

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

防救災決策支援系統之研究—總計畫暨子計劃：
洪水防救決策支援系統之研究 (III)

計劃類別：整合型計劃

計劃編號：NSC 89-2625-Z-002-052

執行期間：89年8月1日至90年7月31日

計劃主持人：孫志鴻

研究助理：謝奇峰、詹仕堅

吳上煜、顏利玲

處理方式：可立即對外提供參考

一年後可對外提供參考

兩年後可對外提供參考

(必要時，本會得延展發表時限)

執行單位：國立台灣大學地理環境資源學系

中華民國九十年十月

目 錄

圖目錄	2
表目錄	3
摘 要	4
ABSTRACT.....	5
第一章 緒論	6
1.1 研究動機	6
1.2 研究目的	7
1.3 研究方法	7
第二章 網際網路地理資訊系統與災害管理	10
2.1 網際網路與地理資訊系統的發展	10
2.2 使用者介面設計理念	17
2.3 網路地理資訊系統在災害管理上的應用	26
第三章 洪水災害管理網路支援系統架構設計	34
3.1 系統發展目標	34
3.2 系統架構規劃與功能設計	36
3.3 系統發展工具	42
第四章 系統發展現況	44
4.1 系統軟體架構與流程	44
4.2 資料處理	47
4.3 洪災相關地理資料展示查詢	48
4.4 互動式淹水災情蒐集功能	52
4.5 資料庫發展現況	54
第五章 結論	56
5.1 本年度研究成果	56
參考文獻	58

圖目錄

圖 1-1	災害管理生命週期法概念下的洪水防救決策支援系統架構	9
圖 2-1	超鍊結的運作模式	10
圖 2-2	網路地理資訊系統的分散式架構	13
圖 2-3	MapGuide 解決方案架構圖	15
圖 2-4	ArcIMS 解決方案架構圖	16
圖 2-5	對使用者介面有所貢獻的領域	17
圖 2-6	設計模式、系統影像、使用者模式三者間的關係	20
圖 2-7	美國災害緊急事務管理總署網站提供的地區性淹水潛勢圖	26
圖 2-8	中央氣象局網站所提供的天氣預報圖	27
圖 2-9	網路地理資訊系統提供的基本資料查詢服務範例	28
圖 2-10	參考用地圖	28
圖 2-11	地理資訊分析結果地圖	29
圖 2-12	普通地圖	30
圖 2-13	Tiger Mapping Service 操作介面提供的瀏覽功能	30
圖 2-14	固定比例尺方式的地圖瀏覽	31
圖 2-15	以核取方塊 (Check Box) 進行的圖層展現方式	31
圖 2-16	地址對位方式進行的資料查詢範例	31
圖 2-17	FEMA 與 ESRI 合作的 Project Impact_Hazard Information and Awareness	32
圖 2-18	經濟部水利處 GIS 應用測試中心淹水查詢系統	33
圖 3-1	洪水災害管理網路支援系統架構圖	37
圖 3-2	系統組成與發展工具架構圖	42
圖 4-1	系統軟體架構	44
圖 4-2	系統流程	45
圖 4-3	回報點座標、高程及淹水深度之資料	46
圖 4-4	堤防內河川不進行推估之部份	46
圖 4-5	地表高程資料及淹水深度推估結果	47
圖 4-6	洪水災害管理網路支援系統啟動畫面	49
圖 4-7	行政區查詢作業之系統畫面	51
圖 4-8	道咯交叉口查詢作業之系統畫面	51
圖 4-9	地址查詢作業之系統畫面	52
圖 4-10	淹水災情回報帳號申請表格	53
圖 4-11	淹水災情上傳表格	54

表目錄

表 2-1	全球資訊網的特性	9
表 2-2	ArcView IMS 與 MapGuide 解決方案基本特性比較表	13
表 2-3	MapObjects IMS、ArcView IMS、MapXtreme 解決方案 基本特性比較表	14
表 2-4	色彩的含義	21
表 2-5	觀看距離和文字高度的關係	22
表 2-6	文字背景組合和清晰度的關係	22
表 2-7	人對各種刺激維度所能分辨的數目	23

摘要

本計畫的目的是在防災國家型科技計畫整體架構下，與計劃辦公室相關研究群相互配合，以分工合作的方式來進行相關資訊技術的研究與系統工具的開發工作，協助建立一套整合型的洪水防救決策支援系統。本計畫執行期間共計三年，今年度（九十年度）為全程計畫的第三年。在第一年研究期間，本計畫已經引用生命週期概念規劃出洪水災害管理決策支援系統的整體架構，並定義各階段內各項子系統發展目標及其應該包含的重要功能，第二年及第三年的研究重點為決策支援系統的實際研發工作。

為落實分工合作之精神及全民參與防災管理的理念，本計畫著重於在網路環境下開發有效的相關支援工具。本計畫完成系統雛形架構與主要功能項目的設計，並運用網路地理資訊系統技術，開發出包括資料展示查詢、互動式淹水災情蒐集等功能的系統雛形，並增強系統的空間分析功能，期望能夠將研究成果提供給防災國家型科技計畫辦公室參考，充實其整體性洪水防救決策支援系統的完備性。

關鍵詞：防災國家型科技計畫、洪水災害管理決策支援系統、網路地理資訊系統

ABSTRACT

The purpose of this project is in collaborating with information research group of the National Science and Technology Program for Hazards Mitigation (NAPHM) to develop an Advanced Disaster Management Decision Support System (ADAMDS). Focus topic of this project is on the flood disaster management using Internet. The time span of this research is three years, with first year focus on conceptual model and system architecture design, while the second and third years are emphasized on system implementation. This report represents the research results of this project. An Internet GIS system was implemented using Autodesk's Mapguide Web GIS tool. Using Internet browser, user can display flood hazard maps and input flood information through Internet. Flood information gathered from Internet will be used to interpolate real time flood situation using ArcView spatial interpolation function. System developed in this research project will be integrated into Advanced Disaster Management Decision Support System developed by NAPHM research team.

Keywords: National Science and Technology Program for Hazards Mitigation (NAPHM), Advanced Disaster Management Decision Support System (ADAMDS), Web GIS.

第一章 緒論

1.1 研究動機

台灣地區天然災害發生頻仍，颱風與地震災害經常導致嚴重的人民生命財產的傷害與損失，近年的賀伯風災、林肯大郡崩塌、瑞里地震、汐止洪氾等事件，以及九二一大地震，更造成令人聞之色變的重大傷亡慘劇。今年怪颱納莉更為台北市帶來空前的大水災，讓台北市傲人的捷運系統也完全癱瘓。國內歷年已累積不少災害調查、分析、防治等相關性研究，主要是由內政部、經濟部、交通部、農委會、國科會等部會分別推動，然而，大部分的研究偏重於個別性與局部性的研究，較少進行跨領域及跨部會的整合性研究，以致不容易將前人的各種研究成果加以結合與應用。以洪水災害的相關研究而言，主要負責推動的政府機關包括：水利部門（經濟部水資源局、台灣省水利處等）、農政部門（農委會、台灣省水土保持局等）、國科會，學術/研究單位則有：大學相關科系、工研院能源與資源研究所、農業工程研究中心等，多年來已有相當份量的研究成果，但是，因為各項計畫基本上是獨立進行，且大多為滿足委辦單位之特定業務需求，欠缺相互配合、分工合作之整體性規劃，因此，不免有相互重複與各種研究面向分布不均的現象，亟待加以整合與整體規劃。多年來，政府相關單位雖有設立統籌推動單位之構想（如：水利署、流域管理局等），惟因總總因素未能立即實現。

防災國家型科技計畫則強調以整合的角度進行各項研發工作，主要是結合防救災研究機構及相關政府部門，有系統的整合研發成果轉化成可以落實應用於防災業務的技術。依據該計畫的規劃架構，防災國家型科技計畫是要建立一套由災害潛勢分析、災害危險度分析、災害境況模擬等要項組成的防救災科技作業流程，提供主管機關擬定合理有效的防救災計畫，並就現行防救災體系與防救災計畫之檢討來健全國內災害防救組織結構，防災國家型科技計畫並以觀察者的身分參與防救災工作的執行，藉由共同的成效評鑑與檢討，來進行運作系統的修正與補強。防災國家型科技計畫區分為防颱組（含防洪及土石流）、防震組、體系組，以分工合作之方式推動優先選定的颱風、洪水、土石流、地震等災類別的研究工作，並由體系組負責組織系統之整合任務。

為實現上述整體規劃之構想，資訊體系的研究發展殊為重要，無論是災害潛勢分析評估或境況模擬作業，皆須仰賴大量的環境資料蒐集、彙整、分析工作，且須將模擬結果有效地加以展示，以提供決策者據以擬定可行的災害防救計畫與措施。再者，災害現象的本質及其相關的資料大多具有空間分布的特性，在資料蒐集、彙整、管理，以及空間分析、模式模擬、成果展現等方面，如無地理資訊系統、遙測、全球定位系統的整合輔助實難以達成目標。另一方面，在現實的防

救災組織體系狀況下，如何將分散全國各地的防救災政府單位、資料庫、模式庫、電腦系統加以整合，共同運作，唯有依靠現代化的電腦網路系統來加以串連。

1.2 研究目的

本計畫的主要目的是結合地理資訊系統、遙測、全球定位系統與日益成熟的網路技術，在防災國家型科技計畫整體架構下，與計劃辦公室資訊組、防颱組洪水災害研究群的研究相互配合，以分工合作的方式來進行相關資訊技術的研究與系統工具的開發工作，並將研發的技術與系統工具提供防災國家型科技計畫辦公室參考使用，協助建立一套整合型的洪水防救決策支援系統，有效輔助防災國家型科技計畫辦公室及相關政府部門之洪水災害防救業務。

近年來，全民參與防災相關工作的概念已經逐漸在國內受到重視，同時，網路技術也已經迅速的在國內發展與普及，因此，本計畫的目的將著重於在網路環境下發展有效的支援系統，以便對防救災相關單位在洪水災情資料蒐集、大眾防洪資訊供應服務、洪災資料加值處理等方面提供協助。

1.3 研究方法

在進行洪水防救決策支援系統的研發工作上，美國在災害管理方面的成功經驗與發展概念可供本研究加以參考。美國的防救災相關業務主要是由“聯邦緊急事務管理總署(Federal Emergency Management Agency, FEMA)”來推動。美國聯邦緊急事務管理總署自 1979 年成立以來，便積極發展、執行及支持各項防救災緊急事務管理的政策與相關計畫。例如：先後訂定如洪水保險、災害應變、地震災害防治、颶風防治等許多國家級計畫。而從 1990 年至今，美國發生了一連串的天然災害，如：發生於美國中部的颶風、1993 年美國中西部的洪泛災害、北嶺大地震及發生於加州的森林大火。不論其災害規模的大小，均造成無數生命、財產及社會經濟的損失。究其原因，則是由於一般人對於災害的認知不足所造成的。因此，美國聯邦緊急事務管理總署近年來所積極推動之國家型防救災策略，主要包含了下列五個要素 (FEMA, 1997a)：

- 災害的認定與風險性評估。
- 結合資訊技術的應用，將防救災研究成果與技術移轉給各單位。
- 引發大眾對災害的認知，並加強防救災的教育與訓練。
- 鼓勵並提供相關資源給防救災相關研究。
- 建立防救災領導與協調的體系。

由於近年來資訊技術的快速發展，尤其在處理空間資料方面的技術有長足的發展，上述所列的五個要素基本上都需藉由資訊相關技術來做整合性的應用。其中最重要的則在網路資訊技術及空間資訊系統 (Spatial Information System) 的

應用。透過網路的應用，例如：防救災相關 WWW 網站的架設，及各防救災研究機構與相關單位的連線；將能非常有效率的串聯上述所列的五項要素，並符合防救災業務所需“即時性”的需求 (FEMA, 1997b)。

另外，由於災害評估、防災及救災…等相關問題都具有其空間特性。因此，在美國目前防救災業務的推動上，特別強調其空間資訊系統的建置與應用。美國聯邦緊急事務管理總署在其防救災資訊系統的發展主要將以往的研究成果與技術，整合成防救災相關的工具與技術，並予以推廣應用。例如：美國聯邦緊急事務管理總署委託美國 Risk Management Solution (RMS) 公司所發展的 HAZUS 地震災害損失模擬評估軟體，即是將以往美國各研究單位對地震災害潛勢(Potential Earth Science Hazard, PESH) 及地震災害所引發的建物設施的直接損壞及間接損壞、直接社會經濟損失及間接損失…等相關研究，藉由基本資料庫的建置與地理資訊系統技術的應用，針對地震災害損失所整合的工具。並交由各州、郡…等地方政府使用。未來也計畫以此為基本架構，將其損失評估擴及颶風及洪泛所引發之災害損失 (RMS, 1997a)。

由美國 FEMA 的發展經驗來看，成功的災害管理是強調一種全民參與的發展理念，結合現代普及的網路資訊環境與地理資訊系統相關技術，來發展能夠有效傳遞或交換防災相關資訊的支援系統，這樣的理念是本計畫研究發展的重要指導原則。

本計畫為三年之整合型研究，在第一年的研究期間，本計畫已經引用國外將生命週期概念導引至災害管理的重要發展理念 (DITF, 1997)，將災害管理的循環週期區分為：減災 (Mitigation)、整備 (Preparedness)、應變 (Response)、復原 (Recovery) 等四個階段，據以規劃出洪水防救決策支援系統的整體架構，並定義各階段內的各項子系統發展目標及其應該包含的重要功能 (圖 1-1)。第二年的工作則開始進行部分子系統雛形的研發，在與防災國家型科技計畫辦公室資訊研究群的討論與協調後，為符合分工合作的構想，本計畫將著重於有關網路地理資訊支援系統工具的研發上，以便能夠在大眾防災資訊服務、淹水災情資訊蒐集、洪災相關資料加值分析等方面做出貢獻，同時也擇定台北市為本計畫的示範區域，期望能夠做為未來推動地方防災決策支援的參考範例。第三年除了繼續發展相關的系統功能並進行系統測試外，也將配合防災國家型科技計畫進行技術移轉、教育訓練等工作。

本年度的研究重點可歸納為：

1. 洪災管理網路支援系統架構規劃及建置，強調一種在網路架構下發展的地理資訊系統，以能夠協助大眾防洪資訊提供、淹水災情蒐集、相關資料加值處理等為發展目標。

2. 洪災管理網路支援系統雛形的功能設計、工具開發、程式撰寫等工作。

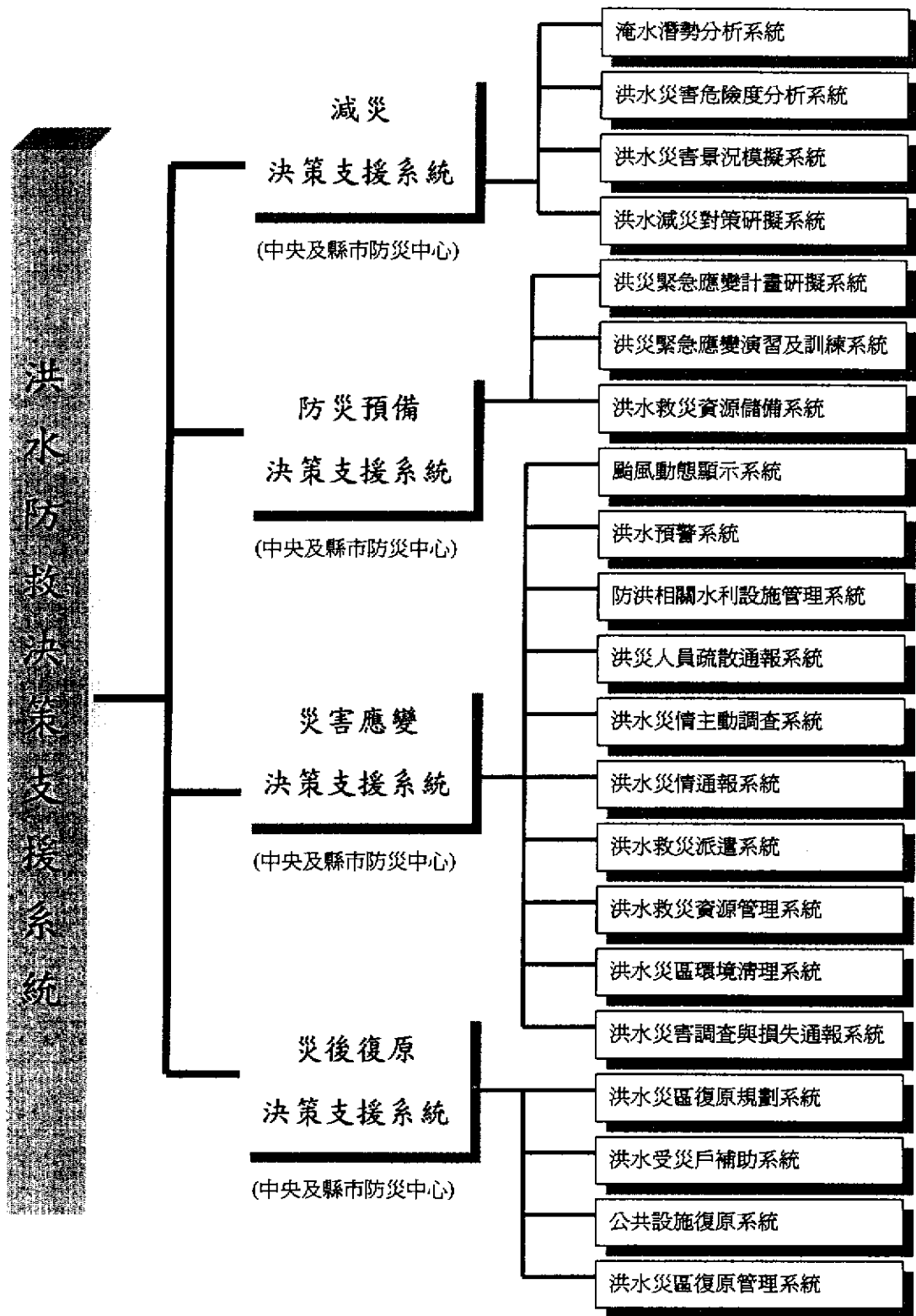


圖 1-1 災害管理生命週期法概念下的洪水防救決策支援系統架構

第二章 網路地理資訊系統與災害管理

2.1 網際網路與地理資訊系統的發展

網際網路 (Internet) 是全世界所有使用 TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) 通訊協定的網路相互連結所構成的大型網路。網際網路上有多種服務，如全球資訊網 (World Wide Web)、電子郵件 (E-mail)、檔案傳輸 (File Transfer Protocol)、電子佈告欄 (Bulletin Board System) 等。

全球資訊網是由歐洲量子物理研究室 (CERN) 在 1989 年所發展，其以主從架構 (client/server) 運作：客戶端 (client) 向伺服器端 (server) 發出資料請求，伺服器端接收後，根據客戶端的需求給予其回應，客戶端再以瀏覽器 (browser) 將伺服器端傳送出來的文字、影像、聲音等資料展現給使用者。兩者之間以 HTTP (HyperText Transmission Protocol) 作為請求回應的協定。全球資訊網上最常使用的資源是超文件建構語言 (HyperText Markup Language)，藉由其中的超連結 (Hyperlink) 功能，使用者可以從目前觀看的網頁 (page) 直接跳至其它關聯的網頁、圖片或其它資訊 (如圖 2-1)。

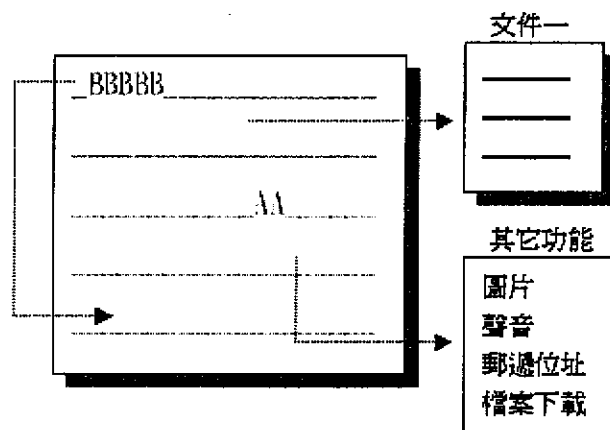


圖 2-1 超鍊結的運作模式

初期全球資訊網所具有的功能是單純的文件、圖片或是聲音的傳送，而隨著網路頻寬的擴展及網路上使用者對功能的要求提高，當前全球資訊網的發展趨勢為網路應用程式 (web-based application)。這讓使用者在網路上進行從前只能在單機上才能執行的工作，從使用者的觀點來看，這意味著應用程式所提供的功能將有更多人能夠享受到，有關全球資訊網具的特性如表 2-1 所示。

