

救護車醫療即時通訊器

王天保 林昌毅 陳俊智 黃信銘 蘇暉凱*

國立虎尾科技大學 電機工程系

*hksu@nfu.edu.tw

摘要

隨著無線通訊與網路技術的進步,越來越多即時通訊應用已廣泛被使用於一般人日常生活當中,利用智慧型手機可以隨時隨地與好友通訊、分享。然而,如何有效運用現有網路通訊資源,3G、4G 與 WiFi...等通訊技術,提供即時醫療通訊,是目前醫療系統所面臨的問題。本論文提出『救護車醫療即時通訊系統』,在救護車上可以提供穩定視訊與傳送病人健康數據的功能,與醫院端的線上醫師聯繫,除了能夠教導車上的救護人員做緊急治療,而且醫院端還可以先行準備後續的急救步驟,充分運用急救時間,使得病患的傷害降到最低。『救護車醫療即時通訊系統』透過 Android 系統與 SIP Server 做結合,使得能夠透過 3G/4G/WiFi 網路將醫院與救護車做視訊聯繫,而救護車在移動中將面臨網路訊號不穩定的問題,因此本論文也提出一視訊電話與網路電話之軟性切換機制,將原本的網路電話(數據模式)轉換為視訊電話(電路模式),取得網路品質與通訊成本之間的平衡點。此外,本論文還加入『Location Indication Map』功能,在通訊過程中,讓醫院端隨時能掌握救護車位置。相信本系統之設計與實作經驗,能有助於未來即時醫療通訊應用發展。

關鍵詞：網路電話、視訊電話、醫療通訊

1. 前言

在現今社會邁向老年化的情況下,心血管疾病也成了許多人的通病,根據行政院衛生署於去年公布的 101 年十大死因心臟疾病為第二名及高血壓疾病為第八名[1],可以得知一旦心血管疾病發作,都往往會產生令人無法挽回的傷害。因此必須與時間競賽,每一分每一秒都是關鍵,然而如何爭取時間便成了最重要的課題。

『救護車醫療即時通訊系統之開發』利用 Android 系統的平板電腦及伺服器(SIP Server),從救護車使用平板將影像及病人的心電圖、血壓以及等等相關數據利用 3G/4G 網路將數據送到伺服器上,再由伺服器送到醫院 PC 上讓線上醫師做初步診斷以及引導車上救護人員如何做簡易的急救,節省到院後再診斷及急救的步驟以達到縮短時間的目的。然而,在救護車行進過程中,3G/4G 數據無線通訊會面臨訊號不穩定狀況,3G 視訊電話品質穩定但通訊成本較高,因此通訊成本與網路品質

無法兩者兼顧。因此,本計畫除了利用 VoIP 技術實現即時視訊功能外,還必須設計視訊電話智慧型換手功能,當平板偵測到 3G/4G 數據網路訊號不穩定時,再由 APP 判斷是否轉為穩定的視訊通話,以達到『穩定視訊』的要求[7]。除此之外,在醫院的方面,也可以依照救護車上病人情況的不同,在病患尚未到達醫院前,事先準備好到院後之人力與資源之支援,改善現有必須到院後,才進行醫療診斷作業,預計可以節省 10~20 分鐘,甚至更多;因此只要能多爭取到這些時間,應該可以避免更多令人無法挽回的傷害以及拯救更多生命。

2. 研究動機與研究問題

在科技沒有那麼發達之前,人們生病都要花很長的時間到醫院就診,因此常常延誤了最佳急救的黃金時間,而失去一條寶貴的生命。在醫療設備越來越進步,人們也越來越重視自己的身體健康,更依賴先進的醫療設備,『救護車』就是其中之一,救護車上都是需要急救或有生命危險的病患,例如:車禍、心臟病、孕婦等,救護車縮短了病患到達醫院的時間,並且到醫院前在救護車上可以讓醫護人員對病患做一些簡易的急救,病患的狀況也是只藉由救護車上的通訊設備(目前只有對講機)來告知醫院,但我們認為救護車上的設備可以再更完整,以保障病患的權益,所以我們認為救護車上可以加裝視訊螢幕,讓醫院清楚看到病患的狀況,並先行進行簡易的處理以節省到院後的急救時間。

