

都市地區地震防災交通系統之研究(II)

子計劃四：地震救災機動式智慧交通管理系統之研發

計劃編號：NSC90-2211-E-002-065

執行期間：三年期（第二年：90年8月1日至91年7月31日）

計劃主持人：許添本 臺灣大學土木工程學研究所副教授

一、摘要

關鍵詞：地震、交通管理、地理資訊系統、路徑選擇、即時

地震災害發生難以預知，易造成大量的人員及財務損失。以台灣 921 集集大地震為例，政府與民間均投入大量的人力及物力，極力搶救災區，尤其各種救援物資及救難人員源源不絕進入災區，但因道路阻斷及缺乏完善的交通管理系統提供災區即時的交通資訊與明確的替代道路，並對援車輛作調派，使得各地擁入的人員及車輛皆受困於路段中，不知該往何處？不但也造成各路段擁擠嚴重，降低道路的功能同時也延誤了搶救時效。本研究，首先利用行動數據無線傳輸的功能結合地理資訊系統空間分析的功能，將各地回報的交通災情資訊作即時顯示，並進行進一步的分析，以即時產生救援路線，供研擬交通管制策略之參考，可作為交通主管機關進行相關地震救災交通管制時作業平台。再利用 GPS，GIS 與行動通訊數據結合，對救援車輛進行遠端監控，同時接收即時道路資訊，並可依即時的需求對救援車輛作調派，以掌握搶救時效、提高救災效率。

Abstract

Key words: Earthquake, traffic management, GIS, routing, real-time.

The great earthquake will cause a very huge damage. The traffic situation experienced in chi-chi Taiwanese earthquake, ML:7.3, 1999. was very chaotic during the rescue

period. To develop an effective traffic management system for post earthquake rescue traffic is the very necessary. This paper presents a mobile traffic management system using a real-time traffic routing concept. Furthermore, because of the damage of a traffic system by collapsed building, fault rapture, landslide, and falling bridge, the capacity of a traffic system is reduced and unreliable. The routing of rescue traffic should be able to adapt of the network carry of this. Therefore, to create a smart traffic management system is important for leading the rescue traffic to reach the destination reliably and dynamically. This paper presents a routing model based on a platform established with GIS, which can catch the traffic system situation real-time.

二、研究緣起與目的

地震災害發生後，對於交通系統以及環境的破壞皆具有相當之影響。以 1999 年的 921 集集大地震為例，在地震之後災情不斷傳出的同時，我們迫切需要運輸系統所賦予的避難及救災之功能。大批救災物資與人員皆欲前往災區，而使得僅存通行的道路交通量過大，而嚴重阻礙了救災效率。此時，交通路網受到地震破壞而阻斷，而救援之需求又分散，因此便需要整體的交通指揮及管制作業以配合救援行動。而此時之交通管理不應只是被動式的等候災情的傳出，更該具有機動性的積極蒐集資訊，並且主動的出發以使得救災的動作得以更積極的完成。因此，本研究在為了建立機動式的救災交通管理系統的前題之下，針對救災時之路徑產生問題加

以探討。由於當救援車輛出發之後，所獲資訊有限，大多只能憑藉經驗行駛於道路等級較高之路線。然這些較為人熟知的主要幹道，一則湧入避難車輛及其他非常態性車輛，例如訪視親友、救災旅次，致使交通需求過大，而使得有緊急進入災區之車輛無法即時到達，其他較不緊急之旅次亦會受到延滯，深切影響到救災之效率。

更且大地震發生的同時，許多造成道路之毀損、邊坡倒塌、橋樑斷裂，甚或建物崩毀而阻段道路。此時救災車輛出發後亦可能因中途道路之阻斷狀況的改變而受阻，進而延誤救災時效。故若能掌握即時之道路資訊，並提供救災車輛即時的救援路徑，即能提供救災車輛較安全且中途不會受阻之救援路徑，如此可提高救災之效率，減少傷亡。目前地震相關之研究，多偏重於地震前的救援路線規劃，無法即時反映道路狀況，因地震或餘震及搶修過程的適時變化。縱使考慮了路途中之道路屬性的變更，將之以某種風險或旅行成本方式納入考慮；但對於救援車輛而言，它可能已行駛於預定路程上，若途中一階段之阻斷，救援車輛受阻，且之後救援車輛將折返嗎？折返後應該朝何行走方得接近救援目的地？將面臨新問題。一則原本該車將去救援之處無法獲得援助，再則又多出另一需要救援之處；此無疑在地震後緊要的救災時間之浪費。有鑑於此，本研究將建構一系統，以使得救災車輛能時時應變且能以最具效率之方式安全抵達目的地。

三、研究範圍與內容

本研究綜合了集集大地震時南投地區的交通運輸狀況進行了解，以整合地震對於該區的交通運輸之影響的幾項重要問題，而此類的受阻情形也將是救災路徑選擇時的重要考量，以作為本研究系統建立之考量。故下列將針對地震交通受損之相關問題作為探討，其次再根據交通受損的衝擊與檢討之中找出救災路徑選擇的相關重要問題。

