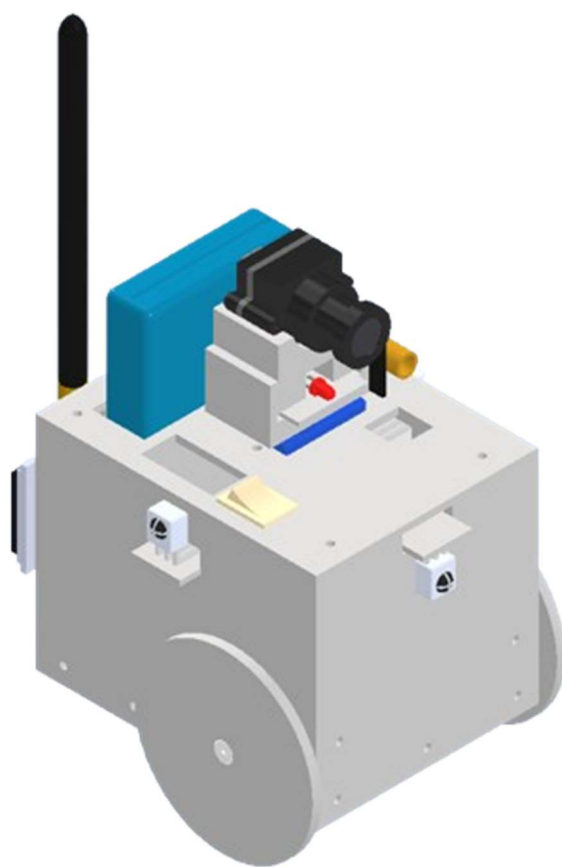


臺北市立大安高級工業職業學校專題實作競賽

「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：戰爭雷霆

關鍵詞：FPV、槍戰、單晶片控制

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
(一) 3D 繪圖	2
(二) 3D 列印.....	2
二、程式撰寫.....	2
(一) Arduino	2
肆、研究步驟	3
一、研究流程	3
二、使用材料	4
三、使用軟體與服務	10
四、使用機具	11
伍、研究結果	11
一、主體結構	11
(一) 機器人結構	11
(二) 遙控器結構	12
(三) FPV 眼鏡結構	13
二、無線連接	14
陸、討論	14
一、加入音效	15
二、更精準的射擊判定	15
三、增加美觀性	15
柒、結論	15
捌、參考資料或其他	16
一、網路資料	16
玖、附錄	17
一、作品分工表	17
二、競賽日誌	17

圖目錄

圖 1	Inventor 繪製介面	2
圖 2	Arduino 開發畫面	3
圖 3	ESP-32	4
圖 4	Li-Po 鋰電池	4
圖 5	18650 鋰電池.....	5
圖 6	FPV 鏡頭	5
圖 7	FPV 圖傳	6
圖 8	FPV 眼鏡	6
圖 9	MG90S 伺服馬達	7
圖 10	XL6009 升壓模組	7
圖 11	LM2596S 降壓模組	8
圖 12	紅外線發射模組	8
圖 13	紅外線接收模組	9
圖 14	雷射光模組	9
圖 15	萬向滾輪	9
圖 16	搖桿	10
圖 17	DFR0934 透明螢幕	10
圖 18	機器人爆炸圖	11
圖 19	機器人實體圖	12
圖 20	遙控器爆炸圖	12
圖 21	遙控器實體圖	13
圖 22	眼鏡結構示意圖	13
圖 23	驅動版連接	14
圖 24	取得 MAC 地址	14

表目錄

表 1	研究時程	3
表 2	ESP-32	4
表 3	Li-Po 鋰電池	4
表 4	18650 鋰電池	5
表 5	FPV 鏡頭	5
表 6	FPV 圖傳	6
表 7	FPV 眼鏡	6
表 8	MG90S 伺服馬達	7
表 9	XL6009 升壓模組	7
表 10	LM2596S 降壓模組	8
表 11	紅外線發射模組	8
表 12	紅外線接收模組	9
表 13	雷射光模組	9
表 14	DFR0934 透明螢幕	10

【戰爭雷霆】

壹、摘要

本專題以 ESP-32 單晶片做為控制機器人的核心單元，讓兩位玩家以遙控器操作機器人對戰，射擊的判定與執行部分我們使用的是紅外線感測器，為了達成小的體積與更加精準地控制，在機器人的移動與視角轉動方面的動力來源，我們全部都使用伺服馬達。

在遙控機器人對戰的基礎下，我們還與 FPV(第一人稱視角)技術結合將 FPV 鏡頭裝置在機器人的頭部，配套的 FPV 眼鏡則將由使用者配戴，以獲得機器人看到的第一視角。除此之外，為了改善遊戲體驗，我們使用了一片透明螢幕裝置在眼鏡裡面作為抬頭顯示器以顯示機器人的血量資訊。ESP-32，也就是遙控器與機器人之間的通訊，我們使用了 ESP-NOW 協議。透過以上種種技術的結合，我們可以打造出了一款能夠使玩家不須親臨現場，卻能夠得到最佳的視覺與操作體驗的射擊遊戲。

