

1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

dll模型外部通信实验之读取仿真真值数据

1.2 实验目的

在使用平台（UDP/MAVLink模式皆可）进行软/硬件在环仿真时，可以通过监听UDP30101系列端口接收CopterSim飞行仿真的真实数据。

1.3 关键知识点

详细实验原理见：

[\4.RflySimModel\0.ApiExps\3.ExtCtrlAPI\Readme.pdf](#)

源端口号（16位）	目的端口号（16位）
UDP长度（16位）	UDP校验和（16位）
实际数据内容	

无论应用程序使用 TCP（传输控制协议）传数据，还是 UDP（User Datagram Protocol用户数据报协议）

传数据，都要监听一个端口，这个端口用来区分应用程序，故端口不能冲突。所以，无论是 TCP 还是 UDP 包头里面都应该有端口号，根据端口号，将数据交给相应的应用程序。

每个 UDP 报文分为 UDP 报头和 UDP 数据区两部分。报头由 4 个 16 位长（2 字节*4=8字节）字段组成，分别说明该报文的源端口、目的端口、报文长度和校验值。

- 源端口号(Source Port) :这个字段占据 UDP 报文头的前 16 位，通常包含发送数据报的应用程序所使用的 UDP 端口。接收端的应用程序利用这个字段的值作为发送响应的目的地址。这个字段是可选项，有时不会设置源端口号。没有源端口号就默认为 0，通常用于不需要返回消息的通信中。
- 目标端口号(Destination Port): 表示接收端端口，字段长为 16 位

- 长度(Length): 该字段占据 16 位，表示 UDP 数据报长度，包含 UDP 报文头和 UDP 数据长度。因为 UDP 报文头长度是 8 个字节，所以这个值最小为 8，最大长度为 65535 字节。
- 校验和(Checksum): UDP 使用校验和来保证数据安全性，UDP 的校验和也提供了差错检测功能，差错检测用于校验报文段从源到目标主机的过程中，数据的完整性是否发生了改变。

2. 实验效果

启动软/硬件在环仿真，待仿真初始化完成（GPS 3D fixed）后，监听UDP30101系列端口接收CopterSim飞行仿真的真实数据。

3. 文件目录

例程目录：

[安装目录]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\0.ApiExps\3.ExtCtrlAPI\2.ExtCtrlAPI-UDP30100

文件夹/文件名称	说明
MulticopterNoCtrl.dll	四旋翼动力运动学模型， 软硬件在环仿真时调用该动态链接库并配合官方控制器实现仿真过程
MulticopterNoCtrlHITLRun.bat	四旋翼硬件在环仿真启动脚本
MulticopterNoCtrlSITLRun.bat	四旋翼软件在环仿真启动脚本
PX4ExtMsgSender.slx	外部通信接口程序

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③。

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或其它飞控② 1台；数据线 1台。

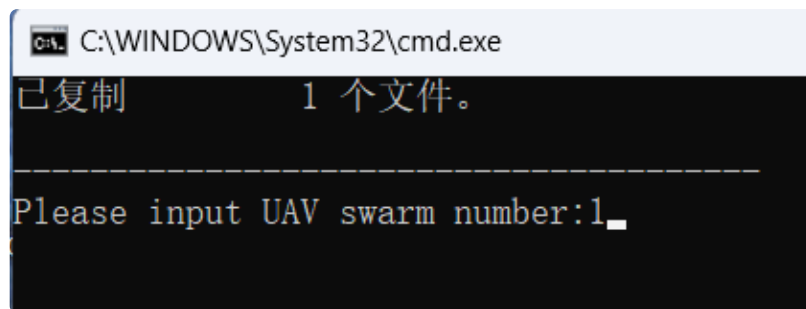
①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

5. 实验步骤

5.1. 必做实验：软件在环仿真

Step 1：启动仿真

右键以管理员身份运行 `MulticopterNoCtrlSITLRun.bat`，在弹出的页面中输入1，启动1架四旋翼飞机的软件在环仿真。



Step 2：运行Simulink模型

打开 `PX4ExtMsgSender.slx`，待仿真初始化完成后，运行 `slx` 文件。点击 `RflySim3D` 并按下 `D`，可在左上角查看相关数据。

