

## 交通工程地理資訊化打造智慧交通事故繪圖

李志昇 Chih-Sheng Lee<sup>1</sup>

### 摘要

過去交通單位為防制交通事故辦理道路會勘或會議，僅能參考事故數據及傳聞訊息進行討論，研擬改善方案缺乏科學佐證。爰此，交通部運輸研究所推廣交通事故碰撞構圖分析，欲解決研擬改善措施時缺乏路口或以上層級視覺化分析資料的問題，惟傳統紙本交通事故現場圖仰賴人工檢視，交通單位須委託專人繪製街廓底圖並逐案標繪圖元以完成碰撞構圖分析，惟現場圖製圖風格不一且街道走向、比例難與現場相符，人工校對繁瑣又耗時，除難以廣泛分析外，且無法應付急件分析。

警察單位處理事故繪製交通事故現場圖、交通單位研議路口改善繪製碰撞構圖、工程單位規劃改善方案繪製工程改善圖，多頭馬車、各自為政，看似不同專業的製圖工作，探究根源都需要描繪有交通工程資訊的道路街廓圖，只要建立共通數位基礎就能突破資源共享、交流的障礙。惟目前交通事故處理處於數位化及行動（平板）處理轉型的陣痛期，就交通事故現場圖來說，現場處理員警要儘速排除道路障礙、恢復交通順暢、安撫當事人情緒並著手事故處理，高壓環境下以紙筆作業製圖簡略、現場全貌難以紀錄周全，民眾不易閱讀致警方公信力降低。而過去推動數位製圖的觀念，僅為進行草圖的精繪，輸出工整的正式現場圖，除礙於使用套裝軟體無法客製專業功能，亦難以規劃後續數位加值應用。

近年來雲端運算普及、網頁應用程式興起，地理資訊系統(GIS)項下之電子地圖、衛星定位與地理查詢服務廣為民眾使用，實際上交通事故現場圖蘊含地理座標、道路幾何結構、交通工程布設、當事者與事故跡證定位及肇事軌跡等大量可數位化的資訊，再藉由數位演算導入智慧化繪圖功能，就能大幅縮短作業時間，並整合交通工程與交通事故數位繪圖。

本文以嘉義市政府警察局 110 年第 4 屆政府服務獎—數位創新加值獎項獲獎專案及相關實務應用，探討已實務運作的智慧化交通事故繪圖及其背景建構的數位（交通工程）道路街廓，並淺談交通事故處理與分析的未來展望。

**關鍵字：**地理資訊系統、資訊電子化、交通工程與管理、交通事故現場圖、道路街廓圖

---

<sup>1</sup> 嘉義市政府警察局交通警察隊警務員，600 嘉義市東區中山路 195 號，05-2250727~8，[ayawn7av@mail.ccpb.gov.tw](mailto:ayawn7av@mail.ccpb.gov.tw)。

# 一、緒論

## 1.1 前言

「諸羅城縱橫攻略—防制交通事故從事故處理開始」為第 4 屆政府服務獎-數位創新加值獲獎專案，其核心為結合地理資訊的阡陌繪圖系統，從繪製街廓圖為基礎，藉由共通基礎衍生交通事故繪圖與碰撞構圖分析，其中交通事故繪圖部分進一步發展成交通事故處理行動雲。

本文著重於運用地理資訊化的交通工程（街廓）圖資，開發智慧化交通事故繪圖的成果，基礎架構與演算法則部分，可參閱筆者 103 年道路交通安全與執法研討會論文「交通工程數位化研究—以道路交通事故現場圖編輯系統為例」。

## 1.2 名詞解釋

由於本文綜合地理資訊系統、交通工程、交通事故處理及程式設計等不同學門，首先針對文內中各項專業或特定名詞進行說明，以利於後續章節敘事。

表 1 本文各項專業或特定名詞解釋

項目	說明
地理資訊系統 (Geographic Information System)	是一門綜合性學科，結合地理學與地圖學，廣泛供不同領域用於輸入、儲存、查詢、分析和顯示地理資料的電腦系統，如電子地圖、正射影圖、衛星定位、導航、路況資訊、氣象預測等，都屬 GIS 應用。
正射影圖	屬於 GIS 中的地圖服務，將衛星空照或低空航拍之大量照片，藉由電腦運算組合成特定比例尺之地圖，可以用來量測實際距離、定位及結合其他 GIS 服務，如 Google Map 中的衛星正射影圖。
阡陌繪圖系統	屬於 GIS 中的繪圖與資訊服務，以 GIS 的各類地圖服務為底圖，描繪道路輪廓、車道與標線細節，並包含標誌、號誌及各類交通設施資訊之電子地圖，本案以路口範圍之微型地圖（本案稱為道路街廓圖）衍生交通事故繪圖及碰撞構圖分析等交通應用服務。
道路街廓圖 (簡稱街廓圖)	以路口為中心延伸至周邊街道，以向量方式繪製道路輪廓、車道與標線細節，並以圖型標示標誌、號誌及各類交通設施，作為底圖供交通事故繪圖及碰撞構圖分析使用。另也代表交通工程圖資。
Microsoft Visio (簡稱 Visio)	Windows 作業系統下執行的流程圖軟體，強大繪圖功能可用來繪製地圖、企業標誌等。自 95 年起陸續有事故處理人員用以繪製現場圖，但各縣市推廣程度不一，僅少數縣市全面用以精繪現場圖（事故現場仍手繪草圖）。
Easy Street Draw (簡稱 ESD)	國外開發之道路街廓與交通事故繪圖應用軟體，但無法客製本土化，國內有部分直轄市警察局試辦使用。

項目	說明
圖學 (Graph) 資料結構	在電腦資料儲存結構中，由數個點 (nodes) 以及數條邊 (edges) 所構成，點與點之間，得以邊相連接，表示這兩點有關聯、關係。例如以路口為點，路段為邊，就可以紀錄區域街道的關係形成電子地圖。
事故處理行動雲	將繪製現場圖、拍照、製作談話紀錄、事故調查表及當事人登記聯單等交通事故處理程序，運用 iPad、藍芽印表機等行動裝置整合各項作業，完成事故現場處理並將事故建檔資料上傳雲端。
碰撞構圖分析	以街廓圖為底圖，尋找在街廓範圍內發生的交通事故案件，將對應的碰撞圖元繪製於事故發生位置，藉以分析熱區中反覆發生的事故型態（如直行機車易遭右轉汽車撞擊），具體化敘事利於研議交通改善對策。

