

1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

RflySerialRaw通信接口的FullDataModel模式单机实验

1.2 实验目的

FullDataModel模式是一种通信接口模式，用于在单机实验中处理完整的数据模型。这种模式通常用于测试、验证和优化数据处理算法，以确保其在实际应用中的性能和可靠性。

1.3 关键知识点

了解RflySim

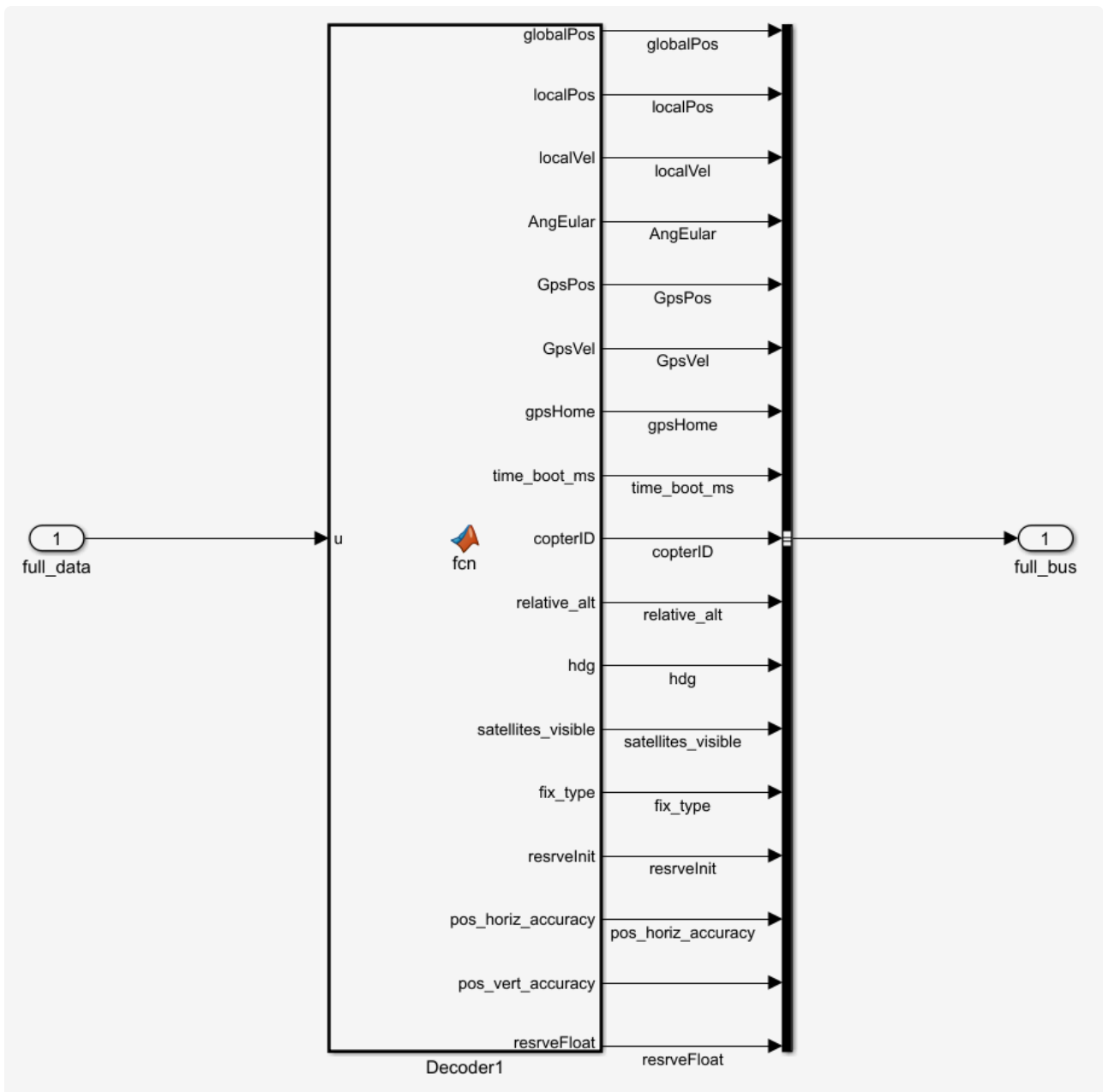
Swarm的RflyUdpFast传输模块搭建Simulink模型的参数配置信息，关键点“设置成FullData Mode”。



The image shows a screenshot of the parameter configuration window for the RflyUdpFast module in Simulink. The window is titled "Parameters" and contains several fields with red annotations:

- Target IP Address:** The field contains "127.0.0.1" and is annotated with "控制本机飞机" (Control local aircraft).
- Vehicle number or CopterID list (e.g., [1 3 4]):** The field contains "1" and is annotated with "数量为1" (Quantity is 1).
- UDP Mode:** The dropdown menu is set to "FullData Mode" and is annotated with "完整数据模式" (Full data mode).

