

# 建立輕簡快速的地圖平台

## CONSTRUCTION OF A LIGHTWEIGHT AND QUICKLY MAP PLATFORM

陳世儀\*      胡征懷\*\*      李旭志\*\*\*      蘇惠璋\*\*\*\*      林燕山\*\*\*\*\*  
Chen Shih-I    Hu Cheng-Huai    Lee Hsu-Chih    Su Hui-Chang    Lin Yan-Shan

### 摘要

98年8月莫拉克颱風引發的台灣八八水災災情造成國人生命財產的嚴重損失，期間民間及學術機構以運用 Google earth/maps 等免費的地理資訊展示環境當作快速情資交流與溝通的平台。Google earth/maps 是供肉眼辨識圖資為主，外加開放式的環境完全符合危機處理體系所須具開放性、多元參與者的要求。能否以複製 Google maps 成功的經驗，並考量著作權下建立一個輕簡、自主、可自由散播、可移動及可迅速重建的地圖平台當作基礎建設為此次研究的目的。本成果證明以 Windows NTFS 檔案系統存放各層級金字塔圖像系統反應快速，嵌入網頁的使用者端程式亦能跨越至其他網站存取 WMS 圖層及本機資源，建置的地圖平台可以使用至測量、製圖、教育等多種用途，適合當作基礎應用平台。

關鍵詞：網際網路地理資訊系統

### ABSTRACT

In August 2009, the flood arose from Typhoon Morakot caused serious disaster in Taiwan. The public and research institute employed free geographic information display environment like Google earth/maps as rapid information exchange and communication platform. Map information provide by Google earth/maps is mainly used for visual inspection. The open environment allows multi-user which meets the requirements of a crisis management system. Inspiring by the concept of Google maps, this study constructs a lightweight, autonomous, distributable, portable and rapid-reconstructive geographic information display platform. Different layers of the image pyramid were stored in Windows NTFS file system which makes the platform works efficiently. Client applications embedded at web pages can access maps through the Web Map Service(WMS) from the other websites. The experiment results demonstrate the constructed environment very suitable for the basic GIS application platform, The maps platform can be used for surveying, mapping, education and other purposes.

Keywords: Web-based GIS

---

\* 內政部國土測繪中心 技士

\*\* 內政部國土測繪中心 技正

\*\*\* 內政部國土測繪中心 課長

\*\*\*\* 內政部國土測繪中心 副主任

\*\*\*\*\* 內政部國土測繪中心 主任

## 一、前言

我國目前防救災工作推動上，最大的缺點在於中央政府握有各項防救災之資源及經費，而地方政府人力及救災整合作業卻非常的薄弱。然而地方政府卻是面臨災害搶救時的前線，因此造成災害發生時，各項搶救工作必須及時才能發揮最高效率。在 921 集集大地震中不難發現，因為災前缺乏建立災區的背景資料，加以各救災單位間並沒有建立良好的聯繫、協調、合作管道，造成無法整合資訊來研判災區受損的情況 [防救災資訊系統 96 年度計畫書，2006]。在危機爆發時期，如何建立一個功能性的、彈性的「危機處理體系」是非常重要的。建立建構有效的危機處理體系需具備：開放性、多元參與者、保持動態、彈性的作業程序與組織系統。[邱強，2001]

救災時「鑑於每個使用者使用圖資的習慣不同，且圖資內部資料較為多元，部分災害發生地區亦以影像圖較容易判讀（如山區）」[周國祥等，2007]；因為再多的圖示都只是備品，Google maps 提供人肉眼辨識圖資為主，人腦的複雜度是現今的超級電腦與人工智慧無法達到的，因此一張空照圖(衛星圖、正射影像圖)加上地標與路名標註即可勝過一大堆圖示與線條。

目前的救災中心是以縣市政府為單位，縣市政府需要的是自有獨立的系統，當災難發生時，也許電腦伺服器主機、電力供應、網際網路甚或雲端等均有毀損、斷線的可能，如果將所有的電腦系統(尤其是防救災支援系統)建置在正常狀況下應用，在面臨災難時，如九二一地震或淹水引發的大停電、網際網路斷線等系統將無法運作。所以地方政府需要的是一套建構簡單並可迅速於異地重建而且不受軟體使用授權限制的電腦系統，方能符合救災應用。

