

臺北市政府地政局員工自行研究報告

衛星定位基準站即時定位服務網-以公地管理應用為例

研究單位：地用科、土地開發總隊、台灣儀器行股份有限公司

研究人員：鄭淳方、劉建志、楊永安、黃聖日

中華民國 105 年 12 月

目錄

壹、緒論.....	1
貳、本局管有土地巡查現況與需求.....	2
參、衛星定位基準站即時定位服務網介紹.....	4
肆、文獻探討.....	5
伍、應用無人飛行載具結合衛星定位基準站即時定位於公地管理之可 行性.....	8
陸、資料分析.....	11
柒、結論與建議.....	26
捌、參考文獻.....	28

圖目錄

圖 1、正射影像 (Eisenbeiss, et al., 2005)	6
圖 2、DTM (Eisenbeiss, et al., 2005)	6
圖 3、圖層套疊分析 (Haarbrink and Eisenbeiss, 2008)	7
圖 4、實驗場	12
圖 5、3DR SOLO	14
圖 6、航線規劃	16
圖 7、作業流程圖	18
圖 8、UAV 拍攝之影像	19
圖 9、影像快速拼接成果	20
圖 10、地理對位	20
圖 11、三維點雲成果	21
圖 12、UAV 影像於 Google Earth 中展示	22

表目錄

表 1、UAV 規格.....	14
表 2、檢核精度.....	21
表 3、效益分析.....	26

衛星定位基準站即時定位服務網 - 以公地管理應用為例

本局管有市有耕地約 90%位於貓空，隨著貓空休閒農業經濟的快速發展，保護區占用及違規建築使用的風險日漸增大，亟需加快完善公地管理體系，特別是提高現場的監管能力。衛星定位基準站即時定位服務網結合無人飛行載具系統，可大範圍拍攝本局管理之山區土地，提供本局公地管理單位做為有無違規利用情資研判分析之參考。

壹、緒論

本局管理本市都市計畫編為農業區及保護區內之田、旱地目耕地，及在該地區之溝、溜等地目與農業不可分離之土地 104 筆、總面積約 17.7 公頃，其中市有出租耕地計有 75 筆，面積約 11 公頃，占本局總管理土地筆數 62%。而市有出租耕地中約 90%位於貓空山區，面積廣大，在進行實地巡查山區之公有土地時，必須耗費大量的時間及人力，為加強公有土地之管理，需要有更即時、更全面工具協助巡查工作。無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)是一種有動力驅動、可控制、能重複使用、可搭載多種設備、執行多種任務的無人駕駛飛行器，其具備體積小、監視範圍廣、即時性強的特性，相當適合高機動性的監測任務，在快速蒐集空間資訊的需求下，無人飛行載具有其相當潛力。

本研究從分析本局管理之本市公有土地巡查現況出發，針對現有公有土地巡查監管體系的不足，探討無人飛行載具應用於本局管理之公有土地之可行性，進而闡釋建置衛星定位基準站即時定位服務網的公地管理應用前景。

貳、本局管有土地巡查現況與需求

(一)本局管有土地巡查現況

根據本局 105 年的策略地圖，本局計畫每季巡查本局管理公有土地 1 次。本局管理之本市都市計畫編為農業區及保護區內之田、旱地目耕地，及在該地區之溝、溜等地目與農業不可分離之土地，約 90% 位於文山區之山區，目前本局管理位於山區土地之巡查方式倚賴人力現場勘查，再配合都市發展局開發之地理資訊系統提供之航照圖、地籍圖資，交互比對位置及使用情形，然而，交通不便及山區之地形條件，造成本局執行巡查作業許多限制。

(二)本局管有土地巡查需求

1.彌補航照圖時間差

另一方面，地理資訊系統可查得之航照圖與使用現況往往有時間差，時有航照圖資與現場使用狀況不符的情況，使本局巡查公有土地存在時效問題，因此，如果利用高時效性的巡查工具，將可彌補地理資訊系統航照圖時間差的問題。

2.突破地貌、面積限制

本局管理之公有土地不乏面積廣大之土地，在巡查該等面積廣大之公有土地時，人力巡查受限於地面上植被生長情況以及不規則的地形，巡查人員拍攝相關照片時有被遮蔽的可能，從地面拍攝照片時亦可能產生見樹不見林或以偏蓋全的問題，因此，可克服地貌的工具，將可大幅改善巡查作業執行效率及成果品質。

3.克服地形、通行限制

本局管理之公有土地之中部分經查定為宜林地，在巡查該等土地時，因為坡度陡峭步行難以到達，要全面監管該等土地，人力巡查確有安全之疑慮，如可利用無人飛行載具或相關工具，可克服坡度陡峭造成人力巡查的不便。

4.增加多維監控方式

面對貓空纜車通車後觀光客數量的上升，本局管理該地區土地使用情形日益複雜，亟需提升巡查功效，實現全方位、全天候的海空立體監控，以多維視覺呈現公有土地現況，彌補人力巡查視覺盲點，進一步確保公有土地均依規定使用。

