

1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

复合型多旋翼综合模型设计及仿真验证（simulink外部控制）（仅限完整版及以上版本）

1.2 实验目的

在四旋翼综合模型基础上对指定部分进行修改得到的复合型多旋翼综合模型，能同时支持四旋翼、六旋翼、八旋翼和四轴八旋翼四种类型多旋翼模型的仿真，多旋翼切换标志位由inSILInts第3位数据接口接收。在该例程中，Matlab通过UDP30100端口向复合型多旋翼综合模型发送期望位置、期望速度等控制指令，以及多旋翼模型的切换指令。

1.3 关键知识点

本实验需要电脑中部署Visual Studio

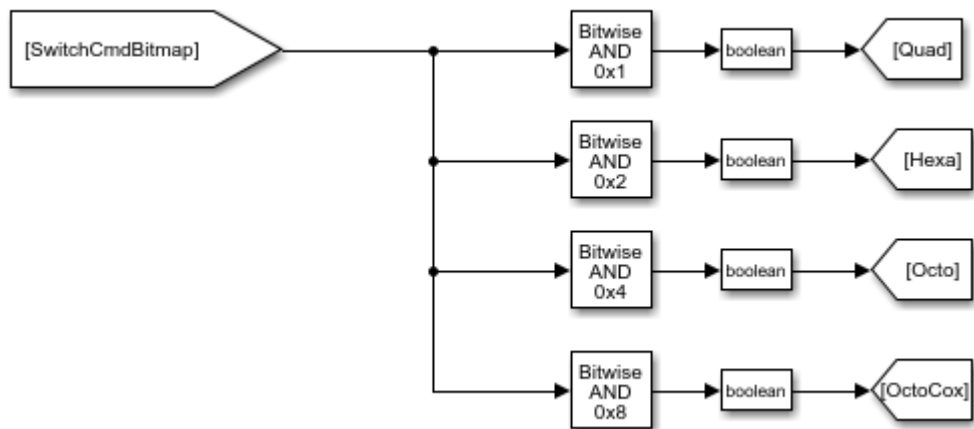
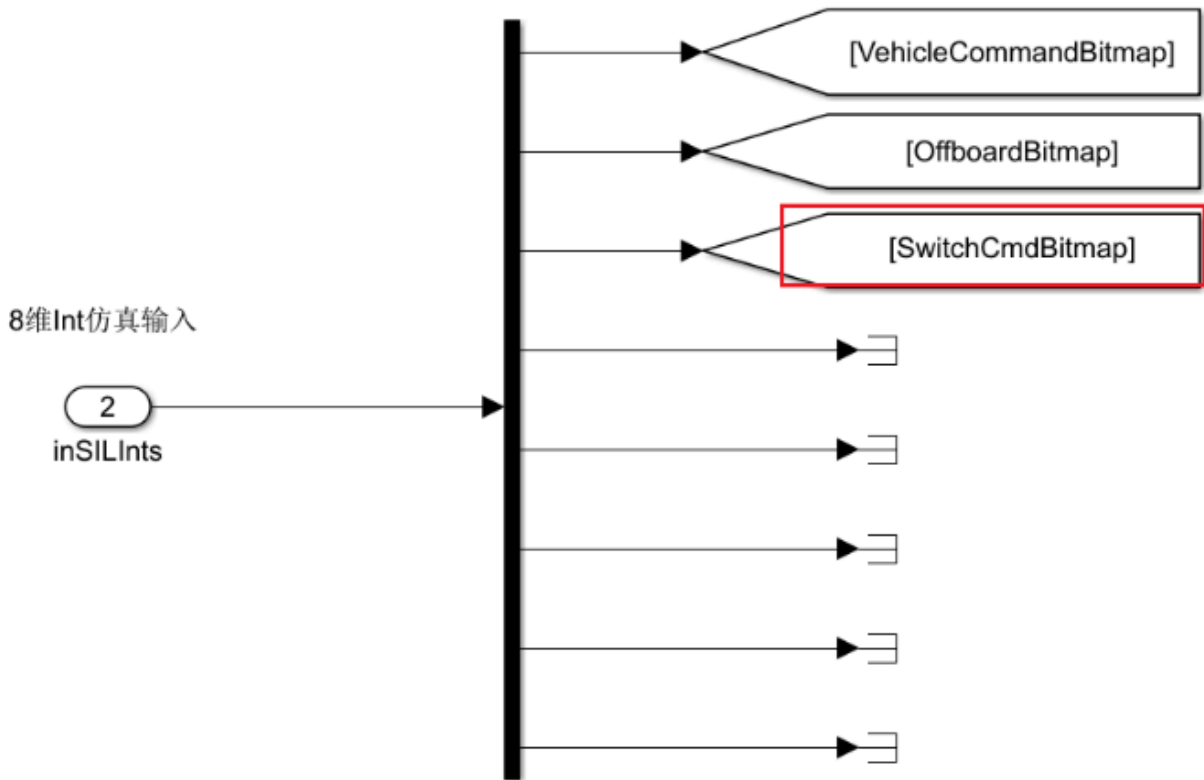
2022环境，部署方式见：[[安装目](#)

