

結合地理資訊系統特性之事故分析研究

吳健生¹ 李嘉祺² 曾招雄³ 楊雲榮⁴

摘要

本研究引進台北市交通大隊的事故資料作為歷史資料，建立事故空間屬性資料，透過 GIS 軟體設計人性化的使用介面，讓事故分析者可以在簡便且多元的環境下進行操作，並藉由 GIS 特有之空間屬性分析功能，進行事故歷史資料分析，進而找出具特定空間屬性之事故特性。在分析工作方面，本研究使用 ARCVIEW 軟體設計空間套疊、肇事特性搜尋、肇事指標計算與篩選功能，組成肇事分析系統，將肇事區域分成路段與路口兩方面進行空間分析，以將隱含之肇事特性突顯出來，提供相關單位事故防制工作參考。

壹、前言

交通肇事的發生，不但對用路人帶來生命與財產上的損失，更對社會面、經濟面有難以估計的傷害。欲免除肇事安全的危害，達到預防更甚於事後彌補的效果，應從教育、執法、工程三方面著手，這也是目前政府對於交通安全政策的取向。以微觀的角度分析肇事的發生，可以略分為人、車、路三類，傳統的政策與相關的研究皆圍繞在人、車、路三方面加以琢磨，直到智慧型運輸系統的觀念陸續產生，讓用路人對於充分掌握行駛中的道路資料成為道路服務的標準項目之一。如此，執法單位與工程設計單位對於易產生肇事地點則必須更先一步掌握資訊，並擬好因應對策，因時因地有效實行，才能讓用路人在使用道路時享受安全駕駛的道路服務。

近年由於地理資訊系統 (Geographical Information System ; GIS) 的快速發展，提供更方便且強大的地理資料收集、處理、分析及展示功能，而交通肇事的關鍵主要在於其分布位置以及各個不同的肇事型態；若能將路網的資料配合肇事地點的圖層疊合，再輔以肇事屬性資料的資料庫整理，則可使各種不同型態的肇事事事件對照於該路網中的相對位置，形成更為細緻的空間屬性整理，可以提供工程設

¹國立中央大學土木工程學系副教授

²國立中央大學土木工程學系碩士

³國立中央大學土木工程學系博士候選人

⁴國立中央大學土木工程學系博士班研究生

計單位與執法單位作適切的搭配，使得用路人得到使用道路安全的保障。

本研究強調肇事位置與路網分配的特點，尋求以完整的地理資訊系統搭配肇事事件的屬性資料作空間的屬性分析。並且從空間上的角度搭配地理資訊系統的軟體作多種肇事相關模型的分析，以期用多種不同的思考角度來作完整的肇事詮釋，而有助於降低肇事可能性以及嚴重度。

貳、文獻回顧

國內外對於交通事故的分析有相當多研究，一般肇事研究多為強調肇事事件的改善與預防，因此在研究目的設定是以經濟且有效的方式找出高肇事路口或易肇事路段，或是提出可供分析的重要指標；再者便是過濾不同運具或駕駛者習性真頓對所發生的肇事特性予以改善。

在國外，美國許多州的運輸部門對交通事故分析都有具體的成果，美國公路總署(FHWA)從 1987 年便著手開始建立公路安全資訊系統(Highway Safety Information System, HSIS)，由 Illinois、Maine、Michigan、Minnesota、與 Utah 等五個州蒐集公路肇事相關資料。到 2002 年為止共有九個州加入公路安全系統的資料蒐集區域。HSIS 對公路安全的研究不僅限於肇事事件的歷史資料建檔，更將公路基本資料如幾何佈設、號誌控制、舖面與標線等盡皆納入資料庫中，以供交通事故肇因調查與改善肇事的參考查詢。

Gary S. Spring 及 Joseph Hurmmer 等，結合 MapInfo2.1 版與北卡羅來納州的肇事紀錄系統 ARS 架構知識庫(Knowledge Base)的地理資訊系統(KBGIS)，包含曲線段、橋樑、交叉路口等三類，針對肇事率較高的區域進行道路工程改善等措施。

緊接著在 1999 年以 Wake County 為範圍，採用 ArcView3.1 版軟體，納入交通號誌、舖面管理、鐵路平交道交叉路口與交通流量等資料，結合 TIGER 檔案進行肇事空間分析，分析方法包括路口範圍分析、路段分解分析、肇事群集分析等。

此外在卡車肇事(truck crash)方面，亦利用卡車在公路肇事地點進行計算對於卡車肇事率高過一定標準的路段進行法律規範或警告其他駕駛人的措施。

在國內，有張新立、王晉元與姜宇峰為縮短事故現場處理時間，利用地理資訊系統的地理資料庫來提供在事故現場一些不容易改變的資料項目，例如車道數、中央分隔島型式等地理資料，使事故調查表在事故現場所必須登錄的項目減少許多，卻又不減少記錄資料的項目，因此可以在不影響日後事故分析品質之下，達成縮短事故現場處理時間的目的。

交通部運研所參考目前警政單位對肇事事件資料的記載，針對都市交通肇事問題，採用 GIS 方法與地址定位 (Address Geocoding) 技術，支援肇事地點的尋找，但因案例實作時有資源的限制，便將肇事定點改成只對路口肇事作分析，而捨棄路段的肇事。