5.增加空間延展性及時間連續性

而目前基於人力巡查常規手段的運用，在空間延展性存在盲點，對大面積公有土地監測覆蓋能力有限。在時間連續性上存在限制，因人力

巡查成本較高，本局雖然已全面定期巡查，巡查機動性尚有改善空間，如遇有颱風、地震造成災害或山崩，需要即時反應公有土地現況時，考量巡查人員之安全無法即時至現場勘查，人力巡查效果即受到限制。

參、衛星定位基準站即時定位服務網介紹

衛星定位基準站，亦稱連續運行參考站系統(Continuously Operating Reference System, CORS)，可以定義為一個或若干個固定、持續運行的 GPS 參考站，利用永久性參考網站，為使用者提供高精度的預報星曆以提高測量精度。理論上認為 GPS 主要誤差源自於衛星星曆，基準站的概念提出後，使 GPS 的實用性大幅提升，它主要理論基礎為在同一批測量的 GPS 點中選出一些可靠點位，對整個測區具有控制意義的測站，採取較長時間的連續追蹤觀測，透過這些網站組成的網路運算，獲取覆蓋該地區和該時間段的「局部精密星曆」及其他改正參數，用於測區內其它基線觀測值的精密解算。

隨著全球衛星導航定位系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)技術、電腦網路技術、數位通訊技術等科技發展成熟，CORS 系統演變成由基準站、控制中心、資料傳輸系統、定位導航資料廣播系統、使用者應用系統 5 個部分組成，各基準站與控制中心間透過資料傳輸系統連接成一體，形成專用網路。

CORS 是在一個較大的區域內均勻的布設多個參考站，構成一個參

考網，各參考站按設定的取樣速率連續觀測，透過資料傳輸系統即時地將觀測資料傳輸給控制中心，控制中心首先對各個站的資料進行預處理和品質分析，然後對整個資料進行統一解算，即時估算出網內的各種系統誤差改正項(電離層、對流層、衛星軌道誤差)獲得本區域的誤差改正模型。把改正資料透過資料廣播系統傳給移動站，獲得高精度的可靠定位結果。

肆、文獻探討

隨著科技的蓬勃發展及對於空間資訊的需求日益提升，高機動性的無人飛行載具已成為炙手可熱的研究對象。無人飛行載具成本低且可依不同需求搭載各式各樣的感測器，能應用於測繪製圖、三維建模、環境及災害監控等任務，國內外已有多位學者針對此課題進行相關研究。

Eisenbeiss(2004)利用無人飛行載具拍攝祕魯 Pinchango Alto 地區比例尺 1/7000 之航拍影像。隔年，Eisenbeiss 等人(2005)應用無人飛行載具於考古區域，並產製正射影像與數值地形模型(Digital Terrian Model, DTM)如圖 1 及圖 2，從正射影像中可清楚發現山的支脈破壞情形。2006 年時，Eisenbeiss 則提出一套 UAV 影像處理流程，將 UAV 應用於玉米田之拍攝，結果顯示從 UAV 所獲取的小區域航拍影像中可清楚判釋不同植被的分界。到了 2008 年，Haarbrink 與 Eisenbeiss 更利用 UAV 勘

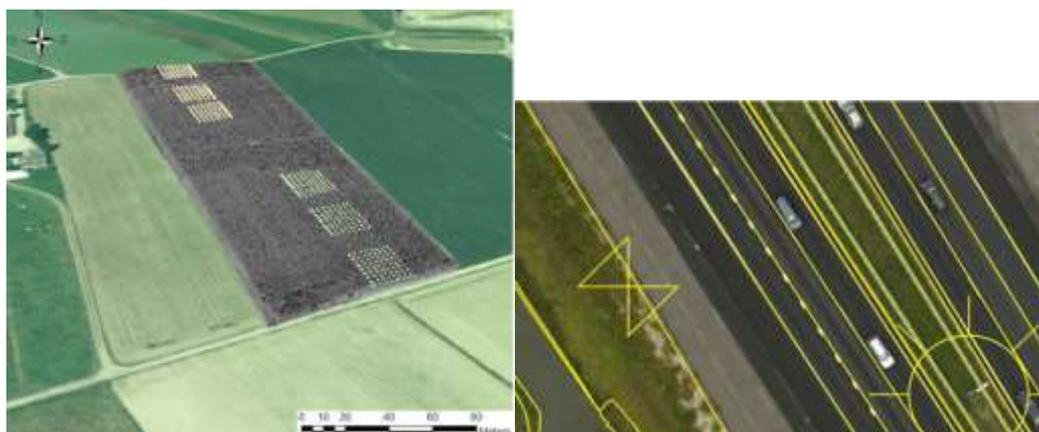
測不同地類區域，分別在瑞士的玉米田、荷蘭的高速公路及瑞士 Randa 的岩石崩落地區等地拍攝影像，產製精度 2 公分的正射影像、三維向量圖及每平方公尺約 50 點的數值地表模型(Digital Surface Model, DSM)資料，其精度在平面方向可達 2 公分、垂直方向 4 公分；此研究中更將不同種類圖層進行套疊分析(如圖 3)，增加了空間資料應用的廣度。



