

逢甲大學  
交通工程與管理學系碩士班  
碩士論文



汽機車碰撞事故之肇事鑑定專家系統

An Expert System for the Appraisal of  
Motorcycle and Car Crash Accidents

指導教授：邱裕鈞

研究生：郭曜彰

中華民國九十四年七月

## 誌謝

本論文能順利完成，首先衷誠感謝邱裕鈞教授，兩年的研究生涯提供專業知識與教誨，以及不辭勞苦的指導與鼓勵，以豐富的學養與誨人不倦的態度，使學生在學術上獲益良多，而邱裕鈞教授平易近人與樂於與學生討論的態度，使學生學習到許多待人處事的道理，並在生涯規劃上有了明確的方向。

論文口試期間，承蒙口試委員交通大學交通運輸研究所馮正民教授以及成功大學交管系魏建宏教授於百忙中對本論文細心審閱，並提出許多寶貴意見與輔正，使本論文得以更加完整與豐富。在受業期間也承蒙顏秀吉老師、葉名山教授、楊宗璟教授於交通專業知識上之啟發，使學生受益匪淺，特此表示最深的感謝。

在大學期間感謝呂錦隆教授引領我進入研究領域，曾文瑞教授給予我到海運公司的實習經驗。而在研究所的兩年間，感謝在課業學習上給予幫助的學長姐彥衡、志成、守潔、Taco、秋美、阿娥、裕雯；同窗阿斐、宇軒、小龜、tt、自強、小麥、猛男、雲慶、表弟、阿潘、俊宏、品翰、怡芳、怡如、光鎧、偉強、孟宗與宗憲；學弟妹姿雁、堂展、妍菁、芋頌、羽球隊以及壘球隊學弟妹等人，以及所有我愛的與愛我的人，因為你們的陪伴使我能安定的渡過兩年的研究生活並充滿了美好的回憶，謝謝你們。

最後，謹將這份完成碩士學位的榮耀與喜悅，獻給為了我而仍未退休辛苦工作給予支持的父母親與家人，感謝你們的細心栽培與照顧，使我能順利的完成學業，在此表達我最真摯的感謝之心。

郭曜彰 謹誌於

逢甲大學交通工程與管理學系碩士班

中華民國九十四年七月

## 摘要

當發生傷亡或財損情況之交通事故，事故當事人對於責任分攤產生爭執時，為了釐清事故雙方駕駛之責任分攤並解決紛爭，需透過法律途徑委託行車事故鑑定委員會進行事故鑑定，然而每年 15,000 件數量龐大之交通事故鑑定案申請案，相較於全國約數十餘位鑑定委員編制之人力其負擔相當沈重。為了減輕鑑定委員的負擔，應該建立一個高效率的肇事鑑定專家系統，肇事鑑定涉及相當之專業領域，鑑定委員需靠專業知識與長期經驗累積，因此該系統也需重視專業知識與經驗傳承問題。邱裕鈞、方守潔（2004）已經發展一套兩車碰撞事故之肇事鑑定專家系統，而本研究主要探討事故案例數僅次於兩車碰撞的汽機車碰撞事故，並利用類神經網路建立一套汽機車碰撞事故的肇事鑑定專家系統。

因此本研究以 89~91 年肇事案例為基礎，並挑選其中地鑑會與覆議會鑑定結果一致案件為基礎之汽機車碰撞事故案例 450 件為研究對象。由於道路優先權變數在鑑定過程中趨於重要，針對各種不同碰撞型態本研究利用決策樹方式建立道路優先權判斷流程圖。透過交叉分析評選重要鑑定變數如超速、飲酒、道路優先權等因素作為構建 ANN 模式之輸入變數，而輸出變數則為肇事當事人之肇事責任分攤程度，並將肇事資料隨機分為模式訓練組資料（70%）與模式驗證組資料（30%），設定不同的類神經網路架構與參數分析並驗證其預測結果，為了測試類神經網路模式準確度，本研究另外構建肇事鑑定統計模式-判別分析模型與類神經網路模式互相比較其預測結果優劣。

由驗證結果指出類神經網路模式之訓練及驗證判中率分別可達 88.1%及 76.3%，判別分析模式之訓練及驗證判中率僅 54.76%及 52.59%，顯示類神經網路模式較適合用來建立肇事鑑定專家系統。此外為了衡量每個輸入鑑定變數對於事故責任判定之影響，利用類神經網路訓練權重值來計算一般影響(GI)指標，得知行向，GI 值為 0.245；動作，GI 值為 0.178；道路優先權，GI 值為 0.175；車損部位，GI 值為 0.158；超速，GI 值為 0.152，為肇事責任判定之影響程度較大的鑑定變數。

**關鍵詞：**汽機車碰撞事故、專家系統、類神經網路、判別分析

## Abstract

When a traffic accident occurs, the arguments on accident responsibility also appeared. In order to clarify the responsibility and settle the arguments, accident appraisal committees are authorized to review these cases and determine the responsibility for causing the accident. However, comparing with over 15,000 accident appraisal cases per year in Taiwan, there are rather few experts in reviewing these cases. Therefore, in order to ease the burden of these experts, an efficiency expert system for accident authentication is worthy of developing. Besides, because highly professional knowledge and experience accumulated from long-term training is needed for conducting accident appraisal, it is also important for the system to effectively educate junior reviewers with these knowledge and experience. Basing on that, Chiou and Fang (2004) have already developed an expert system for appraisal of two-car crash accidents. This study aims to develop an expert system for the appraisal of motorcycle and car crash accidents, which are the second largest appraisal cases next to two-car accidents, by employing artificial neural network.

A total of 450 motorcycle and car crash accident appraisal cases from 2000 to 2002 are selected by excluding the cases with inconsistent appraisal results between local committee and reviewing committee. Since the right-of-way is most important variable in accident appraisal, this study employs decision tree technique to conclude the judgment of right-of-way according to different crash types. The input variables for ANN are selected by using contingent table from all variables, such as speeding, drinking alcoholic, right of the way. The output variable is set as the degree of responsibility that the party involved is assessed to take. These cases are randomly divided into two sets: 70% for training and 30% for validating. Then, different network structures and settings of parameters are tested and analyzed for proposing a comprising model. For the sake of comparison, a statistical discriminating analysis model for accident appraisal is also developed and calibrated.

The results show that the ANN model can achieve 88.1% and 76.3% of correctness rate in training and validating, respectively. The correctness rates of discrimination analysis model are only 54.76% in training and 52.59% in validating. Obviously, it indicates that the ANN model is more suitable to be the expert system for accident appraisal. Moreover, in order to measure the influence of each input variable on judging the accident responsibility, an index named as general influence index (GI) is calculated by the ANN trained weights. The most influential variable is related direction, with  $GI=0.245$ , followed by movement ( $GI=0.178$ ), right of way ( $GI=0.175$ ), damage spot ( $GI=0.158$ ),

speeding ( $GI=0.152$ ). It is also in accordance with the prior knowledge in accident appraisal.

**Keywords :** Motorcycle and car crash accidents, expert system, artificial neural network, discrimination analysis.



## 目錄

誌謝 .....	I
中文摘要 .....	II
英文摘要 .....	III
目錄 .....	V
圖目錄 .....	VII
表目錄 .....	VIII
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	2
1.3 研究範圍 .....	2
1.4 研究內容與流程 .....	3
第二章 文獻回顧 .....	7
2.1 交通事故肇事因素與責任鑑定之相關研究 .....	7
2.1.1 肇事鑑定之責任與制度探討 .....	7
2.1.2 肇事之統計分析 .....	16
2.2 類神經網路之實例應用 .....	30
第三章 資料統計分析與影響變數選取 .....	38
3.1 敘述統計分析 .....	38
3.2 交叉分析與檢定 .....	53
第四章 汽機車碰撞型態分析 .....	58

4.1 道路優先權分析 .....	58
4.1.1 路權 .....	58
4.1.2 路權於現行法令上之相關規定 .....	60
4.1.3 汽機車碰撞示意圖 .....	67
4.2 汽機車道路優先權判斷流程 .....	72
<b>第五章 鑑定專家系統之構建與驗證 .....</b>	<b>91</b>
5.1 倒傳遞網路之理論模型 .....	92
5.2 模式結構建立 .....	95
5.3 模式訓練 .....	99
5.4 模式驗證 .....	105
5.4.1 類神經網路模式之驗證 .....	105
5.4.2 肇事鑑定統計模式之驗證 .....	106
5.5 類神經網路權重分析 .....	110
5.6 小結 .....	115
<b>第六章 結論與建議 .....</b>	<b>116</b>
6.1 結論 .....	116
6.2 建議 .....	117
<b>參考文獻 .....</b>	<b>119</b>

## 圖目錄

圖 1.1 研究流程圖 .....	6
圖 5.1 三層之倒傳遞神經網路架構 .....	92
圖 5.2 單方變數輸入模式之一層隱藏層網路架構圖 .....	97
圖 5.3 雙方變數輸入模式之一層隱藏層網路架構圖 .....	98
圖 5.4 單方變數輸入模式（20 個隱藏層節點）訓練結果與實際值迴歸分析 .....	101
圖 5.5 雙方變數輸入模式（15 個隱藏層節點）汽車方責任判定訓練結果與實際判定結果迴歸分析 .....	103
圖 5.6 雙方變數輸入模式（15 個隱藏層節點）機車方責任判定訓練結果與實際判定結果迴歸分析 .....	103





## 表目錄

表 2.1 肇事鑑定責任與制度探討之相關文獻彙整表 .....	12
表 2.2 肇事統計分析之相關文獻彙整表 .....	25
表 2.3 類神經網路於交通領域應用相關文獻彙整表 .....	36
表 3.1 進入本研究之肇事變數代號與說明 .....	39
表 3.2 車種之次數分配表 .....	44
表 3.3 事故當事人不同超速情形次數分配表 .....	45
表 3.4 事故當事人不同飲酒情形次數分配表 .....	45
表 3.5 事故當事人駕照持有次數之分配表 .....	46
表 3.6 不同天色狀況發生事故之次數分配表 .....	46
表 3.7 不同天候狀況發生事故之次數分配表 .....	47
表 3.8 不同道路類別發生事故之次數分配表 .....	47
表 3.9 不同道路型態之次數分配表 .....	48
表 3.10 不同速限型態之次數分配表 .....	48
表 3.11 事故當事人行車動作之次數分配表 .....	49
表 3.12 不同行向之次數分配表 .....	49
表 3.13 不同車損部位之次數分配表 .....	50
表 3.14 不同筆錄速率之次數分配表 .....	50
表 3.15 是否預見之次數分配表 .....	51

表 3.16 採取措施之次數分配表 .....	51
表 3.17 是否煞車之次數分配表 .....	52
表 3.18 有無刮地痕之次數分配表 .....	52
表 3.19 有無道路優先權之次數分配表 .....	53
表 3.20 肇事責任與影響變數之卡方檢定表 .....	57
表 4.1 汽機車交叉路口橫向碰撞之不同肇事形態分類表 .....	68
表 4.2 汽機車同向碰撞之不同肇事形態分類表 .....	70
表 4.3 汽機車對向碰撞之不同肇事形態分類表 .....	71
表 4.4 汽機車路邊起駛與停車碰撞之不同肇事形態分類表 .....	71
表 4.5 路權判斷流程圖範例說明 .....	72
表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖 .....	73
表 4.7 汽機車對向碰撞事故之路權判斷流程圖 .....	79
表 4.8 汽機車同向碰撞事故之路權判斷流程圖 .....	85
表 4.9 汽機車路邊起駛與停車碰撞事故之路權判斷流程圖 .....	89
表 5.1 類神經網路訓練模式相關設定 .....	99
表 5.2 單方變數輸入模式之訓練結果 .....	101
表 5.3 雙方變數輸入模式之訓練結果 .....	102
表 5.4 類神經網路模式訓練結果彙整表 .....	104
表 5.5 驗證資料於各類神經網路模式之預測結果彙整表 .....	106

表 5.6 判別分析各組資料分類表 .....	107
表 5.7 判別分析訓練資料之誤判率 .....	108
表 5.8 各線性判別函數之參數 .....	108
表 5.9 雙方變數輸入模式鑑定變數之 GI 值 .....	112
表 5.10 綜合汽機車雙方鑑定變數之 GI 值彙整表 .....	113
表 5.11 精簡型類神經網路模式之預測結果彙整表 .....	114



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

我國行車事故鑑定制度起源於 1960 年，今已歷四十多年，而交通問題隨著時間與環境長期變遷下日益複雜，目前交通肇事之鑑定方式是採專業人工鑑定的方式，其鑑定過程曠日廢時，故須配合現今環境變遷而有所改善，而且其行車事故鑑定結果，將影響事故當事人之間的權益問題，所以鑑定結果之公平性與正確性相當受到重視。

當發生傷亡或財損情況之交通事故，事故當事人及保險公司為釐清雙方責任分攤比例或和解條件未能達成協議等情事時，法院通常會基於職權委託鑑定，事故當事人也可自行申請鑑定。因此，各地區有上萬件之龐大數量交通事故鑑定案申請案，需透過全省各地方鑑定會來審理其責任，相較於全國約數十餘位鑑定委員編制之人力，其負荷相當沈重，同時也影響鑑定處理速度，而況日費時之鑑定過程，也常令等候裁定之事故雙方困擾。再加上肇事鑑定涉及相當之專業領域，必須由國內少數具備專業素養的學者專家擔任之，而鑑定工作相關專業人員長期以來所累積的處理經驗或研判法則，也因缺乏完整制度與方法，以致於人事更替時較難傳承銜接。而為了確保各地區之肇事鑑定結果一致性，必須建立一個共同準則，也是解決對案情爭議性之重要工作；倘若鑑定委員之誤判，也將影響到民眾對審判結果公正性的信任。另一方面，由於鑑定結果影響肇事雙方及保險公司之權益甚鉅。因此，鑑定結果之公平性與正確性相當重要，實不宜因鑑定委員之不同或鑑定時空之變化，而有不一致之鑑定結果，以招公信。

惟以往事故鑑定之相關研究，大多集中於案情較單純之兩車碰撞事故，因此，基於上述問題之要點與困難，確有建立一套鑑定專家系統之必要性，本研究將利用人工智慧方法(artificial intelligent method)中的類神經網路(Artificial neural network, ANN)建立一汽機車碰撞事故的肇事鑑定專家系統，作為鑑定委員進行肇事鑑定之輔助工具。

人工智慧的發展可以追溯到 1956 年，由 McCarthy 主持了 Dartmouth 會議之後，相關的人工智慧實驗室便相繼成立，其中類神經網路的模型主要是嘗試著去模仿人類的神經系統，故本研究欲以此方法透過鑑定委員案件之過程去模擬預測鑑定結果。利用鑑定委員長

期累積之經驗與考量相關影響因素做為參考，利用模擬的方式經由類神經網路模式之訓練與學習來預測接近鑑定委員的判斷決策行為，並透過此方式能模仿鑑定委員之專業判斷之結果，可縮短鑑定時間，保障受害者權益。所以鑑定專家系統可供肇事鑑定委員參考，使鑑定方式達到事半功倍之效，也希冀能大幅提昇鑑定之效率。

## 1.2 研究目的

本研究之研究目的如下：

1. 彙整國內外相關行車事故文獻，了解當前影響事故發生之肇事因素的特性與研究方法，先掌握兩車碰撞之重要關鍵變數，進一步新增有關汽機車碰撞事故之變數，協助汽機車碰撞事故肇事鑑定專家系統之完成。
2. 透過類神經網路模式模仿類似肇事鑑定委員之決策行為，建立一肇事鑑定預測模式，準確產生事故鑑定之結果以輔助鑑定工作之執行。
3. 藉由案例中所挑選出鑑定會與覆議會鑑定結果一致的案件，並挑選影響肇事鑑定的關鍵因素為本研究肇事鑑定責任之類神經網路的輸入變數，以進行模式訓練與驗證，使其預測結果更具準確性。
4. 由於路權對於鑑定責任的歸屬有相當重要的影響，本研究將建立汽機車碰撞之路權判斷流程圖，以相關的路權法規建立路權判斷流程，並依碰撞型態來區分判斷情境。
5. 藉由類神經網路在模式訓練過程中所得到的權重值來建立類神經網路之權重指標，並分析輸入變數對鑑定結果之影響程度。
6. 最後將依據 GI 值進一步篩選精簡變數，據以構建精簡型類神經網路模式，並探討其判定績效。

## 1.3 研究範圍

為滿足汽機車碰撞事故之肇事鑑定專家系統的建構需求，侷限於汽機車碰撞案例稀少及研究資源之限制下，將以近年內台灣地區肇事鑑定汽車與機車碰撞事故案件中，挑選地區鑑定會與覆議會之鑑定結果一致者（楊宗璟和艾嘉銘）[民國 91 年]之研究指出，兩鑑定結果一致之案件比例約為（70%），再由本研究逐案挑選審核之後加以鍵檔處理，提供系統訓練與分析之用。

## 1.4 研究內容與流程

本研究之研究內容如下：

### 1. 研究問題之界定

本研究針對汽車與機車碰撞事故鑑定案件之相關專業知識，欲構建一個有效的預測肇事鑑定結果之方法，以改進目前之缺失，提供一個鑑定結果公平、一致性的參考準則，以滿足肇事雙方之權益以符合目前情況所需，以台灣行車事故鑑定委員會與台灣地區行車事故覆議鑑定委員會之案件資料為基礎，進一步探討其影響肇事之重要因素與鑑定結果之關係。

### 2. 文獻回顧

#### (1) 肇事鑑定

整理國內外有關肇事鑑定分析之各個課題研究，並整合相關文獻中影響肇事鑑定之重要因素，藉此整理其相關變數以了解當前實際狀況，以供本研究對於肇事鑑定分析之參考。

#### (2) 肇事統計分析

整理國內外有關肇事分析之研究方法與結果，比較其不同分析方法間之差異性與所帶來之效果，並整合相關文獻中影響肇事鑑定之重要因子，藉此整理其相關變數了解當前實際狀況，並決定本研究之肇事分析及模式構建之方法。

#### (3) 類神經網路

彙整國內外有關類神經網路 (Artificial neural network, ANN) 應用於交通之文獻，以學習其網路架構形式與學習法則，藉此透過了解文獻中的類神經網路之功用與特性，作為本研究模式之架構及應用於肇事鑑定預測之參考。

### 3. 整理肇事鑑定資料

本研究主要擬由近年內台灣地區肇事鑑定案件中，挑選地區鑑定會與覆議會之鑑定結果一致者之汽機車碰撞案件，並研析其案例，評選影響鑑定之重要因素。

#### 4. 統計方法評選重要鑑定結果變數

##### (1) 卡方檢定

透過卡方檢定來分析不同肇事鑑定變數對於「肇事鑑定結果之責任歸屬」的差異情形。本研究之肇事資料庫為例，透過統計學之方法了解肇事案例資料庫中不同影響變數與肇事責任之顯著水準，有助於本研究之評選影響鑑定因素。

#### 5. 建構肇事鑑定統計模式、類神經網路模式

##### (1) 肇事鑑定統計模式

經由整理肇事鑑定資料及評選出重要變數後，利用線性判別函數來構建肇事鑑定統計模式，並檢驗其變數間之顯著關係，以便得到較準確之預測結果。

##### (2) 類神經網路模式

透過統計方法評選出重要鑑定結果與變數間之顯著關係後，以其所選出之重要變數來構建肇事專家系統之倒傳遞網路模式的架構，可得到較準確之預測結果。

#### 6. 編撰 MATLAB 程式

本研究將利用 MATLAB 套裝軟體編撰類神經網路架構的程式指令，包括函數工具箱中的各種類神經網路演算法，藉透過其軟體完善之操作介面與強大的功能，使類神經網路模型的設計上更有效率並解決本研究之實際問題。

#### 7. 進行模式訓練與測試

以挑選出之相關影響變數，以輸入變數的方式透過類神經網路中之倒傳遞網路架構，進行模式訓練與測試，使計算結果與實際鑑定預測結果接近（在誤差範圍內）

#### 8. 比較類神經網路模式與統計分析兩模式

透過整理本研究所構建之類神經網路模式與統計分析模式之計算的結果，相互比較兩模式之預測結果之差異性與績效，並與實際資料相驗證，以比較兩模式之優劣。

## 9. 結論與建議

了解影響事故鑑定結果的重要因素並整合上述之研究成果提出具體結論與建議，希冀能改善目前肇事鑑定制度上所面臨之困難，一致性鑑定結果之準則尚可解決專業知識傳承之問題，提高事故鑑定之績效與滿意度。

本研究之研究流程如下圖 1.1 所示。





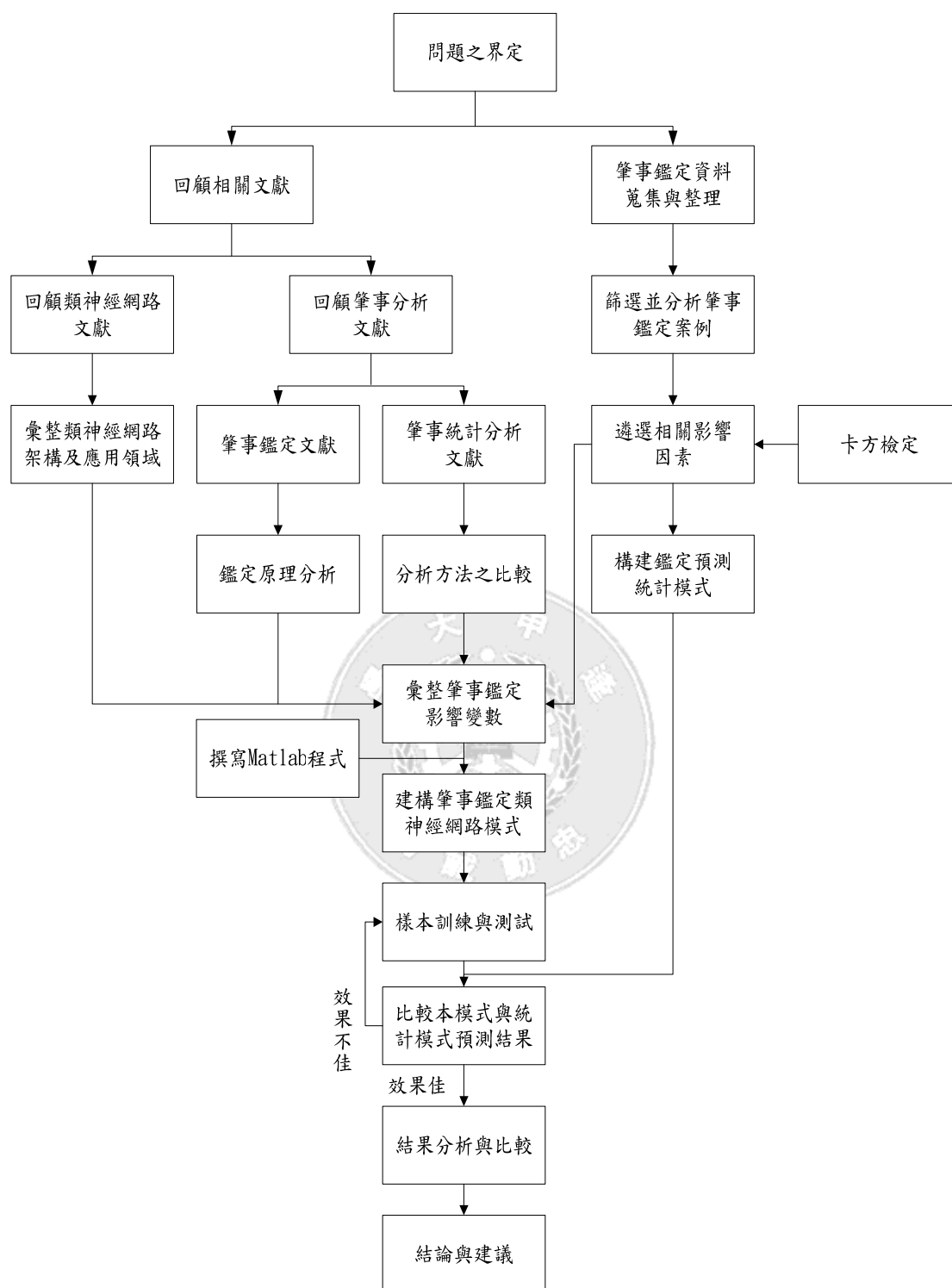


圖 1.1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

本研究將應用類神經網路 (artificial neural network, ANN) 建立汽機車碰撞事故肇事鑑定專家系統，並分別從肇事鑑定之責任與制度探討、各種肇事之統計分析以及類神經網路之實例應用等三方面深入了解肇事因子與肇事責任之相互影響關係，並透過國內外相關文獻進行回顧，萃取其中肇事鑑定相關因子，以構建出適合國內之汽機車碰撞事故肇事鑑定專家系統，以提高肇事鑑定之效率與準確度，供各地區肇事鑑定會與覆議會等機關參考。

### 2.1 交通肇事因素與責任鑑定之相關研究

#### 2.1.1 肇事鑑定之責任與制度探討

陳高村 (民 78) 對現行道路交通事故調查處理程序進程序，能夠在事故發生後，迅速、正確地處理事故現場，調查事故發生之因果關係，避免人員傷亡、財物損失之增加，快速恢復交通順暢。並對於現行事故鑑定缺席進行探討，使不能避免既已發生的事故進入司法程序後，能夠責任分明，藉以保障事故當事人及其關係人之基礎權益。並研擬具體可行方案，俾供有關主管機關之參考。經過一連串的資料蒐集與分析研究，肇事原因鑑定作業最迫切改善者為警察人員事故處理技術與能力的提升，及鑑定機關的人力分配合理化。再以長遠的眼光衡量，設置專業交通警察培育訓練管道，促使交通警察專業化，提升事故處理品質與肇事原因分析能力；增訓鑑定專業人材，建立鑑定制度有效保障事故當事人之基本權益。

王肇基 (民 86) 提出肇事原因分析要領，包括熟閱交通法令規章、肇事原因型態與違規事實之認定、現場痕跡與其速度、位置之關係、筆錄與現場事實之求證、比對車損部位、各項刮、擦痕，觀察肇事前後之關係位置、由散落物確認雙方肇事時撞擊點之正確位置、掌握現場遺落物之正面證據與反面證據、直接因果關係之確認、有因果關係

之現場、人體骨折現象之求證。對現行道路交通事故調查處理程序進行探討，規劃出合理的交通事故調查處理

吳宗修（民 87）指出在進行事故責任鑑定時，對於一般路段車禍或號誌化交叉路口車禍之責任歸屬較無異議，所以針對非號誌化且無幹道、支線之分的交叉路口，並且就車輛各種不同相對方向之行進關係進行探討，並以圖解方式歸納出 15 種型態，並就 7 種具潛在車流衝突之型態找出違反路權優先規範而肇事之肇事責任之鑑定原則。

陳高村（民 87）認為事故發生型態之描述有助於事故原因分析與責任鑑定，故研究碰撞型態並分為對撞、角撞、側撞與追撞，由碰撞動力學與運動學來建立不同碰撞型態行為肇事原因分析與責任鑑定法則，並發現由質心運動方向定義碰撞角度，有助於未來事故鑑定作業模式化與自動化之進行。

吳光昇（民 88）利用問卷調查事故當事人及鑑定委員對道路交通事故鑑定之滿意程度。在滿意度量測方面，以 Likert 五分法及古典加權平均法計算滿意度。以交叉及構面縮減分析掌握各個屬性的差異性及歸納出主要的檢討分析。其研究結果指出民眾對於「現場跡證照片」、「鑑定報告的內容及時效」、「民眾對案情的充分表達」等三項的滿意程度最低，委員對於「民眾說明案情的公正性」、「事故調查表」、「現場跡證照片」的滿意程度最低；藉由因子分析將各要項縮減成「警方事故處理蒐證面」、「鑑定會體制及運作面」、「鑑定會議施行面」等三大構面，依序進行重要主題的歸納與檢討，並針對各個主題研擬改善策略。

周文生、陳蔚文(民 88)彙整我國交通法規包括有道路交通安全規則、道路交通管理處罰條例、道路標線標誌號誌設置規則等，有關駕駛行為與路況優先權之規定，嘗試以道路型態為分類，結合駕駛行為優先權、道路優先權、侵權違規行為及其他違規行為之交通法規，以「決策樹」方式建構相關交通法規引用為導向之道路交通事故肇事原因分析程序性模式，歸納肇事原因分析項目，依序為「確認行駛方

向」、「研判路權優先順序」、「研判碰撞型態」、「確認道路型態及路況」、「研判駕駛行為」、「綜合分析肇事因果關係」，之後，再定義事故類型與碰撞型態，結合交通法規有關駕駛行為規範及道路優先權規範，導引出違反駕駛行為規範與道路優先權的法規，供肇事鑑定時之分析肇事原因及適用交通法規之參考。而研究範圍主要界定在探討事故發生時用路人，違反交通法規路權規定之行為及鑑定委員從事肇事原因分析之思考程序。

陳蔚文（民 88）透過周文生、陳蔚文（民 88）建立之模式透過分類統計，經模式判定侵權行為之違規後，再結合違規行為因果關係以判定肇事原因、一般違規行為。並將模式轉換成肇事原因分析專家系統，經驗證結果，屬本研究範圍之「判中率」達 94%，顯見此模式已具相當參考價值，若再充實相關知識庫，則可發展為富實用性之電腦專家系統。

廖信智（民 91）從交通行為與事故發生之因果關係探討，依事故碰撞之因果關係，界事故現場所蒐集的各種跡證來分析碰撞前之駕駛行為，將以各種駕駛行為來探討並依發生之碰撞時間、地點、行車方向等，歸納初期可能涉及肇事原因之行為，結合相關道路交通法規，並依各種碰撞型態分類加以系統化整理，作為推斷事故責任歸屬