建置的地圖平台平常可以當作商業、教育、娛樂、生活等多項用途，因此需以平常即能應用的入口網站角色為出發點，吸引廣大使用者，當需要救災時才能讓使用者快速上線應用。

## 二、系統方向

在八八水災發生時，由於Google maps平常即採取開放態度，因此當時民間利用其平台特性發布災情與需求資源訊息地圖，如聯合新聞網(udn)發布災情報導-莫拉克颱風重大災情地圖([http://mag.udn.com/mag/news/storypage.jsp?f\\_ART\\_ID=207761](http://mag.udn.com/mag/news/storypage.jsp?f_ART_ID=207761))。而同時間亦有 Sahana FOSS 災難管理系統 (<http://sandbox.sahana.tw/>) 的導入，Sahana TW 是一套災難管理網站應用系統，可協助解決災後大規模的人道問題，包括受災人口通報統計、物資捐贈、庫存、媒合管理及志工與專案管理等。但此平台在這次風災並無實際運用。檢視其網站功能，仍是借助於Google maps平台。

評估這個現象的發生，主因是 Google maps/earth 的開放性政策與衛星影像圖資為底的圖層展現符合大眾的期待，平常就可以用於日常生活如找街道地點、查建築物現況、上傳地點照片留作記錄等等，面臨災難時，讓使用者以平常就習慣的人機介面，立即應用進行溝通及發布訊息，完全符合危機處理體系需具備：開

放性、多元參與者的特性，這個模式既已廣泛應用於八八水災，即表示為大眾可接受的模式。既然 Google maps 圖資符合救災需求，如果政府機構同時在上執行如救災中心的角色，則整個平台都可達到危機處理體系所需開放性、多元參與者、保持動態、彈性的作業程序與組織系統的三項特性。但將救災需要的系統與圖資藉由外部(外國)網站取得，面臨災難時環境變化的風險過高，極有可能會無法運作。

## 2.1 選用 Google maps?

問題是可以選用 Google maps 嗎?這會有以下問題：

- (1) 網際網路甚或雲端：Google maps 的方案完全根植與其雲端技術，雲端技術需靠網際網路，而 Google 的主機並未建置在台灣本島，災難發生時可能會同時造成網際網路斷線，如區域性斷線或海底光纖電纜斷線等，如此幾無備援方案。
- (2) 圖資：Google 的圖資在高山地區明顯精細度不足，政府機關擁有的正射影像圖圖資與 Google 衛星圖圖資相比之下，完整許多且精度高，自有的圖資無非靠提供給 Google、發佈 WMS/WFS 或自行於 Google maps 中用 JavaScript 指令掛上。這必需考慮到如瓦斯、自來水、電信、電力等與社會安全有關的圖資等在平時必需保持不被取得以免被利用如恐怖攻擊，但在災難發生時的救災必需立即上線應用。
- (3) 授權費用：一個系統的建立，必需在平時就需上線應用，而不能在災難發生時緊急上線，以 Sahana TW 為例，因為初次緊急上線，所以平常未使用累積操作經驗，在面臨救災時勢必無法順利上線應用。因此當政府機關考量根植於應用 Google maps 當平台時，勢必考慮建立使用者帳號管理制度當作一個入口網站，此時受限於 Google 免費帳號的使用限制，必需考慮付給 Google 授權費用，以避免使用上的問題。

## 2.2 Google maps的方式

Google 自行開發出個人電腦等級的標準伺服器，以 Linux 作業系統、Google GFS(Google File System)檔案系統、MapReduce 演算法和 Big Table 資料庫組成的 Google 雲端運算架構為底當作 Google maps/earth 的資料來源[Jeffrey Dean,2008]。以此方向思考要如何建立一個輕簡又能快速反應的系統：

- (1) 影像資料庫:觀察 Google maps 是採用金字塔圖像的方式存成多階層的靜態影像，由使用者端下載不同階層的磁磚拼圖影像進行顯圖，使用的模式基本上是相同的。衛星影像與路網(街道)影像是分開的，顯圖時才予以套疊顯圖，路網應該是使用可以設定透明底色的 GIF 或 PNG 格式。而常見的 Oracle 資料庫是利用金字塔圖像(Pyramid)提升影像輸出速度，在使用者端則用影像磁磚(Tiling)預下載拼圖的方式。要簡化架構必需捨棄資料庫系統，因此在影像資料上使用「金字塔圖像檔案系統」，將全部圖像先處理切割儲存成檔案系統的靜態影像檔，此時粗估檔案數至少會達幾百萬個檔案，相對於 Google 採用的 GFS 檔案