圖 1、正射影像 (Eisenbeiss, et al., 2005)

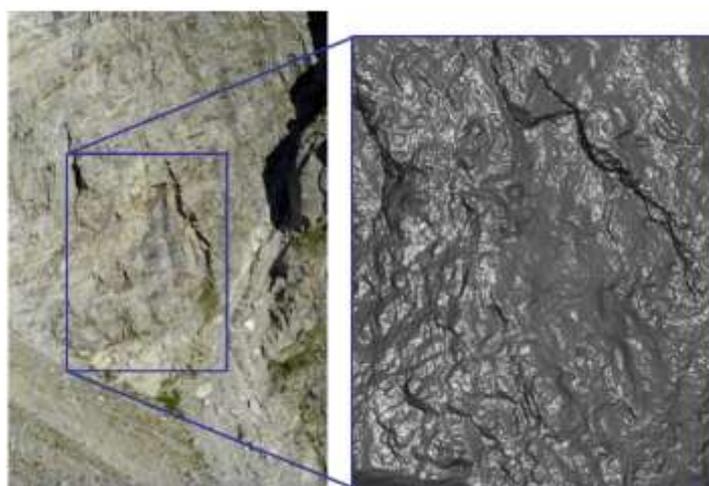


圖 2、DTM (Eisenbeiss, et al., 2005)



(a) 農地

(b) 公路



(c) 岩石區

圖 3、圖層套疊分析 (Haarbrink and Eisenbeiss, 2008)

除此之外，由義大利都靈理工大學(Politecnico di Torino)與世界糧食計劃署(World Food Programme，WFP)合作所發展的 ITHACA (Information Technology for Humanitarian Assistance, Cooperation and Action)計畫亦應用 UAV 於天然災害監測，藉由分析所取得的影像資訊，可分辨地區內地物種類，若有災害發生，可快速地進行災區的災況調查、即時了解影響的範圍。此外，也可藉由搭載不同的感測器，應用於森林大火之火源偵測、山坡崩塌地、颱風淹水等情形 (Bendea, 2007; Bendea,

et al., 2008)。

而國內亦有學者將無人飛行載具應用於災害監測，如葉家承等人(2015)應用無人飛行載具進行高雄氣爆災害現場之調查；蕭震洋等人(2015)利用無人飛行載具快速組建高解析度的台東金崙溪河川現況三維地形，分析莫拉克颱風前後河川及河床的變化，以瞭解河床演變及其致災特性，供相關單位在河川治理規劃時之參考。此外，白絮成等人(2015)就無人飛行載具搭載消費型攝影機應用於防災可行性進行研究，指出無人飛行載具與正規航空測量相比，確實具有減少成本、機動靈活、降低人力遭受到的危險等優勢，運用該技術即時性、快速性、便利性之特性，可強化決策者災害應變決策反應能力。

伍、應用無人飛行載具結合衛星定位基準站即時定位於公地管理之可行性

(一)優勢

應用無人飛行載具結合衛星定位基準站即時定位於公地管理可發揮下列優勢：

1. 環境適應優勢

無人飛行載具因體積小、重量輕、對起降要求低，相對於人力巡查，因無需人員轉場，具備成本優勢，且其環境適應能力佳，較傳統人力巡查可承擔地形更險峻之任務，執行任務更安全。

2. 時間持續優勢

因無人飛行載具不存在人員疲勞問題，性能正常前提下可人為控制滯空時間，解決傳統人力無法連續執行大範圍巡查任務，在時間持續性具有優勢。此外，無人飛行載具具有資料即時傳輸能力，為應急決策提供更具時效性之資料。

3. 巡查範圍優勢

無人飛行載具巡查適合高危險地區，其具有飛行速度快、巡查次數多之特點，情報資訊可信度佳，相較於傳統人力巡查具有巡查範圍優勢，執行任務人員可以更快速地完成巡查工作。

(二)應用問題

雖然無人飛行載具有許多優勢，然於應用上仍可能面臨一些問題，分述如下：

1. 國內缺乏無人飛行載具相關法令規範

近幾年無人飛行載具發展快速，但國內仍無無人飛行載具相關規範，僅針對空域申請有規定，然目前申請作業程序冗長，宜簡化申請作業程序，加快申請作業，以利無人飛行載具發展與應用。

