

## 急診即時查詢與導航服務系統之研發

曹祐誠<sup>1</sup> 李昭賢<sup>1</sup> 陳昭文<sup>2</sup> 王冠傑<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立臺北科技大學電子工程系

<sup>2</sup> 高雄醫學大學附設中和紀念醫院

chlee@ntut.edu.tw (Correspondence)

### 摘要

近年來智慧型手機之普及，帶動各式各樣的APP不斷推陳出新，其中整合全球定位系統(GPS)與地理資訊系統(GIS)之適地性服務(LBS)儼然成為民眾生活不可缺少的重要網路應用服務之一，隨處可見民眾透過智慧型手機，搭配 Google Map 線上地圖服務，使用導航功能尋找並指引前往目的地。本論文將應用適地性服務於急診醫療之服務品質改善，透過整合提供急診服務之醫療單位，提供即時的急診服務壅塞狀態，如：急診等待人數、病床容量、救護人員數量…等，為方便使用者快速判別各急診情形，本次設計之APP將會將複雜之急診服務品質參數轉換成容易識別之燈號，並依照使用者目前所處之地理位置，動態顯示周圍提供急診服務的醫療院所即時狀態給需要就醫之民眾，一方面可避免民眾出外不熟悉地區造成延誤就醫、另一方面可避免就醫等待過久之痛苦與焦慮。

**關鍵詞：**急診、適地性服務、範圍查詢、地圖導航、路徑規劃。

### Abstract

With the widespread of smart phones, various APPs are developed to provide all kinds of network services. Location-based service (LBS) integrating Global Positioning System (GPS) and Geographic Information Service (GIS) gradually becomes one of the essential Internet services for modern life. More and more people utilize their smart phones to access Google Map service and then navigate themselves to the destination. This paper applies LBS into emergency medical service for quality improvement. We cooperate with several hospitals to deliver real-time congestion status of emergency medical unit, e.g., the patient number in the waiting room, occupancy rate, the number of doctors and nurses, etc. In order to let patients realize the congestion status easily, the APP proposed in this paper converts complex metrics about the emergency departments into simple signals, i.e., red, yellow and green. Then, our APP would show these signals on the map. Patients can access the congestion signals based on their locations. At the same time, patients can be navigated to the neighboring and available emergency department and avoid waiting for a long time.

**Keywords:** Emergency Medicine, Location-based Service (LBS), Range Query, Map Navigation, Route Planning

### 1. 前言

人生無常，誰也不知道下一秒自己或者周遭會發生什麼意外，新聞中經常出現車禍災害、肇事逃逸、工安意外…等報導，若未能把握急救的黃金時刻而導致傷重更為嚴重，甚至喪失寶貴的性命將造成二次傷害，故緊急醫療救護攸關人命，不能賭任何運氣，緊急病患運送流程必須以最迅速或最適當作為責任醫院運送的條件篩選，在運送途中，由緊急醫療技術員(Emergent Medical Technician, EMT)進行初步急救，延長寶貴的黃金救護時刻。

除了上述緊急情況外，在現實生活經驗中，民眾亦經常發生就醫不便之情況，舉例來說：中國農曆年假時間或一般非門診時段，若民眾臨時發生病痛，僅剩各醫院急診處可提供民眾就醫，一般民眾會直覺前往鄰近之醫院，但可能會發生(1)身處不熟悉之地理環境，故不清楚臨近之醫院所在，或(2)到達鄰近醫院卻發生人滿為患，需等待多時才可接受治療之窘境。

依據臺北市政府消防局統計資料顯示，臺北市救護量逐年攀升，轄區內 78 部救護車，13 年來，已出勤超過 137 萬次，也就是平均每 2 名台北市民，就有一人曾撥打 119 叫救護車；而去年使用救護車、超過 10 次以上者，就有 149 位。因此，緊急醫療救護資源更顯珍貴，濫用救護車除直接影響真正需要的民眾外，更可能危及廣大市民之生命安全，並有違社會資源公平共享之精神，長久下來勢必降低緊急醫療服務之效率及品質，臺北市政府衛生局呼籲若非屬緊急狀況，例如拿藥、換藥或門診就醫等需求，應優先利用其他交通工具就醫，避免造成救護車濫用之情形，使民眾獲得最妥適的服務，也讓緊急醫療救護資源得以發揮最大之效用。