李開（民 91）針對國內外不同鑑定制度，擬建立完善行車事故鑑定制度之方案，以改善我國行車事故鑑定制度。以近程而言，可修訂現行制度管理，提昇行車事故鑑定品質，並奠立行車事故鑑定專業化之基礎。長遠而言，則應採取國家認證民營制方案，期以達成改善我國行車事故鑑定制度之最終目標。經由鑑定專業化與開放民間參與之途徑改善現行制度之缺失，是一可行的辦法。此研究成果可提供交通部，作為進一步改善我國行車事故鑑定制度之參考。

陳高村（民 93）主要探討如何進行「事故處理與鑑定」的工作，從事故處理、事故鑑定的制度背景開始檢討，其次論及交通安全改善需求、肇事責任、事故原因分析與歸責方法加以探討，建立可依循之

方法原則，再其次對事故原因分析所需具備的科學理論加以綜合整理，並將其運用在事故原因分析與事故重建過程，透過實際案例之鑑定分析加以印證說明。從問題背景、事故鑑定原則、過程與方法，到事故鑑定結果的完整問題求解程序，俾以提供事故處理與鑑定相關作業人員及事故當事人做為參考。

葉名山、林世淵（民93）嘗試構建一基本事故類型之鑑定的模式提供鑑定委員作為鑑定參考或事故當事人參考或可減少委託鑑定案件數量以及縮短鑑定時程。本研究分下列兩個步驟進行，第一確立事故鑑定之準則。第二建立事故責任比率對照表，作為事故當事人進行理賠程序之參考，以加速理賠之流程。藉由文獻回顧與專家問卷來完成制定無號誌路口左、右方車在不同超速、酒醉程度下之肇責分攤表。其次運用ASP之觀念撰寫程式，先完成兩車碰撞類型，其行向區分為對向、同向與橫向。提供肇事者、受害者或保險業者可上網查詢以作為理賠之參考，程式驗證方面，以覆議會與車鑑會鑑定結果一致之案例計407件為樣本，在同向事故案件上取得判中率83%，對向事故案件上取得判中率74%，橫向事故案件上取得判中率74%，模式總判中率達76%。

楊宗璟、黃啟倡（民93）對於超車這一部分的事故責任，進一步的做分析探討。且有鑑於事故的發生是當事人雙方相對的情境，探討被超車者在事故發生前，在兩車時空上的動態變化狀況下，相對於超車者的注意、動作、反應、與措施，須如何做（例如是否未超速、是否已盡注意之義務、是否有合理的反應、以及是否採取適當的避撞措施）即可免除責任。以肇事鑑定事故資料中與超車有關的事故資料為樣本，利用統計分析方法「三度空間卡方檢定」來探討，即將每個與事故相關的因素，分成影響變數及結果變數，並將這兩個因素中的變數經過次數的統計分成固定幾類，而從影響變數中挑兩項與結果變數製造三度空間的樞紐表，而將所呈現出來三度空間的項目個數結果利用 BMDP 軟體進行三度空間卡方檢定，研究後結果發現，影響覆議會責任認定的較顯著變數為是否預見、煞車與否、左或右超車、車種及

超速這五個影響變數。

茲將上述有關肇事鑑定分析的相關文獻研究彙整如表 2.1 所示。透過上述肇事鑑定責任與制度的相關文獻，本研究將國內的肇事鑑定相關文獻做一簡單評析，其研究對象多為探討肇事鑑定相關的各個獨立課題，如鑑定制度與作業程序的改善、肇事鑑定責任原則、路權判斷準則、碰撞型態、事故的因果分析...等，由於肇事鑑定所牽涉範圍非常廣泛，以致各家學者只能就獨立研究課題作深入探討，而本文則擷取各家學者討論影響肇事鑑定責任中的關鍵因素，可作為本研究蒐集解釋變數資料以及建構汽機車碰撞事故鑑定模式之參考應用。將針對國內專家學者所提出各種理論與原則，就其肇事鑑定作業程序納入本文所需影響肇事鑑定責任因素。



表 2.1 肇事鑑定責任與制度探討之相關文獻彙整表

作者	研究課題	分析結果
陳高村 (民 78)	現行道路交通事故 調查處理進程序	肇事原因鑑定作業最迫切改善者為警察人員事故處理技術與能力的提升，及鑑定機關人力分配合理化。再以長遠的眼光衡量，設置專業交通警察培育訓練管道，促使交通警察專業化，提升事故處理品質與肇事原因分析能力；增訓鑑定專業人材，建立鑑定制度有效保障事故當事人之基本權益。
王肇基 (民 86)	肇事原因分析要領	分析要領包括熟閱交通法令規章、肇事原因型態與違規事實之認定、現場痕跡與其速度、位置之關係、筆錄與現場事實之求證、比對車損部位、各項刮、擦痕，觀察肇事前後之關係位置、由散落物確認雙方肇事時撞擊點之正確位置、掌握現場遺落物之正面證據與反面證據、直接因果關係之確認、有因果關係之現場、人體骨折現象之求證。
吳宗修 (民 87)	非號誌化路口事故 責任鑑定原則	針對非號誌化且無幹道、支線之分的交叉路口，並且就車輛各種不同相對方向之行進關係進行探討，並以圖解方式歸納出 15 種型態，並就 7 種具潛在車流衝突之型態找出違反路權優先規範而肇事之肇事責任之鑑定原則。

表 2.1 肇事鑑定責任與制度探討之相關文獻彙整表（續）

作者	研究課題	分析結果
陳高村 (民 87)	不同碰撞型態 行為肇事原因 分析與責任鑑定	研究碰撞型態並分為對撞、角撞、側撞與追撞，由碰撞動力學與運動學來建立不同碰撞型態行為肇事原因分析與責任鑑定法則，並發現由質心運動方向定義碰撞角度，有助於未來事故鑑定作業模式化與自動化之進行。
吳光昇 (民 88)	道路交通事故鑑定 滿意度調查及其作 業機制之檢討	其研究結果指出民眾對於「現場跡證照片」、「鑑定報告的內容及時效」、「民眾對案情的充分表達」等三項的滿意程度最低，委員對於「民眾說明案情的公正性」、「事故調查表」、「現場跡證照片」的滿意程度最低；藉由因子分析將各要項縮減成「警方事故處理蒐證面」、「鑑定會體制及運作面」、「鑑定會議施行面」等三大構面。
周文生、陳 蔚文 (民 88)	道路交通事故肇事 原因分析程式	以「決策樹」方式建構相關交通法規引用為導向之道路交通事故肇事原因分析程序性模式，歸納肇事原因分析項目，依序為「確認行駛方向」、「研判路權優先順序」、「研判碰撞型態」、「確認道路型態及路況」、「研判駕駛行為」、「綜合分析肇事因果關係」。



表 2.1 肇事鑑定責任與制度探討之相關文獻彙整表（續）

作者	研究課題	分析結果
陳蔚文 (民 88)	道路交通事故 肇事原因分析 程序性模式	以事故類型、道路型態、碰撞型態、行駛方向分類，結合駕駛優先權、道路優先權、侵權行為等法規轉換成「流程圖」供鑑定委員參考。
廖信智 (民 91)	事故原因鑑定準則	藉事故現場所蒐集的各種跡證來分析碰撞前之駕駛行為，將以各種駕駛行為來探討並依發生之碰撞時間、地點、行車方向等，歸納初期可能涉及肇事原因之行為，結合相關道路交通法規，並依各種碰撞型態分類加以系統化整理，作為推斷事故責任歸屬。
李開 (民 91)	行車事故鑑定制度	針對國內外不同鑑定制度，擬建立完善行車事故鑑定制度之方案。
陳高村 (民 93)	道路交通事故 處理與鑑定	建立可依循之方法原則，再其次對事故原因分析所需具備的科學理論加以綜合整理，並將其運用在事故原因分析與事故重建過程，透過實際案例之鑑定分析加以印證說明。

表 2.1 肇事鑑定責任與制度探討之相關文獻彙整表（續）

作者	研究課題	分析結果
葉名山、林世淵 (民 93)	事故鑑定類型與理賠機制之研究	構建一基本事故類型之鑑定的模式 第一確立事故鑑定之準則。第二建立事故責任比率對照表，作為事故當事人進行理賠程序之參考，以加速理賠之流程。藉由文獻回顧與專家問卷來完成制定無號誌路口左、右方車在不同超速、酒醉程度下之肇責分攤表。以覆議會與車鑑會鑑定結果一致之案例計 407 件為樣本，在同向事故案件上取得判中率 83%，對向事故案件上取得判中率 74%，橫向事故案件上取得判中率 74%，模式總判中率達 76%。
楊宗璟、黃啟倡 (民 93)	道路上被超車之車輛發生事故時如何可免除責任之鑑定資料分析	對於超車這一部分的事故責任做分析探討。且有鑑於事故的發生是當事人雙方相對的情境，探討被超車者在事故發生前，在兩車時空上的動態變化狀況下，相對於超車者的注意、動作、反應、與措施，須如何做（例如是否未超速、是否已盡注意之義務、是否有合理的反應、以及是否採取適當的避撞措施）即可免除責任。研究後結果發現，影響覆議會責任認定的較顯著變數為是否預見、煞車與否、左或右超車、車種及超速這五個影響變數。

### 2.1.2 肇事之統計分析

Miaou et al. (1992) 採用卜瓦松迴歸模式建立位於North Carolina州際公路的公路幾何設計與大貨車肇事因果模式。結果顯示每年每日的平均交通量(AADT)、道路水平彎曲率及垂直傾斜度等因素均顯著地影響大貨車肇事率。此外，此研究亦發現使用卜瓦松迴歸模式的限制，指出肇事反應變數的期望值應與變異數相同，然而在大部分的肇事研究中，肇事反應變數的變異數大於期望值，顯示肇事資料呈現過度偏離。但在此研究中，雖然結論指出肇事資料呈現過度偏離，但仍然沒有改變原本公路幾何設計與大貨車肇事率之間的關係。

Daniel et al. (1993) 藉由肇事率模式之構建，以探討有拖曳車之重型貨車的肇事率。其假設肇事之發生符合卜瓦松分配，又為避免肇事率出現負值，及使得各影響因子對於肇事率之效果得以合理表示，故而選擇log-linear之函數型態。模式所用之反應變數為有拖曳車之重型貨車的肇事率，解釋變數則為車輛特性(拖曳車數)、道路型態(高速公路、主要道路、其他)、地區特性(都市、郊區)、時間因素(白天、夜晚)之單一項及一次交叉項。經模式校估後所用資料為密西根州1987年5月至1988年4月之有拖曳車貨車肇事及旅次資料；其中前者係取自於密西根州警察單位，而後者則以電訪方式獲得。研究結果發現貨車拖曳車數對其肇事率有明顯之影響，而環境因素之影響更甚。

Kraus et al. (1993) 以美國加州涵蓋三個城市之高速公路系統為研究範圍，藉由高速公路肇事率模式之構建，以進行重大傷亡肇事之分析。並蒐集1986年至1987年之肇事、公路特性及交通量資料，並整理成為69個路段資料，作為分析及模式校估之基礎。至於模式方面，假設肇事型態之發生符合卜瓦松分佈，選擇log-linear之函數型態；以肇事率為因變數，公路特性(車道數、護欄型式、左右路肩、右側橫斷面坡度、線形、交流道數)、時間(早、晚)、交通量為自變數，且同時考慮其主效果及交叉效果；分別構建車道上、路外(左、右側路肩)之肇事率模式。結果發現左側路肩之缺乏對於肇事有極大影響、中央護欄有助於減少左側路外車禍之發生、公路右側幾何特性影響右側路

外車禍之發生、夜間或週末日較易發生車禍、交通量對肇事發生之影響視肇事於路外或車道上發生而不同，最後則建議可再考量駕駛行為之影響。此研究所採用之卜瓦松模式及所蒐集之公路特性資料，可作為本研究蒐集變數及構建預測模式時之參考。

Levine et al. (1995) 研究在美國的Honolulu城市，在西元1990年每天的交通事故次數的變化。其分析方法採用最小平方迴歸模式，反應變數為某特定日的交通肇事次數，解釋變數計為33個，區分為十個種類，包含趨勢、交通流量、財物損失、特定日期、特定月份、主要假日、普通假日、天氣、失業率及旅遊人數種類等。研究結果顯示星期五與星期六、普通假日及降雪等因素將導致較高的肇事發生次數，而主要假日與失業率因素則會減低肇事的發生次數。

Poch and Mannering (1996) 應用負二項迴歸建立肇事預測模式，以研究在華盛頓州的主要道路之肇事頻率。以1987-1993年間工程改善之63個路口之1385筆肇事資料，分別建立不分肇事型態之年肇事率預測模式及追撞、角撞與轉彎撞之年肇事率模式。變數包括左轉、右轉、對向流量、對向車道數、號誌、視距、道路種類、車道是否彎曲、路口所在區位及交會道路分支數。結論指出負二項迴歸模式是一個強而力的預測模式，在未來應多加強在肇事頻率相關研究使用的比例。

Shankar et al. (1996) 以華盛頓州1988-1993年郊區高速公路肇事資料透過巢式羅吉特模式探討嚴重事故特性。四種事故嚴重程度為僅財產受損、輕微受傷、重傷、傷殘或死亡，分析道路幾何因子、肇事原因、結果、發生時間、位置、事故型態、駕駛者特性與氣候變數，並將某些個別變數結合成一相互影響變數，透過概似比檢定，得出一個採用僅財產受損與輕微受傷兩類同巢包容值0.4153與t值2.6391且重傷與傷殘或死亡各自獨立的兩層最佳巢式羅吉特模式，概似比指標 $\rho^2$ 為0.52。結果curve-length與道路每公里水平曲線之肇事彈性為-0.2704與-0.9017為顯著的。經各種共生變數之驗證結果知此巢式羅吉特方法為評估事故嚴重度與交通安全的一個良好方法。

Ivan and O'Mara (1997) 利用康乃狄克州之交通部肇事資料，應用卜瓦松迴歸建立交通事故的預測模式。其結果顯示公告的速度限制與公路的每年每日平均交通量為交通事故的關鍵預測變數。其結論亦顯示卜瓦松迴歸模式比傳統線性模式適合於交通事故分析。

Ivan et al. (1999) 利用卜瓦松迴歸模式來建立二車道路段之單一車輛與多車輛碰撞事故預測模式，其主要焦點在於研究以不同的交通情況及位置特性為獨立變數來解釋每年的單一車輛與多車輛碰撞肇事率。研究結果顯示，對單一車輛撞肇事率會隨著交通流量(較低的服務水準，LOS)、路肩寬度及視線距離的增加而降低，而多車輛碰撞肇事率則隨著交通號誌數目、每日的大貨車車流比例及路肩寬度的增加而升高。最後並應用AIC值進行模式的選擇，最佳的模式應具有最小的AIC值。

Abdel-Aty and Radwan (2000) 採用負二項迴歸模式化交通事故發生頻率，校估資料為1,606筆在佛羅里達的主要道路發生的交通事故，時間在西元1992至1994年間。研究結果顯示每年每日的平均交通量的增加、超速、道路寬度縮減、多線車道及城市間道路等因素對提昇事故發生機率有顯著影響。

Al-Ghamdi (2002) 以羅吉斯特迴歸研究利雅德之肇事因素的顯著狀況。560 件案例分死亡與受傷兩大類型，而肇事因素分為發生地點、事故型態、碰撞型態、事故時間、肇事原因、年齡、國籍、車輛種類與駕照狀況，由 Wald 檢定確認肇事因子之誤差。其肇事型態分成車與車、車與固定物、翻車以及車與行人之四種事故，檢定各變數後縮減成一最佳模型，並發現肇事地點與肇事原因兩變數為影響嚴重程度的最顯著因子，藉勝算值比分析顯示路段中走錯車道之死亡事故高於路口超速事故 3.26 倍，故該研究可有效找出影響事故嚴重性之相關因子相互關係。

Dissanayake et al. (2002) 蒐集佛羅里達州 1994 至 1996 年間 65 歲以上年長者駕駛車輛碰撞障礙物的單車意外事故相關之資料，利用

程序性羅吉斯特迴歸模式進行其事故嚴重程度預測模式之建立，並利用 1993 年之資料來驗證模式。研究結果顯示，車速、安全設備的使用、撞擊點、飲酒或使用藥品、個人生理狀況、性別、駕駛人是否有過失、都市或郊區道路、道路之坡度與線型等，都是影響該類型事故傷亡嚴重程度的重要影響因素，最後並利用 1993 年之資料來驗證模式。

Al-Ghamdi (2003) 探討利雅德 1996-1998 年事故位置與影響因子特性間關係，並利用敘述統計學、成對樣本比較、卡方獨立性檢定，其因子特性包括事故型態、碰撞型態、發生原因與發生時間。並發現於嚴重事故發生時有 50% 涉及行人且路段之死亡率 24.89% 明顯地高於路口死亡率 8.16%。碰撞固定物因子於本研究中對於嚴重事故與僅財產損失事故類型 z-test 皆不顯著，但相對於事故地點方面的卡方分析中，發現交叉路口與非交叉路口下之事故比率皆頗為明顯，故此路旁固定物之潛藏因子當納入利雅德有關當局於道路幾何設計時需加以再度審慎考量。

Greibe (2003) 彙整 Greibe (1995)、Hemdorff (1998) 之路口與路段之事故研究，以線性迴歸技術將肇事次數假定其為 Poisson 分配，欲分析丹麥地區每日平均交通量與意外事故因素關聯性，建立一個簡單易操作的路口與路段事故預測模式，來確定影響交通安全的道路幾何設計、土地使用等要素。變數包括交通量、路段長度、速限、車道單向與否、車道數、路寬、分隔島類型、路旁是否具停車格、道路類別、公車站與否等。並建構出數個模式來估計包括所有事故、所有受傷事故、穿越事故與轉彎事故。該研究發現少部分道路旁之泊車和速限設備，於事故中存在相當重要性，號誌路口有較少的穿越事故，但有很多追撞事故。透過車流量與影響因素間之關係，能夠有效解釋有關肇事的連續或是不同類的影響因素。

黃靖南 (民73) 蒐集民國六十三年至七十年之高速公路肇事及其他相關資料，選定交通量、交通組成、坡度、曲率、速率、速差、天候、光線、駕駛人年齡、教育程度、駕駛行為、車種為自變數，肇事

次數、肇事率、死亡人數、受傷人數為反應變數，利用民國七十年高速公路32個區段之資料，以逐步迴歸法建立四個多元迴歸預測模式。模式經檢定後，再進一步分析模式意義，最後進行肇事影響因素敏感度分析、彈性分析。研究結果顯示預測模式之複相關係數在0.4到0.6之間，顯示模式之解釋能力並非甚佳。

張新立（民78）在探討臺灣地區二車道公路行車安全因素之研究中，以每公里之路段為研究對象，研究道路幾何設計與交通特性對交通事故發生之影響。研究方法上，採用卜瓦松迴歸模式替代傳統以最小平方法為理論基礎之線性迴歸模式，以克服傳統迴歸模式於分析稀少事件問題時所遭遇之困難。分析結果顯示，道路鋪面寬度、路側淨空及平均日交通量對交通事故發生均有顯著影響。

藍武王、戚培芳等（民85）以民國80年至84年之列管肇事案例為研究對象，採用一般化線性模式(GLM)中之卜瓦松迴歸及負二項迴歸模式，考量道路供給特性、交通特性及管制措施三類肇事影響因素，分別構建高速公路三種路段主線、交流道及收費站之肇事分析模式。研究結果發現三種路段之肇事分析模式有所差異，除模式解釋變數不盡相同外，亦各有不同之適用模式，收費站路段適用卜瓦松模式，而主線及交流道路段則以負二項模式較佳；顯示主線及交流道路段之肇事發生存在過度離散(即肇事發生次數之變異數大於平均數)情形。

林郁志（民86）研究台南市之路口與路段之肇事，利用卜瓦松迴歸及負二項迴歸模式，其研究目的在於改善交通，減少事故的發生。針對肇事地點路段及路口，選用一般線性模式中的卜瓦松迴歸模式及負二項迴歸模式，找出與肇事因果相關的因素，作為改善交通的參考，減少肇事的發生。因其市區道路交通量與里程不易取得，便以肇事次數為曝光量，假設其肇事死亡數與肇事次數成正比，結果指出卜瓦松及負二項分配兩模式於肇事因果分析上，卜瓦松分配較適合分析市區路口與路段之肇事。

許正文（民90）探討台北縣警察局交通隊及各分局交通事故業務

承辦人探討筆錄內容、要件及證據，並利用事故原因分析於交通事故筆錄之制作，以多變量分析之因子分析法選擇行車動向、天候、路面跡證、駕駛操作能力、飲酒狀況、道路障礙及車速與損害狀況七個特徵值，可解釋之總變異百分比為81.93%，並以流程圖法擷取交通事故跡證蒐集及製作筆錄所應具備之專業知識，以法則式知識表現及前向鏈結之推理方式，設計知識庫，再以雛型系統設計法，構建專家系統雛型，俾利進行測試，最後以實證研究法，一方面蒐集交通事故筆錄案例，輸入專家系統，再至交通隊事故審議小組，進行測試分析，彙整改進意見，進行系統修正，另一方面至實際處理交通事故之派出所實測，以兩母體成對樣本平均數差之統計法，瞭解使用專家系統與傳統筆錄製作時間有無顯著差異，評估其效益。結果顯示本系統於刑事訴訟法、筆錄製作與筆錄內容完整性等三方面均有良好成效，可協助事故處理人員迅速、公正、客觀完成事故當事人筆錄之制作，做為後續調查工作或事故原因分析之參考。

楊宗璟、艾嘉銘（民 91）以半年覆議鑑定有結果的案件為樣本資料，即 91 年 1 月至 8 月地區鑑定會與覆議會鑑定結果一致者與不一致者，分別以統計方法歸納相同特性與當事人雙方之責任以及不一致案例之鑑定結果建構迴歸模式，以了解交通事故責任鑑定影響因素與結果。挑選變數為事故類型、車種、是否超速與其程度、是否飲酒及其程度、天色、天候、當事者兩車之動作、相對位置與碰撞方向。並分共識較少、較有共識與完全一致之不同類型來探討。發現兩鑑定結果一致之案件比例約為 70%，且超速程度、飲酒程度為顯著之影響因子，而車損位置、天色、天候則不如預期顯著。

楊宗璟、艾嘉銘（民 93）歸納不同類型事故鑑定的共同因素為主要內容，同時把對象設定為最常見的兩方交通事故納入，首先透過卡方檢定初步選擇顯著的影響變數；此後利用多元羅吉特模式，分成兩種做法來校估各種可能因素對責任變數的影響，再透過估計的傷亡與其他因素建構第二階段的責任模式。研究的成果顯示使用不同方法指出一共同趨勢，即所挑選的變數對傷亡的影響較大，而對責任的影響



相對較小，雖然如此，所挑選的 7 項雙方變數，包括車種、車損部位、是否飲酒及可能狀態、是否超速及可能狀態、是否煞車及可能狀態、及是否預見及可能狀態，大致上還是有貢獻的，只是採取其他非煞車措施之變數，需透過估計的傷亡才能顯著影響責任。且不論獨立模式或是連鎖模式，都不能使傷亡與責任兩者的關係趨於顯著，當所有顯著影響傷亡的變數，都潛藏在估計的傷亡變數之中時，不顯著影響傷亡的變數才再置入第二階段責任的模式中，以統計的角度看來，影響變數之間的關係愈小愈能校估出正確的結果，故連鎖模式或許較能滿足如此的條件，雖然其命中率 28% 稍低於獨立模式的 35%，其兩階段的每一階段都有不錯的校估結果。

楊宗璟、侯志隆等（民 93）提出目前大多數機車行駛於汽車之右側，當行經路口時，各種車輛皆有可能做出轉彎之行為，此時右轉車與同向直行車很可能會發生衝突甚至造成肇事。利用統計的手法來做出關於無肇事責任的相關數據。因為挑選出重要性變數有十個，可看出動作及位置對有無肇事責任的相關程度是比較高的，其次是飲酒、採取措施、車種、傷亡，最後是比較無關的有是否預見、有無煞車、有無超速、筆錄速率。所以可解釋為在肇事責任的判定上，在本研究範圍內，動作和碰撞位置是會明顯地影響有無肇事責任重要的變數。

楊宗璟、林芳誼（民 93）考量路段中變換車道者與直行車兩方發生事故時，各種客觀的條件因素，包括：各種駕駛動作(起駛、變換車道或超車等)、飲酒程度、超速程度、車損部位、是否預見與預見距離等因素；建構雙方資料結合在一起之肇事責任及傷亡程度多元羅吉特模式。該研究分別建構變換車道的肇事責任和傷亡程度(獨立、二階段連鎖模式)與直行車的傷亡程度模式(獨立、二階段連鎖模式)；所謂連鎖模式，乃將第一階段肇事責任的預測結果變成一個自變數，加入第二階段肇事傷亡程度模式中，建構路段肇事傷亡程度的模式；研究結果顯示，因為責任變數僅在連鎖模式中顯著，繼續探討直行車傷亡程度二階段連鎖模式關係，可被解釋為變換車道駕駛者的車損部位、有無煞車及直行車是否超速等變數，將透過第一階段變換車道駕

駛者的責任估計結果間接影響第二階段直行車駕駛者的傷亡程度，例如：當直行車駕駛者為無原因的事故責任其有傷亡的勝算值是次要原因有傷亡勝算值的 7.35 倍，所以直行車駕駛者為無原因的事故責任較趨向於有傷亡。

楊宗璟、陳婉郁（民93）僅探討在無號誌且無幹支道區分路口橫向關係，且左、右方車同為直行的事故類型，包括同時考慮責任與傷亡。利用多元羅吉特建構各別肇事責任與肇事傷亡及兩者間連鎖的統計模式，研究步驟先是建構左方責任之獨立及連鎖模式，以及左右方傷亡之獨立及連鎖模式，由結果發現，左、右方車的車損部位，左、右方車是否超速以及右方車是否靠右等五個變數是會同時影響獨立模式與連鎖模式的責任。在第二階段傷亡的連鎖模式中，由於責任僅在右方傷亡的連鎖模式中顯著，僅探討此一模式的連鎖關係，比較獨立模式與連鎖模式，發現在獨立模式比連鎖模式多出左方車是否超速與是否預見及距離其兩個變數，雖然是否超速這個變數沒有加入連鎖傷亡模式，但其實此一變數已經透過第一階段所建構之責任來加以影響傷亡模式，舉例來說也就是當左方車沒有超速會使左方車的責任不趨向於主要原因，而當左方車為主要原因時又會使右方車趨向於有傷亡，因此可以了解當左方車無超速時可能會使右方車不趨向於有傷亡，這種結果與獨立模式之結果相同，也就是當右方車不趨向於有傷亡時，左方車都是無超速。

由上述有關肇事統計分析的相關文獻中，茲將上述有關肇事統計分析的相關文獻研究彙整如表 2.2 所示。並且透過表 1 可了解國內外文獻中的肇事研究，其研究對象通常為探討市區之路口、路段的行車肇事、高速公路之事故研究等，可知國內外學者大多利用統計方法來校估肇事因素的預測模型，且所用之統計分析方法以羅吉斯特迴歸、勝算值比的統計方法來分析肇事因素的預測模型，另外包括敘述統計學、條件機率、成對樣本比較、卡方獨立性檢定來建立事故位置與影響因子特性間之預測模型，而其他統計方法尚有 Poisson 分配、線性迴歸模型、Log-linear 迴歸模式、負二項迴歸模型、巢式羅吉特模式、

多變量分析等，皆為針對影響肇事之相關因素如發生地點、事故型態、碰撞型態、事故時間、肇事原因、年齡、車輛種類、駕照使用之狀況、是否超速及其超速程度、是否飲酒及飲酒程度等，這些相關因素依各派專家學者的角度來看，都是影響肇事鑑定責任歸屬的重要依據，故本研究也會將這些影響因素考慮在內，並納入本研究之蒐集解釋變數資料及建構汽機車碰撞事故鑑定模式。



表 2.2 肇事統計分析之相關文獻彙整表

作者	研究範圍	研究方法	分析目的	相關變數
Miaou et al. (1992)	北卡羅來納州公路幾何設計與大貨車肇事因果模式研究	卜瓦松迴歸模式	建立公路幾何設計與大貨車肇事因果模式	平均交通量(AADT)、道路水平彎曲率、垂直傾斜度
Daniel et al. (1993)	密西西根州拖曳車之重型貨車肇事率模式研究	卜瓦松分配模式、Log-linear 迴歸模式	建立拖曳車之重型貨車肇事率模式	車輛特性、道路型態、地區特性、時間之單一項及一次交叉項
Kraus et al. (1993)	美國加州高速公路重大傷亡肇事率研究	卜瓦松分配模式、log-linear 函數型態	建立高速公路重大傷亡肇事率模式	車道數、護欄型式、左右路肩、右側橫斷面坡度、線形、交流道數、時間以及交通量且同時考慮其主效果及交叉效果
Levine et al. (1995)	美國檀香山每天交通事故次數研究	最小平方迴歸模式	建立 1990 年每天的交通事故次數的變化模式	趨勢、交通流量、財物損失、特定日期、特定月份、主要假日、普通假日、天氣、失業率、旅遊人數
Poch, Mannering (1996)	美國華盛頓州 Bellevue 路口肇事頻率研究	負二項迴歸模型	建立交通路口改善後之肇事次數預測模型	左轉、右轉、對向流量、對向車道數、號誌、視距、道路種類、車道是否彎曲、路口區位、交會分支數

