

視障生活安全監視語音回報系統之研發

黃志峰

正修科技大學資訊工程系

摘 要

視障人士由於視覺功能的缺陷可在手腕配戴具有加速度感測器的穿戴式裝置，來偵測視障人士手腕揮動的訊號，視障人士手部揮動的動作使用摩斯碼編碼，使用居家安裝的生活安全監視主機轉換成可監視生活狀況的無線感測網路指令，居家生活狀況的感測器會用無線傳輸來回傳感測訊號，且生活安全監視主機藉由藍芽無線傳輸居家生活狀況到視障人士的手機或平板，透過耳機或喇叭播放居家生活狀況資訊或在發生危險時發出警告。

關鍵詞：加速度感測器、穿戴式裝置、摩斯碼。

Life security monitoring and voice response system for the visual impairment

Chih-Feng Huang

*Department of Computer Science and Information Engineering
Cheng-Shiu University
Kaohsiung, Taiwan 833, R.O.C.*

ABSTRACT

The wearable device for the visual impairment has an acceleration sensor on the wrist because of the drawback of the vision function. The acceleration sensor is used to detect the visual impairment wrist swinging signals. The visual impairment hand waves acceleration sensor signal for using Morse codes encoder. The life safety monitoring host can transfer the visual impairment wrist waving Morse codes to encode into the commands of the wireless sensor network for monitoring living conditions. the sensor will use wireless transmission back sensing signals. Life security monitoring host can be used the Bluetooth wireless transmission of sensory values to the smart phone or tablet of the visual impairment. The smart Phone or tablet generates voice to play home life information via headphones or speakers or warn you when a hazard occurs.

Key Words: acceleration sensor, wearable device, Morse code.

一、前言

視障人士的視障行動輔助方面包括導盲系統[1]、導盲手杖[2]與導盲機械人等工具，可以幫助視障人士行走更便利，利用 ZigBee 無線感測器網路來發展居家生活環境感測系統、智慧節能省電系統、家庭防盜防災系統等等[3]，我國與外國均有很多學術與研究機構做此方面技術之研發。由於手機和平板電腦的技術成熟和手機和平板電腦的流行，使得近年來穿戴式裝置的技術發展快速，可用來量測睡眠品質和運動能量消耗的穿戴式產品逐漸流行，且配合電極設計偵測心電圖和心跳的穿戴式產品，也有多家公司研發完成，使用的是藍芽無線來方便和手機連結來發展 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置，由於 ZigBee 無線感測器網路非常省電，可以支撐一年以上不用換電池，適合視障人士使用。

近年來物聯網科技逐漸成熟，物聯網應用在居家生活的產品越來越多，其中 ZigBee 無線感測器網路的通訊技術日漸成熟已能廣泛應用在日常生活中的物聯網應用，包括智慧瓦斯、煙霧等有害氣體感測器聯網系統、居家智慧節能省電系統、家庭防盜防災系統等等[4]，並發展使用摩斯碼[5]提供視障人士與輔助機器的溝通功能來減少視覺障礙的不方便[6]。另外由於手機和平板電腦的流行和微機電技術發展，電子的半導體感測器大量生產，使價格平民化，還有手機和平板電腦內建藍芽無線傳輸，使用加速度感測器的可攜式裝置透過藍芽來連上手機和平板電腦，可用來量測睡眠品質和運動能量消耗的穿戴式產品逐漸流行，ZigBee 無線感測器網路配合感測器連結上居家無線網路也已經應用在居家智慧感測器、節能省電的智慧電表系統和家庭防盜防災系統的設計[7]，而 ZigBee 無線感測器網路和藍芽模組轉接配合居家各種感測器產品來聯網回報資訊，並用手機或平板電腦當居家生活狀況感測器的語音回報裝置也有一些廠商正在研發特定家電有設計用手機和平板電腦的感測器回報資訊功能[8]。