### 1.3 問題背景

過去交通事故處理人員在事故現場手繪草圖後，還需再次精繪，或使用套裝軟體 Visio 或 ESD(以下稱套裝軟體)繪製正式現場圖，為交通事故處理文書作業中，最為耗時且易有疏漏錯誤的程序，除此之外，尚有問題如次。

#### 1.3.1 檔案不易管理

套裝軟體使用檔案儲存街廓圖或事故圖，使用路口名稱為檔案名稱進行管理，然而路口眾多不易全面建檔，部分大型路口受限紙本範圍須切割不同方向、比例尺的街廓圖，另因道路重鋪、交通工程改善導致相關街廓圖應隨之修正進一步增加新舊版本檔案，若無網路共用儲存空間及嚴格使用程序與規範，將難以掌控圖資的正確性，造成檔案無法有效分享及無法及時更新的狀況發生。

#### 1.3.2 無法客製功能與服務

顯而易見的，套裝軟體由於非國內開發，其道路、標線、標誌及號誌之劃設與設置無法直接對應本國法規，亦無法依需求開發如下事項：

- 1.提供符合本國法規（道路交通標誌標線號誌設置規則）的繪圖工具。
- 2.內建符合本國法規標誌、地面標字圖樣及號誌之圖庫。
- 3.提供客製化服務：
  - (1)智慧繪圖服務：例如提供基準線定位功能。
  - (2)導入繪圖輔助資訊：例如從外部導入 A 車為小客車，繪設 A 車時會自動使用小客車的圖庫。
  - (3)輸出繪圖成果資訊：例如 A 車行向為右轉車，在完成繪圖時，可以一併修正 A 車輛行為的資訊。
- 4.雲端化作業，運用網頁應用程式管理及啟用檔案，無需下載至個人電腦。
- 5.整合交通事故處理各項流程開發行動 APP。

#### 1.3.3 製圖效率無法滿足現場處理需求

套裝軟體由於欠缺客製化服務，無法針對本國交通事故處理製圖程序進行整

合及規劃智慧繪圖工具與服務，以便於現場高壓環境下仍能快速完成事故繪圖。

## 1.4 小結

綜合問題背景各項說明，一個能符合本國法規並可高度客製化的繪圖軟體，將是最佳的解決方案，爰此有阡陌繪圖系統的產生，一套結合地理資訊系統，以本國交通工程繪圖為目標的繪圖系統，並由該系統產出的街廓圖，進一步衍生阡陌交通事故繪圖系統，客製繪圖作業流程並提供各類智慧化繪圖工具以大幅縮短繪圖時間，接續的 2 章節，將來介紹如何將交通工程地理資訊化，以及如何打造智慧交通事故繪圖。

## 二、交通工程地理資訊化

### 2.1 解析交通事故現場圖分層建構數位資訊

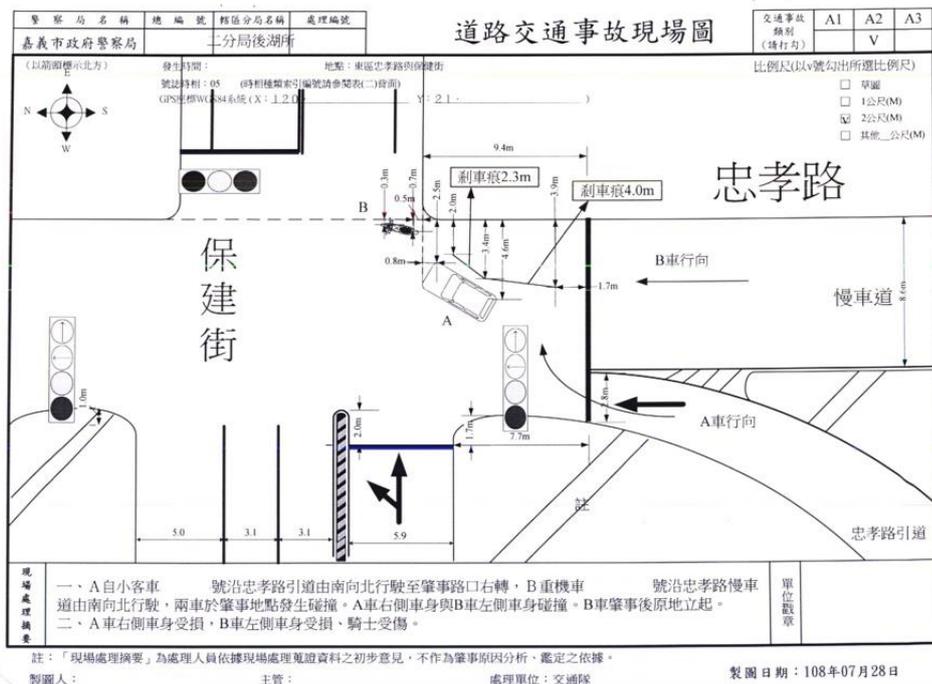


圖 1 Visio 繪製的道路交通事故現場圖

圖 1 是 108 年 7 月 28 日在嘉義市忠孝路與保建街口（以下稱忠孝保建街口）發生的側撞事故，先不談論外部填報警察局名稱、交通事故類別、現場處理摘要的制式框架，在事故圖部分，可以解構為不同類型資訊，並從巨觀到微觀分層如下圖。

