

靜 宜 大 學

資 訊 工 程 學 系

畢 業 專 題 成 果 報 告 書

專題名稱				
無	人	機	拋	投

學 生：

資工四 B 411004045 馬新峰

資工四 B 411017674 吳俊霖

資工四 B 411018159 黃成璿

資工四 B 411004061 陳少凡

指導教授：陸子強 教授

西 元 二 〇 二 四 年 十 二 月

書 背 格 式

靜
宜
大
學

資
訊
工
程
學
系

無
人
機
拋
投

西
元
二
〇
二
四
年
十
二
月

學生：馬新峰

指導教授：陸子強

靜宜大學資訊工程學系

摘 要

隨著無人機技術的快速發展，其應用範圍逐漸從傳統的航拍、監控拓展至物流配送、緊急救援等領域。而在我們的專題當中，我們想要把無人機引用到戰場當中，其中，無人機拋投技術因其能夠快速、高效地完成對敵人有效地打擊，已成為一個重要的研究方向。本專題旨在針對這些挑戰，設計並實現一套基於無人機的智能拋投系統，以提升其在實際應用中的可靠性與效率。

本研究首先對現有無人機拋投技術進行了系統性的調查與分析，研究過程中，我們廣泛蒐集並分析了來自網路的相關技術資料與案例研究，涵蓋了無人機硬體設計、拋投裝置機制以及實際應用場景等多方面內容。總結了不同技術路徑的優劣勢。結合應用需求與技術瓶頸，我們確定了系統設計的核心目標，包括提升拋投精準度、增強對不同負載的適應性以及保證系統的穩定性。在硬體設計方面，除了我們向廠商訂製了一架具備符合我們預期載重能力的無人機之外，也有請他們額外製作一個投放器安裝在無人機的底下，並且在無人機前方設置一台 CSI 相機，用於抓取目標。在軟體層面，我們通過編寫自適應控制算法，結合無人機的姿態傳感器數據，實現了在各種飛行條件下的精準控制。

為了實行此研究，我們設計了一系列測試場景，我們讓無人機以固定在 15 公尺高，且以等速往目標物前進，並且開啟鏡頭加上搭配 AI 所訓練的模型去偵測目標物，偵測到之後就會進行拋投，拋投完之後就會返回出發點。

本專題的研究成果不僅為無人機拋投技術提供了一套高效的解決方案，這麼一來用在戰場上就可以增加更多的戰術，或是用在投放物資等等。

靜宜大學資訊工程學系
專題實作授權同意書

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予靜宜大學資工系，
為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種
方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限。授權內容均無須訂
立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本
授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。

指導教授 _____陸子強_____

學生簽名:馬新峰	學號:411004045 日期:西元 2024 年 12 月 12 日
學生簽名:吳俊霖	學號:411017674 日期:西元 2024 年 12 月 12 日
學生簽名:黃成璿	學號:411018159 日期:西元 2024 年 12 月 12 日
學生簽名:陳少凡	學號:411004061 日期:西元 2024 年 12 月 12 日

指導教師簽章 _____陸子強_____

西 元 二 〇 二 四 年 十 二 月 十 二 日

靜宜大學資訊工程學系
專題實作指導教師確認書

茲確認專題書面報告之格式及內容符合本系之規範

畢業專題實作名稱：_____無人機拋投_____

畢業專題實作分組名單： 共計 __4__ 人

組員姓名	學號
馬新峰	411004045
吳俊霖	411017674
黃成璿	411018159
陳少凡	411004061

指導教師簽章 _____陸子強_____

西 元 二 〇 二 四 年 十 二 月 十 二 日

誌謝

在本次專題研究完成之際，我們懷著無比感激的心情，向以下人士與單位表達我們最誠摯的謝意。首先，感謝我們的指導老師陸子強教授，從專題選題到研究過程中的悉心指導，無論是在理論基礎還是實驗技術上都給予了我們寶貴的建議與幫助。老師的耐心指導讓我們在專題研究中受益匪淺，並獲得了寶貴的學習經驗。其次，我們要感謝我們的團隊成員，大家在過去的數月中共同努力，經歷了許多挑戰和困難，最終完成了這項專題。我們的合作精神與默契使得這份成果得以呈現。此外，我們也感謝某某實驗室提供的設備支持，感謝學校實驗室 519 的資源協助，讓我們能順利完成實驗和數據分析。

謝謝你們！

(無人機拋投/馬新峰、黃成璿)

日期：二〇二四年十二月十二日

目 錄

中文摘要	.....	i
誌謝	.....	iv
目錄	.....	v
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	vii
符號說明	.....	viii
第一章、緒論	.....	1
第二章、專題內容與進行方法	.....	2
2.1 動機與目的	.....	2
2.1.1 動機	.....	2
2.1.2 目的	.....	2
2.2 專題相關現有系統回顧與優缺點分析	.....	2
2.2.1 相關系統	.....	2
2.2.2 優缺點分析	.....	2
2.3 專題進度規劃與進行方法說明	.....	3
2.3.1 進度規劃	.....	3
2.3.2 進行方法	.....	3
第三章、專題流程與架構	.....	4
3.1 系統 UML 圖	.....	4
3.2 硬體架構圖	.....	6
第四章、專題成果介紹	.....	7
4.1 軟體硬體設備資訊	.....	7
4.2 操作流程	.....	7
第五章、專題學習歷程介紹	.....	10
5.1 專題相關軟體學習介紹	.....	10
5.2 專題相關硬體學習介紹	.....	11
5.3 專題製作過程遭遇的問題與解決方法	.....	21
第六章、結論與未來展望	.....	26
參考文獻	.....	28

表 目 錄

表 1: 進度規劃.....	3
----------------	---

圖 目 錄

圖 1:UseCase Diagram.....	4
圖 2:Activity Diagram.....	5
圖 3:Class Diagram.....	6
圖 4:硬體架構圖.....	6
圖 5:無人機上升.....	7
圖 6:前往目標物.....	8
圖 7:進行拋投.....	8
圖 8:返航.....	9
圖 9: Jetson nano.....	10
圖 10:圖標.....	11
圖 11:無人機.....	12
圖 12:拋投器	13
圖 13:無人機遙控器	14
圖 14:Lipo 電池充電器 1	15
圖 15:Lipo 電池充電器 2	15
圖 16:Mission Planner 主介面	16
圖 17:羅盤校準	17
圖 18:遙控器校準	17
圖 19:馬達測試	18
圖 20:USB 鏡頭	19
圖 21:CSI 鏡頭	19

符 號 說 明

Δg_c	: chemical free energy difference
σ	: interfacil energy per unit area
A	: elastic strain energy coefficient
B	: stress induced martensite
SIM	: stress induced martensite
σ^{P-M}	: critical stress to induce SIM
γ	: surface tension force
r_1, r_2	: radius of curvature
$\Delta \mu$	: chemical potential gradient
Ω	: atomic volume
$T.D.$	: theoretical density

第一章、緒論

1.1 專題簡介

本專題旨在研究無人機拋投技術，並開發一個投放炸彈的系統，以提升特殊任務中的效率與安全性

1.2 專題所遇到的挑戰

在做這專題時有遇到一些挑戰，像是如何計算拋投時機？如何大量取得敵人軍事目標物影像？

1.3 報告架構

本報告共分為 X 章。第一章為緒論，介紹專題簡介、所遇到的挑戰與報告架構；第二章說明研究動機與目的；第三章描述研究方法；第四章為研究結果與分析；最後，第五章總結本研究之貢獻與未來發展方向。

