

固定翼無人機的群飛

Fixed-Wing UAVs Formation Control

組員：楊濡旭、梁允翔 | 指導教授：張燕光 教授 | 單位：資訊系 / 專題製作

1. 研究動機

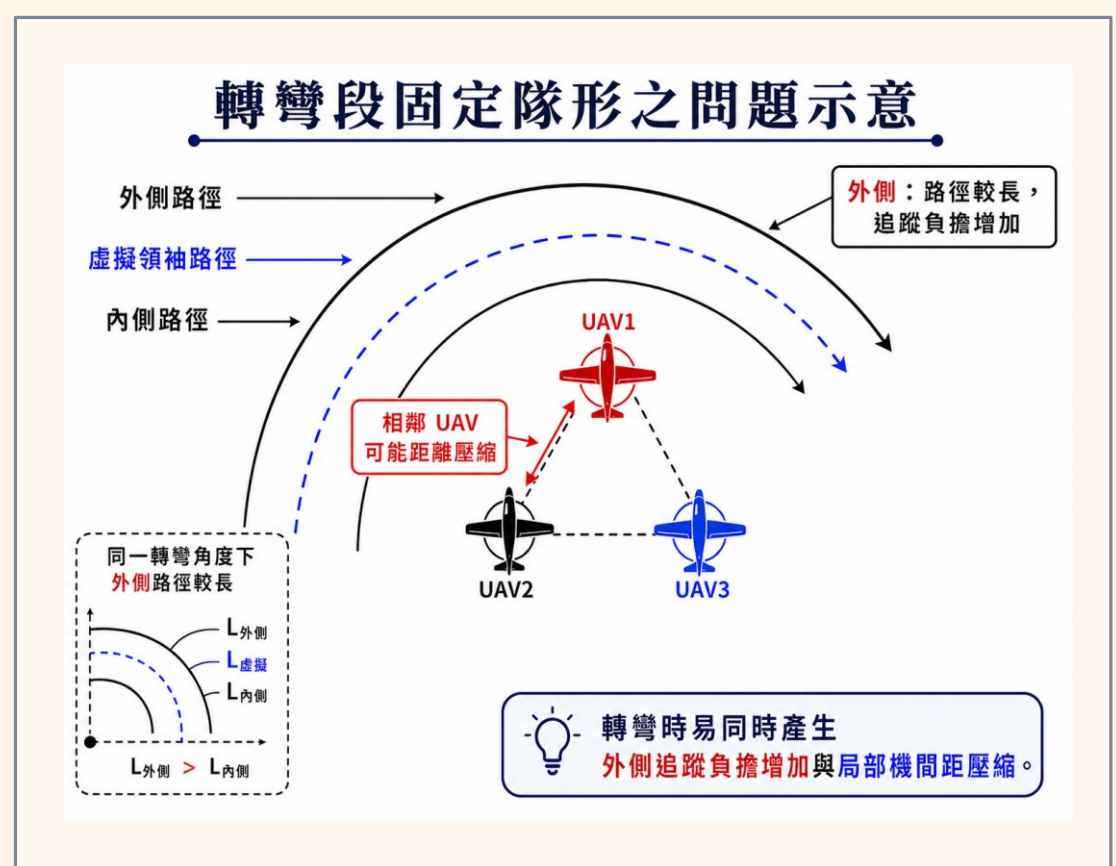
固定翼無人機編隊飛行不僅需沿任務路徑前進，也需在最小速度、轉彎半徑與航向限制下，維持相對於隊形中心的指定位置。當三機編隊以固定三角隊型進入轉彎段時，內外側 UAV 行經路徑長度不同，容易造成隊形誤差與機間距離不穩定。

本專題以虛擬領袖與 slot-based 編隊導引維持隊形，並於飛行指令輸出前加入安全濾波器，使系統在一般情況下保持編隊飛行，於機間距離過近時即時修正命令，以降低碰撞風險。

2. 研究目標

- 建立固定翼三機虛擬領袖編隊架構。
- 設計 slot-based 編隊導引方法，使 UAV 追蹤各自目標 slot。
- 設計隊形變換，使三機在直線段維持三角隊形，並於轉彎段平滑轉為弧形隊形。
- 設計編隊內避碰安全濾波器，於機間存在碰撞風險時，即時修正導引命令。
- 在 MAVLink / ArduPilot SITL 中驗證編隊飛行與安全濾波器效果。

