

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 工程學(一)科

佳作

052318

車內生物緊急救援車聯網系統

學校名稱：臺中市立大甲工業高級中等學校

| | |
|---|------------------|
| 作者： 職三 何宗澧 職三 莊子杰 職三 何翊誌 | 指導老師： 余秉祐 |
|---|------------------|

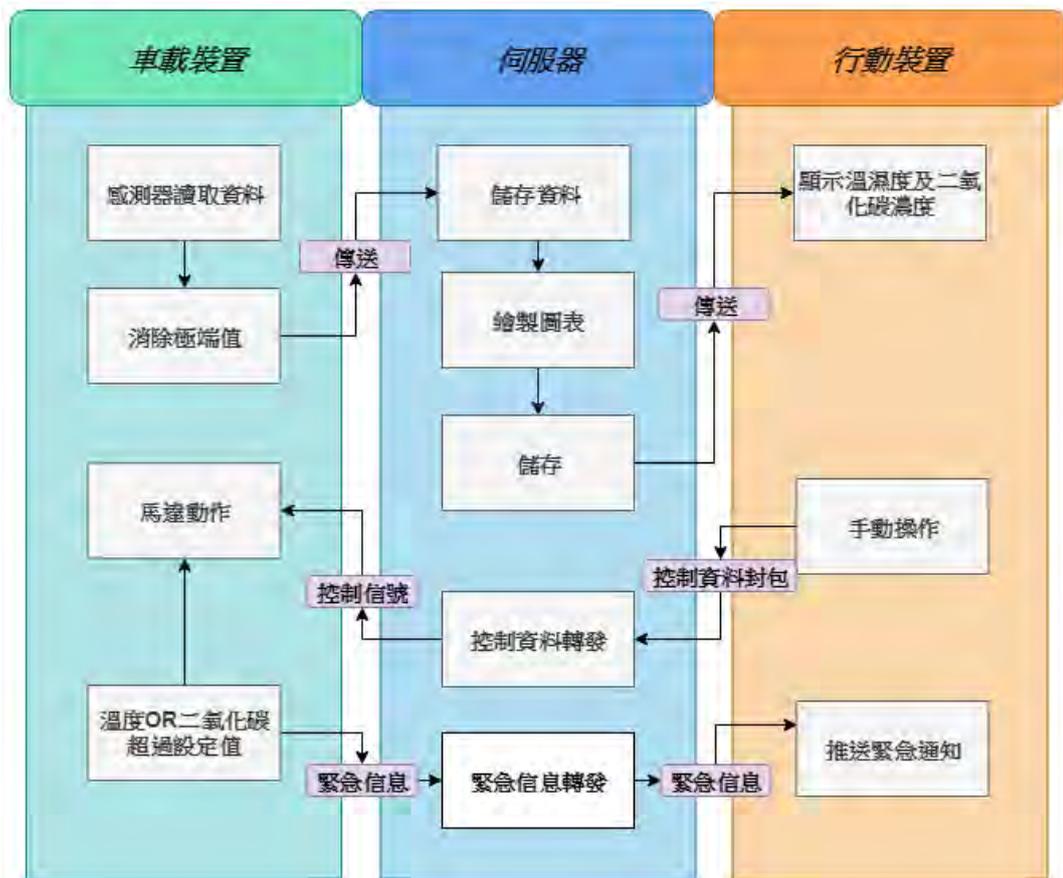
關鍵詞：車內缺氧、車內熱衰竭、人體感測

摘要

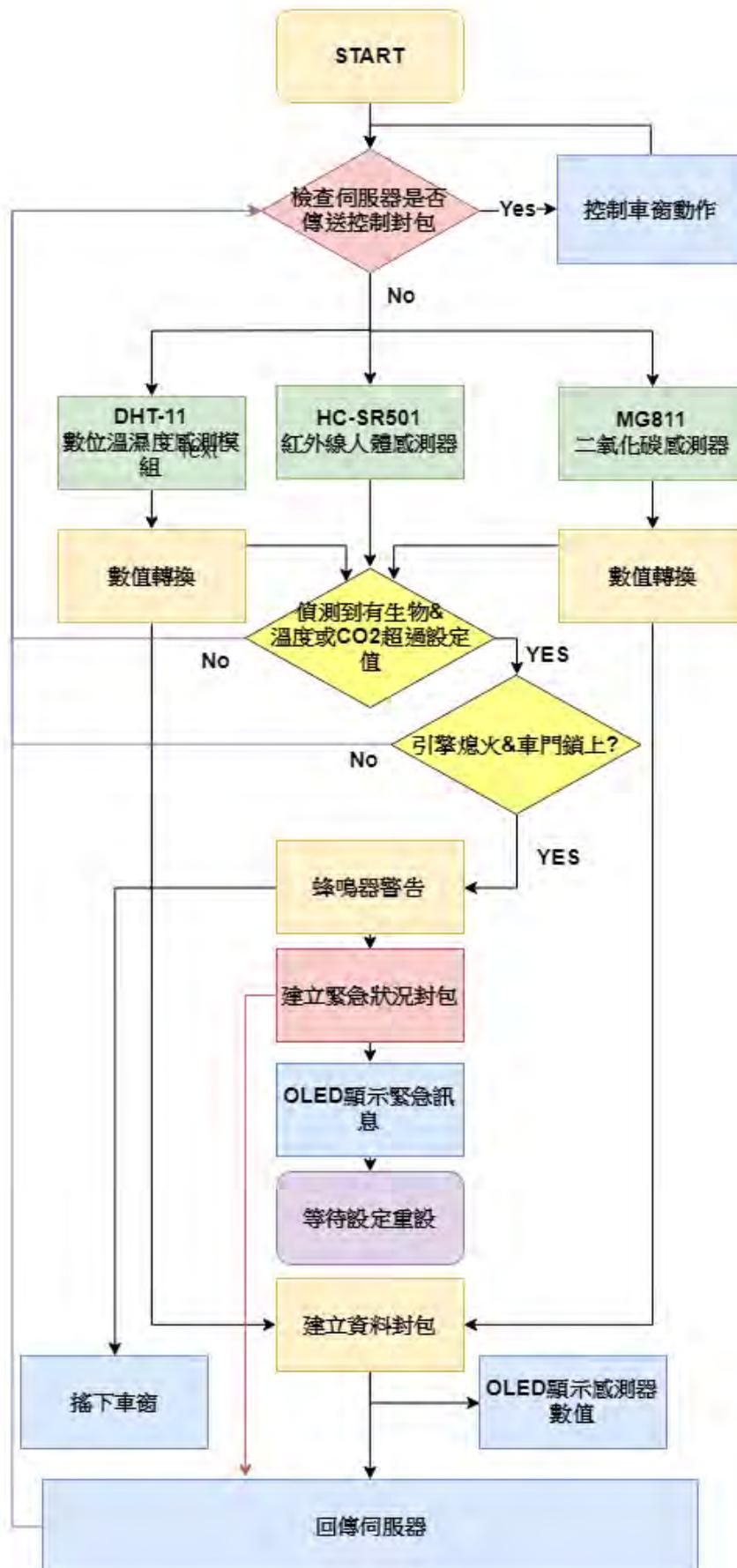
本作品是一個結合車聯網的車內的安全裝置，裝置會在引擎熄火且車門上鎖時，監測車內溫度、二氧化碳濃度，當超過安全值時，會發出警報、搖下車窗，並傳送緊急訊息通知車主，以利救援車內人員。

本作品能藉由網際網路與車主行動裝置連結，車主不只能透過行動裝置查看車內各項數值，車主也可以透過行動裝置控制車窗，未來更能與車商配合，整合至汽車嵌入式電腦，便可以實現更多功能。

汽車的發展為人類帶來了便捷的交通，但是多數人注重駕駛中的安全性，卻疏忽了熄火後車內的安全，每年都會有人在車內缺氧或熱衰竭而喪命，為了防止這樣的不幸再發生，而投入車內主動安全系統。



