

搭載**電磁砲**自動化發射控制之車輛

Automatically Firing Control Vehicle with **Electromagnetic Gun**

S07352008 鍾承恩

S07352021 劉靖彰

S07351003 蔡博元

目錄

01

研究背景

02

研究動機

03

相關軟硬體及技術

04

研究方法

05

專題成果

06

未來展望

The slide features abstract geometric shapes in the background. On the left, there are overlapping gray polygons. At the bottom, there are several overlapping triangles in shades of gray. A horizontal blue line runs across the middle of the slide, passing behind the title text.

Part 01. 研究背景

研究背景

現今無人載具技術越發成熟，載具也紛紛推陳出新，例如：

- 物流的自駕車服務。
- 特斯拉的「智慧召喚」功能。
- 軌道外送的「智慧點餐」。

連 Google、Apple 等企業也有意投入無人載具發展。而我們想知道在如此多樣的發展下，能否搭配所學有更多新穎的變化，並進行研究、製造或嘗試改良更新一代的無人載具。

The slide features abstract geometric shapes in the background. On the left, there are overlapping gray polygons. At the bottom, there are several large, light-gray triangles pointing upwards. A horizontal blue line runs across the middle of the slide, passing behind the title text.

Part 02. 研究動機

研究動機

- 以機器代替人類上戰場，能大幅減少士兵心理負擔、士兵傷亡、人因疏失。
- 科幻作品中常見攻擊性無人載具。
 - 現實中則有無人機、物聯網、智能輔助。
- 射擊功能則採用電磁砲，因它是實驗中可控性高，且具有未來潛力的武器。



射擊功能



Part 03. 相關軟硬體

相關軟硬體及技術 - 概覽

名稱

1. Python

a. Python-Flask

2. Html

3. JavaScript

4. Flutter

5. Blender

6. Raspberry Pi

7. Nvidia Jetson NX

簡介

-程式語言

-輕量級 Web 應用框架

-標記語言

-網頁腳本語言

-行動應用軟體開發套件

-開源 3D 創作軟體

-微型開發版

-小型開發版 (效能較佳)

運用

-主要使用語言

-架設網頁介面

-呈現網頁

-網頁功能

-開發 APP

-車體建模

-系統主體 (測試開發)

-系統主體 (正式環境)

相關軟硬體及技術 - 概覽

名稱

簡介

運用

8. 樹莓派專用攝影模組

-樹莓派專用鏡頭

-提供行進時視角

9. 5v 步進馬達與驅動板

-直流無刷電機

-旋轉平台

10. 伺服馬達

-伺服電機

-旋轉平台

11. 減速馬達

-減速電機

-轉動車輪

12. L298N馬達驅動模組

-馬達驅動板

-提供動力給減速馬達

13. 麥克納姆輪

-萬向輪

-實現全方位移動

14. 50v 升壓模組

-升壓模組

-升高電壓給電容

15. 快速整流二極體

-HER308GW

-避免冷次定律之火花

相關軟硬體及技術 - 概覽

名稱

16. 繼電器

17. 矽控整流器 (SCR)

18. 數位訊號轉換器

19. 電磁鎖

20. 24 路電路旋轉連接器

簡介

- 繼電器

- 整流器

- MCP3008

- 電磁鎖

- 電路滑環

運用

- 電容與電磁鎖充電

- 電容放電之開關

- 轉換數位成類比訊號

- 推入子彈至砲管

- 實現全方位電路旋轉

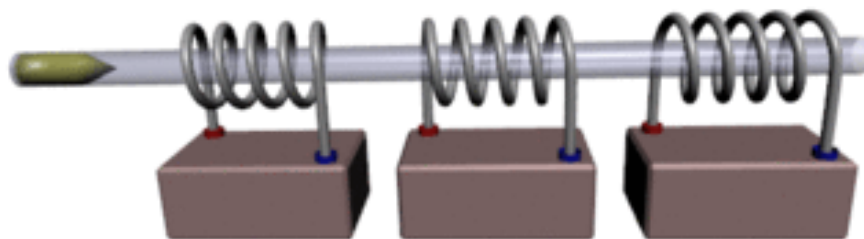
相關軟硬體及技術 - Nvidia Jetson Xavier NX

- 小尺寸模組系統 (SOM) ，極致的超級電腦效能。
- 多種介面接口，滿足開發者的不同需求。
- 高達 21 兆次運算的加速運算。
- 384 個 NVIDIA CUDA® 核心、48 個 Tensor 核心、6 個 Carmel ARM CPU 與兩個 NVIDIA 深度學習加速器 (NVDLA) 引擎的效能。
- 結合 8GB 共 128 位元的 LPDDR4x 記憶體超過每秒 59.7 GB 的記憶體頻寬、影片編碼與解碼功能。
- 以平行方式執行多個現代類神經網路。
- 同時處理多感應器的高解析度資料。



相關軟硬體及技術 - 電磁砲（線圈砲）

- 線圈砲（Coligun）是電磁砲的一種。
 - 也被稱為高斯炮（Gauss gun）。
- 廣義上講，由線圈驅動的電磁發射器都可稱為電磁砲。
 - 由一或多個線圈組成的投射加速器，以同步線性馬達的方式將磁性拋射物加速到極高的速度。





