

OverWatch

指導老師：秦群立老師

學校名稱:中山醫學大學

張詠翔 葉沛鑫 陳俊任 黃珮禎 張盛文

競賽類別：電子類

摘要：

當無法正常聽到外界聲音的族群(以下簡稱 HI)遇到交通意外時，由於聽力不佳和溝通困難，往往無法有效求救，導致耽誤急救時間。此外，在交通工具拋錨時，HI 因對救援資訊不熟悉及溝通不便，也會耗費大量救援時間，間接影響他人的用路權。然而，在這樣的環境下，市面上卻缺少幫助使用注意交通狀況的穿戴式裝置，為此，本團隊開發出整合軟硬體之「OverWatch」系統。本系統以微處理器及各項模組為硬體核心，並結合邊緣運算及聲音辨識技術，以此達到期望的功能。最後，期望透過不斷精進和擴展「OverWatch」系統功能，提升使用者在用路安全性的效果，並滿足交通安全輔具的需求。

關鍵詞：救援資訊、穿戴式裝置、邊緣運算、聲音辨識、交通安全輔具

一、前言

當 HI 遇到交通意外時，經常由於聽力不佳和伴隨的溝通困難，以至於無法有效率的求救，進而耽誤急救時間。此外，在交通工具拋錨時，HI 因為對救援資訊的不熟悉及溝通的不便，也會耗費大量救援時間，間接影響他人的用路權。作為無法正常聽到外界聲音的族群，HI 無法透過聲音即時避開交通危險，因此更需格外注意交通狀況，然而市場上卻缺少能夠幫助 HI 注意交通狀況的穿戴式裝置。因此，本團隊期望透過「OverWatch」系統，在解決聽力缺失族群在交通安全方面之輔具需求的同時，也可提升用路的安全性，有別於一般聽障輔具對聽覺的幫助，提供救援管道及立即的震動警示，能更直接的幫助使用者。

二、研究目的

為達成使用者用路的安全性，本團隊利用

微處理器結合穿戴式顯示器等硬體元件，設計成穿戴式裝置，並搭配自行訓練好的深度學習模型開發出「OverWatch」系統。本系統透過微處理器中的深度學習模型進行聲音辨識，當使用者附近有警示聲與喚醒詞時，系統能利用手錶震動及螢幕顯示來提醒使用者注意周遭環境。此外，若不幸發生交通意外時，使用者可透過按壓穿戴式裝置上的按鈕，在第一時間傳送求救訊息至預設好的緊急聯絡人，也可通知附近的警消單位來獲得即刻性的協助。最後，本團隊將「全國輔具中心」資料集[1] 以及「全省機車道路救援」公開資料集[2]整合至 App 中，除了讓使用者在輔具損壞時，能快速查找並前往輔具服務單位的地點，也讓使用者在交通工具故障時，能盡快聯絡附近提供道路救援之店家。



圖 1、「OverWatch」系統示意圖

三、原理與分析

本團隊開發的「OverWatch」系統主要結合兩項技術開發，分別為「運用邊緣運算進行深度學習模型訓練」[3]及「運用 TinyML 技術[4]進行聲音辨識」，以下將詳細說明上述兩項技術所運用的原理。

A. 運用邊緣運算進行深度學習模型訓練

本系統透過智慧手錶內的微處理器中的

深度學習模型對環境中的聲音進行偵測[5]，使用 Scientific 平台所提供的緊急車輛警報聲公開資料集，以及自行蒐集的特定音檔，作為訓練 1D CNN 模型的資料。在訓練完模型後，將模型透過 TFLite Converter 進行輕量化處理，再導入 Arduino C，並結合穿戴式顯示器的警示畫面及震動模組的震動功能，以達到辨識且提醒使用者周遭是否有警示聲存在。

B. 運用 TinyML 技術進行聲音辨識

本系統透過 TinyML 技術，以高效率且低功耗的方式將 1D CNN 模型應用於微處理器開發版上進行語音辨識。本團隊運用 Edge Impulse 平台來進行 TinyML 開發，系統會將收集好的音訊檔案，如救護車鳴笛、消防車鳴笛、旁人呼喚先生或是小姐等，作為系統的關鍵喚醒詞，接著以梅爾頻率倒譜係數(MFCC)方法擷取其中的音訊特徵，最後將抽取出的音訊導入 1D CNN 模型中進行訓練。

四、軟硬體系統

「OverWatch」系統由軟體和硬體所組成，以微處理器為核心，結合穿戴式顯示器及震動模組，並利用 Arduino IDE 撰寫 Arduino C。以下將對軟體及硬體做詳細的分析與介紹。

