

1.BasicExps 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。

序号	实验名称	简介	文件地址	版本
1	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。	e0_ExtAPIUsage\Readme.pdf	免费版
2	资源文件夹	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。	e0_ExtAPIUsage\0.ResourcesFile\Readme.pdf	免费版
3	MAVLink 模块封装实验	MAVLink（Micro Air Vehicle Link）是一种用于小型无人载具的通信协议，于 2009 年首次发布。该协议广泛应用于地面站（Ground Control Station，GCS）与无人载具（Unmanned vehicles）之间的通信，同时也应用在载具上机载计算机与 Pixhawk 之间的内部通信中，协议以消息库的形式定义了参数传输的规则。MAVLink 协议支持无人固定翼飞行器、无人旋翼飞行器、无人车辆等多种载具。本实验将基于 Simulink 对 MAVLINK_MSG_ID_HIL_ACTUATOR_CONTROLS 消息进行数据发送模块和数据解析模块两部分。	e0_ExtAPIUsage\1.MavLinkPackSimulink\Readme.pdf	免费版
4	MAVLink 数据发送实验	MAVLink（Micro Air Vehicle Link）是一种用于小型无人载具的通信协议，于 2009 年首次发布。该协议广泛应用于地面站（Ground Control Station，GCS）与无人载具（Unmanned vehicles）之间的通信，同时也应用在载具上机载计算机与 Pixhawk 之间的内部通信中，协议以消息库的形式定义了参数传输的规则。MAVLink 协议支持无人固定翼飞行器、无人旋翼飞	e0_ExtAPIUsage\2.MavlinkCodeDecode\Readme.pdf	免费版

		行器、无人车辆等多种载具。本实验将基于“*\\PX4PSP\\RflySimAPIs\\7.RflySimExtCtrl\\1.BasicExps\\e0_ExtAPIUsage\\1.MavLinkPackSimulink”实验中建立的两个模块，模拟发送 MAVLINK_MSG_ID_HIL_ACTUATOR_CONTROLS 消息并进行接收消息。		
5	Offboard 模式控制无人机位置控制实验	Offboard 模式是无人机的一种控制模式，通常给机载计算机或地面计算机（上位机）实时控制飞机的速度、位置、姿态等，可以把飞机当成一个整体对象，专注于顶层的视觉与集群算法开发。该实验主要讲位置控制实验。	e1_PosCtrl\\Readme.pdf	免费版
6	Offboard 模式控制无人机速度控制实验	Offboard 模式是无人机的一种控制模式，通常给机载计算机或地面计算机（上位机）实时控制飞机的速度、位置、姿态等，可以把飞机当成一个整体对象，专注于顶层的视觉与集群算法开发。该实验主要讲速度控制实验。	e2_VelCtrl\\Readme.pdf	免费版
7	遥控器模式单机控制	遥控器模式是人为操作无人机的一种控制方式，在一些无人机特技表演中有较好的效果，本节使用的遥控器是“美国手”的操作方式，即左侧摇杆对应的油门与偏航控制量，而右侧摇杆对应滚转与俯仰。本次实验由控制器代替遥控器进行试验。	e3_RCCtrl\\Readme.pdf	免费版
8	Python-Offboard 单机控制实验	Offboard 模式是无人机的一种控制模式，通常给机载计算机或地面计算机（上位机）实时控制飞机的速度、位置、姿态等，可以把飞机当成一个整体对象，专注于顶层的视觉与集群算法开发。Python 控制无人机是通过编程语言与无人机进行通信，其基本原理是通过串口或网络连接无人机建立通信，以获取无人机的状态信息和执行命令。使用 PX4 的 OffboardAPI 来控制车辆预期速度和位置的演示程序。	e4_PyOffboardCtrl\\Readme.pdf	免费版
9	多旋翼路径跟踪	了解给定的多旋翼三通道线性化传递函数仿真模型和相应的轨迹跟踪控制器，进行轨迹跟踪。	e6_PathTrackingCtrl\\Readme.pdf	免费版

	踪 控 制 器 仿 真 实 验			版
10	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。	e7_MutUAVRemoteCtrl\Readme.pdf	免 费 版

