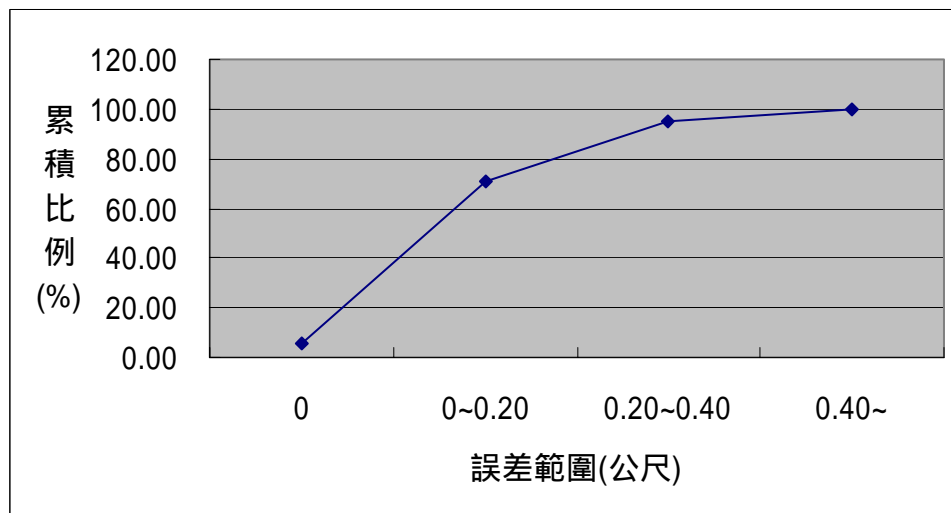


圖 5.1-18 右邊有車(兩輛)—橫向位移絕對誤差累積比例圖

5. 左右各一

當左方與右方皆各有一輛影響車輛時，在縱向位移部分有九成在 0.01 公尺內，橫向位移部分則有六成左右在可接受範圍內。

縱向位移

表 5.1-11 左右各一—縱向位移

縱向	左右各一	總
範圍(公尺)	樣本數	比例(%)
-0.01~	2	8.33
-0.005~-0.01	6	25.00
0~-0.005	11	45.83
0	1	4.17
0~0.005	3	12.50
0.005~0.01	0	0.00
0.01~	1	4.17
總計	24	100.00

