

中華民國第 62 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

052306

無接觸式防疫電梯

學校名稱：國立羅東高級工業職業學校

作者： 職三 李宥丞 職三 林祐宇 職三 游丞軒	指導老師： 許欽智 蔡明諭
---	-----------------------------

關鍵詞：手勢感應器(APDS)、無線控制、手機
APP

摘要

本專題主要用於電梯內的防疫，其功能包含手勢感應器(APDS)及手機 APP 控制。感應來自手機 APP 或手勢感應器(APDS)的訊號後再傳送至 Arduino 判斷與控制，來進行開關門與上下樓。此電梯利用氣閥來達成開關門的動作，利用馬達正反轉達成上下樓，再由遮斷器定位樓層，在上下樓時及開關門時，LCD 都會顯示當前所做的動作。本專題是為了減少接觸電梯按鈕時的病毒，來降低疫情傳播的風險。

壹、前言

一、研究動機

本研究是為因應疫情的影響，民眾對搭乘公共設施的意願大幅下降，以電梯而言，在民眾的使用下，難免會接觸到電梯的按鈕，病毒便會殘留在人的手上，造成病毒有機會傳播開來，因此我們希望針對此問題下去改善，為了減少按鈕上的病毒，我們將電梯以手勢控制以及藍芽控制的方式來控制電梯以減少民眾碰觸按鈕的頻率，達到減少病毒量以降低病毒傳播速度。我們也希望以後可以與手機廠商合作，讓民眾只要站在電梯旁邊時手機便會自動跳出畫面來讓民眾控制電梯，也可以以這個基礎應用在其他公共設施上。

二、研究目的

本專題小組利用高職所學專業知識，利用電子學的 BJT 電晶體、二極體的概念，結合 Arduino 單晶片控制與電子電路實習，做出一個實用，且成本不高的小型電梯，來模擬真實電梯運行的情形。

為了減少人與人之間的接觸以降低病毒傳播速度，進而達成為防疫盡一份努力的目的。電梯中的觸控面板，有非常多人觸碰，而面板上面不想而知一定有數以萬計的細菌與病毒，而且在疫情這麼緊張的時期，更是讓搭乘電梯的人，內心變得更加的恐慌、害怕，所以我們結合這三年的專業知識與實習精神，想為急速升溫的疫情盡一份心力，所以我們研發出了無

接觸式防疫電梯，他不僅可以做到零觸碰的目的，也可以讓使用者安心地搭乘電梯，更能達成便利的目的。

貳、研究設備及器材

器材	規格	數量
電腦	Windows10, Intel core-i5 8500, 4G RAM	1
筆記型電腦	LENOVO ideapad 510S	1
筆記型電腦	HP Laptop 14s-dk0xxx	1
智慧型手機	Redmi note8 pro	1

表一、設備清單

器材	規格	數量
微控制器開發板	Arduino UNO board	1
藍芽發射器	HC-05	1
繼電器	LEG-5 5V 激磁電驛	3
發光二極體	LED(黃)	3
氣閥	PCE6B50 J10	1
電磁閥	AIRTAC 4V110-06	1
電晶體	C9013 H713	3
手勢感應器	APDS-9960	1
液晶顯示器	LCD16*2	1
電阻	1K Ω	3
端子台	3P	6
端子台	2P	9
線材	OK(紅)線	
線材	銅線	
雷雕木板	壓縮木	數片
氣管	粗(4*6mm)	
氣管	細(Φ 4* Φ 2.5)	
電源供應器	NED-50B	1
光遮斷器	H22A1	2

表二、材料清單

一、Arduino

Arduino 是一塊開放原始碼的 I/O 介面控制板，使用程式語言類似 C 語言，讓人比較好上手。Arduino 包含硬體、軟體兩部分，硬體是約手掌大的控制板，核心使用八位元 ATMEGA8 系列的微控制器，提供 14 個數位式輸出/入端，6 個類比式輸出/入端，支援 USB 資料傳輸。由於 Arduino 價位不高，約 400 左右，並且軟體方面較好入手，因此我們選用此塊微控制器來製作專題。



圖一、Arduino 板正面



圖二、Arduino 板背面

二、藍芽模組

Bluetooth 是一種無線傳輸技術。它提供一個快、遠、方便的網路傳輸方式。更重要的是，Bluetooth 是一種共通的標準，無論電腦、手機、家電都可以互相傳送寬頻訊息，打破 3C 產品之間的溝通障礙。Zigbee 是一種低速短距離傳輸的無線網路協定。主要特色有低速、低耗電、支援大量網路節點，市售價格約 400 元上下。



圖三、藍芽發射器正面



圖四、藍芽發射器背面

而現今藍芽科技進步，每個版本都有不同的優點，根據之前不變的地方加以改善（參見表三）。最新版本，藍芽 4.0 強調低耗電，主要降低傳輸速度，達到了省電效果已可比擬 Zigbee 的低耗電量（參見表四）。

版本	傳輸距離	傳輸速度
1.0	10M	1Mbps
2.0	20M-50M	10Mbps
3.0	100M	20Mbps
4.0	100M 以上	1Mbps

表三、藍芽版本區別

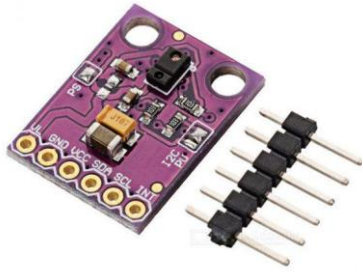
	Bluetooth	Zigbee
傳輸距離	100M	100M
傳輸速率	1Mbps	250Kbps
省電性	佳	極佳
整合性	佳	較差

表四、Bluetooth 與 Zigbee 比較

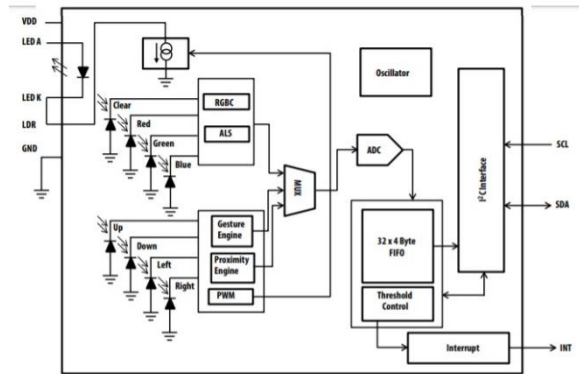
本專題研究小組採用藍芽 2.0 來製作此專題，原因在於藍芽 2.0 已普遍使用在現今社會，能夠普遍的和智慧型行動裝置做溝通，運用的範圍更加廣泛。此次專題利用藍芽與筆記型電腦、平板電腦、手機做通訊，將監控結果顯示在上，立即得知使用者狀況。