表 2.2 肇事統計分析之相關文獻彙整表（續）

作者	研究範圍	研究方法	分析目的	相關變數
Shankar et al. (1996)	美國華盛頓州郊區高速公路事故研究	巢式羅吉特模式	建立嚴重事故特性的預測模型	道路幾何因子、肇事原因、結果、發生時間、位置、事故型態、駕駛者特性與氣候
Ivan and O'Mara (1997)	美國康乃狄克州交通事故預測研究	卜瓦松迴歸模式、傳統線性模式	建立交通事故預測模式	顯示公告的速度限制、公路平均交通量
Ivan et al. (1999)	英格蘭二車道路段之單一車輛與多車輛碰撞事故預測研究	卜瓦松迴歸模式	建立二車道路段之單一車輛與多車輛碰撞事故預測模式	交通流量、服務水準，路肩寬度、視線距離、交通號誌數目、每日大貨車車流比例、路肩寬度
Abdel-Aty and Radwan (2000)	佛羅里達州主要道路交通事故發生頻率研究	負二項迴歸模式	建立主要道路交通事故發生頻率模式	每年每日的平均交通量、超速、道路寬度縮減、多線車道、城市間道路
Al-Ghamdi (2002)	沙烏地阿拉伯利雅德肇事型態研究	羅吉斯特迴歸、勝算值比	建立肇事因素預測模型	發生位置、事故型態、碰撞型態、事故時間、肇事原因、年齡、國籍、車輛種類、駕照使用之狀況

表 2.2 肇事統計分析之相關文獻彙整表（續）

作者	研究範圍	研究方法	分析目的	相關變數
Dissanayake et al. (2002)	佛羅里達州 65 歲以上年長者駕駛車輛碰撞障礙物的單車意外事故嚴重程度預測研究	程序性羅吉斯特迴歸	建立 65 歲以上年長者駕駛車輛碰撞障礙物的單車意外事故嚴重程度預測	車速、安全設備的使用、撞擊點、飲酒或使用藥品、個人生理狀況、性別、駕駛人是否有過失、都市或郊區道路、坡度、線型
Al-Ghamdi (2003)	沙烏地阿拉伯利雅德路口位置與肇事因素研究	敘述統計學、條件機率、成對樣本比較、卡方獨立性檢定	建立事故位置與影響因素特性間之預設模型	事故型態、碰撞型態、發生原因、發生時間
Greibe (2003)	丹麥市區路口與路段事故研究	線性迴歸模型、卜瓦松分配	建立一個易操作的路口與路段事故預測模型	交通量、路段長度、速限、車道單向與否、車道數、路寬、分隔島類型、路旁是否具停車格、道路類別、公車站與否
黃靖南 (民 73)	中山高速公路肇事次數、肇事率、死亡人數、受傷人數預測研究	多元迴歸預測模式	建立一個肇事資料多元迴歸預測模型	交通量、交通組成、坡度、曲率、速率、速差、天候、光線、駕駛人年齡、教育程度、駕駛行為、車種

表 2.2 肇事統計分析之相關文獻彙整表（續）

作者	研究範圍	研究方法	分析目的	相關變數
張新立 (民 78)	臺灣地區二車道公路行車安全因素之研究	卜瓦松迴歸模式	建立對交通事故發生影響模式	道路鋪面寬度、路側淨空、平均日交通量
藍武王等 (民 85)	中山高速公路三種路段主線、交流道及收費站之肇事分析模式研究	卜瓦松迴歸、負二項迴歸模式	構建高速公路三種路段主線、交流道及收費站之肇事分析模式	道路供給特性、交通特性、管制措施三類影響因素
林郁志 (民 86)	台南市之路口與路段之肇事研究	卜松迴歸模型、負二項迴歸模式	建立都市地區肇事嚴重程度預測模型	—
許正文 (民 90)	台北縣之交通肇事研究	多變量分析	建立筆錄制作之專家系統模型	行車動向、天候、路面跡證、駕駛操作能力、飲酒狀況、道路障礙及車速與損害狀況
楊宗璟、艾嘉銘 (民 91)	台灣地區之鑑定會與覆議會肇事案件研究	迴歸模式	建立交通違規事故責任鑑定影響因素預測模型	事故類型、車種、是否超速及其超速程度、是否飲酒及飲酒程度、天色、天候、當事者兩車之動作、相對位置、碰撞方向

表 2.2 肇事統計分析之相關文獻彙整表（續）

作者	研究範圍	研究方法	分析目的	相關變數
楊宗璟、艾嘉銘 (民 93)	台灣地區之鑑定會與覆議會肇事案件研究	多元羅吉特模式	各類型事故責任鑑定影響因素與程度研判模式	車種、車損部位、是否飲酒及可能狀態、是否超速及可能狀態、是否煞車及可能狀態、及是否預見及可能狀態
楊宗璟、侯志隆等 (民 93)	台灣地區之鑑定會與覆議會肇事案件研究	三度空間卡方檢定	直行車與同向右轉車發生碰撞時致使一方無肇事責任之鑑定資料	飲酒、採取措施、車種、傷亡，最後是比較無關的有是否預見、有無煞車、有無超速、筆錄速率
楊宗璟、林芳誼 (民 93)	台灣地區之鑑定會與覆議會肇事案件研究	多元羅吉特模式	路段中變換車道與同向直行車發生碰撞事故責任與傷亡統計模式	各種駕駛動作(起駛、變換車道或超車等)、飲酒程度、超速程度、車損部位、是否預見與預見距離
楊宗璟、陳婉郁 (民 93)	台灣地區之鑑定會與覆議會肇事案件研究	多元羅吉特模式	無號誌且無幹支道區分路口橫向事故責任與傷亡統計分析及模式	左、右方車的車損部位，左、右方車是否超速以及右方車是否靠右



## 2.2 類神經網路之實例應用

Hashemi *et. al.* (1995) 基於 Hebb's (1949) 學習法則，建構三層之倒傳遞網路演算法之神經網路 (neural network) 來預測密西西比河下游船舶意外事故與環境因素間之影響，並與多元判別分析、羅吉斯特迴歸相比，以了解船舶肇事預測與績效。挑選影響變數為時間、河流之位置、天氣狀況、拖船數量、是否有引水人、該水域之船舶流量。於三模式中探討船與船之間碰撞 (collision)、船撞到固定物 (ramming) 及船身底部碰撞事故 (grounding) 三種事故之預測準確度，神經網路預測率為 (67%，77%，90%)，discriminant 為 (25%，62%，65%)，及 logistic regression 為 (33%，62%，65%)。因此神經網路提供了較佳之預測結果，並優於其他兩模式之預測結果。

Ivan (1997) 使用迴圈式偵測器與車內監視設備即時偵測幹道發生事件，對於資料融合有兩種方式：一為整合性融合 (Integrated fusion)，將所觀察蒐集到的資料利用類神經網路來進行連結；另一為演算法輸出融合 (Algorithm output fusion)，區分開個別來源的事件演算法，進行處理後才利用類神經網路將每個來源的輸出值作連結。他認為採用多種資訊來源能夠使偵測號誌化幹道的事件績效更佳。依不同的輸入與結構分成四種網路架構依倒傳遞演算法於芝加哥郊區幹道研究道路發生事件所造成交通擁擠，一為兩種資料來源個別採用獨自的演算法 (Two input network)，最後才利用類神經網路連接；二為相同方式再將先前的輸出值加權回至原來的網路 (Output memory network)；三為相鄰路段網路 (Adjacent link network)，其將路段與上下游所蒐集到的資料作為輸入變數，並利用類神經網路進行訓練；四為 Full network input module detail，利用一個輸入變數來架構輸入模式，上述最終輸出值有二，再連結至類神經網路的隱藏層，構成事件偵測網路。網路績效以第四種為最佳，經上述四個道路事件偵測模式可得到很好偵測率及 0.01% 的更低錯誤預警頻率 (false alarm rate, FAR)，且 NN 模式於資料轉換上較其他方法能有效降低誤判率。

Mussone *et. al.* (1999) 為了分析路口事故的原因並量化路口事故的

危險程度，以發生在義大利米蘭市中心區的交通事故紀錄資料，利用類神經網路中的倒傳遞網路構建各路口相對事故指標(Accident Index，相對於肇事最多的路口的肇事比率)，以時段、車流量、衝突點、交叉路口、事故型態、路面狀況及天氣等因素為網路輸入資料，經過訓練及測試後，其結果顯示模式對於每個路口的事故指標值的判斷誤差均小於0.01，表示其路口事故次數的預測誤差不超過0.7件，就影響程度而言夜間時段與無號誌路口的事故指標相對較高，表示該時段與號誌條件下路口的事故發生次數較多，整體而言類神經網路可應用於事故分析並提供正確之預測能力。

Jin *et. al.* (2002) 於新加坡高速公路事件探測研究中以車流資料、即時事件資料庫輸入多層前饋式神經網路模式 (MLF)、機率神經網路模式 (PNN) 與結構機率神經網路 (CPNN) 三種模式分析高速公路不確定性之事件探測績效，並比較各模式適應位置之事件探測裝置的績效差異性與各神經網路模式架構之規模，以找尋最合適之高速公路探測模式。結果顯示 CPNN 與 MLF 兩模式處理高速公路之事件探測上之過程需較少時間，且 CPNN 相較 MLF 與 PNN 兩模式為最佳模式並更易於彈性地做為調整。此兩點特性可知 CPNN 使高速公路自動事件探測器提供事件資訊時更加具即時性與準確性。

蘇志強、趙崇仁 (民 85) 探討高速公路交通事故發生之影響因子種類及特性，並回顧且瞭解現有各鑑別模式的特性與問題予以分析比較，而為滿足研究需要，擬先根據中山高速公路全線之交通特性加以分段，並就現有高速公路 建立之相關資料(如道路交通事故調查報告表、幾何特性等)，蒐集 84 年 7 月至 12 月期間，高速公路全線南北兩方向，所有發生的交通事故的肇事相關資料，並隨機抽取作為類神經網路(Artificial Neural Network)危險路段鑑別模式構建之基礎，針對類神經網路模式適用性的詳細分析與篩選，該研究選定三層 (Three-Layer)、完全連結 (Fully-Connected) 及前向 (Feed-Forward) 的類神經網路架構，並配合倒傳遞演算法 (Backpropagation) 演算法的類神經網路架構，進行模式構建，於構建過程中，分別動態調整隱藏層層數、輸入 (出) 處理單元數、學習速率及擾動量等相關參數，

最後所得到的肇事嚴重度模式與路段相對危險度模式，可預測死亡人數、受傷人數及路段相對危險度等三項指標之準確度，分別高達 90%、87%及 89%。若能整合使式預測之三項指標，應可有效預判高速公路全線各路段的危險等級，提供相關資訊予交通管理單位參考，達到提昇行車安全的目標。

魏開元（民 87）針對路口肇事與工程因素兩者間之相互關係進行探討。影響路口肇事之工程因素相當繁多，彼此間之互動關係亦甚為複雜。自人工類神經網路之角度切入，同時將路口細分為不同的行向組合加以探討，進行微觀的路口肇事分析。該文選出台南市之 69 個路口，將其細分為 745 組行向組合，就其一年半之內發生的 1225 件交通事故，依據 12 種肇事類型分別建立肇事數量預測模式。此一模式由兩個倒傳遞類神經網路之子模式構成，第一個為鑑別模式，依據交通動態、道路幾何、設施與管理等資料鑑別各行向組合有無事故。經鑑別出有發生事故之行向組合再以數量預估模式預估其事故件數。經訓練後之鑑別模式對各類型肇事之誤判率均低於 15%，而平均誤判率則為 6.07%；而數量預估模式之誤判率亦低於 25%，平均值為 6.67%，而其 RMS 值則為 0.1617。在實際路口改善方面，專家對一現有路口提出之改善策略於本模式中可得到肇事減少之結果。在應用上，模式可用以作為改善策略評估之用，以避免資源誤置。

呂孟學（民 89）探討台北市信義區停車需求量預測模式，以類神經網路之三層、完全連結及前向式網路架構，依倒傳遞演算法建立不同旅次目形態預測模式，適時擬定控制策略進行及時管理與控制。以北市信義區內之停車場為範圍，將停車場依旅次目的分類，再以凱悅、信義 A21、國際會議中心及信義 A2 四個停車場為對象。將調查的停車需求量及連接路段流量兩變數資料經類神經網路訓練與測試，結果本研究所構建之停車需求量預測模式，預測效果良好，誤差小，相關係數高。因此在即時停車需求量預測方面，本研究可提供未來相關單位，預測停車需求量參考之雛形。

周雍傑（民 89）探討台南市市區道路的肇事嚴重程度，利用倒傳

遞類神經網路構建都市地區肇事嚴重程度模式，為此研究中將路口與路段分開構建模式，包括路口（27種）變數、路段（31種）變數，及敏感度分析各因素傷亡影響，並以多神經元與單神經元分別構建類神經網路並比較異同。結果路口多神經元的肇事嚴重度平均總正確率88.45%（死亡為50%，受傷為76.56%，未傷亡為91.82%），路口單神經元肇事嚴重度平均總正確率96.26%（死亡為50%，受傷為89.21%，未傷亡為98.31%）；路段多神經元肇事嚴重度平均總正確率96.26%（死亡為50%，受傷為77.44%，未傷亡為90.7%），路段單神經元肇事嚴重度平均總正確率98.43%（死亡為50%，受傷為92.59%，未傷亡為100%）。其結果顯示類神經網路模式在路口、路段的肇事嚴重程度的判斷可達八成以上的正確率，由敏感度分析結果顯示，在路口上，當事故發生時天候不佳、潮溼路面及路面有障礙物時肇事死亡的比例則會提高；而在路段上，當事故發生時天候不佳及潮溼路面時肇事死亡的比例則會提高。

黃志偉（民91）考量事故發生處理程序之時間特性與合理性，建立二階段處理時間預測模式，採用類神經網路中倒傳遞演算法之三層、完全連結及前向架構進行構建二階段國道一、三號處理時間預測模式，妥善且有效率的提高高速公路運轉績效。為瞭解肇事因子間特性並提昇模式的預判能力，探討高速公路事故發生之影響因子（17種）對於處理時間影響之特性，並比較各處理時間預測模式的特性及其預測時發生的問題與限制。於訓練與測試範例中採貢獻圖的概念，評估輸入層處理單元影響性，選出較具影響之變數並動態調整隱藏層層數、學習速率及慣性因子，以找出最佳之預測模式。並以國內架設影像偵測獲得之肇事資料進行一驗證測試與分析。

楊憲國（民91）為探討路口事故主因與事故發生次數間的關係，以台中市之62個路口之方向組合及警察單位之交通事故資料為樣本，利用類神經網路與負二項迴歸方法來構建路口交通事故發生次數預測，對台中市路口事故以道路幾何、號誌設施及交通現況共分為工程因素變數（19個）、交通動態變數（7個），就事故資料構建路口交

通事故數量預測模式。將 636 筆資料中抽取 75% 進行模式構建，再以其餘 25% 資料進行驗證。並比較類神經網路與負二項迴歸模式之預測能力，結果以類神經網路之預測能力較佳，其類神經網路模式預測驗證資料顯示誤判率為 16.4%。

方守潔（民 93）利用類神經網路構建出兩車事故碰撞之肇事鑑定專家系統，其以 89~91 年台灣地區肇事案例中兩車碰撞事故案例（共計 538 件，1,076 位當事人）為研究對象。並將肇事資料隨機分為模式訓練組資料（70%），依照鑑定委員判斷決策行為來進行模式學習與訓練，並分別構建肇事鑑定統計模式與類神經網路模式。再以另外（30%）為模式驗證組，以驗證所構建之兩模式的不同預測結果。透過卡方檢定與逐步判別分析法來評選關鍵鑑定變數共 24 個，如飲酒、超速、車損部位、天候、車種、筆錄速率等因素，作為構建類神經網路模式之輸入變數，而輸出變數則為肇事當事人之肇事責任分攤程度。並且設定不同的類神經網路架構與參數以進一步分析與驗證其預測結果。另外構建統計判別分析模式與類神經網路相比較其預測結果之優劣。其驗證結果得知，ANN 模式驗證判中率為 72.67%，而透過統計模式判別分析之驗證判中率為 58.39%。明顯的由 ANN 之預測結果可知其較判別分析模式適合構建肇事鑑定專家系統。

類神經網路在交通運輸領域的應用逐漸受到重視，類神經網路與以往所使用之傳統模式結果作分析比較，可驗證類神經網路確實具有相當的效果。由於交通運輸為一非常複雜之研究課題，所需考量的因素多，對此，多數僅能對於交通問題設法提出治標方式來加以改善，無法根本地解決問題之起因，類神經網路能夠對於問題進行不同方向的切入，使綜合的結果優於其它單一方面較強的方法。類神經網路對於影響交通問題之因素可試圖找出其間之相關性，而在文獻上對於因果關係之課題則有採用統計方法來進行探討。不過，礙於統計方法之先前假設與獨立性之限制，造成變數的選擇發生錯誤與未納入變數之貢獻程度未考量進去的情況發生。相對地，類神經網路則可處理共線性的問題[Gately, 1996]，故可同時選擇一些在統計方法上相關程度較高的變數進行輸入，而不致影響其網路績效。

茲將上述有關類神經網路之實例應用的相關文獻彙整如表 2.3 所示，藉由表 2.3 可了解文獻中各類神經網路之網路架構可知大部分的

網路架構都採取類神經網路中之前項式之三層倒傳遞網路的網路架構，其應用領域包括停車場之需求預測、公路之肇事、高速公路之事件偵測等，應用領域相廣泛，尤其是針對修要透過龐大資料庫的變數整理、分析與預測，皆為類神經網路適用的領域，於肇事上挑選之變數大至包括人、車、路與環境等會影響肇事的因素如時間、路口型態、事故型態、天氣，可作為構建本研究行車肇事鑑定之類神經網路模型之學習與參考。

就類神經網路分析方法上，在運輸方面的應用中均有獲得相當不錯的成果，其中對於具歷史資料的分類與預測上，具監督式學習的倒傳遞網路更是主要之應用模式。而許多文獻中類神經網路被提出來與統計模式做相互比較，在部份問題的研究顯示類神經網路可以獲得更好或相似的結果，而在結合傳統分析理論做為類神經網路的輸入資料時，許多研究亦發現分析結果較原有類神經網路模式好。



表 2.3 類神經網路於交通領域應用之相關文獻彙整表

作者	研究範圍	架構與演算法	相關影響變數	應用領域
Hashemi <i>et al.</i> (1995)	密西西比 河下游	前向式倒傳遞 網路 (三層)	時間、河流之位 置、天氣狀況、 拖船數量、是否 有引水人、該水 域之船舶流量	船舶意外事故
Ivan (1997)	芝加哥郊 區幹道	前向式倒傳遞 網路 (三層)	FDA 之探測資 料、PVA 之探 測資料	道路上事件 預測模型
Mussone <i>et al.</i> (1999)	米蘭路口 或路段	前向式倒傳遞 網路(三層)	時間、流量、虛 擬衝突點、實際 衝突點、路口型 態、事故型態、 鋪面狀態、天氣	路口碰撞相對 影響程度預測 模型
Jin <i>et al.</i> (2002)	新加坡高 速公路	MLF (多層) PNN (四層) CPNN (四層)	車流資料庫、即 時事件資料庫	高速公路事件 探測預測模型
蘇志強、 趙崇仁 (民 85)	中山高速 公路南北 全線	前向式倒傳遞 網路(三層)	路段編號、路段 長度、公里數、 時間、天候、車 道數、事故位 置、速限、平曲 線長度、肇事主 因	肇事嚴重度模 式與路段相對 危險度模式
魏開元 (民 87)	台南市區	前向式倒傳遞 網路(三層)	交通動態、道路 幾何、設施與管 理	路口肇事率預 測模式

表 2.3 類神經網路實際應用之相關文獻彙整表（續）

作者	研究範圍	架構與演算法	相關影響變數	應用領域
呂孟學 (民 89)	台北市 信義區	前向式倒傳遞 網路(三層)	停車需求量、連 接路段流量	停車需求量預 測模式
周雍傑 (民 89)	台南市區	前向式倒傳遞 網路(三層)	路口變數 ( 27 種)、路段變數 ( 31 種)	市區道路之事 故肇事嚴重度 預測模型
黃志偉 (民 91)	國道 一、三號	前向式倒傳遞 網路(三層)	高速公路事故發生 之影響因素 ( 17 種)	事件處理時間 預測模式
楊憲國 (民 91)	台中市路 口	前向式倒傳遞 網路(三層)	工程因素變數(19 種)、交通動態變 數 ( 7 種)	路口交通事故 數量預測模式
方守潔 (民 93)	台灣地區 鑑定會與 覆議會肇 事案件	前向式倒傳遞 網路 ( 三層)	區別、性別、年 齡、車種、超速飲 酒、教育、駕照、 天色天候、道路類 別、事故型態、速 限、行向、車損部 位、筆錄速率、是 否預見、採取措 施、是否煞車、駕 傷、乘傷、駕亡、 乘亡、路權	兩車碰撞事故 之肇事鑑定專 家系統



## 第三章 資料統計分析與影響變數選取

### 3.1 敘述統計分析

本研究藉由民國 89 年 3 月至民國 91 年 8 月之肇事鑑定資料庫為基礎，將楊宗璟老師所蒐集整理之台灣省覆議鑑定委員會之肇事鑑定案件（11282 筆）中挑選出其中各地區鑑定委員會與台灣省覆議鑑定委員會鑑定結果一致（各地區鑑定會判定肇事當事人有責任者，其台灣省覆議鑑定會亦判定其相同肇事責任）之案件資料。

透過篩選的方式排除此資料庫中之兩車碰撞事故、多車碰撞之事故、車輛與行人有關之事故、行人與機車有關之事故、發生於高速公路上之事故、發生於彎道或山路之事故等，僅挑選發生於省道、縣道、村里道路、市區道路之車輛與機車碰撞事故資料共 450 件案例，（每件車輛與機車碰撞事故都包含汽車、機車兩方肇事當事人的肇事資料共 900 筆資料），首先在總資料中抽取約 70%（即 630 筆）為訓練類神經網路之資料筆數，並將資料統計分析以挑選影響變數。另外 30%（即 270 筆）肇事當事人資料對於所建立之模式予以驗證。

本研究為了增加道路優先權變數，依據交通法規之規範，透過結合駕駛者之動作、行車方向、是否過路口中心、所在車道位置、兩車關係、有無變換車道、有無違規行駛、轉後車道位置、幹支道及有無閃光號誌的設置等影響道路優先權判斷之因素，本研究於原本之資料庫中增添了一項道路優先權之判斷來探討汽機車碰撞事故之雙方駕駛人其當時彼此路權的狀況，進而了解其路權與肇事責任之影響關係，其中道路優先權變數（ $x_{18}$ ）則是由  $x_{19}$  至  $x_{29}$  之判斷流程變數組合而成，進入本研究肇事鑑定資料庫之所有變數說明彙整如下表 3.1 所示。並且針對各影響變數做事故背景資料、違規情形、駕駛行為以及蒐證資料之分類以方便查閱，而其中歸類於事故背景資料的影響變數有 8 個，歸類於違規的影響變數有 4 個，歸類於駕駛行為的影響變數有 6 個，歸類於蒐證資料的影響變數有 11 個，共 29 個影響變數。

表 3.1 進入本研究之肇事變數代號與說明

分類	變數	變數解釋	代號內容
判定結果	鑑定責任 ( $y$ )	判定當事人 肇事責任 之結果	1 全部原因 2 主因 3 同為原因 4 次因 5 無因
事故背景資料	天色 ( $x_5$ )	事故發生時 天色狀況	1 日間自然光線 2 夜間有照明 3 夜間無照明 4 不明
	天候 ( $x_6$ )	事故發生時 是否有雨	1 有雨 2 無雨
	道路類別 ( $x_7$ )	事故發生時 之道路類別	1 省道 2 縣道 3 鄉道 4 市區道路 5 村里 6 不明
	道路型態 ( $x_8$ )	事故發生時 之道路型態	1 直路 2 行車管制號誌交叉路口 3 閃光號誌路口 4 無號誌路口 5 不明
	速限 ( $x_9$ )	事故發生時 之速限狀況	1 30km/hr 2 40km/hr 3 50km/hr 4 60km/hr 5 70km/hr 6 不明

表 3.1 進入本研究之肇事變數代號與說明（續）

分類	變數	變數解釋	代號內容
事故背景資料	車道位置 ( $x_{20}$ )	事故發生前 車輛所在 車道位置	1 內車道 2 外車道 3 慢車道
	幹、支道 ( $x_{28}$ )	當事人行駛 道路是否為 幹道或支道	1 幹道 2 支道 3 同為幹支道
	閃光號誌 ( $x_{29}$ )	車輛行經路口 之閃光號誌 設置情形	1 閃紅 2 閃黃 3 無閃光號誌
違規情形	超速 ( $x_2$ )	事故發生時 當事人之 超速程度	1 嚴重超速 2 超速 3 無 4 不明
	飲酒 ( $x_3$ )	事故發生時 雙方當事人 之飲酒程度	1 有(大於 0.55mg/l) 2 有(0.25mg/l~0.55mg/l) 3 合格(經酒側，小於 0.25) 4 無飲酒
	駕照 ( $x_4$ )	事故發生時 雙方當事人駕 照持有之情形	1 有 2 無(已達考照年齡) 3 無(未達考照年齡) 4 不明
	違規行駛 ( $x_{25}$ )	事故發生時當 事人雙方違規 行駛車道情形	1 入侵對向車道 2 逆向 3 無違規 4 未行駛於專用道路上 5 未依標誌標線行駛

表 3.1 進入本研究之肇事變數代號與說明（續）

分類	變數	變數解釋	代號內容
駕駛行為	動作 ( $x_{10}$ )	事故發生時雙方當事人之行車動作	1 直行 2 右轉 3 左轉 4 左迴轉 5 停車 6 倒車 7 不明
	是否預見 ( $x_{14}$ )	事故發生時雙方當事人是否預見來車狀況	1 是（有） 2 否（無） 3 不明
	採取措施 ( $x_{15}$ )	事故發生時雙方當事人採取措施	1 無 2 閃避（向右閃避、向左閃避） 3 減速（減速、停車） 4 其他（變換車道、倒車、繞、按喇叭、閃燈、超車） 5 不明
	是否煞車 ( $x_{16}$ )	事故發生時雙方當事人煞車狀況	1 煞後撞 2 撞後煞 3 不明 4 否
	變換車道 ( $x_{24}$ )	事故發生時車輛是否變換車道	1 無 2 有 3 超車
	行車方向 ( $x_{19}$ )	事故發生前雙方之行車方向	1 東向西 2 西向東 3 南向北 4 北向南

表 3.1 進入本研究之肇事變數代號與說明（續）

分類	變數	變數解釋	代號內容
蒐證資料	車種 ( $x_1$ )	事故發生時 雙方當事人 車輛之車種	1 小客車（小客、營小客） 2 小貨車（小客貨、小貨車） 3 大車（大貨車、大客車） 4 輕型機車 5 重型機車
	行向 ( $x_{11}$ )	事故發生時 雙方當事人 之行向	1 對向 2 同向 3 橫向(左方車) 4 橫向(右方車) 5 路邊起駛
	車損部位 ( $x_{12}$ )	事故發生後 雙方當事人車 輛之損害部位	1 正前、右前 2 右側、右後 3 正後 左後 4 左側、左前 5 無或不明
	筆錄速率 ( $x_{13}$ )	事故發生時 雙方當事人 行車之現場 筆錄速率	1 0km/hr 2 1~30km/hr 3 31km/hr~40km/hr 4 41km/hr~50km/hr 5 51km/hr~60km/hr 6 61km/hr~70km/hr 7 70km/hr 以上 8 不明
	刮地痕 ( $x_{17}$ )	當事人車輛刮 地痕狀況	1 有刮地痕 2 無刮地痕 3 不明
	道路優先權 ( $x_{18}$ )	事故發生時 道路優先權	1 有 0 無

表 3.1 進入本研究之肇事變數代號與說明（續）

分類	變數	變數解釋	代號內容
蒐證資料	同向兩車 關係 ( $x_{21}$ )	同向或對向事 故發生前雙方 之兩車關係	1 前車 2 後車 3 左方車 4 右方車 5 路邊起駛 6 對向
	橫向兩車 關係 ( $x_{22}$ )	橫向事故發生 前雙方之 兩車關係	1 前車 2 後車 3 橫向左方車 4 橫向右方車 5 路邊起駛
	是否過路口 中心 ( $x_{23}$ )	事故發生前 車輛是否過 路口中心	1 否 2 是 3 非路口
	轉後車道數 ( $x_{26}$ )	車輛轉彎 後之車道數	1 單車道 2 雙車道 3 多車道
	轉後車道 位置 ( $x_{27}$ )	車輛轉彎後 所行駛之 車道位置	1 內車道 2 外車道 3 慢車道

本研究針對此一肇事資料庫先初步篩選 900 筆當事人資料（即 450 件事故案例）。並將資料隨機依 7:3 比例，分為訓練組（630 筆當事人資料，315 件事故案例）及驗證組（270 筆當事人資料，135 件事故案例）兩部分，以分別作為鑑定模式之訓練與驗證之用。以下僅針對訓練組資料進行基本統計分析，以了解 18 項影響變數所佔比例，分述如下：

### 1. 車種（ $x_1$ ）：

本研究透過此 630 筆台灣省覆議鑑定委員會之鑑定資料結果顯示，可以了解此 630 筆資料中所含括不同肇事車種所佔之比例（如表 3.2 所示），在汽車方以「小客車」所佔比例最高為 34.8%，以「小貨車」所佔比例 8.4% 為次之，以「大車」所佔比例 6.8% 為最少。在機車方以「輕型機車」所佔比例最高為 34.9%，以「重型機車」所佔比例 15.1% 為次之，另外汽機車雙方之間的比例各佔 50%，此是由於本研究的樣本資料為汽機車碰撞案例。

表 3.2 車種之次數分配表

車種（ $x_1$ ）	次數	百分比
1.小客車（小客、營小客）	219	34.8%
2.小貨車（小客貨、小貨車）	53	8.4%
3.大車（大貨車、大客車）	43	6.8%
4.輕型機車	220	34.9%
5.重型機車	95	15.1%
總和	630	100.00%

