

多軸飛行器應用於道路交通事故重建之研究

周文生¹

楊典璋²

摘要

現今交通事故處理之工具，各縣市警察機關處理道路交通事故多以測距輪(Measuring Wheel)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，再返回單位以微軟之 Visio 軟體或是 Easy Street Draw 等電腦繪圖軟體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。交通事故現場圖為事故處理極度重要的一個環節，其中現場事故處理人員的繪圖能力、蒐證技巧以及主觀判斷等因素直接關連到事故現場圖的良莠，進而影響事故肇事責任分析人員作出判決的正確性，關係當事人權益甚鉅。近年無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)進行空中影像拍攝應用越來越廣，將 UAV 或高解析度拍攝、攝影等載具應用，將所拍攝之影像產製三維點雲、數值地表模型(DSM)與正射影像拼接(Orthomosaic)成果，提供交通工程改善規劃與駕駛行為模擬之分析技術。本研究就使用多軸飛行器(Multi-Axis Aircraft-Taking)應用於交通事故重建做研究，討論使用多軸飛行器之相關性能以及其軟體 Pix4Dmapper 模擬重建功能，比較其使用效益和傳統事故現場圖之區別，期待能夠使用多軸飛行器空拍交通事故現場並進而以軟體 3D 模擬方式重建交通事故現場，能比 2D 示意圖更能展示現場真實面；另一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當今交通事故偵查方式作為精進之參考依據。

關鍵字：多軸飛行器、交通事故、事故重建、3D 現場圖

一、前言

警察單位在繪製事故現場圖時，目前大多是以測距輪(Measuring Wheel)為主要測量工具，而這樣的使用行之有年，其中不可避免的是使用測距輪的人為誤差及僅能夠使用 2D 方式呈現之限制。多軸飛行器(Multi-Axis Aircraft-Taking)或稱無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle,UAV)是近年來航空產業的熱門產品，起初用於軍事用途以及民間娛樂使用，例如電影拍攝、婚紗攝影或是個人藝術攝影作品呈現，由於其便利性以及經濟性，各專業領域開始廣泛應用，例如應用於擷取橋梁維護工作的自動化無人飛行載具輔助擷取橋梁影像研究(施旻汶，2013)，因此如果能藉由使用多軸飛行器提高交通事故處理品質，必有利於更進一步的交通事故責任鑑定與肇事重建。

¹中央警察大學交通學系教授(聯絡地址：桃園市龜山區大崗里樹人路 56 號，電話：03-3282321 轉 4513，E-mail:una141@mail.cpu.edu.tw)。

²中央警察大學交通管理研究所研究生。

本研究係利用多軸飛行器應用於交通事故現場處理，能夠針對事故現場圖的繪製做出精進的工具探討，期能夠了解使用多軸飛行器之效益以及可行性及相關法令之探討，另一方面能夠做出和傳統處理模式之比較，以期能對於事故現場處理模式的精進方式。

本研究在回顧現今道路交通事故處理模式以及相關文獻之後，針對多軸飛行器的各種類型做出研究、應用領域及介紹，結合現場實驗拍攝方式及成果做出可行性之評估，而本研究範圍與限制如下：(1)使用的 UAV 為 DJI Phantom 3 Standard 四軸飛行器以及軟體 PIX4DMapper 作為進一步現場 3D 模擬重建之軟體工具；(2)由於本研究係針對以多軸飛行器應用道路交通事故重建模擬之研究，在實際應用於實務單位使用之前，先以實驗拍攝並後續輸入 PIX4DMapper 軟體後輸出之結果作為研究探討，針對拍攝現場之實驗，期求能了解實際應用之效益、限制以及相關資訊，使實務單位能進一步評估使用之可行性。

二、文獻回顧與探討

2.1 無人飛行機之起源

無人飛行機(Unmanned Aerial Vehicle,UAV)字義上為無駕駛人員之飛行載具，係起源於西元 1917 年第一次世界大戰時為軍事用途所開發，例如利用於偵查敵軍或是靶機之用，現今由於科技的進步，發展出不少低成本的相關設備，並已經逐漸廣泛運用在政府機關以及民間的各種領域。

2.2 各類型無人飛行機

非軍事用途的無人飛行機分為定翼型與旋翼型（簡榮興，2010）。

1.定翼型的無人飛行機

該種機型發展歷史最久，其機身兩側有固定機翼，其兩側之機翼越大，飛航能力越好，當動力提供後則依靠，機翼產生浮力飛行，飛行方向則受水平翼與垂直定翼控制，優點是在於航程長、載乘重量較大也較能抵抗強風。