目前我們與台大醫院雲林分院急診醫學部的李建璋主任團隊合作,我們使用平板電腦來當救護車上的監控螢幕,VoIP 電話與畫面透過 3G/4G 無線網路傳到 SIP Server 封包後再傳送到醫院內的 PC 做遠端視訊連線。救護車若是行進在人比較多或是訊號比較微弱的地方時,3G/4G 無線網路訊號會比較不穩定,則系統立即切換到較穩定的網路視訊通話,醫院也比較可以取得準確的數據及患者的狀況。

3. 相關技術

『救護車監控系統』提供遠端視訊連線的功能,透過救護車上的畫面使醫院與醫生清楚了解病人的狀況。以下針對本計畫之技術背景,分 Android 系統發展、SIP 的元件介紹以及 VoIP 網路電話技術之三個主題進行探討。

3.1. Android 系統發展

2007年11月5日，Google與其他84家製造商、硬體供應商組成的開放手持裝置聯盟（Open Handset Alliance），創立了名為「Android」的開發手機軟硬體平台，在平台公佈的一週之後，即發佈可免費自由下載的多平台 SDK（Software Development Kit）與相關文件，Android 改版非常的快速，從2008年9月23日的1.0正式版本開始演進1.1、2.0、3.0、4.0.1、4.1.1、4.2.1，到現在的最新版本為 Android 4.4.2[2]。但是Android是從1.5版本之才是一個比較成熟的軟體，因為1.5版是Android第一個商業化版本。所以1.6版系統做很大的更新，2.1之後的版本主要都是在硬體效能的提升，而執行Android的開發環境中，因Android的應用程式是由Java語言編寫，所以需要有支援Java的工具包、以及支援Android擴充套件，而在開發平台則是使用可支援Java的工具平台。

目前Android上有許多免費網路電話應用程式，像是Fring、iSkoot或Nimbuzz等…，這些應用程式都是半封閉性，所以必須緊密與軟體提供者結合，而無法隨著使用者的需求發展延伸加值服務，因此對於使用者而言限制了許多彈性。

對於目前網路電話軟體可分成三大類：封閉式、半封閉式以及開放式這三種類型的系統模式。而封閉式系統就如一般市面常見的網路電話軟體，只提供一個固定的系統環境，並且不開放API等資源給使用者做介面加值的動作；半封閉式系統則有提供API等資源給使用者，在系統界面上能夠做加值服務的動作，但並未公開程式碼與限制性授權；最後開放式系統則是公開程式碼提供給使用者自由修改，有些開放軟體則會透過svn等平台，管理不同使用者所修改的程式碼，以利軟體版本的更新。

相較於封閉式系統，半封閉式提供系統功能的可選擇性，但無法提供完全開放的系統環境，導致使用者在修改系統環境的能力受到限制，進而影響程式在不同系統環境相容性的問題及系統功能在升級效能的發展空間，對於使用者方面也降低使用半封閉系統的意願，以及抑制了系統自由發展的空間。

3.2. SIP (Session Initiation Protocol) 元件介紹

SIP的設計目標之一是提供類似公司交換電話網（PSTN）中呼叫處理功能的擴展集。在這個擴展集中，實現類似日常電話的操作：撥號、振鈴、回鈴音或者忙音[5]。SIP則是一個點對點協議，所以它只需要一個相對簡單的（因此也高度可擴展的）核心網路，而將處理工作下放給連接在網路邊緣的智慧端點（裝有硬體或軟體的終端設備）[4]。

SIP網路由兩部份組成，一部分為用戶端，又稱為用戶代理（User Agents），另一部份為伺服器

（Server），而伺服器可分為代理伺服器（Proxy Server）、重定向伺服器（Redirect Server）、註冊伺服器（Registrar Server）及位置伺服器（Location Server），以下將介紹各部份元件功能及SIP網路電話通話流程如[3]。

