

1、实验名称及目的

基于最大模板的电机模块故障注入的原理：基于最大模板进行电机模块故障建模，将故障建模的模型导出为 DLL 文件，再通过 CopterSim 加载 DLL 文件，最后通过 udp 模式注入故障码进行故障注入仿真。

2、实验效果

CopterSim 导入 DLL 文件后，成功注入电机故障并完成仿真。



3、文件目录

文件夹/文件名称	说明
MulticopterModel.slx	故障注入模块的最大模板模型文件。
MulticopterModelHITL.bat	硬件在环仿真批处理文件。
MulticopterModelSITL.bat	软件在环仿真批处理文件。
GenerateModelDLLFile.p	DLL 格式转化文件。
Init.m	动力学模型相关参数。
MavLinkStruct.mat	初始化参数的工作区数据文件。
MulticopterModelLib.slx	故障模块模型库。

注：本例程需要通过基础版中 RflySimAPIs\7.RflySimPHM\0.ApiExps\c4_FaultInjectAPI Test_py 文件进行故障注入。

4、运行环境

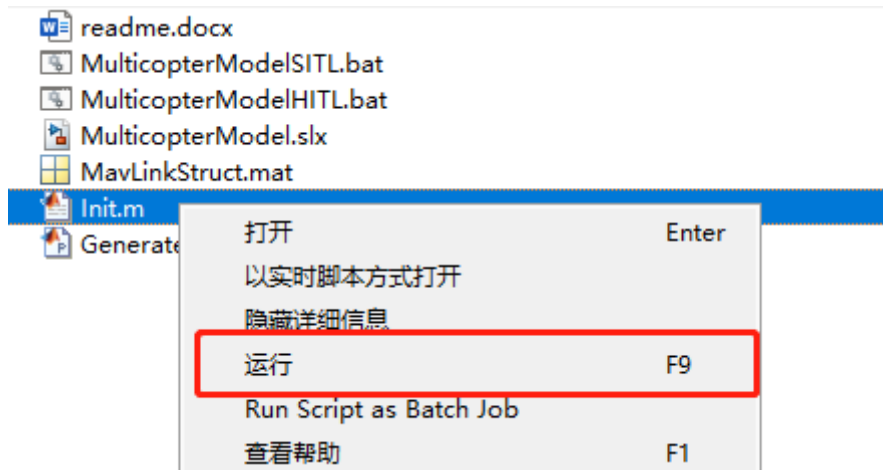
序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑 ^①	1
2	RflySim 平台免费版		
3	MATLAB 2020A 及以上版本		

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

5、实验步骤

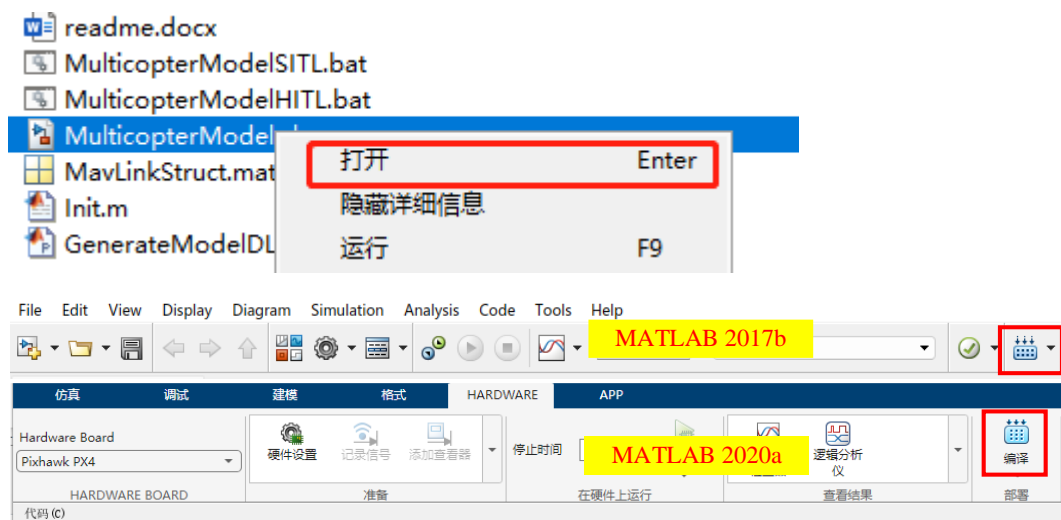
Step 1:

