

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科(一)

第二名

032801

救從這裡來—圖像式避讓裝置效能之研究

學校名稱：嘉義市立北興國民中學

作者： 國二 林宥余 國二 蕭聿淇	指導老師： 沈奕成
---------------------------------	------------------

關鍵詞：音頻感測器、避讓裝置、Arduino

救從這裡來－圖像式避讓裝置效能之研究

摘要

我們曾在新聞上看到聽障駕駛因阻擋救護車的路線而遭到開罰，雖非故意，卻也可能造成嚴重的損害。且現在的車室密閉性高隔音效果佳，若音樂播放聲量過大，駕駛人可能因此忽略救援車輛駛近，造成擋道的情形。本裝置是透過偵測救護車警笛所發出的特定音頻，來判斷是否有救護車駛近。輔以 AI 鏡頭的視覺辨識功能，自動判斷救護車與本車的距離、來向。並透過圖像式的警示標誌提醒駕駛者有救護車駛近，並提示避讓方向。期望能藉著電子化的偵測和圖形化的提醒，讓救護車更有效率的通過車陣。未來也希望能結合自動駕駛系統，增進道路安全，提高救援效率。

壹、研究動機

新聞媒體上曾報導，有聽障人士在道路上駕駛時，因未能禮讓救護車而遭到開罰，引起社會討論。但法院最後認為，他本身是因為有重度的聽覺障礙，在密閉的車室之中，無法察覺救護車已多次鳴笛要求讓道，以至於阻擋了救護車的路線，因此判決免罰。在「身心障礙者報考汽車及機車駕駛執照處理要點」中有規定，就算是重度聽障者也是可以合法地考取汽車機車的駕照的。但在道路上各種的警示聲響卻代表各種的訊息。尤其是急如星火的救援車輛，其警笛聲更代表著十萬火急的緊急狀況，急需車輛避讓出可快速通過的車道。

除了聽障駕駛人會對救護車的警笛聲無法察覺外，隨著現在汽車科技的進步，為了讓駕駛人有更舒適更寧靜的駕駛環境，車室的密閉效果也越來越好。如果駕駛人又在車內播放音樂，一不注意，往往會讓人忽略了有救援車輛駛近，因而擋住救護車等救援車輛的路線，延誤了救護救災的工作。

而在道路交通安全規則第 101 條第 2 項有規定，當汽車聞有救護車等執行緊急任務車輛之警號時，應依規定避讓行駛。若汽車駕駛人聽聞警笛聲而不避讓，將處汽車駕駛人 3600 元罰鍰，並吊銷駕駛執照至少 1 年不得考領。罰則雖重，但仍常耳聞車輛擋道而延誤救護車通過的情形。



台中呂姓男子行車時未避讓救護車遭罰，法院認定他為極重度聽障，非故意阻擋，因此撤銷原處分。(示意圖，資料照)

社會

2022.09.20 18:40 臺北時報

「救護車鳴笛20秒」男不讓道遭罰 法官認「極重度聽障」撤處分

記者 | 徐如奕

救護車不讓道新聞事件

避讓 消防署教你3大招

1. 路段中與救護車同向：

- 同向或雙向僅有1車道路段：不論是同向或對向車輛，應向右緊靠道路右側。
- 2車道路段：救護車利用車道間之車道線行駛，其他車輛應向車道左右兩側避讓。
- 3車道以上路段：中間車道應空出讓救護車行駛，其他車輛應完全駛離至相鄰車道或路側避讓。

路段中與救護車同向

同向1車道：靠向右側道路

同向2車道：向車道左右兩側避讓

同向3車道以上：向兩側避讓

內政部消防署關心您

消防署宣導一禮讓救護車三大招

除了罰則之外，消防署也宣導了汽車禮讓救護車先行的避讓原則。針對不同的道路情況有不同的俾讓原則，但駕駛人在行車當中，若遇救護車接近需要讓道時，一方面要注意路況，一方面還要回想讓道原則，對於行車安全來說無疑是一大負擔。

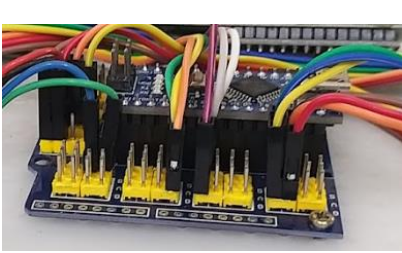

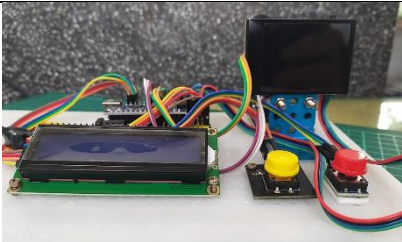


因此，我們想設計一套聽障駕駛和一般駕駛皆適用的圖像式避讓系統，利用音頻感測器偵測救護車警笛所發出的高低頻聲音，來判斷是否有救護車駛近。透過本次的研究，我們除了更深入的對救護車警笛聲的音頻進行研究與探討之外，更加入了 AI 鏡頭視覺辨識的功能，來偵測距離本車的距離與來向，最後透過圖像式的警示標誌，來提醒駕駛人有救護車等救援車輛靠近，並提示避讓方向。未來，我們也希望這一套裝置可以結合自動駕駛車的控制系統，讓自動駕駛車除了可以偵測周遭的行人、車輛等障礙物外，還可以感測到救護車等救援車輛靠近，有效地進行避讓，讓救護車可以更有效率地通過車陣，除保障用路人的安全外，也可提高救援效率。

貳、研究目的

- 一、了解救護車警報聲之聲音特徵
- 二、了解音頻觸發器之感測效能
- 三、了解視覺模組辨識目標物種類之效能
- 四、了解視覺模組辨識目標物距離之效能。
- 五、了解視覺模組辨識目標物偏移狀態之效能。
- 六、製作出可實際應用之避讓警示裝置，並了解其運作效能。

