

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 工程學(一)科

052310

臨「震」脫「逃」

學校名稱：國立屏東高級工業職業學校

作者：  職二 陳俊宇  職二 劉伯勳  職二 林子丰	指導老師：  蕭英男
---	------------------

關鍵詞：地震、RS485、物聯網

# 摘要

這次科展以國家級警報細胞簡訊為發想，研究如何降低逃生的難度，也是為了災害發生時能夠減少受災人數同時加快逃生速度，製作模型來模擬地震來襲時的應變措施，在模型上裝設警報、自動開門和緊急照明的功能，為了提高房屋倒塌後的存活時間，也設計了可輕易找到地震避難包的裝置，並自動檢查、提醒地震避難包內的物品狀況，系統以 Arduino Mega 2560及 ESP32為核心，並利用 RS485傳輸介面接收訊號及控制各個元件做出反應。

## 壹、前言

### 一、研究動機

在新聞中看到土耳其因地震而傷亡慘重，仔細想了想台灣位於歐亞板塊和菲律賓海板塊交接地帶，地震都跟日常一樣了，依舊無法避免大型的災害發生，最有名的就是921大地震，芮氏規模7.6，造成2417人罹難，至今依舊是上一輩難以忘卻的恐懼。面對人類目前無法預測的威脅，減少罹難人數，我們思考如何增加逃生的速度?藉著課程剛好學習到地震的 P 波及 S 波，了解人類可偵測較微弱且較快的 P 波，接著查詢了手機的細胞簡訊，思考如何應用在防震系統上，於是這次的科展研究就此展開。

### 二、研究目的

地震往往有著強大的破壞力，當地震來臨時房屋和門框受到擠壓時就會造成變形以致影響逃生，但人一緊張都很容易犯錯，為了這一類事情不影響逃生我們決定盡一份心力。

#### (一) 探討

1. 地震產生的 P 波和 S 波
2. 板塊的位置及影響
3. 逃生速度
4. 地牛 Wake Up 軟體
5. ESP32應用
6. Arduino Mega 應用

#### (二) 實作

1. 模型
2. 地震避難包自動檢查、提醒物品狀況
3. 連接地牛 Wake Up(偵測地震的應用程式)觸發動作
4. 自動門及其地震時的動作

## 5. 預測地震抵達的時間

### 三、文獻回顧

#### (一) 相關作品

##### 1. 衛波公司\_地震中智慧減措施及物聯網

透過能提前接受到地震通知的 IOT 聯動設備或系統的通知或引導，將有相對足夠的時間反應讓人處於較安全的情境。透過聲音傳達警告訊息讓人及早逃生並以燈光導引到室內最佳安全處躲避減少傷害程度。有時地震會造成的管線損害會產生漏水及漏瓦斯，當急逃生時,由系統自動將其關閉,避免二次傷害。系統提前收到地震訊息並啟動安全機制通知乘客並及早停靠最近樓層及時疏散，為智慧大樓提供更安心的工作環境。

##### 2. 第61屆全國科展\_自製地震感測物聯網用於地震逃生(防災與減災)

921 大地震時造成全臺大停電，在摸黑情況下逃生，容易造成重大傷亡。科技課時，介紹有關智能家居的設備，可以利用智能設備來自製地震感應器及模擬地震的震動平台，並且選定震度 4 級時讓地震感應器發出訊號。

利用家庭用電的配線來模擬居家環境。為了模擬停電狀態，將智能設備安裝在居家設備和 UPS 上。透過各種通訊技術將各項智能設備進行互聯，並用 APP 軟體設定條件，當地震感應器發生時會開啟對應的條件，使智能燈泡和智能插座自動打開，指引臥室安全掩蔽處並發出警報聲。即使遇到停的狀況，UPS 上的照明裝置也會發亮指引安全掩蔽處及安全逃生的路線，達到防災與減災的效果。

##### 3. 細胞簡訊

災防告警細胞廣播訊息系統（英語：Public Warning System，縮寫：PWS）又稱災防告警系統，是中華民國政府利用細胞廣播技術，在短時間內經由 4G 業者的行動寬頻系統，大量傳送地震速報、土石流警戒、公路封閉等防災警示訊息到手機，即時通知民眾的系統，此系統可以在數秒內傳送訊息到特定區域內的數十萬到百萬臺手機，手機在接收到訊息時，會發出特殊的警告聲響與振動。

##### 4. 第 61 屆中小學科學展覽會\_感震防盜門鎖的可行性探討

本研究探討一能在地震發生時自動開門的「感震防盜門鎖」之可行性，從文獻探討了解地震的分級與加速度有關，進而利用加速度感測的功能進行作品設計，首先為了能在 5 級以上地震發生時自動開門而進行第一代「感震門鎖」設計與製作、為了防止小偷入侵而改良的第二代「感震防盜門鎖」及能夠由中央控管系統自動開啟建築物所有門鎖的第三代「分離式感震門鎖」，最後經過校正及地震模擬實測，確認三

款門鎖都可以有效偵測地震並將門開啟。

## (二) 改善的點

當地震來襲時很有可能門會被破壞變形，這樣要逃生時會受困；如果出口在逃生前就被困住了，存活率就降低不少了；在地震來臨時，網路斷掉導致警報無法接收到，裡面的人無法知道地震來了，門鎖就開了，可能會來不及做反應。

## (三) 改善的方法

根據上述我們想利用類似細胞簡訊的功能來更準確地偵測地震、利用物聯網設置地震包隨時監控裡面的物品、在地震來時門自動打開，以防門變形打不開的狀況發生、新增自動關門的功能，可避免外人闖入及關門的麻煩、偵測家中是否有人避免家中有外人闖入。

引用第 61 屆中小學科學展覽會\_感震防盜門鎖的可行性探討之問卷調查結果

學歷	立即逃出建築物	立即將家門開啟	立即躲在冰箱旁	立即躲在桌子下	其他	有效問卷數
博士畢業	25.00%	31.25%	0.00%	31.25%	12.50%	16
碩士畢業	8.29%	47.15%	5.18%	32.12%	7.25%	193
大學大專畢業	9.31%	55.12%	6.33%	24.39%	4.84%	537
高中高職階段	10.39%	52.60%	4.55%	26.62%	5.84%	154
國中階段	13.46%	32.69%	9.62%	42.31%	1.92%	52
國小階段	8.98%	31.14%	1.80%	56.89%	1.20%	167

消防人員建議要先躲在桌子下保護頭部，等主震結束後再做開門、逃生的動作，但這時劇烈的地震很可能已經使門變形，導致逃生困難的情況發生。

#### 四、相關知識

##### (一) 地震

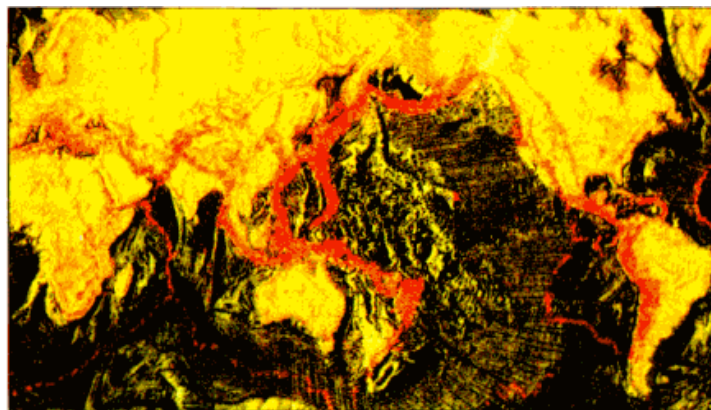
我們腳下的地面雖然感覺很穩定，實際上整個地球的表面是不斷在變動的。這種變動是因為地球的外殼上有許多的板塊，板塊如果碰在一起，就會產生推擠。板塊的推擠會造成陸地的隆起或陷落，在這些推擠的過程中，就會有地震的發生。

##### (二) 板塊

地球可以簡單地分成地殼、地函及地核。另外以地球組成物質的物理性質又可以將地球分成岩石圈和軟流圈。岩石圈是指地球最外部冷而硬的物質：岩石圈之下的軟流圈則是由熱度較高的可塑體物質所組成。「板塊」指的就是岩石圈，它包含了地殼和一部分的地函。地球的地殼有許多裂縫。這些裂縫位在深海的海床上，從裂縫裡不斷的流出熾熱的岩漿。岩漿冷卻後，就會凝固成新的地殼。因為新的地殼不斷的產生，就會把舊的地殼向外推擠，於是地殼上的陸地與海洋會跟著的地殼一塊塊地移動。移動時，地殼與地殼下方的地函上層會跟著一起動，所以把地殼連著底下一起動的一部分地函，稱作是一個板塊。

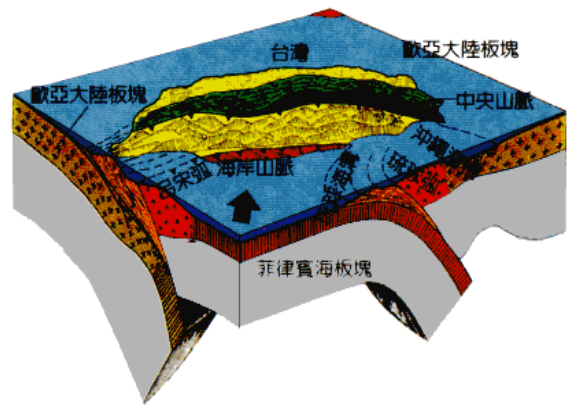
##### (三) 地震帶

如圖(一)世界上有3個主要的地震帶，分別為環繞太平洋邊緣的「環太平洋地震帶」；歐亞大陸南緣的「歐亞地震帶」；及各大洋中的「中洋脊地震帶」。95%的地震便是由板塊活動所造成，其餘的5%則是因火山活動、地下核爆、地殼塌陷、或隕石撞擊而來。



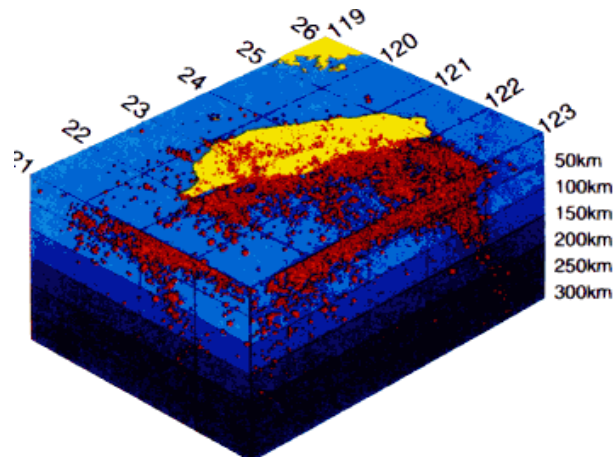
圖(一)地震帶

如圖(二)板塊不斷的擠壓，累積變形能量，到超過岩石能夠忍受的程度，將累積的能量在釋放出來發生地震。台灣位在環太平洋地震帶上，因為板塊在移動，不斷累積及釋放能量，地震便不斷發生。台灣地震非常多，每年有8,000多次的地震。台灣位於兩個板塊構成歐、亞洲的「歐亞板塊」與「菲律賓海板塊」，因為這兩個板塊的碰撞，造成台灣從海中隆起，成為島嶼。



圖(二)台灣板塊

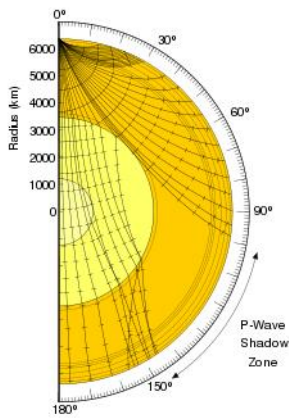
如圖(三) 科學家把從1973到1992年發生的地震位置，根據經、緯度以及地震發生的深度，用紅點在圖上標示出來，形成這幅立體圖。圖中左前方及右前方的兩個面分別是震源投影在東西向及南北向剖面上的位置。台灣的西部包括苗栗、台中、彰化、南投、雲林、嘉義、台南等地，雖然地震沒有東部多，但是因為人口密集，而且地震發生的位置通常距離地表比較近，所以震動強烈，容易造成重大的災害。



