

「空拍機」執行交通事故蒐證資訊系統探討

A Discussion of Camera Drone Implementation on Traffic Accident Evidence Information System

戴文凱 Wen-Kai Dai¹

黃增樟 Zeng-Zhang Huang²

黃英田 Ying-Tian Huang³

摘 要

交通事故發生率非常頻繁，而現今事故處理之現場作業，全憑人工蒐證、紀錄與量測相關數據，導致事故相關資料不齊全、處理費時、人工手繪及再製之交通事故現場圖有缺失，進而衍生出許多糾紛，耗費社會許多成本。隨著空拍機的普及化，本研究構想導入空拍機處理交通事故，目標是提升車禍現場蒐證的精確性與完整性，縮短處理時間，保障現場處理人員的安全，降低社會成本，提升事故處理的服務品質。歷經2年二階段研究，目前研究成果已有顯著成效。利用空拍機大幅縮短了處理人員現場採證的時間，能完整照出現場俯視圖，解決複雜路面繪製不容易的問題，並可自動化測量物件距離，有效繪製現場事故圖，解決人為的測量誤差及縮短作業時間，降低交通事故糾紛。

關鍵字：交通事故、科學儀器、現場圖

Abstract

The occurrence of traffic accidents is very frequent. The current on-site operations of accident handling, however, rely solely on manual search for evidence, records and measurement related data resulting in incomplete accident-related data, time-consuming processing, and missing data with the manual hand-painted and

¹ 臺灣科技大學資訊工程學系教授(聯絡地址:臺北市大安區基隆路四段 43 號第四教學大樓 518 室，電話:02-27376390，E-Mail: wktai@mail.ntust.edu.tw)。

² 花蓮縣警察局交通警察隊隊長(聯絡地址:花蓮縣花蓮市府前路 226 號，電話:03-8221019，E-Mail: cch51224@mail2.hlpb.gov.tw)

³ 花蓮縣警察局交通警察隊副隊長(聯絡地址:花蓮縣花蓮市府前路 226 號，電話:03-8221019，E-Mail: tb0310@mail2.hlpb.gov.tw)

reproduced traffic accident site maps. In turn, many disputes arose consuming a lot of social costs. With the popularization of camera drone, this study discussed the implementation of introducing camera drone to assist with handling traffic accidents. The goal of this study is to improve the accuracy and completeness of the on-site evidence collection of car accidents, shorten processing time, ensure the safety of on-site handlers, reduce social costs, and increase the quality of handling accidents. After two years of research in two phases, the current research has achieved remarkable results. The results of this study show that the use of camera drone can greatly shorten the time for processing personnel to collect evidence on site, take a complete top view picture of the site, solve the problem of not easy drawing layout with complex roads, automatically measure distance between objects, effectively draw on-site accident maps, solve man-made measurement errors and shorten operation time, and reduce traffic accident disputes.

Keywords: Traffic Accidents, Scientific Instruments, Site Maps

一、前言

每一件交通事故與民眾息息相關，因此道路交通事故處理品質之良窳，對於後續刑事責任追究、民事和解或肇事鑑定工作，均有相當顯著的影響。現行各警察機關處理道路交通事故，係由員警於現場測量相關數據並繪製交通事故現場草圖，事後再以手繪或電腦軟體製作正式事故現場圖，然而員警可能因個人認知或疏漏重要道路設施等因素，於繪製事故現場圖時產生誤差，倘繪製的道路現場圖有重大缺失，甚至可能影響後續的道路交通事故肇因分析，進而影響到民眾的權益。因此，善用現代化科技，提升交通事故處理效能，提供資訊化、數位化高品質專業服務是責無旁貸的。

拜近年無人機空中攝影應用越來越廣所賜，將無人機應用於交通事故現場重建，不僅能以頂視的方式作為視角，亦可以藉由各種角度的切換以及遠近的調整來查看該現場的各種視角，不僅能夠使現場處理人員的蒐證疏漏降低，亦能夠降低人為誤差，尤其是當時的蒐證誤差往往很難事後去彌補，而當以無人機全面多角度的環繞拍攝下，便大幅度下降事後補蒐證的需要性。此外，以無人機進行現場拍攝，可以使員警在測繪過程中所曝露的二次事故風險性降低，更進一步提供員警更安全、友善的工作環境。目前臺灣全年交通事故約 50 萬件，無人機應用於交通事故處理的方式確實可以降低員警的處理時間，所有的資訊也都電子化，讓資料的儲存及查閱都變得非常簡便，藉此降低社會成本。

無人機具有成本低，無人員傷亡風險，機動性能好，可進行超視距飛行，使用方便高效等特點，目前已被成功用於影視航拍、測繪航測、高壓線巡查、地址勘探、搶險救災、農藥噴洒、商業表演等領域，越來越多的行業正希望用無人機取代傳統的工作方式，民間企業如亞馬遜(Amazon)、聯邦快遞(FedEX)等已相繼投入無人機空運，而本研究試圖聚焦無人機在交通事故處理應用，期盼對於現行交通工作能有所助益。

二、文獻回顧與探討

2.1 何謂空拍機

隨著科技日新月異，空拍機的發展相當迅速，應用領域也愈加廣泛，為了更了解空拍機，首先則須了解何謂空拍機。當無人機的飛行距離能夠超越操控者視距以外，便可定義為「無人飛行載具（Unmanned Aerial Vehicle）」，簡稱 UAV。這類機種正是近年各大科技企業和初創公司爭相加入的領域。無人機起飛後，能夠按照預先設定的航線自動飛行，再藉著內置的 GPS 功能核對地理坐標，以校正飛行路線，並將飛航數據傳送給地面控制器。無人機除可用於航拍外，還能夠執行農藥噴灑、工程監察、環境觀測和災難搜救等。空拍機便屬於無人飛行載具，若根據其飛行方式再細分，空拍機則為多軸飛行器，也稱多旋翼直升機（multicopter），是一種具有兩個旋翼軸以上的旋翼航空器。由每個軸末端的電動機轉動，帶動旋翼從而產生上升動力。旋翼的角度固定而不像直升飛機那樣可變。透過改變不同旋翼之間的相對速度可以改變推進力的扭矩，從而控制飛行器的運行軌跡。由於多旋翼比較簡單穩定，目前實作的多軸飛行器外型相對飛機來說小很多，因而適合業餘、休閒使用。

因為多軸飛行器容易製造和控制，所以常用來製作模型和遙控飛行器。常見的有四軸、六軸、八軸飛行器。它的體積小、重量輕，因此攜帶方便，能輕易進入人不易進入的各種惡劣環境。發展到如今，多軸飛行器已可執行航拍電影取景、實時監控、地形勘探及農業等飛行任務，如亞馬遜等公司也進行研發，以在未來利用多軸飛行器進行宅配甚至載客等業務用途。

2.2 警察機關處理交通事故

依據道路交通事故處理辦法第 2 條，所謂道路交通事故指車輛、動力機械或大眾捷運系統車輛在道路上行駛，致有人受傷或死亡，或致車輛、動力機械、大眾捷運系統車輛、財物損壞之事故。可見一旦發生道路交通事故，無法避免地很容易產生民眾財物的損害，甚至對其生命及身體產生危險。

交通事故處理為各縣市警察機關相當重視的一環，因為其不只關係到民眾申請保險理賠及雙方賠償或告訴的依據，稍一不慎便會侵害到民眾權益，更是公部門分析交通事故作為日後改善交通環境之基石，故與交通事故相關的資料更是不能馬虎，需實事求是，避免侵害民眾權益並維持資料的正確性及完整性。

顏士哲(2016)，現行道路交通事故資料資訊化處理之改善研究，中央警察大學交通管理研究所學術論文中提出，在警察機關將道路交通事故專責處理化後，隨著機動車輛與日俱增，事故件數也一再攀升，員警處理交通事故之負荷也隨之提升。該論文亦提到，在現行 E 化事故處理系統中，具有交通事故案件分級及審核制度，雖然該制度為資料的完整性及正確性多了一層保

障，但因事故處理員警不同，一個審核人員通常要負責審核多個單位員警處理之交通事故案件，因事故處理品質良莠不齊，導致審核人員需更加耗費精神，甚至若發現案件有誤更需聯繫事故處理員警進行更改，因此若能以更簡便更精準地方式幫助員警處理事故，便能減少其中所耗費時間，提升事故處理效率。