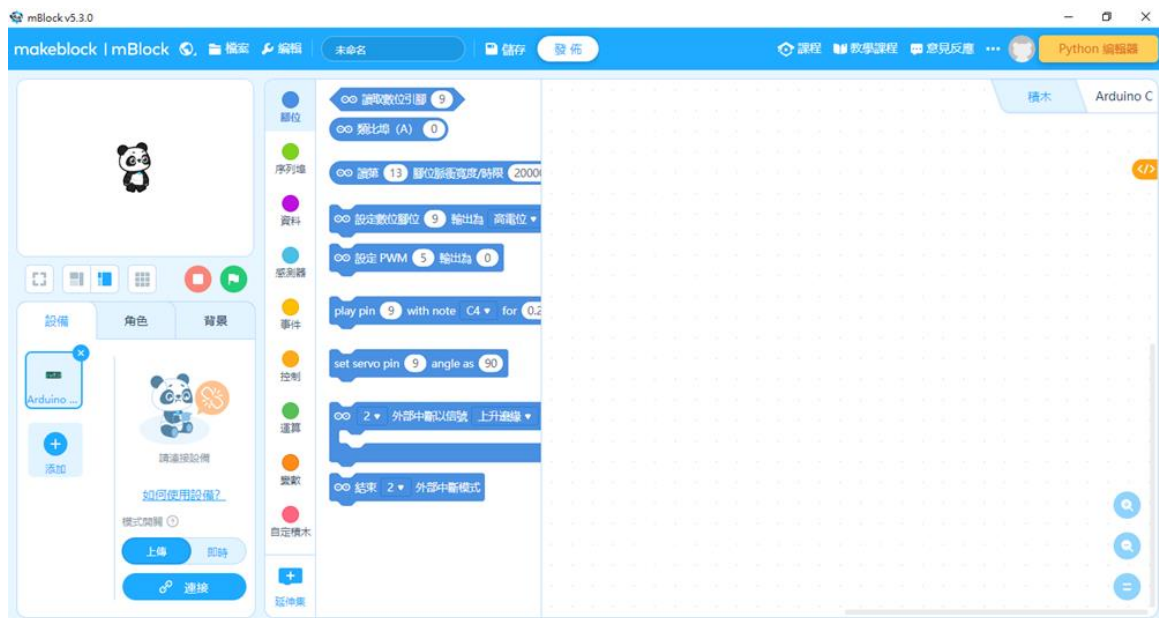
參、研究設備及器材

一、硬體設備

		
Arduino Nano 主控板	HuskyLens 哈士奇 AI 鏡頭	音頻觸發器
		
自製辨識裝置	LED 矩陣顯示器	LCD1602 液晶顯示器

二、程式軟體

- (一) mBlock v5.3.0 程式編寫軟體

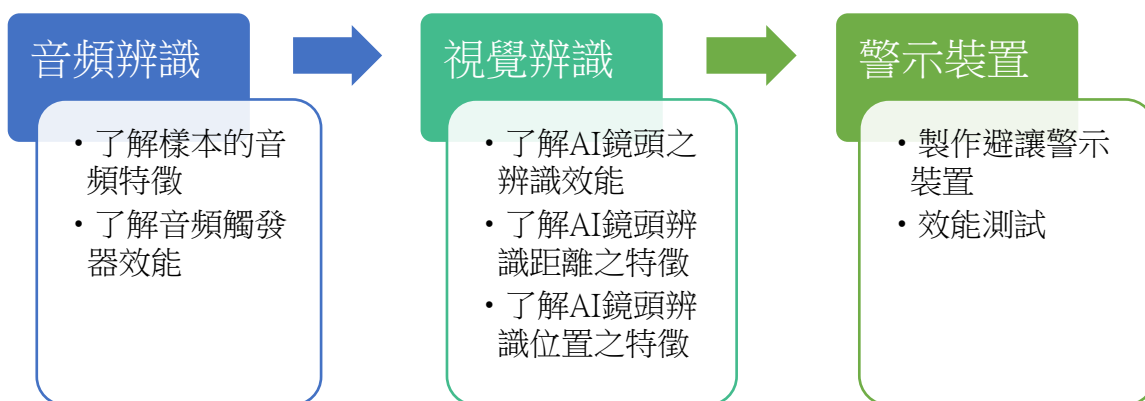


(二) Phython 物理實驗軟體



肆、研究過程或方法

一、研究流程

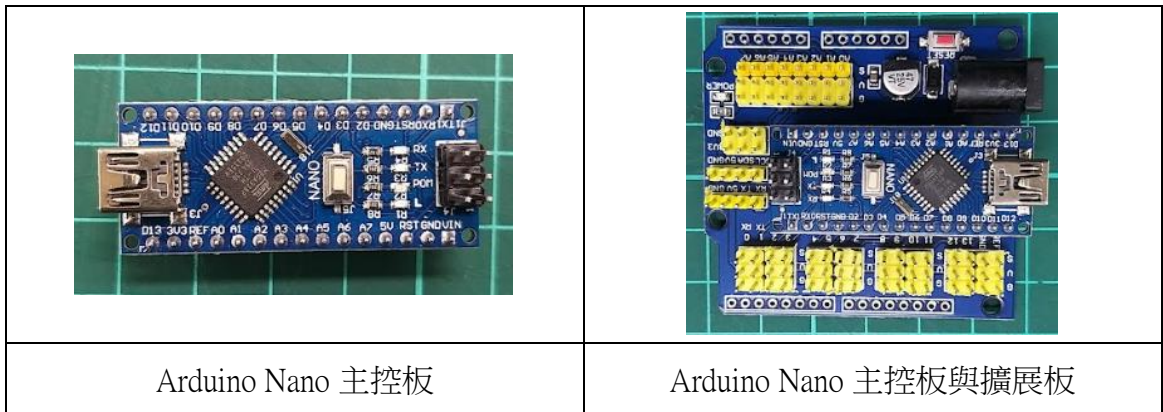


二、避讓警示裝置主要元件：

(一) Arduino Nano 主控板：

我們的研究採用 Arduino Nano 為主控制板，它是以 ATmega328P 作為微控制

器。它具有 14 個數位 I/O 引腳（其中 6 個可用於 PWM 輸出），8 個類比輸入引腳，用以串接不同功能的感測器模組。為了方便使用，我們外接一片擴展板，來增加感測器的接腳與電源供應腳位，方便我們使用感測器模組。



(二) 音頻觸發器：

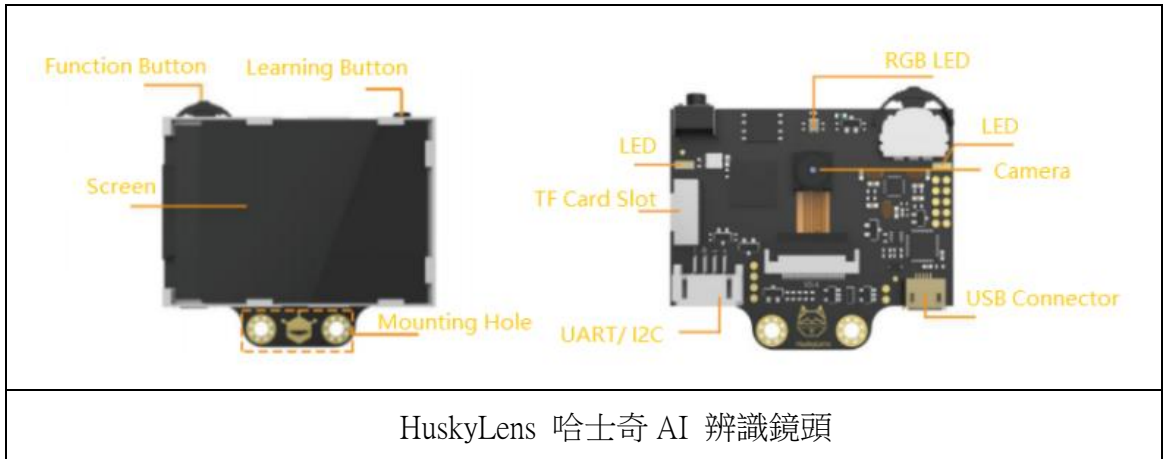
本研究中利用了一個音頻觸發器來識別救護車警報聲。這個觸發器可以識別頻率 300HZ 到 20KHZ 的聲音。調整電位器就可以設定其觸發的聲音頻率。一旦發出設定頻率的聲音，觸發器的指示燈就會亮起，並發出高電位的訊號。若聲音未達設定頻率，則指示燈熄滅，並發出低電位的訊號。



(三) HuskyLens 哈士奇 AI 辨識鏡頭：

本研究中利用了一個簡易型的 HuskyLens 哈士奇 AI 辨識鏡頭來判斷救護車的位置。它內置有 6 種功能：人臉識別、物體追蹤、物體識別、巡線追蹤、顏色識別、標籤(二維碼)識別等功能。只需要長按學習按鈕，這個鏡頭就會自動完成 AI 訓練。我們利用 IIC 介面連接哈士奇 AI 辨識鏡頭與 Arduino Nano 主控板，來進行目標物的識別，並判讀目標物的位置。透過辨識圖框的位置與大小分別來識別目標物

的偏移狀態與遠近位置。



三、研究過程與方法

【研究一】：了解救護車警報聲之聲音特徵

(一) 測試流程



(二) 研究步驟

1. 至消防分隊錄製救護車聲音樣本，並測量警報聲之分貝數。
2. 於放學之校門口錄製馬路噪音樣本
3. 利用 phyphox 應用程式分析聲音樣本。
4. 擷取各聲音樣本之分貝、高低音頻。
5. 分析聲音樣本之特徵。

(三) 研究過程



	<p>錄製道路噪音樣本</p>
	<p>各聲音樣本音頻分析一分貝</p>
	<p>各聲音樣本音頻分析—道路聲音樣本 頻率</p>

【研究二】：了解音頻觸發器之感測效能




(一) 測試流程



(二) 研究步驟

1. 播放救護車警報聲樣本，進行音頻觸發器之觸發設定。
2. 當接收到救護車高頻聲音時，高頻指示燈亮起，低頻指示燈熄滅。
3. 當接收到救護車低頻聲音時，高頻指示燈熄滅，低頻指示燈亮起。
4. 利用擴大機音箱播放救護車警報聲樣本。
5. 移動接收器位置至距觸發器 12 公尺、16 公尺、20 公尺、24 公尺位置。
6. 記錄各距離音頻觸發器之感測效能。

(三) 研究過程

	<p>播放救護車聲音樣本</p>
	<p>調整音頻觸發器高頻與低頻觸發設定</p>
	<ol style="list-style-type: none">1. 利用擴大機播放救護車聲音樣本2. 調整音量至 105 分貝，與救護車實際的警報聲量大小相同。3. 進行觸發測試。
	<ol style="list-style-type: none">1. 調整接收器與播放器之距離。2. 分別在距觸發器 12 公尺（3 台車）、16 公尺（4 台車）、20 公尺（5 台車）、24 公尺（6 台車）的距離進行測試。3. 進行五次測試，紀錄成功觸發的次數。

【研究三】：了解視覺模組辨識目標物種類之效能

(一) 測試流程



(二) 研究步驟

1. 選取 AI 辨識鏡頭之物體追蹤功能。
2. 於距目標物 A(校車)12 公尺處按下 AI 辨識鏡頭之學習按鈕，使其可以記錄並學習目標物之特徵。
3. 測試 AI 識別鏡頭是否可以成功識別目標物 A，並記錄測試結果。
4. 測試不同的車輛樣本，樣本 B 白色車、樣本 C 藍色車、樣本 D 綠色車，並記錄測試結果。

(三) 研究過程

	<p>學習辨識目標 A</p> <p>說明：因救護車樣本不易取得，故以車寬與車高相仿之校車做為測試樣本。</p>
	<p>辨識不同車輛樣本</p>

	<p>成功辨識即會出現辨識框</p>
	<p>若非目標物則不會出現辨識框</p>
	<p>救護車樣本辨識學習</p>

【研究四】：了解視覺模組辨識目標物距離之效能

(一) 測試流程



(二) 研究步驟

1. 選取 AI 辨識鏡頭之物體追蹤功能。
2. 於距目標物 A(校車)12 公尺處按下 AI 辨識鏡頭之學習按鈕，使其記錄並學習目

標物之特徵。

3. 移動 AI 辨識鏡頭至 12 公尺、16 公尺、20 公尺處。
4. 紀錄辨識框之寬度與 X 軸座標。
5. 每個定點重複測試五次。

(三) 辨識程式碼

```
當 Arduino 啟動時
  啟動LCD1602 位址 0X27
  啟動Huskylenes模組(UART通訊) TX 3 RX 2
  不停重複
    功能切換為 物體追蹤
    請求Huskylenes模組數據
    偵測讀取結果
    設定LCD第 1 列,第 1 個字,顯示 X:
    設定LCD第 1 列,第 3 個字,顯示 辨識框--X位置
    設定LCD第 1 列,第 8 個字,顯示 Y:
    設定LCD第 1 列,第 11 個字,顯示 辨識框--Y位置
    設定LCD第 2 列,第 1 個字,顯示 W:
    設定LCD第 2 列,第 3 個字,顯示 辨識框--寬數值
    設定LCD第 2 列,第 8 個字,顯示 H:
    設定LCD第 2 列,第 11 個字,顯示 辨識框--高數值
    等待直到 讀取數位引腳 13
    等待 0.5 秒
    等待直到 讀取數位引腳 13 不成立
    清除LCD畫面
    等待 0.5 秒
```

(四) 研究過程



1. AI 視覺辨識鏡頭進行目標物學習
2. 測試不同距離是否可成功辨識

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 距離目標物 12 公尺 2. 紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 距離目標物 16 公尺 2. 紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值

