

高雄市高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High
School

專題製作報告



車門好幫手

指導老師： 黃 志 仁 老師

科別班級： 汽車 科 三 年 3 班

座 號： 2、5、8、30、43

姓 名： 葉馨惠、江政威、李承軒、

曾文哲、蔡繕全

中 華 民 國 104 年 * 月

誌謝

首先我們要感謝老師—黃志仁老師細心的指導，平常要上很多課，每天都很忙碌，空閒之餘不忘了指導我們專題，有很多不懂的都會問他，老師也不厭其煩的協助我們，並指正我們的錯誤，讓我們學習更多的知識，能夠利用在學三年所學到的東西運用在專題上，也能夠挑戰自我，要做出超越自己能力的作品，要要求卓越，好了還要再更好，研究過程雖然花很多的時間及意見不合與常常做失敗的作品，但是當我們一一的克服這些困難時，勇於面對並成功的解決，在製作此專題的過程中，我們也學到了團隊合作，本專題能順利完成也必須感謝老師的用心指導。

全體組員 謹上。

中文摘要

在路上會發生許多出乎意料之外的事故，因為很多人粗心或著急的下車，隨便找個地方臨停，直接開車門車門撞到後方騎士，騎士會因為你的疏忽而造成意外，輕者只有小擦傷，嚴重者甚至死亡，造成很多家庭的破碎。另外在行駛過程中車上的乘客去扳動把手，也無法將車門開啟，這樣不管是車子靜止或者移動時，這些意外都不會發生。

此專題是利用超音波來感測移動物體，來感測後方或前方的來車，這時候就會啟動單晶片來控制中控馬達，將車門鎖起來，在特定的狀況下，例如：人多壅擠的菜市場，已確定四周都很安全時，只要半開把手三秒就能開啟車門，

人的生命很可貴，我們珍惜每個人的生命。希望藉由我們的努力，能讓意外事故不再發生，讓所有的駕駛都能夠安心。

關鍵字:超音波、紅外線、Arduino 單晶片、微動開關、LED、中控

目錄

誌謝.....	i
中文摘要.....	ii
目錄.....	iii
表目錄.....	iv
圖目錄.....	v
壹、前言.....	01
一、製作動機.....	01
二、製作目的.....	02
三、製作架構.....	02
四、製作預期成效.....	02
貳、理論探討.....	03
參、專題製作.....	24
一、設備及器材.....	24
二、製作方法與步驟.....	25
三、專題製作.....	26
肆、製作成果.....	28
伍、結論與建議.....	28
一、結論.....	28
二、建議.....	29
參考文獻.....	29
附錄一.....	000

表目錄

表 1 警政署開車門肇事死傷人數.....	01
-----------------------	----

圖目錄

(圖 1) HC-SR04 超音波感測器	04
(圖 2) TCRT5000 紅外線傳感器.....	04
(圖 3) 紅外線原理	05
(圖 4) 紅外線原本之設計	06
(圖 5) 紅外線改良之設計	06
(圖 6) 各類感測元件分佈圖與感測距離	07
(圖 7) Arduino	07
(圖 8) LED 發光二極體.....	08
(圖 9) 防撞感測器作用示意圖	10
(圖 10) 作動之過程	10
(圖 11) 電路圖	14
(圖 12) 焊接電路板	16
(圖 13) 電路板連接 Arduino.....	16
(圖 14) 將感測元件接上	17
(圖 15) 將半成品接上電瓶	17
(圖 16) 調整中控鎖位置	17
(圖 17) LED 燈條黏在車框.....	17
(圖 18) 超音波置於位置	18

壹、前言

一、製作動機：

警政署統計，去年因車門開啟不當而導致的車禍有 3820 件，造成 6 人死亡，4378 人受傷。我們常常看到新聞報導，有很多都是因開啟車門不當而導致意外的發生，雖然有宣導兩段多式開車門，但還是有人為了趕時間就直接開啟車門，造成騎士的家庭破碎，政府有個政策在 2015 年 06 月 01 日訂定【開車門不禮讓恐罰 3600】罰款，但這些法規還是不能有效預防意外的發生。

(表 1)警政署開車門肇事死傷人數

開車門肇事死傷人數			
年度	死傷車禍件數	死亡人數	受傷人數
101	3515	5	4096
102	3690	6	4280
103	3280	6	4378

資料來源／警政署 製表／邱瓊平 ■聯合晚報

在網路上都會有一些交通意外事故的影片，有臨停駕駛莽撞直接開車門，一不小心就撞到騎車經過的騎士，畫面真令人怵目驚心，我也時常差一點就被突然開啟的車門撞到，那時候時速只有 30 公里，所以我還來的及閃避，才沒有發生意外，若沒有遵守速限規定騎 60 公里以上的時速呢？我絕對沒有時間反應，就會迎面撞上，是多危險的事啊！現在交通規則和考駕照也有新增兩段式開門規定，如果沒有遵守，不只駕照難通過，鬧出人命恐怕還得吃上過失致死刑責，實在得不償失啊！