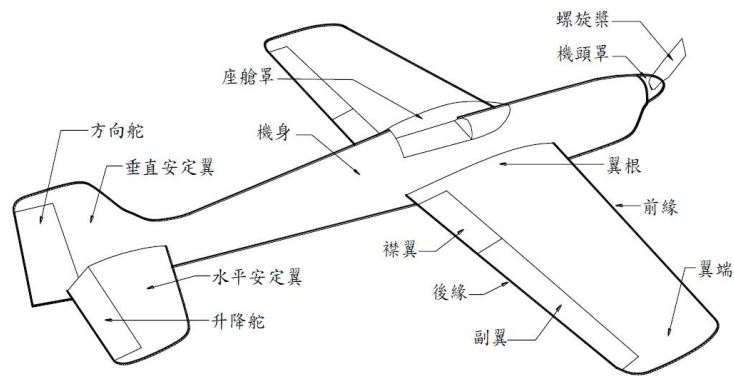


圖1 定翼機示意圖(施旻汶，2015)

2. 旋翼型飛行器

分為單旋翼和多旋翼，單旋翼的無人飛行機其機身上至少一組主旋翼與尾翼，主旋翼為主要動力來源，升降、旋轉則是靠主旋翼之攻角和轉速快慢所決定；多旋翼的無人飛行機如今則有三旋翼、四旋翼、六旋翼及八旋翼等形式，每個軸向可搭配一至兩顆動力系統，因此均稱為多軸飛行器，亦為本研究所使用之 UAV。



圖2 三旋翼型UAV



圖3 四旋翼 UAV (DJI Phantom 3 Standard)



圖4 六旋翼型 UAV(DJI S900)



圖5 八旋翼型UAV(DJI S800)

2.3 各種領域之應用

如上所述，無人飛行機係起源於軍事用途所開發使用，然而近年來非軍用之 UAV 發展迅速，許多公司開發出低成本、高效能、的類似產品，並開始大量運用在土地測量、空拍導航、防災搜救、橋樑檢測…等用途，甚至像是中山大學黃慶祥教授所成立的「田龜計畫」，讓高齡的農民可以多軸飛行器去驅趕麻雀，省去耕作的辛勞。

而以英國實驗團隊為例，即以 UAV 在馬來西亞與菲律賓的叢林上空作監測，研究地形變化對野生動物的影響，以弄清楚瘧疾傳播的路徑；而像荷蘭就有實驗團隊在開發急救型的 UAV，當發生需要急救的場合時，周遭卻無急救設備，即可以以 UAV 將急救需要的藥物、簡單設備以 UAV 運輸到現場協助傷病患急救；於 2016 年 2 月 9 日台南地震維冠金龍大樓倒塌的搶救，即有團隊以 UAV 進行空拍照片進行後製現場模擬，而以建構模型能夠幫助搶救單位了解現場狀況，更能有效率在黃金救援時間內搶救受困民眾；美國研究團隊開發出利用無人機對無人機通信方式，藉由無人機密集網絡，可對災區民眾提供網路服務，使災區的通訊聯絡能夠短暫恢復；拉丁美洲漁業部和野生動物保護組織為防止非法捕魚活動，利用無人機對附近海域進行高空監測，藉由即時回傳的影像能夠了解非法捕魚的地點及違法態樣，而能夠採行取締措施，由例子可知 UAV 應用在世界各地各種領域如火如荼快速發酵，以 UAV 的角度成為人類在天空中的第三隻眼，讓各種領域開始更多可能性。

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(颶)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)。

表2 UAV軍事領域之應用

戰場	使用國家	機種	用途	成果
越南戰場	美國	中程	偵蒐	減少有人機員傷亡
梨男貝卡山谷	以色列	中程	誘敵/佯攻	偵測敵方雷達電子參數
第一次波灣戰爭	美國/聯軍	中/長程	偵蒐/戰果評估	偵察防空系統/軍隊部署/戰場態勢/戰果評估
柯索沃戰場	美國	中/長程	ISTAR	低空偵察/戰場監控/反電子作戰/目標定位
阿富汗戰場	美國	中/長程	ISTAR/空襲/狙擊	開啟無人機攻擊首例
第二次波灣戰爭	美國	中/長程	戰鬥機數據連結	C4ISR 整合運用
現在及未來	全球	微型/迷你/長滯空/戰鬥型	反恐/攻擊/戰場前沿偵察	精確攻擊

資料來源：曾子峻(2011)

