

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

建立整合機器視覺與影像資料庫之地理資訊技術(2/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2313-B-002-032-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立臺灣大學生物產業機電工程學系暨研究所

計畫主持人：林達德

計畫參與人員：錢中方，李桂芝，張洪國，熊元愷

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 6 月 7 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

建立整合機器視覺與影像資料庫之地理資訊技術(2/3)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2313-B-002-032

執行期間： 93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

計畫主持人：林達德

博士後研究：錢中方

研究助理：李桂芝

研究生：張洪國、熊元愷

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學生物產業機電工程學系

中華民國 94 年 05 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

建立整合機器視覺與影像資料庫之地理資訊技術(2/3)

Establishment of an Integrated Geographic Information Technology Incorporating
Machine Vision and Image Database (2/3)

計畫編號：NSC- 93-2313-B-002-032

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

主持人：林達德 國立臺灣大學生物產業機電工程學系

一、中文摘要

本三年計劃的第二年度中，我們發展了應用雙眼立體視覺原理建立之具有空間深度資訊的環場影像系統，解決了攝影機的影像扭曲、物體測距及影像接合等問題。由雙眼視覺擷取的影像組轉換而成的環場影像於建構資料庫後納入電子地圖中構成地理資訊系統，使得此系統可以讓使用者透過網際網路取得農地的地理資訊，其包含電子地圖、立體影像、環場影像、測距功能及定位點資料。此外本網路地理資訊系統也具備基本的地圖檢視及圖層管理、建物查詢功能等。最後並以台大安康農場為對象，實際建立了地理資訊資料庫以測試並展現此整合地理資訊系統的功能。

關鍵字：精準農業、立體視覺、虛擬實境、環場影像、網路地理資訊系統

Abstract

In the second year of this 3-year project, we successfully applied the stereo machine vision system to acquire and establish panorama images with depth information. We also resolved the problems of camera image distortion, distance estimation and image stitching for the integrated GIS system. Sets of the stereo images were combined and merged into panorama images and implemented into an integrated GIS system. The GIS system is accessible through internet that allows users to retrieve

electronic data such as panoramic field images, distance information, spatial coordinates. The GIS system is also equipped with capability of enquiring geographic information under different map layers. Finally, a case study of An-Kang farm of NTU was established to test and demonstrate the functions of this integrated GIS system.

Keywords: Precision Agriculture, Stereo Vision, Virtual Reality, Panorama Image, Internet GIS

二、簡介

地理資訊系統(Geographic Information Systems ,GIS)基本上是以電子地圖為建構基礎，而近年來在國內的農業發展中吸引相當多關注的精準農業即是其在農業領域上的一項重要應用，而以不同田間特性地圖圖層所構成的地理資訊系統主要扮演核心基礎的角色。整合田間土壤、病蟲害、作物生長資訊、施肥資訊的地理資訊系統，對於田區或生產作業管理的正面效益，已是普遍的事實。以精準農業取代傳統的農業作業模式，讓土地、肥料、農藥的利用做最佳化的監控及管理，一方面可以達到較高的經濟利益，另一方面則可以減輕化學物品的使用所造成的環境污染問題。此外台灣農業發展也朝著多元化經營、休閒及生態旅遊發展，「休閒農場」已成為農業轉型的新趨勢。休閒旅遊景觀的導覽介紹若可透過虛擬實境的技術重建

出休閒農場或觀光旅遊的場景，再將場景輔以地理資訊來呈現當地資訊，如此對於實地的介紹導覽將可提供更完整的效果。尤其近年來台灣在歷次遭遇大自然的反撲，國土規劃及保全工作益形重要，此結合影像資料庫的地理資訊系統能同時呈現現地的地理資訊及影像，除了在小規模農場的經營以及田區的自然災害記錄上，可提供快速記錄與後續分析的有用功能，應用於更廣的國土資訊方面亦可作為預防及分析的有效輔助工具。

本年度研究內容以應用全球定位系統、立體視覺(Stereo Vision)以及電子羅盤(Electronic Compass)為主要對象，研究目的則包括以下四點：(1) 適用於雙眼立體視覺之環場影像座標系統推導。(2) 多組視差影像轉換為環場影像之軟體模組設計。(3) 建立後端環場影像轉檔軟體，與在有效電子地圖範圍內自動搜尋影像之功能。(4) 以台大安康農場及民間農場為對象建立實際地理資訊資料庫，同時據以測試技術平台之功能以及其量測精度，作為系統後續的改進依據。