- User Agents
為終端設備，負責建立多媒體會議（media session）及傳送與接收多媒體資料。
- Servers
 1. Proxy Server
負責處理 Client 和 Server 之間 SIP request。
 2. Redirect Server
當地一次通話要求接線失敗時，接收 Client 或是 Proxy 的SIP request 並將任務重新導向。
 3. Registrar Server
接受 SIP registration requests，並更新 SIP UA 在 Location Server 中的資訊。
 4. Location Server
運作功能可視為資料庫，負責儲存使用者資訊、IP address 等。

3.3. VoIP (Voice over IP) 網路電話技術

VoIP (Voice over IP) 就是透過 IP 網路傳輸語音資料的技術，也就是一般所謂的網路電話。國際網路協定（Internet Protocol, IP）原先是設計用來傳遞資料封包，而 VoIP 則包含即時地在 IP 網路上傳遞語音對話[7]。一般電話線路傳送的是類比語音訊號，但為了要在網際網路上傳輸（或是以TCP/IP協定為基礎的私人網路）則必須增加額外的步驟：聲音被轉換成類比訊號（波形訊號），然後予以數位化（0與1的二位元）處理（從類比轉換到數位）後藉由網路傳送。反之，在接受端的程序則是相反，亦即將透過網路傳輸的0與1訊號轉換回類比訊號，成為人耳能夠辨識的語音。

IP電話通過把語音信號經過數碼處理、壓縮編碼打包、透過網路傳輸、然後解壓、把數碼信號還原成聲音，讓通話對方聽到。語音從源端到達目的端的基本過程是[6]：

1. 聲電轉換：通過壓電陶瓷等類似裝置將升坡變換為電信號。
2. 量化採樣：將模擬電信號按照某種採樣方法（比如脈衝編碼調製，即PCM）轉換成數字信號。
3. 封包：將一定時長的數字化之後的語音信號組合為一幀，隨後，按照國際電聯（ITU-T）的標準，這些語音幀被封裝到一個RTP。（即時傳輸協議，Realtime Transport Protocol）報文中，並被進一步封裝到UDP報文和IP報文中。
4. 傳輸：IP報文在IP網路由源端傳遞到目的端。
5. 去抖動：去除因封包在網路中傳輸速度不均勻所造成的抖動音。

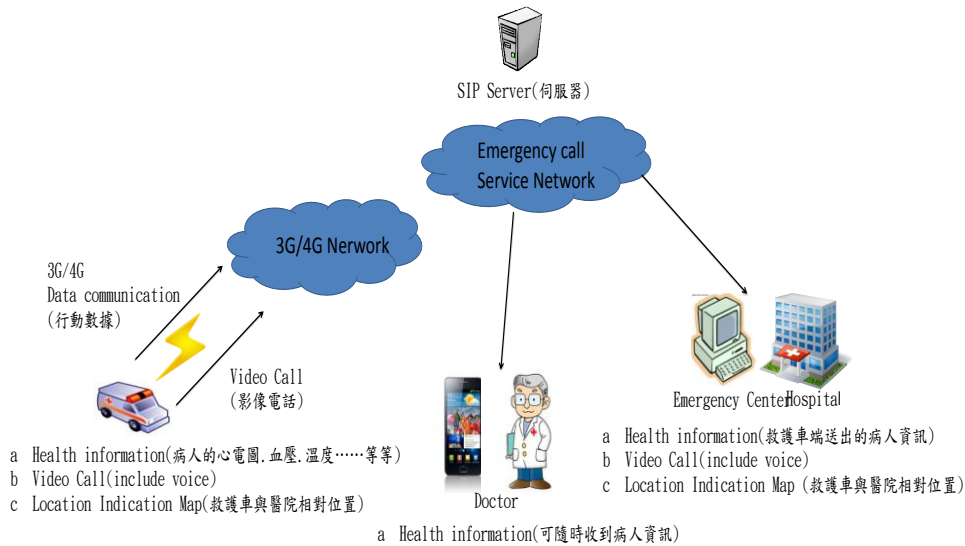


圖 1 Smart Emergency Call System (智慧緊急呼救系統架構)

