

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



群別：電機與電子群

作品名稱：荷魯斯之眼

關鍵詞：VR眼鏡、醫療照護、影像串流

# 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、3D 列印.....	2
二、電路雕刻.....	2
三、程式撰寫.....	2
肆、研究方法.....	3
一、研究流程.....	3
二、使用材料及工具.....	4
伍、研究結果.....	10
一、操作流程.....	10
二、軟體程式.....	12
三、電路設計.....	16
四、硬體結構.....	19
陸、討論.....	20
一、MPU6050 與手機陀螺儀的選用.....	20
二、網路上的物聯網平台與自行架設伺服器的選擇.....	20
三、開發版的選用.....	20
柒、結論.....	21
捌、參考資料及其他.....	22

## 圖目錄

圖 1	製作流程圖.....	3
圖 2	MG90S.....	4
圖 3	MPU6050.....	4
圖 4	503759.....	5
圖 5	TP4056.....	5
圖 6	MT3068.....	5
圖 7	AMS1117 5.0V .....	6
圖 8	WEMOS D1 Mini.....	6
圖 9	Arduino Logo.....	7
圖 10	App Inventor Logo.....	7
圖 11	MQTT Logo .....	8
圖 12	TUNIOT 操作介面.....	8
圖 13	Altium Designer Logo .....	9
圖 14	Autodesk Inventor Logo .....	9
圖 15	整體動作流程圖.....	10
圖 16	手機操作流程圖.....	11
圖 17	MQTT 設定介面 .....	12
圖 18	MQTT 監控介面 .....	12
圖 19	陀螺儀範例程式.....	13
圖 20	TUNIOT 轉換程式碼示意圖.....	13
圖 21	卡爾曼濾波示意圖.....	14
圖 22	切割畫面截圖.....	15
圖 23	TeamLink Logo.....	15
圖 24	左側電路圖.....	16
圖 25	左側電路板配置圖.....	16
圖 26	右側電路圖.....	16
圖 27	右側電路板配置圖.....	16
圖 28	VR 眼鏡內部實體圖 .....	17
圖 29	雲台整體電路.....	17
圖 30	雲台電路圖.....	18
圖 31	雲台電路板配置圖.....	18
圖 32	手機架 3D 模型圖.....	19
圖 33	手機架實體圖.....	19
圖 34	滾珠承軸.....	19
圖 35	止推承軸.....	19
圖 36	整體結構圖.....	19

圖 37	Nodemcu.....	20
圖 38	ESP-12 .....	20
圖 39	WEMOS D1 Mini.....	20

## 表目錄

表 1	時間分配表.....	3
表 2	MG90S 規格表.....	4
表 3	MPU6050 規格表.....	4
表 4	503759 規格表.....	5
表 5	TP4056 規格表.....	5
表 6	MT3068 規格表.....	5
表 7	AMS1117 5.0V 規格表 .....	6
表 8	WEMOS D1 Mini 規格表 .....	6
表 9	開發版比較表.....	20

# 【荷魯斯之眼】

## 壹、摘要

本專題想要為了行動不便的人士，創造出一組可以觀測遠方景象、並可透過簡單直觀的動作來控制遠在他方的攝影機組的一個裝置。

我們將機構分為頭戴裝置與手機雲台。頭戴裝置是採用配合手機之市售 VR 眼鏡並加以改裝，在內部置入陀螺儀與網路模組，感測使用者頭部轉動的角度，並藉由網路模組將參數傳送至伺服器。手機雲台的基本架構使用強度高的 ABS 樹脂委託加工而成，裝設於雲台內部的網路模組接收到伺服器中的參數後，控制伺服馬達帶動齒輪組轉動，達到遠端同步的效果。

影像傳輸則藉由 App Inventor，撰寫出配合 VR 眼鏡的攝影程式，再與網路上開放的螢幕分享軟體共同使用達到即時影像串流。

## 貳、研究動機

隨著現代醫學的進步，人類的壽命逐年增長，雖然對於生理上的照顧日益完善，但卻忽略了被照顧者的心靈照護也是一樣的重要。許多重症患者需要長期待在醫院裡面休養，然而被侷限在醫院的生活讓他們不只要面對身體上的痛苦，更多的是來自精神方面的折磨。對於此一情形，我們回想起曾經讀過的一本小說「刀劍神域」，故事中有段情節在講述著一位女孩也是因為身患重病，終身無法自由行動，為了讓她能夠親眼看見醫院外面的世界，主角們共同研發了一組裝置，能夠讓她以 VR 的方式身歷其境地探索戶外，完成她一直以來的心願。

這個故事給予我們靈感，我們決定開發一組與故事中相仿的裝置，分別是能夠在戶外自由轉動的手機雲台，用來模擬當事人在場的轉頭動作與擷取戶外影像，以及可以及時接收類 VR 影像的頭戴式裝置。我們希望藉由此專題來提供一種接觸外界的全新管道給予不便於行動之人。

## 參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

### 一、3D 列印

在高三的專題課中，我們學會利用 Inventor 繪製 3D 設計圖與 3D 印表機的設定與操作。有了 Inventor 的幫助，我們可以精確地繪製出各種零件，還能配合需要及時更改模型的大小以及製作動畫模擬，上述的功能在本次專題皆是一大助力。而 3D 列印則讓我們能馬上把繪製好的 3D 設計圖變為實體，不僅省時間，還省去了委託廠商製作的經費。

### 二、電路雕刻

高二的電子學實習課接觸的 Altium Designer 使我們能把設計好的電路及零件集中，並根據需求進行擺設、設定外框大小，再由雕刻機雕刻出電路板。相較於利用萬用板銲接更便利、穩定、美觀且省空間。

### 三、程式撰寫

在學校的程式課程中，我們學習了基礎的單晶片程式設計，比起藉由傳統配線、使用類比的方式來傳遞資料，單晶片對於各種多樣的模組有較好的兼容性。在高三的專題課中，我們學習了如何使用 Arduino 來撰寫程式，這類以 C 為基礎的程式語言對於資料運算與傳輸的撰寫更為容易，因此我們選擇 Arduino 作為我們控制程式的中樞。

