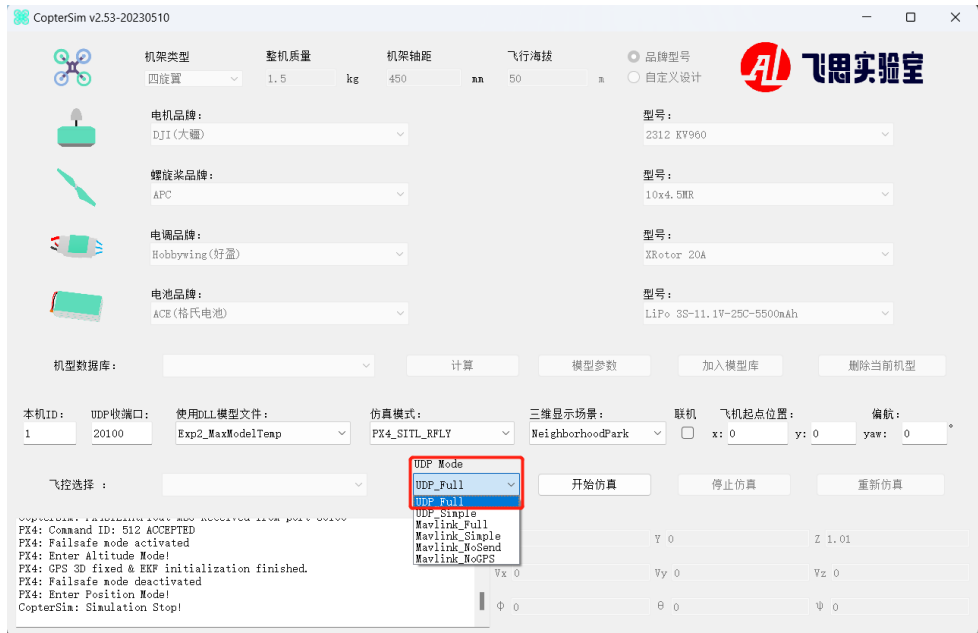


1. 实验名称及目的

1.1. 实验名称

dll 模型外部通信实验之读取状态估计值



1.2. 实验目的

在使用 RflySim 平台以 UDP_Full 模式进行软/硬件在环仿真时，可以通过监听 UDP20101 系列端口接收 PX4 内部状态估计值。

注意，由于飞控提供的位姿数据是实际飞行环境中状态数据的唯一来源，所以有时也把把这个状态估计值称为真值。

1.3. 关键知识点

详细实验原理见：[\4.RflySimModel\0.ApiExps\3.ExtCtrlAPI\intro.pdf](#)

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。

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	

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

以 UDP_Full 模式启动软/硬件在环仿真，待仿真初始化完成（GPS 3D fixed）后，监听 UDP20101 系列端口可以接收到 PX4 内部状态估计值。

3. 文件目录

例程目录：[\[安装目录\]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\0.ApiExps\3.ExtCtrlAPI\1.ExtCtrlAPI-UDP20100\](#)

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

序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑 ^①	1
2	RflySim 工具链	Pixhawk 6X 或其它飞控 ^②	1
3	MATLAB 2017b 及以上 ^③	数据线	1

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

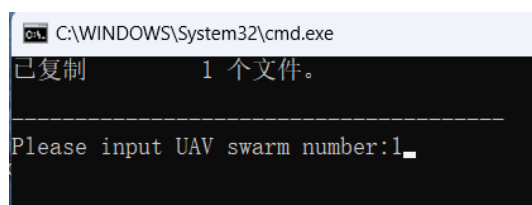
②：若使用 Pixhawk 6X 飞控，平台安装时的编译命令为：px4_fmu-v6x_default，推荐 PX4 固件版本为：1.12.3。其他配套飞控及编译命令请见：<https://rflysim.com/doc/zh/1/Hardware.html>。

