

四軸無人機軌跡追蹤與飛行控制設計

學生：林芊蓉
指導老師：游仁德

摘要

本研究的目的是在於了解無人機的運動方式，透過運動方程式建模實現穩定的飛行狀態，並在仿真平台上模擬數據。研究將聚焦於內迴路和外迴路的控制系統，內迴路控制飛行器的姿態，外迴路負責整體運動方程。已有的研究成果和算法將被借鑑，特別是基於特殊正交群SO(3)的姿態表示。

相關數學符號與定義

$J \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$	轉動慣量矩陣
$R \in \text{SO}(3)$	從體座標到慣性座標的旋轉矩陣
m	質量
g	重力加速度
f	純量升力
θ	歐拉角
$X \in \mathbb{R}^3$	無人機位置
$V \in \mathbb{R}^3$	無人機速度
$\omega \in \mathbb{R}^3$	角速度
$\hat{\omega} \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$	三階反對稱矩陣
$\tau \in \mathbb{R}^3$	無人機力矩

內迴路

又稱為姿態方程式，公式分別為：

$$J\dot{\omega} = \tau - \hat{\omega}J\omega$$

$$\dot{R} = R\hat{\omega}$$

外迴路

又稱為運動方程式，公式分別為：

$$m\dot{V} = mge_3 - fRe_3 = W + L$$

$$\dot{X} = V$$

圓周運動設計

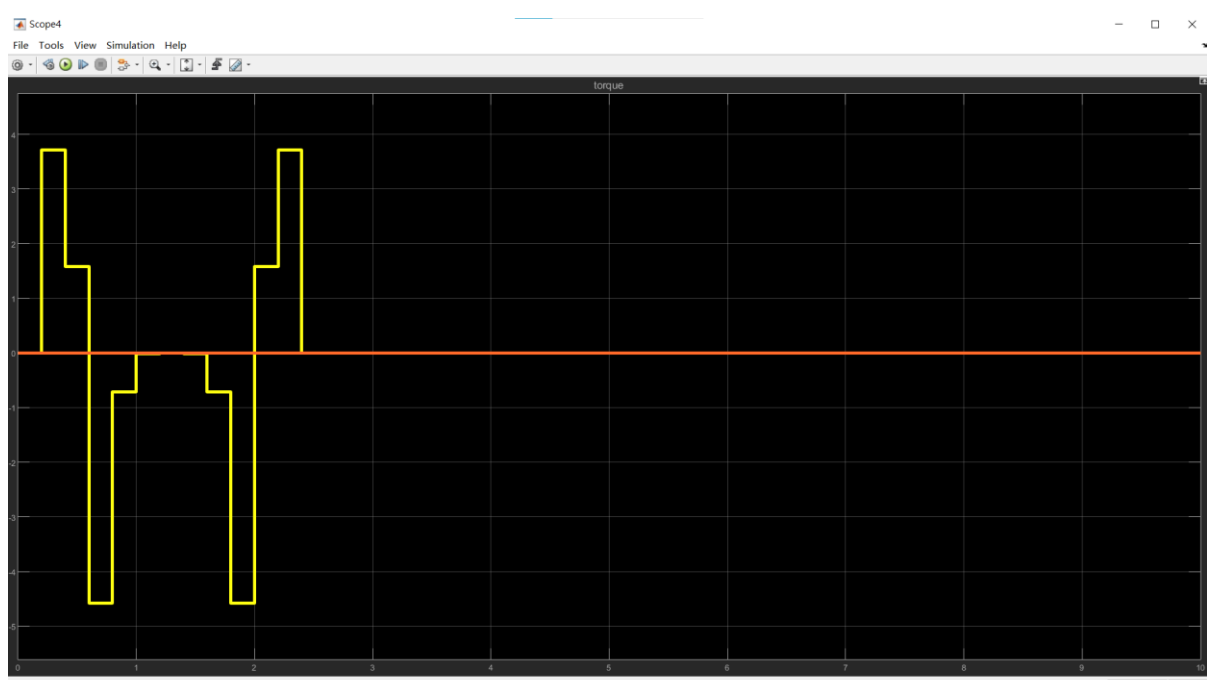
位置 X^*	$x^* = r^* \cos \omega^* t$
	$y^* = r^* \sin \omega^* t$
	$z^* = \text{constant}$
速度 $ v^* $	$ v^* = r\omega^*$
加速度 $ a^* $	$ a^* = r\omega^{*2} = \frac{ v^* ^2}{r}$
向心力 $ F^* $	$ F^* = ma^* = \frac{m v^* ^2}{r}$