第二章、 專題內容與進行方法

2.1 動機與目的

2.1.1 動機

在戰爭中，利用無人機在前線支援我方士兵具有重要意義。傳統的投擲方式存在士兵生命危險，而無人機的使用可以顯著提高他們的生存率，並且可以在敵方防禦措施薄弱的時候進行突襲，實現不易被察覺的優勢，增加了對敵方的意外性和打擊效果，同時也可以降低人力成本以及軍事成本。

2.1.2 目的

除了利用無人機去進行拋投的動作之外，更搭配 AI 模型來讓無人機實現不需要人為操控也可以拋投。

2.2 專題相關現有系統回顧與優缺點分析

2.2.1 相關系統

有使用到 Mission Planner 以及 MobaXterm

2.2.2 優缺點分析

優點:可以應對靜態或動態的目標、機體的生存率較高

缺點:計算需求較高且也很講究精確度。

2.3 專題進度規劃與進行方法說明

2.3.1 進度規劃:

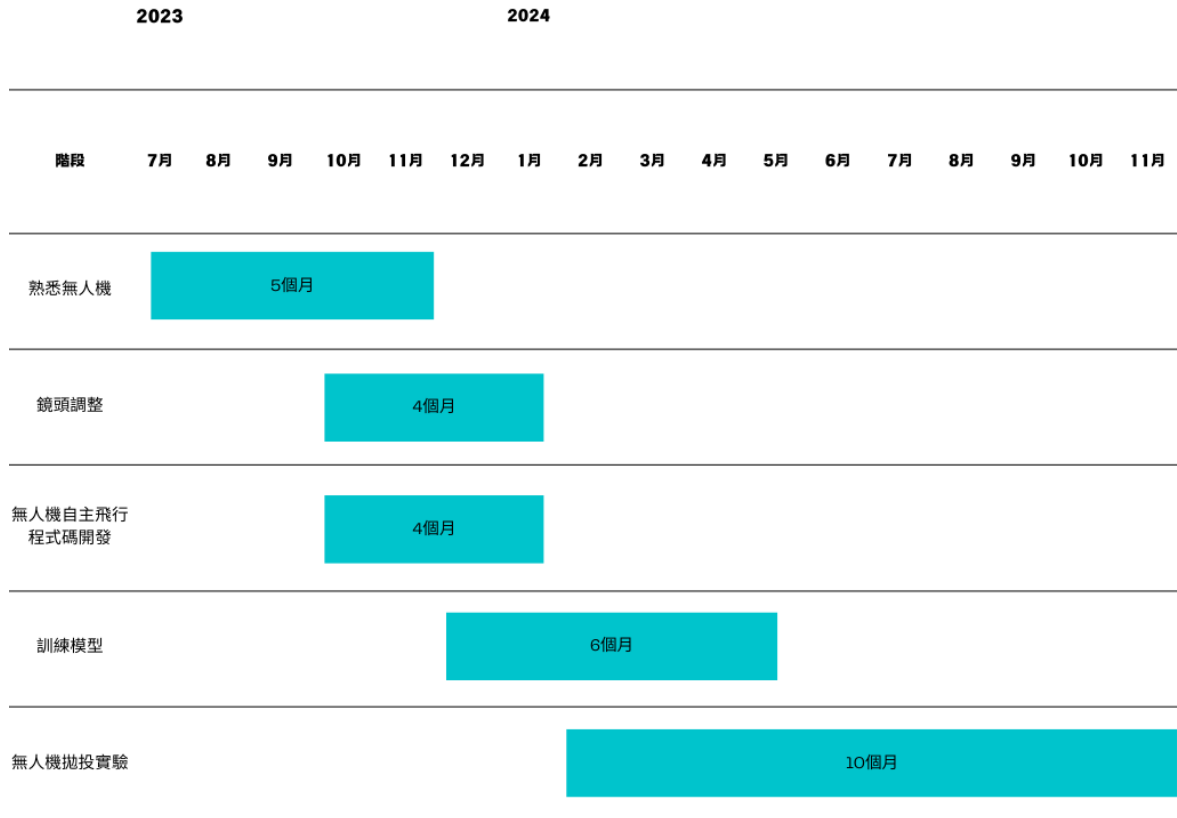


表 1:進度規劃

2.3.2 進行方法:

利用 dronekit 程式碼來操控無人機，首先是讓無人機飛到指定高度，接著會飛往指定經緯度並開啟鏡頭，在此過程中都會以等速飛行並抓取目標物，等到目標物偵測到後，便會計算好距離，等速飛往目標誤並投擲，在完成任務之後，無人機返回初始地點。