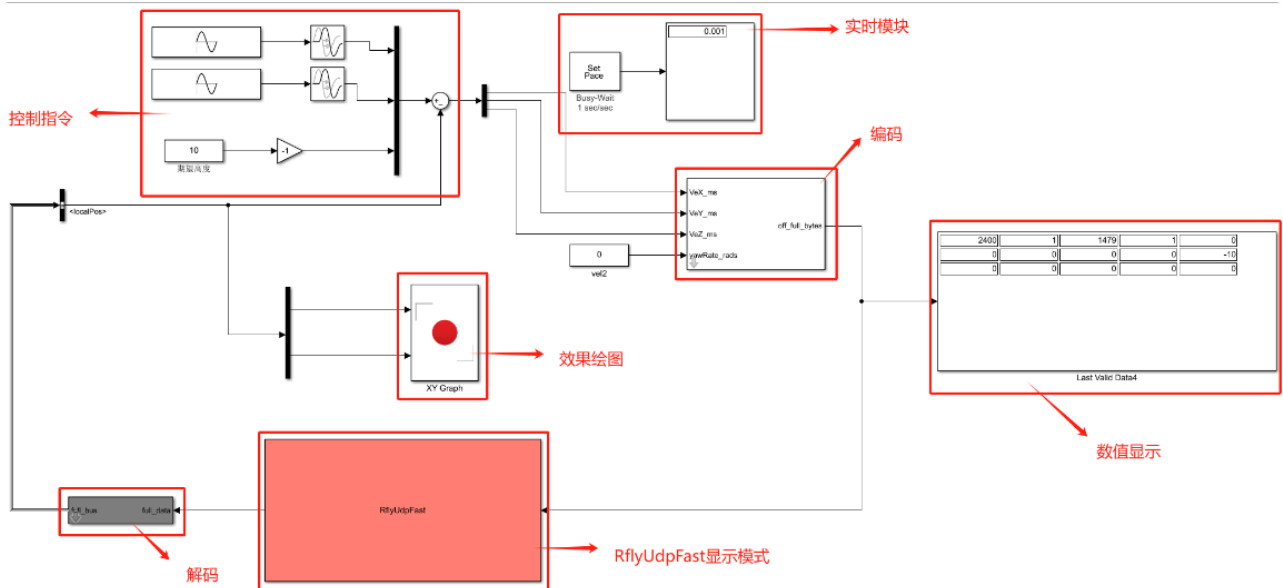
FullData完整模式输出bus支持的消息如下



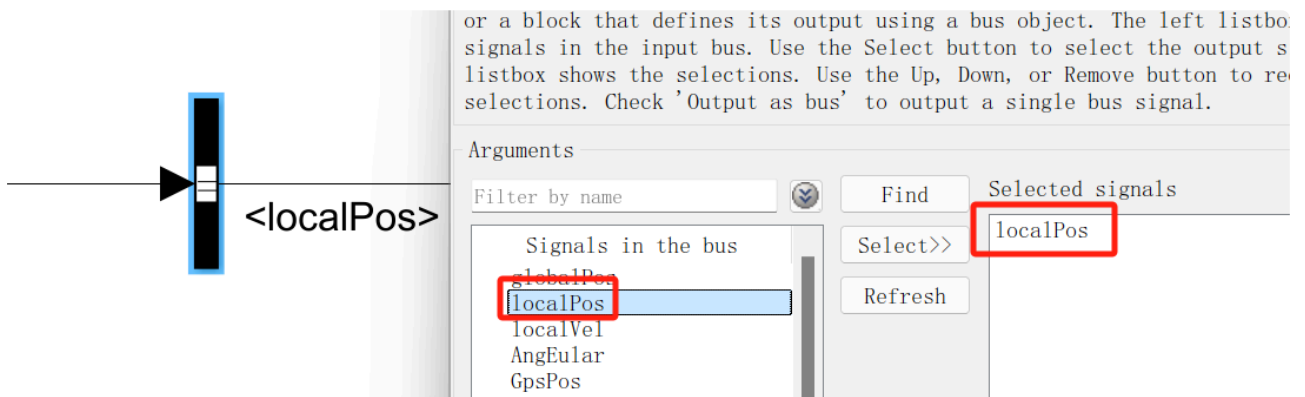
熟悉使用RflyUdpFast传输模块开展软件在环实验及硬件在环实验。

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。

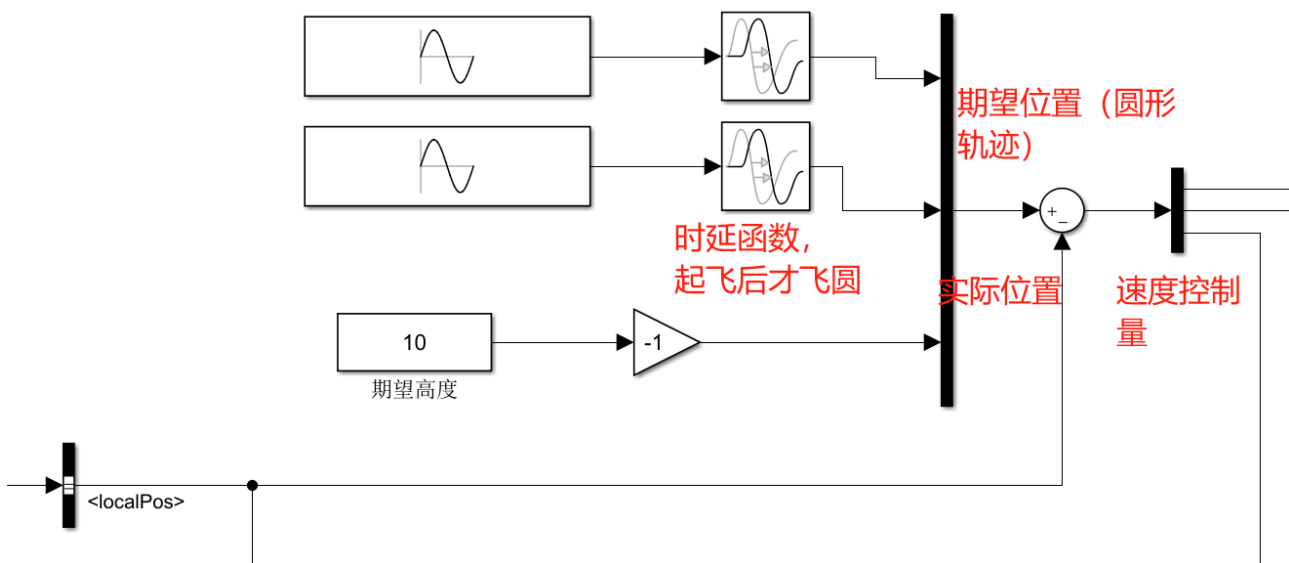
(1) 在Simulink中建立一个模型，包括RflyUdpFast传输模块和用户搭建的控制算法模块；



(2) 本例程订阅FullData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vel_ned_full模块，将速度vx vy vz yaw速度指令，转化为RflyUdpFast需要的信号维度并最终通过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）
<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）
<RflyUdpRawMavlink.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）
<RflyUdpRawMavlink.slx>	Simulink控制模型主程序
<RflyUdpRawMavlink.exe>	生成好的exe版本程序，支持高性能运行

文件夹/文件名称	说明
<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://rflsim.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://rflsim.com/>

