



利用數位照片定位系統建構地理資料庫應用於森林資源經營管理

文、圖 ■ 李祈德 ■ 林務局南投林區管理處作業課技士（通訊作者）

洪淑瑜 ■ 林務局南投林區管理處作業課技正

一、前言

林業機關必需掌握森林動態變化，才能達成保育森林資源及發揮森林公益效益之經營目標。然而，森林經營對象包含林地及其所蘊涵的生物體，定期調查指標項目，如林木蓄積、林地土地覆蓋型、指標物種質與量等，系統性的累積資料，方能有效經營管理。

綜觀森林調查工作之發展遞嬗，時間與位置資訊為關鍵項目，隨著科技發展，以全球衛星定位儀（Global Positioning System, GPS）記錄位置、同時拍攝照片及文字紀錄，成為所有業務的基礎，其成果不啻為森林資源經營管理上重要參考指標。

照片雖能夠忠實地記錄現場環境，但以電腦直接觀看，並無法掌握拍攝地點、空間分佈及地理背景。故許多人普遍攜帶GPS來記錄行經路徑，再透過軟體處理，使照片與地理資訊產生實質上的關聯，稱之為照片定位（Geotagging Photo）。如此，不僅單純的保存照片功能，同時還記錄了環境資訊。

林務局自2008年開始執行的第4次全國森林資源調查，利用調查人員每3公里系統間隔設立地面樣區之際，以GPS建立軌跡及以數位

相機大量拍攝行經地點特殊林相、野生動物、水源地及崩場地等照片。採用RoboGEO系統串聯GPS與數位照片，使照片具有空間資訊，再應用Opanda軟體編輯照片之EXIF（EXchangeable Image File Format），註記相關資料。此法雖可將照片定位，但過程需搭配多項軟體才能達到繳交資料標準。為此，林務局南投林區管理處於執行該調查之初即發展「數位照片定位系統」，以有效率的比對數位照片與GPS軌跡時間及編輯EXIF資訊，同時可迅速整理調查資料，並產製可供各項業務使用之圖資，作為建構轄區內地理資料庫之基礎。



▲ 林務人員進行外業工作時一定要帶GPS，確保工作安全。（攝影／洪淑瑜）

二、數位照片定位之原理

GPS為空間架構的無線電導航系統，目前地球上空維持24顆衛星分布。衛星以每秒1筆資料的週期傳送包含衛星編號、衛星星曆資料等資訊，該資訊經由接收器接收後，以衛星的星曆時間及地面接收器接受到的時間差，依據無線電波的傳送速度換算出距離，解算出三維空間位置，完成導航和定位工作。

GPS產品在1990年之前，大多應用在軍事、航空、航海、測量、農業、地理、營建等專業領域，初期產品體積大、功耗高，價格也相當昂貴，因此市場受限。伴隨著美國於2000年解除GPS的SA (Selective Availability) 干擾效應後，其後加上產品體積逐漸縮減，功耗及價格降低外，定位精確度已提升至10~25公尺，因此對於台灣森林層巒疊嶂不易定位的困擾已有效降低。林務局多年前將GPS列為第一線人員隨身配備，內建國有林事業區圖資，供進行森林護管及位址標定，為GIS資料收集的便利工具。

數位照片定位其實就是利用GPS產生的通用數據格式GPX (GPS Exchange Format) 內含紀錄位置、海拔及時間，與拍照時寫入照片的EXIF，串聯拍攝日期時間、相機型號、光圈快門等照片資訊。因此，只要擷取數位照相機拍攝實景及GPS計算位置功能，即可將地理位置資訊寫入照片，此即數位照片定位之基本原理。

三、數位照片定位方式的介紹

走過必留下痕跡，因應Web2.0時代，不

管使用內建GPS相機或是外接式衛星軌跡記錄器，經由軟體將照片定位，再透過網路使用虛擬地球Google Earth進行展示，確實能夠呈現照片及地圖等資料。但前述方式，並不適合林業現場工作，因林務人員常獨自野外作業，攜帶精準度高的GPS儀器，藉以記錄顯示所在位置以確保工作安全。完成任務後更需要專業的地理資訊系統，及搭配各種不同的圖資產出決策者所需的資訊。