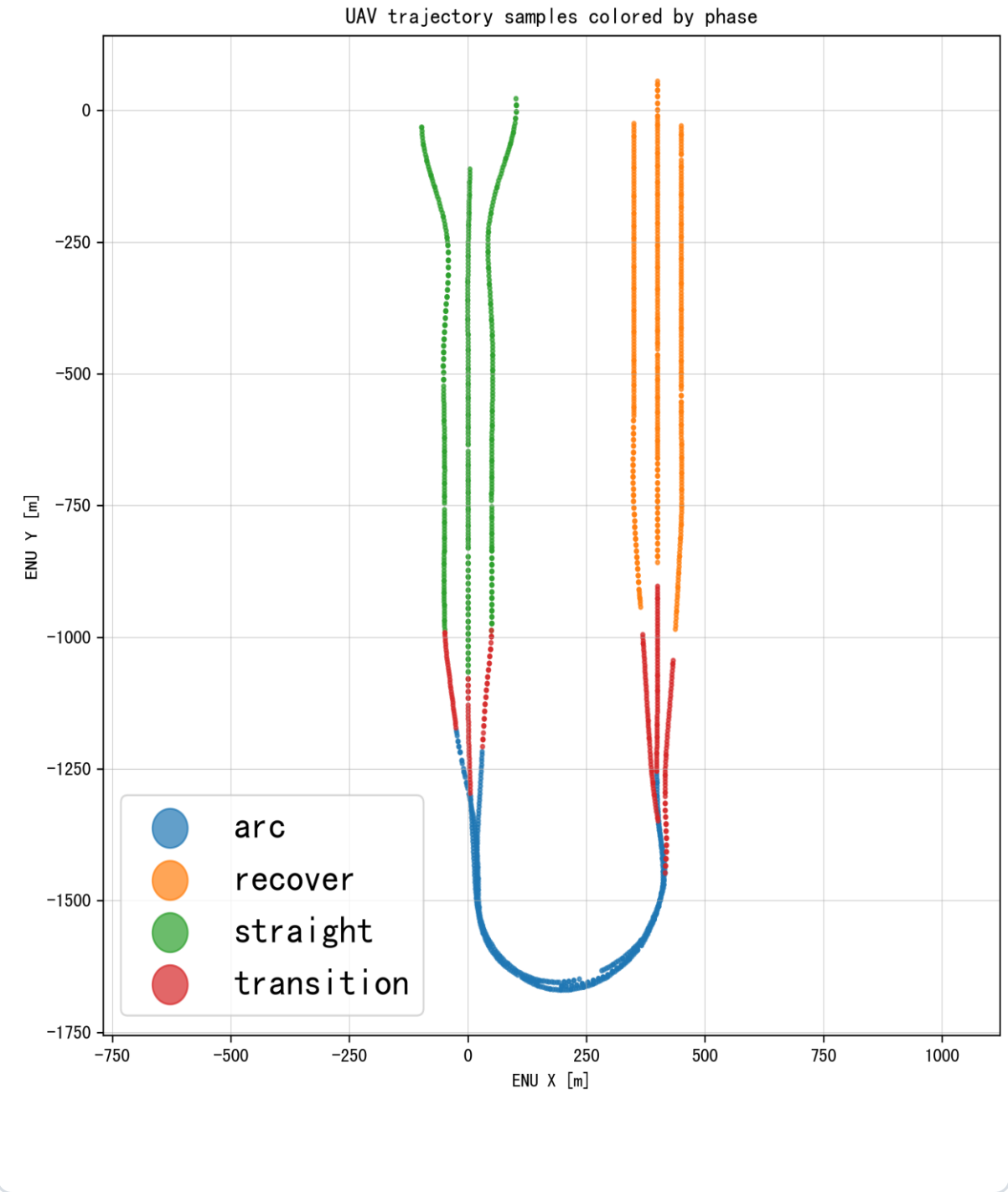
3. 核心問題



4. 實作環境與參數

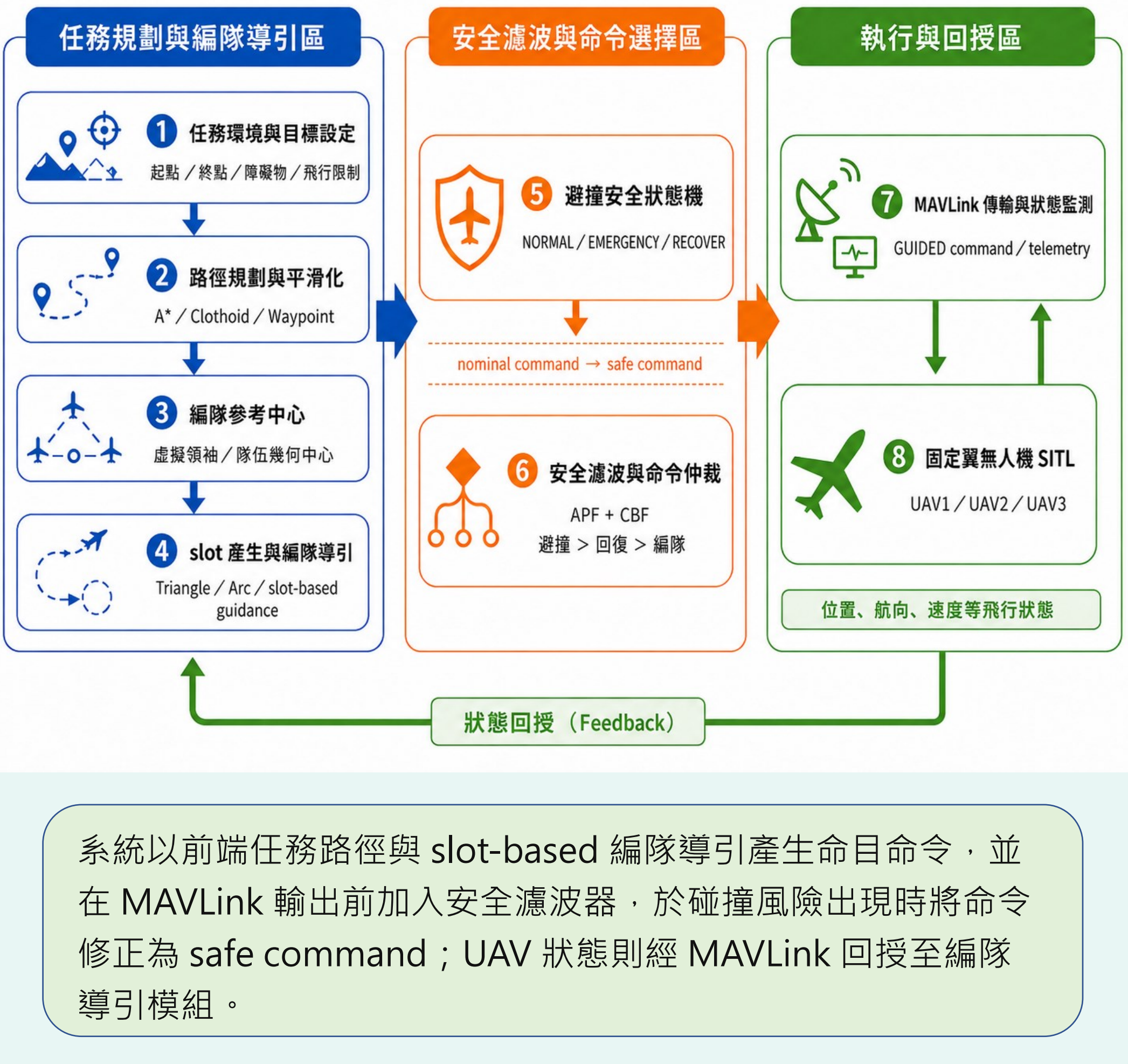
平台	ArduPilot SITL / ArduPlane
介面	Python + MAVLink / GUIDED
UAV	三機固定翼 UAV
d_safe	60 m
速度	21.6–30.0 m/s

