

5.RflySimFlyCtrl: 底层飞控开发位姿控制与滤波估计文件夹

通过本文件，您可快速了解并掌握本讲全部的例程简介和例程文件地址。

当前位置: [\[安装目录\]\RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\](#)

序号	实验名称	简介	文件地址	版本
1	位姿控制与滤波估计 API 文件	位姿控制与滤波估计开发所使用的 API 接口文档	API.pdf	
2	位姿控制与滤波估计课件	该文件全面的讲解了基于 RflySim 平台的位姿控制与滤波估计开发的实验以及效果展示。	PPT.pdf	
3	底层飞控开发基础接口类实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中接口使用类的实验，旨在帮助用户快速熟悉本讲各种接口以便于后续实验开发。	0.ApiExps\index.pdf	
4	底层飞控开发基础功能性实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中基础性的功能实验，用户可快速上手熟悉一些简单的功能性实验，本讲中包含有多旋翼动力系统建模、传感器标定、滤波器设计、姿态及位置控制器设计以及半自主失效保护逻辑设计实验等。	1.BasicExps\index.pdf	
5	底层飞控开发进阶性实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中进阶的实验，基于 0.ApiExps、1.BasicExps 文件夹中的实验，用户在已经熟悉基于 RflySim 平台开发本章中的实验，该文件夹中的实验均为本讲的进阶例程。	2.AdvExps\index.pdf	
6	底层飞控开发定制性实验	本文件夹中的所有实验均为部分项目中的拆解实验，相比其他文件夹中的实验，该文件夹中的实验更加完整、复杂，满足更多的项目或者科研需求。	3.CustExps\index.pdf	完整版
7	位姿控制与滤波估计介绍	该文件主要介绍本章可实现的功能。	Intro.pdf	

所有文件列表

序号	实验名称	简介	文件地址	版本
1	底层飞控开发位姿控制与滤波估计文件夹	通过本文件, 您可快速了解并掌握本讲全部的例程简介和例程文件地址。	index.pdf	
2	位姿控制与滤波估计 API 文件	位姿控制与滤波估计开发所使用的 API 接口文档	API.pdf	
3	位姿控制与滤波估计课件	该文件全面的讲解了基于 RflySim 平台的位姿控制与滤波估计开发的实验以及效果展示。	PPT.pdf	
4	位姿控制与滤波估计介绍	该文件主要介绍本章可实现的功能。	Intro.pdf	
5	底层飞控开发基础接口类实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中接口使用类的实验, 旨在帮助用户快速熟悉本讲各种接口以便于后续实验开发。	0.ApiExps\index.pdf	
6	底层飞控开发资源文件安装实验	该文件夹中主要是包含有本讲(或平台)实验中, 所用到的驱动、软件以及各种学习资源。	0.ApiExps\0.ResourcesFile\Readme.pdf	
7	底层飞控开发软件在环仿真实验	熟悉 Simulink 控制器与仿真平台, 该例程提供了一套基于 Simulink/RflySim3D 的较为逼真的仿真环境例程。	0.ApiExps\1.SoftwareSimExps\Readme.pdf	
8	QGC 实时调整控制器参数	在进行硬件在环仿真和真机实验时, 常常需要在 QGC 地面站中观察飞行状态, 并对控制器参数进行实时调整, 以使得飞机达到最佳的控制效果。	0.ApiExps\10.QGC-Param-Tune\Readme.pdf	
9	传感器数据读取	通过 RflySim 的底层开发接口, 可获取的传感	0.ApiExps\11.StateDataGatAPI\Readme.pdf	

		器数据包含磁力计、加速度计、陀螺仪、气压计和时间戳以及 GPS 数据等信息。本实验将进行上述传感器部分数据的获取, 以此思路可订阅更加多样的传感器数据。	
1 0	自驾仪 CPU 使用率查看	在使用 RflySim 平台进行底层开发的时, 通常是需要是在自驾仪硬件上验证我们自己开发的算法, 但在 Simulink 中搭建的算法模型在自动代码生成自驾仪固件时, 可能会因算法的复杂度和模型搭建的合理性, 造成自驾仪系统的 CPU 占用率超负载, 从而导致实验失败, 如下图。本实验将演示如何查看自己自驾仪系统的 CPU 占用率情况。	0.ApiExps\12.AutopilotCPUUsageGet\Readme.pdf
1 1	Simulink 中 M-Function 和 S-Function 对自驾仪系统资源占用对比	PX4 固件的飞控系统都是基于 Nuttx 这个操作系统的。Nuttx 是一个实时嵌入式操作系统 (Embedded RTOS), 它很小巧, 在微控制器环境中使用。Nuttx 完全可扩展, 可从从小型 (8 位) 至中型嵌入式 (32 位) 系统。它的设计目的还在于完全符合 POSIX 标准, 完全实时, 并完全开放。以 Holybro Pixhawk 6C 为例, 其所使用主处理器为 STM32H743, 频率为 480MHz, 内存为 2MB, 协处理器 STM32F103, 频率为 72MHz, 静态随机存取存储器 (Static Random-Access Memory, SRAM) 为 64KB。因此在运行较大的算法程序时, 可能会造成内存使用爆满, CPU 超载等情况。本实验将分别烧录由 M-Function 和 S-	0.ApiExps\13.Simulink_MS_FuncVS\Readme.pdf

