



聽損者居家生活輔助警示系統之研發

*黃義良¹ 曾明基² 王怡又³

¹ 中華醫事科技大學 語言治療系

² 國立臺南大學 特殊教育學系

³ 中華醫事科技大學 幼兒保育系

摘要

本研究旨在研發一款聽損者輔助警示系統，能針對居家生活中常見的聲源（如電話、門鈴與火災警報器等），傳達訊號到手機，透過震動與圖示的提醒，讓聽障者或聽力退化者居家生活時更安全。此一系統包含硬體——音感接收器以及軟體——手機 App。音感接收器設有收音的麥克風，感測到 90 分貝以上的聲源後，系統會透過藍牙傳輸訊號到手機 App，以震動及相對應聲源的圖示，對使用者進行警示。手機 App 可同時連結多顆硬體，依據需求而設定不同聲源以提供警示功能。本研究進行 90 次的測試中，正確啟動警示的比例總平均為 74.44%。調查 126 位目標對象（聽損者及其照護者等），對於本產品達 83.00% 的整體滿意度，其中以實用性與安全性的題項滿意度較高，價格與耐用性題項滿意度略低。

關鍵詞：居家生活、輔助科技、輔具、警示、聽損

1. 研究動機與目的

1.1 研究動機

電腦與科技的進步，所發展的一系列輔助技術令人驚艷，讓身心障礙者有更高的可能性去突破環境障礙以及生理局限(Farooq, Aasma & Iftikhar, 2015)。輔助科技以尊重個人價值的思維為基礎，搭配日新月異的科學技術，使得過去無法克服的限制開始轉變成可能（林淑玟，2001）。

聚焦於聽力類別，Bouck 等人(2012)指出治療聽力障礙的醫療措施依賴輔助科技，輔助設備是障礙者的助手和必需品，聽力障礙兒童比其他障礙別兒童更傾向於使用輔助技術。聽障輔具的發展區分成聽力輔具和生活輔具兩類（伍祚慶，2006）藉以改善聽力障礙帶來之不便，多數患者佩戴助聽器或電子耳等，乃屬於聽力輔具，也是聽障輔具發展的大宗。

Farooq、Aasma 與 Iftikhar (2015)指出聽力輔助的警報設備很早之前即開始發展，使用震動觸覺和信號裝置為提醒工具(Hersh & Johnson, 2003)。但市面上生活輔助的警示系統，尚不足以解決聽障者日常生活中的不便處(Kochkin, 2005)，為減少可能產生的各項危險，有必要針對生活聽力之輔具加強研發（林永禎等人，2016）。此一背景狀況乃是激發研究動機的濫觴。

依據國家發展委員會提出的中華民國人口推估（2022 至 2070 年），我國 2018 年高齡族已達 14%，估計到了 2025 年，65 歲以上的人口將超過 20.0%，邁入「超高齡社會」（國家發展委員會，2022）。隨著高齡而來的是身體衰弱與被照顧的需求。衛生署長照保險籌備小組估算，2031 年台灣失能人口將有 121 萬人，15%對於聽力輔具有需求者，粗估約 18 萬人。聽力障礙領有手冊 12.2 萬人，多重障礙者 12.7 萬人，其中包括聽力障礙人數 4.8 萬人（衛生福利部統計處，2020）。上述總計超過 35 萬人，形成巨大的聽力輔具照護需求，亦即聽力輔助用品具有巨大的市場需求。

聽力退化的高齡族居家時間長，對於相關聲源的情境反應慢甚至無知覺，如與互動相關的電話或門鈴，與安全相關的居家場域，如火災警報器或廚房燒開水等（林楷庭，2013）。研究者的長輩目前即有幾位是聽力退化者，居家生活中，一些設備發報聲響時（如門鈴、電話、火災警報器與笛音壺等），聽障者或聽力退化人士常因無法正確接收，而導致生活產生阻礙，甚至發生危險而不自覺。目前，市面上有關聽力輔助警示的產品鮮少，相關輔具有待研發與改善。

與先前低科技設備相較，高科技輔具更加精密、複雜、昂貴且功能性更強，用於協助障礙者，可以獲致更佳的性能、便利性與可靠性(Seok & DaCosta, 2013)。預計未來身心障礙者會使用更多的高科技設備，且先前的研究中顯示在所有障礙類型中，聽力障礙者使用輔助科技的比例最高(Kaye, Yeager & Reed, 2008)。運用智慧型手機作為聽障者隨身提醒的方式，可以改善聽障者使用多重輔具的困擾，具有隨身攜帶的方便性，讓聽障者更即時滿足需求（林楷庭，2013）。