圖(三) 1973到1992年發生地震震源投

#### (四) P 波與 S 波

P 波（英語：primary wave）是在地震發生時最先被地震儀記錄下來的地震波。穿越地球內部的波（例如，地震波）被稱為體波。相對於體波的是表面波。體波可以分為 P 波和 S 波。在所有地震波中，P 波傳遞速度最快 S 波速為 P 波的0.54倍，不過對於距離小於200公里的地震的計算方法是將 P 波 S 波的到達時間差乘以每秒8公里。因此發生地震時，P 波最早抵達測站，並被地震儀紀錄下來，這也是 P 波名稱的由來。P 波的 P 也能代表壓力來自於其震動傳遞類似聲波，屬於縱波的一種（或疏密波），傳遞時介質的震動方向與震波能量的傳播方向平行。








圖(四) P 波陰影區







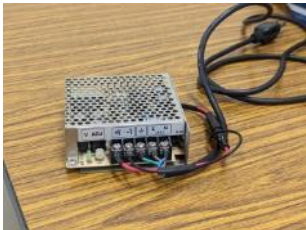
### P 波陰影區 (from USGS)

對於地球內部構造的瞭解和推論，大部分是藉由觀測地震波中的體波。地震波在不同介質有不同傳播時間和路徑，在介質交界面時會引起反射、折射，以及相位的改變。地震學家利用這些特性來獲得地球內部資訊。當體波穿越地球液態層時，P 波在經過下部地函與外地核時會稍許折射。造成 P 波在104°至140°間會有陰影區，令地震儀無法記錄。

## 貳、研究設備及器材

### 一. 研究器材

名稱	用途	圖片
Arduino	發送警報的控制板	
排針	連接杜邦線	
麵包板	連接元件	
LED	警報指示燈	
蜂鳴器	發出警報聲	

繼電器	當喇叭的電源開關	
按鈕開關	解除警報開關	
伺服馬達	模擬控制門的馬達	
杜邦線	連接元件的電線	
ESP32	接收警報的控制板	
塑膠瓦楞板	模型的建材	
電源供應器	供應5伏特直流電源	



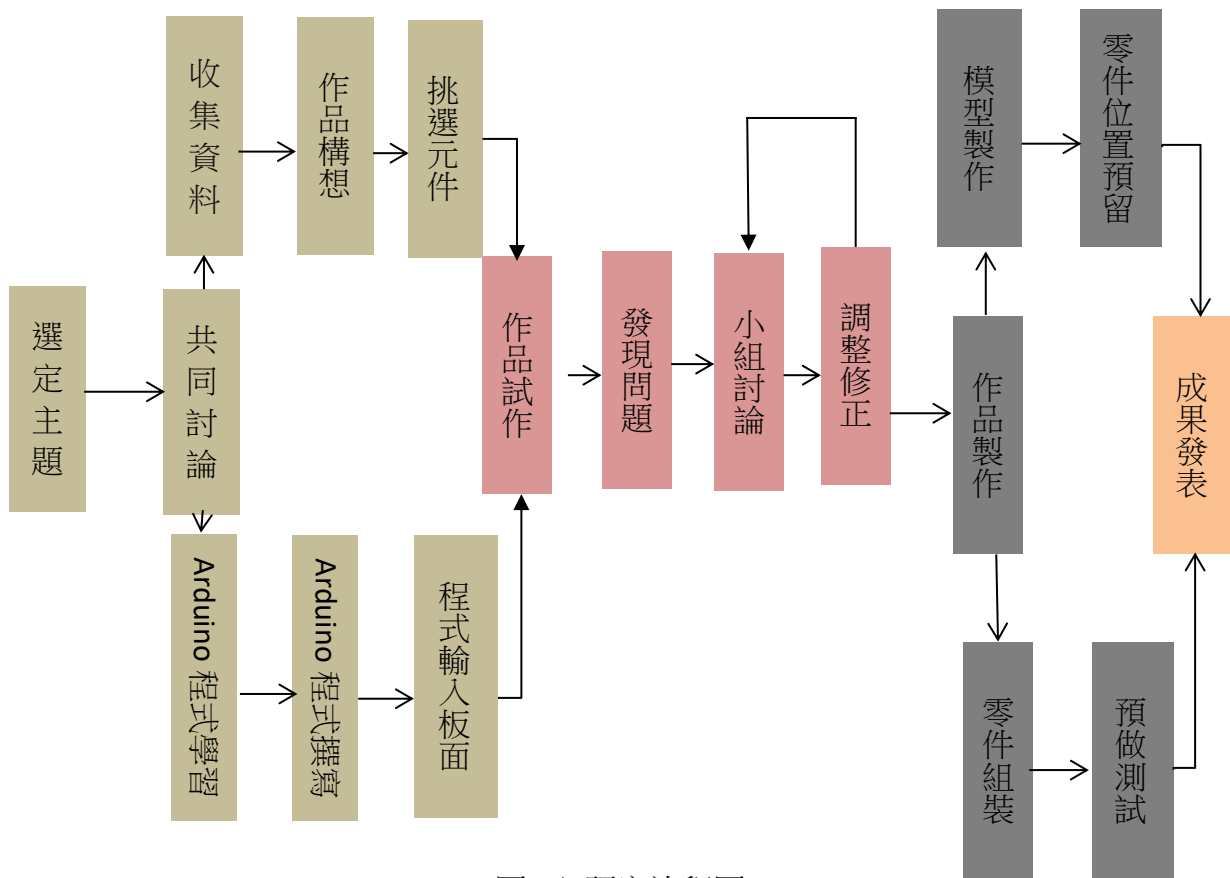
微動開關	感應重量	
紅外線偵測器	利用溫度偵測是否有人	

## 二.研究設備

名稱	用途	圖片
筆電	打程式及連接模型	
鑽孔機	在電路板上鑽孔電路板方便固定	
雕刻機	雕電路板	

## 參、研究過程或方法

### 一、研究流程



圖(五) 研究流程圖

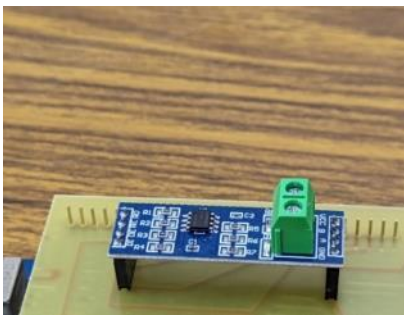
- (一) 根據日常生活，找出需改進的地方，並加以討論已選出適合的主題
- (二) 收集相關資料，了解地震如何產生，解決方法為何，並同時學習 Arduino 程式
- (三) 思考設計作品的功能及製作流程，開始撰寫作品所需的程式
- (四) 搜尋並尋找所需的元件，並把程式輸入至 ESP32 並測試
- (五) 開始試做作品並結合程式
- (六) 發現作品的問題並討論及修正
- (七) 正式製作作品
- (八) 製作模型的同時整合其中的零件
- (九) 做最後的測試並計算模型所需的大小及內部的空間
- (十) 完成作品

## 二、主要硬體

### (一) 介紹

#### 1. RS-485

RS-485使用雙絞線進行高電壓差分平衡傳輸，它可以進行大面積長距離傳（超過4000英尺，1200公尺）。RS-485的傳送端需要設定為傳送模式，這使得RS-485可以使用雙線模式實現真正的多點雙向通訊。RS-485推薦使用在對等網路中，線型、匯流排型，不能是星型、環型網路。假如必須要使用星型網路，可以配合特殊的RS-485 star/hub 中繼器，可以在多個網路中雙向的監聽資料，並且將資料再傳送到其他的網路上。



圖(六) RS-485



圖(七) ESP32



圖(八)Mega 2560

#### 2. ESP32

ESP32是一系列低成本，低功耗的單晶片微控制器，整合了 Wi-Fi 和雙模藍牙。ESP32系列採用 Tensilica Xtensa LX6微處理器，包括雙核心和單核變體，內建天線開關，RF 變換器，功率放大器，低雜訊接收放大器，濾波器和電源管理模組。

ESP32由總部位於上海的中國公司樂鑫資訊科技建立和開發，由台積電採用40奈米技術製造。它是 ESP8266微控制器的後繼產品。

#### 3. Arduino Mega 2560

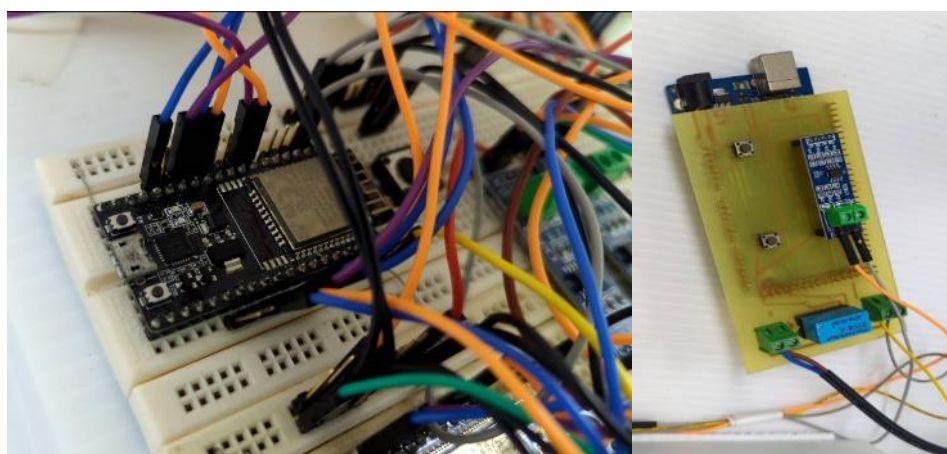
Arduino Mega 2560是基於 ATmega2560的微控制板，有54路數字輸入/輸出埠（其中15個可以作為 PWM 輸出），16路模擬輸入埠，4路 UART 串列埠，16MHz 的石晶振盪器，USB 連線口，電池介面，ICSP 頭和復位按鈕。簡單地用 USB 連線電腦或者用交直流變壓器就能使用。

## (二) 控制板比較

名稱	價格	體積	速度	優點
Arduino Mega	37美金	4*2.1(吋)	16 MHZ	有較多腳位
Arduino Uno	29.95美金	2.95*2.1(吋)	16MHZ	較 Mege 便宜
BeagleBone	89美金	3.4*2.1(吋)	700 MHZ	速度快可用網路
ESP32	9.79美金	18*314(mm)	240 MHZ	便宜可用網路藍芽

在主控制板上因是使用傳輸線作為傳輸的媒介，故不需使用到網路，可考慮不使用 ESP32及 BeagleBone，在體積方面因需要接許多元件以達到控制所以需選擇體積較大且腳位較多的原件，在速度方面因地震來時時間緊迫故需要速度快的控制板，綜合以上條件，體積小的 ESP32及 Arduino Uno 不列入考慮，速度上 BeagleBone 明顯勝出，但因為我們的經費實在有限，且雖然速度上差10倍，看似 BeagleBone 快了不少，但實際上動作的時間 Arduino Mega 已經很快了，根據圖標數據兩者差距在我們的作品中完全感受不出來，故最後我們選 Arduino Mega 做為作品的主控制板。

在地震包上因需要連接 Blynk 以監控食物、水等物件，故需要使用到網路，排除 Arduino Mega、Arduino Uno，考慮須放置在模型底下故盡量選擇體積較小的控制板，綜合以上條件，我們使用 ESP32作為接收訊息並利用 Blynk 傳輸訊息到手機的控制板。



