

1、实验名称及目的

动态建模实验：分析多旋翼总质量、转动惯量矩阵、螺旋桨推力系数、螺旋桨拉力系数对整个多旋翼飞行性能产生的影响；

2、实验效果

通过调整不同的参数，理解设置不同的参数对飞行的影响。

3、文件目录

文件夹/文件名称		说明
icon	Init.m	模型初始化参数文件。
	MavLinkStruct.mat	MAVLink 结构体数据文件。
	pixhawk.png	Pixhawk 硬件图片。
	SupportedVehicleTypes.pdf	机架类型修改说明文件。
	F450.png	F450 飞机模型图片。
e2_1.slx		Simulink 仿真模型文件。
Init_control.m		控制器初始化参数文件。

4、运行环境

序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑 ^①	1
2	RflySim 平台免费版		
3	MATLAB 2017B 及以上		

①：推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com/1.1InstallMethod.html>

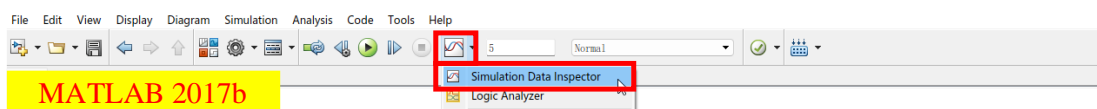
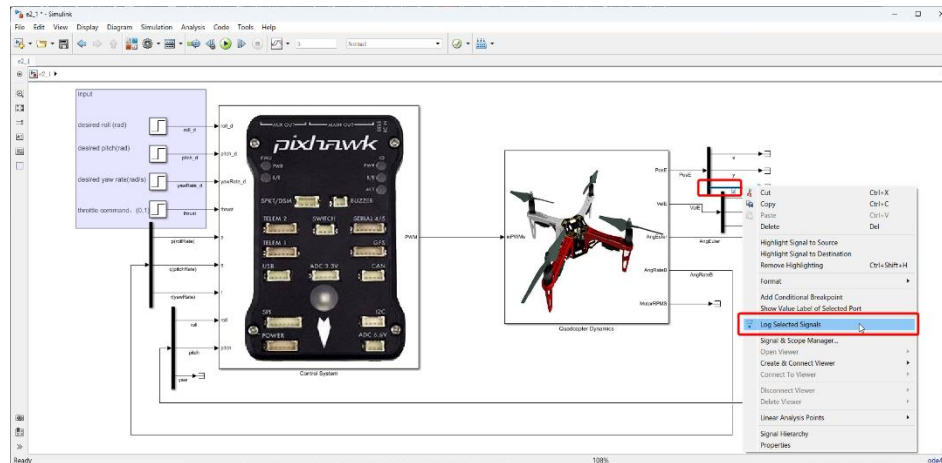
5、实验步骤

Step 1:

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开 Init_control.m 文件，点击运行。打开 e2_1.slx 文件。

Step 2:

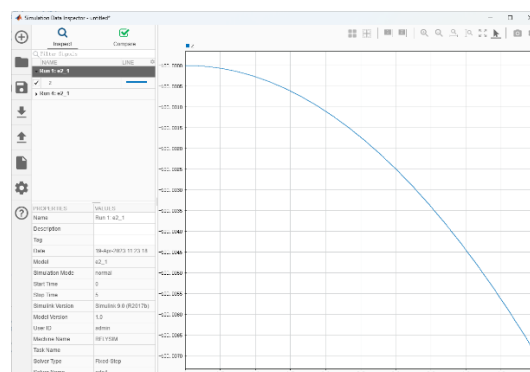
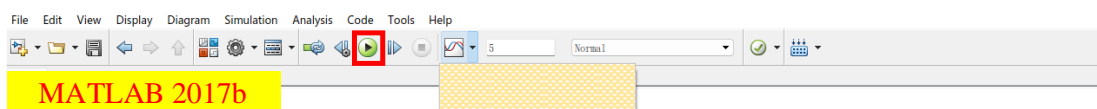
在 e2_1.slx 文件右侧输出的 Z 方向位置鼠标右击，在弹出的对话框中选择 “Log Selected Singals”，即可记录每次仿真结果。



Step 4:

总质量对飞行影响: 在 Simulink 中点击运行，等待运行完成后，点击 Simulation Data Inspector (或数据检查器)，在弹出的对话框左侧选择保存的数据，右侧即可看到记录的 Z 方向数据。可看到该数据在基本上稳定在-100 的位置，多旋翼处于悬停状态。此时，多旋翼质量和油门比率:

ModelParam_uavMass = 1.4; %Mass of UAV(kg)
Thrust=0.6085; % Thrust Percentage

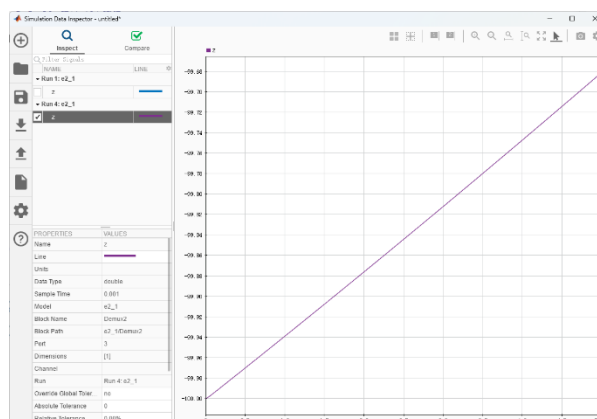


Step 5:

