

1. 实验名称及目的

1.1. 实验名称

Dll 模型接口 FaultParamAPI.FaultInParams Matlab 接口实验（仅限完整版及以上版本）

1.2. 实验目的

FaultParamAPI.FaultInParams 为 RflySim 平台 DLL 模型的故障参数输入接口，32 维 double 型。该例程介绍如何通过 Matlab 的方式向 FaultParamAPI.FaultInParams 接口传入数据。

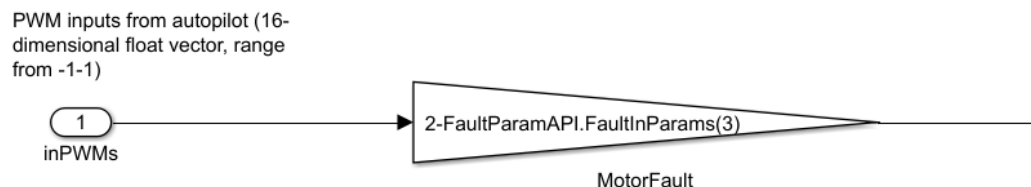
1.3. 关键知识点

本实验需要电脑中部署 Visual Studio 2022 环境，部署方式见：[\[安装目录\]\RflySimAPIs\1.RflySimIntro\2.AdvExps\c6_VisualStudioInstall](#)

在 Exp1_MinModelTemp_init.m 中对 FaultParamAPI.FaultInParams 进行初始化：

```
Exp1_MinModelTemp_init.m
28
29 %% 故障与参数接口参数
30 % Define the 32-D FaultInParams vector for external modification
31
32 % 故障注入参数接口，32维
33 FaultParamAPI.FaultInParams = zeros(32,1);
```

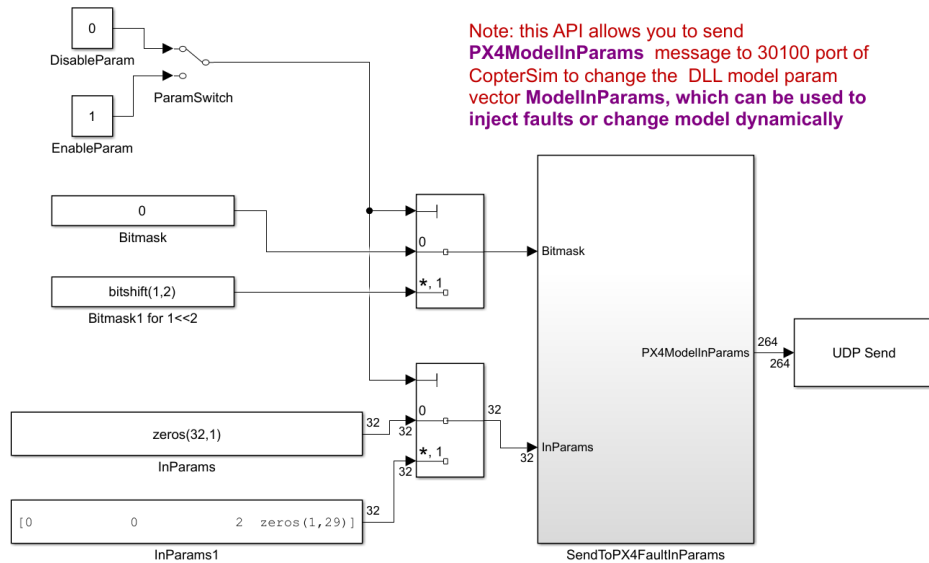
DLL 模型中将 2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)作为 inPWMs 输入的增益。