黃國平、李文堯結合地理資訊系統，利用 Mapinfo 將內政部所提供之台灣地區相片基本圖暨二萬五千分之一地形圖數值檔建立高速公路全線 373.2 公里之圖

形資料庫，且建立高速公路全縣各物段基本資料圖與肇事之屬性資料庫。利用 Mapinfo 的視窗功能繪出各種功能地圖分析不同地理區位對肇事的影響程度，以圖示方式分析各路段的易肇事地點及路段年肇事、月肇事次數，研究結果顯示肇事的發生與地理區位有密切關係。

許添本、劉靜宇為有別於一般傳統的肇事斑點圖肇事地點插示圖，透過事故型態分類將不同種類事故以事故標示的顏色區分；另以標示的大小代表三種不同的肇事嚴重度。並依事故所在區位不同，分別就路口與路段事故建立分析系統。

參、結合 GIS 之肇事分析

肇事分析系統本身應具備查詢肇事資料與道路基本資料的能力，而此兩種資料間的相互關聯若能以圖形方式搭配顯示，更能增加使用者對於交通肇事分析的清晰與掌握程度，因此結合 GIS 研究交通事故可以達到搭配圖形資料與屬性資料分析的加倍效果。本研究肇事分析方式為建立在 ArcView 軟體內的 GIS 系統，在本肇事分析系統中有 AVENUE 語法自建的使用者介面、以及相關肇事分析的工具，且為顧及人性化的使用方式並設有活動操作程序，本章以系統設計的角度說明分析功能的撰寫內容。

本系統中對於交通事故的分析略分為事件本身的特性與環境之間的影響兩類。每件事務本身都有其基本資料包含發生時間、事故型態、駕駛人特性等等，而事故與事故之間在某種時空條件下往往有相當大的關聯性，因此在本系統中對於事故中的肇事特性建立搜尋功能，並在地圖中標示其位相關係以作為肇事特性分析的有效工具。此外為改善肇事的影響，對於都市路網中的路口與路段的道路特徵，在本系統中亦視作為評估指標的基本單位，並建立肇事嚴重度與頻率的指標作為改善並預防交通事故的先後順序參考。

使用 GIS 系統分析肇事的優點便在於可利用空間的位相關係瞭解肇事地點所隱含的意義。在本研究中引進路網的觀念便是要突顯肇事事務在路網中的重要性，因此把路網中的組成要素：點(node)與線(link)，也就是路口與路段的參考圖層加入與肇事事務地點圖層作套疊(overlay)的動作，以進行位相關係的研究。

1. 擷取(select)路口與路段

在本系統中對於路口與路段分別建立獨立的圖層與屬性資料，在進行肇事位相分析時可依據肇事事務與路口、路段間的接近程度(proximity)建立篩選的機制擷取欲分析的事故資料。為達成上述利用擷取路口、路段獲得相關的肇事事務，本系統中使用方形框選、圓形框選與名稱查詢等等方式擷取，程序如圖 4.9 所示。於開始時選定基本選取圖層為路口或路段圖層，路口圖層的圖形為點(shape=point)，而路段圖層的圖形為(shape=polyline)；經過特定的擷選的方式得到擷選路口(段)後，旋即另開一新圖層存放，並且同時檢查是否有重複檔案出現，若有則即行覆蓋並在地圖視窗中新開一圖層供使用者檢視是否正確。

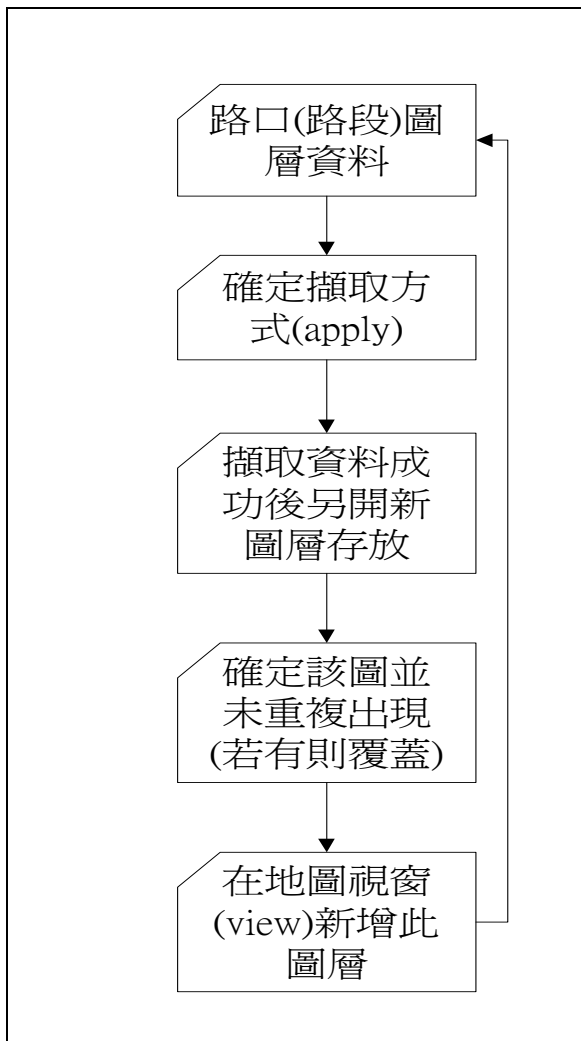


圖 1.路口(段)擷取流程

2. 屬性查詢(Identity)擷取之路口與路段

屬性查詢是針對圖層中的某一圖徵(feature)的相關屬性資料進行查驗的動作，在本肇事分析系統中將屬性查詢的方式分為單項查詢與屬性表查詢兩種。單項查詢是以對話框內所陳列的群組為主可作逐項查詢的工作，但僅限於被擷選過的路口(段)與肇事事務；而屬性表查詢則是以表格的方式將所有單元的所有屬性皆列出，並且可反映在圖層的圖徵上為 ArcView 內設的功能。