直線運動設計

傾斜15度以面向目標位置，並在短短的2秒內完成這一任務，且算出我們所需要的力矩。



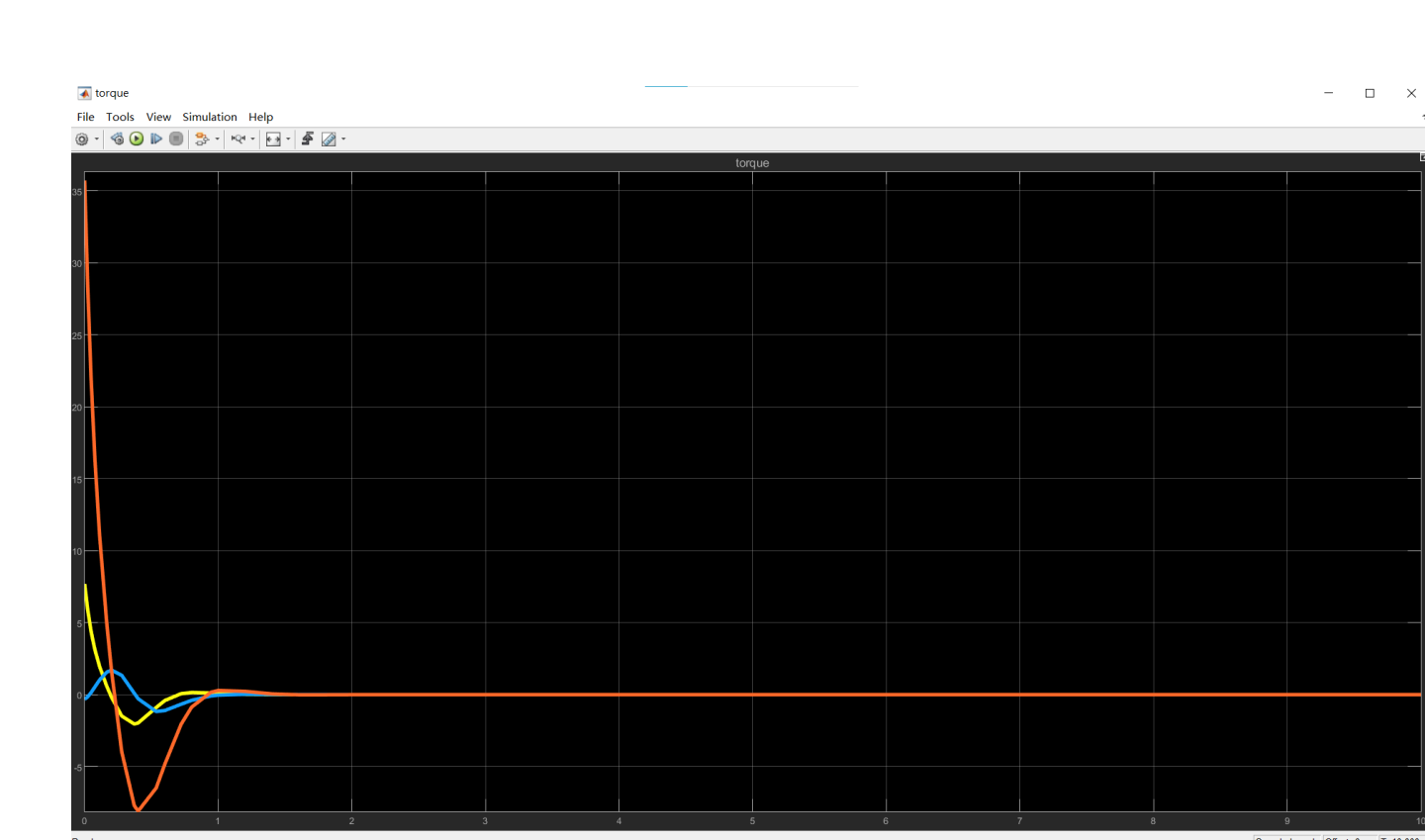
直線角度圖



