

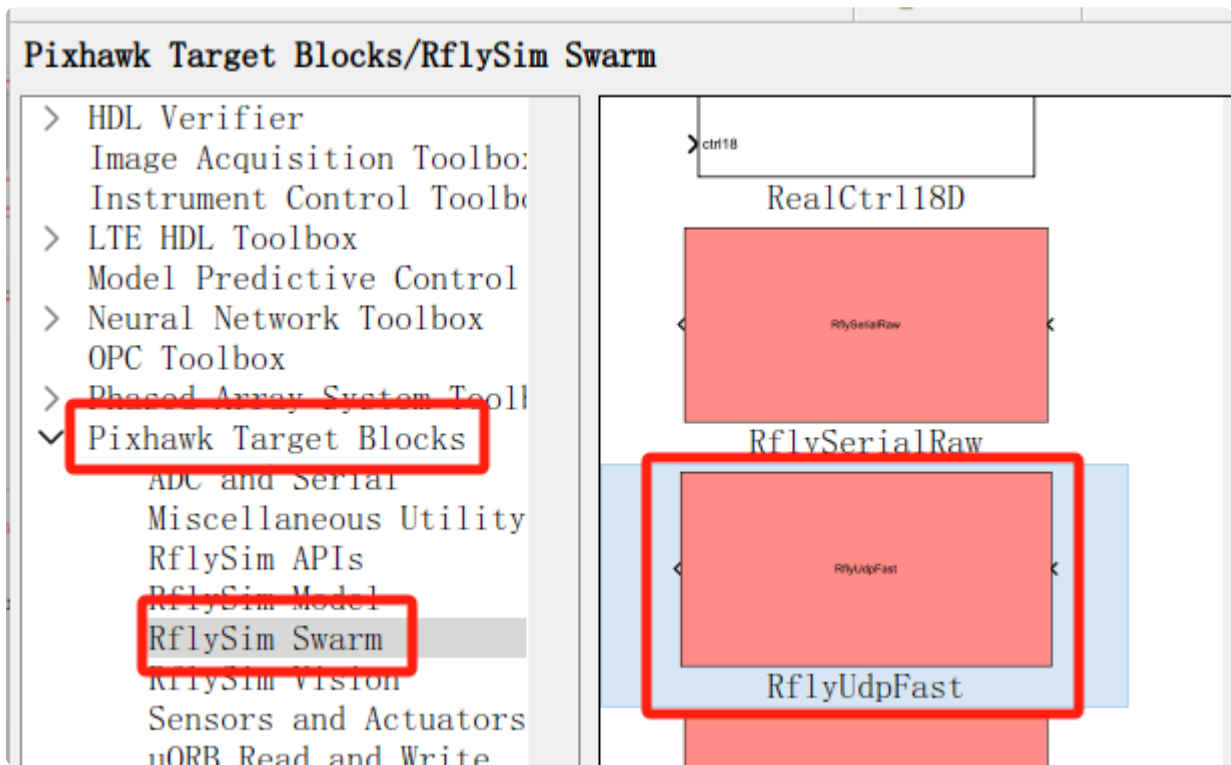
1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

