

兩車碰撞事故鑑定之基因邏輯規則模式

邱裕鈞¹ 陳俊宇²

摘要

國內每年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荷相當沉重。此外，事故責任之界定涉及專業領域，鑑定委員需靠專業知識與經驗累積，故無法一夕間造就。因此，應以更具效率、精確的方法來解決肇事鑑定所面臨龐大案件之壓力，以及人事更替時專業知識傳承之銜接問題。推理邏輯規則 (If-then logic rules) 為一普遍運用之專家系統，且透過基因演算法 (genetic algorithms, GAs) 之學習功能，可利用樣本學習方式，自動產生最佳邏輯規則組成，希藉此淬取鑑定委員之推理邏輯規則，如此對鑑定經驗之傳承與鑑定原理之探究將更有助益。基此，本文以 89~91 年肇事鑑定案例，挑選出地鑑會與覆議會鑑定結果一致案件為基礎，篩選兩車碰撞事故案例，共計 538 件，1,076 筆資料作為基因邏輯規則訓練及驗證資料庫，結果顯示訓練資料判中率為 68.30%，驗證資料判中率為 64.29%，入選之 10 條邏輯規則，亦均與一般專業鑑定經驗相符，顯示本模式確具可用性。

關鍵詞：肇事鑑定、基因演算法、推理邏輯規則

壹、前言

我國行車事故鑑定制度自實行以來已四十餘年，隨著時間與環境長期變遷下，處理當前交通肇事問題之鑑定方法與方式，及鑑定行車事故之體制與存在之問題，當應所改進以與當前環境所需相符；並且鑑定結果為判斷雙方當是人肇事責任之關鍵，故鑑定結果之公平性與正確性相當重要。現行行車事故鑑定制度是透過十四個各地區車輛行車事故鑑定委員會(車鑑會)與三個臺灣省車輛行車事故覆議委員會(覆議會)來審理，然全國有上萬件交通事故鑑定案申請案需透過各地地方鑑定會審理，其負荷相當沉重。因此，應尋求更具效率的方法來解決案件龐大負擔問題，以減輕鑑定委員壓力，且龐大審核案件壓力可能導致疏失問題產生，另外，鑑定工作相關專業人員長期以來所累積的處理經驗或判斷決策行為，也因缺乏完整制度與方法，以致人事更替時專業知識較難傳承銜接，所以應建立一良好的肇事決策機制或準則來提供鑑定委員有一套鑑定基準可循，希可減少鑑定時程過久與經驗傳承不良之狀況。

肇事之相關文獻大多以分析事故肇因為主，其研究方法則多採統計分析，如線性迴歸(Greibe[1])、負二項迴歸(Poch 和 Mannering[2])、卜松迴歸(林郁志[3])多變量分析(許正文[4])…等，對於分析對象通常為市區之路口、路段肇事、

¹ 逢甲大學交通工程與管理學系副教授 (聯絡地址：台中市 407 西屯區文華路 100 號，電話：04-24517250 轉 4666，E-mail: ycchiou@fcu.edu.tw)

² 逢甲大學交通工程與管理學所研究生

高速公路之事故等，至於影響肇事之相關因子則如發生地點、事故型態、碰撞型態、事故時間、肇事原因、年齡、國籍、車輛種類、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、交通量等。另外，對於事故責任鑑定之研究，類神經網路(邱裕鈞和方守潔[5])、決策樹(陳高村[6])…等資料探勘技術，近年來也都陸續被運用在交通事故責任鑑定中。