[录](#)]\RflySimAPIs\1.RflySimIntro\2.AdvExps\6.VisualStudioInstall

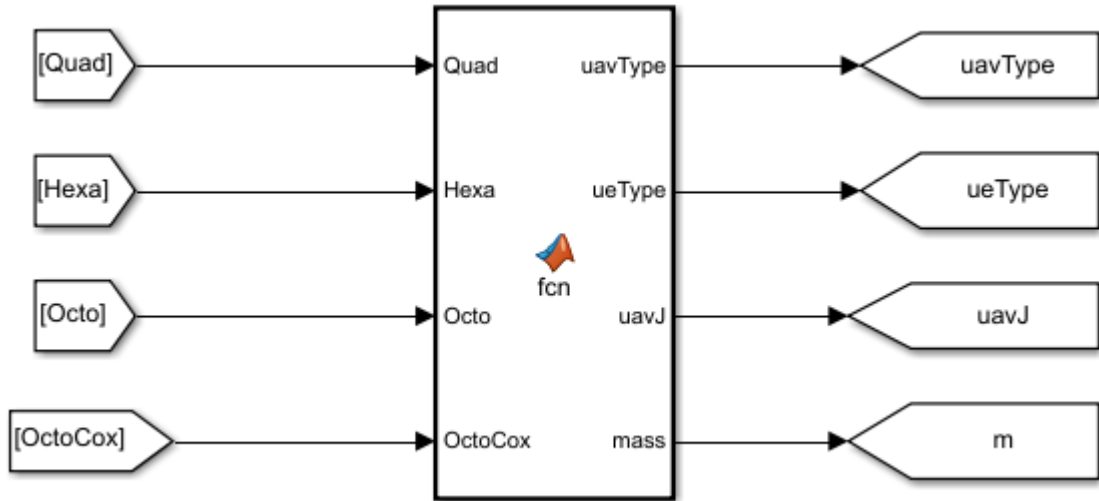
复合多旋翼综合模型是结合了平台所支持的所有多旋翼类型的综合模型，不同的多旋翼之间有着电机数量，载具质量，转动惯量，力和力矩分配方式，三维显示和控制器这些模块的差异。Matlab通过UDP30100端口动态发送指定结构体来切换标志位实现上述差异模块的切换（发送至模型中的inSILInts和inSILFloats接口），从而实现复合多旋翼综合模型在四旋翼、六旋翼、八旋翼和四轴八旋翼之间的切换，完成外部控制。

设置8维Int仿真输入inSILInts的第3位用于模型切换，使用inSILInts的第3位数字的低4位代表不同的机型，并用Bitwise

Operator模块对其进行位解析，转换成bool类型的值。



根据得到的4个bool类型的值确定机型，选择对应的uavType、ueType、uavJ、mass，默认为四旋翼，使用MATLAB Function模块，部分代码如下：



```
function [uavType, ueType, uavJ, mass] = fcn(Quad, Hexa, Octo, OctoCox)
% 默认为四旋翼
uavType = 3;
ueType = 3;
uavJ = [0.0241, 0, 0; 0, 0.0239, 0; 0, 0, 0.0386];
mass = 1.515;

if Quad && ~Hexa && ~Octo && ~OctoCox
    uavType = 3;
    ueType = 3;
    uavJ = [0.0241, 0, 0; 0, 0.0239, 0; 0, 0, 0.0386];
    mass = 1.515;
end
```

uavType用于控制分配、力和力矩模块，ueType确定RflySim3D中的显示样式，uavJ和mass用于6DOF模型之中。根据不同的值确定相应的机型与混控器。

inSILInts输入接口的使用方法可参考：

[4.RflySimModel\0.ApiExps\11.inSILAPI\1.InSILIntsFloats](#)

2. 实验效果

启动综合模型仿真后，通过Matlab外部控制切换了所支持的所有多旋翼类型，并以六旋翼为例进行了位置控制、速度控制、返航控制；展示了多旋翼综合模型所支持的控制类型与所支持的多旋翼类型。

3. 文件目录

例程目录：

[安装目录]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\3.CustExps\e5_CopterSimSILNoPX4\6.MixedMultiRotorNoPX4_Mat

文件夹/文件名称	说明
Multicopter.slx	多旋翼综合模型，控制器为速度控制
CopterSender.slx	外部控制文件
Multicopter.bat	多旋翼综合模型启动脚本
Multicopter.dll	多旋翼综合模型动态链接库，由Multicopter.slx自动代码生成后打包形成
GenerateModelDLLFile.p	用于将自动代码生成的C++文件封装成动态链接库
Init.m	模型参数文件
Init_control.m	控制器参数文件

4. 运行环境

4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB 2017b及以上。

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；\\台；\\台。

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

5.实验步骤

Step 1: 编译模型

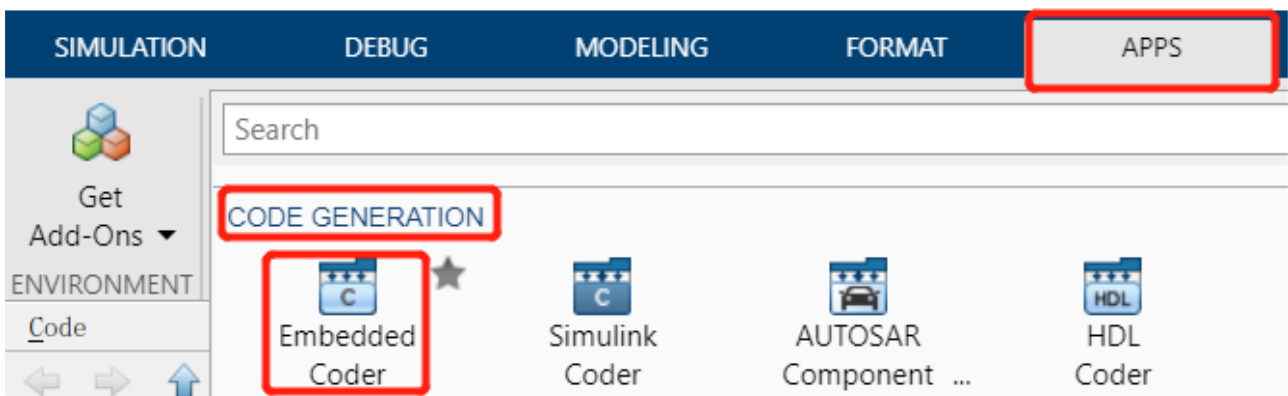
在MATLAB中打开Multicopter.slx文件，在Simulink中，点击编译命令。编译配置可参考 [4.RflySimModel\0.ApiExps\2.UserDefinedC++\2.GenC++\Readme.pdf](#)