三、APDS-9960

具有先進的手勢檢測、接近檢測和數字環境光感應功能，是一款採用單個 6 引腳封裝的數字 RGB、環境光、近程和手勢傳感器裝置。該裝置具有與 I2C 兼容的接口，為紅色、綠色、藍色、透明（RGBC），近程和手勢感測配有紅外 LED。RGB 和環境光感測功能可在多種光條件下以及通過多種減振材料包括深色玻璃的情況下，檢測出光強度。此外，集成 UV-IR 遮光濾光片可實現精準的環境光和相關色溫感測。



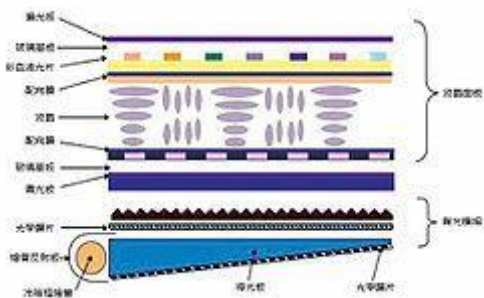
圖五、APDS-9960 實體圖



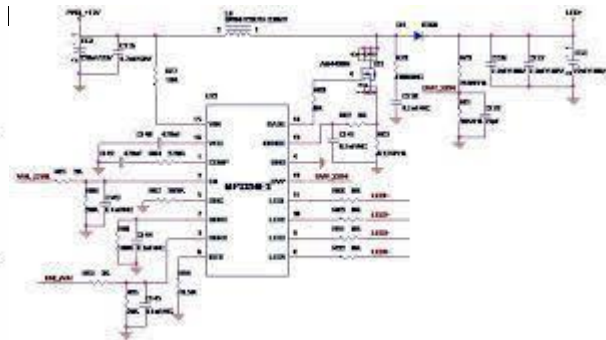
圖六、APDS-9960 電路圖

四、LCD 液晶顯示器

液晶顯示器的每個畫素由以下幾個部分構成：懸浮於兩個透明電極（氧化銻錫）間的一列液晶分子層，兩邊外側有兩個偏振方向互相垂直的偏振過濾片。如果沒有電極間的液晶，光通過其中一個偏振過濾片其偏振方向將和第二個偏振片完全垂直，因此被完全阻擋了。但是如果通過一個偏振過濾片的光線偏振方向被液晶旋轉，那麼它就可以通過另一個偏振過濾。



圖七、液晶顯示原理圖



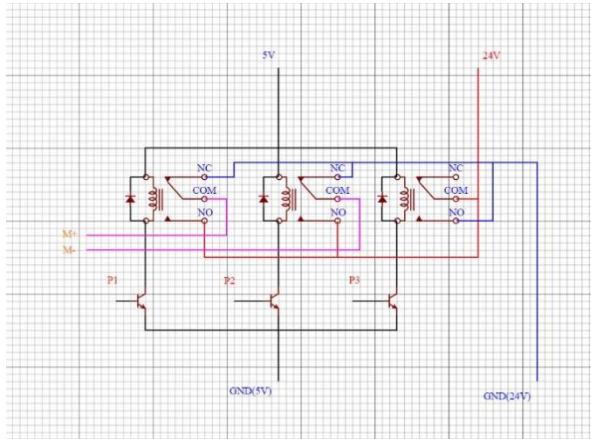
圖八、液晶顯示器電路圖



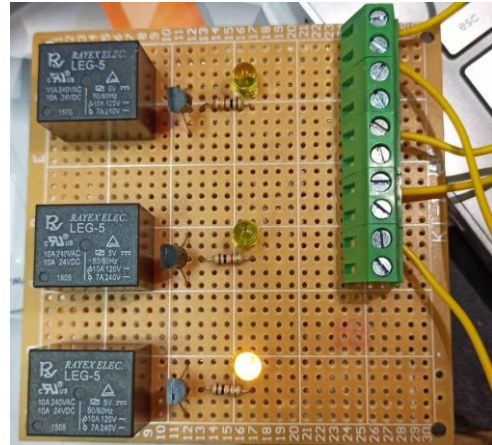
圖九、LCD 液晶顯示器

五、飛輪二極體

飛輪二極體 (freewheeling diode) 或是 snubber 二極體，是一種配合電感性負載使用的二極體，當電感性負載的電流有突然的變化或減少時，電感二端會產生突波電壓，可能會破壞其他元件。配合飛輪二極體時，其電流可以較平緩的變化，避免突波電壓的發生。



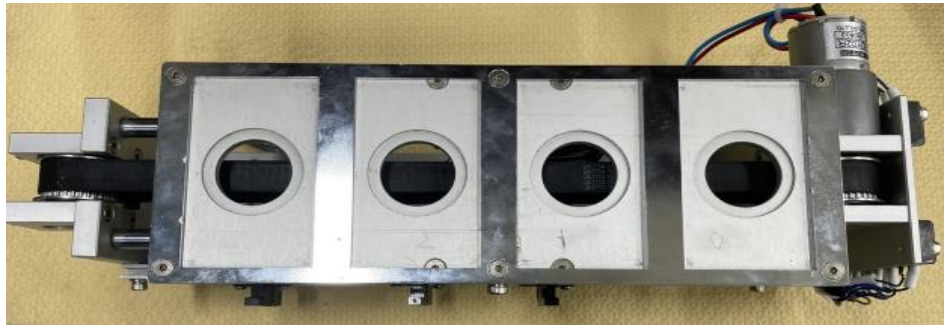
圖十、飛輪二極體設計電路圖



圖十一、實體圖

六、機電整合整列盤

機電整合器具丙檢第五題器具之一，重量判別與整列。使用 24V 永磁馬達，鋁製器具。



圖十二、整列盤

七、光遮斷器(H22A1)

