

無人飛行載具系統於災害應變之應用

施錦揮¹、林世賢²、王敏雄³

摘要

在臺灣地區特殊環境及氣候條件下，運用具備視距外自主飛行能力之無人飛行載具系統（Unmanned Aircraft System, UAS）讓空間資料的蒐集更有效率。此外，由於測量與空間資訊技術不斷進步，結合測量製圖的技術與整合式導航定位定向系統及各式感測器，可取得更多元之感測資料，提供空間資料庫最新資訊。內政部國土測繪中心（以下簡稱國土測繪中心）於100年建置定翼型無人飛行載具系統，並辦理航拍與影像處理作業，主要配合臺灣通用電子地圖業務，針對局部重大變動地區，採用UAS快速取得該地區影像，更新該局部地區正射影像；108年另規劃建置多旋翼型無人飛行載具系統，提升自主操作UAS及產製空間資料能力。為增進未來UAS應用效益，能提供更多元空間資訊供災害應變參考，除利用數位相機進行空間資料蒐集，另研究採用多光譜感測器蒐集可見光以外之光譜資訊。

在災害應變方面，105年配合國家災害防救科技中心航拍臺南地震災點（臺南市關廟區及臺南市崑大路自來水明管、日新堤防、維冠大樓、京城大樓），將空拍成果提供災害應變參考；107年亦配合航拍花蓮米崙斷層地震災點並製作影像及三維模型（統帥飯店及雲門翠堤）提供災害應變參考。106年利用UAS搭載數位相機及多光譜感測器，進行崩塌地區之資料蒐集，並比對前期航拍資料，可透過計算該影像之NDVI指數萃取出崩塌地範圍，效率較人工數化提升50%；另於彰化縣芳苑鄉進行地物分類測試，利用30公分解析度影像配合最大概似法進行5種地物分類，可達到98%之分類精度，地物分類精度及效率最佳。此外，利用可見光感測器進行航拍作業，研究採用光達（Light Detection And Ranging, LiDAR）設備進行空間資料蒐集，配合UAS之高機動性，能快速呈現掃描範圍之地形地貌並進一步萃取地物資訊。107年採用UAS搭載光達設備，取得南投縣中興新村測試區的點雲數據並萃取地物資料，且參考該結果規劃圖資更新應用流程及適用原則。

關鍵字：無人飛行載具系統、多光譜感測器、光達、崩塌地監測

¹ 內政部國土測繪中心 地形及海洋測量課 技士

² 內政部國土測繪中心 地形及海洋測量課 技正

³ 內政部國土測繪中心 地形及海洋測量課 課長

一、前言

航空攝影測量具有可大面積施測、成圖速度快、精度高等優點，內政部國土測繪中心（以下簡稱國土測繪中心）辦理國土利用調查、臺灣通用電子地圖與基本地形圖修測等業務，皆以飛機實施航空攝影獲取影像進行圖資測製，惟傳統載人飛機航拍較易受天候條件限制，影響影像獲取時效及後續作業進度。UAS除具有機動性高、操作與維護較載人航空器成本相對低廉等特性，且可在低空雲下作業，相較傳統航遙測載具所受天候及雲層影響程度小，可輔助傳統航拍與衛星遙測快速取得特定區域影像。

國土測繪中心於100年已完成臺灣地區（含金門、馬祖）臺灣通用電子地圖之建置，自103年起，並以2年更新頻率辦理圖資更新，針對局部重大變動地區，規劃採用UAS辦理圖資更新作業，以UAS快速取得該地區影像，更新該局部地區臺灣通用電子地圖正射影像或向量圖。另一方面，因應未來多元化感測器發展，亦研究利用無人飛行載具系統搭載多光譜感測器及光達設備，分別應用於局部區域崩塌地監測作業及局部區域向量圖繪製。本文主要在介紹國土測繪中心無人飛行載具系統應用於局部圖資更新作業、特定區國土監測及緊急應變航拍任務，並說明近年實際航拍應用及研究測試成果。

二、無人飛行載具系統簡介

國土測繪中心採用的無人飛行載具可分為定翼型（以下簡稱定翼機）及旋翼型（以下簡稱旋翼機）無人飛行載具系統。國土測繪中心於100年完成建置國內測繪機關第1套應用於測繪領域之定翼機（國土測繪1號），具航程長、抗風能力強，因此適合用於長距離、大範圍拍攝；另於108年建置旋翼機，具有垂直起降的功能，不需起降跑道，適合較小範圍特定地區或緊急應變航拍任務。（如圖1）



圖1. 定翼機及旋翼機

三、無人飛行載具系統之應用：

國土測繪中心無人飛行載具系統應用於局部區域圖資更新，主要以定翼機辦理航拍，部分小區域面積（如面積小於1平方公里之航拍區域）以旋翼機航拍，並依解析度及重疊率需求在航拍前規劃無人飛行載具飛行航高及航線，於空域及天候許可條件下，執行航拍任務取得目標區域影像，後續透過影像處理將中心投影之相片，糾正成正射投影，並進一步鑲嵌製作全區無接縫的正射影像。截至107年底已完成超過6萬公頃以上航拍及相關影像處理作業，並應用於局部圖資更

新與特定區國土監測及緊急應變航拍任務。在災害應變方面，105年配合中央災害應變中心—空間情報小組任務，接獲國家災害防救科技中心通報後，航拍臺南地震災點(臺南市關廟區及臺南市崑大路自來水明管、日新堤防、維冠大樓、京城大樓)，將空拍成果提供災害應變參考；107年亦配合航拍花蓮米崙斷層地震災點並製作影像及三維模型(統帥飯店及雲門翠堤，如圖2)提供參考。

