
1. 实验名称及目的

ExtToUE4 接口验证实验：该例程可以让用户自定义发送至[最大模型](#)中 ExtToUE4 接口的数据，方便模型的开发及调试。

2. 实验原理

2.1. 软/硬件在环仿真（SIL/HIL）的实现[1][2]

从实现机制的角度分析，可将 RflySim 平台分为运动仿真模型、底层控制器、三维引擎、外部控制四部分。

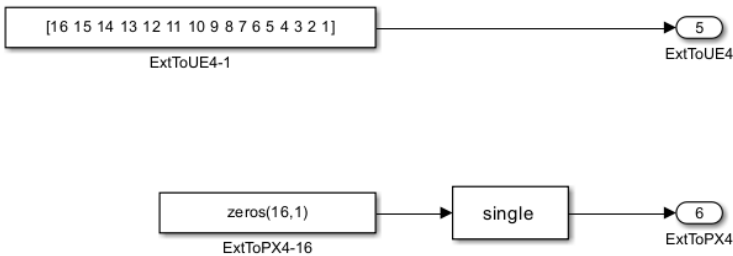
- **运动仿真模型：**这是模拟飞行器运动的核心部分。在 RflySim 平台中，运动仿真模型是通过 MATLAB/Simulink 开发的，然后通过自动生成的 C++ 代码转化成 DLL（动态链接库）文件。在使用 RflySim 平台进行软硬件在环仿真时，会将 DLL 模型导入到 CopterSim，形成运动仿真模型。这个模型在仿真中负责生成飞行器的运动响应，它拥有多个输入输出接口与底层控制器、三维引擎、地面控制站和外部控制进行数据交互，具体数据链路、通信协议及通信端口号见 [API.pdf 中的通信接口部分](#)。
- **底层控制器：**在软/硬件在环仿真（SIL/HIL）中，真实的飞行控制硬件（如 PX4 飞行控制器）被集成到一个虚拟的飞行环境中。在软件在环仿真（SIL）中，底层控制器（通过 wsl 上的 PX4 仿真环境运行）通过网络通信与运动仿真模型交互数据。在硬件在环仿真（HIL）中，它（将 PX4 固件在真实的飞行控制器（即飞控）硬件上运行）则通过串口通信与运动仿真模型进行数据交互。
- **三维引擎：**这部分负责生成和处理仿真的视觉效果，提供仿真环境和模型的三维视图，使用户能够视觉上跟踪和分析飞行器的运动。
- **外部控制（offboard）：**从仿真系统外部对飞行器进行的控制，包括自动飞行路径规划、远程控制指令等。在平台例程中主要通过地面控制站（QGC）、MATLAB 和 Python 调用对应接口实现。

2.2. RflySim3D 中获取 ExtToUE4 接口数据

对于最大模型模板，模型输出到三维引擎 RflySim3D 的信号主要包括两个接口：MavVehicle3Dinfo（真实仿真数据输出）和 ExtToUE4（自定义显示数据输出），都发送到 UDP 20101++2 系列端口

MavVehicle3Dinfo 输出接口是模型发送给 RflySim3D 的真实仿真数据，是平滑的理想值，这些数据可用于 Simulink 下的飞控与模型进行软件仿真测试。在 RflySim3D 中，通过 SOut2Simulator 系列 UDP 单机数据接口接收这些模型仿真数据，其中 8 维 PWM 值传给 SOut2Simulator 结构体中的 MotorRPMS[8]，对应 RflySim3D 中的普通三维显示模型 XML 文件中 Actuatorlists 标签的 1~8 位或者蓝图模型 ActuatorInputs 接口的 1~8 位。

ExtToUE4 输出接口是最大模型模板相对于最小模型模板的扩展接口，可以额外传输 16 维执行器数据给三维引擎。在 RflySim3D 中，通过 UDP 接口 Ue4ExtMsg 结构体中的 `pw m[16]`接收，对应 RflySim3D 中的普通三维显示模型 XML 文件中 `Actuatorlists` 标签的 9~24 位或者蓝图模型 `ActuatorInputsExt` 接口的 9~24 位。



```
double ExtToUE4[16]; // This signal will be sent to UE4 as
the 9 to 24 of actuator's inputs. Besides, this value can be
shown in UE4's D mode, so you can observe the value of
the model through UE4.
float ExtToPX4[16]; // this value will be sent to PX4 with
uORB msg rfly_ext. So you can transfer some sensor data
to you generated PX4 controller.
```

CopterSim 下的 DLL 模型通过 `EctToUE4` 接口和 `MavVehile3Dinfo` 接口发送给 RflySim3D 的都是运动模型仿真的真值，以 UDP 形式传输，`EctToUE4` 接口主要存储 8 位电机数据以外的执行器数据。在 RflySim3D 中，按下 ‘D’ 键可以查看模型状态数据，在 `Actuator output` 下方为 `Extend output 1-8` 和 `Extend output 9-16` 消息。且针对蓝图模型，可以直接通过 `ExtToUE4` 接口触发特定的蓝图特效。