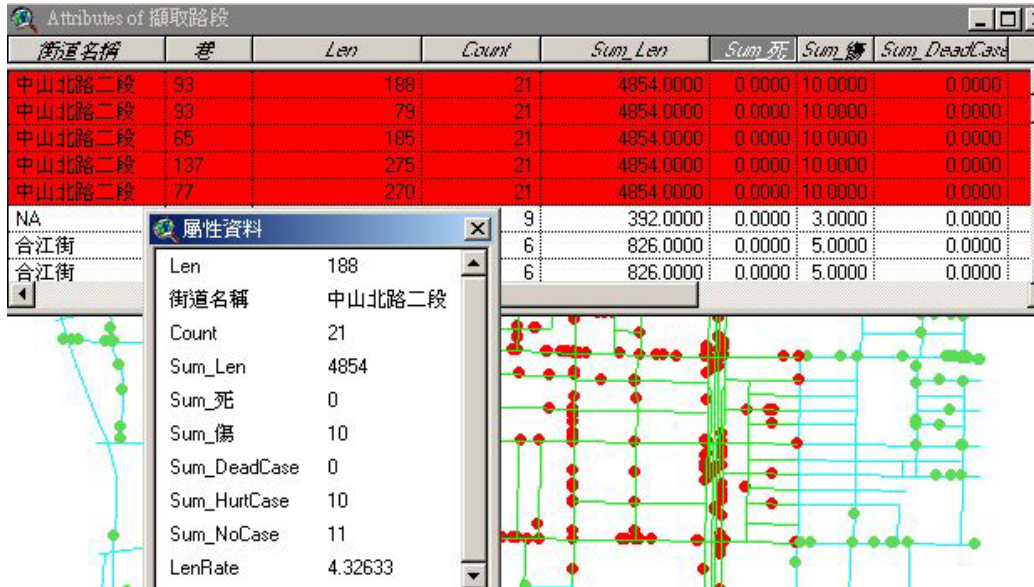


圖 2.擷取路段與事件查詢



3. 空間疊圖

本分析系統中最特殊之處便是將路網中路口、路段與肇事事件建立空間關聯，在此關聯下無需使用屬性資料便可利用空間位相關係鎖定分析對象。在此部份共使用套疊(OVERLAY)、環域分析(Buffer Zones)、鄰近分析(Proximity Analysis)等 GIS 系統中特有的分析方法。

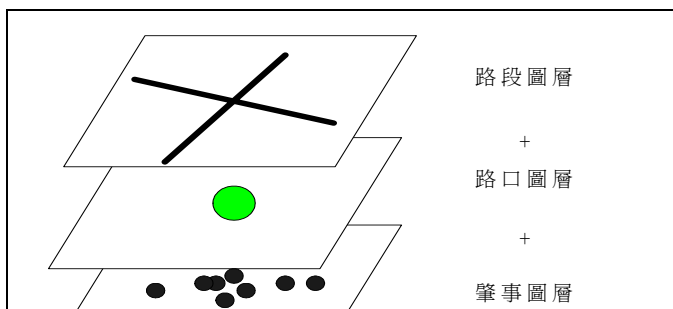


圖 3.套疊分析

環域分析(Buffer Zones)是分析圖徵與周圍環境間的影響能力的常用工具。以路口而言，使用者對於路口肇事的定義來自警員在肇事調查表中所填入的事故位置選項，但是路口肇事的定義往往由不同的填寫人而有不同的定義，於是在本分析系統中為方便使用者分析路口肇事範圍的影響，遂利用環域分析的方式進行分析，而不使用過濾屬性資料的方式得到欲分析事件。同樣的方式也可應用於路段與肇事事事件本身的影響範圍分析。

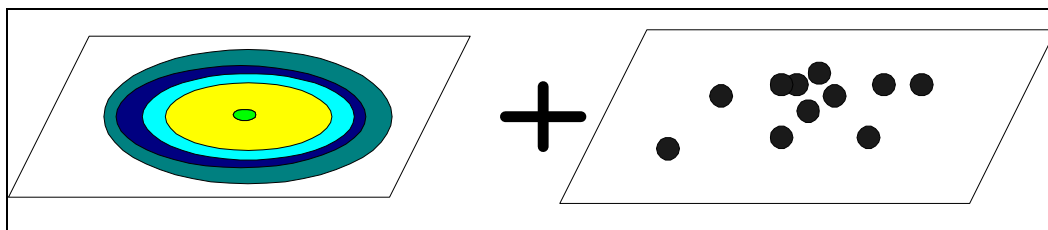


圖 4.不同影響範圍的路口圖層與肇事事事件圖層

鄰近分析(Proximity Analysis)是計算某圖徵與其他圖徵的最近距離，利用這樣的資料可分別每件肇事所屬的關鍵道路或路口，並建立路口(段)的相關肇事事事件的屬性資料供使用者作篩選或分析，也可利用堆疊完成的圖層資料將不同圖層的屬性資料附加在分析圖層的屬性資料中。