6. 解封包。
7. 電聲轉換。

4. 系統設計

本論文提出之救護車醫療即時通訊系統架構，如圖 1。當救護車載送病人時，車上的醫護人員可透過 3G/4G Data communication (行動數據) 和 Video Call (影像電話) 來做為通訊媒介，為了減少通訊的花費成本，所以當網路訊號良好時可使用 3G/4G Data communication 傳送病人目前的健康相關資訊、聲音、影像還有救護車與醫院的相對位置到 SIP Server，如果救護車在行進間發生狀況導致 (例如:地區關係、電磁波干擾……等等) 網路訊號不佳或不穩定時，此時就可以使用 Video Call 傳送資訊，一樣再透過 SIP Server 傳送到該醫院，醫院可藉由線上通知讓醫師做簡易診斷，也可以透過 SIP Server 將相關資訊送到醫生的手機上，如此一來，不管醫生在何處，都可以用最快的方法替救護車上的病患做簡易診斷以節省到院後的急救時間。

表 1 3G/4G 網路電話與視訊電話比較

	3G/4G 網路電話 (數據模式)	3G/4G 視訊電話 (電路模式)
優點	1. 不需要另外付費 (只需付與電信公司的付費)	1. 隨時可用 2. 不會有延遲的問題 3. 不需安裝任何軟體
缺點	1. 依網路速度可能會延遲 2. 只能在 3G/4G 的環境下使用 3. 需安裝同一種軟體 (如:Line,Skype,Viber……)	1. 需另外付影像電話費用(以 3G 通信最低費率 183 為例:網內每秒 0.12 元 網外每秒 0.25 元,因各電信不同)

4.1. 元件設計

此研究以網路通訊及 Android 軟體設計兩大方面進行，將透過緊急救護 APP 上的視訊畫面 (Camera)、救護車相對系統 (GPS 定位系統) 和儀器偵測的訊號 (如:心電圖、血壓……等) 轉換數據傳輸至 Sever 伺服器，再將接收到的畫面與數值傳輸至遠端 PC 螢幕上顯示，若線上人員不在 PC 端時，可以將緊急救護 APP 上的資訊傳輸至醫生手機上顯示，不管醫生在何處都可以達到遠端接收需求。

※隨身救護 APP 與視訊救護 APP 的差別於：

視訊救護 APP 首先掌握救護車視訊來源，在依照病人情況轉接至醫生手機端，故醫生端需要有良好的視訊品質。然而在醫院時，醫生如果在 3G 網路收訊不良處，此時就需要影像電話來保持電話的穩定性。

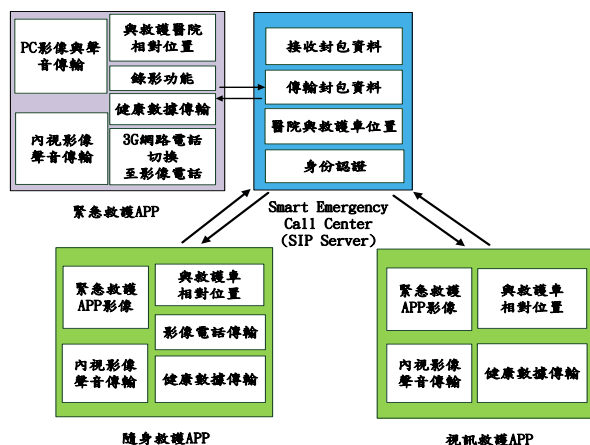


圖 2 緊急救護系統

4.2. 系統整合與測試規則

系統整體測試主要分三部分，分別為視訊傳輸問題、判別網路品質、遠端電腦與視訊電話，將透過實際操作的方式觀察運作情形。依照上述我們設計模擬情況是與否填入表格中做為參考用，依表 2 所示。

表 2 測試檢視表

情境一 3G 網路電話	1. 網路延遲時間是 否在 3 秒內 2. 影像傳輸與數據 資料是否正確 3. 影像是否有雜訊	■是□否 ■是□否 □是■否
情境二 影像電話	1. 網路延遲時間是 否在 4 秒內 2. 影像是否有雜訊	■是□否 □是■否
情境三 3G 網路電話 切換影像電 話	1. 3G 網路電話切 換到影像電話是否 能在 10 秒內 2. 網路電話是否 能轉接到影像電 話	■是□否 ■是□否