基於既有輔具的闕漏以及生活上的實務需求，而引發研究的動機，研究者企望研發一款可以提供警示的聽力輔助工具，偵測居家生活中常見的聲源，讓使用者能收到震動與圖示閃光等訊息提醒而注意，讓聽障者或聽力退化之高齡族居家生活時更安全。本系統搭配時下普遍使用的手持裝置，設計簡便的手持裝置應用程式(Application, App)進行警示，將能降低使用者居家時的潛在危險，提升居家生活品質與便利性。

本輔具特色是無須購置固定式載具（如背包），使用上輕巧便利，適用於居家多種情境，可以依據需求快速設定聲源情境，無須傳輸費用，且無須專用的顯示設備，可以沿用個人既有的手持裝置，經濟實惠。此技術的成功開發，不僅能照護國人健康福祉，更能開創聽力生活輔具市場的藍色海洋。

1.2 研究目的

基於上述，本研究的具體目的有：

- (1) 研發一款居家生活聽力輔具，接收主機透過藍牙技術傳送到手持裝置，其 App 能以震動和對應聲源圖示來進行警示；
- (2) 了解本研究研發的輔具，提醒發報的準確性；
- (3) 了解本研究研發的輔具，目標客群的滿意度。

2. 相關資料彙整與分析

2.1 聽力輔具實證研究

聽力缺陷一直是很普遍的問題，研究發現世界上超過五分之一的人口患有不同程度的聽力損失(Nagesh et al., 2017)。Farooq、Aasma與Iftikhar (2015)的調查，發現輔助科技對聽力障礙學生有全面的幫助，但這些輔助設備尚無法提供個別化的協助。當前有關聽覺障礙的學術探討以及輔具的開發，主要都聚集於配戴助聽器或人工電子耳來解決生活中「聽」的不便（林永禎等人，2017；柯皓瀚，2016）。然聽障者尚須藉由科技輔具來協助接收資訊，不過聽損者輔助警示裝置的探究相較下就顯鮮少（周哲宇，2009）。

Farooq等人(2015)將聽力輔助設備分為三大類：聽力輔助技術、警報設備和通信支援技術。聽力輔助技術即以助聽器為主；警報設備則運用於生活居家當中。Sorgini等人(2018)在Scopus、PubMed和Google Scholar數據庫中進行文獻檢索，分析1960年代至2018年的研究，發現感官輔具能夠部分減輕聽障者和聽視障者在語言學習與溝通的缺陷，觸覺可以作為溝通方式，未來研究將朝向小型化、客製化和低成本的觸覺界面以及個別化設備來發展。

新近，開始運用智慧型手機作為聽障者隨身提醒的方式，如Ganguly、Küçük與Panahi (2018)運用智能手機的全時性App，提出一種使用兩個麥克風進行方向估計的語音源定位方法，以幫助提高聽力受損用戶的空間感。隨之，嘗試透過人工智能物聯網(Internet of Things, IoT)，幫助聽力受損或聽力障礙的人在對話中與他人交流(Mantokoudis et al., 2021; Young et al., 2020)。

歸納文獻，目前研發聽障警示輔具的實證研究為數不多，相關文獻帶給設計上的啟發，如訊息接收器主要採震動與閃光模式、搭配手持裝置的應用、人機介面設計須注意介面簡潔、容易學習與反應速度快等要素。

2.2 市售聽覺輔具的類型

依據CNS15390 輔助科技分類技術手冊，與本研究探討聽覺輔具類較為相關者，屬於第22大類的溝通與資訊輔具當中的22、27分類警示、指示與信號輔具（李淑貞、余雨軒，2011）。此項目與聽力輔助相關者包含：震動鬧鐘、門鈴閃光器、無線震動警示器與火警閃光警示器等。輔具資源入口網(2024)可查詢的溝通與資訊輔具產品有107筆，大多數以耳內或是耳掛型助聽器為主，包含了新穎的藍牙助聽器與物聯網助聽器，少數是助聽器的配件，如磁吸式耳機與多彩矽膠耳模，而輔

聽器有 3 項次。其餘項次中，與聽覺輔助較有關連的是「電話來電響鈴擴大器」，它可增大電話鈴聲，來電時，增加閃光提醒。

彙整既有的相關產品，本研究產出的輔具，與目前市售的聽覺輔具款式和功能皆無雷同之處。

2.3 專利系統搜尋

查詢中華民國專利資訊檢索系統，以「聽力」、「警示」與「輔助」等為關鍵字，截至 2024 年 6 月 30 日為止，初步獲得 226 項有關資料，排除無直接相關以及助聽器的專利，彙整登錄的有關聽力輔助產品專利案約有 7 件，主要提出了閃爍燈光裝置或是震動器來提醒使用者的概念，認為可藉由視覺與觸覺方式提示聽力障礙者的聲音源的位置及強度等，但應用手持裝置者僅有一件。