### 2. 超速（ $x_2$ ）：

本研究透過此 630 筆台灣省覆議鑑定委員會之鑑定資料結果顯示，可以了解此 630 筆資料中所含括事故當事人之不同超速情形所佔之比例（如表 3.3 所示），其中以「無超速情形」所佔比例最高為 87.5%，以「超速（超過速限 0~20km/hr 之間）」所佔比例 7.3% 為次之，以「嚴重超速（超過速限 20km/hr）」所佔比例 4.9% 為最少。

表 3.3 事故當事人不同超速情形次數分配表

超速 ( $x_2$ )	次數	百分比
1.嚴重超速 (超過速限20km/hr)	31	4.9%
2.超速 (超過速限0~20km/hr之間)	46	7.3%
3.無超速	551	87.5%
4.不明	2	0.3%
總和	630	100.00%

3. 飲酒 ( $x_3$ ) :

藉此 630 筆台灣省覆議鑑定委員會之鑑定資料結果顯示，可以了解此 630 筆資料中所含括事故當事人之不同飲酒情形所佔之比例（如表 3.4 所示），其中以「無飲酒情形」所佔比例最高為 93.2%，以「有飲酒（大於 0.55mg/l）」所佔比例 5.2%為次之，以「有飲酒（0.25mg/l~0.55mg/l）」所佔比例 1.3%再次之，最後以「酒測合格（經酒側，小於 0.25）」與所佔比例為 0.3%為最少。

表 3.4 事故當事人不同飲酒情形次數分配表

飲酒 ( $x_3$ )	次數	百分比
1.有 (大於0.55mg/l)	33	5.2%
2.有 (0.25mg/l~0.55mg/l)	8	1.3%
3.合格 (經酒側，小於0.25)	2	0.3%
4.無飲酒	587	93.2%
總和	630	100.00%

4. 駕照 ( $x_4$ ) :

藉此 630 筆台灣省覆議鑑定委員會之鑑定資料結果顯示，可以了解此 630 筆資料中所含括事故當事人之駕照持有狀況所佔之比例如表 3.5 所示，其中以「持有駕照」之比例最高佔全部的 81.9%，其中無照駕車包含(已達考照年齡及未達考照年齡)所佔比例為 10%。



表 3.5 事故當事人駕照持有次數之分配表

駕照 ( $x_4$ )	次數	百分比
1 有	516	81.9%
2 無(已達考照年齡)	37	5.9%
3 無(未達考照年齡)	26	4.1%
4.不明	51	8.1%
總和	630	100.00%

5. 天色 ( $x_5$ ) :

經此 630 筆之肇事案例的統計結果如表 3.6 所示，可知其發生事故當時之天色以「日間自然光線」所佔比例最高為 74.4%，而事故發生於「夜間有照明」所佔比例為 16%、「夜間無照明」佔 7.6% 以及「天色不明」情況所佔比例為 1.9%，故由此 630 筆資料結果可知其事故發生於日間之比例高於夜間所發生之事故。

表 3.6 不同天色狀況發生事故之次數分配表

天色 ( $x_5$ )	次數	百分比
1.日間自然光線	469	74.4%
2.夜間有照明	101	16%
3.夜間無照明	48	7.6%
4.不明	12	1.9%
總和	630	100.00%

6. 天候 ( $x_6$ ) :

如表 3.7 所示，可知此 630 筆案例中以發生事故當時之天候以無雨所佔比例最高為 74.4%，而事故發生於有雨所佔比例為 25.6%。

表 3.7 不同天候狀況發生事故之次數分配表

天候 ( $x_6$ )	次數	百分比
1.有雨	161	25.6%
2.無雨	469	74.4%
總和	630	100.00%

7. 道路類別 ( $x_7$ ) :

依此 630 筆資料中事故發生所在之道路類別統計結果顯示如表 3.8，發現事故發生之道路類別最高為「市區道路」所佔比例 35.6%，其次為「省道」佔 20.2%，而「縣道」與「鄉道」合計所佔比例為 31%，最後發生於「村里道路」以及「不明」的道路類別為最少，分別佔 8.9%與 4.4%。

表 3.8 不同道路類別發生事故之次數分配表

道路類別 ( $x_7$ )	次數	百分比
1.省道	127	20.2%
2.縣道	109	17.3%
3.鄉道	86	13.7%
4.市區道路	224	35.6%
5.村里	56	8.9%
6.不明	28	4.4%
總和	630	100.00%

8. 道路型態 ( $x_8$ ) :

此 630 筆資料中事故發生之不同型態的基本統計結果顯示如表 3.9 所示，我們可以知道事故發生之道路型態於資料中所佔比例最高為「路段(直路)其」佔 39.2%，而「無號誌路口」為次之佔 31.1%，再其次為「行車管制號誌交叉路口」佔 17.9%，而不論道路型態為「不明」情況下所佔比例 0.3%外，發生於「閃光號誌路口」之事故為最少佔 11.4%。

表 3.9 不同道路型態之次數分配表

道路型態 ( $x_8$ )	次數	百分比
1.路段 (直路)	247	39.2%
2.行車號誌管制交叉路口	113	17.9%
3.閃光號誌路口	72	11.4%
4.無號誌路口	196	31.1%
5.不明	2	0.3%
總和	630	100.00%

9. 速限 ( $x_9$ ) :

此 630 筆事故資料中不同速限型態的統計結果顯示如表 3.10，我們可以知道其所佔比例最高為「限速 40km/hr」共佔 62.4%，其次為「限速 60km/hr」佔 17.9%，而在此 630 筆案件中除去道路限速為「不明」的情況，道路限速為「30km/hr」時所發生之事故為最少，只佔全部比例的 2.2%。

表 3.10 不同速限型態之次數分配表

速限 ( $x_9$ )	次數	百分比
1.30km/hr	14	2.2%
2.40km/hr	393	62.4%
3.50km/hr	40	6.3%
4.60km/hr	113	17.9%
5.70km/hr	22	3.5%
6.不明	48	7.6%
總和	630	100.00%

10. 動作 ( $x_{10}$ ) :

如表 3.11 所示，可知此 630 筆案例中以發生事故時當事人之動作以「直行」所佔比例最高為 76.2%，其次則為當事人行車動作「左轉」時所佔比例為 13.2%，接下來當事人行車動作為「右轉」以及

「停止」所佔比例分別是 3.8%與 3.7%，而在此 630 筆案件中除去當事人行車動作為「不明」的情況，其當事人行車動作為「倒車」時所發生之事故為最少，只佔全部比例的 0.5%。

表 3.11 事故當事人行車動作之次數分配表

動作 ( $x_{10}$ )	次數	百分比
1.直行	480	76.2%
2.右轉	24	3.8%
3.左轉	83	13.2%
4.左迴轉	15	2.4%
5.停止	23	3.7%
6.倒車	3	0.5%
7.不明	2	0.3%
總和	630	100.00%

#### 11. 行向 ( $x_{11}$ ):

在此 630 筆事故資料中將不同行向之事故的統計結果顯示如表 3.12，我們可以知道其「對向行車事故」所佔比例最高為 43.3%，「橫向行車事故」共佔 30.3%，其中以「橫向左方車」與「橫向右方車」所佔比例各為 14.8%與 14.9%，大約是 1:1 的關係，最後「同向行車事故」則是佔 26%。

表 3.12 不同行向之次數分配表

行向 ( $x_{11}$ )		次數	百分比
1.對向行車		273	43.3%
2.同向行車		164	26%
橫向行車	3.橫向左方車	93	14.8%
	4.橫向右方車	94	14.9%
5.路邊起駛		6	1%
總和		630	100.00%

12. 車損部位 ( $x_{12}$ ):

依此 630 筆資料中事故車輛發生車損部位之統計結果顯示如表 3.13，可以發現車輛發生事故之車損部位以「正前、右前」為最高所佔比例 37.3%，其次為「左側、左前」佔 23.2%，而發生「右側、右後」則佔了 15.9%，最後則是「正後、左後」為 8.3%。

表 3.13 不同車損部位之次數分配表

車損部位 ( $x_{12}$ )	次數	百分比
1.正前、右前	235	37.3%
2.右側、右後	100	15.9%
3.正後、左後	52	8.3%
4.左側、左前	146	23.2%
5.無或不明	97	15.4%
總和	630	100.00%

13. 筆錄速率 ( $x_{13}$ ):

此 630 筆事故資料中不同筆錄速率的統計結果顯示如表 3.14，我們可以知道其所佔比例最高為筆錄速率「1-30km/hr」共佔 33%，其次為筆錄速率「不明」的狀態佔 32.5%，接下來為「31-40km/hr」佔了 14.6%，最後在此 630 筆案件中筆錄速率為「70km/hr 以上」所發生之事故為最少，只佔全部的 0.5%。

表 3.14 不同筆錄速率之次數分配表

筆錄速率 ( $x_{13}$ )	次數	百分比
1.0km/hr	16	2.5%
2.1-30km/hr	208	33%
3.31-40km/hr	92	14.6%
4.41-50km/hr	52	8.3%
5.51-60km/hr	41	6.5%
6.61-70km/hr	13	2.1%
7.70km/hr 以上	3	0.5%

8.不明	205	32.5%
總和	630	100.00%

14. 是否預見 ( $x_{14}$ ):

於 630 筆資料中之是否遇見之狀況統計分析如表 3.15 所示，其中以「沒有預見」比例最高共佔 37.3%，其次為「有預見」共佔 32.3%，而「不明」佔了 30.5%為最低。

表 3.15 是否預見之次數分配表

是否預見 ( $x_{14}$ )	次數	百分比
1.是 (有)	203	32.2%
2.否 (無)	235	37.3%
3.不明	192	30.5%
總和	630	100.00%

15. 採取措施 ( $x_{15}$ ):

依此 630 筆肇事資料中事故車輛發生時駕駛採取措施之統計結果顯示如表 3.16，可以發現「無採取措施」為最高所佔比例 43.7%，其次採取措施「不明」佔了 43%。

表 3.16 採取措施之次數分配表

採取措施 ( $x_{15}$ )	次數	百分比
1.無.	275	43.7%
2.閃 (向右閃、向左閃)	38	6%
3.減速 (減速、停車)	30	4.8%
4.其他 (變換車道、倒車、繞、按喇叭、閃燈、超車)	16	2.5%
5.不明	271	43%
總和	630	100.00%

16. 是否煞車 ( $x_{16}$ ):

於 630 筆肇事資料中之是否煞車之狀況統計分析如表 3.17 所示，其中以「不明」比例最高共佔 64.1%，其次為「沒有煞車」共佔 20%，而「煞後撞」佔了 13%。

表 3.17 是否煞車之次數分配表

是否煞車 ( $x_{16}$ )	次數	百分比
1.煞後撞	82	13%
2.撞後煞	18	2.9%
3.不明	404	64.1%
4.否	126	20%
總和	630	100.00%

17. 刮地痕 ( $x_{17}$ ):

於 630 筆肇事資料中是否有刮地痕之狀況統計分析如表 3.18 所示，其中「有刮地痕」所佔比例為 50.8%，「無刮地痕」所佔比例為 49.2%，其比例約佔各半。

表 3.18 有無刮地痕之次數分配表

刮地痕 ( $x_{17}$ )	次數	百分比
1.有刮地痕	320	50.8%
2.無刮地痕	310	49.2%
總和	630	100.00%

18. 道路優先權 ( $x_{18}$ ):

於 630 筆肇事資料中是否有道路優先權之狀況統計分析如表 3.19 所示，其中「有優先權」所佔比例為 50%，「次之」所佔比例為 50%，其比例各佔一半，顯示出每個案例的道路優先權都有時空順序。

表 3.19 有無道路優先權之次數分配表

道路優先權 ( $x_{18}$ )	次數	百分比
1.有優先權	315	50%
2.無優先權	315	50%
總和	630	100.00%

### 3.2 交叉分析與檢定

本研究旨在探討兩車碰撞事故之肇事案例中影響肇事責任變數 ( $x_i$ ) 共 18 個 (包含：車種 ( $x_1$ )、超速 ( $x_2$ )、飲酒 ( $x_3$ )、駕照 ( $x_4$ )、天色 ( $x_5$ )、天候 ( $x_6$ )、道路類別 ( $x_7$ )、道路型態 ( $x_8$ )、速限 ( $x_9$ )、動作 ( $x_{10}$ )、行向 ( $x_{11}$ )、車損部位 ( $x_{12}$ )、筆錄速率 ( $x_{13}$ )、是否預見 ( $x_{14}$ )、採取措施 ( $x_{15}$ )、是否煞車 ( $x_{16}$ )、刮地痕 ( $x_{17}$ )、道路優先權 ( $x_{18}$ )) 相對於肇事鑑定委員會對案情所判定雙方肇事責任 ( $y$ ) 的關係；以本研究之肇事資料庫為例共有 315 個案件 (每件事故案例皆有汽車、機車兩方肇事資料共 630 筆)，以期能透過統計學之方法了解肇事案例資料庫中不同影響變數與肇事責任之顯著水準。

本節係運用統計學的交叉分析，以卡方檢定來分析不同肇事鑑定變數對於「肇事鑑定結果之責任歸屬」的顯著影響情形，以了解各個變數對於鑑定結果之差異性。經由卡方檢定結果得知：車種、駕照、天色、是否預見、採取措施、是否煞車與刮地痕總共 7 項變數皆未達到顯著水準；其餘的影響變數：超速、飲酒、天候、道路類別、道路型態、速限、動作、行向、車損部位、筆錄速率與道路優先權共 11 項變數則達顯著差異。其交叉分析結果分述如下，並將其彙整於表 3.20 所示。

#### 1. 車種 ( $x_1$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 16、卡方值為 20.344 及 P 值為 0.205 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P = 0.205 > 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任對於「車種」上沒有顯著差異。

#### 2. 超速 ( $x_2$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 12、卡方值為



24.968 及 P 值為 0.015 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0.015 < 0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任對於當事人「超速」程度上具有顯著差異。

3. 飲酒 ( $x_3$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 12、卡方值為 27.855 及 P 值為 0.006 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0.006 < 0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故當事人的「飲酒」程度上具有顯著差異。

4. 駕照 ( $x_4$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 12、卡方值為 16.406 及 P 值為 0.173 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0.173 > 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任於事故當事人持有「駕照」上沒有顯著差異。

5. 天色 ( $x_5$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 12、卡方值為 11.407 及 P 值為 0.494 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0.494 > 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任於事故發生現場「天色」上沒有顯著差異。

6. 天候 ( $x_6$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 4、卡方值為 23.119 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0 < 0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故現場之「天候」狀況上有顯著差異。

7. 道路類別 ( $x_7$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 20、卡方值為 89.459 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0 < 0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故現場之「道路類別」具有顯著差異。

8. 道路型態 ( $x_8$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 16、卡方值為 159.330 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0<0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故發生時之「道路型態」具有顯著差異。

9. 速限 ( $x_9$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 20、卡方值為 39.286 及 P 值為 0.006 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0.006<0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故現場時之「速限」上具有顯著差異。

10. 動作 ( $x_{10}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 24、卡方值為 74.514 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0<0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故當事人之「動作」上具有顯著差異。

11. 行向 ( $x_{11}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 16、卡方值為 147.320 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0<0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故發生之「行向」上具有顯著差異。

12. 車損部位 ( $x_{12}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 16、卡方值為 60.957 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0<0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故發生之「車損部位」上具有顯著差異。

13. 筆錄速率 ( $x_{13}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 28、卡方值為 61.234 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P=0<0.05$ ，拒絕虛無假設，表示不同肇事責任於事故地點之「筆錄速率」上具有顯著差異。

14. 是否預見 ( $x_{14}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 8、卡方值為 14.163 及 P 值為 0.078 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P = 0.078 > 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任於事故當事人雙方之「是否預見」上沒有顯著差異。

15. 採取措施 ( $x_{15}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 16、卡方值為 26.125 及 P 值為 0.052 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P = 0.052 > 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任於事故車輛之「採取措施」上沒有顯著差異。

16. 是否煞車 ( $x_{16}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 12、卡方值為 17.027 及 P 值為 0.149 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P = 0.149 > 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任於事故當事人之「是否煞車」上沒有顯著差異。

17. 刮地痕 ( $x_{17}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 4、卡方值為 2.452 及 P 值為 0.653 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P = 0.653 > 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任於事故現場之「刮地痕」上沒有顯著差異。

18. 道路優先權 ( $x_{18}$ ):

以卡方檢定的方式進行分析，並得到自由度為 4、卡方值為 217.338 及 P 值為 0 之結果。在顯著水準為 0.05 的狀態下， $P = 0 < 0.05$ ，接受虛無假設，表示不同肇事責任於事故現場之「道路優先權」上有顯著差異。

透過交叉分析之結果顯示肇事鑑定委員對鑑定責任之歸屬會受到超速、飲酒、天候、道路類別、道路型態、速限、動作、行向、車損部位、筆錄速率與道路優先權等 11 項變數顯著影響，而較不會受到車種、駕照、天色、是否預見、採取措施、是否煞車與刮地痕等 7 項變數所影響。

表 3.20 肇事責任與影響變數之卡方檢定表

變數項目	卡方值	自由度	P 值	「***」 代表顯著影響
車種	20.344	16	0.205	—
超速	24.968	12	0.015	***
飲酒	27.855	12	0.006	***
駕照	16.406	12	0.173	—
天色	11.407	12	0.494	—
天候	23.119	4	0.000	***
道路類別	89.459	20	0.000	***
道路型態	159.330	16	0.000	***
速限	39.286	20	0.006	***
動作	74.514	24	0.000	***
行向	147.320	16	0.000	***
車損部位	60.957	16	0.000	***
筆錄速率	61.234	28	0.000	***
是否預見	14.163	8	0.078	—
採取措施	26.125	16	0.052	—
是否煞車	17.027	12	0.149	—
刮地痕	2.452	4	0.653	—
道路優先權	217.338	4	0.000	***

註：「\*\*\*」為 P 值 < 0.01

## 第四章 汽機車碰撞型態分析

### 4.1 道路優先權分析

#### 4.1.1 路權

「路權」是於肇事鑑定或裁判過程中，相當重要的歸責依據。且路權原本是「共有」的，即用路者享有之權益，但在不同用路者之間之差異則在其使用道路者彼此優先順序之間，因此，在一定時空下，路權只能歸屬一方，一旦一方取得路權則其他人不可以取得該時空之路權，需等到前一路權持有者脫離該地點，另一方始可有效取得該路權，此意即路權之歸屬應以單一用路人為原則。路權賦予的條件，係依據交通管制措施如「號誌」、「標誌」及「標線」實施之，如以下三點：

##### 1. 號誌與路權

「紅燈停，綠燈走」、「支線道讓幹線道」，這是「號誌」對各式交通工具及行人最淺顯明瞭的「路權」規範。除了紅綠燈、閃黃燈之外，像是平交道的閃燈警示號誌，都是號誌對用路人賦予道路使用權先後的最佳實例。

##### 2. 標誌與路權

交通標誌分為禁制、指示、警告與輔助標誌等四大類，用路人必須依照交通標誌的指示用路。

##### 3. 標線與路權

道路路面上看到的標線，大致可分為「警告」、「禁制」、「指示」標線等三種。警告標線用於警告用路人要注意前方的特殊路況，例如：路寬變更線、調撥車道線等等。禁制標線用於規範用

路人道路使用的權限，例如：禁止超車線規範各式車輛於劃線處超車、禁止在網狀線內停車。指示線用於指示用路人行進的方向，例如斑馬線指示行人可從此處穿越道路、車輛停車格指示汽車可於此處停車。

至於沒有交通管制措施的地方，則依據傳統的路權大拇指定則為：支線車讓幹線車，左方車讓右方車。在本研究中所探討的汽車與機車碰撞事故型態中則考慮到了汽車路權以及機車路權兩種路權介紹如下：

## 1. 汽車路權

### (1) 高速公路路權

在高速公路或汽車專用的快速道路上，僅供汽車行駛。於二線的車道，內側為快車車道，外側為慢車道，供大型車輛(如遊覽車、拖車)以及速度較慢的汽車行駛。三線車道以上的路段，最外側為慢車道，其餘為快車道。

### (2) 一般道路路權

一般道路上，部份道路有將汽、機車行駛的車道標線區隔開來。汽車應行駛於標有「禁行機車」的車道，嚴禁佔用「機車專用」車道。有兩道「汽車專用道」以上的道路，最外側為慢車車道，其餘為快車車道。

### (3) 左轉彎待轉區線

部份大型的十字路口處設置了紅燈停等區，不僅便利轉彎車輛的通行，也使車流變得較為順暢。如為汽車專用，機車騎士欲左轉者，應行駛至對街路口等待，待對街路口綠燈後，才可以通行。

## 2. 機車路權

(1) 機車專用道

許多道路開始設置「機車專用道」，為了保障機車用路人的安全，嚴禁其他車輛佔用「機車專用道」。

(2) 無專用道路

倘若機車行駛於未設置「機車專用道」的道路上，應靠外側車道邊緣行駛，注意後方行駛的汽車，並保持機車直線前進。

(3) 機車待轉區

在大型的交叉路口，除了設置「汽車待轉區」，亦設置了「機車待轉區」。有別於「汽車待轉區」設置於內側車道，機車的待轉區，設置在對街的「外側」車道，要左轉的機車，需在綠燈號誌時，行駛到待轉區等待，等到該路口的號誌轉為綠燈時可通行，採取的是「兩段式」的左轉。

(4) 紅燈停等區

小型的交叉路口已經有「機車停等區」的設置，未設置機車「紅燈停等區」之前，機車用路人停等紅燈時，佔用行人斑馬線的情況相當嚴重，設置之後，佔用行人斑馬線的情況可以改善許多。

#### 4.1.2 路權於現行法令上之相關規定

本研究於原本之資料庫中增添了一項道路優先權之判斷來探討汽機車碰撞事故之雙方駕駛人其當時彼此路權的狀況，進而了解其路權與肇事責任之影響關係，其相關判斷準則是依照道路交通安全規則、道路交通管理處罰條例及道路交通標誌標線號誌設置規則之規定與限制，分別將目前國內相關法規擇其關於路權部分加以整理如下：

(1) 道路交通管理處罰條例

第四十五條 汽車駕駛人，爭道行駛有左列情形之一者，處二百元以上六百元以下罰鍰：

一、不按遵行之方向行駛者。

二、在單車道駕車與他車並行者。

三、不依規定駛入來車道者。

四、在多車道駕車，不依規定之車道行駛者。

五、插入正在連貫行駛汽車之中間者。

六、駕車行駛人行道者。

七、行至無號誌之圓環路口，不讓已進入圓環之車輛先行者。

八、行經多車道之圓環，不讓內側車道之車輛先行者。

九、支線道車不讓幹線道車先行，或兩線均為幹線道或支線道時，左方車不讓右方車先行者。

十、起駛前，不讓行進中之車輛、行人優先通行者。

十一、聞消防車、救護車、警備車、工程救險車之警號，不立即避讓或在後跟隨急駛，或駛過在救火時放置於路上之消防水帶者。

十二、任意駛出邊線，或任意跨越兩條車道行駛者。

十三、機器腳踏車，不在規定車道行駛者。

第四十六條 汽車駕駛人交會時，有左列情形之一者，處二百元以上六百元以下罰鍰：

一、未保持適當之間隔者。



二、在峻狹坡路，下坡車未讓上坡車先行，或上坡車在坡下未讓已駛至中途之下坡車駛過，而爭先上坡者。

三、在山路行車，靠山壁車輛，未讓道路外緣車優先通過者。

第四十七條 汽車駕駛人超車時，有左列情形之一者，處四百元以上八百元以下罰鍰：

一、駕車行經彎道、陡坡、狹橋、隧道、交岔路口、道路修理地段、市區交通頻繁處所超車者。

二、在學校、醫院或其他設有禁止超車標誌、標線處所、地段或對面有來車交會或前行車連貫二輛以上超車者。

三、在前行車之右側超車，或超車時未保持適當之間隔，或未行至安全距離即行駛入原行路線者。

四、未經前行車表示允讓或靠邊慢行，即行超車者。

五、前行車聞後行車按鳴喇叭或見後行車顯示超車燈光，如車前路況無障礙，無正當理由，不表示允讓或靠邊慢行。

第四十八條 汽車駕駛人轉彎時，有左列情形之一者，處二百元以上六百元以下罰鍰：

一、在轉彎或變換車道前，未使用方向燈或不注意來、往行人或轉彎前未減速慢行者。

三、行經交岔路口未達中心處，佔用來車道搶先左轉彎者。

四、在多車道右轉彎，不先駛入外側車道，或多車道左轉彎，不先駛入內側車道者。

五、四車道以上道路，設有劃分島，劃分快、慢車道，在慢車道上左轉彎者。

六、轉彎車不讓直行車先行，或直行車尚未進入交岔路口，而轉彎車已達中心處開始轉彎，直行車不讓轉彎車先行者。

七、設有左、右轉彎專用車道之交岔路口，直行車佔用最內側或最外側或專用車道者。

第五十八條 汽車駕駛人，駕駛汽車有左列情形之一者，處二百元以上四百元以下罰鍰：

一、不依規定保持前、後車距離者。

二、行至有號誌之交岔路口，遇紅燈不依車道連貫暫停而逕行插入車道間，致交通擁塞，妨礙其他車輛通行者。

三、行至有號誌之交岔路口，遇有前行或轉彎之車道交通擁塞而逕行駛入交岔路口內，致號誌轉換後仍未能通過，妨礙其他車輛通行者。

## (2) 道路交通安全規則

### 第九十四條

(車距、減速暫停)汽車在同一車道行駛時，除擬超越前車外，後車與前車之間應保持隨時可以煞停之距離。前車如須減速暫停，駕駛人應預先顯示燈光或手勢告知後車，後車駕駛人應隨時注意前車之行動。汽車行駛時，駕駛人應注意車前狀況及兩車併行之間隔，並隨時採取必要之安全措施。

第九十八條 汽車在雙向四車道行駛時，應依左列規定：

一、大型汽車除超越同一車道之前車或準備左轉彎外，均不得在內側車道行駛。但在市區單向二車道道路行駛時，不在此限。

二、小型汽車內外側車道均可行駛，行駛速度較慢時，應在外側車道行駛，但不得任意變換車道行駛。

四、由同向二車道進入一車道，應讓直行車道之車輛先行，無直行車道者，外車道之車輛應讓內車道之車輛先行。

五、除準備停車或臨時停車外，不得駛出路面邊線或跨越兩條車道行駛。

六、變換車道時，應讓直行車先行，並注意安全距離。

設有左右轉彎專用車道之交岔路口，直行車不得占用轉彎專用車道。汽車在超過四車道之道路、調撥車道或雙向車道不對稱之道路，除依第一項各款規定行駛外，並應依道路交通標誌、標線、號誌之指示行駛。

第一百條 汽車交會時，應依左列規定：

二、在山路交會時，靠山壁車輛應讓道路外緣車優先通過。

三、在峻狹坡路交會時，下坡車應停車讓上坡車先行駛過。但上坡車尚在坡下而下坡車已駛至坡道中途者，上坡車應讓下坡車駛過後，再行上坡。

四、雙向車道上之單車道橋樑，設有號誌或行車管制人員者，應依其指示行駛；未設號誌或行車管制人員者，如同時有車輛自兩端行近橋口時，應先暫停並視情況，由一方亮停車燈或以手勢表示允讓後，他方始得行駛通過。

第一百零一條 汽車超車及讓車時，應依左列規定：

一、行經彎道、陡坡、狹橋、隧道、交岔路口、鐵路平交道、道路修理地段、市區交通頻繁處所時，不得超車。

- 二、在學校、醫院或其他設有禁止超車標誌、標線處所、地段或對面有來車交會或前行車連貫二輛以上者，不得超車。
- 三、欲超越同一車道之前車時，須先按鳴喇叭二單響或變換燈光一次，但不得連續密集按鳴喇叭或變換燈光迫使前車允讓。
- 四、前行車駕駛人聞後行車按鳴喇叭或見後行車顯示超車燈光時，如車前路況無障礙，應即減速靠邊或表示允讓，並注意後行車超越時之行駛狀況。
- 五、前行車減速靠邊或以手勢或亮右方向燈表示允讓後，後行車始得超越。超越時應顯示左方向燈並於前車左側保持半公尺以上之間隔超過，行至安全距離後，再顯示右方向燈駛入原行路線。

第一百零二條 汽車行駛至交岔路口，其行進、轉彎，應依左列規定：

- 二、車輛行至無號誌或號誌故障而無交通警察指揮之交岔路口，支線道應暫停讓幹線道車先行。未劃分幹、支線或同為幹線道或支線道者，轉彎車應暫停讓直行車先行；如同為直行車或轉彎車者，左方車應暫停讓右方車先行。
- 四、左轉彎時，應距交岔路口三○公尺前顯示方向燈或手勢，行至交岔路口中心處左轉，並不得占用來車道搶先左轉。
- 五、四車道以上或同向二車道道路，欲右轉彎時，應距交岔路口三○公尺前換入外側車道或右轉車道，欲左轉彎時，應距交岔路口三○公尺前換入內側車道或左轉車道；其設有劃分島劃分快慢車道，在慢車道上行駛之車輛不得左轉。
- 六、轉彎車應讓直行車先行。但直行車尚未進入交岔路口，而

轉彎車已達中心處開始轉彎，直行車應讓轉彎車先行。

七、對向行駛之左右轉車輛已轉彎須進入同一車道時，右轉彎車輛應讓左轉彎車輛先行，如進入二以上之車道者，右轉彎車輛應進入外側車道，左轉彎車輛應進入內側車道。

八、行至無號誌之圓環路口時，應讓已進入圓環車道之車輛先行。

九、行經多車道之圓環，應讓內側車道之車輛先行。

第一百二十五條 慢車行駛至交岔路口，其行進或轉彎應依左列規定：

七、轉彎車輛應讓直行之汽車、慢車及行人優先通行。

### (3) 道路交通標誌標線號誌設置規則

#### 第六十五條

機慢車兩段左轉標誌「遵 20」，用以告示左轉機器腳車或慢車駕駛人應遵照號誌指示，在號誌顯示允許直行時先行駛至右前方路口之左轉待轉區等待左轉，俟該方向號誌顯示允許直行後，再行續駛，以兩段方式完成左轉。本標誌設於實施機慢車兩段左轉路口附近顯明之處，並配合劃設機慢車左轉待轉區標線。本標誌下緣得設「機慢車兩段左轉」附牌。