由該研究知道，現行道路交通事故處理流程雖較以往以有大幅度的進步，流程相對簡單且快速，正確率也高，避免了吃案的問題，但該系統在使用上仍有進步空間，而就現場圖的部分，則可以進一步增加現場圖的精度及準度，並降低員警於後端繪圖的繁瑣過程，若藉由空拍機及相關系統的配合運用，可朝此目標更進一步。

2.3 空拍機科技運用交通事故處理

1. 空拍機等多軸飛行載具的快速發展，空拍機的運用也在各個領域逐漸嶄露頭角，王鈞奕等人(2019)提出「利用 Mask R-CNN 偵測並分類空拍影像中車輛」已可以將空拍機應用於複雜的車流及道路，該研究以無人機空拍之方式，能將路口之交通資訊，如障礙物、路口幾何設計等資訊鉅細靡遺地藉由影像呈現，並透過影像處理技術來偵測不同車輛與其他進階資訊，藉由分析不同車種車輛的特徵，及軟體內的自動智慧學習，有效地整理分析影像中之大量交通資訊，並從該蒐集數據中檢測岔路口交通衝突風險的存在，找出高風險之事故熱區，而能夠完成如此高精度之攝影及分析都要歸功於無人機的便利性及其特性。因台灣地狹人稠的特性，人口密度高，在都會區中，交通環境往往為複雜且多變的，為能有效掌握高事故風險地點之車流及車輛，一般監視器影像中不同角落的車輛方向、大小、形狀都不相同，加上攝影機視角的差異與監控影像品質參差不齊，且容易有拍攝死角，造成傳統影像監控技術難以直接應用到不同攝影機所拍攝的影像內容，往往需要耗費人力於運算前進行手動調整，才能應用不同攝影機所拍攝之影像。而無人機(Unmanned Aerial Vehicle)由於可懸停於空中，能利用下方攝影機垂直俯拍路口車流影像，因此幾何失真遠較一般道路監視器影像小，能較真實還原該環境及車流，同時也避免了常見的電腦辨別物體(分別是車輛間遮蔽及不同視角下之車輛辨識問題)之難題，進而偵測出道路上車輛之位置及種類。

溯自 2004 年開始，美國太空總署(NASA)所屬的 Dryden 飛行研究中心 DRFC 開始進行民用空拍機(Civil UAV)之相關研究，包括發展相關核心技術、降低 UAV 製作成本、提昇 UAV 安全性等，以提昇 UAVS 在各種民間用途之發展及效能，簡單區分為地球科學(earth science)、土地管理(land management)及國土安全(homeland security)等三大任務，如今 UAV 正逐漸的擴展到不同的應用領域中(如表 1)。

表 1 UAV 各種領域之應用

類別	應用範圍
治安	情蒐、邊界海岸巡邏、搜尋、反恐、反毒品走私、空中偵察
災害防救	火災偵測及撲救、搜救、水災災害評估、早期警報、氣象資料、蒐集、暴(颱)風早期預報
空氣標本採樣	生化或輻射偵測及監控、早期警報系統
商業	書信或包裹投遞、交通系統監控、油管及油田監控、視訊與通信之轉播、魚訊監控追蹤、汙染監控、航空測繪、地熱探查測繪、房地產勘查
其它	大型群眾活動監控、各項活動轉播、交通量計算與監控

資料來源：施旻汶(2015)，自動化無人飛行載具輔助擷取橋梁影像之研究，國立中央大學營建管理研究所碩士論文。

雖然空拍機於其他領域已被廣泛使用並取得良好成效，在各個領域中皆能藉其特性達到事半功倍之奇效，可見其具有相當高的發展性，惟在我國交通事故處理的領域中鮮少見到空拍機的身影，下列研究皆是為了能更好地將空拍機運用於警察機關處理道路交通事故所做，盼有朝一日空拍機能被廣泛地運用，減少處理事故所需時間，提升事故處理品質。

- 2.參見交通部運輸研究所(2019)，道路交通車流及事故風險偵測與分析工具之發展應用可知交通事故具隨機性、突發性及無法預測性等特性，為降低交通事故傷亡人數與嚴重程度，交通事故防制已成為政府部門當務之急的課題。隨著資訊科技研發、影像分析技術及無人機蓬勃發展迅速，無人機空拍影像幾何失真遠較一般監視器影像小，且更能有效分析岔路口的複雜車流問題。為能有效掌握高事故風險地點特性，空拍機於交通領域需被更加廣泛地使用。
- 3.蘇梓見等人(2016)提出「多軸飛行器輔助交通事故處理運用-以臺中市為例」，過去繪製事故現場圖時，員警會以 Google map 作為底圖進行描繪，然而受限於 Google map 的資料更新速度與解析度會影響事故現場圖的真實性，而其解析度不佳的情況下，照片較為模糊造成道路標線難以辨識。該研究將空拍照片與 Google 衛星相片擷取畫面做比對，空拍照片畫素皆高於 Google 衛星相片擷取畫面，在空拍照片中顏色較為飽和，道路標線清晰可見，且可即時反映路口狀況不會有更新緩慢的問題，而解析度高則較能真實反應出事故現場的實際畫面，乃至於事故產生的路面痕跡、散落物等跡證。因空拍機為垂直從事故現場正上方進行拍照，故其照片畫質遠高於 Google map，且因垂直拍攝的關係使得照片的失真程度較低，因上述使用空拍機輔助處理交通事故，使員警處理交通事故的品質及速度皆能有明顯的提升。

該研究藉由空拍機攝影並加工繪圖後的現場圖道路曲度不失真，標誌標線與現場吻合，道路寬度也合乎真實情況，除此之外道路上人孔蓋或散落物位置精準地呈現於事故現場圖，而傳統現場圖道路曲線與標線有差異，標線較為簡單且部分路口並未正確畫出，路口槽化線也與實景不符，易引起爭議，導致侵害事故當事人應有權益。除此之外，員警於事故現場常常需在車水馬龍的道路中央穿梭，如此無疑是將員警置於危險的環境之中，稍一不慎甚至會造成二次事故，對處理員警的人身安全造成威脅，若能利用空拍機輔助處理事故，員警便能於相對安全的路邊進行現場狀況攝影，降低員警處理事故的危險，避免二次事故之發生。

- 4.楊典璋(2016)提出「多軸飛行器應用於道路交通事故重建之研究」，現今各縣市警察機關處理道路交通事故多以測距輪為主要測量工具，處理員警於現場丈量相關數據並繪製交通事故現場草圖完畢後，再返回單位將交通事故現場草圖電腦化後上傳，而其中不可避免地存在著人為誤差，以及僅能以 2D 方式呈現之限制。該研究使用多軸飛行器應用於交通事故現場圖的製作，比較其使用效益和傳統事故現場圖之區別，顯然相較傳統現場圖，運用空拍機進行拍攝所製作之現場圖具有許多優點，可見空拍機對交通事故的幫助甚鉅；另方面希望能夠以多軸飛行器作為測量工具，降低處理人員使用測距輪造成的人為誤差，最終希望以該項研究對交通事故偵查方式作為精進之參考依據。由上述文章中可知使用無人機進行各項相關執法及事故現場處理為現今之趨勢，使用多軸飛行器進行現場拍攝將可提升效率及降低員警處理事故之風險，同時並提升事故處理品質，保障事故當事人之權益。
- 5.利用空拍機進行交通事故現場的蒐證，可自動計算測量的數據，完整還原事故現場。花蓮縣警察局與臺灣科技大學資訊工程學系戴文凱教授共同研發一套完整的道路交通事故處理系統：包含行動裝置端、服務端與客戶端。行動裝置端包含「操控空拍機與拍照之軟體系統」和「繪製現場圖之軟體系統」，服務端有伺服器儲存事故現場資料與後製軟體，客戶端包含編輯、後製軟體與列印裝置，並提出一套空拍作業 SOP，以有效地處理道路交通事故。無人機得到的俯拍圖作事故現場圖的基底，可自動化測量物件間的距離，並完整的標示事故現場的資訊，解決傳統繪圖不清晰、不精準的問題；透過環拍、繞拍、點拍可做完整的事務現場攝影與跡證採集；最後將資料回傳伺服器，進行資料保全與後製。以目前人工作業為例，處理 1 件車禍約花費 20 分鐘，改以空拍繪製現場圖相較於傳統繪圖方法，可節省 66% 的作業時間和降低測距誤差至 5.43 公分人工誤差。由上文中可知花蓮縣警察局交通警察隊所使用之空拍作業集合了多種系統，方能達到加強事故處理之功效。