與本研究設計概念最為接近的是專利核准案號 M532619，二者都是著重於通知聽障者的資訊交換系統，包含接收模組、處理模組及傳輸模組，外部訊號經由處理模組再傳輸至手持式電子裝置，據以產生震動或光源之提醒作動。不同處，在於既有的申請案，採用 Wi-Fi 的網路架構，外出時無法隨時使用或者遷移位置有困難；再者，無法顯示不同情境的音源，只能提供單一類型的警示效果，這些不足處將在本研究中進行補充與突破。

2.4 相關資料與產品對本研究設計之引導

分析專利證號 I618418 聽力輔助系統及電子裝置，以及畢宗瑋(2013)和張子文(2013)設計的穿戴式聽覺輔助裝置，都是採麥克風模組接收與電子控制盒發報訊號，且均以音量判讀為啟動依據。至於音量啟動標準，參考我國身心障礙者鑑定作業辦法身心障礙者之分級與鑑定標準中，可接受補助的聽障者中重度聽障，依照優耳來測定聽力損失在 90 分貝以上（衛生福利部，2024）。根據上述，本輔具設定 90 分貝為達標啟動的閾限。

依據文獻的導引，以及使用者需求設計，這項產品聚焦於研發聽損者居家生活輔助警示系統，採接收主機，透過藍牙發射技術，搭配手持裝置（智慧型手機或智能手錶）的 App。系統架構上，該接收主機設有收音的麥克風，聲音源進入晶片後，判定音量是否達標，若達標則系統透過藍牙傳輸訊號，於手持裝置的 App 以震動及相對應聲源的圖示，對使用者進行警示。依據上述，系統之基本架構，如圖 1 所示。

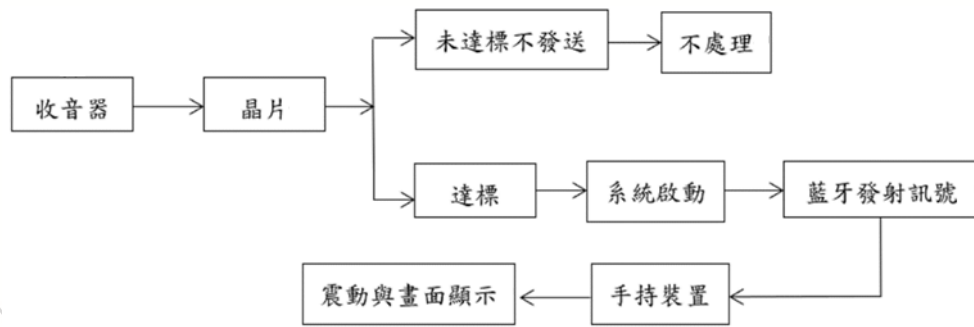


圖 1. 本研究音感轉換系統圖示

3. 產品設計

3.1 目標對象需求調查

為了瞭解目標對象的真實需求，研發前先以問卷調查聽障者、聽力退化者及其照護者和聽語系所學生等對象，發出問卷 55 份，回收 55 份，其中有效問卷 47 份，無效 8 份，有效問卷率為 85.45%，達良好程度。統計後得到以下的發現：

- (1) 對於聽力警示輔具規劃，填答者認為居家生活中，常用性第一順位的情境，以火災警報器最高，有 21 位，次之為電話機，15 位。第二順位中，以門鈴 20 位最高，次之，為電話機 13 位，第三順位中門鈴、火災警報器與電話機三者次數很接近，分別為 14、13 與 12 位。經過加權後（第一順位×3，第二順位×2），前四順位分別為電話機、門鈴、火災警報器與笛音壺；
- (2) 對於此一規劃的輔具，有購買意願的有 30 位，占 63.83%；目前無意願的 14 位，占 29.79%，另外有 3 位為闕失值；
- (3) 對此規劃之輔具，預期可接受的價格區間最低從 500 元至最高 1,750 元；眾數有 20 位，為 1,000 元；平均數為 945.91 元，標準差為 193.02；
- (4) 依據以上調查結果，將電話機、門鈴與火災警報器作為軟體設計的主要偵查項目，並留意成品之成本控制於 1000 元左右。