2. 無人飛行載具操作人員培訓

無人飛行載具雖具備自動飛行及起降功能，但仍需依任務執行時天候情形作調整，如遇意外狀況仍需地面操作人員控制，相關操

控技巧需經長時間訓練及經驗累積，倘未來要運用無人飛行載具於公地管理，亟需培養無人飛行載具地面操控及保養維護的技術人員。

3. 無人飛行載具航拍任務意外保險

雖無人飛行載具執行任務時安全性高，但仍有可能發生意外，意外事故所造成之無人飛行載具損失，甚至波及他人安全及財產之損失、責任歸屬等需於事前訂定相關規範及處置方式，依現行制度可投保第三責任險，以減低意外事故發生後之損害。

(三)可行性

衛星定位基準站服務網能即時獲得高精度的可靠定位結果；而 UAV 則易於攜帶且靈活性高，可以靠近地面飛行，以航高低於 150 公尺的高度進行空拍作業，若遇複雜的地面環境，如林地、山谷等地形，UAV 能盤旋於空中，以固定視角持續拍攝隱蔽的目標。基於上述衛星定位基準站及 UAV 之特性，預期應用無人飛行載具結合衛星定位基準站即時定位於公有土地管理可達到以下目標：

1. 陡峭山區巡查

如應用衛星定位基準站即時定位服務網管理位於陡峭山區之公有土地，無人飛行載具可發揮其特長，克服地形限制，減少人力巡查之成本。

2. 災害即時監控

如公有土地遇到颱風或崩塌等事故，無人飛行載具可直接飛臨最危險的區域，有效獲取第一手的情報資料，藉由衛星定位基準站即時定位服務網可即時監控公有土地緊急災害現場資料。

3. 山林保育管理

本局管理之山區公有土地，大部分都市計畫使用分區為保護區，為落實保護區土地之管理並加強保護區內山林土地的保育，避免該等土地被占用或傾倒垃圾，衛星定位基準站即時定位服務網有助於達成山林保育管理的目標。

陸、資料分析

(一)實驗配置

1. 實驗場

為後續據以評估無人飛行載具結合衛星定位基準站應用於公地管理之可行性及潛力，本實驗作業範圍選定本市市有出租耕地中占地面積最多的文山區貓空山區，其航拍涵蓋範圍約 96,000 平方公尺，圖 4 為選定之測試區域，該區拍攝影像張數為 20 張，處理時間約為 40 分鐘。



圖 4、實驗場

2. UAV 及其酬載

本實驗使用的無人飛行載具為 3DR SOLO，如圖 5，搭載的 GOPRO 相機為 HERO4 Black 3.0。為適應未來的技術與擴充，3DR SOLO 的三軸雲台為開放性設計，可以兼容各種技術的相機與感測器。

3DR SOLO 為旋翼型 UAV，主要技術規格如表 1，其可依拍攝模式鎖定錄影路徑獨自飛行，讓使用者能於航拍時調整攝影雲台角度，其拍攝模式包含：

(1) CABLE CAM 自訂航線模式

透過行動裝置 APP 設定飛行的起終點，形成一條直線虛擬航線，

3DR SOLO 會根據設定航線，在起終點間來回飛行拍攝。

(2) ORBIT 環繞模式

使用 GPS 設定中心點，3DR SOLO 便會自動環繞中心點飛行拍攝。

(3) FOLLOW 跟隨主體模式

連結行動裝置後，3DR SOLO 會跟隨與它連線的行動裝置進行移動。

(4) SELFIE 自拍模式

讓拍攝者成為影片主角的自拍模式，從地面拉高拍攝周圍環境的效果。

表 1、UAV 規格

項目	說明
最高時速	每小時 55 英里(88.5 公里)
最高飛行高度	120 公尺，FAA 規則
重量	1500 克(空機重含電池及螺旋槳)； 1800 克(包含 SOLO 三軸雲台以及 GoPro)
航時	25 分鐘(包含攝影機及雲台約 20 分鐘)
即時影像傳輸範圍	800 公尺
SOLO 電池	14.8 V 鋰聚合物(5200 毫安)
螺旋槳	10x4.5” 自旋式強化
馬達	880KV



圖 5、3DR SOLO

3. 航拍影像處理軟硬體設備

UAV 影像處理依不同需求可分為兩種，一為快速取得影像成果的影像快速拼接，此部分可使用免費開放軟體進行處理，如：

Hugin；而若要產製高精度三維模型及正射影像，則需要高階繪圖伺服器工作站、三維立體螢幕等硬體設備搭配專業軟體，如：ERDAS 之 LPS CORE 模組、INPHO 之 MATCH-AT 等軟體。

本實驗是使用 SiteScan App，對 3DR SOLO 進行航線等相關規劃，並可即時檢視成果；而影像處理軟體則為 Pix4Dmapper。未來針對不同需求或功能可再進一步評估其他軟體之性能。