邏輯推理是科學研究和處理問題的重要方法。根據事實材料和事物之間的聯繫，透過電腦運算技術，模仿人類專家之行為進行分析、推論，判斷或控制。此種方式即稱為邏輯推論或是邏輯控制。而邏輯規則是邏輯推理的主要部份，是If-then的推理規則。一條邏輯規則通常包括前提及結論兩部份，即If前提，then結論。我們常令「If前提」為前半部(antecedent part)，「then結論」為後半部(consequent part)。此外，以邏輯推理(控制)結合模糊理論而成的模糊邏輯推理，或是結合模糊理論與遺傳演算法而成的基因模糊邏輯推理(控制)，於運輸領域運用非常廣泛(例如，Lotan和Koutsopoulos[7]、邱裕鈞和藍武王[8]等)。但尚未有應用於交通事故鑑定之相關研究。基此，本文乃嘗試利用基因邏輯規則模式構建一套肇事鑑定專家系統，透過基因演算法(genetic algorithms, GAs)之學習功能，可利用樣本學習方式，自動產生最佳邏輯規則組成，希對於交通事故責任鑑定能達到相當高之準確率。本文章節安排如後，第三節針對資料進行說明與選取變數，第四節說明以GAs建構推理邏輯規則(If-then logic rules)之模式，第五節針對建構模式進行驗證，最後提出結論與建議。

貳、資料說明與變數選取

2.1 資料說明及路權判斷

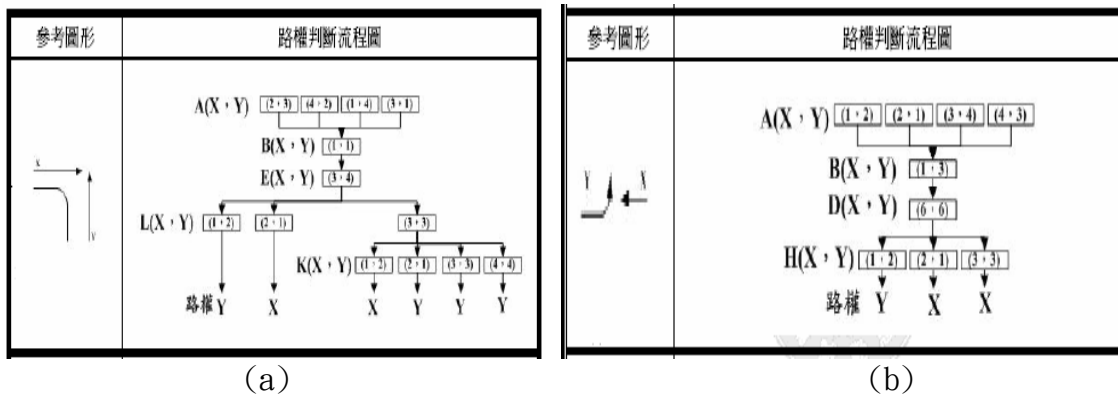
本文採用資料庫以89~91年肇事鑑定案例，挑選出地鑑會與覆議會鑑定結果一致案件為基礎，篩選兩車碰撞事故案例，共計538件，1,076位當事人作為研究對象。在探討兩車碰撞事故中挑選影響肇事責任的變數共24個(包含：區別(X_1)、性別(X_2)、年齡(X_3)、車種(X_4)、超速(X_5)、飲酒(X_6)、教育程度(X_7)、駕照(X_8)、天色(X_9)、天候(X_{10})、道路類別(X_{11})、道路型態(X_{12})、速限(X_{13})、行向(X_{14})、車損部位(X_{15})、筆錄速率(X_{16})、是否預見(X_{17})、採取措施(X_{18})、是否煞車(X_{19})、駕傷(X_{20})、乘傷(X_{21})、駕亡(X_{22})、乘亡(X_{23})、路權(X_{24})。其中針對路權此變數特別提出說明，邱裕鈞、方守潔[5]將路權(即道路優先權)依據澳洲Ogden(1996)編寫之「安全道路：道路安全工程手冊(Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering)」一書之內容中，參考不同肇事型態(即交叉路口-橫向事故、對向行車事故、同向行車事故、與路邊停車路邊起駛有關之事故)之分類為基礎，針對雙方駕駛皆於事故發生前正正規行駛於道路上，依照雙方相會所發生之衝突判斷兩車碰撞事故發生後路權歸屬之判斷分析。

判斷準則依據彙整國內相關路權法規的觀念，舉出正常狀況下常見且較易判斷之兩車事故狀況，透過兩車行車方向、當時動作、雙方所在車道位置、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…等相對情形與條件(其相關變數設定如表一所示)，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兩車碰撞事故之路權判斷分析。