本論文考慮視障人士可方便使用穿戴式裝置，而不易拿出手機或平板電腦來做為居家各種感測器產品來聯網語音回報資訊和發出警告，所以設計一套穿戴式視障無線感測器聯網語音回報與警告系統，在日常生活中能用手部揮動產生摩斯碼訊號，由手部的穿戴式裝置內部的加速度感測器將手部揮動的摩斯碼訊號轉換成電訊號，經由 ZigBee 無線感測網路傳輸到 ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機，生活安全監視主機辨識摩斯碼訊號轉換成無線網路感測指令，使用 ZigBee 無線傳輸指令給居家生活狀況的感測器，感測器會用 ZigBee 無線傳輸回傳感測訊號給生活安全監視主機，生活安全監視主機藉由藍芽無線傳輸感測訊號到視障人士攜帶的手機或平板，由手機或平板產生語音透過耳機或喇叭播放居家生活狀況資訊或在發生危險時發出警告，使視障人士生活更安全與方便。

二、研究目的

近年來電子科技發展快速，我國更在世界居於領先地位，本計畫目的在使用 ZigBee 無線感測器網路系統來實現物聯網的居家各種感測器產品來聯網語音回報資訊和發出警告，使用 ZigBee 無線感測器網路通訊來達到居家環境資訊語音回報與警告的目的，使用的加速度感測器，透過適當的上下臨界值設定得到脈波波形來實現視障人士不須看螢幕的手勢摩斯碼遙控家電系

統，除了視障人士外，有更大需求產品為現在人士常低著頭並且眼睛注視著智慧型行動裝置來做控制，久而久之就會使自己的頸部和眼睛受傷或感到痠痛，以上的缺點可以由本計劃所研發系統加以改善，利用智慧型行動裝置使用內部三軸加速度感測器撰寫應用軟體(Application software)偵測手勢動作的摩斯碼來執行居家各種感測器產品來聯網語音回報資訊和發出警告，即是用摩斯碼手勢來轉換成無線網路感測指令，使用 ZigBee 無線傳輸指令給居家生活狀況的感測器，感測器會用 ZigBee 無線傳輸回傳感測訊號給生活安全監視主機，生活安全監視主機藉由藍芽無線傳輸感測訊號到視障人士攜帶的手機或平板。手勢動作的摩斯碼用上下擺動手機一次後停頓的時間短代表摩斯碼的“滴” (.)，而停頓的時間長代表摩斯碼的“答” (-)，來使智慧型行動裝置在只有一隻手使用時，有便利輸入無線遙控命令，完成手勢摩斯碼就能夠達到傳輸指令給居家生活狀況的感測器的功能，配合穿戴式裝置和物聯網的發展，相信未來居家無線遙控與警告系統，可在不須看手機螢幕下，使用手勢摩斯碼轉換成無線網路感測指令，使用 ZigBee 無線傳輸指令給居家生活狀況的感測器，感測器會用 ZigBee 無線傳輸回傳感測訊號給生活安全監視主機，生活安全監視主機藉由藍芽無線傳輸感測訊號到視障人士攜帶的手機或平板。

三、研究方法

視障生活安全監視語音回報系統如圖 1 所示，主要開發 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置、ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機和 ZigBee 無線感測器網路的感測器量測裝置，首先 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置使用低耗電的嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器和加速度感測器構成，手部的穿戴式裝置內部的加速度感測器將手部揮動的三軸加速值轉換成摩斯碼訊號，經由 ZigBee 無線感測網路傳輸到 ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機，ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機使用低耗電的嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器、藍芽模組和喇叭所構成，生活安全監視會辨識接收到的手部摩斯碼訊號來轉換成無線網路各種感測指令，使用 ZigBee 無線傳輸指令給居家生活狀況的感測器量測裝置，由圖一的感測器量測裝置分類為三種主要應用，包括生活環境監視、節電節能監視和家庭安全與防災監視，生活環境監視為 ZigBee 無線感測器網路的溫濕度感測器和空氣品質感測器，節電節能監視為 ZigBee 無線感測器網路的電流感測器和電壓感測器，家庭安全與防災監視為 ZigBee 無線感測器網路的磁簧開關和 ZigBee 無線感測器網路的有害氣體感測器等，各種感測器會用 ZigBee 無線傳輸回傳感測訊號給生活安全監視主機，在偵測危險時會使警告產生器發出警告聲，同時藍芽模組會將感測器資訊和警告命令傳輸給視障人士身上的手機或平板電腦，視障人士身上的手機或平板電腦的應用程式使用語音回報感測器資訊，且在偵測危險時發出簡訊傳輸給社服人員來及時幫助視障人士，可讓視障人士生活便利與安全。