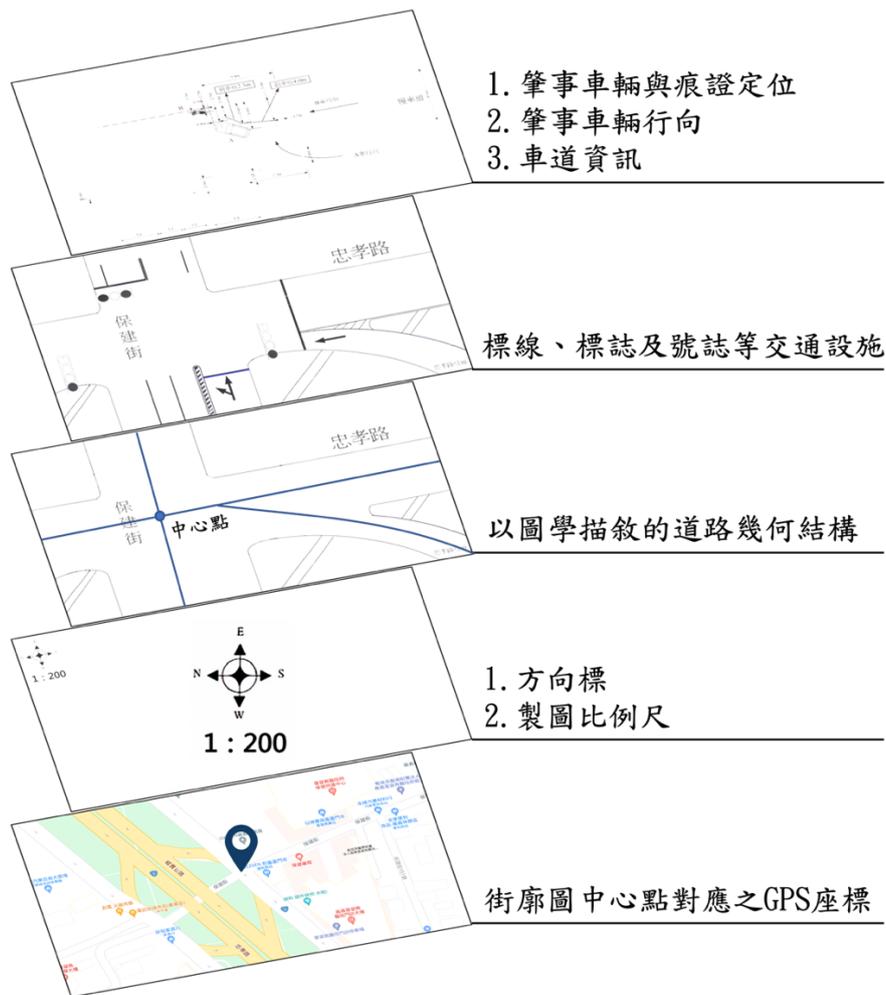


圖 2 事故圖分層結構

事故發生時，最重要的資訊之一就是所在位置，在圖資中也就是作為街廓圖與 GIS 各項應用連結橋樑的 GPS 座標，對應街廓圖的中心點（主要路口節點，如後述），其次為方向標及比例尺，從中心點指出方向成為平面空間，比例尺宣告圖畫的像素 (pixel) 所對應真實長度，只要精算 GPS、方向標及比例尺，就可以將各類電子地圖（或正射影圖）作為底圖，以同步顯示方式進行套繪。

所在位置確定了，接下來要描敘所在道路環境，運用圖學 (Graph) 資料結構以路口為節點 (node)，街道為連結 2 路口間的線段 (edge)，並以街道交岔的主要路口為中心點。接續就可以運用各街道的向量資訊，成為各自獨立的座標系統，並先以道路橫斷面配置，敘述路段中穩定區間的車道、交通島布設，再以獨立物件描述各類交通島、標線、標誌、號誌及各類交通設施，至此完成街廓圖的資料架構。

最上層的事故資料，可區分成 2 種類型，一是事故物件，如車輛、人員、散落物、跡證、行向等實體或動態描敘；二是量測物件，如車道配置與寬度、基準點與基準線等用於定位或長（寬）度描敘。

從分層結構來看，除去最上層的事故資料，底下各層集成街廓資料可以做為基礎重複使用，以此為發想，運用 GIS 系統各項服務打造街廓繪圖系統，在次節展示相關的成果。

## 2.2 運用地理資訊系統建立街廓（交通工程）圖資

嘉義市政府警察局取得市府都市發展處同意使用該處建置之正射影圖，接續章節相關阡陌繪圖系統所採底圖，皆使用正射影圖取代 Google Map 等一般電子地圖或衛星正射影圖。

### 2.2.1 地圖式檔案管理



圖 3 街廓圖在地圖上顯示為圓型物件

大多數應用程式使用檔案存取資料，然而檔案命名與管理向為令人頭痛的問題，藉由街廓圖中心 GPS 座標，在正射影圖相對位置顯示檔案物件，方便使用。

### 2.2.2 比例尺與方向角與地圖同步



圖 4 左方 3 圖為不同比例下街廓圖同步正射影圖情形，右圖為街廓圖繪製成果

地球是圓的，在不同緯度下，每單位緯度與經度對應的真實長度不同的，運用街廓圖中心 GPS 座標為定點向外伸延就可以完成同步於正射影圖的街廓圖，另可以藉由比例尺的縮放，動態調整街道名稱的顯示方式。

在圖 4 中，左上圖縮為最小（相較其他圖），由於各項道路設施隨之縮小，為利道路名稱的顯示，縮小到某個層程，道路名稱會自動切換顯示於道路中心處，左下圖放大至可以看清楚標線，可以看到街廓圖疊合的情形。

中間圖為取景全路口包含鄰近路口處情形，可以看到除了標線，亦有設置標誌及號誌，右圖則為中間圖關閉正射影圖後顯示街廓圖繪製成果，所以阡陌街廓繪圖系統，可以在與正射影圖同步下，詳實的紀錄街道走向、路緣線型、標誌、標線、號誌等交通工程設施。

### 2.2.3 地址查詢服務取得道路名稱、道路中心線設定街道走向

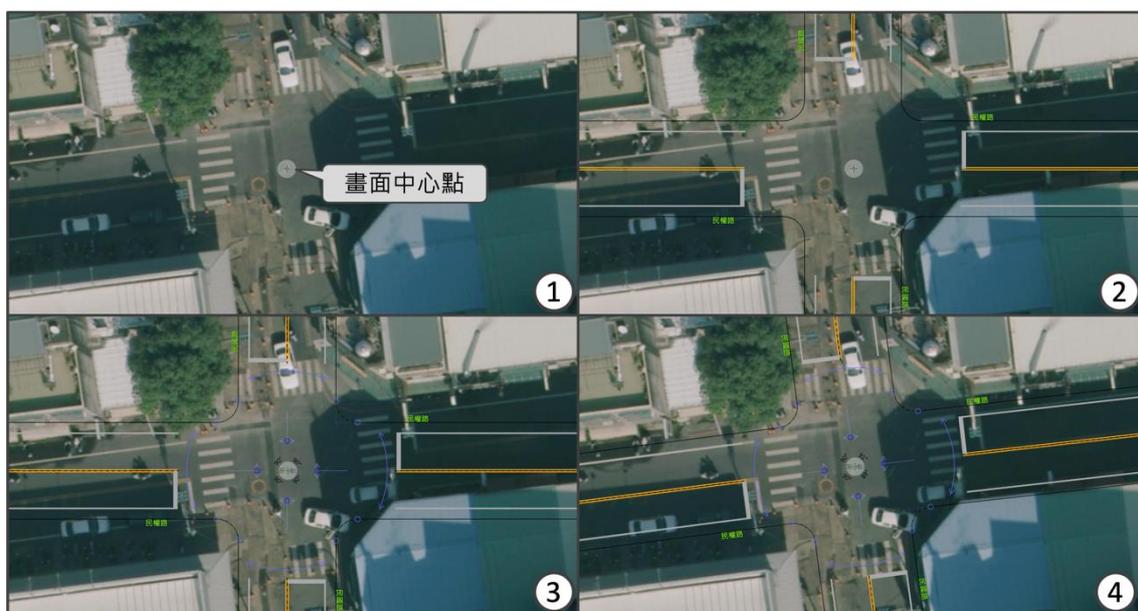


圖 5 在民權路與民國路口新繪街廓圖情形

前節展示繪圖完成的街廓圖，以中心點 GPS 座標為基礎參數，運用比例尺與方向角計算，同步與正射影圖套疊的情形，圖 5 為新增民權路與民國路口街廓圖的初步過程，依圖 5 分割畫面順序說明如下：