(二)作業流程

應用無人飛行載具結合衛星定位基準站即時定位之作業流程如圖 7 所示，各流程分述如下：

1. 確認 UAV 航拍區域

依任務需求，選定 UAV 航拍作業之區域，並計算航拍涵蓋範圍，以便後續據以進行空域申請及航線規劃。

2. 航拍計畫申請

依國土測繪法第 55 條規定，機關、團體或個人為實施該法測繪所為之航空測量攝影與遙感探測，應向中央主管機關申請核准，其作業時間約需 2 個月。

3. 空域申請

航拍計畫申請核准後，使用機關須於 UAV 空拍作業執行前 15 日向交通部民用航空局提出申請空域，待申請通過後始得進行

UAV 空拍作業。

4. 確認任務規劃

執行 UAV 航拍任務前，須事前掌握飛航行經區域的特性。在完成相關申請後，需進行任務分析與飛行路線之規劃(如圖 6)，所涵蓋項目包含：航高、近期天候確認、飛行時間、航帶數、像片間距、解析度、前後重疊率、拍照時距及快門速度等。

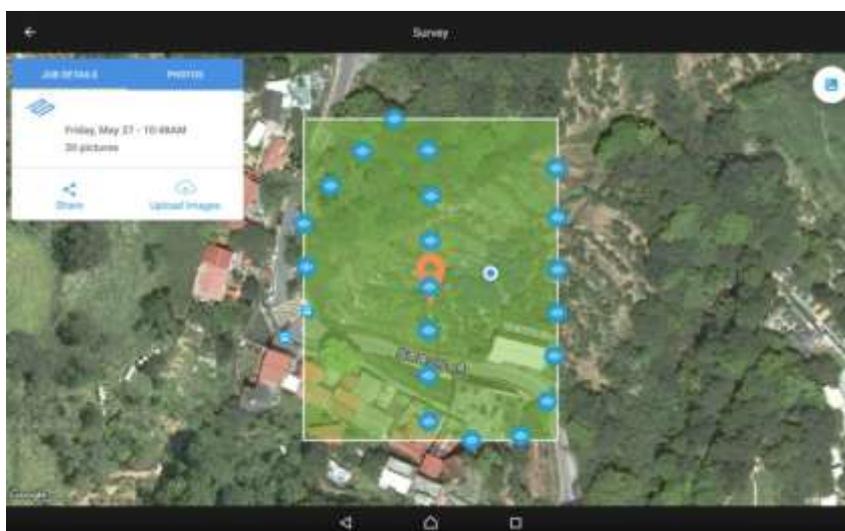


圖 6、航線規劃

5. 執行航拍任務

執行 UAV 起飛前，操作人員須觀察天候變化，當風力變化量達 10 節、陣風超過 20 節時，不建議執行航拍任務。

6. 影像快速拼接

利用 UAV 來進行航空攝影測量時，UAV 影像處理依不同需求可分為兩種，一為產製高精度三維模型及正射影像；二為快速取得影像成果的影像快速拼接。為了發揮 UAV 機動性與即時性的優勢，

且考量時效性的前提下，本實驗選擇以影像快速拼接的方式來進行影像幾何糾正與拼接。

7. 影像幾何糾正

針對拼接完成的大幅影像進行影像幾何糾正。

8. 控制點量測及坐標轉換

於測區範圍內適當位置選取足量的地面控制點及檢核點，利用衛星定位基準站以 VRS 的方式進行控制點及檢核點的量測。以地面控制點將影像轉換至物空間坐標系統，而後以地面檢核點評估轉換之精度。

