# 《数字信号处理》教学大纲

**一、课程概述**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | 数字信号处理 | **英文名称** | Digital Signal Processing |
| **课程性质** | 专业必修课 | **课程代码** | 22122018 |
| **总学时** | 40学时理论32学时+实验8学时 | **学分** | 2 |
| **开课学期** | 第六学期 | **先修课程** | 电路原理、信号与系统 |
| **适用专业** | 通信工程 | **开课单位** | 计算机与电气工程学院 |

**二、课程简介**

《数字信号处理》是通信工程的核心专业课之一，该课程主要讲述了数字信号及系统的分析方法。它理论性比较强，数学知识多，需要信号与系统的基础。通过学习使学生掌握离散时间信号与系统的基本概念及其分析的基本工具和方法、离散傅立叶变换算法及其性质、掌握时域和频域采样定理、熟悉快速傅里叶变换的算法实现及其应用、熟悉数字滤波器的基本结构、IIR和FIR数字滤波器的常用设计方法。培养学生能够从数学概念、物理概念及工程概念去分析问题和解决问题。

**三、课程目标**

**课程目标1：（应用工程知识）**能运用数字信号处理的基本理论，理解离散系统分析的本质，且能从已有的相关知识体系中寻求解题的方法或途径，较好地解决问题。（**支撑毕业目标1.4**）

**课程目标2：（研究工程问题）**能运用傅里叶变换法对数据进行分析，能对各变换之间的关系进行研究总结，并能运用相关软件对频域采样数据，滤波器设计的响应数据进行分析，数字滤波器的性能进行分析。（**支撑毕业目标4.4**）

**课程目标3：（运用现代工具）**能根据信号时域和频域的特点，针对具体系统得知其在时域和频域里的响应特征，选用合适的工具求解并分析系统的特性，对系统做出相应的调整改造。（**支撑毕业目标5.3**）

**课程目标4：（促进可持续发展）**能够分析判别离散系统的稳定性、因果性，能结合工程实际要求系统的有效性，安全性，经济性。（**支撑毕业目标7.1**）

**四、课程目标对毕业要求指标点的支撑**

**表4-1 课程目标对毕业要求指标点的支撑**

| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1应用工程知识 | 1.4（ 类比问题 ）能将解决一类问题的方法纳入已有的相关的知识系统中，理解该问题的性质，且能从已有的相关知识体系中寻求解题的方法与途径。 | H |  |  |  |
| 4研究工程问题 | 4.4（ 分析数据 ）能运用恰当的工具，根据通信系统与信息工程领域问题中的具体对象特征对数据进行合理分析。 |  | H |  |  |
| 5运用现代工具 | 5.3 （改造现代工具 ）能够针对具体的对象，选用或改造满足特定需求的现代工具，模拟和预测专业问题，并能够分析其局限性。 |  |  | H |  |
| 7促进可持续发展 | 7.1 （加强可持续发展思维）能够站在环境保护和可持续发展角度思考实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。 |  |  |  | H |