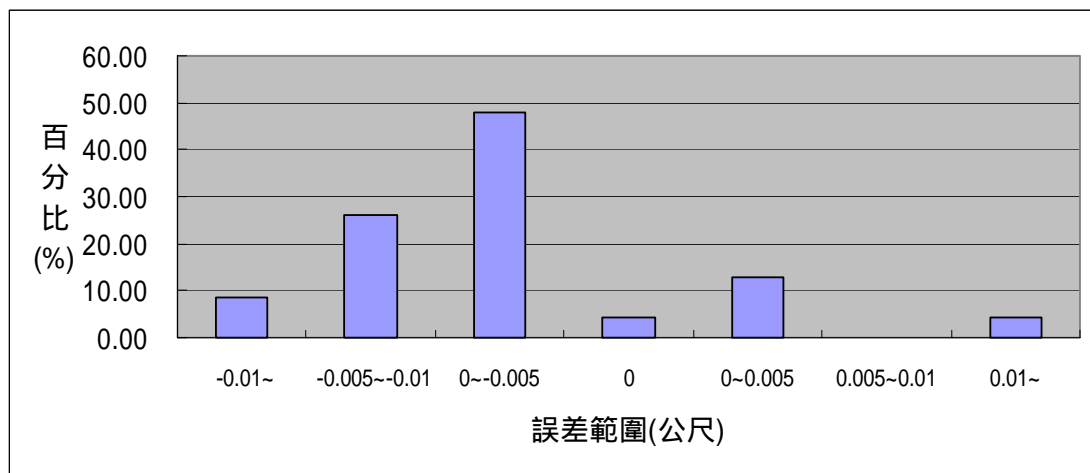


圖 5.1-19 左右各一——縱向位移誤差比例圖

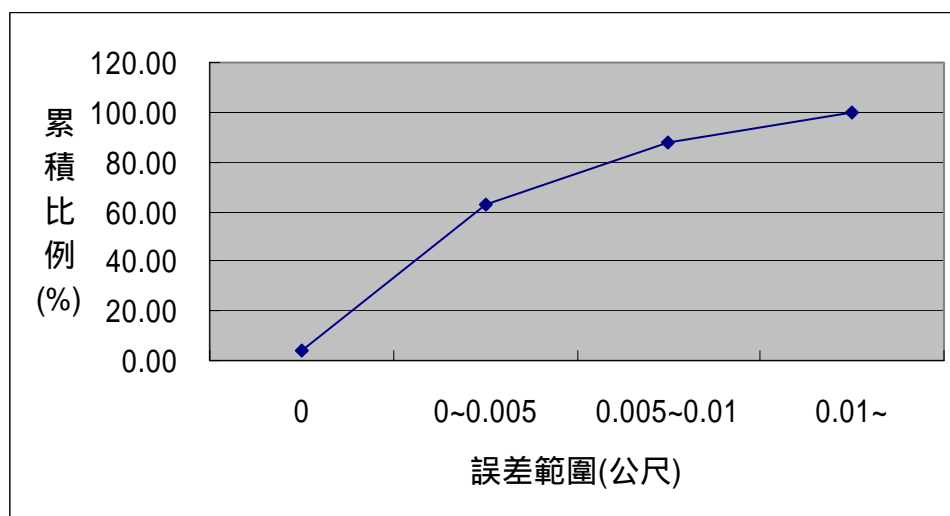


圖 5.1-20 左右各一——縱向位移絕對誤差累積比例圖

橫向位移

表 5.1-12 左右各一—橫向位移

橫向 範圍(公尺)	左右各一 樣本數	總 比例(%)
-0.40~	1	4.17
-0.20~-0.40	5	20.83
0~-0.20	8	33.33
0	1	4.17
0~0.20	6	25.00
0.20~0.40	1	4.17
0.40~	2	8.33
總計	24	100.00

