

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫五：都市地區地震防災交通資料庫之研究

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2211-E-009-051-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學運輸科技與管理學系

計畫主持人：王晉元

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 11 月 14 日

一、中文摘要

在 921 集集大地震的救災過程當中，可以很明顯發現到在整個過程當中，缺乏一套完整的交通資料庫來作為救災工作的基礎。為了徹底改善這些現象，本研究針對都市地區地震防災交通資料庫之規劃與建立，來進行完整而且詳細的研究。並以南投市為例，根據 921 地震之災情規模規劃資料庫架構並實際建置，再與資料庫維護、資料收集與更新機制進行模擬。

首先以文獻回顧與新聞報導查詢瞭解當時資料來源狀況，做為即時資料收集模擬之依據，並對於資料整合與即時更新機制提出一套方法論，以期在震災發生之紊亂情況中，仍能提供正確可靠之交通資料庫。同時，本研究將根據模擬的結果進行績效評估與敏感度分析，並根據評估與分析結果，對資料庫架構與各項維護機制進行調整或修正，以使研究成果能夠真正落實執行。

關鍵詞：都市地區、地震防災、防災交通資料庫

The 921 Earthquake caused tremendous damages to human lives, properties, and economics. We found the lacking of an up-to-date digital map and transportation database is really a drawback of rescue activities. Thus, the core purpose of this research is to make up the standard procedure and protocols for fundamental database producing and updating, especially when earthquake occurs.

This is a sub-project of a 3-year consolidate project. During the past 2 years, we focus on the analysis of current digital maps and databases, discuss the needs for database from the earthquake perspective, and propose the logical and physical architecture of the database as well as a standard procedure for updating the database when disaster occurs.

The focus of this 3rd year research is to construct the database and implement the updating procedure proposed during the first two years. We use Nan-Tou as our test site. In addition, we will study the efficiency and

sensitivity of the proposed procedures.

Key words : Urban Area, Earthquake Disasters Prevention, Transportation Database.

二、計畫緣由與目的

民國八十八年九月二十一日凌晨一時四十七分發生之集集大地震，是台灣地區百年來陸上規模最大的地震。在此次震災的救災與災後的重建過程當中，我們可以發現基本的交通資料庫可說是救災與重建工作的根本。有完整且正確的交通資料庫，再透過地理資訊系統(GIS)彙整災情資訊並予以空間化的處理與呈現，能使決策者即時的掌握災情的正確位置及狀況，做有效的指揮與調度；同時亦能即時提供道路通阻狀況、可供避難地點等，供救災相關人員做為進入現場、管制、搶修道路等工作之參考。而未來規劃重建道路橋樑時，亦能提供斷層帶等地理資訊，以瞭解如何避開斷層帶與選擇替代道路。

然而國內目前有關交通系統資料庫的建置計畫中，無論在建置的過程、所需資料種類的制定、維護的流程、與實際的應用上，都沒有考慮到與地震災害相關的需求與應用，也因此在本次震災可以很明顯發現到，在整個救災的過程當中，缺乏一套完整的交通資料庫來作為救災工作的基礎，也因此對救災工作的效率產生了顯著的影響。

為了徹底改善這些現象，並構建一真正資料完整之運輸網路資訊系統之交通資料庫，本研究將針對都市地區地震防災交通資料庫之規劃與建立，來進行完整而且詳細的研究。在前期計畫中，我們調查整理現有交通資料庫之建置情形、回顧地震災變管理之相關文獻，並根據各子計畫的研究成果，從中分析出相關之資料需求要項，擬定資料庫之邏輯架構。此外，我們也將針對所擬定之資料庫架構，探討震災發生時資料庫維護、資料收集與更新及實際應用等相關課題，並且擬定具體可行的機制與方案。在本期計畫中，我們將以南投市為例，根據 921 地震之災情規模，將前期計畫中所規劃的資料庫架構，與資

料庫維護、資料收集與更新機制進行模擬。另外，根據模擬的結果，我們亦將進行績效評估與敏感度分析，並根據評估與分析結果，對資料庫架構與各項維護機制進行調整或修正，以使研究成果能夠真正落實執行。