▲(圖 1)裝置動作流程

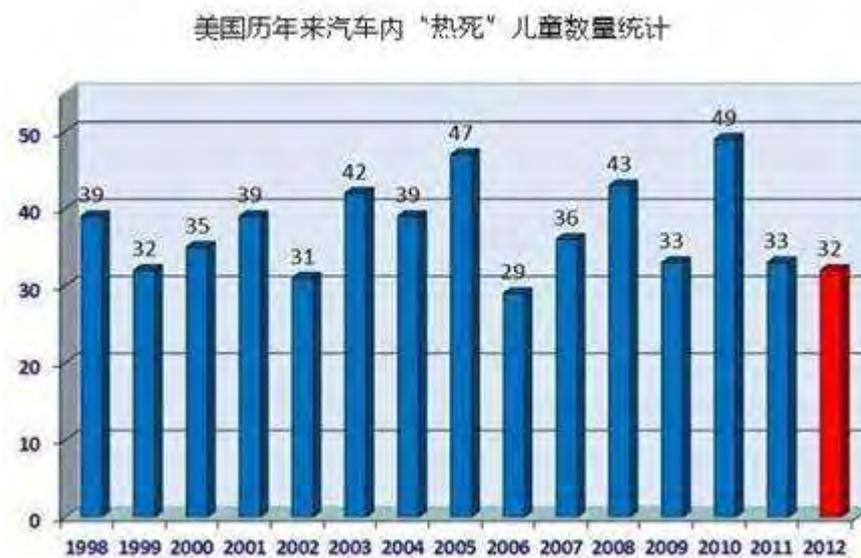


▲(圖 2)車載裝置流程圖

壹、 研究動機

為了要有效縮短車內缺氧、熱衰竭的救援時間，降下車窗是最有效的方法，用現在的救援方式需要打破車窗或破壞車門，都會損失寶貴的時間，且會破壞汽車，本作品以降下車窗、發出警報及通知取代，如此一來可以有效縮短救援時間。

原本我們打算用發動機打開空調來防止缺氧及熱衰竭，但車用嵌入式電腦並非一般人能取得，更不用說修改內部程式了，所以才以降下車窗取代，但在未來與車商配合，就能實現此功能。



▲(圖 3)美國汽車內熱死統計圖



▲(圖 4)車內熱死事件

貳、 研究設備及器材

主控板(MCU) : Arduino MEGA2560

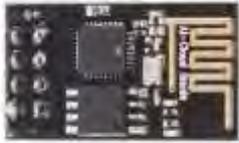
通訊模組 : ESP8266-01、SIM800L

感測及輸出模組 : MG811(二氧化碳)、DHT11(溫濕度)、HC-SR501(人體感測)、
OLED 顯示模組、雙路繼電器模組

車窗馬達

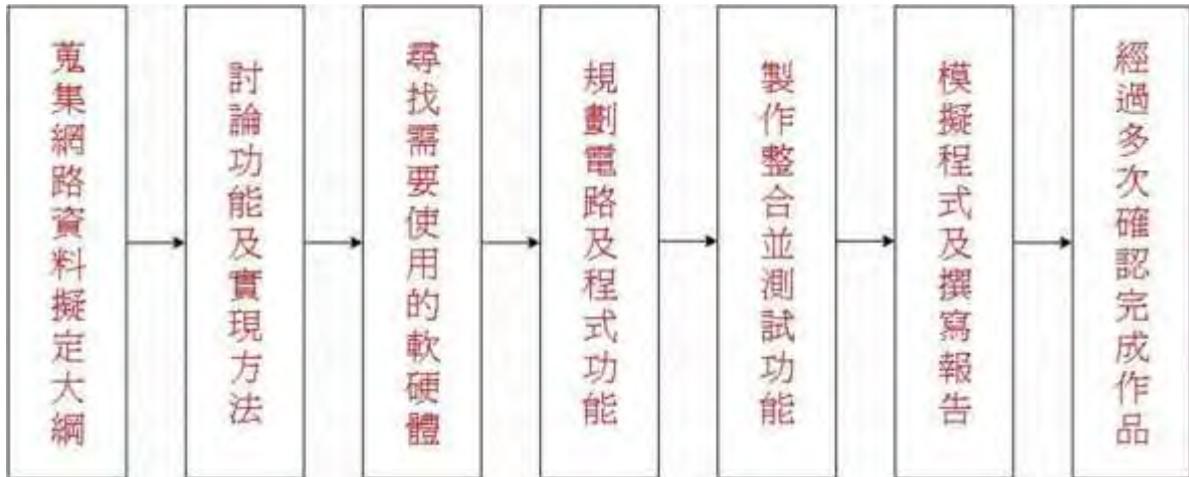
電壓轉換元件 : DC-DC 降壓模組、LM7812、LM7809、LM7805、LD1117

伺服器 : Raspberry Pi 3 B

| | |
|--|--|
| <p>Mega 2560 控制模組</p> <ul style="list-style-type: none">● 工作電壓 : 5V● 輸入電壓 : 6-20V● 承受電流 : 40 mA● Flash 記憶體 : 256 KB● SRAM : 8 KB● EEPROM : 4 KB |  <p>▲圖 5 Arduino Mege 2560</p> |
| <p>ESP8266-01 WIFI 通訊模組</p> <ul style="list-style-type: none">● 工作電壓 : 3.3V● 工作電流 : 70mA● 工作溫度 : -40 至 +125 °C● 發射功率 : 16dBm |  <p>▲圖 6 ESP8266-01 WIFI 模組</p> |
| <p>SIM800L WIFI 通訊模組</p> <ul style="list-style-type: none">● 工作溫度-30°C~80°C● 待機平均電流 3mA 以下● 支持 GSM/GPRS 包括 850,900,1800,1900MHZ● 靈敏度<-105● 下載 85.6Kbps/上傳 42.8Kbps● 支持 2G 3G 4G 移動卡聯通卡 |  <p>▲圖 7 SIM800L WIFI 模組</p> |

| | |
|--|--|
| <p>MG811(二氧化碳) 感測模組</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 主要芯片 : LM393 ● 二氧化碳氣體感應探頭 ● 工作電壓 : 6V ● 測量範圍: 400~10000 ppm ● 工作溫度:70°C |  <p>▲圖 8 MG811(二氧化碳)感測器</p> |
| <p>DHT11 (溫濕度)感測模組</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 工作電壓 : 5V ● 溫度測量範圍 : 0~+50°C ● 溫度測量精度 : ±2.0°C ● 回應時間 : <5s |  <p>▲圖 9 DHT11 (溫濕度)感測器</p> |
| <p>HC-SR501(人體感測)感測模組</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 工作電壓 : DC4.5-20V ● 優點 : 靈敏度高、可靠性強、低功耗 |  <p>▲圖 10 HC-SR501 (人體感測)感測器</p> |
| <p>OLED 顯示模組</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 輸入電壓 : 3.3V ● 供應電流 : 0.5mA |  <p>▲圖 11 OLED 顯示器</p> |
| <p>雙路繼電器模組</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 控制信號 : TTL 電平 ● 額定負載 : 10A 250VAC/10A 30DC ● 最大開關電壓 : 250VAC 30VDC ● 觸點動作時間 : 10ms 以下 |  <p>▲圖 12 SRD 繼電器</p> |
| <p>Raspberry Pi 3 B 伺服器</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 處理器: 四核心 ARM Cortex-A53、1.2GHz ● 網路功能: 10/100 乙太網路、IEEE802.11 b/g/n 無線網路、藍牙 4.1 (支援一般模式與低功耗模式) ● 作業系統: 以 micro SD 卡開機, 支援 Linux 與 Windows 10 IoT |  <p>▲圖 13 Raspberry Pi 3 B 伺服器</p> |

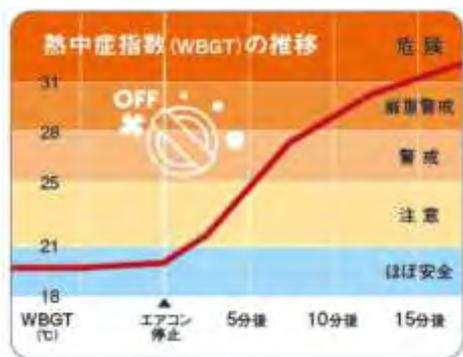
參、 研究過程或方法



▲(圖 14) 研究流程圖

1. 蒐集網路資料擬定大綱

在車內最容易致命的就是汽車熄火後，在太陽下車內的高溫，以及車窗緊閉時車內的二氧化碳濃度，根據日本媒體做的實驗顯示，汽車熄火空調關閉後，在太陽下只要 15 分鐘即可到達危險溫度。而如果車主長時間將空調設定在車內循環會造成車內二氧化碳濃度暴增，如果熄火時在車內睡著汽車無空調的狀況甚至有可能造成車內缺氧甚至危害生命安全。



▲汽車熄火後溫度上升曲線



▲車內缺氧新聞



▲二氧化碳濃度對人體的影響

根據行政院環保署室內空氣品質二氧化碳建議值

| 項目 | 建議值 | 單位 |
|-------------------------|-----|--------------------|
| 二氧化碳 (CO ₂) | 第1類 | ppm (濃度精度百萬分之一) |
| | 第2類 | |