5. 實驗路徑與分段圖

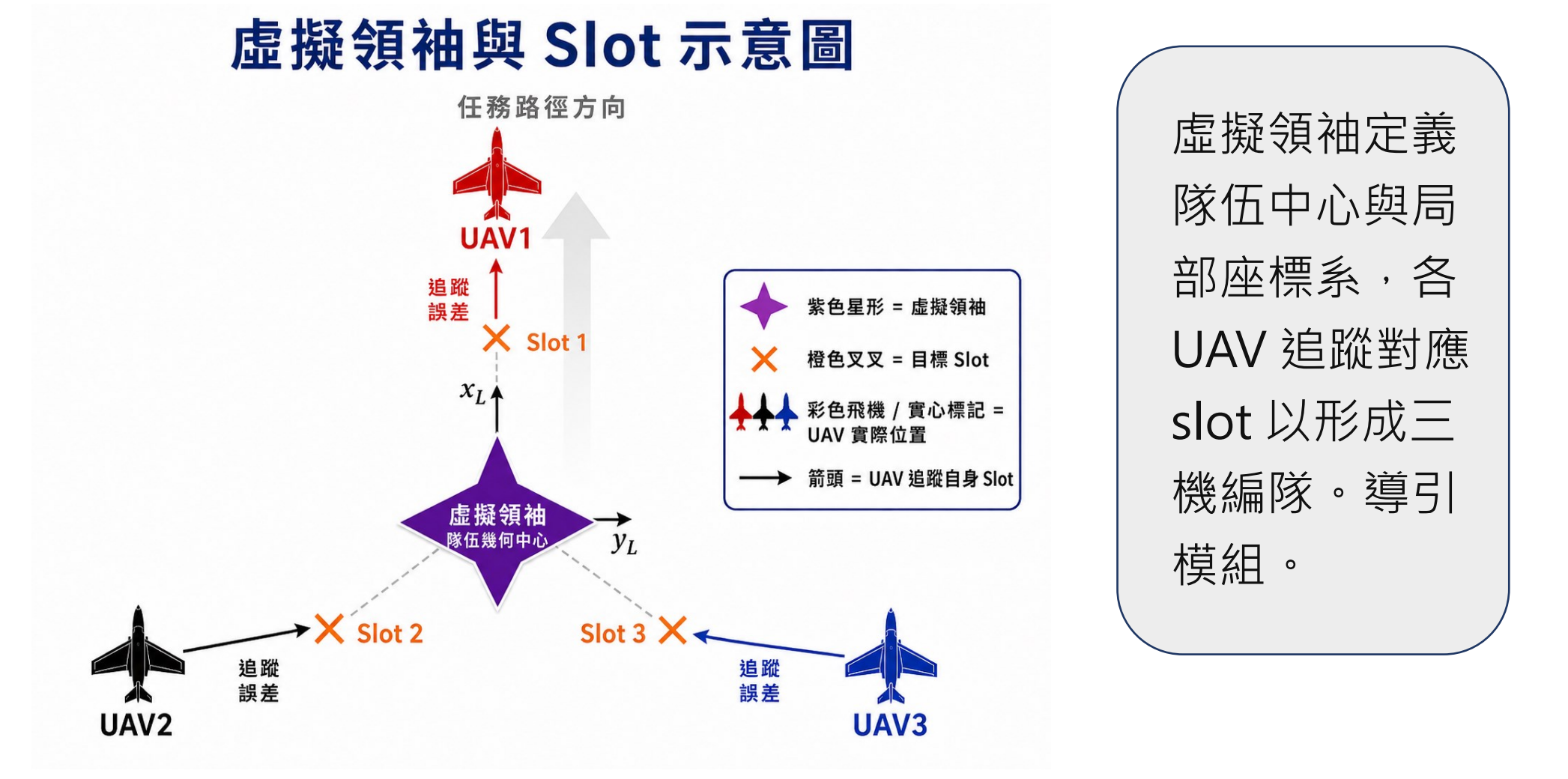


6. 整體系統架構

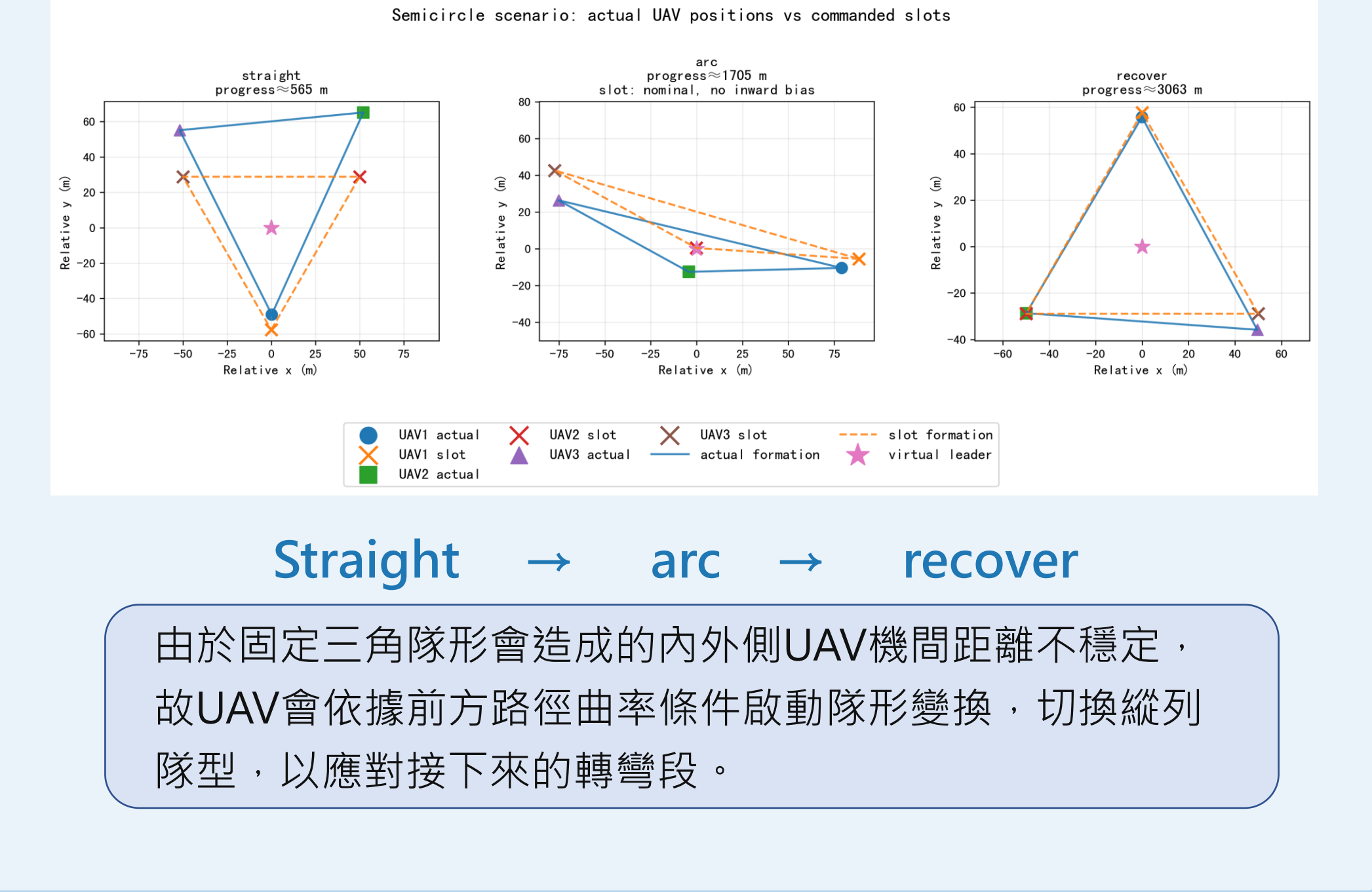