所有文件列表

序号	实验名称	简介	文件地址	版本
1	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。	Readme.pdf	免费版
2	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。	e0_ExtAPIUsage\Readme.pdf	免费版
3	资源文件夹	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。	e0_ExtAPIUsage\0.ResourcesFile\Readme.pdf	免费版
4	MAVLink 模块封装实验	MAVLink (Micro Air Vehicle Link) 是一种用于小型无人载具的通信协议，于 2009 年首次发布。该协议广泛应用于地面站 (Ground Control Station, GCS) 与无人载具 (Unmanned vehicles) 之间的通信，同时也应用在载具上机载计算机与 Pixhawk 之间的内部通信中，协议以消息库的形式定义了参数传输的规则。MAVLink 协议支持无人固定翼飞行器、无人旋翼飞行器、无人车辆等多种载具。本实验将基于 Simulink 对 MAVLINK_MSG_ID_HIL_ACTUATOR_CONTROLS 消息进行数据发送模块和数据解析模块两部分。	e0_ExtAPIUsage\1.MavLinkPackSimulink\Readme.pdf	免费版
5	MAVLink 数据	MAVLink (Micro Air Vehicle Link) 是一种用于小型无人载具的通信协议，于 2009 年首次发布。该协议广泛应用于地面站 (Ground Control Station,	e0_ExtAPIUsage\2.MavlinkCodeDecode\Readme.pdf	免费

	据发接实验	GCS) 与无人载具 (Unmanned vehicles) 之间的通信, 同时也应用在载具上机载计算机与 Pixhawk 之间的内部通信中, 协议以消息库的形式定义了参数传输的规则。MAVLink 协议支持无人固定翼飞行器、无人旋翼飞行器、无人车辆等多种载具。本实验将基于 “ * \PX4PSP\RflySimAPIs\7.RflySimExtCtrl\1.BasicExps\e0_ExtAPIUsage\1.MavLinkPackSimulink ” 实验中建立的两个模块, 模拟发送 MAVLINK_MSG_ID_HIL_ACTUATOR_CONTROLS 消息并进行接收消息。		版
6	资源文件夹	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。	e0_ExtAPIUsage\0.ResourcesFile\Readme.pdf	免费版
7	MAVLink 模块封装实验	MAVLink (Micro Air Vehicle Link) 是一种用于小型无人载具的通信协议, 于 2009 年首次发布。该协议广泛应用于地面站 (Ground Control Station, GCS) 与无人载具 (Unmanned vehicles) 之间的通信, 同时也应用在载具上机载计算机与 Pixhawk 之间的内部通信中, 协议以消息库的形式定义了参数传输的规则。MAVLink 协议支持无人固定翼飞行器、无人旋翼飞行器、无人车辆等多种载具。本实验将基于 Simulink 对 MAVLINK_MSG_ID_HIL_ACTUATOR_CONTROLS 消息进行数据发送模块和数据解析模块两部分。	e0_ExtAPIUsage\1.MavLinkPackSimulink\Readme.pdf	免费版
8	MAVLink 数据发接实验	MAVLink (Micro Air Vehicle Link) 是一种用于小型无人载具的通信协议, 于 2009 年首次发布。该协议广泛应用于地面站 (Ground Control Station, GCS) 与无人载具 (Unmanned vehicles) 之间的通信, 同时也应用在载具上机载计算机与 Pixhawk 之间的内部通信中, 协议以消息库的形式定义了参数传输的规则。MAVLink 协议支持无人固定翼飞行器、无人旋翼飞行器、无人车辆等多种载具。本实验将基于 “ * \PX4PSP\RflySimAPIs\7.RflySimExtCtrl\1.BasicExps\e0_ExtAPIUsage\1.MavLinkPackSimulink ” 实验中建立的两个模块, 模拟发送	e0_ExtAPIUsage\2.MavlinkCodeDecode\Readme.pdf	免费版