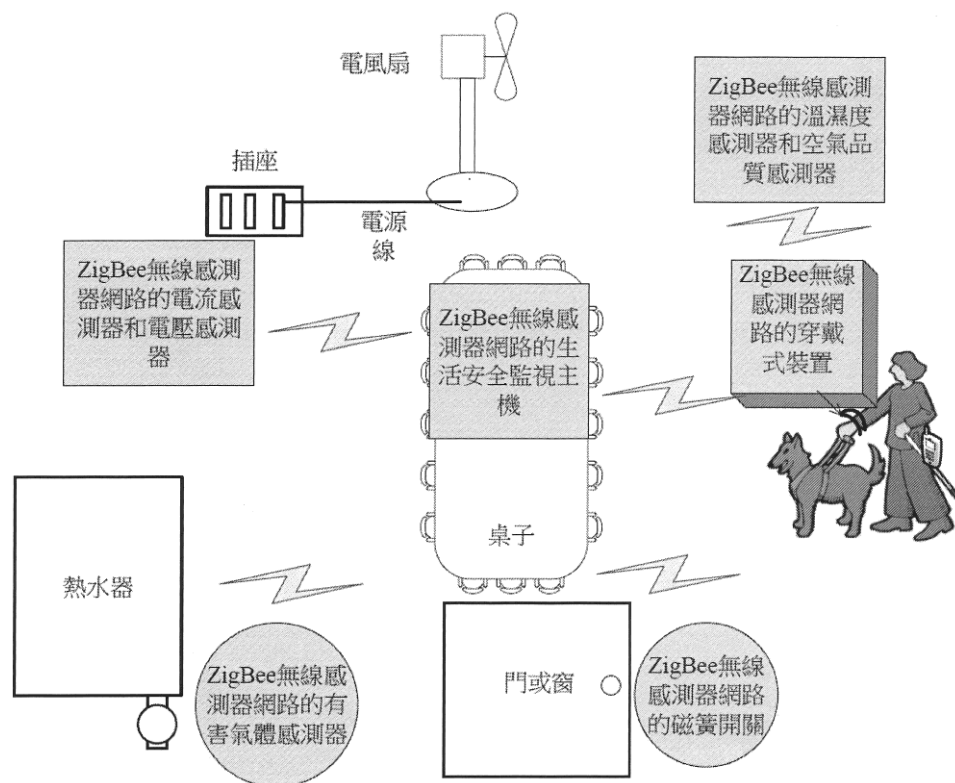


圖 1 視障生活安全監視語音回報系統的整體方塊圖

圖 2 為 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置之方塊架構圖，使用嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器、加速度感測器和電池，本穿戴式裝置使用嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器非常省電，可使鋰電池維持裝置正常工作長達一年，並在電池量低時通知視障人士更換電池，不用擔心穿戴式裝置會因沒電而不做動。穿戴在手腕時，穿戴式裝置的三軸加速度感測器感應的三個方向(x 軸、y 軸和 z 軸)的加速度分別為 A_x ， A_y 和 A_z 會被重力加速度影響，為了避免重力加速度的干擾，參考 Eus J.W. van Someren 等的計算方法[9]，求得三軸加速度絕對值 $A = \sqrt{(A_x)^2 + (A_y)^2 + (A_z)^2}$ ，為手部揮動產生的加速度值加上重力加速度 g ，把重力加速度 g 當成直流，三軸加速度值用手勢擺動一次的上下脈波訊號後感應停頓時間，停頓的時間短大約 100mS~200mS 代表摩斯碼的滴(.)，而停頓的時間長大約 300mS~500mS 代表摩斯碼的答(-)，如圖 3 所示為摩斯碼和三軸加速度感應計算後的瞬間加速度值 A 比對圖，圖 3 中英文字母 A、B 和 C 的摩斯碼分別為“- -”、“- . .”