

投稿類別：工程技術類

篇名：
駕駛疲勞感測裝置

作者：
李坦融。臺北市立松山工農。電子科三年級智班
陳尚緯。臺北市立松山工農。電子科三年級智班

指導老師：
林麗雲老師

壹、前言

一、研究背景／動機

因應疫情的爆發，使得愈來愈多人偏好線上購物，也促進了物流產業的興起，隨著需求量的增加，為了使顧客能更快拿到生活必需品，運送者往往要加班完成訂單，而像下圖 1 新聞中的宅配員，就是犧牲了自己的時間，努力完成自己的工作，但是在這麼高壓的環境長時間工作，怕會造成無法挽回的事情，而我們希望透過一套感測器，觀察駕駛者的疲勞程度，及時提醒駕駛者休息一下或打起精神來，以策安全上路，平安回家。

圖 1 宅配員新聞



(圖 1 影片來源：公視新聞網 (2021 年 9 月 18 日)。疫情物流業務大爆發 宅配司機勞動環境雪上加霜〔影片〕。YouTube。https://www.youtube.com/watch?v=HhahF1aI3MM)
(資料來源：研究者擷取)

二、研究目的／問題

因近幾年疫情爆發的關係，使得物流業的運輸量增加，物流業的運輸人員日夜工作可能造成疲憊，而本專題提出一種系統，可以判斷駕駛者是否疲勞，運用感測器來偵測駕駛者的狀態並且在程式內判斷是否疲勞，再將程式與硬體整合到電路板上，整合成兩個部份的裝置後，形成一個完整的系統。

貳、文獻探討

我們上網搜尋了有關利用感測器來檢測是否疲勞的相關論文，在將我們得到的資料統整完之後，與老師以及組員經過討論後，我們決定利用以下方法來完成此專題。

一、頭位檢測

我們參考了劉玉晨 (民 103) 的研究，在車上安裝超音波感測器來感測頭部與感測器間的距離，判斷駕駛者的頭部是否晃動，如圖 2，藉此來判斷駕駛者是否有出現如圖 3 中的不良姿勢的可能性。

圖 2 正常姿勢



圖 3 不良姿勢



(資料來源：研究者自行拍攝)

我們參考他的研究應用到我們的專題中，用以檢測頭位來判斷駕駛者是否有疲勞的可能性；利用超音波感測來檢測頭部位置，當駕駛者使用本裝置時需要先設定駕駛者的頭部與裝置之間的距離當作頭部位置的基準值，藉由量測與基準值間的差值量判斷有無疲勞的可能性。

二、方向盤轉動角度

我們在謝進順（民 102）的研究中發現當駕駛者存在睡意時會影響他們在操作方向盤的行為，並且會有兩個階段的進程，分別是能力受限階段（階段 1）與睡著階段（階段 2）。

（一）能力受限階段（階段 1）

在此階段中的駕駛者會因為很想睡而使注意力渙散，無法很順暢的操作方向盤；故駕駛者的方向盤操作校正上會有較大的變化幅度。

（二）睡著階段（階段 2）

在此階段中的駕駛者不會對自己的方向盤操作有任何的校正或回應，無法發掘外面較為細部的變化；即為一般大家所稱的「睡著」。

最後我們決定使用加速度感測器來應用階段 1 來判斷駕駛是否有疲勞的可能，不使用階段 2 是為了預防當駕駛者進入階段 2 的時候會較容易有發生意外的可能性，利用加速度感測器來量測各方向軸的加速度，再轉換成角度進行疲勞判斷；若在 10 秒內轉動角度大於 15 度角有 4 次以上將判斷駕駛者有存在疲勞的可能性。

三、Esp32 單晶片微控制器

為低成本和低消耗的一款單晶片微控制機，整合了 WIFI 與藍芽模組功能，需使用 Micro USB 傳輸線提供電源與傳輸資料，有 Reset 和 Flash 按鈕使資料完整、順利傳輸。

（一）函數庫

1. SimpleTimer 計數器

在程式中如果使用 `delay()` 這個函式的話會使得整個程式停頓指定秒數，所以我們後來在網路上找到 **Simple Timer** 這個函數庫，裡面有函式可以讓我們的程式在讀秒的同時也不會停頓整個程式的執行。