光遮斷器的原理為紅外線發射器發射紅外線，而光電晶體管接收器接收紅外線。當閘道被物體阻斷時，接收器便接收不到紅外線，其輸出的訊號即改變。

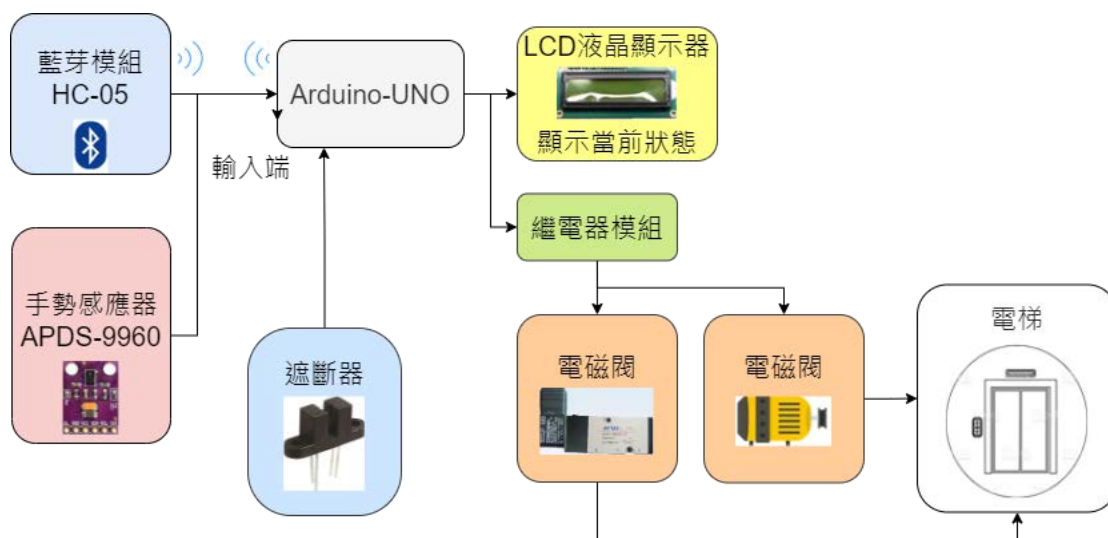


圖十三、光遮斷器

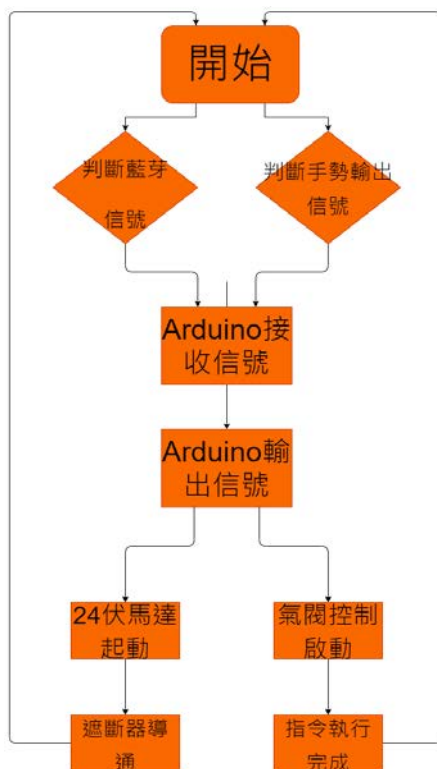
參、研究過程或方法



圖十四、專題製作過程



圖十五、電梯架構圖



圖十六、Arduino 流程圖

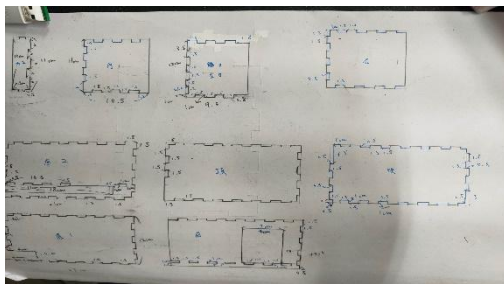
一、訂定專題方向

為了因應疫情，我們決定製作有關防疫方面的研究，經過一段時間的觀察，我們發現每天都會有很多人使用電梯，而目前的電梯都是利用按鈕控制電梯動作，所以在經過民眾的頻繁使用電梯下按鈕會殘留很多的病毒，因此增加病毒的傳播速度。我們想到了使用手勢感應器、手機 APP 來控制電梯，不僅可以減少碰觸的功能，也可以達到更方便的使用電梯的目的。若我們能夠製作出一進電梯門手機就能跳出畫面來控制電梯，那就能方便許多。

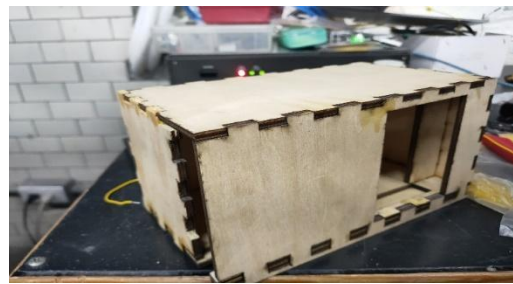
二、外觀設計

(1)、轎箱設計

起初我們的電梯內部是採用 PVC 剪裁而成，但考慮結構的穩定性及外部的美觀和可塑性，我們採用了雷射雕刻的木板製作。首先我們測量轎箱需要的長寬高等數據，接著繪製整體的設計圖，再利用程式繪製並使用雷射雕刻機雕刻木板再組裝。



圖十七、轎箱手繪設計圖



圖十八、成品圖

(2)、電梯主體外觀

我們採用了 PVC 版製作，因為木板太過笨重，所以就不採用。接著剪裁和黏貼把整體做了出來

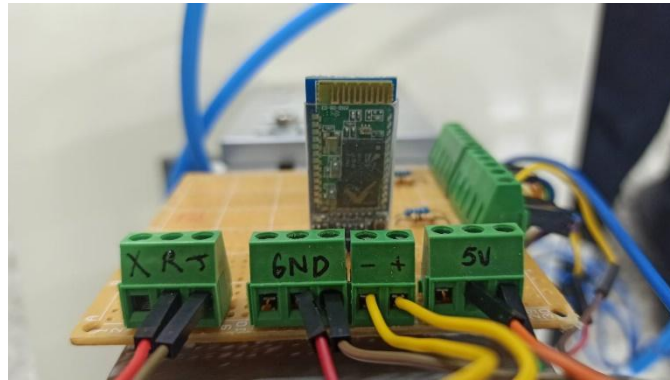


圖十九、整體外觀

三、電路設計

(一)、藍芽模組電路

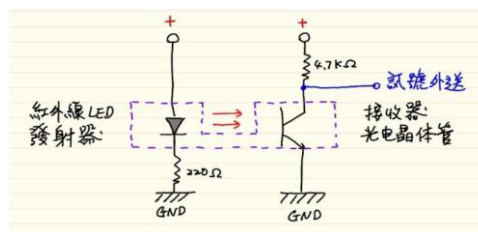
我們利用手機 APP 連結藍芽的方式作為使用者與電梯之間的通訊橋梁，選用 HC-05 藍芽模組，並繪製了一張電路圖，製作了一片藍芽模組的電路板。在藍芽模組電路中，Arduino 輸入 5V 電壓與 GND 給電路板，負責通訊的 Rx 與 Tx 輸出回 Arduino。硬體電路製作完成後，接著將函式庫匯入 Arduino 與編寫程式，達成手機與電梯之間的通訊。最後再與其他元件整合並測試通訊功能，觀察效果是否如預期。