【研究五】：了解視覺模組辨識目標物偏移狀態之效能

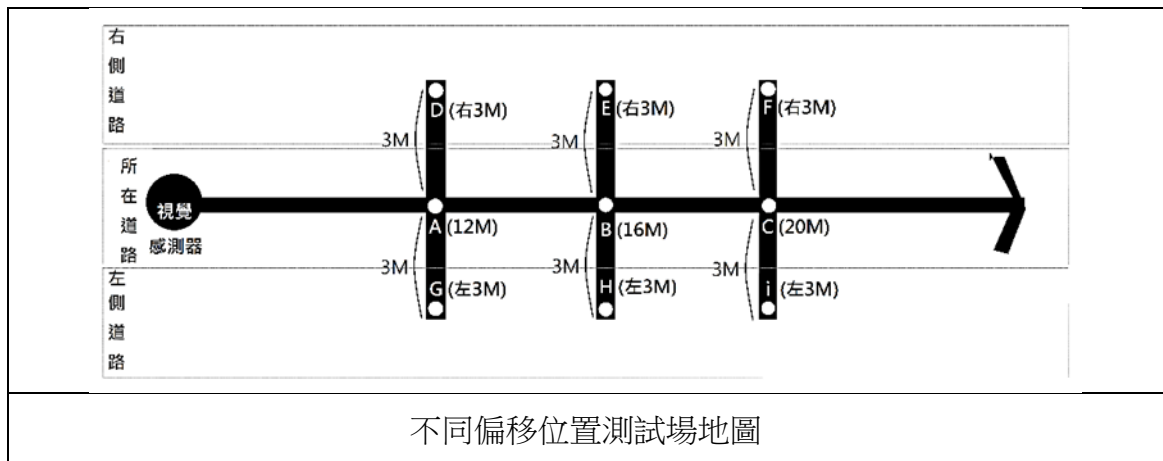
(一) 測試流程



(二) 研究步驟



1. 選取 AI 辨識鏡頭之物體追蹤功能。
2. 於距目標物 A(校車)12 公尺處按下 AI 辨識鏡頭之學習按鈕，使其記錄並學習目標物之特徵。
3. 移動 AI 辨識鏡頭至 A、B、C、D、E、F、G、H、I 等九個定點進行測試。
4. 重複測試五次。

5. 紀錄是否可成功辨識。
6. 紀錄辨識框的寬度與 X 軸座標。



(三) 研究過程

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模擬右後方來車 2. 距目標 12 公尺處進行辨識 3. 紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模擬右後方來車 2. 距目標 20 公尺處進行辨識 3. 紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模擬左後方來車 2. 距目標 12 公尺處進行辨識 3. 紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模擬左後方來車 2. 距目標 20 公尺處進行辨識 3. 紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值

【研究六】：製作避讓警示裝置並測試其運作效能

(一) 測試流程



(二) 研究步驟

1. 利用音頻觸發模組、AI 辨識鏡頭、LED 矩陣顯示器製做圖像式避讓警示裝置。
2. 實際利用救護車之聲音樣本進行本避讓裝置感應測試。
3. 以右後照鏡型之感測裝置，在不同位置測試本裝置是否可以成功辨識出目標物之距離。
4. 以右後照鏡型之感測裝置，在不同位置測試本裝置是否可以成功辨識出目標物之來向。
5. 紀錄測試結果。

(三) 圖像式避讓裝置運作程式碼

```

    當 Arduino 啟動時
    啟動LCD1602 位址 0X27
    設定LCD第 1 列, 第 1 個字, 顯示 CAM
    LED Add Matrix DIN 4, CS 5, CLK 6, COUNT 1
    LED Set intensity ADR 0 15 (0.15)
    LED Set Matrix ADR 0
    變數 高頻啟動 設為 0
    啟動HuskyLens模組(UART通訊 TX 3, RX 2)
    不停重複
    如果 讀取數位引腳 7 那麼
    變數 高頻次數 設為 0
    計時器歸零
    重加直到 計時器 大於 5
    如果 讀取數位引腳 7 那麼
    等待直到 讀取數位引腳 7 不成立
    變數 高頻次數 改變 1
    設定LCD第 1 列, 第 15 個字, 顯示 高頻次數
    如果 高頻次數 大於 3 那麼
    設定LCD第 1 列, 第 5 個字, 顯示 ON
    變數 高頻次數 設為 0
    設定LCD第 1 列, 第 5 個字, 顯示 高頻次數
    功能切換為 物體追蹤
    請求HuskyLens模組數據
    偵測語句配型
    如果 辨測框-X位置 小於 170 那麼
    設定LCD第 2 列, 第 1 個字, 顯示 Right
    LED Set Matrix ADR 0
    否則
    設定LCD第 2 列, 第 1 個字, 顯示 Center
    LED Set Matrix ADR 0
    如果 辨測框-Y位置 大於 35 那麼
    設定LCD第 2 列, 第 9 個字, 顯示 12m
    否則
    如果 辨測框-Y位置 小於 30 那麼
    設定LCD第 2 列, 第 9 個字, 顯示 20m
    否則
    設定LCD第 2 列, 第 9 個字, 顯示 16m
    否則
    設定LCD第 1 列, 第 5 個字, 顯示 OFF
    設定LCD第 2 列, 第 5 個字, 顯示
  
```

(四) 研究過程

	<p>測試一：救護車警示音觸發測試。</p> <p>發出高頻聲：高頻觸發器左側紅燈亮。</p> <p>發出低頻聲：高頻觸發器左側紅燈滅。</p>
	<p>測試二：AI 鏡頭辨識效能測試</p> <p>若識別出救護車，顯示幕出現辨識框</p>

	<p>測試三：距離測試</p> <p>圖像式警示器啟動測試，距離 20 公尺</p>
	<p>若成功辨識出救護車則出現辨識框。</p>
	<p>測試四：偏移測試（來向測試）</p> <p>救護車從右後方來。</p>
	<p>圖像式警示器出現向左避讓圖示。</p>

伍、研究結果

一、了解救護車警報聲之聲音特徵

- (一) 在本次實驗中，我們實際到消防分隊錄製救護車的警報聲，並實地進行音頻的分析，希望能了解救護車警報聲的高音與低音的頻率。
- (二) 經過測量，救護車的警報聲量大小約為 103 分貝至 109 分貝，經討論後，我們決定以 105 分貝來設定警報聲的聲量，以進行後續實驗。
- (三) 為了能更精準的辨識出救護車的警報聲，我們也錄製了下學時候校門口繁忙吵雜的道路聲音作為對照組。