和“- . . -”，擺動多次手勢後就能產生摩斯碼，嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器讀取三軸加速度值並計算出三軸加速度絕對值 A ，將手部揮動的摩斯碼訊號轉換成 ZigBee 無線傳輸指令，經由 ZigBee 無線感測網路傳輸到 ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機。

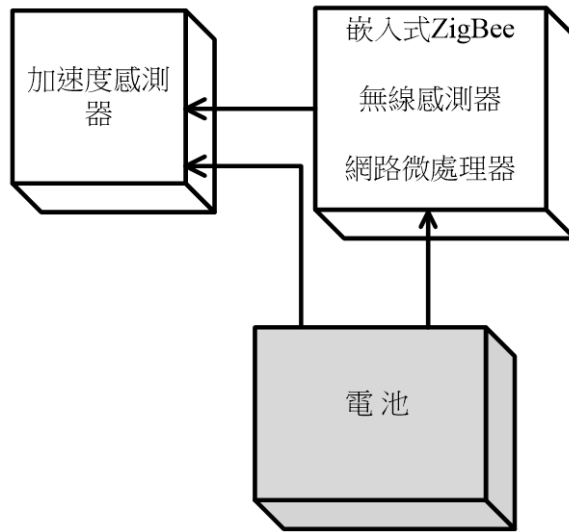


圖 2 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置

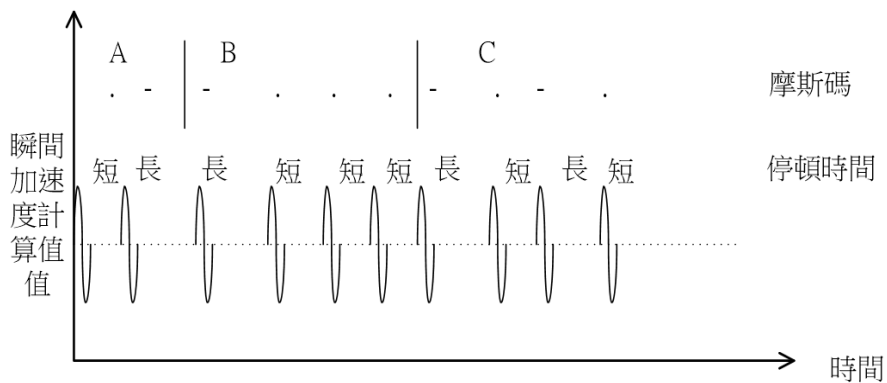


圖 3 摩斯碼和三軸加速度感應計算後的瞬間加速度計算值比對圖

圖 4 為 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置的程式流程圖，使用三軸加速度感測器來量測手部揮動的加速度值並計算瞬間加速度總值，藉由瞬間加速度總值來判斷手部是否揮動，當判斷手部是揮動後並停止，就開始啟動計時功能來偵測停止手部揮動的時間，手部揮動停止時間短為摩斯碼”滴”，手部揮動停止時間長為摩斯碼”答”，使用者手部揮動停止時間超過 500mS，即認定使用者已經完成手部揮動摩斯碼指令，此時 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置的程式會把揮動手部的摩斯碼組合成指令，並轉換成 ZigBee 無線傳輸指令。