CopterSim v2.53-20230510

机架类型: 四旋翼 | 整机质量: 1.5 kg | 机架轴距: 450 mm | 飞行海拔: 50 m

品牌型号: 品牌型号 自定义设计

电机品牌: DJI (大疆) | 型号: 2312 KV960

螺旋桨品牌: APC | 型号: 10x4.5MR

电调品牌: Hobbywing (好盈) | 型号: XRotor 20A

电池品牌: ACE (裕氏电池) | 型号: LiPo 3S-11.1V-25C-5500mAh

机型数据库: | 计算 | 模型参数 | 加入模型库 | 删除当前机型

本机ID: 1 | UDP收端口: 20100 | 使用DLL模型文件: MulticopterNoCtrl | 仿真模式: PX4_SITL_RFLY | 三维显示场景: Grasslands | 联机: | 飞机起点位置: x: 0, y: 0, yaw: 0

飞控选择: | UDP Mode: UDP_Full | 开始仿真 | 停止仿真 | 重新仿真

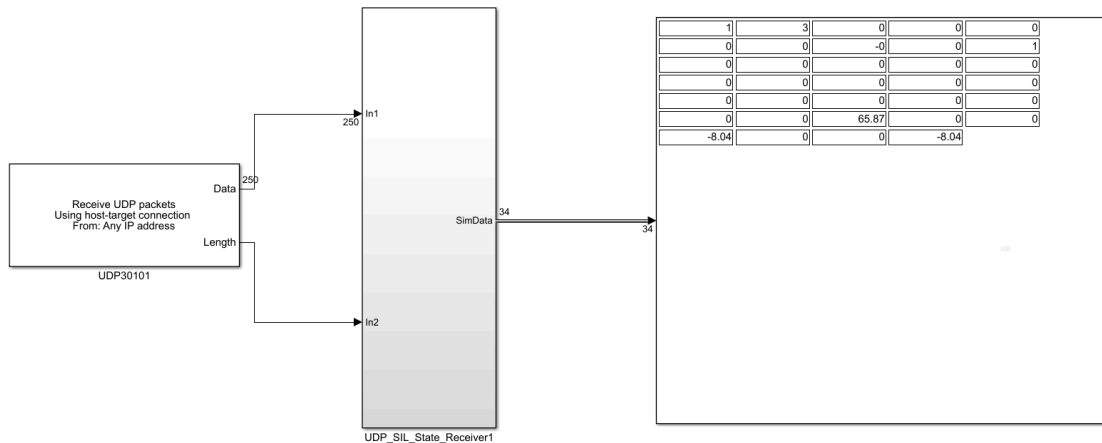
```

PX4: Command ID: 512 ACCEPTED
PX4: Command ID: 512 ACCEPTED
PX4: Failsafe mode activated
PX4: Enter Altitude Mode!
PX4: Failsafe mode deactivated
PX4: GPS 3D fixed & EKF initialization finished.
PX4: Enter Position Mode!
  
```

X: 0 | Y: 0 | Z: 8.04

Vx: 0 | Vy: 0 | Vz: 0

ϕ : 0 | θ : 0 | ψ : 0



Get true simulation states (the same as UE4 received) from CopterSim through port 30101