(一) 常見的照片定位方式

1. 內建GPS的相機

近年來，坊間內建GPS的數位相機越來越多，拍照同時，將坐標、時間等資訊寫入照片的EXIF中。根據報導今年新款數位相機除了基本的拍照功能外，內建有電子地圖，可以結合GPS來進行導航功能。但缺點是重量較重，且價格也比一般相機貴。

2. 外接式衛星軌跡記錄器 (GPS Data Logger)

外接式衛星軌跡記錄器其實就是一個簡單版的GPS，可以簡單的看到移動距離、速度。操作簡單，設備輕便且體積小，電力供應時間較長，價格比一般專業的GPS低，可以透過藍芽或USB來連接電腦或PDA進行導航，也因設備較輕，自行車族最常使用。

3. 數位照片定位軟體

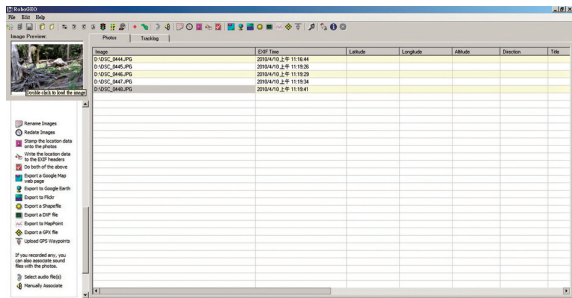
網路上關於數位照片定位軟體相當普遍，現將常見軟體介紹如下：

(1) RoboGEO

林務局啟動第4次全國森林資源調查時，引進美國Pretek公司的RoboGEO 數位照片定位



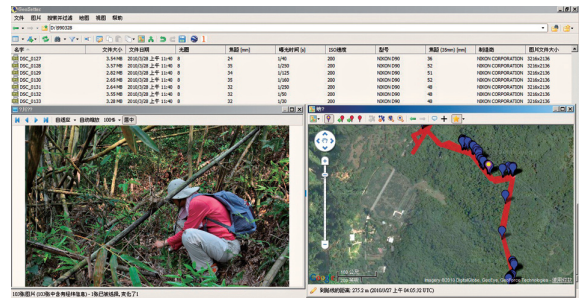
系統。其優點在於輸出資料可供Google Earth、Google Map、AutoCAD、ArcGIS等軟體使用，且照片下方可顯示拍攝時間、坐標、高度等標註。但其缺點為國外付費軟體，國內並無代理商可以洽購，且加上英文操作介面，會令操作人員產生畏懼。



▲RoboGEO 操作介面皆為英文。

(2) GeoSetter

GeoSetter由德國Friedemann Schmidt 2007年設計，主要搭配Google Map使用，可同時切換6套參考圖資。系統由文字訊息、照片、地圖等3個可調整大小的視窗組成。提供拍攝相機的屬性信息和拍攝數據，並可編輯照片內EXIF資料及修正定位位置。

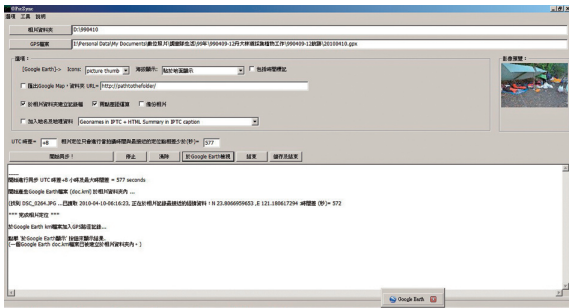


▲GeoSetter系統由文字訊息、照片、地圖等3個可任意調整大小的視窗組成，介面十分美觀。



2010/4/10 上午 11:19:41 (+8.0 hrs) Lat=23.80586 Lon=121.18387 Alt=6456ft MSL WGS 1984

▲利用RoboGEO 產製香杉林遭盜伐情形，照片下方可顯示拍攝時間、坐標、高度等標註。（攝影／李祈德）



▲功能陽春，中文繁體介面的GPicSync系統。

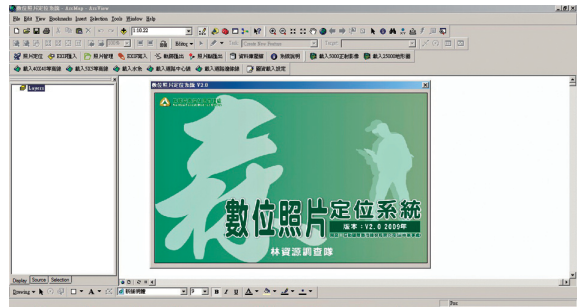
(3) GPicSync

GPicSync屬於搜尋引擎Google的應用程式集，由法國天體物理碩士Francois schnell開發的簡易軟體，照片定位後搭配Google Earth檢視。目前功能陽春，支援中文繁體，操作十分方便，並可調整拍攝時間與定位點的誤差，最大可達7,200秒。

