

虛擬實境網際三維地理資訊系統於山區農地的查詢與場景瀏覽— 以新竹縣新埔地區為例

黃金聰*

論文收件日期：九十四年十一月十一日

論文接受日期：九十五年二月十日

摘 要

目前各縣市政府農地業管單位對於農地使用的管理，大多僅及於農地使用的規劃，至於管理方面則礙於資料整合與更新不易、人力不足等因素以至於力有未逮。台灣在加入WTO後迫使農業必須朝著精緻化、精準化以及多元化的方向發展，以至於小區域農地使用管理更顯得格外重要。本文將以整合地政單位的地籍資料以及農業管理單位之土地利用規劃資料，實例說明資料的整合處理與場景建立過程，引入並修改虛擬實境模組語言描述內容，配合動態網頁語言連結資料庫技術，建構網際網路虛擬實境地理資訊系統的場景瀏覽操作介面。使用者不需使用其他商業化的WebGIS系統，亦可達到以網路虛擬實境三維互動方式查詢農地相關屬性資料，以及以屬性查詢農地位置等功能，提供經濟便利之查詢與檢視的環境。

關鍵詞：虛擬實境、地理資訊系統

* 國立台北大學不動產與城鄉環境學系副教授；TEL：(02)25024654#8155，
E-mail：jthwang@mail.ntpu.edu.tw。

Three Dimensional VRML WebGIS on Mountain Area Farmland Query and Browsing - A Case Study on Shin-Pu Area at Shin-Chu County

Jin-Tsong Hwang*

Abstract

Farmland management at the county level of the government focuses primarily on land use planning. Yet, there is not enough attention on management because of the lack of person power and difficulties of integrating different data sources. After entering the WTO, Taiwan's agriculture sector must be specialized and diversified, making the management of small regional farms seem more important than even before. In this paper, a case study will be adopted as an example to show how data are processed and integrated into GIS, with attributes of land information and terrain maps, to develop the "Virtual Reality Web 3D" GIS. Administrators and users do not need to use other commercial WebGIS packages but still can obtain the relevant attributes of farmland in virtual reality with three-dimensional display. The system offers economic and convenient queries and browsing for the user.

Keywords: Virtual Reality, Geographic Information System

一、前言

農業是國家相當重要的基本產業，它不僅提供了人民所需要的糧食，也在環境生態保育及自然資源永續發展方面扮演了重要的角色。另一方面，台灣在加入世界貿易組織(WTO)之後，農業面臨了更為嚴峻的挑戰，因而必須朝著精緻化與多元化的方向發展。因此，不論是在農業生產或是農地利用的規劃與管理方面，皆必須做出相應的檢討與改進。不過，在缺乏整體規劃的情形下，有不少優良的農田卻已變更為建築或其他各種非法令編定許可的違規使用，從而對台灣農業的發展帶來嚴重的負面影響。

為了解決上述問題，以發展地域農業特性為宗旨的農地利用綜合規劃當屬可行的對策。根據農業發展條例第八條之規定：「主管機關得依據農業用地之自然環境、社會經濟因素、技術條件及農民意願，配合區域計畫法或都市計畫法土地使用分區之劃定，擬定農地利用綜合規劃計畫，建立適地適作模式。」。具體而言，過去政府雖已投入龐大資源於產銷班輔導、補助，可是對於每個產銷班所屬班員之農地位置是否真正形成合理的區域經營規模，並未特別強調，使得經營效益受限。有鑑於此，故有必要將此等以人為主的輔導方式，重新思考並調整為以地為主，使未來不論是產銷班輔導或其他農業資源投入，均能兼顧農地利用的合理性。在現實的農政方面，為落實農地農用，並有效輔助農地釋出政策之推行，如能確實掌握農業用地分佈面積等級與範圍，預先建立農地轉用之優先順序，並對維持農用之農地進行精準有效的經營與管理，以因應未來農業政策之推行，實為當務之急。既然需將以人為主體調整為以地為主體的輔導與管理，對於小區域農地的地力、使用現況與經營者的基本資料與經營動向等則需要有效的管理與應用。

由於網際網路的蓬勃發展，適合於網際網路運作的地理資訊系統相關軟體亦隨之普及，使用者只需透過瀏覽器，就能獲得含有地理資訊的圖資，這也意味著以網際網路做為傳輸媒介的地理資訊系統將逐漸普遍。惟大多數的軟體僅提供二維的作業環境，且伺服器端仍然需要WebGIS軟體運作。虛擬實境(Virtual Reality)的技術是用來建構三維互動模式的展示環境，具有地理資訊之虛擬實境的概念因而被引入，若能將影像資訊及地理資訊結合成地圖、影像展示的整合性瀏覽系統，再透過網路地理資訊系統的功能便可在網路上呈現出影像擬真及互動性較佳的地理資訊系統，可將此技術應用在小區域農地的地理資訊收集、屬性查詢與展現，尤其應用於山區農地等地形起伏較大的地區。至於大區域的展示則可透過區域的分割與超連結的方式來達成或是使用多重解析度的技術來克服(余慶威，2003)。因此，本文主要

目的在於整合多來源圖資為農地資料庫，以虛擬實境語言配合動態網頁技術建立一個結合三維視覺可互動的網路地理資訊系統，提供山區農地場景的檢視與瀏覽環境。惟完整農地資料庫的建置所需的圖資既多且廣，可包括氣候條件、土壤涵養…等。本文僅就農地之地籍屬性、使用現況、地形、產銷班與經營者動向等圖資為資料庫建置的素材，測試系統運作的可行性。

二、文獻回顧

目前農業發展除了提倡農業精緻化之外，也朝著農業多元化經營，因此農地使用管理應該朝著小區域且精準化的方向發展。在精準農業的管理首先面臨的問題就是農地資訊的獲得，通常要取得農地資訊的方法有下列三種，首先是實地取樣調查。如Lee等人(2000)利用地理統計的方法建立稻田裡的農地資訊分布圖，再使用克利金法(Kriging)將土壤樣本做空間上的推估，以得到整個土壤成分的分佈圖。其次是藉由遙測技術獲取農地資訊，亦即取得一系列時序的高解析度衛星多光譜影像或航照影像，依監測目的選定類別進行影像分類(image classification)，可用於自然災害時受害作物面積估算或作物產量預估等，該法一般運用於大面積農地的資訊獲取。蕭國鑫(1998)結合遙測多時影像與GIS資料的水稻坵塊辨識，提供參考及分類的基本資料有耕地坵塊邊界、水稻全生育期光譜資訊與遙測多時影像；分類方式利用以坵塊為統計單元的區塊式(parcel-based)分類；以硬式二分類法及軟式機率分類法。第三種方法是架設感測器，做即時的感測、分析、輸出等，此適用於需要較精準取樣及較小區域的作業區。近距離的影像取樣可達到比遙測技術所能提供更高解析度的影像資訊，如張洪國等(2003)建立一套結合立體視覺、GPS、電子羅盤、環場影像技術與影像資料庫的地理資訊系統，使得小區域的現地的空間定位與影像資訊得以快速地被擷取至整合的地理資訊系統中，以提供進行後續的空間資訊展現與分析。除了一般地理資訊系統的功能外，此系統提供了電子地圖重建、影像測距、以環場影像展現現場視覺資訊，以及快速將資料轉換至網路地理資訊系統提供遠端網路存取與分析的功能。惟本系統需要較多的軟硬體配合方能實現。