		Function 搭建的 Simulink 模型,通过分析自驾仪系统的资源占用情况,可得 S-Function 搭建的 Simulink 模型占用自驾仪资源更少。	
1 2	SITL 验证自动代码生成代码	Simulink 的自动代码机制可以直接一键生成目标硬件的所有代码并调用相关的编译器自动生成工程文件,省去了模型应用层代码和底层驱动关联的工作环节。TLC (Target Language Compiler) 语言在 Simulink 中是连接模型和目标代码的桥梁,是一种解释性语言。本实验将使用前面实验的文件 (..\3.DesignExps\Exp4_AttitudeSystemCodeGen.slx)进行自动代码生成,说明基于 RflySim 平台的 SITL 仿真环境下验证自动生成的代码。	0.ApiExps\14.SITLVeriGenCodeFirm\Readme.pdf
1 3	RC 遥控器信号模块 InputRcCail,InputRcNorm,RCOverCtrlAPI 验证实验	RC 遥控器信号校准、归一化及手动控制覆盖功能验证实验	0.ApiExps\15.InputSourceAPI\Readme.pdf
1 4	执行器控制模块 HIL16CtrlsPWM,HIL16CtrlsNorm,Torque ThrustCtrls 验证实验	通过发送 actuator_outputs_rfly 消息,驱动 CopterSim 的 inPWMs 输入,从而控制无人机的运动。验证 Simulink 设计的控制器在实际飞行中的控制效果。	0.ApiExps\16.CtrlsSingalsAPI\Readme.pdf
1 5	Offboard 模块 OffboardAdvCtrlAPI,OffboardAttCtrlAPI,OffCtrl MsgAll 验证实验	OffboardAdvCtrlAPI 是 OffboardPvaCtrlAPI 接口的进阶版本,能够在弹出配置窗上勾选需要控制的通道,并通过 Ctrls 输入匹配序号和维度的控制量。	0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI\Readme.pdf
1 6	ROS 环境下软件和硬件仿真控制实验	使用 ROS 库控制无人机进行仿真,包括 ROS1 和 ROS2	0.ApiExps\18.MavrosCommAPI\Readme.pdf

1 7	MATLAB PSP 工具箱官方提供实验	熟悉 PSP 官方提供的实验资源，通过对 px4demo_input_rc.slx 实验的讲解，了解硬件在环仿真流程。本例程是为了方便调参与测试，在 PSP 工具箱提供访问飞控内部参数的方法，这样可以在飞行测试实验中，通过地面站软件来修改 Simulink 生成控制器参数。(注：本文档以 px4demo_input_rc.slx 为主进行讲解，其余实验请参见 Pixhawk_Pilot_Support_Package.pdf 文件或关注本平台其余课程实验；本节其他例程在后续例程有更详细的讲解，此文档只做对 PSP 工具箱访问飞控内部参数和自动生成代码配置的说明)	0.ApiExps\2.PSPOfficialExps\Readme.pdf	
1 8	姿态控制器设计	熟悉 Simulink 控制器与仿真平台、软件在环仿真、硬件在环仿真以及实飞实验的流程，本实验以一个设计好的姿态控制系统为例，介绍整个实验的基本操作流程。	0.ApiExps\3.DesignExps\Readme.pdf	
1 9	QGC 烧录飞控固件实验	熟悉飞控固件还原的方法和途径。	0.ApiExps\4.PX4Firmwares\Readme.pdf	
2 0	日志写入模块 binary_logger 和读取验证实验	使用二进制日志记录模块：binary_logger，完成飞行数据写入与读取，log 数据记录，以 RflySim 平台设定了 20s 的四维随机数据，数据存储位置飞控板内的片上外设存储卡内(路径为/fs/microsd/log/pixhawk)，熟悉 PX4 飞控的底层运行逻辑。	0.ApiExps\5.Log-Write-Read\Readme.pdf	
2	simulink 配置读取与写入 uORB 消息实验	自定义 uORB 消息，PX4 的 uORB 消息系统是	0.ApiExps\6.uORB-Read-Write\Readme.pdf	