## 肆、研究方法

### 一、研究流程

#### (一)、研究步驟

決定完題目後，我們先將專題的工作進行初步的切割，給予每人適當的工作，讓專題製作的進行不會因為某個環節而停擺。以下為我們的專題製作流程圖與時間分配表。

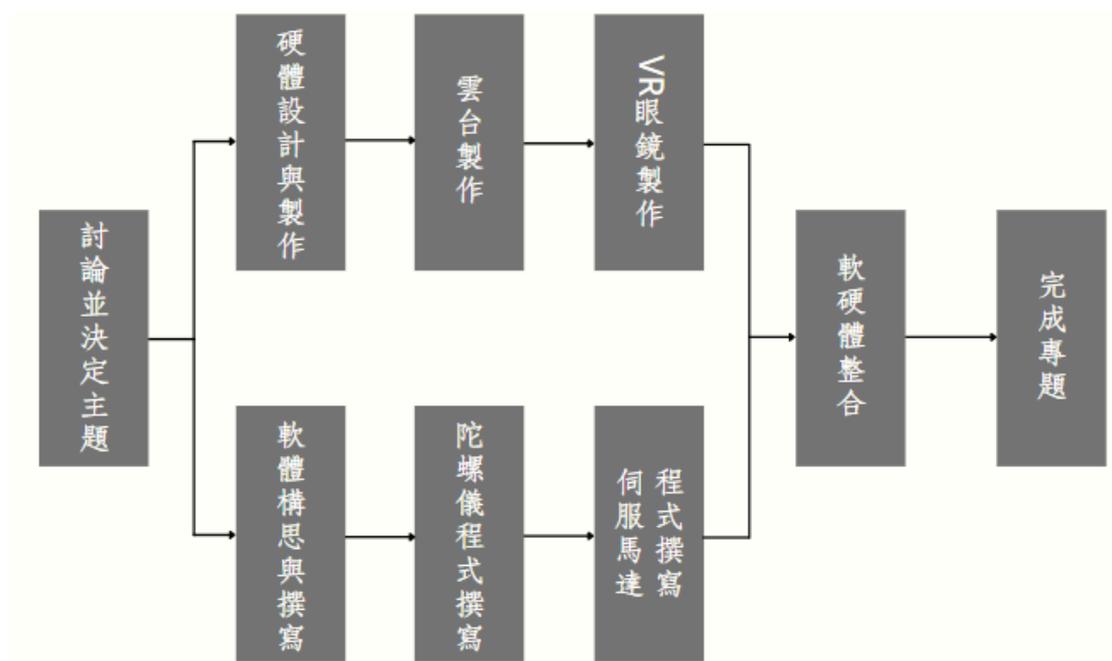


圖 1 製作流程圖

表 1 時間分配表

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1.討論主題	7/16~8/18						
2.購買材料	7/21			10/2	11/22~12/26		1/1
3.簡報製作		Version 1.0	Version 2.0	Version 3.0	Version 4.0		
4.軟體編寫			9/16~11/14				
5.程式優化					11/14~12/28		
6.硬體設計				10/7~11/29			
7.電路繪製					11/29~12/28		
8.雲台製作		Version 1.0		Version 2.0			

## 二、使用材料及工具

### (一)、零件介紹

#### 1、伺服馬達(MG90S)

MG90S 為一款中階級舵機，裡面含有直流馬達、齒輪箱、軸柄、以及控制電路，適用於 450 直升機斜盤舵機，小型機器人，機械手，船模型，車模型等等，機械轉向，最大角度 180 度。可控角度，全金屬齒輪、耐磨，體積小，價格便宜，適合作為我們主要之輸出。下為 MG90S 規格表。

表 2 MG90S 規格表

產品尺寸	22.8×12.2×28.5mm
重量	13.6g
產品扭力	2.0kg/mm (4.8V)
產品速度	0.11s/60° (4.8V)
轉動角度	0°~180°
使用溫度	0°C ~55°C
結構材質	金屬銅齒、空心杯電機、雙滾珠軸承



圖 2 MG90S

#### 2、三軸傾角傳感器(MPU6050)

MPU6050 傳感器模塊是集成的 6 軸運動跟踪設備，它具有 3 軸陀螺儀，3 軸加速度計，陀螺儀讀數以每秒度數 (dps) 為單位；加速度計讀數以 g 為單位。體積小巧、精度高，廣泛應用於工業及各式飛行器。下為 MPU6050 規格表。

表 3 MPU6050 規格表

產品尺寸	15.5×21×3.5mm
重量	3g
工作電壓	3.3V~5V
通信方式	標準 I2C 通信協議 250
陀螺儀範圍	±250、500、1000、2000°/s
加速度範圍	±2、±4、±8、±16g



圖 3 MPU6050

### 3、鋰聚合物電池(503759)

鋰聚合物電池原料一般採鈷酸鋰，錳酸鋰，以及三元鋰混合而成。體積小、容量大，常作為手機、平板等的電源。我們選用容量為 1300mAh 的 503759 作為 VR 眼鏡及雲台的電源。下為 503759 規格表。

表 4 503759 規格表

產品尺寸	5×37×59mm
重量	25.5g
容量	1300mAh
額定電壓	3.7V
充滿電壓	4.2V
放電電流	1A



圖 4 503759

### 4、充電模組(TP4056)

TP4056 鋰電池充電板模組，輸入端帶有 TYPE C USB 母座。具有充電功能和電池放電保護功能，可以直接用手機充電器來做輸入給鋰電池充電，並且依然保留有輸入電壓接線焊點，是一個相當方便的模組。下為 TP4056 規格表。

表 5 TP4056 規格表

產品尺寸	25×19×10mm
重量	1.8g
工作溫度	-10~85°C
輸入電壓	4.5~5.5V
滿充電壓	4.2V
充電電流	1000mA



圖 5 TP4056

### 5、升壓模組(MT3068)

MT3068 為直流轉直流之升壓模組，輸出電壓範圍大、額定電流大，常用於小電源升壓。在此將鋰電池輸出之 3.7V 升至足夠電壓以供給其他元件。下為 MT3068 規格表。

表 6 MT3068 規格表

產品尺寸	37×17×7.3mm
重量	5g
輸入電壓	2~24V
輸出電壓	5~28V
最大輸出電流	2A
轉換效率	93%



圖 6 MT3068

## 6、電壓調整器(AMS1117)

AMS1117 是一個低漏失電壓調整器，它的穩壓調整管是由一個 PNP 驅動的 NPN 管組成的，固定輸出電壓有 1.2V、1.5V、1.8V、2.5V、2.85V、3.0V、3.3V 和 5.0V。我們使用 5V 的型號以提供開發板、陀螺儀和伺服馬達所需電壓。下為 AMS1117 5.0V 規格表。

表 7 AMS1117 5.0V 規格表

產品尺寸	6.2×7×1.8mm
工作結溫範圍	-40~125°C
輸入電壓	6.5V~12V
輸出電壓	5V
最大輸出電流	1A



圖 7 AMS1117 5.0V

## 7、網路模組(WEMOS D1 Mini)

WEMOS D1 Mini 是基於 ESP-8266EX 的迷你 WiFi 開發板，等同於 Arduino+ESP-8266，具有 11 隻 I/O 腳位，及 WiFi 功能。WEMOS D1 Mini 的 I/O 腳控制方式如同 Arduino 一樣，可使用 Arduino IDE 進行編程，作為專題主要處理中樞。下表 WEMOS D1 Mini 規格表。

表 8 WEMOS D1 Mini 規格表

工作電壓	5V
重量	10g
模擬輸入引腳	1 (Max input:3.2V)
時脈速度	80MHz/160MHz
數字 I/O 引腳	11
內存	4M byte
長度	34.2mm
寬度	25.6mm

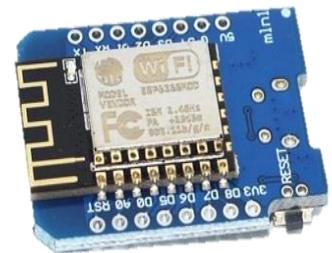


圖 8 WEMOS D1 Mini

## (二)、軟體介紹

### 1、Arduino

Arduino IDE 是一個容易上手的開發環境，配合內附的多種範例程式庫以及與 C 語言類似卻更為直觀的程式語言，讓使用者可以透過開發版輕鬆地將感測器和電路功能整合為一。本專題的重點元件：感測角度所需要的陀螺儀感測器、負責傳遞資料的網路模組、控制雲台轉動的伺服馬達，我們皆是以 Arduino 進行程式的撰寫與功能的整合。



