

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：UTV-X

關鍵詞：偵查、救災、無人載具

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 繪圖與列印	2
二、雷射切割	2
三、硬體電路設計	3
四、軟體程式撰寫	3
肆、研究方法	3
一、研究流程	4
(一)、研究步驟	4
(二)、動作流程	4
二、使用材料	5
(一)、結構材料	5
(二)、電機材料	6
三、使用軟體與服務	6
(一)、Arduino IDE	12
(二)、Autodesk Inventor	12
(三)、RDWorks	13
(四)、Cura	13
四、使用設備	14
(一)、3D 列印機	14
(二)、雷射切割機	14
(三)、壓克力折彎機	14
伍、研究結果	15
一、車體	15
(一)、電源系統	15
(二)、車身	15
(三)、砲塔	15
(四)、傳動系統	15
二、控制臺	15
(一)、電源系統	15
(二)、LCD 顯示螢幕	15
(三)、控制介面	15

三、成果展示	16
(一)、成品外觀.....	16
(二)、鏡頭即時影像.....	16
陸、討論	17
一、硬體穩固程度	17
二、履帶鬆緊	17
三、通訊問題	18
四、維護難度	18
五、安全隱患	18
柒、結論	19
捌、參考資料及其他	20
一、書籍資料	20
二、網路資料	20

表目錄

表 1	研究時間分配.....	4
表 2	Arduino Mega2560 規格.....	6
表 3	無線電模組規格.....	6
表 4	圖傳系統發射端規格.....	7
表 5	圖傳系統接收端規格.....	7
表 6	鏡頭規格.....	7
表 7	L298n 模組規格.....	8
表 8	直流減速馬達(車輪)規格.....	8
表 9	直流減速馬達(砲塔)規格.....	9
表 10	繼電器模組規格.....	9
表 11	GPS 模組規格.....	9
表 12	電子羅盤規格.....	9
表 13	一氧化碳可燃性氣體感測器規格.....	10
表 14	煙霧氣體感測器規格.....	10
表 15	溫溼度感測器規格.....	10
表 16	Mini L293D 馬達驅動模組規格.....	11
表 17	LCD 顯示螢幕規格.....	11

圖目錄

圖 1	車體.....	1
圖 2	控制臺.....	1
圖 3	固定座 3D 設計圖.....	2
圖 4	3D 列印成品.....	2
圖 5	雷射切割設計圖.....	2
圖 6	雷射切割成品.....	2
圖 7	電路設計完成圖.....	3
圖 8	軟體程式設計圖.....	3
圖 9	Arduino Mega2560.....	6
圖 10	無線電模組.....	6
圖 11	圖傳系統發射端.....	7
圖 12	圖傳系統接收端.....	7
圖 13	鏡頭.....	7
圖 14	L298n 模組.....	8
圖 15	直流減速馬達(車輪).....	8
圖 16	直流減速馬達(砲塔).....	8
圖 17	繼電器模組.....	9
圖 18	GPS 模組.....	9
圖 19	電子羅盤.....	9
圖 20	一氧化碳可燃性氣體感測器.....	10
圖 21	煙霧氣體感測器.....	10
圖 22	溫溼度感測器.....	10
圖 23	Mini L293D 馬達驅動模組.....	11
圖 24	LCD 顯示螢幕.....	11
圖 25	Arduino 程式.....	12
圖 26	Autodesk Inventor.....	12
圖 27	RDWorks 設計圖.....	13
圖 28	Cura.....	13
圖 29	3D 列印機.....	14
圖 30	雷射切割機.....	14
圖 31	壓克力折彎機.....	14
圖 32	車體成品圖.....	16
圖 33	控制臺成品圖.....	16
圖 34	鏡頭即時影像.....	16
圖 35	角鐵.....	17
圖 36	履帶.....	17

【UTV-X】

壹、摘要

UTV-X(Unmanned Track Vehicle Xperimental)，是一套完整的遙控無人載具系統，包含一輛遠端操控的小型無人履帶車輛(如圖 1)以及做為使用者界面的控制台(如圖 2)，兩者皆使用 Arduino Mega2560 作為主控板，車輛本身除了敏捷移動外，其上裝備有氣體與煙霧感測器，以及 GPS 模組與電子羅盤，再加上位於可旋轉式砲塔上的圖傳系統與探照燈，將資訊傳送至人員所持的控制臺上搭載的 LCD 螢幕和手機，即時得知該場所的位置與狀況。

UTV-X 的適用十分廣泛：崎嶇地形、狹窄環境、無光場所……此專題的研究果能夠達成救災、探勘、偵查等領域的應用。不只如此，UTV-X 只需依用途更換相關的硬體元件，便可用於更多更廣的領域，在其他場合也能代替人類完成艱困的任務。