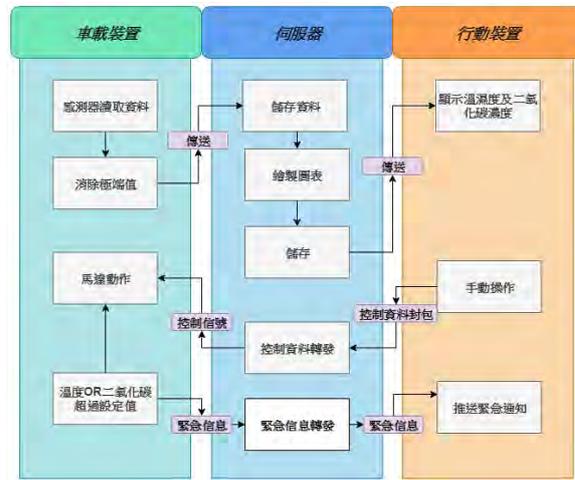
(一) 第1類：指對室內空氣品質有特別需求場所，包括學校及教育場所、兒童遊樂場所、醫療場所、老人或殘障照護場所等。

(二) 第2類：指一般大眾聚集的公共場所及辦公大樓，包括營業場所、交易市場、展覽場所、辦公大樓、地下街、大眾運輸工具及車站等室內場所。

▲環保署室內空氣品質二氧化碳建議

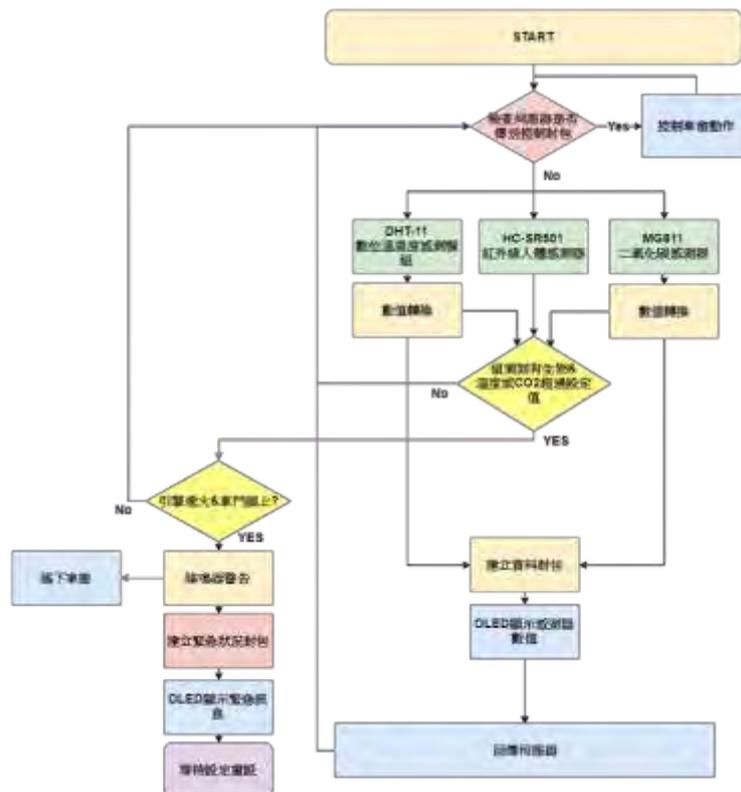
2. 討論功能及流程

下圖為裝置資料傳送的流程簡圖，裝置主要分三個部分，第一部分為車載裝置，是整個裝置的 IO，第二部分為伺服器，主要用於資料的儲存與轉發，第三部分則是行動裝置，提供人機介面，圖形化的介面方便使用者使用。



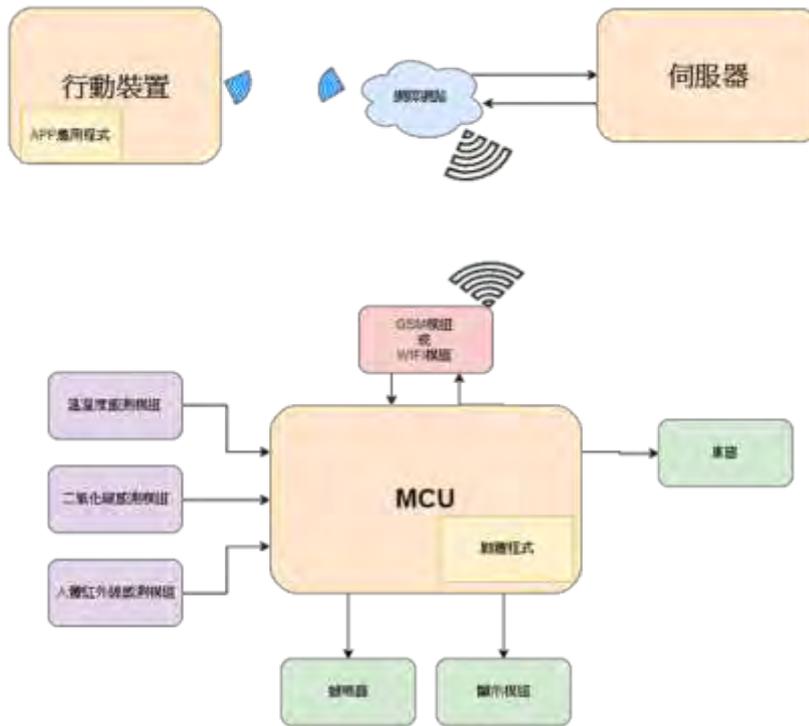
▲裝置資料傳送流程簡圖(上圖一)

下圖為車載裝置之程式流程，車載裝置主要用於監測車內環境、控制車內各項裝置以及處理網路連線、加密通訊等等。



▲車載裝置程式流程圖(上圖二)

下圖為裝置硬體方塊圖，車載裝置不只能使用 WIFI，也能使用 GSM 數據，可以確保再任意地區的連線

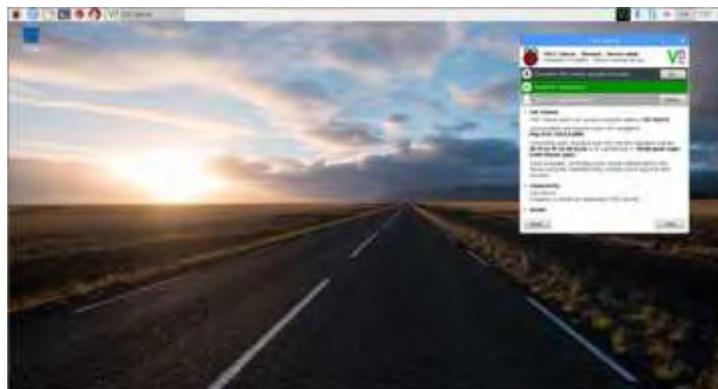


▲車載裝置程式流程圖

3. 使用的軟體

A. Raspbian :

raspberry Pi 3 B 上的作業系統，已預安裝 JAVA、SSL，可以加速程式撰寫，有 GUI 介面方便伺服器管理。



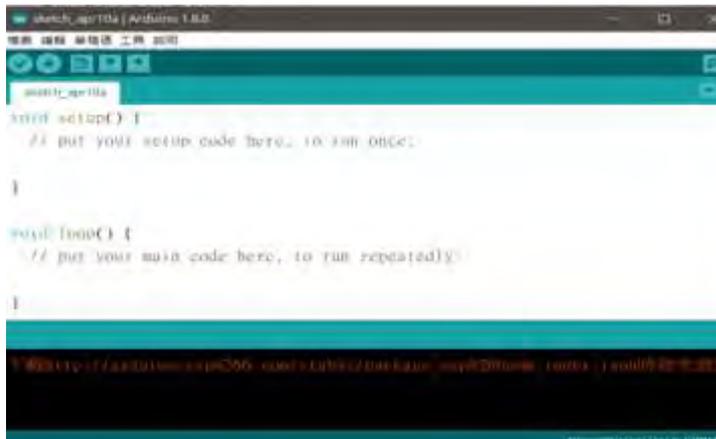
▲ Raspbian

B. Blynk :

伺服器主程式，用於通訊轉發、控制、提供 SSL 憑證，將複雜的通訊協定整合，同時提供行動裝置 APP。

C. Arduino IDE :

用於撰寫硬體電路的程式，能將複雜的程式轉為函式庫，方便程式撰寫。



▲Arduino IDE

D. PuTTY :

透過 SSH 監控伺服器、除錯。

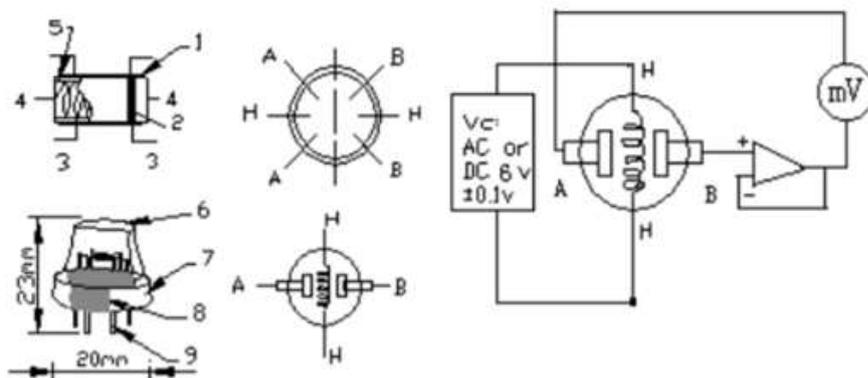
E. Keil uVision5 :