2. Esp-now 藍牙傳輸

將取得的資料進行處理，經由藍牙連接，配對成功後傳送資料給另一接收端進行提取，於傳送前傳送與接收雙方須先知道對方的產品碼與傳送資料的型態，若中斷後不須重新燒錄，待復電後將會自動連接上。

（二）Esp32 傳輸與接收

Esp32 傳送方會與加速度、超音波感測器模組結合，如圖 4，會於內部判定兩個感測器的疲勞判定是否同時成立，用以判斷駕駛是否疲勞，傳送加速度、且持續傳送超音波感測器與疲勞判斷結果等疲勞判定的訊號相關數值到 Esp32 接收方進行顯示；Esp32 接收方會接收來自 Esp32 傳送方的任何資料，接收方有三顆警示燈分別是頭位檢測、方向盤轉動角度與疲勞警示的警示燈，如圖 5，若於觸發任意條件後一分鐘內超音波與加速度判定超過 4 次，則警示燈亮起，並發出警鳴聲，提醒他們注意自身狀況。

圖 4 傳送方電路連接圖

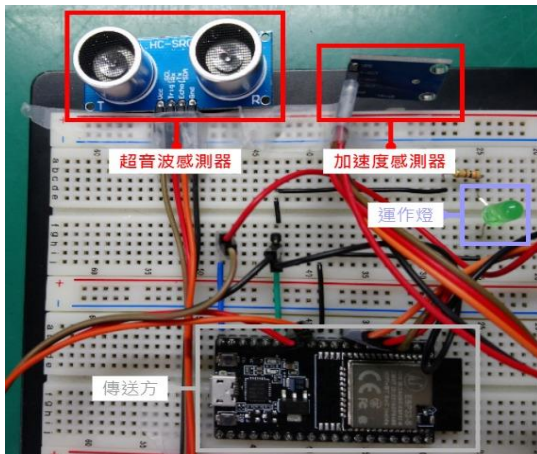
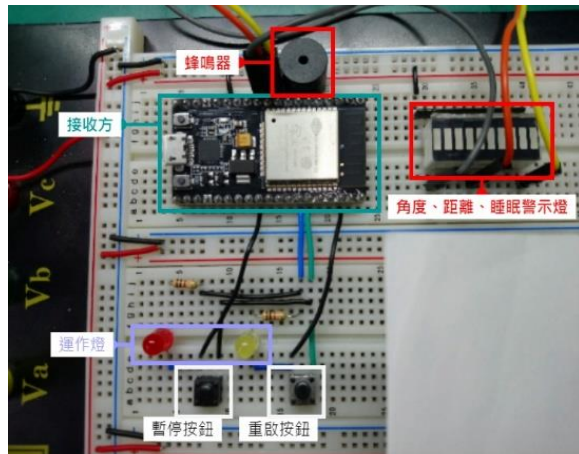