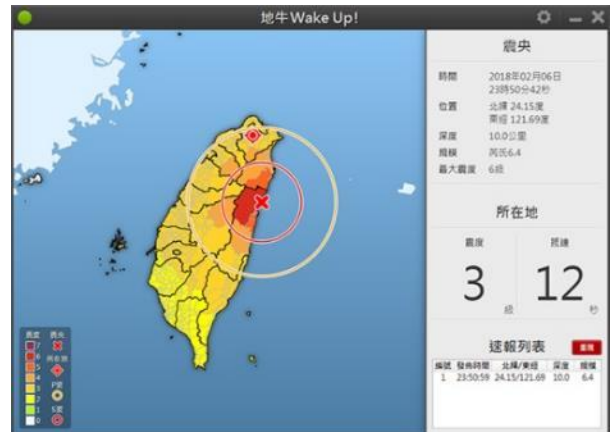
圖(九)圖模型內控制板

### 三、主要軟體

#### (一) 介紹

##### 1. 地牛 Wake Up

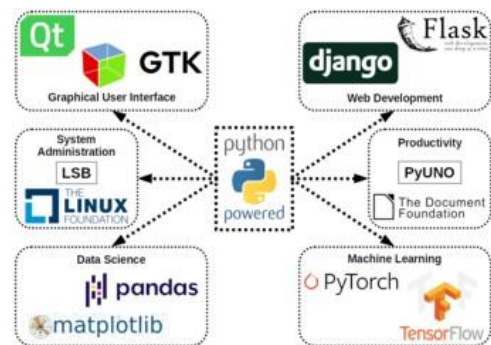
當地震發生後，中央氣象局利用靠近震央附近幾個地震測站所偵測到的震波，快速地推算地震資訊的技術，若當地震『預估規模達4.5以上且預估震達3級以上』時，會發佈警報。以目前的技術而言，在台灣發生的地震平均可在地震發生後20秒內對外發佈警報。因為地牛有重現功能，可以將最近發布警報的地震畫面調出來，為了科展製作展示方便，我們把作品設置為一有地震就啟動。



圖(十) 地牛 Wake Up 執行畫面

##### 2. Python 連動執行檔

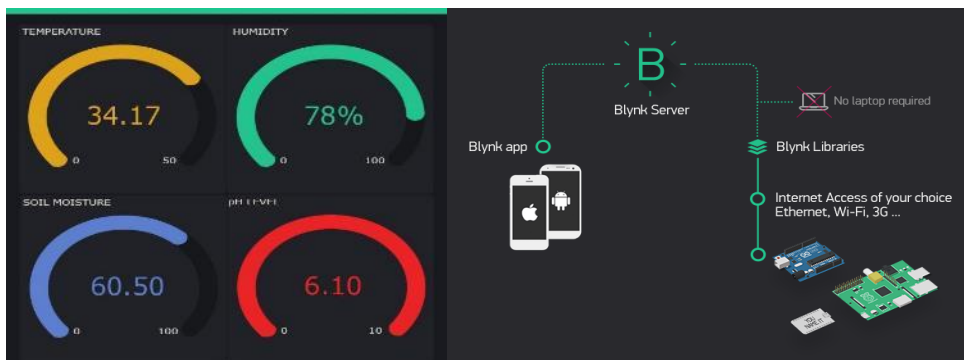
Python，是一種廣泛使用的直譯式、進階和通用的程式語言，能夠自動管理記憶體使用，擁有一個巨大而廣泛的標準庫。我們利用地牛 Wake Up 連動 Python 執行檔發出警報，同時會開啟序列埠通訊並藉由 USB 傳輸警報至 Arduino Mega。



圖(十一) Python

##### 3. Blynk

在電腦上 Blynk 設定好程式後將它連到網路上，再利用互聯網傳送至傳輸板，由控制板將資料傳輸至所有控制板它的優點是可以讓硬體裝置和手機或電腦電腦之間可以互相傳遞資料，不必直接連線傳送資料。



圖(十二) Blynk

圖(十三) Blynk 系統簡

## (二) 如何接收地震

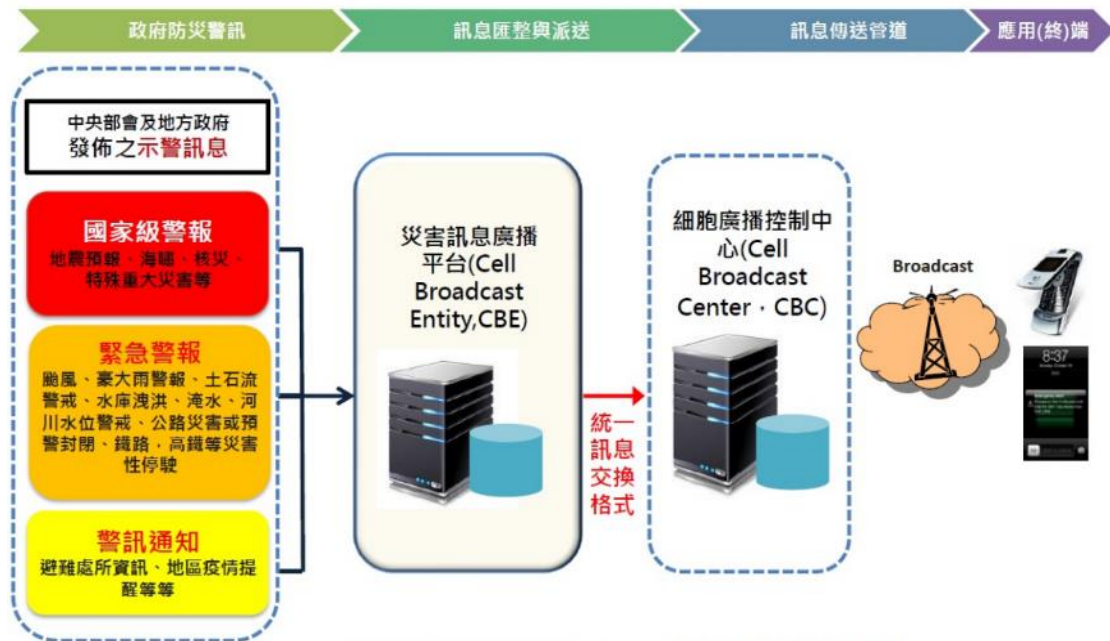
### 1. 自己製作

本來是希望我們能夠靠自己製作出偵測地震的軟體，最初的構想是當搖晃時內部的感測軸也會跟著震動，再用記錄儀器去計算地震強弱，再由通知系統判斷是否傳出指令給系統，這樣可以避免國家警報因為計算來不及計算完成導致住戶離震央太近來不及通知，奈何時間並不充裕，我們技術不夠成熟，且需要多次調整時間上可能來不及製作，我們認為將作品重心放在如何逃生及增加在地震下受困時生存機率才是更加重要的部分，只能尋找更好的替代方案。

### 2. 可使用現有的軟體

#### (1) 防災告警系統(PWS)

防告警系統是政府「防救災雲端計畫」一子系統，由行政院相關部會與 4 G 業者通力合作建置。其特點為災防告警訊息係以廣播方式進行傳送，只要幾秒，特定區域內部分 3G 及所有 4G 用戶手機即可收到災防業務主管機關發布的告警訊息，例如：地震即時警報、防空警報等。此外，為避免民眾誤將告警訊息視為一般簡訊而忽略，手機收到告警訊息時，還會發出特殊的告警聲響及振動，使民眾即時掌握應變時機。

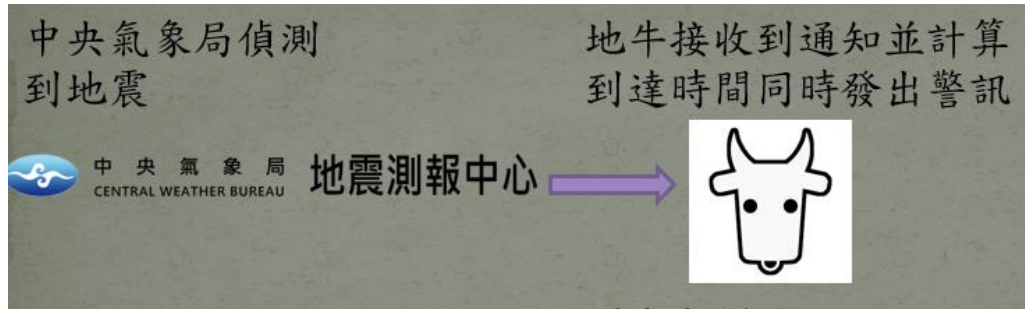


圖(十四)防災告警系統(PWS)

地震發生時，氣象局會估算各地震度，以及高破壞性 S 波抵達的時間，若達警報門檻，就會經國家災害防救科技中心（NCDR）將訊息轉換成對應格式，發送至國內各大電信業者，待目標區域基地台啟動後，民眾手機就能收到地震速報。

## (2) 地牛 Wake Up

在思考如何尋找替代感應裝置，忽然發現一位工程師書寫的地牛 Wake Up，它可以連接中央氣象局的地震資訊，中央氣象局，且此工程有設計可輸入連動程式的位置且免費提供使用者應用，但能連動的程式不包括 Arduino 與 ESP32同種類之程式。



圖(十五) 地牛連接氣象局簡圖

## 3. 結論

### (1) 優缺比較表

名稱	優點	缺點
自製感應地震裝置	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能夠更貼近現場狀況及調整。</li> <li>2. 可以幫助我們學習製作地震儀。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無法確定震動是否來自地震。</li> <li>2. 容易有誤動作的部分。</li> </ol>
國家警報	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 擁有精確的數值</li> <li>2. 擁有國家資源，易被檢視。</li> <li>3. 更新速度快。</li> <li>4. 有中央氣象局所設置的偵測地震用的偵測站，可比對各地所接收的資料。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 花上較多的時間在算，導致部分區域來不及收到警報。</li> </ol>
地牛 Wake Up	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 擁有精確的數值。</li> <li>2. 可以連接外部程式。</li> <li>3. 可以連線中央氣象局的資料。</li> <li>4. 安裝容易而且免費。</li> <li>5. 有重現近期地震的功能。</li> <li>6. 可以設定所在地。</li> <li>7. 可依個人需求更改設定，如地震警報通知級數。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 如果沒有網路就無法連接中央氣象局。</li> </ol>

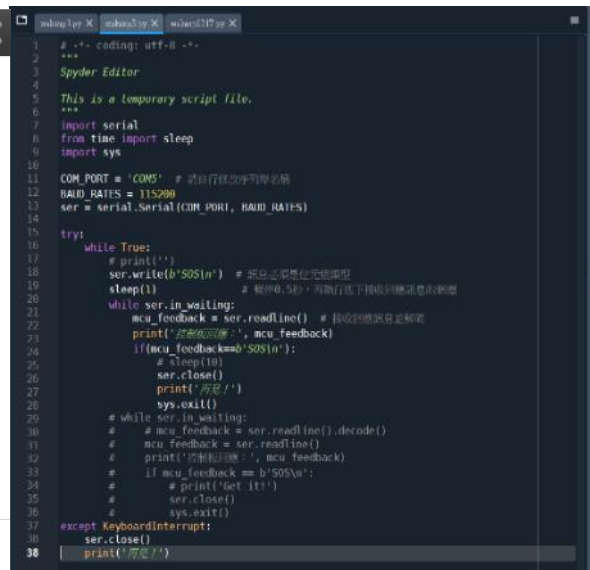
## (2) 最終方案

我們製作的作品適用於逃生及提高生存率，所以需要軟體的數值精確且快速才不會在真正需要的時候出現錯誤，為了讓製作一套系統來執行開門等行動，它要有可以連外部程式的功能，並且穩定驅動不會有排斥的問題，要解決產生的問題作品是需要反覆試作、修改的必定要一直觸發警報，地震不會無時無刻都發生所以要有方法來重複觸發警報。有些人對於地震強度不認為有影響生活，時不時一直送警報也許會影響正常生活，綜合以上我們需要的軟體最少要有高準確度、可以連接其他軟體、重複送出警報測試用及可以依個人所調整，因此我們認為地牛是最符合我們理想的軟體，因此我們決定學習寫出一個 Python 來連結地牛，並且使用序列傳輸透過 USB 線連接到到 RS485。

經過反覆測試以及修改，利用中央氣象局官網及多個氣象及地震通知的手機 App 比對後確認地牛數據的準確性，再修正 Python 來接收地牛的訊息，地牛的部分就算告一個段落了。