C 語言編譯器，用來修改部分 Arduino 函式庫。

4. 各模組特性及相關資料

I. MG811 :

MG811 結構像一個固態電解質電池，當溫度達到 60°C 會開始有電壓信號輸出，結構及各極反應如下。

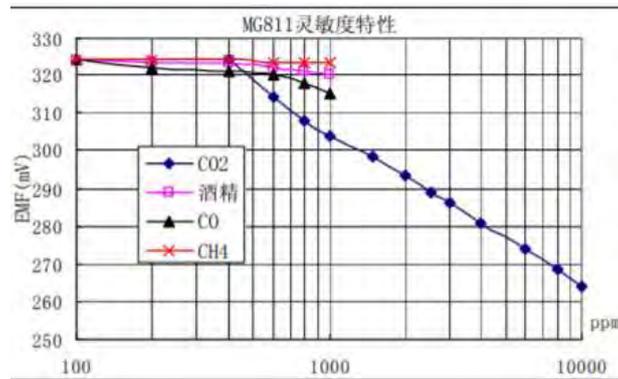


陰極反應： $2\text{Li} + \text{CO}_2 + 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^- = \text{Li}_2\text{CO}_3$

陽極反應： $2\text{Na} + 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{O}$

總化學反應： $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{Na} = \text{Na}_2\text{O} + 2\text{Li} + \text{CO}_2$

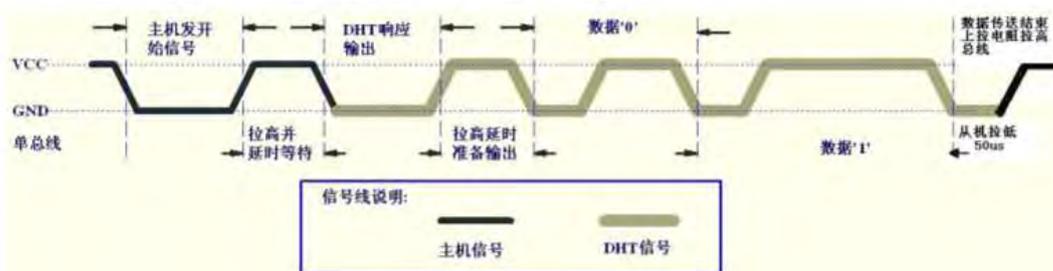
濃度對電壓輸出特性如下圖，MG811 對酒精、CO、及 CH₄ 反應不大，不易受其他氣體干擾，當二氧化碳濃度>400ppm 後，電壓輸出接近線性，不易受到溫度及濕度干擾。



▲MG811 電壓輸出特性

II. DHT11 :

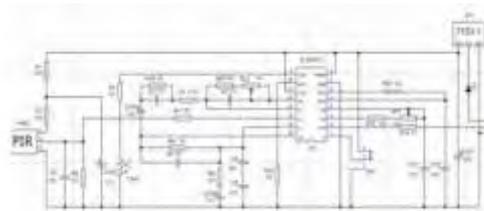
DHT11 為數位溫溼度感測器，可同時測量溫度及濕度，信號採單線傳每次傳輸 40bit，其中 16bit 為溫度信號另外 16bit 為濕度信號，剩餘 8bit 為除錯信號，每次測量需間隔 1 秒，下圖為 DHT11 信號時序圖。



▲DHT11 通訊時序

III. HC-SR501 :

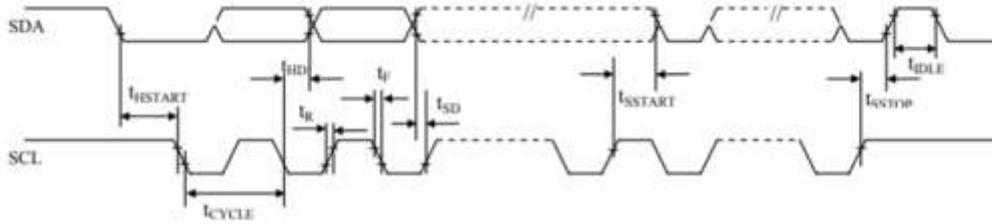
HC-SR501 為人體紅外線感測器，操作簡單，單一 IO，當感測到有生物時輸出高準位，反之輸出低準位，採 TTL 電位輸出 0~3V。下圖為 HC-SR501 內部電路。



▲ HC-SR501 內部電路

IV. OLED 模組(ssd1306)

此模組採用 IC SSD1306 驅動，有低功耗可繪圖的優點，使用 I2C 傳輸。



▲ SSD1306 I2C 模式信號時序圖

5. 伺服器及 APP

伺服器及 APP 使用 Blynk 為基礎設計，硬體通訊協定如下表，當開始通信時會依下表傳送資料。

| 指令 | 訊息 ID | 狀態 | 裝置 ID |
|-------|--------|--------|---------|
| 1Byte | 2Bytes | 2Bytes | 16Bytes |

當有資料傳送時，伺服器會在 443 Port 上開啟 ssl / tls 連接，並接收資料，APP 與硬體通信相似，只差在狀態位寬為 4 Bytes。為了通信安全我們使用 SSL 連線，要使用 SSL 必須提供憑證，Blynk 有提供憑證生成的指令，指令如下。

SSL 憑證生成指令: `openssl req -x509 -nodes -days 1825 -newkey rsa:2048 -keyout server.key -out server.crt`

成功生成憑證後伺服器就會依憑證自動加密傳輸內容，確保通信安全。



▲ app 端



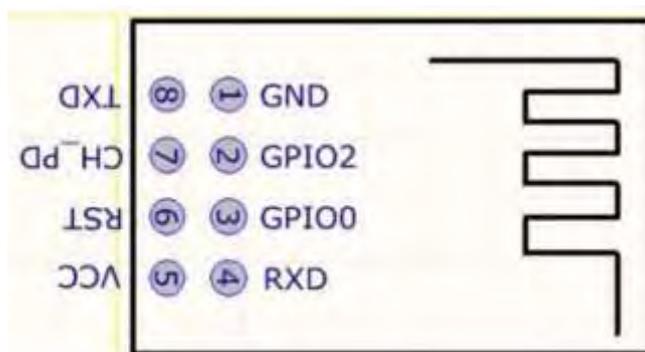
▲ 專案 QR code

| 元件 | 車窗馬達 | ESP8266-01 | SIM800L | Arduino MEGA |
|----|------|------------|----------|--------------|
| 電壓 | 12V | 3.0V~3.6V | 3.4~4.4V | 5.5~12V |
| 電流 | 4.5A | 170mA | 220mA | 300mA |

7. 通訊硬體

1.ESP8266-01:

ESP8266-01 為一個能完整的 MCU，ESP8266-01 可以單獨運作，且提供完整的兩個 GPIO，但礙於無法提供足夠 IO，所以只能拿來當作 WIFI 的介面。下圖為 ESP8266-01 的接腳圖。



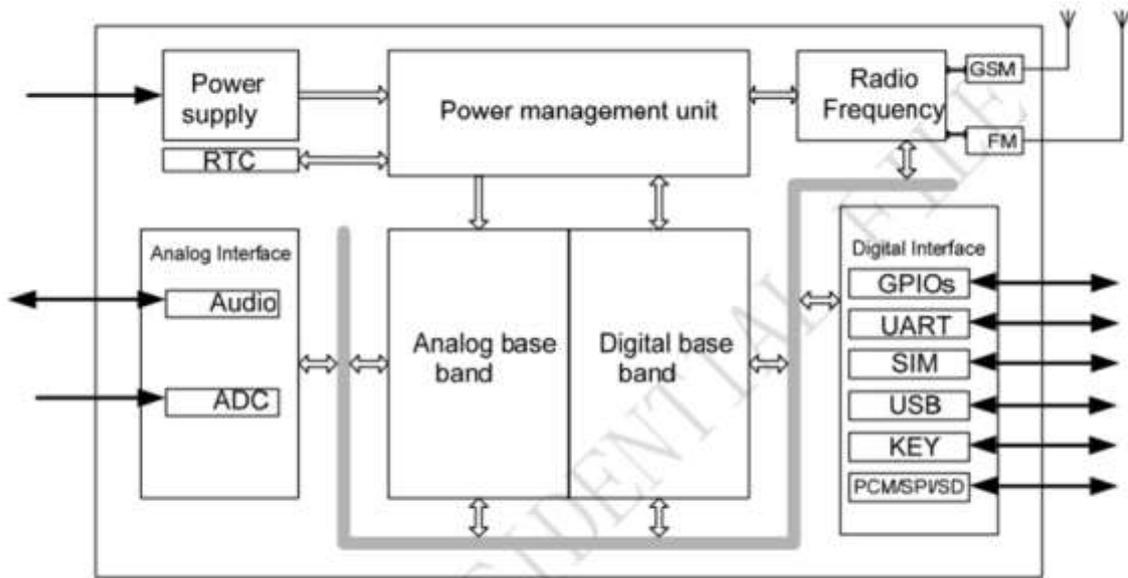
▲ESP8266-01 接腳圖

當 ESP8266-01 要當作 WIF 介面與其他 MCU 建立連線前，須先燒錄廠商提供的 AT 程式，才可以正常使用，同時須設定 UART 模式時的各項設定。