貳、研究動機

台灣的位置處於地震帶上，同時又位於亞熱帶地區，地震、颱風以及各種其他自然災害頻傳，引發的事故更是數不勝數，除此之外，許多老舊房屋的安全隱患在將來都有可能引發災害。當災害即將發生或發生時，如果為了探知危險場域內部情況而派遣人員進入，很有可能因為裝備不齊全或經驗不足發生失誤而造成遺憾。為此，一輛可以代替人員探勘各種場所的無人載具將會是把風險降至最低的最佳選擇，於是我們想利用在高職所學的知識及技能，開發出能夠達到簡單操作，功能多樣以及能夠收集並顯示各種重要資訊來確保人員安全的 UTV-X，使救災探勘更加科技化並且效率更高。



圖 1 車體



圖 2 控制臺

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、3D 繪圖與列印

我們利用專題跨科合作在製圖科所學到的 Inventor 相關知識，繪製出車輛的整體結構(如圖 3)，依照 3D 圖製作出車輛架構，並搭配 3D 列印軟體 Cura 列印出所需之零件(如圖 4)。

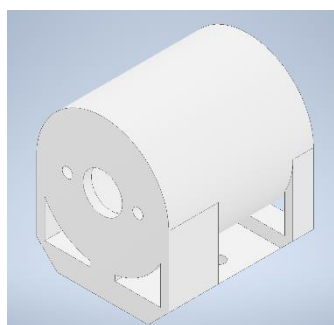


圖 3 固定座 3D 設計圖



圖 4 3D 列印成品

二、雷射切割

我們利用高三實習課程中，上課所學到的 RDWorks 雷射切割設計軟體(如圖 5)，畫出作為車體及控制臺結構的設計圖，並利用課堂中所學到雷射切割機的操作使用，將設計好的圖檔輸出連接到雷射雕機，製作成組件成品(如圖 6)，進行組裝使用。

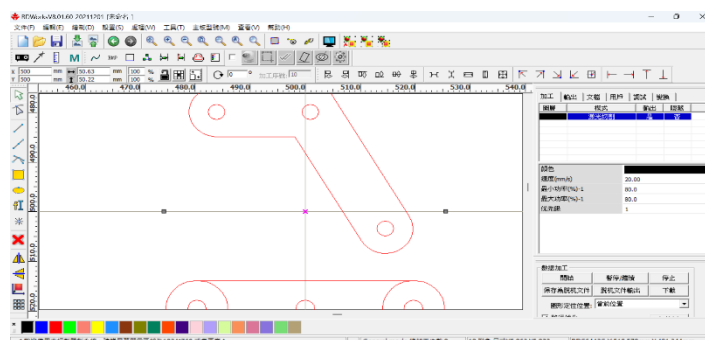


圖 5 雷射切割設計



圖 6 雷射切割成品

三、硬體電路設計

我們參考歷屆專題所用過的材料來決定此專題會使用到的模組、零組件，運用高二「智慧居家監控實習」、「基本電學實習」及「電子學實習」課程所學，將各部件整合，設計電源系統並確保其安全無虞，運用高一考「工業配線丙級證照」時學會的配線、整線技巧增加整體電路的穩固性(如圖 7)。