三、多軸飛行器之實驗案例

3.1 多軸飛行器之功能介紹

本次研究係使用 DJI Phantom 3 Standard，該機型為四軸型無人飛行器，該飛行器配備 20mm 低變形廣角相機、高精準的防震雲台以及 1200 萬畫素圖像傳感器，並配備 GPS 定位系統，可透過其 DJI GO APP 在智慧型手機上即時顯示空拍畫面(1 公里以內可以穩定傳輸影像)，而其電池係配備 4480Ah 的高能量密度智慧電池，最大平飛速度每秒可達 16 公尺，續行時間最長可達 25 分鐘，最高飛行高度大海拔 6 公里。



圖6 DJI Phantom 3 Standard所附掛之攝影機

該多軸飛行器具備興趣點環繞功能，即為環繞某一特定地點作出環繞之軌跡循環，如果配合定時拍照功能便可以在一定時間內針對某特定地點作出多角度的拍攝，接著利用這多重角度拍攝而成的照片以 Pix4DMapper 軟體下去建構現場 3D 模組，以道路交通事故現場而言來說，即是以環繞該交通事故拍攝的方式，利用多張多角度拍攝的照片，以 Pix4DMapper 軟體去建構該道路交通事故現場之 3D 模擬畫面，並以該模擬畫面作為道路交通事故現場圖之使用。

3.2 多軸飛行器之限制

就文獻上的回顧可以了解，使用多軸飛行器存在許多不可避免的限制條件，例如在高樓層旁邊，大樓的位置有可能造成拍攝上的死角，而且大樓旁邊也容易產生風切，瞬間的強風容易造成機器碰撞而損壞，其次是氣候上的影響，如果遇到雨天氣候，雨水容易造成機器故障，其次是目前的多軸飛行器所配備的攝影機鏡頭容易因雨而髒汙，最後則是夜晚的拍攝效果不佳，由於多軸飛行器飛行時係處於不斷振動的狀態，因此縱然雲台必然配備防震功能，在夜間的相片成功率通常不高。

實際上使用之限制發現多軸飛行器確實受風力影響非常大，容易產生在興趣點拍攝的位移，將導致拍攝後建模的誤差。其次是電池的使用限制，現今的多軸飛行器為了既希望機器本身輕巧又期待能夠具備相當的功能(抗震、高解析度等等)，然而因為上述條件，所以其具備的飛航時間十分受限，以本研究所使用的 DJI Phantom3 Standard 為例，官方所顯示最長飛航時間為 25 分鐘，然而實際上之使用通常僅 20 分鐘左右之飛航時間限度。

3.3 實驗操作與結果

1. 傳統處理模式

現在的道路交通事故處理模式，係警方接收到通報之後，趕至現場拍照、定位車輛及跡證、以測距輪繪製道路交通事故現場圖，這樣的處理模式行之有年，有其優點及缺點，優點係測距輪本身攜帶方便、成本低廉，非常適合普遍性地使用，缺點是測量多具人為誤差，且蒐證內容往往依據處理事故能力以及主觀判斷、經驗差異之影響甚鉅，是故警察單位處理人員所繪製的道路現場圖品質參差不一，而其中必然影響事後的道路交通事故肇因分析以及重建之完整性，更直接的影響即是民眾的權益。

2. 空拍機環繞拍攝

- (1) 拍攝時間：2016 年 6 月 4 日 9 時 4 分(晴)
- (2) 當時天氣：晴天，風速小
- (3) 拍攝地點：中央警察大學停車場
- (4) 拍攝照片(僅擷取部分照片如圖 3 至圖 5 所示)。



圖7 UAV空拍照片1



圖8 UAV空拍照片2



圖9 UAV空拍照片3

3.PIX4DMapper軟體輸出

將現場所拍攝 35 張照片以 PIX4DMapper 進行後製作業，藉由環繞所拍攝而成的照片(每 5 秒拍攝一張)，進行多角度點雲建構模擬該實驗現場，並進而將建立的模型使用、測量。