5. 實作結果

當接獲通報時，救護車就會趕到現場做第一線的急救與護送至醫院，救護人員會將病人送入救護車後車廂，而我們將平板設置車的後車門上方，這個位置可以看見病人目前的狀況，平板設置是可調式的，平板可依照病人的位置做些微的調整，以達到完整清楚的看到現況，如圖 3。

在模擬情境中，醫院端線上人員可以利用車上的平板看見病人目前狀況，如圖 4。當救護人員在急救病人時，可以利用車上平板清楚的看見病人目前的健康資訊(如:心電圖、血壓...等)，並利用受傷部位顯示將病人的情況傳至醫院端。目的是為了紀錄病人的受傷部位，而可以事先做到院前準備，以便減少到院後的檢查時間。

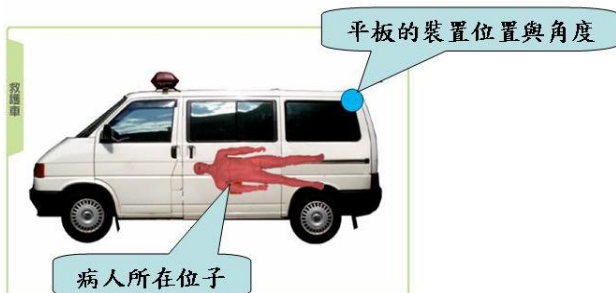


圖 3 救護車內部放置圖

6. 結論

本系統設計概念以醫療需求出發，目的是為了可以救更多人。如果可以在救護車上面爭取到一點

的時間，這樣的話，應該可以挽回更多寶貴的生命。本系統在通訊成本與視訊通訊間，取得一平衡點，在網路不穩的狀況下，救護車上通訊器會自動切換成影像電話至急診室或醫生的手機。本論文已完成系統設計與離型實作，下一階段將與台大醫院雲林分院進行實地場測，相信本系統之設計與實作經驗，能有助於未來即時醫療通訊應用發展。

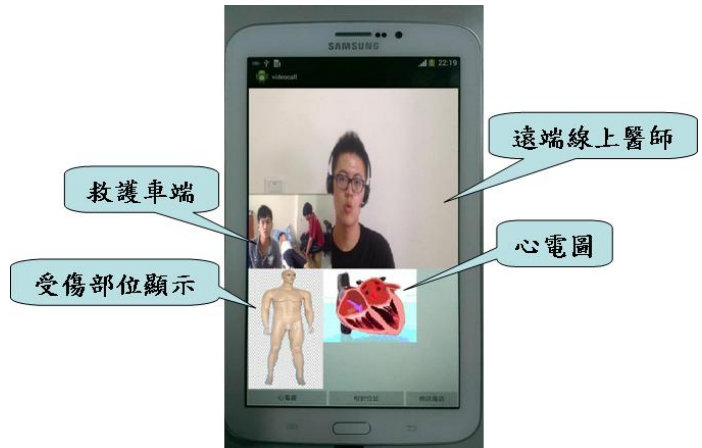


圖 4 智慧緊急呼救系統模擬情境之實際通訊畫面

7. 參考文獻

- [1] 衛生福利部統計處, [online], Available: <http://www.mohw.gov.tw/>
- [2] Android 官方網站, [online], Available: <http://developer.android.com/>
- [3] Dynamicsoft and Schulzrinne, "Session initiation protocol (SIP): Locating SIP servers", June, 2002.
- [4] J. Rosen, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler, "SIP: session initiation protocol", IETF RFC 3261, June 2002.
- [5] 賈文康, "SIP 會談啓始協議操典," 文魁資訊, 3月 2006.
- [6] 邵喻美, "VoIP 網路電話技術發展與應用," 臺灣大學計算機及資訊網路中心資訊網路組, 2007. [online], Available: http://www.cc.ntu.edu.tw/chinese/epaper/0002/20070920_2006.htm
- [7] S.-J. Wu, C.-Y. Yang, "HIP-based handover mechanism under MIH architecture in heterogeneous wireless networks," 2011 7th International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management (NCM), 21-23 June 2011, pp. 329-334.