注：分别用“H、M、L”对应表示“高、中、低”支撑。

**五、教学内容及实施手段**

**表5-1教学内容与进度要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **章节** | **小节内容** | **要求** | **具体要求** | **学生成果** | **课程****目标** | **学时** |
| 第一章离散时间信号与系统 | (1) 绪论、序列的卷积和与相关性 | 理解 | 卷积和运算，相关函数的求解 | 理解卷积和运算第三种情况，掌握相关函数的求解方法 | 1 | 2 |
| (2)系统特性与带通信号抽样 | 理解 | 因果稳定性的判断，带通信号的抽样理论 | 掌握因果稳定性在时域频域里的判断，理解带通信号的抽样理论 | 1,4 | 2 |
| 第二章离散时间傅里叶变换 | (1) 离散时间傅里叶变换及性质 | 分析 | 离散时间傅里叶变换定义，计算、性质 | 会用定和性质计算离散时间傅里叶变换 | 1 | 2 |
| (2)周期序列傅里叶变换及傅里叶变换的关系 | 分析 | 周期序列傅里叶变换，序列的z变换与连续时间信号的Laplace变换、Fourier变换的关系 | 会根据具体周期序列求傅里叶变换，掌握三者之间的关系 | 1,2 | 2 |
| (3)离散线性移不变系统的频域表征 | 综合 | LSI系统的频率响应特点，三种情况下求频域响应的方法和相互关系 | 能够根据给定激励的特点选择用不同的方法求频域响应 | 1,3 | 2 |
| 第三章离散傅里叶变换 | (1)周期序列的傅里叶级数 | 理解 | 周期序列的傅里叶级数的定义性质 | 让学生掌握周期序列的傅里叶级数定义和性质并能运用 | 1,2 | 2 |
| (2)离散傅里叶变换 | 分析 | 离散傅里叶变换的定义，离散傅里叶变换与DFS的关系 | 会用定义和离散傅里叶变换与DFS的关系求离散傅里叶变换  | 1,3 | 2 |
| (3)DFT的主要性质 | 分析 | DFT的主要性质，与DFS性质之间的联系区别 | 理解DFT的主要性质及与DFS性质之间的联系，会用其求DFT | 1,2 | 2 |
| (4)频域抽样理论 | 综合 | 频域抽样理论，离散频域信号的恢复 | 理解频域抽样理论，能用频域抽样理论解题 | 2,3 | 2 |
| (5)DFT的应用 | 综合 | DFT的实际应用，频谱泄漏，栅栏效应 | 掌握DFT的实际应用，理解频谱泄漏，栅栏效应产生的根源 | 3,4 | 2 |
| 第四章快速傅里叶变换 | (1) 按时间抽选取的基-2FFT算法 | 综合 | 算法原理，运算量分析，分解流图画法 | 理解算法原理，运算量分析，掌握分解流图画法 | 2,3 | 2 |
| 第五章数字滤波器的基本结构 | (1) IIR数字滤波器的基本结构 | 综合 | 四种结构的画法，四种结构的特点 | 能够根据要求画出IIR数字滤波器的各种结构 | 3,4 | 2 |
| (2) FIR数字滤波器的基本结构 | 综合 | 五种结构的画法，各种结构的特点优势 | 能根据要求画出FIR数字滤波器的各种结构，并理解特点优势 | 3,4 | 2 |
| 第六章IIR数字滤波器的设计 | (1)滤波器的分类与模拟低通滤波器的设计 | 综合 | 各类数字滤波器的特点，模拟低通滤波器的设计方法 | 能够根据给定的指标设计也符合要求的模拟低通滤波器 | 3,4 | 2 |
| (2)冲激响应不变法与双线性变换法 | 分析 | 冲激响应不变法和双线性变换法，两种方法的优劣 | 能够运用冲激响应不变法和双线性变换法实现模拟到数字转化 | 1,2 | 2 |
| 第七章FIR数字滤波器的设计 | (1)窗函数法设计FIR数字滤波器 | 综合 | 线性相位FIR滤波器的特点, 窗函数法设计FIR数字滤波器 | 能够运用窗函数法设计FIR数字滤波器 | 3,4 | 2 |

**表5-2 实验/上机部分教学内容与进度要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **实验/上机项目** | **实验内容与方法** | **实验****类型** | **学时** | **必做/选做** | **课程目标** |
| 1 | 离散傅里叶变换的MATLAB实现 | （1）用MATALB编程实现序列的DTFT。（2）用MATALB编程实现序列的DFS和IDFS。（3）用MATALB编程实现序列的DFT和IDFT。 | 综合 | 2 | 必做 | 3 |
| 2 | 快速傅里叶变换及其应用 | （1）用FFT分析离散信号的频谱。（1）比较DFT与FFT的运行时间。（3）用FFT求线性卷积。 | 综合 | 2 | 必做 | 3 |
| 3 | IIR数字滤波器的设计 | （1）Butterworth低通滤波器的设计（2）用脉冲响应不变法设计IIR数字滤波器（1）用双线性变换法设计IIR数字滤波器 | 综合 | 2 | 必做 | 3 |
| 4 | FIR数字滤波器的设计 | （1）绘制各种窗函数的时域和幅频响应图。（2）设计FIR数字滤波器。 | 综合 | 2 | 必做 | 3 |

**表5-3 课程实施手段**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **采用手段** | **具体目标** |
| 1 | 以课堂教学为主，理论教学、小组讨论与课后作业相结合。 | 强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养。 |
| 2 | 课堂教学采用多媒体课件、电子教案、传统教学方法和线上教学辅助结合。 | 提高效率，增强教学的直观性和课堂教学的信息量。 |
| 3 | 小组讨论采用启发式教学，通过学生协作、自主学习的答辩模式进行。 | 让学生自主分工、查阅资料、研究分析与制作汇报报告，培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。 |

