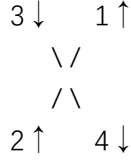


一、基本假设

刚体、电机 X 型分布 (12 逆时针, 34 顺时针)



其中, \uparrow 表示螺旋桨逆时针旋转; \downarrow 表示螺旋桨顺时针旋转。

二、牛顿欧拉方程建立无人机力学方程

1、动力学

(1) 位置:

$$m\dot{\mathbf{v}}^e = \mathbf{G}^e - \mathbf{f}^b$$

即

$$\begin{cases} \dot{v}_x = -\frac{f}{m}(\cos\psi \sin\theta \cos\phi + \sin\psi \sin\phi) \\ \dot{v}_y = -\frac{f}{m}(\sin\psi \sin\theta \cos\phi - \cos\psi \sin\phi) \\ \dot{v}_z = g - \frac{f}{m}\cos\phi \cos\theta \end{cases}$$

(2) 姿态:

$$\begin{cases} \dot{p} = \frac{1}{I_{xx}}[\tau_x + qr(I_{yy} - I_{zz}) - J_{RPP}q\Omega] \\ \dot{q} = \frac{1}{I_{yy}}[\tau_y + pr(I_{zz} - I_{xx}) + J_{RPP}p\Omega] \\ \dot{r} = \frac{1}{I_{zz}}[\tau_z + pq(I_{xx} - I_{yy})] \end{cases}$$

其中,

$$\Omega = -\varpi_1 - \varpi_2 + \varpi_3 + \varpi_4$$

2、运动学

(1) 位置:

$$\dot{\mathbf{p}}^e = \mathbf{v}^e$$

即

$$\begin{bmatrix} \dot{x} & \dot{y} & \dot{z} \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} v_x & v_y & v_z \end{bmatrix}^T$$

(2) 姿态:

$$\begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tan\theta \sin\phi & \tan\theta \cos\phi \\ 0 & \cos\phi & -\sin\phi \\ 0 & \sin\phi/\cos\theta & \cos\phi/\cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p \\ q \\ r \end{bmatrix}$$

三、电机转速力解算

$$\begin{bmatrix} f \\ \tau_x \\ \tau_y \\ \tau_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} * d * C_T & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} * d * C_T & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1^2 \\ \omega_2^2 \\ \omega_3^2 \\ \omega_4^2 \end{bmatrix}$$

四、无人机基本参数

借助该网站可获取一些基本参数

[flyeval-多旋翼性能估算-预估多旋翼的悬停时间载重能力飞行速度|多旋翼飞行器设计与控制|多旋翼评测|性能评测|四旋翼评估评测|无人机性能评估|性能估算|多轴性能|四轴选型](http://www.flyeval.com) (www.flyeval.com)

五、验证

$$\text{悬停 } \omega_i = \sqrt{mg/4C_T}$$

姿态角

六、控制

(1) 反解

$$f = \frac{m(g - \ddot{z})}{\cos \varphi \cos \theta}$$

$$\varphi_{aim} = \sin^{-1} \left[\frac{m(\ddot{x} \sin \psi - \ddot{y} \cos \psi)}{-f} \right]$$

$$\theta_{aim} = \sin^{-1} \left[\frac{m(\ddot{x} \cos \psi + \ddot{y} \sin \psi)}{-f \cos \varphi} \right]$$

$$T_i = \dot{\omega}_i I_{ii}$$

(2) 电机转速分配

$$w_f = \sqrt{\left| \frac{f}{4 * C_T} \right|}$$

$$dw_{x,y} = \frac{T_{x,y}}{4 * \sqrt{2} * d * C_T * w_1}$$

$$dw_z = \frac{T_z}{8 * C_M * w_1}$$

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_f \\ dw_x \\ dw_y \\ dw_z \end{bmatrix}$$