

智慧型老人生理狀態與身體姿態回報系統

黃正佑*a、施順鵬 a、余嘉豪 a、陳政善 a
樹德科技大學電腦與通訊系(所)a

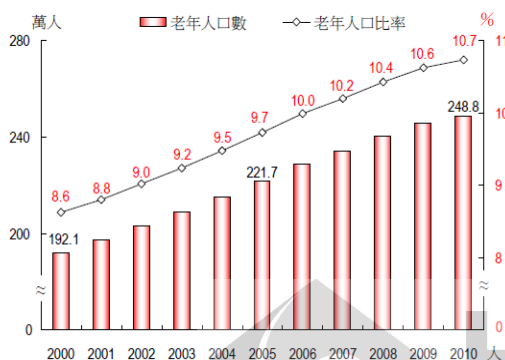
摘要

本作品結合 Zigbee 技術、RFID 技術、三軸加速度感測器、血壓計、Android 應用程式、並搭配類神經演算法設計完成。以 Zigbee 技術的 CC2530 系統晶片，搭配三軸加速度感測器，並加入類神經網路的倒傳遞網路演算法，使準確性提高，判斷是否發生跌倒等危險。主動式 RFID 模組、血壓計，判斷使用者生理狀態；透過藍芽模組與智慧型手機通訊。如發生跌倒、體溫異常等問題時，系統會發送訊息告知家人或照護人，以達成智慧型老人生理狀態與身體姿態回報系統之目的。
關鍵字： ZigBee、三軸加速度感測器、居家照護

一、研究動機

隨著科技與醫療的發達，讓許多人都充分享受到許多科技與醫療的資源，現今社會的家庭逐漸少子化導致老年人口的增加，而且大多數年輕人需至外地工作，所以無法時常待在家裡照顧他們，導致年齡較高的長輩獨自在家中，生活起居未受關注，所以我們構想讓單獨在家或外出的老人佩戴此感測器，本作品同時整合了血壓及脈搏量測的功能，長輩可在家中量測，量測後系統自動將數值傳送至電腦判斷，量測血壓或假設他一個不小心跌倒發生一些意外，感測器偵測到，系統馬上將判斷結果透過簡訊功能傳送至子女或照護人的手機，讓外出工作的子女可以馬上知道，即時了解家中長輩的狀況，如發生意外也可以趕緊做出應變措施，外出時系統會自動開啟 GPS 定位功能，可在第一時間掌握長輩目前的位置。

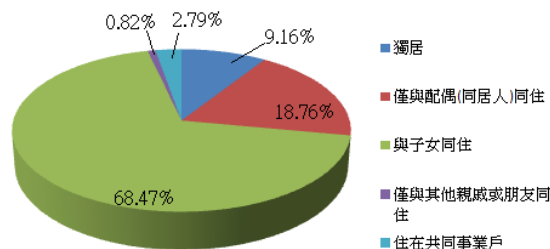
如圖 1 所示，由於醫療水準提昇及社會進步，65 歲以上老年人口數隨國人平均壽命延長持續增加，由 2000 年底 1.9 百萬人增加至 2010 年之 2.5 百萬人。因出生率逐年下降，人口結構老化更加明顯。



資料來源：內政部。

圖 1、老年人口比率(單位:萬人)

如圖 2 所示，台灣有許多獨居老人，與因家人外出工作關係而獨自在家中的長輩，如發生跌倒意外，會造成老人無法行動甚至昏迷的情形發生，在無人照顧或幫忙求救的情況之下，意外往往會變成遺憾。因此設計出在跌倒發生時，可藉由系統判斷後，自動以手機方式向家人或照護人以簡訊的方式求救。



資料來源：內政部統計處

圖 2、2010 老人居住分配圖

二、系統架構

在本作品中，將建置一個智慧型老人生理狀態與身體姿態回報系統。以 ZigBee[6] 技術建立一個無線感測網路，利用其短距離無線通訊的特性，在終端節點(End Devices)上結合三軸加速度感測器(ADXL345[13])，並利用 CC2530[14] 晶片取得之三軸動作資料，其中以類神經網路做為人體姿態辨識系統的核心演算法，將此節點安裝在使用者身上適當位置，將訊號傳至 ZigBee 協調器(ZigBee Coordinator)後，透過 UART 串列傳輸到電腦程式。環境可分為室內及室外模式，當使用者於室內時，搭配主動式 RFID[15] 的應用，可得知使用者是否在範圍內，並且可透過主動式 Tag 得知體溫，防止溫度異常，於定點設置一血壓計，可定時量測使用者的血壓與脈搏狀況；室外模式時，利用藍芽模組將其資訊傳送到手機上，可由手機 GPS 定位配戴者目前所在位置。如發生異常問題時，系統會發送訊息告知家人或照護人。