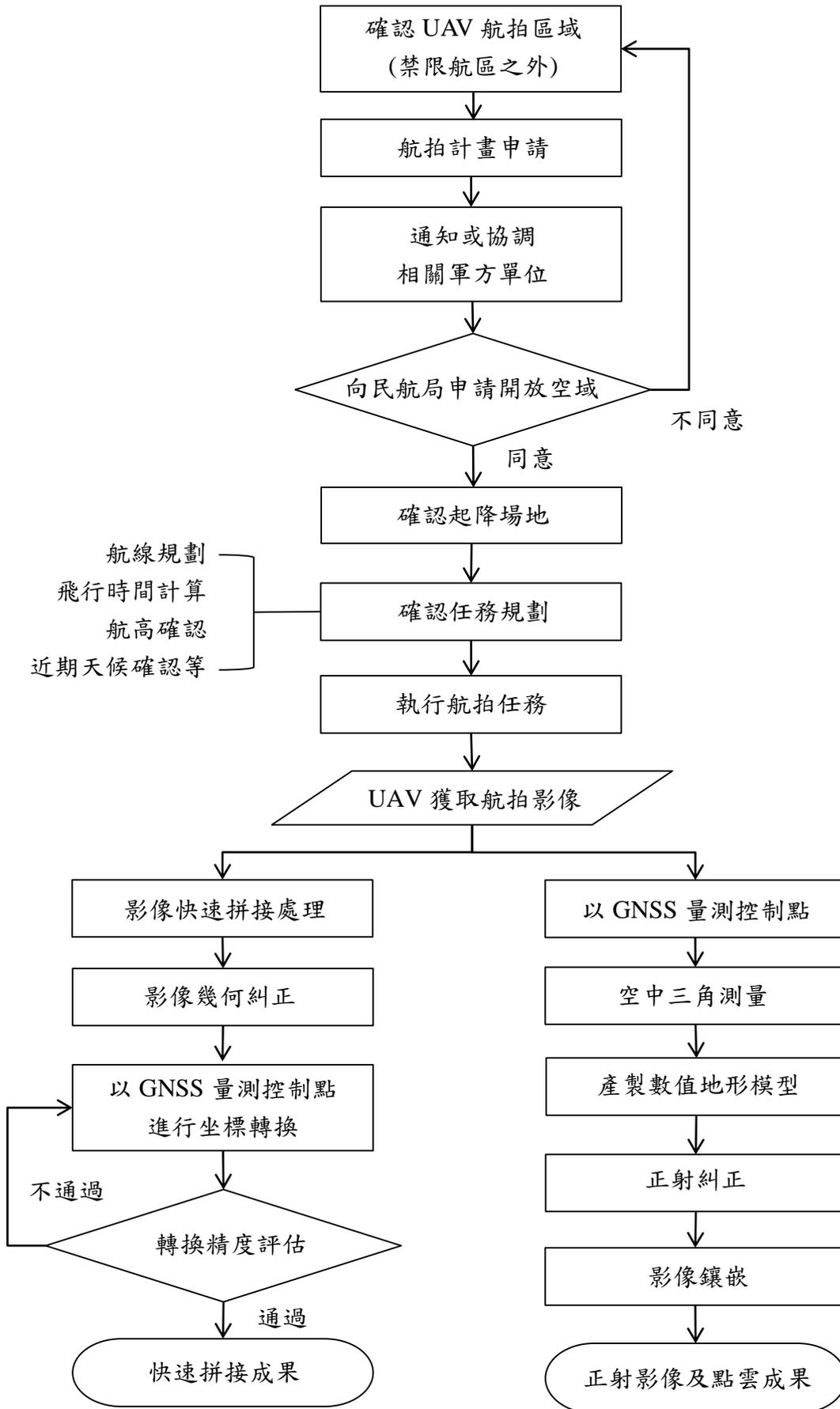


圖 7、作業流程圖

(三) 成果分析與討論

以本實驗成果進行分析與討論，並對土地巡查現況及應用無人飛行載具結合衛星定位基準站於公地管理之效益進行比較分析。

1. 影像快速拼接成果

圖 8 為 UAV 航拍之影像，影像快速拼接成果如圖 9 所示，面積為 96,000 平方公尺，航高 65 公尺的地面解析度為 5.76 公分，由圖 9 可知該影像對地物的辨識能力高，不但可判讀車子的特徵，甚至可清晰地判讀道路上的標線。



圖 8、UAV 拍攝之影像



圖 9、影像快速拼接成果

2. 地理對位

拼接完成之航拍影像需藉由控制點進行地理對位，如圖 10。隨後再經由檢核點檢驗坐標轉換之精度，如表 2 所示。



圖 10、地理對位

表 2、檢核精度

GCP Name	Error X	Error Y	Error Z	Error XY
G1	0.018	0.057	0.055	0.060
G2	-0.012	-0.051	0.056	0.052
G3	0.016	-0.018	-0.012	0.024
RMSE	0.016	0.045	0.046	0.048

單位：m

3. 三維點雲資料成果

除快速拼接影像外，還可利用 Pix4Dmapper 進行影像匹配，產製三維點雲成果，如圖 11。從三維點雲成果中，能更容易進行地形地物的判釋分析。



圖 11、三維點雲成果

4. 於 Google Earth 上套疊 UAV 影像

快速拼接之 UAV 影像可匯出成 KML 檔於 Google Earth 中展示，如圖 12，如此一來便可利用不同時期的航拍成果做套疊來檢視土地使用狀況以達公有土地管理的目的。

