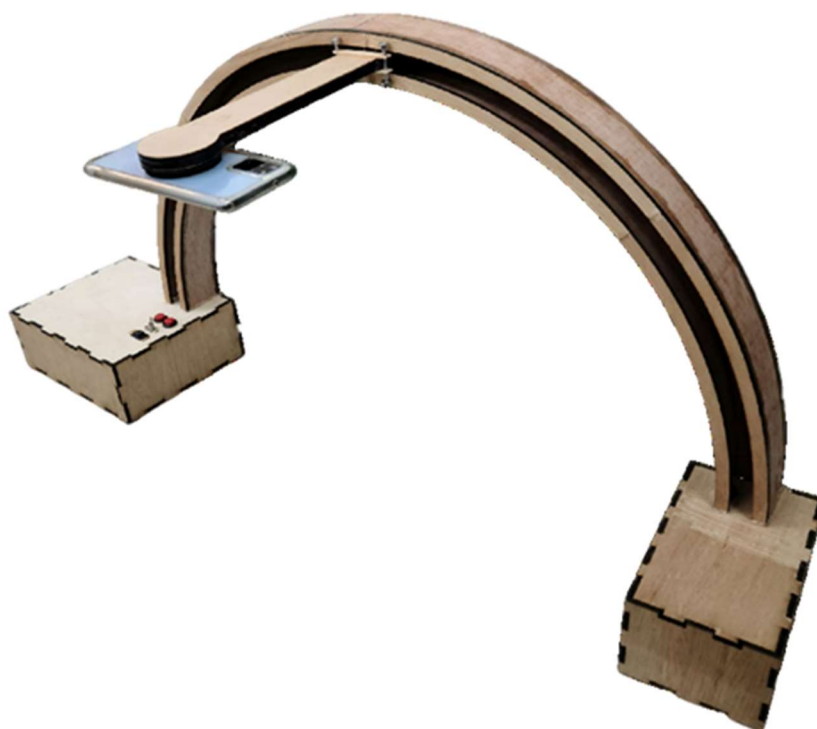


臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽

「專題組」作品說明書封面



群別：電機與電子群

作品名稱：怎麼看，都好看

關鍵詞：自動追隨臉部、無線充電、單晶片

## 目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	2
一、硬體製作.....	2
二、電路雕刻.....	2
三、程式撰寫.....	3
四、成品外觀.....	3
肆、研究方法.....	4
一、研究流程.....	4
(一)、研究步驟.....	4
(二)、操作步驟.....	5
二、使用材料及工具.....	8
(一)、零件介紹.....	8
(二)、軟體介紹.....	12
(三)、機構原理.....	14
伍、研究結果.....	14
一、硬體結構.....	15
(一)、軌道部分.....	15
(二)、移動部件.....	15
(三)、箱體機構.....	15
二、成果展示.....	16
(一)、追蹤模式.....	15
(二)、固定模式.....	15
(三)、睡眠複歸.....	15
(四)、手動模式.....	15
陸、討論.....	20
一、鏡頭選擇.....	20
二、馬達選擇.....	20
三、無線充電.....	20
四、背景運行.....	20
柒、結論.....	21
捌、參考資料及其他.....	22

## 表目錄

表 1 60GA775 直流減速馬達規格.....	8
表 2 Mega2560 單晶片規格.....	8
表 3 FJ-SW2402500 直流電源供應器規格 .....	9
表 4 WS2812 無線充電發射裝置規格.....	9
表 5 HC-05 藍芽模塊規格.....	10
表 6 LM2596S DC-DC 降壓模塊規格.....	10
表 7 SS-5GL 極限開關規格.....	10
表 8 L298N 馬達驅動模塊規格 .....	11
表 9 直流電源接頭轉接模塊規格.....	11

## 圖目錄

圖 1 機構盒子繪製繪製.....	2
圖 2 RDworksV8 繪製 .....	2
圖 3 Arduino IDE 控制程式設計.....	2
圖 4 APP 操作介面.....	2
圖 5 電路板成品.....	3
圖 6 手機架成品.....	3
圖 7 固定位置示意圖.....	4
圖 8 手動控制按鈕.....	4
圖 9 時間分配圖.....	4
圖 10 APP 控制流程.....	5
圖 11 Arduino 動作流程圖 .....	6
圖 12 睡眠模式流程圖.....	7
圖 13 60GA775 直流減速馬達.....	8
圖 14 Mega2560 單晶片.....	8
圖 15 直流電源供應器.....	9
圖 16 無線充電發射模組.....	9
圖 17 環形磁鐵.....	9
圖 18 HC-05 藍芽模塊.....	10
圖 19 DC-DC 降壓模塊 .....	10
圖 20 極限開關.....	10
圖 21 L298N 馬達驅動模塊 .....	11
圖 22 直流電源接頭轉接模塊.....	11
圖 23 Arduino Logo .....	12
圖 24 Arduino IDE 程式編寫環境.....	12
圖 25 Autodesk Inventor 3D Logo.....	12
圖 26 3D 模型製作 .....	12
圖 27 Altium Designer .....	13
圖 28 電路板佈線圖 .....	13
圖 29 App Inventor logo .....	13
圖 30 App Inverter 編輯環境 .....	13
圖 31 附捲線軸馬達.....	14
圖 32 馬達實體圖 .....	14
圖 33 軌道剖面圖.....	15
圖 34 軌道整體圖.....	15
圖 35 移動部件.....	15
圖 36 移動部件尾端.....	15

圖 37 右側箱體透視圖.....	16
圖 38 左側箱體透視圖.....	16
圖 39 追隨模式正下方示意圖.....	17
圖 40 追隨模式頭轉左側示意圖.....	17
圖 41 追隨模式頭轉右側示意圖.....	18
圖 42 固定模式示意圖.....	18
圖 43 睡眠模式示意圖.....	19
圖 44 手動模式示意圖.....	19
圖 45 多工運行示意圖.....	20

# 【怎麼看，都好看】

## 壹、摘要

為了讓使用者能更方便且安全地在床上使用手機，防止手機砸臉或掉入床縫，本專題設計出一款可以自動追隨臉部移動來調整角度的手機架，利用磁吸的方式固定手機。我們設計了 APP 操作軟體及實體按鈕來進行控制。此外，手機架內部加上了無線充電功能，軟體增設了睡眠模式，讓使用者可以在睡前使手機架復歸至初始位置。

手機架的移動主要利用機構兩旁的直流減速馬達，在馬達轉軸上裝設捲線軸，把線固定在捲線軸及移動部件上後，利用馬達正反轉來控制手機架的移動。在控制端，採用兩種方式來操作，一是 APP 軟體操作模式的切換，當操作在追隨模式下，會經由手機前置鏡頭進行臉部辨識，並透過 HC-05 藍牙模塊傳輸數值到 Arduino Mega2560 單晶片，驅始馬達運轉，讓手機自動跟隨臉部做移動。當操作在固定模式下，手機會隨著使用者自行設定角度保持在當前位置。二是利用實體開關按鈕進行控制，一樣具備切換手自動模式以及左右移動功能，可移動至使用者理想的角度。

## 貳、研究動機

在人手一機的年代裡，大多數人都有躺在床上滑手機的習慣，而在床上看手機就不免會出現因手滑，導致手機砸在臉上的風險。有些人為了避免這種情況，就會把手機立於床邊，也可能讓手機掉進床縫間。此外，躺在床上的使用者必須遷就手機位置來調整身體，亦是左右交換側躺，造成身體不適。因此我們想設計出一個裝置，來避免以上遇到的窘境。

為了改善這種情況，我們設計了一個裝置，用「環形磁鐵」將手機固定在移動部件上，讓手機不再因為手滑而打在臉上，也不會有因把手機立在床邊而導致手機掉入床縫的問題，並使用手機鏡頭進行「臉部追蹤」自動控制手機隨著臉部做移動，並透過程式設計，使手機 APP 可在自動模式下切換「固定模式」使手機定在當前角度，按下「追蹤模式」讓人臉追蹤恢復運作。以機構上的切換開關讓手機位置的控制權改由機構上的按鈕來控制，要離開床或是要休息的時候用手機 APP 調整到「睡眠模式」，待手機位置到右側臨界點後便可關閉電源。