3.2 產品之硬體設計

第一代硬體包含收音感測模組（麥克風傳感器）、Arduino 晶片與藍牙傳輸裝置等。硬體採 Arduino 架構，藍牙裝置為低功耗藍牙 V4.2 技術應用，通訊採用 802.11 b/g/n 規格。理想條件下，室內可傳輸 30 米，室外傳輸 100 米，第一代的工程設計圖如圖 2 所示。



圖 2. 第一代產品工程正視圖

第一代的設計，為求體積輕小，將麥克風設計於產品上方，經實際測試，發現麥克風收音位置不理想，兩位協助測試者認為各種情境的聲源可能多位於側邊（如電話機或火災警報器）所導致，建議收音孔調整於側邊。另外，測試者 A 指出：LED 燈鑲嵌於基座內部，閃爍時不夠明顯，失去視距內直接目視的警示功能。測試者 B 則認為硬體的聲音靈敏度微調開關，隱藏於基座裡面，難以直接調整，需要將基座底部的 4 顆螺絲完全鬆開才能進行調整，如此將很不方便。基於上述狀況，將再進行調整。

第二代重新設計的硬體，長度與寬度各為 6 公分，外殼周邊採用圓弧處理，盒體上方有敏感度調整孔，整體的重量約 60 公克，採用直流 5V 電壓供電，常見之 USB A to Mini USB 傳輸線即可供電啟動，環保又方便。第二代的工程設計圖與產品實體圖分別如圖 3 與圖 4 所示。

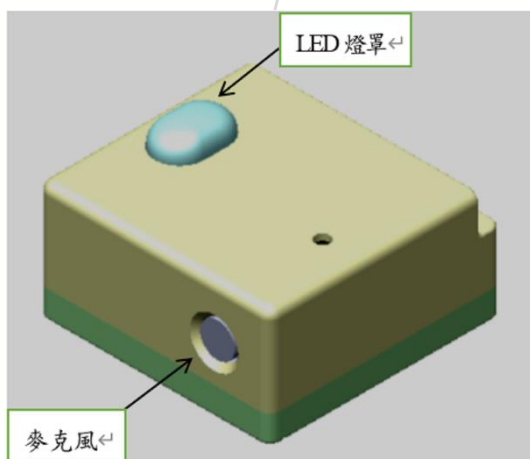


圖 3. 第二代產品工程正視圖



圖 4. 第二代產品實體圖

3.3 產品功能

將本輔具放置於所需要警示情境的設備周遭，大約 10 公分以內，如電話機、門鈴或是火災警報器等，硬體包含微型麥克風感測器與藍牙晶片外，還有一顆有霧化燈罩之 LED，麥克風感測器模組內晶片上有旋鈕，可以螺絲起子直接調整收音靈敏度，如圖 5。當接收到設定的聲響值後（預設為 90 分貝左右）控制晶片即啟動而傳送訊號，LED 立即閃爍，能對視距內的使用者提供直接提

醒功能；視距外使用者，則透過藍牙裝置傳送訊號，到手持裝置的應用程式，以震動和螢幕畫面對使用者進行提醒告示。音感接收器以常見的 5 伏特 USB 電源即可運作，如圖 6。



圖 5. 以螺絲起子調整敏感旋鈕情形



圖 6. 音感接收器連結行動電源啟動情形

本輔具的硬體—音感接收器主機盒外型輕巧，可以任意調整位置，底部可黏貼雙面膠或是魔鬼氈，以強化對周圍環境之適應性。使用簡單，只要連接電源，即自動開啟主機的電源開關，系統開始進行偵測，產品內建之 LED，顯目又具有直覺提醒功能；外殼防水設計增添耐用性。而手機 App 系統能同時連結 3 顆以上的音感接收器，具有高度實用性。

3.4 手持裝置畫面及其功能

主畫面有四個選項，分別為：(1)顯示已上線裝置列表；(2)顯示所有藍牙配對裝置；(3)顯示程式基本訊息；(4)開啟設定頁面。

正常情況下，藍色背景中有「Scouting...監測中...」此即為等待監測頁面，底下有一灰色游標左右重複移動，代表程式正在執行當中，如圖 7 所示。

點選畫面的放大鏡圖示，畫面上方會顯示「已上線裝置列表」，亦即呈現已經連線的裝置名稱，包含門鈴、笛音壺或火災警報感應器等，右側括號中的數字，為該裝置目前感測到聲音音量值。該資訊框下方為等待監測畫面，藍色背景中有「Scouting...監測中...」圖案。底下亦有一灰色游標左右重複移動。如圖 8。