5. 实验步骤

5.1. 必做实验：软件在环仿真

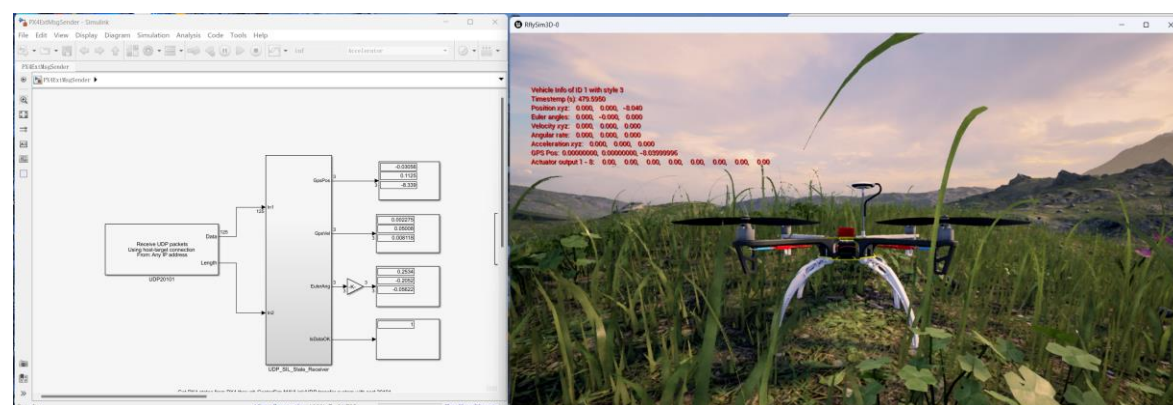
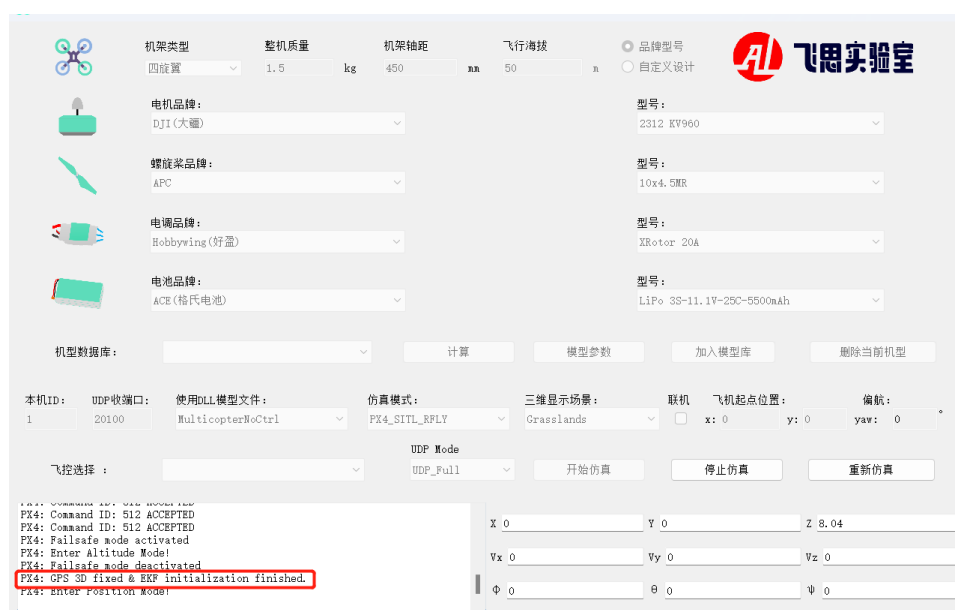
Step 1: 启动仿真