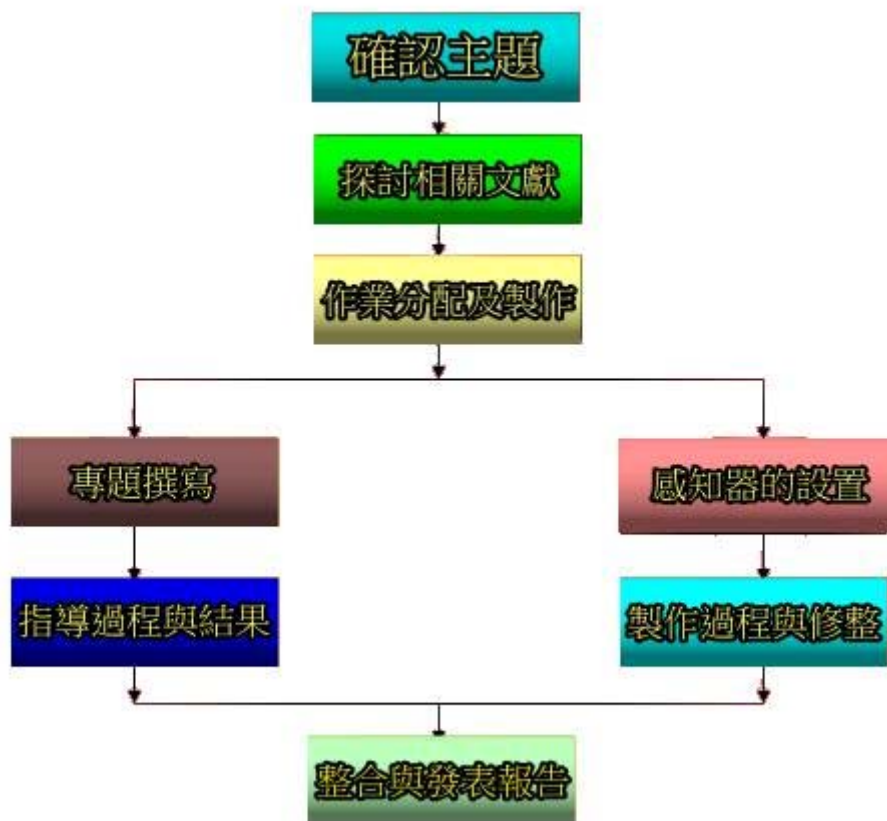
所以我們要結合現有的電子元件來做此專題，就能夠有效減少這些因開啟車門不當以及從車內扳動把手導致摔出車外而造成的意

外的發生。

二、製作目的：

- (一)研究單晶片的指令操作。
- (二)學習超音波、紅外線感測元件的用時機與配置。
- (三)學習 LED 燈作用原理。
- (四)希望能有效減少因車門開啟不當的意外。

三、製作架構



四、製作預期成效

- (一)了解單晶片、紅外線、超音波感測器的作用。
- (二)控制中控將車門鎖住，超音波設定感測範圍。

(三)實際操作時超音波能夠感應到移動物體將中控鎖鎖定。

(四)能運用在生活上，讓粗心的駕駛不再害騎士受傷。

(五)在行駛中車上的乘客拉車門的把手也無法將車門開啟。

貳、理論探討

一、超音波 HC-SR04 超音波感測器介紹

是由超音波發射器、接收器和控制電路所組成的感知器。當它被觸發時，會發射一連串 40KHz 的聲波並從離它最近的物體接收回音。超音波是人類耳朵無法聽見的聲音，因為它的頻率很高。價格大約 100 元左右，價格不高，它可以探測的距離為 2cm-400cm，精度為 0.3 cm，感應角度為 15 度。超音波原理：人類可以聽見的波動，頻率大約在 16Hz 到 20KHz 之間，如果波動頻率高於這些範圍，人類則無法聽見，稱之為超音波。波動是物質中的粒子受外力作用時產生的機械性振盪。例如將懸掛在彈簧下方的物體向下拉讓彈簧伸長，再將物體放開，則該物體受彈簧力的作用，產生一上一下往復性的振動，偏離靜止位置的移動與時間的關係，稱為正弦波。

超音波感測器把二片壓電元件緊密的貼在一起，當一邊延伸時，另一邊會縮短，稱為彎曲振盪的振盪器，也稱作雙型態(bimorph)振盪器。這種雙型態振盪元件輸出的電壓較大，且構造很簡單，機械強度亦佳，而其價格也較便宜。超音波感測距離量測之超音波感測器，是利用超音波感測器的發射器發出超音波到接收器收到由目標物體反射=回應所需之時間(t)來獲得被測物與測量源之超音波在空氣中的波速為 346m/s，音速會隨溫度而變間的距離。

二、認識超音波之特性

利用波的反射原理，偵測出物體有無存在，但布、棉、羊毛等棉質材料則會吸收超音波，造成偵測上的困難。溫度、距離、相位差都會影響波的準確值，這是超音波的缺點。



(圖 1) HC-SR04 超音波感測器，2015 年 11 月 1 號取自
<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2012/09/hc-sr04.html>

三、紅外線感知器及原理

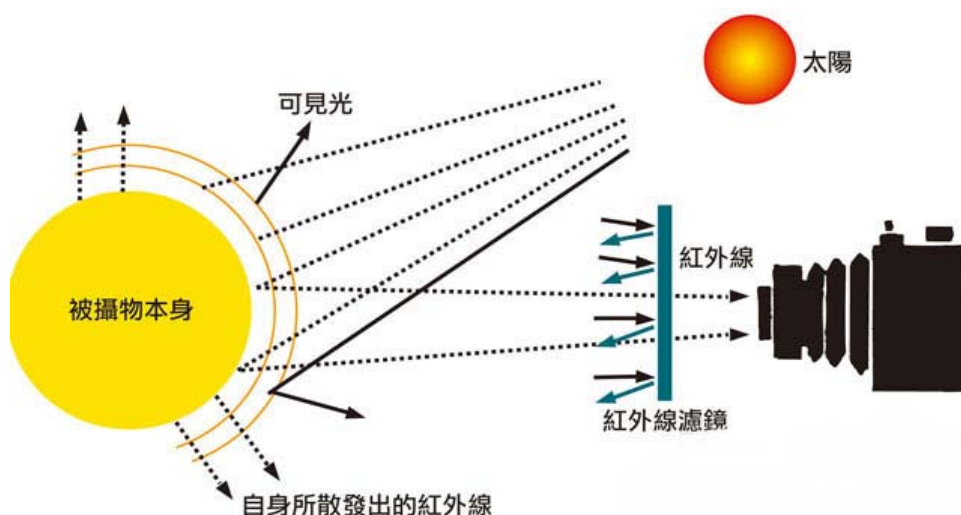
紅外線的應用：紅外線光感測器是將電訊號之感測器轉換成光敏元件。現代常用光敏元件的感應波長在可見光波長附近，例如紅外線波長和紫外線波長。光的測量不只式應用於光感測器，也可以作為探測元件組成各種類型的感測器，對非電量(如溫度等)進行檢測，將這些非電量轉為光的變化。