#### 第一百七十四條

車種專用道標線，用以指示僅限於某車種行駛之專用車道，其他車種及行人不得進入。本標線車道與車道間應以白實線、雙白時線或雙黃實線分隔，並得加繪專用車道專用管制時間。

### 第一百七十五條

車種專用車道標字，用於指示僅限於某種類行車輛行駛之專用車道，依規定行駛之車輛種類名稱標寫之。

### 第一百九十一條

機慢車左轉待轉區線，用以指示機器腳踏車或慢駕駛人分段行駛。視需要設於號誌管制之交岔路口。

#### 4.1.3 汽機車碰撞示意圖

依據澳洲 K.W. Ogden(1996)編寫之「Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering」一書中，根據 Andreassen (1994)所整理出的各種碰撞事故型態分類形式（如表 4.1、4.2、4.3 以及 4.4 所示），本研究考量機車用路人途徑及駕駛習性，據此窮舉出汽機車碰撞事故可能各種型態，其中 m 代表機車，c 代表汽車。




表 4.1 汽機車交叉路口橫向碰撞之不同肇事形態分類表

碰撞型態		汽機車碰撞圖形		
汽機車交叉路口橫向碰撞事故	汽車直行對應機車行向			
	汽車右轉對應機車行向			

表 4.1 汽機車交叉路口橫向碰撞之不同肇事形態分類表（續）

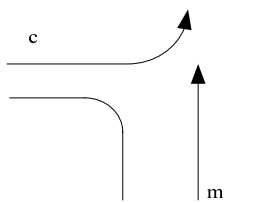
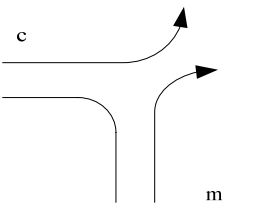
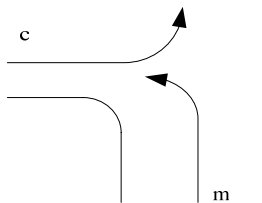
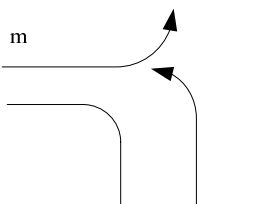
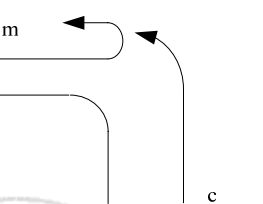
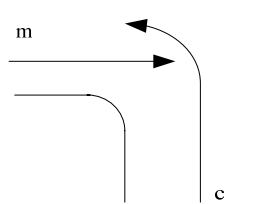
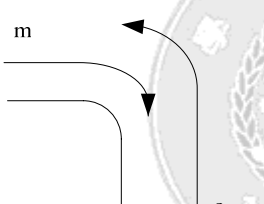
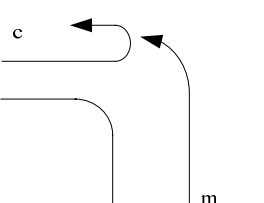
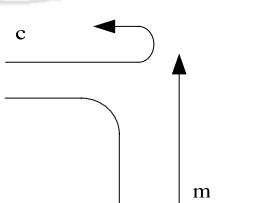
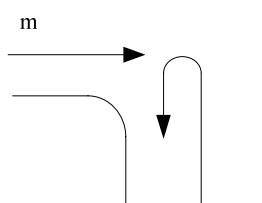
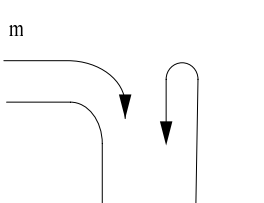
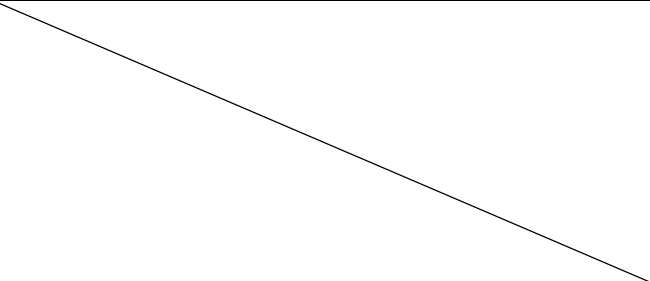
碰撞型態		汽機車碰撞圖形		
汽機車交叉路口橫向碰撞事故	汽車左轉對應機車行向			
				
				
	汽車迴轉對應機車行向			
				



表 4.2 汽機車同向碰撞之不同肇事形態分類表

碰撞型態		汽機車碰撞圖形		
汽機車同向碰撞事故	汽車為前方車			
	汽車為後方車			
	汽車為右方車			
	汽車為左方車			

表 4.3 汽機車對向碰撞之不同肇事形態分類表



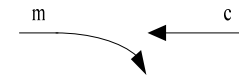
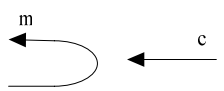
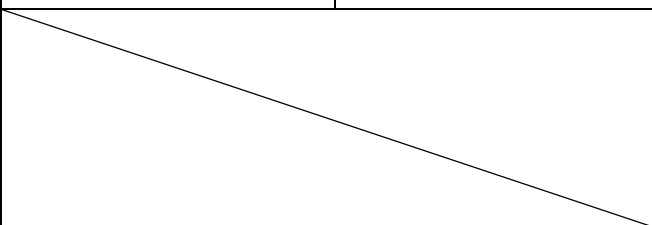


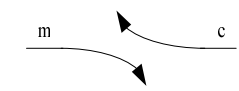


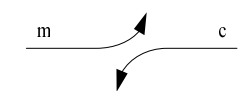
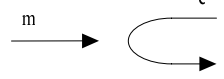
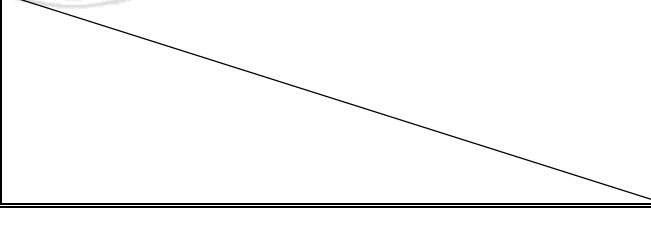
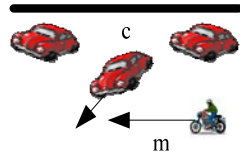
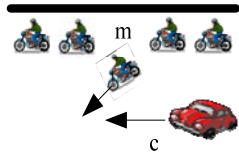
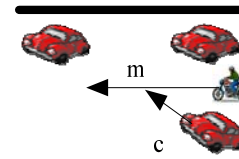
碰撞型態		汽機車碰撞圖形		
汽機車對向碰撞事故	汽車直行			
				
	汽車右轉			
	汽車左轉			
	汽車迴轉			

表 4.4 汽機車路邊起駛與停車碰撞之不同肇事形態分類表

碰撞型態	汽機車碰撞圖形		
汽機車路邊起駛路邊停車碰撞事故			

## 4.2 汽機車道路優先權判斷流程

判斷準則是依據彙整國內相關路權法規的觀念，採取列舉方式將發生事故之兩車行車方向、當時動作、雙方所在車道位置...等種種相對狀況與條件，故先假設出與道路優先權判斷有關之變數，包括行車方向、事故發生前雙方動作、事故發生前雙方車道位置、事故發生前兩車相對關係、事故發生前兩車是否過路口中心、是否有變換車道、違規行駛的情形...等種種變數，配合所設定的路權判斷變數進而轉換成流程圖的方式以進行汽機車碰撞事故之路權判斷分析，並且以國內相關路權法規判斷其道路優先使用權，以汽機車雙方的相對位置模擬各種可能發生之碰撞情境，如下表 4.6、4.7、4.8 以及 4.9 所示。

針對本研究所提出道路優先權判斷流程圖，做一個簡例說明，下表 4.5 中是以路邊停車碰撞事故為例，路邊停車之小客車追撞在慢車道直行的機車之情況，利用路權判斷變數以決策樹方式判定道路優先權，利用行車方向、兩車的動作以及所在車道位置，透過同向兩車關係，由汽車得到路權，圖例方格中之二維數字即代表該變數意義，其中第一個變數代表汽車，第二個變數代表機車。

表 4.5 路權判斷流程圖範例說明

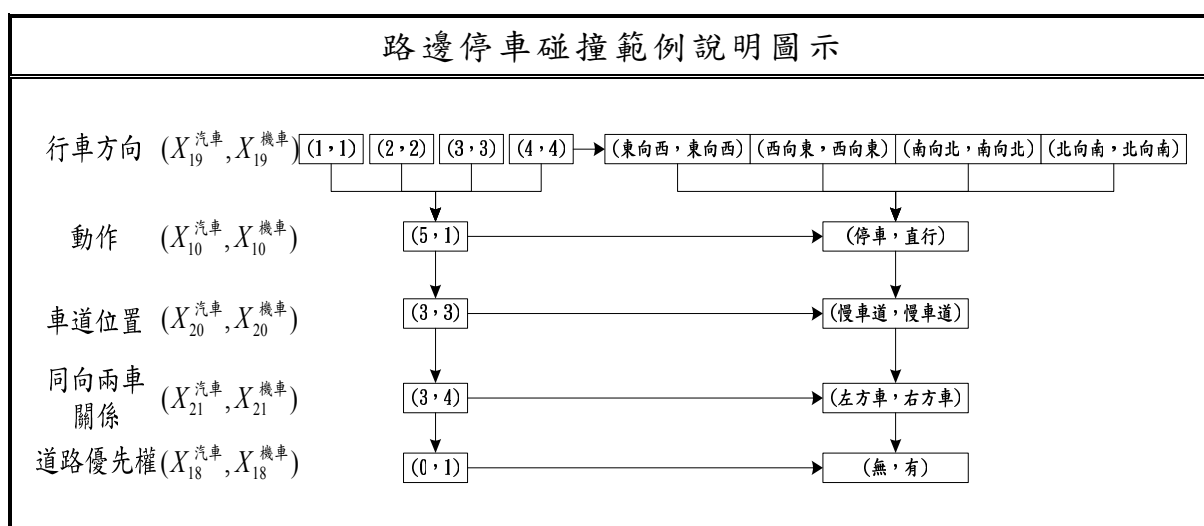


表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖

路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 50%;"> <pre> graph TD     A["(1,3) (1,4) (2,3) (2,4)"] --&gt; B["(1,1)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(4,3)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     E --&gt; H["(0,4)"]     E --&gt; I["(1,0)"]     F --&gt; J["(1,2)"]     F --&gt; K["(2,1)"]     F --&gt; L["(3,3)"]     F --&gt; M["(4,4)"]     G --&gt; N["(1,0)"]     G --&gt; O["(0,1)"]     G --&gt; P["(0,1)"]     G --&gt; Q["(0,1)"] </pre> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 50%;"> <pre> graph TD     A["(3,1) (4,1) (3,2) (4,2)"] --&gt; B["(1,1)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(4,3)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     E --&gt; H["(0,1)"]     E --&gt; I["(1,0)"]     F --&gt; J["(1,2)"]     F --&gt; K["(2,1)"]     F --&gt; L["(3,3)"]     F --&gt; M["(4,4)"]     G --&gt; N["(1,0)"]     G --&gt; O["(0,1)"]     G --&gt; P["(1,0)"]     G --&gt; Q["(1,0)"] </pre> </div> </div>		
路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條 道路交通管理處罰條例 48 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 50%;"> <pre> graph TD     A["(1,3) (1,4) (2,3) (2,4)"] --&gt; B["(1,3)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(3,4)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     E --&gt; H["(0,1)"]     E --&gt; I["(1,0)"]     F --&gt; J["(1,2)"]     F --&gt; K["(2,1)"]     F --&gt; L["(3,3)"]     F --&gt; M["(4,4)"]     G --&gt; N["(1,0)"]     G --&gt; O["(0,1)"]     G --&gt; P["(1,0)"]     G --&gt; Q["(1,0)"] </pre> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 50%;"> <pre> graph TD     A["(3,1) (4,1) (3,2) (4,2)"] --&gt; B["(3,1)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(3,4)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     E --&gt; H["(0,1)"]     E --&gt; I["(1,0)"]     F --&gt; J["(1,2)"]     F --&gt; K["(2,1)"]     F --&gt; L["(3,3)"]     F --&gt; M["(4,4)"]     G --&gt; N["(1,0)"]     G --&gt; O["(0,1)"]     G --&gt; P["(0,1)"]     G --&gt; Q["(0,1)"] </pre> </div> </div>		

表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

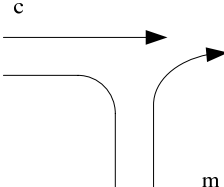
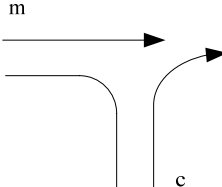
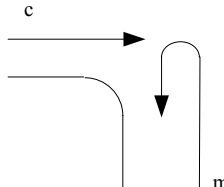
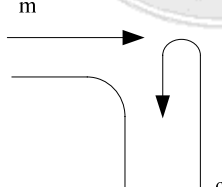
路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條 道路交通管理處罰條例 48 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>  <math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>  <math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </p> <pre> graph TD     A["(1,3) (1,4) (0,3) (2,4)"] --&gt; B["(1,3)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(4,3)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     G --&gt; H["(1,2)"]     G --&gt; I["(2,1)"]     G --&gt; J["(3,3)"]     G --&gt; K["(4,4)"]     E --&gt; L["(0,1)"]     F --&gt; M["(1,0)"]     H --&gt; N["(1,0)"]     I --&gt; O["(0,1)"]     J --&gt; P["(0,1)"]     K --&gt; Q["(0,1)"]                     </pre> </div> <div style="width: 45%;"> <p> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>  <math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>  <math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </p> <pre> graph TD     A["(3,1) (4,1) (3,2) (4,2)"] --&gt; B["(3,1)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(4,3)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     G --&gt; H["(1,2)"]     G --&gt; I["(2,1)"]     G --&gt; J["(3,3)"]     G --&gt; K["(4,4)"]     E --&gt; L["(0,1)"]     F --&gt; M["(1,0)"]     H --&gt; N["(1,0)"]     I --&gt; O["(0,1)"]     J --&gt; P["(1,0)"]     K --&gt; Q["(1,0)"]                     </pre> </div> </div>		
路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條 道路交通安全規則 106 條 道路交通管理處罰條例 48 條 道路交通管理處罰條例 49 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>  <math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>  <math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </p> <pre> graph TD     A["(1,3) (1,4) (2,3) (2,4)"] --&gt; B["(1,4)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(4,3)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     G --&gt; H["(1,2)"]     G --&gt; I["(2,1)"]     G --&gt; J["(3,3)"]     G --&gt; K["(4,4)"]     E --&gt; L["(0,1)"]     F --&gt; M["(1,0)"]     H --&gt; N["(1,0)"]     I --&gt; O["(0,1)"]     J --&gt; P["(0,1)"]     K --&gt; Q["(0,1)"]                     </pre> </div> <div style="width: 45%;"> <p> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>  <math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>  <math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </p> <pre> graph TD     A["(3,1) (4,1) (3,2) (4,2)"] --&gt; B["(4,1)"]     B --&gt; C["(3,4)"]     B --&gt; D["(4,3)"]     C --&gt; E["(1,2)"]     C --&gt; F["(2,1)"]     D --&gt; G["(3,3)"]     G --&gt; H["(1,2)"]     G --&gt; I["(2,1)"]     G --&gt; J["(3,3)"]     G --&gt; K["(4,4)"]     E --&gt; L["(0,1)"]     F --&gt; M["(1,0)"]     H --&gt; N["(1,0)"]     I --&gt; O["(0,1)"]     J --&gt; P["(1,0)"]     K --&gt; Q["(1,0)"]                     </pre> </div> </div>		

表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條 道路交通管理處罰條例 48 條
路權判斷流程圖		
<div> <div> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>  <math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>  <math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </div> <div> <div> <div> <div>(1, 3)</div> <div>(1, 4)</div> <div>(2, 3)</div> <div>(2, 4)</div> </div> <div>(2, 1)</div> <div> <div>(3, 4)</div> <div>(3, 4)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> <div>(4, 4)</div> </div> <div> <div>(0, 1)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(0, 1)</div> <div>(0, 1)</div> <div>(0, 1)</div> </div> </div> </div> <div> <div> <div>(3, 1)</div> <div>(4, 1)</div> <div>(3, 2)</div> <div>(4, 2)</div> </div> <div>(1, 2)</div> <div> <div>(3, 4)</div> <div>(3, 4)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> <div>(4, 4)</div> </div> <div> <div>(0, 1)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(0, 1)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(0, 1)</div> </div> </div> </div>		
路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖		
<div> <div> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>  <math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>  <math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </div> <div> <div> <div> <div>(1, 3)</div> <div>(1, 4)</div> <div>(2, 3)</div> <div>(2, 4)</div> </div> <div>(2, 2)</div> <div> <div>(3, 4)</div> <div>(3, 4)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> <div>(4, 4)</div> </div> <div> <div>(0, 1)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(0, 1)</div> <div>(0, 1)</div> <div>(0, 1)</div> </div> </div> </div> <div> <div> <div>(3, 1)</div> <div>(4, 1)</div> <div>(3, 2)</div> <div>(4, 2)</div> </div> <div>(2, 2)</div> <div> <div>(3, 4)</div> <div>(3, 4)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> </div> <div> <div>(1, 2)</div> <div>(2, 1)</div> <div>(3, 3)</div> <div>(4, 4)</div> </div> <div> <div>(0, 1)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(0, 1)</div> <div>(1, 0)</div> <div>(1, 0)</div> </div> </div> </div>		

表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>      <math>(1, 3) \quad (1, 4) \quad (2, 3) \quad (2, 4)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>      <math>(2, 3)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>      <math>(3, 4) \quad (3, 4)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>      <math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>      <math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3) \quad (4, 4)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math>      <math>(0, 1) \quad (1, 0) \quad (1, 0) \quad (0, 1) \quad (1, 0) \quad (1, 0)</math></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(3, 1) \quad (4, 1) \quad (3, 2) \quad (4, 2)</math></p> <p><math>(3, 2)</math></p> <p><math>(3, 4) \quad (3, 4)</math></p> <p><math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3)</math></p> <p><math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3) \quad (4, 4)</math></p> <p><math>(0, 1) \quad (1, 0) \quad (1, 0) \quad (0, 1) \quad (0, 1) \quad (0, 1)</math></p> </div> </div>		
路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條 道路交通管理處罰條例 49 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>      <math>(1, 3) \quad (1, 4) \quad (2, 3) \quad (2, 4)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>      <math>(2, 4)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math>      <math>(3, 4) \quad (3, 4)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math>      <math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math>      <math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3) \quad (4, 4)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math>      <math>(0, 1) \quad (1, 0) \quad (1, 0) \quad (0, 1) \quad (1, 0) \quad (1, 0)</math></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(3, 1) \quad (4, 1) \quad (3, 2) \quad (4, 2)</math></p> <p><math>(4, 2)</math></p> <p><math>(3, 4) \quad (3, 4)</math></p> <p><math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3)</math></p> <p><math>(1, 2) \quad (2, 1) \quad (3, 3) \quad (4, 4)</math></p> <p><math>(0, 1) \quad (1, 0) \quad (1, 0) \quad (0, 1) \quad (0, 1) \quad (0, 1)</math></p> </div> </div>		

表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖		
<div><div><div><div><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></div><div><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></div><div><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></div><div><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></div><div><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></div><div><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></div></div><div><div><div><div>(1, 3)</div><div>(1, 4)</div><div>(2, 3)</div><div>(2, 4)</div></div><div>(3, 1)</div><div><div><div>(3, 4)</div><div>(3, 4)</div></div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div></div><div><div><div>(3, 3)</div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div><div>(3, 3)</div><div>(4, 4)</div></div></div></div><div><div>(0, 1)</div><div>(1, 0)</div><div>(1, 0)</div><div>(0, 1)</div><div>(0, 1)</div><div>(0, 1)</div></div></div></div></div><div><div><div><div>(3, 1)</div><div>(4, 1)</div><div>(3, 2)</div><div>(4, 2)</div></div><div>(1, 3)</div><div><div><div>(3, 4)</div><div>(3, 4)</div></div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div></div><div><div><div>(3, 3)</div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div><div>(3, 3)</div><div>(4, 4)</div></div></div></div><div><div>(0, 1)</div><div>(1, 0)</div><div>(1, 0)</div><div>(0, 1)</div><div>(1, 0)</div><div>(1, 0)</div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div>		

路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖		
<div><div><div><div><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></div><div><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></div><div><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></div><div><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></div><div><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></div><div><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></div></div><div><div><div><div>(1, 3)</div><div>(1, 4)</div><div>(2, 3)</div><div>(2, 4)</div></div><div>(3, 2)</div><div><div><div>(3, 4)</div><div>(3, 4)</div></div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div></div><div><div><div>(3, 3)</div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div><div>(3, 3)</div><div>(4, 4)</div></div></div></div><div><div>(0, 1)</div><div>(1, 0)</div><div>(1, 0)</div><div>(0, 1)</div><div>(0, 1)</div><div>(0, 1)</div></div></div></div></div><div><div><div><div>(3, 1)</div><div>(4, 1)</div><div>(3, 2)</div><div>(4, 2)</div></div><div>(2, 3)</div><div><div><div>(3, 4)</div><div>(3, 4)</div></div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div></div><div><div><div>(3, 3)</div><div><div><div>(1, 2)</div><div>(2, 1)</div><div>(3, 3)</div><div>(4, 4)</div></div></div></div><div><div>(0, 1)</div><div>(1, 0)</div><div>(1, 0)</div><div>(0, 1)</div><div>(1, 0)</div><div>(1, 0)</div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div>		



表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><math>(3, 1)</math> <math>(4, 1)</math> <math>(3, 2)</math> <math>(4, 2)</math></p> <p><math>(3, 3)</math></p> <p><math>(3, 4)</math> <math>(4, 3)</math></p> <p><math>(1, 2)</math> <math>(2, 1)</math> <math>(3, 3)</math></p> <p><math>(1, 2)</math> <math>(2, 1)</math> <math>(3, 3)</math> <math>(4, 4)</math></p> <p><math>(0, 1)</math> <math>(1, 0)</math> <math>(1, 0)</math> <math>(0, 1)</math> <math>(0, 1)</math> <math>(0, 1)</math></p> </div> </div>		
路口橫向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 102 條 道路交通安全規則 106 條 道路交通管理處罰條例 49 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{22}^c, x_{22}^m)</math></p> <p><math>(x_{29}^c, x_{29}^m)</math></p> <p><math>(x_{28}^c, x_{28}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><math>(1, 3)</math> <math>(1, 4)</math> <math>(2, 3)</math> <math>(2, 4)</math></p> <p><math>(4, 3)</math></p> <p><math>(3, 4)</math> <math>(4, 3)</math></p> <p><math>(1, 2)</math> <math>(2, 1)</math> <math>(3, 3)</math></p> <p><math>(1, 2)</math> <math>(2, 1)</math> <math>(3, 3)</math> <math>(4, 4)</math></p> <p><math>(0, 1)</math> <math>(1, 0)</math> <math>(1, 0)</math> <math>(0, 1)</math> <math>(0, 1)</math> <math>(0, 1)</math></p> </div> </div>		

表 4.6 汽機車路口橫向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

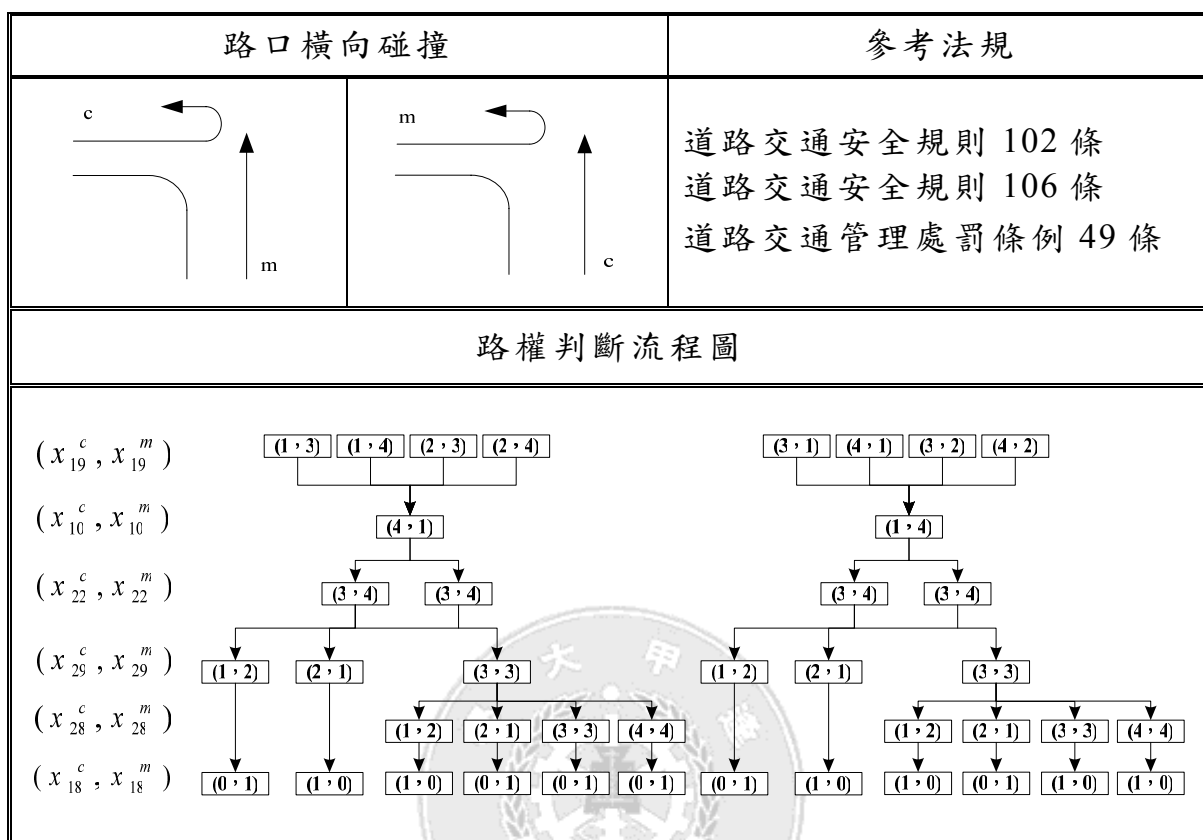


表 4.7 汽機車對向碰撞事故之路權判斷流程圖

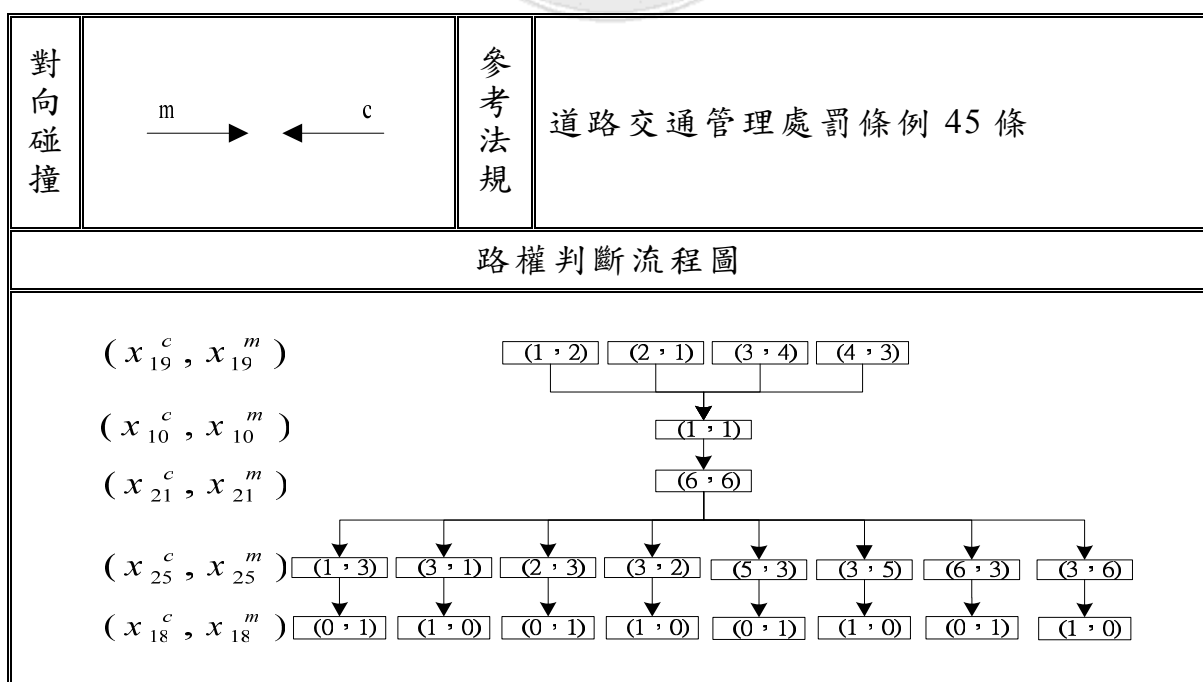


表 4.7 汽機車對向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）



對向碰撞		參考法規	<p>道路交通安全規則 102 條</p> <p>道路交通管理處罰條例 48 條</p>
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{25}^c, x_{25}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 80%;"> <pre> graph TD     A["(1,2) (2,1) (3,4) (4,3)"] --&gt; B["(2,1)"]     B --&gt; C["(6,6)"]     C --&gt; D1["(1,3)"]     C --&gt; D2["(3,1)"]     C --&gt; D3["(2,3)"]     C --&gt; D4["(3,2)"]     C --&gt; D5["(5,3)"]     C --&gt; D6["(3,5)"]     C --&gt; D7["(6,3)"]     C --&gt; D8["(3,6)"]     D1 --&gt; E1["(0,1)"]     D2 --&gt; E2["(1,0)"]     D3 --&gt; E3["(0,1)"]     D4 --&gt; E4["(1,0)"]     D5 --&gt; E5["(0,1)"]     D6 --&gt; E6["(1,0)"]     D7 --&gt; E7["(0,1)"]     D8 --&gt; E8["(1,0)"]                     </pre> </div> </div>			
對向碰撞		參考法規	<p>道路交通安全規則 102 條</p> <p>道路交通管理處罰條例 48 條</p>
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{25}^c, x_{25}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 80%;"> <pre> graph TD     A["(1,2) (2,1) (3,4) (4,3)"] --&gt; B["(3,1)"]     B --&gt; C["(6,6)"]     C --&gt; D1["(1,3)"]     C --&gt; D2["(3,1)"]     C --&gt; D3["(2,3)"]     C --&gt; D4["(3,2)"]     C --&gt; D5["(5,3)"]     C --&gt; D6["(3,5)"]     C --&gt; D7["(6,3)"]     C --&gt; D8["(3,6)"]     D1 --&gt; E1["(0,1)"]     D2 --&gt; E2["(1,0)"]     D3 --&gt; E3["(0,1)"]     D4 --&gt; E4["(1,0)"]     D5 --&gt; E5["(0,1)"]     D6 --&gt; E6["(1,0)"]     D7 --&gt; E7["(0,1)"]     D8 --&gt; E8["(1,0)"]                     </pre> </div> </div>			