1. 首先以畫面中心點，對正將新增街廓圖的路口中心點。
2. 依所設定模版置入預設街廓圖，在新增的同時也依序處理了下列工作：
  - (1) 取得畫面中心點 GPS 座標，作為街廓圖中心點的 GPS 座標。
  - (2) 啟用 Google Map Geocoding API，查詢各街道的名稱並存入對應的路段，在畫面中東西向為民權路，南北向為民國路。
  - (3) 依據各路段名稱，計算出「嘉義市民國路、民權路口」為路口名稱。
3. 啟用編輯道路中心線的功能，在中心點附近，可以看到各街道的夾角。
4. 運用編輯功能微調中心點位置及各路段方向後，街廓圖初步成形了，左側民國路剛好可以看到分向限制（雙黃）線與路面邊線間預設 3.5 公尺的車道與正射影圖是吻合的。

### 2.2.4 後續的繪圖工作

前節初步工作完成後，接續便是依正射影圖進行套繪工作，或依後續交通工程改善情形進行修正，多項繪圖功能非本文重點不一一詳細介紹，以下簡列接續完成街廓繪圖的作業要項：

1. 調整並中心線，設定車道（道路橫斷面）配置，確定路段路緣線型。
2. 調整車道標線起始位置，設定道路交接處路緣線型。
3. 設置路段標字、網狀線、標誌及號誌等交通設施。
4. 設置路口交通設施，確認各項細節無誤後繪製完成。

### 三、打造智慧化交通事故繪圖

#### 3.1 比較傳統街廓圖與阡陌街廓圖的差異

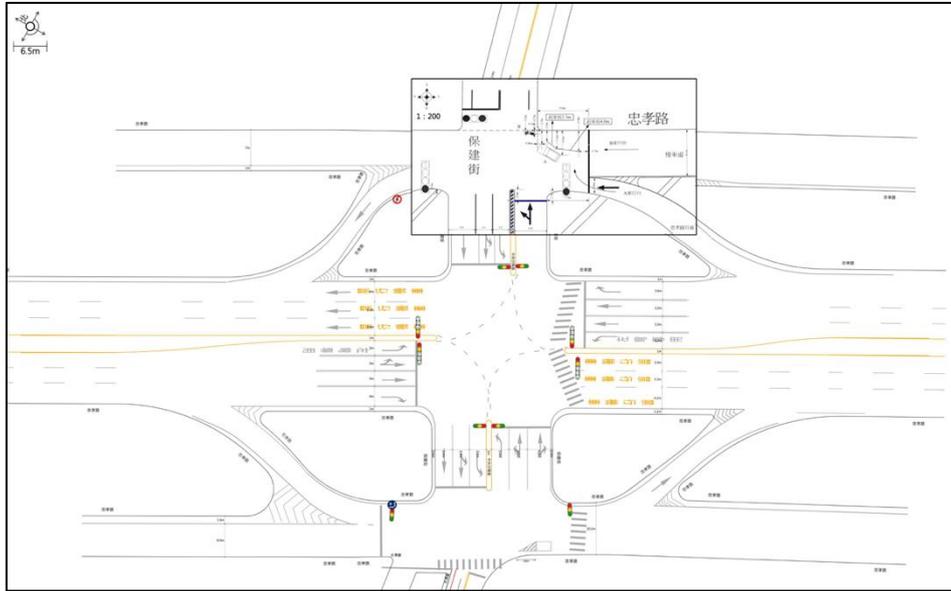


圖 6 以圖 1 忠孝路與保建街口事故圖，疊合在阡陌街廓圖情形

為便於後續功能探討說明，圖 6 展示傳統由 Visio 繪製之街廓圖套疊在阡陌街廓圖之情形。阡陌繪圖系統規劃上可以完成全地圖建置，但基於同仁使用習慣，現行以路口為單位製圖，方便理解與管理，圖 6 阡陌街廓圖以 1:650 框選範圍輸出，事故圖比例尺為 1:200，阡陌無比例輸出上限，一般實務最高使用到 1:700 左右，傳統事故圖最高為 1:400。

#### 3.2 智慧化交通事故繪圖功能探討

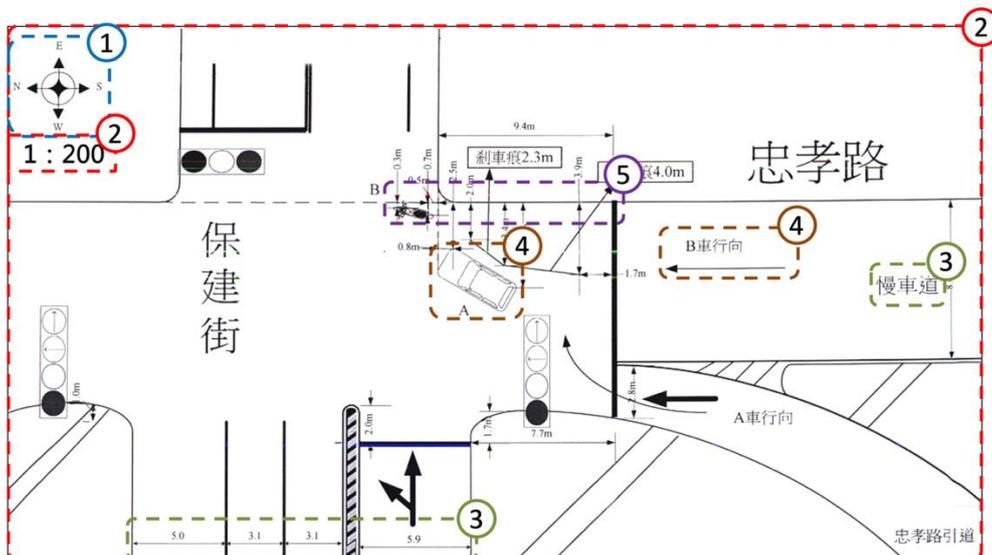


圖 7 從 Visio 事故圖，標示可採智慧輔助繪圖部分

從傳統事故圖的製圖習慣或程序，圖 7 用虛線框定的區域並標示 1-5，表示可以應用智慧輔助繪圖的部分，逐項說明如下：

#### 1.全圖旋轉自動對齊：

- (1)過去製圖由人為決定圖面與方向角指向，當處理不同方向撞擊之事故自或事故範圍超出圖面範圍時，須重新繪製底圖。
- (2)現在阡陌街廓圖如圖 6 可以涵蓋路口及周邊區域（以下同），在繪圖區域不受限下，只需要可以水平或垂直對齊街道的旋轉功能，方便依事故發生行向旋轉至方便繪圖之角度。