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。

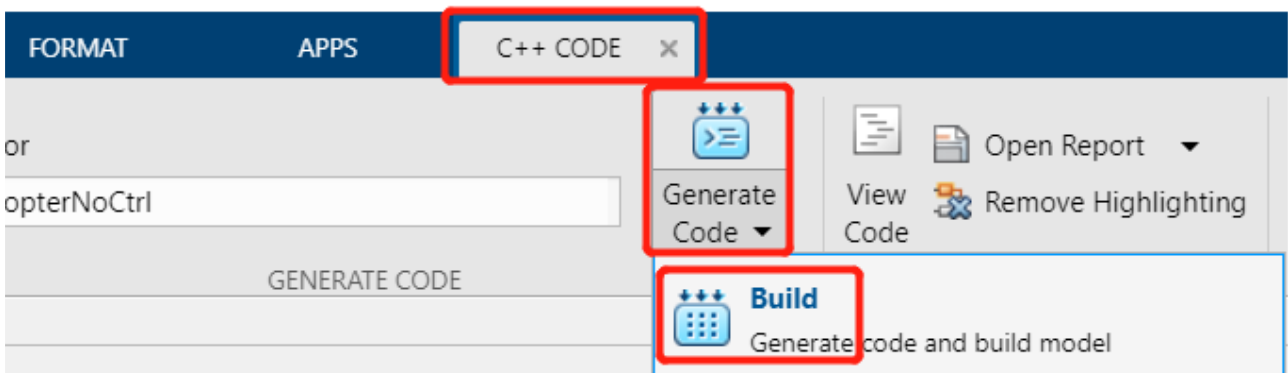


对于2019b及之后版本，点击APPS - CODE GENERATION - Embedded Coder才能弹出代码生成工具栏，在其中如下图所示点击“C++CODE” - “Generate Code” - “Build”按钮就能编译生成代码。

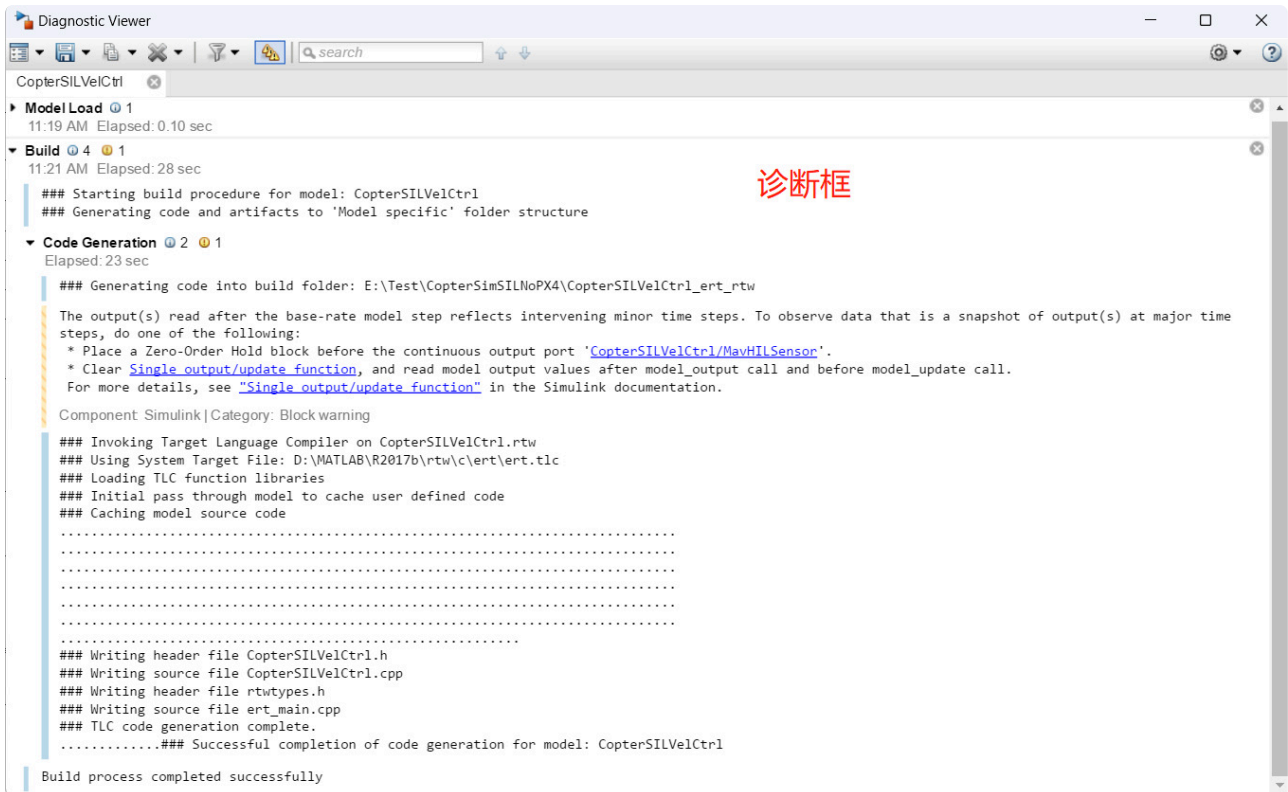
MulticopterCtrlVelocity/Force and Moment Model - Simulink