5. 实验步骤

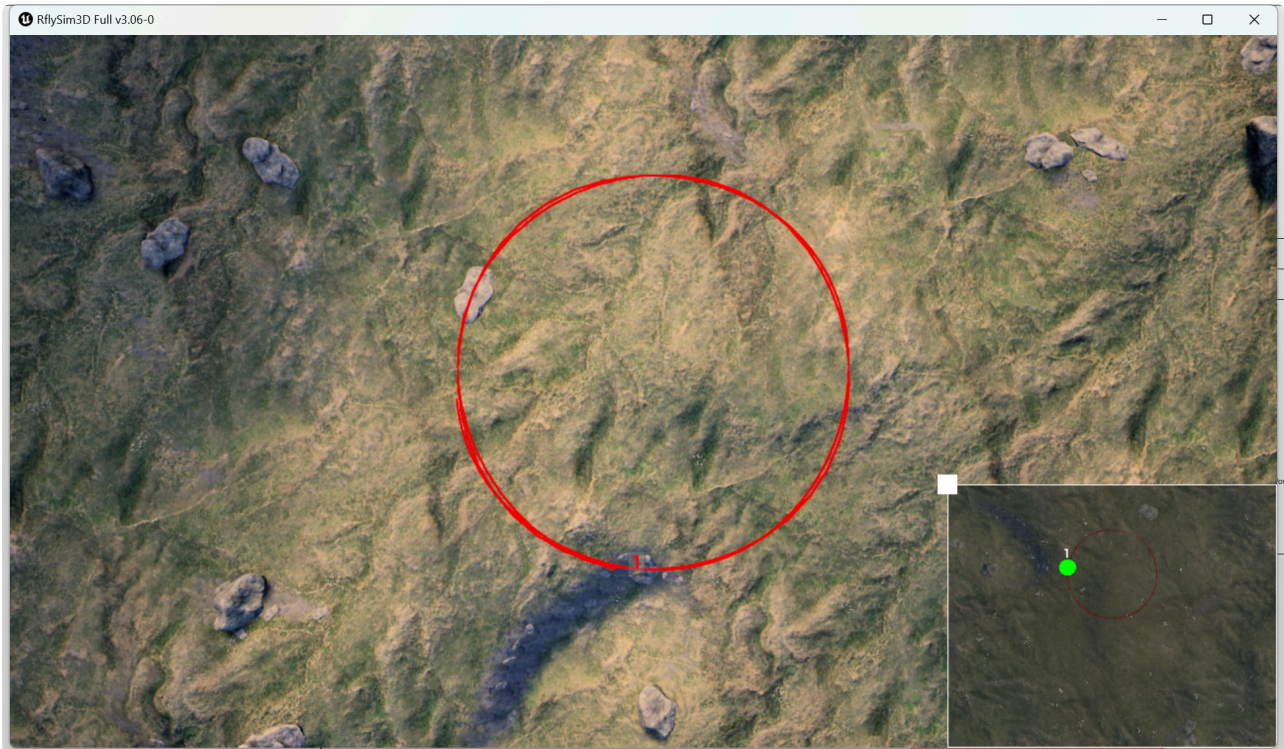
软件在环仿真实验步骤

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

(2) 在MATLAB打开<RflyUdpRawMavlink.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<RflyUdpRawMavlink.exe>，也可以达到同样效果。

