

# 1. 实验名称及目的

## 1.1 实验名称

模型inCtrlExt系列接口实验（仅限完整版及以上版本）

## 1.2 实验目的

RflySim平台提供了丰富的模型输入输出接口，以实现复杂功能。通过该例程介绍模型inCtrlExt系列输入接口Python的使用方法。

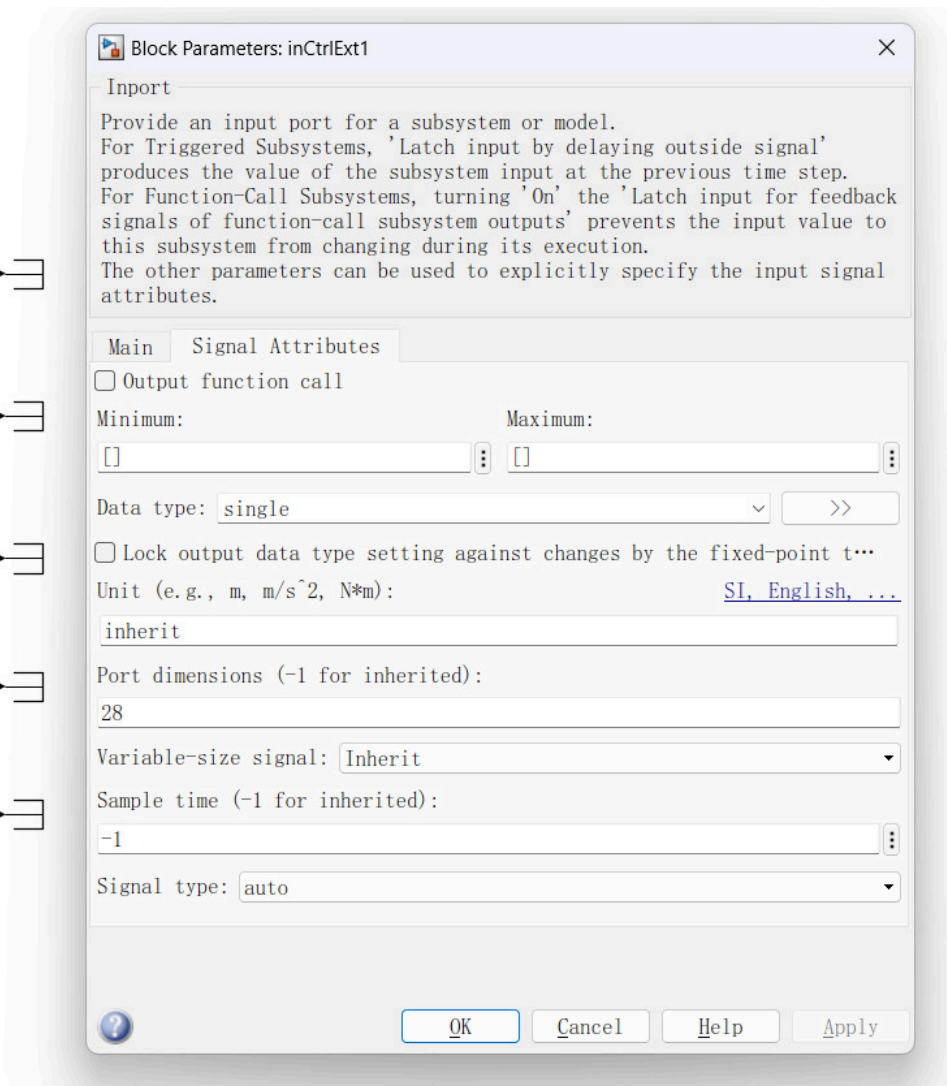
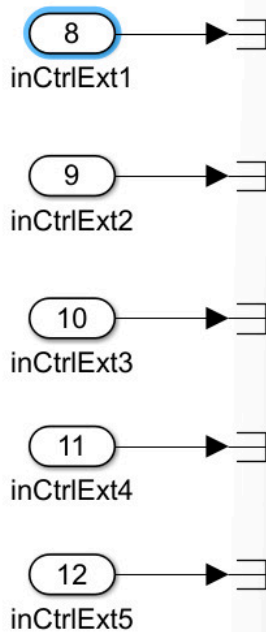
## 1.3 关键知识点