系統，此時 Windows 的 NTFS 檔案系統能否經得起這樣檔案數量的衝擊？

- (2) 伺服器端：負責將影像資料庫中的影像資料傳送到使用者端。如果影像資料庫採用空間資料庫，則伺服器端也常搭配套裝 GIS 系統。Google 係採用雲端技術提供靜態影像檔案。因為架構要簡單，所以只需考慮單台伺服器提供服務，此時僅須提供檔案轉送的伺服器端即可，並且用以隱藏影像資料儲存架構，這樣以後可以視狀況予以擴充軟硬體如採 MapReduce 演算法以提升效能。因此伺服器端選擇採用 Tomcat 搭配 Servlet/JSP，採用 Servlet-Mapping URL-Pattern 的對應方式，將 URL 中的檔案參數對應至實體檔案系統並回傳。
- (3) 使用者端(前端)：Google maps 在前端是採用瀏覽器的 JavaScript/AJAX 實作。而為了重覆利用及開發速度的考量，前端開發幾乎是影響整個規劃的重點之一，既要與 Google 等現有軟體有所區隔，又要考慮到爾後重覆使用、擴充及維護，使其有立足點。目前於前端可以選擇的方案大約為 JavaScript、Microsoft Silverlight、Adobe Flash/Flex、Java、Plug-in(Internet Explorer、FireFox)等。本次研究的主要目的是 Free（免費、自由）並且與現有產品進行區隔，因此選擇 Java，因為 Java 語言可以同時寫前端與伺服器端，從完整的開發環境(Eclipse、NetBeans)到伺服器端平台佈署執行環境(Tomcat、Jboss)等等均是免費使用，大大降低了發展與散播成本，用 Java 寫嵌入網頁的 Applet 與桌面 Application 的程式只有一小部份的差異，在系統開發上等於同時可寫出支援網頁與桌面應用程式的系統，而且可以導入至測量用途與當作地圖工作平台。

### 三、系統架構

整個系統區分成三部份:1.金字塔圖像檔案系統。2.伺服器(Web)。3.使用者端(前端)。基本圖層資料建置時建置正射影像圖、道路路網、地形圖為基本底圖。正射影像圖、道路路網均採用金字塔圖像檔案系統，此外再加入 WMS 圖層使系統多樣化，除此之外支援本機檔案才能有多元的應用性。

#### 3.1 系統架構圖

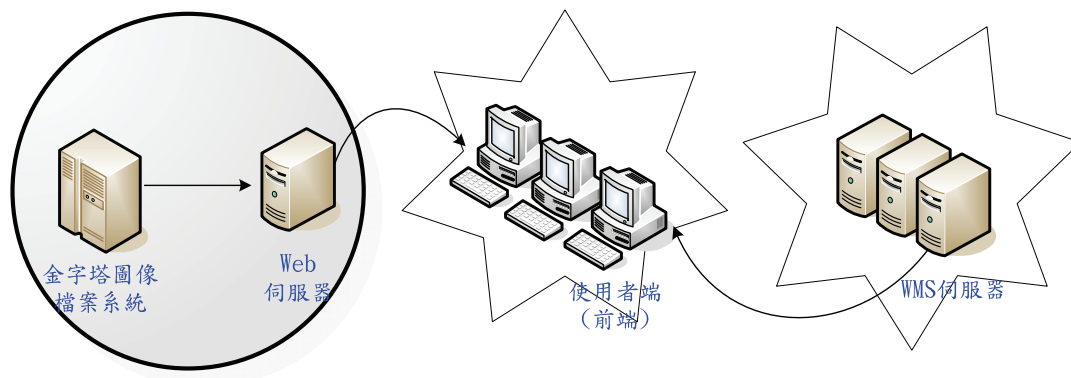


圖 1：系統架構圖

如圖 1 區分成伺服器端、使用者端與其他 WMS 伺服器，伺服器端以 Servlet-Mapping URL-Pattern 將 URL 的檔案名稱對應至金字塔圖像檔案系統的實際目錄並將影像檔回傳至使用者端。使用者端以嵌入網頁的 Java Applet 實作，依 TWD97 的分層級的圖幅檔名（如/L/256726789.jpg）直接向伺服器或其他伺服器的 WMS 圖層要求圖檔，伺服器再將圖幅檔名按表 1 的規格對應至實體的樹狀目錄與檔名回傳後，由 Applet 顯圖。

### 3.2 影像—金字塔圖像檔案系統

直接採用 TWD97 坐標為儲存的系統單位，與 Google maps 中使用的 EPSG:900913(麥卡托圓球投影)，坐標系統是用 WGS84(EPSG:4326)的 GPS 經緯度，有所不同，不過這是考慮目前圖資都建置在 TWD97 之下進行的規劃，使所有已建置的圖資用最少系統負擔的方式進行套疊。以 TWD97 坐標系統，用 12 層的影像層級，第 1 層(最底層)採用 100x100 公尺見方對應 256x256 像素影像檔，計算得影像解析度為每點 0.39 公尺，以台灣本島 361888 平方公里面積粗估約 361 萬個檔案，第 2 層（往上一層）則由第 1 層（下一層）四張合組成一張，仍為 256x256 像素影像檔，但此時為 200x200 公尺見方，檔案約  $361/4 \approx 90.25$  萬個檔案，其餘層往上類推。除了第一層需要由正射影像檔實際繪製影像檔重新產製影像檔耗實較久之外，其餘每往上一層，均可由前一層的四張縮製合組成一張，如此能快速的建置其他層級的影像檔。