地理資訊系統的定義上，周天穎(2001)說明地理資訊系統是結合科技的新興學科，除了製作地圖之助益外，更將真實世界的資料相連結。地理資訊系統是為建立地理或空間相關資料所設計的一套資訊系統；亦即GIS是為具空間描述能力之資料庫與分析能力結合的系統。近年來由於網際網路的蓬勃發展，在地理資訊系統領域中，已改變了地理資訊系統處理圖形資訊的方式，在此架構下的模式稱為分散式地

理資訊系統。分散式地理資訊系統，是讓使用者透過網際網路取得資訊內容分布於不同地點的地理資訊，將傳統單機作業之地理資訊系統概念延伸至網際網路，使用者不需要昂貴的地理資訊軟體，只需透過網際網路瀏覽，就能經由伺服器得到所需之地理資訊，以達到圖形資訊傳播的目的。

圖形資料供應方式已逐漸由主從架構推廣到網際網路上，而國內外已有許多應用實例，其設計原理與主從架構相似，且使用網際網路與GIS整合，以提供更方便的空間資訊查詢環境，例如網際網路與GIS之整合。此外指出GIS主要是處理地理圖形的分析及查詢，而在網際網路的應用上主要用於位置與環境狀況的查詢，而一般平面地理圖形的展現方式，並不能包含環境全貌，若能以三維方式展示圖形，將更能給與我們接近真實世界的感受，因此在網際網路上有了VRML (Virtual Reality Modeling Language)的產生，VRML是一套虛擬空間的模組化語言且與全球資訊網相結合，用來描述三度空間互動世界的檔案格式(GeoVRML Web Site)。近年來計算機圖學與影像處理、機械視覺等技術迅速的發展，使得虛擬實境的應用更加普遍，在虛擬實境系統中，最重要的是建構讓使用者能暢遊其中的擬真世界。陳泰弘(2001)運用多視景的概念來結合平面視景、模型視景以及真實視景的GIS來展示大學校園。余慶威(2003)藉由分散的地理資料庫及網際網路來加以數字化整合在一起，並透過地理資訊系統及虛擬實境技術來分析及展示2D、3D資訊，再利用模擬技術(Simulation)來推演地球環境系統的模式，其中需要電腦繪圖、巨量儲存、高解析衛星影像、寬頻網路、平台互操作(Interoperability)、詮釋資料(Metadata)等相關技術環節。目前VRML多半應用於旅遊簡介系統、圖書及美術館的導覽系統、遠距教學、網路商品廣告、休閒娛樂遊戲及三維地形的展現，透過地形模型可供使用者即時選定新的景點，展現不同的面貌。台北市政府地政處推行3D GIS建物查詢、展示，結合網際網路以VR、CAD及GIS的方式整合查詢、展示的功能，惟尚未加入影像資料(Li-Min Yi, et. al, 2005)。尚有一些以建構三維建物虛擬實境和網際GIS技術者，但未具有以屬性查詢位置之功能(M. Sinning-Meiste, et. al, 1996)。

三、理論基礎

(一) 網際網路地理資訊系統

早期網際網路與地理資訊系統的介面整合方式，一般來說大致有 CGI (Common Gateway Interface)、Plug In及Java Applet三種，其中最常使用的方法是CGI技術。

CGI是一種連接應用軟體和伺服器的標準技術，也是HTML的功能延伸。但它的設計原則是顯示資料和文件，而不是處理資料，因而不能用來產生動態的資訊，較缺乏互動性。但是，靈活易用的CGI介面與HTML的結合實現了互動式的動態連結，CGI可被用來連接伺服器端的資料庫，在系統中扮演橋梁的角色。只要使用者在瀏覽器上按一下，資訊就通過網際網路傳回到伺服器端，然後由CGI介面將此資訊透過IP控制協定IPC傳至後端的GIS軟體。例如，要求GIS軟體將地圖中的某個地區放大，然後將放大後的地圖傳給使用者端，這種方法需要伺服器端的GIS軟體一直處於運作狀態。

因為CGI的系統僅提供給用戶端有限的GIS功能，傳給用戶的資訊都是靜態的，而且使用者端的GIS操作都需要由遠端伺服器來處理。若能把一部分伺服器上的功能移到使用者端上，這樣不僅加快使用者操作的反應速度，也減少了網路流量。但標準網際網路瀏覽器只提供一些最基本的瀏覽和導航功能，而缺乏處理地理空間數據的能力，為此，開發出了嵌入式介面(Plug-Ins)。以安裝能與瀏覽器交換資訊的專門GIS軟體達成上述目的者就稱為嵌入式介面，嵌入式軟體需要先安裝再使用，因而傳統軟體中不同版本之間的不相容性及版本管理問題仍然存在(余慶威，2003)。

第三種為Java Applet等網際網路程式語言，其與前面所述的幾種方法的不同之處，主要在於允許可執行的Applet從伺服器端下載至用戶端，並直接在用戶端電腦上執行，而省略一整套傳統軟體的安裝過程。由於程式是在用戶端執行的，因而避免用戶和伺服器端之間不必要的資訊流量，提高了整個網路的執行效率。另外，這種方法讓使用者自由地處理每個地理實體，而不只是獲取一幅由伺服器處理好的靜態地圖。

另外，新一代WebGIS的運作模式進化到多層次應用程式的架構，已走向網頁瀏覽器的介面處理能力、分散式資料儲存體、ASP(Application Service Provider)的三層式應用程式架構。換句話說，透過網路使用者可整合本機、遠端伺服器的空間資料在本機的瀏覽器上呈現。