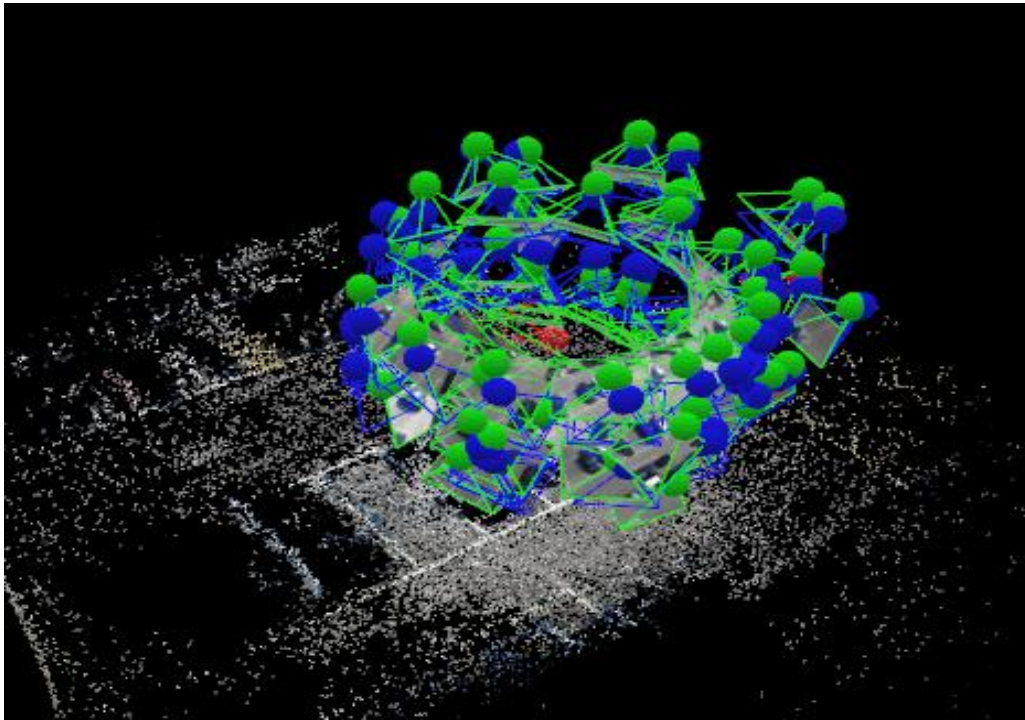


圖10 輸入PIX4DMapper軟體以點雲方式模擬

藉由各個點雲所建構出的畫面，即能做出初步模擬畫面，而這樣的初步模擬畫面，主要可用來調整模型的狀態、係數以及相關設定，調整的修正後，能讓剔除品質較差之照片，讓整體模型能夠最佳化。



圖11 初步模擬畫面

於初步模擬畫面中可以量測功能選定任意兩點，即可得知兩點之間的距離，而該測量功能，不僅可以測量直線，亦可以測量面積甚至體積，而測量面積的功能可以作為測量事故散落物面積，這也是在一般道路事故現場圖較少測繪的部分。

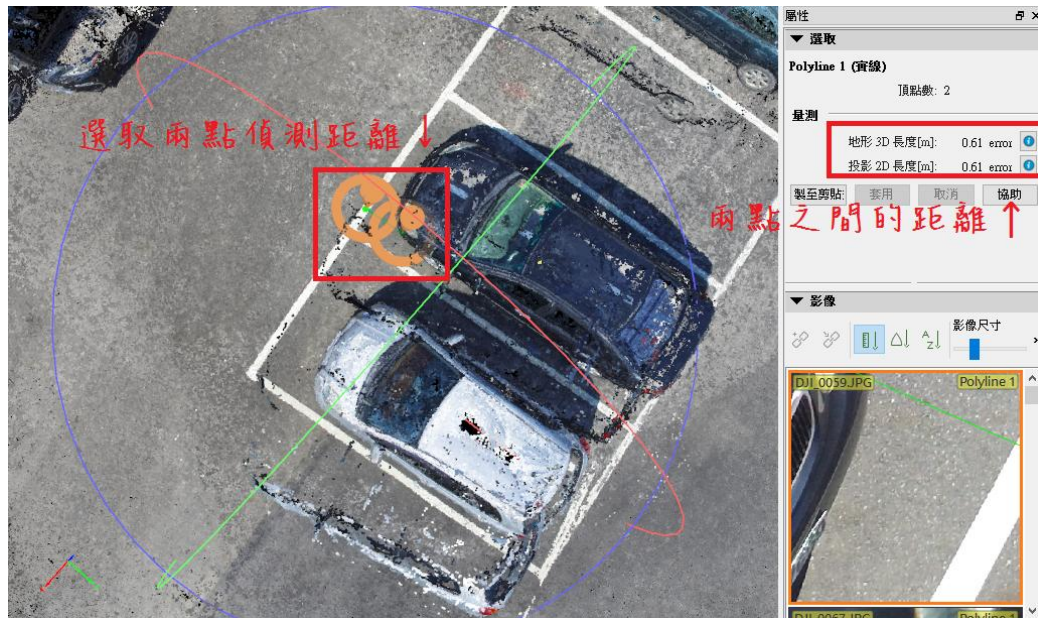


圖12 測繪現場任意兩點之間距離

在固定兩點之後，可以切換視角、拉遠近，而這樣的優點即可藉由變換角度，避免處理人員拍攝照片時的取景錯誤，亦可藉由多重角度的察看，讓分析研判具備更客觀。



圖13 切換角度及遠近查看現場

4.使用 UAV 拍攝之效益

由上述實驗成果可以得知以空拍機應用於交通事故處理有其可行性，而後製軟體的使用上，不僅可以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，這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 UAV 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。