表 2-1 全球資訊網的特性

構面	特性
平台	低成本連結、跨地域、跨時間。
交換物	分眾化、即時更新、重新使用。
形式	豐富多樣的多媒體、非同步、互動性媒體、超媒體。
環境	匿名特性、非正式性。

資料來源：黃正傑 (1997)

網際網路提供新的使用者資訊或提供同一使用者新的資訊、資訊的修正、提供互動性所需的成本皆很低，這樣可以有效的減低災害資訊傳播的成本。又因為使用標準 TCP/IP 通信協定，使得網際網路的發展可以跨越異質系統、跨越國界，突破時間限制，讓資訊的交流更便利。

分眾化 (Customized) 代表傳播者可以隨不同接受者給予所需的訊息，因為如此，可以提供給各個使用者和自己相關的災害預警資訊。非同步 (Asynchronism) 則是指接受者接受訊息的時刻不必同時，例如電視報導、收音機的傳播方式，必須接受者正好在打開此一頻道而所有接受者同時接受此一訊息；報紙、信函則是非同步性質的傳播。將災害預警資訊藉由網際網路散佈，正可以避免居民因為沒收看電視、收聽收音機而錯失接受訊息的情況。而其互動性媒體的型式，可讓使用者和網站間的資訊流動成為雙向，網站的內容可對使用者的需求即時作改變，甚至可讓使用者上載資料。

地理資訊 (Geographic Information) 是指地理學者與其他領域學者所關心之有關地球表面地理現象的區位 (locations)、歷程 (processes)、關聯 (relationships)、型態 (patterns) 等特性的資訊。地理資訊系統 (GISs) 是用以協助這些地理資訊蒐集、處理、儲存、取用、分析、展示、與交換的電腦程式 (NCGIA, 1995)。自 1980 年代起，由於有許多商業地理資訊系統軟體的陸續問世，以及廉價個人電腦的普及，地理資訊系統已經快速的被引進有關自然環境及社經人文相關議題的研究領域之中，在結合不同專業領域的分析程序或模式之後，地理資訊系統逐漸在決策支援系統的發展上扮演重要的角色。

雖然地理資訊系統具有處理地表空間資料的強大能力，可以協助解決地理學或其它專業領域上的問題。然而，傳統的地理資訊系統大多以單人單機的作業方式為主，在軟體的使用上需要專業素養者得以使用，這種專業性的色彩阻礙了地理資訊系統的推廣。另一方面，面對大量地理資料分散存在的事實，傳統集中式的地理資訊系統資料庫形式已經無法滿足現有的作業需要，尤其是廣大民眾一般都無法私自擁有價格昂貴的地理資訊系統軟體，大量地理資料也大多屬於特定部門管理的資產。因此，地理資訊系統的服務對象要推廣至廣大的民眾群體，需

要一個能夠透過普及的網際網路來加以運作的解決方案，這也是近年來網路地理資訊系統發展的背景。

一般而言，使用網路分享地理資訊的動機可以包括下列幾項 (Plewe, 1997)：

- (1) 公家單位分享公有的地理資訊財產：目前有許多分享地理資訊的網站是由政府機關所支配。地理資料的生產代價昂貴，所以多由政府單位為之，而在美國或其它國家的觀念認為，國家的財產就是全體國民的財產，因此若非侵害人民隱私，資料都應該開放使用。且以往需要以圖紙或像片傳播，這些負載媒體成本較大，利用網路散佈地理資訊則可以減少這些成本的負擔。
- (2) 網路上的地理資訊處理服務：私人企業建置地理資料目的也就是營利，方法可以是幫使用者做一些資料分析的工作。網際網路是個很好的販售管道，因為資訊的觸角伸至全世界。
- (3) 輔助販售其它商品：此時建立網路地理資訊系統是導引顧客購買商品或服務，如VISA信用卡公司建立的VISA ATM locator (<http://www.visa.com>)，就是為了幫助客戶找到自動櫃員機的位置，提高利用率。又如中央大學以線上地圖方式導引顧客選購衛星影像。
- (4) 企業內的地理資訊服務：以簡單的方式(使用瀏覽器)，在企業內部提供地理資訊服務，增進營運效率。這些資訊可能是銷售統計圖、市場研究、環境影響分析、導航、路徑選擇及區域銷售、服務配送資料。

近年來，隨著網際網路上全球資訊網的盛行，使得包括地理資料在內的資訊散佈方式起了重大改變，著名的電腦軟體公司也推出支援在網際網路上發展地理資訊系統建置的解決方案，例如：ArcView IMS、MapObject IMS、MapGuide、MapXtreme...等，這種將地理資訊系統與全球資訊網結合的趨勢，意謂著地理資訊系統的功能不再是只有專家能夠使用，廣大的網路使用者都能夠藉由網路地理資訊系統得到空間問題的解決方案，並且逐漸朝向更易於操作的方向發展。在網路地理資訊系統發展的目標來看，熟悉地理資訊系統專業技術的人員並非定義中的使用者，超越專業人士以外的各層面使用者才是網路地理資訊系統真正的服務對象。

由於網際網路所具有的及時性、分佈廣泛、成本低等特性，可以有效的促進資訊的流通，加以地理資訊系統查詢展示地理資訊的優益性能，兩者之結合，對於防洪預警資訊的流通與展現將有很大的幫助。同時，既有的網路地理資訊系統解決方案，也已經成熟到足以解決基本需求的階段，經過良好的設計與研發，能夠建置出能夠輔助洪災管理決策的網路支援工具。

網路地理資訊系統在結合了網際網路與全球資訊網的環境之後，能夠有效的面對地理資料庫與地理資訊分析工具分散存在的事實，一種分散式的地理資訊系統架構理念得以被實踐（圖 2-2）。

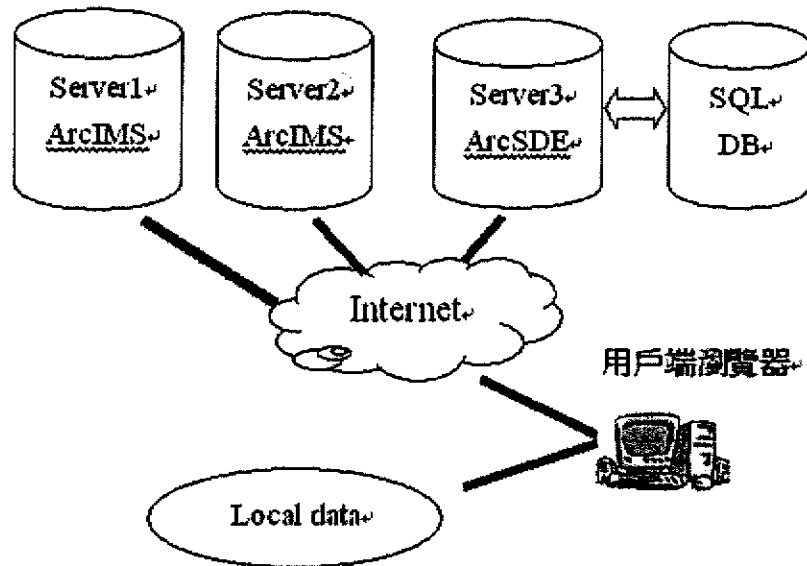


圖 2-2 網路地理資訊系統的分散式架構 (仲琦科技, 2000)

目前國內主要的網路地理資訊系統解決方案包括：ArcView IMS、MapObject IMS、ArcIMS、MapGuide、MapXtreme 等幾種，皆屬國內代理商自國外引進的系統發展工具，各種解決方案之間存在著基本運作架構、支援檔案格式、匹配發展程式、系統執行效率...等多方面的差異，在不同的應用需求下也有相對的優劣情況。表 2-2 與表 2-3 的內容為國內幾個重要網路地理資訊系統解決方案的基本資訊比較，圖 2-3 與圖 2-4 則是二個主要解決方案的基本運作架構。

表 2-2 ArcView IMS 與 MapGuide 解決方案基本特性比較表

項目	ArcView IMS	MapGuide
軟體需求	*ArcView *ArcView IMS	*MapGuide Plug-in *MapGuide Author *MapGuide Server
支援圖檔	*Arc/Info coverage *SHP(ArcView Shapefile) *CAD Files (DWG, DXF, DGN) *影像檔 *Database information (Access, Dbase, ODBC Compliant)	*MWF(Map Window file) *MIF/MID(MapInfo Interchange) *BNA(Atlas BNA 格式) *SDF Import/Export *透過 AutoCAD Map 支援 DWG 格式 *SHP(ArcView Shapefile)

項目	ArcView IMS	MapGuide
		*影像檔 *Import/Export DNG 及 Arc/Info coverage
Client 數目	沒有限制	沒有限制
系統需求	可安裝在 UNIX,NT 或 WIN 95 上	只可安裝在 NT 上
速度	較慢,因傳輸檔案為影像(JPG)圖檔	較快,傳輸檔案為向量圖檔
Server 端修改圖形	直接用 ArcView	需另外一套軟體, MapGuide Author
Client 端 Add on 軟體	不須安裝任何軟體	須外掛 plug-in 程式
Client 特色	*IMS 提供 Client 端 Java 界面 *透過 Java,可跨越不同平台,互動性較高,也較具安全性。 *物件導向程式,易於開發與規劃 *於 Server 端修改程式,Client 可直接看到修改後之結果	*無法跨越平台 *程式修改後,需重新 download plug-in 程式,才可看到修改後之成果

資料來源：仲琦科技 (2000)

表 2-3 MapObjects IMS、ArcView IMS、MapXtreme 解決方案基本特性比較表

功能 \ 產品	MapObjects IMS 2.0	ArcView IMS 1.0	MapXtreme 1.0
支援向量式(vector)之傳送	V		
支援網格式(raster)資料之傳送	V	V	V
支援網路管理	V	V	
支援遠端網路管理	V		
提供範本供使用者快速開發程式	V	V	V
提供安裝精靈提供使用者快速上網	V	V	
支援完整 GIS 功能	V	V	有限
支援資料下載	V	V	
不須加裝外掛程式	V	V	V
透過和 ArcInfo ODE 之整合,使用者可叫用 ArcInfo 之 GIS 分析功能	V	V	
提供內建之 Java Applet 易快速發展進階程式	V	V	V
可支援不同形式的空間資料:			支援 MapInfo
ArcView GIS shapefiles	V	V	

功能 \ 產品	MapObjects IMS 2.0	ArcView IMS 1.0	MapXtreme 1.0
ARC/INFO coverages	V	V	
Spatial Database Engine (SDE)	V	V	
各種影像檔 (Tiff, ERDAS, BIL, BIP, BSQ, IMPELL RLC, Sun rasterfiles 等)	V	V	有限
支援 Unix 工作平台		V	
支援 Windows95/NT 工作平台	V	V	V
支援 Netscape Server 或 Microsoft IIS	V	V	V
支援 Netscape、IE 等瀏覽器，	V	V	V
支援和網頁設計工具結合			V
支援外部資料庫	V	V	V
支援地圖伺服器擴充和負載平衡	V	V	V

資料來源：仲琦科技 (2000)

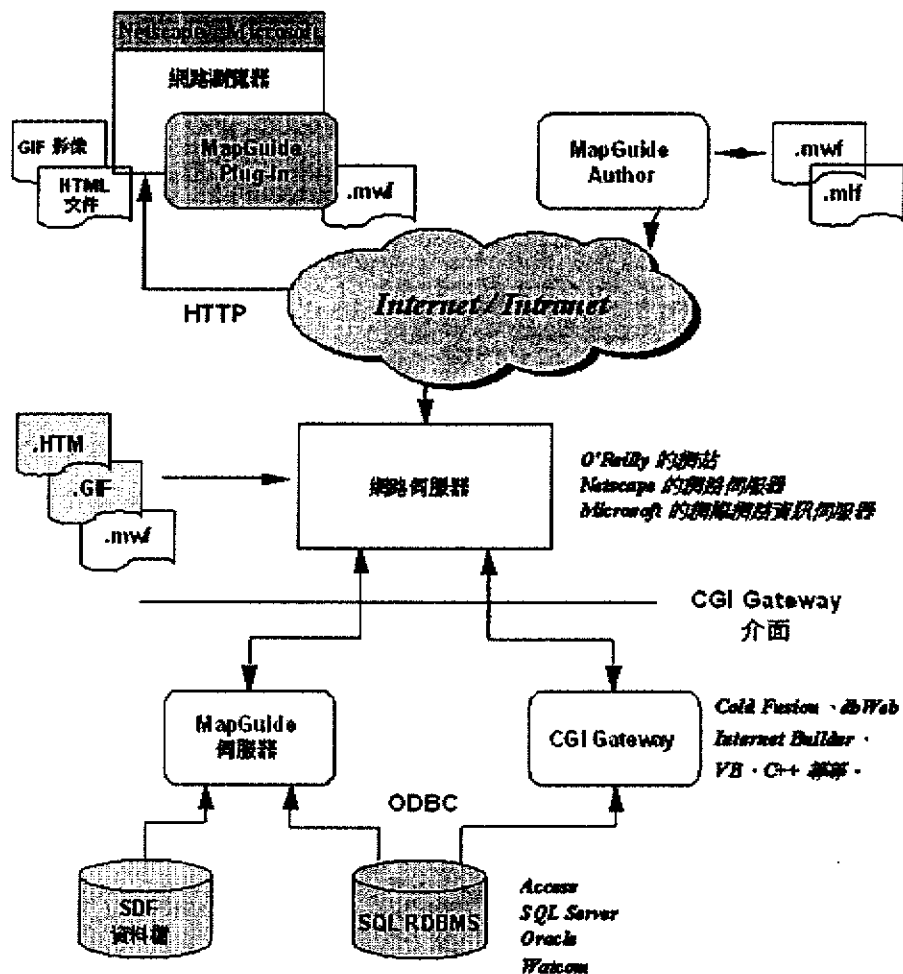


圖 2-3 MapGuide 解決方案架構圖 (九福科技，2000)

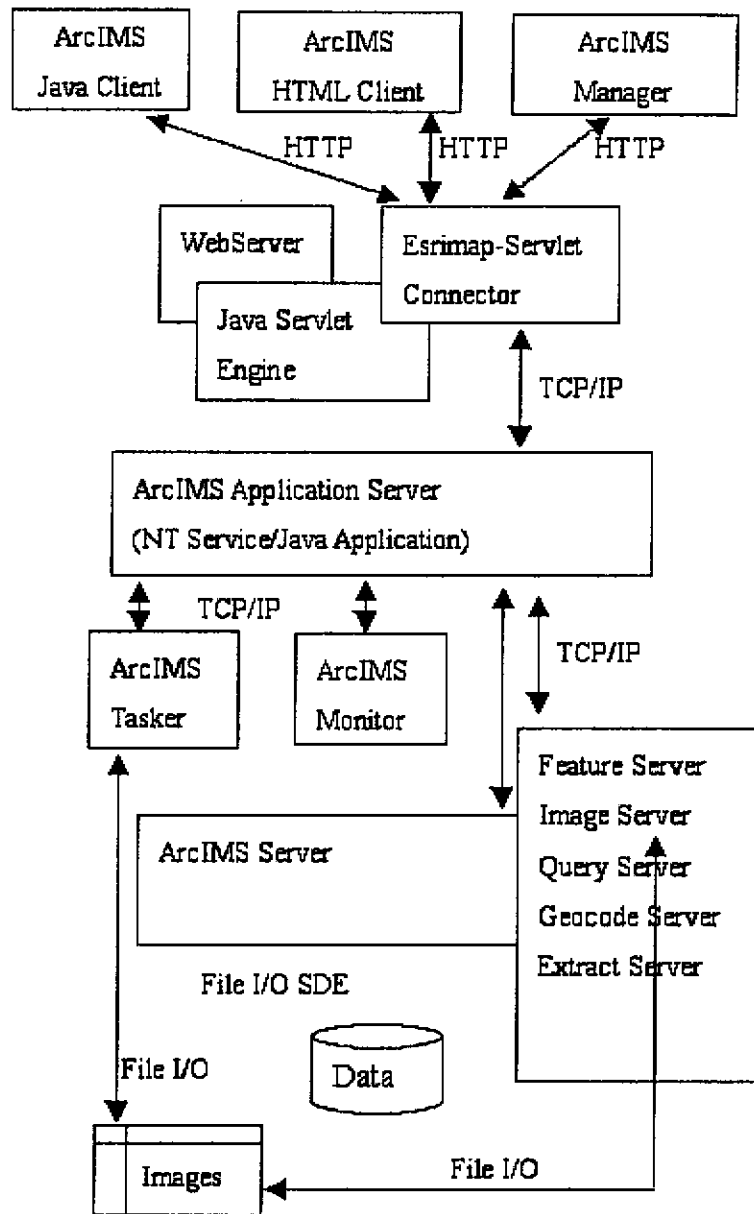


圖 2-4 ArcIMS 解決方案架構圖 (仲琦科技, 2000)

目前國內實際進行網路地理資訊系統應用之案例，以 ESRI 公司的 ArcView IMS 與 AutoDesk 公司的 MapGuide 為最常被評比與選擇的解決方案。ArcView IMS 的最大優點在於其 Server 端的 ArcView 本身便是一個功能完整的地理資訊系統，並且可以連結到 ArcInfo 地理資訊系統以便取得更強大的空間分析功能，對於強調空間分析功能的應用系統而言，具有功能發展上的便利性；同時，ArcView IMS 可以直接讀取與處理 ArcInfo coverage 格式的地理資料，而 coverage 是國內許多過去建立的地理資料庫最主要的格式。相對來說，MapGuide 在執行效率方面則有較為優異的表現，對於強調以資料查詢與展示的應用系統來說，比較能夠滿足使用者的需求，在資料供應方面，往往是透過資料格式轉換的方式來

處理，以目前地理資料的格式轉換能力而言，轉換技術與資料完整性方面已經日漸成熟。總而言之，本計畫在選擇適用的解決方案上，應以系統發展目標及預期的使用者特性為主要的考量。

2.2 使用者介面設計理念

使用者介面 (User Interface) 是使用者與電腦間的溝通橋樑，其形式會影響到使用者對系統的功能觀查與理解，因此可以被視為是一個系統與使用者身體上與認知上的接觸。又 Chi (1985) 曾對使用者介面定義：使用者介面對使用者而言是一種輸入的語言；對電腦而言是一種輸出的語言；對人機而言是一種溝通的協定。因此在人機溝通的領域中，使用者介面成為其重要的課題。使用者介面設計包含多門學科的理念，圖 2-5 呈現對使用者介面有所貢獻的領域，其中主要來自電腦科學 (computer science)、認知心理學 (cognitive psychology) 及人因工程學 (human factors) (Preece, 1994)。以下簡介不同學門對有關人機介面所提出的研究認知。

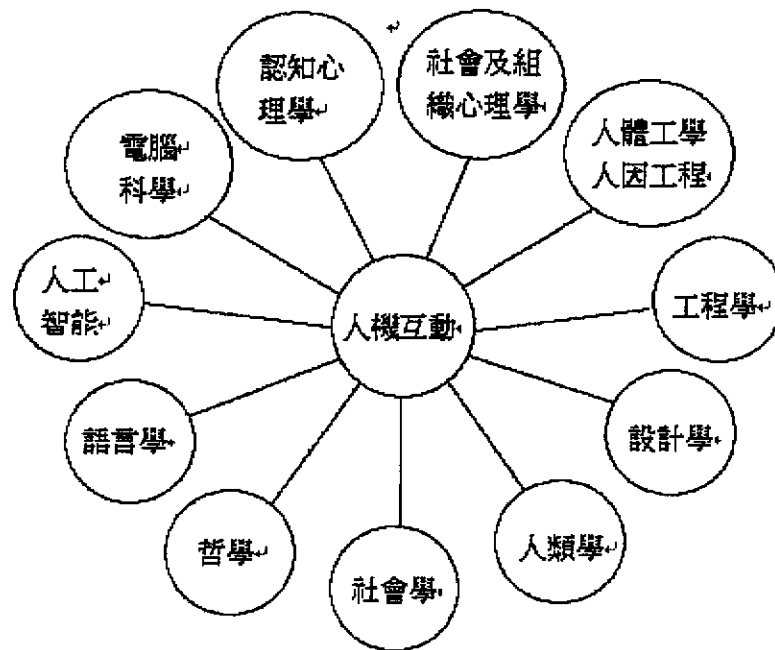


圖 2-5 對使用者介面有所貢獻的領域 (Preece, 1994)