(二) 虛擬實境模組語言

VRML是一套虛擬實境的描述語言，與網際網路結合描述三度空間與場景互動的檔案格式。以VRML來建立場景、節點以及展示的模型，空間實體透過VRML描述後，可由網際網路中的瀏覽器觀察立體空間的模型，藉由介面的操作達到與虛擬世界實體互動的效果，彷彿身歷其境。

VRML之內容完全為文字檔，因此易於閱讀。由於是以節點為基礎建立的模型，廣義上是以物件為導向的描述方式，節點以階層式的結構來安排，節點內又可包含節點，外層屬性會影響內層。節點的性質包含節點種類(包括材質)、節點參數、節點名稱(可以不定義，若定義則每一個節點名稱須唯一)以及節點間的從屬關係。其坐標系統採用卡氏坐標系，長度的單位為公尺，角度的單位是弧度。瀏覽模型時則需藉由專門的瀏覽器來解譯方能達互動效果，諸如Cortona、Cosmos Player…等。其主要結構如後敘(Parallelgraphics Web Site)：

```
#VRML V2.0 utf8 (VRML格式表頭)
WorldInfo {} (產生VRML之軟體名稱)
Background {} (背景色)
DirectionalLight {} (光源特性的描述)
NavigationInfo{} (移動速率等設定)
Viewpoint {} (視點位置設定)
Group { (呈現景物的總集合)
  Children [ (Group下的子集)
    Transform{ (內含center、scale、rotation、translation等投影轉換參數)
      Group{ (Group下可能包含數個子Group)
        Shape{ (每個向量或影像資料的描述，每一像素的對應坐標)
          在shape下還記載著材質(material)與點位坐標(geometry)等
          ....
        } } } ] }
```

(三) 網際網路虛擬實境地理資訊系統

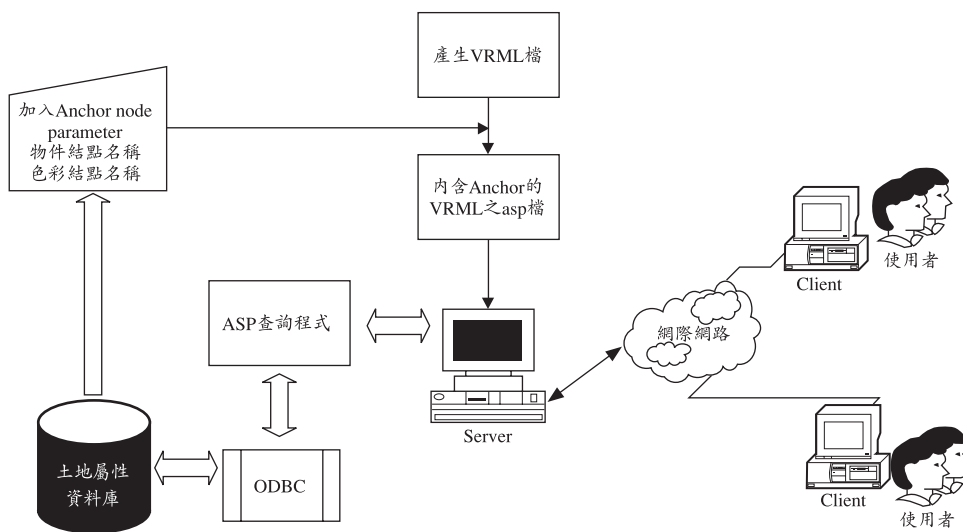
VRML的發展原僅適合三度空間互動展示，並非用來顯示大量的地理資料屬性，也不提供空間結點供屬性查詢，因此若要在虛擬實境的環境下，做有如地理資訊系統一樣的資料屬性查詢是不容易的(GeoVRML Web Site；陳泰弘，2003)。因此，若要達成屬性查詢之功能，則可藉由VRML語言中的語法之一“Anchor”，將物件加入Anchor node。Anchor中可寫入六個參數，包含children、parameter、url、description、bBoxcenter、bBoxsize等(GeoVRML Web Site)，其中的url可用來傳遞超連結的位置(數位新知，2004；劉杰，2001)，配合ASP程式來接收url傳遞的超連結位置及參數，與資料庫連結以及由傳遞參數於資料庫中擷取相應的欄位資料。

網際網路中與資料庫連結與存取的技術，可透過開放式資料庫連結(Oriented

DataBase Connection, ODBC) 驅動程式管理員配合動態網頁語言ASP來達成，ODBC的功能在於與各種不同資料庫聯結，並由使用者設定一個名稱，設定後使用者撰寫網頁程式時，就可以透過此一名稱與指定的資料聯結。例如：

```
<%
    Set Shin_Chu=Server.CreateObject("ADODB.Connection")
    Shin_Chu.open "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=4580.mdb"
%>
```

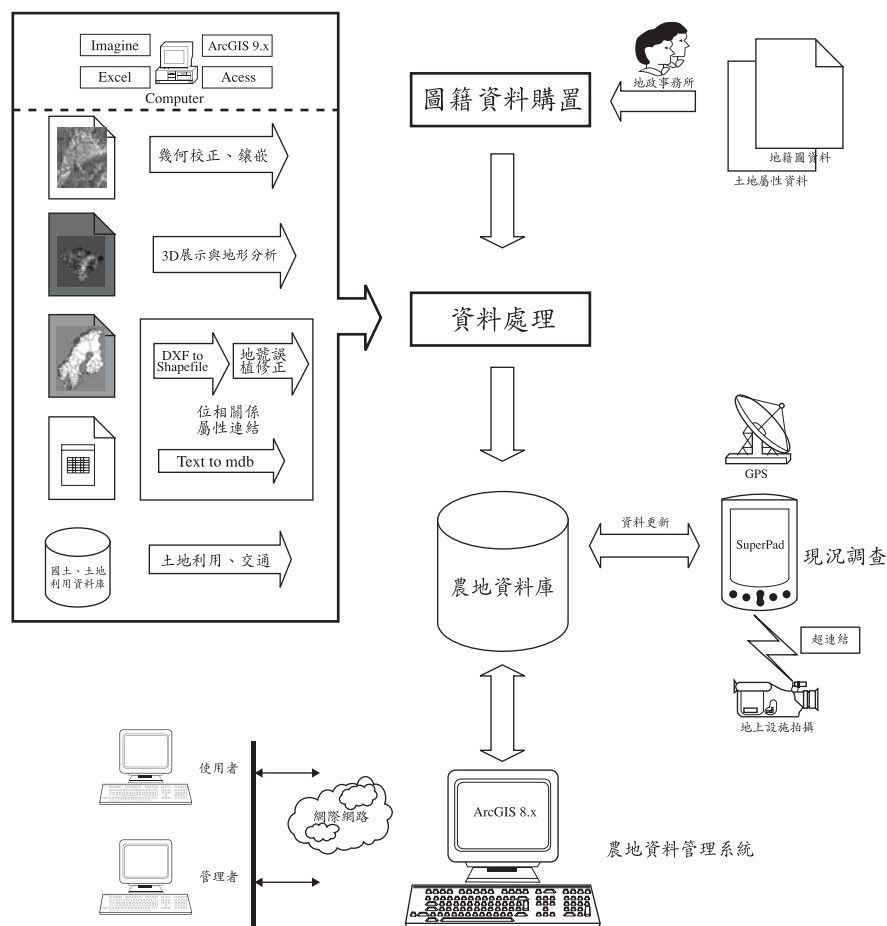
使用時通常是網頁使用者在瀏覽器的表單上輸入資料，然後把資料送到伺服器端的程式進行處理，處理完成後的結果由伺服器端送回使用者端，使用者便可以在瀏覽器上看到資料處理後的結果。當表要將輸入的資料傳送給“action”屬性所指定的ASP程式時，傳送方式有POST和GET兩種，亦即表單標籤“<form>”中“method”的屬性。前者傳送時不會把傳遞參數顯示在瀏覽器的網址後，保密性高故常被採用。於網際網路虛擬實境中資料庫查詢之示意圖如圖一所示。