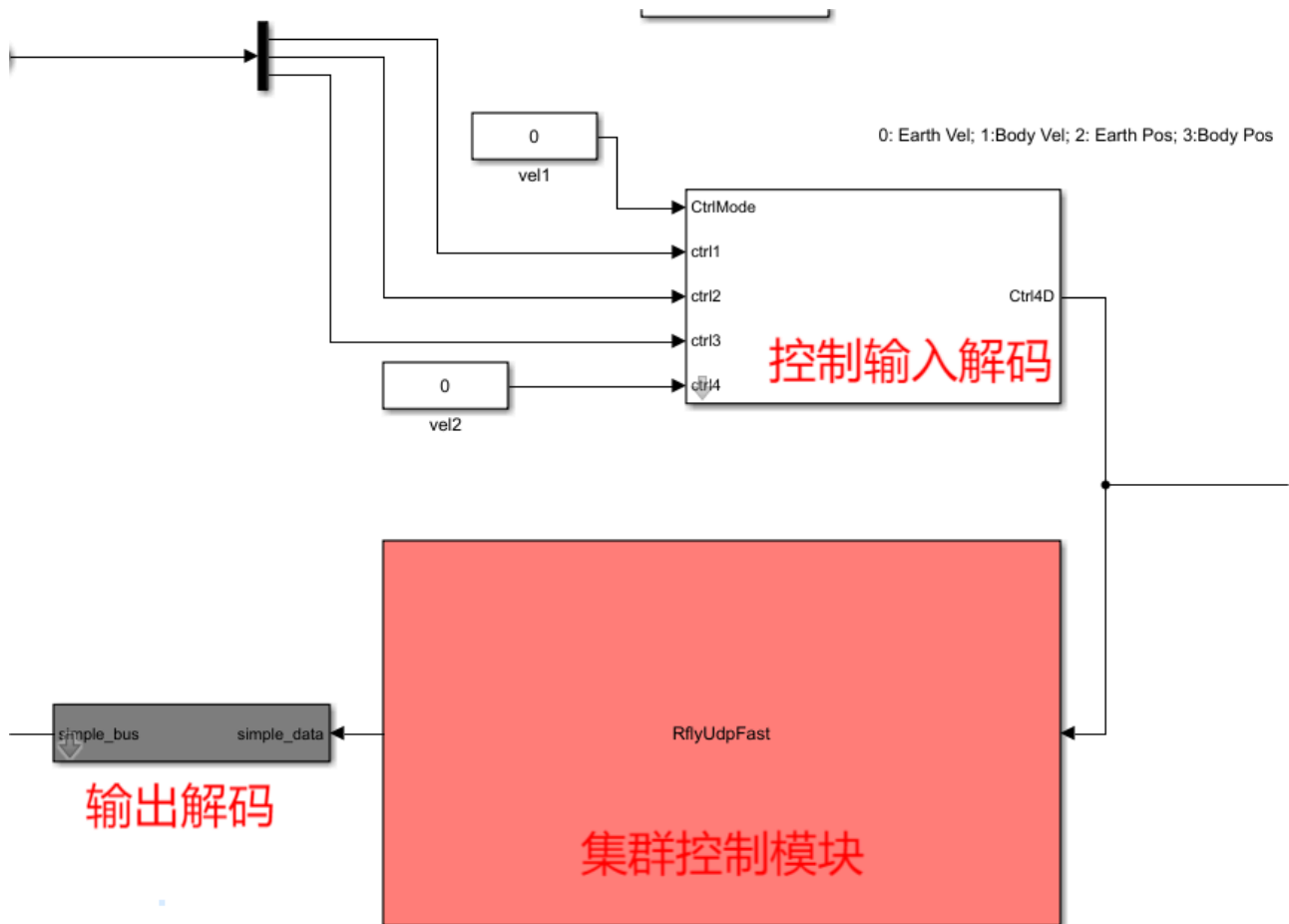
RflyUdpFast通信接口的SimpleData模式单机画圆实验

1.2 实验目的

了解如何通过RflySim工具链的Simulink库 – Pixhawk Target Blocks – RflySim Swarm提供的SimpleData传输模块。



