数字信号处理 教学大纲

Digital signal processing

# 基本信息

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程编码 | 28034030 | 学分 | 3.5 | 学时 | 64学时，其中授课48学时，实验16学时 |
| 开课单位 | 机电与信息工程学院 | | | | |
| 课程类别 | 通识教育必修课程 通识教育核心课程 通识教育选修课程  学科基础平台课程 专业必修课程 专业选修课程 综合性实践环节 | | | | |
| 适用专业 | 通信工程（量子信息工程）、电子信息科学与技术 | | | | |
| 先修课程 | 信号与系统、数学分析、线性代数 | | | | |
| 实验类型 | 专业基础实验 专业实验 综合实验 创新实验 开放实验 无 | | | | |
| 实验类别 | 非独立设课 | | | | |

主讲教师（教学团队）

主讲教师简介

刘若伦，山东大学（威海）机电与信息工程学院副教授、硕士生导师。研究方向为音频及阵列信号处理，主持国家自然科学基金及教育部留学回国基金等多项科研项目。

教学团队介绍

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 性别 | 职称 | 院系 | 教学中承担的职责 |
| 刘若伦 | 男 | 副教授 | 机电与信息工程学院 | 主讲教师 |
| 叶准 | 男 | 讲师 | 机电与信息工程学院 | 参与课堂授课及教学内容设计 |
| 郭尊华 | 女 | 副教授 | 机电与信息工程学院 | 参与课堂授课及教学内容设计 |
| 常树旺 | 男 | 讲师 | 机电与信息工程学院 | 参与课堂授课及教学内容设计 |

课程描述

中文描述

本课程是电子信息类专业的一门重要专业基础课，课程强调理论与实践相结合，在理解基础理论与技术的基础上，通过实验课应用软件编程实现信号处理功能，加深对知识的巩固并提高实际编程能力。课程主要内容包括数字信号处理基本概念，离散傅立叶变换，Z变换，数字滤波器原理及设计，频谱分析等。通过本课程的学习，为进一步学习与掌握数字通信与信息处理等方面的后续专业课程及从事信息技术的应用开发工作奠定必要的基础。

英文描述

This course is an important compulsory specialized course for the students who major in electronic information related specialties, which emphasizes the combination of theory and practice. The students are encouraged to implement signal processing technologies through software programming, which will consolidate the knowledge studied and improve the programming ability. The main contents of the course include the basic concepts of digital signal processing, discrete Fourier transform, Z transform, digital filter theory and design, spectrum analysis, etc. Through the study of this course, students will lay a good foundation for the following studies related with digital communication and information processing, and get prepared for the future work in the field of information technology.

教材及参考资料

教材

1. Joyce Van de Vegte著, 尹霄丽改编. 数字信号处理基础（英文版）, Fundamentals of digital signal processing. 电子工业出版社. 2009.1
2. 程佩青. 数字信号处理教程. 第五版. 清华大学出版社. 2017.8

参考资料

1. Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer著, 黄建国 刘树棠 张国梅译. 离散时间信号处理. 第三版. 电子工业出版社. 2015
2. John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis. 数字信号处理——原理、算法与应用. 第四版. 电子工业出版社. 2013
3. Sanjit K. Mitra. 数字信号处理——基于计算机的方法. 第四版. 电子工业出版社. 2012
4. 高西全, 丁玉美, 阔永红. 数字信号处理——原理、实现及应用. 第二版. 电子工业出版社. 2010
5. Sanjit K. Mitra. 数字信号处理实验指导书（MATLAB版）. 电子工业出版社. 2013.7

教学目标、要求及方式方法

教学目标

本课程是电子、通信（量子信息）专业的一门主要专业基础课，强调理论与实践并重，原理与应用相结合。本课程的任务是在已具备信号分析和电子线路的知识基础上讨论数字信号处理的基本理论。课程主要研究数字谱分析和数字滤波器两部分，旨在使学生掌握离散信号与系统的基本理论、基本分析方法、离散傅里叶变换、数字滤波器等数字信号处理技术，了解数字信号处理技术在设计和应用手段等方面不断更新的发展过程，培养使用实现数字信号处理的必要的软件工具，以便为进一步学习与掌握数字通信与信息处理等方面的专业课程及从事信息技术的应用开发工作奠定必要的基础。

实验课程16学时，目的是加深学生对课堂讲授理论知识的理解，掌握数字信号处理的基本算法及其编程实现。实验主要采用MATLAB软件环境进行编程，要求学生在理解概念的基础上，学习各种实用算法的编程思想及处理技巧，掌握应用傅里叶变换对信号进行分析，数字滤波器的原理、设计和实现方法等。通过实验课切实巩固所学数字信号处理知识，提高编程能力，为以后的科研和工程实际应用打下坚实的基础。

教学要求

采用多媒体教学，课堂授课（线上+线下）与实验紧密结合，培养学生理论分析与实际编程能力，注重理论联系实际。在授课过程中，注重数字信号处理技术与其先导课程信号与系统的联系与区别，注意将相关知识和专业方向的最新进展相结合，拓展学生的知识面，将相关课程形成知识网络。培养学生查阅相关资料解决实际问题的能力、迎难而上的钻研精神以及严谨细致的学习态度与习惯。通过课程的学习，使得学生掌握数字信号处理基础理论以及相应的编程解决实际问题的能力。