#### 2.框選輸出範圍：

- (1)過去繪製事故圖先找尋適用的街廓圖，若無適用街廓圖則需重新繪製，如圖 6 的大型路口，可能反覆繪製數十張方向、比例不同的街廓圖，除造成管理困難，在圖資未能妥適分享的情形下，曾經繪製完成的街廓圖，可能重覆被繪製，或是過時的舊圖，意外被引用繪製事故圖的情形發生。
- (2)在繪圖區域不受限下，現在可以先射箭、再畫靶的方式，先完成事故繪圖後，設計可以自由框選輸出的範圍，另為符製圖規範，自 1:100 比例尺起 1:150、1:200、1:250、1:300...以此類推，框選任意符合之比例尺範圍。

#### 3.自動計算路寬與車道類型：

- (1)過去繪製街廓圖，所有車道線型由使用者逐一劃設並取適當長度及車道間隔，在需要標示車道寬度的地方，亦由使用者逐一標示。
- (2)現在藉由阡陌街廓圖的車道設施資料，可以設計能自動計算道路橫切線，並偵測通過的標線、交通島，自動計算車道寬、路肩寬及交通島等寬度，並依據標線、分隔島布設方式，計算其車道類型並可依序標號。

#### 4.事故車輛、行向自動編號與色彩管理：

- (1)過去繪製事故圖，肇事車輛及行向由使用者逐一劃設，偶有牛頭不對馬嘴的情形發生。
- (2)現在可以將編號功能與繪圖流程整合，繪製者在放置車輛時自動編號，放置行向時，偵測現有設置編號並依序賦予，如行向編號用盡，則自動關閉功能，避免重覆設置。另可進一步將各編號賦予特定顏色，運用「色彩+符號」區隔不同當事人之車種與行向，降低編號誤植的狀況發生，也利於審核人員檢視圖面是否異常。

#### 5.基準線定位：

- (1)過去繪製車輛定位，需要將現場丈量的各項數據，依據丈量的方式劃設對應長度的線條，置入對應的數值方塊，反覆作業至完成後，再將車輛旋轉置入。
- (2)現在藉由阡陌街廓圖內所有線型資料，開發整合基準線劃設、數據顯示及車輛（物件）定位的智慧化功能。

### 3.3 智慧化交通事故繪圖功能

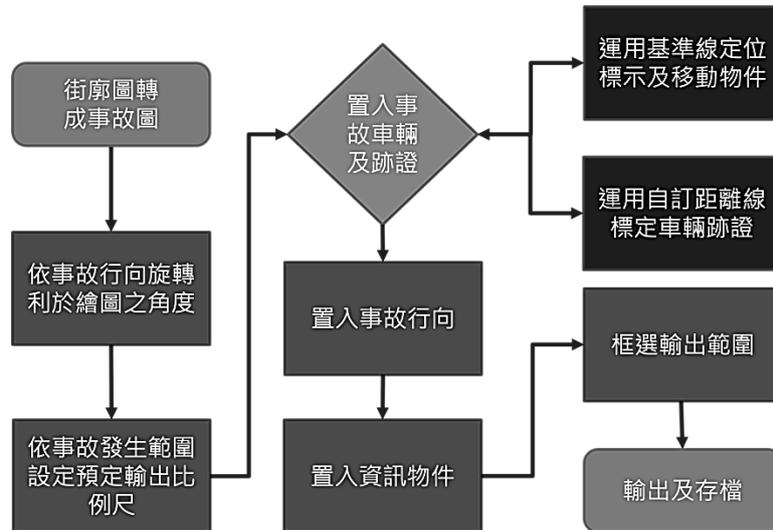


圖 8 阡陌交通事故繪圖流程

延續上節功能探討，本節將逐一展示各項智慧化繪圖功能運用情形，但傳統事故繪圖先找尋適合範圍、比例尺之街廓圖，再來進行繪圖與阡陌繪圖流程不同，與上節依傳統事故圖面由外而內逐一探討方式不同，本節將依阡陌交通事故繪圖流程依序展示。

#### 3.3.1 全圖旋轉自動對齊



圖 9 忠孝路與嘉北街口

全圖旋轉功能少見於一般繪圖或編輯軟體，由於阡陌街廓以向量繪圖為核心，所以可以達到在任何定點進行旋轉，不影響圖面成像及編輯範圍，並可結合 GIS 運作，由於阡陌街廓圖轉換為事故圖編輯後，將關閉背景圖層，以下將以圖 9 中 1 與 2 部分展示街廓圖的旋轉效果；3 與 4 部分展示事故圖的旋轉效果，說明如下：

1. 忠孝路西側慢車道路口，以標示處旋轉至與忠孝路慢車道水平。
2. 忠孝路東側快慢車道分隔島間車道，以標示處旋轉至與嘉北街水平。
3. 忠孝路中央南側快車道，以標示處旋轉至與忠孝路垂直。
4. 忠孝路西側快慢車道分隔島間車道，以標示處旋轉至與嘉北街水平。



圖 10 對應圖 9 標示 1、2 位置，街廓圖全圖旋轉結果



圖 11 對應圖 9 標示 3、4 位置，事故圖全圖旋轉結果

### 3.3.2 事故車輛、行向自動編號與色彩管理

阡陌交通事故繪圖系統，將編號功能與繪圖流程整合，繪製者在放置車輛時自動編號，放置行向時，賦予尚未設置之編號，例如發生左轉機車與直行汽車事故，在放置機車時，編號為 A，顏色為黑色；放置汽車時，編號變為 B，顏色為暗紅色。事故車輛及行向一目了然，更進一步，在基準線定位時，車輛量測相關之垂線亦使自動使用同編號之顏色顯示，利於製圖人員點選操作。