第三章、專題流程與架構

3.1 系統 UML 圖：

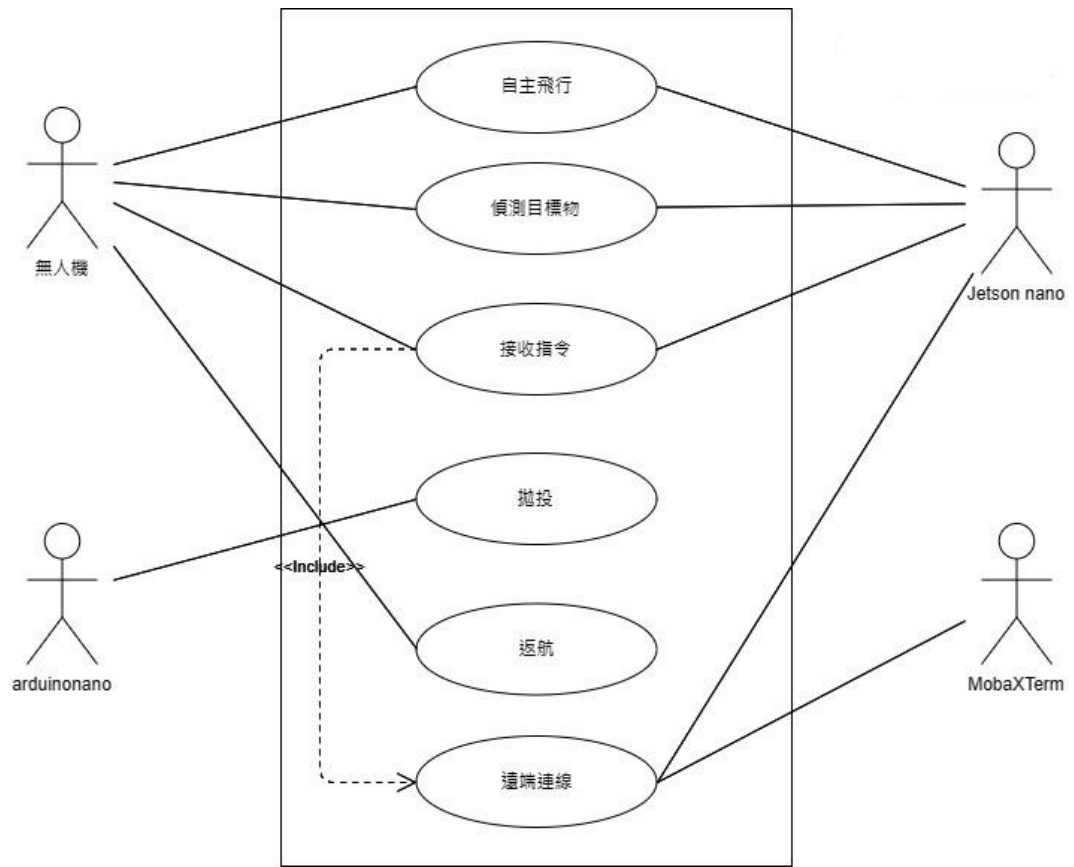


圖 1:UseCase Diagram

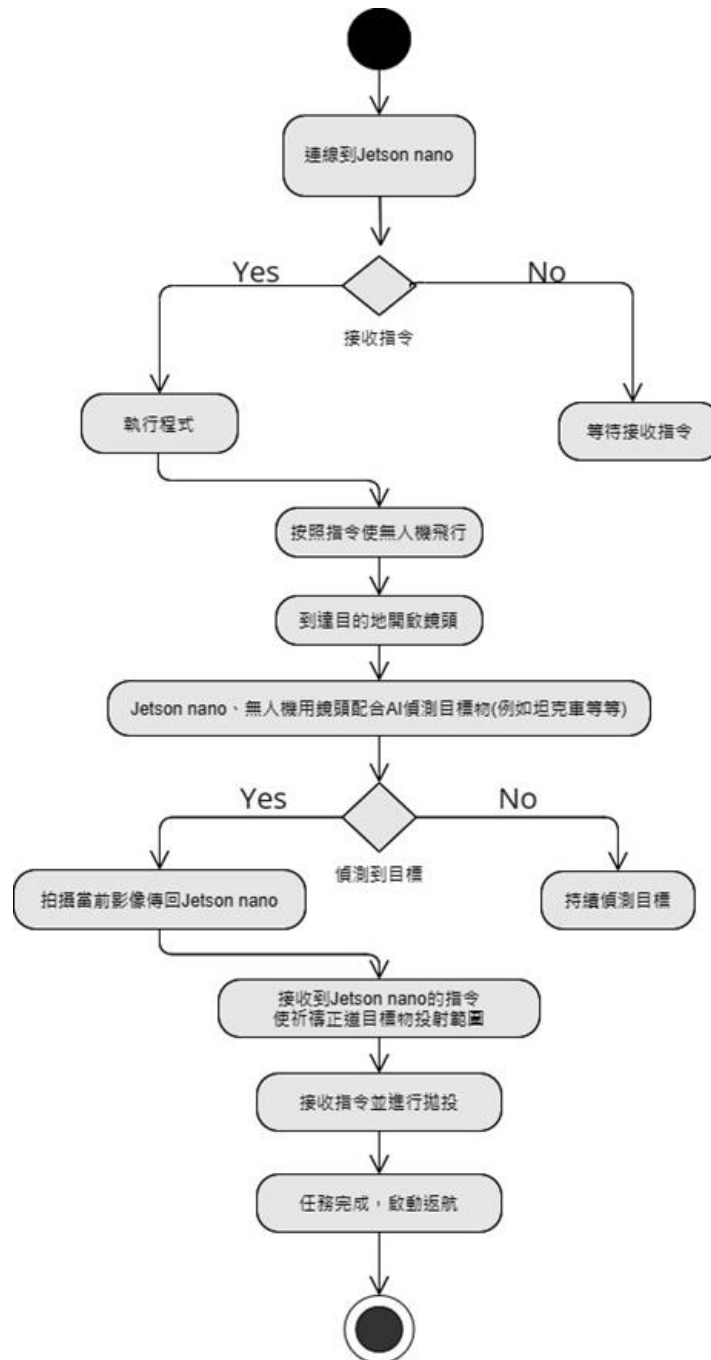


圖 2:Activity Diagram

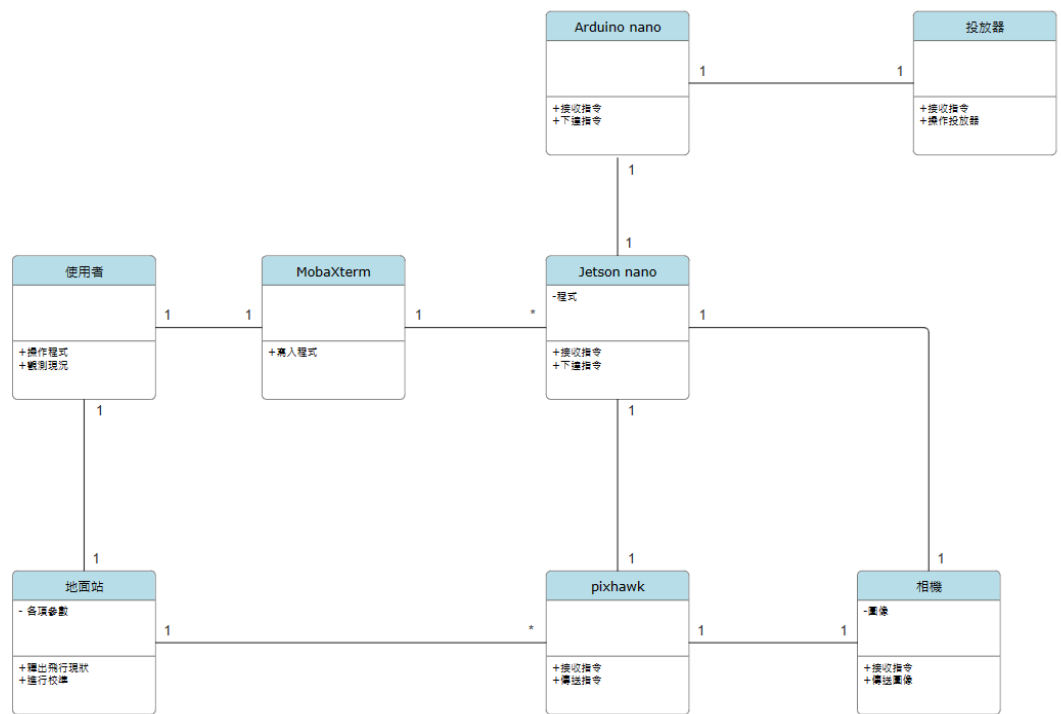


圖 3:Class Diagram

3.2 硬體架構圖

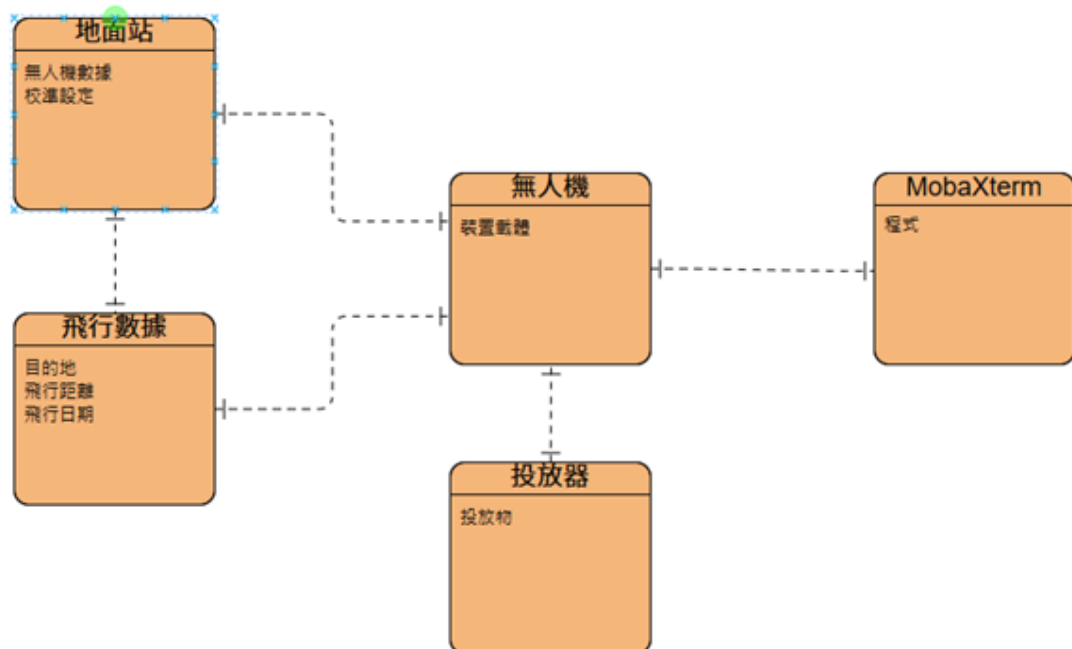


圖 4:硬體架構圖

第四章、專題成果介紹

4.1. 軟體硬體設備資訊

硬體：筆電、無人機、投放器、邊緣運算器 (Jetson Nano)

軟體：MobaXterm、Mission Planner

4.2. 操作流程

在這專題中，我們會預先把程式碼從 MobaXterm 傳到 Jetson Nano 裡面，藉此來操控無人機，那首先就是先讓無人機飛到預設的高度，如圖 5 所示，而我們預設的高度是 15 公尺。