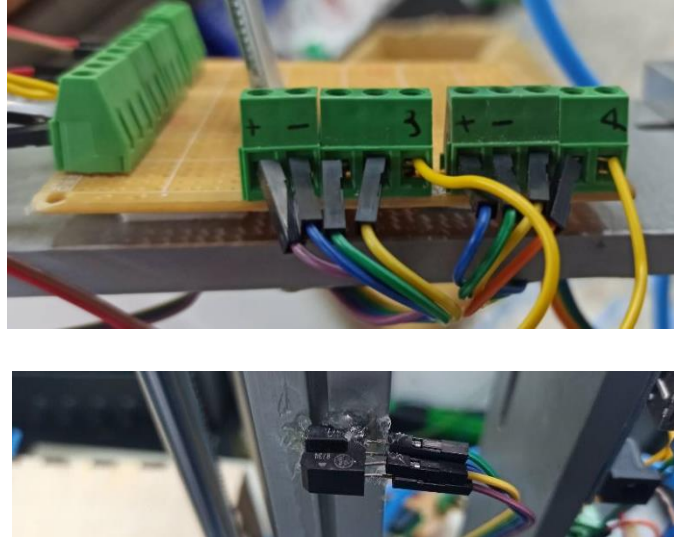
圖二十、藍芽模組電路板

(二)、遮斷器電路

我們使用光遮斷器作為感應器感應電梯所在的樓層，並將遮斷器的電路與藍芽電路模組組合。遮斷器電路中有來自 Arduino 的 5V，與用來判定電梯的狀態的控制接腳並串聯適當的電阻，以判定電梯的狀態。最後是測試，觀察遮斷器的功能是否正常感應並提供電梯的位置給 Arduino。



圖二十一、遮斷器電路



圖二十二、遮斷器電路板

(3)、LCD、APDS 與繼電器模組電路組合

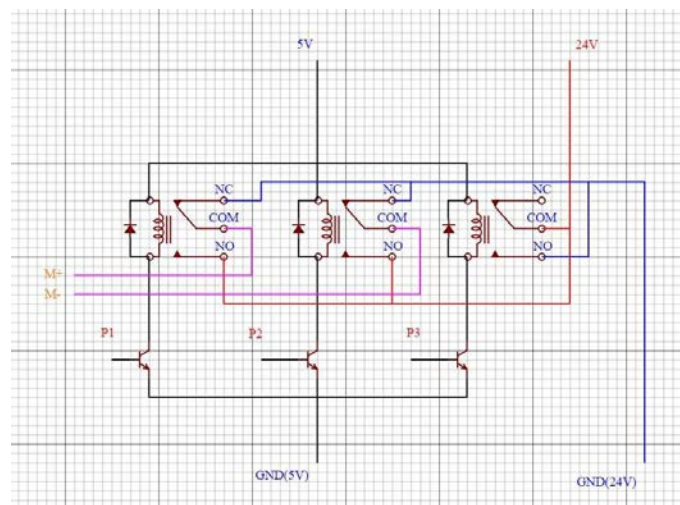
此電路就如同整個電梯的主動脈，我們以 Arduino 為主機，接收 APDS-9960 的訊號，並利用 LCD 顯示當前狀態，輸出控制飛輪繼電器與電磁閥，控制整個電梯。

1. APDS-9960 電路

APDS 使用 I2C 通訊(類比信號)、供電 3.3V 電壓與一條初始化線，我們原本打算使用近接開關作為操作，但為了簡化電梯裡的開關，我們決定採用此動態捕捉器。

2. 繼電器模組

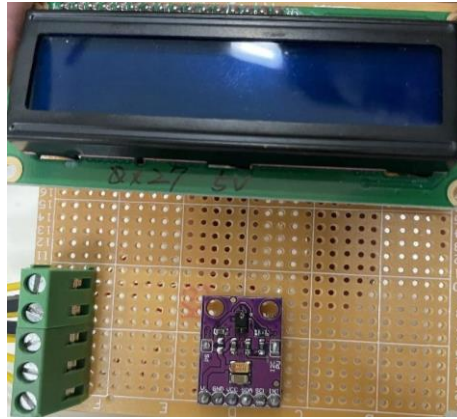
由於 Arduino 的電壓無法正常驅動 24V 的整列盤，而 Arduino 電壓也不夠穩定，所以需要飛輪電路穩壓，而我們採用了三顆繼電器，將開關門做成單動電路，以減少輸出點位的數量。



圖二十、繼電器電路

3. LCD 液晶顯示器：

在製作電梯初期，我們使用 8*8LED 作為顯示器，原因是 LED 更能接近電梯所使用的顯示器，但因 8*8LED 與我們 Arduino 主機不太相容，常導致程式出錯，所以我們便以 LCD 代替，而 LCD 的優點為能夠更清楚的顯示當前狀態。



圖二十一、LCD 與 APDS 電路板

四、軟體製作

1. Arduino 程式編寫

我們先將各部件的程式分開編寫測試，所有部件測試完成後再將程式整合在一起，首先我們先分別編寫藍芽模組、APDS 手勢感應與 8*8LED 程式，但在程式整合時發現了由於 8*8LED 不太穩定的關係會導致程式出錯，所以我們之後改以 LCD 液晶螢幕作為顯示器，最後再將繼電器、馬達與氣閥程式整合在一起。

```
COM4
19:07:19.573 -> Server開始傳送訊息
19:07:19.619 -> Bluetooth available
19:07:19.619 -> 14CORE | GESTURE TEST W/D APDS-9960
19:07:19.666 -> APDS-9960 initialization complete
19:07:19.713 -> Gesture sensor is now running
19:07:33.607 -> 342RIGHT
19:07:56.263 -> DOWN
19:08:21.930 -> LEFT
19:08:23.944 -> RIGHT
```

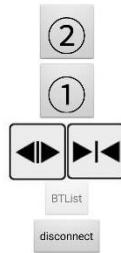
圖二十二、藍芽監控畫面

```
COM4
19:09:56.791 -> Server開始傳送訊息
19:09:56.838 -> Bluetooth available
19:09:56.838 -> 14CORE | GESTURE TEST W/D APDS-9960
19:09:56.886 -> APDS-9960 initialization complete
19:09:56.932 -> Gesture sensor is now running
19:10:03.028 -> 342
```

圖二十三、手勢感應器監控畫面

2. APP 製作

我們利用 MIT APP Inventor 製作操控電梯的 APP，在介面設計上模擬了真實電梯按鈕的樣子，在連接上利用了藍芽與 Arduino 進行傳輸，當點擊按鈕時手機會傳送指令給藍芽，再經由 Arduino 判斷並控制開關門與上下樓。



圖二十二、 APP 畫面

肆、討論

在製作的過程中，往往會遇到許多的問題，例如：馬達問題、顯示問題、手勢感應器無法正常作動以及繼電器延遲問題，都令製作過程變得相當的棘手。但經過我們的努力下，將其一一解決。

像原本我們的顯示器打算用 8*8LED 來顯示，但它有時會突然重啟，造成顯示不規則運作，所以之後我們用 lcd 液晶顯示器來取代，而我們遇到最麻煩的問題是繼電器底下的電路，我們用的線太細，導致電流太小無法激磁，講起來看似簡單，但我們在找尋問題提的過程中花了很多時間。

