

系统辨识实验-基础实验

1. 实验目的

(1) 了解固定翼无人机制导模型，掌握数据时间配准预处理方法（包括起止时间对齐和采样频率统一），学习MATLAB系统辨识工具箱用法。

(2) 使用速度、航向和高度三个通道采集好的输入输出数据，使用 MATLAB 系统辨识工具箱完成固定翼制导模型的辨识。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链^[1]；MATLAB2022B以上版本。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台^[2]。

3. 实验地址

例程目录：

[安装目录]\RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\1.BasicExps\e10-FixedWingCtrl\code_5\e3-1

- **HeightChannel**: 高度通道辨识相关文件，包含高度设定值和实际高度数据的处理及辨识文件
- **SpeedChannel**: 速度通道辨识相关文件，包含速度设定值和实际速度数据的处理及辨识文件
- **HeadingChannel**: 航向通道辨识相关文件，包含航向设定值和实际航向数据的处理及辨识文件
- **assets**: 存放实验说明相关的图片资源

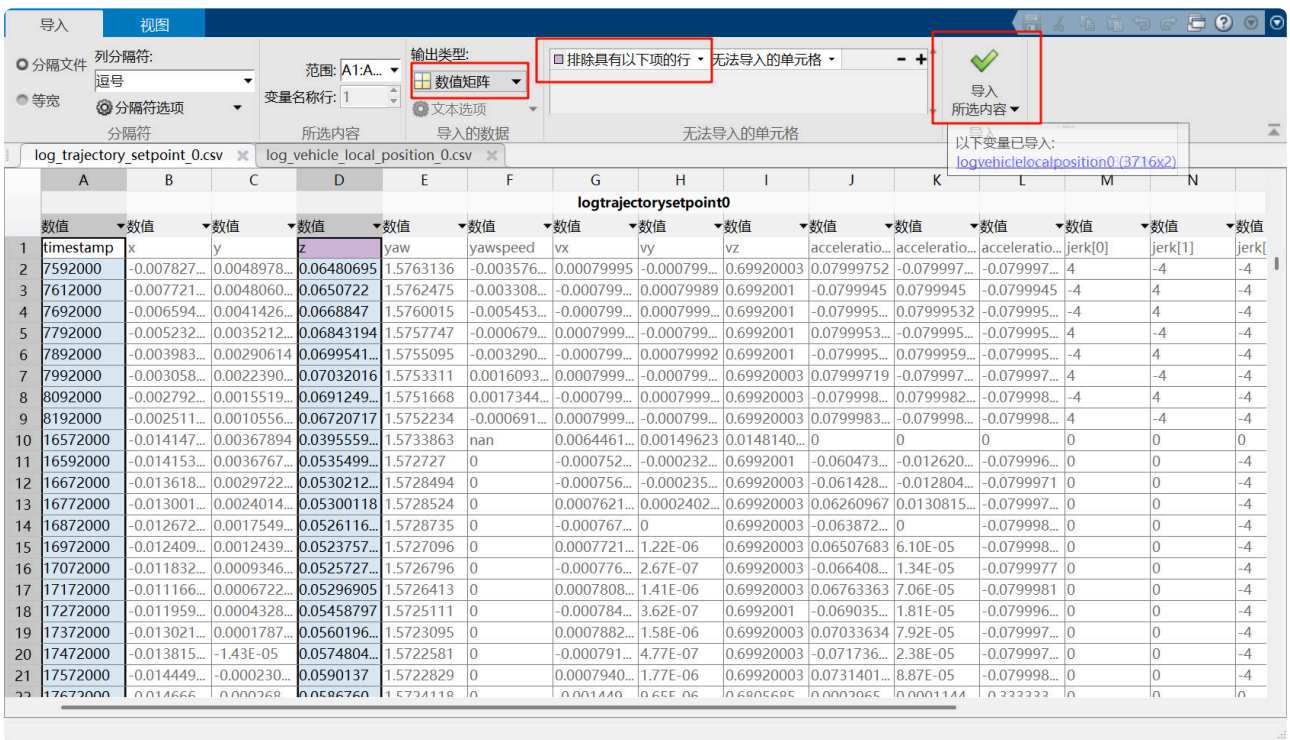
4. 实验内容或步骤

4.1 步骤1：导入固定翼飞行日志文件，并进行预处理

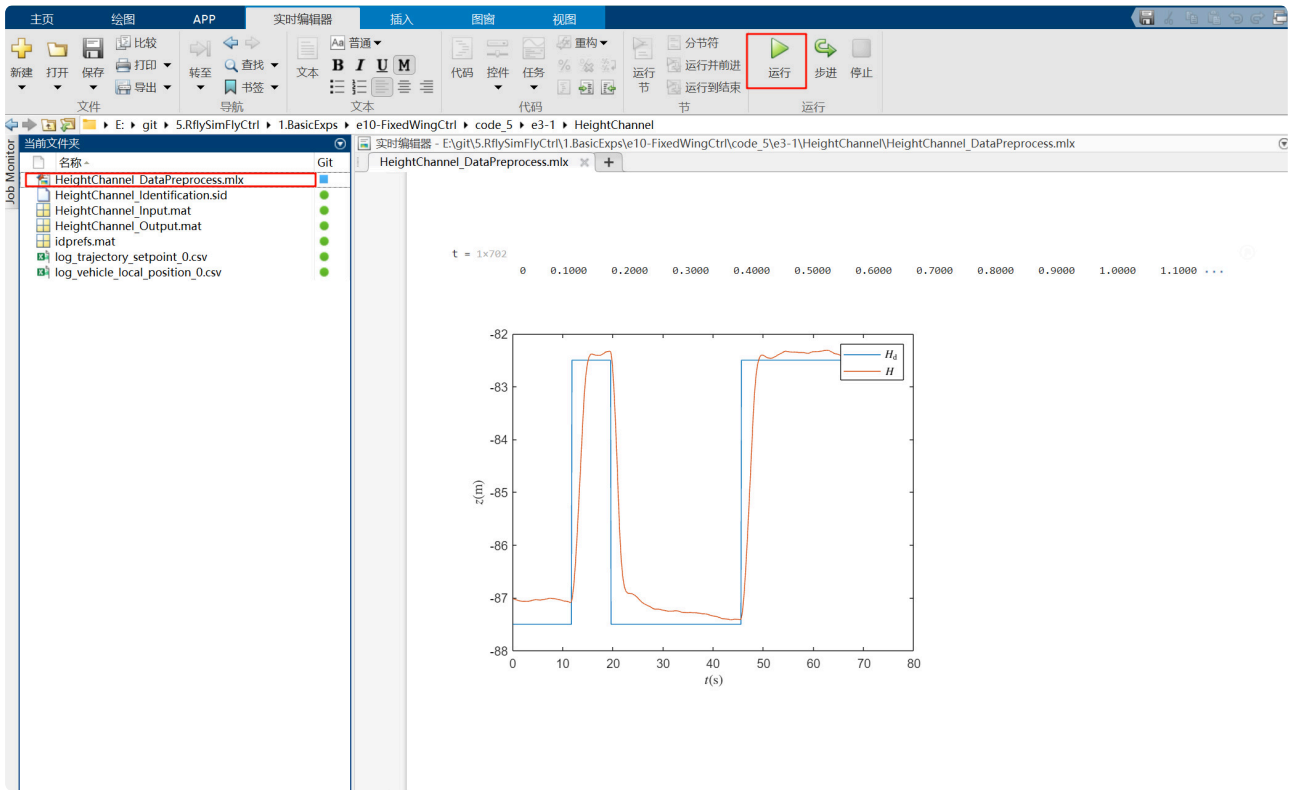
- 1、打开MATLAB，进入到HeightChannel文件夹下，
- 2、使用导入函数分别导入 `log_trajectory_setpoint_0.csv` 和 `log_vehicle_local_position_0.csv` 文件