Vehicle info of ID 1 with style 3

Timestamp (s): 23.7452

Position xyz: 0.000, 0.000, -8.040

Euler angles: 0.000, -0.000, 0.000

Velocity xyz: 0.000, 0.000, 0.000

Angular rate: 0.000, 0.000, 0.000

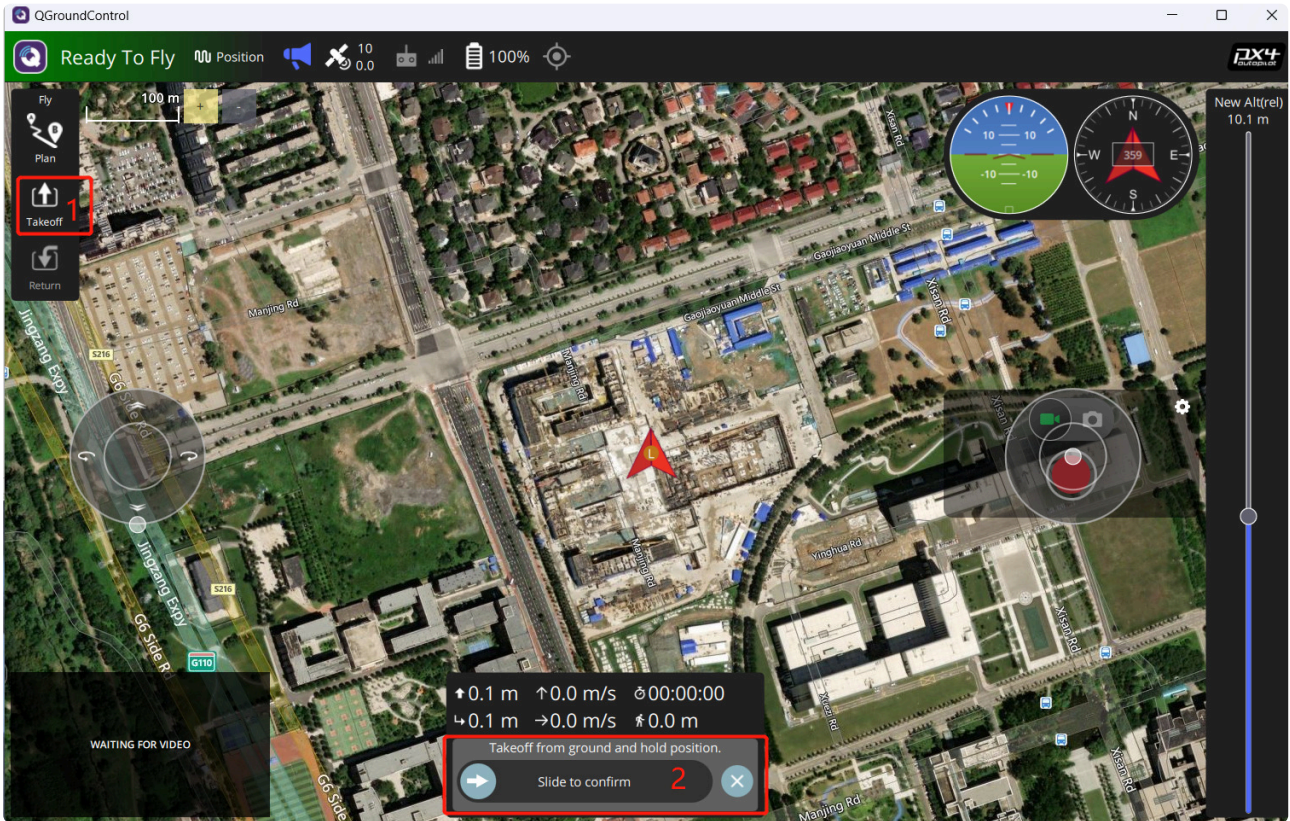
Acceleration xyz: 0.000, 0.000, 0.000

GPS Pos: 0.00000000, 0.00000000, -8.03999996