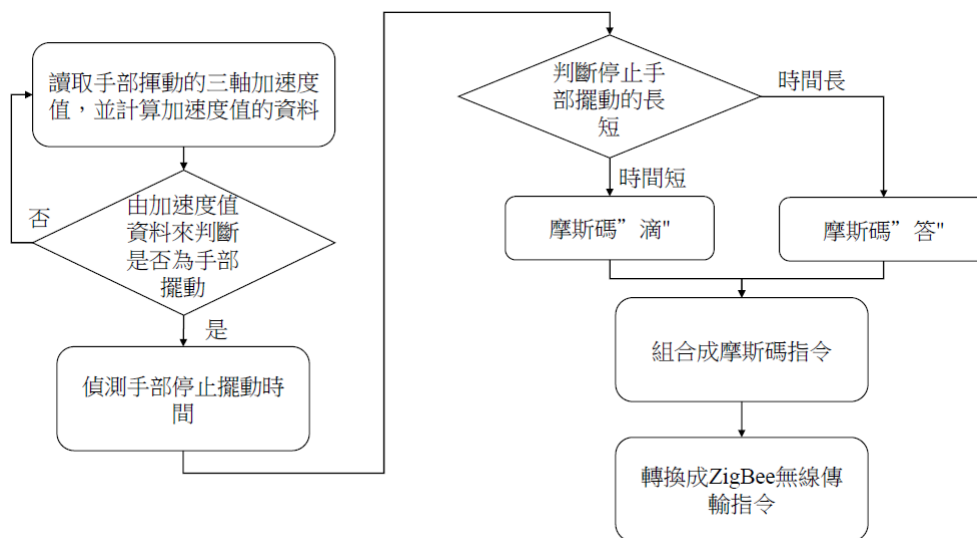


圖 4 ZigBee 無線感測器網路的穿戴式裝置的程式流程圖

圖 5 為 ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機之方塊架構圖，使用嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器、藍芽模組、喇叭和 AC/DC 電源電路，生活安全監視主機使用市電的 AC 電源經過 AC/DC 電源電路轉換成直流電源供應給嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器、藍芽模組和喇叭，AC/DC 電源轉換器為了小型化，大都採用高頻切換技術來提高轉換效率，以致容易產生雜訊干擾感測器的訊號讀取，除了優先採用有數位訊號輸出的感測器外，在只有類比訊號輸出的感測器，設計適當的濾波器來消除雜訊，嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器的程式平均讀取的感測器資料避免雜訊干擾，ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機也會根據多個感測器資料分析是否有雜訊干擾，並消除受雜訊干擾的感測器資料，而且使用嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器非常省電，不用擔心生活安全監視主機作動會增加太多電費。生活安全監視主機會辨識接收到的手部摩斯碼訊號來轉換成無線網路各種感測指令，使用 ZigBee 無線傳輸指令給居家生活狀況的各種感測器量測裝置，各種感測器會用 ZigBee 無線傳輸回傳感測訊號給生活安全監視主機，在偵測危險時會使喇叭發出警告聲，同時藍芽模組會將感測器資訊和警告命令傳輸給視障人士身上的手機或平板電腦，視障人士身上的手機或平板電腦的應用程式使用語音回報感測器資訊，且在偵測危險時發出簡訊傳輸給社服人員來及時幫助視障人士。