過程雖艱難，但與同伴們共同解決問題的過程，也讓我們學到了團隊工作上的精神，也從中學到了許多技術，也培養一種工作的默契。

伍、結論

我們這次製作的防疫電梯是希望能夠減少電梯按鈕上的病毒，降低病毒在電梯裡傳播的風險，達到降低傳染率的目的。

在此次研究過程中，我們學會了 Arduino 的程式設計與應用，再與課程中所學的電子電路知識作結合。一開始，我們不知從何處下手，經過老師從旁協助、輔導，我們逐漸有了概念，老師也慢慢放手，將實驗的主軸交給我們。我們慢慢的拼湊，從無到有將想法實踐，嘗試著做出心中所想的實體。雖然屢屢失敗，卻在失敗中找出所需的答案，最後，終於做出我們要的成品。而成品固然是重點，但此經驗更為重要，從失敗中學習，從實驗中成長，這種寶貴的經驗，是沒有人能拿走的寶貴資產。

陸、參考資料及其他

【單篇文章】

尼克的 robot (2018 年 12 月 31 日)。實做 arduino lcd 液晶螢幕顯示。取自 <https://kenny2019.pixnet.net/blog/post/269715976-%5B%E5%B0%BC%E5%85%8B%E5%85%88%E7%94%9F%5D%E5%AF%A6%E5%81%9Aarduino-lcd%E6%B6%B2%E6%99%B6%E8%9E%A2%E5%B9%95%E9%A1%AF%E7%A4%BA-%28i2c%29>

【單篇文章】

Cubie (2014 年 11 月 04 日)。HC-05 與 HC-06 藍芽模組補充說明(三)：使用 Arduino 設定 AT 設定。取自 <https://swf.com.tw/?p=712>

【單篇文章】