(四) 透過 Phypox 手機物理實作 APP 的音頻分析程式，我們測得救護車的警報聲的頻譜如圖 1，道路吵雜聲的聲音頻譜如圖 2。

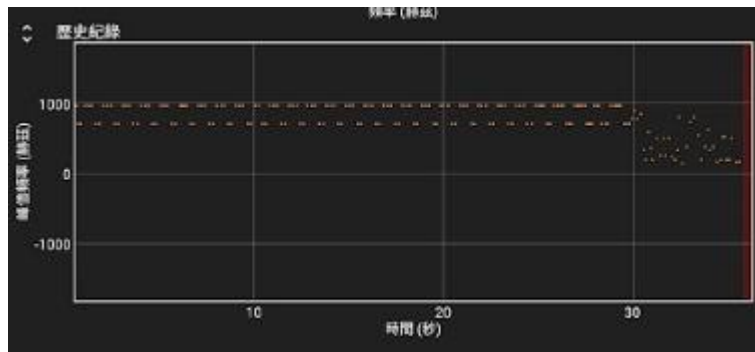


圖 1 救護車警報聲頻譜圖

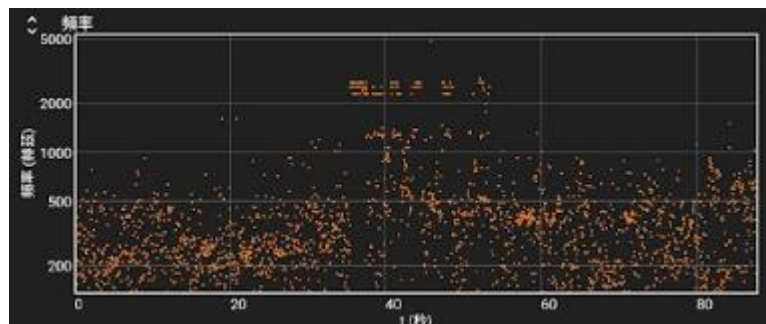


圖 2 道路樣本頻譜圖

(五) 進一步將兩個樣本的數據，利用 Excel 軟體進行資料處理並繪製折線圖，救護車樣本的音頻分析折線圖如圖 3，道路樣本的音頻分析折線圖如圖 4。

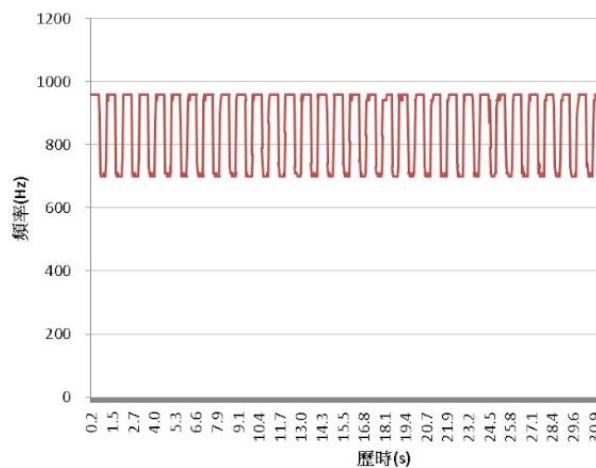


圖 3 救護車樣本音頻折線圖

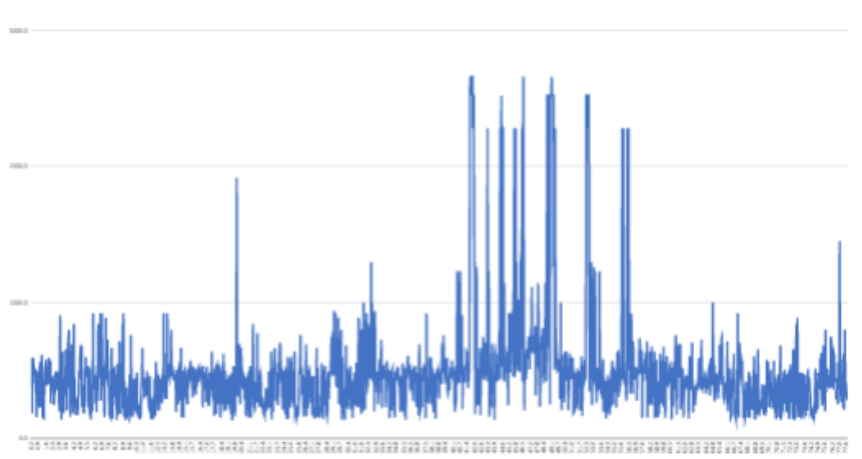
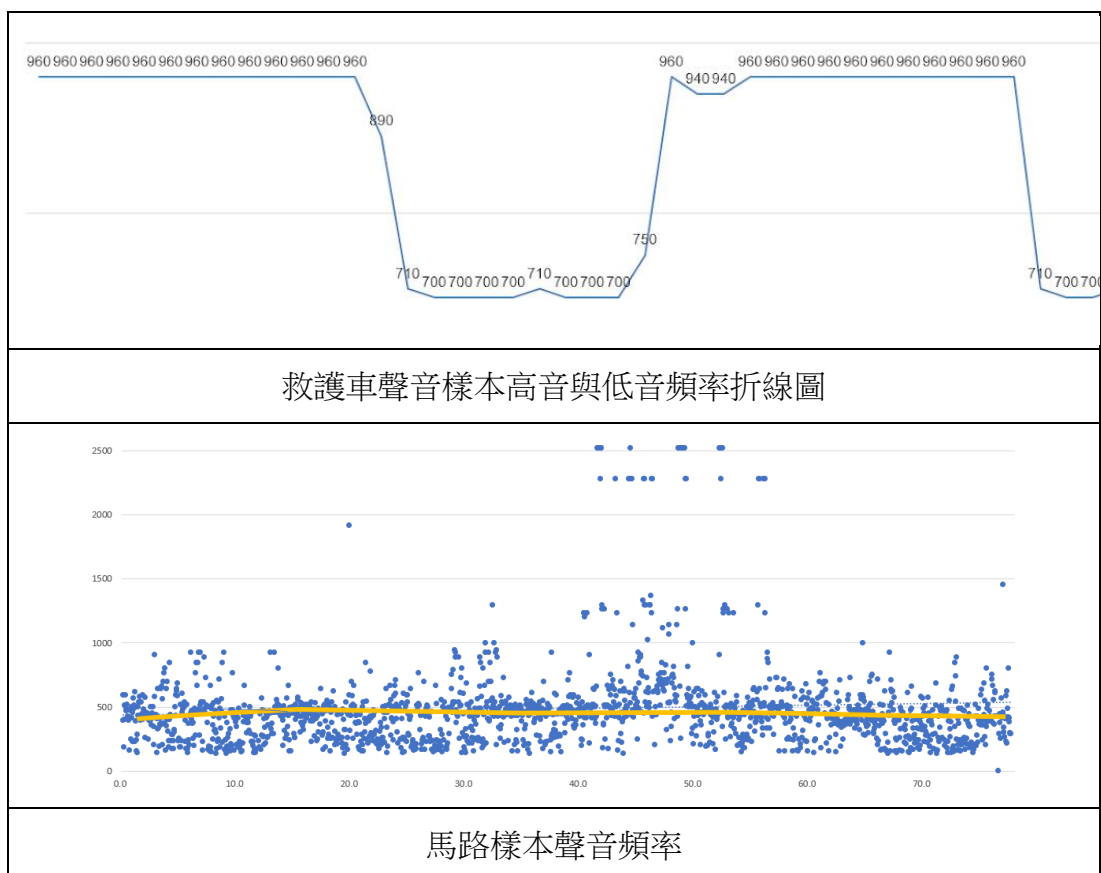


圖 4 道路樣本音頻分析折線圖

(六) 從圖 1 和圖 2 的頻譜圖可以發現，救護車的警報聲具有規律性，而馬路的聲音則無規律性。

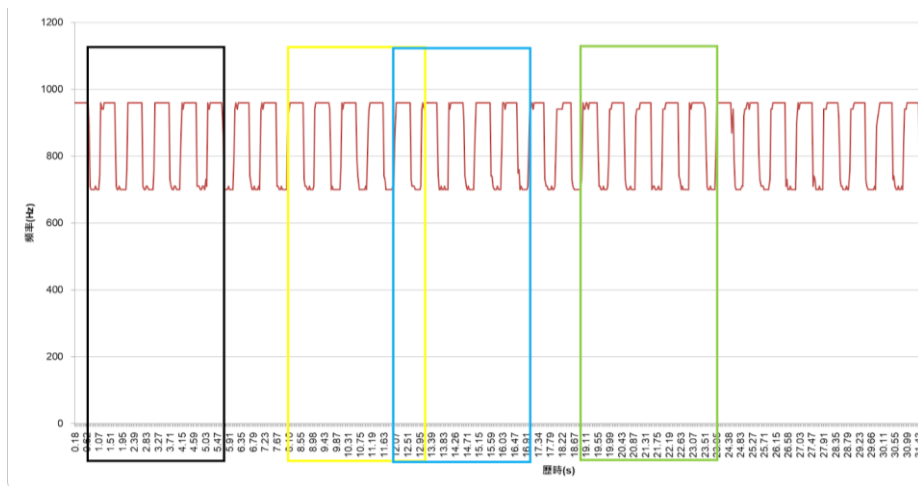
(七) 我們利用 EXCEL 軟體分析兩個聲音樣本的音頻紀錄後發現，救護車的高音其頻率約為 960HZ，低音則為 705HZ；馬路上的聲音其頻率則多為 400~500HZ。



(八) 我們進一步分析了救護車高頻與低頻持續的時間。結果發現，救護車的高頻聲音平均會持續 0.6 秒；低頻聲音則會持續 0.4 秒。整個高頻與低頻聲音出現的時間總和正好為 1 秒鐘。

次數	一	二	三	四	五	六	七	平均值
高頻時間	0.56	0.56	0.60	0.56	0.56	0.60	0.56	0.57
低頻時間	0.41	0.40	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.41

(九) 為了瞭解救護車警報聲的規律性特徵，我們試著以 3 秒、5 秒為判斷區間來框取救護車聲音的波形，希望能找到其規律性。經測試後，我們發現若以 5 秒為判斷區間時，則可框選出 5 個規律性出現的高低頻率波形。框選結果如下圖。



(十) 經討論後，我們決定以頻率 960HZ 為救護車的高音頻率，705HZ 為救護車的低音頻率。若在 5 秒鐘內有出現 3 個以上的高低音頻率，則為救護車的警報聲。

二、了解音頻觸發器之感測效能

- (一) 在本次實驗中，我們利用擴大機音箱來播放 105 分貝的警報聲樣本，藉以模擬救護車實際發出的警報聲。
- (二) 我們試著改變發聲源的距離，以了解音頻觸發器的有效感測距離。
- (三) 經過 5 次的測試，不同距離音頻觸發模組效能測試結果紀錄表如下。

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	觸發成功率
12 公尺	O	O	O	O	O	100%
16 公尺	O	O	O	O	O	100%
20 公尺	O	O	O	O	O	100%
24 公尺	X	X	X	X	X	0%

(四) 由上表可知，當觸發器與發生源的距離在 24 公尺內，即相距六個車身的距離時，音頻觸發器皆可成功的被救護車警示音觸發。但超過 24 公尺後，觸發效果不佳。

(五) 而在不同的距離中，音頻觸發器對於低頻聲音的觸發效能較差，容易有干擾誤判的狀況，反之，對於高頻聲音的觸發效能較佳，穩定性高。

三、了解視覺模組辨識目標物種類之效能

(一) 在本次實驗中，我們利用 HuskyLens 哈士 AI 辨識鏡頭的物體追蹤功能來辨識目標物，如果成功識別出目標物的話，顯示螢幕即會出現辨識圖框。

(二) 由於救護車的車體樣本不易取得，為方便後續實驗的進行，所以我們利用學校的校車作為辨識學習的樣本 A。學校校車的車寬為 2 公尺，車高為 2.5 公尺，與救護車的車頭尺寸相仿，在辨識上可以減少誤差。

(三) 我們在距目標物 12 公尺處進行物件的學習，待完成學習後，將鏡頭轉向其他不同的車輛樣本 B、樣本 C、樣本 D 進行辨識測試，並將辨識結果紀錄於表 1。

表 1 物體辨識效能紀錄表

	一	二	三	四	五	成功率
樣本 A	成功	成功	成功	成功	成功	100%
樣本 B	成功	成功	成功	成功	成功	100%
樣本 C	成功	成功	成功	成功	成功	100%
樣本 D	成功	成功	成功	成功	成功	100%

(四) 由上表的結果可知，辨識鏡頭的物件追蹤功能，可以成功識別出目標物。

(五) 若改變不同的車輛樣本，辨識鏡頭依然可以辨識出目標物與非目標物的差別。

四、了解視覺模組辨識目標物距離之效能

(一) 在本次實驗中，我們試著移動辨識鏡頭的位置，來模擬救護車與本車的遠近位置，希望能藉由辨識框寬度的大小來辨識目標物的遠近距離。

(二) 我們分別測試了距本車 12 公尺、16 公尺與 20 公尺的位置，並將辨識框的寬度 w 值，紀錄於表 2。

表 2 辨識框寬度紀錄表

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
12 公尺	40	37	40	40	40	39.4
16 公尺	33	33	33	33	33	33
20 公尺	28	28	28	28	28	28