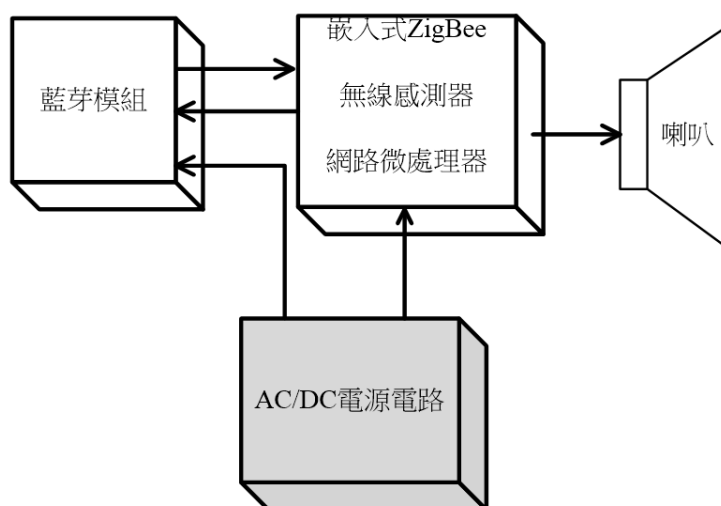


圖 5 ZigBee 無線感測器網路的生活安全監視主機

圖 6 為 ZigBee 無線感測器網路的感測器量測裝置之方塊架構圖，使用嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器、各種感測器和 AC/DC 電源電路，感測器量測裝置使用市電的 AC 電源經過 AC/DC 電源電路轉換成直流電源供應給嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器和感測器，感測器量測裝置使用嵌入式 ZigBee 無線感測器網路微處理器接收到由生活安全監視主機透過 ZigBee 無線感測器網路傳輸的各種給居家生活狀況感測器的感測指令，本計畫的各種感測器分為三類主要應用，包括生活環境監視感測器、節電節能監視感測器和家庭安全與防災監視感測器，使用溫濕度感測器和空氣品質感測器來實現生活環境監視，使用電流感測器和電壓感測器達成節電節能監視，並使用磁簧開關和有害氣體感測器完成家庭安全與防災監視。

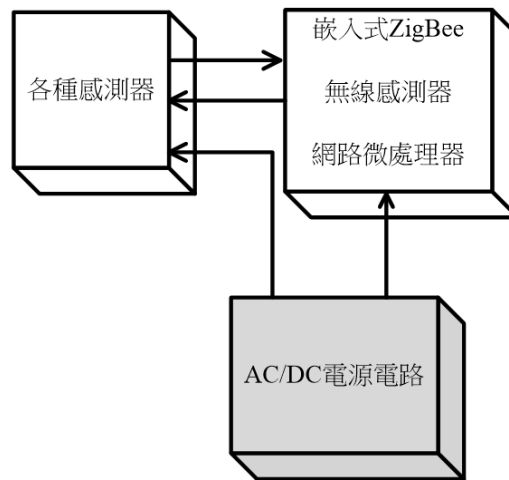


圖 6 ZigBee 無線感測器網路的感測器量測裝置

四、結果與討論

本論文為了訓練與實作顯示手勢摩斯碼，先使用智慧智慧型行動裝置撰寫應用程式來測試用加速度感測器來偵測手勢晃動的波形，再將這個加速度變化值每 80 毫秒繪製成一個紅色的點，就能夠看到上下的波形圖，當晃動越大時波形也就會越大，晃動的越小波形也就會越小，根據手部晃動力氣的判斷來設定波形的門檻值為波形的上下界限，在這個界限內的才能夠準確的決定出一個脈波波形的訊號。接著將兩個脈波波形之間的時間來分析是否為摩斯碼的”滴”(.)或”答”(–)，間隔較短的為”滴”(.)，間隔較長的為”答”(–)如圖 7 所示，手勢摩斯碼轉換成無線網路感測指令，使用 ZigBee 無線傳輸指令給居家生活狀況的感測器，感測器會用 ZigBee 無線傳輸回傳感測訊號給生活安全監視主機，生活安全監視主機藉由藍芽無線傳輸感測訊號到視障人士攜帶的手機或平板。