三、空拍機執行交通事故處理之運用

3.1 規劃構想

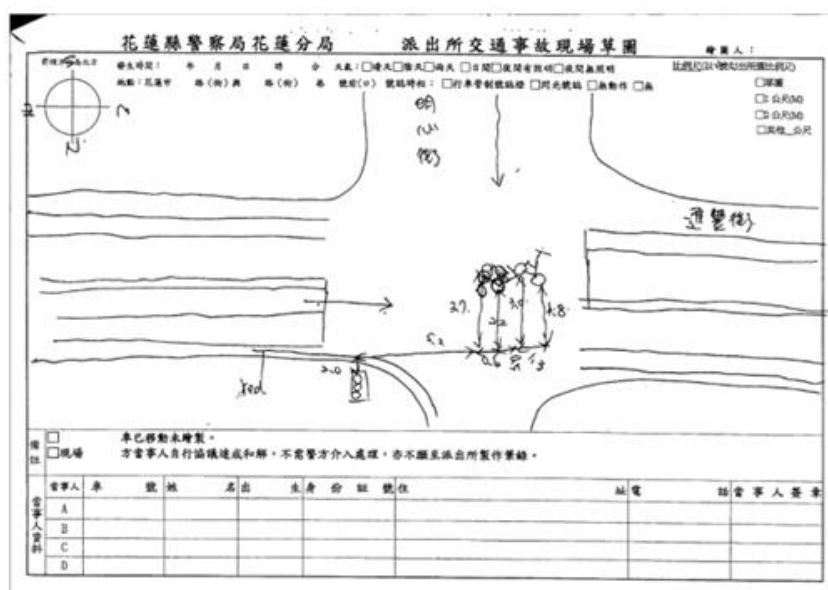
臺灣交通事故發生非常頻繁，平均每年超過 3 千人死於交通意外。根據交通事故統計資料顯示，A2 交通事故每年發生將近 33 萬件。若平均 1 件交通事故現場處理採證時間需要 0.5 小時，則每年平均花費將近 16.5 萬小時在處理交通事故現場採證工作(如表 2)。而現今事故處理，全憑人工蒐證、記錄與量測相關數據，導致事故相關資料有數據不精確、現場物證痕跡不齊全、處理費時、人工手繪及再製之交通事故現場圖有缺失，進而衍生出許多糾紛，耗費社會許多成本；再者，事故現場之當事人與處理人員(員警)受到二次事故的傷害，更是令人遺憾與不捨。

表 2 近 4 年(106 至 109 年)全國 A1 及 A2 類交通事故統計表

年 度 案 件	109	108	107	106	總案件	年均案件
A1	1,806	1,814	1,457	1,434	6,511	1,627.75
A2	360,465	340,158	318,858	295,392	1,314,873	328,718.25

資料來源：內政部警政署(2021)。

警方在處理道路交通事故時，傳統以人工測距輪進行定位，繪製交通事故圖及進行現場勘、測繪、跡證採集等工作。除了滯留現場作業頗具風險之外，由於量測工具的使用、人員操作的差異性、道路車流複雜性等因素，常導致現場作業耗時，並且現場繪圖的結果統一性與準確性也存在部分瑕疵，致產生爭議。(如圖 1)



資料來源：花蓮縣警察局(2019)

圖 1 交通事故現場草圖

隨著空拍機的普及化，本研究構想導入空拍機處理交通事故藉以數位化俯拍全景影像蒐證，除事故現場清晰呈現、道路幾何現況一目了然外，並提高事故處理品質與蒐證公信力，日後更有助後續事故肇因分析與鑑定。另基層員警在處理交通事故上能快速完成車禍現場蒐證、事故排除與確保事故處理品質，同時維護道路順暢與現場人員安全，減輕的工作負荷與壓力，提升警察在道路交通事故處理效率。而數位化圖資更能提高精確度、公信力，可確保民眾權益。(如圖 2)



資料來源：花蓮縣警察局(2019)

圖 2 交通事故現場圖

3.1.1 現行警察機關事故現場圖缺失

各警察機關對於交通事故處理，均編制有交通事故專責小組，負責處理 A2 類以上之交通事故。惟現行專責小組所使用之蒐證器材基本上仍是以相機拍照，測距輪或皮尺量測，以徒手繪製現場約略草圖供當事人認可後簽名認同，事後以電腦或手工繪製現場圖，如此以人工完成現場圖繪製之機制有以下證據能力上的疑慮：

1. 所量測之數據有誤差：

乃因人工使用量測工具，技術及技巧(量測起始、終點及使用工具是否實在?)均會產生相當的誤差致使紀錄與實際不同，可能導致事故研判或肇責鑑定上正確性產生落差，引起民眾疑慮。

2. 所繪製之現場圖比例差異大：

每個處理同仁對圖形的認知均不同，因此繪製的物件、道路型態、事故發生物理原因等，於現場圖顯示結果比例上與實際會有相當程度的差異。

3.採證不完整及跡證標示漏失：

因處理同仁以平日經驗及現場感知進行採證測繪，常因各種因素會漏失重要跡證(如遺留散落物、刮地痕、煞車痕…等)或遺漏標記(標誌、標線、路樹、招牌…等)，致事後研判鑑定時產生誤差，進而影響民眾權益。

4.平面採證致相對幾何關係不完備：

因採證過程均以目視平面 2D 方式，對於事故發生相對位置的幾何關係無法採證供研判。

5.處理時間過長：

依據本局就花蓮分局交通事故處理專責小組處理之事故卷中隨機抽樣 25 案，檢視專責同仁到達現場處理至完成恢復交通止，最快 28 分鐘，最長 84 分鐘。除造成當事人時間耗損，也增加處理同仁及民眾二次事故發生之風險，並直接影響交通順暢及安全。

3.1.2 預期成效

運用先進資通訊技術執行現場蒐證之利基運用先進資通訊技術執行現場蒐證之利基，是透過空拍機 3D 鳥瞰俯視蒐證，並經過設計程式輔助相關計算及記錄，將事故現場以最快速與精細蒐證，達到較科學化的資料提供當事人及提供日後相關分析研判、鑑定更精、更準、更細的 DataBase。使用本項技術可預期的利基，臚列如次：

1.精準呈現事故現場：

基於俯瞰的全景拍攝與畫面校正，將現場圖以實境畫面錄製、拍攝，忠實呈現事故現場人事物狀態。並輔以 GPS 定位，精準記錄事故現場。

2.便利現場採證：

除了俯瞰錄製現場全景，供後續作業參考；同時可以操作智慧空拍機跟隨員警檢視現場，並拍攝事證以完備各種跡證蒐集。

3.提升繪製現場圖之丈量效率與精確率：

只需指定一參考距離，智慧系統自動換算、精確換算現場員警所應標示之相關物證距離。

4.縮短事故現場處理作業時程：

智慧化事故現場採證與繪製，簡化員警作業流程，縮短了整體處理及民眾等待時間，亦降低事故現場對道路交通的衝擊，也提升了我警察同仁於現場處理時的人身安全，建立更專業、有效率的警察形象。

5.降低社會成本、提升業務效能：

藉由提升事故處理的精確性、便利性與敏捷性，以降低日後之民、刑事紛爭。

3.2 背景說明

花蓮縣警察局的目標是提升車禍現場蒐證的精確性與完整性，縮短處理時間，保障現場處理人員的安全，降低社會成本，提升事故處理的服務品質，故即思考研發運用先進資通訊技術提升處理交通事故現場蒐證效益，利用無人空拍機輔助道路交通事故處理，並積極辦理「道路交通工程與事故處理資訊系統」委託研究案，委請臺灣科技大學資訊工程學系戴文凱教授帶領工作團隊進行專案研究，並依目前道路交通事故處理作業程序，研擬出使用空拍機蒐證之工作模式；發展符合現行工作模式之控制空拍機飛行、繪製現場圖的行動裝置軟體與客戶端繪製現場圖軟體系統；同時，建構交通事故現場圖資料儲存軟硬體整合之服務站系統，以完善整體系統運作。