(二) 南投林區管理處發展「數位照片定位」系統

1. 開發緣由

第4次全國森林資源調查係由林務局所屬8個林區管理處組隊同步進行，林務局為獲得一致調查成果，統一配發調查儀器，包括Garmin GPSmap 60CSx、照片定位軟體RoboGEO及編輯軟體Opanda Power EXIF，同時明確規範每次行程的資料建檔資料及格式。南投林區管理處為提昇調查效率及建置地理資料庫，考量與使用中的圖資格式，於2008年起與專業地理資訊公司以ArcGIS為架構合作開發「數位照片定位系統」，採比對數位照片及GPS軌跡時間，以內差方式運算照片坐標及編輯照片資訊EXIF。該系統同時具有EXIF匯入編寫及載入轄區使用圖籍資料庫，包括地形圖、航空照片、等高線及事業區林班圖等。



▲「數位照片定位系統」功能包括照片定位、EXIF匯入、照片管理、EXIF寫入、軌跡匯出等。



▲利用「數位照片定位系統」產製調查人員徒步進入郡大林道情形，照片下方可顯示拍攝時間、坐標、高度及拍攝單位等標註。（攝影／李祈德）

2. 系統功能

(1) 照片定位：指定GPS軌跡檔進行照片坐標點位比對計算，產出照片點位圖層。

(2) EXIF匯入：匯入已完成照片定位的照片資訊，並可指定照片資料夾，方便照片管理。

(3) 照片管理：管理維護照片資訊內的樣區編號資料、照片標題、用戶註釋、作者及特殊註釋等5項基本資料。

(4) EXIF寫入：將照片管理結果寫入EXIF，同時於數位照片下方可顯示拍攝時間、坐標、高度及拍攝者等標註，並依照照片標題予以自動分類於不同資料夾。



(5) 軌跡匯出：匯出GPS軌跡檔點及線圖層。

(6) 照片點匯出：將照片圖層匯出成點圖層。

四、「數位照片定位系統」應用於森林資源經營管理

森林生態系蘊涵豐富的資源，林務人員執行勤務時，需隨時記錄其變化，不僅需注意林地是否遭違規使用，更需防範林木盜伐、野生動物盜獵及土石盜採等情事。各項工作表單均將時間、地點及照片內容列為基本項目。因

此，必需檢附現場照片，同時蒐集GPS軌跡。然而，不論徒步或是交通工具行進間，人員不一定能夠停下腳步作記錄，而且山區拍攝的環境多屬無明顯特徵的山形樹影，回到辦公室後，要正確描述內容及位置，實在有所困難。

況且表單雖將相關資訊編輯在同一個檔案，以印表機輸出，但其實是各自獨立，照片檔案並無任何註記，時間一久，照片、軌跡與表單已失去關聯性，所累積的龐大資料量，也許在資料夾脈絡中可以猜到大概，但確實拍攝的位置就未必能靠有限的記憶想起，而辛苦蒐集的照片與軌跡，往往不幸成

各數位照片定位系統之比較表

軟體名稱 項目	RoboGEO	GeoSetter	GPicSync	數位照片定位系統
測試版本	v5.3.9	3.2.3	1.28	V2
費用	399.95美金 使用者：10人	免費	免費	需購買 ESRI ArcGIS Desktop 9.2
操作語言	英文	英文／簡體中文	英文／繁體中文	繁體中文
坐標型態	經緯度	經緯度	經緯度	經緯度 TWD 97
提供圖資	無提供	Google Street Map、 Google Satellite Map、 Google Hybrid Map、 Google Terrain Map、 Open Street Map、 OSMarender	Google Earth	南投處轄區地形圖、 航空照片圖、地形陰影圖、 等高線、地籍圖、 事業區林班圖等
搭配軟體	Google Earth、 AutoCAD、 ESRI ArcGIS Desktop	Google Map	Google Earth	ESRI ArcGIS Desktop
定位速度	18秒	1秒	5秒	10秒
EXIF編寫	無	可	無	可