圖 7. 等待監測頁面



圖 8. 顯示已上線裝置

警報發生顯示畫面：當某個裝置的偵測到的聲響值超過所設定的門檻值，即會產生警報。手持裝置出現不同情境的警示畫面，同時也會開啟震動功能。警報會在 3 秒後自動關閉，但是如果狀況持續，警報也會持續。以下分別呈現電話機、門鈴、火災警報感應器與笛音壺發生時的警報圖示。除了對應的圖示外，還有參考交通號誌符號概念，代表警示的三角形以及「注意」的警語，藉以提醒使用者留意生活周遭情境，圖 9 與圖 10 分別以電話機與火災警報感應器之圖示為例。



圖 9. 手機畫面之電話機圖示



圖 10. 手機畫面之火災警報圖示

4. 產品發報的準確性探討

產品完成後，進行產品在不同情境與條件下，發報準確性的探討，以明瞭該輔具的實用程度。包含兩階段測試，階段一是 3 種聲源（電話機、門鈴與火災警報器）對音感接收器的啟動情形；階段二是音感接收器連結至手機時，啟動 App 的情形，後者又包含同一房間距離 5 米左右，間隔一個房間（牆壁）10 米左右，以及上下一個樓層距離 10 米左右的情境測試，每位置進行 10 次測試，測試情境如圖 10 至圖 12，測試結果如表 1 所示。



圖 11. 同樓層無間隔，距離 5 米測試示意圖



圖 12. 同樓層有間隔牆壁，距離 10 米測試示意圖



圖 13. 上下樓層有間隔牆壁，距離約 10 米測試示意圖

以電話機為例，30 次的發報中，音感接收器啟動總共啟動 23 次，房內 5 米、隔牆 10 米以及上下樓 10 米則各有 8、8 與 6 次的啟動，有效啟動比率為 73.33%(22/30)，其餘情境類推之。

整體而言：3 種不同情境中搭配 3 種聲源，共有 90 次的測試，計有 67 次傳達至手機正確發報，整體發報比率為 74.44%。整體正確發報率尚可，不過還有進步空間。

表 1. 各種情境測試啟動分析（各情境 $n=30$ ）

情境	電話機	門鈴	火災警報器	合計（次）
音感接收器啟動	23	22	26	71
房內 5 米	8	7	9	24
隔牆 10 米	8	7	9	24
上下樓 10 米	6	6	7	19
總計（次）	22	20	25	67
百分比(%)	73.33	66.67	83.33	74.44

進行分析發現：第一階測試「聲源發報對音感接收器的啟動」比率($71 \div 90 = 78.89\%$)和第二階測試「音感接收器連結至手機時啟動」($67 \div 71 = 94.37\%$)比率，發現第一階（前端）的聲源發報對音感接收器的啟動比率佔著較大的漏失比重，研究中也曾嘗試更換過聲音檢測晶片，改用 ADIO-LM386 模組，不過效果差異不大。

第二階（後端）音感接收器連結至手機警示比率較高，顯示在兩個樓層或是間隔一個房間的狀況下，藍牙系統的接收比率還算穩定。

5. 目標客群的滿意狀況

問卷調查的對象，除了聽障者與聽力退化者外，考量科技輔具常須照護者協助引導與設定，因此，加入目前的照護者與未來可能的照護者。此處，採立意取樣邀請台南市與高雄市地區的聽障者或聽力退化高齡族群及其照護者，加上聽語系所和長期照護系所的學生，總計 195 位。進行催覆後總計回收 145 份，問卷回收率為 74.36%。其中有效問卷 126 份，有效問卷率為 86.90%，達到良好程度。以下依類別列出比例。

- 以身份類別區分：(1)聽力輔具使用者，有 2 位，占 1.6%；(2)聽損者/聽力退化者的照護者或家人，有 33 位，占 26.2%；(3)聽語/長照等系所學生有 74 位，占 58.7%；(4)其他有 14 位，占 11.4%；
- 以使用聽力輔具（含助聽器）經驗區分：(1)有經驗者 32 位，占 25.4%；(2)無經驗者 94 位，占 74.6%；
- 以聽力等級區分：(1)正常者 79 位，占 62.7%；(2)輕度者 11 位，占 8.7%；(3)中度者 9 位，占 7.1%；(4)重度者 13 位，占 10.3%；(5)未測定者 14 位，占 11.1%。