3.2.1 委託研究案第一階段

- 1.因本委託研究案為花蓮縣警察局首次辦理，近年來花蓮縣政府亦無其他單位曾辦理是類案件可提供參考，且需符合配合相關法規如：政府採購法、行政院公共工程委員會「機關委託研究發展作業手冊」、花蓮縣政府暨所屬各機關委託研究計劃作業要點……等，其中包含各項相關作業規定與程序，諸如：遴選受委託研究者、委託研究計畫書之審查與選定、製作委託研究契約(稿)、各階段預估執行金額預算編列、擬定後續研究計畫進度管制、研究計畫報告等其他履約管理事項、辦理招標及議價..等，簽辦過程遭遇諸多困難與障礙。經多次與相關單位討論與協議，嗣於 104 年 12 月 25 日正式與臺灣科技大學資訊工程學系戴文凱教授簽定契約，並著手進行本專案研究，其中多次前往花蓮縣警察局花蓮及吉安分局車處組參與事故現場實地作業，並以空拍機作業與處理員警人工測繪進行實測比較。經彙整相關比較成果顯示，以空拍機作業方式可大幅減少人工處理事故時間，並可精準呈現事故現場，提升繪製現場圖之丈量效率與精確率，縮短事故現場處理作業時程。

近年來發展成熟之行動電腦，因其可攜性、操作介面之親和性、GPS 定位及 4G 行動資料網路連結資料庫之便利性，造就了可研發現場處理 App 以提供現場處理人員絕佳之正確資料蒐證、快速紀錄之可行性。再者，如能整合雲端道路結構資料庫及中、後端作業平台軟體，取代現行之道路交通事故資訊 E 化系統項下有關交通事故現場圖及道路交通事故調查報表整體功能，再強化資料檢索功能。除了相關電子化資料可提供學術機構及交通管理機構應用之外，更可以延伸研究、教育等加值效益。

- 2.第一階段研究項目及運作檢討：

- (1)研究調查準備工作項目：設備資料蒐集與評比。
- (2)現場繪製圖處理項目：行動裝置 APP 一套。
- (3)後端資訊系統項目：服務站資訊系統研發。
- (4)運作檢討部分：

現行事故現場處理蒐證測繪證據力及處理模式之盲點如下:

A.精確性部分：

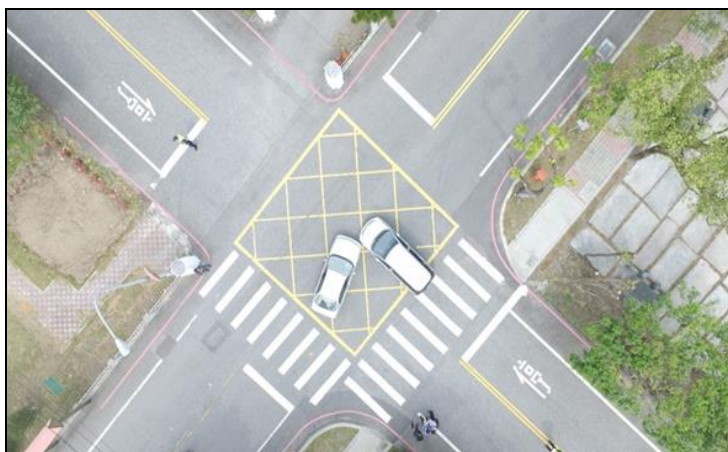
- (A)所量測之數據有誤差。
- (B)所繪製之現場圖比例差異大。
- (C)採證不完整及跡證標示漏失：無法弭補。
- (D)平面採證致相對幾何關係不完備。

B.時效性部分：處理時間過長。

C.便利性部分：事證數據未數位化，應用、分析之不便利性。

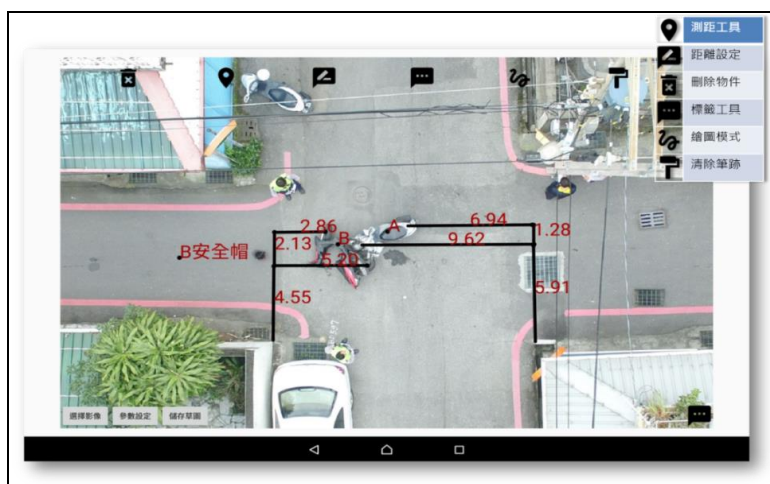
D.社會成本部分：現場處理人員之二次事故發生率高、交通順暢度降低。

E.服務品質部分：民眾期待落差度大。



資料來源：花蓮縣警察局(2016)

圖 3 空拍機拍攝事故現場圖之例



資料來源：花蓮縣警察局(2016)

圖 4 APP 功能畫面

圖 4 APP 功能畫面：提供空拍機操控、畫面拍攝、影像選擇、影像儲存、相關參數設定、測距、距離標定、標籤工具、新增或刪除物件、筆跡等功能。

(5)操作限制：

- A.顯示螢幕在戶外操作時，仍有不夠明亮而不夠清晰辨識螢幕內容的問題。
- B.操控空拍機以擷取事證點之拍攝，仍有不易操控的問題，
- C.空拍機仍不具足夠智慧以避開障礙物的問題，
- D.空拍機之定位仍不夠精確與迅速等。
- E.全天候之出勤需求，仍有待設備之精進。
- F.後臺服務站系統應結合道路資訊、自動繪圖、筆錄製作等等功能，以收系統完整性。

3.2.2 委託研究案第二階段

- 1.本委託研究案第一階段已建構整體系統雛形並有初步成效，惟於測試過程中，仍有許多須克服之問題及限制，如系統介面操作、現場蒐證、後製等方面，無法 1 次完成以符合警方現行需求，及天候(雨天、天色昏暗、風勢等)之限制等。經改良研發後，已設計出一套適合警方實務操作空拍模組，目前此系統可由介面操控升降及蒐證完成，1 次到位，操作便利，並建立 SOP 操作流程，員警使用後反應良好可行。目前系統之概念已獲得驗證與肯定，且為全臺各縣市警察局之首創。