圖一 網際網路虛擬實境中資料庫查詢示意圖

四、研究方法與流程

非都市土地使用於農地管理單位中經常需要查詢土地的標示部，遇違規或超限使用時則須查詢其所有權部，亦即查詢資料將可能以地為主或以人為主，因此有必要建立多來源的農地資料庫，將土地屬性與地籍資料連結，並匯入地理資訊系統中做有效的管理，本文之作業流程如圖二所示。本文建立瀏覽場景以及屬性查詢所採用的圖資包括地籍圖、土地所有權資料、土地標示資料、土地他項權利部資料、數值地形、航照影像、土地利用、產銷班土地分佈等資料，雖非完整的農地資料訊息，但應不致於影響模式可行性的研究。由於為多來源資料，且非立即可匯入GIS

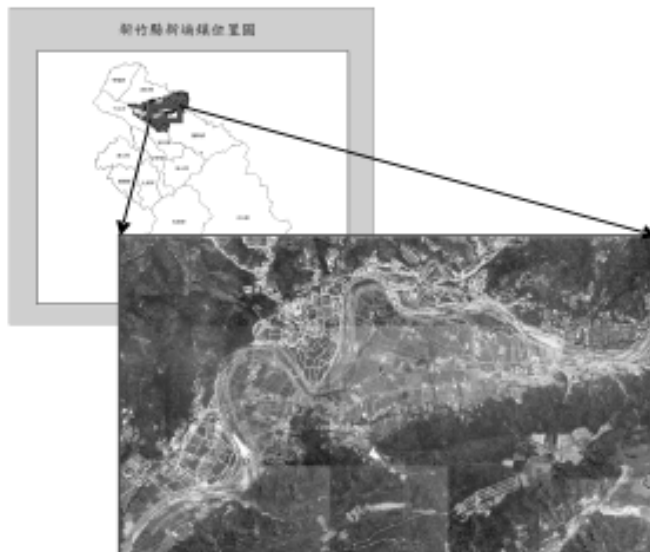


圖二 作業流程

中使用，因此必須針對各類圖資特性逐一處理，方能建立成農地資料庫，再藉由GIS軟體將地籍圖以地號為主索引連接農地資料庫，以作為進一步分析與應用的基礎。在場景瀏覽與屬性查詢方面，本文採網際網路虛擬實境GIS的模式進行，具體作法是以市場普及率高的ESRI ArcScene將匯入的地籍圖、航照影像、農地屬性資料以及數值地形，以其提供的資料格式匯出功能轉成虛擬實境模組語言VRML格式。由於VRML格式僅提供三維展示的功能，原圖中的屬性資料在匯出後完全遺失，因而已無法提供屬性資料的查詢。解決方案是依據VRML所提供的Anchor功能，以自行撰寫的程式將“地號”這個農地資料庫的主索引加入VRML中，再藉由ASP的參數傳遞技術與ODBC連結資料庫並選取所需的農地屬性資料。此外，更進一步藉由感測器觸動，經由路徑(Route)的設計與VRML場景溝通，達成以地號查詢農地位置的功能。

五、實驗區

本文以新竹縣新埔鎮霄裡溪兩側部分農地為實驗區，其坐標位置約位於四幅5000分一像片基本圖涵蓋區的中央交接區域，圖號為96224054、96224055、96224064、96224065。實驗區範圍如圖三所示。新埔鎮位於新竹縣東北方，東接



圖三 實驗區範圍

關西鎮，西臨竹北市，南與芎林鄉接壤，北與湖口、楊梅、龍潭等鄉為鄰。全鎮為自東而來的鳳山溪，以及從東北方向匯流的霄裡溪所貫穿，主要聚落多沿著溪谷的河階地發展。北部是湖口台地南側，因地形易崩塌，因此聚落往河谷的東西兩側發展，湖口台地的紅壤土透水性不佳，大部分作茶葉與柑橘的土地使用；向南越過鳳山溪，則與飛鳳台地的北坡相接。就地勢而言，以霄裡溪為界，西北部的湖口台地較低，高度約為50至150公尺，東南部則升高到150至300公尺不等(台灣大學建築與城鄉研究所，2000)。

本文使用之圖資之內容及資料格式如表一所述，使用之硬體則包含個人電腦(Windows 2000; CPU Pentium 4, 2.8GHz)、PDA(藍芽)+GPS等，軟體部分則ArcGIS 8.x版、9.x版、SuperPad 1.2(含Builder)等。

六、農地資料處理與建置

為了達成可檢視每一筆土地相關屬性的目標，必須整合地籍圖資料、土地資料、航照影像以及土地利用等圖資，上述圖資皆需要經過必要的處理過程方能便利於地理資訊系統的管理與應用。農地資料以及土地利用資料等以屬性資料的型態連結於地籍圖中資料中。