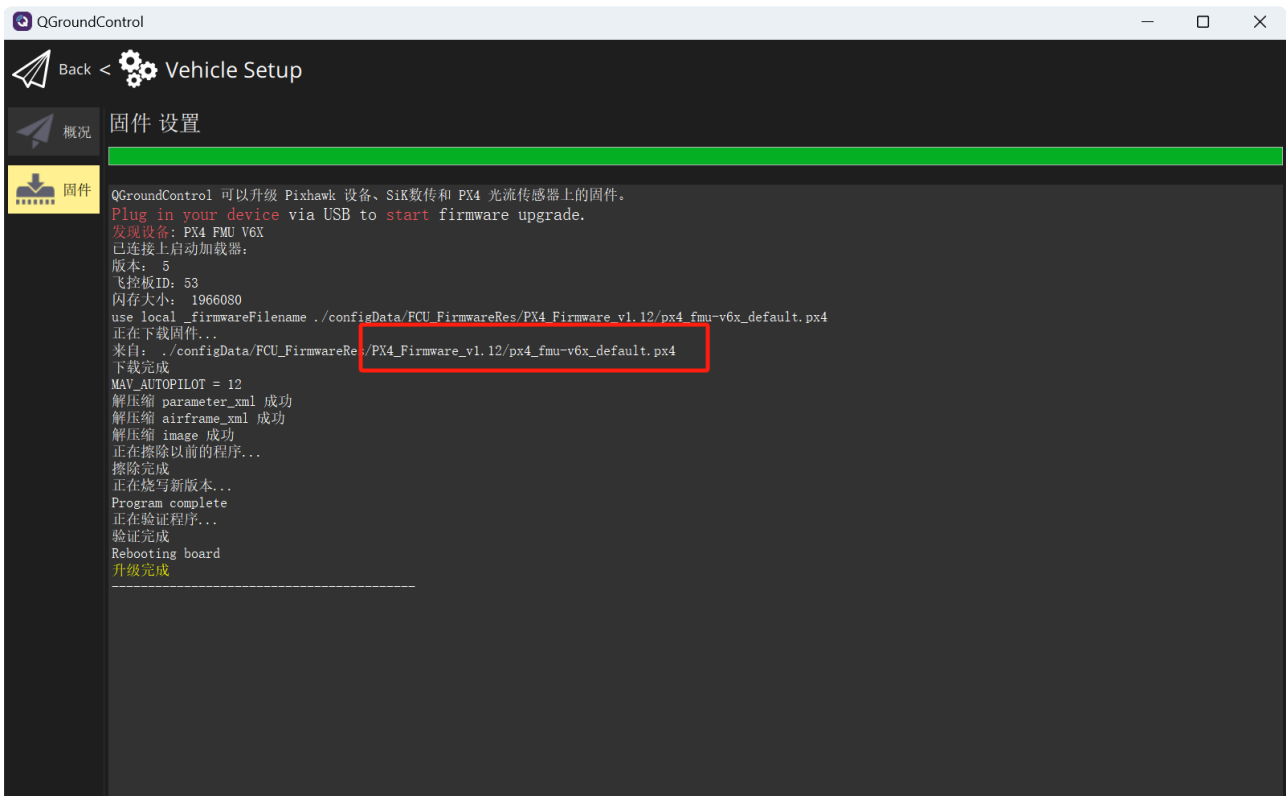


(3) 查看RflySim3D窗口，按S键打开飞机标号，T键开启飞机飞行轨迹，N+数字6键，切换自由视角。



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<RflyUdpRawMavlink.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<RflyUdpRawMavlink.slx>，也可以达到同样效果。



6.参考资料

1. 通信接口的FullData模式数据协议

此实验的案例模型中Full_data_decoder模块以总线的方式输出为31维的double型向量（全部转发自Pixhawk内部滤波值），具体定义如下：

第1~3维：gpsHome[3];

%Home点（上电之后不会变）的经纬高坐标，经纬度需要除以1e7才能得到度为单位的经纬度，高需要除以1e3才能得到m为单位的高（向上为正）；

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；

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

第13~15维: GpsPos[3]; %实时的GPS位置, 单位和gpsHome相同, 但是会实时变化;

第16~18维: GpsVel[3]; %GPS速度, 需要除以100得到m/s为单位的的速度;

第19维: time_boot_ms; %上电时间;

第20维: copterID; %飞机ID (填1即可, 目前没有使用);

第21维: relative_alt=u(21); %

GPS相对高度, 需要除以1000得到m为单位的高度, 向上为正;

第22维: hdg=u(22); % GPS航向角, 需要除以1000得到0~360度范围的角度;

第23维: satellites_visible=u(23); %可见卫星数量;

第24维: fix_type=u(24); %定位精度;

第25维: resrveInt=u(25); % int类型的保留位;

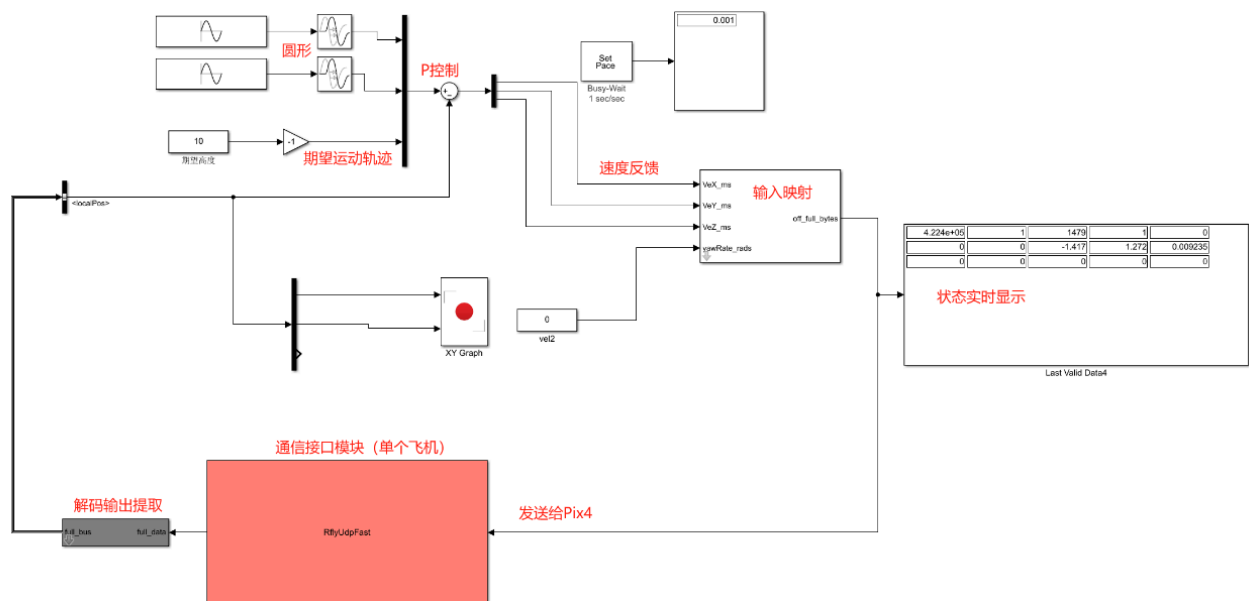
第26维: pos_horiz_accuracy=u(26); %水平定位精度, 单位m;