圖 9 Arduino Logo

### 2、App Inventor

App Inventor 是一個用來撰寫 Android 系統上的應用軟體，不同於一般的程式開發軟體，App Inventor 的編寫不須使用繁雜的程式碼，而是在圖形介面上透過拖曳與組合來進行撰寫。由於本專題所使用的拍攝及顯示都是透過手機進行，我們便以此作為影像傳輸的基礎程式。



圖 10 App Inventor Logo

### 3、MQTT

MQTT 傳輸協定就像是資料在網路中傳遞的橋樑，只要將感測器設定為「發佈者」將接受到的資料傳送到伺服器，不論是在哪個網域的原件都可以成為「訂閱者」來接收伺服器中的資料。MQTT 精簡的信息內容非常適合效能較低且不希望過於耗電的物聯網裝置的使用。



圖 11 MQTT Logo

### 4、TUNIOT

TUNIOT 是類似 Motoblockly 圖形拖曳與組合來進行 Arduino 編程的網頁，不同於 Motoblockly 注重在基本的程式模塊，TUNIOT 的建立是希望給使用者在撰寫難度較高的網路程式時，可以有更好的幫助。下圖為 TUNIOT 的操作介面。

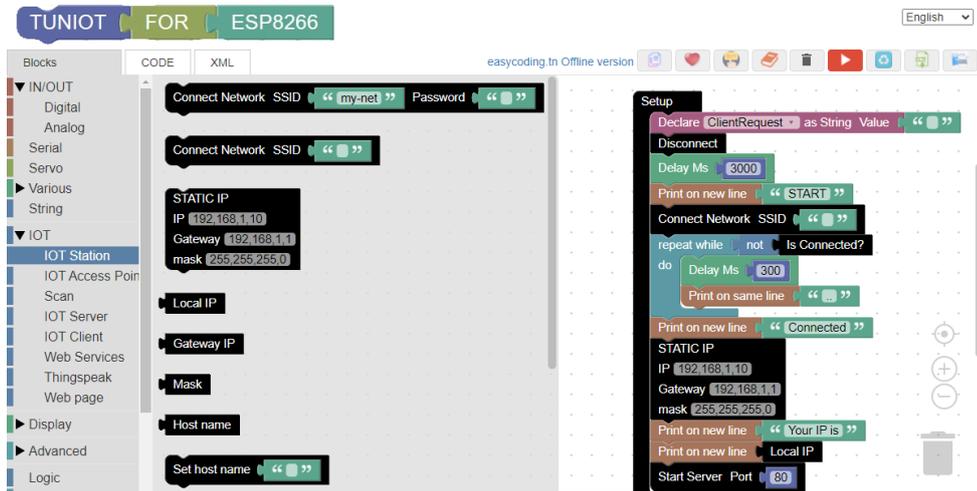


圖 12 TUNIOT 操作介面

## 5、Altium Designer

Altium Designer 是一個用來繪製元件以及電路圖的專業軟體，內建各種零件供使用者選擇，也能夠讓使用者自行設計出所需要的零件規格來使用。本專題便是使用此軟體來繪製零件和電路圖，再使用科內的雕刻機完成電路板。



圖 13 Altium Designer Logo

## 6、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一個計算機輔助設計的應用程式，用來進行 3D 機械的設計與模擬。Inventor 允許使用者在單一環境中，整合 2D 和 3D 數據，創建一個虛擬的模型，讓使用者能夠在模型製造前，能夠先預覽並且調整。本專題運用了此軟體完成所有機構的模型圖，並以此為參照做出實品。