1		提供了非常强大且方便的内部模块间数据交互能力，本例程是通过创建一个自定义的 uORB 消息实现读写功能，以此熟悉并掌握 PX4 的 uORB 消息系统。	
2 2	自定义 uORB 消息	通过创建一个自定义的 uORB 消息实现读写功能，以此熟悉并掌握 PX4 的 uORB 消息系统。	0.ApiExps\7.uORB-Create\Readme.pdf
2 3	向外回传 uORB 消息 mavlink_log 实验	在飞控中，我们时常需要向外发布一些文字消息，来反映系统当前的运行状态，这个功能可以通过发送“mavlink_log”的 uORB 消息来实现。	0.ApiExps\8.Mavlink-Msg-Echo\Readme.pdf
2 4	PX4 控制器的外部通信	本例程以外部发送的 rfly_ctrl 数据来作为遥控器输入，同时会将收到的数据向 rfly_px4 发送出去，回传给外部程序。	0.ApiExps\9.PX4CtrlExternalTune\Readme.pdf
2 5	底层飞控开发基础功能性实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中基础性的功能实验，用户可快速上手熟悉一些简单的功能性实验，本讲中包含有多旋翼动力系统建模、传感器标定、滤波器设计、姿态及位置控制器设计以及半自主失效保护逻辑设计实验等。	1.BasicExps\index.pdf
2 6	基于 flighteval 网站的无人机动力系统实验	多旋翼飞行评估网站 https://flyeval.com/paper/ 。熟悉多旋翼无人机动力系统设计和各项参数对性能的影响分析。	1.BasicExps\1-FlightEval\Readme.pdf
2 7	《微小型固定翼无人机飞行控制实践》配套实验	本文件夹中的所有实验均为《微小型固定翼无人机飞行控制实践》配套实验。	1.BasicExps\10-FixedWingCtrl\Readme.pdf

28	底层飞控开发无人机动态建模和评估实验	分析多旋翼总质量、转动惯量矩阵、螺旋桨推力系数、螺旋桨拉力系数对整个多旋翼飞行性能产生的影响；在 MATLAB/Simulink 上建立完整的多旋翼飞行器模型。在姿态模型方面，可以采用四元数模型、旋转矩阵模型，或者欧拉角模型；在 RflySim3D 中添加四旋翼的三维模型；	1.BasicExps\2-UavModeling\Readme.pdf	
29	底层飞控开发无人机传感器标定实验	利用数据采集模型和飞控采集加速度计和陀螺仪数据，按步骤完成互补滤波，处理所得数据并绘制相关姿态角数据图；基于 4.1 基础实验，改变滤波器参数，分析滤波器参数对滤波效果的影响；理解卡尔曼滤波原理，并设计卡尔曼滤波器实现滤波器功能。	1.BasicExps\3-SensorCalib\Readme.pdf	
30	底层飞控开发互补滤波器和卡尔曼滤波器设计实验	利用数据采集模型和飞控采集加速度计和陀螺仪数据，按步骤完成互补滤波，处理所得数据并绘制相关姿态角数据图；基于 4.1 基础实验，改变滤波器参数，分析滤波器参数对滤波效果的影响；理解卡尔曼滤波原理，并设计卡尔曼滤波器实现滤波器功能。	1.BasicExps\4-FilterDesign\Readme.pdf	
31	底层飞控开发姿态控制器设计	四旋翼无人机姿态控制器设计实验 (SITL->HITL->FLY)，包括姿态控制器的基础，分析，设计和实飞	1.BasicExps\5-AttitudeCtrl\readme.pdf	
32	底层飞控开发定点位置控制器设计实验	四旋翼无人机定点位置控制器设计实验 (SITL->HITL->FLY)	1.BasicExps\6-PositionCtrl\readme.pdf	
33	底层飞控开发半自主控制模式设计实验	四旋翼无人机半自主控制模式设计实验 (SITL->HITL->FLY)	1.BasicExps\7-SemiAutoCtrl\readme.pdf	