圖 5 接收方電路連接圖



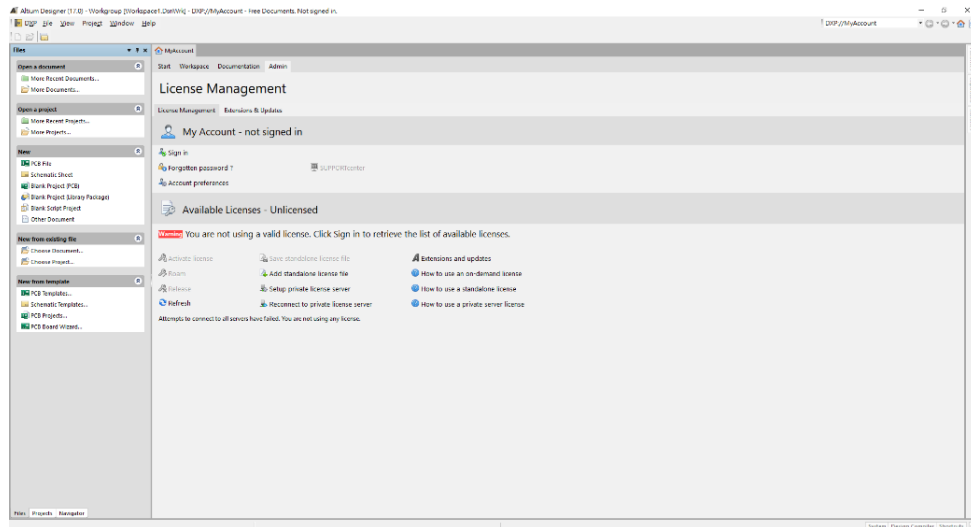
（資料來源：研究者自製）

四、應用軟體

（一）Altium designer

因為我們要將裝置統合成兩個系統，所以我們打算使用 Altium designer 來繪製電路板，Altium designer 可以自由繪製電路圖，而且也可以使用 3D 設計，使得設計電路變得更加方便，下圖 6 是 Altium designer 的使用介面。

圖 6 Altium designer 的使用介面

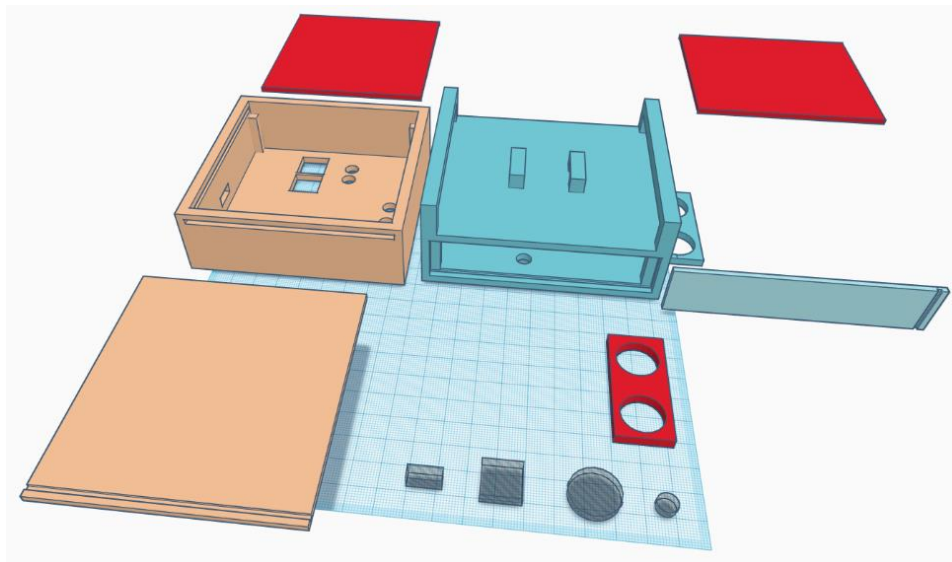


(資料來源：研究者自製)

(二) Tinker cad

一款免付費的線上建立模型網站，提供 3D 外殼的製作與模擬電路運作的功能，可使用組成群組用以製作各式各樣不規則的立體圖形，亦可使用虛擬元件提前測試如何連接電路，圖 7 為使用其程式所製的 3D 模型。