3. 实验效果

将修改后的最大模型编译成动态链接库后，启动软/硬件在环仿真，在 RflySim3D 中按下 D 键，可以看到 `ExtToUE4PX4` 的前 16 维输出已经传输到 RflySim3D 中，并显示为扩充输出 “Extend output” 的值。

4. 文件目录

文件夹/文件名称	说明
Exp2_MaxModelTemp.dll	由最大模型生成的动态链接库
Exp2_MaxModelTemp.slx	最大模型源程序
Exp2_MaxModelTempSITL.bat	最大模型软件在环仿真启动脚本
GenerateModelDLLFile.p	用于将自动代码生成的 C++文件封装成动态链接库
Exp2_MaxModelTemp_init.m	模型初始化参数文件
MavLinkStruct.mat	MAVLink 结构体数据文件

5. 运行环境

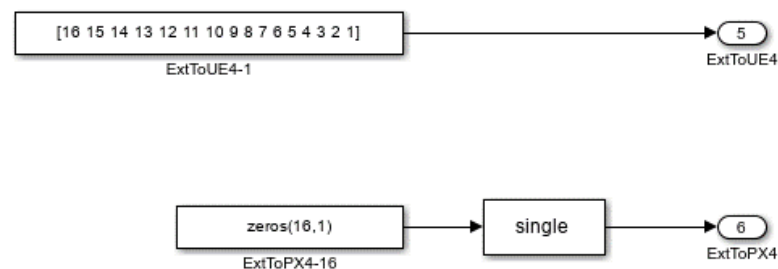
序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑 ^①	1
2	RflySim 平台收费版	\	\
3	MATLAB 2017B 及以上 ^③	\	\

①：推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com>

6. 实验步骤

Step 1:

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开 Exp2_MaxModelTemp.slx 文件，定位到模型 ExtToUE4 接口，此处可自定义 ExtToUE4 数据，这里数据定义为[16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1]。

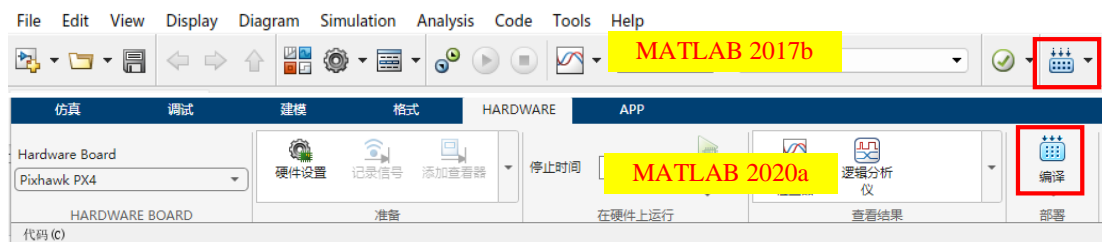


double ExtToUE4[16]; // This signal will be sent to UE4 as the 9 to 24 of actuator's inputs. Besides, this value can be shown in UE4's D mode, so you can observe the value of the model through UE4.

float ExtToPX4[16]; // this value will be sent to PX4 with uORB msg rfly_ext. So you can transfer some sensor data to you generated PX4 controller.

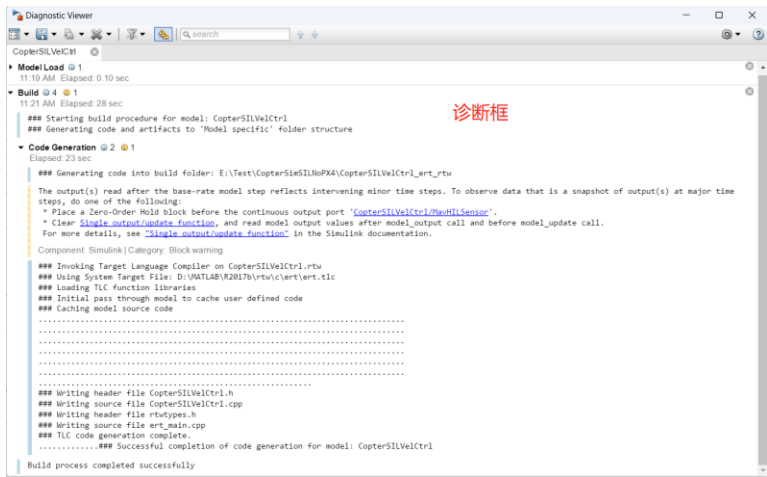
Step 2:

在 Simulink 中，点击编译命令。



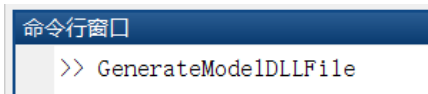
Step 3:

在 Simulink 的下方点击 View diagnostics 指令，即可弹出诊断对话框，可查看编译过程。在诊断框中弹出 Build process completed successfully，即表示编译成功。

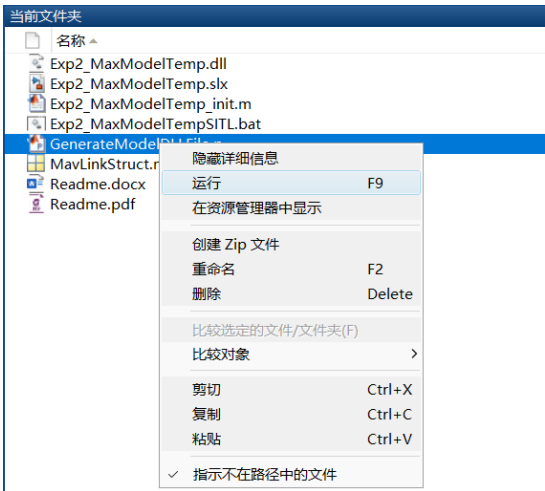


Step 4:

右键运行 GenerateModelDLLFile.p 文件或在命令行窗口中输入 GenerateModelDLLFile 后回车，得到修改后的最大模型动态链接库 Exp2_MaxModelTemp.dll。

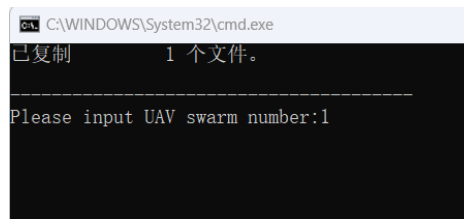


或



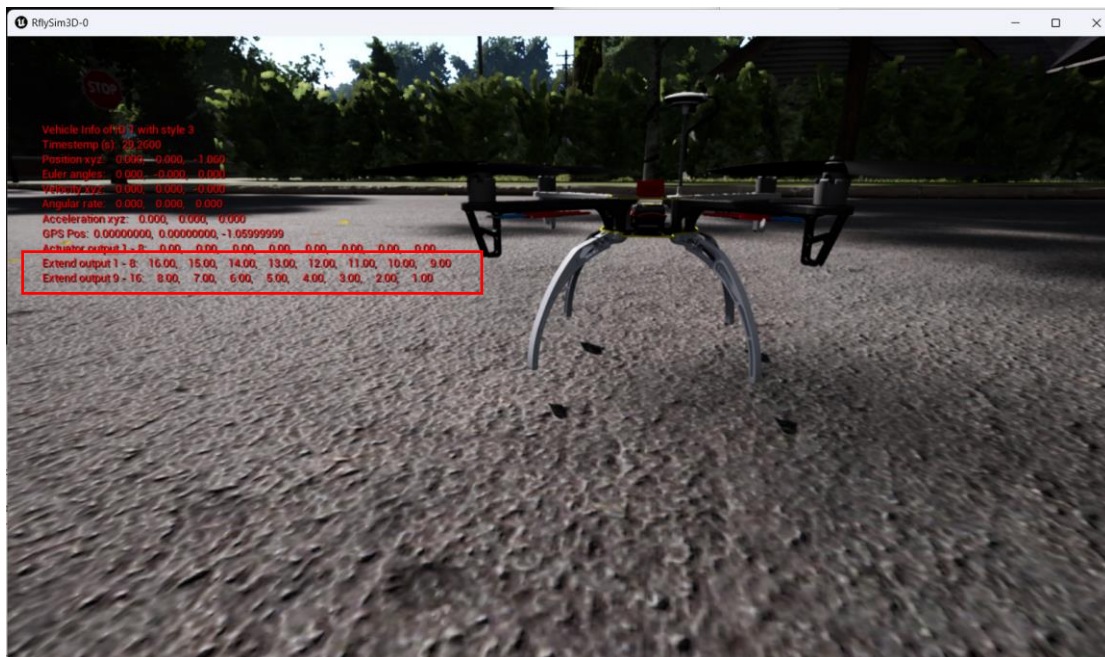
Step 5:

右键点击 Exp2_MaxModelTempSITL.bat 并以管理员身份运行，输入 1，启动 1 架四旋翼的软件在环仿真。



Step 6:

此时可在 Actuator output 下方看到 Extend output 1-8 和 Extend output 9-16 消息。



7. 参考资料

- [1]. DLL/SO 模型与通信接口 [..\..\API.pdf](#)
- [2]. 外部控制接口 [..\..\API.pdf](#)

8. 常见问题

Q1.

A1.