(一) 認知心理學於使用者介面的觀點

1. 視覺認知力 (Visual perception) :

人類對視覺的處理是一個動態過程。人所看到的事物不一定和真實世界完全相同，人所看到的是經由視覺、大腦所建構塑造的事物。大腦先前所存在的經驗知識都會應用於視覺呈現過程。在視覺處理過程中，視覺系統會把真實世界區分

為背景和注意焦點的物體。這樣我們就可以從每一符映入視網膜上的影像中抽取我們要的物體。這就好像我們看電視時，背景是客廳的電視機，焦點物體是電視機的畫面內容。

電腦螢幕可以用不同的方式顯示資訊，如文字、圖像、動畫等，或者混合使用，好的螢幕設計可以呈現一種資訊階層 (information hierarchy)，讓重要的資訊吸引使用者的注意。

2. 注意力：

我們的感覺器官不斷的接受影像、聲音、氣味、味道及碰觸等各種訊息，為了避免因為這些龐雜的資訊造成過度負荷，我們得靠注意力來選擇資訊。人在大量資訊刺激中專注於其中某一項資訊的能力叫作集中注意力 (focused attention)，我們所選擇注意的資訊和當時我們所做的活動和意圖有很大關係。另一方面，當我們同時注意一件以上事物，便叫作分散注意力 (divided attention)。人在同時處理很多資訊的能力是有限度的。比如說若開車時打電話，那麼車速就不會太快，因為無法同時接受車速快時大量的道路資訊又要思考對話的內容。

而在介面設計上，問題在於如何讓使用者的注意力放在正在進行的作業上，如何引導使用者注意螢幕上較重要的訊息主要的幾種方法包括：

- (1) 將訊息結構化，可以將螢幕資訊加以分類聚集，並依序排列，藉由有意義的排列可以讓人叫容易瞭解，且容易引導使用者讀取適當的資訊。
- (2) 在空間或時間上提供暗示性的資訊。
- (3) 應用色彩來輔助資訊分類的呈現。
- (4) 利用視覺上的閃爍、加底線、加粗或聽覺上的音響達成警示提醒的效果。
- (5) 將電腦螢幕劃分為分離或相疊的的視窗，把不同種類的資訊分開。其中，需要立即獲得使用者注意的重要資訊要放在最明顯的位置；較不重要的資訊可以放在較不顯眼的位置，但是要置於螢幕上的特定位置，好讓使用者在需要此資訊時知道它在何處；不常使用的功能可以不用放在螢幕上，但也要讓使用者能啟動它。

3. 記憶力的限制：

人所做的各種動作都需要記憶的輔助，舉凡說、讀、寫、使用電話等。人類的記憶系統是非常多功能的，它可以記錄細微的知覺印像好讓我們辨別影像、聲

音、味道及感覺。它不但記錄關於世界的情況、事物如何運作，且記錄經歷過的經驗。然而，人類的記憶系統也不是完美無暇的，我們常碰到剛剛認識某個人卻一時忘記名字的窘境。我們都嘗試找尋一些關連以更容易形成記憶。同樣的，我們也一直試著記得如何和電腦溝通。某些操作只要花費少許的力氣就可以記起來，有些操作卻要不斷的練習，且記憶很快的消失。比如說，使用者很容易記得滑鼠如何操作，但是對於指令則要花相當功夫學習。

如何對事物更容易記憶是看其是否有意義 (meaningfulness)。對介面設計而言，越需要記憶的部份應該越要表現其意義，比如說指令的名稱或按鈕的圖示應該表示它的作用為何。在一些記憶力的研究中顯示，使用者藉由螢幕的顯示選項或圖形認出 (recognize) 所要的資料會比自己從記憶中回憶 (recall) 資料要容易。明顯的例子是我們操作功能表式的介面會比我們自己輸入指令要輕鬆。在圖形使用者介面 (Graphic User Interface) 盛行的現在，使用圖形代表功能命令的執行可以在許多介面設計上見到。若是為了要把言語資訊藉由一個小圖形來表達是很困難的，而且可能會造成使用者會錯意的困擾，但我們把圖形用在讓使用者認出某種功能的用途上，圖形將有助於記憶，如一些影像處理軟體會用小圖形代表某種工具。

4. 心智模式 (mental models) :

即人們與其它人、週遭環境、各種事物間互動的模式。人們從經驗、訓練及教學中形成心智模式 (Norman, 1988)。建築師在建造橋樑時會做一個縮小模型以模擬實品受到壓力衝擊的結果。我們也建立真實世界的模型，在採取行動之前先預測可能的結果。大部份人會用心智模擬來幫助回憶某些事情。這就像當有人向我們問路時，我們心裡會模擬自己走過那些道路，回想到哪裡看到什麼就該轉彎。

概念模式 (conceptual models) 是描述不同觀點對系統瞭解的方式，包括下列三個不同類型的組成：

- (1) 使用者模式 (Users' model) : 使用者對系統瞭解的概念模式。
- (2) 設計模式 (Design model) : 設計者所認為系統運作的概念模式。
- (3) 系統影像 (system image) : 系統實際運作的情況。

三個組成之間存在著相互關聯 (圖 2-6)，設計者希望使用者模式與設計模式相同，但又無法與使用者溝通，所有溝通只能透過系統影像，因此若系統影像若沒有完全表達設計模式或沒有一致性，將會造成錯誤的使用者模式 (Norman and Draper, 1986)。因此當在設計一個系統影像時，讓使用者認為系統如何運作和系統真實的運作方式拉近，便是設計者所要努力的方向。

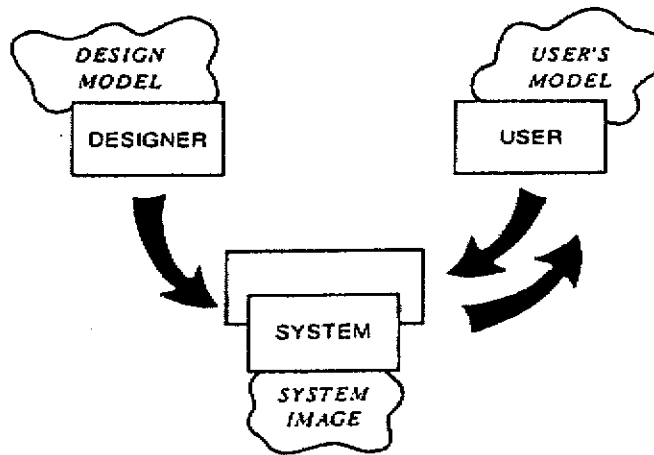


圖 2-6 設計模式、系統影像、使用者模式三者間的關係
(Norman and Draper, 1986)

5. 隱喻 (metaphor) 的應用：

隱喻是藉由簡單的表現形式傳達抽象概念。在使用者界面的設計中，隱喻扮演非常重要的角色，從螢幕上任何一個物件、使用者與電腦溝通的方式、電腦如何回應，到操作指令的名稱，無一不是用隱喻代表真實事物的運作方式。如在視窗 (Windows) 軟體中，即是在模擬一個辦公室運作的情況，比如用桌面 (desktop) 代表我們的辦公室，或像是書桌，用檔案和資料夾代表文件和文件櫃。使用者操控滑鼠的動作也是一種隱喻，如按下 (clicking) 表示把手放在某個東西上然後抓住它；選擇 (pointing) 代表搜尋所要的目標，然後以實際動作移向目標。

雖然使用者界面中任何地方都會用到隱喻，但使用時仍要考慮其是否合適，因為這和使用者的知識背景、概念觀點皆有關係，如在辦公室應用軟體中的隱喻，拿來用在幼教軟體中便不合適。

(二) 人因工程學於使用者界面的觀點

人與電腦要有效的互動則先需要良好的資訊呈現，這樣眼睛與大腦才能瞭解設計所要表達的概念。因為人先天上構造的限制，接收影像、聲音、觸感等訊息皆有其極限，故進行使用者界面設計時，應瞭解這些情況，減少使用者接受訊息的困難，進而增進效率。由於網路地理資訊系統還是以傳播視覺訊息為主，故此處僅討論視覺上人類的限制。

1. 色彩：

人類的眼睛感受色彩主要是以電磁波中的某一部份，大約是波長

400nm~700nm 之間 (nm=10⁻⁹m)。光因為波長的不同在人眼中產生色相 (hue) 的差異，即所謂紅色與綠色的分別。光波振幅的不同產生明度 (brightness) 的差異，在眼中就有亮或暗的分別。又因為映入眼中的光顏色混合的程度，而有飽合度 (saturation) 的差異。

(1) 色彩在人生理上的影響：

不同顏色的光因為波長不同，通過眼睛的折射率也不同，短波長的光 (暖色光，紅/橙/黃) 會投射在視網膜前面，長波長的光 (寒色光，藍/紫/綠) 會投射在視網膜後面，因此人會覺的紅色光比較近，紫色光比較遠。

明度的變化往往也會造成面積上的錯覺，明度高的顏色會有擴散的感覺。人眼在顏色的辨認能力並不精準，同樣明度的圖形在以白色為背景時感覺比較暗，以黑色為背景時感覺比較亮。因此在設計時加大符號間的明度對比可以讓人眼看得較清楚。

(2) 色彩在人心理上的影響：

人的一生中都在潛意識中累積他們對顏色的印象，由於每個人的生活經驗不同，這種感覺其實因人而異。但也有些對顏色的印象是很普遍被大家接受的，例如：紅綠燈中的紅色代表停止或是危險，藍色有冷、濕的感覺，表 2-4 為各種顏色給人的感覺。明度的變化也能給人某種印象，如越暗的東西，看起來越深、越大、越重要，這可以應用在地圖上表現數量的差異，或在介面中作強調之用。

表 2-4 色彩的含意

顏色	含意
白	乾淨、純潔、生病
黃	慶賀、歡樂、不誠實、年輕、明亮、憎恨、樂觀、春天、大的、溫暖、乾的、缺乏植物的
橙	收穫、秋天、中年、可口的、火、注意、行動
紅	行動、生命、血、熱、熱情、危險、力量、重要、忠心、刺激
綠	未成年、年輕、春天、自然、貪婪、便宜、和平、清涼
藍	冷、平靜、蕭條、憂鬱、真實、濕、深度、孤單、正值
紫	高貴、哀傷、富有、優雅、痛的
灰	安靜、沉默、冷靜、不高興
黑	神密、喪事、重的
紅褐	暖、慶賀、高價值、友善、舒適、晦暗、沮喪

資料來源：Green and Horbach (1998)

2. 文字：

文字在使用者介面中是不可或缺的元素，不管是按鈕、說明或內容，甚至地圖中也會有文字。文字的使用在介面設計上可分為可瞭解性 (comprehensibility)、清晰度 (legibility) 及可讀性 (readability)。

(1) 可瞭解性：

可瞭解性是指文字資訊的接受者對其意義的瞭解情況，這個使用者的背景知識、語言能力有關，介面設計者可以透過以下方式提升文字的可瞭解性 (Eastman Kodak Company, 1983)：

- 使用的語句應該能讓預定使用者族群都看得懂。
- 文句儘量簡短扼要。
- 避免含糊不清的字辭。
- 用例子解釋意義。
- 儘量用標準文字。

(2) 清晰度：

文字的清晰度歸納為以下因素：形狀、大小、對比、顏色。不同的字型呈現不同的風格，但對使用者閱讀的速度也會有很大的影響。使用字型的原則是：保持字體簡單，避免花俏捲曲或額外的筆畫。因為人類眼睛先天的限制，只能看到某種程度大小的物體。當然，每個人的視力不同，所能接受的文字大小也就會有差異，不過一般而言，觀看距離和文字大小 (字高) 間的關係如表 2-5。

表 2-5 觀看距離和文字高度的關係

觀看距離 (公尺)	重點文字 (字高, 公厘)	一般文字 (字高, 公厘)
0.7	2~5	1~4
0.9	3~7	2~5
1.8	7~13	3~10
6.1	22~43	11~33

資料來源：Eastman Kodak Company (1983)

表 2-6 文字背景組合和清晰度的關係

清晰度	色彩組合
很好	白底黑字、黃底黑字
好	黑底黃字、黑底白字、白底深藍字、白底綠字
可	白底紅字、黃底紅字
差	綠底紅字、紅底綠字、黑底橙字、白底橙字
很差	藍底黑字、白底黃字

資料來源：Eastman Kodak Company (1983)

在使用電腦的環境下，使用者觀看距離多半不會大於 0.7 公尺，所以 2 公厘應是合理的文字大小底限。而在文字本身與背景顏色上的差異部份，表 2-6 是幾種顏色配對跟清晰度的關係。

(3) 可讀性：

可讀性是指在每個文數字都可清楚看到的情況下，讀取一段文字或一串數字的容易程度，影響的因素有大小寫字體、邊、空格及排列 (Eastman Kodak Company, 1983)：

- 在英文字串中，只在頭一個字使用大寫；若文句很長則用小寫文字；避免使用簡寫。
- 使用邊框圍住一串文數字增進可讀性。
- 若很多文數字聚集在同一處，用邊框把最重要的部份圈起來。

3. 圖像：

介面中的圖像應用於按鈕功能的表現、一般圖片或地圖中的圖例符號。在介面中我們會放入多個圖像以傳遞資訊或讓使用者識別系統功能，從人因的觀點，也就是應用視覺符碼化傳遞資訊。但是圖像的使用需考慮人的辨別能力，人會依據圖像的形狀、顏色、文字等視覺刺激維度 (stimulus dimensions) 差異判別不同圖像的差異，McCormick and Sanders (1982) 曾對各種不同刺激維度進行研究，得知人對單一刺激維度在沒有比較的情況下所能分辨的數目，表 2-7 是部分摘錄的內容。在應用圖像傳達訊息時，控制圖像設計的變化程度，將有利於使用者的辨識程度。

表 2-7 人對各種刺激維度所能分辨的數目

刺激維度	數目
顏色	色相：8-9 色相、彩度、明度的組合：24 種以上
幾何形狀	15 種以上，5 種較好
角度、方向	24 種、12 種較好
大小	5-6 種，3 種較好
閃光	2 種

摘錄自：Eastman Kodak Company (1983)

(二)人機溝通方式的分類

人機溝通方式的分類是基於使用者所發出命令的形式不同而言，常見的分類

有命令導向 (command language)、格式導向 (form fillin)、表單選擇 (menu selection)、自然語言 (natural language) 及直接操作 (direct manipulation) 式界面 (Shneiderman, 1998)。

1. 直接操作式界面：

又稱為表徵圖 (icon) 式介面，此界面的特徵是，將所有行動 (action)、物件 (object)、操作 (operation) 用真實世界的視覺表徵 (Visual representation) 表現出來。藉由點選代表某物件或動作的視覺表徵，取代複雜的命令語法，使用者可以快速完成工作，而且可以馬上知道結果。

◆ 優點：

- (1) 將工作概念以視覺化呈現，可增加使用者對所指物件的聯想，減少指令記憶與學習的負擔。
- (2) 因為物件以圖像表示，使用者可以自我啟發試誤學習，以加快學習速度，提升自我滿足感。
- (3) 減少錯誤發生的機會。

◆ 缺點：

- (1) 系統開發較為困難。
- (2) 硬體需求較高

2. 命令導向式界面：

在命令導向式界面中，使用者需要學習一套指令語法以發出要電腦動作的要求。

◆ 優點：

- (1) 有彈性：使用者可以依自己的需求下達指令，也可以輕易的組合其它命令成為自定的巨集指令。
- (2) 對經驗豐富的使用者來說，因為常使用，所以效率會較好。
- (3) 使用者可以組合數個命令成為巨集 (macro)

◆ 缺點：

- (1) 錯誤控制能力較差：在這種界面下錯誤訊息及線上輔助難以提供，因為有太多的可行性，且難以把電腦執行工作發生的狀況轉換成適當的語法呈現。
- (2) 錯誤率高：需要加以訓練才能上手，對指令的熟悉度難以維持。

3. 表單選擇式界面：

使用者讀取一串選項列表，選擇其中最符合需求者發出命令或要求。這種選取的方式比需要自行輸入指令的方式簡單。

◆ 優點：

- (1) 使用者一看到相關命令便能選取，這樣可以減短學習時間、學習負荷。
- (2) 減少按鍵次數的機會。
- (3) 減少指令輸入錯誤的機會。

◆ 缺點：

- (1) 經常使用、或是只下達某特定指令的使用者而言，因為要多次進行選單選取的動作，會降低其效率。
- (2) 過多的表單會讓使用者混淆。
- (3) 浪費螢幕空間。
- (4) 設計者需小心地做完整的工作分析，將系統功能結構化，而增加負擔。

4. 格式導向界面：

當資料必需自行輸入時，選單式界面便顯得令人厭煩，此時便適合格式導向界面。使用者看到相關欄位顯示出來，將滑鼠指標移到該處然後輸入資料。

◆ 優點：

- (1) 簡化資料輸入：使用者可以直接輸入資料，不用在選單找尋所要的資料。

◆ 缺點：

- (1) 浪費螢幕空間：常會有因為同時須要數個資料輸入欄位而佔用空間。

- (2) 需要適當訓練：使用者必需知道輸入欄位的意義、輸入資料的有效值以及資料輸入的方法，還要能對錯誤訊息作出回應等，這些都需要經過適當的訓練。

5. 自然語言式界面：

自然語言式界面是由使用者輸入日常使用的句子，而讓電腦主動判斷有效的指令語法，而不是被動的要求使用者輸入正確的語法。由於此種交談方式未完全成功，技術上也未成熟，故最少人使用。

◆ 優點：

- (1) 由於使用接近口語的命令語法，減少學習負擔。

◆ 缺點：

- (1) 需要清楚的對話，否則電腦無法轉譯為內部命令執行。

2.3 網路地理資訊系統在災害管理上的應用

網路地理資訊系統已經在國內外的不同議題上加以應用，本節將以部分案例簡介的方式，來指出一些能夠做為建立災害管理網路支援系統上的參考資訊。

透過全球資訊網的架構來提供災害管理相關資訊的方式在前幾年顯得十分普遍（圖 2-7、圖 2-8），但是，這樣的資訊提供方式屬於一種以文數字或圖片為主的靜態呈現方式，已經無法滿足使用者的需要。