三、研究內容與成果

3.1 道路通阻資訊自然語言處理模式

由於考慮到搶救災害之時間急迫，故本研究以快速便捷為系統發展之基礎原則，將以向量格式(vector)圖檔為系統發展所使用之底圖，進一步將描述通阻點之文字透過字詞拆解功能進入資料庫檢索，由系統自動判斷該描述資訊所屬之描述類別，並依該描述類別所對應的系統定位功能自動定位於地圖上，再將此筆點資訊建置為一筆新記錄，以取代現今人工數化點資料之方式與座標轉換方式。因此，系統之設計需考量各種通報方式(空間位置表示法)，研發自然語言解析技術，並因應發展相對應的空間定位功能，供資訊建置者(公路管理單位)使用文字輸入方式，更便於建置交通網路通阻狀況之點資料。

本研究根據中文自然語言處理流程，設計了道路通阻資訊自然語言空間定位處理流程，整個處理流程以圖 2 表示。首先將輸入描述道路通阻資訊句子的字組做適當的分割找出道路通阻資訊關鍵詞，因為中文字與其他國家文字比較不一樣的地方在於，中文字的「詞」有可能是由一個字或是由許多字組成，不像英文每一個單字便可夠成一個詞，且詞與詞之間還有間隔符號隔開。因此在做中文自然語言處理時，要先找出最適合的字詞分割方式，而由於道路通阻資訊內大部分的關鍵詞為特定名詞如道路名、地標名等詞類，所以透過詞庫比對法便可以獲得很好的分隔效果。因此本研究以詞庫比對法的概念為基礎，並且針對道路通阻資訊的特性，建立了新的關鍵詞搜尋流程，搭配事先建立的道路通阻資訊關鍵詞資料庫，搜尋道路通阻資訊描述句子中特定的關鍵詞，並標示其關鍵詞詞性。例如原始道路通阻資訊為「中山高 11.5 公里」，經由關鍵詞搜尋後的結果為「中山高__道路名、1__數字詞、1__數字詞、. __數字詞、5__數字詞、公里__距離單位」。

完成關鍵詞的搜尋後，系統會將原本結構鬆散關鍵詞組，依照關鍵詞鍊結規則流程，將同類型或是相關連的關鍵詞鍊結起來，合併成一塊一塊的關鍵詞組，作為下一個步驟處理的資料。例如原本搜尋出來的關鍵詞透過關鍵詞鍊結後，其輸出的結果為「中山高__道路名、11.5__數字詞、公里__距離單位」三個區塊。

處理完字串分割與鍊結後，須針對關鍵詞組進行空方位間語意分析，找出違反語意規則的部分，並且透過回饋機制，提醒使用者做出適當的反應。本研究依照各個關鍵詞的詞性關係，設計了一個語意規則資料庫，作為分析各關鍵詞組間組合是否符合語意文法的依據，同時本研究在道路通阻資訊自然語言空間定位處理流程中加入了半自動的學習機制，當系統偵測到有關鍵詞組語意產生錯誤後，會主動提醒系統操作者做出適當的反應，而系統也會自動記錄下系統操作者的動作，下次如果再遇到相同的情況時，系統便會自動判斷做出正確的判斷。

當系統完成空間語意分析後，將結果傳送給空間位置定位器，空間位置定位器會依據特定的定位處理程序，將使用者輸入的空間描述，找到相對應的空間點位資訊，並展示在電子地圖上，完成整個空間位置定位流程。此外本研究也在空間定位系統中設計了學習機制，當系統出現一個以上的空間位置點或是找不到合理的空間位置點時，系統會提示操作者做出適當的選擇，並記錄最後定位結果，讓下一次空間定位遇到相同情形時，系統可以自動做出正確的回應。

3.2 道路通阻資訊自動判斷與整合之模式架構

由資料收集分析所述，震災發生後之主要即時資料來源為：1.警察單位、2.消防單位、3.醫療單位、4.工務單位、5.民間救難團體(包括業餘無線電聯盟)、6.新聞媒體，而這些資料收集管道由於各自獨立作業，其資料內容彼此均有差異，媒體甚至有可能因為搶時效而未善盡查證工作，更可能造成民眾或救災人員誤解，進而影響救災工作之進行。因此如何在眾多資料中判斷其正確性，同時亦能掌握即時