圖 5.肇事事事件與路口的鄰近分析

本系統引進 ArcView 延伸模組除前述的空間分析延伸模組(Spatial Analyst Extension)、對話框設計延伸模組(Dialog Designer Extension)外，在考慮肇事事事件發生後在路網中的後續處理、防範的工作，所以再加入網路分析延伸模組(Network Analyst Extension)。網路分析的功能在此處能提供最短路徑(Shortest Path Problem, SPP)得搜尋以及旅行推銷員問題(Traveling Salesman Problem, TSP)的迅速求解，甚至亦可以將某明顯地標劃定固定距離或旅行時間範圍以作分析之用。

肆、實例分析

本肇事採用來自於台北市交通大隊民國九十年的中山區交通事故資料共 3,373 件，包含當事人 7,416 件利用地址定位與交叉路口等明顯地標以人工方式輸入台北市中山區數位地圖中。疊合的地圖有路段地圖(包含 1718 項路段資料)、路口地圖(包

含 417 項路口資料)。系統功能項目包括系統設定、圖層展示、屬性表格、工具選項、統計圖示、進階統計等六項。在使用本系統時可以按照使用者介面(GUI)上的功能運用外，另外為方便初學者能在短時間內適應本系統的分析方式另設計較具親和力的人性介面對話視窗(使用精靈)，讓使用者可以依照此程序逐步完成肇事的分析工作。

在本肇事分析系統中可以粗分為展示空間資料與數據分析兩大類功能。展示空間相關特性時必須先將研究資料挑選出來，本系統提供空間資料挑選與屬性資料挑選兩種管道供使用者運用，而挑選出的資料可分為肇事資料、路段資料與路口資料等，彼此之間資料亦可利用圖層套疊作篩選；除展現位相關係外，數據分析可提供使用者作為決策的依據，通常肇事研究的結果以顯示危險的肇事區域作為改善肇事的首要工作，而於本系統中採用路口與路段等型態作為評估肇事區域的單位，評估的方式、內容與結果亦可作藉由空間型態展示其差異。

4.1 肇事事件特性分析

本系統在搜尋肇事事件特性分為五種形式供使用者挑選，以機車肇事為例，可由使用者介面中工具選項 當事人資料得到對話框並在第一層選項盒點選當事者區分，在第二層選項點選重型機車即可。其得到的肇事事件如下圖所示。



圖 6.機車肇事事件

若由統計圖示 發生時間，可得到發生時間的統計對話框，選按星期項目後，則會出現星期分佈的統計圖，如圖 7。同法可得到受傷部位與受傷害程度統計圖等多種統計圖。

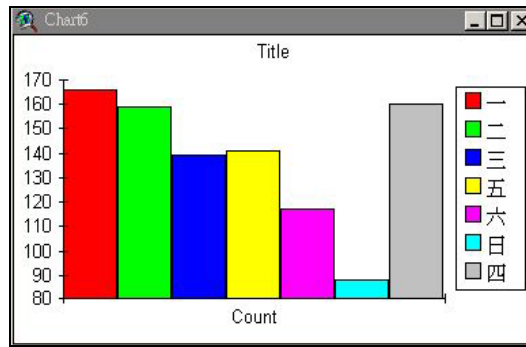


圖 7.機車肇事星期統計圖

藉由工具選項 空間套疊可得到空間套疊對話框，在基本圖層點選肇事事件空間，在目標圖層點選路口對照空間並選按 ok 鈕後，可得到與機車肇事事件有關的路口，如下圖 8。

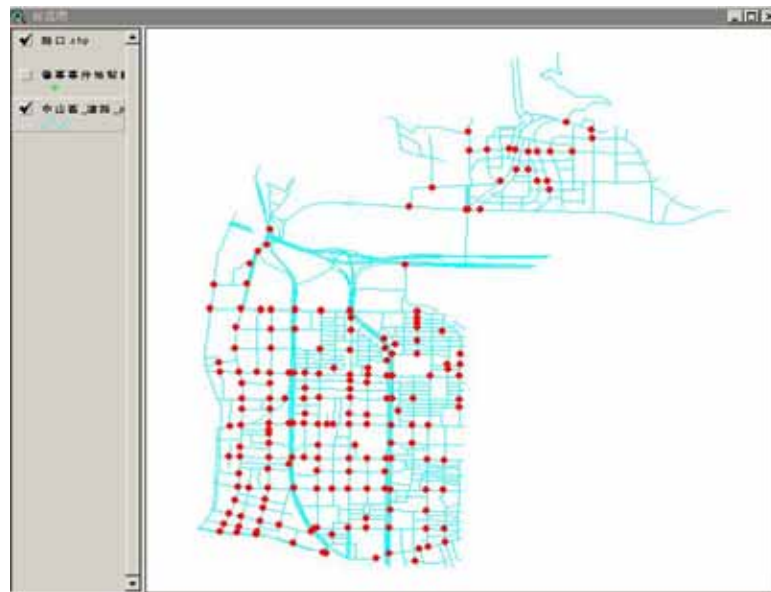


圖 8.與機車肇事相關的路口

若需交叉查詢肇事屬性可由對話框中選擇 add 或 select to 按鈕。如要在機車肇事中搜尋事故損失低於五百元以下的事，由統計圖示 損失情形，選按低於五百元以下再選按 select to 即可。同樣的方式可再交叉查詢使用者所需要的屬性，且亦可以利用空間關聯搜尋到相關的路段與路口。此空間空聯的查詢方式並非是由屬性資料而來，因此使用者依隨需求作多方的搜尋。