三、研究設備與方法

本研究分別整合了全球定位系統(AgGPS 132, Trimble Inc., USA)、電子羅盤(TCM2-20, Precision Navigation Inc., USA)、立體機器視覺系統等定位儀器。其中全球定位系統透過 RS-232 將定位資訊即時輸出至個人電腦；電子羅盤則是偵測磁場變化特性的感測器，主要用來量測目前攝影機位置的方位角；立體機器視覺系統是以光學軸相互平行的兩部攝影機(MCL-1500, JAI Inc., USA)作為立體視覺之訊號源，透過影像擷取卡擷取兩張具有視差的影像，同時自動旋轉機構精確地以固定間隔角度向同方向旋轉，使攝影機取得不同角度之影像組資料，整個迴轉動作在旋轉一圈，攝影機迴轉至原點時，定點迴轉拍攝動作便告完成，期間並同步連續

將影像資料輸出至個人電腦內紀錄。

系統程式以 Borland C++ Builder 為開發環境，並依不同功能進行模組化的程式設計，另外使用了 Spcomm、MIL 和 MapObjects 三個函式庫來輔助程式的開發：

1. 在資料擷取模組裡的全球定位系統和電子羅盤經由 Spcomm 來控制 RS-232 的讀取與寫入，並進行字串處理以取得正確的定位資訊
2. 立體機器視覺系統採用 MIL 影像函式庫，除了可協助影像擷取卡與影像擷取函式將影像輸入至個人電腦進行處理，還提供影像處理的能力。在此主要使用 MIL 函式庫進行開發立體視覺的空間測距、環場影像接合等影像處理功能，最後再將製圖模組與影像處理模組所完成的資料進行資料庫的整合管理。
3. MapObjects 則應用於整個地理資訊系統的部分，包含定位資訊的座標轉換、電子地圖的圖層建構及空間影像查詢等。

於系統資料庫內儲存定位資料、圖層資料、立體視覺影像資料以及環場影像資料。而資料庫的建立是先由全球定位系統得到定位點資料，建構定位點圖層，另外結合三種定位儀器來取得具有定位資訊的立體視覺影像資料，再透過環場影像接合技術產生環場影像資料，最後再將這兩種影像型態建構成影像定位圖層，如此完成整個系統建構圖層資料的作業。

四、結果與討論

雙眼立體視覺系統

立體視覺採用兩部攝影機，令其光學軸線平行，由攝影機之間的距離差來得到具有視差的影像，利用在真實座標中已知的兩攝影機為基準點，再使用雲台機構調整到光學軸線相互平行且垂直於基線以達校正目的。當攝影機之間的基線距離以及焦距愈長時，所能量測的距離就愈遠，相對的所量測之距離誤差也較小。

在立體機器視覺系統의影像比對部分，主要是在立體視覺的左右兩張影像中，搜尋特定的相同點，一般影像比對可分為亮度及特徵元兩種比對方法。本研究中使用了以亮度為基礎的搜尋方法，首先對影像中要搜尋的目標取適當大小的方塊，並以此區塊影像來與另一張影像作相關(correlation)運算，對整張影像從上到下、從左到右做全面性掃描，運算過程中得到最大相關值的區域即為所要找的目標影像。此方法使用了 MIL 關於型態辨識(pattern matching)的函式庫，可以自動搜尋比對不同影像中的共同特徵。

環場影像接合技術之探討

環場影像的影像接合技術大多是以一部攝影機環繞拍攝，使用圓柱座標系統為架構，將影像映射至圓柱座標平面上，再搭配影像接合(Image Stitching)來建構環場影像。本研究整合利用以下數種技術完成環場影像的製作，最後再將環場影像傳送至影像資料庫儲存。

圓柱座標映射

在環場影像的作業上，相鄰的影像需做接合，由於攝影機作用原理為點投影方式，影像中心與周圍到攝影機鏡頭的距離有所不同，因此需要將影像修正映射到同一半徑的圓柱平面上，如此才能順利進行後續的影像接合。

影像扭曲變形



圖 1 (A)原始影像，(B)圓柱座標之影像扭曲變形，(C)局部方格變形

由於 1(A)圖面上各點對攝影機中心距離各不相同，所以經過映射到圓柱曲面後，影像產生變形，如圖 1(B)所示。

局部方格調整變形

承上，採用方格變形的的方法，或稱有

限元素法(Finite Element Methods)，使用 David 與 Tinney(1996)的雙線性轉換。主要利用變形轉換前與變形轉換後的四個點座標的相對關係來修正座標。

影像間特徵比對與平移

利用影像與影像間的相同物件的特徵比對演算法找到其平移資訊，以分別確認物體在不同影像中的位置。

漸層透明化接合

在影像平移接合時，為了製造出無接縫的效果，利用透明化處理的漸層公式將影像接合邊界淡化，因此調整 RGB 三個顏色的透明度(alpha)值，利用兩張影像在平移至重疊的過程中，依照影像點座標位置適度調整 alpha 值進行兩張影像的透明度處理與影像接合。

影像邊界裁切

完成影像透明化接合後，即可進行環場影像接合的最後一道手續，裁切影像多餘邊界。影像裁切規則是以最下方位置的影像為基準，如圖 2 的綠色線條即為上方裁切邊界，反之紅色線條為下方裁切邊界。

