

参数估计与系统辨识教学大纲

课程代号: 081103501

执笔人: 李鹏波

英文名称: System Identification and Parameter Estimation

学时: 36 学时

学分: 2

教学方式: 讲授为主, 自学、讨论为辅

考核方式: 闭卷笔试 60%, 课程设计 40%

预修课程: 数理统计、随机过程

课程的地位、作用与任务:

系统辨识是研究建立系统数学模型的一种理论和方法, 它和状态估计、控制理论构成现代控制理论三个互相渗透的领域。对系统进行分析、综合、仿真、预测, 必须首先建立系统的数学模型, 而系统辨识就是通过实验或运行数据, 得出一个与所测系统等价的数学模型。由于各门学科的定量化, 需要定量地用数学模型来描述事物的变化规律, 所以系统辨识是一门应用范围很广的学科, 其实际应用已遍及工程控制、航空、航天、海洋工程、认知科学、医学、生物信息学、水文学及社会经济等许多领域。

《参数估计与系统辨识》系统地讲述辨识的理论和各种辨识方法, 分析各种方法的特点和内在联系, 并介绍辨识技术的实际应用。本课程的内容非常多, 由于只有 36 学时, 就必须突出重点, 介绍基本原理和方法。本课程既有基础性的理论和方法, 又和工程应用紧密结合, 并且是后续的《随机控制》、《自适应控制》、《过程控制》等课程的基础。

教学目的:

充分理解和掌握参数估计与系统辨识的原理和方法, 在工程上通过实验建立系统数学模型的方法, 提高学生在参数估计与系统辨识理论与技术方面的学识和研究兴趣。

教学内容:

第 1 章 绪论 2 学时

介绍辨识的一些基本概念, 包括建模的方法、辨识的定义、模型的表达形式、辨识算法的原理、误差准则等。

第 2 章 传递函数的辨识 6 学时

介绍经典的传递函数辨识方法, 包括时域法和频域法。掌握时域法中阶跃响应法, 包括一阶惯性滞后环节的辨识、二阶自衡对象的辨识、二阶欠阻尼自衡对象的辨识、 n 阶自衡对象辨识、 n 阶容对象辨识、无自衡对象的辨识以及面积法。掌握频域法中频率特性的拟合。

第 3 章 伪随机序列 6 学时

介绍伪随机序列和连续型伪随机信号的产生与性质。理解 m 序列、 m^3 序列、逆重复 m 序列等伪随机序列的概念和性质。了解连续型伪随机信号的自相关函数和功率谱密度。

第 4 章 相关分析法 2 学时

介绍脉冲响应函数辨识的相关分析法。掌握采用 m 序列作输入信号的相关分析法。

第 5 章 辨识的最小二乘法 8 学时

本课程的重点,介绍最小二乘估计、最小二乘递推算法、数据递推的饱和及解决办法、广义最小二乘估计、增广最小二乘估计、辅助变量法和相关最小二乘法等。要求熟练掌握最小二乘估计的原理与统计性质,通过大作业,在计算机上模拟实现这些方法。

第 6 章 极大似然法及其它辨识算法 4 学时

介绍极大似然估计、随机逼近法、随机牛顿法以及递推辨识算法的收敛性。

第 7 章 系统阶的辨识 2 学时

介绍系统阶的辨识方法。掌握确定阶的 F 检验法、AIC 准则。

第 8 章 闭环系统辨识 2 学时

介绍闭环系统能辨识的条件,闭环系统辨识的直接方法和切换调节器辨识法。

第 9 章 时间序列的建模分析基础 2 学时

介绍时间序列模型的动态特性。基本了解时间序列建模的基本方法。

第 10 章 Matlab 系统辨识工具箱的应用 2 学时

介绍 Matlab 系统辨识工具箱函数及其具体应用。要求结合大作业,熟练掌握计算机辅助设计和仿真验证的方法。

大作业: 2 学时

给定几种典型的系统模型,在计算机上模拟系统辨识的全过程。内容包括模拟不同的系统模型、伪随机信号的产生、模型的选择与比较、辨识方法的选择与比较等等,并对结果进行分析,撰写实验报告。

实践性教学环节: 本课程不安排实践环节。

主要教材及参考资料:

教材: 李鹏波, 胡德文, 系统辨识基础, 中国水利水电出版社, 2006.

其它参考资料: 1. 方崇智, 《过程辨识》, 清华大学出版社, 1988.

2. 潘立登, 潘仰东编著, 系统辨识与建模, 化学工业出版社, 2004.

3. 胡德文, 非线性与多变量系统相关辨识, 国防科技大学出版社, 2001.

4. Pieter Eykhoff, System Identification Parameter and State Estimation, John Wiley & Sons, 1977.

5. Goodwin G.C., B.C.Payne, Dynamic System Identification – Experiment Design and Data Analysis, Academic Press, New York, 1977.

6. Soderstrom T., Stoica P., System Identification, Prentice Hall, 1989.