圖(十六)地牛連接外部程式的部分



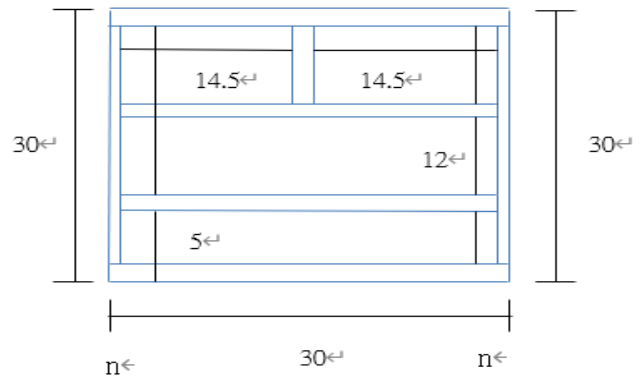
圖(十七) Python 連接地牛的部分



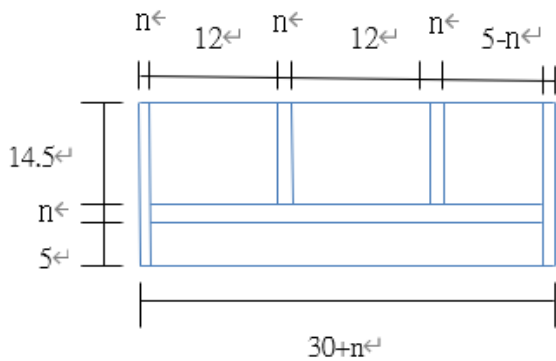
#### 四、模型製作

為了能夠展現作品的功能我們決定使用模型來表現，一開始我們提議使用壓克力板，它擁有高級地觀賞功能也比較能夠看清楚內部構造但是價格、重量及裁切問題使我們望之卻步，接下來是木質結構，結果問題也和壓克力的問題一樣，這時出現的 PPT(塑膠瓦楞板)，它可以解決這一類的問題，因此它成為我們的上上之選。

圖(十八)為上視圖，由下往上看順序是玄關、客廳及兩個房間，選擇這種模式是為了模擬普通家庭的常見模式才選用的樣式。



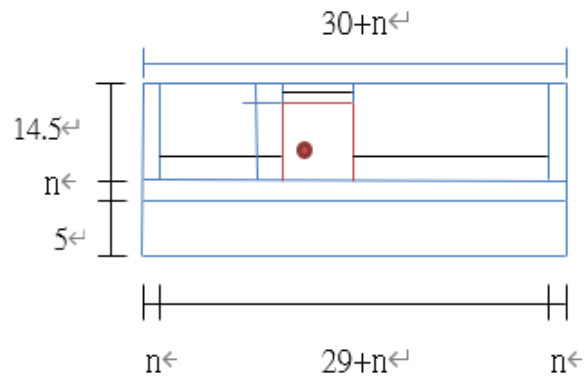
圖(八) 模型上視圖(cm)



圖(十九) 模型側視圖(cm)

圖(十九)為側視圖，由右至左依序是玄關、客廳及兩個房間，底部有五公分存放元件的空間。

上列圖中  $n$  為材料厚度  $m$  約為 0.5cm



圖(二十) 模型前視圖

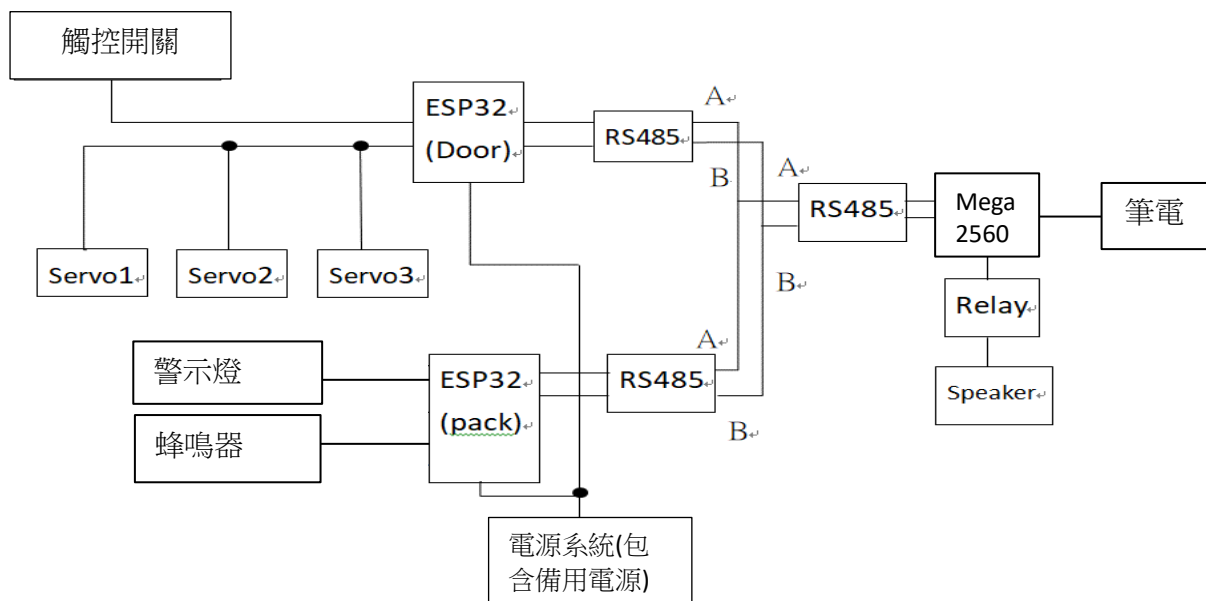


圖(二十一)模型實



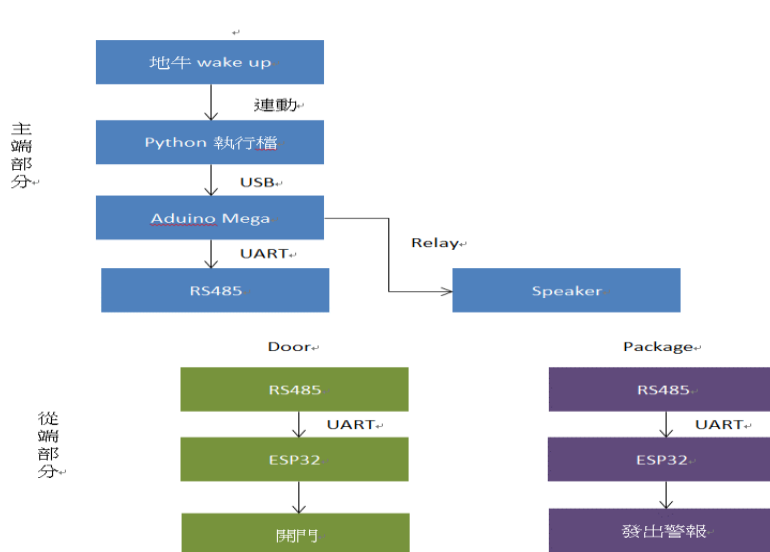
圖(二十二)模型實體

## 五、元件組電路簡圖



圖(二十三) 電路簡圖

## 六、動作流程簡圖



圖(二十四) 動作流程簡圖



圖(二十五)主端實際圖

## 七、流程

- (一) 當地震發生時，地牛 Wake Up 接收到地震且計算震波到達時間並產生警報通知，同時連動 Python 執行檔。
- (二) Python 執行檔利用序列埠通訊將地震訊息藉由 USB 傳輸至 Arduino Mega 並使 Relay 啟動，發出並放大警報聲
- (三) 負責警報的 Arduino Mega 藉由 RS485 傳輸介面把警報分享到控制門的 ESP32 及地震

避難包的 ESP32。

- (四) 當接收的 RS485傳到門的 ESP32控制板時，門將會自動開啟可以讓逃難的人迅速逃生，但是平常可以用按鈕開關還控制門的開關來出入。同時地震避難包的控制板收到地震通知，同時地震避難包所在位置的警示燈閃爍，蜂鳴器會發出聲響，來提醒逃難的人地震避難包的位置。

## 八、程式說明

### (一) ESP32 (自動門部分)

```
#define OpenDoor1 27
#define CloseDoor1 14
#define OpenDoor2 12
#define CloseDoor2 13
#define OpenDoor3 33
#define CloseDoor3 32
```

```
#define servoPin1 5
#define servoPin2 18
#define servoPin3 19
#define door1LED 25
#define door2LED 26
#define door3LED 22
#define DoorOpenAngle 120
#define DoorCloseAngle 30
#define TouchLevel 40
```

```
#define rs485pin 23
```

定義各項目的變數

1. 藍色方框部分用來定義開關門的接點
2. 綠色方框部分用來定義接點和燈
3. 紫色方框部分用來定義開門的角度(因為0度和180度會造成動作不良，故選30度和120度)
4. 黃色方框部分用來表示電容的臨界值，當數值低於40時判定為有觸碰，反之則沒有。
5. 橘色方框部分用來表示 RS485協定(protocol)輸出或輸入的腳位

```
void readTouchTemp() {
    for(int i=0; i<readCounts; i++){
        for(int j=0; j<3; j++){
            openTouchTemp[j][i] = touchRead(openTouchPin[j]);
            closeTouchTemp[j][i] = touchRead(closeTouchPin[j]);
        }
    }
}
```

將每個觸控接收到的數據重複偵測十遍並進行平均

```

int openTouchPin[3] = {OpenDoor1, OpenDoor2, OpenDoor3};
int closeTouchPin[3] = {CloseDoor1, CloseDoor2, CloseDoor3};

int openTouchTemp[3][readCounts], closeTouchTemp[3][readCounts];
int openTouchValue[3], closeTouchValue[3];

int servoPin[3] = {servoPin1, servoPin2, servoPin3};
int doorLED[3] = {door1LED, door2LED, door3LED};
bool doorStatus[3] = {false, false, false}; //false means door closed
bool doorStatusChange[3] = {false, false, false}; //means the status of the door do not be changed

```

每個元件都偵測10遍共偵測30遍

```

void averageTouchValue(){
  for(int i=0; i<3; i++){
    int openCounts = 0; int closeCounts = 0;
    int openTotal = 0; int closeTotal = 0;
    for(int j=0; j<readCounts; j++){
      if(openTouchTemp[i][j] != 0){
        openCounts++;
        openTotal += openTouchTemp[i][j];
      }
      if(closeTouchTemp[i][j] != 0){
        closeCounts++;
        closeTotal += closeTouchTemp[i][j];
      }
    }
  }
}

```

當數值為零時將不列入計算

```

if( (millis() - lastTime) > 100 ){
  readTouchTemp();
  averageTouchValue();
  //Serial.print(micros() - lastTime);
  //Serial.println("<<<<<>>>>>");
  showTouchValue();
  controlDoor_2();
  lastTime = millis();
}