k



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。



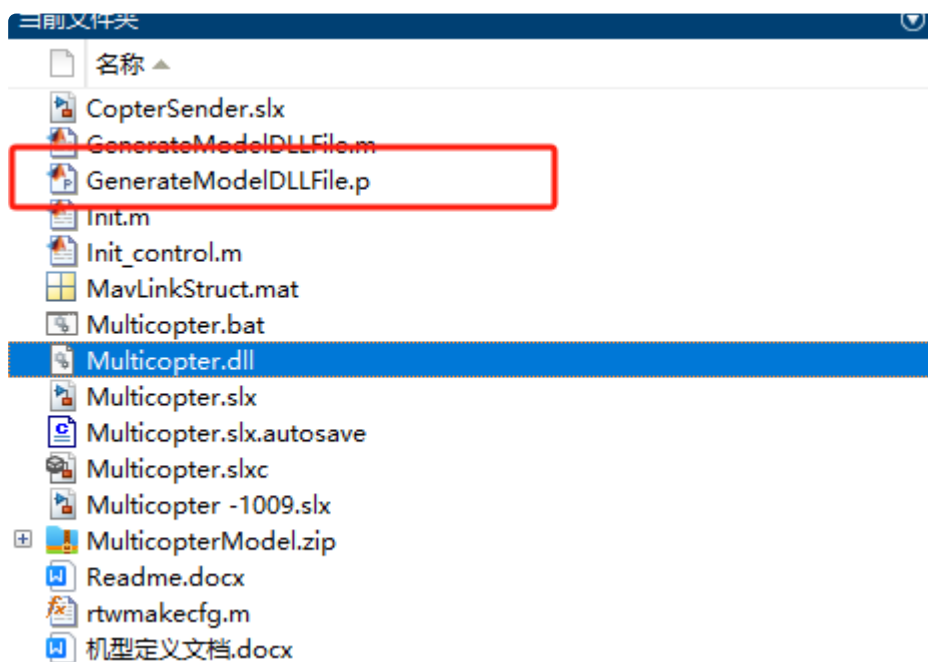
Step 2: 生成DLL文件

右键运行GenerateModelDLLFile.p文件或在命令行窗口中输入GenerateModelDLLFile后回车，得到综合模型动态链接库Multicopter.dll。

命令行窗口

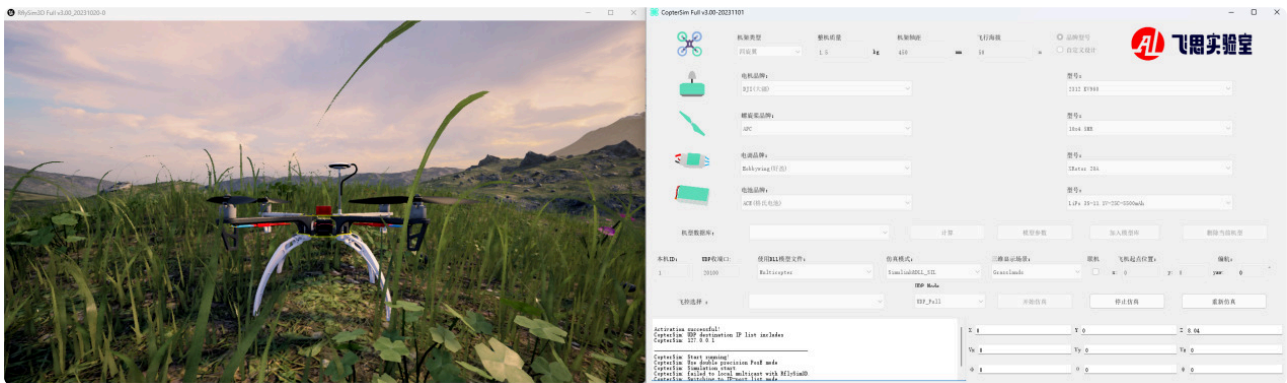
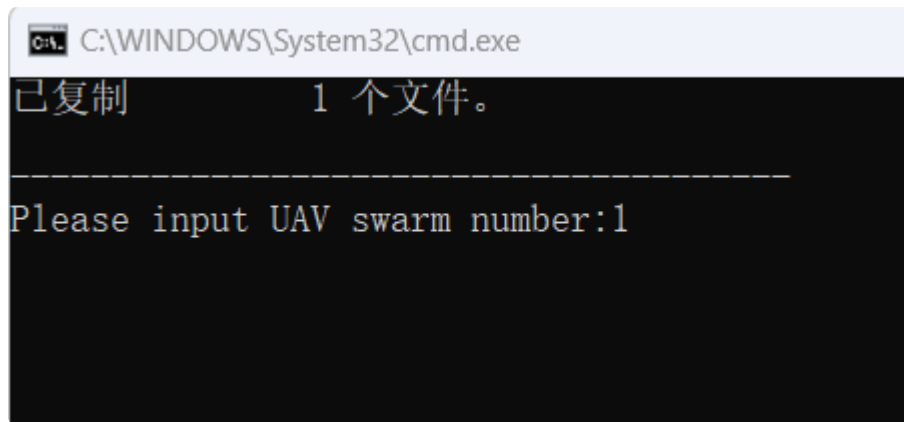
>> GenerateModelDLLFile