## 參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

### 一、硬體製作

我們在高二可程式控制實習課中，學習到雷射切割機的操作方式，利用網頁生成盒子產生器，如圖 1，再配合 RDworks 雷射切割機軟體，如圖 2，切割出 5mm 木板的控制箱及元件箱體，另外，切割出彎曲 3mm 木板的軌道主體。

### 二、程式撰寫

在高二居家智慧監控實習課時，我們學習到利用 Arduino UNO 板的單晶片核心來進行輸入及出入的控制。因此我們使用 Arduino IDE 架構，如圖 3 來完成此次專題的控制程式，為了擴充多組輸出入單元，採用 Mega2560 作為主要的控制核心；此外，我們還使用 APP inventor 編寫臉部追蹤程式，如圖 4，再以 HC-05 作為硬體間溝通橋樑，串聯起 APP、控制板及硬體端的通訊，達到 APP 臉部追蹤的控制。

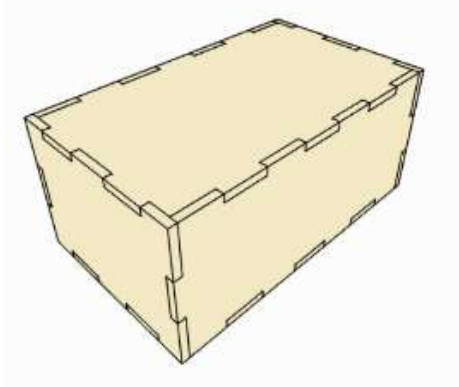


圖 1 機構盒子繪製

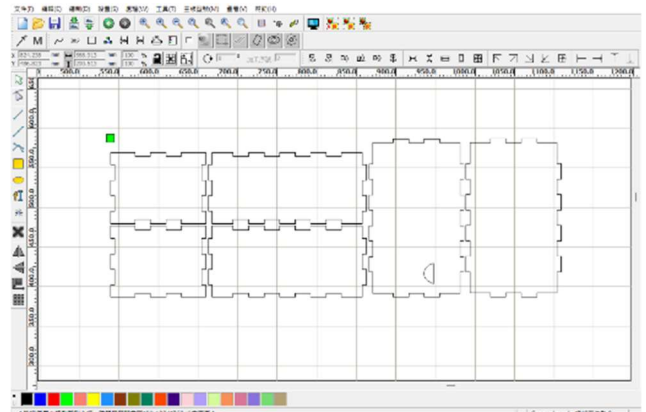


圖 2 RDworksV8 繪製



圖 3 Arduino IDE 控制程式設計



圖 4 APP 操作介面

### 三、電路雕刻

在高二電子學實習課所學到的 Altium Designer 電路板設計軟體，如圖 5，透過元件的配置及佈線來實現電路板輸出，以代替較不穩定的麵包板插件方式，利用自動換刀電路雕刻機將銅箔進行鑽孔，銲點及線路切割，完成電路板製作如圖 5。

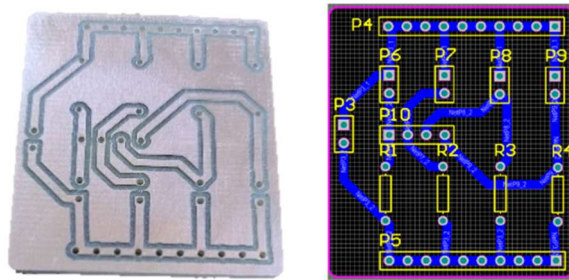


圖 5 電路板成品

### 四、成品外觀

成品外觀，如圖 6，本次設計的手機架主要是使用木材製作而成，裝置會固定在床頭處的牆壁上如圖 7，可以透過 APP 進行自動人臉追蹤，抑或是利用機構上的實體開關按鈕手動作控制，如圖 8。

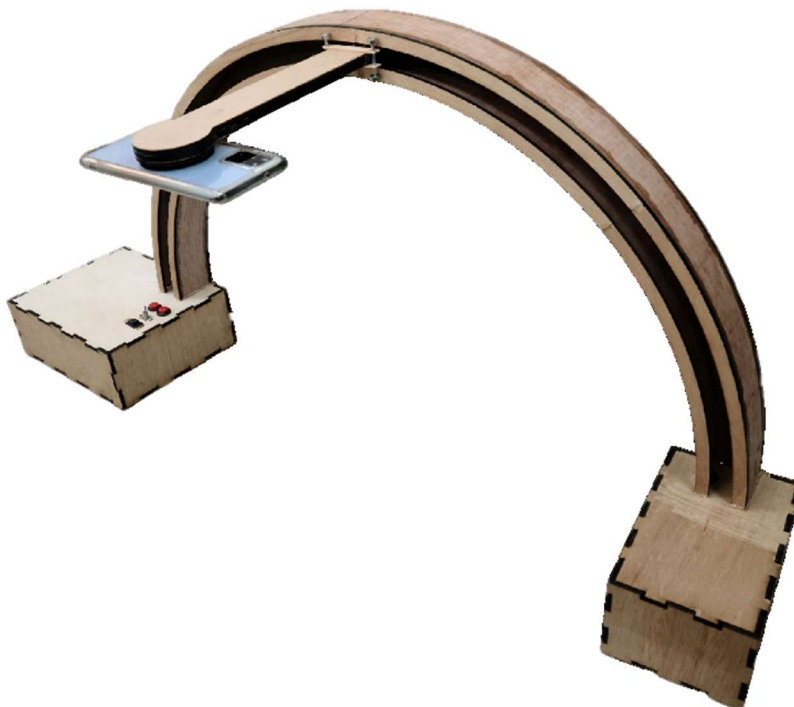


圖 6 手機架成品



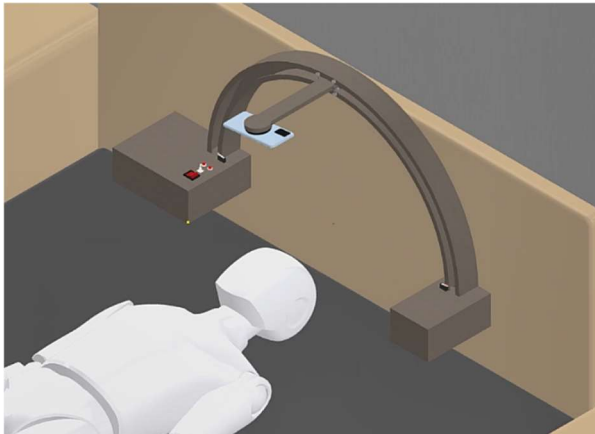


圖 7 固定位置示意圖

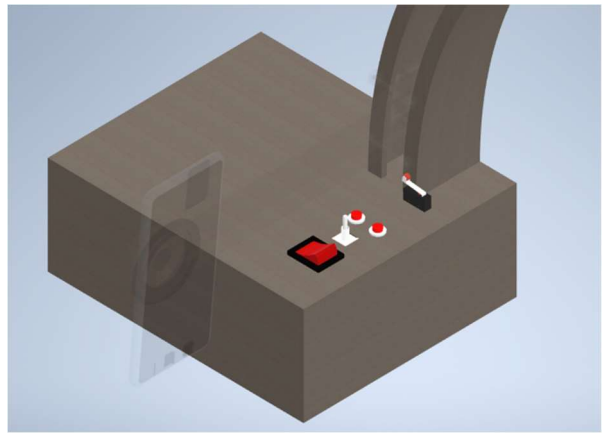


圖 8 手動控制按鈕

## 肆、研究方法

### 一、研究流程

#### (一)、研究步驟

主題確定後，我們分成了程式組與機構組，一邊研究所需程式，一邊設計外觀與機構。在基本動作程式完成後，我們又加入了一些功能。到了十月中，終於做出了機構初版，途中遇到了不少問題，經過不斷的搜尋資料與諮詢老師後，在十二月初確定最終版本，開始整合系統。最後在一月完成作品，如圖 9。