圖 14 Autodesk Inventor Logo

## 伍、研究結果

荷魯斯之眼的構造分為兩個部分，分別是可以感測頭部轉動的 VR 眼鏡，與頭部轉動同步的手機雲台。以下將先說明整體的動作流程再分為程式、電路、硬體三大部分詳述。

### 一、操作流程

以下分別為：整體機構動作流程(圖 15)與手機動作流程(圖 16)。

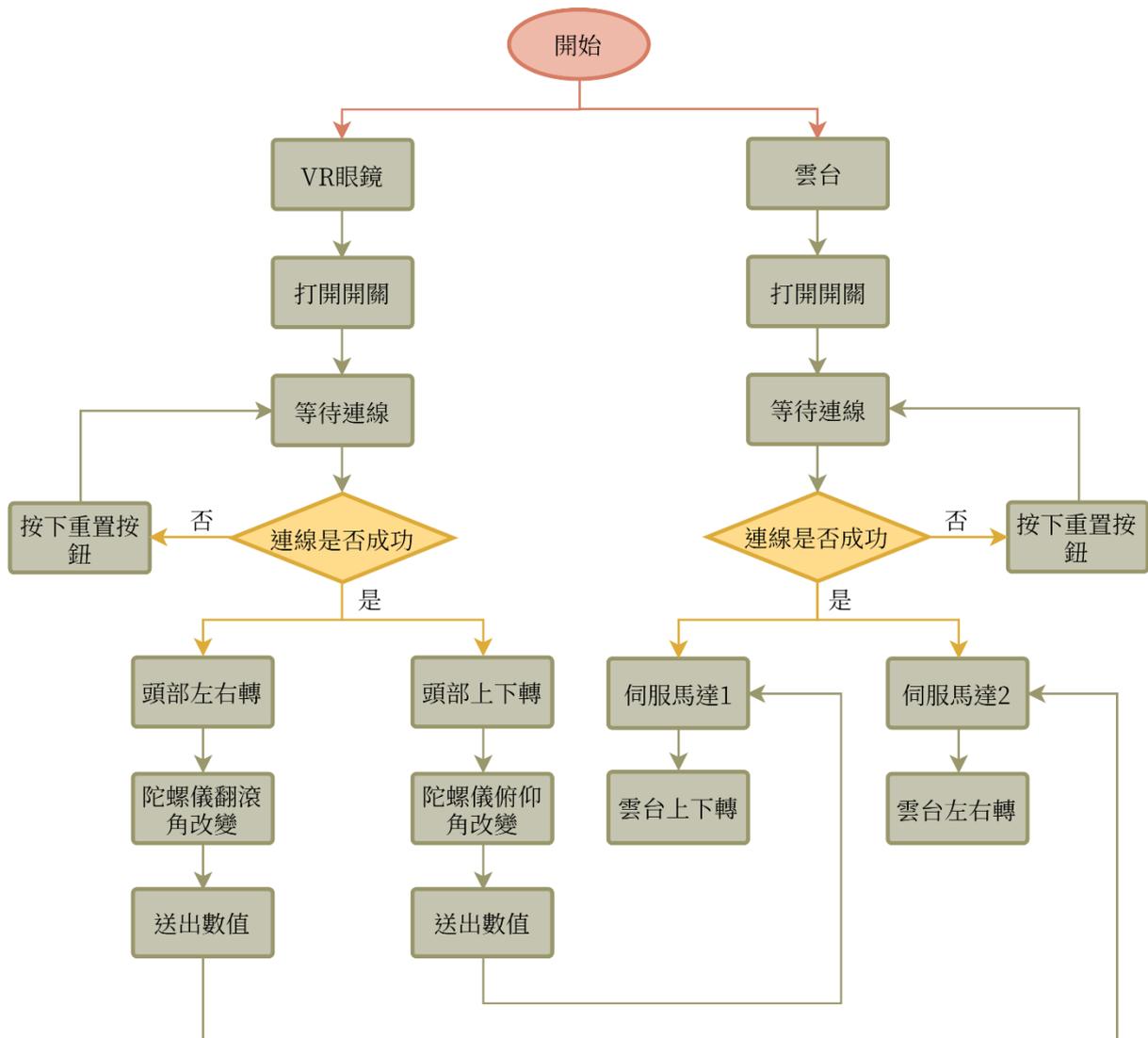


圖 15 整體動作流程圖

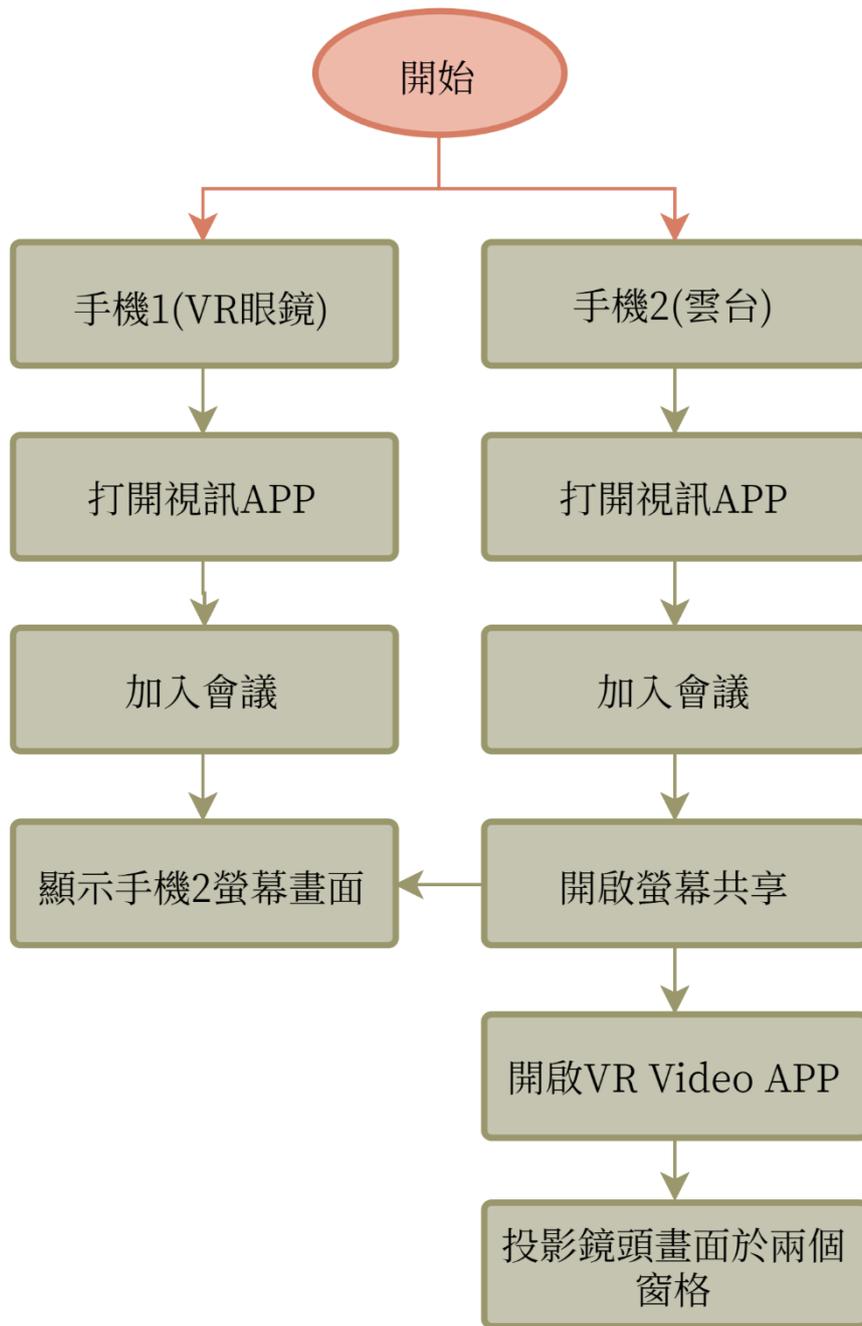


圖 16 手機操作流程圖

## 二、軟體程式

為了實現不限距離的控制，我們透過網路作為傳輸的媒介，選用體積較小的 WEMOS D1 Mini 作為發送和接受資料的中樞，並使用 MQTT 伺服器作為傳輸資料的中繼站，再將陀螺儀與伺服馬達的程式分別寫入開發版。

### (一)、數據傳輸

若是直接使用網路模組的功能來達成網路傳輸，必須架設 HTTPS 伺服器，但是，HTTPS 的伺服器程式撰寫過於繁瑣，再加上 WEMOS D1 Mini 網路模板較難負擔如此繁重的工作，因此我們改採用 MQTT 作為伺服器。以下是我們使用 MQTTLens 來設定功能(圖 17)和監測伺服器的狀況(圖 18)。

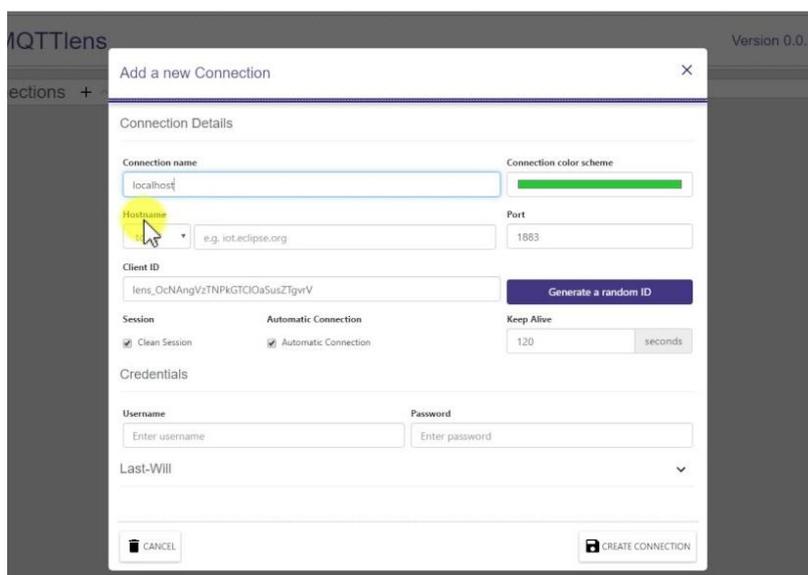


圖 17 MQTT 設定介面



圖 18 MQTT 監控介面

## (二)、頭部動作感測

頭部動作的感測是由置入在市售 VR 眼鏡的 MPU6050 感測，配合已有的範例程式（圖 19）進行改寫，將耗費資源容量的輔助感測程式及顯示程式刪除，只留下重置角度與感測角度的部分。在 TUNIOT 上組合出上傳資料至伺服器所需的網路相關程式，並且透過轉換功能將圖形程式碼匯出成 Arduino IDE 可以進行編纂的文字程式碼（圖 20）。最後將兩個程式合併起來，完成 VR 眼鏡端的程式。