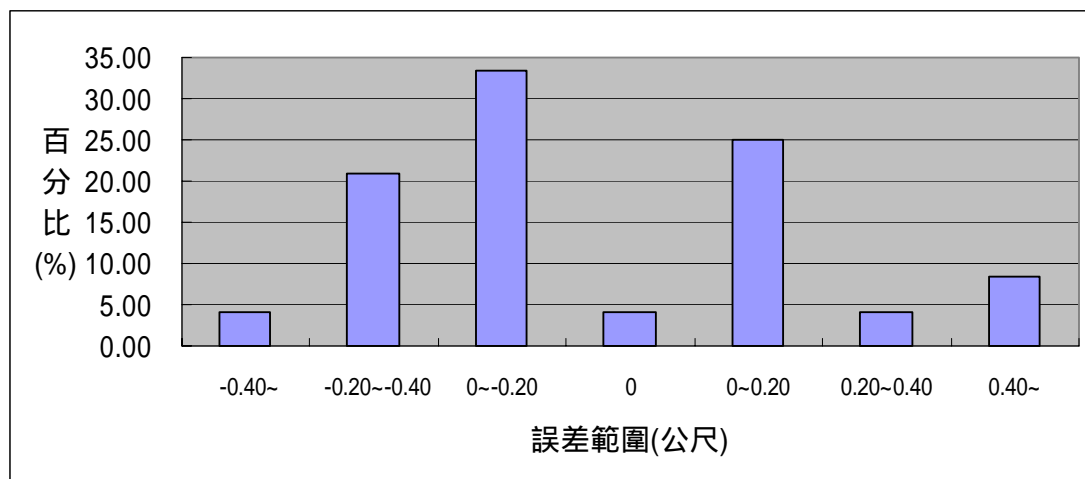


圖 5.1-21 左右各一—橫向位移誤差比例圖

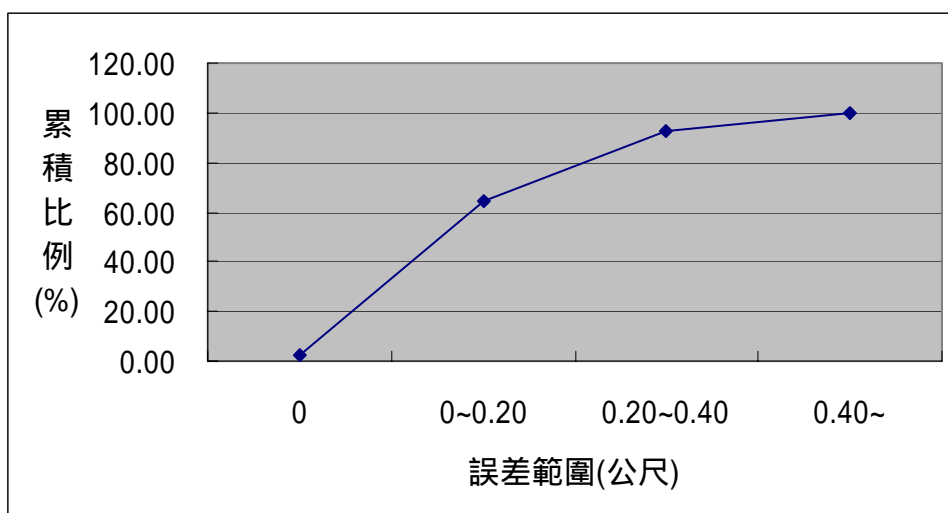


圖 5.1-22 左右各一——橫向位移絕對誤差累積比例圖

透過以上的驗證之後，得知在橫向位移的表現上，皆有六成達到可接受範圍，即誤差範圍在 0.2 公尺內，有八成五以上誤差範圍則在 0.4 公尺內，而在縱向位移的部分，有超過六成的誤差範圍在 0.005 公尺內，亦有八成五以上誤差範圍在 0.01 公尺內。

5.2 與其他模式驗證結果比較

本研究認為機車在行駛過程中必有自然偏向產生，而偏向後所產生的橫向位移若能小於最小安全間距，將不會導致碰撞的發生。經分析後得知，一般機車的自然偏向角為 1.25 度，依據不同速度所產生的橫向位移如下表所示：

表 5.2-1 自然偏向與時速對照表

速度 (km/hr)	速度 (m/s)	自然偏向 (m)
30	8.33	0.18
40	11.11	0.24
50	13.89	0.30
60	16.67	0.36
70	19.44	0.42
80	22.22	0.48
90	25	0.56

為了證明此結果的合理性，將對文獻中的模式驗證結果作比較。陳世泉以行為門

檻值所構建之機車行為門檻中，最小側向間距：

$$BW = \begin{cases} AW & (0 \leq V < 35.08) \\ 2.0 \times (ZF_2 - 0.5) \times 0.738 + 0.111 + 0.025 \times V & (35.08 \leq V < 46.04) \\ 2 \times PW = 2 \times 0.81 = 1.62 & (V \geq 46.04) \end{cases}$$

其中

BW ：機車運動時與鄰車之最小側向間距(公尺)

AW ：靜態側向間距(公尺)

ZF_2 ：歌記因子

PW ：靜態機車寬度(公尺)

V ：機車車速(公里/小時)

透過上式的計算得知其最小側向間距介於 0.15~1.749 公尺，而在林育瑞的研究中，其最小側向間距為 0.9 公尺，與本研究自然偏向比較下，其值皆能小於文獻中的驗證結果，亦可表示本研究中車輛自然偏向之合理性。

5.3 模式應用

機車在行駛時，當前車車速低於本身的期望速度時，駕駛人將會採取變換方向及超車的行為，在變換方向上，由於機車機動性高，偏向的次數較為頻繁，本研究將先以驗後完成後的模式，進行偏向的預測。而在超車的過程中，相距多少距離以多少角度才能安全的進行超車行為，亦是值得探討的部分，故將完成後的機車推進模式，來探討超車時安全間距與偏向角度的關係。

5.3.1 機車運動軌跡預測

本研究以驗證完成的機車運動推進模式，進行機車運動軌跡的預測，而以資料作為預測之對象，在軌跡預測後，以右方有車為例，最好的結果可達到幾乎完全相同的運動軌跡，其軌跡預測圖如下：