```

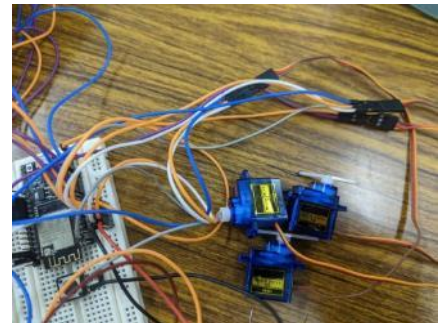
每0.1秒偵測所有元件一次

```

#define COUNT_LOW 2675 //1638 //SG-90 servo轉0度, 500us/20000us/2^16
#define COUNT_HIGH 5788 //7864: SG-90 servo轉180度, 2400us/20000us/2^16
//((2400-500)/180*30+500) /20000 * 2^16: servo轉30度: 2675
//((2400-500)/180*120+500) /20000 * 2^16: servo轉120度: 5788

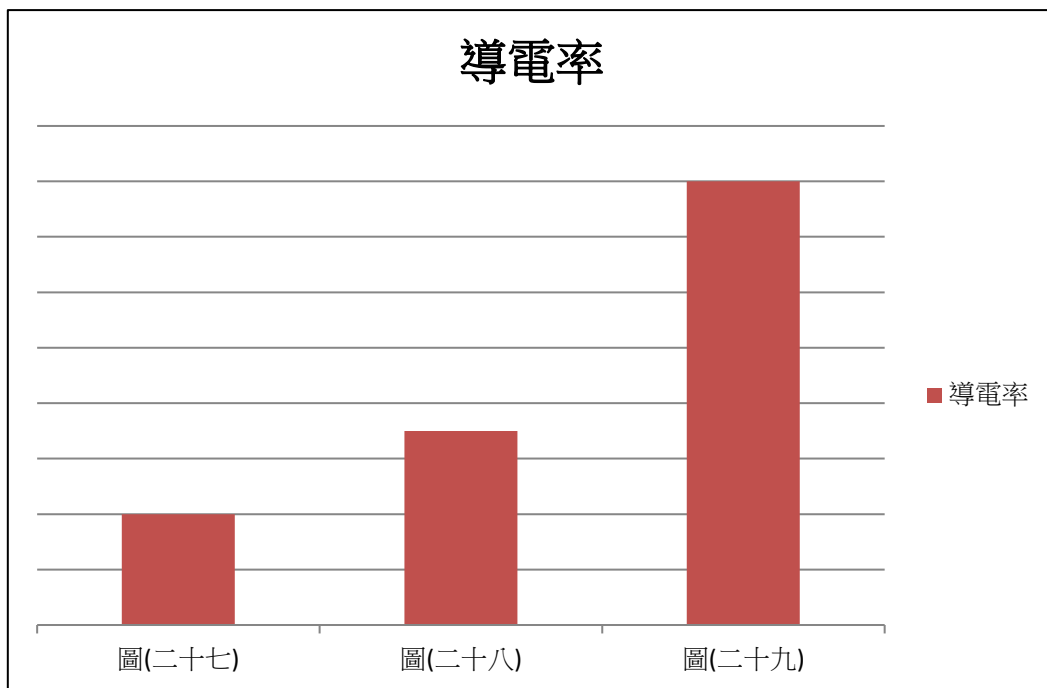
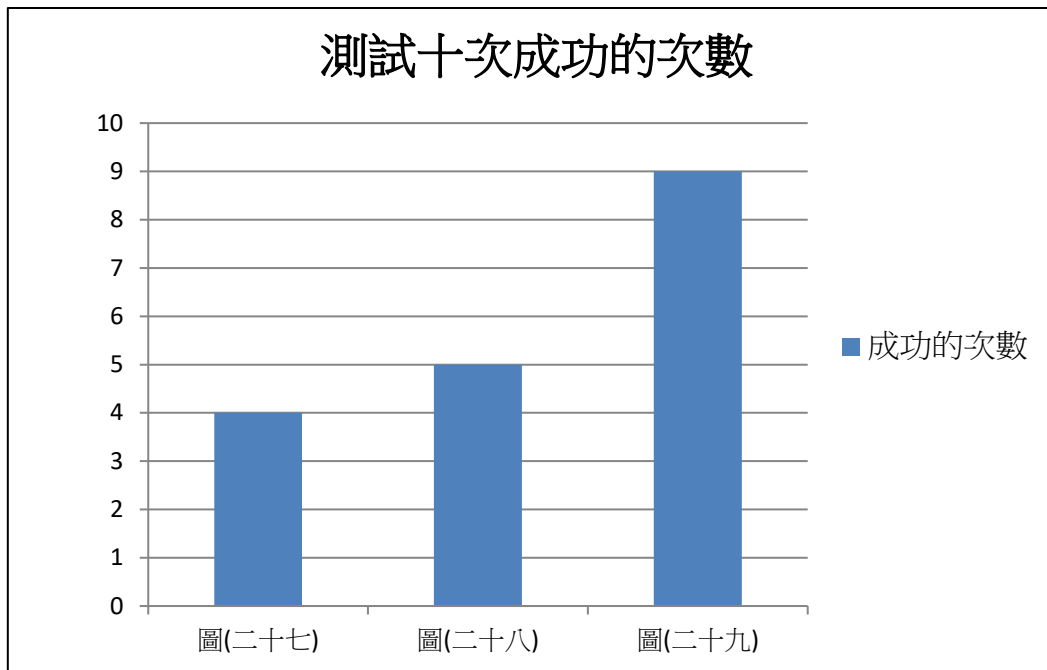
```

伺服馬達旋轉角度：0度是500us 工作週期180度是2400us 工作週期，將脈波週期分為2的16次方等分等於65536，一週期等於20000us。公式為 ((180度的工作週期-0度的工作週期)/180度\*30度+0度的工作週期)/一週期\*216

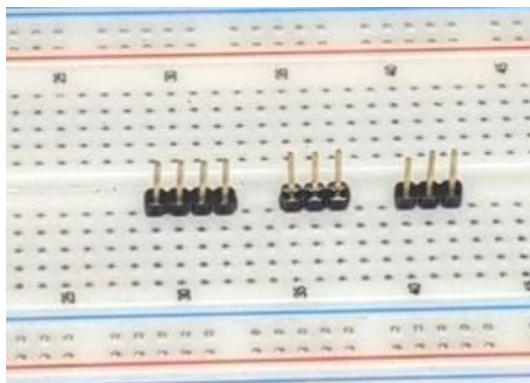


圖(二十六) 伺服馬達

九、自動門觸動開關數據



如圖(二十七)，剛開始測試時因取得方便，以排針直接作為觸控開關使用，發現觸碰好幾次伺服馬達才動作，且有時莫名的觸發，甚至不受控制，故決定尋找新的開關。



圖(二十七)排針

如圖(二十八)，仔細思考後，想出用導來找尋適合的元件，如公式  $R = \rho \frac{L}{A}$ ，電導 =  $\frac{1}{R}$ ，於是想用增加面積的方式來改善接觸不良的狀況，利用裸銅線繞成九格的正方形並使用焊錫將其連接，經測試因為導電率增加的緣故使得接觸後有反應的機率有所提升，也不會突然觸發，但因有時還是會偵測不到，所以我們繼續尋找最佳的元件。



圖(二十八) 洞洞板

如圖(二十九)，接下來我們試著改變材料，從材質的電導係數著手，使用銅線跟銅片用焊錫連接，減少錫的使用，根據研究顯示銅的電導係數為  $59.6 \times 10^6 \text{ S/m}$ ，而錫的電導係數只有  $9.17 \times 10^6 \text{ S/m}$ ，僅為銅的17%，雖然犧牲掉了接觸面積，但經測試後成功率還是有少許的增加，此觸控開關已經鮮少有觸控不良的情形，故最後決定使用此元件作為觸控開關。



圖(二十九)銅片

## 十、地震避難包

### (一) 為何要準備地震避難包

當大型災難發生時，受困於災難現場的人員，必須在72小時內搶救出來，否則生還機會極為微弱，因此災難發生之初，最重要之救難工作乃在有效率的管理所有救難資源，以搶救受困人員，這段時間稱為「黃金救難時間」，為了在這期間生存而準備地震避難包。

### (二) 地震避難包需準備的物品

1. 礦泉水食物（泡麵、餅乾、罐頭、巧克力）。
2. 證件影本（如身份證、健保卡等）。
3. 若干現金、急救用品、常用藥。
4. 粗棉布手套、手電筒、收音機、電池。
5. 禦寒衣物、內衣褲、小毛毯。
6. 輕便型雨衣、暖暖包、面紙、毛巾。
7. 文具用品（筆記本、筆）。

### (三) 震避難包如何被找到?

當嚴重的地震發生後，建築物通常已經變形甚至倒塌，為了讓人提高成功拿到地震避難包的機會，我們設計當地震發生時地震避難包就會發出警報並持續閃爍。

### (四) 地震避難包物品更換提醒

用 Blynk 共享偵測數據並用網路傳遞，行動電源是利用可變電阻模擬其電量，當電量低於設定電量，就發出訊息到手機。手電筒方面是利用光敏電阻偵測，手電筒的電量越多則越亮，我們就是利用此特性來進行判斷，在飲用水及食上，則是設定保存期限到期的時間，當時間到時會發出提醒。



圖(二十九) 緊急避難包



圖(三十) Blynk 手機介面

### (五) 地震包擺放位置

在地震時往往倖存區在柱子與牆或另一個柱子所形成的三角區域，在這裡會有柱子及牆壁的保護，我們將地震包放在這裡，能夠確保拿到地震包的人安全且地震包也不會被破壞，而且地震包的位置在大門口，非常顯眼且方便好取得，逃生時可以快速拿了就逃生。




圖(三十一) 三角區域圖

### 十一、緊急照明燈

當地震發生時，震波可能造成斷電或照明毀損，為了讓人在緊急狀況下有逃生的方向，不至於失去方向感可以有指標，在賣場或公共設施的緊急照明往往等斷電了才會啟動根本來不及提早警告人們逃生，所以我們利用高亮度 LED 燈泡設置於門下方的地面，平常時不會亮且隱藏到地底因此很不顯眼，只有地震時才會發光幫助逃生，可以直接根據光源了解逃生路線。

名稱	優點	缺點	照片
公共場所常用 緊急照明燈	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.價格便宜。</li> <li>2.高亮度。</li> <li>3.設置容易。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.常貼在牆上有掉落疑慮。</li> <li>2.要停電，才會啟動。</li> <li>3.容易遭到人為破壞。</li> </ol>	
自製緊急照明	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.設置在地面下不容易被遮擋。</li> <li>2.一有地震立刻啟動。</li> <li>3.遭到災害擊，不容易被破壞。</li> <li>4.斷電有備用電源。</li> <li>5.可充當緊急照明和逃生指示燈。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.安裝繁複。</li> <li>2.會因為材質導致光透不出來。</li> </ol>	



逃生指示燈	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.常設置在緊急出口，指引逃生。</li> <li>2.設置容易。</li> <li>3.斷電有備用電源。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.有掉落疑慮。</li> <li>2.要停電，才會啟動。</li> </ol>	
-------	---	---	--

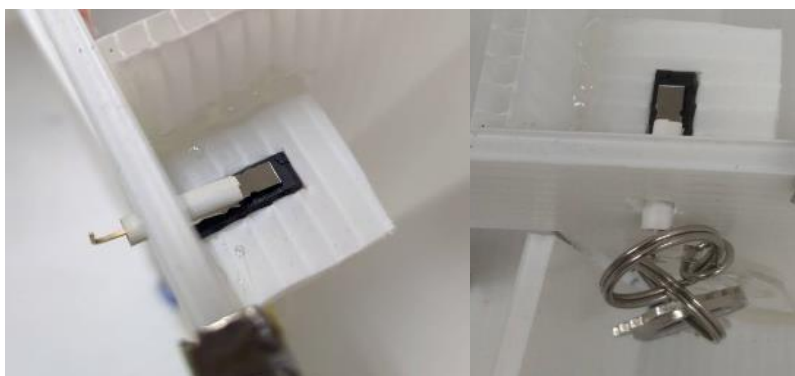
我們一開始打算將緊急照明燈設置在門旁邊，後來擔心地震時它有可能成為掉落物造成二次傷害，經過討論我們認為設置在地底下，因為它不容易成為掉落物且地震來臨時不用擔心遭到人為推擠破壞，同時為了防止地震來是破壞供電系統，我們設置了蓄電池要是電源損毀依然可以繼續亮著指引逃生方向。

## 十二、人員感測裝置

### (一) 微動開關

此設計是為了讓住戶如果不在家時可以不用擔心門因自動開啟，導致家中鬧空城，讓有心人有機可趁，我們利用微動開關來感測鑰匙的重量來判斷，當感測到重量時，所有功能便會自動開啟，如果沒有鑰匙所有動作皆不會啟動。

我們的構想是在模型的牆上設置一處可掛鑰匙的地方，放置微動開關並連接一掛勾，以達成我們的目的，為了確保微動開關能被鑰匙的重量觸發動作，我們準備了一鑰匙圈並裝上兩支鑰匙，利用槓桿原理調整掛勾長度，來確保是否可觸發。



圖(三十二)掛鑰匙圈的微動開關

## 微動開關程式

<code>#define keySW 22</code>	設定腳位
<code>pinMode(keySW, INPUT_PULLUP);</code>	將腳位設為輸入
<pre>void loop() {   bool keyOnHere = digitalRead(keySW);   if (Serial2.available()) {     String str = Serial2.readStringUntil('\n');     Serial.println(str);     if(str == "SOS") {       if (keyOnHere==false) openALLdoors();     }   } }</pre>	
讀取微動開關的狀態，如果微動開關沒按為高電位，如果有按則低電位，低電位狀態門才會動作。	

