

電子化行動健康照護系統

何佳隆^{a*}、邱瑞科^b、張彥群^c、涂秀美^d

^a 輔仁大學資訊管理研究所、^b 輔仁大學資訊管理研究所、^c 恩主公醫院資訊課、^d 恩主公醫院社區醫學部

*通訊作者：何佳隆，supper03@yahoo.com.tw

摘要

隨著人口結構逐漸邁向高齡化社會，以及現今經濟結構、生活型態之改變及醫療技術水準發達，使得我國民眾疾病型態漸由「急性」轉為「慢性」疾病，對於醫療照護需求也由「治療」為主轉為「治療與照護並重」的醫療型態。然而現今所提供的醫療照護服務不論是在家中或是在戶外活動期間往往得不到妥善的照護。有鑑於此，希望發展一套可輔助被照護者在戶外及社區的健康照護系統，藉由健康照護系統整合嵌入式無線行動網路、無線感測技術、無線射頻辨識(Radio Frequency Identification, RFID)等技術，結合一系列之生理訊號感測器、RFID 標籤和各種手持式設備，即時持續性地監測並傳輸病患的生理訊號，例如血糖、血壓或體溫值等資訊於照護機構之照護管理系統，讓被照護者得到最即時且妥善的照顧。

關鍵字：健康照護、無線行動網路、感測技術、無線射頻辨識技術、生理訊號感測器。

Abstract

As the population structure gradually reaches to aging society as well as the economical structure, lifestyle, and the levels of medical technology are developing with the aging population structure, the domestic disease characteristic is from "acute" to "chronic", and medical demand is also from "cure" to "cure and care". However, the medical services are not enough at-home or outdoor activities. In view of this, we hope to develop a healthcare system to help caregivers to provide the care to the cared people who are in the community and outdoors. By taking the advantage of the healthcare system integrates wireless mobile network, wireless sensor technology, and radio frequency identification technology. It combines with a series of vital sign sensors, RFID tag, and various handheld devices. these technologies are used to constantly monitor, at the meantime to transport patients' vital sign such as blood sugar, blood pressure, and body temperature to the healthcare management system of the healthcare institution so that the cared people can obtain the most real-time and proper look care.

keyword：Healthcare, Wireless Mobile Network, Sensor Technology, Radio Frequency Identification, Vital Sign Sensor.

1、前言

我國社會結構已步入高齡化，目前台灣醫療老人照護以安養機構照護為主，但大部份老人認為居家才是最理想居住方式，因此老人居家照護已成為現今醫療照護與社會福利的重要議題。然而現今所提供的醫療照護服務不論是在家中或是在戶外往往使被照護者

容易發生狀況，如無法即時得到適切地照護、無法即時緊急救援、救護車調派錯誤與不適醫院送往等情況發生，讓被照護者生命受到威脅，錯過挽救寶貴生命機會。有鑑於此，希望發展一套可輔助被照護者在戶外及社區的健康照護系統，藉由健康照護系統整合嵌入式無線行動網路、無線感測技術、無線射頻辨識(Radio Frequency Identification, RFID)等技術，結合一系列之生理訊號感測器、RFID 標籤和各種手持式設備，即時持續性地監測並傳輸病患的生理訊號(血糖、血壓或體溫值)等資訊於照護醫院，讓被照護者得到最即時且妥善的照顧。

系統的發展分為兩大主軸，一是協助居家社區的健康照護，於社區公共場所或區域性醫院架設健康監測站，設置生理訊號設備提供社區內的住戶最基本的健康照護相關之生理及心理資料檢測；另一行動照護，在於協助戶外活動的被照護者，藉其所隨身攜帶及配戴之位址資料蒐集設備及生理訊號感測器將被照護者之所在座標經緯度和生理訊號傳回健康照護機構監控中心，並進一步結合其病歷資料進行分析，對於有異狀或需要提供緊急救援之被照護者，給予最適切且即時的協助與救援。電子化健康照護系統發展的目的不僅僅只侷限於服務較年邁的族群，更希望能利用最新的技術協助健康不佳、行動不便的病患族群，妥善照護其身體情形。