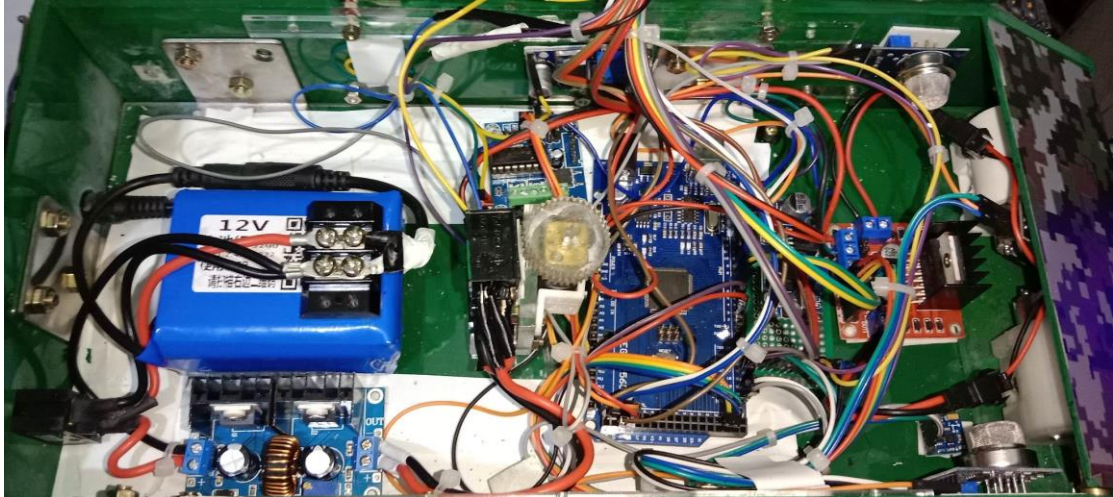


圖 7 電路設計完成圖

四、軟體程式撰寫

我們應用高二「智慧居家監控實習」所學到的 Arduino IDE 開發環境，來開發控制程式，同時在製作過程中閱讀網路上各種資料來了解讓各部件運作所需要的控制程式並依照需求加以改進(如圖 8)。

```
Control - LiquidCrystal_I2C.h | Arduino 1.8.13
檔案 編輯 串列碼 工具 說明
Control LiquidCrystal_I2C.cpp LiquidCrystal_I2C.h RF24.cpp RF24.h RF24_config.h Settings.h rRF24L01.h printf.h
//YWROBOT
#ifndef LiquidCrystal_I2C_h
#define LiquidCrystal_I2C_h

#include <inttypes.h>
#include "Print.h"
#include <Wire.h>

// commands
#define LCD_CLEARDISPLAY 0x01
#define LCD_RETURNHOME 0x02
#define LCD_ENTRYMODESET 0x04
#define LCD_DISPLAYCONTROL 0x08
#define LCD_CURSORSHIFT 0x10
#define LCD_FUNCTIONSET 0x20
#define LCD_SETCGRAMADDR 0x40
#define LCD_SETDDRAMADDR 0x80
```

圖 8 軟體程式設計圖

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

一一一年六月底線上教學期間我們便決定了專題的題目，隨後便開始討論製作的方案，暑假期間初步採購主要功能的零件後進行測試，確認方案可行後採購機構材料，開學後我們同時進行軟硬體工程，經過三個月包含硬體設計組裝、增加功能與更改零組件的過程後我們開始將零件與機構整合，並同時測試與除錯，最後完成專題。

表 1 研究時間分配

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
題目決定							
元件採購							
硬體製作							
軟體設計							
成品整合							
成品測試							

(二)、動作流程

1、啟動

- (1)、開啟控制臺及車體開關，此時 LCD 顯示“POWER DOWN”，電源指示燈亮。
- (2)、插入控制臺鑰匙並轉至啟動位置，LCD 螢幕顯示第一頁內容(左右馬達動力百分比、砲塔轉向、頭燈狀態)，通訊指示燈閃爍。

2、工作階段

- (1)、推動滑軌電阻，馬達依據推動距離及方向正反轉，車體前後移動或轉彎。
- (2)、轉動左邊旋鈕，砲塔依據轉向左右轉。
- (3)、轉動右邊旋鈕調整 LCD 亮度。
- (4)、搖頭開關控制頭燈。

- (5)、按鍵盤數字 1、2、3、4 顯示第一頁、第二頁(經緯度、羅盤指向)、第三頁(煙霧、氣體感測器讀數)、第四頁(溫度及濕度)。
- (6)、四顆 LED 分別指示電源(綠色)、通訊(黃色，保持閃爍)、可燃氣體、煙霧感測器(紅色，當數值超過設定值亮起)。

3、維護

- (1)、控制臺使用 microUSB 電源充電。
- (2)、車體使用專用 12v 鋰電池充電器。

二、使用材料

(一)、結構材料

(1)、壓克力板

我們選用質輕且具可塑性壓克力板作為主體結構的材料，並且在不同部位使用了不同的厚度，在車身的 5mm 板為最厚，控制台操作介面則採用 3mm，其餘部分使用 2mm。

(2)、PVC 管與皮帶

用於連接砲塔與車身的 PVC 管，選用了 3"管並鋸成小段，並於其上一端固定一段 2GT 皮帶，作為砲塔旋轉機構的一部分。

(3)、固定材料

我們選用兩種不同尺寸的角鐵作為機構的固定材料，來確保各部位的機構都足夠穩固。

(4)、傳動系統

在履帶與其匹配的傳動輪上，我們並沒有自行製造的能力，於是我們購買了現成的模型履帶組。

(5)、3D 列印

我們使用 3D 列印來製作一些形狀比較複雜的機構，例如馬達固定架。

(二)、電機材料

(1)、Arduino Mega2560

Arduino Mega 2560(如圖 9)為我們的主控版，利用 Arduino Mega 2560 控制控制臺及車體的所有動作。(其規格如表 2)

表 2 Arduino Mega2560 規格

主控芯片	A000067
腳位數	54 腳
閃存空間	256KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
時鐘頻率	16MHZ