2.SIM800L :

SIM800L 是讓裝置能直接使用行動數據的關鍵模組，使用時必須搭配一張有含行動數據服務的 SIM 卡，SIM800L 支援多種傳輸協定，最高傳輸速度為 65.6Kbps

，速度其實不快，但通訊品質良好，且可確保在任何地方皆能使用網路。下圖為 SIM800L 內部方塊圖。

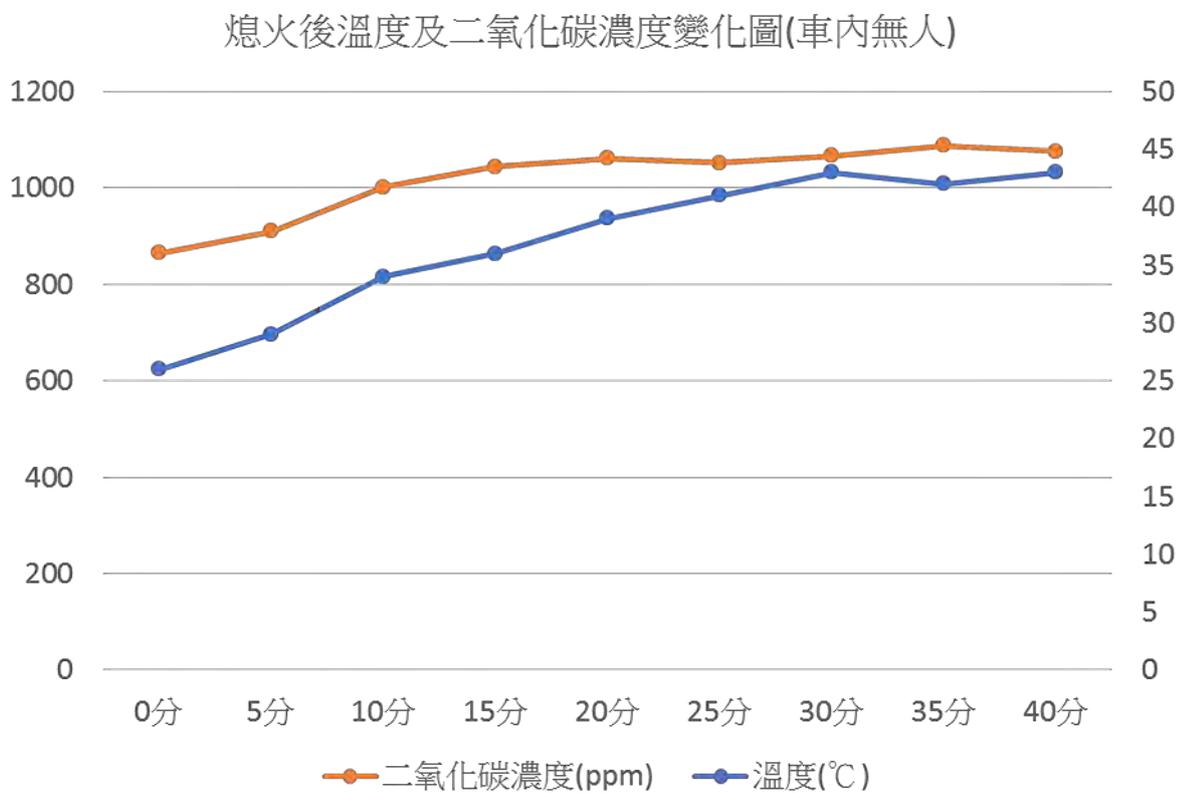


▲ SIM800L 內部方塊圖

裝置中使用到的是模組的 UART 通訊，透過 UART 與 Arduino MEGA2560 通訊，為裝置提供行動數據功能。

肆、 測試數據

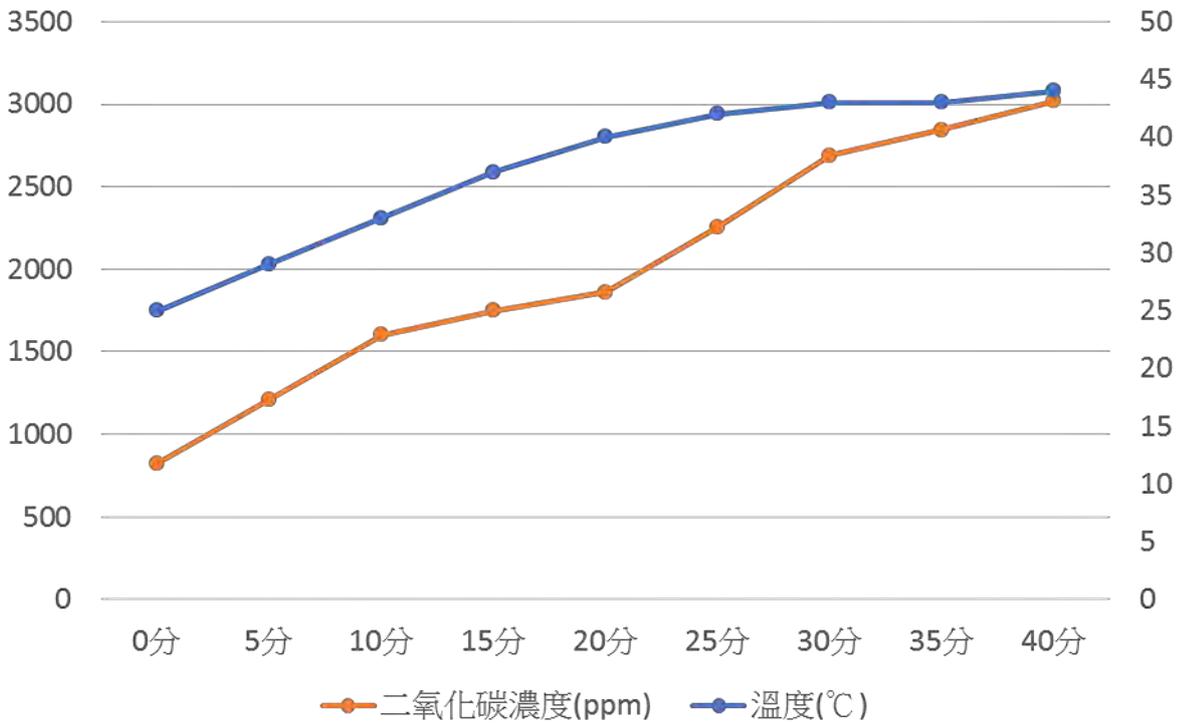
| 熄火後溫度及二氧化碳濃度變化圖(車內無人) | | |
|-----------------------|--------|-------------|
| 時間(熄火後(分)) | 溫度(°C) | 二氧化碳濃度(ppm) |
| 0 分 | 26 | 865 |
| 5 分 | 29 | 910 |
| 10 分 | 34 | 1001 |
| 15 分 | 36 | 1044 |
| 20 分 | 39 | 1061 |
| 25 分 | 41 | 1052 |
| 30 分 | 43 | 1066 |
| 35 分 | 42 | 1087 |
| 40 分 | 43 | 1075 |



熄火後溫度及二氧化碳濃度變化圖(車內有人)

| 時間(熄火後(分)) | 溫度(°C) | 二氧化碳濃度(ppm) |
|------------|--------|-------------|
| 0 分 | 25 | 826 |
| 5 分 | 29 | 1210 |
| 10 分 | 33 | 1604 |
| 15 分 | 37 | 1749 |
| 20 分 | 40 | 1861 |
| 25 分 | 42 | 2256 |
| 30 分 | 43 | 2687 |
| 35 分 | 43 | 2845 |
| 40 分 | 44 | 3019 |

熄火後溫度及二氧化碳濃度變化圖(車內有人)