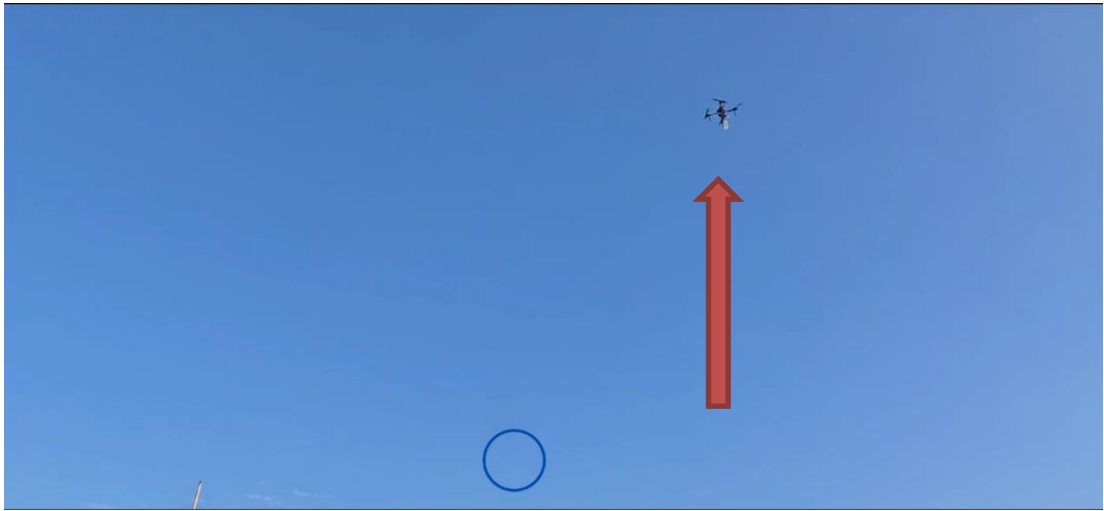


圖 5:無人機上升

飛到指定的高度後，就會以等速朝著目標物前進，如圖 6 所示，在這個過程當中，無人機會開啟鏡頭，並且搭配 AI 模型來持續偵測目標物所在位置。

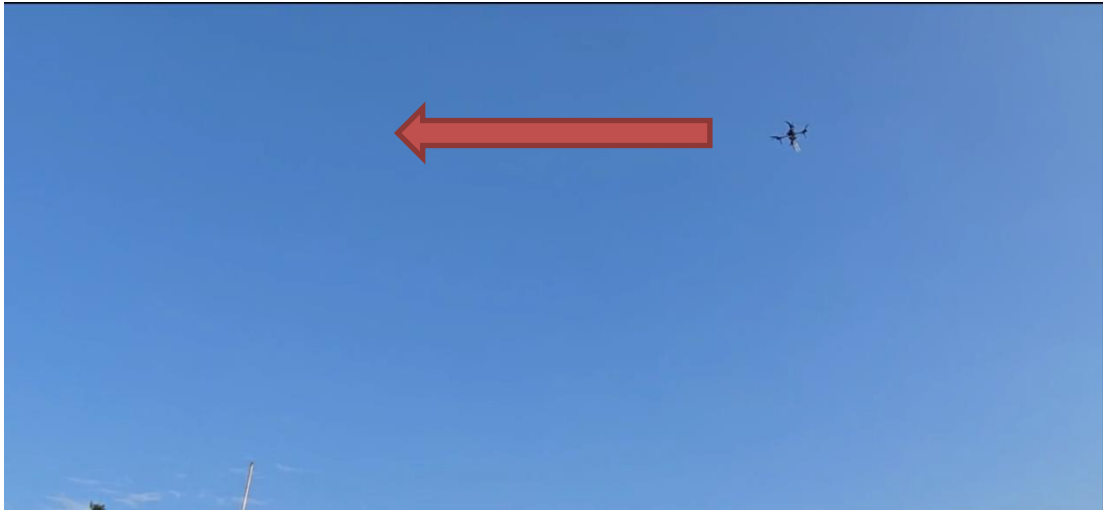


圖 6:前往目標物

在偵測到目標物之後，無人機就會判斷自身與目標物的距離計算來達到拋投的效果，就如圖 7 所示。



圖 7:進行拋投

無人機在執行完以上的任務之後，就會返回出發的地點，如圖 8 所示。這樣一來就是整個專題的執行流程

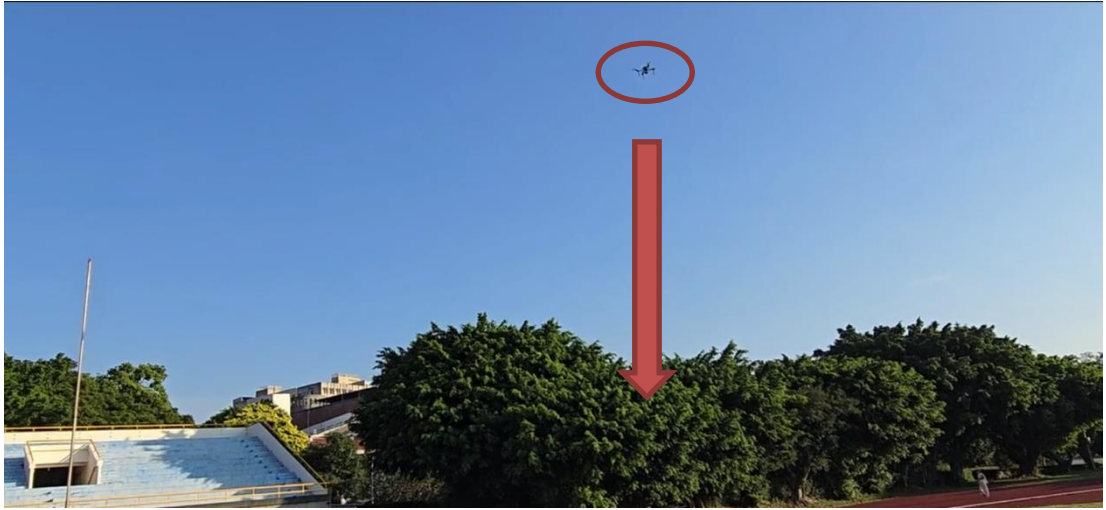


圖 8:返航

第五章、專題學習歷程介紹

5.1 專題相關軟體學習介紹：

在專題開始時，我們一開始研究了邊緣運算器 Jetson Nano。

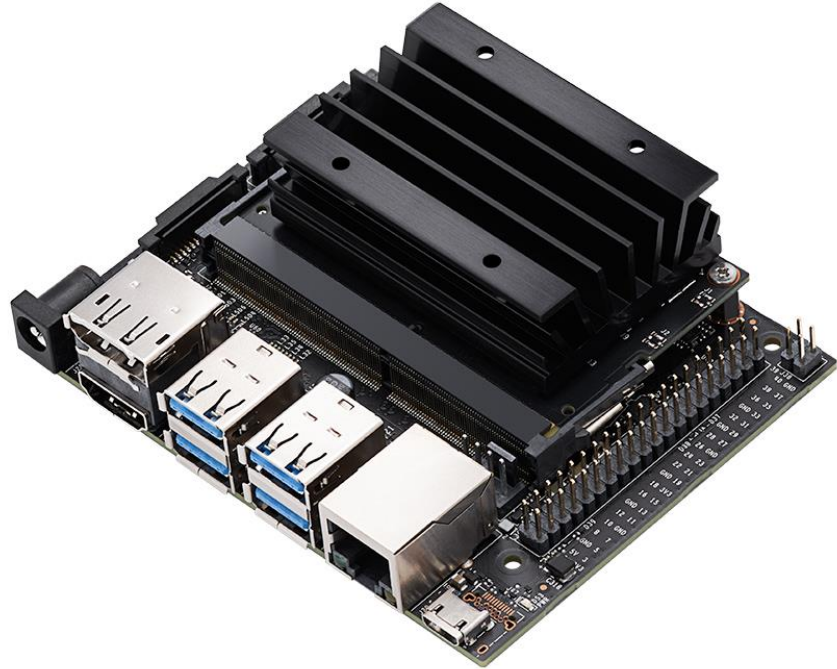


圖 9: Jetson nano

(如圖 9)從學習如何去灌 OS，之後還去找了關於無人機相關的 python 套件並安裝，之後就是開始學習用程式去控制無人機，在要開始用程式控制無人機前我們要先去連接無人機，過程中我們發現要讓 Jetson Nano 連接到無人機需要使用 Micro USB 來連接，然後需要給予連接口權限才能夠讓他將指令傳輸到無人機裡。

接著就是學習控制無人機的 Dronekit python 套件，一開始我們完全不知道要如何去用程式去控制無人機，而在學習過程中，我們學到了很多跟無人機相關的知識，像是 pitch、roll、yaw 是指如何去定義，無人機要如何去使用程式控制前後方向。

而我們學習完了無人機控制之後，我們就開始去用影像合成來生成我們的訓練資料，我們使用 python 的 pillow 套件來生成我們的訓練資料，我們使用圖標(如圖 10)



圖 10:圖標

與大量從網路上找到的虛擬背景來做合成，而我們為了要生成訓練資料我們需要去對圖標做旋轉和位移。