2、電子化行動健康照護系統架構

Figure 1 描繪本研究擬發展之創新性電子化行動健康照護系統架構流程圖。而主要設備及系統說明如下：

2.1、架構介紹

(1) 生理訊號感測器(Vital Sign Sensor)

包含可量測血糖、血壓、脈搏或體溫等功能之感測器，以有線或無線傳輸途徑連結至資料庫伺服器儲存的設備。有線途徑如透過 USB、RS232 介面將量測資料傳送至資料庫伺服器；無線途徑則包含藍芽(Bluetooth)、ZigBee、Wi-Fi 等通訊協定。使用這類型的設備目的在於取得被照護者的各項生理訊號，用以作為評估該被照護者身體是否健康的依據之一。

(2) 資料庫伺服器(Database Server)

資料庫伺服器置於健康監測站內，被照護者依照醫師指示須定期至健康監測站作基本之身體健康檢查，而量測後的各項訊號透過伺服器的介面儲存於資料庫伺服器的健康照護資料庫(Healthcare Database)內，並傳回醫院的健康照護機構監控中心供個案管理師或醫師作後續的資料分析。資料庫伺服器除收集各項量測後之生理訊號，尚包括醫院既有系統之資料(被照護者過去於醫院之病歷紀錄)及被照護者在戶外活

動期間之即時生理訊號數據。此伺服器內的資料除了傳回監控中心以外，也可提供被照護者之專屬護理人員利用 PDA Phone 隨時查詢。

(3) 被照護者攜帶之設備

被照護者身上將配有可量測體溫之主動式 RFID Tag 及有全球定位系統(Global Positioning System, GPS)模組之個人數位助理(Personal Digital Assistant, PDA)。首先為可量測身體狀況之主動式 RFID Tag，利用 RFID 專屬頻率傳送至 PDA 上顯示。以現階段的产品只支援量測體溫功能，未來將依據設備的發展找尋可支援量測血壓、脈搏等功能之綜合性主動式 RFID Tag；其二為 GPS 接收器，可提供被照護者目前的經緯度座標、時間、速度與方向等衛星定位資訊，以藍芽傳輸介面將相關位置之資訊傳送至 PDA 上顯示；其三為 PDA，具有 CF 介面，可配有主動式 RFID Reader 卡，使其具備 RFID Reader 的功能，同時也支援藍芽傳輸介面傳送資料至伺服器內。透過程式將接收到的 GPS 與 RFID 訊號進行解析、指令執行和邏輯判斷，並且透過 Wi-Fi/GSM/3G 無線技術將整合的訊息傳送至資料庫伺服器儲存。PDA 的畫面可顯示被照護者即時生理數據和定位相關資訊。當被照護者發生緊急事故或特殊狀況(病患發出求救訊號或生理訊號出現異常)時，PDA 可透過 GPS 模組傳送被照護者之座標經緯度和移動路徑給予監控中心；而負責照顧該被照護者之護理人員也可利用隨身攜帶之 PDA Phone 從資料庫伺服器中取得該名被照護者的各項資料。

(4) 護理人員手持之 PDA Phone

如居家或戶外活動期間之被照護者都有負責看護的專屬護理人員協助，但考量護理人員常因工作關係需隨時於工作場所中走動，無法 24 小時在護理站協助被照護者，因此每位護理人員將攜帶含通訊功能之 PDA Phone，即使不在護理站也能隨時透過攜帶的設備去注意病患的身體狀況。PDA Phone 的畫面可顯示病患較簡化的訊息，其餘較詳細的資料則於監控中心才可取得。護理人員從資料庫伺服器擷取資料，並在畫面上得以文字顯示病歷紀錄、戶外活動期間之即時生理訊號及座標經緯度資訊。當被照護者發生緊急事故或特殊狀況(病患發出求救訊號或生理訊號出現異常)時，監控中心將傳送相關訊息至 PDA Phone 告知護理人員。

(5) 醫院既有系統(Hospital Existing System)