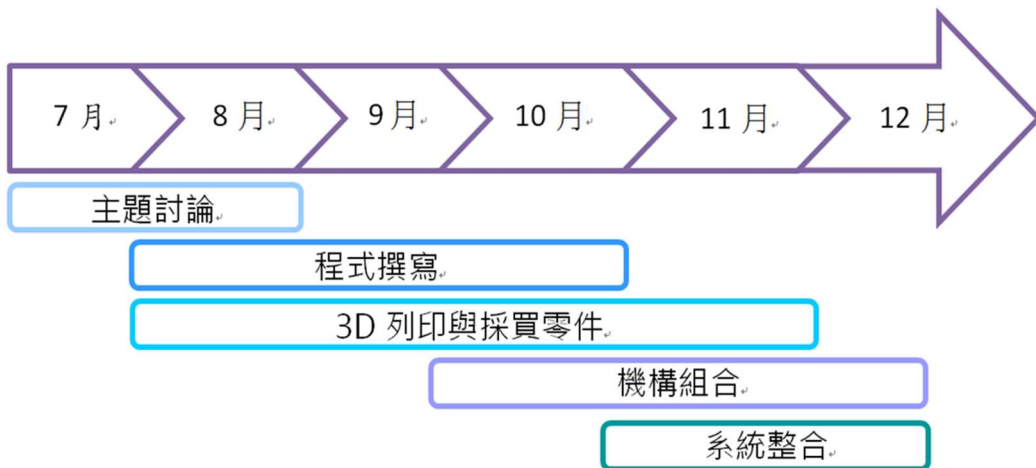


圖 9 時間分配圖

## (二)、操作步驟

### 1、APP 控制流程

開啟 APP 切換模式，在固定模式下，手機固定不移動；在追隨模式下，APP 會判斷臉部位置，並且將手機移動至對應位置，到達後停止不動，如圖 10。

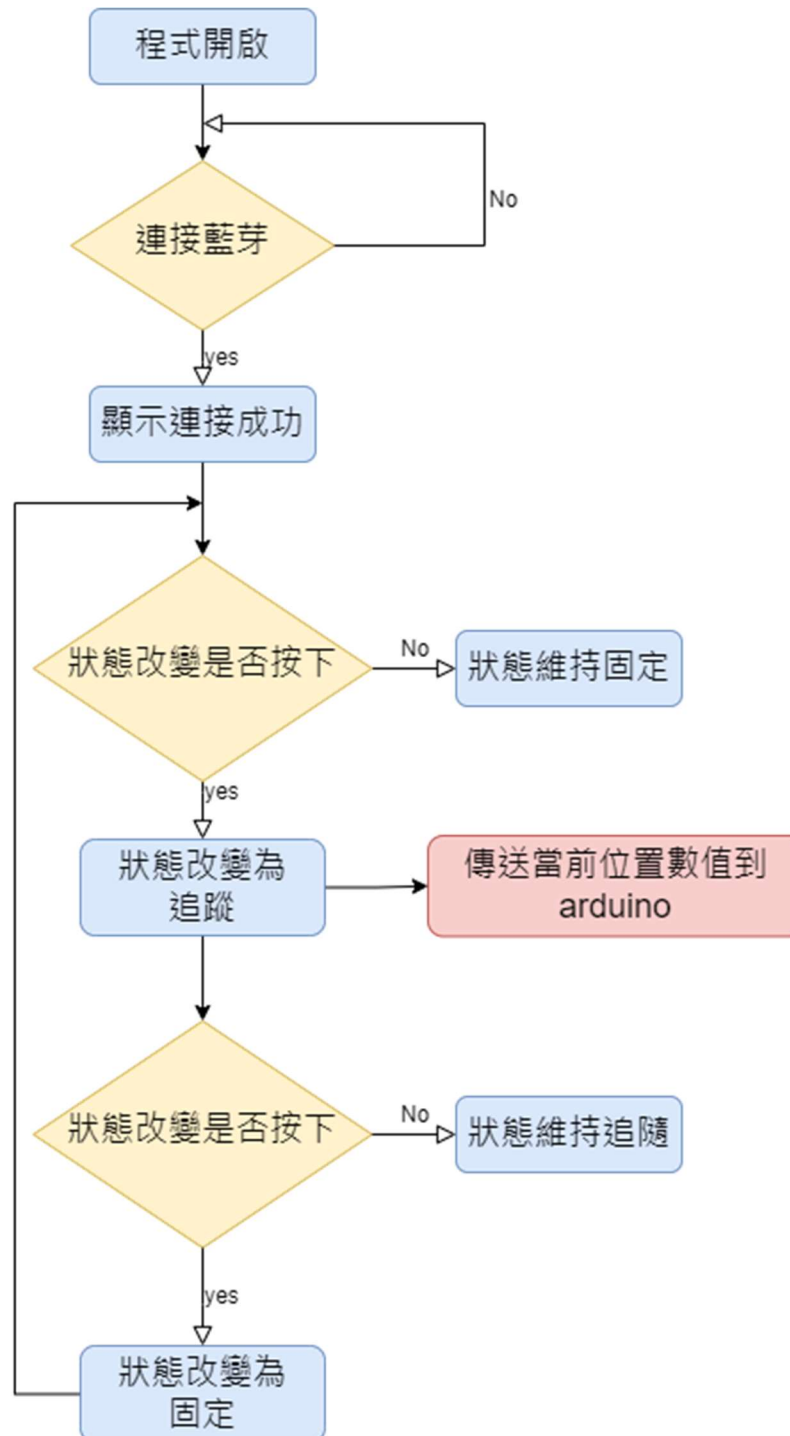


圖 10 APP 控制流程

## 2、Arduino 控制流程

### (1)Arduino 動作原理

Arduino 會同時判斷藍芽接收到 APP 的數值以及裝置上實體開關的狀態，來控制馬達的轉動方向以及運轉與否，詳細動作，如圖 11。

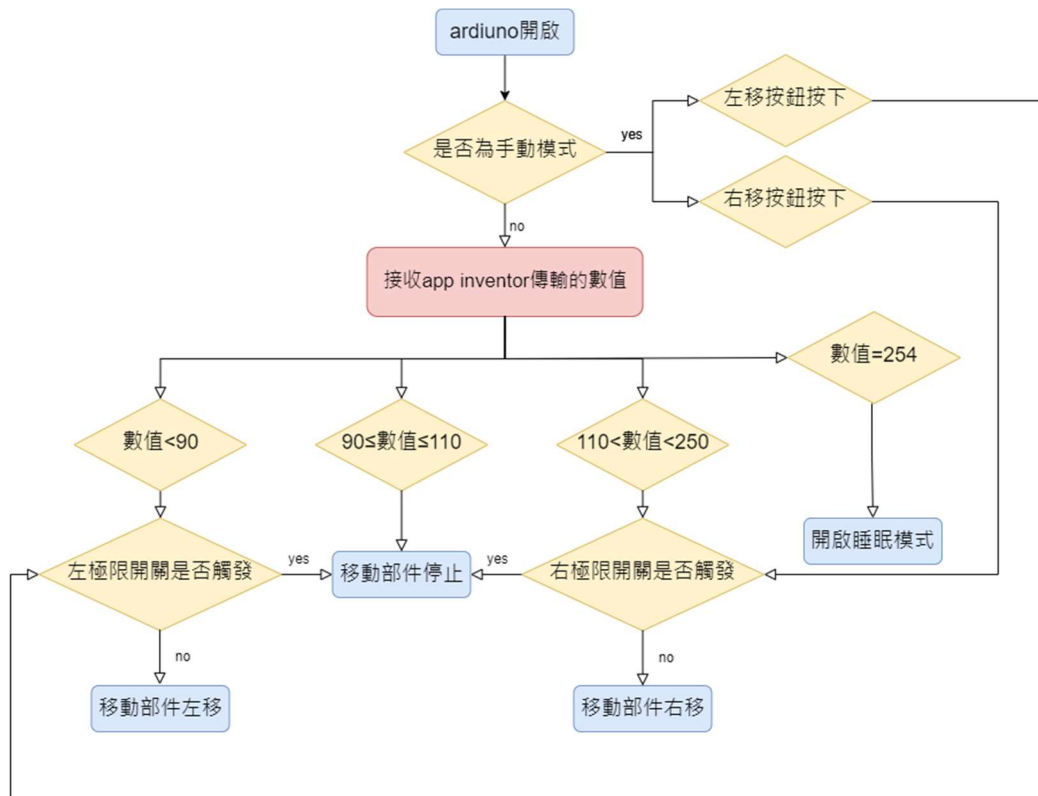


圖 11 Arduino 動作流程圖

### (2)手動模式

當裝置上的搖頭開關為手動模式時，Arduino 會拒收藍芽傳來的數值，只接收裝置上兩顆紅色按鈕的狀態，當按下左移按鈕時，手機架會往左移動，若手機架觸發到左邊的極限開關時，手機架會停止移動，右移按鈕則相反。