貳、研究動機

從以前到現在，射擊遊戲一直是歷久不衰的遊戲類型，不管是實體的生存遊戲抑或是虛擬的電子遊戲甚至新興的 VR 槍戰，都是遊戲市場中極受歡迎的類型。雖然 VR 技術可以提高槍戰遊戲的擬真度與互動性，但是在畫面品質、建模精細度還有人物動作捕捉精細度的呈現上依舊有不少可以再進步的地方。因此，我們以此為出發點，設計了一款以 FPV 技術為核心的擬真射擊對戰遊戲，並且以透明 TFT 螢幕輔助，達成與虛擬遊戲中類似的抬頭顯示器之效果，大大提升了此款遊戲的娛樂性質。在此遊戲中共有兩名玩家使用遙控器操控機器人以紅外線收發器進行對戰。於此同時，玩家將各自配戴一副加裝透明螢幕的 FPV 眼鏡，以獲得機器人身上的 FPV 看見的視角，得到最沉浸的遊戲體驗。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

(一) 3D 繪圖

我們利用了高二時參加的跨領域選修課程學到的 3D 繪圖軟體 Inventor 繪製草圖如圖 1，並配合 3D 列印技術作出所有我們需要的零件。

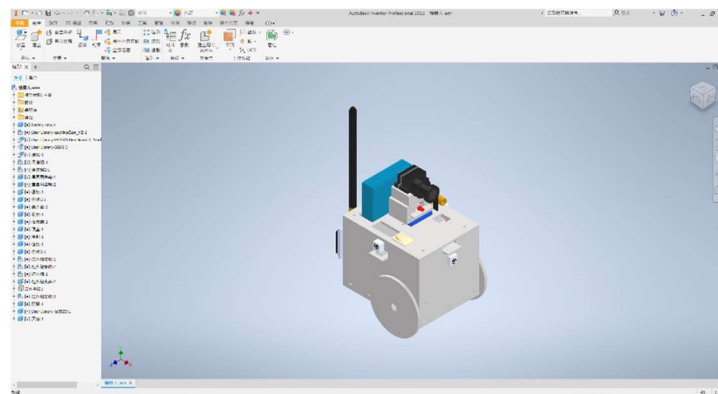


圖 1 Inventor 繪製介面

(二) 3D 列印

在使用 Inventor 繪製好草圖後，開始列印之前，我們需要先使用 Ultimaker Cura 來調整各項 3D 列印機的參數，例如：噴頭溫度、熱床溫度、列印速度與是否需要支撐等，如此才能順利將我們所需的零件列印出來。

二、程式撰寫

(一) Arduino

我們利用高二智慧居家監控實習使用的 Arduino IDE(如圖 2)來以撰寫用以驅動 ESP-32 的程式，使其能進行與遙控器的無線連接、各個馬達的驅動與射擊指令的執行與判定。

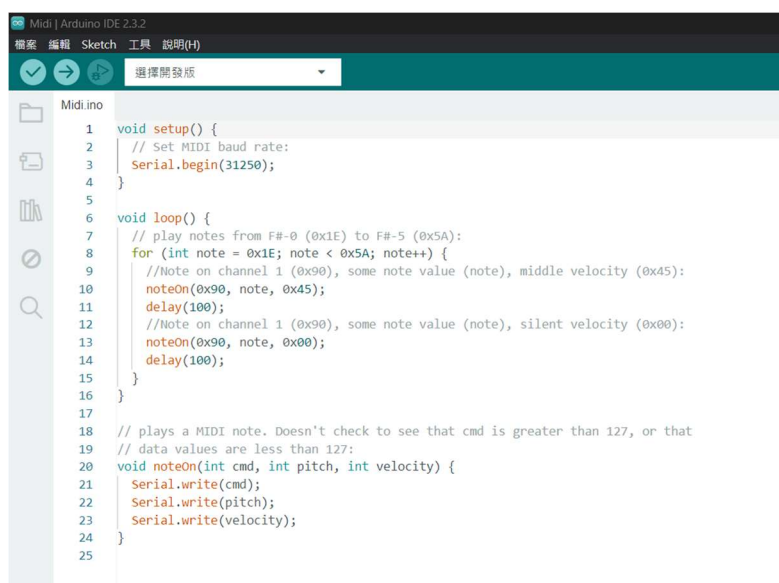


圖 2 Arduino 開發畫面

肆、研究步驟

一、研究流程

我們於七月底訂下題目之後，組員們就開始於網路上收集資料，同時開始構思大致上的硬體結構。九月時，我們購買了第一批材料，經測試發現沒有問題之後，我們就著手繪製機構圖。十月初我們就將機器人與遙控器的機構設計完成，並於十月中旬開始進行市售 FPV 眼鏡的改裝。十一月，我們將所有的硬體接線完成並將其組裝，開始最後的軟硬體整合測試，過程中我們也發現一些程式上的問題，因此我們利用剩餘兩個月的時間持續進行軟體的改善，並於最後兩周左右完成硬體的最終測試，專題到此才算是結束。流程如表 1。