Part 04. 研究方法

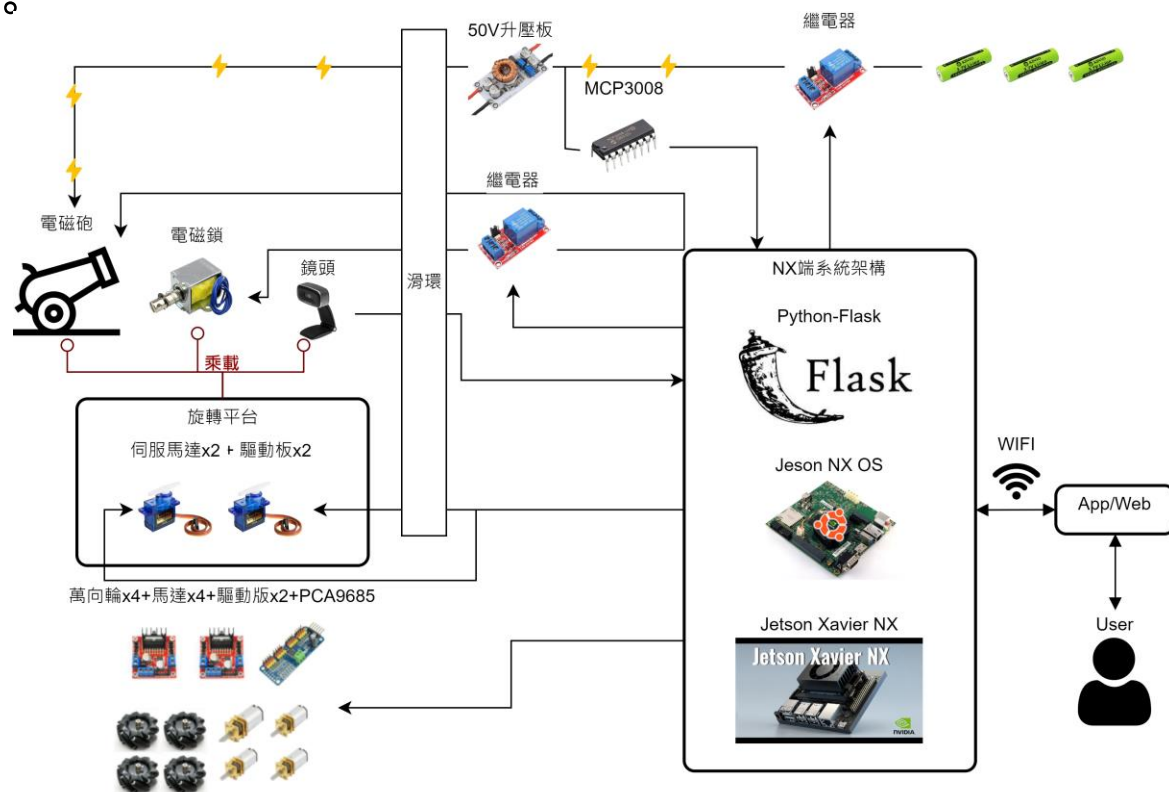
研究方法

本次研究目的是實作一台遙控車，而與一般常見遙控車不同之處在於，改用 **Nvidia Jetson Xavier NX** 作為主體單元，提供電力、運算能力及整體控制單元，添加電磁能量為動力發射之電磁砲，輔以鏡頭提供視訊串流，實現整體無人載具目的。



研究方法 - 系統功能與架構

本專題自走砲以單一嵌入式微電腦處理硬體控制，透過各式組件達成移動、瞄準、充能、射擊等功能；使用者端則會有一套介面無線控制自走砲並觀看串流畫面及車體資訊。



研究方法 - 系統功能與物理架構剖面圖

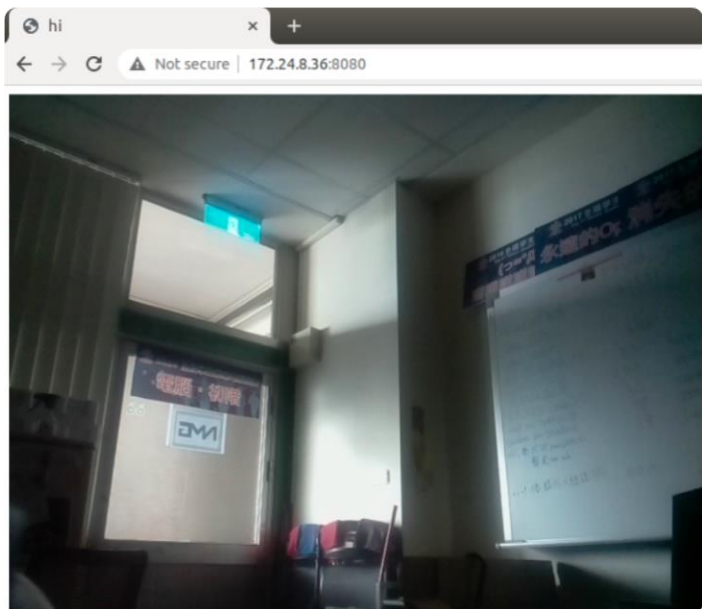
本專題以 Nvidia Jetson Xavier NX 為系統主體，並以 Python 為主要使用語言，Python 負責整個 NX 操控程式碼與其他運算，並以 Html 和 Javascript 為網頁端基礎架構。



研究方法 - 建置 Flask 搭配鏡頭伺服器

- NX 上建置 Python 檔。
- 用 Flask 構建網頁架構。
- HTML 撰寫頁面。

「提供用戶網頁視訊串流」✓



```
import cv2
from imutils.video.pivideostream import PiVideoStream
import imutils
import time
import numpy as np

class VideoCamera(object):
    def __init__(self, flip = False):
        self.vs = PiVideoStream().start()
        self.flip = flip
        time.sleep(2.0)

    def __del__(self):
        self.vs.stop()

    def flip_if_needed(self, frame):
        if self.flip:
            return np.flip(frame, 0)
        return frame

    def get_frame(self):
        frame = self.flip_if_needed(self.vs.read())
        ret, jpeg = cv2.imencode('.jpg', frame)
        return jpeg.tobytes()

from camera import VideoCamera

@app.route('/video_feed')
def video_feed():
    return Response(gen(pi_camera),
                      mimetype='multipart/x-mixed-replace; boundary=frame')

pi_camera = VideoCamera(flip=False) # flip pi camera if upside down.
```