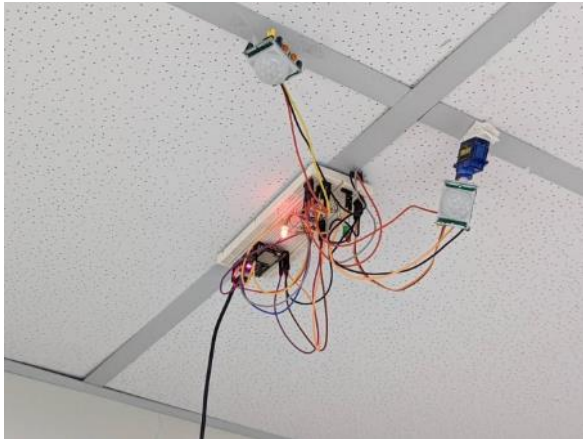
### (二) 人體紅外線感測器

為了防止使用者忘記把鑰匙掛上或不慎掉落等問題發生，我們決定尋找另一種可證明家中是否有人方法，利用兩種方法重複確認。

方法	優點	缺點
設置踏板採到後視為有人，出門後按重製鈕	1. 製作簡單	1. 使用較為麻煩 2. 進門時有跨過踏板的可能
用人體紅外線感測器不斷偵測	1. 使用方便 2. 偵測較為精準	1.使用者睡覺時可能無法偵測 2.使用者需移動才可測到
入口設置人體紅外線感測器，只要有人進入則記加一，出則減一，數字為零時視為無人在家	1. 使用方便 2. 偵測較為精準	1.此功能運用到積分，而偵測時多少會產生雜訊，以至於最後雜訊累積至一時，系統有會誤動作的狀況發生

經過討論後，認為缺點中使用者睡覺時無法偵測到的問題較容易解決，可在床下增加重量感測器或房間門增加人體紅外線感測器，只要有人進入則記加一，出則減一，數字為零時視為無人，並在房間無人後重製，以改善此問題，所以我決定使用人體紅外線感測器不斷偵測的方法。

我們的構想是把感測器裝置在房間角落並連接伺服馬達，並讓伺服馬達不斷轉動，達到對使用者的相對運動來改善使用者需移動才可測到的問題。



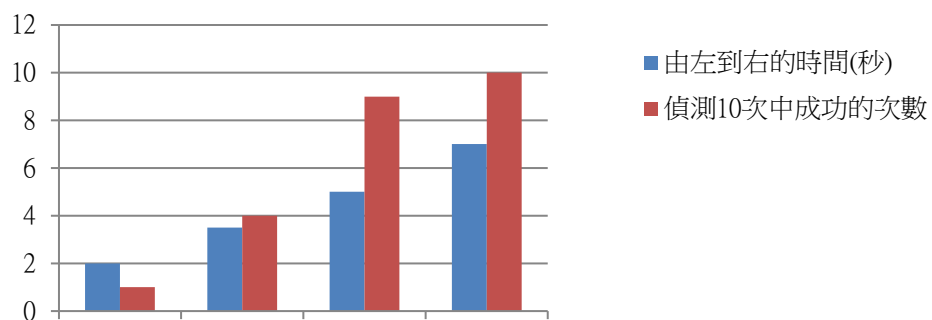
圖(三十三)紅外線感測試模板



圖(三十四)紅外線感測器

測試後發現伺服馬達的選轉頻率會影響偵測穩定度，若轉速太快則無法偵測到，轉速太慢則偵測間隔過長，於是我們透過作更改伺服馬達選轉頻率之實驗以得出最佳的效果。

伺服馬達轉動頻率對策結果的影響



根據上圖結果我們決定讓伺服馬達由左轉到右的時間為五秒，雖然每十次有一次偵測不到，但考慮到由左轉到右的時間為七秒的速度實在過慢，有可能因人的移動速度剛好比較快導致偵測部傲的問題發生且計算後得知伺服馬達由左轉到右的時間為五秒的狀況一秒平均可測出正確次數1.8次，而多兩秒則可多3.6次的偵測正確次數，也足夠彌補五秒有十分之一的誤差。

## 肆.研究結果

### 一、偵測地震

本系統利用地牛 Walk up 作為是否地震的依據，再利用 Python 連動傳輸到 Arduino Mega 控制各部份動作。地牛 Walk up 可與中央氣象局共享地震發生時的資訊，還可依使用者的所在位置及想觸發的地震級數做合適的調整，主要功能除了偵測地震並計算出地震到達的時間外，還有提供可重現上一次地震的功能，此功能可做為調整地震級數的參考，以調整自身環境所適合的觸發警報級數，才可避免白跑一趟的狀況發生。

### 二、模型展示

透過製作兩廳一室的住宅模型，達到展示作品功能的效果，並透過找尋資料及觀察來找出各元件及防震功能相關物品的最佳擺放位置。

### 三、自動門

以往的自動門只有日常的開關門功能而政府的防災告警系統也只能達到提醒的功能，而本系統結合兩者的作用，平常可以正常開關門，地震只要一被偵測到門便會自動打開，以免發生變形等狀況發生，使得逃生困難，

### 四、急難救助包

通常急難救助包並沒有檢視內容物的功能，以至於當災難來臨時，其放入的食物、水、行動電源等，因忘記更換而導致不能食用或使用的問題經常發生，而我們作品中的急難救助包利用物聯網的概念與手機共享急難救助包中的狀況，以改善此問題。

## 伍、討論及未來展望

### 一、可加裝自動求救系統

當大地震發生時，人可能因房屋倒塌而被困於建築物之中，為了方便尋找受困者，可在手機中設置自動求救的程式。地震發生後系統測到地震後開始計時，並顯示出關閉計時的按鈕，若計時的時間到，將定位手機位置傳送至預先設置的網頁，並同時發出警報聲，以供救災人員尋找。

### 二、製作時時間規畫不佳

做科展的大部分時間都鑽學習 Arduino 的程式，以至於真正製作作品的時間不足，以至於作品的完成度不高。應以邊學習邊製作的方式進行，效率才會較高。

### 三、警報聲可提醒逃生動作

曾在 1987 年國王十字車站大火中成功生還的心理學家 John Leach 估計，在一場重大危機中，將近有 80%~90% 人群的反應都不適當。當我們想到重大災難時，腦中出現的畫面往往是人們尖叫、歇斯底里的四處逃竄，但其實在現實生活中，人類面對危險最常見的反應措施是「無所作為」。因此我們想在警報中提醒人們該如何逃生，播放如：，盡速躲在堅固家具、桌子下，或靠建築物堅固的柱子旁蹲著、不要慌張地往室外跑或在樓梯間推擠等提醒，在地震來的地一時間告知該如何保護好自己。

### 四、遠端遙控功能

若時間允許我們希望能夠加裝遠端遙控功能，讓住戶出門在外能夠監控家中門的情況若有家人或朋友來訪的話我們可以遠端開門讓客人先進去休息。

## 陸.結論

在這次研究中我們試著將軟體融入生活中，我們打算以模型的方式展出所以我們製作模型時，以塑膠瓦楞板為材料，模擬出日常住家一廳兩室的模樣，並利用伺服馬達做自動門軸，當地震來臨前警報聲將響起警戒眾人，同時開啟門使其能夠在第一時間逃生，不會因為當地震到達時門變形而阻礙逃生，同時再加裝開關門的觸控鈕，平時如果進出門不會受到妨礙；地震避難包則有燈光及蜂鳴器幫助逃難的人注意地震避難包在哪，這樣也能夠減少因地震來不急逃生而罹難的人數了。

## 柒.參考文獻

### 一、921大地震 - 维基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/921%E5%A4%A7%E5%9C%B0%E9%9C%87>

### 二、P波- 维基百科，自由的百科全書

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/P%E6%B3%A2>

### 三、Alpa P. Rajai 錫是否導電：9 個重要事實

[https://zh-tw.lambdageeks.com/does-tin-conduct-electricity/?utm\\_content=cmp-true](https://zh-tw.lambdageeks.com/does-tin-conduct-electricity/?utm_content=cmp-true)

### 四、EIA-485 - Wikiwand

<https://www.wikiwand.com/zh-tw/EIA-485>

### 五、ESP32 - 维基百科，自由的百科全書

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/ESP32>

### 六、阿新(2019-02-16) Arduino 的詳細介紹（基於 Mega2560） - 程式人生

<https://www.796t.com/content/1550268552.html>

七、 地牛 Wake Up

<https://ew.earthquake.tw/>

八、 健康傳媒(2022) 地震緊急避難包，該準備些什麼？消防署列這份清單幫你一一對照

<https://www.storm.mg/lifestyle/401409>

九、 泥仔 (2018) 面對重大災難，重要的是別做哪些事

<https://dq.yam.com/post/9123>

十、 Python-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Python>

十一、 衛波公司官網

<https://www.pwaver.com/productDuring>

十二、 國立台灣科學教育館

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=22&sid=18847>

十三、 細胞簡訊\_維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh->

十四、 災防告警服務專區

<http://www.emfsite.org.tw/PWS/p1-2.html>

十五、 第 61 屆中小學科學展覽會\_感震防盜門鎖的可行性探討

[file:///C:/Users/kevin/Downloads/19126\\_NPHSF2021-082806.pdf](file:///C:/Users/kevin/Downloads/19126_NPHSF2021-082806.pdf)

## 【評語】 052310

1. 本研究設計國家級警報細胞簡訊，製作模型來模擬地震來襲時的應變措施，以加快逃生速度，減少受災人數。系統以 Arduino Mega 2560 及 ESP32 為核心，並利用 RS485 傳輸介面接收訊號及控制各個元件做出反應。
2. 本作品探討運用偵測地震的應用程式以觸發動作，達成防災效果，值得鼓勵！
3. 作品依據地震來襲時可能的應變措施，設計一應變逃生系統，雖然是一件雛形，仍有許多改善空間，但可看出作者的創意及用心。
4. 作品對過去相關研究有進行深入了解分析，針對這些系統的缺點，提出改善的方法，包含在地震來時門自動打開及增自動關門的功能，避免外人闖入及關門的麻煩。
5. 所製作的模型能展示所規劃的功能，建議應該建立量化評估基準，以彰顯作品的效益。