**本实验需要电脑中部署Visual Studio**

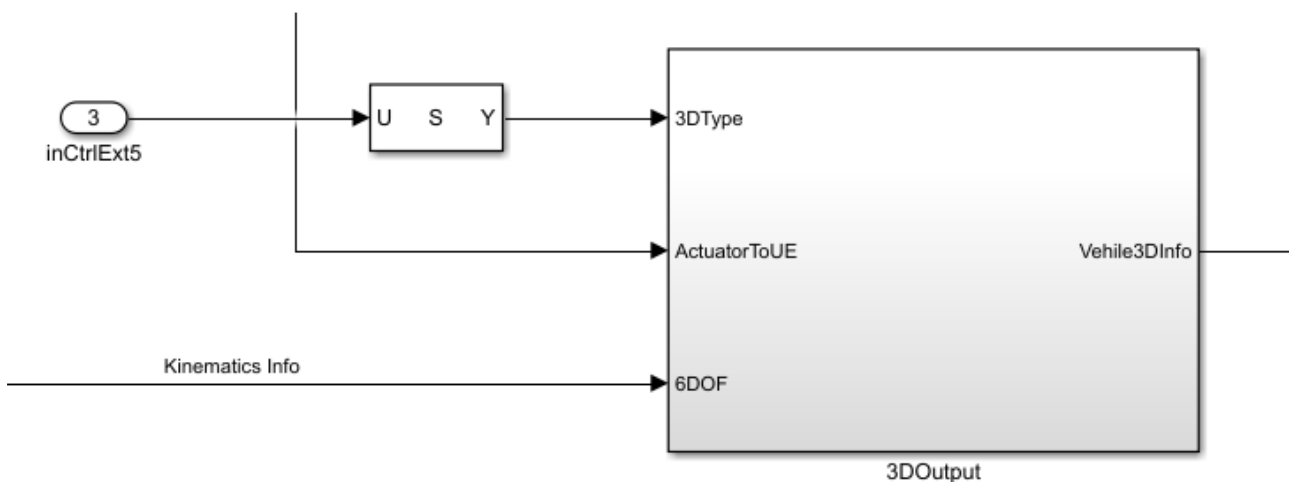
**2022环境，部署方式见：**[\[安装目](#)

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

inCtrlExt系列接口属于RflySim平台运动仿真模型输入接口之一，要求输入数据类型为single，维度为28维。在使用时，只需要在Simulink模型中新增inport，按要求命名，按要求设置数据维度和类型，重新编译生成DLL后即可新增该接口并生效。



该例程中，在MulticopterNoCtrl.slx模型文件中增加了inCtrlExt5输入接口，设置数据类型为Single，维度为28维，并选择第1位作为3DType变量的输入，修改完成后重新编译并生成DLL。模型中3DType变量用于区分三维显示类型，仿真过程中当3DType变化时，在RflySim3D中可看到飞机样式会发生改变（3DType为3时为四旋翼）。



以RflySim平台进行软硬件在环仿真时，CopterSim会以指定结构体通过UDP 30100端口向DLL模型转发inCtrlExt系列端口数据。因此，以修改完成的DLL文件进行软硬

件在环仿真时，Python通过DLLSimCtrlAPI库中的sendInCtrlExt接口向UDP30010接口发送28维数据，当改变这28维中的第1位数据，对应的四旋翼RflySim3D中的显示样式也会发生改变。

```
# 发送到DLL模型的InCtrlExt系列接口
# CopterID is the vehicle you want to send, if copterID=-1 then it will send to yourself.
def sendInCtrlExt(
    self, inSILInts=[0] * 8, inSILFloats=[0] * 20, iDxNum=1, copterID=-1
):
    checkSum = 1234567800 + iDxNum
    ID = copterID
    if copterID <= 0:
        ID = self.CopterID
    PortNum = 30100 + (ID - 1) * 2
    # pack for SOut2SimulatorSimpleTime
    buf = struct.pack("10i20f", checkSum, ID, *inSILInts, *inSILFloats)
    self.udp_socket.sendto(buf, (self.ip, PortNum))
```

## 2. 实验效果

四旋翼模型基础上通过inCtrlExt1~5输入接口连接载具显示输出接口，通过python外部控制的方式发数据给inCtrlExt1~5，动态修改3D显示参数“3DType”，实现软件在环仿真过程中显示机型的实时变换。