表 1 研究時程

七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月
資料查找						
	機構設計					
		眼鏡改裝				
			硬體組裝			
				軟硬體整合		
					最終測試	

二、使用材料

(一) ESP-32

我們使用該晶片作為機器人與遙控器的主要控制單元，選擇它則是因為其體積夠小的同時，又有足夠的 IO 接口，更搭載了天線，能夠滿足我們的需求。其外觀如圖 3，規格如表 2。



圖 3 ESP-32

表 2 ESP-32

ESP-32	
工作電壓	3.3V/5V
工作電流	60mA
工作溫度	-25°C~+65°C
天線規格	板載 PCB 天線

(二) Li-Po 鋰電池

我我在機器人的供電上，我們使用航模專用的鋰電池。這種電池通常是由多個相同的電池芯來增加放電電流，或串聯多個電池包來增加電壓。我們選擇使用的是串聯的版本，如此才能供應 FPV 鏡頭所需的 7.4V 電壓。其外觀如圖 4，規格如表 3。



圖 4 Li-Po 鋰電池

表 3 Li-Po 鋰電池

Li-Po 鋰電池	
輸出電壓	7.4V
輸出電流	5.4A
容量	2700mAh

(三)18650 鋰電池

遙控器的供電，因為不需要驅動馬達或著鏡頭等大功率元件因此我們選擇的是 18650 鋰電池，這款電池容量大且可以重複充電，能夠長時間供給遙控器所需的電力的同時也比較環保，且若將把手握持時的舒適度納入考量，把手的尺寸正好可以放下這一顆電池。其外觀如圖 5，規格如表 4。



表 4 18650 鋰電池

18650 鋰電池	
輸出電壓	3.7V
輸出電流	5A
容量	3400mAh

圖 5 18650 鋰電池

(四)FPV 鏡頭

這個元件是我們的專題中最核心的零件之一，它被安裝在機器人的頭部，可以將拍攝到的影像透過搭配使用的圖傳傳輸到使用者配戴的 FPV 眼鏡中，令使用者得到最真實的體驗。其外觀如圖 6，規格表 5。



表 5 FPV 鏡頭

FPV 鏡頭	
輸入電壓	5~17V
輸入電流	135mA
畫素	1280*720

圖 6 FPV 鏡頭

(五)FPV 圖傳

這個元件負責將 FPV 鏡頭拍攝到的畫面傳輸到 FPV 眼鏡中，其支持使用者自由更改頻段，以避免訊號被干擾的問題。其外觀如圖 7，規格如表 6。



圖 7 FPV 圖傳

表 6 FPV 圖傳

FPV 圖傳	
輸入電壓	7~24V
發射功率	200mW
工作頻率	5.8GHz
可選頻段	48 個

(六)FPV 眼鏡

當遊戲進行時，玩家將會配戴此眼鏡以獲得機器人看見的第一視角。其外觀如圖 8，規格如表 7。



圖 8 FPV 眼鏡

表 7 FPV 眼鏡

FPV 眼鏡	
解析度	800*400
可選頻段	48 個
螢幕大小	4.3 英吋

(七) MG90S 伺服馬達

這款馬達體積小的同時擁有不錯的轉矩與轉速，很適合應用在製作機器人、自走車等小型專題，故我們將它使用於機器人的腳部與頭部，分別負責移動與轉動視角。其外觀如圖 9，規格如表 8。



圖 9 MG90S 伺服馬達

表 8 MG90S 伺服馬達

MG90S 伺服馬達	
輸入電壓	4.8~7.2V
轉動角度	180/360°
轉速	0.11s/60°
扭力	2kg/cm

(八) XL6009 升壓模組

升壓模組負責將 18650 鋰電池供給的 3.7V 電壓轉換成 5V 以提供足夠電壓給 ESP-32。其外觀如圖 10，規格如表 9。

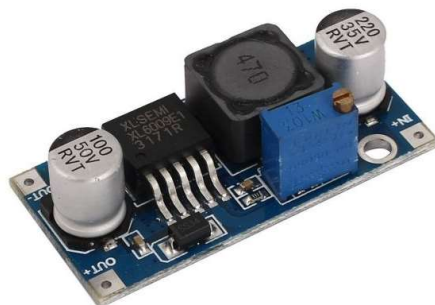


圖 10 XL6009 升壓模組

表 9 XL6009 升壓模組

XL6009 升壓模組	
輸入電壓	3V~32V
輸出電壓	5V~32V
輸出電流	最大 2A

(九) LM2596S 降壓模組

在測試機器人的紅外線接收器時，我們發現若是用 ESP-32 的 3.3V 接點供電，紅外線接收器會有信號接收異常的情況，經過一番研究，我們發現可能是因為 ESP-32 外接的負載過多造成信號波動，因此我們決定使用降壓模組直接連接到電池給紅外線接收器供電。其外觀如圖 11，規格如表 10。