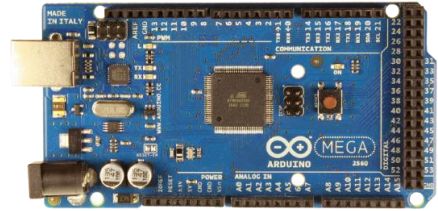


圖 9 Arduino Mega2560

(2)、無線電模組

無線電模組(如圖 10)在 Arduino 控制板之間建立無線電通訊。利用特定的頻率達成無線電通訊，我們將此模組應用於車體與控制臺間的遠端操作。(其規格如表 3)

表 3 無線電模組規格

廠牌	挪威 NORDIC
型號	NRF24L01+PA+LNA
工作電壓	DC1.9V~3.6V
速率	2Mbps
探測距離	1100m
頻點	125 頻點



圖 10 無線電模組

(3)、圖傳系統

圖傳系統透過車體上的發射器(如圖 11)，以無線方式即時傳送鏡頭(如圖 13)拍攝畫面至遠距離後方的控制臺；而控制臺上的接收器(如圖 12)，在接收到車體的發射訊號後，便能在螢幕上呈現鏡頭所拍攝的畫面。(其規格如表 4、5、6)

表 4 圖傳系統發射端規格

廠家編號	TS5828L
發射頻率	5.6~5.9GHz
電壓輸入	7-24V
發射功率	600mw
工作溫度	-10~+85°C
視頻帶寬	8M
音頻編碼	6.5M



圖 11 圖傳系統發射端

表 5 圖傳系統接收端規格

頻率範圍	5645MHz~5945MHz
分辨率	640x480 30fps
電流	USB 5V 190mA



圖 12 圖傳系統接收端

表 6 鏡頭規格

傳感器	1/3 “ 彩色 CMOS
信號系統	NTSC or PAL 可切
像素大小	P:1280Hx720
鏡頭	2.8mm
水平清晰度	1000 TV
最低照度	0.05 Lux / F1.2
視頻輸出	1.0Vp-p 75Ω
電源輸入	DC 5-17V
工作電流	135mA



圖 13 鏡頭

(4)、L298N 驅動模組

L298N(如圖 14)是一種高電壓、大電流電動機驅動晶片。輸出電流大，瞬間峰值電流可達 3A，持續工作電流為 2A；額定功率 25W。可以用來驅動直流電動機和步進電動機。(其規格如表 7)

表 7 L298n 模組規格

驅動晶片	L298N 雙 H 橋驅動 IC
邏輯電壓	5V
驅動電流	2A
驅動電壓	5V~35V
最大功耗	35W
工作溫度	-25~+130°C

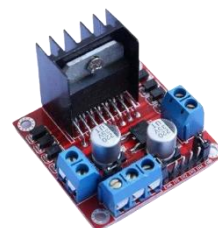


圖 14 L298n 模組

(5)、直流減速馬達

直流減速馬達是將具有改變轉速、扭力、出力軸方向等不同功能齒輪，組裝在一起的裝置。我們將其應用於車輪的驅動(如圖 15)和砲塔的轉向(如圖 16)。(其規格如表 8、9)

表 8 直流減速馬達(車輪)規格

型號	RF-370DP
工作電壓	DC 3~12V



圖 15 直流減速馬達(車輪)

表 9 直流減速馬達(砲塔)規格

型號	GA12-050
工作電壓	DC3~12V



圖 16 直流減速馬達(砲塔)

(6)、繼電器模組

我們使用繼電器模組(如圖 17)作為頭燈的控制開關。(其規格如表 10)

表 10 繼電器模組規格

電壓版本	5V
工作電流	65mA
觸發電壓	0-2V

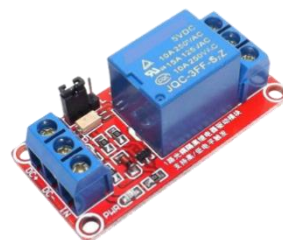


圖 17 繼電器模組

(7)、GPS 模組

我們使用 GPS 模組(如圖 18)，能夠在車體移動時在遠端進行追蹤，隨時得知車體的位置。(其規格如表 11)

表 11 GPS 模組規格

型號	GY-GPS6MV2
工作電壓	3V-5V
默認速率	9600



圖 18 GPS 模組

(8)、電子羅盤

我們使用電子羅盤(如圖 19)感測車體的方向，可即時得知車體位於哪個方位。(其規格如表 12)

表 12 電子羅盤規格

型號	GY-271
使用晶片	QMC5883L
供電電源	3-5v
測量範圍	±1.3-8 高斯

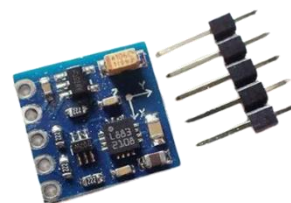


圖 19 電子羅盤

(9)、一氧化碳可燃性氣體感測器

MQ-5 液化氣天然氣/煤氣感測器模組(如圖 20)可用於檢測氣體洩漏，適用於檢測 H₂，LPG，CH₄，CO，酒精。傳感器的靈敏度可以通過使用電位器進行調整。(其規格如表 13)