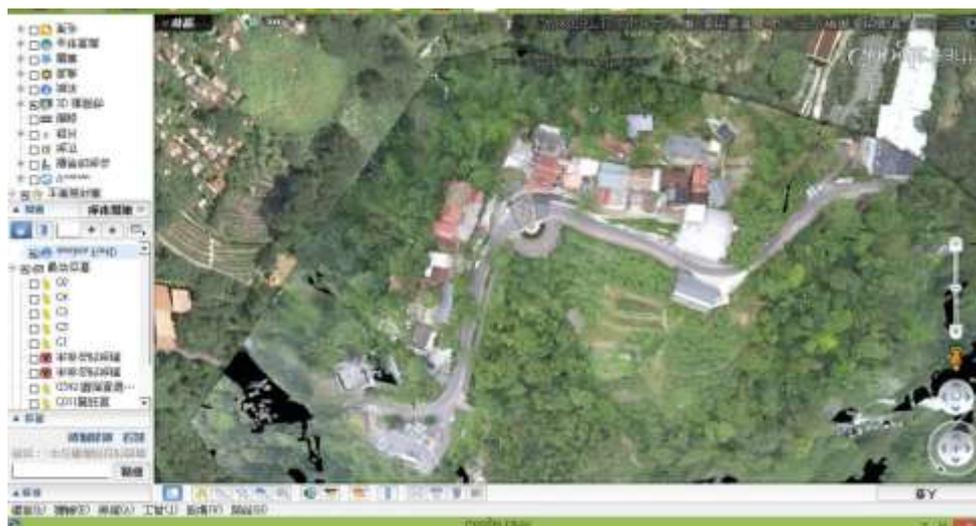


圖 12、UAV 影像於 Google Earth 中展示

5. 效益分析

現行之土地巡查方式為人力現場勘查，其與應用無人飛行載具結合衛星定位基準站於公地管理之效益比較，如表 3 所示，細節分述如下：

(1) 人力成本

本局管理之公有土地位置分布廣且面積廣大，以人力方式勘查公有土地時，人力需求為公地巡查員 1 人進行實地踏查，巡查僅需攜帶一般攝影器材，攝影器材操作方式無需另外訓練。而應用無人飛行載具結合衛星定位基準站於公地管理，人力需求約測量人員 2

人、公地巡查員 1 人，由測量人員進行控制點量測及坐標轉換作業，以及製作正射影像及點雲成果，公地巡查人員再依影像成果判斷有無違規使用，無人飛行載具攝影方式及影像處理軟體操作需辦理教育訓練。

(2) 巡查時間成本

如上所述，本局管理之公有土地不乏面積廣大之土地，在巡查該等面積廣大之公有土地時，所需巡查時間成本高、勘查效率差。若人力現場勘查時，受限於地面上植被生長情況以及不規則的地形，巡查時間成本更甚，需要較多日數完成巡查任務。相較之下，利用無人飛行載具結合衛星定位基準站於公地管理所需巡查時間較少，無論是以無人飛行載具進行航拍任務，還是以衛星定位進行控制點量測，皆可於短時間內完成巡查任務。

(3) 準備時間成本

倘將執行航拍任務前準備時間納入時間成本考量，利用無人飛行載具結合衛星定位基準站於公地管理之時間成本較高，因航拍計畫申請、空域申請等事前準備作業需與相關單位協調後方能進行航拍，行政程序較為冗長。

(4) 設備成本

應用無人飛行載具結合衛星定位基準站於公地管理需購置相

關軟、硬體設備，如：無人飛行載具(約 10 萬元)、影像處理軟體等(約 40 萬元)，所需費用高；相較之下，人力現場勘查公有土地不需購置專業設備及儀器，設備成本較低。

(5)安全性

本局管理之公有土地中部分經查定為宜林地，因為坡度陡峭步行難以到達，若以人力現場勘查方式監管該等土地確有安全之疑慮；而應用衛星定位基準站及無人飛行載具管理位於陡峭山區之公有土地，無人飛行載具可發揮其特長，克服坡度陡峭造成人力巡查的不便並減少人力巡查之成本。

另外，如公有土地遇到颱風或崩塌等事故，無人飛行載具可直接飛臨最危險的區域，有效獲取第一手的情報資料，再結合衛星定位基準站即時定位服務網便可達到災害即時監控。

(6)空間資訊

本局管理之公有土地使用情形日益複雜，以人力現場勘查方式巡查公有土地時，可對特定地點種植地上農林作物種類以及放置物品進行較細緻的觀察，然而現場勘查獲取之資料不含空間資訊，在運用上有所限制。而結合衛星定位基準站及無人飛行載具雖能以多維視覺呈現公有土地現況，彌補人力巡查之不足，但無人飛行載具電池續航力有限，且未能自由穿越樹林，對於作物物種及小型地上

物之判斷能力有限，較無法有效防範民眾占耕或傾倒垃圾之行為。

(7)資料更新時效

目前以人力現場勘查方式巡查公有土地會再配合地理資訊系統提供之航照圖及地籍圖資，交互比對位置及使用情形，然地理資訊系統提供之航照圖與使用現況往往有時間差，常有航照圖與現場使用狀況不符的情況。相較之下，利用無人飛行載具進行測繪製圖具高時效性，能建置區域航拍影像資料庫，達到空間資訊即時快速更新需求，彌補地理資訊系統航照圖時間差的問題。