接收无人机的状态信息，然后对单个无人机的局部位置运动控制进行Simulink建模，并发送控制指令到该模块。



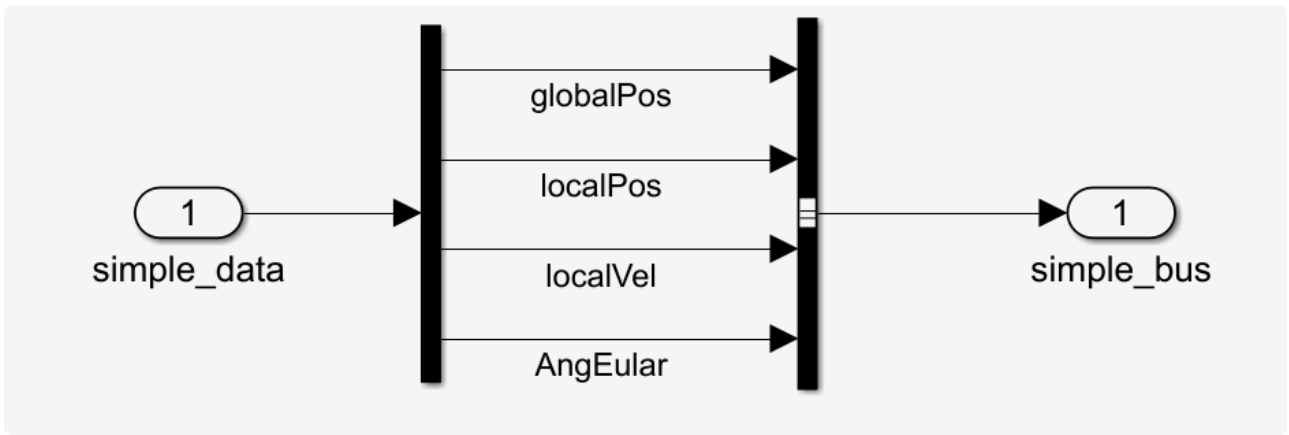
1.3 关键知识点

了解RflySim

Swarm的RflyUdpFast传输模块搭建Simulink模型参数配置信息，关键点“设置成SimpleData Mode”；



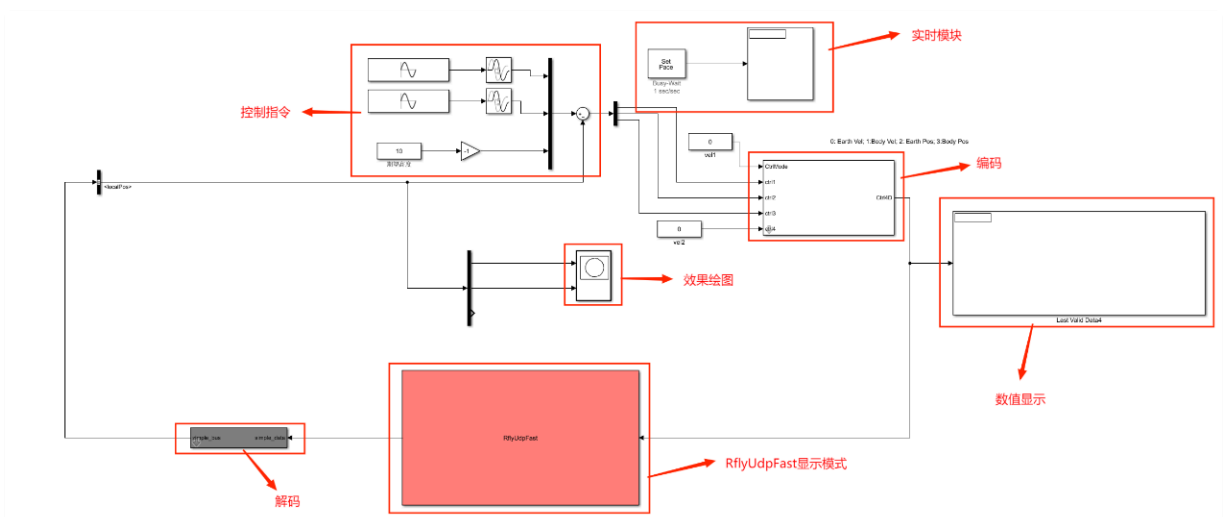
SimpleData精简模式输出bus支持的消息如下



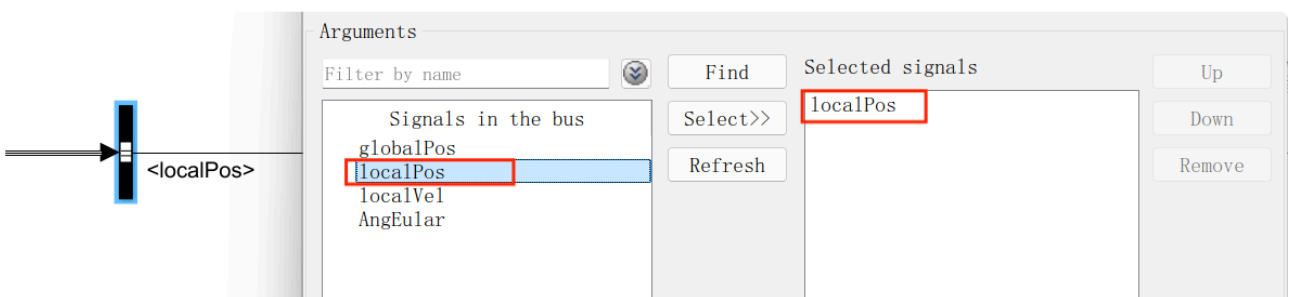