或



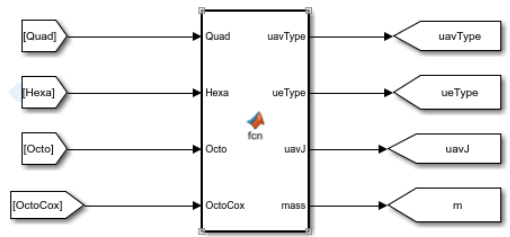
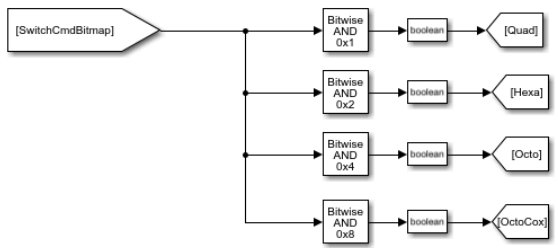
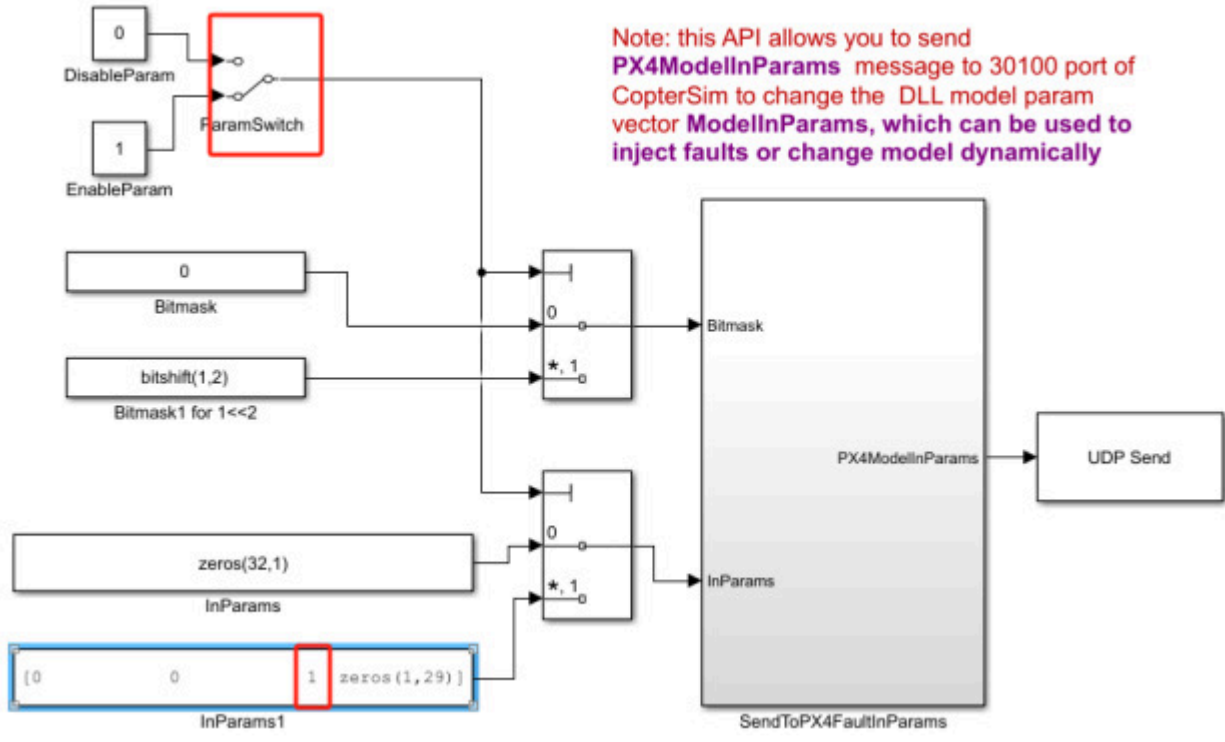
Step 3: 启动仿真