備註：* 以單眼相機拍攝的10張照片進行測試，每張照片大小約3 Mb。

為無法辨識的資訊。

「數位照片定位系統」雖肇始於第4次全國森林資源調查，實際上確可應用於森林資源經營管理層面，只要將數位相機之時間設定，調整為與GPS一致，於行進及拍攝照片期間保持GPS開啟狀態，利用GPS軌跡檔，即可進行照片坐標比對計算，產生具有空間資訊之照片，再透過EXIF之編輯，建立相關註記，將使單純的照片具有時間、地點及內容資訊，並產出能於地理資訊系統環境下使用之圖資。

這雖然僅僅是一個工具，但藉由簡易操作系統，將使工作人員樂於以照片紀錄更多森林動態，供相關業務建置主題式地理資料庫，再善用地理資訊系統強而有力的空間分析功能，深入探討空間資訊與照片之整合資訊，將能提供決策者豐碩參考資料，茲將可供林經營應用面簡述如下。

（一）建置國土環境現況資料

地球氣候急速變遷影響著環境資源的組成與結構的改變，利用定點定位回報的氣候敏感之保護區域，進行研究監測，可以及早規劃適當之因應策略。另有系統的建立國家森林遊樂區的設施、國家步道系統、避難小屋、山區重要地標、林道路況、水源位置、崩塌地位置及環境變化等資料，並適時提供民眾規劃山區活動，不僅掌握國土環境資訊更可保障工作人員及民眾安全。

（二）森林資源監測

山區經常可見鳥類、爬蟲類、兩棲類、哺乳類等動物活動，倘能將周遭環境、地被及

林木組成等一併拍攝，應用本系統予以定位，並利用地理資訊系統介面套疊水系、海拔、坡度、林相圖等圖資，分析棲地環境及活動範圍，將可研究野生動物族群、生活型態及遷徙途徑。而在特殊植物或重要母樹方面，紀錄其生育地及位置，結合土壤、雨量、溫度等氣象資訊，綜合研析其保育策略或種實生長情形。同時可作為森林資源調查、森林永久樣區及國有林檢訂等地面調查輔助工具。

（三）違法查緝及災害通報

林務人員查報濫墾、濫伐、盜採砂石，或是在搶救森林火災、漂流木、土石流等自然環境監測等緊急行動時，可以正確的標識人員的所在位置，其行經路線。

（四）業務推行

在林地管理業務方面，可應用於租地造林成績調查、境界判釋、違法取締等。在造林撫育方面，可應用於造林預定案編列及執行、林木病蟲害分布、林木生育地研析、外來種入侵分布等。在集水區治理方面，工程位置、構造物養護及林道維護等。

五、結論

站在第一線的林業工作者，通常需要吃苦耐勞及餐風露宿，尤其是第4次全國森林資源調查隊，不僅需自己肩扛調查裝備及野營用品之外，還需攜帶相機、GPS、無線電及地形圖等相關工具，在人煙罕至的叢山峻嶺穿梭。所有隊員之基本裝備超過20公斤以上，身心俱疲回到辦公室後，尚需整理大量的調



查資料。一套簡易有效的系統建置資料，減少工作負荷，讓深入山區的隊員，建立起什麼都想拍，處處都要記錄的觀念，毋需畏懼整理資料，而能放心地拍攝照片記錄。

照片定位之效果，並非放諸四海皆準，在快速移動下或衛星收訊不佳時仍有所限制。然而，隨著地理資訊系統之發展，林業經營必需加強蒐集環境現況，提供即時完整空間資訊。尤其台灣地勢險惡、交通不便且具危險性，深山林地範圍非人人都可以隨意進入。應用數位照片定位系統，可以使管理者透過照片進行多元化的資料展示，免於依賴文字及使用一些永遠都不知道拍攝地點的

照片。更可以充分提供管理者了解森林結構、立地環境等多方面的資訊，以作為政策研擬的參考依據，以及提供更宏觀的管理規劃。

林務人員所蒐集的GPS軌跡及數位照片，儘管是散布在各處紛雜的空間訊息，但是利用該系統簡單友善的操作介面，將有效整合與空間位置有關的資訊，發展各業務主題地理資料庫。如此空間資訊將能在一個共同作業平台下，展開交流，發揮效益。未來更應將具有空間資訊之照片影像，與其他地圖平台結合，透過網際網路和全球分享森林資源成果。🌲



(圖片／高遠文化 攝影／楊美娟)