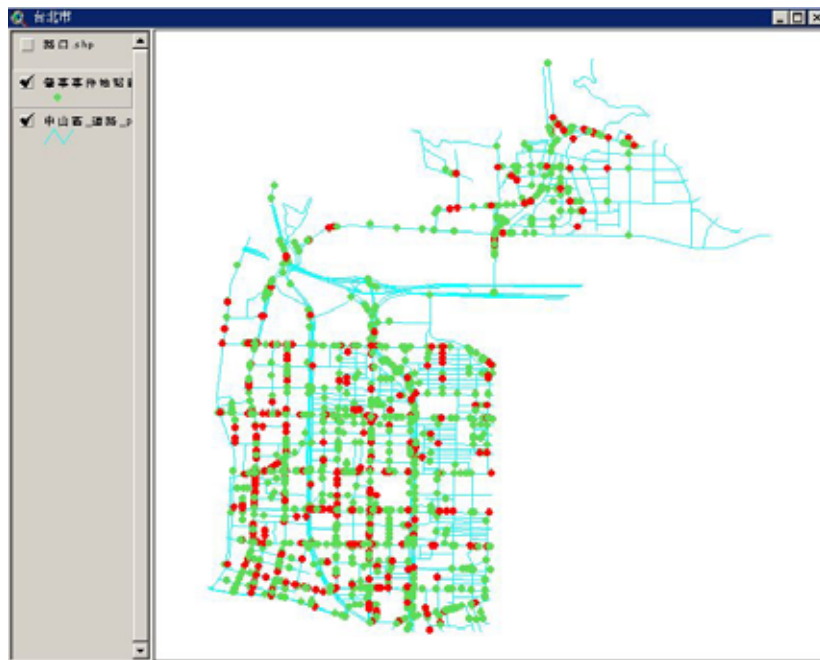


圖 9.機車肇事且損失低於五百元以下

4.2 危險肇事區域分析

對於進階的肇事分析可由上節所搜尋的機車肇事相關路段再作分析，利用工具選項 路段肇事分析啟動擷取路段對話框後得到擷取路段，並選按統計範圍內肇事即可再選按進階統計啟動進階統計對話框。透過點選需要指標，再選按 ok 鈕後便產生查詢視窗將結果經由查詢視窗(圖 9.)告知使用者每個路段的計算指標，並再利用事件查詢(圖 10.)得悉路段內的肇事事件。