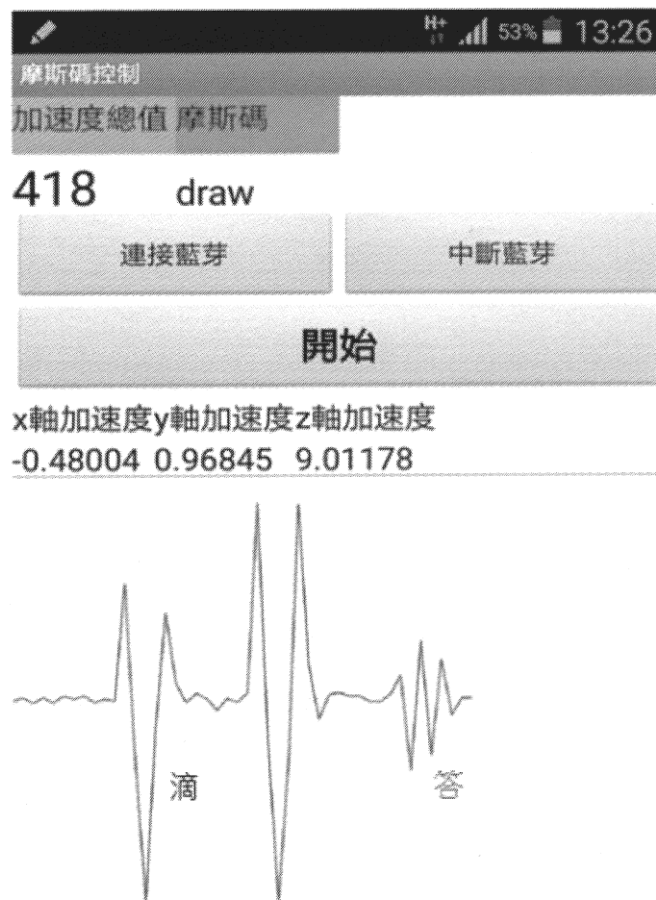


圖 7 手勢摩斯碼測試波形

為了讓使用者經過訓練後可以輕易的將訊號成功的發送出去，使用 Arduino 開發穿戴式裝置來揮動手勢來發出摩斯碼的訊號，因為每個使用者所揮動的方式都不一樣，有的人揮動幅度大，有的人揮動幅度小，但只要經過訓練，就能夠輕易的揮動穿戴式裝置來準確的達到滴和答的訊號，並顯示在 Arduino 開發環境的串列監控視窗如圖 8 所示來瞭解這個訊號可以在多久的時間內達到使用者的目的。