(三) 利用視覺模組的辨識框寬度來識別目標物遠近之折線圖如圖 5。

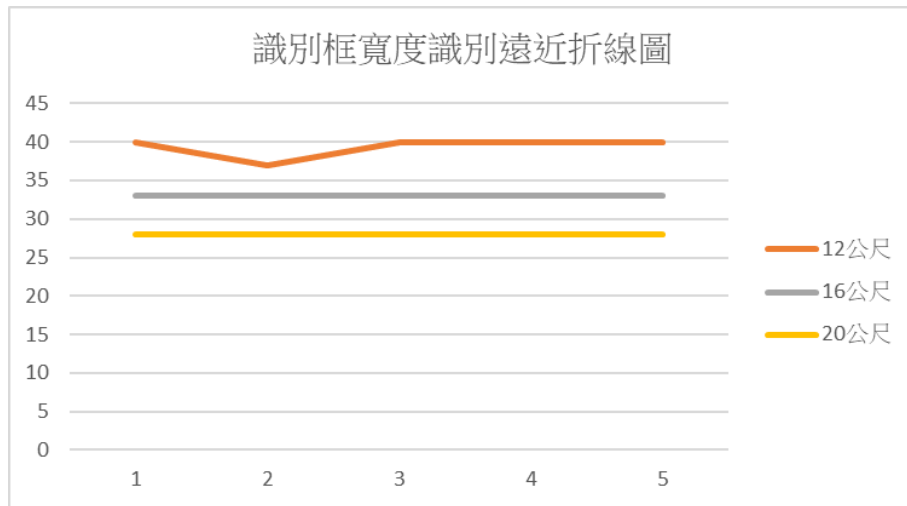


圖 5 辨識框寬度識別目標物遠近折線圖

(四) 由圖 5 的折線圖中可知，各次測試的辨識框寬度，曲線平緩，意即辨識的穩定度高。

(五) 所辨識出之辨識框寬度值十分穩定，在不同距離時則有明顯的差距。

(六) 雖然在 16 公尺與 20 公尺的寬度值較接近，但仍有差距。推測是因為距離太遠，造成辨識框太小，但仍可感測到目標物。

(七) 當目標物距離本車越近時，圖框的寬度越大；越遠離時，圖框寬度越小，意即可利用圖框的大小變化來判斷目標物與本車之距離。

五、了解視覺模組辨識目標物偏移狀態之效能

(一) 在本次實驗中，我們試著左右橫向移動辨識鏡頭的位置，模擬右後方來車與左後方來車的狀況。

(二) 我們分別將目標物置於 12m、16m、20m 處，並將目標物進行左偏 3m(右後方來車)與右偏 3m(左後方來車)的測試，並分別量取各狀態之 X 座標值，以作為識別目標物來向之依據。

(三) 利用 AI 辨識模組偵測目標物在不同距離左偏 3m 之 X 座標，測試結果如下。

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
12m	116	118	119	110	107	114
16m	129	129	129	129	129	129
20m	114	114	114	114	114	114

(四) 利用 AI 辨識模組偵測目標物在不同距離右偏 3m 之 X 座標，測試結果如下。

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
12m	233	239	241	228	271	242.4
16m	219	225	210	224	233	222.2
20m	195	203	208	199	210	203

(五) 目標物在不同距離與不同偏移狀態下，辨識框 X 座標平均值如下，並求取左右偏移座標的平均數作為偏移的判斷值。：

	左偏移	偏移判斷值	右偏移
12m	114	178.2	242.4
16m	129	175.6	222.2
20m	114	158.5	203

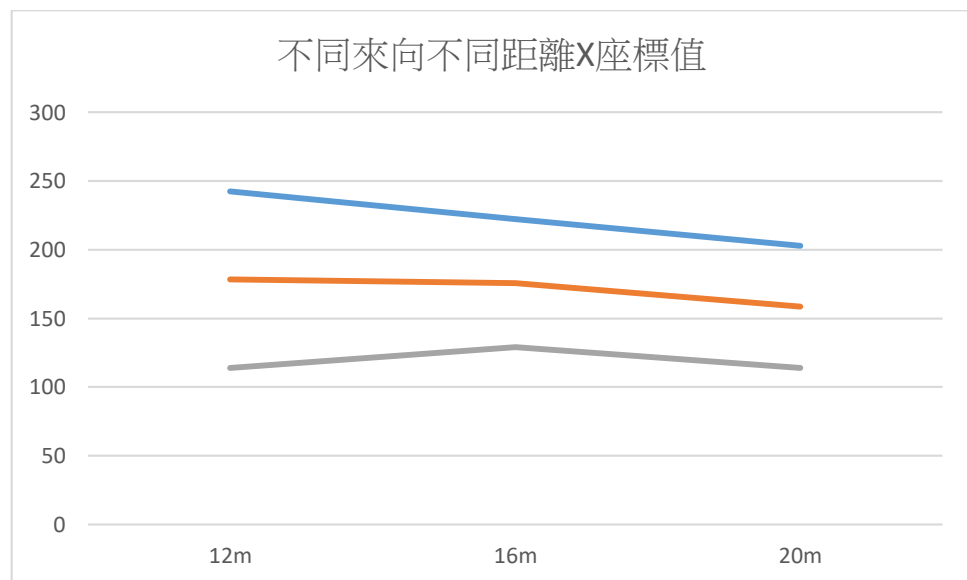


圖 6 不同來向在不同距離 X 座標值

(六) 目標物在不同距離與不同偏移狀態下，辨識框寬度 W 值的平均值如下：

	左偏移	右偏移	W 平均值
12m	48.2	40.2	44.2
16m	32.2	31.6	31.9
20m	28.6	29.2	28.9

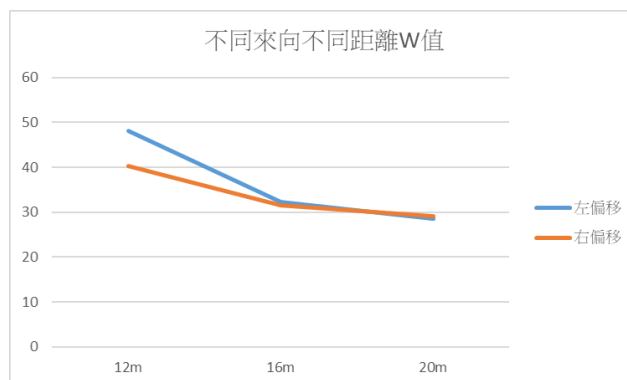


圖 7 不同來向在不同距離之辨識框寬度 W 值

(七) 由圖 6 可知，不同的偏移狀態下，在距離 12m、16m、20m 時，辨識框的 X 座標曲線平緩，兩者差距大，穩定度佳且識別度高。並將各距離之 X 座標偏移判斷值平均後，得到 X 座標的偏移設定值 170.8。

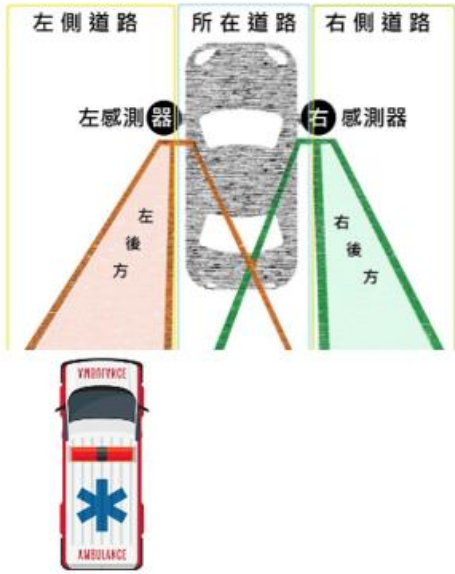
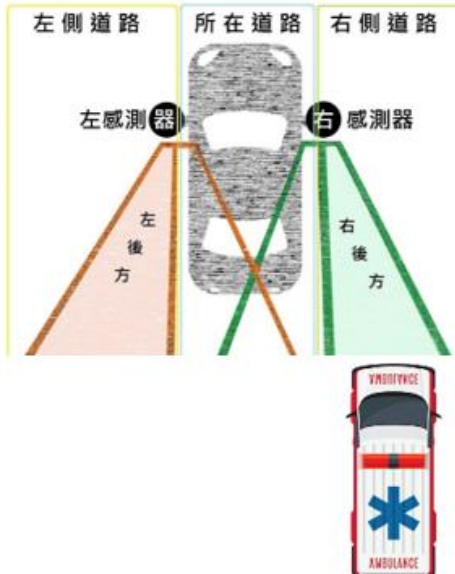
	12m	16m	20m	偏移設定值
偏移判斷值	178.2	175.6	158.5	170.8

(八) 由圖 7 可知，不同的偏移狀態下，在距離 12m、16m、20m 時，辨識框的寬度 W 值曲線幾乎疊合，意即不論哪個來向，W 值都可用來判斷其距離。但隨著距離越遠，其 W 值的差距小，辨識度也會較差。

(九) 經過視覺模組的辨識，目標物在各偏移狀態所得到的 W 值與 X 座標，其判斷設定值如下表。

	W 判斷值	左偏移	右偏移
12m	> 35	< 170	> 170
16m	30~35		
20m	< 30		

- (十) 當裝置於右後照鏡之 AI 辨識模組感測到目標物時，便會抓取辨識框的 X 座標值，當其 X 座標值小於 170 時，則可判斷為救護車由右後方駛近。若 X 座標大於 170 時可判斷救護車由正後方駛近。
- (十一) 當裝置於左後照鏡之 AI 辨識模組感測到目標物時，便會抓取辨識框的 X 座標值，當其 X 座標值小於 170 時，則可判斷為救護車由正後方駛近。若 X 座標大於 170 可判斷救護車由左後方駛近。
- (十二) 兩側後照鏡感測裝置示意圖如下：

左後照鏡感測	右後照鏡感測
	
<p>X 座標 > 170，左後方來車</p> <p>X 座標 < 170，正後方來車</p>	<p>X 座標 > 170，正後方來車</p> <p>X 座標 < 170，右後方來車</p>

六、製作出可實際應用之避讓警示裝置並了解其運作效能

- (一) 在本次實驗中，我們利用音頻觸發模組與 AI 視覺模組來製作救護車避讓裝置，並利用 LED 顯示矩陣來顯示圖像式的警示標誌。
- (二) 在救護車聲音辨識方面，我們採用研究一的研究結果，將救護車的高頻聲音設定為 960HZ，並在五秒鐘的時間間隔內觸發音頻觸發模組三次以上，即視為有救護車接近，並進入距離與來向判斷的模式。

(三) 救護車警示音啟動測試結果紀錄如下：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	成功率
啟動結果	成功	成功	成功	成功	成功	100%

(四) 在距離與來向判斷測試中，我們利用研究三、研究四與研究五的研究結果，以 AI 鏡頭辨識框的寬度與 X 軸座標來判斷救護車與本車之距離與來向。

(五) 當救護車距離本車 20 公尺，即五台車的車距以上時，警示標誌出現；當距離 12~20 公尺時，即三台車的車距時，警示標誌慢閃；當距離 12 公尺內時，標誌快閃警示。

(六) 我們以右後照鏡型的避讓裝置來進行實驗，測試當救護車（目標物）由正後方不同距離接近時，避讓裝置是否可正確運作，辨識出距離。

(七) 不同距離辨識結果如下表：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	辨識成功率
12 公尺	○	○	○	○	○	100%
20 公尺	○	○	○	○	○	100%