固定翼無人機任務規劃、編隊導引與避撞系統架構



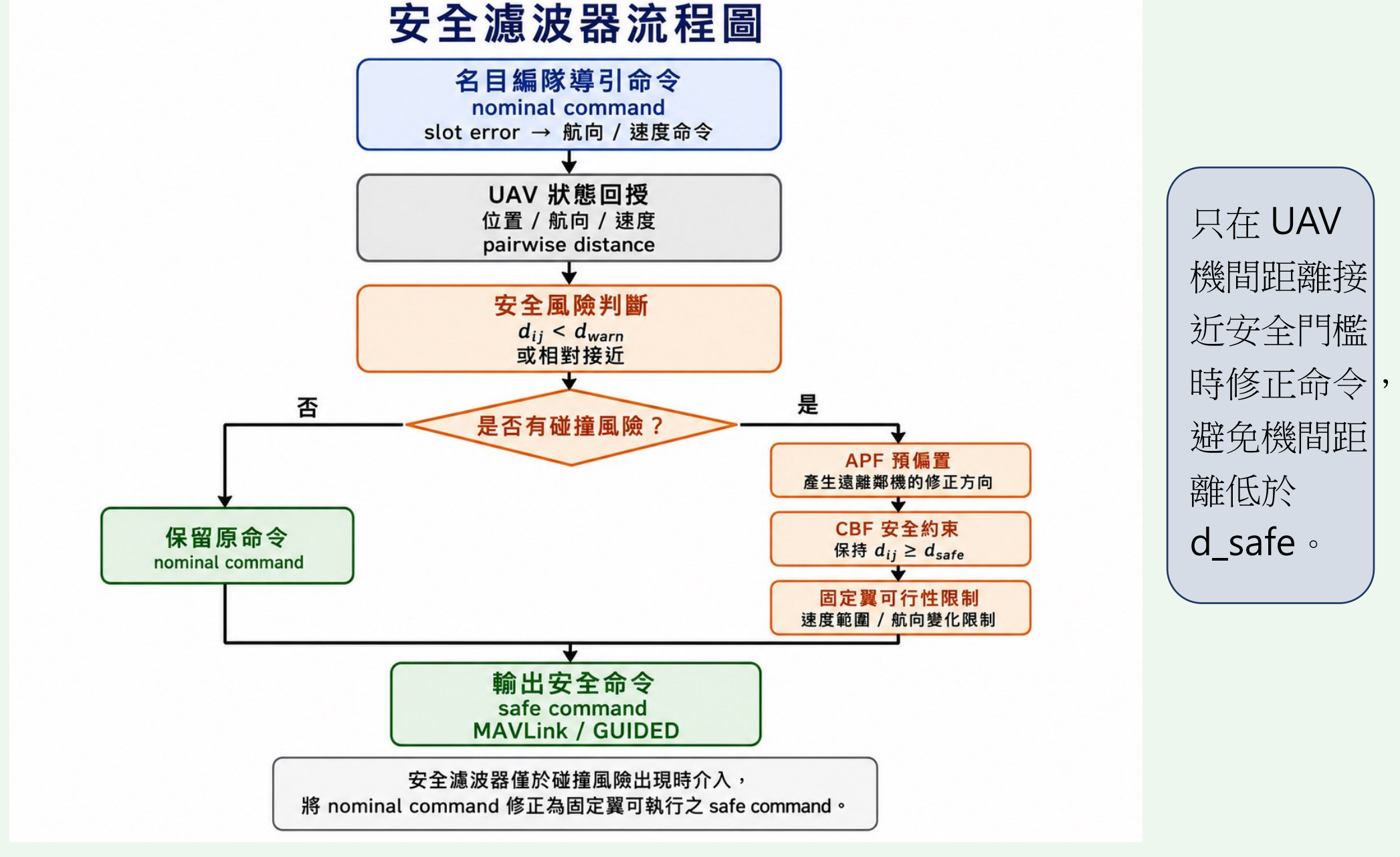
7. 虛擬領袖與 UAV Slot



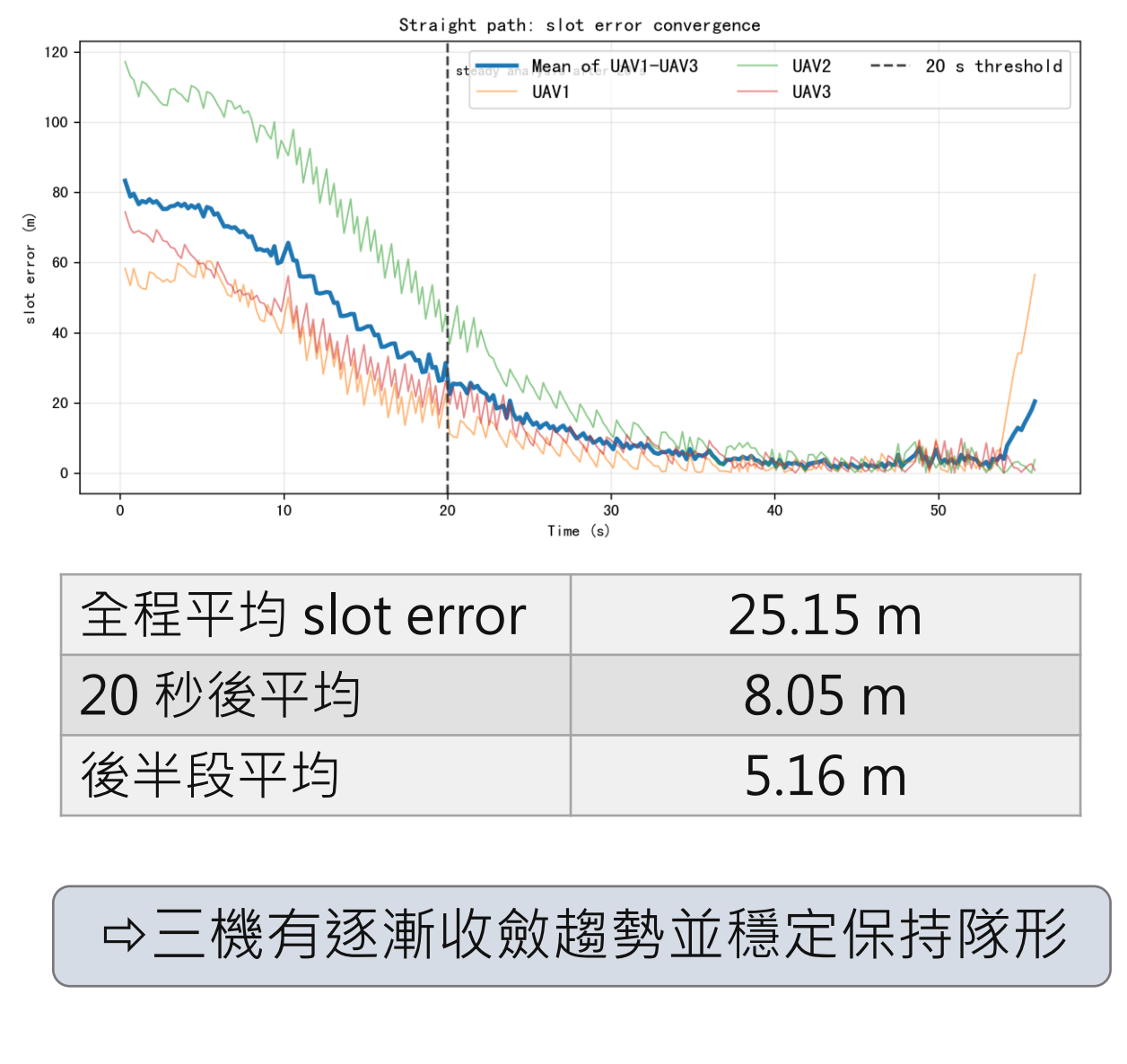
