

遙測技術在農作物災害監測之研究與應用評估

林福源¹、張素貞²、馮玉滢³、陳昱為⁴

¹行政院農委會苗栗區農業改良場 助理研究員

²行政院農委會苗栗區農業改良場 研究員

³行政院農委會苗栗區農業改良場 計畫助理

⁴行政院農委會苗栗區農業改良場 替代役

摘要

本研究選擇苗栗地區水稻及柑橘作物，設置 200 公頃遙測面積，進行不同生育期空中影像拍攝，並同時進行遙測地區區作物別、生育期、地籍地段經緯度座標及水稻倒伏面積等實地實務的調查。建立水稻及柑橘遠端空拍地理資訊系統辨識技術、實務調查相關性之基本資料、資通技術之天災危害作物程度之辨識系統，進而評估應用於農作物災情調查。利用遙測技術建立農作物生長情形資訊，並比對現場實務調查結果，該技術應用在農作物災損監測上之可行性。

關鍵詞：監測、農作物、天然災害。

一、前言

臺灣位處於亞熱帶季風帶，易發生颱風，近幾年農業生產災損發生頻繁。本研究擬利用輕型無人飛行載具飛機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)空拍高解析度農作物生長情形，本年度以苗栗縣內水稻及果樹為主。空拍影像以開發軟體解析，可得作物倒伏率、辨識病害之危害程度、及果實著果情形等之三度空間影像(3D image)，拍攝中期、後期、颱風前及颱風後，地面解析度5X5 cm以下，彩色正射圖電子圖資自動辨識側錄影片，影像波段資訊主含紅光、綠光、藍光(R、G、B)或其他波段圖檔，作農作物生長情形資訊，並比對現場實務調查結果，該技術應用在農作物災損監測上之可行性。建立遠端監測技術使用之近端實務調查相關性之基本資料及建立水稻白葉枯病發病率影像辨識系統，取代傳統人為調查判定，以提升效率。建立遠端監測技術使用之近端實務調查相關性之基本資料，具3D解析辨識再生稻及移植稻，倒伏面積或單位面積內倒伏率及以柑橘園為主所空拍3D影像，並配合軟體辨識落果損害率之影像圖檔，並套疊於Google Earth平台。本研究選擇苗栗地區糧食作物水稻及果樹柑橘作物，設立200 ha遙測面積，進行不同生育期作物生長空拍及影像監拍、遠端土壤水分監控資訊蒐集，並同時進行實地實務的調查，如病蟲害發生情形及產量等。利用該等相關資料，評估該技術在作物生產量及農損率之應用可行性。選定2-3處白葉枯病發病田區，比較影像辨識系統計算之發病率，與傳統人為判斷的發病率，準確率是否一致。

二、重要工作項目及實施方法

1. 樣區選定(如圖1): 苗栗縣苑裡鎮上館里位於火炎山下豐饒的沖積扇平原上，海拔高由西北向東南遞增，為有機米(鴨間稻)的重要栽植區。卓蘭鎮矮山區位於枕頭山與大安溪的交會口，由於地勢較低，加上坡度較為平緩，為苗栗縣重要觀光果園區域。本計畫選擇苗栗縣苑裡鎮縣道140線及卓蘭鎮507高地周邊約各100 ha區域作為水稻田和果樹空拍影像資料取得及辨識的拍攝地點。
2. 無人飛機載具: 採用輕型無人飛行載具飛機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)搭載高清晰度的相機，地面解析度GSD $5*5$ cm以下。GNSS測量儀器Trimble R8，配合Trimble TSC2 Controller控制器進行施作。經GCP地理對位幾何改正後影像成果，套疊地籍圖坵塊，經緯界空間位置誤差小於3m。採用定翼式無人飛行載具飛機(Fixed wing Unmanned Aerial Vehicle, Fixed wing UAV)執行航拍任務，搭載使用高清晰度的相機，搭配導控系統及導航級GPS進行定點或定距自動拍攝。空拍高解析度農作物影像成果之地面解像單元(Ground Sampling Distance, GSD) 為 $5*5$ cm以下，飛行有效航高(Effective flight height)約200m，縱向重疊度約60%，旁向重疊度約60%。相機規格:(1)Samsung NX1000相機+16mm鏡頭2030萬畫素，APS-C, NIR。(2)Samsung NX1000相機+16mm鏡頭2030萬，APS-C, RGB。
3. 影像處理流程(如圖2):影像幾何對位(Geo-referencing)、正射化及影像幾何改正(Geometric correction)採全數值化處理(digital photogrammetry)。利用Pix4D mapper進行航拍原始影像之地理對位及影像正射化處理，產製高解析正射影像及數值表面模型(Digital Surface Model, DSM);再經幾何改正程序，套疊地籍圖資料之影像成果，即賦予地籍座標系統下之絕對座標，可供後續地面調查及整合套疊的圖資，進行分析應用(圖3-5)。航拍相片之拍攝有效航高約為200m，攝影比例尺(Aerial photograph scale)約為1/5000。