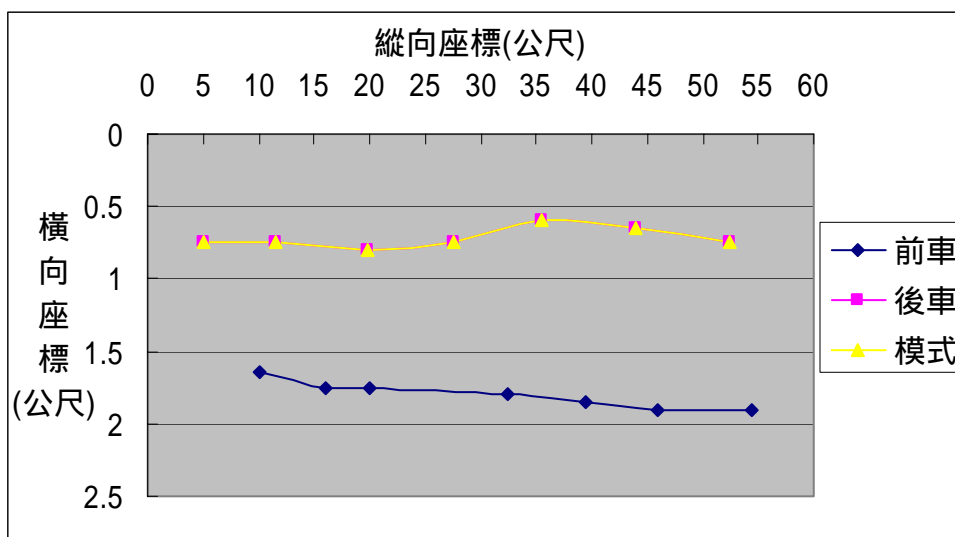


圖 5.3-1 軌跡預測圖--右方有車(一輛)

5.3.2 駕駛人的決策行為

對於後車駕駛人的決策行為，本研究認為當相對距離減小時，駕駛人首先會判定自身車速與前車車速的大小，此時假設後車駕駛人之車速以達期望速度，當與前車車速相等或低於前車車速時，駕駛人會採取繼續跟車之行為，若自身車速大於前車車速時，則會採取變換方向而超車之行為。在確定要採取變換方向超車的決定後，首先需判斷要偏向多少的角度，才能超過前車，當最小允許的偏向角大於最大偏向角時，後車駕駛人僅能採取減速跟車的決策，而當最小允許的偏向角等於最大偏向角時，駕駛人則以最大偏向角變換方向進而超車，若最小允許的偏向角小於最大偏向角時，駕駛人則以模式中的偏向角 α 進行偏向即可。其中最大偏向角則參考文獻[4][23]，由於車速過高套入公式時，角度值為負，本研究則設定當車速套入公式角度為負時，偏向角則以 0.174(10 度)為上限，如下：

$$\theta_M = 0.355038 - 0.01807 * V \quad \text{if} \quad 0 \leq V \leq 19.65$$

$$\theta = 0.174 \quad \text{if} \quad V > 19.65$$

θ_M ：機車最大偏向角(rad)

V ：車速(m/s)