圖 7 3D 模型製作介面

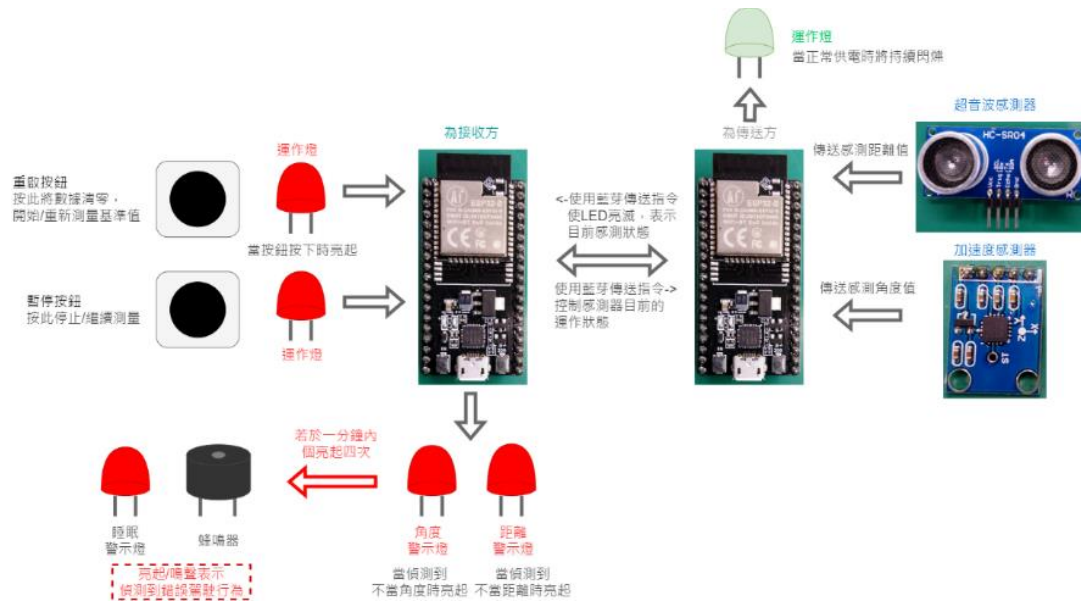


(資料來源：研究者自製)

參、研究方法

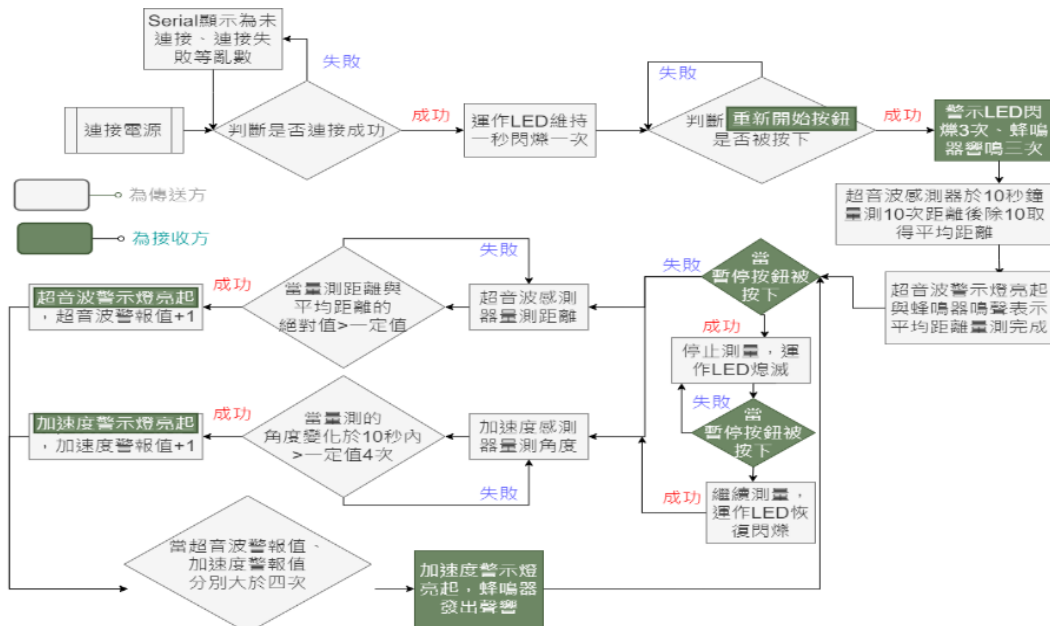
於討論後我們將功能整理成為四大部分超音波距離感測、加速度計角度感測、藍牙傳輸、功能整合與警示設定，整個系統的流程如下圖 8，而程式流程如下圖 9，程式撰寫完成後進行測試，改進後換上自行洗製的電路板、裝上 3D 列印的外殼，再次量測結果，整理與分析結果，測試流程圖如圖 10。