熟悉使用RflyUdpFast传输模块开展软件在环实验及硬件在环实验。

使用RflySimTool工具链提供的RflyUdpFast传输模块来接收四旋翼无人机的状态信息。这个传输模块可以通过UDP快速传输数据，以实现实时信息的接收。

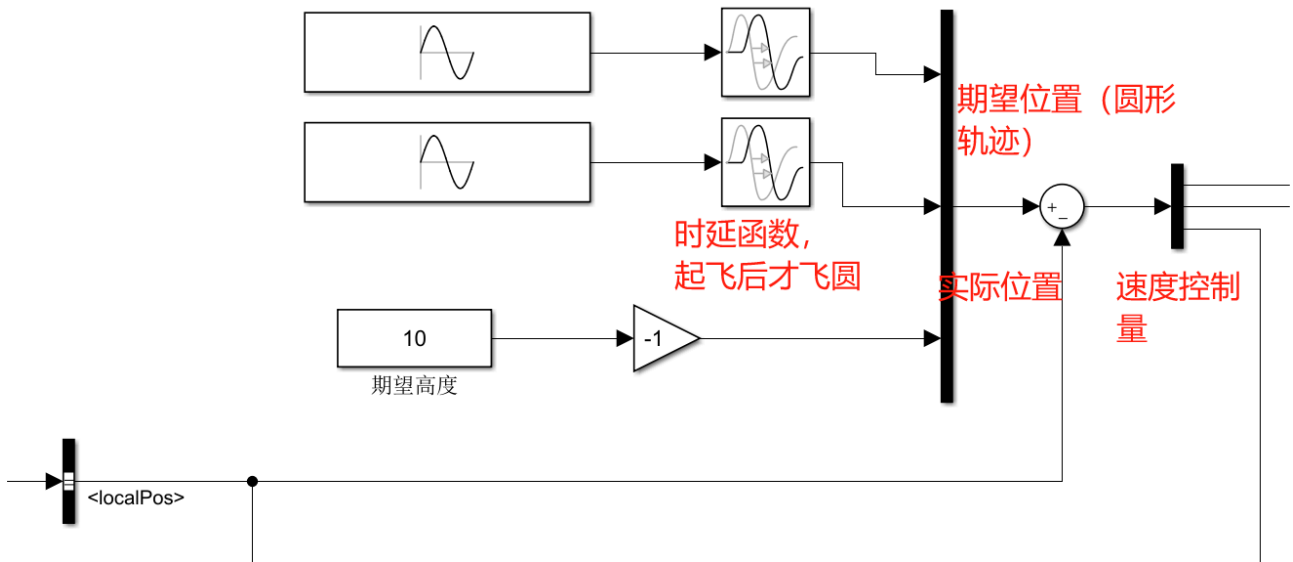
1. 在Simulink中建立一个模型，包括RflyUdpFast传输模块和用户搭建的控制算法模块；



- ii. 本例程订阅SimpleData总线输出的localPos位置数据；



3. 和期望轨迹做差（一个圆形飞行轨迹），生成速度控制指令；



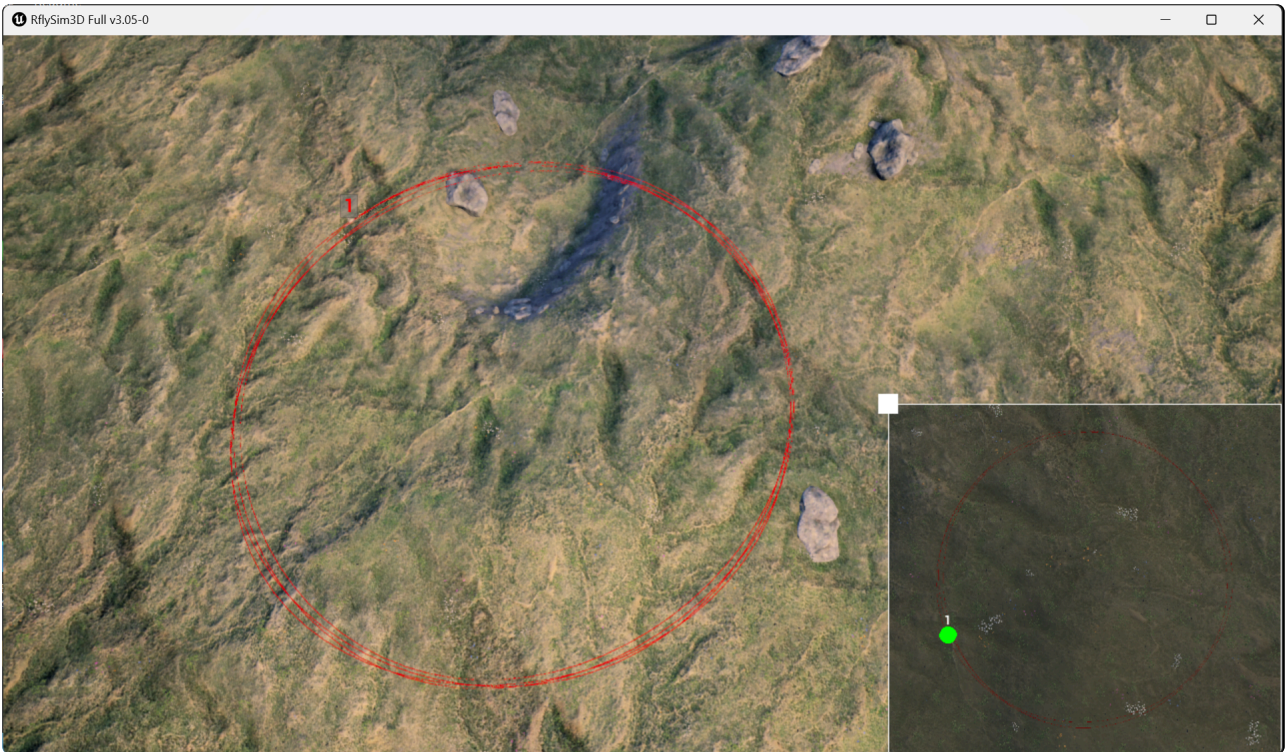
4.