Ray 的 Arduino 教學(2019 年 11 月 20 日)。光遮斷器。取自 <https://sites.google.com/view/rayarduino/%E5%85%89%E9%81%AE%E6%96%B7%E5%99%A8>

【單篇文章】

Shawn Hymel (2014, November 07), APDS-9960 RGB and Sensor Hookup Guide, from [APDS-9960 RGB and Gesture Sensor Hookup Guide - learn.sparkfun.com](http://learn.sparkfun.com)

【評語】 052306

1. 作品應用於電梯內的防疫，其功能包含手勢感應器(APDS)及手機 APP 控制，以減少接觸電梯按鈕時的病毒傳播。從疫情中的生活困擾為出發，結合所學提出解決想法，並加以實作，值得鼓勵。
2. 在原本的按鈕之外，手勢為一個和電梯溝通的媒介，但也需要考慮如何在正常電梯環境中使用。如裡面很擠時，哪一個位置是手勢待命區，讓系統可以準備啟動偵測機制？同時每個人的身高手勢動作等可能不同，是否具有穩定的判別機制？
3. 依研究結果 0.5cm 準確值最高，1 cm 仍有 81%準確性，由於系統是紅外線感測，是否會有干擾的問題，如身體太接觸樓層感測裝置，或擬感測某一樓層但同時感測到鄰近樓層。

作品簡報

組別：高級中等學校組

科別：工程學科(一)

作品名稱：

無接觸式防疫電梯

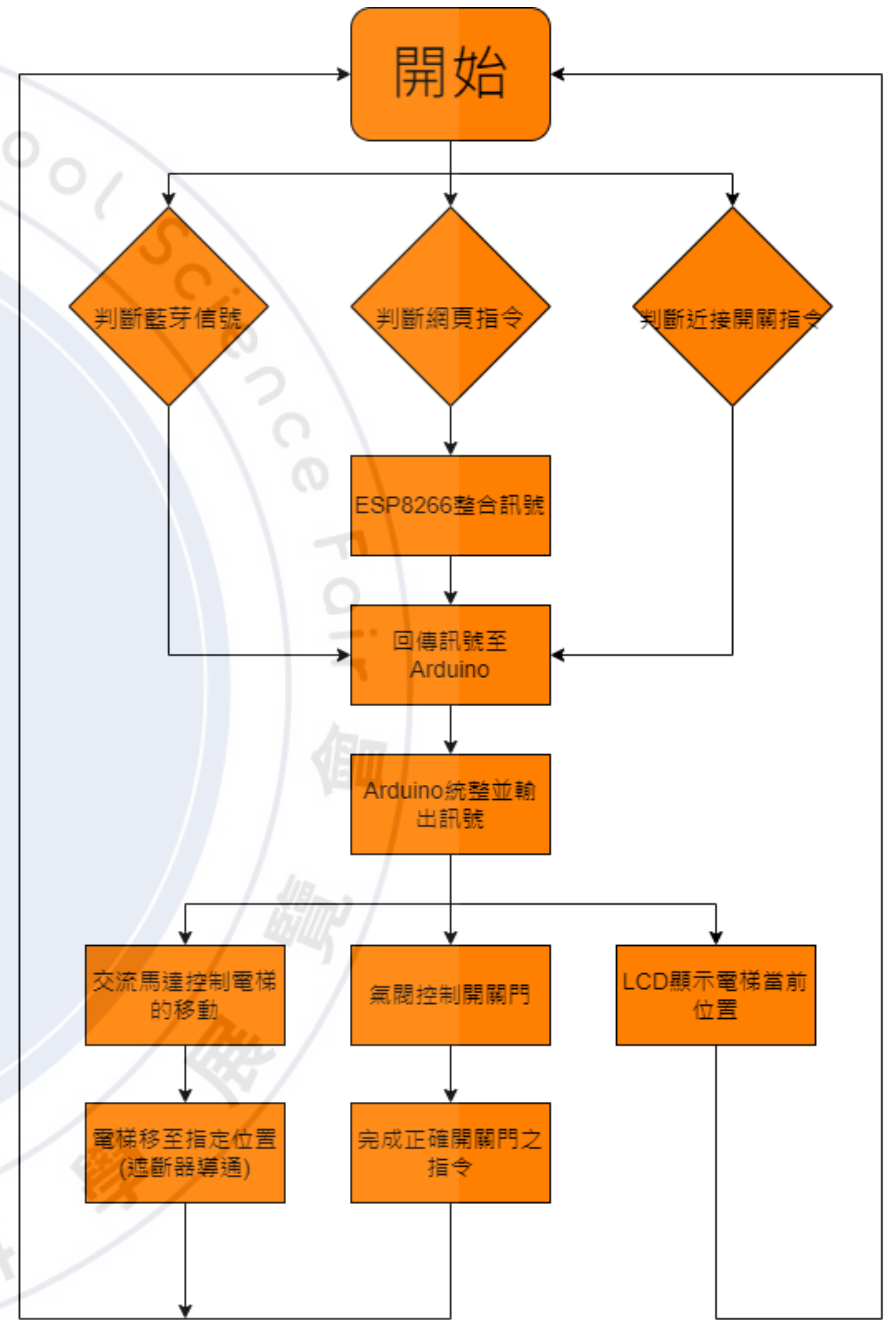
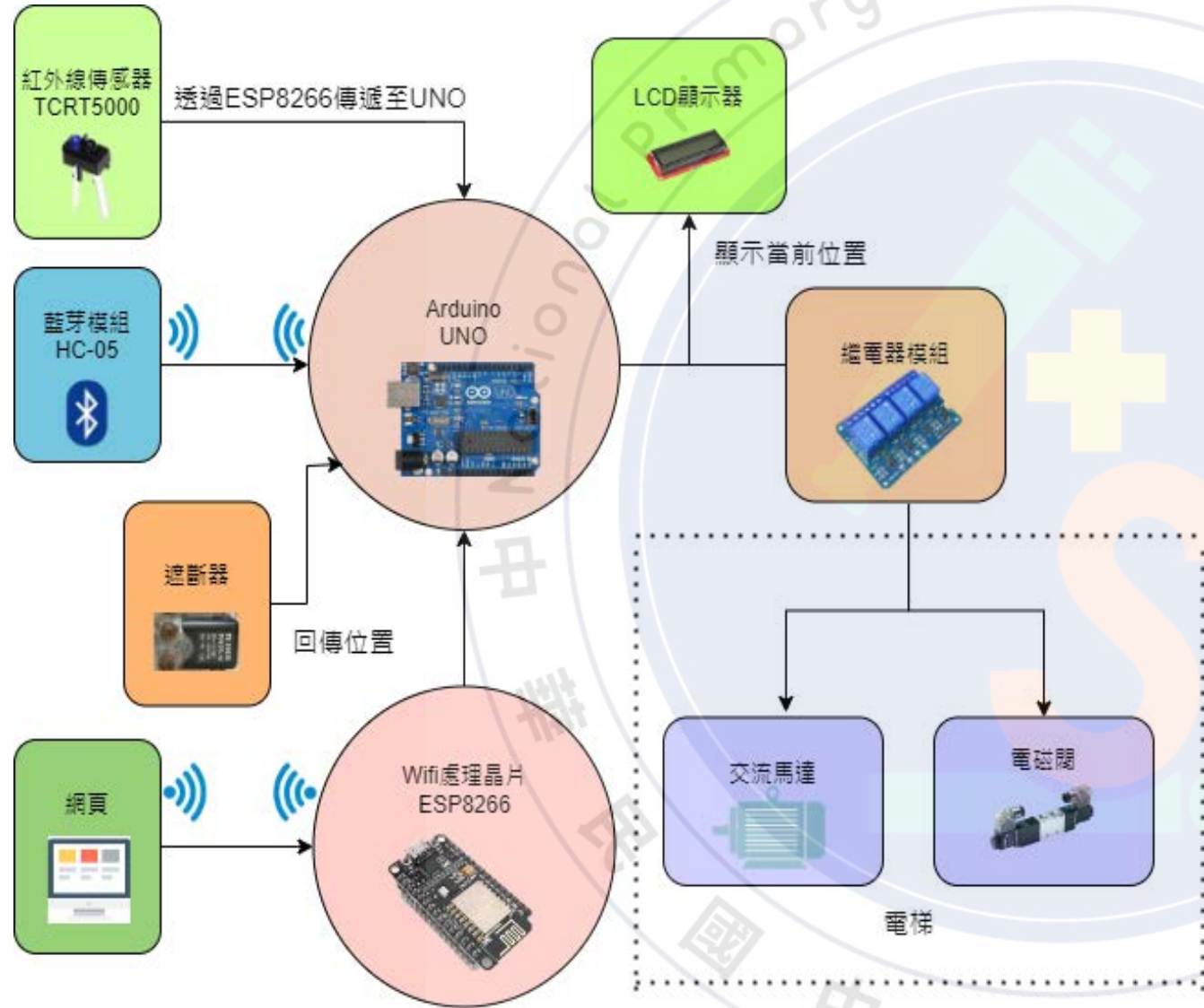
研究動機