圖 8 系統流程圖



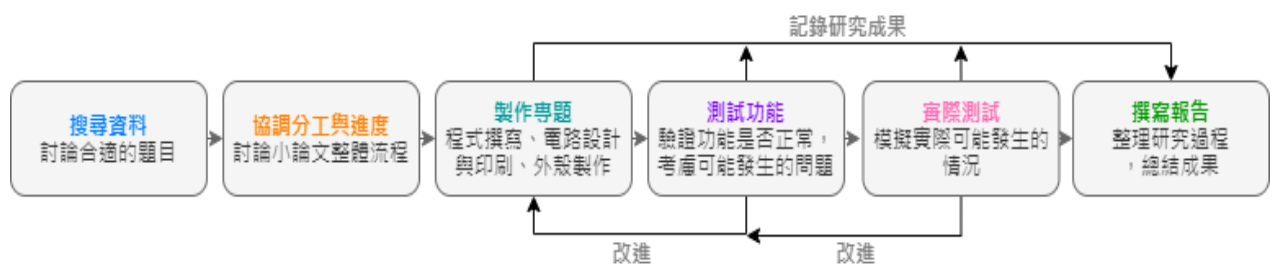
（資料來源：研究者自製）

圖 9 程式流程概要



（資料來源：研究者自製）

圖 10 研究流程圖



（資料來源：研究者自製）

肆、研究分析與結果

一、 程式功能測試

借用家中的車輛進行測試，使用上有所限制的原因和理想間的誤差，將裝置至於車上且設定、連接完成，如示意圖 11 和實際圖 12 調整差值判定，進行測量與紀錄。

圖 11 方向盤上裝置示意圖

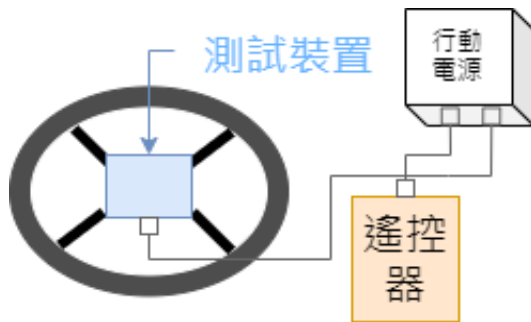


圖 12 實際放置位置圖



（資料來源：研究者自製）

調整完成後，確認是否有連接成功，開始進行測試，當按下重新啟動按鈕後，接收方將所有警示燈閃爍三次、蜂鳴器鳴聲三次表示裝置啟動，如下圖 13，進行 10 秒的記數測量後，取得方向盤與使用者間的基準距離後，超音波警示燈與蜂鳴器會響起表示測量完成，如圖 14，若測量異常使距離警示燈持續閃爍，可再次按下按鈕以重新取得平均值。

圖 13 按下重啟按鈕



圖 14 距離測量完成



（資料來源：研究者自製）

在超音波感測器中，在取得平均值後，超音波感測器將持續測量目前使用者與方向盤的距離差，當平均距離與量測距離間的差值大於一定的距離後，觸發距離警示燈與計時器，如下圖 15；而在加速度感測器中，藉由 X、Y 和 Z 軸的變化，取得角度的換算，當角度變換大於一定度數後，呼叫計時器執行 10 秒的連續判定，若角度的變化於時限內大於 4 次，觸發 ACC 警示燈與計時器，如下圖 16。

圖 15 距離警示燈觸發



圖 16 角度警示燈觸發



(資料來源：研究者自製)

按下暫停按鈕放開後會暫停，再次按下後放開會開啟量測，依此類推，如下圖 17，以便駕駛員不在駕駛的這段期間，裝置可以暫停量測，如圖 18，讓駕駛員可以去做其他事情。

圖 17 按下按鈕後運作



圖 18 按下按鈕後暫停



(資料來源：研究者自製)

整理以上之狀況，在觸發超音波或加速度警示燈時，呼叫計時器進行一分鐘的計數，若在其時限內觸發加速度與超音波警示達 4 次，傳送指令，將另一睡眠單晶片微控制器上的睡眠警示燈和蜂鳴器開啟，如下圖 19，提醒駕駛者現在可能已經進入睡眠狀態，請不要繼續駕駛車輛。

圖 19 睡眠狀態觸發



(資料來源：研究者自製)