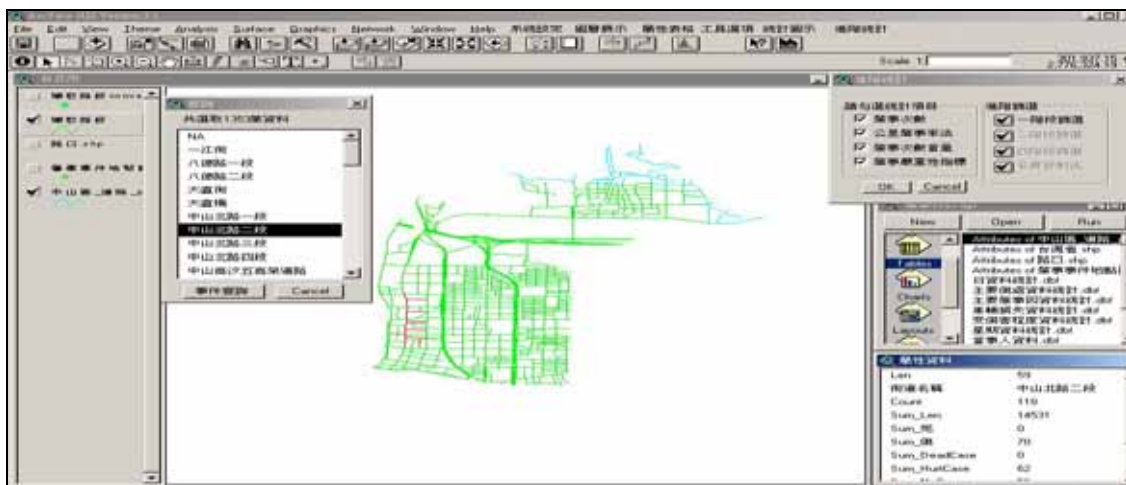


圖 10.機車肇事相關路段進階統計查詢

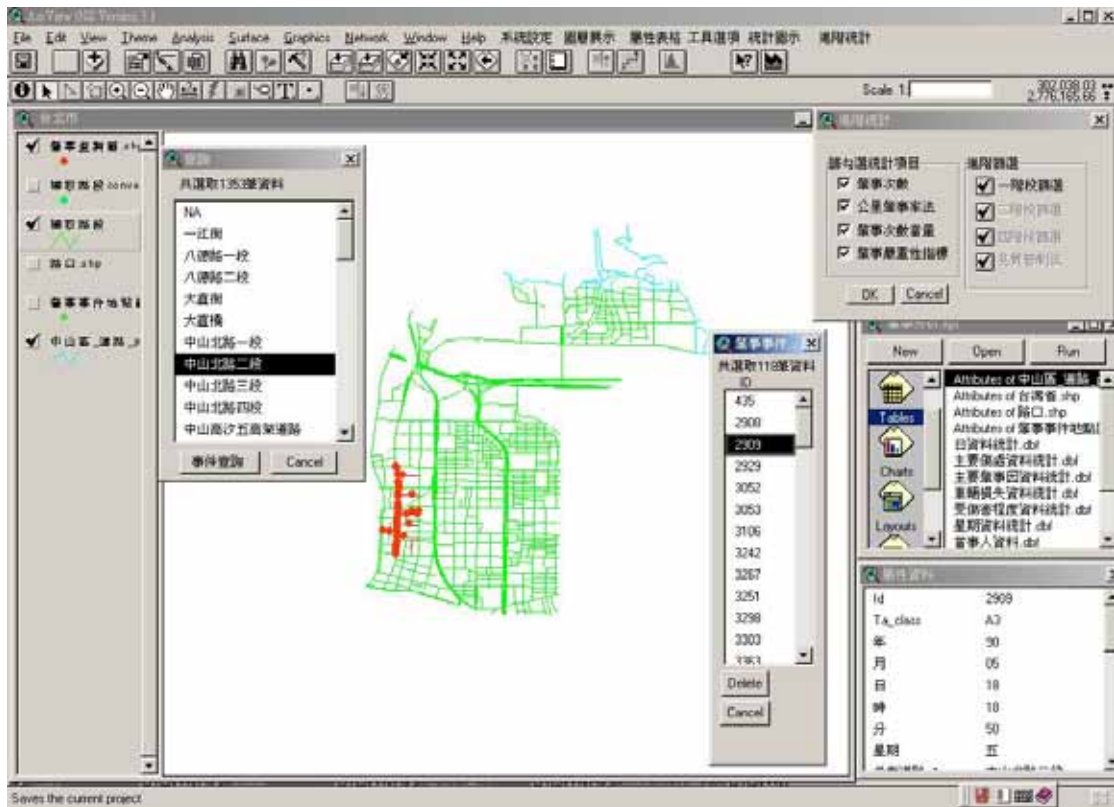


圖 11.機車肇事相關路段進階統計事件查詢

進階統計後，在擷取路段的屬性表內會增加許多適才點選的指標欄位，如圖 11.所示。

街道名稱	巷	Len	Count	Sum_Len	Sum_列	Sum_總	Sum_DeactCase	Sum_HurtCase
中山北路二段		51	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		104	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		162	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		55	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		100	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		42	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		46	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		48	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		89	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		159	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
中山北路二段		116	118	14531.0000	0.0000	70.0000	0.0000	62.0000
樂群二路		335	1	115.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
樂群三路		218	4	839.0000	0.0000	3.0000	0.0000	3.0000
NA		268	47	6502.0000	0.0000	25.0000	0.0000	21.0000
NA		202	47	6502.0000	0.0000	25.0000	0.0000	21.0000