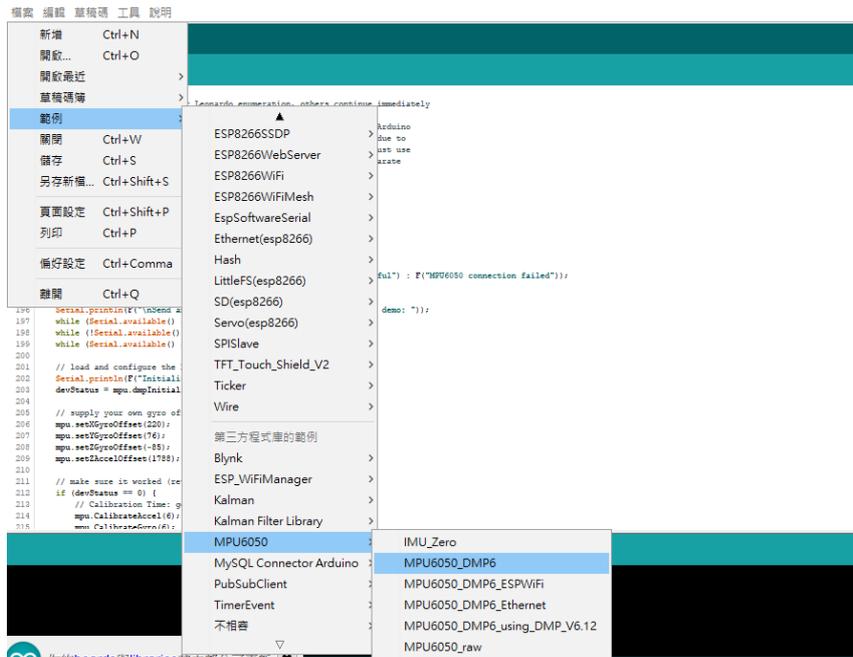


圖 19 陀螺儀範例程式

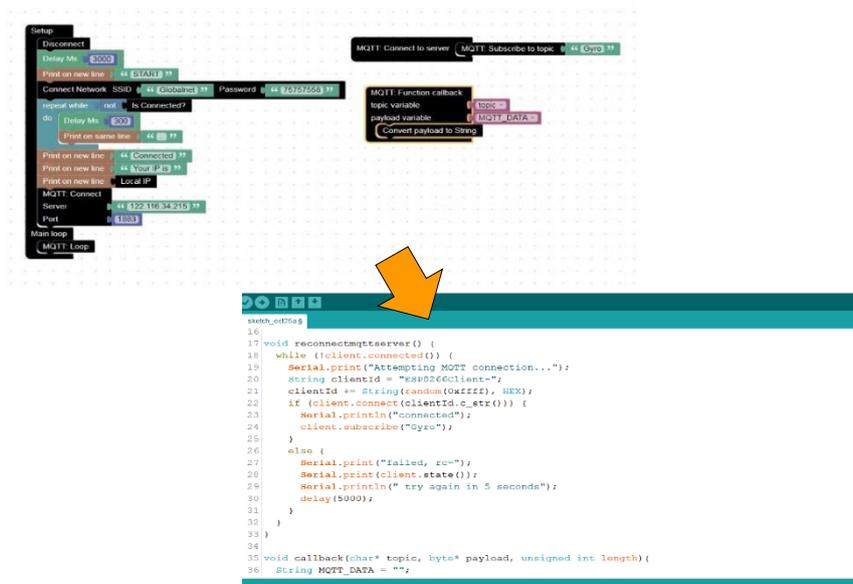


圖 20 TUNIOT 轉換程式碼示意圖

但在測試途中我們發現其實會影響視線的頭部運動只有兩軸，分別是水平的橫向轉頭與垂直的抬、低頭，因此決定把原先感測三軸的程式更改為感測兩軸，有效的降低程式的大小與傳輸資料所需的負擔。

修改完程式後，我們還遇到了重置完的三軸仍會往某一方向持續偏移的問題，為了解決此一現象，我們在原先的程式中，導入「卡爾曼濾波」函式庫，卡爾曼濾波器是一種常使用在飛機及太空導航常用的技術，透過測量不同時間下的變化計算出一個增益值，並將感測的結果乘以卡爾曼增益來維持感測器的精準度（圖 21）。

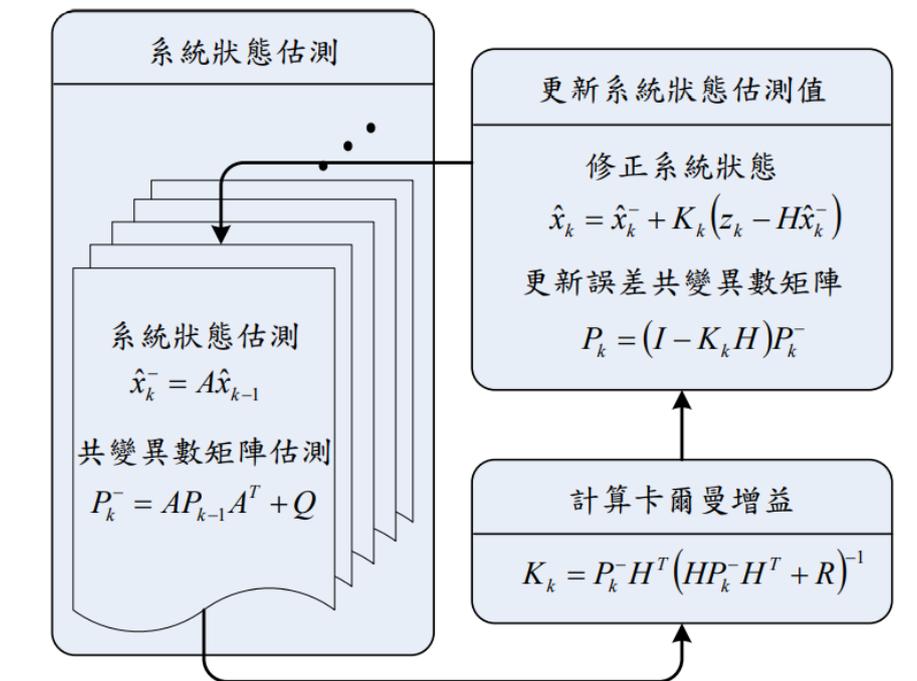


圖 21 卡爾曼濾波示意圖

### (三)、馬達設定與控制

為了讓雲台的轉動精準，我們選用伺服馬達來控制雲台轉動。Arduino 控制伺服馬達的程式範例在網路上多如鴻毛，我們從中選擇一個程式作為基底，並以防止抖動為主要考量加入部分輔助程式。接著一樣透過 TUNIOT 編寫伺服器連接網路部分的程式，最後再合併兩個程式。