Actuator output 1-8: 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00

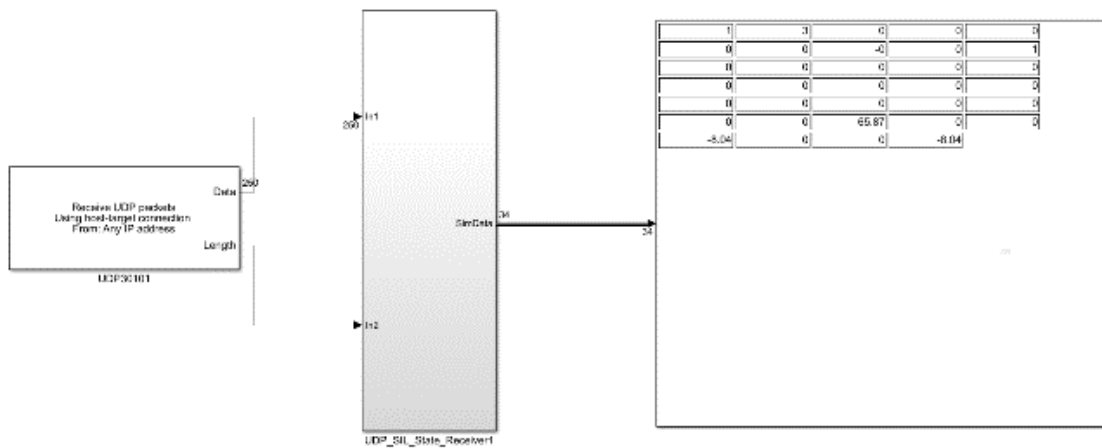
Step 3: 四旋翼起飞

在QGC左上角点击Takeoff，滑动解锁后四旋翼起飞到指定高度。

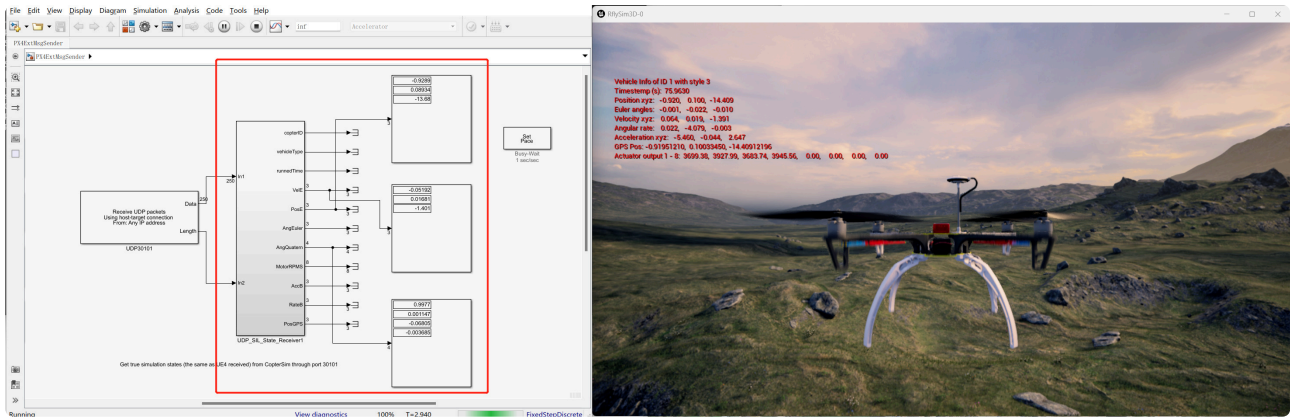


Step 4: 查看仿真真值

在PX4ExtMsgSender.slx的UDP_SIL_State_Receiver1模块display实时查看仿真真值的变化。



Get true simulation states (the same as UTM received) from Completion through port 20101