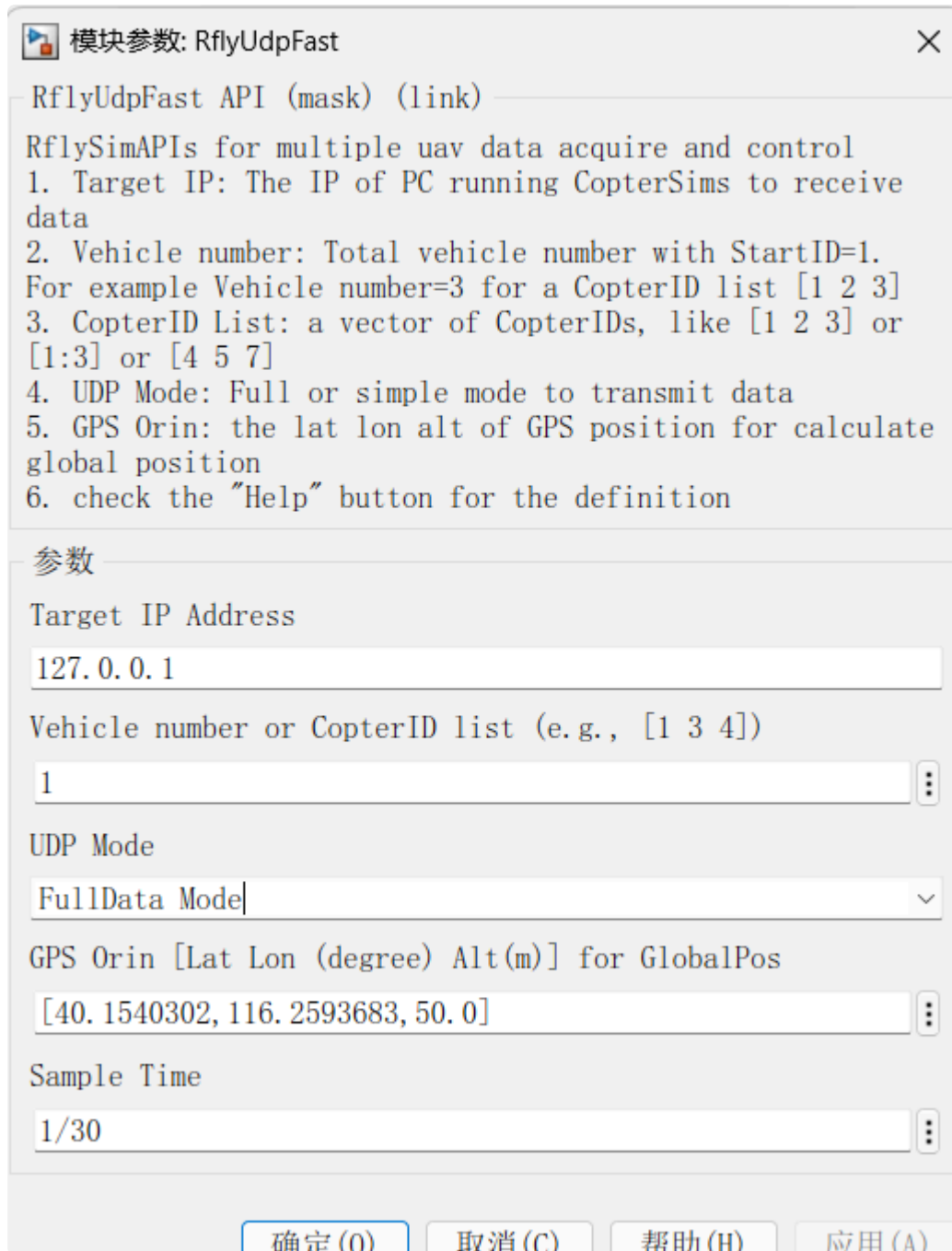
第27维: pos_vert_accuracy=u(27); %竖直定位精度, 单位m;