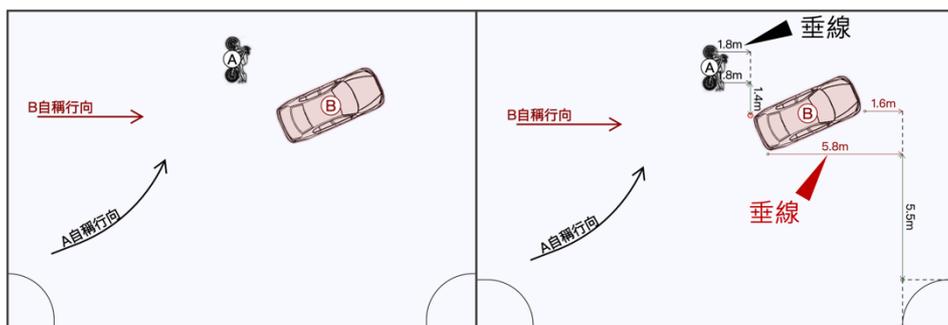


圖 12 汽機車事故在編號與色彩上的呈現

在更多部車輛連環事故時，以此類推，系統會依序編號並以特定顏色標示，同樣包含車輛量測相關之垂線顏色。

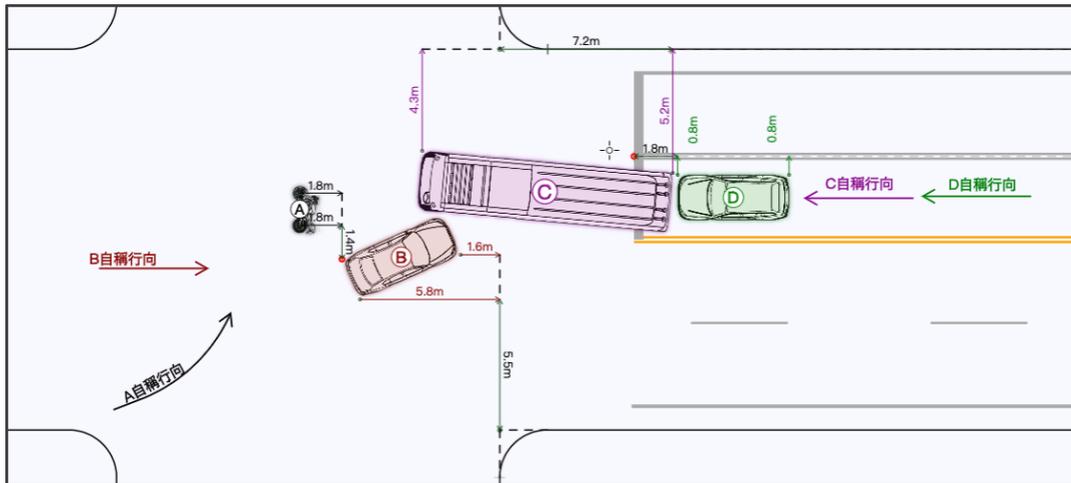


圖 13 多部車發生事故，編號與色彩上的呈現情形

### 3.3.3 基準線定位

基準線定位為交通事故現場處理最重要的工具，阡陌交通事故繪圖系統，從街廓圖資中，應用各類線型資料（如路緣、各類標線、交通島外緣等）延伸與各定位點（如汽車4端點或機慢車2軸心點）投影（垂）線計算投影點，藉由動態計算各投影點間距，並提供使用者輸入丈量數值以水平平移定位車輛，次藉由修改投影（垂）線長度數值，以垂直平移或旋轉定位車輛，以下簡易步驟說明：

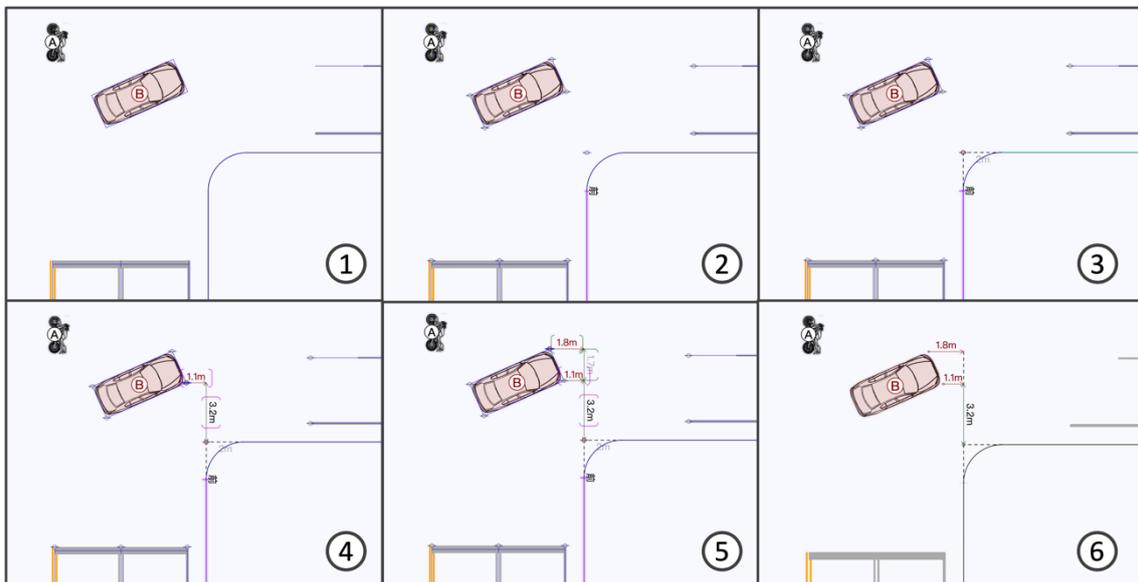


圖 14 使用基準線定位的基礎步驟

1. 啟用基準線定位功能：此時系統會先找出所有可以運用於設置基準線的線型，並以藍線標示。
2. 設置基準線：依據現場量測的方式，點選作為基準線的線段，成為基準線的線段會轉成桃紅色，並依據線條繪製的方向，在端點處標示「前」、「後」的文字。