经过SimpleCtrl4D模块，将速度指令CtrlMode、ctrl1、ctrl2、ctrl3、ctrl4，转化为RflyUdpFast需要的信号维度并最终Offboard的信号发给飞控；

5.

运行模型进行仿真，观察控制指令的发送和四旋翼无人机的局部位置运动控制效果。通过这个实验，您可以验证控制算法在接收无人机状态信息后的运行效果，并优化算法以确保其性能和可靠性。请注意调整模型参数和算法设计，以满足您的具体实验要求和目的。

2. 实验效果



3. 文件目录

文件夹/文件名称	说明
<HITLPosStrGPS.bat>	常规硬件在环仿真脚本（支持位置自定义）
<HITLPosStrGPSSysID.bat>	硬件在环仿真脚本，CopterID由飞控SysID确定
<HITLRunPX4Net.bat>	硬件在环视觉盒子、集群盒子或Pixhawk 6x的网口仿真模式（限完整版）
<RflyUdpSimpleOne.bat>	纯软件在环仿真
<GenerateSwarmExe.p>	.exe文件生成一键运行脚本（限完整版才能运行）
<RflyUdpSimpleOne.slx>	Simulink控制模型主程序
<RflyUdpSimpleOne.exe>	生成好的exe版本程序，支持高性能运行
<Readme.pdf>	用户指南

4. 运行环境

4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB R2022b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；Pixhawk 6X 1台。