(一) 地籍圖的部分

各縣市地政事務所皆以DXF圖形交換檔的格式儲存，該檔案中的地號、地目與圖形檔並未分圖層儲存，為了能匯入GIS中並取得位相關係以及地號為其屬性資

表一 圖資之內容及資料格式

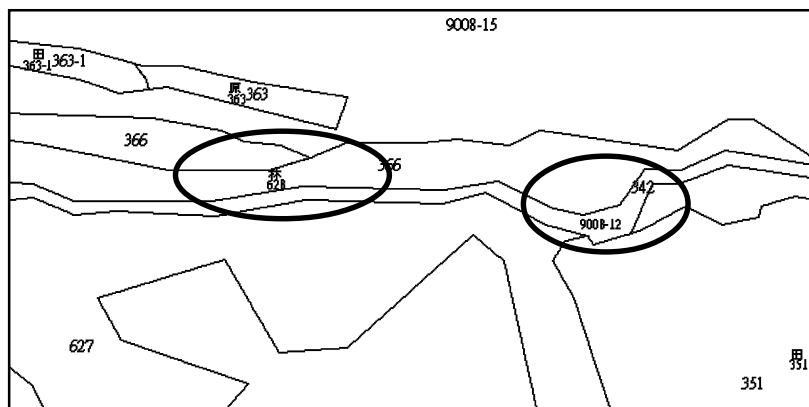
資料名稱	資料格式
地籍圖	DXF格式，04580等七小段
土地屬性資料	文字檔，包含標示部以及所有權部資料
航照影像	影像檔GeoTIFF格式，96224054等4幅
數值地形	既有資料(ASCII)
土地利用資料	加值後提供(shapefile)，包括使用分區、灌溉系統…等
交通與行政域圖	既有資料(shapefile)
產銷班農地分布	Word格式

料，必須將該資料藉由ArcGis 9.x版或ArcInfo轉換成Shapefile格式。轉換後的shapefile檔已建立位相關係，每一筆土地的屬性資料中具有計算面積、周長以及地號等屬性。由於不同段的地號可能有相同的編號，實務上可於資料表中新增一段號的欄位，然後再將段號與地號合併成一個每一筆土地都有唯一編號的地號，透過這個新的地號可以用來與其他資料庫作為連結的連結鍵。

在前述的格式轉換中，轉換後的地號屬性常會因地狹或過於畸零導致誤植(如圖四所示)，因此需要逐筆檢查，檢查的方式可將DXF以及轉換後的Shapefile檔同時匯入GIS中套疊後再逐筆檢查地號，所費時甚多。此外，地籍圖本身亦存在一些錯誤，這些錯誤包括宗地無地號、地號重疊等，還有些區域段的座標系統不一致，有採用TWD67亦有TWD97者，惟座標系統的轉換各地政單位皆已著手改算，相信不久將來即可完成。

(二) 土地屬性資料部分

土地資料包含土地標示部、土地所有權部以及他項權利部等，土地標示部主要欄位有地號母號、地號子號、地段、地目、登記面積、使用區分、使用類別、公告地價等20個資訊，土地所有權部則包含地段、地號母號、地號子號、所有權人姓名、地址等23個欄位資料，他項權利部則有地段、地號母號、地號子號、債務人等50個欄位資訊。購得土地資料時，地政事務所只能轉成以空格分開欄位的text格式，因此必須將此數值檔依照各欄位所佔的欄寬抽取所需的資料。詳細的處理過程如下所述：



圖四 轉換後地號誤植

(地號與地目並列者：原地籍圖，僅地號者：轉換後地籍圖)

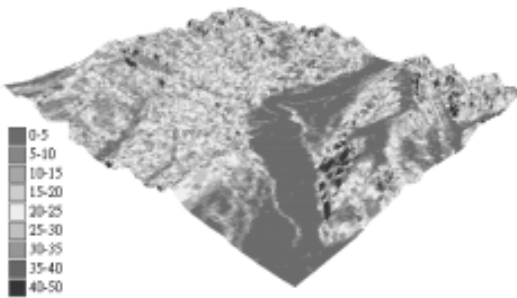
1. 將.txt檔匯入Access中(依照土地標示資料、所有權以及他項權利部之欄位名稱、屬性位及位數設定)
2. 轉入後地號母號與地號子號必須合併，始能與地籍圖資料中的地號對應。
 - a. 將Access資料表轉成xls格式
 - b. 於Excel中新增一欄位，名為“地號”
 - c. 於該欄位中以下列公式行之if((F2=0),E2,E2&-F2)，然後將所有列皆依此處理
(E2：地號母號欄，F2：地號子號欄)
EX. E2: 120 F2:0 處理結果：120
E2: 120 F2:1 處理結果：120-1
3. 將修改後的標示部xls檔再匯入Access檔。
4. 將段號與地號再合併，使每一筆土地皆有唯一的地號。

(三) 航照影像部分

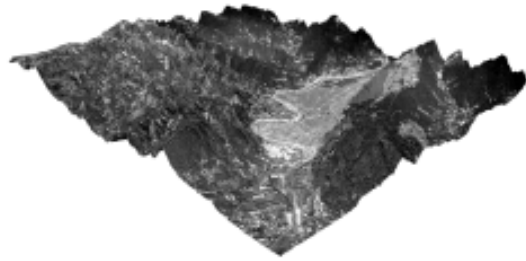
正射後的航照影像可以作為向量資料套疊的底圖，航照影像圖資含量豐富，所呈現的不但包含向量資料可描述的資訊，尚有更多細節資訊隱含其中，有助於圖籍資料坐落位置判讀的正確性。傳統數位航空攝影測量大多以航照專用像機(例如RMK23像幅23公分×23公分)拍攝後，經由底片沖洗過程再以高解析的掃描儀(scanner)或微濃度儀(micro-densitometer)將類比資料轉換成數值資料，藉由數位航測工作站，以數個地面控制點為方位恢復之依據進行空中三角測量，求得攝影站方位參數及地面待求點三維坐標，進而產生正射影像提供後續應用。由於呈像於膠片並且又需要經過掃描數化的處理過程，其間存在一些系統性或隨機性的誤差，雖然可經過平差模式吸收部份誤差但仍無法完全改正。近年已有採用數位相機取代傳統底片之類比式航照取像，使得影像品質大幅改善。

(四) 數值地形部分

本文採用的數值地形模型，是由農林航測所製作的間隔40公尺解析度的數值資料，該資料是以5000分一像片基本圖圖號儲存，資料格式為具有X,Y,Z坐標的Binary格式，須以其提供的轉換程式轉換成ASCII資料，以便於GIS輸入並組成網格式或不規則三角網資料，前者經由坡度計算可供山坡地使用管制(如圖五所示)，後者可與航照影像套合成三維透視投影圖供鳥瞰與飛行檢視(如圖六所示)。