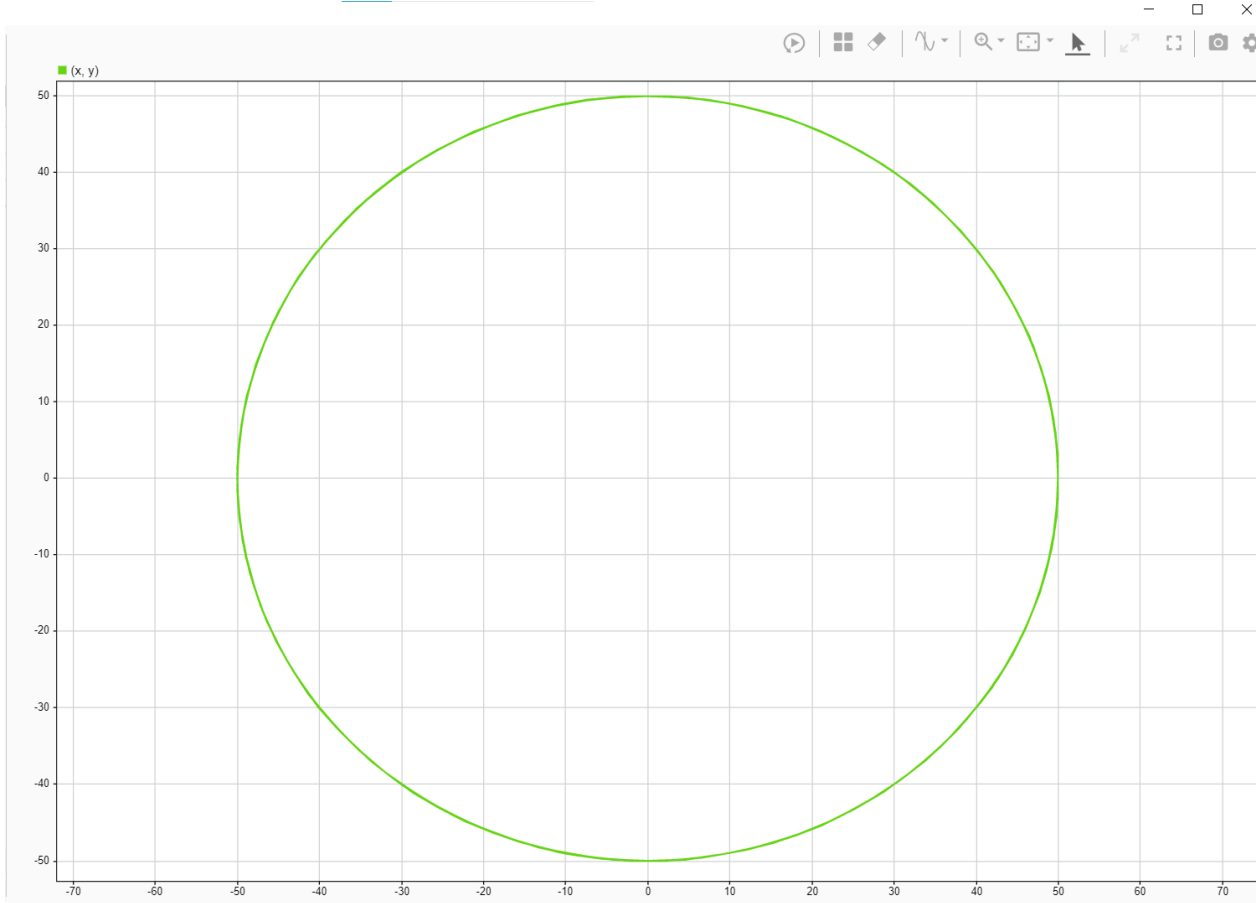
直線力矩圖

研究結果

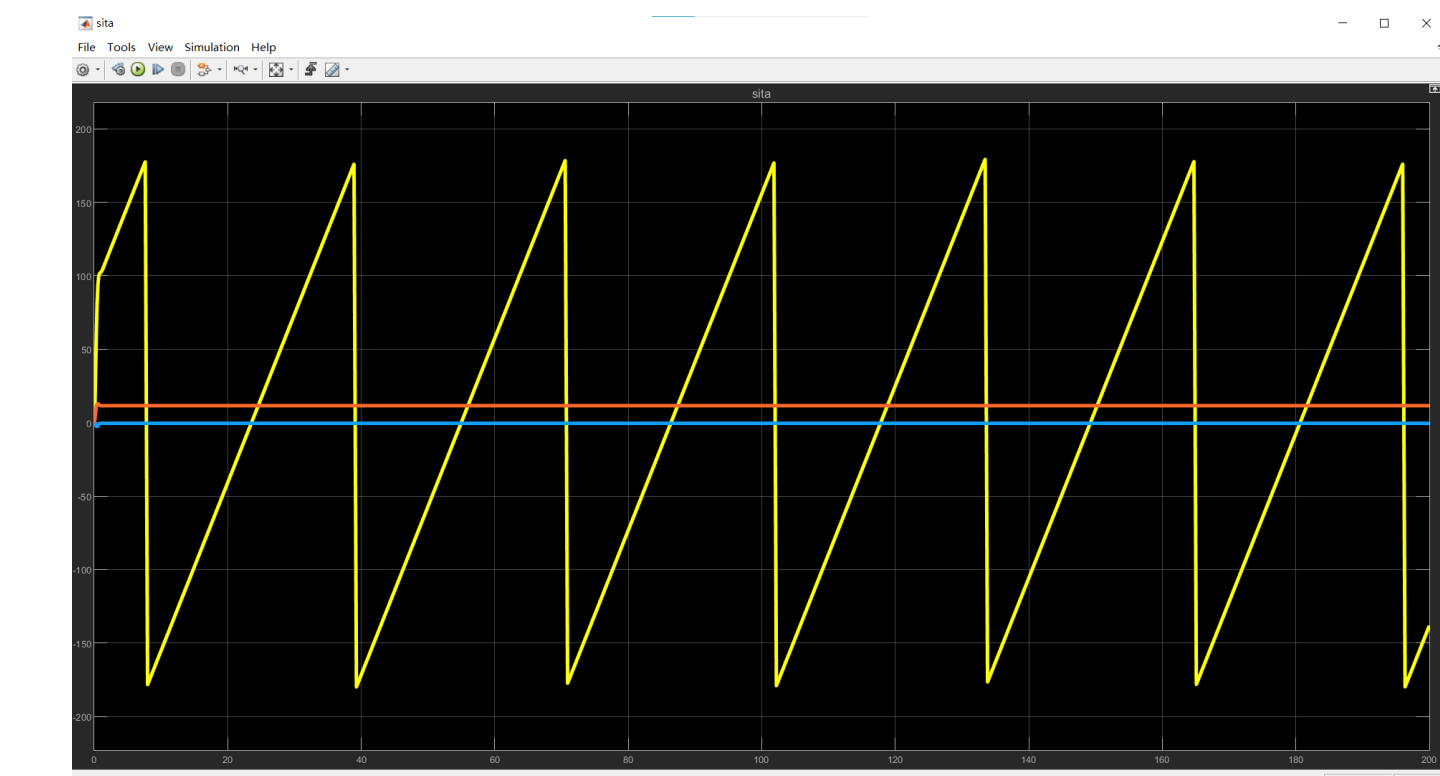
透過上述的圓周運動，我們能夠設計所需的力矩，得出實際跑出來的圓周運動，也可以從角度圖中看到，黃色曲線代表Yaw（偏航角），紅色曲線代表Roll（橫滾角，值為11.53度），而藍色曲線代表Pitch（仰角，值為-0.4581度）。