		MAVLINK_MSG_ID_HIL_ACTUATOR_CONTROLS 消息并进行接收消息。		
9	Offboard 模式控制无人机位置控制实验	Offboard 模式是无人机的一种控制模式，通常给机载计算机或地面计算机（上位机）实时控制飞机的速度、位置、姿态等，可以把飞机当成一个整体对象，专注于顶层的视觉与集群算法开发。该实验主要讲位置控制实验。	e1_PosCtrl\Readme.pdf	免费版
10	Offboard 模式控制无人机速度控制实验	Offboard 模式是无人机的一种控制模式，通常给机载计算机或地面计算机（上位机）实时控制飞机的速度、位置、姿态等，可以把飞机当成一个整体对象，专注于顶层的视觉与集群算法开发。该实验主要讲速度控制实验。	e2_VelCtrl\Readme.pdf	免费版
11	遥控器模式单机控制	遥控器模式是人为操作无人机的一种控制方式，在一些无人机特技表演中有较好的效果，本节使用的遥控器是“美国手”的操作方式，即左侧摇杆对应的油门与偏航控制量，而右侧摇杆对应滚转与俯仰。本次实验由控制器代替遥控器进行试验。	e3_RCCtrl\Readme.pdf	免费版
12	Python - Offboard 单机控制实验	Offboard 模式是无人机的一种控制模式，通常给机载计算机或地面计算机（上位机）实时控制飞机的速度、位置、姿态等，可以把飞机当成一个整体对象，专注于顶层的视觉与集群算法开发。Python 控制无人机是通过编程语言与无人机进行通信，其基本原理是通过串口或网络连接无人机建立通信，以获取无人机的状态信息和执行命令。使用 PX4 的 OffboardAPI 来控制车辆预期速度和位置的演示程序。	e4_PyOffboardCtrl\Readme.pdf	免费版
13	多旋翼路径跟踪控制	了解给定的多旋翼三通道线性化传递函数仿真模型和相应的轨迹跟踪控制器，进行轨迹跟踪。	e6_PathTrackingCtrl\Readme.pdf	免费版

	器仿真实验			
1 4	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。	e7_MutUAVRemoteCtrl\Readme.pdf	免费版
1 5	实验平台（定点控制实验）	本实验首先总体介绍本书使用的硬件平台和软件平台，然后详细介绍仿真平台。其中，仿真平台包括仿真 1.0 和仿真 2.0 使用的 MATLAB/Simulink 整体模块、多旋翼非线性系统模型、硬件在环仿真整体模块以及实飞实验模块。通过本章各模型和模块的介绍，读者能够初步了解基于半自主飞控的多旋翼远程控制实验平台的基本构成，掌握各个软件与硬件的基本功能与使用方式，为后续的实验打下基础，提高学习效率。	e7_MutUAVRemoteCtrl\0.SoftwareSimExps\Readme.pdf	免费版
1 6	基础功能性实验	本文件夹为滤波器设计实验，卡尔曼滤波是一种递推线性最小方差估计算法。	e7_MutUAVRemoteCtrl\2.KalmanFiltre\Readme.pdf	免费版
1 7	滤波器设计实验（基础实验）	在包含控制器的多旋翼仿真模型中，将控制器中的速度反馈信号用卡尔曼滤波估计替代。给定期望输入信号为正弦波信号，周期为 10s，幅值为 1。	e7_MutUAVRemoteCtrl\2.KalmanFiltre\2.1\Readme.pdf	免费版
1 8	滤波器设计实验（分析实验）	（1）在仿真 1.0 中，调整卡尔曼滤波器中输入信号中测量噪声的大小，重复实验过程。对比卡尔曼滤波器参数与测量噪声协方差之间的关系，最后分析原因。（2）在仿真 1.0 中，调整卡尔曼滤波函数模块中的噪声协方差参数大小，观察获得的速度反馈信号的变化。接下来，反复调整参数，使得每个通道的滤波效果达到最佳。（3）在仿真 2.0 中，分别调整卡尔曼滤波中噪声协方差的大小和输入信号中测量噪声大小，对比仿真 1.0 与仿真 2.0 的滤波效果。	e7_MutUAVRemoteCtrl\2.KalmanFiltre\2.2\Readme.pdf	免费版

19	滤波器设计实验 (定点控制实验)	基础实验中所使用的卡尔曼滤波算法只是简单的单步更新卡尔曼滤波算法, 这里在仿真 1.0 中设计新的卡尔曼滤波器, 观察控制效果。	e7_MutUAVRemoteCtrl\2.KalmanFiltre\2.3\Readme.pdf	免费版
20	滤波器设计实验 (实飞实验)	(1) 由于在实飞实验中, 传感器信号反馈存在延时, 因此基于设计实验中的扩维法设计新卡尔曼滤波器算法进行速度反馈, 观察控制效果。(2) 将基于扩维法设计的新卡尔曼滤波器算法进行闭环控制, 对比控制效果。	e7_MutUAVRemoteCtrl\2.KalmanFiltre\2.4\Readme.pdf	免费版
21	基础功能性实验	本文件夹中为跟踪控制器设计实验的不同阶段例程, 根据给定目标轨迹的不同, 可将位置控制分为三类: 定点控制、轨迹跟踪和路径跟随。	e7_MutUAVRemoteCtrl\3.TrajectoireFollowing_Segment\Readme.pdf	免费版
22	跟踪控制器设计实验 (基础实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\3.TrajectoireFollowing_Segment\3.1\Readme.pdf	免费版
23	跟踪控制器设计实验 (分析实验)	给定幅值为 1、响应时间为仿真第 5s 的阶跃信号, 观察仿真模型的各通道稳态误差、超调量和调节时间。根据所获得的结果, 使用频率域方法设计控制器, 满足如下性能要求。	e7_MutUAVRemoteCtrl\3.TrajectoireFollowing_Segment\3.2\Readme.pdf	免费版
24	跟踪控制器设计实验	对上述轨迹跟踪控制器进行改进, 加入偏航角的跟踪, 使得控制器可以在偏航角偏转的情况下稳定跟踪。更具体地, 设计加性分解控制器, 控制多旋翼跟踪圆轨迹。已知所跟踪的圆轨迹圆心位于(0,0), 半径为 1m, 多旋	e7_MutUAVRemoteCtrl\3.TrajectoireFollowing_Segment\3.3\Readme.pdf	免费版