A. 軟體

本系統軟體主要分四個功能，分別為「SOS 緊急求救」、「SaveYou 道路救援」、「Warning 聲況提醒」、以及「Service 輔具服務」。針對這四大功能，以下將進行介紹。「OverWatch」系統架構圖如圖 2 所示。



圖 2、「OverWatch」系統架構圖

I. SOS 緊急求救

當發生交通意外時，使用者能透過按壓穿戴式裝置上的求救按鈕來觸發此功能，系統將藉由 GPS 定位取得使用者的所在位置，並傳送至事先在手機 App 上設定的緊急聯絡人與警消單位，讓使用者在意外發生的第一時間可立即獲取他人的協助。「SOS 緊急求救」功能流程圖如圖 3 所示。

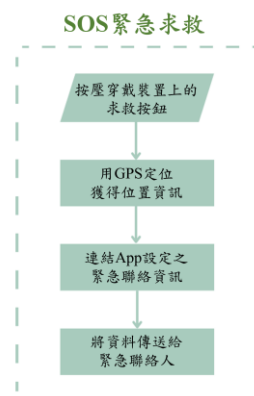


圖 3、「SOS 緊急求救」功能流程圖

II. SaveYou 道路救援

當使用者發生交通事故或突發狀況時，系統將利用「全省機車道路救援」公開資料集，讓使用者能快速找尋提供道路救援的店家。待使用者選定店家後，即可撥打電話進行聯絡。「SaveYou 道路救援」功能流程圖如圖 4 所示。



圖 4、「SaveYou 道路救援」功能流程圖

III. Warning 聲況提醒

透過本團隊開發的聲音辨識模型，將辨識喚醒詞的結果顯示在穿戴式顯示器上，再透過穿戴式裝置的震動功能，提醒使用者須注意周遭環境，讓使用者在遇到如警車、消防車、或是救護車鳴笛時，將圖標和文字提醒顯示在面板上，並且可通過 App 設定震動開關及提示訊息的顯示時長。「Warning 聲況提醒」功能流程圖如圖 5 所示。

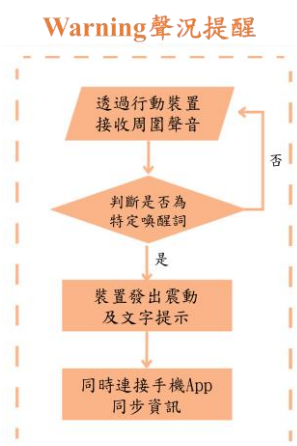


圖 5、「Warning 聲況提醒」功能流程圖

IV. Service 輔具服務

此功能利用衛生福利部提供的「全國輔具中心」資料集，讓使用者在輔具損壞時，可透過手機上的 App 提供的資料，尋找各縣市的輔具服務處，節省查詢相關資訊的時間。「Service 輔具服務」功能流程圖如圖 6 所示。

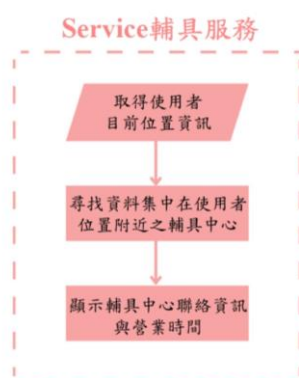


圖 6、「Service 輔具服務」功能流程圖

B. 硬體

此系統將 Arduino Nano 33 BLE Sense 開發板、震動模組、Arduino OLED 顯示面板及小型鋰電池安裝於手錶上以構成「OverWatch」系統。硬體裝置示意圖如圖 7 所示。

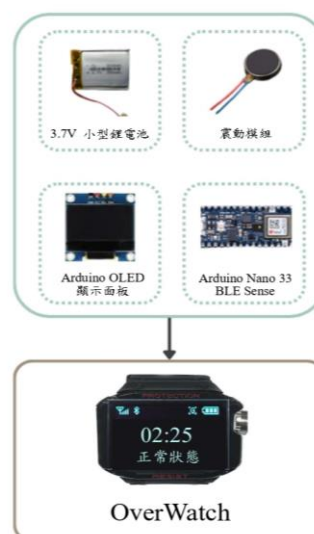


圖 7、「OverWatch」硬體裝置示意圖

藉由 Arduino Nano 33 BLE Sense 擷取使用者周遭聲音，若系統偵測使用者身旁有聲音時，將會透過 Arduino Nano 33 BLE Sense 辨識是否有警示聲與喚醒詞。