生成完訓練資料後，我們就開始訓練模型了，一開始的我們對模型訓練沒有概念，而在學習的過過程中，我們也學到了很多關於模型訓練的知識。而當我們訓練出了模型之後，我們就是要開始去實驗拋投並寫拋投計算的公式，在實驗過程中，我們發現在拋投的時候會有很多因素影響，像是風速、高度、無人機速度等，而我們也依據我們的實驗結果進行了拋投計算的微調。

5.2 專題相關硬體學習介紹：

在專題開始之前，我們對無人機的基本結構和原理並不熟悉，可以說是極度的陌生，因此我們必須先進行去學習無人機相關的理論。



圖 11:無人機

如圖 11 所示，無人機的核心結構包括機體框架、動力系統（如馬達和螺旋槳）、電池、控制模組以及各類感測器。這些部件相互協作，確保無人機能夠穩定飛行。在動力學方面，四軸無人機依靠四個螺旋槳的旋轉速度差實現升降、前進和轉向，這對我來說是一個全新的概念。再接觸這一專題以前止看過別人非過空拍機而已，並沒去實際操作過。而第一次使用無人機的時，常常需要把螺旋槳給拔下來，因為第一台無人機是折疊式的，要收的話需要拔下螺旋槳，這也就是說要記好螺旋槳擺放位置，不然很有可能也會出意外導致摔機等等。另外，因為我們的專題是做跟拋投有關的研究，所以我們有跟廠商說要額外安裝一個拋投器（如圖 12），而拋投器的線路是接在哪裡的也要去了解一下，因為對於後續的操作有極大的用處，後面我們會在地面站 (Mission Planner) 上設置它相關的係數，這樣才能讓它能夠從手動拋投改為利用程式去進行拋

投。

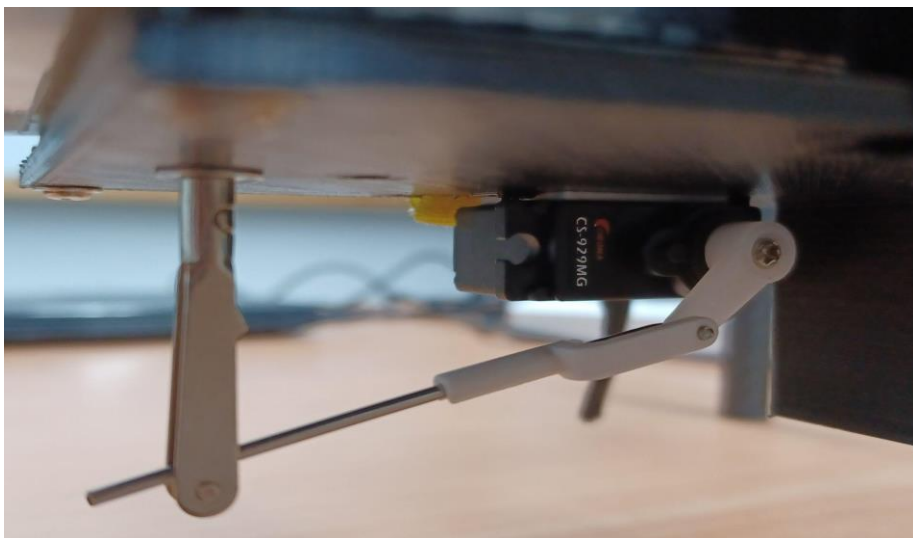


圖 12: 拋 投 器

，處無器的了實天不
，何制行者下做天都
原如控飛作打在當氣
本，括操作，有天
基行現包及操量還的
的飛發，以際考，類
行定我素法實去行之
飛穩。因算的要飛雨
機現戰的的續身行下
人實挑面統後本進是
無來的方系我器地或
了整來多制為行場大
習調帶慮控知識飛選太
學心擾考行知了挑風。
還重干要飛論除去果機
們過部需、理。要如人
我通外性計些礎更，無
，何等定設這基候何飛
此外如速穩的。的時如去
此如風機身驗好的是合