(圖 2) TCRT5000 紅外線傳感器

TCRT5000 紅外線傳感器紅外線發射的二極體會一直發射紅外線，當發射的紅外線沒被反射回來或者反射回來的強度不大時，光電晶體的開關一直處於開路的狀態，這時模組的輸出端為低電位，若紅外線被反射回來時，光電晶體處於閉合狀態，這時模組輸出端為高電位。

紅外線距離特性：紅外線發光二極體對著所定的受光元件，當光軸距離變化時，受光元件的入射光量也會變化，稱之為距離特性。基本上，入射光量與距離平方成反比。不過是在指向性很強的發光元件的情形，事實上在近距離內，入射光量隨距離而產生的變化很小，直到某一距離以上，方有平方的反比關係。



(圖 3) 紅外線原理，2015 年 11 月 1 號取自

<http://digiphoto.techbang.com/posts/953-infrared-visual-effects-to-create-a-super-fantastic>

四、紅外線感測器(PIR sensor)與超音波感測器 (Ultrasonic sensor) 之比較：

紅外線感測器(PIR sensor) 是用人體溫度和周圍環境溫度所產生的電荷現象之變化來進行感測，即是熱釋電效應，就是當元件受熱時，會在受熱面和不熱面兩端產生正負相反的電荷集中。為了要彌補紅外線感測器之缺點，可以利用超音波不容易對溫度以及障礙物移動速度的影響的特性，來加入超音波感測器，用以不同類型的感測器，組成多重感測器之群組，來進行交互感測來提升整體的感測效率。

超音波感測器 (Ultrasonic sensor) 是超音波發射器、控制電路和接收器所組成。它被觸發時，會發射一連串 40 kHz 的聲波且從離它最近的物體接收回音。聲音在空氣中傳播速度每秒大約 340 公尺，傳播速度會受溫度影響，溫度愈高，即傳播速度會愈快。

超音波的優點可以使用在惡劣環境中，例如強烈光線之場所或光線不足及充滿灰塵的環境等等，但缺點是成本較高。原本是發射與接收都是在同一位置如圖 4 所示，實際測試之後發現車內還是會被陽光干擾，如果將紅外線的發射器與接收器切割使其分開，分別埋在把手內側的上、下面，從原本的持續偵測變為阻斷偵測，讓陽光不會再干擾紅外線的偵測了如圖 5 所示。