為醫院內通行的醫療系統，即健康資訊系統(Health Information System, HIS)。在醫院的協助下，醫院既有系統之資料將傳送至資料庫伺服器和其他資料來源合併儲存。醫院之 SOAP 向來為病患在醫院的重要病歷紀錄，分別是病人主述(Subject)、醫師理學檢查(Object)、處理方式(Action)及預期目標(Plan)。當被照護者發生緊急狀況時，若只根據感測器的訊號還不足以判斷被照護者是否已到危急程度，需參考過去被照護者之病歷紀錄，配合目前的即時資料，可更準確了解病患現在的身體狀況。

(6) 健康照護機構監控中心(醫師及個案管理師使用之

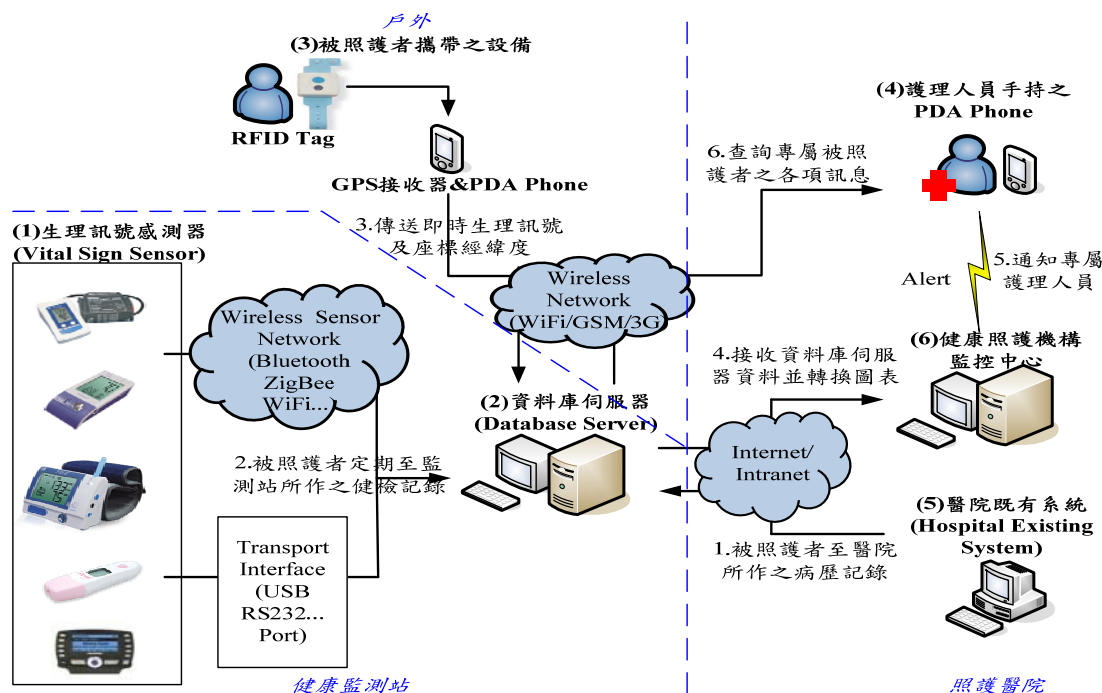


Figure 1 電子化行動健康照護系統架構流程圖

桌上型電腦)

以有線或無線的傳輸途徑連結資料庫伺服器，並設置於醫院內部作為醫院的健康照護機構監控中心。監控中心的後端資料庫包含生理資訊資料庫(Vital Sign Database)，負責儲存所有的生理訊號；以及地理資料庫(Geographic Database)，負責儲存所有被照護者

戶外活動時的相關衛星定位資訊。醫師和個案管理師透過監控中心，可監視所有的生理訊號，並將取得的數據轉換成易於觀察的報表，讓醫師和個案管理師能更清楚被照護者在照護期間內的身體變化情形。以模糊理論建立出的模糊專家規則來分析取得之生理量測訊號，以決定病患的危急程度，並可根據危急程度做