**六、课程思政**

**表6-1 课程思政内容**

|  |  |
| --- | --- |
| **课程思政教学内容** | ① 诚信：认真付出，努力做事，坚持科学观和实事求是精神。 |
| ② 友善：保持平和、宽容的心去对人做事，团结协作，尊长爱幼。 |
| ③ 爱岗：富有不断学习和探索进取的工作态度，热爱本专业。 |
| ④ 敬业：做事可以吃苦耐劳，工作能够精益求精。 |
| ⑤ 其它：科学发展观及积极向上的人生观。 |

**表6-2 课程思政具体案例**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **所属章节/****案例名称** | **案例教学目标** | **思政元素** |
| 1 | 第1章第1讲 绪论、序列的卷积和与相关性 |  了解数字信号处理的历史、特点、应用领域。让学生认知数字信号处理课程与信号与系统的紧密联系。 | **爱岗敬业**：引导学生认知字信号处理应用于实践的产生的强大科技生产力，让学生清楚该课程学习的意义所在，同时激发学生的学习兴趣。 |
| 2 | 第3章第1讲 周期序列的傅里叶级数 | 通过学习认知周期序列的傅里叶级数展开，运用数学知识和物理理解对信号展开式中所包含的基本成分进行分析，并与周期信号的傅里叶级数进行比较。 | **科学手段的多样性**：通过周期序列的傅里叶级数求解，理解信号展开的作用和意义，理解不同科学方法对同一问题进行解决的可行性和多样性，分析他们内在联系。 |
| 3 | 第4章第1讲按时间抽选取的基-2FFT算法 | 通过对DFT算法的运算复杂度分析，理解该算法存在的缺陷，前人研究FFT算法的初衷，运用的什么思想进行改进，如何将该思想与具体算法结合起来发明了DFT | **科学发展观**：通过按时间抽选取的基-2FFT算法，引导学生思维能力的提升，让学生对事物的认识更为科学，知道任何算法有其知身的优势与不足，有一定的应用场合，树立正确的认识观。 |
| 4 | 第6章第1讲滤波器的分类与模拟低通滤波器的设计 | 通过分析各类滤波器的特点，认识各类滤波器的功能。根据给定的技术指标，运用前人的研究成果，设计出符合要求的低通滤波器。 | **正确的人生观：**通过分析各类滤波器的特点，理解各类滤波器的具体功能。引导学生认识到每种滤波器都有自己的具体用途，同人一样，每个人的优势不一样，在单位上所起的作用也不一样。 |

**七、考核及成绩评定**

1、考核方法

本课程考核采用平时成绩+实验成绩+期末考试的综合考核方式，即：

**总成绩= 平时成绩\*15%+实验成绩\*15%+期末考试成绩\*70%**

平时成绩分为2部分：作业（10%）、课堂测试与课程调研（5%）。各考核环节及权重如表7-1所示。

**表7-1 考核环节及权重表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目名称****课程目标** | **考核环节及成绩占比（%）** | **课程目标权重****（%）** |
| **课后****作业****（1）** | **课堂测试课程调研****（2）** | **实验****成绩****（3）** | **期末****成绩****（4）** |
| 课程目标1 | 3 | 1 | -- | 22 | 26 |
| 课程目标2 | 2 | 2 | -- | 20 | 24 |
| 课程目标3 | 3 | 1 | 22 | -- | 26 |
| 课程目标4 | 2 | 1 | -- | 20 | 24 |
| 合计 | 10 | 6 | 22 | 62 | 100 |

2、考核内容及评价标准

① 实验成绩：占总成绩的15%。分为四次实验，各占实验成绩25%；每次评分施行百分制，评分内容包括到课、课堂表现、实际操作和实验报告，评分标准如表7-2所示。

**表7-2 实验考核方案及评价标准**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **优秀** | **良好** | **中等** | **及格** | **不及格** |
| 课程目标3 | 离散傅里叶变换的MATLAB实现 | 实验操作步骤正确，实验报告完整（包括实验预习、数据处理分析） | 实验操作步骤较正确、实验预习较完整、准确，数据处理及讨论较正确 | 实验操作步骤基本正确、实验预习基本完整、准确，数据处理及讨论基本正确 | 实验操作步骤不够正确实验预习不够完整、准确，数据处理及讨论不够正确 | 不做实验、不交实验报告 |
| 快速傅里叶变换及其应用 |
| IIR数字滤波器的设计 |
| FIR数字滤波器的设计 |

② 期末考试：占总成绩70%。闭卷考试，考试时间120分钟，成绩采用百分制，卷面成绩总分100分，考试范围包括1,2,4课程目标。具体考试时间与教务办公室联系协商通知进行。