打开“Init.m”文件并运行。



Step 2:

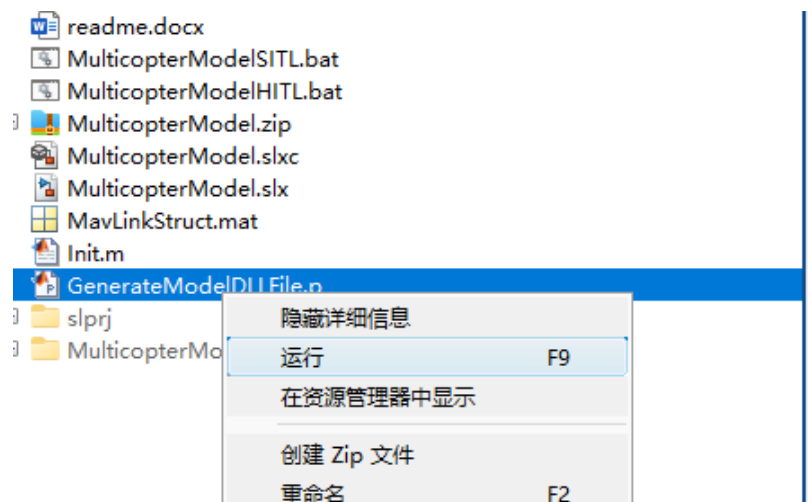
打开“MulticopterModel.slx”Simulink 文件，点击 Build Model 按钮生成代码。



注：如果故障模块版本错误，无法编译，需要从故障模块库中选择对应的模块进行替换。

Step 3:

代码生成完毕后，在 matlab 中右键“GenerateModelDLLFile.p”文件，点击运行，生成 DLL 文件。



Step 4:

以管理员身份运行软件在环脚本。



Step 5:

打开 Visual Studio Code, 选择打开文件夹, 打开文件夹 RflySimAPIs\7.RflySimPHM\0.ApiExps\e4_FaultInjectAPITest_py。



Step 6:

对 FaultInjectAPITest.py 其中的故障注入代码按照 RflySimAPIs\7.RflySimPHM\0.ApiEx

ps\e4_FaultInjectAPITest_py 中的 FaultInjectAPITest_py 中的故障注入代码更改为电机故障（电机故障注入代码可以查看参考文献），并对故障参数进行修改。（具体修改方法可以参考 e4_FaultInjectAPITest_py 文件夹中的 readme）

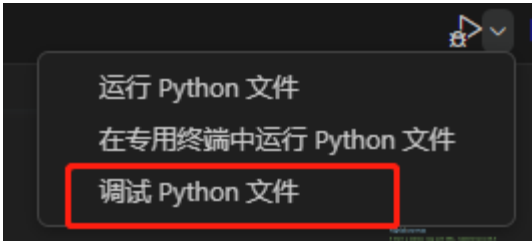
```
silInt[0:2]=[123450,123450]
silFloat[0:4]=[0,0,0,0]

# silInt[0:1]=[123540]
# silFloat[0:2]=[15,20]
```

注：文件中的 silFloat 后的故障参数还需要自行更改。

Step 7:

对 FaultInjectAPITest.py 进行调试，即可在 RflySim3D 中观察到无人机起飞，并发生故障。



6、参考文献

故障 ID	故障类型	故障参数
123450	电机执行效率故障	#1~#x 号电机执行效率比（0~1）
123451	螺旋桨故障	#1~#x 号螺旋桨执行效率比（0~1）
123452	电池失效故障	无
123453	低电压故障	电压失效比（0~1）
123454	低电量故障	电量失效比（0~1）
123455	负载故障	重量泄露比（0~1）
123456	负载漂移故障	重量泄露比+x,y,z 的泄露因子（0~1）
123457	负载泄露故障	重量泄露比+泄露因子(0~1)
123458	常风故障	X,y,z 轴的风速
123459	阵风故障	阵风强度+风到达时间
123540	紊流风故障	紊流风强度
123541	切向风故障	切向风强度

123542	加速度计噪声干扰	噪声增益
123543	陀螺仪噪声干扰	噪声增益
123544	磁力计噪声干扰	噪声增益
123545	气压计噪声干扰	噪声增益
123546	GPS 故障	噪声增益+3D 方式+星数