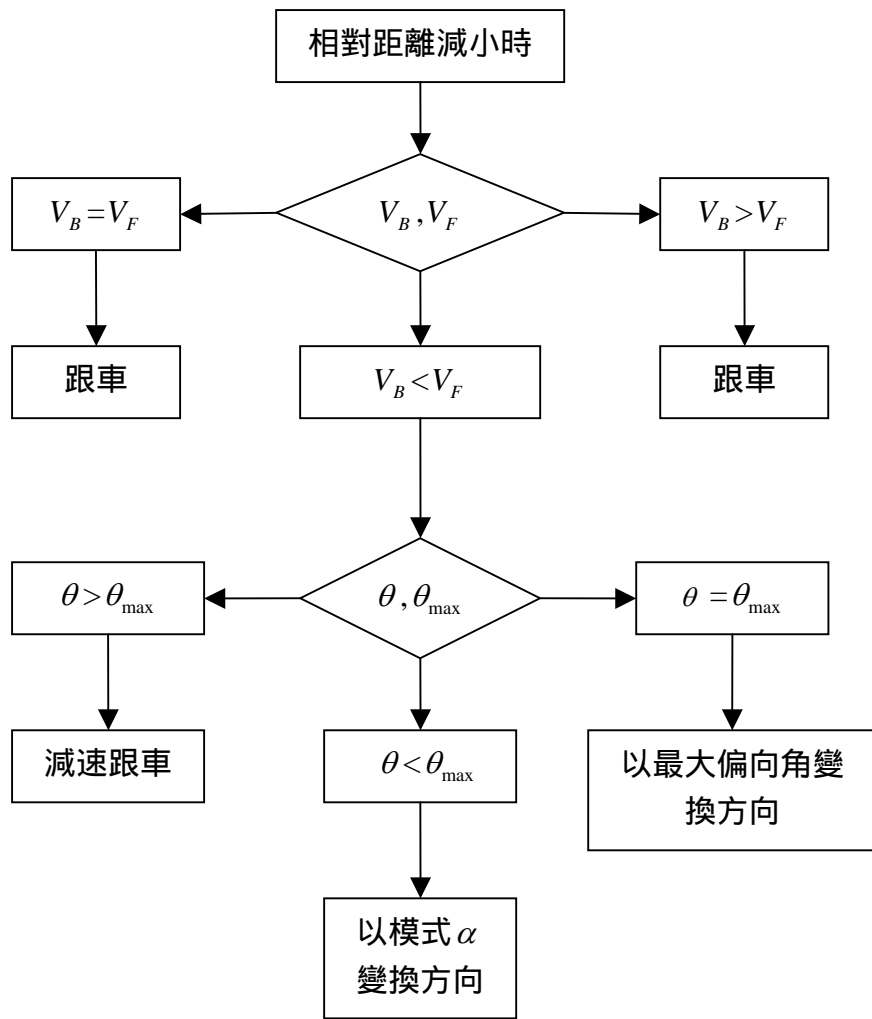


圖 5.3-2 駕駛人決策流程圖

5.2.3 最小安全超車距離

在確定了本研究的模式與駕駛人的決策行為之後，將以此為基礎，以模式推導出超車之距離與偏向角的關係。而在駕駛人的行為決策上，本研究將僅針對後車車速大於前車車速且變換方向以模式所得之偏向角度的情形作探討，但若模式偏向角大於最大偏向角時，則以最大偏向角取代之。而作法則是先找出縱向距離與後車偏向的關係，故先對縱向距離 D_x 進行微分，再將其他變數作假設，以得其間之關係。

模式推導時，先假設前車偏向 θ_1 、橫向距離 D_y 與距車道緣之距離 D_l 各為一

常數，而所推導出的結果顯示 D_x 越大則越趨近於 0，表示 α 之極小值將在此出現。推導如下：

$$\alpha = \frac{a \cdot \theta_1 \cdot (D_y^g / D_x^f)}{c \cdot (D_y^g / D_x^f) + d \cdot D_l}$$

$$\alpha'(D_x) = \frac{(-f) \cdot a \cdot \theta_1 \cdot D_y^g \cdot D_x^{-f-1} \cdot (c \cdot (D_y^g / D_x^f) + d \cdot D_l) - a \cdot \theta_1 \cdot (D_y^g / D_x^f) \cdot (-f) \cdot c \cdot D_y^g \cdot D_x^{-f-1}}{(c \cdot (D_y^g / D_x^f) + d \cdot D_l)^2} = 0$$

$$\Rightarrow D_x^{-2f-1} + d \cdot D_x^{-f-1} \cdot D_l - D_x^{-2f-1} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{D_x^{f+1}} = 0 \text{ (即 } D_x \text{ 越大則越趨近於 } 0 \text{)}$$

本研究所欲知的為兩輛機車在近距離時，橫向、縱向與偏向角度在多少距離與角度下，可安全的完成超車行為，故在模式的選擇上，則是以相對距離在 0~8 公尺範圍內的模式作探討。由於兩輛車的驗證中顯示，在右方有車(一輛)的情形下，模式在偏向驗證與角度驗證皆有較佳的效果，故以此作為此部分的探討對象。在比較時，將假設前車偏向為自然偏向，相對速度為 10、20 公里/小時，縱向距離在 2.5~8.0 公尺、橫向距離在 0.1~0.7 公尺且在道路中央，即 $D_l=1.25$ 公尺情況下，各對應關係所得到的 α 值，以求得騎安全的超車行為。在判斷是否為不會產生碰撞且能安全超車的標準在於在超車行為後，是否能與前車的橫向距離在 0.8 公尺以上。各情形分析如下(粗體字為可安全超車之偏向角度)：

表 5.3-2 各情形下安全超車之偏向角度(一)

