

基於改良式 A*演算法的多船協同防碰撞路徑規劃與隊形變換系統設計

Based on an enhanced A* algorithm for Multi-Ship Cooperative Collision Avoidance and Formation Transformation

指導教授：張燕光 教授

專題成員：許懷仁、褚致傑、唐漢

開發工具：Python、Pygame、pymavlink、Mission Planner

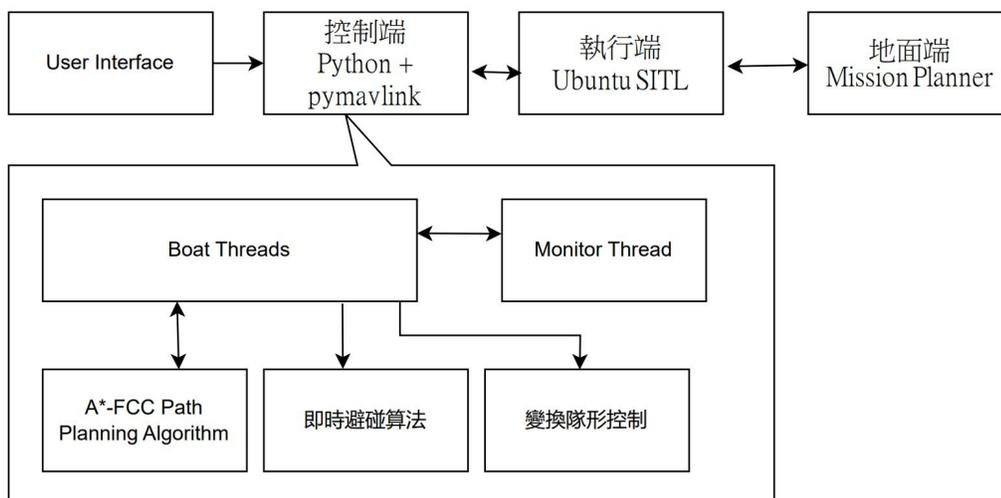
測試環境：Ubuntu SITL 模擬器、Windows Mission Planner

一、簡介：

本專題旨在設計並實作一套**多船協同防碰撞與隊形變換系統**，基於改良式 A* 演算法，能即時規劃航跡、動態避障，並靈活切換隊形。並整合至 Raspberry Pi + 飛控板，控制多艘模型船於水面完成包圍、編隊與避障等任務。開發流程中結合 Python 程式設計、pymavlink 通訊、Mission Planner 視覺介面與 SITL 模擬環境與實體控制，實現從模擬驗證到實體控制的完整系統鏈結，為海上自主導航與多船編隊應用提供一套實用且具擴展性的解決方案。



以下為系統架構圖：



二、測試結果：

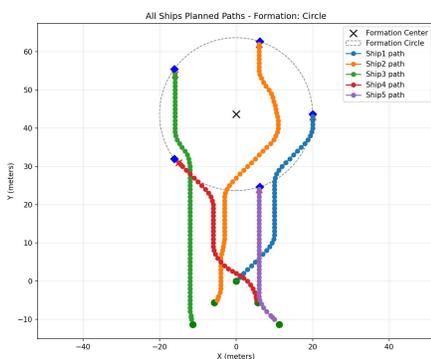
1. SITL 控制與隊形包圍任務

於模擬器中實現 5 艘友船包圍一艘敵船（含警戒區限制）。結果顯示平均路徑規劃時間 0.87 秒、船艦間最大誤差： ± 1.2 公尺。

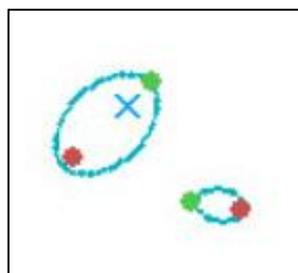
2. SITL 控制與隊形變換任務

於模擬器中實現 5 艘友船跟隨於領導船隻周圍變換隊形。隊形間距離約維持在 10 公尺左右。隊形間可隨時切換。

由 FCC-A* 算法規畫路徑後，運行時系統會為每艘友方船建立防撞泡泡（藍色橢圓），即時偵測周圍船隻並動態調整速度，反映當下的避障需求。下圖為兩艘船的防撞泡泡示意，紅點為船的位置，綠點指示航向。右側船隻因前方有障礙物而減速，泡泡因此縮小。



FCC-A* 規畫路徑示意圖



防撞泡泡示意圖

Mission Planner 隊形變換/包圍實作截圖