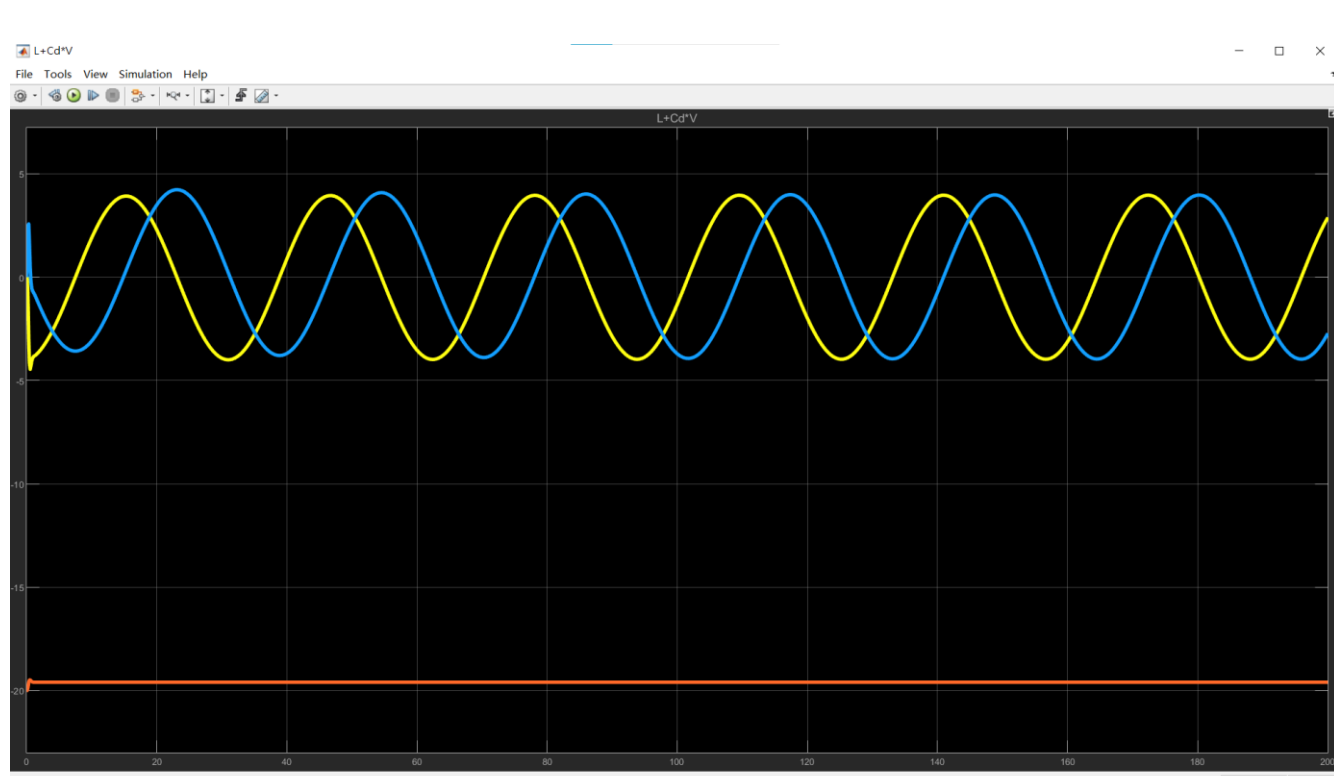
圓周力矩圖



圓周位置圖

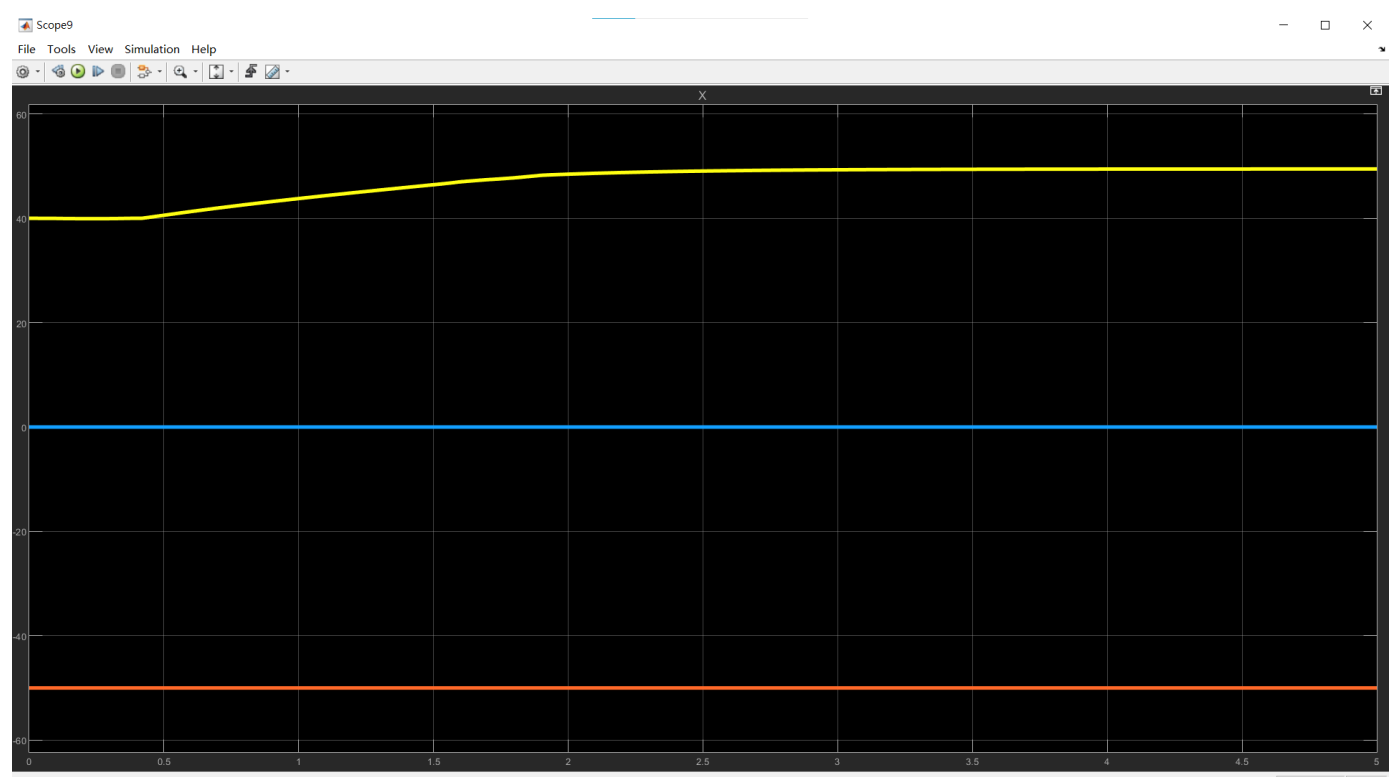


圓周角度圖