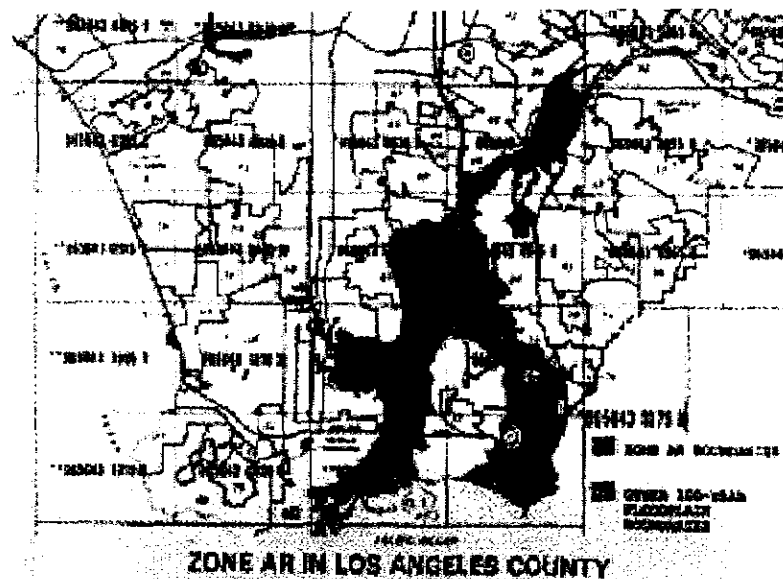


圖 2-7 美國災害緊急事務管理總署網站提供的地區性淹水潛勢圖

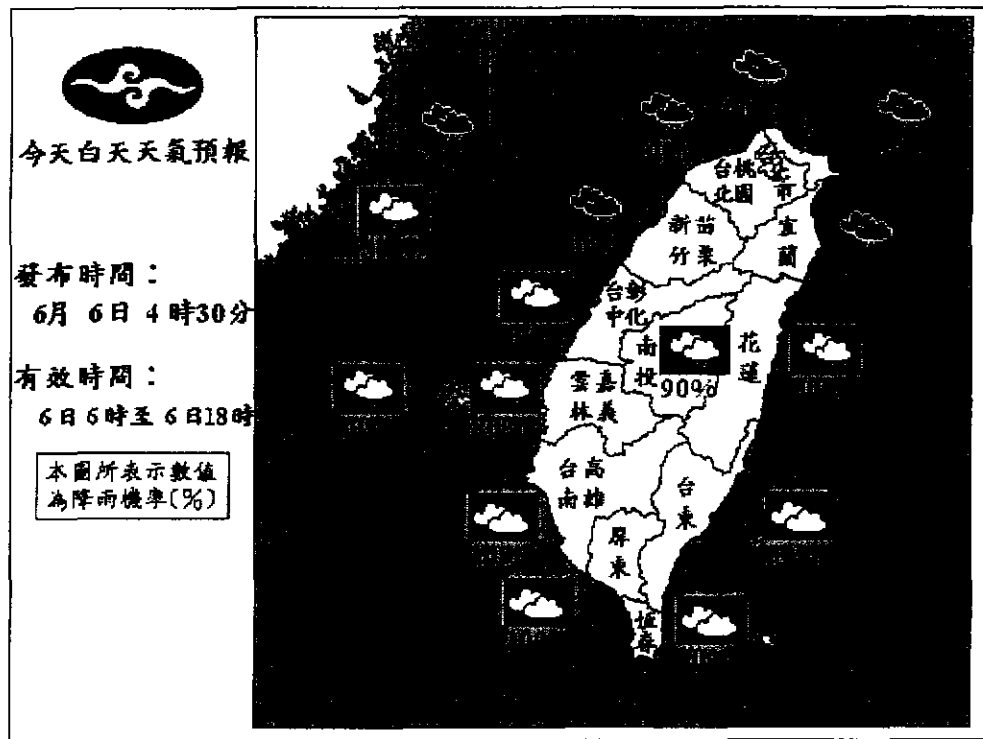


圖 2-8 中央氣象局網站所提供的天氣預報圖

由於災害管理相關資訊本身都具有相當強烈的空間分布色彩，因此，在傳遞與閱讀上都以地圖形式的服務方式較佳。另一方面，傳統地圖表現受到比例尺因素影響極大，過去的地圖學家十分重視如何在有限空間的紙張上呈現最多且最佳的地理訊息，在地理資訊系統發展以後，則轉換為如何在變換解析度與操作簡易性上提供最佳的輔助。此時，網路地理資訊系統解決方案開始初步提供達成上述需求的途徑，一種以查詢為主要考量的資訊呈現方式變得普遍，許多地圖形式展示的網站大多提供放大、縮小、平移、屬性查詢...等基本功能(圖 2-9)，同時，所需的作業環境也脫離了傳統地理資訊系統較高的電腦系統需求，轉而成為分散式的架構存在，在使用者端的電腦環境經常只需要簡易的視窗環境與瀏覽系統。這樣的轉變顯示了網路地理資訊系統服務的對象已經由專業人員轉移到一般使用者的大眾化趨勢。

在使用地圖方式呈現地理資訊的議題上，涉及前述有關介面設計理念的相關知識，一般來說，在網路上使用地圖散佈地理資訊的目的有三種：提供參考、提供 GIS 分析成果及提供通用資訊 (Plewe, 1997)，故三種的地圖設計的方向也有所不同：

(1) 提供參考之目的：

這種地圖是用來表示某件事物的地理位置，換句話說，即幫助使用者瞭解他們有興趣的事物在真實世界中的位置。一個的例子是美國地質調查所的地圖銷售

服務網頁 (USGS Map finder, <http://edc.usgs.gov/Webglis/glisbin/>) (圖 2-10), 其可以表示某張地圖影像的範圍、位置跟真實世界的相對關係。這種地圖設計較為簡單, 可能只包含道路、水系、行政界線、經緯度等幫助使用者定位的圖層。並加入一些重要的地標如高速公路、山峰或縣市名稱等標注, 但不用把所有東西都加上去。標注儘量用一些符號或形狀表示, 讓使用者能顯而易見。

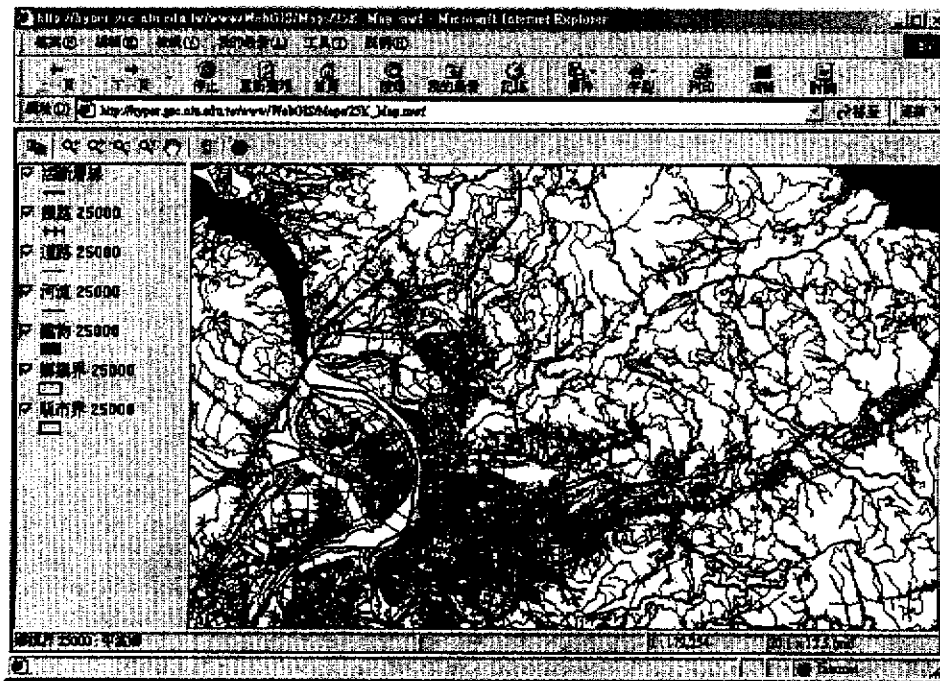


圖 2-9 網路地理資訊系統提供的基本資料查詢服務範例

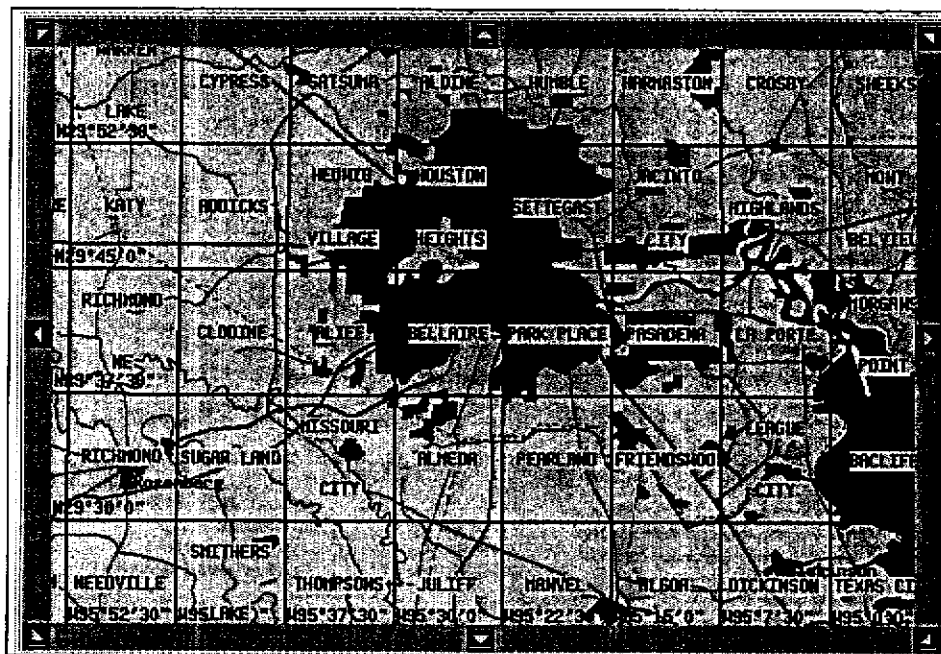


圖 2-10 參考用地圖 (USGS Map finder)

(2) 提供 GIS 分析成果之目的：

這種服務提供 GIS 分析功能，人們通常希望這些查詢分析結果直接繪在地圖上，如 Yahoo 的 driving directions (圖 2-11)，使用者輸入起點跟目的地，系統計算出開車的路徑，並把結果在地圖上以粗線強調。又如，離河流 50 公尺內範圍為何？這以環域分析的結果會是一條帶狀的多邊形面資料。這張圖的重點是分析結果的圖形，因此應該用視覺對比的方法 (顏色、符號形狀、圖徵大小) 使其成為整張地圖視覺階層的最上層。較低視覺階層則可以安排一些相關的主題圖，如原來分析用的圖徵 (如原河流的河道)。也可以放一些前段所提讓使用者參考用的主題圖，幫助使用者做定位之用。

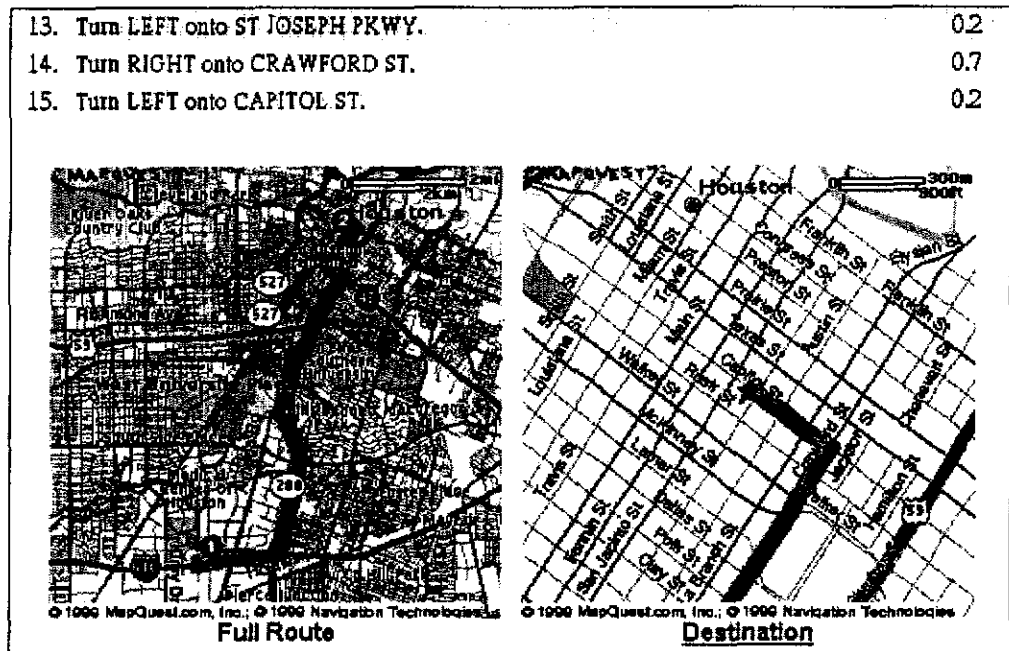


圖 2-11 地理資訊分析結果地圖 (Yahoo driving direction)

(3) 提供通用資訊 (general information) 之目的：

這種地圖把各種主題圖放在同一地圖上讓使用者做各種應用，不限於某種特殊用途。這種地圖的典型例子是所謂的街道圖服務，如 MapBlast (<http://www.mapblast.com/myblast/index.mb>) (圖 2-12)，地圖上沒有特定的路線被強調出來，因此使用者可以自行選擇各種不同的路徑。地圖上通常會有一些地標，如學校、體育館、公務機關或百貨公司，這些地標和道路相輔相成，更擴展了這種地圖的用途。因為這種地圖並不著重單一功能，因此設計上較為困難。要讓圖上的圖徵沒有明顯階層性，讓人感覺圖上資訊的地位都是相等，才能符合多用途的特性。但為了支援多用途，這種地圖又會包含多個圖層。為了讓兩者兼顧，地圖上的圖徵或符號不能太顯眼 (如使用細窄的線、小字體、淡色等)，好讓各種資訊看起來都是平等一樣。

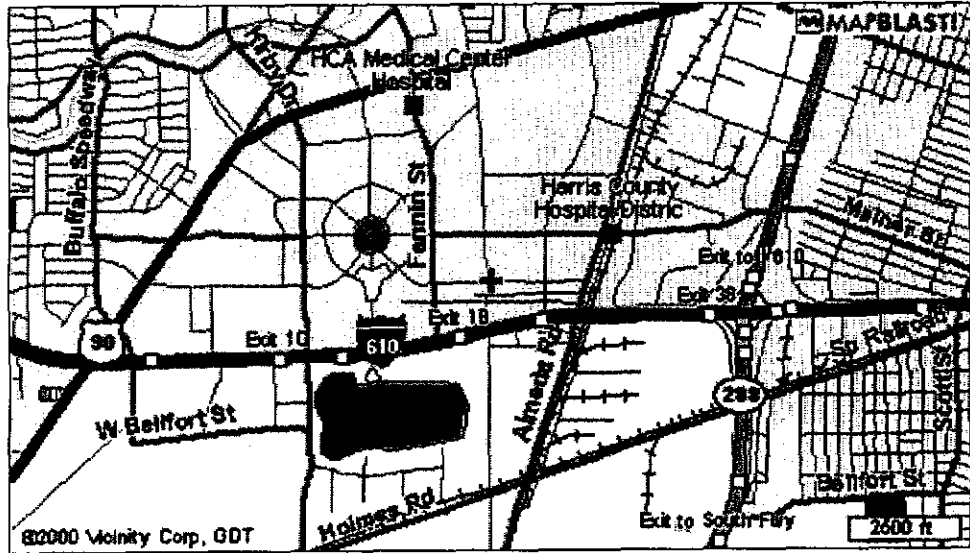


圖 2-12 普通地圖 (MapBlast)

網路地理資訊系統進一步關心的課題是：如何在使用者界面的發展上做更佳的设计與發展，提供出更易於使用者操作且有效的系統功能。多樣性的地圖瀏覽功能可以經常在不同的網路地理資訊系統網站上看到，圖 2-13 至 2-15 是相關的範例。在輔助使用者進行資料查詢功能的加強方面，地址對位 (address matching) 方式也是被普遍採用的功能 (圖 2-16)。

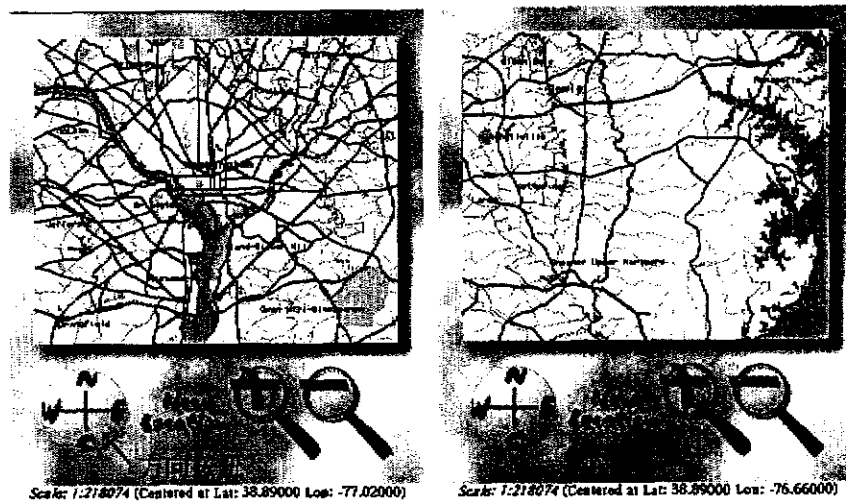


圖 2-13 Tiger Mapping Service 操作介面提供的瀏覽功能

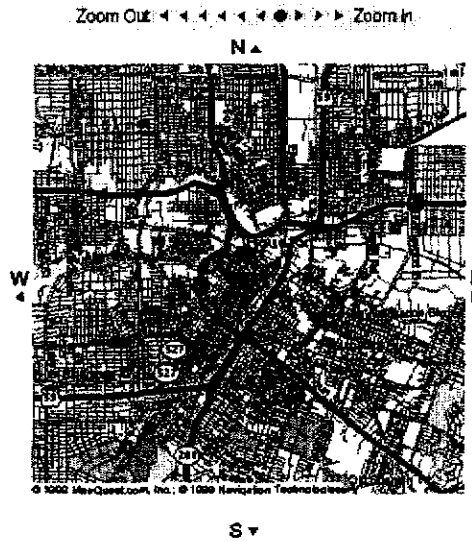


圖 2-14 固定比例尺方式的地圖瀏覽 (Yahoo Maps)

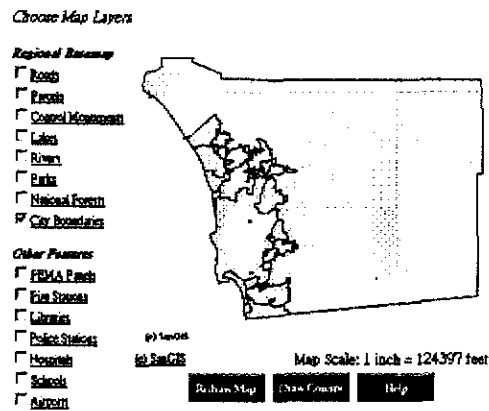


圖 2-15 以核取方塊 (Check Box) 進行的圖層展現方式

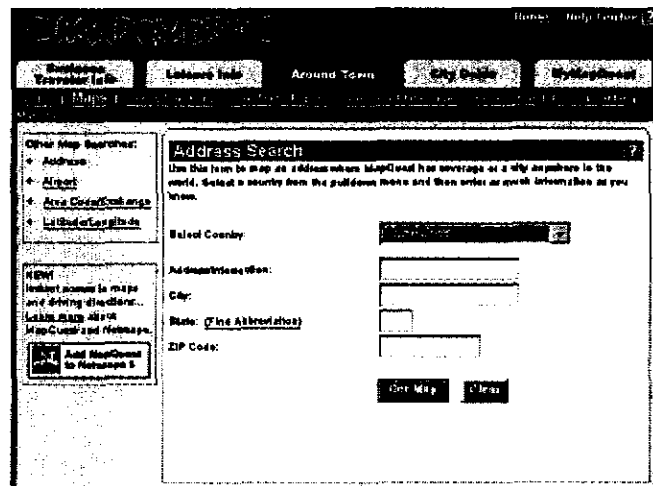


圖 2-16 地址對位方式進行的資料查詢範例 (MapQuest)

以網路地理資訊系統來進行災害管理議題應用的網站已經在國內外受到採納。美國 FEMA 與 ESRI 公司合作發展的災害資訊及預警系統計畫，是成功將網路地理資訊系統應用於災害管理議題的範例之一 (圖 2-17)，對於災害進行危險範圍標定，以期民眾對於災害提高警覺。提供的災害類型查詢包括洪災查詢、過去及目前地震災害查詢、暴風雨災害 (Hail Storm、Wind storm)、颶風災害、龍捲風災害等。各種災害查詢以輸入地區名稱或區域編碼進行查詢，可放大、縮小及平移，並可列印出來或以電子郵件傳送地圖。洪災的危險範圍標定是以 100 年與 500 年洪水頻率的資料進行淹水危險區的劃定，其資料涵蓋美國地區約 1200 個城市。