二、外殼製作

製作一個盒子包裹電路板，使它不會因碰撞刮傷所導致電路毀壞，基於這個理念我們使用了 Tinkercad 進行 3D 列印的外觀設計，在感測元件上的外觀上，由於裝置需固定於方向盤上，因此加入支撐與勾環，使用易拉扣伸縮夾將裝置固定於中央，而在顯示與控制元件上，為了使受測者方便看到與調整目前的狀態，在裝置上也須考慮 LED 和按鈕的位置，規劃出適當大小的孔洞，設計完成後如圖 20、21。

圖 20 傳送方的 3D 繪製圖

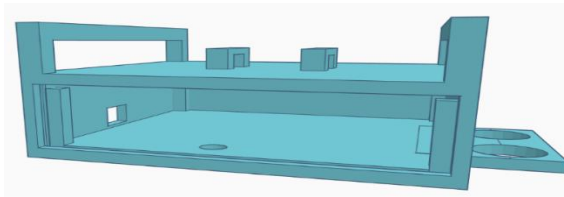
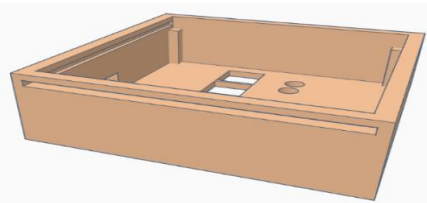


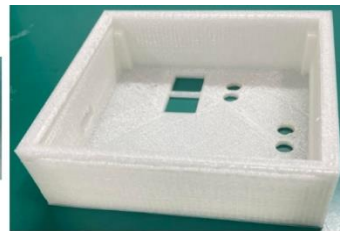
圖 21 接收方的 3D 繪製圖



（資料來源：研究者自製）

完成設計後，輸出檔案至 3D 列印裝置進行列印，列印完成後進行誤差的調整與缺失的補足與修復，成品如圖 22、23。

圖 22 傳送方的 3D 列印成品圖 圖 23 接收方的 3D 列印成品圖



（資料來源：研究者自製）

三、電路板製作

我們選擇使用 Altium Designer 來繪製電路板，但是在繪製的過程中我們發現內建的零件庫沒有我們需要的用的 ESP-32、HC-SR04、ADXL335、大按鈕以及蜂鳴器，所以在繪製電路圖之前需要另外自行製作一些零件的零件庫資料，繪製完零件庫後，再將需要的元件一一擺上，並且接上線路，如下圖 24、25。

圖 24 接收方的電路圖

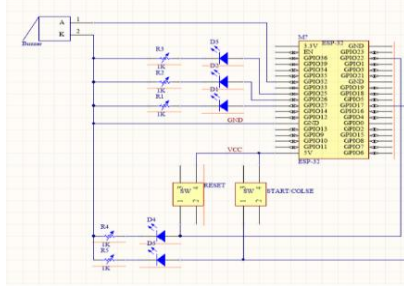
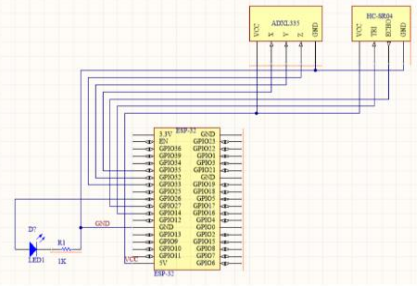


圖 25 傳送方的電路圖



(資料來源：研究者自製)

繪製完電路圖後，再把電路圖匯到電路板編輯環境上並且完成佈線，如下圖 26、27。

圖 26 接收方的 PCB 佈線

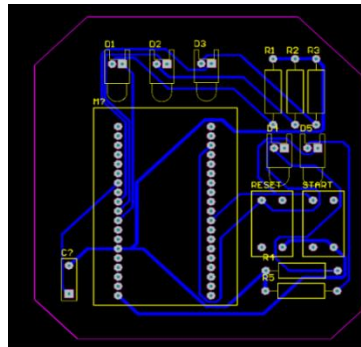
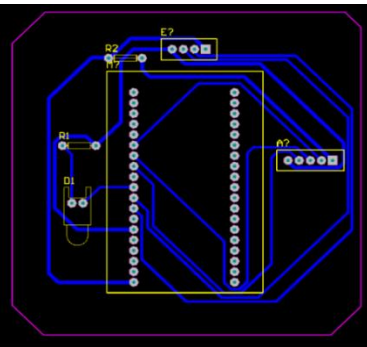