倘若有一套緊急醫療服務之即時查詢與應變服務系統，可避免並改善民眾就醫可能遭遇之延誤或不便。本論文提案整合緊急醫療單位，將各醫療院所的即時急診服務狀態，如：急診等待人數、病床容量、救護人員數量…等轉換成急診壅塞指標，並透過適地性服務將急診服務狀態提供給需要就醫之民眾或第一線負責緊急救護之人員使用與參考，本論文中將結合適地性服務(LBS)中用來篩選

臨近興趣點(Point of Interests, PoI)，其中，範圍查詢(Range Query, RQ)與k Nearest Neighboring (k-NN)演算法可從眾多醫療院所中依據就醫民眾的地理位置過濾出最合適的候選責任醫院[1]-[4]，依照提案情境，若使用者是一般民眾且屬於未危及生命安全之就醫需求，則一般民眾可透過此 APP 獲得最即時的急診服務狀態，選擇最適合的醫院就診。

根據以上動機與目標，本論文之綱要如下：第 2 節回顧相關文獻與發展現況；第 3 節介紹研究方法與步驟；第 4 節說明系統實作細節；最後，第 5 節為結論與未來展望。

## 2. 文獻探討與回顧

適地性服務(LBS)可透過 GPS 訊號取得經、緯度或透過無線網路基地台(包含：Wi-Fi 或 3G/3.5G/4G 電信網路)取得大致地理位置座標，然後搭配可輸入、儲存、查詢與分析地理空間資訊的 GIS 系統，提供使用者地理資訊相關的加值服務[5]-[7]。根據使用者目前所在地理位置進行特殊資料讀取行為，讓適地性服務(LBS)孕育出不同領域、多樣性的應用，包含：(1)尋找某一人或物的地理位置，如：找距離最近之郵局或加油站；(2)引導前往某處的路徑，如：導航(Navigate)使用者前往最近之電影院；(3)追蹤人或物的地理位置，如：貨運包裹目前運送狀態、車輛移動路徑；(4)行動商務(Commerce)與廣告(Advertising)，如：當使用者進入商場範圍，可自動接收商場特價商品資訊；(5)個人氣候預報，如：當外出旅行自動取得當地的旅遊氣候資訊…等，過去已有研究設計並實現上述服務，並完成相關系統[8]-[10]。

使用者透過送出適地性查詢(Location-based Query)以取得適地性服務，適地性查詢可分成(1)空間查詢(Spatial Query)與(2)時間查詢(Temporal Query)，其中時間查詢可再分成(1)連續查詢(Continuous Query)和(2)非連續查詢(Non-continuous Query)，依據過去研究顯示，常見的空間查詢有(1)範圍查詢(Range Query, RQ)：在指定的區域內尋找是否有指定物件的存在，範圍查詢(RQ)依照其指定的物件是靜止不動或可移動，又可以分成 Static RQ 與 Moving/Mobile RQ 兩種；(2) Nearest Neighbor (NN)：根據指定地理座標，尋找距離最近的指定物件，假設欲尋找的物件數量為 k，則 k-NN 代表根據指定地理座標，尋找前 k 個距離最近的指定物件[11]。

過去研究為了提升查詢與檢索(Indexing)效能，常透過建立 R-tree 作為檢索之資料結構，因此，有研究針對 Continuous k-NN Query 提出以 ISR-tree 替代 R-tree，ISR-tree 的特點是利用 Grid 結構取代 Tree 結構，因此可避免不必要之父節點(Parent Node)查詢，而直接前往鄰近節點(Neighbor Node)查詢[12]；有研究則針對 Moving/Mobile RQ 提出以 Grid R\*-tree 作為檢索之資料結構，配合提出之 Query

Update 演算法可有效減少比對時間消耗，以及避免不必要的更新[13]；另一方面，有研究則同時考慮 k-NN Query 與 RQ，利用 Estimated Valid Region (EVR)找出查詢的有效空間與時間區域，針對不同查詢產生不同檢索結構，以 EVR-tree 負責 k-NN Query、Grid Index 負責 RQ [14]。

## 3. 研究方法與步驟

本論文將選擇 Android 作業系統作為本次開發平台，設計一套可整合緊急醫療單位，將各醫療院所的即時急診服務狀態以急診壅塞指標呈現至 Google Maps 之上，提供給需要就醫之民眾或第一線負責緊急救護之人員快速且直覺化之急診資訊傳遞，此外，使用 RQ 演算法自動將眾多醫療院所依據就醫民眾的地理位置過濾出最合適的候選責任醫院，期望大幅提升病患的運送效率，進而提升病患的生存率。本論文研究方法及步驟分述如下：