总质量对飞行影响：在 Init_control.m 文件中，修改多旋翼质量和油门比率为：

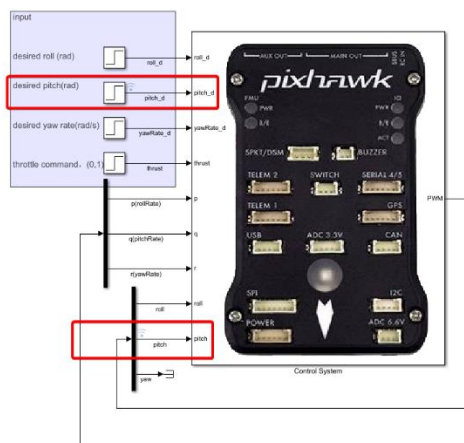
```
ModelParam_uavMass = 2.0; %Mass of UAV(kg)
Thrust=0.7032; % Thrust Percentage
```

保存 Init_control.m 文件并运行，在 Simulink 中点击运行，等待运行完成后，点击 Simulation Data Inspector（或数据检查器），在弹出的对话框左侧选择保存的数据，右侧即可看到记录的 Z 方向数据。可看到该数据在基本上稳定在-100 的位置，多旋翼处于悬停状态。



Step 6:

总质量对飞行影响：与 Step 1 相似，分别在 pitch_d 和 pitch 通道添加 “Log Selected Signals”，如下图。



Step 7:

转动惯量对偏航角变化率的影响：与 Step 1 相似，分别在 yawRate_d 和 r(yawRate)通道添加 “Log Selected Signals”。在 Init_control.m 文件中，修改多旋翼偏航角速率为：

```
ModelParam_uavMass = 1.4; %Mass of UAV(kg)

roll_d=0; % desired roll (rad)
pitch_d=0; % desired pitch(rad)
yawRate_d=0.2; % desired yaw rate(rad/s)
```

```
Thrust=0.6085; % Thrust Percentage
```

保存 Init_control.m 文件并运行，在 Simulink 中点击运行，等待运行完成；在 Init_control.m 文件中，修改 Z 轴的转动惯量为：

```
ModelParam_uavMass = 1.4; %Mass of UAV(kg)
```

```
ModelParam_uavJzz = 0.0366*2;
```

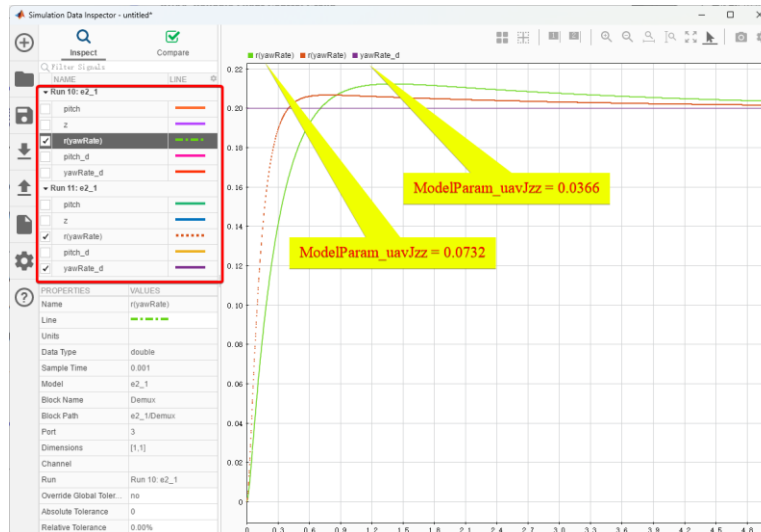
```
roll_d=0; % desired roll (rad)
```

```
pitch_d=0; % desired pitch(rad)
```

```
yawRate_d=0.2; % desired yaw rate(rad/s)
```

```
Thrust=0.6085; % Thrust Percentage
```

保存 Init_control.m 文件并运行，在 Simulink 中点击运行，等待运行完成；点击 Simulation Data Inspector（或数据检查器），在弹出的对话框左侧选择 yawRate_d 和两次运行的 r(yawRate)通道数据，右侧即可看到保存的数据。



Step 8:

螺旋桨拉力系数对多旋翼飞行姿态的影响：与 Step 1 相似，分别在 yawRate_d 和 r(yawRate)通道添加 “Log Selected Signals”。在 Init_control.m 文件中，修改拉力系数为：

```
ModelParam_uavMass = 1.4; %Mass of UAV(kg)
```

```
ModelParam_motorCr = 2296; %Motor throttle-speed curve slope(rad/s)
```