2.道路交通事故重建之繪圖工具

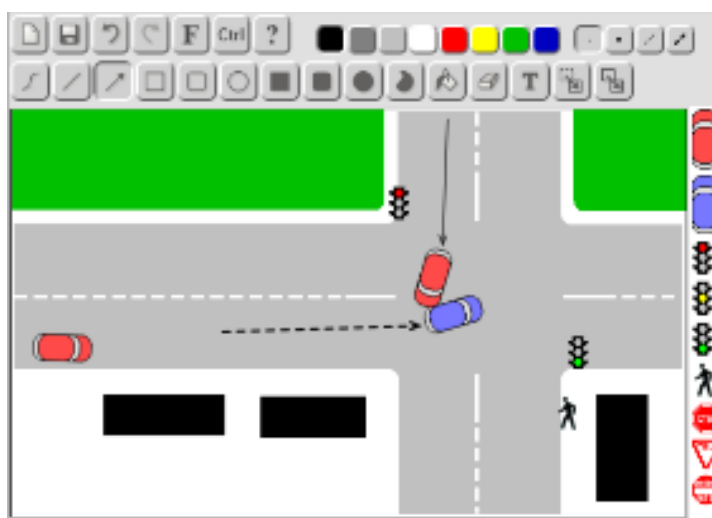
- (1)AccidentSketch(GmbH,2017)是一個網頁版的道路交通事故草圖軟體(如圖 5)，透過滑鼠拖拉物件的方式呈現事故現場，圖示包含道路型態的樣版：雙線道、單線道、T 型路、環形路、十字路、閘道、彎道；肇事車種：大小客車、廂型車、聯結車、公車、電動機車、腳踏車和人；遵行標誌：禮讓、遵行方向；禁止標誌：停車再開、禁止進入、禁止左轉、禁止右轉；限制標誌：最高限速；簡單標籤：實線、虛線、雙箭頭線、單箭頭線、煞車痕、文字標籤、指北針、交通號誌。對於車輛圖示可以旋轉 360 度方位，調整顏色標線能移動端點。另外可以附加圖片與檔案，最後能輸出交通意外報告表格(Accident Report Form)，包含描述事故當時的情況、草圖與附加的圖片。AccidentSketch 的優點能用現存的圖示簡單說明車禍狀況，包含肇事雙方車種、道路型態、行駛方向、停止位置、道路優先權，但由於圖示的道路型態必與真實道路有落差，因此無法正確的定位肇事相關物件與現實路面的相對位置關係。



資料來源:GmbH(2017)

圖 5 AccidentSketch 編輯介面

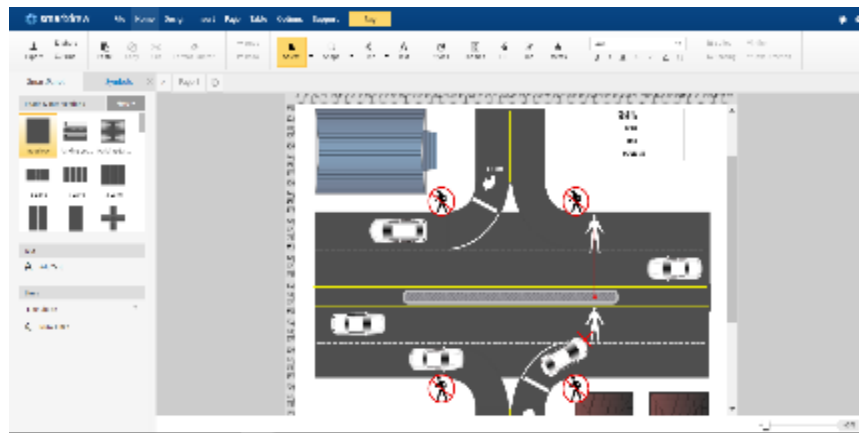
(2)J-Painter 是一套網頁版繪圖軟體 (J-Painter,2016)，其中包含車禍現場圖編輯器，透過拖拉圖示方式新增至固定的十字路口樣版，提供簡單的圖示(圖 6)：固定的車型圖示、紅綠燈、行人標誌、停車標誌、禮讓標誌與禁止進入標誌。J-Painter 的工具列有較豐富的幾何圖形：圓形、正方形、圓角正方形，對於這些幾何圖示能做顏色調整。文字部分能調整 3 種字型與字體大小。對於每一個步驟能做復原與取消復原動作 方便使用者編輯。當完成繪製後，能儲存成 PNG 圖片檔做保留。綜合以上，J-Painter 是一個陽春的車禍現場圖繪製軟體，其缺點為固定的道路型態無法滿足所有車禍現場、圖示選擇稀少、對於圖層上新增確認後的物件便無法再做移動亦無法刪除，雖然有提供橡皮擦功能但會連同底圖一起塗白，僅能透過復原的方式去修正，相當不便利。



資料來源:J-Painter(2016)

圖 6 J-Painter 編輯介面

(3)SmartDraw Software (SmartDraw,2017)是一個線上繪圖軟體(圖 7)，其中包含多種道路事故重建(Road Accident Reconstruction)的圖示樣版，其樣版多了情境現場，如高速公路交通意外、快速道路交通意外、巡邏車追逐交通意外、工程事故、火車與汽車交通意外，也有基本的道路樣版：單線道、雙線道、4 線道、T 型交叉路口、交叉路口、彎曲道、人行道、腳踏車道、火車軌道等等樣版。標示物件用拖拉的方式呈現在草圖中，物件包含幾何圖形、物件名稱、交通號誌、交通標誌，對於物件名稱能更改字型、大小、顏色；線條能更改粗細、顏色、虛實線、端點箭頭。編輯完成後能輸出為圖片檔做保存。其缺點亦為道路樣版無法與道路交通事故現場完全相符，在還原現場時無法定位正確的相對位置關係。



資料來源:SmartDraw(2017)

圖 7 SmartDraw 道路事故重建介面

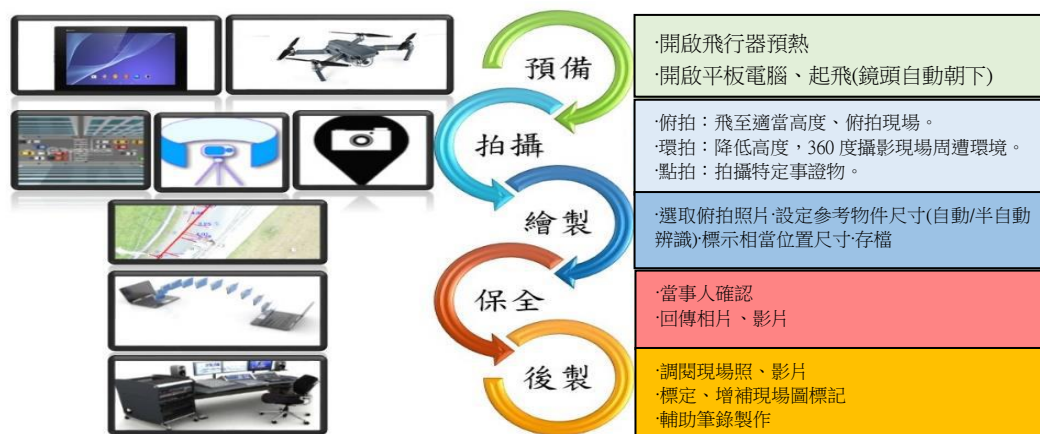
(4)綜合上述相關研究與商業工具的調查，發現本計畫之繪製現場圖工具能滿足以上介紹的基本功能，可以標線、註記文字、拖拉標籤、更動標籤屬性、編輯復原功能、編輯取消復原功能。除此之外，繪圖工具對於標線能自動轉換真實的相對距離，而現場圖不侷限於固定的道路樣版、肇事車種和圖示物件，使用空拍圖呈現原始道路、肇事車種和事故現場所有物件的原始樣貌與位置，不需拖拉和真實樣貌不符的圖示物件與放置在錯誤的位置。最後，可以數位簽名取代紙本簽名，並做加密回傳伺服器保存與後製輸出正式文件格式，符合現今道路交通事故處理的規範。因此，本計畫之繪製現場圖工具對於繪製事故現場圖更加便利、精確與完備。

3.第二階段研究項目及檢討

(1)依現行規範整理各縣市訂定之道路交通事故處理作業程序重要內容，考量應具備下列要素，並訂定了 SOP 作業程序(如圖 8)：

A.準備裝備：如交通事故處理箱(含手電筒指揮棒、相機、錄影機、事故圖規、防水粉筆、指北針、噴漆罐、測距輪、跡證採集袋、跡證定位標示牌、皮捲尺、筆、筆錄紙、警示牌、警示燈、交通錐、酒精測定器、急救用品)。