填答者對於產品的試用體驗，時間上為一次性，大約 15~30 分鐘；場域除聽語/長照系所學生在約定之教室演示外，其餘對象主要在居家環境裡。

探討目標客群對於該輔具的滿意程度，此處借用毛慧芬(2018)發展的台灣版魁北克輔具使用者滿意度評量(The Taiwanese version of Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology, T-QUEST)進行輔具使用結果評量，研究者取得其引用與施測之同意書。該量表是以使用者為中心的評量趨勢發展而成，也是國內少數專門測量輔具使用滿意度的標準化評量工具(陳莞音, 2007)。採用適合臨床使用之簡明版 13 題，再依據研究需求加以精簡；本評量表為李克特式五點量表(量表中設計，知覺「非常滿意」者勾選「5」；知覺「滿意」者勾選「4」；知覺「尚可」者勾選「3」；知覺「不滿意」者勾選「2」；知覺「非常不滿意」者勾選「1」，以下各單元皆以此類推)整體受試者對整體及各題項滿意度之得分情形如表 2 所示。

- 從表 2 可知，填答者對於整體滿意情形介於滿意與非常滿意之間 ($M=4.15$)，化約成百分比為 83.00；標準差 0.56，大致上變異情形不大。
- 在分題項滿意情形，大致介於非常滿意與尚可 ($M=4.36 \sim M=3.94$)；標準差介於 0.77~0.60，填答的變異情形也不太大。其中以產品的實用性滿意程度最高，平均數達 4.36，化約成百分比為 87.20。其餘第二、三項分別為「產品安全性」與「產品舒適性」，此兩項之平均數分別為 4.29 與 4.22。

得分比較低的項目，包含「產品的價格訂定」及「產品耐用度」，這兩項之平均數分別為 3.94 與 4.04，「產品的價格訂定」也是所有題項中唯一低於 4.00 者，但也很接近 4.00 分，化約成百分比為 78.80。

此外，調查本輔具若量產後，可接受的價格區間，有效填答者共 111 位，其中最小值為 275 元，最大值為 2,500 元。眾數為 1,000 元，有 48 位。平均數為 982.80 元，標準差為 335.25，顯示可接受的價格區間頗大。若是扣除頭尾(275、2,500)兩個極端值後，標準差則為 289.62。整體上，以 1,000 元訂價，接受度最高，未來實際量產後，可以參酌此一訂價區間。

表 2. 整體填答者滿意程度分析 ($n=126$)

滿意程度	<i>M</i>	<i>SD</i>	化約%	滿意程度排序
產品尺寸大小	4.05	0.73	81.00	7
產品的重量	4.11	0.74	82.20	6
產品容易調整	4.21	0.68	84.20	4
產品的安全性	4.29	0.63	85.80	2
產品的耐用度	4.04	0.71	80.80	8
產品容易使用	4.18	0.68	83.60	5
產品的舒適性	4.22	0.66	84.40	3
產品的實用性	4.36	0.60	87.20	1
產品價格訂定	3.94	0.77	78.80	9
整體滿意	4.15	0.56	83.00	

6. 結論與建議

6.1 結論

本輔具研發之聽損者居家生活輔助警示系統，依據試用者意見，歷經多次的調整歷程，硬體製作與調整，已具初步成果。硬體包含麥克風感測晶片組、Arduino 藍牙晶片模組等，外殼以 3D 列印製作，設有 LED 燈，開啟與感應啟動時，其閃爍可令使用者於視距內具有直覺的警示功能；所需電力採用當下常見的 USB 5V 供電，環保又方便，體積與重量輕巧，兼具美觀、耐用與安全性。

軟體方面，初步完成的手機應用程式 App 業經幾次調整，依據使用者前期需求調查，目前完成設定裝置分別是火災警報感應器、門鈴、電話機與笛音壺等。手機界面設計以便利簡潔為原則，讓使用者能夠快速理解。

產品完成後，進行在不同情境與條件下，發報準確性的測試。發現產品準確性尚可，後端測試「音感接收器連結至手機時啟動」正確性高，但前端測試「聲源發報對音感接收器的啟動」需要加強，亦即硬體的訊息接收與傳送是有待提昇的區塊，還有不小的進步空間。

本輔具的滿意度良好，購買意願尚可。填答者對於整體滿意情形介於滿意與非常滿意之間，單一題項得分介於非常滿意至尚可之間。各題項中，以實用性與安全性的題項滿意度較高，價格與耐用性題項滿意度較低。無論是整體或是單一題項，都屬於不錯的滿意狀況。

在價格滿意的題項，因本研究問卷填答者主要為聽障者、聽力退化高齡族的家人或照護者，使用者較無賺取報酬能力，因此，也容易對於本輔具「花費負擔」滿意度略低。未來，若本輔具能夠量產，應儘量爭取進入衛生福利部補助輔具名單之列，將有助於提昇該項滿意度，並提昇購買意願。