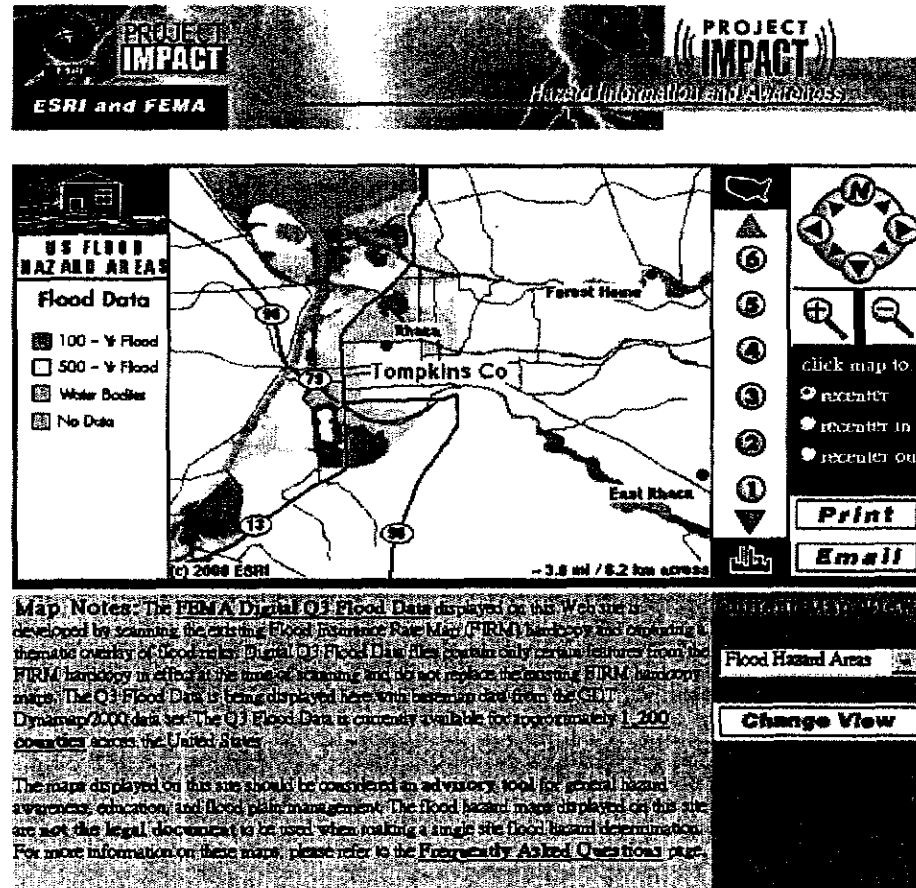


圖 2-17 FEMA 與 ESRI 合作的 Project Impact _Hazard Information and Awareness (<http://www.esri.com/hazards/makemap.html>)

經濟部水利處建立的淹水資訊系統是國內水利機關使用網路地理資訊系統的成功範例 (圖 2-18)，該系統採用 Autodesk MapGuide 建立系統，可查詢全省各地的淹水災情資訊。其以洪災事件為單位，提供災害發生所屬水利單位、流域、位置、災區影片及其它描述資料，更提供了資料上傳的功能。洪災事件可依水利單位、流域或縣市作空間查詢，也可輸入時間查詢歷史資料，災害事件會標明在地圖上，地圖並套疊道路、河川、縣市鄉鎮界等一般電子地圖所有之圖層。使用

者可以放大縮小平移瀏覽此地圖，此外還可計算面積、截取影像或出圖。

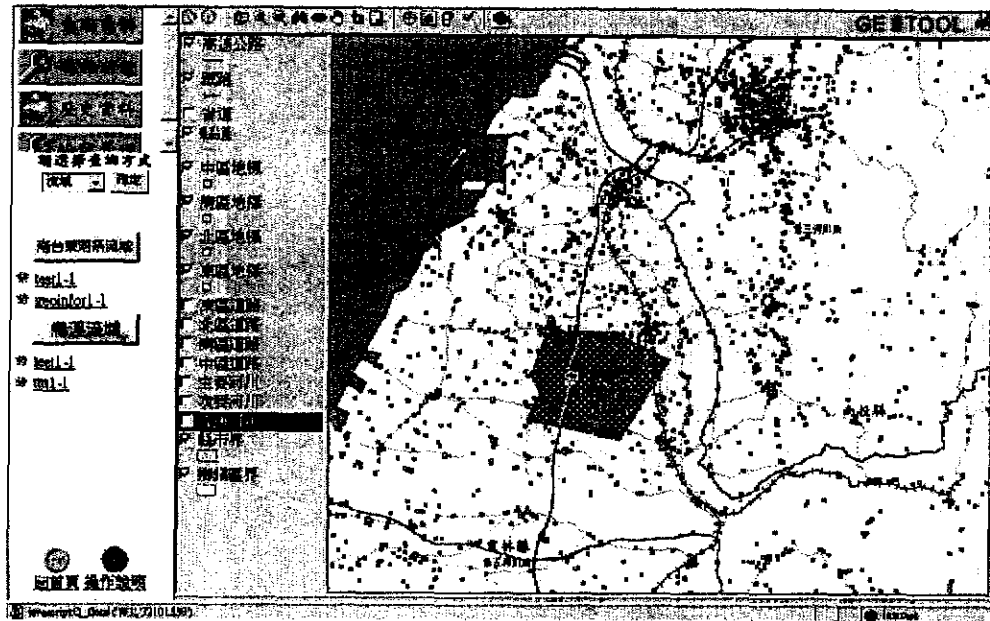


圖 2-18 經濟部水利處 GIS 應用測試中心淹水查詢系統
(<http://210.69.128.6/flood/home.htm>)

第三章 洪水災害管理網路支援系統架構設計

3.1 系統發展目標

本計畫的主要目的是在防災國家型科技計畫整體架構下，與計劃辦公室資訊組、防颱組洪水災害研究群的研究相互配合，以分工合作的方式來進行相關資訊技術的研究與系統工具的開發工作，並將研發的技術與系統工具提供防災國家型科技計畫辦公室參考使用，協助建立一套整合型的洪水防救決策支援系統，有效輔助防災國家型科技計畫辦公室及相關政府部門之洪水災害防救業務。

本計畫引用生命週期概念規劃出洪水防救決策支援系統的整體架構，並定義各階段內的各項子系統發展目標及其應該包含的重要功能，並完成系統雛形的開發工作。在這個整體性的防救災決策支援系統架構下，包括有關與網路系統結合的部分，然而防災計畫辦公室目前的發展重點以減災階段的潛勢分析及景況模擬為主，網際網路技術給予的輔助以資料傳遞或交換之功能為主，因而系統的開發除了以防救災中心專家為使用者的目標發展外，對於一般大眾相關的全民參與也再規劃範圍內。為了補強上述現況並落實分工合作之想法，本計畫將發展目標著重於在網路環境下開發有效的相關支援工具，並將各項工具整合成一個完整網路支援系統，並將成果提供給防災國家型科技計畫辦公室參考，充實其整體性洪水災害防救決策支援系統的完備性。

本系統發展目標如下：

- (1) 大眾防洪資訊供應服務：透過網路地理資訊系統的有效解決方案，發展出容易操作使用的系統功能與使用者介面，提供防救災相關人員與一般社會大眾進行空間性防救災資訊查詢，協助民眾瞭解住家週邊環境之洪災可能發生情況，或者瞭解其所關注地區之洪災即時資訊。這些相關資訊或警訊對於一般民眾在洪水災害發生前的準備工作、以及洪災發生時的應變作為上，具有絕對的需求性，同時，這樣的網路式洪災資訊服務，在全民防災教育上也有很大的意義。
- (2) 洪水災情資料蒐集支援：由台灣地區921地震災害的經驗中，有關災情資訊蒐集與傳遞方面顯然有很大的改善需求，因為有效而且正確的災情回報是救災與復建工作不可或缺的基礎。同樣的，有關洪水災情狀況的有效蒐集，特別是有關淹水資訊的回報與彙整，也是洪水災害管理上有待積極透過資訊技術加以補強的項目。淹水情況具有高度的空間與時間變動特性，目前在台灣實際資料的蒐集仍沒有十分有效率的輔助系統，大多透過事後調查的方法進行，在時效上與正確性上並不符合救災與全

民參與理念的需要。如能及時取得較為完整的時間與空間資料，並存入資料庫中，該資料未來將可提供學理上淹水模式發展之參考及驗證；救災工作上則可提供救災人力與資源的配置，而防災工作上亦可因應地區實際災情，進行工程規劃。因此，本計劃發展的支援系統將提供透過網路系統來進行淹水災情的即時性資訊回報與蒐集的輔助工具。

- (3) 洪災資料加值處理：透過網路輔助工具所蒐集而成的淹水災害資料，除了一般性的查詢服務之外，可以在許多方面提供進一步加值運用的貢獻。由防災國家型科技計劃辦公室所分析出來的各地區淹水潛勢成果，將成為未來各地方政府進行減災策略擬定的重要依據，然而由於實際淹水災情資料的不夠齊全，再加上淹水現象的時空變異特性，計劃辦公室亟待有較為齊全的實際淹水資訊來進行模式的檢定工作，以便進一步確認淹水潛勢分析的精確性與可靠性，本計劃將配合淹水潛勢分析議題的需要，發展能夠有效將所蒐集的資料彙整成資料庫形式所需要的功能。另外，結合地理資訊系統的相關功能，這些資料也可以在道路系統阻斷網路分析、都市排水工程體系檢討、救災計劃修正研究、欠缺洪災資訊地區可能情勢推論等議題上，進行資料加值處理，以便產生更多有助於洪水災害管理工作的支援工具或功能。

要真正落實一個資訊系統的有效性，必須先行確認系統將輔助的對象，也就是確立未來系統的使用者，因為，這樣的前提將主導著系統的架構規劃、所包含的系統功能項目、使用者操作界面的發展形式...等課題。本計劃所開發的洪水災害網路支援系統的使用者，將包括幾個群體：

- (1) 地方政府層級的災害管理中心成員：這類群體是災害管理中心內的作業人員，通常是熟悉災害管理相關業務，部分可能是具有較豐富洪水相關知識的半專家或準專家，他們能夠使用與操作較複雜功能的分析型工具。這些使用者將可透過本系統蒐集淹水災情的即時性資料，並透過系統所提供的資料加值處理功能，將蒐集的淹水災情資料處理成對救災與警訊發布有幫助的相關資訊。另一方面，透過本系統蒐集或加值處理後的各項資料或資訊，未來可以提供給中央政府層級災害管理機關彙整與運用。
- (2) 第一線的洪水災害管理相關人員：這類的使用者是在災害管理中心以外的相關人員，屬於災害管理中心編制內、或編組列管形式的成員，同時，受過某種程度之系統作業訓練。這些使用者可以透過本系統進行較精確淹水災情回報工作，透過計劃性安排進行的定點、定時回報作業狀態，可使資料品質具有較高的可信度，並獲得一定數量資料提供分析。這些

相關人員的工作具有資料調查或測量的性質，他們未必是政府內部人員，也可能包括自願加入的義工形式。

- (3) 一般社會大眾：這類使用者並不屬於災害管理中心及相關編組內的人員，屬於隨機參與淹水災情通報的性質，他們是過去經常出現的熱心民眾，這類回報的相關訊息，雖然在資料精確品質上並不十分穩定，但是往往能夠補強有限調查所出現的時空密度不足現象，同時也是落實全民參與防救災理念的做法。這些使用者可以透過有連接網際網路的家用電腦，在瀏覽器形式上利用本系統簡易的回報其所見到的淹水災情，資料將被自動地紀錄在地方政府層級災害管理中心的特定資料庫，作為相關分析之參考。另一方面，這些使用者也可以透過親切好用的系統功能，隨時的查閱過去發生的歷史性資料及目前洪水災害相關訊息。

在確立了洪水災害管理網路支援系統的發展目標以及未來的系統使用者後，本計劃得以訂定系統開發的重要原則：

- (1) 系統所需使用的軟體開發工具，應為目前國內普遍能夠獲取的，其採用的網路地理資訊系統解決方案相關技術必須已經相當成熟，未來並且能在國內獲得必要技術支援者。
- (2) 系統運作所使用的資料或分析產生的加值資料，其資料格式為國內普遍採用的種類，或者能夠透過成熟的資料格式轉換方法提供其他格式地理資訊系統軟體作業，以落實資料交換與共享的構想。
- (3) 使用者介面應考慮使用者層面的基本特質，具有親切並且簡易操作之特性，避免出現難懂難學的功能項目，同時，使用者端點所需的電腦作業環境應以普遍通用的網路瀏覽器為主，需要的額外配備或嵌入 (plug-in) 程式也應儘量減少。

3.2 系統架構規劃與功能設計

由於降雨量是無法控制的，在無法做到完全無水患的情況下，我們只能儘可能的減少及減輕水患帶來的災情與損失。以台北市為例，台北為台灣地區首善之都，其排水系統已是全國最佳的，相對而言民眾的要求與標準也是最高。但都會區人工覆蓋率高，排水完全依賴人工地下管線，然而地下管線往往容易發生不可預期的阻塞，而使得淹水的地區與深度更難以預測。

經過系統發展目標、系統使用者、系統開發原則等項目的思考與確認後，本計劃對洪水災害網路支援系統進行架構的規劃，並設計各項服務目包含的功能項目，在計劃執行期間陸續開發相關程式與工具。本系統為降低民眾回報災情空間

點位的困難，因此先假設在災情回報點採取預先設置固定式點位及標尺，並將各點座標及地表高程建置資料庫，以減少民眾回報災情的困難，此外，以防救災相關從業人員分配點位回報資料，也較不會出現回報資料空間分布不均的問題。目前並無此淹水標尺之設定，因此本系統以虛擬點位資料進行分析，未來地方政府可在易發生洪災區域，挑選易觀察之地點設置此一裝置，以便於救災及災情資料蒐集。

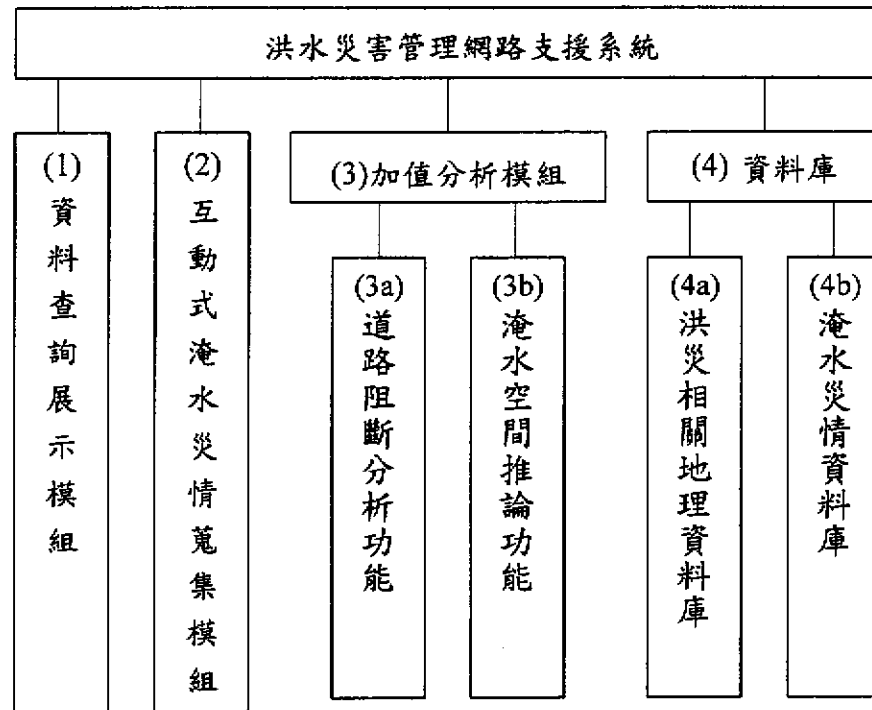


圖3-1 洪水災害管理網路支援系統架構圖

本計劃發展的洪水災害管理網路支援系統整體架構如圖 3-1 所示，係根據前面確認的目標、原則、與可能存在的不同服務對象（使用者），規劃系統所需的各種支援功能類群及相關資料庫。各類群功能模組的發展目的、服務的使用者群體、及其包含的重要功能，進一步說明如下：

(1) 資料查詢展示模組：

此一模組包含各項有關資料查詢與展示的功能群，為一般網路地理資訊系統的基本功能內容，負責以空間圖形展示方式來呈現基本地理資料庫內，各項有關洪水災害管理的空間性資料，同時，也能夠透過本系統蒐集所得的淹水災情資料分析結果加以展示。本模組預期服務的使用者包括：地方政府層級災害管理中心人員、第一線洪水災害管理相關人員、一般社會大眾等三個使用者群體，換言之，此一模組各項功能係提供所有的系統使用者來使用。

由於洪水災害相關資訊通常具有明顯的空間分布特性，適合使用地理資訊系統來加以表現，然而，洪水現象也經常同時存在時間變動特徵，因此，在資料展示方面必須同時考慮靜態與動態資料的不同表現需求。在空間分布形式的展示方面，系統能夠讓使用者透過放大、縮小、平移、變換地圖展示比例尺、指定特定範圍或地點...等基本功能來進入所需的展示區域，除了能夠自由地點選與套疊期望展示的資料項目，並且能夠在不同比例尺下展示不同的資料項目，根據圖形比例尺來自動切換資料展示的詳細程度。在屬性資料方面，系統考量使用者可能採用的查詢行為，提供包括空間定點查詢、空間範圍查詢...等不同需求的查詢功能。

系統提供使用者便捷選擇所需資料進行展示查詢功能，對於沒有特殊保密或列管必要的資料或查詢結果，能將查詢所得的資料下載，以便進一步使用這些資料進行其所需要的應用，對於有保密考量或有列管必要的資料，可以透過使用權限設定的方式來加以管理。舉例來說，尚未提供一般民眾使用的淹水潛勢分析資料，可透過密碼方式來設定災害管理中心相關機構人員為允許資料下載者，而一般民眾僅能在網上瀏覽或畫面擷取，但無法進行全資料的完整下載動作。

(2) 互動式淹水災情蒐集模組：

淹水現象本身具有明顯的空間差異與時間變動特性，國內現階段在淹水資訊的蒐集上，大多由水利相關機關於洪水災害過後現地調查或推測的方式進行，不僅在精確程度上有所限制，同時也無法有效得知不同地點淹水實況的時間性變動狀況，對於淹水預警模式的參數校正很難提供有效的輔助。互動式淹水災情蒐集模組的發展目的，便是針對上述缺陷所發展的輔助性工具，透過全民參與理念來從事更多淹水時空資訊的回報與蒐集彙整工作，藉由發展在網際網路環境下的系統功能群，在指定低窪地點設置標尺，並在災情發生的情況下，即時回報各地方的淹水實際情況，以做為洪水災害應變階段相關決策之參考。

本模組服務的使用者包括：第一線洪水災害管理相關人員、以及一般社會大眾等二個使用者群體，這二類的使用者類群基本上是位處淹水現場的觀察角色，透過目測定點標尺水深的數值方式來得知特定地點在某時刻的淹水實況。然而，在進一步分析二類使用者的基本特性後，可以發現二者回報的淹水災情資訊內容有所差異，前者通常（或可以）受過某種程度之淹水測量規範要求與系統作業訓練，可以透過本系統進行較精確淹水災情回報工作，所回報的資料可信度較高，再經過計劃性安排進行特定點、定時回報作業，可使得災情回報資料具有一定的空間及時間密度。他們未必是政府內部人員，也可能包括自願加入的義工形式；後者屬於隨機參與淹水災情通報的熱心民眾，回報資料的精確程度並不十分穩定，空間及時間分布未必可獲得均勻且理想的回報狀態，但是卻能夠使得調查資料的時空密度獲得加強，減少災害管理相關人員的蒐集資料所需人力，但他們可

