

## 地震災區黃金救難時間行動資訊系統

### A Mobile Information Management System for Disastrous Earthquake Emergency

連耀南(Yao-Nan Lien)，蔡子傑(Tzu-Chieh Tsai)，張宏慶(Hung-Chin Jang)

國立政治大學資訊科學系

#### 摘要

當大型災難發生時，必須將受困於災難現場的人員在72小時內搶救出來，否則生還機會極為微弱，因此災難發生之初最重要的救難工作之一，乃在有效率的整合及分配所有救難資源，以發揮最高效率搶救受困人員。如果發生類似 921 集集大地震的大規模災難時，交通、通訊、維生系統均遭到嚴重破壞，如何將有限的救難資源在最短期間內以最恰當的方式分配到最需要的地方去，以及提供特定災區內救難相關通訊及資訊系統協助救難工作，便成為一個非常重要的問題。我們設計一個地震災區黃金救難時間行動資訊系統建構於「群組行動電腦網路」上。本系統在傳統行動通訊系統癱瘓時可提供即時的通訊及救難資訊的管理。

關鍵詞：行動計算 無線區域網路、行動數據網路

#### 、簡介

當大型災難發生時，必須將受困於災難現場的人員在72小時內搶救出來，否則生還機會極為微弱，這段時間稱為「黃金救難時間」。在 921 集集大地震中我們學到一個很慘痛教訓：

##### 1.1 黃金救難時間通訊資訊溝通不良，喪失救人良機

在災難發生急需搶救受困人員的黃金救難時間內，由於通訊聯絡不良，資訊缺乏，資訊無法交流等諸多因素，導致救難工作缺乏效率與救難資源之嚴重錯置，因而喪失了很多可以救人一命的機會，許多生靈因資訊溝通不良而喪失即時獲救之機會，令人扼腕。茲舉數例如下：

大部分的全國性救災資源都投入於震央南投地區，而傷亡人數最多的台中縣東勢、石岡、新社地區，卻因通訊中斷而遲至數天後才得到地區外的支援，令人扼腕。主事者只是被動的依靠媒體提供的片面災情資訊，或仰賴瀕臨癱瘓的各級通報系統回報災情，而沒有運用現有資訊技術協助救

災資源之整合及分配，實在難以自稱「資訊大國」。

國外具特殊專長與特殊救難器材之救難團體被分配到不適當的災區，而急需支援的地方卻得不到救援。例如配備搜尋生命跡象精密儀器的團隊竟被送到已知無生還者的災難現場，徒然浪費寶貴的救難資源。

在某些倒塌大樓現場，各救難團體因通訊協調困難，導致救難能力互相抵銷之負面作用。例如某個團隊要利用超高靈敏度之聲納系統收集受困人員之微弱心跳聲音，現場必須維持靜音降低背景雜音之干擾時，其他團隊卻在進行爆破，或挖掘工作（豐原市十餘層高之永照大樓攔腰折斷倒在馬路中間，而救難人員在大樓兩側奮力搶救，卻被倒塌的大樓分隔成兩邊，彼此無法溝通）。

遠道來投入救災的醫療人員因集中於災情輕微之地區而過剩，而嚴重受創急需醫療人員之地區卻無法得到支援。有些地方有醫療人員卻無足夠之消耗性醫療器材，如繃帶，注射針筒等。

費盡千辛萬苦從倒塌房屋中搶挖出來的傷者因無法即時徵用救護車而耽誤送醫時間，以致以輕傷致命，殊為可惜。

有些醫院人滿為患，而某些醫院仍有空床，救護車輾轉送院，耽誤就醫時間。

交通系統嚴重受損，救災車輛盲目自尋道路，以致有限的交通資源被堵塞，嚴重影響救災資源之輸送。

維生資源不符所需且分配不均，例如泡麵衣服過剩而帳篷奇缺。有人挑嘴，卻有人嗷嗷待哺。過剩資源除了無法物盡其用之外，更引發排擠其他資源之負面影響。例如浪費搬運及整理之人力，以及交通運輸等資源。