研究方法 - 建置電子元件控制系統

- Python 控制 GPIO 腳位。
- Flask 套件傳送 API 。
- JS 回傳指令。
- Python 執行相應動作。

「實現網頁遠端操控」✓

```
from flask import Flask, render_template, request
import datetime
import RPi.GPIO as gpio
import time
```

```
return render_template("index.html")
```

```
if __name__ == "__main__":
    app.run(host='192.168.1.140', port=8001, debug=True)
```

Python Flask 程式碼

```
document.onkeydown = function (e) {
    let ImageHeight = window.innerHeight;
    let ImageWidth = ImageHeight / 3 * 4 / 2;
    let Scale = ImageHeight / 360;
    let horizontal = 0, vertical = 0;
    // W key
    if (!e.repeat) {
        if (e.keyCode == 87 && Forward != 1) {
            for (var i = 0; i < 4; i++) {
                MoveData[i] += 1;
            }
            Move(MoveData, speed);
            Forward = 1;
        }
        // S key
        if (e.keyCode == 83 && Back != 1) {
            for (var i = 0; i < 4; i++) {
                MoveData[i] -= 1;
            }
            Move(MoveData, speed);
            Back = 1;
        }
        // D key
        if (e.keyCode == 68 && Right != 1) {
            MoveData[0] -= 1;
            MoveData[1] += 1;
            MoveData[2] += 1;
            MoveData[3] -= 1;
            Move(MoveData, speed);
            Right = 1;
        }
        // A key
        if (e.keyCode == 65 && Left != 1) {
            MoveData[0] += 1;
            MoveData[1] -= 1;
            MoveData[2] -= 1;
            MoveData[3] += 1;
            Move(MoveData, speed);
            Left = 1;
        }
    }
}
```

傳送指令程式碼

研究方法 - 車體移動控制

- 採用 4 顆減速馬達與 2 個 12V 電池供電之 L298N 馬達驅動板。
 - 負責操控 4 顆麥克納姆輪，實現全方位移動。
- PCA9685 控制板轉換 NX 輸出之固定電壓為 PWM 類比輸出。
 - PWM 提供 L298N 控制馬達，達成變速功能。
- 網頁端設置相應 JS 鍵盤事件，分別對應前後行進、橫向移動和原地旋轉功能。

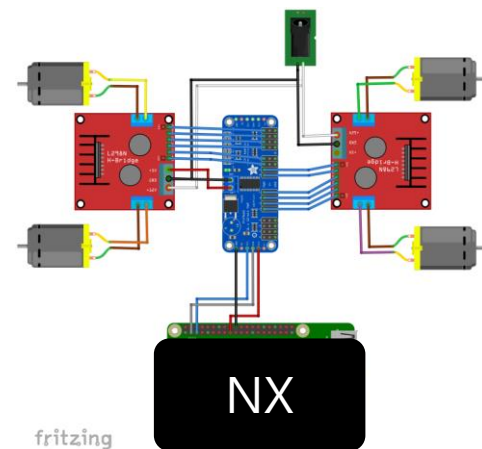
```
try:
    pwms = PCA9685.PCA9685()
    pwms.reset()
    pwms.showInfo()
except:
    print("\x1b[31m", "Warning: PCA9685 Fail!", "\x1b[39m")

wheels_list = ['lf', 'rf', 'lb', 'rb']

@app.route('/wheels', methods=['POST'])
def wheels():
    data = request.json

    try:
        for key in data.keys():
            index = wheels_list.index(key)
            if int(data[key]) >= 0 :
                pwms.setValChOff(4*index, 0)
                pwms.setValChOff(4*index+2, int(data[key]))
            else:
                pwms.setValChOff(4*index, int(-data[key]))
                pwms.setValChOff(4*index+2, 0)
    except:
        print("\x1b[31m", data, "\x1b[39m")
        print("\x1b[31m", "Warning: PCA9685 Fail!", "\x1b[39m")
    return '', 200
```

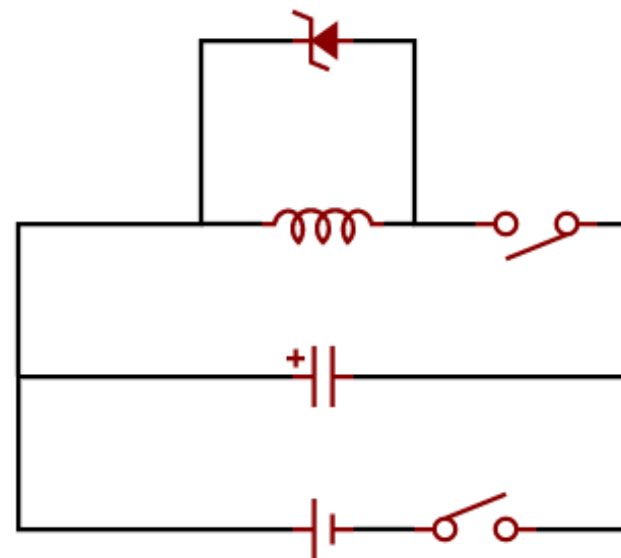
PCA9685 程式碼



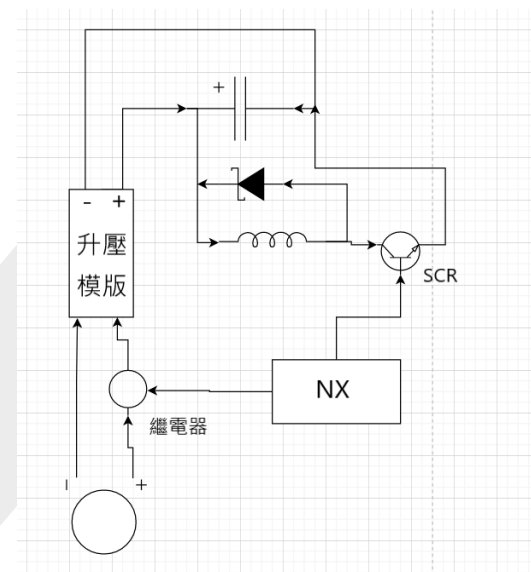
PCA9685 電路圖

研究方法 - 繪製電磁砲電路圖 (1 / 2)