## 3. 文件目录

例程目录：

[\[安装目录\]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\3.CustExps\e0\\_AdvApiExps\1.inCtrlExt\2.Python](#)

| 文件夹/文件名称                                      | 说明                 |
|---|--------------------|
| MulticopterNoCtrl.slx                         | 四旋翼飞机模型文件。         |
| <a href="#">MulticopterNoCtrl_SITLRun.bat</a> | 软件在环仿真批处理文件。       |
| GenerateModelDLLFile.p                        | DLL格式转化文件。         |
| <a href="#">MulticopterNoCtrl_init.m</a>      | 动力学模型相关参数。         |
| MavLinkStruct.mat                             | MavLink数据结构体mat文件  |
| <a href="#">inCtrl.py</a>                     | inCtrlExt1~5接口发送文件 |

| 文件夹/文件名称                        | 说明           |
|---------------------------------|--------------|
| <a href="#">Python38Run.bat</a> | Python程序运行脚本 |

## 4. 运行环境

### 4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；Python。

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。

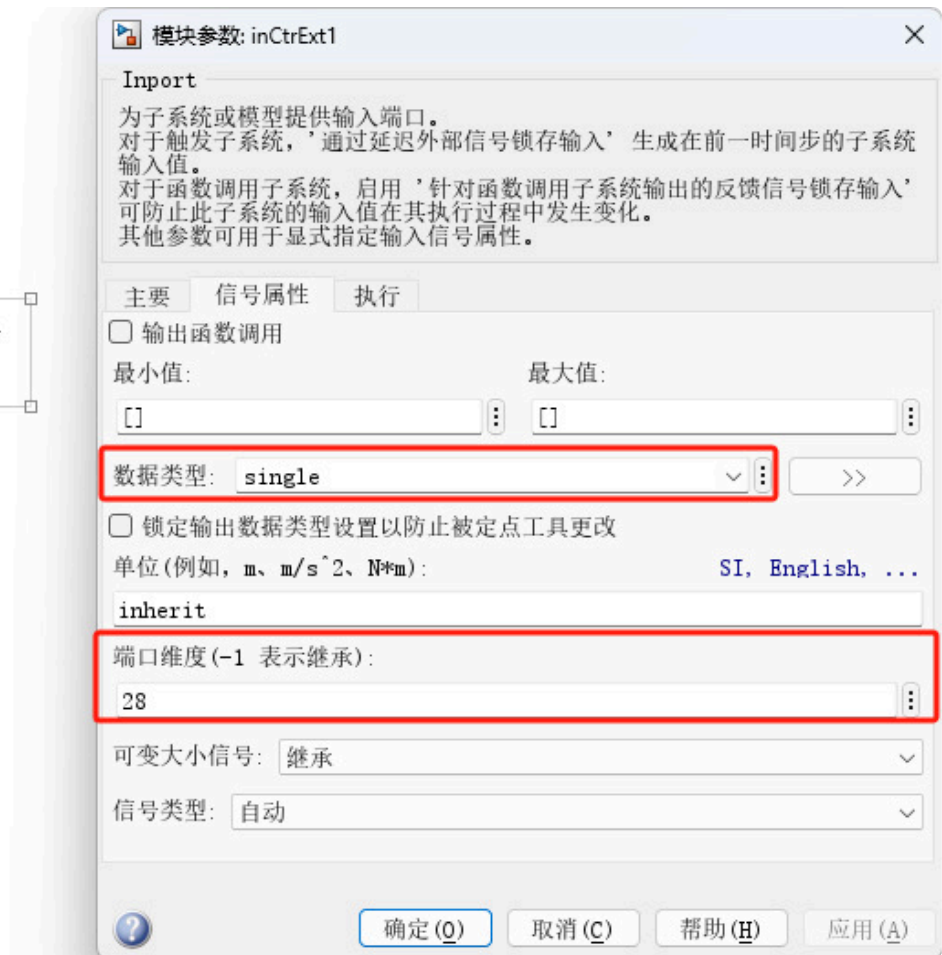
①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