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

5. 实验步骤

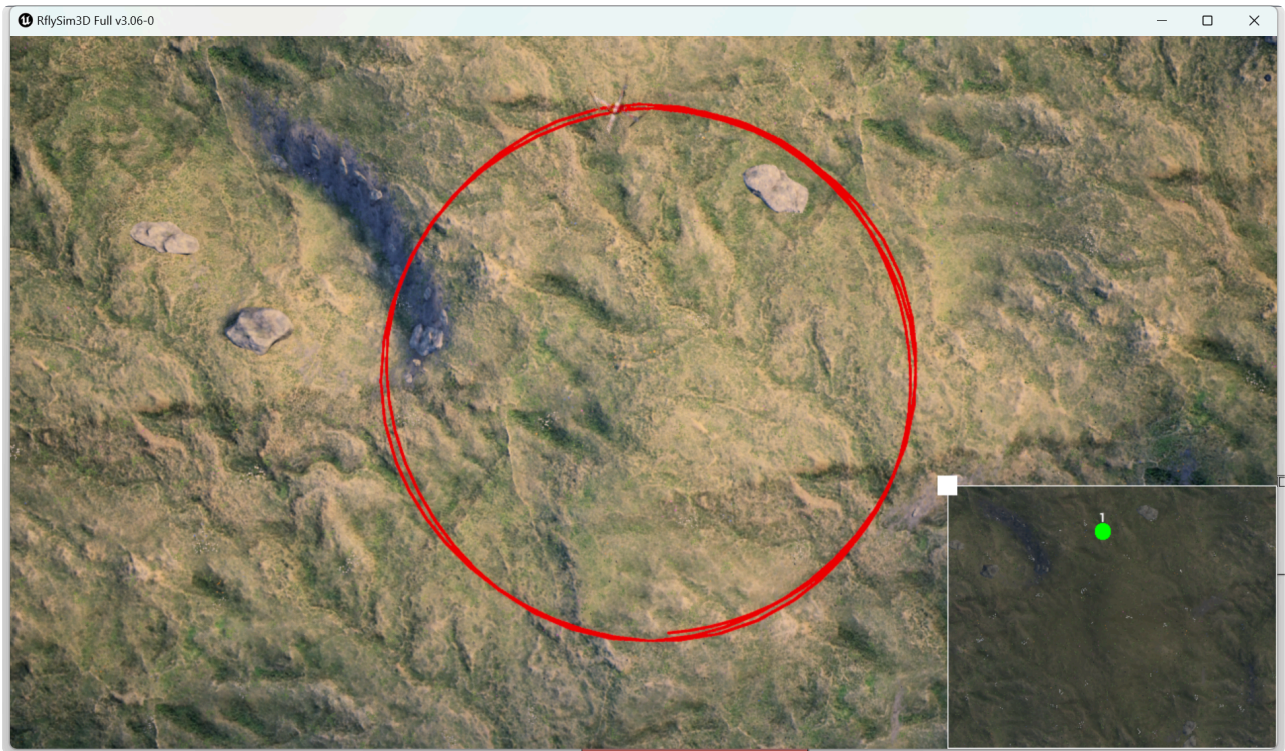
软件在环仿真实验步骤

(1) 双击运行<RflyUdpSimpleOne.bat>，启动仿真脚本，会自动开启2个飞机的软件在环仿真，等待CopterSim界面均打印出语句“GPS 3D fixed & EKF initialization finished”和“Enter Auto Loiter Mode”，说明初始化完毕。

(2) 在MATLAB打开<RflyUdpSimpleOne.slx>文件，点击上方运行按钮，如果不使用MATLAB运行，直接双击运行<RflyUdpSimpleOne.exe>，也可以达到同样效果。