#### (四)、影像傳輸

為了讓使用者可以有身歷其境的視覺體驗，我們選擇使用 VR 此種方式來讓使用者可以有更好的沉浸感。運用 App Inventor 撰寫出左右對稱的攝影軟體，並與螢幕分享程式（本專題皆是使用 TeamLink 進行測試）共同使用，以達到立體的觀看效果。以下為實際使用的手機截圖（圖 22）與 TeamLink 標示（圖 23）。



圖 22 切割畫面截圖

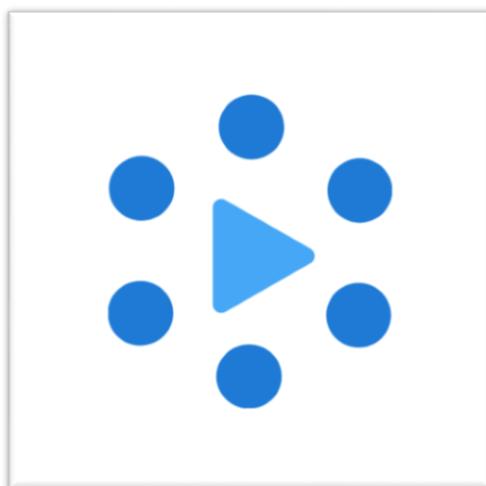


圖 23 TeamLink Logo

### 三、電路設計

#### (一)、VR 眼鏡電路

在電路部分，作為感測端的 VR 眼鏡置入了 D1 Mini 網路控制板、陀螺儀及電源系統，由於 VR 眼鏡內部的空間狹小，我們將電路板拆為兩個部分，再經由導線互相連接(圖 28)。