圖五 實驗區地形坡度圖



圖六 三維透視鳥瞰檢視

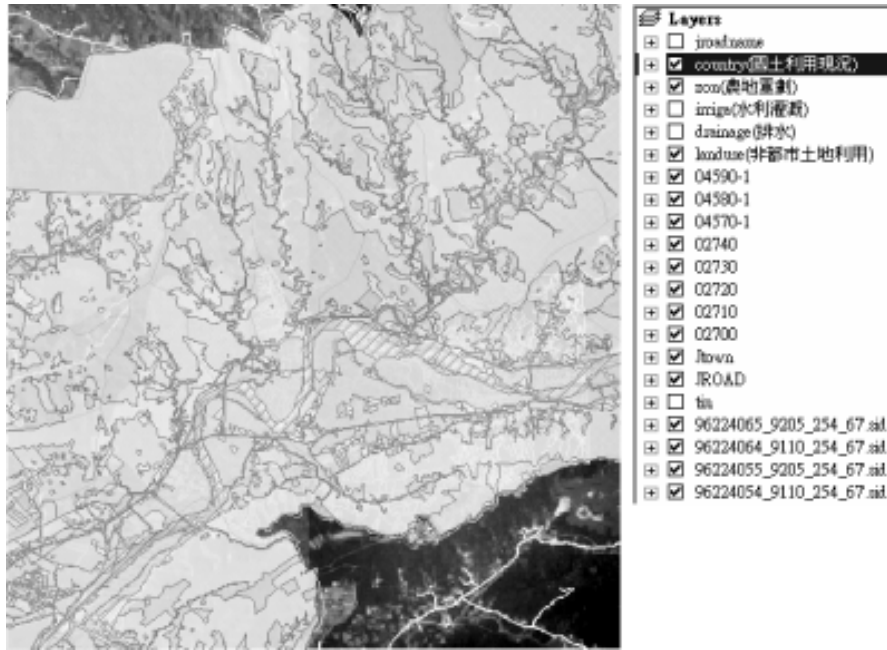
(五) 土地利用資料以及交通與行政區域資料

土地利用資料為農地業管單位管理農地使用的依據，農地部分屬非都市土地，其土地使用分區可分為特定農業區、山坡地保育區、森林區、一般農業區、鄉村區、工業區、風景區、河川區、國家公園區、其他使用區等十類，該資料已經加值處理成Shapefile格式因此可直接匯入GIS系統中。交通與行政區域資料可由坊間的電子地圖中獲得，該資料亦以Shapefile資料儲存無須做格式轉換(如圖七所示)。實驗區內農地產銷班有兩類，包括水稻產銷班以及蔬菜產銷班，資料內容則包括所有權人姓名、地號以及產銷班類別，以Access建檔後可藉由“地號”欄位與GIS的其他屬性結合。

(六) PDA+GPS

上述之航照影像雖可快速且大面積的掌握農地的使用狀況，但礙於更新頻率不高以致於較不易獲得與現況接近的資訊，再者航照影像亦因解析度或拍攝角度的關係，無法由航照影像獲知農地的確切使用狀況，諸如種植的作物類別、地上建築的用途等。為獲得種植類別等現況資料以及地上設施資料，本研究以SuperBuilder設計現況調查界面，搭配SuperPad軟體以及GPS輔助定位搭配PDA於現地調查，遇農地上有人工設施時則輔以數位相機拍攝，並透過後端處理將農地資料與該拍攝照片超連結，以作為後續追蹤或檢核。

藉由GPS輔助定位後可由PDA上點選該筆土地(如圖八所示)，點選後出現調查表單，表單內容分成兩頁，第一頁可顯示該土地的基本資料，包含段號、地號、所有權人姓名、登記面積(平方公尺)、中心點座標、地目、使用分區以及所有權人地址等資料以資驗證(如圖九所示)。第二頁則包含地上作物、建物、使用現況以及水力灌溉等調查項目，其中地上作物以、建物以及現況可以選單的方式引入，以提升調查效率(如圖十所示)(SuperPad, 2005)。



圖七 土地利用資料



圖八 PDA+GPS定位

圖九 調查介面第一頁

圖十 調查介面第二頁

以PDA+GPS作為現況調查的輔助工具，將可使農地資料保持最接近現況的狀態，在未來更可輔助作物生產履歷的建立、調查、監控，甚至違約紀錄登錄等多目標用途。

七、成果與分析

(一) 瀏覽場景與操作介面的設計成果

地理資訊系統是用來儲存、分析、顯示與管理數值化空間資料的工具，虛擬實境中的三度空間的顯示環境加上互動式的操作介面，對使用者而言是較能吸引人的，不但生動有趣而且因為是三維的顯示環境，對於操作者而言亦較能有實景感受，對於目標點的捕捉亦較為容易。地理資訊系統的作業環境可分為單機作業以及網路作業兩種方式，單機作業時需要相關軟體作為處理的依據例如ArcGIS，網路作業只需要伺服器端具備相關軟體即可使用者端則不需要。但對於三維的作業環境而言，往往只能在單機環境下作業，因此需要結合虛擬實境模組語言來建立三維互動模式的環境。

VRML的內容是以ASCII的方式來呈現，易於閱讀與編修，原僅適合三度空間互動展示，不提供空間結點作為屬性查詢等地理資訊方面的功能操作。為達成屬性查詢之功能，本文則以開發的程式修改VRML程式碼，將物件加入Anchor node，以Anchor中可用的參數來傳送與紀錄必要的資料。配合ASP程式的運作來接收url傳遞的超連結位置及參數，參數內容以本文而言則以地號為依據，地號在資料庫中則為主要索引，藉由地號的串結即可查得該農地的其他屬性資料，另外藉由description來即時顯示地號，以便確認查詢土地的正確性、parameter則可用來指定顯示的頁框。

例如：

```
Anchor{url http://localhost/myvrml/show.asp?name=2731
parameter ["target=rightframe"]
description "land:2731"
....}
```

使用之介面分左右兩頁框，左頁框用來顯示虛擬實境三維圖形，具有放大、縮小、平移以及以地號屬性查詢位置等功能，滑鼠滑過時可即時出現地號的訊息，點選興趣地號之農地圖形內部，農基本資料包括所有權人、地址、農地共有人人數等