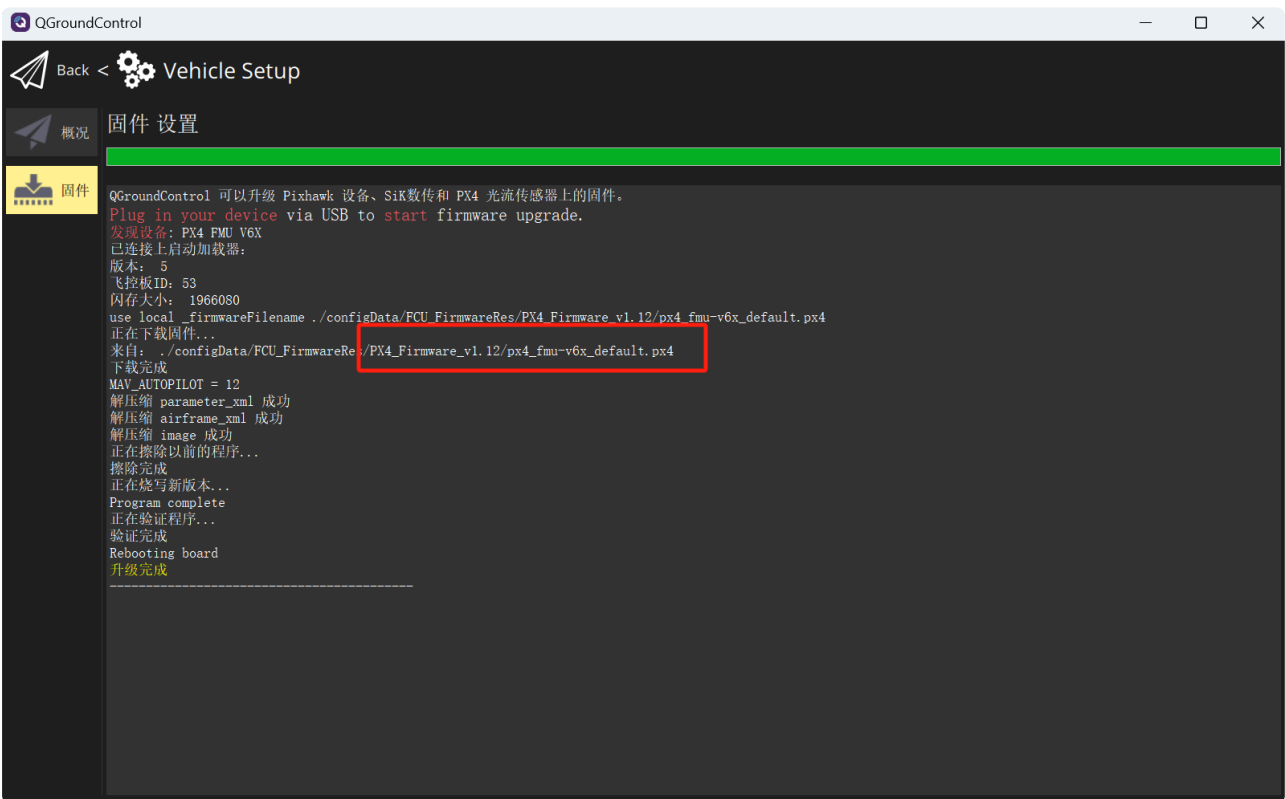


(3) 查看RflySim3D窗口，按S键打开飞机标号，T键开启飞机飞行轨迹，N+数字6键，切换自由视角。



硬件在环仿真实验步骤

(1) 在做实验之前需要将飞控还原。



(2) 使用USB线连接飞控与电脑。

(3) 打开<HITLPosStrGPS.bat>一键运行脚本，即可自动启动RflySim3D、CopterSim、QGroundControl软件，等待所有CopterSim的状态框中显示：PX4: GPS 3D fixed & EKF initialization finished。

(4) 在MATLAB打开<RflyUdpSimpleOne.slx>文件，点击上方运行按钮，如果不使用MATLAB运行，直接双击运行<RflyUdpSimpleOne.exe>，也可以达到同样效果。



6.参考资料

1. 通信接口的SimpleData模式数据协议

(1) 输入为5维的double型向量，具体定义（实现MAVLink的Offboard消息）如下：

第1维：ctrlMode; %第一位为标志位，0: 表示地球速度控制模式Earth Vel; 1: 机体速度控制模式Body Vel; 2: 地球位置控制模式Earth Pos; 3: 机体位置控制模式Body Pos。

第2~5维：如果ctrlMode = 0，则这四维对应了地球坐标系（以解锁时的位置）下的vx, vy, vz 速度+ yawRate 偏航速率信号；如果ctrlMode = 1，则这四维对应了机体坐标系（以解锁时机体姿态和位置）下的vx, vy, vz 速度+ yawRate 偏航速率信号；如果ctrlMode = 2，则这四维对应了地球坐标系（以解锁时的位置为原点）下的x, y, z位置+ yaw偏航信号；如果ctrlMode = 3，则这四维对应了机体坐标系（以解锁时机体姿态和位置）下的x, y, z位置+ yaw偏航信号。一般 ctrlMode=0

比较多，直接给定全局速度做轨迹控制。如果做位置和速度的切换，需要实时修改 ctrlMode 的值，并调整第2~5维信号的定义。注：如果 ctrlMode < 0, 则不会发送控制指令。

(2) 输出为12维double型的向量，顺序定义如下：

第1~3维： GlobalPos [3]; % CopterSim 全局位置，单位m。根据飞机的GPS坐标解算得到，以Ue地图的坐标中心为原点，使用多机控制时，应该使用本接口。

第4~6维： AngEular[3]; % Pixhawk估计得到的姿态欧拉角，单位弧度。

第7~9 维： localPos[3]; % Pixhawk 估计得到的，以 gpsHome 为原点的相对北东地位置向量，单位m，z轴向下为正。本接口以每个飞机的各自上电GPS坐标为原点，在集群仿真时，不应该直接使用本接口，因为所有飞机起飞时，localPos都是0，但是初始位置在地图上时有区别的。

第10~12维： localVel[3]; % 北东地的运动速度向量，单位m/s

2. 通信接口Offboard_full数据协议

此实验的案例模型中SimpleCtrl4D模块可使载具进入Offboard模式，通过发送的指令控制载具在Offboard模式下运动。

ctrlMode：第一位为标志位，0: 表示地球速度控制模式Earth Vel; 1: 机体速度控制模式Body Vel; 2: 地球位置控制模式Earth Pos; 3: 机体位置控制模式Body Pos。

如果ctrlMode = 0，则这四维对应了地球坐标系（以解锁时的位置）下的vx, vy, vz 速度+ yawRate 偏航速率信号；如果ctrlMode = 1，则这四维对应了机体坐标系（以解锁时机体姿态和位置）下的vx, vy, vz 速度+ yawRate 偏航速率信号；如果ctrlMode = 2，则这四维对应了地球坐标系（以解锁时的位置为原点）下的x, y, z位置+ yaw偏航信号；如果ctrlMode = 3，则这四维对应了机体坐标系（以解锁时机体姿态和位置）下的x, y, z位置+ yaw偏航信号。