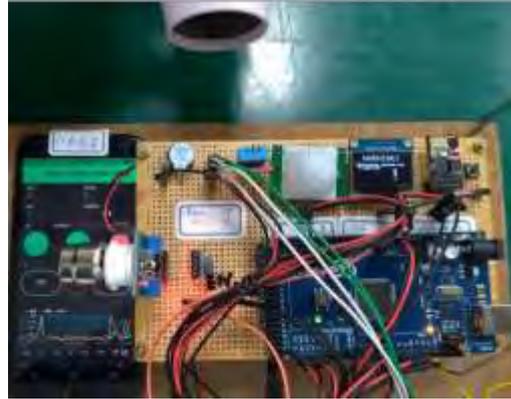


伍、研究成果

為了測試結果我們使用各種方法模擬車內高溫，以及高二氧化碳的環境高溫測試的部份我們使用，吹風機來模擬，高二氧化碳則用人直接對感測器呼出空氣，以測試裝置是否正常工作。



▲模擬車門上鎖



▲吹風機模擬高溫

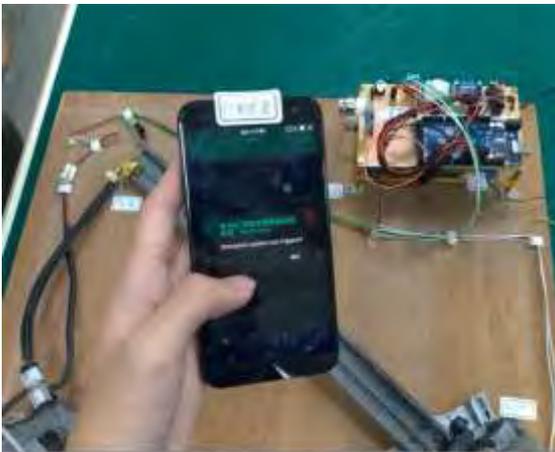


▲呼出空氣模擬高二氧化碳

經過多次的模擬、測試確定了裝置都能正常的工作，而安全裝置觸發後裝置會發出警報，提醒裝置附近的人，同時發送訊息給使用者，當狀況排除後須按下裝置上的復原按鈕，或由使用者從 APP 重設，這樣的設計是為了確保車內的乘客有被救出，以確保乘客安全。



▲車窗因安全裝置觸發而下降



▲APP 緊急訊息



▲裝置上的緊急訊息

陸、討論

一、Q:車窗搖下會不會有其他的危險發生，像是有外人闖入車內等?

A:確實搖下車窗存在許多變數，所以我們希望可以將裝置整合至車用嵌入式電腦以開啟空調的方式取代搖下車窗。

二、Q:熄火時電源從何來?

A:從汽車電瓶供應。

三、Q:車上不一定有網路?

A:可使用 GSM 連接網路只要有 3G/4G 訊號即可。現在已有不少車用嵌入式電腦配有 GSM 功能，而且未來 GSM 會是汽車的標準配備。

柒、未來展望

這套系統對現在消費者追求的安全配備是不可或缺的,系統的偵測勝過人類的預防，系統已經不像先前的被動安全配備了，不須有車輛的損害才會作動，系統屬於完全主動偵測，如有狀況會馬上回報立即作動，把車內人員的傷害降到最小，然後未來也希望車商能把這套系統列為標配，讓車內安全有更有突破的一天。

捌、結論

我們一開始的想法就是想要解決一些生活上的問題，所以才會想出製作有關車內安全的作品，希望可以透過這項作品，讓大家可以重視這項問題。科技日星月異的同時，人們也在追求健康的生活，但是環境及空氣品質卻越來越差，需要透作電子產品來對人們提醒身邊的環境到底對人體有沒有害，是很重要的一環。日後也可以在車內加入酒精濃度感測，以防有人酒駕等等的事情造成傷亡。我相信這類的研究絕對是有益無害，可以幫助人們非常多。

參考資料

1.美國歷年車內熱衰竭統計圖

<https://kknews.cc/news/o5ezj5.html>

2.車內熱死新聞

<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/2153180>

3.汽車熄火後溫度上升曲線

<https://mamari.jp/25745>

4.車內缺氧新聞

<https://www.setn.com/News.aspx?NewsID=247413>

5.室內二氧化碳參考值

<http://www.homewell.tw/classroom/evn-class/e01-07.htm>

6.MG811 Datasheet

<https://sandboxelectronics.com/files/SEN-000007/MG811.pdf>

7.DHT11 Datasheet

<https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

8.HC-SR501 Datasheet

<https://www.mpja.com/download/31227sc.pdf>

9.OLED SSD1306 Datasheet

<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>

10.Blynk

<https://blynk.io/>

11.Blynk 說明

<http://docs.blynk.cc/#troubleshooting-connection>

12.ESP8266-01 Datasheet

<http://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>

13.SIM800L Datasheet

https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf

14.Arduino

<https://www.arduino.cc/>

15.PuTTY

<https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>

16. Raspbian

<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

17.Raspberry

<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

18. Keil uVision5

<http://www2.keil.com/mdk5/uvision/>

【評語】 052318

結合車聯網與車內的安全裝置，裝置會在引擎熄火且車門上鎖時，監測車內溫度、二氧化碳濃度，當超過安全值時，會發出警報、搖下車窗，並傳送緊急訊息通知車主。是一個環境整合的控制系統設計。此作品為一延續性研究，在內容上主要是加入物聯網系統。建議除二氧化碳外，可評估其他可判別車內是否有人的感測方法，如座位承重、紅外線感應（有人時會局部具高熱能）等。能在下車階段就能判定則更好。

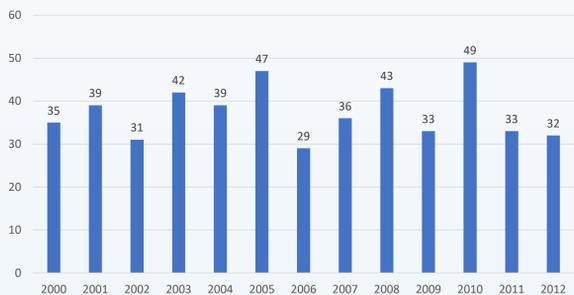
摘要

汽車的發展為人類帶來了便捷的交通，但是多數人注重駕駛中的安全性，卻疏忽了熄火後車內的安全，每年都會有人在車內缺氧或熱衰竭而喪命，為了防止這樣的不幸再發生，而投入車內主動安全系統。

研究動機

近年夏天常常看到車內有人熱衰竭及缺氧，為了有效防止這類憾事一再發生，我們決定設計一個主動式安全裝置，同時結合聯網功能，在溫度或二氧化碳濃度過高時即時降下車窗，保護乘客安全並發送訊息給車主，提醒車主留意。

近年美國車內熱死人數



自由時報



研究設備及器材

主控板(MCU) :



Arduino MEGA2560

通訊模組 :



ESP8266-01



SIM800L

感測及輸出模組 :



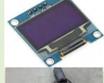
MG811(二氧化碳)



DHT11(溫濕度)



HC-SR501(人體感測)



OLED顯示模組



雙路繼電器模組



車窗馬達

電壓轉換元件 :



DC-DC降壓模組

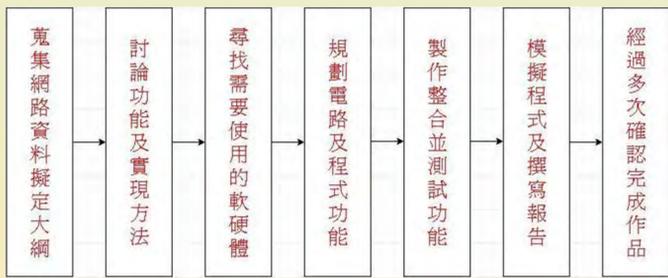
LM7812、LM7809、LM7805、LD1117

伺服器



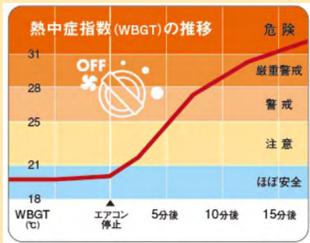
Raspberry Pi 3 B

研究過程或方法



一、蒐集網路資料擬定大綱

在車內最容易致命的就是汽車熄火後，在太陽下車內的高溫，以及車窗關閉時車內的二氧化碳濃度，根據日本媒體做的實驗顯示，汽車熄火空調關閉後，在太陽下只要15分鐘即可到達危險溫度。而如果車主長時間將空調設定在車內循環會造成車內二氧化碳濃度暴增，如果熄火時在車內睡著汽車無空調的狀況甚至有可能造成車內缺氧甚至危害生命安全。