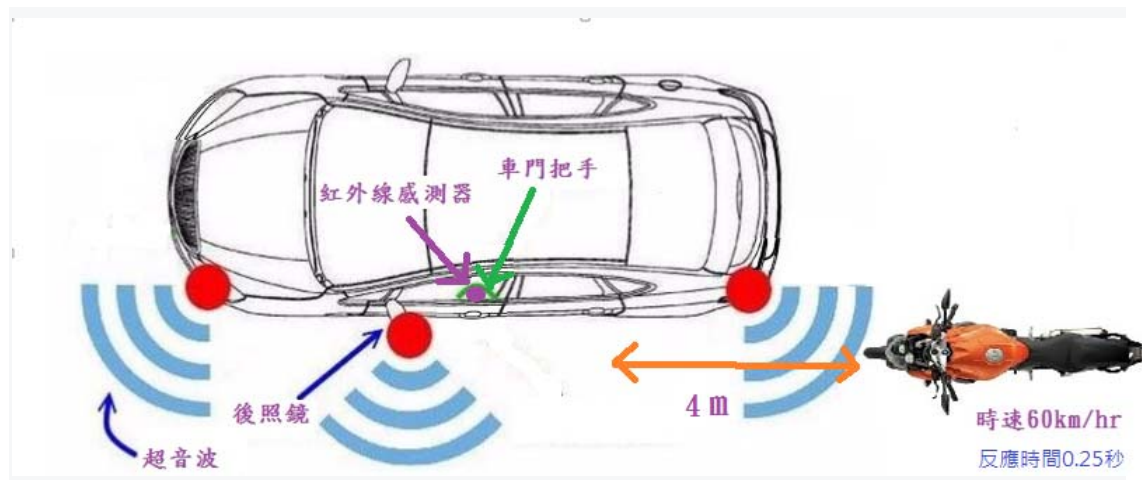
(圖 4) 紅外線原本之設計：
原本之設計，是將紅外線的發射器與接收器放在一起



(圖 5) 紅外線改良之設計：
將紅外線做切割，發射器與接收器置於上和下，圖中藍點為發射器

五、超音波偵測感應時間

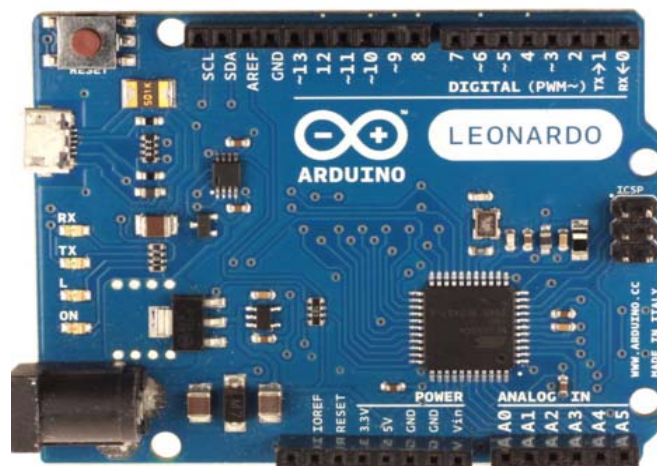
一台機車時速 60 公里，每秒可以前進 16.67 公尺，表示當有台機車用時速 60 公里從離車門四公尺的地方過來，只要 0.24 秒就會撞到車門，所以當你不小心打開車門，根本沒有時間反應！而我們用超音波偵測，這 0.2 秒，單晶片就能迅速將車門中控上鎖，讓車主不至於莽撞開啟車門，避免事故發生。圖 5 為超音波偵測與機車時速關聯示意圖。



(圖 6) 各類感測元件分佈圖與感測距離

六、Arduino 單晶片介紹

- (一)Arduino 的電路設計隨手可得，如官方有提供原本的電路設計圖。
- (二)軟體、硬體部分都是採用開放式，可以隨使用者任意變更。
- (三)使用者不需要具備一些機電相關科系知識，也可以快速學會如何使用 Arduino。
- (四)Arduino 可以利用的資源非常的廣泛，也包含了一些分享與 DIY 的精神。
- (五)一張微小的控制器板子要花的費用較高，相對之下，Arduino 只需要低成本就可以取得了。



(圖 7) Arduino，2015 年 11 月 1 號取自
<http://blog.alvarolopez.net/2012/09/como-instalar-arduino-leonardo-windows-7/>

Arduino 它是一種開放授權的互動環境開發技術，其實互動裝置無所不在，像是冷氣機內的恆溫系統，是使用感測器偵測周圍環境溫度進行溫度調節，各式各樣的電子元件連接為生活增加不少安全性及便利性，例如：超音波、紅外線、熱敏電阻、光敏電阻、伺服馬達等，有時會以藝術品的方式來呈現在生活當中，其 Arduino 如圖 6 所示。

七、LED 發光二極體

發光二極體(Light Emitting Diode，縮寫 LED)在早期只能夠發出低亮度的紅光，之後科技慢慢進步發展出其他顏色的版本，LED 其「**省電、不發熱、反應速度極快、壽命長及設計自由度高**」(賴瑞海，2008)，可以應用在許多的地方像:汽車日行燈、機車方向燈、小燈等等。

LED 有以下的優點：

1. 發光效率高
2. 使用壽命長，高於水銀燈 10 倍
3. 環保無傷害
4. 可調整光度強弱
5. 耗電量少，可節省電力 50-70%
6. 不易耗損
7. 低壓電電流，安全性高，對人體不造成傷害
8. 體積小，可塑性強，可施工在任何造型上
9. 造成光害少
10. 減少維修費用



(圖 8) LED 發光二極體，2015 年 5 月 4 日取自

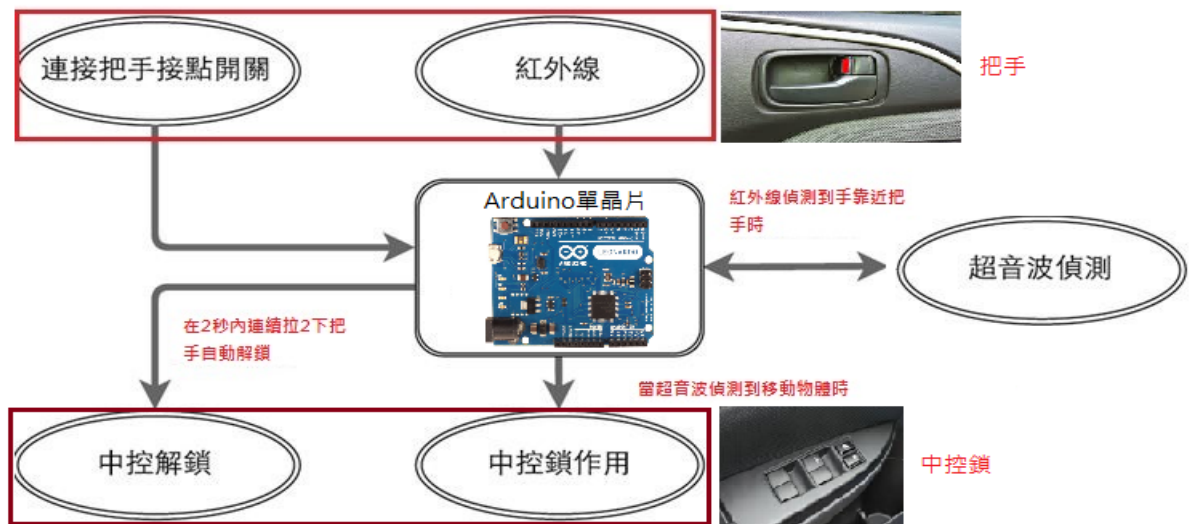
八、視覺與眼睛

照明設計的主要目的即在提供空間使用者適當的光以從事各類視覺性活動，因此吾人的視覺功效既預設了照明系統的設計標準，並藉以評斷一照明環境是否使人視覺舒適及改善視覺品質。整個視覺體系最重要的部份即為眼睛，眼睛如何對光作出反應，其間的互動關係常為照明設計最基本的考慮。