- 電池、線圈、電容、開關和二極體構成一完整結構。
- 線圈通電產生之磁力向前拉動金屬子彈。
- 電容儲存能量並對線圈瞬間放電。
- 因瞬間放電特性子彈通過線圈後不受磁力干擾停留於線圈中，以達順利發射目的。
- 依冷次定律，線圈電流變化產生感應電流會破壞其餘 IC 元件。
 - 增設二極體保護整體迴路。



電磁砲電路圖



NX 控制電磁砲之電路圖 20

研究方法 - 繪製電磁砲電路圖 (2 / 2)



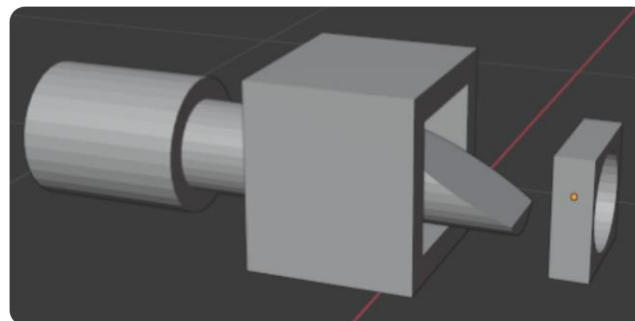
初期線圈砲與樹莓派整合

研究方法 - 設計子彈供給系統

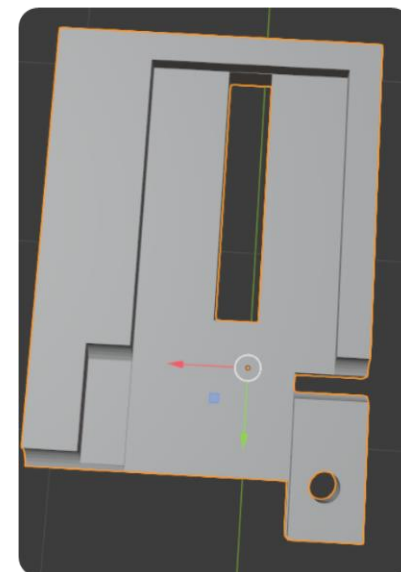
- 參考手槍彈匣設計。
 - Blender 繪製 3D 模型，交由 3D 列印機製作測試可行性。
- 主結構為一方形內部中空，下方為填彈孔。
 - 置入彈簧以將子彈推至彈匣缺口處固定。
 - 電磁鎖將子彈送入砲管，並以磁鐵吸附固定於砲管內，並等候發射。

```
if meth == 'shot':  
    gpio.output(bar,True)  
    time.sleep(0.2)  
    gpio.output(bar,False)  
elif meth == 're':  
    gpio.output(Re,True)  
elif meth == 're stop':  
    gpio.output(Re,False)
```

操控電磁砲程式碼



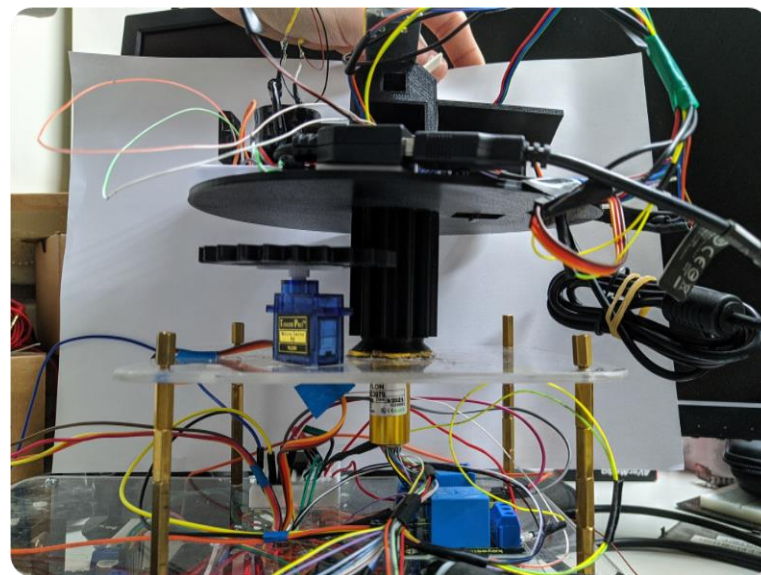
彈匣卡榫



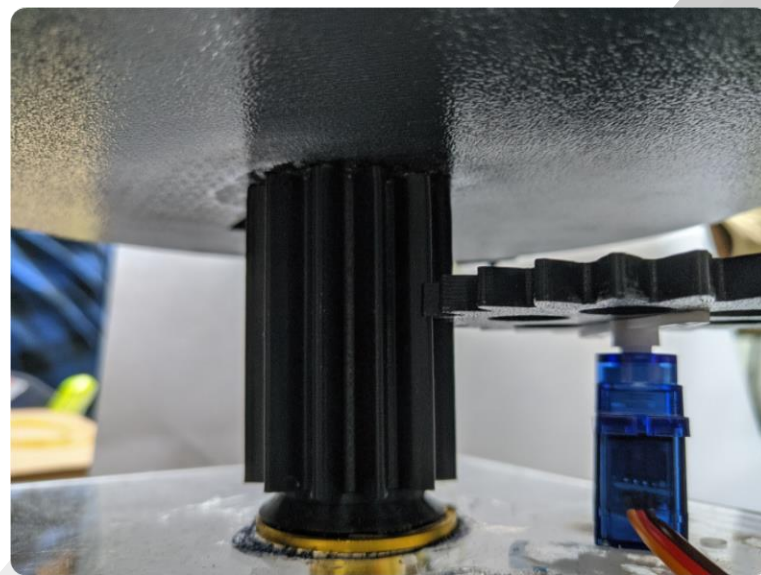
彈匣構造 22

研究方法 - 上方旋轉結構

- 要能 360° 旋轉，達到全方位射擊功能。
 - 參考坦克砲塔與底盤吊籃之內部連接設計。
 - 以齒輪為主要運動之機械結構。
 - 一端延展成圓形平台，並設計各部件溝槽。
 - 用 3D 列印客製化成品。
 - 透過電路旋轉連接器串通上下電路，確保電路連續。