能部分沒有受過系統作業訓練，需要更加易懂、易操作的系統作業功能。

在透過本系統進行淹水災情回報時，淹水空間位置的回報往往成為資料加值應用時的關鍵性內容，過去以電話方式回報的空間訊息大多偏向採用道路名稱、門牌地址、特定地標...等，基本上是以文字方式來表達空間位置，特別是一般社會大眾更加難以使用地圖座標方式來回報淹水資訊（原因來自地圖傳遞管道的不普遍、以及地圖座標本身的專業性），這種空間位置很難利用傳統地理資訊系統工具來進行有效的加值分析。因此，本系統利用固定式標尺編號，讓民眾僅需輸入所觀測點之標尺編號，連結資料庫取得點位座標，使得淹水深度回報資料得以具有空間座標。提供一種能夠有效獲取空間座標形式的使用者災情回報工具，讓使用者能夠使用容易理解且簡單操作的功能，在回報淹水現象屬性資料的同時傳達正確的空間座標資訊，以便洪水災害管理中心能夠進一步使用地理資訊系統工具來分析運用。

在有關空間位置資訊方面，由第一線的洪水災害管理相關人員回報的空間位置，為事前規劃的固定觀測地點，並利用 GPS 現地測量所得的座標數據建置成資料庫，而標尺所在地的地表高程在人力許可的範圍下，可在現地量測座標位置的同時進行高程量測。如此，相較於文字描述形式的地址或地標，提供一便於觀測之工具，降低民眾回報資料困難、拉近一般民眾與災害管理相關人員資料品質的差異，也解決地址或地標災情回報缺乏座標或座標位置不精確之問題。在淹水深度方面，由於不同類型使用者回報資料的觀測方法與精確程度有所差異，但由於標尺的設定具有刻度，便於民眾觀測該點位的水深，也可減少目測水深的精確，民眾回報災情時，僅需回報標尺編號、目前水位高度及紀錄時間，使得民眾在缺乏專業訓練的狀況下能夠用簡便的提供回報資料，並減少非防災業務相關從業人員回報資料缺乏精確度與可信度的問題。

(3) 加值分析模組：

透過本系統淹水災情蒐集模組所得到的資料十分寶貴，除了能夠透過查詢展示模組來輔助瞭解洪水災害歷史案例的景況外，也可以提供有關淹水潛勢分析結果的模式參數校正，對於減災策略研擬十分重要。另一方面，淹水災情回報資料對於洪水災害應變也有很高的應用價值，本計畫的發展重點著重於如何透過這些資料的進一步加值處理，來獲取更多有助於洪災應變決策支援的資訊。

由於加值處理大多涉及較專業的空間分析相關技術，一般大眾需要的僅是分析處理後的結果，對於較具專業性質的分析過程並不參與。因此，本系統加值分析模組預期服務的使用者為地方政府層級的災害管理中心人員，開發的系統功能旨在輔助災害管理中心進行重要的空間分析工作，並且以較高的自動化作業方

式，讓分析所需資料與分析結果來與系統其他模組相串聯。本計畫所規劃的加值處理輔助支援工具包含下列三個功能類群：

(A) 道路阻斷分析功能：

在洪水災害發生的期間，無論是民眾疏散、災害救援、物資運送等工作，主要都需要仰賴地面道路系統來加以執行，因此，受到淹水災情實際衝擊下的即時性道路阻斷狀況，為洪水災害應變階段不可或缺的項目。本項功能的發展目標是提供有效的地理資訊分析工具，以淹水災情蒐集模組所彙整的即時性資料為基礎，隨時分析區域內相關道路系統的可能阻斷情況，做為洪水災害管理相關單位實際作業上的參考，同時，也可提供其他類型使用者透過本系統查詢展示模組功能來瞭解道路系統的阻斷情況。

(B) 淹水空間推論功能：

由於現階段有關淹水災情的觀測並非系統化，且觀測的時間與空間密度也無法達到每一地點都有回報資料的狀況，透過本系統淹水災情蒐集模組所蒐集到的資料，在空間與時間的密集程度上有所限制。因此，本項功能的發展目標是期望能夠透過合理的空間推論步驟，使用有淹水災情即時回報的有限資訊，推論附近欠缺回報資料地區之可能淹水情況，做為救災單元研判是否需要派遣調查人員或救援人力的參考，這種做法對於國內人力十分有限、自動化調查工具不足的地方政府層級之災害管理中心，應該具有很高的應用價值。

水本身是一種流體，具有高度了移動特性，其流動方向、流動速度、匯聚地點...等特徵，與降雨空間分布、地勢高低起伏、地表覆蓋粗糙情況、人工排洪工程...等環境因素息息相關，淹水空間推論功能所涉及學理複雜，包括水文學、水利工程學等相關的專業知識，目前淹水模式發展的部分由防災國家型計劃辦公室發展中，本計畫系統開發的重點，在於利用現有的地形高程資料，結合災情回報資料對於淹水面進行空間內插，雖僅考量地形起伏的因素，顧及分析資料結果所需的即時性，不以建立模式為正確推估的思考方向，而以現地災情回報資料進行時空推估，期望從另一思考面向，得以推估災情發生時的景況，並建立歷史資料。藉由現有的資訊技術及地理資訊分析工具，發展出能夠輔助這種推論需求的機制與資訊輔助工具，涉及專業領域的參數部分，未來期望由專家學者對於參數率定進行修改，以提高推論機制的準確性。

(4)資料庫：

無論是提供給一般使用者的展示查詢模組與淹水災情蒐集模組，或是提供給地方政府災害管理中心人員使用的加值分析模組，都必須仰賴有效資料的充分供

應與良好管理，因此，資料庫預期服務的使用者包括全部三種類別。在資料庫的整體規劃方面，本計畫並不依據不同使用者來分割成若干資料庫體系，而是根據資料本身的特性來進行有關的設計與管理，基本上將其區分成具有空間圖形本質的地理資料庫、以及完全以屬性方式存在的淹水災情資料庫，前者適合以地理資訊系統來輔助圖層資料的儲存與管理工作，並可與地理資訊系統分析工具相結合；後者則是用以紀錄透過本系統蒐集得到的歷史性災情資訊，雖然其中也具備空間性資訊，但是，根本上是可以利用一般性的資料庫架構加以管理的，這種資料庫負責提供展示查詢時運用，同時也可以利用有關格式轉換或資訊擷取的自動化支援功能來進一步增值處理。至於特定資料的管理問題，可以利用權限設定方式在資料庫內控制各項資料的供應對象，以便符合有關資料使用與下載的管理作業。二類資料庫的基本說明如下：

(A) 洪災相關地理資料庫：

本項資料庫儲存與管理的資料項目以空間性圖形資料為主，包括：區域內的基本環境主題圖層（例如：河流、道路、行政區界、土地利用...等）、洪水災害主題圖層（例如：淹水潛勢、都市排水、防洪工程佈置...等）、增值分析衍生圖層（例如：道路阻斷現況分析成果、特定時空範圍內之淹水災情分布...等）。這類地理資料圖層的管理以地理資訊系統做為工具較為妥當，但是，由於不同網路地理資訊系統解決方案所支援的資料格式並不一致，而且本系統架構設計將不侷限在單一解決方案環境內，因此，本項資料庫必須配合系統作業需要而包含各種特定格式的地理資料項目，部分可以先行完成格式轉換處理，部分項目可能透過自動化及人工操作支援功能進行即時性的轉換處理工作。

(B) 淹水災情資料庫：

本項資料庫主要針對淹水災情蒐集模組所蒐集得到的資料而發展，這些淹水災情回報資料雖具有空間性的內容，但是資料本身存在的格式偏向文數字屬性之形式，可以使用關聯式資料庫架構來加以管理。為了進行有效的查詢展示與增值處理，在資料欄位的設計上顯得十分關鍵，特別是考量將其空間化(spatialization)的需要，在淹水災情蒐集的同時進行地理空間位置的系統性管理。本計畫為了配合空間推論分析與淹水潛勢分析模式參數校正之需要，已經設計出網點形式的系統管理策略，將系統所蒐集的淹水災情資料，與數值地形模型資料及淹水潛勢網格相互對位或套疊，有助於網格式(raster-based)地理資訊系統的分析操作。

3.3 系統發展工具

在完成洪水災害管理網路支援系統架構規劃與功能設計後，必須根據系統發展的目標、所需的功能、以及預期服務的使用者，來選擇系統發展工具。如前面

章節 (參閱第二章) 所述，現有各種網路地理資訊系統解決方案之間，在不同評量標準上存在這相對的優劣表現，沒有一個解決方案能夠在各方面呈現絕對性的優勢，因此，在系統發展工具的遴選上，必須根據系統發展的不同需要來加以抉擇。

以國內系統發展的相關案例來看，以系統執行效率 (查詢展示為主要功能需求) 與系統分析能力 (空間分析為主要功能需求) 為最主要的考量項目，而現有的幾個著名網路地理資訊系統解決方案，在這二項評量重點上往往難以兼顧，使多數系統發展受到了很大的限制。本系統的發展目標與預期服務對象是多元的，意即在部分使用者需求以查詢展示及資料傳遞為主，同時也有部分使用者強調以空間分析為核心的加值處理功能，為了兼顧不同使用的功能需求，本計畫嘗試結合二種地理資訊系統發展工具來進行研發工作。

根據本計畫所設計的洪水災害管理網路支援系統架構，可以運用各項模組預期服務的使用者來分成一般性與專門性二個群組，分別使用不同的系統發展工具來開發相關作業環境及功能如圖 3-2 所示。

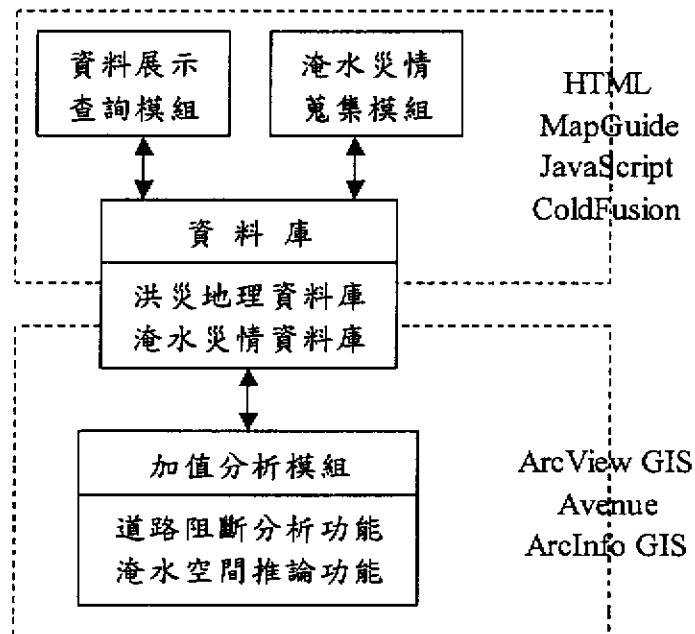


圖3-2 系統組成與發展工具架構圖

一般性的群組包括資料展示查詢模組與互動式淹水災情蒐集模組，主要的功能偏向資料的展示、查詢、傳遞，使用者對系統發展需求的主要考量是著重於系統的執行效率，也可以說是使用者每次下達需求指令後的等待時間，因此，系統是否能夠快速反應與完成使用者交付的任務成為發展工具遴選的主要依據，本計畫採用 AutoDesk 公司的 MapGuide 網路地理資訊系統解決方案來進行此類群組

的系統發展，根據幾種相關軟體工具的測試與評估，MapGuide 解決方案在地理資料的展示查詢執行效率上，比其他解決方案具有較優異的表現，本系統透過 HTML、MapGuide、JavaScript、ColdFusion 等工具來開發相關的作業環境與功能。

專門性的群組主要是針對增值分析模組下的各項功能進行發展，這類的功能大多無法透過一般性的展示查詢方式來達成目標，而是強調使用地理資訊系統內的空間分析來進行特殊資訊的生產工作，使用者對系統發展需求的主要考量是著重於空間分析能力的有效提供，同時也是系統開發工具遴選時的評估標準。這類系統功能的服務對象通常侷限在具有較專業訓練的特定使用者，以本計畫來說，增值分析模組的使用者定位在地方政府層級的災害管理中心成員，可以接受單機作業形式的地理資訊分析系統。因此，在考量空間分析功能完整性、國內地理資料主要格式、技術成熟程度、國內軟體市場佔有情況等因素後，本計畫選擇 ESRI 公司的 ArcView GIS 為未來的系統作業環境，並使用 Avenue 做為系統開發工具，必要時並可透過系統連結方式來使用 ArcInfo 內更強大的空間分析功能。雖然 ArcView IMS 網路地理資訊系統解決方案在串聯空間分析功能上具有較好的方便性，但是在執行速度上仍有待改進，所以，本計畫並未將之應用在有關展示查詢與淹水災情蒐集等一般性功能的開發上。

做為網路地理資訊系統發展工具的 MapGuide 解決方案，與災害管理中心單機作業形式的增值分析模組發展系統 ArcView GIS，其使用的空間資料格式並不相同，無法在地理資料上直接進行分享，必須透過有效的資料格式轉換程序來達到資料交換的目的。本計畫所設計的整體架構朝向利用資料庫做為資訊交流的中繼運作環境，在資料庫內進行細部的規劃，透過自動化支援功能來進行地理資料格式的轉換工作，增值分析模組所衍生的各項 ArcView GIS 圖層，得以有效轉換成 MapGuide 網路地理資訊系統所能夠接受的資料形式，並儲存於資料庫的不同部分，以便各層級使用者自由展示與查詢。至於利用淹水災情蒐集模組得到的資料，將以關聯式資料表格方式加以紀錄，其資料格式是無論 MapGuide 或 ArcView GIS 都能夠加以使用的。

第四章 系統發展現況

在完成洪水災害管理網路支援系統架構的規劃之後，本計畫在今年度的發展重點為系統雛形的實際開發工作，目前已經開發出提供給淹水深度回報人員、防救災決策人員及一般民眾使用的網路地理資訊支援系統，本章節將對系統作詳盡介紹。

4.1 系統軟體架構與流程

本系統之軟體架構如圖 4-1 所示，在用戶端 (client side) 方面為利用 MapGuide Author 及 MapGuide Viewer API 來編輯控制地圖，在伺服器端 (server side) 方面則以 ArcView 來進行空間分析，以 ColdFusion Server 來設計動態網頁並連接資料庫，以 MapGuide Server 來作為地圖伺服器。

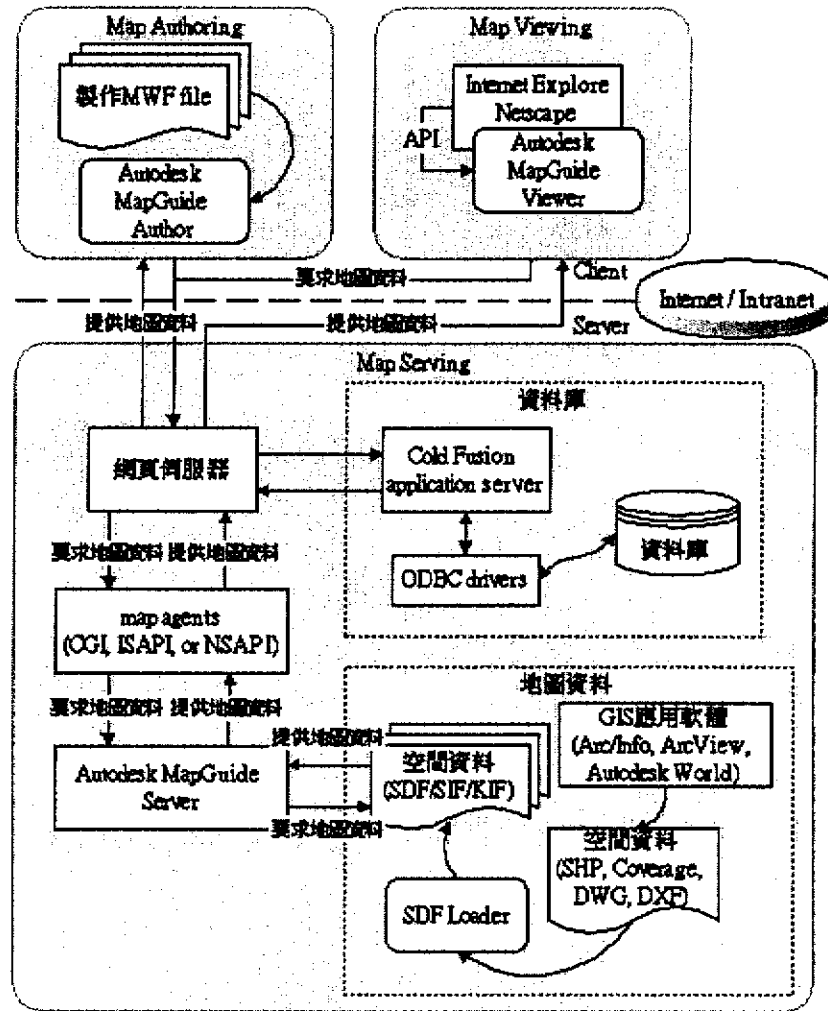


圖 4-1 系統軟體架構

由於現有各種網路地理資訊系統所提出之解決方案，在不同評量標準上存在著相對優劣表現，沒有任何一個解決方案能夠在各方面均取得絕對性的優勢，因此在系統發展工具的遴選上，必須根據系統發展的需要來抉擇。本系統在空間資料分析的部分選擇採用 ESRI 所開發的 ArcView 為發展環境，並以撰寫 Avenue 來進行分析系統開發，因其具備強大且易於擴充的空間分析功能；至於網頁上互動展示與查詢的網路地理資訊系統選擇，因顧及到使用者對網頁回應速度的要求，所以選擇採用 AutoDesk MapGuide Server 來作為網路地圖伺服器，並以 MapGuide Author 為設計工具，搭配 HTML、Java Script、Cold Fusion 及 MapGuide Viewer API 來建構地理資料的查詢、展示以及上傳機制。

本系統之洪水推估機制需要即時淹水回報資料與高解析度的數值地形模型資料 (DTM)，因考量現有高解析度 DTM 資料及過去洪災經常發生區域，故選擇台北市文山區作為研究範圍。

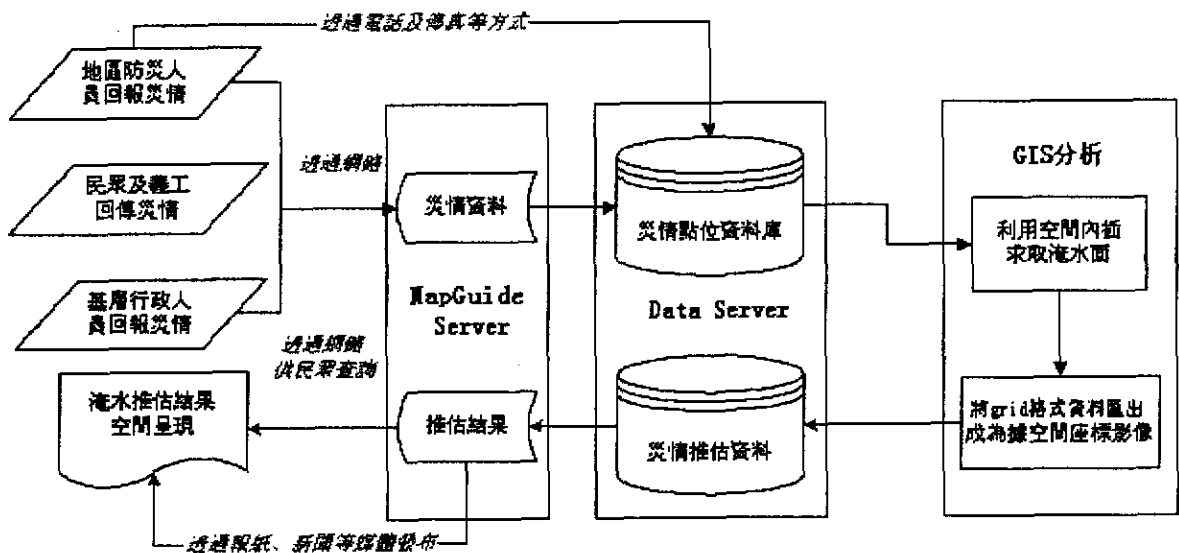


圖 4-2：系統流程

本系統實際運作流程如圖 4-2 所示，當開始發生淹水的時候，各個回報人員觀測事先已經設置好的淹水量尺，陸續以電話或網路回傳最新淹水深度資訊並利用系統介面輸入資料記錄於資料庫中，如圖 4-3 所示，系統每隔十分鐘從回傳資料庫中抽取出適時的淹水深度資料，再將淹水深度與地形高度相加而得到回報淹水地點的絕對高度，接下來以 ArcView Interpolation 空間分析模組進行內插分析，以求得該時刻的地表淹水表面高程資料，由於堤防內河川與鄰近地區雖地勢較為低窪，但受堤防阻隔與影響，無法一併推估亦不具推估淹水深度之意義，因此去除鄰近區域堤防內河川範圍不進行淹水深度推估，如圖 4-4 所示，之後再將淹水面高程資料扣除地表高度即得淹水深度圖，如圖 4-5 所示。以下為以台北市文山區老泉里為範例，進行分析所得結果。