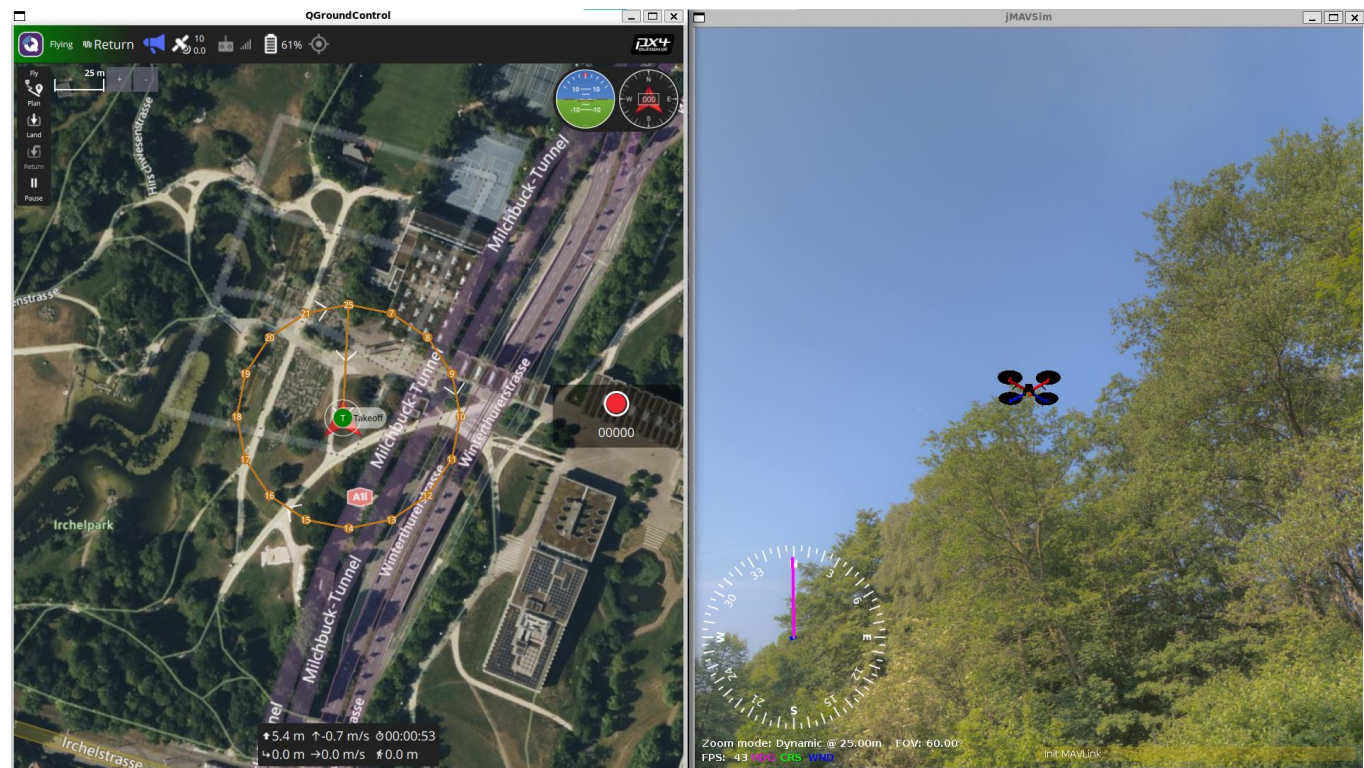
升力+空氣阻力圖

下圖為直線運動位置圖，可以看到在兩秒內從[40;0;-50]到[50;0;-50]。

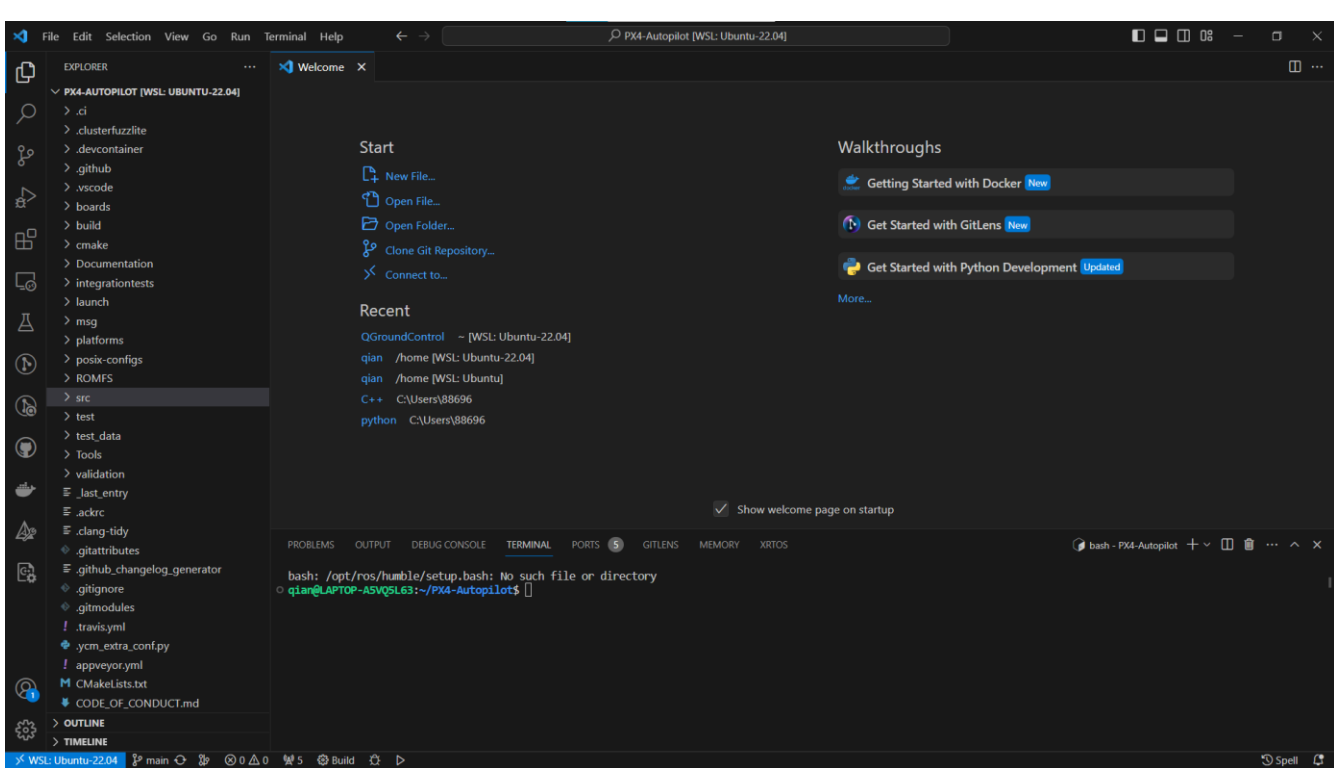


直線位置圖

目前能打開PX4的jmafsim與QGroundControl，正在嘗試利用Vscode去更改其程式碼，使其能運作我們所設計的直線飛行與圓周運動。



jmafsim與QGroundControl介面圖



Vscode連接WSL圖