出對病患最適當的決策。監控中心的資料來源最主要為健康監測站的量測數據、戶外的病患傳來的即時生理數據和座標經緯度及過去的就診紀錄。當病患在戶外期間發生緊急事故或特殊狀況(病患發出求救訊號或生理訊號出現異常)時,監控中心一方面能快速通知護理人員注意;另一方面透過被照護者手中 PDA 上的 GPS 接收器傳回目前的座標位置和移動路徑,可於監控中心將資料轉換成地圖,找出被照護者所處的位置,並聯絡最近的醫院給予協助。

2.2、系統運作流程

依據 Figure 1 之箭頭順序指示,系統運作流程主要分為社區之健康照護及戶外活動期間之行動照護兩部分:

2.2.1、社區之健康照護

牽涉圖二健康監測站及照護醫院兩部分。某社區

的住戶曾於照護醫院有過就診紀錄,而就診醫師認為有必要持續追蹤該住戶之身體狀況,但考量目前該住戶身體情況尚屬穩定,認為該住戶不需住院觀察,但仍叮囑該住戶仍需隨時注意自身的身體狀況,因此建議該住戶需定期到醫院附屬的健康監測站做基本的身體健康檢查,以便於醫院能隨時監測。收集的資料將存放於健康監測站的資料庫伺服器內,並依固定時間傳送至醫院端之健康照護機構監控中心。

2.2.2、戶外活動期間之行動照護

由於被照護者無需住院,因此如何作院外觀察即為此行動照護之核心所在。就診醫師視病患身體狀況需求提供適當之 RFID 手環及 PDA,讓被照護者於戶外活動期間能即時傳回座標經緯度和生理訊號數據。當被照護者發生緊急事故或特殊狀況(被照護者發出求救