右键点击 [Multicopter.bat](#) 并以管理员身份运行，输入1，启动1架多旋翼综合模型的软件在环仿真。



Step 4: 模型切换方法

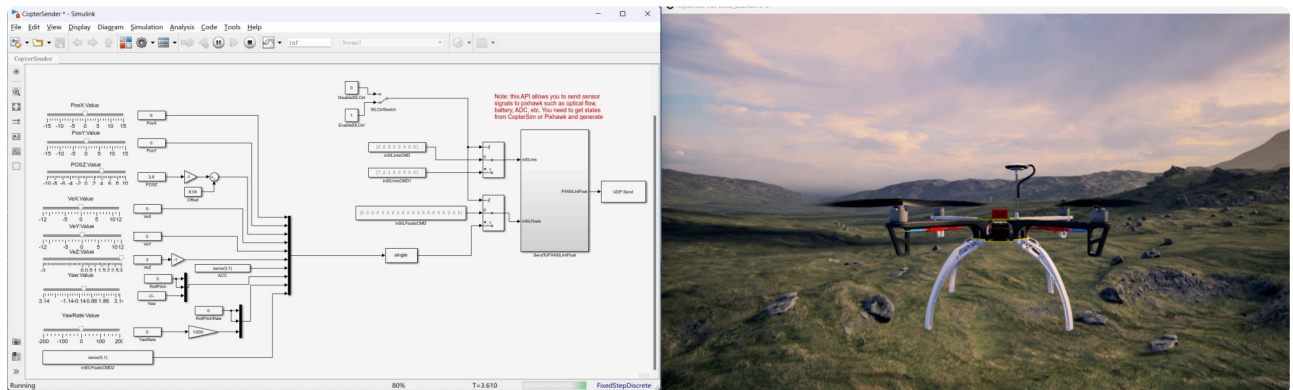
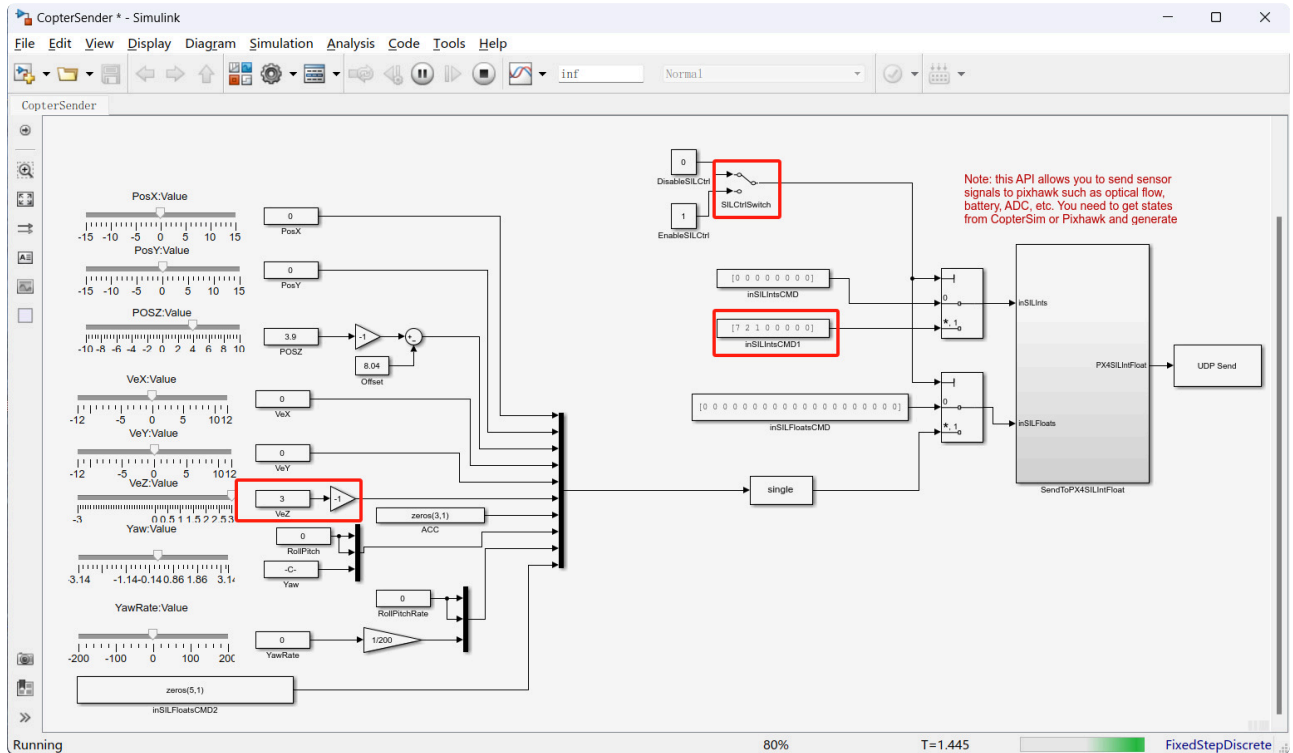
根据多旋翼综合模型中的设定，inSILInts[2]的1、2、4、8取值分别对应了四、六、八旋翼和四轴八旋翼的综合模型，当输入为对应数字时