表一 路權判斷之相關變數設定

變數項目 (X: 甲方, Y: 乙方)	變數內容
A. 行車方向	1 東向西 2 西向東 3 南向北 4 北向南
B. 動作	1 直行 2 右轉 3 左轉 4 迴轉
C. 車道位置	1 內車道 2 外車道 3 中間車道 4 慢車道 5 單車道
D. 同向兩車關係	1 前車 2 後車 3 左方車 4 右方車 5 路邊起駛 6 對向
E. 橫兩車關係	1 前車 2 後車 3 橫向左方車 4 橫向右方車 5 路邊起駛
F. 是否過路口	1 否 2 是 3 非路口
G. 變換車道	1 無 2 有 3 超車
H. 違規行駛	1 入侵對向車道 2 逆向 3 無違規 4 不明 5 未行駛於專用道路上 6 未依標誌標線
I. 轉後車道數	1 直行 2 右轉 3 左轉 4 迴轉
K. 幹、支道	1 幹道 2 支道 3 不明 4 同為幹支道
L. 閃光號誌	1 閃紅 2 閃黃 3 無閃光號誌

以圖一(a)為例，在事故型態為交叉路口-橫向事故的情形下，若 A. 行車方向為甲方 2(西向東)、乙方 3(南向北)→B. 動作為甲方 1(直行)、乙方 1(直行)→E. 橫向事故關係為甲方 3(橫向左方車)、乙方 4(橫向右方車)→L. 閃光號誌為甲方 1(閃紅)、乙方 2(閃黃)則判斷路權為乙方所有。圖二(b)為事故型態為對向行車事故的情形下，若 A. 行車方向為甲方 1(東向西)、乙方 2(西向東)→B. 動作為甲方 1(直行)、乙方 3(左轉)→D. 同向兩車關係為甲方 6(對向)、乙方 6(對向)→H. 違規行駛甲方 3(無違規)、乙方 3(無違規)則判斷路權為甲方所有。



圖一 路權判斷流程

2.2 變數選取

將資料庫中隨機抽取 70% 樣本 (即 754 筆) 作為基因邏輯規則模式訓練資料筆數。另外 30% (即 322 筆) 肇事當事人資料對於所建立之模式予以驗證。將所挑出的 754 筆資料進行統計學的交叉分析，利用統計軟體 SPSS 之交叉分析表功能進行卡方檢定來分析不同肇事變數對於肇事責任的顯著影響情形，由卡方檢定結果得知性別 (X_2)、年齡 (X_3)、教育 (X_7)、駕照 (X_8)、天色 (X_9)、天候 (X_{10})、速限 (X_{13})、採取措施 (X_{18})、是否煞車 (X_{19})、駕傷 (X_{20})、乘傷 (X_{21})、乘亡 (X_{23}) 共 12 項變數皆未達到顯著水準；其餘的影響變數：區別 (X_1)、車種 (X_4)、超速

(X_5)、飲酒(X_6)、道路類別(X_{11})、道路型態(X_{12})、行向(X_{14})、車損部位(X_{15})、筆錄速率(X_{16})、是否預見(X_{17})、駕亡(X_{22})、路權(X_{24})共12項變數則達顯著差異。其將變數內容彙整於表二所示。