相對速度為 10 公里/小時(前車車速為 30 公里/小時，後車車速為 40 公里/小時)							
Dx\Dy	0.1	0.2	0.3		0.5		
	-0.0007	-0.0233	-0.2522	1.8470	0.6738	0.5685	0.5382
	-0.0003	-0.0108	-0.0951	-0.9862	1.0262	0.6434	0.5671
	-0.0001	-0.0033	-0.0260	-0.1306	-0.8314	1.4724	0.7360
	0.0000	-0.0013	-0.0101	-0.0455	-0.1695	-0.8275	2.0607
	0.0000	-0.0006	-0.0047	-0.0206	-0.0685	-0.2125	-0.8830
	0.0000	-0.0003	-0.0025	-0.0108	-0.0343	-0.0948	-0.2606
	0.0000	-0.0002	-0.0015	-0.0062	-0.0193	-0.0509	-0.1243

表 5.3-3 各情形下安全超車之偏向角度(二)

相對速度為 20 公里/小時(前車車速為 30 公里小時,後車車速為 50 公里/小時)							
Dx\Dy	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
2.5	-0.0007	-0.0233	-0.2522	1.8470	0.6738	0.5685	0.5382
3.0	-0.0003	-0.0108	-0.0951	-0.9862	1.0262	0.6434	0.5671
4.0	-0.0001	-0.0033	-0.0260	-0.1306	-0.8314	1.4724	0.7360
5.0	0.0000	-0.0013	-0.0101	-0.0455	-0.1695	-0.8275	2.0607
6.0	0.0000	-0.0006	-0.0047	-0.0206	-0.0685	-0.2125	-0.8830
7.0	0.0000	-0.0003	-0.0025	-0.0108	-0.0343	-0.0948	-0.2606
8.0	0.0000	-0.0002	-0.0015	-0.0062	-0.0193	-0.0509	-0.1243

根據以上分析結果顯示，當相對速度為 10 公里/小時，其可安全超車之最小縱向距離為 5 公尺、橫向距離為 0.6 公尺，相當於相對距離為 5.04 公尺，且此時之偏向角度為-0.8275 度，而當相對速度為 20 公里/小時，其可安全超車之最小縱向距離為 3 公尺、橫向距離為 0.4 公尺，相當於相對距離為 3.03 公尺，且此時之偏向角度為-0.9862 度。

第六章 結論與建議

6.1 結論

1. 本研究首度引用魚體運動模式中參考點與重心法的概念來構建機車運動推進模式，再經過參數校估及模式驗證後，證明本研究以魚體運動模式概念所構建的機車運動推進模式確實具有可行性。
2. 在自然偏向角上，透過對單一機車行駛的資料中，其平均的自然偏向角約為左右各 1.25 度。
3. 前後車的縱向距離與橫向距離的影響關係，經過了資料分析與趨勢線顯示，可得知縱向距離越遠時，對後車偏向的影響越小，而橫向距離越小，則後車偏向角度亦有偏小的趨勢，且縱向距離與橫向距離兩者會同時對後車偏向角度產生影響。
4. 由於機車之車流行為較為複雜，機動性較一般汽車高外，偏向的次數亦較頻繁，本研究所構建的機車運動推進模式在其方向的預測上，除了在右方有車(一輛)、左方有車(兩輛)與右方有車(兩輛)三部份有近六成與超過六成的準確度，在左方有車(一輛)與左右各一兩的情形，在預測的部份，則較顯得不理想。
5. 本研究之模式目前所適用之情況為在低流量密度的情況下，車速範圍在 30~70 公里/小時，而縱向距離與橫向距離分別在 10 公尺內與 1.5 公尺內，專用車道寬為 2.5 公尺之條件下方可採用。
6. 在考量一樣的相對距離所含括的範圍為整個以相對距離為半徑的圓形區域，無法清楚表達實際的確切位置，故本研究將相對距離分為縱向距離與橫向距離兩部分，且由於當縱向位移與橫向位移誤差越小時，亦代表透過模式所得到的偏向角度越符合真實資料的偏向角度，而在所構建完成之模式，也能達到六成的橫向位移誤差能在 0.2 公尺內，有八成五以上誤差範圍則在 0.4 公尺內，而在縱向位移的部分，有超過六成的誤差範圍在 0.005 公尺內，亦有八成以上誤差範圍在 0.01 公尺內。
7. 在針對最小安全超車距離的分析中，本研究以右方有車(一輛)為例，假設在近距離的各種情境下，最後所得結果為兩種，即當相對速度為 10 公里/小時，