### (3)自動模式

當裝置上的搖頭開關為自動模式時，Arduino 會接收 APP 傳來的數值來控制馬達，當接收到的數值小於 90 時，手機架會向左移動，而當數值為 110 到 250 之間，手機架會向右移動，若當手機架觸發極限開關或是數值為 90 到 110 之間，手機架則會停止移動。

#### (4)睡眠模式

不管裝置上的搖頭開關狀態為何，在 APP 上開啟睡眠模式後，APP 會傳送特定數值(254)給 Arduino，當接收到數值後，手機架會移動到最右方，並且會關閉 APP 以及開始無線充電，流程圖，如圖 12。

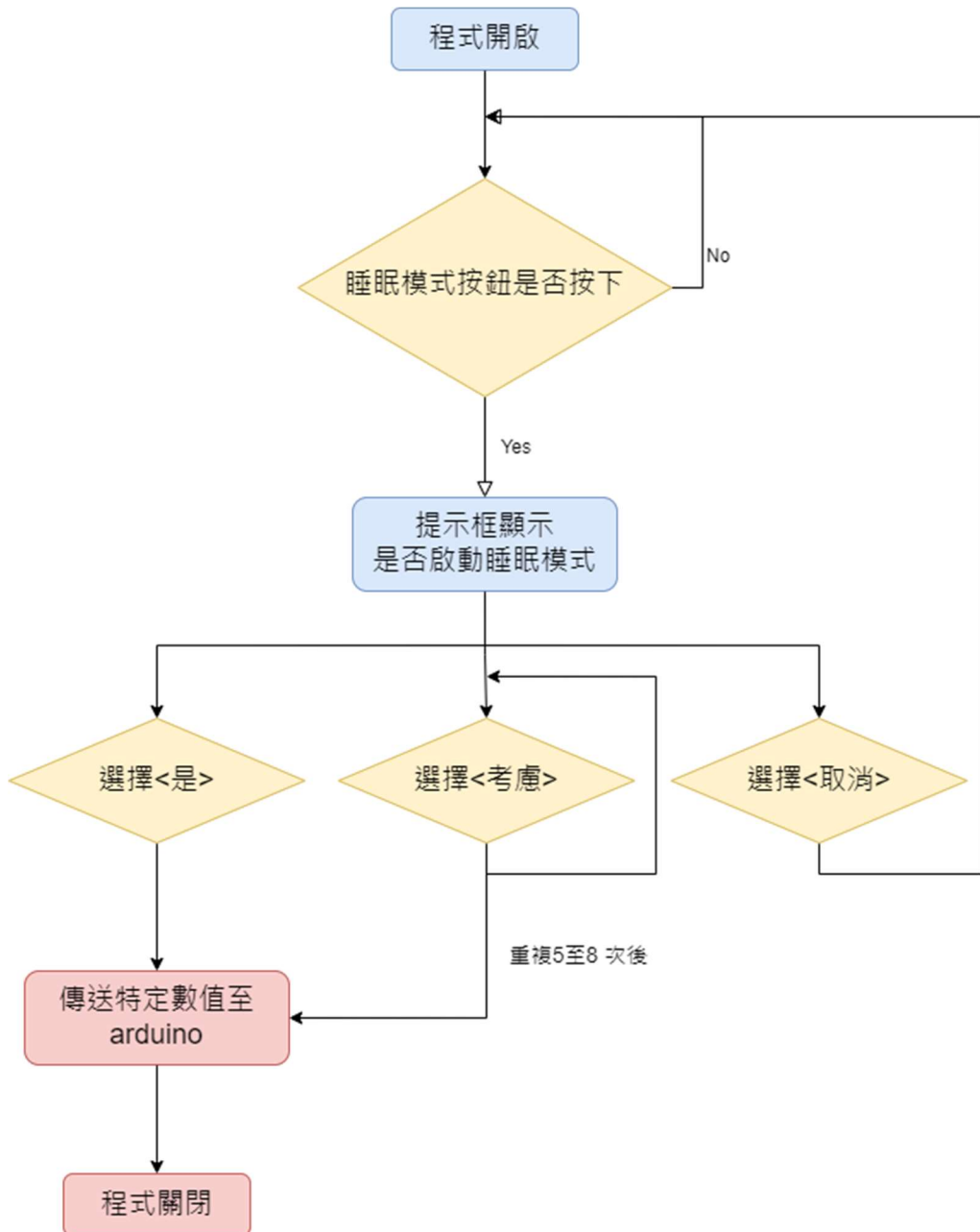


圖 12 睡眠模式流程圖

## 二、使用材料及工具

### (一)、零件介紹

#### 1、60GA775 直流減速馬達

60GA775 是直流減速馬達，主要特性是高轉矩、低轉速，可透過調整輸入電壓及使用 PWM 控制方法來改變輸出轉速，並利用轉換輸入電壓極性來改變馬達轉向，符合我們專題需求，因此選用這顆直流減速馬達，如圖 13、其規格如表 1。

表 1 60GA775 直流減速馬達規格

工作電壓	DC 24V(0~24V)
額定電流	3.8A
空載轉速	100rpm
負載力矩	9.55(kgf-cm)
額定功率	35W
重量	700g



圖 13 60GA775 直流減速馬達

#### 2、Mega2560 單晶片

「Mega2560」是 Atmel 公司的 MegaAVR 系列中，極具代表性的一項產品。它擁有 256KB 的閃存記憶體，具有多輸出單元，符合我們專題需求。容易進行程式的編寫和儲存，是目前 Arduino 程式編譯中最泛用的一顆單晶片，且擁有大量網路資源及模組，對初學者來說，是一片非常友善的開發板，如圖 14，其規格如表 2。

表 2 Mega2560 單晶片規格

核心處理器	Mega2560
I/O 數	54
程式記憶體大小	256KB
程式記憶體類型	閃存
電壓-電源	DC 7V ~ 12V
時脈速度	16 Mhz

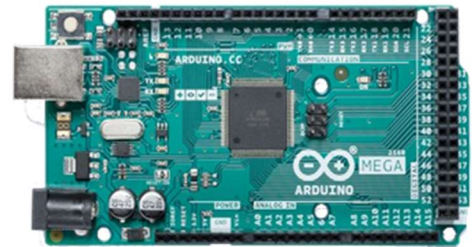


圖 14 Mega2560 單晶片

### 3、直流電源供應器

為減少機構整體尺寸，我們決定不在機構內放置變壓器，取而代之的是使用此外置變壓器輸入 24V 直流電，再搭配其他直流降壓模塊供給電力給機構內各元件作使用，如圖 15，其規格如表 3。

表 3 FJ-SW2402500 直流電源供應器規格

輸入電壓	100~240(50/60Hz)
輸出電壓	24V
輸出電流	2500mA(Max)
輸出功率	60W(Max)