圖 3、系統架構圖

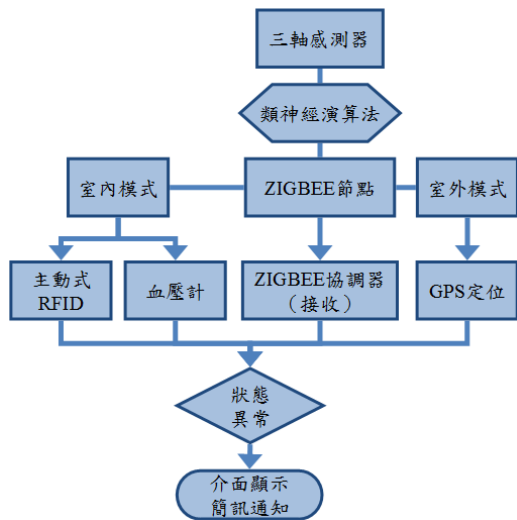


圖 4、系統流程圖

三、實作過程與結果

本作品中，身體姿態回報是以三軸加速度感測器為核心應用，結合具 ZIGBEE 技術之 MCU-CC2530 (圖 5)，並且應用倒傳遞類神經網路演算法，進而延伸其應用。



圖 5、結合三軸加速度感測器與 CC2530 之電路

倒傳遞類神經網路模式是目前類神經網路[9]學習模式中最具代表性，應用最普遍的模式，且它屬於監督式學習網路，分為網路訓練與網路回想兩個階段。

從測試、模擬到完成的階段，可分為三個部份，第一部分是測試與接收三軸資料的程式，由 CC2530 做 ZIGBEE 網路無線通訊，其節點將三軸資料以封包方式傳送至協調器，並且透過 VB.NET 所撰寫程式確認接收完整。將資料進行數值正規化，提供演算法中的網路訓練所使用。

第二部分是倒傳遞類神經網路訓練的程式，將網路訓練的程式獨立撰寫，演算法的每一計算步驟以個別執行的方式 (圖 6)。



圖 6、學習演算法撰寫階段之程式介面

其目的可確認每項參數是否正確，並且反覆修正數值，讀入由三軸正規化後的資料，自行設計動作編碼，最後，進行網路訓練，直到確定透過演算法使網路誤差收斂 (圖 7)

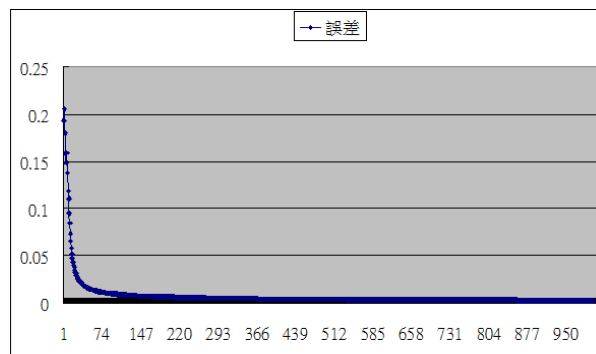


圖 7、誤差收斂 (網路訓練一千次)

第三部分是網路回想與動作判斷的程式，使用者佩戴具三軸功能的 ZIGBEE 節點於腰部位置 (圖 8)，以此方式進行判斷。



圖 8、ZIGBEE 節點佩戴位置

當程式接收節點的資料後，即時將三軸的資料進行數值正規化，然後做為網路回想的輸入，計算其推論輸出，即可完成即時動作辨識 (圖 9)。



圖 9、站立→跌倒發生→倒下→爬起→倒下連續動作之程式即時判斷

除了上述的身體姿態回報功能外，本作品的另一功能生理狀態顯示，在於觀察使用者的血壓、體溫等生理資訊。於系統主機處設置一血壓測量模組（圖 10），可供使用者於平日測量，並且紀錄使用者的收縮壓與舒張壓（圖 11），將其封包接收後，加入本作品的程式內，可依照正常的健康標準值進行判斷。



圖 10、血壓測量模組



圖 11、血壓測量原始程式

體溫的資料收集，經由一主動式 RFID 模組，使用者佩戴腕帶型 TAG，其包含溫度感測器，TAG 的封包資料包含 UID、RSSI、溫度等參數，由室內定點的自動式 RFID Reader 讀取，判斷 RSSI 參數預設範圍內的 UID，可確認使用者是否在範圍，並且持續判斷體溫狀況是否正常，主動關心使用者的健康、安全，避免走失、發燒、身體不適等狀況發生。

完成所有功能的測試階段後，以實際應用呈現本作品，使用者本身於手腕處佩戴一主動式 RFID Tag，以及腰部佩帶一 ZIGBEE 節點（圖 12）。



圖 12、使用者佩帶示意圖

ZIGBEE 節點電路的設計，由 CC2530、三軸加速度感測器、震動感測器、藍牙模組所組成（圖 13），即佩帶於腰部之設備，未來考慮將此電路設計微小化，方便使用者佩帶。