由於交通之嚴重受損，錯置之救難資源投入某災區之後，很難退出，再即時分配到

其他有需求之災區。

## 1.2 黃金救難時間內災區之通訊問題

在 921 集集大地震中我們赫然發現，原以為比固網電話更能應付緊急情況的行動電話竟然不堪一擊，無法支援災區緊急應變之需。影響行動電話可用度的諸多因素如下：

基地台遭強震摧毀。

基地台連接公眾網路的固定網路線路損毀，（災區道路橋樑柔腸寸斷，電信線路豈能維持無恙？）

基地台或交換機房因電力中斷且備用發電機因油料告罄而失去電源。

基地台或交換機房所需冷卻水供應中斷，而儲水桶遭強震震毀，機房因高溫而停機。

手機電池因電力中斷無法充電。

倖存之通訊系統因區外湧進之大量話務而擁塞癱瘓，無法應急。

以上所列任一事件發生即足以癱瘓災區的行動通訊系統，由 921 集集大地震中多數災區內之行動通訊系統全面中斷即可印證其脆弱性。由於受到諸多外在因素的連累，建造強固的基地台與交換機房仍是無濟於事，無法大幅提升系統可用度。

在沒有行動通訊系統的支援下，救難工作只能靠原始的面對面方式進行溝通，無奈因地形阻隔，交通不便，效率極差，甚至同在一棟倒塌大樓之各團隊都無法面對面溝通。

### 、黃金救難時間緊急救難資訊系統

如果發生類似 921 集集大地震的大規模災難時，交通、通訊、維生系統均遭到嚴重破壞，如何將有限的救難資源在最短期間內以最恰當的方式分配到最需要的地方去，以及提供特定災區內救難相關通訊及資訊系統協助救難工作，便成為一個非常重要的問題。我們設計一個地震災區黃金救難時間行動資訊系統建構於「群組行動電腦網路」上[1]，如圖一。本系統在傳統行動通訊系統癱瘓時可提供即時的通訊及救難資訊的管理。一個理想的緊急救難資訊系統可提供的支援舉例如下：

救難主事者可以主動根據即時及既有資料研判各地災情，據以整合並分配救難資源，以免出現類似 921 地震中所出現的東勢地區受到忽略的情況，錯失救人良機。例如：比較氣象局提供之即時地震測報系統所提

供之即時地震強度資料與資料庫中的斷層分佈圖、人口分佈、地區建築特性、與地質資料，全國救災指揮中心即可據以研判各災區受損之程度分佈，供救難資源主動分配及調度救難資源之用，避免資源之錯置與浪費。例如：東勢地區位於車籠埔斷層、人口密集，舊街多為土磚老舊房屋，將氣象局所提供之即時地震測報系統所測得各地震度，與這些資料做比較，不難研判斷層沿線各人口密集地區的災情，不必被動等各級通報系統回報。此外，也可在災區中使用本系統，提供更為詳細之災情研判。921 地震中，台中縣的中橫山區死傷慘重，即使東勢鎮內於數天後得到外界支援，很多山區仍然因災情無法傳出而得不到即時的救援。本系統應可提供救難人員主動研判地區性的受災地區災情。圖二是一個離形系統的 ER 圖。

整合與分配醫療資源讓寶貴的醫療資源能發揮最大之功效。圖三與圖四是一個離形系統的查詢畫面。

整合與分配特殊救難器材與能力資源，例如：礦坑坑道架設專家、救難犬、聲納、紅外線、地鼠隊、大型吊車、鋼筋油壓剪氣氣等。

整合與分配維生資源。

可提供無線網路電話在本系統涵蓋範圍內提供語音通訊。

### 、群組行動電腦網路

在缺水缺電通訊中斷之下，我們所建構的行動資訊系統可以架設在我們所研發的「群組行動電腦網路」上。群組行動電腦網路係一種具無線網際網路接取能力之無線區域網路，在本網路中的行動群體使用者可在低速行動中使用電腦網路，並可獲得相當程度的多媒體資訊服務。這個系統將結合衛星通訊、行動數據通訊及無線區域網路，以構成一個複合型隨意行動電腦網路。使用者將可透過寬頻的無線區域網路與群組內的使用者互相溝通，或使用 Mobile Gateway (to be explained) 內部所提供的多媒體資訊服務，並可透過 Mobile Gateway 接取網際網路。除了可支援救難現場之行動資訊系統之外，此種系統尚可支援其他的應用，例如戰場之行動電腦網路與行動警政資訊系統。本系統包含三種網路元件與兩種行動電腦：

隨意型無線無線區域網路(Ad Hoc Wireless LAN)

行動數據通訊網路接取設備

衛星通訊接取設備 例如 Direct PC 或 VSAT)