圖 13:無人機遙控器

除了學機體的基本架構之外，還有遙控器的操作也是要去學習的，像是用來控制無人機的遙控器，遙控器上有許多可以操控的東西，像是圖 13 中的 Throttle Stick 及 Elevator Stick 可以控制無人機的上升、下降、左右橫移、轉向以及前進與後退，還可以在底下的面板可以去設定更佳詳細的設定，像是可以選擇讓無人機是做哪一種模式，像是手動模式、懸停模式、自動模式等等眾多模式可以去選擇，設定之後搭配地面站 Mission Planner 裡面的設定就可以用 SwC、SwD 去選擇要做的模式，而在這次的專題中，比較常用到的就是手動模式、懸停模式，手動模式主要是給用程式去操控的時候才會去調到這模式，而懸停模式則是前期去練習時以及再用程式碼控制時發生突發意外時要迅速切回來，讓人安全的操控無人機降落。

再來是無人機電池的充電方法，圖 14 跟圖 15 是 Lipo 電池的充電器：



圖 14:Lipo 電池充電器 1



圖 15:Lipo 電池充電器 2

它的充電方式很簡單，就是在連接電池後，在圖 15 中可以選擇電池類型，在這專題中我們的電池都是 Lipo 電池，還有調整充電的電流值，要調整到跟電池所標的電流一樣，之後就可以充電了。那它除了充電之外也可以查看電池的電阻，這也是我們去判斷這電池好壞的方法之一，裡面

還有許多功能，像是放電之類的。不過沒有用到很多次。

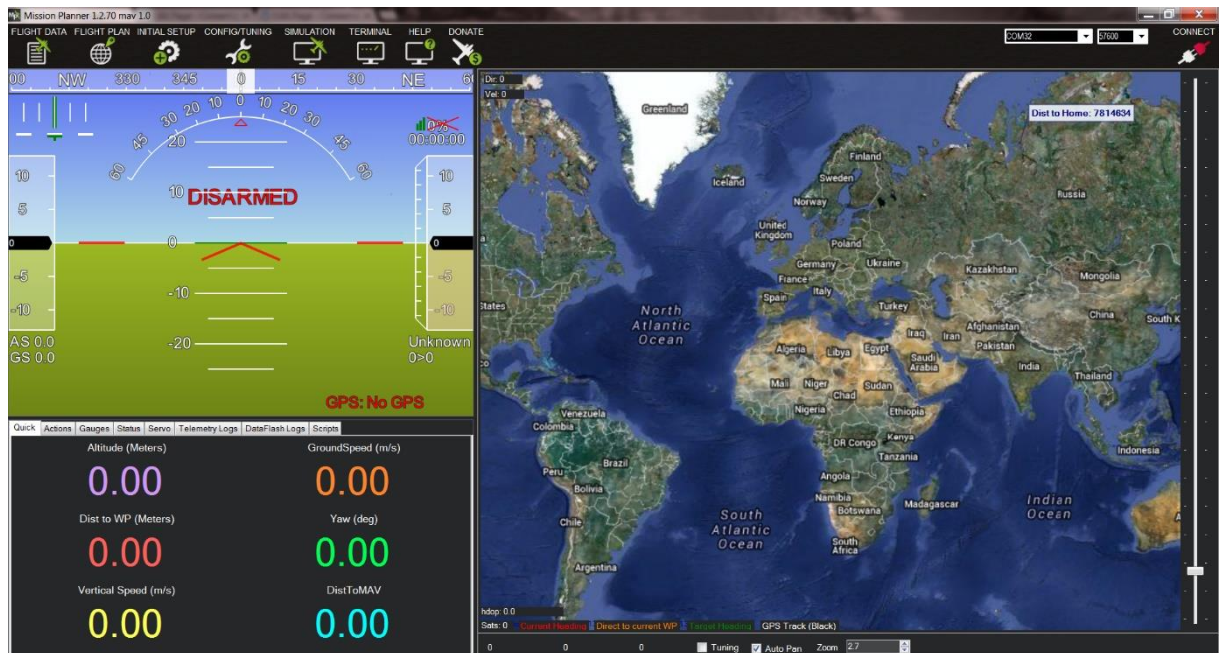


圖 16: Mission Planner 主介面

在學完無人機的基本架構之後呢還有一樣東西需要去學習，那就是地面站 Mission Planner，在圖 16 就是它的主介面，作為一款功能強大的飛行控制軟體，Mission Planner 讓我們能夠對無人機進行全面的控制與監控。在學習過程中，我首先從基礎功能開始，比如如何連接無人機與軟體、如何校準感測器等。接著，我逐漸掌握了更進階的功能，例如設定航點路徑、調整飛行參數以及利用軟體監測無人機的飛行數據。

在操作地面站的部分呢？最令人印象深刻的就是利用裡面的校準系統去校準無人機了，因為那是前期最常使用到的功能。像是無人機的羅盤校準(如圖 17)、遙控器校準(如圖 18)還有對無人機的馬達進行測試(如圖 19)等等。



圖 17: 羅盤校準

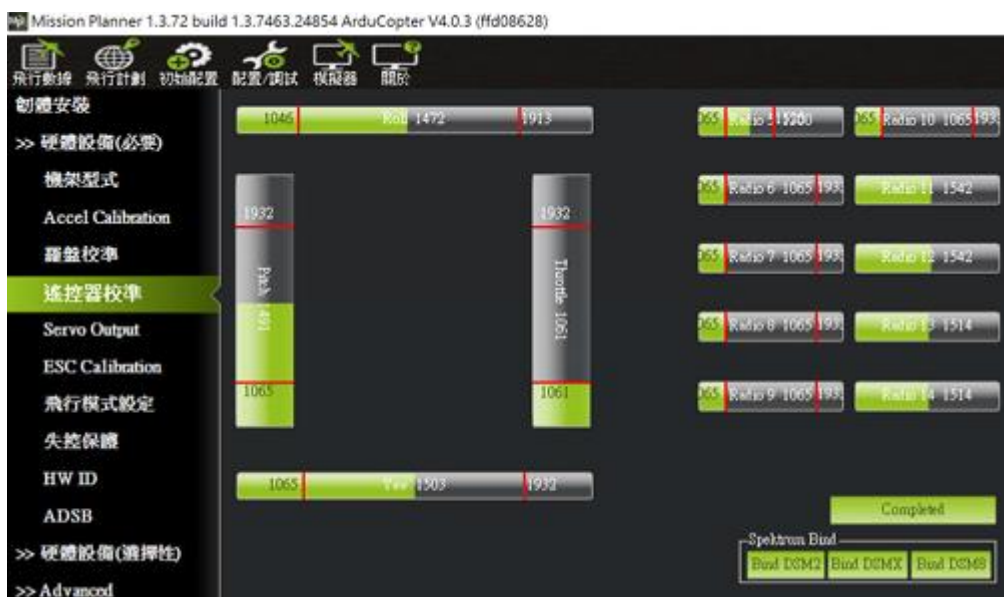


圖 18: 遙控器校準



圖 19:馬達測試

為了熟悉無人機的操控，我進行了大量的飛行練習。在這個過程中，我發現操作無人機需要高度的專注與耐心。剛開始時，由於手部操作不夠穩定，就算在練習中，模式都是設定懸停模式，在這模式下無人機會自己穩定的懸停在中，但因為經驗不足，所以在飛的過程當中很容易緊張，有一次意外就是因為我過度緊張在降落過程中沒降落好導致下落速度太快，導致無人機的其中一隻腳裂開了，但還好那只是讓我們飛行用的小型開源無人機，再加上它只是輕微裂開，所以補一補就可以繼續飛了，但經過這次的意外之後，我也不是會對非無人機有那麼大的緊張感了。那我們也是練習飛大概有三個禮拜，就進行實驗的下一步了。