表 4.7 汽機車對向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）



對向碰撞		參考法規	<p>道路交通安全規則 102 條                      道路交通管理處罰條例 48 條</p>
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{25}^c, x_{25}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 70%;"> </div> </div>			
對向碰撞		參考法規	<p>道路交通安全規則 102 條                      道路交通管理處罰條例 48 條</p>
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{25}^c, x_{25}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 70%;"> </div> </div>			

表 4.7 汽機車對向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）


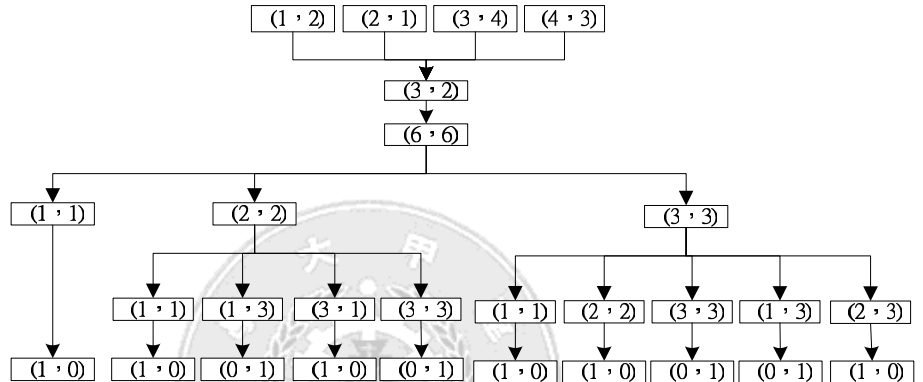

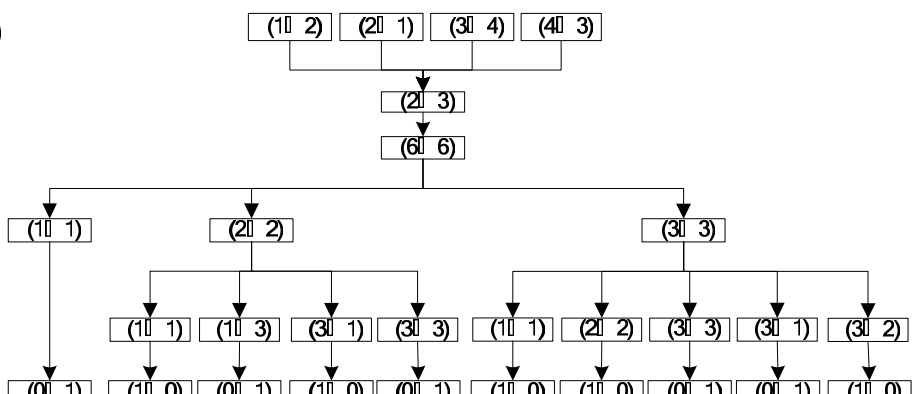
對向碰撞		參考法規	道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;"> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>  <math>(x_{26}^c, x_{26}^m)</math>  <math>(x_{27}^c, x_{27}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </div> <div style="width: 75%;">  </div> </div>			
對向碰撞		參考法規	道路交通安全規則 102 條
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;"> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>  <math>(x_{26}^c, x_{26}^m)</math>  <math>(x_{27}^c, x_{27}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </div> <div style="width: 75%;">  </div> </div>			

表 4.7 汽機車對向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

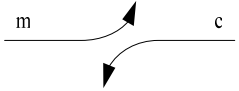
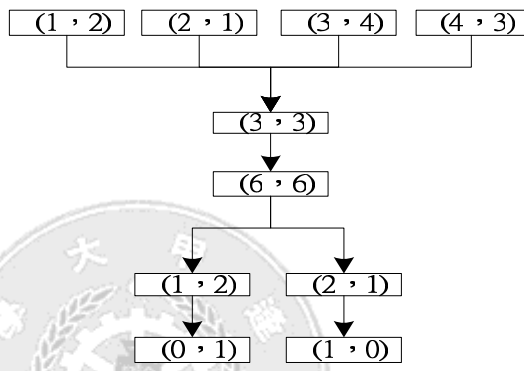
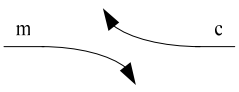
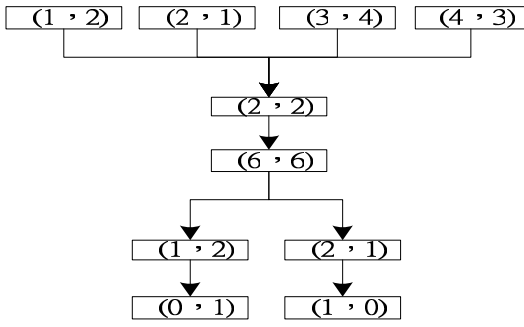
對向碰撞		參考法規	<p>道路交通安全規則 100 條</p> <p>道路交通管理處罰條例 46 條</p>
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 40%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{23}^c, x_{23}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 55%;">  </div> </div>			
對向碰撞		參考法規	<p>道路交通安全規則 102 條</p> <p>道路交通管理處罰條例 48 條</p>
路權判斷流程圖			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 40%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{23}^c, x_{23}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 55%;">  </div> </div>			

表 4.7 汽機車對向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

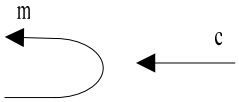
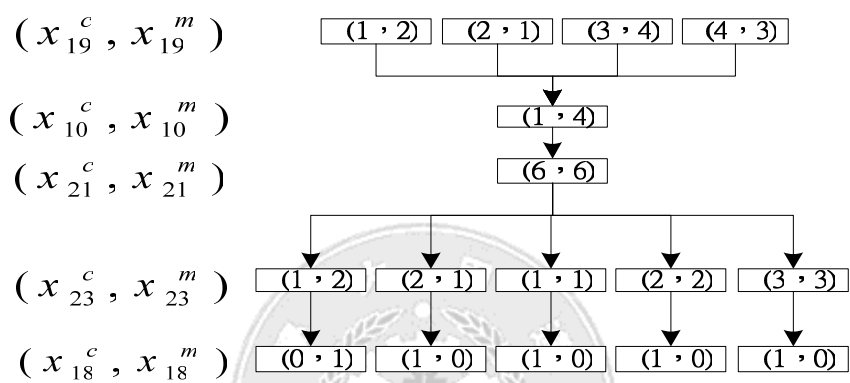
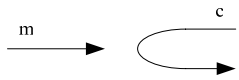
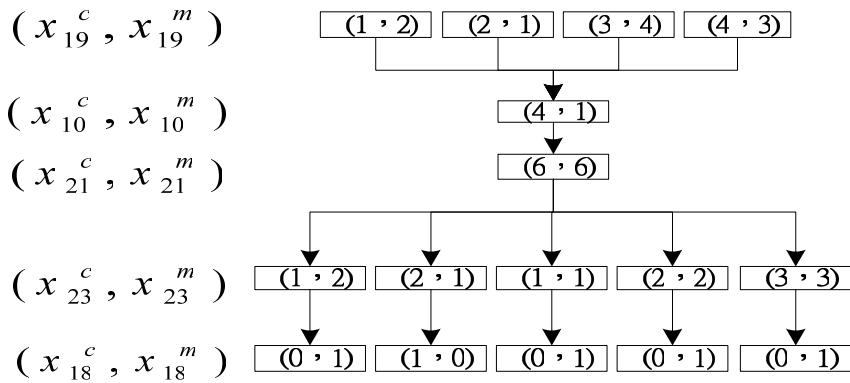
對向碰撞		<p>參考法規</p> <p>道路交通安全規則 102 條            道路交通安全規則 106 條            道路交通管理處罰條例 48 條            道路交通管理處罰條例 49 條</p>
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 30%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{23}^c, x_{23}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 65%;">  </div> </div>		
對向碰撞		<p>參考法規</p> <p>道路交通安全規則 102 條            道路交通安全規則 106 條            道路交通管理處罰條例 48 條            道路交通管理處罰條例 49 條</p>
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 30%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math></p> <p><math>(x_{23}^c, x_{23}^m)</math></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math></p> </div> <div style="width: 65%;">  </div> </div>		

表 4.8 汽機車同向碰撞事故之路權判斷流程圖

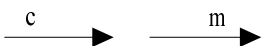
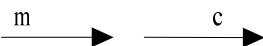
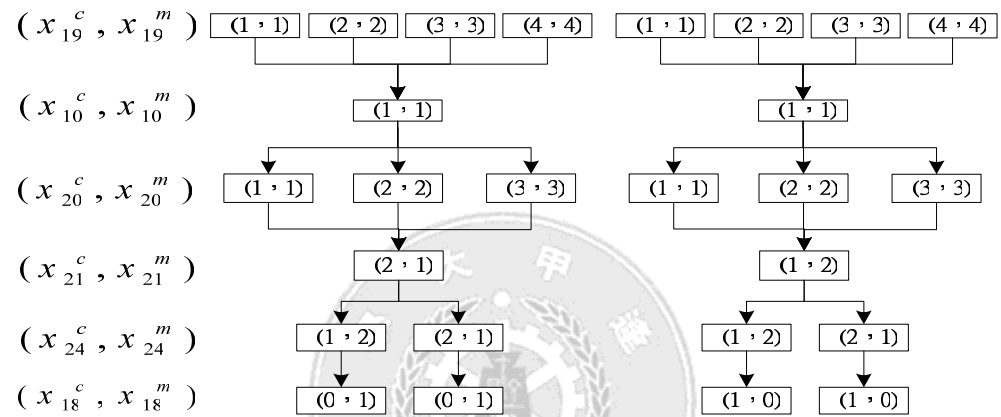


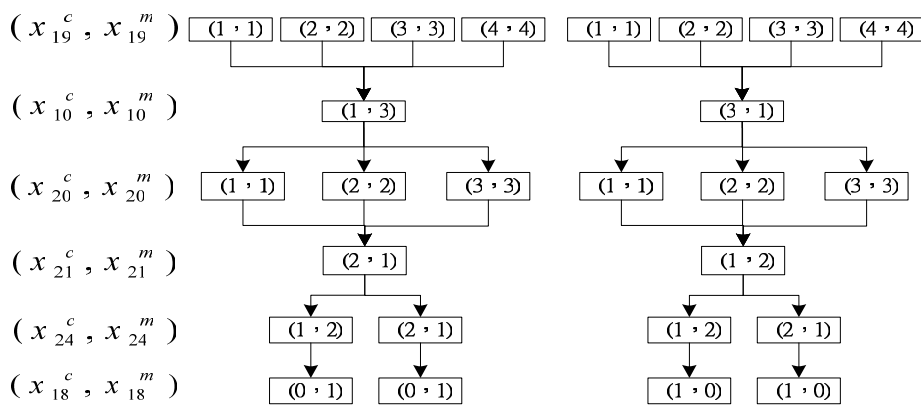
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通管理處罰條例 58 條
路權判斷流程圖		
		
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通管理處罰條例 58 條
路權判斷流程圖		
		



表 4.8 汽機車同向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

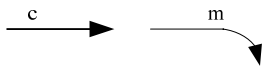
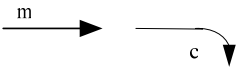
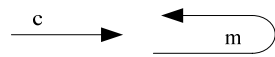
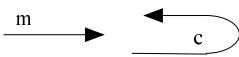
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通管理處罰條例 58 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span></p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span></p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span></p> </div> </div>		
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通管理處罰條例 58 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 4)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span></p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 1)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span></p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span></p> </div> </div>		

表 4.8 汽機車同向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）


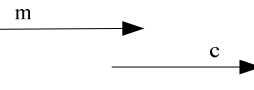
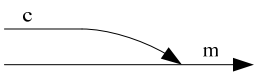
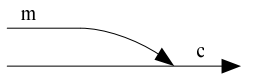
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通安全規則 98 條 道路交通安全規則 101 條 道路交通管理處罰條例 45 條 道路交通管理處罰條例 47 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>    (1, 1) (2, 2) (3, 3) (4, 4)</p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>    (1, 1)</p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math>    (1, 1) (2, 2) (3, 3)</p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>    (2, 1)</p> <p><math>(x_{25}^c, x_{25}^m)</math>    (3, 6) (6, 3)</p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math>    (1, 0) (0, 1)</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>    (1, 1) (2, 2) (3, 3) (4, 4)</p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>    (1, 1)</p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math>    (1, 1) (2, 2) (3, 3)</p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>    (1, 2)</p> <p><math>(x_{25}^c, x_{25}^m)</math>    (3, 6) (6, 3)</p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math>    (1, 0) (0, 1)</p> </div> </div>		
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通安全規則 98 條 道路交通安全規則 101 條 道路交通管理處罰條例 45 條 道路交通管理處罰條例 47 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>    (1, 1) (2, 2) (3, 3) (4, 4)</p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>    (2, 1)</p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math>    (1, 2) (2, 3)</p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>    (3, 4)</p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math>    (3, 1)</p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math>    (0, 1)</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>    (1, 1) (2, 2) (3, 3) (4, 4)</p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>    (1, 2)</p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math>    (1, 2) (2, 3)</p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>    (4, 3)</p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math>    (1, 3)</p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math>    (1, 0)</p> </div> </div>		

表 4.8 汽機車同向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）




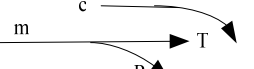
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通安全規則 98 條 道路交通安全規則 101 條 道路交通管理處罰條例 45 條 道路交通管理處罰條例 47 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 1)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 2)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 3)</span></p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 1)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 3)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 2)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 4)</span></p> <p><math>(x_{24}^c, x_{24}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 3)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span></p> </div> </div>		
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通安全規則 98 條 道路交通安全規則 101 條 道路交通管理處罰條例 45 條 道路交通管理處罰條例 47 條
路權判斷流程圖		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 3)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 3)</span></p> <p><math>(x_{23}^c, x_{23}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4, 4)</span></p> <p><math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 2)</span></p> <p><math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 2)</span></p> <p><math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 4)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 4)</span></p> <p><math>(x_{23}^c, x_{23}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 2)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(2, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3, 3)</span></p> <p><math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(1, 0)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(0, 1)</span></p> </div> </div>		

表 4.8 汽機車同向碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

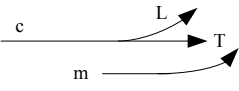
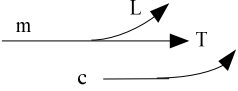
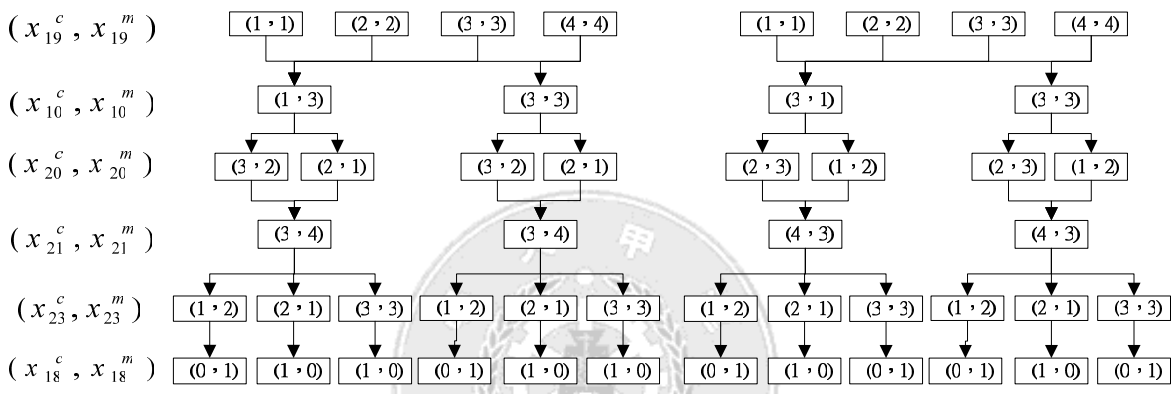
同向碰撞		參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通安全規則 98 條 道路交通安全規則 101 條 道路交通管理處罰條例 45 條 道路交通管理處罰條例 47 條
路權判斷流程圖		
		

表 4.9 汽機車路邊起駛與停車碰撞事故之路權判斷流程圖

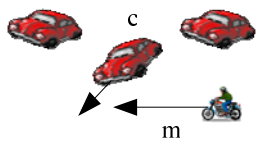
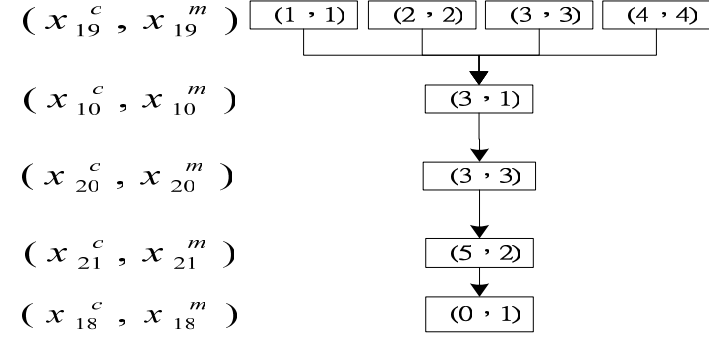
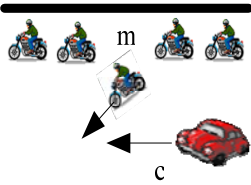
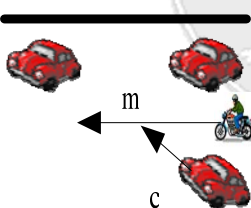
撞車事故	停車、路邊起駛	參考法規
		道路交通安全規則 94 條 道路交通安全規則 98 條 道路交通管理處罰條例 45 條
路權判斷流程圖		
		

表 4.9 汽機車路邊起駛與停車碰撞事故之路權判斷流程圖（續）

<p>路邊起駛 與停車 碰撞 事故</p>		<p>參考法規</p>	<p>道路交通安全規則 94 條                      道路交通安全規則 98 條                      道路交通管理處罰條例 45 條</p>
路權判斷流程圖			
	<p> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math>  <math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </p>		<p> <math>(1, 1)</math> <math>(2, 2)</math> <math>(3, 3)</math> <math>(4, 4)</math>  <math>(1, 3)</math>  <math>(3, 3)</math>  <math>(2, 5)</math>  <math>(1, 0)</math> </p>
<p>路邊起駛、路邊停車碰撞事故</p>		<p>參考法規</p>	<p>道路交通安全規則 94 條                      道路交通安全規則 98 條                      道路交通管理處罰條例 45 條</p>
路權判斷流程圖			
	<p> <math>(x_{19}^c, x_{19}^m)</math>  <math>(x_{10}^c, x_{10}^m)</math>  <math>(x_{20}^c, x_{20}^m)</math>  <math>(x_{21}^c, x_{21}^m)</math>  <math>(x_{18}^c, x_{18}^m)</math> </p>		<p> <math>(1, 1)</math> <math>(2, 2)</math> <math>(3, 3)</math> <math>(4, 4)</math>  <math>(5, 1)</math>  <math>(3, 3)</math>  <math>(3, 4)</math>  <math>(0, 1)</math> </p>

## 第五章 鑑定專家系統之構建與驗證

在人工智慧的研究領域中，專家系統的研製已日漸受矚目。尤其是在一些特殊的專業領域，更是能適當的幫助人們做決策；無論在學術單位、商業界、國防、醫學與產業應用均已受到普遍的肯定與重視，尤其在決策管理與疾病診斷上，更受到一致的好評，由早期史丹佛大學的 MYCIN 專家系統在血液相關疾病的診療成果，以及 PUFF 系統在氣管疾病的成就，乃至於國內學術單位在技術上的引進及研發，目前已有相當驚人的成績。專家系統的實用價值已受到普遍的肯定與重視，顯示國內發展專家系統的技術與環境已漸漸趨於成熟階段。

一般來說，所謂的專家系統是依據一些知識，模仿人類專家的推理方式做推論並解決問題，主要分三個模組：使用者介面（User Interface）、知識庫（Knowledge Base）、及推理機（Inference Engine），使用者介面是一個介於使用者與系統之間的溝通管道，目的是要讓使用者能容易地輸入需求且瞭解系統的推論過程；知識庫是一個專家系統的核心，裡面存放的知識將作為系統推論的依據，而推理機則是負責歸納使用者需求與知識庫內的知識並作適當的推論。

專家系統推論的依據是知識庫內儲存的知識，換句話說，系統推論的正確性與知識庫的關係非常密切，建構知識庫的程序一般稱做知識擷取，這也是大部份專家系統發展的瓶頸。案例式專家系統（Case-based Expert System）與規則式專家系統（Rule-based Expert System）。

案例式專家系統為利用尋找比對以往相似之案例做為依據，經由適度的修正或直接取用做為本次查詢的解答，並將此修正做為一個新的案例儲存回案例式知識庫。案例式專家系統中最關鍵的成敗因素，在於相似度的比對演算法、案例編碼過程及案例結構的建立，而由於案例式專家系統的案例數量都非常龐大，相似度的比對演算法也必須依據不同問題領域調整，以避免影響案例推論效能；換句話說，如何決定哪些案例為相似的案例，將決定整個案例式專家系統的效能。

規則式知識應用系統也就是規則式專家系統，其內部知識以

「IF . . THEN . . 」的規則方式表示，當事件發生時，被改變的事實（Fact）可被作為知識推論的依據，透過推論引擎針對這些事實，推論儲存於知識庫中的規則式知識，包括如透過這些規則做前向（Forward）、後向（Backward）或模糊（Fuzzy）的推論，取得最後的之推論結果或最初發生之原因的探討。換言之，規則式專家系統由兩大部分所組成，其一為規則式知識庫，另一則為規則推論引擎。規則式知識庫之建置則為規則式專家系統成敗之關鍵。由於規則式知識對於領域專家而言是較為陌生的知識表示方法，因此需要一套有效的知識擷取（Knowledge Acquisition）流程將領域專家的知識轉換成推論引擎所能解讀的規則式知識。

## 5.1 倒傳遞網路之理論模型

倒傳遞網路是目前類神經網路學習模式中最具有代表性，應用最普遍的網路模式。Werbos於1974年在其博士論文中提出了隱藏層的學習演算法，這是已知最早的倒傳遞類神經網路模式。倒傳遞類神經網路架構如圖5.1所示，包括：

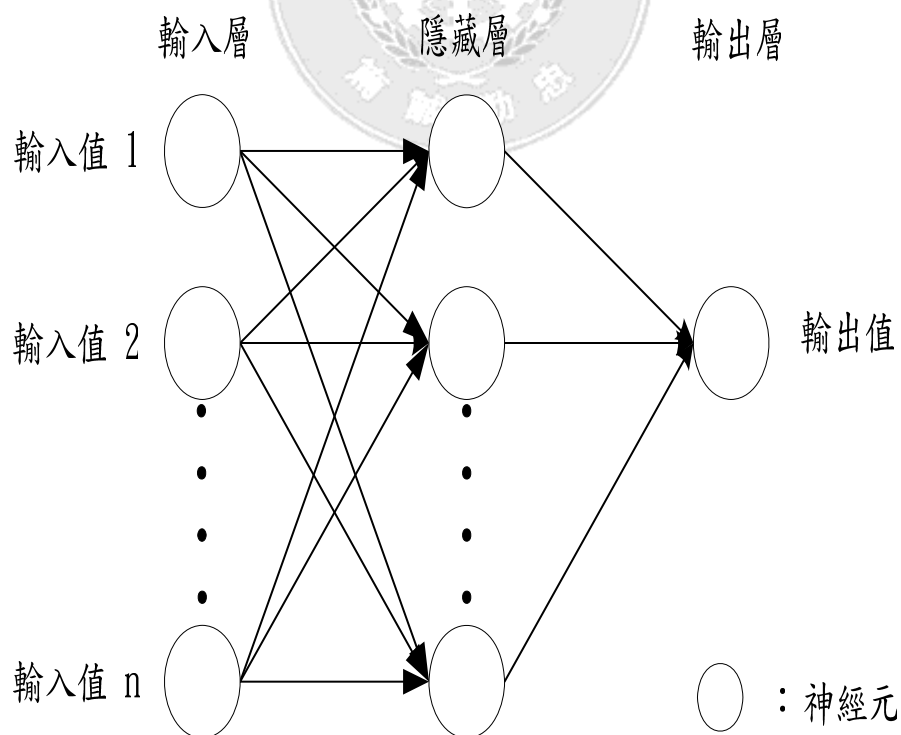


圖 5.1 三層之類神經網路架構圖

1. 輸入層：即網路之輸入變數，其處理單元數目依問題而定。使用線性轉換函數，即  $f(x) = x$ 。
2. 隱藏層：用以表現輸入處理單元間的交互影響，其處理單元數目並無標準方法可以決定，經常須以試驗方式決定其最佳個數。使用非線性轉換函數，而網路架構可以不只一層隱藏層，亦可無隱藏層。
3. 輸出層：用以表現網路的輸出變數，其處理單元依問題而定，並使用非線性轉換函數。

在檢驗類神經網路學習與測試績效，研究者須事先進行範例的製作-即資料蒐集與整理，並將範例分成兩部分，一為訓練範例，另一部份作為測試範例，在網路學習階段中，可多次循環學習，將網路加以訓練至收斂。關於網路測試工作則採用相關指標作為模式衡量標準，如誤差均方和或相關係數等。

倒傳遞網路有幾個重要參數，包括：

#### (1) 隱藏層處理單元

通常隱藏層個數越多，網路的收斂速度越慢，但可達到更小之誤差，特別是「訓練範例」之誤差程度。但是若超過一定數目後，所增加之隱藏層處理單元則對於降低「測試範例」誤差幾乎沒有幫助，徒然增加網路執行時間。這可解釋成隱藏層處理單元數目過少，不足以反映變數間之交互作用，造成誤差較大。而數目越多，雖然可使誤差值達到更小，但卻因網路複雜度提高，收斂過慢。

#### (2) 隱藏層層數

通常隱藏層個數為一層至二層，過多層反而會造成網路收斂結果較差。有關隱藏層個數的解釋，沒有隱藏層則不能反映問題輸入變數的交互作用，而一至二層的效果最佳，越多的隱藏層反而促使網路過於複雜，造成局部最小值過多，網路加權值容易掉於一個誤差函



數的局部最小值，無法收斂。根據經驗，一般問題可取一層隱藏層，較複雜的問題則取兩層隱藏層。

### (3) 學習速率

通常學習速率過大或過小對於網路的收斂均有不利影響，過大的學習速率會有較大的網路加權值修正，造成修正可能過量，難以達到收斂的目的。

倒傳遞網路之演算法以 3 層之 BPN 網路結構為例，其學法則分為三階段：學習範例之前推（forward）、誤差之回饋（feedback）以及權重之調整。前推階段係將所有範例之輸入變數值( $x_i$ )輸入網路，計算網路之輸出值( $y_j$ )。回饋階段則計算各輸出值( $y_j$ )與對應範例原輸出變數值( $t_j$ )之誤差( $\delta_j$ )。調整階段，則依據誤差大小進行權重之調整。其演算法如下(Fausett, 1994)：

步驟零：設定權重之起始值。

步驟一：若不符停止條件，執行步驟二至十。

步驟二：輸入一個訓練範例，執行步驟三至八，直到所有範例均輸入後，跳至步驟九。

#### 前推階段

步驟三：輸入層各節點 ( $X_i, i=1, 2, \dots, n$ ) 接收輸入資料。

步驟四：每一個隱藏層節點彙整輸入層各節點所傳來之資料，即：

$$z\_in_j = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} ,$$

再利用激發函數加以轉換，成為：

$$z_j = f(z\_in_j)。$$

其中， $v_{oj}$  為隱藏層第  $j$  個節點的誤差項。

步驟五：每一個輸出層節點彙整隱藏層各節點所傳來之資料，即：

$$y\_in_k = w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} ,$$

再利用激發函數加以轉換，成為：

$$y_k = f(y\_in_k)。$$

其中， $w_{ok}$  為輸出層第  $k$  個節點的誤差項。

#### 回饋階段

步驟六：計算每一個輸出層節點與其對應原範例輸出值之誤差，

即： $\delta_k = (t_k - y_k)f'(y\_in_k)$ 。

並據以計算輸出層權重調整幅度，即：

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \text{ 及 } \Delta w_{0k} = \alpha \delta_k。$$