### Step 1：了解並制定急診壅塞指標

由於急診服務狀態會隨時間而不斷改變，舉凡當班人數、就診人數、檢傷級別、呼吸器使用人數、急診佔床率、各別候診或待床時間、每單位時間醫師看診人數、留置病患人數、醫師病患比例…等現場狀態，皆可反映或呈現集錦運作的順暢性，故研究的第一步必須先了解前述各項參數的精確計算與影響性，並參考相關文獻參考，導入各種急診壅塞評估模型，計算出最佳之急診壅塞指標，最後以直覺化方式呈現，在本論文中預計將採用類似交通號誌：紅、黃、綠三種不同顏色燈號作為急診服務

表 1 急診壅塞指標計算與參數

<b>急診工作負荷指數(EDWIN)</b>	
$EDWIN = \sum n_i t_i / N_a (B_t - P_{board})$	
<b>急診壅塞指數(NEDOCS)</b>	
$NEDOCS = (P_{bed}/B_t) * 85.8 * (P_{admin}/B_h) * 600 + W_{time} * 5.64 + A_{time} * 0.93 + R_n * 13.4 - 20$	
<b>急診佔床比率(Occupancy Level)</b>	
$OL = 100 * (P_{bed}/B_t)$	
<b>急診工作分數(Work Score)</b>	
$WS = 3.23 * (P_{wait}/B_t) + 0.097 * (\sum n_i t_i / N_n) + 10.92 * (P_{board}/B_t)$	
$n_i$ ：已檢傷尚未看診人數	$t_i$ ：反向檢傷級別
$N_a$ ：急診醫師數	$B_t$ ：急診總病床數
$P_{board}$ ：已看診病人數	$P_{admin}$ ：住院病人數
$P_{bed}$ ：急診目前總病人數	$B_h$ ：醫院總病床數
$W_{time}$ ：最後病患配床時間	$R_n$ ：呼吸器數
$A_{time}$ ：掛號後留置最久時間	$N_n$ ：護理人員數

$P_{wait}$ ：等待看診病人數

狀態之呈現方式。本系統預設之急診狀態收集與回報機制以半小時為單位，換言之，加入此緊急醫療即時查詢與應變服務的醫院，每半小時回報其急診服務相關參數至本服務平台的伺服器，讓使用者可透過 APP 查詢即時之急診壅塞狀態。表 1 顯示本論文使用之急診壅塞指標。

### Step 2: 實作以 Range Query 為基礎之緊急醫療即時查詢與應變服務系統 APP

本次設計之 APP 執行後會自動定位，以使用者目前位置為中心，如圖 1 所示，將方圓半徑 X 公里內的所有醫院標示出來，並連線至本服務之伺服器，使用 RQ 演算法取得周圍醫療院所之急診壅塞指標，其結果如圖 2 所示。



圖 1 所有醫院與 RQ 檢索範圍示意圖



圖 2 RQ 演算法篩選結果示意圖

為了提升資料傳輸與篩選的效率，本論文自訂一套兩階段 RQ 演算法。首先，第一階段先透過 GPS 定位出使用者所在地，再利用 Google Map API 經緯度與地址之間的轉換，接著分析轉出來的地址取出地區關鍵字，例如：台北市、新北市...等，以完成第一階段之區域性篩選；第二階段以使用者目前位置為中心，將方圓半徑 X 公里內的所有醫院標示於地圖之上，並連線至本服務之伺服器取得周圍醫療院所之急診壅塞指標。

### Step 3: 依照救護責任範圍制定區域查詢(RQ)範圍

依照救護車調派分級，第一級屬緊急情況、有生命危險，救護車應於 9 分鐘內抵達；第二級屬嚴重但無生命危險，救護車應於 12 分鐘內抵達，因此，本 APP 設計的第二階段之區域查詢(RQ)範圍是參考一般平面道路的速限是 60 公里/小時，參考表 2，若要在 12 分鐘內到達，12 分鐘內救護車能移動的直線距離為 12 公里；若考慮救護車執勤平均時速大約為 80 公里/小時，則在 12 分鐘內可以移動的直線距離為 16 公里；若是碰上第一級傷患須在 9 分鐘內抵達，以一般速限 60 公里/小時換算，9 分鐘內救護車能移動的直線距離 9 公里；另一方面，若考慮 80 公里/小時，則 9 分鐘內救護車能移動的直線距離 12 公里。綜合以上，救護車在各級平均移動距離為 12.1 公里。由於路況的變化屬於未知數，路況不好，則會耽誤抵達事發現場的時間；若路況好，則可能提早抵達事發現場。故本次 APP 將以 10 公里作為區域查詢(RQ)的半徑。