其可安全超車之最小縱向距離為 5 公尺、橫向距離為 0.6 公尺，相當於相對距離為 5.04 公尺，且此時之偏向角度為-0.8275 度，而當相對速度為 20 公里/小時，其可安全超車之最小縱向距離為 3 公尺、橫向距離為 0.4 公尺，相當於相對距離為 3.03 公尺，且此時之偏向角度為-0.9862 度。

6.2 建議

1. 在讀取座標時，由於是以人工判讀，加上影像的解析度等，都可能會產生判讀上的誤差，且非常耗時耗力，若能由錄影再利用電腦技術處理，將可以提高精確度與減少人力資源的浪費。而研究結果雖證明此模式的可行性，但若要提高其實用性，建議能作幾何座標校正，以減低誤差提高準確度，使模式中的輸入變數資料更符合真實的座標。
2. 本研究在駕駛人的行為並無深入探討，但若將駕駛人的因素納入模式中，對模式的準確性將會提高，故在後續相關的研究中，建議將此因素加入以使模式更符合真實車流。而在駕駛人超車行為中，由於本研究所選取的資料並無針對考慮後方來車的情形，故在未來後續相關研究中，亦建議考慮此情況，以使模式更加完整。
3. 在處理資料時，為了避免資料太過龐大，所有的影像檔的最小單位時間為 0.5 秒，但是由於機車的變動非常頻繁，有可能在 0.5 秒的時間裡已完成很多次的偏向，故未來若能將最小單位時間再縮小，將更能將準確性提高。
4. 研究結果的模式屬於解析解，若能撰寫程式將模式以動態的情形展示出來，不但可以更明顯的看出其運動狀態，且可能藉此檢定其合理性。
5. 本研究目前針對的車流密度是屬於低流量密度的狀態，而發展的機車運動推進模式也具有可行性，未來可以朝高密度流量的狀態作更深入的探討，以使整個機車運動模式更為完整。
6. 本研究所發展的機車運動推進模式是針對純機車車流作探討，未來也可以嘗試應用在混合車流的情況下，與汽車的車流理論作結合，以發展一套混合車流情況下的機車運動推進模式。

參考文獻

1. 王義川,「機車交通空間之分流設計」,國立台灣大學土木研究所碩士論文,民國 91 年 6 月。
2. 「中華民國第三屆機車交通與安全研討會論文集」,民國 90 年 4 月
3. 何佳娟,「微觀汽機車混合車流模式之研究」,國立交通大學運輸科技與管理學系,民國 91 年 6 月。
4. 李樑監,「建立微觀車流模擬模式以發展交通適應性號誌控制邏輯之研究」,國立成功大學交通管理科學研究所,民國 82 年。
5. 林育瑞,「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,民國 91 年 6 月。
6. 林國顯、張瓊文,「機車車流模式之初步研究」,中華民國運輸學會第 18 屆論文研討會,民國 92 年 12 月,p1092~p1101。
7. 周玉如,「混合車流中汽車防撞策略之研究---以視覺模擬為例」,國立台灣大學土木研究所碩士論文,民國 89 年 6 月。
8. 胡順章,「高速公路雙車道路段變換車道行為之研究」,私立淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文,民國 82 年 7 月。
9. 許添本、許敦淵、王義川,「市區幹道混合車流之機車車流干擾分析」,中華民國第三屆機車交通與安全研討會論文集,民國 90 年 4 月,p69 p78。
10. 許添本、周玉如,「考量機車之混合車流汽車防碰撞系統」,中華民國第三屆機車交通與安全研討會論文集,民國 90 年 4 月,p99 p119。
11. 許添本,「交通智慧化發展策略」,台灣地區智慧型運輸系統推動策略研討會,民國 87 年。
12. 許添本,「機車交通工程」問題對策與分析,第一屆機車交通與安全研討會,民國 85 年 11 月。
13. 許敦淵,「混合車流下路段機車安全評估之建立」,國立台灣大學土木研究所碩士論文,民國 89 年 6 月。
14. 黃泰林,「構建智慧型適應性網路號誌控制模式之研究」,國立成功大學交通管理科學研究所博士論文,民國 84 年 6 月。
15. 黃月貞,「模糊微觀混合車流下幹道號誌連鎖策略之研究」,國立交通大學運輸科技與管理學系,民國 91 年 6 月。
16. 黃燦煌,「先進式車流模擬器—PARAMICS 應用於國內機車交通特性分析」,中華民國第三屆機車交通與安全研討會論文集,民國 90 年 4 月,p135 p154。
17. 陳天賜,「公車站位長度對車流延滯影響之研究」,國立台灣大學土木研究所碩士論文,民國 71 年 6 月。
18. 陳柏榮,「高速公路微觀車流模擬模式雛形建立之研究」,國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文,民國 83 年 6 月。