- 3、输出类型为数值矩阵，替换修改为排除具有以下项的行，在表格中选择timestamp和Z列点击导入所有内容。



- 4、使用'plot'或点击 `HeightChannel_DataPreprocess.mlx` 文件后点击运行。

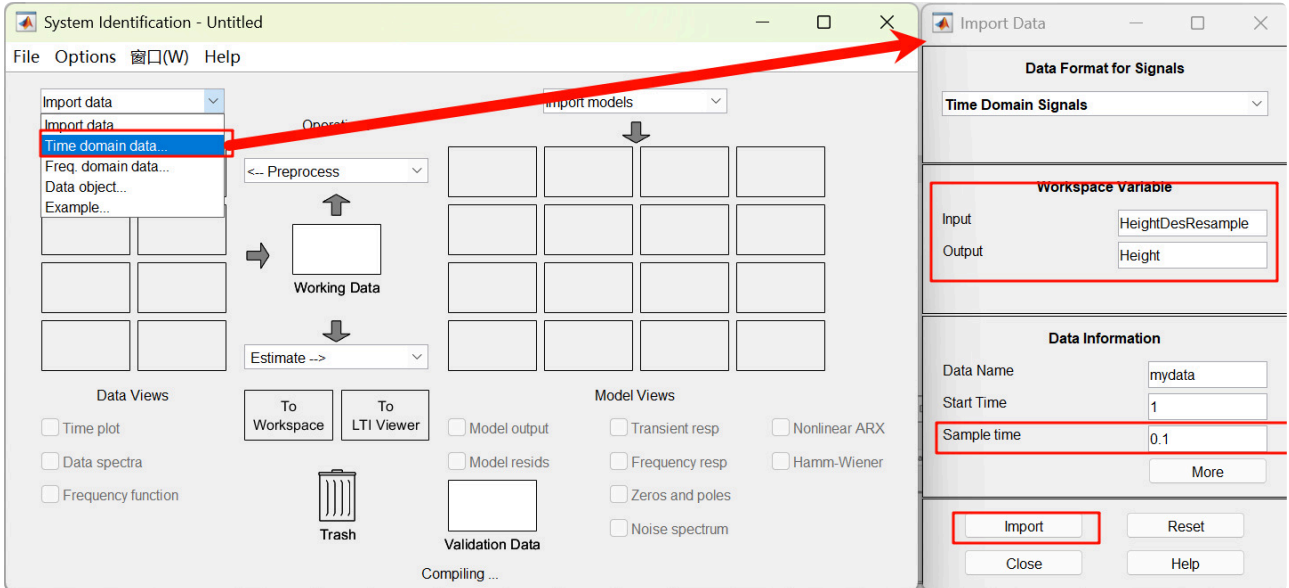


4.2 步骤2：使用MATLAB系统辨识工具箱进行系统辨识

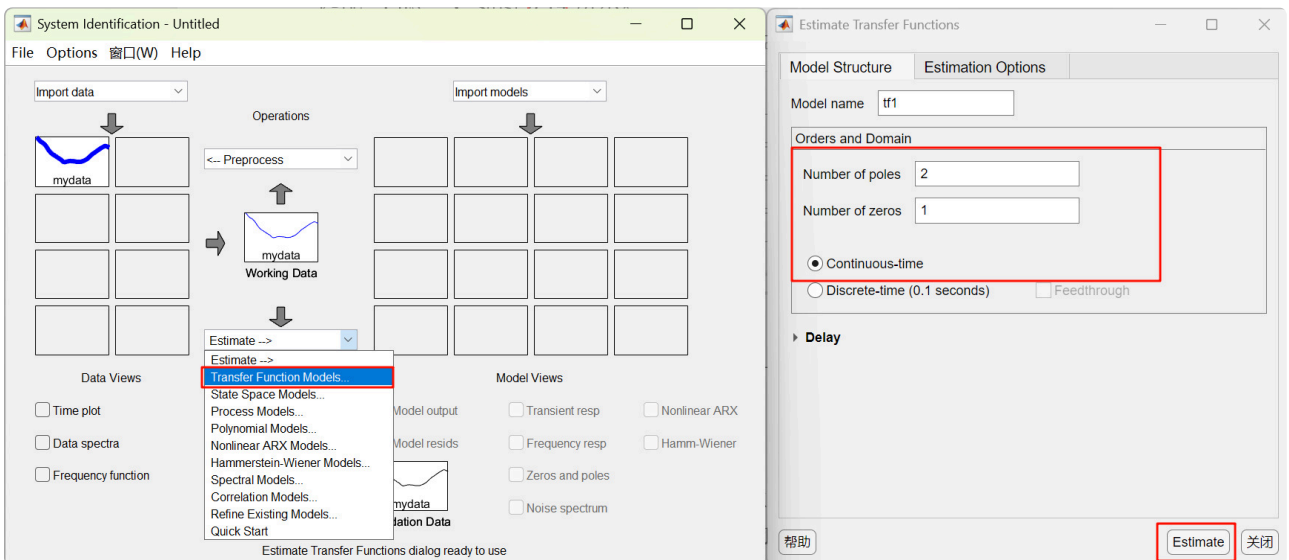
1、打开MATLAB在APP中找到System Identification



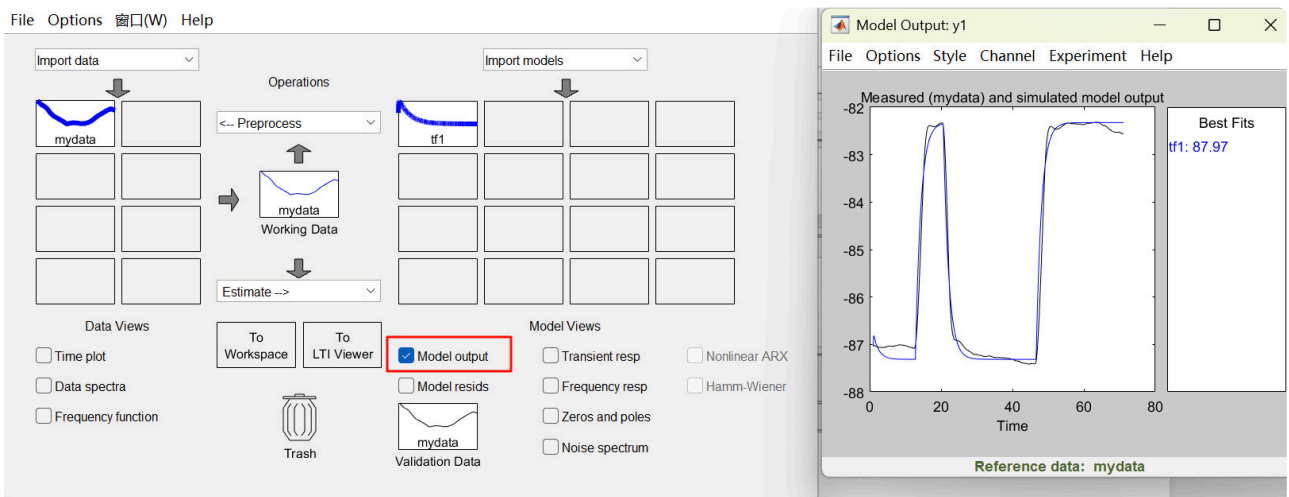
2、在Import Data中选择Time Series Data,在弹出的Import Data窗口中输入input为HeightDesResample, Output为Height, sample time为0.01, 点击Import.



3、点击Estimate，选择传递函数模型Transfer Function Models,设置模型的零点个数Number of Zeros为1，极点个数Number of Poles为2，选择连续传递函数Continuous-time，点击Estimate。



4、点击Model output可以看到左侧窗口中显示的匹配度。



4.3 步骤3: SpeedChannel实验辨识

- 1、使用MATLAB进入到SpeedChannel文件夹下
- 2、重复步骤1-步骤2进行速度辨识

4.4 步骤4: HeadingChannel

- 1、使用MATLAB进入到HeadingChannel文件夹下。
- 2、重复步骤1-步骤2进行航向辨识

5. 关键知识点

关键知识点1: 系统辨识基本原理

系统辨识是通过输入输出数据建立系统数学模型的方法。在本实验中，我们通过无人机飞行日志数据（输入为期望指令，输出为实际响应）来建立固定翼无人机各控制通道的传递函数模型。

关键知识点2: MATLAB数据预处理方法

在进行系统辨识前，需要对原始飞行日志数据进行预处理，包括时间对齐、采样频率统一、去除噪声等。通过MATLAB脚本实现数据的导入、筛选和可视化，确保数据质量满足辨识要求。