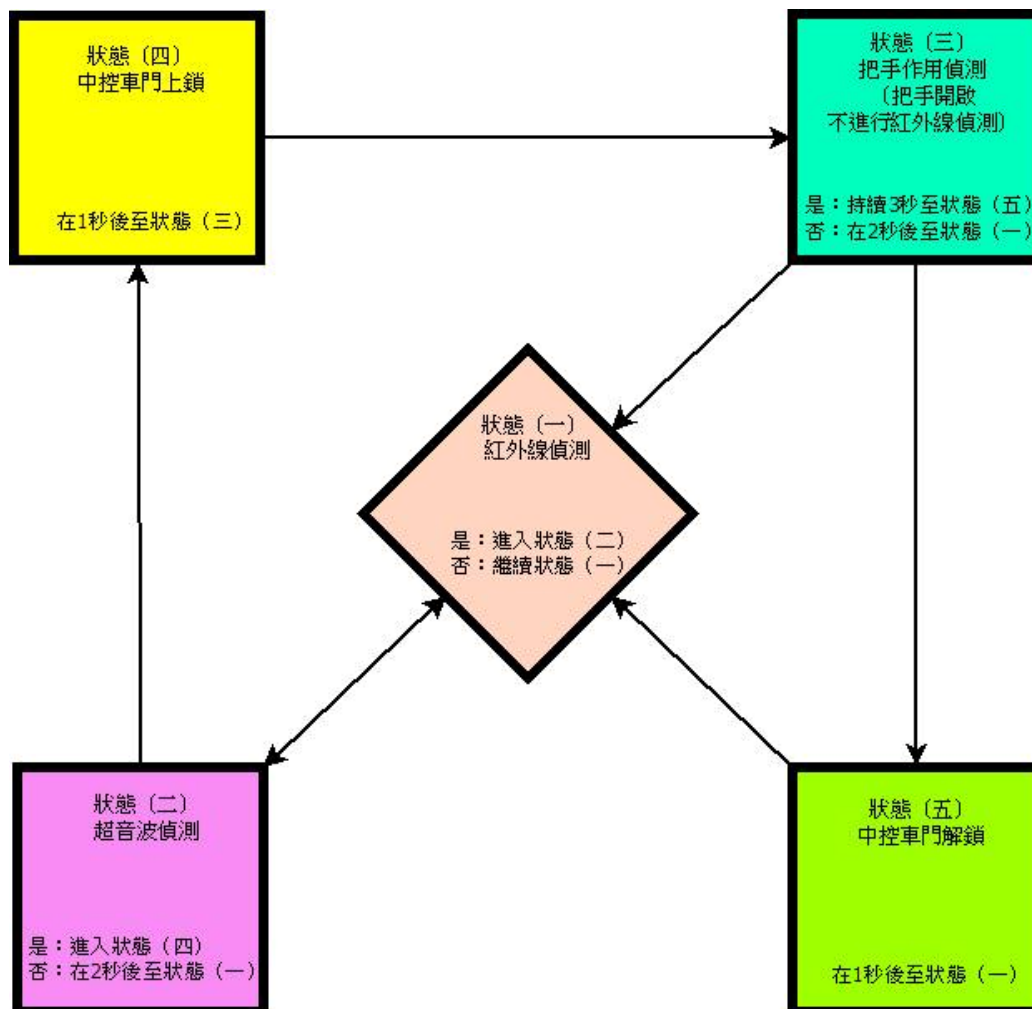
人類視覺系統主要的感覺器官是眼睛。眼睛接收光，其構造與照相機非常類似，包刮控制進入光量、使光折射對焦及呈現外部影像等功能。桿狀細胞與暗視覺(Scotopic vision)：桿狀細胞的光色素稱為視紫質(Rhodopsin)，主要負責夜晚及周邊視覺。相較於錐狀細胞，桿狀細胞對光更為敏感，較容易看到微弱的亮光，因此在極低的照度下，人眼僅依賴桿狀細胞，稱為暗視覺，無法分辨顏色，所有表面看起來僅有黑階明暗的差異：人眼約有一億二千萬個桿狀細胞，僅存在於視網膜的周邊，因該處缺乏錐狀細胞，以致吾人對視野的周邊部分有辨色上的困難。桿狀細胞的損傷則導致夜盲。

九、作用示意圖

圖 6 為此專題如何作動的示意圖，當手靠近把手時，紅外線偵測到手靠近，會傳送訊號給 Arduino 單晶片，由 Arduino 單晶片啟動超音波偵測，若超音波偵測到有物體靠近，再傳回 Arduino 單晶片將中控上鎖，當車主需要強制開啟車門時，也可以在兩秒內連續拉動把手兩下，將中控強制解鎖。



(圖 9) 防撞感測器作用示意圖



(圖 10) 作動之過程

十、Arduino 程式

```

#include <Bounce.h>//機械按鍵除錯函數
#define SERIAL_BAUDRATE 19200
#define DEBOUNCE_DELAY 400 // milliseconds
#define Echo  A0
#define Trip  A1
int ULTRASONICbb = A2;
int IRin = 8;
int SWITCH_PIN =9;
int IRtest = 10;
int ULTRASONICtest = 11;
int UNLOCK = 12;
int ALARM = 13;
int SWITCHStatus;
int IRinStatus;
Bounce bouncer = Bounce(SWITCH_PIN, DEBOUNCE_DELAY);

typedef enum{
S_IR,
S_ULTRASONIC,
S_LOCK,
S_SWITCH_2S,
S_UNLOCK,
} State;
State state = S_IR;

void setup(){
  Serial.begin(SERIAL_BAUDRATE);
  pinMode(IRin, INPUT);
  pinMode(IRtest, OUTPUT);
  pinMode(ULTRASONICtest, OUTPUT);
  pinMode(ALARM, OUTPUT);
  pinMode(Trip, OUTPUT);
  pinMode(Echo, INPUT);
  pinMode(SWITCH_PIN, INPUT);
  pinMode(UNLOCK, OUTPUT);
  pinMode(ULTRASONICbb, OUTPUT);
}
unsigned long time_old;