圖 11.進階統計屬性表

本系統為方便使用者觀察整體路段的肇事程度區別，設立三種圖徵表示方法(僅限於進階統計後的擷取路口、路段)，表示方式如下。

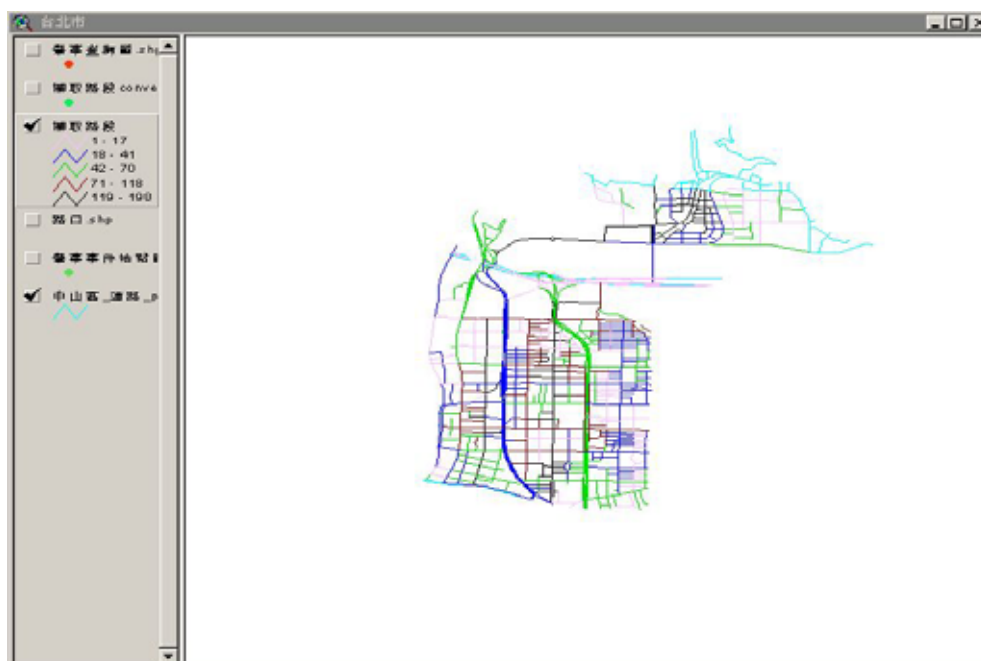


圖 12.依照肇事次數不同而有顏色差異的表示圖

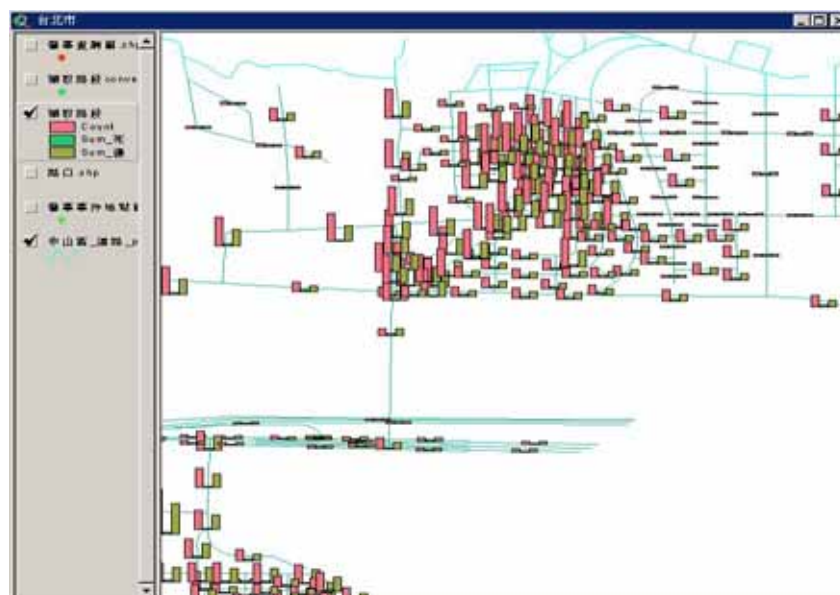


圖 13.依照死傷人數不同而有顏色差異的表示圖

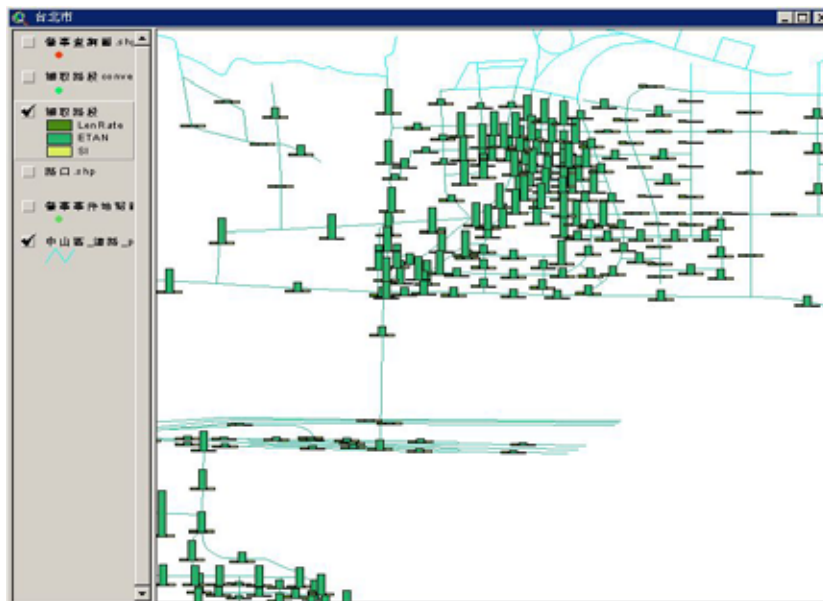


圖 14.依照肇事指標不同而有顏色差異的表示圖

此外，此與機車肇事相關聯的路段，亦可依照指標作一階段篩選，如下圖 15. 則為肇事次數 $\geq \mu - \delta$ 的路段。

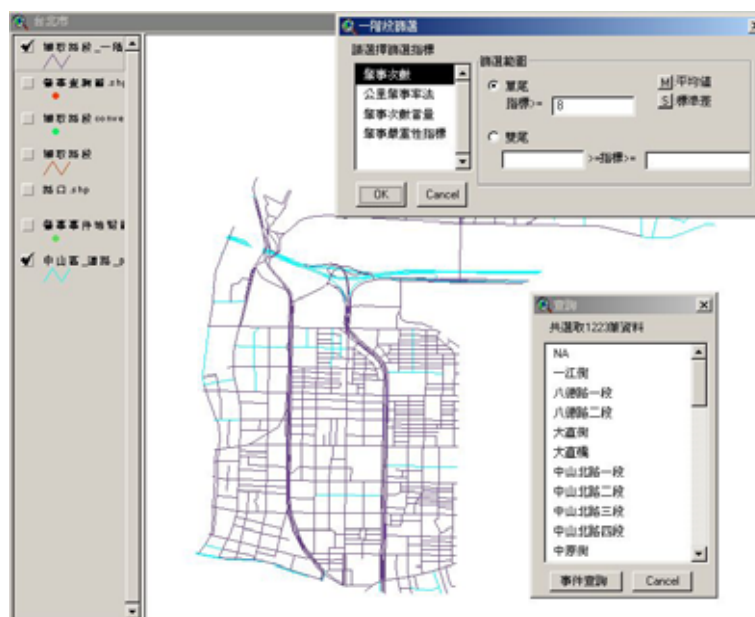


圖 15.肇事次數 $\geq \mu - \delta$ 的路段

本肇事分析系統為兼顧多功能的肇事分析與人性化的使用介面，因此特別加強查詢的功能使操作人員能夠掌握目前的分析資料狀態航；並且在圖徵表示方面亦採用多元化的圖徵讓使用者甚至不必從屬性表便可得之路段與路段之間的肇事程度差異。如此設計只為在推廣本系統使用時不會只限於具備統計、交通工程等

專業人才，甚至一般派出所警員亦能容易上手。

在本系統內的分析功能與計算指標皆來自於肇事調查表資料，無須在另行製作新式肇事調查表進行蒐集的工作；換句話說，目前的肇事調查表資料可以直接建立輸入端將資料傳入本系統作肇事分析的工作，使多年累積的肇事資料更能完整的呈現其區域特點供決策者作為該改善的參考。

伍、結論與建議

5.1 結論

1. 利用地理資訊系統將肇事資料展現在圖層上，在分析上可以讓使用者清楚的掌握每件事的位置與相關的位相關係，對於肇事與肇事、肇事與道路路網間的相互影響更能以數據資料配合地圖呈現在使用者眼前，而無須只憑想像推斷。
2. 在設計本肇事分析系統時，作者曾使用 Borland C++ Builder 撰寫本系統，但是基於圖形處理不易、座標轉換複雜等諸多困難，因此改採用 ArcView3.1 軟體。
3. 在本系統中所登錄的肇事資料為既有肇事調查表的歷史資料，也就是說所有欄位資料皆為肇事調查表內的欄位資料；定位方式乃依照調查表中所紀錄的詳細位置轉換為座標註記在圖層中，證明目前所使用的肇事調查表可以透過適當轉換直接應用於地理資訊系統之中。
4. 在文獻回顧中所建立的許多肇事分析模式，皆可利用程式設計的撰寫將原本限於純粹數字的計算納入地理空間中，供分析人員分辨詳審其嚴重性與危險性並藉由篩選功能展現結果於圖形上。

5.2 建議

1. 本肇事分析系統在處理肇事時應屬於個人電腦使用端的分析肇事使用，為建立全國性的肇事處理系統並提供政府在改善高肇事路段施政決策，必須建立全國性的交通事故料庫，並且建立週邊資料庫的連線，以達成準確評估並預測改善高肇事與高危險肇事區域。
2. 本系統目前對於肇事分析採用圖層套疊方式作空間屬性分析，並且搭配模式指標以提供決策者依據。未來仍可以此基礎繼續擴充不同分析模組，包含如肇事分區警員指派問題，警員巡邏路線問題等等，皆可接續目前的系統開發供需求者使用。
3. 對於肇事定位的方式為求簡短作業時間，在肇事調查表中必須採取一致的填寫方式，不論使用地址門牌或重大明顯地標敘述皆須有完整的格式，才可方便警員輸入與後端人員定位作業。