表 13 一氧化碳可燃性氣體感測器規格

輸入電壓	DC5V
功耗(電流)	150mA
A0 輸出	0.1-4V



圖 20 一氧化碳可燃性氣體感測器

(10)、煙霧氣體感測器

我們利用 MQ-2 煙霧感測器(如圖 21)對車體周圍進行感測，它適宜於液化氣、丁烷、丙烷、甲烷、煙霧等的探測。(其規格如表 14)

表 14 煙霧氣體感測器規格

輸入電壓	DC5V
功耗(電流)	150mA
A0 輸出	0.1-4V



圖 21 煙霧氣體感測器

(11)、溫溼度感測器

我們使用 DHT11 溫溼度感測器(如圖 22)，用來測量周遭的溫度及濕度，溫度及濕度量測的範圍廣，準確度也高。(其規格如表 15)

表 15 溫溼度感測器規格

型號	DHT11
溫度測量範圍	0°C~55°C ±2°C
濕度測量範圍	20%-95% ±5%
工作電壓	3.3V-5V

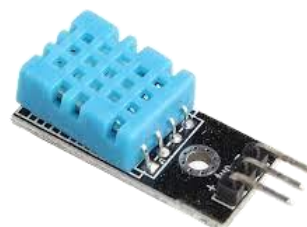


圖 22 溫溼度感測器

(12)、Mini L293D 馬達驅動模組

我們利用 Mini L293D 馬達驅動模組(如圖 23)同時驅動兩台直流減速馬達，使車體有效地執行前後轉彎等動作。(其規格如表 16)

表 16 Mini L293D 馬達驅動模組規格

工作電壓	5V
尺寸	43mm*27mm
儲存溫度	-25°C ~ +130°C

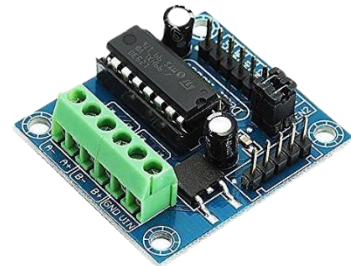


圖 23 Mini L293D 馬達驅動模組

(13)、LCD 顯示螢幕

我們使用 LCD 顯示螢幕(如圖 24)置於控制臺並使其顯示出各項感測數據(溫度、濕度、氣體、煙霧、經緯度、方向、砲塔轉向)。(其規格如表 17)

表 17 LCD 顯示螢幕規格

型號	LCM I2C 2004 V1-GP
尺寸	98*60*19mm
電壓	5V



圖 24 LCD 顯示螢幕

三、使用軟體與服務

(一)、Arduino IDE

Arduino IDE(如圖 25)是一個免費的整合式開發環境，其使用的語法和 C/C++相似，內建許多模組化的函式庫可供使用，可縮短開發時程，因此我們選用 Arduino IDE 來進行控制臺及車體的所有動作。



```
ESP32_DOWN_V6_20211221 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
檔案 編輯 視窗 工具 說明

ESP32_DOWN_V6_20211221
611 HMI_message5 = 1;
612 //----- 將bump按鈕函數(本地)送到MQTT
613 Serial.println("-----");
614 Serial.print("bump按鈕函數(運作低水位模式):");
615 Serial.println(1);
616 MQTTClient.publish("bump2", String(1).c_str());
617 Serial.println("bump2已經推播到MQTT Broker");
618 Serial.println("");
619 //----- 將bump按鈕函數(本地)送到MQTT
620 MQTTClient.publish("lowwaterbutton2", String(1).c_str());
621 Serial.println("lowwaterbutton2已經推播到MQTT Broker");
622 Serial.println("");
623 BUMP2 = HIGH;
624 digitalWrite(BUMP1, BUMP2);
625 delay(10);
626 OVERBUMP2 = digitalRead(OVERBUMP1); //過抽偵測
627 Serial.println(OVERBUMP2);
628 while(OVERBUMP2 == LOW){
629 OVERBUMP2 = digitalRead(OVERBUMP1); //過抽偵測
630 Serial.println("過抽保護啟動");
631 delay(15);
632 Serial2.print("va2.val="); //開啟抽水按鈕
```

圖 25 Arduino 程式

(二)、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor (如圖 26)是一款用於 3D 建模的軟體，可以實現腦中的構圖，用於在作品初期模擬機構和設計外型，並在發表時讓觀眾們能夠更容易且充分的了解機構。