```

```

void loop(){
digitalWrite(ULTRASONICbb, HIGH);
  bouncer.update();
  boolean switch_status = bouncer.read();
  switch(state){
case S_IR:{
// 偵測紅外線
IRinStatus = digitalRead(IRin);
digitalWrite(IRtest, HIGH);
digitalWrite(ULTRASONICtest, LOW);
digitalWrite(ALARM, LOW);
if(IRinStatus == LOW){ // 若偵測紅外線阻斷，就進入狀態 S_ULTRASONIC
state = S_ULTRASONIC;
time_old = millis(); // 記錄進入該狀態的起始時間
}
// 若沒偵測到，就停在狀態 S_IR，繼續偵測
}
break;
case S_ULTRASONIC:{
// 偵測超音波
int dur;
int cmMsec1, cmMsec2 ;
float DcmMsec;
digitalWrite(Trip, HIGH);
  delayMicroseconds(1000);
digitalWrite(Trip, LOW);
dur=pulseIn(Echo, HIGH);
cmMsec1=dur*0.034/2;// 偵測 cmMsec1 距離
digitalWrite(Trip, HIGH);
delayMicroseconds(1000);
digitalWrite(Trip, LOW);
dur=pulseIn(Echo, HIGH);
cmMsec2=dur*0.034/2;// 偵測 cmMsec2 距離
DcmMsec = abs(cmMsec2-cmMsec1);// 計算 cmMsec2-cmMsec1 絕對值，藉以瞭解
偵測對象移動距離
digitalWrite(ALARM, LOW);
digitalWrite(IRtest, LOW);

```

```

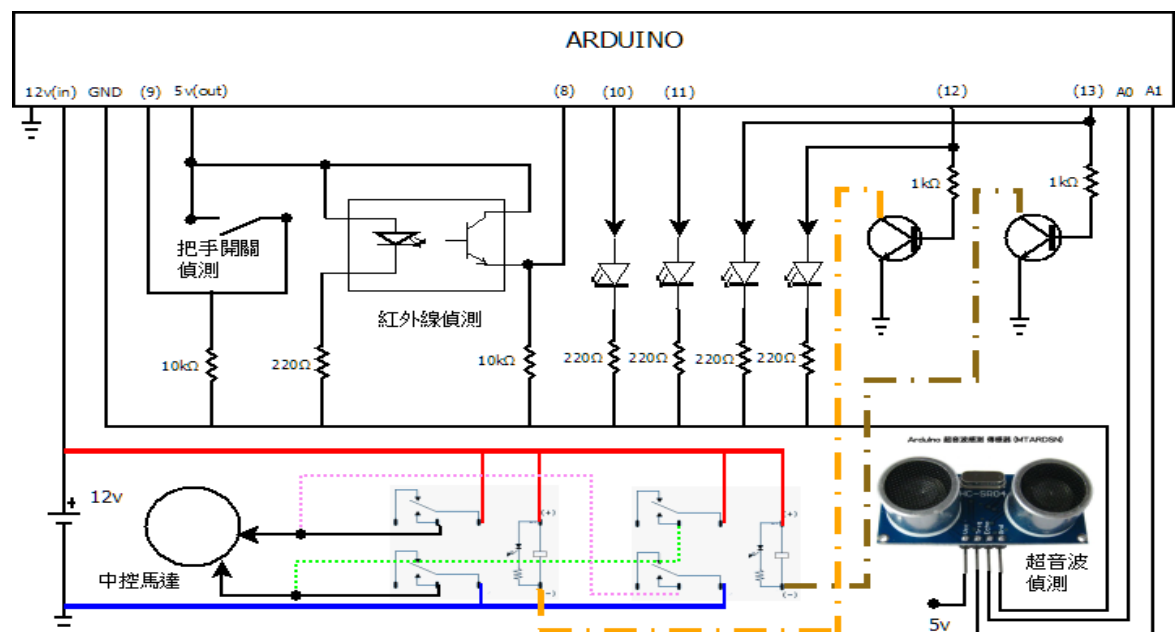
digitalWrite(ULTRASONICtest, HIGH);
if( DcmMsec > 20){ // 若偵測移動距離超過設定值，就進入狀態 S_LOCK
state = S_LOCK;
time_old = millis(); // 記錄進入該狀態的起始時間
}
else{ // 若沒偵測到，而且已經停在此狀態超過 3 秒，就回到狀態 S_IR
unsigned long t = millis();
if(t - time_old >= 3000){
state = S_IR;
}
}
}
break;
case S_SWITCH_2S:{
// 偵測把手狀態
if(switch_status == HIGH){//當把手為開啟狀態開始計時
unsigned long t = millis();
if(t - time_old >= 4000){//持續開啟把手在設定秒數則進入解鎖模式, 並計算開始進入時間
state = S_UNLOCK;
time_old = millis();
}
}
else{ unsigned long t = millis();//否則就在 3 秒後進入 S_IR
if(t - time_old >= 3000){ state = S_IR;
}
}
}
break;
case S_UNLOCK:{
// 車門解鎖
digitalWrite(UNLOCK, HIGH);//送高電位至 UNLOCK 腳位進行解鎖, 並計時
unsigned long t = millis();
if(t - time_old >= 1000){ // 若已經停在此狀態超過 1 秒，就回到狀態 S_TOUCH, 並且關閉解鎖保護中控馬達
state = S_IR;
time_old = millis();
digitalWrite(UNLOCK, LOW);