- B.在適當距離處豎立車輛故障標誌或其他明顯警告設施。
- C.登記送醫者及傷病患之姓名、國民身分證統一編號、住址及聯絡電話。
- D.應將未移動前之人、車、物狀態標繪及攝影存證。
- E.勘察、蒐證事故地點、通向、交通情況及周圍環境狀況。
- F.勘察、蒐證地面因事故形成之各項痕跡及散落物狀況。
- G.勘察、蒐證駕駛人身心狀況與人、車損傷之痕跡、程度及附著物之狀況。
- H.勘察、蒐證事故當事人、車輛位置及形態。
- I.勘察、蒐證事故過程中之人、車動態及各關係地點。
- J.勘察、蒐證有效行車路寬之測量。
- K.勘察、蒐證道路鋪裝種類及形態。
- L.勘察、蒐證行人穿越道、分向線、車道線、路面邊線、停止線等標線情形。
- M.勘察、蒐證道路兩側狀況有無商店、住宅、學校、工廠、攤販、停車等。
- N.勘察、蒐證視界、標誌、號誌情形等。
- O.勘察、蒐證快慢車道、人行道有無劃分、寬度、交通量情形。
- P.勘察、蒐證路面狀況：是否平坦、有無障礙、乾濕程度等。
- Q.勘察、蒐證道路曲直、坡度情形。
- S.繪製現場圖並由當事人或在場人簽名。



資料來源：本研究整理

圖 8 道路交通事故現場處理 SOP

(2)調查空拍設備與組裝，並依據 SOP 需求規劃與評比空拍設備

針對現有空拍機之機種做一調研(如圖 9)，並依照 SOP 需求規劃訂定評比。因礙於經費不足，無法自組一套符合需求的空拍機，只能選擇 DJI 之 Mavic 機種繼續研發工作。

		
DJI Mavic Pro	DJI PHANTOM 4 PRO	YUNEEC Q500 4K Typhoon
		
3DR SOLO	PARROT BEBOP	DJI M100

資料來源：本研究整理

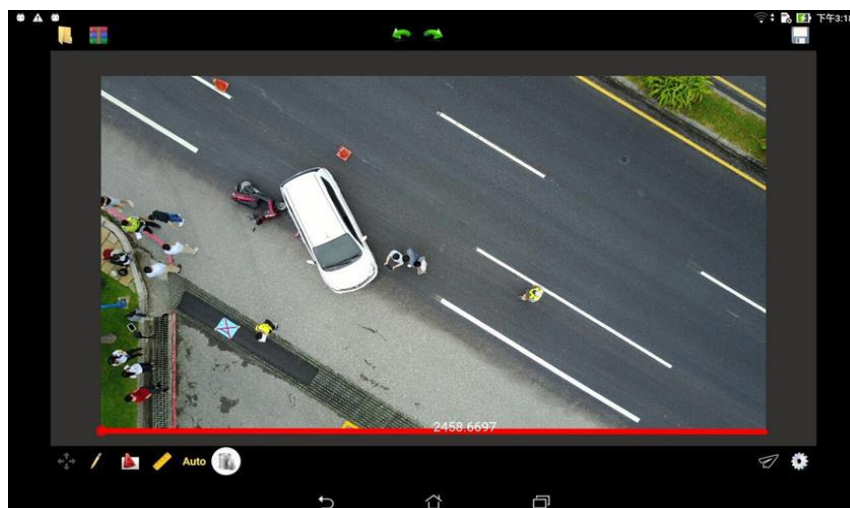
圖 9 現有空拍機之機種調研

(3)設計、研發與驗證操控空拍機與拍照之行動裝置軟體

UI 介面：會同步空拍機鏡頭中所看到的畫面，方便使用者功能列，提供了預備、起飛、跟隨、俯拍、環拍、蒐證錄影開始、蒐證錄影開始、蒐證拍照、返航、影像傳輸、影像刪除、停止功能等 10 項功能。

(4)設計、研發與驗證行動裝置端繪製現場圖軟體系統(如圖 10)

- A.繪圖標示：提供使用者繪製現場圖標示、距離空間校正與繪製功能。
- B.圖片匯入：可開啟相簿選擇先前空拍機拍下的圖片或是開啟過去儲存的壓縮檔調整編輯過的照片。
- C.功能列：目前共有(A)拖曳功能、(B)鉛筆功能、(C)標籤功能、(D)比例尺設定、(E)標線功能、(F)清除功能、(G)簽名功能、(H)復原/取消復原功能等 8 大項功能供使用者標示現場圖。

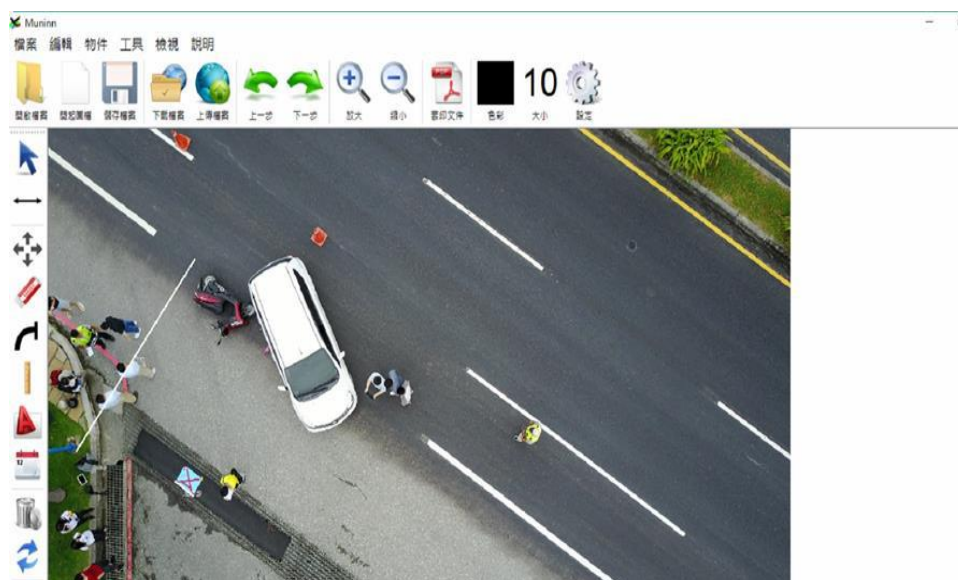


資料來源：本研究整理

圖 10 行動裝置端 APP 使用介面

(5)設計、研發與驗證繪製現場圖軟體系統(如圖 11)

- A.上傳/下載：將過去儲存之檔案上傳到伺服器端，以及將過去行動裝置端或客戶端上傳之檔案下載至本地電腦中。
- B.圖片匯入：可選擇未經編輯的照片或是過去儲存之壓縮檔調整編輯過的照片。
- C.功能列：目前共有(A)選取拖曳、(B)新增標線、(C)移動模式、(D)刪除標線、(E)鉛筆模式、(F)比例尺、(G)新增標籤、(H)新增日期、(I)刪除全部標線、(J)復原/取消復原、(K)放大/縮小等 11 大項功能供使用者標示現場圖。



資料來源：本研究整理

圖 11 繪製現場圖軟體系統使用介面

(6)規劃、設計與驗證交通事故現場圖資料儲存軟硬體服務站系統

基於整套系統應用情境圖(如圖 12)，研發系統架構(如圖 13)；其中，服務站端包含伺服器、儲存裝置，客戶端包含客戶端、列印裝置，行動裝置端包含行動裝置、空拍機。



資料來源：本研究整理

圖 12 系統應用情境圖



資料來源：本研究整理

圖 13 系統架構圖

圖 13 系統架構圖：服務站端包含伺服器、儲存裝置，客戶端包含客戶端、列印裝置，行動裝置端包含行動裝置、空拍機。

(7)實際上線運行展示

目前系統已進行服務驗證階段的實地運行與教育訓練。展示期間，依據警方之作業原則指示，配合進行實際上線運行展示，以收取更多的回饋意見與建議，讓系統未來發展更為實用。

(8)運作檢討部分

A.挹注研發經費，尋覓適當之研究團隊，開發全天候、具智慧功能之空拍機。

(A)全天候：白天、夜晚、雨天、十級以下風速。

(B)智慧功能：自動飛抵現場、自動拍攝與事證蒐集、自動丈量、實時顯示畫面、自動回傳資料、自動化現場圖繪製。

(C)發展更便利、優質的現場拍攝內容。

B.完成事故資訊之紀錄 (GPS)、調閱、統計、分析、GIS 等大數據系統。

3.3 執行情形

1.花蓮縣警察局自 107 年 10 月份起開始試辦推行利用空拍機處理道路交通事故計畫，由花蓮及吉安分局執行作業，其以空拍作業繪製之交通事故現場圖，可有效節省處理時間及提升精確度，並深獲事故當事人極大肯定與讚許，成效良好，並於 108 年度擴大推行使用，除原本花蓮及吉安分局持續執行外，另新增新城、鳳林及玉里 3 個分局執行辦理，以達本計畫推廣之弘效。