表二 變數定義與說明

變數項目	變數內容
肇事責任	1 主因 2 部分主因 3 同為原因 4 部分次因 5 無因
區別 (X_1)	1 不明(筆錄無記錄) 2 省道 3 縣道 4 鄉道 5 市區道路 6 村里道路
性別 (X_2)	1 男 2 女
年齡 (X_3)	1 20歲以下 2 21歲~35歲 3 36歲~50歲 4 51歲~65歲 5 65歲以上
車種 (X_4)	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)
超速 (X_5)	1 嚴重超速(超過速限 20km/hr) 2 超速(超過速限 0~20km/hr 之間) 3 無 4 不明
飲酒 (X_6)	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
教育 (X_7)	1 不識字 2 國中小 3 高中職 4 專科以上
駕照 (X_8)	1 有 2 無(已達考照年齡) 3 無(未達考照年齡) 4 不明
天色 (X_9)	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_{10})	1 有雨 2 無雨
道路類別 (X_{11})	1 不明(筆錄無記錄) 2 省道 3 縣道 4 鄉道 5 市區道路 6 村里道路
道路型態 (X_{12})	1 路段(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
速限 (X_{13})	1 30km/hr 2 40km/hr 3 50km/hr 4 60km/hr 5 70km/hr 8 不明(筆錄無資料)
行向 (X_{14})	1 對向 2 同向 3 橫向(左方車) 4 橫向(右方車)
車損部位 (X_{15})	1 前、右前 2 右側、右後 3 後、左後 4 左側、左前 5 無或不明
筆錄速率 (X_{16})	1 30km/hr 以下 2 31km/hr~40km/hr 3 41km/hr~50km/hr 4 51km/hr~60km/hr 5 61km/hr~70km/hr 6 70km/hr 以上 7 不明
是否預見 (X_{17})	1 是(有) 2 否(無) 3 不明
採取措施 (X_{18})	1 無 2 閃(向右閃、向左閃) 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_{19})	1 煞後撞 2 撞後煞 3 不明 4 否
駕傷 (X_{20})	1 有 2 不明(無受傷之筆錄) 3 無
乘傷 (X_{21})	1 有 2 無乘客 3 不明(無受傷之筆錄) 4 無
駕亡 (X_{22})	1 有 2 不明(無筆錄資料) 3 無
乘亡 (X_{23})	1 有 2 無乘客 3 不明(無筆錄資料) 4 無
路權 (X_{24})	1 有道路優先權 2 無道路優先權

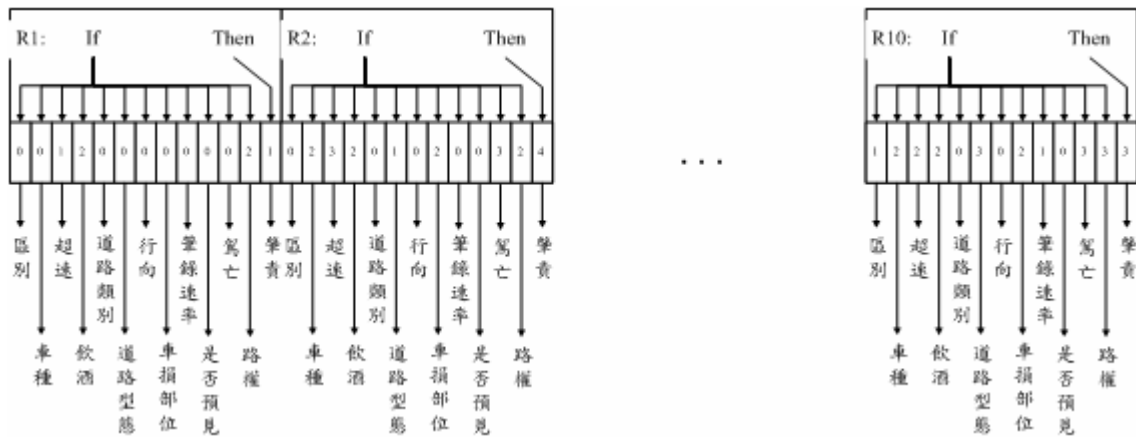
(註：變數達顯著水準以灰色網底表示)

參、模式建構

本研究利用基因演算法(GAs)建構推理邏輯規則 (If-then logic rules) 評選模式，期能在判中率最高之目標下，自動挑選規則及變數，除能提供未來肇事鑑定之輔助系統外，亦可就其所選擇之最佳規則組成，分析專家判定責任之決策行為，作為未來訓練新任鑑定委員之工具。有關編解碼方式、適合度設定、運算元操作方式，以及演算法流程等說明如下：