由於第一層圖檔數大約為 362 萬個檔案，如果全部儲存成同一層目錄，當讀取一張時可能會讓作業系統無法回應，因此規劃分樹狀目錄儲存，規劃方向如下：

- (1) 檔案命名規則為取 TWD97 坐標的百公尺坐標，以 X 在前 Y 在後的命名方式，例：影像檔左下角實際坐標為 256700，2678900 時，檔名為 256726789.jpg。
- (2) 樹狀目錄存放規則為以檔名取兩碼當作分樹狀結構的目錄單位，如上述的檔名存放的目錄為 25/67/26/256726789.jpg，這樣可以確保在底層的目錄時最多 1000 張的圖檔。因為檔案數會依層級遞減，故再採 2567/256726789.jpg 與不分目錄兩種方式，其目的都是在確保一個目錄最多 100 個次目錄，每個目錄下最多 1000 張的圖檔及圖檔太少的情況。每圖層的目錄規則、方格大小、影像解析度對照如表 1。
- (3) 如果需要更細緻的檔案，以目前已有的正射影像解析度為 0.1 公尺為例，則可以再規劃為，以取完整檔案為規則如坐標 256700，2678900 時，檔名為 25/6700/267/2567002678900.jpg，這架構在 M 層(方格大小為 50 公尺)時，目錄下最多 200 個次目錄，最底層檔案為最多 200 個檔案，在 N 層(方格大小為 25 公尺)時，目錄下最多 400 個次目錄，最底層檔案為最多 400 個檔案，而且如果要附合至已有正射影像的解析度，可以考慮在這兩層中使用調整 256x256 影像檔大小的方式，使其與原始正射影像的解析度相同，以減少影像縮放造成對原始影像的失真或模糊。

表 1：影像檔存放規則分析表

層級	存放目錄	方格大小(m)	影像解析度(m)	依正射影像資料值域粗估			台灣本島 預估檔案數
				X 格數	Y 格數	粗估最大 檔案數	
*1	N/XX/XXXX/YYYY/	25	≒0.10				
*2	M/XX/XXXX/YYYY/	50	≒0.20				
1	L/XX/XX/YY/	100	0.39	2039	3829	7,807,331	3,618,800
2	K/XX/XX/YY/	200	0.78	1020	1915	1,953,300	904,700
3	J/XXXX/	400	1.56	511	959	490,049	226,175
4	I/XXXX/	800	3.12	256	481	123,136	56,544
5	H/XXXX/	1600	6.25	129	242	31,218	14,136
6	G/XXXX/	3200	12.50	65	122	7,930	3,534
7	F/XXXX/	6400	25.00	33	62	2,046	884
8	E/	12800	50.00	18	32	576	221
9	D/	25600	100.0	10	17	170	55
10	C/	51200	200.0	6	9	54	14
11	B/	102400	400.0	4	6	24	4
12	A/	204800	800.0	2	4	8	1

### 3.3 WMS圖層

現行國土資訊系統資料倉儲及網路服務平台(TGOS)以交通部運輸研究所路網數值圖 98 年版為第一底圖，以 WMS 方式介接林務局農林航空測量所(以下簡稱農航所)正射影像圖為第二底圖，並以本機福衛二號影像為第三底圖，其他則以 WMS 圖層介接各圖層。本研究結果經自行建置正射影像圖為第一底圖，路網數值圖為第二底圖(影像)，並直接分析 TGOS 的 WMS 圖層資訊，逕行引用當作測試，Applet 可以跨越主機進行抓取 WMS 影像當作參考圖層套疊顯示。

## 四、系統建置

### 4.1 金字塔圖像檔案系統影像檔建置

(1) 正射影像圖：以取得的行政院農委會農航所的正射影像圖及定位檔，合計 8057 幅，不過同一圖幅可能有不同年度的資料，所以實際圖幅較少。以上述的正射影像圖按坐標範圍裁切產製第 1 層，其後第 2 層由第 1 層 4 張拼接縮製；因為

以分幅的正射影像檔往上縮拼時至第 7 層即有很明顯的色差方格，因此在第 7 層時改採用 SPOT 的衛星圖重新產製，再往上組拼，以達較好的視覺效果。全部的產製在 Intel Core 2 Quad Q9550 2.83GHz CPU + 4GRAM 的測試電腦上分用 4~6 支程式同時處理約需 12 天。扣除密級及無圖的區域後，總共產製 5,047,977 個檔案，合計 139.6G，平均每個檔案大小為 29K。