则多旋翼综合模型会切换至对应模型进行仿真（不选择机型时，会默认为四旋翼综合模型）。



Step 5: 运行控制模型

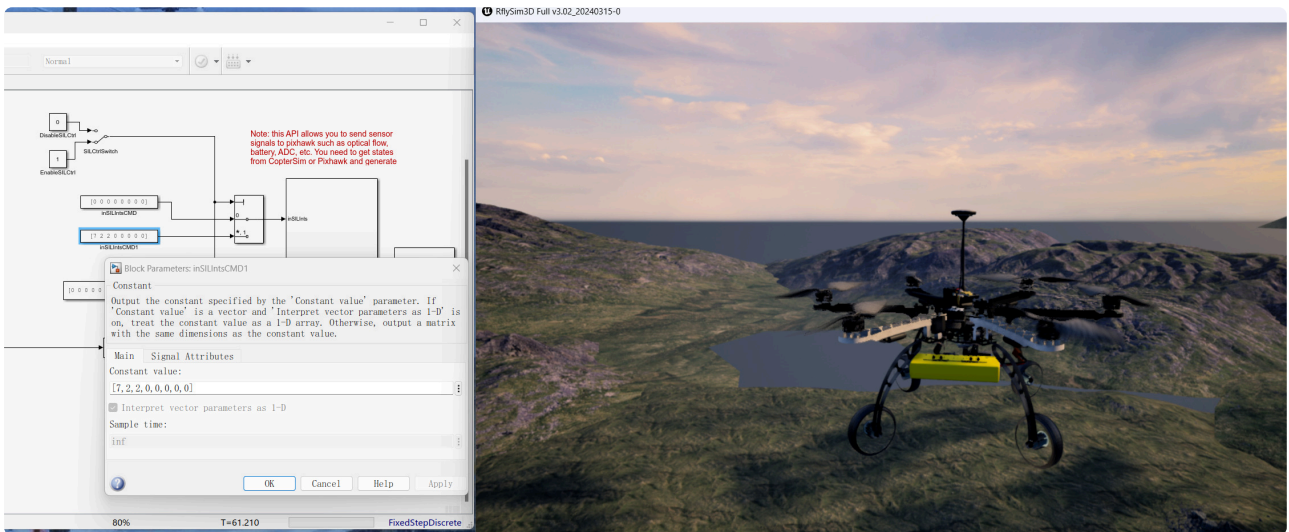
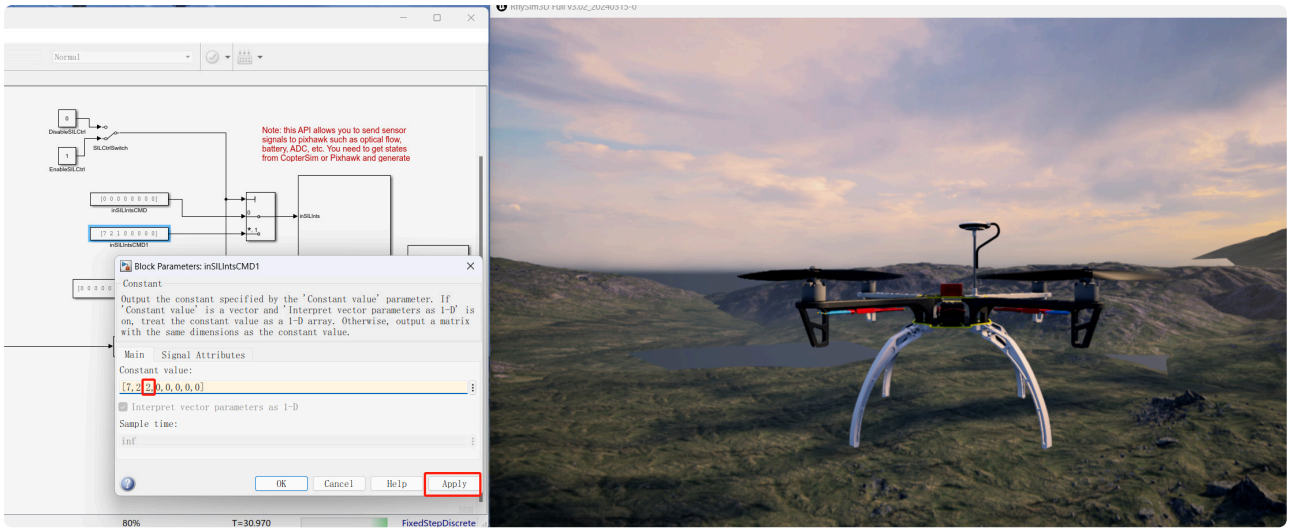
在MATLAB中打开CopterSender.slx，将inSILIntsCMD1设置为[7 2 1 0 0 0 0]，inSILFloats的第六位期望vz设置为3。