3.1 編解碼方式

將前述以卡方檢定所評選顯著之 12 個關鍵鑑定變數，作為潛在之狀態變數，控制變數則設定為鑑定責任 (分別全因、主因、次因、同為及無因等五個等級)。所以，一條邏輯規則即由 12 個狀態變數與 1 個控制變數組成，共計 13 個變數。由於事前無法確知，最佳邏輯規則組成之規則數量，本研究為有效縮短基因演算法之染色體長度，假設僅挑選最佳之 10 條邏輯規則。以一個基因代表一個變數之編碼方式，染色體長度共計為 $13 \times 10 = 130$ 。基因值採實數編碼，代表各個基因所對應之各該變數之類別值。此 13 項變數均為類別變數，且值域不盡相同。因此，各基因值係按照各對應變數之值域加以設計。另外，為能表達部份規則僅考慮部份變數之彈性，除控制變數之對應基因之外，每一基因均可為 0，用以表達該規則不考量其所對應之變數。以狀態變數中之路權 (X_{24}) 為例，其基因值域設為 $\{0, 1, 2\}$ ，分別以 0 代表該變數未入選，以 1~2 代表該變數獲選外，1 代表擁有道路優先權、2 代表無道路優先權。染色體基因位置與變數關係如圖二所示。



圖二 基因位置與變數對應關係

由圖二之第一條邏輯規則為例，其 13 個基因之值分別為 0012000000021，即代表此規則為：If 「超速」=1(嚴重超速) and 「飲酒」=2(有飲酒) and 「路權」=2(無路權) Then 「肇責」=1(全因)。當然，若某一規則之前半部 12 個基因值均為 0，即代表該規則不納入。

3.2 適合度值計算

適合度用來判斷染色體適應環境的程度，亦即該染色體所代表可行解的目標函數。通常以 $f(m_i)$ 表之， m_i 為第 i 個染色體。適合度值(fitness value)係用來代表該染色體在演化過程中，被選中進行交配的機率高低。因此，適合度值越高

的染色體越有機會在世代演化中被選中產生子代，以保留其優良基因特質。本研究旨在選出 10 條規則可有效判定肇事責任。因此，判中率（或判中案件數）乃最重要之績效指標之一。另外，誤判率（誤判案件數）亦必須納入考量，以免發生誤判或規則間相互矛盾之現象。因此，本模式將染色體之適合度值以兩個目標加以表之：

$$f(mi) = NC_i - NE_i \quad (1)$$

其中， NC_i 為第 i 條染色體所有邏輯規則組成能符合之判中事件數， NE_i 為第 i 條染色體所有邏輯規則對應資料庫之矛盾件數，即前半部 “If 前提” 符合，但後半部 “Then 結果” 卻誤判之件數。

3.3 運算元操作方式與演化流程

Holland 認為自然界的演化是發生在生物染色體的基因中，每一種生物的特徵係來自於該物種上一代的基因排列，演化是指每一代基因所發生的變化情形。所謂適者生存是指這一代的基因排列優於上一代的基因排列，而產生比上一代更能適應環境生存的世代(Holland, 1975)。因此，GAs 是強調基因型的轉變，將欲求解問題的參數經過編碼成為基因格式，利用遺傳運算進行演化來找到問題的最佳解。這些遺傳運算是模擬自然界的演化程序，包括有複製(reproduction)、交配(crossover)與突變(mutation)等。如此反覆進行世代進化的過程並產生新的物種。透過這種演進方式，其可保證得到較前次未進化前較好的染色體基因。自基因演算法的概念提出以來，已被廣泛的應用在各領域中。以下針對複製、交配及突變三項運作元(operator)之操作方式說明如下：

1. 複製或選擇

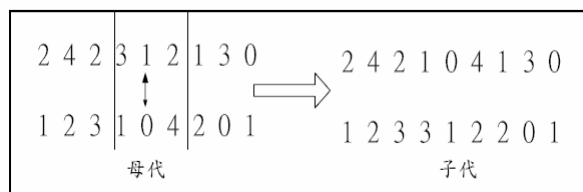
複製是依照每一染色體的適應程度高低來決定其在下一子代中應被淘汰或複製且保留個數多寡的機制，適合度高的染色體在下一子代中將被大量複製，反之則被淘汰。適合度的測量則由適應程度來規劃，而複製的過程可以蒙地卡羅轉盤(Monte Carlo wheel)之觀念加以篩選，亦即每一染色體之適應函數值越大，則在轉盤上所佔有的面積也越大，佔有面積比例的計算方式為：

$$P(\text{被選中}) = \frac{f_j}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (2)$$