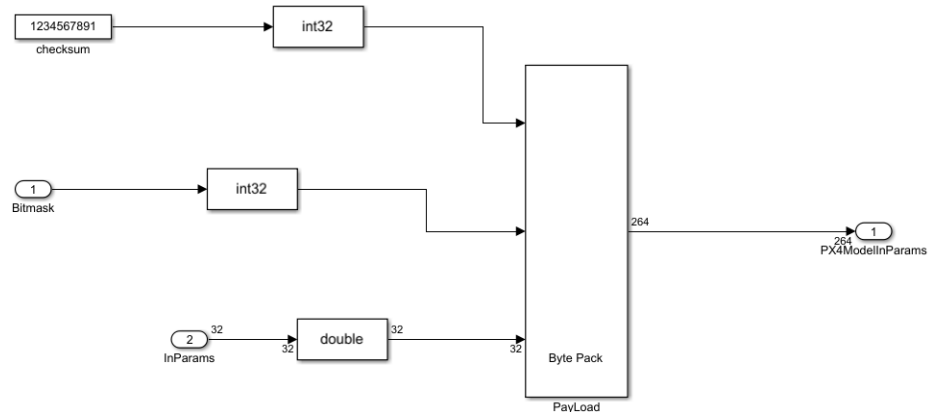
CopterSim 中 FaultParamAPI.FaultInParams 结构体如下：

```
struct PX4ModelInParams{
    int checksum;//1234567891 for FaultInParam
    uint32_t Bitmask;
    double InParams[32];
```

PX4ExtMsgSender.slx 中 SendToPX4FaultInParams 模块则是按照上述结构体打包数据，通过 UDP 30100 端口发出。



Send changing **FaultInParams** signal to CopterSim DLL model through port 30100, which can be used to fault injection.



```
struct PX4ModelInParams{
    int checksum;//1234567891
    int Bitmask;
    double InParams[32];
};
```

This message will be sent to PX4 DLL model's Params signals **ModelInParams**[32].
The checksum should be set to 1234567891, and the data should be sent to port 30100+(i-1)*2.
The bitmask specify which dimension of 32-D **ModelInParams** vector.

DLL 模型中将 2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)作为了输入的增益，因此当 FaultParamAPI.FaultInParams(3)>=2 时，输入会为 0，电机转速为 0，四旋翼将会坠地。

2. 实验效果

运行 Exp1_MinModelTemp.bat 启动软件在环仿真，通过 QGC 让四旋翼起飞到空中，运行 PX4ExtMsgSender.slx 程序，切换 ParamSwitch 到 EnableParam，可以看到四旋翼坠地。

3. 文件目录

例程目录：[\[安装目录\]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\3.CustExps\c0_AdvApiExps\5.ParamAPI\2.FaultInParams\2.Matlab\](#)

文件夹/文件名称	说明
..\Intro.pdf	inDoubCtrls 接口实验原理
Exp1_MinModelTemp.dll	修改后的动态链接库
Exp1_MinModelTemp.slx	Simulink 模型文件
Exp1_MinModelTemp_init.m	模型参数文件
Exp1_MinModelTemp.bat	软件在环仿真启动脚本
PX4ExtMsgSender.slx	Matlab 测试例程

4. 运行环境

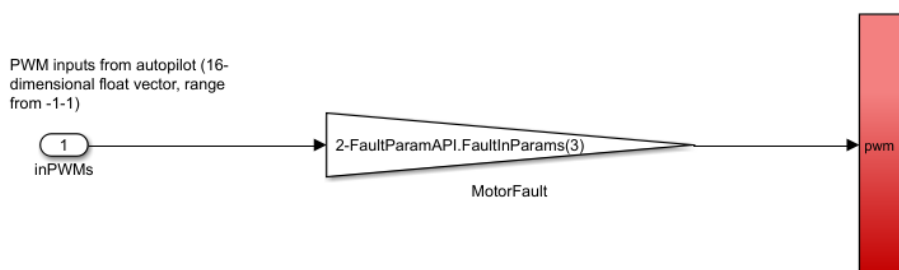
序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑 ^①	1
2	RflySim 工具链	\	\
3	MATLAB 2017B 及以上 ^③	\	\

① : 推荐配置请见: <https://rflysim.com/doc/en>

5. 实验步骤

Step 1: 修改模型并编译

在 inPWMs 输入链路上增加 Gain，设置为 2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)。