性，為震災資料處理之首要工作。

現階段對於各種來源資料之判讀多由人工進行，由中央或地方災害指揮中心人員先確認資料內容所代表之地點或事件，再經由無線電(行動電話)、電話、網路等方式確認其正確性。這樣的方式先確認資料正確性或精確度才統一發布，可提升發布資料之正確性，但由於以人工進行資料內容判讀，當資料紊亂時易發生失誤，亦無法針對所有資料逐一進行確認。同時，以人工方式進行判讀之速度較為緩慢，當資料大量湧入時，待判讀資料將被迫等候，對於講求分秒必爭之救災工作容易失去即時性。

因此本研究提出自動判斷正確性之概念，將資料正確性之判斷工作由模式自動進行，不僅可提升速度，當資料眾多時亦不致造成人為錯誤。自動判斷之架構如圖 7 所示。

本研究發現模式在判斷正確性時需進行不同來源資料內容之比對，但資料的敘述方式因人而異，對於敘述方式不同但均指同一件事之資料，由人工方式判讀可輕易了解資料內容所代表之意義，若欲經由模式自動判讀，則必須發展一套方法以整合不同敘述之資料，才能避免將不同敘述但意義相同之資料視為相異。以下將針對自動判斷流程與資料整合方法加以說明。

由模式自動判斷正確性之概念是由各種資料來源之可信度做為判斷依據。可信度可分為兩項測度標準，一項是資料來源本身之可信程度，例如災害指揮中心提供之資料有較高之可信度，而媒體報導內容之可信度則較低；另一項為同一資料來源管道對於同一事件相同描述之重複程度，例如有四家媒體報導某處坍方，其資訊重複程度即為 4 次。一般而言，資料提供者之可信度若較高，只要少數重複程度即足以採信，但資料提供者之可信度若較低，其重複程度必須超過某一門檻才能獲得採信。模式依此概念之進行流程即為圖 7。

首先將各種來源之資料分類，依類別不同給予不同之可信度，再經由前述之自

然語言處理方式分析資料之空間區位。之後，計算同一分類相同事件之資料筆數，與各分類門檻值比較後，篩選出足以採信之事件，準備更新防災交通資料庫。

若資料庫中已有同一事件之資料，首先比較其描述內容是否相同。相同則該事件之描述內容不需更新，但仍需比對分類之優先權(可信程度高低)，使儲存於資料庫中之資料，其分類均為目前為止優先權最高之資料，意即該筆資料描述之可信程度。若描述內容不同，則先比較資料庫與本組資料分類之可信程度，只有可信程度較高者才可取代舊有資料；另外，若本組內各筆資料之事件描述有不同，則列出所有描述，由管理人員選擇其一更新資料庫。

若資料庫中並無同一事件資料，則僅需比對該事件內各筆資料事件描述是否相同。相同時可直接更新資料庫，而不同則由管理人員確認。

對於不同敘述資料的整合，常用之比對方式為「完全比對」，也就是只有敘述內容完全相同之資料才視為相同，但此方法對於道路通阻資訊並不適用，這是因為語言與文字表達時，常可以不同敘述方式描述相同事件，而道路通阻資訊的通報來源皆為獨立，對於同一事件之描述更難完全相同，因此完全比對的方式無法應用於道路通阻資訊通報。

本研究發現，對於不同敘述方式來描述同一事件，自動判讀並非易事，但人工判讀卻可輕易瞭解其涵義。這是由於電腦世界以 0 與 1 的組合為主，0 與 1 的組合方式不同，其代表的意義便不同，但語言與文字所表達的意義並非 0 與 1 的組合，其間有許多的模糊地帶。由模糊理論的觀點來說，若能將語言與文字的模糊地帶轉換為數值，便可透過數值計算其相似度，做為資訊比對之用。

例如「台 14 線 50 公里處坍方」與「14 號省道在 50.1 公里的地方沒辦法通過」，前者表示方法較為正式而後者較為口語化，其中「坍方」與「沒辦法通過」在意義上的相似度其實很高，假設「坍方」在可否通行的數值為 0.2，「通過」的數值為 1，那麼「沒辦法通過」即為「通過」的