## 5. 实验步骤

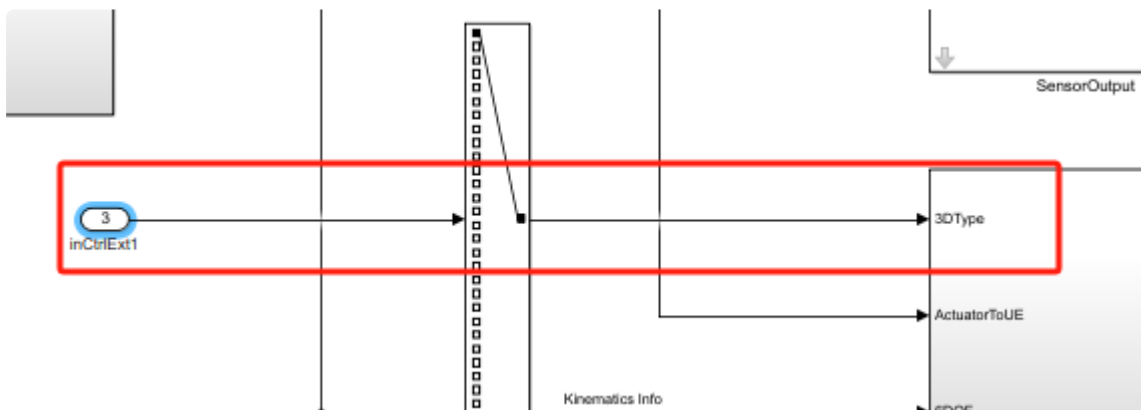
### 5.1 必做实验：inCtrlExt系列接口实验

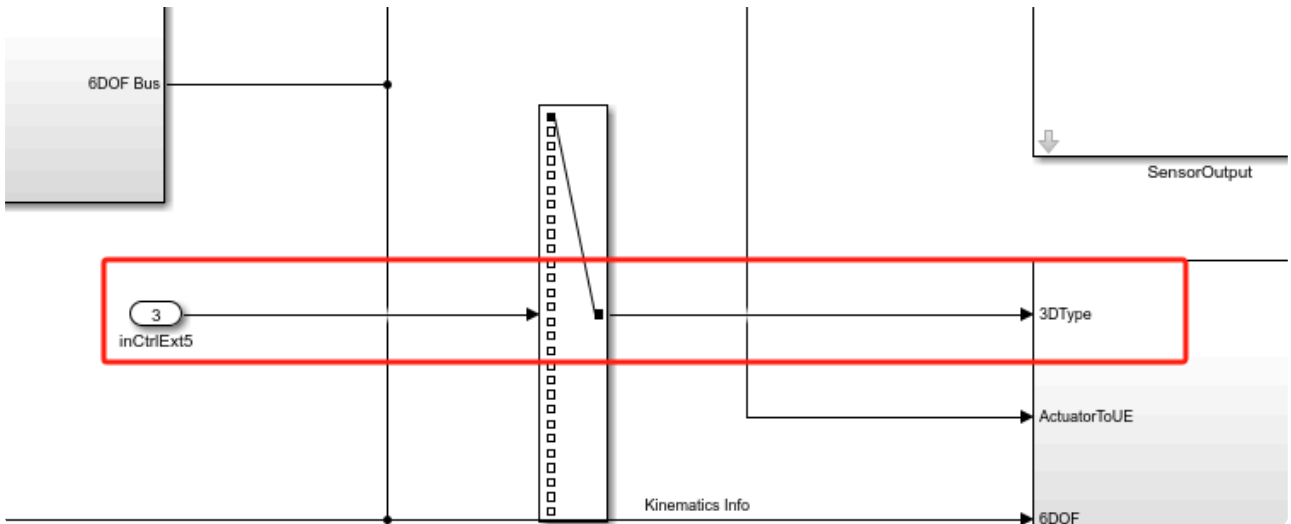
#### Step 1: 加入inCtrlExt接口

打开“MulticopterNoCtrl.slx”文件，然后分别新增inCtrlExt1~inCtrlExt5输入接口，在模型中增加该接口后需要严格按照既定协议命名，并且需要对数据类型与接口维度进行对应的修改。