第28维: resrveFloat=u(28); % float型保留位, 未被启用;

第29~31维: globalPos=u(29:31); %

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。

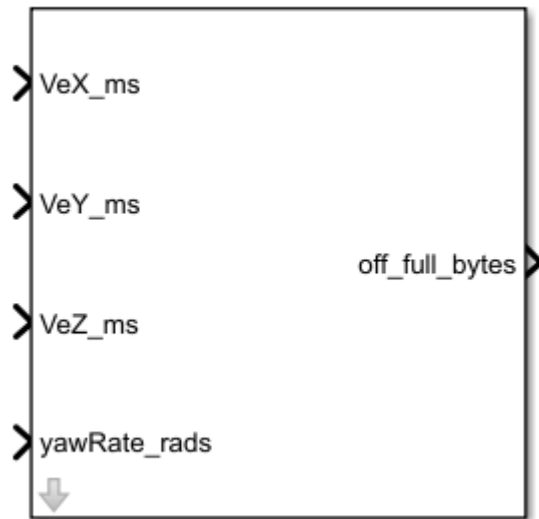




2. 通信接口Offboard_full数据协议

此实验的案例模型中Full_data_decoder模块可使能载具进入Offboard模式，通过发送的指令(可以是：vx、vy、vz、yawrate)控制载具在Offboard模式下运动。

NED 坐标系下：Vx、Vy、Vz：速度控制 (m/s)，Yawrate：偏航速度控制 (rad/s)。



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

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

1

UDP Mode

FullData Mode

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

[40.1540302, 116.2593683, 50.0]

Sample Time

1/30

OK Cancel Help Apply

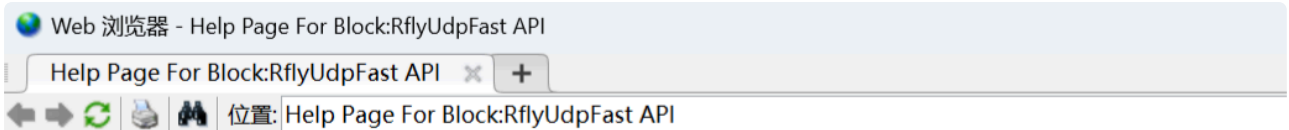
使用说明

目标电脑IP

飞机数量或飞机ID列表

仿真模式

GPS原点



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）

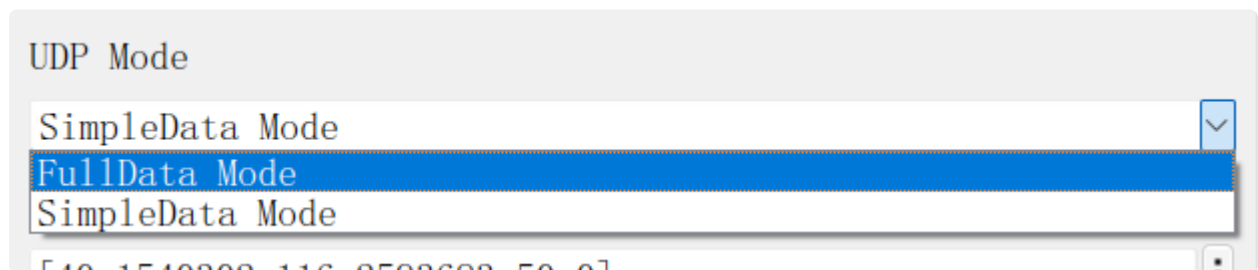
第2维: copterID; %飞机ID（填1即可，目前没有使用）

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: ctrls[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。



4. 关键参数讲解

(1) 初始位置设置

```
23
24 REM Or comment the above code to use the following form
25 SET PosXStr=0,0,0,0,2,2,2,2,4,4,4,4,6,6,6,6
26 SET PosYStr=0,2,4,6,0,2,4,6,0,2,4,6,0,2,4,6
27 SET YawStr=0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
28
```