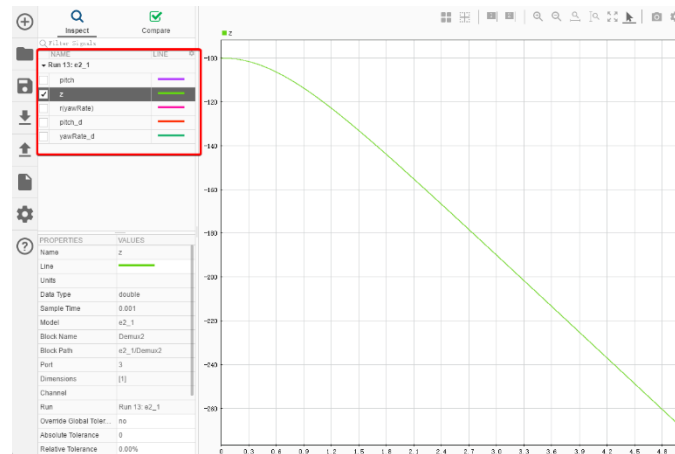
```
roll_d=0; % desired roll (rad)
```

```
pitch_d=0; % desired pitch(rad)
```

```
yawRate_d=0; % desired yaw rate(rad/s)
```

```
Thrust=0.6085; % Thrust Percentage
```

保存 Init_control.m 文件并运行，在 Simulink 中点击运行，等待运行完成；点击 Simulation Data Inspector（或数据检查器），在弹出的对话框左侧选择 yawRate_d 和两次运行的 r(yawRate)通道数据，右侧即可看到保存的数据。注：此刻可将 Thrust=0.6085 修改为 Thrust=0.3042，多旋翼将重新悬停。



Step 9:

螺旋桨力矩系数对偏航角变化率的影响：在 Init_control.m 文件中，修改力矩系数、偏航角速率为：

```
ModelParam_uavMass = 1.4; %Mass of UAV(kg)

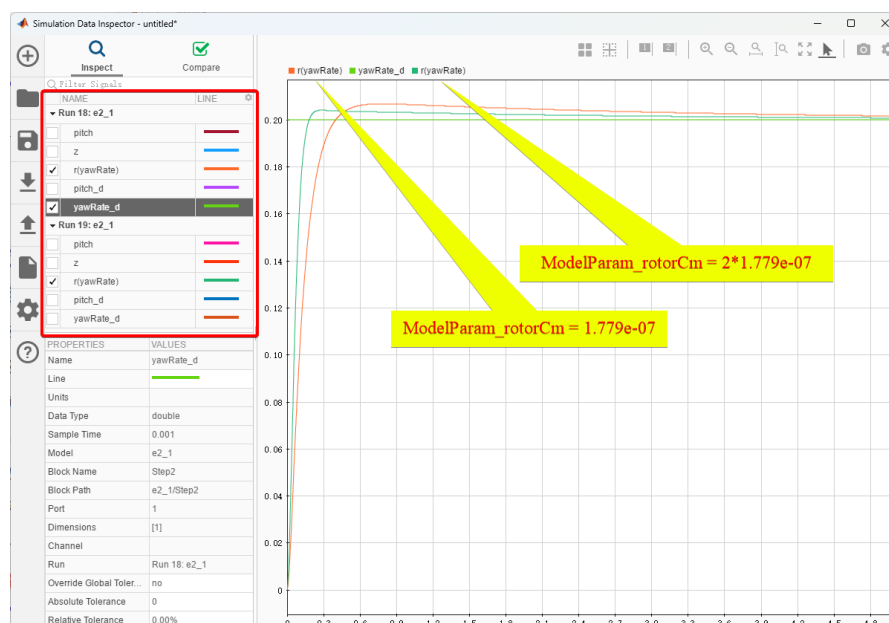
ModelParam_motorCr = 1148; %Motor throttle-speed curve slope(rad/s)

ModelParam_rotorCm = 1.779e-07*2;    %Rotor torque coefficient(kg.m^2)

roll_d=0;    % desired roll (rad)
pitch_d=0;    % desired pitch(rad)
yawRate_d=0.2; % desired yaw rate(rad/s)

Thrust=0.6085; % Thrust Percentage
```

保存 Init_control.m 文件并运行，在 Simulink 中点击运行，等待运行完成；点击 Simulation Data Inspector（或数据检查器），在弹出的对话框左侧选择 yawRate_d 和两次运行的 r(yawRate)通道数据，右侧即可看到保存的数据。



注：本实验详细原理解讲请见课程其他配套资料。更多学习资料见：<https://doc.rflysim.co>

[m/](#).

6、参考资料

- [1]. Quan Quan. Introduction to Multicopter Design and Control. Springer, Singapore, 2017.
- [2]. 全权,杜光勋,赵峙尧,戴训华,任锦瑞,邓恒译.多旋翼飞行器设计与控制[M],电子工业出版社,2018.
- [3]. 全权,戴训华,王帅.多旋翼飞行器设计与控制实践[M],电子工业出版社,2020.