圖 11 LM2596S 降壓模組

表 10 LM2596S 降壓模組

LM2596S 降壓模組	
輸入電壓	3.2V~46V
輸出電壓	1.25V~35V
輸出電流	最大 3A

(十)紅外線發射模組

紅外線發射器負責機器人的射擊功能。其外觀如圖 12，規格如表 11。

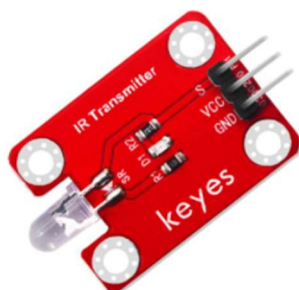


圖 12 紅外線發射模組

表 11 紅外線發射模組

紅外線發射模組	
輸入電壓	3.3V
工作頻率	38kHz
傳輸距離	1~2m
發射角度	90°

(十一)紅外線接收模組

紅外線接收模組負責機器人對戰時的射擊判定。其外觀如圖 13，規格如表 12。

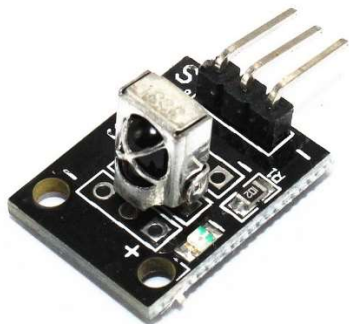


圖 13 紅外線接收模組

表 12 紅外線接收模組

紅外線接收模組	
輸入電壓	3.3V
工作頻率	38kHz
接收角度	90°

(十二)雷射光模組

雷射光模組裝載在機器人頭部，提供玩家輔助瞄準，降低遊戲難度。其外觀如圖 14，規格如表 13。

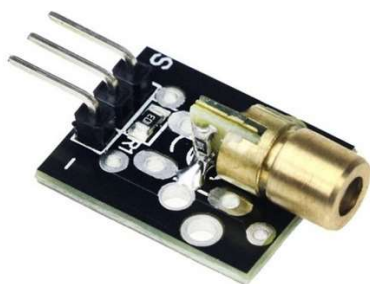


圖 14 雷射光模組

表 13 雷射光模組

雷射光模組	
輸入電壓	5V

(十三)萬向滾輪

萬向滾輪用來保持機器人的機械平衡。外觀如圖 15。



圖 15 萬向滾輪

(十四)搖桿

搖桿用於控制機器人的移動與視角轉動，外觀如圖 16。



圖 16 搖桿

(十五)DFR0934 透明螢幕

透明螢幕被裝置在 FPV 眼鏡內部，用來打造抬頭顯示器的效果。外觀如圖 17，規格如表 14。



圖 17 DFR0934 透明螢幕

表 14 DFR0934 透明螢幕

DFR0934 透明螢幕	
輸入電壓	3.3V
解析度	128*64
螢幕尺寸	1.51 英寸

三、使用軟體與服務

(一)Autodesk Inventor

這是一款能夠輕鬆入門的 3D 繪圖軟體，在此次專題中，所有零件都是透過它建模的。

(二)Arduino IDE

是專用於 Arduino 開發版的軟體，內含大量函式庫可供使用，我們用其進行 ESP-32 開發版的編譯。

(三)Ultimaker Cura

用於 3D 列印前調整機器之參數。

四、使用機具

(一)3D 列印機

我們透過它製造所有我們自行設計的零件。

伍、研究結果

一、主體結構

(一)機器人結構

機器人的機體零件全部由 PLA 材料 3D 列印而成，機器人身體前方與兩側各有一個紅外線接收器可以接收敵方發射的紅外線訊號，作為控制單元的 ESP-32 放置在前方。下方兩個伺服馬達控制輪子的轉動，上方的伺服馬達則可以同時帶動紅外線發射器、雷射光模組與 FPV 鏡頭的轉動，以此達到旋轉視角的目的。後方的 FPV 圖傳放置在外側則是因為考量到圖傳的功率頗高，散熱不易，因此才設置在外部。下圖 18 為機器人之爆炸圖，圖 19 為機器人之實體圖。