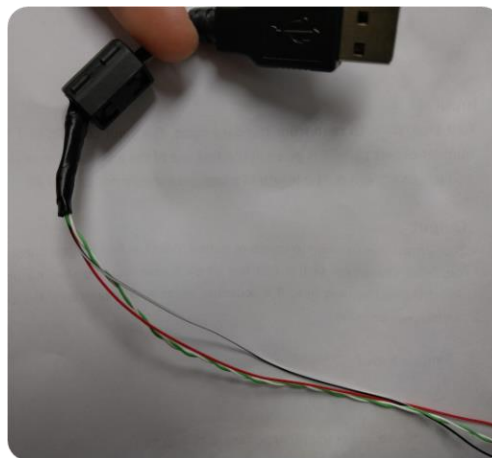
上方旋轉平台一覽



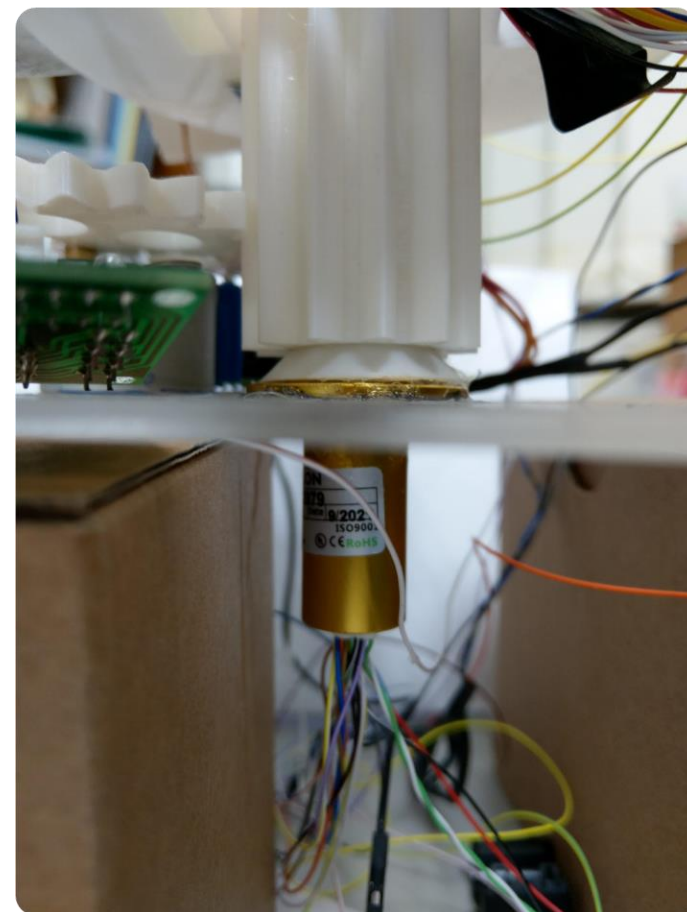
齒輪結構

研究方法 - 旋轉電路

- 上方平台旋轉時，實體電路將會旋轉糾纏。
- 為求連續旋轉，增加電路旋轉連接器解決問題。
 - 線路過長導致傳輸途中訊號干擾過大，影響元件。
 - 增加抗干擾磁環以抵銷干擾。
 - 電路採雙絞線纏繞。



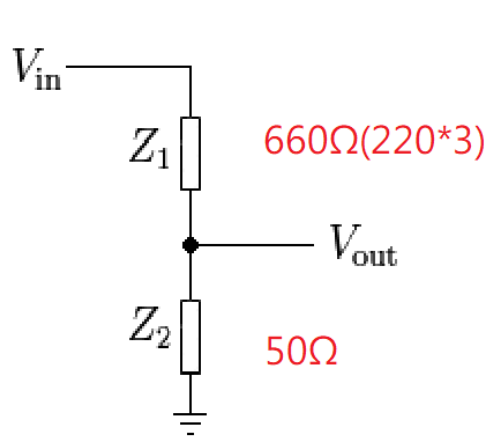
抗干擾磁環、雙絞線



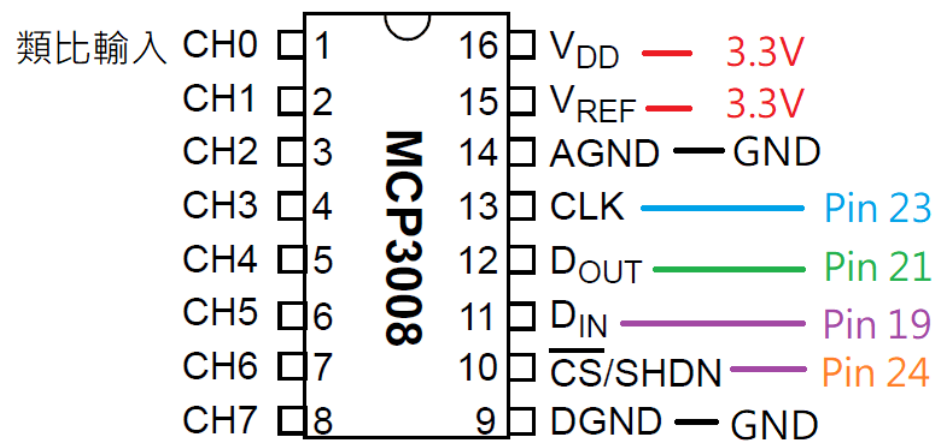
電路旋轉連接器

研究方法 - 電壓讀取

- 透過分壓方式讓 0~50v 電路等比降壓成約 0~3.3v。
- 接入 MCP3008 數位類比轉換器針腳，並以 SPI 介面傳送數值至 NX 讀取電容電壓。