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。



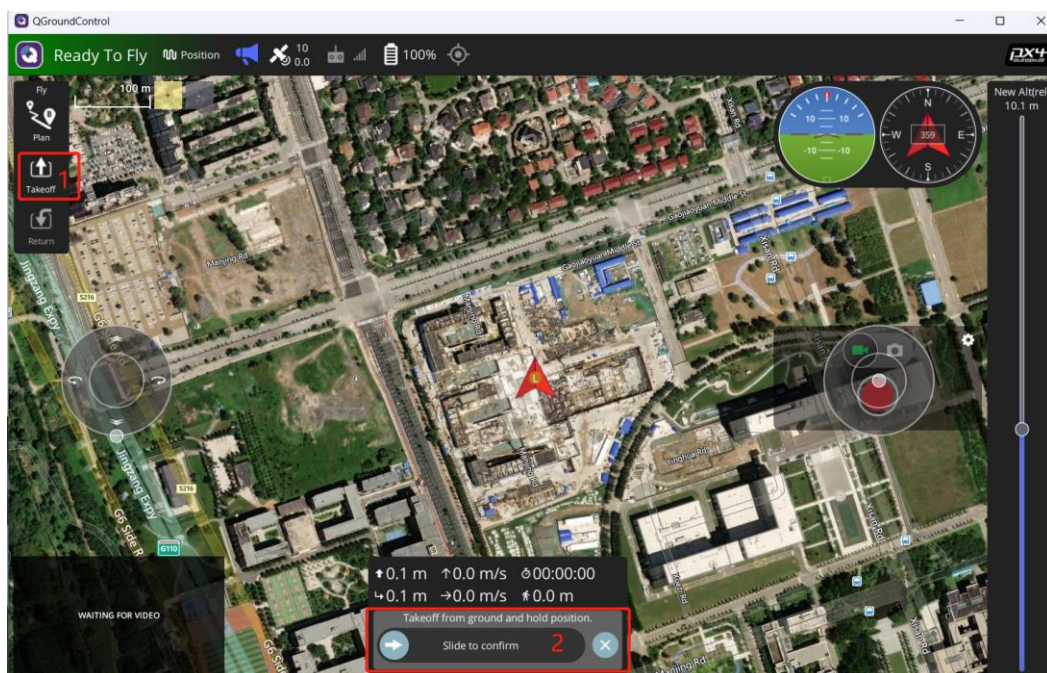
Step 2: 运行 Simulink 模型

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。



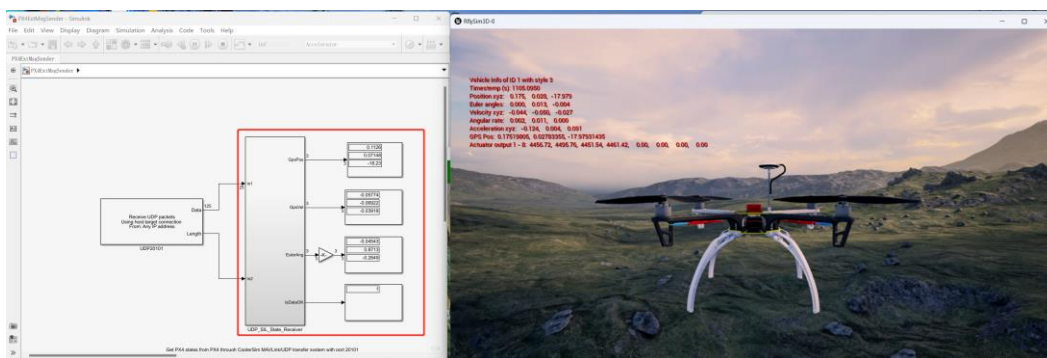
Step 3: 四旋翼起飞

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: 查看状态估计值

在 PX4ExtMsgSender.slx 的 UDP_SIL_State_Receiver 模块 display 实时查看状态估计值变化。



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）。

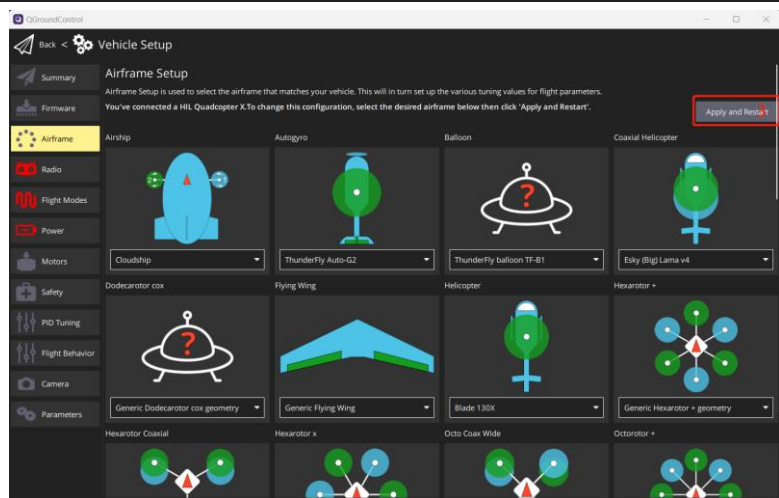
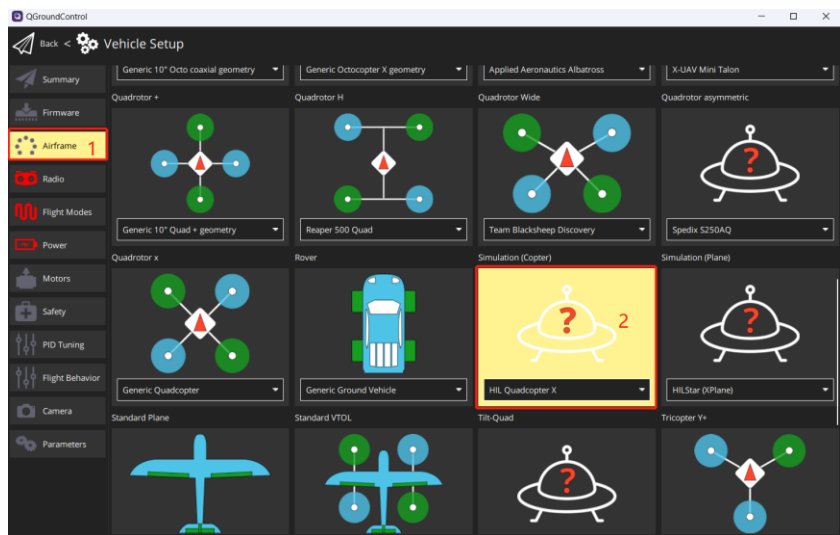


Step 2: 设置硬件在环机架

在 Rflytools 文件夹中打开 QGC 地面站。