圖 15 直流電源供應器

### 4、無線充電發射裝置

無線充電發射模組放置在移動部件上，將支援無線充電的裝置透過環形磁鐵吸在上面，就能提供使用者無線充電功能，如圖 16，其規格如表 4。

表 4 WS2812 無線充電發射裝置規格

PCB 尺寸	3.2×3.2 mm
線圈直徑	5 cm
重量	2 g
工作電壓	DC 9V
最大輸出	15 W
傳輸距離	2~8 mm

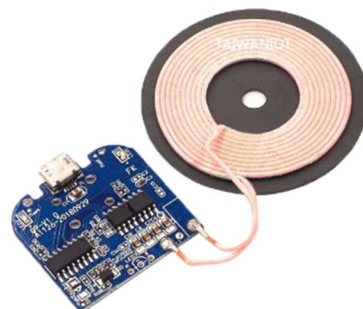


圖 16 無線充電發射模組

### 5、環形磁鐵

環形磁鐵為矽膠外皮內部包裹數顆小型強力磁鐵所組成，如圖 17。



圖 17 環形磁鐵



## 6、HC-05 藍芽模塊

HC-05 採用英國劍橋的 CSR (Cambridge Silicon Radio) 公司的 BC417143 晶片，支援藍牙 2.1+EDR 規範。在專題內我們主要使用它來進行 APP 及裝置之間的溝通，如圖 18，其規格如表 5。

表 5 HC-05 藍芽模塊規格

傳輸距離	10M(無阻隔)
工作電壓	3.6V~6V
工作電流	8mA
發射功率	3dBm
尺寸	27×13×2mm

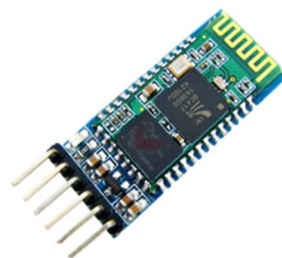


圖 18 HC-05 藍芽模塊

## 7、DC-DC 降壓模塊

因為變壓器進來的電壓是 24V，所以需要透過此降壓模塊降壓成 5V 及 9V 提供給 Arduino Mega2560 及無線充電模塊座使用，如圖 19、其規格如表 6。

表 6 LM2596S DC-DC 降壓模塊規格

輸入電壓	3.2V~46V
輸出電壓	1.25V~35V
輸出電流	3A (最大)
轉換效率	92% (最高)
尺寸	43×21×14mm



圖 19 DC-DC 降壓模塊

## 8、極限開關

為防止手機架移動過度，衝出軌道造成裝置或使用者的傷害，我們在軌道兩側各增加一顆極限開關，如圖 20，其規格如表 7。

表 7 SS-5GL 極限開關規格

額定電壓	125V
額定電流	5A
操作力	50gf
電氣壽命	20 萬次
機械壽命	3000 萬次



圖 20 極限開關

### 9、L298N 馬達驅動模塊

L298N 是一種高電壓、大電流馬達驅動晶片。主要特點是工作電壓高，最高工作電壓可達 46V；輸出電流大，持續工作電流為 2A；額定功率 25W。內含兩個 H 橋的高電壓大電流全橋式驅動器，可以用來驅動直流馬達和步進馬達、繼電器線圈等感性負載；採用標準邏輯電平信號控制；具有兩個使能控制端，在不受輸入信號影響的情況下允許或禁止器件工作有一個邏輯電源輸入端，使內部邏輯電路部分在低電壓下工作，如圖 21，其規格如表 8。

表 8 L298N 馬達驅動模塊規格

驅動晶片	L298N
驅動電壓	5~35V
邏輯電壓	5V
邏輯電流	0~36mA
驅動電流	2A
最大功率	20W

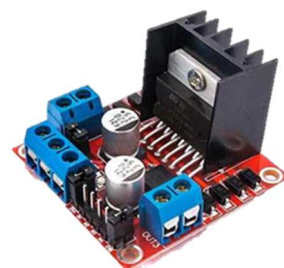


圖 21 L298N 馬達驅動模塊

### 10、直流電源接頭轉接模塊

直流電源接頭轉接模組可以將經過變壓器的直流電源，轉為排針輸出，以方便提供裝置及變壓器的接線，如圖 22、其規格如表 9。

表 9 直流電源接頭轉接模塊規格

適用接頭	5.5×2.1mm
電源輸出接口	2 路 VCC, 2 路 GND
尺寸	2.8×1.3cm
重量	3.2g



圖 22 直流電源接頭轉接模塊



## (二)、軟體介紹

### 1、Arduino

Arduino 是一款開放原始碼的單晶片微控制器，如圖 23。不僅在市面上有許多元件、模組，在網路上也有大量的函式庫、範例程式供使用者學習、運用，其另一個特點是編寫程式容易，主要使用類似 C/C++ 的語法編寫，但功能更多樣化，對我們來說更容易理解以及運用，所以最終選用 Arduino IDE 作為我們編寫程式的軟體，如圖 24。



圖 23 Arduino Logo

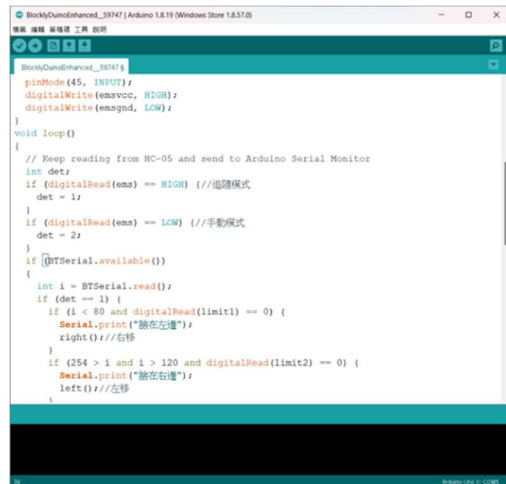


圖 24 Arduino IDE 程式編寫環境

### 2、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一個電腦輔助設計製圖的應用軟體，如圖 25。用於進行 3D 機械設計、模擬、顯示與儲存，因此被普遍使用在建築設計、工業設計及模具設計等層面。在這次專題中我們使用 Autodesk Inventor 繪製整體的機械架構，透過輔助機構元件及 3D 模型的組合，設計出整體專題的結構，如圖 26。



圖 25 Autodesk Inventor 3D Logo

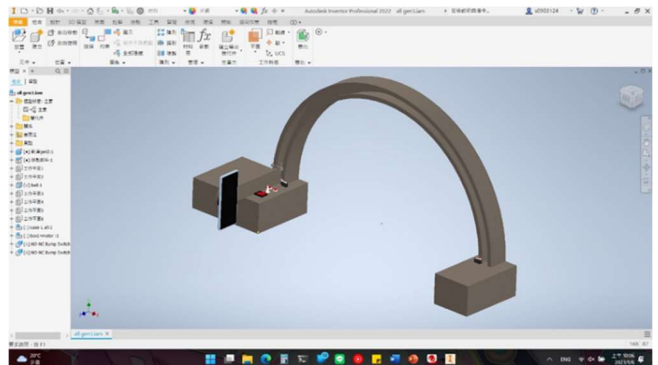


圖 26 3D 模型製作

### 3、Altium Designer

Altium Designer 是一款功能強大的電路設計軟體，如圖 27。它可以在設計完電路圖之後，迅速的實現電路板的實際佈線圖，使用者可以依照機構的空間大小，來自行調整線與線之間的間距、孔位大小及電路板的形狀，如圖 28。

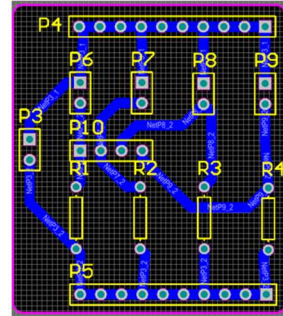


圖 27 Altium Designer

圖 28 電路板佈線圖

### 4、App Inventor

Android 應用開發者 (App Inventor) 是一款圖形化積木軟體，如圖 29。主要應用於 Android 智慧型手機上的開發軟體，它可以讓任何熟悉或不熟悉程序設計的人在 Android 作業系統平台上創作互動式的程式。透過圖形化界面，用戶可以拖放圖形對象來創造一個運行在安卓系統上的應用程式，如圖 30。



圖 29 App Inventor logo



圖 30 App Inverter 編輯環境

### (三)、機構原理

我們將馬達置於左右箱體內，馬達轉軸上有捲線軸，如圖 31，並纏繞中國繩，再將中國繩拉出並打結於移動部件旁的孔上，如圖 32。利用 Mega 2560 單晶片以及 L298N 馬達驅動晶片控制馬達正反轉，使得左右馬達一收一放，如此可以控制移動部件的左右移動。