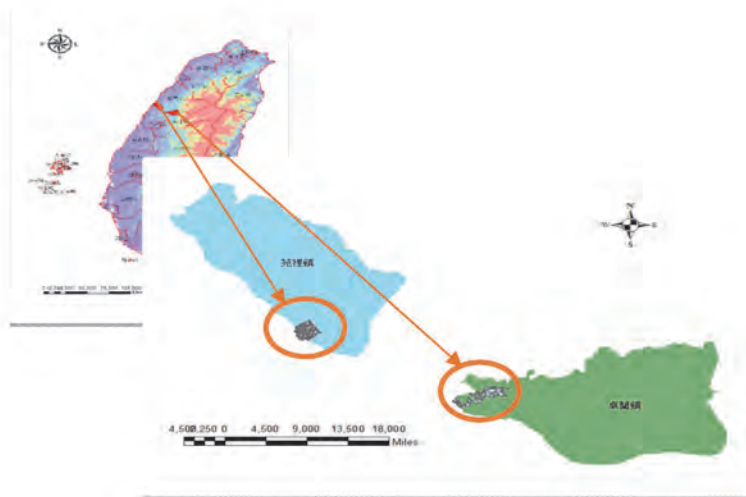


圖1 遠端遙測技術在農作物災害監測之研究與應用評估試驗位置

4. 作物調查：以拍攝日期前後3天內完成調查，座標點GCP為中心4象限範圍之50m內。苑裡區作物有水稻、芋頭、玉米、大豆及田菁；卓蘭區作物有柑橘、梨、枇杷、楊桃及溫網室，作物種類。生育期、行株距、株高、雜草、週邊作物、環境等資訊。水稻倒伏調查，品種為月光米，進行8塊倒伏區域面積量測工作。

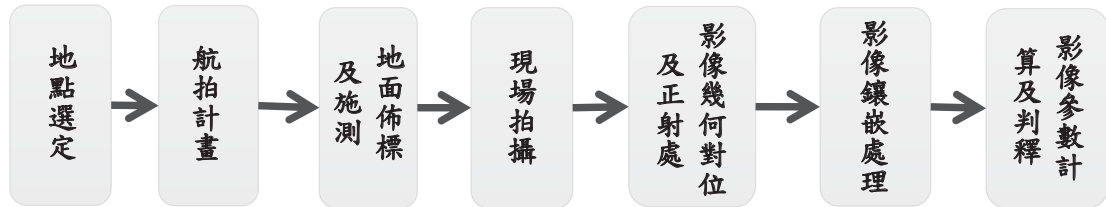


圖2 影像處理流程圖

三、結果與討論

1. UAV空拍正射影像

將3次拍攝影像再行正射影像處理之影像成果，進行作物種類辨識及現地調查作物品種以供比對驗證。苑裡區水稻呈現細緻綠色區塊、芋頭呈現稀疏綠色網點、部份作物呈現條狀栽植，道路呈現灰色、建築物呈現紅色或白色等其他物體顏色。卓蘭區之水稻呈現細緻的綠色區塊可以清楚辨識。果樹色澤與次生林顏色相似，但可以依栽植密度及行株距，進行作物與次生林之區別辨識。高接梨呈現帶狀栽植，各株樹行距無法清楚辨識。柑橘各株呈現圓形區塊，若柑橘為防果實灼傷，噴灑碳酸鈣者，果實呈現灰白色，以天然彩色影像可清楚辨別。利用Pix4D進行幾何校正作業。

