

AI 空戰飛行員競賽主題說明

(一) 緣由

- **背景與問題：**目前國內自研各式戰機模擬器尚無智慧型空中目標物供飛行員訓練空戰纏鬥或編隊任務之能量。需要執行相關訓練時，只能由教官於教官台簡易控制空中目標物，或由其他飛行員於其他模擬機進行連線訓練。
- **解決方案：**AI 必須具備完整空戰行為，可即時依作戰態勢自主執行追擊、纏鬥、閃避等空戰作為。
- **預期效益：**降低對真人教官飛官的依賴，減少模擬機資源的連線使用時數，並可反覆進行個人訓練，大幅提升訓練效益並降低訓練成本。

(二) 競賽方式

- **作戰任務科目：**1V1 模擬空戰纏鬥 (Dogfight)。
- **賽制與對戰形式：**
 - 總共比 5 場 (採 5 戰 3 勝制)，每場比賽時間為 5 分鐘。
 - 參考真實 F16 近戰纏鬥訓練場景，雙方航向互為相反方向。
- **對戰初始設定：**
 - 初始距離：雙機初始距離介於 3000-9000 呎內 (參考飛行訓練手冊定義)。
 - 無前後距離差：避免一開局就攻擊到彼此導致雙方陣亡。
 - 無高度差：避免任一方具有位能優勢。
 - 初始速度相同：介於時速 300-450 海浬之間 (參考 Alpha Dogfight)，避免任一方具有動能優勢。
- **攻擊有效範圍定義：**
 - 不需模擬實際武器射擊，只要進入攻擊有效範圍即算造成攻擊傷害。
 - 有效範圍：目標機位於本機鼻軸線 ± 1 度內 (夾角 2°)，且距離介於 500-3000 呎。
- **獲勝條件：**
 - 1. 在時間內累計攻擊時間達 3 秒的一方獲勝。
 - 2. 超出戰場上、下邊界或超過 9G 限制者直接落敗，由另一方直接獲勝。
 - 3. 若比賽時間結束仍未分出勝負，將以優勢分數較高者獲勝。
 - 4. 如雙方之一策動虛擬碰撞，雙方皆判定失敗。

(三) 開發環境及限制條件

- **系統架構與平台：**
 - 採用 JSBSim 模擬環境 / 模擬平台 (含資料交換平台與視效畫面)。

- 為了比賽公平性，參賽者均以發送 **command** 封包至主辦方準備之 JSBSim 環境中。
- 參賽者可接收從資料交換平台發送之封包，得知各自飛機資訊與對方飛機部份資訊，供模型使用。
- 輸入與輸出參數：
 - 輸入：**command** 封包（各自飛機資訊與對方飛機部份資訊）。
 - 輸出：滾轉、偏航、俯仰、油門命令。
- 戰場邊界與飛行限制條件：
 - 戰場上界：60000 呎（F16 最大升限）。
 - 戰場下界：50 呎。
 - 過載限制：遵守最大 9G 過載限制。

(四) 評分標準

為了讓 AI 演算法開發者了解每回合的飛行表現，平台於回合結束時會給予雙方一個分數。評分公式包含「優勢分」與「擊殺分」兩部分：

1. 總分計算公式

$S = S_advantage$ (當 $T_att < 3$ 秒)

$S = S_advantage + S_kill$ (當 $T_att = 3$ 秒)

- **T_att**：實際累積攻擊秒數。

2. 成功擊殺分 (S_kill)

進入攻擊有效範圍之累計時間達到 3 秒則視為成功擊殺並結束該回合。擊殺分定義如下：

$S_kill = W_base + (300 - T_kill)$

- **W_base**：擊殺基礎權重分（主辦方定義，參考值為 1000）。
- **(300 - T_kill)**：獎勵分。
- **T_kill**：擊殺時間（秒），越快在 300 秒內完成擊殺則分數越高。

3. 作戰優勢分 (S_advantage)

回合比賽時間結束時，依據累積攻擊時間與位置優勢計算：

$S_advantage = W_time * T_att + W_pos * P_bar$

- **W_time**：攻擊時間分權重（主辦方定義，參考值為 2000）。
- **T_att**：實際累積攻擊秒數。
- **W_pos**：位置優勢分權重（主辦方定義，參考值為 1000）。
- **P_bar**：回合位置優勢指標總平均。

4. 位置優勢指標 (P(t))

針對單一時間點的位置優勢計算方式如下：

$$P(t) = ((180^\circ - TA) / 180^\circ) * Distance_Factor$$

- **TA (Track Angle)**：本機機頭指向與敵機位置的夾角。
- **Distance_Factor (距離因子)**：考慮遠距離瞄準對手意義較低，故依交戰距離調整權重：

距離 (Dist)	距離因子 (Distance_Factor)	範圍意義
< 150m	0.1	有撞機危機
150m ~ 500m	1.2	最佳攻擊
500m ~ 1500m	1.0	有效交戰
1500m ~ 3000m	0.5	戰術策略
> 3000m	0.1	戰術偵查