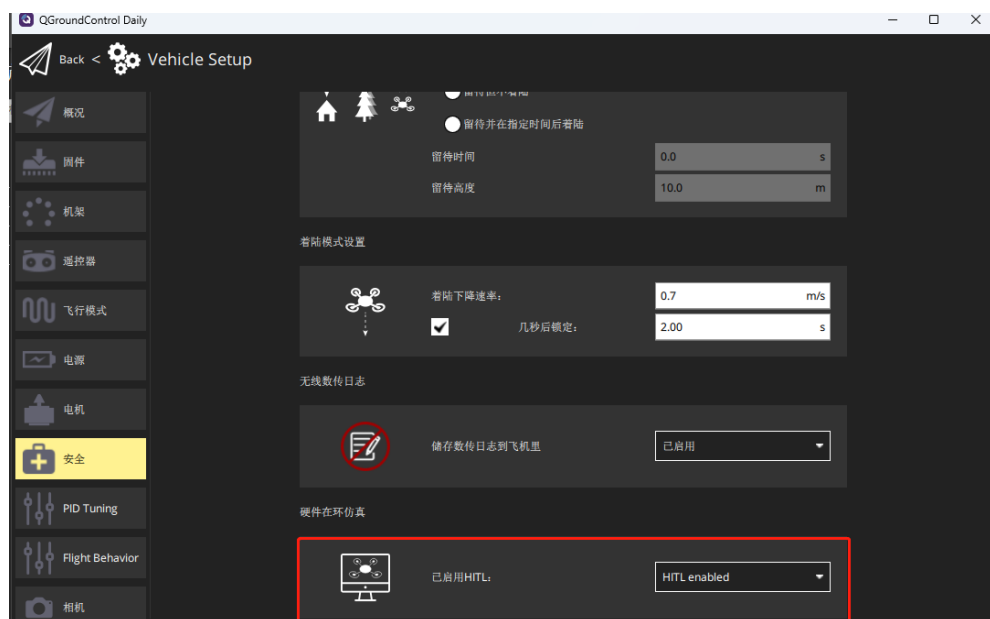
	3DDisplay	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	CopterSim	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	FlightGear-F450	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB
	HITLRun	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB
	Python38Env	2023/7/27 15:02	快捷方式	2 KB
	QGroundControl	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	RflySim3D	2023/7/27 15:02	快捷方式	1 KB
	RflySimAPIs	2023/7/27 15:02	快捷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