8. 隊形變換方法



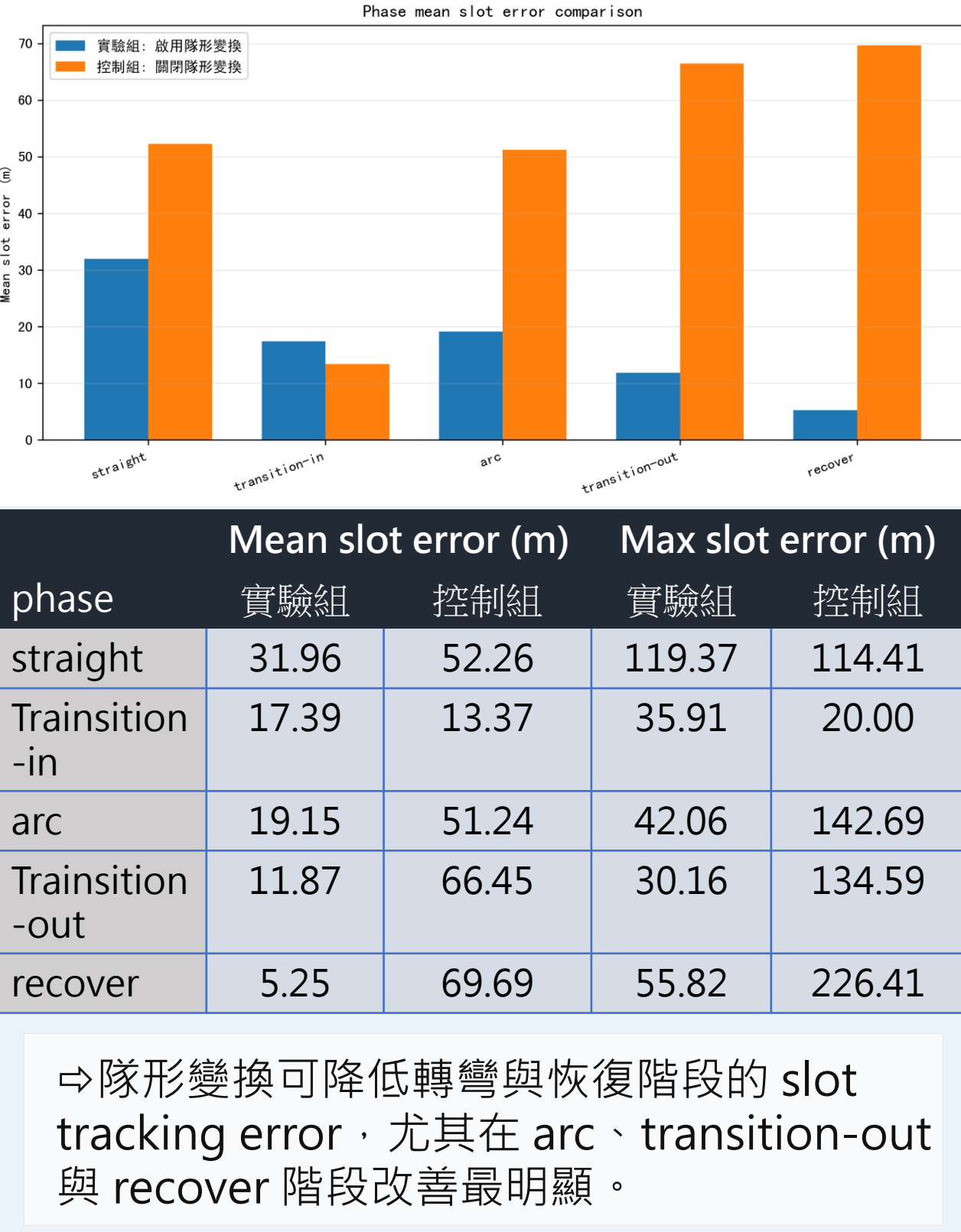
9. 安全濾波器流程



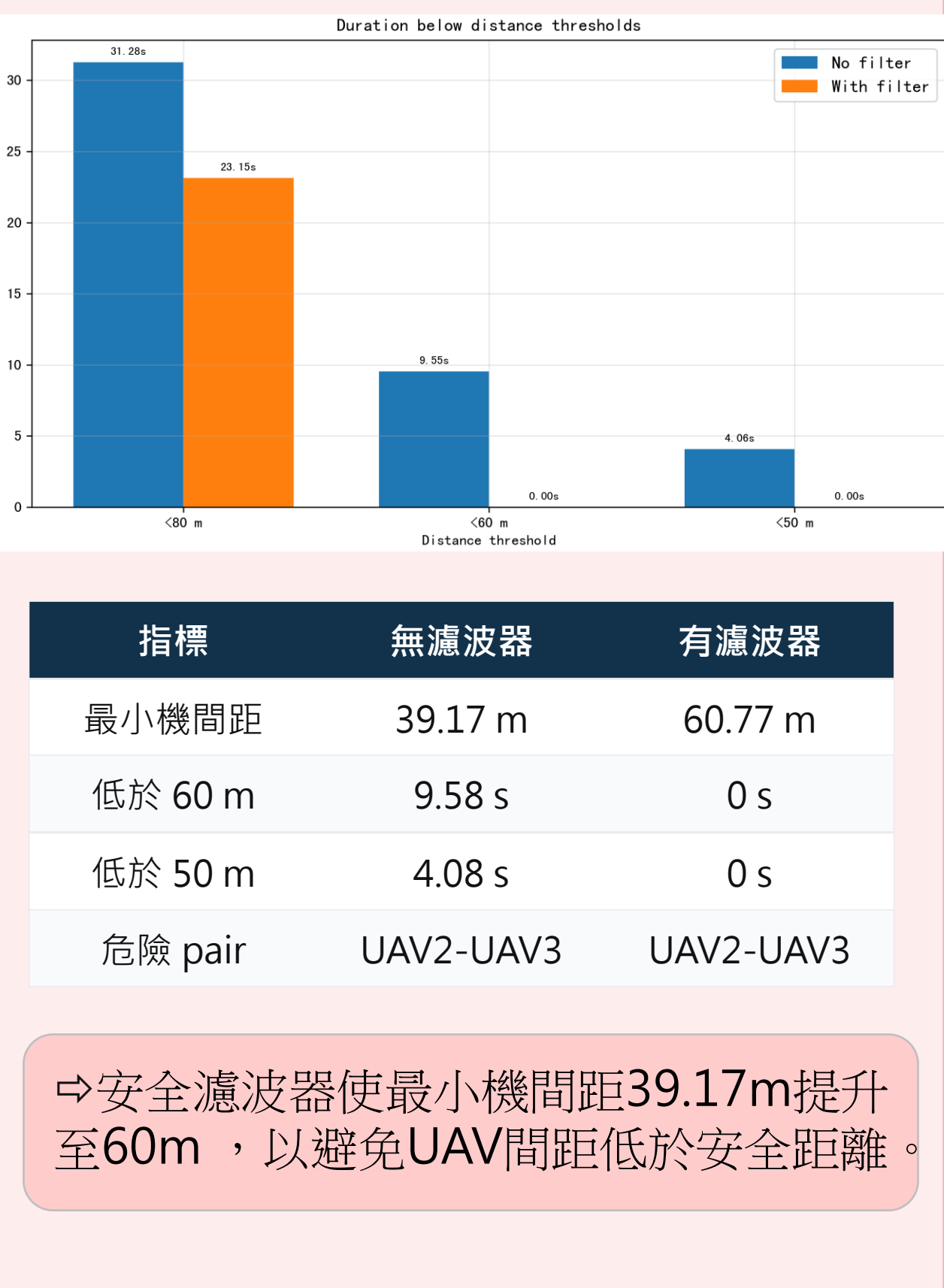
實驗一：直線段隊形保持



實驗二：轉彎段隊形變換



實驗三：安全濾波器比較



10. 結論

本專題建立固定翼三機編隊導引與安全濾波系統，透過虛擬領袖、slot-based guidance 與隊形變換降低轉彎段追蹤負擔。

在 MAVLink 輸出前加入安全濾波器，使 UAV 在碰撞風險出現時修正命令。SITL 結果顯示，安全濾波器可將最小機間距維持於 60 m 以上，有效提升編隊飛行安全性。

掃描觀看 Demo 影片