2. 常態化植生指數(NDVI)之應用

NDVI原理系健康的綠色植物會強烈吸收紅光 (Red, 波長約 $0.67\mu\text{m}$)，強烈反射近紅外光 (NIR, 波長約 $0.75\text{--}1.35\mu\text{m}$)，利用可見紅光與近紅外光波段的特性，產生一幅兩波段間的比值影像，特別適合用來土壤、水體以及植生間的差異辨識。不同的天候陰影會造成NDVI的干擾。各種地被對於光譜中吸收和反射的波段均不相同，導致不同的地表覆蓋物呈現有所差異。以綠色植物而言，因吸收藍光、紅光及強烈反射紅外光之特性，故應用多光譜資訊於植物之探測，可分辨植生地被、水體或裸露地之差異，常態化植生指數標準差NDVI之原理檢視之試驗成果。雖然所有植物呈現紅色，但依各物種不同，苑裡區水稻呈現細緻紅色、芋頭因有露出水體，呈現紅與黑的質地，並可反射水體為黑色，道路和建築和裸地呈現深灰色(圖3-1)。卓蘭區可明顯看出右上角為鯉魚潭水庫，水體呈現大面積黑色。搭配NDVI辨識出作物品種，亦可由植物俯視呈現的樹冠幅度、栽植密度及現地調查基礎資料比對，以提高作物品種辨釋率。

3. 影像辨識結果

苑裡區(如圖3)之訓練樣區農田邱塊總計560個，供影像判釋達561塊，建立作物誤差距陣表，結果顯示判釋準確度達99.11%。訓練樣區面積總計 $700,655\text{ m}^2$ ，供影像判釋696,077

m²，結果顯示判釋準確度達99.30%。卓蘭區(如圖4)之訓練樣區農田坵塊總計102個，供影像判釋達94塊，建立作物誤差距陣表，結果顯示判釋準確度達92.16%。訓練樣區面積總計1,112,659 m²，供影像判釋1,093,044 m²，結果顯示判釋準確度達98.24 %。

4. 地籍圖資料套疊與Google Earth影像套繪

選取試驗範圍影像、套疊苗栗縣苑裡鎮及卓蘭鎮的農田坵塊圖邊界向量圖檔與「Google Maps」結合應用，再匯入AcrGIS圖層，並建立野外調查屬性資料庫，包括各地段、地號、面積、周長、二度分帶坐標。UAV空拍搭配行政單位所提供之地籍圖層後，套疊Google Earth可迅速查詢正確坐標位置及面積，而所建立的基礎資料，可提供詳細作物品種明細。

5. 水稻倒伏辨識結果

利用AcrGIS劃出實際倒伏區域(圖5)，再利用程式計算倒伏面積。結果8塊倒伏區域實際栽植面積在650.1526–1995.4680 m²。倒伏區域經人員實際調查與影像判釋結果，倒伏面積差異比平均91.48%，最高值為97.8%，最低值為68.9%。推測造成差異結果有2種原因，包括完全倒伏與未完全倒伏之人員判釋標準誤差及影像判釋僅用NDVI及DSM造成誤差。未來可增加光譜波段及搭配文理分析以提高成功判釋率。