3. 帮助页面

(1) 在RflyUdpFast模块点击帮助，可以弹出帮助页面；

Block Parameters: RflyUdpFast

RflyUdpFast API (mask)

RflySimAPIs for multiple uav data acquire and control

1. Target IP: The IP of PC running CopterSims to receive data
2. Vehicle number: Total vehicle number with StartID=1. For example Vehicle number=3 for a CopterID list [1 2 3]
3. CopterID List: a vector of CopterIDs, like [1 2 3] or [1:3] or [4 5 7]
4. UDP Mode: Full or simple mode to transmit data
5. GPS Orin: the lat lon alt of GPS position for calculate global position
6. check the "Help" button for the definition

Parameters

Target IP Address

127.0.0.1

目标电脑IP

Vehicle number or CopterID list (e.g., [1 3 4])

1

飞机数量或飞机ID列表

UDP Mode

FullData Mode

仿真模式

GPS Orin [Lat Lon (degree) Alt(m)] for GlobalPos

[40.1540302, 116.2593683, 50.0]

GPS原点

Sample Time

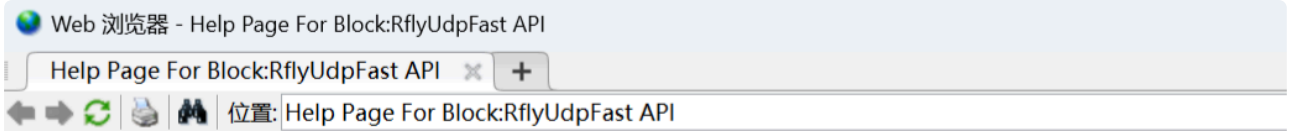
1/30

OK

Cancel

Help

Apply



RflyUdpFast API

1. IP Address

需要控制飞机的CopterSim所在电脑的IP地址，通常情况下，取本机地址“127.0.0.1”即可。如果要在

2. Vehicle Number (飞机数量)

Vehicle number飞机数量表示需要连接的CopterSim数量，该模块的输入输出端口数量由该选项控制。

3. CopterID List (飞机ID列表)

用一个向量表示，本模块一共仿真多少个飞机（向量长度），每个飞机的序号是多少（向量数值）
例如，[1:5] 等于 [1 2 3 4 5] 表示前五个飞机，或者[6:10]，或者[1 3 5 6]

4. UDP Mode (通信模式)

和CopterSim界面上的“通信模式”下的UDP_Full和UDP_Simple相对应。Full模式数据更全，但是数据

A. FullData完整模式

模块输入为15维的double型向量，具体定义（实现MAVLink的Offboard消息）如下

第1维: time_boot_ms; %当前时间戳（填0即可，目前没有使用）

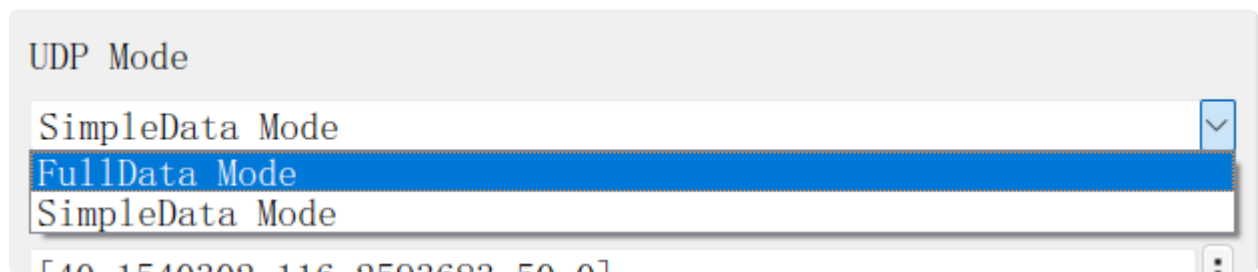
第2维: copterID; %飞机ID（填1即可，目前没有使用）

第3维: type_mask; %输入控制模式（同Offboard定义）

第4维: coordinate_frame; %坐标系模式（同Offboard定义）

第5~15维: ctrl[11]; %分别对应了3维的期望位置pos,3维的期望速度vel, 3维的期望加速度acc, 1维

(2) 增加了一个GPS Orin输入项，能够输入GPS原点的坐标，用于获取正确的GlobalPos。



7. 常见问题

Q1: ***

A1: ***