教学方式方法

采用多媒体授课结合（电子）板书的教学手段，采用启发式教学方法，融合课堂提问、学生课上进行演讲汇报等参与式教学方式，鼓励学生形成学习小组进行课上及课后讨论。

教学内容安排及学时分配

授课（48学时）

1. DSP基础（6学时）

教学内容：信号的基本概念以及信号的基本运算，DSP系统的组成、特点、应用和发展方向等。

熟练掌握：单位冲激信号的定义与性质；信号的基本运算（四则、反褶、时移、卷积、相关等），线性移不变系统的判定方法，常系数线性差分方程的求解方法，插值与抽取。

掌 握：信号及信号处理的基本概念；数字信号处理与模拟信号处理；信号的描述方法与分类；典型信号。

了 解：数字信号处理的特点，应用领域，发展概况和发展趋势。

1. 离散信号的Z变换（8学时）

教学内容：Z变换的基本概念和性质，离散系统的Z域分析方法（如何求解离散系统的频率响应、稳定性、因果性等），数字滤波器的基本概念等。

熟练掌握：Z变换的定义和性质；Z变换的收敛域；离散数字系统的分类、表示和求解；离散系统的稳定性、因果性。

掌 握：典型信号的Z变换；逆Z变换的计算方法。

了 解：Z变换背景；数字滤波器的功能、原理，与模拟滤波器的异同。

1. 信号的傅里叶分析（18学时）

教学内容：周期信号理的傅里叶级数分析，一般信号的傅里叶变换分析，抽样定理，离散傅里叶变换及其快速算法，DTFT以及离散系统的频率响应。

熟练掌握：三种傅里叶变换的定义与性质及相互关系；卷积定理及相关性定理；抽样定理；离散傅里叶变换的定义和性质。

掌 握：周期信号的频谱分析（傅里叶级数）；典型周期信号的频谱；典型信号的傅里叶变换；周期信号的傅里叶变换；DFT的快速算法。

了 解：FT的推导过程；DFT的推导过程；线性与循环卷积的异同。

1. 数字滤波器（12学时）

教学内容：数字滤波器基本结构，FIR滤波器，IIR滤波器，滤波器设计方法。

熟练掌握：频率响应，窗函数法与频率采样法，脉冲响应不变法与双线性变换法，数字系统的信号流图。

掌 握：全通系统的定义，线性相位FIR滤波器特点。

了 解：其它类型数字滤波器，由模拟滤波器变换成相应的数字滤波器。

1. 信号处理的技术最新应用与发展（2学时）

教学内容：DSP硬件原理，专用芯片编程，阵列、图像、音频信号处理技术，FFT在OFDMA系统中的应用等。

掌 握：二维傅里叶变换与一维傅里叶变换之间的内在联系。

了 解：几种处理技术所用到的信号处理方法和原理。

1. 课程回顾与实验总结（2学时）

教学内容：配合课堂教学，用MATLAB验证重要理论知识点，考前复习。

熟练掌握：MATLAB基本函数的应用。

掌 握：MATLAB数字信号处理工具箱内专用函数的基本功能。

实验（16学时）

主要仪器设备

台式计算机，MATLAB软件。

内容安排

任课教师根据数字信号处理技术发展及学生专业特点在以下实验项目中选取16学时内容进行实验，主要包括：时域信号表示及采样，滤波器的原理与设计，信号频谱，卷积等。

1. 数字信号的时域表示（2学时）

数字信号常用函数、信号采样。

1. 卷积（2学时）

自编代码实现卷积运算，并将运算结果与MATLAB提供的卷积函数的运算结果进行比较验证。

1. 频率响应（2学时）

频率响应与系统函数关系，绘制系统频率响应特性，并观察各参数对频率特性的影响。

1. FIR滤波器设计（2学时）

根据设计要求，对参数进行计算，并应用采样法，窗函数法等实现滤波器功能。

1. FFT/IFFT（2学时）

时域抽取基二算法的编程实现，并与MATLAB提供的FFT函数的性能进行比较。

1. Z变换（2学时）

利用Z变换求滤波器输出，包括单系统及级联、并联系统等。

1. 数字滤波器与差分方程（2学时）

自编代码用差分方程实现滤波器功能，并与MATLAB提供的滤波器函数的功能进行比较与验证。

1. DTFT与DFS（2学时）

自编代码实现离散时间傅里叶变换与离散傅里叶级数，验证二者之间的关系，并分析不同参数对变换结果的影响。

1. IIR滤波器设计（2学时）

自编函数实现IIR滤波器设计功能，根据设计要求，编程进行自动参数计算并给出滤波器的差分方程实现形式。

考核及成绩评定方式

考核方式

课程考核包括出勤、课堂提问、期中考试、实验成绩、作业、期末闭卷考试等。学生实验课编写程序代码，课后撰写实验报告，实验成绩由学生实验课堂表现及实验报告两部分评定组成。

成绩评定

通信工程（量子信息工程）专业 双语教学：

课程总成绩 ＝ 平时成绩×40% ＋ 期中考试成绩×20% ＋ 期末成绩×40%

平时成绩包括实验、作业、出勤等，期末成绩指期末闭卷考试成绩。

电子信息科学与技术专业：

课程总成绩 ＝ 平时成绩×40% ＋ 期末成绩×60%

平时成绩包括实验、作业、出勤等，期末成绩指期末闭卷考试成绩。