分壓電路圖



MCP3008 腳位圖

```
def readDiff(self, channel):  
    adc = self.spi.xfer2([1,(channel)<<4,0])  
    data = ((adc[1]&3) << 8) + adc[2]  
    return data
```

```
adc = mcp3008.MCP3008()
```

```
@app.route('/volt', methods=['GET'])  
def volt():  
    volt = adc.diffVolts(2)  
    return str(volt)
```

MCP3008 程式碼

研究方法 - 建置 NX WIFI 基地台

參考網上教學，依序設定 Wlan IP，
建置 DHCP Server，並設定 Hostapd
服務。

```
source-directory /etc/network/interfaces.d

auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
address 172.24.8.24
netmask 255.255.255.0
gateway 172.24.8.254

auto wlan0
iface wlan0 inet static
address 192.168.1.1
netmask 255.255.255.0
```

/etc/network/interfaces 設定檔

```
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
ddns-update-style none;
authoritative;
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.1.2 192.168.1.50;
    option routers 192.168.1.1;
    option broadcast-address 192.168.24.255;
    default-lease-time 600;
    max-lease-time 7200;
```

/etc/default/isc-dhcp-server 設定檔

```
interface=wlan0
driver=nl80211
logger_syslog=-1
logger_syslog_level=2
logger_stdout=-1
logger_stdout_level=2
ctrl_interface=/var/run/hostapd
ctrl_interface_group=0
ssid=EleMagProject
hw_mode=g
channel=1
beacon_int=100
dtim_period=2
max_num_sta=255
rts_threshold=-1
fragm_threshold=-1
macaddr_acl=0
auth_algs=3
ignore_broadcast_ssid=0
wmm_enabled=1
wmm_ac_bk_cwmin=4
wmm_ac_bk_cwmax=10
wmm_ac_bk_aifs=7
wmm_ac_bk_txop_limit=0
wmm_ac_bk_acm=0
wmm_ac_be_aifs=3
wmm_ac_be_cwmin=4
wmm_ac_be_cwmax=10
wmm_ac_be_txop_limit=0
wmm_ac_be_acm=0
wmm_ac_vi_aifs=2
wmm_ac_vi_cwmin=3
wmm_ac_vi_cwmax=4
wmm_ac_vi_txop_limit=94
wmm_ac_vi_acm=0
wmm_ac_vo_aifs=2
wmm_ac_vo_cwmin=2
wmm_ac_vo_cwmax=3
wmm_ac_vo_txop_limit=47
wmm_ac_vo_acm=0
eapol_key_index_workaround=0
eap_server=0
own_ip_addr=127.0.0.1
wpa=2
wpa_passphrase=projectwillfinish
wpa_key_mgmt=WPA-PSK
wpa_pairwise=TKIP
rsn_pairwise=CCMP
```

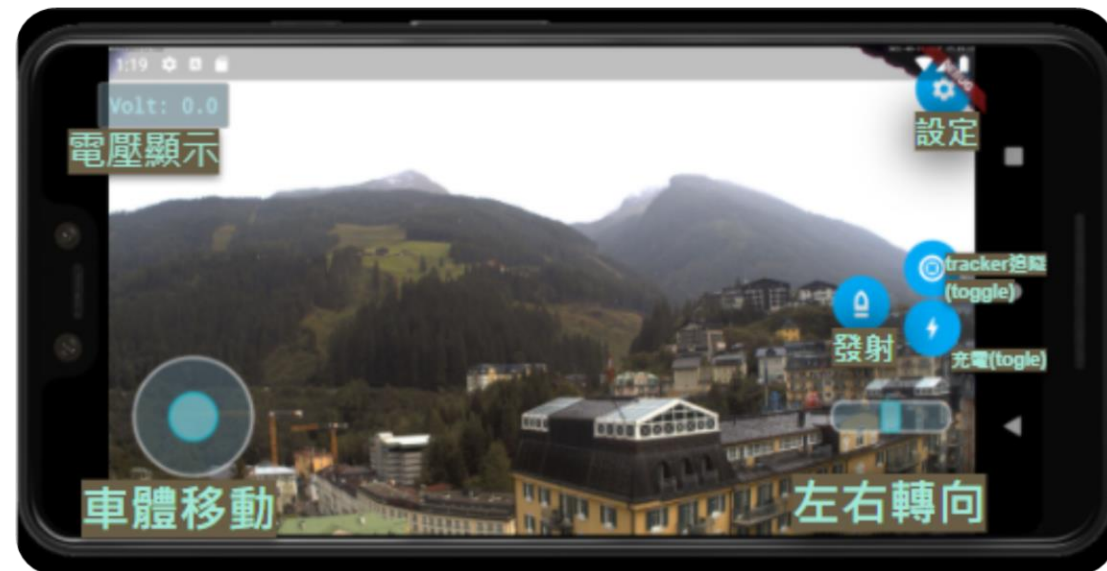
/etc/hostapd/hostapd.conf 設定檔

研究方法 - 建置手機應用程式 (1 / 2)



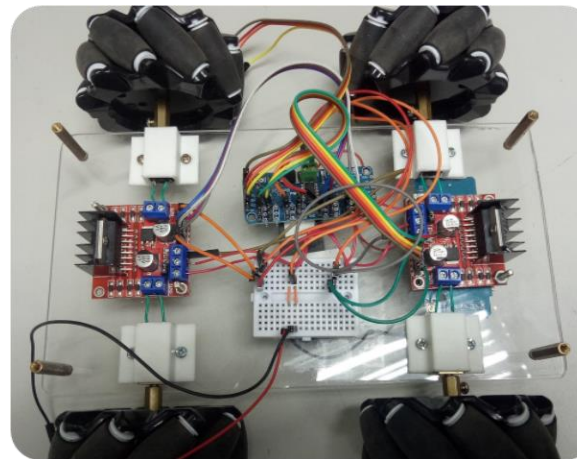
研究方法 - 建置手機應用程式 (2 / 2)