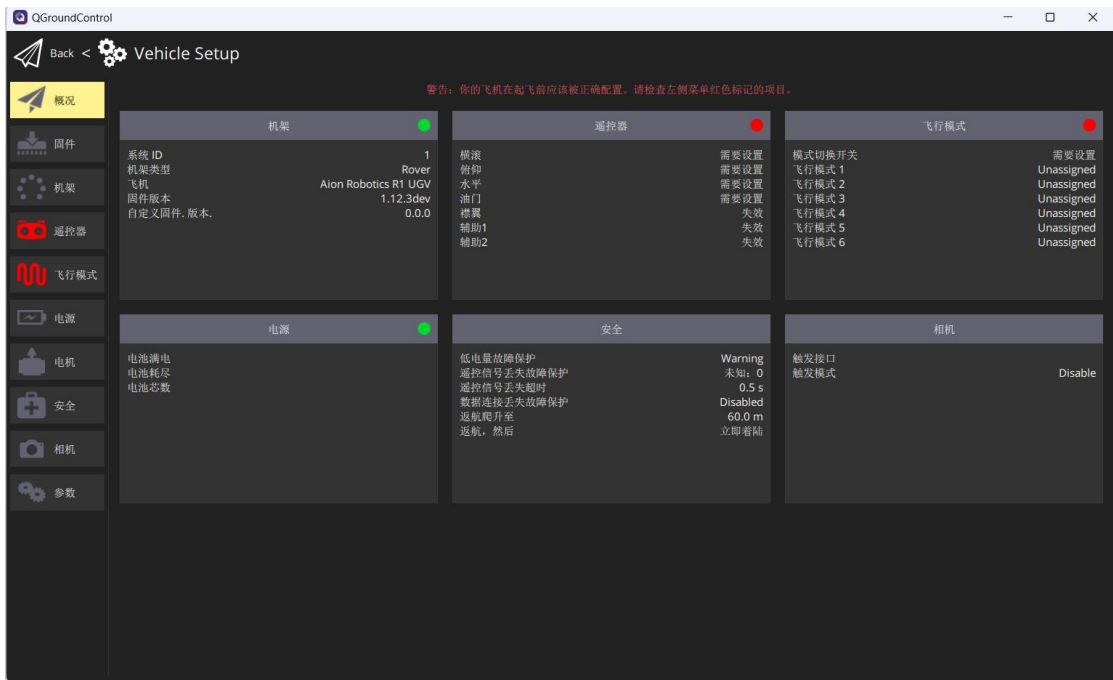
点击 Airframe，选择 HIL Quadcopter X 机架类型后，点击应用并且重启。



Step 3: 配置硬件在环参数

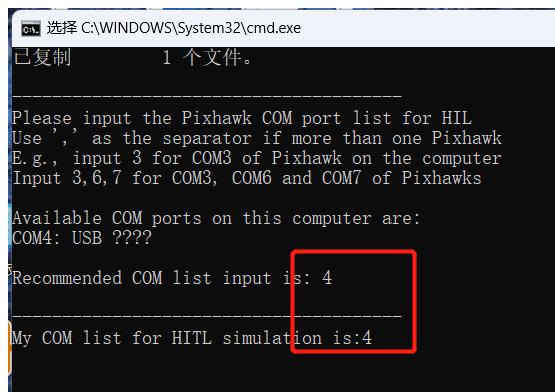
在“安全”界面，选择“HITL enabled”启动硬件在环仿真，之后在概况界面中确认配置完成后，重新插拔飞控完成设置。





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。



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