**表7-3作业评价标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核内容** | **优秀（90-100分）** | **良好（80-89分）** | **中等（70-79分）** | **及格（60-69分）** | **不及格****（60分以下）** |
| 作业 | 按时足量提交，90%以上的概念与计算正确，方案合理，书写清晰且文本规范。 | 按时足量提交，80%以上的概念与计算正确，方案较合理，书写比较清晰、规范。 | 缺量提交，70%以上的概念与计算正确，方案基本合理，书写基本清晰、规范。 | 补交，60%以上的概念与计算正确，方案不够合理，书写不够清晰、规范。 | 提交作业错误过多，书写混乱潦草。（不交作业、抄袭记零分）。 |

③ 课堂测试与课程调研：占总成绩的5%。每次课程结束后通过雨课堂进行线上小测试或调研。同时结合随机课间考勤和互动，每名学生不少于5次，每缺一次扣1%，扣完5%为止，无故缺勤5次以上者取消本门课程的考核资格。

④ 课后作业：占总成绩的10%。本门课程每章均布置作业，布置次数不低于7次，每次作业的占比均分，根据学生作业是否按时上交、是否独立完成以及作业完成准确性与可读性评分。作业具体评分标准如表7-3所示。

3、按照工程教育认证标准和学校人才培养要求，考核以学生能力是否有效达成为基准。为保障学生课程培养能力的达成，规定期末考试卷面成绩应高于一定分数。

4、考核周期为一个学年。为使评价结果尽快反馈给各个教学环节，促使各个教学环节尽快改进，保证教学效果的快速提升，课程考核成绩评价每学年进行1次。

5、考核依据《计算机与电气工程学院课程目标达成评价实施办法》文件进行。

**八、课程质量评价和持续改进**

课程结束后由课程责任人以定量和定性评价方法，针对具体课程目标形成文字或图表形式的报告，针对学生个体和整体的学习成果评价并对相关问题进行分析；课程目标达成与课程在培养学生解决复杂工程问题能力的具体环节任务的达成相关性分析；对以上各薄弱环节进行原因分析，提供持续改进建议，并由学院教学指导委员会进行审核。针对学生个体和整体的课程目标评价方法如下：

1、课程考核成绩算分评价法：课程目标达成度算分评价法是以参加课程学习的所有学生获得课程成绩为样本，对支撑毕业要求中各个指标点对应的课程目标进行达成情况评价，要由任课教师、课程负责人进行评价。课程目标达成情况评价值计算按下面公式进行：

课程目标达成评价值 $\sum\_{i=1}^{k}\frac{Di}{Zi}×Pi$

上式中k是该课程目标评价环节数，评价环节有平时过程考核、课后作业、大作业、实验、期末考试等（具体的依据考核审核表确定）; z𝑖是第𝑖个评价方式的总分值，𝐷𝑖是为学生在第𝑖个评价方式上的得分，𝑃𝑖是第𝑖个评价方式在该课程目标评价中的占比。

2、教学期间，任课教师通过作业、报告及学生反馈等及时优化教学方式和手段；整个课程中，任课教师针对学生课程目标未达成者，通过优秀学生与其沟通交流作进一步专题辅导改进；整体达成度较差部分，通过抽查与学生交流、分析问题，作进一步教学内容及方法的改善。

**九、教材与主要参考资料**

**1.教材：**

程佩青主编,数字信号处理教程（第五版）[M], 北京：电子工业出版社，2022.6

**2.教学参考书目：**

[1]高西全.数字信号处理——原理、实现及应用（第4版）.北京：电子工业出版社，2022.6

[2]程佩青.数字信号处理教程（第五版）MATLAB版. 北京：清华大学出版社，2017.10

[3]John G.Proakis，Dimitris G.Manolakis 著，方艳梅，刘永清 等 译数字信号处理――原理、算法与应用（第四版）.北京：电子工业出版社，2014.8

[4]李力利. 数字信号处理（第3版）.北京：电子工业出版社，2022.6

[5])普罗克斯.数字信号处理——原理、算法与应用（第四版）. 北京：电子工业出版社，2014.8

**十、教学团队**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **姓名** | **职称** | **承担的教学工作** |
| 朱明旱 | 副教授 | 课程负责人、主讲教师 |
| 叶华 | 副教授 | 课程指导、主讲教师 |
| 候清莲 | 讲师 | 主讲教师 |

执笔人：朱明旱

系（室）审核机构：通信工程教学大纲审核小组

组长：邵湘怡

审核执行人（签字） 黄建春 2022年11月15日

教学院审核机构：计电学院教学大纲审核小组

组长：李建英

审核执行人（签字）: 方霞 2022年12月30日