表 2:資料產製統計表

層級	正射影像檔產製成.JPG 檔			路網數值圖處理成.GIF 檔		
	產製時間	產生檔案數	產生檔案大小合計	產製時間	產生檔案數	產生檔案大小合計
1. (L)	216 時	3,779,257	96.8G	28 時	944,364	1559M
2. (K)	48 時	947,787	30.7G	8 時	340,886	618M
3. (J)	12 時	238,419	8.89G	2 時	110,099	223M
4. (I)	90 分	60,283	2.40G	34 分	33,458	76.5M
5. (H)	16 分	15,472	646M	12 分	6,380	11.5M
6. (G)	6 分	4,031	169M	4.5 分	2,181	4.17M
7. (F)	12 分	2,005	50.6M	2 分	597	1.10M
8. (E)	< 1 分	521	13.2M	< 2 分	209	408K
9. (D)	< 30 秒	139	3.48M	< 2 分	75	171K
10. (C)	< 11 秒	41	947K	< 2 分	22	48.6K
11. (B)	< 6 秒	16	264K	< 2 分	11	24.0K
12. (A)	< 3 秒	6	76K	< 2 分	4	21.7K
統計	<280 時	5,047,977	139.6G	< 48 時	1,438,286	2494M

(2) 道路路網：以交通部運輸研究所路網數值圖 98 年版資料，進行道路路網圖層資料建立，由於影像檔重疊顯示會覆蓋原有的影像圖，道路路網圖層需能以設定透明色的影像格式(GIF、PNG)儲存，因路網圖層及地標註記顏色不多，因此以 GIF 檔格式儲存。由於路網資料是向量資料，必需撰寫程式將向量轉成影像檔。與正射影像圖產製時不同的是各圖層需獨立產製，用測試電腦進行產製約需 48 小時，總共產製 1,438,286 個檔案，合計 2494M，平均每個檔案大小為 1.78K。檔案數大幅減少的原因是因為有很多影像區內並沒有任何道路(路網僅數化 6 公尺以上道路)與地標標註，空白的檔案並不儲存。

各層轉檔時間統計及檔案數量等資訊如表 2，如此在約 1024x1024 解析度的桌機系統畫面約需 16 張影像檔，每一次畫面更新正射影像圖與路網圖時需下載

16\*(29K+1.78K)≐492K 的檔案，而且不會因為畫面的位置、縮放變化而造成等待時間的增長。

## 4.2 執行結果

實際執行參考畫面如圖 2。以 2TB 容量 NTFS 格式化硬碟，Web 伺服器採 Tomcat 6，在區域網路內測試，網頁使用者端的每個層級圖形畫面的縮放平移切換可以在 1 秒完成顯圖，金字塔圖像的架構使得不論顯示的影像圖層級均有一致的反應時間，整體反應速度極佳，證明樹狀的檔案系統可以經得起這樣的應用。經簽署(Sign)的 Applet 具有跨網執行的權限，直接存取已存在的網際網路上其他 WMS 伺服器主機，進行抓取影像圖資並套疊顯圖。