左右箱體上還放著極限開關，當移動部件移動到最左或最右方時，培林會觸發極限開關，再透過程式撰寫停止馬達運作，這樣不但不會使移動部件跑出軌道，才不會因為馬達繼續運轉而硬拉移動部件，導致機構損壞。



圖 31 附捲線軸馬達



圖 32 馬達實體圖

## 伍、研究結果

### 一、硬體結構

「怎麼看，都好看」的硬體結構可分為三部分，主要的軌道上下層使用可彎曲 3mm 木板凹製而成，前後層則由雷切木板拼接組成。另外，移動部件主要是作為固定手機與運行在軌道中使用。在軌道支撐部分，利用左右兩個箱體，箱體內皆放置了一顆馬達，而右箱體還配置所有控制元件，其分別說明如下：

#### (一)、軌道部分

軌道主要由 2 片 3mm 木板製作上下層，利用雷射切割機切割 5mm 木板疊製前後層，以下為軌道剖面圖，如圖 33。完成之軌道整體圖，如圖 34。

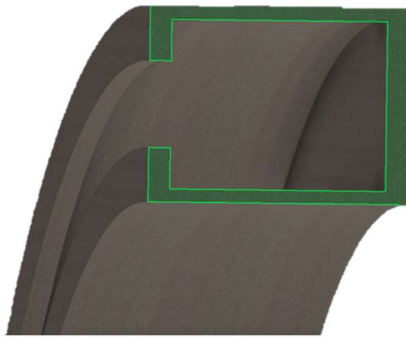


圖 33 軌道剖面圖



圖 34 軌道整體圖

#### (二)、移動部件

我們使用 3mm、5mm、3mm 順序木板疊製而成，如圖 35，中間 5mm 部分為中空以利於放置無線充電模塊及導線，部件前端外部放置了環形磁鐵利用磁吸方式固定手機本體，而在尾端放置八組培林當作輪子使用，以及設計兩個孔來穿線打結，如圖 36，這樣就可透過馬達來達成移動的目的。

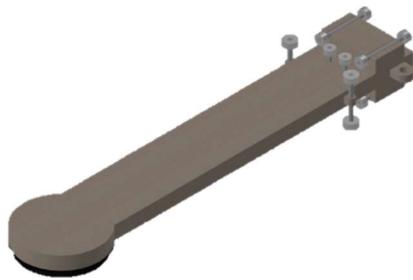


圖 35 移動部件

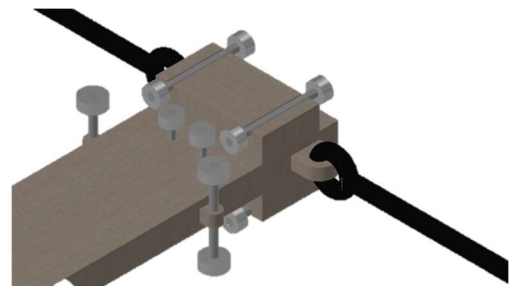


圖 36 移動部件尾端

### (三)、箱體機構

箱體使用 5mm 木板組裝而成，左右側皆放置馬達來控制移動部件的移動，還有極限開關來限制移動部件的移動範圍，而右側箱體內還固定了開關、控制板等所有元件，不但方便整線也不會出現線材外露的狀況，如圖 37 及圖 38 所示。