2.執行成效

(1)實施案件類別：A1、A2 類事故當事人死亡及受傷案件。

(2)處理件數：合計 1,278 件(如表 3)。

表 3 花蓮縣警察局各分局處理件數

項目 單位	件數	實施起迄日期
花蓮分局	456	107 年 10 月至 110 年 6 月
吉安分局	583	107 年 10 月至 110 年 6 月
新城分局	67	108 年 10 月至 110 年 6 月
鳳林分局	83	108 年 10 月至 110 年 6 月
玉里分局	89	108 年 10 月至 110 年 6 月
合計	1,278	

資料來源：本研究整理

3.辦理相關執行人員飛行操作訓練及輔導考照，以符合新修訂民航法規：

鑒於民用航空法(以下稱民航法)遙控無人機專章行政院定自 109 年 3 月 31 日正式施行，日後政府機關(構)之遙控無人機操作人應經測驗合格，由交通部民用航空局(以下稱民航局)發給遙控無人機操作證後始得操作。花蓮縣警察局為提升道路交通事故處理品質與現場蒐證效益，積極推動「應用無人空拍機於道路交通事故處理」試辦作業。為配合上揭民航法規定，規劃辦理本計畫遙控無人機考照教育訓練講習，聘請具有專業證照及經驗豐富之無人機飛行訓練專家擔任教官進行訓練，並於後續民航局公布考照機構後，輔導參訓人員取得民航局核發之遙控無人機操作證。

4.花蓮縣警察局各分局交通事故專責處理小組成員，共計 22 人通過民航局遙控無人機考照術科測驗，取得合格專業操作證。

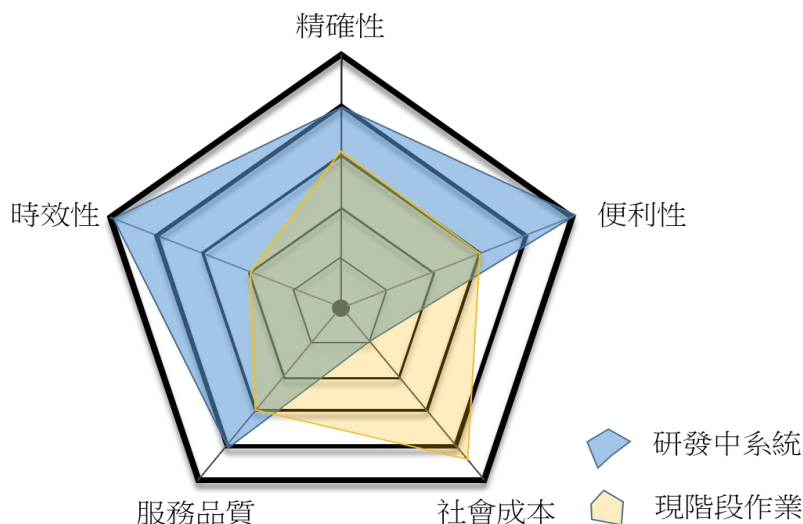
四、空拍機處理交通事故效益

1.交通事故的發生無法避免，考量現行處理方式導致社會成本過高，本系統結合空拍機與行動裝置，完成交通事故現場正確資料蒐證與快速紀錄之資訊整合系統，已進行實際場域測試與服務驗證工作，同時已具體地縮短 2/3 的時間，如以年平均 33 萬件來計，每件平均耗時 30 分鐘計算，本系統預計可將總耗時 16.5 萬小時的成本降至約 5.45 萬小時。此外，本系統的研發，奠定了日後研發專屬空拍機與其大量實際應用之典範模式與實用價值，對於所產生數位化記錄事故現場後之便利現場圖繪製、丈量、責任歸歸屬、進階加值研究、提供交通資料檢索、教育應用、遠距管理與指揮協調等擴增應用，更是提供了一個具有實質意義的基礎。若未來能擴大應用，不僅降低社會成本、大幅提升交通事故處理的效率，對於交通事故現場處理人員、當事者、附近車輛安全等，皆能有正面且廣大的效益。

2.整體效益評估：

- (1)精確性:使用空拍機拍照蒐證作業，準確的繪製事故現場，完整的採集事故現場資料，利用研發之繪圖軟體，可自動化測量物件距離，解決人為的測量誤差，而且路口態樣更能精準呈現，減少繪圖誤差產生。
- (2)時效性:員警使用空拍機，可以有效的縮短事故現場處理現場及採證時間，節省事故雙方當事人寶貴時間，縮短現場交通管制時間，迅速排除事故現場，提升警察在道路交通事故處理效率。
- (3)便利性:透過空拍機的拍攝角度，能完整照出現場俯視圖，數位化圖資更能提高精確度節省現場圖繪製時間，解決複雜路面繪製不容易的問題，同時可減輕現場處理人員的工作負荷與壓力，提升交通工程及交通事故資料統計、研究及應用之有效性。
- (4)服務品質:降低因交通管制造成不便與減少民眾等候過長抱怨，大大提升事故當事人對警方處理品質的認同度。

- (5)社會成本:在事故處理人員與事故當事人之生命安全保障，精確事故紀錄顧及雙方當事人權益，提升事故處理公信力與降低事故後續糾紛、裁判之金錢、時間等社會成本，大幅降低因事故發生而衍生道路阻塞、車流延滯之社會成本。



資料來源：本研究整理

圖 14 以空拍作業之整體效益評估

繪製現場圖之質化、量化效益		
項目	傳統	數位
現場狀態	手工繪製相對關係	影像存證絕對關係
繪製工具	紙、筆、尺	Mobile/Client APP
繪製格式	因人而異	SOP
測量誤差	測量誤差×繪製誤差	僅參考距離誤差
測量機會	現場唯一一次	無限次
後製	因人而異	標準格式與軟體
繪製時間	15-30分鐘	<=6分鐘

資料來源：本研究整理

圖 15 以傳統人工測繪與數位化方式繪製現場圖各項效能比較

3.強化事故現場跡證與釐清事故肇因分析

利用空拍製作現場圖可強化現場跡證，在此案例中，同一事故路口，員警以手繪製現場圖，未能將完整道路型態繪製呈現，以致遠端路口地面有停字標字漏值，導致路權錯置，將嚴重影響雙方當事人權益。以空

拍製圖可完整呈現道路型態、路面標線(字)及車輛相關位置，現場圖形及跡證清晰明亮，並可釐清事故雙方當事人的肇責。



資料來源：花蓮縣警察局(2020)

圖 16 利用空拍製作現場圖可強化現場跡證(與傳統人工測繪比較)

4.提升交通事故易肇事路口統計及肇因研判分析，提供空拍現場圖與國立東華大學資訊管理學系及交通部運輸研究所進行合作，導入碰撞構圖分析方法，以圖像方式呈現高風險路口之交通事故資訊統計，針對易肇事路口之碰撞點位置、類型與可能肇因，以及事故熱時(點)、路段、碰撞類型、違規態樣...等進行分析研究，提供道路工程時間分隔及空間分隔改善作為，以降低交通事故發生。此外，利用空拍現場圖可呈現完整道路型態，對於事故車輛行駛方向、碰撞位置、事故跡證、路口相關設施..等清楚明瞭，可有助於交通事故肇事原因之分析研判，維護當事人權益。

5.成果亮點

- (1)交通部於 106 年 8 月 29 日，在花蓮縣國立東華大學召開交通部道路交通安全督導委員會第 215 次委員會議，花蓮縣警察局即以本委託研究案提報並展示研究成果，深獲前部長賀陳旦及各委員肯定與讚賞。
- (2)本委託研究案研發成果亦獲內政部警政署重視，經內政部警政署 106 年 9 月 1 日以警署交字第 1060136184 號函要求花蓮縣警察局於 106 年 9 月 29 日第 9 次署務會報提報經驗分享，獲得署長肯定與支持，並指示為各警察機關學習仿效對象。
- (3)花蓮縣警察局研究發展「以空拍機處理道路交通事故資訊系統」為全球首創。前交通部賀陳旦部長 106 年 10 月 7 日參加於巴布亞紐幾內亞