3 4	底层飞控开发失效保护逻辑设计实验	四旋翼无人机失效保护逻辑设计实验 (SITL->HITL->FLY)	1.BasicExps\8-FailsafeLogic\readme.pdf	
3 5	底层飞控开发 PX4 模块替换实验	因 Simulink 控制器模块与 PX4 内部子模块是相互独立，并行运行的。因此，在本实验中只需要将 PX4 模块的输出消息屏蔽掉，用 Simulink 控制器发送该消息，就能实现模块的替换。	1.BasicExps\9-ReplacePX4Module\Readme.pdf	
3 6	底层飞控开发进阶性实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中进阶的实验，基于 0.ApiExps、1.BasicExps 文件夹中的实验，用户在已经熟悉基于 RflySim 平台开发本章中的实验，该文件夹中的实验均为本讲的进阶例程。	2.AdvExps\index.pdf	
3 7	底层飞控开发 PX4 模块应用进阶接口类实验	进阶接口类实验，如：自动屏蔽 PX4 软件中代码实验、PX4 模块重命名和替换实验，多 PX4_app 并行开发以及自定义机架等实验	2.AdvExps\0_AdvApiExps\readme.pdf	
3 8	底层飞控开发定制性实验	本文件夹中的所有实验均为部分项目中的拆解实验，相比其他文件夹中的实验，该文件夹中的实验更加完整、复杂，满足更多的项目或者科研需求。	3.CustExps\index.pdf	完整版
3 9	基于扩张状态观测器的飞控设计实验	该方案适用于在扰动和非确定性条件下的飞行器控制问题。通过将飞行器解耦成多个级联 SISO 系统，系统包括一个名义模型和一个不确定项，该不确定项包括模型/识别的不确定性，控制失配，以及外部扰动。为了估计系统状态和总的确定性，设计了一个扩张状态观测器 (ESO)，利用 ESO 的输出，控制器在线补	3.CustExps\1_ESO-CtrlExp\Readme.pdf	完整版

		偿总的不确定性。		
4 0	基于强化学习的最优控制飞控设计实验	<p>利用基于模型的强化学习方法,使用了近似策略迭代算法,将最优控制问题分解为两个阶段:近似策略评估和策略提升。在近似策略评估阶段,使用一个线性结构的逼近器来近似值函数,并利用系统模型和贝尔曼方程来更新逼近器的参数。在策略提升阶段,使用一个线性结构的逼近器来近似最优控制策略,并利用值函数和系统模型来更新逼近器的参数。这两个阶段交替进行,直到收敛到一个近似最优解。基于此,本实验首先基于扩张状态观测器观测飞行器模型的不确定性,并对其进行补偿,然后利用基于模型的强化学习最优控制方法近似被补偿系统的最优价值函数,进而确定最优控制律,接着基于控制屏障函数对最优控制律设计安全反馈项,保证闭环系统安全集的正向不变性。</p>	3.CustExps\2_RL-CtrlExp\Readme.pdf	完整版
4 1	基于模型补偿控制(MCC)的飞控设计实验	<p>本文件夹中的所有实验均为模型补偿控制(MCC)器设计实验例程,MCC中摒弃了传统的ESO(Extended State Observer,ESO)观测器,采用更高精度的补偿函数观测器(Compensation Function Observer,CFO)实现对复杂扰动或快速时变扰动的高精度估计,并将总扰动的估计反馈给控制器,实现无人机系统的高精度跟踪控制。本文件夹包含了四旋翼无人机的姿态、定高、定点以及半自助模式</p>	3.CustExps\3_MCC-CtrlExp\readme.pdf	完整版

		控制器设计例程。		
4 2	基于 ADRC 的飞控设计实验	本文件夹中的所有实验均为基于四旋翼的自抗扰控制(ADRC)器设计实验例程, ADRC 是一种无模型控制方法, 适用于为具有未知动态特性以及内部和外部扰动的被控对象设计控制器。此算法只需要对被控对象动态特性进行逼近, 即可设计具有稳健抗扰功能的无超调的控制器。本文件夹包含了四旋翼无人机的姿态、定高、定点以及半自助模式控制器设计例程。	3.CustExps\4_ADRC-CtrlExp\readme.pdf	完整版

备注

注 1：各版本区别说明详见：<https://rflysim.com/doc/zh/RflySimVersions.pdf>。更高版本获取请见：<https://rflysim.com/download.html>，或咨询：service@rflysim.com