19. 陳世泉,「混合車流中機車駕駛行為之分析」,國立台灣大學土木研究所碩士論文,民國 82 年 6 月。
20. 張庭瑜,「高速公路施工路段車流模式之研究」,私立淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文,民國 88 年 7 月。
21. 張子傑,應用統計學,民國 93 年 3 月。
22. 張紹勳,SPSS FOR WINDOWS 多變量統計分析,民國 83 年。
23. 傅耀南,「以混合車流模擬方法設計單一交叉路口號誌時制之研究」,國立台灣大學土木研究所碩士論文,民國 77 年 6 月。
24. 湯儒彥,「純機車車流路口疏解型態之研究」,中華民國第三屆機車交通與安全研討會論文集,民國 90 年 4 月,p43 p54。
25. 詹維敏,「雙向跟車行為模式之研究」,私立淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文,民國 89 年 7 月。
26. 蔣靜宜,「機車專用道飽和流率探討與模擬參數校估之應用」,國立台灣大學土木研究所碩士論文,民國 91 年 6 月。
27. 藍武王、張瓊文,「快慢分隔道路機車行車模式與特性之研究」,中華民國第三屆機車交通與安全研討會論文集,民國 90 年 4 月,p1 p16。
28. Charles C Branas, M. Margaret Knudson, "Helmet laws and motorcycle rider death rates", 2001.
29. Hiro-Sato Niwa, "Self-organizing Dynamic Model of Fish Schooling", 1994.
30. Hiro-Sato Niwa, "Newtonian Dynamical Approach to Fish School", 1996.
31. Jianping Wu, Mark Brackstone, Mike McDonald, "FUZZY SETS AND SYSTEMS FOR A MOTORWAY MICROSCOPIC SIMULATION MODEL", 1999.
32. Kiyohiko Hattori, "Self-organized critical behavior of fish school and emergence of group intelligence", 1999.
33. Rathi, A. K. and Nemeth, Z. A., "FREESIM: a microscopic simulation model of freeway lane closures." 1986.
34. Yoshinobu Inada, Keiji Kawachi, "Order and Flexibility in the Motion of Fish School", 2002.

附錄

兩輛車資料處理

左							
瞬時時間	座標 X	座標 Y	實際 X(公尺)	實際 Y(公尺)	瞬時 V(m/s)	偏向角(弧度)	角度(度)
0	3.2	4	16	2			
0.5	4.5	4	22.5	2	6.5000	0.0000	0.0000
1	6	3.8	30	1.9	7.5007	-0.0133	-2.3999
1.5	7.6	4	38	2	8.0006	0.0125	2.2499
2	8.8	4	44	2	6.0000	0.0000	0.0000
2.5	10.2	4.1	51	2.05	7.0002	0.0071	1.2857
3	11.7	4	58.5	2	7.5002	-0.0067	-1.2000
右							
瞬時時間	座標 X	座標 Y	實際 X(公尺)	實際 Y(公尺)	瞬時 V(m/s)	偏向角(弧度)	角度(度)
0	0.5	2	2.5	1			
0.5	1.8	1.7	9	0.85	6.5017	-0.0231	-4.1531
1	3.5	2	17.5	1	8.5013	0.0176	3.1761
1.5	5.2	1.8	26	0.9	8.5006	-0.0118	-2.1175
2	6.8	1.6	34	0.8	8.0006	-0.0125	-2.2499
2.5	8.3	1.4	41.5	0.7	7.5007	-0.0133	-2.3999
3	10	1.6	50	0.8	8.5006	0.0118	2.1175