该接口为28维的浮点型数据接口，选取28维输入中的第一维作为UE的显示ID与3DType连接。





后续步骤以inCtrlExt5为例。

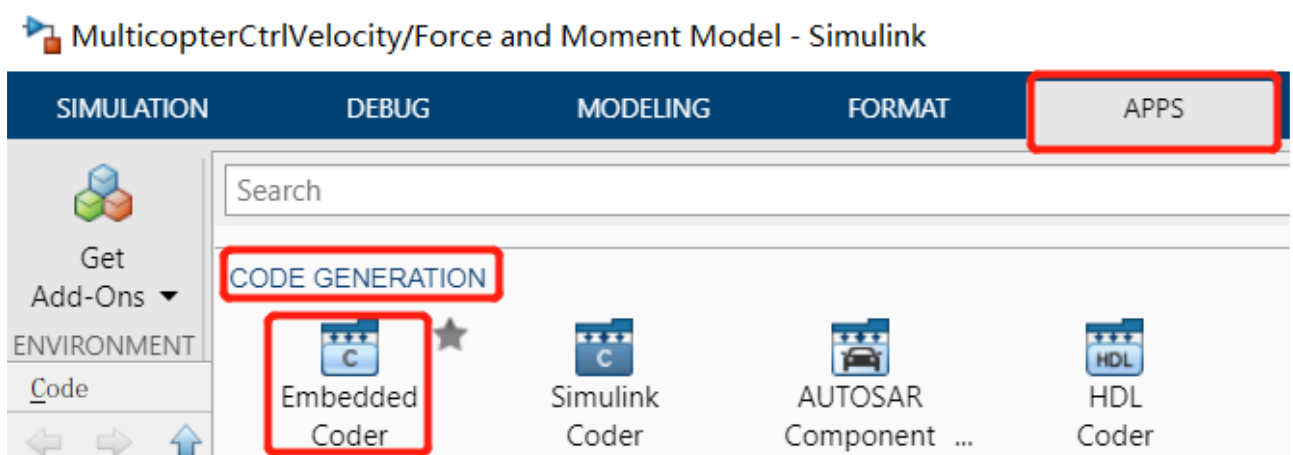
## Step 2: 编译模型

生成C++代码参考 [4.RflySimModel\0.ApiExps\2.UserDefinedC++\2.GenC++\Readme.pdf](#)

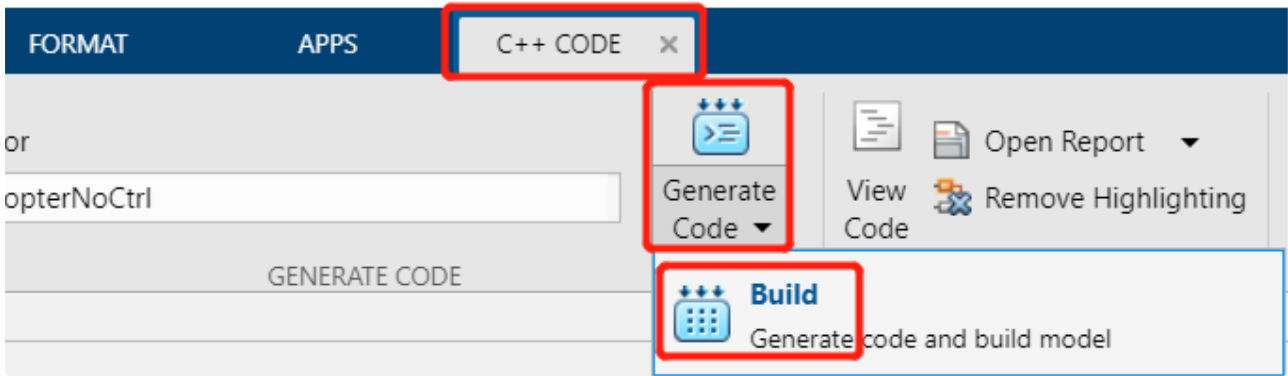
对于MATLAB 2019a及之前版本，工具栏样式见下图，直接点击它的编译按钮“Build”即可。