# 作品海報





臨

震

脱

逃

# 研究動機與目的

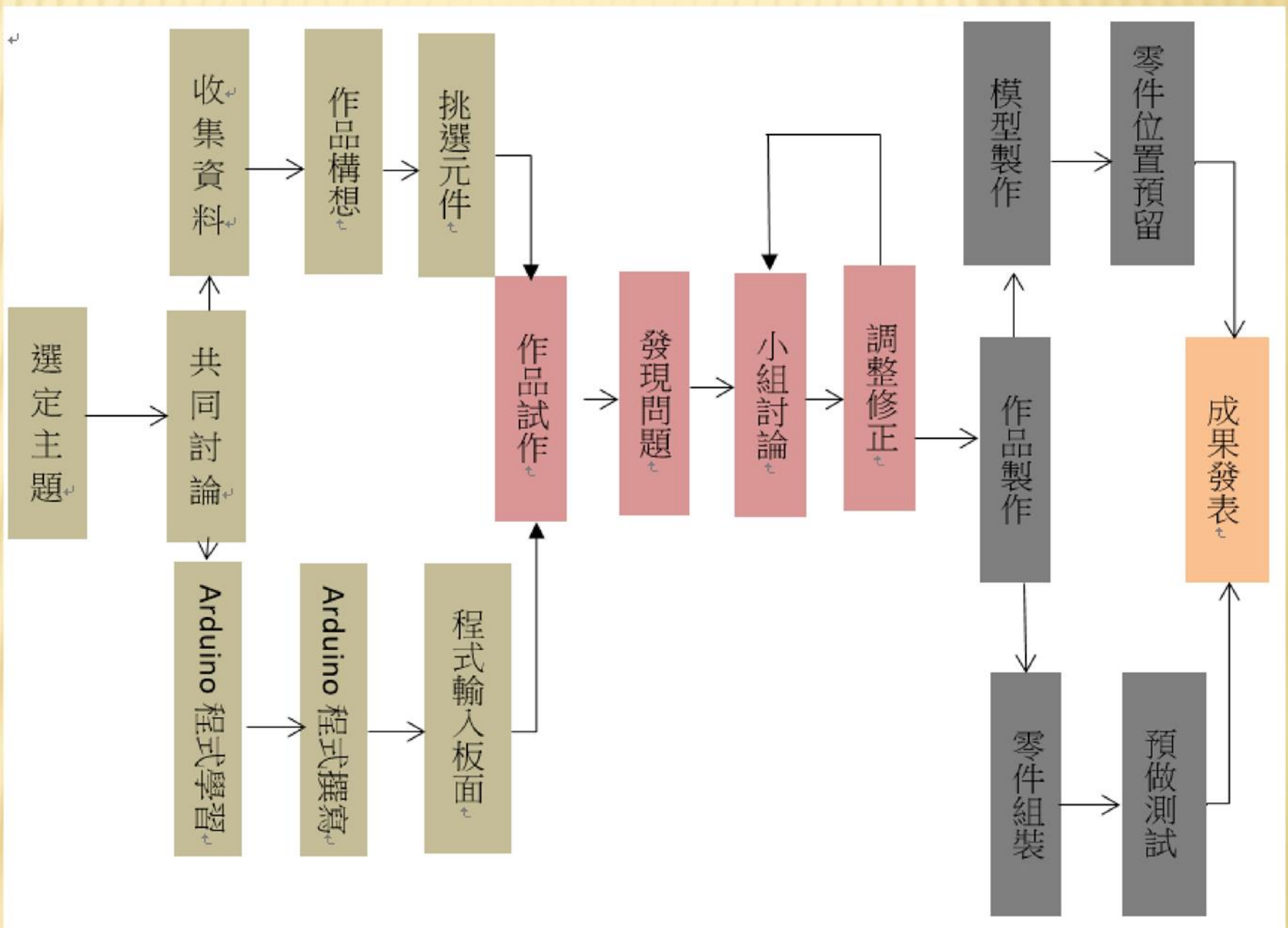
## 一、動機

1. 2023年發生土耳其大地震造成五萬多人死亡。
2. 台灣位於歐亞板塊和菲律賓海板塊交接地帶，地震頻繁。
3. 在地震時倒塌是造成的傷亡的主因。
4. 地震造成建築物變形導致逃生不及。

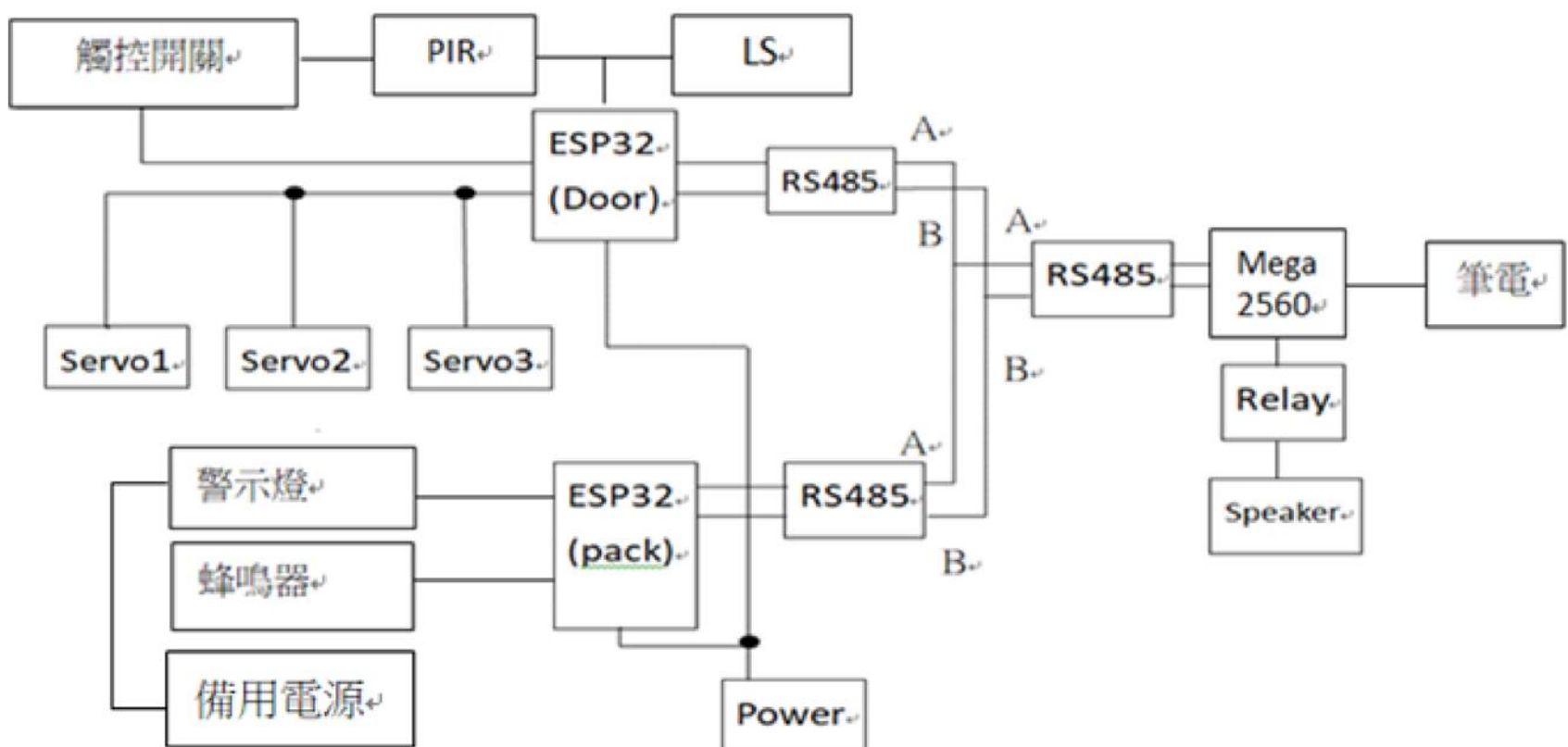
## 二、目的

1. 破壞性地震波(S波)來臨前發出警報提醒住戶盡快逃生或做好準備。
2. 家中若有人會在S波來臨前開起房門幫助逃生。
3. 設置地震包增加受困時的生存率。
4. 地震破壞電力系統導致停電，本作品設置備用電源供逃生指示燈使用。