會顯示於右側頁框，若要進一步的獲得該農地的屬性資料時，可透過基本資料頁中提供的其他功能按鈕再查詢。亦可輸入地號的方式查詢土地座落的位置，再點選查詢其他屬性。

ESRI ArcScene匯出的虛擬實境模組語言VRML格式中，將影像資料地籍圖的多邊型資料以不同的Group來區分，影像部分是將全區影像分割成數個子影像，在該影像Group中以url來連結影像實體，以geometry來描述影像實體中每個像素的三維座標值。地籍圖多邊形資料部份，則是依照該向量圖層在ArcScene顯示時的FID順序來排列，原則上每一個多邊形對應一個shape。

此外，本文更加入以地號查詢農地坐落位置功能，並以不同顏色顯示查詢結果。將原來的wrl格式轉成asp網頁格式，使查詢之地號得以透過asp的參數傳遞並即時改變場景中被查詢之地號的顏色。實際的作法是於原wrl的表頭加入

```
<% Response.ContentType = "model/vrml" %>
<% Response.Write("#VRML V2.0 utf8") %>
NavigationInfo{
    type "EXAMINE"
}
```

等訊息，並存為asp格式。如何能與場景中精確設置的參數相互溝通，以達到外部查詢後導入場景內部，即時修改顏色以顯示查詢位置，是GIS系統中不可或缺的功能。本文引入了Javascript和VRML的通信原理，於此基礎上建立在三維地形模型中以Java程式與場景溝通的功能。在VRML場景中與外部溝通時需要藉由一個感測器(Sensor)觸動，因此場景中需建立感測器作為觸動傳導的機制。虛擬實境中的感測器有多種，諸如CylinderSensor(圓柱感測器)、TouchSensor(接觸感測器)、鍵盤感測器(KbdSensor)等(吳尹昱，1996；Blaxxun Web Site；VRML_EAI Web Site)。由於並不知道所查詢的農地位於何處，因此經常被使用的“接觸感測器”不適合被引用，本文改以“鍵盤感測器”為之，場景內的資料亦須配合修改，亦即必須在場景中加入鍵盤感測器

```
DEF KS KbdSensor {    isActive TRUE    }
```

並為每一個物件及色彩以DEF指令分別定義以地號為名之唯一結點名稱，最後以Javascript寫入改變場景屬性的功能，再將查詢地號透過路徑傳導入場景，暫時改變查詢物件之顏色。虛擬碼如後所述：

```
DEF way Script{
    定義事件導入參數(物件結點)
```

定義導入結點名稱以asp由外部傳入外部查詢之結點名稱

```
url ["javascript: function gotonode (value,ts) {
    外部查詢之訪問節點名稱爲<%= Request.QueryString("shape") %> }
    "] }
```

DEF change_color Script{
 定義事件導入參數(色彩資訊結點)

```
url ["javascript: function c_color() {
    color=定義傳入之色彩爲紅色 }
    "] }
```

經由事件路徑將鍵盤感測的取代顏色事件傳送給場景物件結點

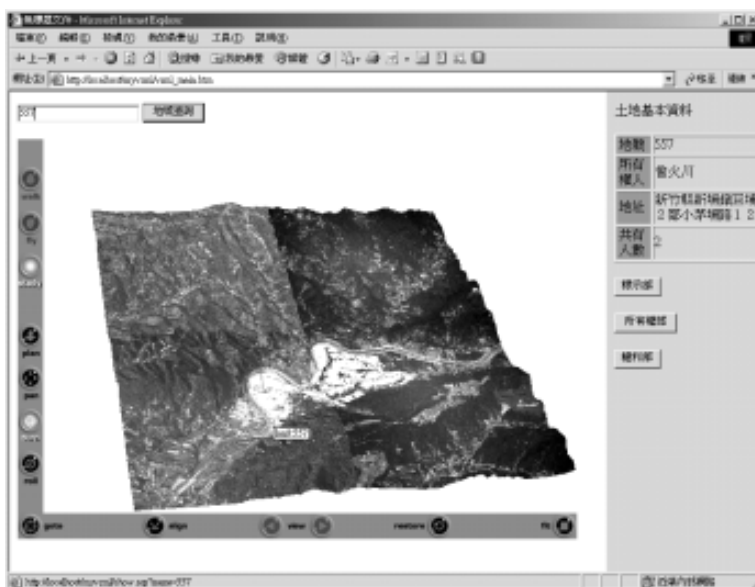
```
<%= Request.QueryString("shape") %>
```

ROUTE KS.keyDown TO way.gotonode

ROUTE KS.keyDown TO change_color. c_color

ROUTE change_color.color TO 訪問色彩節點位置.set_diffuseColor

此一虛擬實境網路地理資訊系統，所具備的功能有基本的三維地圖檢視及查詢功能，查詢功能中包含以地號查詢位置以及以圖查詢屬性兩部分，查詢的運作介面如圖十一所示，圖十一中左頁框將含wrl的資料以Embed的方式嵌入具有查詢地號



圖十一 網際網路虛擬實境地理資訊之操作介面

功能的asp檔中。以地號查詢位置時，可於左頁框中的地號查詢文字框中輸入欲查詢之地號後，點選地號查詢按鈕，待圖形顯示後按鍵盤中的任意鍵啟動感測器，場景中將會以顯著的顏色顯示查詢後的農地位置。以圖查屬性時，使用者可以透過網際網路虛擬實境的系統，改變觀察角度並透過滑鼠的操控即時獲得地號的資訊，經點選後有關農地的基本資料，例如所有權人姓名、住址、土地有人人數等資訊可顯示於右側頁框，達成透過果網際網路遠端查詢資料的功能。該頁框中可另增三個按鈕，點選後分別可以獲得更進一步的農地所有權部、標示部以及他項權利部等資料。

(二) 討論與分析

本文之研究，提供了一個在網際路上作業的互動式三維地理資訊系統模式，雖然功能未能如二維WebGIS完整，但三維檢視與互動等方面的功能，確可改善該系統之不足，尤其於地形高低起伏較大的地區。新一代的VRML(如X3D)具備更多的可於節點定義的功能，可以更有效率的表現地形以及坐標系統的對位，如GeoElevationGrid、GeoLocation、GeoPositionInterpolator等(Web3d Web Site)，但語言模組標準尚未完全確定。未來在標準確定後，可以嵌入的函數將更多樣，功能改善的空間將可望大幅提升。

場景瀏覽系統開發以及資料之建構，有部分採用商業化軟體轉換，再以自行撰寫的程式修改以強化功能，搭配ASP網頁處理技術來完成。就資料之處理以及問題之討論與分析如後所述：