ID	X	Y	Dist	Depth	Z
1	305803.982	2763238.727	24	0.5	24.50
2	305907.863	2763219.283	26	0.3	26.30
3	305583.203	2763439.714	18.89	0.7	19.59
4	305563.672	2763422.695	19.72	1.2	20.92
5	305388.86	2763455.164	17.32	0.8	18.12
6	305399.884	2763454.385	17.82	0.3	18.12
7	305385.108	2763446.739	17.78	1.4	19.18
8	305369.573	2763443.897	16.41	0.6	17.01
9	305369.514	2763438.537	16.31	0.5	16.81
10	305372.704	2763430.429	17.43	0.3	17.73
11	305372.445	2763427.826	16.96	0.5	17.46
12	305369.072	2763424.024	16.55	0.3	16.85
13	306324.487	2763786.458	16.66	1.2	17.86
14	306195.541	2763761.494	21.73	0.6	22.33

圖 4-3：回報點座標、高程及淹水深度之資料

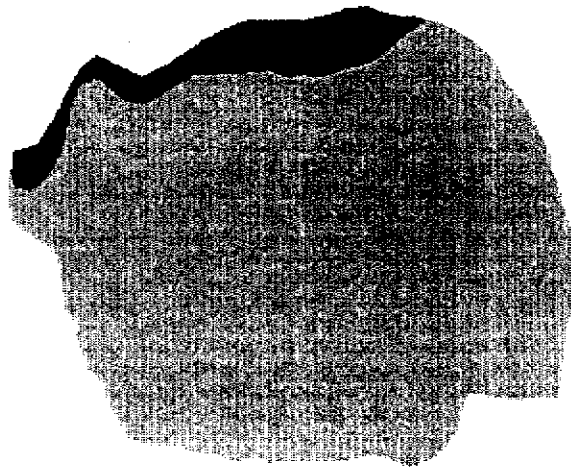


圖 4-4：堤防內河川（紅色）不進行推估之部分

透過此一機制，防救災人員可於淹水發生之第一時間立即推估各地淹水狀況，一開始回報地點及時間較少時，所推估的淹水深度較不準確，但是當回報數量較多時，則能推估相當準確的淹水資料。防救災人員能夠依照所推估出來最新的淹水深度分佈圖，適時對民眾發出警訊以減少生命財產的損失。



圖 4-5：地表高程資料及淹水深度推估結果

4.2 資料處理

(1) 文山區 1/1000 比例尺地形圖

使用的資料為台北市政府以千分之一航照圖數化生產的文山區數值資料，由於數化的方式是以 AutoDesk Auto CAD 軟體數化產生，所以原始的檔案格式為 DGN files、DXF files，使用 Arc View 處理資料可利用其延伸模組中的 Cad Reader 開啟檔案。由於數化的資料細緻複雜，為了使圖面清楚，因此挑選需要的圖層並利用 Avenue 轉換成 shape files 的格式，並再使用 AutoDesk MapGuide 提供的 SDF loader 程式將一張張的 shape file 轉換成 MapGuide 使用的 *.sdf 格式檔案，並加成為單一個檔案。複雜且大量資料，建議在轉檔之前使用較小的檔案藉由設定參數，一張張加入以合成一張大的圖檔，利用此種方式轉檔，一方面可省去先縫合圖面資料再進行轉檔兩次操作的手續，僅需以 SDF loader 程式提供的功能以一次轉換的手續，另一方面也降低同時處理大量複雜資料容易產生錯誤的問題。由於此份資料雖然細緻度高，可提供清晰的街廓及建物資料，但由於該線資料欠缺屬性資料連結，因此目前僅作為民眾查詢時的背景底圖。

(2) 台北市地址資料

由台北市政府工務局生產的點位資料，原始資料格式為 Microstation DGN file。其生產方式為直接由戶政機關轉出門牌資料，派員實地調查、複查及請戶

政機關查核後再數化建置於地形圖，至八十八年八月底止共建置全市 892,043 筆門牌號碼資料。每一家戶都有其詳細地址及點位座標，可作為地址對位時搜尋資料之用。

(3) 文山區 DTM 資料

雖然洪水的發生的影響因子複雜，但小區域中地形起伏的因素的確是一重要的因子。本研究目前所使用的資料為，航測學會以千分之一地形圖內插數化的北市山坡地區 4 公尺*4 公尺精度的資料，但資料僅限於北市地區地形起伏較明顯的地區，地勢較為平緩的非山坡地區，雖然為密集的居住地區，但缺乏資料。原始資料為自訂的*.dtm 檔案，將其格式處理為 Arc View 可接受的欄位後以 Text file 格式儲存，以提供 ArcView 使用。

4.3 洪災相關地理資料展示查詢

本系統結合 HTML、MapGuide、JavaScript、ColdFusion 開發出能夠進行洪災相關地理資料展示與查詢等基本功能，並以台北市文山區作為示範區域進行基本地理資料圖層蒐集與系統測試工作。

本系統提供使用者以瀏覽器 (browser) 為操作環境，透過網際網路 (<http://140.112.65.109/flood/>) 即可進入本系統，如圖 4-6 所示。系統畫面上方列出不同的查詢方式選項、上傳淹水災情資訊功能啟動鈕、以及多項與基本圖層操作功能有關的圖示按鈕，使用者可以利用滑鼠來點選所需要的項目，並進一步操作系統。系統畫面左側為配合不同查詢方式所提供的下拉式選單，其選單項目數量與內容依據不同查詢方式而有所差異。系統畫面中央部分為圖形展示區域，區域內切割成圖例區與繪圖區，圖例區內包括相關圖層清單、各圖層展示圖例、開啟或關閉控制盒 (check box) 等；繪圖區則是實際展示地理資料圖層的地方。定點查詢：取消原有選定功能之連續動作，切換成定點查詢之箭頭游標狀態。

在有關圖形展示圖示部分，系統提供了一系列圖示按鈕形式的選項，使用者將游標停滯在各圖示按鈕時可顯示基本功能說明。提供的基本功能如下：

- 放大：在螢幕上指定一個方框區域來放大圖像。
- 縮小：縮小圖像。
- 全景：使繪圖畫面回到全區域（台北市）範圍。
- 平移：以滑鼠拖曳方式將圖形向任意方向移動。
- 回復：回復到前一個展示畫面。
- 多邊形選：以多邊形圈選。
- 圓形選：以圓形圈選。

- 移往：移到指定地點。
- 計算距離：計算兩點或多點距離。
- 計算選擇線段長度：計算出所選的線段的長度。
- 計算選擇面積：計算所選擇區域的面積。
- 圖例控制：開啟或關閉圖層的圖例顯示。
- 繪圖比例尺：以下拉選單方式決定圖像展示的比例尺，系統將依據地理資料的座標系統換算出應展示的圖像大小。

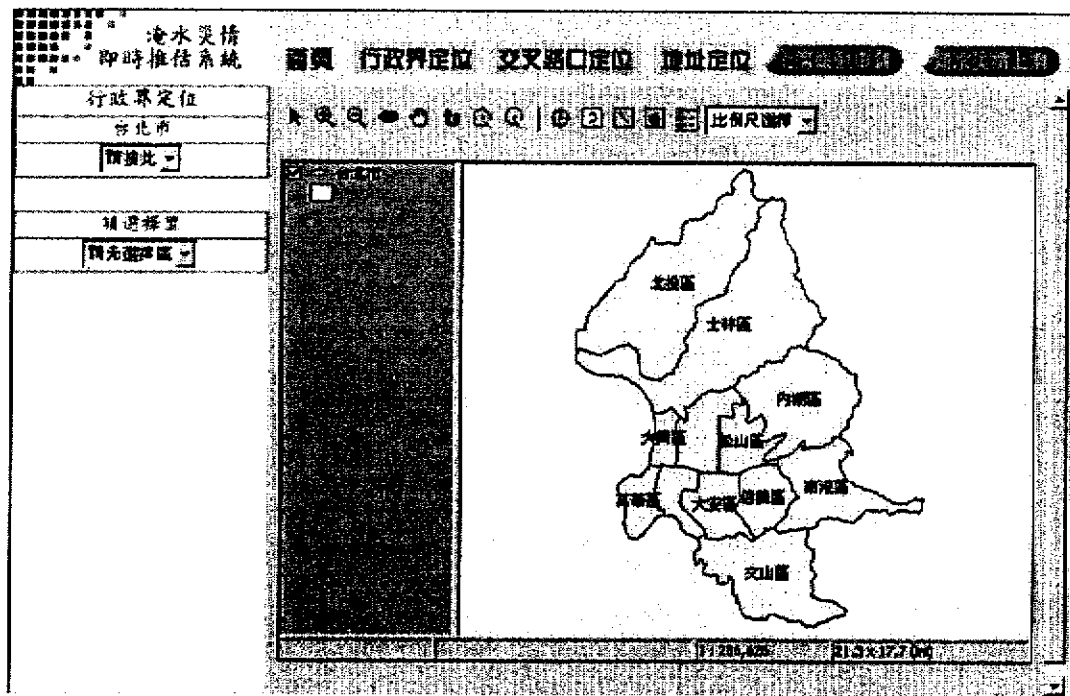


圖 4-6 洪水災害管理網路支援系統啟動畫面

除了上述各種基本操作功能外，圖例框也提供與圖形展示有關的控制。圖例框內列出了可以選擇展示的圖層，圖層種類與數量受到了圖像比例尺的影像，在較小比例尺狀態下，能夠選擇展示的圖層較為有限，大多屬於基本圖性質，其原圖的比例尺也通常較小，一方面適合當做背景圖來使用，同時也可以用來初步瞭解大範圍區域的大致環境狀況；當使用者透過放大（zoom in）功能（放大按鈕、比例尺下拉選單、查詢功能）來產生較大比例尺的小區域圖像時，系統會自動提供較大原圖比例尺且較為詳細的圖層資料，以便於對環境狀況有進一步的瞭解，而圖例框中也會自動隨之改變圖層清單項目與數量。圖例框中列出的圖層清單會隨時顯示各圖層所使用的展示圖例，以便於使用者據以閱讀圖面上的地理資訊。每一圖層名稱之前都有一個控制展示與否的確認方盒（checkbox），打勾表示開啟展示，沒有打勾則表示關閉狀態，使用者可以利用滑鼠點選來控制該圖層的開啟與關閉狀態。

在有關資料查詢部分，本系統提供了多種不同的查詢方式，包括了在圖面上直接顯示圖層地理資訊的定點查詢，以及透過行政區、交叉路口、重要地標等搜尋空間位置資訊的條件查詢。如果選擇條件查詢的作業方式，在點選系統畫面上方的啟動選項後，系統會自動在畫面左方顯示出相關的下拉式條件選項，使用者只需由上而下遵循步驟選定所欲查詢的條件，系統會自動進行條件匹配搜尋，並隨時切換圖形畫面至正確的空間範圍，同時顯示有關的地理資訊。各類查詢方法分別說明如下：

(1) 圖面災情查詢：

藉由網際網路提供民眾、所有相關防救災人員與政府相關決策人員即時性的災情資料，並進一步提供歷史性資料的查詢與管理。

(2) 行政區查詢：

因目前以台北地區為示範區域，在點選行政區查詢項目後，畫面左側將出現二項下拉式選單來供使用者控制要查詢的特定區域，二個下拉式選單分別是鄉鎮市區層級、村里層級之清單，使用者必須由上而下進行空間範圍控制步驟，如圖 4-7 所示。

每點選一個行政區層級的清單選項後，系統會搜尋該行政區所屬之下一層級所有行政區名稱供使用者進一步點選，同時，圖形畫面也會在每次點選之後進行空間搜尋與視窗範圍的調整，並立即展示該區域內的相關地理資料圖層。如果展示空間範圍所對應的比例尺有所變動，系統將自動確認並調整該比例尺條件下所應展示的圖層項目與資料詳細程度。

(3) 交叉路口查詢：

在點選交叉路口查詢項目後，畫面左側將出現四項下拉式選單來供使用者控制要查詢的特定區域，前面二項為二個行政區層級之清單，後面二項則是主要道路及交叉道路選單，使用者必須由上而下按步驟進行查詢作業，如圖 4-8 所示。

有關行政區點選的項目，其操作與行政區查詢方式相同，目的在於縮小相關道路之選擇項目，以免使用者對十分冗長的道路清單感到困擾。在行政區範圍決定後，系統會自資料庫中搜尋出該行政區（村里層級）內的所有道路，並將之列在第三選項之下拉式清單內；在使用者點選主要查詢之道路後，系統會再次搜尋出該行政區（村里層級）內與前述主要道路有相接的所有道路，並列在第四項選單中供使用者點選。在完成交叉路口指定步驟後，系統會進行空間搜尋並自動將圖形切換到適詳細程度的畫面，並將使用者指定的交叉路口展示在畫面中央，以便使用者瞭解路口周邊的地理環境。

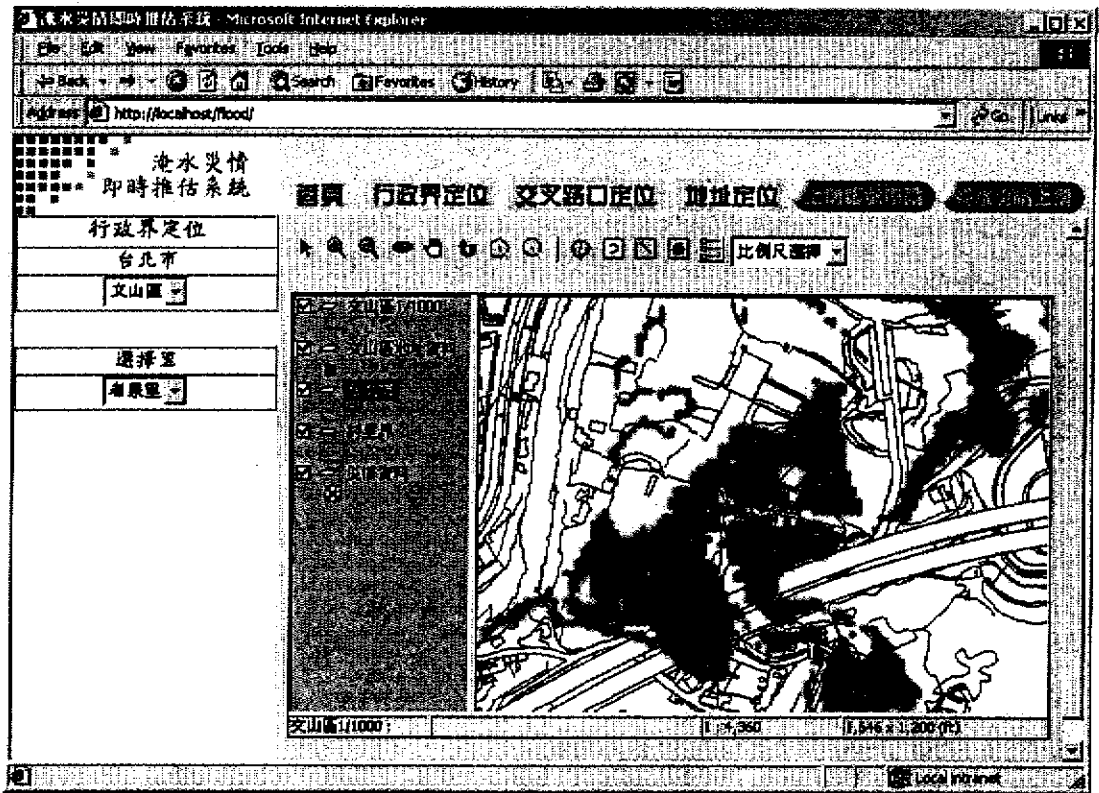


圖 4-7 行政區查詢作業之系統畫面

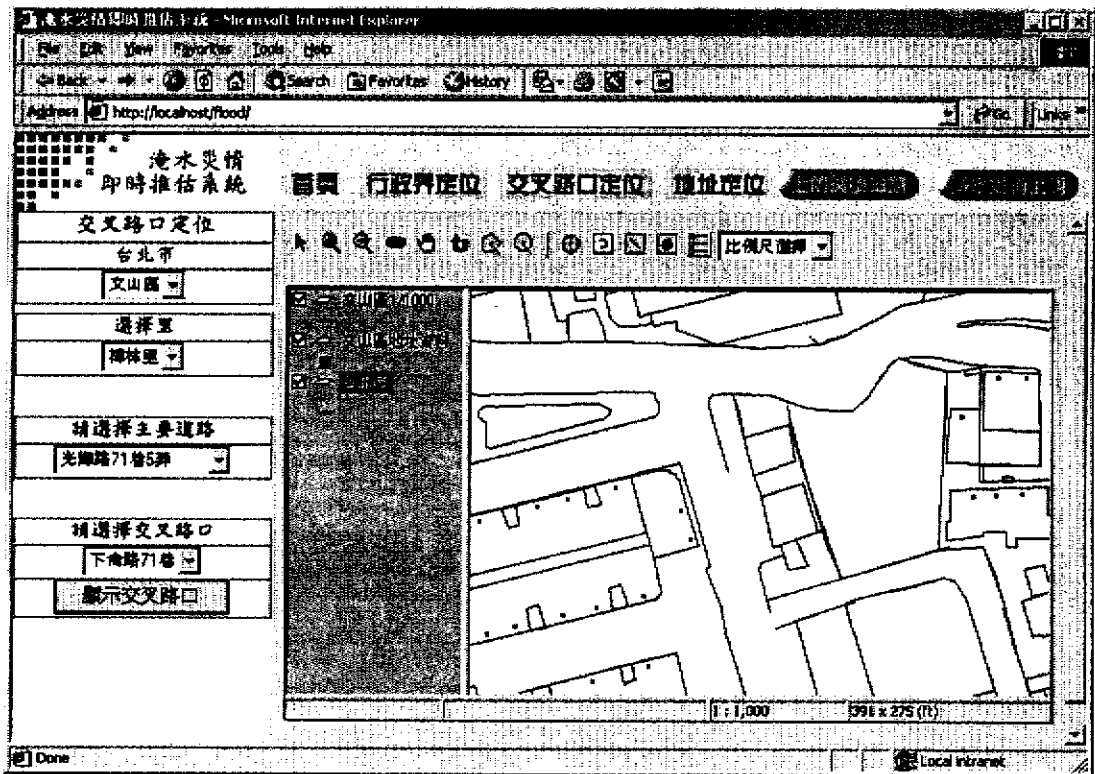


圖 4-8 道路交叉口查詢作業之系統畫面

(4) 地址查詢：

地址查詢提供民眾簡便查詢的方式，在點選重要地標查詢項目後，畫面左側將出現三項下拉式選單來供使用者控制要查詢的特定區域，前面二項為行政區層級之清單，第三項則是該行政區內所有道路名稱選單，使用者必須由上而下按步驟進行查詢作業，如圖 4-9 所示。

有關行政區點選的項目，其操作與行政區查詢方式相同，行政區及道路選定後會出現巷、弄、號、之等文字方塊供填寫，無巷弄之的地址填入 0，資料庫搜尋不到該筆資料時系統會出現“你輸入的地址找不到”的警告訊息。在完成地址定位查詢指定步驟後，系統會進行空間搜尋與圖形展示範圍自動切換工作，並將使用者指定的地址展示在畫面中央，以便使用者瞭解其附近的環境資訊。