圖 26 Autodesk Inventor

(三)、RDWorks

RDWorks(如圖 27)是一款繪製雷射切割圖的軟體。我們使用此軟體繪製，並切割出機構的外殼。

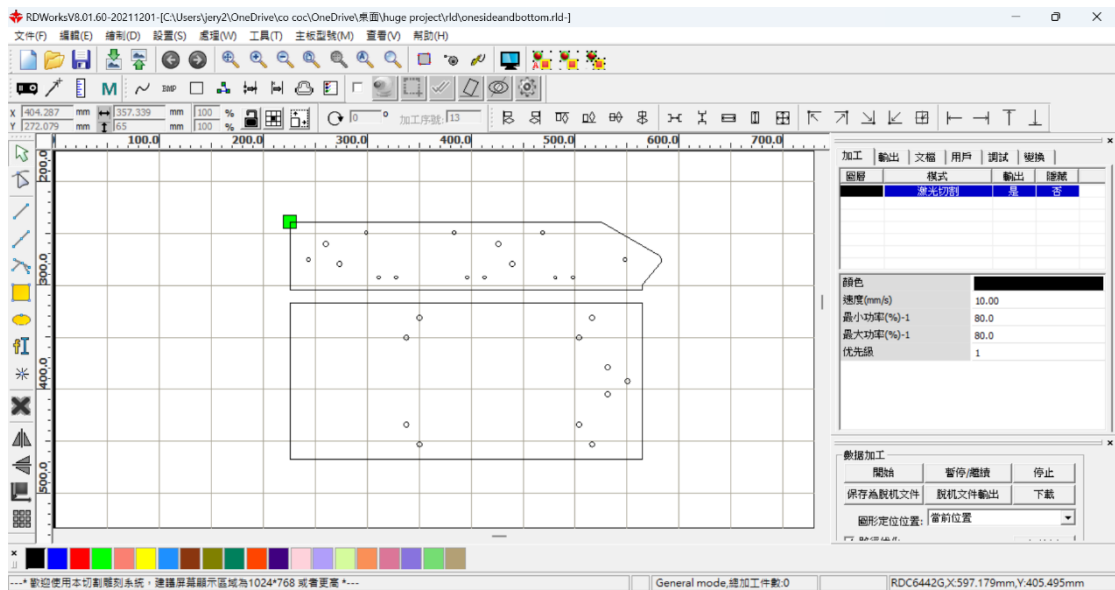


圖 27 RDWorks 設計圖

(四)、Cura

Cura(如圖 28)是目前開源機種最普遍使用的，整合了列印跟切片在一起方便使用，優點是簡單好上手，適合初入 3D 列印領域的人。我們使用此軟體進行 3D 列印的設計。



圖 28 Cura

四、使用設備

本專題使用了 3D 列印機、雷射切割機及壓克力彎折機等三款設備進行加工，設備的功能說明及外觀如下：

(1)、3D 列印機

3D 列印機(如圖 29)是使用熔融堆積成型技術，把噴頭溫度加熱到 200°C，再把融化的 PLA 線材依照設計好的 inventor 3D 圖輸出到 3D 列印機，層層堆疊硬化後形成 3D 成品。

(2)、雷射切割機

雷射切割機(如圖 30)是利用高功率的雷射光來進行掃描和切割加工，具有準確和快速的加工特性，被我們用在後期外觀的裝飾，本專題的控制臺及車體便是利用雷射雕刻機切割壓克力板加工的，完美的契合在我們機構上。

(3)、壓克力彎折機

壓克力彎折機用來折彎壓克力(如圖 31)。壓克力是熱塑型塑膠，換句話說，加熱會讓壓克力軟化，冷卻後壓克力會再硬化，因此壓克力彎折機可用來軟化壓克力欲折彎的地方，車體的車頭便是利用此設備做出

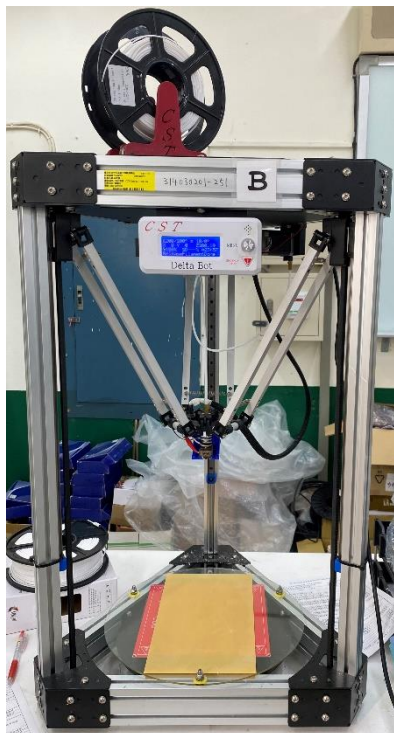


圖 29 3D 列印機



圖 30 雷射切割機



圖 31 壓克力折彎機

伍、研究結果

本專題是利用遠端控制臺操控車體，其中結構可分為車體及控制臺。

一、車體

主體結構可分為車身、砲塔、輪軸和履帶。

(一)、電源系統

車體的電源採用 12V 的六節 18650 電池組，容量為 5200mAH，正常使用下約能持續五小時，其體積小重量輕，使用壽命長。

(二)、車身

利用 4 塊 5mm 厚壓克力板組成底部及側面，連接傳動系統並做為主要支撐結構，車頭部位則採用 2mm 壓克力板並彎折成曲面狀，頂部也採用 2mm，大部分的元件包覆於此內。