6.2 未來研發建議

硬體內部的晶片組合，未來可用 PCB 印刷電路板技術，讓體積縮小。再者，內部空出的體積可嵌入充電電池，便於無法在硬體附近使用連接電源線的情境中使用；如此，當改良成戶外偵測版本時，外出情境中也能便攜運用。

產品外殼上方設有敏感度調整的開孔，目前使用螺絲起子伸入直接微調。未來量產時，改成外殼旁有可撥動旋盤，推動旋盤即可調整收音敏度。並可另設外接孔，室內固定使用時能另外接上一個較大的警示燈，安裝在顯眼處，以提昇使用便利性。

多位填答者與試用者的意見，軟體設計可加入戶外情境中使用。戶外版的警示標的，主要是路上的汽機車喇叭聲，利用收音偵測而進行警示，軟體上增加汽機車喇叭圖示，硬體上可能要設置夾具，便於夾住背包或衣物，以利偵測身後的聲源；主機外殼上的 LED 燈改為手動可設定長閃爍，

以對後方的汽機車駕駛人具備警示作用。此外，軟體的警示資訊介面設計，未來持續加強美感與人性化。

設計 GCM 傳播功能，可以免費推播至第三方的手持介面。部份填答者希望可以將警報訊息也傳送到第三方的要求，可以參考 Google 公司提供的 Google Cloud Messaging (GCM) 服務，能將訊息透過 GCM 伺服器，推播給 Android 客戶端裝置。照護者或使用手持裝置可透過家中無線路由器連上網路，將接收到感測器訊號傳送至雲端伺服器，採 GCM 免費推播至第三方，讓遠方的家屬得知狀況而放心，或者訊息傳遞至照護機構的監控人員。

目前本產品軟體部份只有支援手持裝置 Android 系統，未來設計支援 iOS 和 Android 雙系統的輔具產品，能讓更多的手機使用者也能體驗及接觸本輔具，擴展消費市場。

軟硬體之連結，提昇產品前端有效性，未來若量產時，應挑選更穩定品質的收音晶片模組，或用 PCB 印刷製作專用電路板，以期提昇聲源發報對音感接收器的啟動比率。整體而言，未來透過技轉或持續調整本輔具，以朝商品化邁進。

參考資料

1. Bouck, E. C., Shurr, J. C., Tom, K., Jasper, A. D., Bassette, L., Miller, B., & Flanagan, S. M. (2012). Fix it with TAPE: Repurposing technology to be assistive technology for students with high — incidence disabilities. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 56(2), 121 — 128.
2. Farooq, M. S., Aasma, & Iftikhar, U. (2015). Learning through assistive devices: A case of students with hearing impairment. *Bulletin of Education & Research*, 37(1), 1 — 17.
3. Ganguly, A., Küçük, A., & Panahi, I. (2018, July). Real — time smartphone application for improving spatial awareness of hearing assistive devices. In 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 433 — 436). IEEE.
4. Hersh, A. M., & Johnson, A. M. (2003). *Assistive technology for the hearing impaired, deaf and deaf blind*. London: Springer — Verlag.
5. Kaye, H. S., Yeager, P., & Reed, M. (2008). Disparities in usage of assistive technology among people with disabilities. *Assistive Technology*, 20(4), 194 — 203. DOI: 10.1080/10400435.2008.10131945
6. Kochkin, S. (2005). Marke trak VII: Hearing loss population tops 31 million people. *Hearing Review*, 12(7), 16 — 29.
7. Mantokoudis, G., Koller, R., Guignard, J., Caversaccio, M., Kompis, M., & Senn, P. (2017). Influence of telecommunication modality, Internet transmission quality, and accessories on speech perception in cochlear implant users. *Journal of medical internet research*, 19(4), e135.
8. Nagesh, K. A., Kavya, P., Kavyashree, B. K., Kruthishree, K. S., Surekha, T. P., & Girijamba, D. L. (2017, September). Digital hearing aid for sensorineural hearing loss:(Ski — Slope Hearing Loss). In