	(设计实验)	翼初始位置随机, 可定为(0,0), 且在绕圆飞行过程中, 机头始终指向圆心。 所设计的控制器有如下性能要求:		
25	基础功能性实验	本文件夹中为路径跟随控制器设计实验的不同阶段例程, 根据给定目标轨迹的不同, 可将位置控制分为三类: 定点控制、轨迹跟踪和路径跟随。	e7_MutUAVRemoteCtrl\4.TrajectoirePlanning\Readme.pdf	免费版
26	路径跟踪控制器设计实验(基础实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\4.TrajectoirePlanning\4.1\Readme.pdf	免费版
27	路径跟踪控制器设计实验(分析实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\4.TrajectoirePlanning\4.2\Readme.pdf	免费版
28	路径跟踪控制器设计实验(设计实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\4.TrajectoirePlanning\4.3\Readme.pdf	免费版
29	路径跟踪控制器设计	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\4.TrajectoirePlanning\4.4\Readme.pdf	免费版

	实 验 (实 飞 实验)			
3 0	基础功 能性实 验	本文件夹中为避障控制器设计实验的不同阶段例程。	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\Readme.pdf	免 费 版
3 1	避障控 制器设 计实验 (基 础 实验)	<p>给定一个障碍物和一个多旋翼仿真模型, 以及第 6 章 6.2 节设计的跟踪控制器, 利用人工势场法进行避障控制。假设多旋翼初始位置为(0,0), 障碍物位置为(12,0), 障碍物半径为 2m, 安全半径为 3m。如图 8.3 所示, 目标位置分别设定为(25,6)、(25,0)和(25,-6), 引导多旋翼避开障碍物到达目的地, 并记录多旋翼避障轨迹。本实验具体目标包括以下几点:</p> <p>(1) 理解与熟悉人工势场法的理论与推导过程;</p> <p>(2) 实现单架多旋翼趋于不同目标点的避障控制;</p> <p>(3) 使用相同的控制器进行仿真 2.0 实验, 即非线性模型实验。</p>	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.1\Readme.pdf	免 费 版
3 2	避障控 制器设 计实验 (分 析 实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.2\Readme.pdf	免 费 版
3 3	避障控 制器设 计实验 (设 计 实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.3\Readme.pdf	免 费 版
3 4	避障控 制器设	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.4\Readme.pdf	免 费

	计实验 (实飞实验)			版
3 5	避障控 制器设 计实验 (基础 实验)	<p>给定一个障碍物和一个多旋翼仿真模型, 以及第 6 章 6.2 节设计的跟踪控制器, 利用人工势场法进行避障控制。假设多旋翼初始位置为(0,0), 障碍物位置为(12,0), 障碍物半径为 2m, 安全半径为 3m。如图 8.3 所示, 目标位置分别设定为(25,6)、(25,0)和(25,-6), 引导多旋翼避开障碍物到达目的地, 并记录多旋翼避障轨迹。本实验具体目标包括以下几点:</p> <p>(1) 理解与熟悉人工势场法的理论与推导过程;</p> <p>(2) 实现单架多旋翼趋于不同目标点的避障控制;</p> <p>(3) 使用相同的控制器进行仿真 2.0 实验, 即非线性模型实验。</p>	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.1\Readme.pdf	免 费 版
3 6	避障控 制器设 计实验 (分析 实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.2\Readme.pdf	免 费 版
3 7	避障控 制器设 计实验 (设计 实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.3\Readme.pdf	免 费 版
3 8	避障控 制器设 计实验 (实飞 实验)	nan	e7_MutUAVRemoteCtrl\5.Avoidance_Segment\5.4\Readme.pdf	免 费 版

备注

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