```

```

}
}
break;
case S_LOCK:{
// 車門上鎖
digitalWrite(ALARM, HIGH); //送高電位至 ALARM 腳位進行車門上鎖, 並計時
digitalWrite(ULTRASONICtest, LOW);
digitalWrite(IRtest, LOW);
unsigned long t = millis();
if(t - time_old >= 1000){ ///// 若已經停在此狀態超過 1 秒, 就到狀態
S_SWITCH_2S 瞭解把手動作, 並且關閉上鎖保護中控馬達
state = S_SWITCH_2S;
time_old = millis();
digitalWrite(ALARM, LOW);
}
}
break;
}
}

```



(圖 11) 電路圖

參、專題製作

一、設備及器材

名稱	規格	數量	名稱	規格	數量
車門	Cefiro a32	1 扇	繼電器鐸式 LED	通用型	1 個
Arduino	UNO	1 片	連接線 4P 母座	通用型	4 個
超音波	HC-SR04	1 個	二極體	整流	2 顆
紅外線	TCRT-5000	1 個	鐸槍	40W	1 支
電瓶	12V	1 個	斜口鉗	通用型	1 支
繼電器	12V	2 個	尖嘴鉗	通用型	1 支
玩具遙控車		2 台	電工膠帶 黑	通用型	1 捲
微動開關	3P	1 個	LED 燈條	12V	2 條
杜邦端子線 雙工	紅 20CM	1 網	壓克力板	22*39*2mm	3 片
電阻	220	7 個	焊錫	通用型	3 條
車門把手	Cefiro a32	1 個	繼電器	5V	2 個
杜邦端子線 雙工	白 20CM	1 網	連接線 3P 母座	通用型	2 個
塑膠螺絲	通用型	4 支	UL 多蕊線 黃	0.16x7	1 網
杜邦端子線 雙工	黑 20CM	1 網	UL 多蕊線 黑	0.16x7	1 網
電晶體		2 個	UL 多蕊線 紅	0.16x7	1 網

二、製作方法與步驟

(一)組員蒐集資料，並加以討論此專題之實用性。

(二)購買材料，討論電子元件原理及其應用。

(三) 先以電路板進行測試，能不能正常運作。

(四) 討論如何將紅外線、電容與超音波感測器放置適當位置。

(五)進行測試，能不能在設定之範圍內正常運作。

(六)撰寫報告並發表成果。

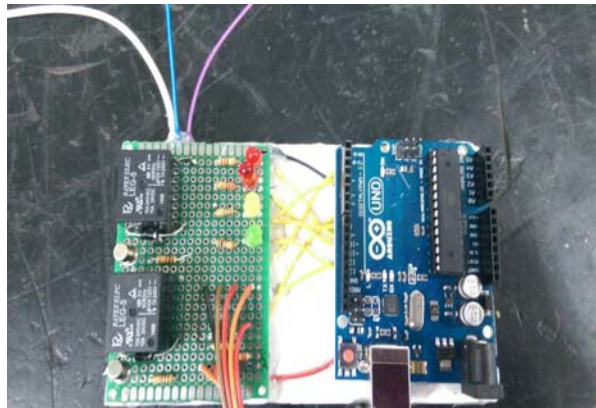
三、專題製作

先買好專題所需之材料，討論該如何利用銲槍與焊錫將電路板連接起來。



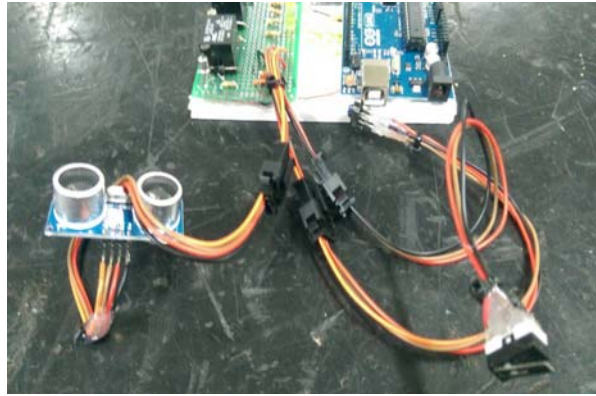
(圖 12) 焊接電路板

將 Arduino 及電路板上的繼電器、電晶體、電阻跟 LED 燈進行連接，測試作用是否正常。圖片中 LED 的功能是讓我們知道紅外線、超音波以及中控上鎖及解鎖的狀態。