在完成前置作業後，我們開始進行一系列的實驗，這是整個專題中不可或缺的重要環節。為了測試無人機在空中拍攝的表現，我們將 Jetson Nano 和鏡頭安裝到無人機上。Jetson Nano 是一款強大的嵌入式 AI 開發平台，能夠處理攝影資料並進行基本的影像處理與傳輸。我們最初使用的是 USB 鏡頭（如圖 20），因為它的畫質有道 4K 所以可以拍攝到更清楚的目標。然而，在測試中我們發現 USB 鏡頭的潛在問題，這對於我們需要即時獲取圖像的需求來說並不理想。為了解決這個問題，我們後來改用了性能更穩定的 CSI 鏡頭（如圖 21），與 Jetson Nano 的 CSI 接口連接。



圖 20:USB 鏡頭



圖 21:CSI 鏡頭

在實驗過程中，我們讓無人機飛行到預先設定的高度，即 15 公尺，這個高度經過多次討論和測試後確定，因為它能夠提供清晰且廣角的視野，適合我們的拍攝需求。無人機在該高度上對目標

的影像，當檢測到目標物並判斷距離達到投放要求時，系統自動觸發拋投指令，完成物品的投放。

5.3 專題製作過程遭遇的問題與解決方法：

軟體方面所遇到的問題及解決發方法：

我中但經的，過程，後機人，無dronekit，和無，我們的題義，在虛現原光，我們像於全到從過機之人，移動方來中驗我問定，用發，反我在明背夠題學習人，多左右定本為實過了式。部想完不痕要而明透將能問學無裡到很左指基機的經出函斷的始練還摺需，透全，就多在到機接了夠以為人們，分的判練開訓練的我們景他化樣很們接人連了夠以為人們，分的判練開訓練的我們背要變這到了我連無讓用能機向無我向部新向訓一旦圖上，我發現需些，遇到，我到要我們無人方以過方的到方型們並實標時候（如圖10），我們一罩我們人傳現料，無讓絕個是絕對義我做模我真圖。時候我們了我遮我無指令發資面讓是以一但以式們心時候們比真圖料五，標透中制Jetson指們輸方來個是另，是函我中資時我還原實資形時候色圖上加當控J的傳機式兩個，北都他，為練的是至還真練圓時白的加作式讓他，夠人函有一飛正式是詢機訓練料但甚法用訓有的成好並製程試讓詢能無建式，向為函，查人成資，無定成只成認背，題習嘗法查限控內函進方方個現的無生練成好標決生成合默去色。專學直無的權操的前對前兩發們的以是訓合很圖們們變要會將黑景我們開始一直們有了裡面度絕的這們我夠來成做有擬我我標完裡們成背我們開我一我口到件裡速往機，我過能下生標沒虛是在圖背成我用明在們我是過接而套是定機人現究他接們圖果是於而的去合是部透

硬體方面所遇到的問題及解決發方法：

在鏡頭安裝的過程中，我們面臨了一些關鍵問題需要解決，主要集中在鏡頭的安裝角度上。由於

鏡頭的視角直接影響目標物的檢測範圍和判斷效率，我們對這一問題進行了反覆測試和討論，並最終得出了有效的解決方案。

最初的考量與問題分析

剛開始設計鏡頭的安裝方案時，我們需要決定鏡頭應該面向的方向。這涉及兩個主要選擇：

1. 垂直朝下拍攝：鏡頭完全垂直向下，無人機在飛行時可以直接拍攝地面的情況，這種設置的優點是視野覆蓋範圍大，尤其適合檢測靜止的目標物。這種方式甚至能夠偵測無人機後方的目標物，增加了檢測的靈活性。然而，問題在於當無人機以一定的速度前進時，鏡頭可能無法及時捕捉到目標物的完整特徵，尤其是當目標物靠近無人機正下方時，偵測的時間窗口過於短暫。這樣的設置並不符合我們專題的目標，因為我們希望在無人機高速移動的情況下仍能精準識別並完成拋投。
2. 向前拍攝：鏡頭的拍攝方向向前傾斜，無人機在前進時可以提前檢測到目標物的位置，為邊緣運算器（Jetson Nano）預留充足的處理時間。這種方式的挑戰在於傾斜角度的選擇，角度過小可能導致檢測距離不足，而角度過大則可能減少對目標物的細節捕捉。因此，我們需要確定一個最佳的傾斜角度來平衡檢測距離和精度。

測試與優化過程

在實驗過程中，我們針對不同的安裝角度進行了多次測試，分別評估了鏡頭的視野範圍、目標物的檢測效果以及 AI 模型的運算效率。

- 垂直朝下的測試結果：透過數次飛行拍攝，我們發現當無人機以穩定速度前進時，目標物的影像只會短暫出現在視野中，這對於 Jetson Nano 進行即時判斷來說時間過於有限。此外，垂直視角雖然能檢測到較大的覆蓋範圍，但當目標物距離過遠或過近時，影像的特徵可能不完整，這增加了模型判斷的難度。

- 向前傾斜拍攝的測試結果：為確定最佳的傾斜角度，我們依次測試了 30 度、45 度和 60 度的傾斜設置。通過分析不同角度下的拍攝影像，我們發現 45 度以下的角度會限制檢測距離。經過反覆比對，我們最終選定了 60 度的傾斜角度。這樣的設置能夠提供較大的前方檢測範圍，同時確保 Jetson Nano 有足夠的時間進行影像處理和判斷。

最終方案與成效

最終，我們將鏡頭固定於向前傾斜 60 度的位置，並在無人機的支架上安裝了減震裝置，以減少飛行中的震動對拍攝影像的干擾。這一設置在後續的測試中表現良好，無論是高速移動還是穩定懸停，鏡頭都能清晰捕捉到目標物，並將影像傳遞至 Jetson Nano 進行處理。實驗結果顯示，這樣的設置不僅提升了目標物的檢測準確率，還增強了整體系統的穩定性和效率。

透過這一過程，我們深刻理解了硬體設計中角度和結構調整的重要性，這些經驗不僅增強了我們的實踐能力，也為後續的系統優化提供了寶貴的參考。

在專題研究中，鏡頭的選擇是一項至關重要的決策，因為影像的清晰度和穩定性直接影響 AI 模型的判斷準確性。我們最初選用的是 CSI 鏡頭，這種鏡頭與 Jetson Nano 的 CSI 介面直接相連，具有即時性強、延遲低、體積小等優勢。然而，由於 Jetson Nano 的 CSI 連接口意外損壞，這讓我們不得不尋找其他可行的替代方案。經過考量，我們決定暫時改用一顆 4K 的 USB 鏡頭，這樣可以繞過 CSI 接口的問題。