- 畫面左上**定時**向 Server 取得電壓資訊。
- 左下圓形搖桿元件，給予至中心距離與方向數值。
- 中右為各式功能按鈕。
 - 充能切換、瞄準切換和射擊按鈕。
- 右下滑桿元件，給予至中心距離。
- 以上述之數據計算四顆麥克納姆輪應轉動之轉速，並整理成 JSON 格式，持續傳送資料給 Server。

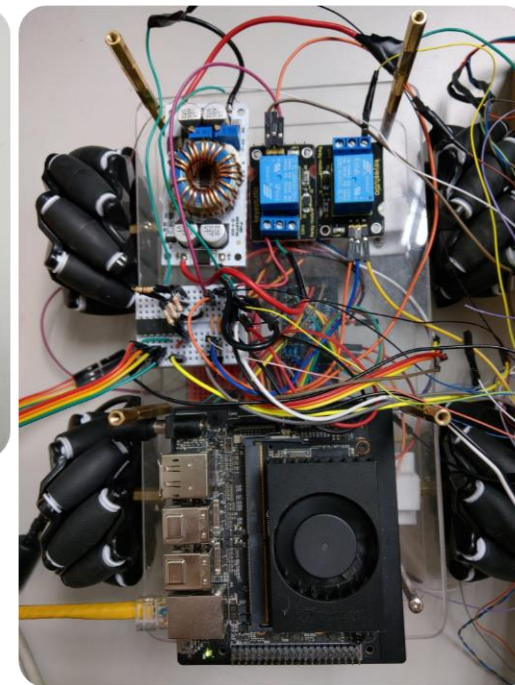


研究方法 - 整合各部件 (1 / 2)

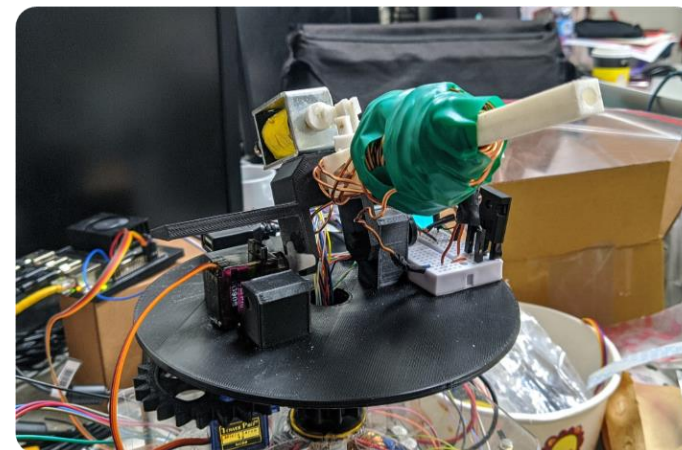
- 各層皆以壓克力板割製而成。
 - 底層擺置有關移動之相關元件。
 - 中層置放NX、繼電器、升壓模板及量測電壓之 IC 元件。
 - 頂層擺放砲塔本體。
 - 為求平台轉向時線材平順不糾結，於二三層連接處使用電路滑環。



車體底層圖



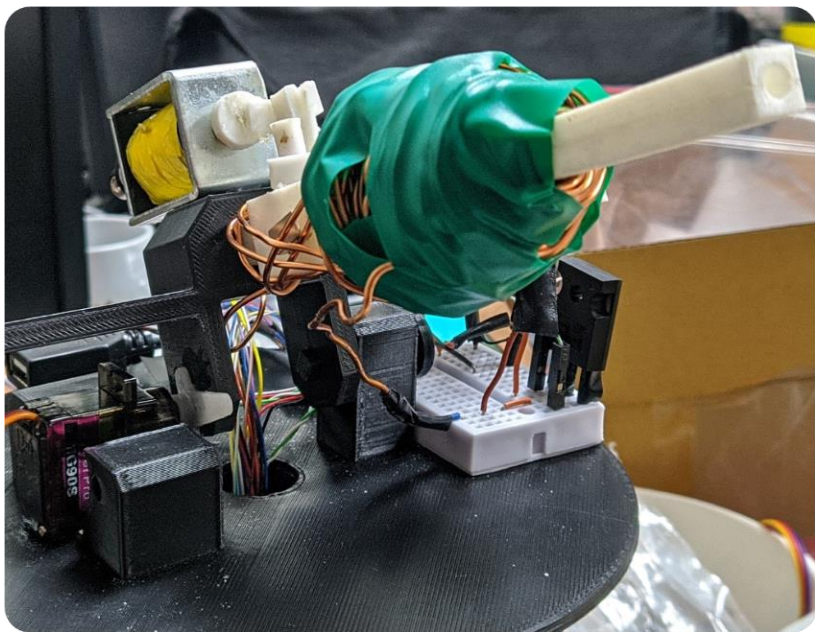
車體中層圖



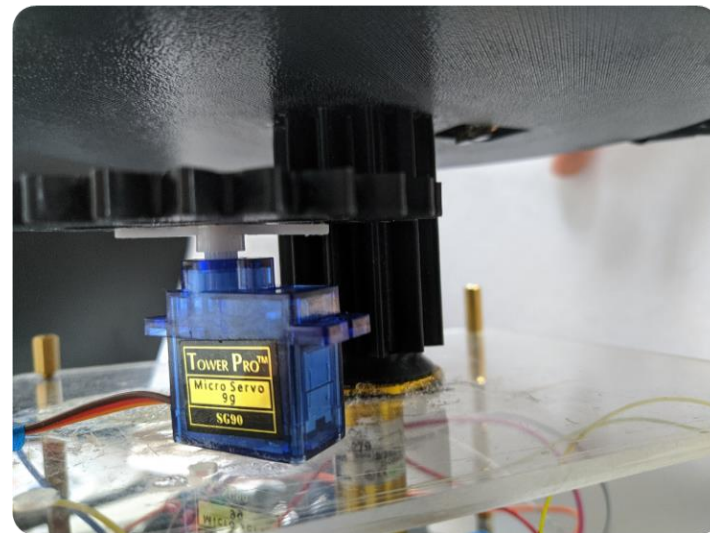
車體頂層圖

研究方法 - 整合各部件 (2 / 2)