(8)功能替代性

以人力現場勘查方式巡查公有土地，可由就近判斷現場農林作物之種類，或以現場氣味判斷有無放置垃圾及放置時間，其功能非無人飛行載具所能達成。而本府都市發展局現於「臺北市歷史圖資展示系統」之本市航照圖已更新至 104 年，且該系統建置有地籍圖之圖層，公地巡查人員無需費時申請航拍計畫及進行定位、測量及製圖程序，即可藉由手機或平板電腦等行動裝置快速查得巡查標的位置對應之地籍套疊航照圖，且無需付費，也無需負擔器材折舊或保管的風險，至於時間差部分，內政部國土測繪中心已有提供即時航空攝影之付費服務。公地管理運用無人飛行載具僅需航空攝影成果，因公部門已有其他替代系統可提供免費資訊，添購該載具雖立

意良善，但因其設備成本高昂，產出成果可替代性高。

表 3、效益分析

	人力現場勘查	無人飛行載具 結合衛星定位基準站
人力成本	低	高
巡查時間成本	高	低
準備時間成本	低	高
設備成本	低 (約 1,000 元)	高 (約 50 萬元)
安全性	低	高
空間資訊	無	有
資料更新時效	低	高
功能替代性	低	高

柒、結論與建議

現行公有土地之管理方式是以人力現場勘查配合航照圖及地籍圖資，交互比對位置及使用情形，而此方式在空間延展性存在盲點，且因人力巡查時間成本較高、機動性較差，在時間連續性上存在限制，對大面積公有土地監測能力亦有限。另如遇天然災害需即時反應公有土地現況時，考量巡查人員之安全無法即時至現場勘查，造成執行巡查作業

受到許多限制。

反之，無人飛行載具體積小、監視範圍廣、即時性強，相當適合高機動性的監測任務，在快速蒐集空間資訊的需求下，無人飛行載具有其相當潛力，其可降低地面調查所需之時間成本，在艱困地形亦可避免人力投入潛在危險。再結合衛星定位基準站即時定位服務網，不但將流程中控制測量之工作量與成本降低，同時高度提升測繪製圖的效率與便利性，以提供使用分區、地籍圖套疊等判釋，達到空間資訊即時快速更新需求。

雖然透過無人飛行載具航拍自動化技術及衛星定位基準站即時定位服務網，可大範圍拍攝本局所管理的公有土地，對於建置公有土地之航拍影像資料庫有相當大的助益，然而，無人飛行載具人力訓練成本高、設備限制性高、成本高昂且保管維護不易，且針對定期性的公有土地巡查，考量航拍前準備作業所耗費之成本，則大幅降低其效益。惟若以個案方式委外辦理航拍作業或許能改善上述缺點，可納入後續考量。

綜上所述，為有效防止不當及違法開發之情事，以達到永續使用的目的，於達成同等目的且財務可行的考量下，建議由人力巡查結合既有航照圖資進行，使公有土地的監測及管理作業執行更為經濟。

捌、參考文獻

- 白絜成、劉益誠、蕭宇伸、連惠邦、林秉賢，2015，「無人飛行載具掛載消費型攝影機應用於防災可行性研究」，中華水土保持學報，46卷，頁 142-149。
- 葉家承、徐百輝、張子瑩、張陽郎、蘇文瑞、包正芬，2015，「應用無人飛行載具進行災害現場之調查--以高雄氣爆為例」，中國土木工程學刊，27 卷 3 期，頁 223-229。
- 蕭震洋、安軒霈、陳俊愷、饒見有、陳樹群，2015，「應用 UAV 量化台東金崙溪河川型態演變及致災特性」，中國土木工程學刊，27 卷 3 期，頁 213-222。
- Bendea, H., Boccardo, P., Dequal, S., Disabato, F., Giulio Tonolo, F., Marenchino D. and Perez F. (2007). ITHACA project: a new approach for disaster management, Joint CIG/ISPRS Conference on Geomatics for Disaster and Risk Management.
- Bendea, H., Boccardo, P., Dequal, S., Giulio Tonolo, F., Marenchino, D. and Piras, M. (2008). "Low Cost UAV for Post-Disaster Assessment", The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences., Commission VIII, WG VIII/2. pp. 1373-1380, Beijing, 2008.
- Eisenbeiss, H. (2004). "A mini Unmanned Aerial Vehicle (UAV): System overview and image acquisition", International Workshop on Processing and Visualization using High Resolution Imagery, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI-5/W1, 18-20 November, Pitsanulok, Thailand, CD-ROM.
- Eissenbeis, H., Lambers, K., Sauerbier, M. and Zhang, L. (2005). "Photogrammetric documentation of an archaeological site (Palpa, Peru)

using an autonomous model helicopter”. Proceedings CIPA International Symposium — 26 September-1 October, Torino, Italy. CD ROM.

Eisenbeiss, H. (2006). “Applications Of Photogrammetric Processing Using An Autonomous Model Helicopter”, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI-Part1/B. Paris, 2006.

Haarbrink, R. B. and Eisenbeiss, H. (2008). “Accurate DSM production from unmanned helicopter systems”, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. pp. 1259-1264, Beijing, 2008.