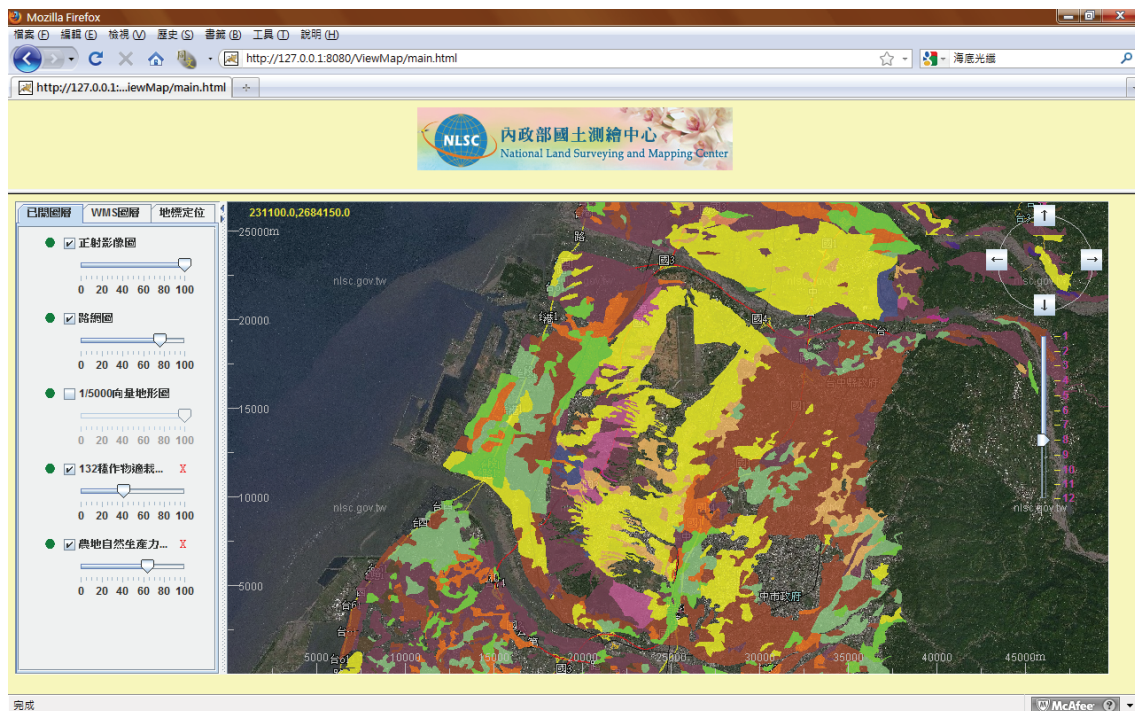


圖 2：執行參考畫面-套合 TGOS-WMS 圖層

本研究的架構只需已備好本系統產生的影像圖資硬碟存在，可以在一台乾淨的已安裝 Windows 作業系統的電腦(如桌上型或筆記型)於 10 分鐘內安裝設定完成上線(安裝 JRE、Tomcat、佈署系統、插入 USB 或 1394 外接式硬碟及設定防火牆等)，搭配分享器(HUB)即可提供十餘人的區域網路內應用。

針對在最底層時影像被縮放至與原始影像檔來源精度不同可能會造成影像失真或模糊的疑慮，經實際檢視原始檔案與本研究成果的畫面如圖 3，除了大小比例不同外，檢視影像比對，均在可接受的範圍內。



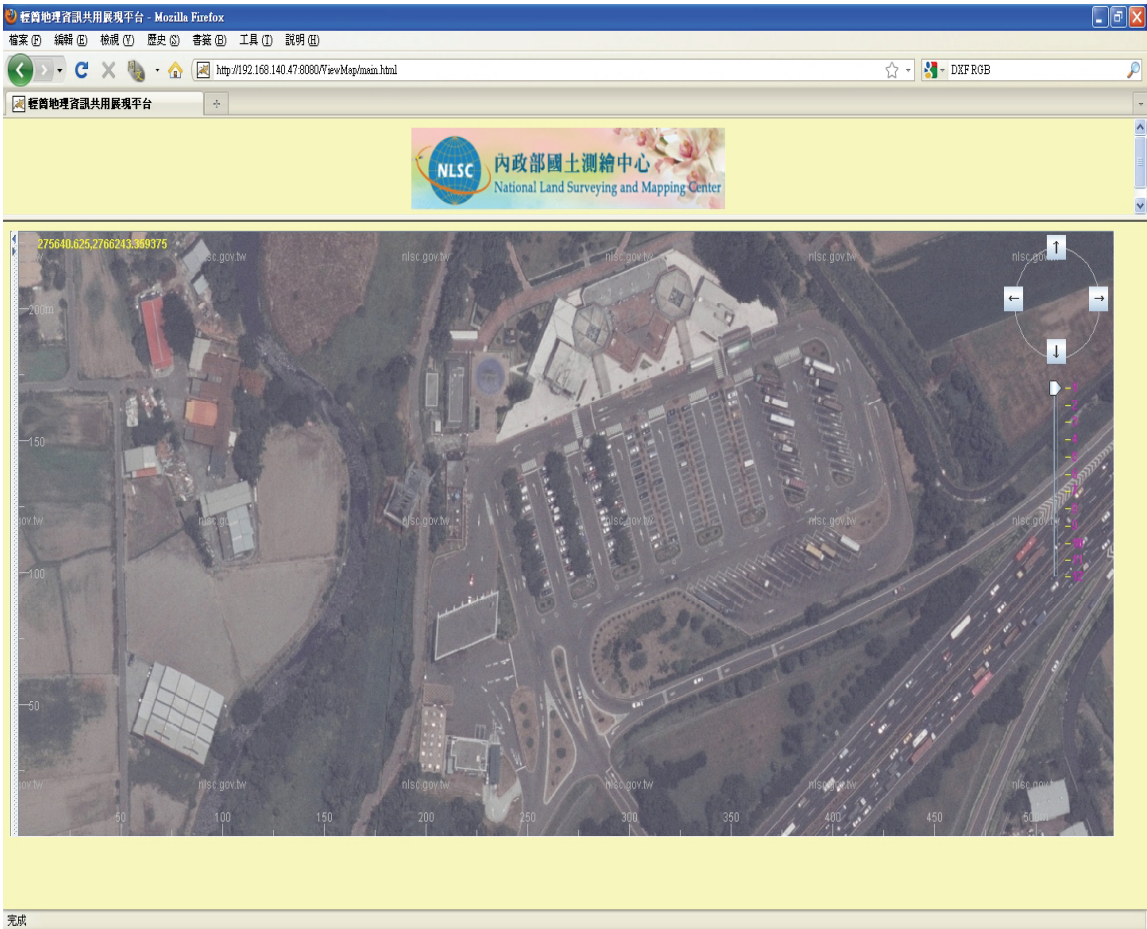


圖 3: 正射影像原稿(上圖) 與產製金字塔圖檔(下圖)比較

透過作業系統的檔案拖放功能，將已有的圖資檔拉入，即可套疊顯圖，如圖 4，套合「國土資訊系統資料倉儲及網路服務平台」中「的交通部觀光局北海岸及觀音山國家風景區五千分之一地形圖」下載的免費圖資展示。