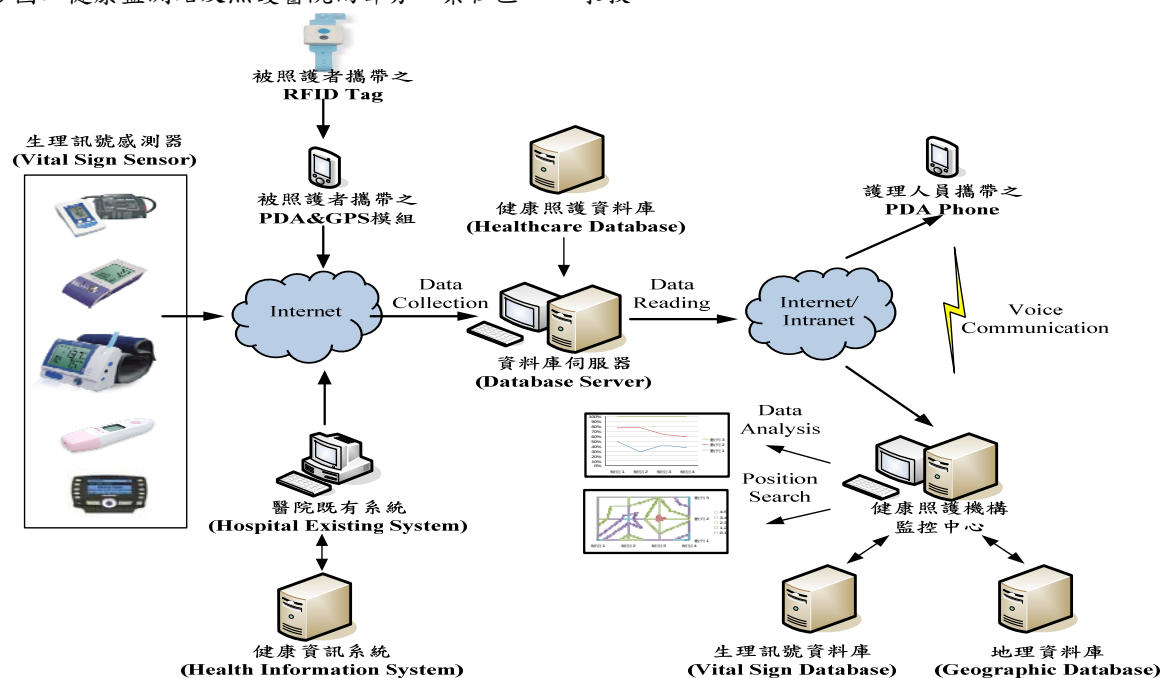


Figure 2 系統資料流示意圖

訊號或 RFID Tag 收集的生理訊號數據出現異常)時,健康照護機構監控中心之醫師及個案管理師將收到異常訊號,此時醫師和個案管理師可依照醫院規定,從監控中心的後端資料庫調閱出過去被照護者之量測記錄(包含醫院的就診記錄和健康監測站量測之健康檢查記錄),並依照系統訂定之模糊專家規則判斷其危急程度。若判定該住戶確實為照護危險群,則將透過被照護者手中之 PDA Phone 以 GPS 定位找出其座標經緯度,並立即通知專屬的護理人員做緊急處置,包括指派救護車或聯絡就近醫院協助等。

3、系統資料流

從 Figure 2 資料流示意圖可說明資料庫伺服器的資料來源來自健康監測站的生理量測數據、行動中之被照護者即時生理數據和 GPS 定位資料以及醫院既有系統的過去量測數據,以 Wi-Fi、WiMax、Bluetooth、ZigBee、Ethernet 等有線或無線通訊協定來傳輸。伺服器內的資料主要提供給監控中心和護理人員使用。

監控中心將資料分成兩部分,屬於量測數據的資料將存放於生理訊號資料庫(Vital Sign Database)內,GPS 接收器蒐集到的資料則存放於地理資料庫(Geographic Database)中,而監控中心也將針對兩資料庫的資料分別以圖表和地圖顯示,以協助醫師或個案管理師分析資料;專屬護理人員也能用 PDA Phone 隨時查詢資料庫伺服器內的病患資料,即使不在護理站也能得知被照護者的情形,藉以提升資料的流通性。

4、使用者介面

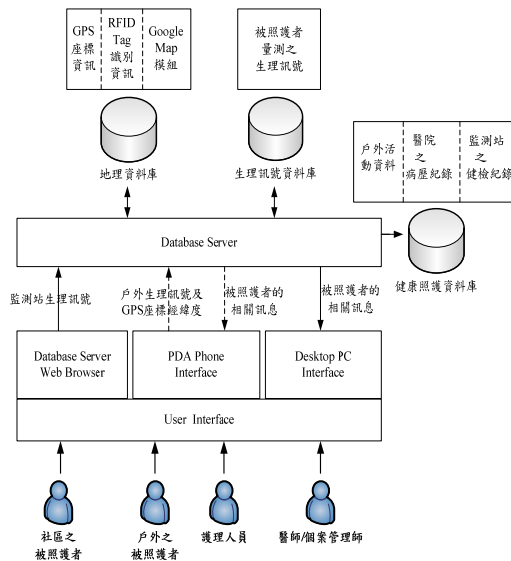


Figure 3 使用者與資料庫互動關係圖

Figure 3 之系統操作介面圖說明使用者介面是使用者與本平台間的溝通橋樑，具有友善的系統介面能降低使用者操作該系統的難度，同時也能提升使用者使用該系統的意願。而本平台介面除了被照護者於健康監測站接觸的資料庫伺服器介面以外，還有由被照護者和護理人員使用之 PDA Phone 介面以及由醫師、個案管理師使用之個人電腦介面三種，不論是被照護者送出的資料或是護理人員、醫師要取得的資料皆由資料庫伺服器所提供。在資料庫伺服器的後端則有健康資訊系統、地理資料庫和生理資訊資料庫提供資料來源以及儲存。

5、行動照護定位畫面顯示

戶外活動期間之被照護者將隨時傳送 GPS 相關訊息至資料庫伺服器內儲存，再傳回監控中心作位置搜尋，並以圖層方式顯示詳細資料。醫師或個案管理師可從監控中心觀察地圖影像、座標經緯度、過去移動路徑等訊息。詳細說明如 Figure 4。