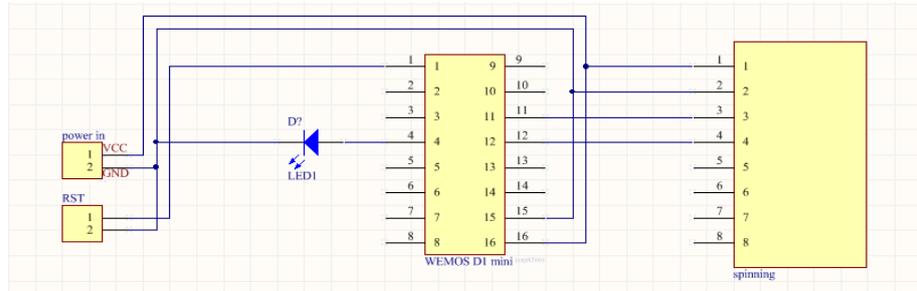


圖 24 左側電路圖

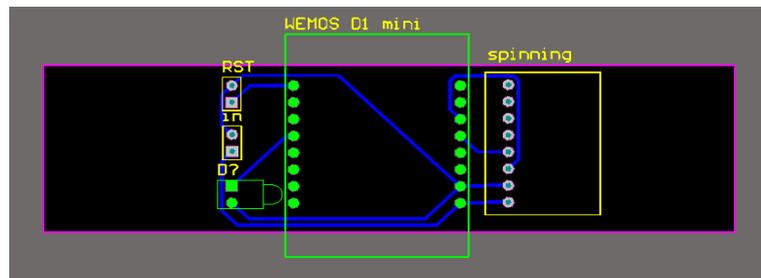


圖 25 左側電路板配置圖

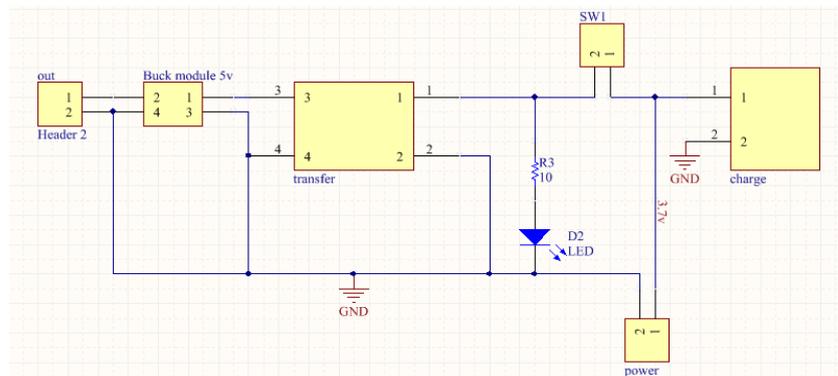


圖 26 右側電路圖

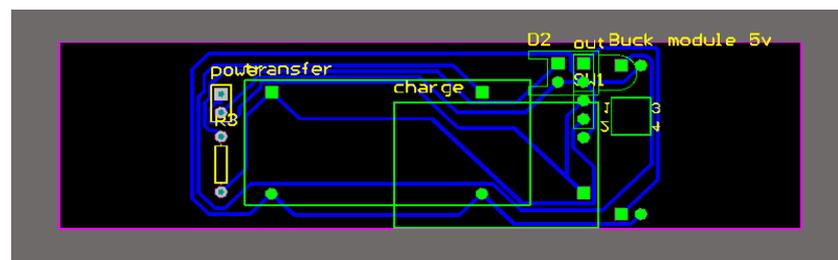


圖 27 右側電路板配置圖

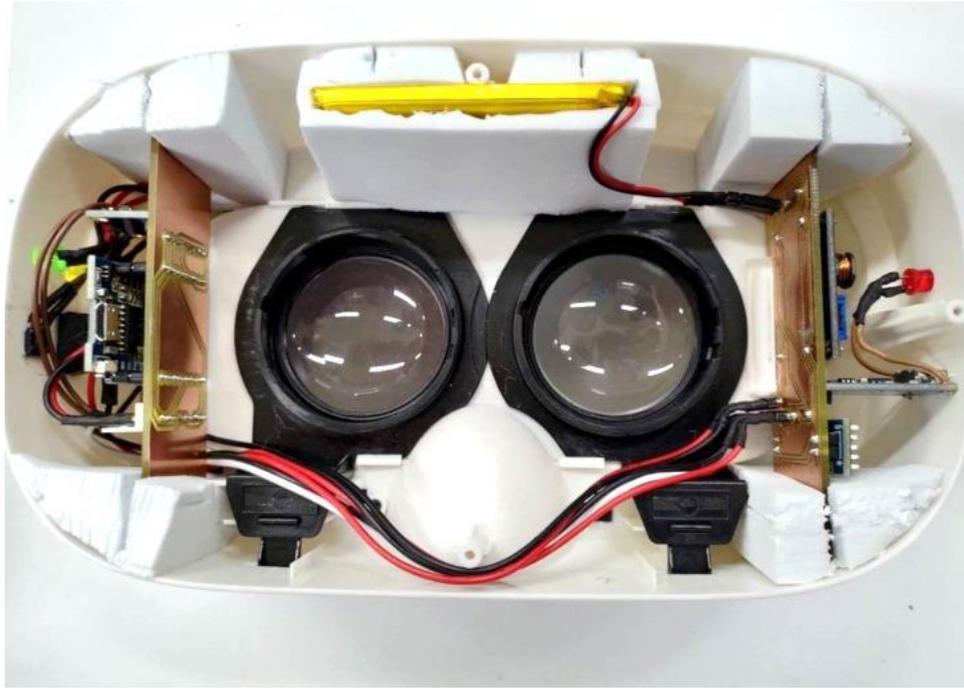


圖 28 VR 眼鏡內部實體圖

## (二)、雲台電路

而雲台作為接收端，電路板上則置入網路模組、伺服馬達插座及電源系統，並由銅柱固定於機身上（圖 29）。

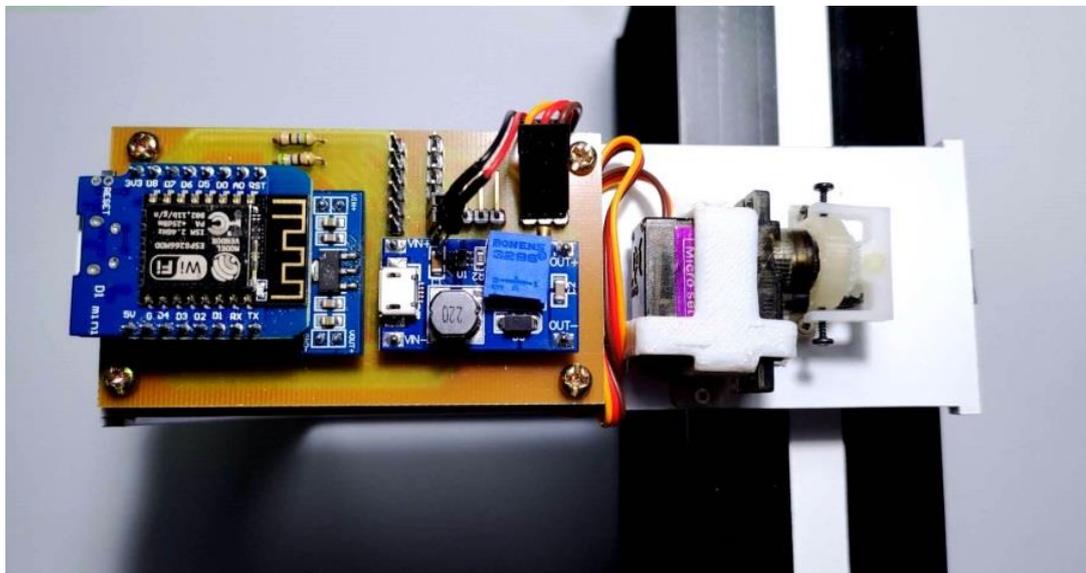


圖 29 雲台整體電路

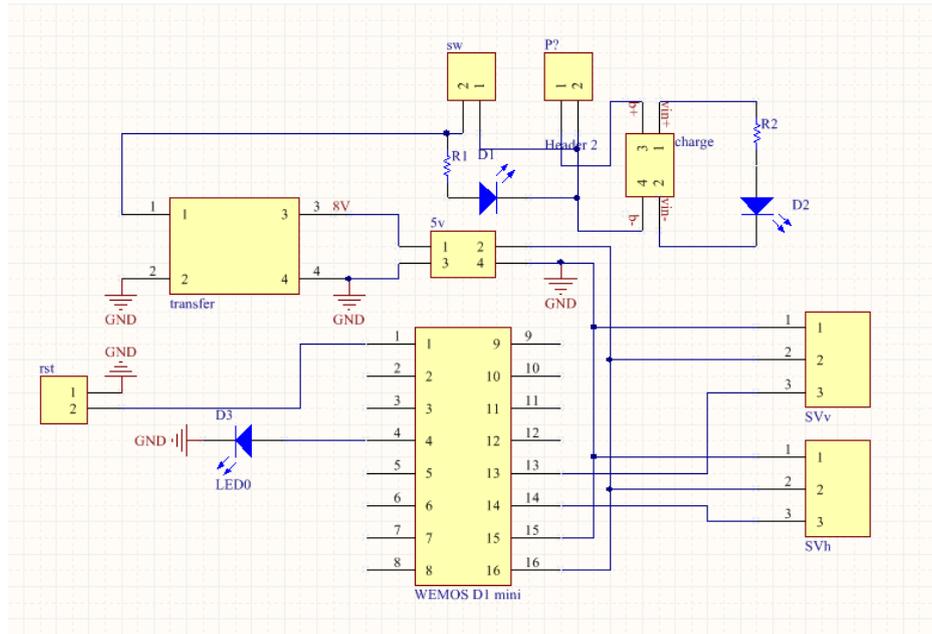


圖 30 雲台電路圖

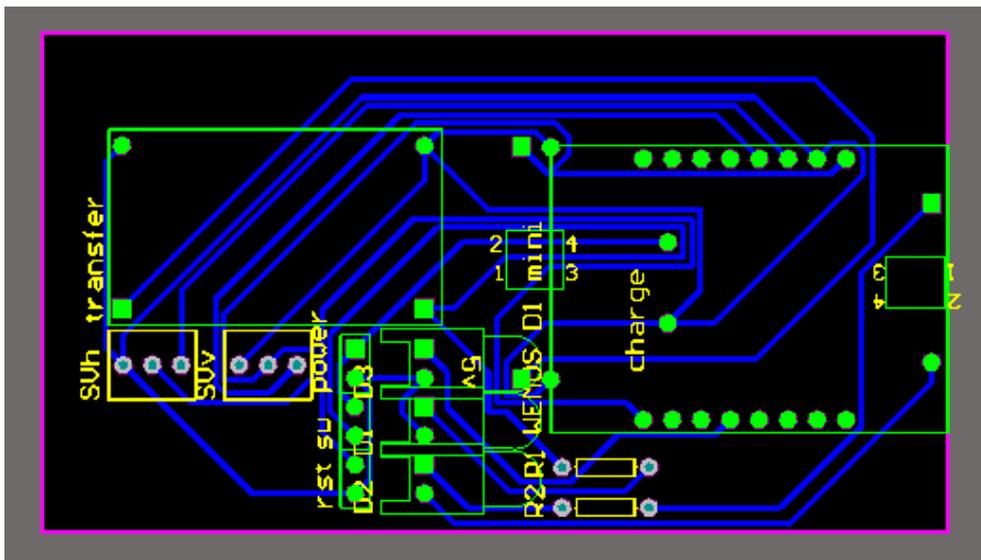


圖 31 雲台電路板配置圖

#### 四、硬體結構

機身分為機殼、手機架、馬達及電路板四個部分。機殼由 ABS 構成，包括縱向的 C 字形支架及橫向的矩形支架，而手機架的部分則採用 3D 列印(圖 32、33)，可配合手機大小伸縮。為了使伺服馬達能順利轉動，我們在機殼上安裝滾珠承軸使轉軸固定於其中(圖 34)，並且在底部放置止推承軸(圖 35)以確保機殼連接處不會因垂直受力過大而導致無法轉動。