$\alpha$  為學習率 (learning rate)，為一外生設定參數，其值大多介於 0, 1 間。

步驟七：計算每一個隱藏層節點彙整輸出層傳回之誤差，即：

$$\delta\_in_j = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}，\text{乘以其激發函數之偏微分，即：}$$

$$\delta_j = \delta\_in_j f'(z\_in_j)。$$

並據以計算隱藏層權重調整幅度，即：

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \text{ 及 } \Delta v_{0j} = \alpha \delta_j。$$

### 調整階段

步驟八：更新輸出層之權重，即：

$$w_{jk}(new) = w_{jk}(old) + \Delta w_{jk}，$$

以及隱藏層之權重，即：

$$v_{ij}(new) = v_{ij}(old) + \Delta v_{ij}。$$

步驟九：計算能量函數  $E_l$  值， $l=l+1$ 。

步驟十：測試停止條件。停止條件通常設為：

$$(E_l - E_{l-1}) \leq \varepsilon。$$

$\varepsilon$  為設定之極小值。

訓練完成後，進行預測時，其運作步驟如下：

步驟零：設定權重值（以訓練所得之權重值設定之）。

步驟一：輸入預測案例之輸入變數值，設其為輸入層各節點值：

$x_i$ 。

步驟二：計算隱藏層各節點值：

$$z\_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}，z_j = f(z\_in_j)。$$

步驟三：計算輸出層各節點值：

$$y\_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}，y_k = f(y\_in_k)。$$

## 5.2 模式結構建立

類神經網路架構中，輸入層 (Input Layer) 的作用是接受外界的輸入訊號，然後經由連結鏈將訊號傳到網路內部的隱藏層 (Hidden Layer)。這些隱藏層是類神經網路運作的主要層次，其結構及數目決定了類神經網路的功能及能力。經由隱藏層的運算後，訊號傳至輸

出層（Output Layer）上，得到類神經網路對外界輸入訊號所產生的反應訊號本研究欲建立的汽機車碰撞之肇事鑑定專家系統，是希望藉由類神經網路來建構出一個判斷肇事之責任分攤的模型架構，因此，本模式之輸出層將採用1.汽車方肇事責任分攤之結果，2.機車方肇事責任分攤之結果兩個輸出變數；至於隱藏層、轉換函數、激發函數等部分將需在進一步以試誤法的方式來決定其節點數與函數型態；而輸入層之變數將係藉由第三章中之肇事資料統計分析結果來決定，利用所挑選出的肇事影響變數為基礎，將構建出兩種不同網路模式來進行比較，其分別為：

### 1. 單方變數輸入模式

- (1) 於汽機車碰撞事故案例中將汽車方事故當事人與機車方事故當事人的案例資料分開來探討，每次僅以單一方面之肇事駕駛員的相關肇事變數進行分析，並預測其相對應之可能受到判定的肇事責任分攤。
- (2) 並採用卡方檢定對影響肇事責任判定之變數（11種變數）所挑出之顯著影響變數做為倒傳遞網路的輸入變數，其變數為：超速、飲酒、天候、道路類別、道路型態、速限、動作、行向、車損部位、筆錄速率與道路優先權共11種肇事變數。
- (3) 輸出結果為模式預測汽車方當事人或機車方當事人之肇事責任判定的單一輸出結果。即輸入某方肇事資料，便輸出其責任判定的預測結果。

### 2. 雙方變數輸入模式：

- (1) 於汽機車碰撞事故案例中將汽車方事故當事人與機車方事故當事人的案例資料相互結合起來探討，每次皆同時將雙方當事人之相關肇事變數輸入模式中以進行分析，並同時預測其汽車、機車兩方相對應之可能受到判定的肇事責任分攤。
- (2) 並採用卡方檢定對影響肇事責任判定之變數（11種變數）所挑出之顯著影響變數做為倒傳遞網路的輸入變數，其變數為：超速、飲酒、天候、道路類別、道路型態、速限、動作、行向、車損部位、筆錄速率與道路優先權共11種肇事變數。

先權共 11 種肇事變數，故每件案例同時輸入其汽車方當事人及機車方當事人之肇事變數資料總共 22 種肇事變數（汽車、機車兩方各 11 種）為此網路模式之輸入變數。

- (3) 輸出結果為模式同時預測汽車方當事人及機車方當事人之肇事責任判定的兩個責任判定結果。意即，同時輸入兩方肇事資料，便分別輸出兩方責任判定的預測結果。

本研究所構建之兩個網路模式如圖 5.2、5.3 所示。

## 路權判斷流程

## 類神經網路模式

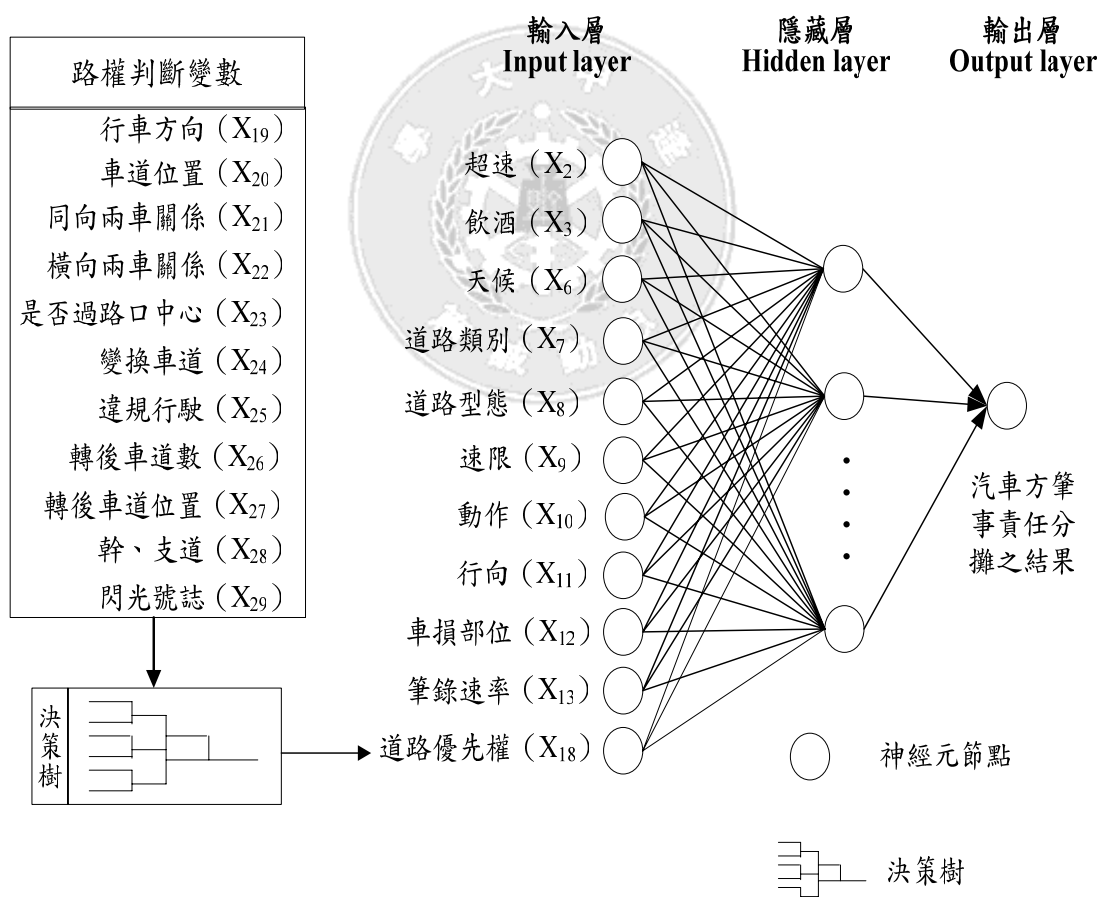


圖 5.2 單方變數輸入模式之一層隱藏層網路架構圖

## 路權判斷流程

## 類神經網路模式

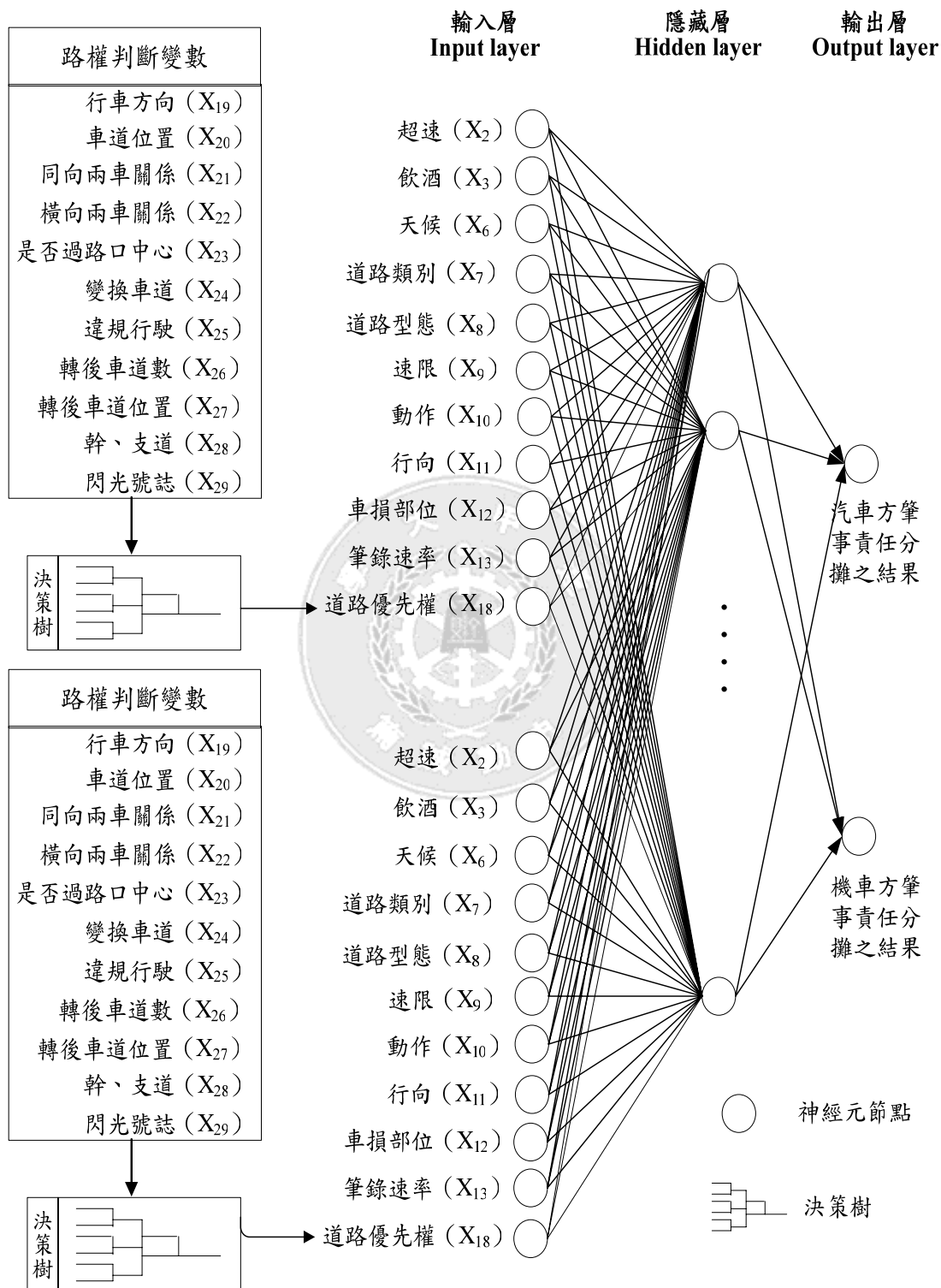


圖 5.3 雙方變數輸入模式之一層隱藏層網路架構圖

### 5.3 模式訓練

本研究在進行模式之構建與驗證前，就已先將總資料900筆肇事當事人資料（450件案件）分為模式訓練組與模式驗證組。故在總資料中將先前所抽取約70%（即630筆）訓練組做為訓練類神經網路之資料筆數，以開始進行模式訓練以建立其預測模式。並利用軟體MATLAB6.5所提供之環境配合撰寫程式，結合本研究前一節所構建兩個模式之設定進行倒傳遞網路之訓練。其中輸入層與隱藏層之轉換函數採用正切雙彎曲轉換函數（Sigmoid threshold transfer function），隱藏層與輸出層之間之轉移函數為線性轉換函數（Linear transfer function）。訓練類神經網路之前，首先要進行網路訓練模式的設定，各設定如表5.1所示，且為了得到各模式之最佳預測績效，本研究嘗試不同學習演算法並針對隱藏層與輸出層節點數做調整。

表 5.1 類神經網路訓練模式相關設定

網路相關 參數設定	單方變數輸入 模式設定值	雙方變數輸入 模式設定值
隱藏層數	1層	1層
隱藏層節點數	分別嘗試5、10、15、 20個節點數	分別嘗試5、10、15、16、 18、20個節點數
輸出層節點數	1個	2個
隱藏層轉換函數	正切雙彎曲轉換函數	正切雙彎曲轉換函數
輸出層轉換函數	線性轉換函數	線性轉換函數
學習演算法	擬牛頓演算法	比例共軛梯度演算法
設定訓練次數	4500次	4500次
設定績效目標	$10^{-6}$	$10^{-6}$

註：正切雙彎曲轉換函數： $a = \frac{e^n - e^{-n}}{e^n + e^{-n}}$ ，線性轉換函數： $a = n$ ； $n$

為各數入變數之值， $a$ 為轉換後之值，通常前推網路之隱藏層內採用正切雙彎曲轉換函數，可允許網路學習到輸入向量與輸出向量間之非線性與線性關係，而線性之輸出層轉換函數，則可以讓網路產生範圍在-1到+1以外的數值。

將本研究900筆事故資料中抽取70%（包含各當事人肇事影響變數與其各鑑定委員對其所做出來的責任判斷）先進行各模式之訓練與學習，並將各模式訓練後所得的預測結果與實際結果進行迴歸分析，來了解所訓練資料之實際值與訓練後預測值的相關性為何，另外也分別將各模式訓練後所得的預測結果與實際結果進行判中率之驗證，倘若模式預測結果與實際值（肇事責任之分攤，Y：1=全部原因，2=主因，3=同為原因，4=次因，5=無因）相差於0.5以內則視為判中，其餘則視為誤判以了解訓練之判中率，各模式結果分述如下：

#### 1. 單方變數輸入模式：

模式訓練後，透過迴歸分析後我們可以得到預測結果與實際結果之相關係數是以25個隱藏層節點之模式所得0.913最大，如圖5.4所示，且訓練結果之判中率是以25個隱藏層節點之模式所得70.92%最高，由結果看來雙方變數輸入模式的隱藏層節點數在超過25個之後，在27個與30個節點時其相關係數以及判中率呈現僵固的狀態，僅有平均誤差有些微下降，就預測績效的觀點來看，25個隱藏層節點即可達到最佳預測結果，因此在雙方變數輸入模式以25個隱藏層節點為最佳訓練模型，其餘結果如表5.2。

表 5.2 單方變數輸入模式之訓練結果

單方變數輸入模式	平均誤差	相關係數	訓練資料判中率
5個隱藏層節點	0.338	0.702	42.85%
10個隱藏層節點	0.328	0.712	46.19%
15個隱藏層節點	0.192	0.844	56.82%
20個隱藏層節點	0.132	0.895	65.07%
21個隱藏層節點	0.137	0.899	66.34%
23個隱藏層節點	0.125	0.901	67.14%
25個隱藏層節點	<b>0.111</b>	<b>0.913</b>	<b>70.92%</b>
27個隱藏層節點	0.109	0.913	70.92%
30個隱藏層節點	0.1088	0.913	70.92%

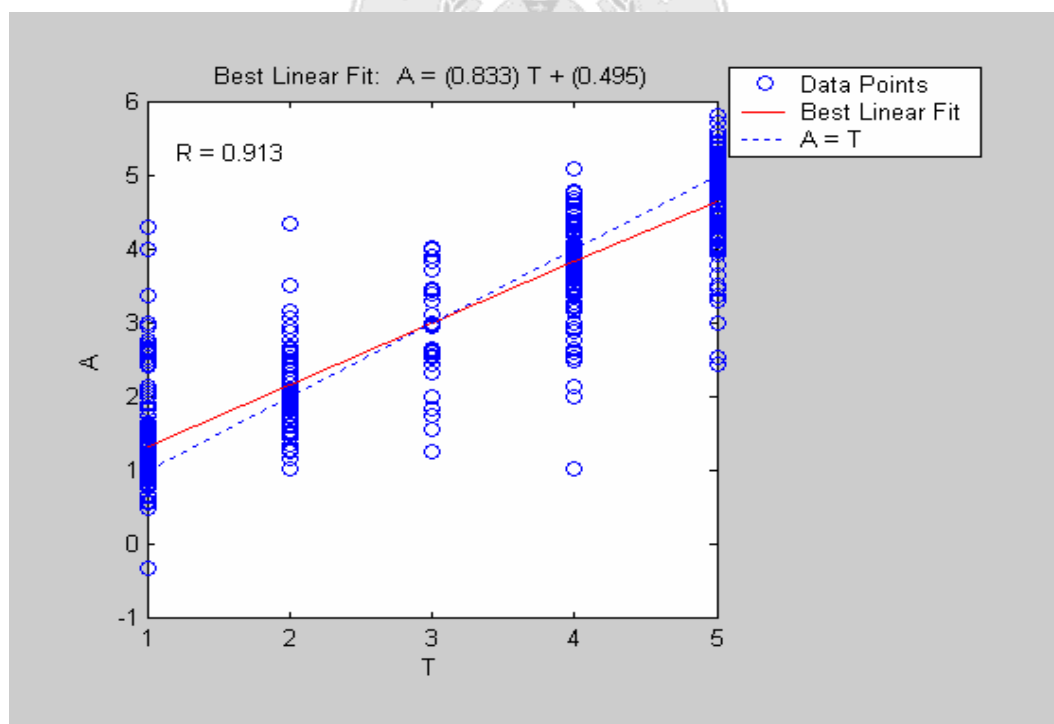


圖5.4 單方變數輸入模式（25個隱藏層節點）訓練結果與實際值迴歸分析，T：實際值，A：訓練資料預測值



## 2. 雙方變數輸入模式：

藉由模式訓練結果，透過迴歸分析後我們可以得到預測結果與實際結果之相關係數是以20個隱藏層節點模式之0.997最大如圖5.5、5.6所示，且訓練結果之判中率是以20個隱藏層節點之模式所得99.68%為最高，由結果看來雙方變數輸入模式的隱藏層節點數在超過20個之後，在25個與30個節點時其相關係數以及判中率呈現僵固的狀態，僅有平均誤差有些微下降，就績效的觀點來看，20個隱藏層節點即可達到最佳預測結果，因此在雙方變數輸入模式以20個隱藏層節點為最佳訓練模型，其餘結果如表5.3所示。

表5.3雙方變數輸入模式之訓練結果

雙方變數輸入模式	平均誤差	相關係數	訓練資料判中率
5個隱藏層節點	0.165	0.867	59.68%
10個隱藏層節點	0.055	0.958	80.35%
15個隱藏層節點	0.007	0.994	88.1%
16個隱藏層節點	0.004	0.995	94.05%
18個隱藏層節點	0.003	0.997	99.37%
20個隱藏層節點	<b>0.0015</b>	<b>0.997</b>	<b>99.68%</b>
25個隱藏層節點	0.00145	0.997	99.68%
30個隱藏層節點	0.00143	0.997	99.68%

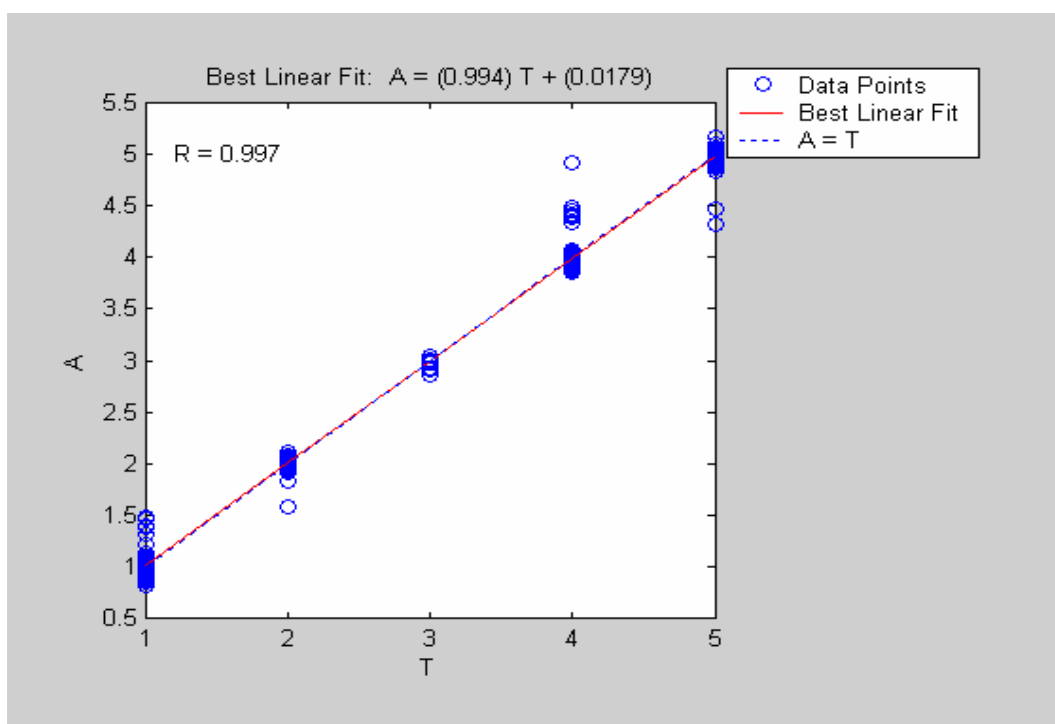


圖5.5 雙方變數輸入模式（25個隱藏層節點）汽車方責任判定訓練結果與實際結果迴歸分析，T：實際值，A：訓練資料預測值

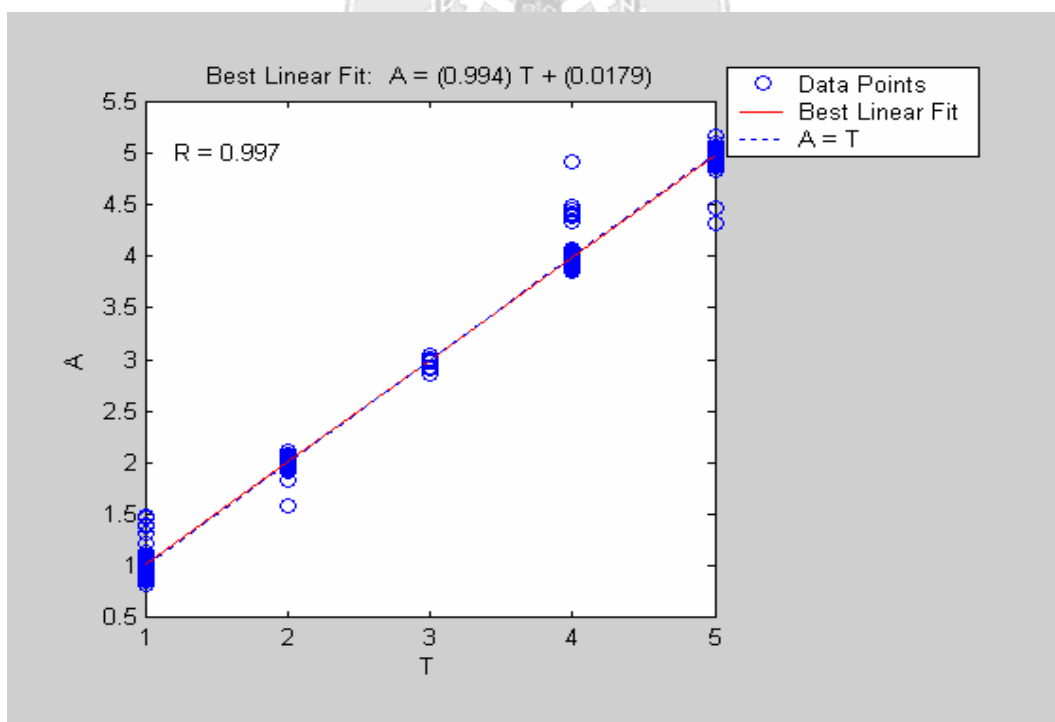


圖5.6 雙方變數輸入模式（25個隱藏層節點）機車方責任判定訓練結果與實際結果迴歸分析，T：實際值，A：訓練資料預測值

綜合上述各類神經網路模式訓練結果，將本文中所構建之兩個訓練模式之相關係數、訓練資料判中率的結果彙整如下表5.4所示，其中以雙方變數輸入模式之訓練判中率為最佳為99.68%，並且以雙方變數輸入模式之實際值與訓練資料預測值之相關係數為最高為0.997。並由兩個訓練結果可知其訓練資料的相關係數與隱藏層節點大致上呈現正相關，意即當隱藏層節點數越大時，其訓練資料之實際值（肇事責任之分攤）與訓練預測值之相關係數越大。由以上的模式訓練結果可知，本研究單方變數輸入模式與雙方變數輸入模式的訓練判中率有明顯差異，顯示出汽機車雙方所輸入的變數影響兩筆之間責任判定。

表 5.4 類神經網路模式訓練結果彙整表

單方變數輸入模式	平均誤差	相關係數	訓練資料判中率
5個隱藏層節點	0.338	0.702	42.85%
10個隱藏層節點	0.328	0.712	46.19%
15個隱藏層節點	0.192	0.844	56.82%
20個隱藏層節點	0.132	0.895	65.07%
21個隱藏層節點	0.137	0.899	66.34%
23個隱藏層節點	0.125	0.901	67.14%
25個隱藏層節點	0.111	0.913	70.92%
雙方變數輸入模式	平均誤差	相關係數	訓練資料判中率
5個隱藏層節點	0.165	0.867	59.68%
10個隱藏層節點	0.055	0.958	80.35%
15個隱藏層結點	0.007	0.994	88.1%
16個隱藏層節點	0.004	0.995	94.05%
18個隱藏層節點	0.003	0.997	99.37%
20個隱藏層節點	0.0015	0.997	99.68%

## 5.4 模式驗證

### 5.4.1 類神經網路模式之驗證

將驗證組270筆肇事資料（沒有以類神經網路訓練與學習的資料）輸入各當事人之肇事影響變數於訓練完成之各個網路模式以進行預測各個當事人之肇事責任判定，並將預測結果與鑑定委員實際判決結果進行驗證其判中率，以了解透過訓練後各模式對於驗證資料之預測結果準確性。

透過驗證結果可知各模式大致上設定一層隱藏層的網路架構之判中率預測結果（其對於肇事當事人責任分攤）與隱藏層節點數有關，一旦增加了隱藏層的節點數目，則預測能力便較佳之趨勢產生，而超過最佳隱藏層節點數之後其預測能力才開始下降，驗證組資料於本研究模式的判中率，分別是以設定隱藏層節點數20個與15個隱藏層節點的預測判中率最好，其中又以雙方變數輸入模式15個隱藏層節點之判中率76.3%為最佳，即雙方變數輸入模式為本研究之最佳模式，且驗證資料之相關係數為0.848；並發現模式假設兩個輸出節點（同時輸出汽車方與機車方之雙方責任判定）相對於模型假設單一輸出節點（僅輸出汽車方或機車方之單方肇事責任判定）有較好之預測結果；而以最佳模式增加隱藏層節點數，其判中率開始下降，故設定15個隱藏層節點為最佳節點數，而訓練資料判中率與驗證資料判中率其落差頗大，可能是本研究所蒐集肇事資料碰撞類型尚未齊全，導致訓練組及驗證組的預測結果有相當差距，最後綜合兩個模式之各相關預測結果彙整於表5.5所示。

表5.5 驗證資料於各類神經網路模式之預測結果彙整表

單方變數輸入模式	驗證資料相關係數	驗證資料判中率
5個隱藏層節點	0.671	38.51%
10個隱藏層節點	0.677	41.48%
15個隱藏層節點	0.806	51.11%
20個隱藏層節點	0.84	<b>57.40%</b>
21個隱藏層節點	0.839	56.25%
23個隱藏層節點	0.825	55.52%
25個隱藏層節點	0.819	53.03%
雙方變數輸入模式	驗證資料相關係數	驗證資料判中率
5個隱藏層節點	0.866	54.81%
10個隱藏層節點	0.847	68.85%
15個隱藏層節點	0.848	<b>76.30%</b>
16個隱藏層節點	0.817	74.81%
18個隱藏層節點	0.802	73.33%
20個隱藏層節點	0.773	72.59%

#### 5.4.2 肇事鑑定統計模式之驗證

為了探討肇事當事人之鑑定責任判定的狀況，並驗證本研究所構建之汽機車碰撞事故類神經網路模式之預測能力，故採取與本研究類神經網路模式相同的肇事資料下，另外構建一個肇事鑑定統計模型－判別分析(Discriminant Analysis)模型，來進行肇事責任之統計分析。此模型所輸入之鑑別變數之挑選主要係根據本研究第三章中藉由卡方檢定所挑選出之對於鑑定責任有重要影響之變數：超速、飲酒、天候、道路類別、道路型態、速限、動作、行向、車損部位、筆錄速率以及道路優先權作為11項影響肇事責任之指標。並將本研究中汽機車碰撞事故共450件案例(900筆肇事當事人資料)分為五組，即肇事之全部原因、主因、同為原因、次因、無肇事原因，將總資料中抽取約

70%（與類神經網路模式所用之訓練組資料相同，即630筆）依據11項影響肇事責任之指標建立判別函數（Linear Discriminant Function），待判別函數構建完成後，再將另外30%的驗證資料以判別函數來判斷該筆資料應屬於何種責任歸屬。