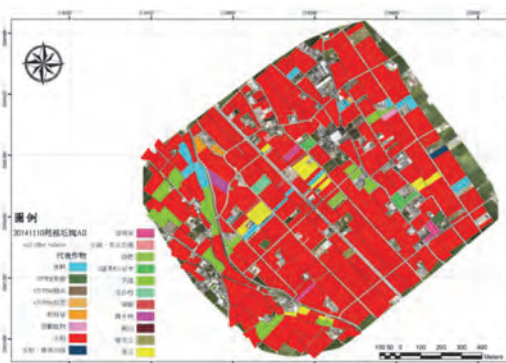


圖3 苑裡區作物判釋結果

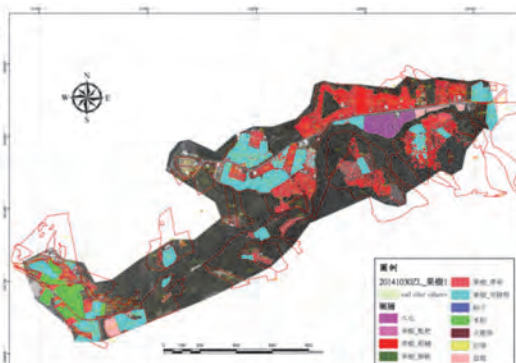


圖4 卓蘭區作物判釋結果

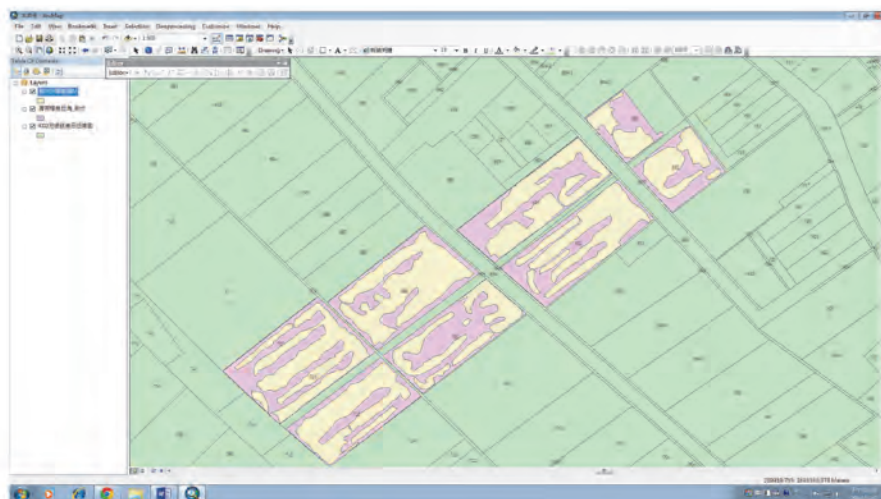


圖5 水稻倒伏面積AcrGIS判釋

四、結論

農作物之遙測的研究使用NDVI係根據健康的綠色農作物在近紅外光會有強烈反射，而對紅光有強烈吸收。由於天然彩色正射影像，仍有無法解決的混淆問題，本研究運用NDVI後處理方式，將誤判像元消除，利用紅光與近紅外光之比值或差值之間的變異擴大或減小進行分析，並將未進行野外調查的區塊進行補遺。本試驗GPS苑里區38個，卓蘭區25個。GSD小於5 cm。AV空中拍攝三次，拍射面積苑裡區181 ha，天然彩色相片和近紅外光(NIR)各870張，總計1,740張。卓蘭區458 ha，天然彩色相片和近紅外光(NIR)各988張，總計1,946張。幾合改正精度小於1個像元。作物辨識精準度苑理區農田邱塊總計560個，供影像判釋達561塊，判釋準確度達99.11%。訓練樣區面積總計700,655 m²，供影像判釋696,077 m²，判釋準確度達99.30%。卓蘭區農田邱塊總計102個，供影像判釋達94塊，判釋準確度達92.16%。訓練樣區面積總計1,112,659 m²，供影像判釋1,093,044 m²，判釋準確度達98.24%。災損率判釋倒伏面積差異比平均91.48%，最高值為97.8%，最低值為68.9%，而果樹結實率低於60%，推測造成差異結果有2種原因，包括完全倒伏與未完全倒伏之人員判釋的標準誤差及影像判釋僅用NDVI及DSM易造成誤差。果樹結果為3D立體結構，且果樹結果常有葉身、枝條及果實群聚遮蔽，在UAV空拍俯視下，無法得到全角度的影像，無法達到較客觀的判釋成功率。本試驗結果在有農作物基礎資料後，利用影像判釋可減少人工普查之勞力、時間，亦可輔助人工無法到達的區域，增加作物判釋。就天然彩色影像來做辨別，可清楚區分作物品種如水稻、芋頭、黑豆、柑橘、高接梨等，對於其他作物別可進一步利用影像數值、紋理分析、搭配NDVI等技術，提高精確的判釋率。搭配行政單位所提供之地籍圖層後，套疊Google Earth可迅速查詢正確坐標位置及面積。用NDVI值及反射光譜值可做為判釋水稻生育期、病蟲害情形等，提供農民施作、栽植、除害、施肥等田間工作之參考，並提供行政單位政策執行、輔導、獎勵、宣導等工作依據。建議未來可配合現地調查及增加光譜波段及搭配文理分析，提高成功判釋率。