(八) 當救護車由右後方接近時，警示標誌為「<」，指示駕駛人向左避讓；當救護車由左後方接近時，警示標誌為「>」，指示駕駛人向右避讓。

(九) 我們以右後照鏡型的避讓裝置來進行實驗，測試當救護車（目標物）由右後方與正後方不同距離接近時，避讓裝置是否可正確運作，辨識出來向。

(十) 不同來向辨識結果如下表：

	距離	一	二	三	四	五	辨識成功率
右後來車	12m	○	○	○	○	○	100%
	20m	○	○	○	○	○	100%
正後來車	12m	○	○	○	○	○	100%
	20m	○	○	○	○	○	100%

(十一) 由本次實驗之結果可以發現，本裝置用以辨識救護車警報聲的取樣方式適當，可以成功的辨識出救護車警報聲。

(十二) 本裝置之辨識鏡頭，可以用來辨識出目標物之距離與來向，辨識成功率佳。

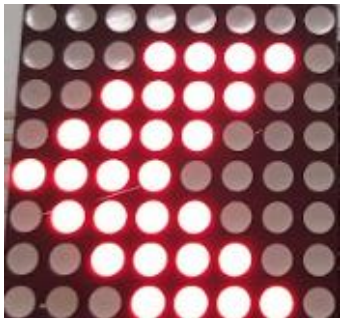
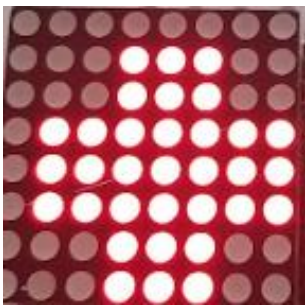

(十三) 若目標物前方有其他車輛，因辨識框受到遮蔽，則會影響其辨識成功率。

陸、討論

- 一、經分析救護車警笛聲之特徵發現，救護車的高音頻率為 960Hz，低音頻率為 705Hz，高低音交替一次的周期為 1 秒，具有規律性。因此可以利用高低音頻交替的規律性來辨識救護車的警笛聲。
- 二、觀察救護車警笛聲之規律性後，我們發現救護車的警笛聲與馬路上的引擎發動聲、喇叭聲等噪音明顯不同，因此我們決定以五秒鐘內，出現三次高頻聲作為辨識救護車警笛聲之依據。並以此特徵作後續裝置運作程式的編寫。
- 三、在音頻觸發模組的設定上，我們發現觸發模組對於救護車的高頻聲有較佳的觸發感測效果，對於低頻聲的感測則較不靈敏。推測是因為高頻音的持續時間較長，因此較易被音頻感測器感測到。而救護車的警笛聲是高低音規律性的交替出現，所以在觸發的設定上，我們決定單獨以高頻聲音作為觸發的特徵依據，以提高感測的穩定度與靈敏度。
- 四、本研究中所使用之 AI 鏡頭其物件追蹤功能，可以成功識別出目標物，且若有相似車輛樣本，辨識鏡頭依然可以成功辨識出目標物與非目標物，但受限於鏡頭解析度的等級，最佳的辨識距離為 24 公尺內。
- 五、當目標物距離本車越近時，AI 鏡頭辨識框的寬度越大；越遠離時，辨識框的寬度越小，意即可利用圖框的大小變化來判斷目標物與本車之距離。
- 六、為了分辨救護車的來向，我們利用辨識鏡頭的辨識框 X 座標來作為判別的依據，且依照附掛在左右不同的後照鏡而有不一樣的代表意義。
- 七、當本裝置附掛在右後照鏡時，若辨識框偏左即 X 座標小於 170 時，則代表救護車從右後方來；而 X 座標大於 170 時，則代表救護車從正後方來。反之，安裝於左後照鏡時，若辨識框 X 座標大於 170 時，代表救護車從左後方來；當 X 座標小於 170 時，則代表救護車從正後方來。

	
右後照鏡：右方來車，X 座標 < 170	左後照鏡：左方來車， X 座標 > 170

八、經實地測試，在 24 公尺的感測距離內，救護車的警笛聲可以成功觸發本裝置，並開啟 AI 鏡頭之辨識與追蹤功能。本裝置除可成功辨識出救護車，並可判斷救護車與本車的距離和來向。透過圖形化的顯示，可以提供駕駛人避讓方向的指示。

		
右方來車，向左避讓	後方來車，注意避讓	左方來車，向右避讓

柒、結論

- 一、救護車的警報聲具有規律性，高頻音與低頻音以一秒鐘的週期替出現。
- 二、本研究中所使用的音頻觸發器可檢測出救護車的聲音特徵，其對高頻音的感測較為靈敏。
- 三、透過五秒鐘感測高頻音三次的取樣方式，本裝置可以區辨出救護車的警報聲。
- 四、本裝置所使用之 AI 辨識鏡頭可以透過物件學習的方式區辨救護車與一般普通車輛。
- 五、利用 AI 辨識鏡頭中的辨識框寬度，本裝置可以判斷出救護車與本車的距離。
- 六、利用 AI 辨識鏡頭中的辨識框的 X 座標，本裝置可以判別後方救護車的來向，並透過圖形化的顯示方式進行警示，達到提醒駕駛人避讓之目的。
- 七、本裝置對於車輛後方駛近之救護車具有判別距離與來向之功能。但受限 AI 辨識鏡頭之等級，若後方的救護車受到遮蔽，則會影響其判斷效果。
- 八、未來希望本裝置可以結合自動駕駛車輛的控制系統，精進自駕車的運作性能，提升道路安全並透過即時的避讓行為增加救援效率。

捌、參考文獻資料

- 王文聖、廖俊鑑、連思斌(2012)。以頻率特徵辨識救護車鳴笛聲。資訊科技國際期刊，6(1)，39-45。http://163.17.20.49/IJAIT/IJAIT%206(1)/IJAIT%206(1)_06.pdf
- 白家瑞(2020)。Phyphox 實驗手冊。中等教育階段自然領域教學研究中心。
- 徐如奕(2022年9月20日)。「救護車鳴笛 20 秒」男不讓道遭罰法官認「極重度聽障」撤處分。鏡新聞。https://reurl.cc/KM4EaR。
- 許銘堯(2021)。Arduino Braingo 遊樂場。https://sites.google.com/chc.edu.tw/braingo
- 湯和漩、陳昆稜、張家維、蕭開泰、王廷耀與廖俊鑑(2015)。Android 實做救護車警報聲辨識。2015 年資訊科技國際研討會暨民生電子論壇電子全文論文集，1241~1244。http://ir.lib.cyu.edu.tw:8080/bitstream/310901800/31280/2/436_%E6%95%91%E8%AD%B7%E8%BB%8A%E8%BE%A8%E8%AD%98.pdf
- HUSKYLENS PRO-哈士奇 AI 辨識鏡頭(PRO 版)介紹。宇宙機器人教學網站。
https://www.kodrobot.com/product/dfrobot-huskylens
- HuskyLens 產品介紹與操作。圓創力科技有限公司網站。<http://magiccar.let-do.com/forum.php?mod=viewthread&tid=673>

【評語】 032801

1. 本研究利用音頻 FFT 分析搭配 AI 影像辨識，提醒駕駛救護車接近資訊。題目由生活情境出發，進行系統設計、分析、與測試，解決方案具有初步可行性，值得肯定。
2. 以 AI 進行救護車辨識時，建議導入真實馬路的情境，可考慮在醫院急診處附近收集影像，較易有救護車經過。也建議測試不同的環境天候對影像辨識的影響。
3. 音頻感測與顯示也建議在場域進行實驗驗證，實際場景具有周遭環境背景雜音，可實際確認所開發系統在不同距離不同方位下的感測能力。
4. 議題中具備許多因素可進一步探究。舉例來說：(a) 各種路況和環境的影響。(b) 救護車經常是聽到聲音看不到在哪裡，AI 圖像如何辨識？(c) 聲音取靜止的救護車，但車子行駛時的頻率因都卜勒效應而持續變化。(d) 在交通繁忙處，其他車輛會遮住救護車，AI 鏡頭會拍攝不到。

作品海報

救從這裡來-



圖像式避讓裝置效能之研究



壹、研究動機

我們曾在新聞上看到聽障駕駛因阻擋救護車的路線而遭到開罰，雖非故意，卻也可能造成嚴重的損害。而現在車室有著極佳的密閉效果，若音樂播放聲量過大可能因此忽略救護車輛駛進。因此本研究希望能藉由我們設計的圖像式避讓裝置，減少駕駛人的疏忽，有效進行避讓，透過偵測救護車警笛所發出的特定音頻，來判斷是否有救護車駛近。輔以 AI 鏡頭的視覺辨識功能，來判斷救護車與本車的距離、來向。並透過圖像式的警示標誌提醒駕駛者有救護車駛近，並提示避讓方向。期望能藉著電子化的偵測和圖像的提醒，讓救護車更有效率的通過車陣，增進道路安全，提高救援效率。