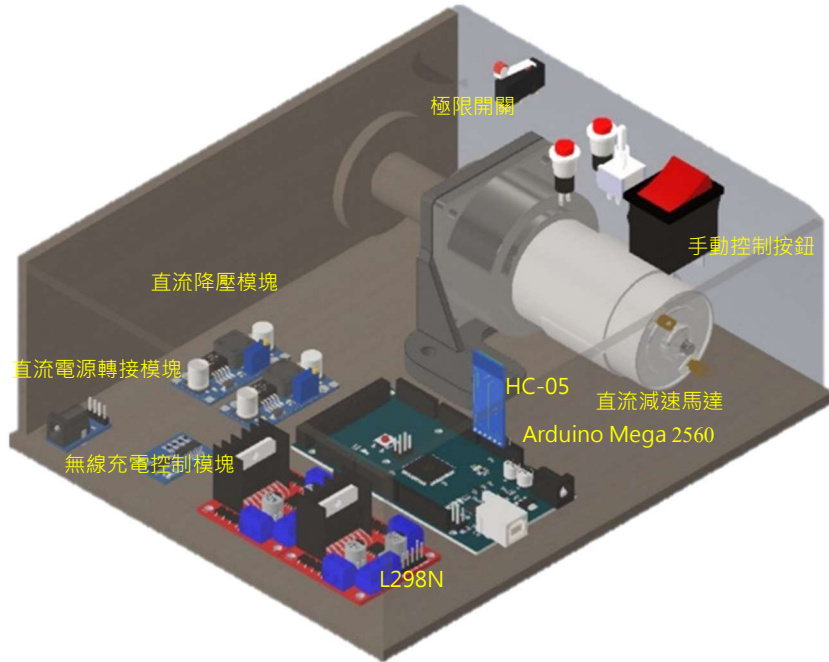


圖 37 右側箱體透視圖

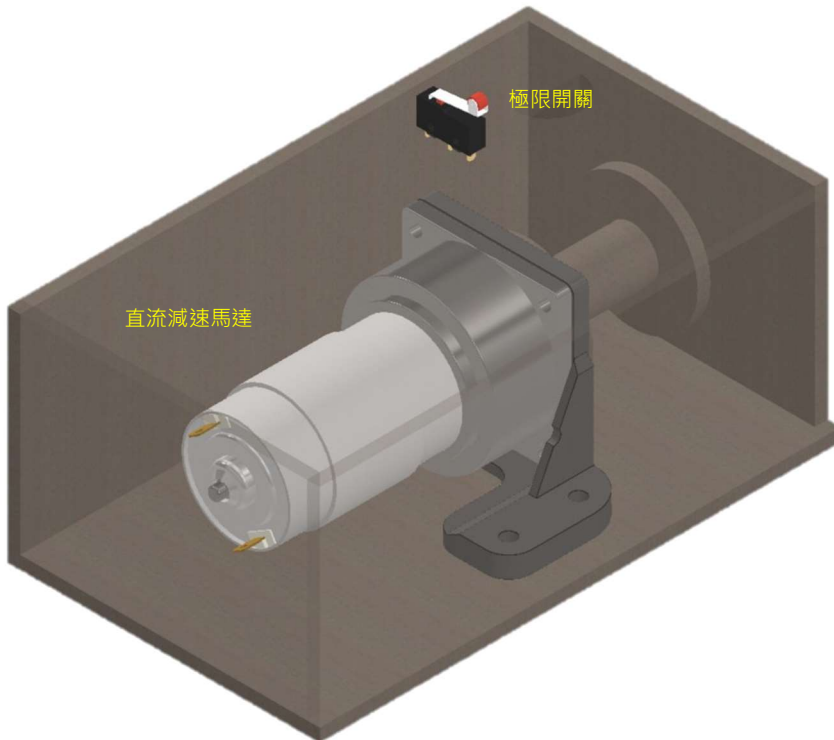


圖 38 左側箱體透視圖



## 二、成果展示

### (一)、追蹤模式

操作手機 APP 程式在追蹤模式下，移動部件上的手機會隨著臉部轉動做追蹤移動，當正躺時，可讓手機畫面始終保持正對臉部，如圖 39。

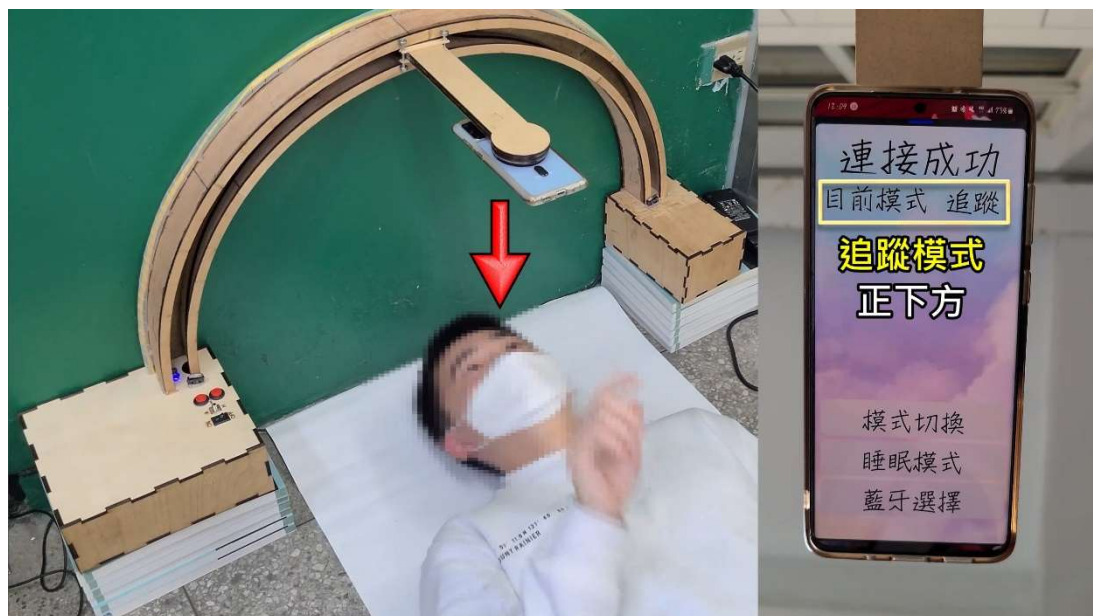


圖 39 追隨模式正下方示意圖

當頭轉左側時，移動部件上的手機會隨著臉部往左移動，手機畫面始終保持正對臉部，如圖 40。

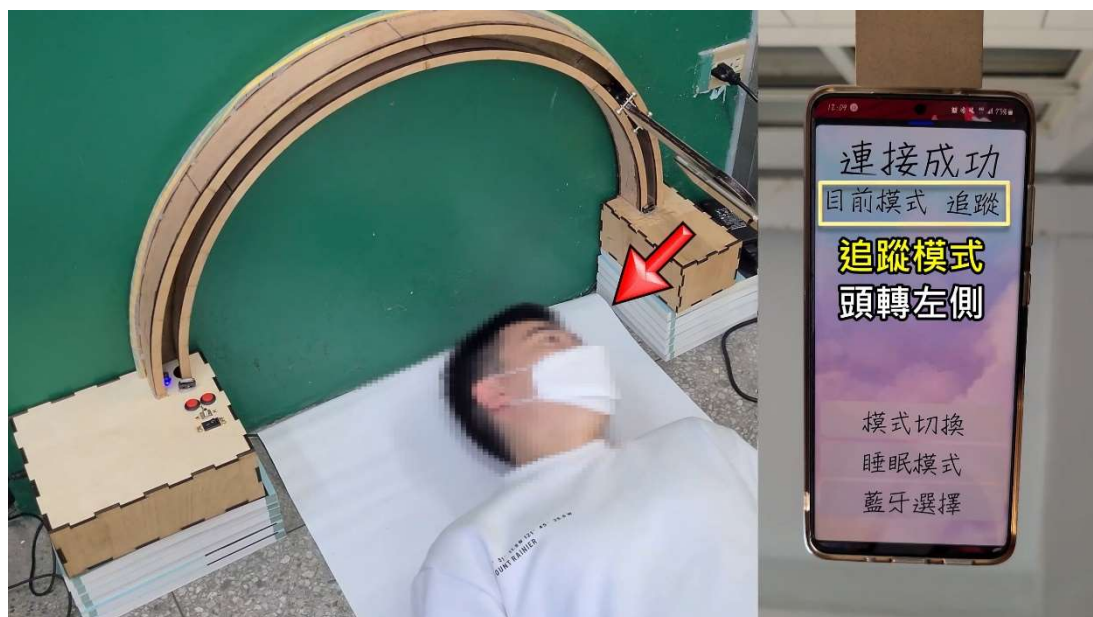


圖 40 追隨模式頭轉左側示意圖

當頭轉右側時，移動部件上的手機會隨著臉部往右移動，手機畫面始終保持正對臉部，如圖 41。

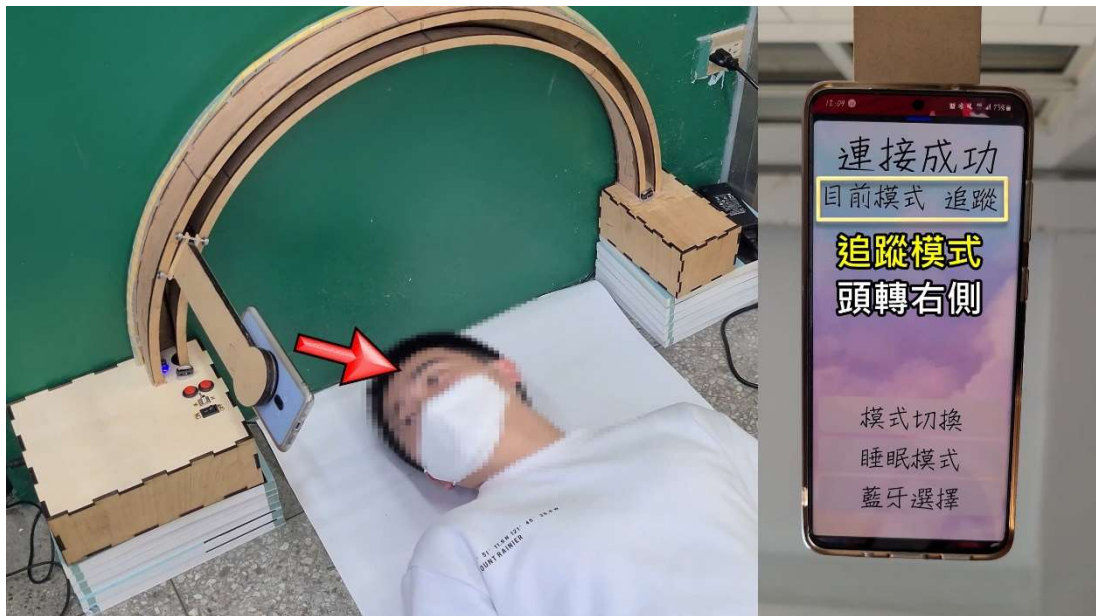


圖 41 追隨模式頭轉右側示意圖

## (二)、固定模式

操作手機 APP 程式在固定模式下，移動部件上的手機會固定目前角度，不追隨臉部移動，如圖 42。

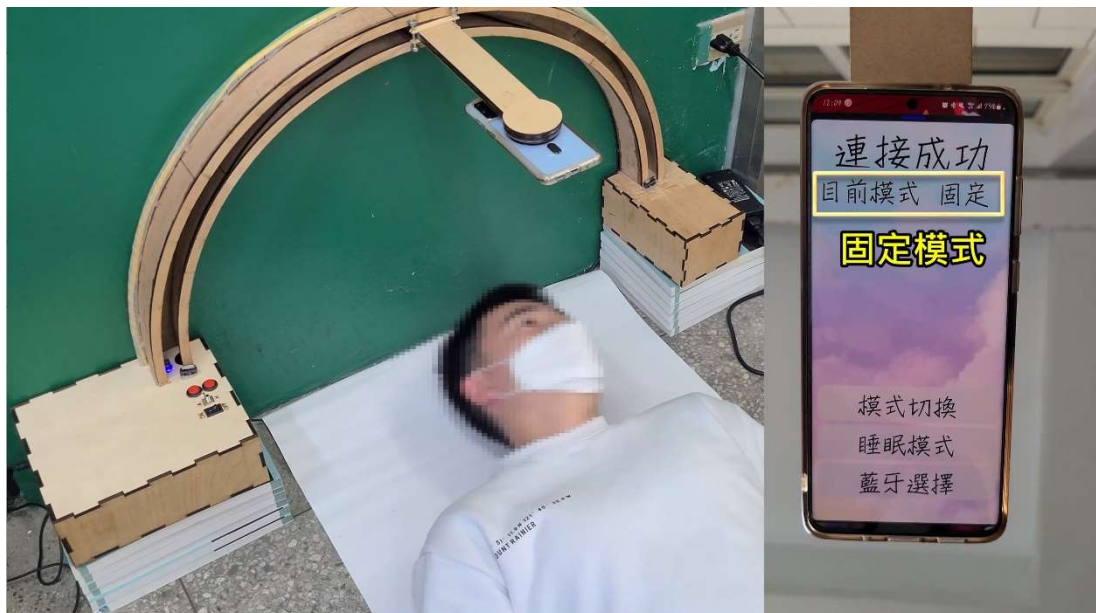


圖 42 固定模式示意圖



### (三)、睡眠復歸

大多數人都是在睡覺前使用手機，因此我們加入了睡眠模式，在開啟之後手機會復歸至最左方並且開始無線充電，如圖 43。



圖 43 睡眠模式示意圖

### (四)、手動模式

透過箱子上的搖頭開關可將裝置切換為手動模式，在手動模式下利用左右兩顆按鈕即可手動控制手機移動，如圖 44。



圖 44 手動模式示意圖



## 陸、討論

### 一、鏡頭選擇

我們原本是打算外接鏡頭模組來進行臉部辨識，但在幾經討論後，若使用額外的鏡頭進行辨識會增加成本，並且為了要同時滿足手機橫屏及直屏的使用模式，因此難以找到適合的位置裝設鏡頭，最後我們決定直接透過手機的前置鏡頭進行辨識，如此一來便能解決上述的兩個問題。

### 二、馬達選擇

在經過我們對於移動部件所需轉矩及轉速進行計算後，發現市面上的直流馬達難以符合我們的需求，在選購上花費了大量的時間。

最終，我們選用了「60GA775」這顆直流減速馬達，具有低轉速高轉矩的特性，不但可以成功的帶動手機及手機架，還可支援大範圍的電壓。

### 三、無線充電

我們無線充電原本想做成全程都可以使用，但經過測試後發現，無論是在軌道上貼銅箔來通電或是在捲線軸上拉電線，都會有各種因素導致無法實現此功能，例如接觸不良或是充電線過度扭曲。

最後，我們決定改為在復歸位置下才能進行充電，在控制箱上挖洞固定磁吸充電線，並在移動部件上加上磁吸充電頭，使電源可以導通到無線充電模塊上，如此一來就可以達成充電的功能。

### 四、背景運行

由於我們使用的是 APP inventor，而 APP inventor 又無法實現背景運行的功能，於是我們最終決定使用多工畫面將 APP 縮小至角落代替背景運行，如圖 45。

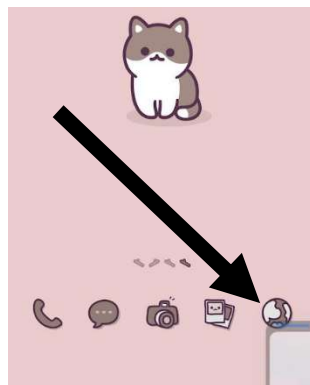


圖 45 多工運行示意圖

## 柒、結論

「怎麼看，都好看」，整體而言雖然我們達到原本的預期目標及功能，但是實際作品還有很多可以修正與改進的地方。

首先，因為線路壓降使得兩邊馬達轉速不一，導致兩邊收放線的速度不同，造成移動時會忽快忽慢；或是造成馬達會先空轉一陣子，將多餘的線收回，手機架才會開始移動。最後我們利用 PWM 調速方式，分別調整兩側馬達轉速，才解決了此問題。

接著，由於我們沒有太多木工的經驗，以及成本因素考量下，無法訂製金屬軌道，所以在軌道設計上，在與建築科老師詳細討論後，我們從原本的疊製多片 5mm 木板，改為彎曲一整片 3mm 木板製作軌道的上下兩邊，來完成軌道的製作，並防止了軌道過度變形影響手機架的移動。

再來，因為成本及加工難度的關係，我們整體結構是使用木頭做為材料，但是木頭強度不太夠，導致在製作過程中常會不小心損壞，因此我們希望未來能換成其他較為堅固的材質，增加機構的耐用度及穩定度。

最後，因為裝置兩側放置馬達及主控線路的盒子過於龐大，睡覺過程可能會不小心碰到，導致手機或裝置被擊落，造成巨大的損失及危險，因此我們希望能縮小整體體積，或是直接將裝置與床板做結合。