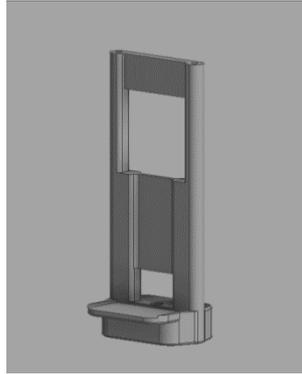


圖 32 手機架 3D 模型圖



圖 33 手機架實體圖



圖 34 滾珠承軸



圖 35 止推承軸

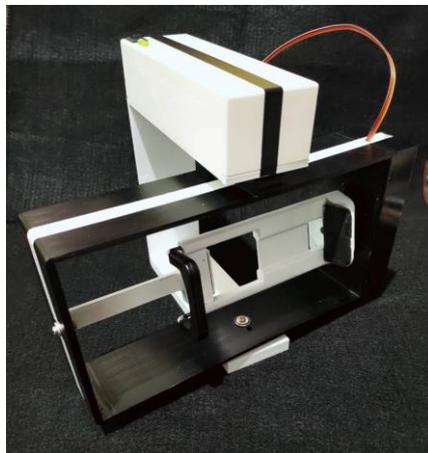


圖 36 整體結構圖

## 陸、討論

### 一、MPU6050 與手機陀螺儀的選用

在專題製作過程初期，我們原本想藉由手機本身的陀螺儀，配合 App Inventor 撰寫的程式讓手機可以即時感測頭部轉動，但經過測試後發現兩個問題，第一個是手機陀螺儀無法重置，考量到使用者每次都會在不同姿勢下使用，不能重置對使用將會造成極大的困擾；第二個問題則是由 App Inventor 所撰寫的程式不能在背景運行，這樣便不能同時執行影像傳輸程式與陀螺儀程式，考量以上因素後，最後我們改為使用 MPU6050 作為感測器。

### 二、網路上的物聯網平台與自行架設伺服器的選擇

網路上的免費物聯網平台雖然便於使用者進行設定與使用，但通常會限制傳輸的時間間隔、次數、字元長度等，為了使雲台動作可以更滑順，我們採用自行架設的伺服器。比起物聯網平台，自行架設伺服器可以自由地調整限制條件，在維修方面也更加方便。

### 三、開發版的選用

在最初選用以 ESP8266 系列 ESP-12 為基底的 Nodemcu WiFi 模組，但由於體積龐大，我們打算直接使用 Nodemcu 上的 ESP-12E。經過測試後，發現燒錄程序複雜不利於頻繁的程式修改，因此放棄採用。最後我們找到體積小、燒錄方便，更符合需要的 WEMOS D1 Mini 迷你 WiFi 開發板作為此次專題所使用的處理中樞。



圖 37 Nodemcu



圖 38 ESP-12



圖 39 WEMOS D1 Mini

表 9 開發版比較表

	體積	腳位	燒錄	價格(NT)
Nodemcu	大	多	方便	190~200
ESP-12E	小	少	複雜	80~100
WEMOS D1 Mini	中	少	方便	140~150

## 柒、 結論

本專題唯一的目標「為行動不便之人製作一雙探索世界的眼睛」。最後我們非常幸運地完成了當初預想的全部功能，但仍有很大的發展空間。期許未來可以與鏡頭、視訊、VR 等公司合作，降低延遲、提高畫質，給予使用者最佳的體驗。

荷魯斯之眼原型只是在小說某一片段中出現的幻想裝置，但是經過半年多的努力，從構思、設計、購買材料，嘗試並學習多種程式直到符合目標；不停修改甚至重新製作硬體的架構，最後在軟硬體整合時遇到的各種問題並加以解決。這份難得的經驗，相信會成為我們的食糧，使我們成長茁壯。

## 捌、參考資料及其他

- 503759 電池規格。2021 年 1 月 22 日。取自  
<http://www.benzobattery.com/kc-certification-lithium-battery-supplier-customized-bz-503759-1200mah-3-7v-rechargeable-lipo-battery>
- AMS1117 規格。2021 年 1 月 22 日。取自  
<https://www.itread01.com/content/1556462408.html>
- Arduino 教程：MPU6050 的數據獲取、分析與處理。2020 年 9 月 13 日。取自  
<https://www.itread01.com/content/1507437608.html>
- Arduino 筆記 (15)：控制伺服馬達 Servo。2020 年 8 月 8 日。取自  
<https://atceiling.blogspot.com/2017/03/arduino.html>
- How to connect two MPU6050。2020 年 8 月 18 日。取自  
<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=118937.0>  
<https://container01.com/archives/173202>
- MG90S 規格。2021 年 1 月 22 日。取自  
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/mg90s-14g%E5%85%A8%E9%87%91%E5%B1%AC%E9%BD%92%E8%88%B5%E6%A9%9F-servo-%E4%BC%BA%E6%9C%8D%E6%A9%9F/>
- MPU6050 規格。2021 年 1 月 22 日。取自  
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/invensense-gy-521-mpu6050-mpu-6050-6dof-%E9%99%80%E8%9E%BA%E5%84%80%E5%8A%A0%E9%80%9F%E5%BA%A6%E6%A8%A1%E7%B5%84%EF%BC%88%E9%99%84%E6%8E%92%E9%87%9D%EF%BC%89/>
- MQTT 教學 (四)：使用 MQTTLens 訂閱與發布 MQTT 訊息。2020 年 7 月 26 日。取自  
<https://swf.com.tw/?p=1009>
- MT3068 規格。2021 年 1 月 22 日。取自  
<https://www.ruten.com.tw/item/show?21502221425703>
- TP4056 規格。2021 年 1 月 22 日。取自  
[https://shopee.tw/TP4056%E9%8B%B0%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E5%85%85%E9%9B%BB%E6%A8%A1%E7%B5%845V-4.2V-3.7V-3.6V-1A\(MICRO-USB\)004164-i.6343010.851045655](https://shopee.tw/TP4056%E9%8B%B0%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E5%85%85%E9%9B%BB%E6%A8%A1%E7%B5%845V-4.2V-3.7V-3.6V-1A(MICRO-USB)004164-i.6343010.851045655)
- WeMos D1 Mini 規格。2021 年 1 月 22 日。取自  
[http://maker.tn.edu.tw/modules/tad\\_book3/page.php?tbdsn=99](http://maker.tn.edu.tw/modules/tad_book3/page.php?tbdsn=99)
- 王進德。2020 年 6 月 12 日。工業 4.0 的物聯網智慧工廠應用與實作：使用 Arduino・Node-RED・MySQL・Node.js。博碩

- 張榮洲、張宥凱。2020 年 7 月 29 日。專題製作：電子電路及 Arduino 應用。全華圖書
- 楊仁元、張顯盛、林家德。2014 年 8 月 1 日。專題製作理論與呈現技巧 (Office 2010 版) 增訂版 (第三版)。台科大
- 趙英傑。2016 年 5 月 31 日。超圖解物聯網 IoT 實作入門：使用 JavaScript/Node.JS/Arduino/Raspberry Pi/ESP8266/Espruino。旗標
- 趙英傑。2020 年 3 月 12 日。超圖解 Arduino 互動設計入門 (第四版)。旗標