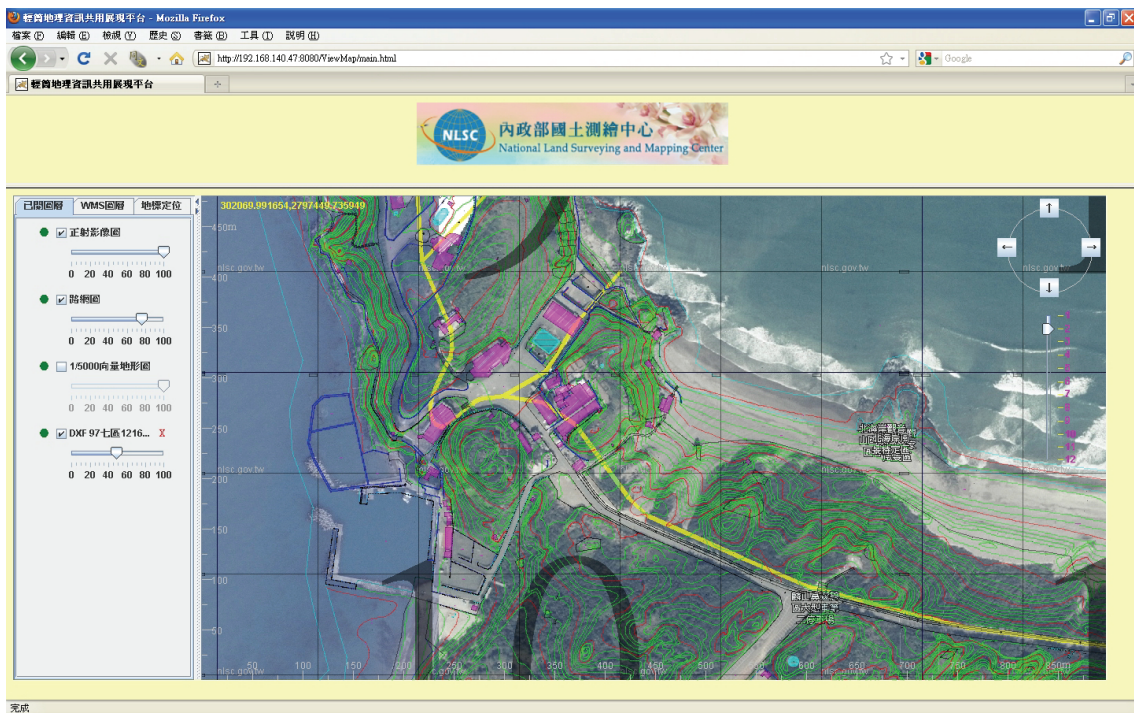


圖 4：執行參考畫面-套合本機檔案其他圖資

本研究包含了地標定位的功能，地標來源是路網數值圖 98 年版的 28632 個地標，而且地標關鍵字於輸入時會自動的抓取匹配，實際執行畫面參考圖 5，只要輸入關鍵字即會自動搜尋並且列出，點選時可以自動定位。