▲汽車熄火後溫度上升曲線



▲車內缺氧新聞

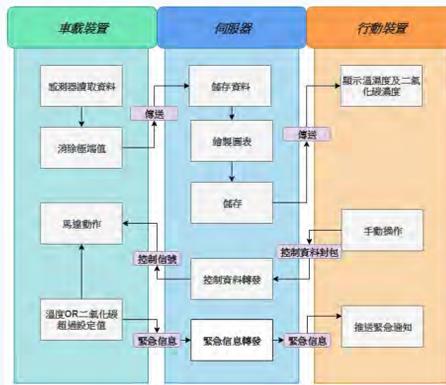


▲二氧化碳濃度對人體的影響

▲環保署室內空氣品質二氧化碳建議

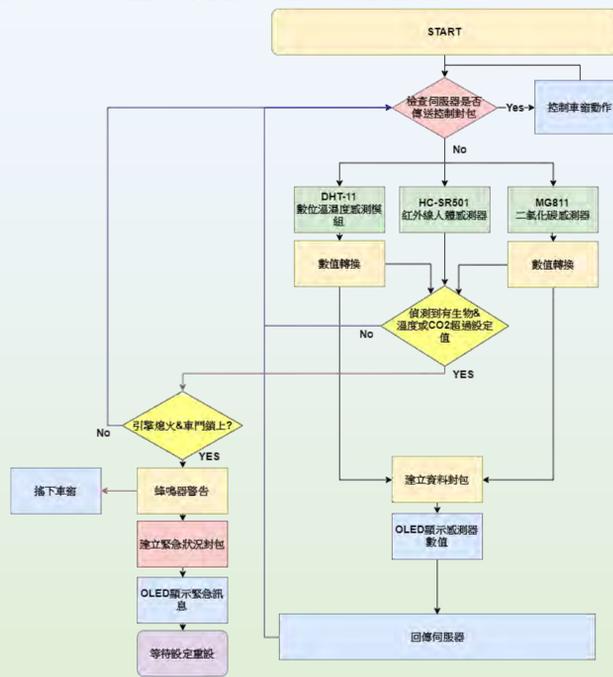
二、討論功能及流程

下圖為裝置資料傳送的流程簡圖，裝置主要分三個部分，第一部分為車載裝置，是整個裝置的IO，第二部分為伺服器端，主要用於資料的儲存與轉發，第三部分則是行動裝置，提供人機介面，圖形化的介面方便使用者使用。



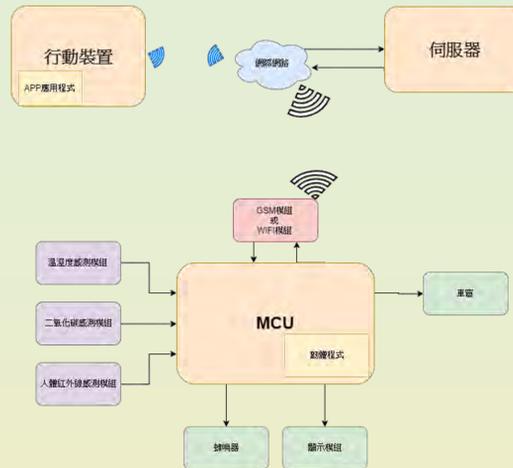
▲裝置資料傳送流程簡圖

下圖為車載裝置之程式流程，車載裝置主要用於監測車內環境、控制車內各項裝置以及處理網路連線、加密通訊等等。



▲車載裝置程式流程圖

下圖為裝置硬體方塊圖，車載裝置不只能使用WIFI，也能使用GSM數據，可以確保再任意地區的連線



▲車載裝置程式流程圖

三、使用的軟體

1. Raspbian :

raspberry Pi 3 B上的作業系統，已預安裝JAVA、SSL，可以加速程式撰寫，有GUI介面方便伺服器管理。



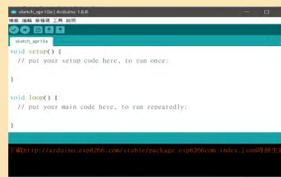
▲ Raspbian

2.Blynk :

伺服器主程式，用於通訊轉發、控制、提供 SSL憑證，將複雜的通訊協定整合，同時提供行動裝置APP。

3.Arduino IDE :

用於撰寫硬體電路的程式，能將複雜的程式轉為函式庫，方便程式撰寫。



▲Arduino IDE

4.PuTTY :

透過SSH監控伺服器、除錯。

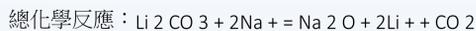
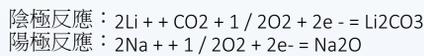
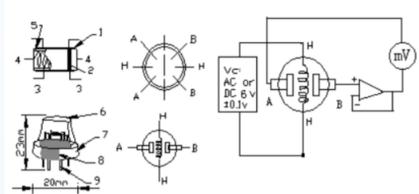
5. Keil uVision5 :

C語言編譯器，用來修改部分Arduino函式庫。

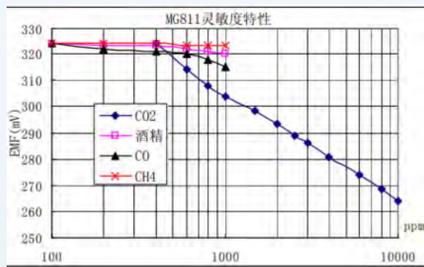
四、各模組特性及相關資料

1.MG811:

MG811結構像一個固態電解質電池，當溫度達到60°C會開始有電壓信號輸出，結構及各極反應如下。



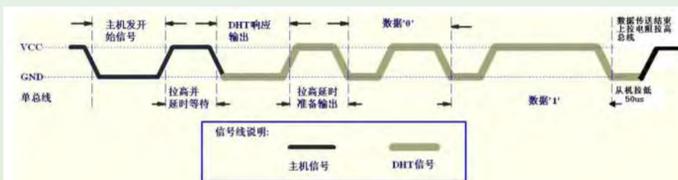
濃度對電壓輸出特性如下圖，MG811對酒精、CO₂及CH₄反應不大，不易受其他氣體干擾，當二氧化碳濃度>400ppm後，電壓輸出接近線性，且不易受到溫度及濕度干擾。



▲MG811電壓輸出特性

2.DHT11:

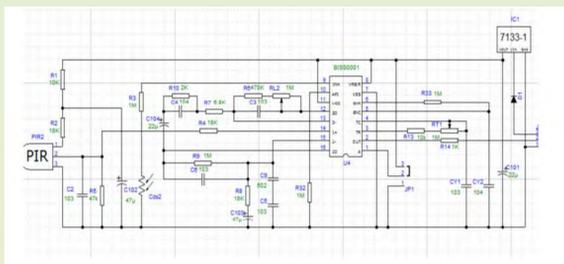
DHT11為數位溫溼度感測器，可同時測量溫度及濕度，信號採單線傳每次傳輸40bit，其中16bit為溫度信號另外16bit為濕度信號，剩餘8bit為除錯信號，每次測量需間隔1秒，下圖為DHT11信號時序圖。



▲DHT11通訊時序

3. HC-SR501:

HC-SR501為人體紅外線感測器，操作簡單，單一IO，當感測到有生物時輸出高準位，反之輸出低準位，採TTL電位輸出0~3V。下圖為HC-SR501內部電路。

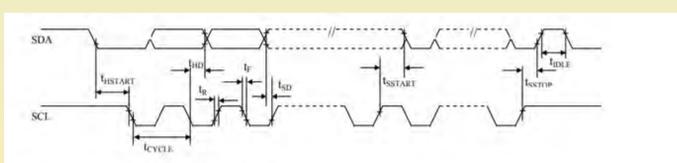


▲HC-SR501內部電路

4.OLED模組(ssd1306)

此模組採用IC SSD1306驅動，有低功耗可繪圖的優點，使用I2C傳輸。

下圖為工作在I2C模式時的信號時序圖。



▲SSD1306 I2C模式信號時序圖

五、伺服器及APP

伺服器及APP使用Blynk為基礎設計，硬體通訊協定如下表，當開始通信時會依下表傳送資料。

| 指令 | 訊息ID | 狀態 | 裝置ID |
|-------|--------|--------|---------|
| 1Byte | 2Bytes | 2Bytes | 16Bytes |

當有資料傳送時，伺服器會在443 Port上開啟ssl / tls連接，並接收資料，APP與硬體通信相似，只差在狀態位寬為4 Bytes。為了通信安全我們使用SSL連線，要使用SSL必須提供憑證，Blynk有提供憑證生成的指令，指令如下。

SSL憑證生成指令：`openssl req -x509 -nodes -days 1825 -newkey rsa:2048 -keyout server.key -out server.crt`

成功生成憑證後伺服器就會依憑證自動加密傳輸內容，確保通信安全。



▲APP端



▲專案QR code

為了節省數據傳輸量，以及降低延遲，我們設計成伺服器只會在有必要時才傳送或接收資料，確保通訊中不會產生不必要的資料封包，以增加系統穩定性，並節省裝置的電源。



▲伺服器

六、電源供應電路

因為使用元件眾多，且各元件電壓需求皆不同，所以必須製作電源電路確保各元件能正常工作，下表為各模組電壓及所工作電流。

| 元件 | MG811 | DHT11 | HC-SR501 | OLED | 雙路繼電器 |
|----|-------|--------|----------|-------|-------|
| 電壓 | 6V | 3~5.5V | 5~20V | 3.3V | 5V |
| 電流 | 200mA | 2.5mA | 20μA | 150μA | 90mA |

| 元件 | 車窗馬達 | ESP8266-01 | SIM800L | Arduino MEGA |
|----|------|------------|----------|--------------|
| 電壓 | 12V | 3.0V~3.6V | 3.4~4.4V | 5.5~12V |
| 電流 | 4.5A | 170mA | 220mA | 300mA |