在過程中，我們為了解決問題而學到了許多新的技術，例如 Autodesk Inventor Professional 和 APP Inventor，在學習 Autodesk Inventor Professional 的過程中，我們請教了製圖科老師許多問題，需要的 3D 模型更是超出了製圖科老師給我們教材的範疇，導致了我們花費了許多時間去發現問題，詢問老師，而後解決問題；在 APP Inventor 中撰寫臉部追蹤程式時，更是需要瀏覽純英文的網站及資料，並且去理解和運用其內容於我們所製作的程式當中，在這過程中，大大增加了我們自主學習的能力，也同時激發了我們學習的自主性。而在統整階段，也讓我們理解到了溝通、包容、設身處地為人著想的重要性，當一個錯誤發生，單單只去責怪此項目的負責人的話，只會拖累團體的進度，而不會找出問題，只有理性且有效的溝通，才能使問題進一步的被解決。

## 捌、參考資料及其他

- 程兆龍、張義和(2016)。Arduino 微控智學創新。新文京開發出版社。
- 烏諾、施麥爾(2015)。Arduino 微控好好玩。新文京開發出版社。
- 張義和 (2010)。電路設計實習-電路板設計篇。新文京開發出版社。
- 動機來源：[일상] 침대 인간 取自  
<https://www.youtube.com/watch?v=3E5DZc41Upo>
- [Arduino 實用] HC-05 AT mode 主從配對 2018 年 6 月 3 日。取自  
<https://livingtech.education/2018/06/03/arduino%E5%AF%A6%E7%94%A8-hc-05-at-mode%E4%B8%BB%E5%BE%9E%E9%85%8D%E5%B0%8D/>
- L298N 馬達驅動模組介紹。取自  
<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=9e88360829184bcfJmldHM9MTY3ND AwMDAwMCZpZ3VpZD0wNWNhZjI4NS1lZDY4LTyxNTQtMDBhMi1lMDE4ZWm3ODYwMmEmaW5zaWQ9NTE1OQ&ptn=3&hsh=3&fclid=05caf285-ed68-6154-00a2-e018ec78602a&psq=l298N&u=a1aHR0cDovL3dlYi5odGpoLnRwLmVkdS50dy9iNC8xMDUtMnJvYm90L0wyOTh06aas6YGU6amF5YuV5qih57WE5LuL57S5LnBkZg&ntb=1>
- Face extension, testing (1). Facial recognition. Detect what makes your face.2021 年 5 月 15 日。取自  
[Face extension, testing \(1\). Facial recognition. Detect what makes your face - Artificial Intelligence - MIT App Inventor Community](https://www.mit.edu/~appinventor/face-extension-testing-1)
- Face extension, testing (2). Compare two faces. Facial recognition。取自  
[Face extension, testing \(2\). Compare two faces. Facial recognition - Artificial Intelligence - MIT App Inventor Community](https://www.mit.edu/~appinventor/face-extension-testing-2)
- AI with App Inventor: Facemesh Camera Filter。取自  
<https://www.youtube.com/watch?v=JwIfIP7qjhs>
- App Inventor 擴充套件。取自  
[MIT App Inventor Extensions \(mit-cml.github.io\)](https://github.com/mit-cml/ai-extensions)
- Arduino Mega 2560 相關規格參數。取自  
[Arduino Mega 2560 Rev3 — Arduino Official Store](https://www.arduino.cc/en/Reference/Mega2560)
- LM2596S 相關規格參數。取自  
[LM2596S 降壓電源 DC-DC 降壓型 電源模組 具備電源指示燈 - 台灣物聯科技 TaiwanIOT Studio](https://www.taiwaniot.com/2018/05/15/lm2596s/)