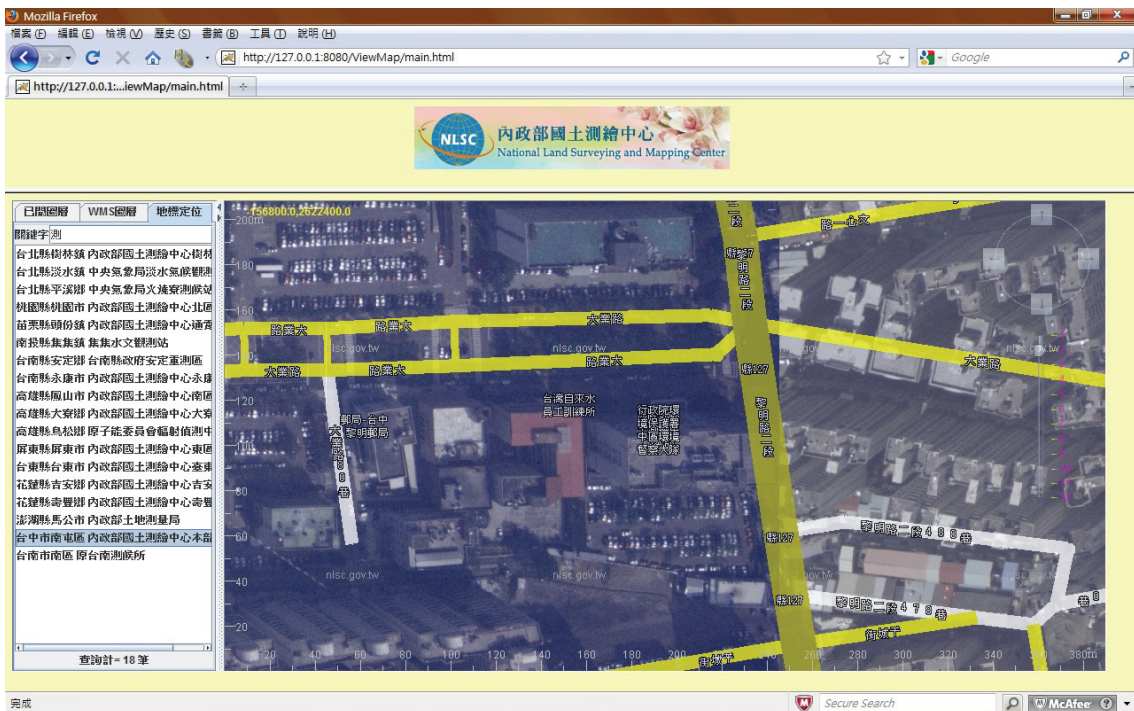


圖 5：關鍵字地標搜尋畫面

## 五、結論與建議

本研究的成果證明以 Windows NTFS 檔案系統存放各層級金字塔圖像，搭配伺服器 Servlet-Mapping URL-Pattern 將 URL 檔案對應至實體檔案的方式，由使用者端連接下載顯圖整體反應快速，產製全台(含澎湖、綠島)的正射影像約佔 140G，路網採 GIF 檔儲存約佔 2.2G，亦可用此模式儲存如自來水管線、瓦斯管線、電力、電信等資料。目前入門型家用筆記型電腦即內建搭配 320G 硬碟，可輕易地將整份資料與系統攜帶于外。這樣的架構輕簡完全符合救災所需的影像圖資，而不會被龐大的伺服器主機與軟體使用授權所限制。

系統安裝於筆記型電腦即可將圖資(可以透過選取區域減少資料量)及系統攜帶于外獨立作業，不需藉助網際網路即可顯圖，連接 GPS 設備則可以在實地定位可當實地勘查如環保查勘、公有地勘查等公務使用。由於伺服器僅依公式提供影像檔案，因此前端亦可用其他語言或選用不同平台如 PDA 上撰寫顯圖程式。

全面推廣系統時可以建置於直轄市、縣市政府，透過導入雲端技術的概念讓直轄市、縣市政府自有的 1/1000 正射影像圖資可以透過此機制共享，其他圖資套疊正射影像應用。而且可以全民共享當作類似 Google map 的入口網站，除了可以當作各單位的地理資訊平台，以取代 Google map/earth，也可以當作增加特殊項目收費機制，如套疊地籍圖、都市計畫圖、使用者自行準備的圖資等。

雖然本研究目前最細的像素是每點 0.39 公尺，但是也可以再往上升級到每像素 0.195 公尺及 0.0975 公尺，或透過調變影像檔大小，使其符合最佳影像解析度，以搭配自有的 1/1000 正射影像圖資，所需的最底層空間則再需增加為 4 倍及 16 倍，以正射影像而言約增加 1512 萬計 387G，6048 萬計 1548G 的檔案空間，看來資料量雖然龐大，但是這兩層的資料檔是可以分散建置在如地方政府上，透過網際網路與雲端分享的概念，可以讓圖資的質提昇。

無高程變化展現的空照地圖在單純提供救災用途上，無法表現地貌起伏，可能會讓救災的判斷上有所失真，但打造全 3D 的地圖，所耗的成果與資源太大，因此可以考慮以 2.5D 的模式展現，以所需資源與效果間取得平衡點，這是可以當作後續研究的課題。

## 參考文獻

- 2006，防救災資訊系統 96 年度計畫書。行政院災害防救委員會，第 10 頁。
- 邱強(2001)。危機處理聖經，天下文化出版社。
- 周國祥、李純人、張懋(2007)，防救災地理圖資倉儲及查詢系統，國土資訊系統通訊，第 61 期，第 80~92 頁。
- 陳世儀、胡征懷、李旭志、蘇惠璋、林燕山(2010)，建立輕簡地理資訊展現平台之可行性，第二十九屆測量及空間資訊研討會。
- Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat(2008). MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters. ACM Communication, 51,107-113PP.