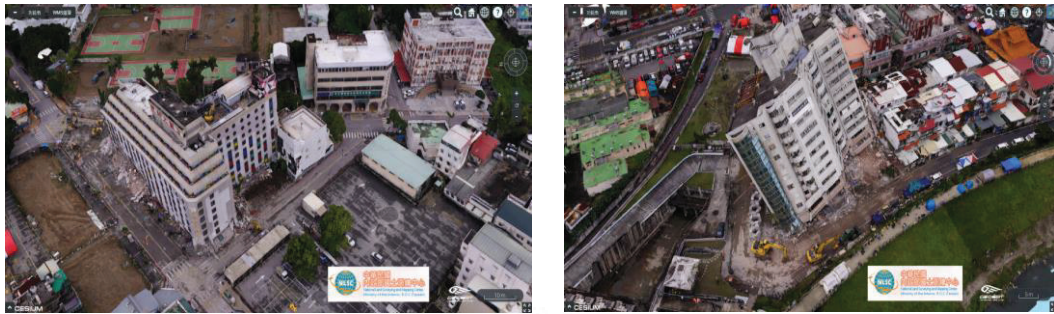


圖2.統帥飯店及雲門翠堤3D模型

四、多光譜應用研究測試：

106年以UAS搭載多光譜感測器針對新竹縣尖石鄉秀巒崩塌地區辦理測試，快速蒐集崩塌地區多光譜影像資訊，且經計算該影像之NDVI指數，可萃取出崩塌地範圍，效率較人工數化提升50%。另於彰化縣芳苑鄉進行地物分類測試，經取得10公分、20公分及30公分解析度多光譜影像資料，並分別測試最大概似法(Maximum Likelihood)、類神經網路(Neural Network)及支持向量機(Support Vector Machine)等分類方法，針對農田、無耕作農田、建物、水體及道路等5種地物進行分類。結果顯示，利用30公分解析度影像配合最大概似法，以彩色影像加入正規化植生指數NDVI及地物高程資訊nDSM進行5種地物分類，可於3分鐘內完成分類，並達到98%之分類精度，地物分類精度及效率最佳。

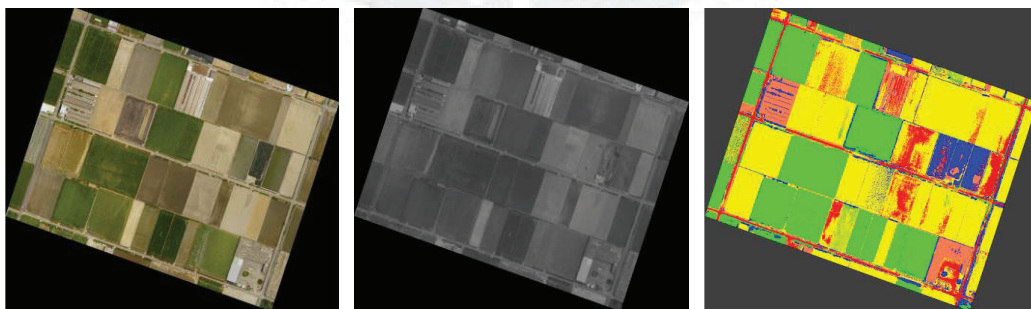


圖3.彩色與多光譜影像及分類成果

五、光達應用研究測試：

107年研究以南投中興新村為測試區域進行光達掃描作業，光達掃描作業範圍面積約為103公頃，作業範圍之點雲密度約為每平方公尺80點。將光達點雲資料及定位定向資料透過GPS時間進行資料整合，賦予點雲資料三維定位資訊，並轉換為光達點雲通用格式las(如圖4)，再將點雲資料匯入至TerraSolid等點雲編輯

軟體進行點雲分類作業，主要分類成地表、地上物（建物及道路等）、雜訊等三類，分類後依道路及建物邊緣繪製向量圖(如圖5)。

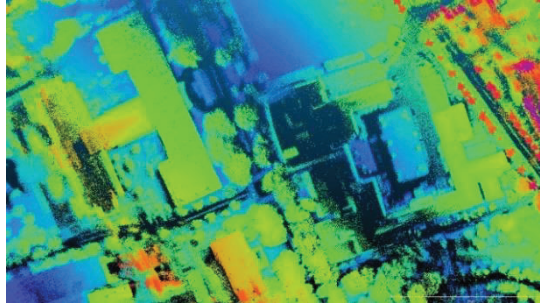


圖4.中興新村光達點雲資料



圖5.光達點雲資料及數化向量圖套疊

六、結論與未來發展：

國土測繪中心無人飛行載具系統於局部區域圖資更新應用，已建立更新模式流程機制並於臺灣通用電子地圖局部區域圖資更新中實際採用。無人飛行載具系統未來仍將依實際航拍區域需求搭載多元化酬載設備獲取相關空間資訊，作為輔助圖資更新或其他應用強有力工具。

在多光譜感測器研究測試方面，UAS搭載多光譜感測器可快速蒐集崩塌地區多光譜影像資訊，自動萃取崩塌範圍面積；另一方面，亦可配合相關演算法進行地物分類。未來可針對特定區域，初次拍攝以進行類別分類，後續定期拍攝監測變化，天然災害（如颱風）過後拍攝提供淹水與農害災損情況量化數據；或發展半/自動化影像判釋提升資料處理效率，即時資訊傳遞供輔助決策擬定。

在光達研究測試方面，利用UAS搭載定位定向系統、光達、控制電腦及電力系統等設備掃描中興新村測試區，並以獲取之點雲資料繪製道路與建物等地物向量圖，完成UAS及光達設備整合並辦理圖資更新應用航拍測試。未來朝研究結合人工智慧(AI)自動化處理及萃取繪製方式發展，在圖資更新應用上將有相當大潛力。