(三)、砲塔

裝於車身的上方，使用 6 塊 2mm 的壓克力板組成，前部也使用壓克力彎折成曲面，砲塔搭載無線電模組、GPS 模組、鏡頭以及探照燈，並藉由 PVC 管連接車身及砲塔，以內壁的皮帶帶動砲塔。

(四)、傳動系統

壓克力製的曲柄由車身向下延伸至連桿，連桿左右兩側各裝一顆行走輪，前部則是由馬達直接驅動的驅動輪，後部以及頂部的惰輪則直接裝置在車身上。

二、控制臺

控制臺主要為 5 片 2mm 及 1 片 3mm 做為控制面板的壓克力板構成，主要可分為 LCD 顯示螢幕及控制介面兩大部分。

(一)、電源系統

控制臺使用兩顆 9V 的 USB 可充式電池，可以接上市電充電頭或使用行動電源充電，達到最大便捷性與實用性。

(二)、LCD 顯示螢幕

控制臺上裝載的 LCD 顯示螢幕，可即時顯示車體的 PWM、砲塔轉向及在遠端所感測的各項數據(溫溼度、煙霧、氣體、經緯度、方位)。

(三)、控制介面

控制臺上搭載的各項旋鈕、滑軌電阻、按鈕與指示燈。旋鈕可操縱砲塔的轉向，滑軌電阻可操縱車體的移動，而按鈕可藉由 LCD 顯示螢幕得知各項感測數據。

三、成果展示

(一)、成品外觀



圖 32 車體成品圖

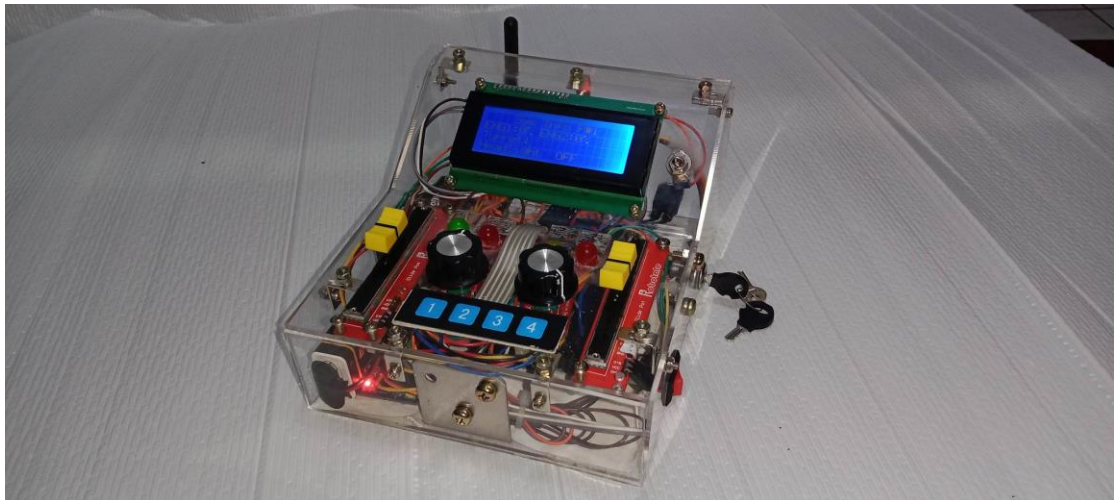


圖 33 控制臺成品圖

(二)、鏡頭即時影像



圖 34 鏡頭即時影像

陸、討論

一、硬體穩固程度

最初在壓克力組合時選擇的方式是使用壓克力專用膠黏合，但是經過一段時間後便產生脫落的現象，於是我們後來採用了角鐵(如圖 35)來組合壓克力板，不過這也增加了整體重量，使得電機負載增加，敏捷度降低。

本專題電機零組件是透過杜邦線連接，雖然普遍但是在穩固性上有些許疑慮，因為其線徑細且接口處容易斷裂，然而目前並沒有替代方案，不過如果可以使用電路版將接口做適當管理，可以降低線材斷裂的風險。

由於傳動系統整體位於車身外側，負重輪會因為不平衡的原因向外傾斜，最後造成履帶脫落，於是我們將連接負重輪的橫桿透過一根軸將其卡住，限制其傾斜，又因原先採用的木質軸容易變形，改採用不鏽鋼軸。