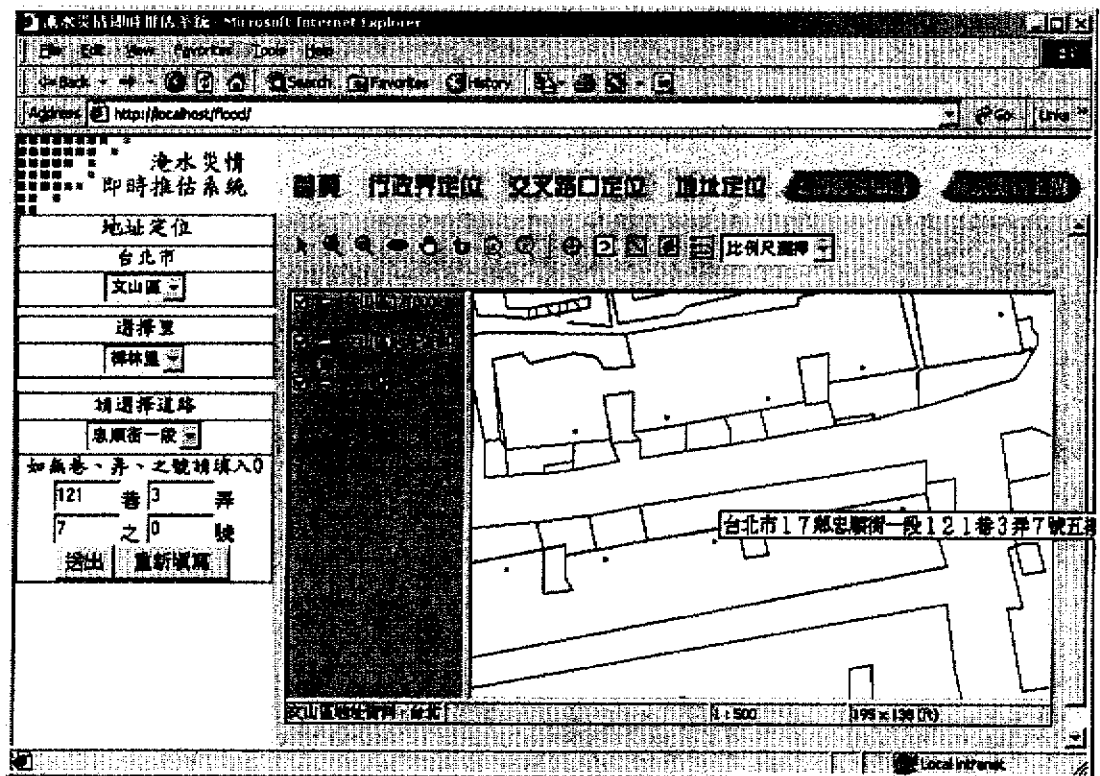


圖 4-9 地址查詢作業之系統畫面

4.4 互動式淹水災情蒐集功能

為有效提昇淹水災情蒐集能力，並落實全民參與災害管理工作之理念，本系統開發淹水災情蒐集功能，使洪水災害第一線作業人員或一般民眾，能夠透過國際網路來回報淹水的即時性訊息，並儲存在系統內的淹水災情資料庫，未來除了做為加值處理模組分析的資料來源外，也可以提供災害管理相關單位參考使用。

(1) 淹水上傳帳號申請：

使用者欲回報淹水災情資料，必須先觀察地區事先安置的固定式標尺，以標尺編號及水位在該地點的高度及時間來進行災情的回報。為提高使用者回報災情的可信度，因此在點選災情上傳前必須先點選上傳帳號申請，並填寫申請表格，如圖 4-10 所示。表格中並包含該帳號所欲回報的標尺編號，每一標尺可容許不同的帳號對該點進行回報，但每一帳號僅可回申請一標尺點，同一人可申請一個以上的帳號對於不同的地點標尺進行回報。淹水災情資料未來必須利用地理資訊系統技術來進行有效的空間分析與應用，地理座標系統的掌握扮演非常關鍵的角色，但是，地圖座標系統具有較專業的知識需求，考量一般使用者可能無法順利回答有關空間位置的地理座標數據，因此，採以事先調查固定點位座標、地表高程並設定編號，以解決民眾難以獲得欲回報地點座標及高程的困境。

帳號申請功能提供一個表格來提供使用者輸入淹水災情相關資訊，輸入的內容包括：帳號、密碼、姓名、身分證字號、聯絡電話、聯絡地址、email 信箱、所屬層級、單位、職稱以及標尺編號等回報人員基本資料，為了確保回報資訊的完整性，系統會對部分關鍵性項目是否填寫完整進行檢核，如果發現有回報不完整的情況，系統會要求使用者補充填寫。經由本系統淹水災情回報功能所蒐集到的資料，會被系統相關資料庫有效的加以紀錄與管理。

帳號申請者基本資料	
帳號	<input type="text"/>
密碼	<input type="password"/>
姓名	<input type="text"/>
身分證字號	<input type="text"/>
聯絡電話	<input type="text"/>
聯絡地址	<input type="text"/>
email 信箱	<input type="text"/>
所屬層級	<input type="text"/>
單位	<input type="text"/>
職稱	<input type="text"/>
標尺編號	<input type="text"/>
選擇	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>

• 以上所有欄位請詳實填寫

確定送出 重新填寫

圖 4-10 淹水災情回報帳號申請表格

(2) 淹水災情上傳：

上傳災情前需事先申請帳號密碼，並以該帳號密碼登入，登入成功後系統由使用者帳號資料庫中自動得到該帳號負責的標尺編號、座標、地表高程等的資料，並提供使用者填選觀測時間、淹水深度等淹水災情相關資訊等等，如圖 4-11 所示。

The screenshot shows a web browser window titled "淹水深度上傳 - Microsoft Internet Explorer". The form contains the following fields and controls:

- 帳號: dsun
- 密碼: dsun
- 負責標尺: ws0001
- 座標 X: 303000.0, Y: 2767500.0
- 淹水深度: [dropdown menu]
- 淹水時間: 2001年 01月 01日 00時 00分
- 目前系統時間: 2001/01/05 13:47:02
- Buttons: 確定送出, 重新填填

圖 4-11 淹水災情上傳表格

4.5 資料庫發展現況

本研究在計畫執行期間，蒐集與洪水災害管理相關的地理資料圖層，其資料格式大部分以 ArcView 的 shape file 及 ArcInfo 的 coverage 為主，這些資料項目在未來發展增值分析模組相關的空間分析功能時極為有用。本研究所發展的網路支援系統，以 MapGuide Server 作為網路地理資訊系統伺服器，其所支援的地理圖形資料格式為 SDF(Spatial Data File)資料格式，因此將 shape file 及 coverage 資料透過格式轉換處理轉換成 MapGuide 所支援的 SDF 格式，並儲存在洪災相關地理資料庫中，以提供未來使用者作為洪災歷史資料查詢。

本系統以台北市文山區為示範區域，將重要的地理圖層資料項目轉換成 MapGuide SDF 格式，已經能夠透過資料展示查詢模組功能使用的項目包括：

- 縣市界線圖
- 鄉鎮區界線圖
- 村里界線圖
- 道路圖（原圖比例尺為1:25000）
- 重要地標（原圖比例尺為1:25000）
- 地名（原圖比例尺為1:25000）
- 街廓圖（原圖比例尺為1:1000）
- 北市部分地區地表高程
- 北市地址點位
- 虛擬固定標尺點位
- 虛擬固定點位淹水災情回報

本計畫在台北市文山區範圍內已取得高精度的大比例尺門牌位置或地籍資料，透過地理資訊系統地址對位（address match）功能，可將淹水災情回報資訊與其他地理資料相結合。為了確保未來能夠透過地理資訊系統來整合淹水災情回報資訊與資料庫內的其他地理圖層，本計畫高精度DTM資料進行地形分析，在淹水災情資料回報的同時，將其屬性資料一併儲存在淹水災情資料庫中，系統除將該時段災情即時進行空間內插，以得到該時間淹水面的地表絕對高度，扣除地表高程即可得到淹水深度資料。另外並可獲得歷史性的空間、時間資料庫，可供查詢歷史資料，未來在需要結合地形高程資料進行的整合應用上（例如：淹水空間推論分析、淹水潛勢模式參數校正...等），可以提供更為有效的輔助。

第五章 結論

本計畫的目的是在防災國家型科技計畫整體架構下，與計劃辦公室相關研究群相互配合，以分工合作的方式來進行相關資訊技術的研究與系統工具的開發工作，協助建立一套整合型的洪水防救決策支援系統。本計畫執行期間共計三年，在第一年度（八十八年度）研究期間，本計畫已經引用生命週期概念規劃出洪水防救決策支援系統的整體架構，並定義各階段內的各項子系統發展目標及其應該包含的重要功能。在這個整體性的防救災決策支援系統架構下，原本便已經包含了與網路系統有關的部分，考量防災國家型科技計畫辦公室目前的發展重點以減災階段的潛勢分析及景況模擬為主，系統開發偏向以防救災中心專家為使用者的目標發展，為落實分工合作之精神與全民參與防災管理的理念，本計畫自第二年度起，開始著重於在網路環境下開發有效的相關支援工具，並將各項工具整合成一個完整網路支援系統，期望未來能夠將成果提供給防災國家型科技計畫辦公室參考，充實其整體性洪水災害防救決策支援系統的完備性。

5.1 本年度研究成果

今年度（九十年度）為全程計畫的第三年，實際完成的工作成果包括：

- (1) 系統雛形既有功能之檢討與擴充：針對第二年度已經初步發展的資料展示查詢模組、互動式淹水災情蒐集模組既有功能，進行逐項功能之檢討與改進。為有效提昇淹水災情蒐集能力，並落實全民參與災害管理工作之理念，本系統開發淹水災情蒐集功能，使洪水災害第一線作業人員或一般民眾，能夠透過網際網路來回報淹水的即時性訊息，並儲存在系統內的淹水災情資料庫，未來除了做為加值處理模組分析的資料來源外，也可以提供災害管理相關單位參考使用。
- (2) 加值分析模組相關功能的研發：使用ArcView GIS與Avenue核心工具，發展系統架構內有關淹水災害造成的道路阻斷分析、鄰近空間淹水狀況推論等加值分析功能，以便產生有意義的洪水災害管理衍生圖層，提供災害管理中心進一步的應用；同時，也將開發能夠與既有展示查詢、淹水災情蒐集等模組相連結的自動化支援功能，以形成能夠服務各類型使用者的完整支援系統。
- (3) 資料庫內容之擴充：繼續以台北市為示範區域，蒐集更為詳細的基本地理資料圖層，並透過合理、正確的資料格式轉換程序，形成可以在網路上進行展示查詢的資料項目；同時也將擴充包括土地利用現況在內的其他相關地理資料。在淹水災情資料庫方面，將與防災國家型科技計畫辦公室及台北市政府相關部門聯繫，蒐集過去紙張表格或不同電子檔案形式的淹水災情紀錄，輸

入至本系統淹水災情資料庫，並做為使用者透過本系統回報淹水災情的模擬案例。

- (4) 系統測試與修改：主動邀請防災國家型科技計畫辦公室、台北市政府相關部門人員，共同測試本系統各項功能的完備性與合理性，並根據其使用後的意見進行系統程式之修改。

參考文獻

- 王如意 (1999)，台北盆地及鹽水河流域示範區颱風災害危險度分析（一）期中報告，經濟部水資源局。
- 王如意 (1998)，都會區降雨-逕流模式之研究（一）期末報告書，行政院國家科學委員會。
- 王俊人 (1997)，多媒體軟體使用者界面與互動性之研究，政大資訊管理研究所碩士論文。
- 呂建華、鄭盛宏 (1994)，地理資訊系統與自動化水文模擬，第七屆水利工程研討會論文集，pp.H71-83，海洋大學。
- 林力中 (1997)，網際地理資訊系統之設計，國立交通大學資訊管理研究所碩士論文。
- 施鴻志 (1990)，都市災害資訊系統建立之研究-地理資訊系統之應用，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 79-22 號，計畫編號 NSC 79-0414-P006-15B。
- 孫志鴻，(1991)，空間決策支援系統之研究，中國地理學會會刊，第十九期，pp.145-156。
- 孫志鴻 (1991)，地理資訊系統應用於水資源規劃管理之先驅研究（二），經濟部水資源統一規劃委員會委託計畫(80水科技八.(二).1.(7)-01第084號)。
- 孫志鴻 (1992)，地理資訊系統應用於水資源規劃管理之先驅研究（三），經濟部水資源統一規劃委員會委託計畫(81水科技八.(二).1.(7)-03第091號)。
- 孫志鴻，(1996)，集水區環境評估空間決策支援系統架構之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- 孫志鴻、王能超，(1991)，地理資訊視覺化之研究，地圖，第二期，p.18-24.
- 孫志鴻、詹仕堅、楊明珠 (1992)，水庫集水區水質管理決策支援系統之先驅研究，遙測與地理資訊系統應用研討會論文集，pp.385-410，中興大學。
- 陳珮 (1993)，多媒體使用者介面之評估與實證研究，國立政治大學資訊管理研究所碩士論文。
- 黃正傑 (1997)，應用網際網路提昇企業優勢之探討，國立台灣大學資訊管理研究所碩士論文。
- 國立成功大學防災研究中心 (1999)，水利設施防災與管理系統之建立—以雲林縣為例(II)期末報告，經濟部水資源局。

- 詹仕堅 (1996)，地理資訊系統在區域水資源規劃上之應用，第八屆水利工程研討會論文集，pp.979-986，台灣大學。
- 詹仕堅、孫志鴻 (1992)，地理資訊系統結合水文模式之研究，第六屆水利工程研討會論文集，pp.1015-1027，交通大學。
- 鄒明城、柯允沛、卓胡斌 (1994)，地理資訊系統與洪災預警模式之整合研究，國土資訊系統研討會實錄暨論文集，pp.254-266，內政部。
- 歐善惠 (1999)，海岸災害防救暨永續利用整體規劃 (I) 期末報告，經濟部水資源局。
- 蔡長泰 (1999)，水利設施災害防救系統規劃研究—以台南縣維應用對象 (二) 期末報告，經濟部水資源局。
- 賴進松 (1998)，河川潰堤淹水模式之研究 (一) 期末報告，行政院國家科學委員會。
- 賴進貴、孫志鴻 (1994)，台灣地區數值土地利用資料庫建立之研究，行政院農業委員研究計畫成果報告。
- 賴榮裕 (1994) 從人因面探討使用者介面之設計，國立中山大學資訊管理研究所碩士論文。
- 劉兆玄、蔡清彥、顏清連、許茂雄、洪如江、葉永田、黃榮村 (1991)，台灣地區防災示範計畫規劃報告，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 79-24號，計畫編號NSC 79-0414-P052-10。
- 顏清連、蔡義本、陳亮全、李清勝、許銘熙、林美聆、羅俊雄 (1997)，防災國家型科技計畫規劃報告，防災國家型科技計畫規劃小組。
- 龍運濤 (1995) 人性化空間查詢介面設計—以行為方法為取向，國立臺灣大學地理學研究所碩士論文。
- Armstrong, M.P. and Densham, P.J., 1990, Database Organization Alternatives for Spatial Decision Support Systems, *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol.4(1):3-20.
- Brewer, C. A., 1996, Guidelines for Selecting Colors for Diverging Schemes on Maps, *The Cartographic Journal*, 33(2): 79-86.
- Buttenfield, B.P. and Ganter, J.H., 1990, Visualization and GIS: What Should We See? What Might We Miss?, *Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling*, Zurich, Switzerland, pp.307-316.
- Densham, P.J. and Goodchild, M.F., 1989, Spatial Decision Support System: A Research Agenda, *Proceedings GIS/LIS'89*, pp.707-716.

- Disaster Information Task Force, 1997, 'Harnessing Information and Technology for Disaster Management – The Global Disaster Information Network', Disaster Information Task Force Report.
- Egenhofer, M.J. and Frank, A.U., 1987, Object-oriented Database: Database Requirements for GIS, Proceedings, International Geographic Information System Symposium, NASA, Vol.II, pp.189-211.
- Gilmartin, P. and Shelton, E., 1989, Choropleth Maps on High Resolution CRTs / The Effects of Number of Classes and Hue on Communication, *Cartographica*, 26(2):41-52.
- Hansen, W., 1971, User Engineering Principles for Interactive Systems, AFIPS Conference Proceedings 39, AFIPS Press, 523-532.
- Howard, D. and MacEachren, A. M., 1996, Interface Design for Geographic Visualization: Tools for Representing Reliability, *Cartography and Geographic Information Systems*, 23(2):59-77.
- James, L.W. and Michael, J.A., 1997, "Multi Hazard", Federal Emergency Management Agency.
- Jankowski, P. and Zumbrunnen, C., 1990, A Model Management Approach to Modeling and Simulation of Natural Systems, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland, pp.531-540.
- Kubo, S., 1990, Multimedia GIS on PC, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland, pp.363-370.
- Kessell, S.R., 1990, An Australian Geographical Information and Modeling System for Natural Area Management, *International Journal of Geographical Information System*, Vol.4(3):333-362.
- Lai H. C. and Yang T. C., 1998, A System Architecture of Intelligent-Guided Browsing on the Web, The 31th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 31.
- Lowe, J. W., 1999, Designing an Effective GIS web Site, *Geo Info Systems*, Oct, 36-44.
- Maidment, D.R., 1993, GIS and Hydrologic Modeling, In Goodchild, M.F., B.O. Parks, and L.T. Steyaert (eds.) *Environmental Modeling with GIS*, Oxford University Press. Inc., pp.147-167.
- Moreno, D.D., 1990, Advanced GIS Modeling Techniques in Environmental Impact Assessment, Proceedings of GIS/LIS'90, pp.345-356.

- Morrison, C. and Forrest D., 1995, A study of point symbol design for computer based large scale touris mapping, *The Cartographic Journal*, 32:126-136.
- Murch, G. M., 1995, Color Graphics-Blessing or Ballyhoo(Excerpt), In *Human-Computer Interaction: Toward the year 2000*, ed. M. R. Baecker, pp.442-443. San Francisco, : Morgan Kaufmann Publishers.
- National Research Council, 1999, *Reducing Disaster Losses Through Better Information*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Norman, D. and Draper, S., 1986, *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates.
- Plewe, B., 1997, *GIS Online*, OnWord Press.
- Preece, J., 1994, *Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley.
- Reddingius, N.H. and Finegold, L.S., 1990, Intergrating GIS with Predictive Models, *Proceedings of GIS/LIS'90*, pp.289-298.
- Reisinger, T.W. and Kenney, D.P., 1990, A Spatial Decision Support System for Opportunity Area Analysis on the Jefferson National Forest, *Proceedings of GIS/LIS'90*, pp.733-740.
- Robinson, A. H., 1995, *Elements of Cartography*, John Willey & Sons, Inc.
- Shneiderman, B., 1998, *Designing the User Interface : Strategies for Effective Human-Computer Interaction* 3rd edn, Addison-Wesley.
- Shurtleff, M. and Geiselman, R. E., 1986, A Human-Performance Based Evaluation of Topographic Maps and Map Symbols with Novice Map Users, *The Cartographic Journal*, 13:52-55.
- Sun, C.H., 1995, Applying Geographic Information System Technique in Developing A Environmental Change Database in Taiwan, *GIS/LIS Asia'95*, Bangkok, Thailand.
- Sun, C.H. , Jane, W.L. , and Tsou, M.S., 1994, A Spatial Decision Support System for Environmental Monitoring and Modeling in the Slope Land of Taiwan, *Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series*, No. 14.
- Sun, C.H. , Chan, S.C. and Yang, M.C., 1991, Spatial Decision Support System for Reservoir Water Quality Management – A Prototype Study, *Asian Geographer*, Vol .10. No.2, pp.161-172.
- Sun, C.H. and G.A. Brook, 1988, A Hydrologic Model for Lower Coastal Plain Watersheds, Southeast United States, *Physical Geography*, Vol.9, No.1, pp.15-34.

- Sun, C.H., 1989, Development of the National Geographic Information System in Taiwan, GIS/LIS'89, Orlando,Florida.
- Van der Veen, A.A. and Van Slagmaat, M.J.M., 1990, An Environmental Decision Support System for Local Authorities, Proceedings of 1990 ESRI Users Conference.
- Wadge, G, Wislocki, A. P. and Person, E.J., 1993, Spatial Analysis in GIS for Natural Hazard Assessment, Environmental Modeling with GIS (Eds. Goodchild, M.F., Parks, B. O., Steyaert, L. T.), Qxford University Press, pp.332-338.