关键知识点3: 传递函数模型结构选择

在系统辨识中，模型结构的选择对辨识结果有重要影响。本实验使用传递函数模型，需要合理设置零点和极点个数。通常从简单模型开始，逐步增加复杂度，直到满足精度要求。

关键知识点4: 模型验证方法

辨识得到的模型需要进行验证，包括拟合度分析、残差分析和交叉验证等。通过比较实际系统响应与模型预测响应，评估模型准确性和有效性。

关键知识点5：制导模型

$$\begin{cases} \dot{p}_{x_e} = V_a \cos \psi \\ \dot{p}_{y_e} = V_a \sin \psi \\ \psi = \chi \\ V_a(s) = \frac{12.5}{s^2 + 14.54s + 13.15} V_{ad}(s) \\ \chi(s) = \frac{-0.2997s + 1.109}{s^2 + 1.715s + 1.109} \chi_d(s) \\ H(s) = \frac{0.5665}{s + 0.5679} H_d(s) \end{cases}$$

6. 参考资料

1. 全权,高文瀚,刘润潇,陈鑫泉,戴训华,吕书礼,徐琳,李悦.微小固定翼无人机飞行控制设计与实践. 北京, 2025.
2. [RflySim官方文档](#)

7. 常见问题

Q1: 导入CSV数据时出现数据格式错误或无法导入的问题

A1: 确保CSV文件编码为UTF-8格式,且数据列完整无缺失。如果导入时提示错误,可以尝试使用MATLAB的"Import Data"工具手动选择数据列,或者使用importdata函数直接导入。

Q2: 在System Identification工具箱中无法找到Time Series Data选项

A2: 确保使用的是MATLAB的System Identification Toolbox。在MATLAB命令窗口中输入ver命令,检查是否安装了该工具箱。如果没有安装,需要先安装相应工具箱。

-
1. <https://rflysim.com/> ↩

2. 推荐配置请见：<https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf> ↩