參考文獻

- 1.吳盟分,「重型車輛與機車肇事特性知比較研究」,交大交通運輸研究所碩士論文,民國72年6月。
- 2.石豐宇,「都市地區易肇事地點鑑定與分析模式之建立」,國立台灣大學土木工程研究所碩士論文。
- 3.鄭勝方,「易肇事地點評定方法之研究-以台中縣為例」,國立中央警察大學碩士論文,民國88年。
- 4.姜宇峰,「都市道路交通安全地理資訊系統之研究」,國立交通大學碩士論文,民國85年。
- 5.交通部運研所,「以GIS支援尋找都市易肇事地點之示範系統建置」,中華民國八十二年十月。
- 6.李文堯,「高速公路肇事時間數列分析-以地理資訊系統為評量工具」,國立成功大學碩士論文,民國84年。
- 7.劉靜宇,「結合GIS插示圖之事故分析系統」,國立台灣大學,民國86年。
- 8.Charles V.Zeeger, "Highway Accident Analysis Systems", National Coporative Highway Research Program Synthesis 91, Transprotation Research Board, National Research Council Washington D.C, July 1982.
- 9.John A.Deacon, "Identification of Hazardous Rural Highway Locations", Transportation Research Record 543, 1975.
- 10.John C. Laughland, "Method for evaluating highway safety improvements", NCHRP162, 1975
- 11.Donald A. Morin, "Application of statistical concepts to accident data", HRR188, 1975.
- 12.Julia L. Higle and James M. Witkowski, "Bayesian identification of hazardous locations. "Transportation Research Recoud 1185, 1988.
- 13.Gary S. Spring and Joseph Hummer, "Identification of Hazardous Highway Locations Using Knowledge-Based GIS: A Case Study", Transportation Research Recoud1497, 1955.
- 14.Highway Safety Information System, "GIS-Based Crash Referencing and Analysis System", February 1999 -- FHWA-RD-99-081
- 15.Highway Safety Information System, "Using GIS in the Analysis of Truck Crashes", June 1999 -- FHWA-RD-99-119