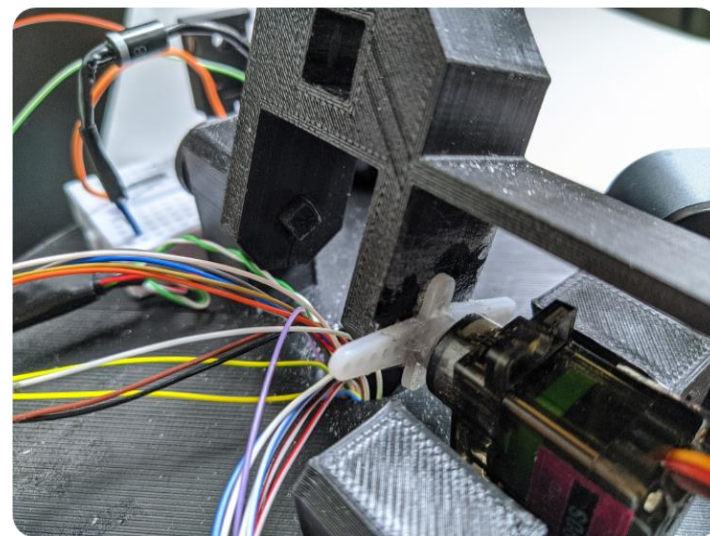
平台旁和上方與砲管支架連接處分別置放
控制水平方向與調整仰角高度之伺服馬達，
實現砲管射擊各方向目標。



車體頂層圖



控制水平方向之伺服馬達



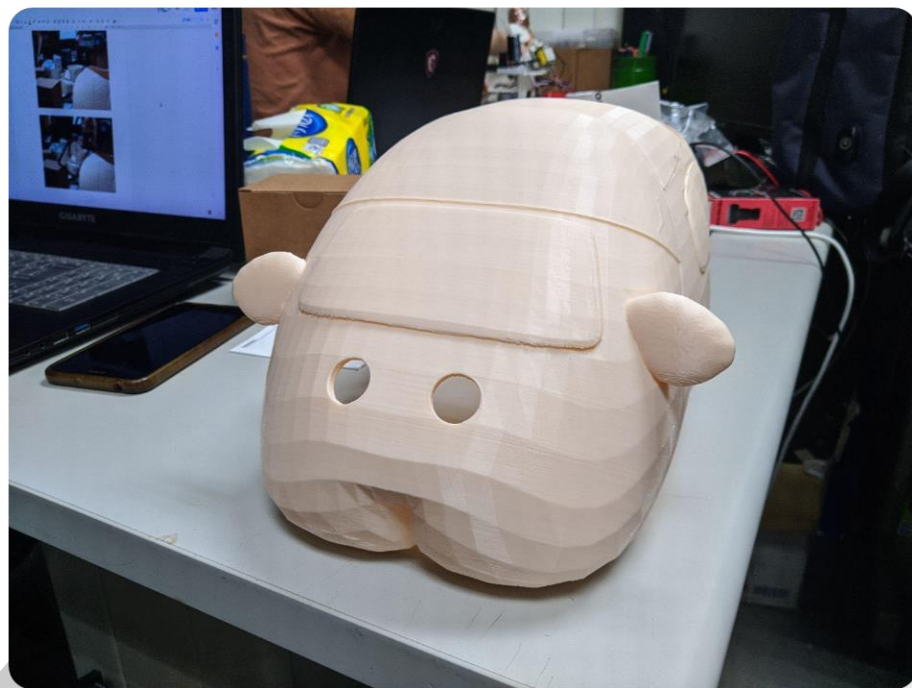
控制垂直方向之伺服馬達

研究方法 - 設計車體外觀

以日本原創定格動畫天竺鼠車車腳色「馬鈴薯/ポテト」為發想主題，利用 Blender 繪製 3D 模型，切片後交由 3D 列印機打印測試模型設計和尺寸。



馬鈴薯/ポテト示意圖



車殼成品

The slide features abstract geometric shapes in shades of gray. On the left, there are overlapping parallelograms and triangles. On the right, there are overlapping triangles. A horizontal blue line spans the width of the slide, passing behind the main title.

Part 05. 專題成果

專題成果

- 用戶端可連 NX WIFI 基地台，並藉網頁或手機程式串流影像操作車體。
- 車體能依用戶端傳送指令，於地面做出相應之自由移動。
 - 移動速度可由 APP 端搖桿推移多寡決定。
 - 網頁端則以按鍵變更。
- 兩個伺服馬達分別控制上方兩軸、轉向砲管及鏡頭。
- 擊發之前電磁砲需先進行電容充能，同時砲彈上膛。
 - APP 端與網頁端會顯示充電數值，以使用戶端知曉電壓狀況，待充電結束便可進行擊發。



Part 06. 未來展望

未來展望

- 研究與製作過程大抵完成。
- 順利實現客戶端以網頁或手機應用程式連線操控自走砲。
- 若有更充裕時間。
 - ◆ 完善硬體設備。
 - ◆ 最佳化系統與電路。
 - ◆ 拓展操作系統成一般玩具，投入娛樂、教育或演藝產業。
 - ◆ 車體精密化，整合機械結構與載具模式，投入其他領域應用。

感謝聆聽

Q & A