圖 35 角鐵

二、履帶鬆緊

專題採購的履帶(如圖 36)分成三種不同長度小塊，我們依照所需的長度將其連接起來，但是卻遇到履帶掉落的問題，於是我們將其縮短，期望能增加穩定性，不過卻因為連接處不夠穩固而導致斷裂，後來我們發現履帶掉落的問題無法透過較緊的履帶解決，於是更改回原本的長度。



圖 36 履帶

三、通訊問題

雖然用於通訊的無線電模組在通訊距離以及資料傳輸速度上無可挑剔，不過由於各種未知因素下通訊會受到干擾，造成操控不穩定，甚至斷線；並且在測試過程中發現如果斷線，必須重新啟動車體端電源，否則無法恢復。為了解決這些問題，降低了操作的更新頻率以減少干擾突波帶來的影響，並且希望在將來能夠增加一個自動重啟功能，去除手動重啟的必要性。

四、維護難度

由於本專題除本身功能之外，也提供很多升級與加強空間，再加上其測試與實際動作都要在移動的環境下達成，使得其保養與修復都是重要課題。車體的可掀式上蓋大大提升內部操作空間，各部件一覽無遺，不會產生維修困難的情形，然而控制台由於零組件分布於底部與頂部，又因其複雜性而使保養難度提升，如果能提出一個新的設計，增加內部空間或改變零組件位置，降低拆卸難度就能解決問題。

五、安全隱患

車體內部共有三個電機，其運轉時可能產生火花，當車體進入含有高濃度可燃氣體的地區時可能會引起火災或是爆炸，是嚴重的安全隱患，我們提出的解決方法是將電機用一層膠帶包覆，以隔絕外部空氣，以及加上排風風扇來降低可燃氣體的濃度。。

柒、結論

在最初的設計階段，預想的功能只有移動與偵查，提供無人機無法到達區域的偵搜平台，具有一定越野能力並且不易損壞，透過可旋轉砲塔來達到幾乎無死角的視野，能夠透過即時影像得知該地區的狀況，在救災等領域發揮其作用，避免救災人員因進入未知場所而受傷，提前發現危險，應用學校所學習的知識與技能來降低救災風險。

在測試與實驗的過程中，我們發現在載具的基礎上，能增加更多有利於環境感知的功能，並且不再局限於只有單一功能，加上其他零組件後，除了原先的功能外，鏡頭旁的探照燈提供昏暗環境的照明，加上 GPS 以及羅盤作為本身位置狀態的感測系統，不再局限於視覺提供的位置訊息，氣體及煙霧感測器增加更多的感測能力，甚至能夠發現無色無味的氣體，最重要的是利用 LCD 螢幕顯示這些新感測器的數據，一覽無遺的操作介面更加人性化，更容易操作。

在結構方面經過多次試錯與改進，擺脫了過於簡單，外型簡陋的長方體結構，運用學校提供的各種資源提升可靠程度，不依靠預先設定好的條件，而是在符合一般使用的環境下進行測試，來確保機構本身能經受損耗。

本專題在原先的載具基礎上提供一個更加廣闊的移動平台，在其上依照使用場合與環境加裝各種感測器、零組件，就能在其他方面做更多運用，在野生環境觀測，氣象監測，軍事偵蒐，農地環境的防盜防動物侵擾都能有非常顯著的作用，成為多功能的無人載具系統，甚至再加上物聯網相關功能，將觀測資料上傳來做為長期監控系統使用，相信本專題未來延伸的發展之路是無可限量的。未來進入科技大學就讀時，期望能深入學習 AI 人工智慧及相關演算法，加強無線通訊及高速運算技術，進一步整合擴展本專題成果，延伸技術持續應用發展。

捌、參考資料及其他

一、書籍資料

1. 趙英傑(2020.03)。超圖解 Arduinogk 設計入門。臺北市：旗標科技股份有限公司。

二、網路資料

1. 無線電模組與 Arduino 的通訊。2017 年 7 月 22 日。取自 <https://swf.com.tw/?p=1039>
2. Arduino 使用 L298n 驅動兩個馬達。2021 年 12 月 11 日。取自 <https://reurl.cc/RO5Nzx>
3. GPS 處理信號。2012 年 12 月 27 日。取自 <https://reurl.cc/58jmOv>
4. 傳遞高空美景的媒介-圖傳系統。2022 年 11 月 17 日。取自 <https://reurl.cc/85Ek0X>
5. Arduino 簡易溫濕器。2020 年 2 月 20 日。取自 <https://blog.jmaker.com.tw/dht11-lcd/>
6. MQ-2-臺南教育局科技教育網。2021 年 12 月 18 日。取自 <https://reurl.cc/nZaKND>