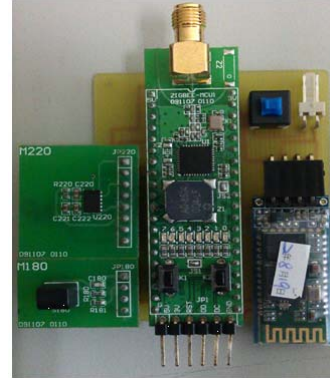


圖 13、ZIGBEE 節點

除了以使用者本身佩戴的方式外，因對象以老人為主，多數行動不便，行走需要輔助工具，所以本作品也搭配拐杖做應用，於拐杖上加了一 LED，可供夜間照明。在拐杖的底座放置一 ZIGBEE 節點，同樣結合三軸加速度感測器，判斷拐杖是否倒下，可提高判斷老人跌倒的可靠性，並加入一蜂鳴器，增加受到注意的機會。因拐杖為被動的固體，很可能發生使用者不小心使拐杖掉落，但並未發生跌破的情況，故此節點有 10 秒的誤判緩衝時間。

本作品的應用模式可分為室內與室外的環境，當程式設定為室內模式的情況下，照護人可於介面得知使用者目前是否安全，包括判斷姿態、拐杖、血壓、體溫，並且提供發送簡訊至照護人的功能。結合手機簡訊的應用，一旦使用者發生跌倒、體溫異常、遠離管制範圍等情況，將透過網路通訊的方式，傳送簡訊內照護人的手機，照護人能立即知道老人情況，給予幫助。



圖 14、主程式介面（跌倒發生）

當使用者於室外模式的情況下使用，CC2530 可自動判斷使用者是否有發生跌倒的情況，透過藍牙模組與智慧型手機通訊。APP 會顯示目前使用者的情況與 GPS 座標，一旦 CC2530 判斷發生跌倒的情況，將訊號傳送至手機，APP 得到跌倒的訊息後（圖 15），立即發送簡訊至照護人手機。



圖 15、Android 手機程式介面 (跌倒)

當照護人手機收到求救簡訊時 (圖 16)，可由簡訊得知使用者發生什麼情況，以及所在 GPS 座標。照護人只需點擊簡訊內的 GPS 座標超連結，即可透過 Google Map 得到確切的所在位置，於室外環境中，將可立即找到使用者。



圖 16、求救簡訊

四、結論

物聯網是目前科技發展中的重要指標，在無線通訊技術越來越成熟的環境，物物相連的網路將不在是夢想，更是將生活智慧化不可或缺的技術，舉凡智慧型手機、電腦、平板，就像一個個不同的入口，連結著同一個地方—應有盡有的網路世界，從網路世界中，透過不同的平台將可以得到更多的智慧應用。針對本作品的相關功能，如姿態辨識、健康管理，已有許多雛型、產品等的個別應用，「智慧型老人生理狀態與身體姿態回報系統」，將主要兩項應用結合，針對獨居老人、或安養院之類的情況設計，當老人不慎發生跌倒，能夠第一時間得知、處理，平時能夠主動照護生理狀態，希望能透過本作品呈現，來改善台灣高齡化的照護問題。

參考文獻

- [1] 杜坤憲、施順鵬、黃正佑、孫偉倫，應用類神經網路於人體姿態辨識，2011，樹德科技大學電腦與通訊系，資通技術管理與應用研討會。
- [2] 杜坤憲，基於類神經網路之人體即時動作辨識與應用，2011，樹德科技大學，碩士論文。
- [3] 杜坤憲，人體姿態辨識系統，2010，樹德科技大學，2010 全國電信研討會。
- [4] 曾吉弘、蔡宜坦、黃凱群、賴偉民、盧玟攸、施力維，Android 手機程式超簡單 App Inventor 入門卷，2012，馥林文化。
- [5] 曾吉弘、賴偉民、謝宗翰、林毓祥、薛皓云，Android 手機程式超簡單 App Inventor 機器人卷，2012，馥林文化。
- [6] 鄭立，ZigBee 開發手冊，2008，全華圖書股份有限公司，台北。
- [7] 黃正佑，基於類神經網路之人體跌倒動作辨識，2011，樹德科技大學，2011 全國電信研討會。
- [8] 葉怡成，應用類神經網路，1997，儒林圖書有限公司。
- [9] 葉怡成，類神經網路模式應用與實作，1999，儒林圖書有限公司。
- [10] 曾煜棋、潘孟鉉、林致宇，無線區域及個人網路：隨意及感測網路之技術與應用，教育部顧問局，2006。
- [11] 陳立元、范逸之、廖錦棋，Visual Basic 2005 與自動化系統監控，文魁資訊股份有限公司，2006。
- [12] 許清榮、買大誠，Visual Basic 2005 Express 程式設計經典教本，2006，博碩文化股份有限公司，台北。
- [13] ADXL345 Datasheet, www.analog.com。
- [14] CC2530 (Rev. B), www.ti.com
- [15] 廖國良、林家禎、許永和、李金鳳，RFID 無線射頻辨識實驗系統，2010，台灣優奎士有限公司，高雄。