Mobile Clients (MC)

Mobile Gateways (MG)

其中，Mobile Clients 即為一般使用者所使用之行動電腦，並配備無線區域網路能力，例如 notebook PC 或 PDA，對於無線區域網路而言，這些 MC 就是 mobile hosts。Mobile Gateways 為高階之行動電腦，其作用類似基地台，除了能支援無線區域網路之外，並具有伺服器能力以及連接行動數據通訊網路與衛星通訊之能力。對於無線區域網路及行動數據通訊網路而言，Mobile Gateways 都是他們的 mobile hosts。在 MG 內可配備大容量儲存空間，儲存非即時性的多媒體資訊。各個 MC 可就近獲取 MG 中的多媒體資訊服務，若為擷取少量即時資訊，則可透過 MG 經由行動數據通訊網路為之，由於目前行動數據通訊網路頻寬較低，較適宜提供文字型之通訊，此外行動數據系統也有可能隨著行動通訊系統之癱瘓而癱瘓。此時可透過緊急通訊系統或臨時架設之小型地面衛星接收器 (VSAT) 為之。

#### 四、各系統之可用度分析

市面所供應中的緊急通訊系統有 Motorola 的緊急行動通訊系統及可攜式 VSAT 衛星通訊系統，但是由於下面的因素，所能提供的協助有限：

Motorola 的緊急行動通訊系統，造價昂貴（每套系統以百萬美元計價），全國僅能提供數套備用，無法支援大規模災難之用。每套系統所能提供之手機也因造價昂貴，數量有限，僅能提供少數高層關鍵人員使用。再者，此種系統之操作需要事先經過短期訓練，在緊急時無法臨時訓練足夠的操作人員，有再多的設備也是枉然。

VSAT 衛星通訊系統僅能提供單點固定位置使用。

我們所提供的行動電腦網路可克服上述困難 支援黃金時間緊急救難資訊系統之用：

本系統內部 Intranet 不需依賴任何行動通訊系統，全部以行動電腦配備無線區域網路組成 Intranet。

而行動電腦之電池所需充電電力不多，以一個小型可攜式發電機即可應付一組系統使用，而所需油料不多，即使災區油源供

應中斷，也可抽用汽車油箱內之油料即可應付。

本架構可在 Mobile Gateway 上配備 VSAT 或 Direct PC 直接對外通訊，即使一般行動電話系統斷訊，亦能保持對外網路之暢通。

本系統所需之行動電腦極為普遍，不需特殊規格，我國民間將普遍擁有行動電腦，常備救難單位不需耗費大量經費儲備大量電腦，平常只需準備罕用零件，系統軟體，及資料庫。當災難發生時，可徵用民用行動電腦，裝上其他必要配備，灌入系統軟體及資料庫，即可快速建構一個系統。如此，平時閒置備用資源可降至最低，而災難發生時可迅速且大規模的架設本系統在黃金救難時間內支援救災行動，發揮緊急救難之功能。

每套系統只需一位受過訓練的資訊專業人員負責架設，其他所有使用者只要會用電腦，便能操作本系統，在大規模災難發生時，不虞專業人員之缺乏。

#### 五、特殊人因設計

由於使用環境的物理環境極為嚴峻，而且使用者都在緊急慌亂之中使用本系統，因此本系統必須針對此種特殊的人因環境做特殊的設計，方能增進其易用性。

使用者的使用行為比較像行動使用者，而不像室內有固定桌面的使用者。

各種人機介面之設計應盡量避免鍵盤之使用，而應盡量以選單式之方式為之。點選方式較下拉式選單容易使用，避免太深的階層式選項，例如圖三所示的查詢畫面，即是以點選方式為之，避免了下拉式選單。另一方面，點選方式的使用卻限制了選項的彈性（所能提供的選項不敷使用），畫面也可能較為複雜影響使用者的閱讀速度。其間的取捨是一項極具挑戰性的研究課題。