舉行之 APEC 運輸部長會議中，即以花蓮縣警察局研發之「以空拍機處理道路交通事故資訊系統」成果簡報作為本國重要交通工作發展報告，並獲得 APEC 各會員國與會代表激賞肯定及高度詢問。

- (4)花蓮縣警察局研究發展「以空拍機處理道路交通事故資訊系統」，於 106 年 10 月 24 日以花蓮縣政府名義參加臺北市電腦商業同業公會(以下稱主辦單位)舉辦之「2018 智慧城市創新應用獎」評選活動，經主辦單位於 106 年 12 月 29 日以電通字第 1060001955 號函通知，榮獲「2018 智慧城市創新應用獎」優勝獎項，殊為難得。另外，主辦單位為讓更多國內、外民眾及廠商充分體驗「智慧城市創新應用獎」的成功案例，並推廣我國在全球智慧城市創新應用發展上競爭力及能見度，並於 107 年 3 月 27 日至 30 日，邀請世界各國 1 百多個城市外賓(商)前來觀摩本次展覽活動。為提升花蓮縣在世界各國智慧城市中之能見度及發展程度，花蓮縣警察局極力向花蓮縣政府爭取預算經費參加展出，於南港展覽館內設置攤位展示本次參展獲獎案例。參展期間深獲多國城市市長、交通(運輸)部長及參訪外賓(商)讚賞及高度詢問，亦獲國內各級長官與民眾肯定及支持。本項創舉除榮獲蔡英文總統親自授獎外，亦獲國內多家新聞媒體爭相報導，以顯花蓮縣警察局研發精進警政工作在全球智慧城市創新應用發展上優秀競爭力。

五、結論與建議

5.1 結論

1. 本研究中發現，現今各縣市警察機關處理道路交通事故多以測距輪為主要測量工具，處理員警於現場丈量相關數據並繪製交通事故現場草圖完畢後，再返回單位將交通事故現場草圖電腦化後上傳，而其中不可避免地存在著人為誤差。本研究使用空拍機應用於交通事故現場圖的製作，比較其使用效益和傳統事故現場圖之區別，在不對稱路口或是彎道路段，利用空拍圖繪製的事故現場圖更能忠實呈現道路曲度以及比例，同時也提供更強的依據力，可直接用於距離推算，顯然相較傳統現場圖，運用空拍機進行拍攝所製作之現場圖具有許多優點，並可降低處理人員使用測距輪造成的人為誤差，可見空拍機對交通事故的幫助甚鉅。利用空拍機進行現場拍攝將可提升效率及降低員警處理事故之風險，同時並提升事故處理品質，保障事故當事人之權益。此外，依據內政部警政署 110 年 4 月 29 日新修正道路交通事故處理規範第 18 點規定：「現場勘察之同時，得先行繪製現場草圖。俟現場管制撤除，恢復交通後，必要時再依據現場草圖之紀錄，製成現場圖。現場圖或現場草圖得採用攝影或錄影等科學儀器製作。」顯現使用無人機進行各項相關執法及事故現場處理為現今之趨勢。
2. 花蓮縣警察局於 107 年 10 月份開始推行由各分局交通事故專責處理人員實際使用空拍機處理交通事故，統計至 110 年 6 月底為止，處理件數約

- 1,278 件，以傳統人工測繪每件 20 分鐘減少 2/3 計算，使用空拍機總計可節省 17,125 分鐘。除節省同仁處理時間外，更減少用路人因事故所受延滯的冤枉時間及抱怨所產生的社會成本。
3. 目前系統之概念已獲得驗證與肯定，雖然本項技術所使用之工具一空拍機，仍須克服天候(雨天、天色昏暗、風勢等)的限制，但未來研發抗風、防水、可夜間操作之空拍機，將更可擴大使用空間。
4. 利用空拍機處理交通事故以數位化俯拍全景影像蒐證，除事故現場清晰呈現、道路幾何現況一目了然外，可避免傳統繪製道路交通事故現場圖耗時、耗力與不精準等問題，並提高事故處理品質與蒐證公信力，日後更有助後續事故肇因分析與鑑定；此外，透過空拍的角度拍照、錄影記錄所有事故物件，更能增加跡證採集的完整性，數位化圖資更能提高精確度，強化事故當事人信服力，並可確保民眾權益。

5.2 建議

1. 以下建議:可由國家中央政府機關(如中央研究院或交通部運輸研究所等)研發更合適、更便利之系統或空拍機，以推廣其他單位使用。
 - (1)挹注研發經費，尋覓適當之研究團隊，開發全天候、具智慧功能之空拍機，並可克服全天候：白天、夜晚、雨天、十級以下風速。
 - (2)開發智慧功能：自動飛抵現場、自動拍攝 與 事證蒐集、自動丈量、實時顯示畫面、自動回傳資料、自動化現場圖繪製。
 - (3)發展更便利、優質的現場拍攝內容。
 - (4)完成事故資訊之紀錄 (GPS)、調閱、統計、分析、GIS 等大數據系統。

2. 未來展望

花蓮縣警察局首創與臺灣科技大學研究團隊研發出一套道路交通事故處理系統，結合空拍機設備、智慧行動裝置與感測裝置來完整採集現場資料。透過空拍機的拍攝角度，能完整照出現場俯視圖，解決複雜路面繪製不容易的問題，並結合智慧型動裝置，能有效繪製現場事故圖、自動化測量物件距離，解決人為的測量誤差及處理人員處理的作業時間。

利用空拍機大大縮短了處理人員現場採證的時間，大幅降低因事故發生而衍生道路阻塞、車流延滯之社會成本，且讓處理人員不必穿梭於道路上蒐證，處理人員與事故當事人在事故現場的人身安全有所提升，事故處理紀錄與品質也能大幅提升，降低交通事故糾紛。

展望未來，花蓮縣警察局希望能全面導入空拍機輔助處理交通事故，逐步修正缺失，成為符合交通事故整體處理過程適用、好用之系統。

參考文獻

- 內政部警政署統計查詢網，道路交通事故-按 A1、A2 類，2021 年 04 月 01 日擷取自 <https://ba.npa.gov.tw/npa/stmain.jsp?sys=100>。
- 王鈞奕、蘇志文、黃家耀、張開國、葉祖宏、林樹德、孔垂昌、溫基信(2019)，「利用 Mask R-CNN 偵測並分類空拍影像中車輛」，*交通學報*，第 19 卷第 2 期，頁 103-118。
- 全國法規資料庫，道路交通事故處理辦法，2016 年 8 月 4 日擷取自 <http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=D0080090>。
- 施旻汶(2015)，*自動化無人飛行載具輔助擷取橋梁影像之研究*，國立中央大學營建管理研究所碩士論文。
- 楊典璋(2016)，「多軸飛行器應用於道路交通事故重建之研究」，2016 年道路交通安全與執法研討會論文集，頁 139-152。
- 道路交通事故處理作業程序，2016 年 8 月 1 日擷取自內政部警政署國道公路警察局: <http://www.hpb.gov.tw/>。
- 道路交通事故處理規範，2021 年 4 月 29 日擷取自全國警察法規資料庫 <http://ou2tr.eportal.npa.gov.tw/>。
- 顏士哲(2016)，*現行道路交通事故資料資訊化處理之改善研究*，中央警察大學交通管理研究所學術論文。
- 蘇梓見、盧勇誌、董玉明、顏志明(2016)，「多軸飛行器輔助交通事故處理運用-以臺中市為例」，*交通學報*，第十六卷第一期，頁 77-94。
- GmbH, C. (2017), "Accident Scene Diagrams," Retrieved from AccidentSketch.com: <http://draw.accidentsketch.com/>.
- J-Painter. (2016), "J-Painter-online image editor," Retrieved from J-Painter-online image editor: <http://www.izhuk.com/painter/diagram/car-accident-diagram.html>.
- SmartDraw. (2017), "Accident Reconstruction Dialogam," Retrieved from smartdraw: <https://www.smartdraw.com/accident-reconstruction/examples/>.
- (收稿 110/02/01，第一次修改 110/04/05，接受 110/05/02，定稿 110/10/25)