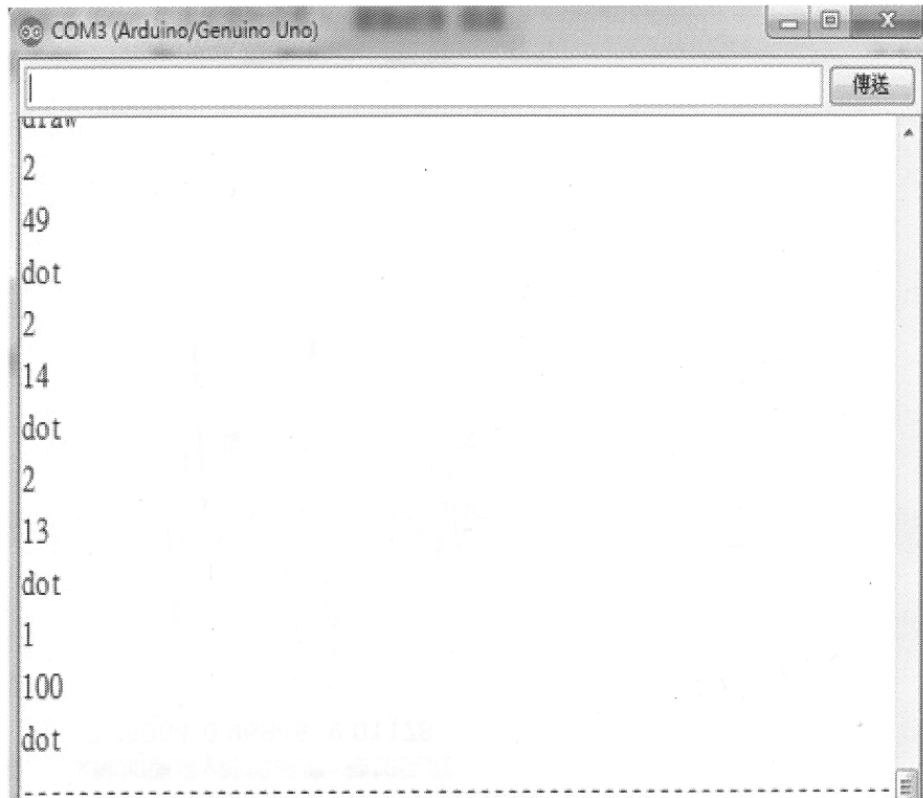


圖 8 Arduino 開發環境串列監控視窗顯示”滴”(dot)和”答”(draw)

最後測試手部揮動出摩斯碼的訊號，生活安全監視主機會辨識接收到的手部摩斯碼訊號來轉換成無線網路各種感測指令，使用 ZigBee 無線傳輸指令給居家生活狀況的各種感測器量測裝置，各種感測器會用 ZigBee 無線傳輸回傳感測訊號給生活安全監視主機，各種感測器分為三類主要應用，包括生活環境監視感測器、節電節能監視感測器和家庭安全與防災監視感測器，使用溫濕度感測器和空氣品質感測器來實現生活環境監視，使用電流感測器和電壓感測器達成節電節能監視，並使用磁簧開關和有害氣體感測器完成家庭安全與防災監視。在偵測危險時會使喇叭發出警告聲，同時藍芽模組會將感測器資訊和警告命令傳輸給視障人士身上的手機或平板電腦，視障人士身上的手機或平板電腦的應用程式使用語音回報感測器資訊，且在偵測危險時發出簡訊傳輸給社服人員來及時幫助視障人士。

參考文獻

1. J. Kim and H. Jun, "Vision-based location positioning using augmented reality for indoor navigation," *IEEE Transactions on Consumer Electron.*, vol. 54, No. 3, pp. 954-962, 2008.
2. I. Ulrich, J. Borenstein, "The GuideCane – Applying Mobile Robot Technologies to Assist the Visually Impaired," *IEEE Transactions on Systems, Man, AND Cybernetics*, Vol. 31, No. 2, pp. 131-136, 2001.
3. Archana R. Raut and L. G. Malik Thomas, "ZigBee in Building Industrial Control and Automation," *International Journal of Wireless Communications and Networking*, V.3, No.2, pp. 149-154, 2011.
4. Gonçalo Marques and Rui Pitarma, "An Indoor Monitoring System for Ambient Assisted Living Based on Internet of Things Architecture," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 13, pp. 1-14, 2016.
5. M. C. Hsieh, C. H. Luo, and C. W. Mao, "Unstable Morse code recognition with adaptive variable-ratio threshold prediction for physically disabled persons", *IEEE Trans. Rehab. Eng.*, Vol. 8, pp. 405-41, 2000.
6. 羅錦興、施清祥、施清添,「殘障用中文摩斯碼溝通輔助系統」,中華醫學工程學刊,第 16 卷,第 2 期,第 214-230 頁,1996。
7. 劉柏佑、陳明福,「以智慧家庭雲端服務為基礎之廣泛性裝置連接物聯網快速開發技術建構"設計與實作」,2013 智慧電子應用設計研討會論文集,第 51-56 頁,2013。
8. 劉建源、陳正義、黃志峰、黃燕昌,「智慧家庭節能控制用通訊閘道器之設計與實作」,第 35 屆電力研討會,2014。
9. E.J.W. van Someren, W.A. van Gool, B.F.M. Vonk, M. Mirmiran, J.D. Speelman, D.A. Bosh, D.F. Swaab, "Ambulatory monitoring of tremor and other movements before and after thalamotomy: a new quantitative technique", *J. Neurol. Sci.*, Vol. 117, pp. 16-23,1993.