實際測量各電壓負載如下表：

| 電壓 | 12V | 6V | 5V | 3.3V |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 待命電流 | 450mA | 210mA | 90mA | 35mA |
| 工作電流 | 5.3A | 210mA | 150mA | 255mA |



▲電源供應電路

七、通訊硬體

1.ESP8266-01:

ESP8266-01為一個能完整的MCU，ESP8266-01可以單獨運作，且提供完整的兩個GPIO，但礙於無法提供足夠IO，所以只能拿來當作WIFI的介面。下圖為ESP8266-01的接腳圖。

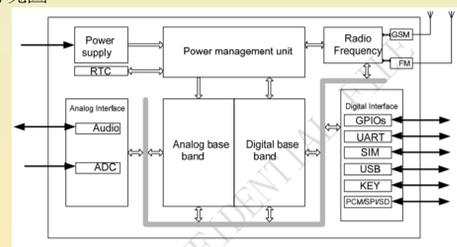


▲ESP8266-01接腳圖

當ESP8266-01要當作WIFI介面與其他MCU建立連線前，須先燒錄廠商提供的AT程式，才可以正常使用，同時須設定UART模式時的各項設定。

2.SIM800L:

SIM800L是讓裝置能直接使用行動數據的關鍵模組，使用時必須搭配一張有含行動數據服務的SIM卡，SIM800L支援多種傳輸協定，最高傳輸速度為65.6Kbps，速度其實不快，但通訊品質良好，且可確保在任何地方皆能使用網路。下圖為SIM800L內部方塊圖。



▲SIM800L內部方塊圖

裝置中使用到的是模組的UART通訊，透過UART與Arduino MEGA2560通訊，為裝置提供行動數據功能。

裝置說明

行動裝置APP如右圖，可分為四區

1.藍框為即時資訊：
使用者可以在此處看到即時數值。

2.紅框為安全裝置設定：
使用者可以在此處看到安全裝置的狀態，其中第一個按鈕是用來模擬車門上鎖的。

3.黃框為手動操作區：
使用者可以在這裡手動操作車窗動作，中間的按鈕是用來解除觸發中的安全裝置。

4.綠框為歷史數據圖表：
使用者可以在此查看記錄在伺服器上的數據。

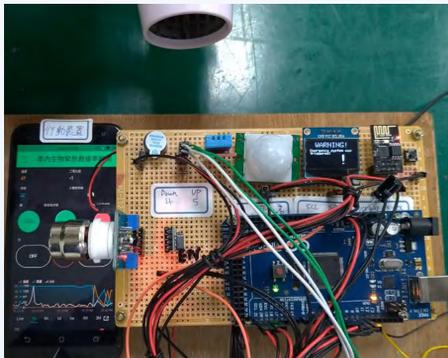


研究成果

為了測試結果我們使用各種方法模擬車內高溫，以及高二氧化碳的環境。高溫測試的部份我們使用，吹風機來模擬，高二氧化碳則用人直接對感測器呼出空氣，以測試裝置是否正常工作。



▲模擬車門上鎖



▲吹風機模擬高溫

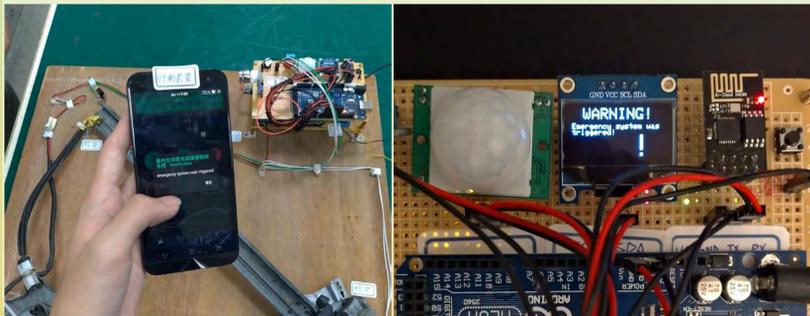


▲呼出空氣模擬高二氧化碳

經過多次的模擬、測試確定了裝置都能正常的工作，而安全裝置觸發後裝置會發出警報，提醒裝置附近的人，同時發送訊息給使用者，當狀況排除後須按下裝置上的復原按鍵，或由使用者從APP重設，這樣的設計是為了確保車內的乘客有被救出，以確保乘客安全。



▲車窗因安全裝置觸發而下降

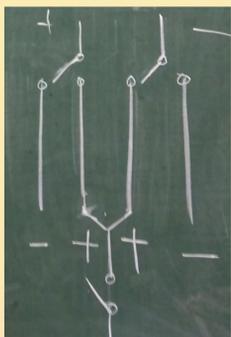


▲APP緊急訊息

▲裝置上的緊急訊息

研究時遇到的問題與解決方法

在研究時遇到很多問題，像我們第一個遇到的問題是車窗馬達的啟動電流過大，會燒毀驅動馬達的IC，就算使用了耐流10A的晶片，也會燒毀，最後決定用多個繼電器製作換向電路。



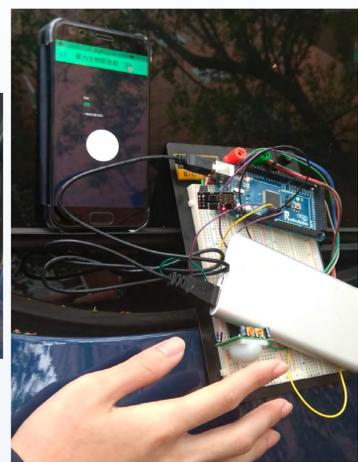
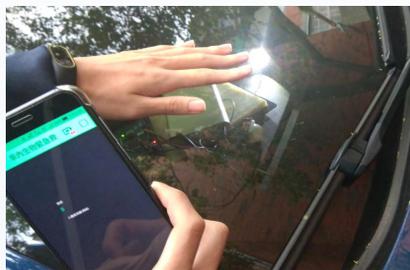
▲馬達驅動電路

解決了馬達的驅動問題後，我們發現裝置和伺服器的通訊會造成MCU極大的延遲，為了裝置的穩定性，我們多次重新整理程式，並簡化流程，減少硬體資源的消耗，其中也修改了部分Blynk的通訊，減小資料封包大小，讓延遲大幅度的縮小。



▲程式優化修正

之後我們想到，車內的紅外線人體感測器會不會因為車外的人經過而誤判，但我們實際做過實驗，因為汽車板金紅外線無法穿透所以沒問題，而車窗玻璃的部分會因為隔熱紙阻隔車外的紅外線，如此一來，只要感測器設定得當，是不會發生車外行人而誤判。



▲人體紅外線感測測試

未來展望

這套系統對現在消費者追求的安全配備是不可或缺的，系統的偵測勝過人類的預防，系統已經不像先前的被動安全配備了，不須有車輛的損害才會作動，系統屬於完全主動偵測，如有狀況會馬上回報立即作動，把車內人員的傷害降到最小，然後未來也希望車商能把這套系統列為標配，讓車內安全有更有突破的一天。

參考資料

- 1.美國歷年車內熱衰竭統計圖
<https://kknews.cc/news/o5ezj5.html>
- 2.車內熱死新聞
<http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/2153180>
- 3.汽車熄火後溫度上升曲線
<https://mamari.jp/25745>
- 4.車內缺氧新聞
<https://www.setn.com/News.aspx?NewsID=247413>
- 5.室內二氧化碳參考值
<http://www.homewell.tw/classroom/evn-class/e01-07.htm>
- 6.MG811 Datasheet
<https://sandboxelectronics.com/files/SEN-000007/MG811.pdf>
- 7.DHT11 Datasheet
<https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>
- 8.HC-SR501 Datasheet
<https://www.mpja.com/download/31227sc.pdf>
- 9.OLED SSD1306 Datasheet
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>
- 10.Blynk
<https://blynk.io/>
- 11.Blynk 說明
<http://docs.blynk.cc/#troubleshooting-connection>
- 12.ESP8266-01 Datasheet
<http://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>
- 13.SIM800L Datasheet
https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf
- 14.Arduino
<https://www.arduino.cc/>
- 15.PuTTY
<https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>
- 16.Raspbian
<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>
- 17.Raspberry
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
18. Keil uVision5
<http://www2.keil.com/mdk5/uvision/>