貳、研究目的

●聽覺辨識



- 一、了解救護車警報聲之聲音特徵
- 二、了解音頻觸發器之感測效能

●視覺辨識



- 三、了解視覺模組辨識目標物種類之效能
- 四、了解視覺模組辨識目標物距離之效能
- 五、了解視覺模組辨識目標物偏移狀態之效能

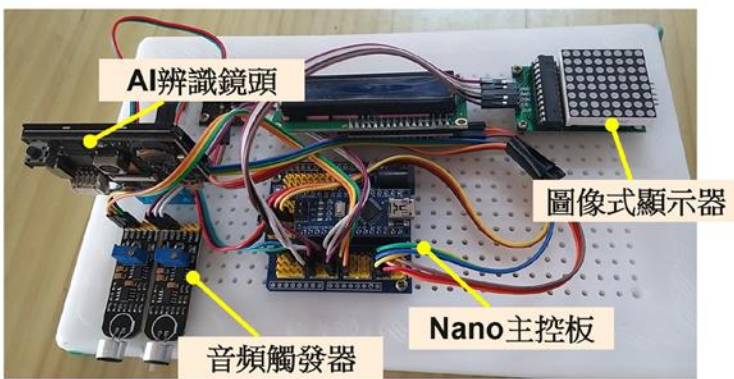
●圖像式提醒



- 六、製作出可實際應用之避讓警示裝置，並了解其運作效能

參、研究設備及器材

一、自製辨識裝置



二、程式軟體



肆、研究過程或方法

一、研究流程

聽覺辨識

- 了解警笛聲音特徵
- 了解音頻觸發器效能

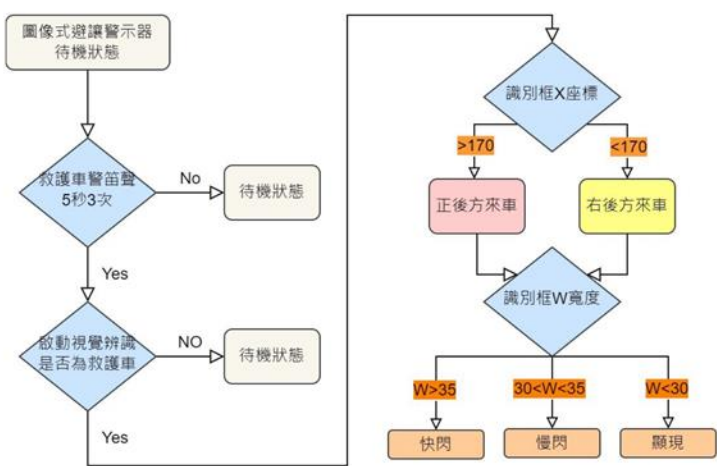
視覺辨識

- 了解鏡頭辨識效能
- 了解辨識距離效能
- 了解辨識位置效能

圖像警示

- 製作避讓警示裝置
- 效能測試

二、圖像式警示裝置程式流程圖 (以右後照鏡型為例)



三、研究過程與方法

【研究一】：了解救護車警報聲之聲音特徵

一、研究流程



二、研究過程

消防分隊實地訪查	錄製道路噪音樣本
各聲音樣本 音頻分析 - 分貝	各聲音樣本音頻分析 - 道路聲音樣本頻率

【研究二】：了解音頻觸發器之感測效能

一、研究流程



二、研究過程

播放救護車聲音樣本	調整觸發器高、低頻觸發設定
利用擴大機播放救護車 聲音樣本進行觸發測試	調整接收器與播放器之距離。 紀錄成功觸發的次數

【研究三】：了解視覺模組辨識目標物種類之效能

一、研究流程



二、研究過程

學習辨識目標 A	辨識不同車輛樣本
成功辨識即會出現辨識框	救護車樣本辨識學習

【研究四】：了解視覺模組辨識目標物距離之效能

一、研究流程



二、研究過程

辨識程式碼	測試不同距離是否可成功辨識
	量測不同距離時，辨識框 X 座標與寬度

【研究五】：了解視覺模組辨識目標物偏移狀態之效能

一、研究流程



二、研究過程

不同偏移位置測試場地圖	模擬右後方來車(12公尺)·並紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值
模擬右後方來車(16公尺)·並紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值	模擬左後方來車(12公尺)·並紀錄辨識框之 X 軸座標與寬度值

【研究六】：製作避讓警示裝置並測試其運作效能

一、研究流程



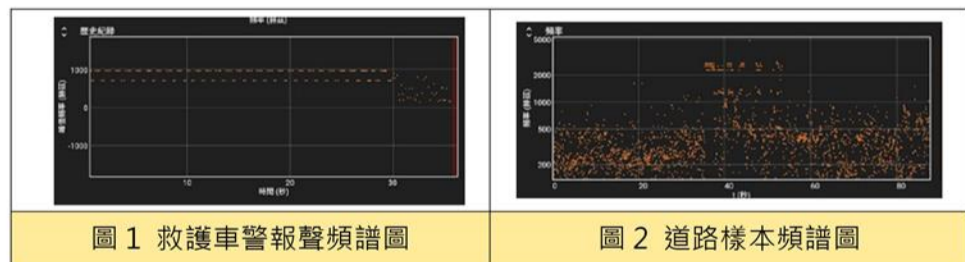
二、研究過程

測試一：警示音觸發測試 發出高頻聲：左側紅燈亮 發出低頻聲：左側紅燈滅	測試二：辨識效能測試 若成功辨識，出現辨識框	測試三：距離測試 圖像式警示器啟動測試， 距離 20 公尺
測試三：距離測試 成功辨識，則出現辨識框	測試四：偏移測試（來向 測試）	圖像式警示器出現向左避 讓圖示。

伍、研究結果

一、了解救護車警報聲之聲音特徵

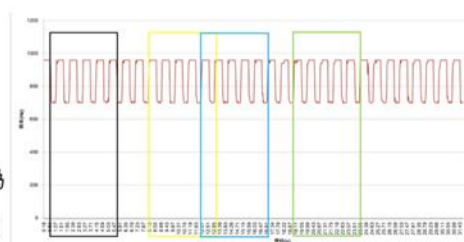
- 經過實地測量，救護車的警報聲量大小約為 103 分貝至 109 分貝，經討論後，我們決定以 105 分貝來設定警報聲的聲量，以進行後續實驗。
- 透過 Phyxox 手機物理實作 APP 的音頻分析程式，我們測得救護車的警報聲的頻譜如圖 1，道路吵雜聲的聲音頻譜如圖 2。



- 我們利用 EXCEL 軟體分析兩個聲音樣本的音頻紀錄後發現，救護車的高音其頻率約為 960HZ，低音則為 705HZ；馬路上的聲音其頻率則多為 400 ~ 500HZ。
- 我們進一步分析了救護車高頻與低頻持續的時間。結果發現，救護車的高頻聲音平均會持續 0.6 秒；低頻聲音則會持續 0.4 秒。整個高頻與低頻聲音出現的時間總和正好為 1 秒鐘。

次數	一	二	三	四	五	六	七	平均值
高頻時間	0.56	0.56	0.60	0.56	0.56	0.60	0.56	0.57
低頻時間	0.41	0.40	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.41

- 我們以 5 秒為判斷區間時，可框選出 5 個規律性出現的高低頻率波形。框選結果如右圖。



- 經討論後，我們決定以頻率 960HZ 為救護車的高音頻率，705HZ 為救護車的低音頻率。若在 5 秒鐘內有出現 3 個以上的高低音頻率，則為救護車的警報聲。

二、了解音頻觸發器之感測效能

- 我們試著改變聲源的位置，以了解音頻觸發器的有效感測距離，結果如下

	12公尺	16公尺	20公尺	24公尺
結果	O	O	O	X

- 而在不同的距離中，警笛的高頻音對於觸發器的觸發效能較低頻音佳。

- 都卜勒效應實驗：

- 根據計算，在不同車速下，警笛的高音音頻變化如下表。（單位：HZ）

本車 \ 救護車	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h
50 km/h	960	968	977	985
60 km/h	952	960	968	977
70 km/h	944	952	960	968

- 因此我們利用音頻產生器發出 900HZ ~ 1000 HZ 的聲音，測試結果如下

	900HZ	920HZ	940HZ	960HZ	980HZ	1000HZ
結果	O	O	O	O	O	O

三、了解視覺模組辨識目標物種類之效能

- 在本次實驗中，如果成功識別出目標物的話，顯示螢幕即會出現辨識圖框
- 我們在距目標物 12 公尺處進行物件學習，待學習後，將鏡頭轉向其他不同的車輛樣本 B、C、D 進行辨識測試，並將辨識結果紀錄於表 1。

表 1 物體辨識效能紀錄表

種類 \ 次數	一	二	三	四	五	成功率
樣本 A	成功	成功	成功	成功	成功	100%
樣本 B	成功	成功	成功	成功	成功	100%
樣本 C	成功	成功	成功	成功	成功	100%
樣本 D	成功	成功	成功	成功	成功	100%

- 由上表的結果可知，辨識鏡頭的物件追蹤功能，可以成功識別出目標物。

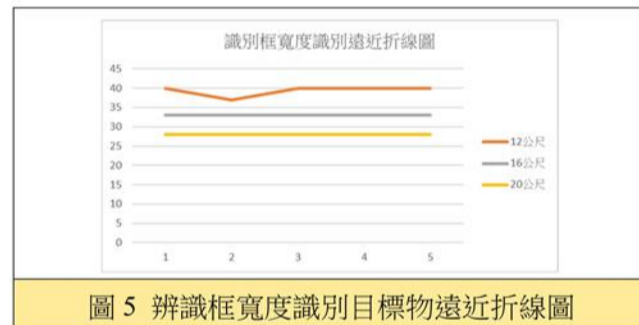
四、了解視覺模組辨識目標物距離之效能

- 我們測試了距本車 12 公尺 ~ 20 公尺的位置，並將寬度 w 值紀錄於表 2。

表 2 辨識框寬度紀錄表

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值
12 公尺	40	37	40	40	40	39.4
16 公尺	33	33	33	33	33	33
20 公尺	28	28	28	28	28	28

- 利用視覺模組的辨識框寬度來識別目標物遠近之折線圖如圖 5。



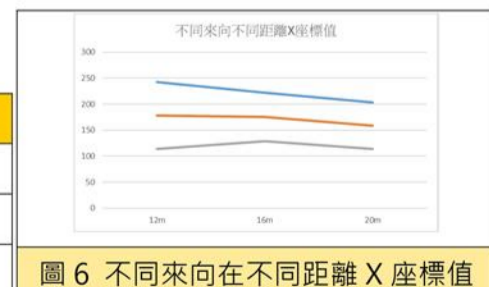
- 由圖 5 的折線圖中可知，各次的寬度曲線平緩，意即穩定度高。且在不同距離時有明顯的差距。
- 當目標物距離本車越近時，圖框的寬度越大；越遠離時，圖框寬度越小，意即可利用圖框的大小變化來判斷目標物與本車之距離。

五、了解視覺模組辨識目標物偏移狀態之效能

- 我們分別將目標物置於 12m、16m、20m 處，並將目標物進行左偏 3m（右後方來車）與右偏 3m（左後方來車）的測試，並分別量取各狀態之 X 座標值，以作為識別目標物來向之依據。
- 目標物在不同距離與不同偏移狀態下，辨識框 X 座標平均值如表 3，並求取左右偏移座標的平均數作為偏移的判斷值。X 座標折線圖如圖 6。