疫情的影響，民眾對搭乘公共設施的意願大幅下降，為了減少按鈕上的病毒，我們將電梯以無接觸式觸發紅外線傳感開關以及手機APP連結藍芽的方式，又或著是透過網頁的方式，以遠端控制電梯的方式，減少民眾碰觸按鈕的頻率，使民眾在使用電梯時能安心使用，進而達成防疫進一份心的初衷。

研究目的

為了減少人與人之間的接觸以降低病毒傳播速度，進而達成防疫盡一份努力的目的。電梯中的觸控面板，有非常多人觸碰，而面板上面可想而知一定有數以萬計的細菌與病毒，而且在疫情這麼緊張的時期，更是讓搭乘電梯的人，內心變得更加的恐慌、害怕，所以我們結合這三年的專業知識與實習精神，想為急速升溫的疫情盡一份心力，所以我們研發出了無接觸式防疫電梯，它不僅可以做到零觸碰控制電梯的目的，也可以讓使用者安心地搭乘電梯，不僅僅只是一般的電梯。

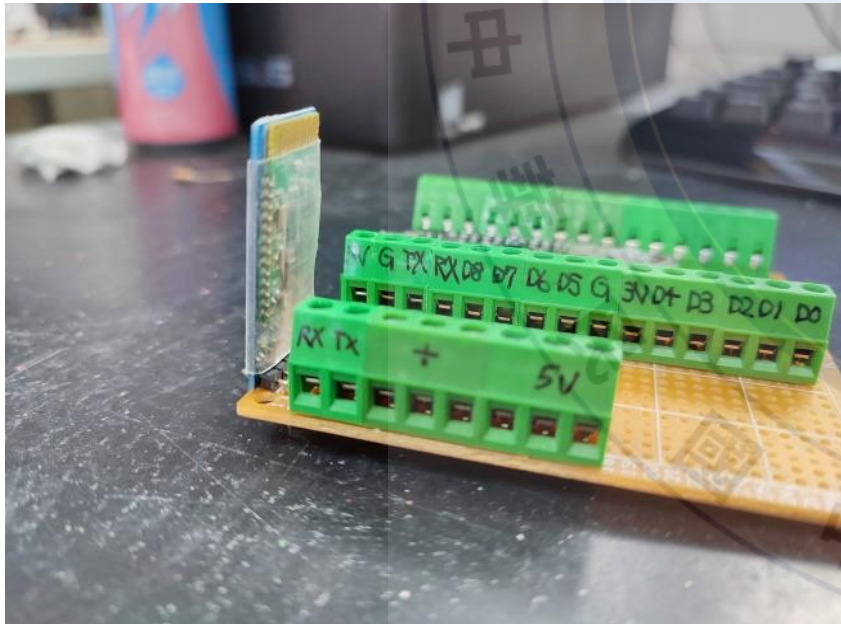
研究方法 - 架構



研究方法 - 電路設計

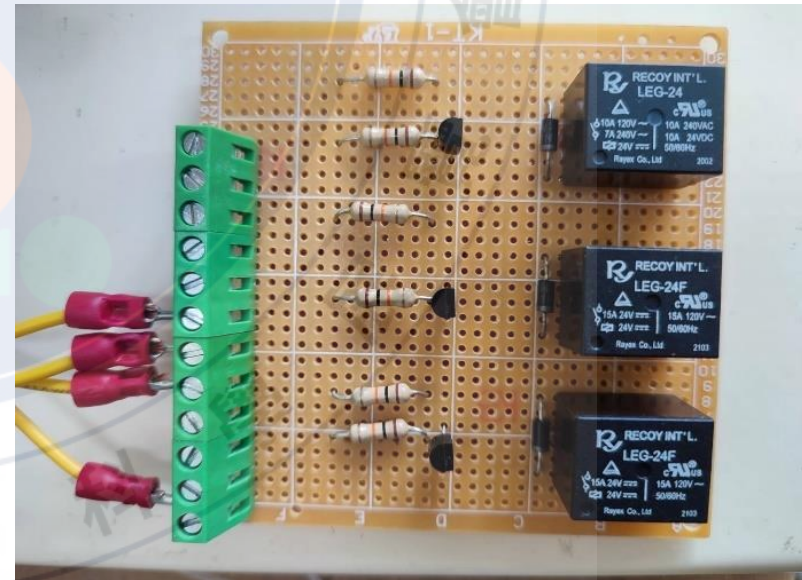
藍芽模組電路

我們利用手機APP連結HC-05藍芽來做為控制電梯的方式，並製作了一片藍芽模組的電路板。在藍芽模組電路中，Arduino輸入5V電壓與GND給電路板，負責通訊的Rx與Tx輸出回Arduino。硬體電路製作完成後，接著將函式庫匯入Arduino與編寫程式，達成手機與電梯之間的通訊。



遮斷器電路

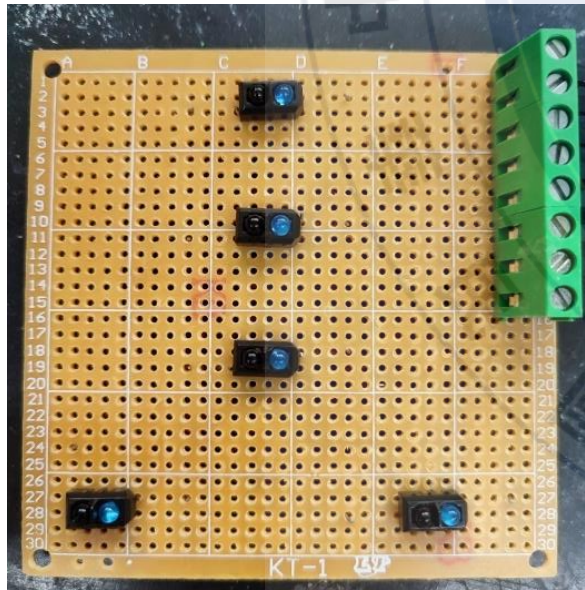
我們使用位於龍門搬運模組中的24V遮斷器來感應電梯所在的樓層，由於遮斷器傳輸訊號的電壓是來自電源供應器的24V，致使Arduino無法接受如此龐大的電壓，因此我們設計繼電器電路以克服電壓不符的障礙，主要由遮斷器導通時的24V控制繼電器，Arduino作為輸出端連接COM點以及常開點，分別連接感應角以及5V，當遮斷器之24V導通時，繼電器也會導通，使Arduino感應角會感應到本身提供的5V，進而可讓Arduino得知遮斷器傳遞的訊息。



研究方法 - 電路設計

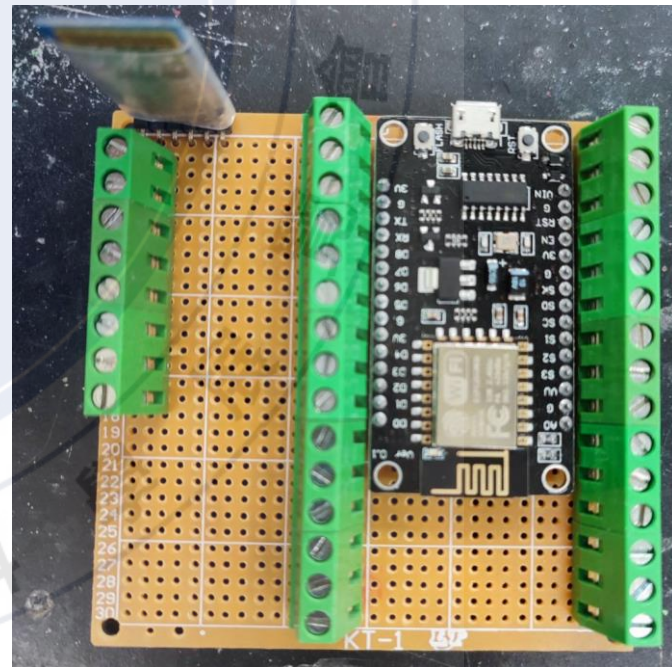
紅外線傳感電路(TCRT-5000)

我們使用TCRT5000這款紅外線傳感器結合電阻，做成一片非觸控式開關電路，總共使用5顆TCRT5000作為開關，功能是當靠近對應之開關時，能夠執行相對應的功能，分別為一、二、三樓以及開關門。在一開始做好電路時使用Arduino UNO版測試功能是正確的，但是將電路接於ESP8266上時卻造成了功能的錯誤，最後是調整了一開始設定的腳位，才使得讓紅外線傳感電路的功能正常。



WiFi晶片處理器(ESP8266)

我們利用ESP8266這塊WiFi晶片處理器撰寫了網頁，主要作為一種控制方式，進而達成本專題主旨“無控制”，除此之外ESP8266有部分接腳為紅外線傳感電路的輸入接腳，會這麼做的原因主要是因為Arduino UNO版的接腳並不够紅外線傳感電路使用，所以我們將接腳移到了ESP8266上，再讓ESP8266整理訊號之後將訊號透過WiFi傳遞至Arduino UNO版。