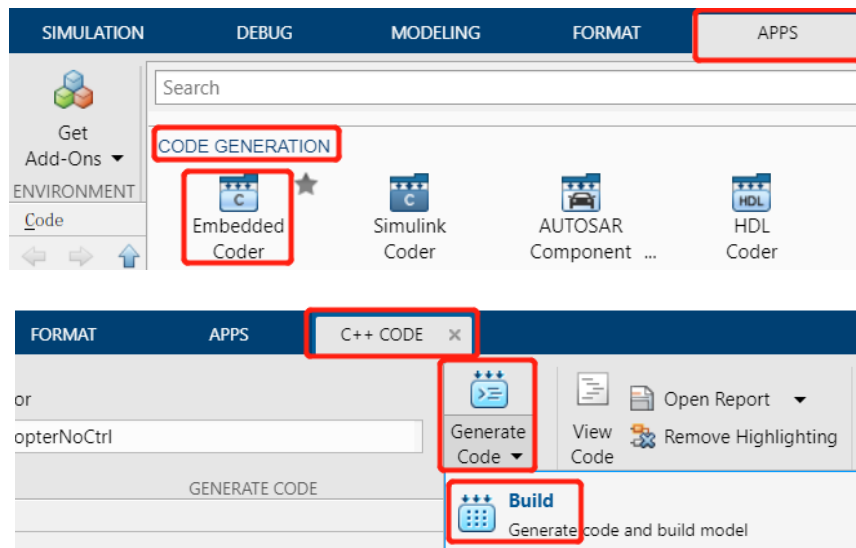


修改完成后，保存，并在 Simulink 中点击编译命令。

对于 MATLAB 2019a 及之前版本，工具栏样式见下图，直接点击它的编译按钮“Build”即可。

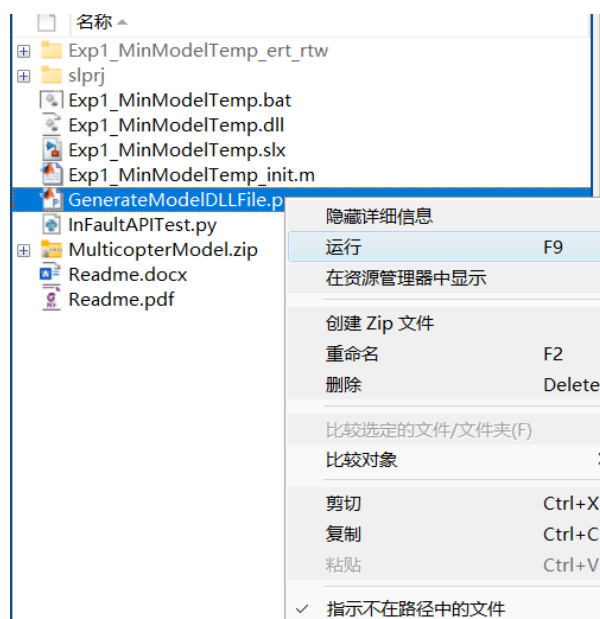


对于 2019b 及之后版本，点击 APPS - CODE GENERATION –Embedded Coder 才能弹出代码生成工具栏，在其中如下图所示点击“C++CODE”-“Generate Code”-“Build”按钮就能编译生成代码。



Step 2: 生成 DLL 模型

右键运行 `GenerateModelDLLFile.p` 文件或在命令行窗口中输入 `GenerateModelDLLFile` 后回车，得到修改后的动态链接库 `Exp1_MaxModelTemp.dll`。

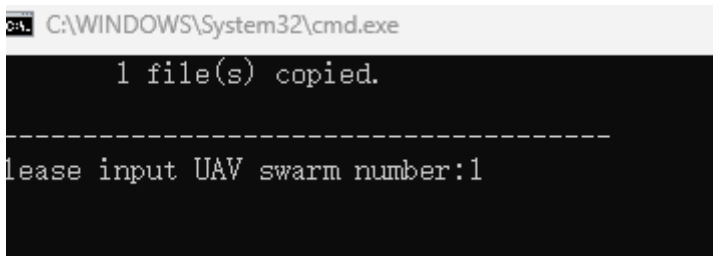


Step 3: 开启仿真

运行 `Exp1_MaxModelTempSITL.bat`,

slprj	2024/5/7 17:44	文件夹	
Exp1_MinModelTemp.bat	2024/4/18 16:30	Windows 批处理...	6 KB
Exp1_MinModelTemp.dll	2024/5/7 16:15	应用程序扩展	221 KB
Exp1_MinModelTemp.slx	2024/5/7 17:00	Simulink Model	63 KB
Exp1_MinModelTemp_init.m	2024/5/7 14:49	Objective C 源文件	3 KB
GenerateModelDLLFile.p	2024/4/30 16:04	MATLAB.p.23.2.0	7 KB
MulticopterModel.zip	2024/5/7 16:15	压缩(zipped)文件...	95 KB
PX4ExtMsgSender.slx	2022/7/27 22:17	Simulink Model	41 KB
PX4ExtMsgSender.slxc	2024/5/7 17:44	MATLAB.slxc.23...	16 KB
Readme.docx	2024/5/7 17:48	Microsoft Word ...	7,575 KB