本研究將建構一系統，以使得救災車

輛能時時應變且能以最具效率之方式安全抵達目的地。為了能達到即時反映道路狀況，並即時調整救援路徑，此一系統包含：

- 在道路隨時有阻斷的情況下，提供救災車輛最佳之救援路徑
- 提供以行駛於原定救援路徑之救災車輛，即時調整應變之後續救援路徑。
- 建立一地震救災交通管理系統，使之得藉由結合地理資訊系統、全球衛星定位系統以及通訊系統，於災害發生後蒐集道路資訊以提供最適與最新的救災路徑選擇。

四、研究方法

本研究首先依據地震救災路徑選擇所須之考慮因素建立一個救災路徑選擇模式，此一模式考慮地震可能造成之阻斷機率與阻斷程度，當作路徑安全的風險指標，並且考慮地震之後，道路所須之旅行速度，亦即旅行時間的變化情形，當成效率指標，將兩者以效用函數加以組成，當作最適路徑選擇之基礎，

在上述之救災路徑產生之後，即可做為由起點 O 出發，派遣救災車輛前往目的地 D 的參考依據。由於車輛出發之後，可透過 GPS(衛星定位)及通訊技術，或者無線電聯絡以確定位置。當搶修道路之狀況或新的災情傳回交通管理中心之時，可以即時更新路網狀況。然後，重新進行最小風險路徑分析，可以由此車輛所在位置，及所取得的新的路徑經過比對，再重新確定其是否應更改路徑。若道路無新的阻斷，可以採原來路徑繼續前進；本研究建議暫時不考慮旅行時間的中途變化；除非有重大事件發生在前方路段。此可視為新的阻斷發生來處理。

地震發生後如何妥善運用資源、而以最有效率、最安全的方式完成整個救災的工作，便需要有完整的救災體系。由於運輸網路擔負起救災及運送民生物資的雙重任務，因此交通系統的搶修與管理的工作，為救災體系中的首要目標。因此，本研究將研擬一救災交通管理系統作業基

本架構。

救災交通管理系統最重要即是交通管理策略的決定與救災路線的決定，本研究結合地理資訊系統強大的空間分析與資料整合能力，建立交通管理系統的決策核心。另一方面，為了有效的掌控救災車輛的位置，本研究利用其行車追蹤系統，掌控所有救災車輛即時位置與行車狀況。以下就這二部分作較詳細的簡介：

(一)救災路線與交通管制策略決定系統

地理資訊系統自 1960 年代發展備至今，各種資料處理、分析、展示功能等技術大致成熟，各種應用軟體也相當完備。台灣自引進以來，受到學術單位與政府部門的重視，在各種不同領域的應用也相當廣泛。尤其在 921 大地震後，各界更了解到地理資訊系統是災情資訊彙整的最佳工具與災後復原的最佳依據，因此目前正有許多結合地理資訊系統，利用地理資訊系統在空間分析與資訊整合的優越能力發展地震緊急救援與災後重建相關系統的建置。本研究為利用地理資訊系統強大的空間分析功能及結合運輸規劃的需求，故選擇 TransCAD 系統作為分析的基本平台。建構的過程及分析的程序。簡要述敘如下：

1. 基本圖檔及屬性資料檔的建立
2. 路段旅行時間及延滯的產生
3. 路段總效用值的產生
4. 最適救災路線或替選道路的產生

(二)行車追蹤系統

利用 GPS 定位系統的行車記錄器及無線通訊介面模組，加上及時監控系統及行車記錄器後分析系統二套軟體所組成。其中行車記錄器內含記憶體，結合 GPS 定位系統，記錄車輛的位置(經、緯度)瞬間速度，可利用無線通訊介面即時傳送車輛的位置

最後結合救災路線交通管制策略決定系統與即時行車追蹤系統，將即時行車追蹤系統中獲得的路網即時資訊，更所救災路線交通管制系統的資料庫，即得立即產生新的救災路線及交通管制策略，提昇救災的效率。

為了將上述由民間開發之產品裝置於一個交通管理中心之中，本研究構想出，以一輛配有完整配備的智慧車，稱為交通管理智慧車，可當成一個機動式的交通管理中心，並將 GIS 及各項通訊與電腦作業平台設置其上，使之與救災指揮中心及其他相關單位形成一個關連架構。此一救災交通管理智慧車即成為本研究欲發展的核心系統。

此一芻型的測試利用台大土木研究所交通工程實驗室及交通工程實驗車，另配合一輛小汽車作試驗，以交通工程實驗室設為虛擬的救災指揮中心、交通工程實習車為本計劃的救災交通管理智慧車，小汽車則為救災車輛