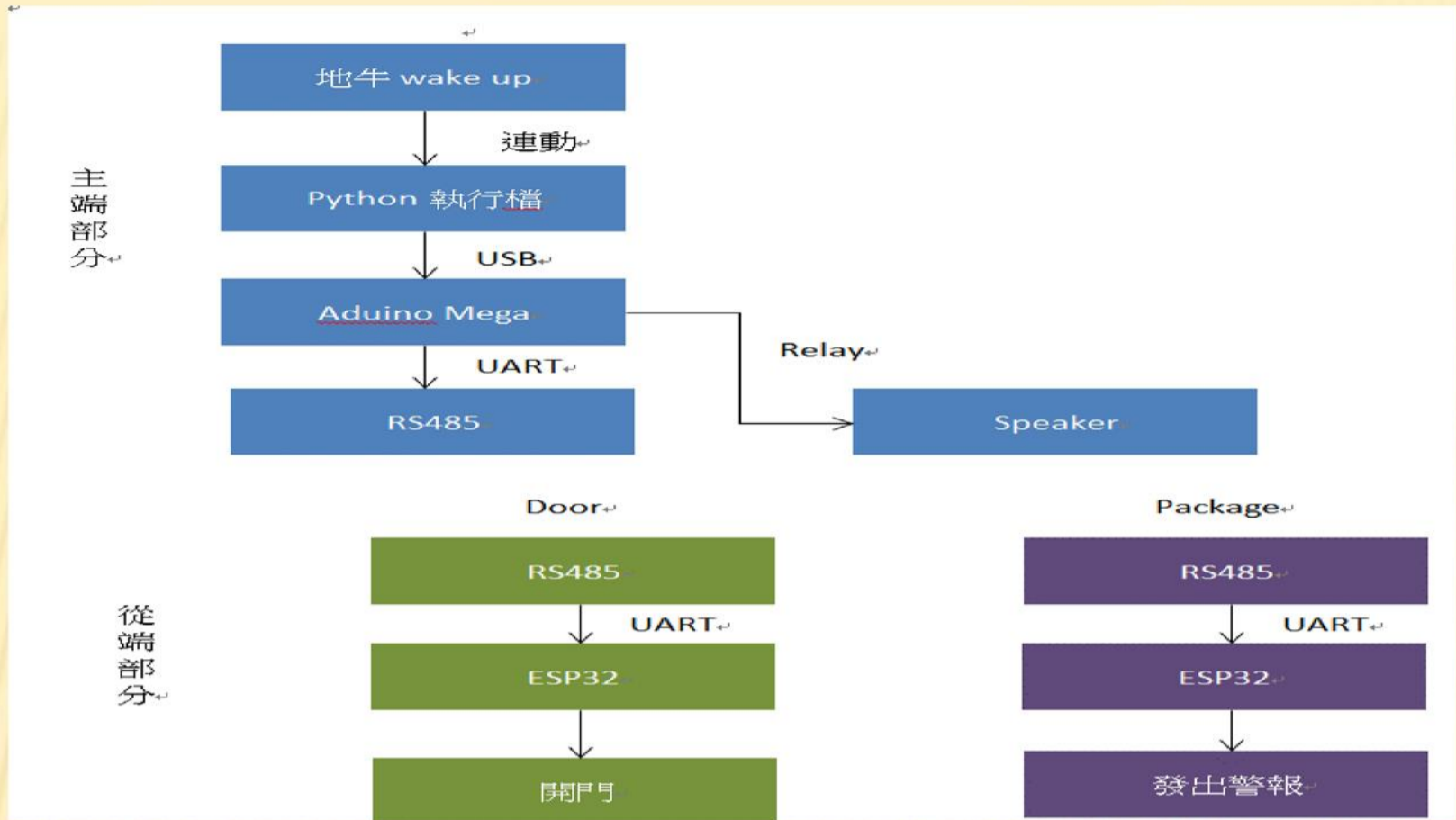
## 研究流程圖



## 元件架構圖

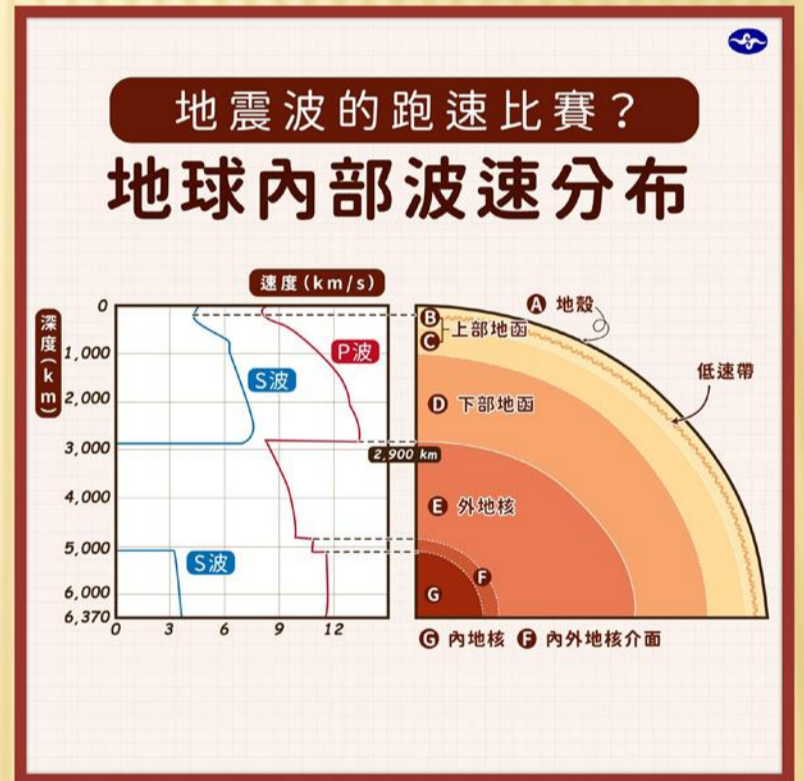


# 動作流程

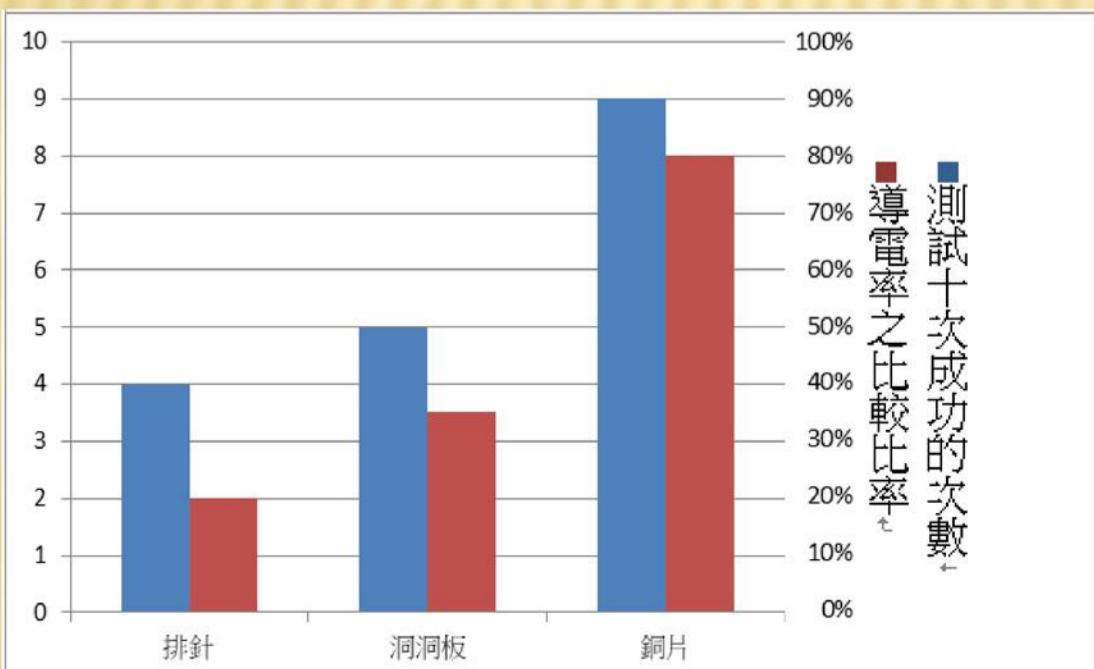


## 地牛Wake Up

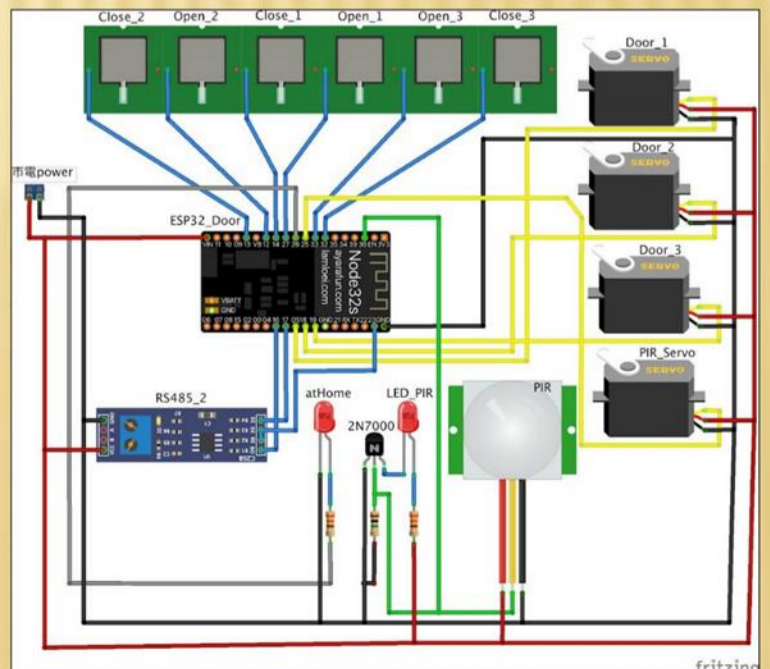
中央氣象局利用P波與S波的速度差距，計算S波的到達時間並傳輸至地牛軟體，在地牛接收到地震速報的瞬間連動執行Python檔利用序列傳輸傳送給系統發出警報。



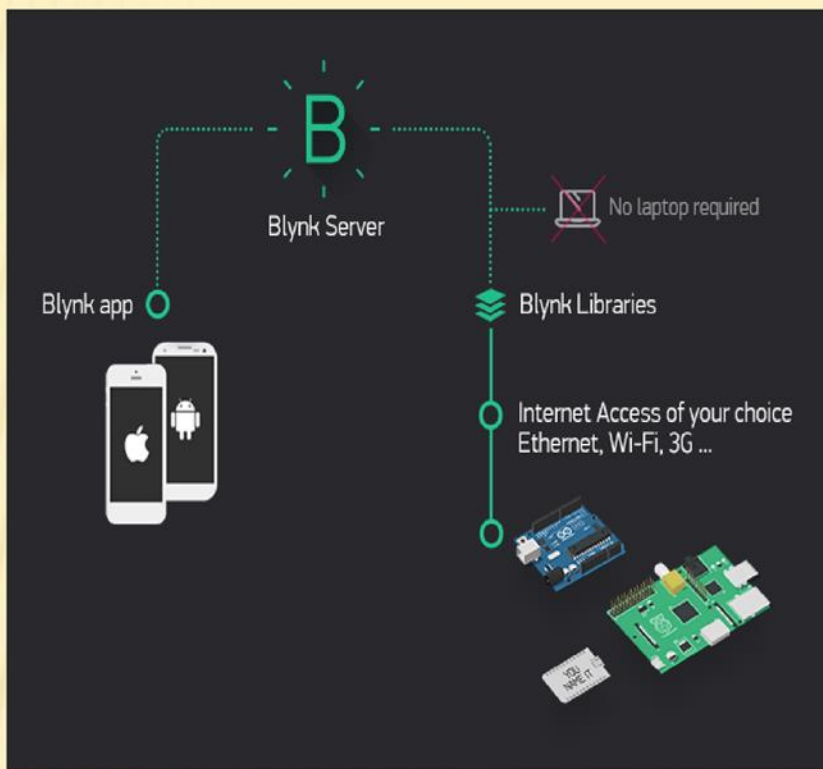
觸控按鈕的材質導電率與成功偵測與否之關係



## 觸控門電路圖



## 物聯網應用簡圖



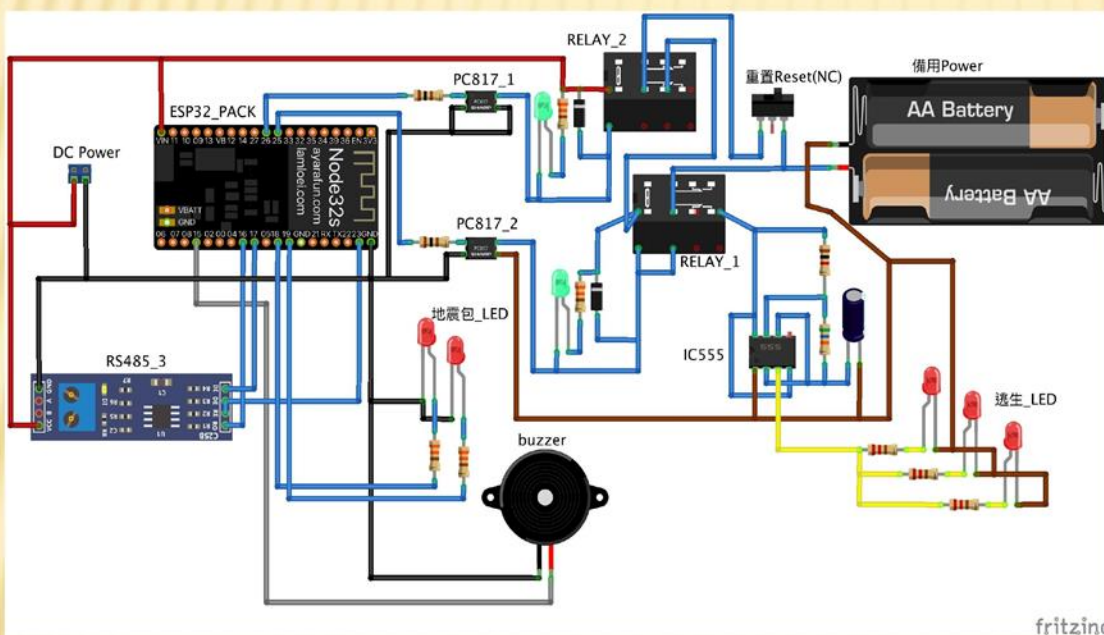
## Blynk 手機介面



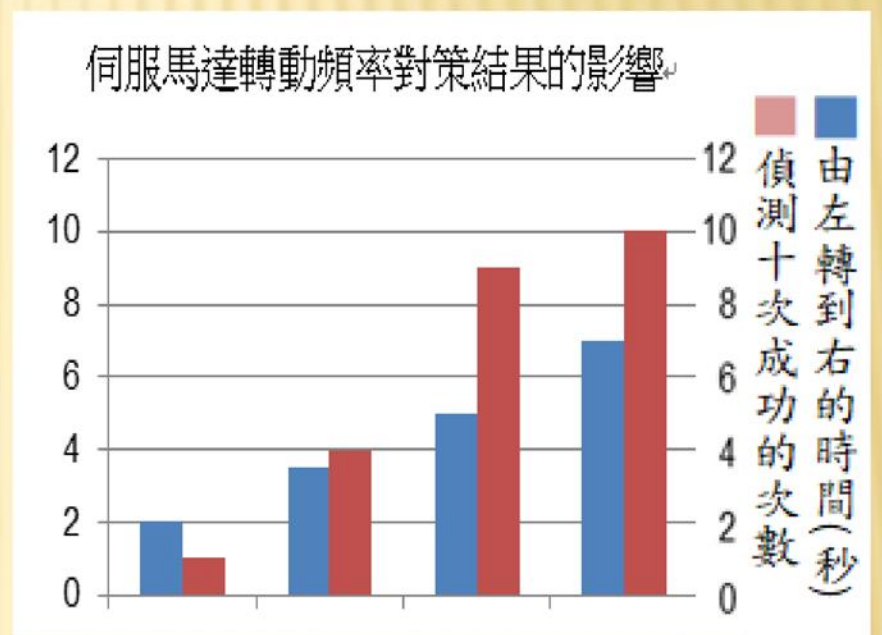
## 人員感測

為了讓使用者不在家時不會發生門自動開啟的情況發生，本系統設定只有人在家中時地震發生時才會動作，我們設置了人體紅外線感測器及可掛鑰匙的微動開關。

## 地震包電路圖



## 人體紅外線感測器之偵測效果實驗



## 研究結果

1. 本系統利用地牛Walk up共享中央氣象局地震發生時的資訊，作為是否地震的依據。
2. 透過製作兩廳一室的住宅模型，達到展示作品功能的效果。
3. 以往的門只有日常的開關門功能而政府的防災告警系統也只能達到提醒的功能，而本系統結合兩者的作用，平常可以開關門，地震速報發生時門便會自動打開，以免發生變形等狀況發生，使得逃生困難。
4. 通常急難救助包並沒有檢視內容物的功能，以至於當災難來臨時，其放入的食物、水、行動電源等，因忘記更換而導致不能食用或使用的問題經常發生，而我們作品中的急難救助包利用物聯網的概念與手機共享急難救助包中的狀況，以改善此問題。

## 參考文獻資料

### 1. P波與S波的速度差-地震報\_中央氣象局

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=341874414642467&id=100064597332898&set=a.335629538600288>

### 2. 土耳其大地震-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zhtw/2023%E5%B9%B4%E5%9C%9F%E8%80%B3%E5%85%B6%E5%8F%99%E5%88%A9%E4%BA%9A%E5%9C%B0%E9%9C%87>

### 3. 地震波-中央氣象局

<https://scweb.cwb.gov.tw/zh-TW/Guidance/FAQdetail/21>