否定，其數值為 0 與「坍方」接近，可視為相似。亦可額外設一門檻值，當相似筆數達到某一程度視為相同敘述。

另外，類神經網路之概念亦可用於資訊整合。類神經網路是利用許多已知結果之資料做為輸入，觀察其輸出與實際值之差異，再透過回饋機制校估參數，使其輸出能符合輸入資料應得之結果。利用這項機制，我們可以輸入許多相似或相異之資料使類神經網路「學習」，未來便可將欲比對之資料做為輸入，以類神經網路自動比對，做為資料整合之相似度比對之用。

未來本研究仍將持續對各種資料整合方法論進行研究，並於模擬時選擇數種方法論實作，透過模擬結果之精確度檢驗比較各種方法之優劣，期能在震災發生之紊亂情況中，即時提供正確可靠之交通資料庫，供其他子計畫配送路線、救災路線與避難路線規劃之用。

四、結論與建議

4.1 結論

1. 本研究藉由回顧各國防救災體系與防救災基本計劃，與相關交通設施災損緊急搶救與復建體制之研究，分析各階段重要工作內容中之相關交通資料需求，並且回顧目前國內交通網路電子地圖與資料庫之建置現況，探討資料需求與供給之間的差距，並由此訂定都市地區地震防災交通資料庫之完整架構。
2. 本研究針對震災發生時所需之資料特性，將震災發生前後有明顯變化，以及對於救災工作有即時性需求之資料欄位予以提出，做為都市地區地震防災交通資料庫實際建置之用。
3. 本研究針對修訂後之資料庫欄位架構，根據資料庫設計原理，將其規劃為關聯式資料庫模型，並依此擬定資料庫之邏輯架構。
4. 在震災發生前資料可取得性驗證方面主要透過電話或實地訪談方式，向南投市相關單位進行資料查詢與收集的工作，調查每個資料表格中各項資料的來

源管道。

5. 在震災發生後應立即收集與更新之資料項目方面，可分為：1. 民眾受災、死傷與失蹤人數、建築物全倒、半倒數目，2. 交通路網(道路與橋樑)通阻狀況，3. 搶修救援機具與通訊機具現況，4. 六大防災空間(醫療場所、警察單位、消防單位、避難場所、配送中心與運輸場站)狀況及參與救災所能動員之能量等四大類。
6. 經由本研究分析結果可知在 921 大地震發生後，真正發生作用的資料收集管道包括：1. 警察單位、2. 消防單位、3. 醫療單位、4. 工務單位、5. 民間救難團體(包括業餘無線電聯盟)。
7. 由於目前之道路阻斷通報仍是以文字敘述為表達方式，並作表單式陳列供民眾查詢，其描述道路上某空間位置的文字敘述已提供相當的空間意涵，且目前已發展建置之道路空間圖層相當完善，因此本研究提出自然語言處理模式，直接由電腦讀取描述文字，經過資料庫之搜尋檢索與網路分析之功能，確實定位於實際地點並加以展現。
8. 由於資料收集管道缺乏橫向整合與事前規劃，因此本研究對於資料整合與即時更新機制提出一套方法論，以期在震災發生之紊亂情況中，仍能提供正確可靠之交通資料庫。

4.2 後續研究內容

1. 由於就整個災害發生的時序與救災行為而言，道路系統是首先發揮功能的第一線救災空間系統，其它救災系統是否能發揮功效，都需藉由道路的正常運作方可達成。因此，本研究將 921 地震時之災情規模為參考，以交通路網通阻狀況為後續研究之範圍，探討相關資料收集與更新之方式。這些資料收集與更新方法的建議，將針對 921 地震時資料收集之缺失加以改進，並且以國內現有可行之技術與資源為基礎，希望能在地震發生時加以落實。
2. 本研究將對所規劃的都市地區地震防災交通資料庫欄位架構進行實作，收集所有相關資料，實際建置交通資料庫。

