

將無人機假設為一個線型模型，其中無人機座標共有三維，每一台無人機的座標以 (xyz) 展示

第 i 台無人機的座標為 $P_i(k) = [P_i^x \ P_i^y \ P_i^z]$

設無人機的模型為 $x(t+1) = Ax(t) + Bu(t)$

輸出為 $y(t) = Cx(t)$

其中 $A = \begin{bmatrix} 0 & I \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ $B = \begin{bmatrix} 0 \\ I \end{bmatrix}$ $C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = I$

而 $x(t)$ 表示為無人機的狀態 $x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$

其中 $x_1(t) = [P_x(t) \ P_y(t) \ P_z(t)]^T$ 表示為無人機的位置.

$x_2(t) = [v_x(t) \ v_y(t) \ v_z(t)]^T$ 表示為無人機的速度

$u_i(t)$ 表示為對第 i 台無人機的控制輸入，由速度控制無人機，其中 $u_i(t) =$

$[v_i^x(t) \ v_i^y(t) \ v_i^z(t)]^T$

在 $x(t)$ 中的 $x_1(t)$ 及 $x_2(t)$ 以獨立矩陣表示， $u_i(t)$ 以獨立矩陣表示

在模擬場景中，為三維空間模擬

實驗過程中總共有三台無人機，以三個 MPC 控制器下去做控制，以下將會以 MPC1 代表第一個 MPC 控制器，以 MPC2 代表第二個 MPC 控制器，以 MPC3 代表第三個 MPC 控制器

本次模擬將進行 Leader-Follower 的編隊，由一台無人機擔任 Leader，一台無人機擔任 Follower1，一台無人機擔任 Follower2

Leader 的座標表示為 $P_l(k) = [P_l^x \ P_l^y \ P_l^z]^T$

Follower1 的座標表示為 $P_1(k) = [P_1^x \ P_1^y \ P_1^z]^T$

Follower2 的座標表示為 $P_2(k) = [P_2^x \ P_2^y \ P_2^z]^T$

第一個 MPC 控制器 MPC1 負責讓 Leader 由起始點飛到目標點

`mpcObj.PredictionHorizon = Np=20; % 設定預測範圍`

`mpcObj.ControlHorizon = Nc=10; % 設定控制範圍`

`Q=I`

`R=0.1`

$u_l(k) = [0.5 \ 0.5 \ 0.5]^T$

設定起始點座標為 $P_s = [P_s^x \ P_s^y \ P_s^z]^T = P_l(0) = [0 \ 0 \ 0]^T$

設定目標點座標為 $P_G = [P_G^x \ P_G^y \ P_G^z]^T = P_l(20) = [10 \ 10 \ 10]^T$

$P_{lG} = P_G - P_l$

MPC1 的目標函數為 $J_{l,N}(P_{lG}, u_l, k) = \sum_{S=1}^{N_P} (P_{lG}^T(k+S|k) Q P_{lG}(k+S|k)) +$

$\sum_{m=1}^{N_c} (u_l(k+m|k) R u_l(k+m|k))$

第二個 MPC 控制器 MPC2 讓 Follower1 和 Follower2 追隨 Leader

第一台 Follower1 和 Leader 間的向量為 $\vec{d_1}$

第二台 Follower2 和 Leader 間的向量為 $\vec{d_2}$

mpcObj.PredictionHorizon = Np=20; % 設定預測範圍

mpcObj.ControlHorizon = Nc=10; % 設定控制範圍

Q=I

R=0.1

定義 $\vec{d_1} = (3,3,0)$, $\vec{d_2} = (-3,3,0)$

$$P_{ie} = P_l - d_i - P_i, i = 1,2$$

$$\text{MPC2 的目標函數為 } J_{i,N}(P_{l,G}, u_l, k) = \sum_{S=1}^{N_P} (P_{ie}^T(k+S|k) Q P_{ie}(k+S|k)) +$$

$$\sum_{m=1}^{N_c} (u_i(k+m|k) R u_i(k+m|k)), i = 1,2$$

第三個 MPC 控制器 MPC3 控制 Follower1 和 Follower2 之間的距離

Follower1 和 Follower2 間的向量為 $\vec{d_3}$

mpcObj.PredictionHorizon = Np=20; % 設定預測範圍

mpcObj.ControlHorizon = Nc=10; % 設定控制範圍

Q=I

R=0.1

$$\vec{d_3} = (6,0,0)$$

$$P_{12} = P_1 - d_3 - P_2$$

$$\text{MPC3 的目標函數為 } J_{12}(P_{12}, k) = \sum_{S=1}^{N_P} (P_{12}^T(k+S|k) Q P_{12}(k+S|k))$$