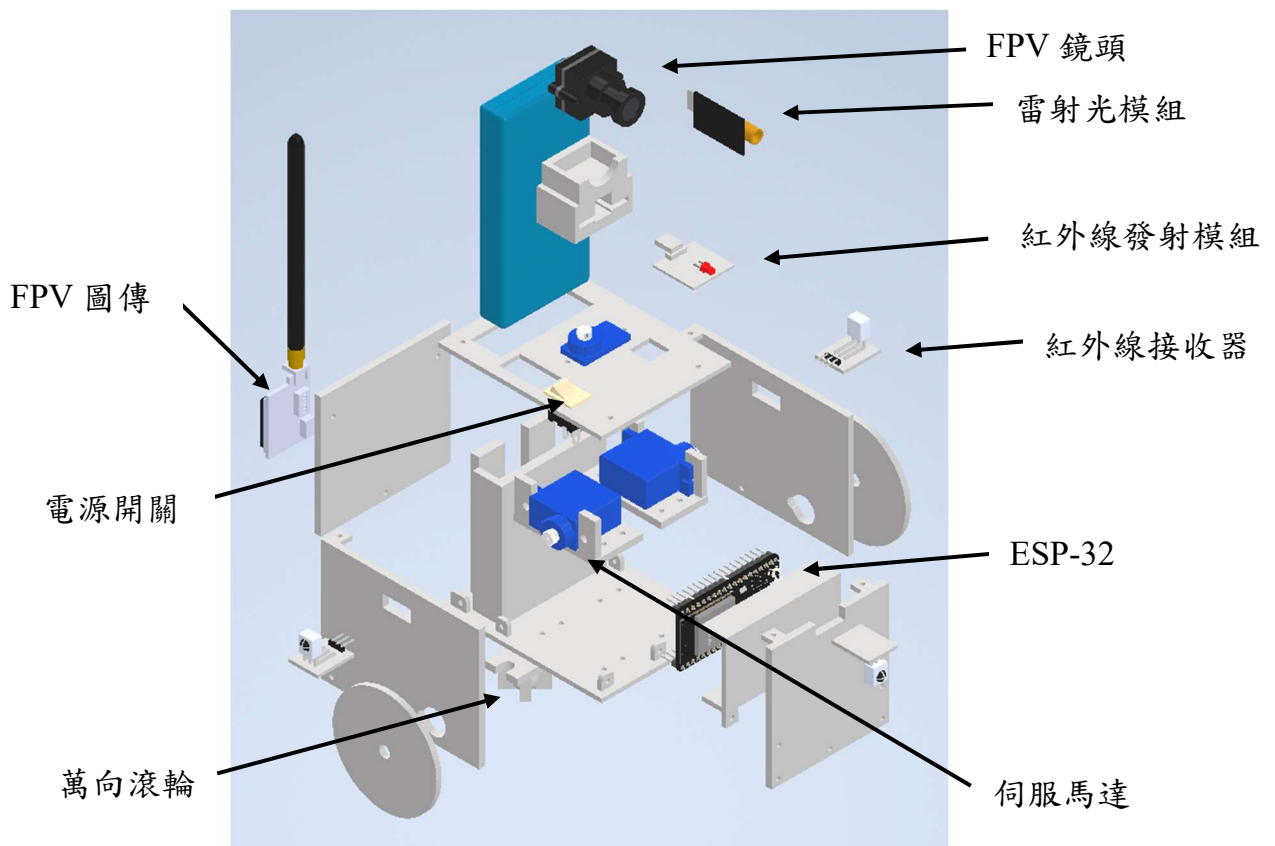


圖 18 機器人爆炸圖

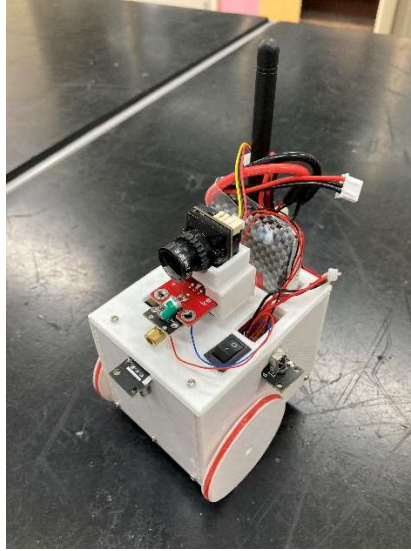


圖 19 機器人實體圖

(二)遙控器結構

遙控器中有兩個搖桿，右邊的用於控制視角轉動，左邊的則是控制移動方向。ESP-32 則放置在左方空間，右邊則是作為扳機的極限開關。最後是放置於下方的電池。遙控器硬體結構，如圖 20 所示，遙控器實體，如圖 21 所示。