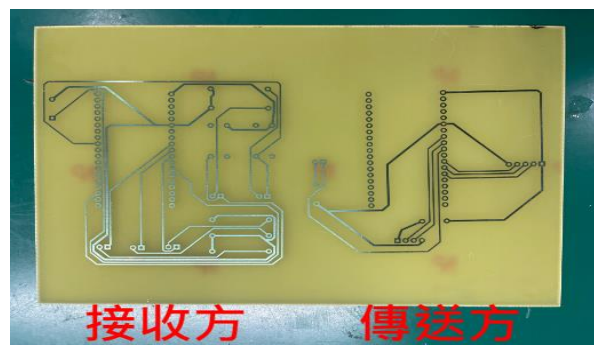
圖 27 傳送方的 PCB 佈線



(資料來源：研究者自製)

以上步驟完成後，把繪製好的電路板用描圖紙列印出來後，用曝光器把電路映到電路板上，最後用蝕刻機洗出來即完成，如下圖 28 是剛洗好的電路板。

圖 28 剛洗好的電路板成品



(資料來源：研究者自製)

四、外殼與電路板整合

將電路板與外殼組裝，測試大小是否需要進行調整、電路功能是否正常，模擬功能是否能如預期般順利進行，再做最後的調整，如圖 39、30、31。組合好的成品經過測試之後，確認一切功能正常，可以提供給駕駛者使用了。

圖 29 傳送方組合測試

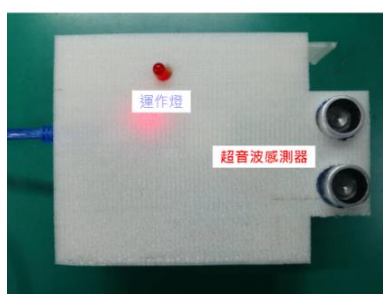


圖 30 接收方組合測試



圖 31 模擬測試



(資料來源：研究者自製)

伍、研究結論與建議

本專題我們以人與方向盤之間的距離以及方向盤轉動的幅度與次數來判斷駕駛者是否有疲勞可能性，且以燈光與鳴聲來點醒駕駛者不要睡著，藉此減少事故發生的機率。

在這次的專題中，我們使用了感測器取得了人與方向盤的平均距離，也得到人在車內的距離變化，也透過感測器取得 XYZ 軸的類比值，將其值轉換成空間中物體的角度變化，最後透過簡單的顯示元件，明確的通知駕駛人，目前的精神概況，但因為藍芽傳輸延遲的關係，導致資料的傳輸還是稍有延遲，警示燈的反應不夠靈敏，無法即刻顯示出結果。

此外在電路板製作與外觀製作的部分，我們嘗試了許多次，在製作電路板的時候，我們摸索了一段時間，一起檢討元件的擺放位置、鑽孔的地方以及如何提供使駕駛者使用，儘管如此，在成品印刷完成後還是有些部分需要改進，我們也透過一些方法去修復與修改，才得出我們現在做出的成品，在這個部分，因為有時間與學業等因素，所以有時我們得利用課餘時間去完成本次專題。

陸、參考文獻

公視新聞網 (2021 年 9 月 18 日)。疫情物流業務大爆發 宅配司機勞動環境雪上加霜〔影片〕。YouTube。取自 <https://www.youtube.com/watch?v=Hh1hF1a13MM>

張忠誠 (總編) (2020)。介面電路控制實習。新北市：台科大。

張義和 (2019)。創新例說 Altium Designer 電路設計 (第二版)。新文京開發出版股份有限公司。

謝進順 (2013)。駕駛前疲勞狀態評估與駕駛中即時疲勞測。國立成功大學：博士論文。

劉玉晨 (2014)。酒駕及疲勞駕駛預警控制系統。私立高苑科技大學訊科技應用研究所：碩士論文。

RANDOMNERDTUTORIALS。2021 年 11 月 16 日，取自 <https://randomnerdtutorials.com/esp-now-esp32-arduino-ide/>

Arduino Playground。2021 年 11 月 16 日，取自 <https://reurl.cc/LpX8gK>