在試驗的過程中，救災車輛只作單向傳送車輛的位置及行車的速度等資料至救災交通管理智慧車及救災中心，而救災交通管理智慧車及救災中心可在即時監控系統中收到救災車輛回傳的資訊並顯示出其所在位置，並依其回傳的資訊更所救災交通管理決策系統資料庫，並產生出新的救災路線及管制策略，並透過行動電話對救災車輛作調派。

而救災交通管理智慧車與救災中心則可利用雙向的行動數據傳送，作資料的交換，救災中心更可透過即時監控系統得知救災交通管理智慧車的位置，進一步對救災交通管理智慧車作指揮與調派。

整個系統在救災車輛或勘災人員與救災智慧車及救災指揮中心回報的方式可以有三種：

1. 救災車輛或勘災人員單使用行動電話用語音回報，不回傳數據，中心再由專人將回傳的路段資料作更新，中心再依決策系統的產出結果以行動電話作指揮及任務的指派。
2. 救災車輛或勘災人員同時採用行動電話與行動數據將路段資料回傳至中心，但回傳的資料不直接進入路段屬性資料庫，需經過專人的篩選後，再作路段資料的更新。而中心對救災車輛或勘災人員的指揮仍以行動電話作指揮、調派。

3. 救災車輛或勘災人員同時採用行動電話與行動數據將路段資料回傳至中心，但回傳資料的格式由系統預設，中心再收到回傳資料後立即對路段屬性資料作更新，不經由專人的篩選後輸入。而中心對救災車輛或勘災人員的指揮仍以行動電話作指揮、調派。

其中救災車輛或勘災人員回報的資料格式分為路段編號、阻斷情形、搶修等級三大項。勘災人員在填寫完後，此資料即可傳完交通管理中心。

這其中所需設備可能包含有通訊設備、行動數據的傳送，資訊系統方面包含有電腦及相關設備及借用地理資訊系統與電子地圖之配合。而系統運作之方式，可藉由各救災車輛以及人員利用通訊系統將路段擁擠情形、人員財務損失情形傳回救災指揮中心。此外也可以將道路阻斷、搶修情形利用通訊系統傳回至交通主管單位。

由於各種定位技術，各有其優缺點，及其應用上的限制，以本研究而言，地震救災交通管理智慧車必須完全自主，不能太依賴其他的設施，因此在定位系統的選擇上，使用 GPS 是較為可行的。目前 GPS 的精度已可達十幾公分的誤差，精確度相當的高，因此無論在成本與精度的考慮，皆以 GPS 為最佳的選擇。因此本研究即以 GPS 系統作為定位系統的選擇。救災交通管理系統最重要的就是交通管理之策略與救災路線之決定，本研究則結合地理資訊系統強大的空間分析與資料整合之能力，建立交通管理系統的決策核心。在透過通訊系統及 GPS 接收器，將相關的資料訊息傳回監控中心，將即時的車輛位置、速度、以及行經路線傳會監控中心。如此則可建立各路段的交通基本資料，以更新監控中心的交通資訊資料庫，以配合而得因應的交通管制策略及救災路線之決定。

五、結論與建議

本研究藉由集集大地震隻經驗檢討現有交通管理之缺失，並已先進技術建立

機動式之救災交通管理系統，以屏除過去管理中心無法因地制宜之缺憾。而未來不論是應用於地震災害或是其他自然災害，此機動式之救災交通管理系統，則不受地域限制而得以發揮，以加速救災效率、並減少傷亡之發生。

而本研究中的救災路徑之選擇，亦得配合交通資料進行更新，以達到最佳目的。此外，緊急救護車輛則重於旅行時間之最大效用，此與一般救災相關車輛，如物資、人員運送、工程車輛，強調之目的性略有不同，因此則將之最佳路徑設以風險控制為主。

以電腦輔助系統之概念，結合地理資訊系統、全球定位系統、通訊技術以及路網指派模式來建構機動式的救災交通管理中心。而相關技術設備皆已發展成熟，則透過時地測試應得達成預期功能。

參考文獻

1. 陳亮全等，「中央曾及防救災機構、相關法規及其運作之探討—以美國、日本及我國為例」，民國八十八年三月
2. 國家地震中心，「921 集集大地震勘災報告」，1999 年 12 月。
3. 陳亮全，「都市地區土地使用與實質空間結構對震災災害形成之影響」，台大土木研究所都市計畫研究室，1988 年。
4. 日本東京都，「日本東京都建築地震災害危險度評估法」，1972 年。
5. 林益滄，「強震下公路運輸系統可靠度與應變措施之研究」，國立成功大學交通管理研究所碩士論文，1987 年。
6. 吳水威、周宜強、郝道玲，「建立都市震災救援道路路網系統方法之研究」，1990 年。
7. Cornell, C., Engineering Seismic Risk Analysis, Bulletin of Seismological Society of America, Vol. 58, pp. 1583-1606, 1968.