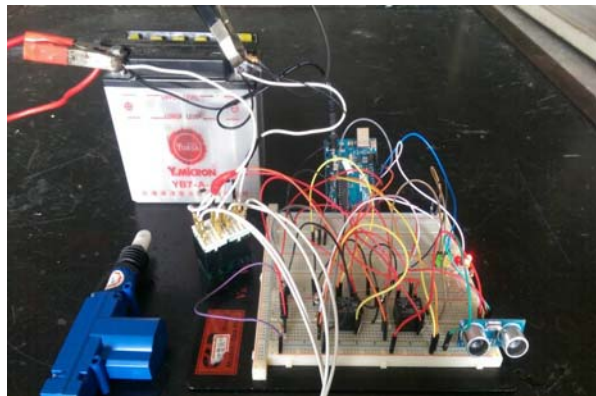
(圖 13) 電路板連接 Arduino

將超音波、紅外線和微動開關連接上電路板進行測試。



(圖 14) 將感測元件接上

將中控連接上電路板，在接上電瓶進行測試整個作動是否正常。



(圖 15) 將半成品接上電瓶

裝上中控裝置調整適當位子，讓中控在上鎖及解鎖時不會卡住。



(圖 16) 調整中控鎖位置

當紅外線偵測到時，LED 會亮起，後方騎士未進入偵測區也能有警示的效果。



(圖 17) LED 燈條黏在車框

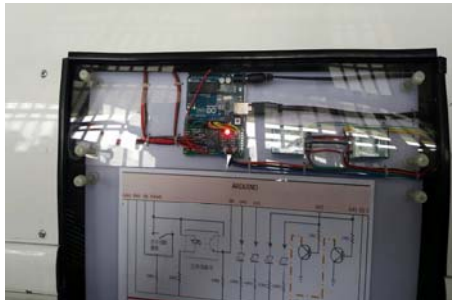
最後將超音波黏在後保險桿的位置上，將連接超音波的線拉到位在駕駛座的電路板並進行測試是否正常。



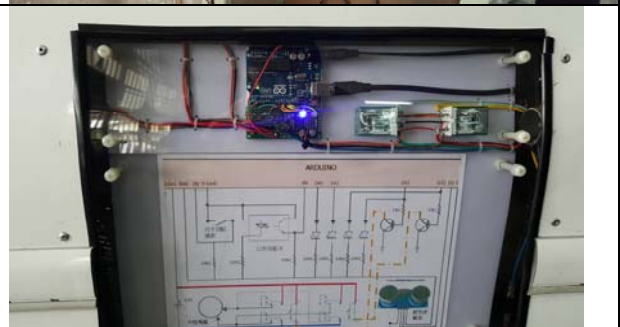
(圖 18) 超音波置於位置

肆、製作成果

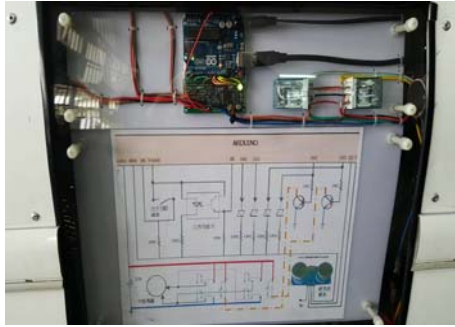
將手靠近把手測試紅外線是否正常作動，電路上的LED燈是否亮起，(如下圖所示)同時門框上的LED燈條也同時亮起。如右圖所示。



手先置於超音波的感測區，先以靜止狀態下確認中控無作動，之後再揮動手，確認超音波有感測到，將中控上鎖，此時電路板上的LED燈也同時亮起。如右圖所示。



如右圖所示。中控上鎖後，半拉把手三秒將中控解鎖，LED 燈亮起，(如下圖所示)回到一開始的紅外線偵測



伍、結論與建議

一、結論

- (一)利用學校所學到的知識運用在專題上，並利用學校的實習車完成。
- (二)有效的利用 Arduino 單晶片結合紅外線、超音波感測元件，完成主動式防止不當開啟車門裝置。
- (三)車禍往往發生在一瞬間，若是能夠善加利用這些具有測性質的零件，便能讓車禍發生率降到最低，相信這會是比保車禍保險更值得去投資的。
- (四)騎士的車速越快，電子零件偵測與機器作動需要時間也越短。基本上我們的專題仍不能因應全部的不當開啟車門事故發生。駕駛需養成習慣，開門前注意有無來車才能保障彼此安全。
- (五)未來可以加入藍芽控制模組，藉由藍芽裝置與手機連接，提供駕駛除了車門鑰匙外另一種開啟車門的選擇。

二、建議

- (一)此專題不能預防所有的因開啟車門不當的意外發生，超音波最多

只能感測 400cm 之距離，若騎士的車速超過 60 公里所以駕駛還須多注意後面來車，騎士也得遵守速限規定不超速，這樣才能保障彼此的安全。

(二)未來可以加上藍芽，若不小心把小孩或者寵物遺留車上，用手機的藍芽就能控制車門的開啟，可以及時救援，若往藍芽方面發展，是個很不錯的選擇。

參考文獻

一、生活。聯合生活新聞。開車門不看來車。2015 年 10 月 6 日取自

<http://udn.com/news/story/7266/875136-%E9%96%8B%E8%BB%8A%E9%96%80%E4%B8%8D%E7%9C%8B%E4%BE%86%E8%BB%8A-%E6%93%AC%E9%96%8B%E7%BD%B0>

二、Arduino 基本介紹。ITS 通訊。2015 年 10 月 13 日取自

http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read_news.php?nid=2782

三、LED 發光二極體。鉅光科技。2015 年 5 月 11 日

http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/9803/9803-01.pdf

四、LED 優點。鉅光科技。2015 年 5 月 20 日

<http://elight.com.tw/led-new3.html>

五、郭塗註、黃錦華(2013)。電工概論與實習。台北市：華興文化事業有限公司。

六、蔡燕山、蔡賜琦(2013)。電子概論與實習。新北市：台科大圖書股份有限公司。

七、賴瑞海(2015)。汽車學 III。高雄市：全華圖書股份有限公司。

八、賴鴻州(2014)。Arduino 積木應用與專題製作。新北市：台科大圖書股份

有限公司。

九、宋楠、韓廣義(2015)。Arduino 從零開始學。台北市:碁峰資訊股份有限公司。

十、孫俊榮、蘇海永(2015)。用 Arduino 全面打造物聯網。台北市:碁峰資訊股份有限公司。