3.4 多軸飛行器管理規範

1.航空法

目前國內並無相關法規或是證照制度來規範空拍機的部分，禁飛區部分係依據「民用航空法」第 34 條規定，遙控飛機於機場四周施放均視為有礙飛航安全物體，原則上禁止施放，除經該局評估未影響飛安情況且機場無航空器活動時，始得核准；如違反前述規定，將依「民用航空法」第 118 條規定，處新臺幣 30 萬元以上 150 萬元以下罰鍰。

2.道路交通事故處理辦法

依據道路交通事故處理辦法第十條：警察機關對道路交通事故現場，應就下列事項詳加勘察、蒐證、詢問關係人，據以分析研判：

- 一、事故地點、通向、交通情況及周圍環境狀況。
- 二、地面因事故形成之各項痕跡及散落物狀況。
- 三、駕駛人身心狀況與人、車損傷之痕跡、程度及附著物之狀況。
- 四、事故當事人、車輛位置及形態。
- 五、事故過程中之人、車動態及各關係地點。

前項各款之勘察、蒐證，應儘量使事故當事人及證人在場說明，並以現場圖及攝影作成紀錄，詳實填寫道路交通事故調查報告表，對事故當事人及證人陳述作成紀錄或筆錄。現場圖由當事人或在場人簽名。

由上述法條可知現場圖部分需要由當事人或在場人簽名，而如果未來實務單位開始應用時，適法性上則有其修正空間。

四、結論與建議

1. 本次實驗係試圖對於道路交通事故處理之工具作出探討，而此次利用 DJI Phantom3 Standard 作為實驗 UAV，並利用 PIX4Mapper 程式作後續建立模型，以該 3D 模型進行道路交通事故現場圖所需要的數值、跡證等資訊，並藉由科技方式讓道路交通事故處理更為精緻化，而依目前使用 UAV 在進行後製有其可行性，因為該模型不僅可將事故現場樣態以 3D 方式作為呈現，亦可以測量任意兩點之距離，這項功能不僅可以彌補現場處理人員

的測量疏漏，也能避免測量上的謄寫錯誤等人為錯誤，然而如果要全面取代以測距輪測繪道路事故現場圖，仍有許多限制須要克服，但在科技時代的此刻，應該試著將科技產品結合道路交通事故領域作結合，更加科技化、專業化。

2. 由於目前的實務單位於道路交通事故現場多使用測距輪作為測繪工具，因此繪圖的人員勢必將自己置於高度風險的道路上，例如國道高速公路的高速車流中，所以如果能於道路事故地點後方擺設完警告標示後，以多軸飛行器進行現場拍攝，就可以使警察人員在測繪過程中所曝露的二次事故險性降低，更進一步提供交通警察人員更安全、友善的工作環境。
3. 現今將道路交通事故現場圖 E 化之工具多為 2D 測繪軟體，如果能利用 3D 模擬軟體重建模型後，以虛擬實境(Virtual Reality)之產品(例如：VR 頭盔、VR 眼鏡等)，利用電腦模擬產生一個三度空間的虛擬世界，提供使用者關於視覺的模擬，讓使用者如同身歷其境一般，可以及時、沒有限制地觀察三度空間內的事物，而應用於道路交通事故模擬即可以使肇事責任研判人員以模擬親臨現場的方式去做出分析研判，期能以更科技的方式為道路交通事故的真實發現作出更佳策略。

參考文獻

- 施旻汶(2015)，自動化無人飛行載具輔助擷取橋梁影像之研究，國立中央大學碩士論文。
- 曾子峻(2010)，多軸飛行器於橋梁檢測之應用研究，國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所碩士論文。
- 羅平慶、吳重緯、郭俊傑，淺談多軸飛行器於工程上之應用，大地技師期刊，第 9 期，頁 40-47。
- 林秋芬(2015)，無人飛行載具針實三維模型建模精度評估，國立台北科技大學碩士論文。
- 申承翰(2013)，無人飛行載具影像數值地形模型建置及精度評估，國立台北科技大學碩士論文。
- 徐偉勛(2015)，運用多軸飛行器執行軍事任務之探討，陸軍學術雙月刊，第五十一卷 541 期，頁 131-151。