本節係以SPSS統計軟體進行判別分析，將所設地定好之肇事指標與肇事案件進行分析，將其結果摘要如下表5.6、5.7、5.8所示，藉由判別分析（Discriminant Analysis）之結果與類神經網路所構建之模式互相比較，以驗證選取相同的肇事影響變數的統計模式與類神經網路模式兩者間之肇事責任判定的差異性。

透過表5.6可知訓練資料（630筆）之各責任變數之分類統計情形，其中Y=1（肇事責任之全部原因）共189筆佔全體之0.3（189/630），Y=2（肇事責任之主要原因）共109筆佔全體之0.173（109/630），Y=3（同為肇事責任原因）共34筆佔全體之0.054（34/630），Y=4（肇事責任之次因）共125筆佔全體之0.198（125/630），Y=5（肇事責任之無肇事原因）共173筆佔全體之0.274（173/630）。

表5.6 判別分析各組資料分類表

	分類資訊			
Y	次數	權重	比例	事前機率
1	189	189.0000	0.3	0.200000
2	109	109.0000	0.173	0.200000
3	34	34.0000	0.054	0.200000
4	125	125.0000	0.198	0.200000
5	173	173.0000	0.274	0.200000

由表5.7可知透過SPSS軟體所得出之訓練資料之誤判率為45.24%，即訓練資料中有54.76%之準確判中率。

表 5.7 判別分析訓練資料之誤判率

	誤判率評估表					總和
	1	2	3	4	5	
誤判率	0.412	0.413	0.509	0.512	0.416	0.4524
事前機率	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	1

藉由表5.8之結果，我們可將各鑑定變數所相對應之判別參數轉換成此肇事鑑定統計模式的5組（A組：Y=1，肇事責任之全部原因、B組：Y=2，肇事責任之主要原因、C組：Y=3，同為肇事責任原因、D組：Y=4，肇事責任之次要原因、E組：Y=5，無肇事責任原因）線性判別函數，此5組線性判別函數分述如下：

表 5.8 各線性判別函數之參數

線性判別函數表					
變數	1	2	3	4	5
常數	-59.144	-64.599	-56.995	-57.469	-57.469
$x_2$	<b>9.707</b>	<b>10.357</b>	<b>9.353</b>	<b>9.955</b>	<b>10.388</b>
$x_3$	<b>8.569</b>	<b>8.902</b>	<b>8.491</b>	<b>8.898</b>	<b>9.123</b>
$x_6$	<b>12.631</b>	<b>11.929</b>	<b>13.808</b>	<b>11.739</b>	<b>13</b>
$x_7$	-0.357	0.139	-0.169	0.02918	-0.316
$x_8$	0.809	1.595	0.713	1.493	0.76
$x_9$	2.079	2.089	1.907	2.139	2.03
$x_{10}$	0.458	0.752	0.250	0.307	0.318
$x_{11}$	-0.02046	0.516	-0.144	0.453	-0.111
$x_{12}$	1.783	1.441	1.973	1.603	1.81
$x_{13}$	1.172	1.286	1.253	1.178	1.226
$x_{18}$	<b>9.695</b>	<b>8.861</b>	<b>7.721</b>	<b>6.149</b>	<b>5.585</b>

在五組判別函數之下，藉由線性判別函數所校估出之參數可知各影響變數係數大小明顯影響其判定責任，如超速、飲酒、天候以及道路優先權等四個變數之係數值皆大於其他影響變數，平均來看以天候（ $x_6$ ）這個變數係數最大，因此為影響該模式責任判定最大的變數，由此可知該線性判別函數權重以這四個變數為主。

A組（ $Y=1$ ）：肇事責任之全部原因

$$d_A(x) = -59.144 + 9.707x_2 + 8.569x_3 + 12.631x_6 - 0.357x_7 + 0.809x_8 + 2.079x_9 \\ + 0.458x_{10} - 0.02046x_{11} + 1.783x_{12} + 1.172x_{13} + 9.695x_{18}$$

B組（ $Y=2$ ）：肇事責任之主要原因

$$d_B(x) = -64.599 + 10.357x_2 + 8.902x_3 + 11.929x_6 + 0.139x_7 + 1.595x_8 + 2.089x_9 \\ + 0.752x_{10} + 0.516x_{11} + 1.441x_{12} + 1.286x_{13} + 8.861x_{18}$$

C組（ $Y=3$ ）：同為肇事責任原因

$$d_C(x) = -56.995 + 9.353x_2 + 8.491x_3 + 13.808x_6 - 0.169x_7 + 0.713x_8 + 1.907x_9 \\ + 0.25x_{10} - 0.144x_{11} + 1.973x_{12} + 1.253x_{13} + 7.721x_{18}$$

D組（ $Y=4$ ）：肇事責任之次要原因

$$d_D(x) = -57.469 + 9.955x_2 + 8.898x_3 + 11.739x_6 + 0.02918x_7 + 1.493x_8 + 2.139x_9 \\ + 0.307x_{10} + 0.453x_{11} + 1.603x_{12} + 1.178x_{13} + 6.149x_{18}$$

E組（ $Y=5$ ）：無肇事責任原因

$$d_E(x) = -57.469 + 10.388x_2 + 9.123x_3 + 13x_6 - 0.316x_7 + 0.760x_8 + 2.030x_9 + 0.318x_{10} \\ - 0.111x_{11} + 1.810x_{12} + 1.226x_{13} + 5.585x_{18}$$

將驗證樣本（270筆肇事資料）中的卡方檢定所挑選出之對於鑑定責任有重要影響之變數值同時代入以上5組之判別函數，其分組準則是依據 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ 、 $d_5$ 之值最大者來決定，若所求出 $d_A$ 之值同時大於 $d_B$ 、 $d_C$ 、 $d_D$ 、 $d_E$ 之值，則該筆資料將分至A組，若所求出 $d_B$ 之值



同時大於 $d_A$ 、 $d_C$ 、 $d_D$ 、 $d_E$ 之值，則該筆資料將分至B組，若所求出 $d_C$ 之值同時大於 $d_A$ 、 $d_B$ 、 $d_D$ 、 $d_E$ 之值，則該筆資料將分至C組，若所求出 $d_D$ 之值同時大於 $d_A$ 、 $d_B$ 、 $d_C$ 、 $d_E$ 之值，則該筆資料將分至D組，若所求出 $d_E$ 之值同時大於 $d_A$ 、 $d_C$ 、 $d_D$ 、 $d_B$ 之值，則該筆資料將分至E組。

驗證資料的結果顯示待判樣本透過判別函數來判定該筆事故當事人之肇事資料屬於何種肇事責任後，並與鑑定委員實際判斷之鑑定結果相比較，發現此肇事之統計模式之判中率為52.59%（共142筆判中，142/270），誤判率為47.41%（共128筆誤判，128/270）。

## 5.5 類神經網路權重分析

馮正民、邱裕鈞（民93）類神經網路模型之整體架構係以不同神經元（節點）與節線所組成的網路形式，該網路架構與資料型態及預測能力三者間並沒有直接關聯。所以類神經網路不需如傳統統計分析（如迴歸分析）需有先驗知識設定模式型式（model specification），方能進行模式校估。但是迴歸分析之校估結果，可以解釋各個參數之意涵與顯著性，甚至利用ANOVA來測試模型之解釋能力與信賴度，以進一步了解分析對象之特質與關係。相反的，ANN模式之運作常被稱為黑箱作業。因此，分析人員只要提供足夠訓練範例供系統進行訓練，訓練完成後，分析人員將要預測的範例輸入，系統便會計算結果。ANN並不會提供如迴歸分析的相關參數或信賴度供分析人員作進一步模型評估及分析。當然，ANN分析及預測之準確程度，端視訓練範例之質與量而定。訓練範例需有足夠的代表性及涵蓋性，方能產生準確的預測結果。

要解決類神經網路模式訓練結果無法提供系統分析之黑箱作業問題Howes and Crook（1999）提出利用網路權重計算不同的輸入變數影響指標包括，一般影響（general influence，GI）、特定影響（specific influence，SI）及潛在影響（potential influence，PI）分析及解釋輸入及輸出間各變數之相互關係。簡單來講GI根據全部學習訓練範例量度網絡輸入變數或特質與輸出結果的不同相互關聯及影響程度。SI及PI

根據某一特定預測範例量度輸入變數或特質與輸出的不同相互關聯及影響程度。而本研究之主旨並非專注於探討某單一樣本（某單一肇事案例）的輸入變數改變後相對於所造成輸出結果之影響程度，故在此並不利用本研究於5.3節構建雙方變數輸入模式後所得之權重值來探討SI與PI兩個指標之影響肇事鑑定責任之分攤。

Howes and Crook (1999) 假設一個三層的類神經網路，其中包括一層輸出層  $n$  個輸入層節點，一層隱藏層  $h$  個隱藏層節點，一層輸出層 1 個輸出層節點，其 GI 值之計算方式如下式 (1) 所示：

$$GI(x_i, net) = \frac{\sum_{j=1}^h \left| \left( \frac{w_{ji}}{\sum_{k=0}^n |w_{jk}|} \right) v_j \right|}{\sum_{j=0}^h |v_j|}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$w_{ji}$  : 由第  $i$  個輸入層節點到第  $j$  個隱藏層節點之權重值

$v_j$  : 由第  $j$  個隱藏層節點到輸出節點之權重值

因此，本研究藉由5.3節所構建的類神經網路模式於訓練過程中各節線上所得的權中值來建立類神經網路之權重指標，以探討不同輸入變數相對於對鑑定結果之重要程度與影響大小。因此，本文將以驗證結果之判中率最準確的最佳模式（即雙方變數輸入模式）為基礎，進行網路權重分析，而雙方輸入模式的網路架構為三層，其中包括有22個輸入層節點、15個隱藏層節點、2個輸出結果與式 (1) 只假設1個輸出有所不同，故將式 (1) 推廣如下式 (2) 所示， $m$  為輸出層點數。

$$GI(x_i, net) = \frac{\sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^h \left| \left( \frac{w_{ji}}{\sum_{k=0}^n |w_{jk}|} \right) v_{lj} \right|}{\sum_{l=1}^m \sum_{j=0}^h |v_{lj}|}, \quad i = 1, 2, \dots, n ; l = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$w_{ji}$  : 由第  $i$  個輸入層節點到第  $j$  個隱藏層節點之權重值

$v_{jl}$  : 由第  $j$  個隱藏層節點到第  $l$  個輸出節點之權重值

故透過式(2)計算雙方變數輸入模式的22個鑑定變數(汽車方、機車方各11個變數)對於責任判定的一般影響指標(general influence, GI)將其分為汽車方與機車方之GI值並由大至小排列如下表5.9所示。

表5.9 雙方變數輸入模式鑑定變數之GI值

汽車方之鑑定變數	GI 值	機車方之鑑定變數	GI 值
超速	0.096	超速	0.055
飲酒	0.059	飲酒	0.069
天候	0.070	天候	0.073
道路類別	0.072	道路類別	0.070
道路型態	0.054	道路型態	0.064
速限	0.064	速限	0.067
動作	0.072	動作	0.105
行向	0.143	行向	0.101
車損部位	0.082	車損部位	0.075
筆錄速率	0.083	筆錄速率	0.059
道路優先權	0.086	道路優先權	0.088

由表5.9所得之GI值總共包括了汽車方與機車方兩類當事人之鑑定變數，但本文主要是要探討不同輸入變數相對於對鑑定結果之重要程度與影響大小，因此，綜合汽機車雙方之GI值，並依其影響程度之大小整理如表5.10所示，以了解不同鑑定變數對於肇事責任判定之影響程度。

因此，由表5.10不同GI值之大小程度可知於雙方變數輸入模式所挑選之鑑定變數相對於肇事責任判定之影響程度最大為行向(對向、同向、橫向以及路邊起駛)，GI值為0.245；對責任影響程度第二大之鑑定變數為動作(直行、右轉、左轉、左迴轉、停車、倒車等)，

GI 值為 0.178；對責任影響程度第三大之鑑定變數為道路優先權（有優先權及無優先權），GI 值為 0.175；其次為車損部位 GI 值為 0.158；再其次為超速，GI 值為 0.152；天候 GI 值為 0.143；道路類別 GI 值為 0.142；筆錄速率 GI 值為 0.142；速限 GI 值為 0.132；飲酒 GI 值為 0.129；而影響程度最低的為道路型態 GI 值為 0.119。

表 5.10 綜合汽機車雙方鑑定變數之 GI 值彙整表

影響程度（1 最大，11 最小）	鑑定變數	綜合後之 GI 值
1	行向	0.245
2	動作	0.178
3	道路優先權	0.175
4	車損部位	0.158
5	超速	0.152
6	天候	0.143
7	道路類別	0.142
8	筆錄速率	0.142
9	速限	0.132
10	飲酒	0.129
11	道路型態	0.119

故可知行向、動作、道路優先權、車損部位、超速等影響責任頗為明顯，其 GI 值皆在 0.15 以上，而天候、道路類別、筆錄速率、速限、飲酒及道路型態對肇事責任影響較低。

其中模式變數的卡方檢定值排序為道路優先權、道路型態、行向、道路類別及動作的卡方檢定值皆在 70 以上，其顯著性排序與本研究類神經網路模式之影響變數的 GI 值排序有所差異，原因可能為研究方法不同，導致顯著變數無法與 GI 值在類神經網路模式中權重相符，也反映出類神經網路之預測屬於黑箱作業，其隱藏層所連結之非線性關係，無法與一般統計相互比擬。

為了達到類神經網路模式之測試績效，本研究在對最佳模式作權重分析後，將影響程度較高的變數做縮減變數的測試，利用 GI 值在 0.15 以上之影響變數如行向、動作、道路優先權、車損部位及超速五個變數建立驗證模式，以測試精簡變數後是否也可以有效率並準確預測責任。每件案例同時輸入其汽車方當事人及機車方當事人之肇事變數資料總共 10 種肇事變數（汽車、機車兩方各 5 種）為此網路模式之輸入變數。輸出結果為模式同時預測汽車方當事人及機車方當事人之肇事責任判定的兩個責任判定結果，同時輸入兩方肇事資料，便分別輸出兩方責任判定的預測結果。

表 5.11 精簡型類神經網路模式之預測結果彙整表

精簡型類神經網路模式	訓練資料判中率	驗證資料判中率
5個隱藏層節點	45.71%	42.96%
10個隱藏層節點	64.76%	61.48%
15個隱藏層節點	72.70%	69.63%
20個隱藏層節點	79.68%	<b>70.07%</b>
21個隱藏層節點	79.78%	69.85%
23個隱藏層節點	79.41%	68.33%
25個隱藏層節點	<b>80.46%</b>	67.11%
30個隱藏層節點	80.46%	65.51%

藉由模式訓練與驗證結果，訓練資料判中率是以 25 個隱藏層節點之模式所得 80.46% 為最高，但在其隱藏層節點數超過 20 個以後，其訓練判中率維持在固定狀態，而驗證資料判中率是以 20 個隱藏層節點之模式所得 70.07% 為最高，分析過程看來精簡變數之模式的隱藏層節點數在超過 20 個之後，驗證判中率呈現下降的趨勢。其最佳驗證判中率略低於權重分析前之最佳模型，因此在本研究中精簡變數後無法更準確預測責任結果，所以本研究建議需蒐集完整的變數資料以利準確預測肇事責任。

## 5.6 小結

本研究針對於汽機車碰撞事故構建了肇事鑑定類神經網路模式與肇事鑑定統計模式來互相比較其判中率，將原始樣本分為訓練組與驗證組兩部分，分別以訓練組訓練學習鑑定委員之肇事責任判斷，再以驗證組資料來進行肇事鑑定類神經網路模式與肇事鑑定統計模式之判中率之比較。

類神經網路模式訓練後之判中率是以雙方變數輸入模式中的20個隱藏層節點的訓練資料判中率99.68%為最高，而肇事鑑定統計模式訓練資料判中率為54.76%。並再將此兩類模式以驗證組資料進行驗證，發現類神經網路模式之雙方變數輸入模式中的15個隱藏層節點之判中率最佳為76.3%。而肇事鑑定統計模式之驗證後的判中率僅為52.59%。此外，藉由表5.5之結果可知雖然類神經網路模式之單方變數輸入模式中的20個隱藏層節點之驗證判中率僅57.4%，但仍舊優於統計模式驗證判中率52.59%，且本研究將影響程度較高的變數做縮減變數的測試，其驗證資料最高之判中率70.07%還是略低於最佳模式，故綜合訓練、驗證以及精簡變數之結果可知由類神經網路雙方變數輸入模式中的15個隱藏層節點所構建之汽機車碰撞事故的專家系統（為本研究之最佳模式），其次不管是訓練資料或是驗證資料之判中率皆優於由統計模式所構建的模式，有較佳之預測肇事責任分攤之能力。

此外，藉由所求得類神經網路最佳模式之權中值來建立類神經網路之權重指標，發現對於肇事責任判定之影響程度最大為行向（對向、同向、橫向以及路邊起駛），GI值為0.245；對責任影響程度第二大之鑑定變數為動作（直行、右轉、左轉、左迴轉、停車、倒車等），GI值為0.178；對責任影響程度第三大之鑑定變數為道路優先權（有優先權及無優先權），GI值為0.175；其次為車損部位，GI值為0.158；再其次為超速，GI值為0.152；天候，GI值為0.143；道路類別，GI值為0.142；筆錄速率GI值為0.142；速限GI值為0.132；飲酒GI值為0.129；而影響程度最低的為道路型態GI值為0.119。

## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

本研究之主旨是欲利用蒐集台灣省車輛行車事故覆議鑑定委員會之肇事鑑定案件資料進行汽機車碰撞事故專家系統之模式構建，藉由所蒐集之肇事資料來透過本研究模式進行肇事責任判定之預測，以提供可供參考之肇事責任判斷準則範例。本研究之結論與建議分述如下。

1. 藉由交叉分析篩選後挑選了顯著影響肇事鑑定責任（Y，全部原因、主因、同為原因、次因、無因）之變數作為類神經網路輸入變數，其交叉分析挑選了超速、飲酒、天候、道路類別、道路型態、速限、動作、行向、車損部位、筆錄速率與道路優先權。
2. 透過 MATLAB6.5 之環境進行構建類神經網路模式（Artificial Neural Network）的架構，以台灣省肇事鑑定覆議案例之判決模仿類似鑑定委員之判斷決策行為，並發現模式中以雙方變數輸入模式之預測結果最佳。
3. 利用倒傳遞網路訓練模擬分析方法，分別訓練模擬分析各網路結構組合，彙整分析結果建議採用雙方變數輸入模式來做為預測汽機車碰撞事故之專家系統（交叉分析所挑之變數且一層隱藏層其隱藏層中神經元數目為 15 個），訓練樣本之判定正確率約 88.1%；模擬資料之判定正確率約 76.3%，此類神經網路模式訓練資料與驗證資料之判中率結果皆優於統計模式。
4. 利用肇事鑑定統計模型－判別分析（Discriminant Analysis）模型進行模式訓練與驗證，其訓練資料集之判中率為 54.76%，而透過驗證資料集之判中率結果為 52.59%。

5. 經過模式驗證結果可知本研究各模式大致上隱藏層節點數設定越多，則預測能力便有越佳之趨勢產生；但是到了一個界限之後的預測能力會趨於下降，並發現模式假設單一輸出節點（僅輸出甲方或乙方之單方肇事責任判定）與模型假設兩個輸出節點（同時輸出甲方與乙方之雙方責任判定）其驗證之判中率差異性非常顯著，可知肇事責任的判定需有兩方的輸入影響變數，才可較為準確的預測責任分攤，其中模型假設兩個輸出節點之雙方變數輸入模式為最佳。
6. 藉由類神經網路之權重值來建立類神經網路之權重指標（GI），發現對於肇事責任判定之影響程度最大的鑑定變數為行向（對向、同向、橫向以及路邊起駛），GI 值為 0.245；對責任影響程度第二大之鑑定變數為動作（直行、右轉、左轉、左迴轉、停車、倒車等），GI 值為 0.178；對責任影響程度第三大之鑑定變數為道路優先權（有優先權及無優先權），GI 值為 0.175；其次為車損部位，GI 值為 0.158；再其次為超速，GI 值為 0.152；天候，GI 值為 0.143；道路類別，GI 值為 0.142；筆錄速率（超速與否與程度）GI 值為 0.142；速限 GI 值為 0.132；飲酒 GI 值為 0.129；而影響程度最低的為道路型態 GI 值為 0.119。

## 6.2 建議

1. 往後更可以本研究所構建之模型，進一步將肇事案例加以細分進行研究，分別以不同肇事型態如路口對向直行、路段同向直行等多種碰撞型態，深入探討其不同肇事特性之責任判定，以提昇對於肇事責任之預測能力。
2. 肇事鑑定是相當複雜與艱難的工作，其事故發生種類繁多，且各肇事狀況也有所出入，甚至鑑定專家於判斷同樣案例之認知可能會有些微差異，本研究所採納的 900 筆肇事當事人資料（450 件案件）來構建汽機車碰撞的專家系統尚顯不足，往後應納入更多之肇事案例提供類神經網路之學習，以掌握各種具代表性的肇事



案例做為類神經網路之訓練學習，以達更佳之預測結果。

3. 本研究肇事鑑定統計模式僅採用線性判別分析，無法與類神經網路鑑定模式在平等的基礎下相互比較，未來可針對該統計模式採用非線性判別分析，以利於肇事鑑定統計模式得到最佳預測結果。



## 參考文獻

### 1.國內部分

- 【1】 王肇基，民國 86 年 1 月「行車事故之鑑定與分析」，律師雜誌 1 月號第 208 期，頁 33-45。
- 【2】 方守潔，民國 93 年 6 月，「兩車碰撞事故之肇事鑑定專家系統」，私立逢甲大學交通工程與管理所碩士論文。
- 【3】 呂孟學，民國 89 年 6 月，「應用類神經網路於即時停車需求預測之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
- 【4】 李開，民國 91 年，「行車事故鑑定制度之研究」，私立中國文化大學法學院政治學研究所碩士論文。
- 【5】 林郁志，民國 86 年 6 月，「都市地區肇事嚴重程度之分析研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
- 【6】 吳宗修，民國 87 年 6 月，「非號誌化路口事故責任鑑定原則之探討」，八十七年道路交通安全與執法研討會，頁 279-287。
- 【7】 吳光昇，民國 88 年 6 月，「道路交通事故鑑定滿意度調查及其作業機制之檢討研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【8】 周文生、陳蔚文，民國 88 年 11 月，「道路交通事故肇事原因分析程式之研究」，民國八十八年道路交通安全與執法研討會，頁 279-287。
- 【9】 周雍傑，民國 89 年 6 月，「以類神經網路探討都市地區肇事嚴重程度之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
- 【10】 陳高村，民國 78 年 6 月，「道路交通事故處理程序與鑑定制度之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【11】 陳高村，民國 87 年 6 月，「不同碰撞型態行為肇事原因分析與責任鑑定」，八十七年道路交通安全與執法研討會，頁 267-278。
- 【12】 陳蔚文，民國 88 年 6 月，「道路交通事故肇事原因分析程序性模式之研究」，國立中央警察大學交通管理研究所碩士論文。
- 【13】 陳高村，民國 93 年二版，「道路交通事故處理與鑑定」，尚偉印刷事業有限公司。
- 【14】 許正文，民國 90 年 6 月，「交通事故筆錄專家系統之研究」，國立中央警

察大學交通管理研究所碩士論文。

- 【15】黃靖南，民國 73 年 5 月，「臺灣區中山高速公路肇事分析與預測模式之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【16】黃志偉，民國 91 年 6 月，「高速公路肇事處理時間預測之研究-應用類神經網路分析」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
- 【17】張新立，民國 78 年 12 月，「影響二車道公路行車安全因素之研究」，運輸計畫季刊，第十八卷，第四期，頁 441-450。
- 【18】馮正民、邱裕鈞，民國 93 年，「研究分析方法」，建都文化事業股份有限公司。
- 【19】楊憲國，民國 91 年 8 月，「以類神經網路推導路口交通事故成因與改善之研究」，私立逢甲大學交通工程與管理所碩士論文。
- 【20】楊宗璟、艾嘉銘，中華民國 91 年 12 月，「交通違規事故責任鑑定影響因素之統計分析及模式建構」，中華民國運輸學會第 17 屆論文研討會，頁 441-450。
- 【21】楊宗璟、黃啟倡，中華民國 93 年 11 月，「道路上被超車之車輛發生事故時如何可免除責任之鑑定資料分析」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會。
- 【22】楊宗璟、艾嘉銘，中華民國 93 年 11 月，「各類型交通事故責任鑑定共同影響因素與其程度研判模式之構建」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會。
- 【23】楊宗璟、侯志隆、葉曉雯，中華民國 93 年 11 月，「直行車與同向右轉車發生碰撞時致使一方無肇事責任之鑑定資料分析」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會。
- 【24】楊宗璟、林芳誼，中華民國 93 年 11 月，「路段中變換車道者與同向直行車發生碰撞事故責任與傷亡統計模式之構建」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會。
- 【25】楊宗璟、陳婉郁，中華民國 93 年 11 月，「無號誌且無幹支道區分路口橫向事故責任與傷亡統計分析及模式構建」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會。
- 【26】葉怡成，民國 92 年 3 月，「類神經網路模式應用與實作」，儒林圖書有限公司。

- 【27】 葉名山、林世淵，中華民國 93 年 11 月，「事故鑑定芻型與理賠機制之研究」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會。
- 【28】 廖信智，民國 91 年，「事故原因鑑定準則之研擬」，國立中央警察大學交通管理研究所碩士論文。
- 【29】 藍武王、戚培芳，民國 85 年，「中山高速公路肇事分析模式之構建-一般線性模式之應用」，運輸學刊，第九卷第二期，頁 93-120。
- 【30】 魏開元，民國 88 年 7 月，「由肇事碰撞構圖及類神經網路推導肇事工程因素研究」，成功大學交通理研究所碩士論文。
- 【31】 羅華強，民國 90 年 9 月，「類神經網路—MATLAB 的應用」，清蔚科技股份有限公司。
- 【32】 蘇志強、趙崇仁，民國 85 年 12 月，「應用類神經網路鑑別中山高速公路危險路段之研究」，中華民國運輸年會第十一屆學術論文研討會，第二冊，頁 501-512。

## 2.國外部分

- 【1】 Abdel-Aty, M. A.and Radwan, A. E. (2000) , “*Modeling traffic accident occurrence and involvement,*” Accident Analysis and Prevention, Vol.32, pp.633-542.
- 【2】 Al-Ghamdi, Ali S. (2002) , “*Using logistic regression to estimate the influence of accident,*” Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, No. 6, pp. 729-741.
- 【3】 Al-Ghamdi, Ali S. (2003) , “*Analysis of traffic accidents at urban intersections in Riyadh,*” Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, No. 5, pp. 717-724.
- 【4】 Daniel, B., Campbell, K., and Green, P. E. (1993) , “*Accident rates for heavy truck-tractors in Michigan,*” Accident Analysis and Prevention, Vol.25, No.3, pp.307-321.
- 【5】 Greibe, P. (2003) , “*Accident prediction models for urban roads,*” Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, No. 2, pp.273-285.
- 【6】 Hasnemi, Ray R., Le Blanc Louis A., Rucks, Conway T. and Shearry, A. (1995) , “*A neural network for transportation safety modeling,*” Expert Systems with Applications, Vol. 9, No3, pp.247-256.
- 【7】 Howes, P. and Crook N. (1999) , “*Using input parameter influences to support the decision of feedforward neural networks,*” Neurocomputing 24, pp.191-206.

- 【8】 Ivan, J., and O' Mara, P. (1997) , “ *Prediction of traffic accident rates using Poisson regression,*” Presented at the 76th Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- 【9】 Ivan, John N. (1997) , “ *Neural network representations for arterial street incident detection data fusion,*” Transportation Research Part C, Vol. 5, No. 3/4, pp. 245-254.
- 【10】 Ivan, J. N., Pasupathy, R. K., and Ossenbruggen, P. J. (1999) , “ *Differences in causality factors for single and multi-vehicle crashes on two-lane roads,*” Accident Analysis and Prevention, Vol.31, pp.695-704.
- 【11】 Jin, X., Srinivasay D. and Chou, R. L. (2002) , “ *Comparative appraisal of adaptive ANN-based freeway incident detection models,*” The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems, Singapore, Vol. 3-6, pp. 720-726.
- 【12】 Kraus, Jess F., et al. (1993) , “ *Epidemiological Aspects of Fatal and Severe Injury Urban Freeway Crashes,*” Accident Analysis and Prevention, Vol.25, No.3, pp.229-239.
- 【13】 Levine, N., Kim, K. E., and Nitz, L. H.(1995) , “ *Daily fluctuations in Honolulu motor vehicle accidents,*” Accident Analysis and Prevention, Vol.27, No.6, pp.785-796.
- 【14】 Miaou, S., Hu, P., Wright, T., Rathi, A., and Davis, S. (1992) , “ *Relationship between truck accidents and highway geometric design: a Poisson regression approach,*” Transportation Research Record 1376, pp. 10-18.
- 【15】 Mussone, L., Ferrari, A. and Oneta, M. (1999) , “ *An analysis of urban collisions using an artificial intelligence,*” Accident Analysis and Prevention, Vol. 31, No. 6, pp. 705-718.
- 【16】 Poch, M., Mannering, F. (1996) , “ *Negative binomial analysis of intersection,*” Journal of Transportation Engineering, Vol.12, No. 1, pp. 105-113。
- 【17】 Shankar, V., Mannering, F., & Barfield, W. (1996) , “ *Effect of roadway geometrics and environmental factors on rural freeway accident frequencies,*” Accident Analysis and Prevention, Vol.27, No.3, pp.371-389.
- 【18】 Sunanda Dissanayake and Jian John Lu, (2002) , “ *Factors Influential in Making An Injury Severity Difference to Older Drivers Involved in Fixed Object-Passenger Car Crashes,*” Accident Analysis and Prevention, Vol.34, pp.609-618.