输入 1，启动 1 架无人机的软件在环仿真。



等待 RflySim3D 初始化完成。



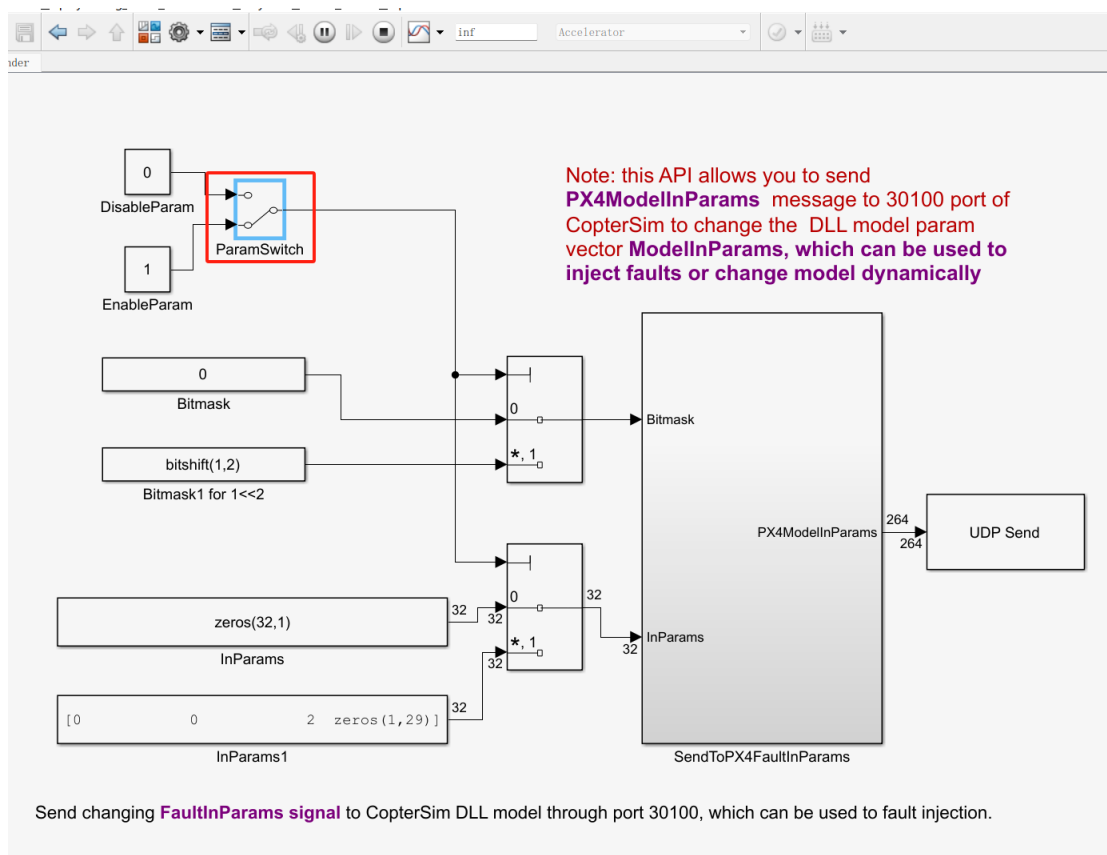
Step 4: 起飞

通过 QGC 让四旋翼起飞到空中。



Step 5: 观察结果

打开 PX4ExtMsgSender.slx 并运行，将 ParamSwitch 切换到 EnableParam。



可以看到：

通过 2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)让输入为 0，电机转速变为 0，四旋翼坠地，触发故障。

