

实验四 基于电机速度控制系统的自适应控制

一、实验目的

1、了解电机速度控制系统的基本原理，并学习如何在 NCSLab 上进行电机速度控制系统的自适应控制实验。

2、根据电机速度控制系统的自适应控制实验，掌握基于 MIT 控制律的模型参考自适应控制（MRAC）算法的原理。

二、实验内容

1、了解电机速度控制系统的原理、结构。

2、了解使用 NCSLab 平台进行自适应控制实验的方法。

3、分析在不同 γ 参数值的条件下对实验结果的影响。

三、实验原理

1、电机速度控制系统原理

电机速度控制系统设备放置在南方科技大学工学院南楼 528 实验室中，实体结构如图 1 所示，该系统已经连入 NCSLab 网络化控制实验平台，允许学生使用互联网远程访问，进行在线实验。



图 1 直流电机速度控制系统

直流电机电枢电路原理和齿轮传动机构如图 2 所示。通过控制器在电机驱动装置上施加电压，并通过驱动装置转化成 PWM 波，以驱

动电机转动。通过编码器测量电机转子的转动频率，即可得到直流电机的转速。控制器使用反馈控制算法，通过获取直流电机速度控制系统的转速设定值和实时转速，不断调节控制信号，将直流电机的实时转速调节至设定值。



图 2 电机速度控制系统原理

2、电机速度控制系统数学模型

根据先验知识，电机速度控制系统的稳定被控对象数学模型可以近似为一个一阶系统，即：

$$k_p G(s) = \frac{k_p}{a_1 s + a_0}$$

系统的采样周期为 0.01s，则该系统的模型参考自适应控制算法如下所示（具体可见 NCSLab 中的“DCMotor_MRAC”算法）

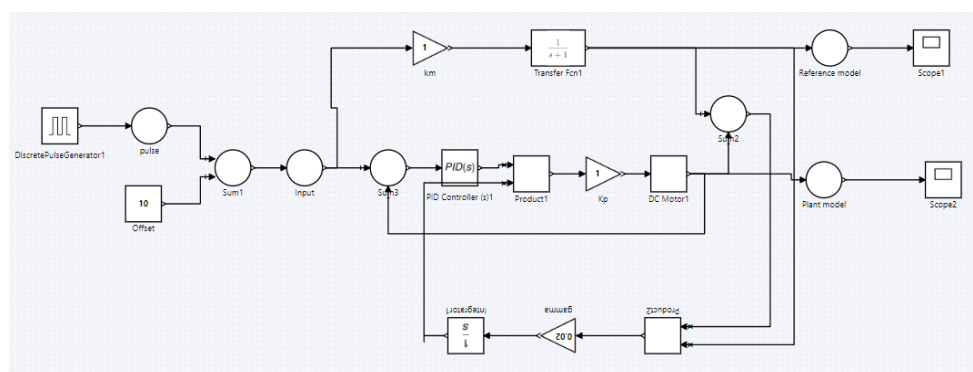


图 3 模型参考自适应控制算法

四 实验步骤

- 1、 进入 NCSLab 网站（<http://10.16.62.246/?lang=zh-CN> 或者

<https://www.powersim.whu.edu.cn/react>)进入 NCSLab 网站注册自己的实验账号并登陆，找到“远程控制实验室”，进入并选择“电机速度控制”，如图 4 所示。



图 4 电机速度控制系统实验室

2、 进入实体电机的主页面，仔细观察设备的三维模型并阅读“设备模型”一栏的设备介绍资料。在“设备信息”界面可选择特定的实验设备进行实验或者点击“申请控制权”随机分配实验设备，如图 5 所示。