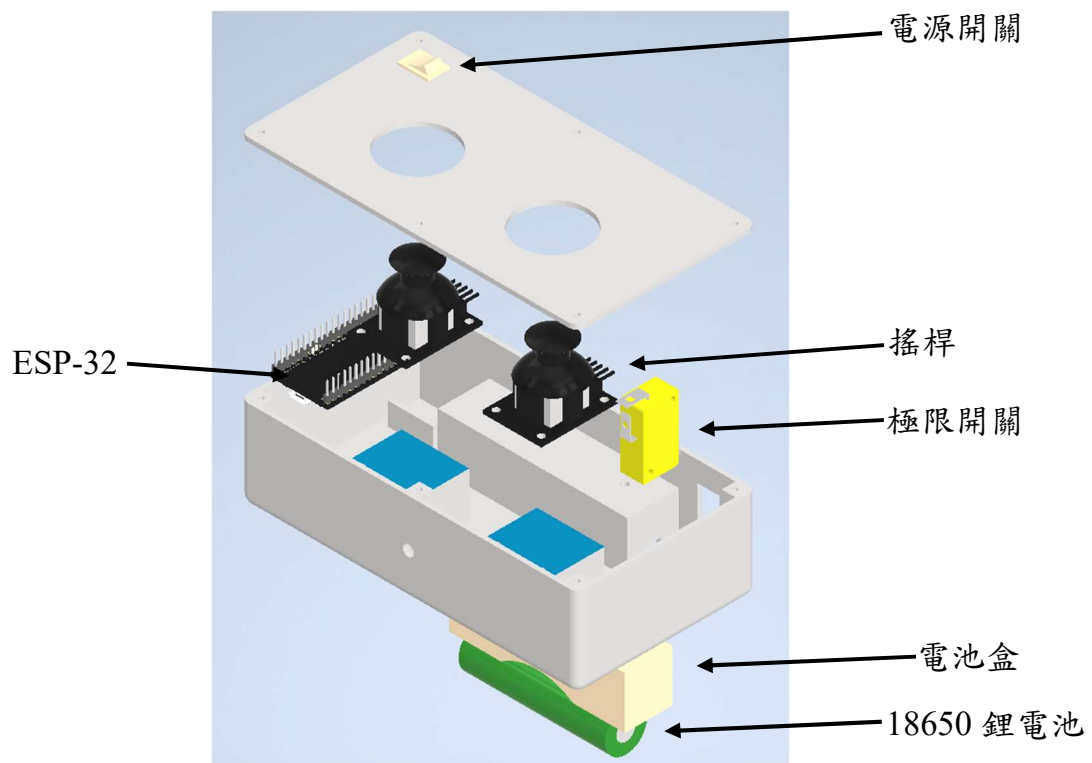


圖 20 遙控器爆炸圖

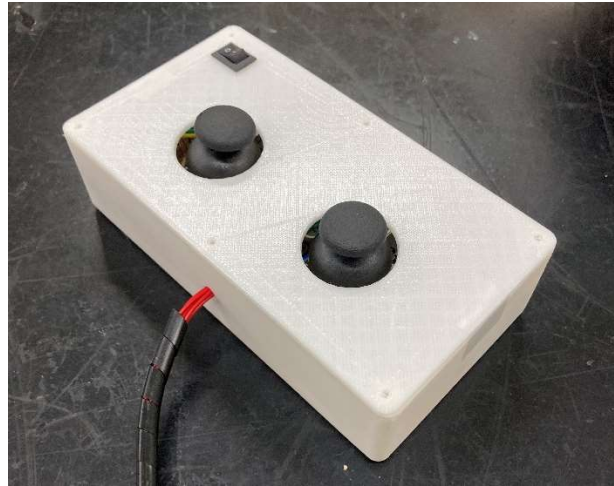


圖 21 遙控器實體圖

(三)FPV 眼鏡結構

FPV 眼鏡算是我們構思最久的部分，當初我們有考慮過將機器人的血量資訊與 FPV 鏡頭的畫面一同傳輸到手機，再想辦法自製一個能夠將鏡頭畫面與血量資訊合成的軟體，以此達到抬頭顯示器的效果，但若是如此執行，處理過後的畫面必然會具有高延遲，這樣會導致玩家的遊戲體驗大大降低。之後我們很幸運地找到了透明的 TFT 螢幕，只要用這一款螢幕，我們就能夠直接使用市售的 FPV 眼鏡進行改裝，只要將透明螢幕固定在眼鏡上方的顯示屏下方(如圖 22)，如此就能輕易地達到非常好的顯示效果，並且能夠在省下大量軟體開發之時間成本的同時，又能得到更好的體驗，實屬一舉兩得之策。最後，此透明螢幕需要以一塊專用的驅動板才能使用，而驅動版需要與 ESP-32 連接，才能顯示機器人的血量資訊，但若是我們再使用一塊 ESP-32 在眼鏡上，成本又將會提高，因此我們選擇將驅動板與遙控器上的 ESP-32 以單芯線連接(如圖 23)，如此就可以省下共兩塊 ESP-32。