五、參考文獻

1. 江昭皚、盧福明、吳宗修、林詩翔、曾傳蘆、林冠璋、廖誌聖、李仁貴。2006。『自動化害蟲誘捕裝置暨無線通報系統』，台灣農業機械21卷：6-8。
2. 許明晃、黃文達、楊志維、陳建璋、盧虎生、楊棋明。2006。關渡平原2004年空氣品質及氣象因子影響SPOT衛星遙測水稻生長之灰關聯分析。作物、環境與生物資訊。
3. 許明晃、黃文達、楊志維、陳建璋、楊佳豪、吳志文、盧虎生、楊棋明。2005。關渡平原2004年爆發大規模水稻病蟲害與黑穗過程與原因之調查。科學農業53：123-137。
4. 黃毓斌、高靜華、江明耀、鄭允、李木川。2008。東方果實蠅小面積區域防治防治模式研究(二)柑橘園之測試。臺灣農業研究 57：63-73。
5. 楊志維、許明晃、黃文達、楊智旭、蔡養正、楊棋明、張新軒。2004。水稻營養生長期農藝性狀與衛星遙測植生指數NDVI之灰關聯分析。作物、環境與生物資訊1：199-206。
6. 盧福明、江昭皚、張輕祥、陳義祥、歐陽丞修、曾傳蘆。2004。使用簡訊技術之田間資

- 料傳送性能分析。九十三年生機與農機論文發表會。頁273-274。
7. 歐世瓚。1971。熱帶地區之水稻白葉枯病。邱人璋編著「稻作病害」，pp. 99-112。中國農村復興聯合會水稻病害研討會論文集。台北。
 8. 蕭國鑫。劉進金。游明芳。陳大科。徐偉城。王晉倫。2006。結合空載LiDAR與航測高程資料應用於地形變化偵測。航測及遙測學刊 283-295。
 9. 蕭國鑫、劉治中、徐偉城。2004。不同影像分類方法應用於水稻辨識之探討。航測及遙測學刊 9：13-26。
 10. 顏厥正、蕭國、陳敏祥、黃英婷。2008。國土利用調查成果展示方式與出圖系統建置。地籍測量。27：2 2008.06[民97.06]。頁28-46。
 11. Hsu MH, WD Huang, ZW Yang, JC Chen, JH Yang, MY Huang, HS Lur, CM Yang.2006 Grey relational analysis of the effects of climate factors and air qualities on the rice growth monitored by SPOT satellite remote sensing normalized difference vegetation index (NDVI) after operation of Beitou Garbage Incinerator.
 12. Huang WD, JC Chen, MH Hsu, ZW Yang, JS Yang, SS Chang, YZ Tsai, KY Huang, LC Lu, CT Chen, CM Yang.2006 Effects of climate factors on the satellite remote sensing normalized difference vegetation index (NDVI) of vegetation in the Mt. Huangzui area of Taiwan. Bot. Bull. Acad. Sin.
 13. Huang WD, JC Chen, MH Hsu, ZW Yang, SS Chang, YZ Tsai, KY Huang, LC Lu, CC Chen, CM Yang.2003a Grey relational analysis of the effect of climate factors on the satellite remote sensing brightness index of carpetgrass in Mt. Huangzui. (in Chinese) Chinese Agron. J. 13: 59-66.

Evaluation for Application of Sensing Technology to Monitor on Agricultural Loss

Fu-Yuan Lin¹, Su-Chen Chang², -Yu-Ying Feng³, and Yu-Wei Chen⁴

¹ Assistant Agricultural Engineer, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agricultural, Executive Yuan, COA

² Senior Agricultural Engineer, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agricultural, Executive Yuan, COA

³ Assistant , Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agricultural, Executive Yuan, COA

⁴ Substitute Services., Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agricultural, Executive Yuan, COA

Abstract

The purpose of this project is to study the growth and economic yield loss of grain crops and fruits after nature disaster by UAV (Unmanned Aerial Vehicle) techniques for remote monitor in Miaoli area. According to the purpose, we develop technique of remote monitor, communication between near-end and far-end, relative databases of fact-finding. In addition, we establish standard for qualification of pest and disaster prevention to evaluate the data we capture from above and applying to survey of disaster. We try to use UAV remote techniques to establish plant growth model from start to finish when typhoon pass by comparing the difference between growth model and result from fact-finding, and then evaluate the feasibility of this study on agriculture loss.

Keywords: Monitor, Crops, Natural Disasters.