表 2 救護車調派各級時速換算

級數 \ 時速	一般 (60 km/hr)	值勤 (80 km/hr)
第一級	$60 * (9/60) = 9$	$80 * (9/60) = 12$
第二級	$60 * (12/60) = 12$	$80 * (12/60) = 16$

### Step 4: 系統效能校正與比較分析

雖然本論文不會直接危及生命安全，但涉及到緊急病患運送，仍必須確認其定位系統與候選責任醫院之建議是否精確，故實作出來的緊急醫療即時查詢與應變服務系統仍須進行實地測試，比對傳統由緊急救護人員決定之醫院與系統建議之間的差異，如果能達到一致的結果，未來可依循本論文建置模式，技轉至衛生署或各區域緊急救護體系系統，以達成全方面之緊急病患運送服務。

## 4. 系統實作與成果展示

本次實作之 APP 包含下列功能：(1)定位功能：假設想要重新知道使用者身在何處，只須點擊設定好的按鈕，即可立即更新 GPS 定位服務，本 APP 會將使用者位置標註於地圖之上。(2)下載資料功能：

由於即時查詢所需急診壅塞資訊必須要向伺服器下載即時更新。(3)地址搜尋功能: 普羅大眾對於經、緯度並不熟悉, 故本 APP 將提供地址搜尋功能, 可接受中、英或其它可辨識之多種語言。(4)點擊查看資訊功能: 本 APP 特別針對效率設計的功能, 讓使用者短時間內能獲得所需之急診壅塞資訊。(5)清單功能: 以二階段區域查詢(RQ)篩選出目前所在位置方圓 X 公里內的所有醫療院所, 並以清單方式呈列給使用者, 使用者亦可點即清單內項目, 並直接啟動導航功能。(6)導航功能: 使用者可自行輸入起始位置和終點位置, 預設起始位置為透過 GPS 所感測之現在位置。(7)地圖文字開關功能: 為了保持畫面的簡潔, 預設只標示圖片, 不顯示醫院文字; 使用者可依個人喜好, 自行透過文字開關來顯示/關閉文字。圖 3 為本系統的架構圖, 各醫療單位將轉成紅綠燈號誌的壅塞指數, 利用 PHP 上傳至資料庫伺服器, 資料庫伺服器負責接收醫療單位上傳的資料, 也負責接收使用者發送的需求, 並提供使用者下載急診壅塞資訊, APP 使用者藉由操作 APP 可獲得所需之急診壅塞資訊, 並進一步的執行導航。



圖 3 系統架構圖

圖 4 為本系統的流程圖, 使用者開啟 APP 與定位服務後, 本 APP 首先會進行相關的地圖設定, 之後於背景自動將現在定位的位置透過 URL 發送至伺服器要求第一階段的區域性篩選, APP 將篩選結果下載至記憶體內, 再進行第二階段的資料篩選, 然後顯示給使用者參考, 使用者能夠依據所在地理位置進行急診壅塞狀態查詢, 並且進一步的點選地圖上的任何醫院標誌, 進行導航服務。



圖 4 系統流程圖

圖 5 為本次實作之 APP 主要畫面, 為了讓使用者短時間內能獲得最詳細的資訊, 使用者可直接點選畫面中的任一家醫院燈號, 即可顯示指定醫院詳細資訊(如圖 6 所示), 則可選擇立即撥打電話(如圖 7 所示)或導航至目標醫院(如圖 8 所示)。