當 Arduino Nano 33 BLE Sense 偵測到使用者身旁有上述警示聲與喚醒詞後，便會控制震動模組震動，並顯示圖示與文字訊息在 Arduino OLED 面板上，藉此提醒使用者須注意周遭環境。「OverWatch」硬體電路圖如圖 8 所示。

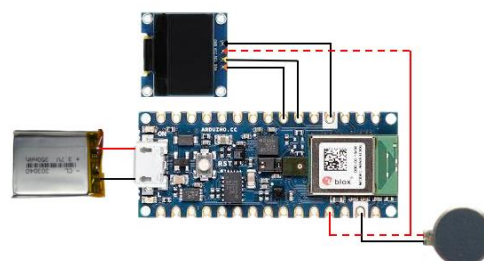


圖 8、「OverWatch」硬體電路圖

以下將詳細介紹「OverWatch」系統所使用的硬體設備，如表 1 所示。

表 1、「OverWatch」系統硬體元件應用說明

 Arduino Nano 33 BLE Sense	Arduino Nano 33 BLE Sense 是一個含藍牙功能的微控制器開發板，用於連接震動模組、Arduino OLED 顯示面板以及小型鋰電池。
---	---

 震動模組	透過 Arduino Nano 33 BLE Sense 開發板控制震動模組震動。
 Arduino OLED 面板	透過 Arduino Nano 33 BLE Sense 開發板控制 Arduino OLED 面板顯示圖示與文字訊息。
 3.7V 小型鋰電池	連接 Arduino Nano 33 BLE Sense 開發板，用於系統供電。

五、實驗結果與比較

A. 實驗結果

「OverWatch」系統透過「SOS 緊急求救」、「SaveYou 道路救援」、「Warning 聲況提醒」、以及「Service 輔具服務」降低使用者發生交通的風險。本團隊針對實際使用情況和問卷調查的方式進行探討，以下將詳細說明本系統之系統特色、系統開發環境、使用者介面、調查結果以及使用者體驗。

I. 系統特色

本系統針對立即給予反饋的「Edge Computing 技術」、「可隨時查看的穿戴裝置」以及「具有安全感的多功能行車輔助」三大特色進行發想與製作，以下將詳細說明三大特色。

(1).立即給予反饋的 Edge Computing 技術

使用者在路上容易因無法立即反應而發生意外，因此必須即時收到通知。但若使用一般的雲端系統，則會受到收訊頻寬影響，導致運算效率大幅降低。故使用 Edge Computing 技術，滿足立即聲音辨識的需求，提供使用者能有更充足的時間做反應，以此達成降低意外的目標。

(2).可隨時查看的穿戴裝置

考量使用者在駕駛或是行走期間，難以時刻關注著手機訊息，因此本團隊將「OverWatch」系統結合穿戴式裝置。當系統辨識到周圍有警示聲時，便會透過震動和訊息顯示，告知使用者須留心當前的路況環境。

(3).具有安全感的多功能行車輔助

當交通事故發生時，使用者能透過按壓穿戴式裝置上的緊急聯絡按鈕，聯繫緊急聯絡人和警消單位。此外，若使用者的車輛發生問題

時，亦能透過本團隊所開發的手機 App 搜尋附近的機車行尋求道路救援，藉此讓使用者能在第一時間得到協助。

II. 系統開發環境

本系統的開發工具分為硬體及軟體兩大部分，在硬體的部分，以微處理器為核心，結合穿戴式顯示器、震動模組、GPS 定位與黑豆開關，並利用 Arduino IDE 的開發環境撰寫 Arduino C。

在軟體的部分，主要使用的後端語言為 PHP，並將其建立在 Windows Server 2019 的伺服器作業系統環境下，其網站伺服器為 WAMP Server，資料庫為 MySQL。本系統開發環境如表 2 所示。

表 2、系統開發環境

伺服器 作業系統環境	Windows Server 2019
前端主要開發語言	HTML5
	JavaScript 1.8.5
後端主要開發語言	PHP 5.6.40
資料庫	MySQL 5.7.31
網站伺服器	WAMP Server 3.2.3

III. 使用者介面

使用者可於「OverWatch」手機 App 的首頁中，選擇使用「SOS 緊急求救」、「SaveYou 道路救援」、「Warning 聲況提醒」以及「Service 輔具服務」四項功能，首頁介面圖如圖 9 所示。



圖 9、「OverWatch」首頁介面圖

當使用者選擇「SOS 緊急求救」功能後，將可自行設定緊急聯絡人資料以及選擇是否要直接通報警校。當緊急情況發生時，使用者按壓穿戴式裝置上的求救按鈕，系統將會直接傳送當前位置給緊急聯絡人與警消單位。「SOS 緊