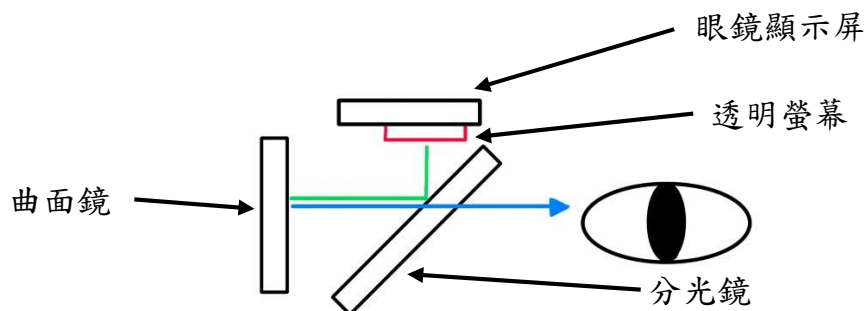


圖 22 眼鏡結構示意圖



圖 23 驅動版連接

二、無線連接

在 ESP-32 的無線連接方面，我們經一番研究之後選擇了 ESP-NOW 這項技術，這是樂鑫公司開發的一種沒有握手協議，它可以使兩塊開發版之間進行簡單的通訊，且其配對非常簡單，只需要透過一些範例程式取得兩塊開發版的 MAC 地址，並且在編譯的程式中設定好，就可以在開機時自動配對，就算斷電之後再重開機也會自動進行配對，缺點則是能傳輸的資料量不多。不過因為我們在控制時是從遙控器發射字串給機器人，機器人收到之後再做出對應的動作，傳輸的資料量非常小，從此來看，這項技術的特性非常契合我們的專題，因此，我們選擇了此技術作為無線控制的方案。程式之示意圖如圖 24。

```
1  #include "WiFi.h"
2
3  void setup(){
4      Serial.begin(115200);
5      WiFi.mode(WIFI_MODE_STA);
6      Serial.println(WiFi.macAddress());
7  }
```

圖 24 取得 MAC 地址

陸、討論

一、加入音效

一開始，我們本來希望加入音效來增加娛樂性與臨場感，但是當我們在測試預定使用的音效播放器時，我們發現在播放出聲音之前，會有大約兩秒中的延遲時間。眾所周知，在射擊遊戲中，零點幾秒的延遲都可能成為勝負的關鍵，雖然這只是音效上的延遲，不過兩秒的時間還是過於的長了，絕對會大大影響遊戲體驗。之後，我們也有考慮更換其他的播放器，但其價格高昂且體積頗大，因此我們不獨不先放棄音效這一方面。

二、更精準的射擊判定

我們使用的紅外線發射器，其發射範圍其實並非直線，而是向前方發散成一扇型區域，這樣的特性會導致遊玩時根本不必瞄準就能直接攻擊到敵方。為了解決這個問題，我們想到可以使用鋁箔紙作為遮罩來抑制紅外線的發散。到此，雖然問題大致上解決了，但其實這樣發射出來的紅外線仍然會呈一扇型區域，只是面積相比之前已經小了非常多，我們希望可以改善這個問題。

三、增加美觀性

由於在此次專題之前，我們少有這一類自己從無到有設計、製作一個完整專題的經驗，因此在硬體的設計上缺乏了許多考量，也並不美觀有了這次的經驗，希望未來有機會可以將這一點做得更好。

柒、結論

本專題以「第一視角擬真槍戰」為主題，希望能解決現今 VR 遊戲不夠真實，建模也不夠精緻的問題。透過整合 3D 列印與 Arduino 單晶片，製作出一款介於虛擬與現實，能夠給玩家最真實體驗的射擊對戰遊戲。

主要功能為利用 FPV 鏡頭將機器人看到的畫面實時傳遞給配戴 FPV 眼鏡的玩家，使玩家獲得機器人的第一視角，並且在眼鏡中加入了一片透明螢幕，以做出抬頭顯示器的效果，顯示機器人的血量，豐富遊戲性，使玩家得到最好的遊戲體驗。

未來，我們會朝向加入一些音效、提高射擊準確度並增加美觀性等方向努力，進一步增加、優化產品的功能，為使用者提供更好的使用體驗。

這個專題整合硬體與軟體，成功開發出了一款擬真的槍戰遊戲，為喜歡槍戰遊戲的同時，又想體驗一點不一樣的新鮮感的玩家提供了多一個選擇，我們希望未來這個專題能有更多的發展與改進。

捌、參考資料及其他

一、網路資料

1.ESP-32

<https://www.az-delivery.de/en/products/esp32-developmentboard>

2.FPV 鏡頭

<https://flysmart.boutir.com/item/Walksnail-Avatar-HD-Nano-Camera-V3/5829314774171648>

3.FPV 圖傳

<https://www.jsumo.com/ts5823-58ghz-40ch-200mw-fpv-transmitter-vtx>

4.FPV 眼鏡

<https://www.verticalhobby.com/kauppa/en/betafpv-vr03-fpv-goggles-with-dvr-p-7414.html>