1. 農地的屬性資料來源為各鄉鎮市地政事務所，雖然建置屬性資料時有統一欄位名稱及欄寬，但由於曾取得其他縣市之土地屬性資料，發現不同縣市地政事務製作轉出之資料，與統一欄位之資料欄寬不一，以致於不利自動化，若格式能一致將可以程式批次處理。另外，地籍圖由於更新速度太慢，與現況不符之宗地亦不在少數。此外，本文採用的數值地形模型之解析力為地面40公尺，雖然單純就場景瀏覽而言可能滿足，但若要進一步分析與判定時(例如以坡度分析之結果判斷是否違規開發)，則可能造成誤判。若能以航測方式產生較高解析度的資料，其可能的應用層面將更多元。然而，由於資料量增加，將可能造成顯示效率低的問題，可以引入虛擬實境中LOD(Level Of Detail)的功能，以距離觀察者視點的遠近改變場景顯示的解析度來克服，可兼顧資料解析度與瀏覽效能。
2. 由ArcScene轉換成VRML格式時可以選擇既有的縱橫地理坐標，或是選擇以視景為中心的區域座標系統。由於既有坐標的x值有六位整數加兩位小數共八位，y坐

標則有九位數，若採用該格式將造成資料讀取與運算的負擔。再者，VRML乃採層次式的建構方式，下層節點坐標僅需相對位置正確即可，最後只要將最上層節點正確的套入原具有的縱橫地理坐標，便可正確的顯示場景中各物件節點的相對關係。

3. 屬性資料的查詢，在地理資訊系統中是不可或缺的功能，查詢的方式可分為以點選圖形查詢屬性以及以屬性查詢圖形座落位置。前者較易實現，只需要修改VRML檔案中的Anchor node加入超連結方式，引發與資料聯結的庫動態網頁即可達成，但後者則較為繁複，因為必須為每一個物件節點建立唯一的節點名稱，用來接收外部查詢表單的比對查詢內容(例如地號)，待比對成功後尚需以ROUTE的技術，以指定的感測方式(例如按下鍵盤中的某一個字元)來引發場景中該物件屬性的暫時改變(例如顏色)，以顯示查詢後圖形座落位置。

八、結 論

本研究以實例說明建構一適合於小區域的精緻農業的農地資料庫建置過程，包括以PDA+GPS的資料庫的維護。並以影像式的網際虛擬實境地理資訊的方式，提供了地理資訊系統中更豐富的互動資訊，讓使用者得以視覺化地檢視現場的狀況，並可進行後續包括農地位置查詢以及農地屬性查詢等功能，尤其對於地形起伏較大的山區農業，更有其應用的優勢。有關農業其他應用上，舉凡休閒農場導覽系統的建置，田區天然災害的紀錄與分析，小型農場作物栽培情形的紀錄等，均有其應用空間。此外尚有下列結論：

- (一) 本文之成果可提供農地業管單位，透過網際網路以虛擬實境三維顯示的方式，而不需要藉由其他商業化WebGIS系統的運作，即可互動式的瀏覽場景並經由土地地號屬性的連結，以點選農地查詢其屬性或以屬性查農地坐落位置等功能，對於農地之檢視達到人與地兼顧的目標。
- (二) 配合PDA與GPS的田野調查，不但可以掌握土地使用現況更新資料庫，在未來更可輔助作物生產履歷的建立、土壤調查、污染監控回報，甚至違規登錄等多目標用途。
- (三) 若能結合航照或衛星影像的分類處理功能，將在作物產量估計、災害損失評估等能有大面積、有效率的管理能力。
- (四) 農地管理資料庫需與地籍資料應同步更新，亦即土地分割或合併、所有權變更

等土地屬性的改變，都應與農地檢視與瀏覽系統同步才有意義。

(五) 操作介面與由鍵盤觸發的感測器設計仍有改善空間，未來可自行設計較方便的感測方式，諸如滑鼠雙擊等，以及於場景中設計一個不隨場景變化而改變位置的操作面板，將更能提高使用的方便性。

謝 誌

1. 作者感謝二位未具名審查委員的寶貴建議，以及對本文所提出的指正見解。
2. 感謝農委會委託計畫(編號：94農管－1.7－企－07)給予研究資料上的提供。

參考文獻

- 台灣大學建築與城鄉研究所，(2000)，〈新竹縣綜合發展計畫〉，新竹縣政府委託研究。
- 余慶威，(2003)，〈以GeoVRML、ROAM演算法及檔案壓縮法展示3D GIS資料之研究〉，《中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文》，高雄。
- 吳尹昱，(1996)，〈徹底學習VRML建立3D虛擬世界的最佳工具〉，《碩博出版社》，台北。
- 周天穎，(2001)，〈地理資訊系統理論與實務〉，初版，《儒林圖書有限公司》，台北。
- 陳泰弘，(2001)，〈以多視景虛擬實境建立網際三維地理資訊系統之研究〉，《中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文》，高雄。
- 張洪國、林達德、盧福明，(2003)，〈整合田間影像資料之多功能農業地理資訊系統〉，《2003資訊科技在農業之應用研討會論文集》，台北。
- 數位新知，(2004)，〈實戰Dreamweaver 2004 MX與ASP動態資料庫網頁〉，《金禾資訊》，台北。
- 劉杰，(2001)，〈網頁資料庫整合精華錄〉，《金禾資訊》，台北。
- 蕭國鑫，(1998)，〈多時遙測光學與雷達資料於水稻田辨識之研究〉，《國立交通大學土木工程學系研究所碩士論文》，新竹。
- SuperPad操作手冊，(2005)，《崧旭資訊資訊有限公司》，台北。

Blaxxun Web Site, <http://developer.blaxxun.com/doc/wwhelp/js/html/frames.htm>

GeoVRML Web Site, <http://www.geovrml.org/>

Lee, C.-K., T. Kaho and J. Yanai. (2000), "Field information maps using geostatistics in the paddy field", ASAE Paper No. 001108.

Li-Min Yi, Tien-Yin Chou, Lan-Kun Chung, Wen-Yuan Ku, Hui-Wen Chen (2005), "The Application of 3D Web GIS In Land Administration - 3D Building Model System", Taipei City Government Web Site.

M. Sinning-Meister, A. Gruen and H. Dan (1996), "3D City Models for CAD-supported Analysis and Design of Urban Ares", *ISPRS*, Vol.32(4): 162-169.

Parallelgraphics Web Site, <http://www.parallelgraphics.com/>

VRML_EAI Web Site, <http://www.web3d.org/workingGroups/vrml-eai>

Web3d Web Site, <http://web3d.org/>