意即若是染色體在轉盤上佔有面積越大，被選中之機率越高，較優良之遺傳因數得以流傳與繼承。

2. 交配

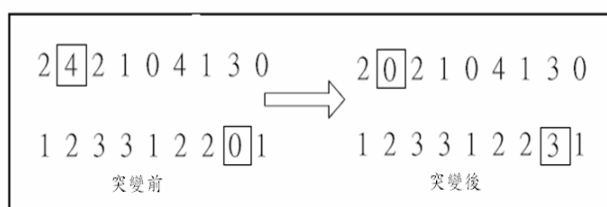
交配過程乃是隨機的將複製過程所產生的染色體加以配對，再經由彼此間所進行之基因交換行為產生子代，因此子代可藉著累積母代的優秀位元資訊，合組成更具適應能力之染色體。交配方式有數種，但較常用之方法有三：單點交配、雙點交配及均勻交配。本模式採用雙點交配即產生兩配對點，母代交換兩點間之基因，而保留其他部分，如圖三所示。



圖三 雙點交配方式示意圖

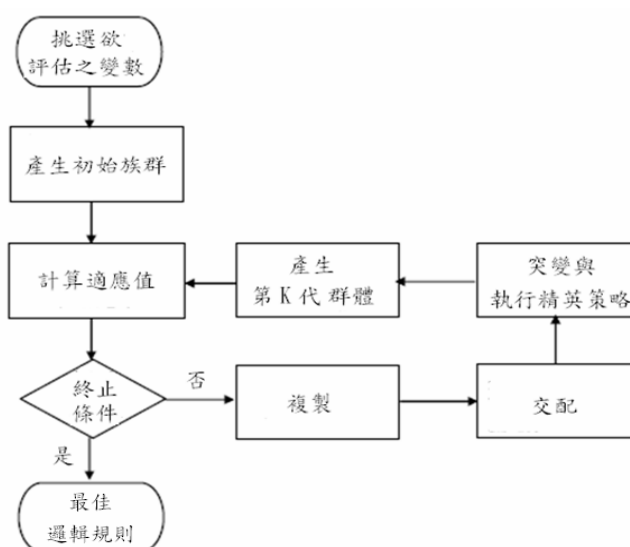
3. 突變與精英策略

突變的過程乃是隨機的選取一染色體上之字串，並且隨機的選取突變點並更動其中之基因值，以防染色體在複製及交配過程中落入局部最佳解，亦即防止族群內染色體之僵化。一般來說，突變之方式有二：(1)基因突變，當產生之亂數低於設定之突變率時，即隨機更動某一基因值；(2)轉移突變，即變動同一染色體內各基因之位置，而其值不改變。本模式採用基因突變，且基因值更動的方式為：若基因值為0，則突變為非0之實數(但不超出所對應狀態變數之語意範圍)；若基因值為非0之實數，則突變為0。如圖四所示。突變率之設定對於尋優的影響很大，突變率過小，將無法發揮突變之功能；反之若是過大，將破壞子代繼承母代之優良基因。此外，精英策略的目的在於將上一代表現最好的染色體保留到下一代。



圖四 基因突變示意圖

最後，模式以最大可演化之世代數作為終止條件，透過遺傳演算化之機制來進行邏輯規則之挑選，且利用擁有最大適合度值的染色體(10條邏輯規則)對驗證資料進行驗證，測定模式之判中率。其演化流程如圖五所示。