5.MG90S

https://hackmd.io/@JustMakeIt/rkhc_Y0Sj

6.XL6009

<https://potentiallabs.com/cart/buy-xl6009l-stepup-converter-online-hyderabad-india>

7.LM2596

<https://www.bastelgarage.ch/lm2596-switching-regulator-dc-dc-step-down-buck-converter>

8.紅外線接收器

<https://letstore.io/products/ir-infrared-receiver-hx1838-ky-022?variant=40617699442731>

9.紅外線發射器

<https://karta146831.pixnet.net/blog/post/335687582>

10.萬向滾輪

<https://www.favtw.com/products/h220>

11.搖桿

<https://cn.osepp.com/produce/module/joy.html>

12.透明螢幕

<https://evelta.com/fermion-1.51-oled-transparent-display-with-converter-breakout/>

13.雷射光模組

<https://manuals.plus/zh-TW/arduino/ky-008-laser-transmitter-module-manual>

14. ESP-NOW 介紹

https://blog.csdn.net/Better_man1/article/details/120552196

玖、附錄

一、作品分工表

參賽學生	工作任務
A	硬體設計、硬體製作
B	上台報告、簡報製作
C	簡報製作、書面報告撰寫
D	軟體撰寫

二、競賽日誌

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
113	8	5	討論主題	地點:線上語音 器材: 手機、電腦 時數:三小時	同學 A: 討論主題 同學 B: 討論主題 同學 C: 討論主題 同學 D: 討論主題
113	8	10	討論主題	地點:線上語音 器材: 手機、電腦 時數:三小時	同學 A: 討論主題 同學 B: 討論主題 同學 C: 討論主題 同學 D: 討論主題
113	8	17	結構與功能討論	地點:線上語音 器材: 手機、電腦 時數:三小時	同學 A: 結構與功能討論 同學 B: 結構與功能討論 同學 C: 結構與功能討論 同學 D: 結構與功能討論

1139	2	購買材料	地點:網路商場、 光華商場 時數:三小時	同學 A:購買材料 同學 D:購買材料
1139	9	結構設計 軟體撰寫 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A:結構設計 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫
1139	15	結構設計 軟體撰寫 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A:結構設計 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫
1139	18	3D 建模 軟體撰寫 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A:3D 建模 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫
1139	21	3D 建模 軟體撰寫 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:三小時	同學 A:3D 建模 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫
1139	21	3D 建模 軟體測試 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A:3D 建模 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:軟體測試
1139	21	3D 建模 軟體撰寫 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:三小時	同學 A:3D 建模 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫

113	9	23	3D 建模 軟體測試 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A:3D 建模 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:軟體測試
113	9	26	3D 列印 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦、3D 列印機 時間:六小時	同學 A:3D 建模 同學 B:3D 列印 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫
113	10	3	硬體製作 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦、3D 列印機 時間:六小時	同學 A:硬體製作 同學 B:3D 列印 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫
113	10	12	硬體製作 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦、3D 列印機 時間:三小時	同學 A:硬體製作 同學 B:3D 列印 同學 C:簡報製作 同學 D:程式撰寫
113	10	19	硬體製作 簡報製作 軟體整合	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A:硬體製作 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:軟體整合
113	10	25	硬體整合 簡報製作 軟體整合	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:七小時	同學 A:硬體整合 同學 B:簡報製作 同學 C:簡報製作 同學 D:軟體整合

113	10	27	硬體整合 簡報製作 軟體整合	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:七小時	同學 A: 硬體整合 同學 B: 簡報製作 同學 C: 簡報製作 同學 D: 軟體整合
113	11	2	硬體測試 簡報製作 軟體測試	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:七小時	同學 A: 硬體測試 同學 B: 簡報製作 同學 C: 簡報製作 同學 D: 軟體測試
113	11	2	軟硬體整合 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:七小時	同學 A: 硬體測試 同學 B: 簡報製作 同學 C: 簡報製作 同學 D: 軟體測試
113	11	15	成品測試 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A: 成品測試 同學 B: 簡報製作 同學 C: 簡報製作 同學 D: 成品測試
113	11	28	成品改良 簡報製作	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:六小時	同學 A: 成品改良 同學 B: 報告練習 同學 C: 簡報製作 同學 D: 成品改良
113	12	10	海報製作 報告練習	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:三小時	同學 A: 海報製作 同學 B: 報告練習 同學 C: 海報製作 同學 D: 海報製作
113	12	22	影片拍攝 簡報修改	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:三小時	同學 A: 影片拍攝 同學 B: 報告練習 同學 C: 簡報修改 同學 D: 影片拍攝
113	1	3	最終測試 簡報修改	地點:實習工廠 器材: 手機、電腦 時間:三小時	同學 A: 最終測試 同學 B: 報告練習 同學 C: 簡報修改 同學 D: 最終測試