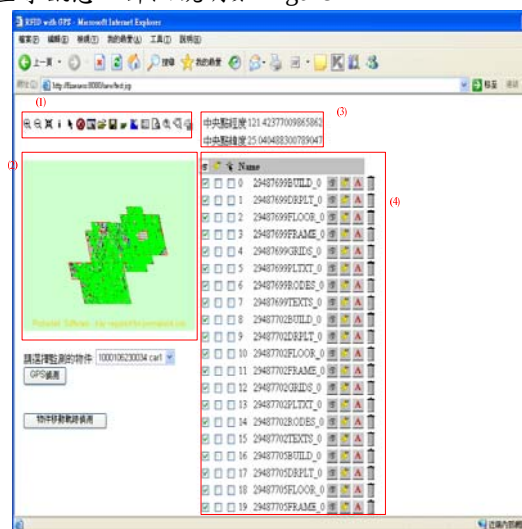


Figure 4 GPS 定位操作流程和系統畫面圖
資料來源：[1]

陳東甫(2007)研究提及位置分析管理服務，可藉由資料庫伺服器、地理資訊系統及 Web Server 所組成。資料庫伺服器用來儲存所有系統的資料；地理資訊系統則將所接收的物件 GPS 座標轉換成實際地理地圖，包含街道資訊、物件位置、歷史軌跡等圖層；而 Web Server 則提供一個對外的窗口，給監控人員以及家屬一個查詢資訊以及管理資料的介面，Web Server 所提供的功能包含地理資訊系統瀏覽地圖功能、觀看物件位置、物件移動歷史軌跡的功能。藉由相關研究可運用於本研究之監控中心畫面顯示上，監控中心的醫師和個案管理師經由使用者驗證後，即可連線至此系統。在系統畫面中可看到地理資料庫的瀏覽功能控制項、地圖影像、中央點經緯度及所有圖層資料。被照護者於戶外以藍芽式 GPS 接收器定位，並連結手持式 PDA Phone，開啟後可即時傳送相關定位資料於資料庫伺服器，當傳回資料後可於地圖影像上產生黑點，醫師將可清楚看到被照護者最新的地理位置和相關的地理資訊。另外提供瀏覽功能選項可放大、縮小圖層及查詢被照護者相關訊息。網頁每隔一分鐘可自動更新，會重新讀取資料庫伺服器以獲得最新的被照護者位置。

6、結論與限制

在行動通訊和無線技術蓬勃發展下，如何善用行動技術成為越來越多人討論的議題。本研究將 RFID、Bluetooth、GPS 和 Wi-Fi 等無線技術運用於醫療照護上，希冀能帶給較年邁和健康不佳之族群一個更妥善的照顧。從國內和國外的研究經驗中獲得許多相關的知識，也發現到這類型的議題於國內外尚屬起步階段，因此希望能結合相關領域的學者知識發展出一套較完善的健康照護系統，以協助醫療院所不論在院內、居家或是戶外都能得知被照護者的身體狀況，才能在被照護者最需要幫助的時刻，提供最即時的幫助，進而提升被照護者的生活和自信。

而本研究經由實驗模擬的方式實作電子化行動健康照護系統，透過生理訊號感測器、RFID 手環和醫院內既有系統的資料得知被照護者的身體狀況，並運用 GPS 定位能力，得知戶外行動期間被照護者的位置。本系統將隨時自動追蹤及記錄被照護者的相關資訊，於監控中心作報表分析和規則判斷，以協助醫師或個案管理師能更清楚的掌握被照護者的健康狀況。另一方面考量護理人員的工作環境無法 24 小時於護理站照護，可透過手持 PDA Phone 隨時從資料庫伺服器取得被照護者的訊息，依情形指派救護車或聯絡就近醫院協助等。