5.2. 选做实验：硬件在环仿真

Step 1: 连接飞控

如下图所示，将飞控通过USB线连接电脑，并确保完成硬件在环仿真配置。注意，本图使用Pixhawk6x飞控，其他飞控配置方法类似（推荐使用Pixhawk飞控）。

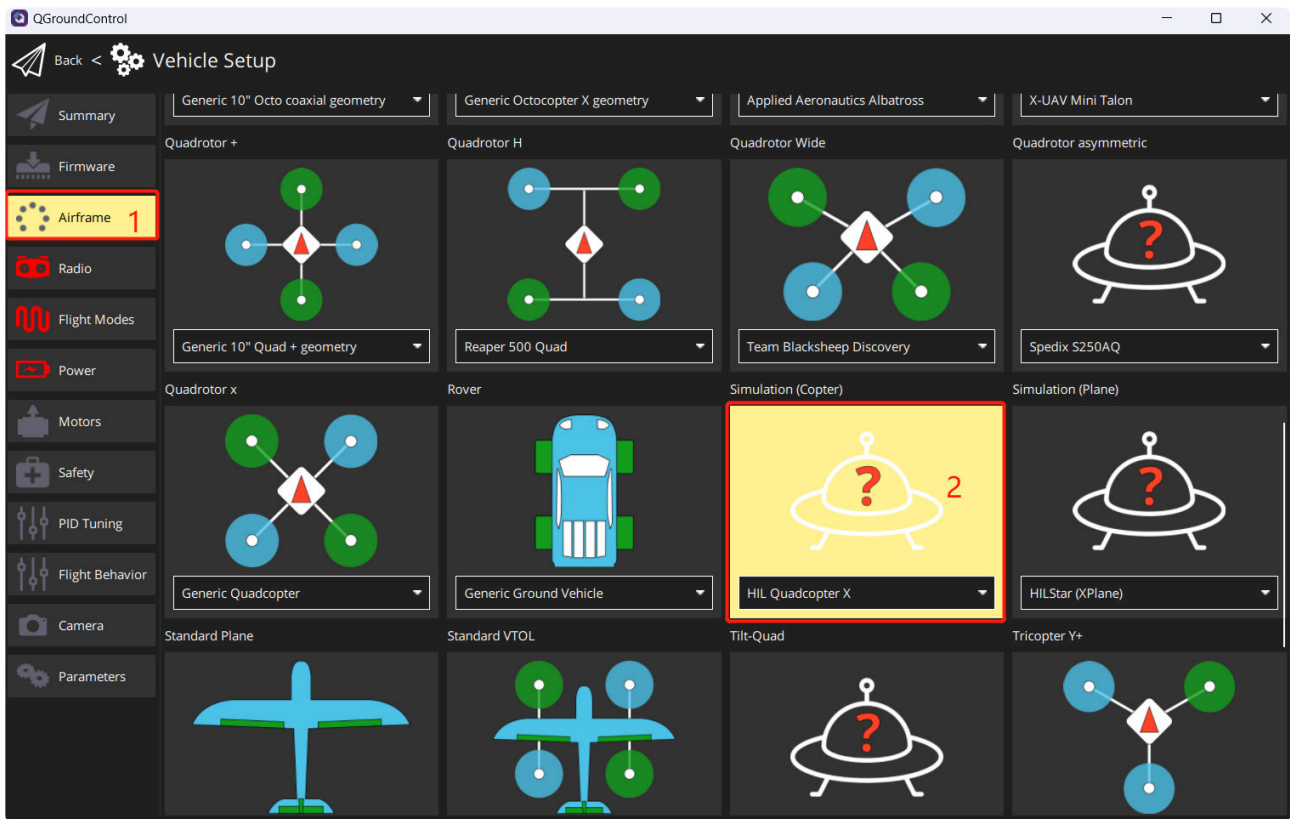


Step 2: 设置硬件在环机架

在 Rflytools 文件夹中打开 QGC 地面站。

	3DDisplay	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	CopterSim	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	FlightGear-F450	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB
	HITLRun	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB
	Python38Env	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB
	QGroundControl	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	RflySim3D	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	RflySimAPIs	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	RflySimUE5	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	SITLRun	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB
	Win10WSL	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB

点击Airframe，选择HIL Quadcopter X机架类型后，点击应用并且重启。





Step 4: 启动仿真

右键以管理员身份运行 `MulticopterNoCtrlHITLRun.bat`，根据提示输入飞控所对应的端口号，这里输入4，启动硬件在环仿真。

```

C:\> 选择 C:\WINDOWS\System32\cmd.exe

已复制      1 个文件。

-----

Please input the Pixhawk COM port list for HITL
Use ', ' as the separator if more than one Pixhawk
E.g., input 3 for COM3 of Pixhawk on the computer
Input 3,6,7 for COM3, COM6 and COM7 of Pixhawks

Available COM ports on this computer are:
COM4: USB ???

Recommended COM list input is: 4

-----

My COM list for HITL simulation is:4
  
```

Step 5: 仿真过程

重复5.1的Step2-Step4，效果与软件在环一致。

6.参考资料

1. DLL/SO模型与通信接口..\..\PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf
2. 外部控制接口..\..\PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf

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