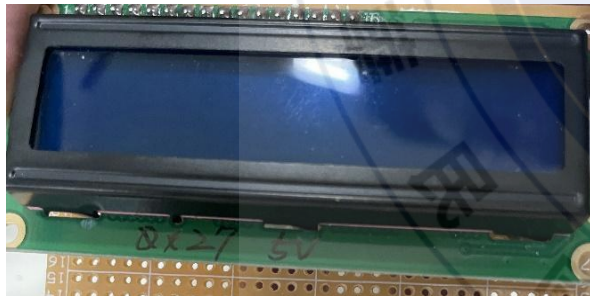


研究方法 - 電路設計

其他電路組合

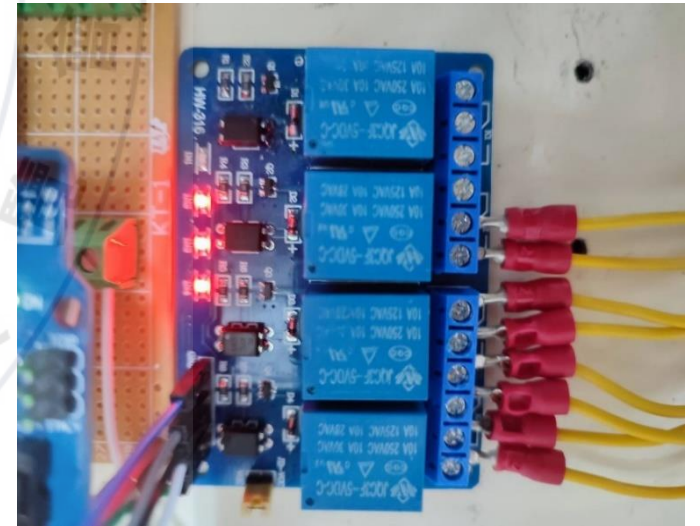
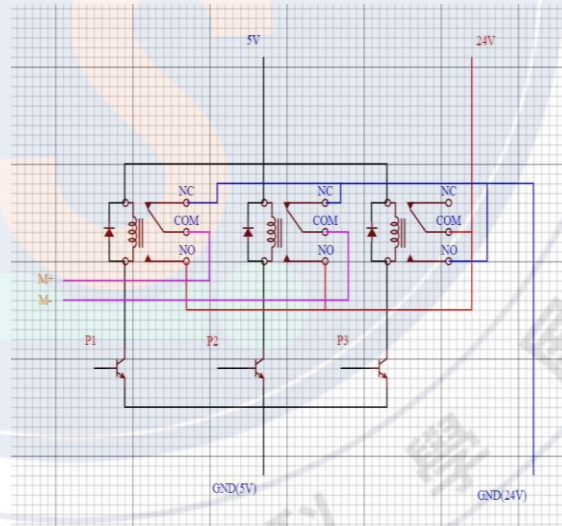
LCD顯示器

主要用於顯示當前電梯所在樓層，以及電梯的移動狀態。在製作電梯初期，我們使用8*8LED作為顯示器，原因是LED更能接近電梯所使用的顯示器，但因8*8LED與我們Arduino主機不太相容，常導致程式出錯，所以我們便以LCD代替，而LCD的優點為能夠更清楚的顯示當前狀態。



繼電器模組

由於龍門搬運模組的馬達電源為交流型式，且氣閥開關為24V直流所控制，故無法使用Arduino提供的5V直接控制上述這兩項，因此我們使用了共3顆繼電器，總共1塊繼電器模組，控制氣閥開關和馬達正轉反轉。

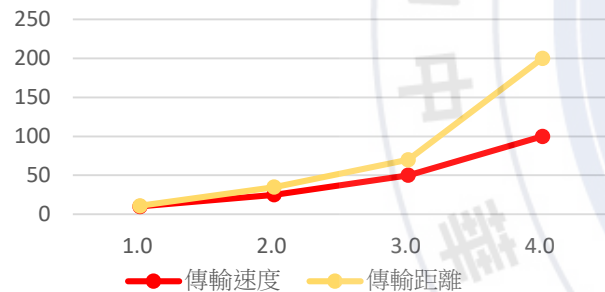


研究方法 - 實驗數據

通訊方式實驗與比較

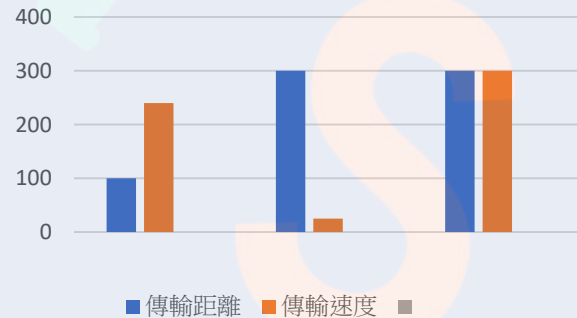
經過實驗藍芽與Wifi與Zigbee的整體通訊，我們決定用藍芽作為我們的通訊方式，因為藍芽相較於其他兩者，相較於省電，且整合性較佳。紅外線感測器我們測出當感測部位於0.5cm時準確值最為精準，且成功率為所有量測距離中最高。

藍芽世代比較



版本	傳輸距離	傳輸速度
1.0	10M	1Mbps
2.0	20M-50M	10Mbps
3.0	100M	20Mbps
4.0	100M以上	1Mbps

藍芽與Wifi與Zigbee之比較



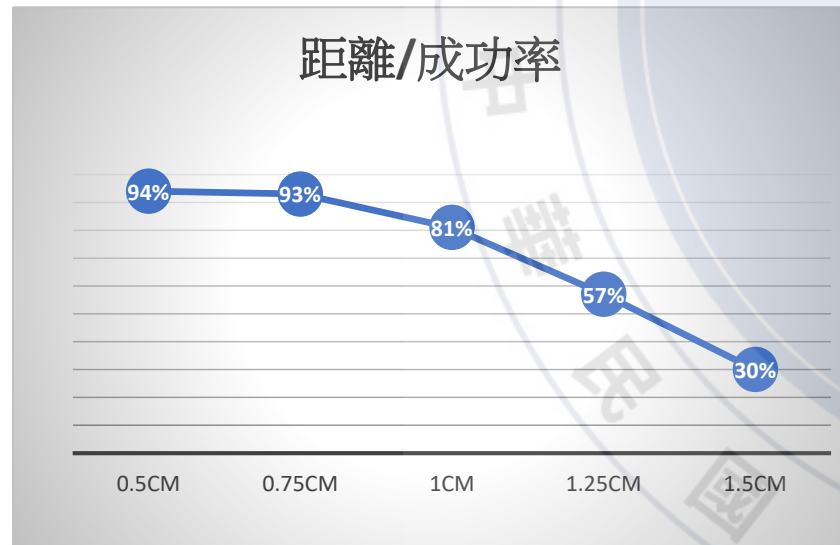
	Bluetooth	Zigbee	Wifi
傳輸距離	10-100M	50-300M	100-300M
傳輸速率	24Mbps	250Kbps	300Mbps
省電性	佳	極佳	弱
整合性	佳	較差	極佳

研究方法 - 實驗數據

紅外線傳感器感測器距離實驗

經由多次實驗後，我們發現紅外線傳感器TCRT5000的感測距離與成功率成反比，當距離越遠，紅外線傳感器的成功率就越低，所以我們測出當感測部位於0.5cm時準確值最為精準，且成功率為所有量測距離中最高，另外，感測器本身品質好壞也有可能影響實驗結果，所以我們只使用一顆感測器實驗，以讓實驗數據精準。

紅外線傳感器TCRT5000傳感實驗曲線圖



紅外線傳感器TCRT5000傳感實驗表格

距離	準確值
0.5cm	94%
0.75cm	93%
1cm	81%
1.25cm	57%
1.5cm	30%



“謝謝聆聽與觀賞”