- 2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC) (pp. 505 – 507). IEEE.
9. Seok, S., & DaCosta, B. (2013). Development and standardization of an assistive technology questionnaire using factor analyses: Eight factors consisting of 67 items related to assistive technology practices. *Assistive Technology: The Official Journal of RESNA*, 6(4), 75 – 80. DOI: 10.1080/10400435.2013.778917
 10. Sorgini, F., Calì, R., Carrozza, M. C., & Oddo, C. M. (2018). Haptic – assistive technologies for audition and vision sensory disabilities. *Disability and Rehabilitation Assistive Technology*, 13(4), 394 – 421.
 11. Young, F., Zhang, L., Jiang, R., Liu, H., & Wall, C. (2020, December). A Deep learning based wearable healthcare iot device for ai – enabled hearing assistance automation. In *2020 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC)* (pp. 235 – 240). IEEE.
 12. 毛慧芬(2018)。台灣版魁北克輔具使用者滿意度評量。臺北市：國立臺灣大學。
 13. 伍祚慶(2006)。探索聽力世界。新北：科林儀器。
 14. 李淑貞、余雨軒(2011)。CNS 15390 輔助科技分類技術手冊。臺北市：多功能輔具資源整合推廣中心。
 15. 周哲宇(2009)。聽障者資訊接收器之設計研究（未出版碩士論文）。大同大學工業設計學系碩士論文，臺北市。
 16. 林永禎、鄧志堅、白東岳、黃采薇(2017)。聽障者輔具之創新以攜帶式感音提示裝置為例。國立高雄大學 2017 系統性創新研討會論文。彰化縣：大葉大學工業工程與管理學系。
 17. 林淑玟(2001)。e 世代的無障礙觀。特殊教育季刊，78，8 – 16。
 18. 林楷庭（2013）。以使用者經驗發展聽障者生活協助 App 之研究與設計（未出版碩士論文）。國立臺灣科技大學，臺北市。
 19. 柯皓瀚(2016)。聽覺無障礙科技輔具。聽障教育期刊，15，20 – 22。
 20. 柯皓瀚、蘇祐俊、江若綸(2016)。專利編號 M532619。臺北市：經濟部智慧財產局。
 21. 國家發展委員會(2022)。中華民國人口推估（2022 至 2070 年）報告。臺北市：國家發展委員會。
 22. 張子文(2013)。透過震動觸覺之穿戴式輔具幫助聽障者之聲源方向辨識（未出版碩士論文）。國立臺灣大學資訊工程學研究所碩士論文，臺北市。
 23. 畢宗瑋(2013)。透過視覺化穿戴式輔具提高聽障者對聲音方向的辨識性（未出版碩士論文）。國立臺灣大學資訊工程學研究所碩士論文，臺北市。
 24. 陳莞音（2007）。台灣版魁北克輔具使用者滿意度評量於輪椅類輔具使用者之應用（未出版之碩士論文）。國立臺灣大學，臺北市。
 25. 輔具資源入口網 (2024)。輔具產品。2024 年 06 月 30 日取自 <https://newrepat.sfaa.gov.tw/home/pavs/product>
 26. 衛生福利部(2024)。身心障礙者鑑定作業辦法一附表二甲 身體系統構造或功能之類別、鑑定向度、程度分級與基準。2024 年 05 月 06 日衛部照字第 1091561709 號令修訂。

27. 衛生福利部統計處(2020)。身心障礙統計專區－身心障礙者人數按類別及縣市別分。2024 年 06 月 30 日取自 <https://dep.mohw.gov.tw/dos/cp-5224-62359-113.html>



Research and Development on an Assistive Warning System in Home Living for the Hearing Impaired Person

* Huang, Y. L.¹, Tzeng, M. J.², Wang, I. Y.³

¹ Language Therapy Department, Chung Hwa Medical University

² Department of Special Education, National University of Tainan

³ Department of Early Childhood Care and Education, Chung Hwa Medical University

Abstract

This study aims to develop an alert system for individuals with hearing loss, capable of conveying signals to a mobile phone regarding common sound sources in home life (such as telephones, doorbells, and fire alarms). Through vibrations and visual icons, it enhances the safety of hearing — impaired individuals or those with hearing degradation in their home environment. The system consists of hardware—a sound sensor receiver—and software—a mobile app. The sound sensor receiver is equipped with a microphone that detects sound sources above 90 decibels. Once detected, the system transmits a signal to the mobile app via Bluetooth, alerting the user with vibrations and corresponding icons for the sound source. The mobile app can connect to multiple hardware units simultaneously, allowing users to set different scenarios (such as doorbells, telephones, and fire alarms) according to their needs for alert functions. In the 90 tests conducted in this study, the average correct activation rate of alerts was 74.44%. A survey of 126 target subjects (hearing — impaired individuals and their caregivers) indicated an overall satisfaction rate of 83.00% for this product, with higher satisfaction for practicality and safety, while satisfaction for price and durability was slightly lower.

Keywords: home living, assistive technology, assistive devices, alerting, hearing impaired