急求救」功能介面圖如圖 10 所示。



圖 10、「SOS 緊急求救」功能介面圖

當使用者選擇「SaveYou 道路救援」功能後，系統將藉由當前定位，尋找離使用者最近且有提供道路救援的店家，並且顯示距離以及路線規劃。「SaveYou 道路救援」功能介面圖如圖 11 所示。



圖 11、「SaveYou 道路救援」功能介面圖

當系統偵測到喚醒詞時，會透過震動或提示訊息提醒使用者須注意周遭環境，以避免使用者發生意外事故，「Warning 聲況提醒」功能介面圖如圖 12 所示。



圖 12、「Warning 聲況提醒」功能介面圖

當使用者的輔具故障時，可透過此系統查詢當前最近的服務單位，並提供相關資訊供使

用者參考，「Service 輔具服務」如圖 13 所示。



圖 13、「Service 輔具服務」功能介面圖

IV. 調查結果

本團隊採用隨機抽樣進行問卷調查，針對方便性、流暢度、吸引力和實用性等方面進行調查，共發放 113 份問卷，有效問卷有 94 份。根據問卷統計，並有約 86% 使用者認為本系統能保障使用者行走在道路上時的用路安全。另外針對 HI 也收集到使用心得，並表示此裝置讓他們走出家門時多了份安全感。

V. 使用者體驗

實際測試的使用者中，給予的反饋皆表示此裝置十分輕便，且因體積較小，所以具有外出易攜帶的特性，同時提升用路的安全性。但其中也有部分使用者提供關於產品穩定性以及部分硬體接觸不良的問題，同時也有使用者表示此裝置的電路與元件位置不太美觀，故希望能提升整體裝置的完整性與設計感。

因此，基於上述使用者所給予的反饋，本系統改善了硬體元件的擺放位置，針對手錶的外觀進行美化，並且重新檢視電路焊接狀況，以解決接觸不良的問題。

B. 類似產品比較

I. Apple 聲音辨識

OverWatch 的聲音辨識系統運用 TinyML 技術結合 1D CNN 模型，並應用在安裝手錶之上的微處理器來擴充其功能，使整體達到 Apple 聲音辨識的擴充實現。

II. 聽友適應助聽器

一般的聽友助聽器通常針對 HI 進行設計，而本系統不僅有針對 HI 使用的輔具服務，其安全用路功能也不局限於 HI，可讓一般人藉由穿戴式裝置來使用。

表 3、類似產品比較表

產品特色 \ 聽障產品	OverWatch	Apple 聲音辨識	聽友適應助聽器
辨識環境喚醒詞提醒使用者	○	X	X
第一時間傳送求救訊息	○	X	X
提供的使用族群	廣	廣	窄
成本	低	高	很高

- [5] A. Kurniawan, “Embedded Artificial Intelligence” IoT Projects with Arduino Nano 33 BLE Sense, Apress, Berkeley, CA, pp. 137-156, 2021.

六、結論

為提升 HI 在用路時的安全性，且滿足交通安全相關輔具的需求，本團隊設計了結合穿戴裝置及行動裝置 App 的系統「OverWatch」。此系統融合了各項軟硬體及技術，能夠即時發出求救、聯絡道路救援與危險偵測，並立即提供警示。有別於一般聽障輔具，本系統不僅能夠即時尋求救援，也能偵測交通狀況並提醒使用者躲避危險，同時透過手機 App 提供各項資訊。本團隊在接收使用者實際測試的反饋後，發現本系統對於用路安全性的提升有著明顯的改善效果，但仍有需要進一步改善的部分。最後，期望透過不斷精進和擴展「OverWatch」系統功能，達到提升 HI 在用路安全性的效果，以滿足交通安全相關輔具的需求。

七、參考文獻

- [1] 「全國輔具中心一覽表」，衛生福利部社會及家庭署，檢自 <https://reurl.cc/7jaook> (2021/8/11).
- [2] 「全省機車道路救援門市資訊」，樂活生活資訊搜集網，檢自 <https://reurl.cc/oZaENj> (2023/1/18).
- [3] R. David, J. Duke, A. Jain, V. J. Reddi, N. Jeffries, J. Li, N. Kreeger, I. Nappier, M. Natraj, T. Wang, P. Warden, & R. Rhodes, “TensorFlow Lite Micro: Embedded Machine Learning for TinyML Systems,” Proceedings of Machine Learning and Systems 3, pp. 800-811, 2021.
- [4] J. Kwon, & D. Park, “Hardware/Software Co-Design for TinyML Voice-Recognition Application on Resource Frugal Edge Devices,” Applied Sciences, vol. 11, no. 22, pp. 3-6, 2021.