圖五 模式演化流程

肆、模式驗證

4.1 參數設定

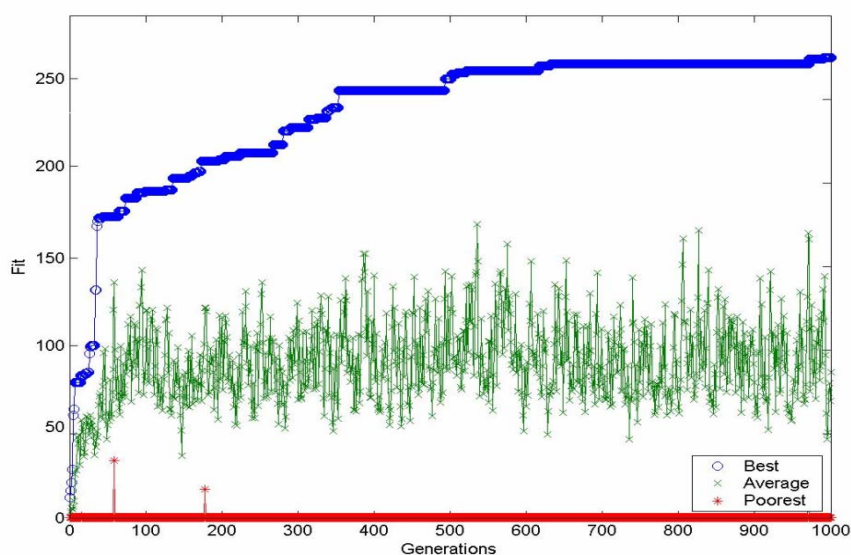
將資料庫中抽取約 70%(即 754 筆)作為基因邏輯規則模式訓練資料筆數。30%(即 322 筆)筆事當事人資料對於所建立之模式予以驗證。另外，染色體的族群數設定為 100，交配率與突變率之設定分別為 0.7 與 0.05，而世代數設定為 1000 代，關於模式之相關參數設定如表三所示。

表三 相關參數設定

參數設定	設定值
訓練與驗證資料比例設定	70%：30%
族群數	100
交配率	0.7
突變率	0.05
最大世代數	1000

4.2 結果分析

模式之學習演化結果，如圖六所示。經過 1000 個世代演化後，染色體之最佳適合度值為 256，(即 10 條邏輯規則判斷正確件數(515)與矛盾件數(239)相差最大)而訓練資料判中率為 68.30%，驗證資料判中率為 64.29%，所產生之邏輯規則如表四所示。



圖六 模式之演化過程

針對規則意義與變數語彙彙整理於表五。由判中率結果顯示，本模式之績效仍有待改善，由表四中可以發現，區別、道路類別、車損部位、筆錄速度、是否預見等狀態變數，雖然經由卡方檢定認定對於事故責任有顯著影響，但在本模式中對於適合度值或是判中率之提升，似乎不盡理想。且由表五可以發現規則組成中並無推斷事故責任為同為原因之邏輯規則，進一步分析原因可能由於同為原因

之事故件數資料不足，或所選取的狀態變數未能代表事故責任為同因之邏輯關係。建議未來可蒐集更多案例或在狀態數的選擇上，往後可以考慮其他變數選擇方法，希嘗試不同狀態變數組合來代表更複雜之邏輯關係。近一步提升本模式之績效。另外“是否擁有道路優先權”對於邏輯規判在判斷事故責任上佔有相當高的影響部份，因此如何準確的判斷路權歸屬或是能否以其他變數取代道路優先權，也將是本模式往後須將改進之部分。

表四 最佳 10 條邏輯規則之組成

變數	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
區別	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車種	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
超速	0	3	0	2	0	0	0	0	3	3
飲酒	4	0	0	4	0	0	0	0	4	0
道路類別	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
道路型態	1	2	2	0	4	1	4	0	0	3
行向	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
車損部位	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
筆錄速度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
是否預見	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
駕亡	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3
路權	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2
鑑定責任	5	5	1	4	2	1	4	1	5	2