图 5 申请控制权的两种方法

3、 获取控制权后，如图 6 所示，在“算法设计”页面打开公共算法“DCMotor_MRAC”，该算法为电机速度控制系统的自适应控

制算法，点击“开始编译”即可生成可执行算法。



图 6 打开公共算法中的“DCMotor_MRAC”算法

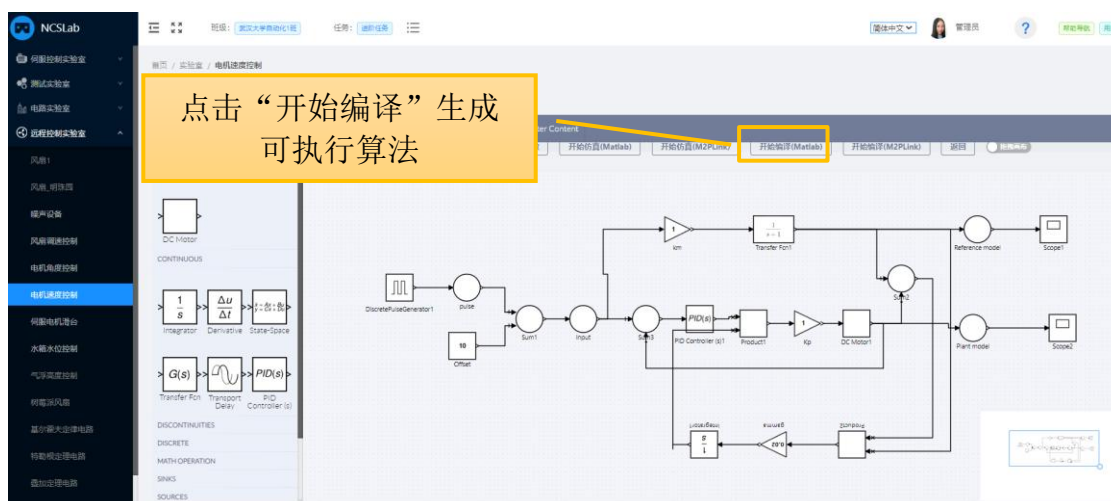


图 7 电机速度控制系统的 MRAC 算法

4、成功生成算法后，点击“返回”回到上一页，将生成的算法下载到远程控制器中。



图 8 下载算法

5、 点击“监控组态”来到监控组态界面，在私有组态界面中点击新建组态按钮，建立如图 9 所示的组态界面。其中，需要的组件和关联的参数如表 1 所示，曲线图的 x 轴间距设定为 50。