PosXStr

PosYStr

YawStr

三个逗号分隔的字符串，用于存储一个飞机布局列表。后续，进行软硬件在环仿真时，会依次从本列表中读取数值，并赋值给CopterSim的初始xy位置和偏航角的输入框。



起点位置: GPS坐标 偏航: °
x: y: yaw

注意：PosXStr、PosYStr、YawStr支持输入浮点数。

(2) 修改飞机数量

主要针对RflyUdpSimpleFour.bat文件，里面的SET /A VehicleNum对应了启动的软件在环仿真的飞机数。

5

6 SET /A VehicleNum=1

(3) 修改三维样式

主要是使用SET /a CLASS_3D_ID这个语句，默认值-1，会使用DLL或CopterSim里面内置的三维样式ID，如果这里指定了值，会使用本值发送给RflySim3D，从而显示指定的飞机样式。

注意：使用 样式ID+子样式ID* 100000 的样式，可以设置子样式。

例如，100003，表示3号样式（四旋翼）的低1个子样式（对应DJI机架）

SET UDPSIMMODE=UDP_FULL

或者

SET UDPSIMMODE=UDP_Simple

要根据当前的Simulink模块使用的数据协议，来对应修改bat里面的通信协议。总体来说，Full模式的数据更快、更全，需要占用较高带宽，适合小规模仿真，例如10个以下；simple模式的数据量小，适合大规模集群仿真，例如20个以上。

(5) 修改初始飞机ID号

SET /a START_INDEX=1

修改本值，能够改变仿真时的初始飞机号。

例如，我要仿真10到20号飞机，需要设置START_INDEX=10，以及VehicleNum=11（6）
修改地图和DLL模型等

修改DLL模型的名字，如果为0，则使用CopterSim的模型，如果是字符串，则搜索.dll名字
的模型。

set DLLModel=0

使用指定的地图名字

SET UE4_MAP=Grasslands

（7）通过开启多个bat脚本，来构建多种不同载具，不同ID的仿真场景原则上，一个bat脚本只能启动一种类型的飞机，且需要连续数量。如果需要开启不同类型的载具，需要创建多个bat脚本，分别启动（或者再创建一个bat脚本，自动调用几个子bat脚本）

在修改脚本时，一定要避免后开的脚本，将一些软件关闭掉，或者重复开启QGC等软件。
例如：

```
110
111
112 REM QGCPath
113 tasklist|find /i "QGroundControl.exe" || start %PSP_PATH%\QGroundControl\QGroundControl.exe -noComPix
114 ECHO Start QGroundControl
115
116 REM UE4Path
117 cd /d %PSP_PATH%\RflySim3D
118 tasklist|find /i "RflySim3D.exe" || start %PSP_PATH%\RflySim3D\RflySim3D.exe
119 choice /t 5 /d y /n >nul
120
121
122 tasklist|find /i "CopterSim.exe" && taskkill /im "CopterSim.exe"
123 ECHO Kill all CopterSims
124
```

上面的脚本，就需要在后启动的脚本中删除掉。其余情况，请搜索taskkill来确认需要的软件，不会被自动关闭。

（8）修改GPS原点坐标（对应QGC的GPS原点，或者UE Cesium全球大场景下的GPS原点）

SET isPosGps=0 # 如果设置为1，则PosXStr

、PosYStr、YawStr需要给GPS坐标值，而不是xyyaw的值。

REM set isBatLLAOrin to 1 if use LatLongAlt instead of LLA in model or map/txt

SET isBatLLAOrin=0 #

如果设置为1，则使用后文LatLongAlt的值，作为GPS原点；否则使用CopterSim自行决定的GPS原点值（png
txt里面定义的，或者模型内部定义的）

REM use LatLongAlt to the GPS origin if isBatLLAOrin is set to 1

SET LatLongAlt=40.1,116.2,50 # GPS坐标原点的值

一组典型设置如下

这里设定1个飞机的GPS坐标

SET PosXStr=40.1233

SET PosYStr=112.321

SET YawStr=0

SET isPosGps=1 # 让PosXStr使用GPS坐标来初始赋值

SET isBatLLAOrin=1 # 使用bat脚本内LatLongAlt的值设置GPS原点

SET LatLongAlt=40.1,116.2,50 # GPS原点坐标，会发送给QGC和UE

SET

ComNum=0表示1个飞机，串口号为0。CopterSim内部如果串口号设置为0，会遍历所有串口，找到可连接的飞控。

SET

ComNum=0,0,0,0表示4个飞机，串口号都为0，会自动连接串口。按时序的话，会依次连四个飞控。

7. 常见问题

Q1: ***

A1: ***