圖 5 急診壅塞狀態顯示畫面



圖 6 醫院資訊顯示畫面

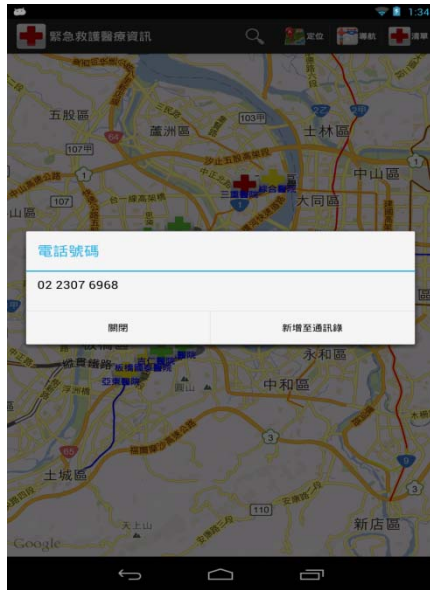


圖 7 撥打電話畫面



圖 8 路徑規劃畫面

## 5. 結論與未來展望

本論文實作一套急診即時查詢與導航服務之 Android APP, 合作之醫療單位會將最新的急診室壅塞情況透過網際網路回報, 本系統會依照回報資訊計算壅塞指標, 並決定出紅、黃、綠三色的壅塞燈號, 讓使用者可即時獲得急診室最新的壅塞情況, 並依自行狀況評估以及地理位置, 透過本 APP 的醫院導航功能, 協助使用者就醫選擇的參考依據, 以期降低濫用緊急醫療資源的浪費。未來計畫開發緊急醫療人員所使用之 APP, 將整合救護車上的醫療器材所量測到的傷患生理數據, 例如: 血壓、心跳指數、昏迷指數、負壓指數..等等, 透過藍芽傳送

到緊急醫療人員的終端設備, 更進一步透過網際網路將這些生理數據即時傳送到資料庫端進行比對, 更進一步篩選出最適合的醫院, 同時, 讓目標醫院可提前了解救護車內急救情況。

## 致謝

本論文由國家科學委員會個人型計畫計畫(計畫編號: NSC 102-2221-E-027-105-)補助。

## 參考文獻

- [1] 曾國傑, "運用 kNN 文字探勘分析智慧型終端 App 群集之研究", 國立政治大學/資訊管理研究所/碩士論文, 2011.
- [2] 何宗翰, "針對具不確定性的移動物體去處理連續 k 個最近鄰居天際線之查詢", 國立成功大學/資訊工程學所/碩士論文, 2011.
- [3] 何凱云, "無線廣播環境下 k 個最近鄰居搜尋方法的探討", 國立台北科技大學/自動化科技研究所/碩士論文, 2007.
- [4] 游雨蘋, "以策略行銷架構探討 LBS 技術之使用者意圖—以行動裝置為例", 國立彰化師範大學/企業管理學系國際企業經營管理/碩士論文, 2011.
- [5] A. Dey, J. Hightower, E. de Lara, and N. Davies, "Location-Based Services", IEEE Pervasive Computing, Vol. 9, No. 1, pp. 11-12, Jan. 2010.
- [6] S. Ilarri, A. Illarramendi, E. Mena, and A. Sheth, "Semantics in Location-Based Services", IEEE Internet Computing, Vol. 15, No. 6, pp. 10-14, Nov. 2011.
- [7] R. Barnes, J. Winterbottom, and M. Dawson, "Internet geolocation and location-based services", IEEE Communications Magazine, Vol. 49, No. 4, pp. 102-108, Apr. 2011.
- [8] T. Zhu, Y. Zhang, F. Wang, and W. Lv, "A location-based push service architecture with clustering method", Proceedings of the 6th International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management (NCM), pp. 107-112, Aug. 2010, Seoul, Korea.
- [9] N. Fernando, D. Dias, and S. Wijesekara, "A framework to develop location based services applications using OGC map services", Proceedings of the 5th International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAFs), pp. 521-526, Dec. 2010, Colombo, Sri Lanka.
- [10] W.-S. Lai and C.-C. Shih, "A mobile hot-spot navigator for instant POI finding in an unfamiliar area", Proceedings of the 17th International Conference on Geoinformatics, pp. 1-5, Aug. 2009, Fairfax, USA.
- [11] K. Tabassum, M. Hijab, and A. Damodaram, "Location Dependent Query Processing - Issues, Challenges and Applications", Proceedings of the 2nd International Conference on Computer and Network Technology (ICCNT), pp. 239-243, Apr. 2010, Washington, DC, USA.
- [12] Y. Park, D. Seo, J. Lim, J. Lee, M. Kim, W. Bao, C. T. Ryu, and J. Yoo, "A New Spatial Index Structure for Efficient Query Processing in Location Based Services", Proceedings of IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing, pp. 434-441, Jun. 2010, California, USA.
- [13] T. Zhu, C. Wang, W. Lv, and J. Huang, "Continuous range monitoring of moving objects in road networks", Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), pp. 1412-1417, Nov. 2010, Cairo, Egypt.
- [14] J. Huang and C. Huang, "A Proxy-Based Approach to Continuous Location-Based Spatial Queries in Mobile Environments", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, doi: 10.1109/TKDE.2011.203, Sep. 2011.