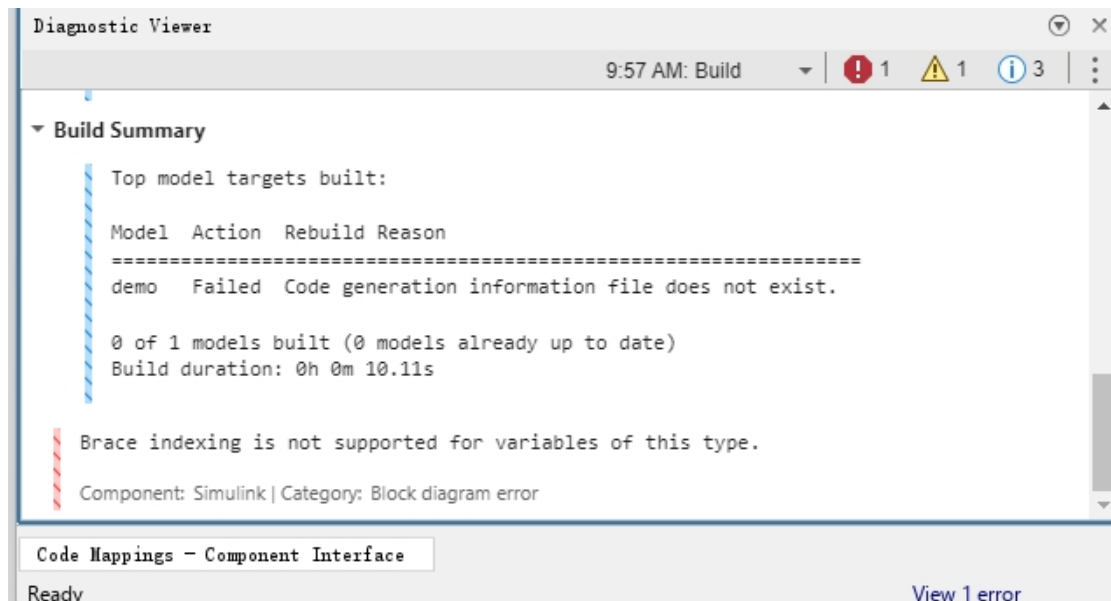


6. 参考资料

- [1]. DLL/SO 模型与通信接口 <..\PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf>
- [2]. 外部控制接口 <..\PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf>
- [3].

7. 常见问题

Q1: 未正确安装 visual studio c++编译环境并配置 mex，导致 Simulink 文件编译失败



A1: 首先将低于当前 MATLAB 版本的 Visual Studio C++编译环境安装到 VS 默认安装目录，然后在 MATLAB 的命令行窗口中输入指令“mex -setup”，一般来说会自动识别并安装上支持的编译器（例如 Visual C++ 2017），命令行显示“MEX 配置使用 ‘Microsoft Visual C++ 2017’ 以进行编译”的字样说明安装正确。详细环境配置参考”[RflySim 平台安装目录]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf “中的环境配置

Q2: 编译报错，无法加载库文件



A2: 这可能是由于安装平台时 PX4PSP 工具箱未更新到最新版，更新 RflySim 安装包

后按照如下配置重新安装平台即可

Toolbox one-key installation script: RflySimA...

(1) Software package installation directory
C:\PX4PSP

(2) PX4 firmware compiling command: firmware versions <= PX4-1.8 use format px4fmu-v3_default; >= PX4-1.9 use format px4_fmu-v3_default
px4_fmu-v6c_default

(3) PX4 firmware version (1: PX4-1.7.3, ... , 6: PX4-1.12.3, 7: PX4-1.13.2, 8: PX4-1.14.4, 9: PX4-1.15.0)
9

(4) PX4 firmware compiling toolchain (1: WinWSL[suitable for all versions], 2: Msys2[suitable for <= PX4-1.8], 3: Cygwin[for >=PX4-1.8])
1

(5) Whether to reinstall PSP toolbox (yes to reinstall and no to remain current installation)
yes

(6) Whether to reinstall the dependent software packages (CopterSim, QGroundControl, CopterSim, etc. About 5 minites)
no

(7) Whether to reinstall the selected compiling toolchain (yes to reinstall and no to remain unchanged, about 5 minites)
no

(8) Whether to reinstall the selected PX4 firmware source code (yes to reinstall and no to remain unchanged, about 5 minites)
no

(9) Whether to pre-compile the selected firmware with the selected command (yes to compile and no to remain unchanged, about 5 minites)
no

(10) Whether to block the actuator outputs in the PX4 firmware code ("yes" to use Simulink controller, "no" to use PX4 official controller)
no

OK Cancel