然而在研究的過程中仍然受限於當前系統建置所需的設備功能，整體仍然有極大的發展空間，限制包括：

1. 生理訊號感測器國內目前只接觸到有 USB 和 RS232 傳輸介面的血糖機或血壓機等感測器，尚未找尋到較平價且含無線功能傳輸之設備，因此使用上將被限制於電腦前才能使用。由於國外已有無線傳輸功能之感測器，因此未來在延伸本研究之架構上，需等待國內代理即能提供更具彈性的應用。

2. 護理人員之 PDA Phone 由於經費問題只能購買純 PDA 功能之設備，因此在監控中心和護理人員間被侷限於電話溝通以外的方式聯絡。
3. 被照護者的主動式 RFID 手環 Tag 目前只可量測體溫，若戶外活動期間被照護者有異常時，系統判斷其危急的程度誤差勢必較大，因此未來將找尋有血壓、脈搏或其他生理訊號功能的 RFID Tag，提供更準確的生理量測數據。
4. 判斷規則上採用專家模糊系統來建立，根據基本的醫學常識設立出數條較粗略的判斷條件。由於本身研究偏管理領域，對於醫學知識較無涉獵，因此未來可依照醫院的專業人員來建立更完善的專家規則。
5. 目前本研究的地理資料庫包含台灣簡略地圖，詳細的地圖如街道、建築與河流地圖的範圍侷限於新莊到泰山地區，所以無法提供此地區以外詳細的物件相關資訊服務，但這樣的問題可透過擴充地理資料庫來解決。
6. 無線技術會受到障礙物遮蔽影響讀取率的問題，目前 RFID、GPS 等技術都還存在障礙物影響的限制，這樣的限制將導致讀取到的數據有偏誤，進而影響資訊系統的品質，因此若要準確得知被照護者位置依靠目前設備仍有難度存在，未來將致力於改善類似問題的偏誤。
7. 本研究採用 RFID 主動式 Tag，雖然 RFID 可維持長時間的電量，不過仍需要注意充電的問題，而若採用 PDA Phone 或手機模擬的方式，也需要每隔一段時間將 PDA 充電，而 GPS 採藍芽傳輸，也須注意此設備的電力問題。
8. 本研究採實驗模擬的方式進行，所以被照護者需要攜帶 PDA Phone、主動式 RFID 手環式 Tag 與藍芽式 GPS 接收器，可能存在攜帶不方便的問題，可再找尋更適合的小型化產品。
9. 通訊失誤或資料不完整向來是手機、PDA、網路經常發生的問題，尤其以戶外活動期間，資料遺失是極易發生的狀況，要完全移除幾乎不可能，因此退而求其次，須有推測機制加以輔助。其一，可參考過去已量測數據來推測出通訊空白期間被照護者身體狀況如何；其二，於通訊空白期間，斟酌減低戶外量測數據方面的比例，加重監測站所量測的數據參考。但其缺點在於偏誤可能更大，此方面未來可加以改善。

致謝

本研究成果承蒙 96 年度國科會計畫經費補助，計畫編號 NSC 96-2221-E-030 -013，謹此致上最高敬意。

參考文獻

- [1] 陳東甫，「無線通訊與識別技術應用於物件位置感知系統建立之研究」，天主教輔仁大學資訊管理研究所碩士論文，2007。
- [2] Falck T.& Baldus H. & Espina J. & Klabunde K., "Plug 'n Play Simplicity for Wireless Medical Body Sensors", Springer Science & Business Media, July 2007.
- [3] Kim Y,B.& Kim M.& Lee Y,J, "COSMOS: A Middleware Platform for Sensor Networks and a u-Healthcare Service", Association for Computing Machinery (ACM), March 2008.
- [4] Kulkarni P.& O' ztu'rk Y, "Requirements and Design Spaces of Mobile Medical Care", Association for Computing Machinery (ACM), Vol. 11, No. 3, July 2007.
- [5] S. Dagtas, Y. Natchetoi, H. Wu(2007), " An Integrated Wireless Sensing and Mobile Processing Architecture for Assisted Living and Healthcare Applications", ACM, June 2007.
- [6] Varshney U, "Pervasive Healthcare and Wireless Health Monitoring". Springer Science & Business Media, Association for Computing Machinery (ACM) , July 2007.