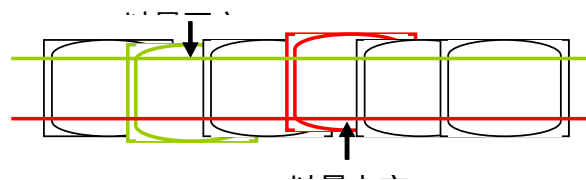


圖 2 環場影像接合影像裁切示意圖

台大安康農場建構案例

通常在重建場景時必須先建一個場景基礎圖層，再由定位點資料庫或影像資料庫來決定場景圖層中的定位點，並由多個定位點資訊來完成基礎的電子地圖，如圖 3 為以台大安康農場為例，利用此空間製圖系統來取得地理資訊，並以場景空間資訊重建電子地圖。

五、計畫成果自評

本研究發展了一套迅速且大範圍取得所需影像和定位資訊的方法，結合網路

與虛擬實境的技術，讓使用者透過網路即可取得重建場景的地理資訊，所得結論整理如下：

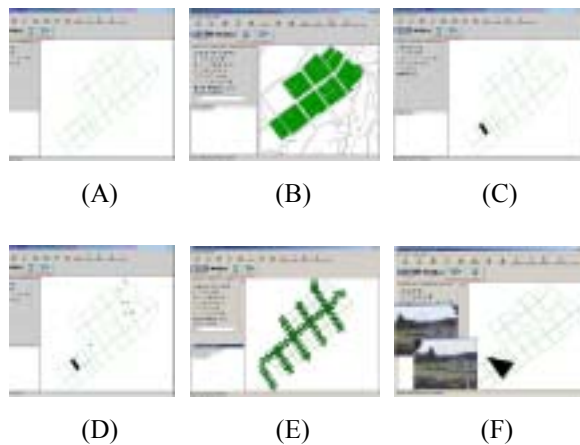


圖 3 台大安康農場建構案例 (A)農場外貌, (B)航空影像數化的圖層, (C)影像定位重建溫室圖層, (D)農作物變異點標記, (E)農場影像資料庫圖層, (F)農場立體影像組查詢

- 1.本研究整合了全球定位系統、電子羅盤以及立體機械視覺系統，利用三者定位能力的結合，快速地取得影像資訊及定位資訊，並整合開發軟體，整合建立一個完整的作業流程。
- 2.本研究將立體視覺影像與環場影像在整個地理資訊系統中規劃完整的資料結構，可雙向地由影像中查詢電子地圖的空間座標，或是由地圖中查詢定位點連結的影像。
- 3.本研究以空間製圖系統所建構的資料庫在移植到網路伺服器上後，成功的讓使用者透過網路方便的查詢各項地理資訊。
- 4.本研究以安康農場為例，應用空間製圖系統建構整個區域的整合性地理資訊，成功的以影像虛擬實境的方式，讓使用者視覺化地檢視現場的狀況與進行分析管理。

六、參考文獻

- [1] 陳韋戎。2001。整合全球定位系統與立體機器視覺之空間製圖系統。碩士論文。台北：台灣大學生物產業機電工程學研究所。
- [2] 張洪國。2004。整合網路技術與虛擬

實境之地理資訊系統。碩士論文。台北：台灣大學生物產業機電工程學研究所。

- [3] 蔣至青。1994。以立體視覺為基礎的距離影像的二維輪廓重建。碩士論文。台北：國立台灣大學電機工程學研究所。
- [4] 羅維元。1999。3D GIS在Internet上之應用-建物分析。中華地理資訊學會年會暨學術研討會。
- [5] Bergelt, S. C., J. D. Harrison, K. A. Sudduth, and S. J. Birrell. 1996. Evaluation of GPS for applications in precision agriculture. *Applied Engineering in Agriculture* 12(6): 633-638.
- [6] Burrough, P. A. 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. 2nd ed., England: Oxford University.
- [7] David N. F. and L. R. Tinney. 1996. Image Registration Using Multiquadric Functions, the Finite Element Method, Bivariate Mapping Polynomials and the Thin Plate Spline. *National Center for Geographic Information and Analysis* 96(1).
- [8] Delcourt, H. and J. D. Baerdemaeker. 1994. Soil nutrient mapping implications using GPS. *Computers and Electronics in Agriculture*. 11: 37-51.
- [9] Ehsani, M. R., M. L. Mattson and S. K. Upadhyaya, 2000. An ultra-precise, GPS based planter for site-specific cultivation and plant specific chemical application. ASAE Paper No. 003065.
- [10] Peleg, S., P. Yeal and B.E. Moshe. 2000. Cameras for stereo panoramic imaging. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. CVPR'00(1): 1063-1069.
- [11] Veal, M. W., S. E. Taylor, T. P. McDonald, D. K. Tackett and M. R. Dunn. 2000. Accuracy of tracking forest machines with GPS. ASAE Paper No.

00-5010.