但是，由於受限於研究時程與經費，資料庫建置的範圍無法涵蓋全台灣。因此本研究將配合其他子計畫，以南投市為研究範圍，進行資料收集與資料庫建置工作。

3. 本研究中將以 921 大地震的災情規模為依據，來進行整個資料收集與資料庫更新過程模擬。整個模擬的內容大致包括：1. 根據 921 大地震的規模，假設地震發生的程度與災情，2. 從各種管道收集資料，3. 資料判讀與資料整合，4. 即時更新資料庫，5. 其他子計畫實際應用之配合。
4. 在經過模擬地震發生時資料庫維護與更新的過程後，本研究將對整個流程與機制進行績效評估。在效率評估的工作內容方面主要可分為以下四個部分：1. 各個資料來源管道的資料收集效率，2. 資料判讀與整合的效率，3. 資料更新的效率。
5. 在精確度分析方面，本研究將對地震發生時由各種管道所收集到的資料與災後報告紀錄進行比對，以瞭解本研究所建立的機制與方法是否正確可行。
6. 在地震發生時要收集百分之百精確的資料，可能需要花費較多的時間與成本，在資料取得效率方面會有若干影響，若要在短時間內迅速獲得資料，則資料的精確度便要有所取捨。也就是資料取得的效率與資料的精確度之間存在著抵換(trade-off)關係。因此，本研究將進行敏感度分析，以瞭解資料精確度與獲得資料之效率間之關係。
7. 如果有其他子計畫願意配合本計畫進行測試，本研究將嘗試建立都市地區地震防災資料庫之示範性系統。此一示範性系統將包括整個資料庫欄位架構規劃，資料庫建置與維護，以及地震發生時之資料收集、更新與存取、應用等過程。如果經費與時程許可，這些資訊亦將透過網頁建置公布，作為地震防災、救災教育宣導的參考教材。

五、參考文獻

1. 李泳龍、葉光毅等，921 大地震對地區

道路阻絕影響調查報告—以東勢鎮為例，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。

2. 陳建旭、陳偉全等，評估道路受地震作用下之反應，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。
3. 陳春益、蔡明志等，國內救災物流體系之建構，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。
4. 許添本、呂獎慧等，地震救災最小風險路徑產生模式之建立與應用，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。
5. 羅孝賢、莊世奇，震災疏散行為之研究—以 921 集集大地震為例，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。
6. 李克聰，因應震災大眾運輸即時疏散系統之規劃設計，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。
7. 王晉元、盧宗成，都市地區地震防災交通資料庫系統架構之規劃，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。
8. 吳水威等，都市地區地震災害交通系統緊急應變課題之研析，「都市地區地震防災交通系統之研究」八十九學年度期末研究成果研討會論文集，民國 90 年 7 月。
9. 周韻環、曾守正，資料庫系統應用實務，儒林出版社，民國 89 年。
10. 陳清泉、邱昌平、黃玉寶、謝和綱，「台北地區地震前及震後調查研究」，國立台灣大學工學院地震工程研究中心，民國 74 年八月。
11. 邱昌平，「台灣地區地震災害之防範與應變對策」，國立台灣大學工學院地震

工程研究中心，民國 74 年七月。

12. 許添本，「921 集集大地震之交通衝擊與交通應變系統」，都市交通季刊，第十四卷，第四期，9-21 頁，民國八十八年十二月。

13. 林峰田，「從資訊需求者的角度談資訊供應—921 集集大地震 GIS 支援作業之反省」，國土資訊系統通訊，第三十三期，民國八十九年三月。

14. 國家地震工程研究中心，「921 災情調查總結報告—第十一章資料庫建置及資料分析與災情資訊管理系統之發展」。

15. 張益三，「都市防災規劃之研究」，國立成功大學都市計畫學系，民國八十八年六月。

16. 交通部運輸研究所，「國土資訊系統交通網路核心資料庫建置」報告書，民國 88 年。

17. 林大煜，「交通設施災損緊急搶救復健體制」，921 大地震災後交通設施強化與重建研討會論文集，民國 88 年。

18. 康訊科技股份有限公司，「製作台灣地區 2000 年版交通網路數值地圖」工作計畫書，民國 89 年。

19. 向殿政男，「Fuzzy 理論入門」，中國生產力中心，民國 80 年。

20. 葉怡成，「類神經網路模式應用與實作」，儒林圖書有限公司，民國 82 年。