3. 設置基準點：設置基準點有多種方式，本處採點選側向道路以藍線標示的路緣，該路緣延伸線與基準線延伸線計算交點，由於兩交線源自固定不動的路緣線，該交點由系統自動判定為基準點，並引用該點作為距離計算的基礎，可以注意到延伸的虛線處顯示「2m」的長度標示，並呈現「灰色半透明」狀態，表示系統判定該數值為固定值無法調整，並預設為隱藏，在定位完成後會自動隱藏。
4. 設置第 1 定位點：點選想要定位的車輛端點，預設由該端點對基準線產生投影線、計算投影點，相關數值會動態產生並顯示數值，此時產生的 2 個數值以「桃紅色」框示，表示修改數值時，會使定位物件依數值線型方向平移。
5. 設置第 2 定位點：接續點選同車第 2 端點，同樣產生投影線、計算投影點，並顯示數值，此時新增的 2 個數值以「綠色」框示，表示車輛經第 1 定位點鎖定位置後，後續車輛僅能旋轉或延伸（改變車體長寬），故 2 數值「綠色」框示有不同作用：
  - (1) 基準線上的「綠色」框示：修改數值時，車體沿基準線方向展延或壓縮，通常該數值會亦呈現「灰色半透明」狀態，基於實際車輛長、寬是常數，如設定此處數值，將實際計算車體長寬，可能造成計算長度與現場不符之狀況發生，故建議不修改該數字並預設為隱藏。
  - (2) 投影（垂）線上的「綠色」框示：修改數值時，車輛將以第 1 定位點之端點為中心線旋轉至符合數值處。
6. 關閉基準線定位功能：相關功能界面消失，包含呈現「灰色半透明」，系統預設或建議隱藏的數值。

基礎步驟完成後，如圖 13 中以 B 車端點定位 A 車的方法如下：

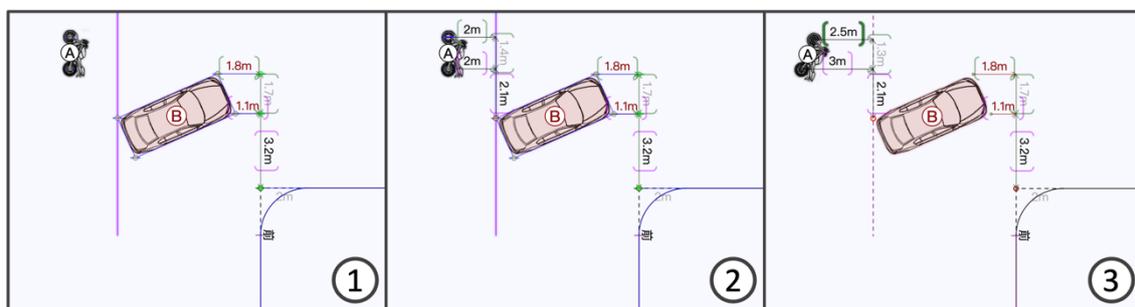


圖 15 以車定車的方式

1. 由端點延伸基準線：啟用基準線定位功能，另使用以端點延伸基準線功能，並使用與畫面垂直的延伸方式，可見由 B 車端點延伸出垂直的基準線。
2. 設置第 1、2 定位點：同基礎步驟，點選機車後、前車軸為第 1、2 定位點。
3. 修改定位數值：將第 1、2 定位點數值依序調整為 300 公分（數值輸入時以公分為單位）、250 公分，結果會立即顯示並同時平移及旋轉機車。

以上以常用的定位方式來介紹本項智慧繪圖功能，端點與基準線間，除以投影計算交點外，亦可採固定角度延伸，隨畫面水平、垂直延伸等方式計算交點等經數學推導可定位之方式，另基準線定位功能亦適用於彎道定位，使定位工作更為簡化。

### 3.3.4 自動計算路寬與車道類型

「路寬顯示」為阡陌繪圖系統中獨立的智慧繪圖功能，提供使用者置入智慧物件，該物件會自動偵測所在街道，產生街道橫向垂線，並與街道各類標線計算是否存在交點，並將交點位置及所屬標線紀錄、排序，據以計算各車道、交通島寬度，同時推測其車道或交通島性質，並將計算結果顯示出來。

所以「路寬顯示」可以任意拖曳至想自動計算路寬與車道類型之位置，讓智慧物件自動偵測及計算結果，所以同一街道不同位置，即依計算顯示不同結果如下：

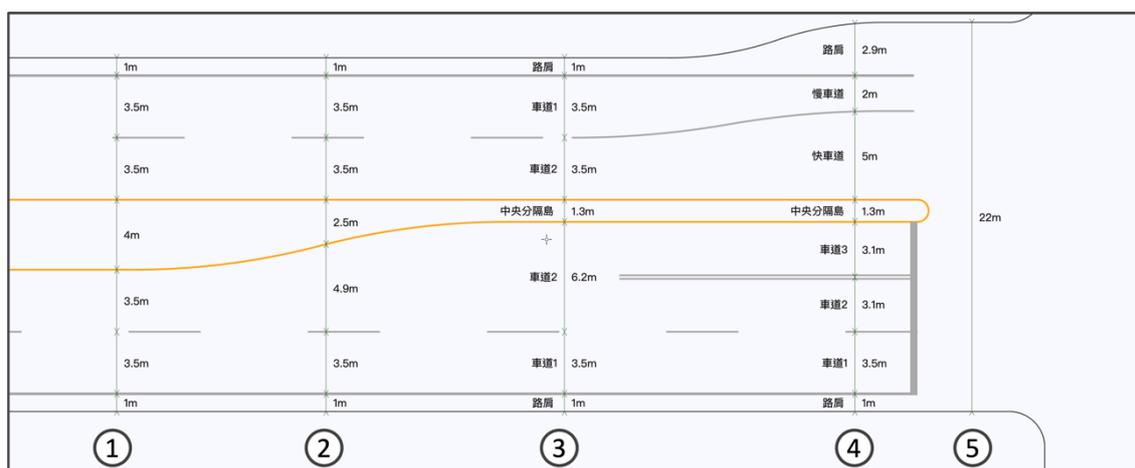


圖 16 智慧物件「路寬顯示」自動計算路寬與車道類型

1. 僅使用顯示路寬：在路段車道配置對稱的區間，顯示相關數值。
2. 僅使用顯示路寬：位置分隔島的漸變段，顯示分隔島寬度減少及相對車道變寬的狀況，因為 4 捨 5 入的計算，長度略有誤差。
3. 顯示路寬及車道類型：分隔島漸變完成，可比較各車道、分隔島寬度變化，在開啟顯示車道類型功能後，在數值的對側顯示車道（或交通島）名稱。
4. 顯示路寬及車道類型：鄰近路口前車道變化，分隔島上方由右至左從慢車道漸變為快車道，並區隔為快、慢車道，分隔島下方增加雙白線，區隔成為 3 車道。
5. 僅使用顯示路寬：進入路口前越過各類標線、分隔島起點，智慧物件僅偵測到 2 側路緣，並顯示該處路寬。