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。

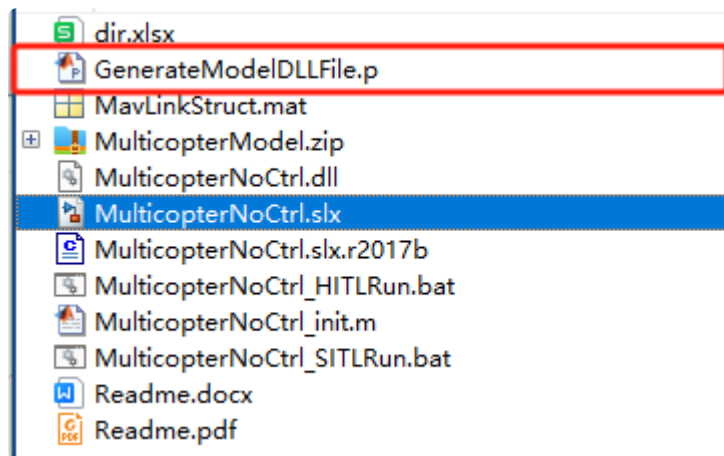


k






### Step 3: 生成DLL文件

右键运行“GenerateModelDLLFile.p”文件，将上一步的代码生成动态链接库dll文件。



### Step 4: 启动软件在环仿真

右键以管理员身份运行“MulticopterNoCtrl\_SITLRun.bat”批处理文件，开启软件在环仿真。

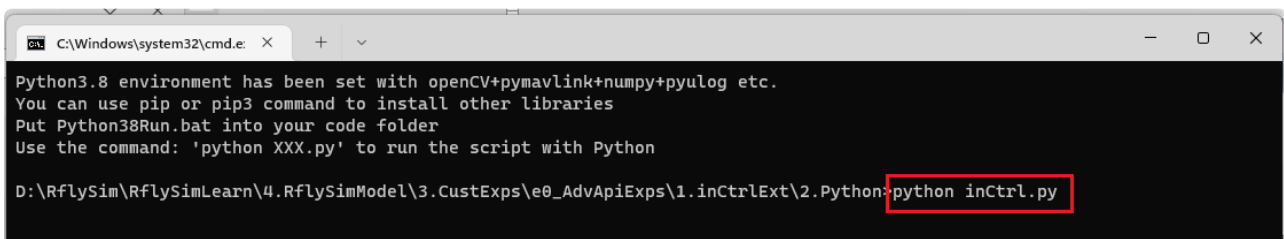
| 名称  | 修改日期            | 类型                 | 大小       |
|---|-----------------|--------------------|----------|
|  dir.xlsx                      | 2024/1/17 10:04 | XLSX 工作表           | 6 KB     |
|  GenerateModelDLLFile.p        | 2024/1/17 10:04 | MATLAB.p.9.14.0    | 6 KB     |
|  MavLinkStruct.mat             | 2024/1/17 10:04 | MATLAB.mat.9.1...  | 5 KB     |
|  MulticopterModel.zip          | 2024/1/17 10:04 | 360压缩 ZIP 文件       | 100 KB   |
|  MulticopterNoCtrl.dll         | 2024/1/17 10:04 | 应用程序扩展             | 226 KB   |
|  MulticopterNoCtrl.slx         | 2024/1/19 15:48 | Simulink Model     | 135 KB   |
|  MulticopterNoCtrl.slx.r2017b  | 2024/1/17 15:01 | R2017B 文件          | 75 KB    |
|  MulticopterNoCtrl_HITLRun.bat | 2024/1/17 10:04 | Windows 批处理...     | 6 KB     |
|  MulticopterNoCtrl_init.m      | 2024/1/17 15:00 | MATLAB Code        | 3 KB     |
|  MulticopterNoCtrl_SITLRun.bat | 2024/1/17 10:04 | Windows 批处理...     | 6 KB     |
|  Readme.docx                   | 2024/1/17 16:48 | DOCX 文档            | 7,242 KB |
|  Readme.pdf                    | 2024/1/17 16:53 | Foxit PDF Reade... | 3,174 KB |

## Step 5: 运行控制程序

vscode或记事本打开inCtrl.py文件将inCtrlExt2[0]分别修改为5、8、10、50。

```
# inCtrlExt1~5接口发送
silInt = np.zeros(8).astype(int).tolist()
silFloat = np.zeros(20).astype(float).tolist()
silInt[0] = 8
iDxNum = 5
CopterID = -1
dll1.sendInCtrlExt(silInt, silFloat, iDxNum, CopterID)
print("发送完成")
```

修改完成后，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inCtrl.py文件，输入  
python inCtrl.py



```
C:\Windows\system32\cmd.e. x + v
Python3.8 environment has been set with openCV+pymavlink+numpy+pyulog etc.
You can use pip or pip3 command to install other libraries
Put Python38Run.bat into your code folder
Use the command: 'python XXX.py' to run the script with Python
D:\RflySim\RflySimLearn\4.RflySimModel\3.CustExps\e0_AdvApiExps\1.inCtrlExt\2.Python>python inCtrl.py
```

## Step 6: 观察结果

根据AirFrames文档可知，在UE中可以看到，在修改过后三维显示模型分别转变为六旋翼、八旋翼、四轴八旋翼和小车,当inCtrlExt1~5系列接口切换时将iDxNum修改为对应数字，由此也证明了inCtrlExt输入接口通过动态的修改3D显示参数实现了仿真中的显示模型变换。





## 5.2 选做实验（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，运行 `inCtrl.py` 时，可使用VS Code（或Pycharm等工具）来打开 `inCtrl.py` 文件，并阅读代码，修改代码，调试执行等。

## I 扩展实验

- 请自行使用VS Code阅读 `inCtrl.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。

## I 6.参考资料

1. PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf中的环境配置
2. PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf中的Simulink建模模板介绍
3. PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf中DLL/SO模型与通信接口的数据协议部分

## I 7.常见问题

Q1:

A1:

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