表五 最佳 10 條邏輯規則之意義與變數語意

規則	前提	結果
規則 1	If 「飲酒」=無 and 「道路型態」=直路 and 「路權」=有	Then 「肇責」=無因
規則 2	If 「超速」=無 and 「道路型態」=行車管制號誌交叉路口 and 「路權」=有	Then 「肇責」=無因
規則 3	If 「道路型態」=行車管制號誌交叉路口 and 「路權」=無	Then 「肇責」=全因
規則 4	If 「車種」=小客車 and 「超速」=有 and 「飲酒」=無 and 「路權」=有	Then 「肇責」=次因
規則 5	If 「道路型態」=鄉道 and 「駕亡」=無 and 「路權」=無	Then 「肇責」=主因
規則 6	If 「超速」=無 and 「道路型態」=行車管制號誌交叉路口 and 「路權」=無	Then 「肇責」=全因
規則 7	If 「道路型態」=鄉道 and 「路權」=有	Then 「肇責」=次因
規則 8	If 「行向」=對向 and 「路權」=無	Then 「肇責」=全因
規則 9	If 「超速」=無 and 「飲酒」=無 and 「行向」=同向 and 「駕亡」=無 and 「路權」=有	Then 「肇責」=無因
規則 10	If 「超速」=無 and 「道路型態」=縣道 and 「駕亡」=無 and 「路權」=無	Then 「肇責」=主因

註：「」內表變數。

伍、結論與建議

國內每年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荷相當沈重。此外，事故責任之界定涉及專業領域，鑑定委員需靠專業知識與經驗累積，故無法一夕間造就。因此，應以更具效率、精確的方

法來解決肇事鑑定所面臨龐大案件之壓力，以及人事更替時專業知識傳承之銜接問題。推理邏輯規則 (If-then logic rules) 為一普遍運用之專家系統，且透過基因演算法 (genetic algorithms, GAs) 之學習功能，可利用樣本學習方式，自動產生最佳邏輯規則組成，希藉此淬取鑑定委員之推理邏輯規則，如此對鑑定經驗之傳承與鑑定原理之探究將更有助益。本文利用基因演算法建構推理邏輯規則之模式，能在判中率最高之目標下，自動挑選規則及變數，除能提供未來肇事鑑定之輔助系統外，亦可就其所選擇之最佳規則組成，分析專家判定責任之決策行為，作為未來訓練新任鑑定委員之工具。

經過 1000 個世代演化後，染色體之最佳適合度值為 256，(即 10 條邏輯規則判斷正確件數(515)與矛盾件數(239)相差最大)，而訓練資料判中率為 68.30%，驗證資料判中率為 64.29%，入選之 10 條邏輯規則亦均符合專業鑑定之經驗，顯示本模式確具可用性。此外，經由模式驗證發現，區別、道路類別、車損部位、筆錄速度、是否預見等狀態變數，雖然經由卡方檢定認定對於事故責任有顯著影響，但在本模式中對於適合度值或是判中率之提升，較少為邏輯規則所選擇。相反的，超速、飲酒及路權則為多數規則所參引，顯示此三變數為鑑定之重要參考變數。

建議未來可蒐集更多案例或在狀態數的選擇上，往後可以考慮其他變數選擇方法，希嘗試不同狀態變數組合來代表更複雜之邏輯關係，近一步提升本模式之績效。另外，也可考慮增加選擇規則數量 (本文設定為 10 條)，如此，必能大幅提昇判中率。最後，本模式僅考慮事故當事人單方之變數，未來研究可考慮針對雙方模式加以探討。

參考文獻

1. Greibe, P., "Accident prediction models for urban roads," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 35, No. 2, pp.273-285, 2003.
2. Poch, M. and Mannering, F., "Negative binomial analysis of intersection," *Journal of Transportation Engineering*, Vol.12, No. 1, pp. 105-113, 1996.
3. 林郁志，「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，民國86年。
4. 許正文，「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，民國90年。
5. 邱裕鈞、方守潔，「兩車碰撞事故之肇事鑑定專家系統」，中華民國運輸學會19屆論文研討會論文集，頁985-998，民國93年。
6. 陳高村、廖信智，「交通事故原因分析鑑定準則之研究」，中華民國運輸學會第17屆論文研討會論文集，頁515-524，民國91年。
7. Lotan, T., Koutsopoulos, H. (1993), "Models for route choice behavior in the presence of information using concepts from fuzzy set theory and approximate reasoning", *Transportation*, 20, 129-155.
8. 邱裕鈞、藍武王，「應用遺傳演算法建構適應性模糊邏輯控制系統—以跟車行為為例」，中華民國運輸學會第16屆學術論文研討會，第515-526頁，民國90年。