设置完毕后运行simulink文件，点击SILCtrlSwitch，将使能切换为1，该命令可以让综合模型解锁并以z方向3m/s的速度向上飞行。



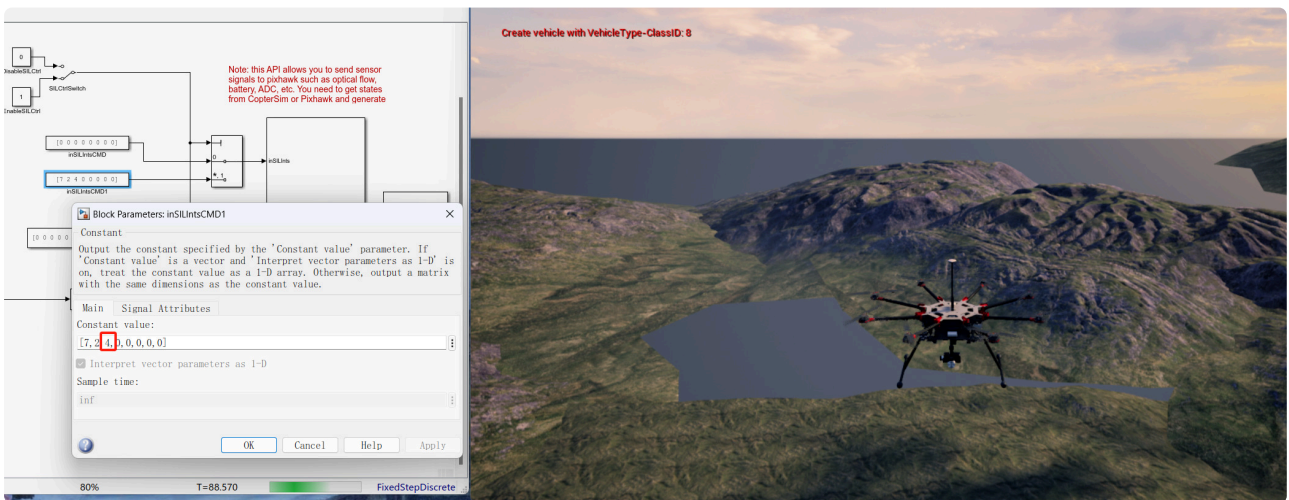
Step 6: 切换至六旋翼

双击inSILIntsCMD1，将第3位修改为2，点击应用，在RflySim3D中可以看到综合模型切换为了六旋翼，并且仍然按照2m/s的速度向上飞行。



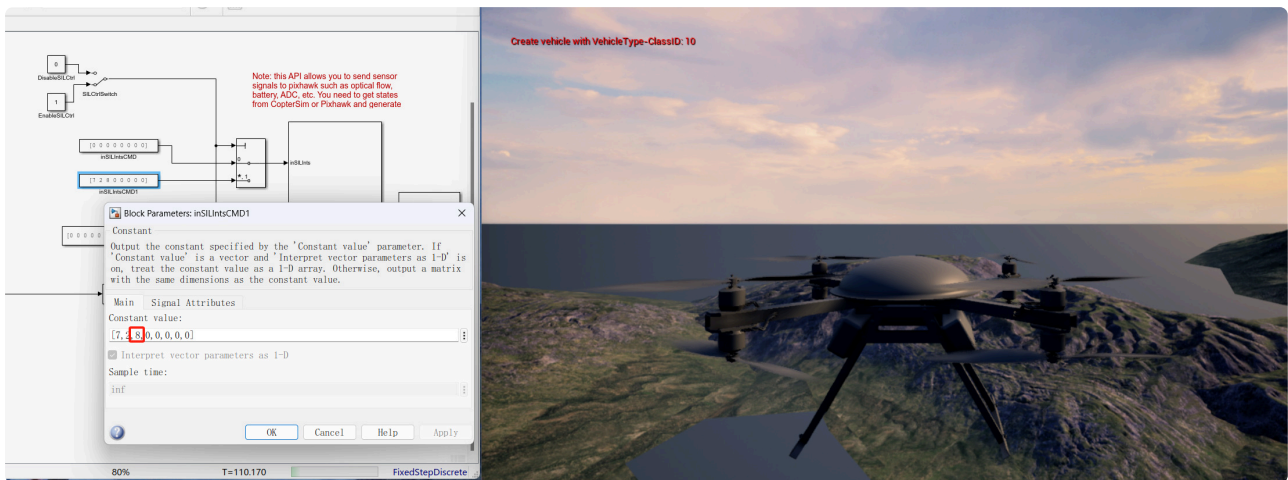
Step 7: 切换至八旋翼

双击inSILIntsCMD1，将第3位修改为4，点击应用，在RflySim3D中可以看到综合模型切换为了八旋翼，并且仍然按照2m/s的速度向上飞行。



Step 8: 切换至四轴八旋翼

双击inSILIntsCMD1，将第3位修改为8，点击应用，在RflySim3D中可以看到综合模型切换为了四轴八旋翼，并且仍然按照2m/s的速度向上飞行。

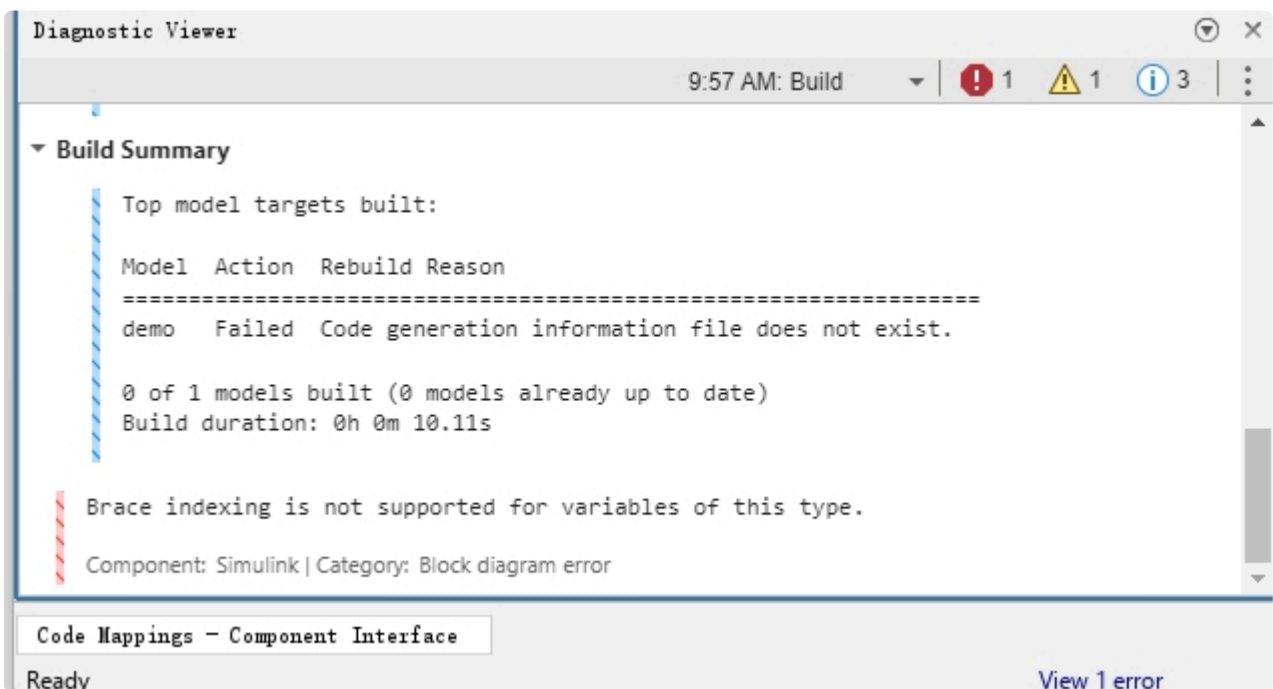


6. 参考资料

1. 参考API中9.2.1旋翼机综合模型实现 [..\..\API.pdf](#)。
- 2.

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，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



```
命令窗口
>> mex -setup
MEX 配置为使用 'Microsoft Visual C++ 2017 (C)' 以进行 C 语言编译。
警告: MATLAB C 和 Fortran API 已更改, 现可支持
包含 2^32-1 个以上元素的 MATLAB 变量。您需要
更新代码以利用新的 API。
您可以在以下网址找到更多的相关信息:
http://www.mathworks.com/help/matlab/matlab\_external/upgrading-mex-files-to-use-64-bit

要选择不同的 C 编译器, 请从以下选项中选择一种命令:
Microsoft Visual C++ 2013 (C) mex -setup:D:\MATLAB\R2017b\bin\win64\mexopts\msvc2013.xml C
Microsoft Visual C++ 2015 (C) mex -setup:D:\MATLAB\R2017b\bin\win64\mexopts\msvc2015.xml C
Microsoft Visual C++ 2017 (C) mex -setup:C:\Users\dream\AppData\Roaming\MathWorks\MATLAB\R2

要选择不同的语言, 请从以下选项中选择一种命令:
mex -setup C++
mex -setup FORTRAN
fx >>
```

Q2: 编译报错，无法加载库文件



```
诊断台
下午4:48: 编译
-----
Exp1_modelTemp 信息: 保存文件失败, 工作区丢失。 无法编译。 有关详细信息, 请参阅编译日志。  ed
编译了 0 个模型, 共 1 个模型(0 个模型已经是最新的)
编译持续时间: 0h 0m 3.7699s

无法加载 "pishawk_slib_adv/CosInterforccmodel" 引用的库 "pishawk_slib_adv1"。
附件: Simulink | 类别: Block diagram 错误
代码映射 - 组件接口
```

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