圖 17 繪製大型路口街廓圖時，順勢置入「路寬顯示」物件方便未來使用

### 3.3.5 框選輸出範圍

交通事故繪圖完成，最終要輸出為正式現場圖，在阡陌交通事故繪圖系統，提供框選輸出範圍的智慧功能，提供使用者任意框選想輸出的範圍，以所見即所得的概念，自 1:100 比例尺起 1:150、1:200、1:250、1:300...之比例尺自動調整大小，並配合全圖旋轉功能切齊適當街道角度如下：

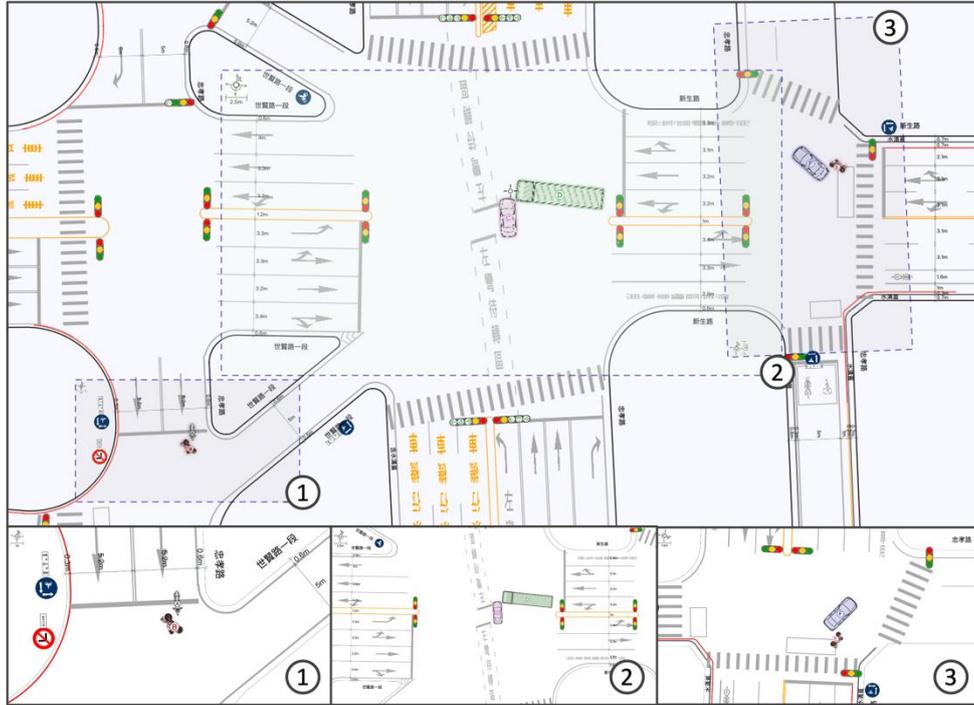


圖 18 不同範圍、比例尺及方向角輸出之 3 張事故圖

1. 左下角框選 1:100 事故圖，方向角垂直對齊忠孝路北側路段。
2. 中間框選 1:250 事故圖，方向角同上。
3. 右方框選 1:150 事故圖，方向角水平對齊忠孝路東北側慢車道。

圖 18 上半部圖示本身亦為智慧功能「多框輸出」，允許使用者在同一事故圖中增加數個輸出框，各自獨立框選輸出範圍。前列皆以輸出事故圖供套圖成為正式現場圖，阡陌亦有原生輸出交通事故現場圖及子母圖等功能，展示於圖 19 作為結尾。

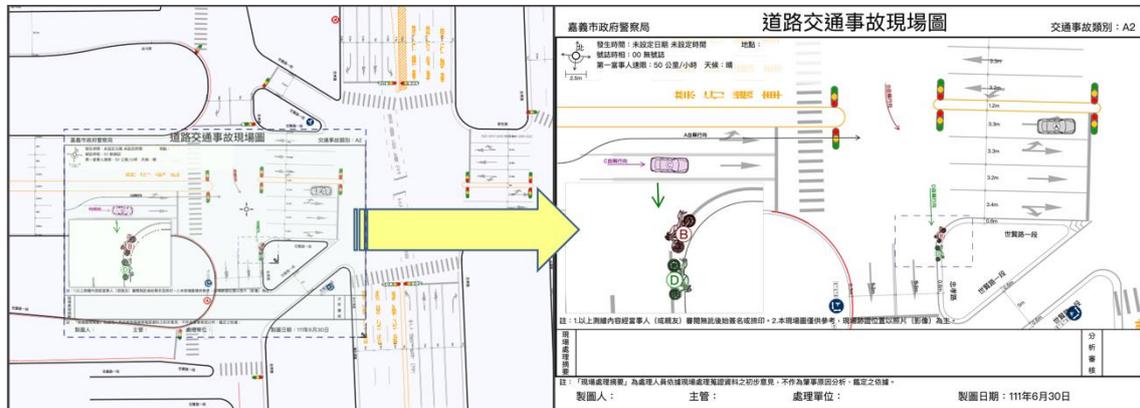


圖 19 阡陌原生輸出交通事故現場圖及子母圖功能

## 四、結論與未來展望

阡陌繪圖系統藉由運用地理資訊系統建立街廓(交通工程)圖資,進而衍生交通事故繪圖及碰撞構圖分析等子系統,雖各系統皆已投入實務運作,但各方面仍有待精進之處,舉例如下:

- 1.道路街廓繪圖:目前仍以路口街廓繪圖為主,接續應朝向地圖化邁進,並對現有路口街廓進行路段縫合。過去主軸以支援事故繪圖為主,接續應回歸交通工程面向,成為更專業的交通工程繪圖系統。
- 2.交通事故繪圖:阡陌與E化系統還能更緊密的結合,目前透過傳遞機制可以交換事故車種、車號,並輸出碰撞GPS座標等資訊,目前已著手測試經行向計算輸出碰撞圖元及自動產生事故摘要動功能,藉由智慧運算,未來還可以做的更多。
- 3.碰撞構圖分析:目前已完成自動聚合排序及時間分析等智慧功能,但在車種、年齡甚至性別等項目,還可以進行交叉分析,並從路口擴張到區域路廊層級,並在取得足夠樣本數後,導入機械學習,進一步探討交通安全的智慧化方案。

目前相關系統在合作伙伴支持下持續發展,也期待有心人士的投入,讓更多想法得實現。

## 參考文獻

- 王文麟(1998), 交通工程學理論與實用。
- 黃瑞德、黎驥文(2012), 「簡易攝影量測於交通事故調查之研究」, 2012 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會。
- 李志昇(2014), 交通工程數位化研究—以道路交通事故現場圖編輯系統為例, 103 年道路交通安全與執法研討會論文集。
- 道路交通標誌標線號誌設置規則(2022)。