表 3 辨識框 X 座標值

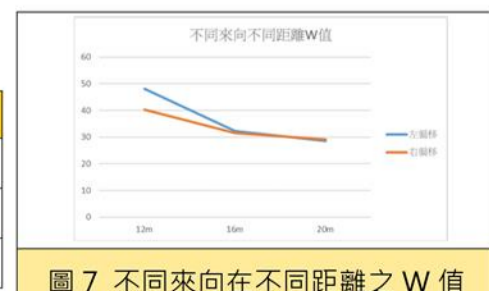
	左偏移	偏移判斷值	右偏移
12m	114	178.2	242.4
16m	129	175.6	222.2
20m	114	158.5	203



- 目標物在不同距離與不同偏移狀態下，辨識框寬度 W 值的平均值表 4。折線圖如圖 7。

表 4 辨識框寬度 W 值

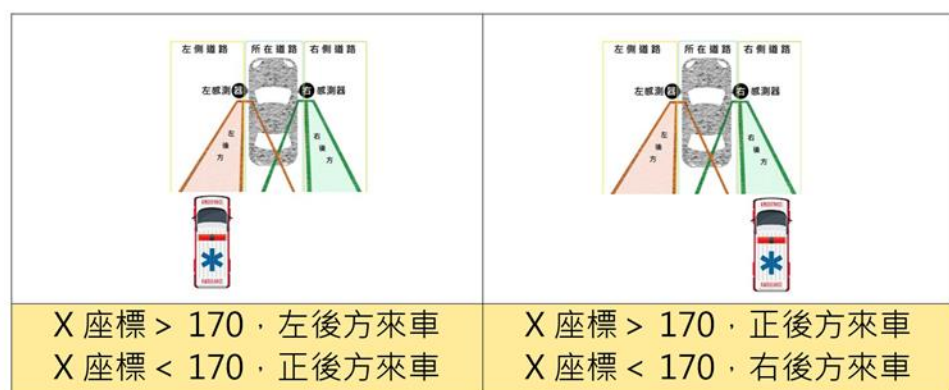
	左偏移	右偏移	W 平均值
12m	48.2	40.2	44.2
16m	32.2	31.6	31.9
20m	28.6	29.2	28.9



- (四) 由圖 6 可知，不同的偏移狀態下，在距離 12m、16m、20m 時，辨識框的 X 座標曲線平緩，兩者差距大，穩定度佳且識別度高。並將各距離之 X 座標偏移判斷值平均後，得到 X 座標的偏移設定值 170.8。
- (五) 由圖 7 可知，不同的偏移狀態下，在距離 12m、16m、20m 時，辨識框的寬度 W 值曲線幾乎疊合，意即不論哪個來向，W 值都可用來判斷其距離。但隨著距離越遠，其 W 值的差距小，辨識度也會較差。
- (六) 經過視覺模組的辨識，目標物在各偏移狀態所得到的 W 值與 X 座標，其判斷設定值如下表。

	W 判斷值	左偏移	右偏移
12m	> 35	< 170	> 170
16m	30 ~ 35		
20m	< 30		

(七) 兩側後照鏡感測裝置示意圖如下：



六、製作出可實際應用之避讓警示裝置並了解其運作效能

- (一) 在警報聲辨識方面，我們訂定：1. 救護車高頻音為 960Hz。
2. 取五秒內觸發 3 次以上即偵測到救護車。
- (二) 救護車警報音啟動測試結果紀錄如下：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	成功率
啟動結果	成功	成功	成功	成功	成功	100%

(三) 在距離與來向判斷測試中，我們利用研究三、四、五的結果，以鏡頭辨識框的寬度與 X 軸座標來判斷救護車與本車之距離與來向。針對與救護車距離，我們設計警示動畫如下：

20 公尺 / 5 台車	警示標誌
12~20 公尺 / 3 台車	慢閃顯示
12 公尺內 / 十分靠近	快閃警示

(四) 我們以右後照鏡型的避讓裝置來進行實驗，測試當救護車由正後方不同距離接近時，避讓裝置是否可正確運作，辨識出距離。辨識結果如下表：

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	辨識成功率
12 公尺	○	○	○	○	○	100%
20 公尺	○	○	○	○	○	100%

(五) 我們以右後照鏡型的避讓裝置來進行實驗，測試當救護車 (目標物) 由右後方與正後方不同距離接近時，避讓裝置是否可正確運作，辨識出來向。辨識結果如下表：

	距離	一	二	三	四	五	成功率
右後來車	12m	○	○	○	○	○	100%
	20m	○	○	○	○	○	100%
正後來車	12m	○	○	○	○	○	100%
	20m	○	○	○	○	○	100%

(六) 由本次實驗之結果可以發現，本裝置功能包括：

1. 能成功辨識救護車聲音
2. AI 鏡頭可用來辨識目標物之距離與來向，辨識成功率佳。

(七) 若目標物前方有其他車輛，因辨識框受到遮蔽，則會影響其辨識成功率。

陸、研究與討論

一、經分析救護車警笛聲之特徵發現，救護車的高音頻率如下：

高頻音頻	低頻音頻
960 Hz	705 Hz

二、高低音交替一次的周期為 1 秒，具有規律性。因此可以利用高低音頻交替的規律性來辨識救護車的警笛聲。

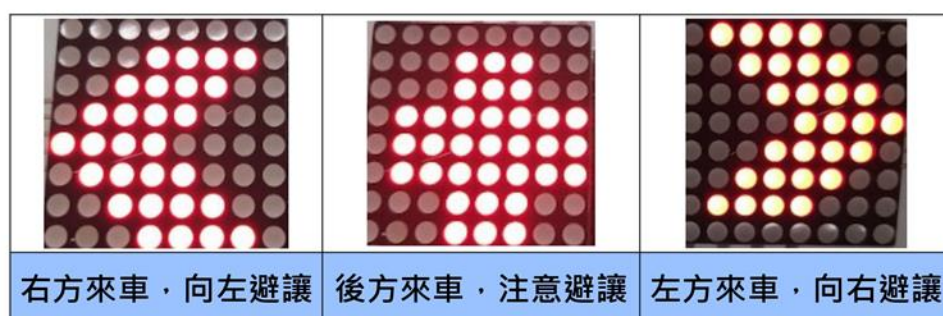
三、觀察警笛聲之規律性後，可以發現警笛聲與馬路上的噪音明顯不同，因此我們決定以五秒內，出現三次高頻聲作為辨識救護車警

笛聲之依據。並以此特徵作後續裝置運作程式的編寫。

- 四、在音頻觸發模組的設定上，我們發現觸發模組對於救護車的高頻聲有較佳的觸發感測效果，對於低頻聲的感測則較不靈敏。因救護車的警笛聲是高低音規律性的交替出現，所以在觸發的設定上，我們決定單獨以高頻聲音作為觸發的特徵依據，以提高感測的穩定度與靈敏度。
- 五、音頻觸發器經過設定後，可以偵測 900HZ ~ 1000HZ 之間的樣本聲音，因此不受聲源移動時都卜勒效應所產生的影響。
- 六、本研究中所使用之 AI 鏡頭其物件追蹤功能，可以成功識別出目標物，但受限於鏡頭解析度的等級，最佳的辨識距離為 24 公尺內
- 七、當目標物距離本車越近時，AI 鏡頭辨識框的寬度越大；遠離時，寬度越小，意即可利用圖框的大小來判斷目標物與本車之距離。
- 八、為了分辨救護車的來向，我們利用辨識鏡頭的辨識框 X 座標來作為判別的依據，且依照附掛在左右不同的後照鏡而有不一樣的代表意義。
- 九、當本裝置附掛在右後照鏡時，若辨識框偏左即 X 座標小於 170 時，則代表救護車從右後方來；而 X 座標大於 170 時，則代表救護車從正後方來。反之，安裝於左後照鏡時，若辨識框 X 座標大於 170 時，代表救護車從左後方來；當 X 座標小於 170 時，則代表救護車從正後方來。



- 十、經實地測試，在 24 公尺的感測距離內，救護車的警笛聲可以成功觸發本裝置，並開啟 AI 鏡頭之辨識與追蹤功能。本裝置除可成功辨識出救護車，並可判斷救護車與本車的距離與來向。透過圖形化的顯示，可以提供駕駛人避讓方向的指示。



柒、結論

- 一、救護車的警報聲具有規律性，高頻音與低頻音以一秒鐘的週期替出現。
- 二、本研究中所使用的音頻觸發器可檢測出救護車的聲音特徵，其對高頻音的感測較為靈敏，且不受都卜勒效應影響。
- 三、透過五秒鐘感測高頻音三次的取樣方式，本裝置可以區辨出救護車的警報聲。
- 四、本裝置所使用之 AI 辨識鏡頭可以透過物件學習的方式區辨救護車與一般普通車輛。
- 五、利用 AI 辨識鏡頭中的辨識框寬度，本裝置可以判斷出救護車與本車的距離。
- 六、利用 AI 辨識鏡頭中的辨識框的 X 座標，本裝置可以判別後方救護車的來向，並透過圖形化的顯示方式進行警示，達到提醒駕駛人避讓之目的。
- 七、本裝置對於車輛後方駛近之救護車具有判別距離與來向之功能。但受限 AI 辨識鏡頭內建演算法的等級，若後方的救護車受到遮蔽，則會影響其判斷效果。
- 八、在後續的研究中發現，若提升演算法的等級，將可提升辨識的效能與成功率。
- 九、未來希望本裝置可以結合自動駕駛車輛的控制系統，精進自駕車的運作性能，提升道路安全並透過即時的避讓行為增加救援效率。

捌、參考文獻資料

- 一、王文聖、廖俊鑑、連思斌 (2012)。以頻率特徵辨識救護車鳴笛聲。資訊科技國際期刊，6(1)，39-45。
- 二、白家瑞(2020)•Phyphox 實驗手冊。中等教育階段自然領域教學研究中心。
- 三、湯和璇、陳昆稜、張家維、蕭開泰、王廷耀與廖俊鑑(2015)。Android 實做救護車警報聲辨識。2015 年資訊科技國際研討會暨民生電子論壇電子全文論文集，1241~1244。