在實驗初期，我們對這顆 4K USB 鏡頭寄予厚望，認為它的高解析度能提升影像的細節表現。然而，隨著實驗進行，我們逐漸發現了幾個明顯的問題：

1. 抗震性能不足：

我們的無人機在飛行中不可避免地會受到風

力、氣流和自身馬達運作的影響，導致鏡頭在拍攝時出現微小震動。然而，這顆 USB 鏡頭並未配備抗震系統，因此拍攝的影像在無人機高速移動或劇烈轉向時常常會出現模糊情況。經過多次測試，我們發現影像模糊的問題並非個案，而是目前市面上許多高解析度 USB 鏡頭的通病。這對於我們需要高精度目標檢測的專題應用來說，成為了一個重大瓶頸。

2. 重量與機體負載：

與 CSI 鏡頭相比，USB 鏡頭的重量明顯增加，這對無人機的飛行性能造成了一定影響。無人機需要額外的動力來承載更重的設備，這不僅縮短了電池續航時間，也讓無人機的穩定性略有下降。在長時間實驗中，我們多次觀察到無人機在攜帶 USB 鏡頭時，飛行姿態會受到微小擾動，這進一步影響了影像的穩定性。

3. 價格與成本考量：

USB 鏡頭的成本通常高於 CSI 鏡頭，特別是在高解析度的產品中更加明顯。由於我們的專題經費有限，這一點成為需要慎重考慮的因素。我們在專題中需要多次更換和測試設備，因此性價比高的解決方案尤為重要。

基於上述問題，我們對鏡頭的選擇進行了重新評估。經過討論和權衡，我們決定換一個邊緣運算器，並重新採用原先的 CSI 鏡頭作為主要拍攝設備。

在專題製作過程中，邊緣運算器的選擇成為了一項重要且具挑戰性的任務。最初，我們選用了 NVIDIA 的 Jetson Nano 作為核心運算平台，這款設備以其高性價比和穩定性而廣受歡迎。然而，隨著專題需求的深入，我們希望能提升系統的運算能力，更快地處理目標檢測和數據分析任務，因此將目光轉向了運算能力更強的 Jetson Xavier。

從 Jetson Nano 到 Jetson Xavier 的嘗試
Jetson Xavier 作為 Jetson 系列中的高階型號，

其強大的計算能力在處理複雜任務（如深度學習推論）方面具有顯著優勢。然而，在我們實際操作中遇到了一些挑戰，尤其是在連接 CSI 鏡頭時，設備間的兼容性問題給我們帶來了不少麻煩。

- **連接問題：** 當我們嘗試將 CSI 鏡頭連接到 Jetson Xavier 時，發現設備無法正常識別鏡頭。經過一番檢查和測試，我們推測問題可能來自於驅動程式的不匹配或接口的電氣差異。儘管我們根據官方文檔進行了多次調整，但問題仍然無法徹底解決。
- **技術支援有限：** 相較於 Jetson Nano，Jetson Xavier 作為一款較新的設備，其相關技術資料和解決方案在網路上的數量有限。我們在查詢和學習過程中，發現能夠參考的經驗案例相對較少，這使得問題的解決進度受到限制。

回歸 Jetson Nano 的決定

在多次嘗試未果後，我們進行了團隊討論，重新評估了 Jetson Xavier 的使用價值與問題解決的成本。最終，我們選擇放棄使用 Jetson Xavier，回歸到熟悉且穩定的 Jetson Nano 平台。這一決定基於以下幾點考量：

1. **穩定性與兼容性：** Jetson Nano 在之前的實驗中表現穩定，與 CSI 鏡頭的配合也非常成熟，能夠滿足專題中即時影像處理的需求。
2. **學習資源豐富：** Jetson Nano 已有大量技術文檔、教學資源和社群支援，這有助於我們快速解決開發過程中的問題，縮短專題製作的時間週期。
3. **性能需求匹配：** 雖然 Jetson Xavier 的運算能力更強，但我們發現 Jetson Nano 的性能在處理目標檢測和影像分析時已經足夠應對專題需求，性能過剩反而增加了成本和複雜性。

第六章、結論與未來展望

在本次專題中，我們成功實現了無人機拋投的核心功能，包括飛行控制、影像拍攝與目標判斷，以及基於 AI 模型的智能拋投系統。在這過程中，我們克服了一項技術挑戰，如硬體兼容性問題、鏡頭選擇的權衡，以及邊緣運算器的性能優化等。每個環節的突破都凝聚了團隊的努力與創意。

這次專題不僅是技術層面的探索，更是一次綜合能力的鍛煉。我們在專題中學習到了如何有效地分工與協作，如何快速學習新技術，並在資源有限的情況下找到最佳解決方案。同時，專題成果也展現了無人機技術的潛力，為未來的應用與研究奠定了基礎。

雖然專題取得了一定的成果，但我們認為仍有進一步優化與拓展的空間。未來我們計劃從以下幾個方向進行深入研究與改進：

1. 技術優化：

- 探索更輕量化、更穩定的鏡頭設計，進一步減少震動對影像品質的影響。
- 加強 AI 模型的訓練，擴展數據集的多樣性，提高目標識別的準確性與適應性。
- 升級無人機的通信模組，實現更遠距離、更穩定的控制效果。

2. 實際應用場景的深化：

- 在物流配送中，無人機拋投技術可用於提升效率，尤其是在偏遠地區或交通受阻場景中。
- 在災害救援中，可進一步研究如何結合紅外影像與 AI 模型，識別並定位災區中的受困人員，實現精準物資投放。
- 在智能農業領域，探索無人機用於種子撒播或農藥噴灑的可能性，為智慧農業提供新方案。

3. 團隊與個人發展：

- 團隊成員將繼續關注無人機技術的前沿發展，並嘗試參加相關競賽或進行產業合作，以進一步提升技術實力。
- 此外，本次專題經歷也讓我們認識到學科交叉的重要性，未來我們希望將無人機技術與更多領域（如人工智慧、機器視覺等）結合，尋找新的研究突破口。

總結

本次專題是一次技術實踐與知識整合的寶貴經歷，從中我們學會了如何應對挑戰並將創意轉化為現實。未來，我們希望能將這些成果推廣到實際應用中，並在更廣泛的範圍內探索無人機技術的可能性。我們深信，這次專題的經驗將成為未來學術與職業生涯的重要基石。

参 考 文 献

1. Jetson Nano 之 CSI 摄像头操作方法

(<https://blog.csdn.net/zong596568821xp/article/details/124436538>)

2. Mission Planner Home(<https://ardupilot.org/planner/>)

3. windows 和 linux 下简单的软件级调整相机曝光时间（或其他参数）的方式(<https://blog.csdn.net/zhenguo26/article/details/80728452>)

4. 20201111-jetson nano 系统安装+输入法+codeoss+联调舵机

(https://blog.csdn.net/pikachu_beta/article/details/109630363)

5. How to install Python on Jetson nano

(<https://forums.developer.nvidia.com/t/how-to-install-python-on-jetson-nano/280684>)

-
-
-
-