

1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

基于最大模板的电池模块故障注入。

1.2 实验目的

了解基于最大模板的电池模块故障注入。

1.3 关键知识点

原理：FaultInjectAPITest.py通过

PX4MavCtrlV4库的sendInDoubCtrls/sendSILIntDouble/sendSILIntFloat 系列接口，将故障信号inSIL28d（或inSILInts/inSILFloats）在UDP端口中传输到simulink最大模块中的电池故障注入模块，以此实现电池故障注入功能。编译simulink最大模块生成DLL文件，将DLL文件导入CopterSim后，成功注入电池故障并完成仿真。

故障ID及对应参数见<../..../RflySimSDK/html/md_phm_2md_2Faultinject.html>

注释：电量失效比（SOC失效比）：

电量失效比通常指的是电池当前剩余电量与其完全充电状态时的电量之比。

它是一个百分比值，表示电池的充电状态，100%表示电池完全充满，0%表示电池完全放电。SOC失效比下降到一定阈值以下时，意味着电池电量不足，

可能需要充电。电压失效比：

电压失效比指的是电池电压与其标称电压或完全充电状态下电压的比值。

它通常用来评估电池电压是否下降到了影响设备正常工作的水平。

如果电池电压低于某个临界值，可能会认为电池电压失效，需要采取措施，比如停止放电或进行充电。

故障ID	故障类型	输入参数
123452	电池失效故障	无
123453	低电压故障	电压失效比（0~1）

故障ID	故障类型	输入参数
123454	低电量故障	电量失效比 (0~1)

注入故障所用到的simulink模块BatteryFault结构图 及其 输入输出参数解释:

该模块用于提取故障参数。模块输入FaultIn，即inSIL28d，为包含8维的inSILInts，20维的inSILFloats的故障参数。

Battery Model内部结构图:

主要要求掌握:

电池故障注入模块的功能及其实现。

说明文档	说明文档链接以及地址
simulink中PropFault模块	PX4PSP/RflySimSDK/html/md_phm_2md_2BatteryFaultModel.html
FaultInjectAPITest.py	PX4PSP\RflySimAPIs\7.RflySimPHM\0.ApiExps\e4_FaultInjectAPITest_py\readme.pdf
PX4MavCtrlV4库	PX4PSP/RflySimSDK/html/PX4MavCtrlV4_8py.html

2. 实验效果

3. 文件目录

例程目录: [\[安装目录\]\RflySimAPIs\7.RflySimPHM\1.BasicExps\e8_BatteryFault](#)

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。

文件夹/文件名称	说明
GenerateModelDLLFile.p	DLL格式转化文件。
Init.m	动力学模型相关参数。
Python38Run.bat	Python程序执行脚本。
FaultInjectAPITest.py	故障注入程序。

4. 运行环境

4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB 2022B及以上版本。

①：若使用Pixhawk 6X飞控，平台安装时的编译命令为：px4_fmu-v6x_default，推荐PX4固件版本为：1.12.3。其他配套飞控及编译命令请见：
<https://rflysim.com/doc/zh/1/Hardware.html>

4.2 硬件要求

笔记本/台式电脑① 1台。

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

5. 实验步骤

5.1. 生成电池故障注入模型

Step 1: 初始化数据

打开“Init.m”文件并运行。

Step 2: 编译文件

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: 生成dll文件

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。

5.2. 电池失效故障注入

Step 1: 运行在环脚本

以管理员身份运行软件在环脚本。

Step 2: 打开python文件，修改故障参数

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。

按照下图将FaultInjectAPITest.py的故障注入代码更改为电池模块故障，并对故障参数进行修改。

注：电池模块故障包括电池失效故障、低电压故障、低电量故障三种

上图中所展示的是电池失效故障，因为电池失效故障不包含故障参数，所以可以随意进行设置

Step 3: 运行python文件实现故障注入

在文件夹下，双击Python38Run.bat，打开集成好的python环境，在该环境下运行 FaultInjectAPITest.py文件，输入 `python FaultInjectAPITest.py`，运行FaultInjectAPITest.py。

然后可以看到无人机已经注入故障，QGC电量归0，飞机直接坠机。

5.3. 选作实验（VS Code调试运行）

准备工作：

- 先确保已经按 [RflySimAPIs\1.RflySimIntro\2.AdvExps\3.PythonConfig\Readme.pdf](#) 步骤，正确配置VS Code环境。或者配置了自己的Pycharm等自定义Python环境。
- 其他步骤与上文相同，在运行FaultInjectAPITest.py时，可使用VS Code（或Pycharm等工具）来打开FaultInjectAPITest.py文件，并阅读代码，修改代码，调试执行等。

扩展实验：

- 请自行使用VS Code阅读FaultInjectAPITest.py源码，通过程序跳转，了解每条代码的执行原理；再通过调试工具，验证每条指令的执行效果。

6. 参考资料

故障ID及对应参数见<../../RflySimSDK/html/md_phm_2md_2Faultinject.html>

7. 常见问题

Q1: ***

A1: ***