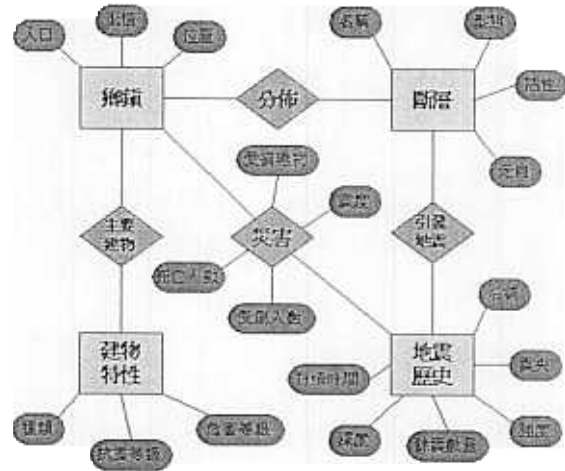
行動電腦如能配備筆式輸入將更為理想，除了可取代鍵盤輸入之外，對於行動使用者而言，筆式輸入在點選的動作上遠優於一般滑鼠。有鑑於 PDA 在使用者介面上遠比一般電腦更適合行動使用者，PDA 是較為理想的 Mobile Client。

各項資源之統計必定由於兵荒馬亂而無法

求其精確，必須發展特殊資料庫以資因應。

以維生資源之整合與分配為例，各地捐贈之救難物資在慌亂之中毫無秩序的湧進與分配，為爭取時效必定無法精確的計數，也不宜使用嚴謹的稽核程序，例如收受者簽收確認等。一般資料庫之嚴謹作業程序完全不適用，因此，傳統資料庫所能提供的精確性與一致性在此情況下幾乎完全喪失。我們必須針對此種情況研究特殊的資料處理方式，方能發揮資料庫的功能。

資訊設備在大型災難現場及很多應用領域中的人因設計問題是一個極具挑戰性的研究課題，由於問題的複雜度及研究人力的限制，目前我們並未在此方面做深入的研究。期待各方的專家重視此問題共同深入研究。



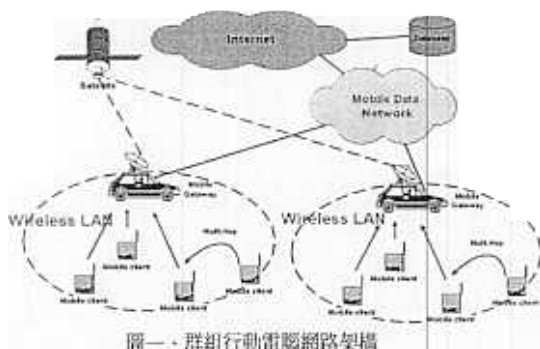
圖二、災區受損程度預測系統ER圖

## 六、結語

921 地震帶給國人無比的震撼與傷痛，資訊及通訊的技術在此次救災行動中並未被主事者善加利用，而國內的資訊研究工作一向偏重於形而上的理論研究，以能大量發表於國際期刊為尚，而視能福國利民之實際應用為末節，此種風氣難辭其咎。但願本文能藉著921地震的創傷帶給國內的研究工作者一些省思。

## 參考文件

[1]. Yao-Nan Lien, Tze-Chieh Tsai, Hung-Chin Jang, and Wen-Shyan Chen, "Architecture and Research Issues of a Hybrid Ad-Hoc Mobile Computer Network", Proceedings of 5th Mobile Computing Workshop, March, 1999.



圖一、群組行動電腦網路架構

救災醫護人員登錄分配系統							
醫護人員查詢							
台北縣市	外科醫生	基本包裝	心理諮詢	協助人力	藥劑師	消毒人員	
桃園新竹苗栗	外科醫生	基本包裝	心理諮詢	協助人力	藥劑師	消毒人員	
台中彰化南投	外科醫生	基本包裝	心理諮詢	協助人力	藥劑師	消毒人員	
雲林嘉義台南	外科醫生	基本包裝	心理諮詢	協助人力	藥劑師	消毒人員	
高雄屏東	外科醫生	基本包裝	心理諮詢	協助人力	藥劑師	消毒人員	
基隆宜蘭	外科醫生	基本包裝	心理諮詢	協助人力	藥劑師	消毒人員	
花蓮台東	外科醫生	基本包裝	心理諮詢	協助人力	藥劑師	消毒人員	

圖三、救災醫護人員登錄分配系統一查詢畫面

救災醫護人員登錄分配系統									
醫護人員查詢結果									
人員編號	中文姓名	地址	家用電話	辦公室電話	行動電話	傳真號碼	電子郵件地址	優先連絡方式	專長
004	陳國手	台北市北平路一號	02-2345-6789	02-2345-9876	0930-222-333	02-2345-9877	xyz@hospital1.com.tw	行動電話	骨科

圖四、救災醫護人員登錄分配系統一查詢結果