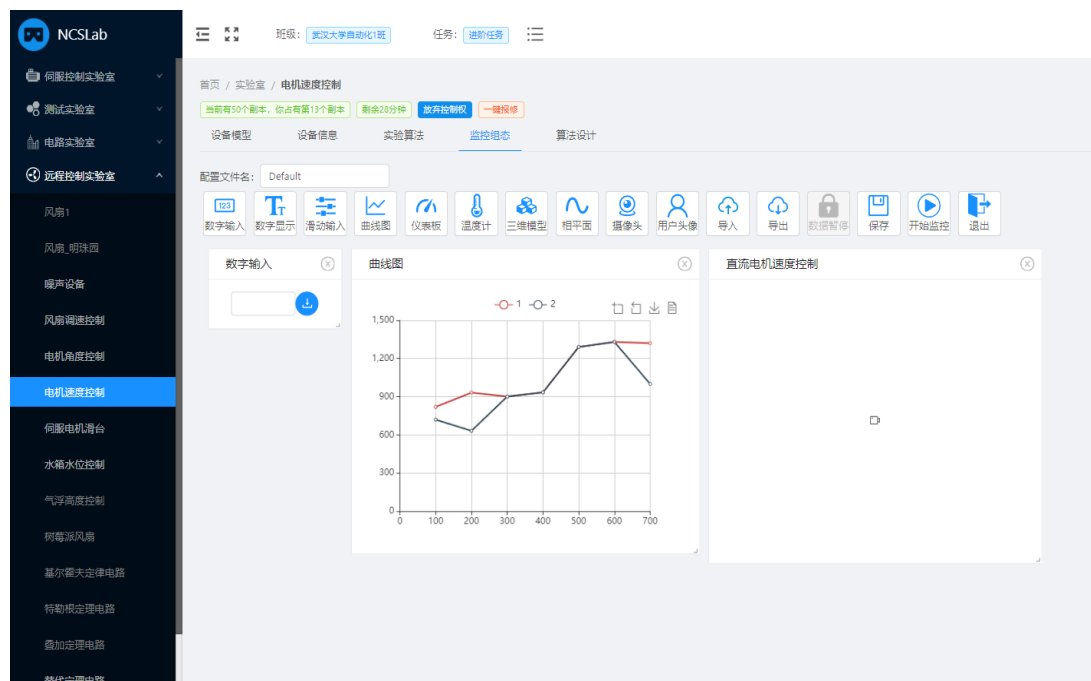


图 9 监控组态界面

控件名称	控件数量	关联参数	物理意义
数字输入	1	Parameter/gamma	自适应增益参数
曲线图	1	Signal/Input	输入信号
		Signal/Reference_model	参考电机速度
		Signal/Plant_model	实际电机速度
摄像头	1	无	实时显示实体电机

表 1 监控组态中参数关联情况

6、 点击“开始监控”按钮开始远程实验，如图 10 所示。

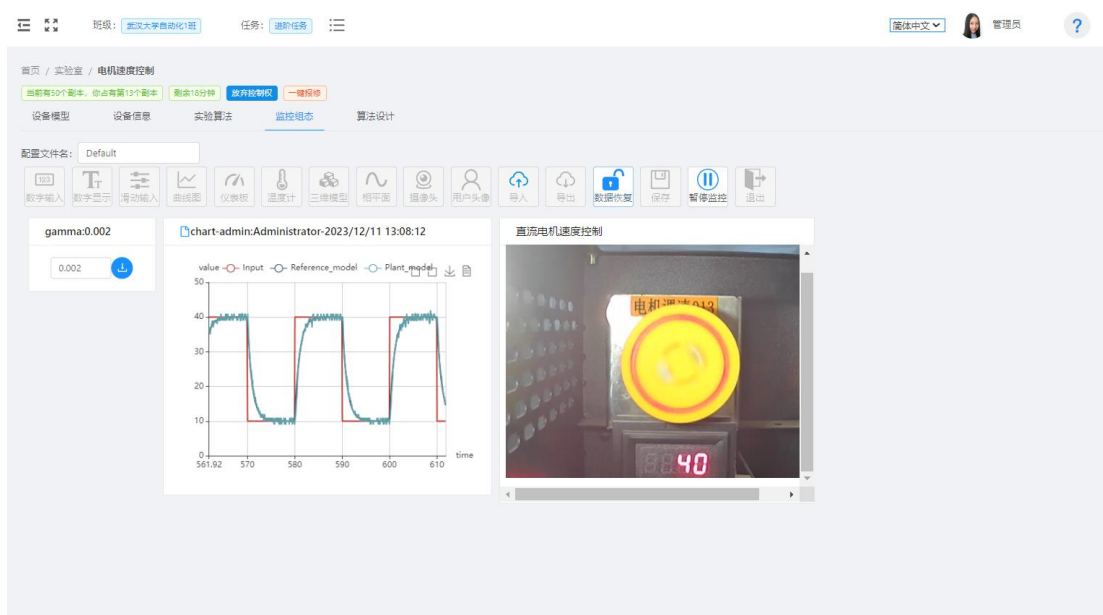


图 10 实验进行界面

7、 将 γ 设定值修改为 0.01，观察此时曲线图中的响应情况，并截取相应的图片放在实验报告中。

五 思考题

- (1) 什么是模型参考自适应控制法？简述模型参考自适应控制法的基本原理。
- (2) 分析本实验中 γ 参数对自适应控制结果的影响。
- (3) 若提高参考模型的阶次，自适应控制结果会有什么变化？

六 实验报告

- （1） 需要将实验过程中的每一个关键步骤抓图粘贴到实验报告上。
- （2） 实验报告中要回答思考题提出的问题。