

云南大学本科教学

《数字信号处理实验》课程教学大纲

一、课程基本信息

课程名称	数字信号处理实验						
	Digital Signal Processing Experiment						
课程代码	INFO3L4019			课程性质	必修		
开课院部	信息学院			课程负责人	杨 鉴		
课程团队	柏正尧, 杨鉴, 王静, 周浩						
授课学期	第 6 学期			学分/学时	1/27		
课内学时	27	理论学时		实验学时	27	实训 (含上机)	
		实习		其他			
课外学时							
适用专业	物联网工程						
授课语言	中文						
先修课程	高等数学; 线性代数; 信号与系统; 信号与系统实验						
后续课程							
课程简介	<p>数字信号处理是一门利用计算机或专用处理设备, 以数值计算的方法对信号进行采集、变换、综合、估值与识别等的技术科学。《数字信号处理实验》是与《数字信号处理》配套的一门实验课程, 它是将数字信号处理的基本理论和方法与实践密切结合起来的课程, 由验证性实验和综合性设计实验组成。通过软件平台编程进行离散时间信号与系统的时域和频域分析, 连续时间信号的数字处理, 数字滤波器结构验证, 数字滤波器设计, 有助于深化学生对数字信号处理基础理论和方法的理解, 掌握常用的数字信号处理方法和算法。综合设计实验要求学生独立设计和实现一个具有较强应用背景和一定功能的信号处理系统, 培养学生运用所学理论知识解决问题的能力, 并提升学生的程序设计能力。</p>						

二、课程目标及对毕业要求指标点的支撑

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点	毕业要求
1	课程目标 1: 能用软件编程产生常见的离散时间信号,并能对这些信号进行常见的信号处理运算;能理解线性时不变(LTI)离散时间系统的差分方程表示法,并能用软件编程仿真 LTI 离散时间系统,能计算 LTI 离散时间系统的冲激响应,能根据系统输入和冲激响应计算的系统输出,能计算两个有限长序列的线性卷积和,能用软件编程实现 LTI 离散时间系统的级联,能判断 LTI 离散时间系统的稳定性。	2.3 能基于物联网工程的科学原理,用数理或工程学的模型方法正确描述问题;寻求解决问题的各种可能方案,并获得有效结论。(建模分析、获得结论)	毕业要求 2: 问题分析:能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达、并通过文献检索与阅读研究,对复杂物联网工程问题进行分析并获得有效结论。
2	课程目标 2: 能理解离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)和离散傅里叶变换(DFT)的含义,并能用软件编程计算离散时间信号的 DTFT 和 DFT,考察 DTFT 和 DFT 的性质;能用软件编程计算 LTI 离散时间系统传输函数的零极点,绘制零极点图,并能根据零极点位置判断系统的稳定性,能计算 LTI 离散时间系统的频率响应,并能根据频率响应确定传输函数的类型或滤波器类型。		
3	课程目标 3: 能理解连续时间信号时域采样的过程,能用软件编程仿真连续时间信号的周期采样,并能对采样得到的离散时间信号进行重构获得连续时间信号,能理解时域混叠的效果;能用软件编程仿真连续时间信号的连续时间傅里叶变换(CTFT)与相应的离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)之间的关系,并能理解频域混叠的效果。		
4	课程目标 4: 能理解有限冲激响应(FIR)数字滤波器和无限冲激响应(IIR)数字滤波器的结构特点,理解 FIR 数字滤波器设计的加窗傅里叶级数法和 IIR 数字滤波器设计的双线性变换法,能用软件编程设计满足给定幅度响应的 FIR 数字滤波器或 IIR 数字滤波器,能用软件编程实现 FIR 数字滤波器的直接型和级联型结构, IIR 数字滤波器的直接 II 型、级联型和并联型结构,并能仿真和验证 FIR 和 IIR 数字滤波器的结构。	4.4 能对实验结果进行分析和解释,并通过信息综合得到合理有效的结论。(结果分析与综合)	毕业要求 4: 研究:能够基于物联网工程的基本科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究,设计实验,分析与解释数据并通过信息综合得到合理有效的结论。
5	课程目标 5: 能正确选择常见的信号分析与信号处理方法和算法,设计一个具有一定应用背景的信号处理系统,用软件编程方法实现所设计系统的功能,分析系统性能。		

三、教学内容及进度安排

序号	教学内容	学生学习预期成果	课时	教学方式	支撑课程目标
1	<p>内容: 单位样本序列、单位阶跃序列、指数序列和正弦序列的产生, 信号的平滑运算, 复杂信号的产生。</p> <p>重点: 单位样本序列、单位阶跃序列、指数序列和正弦序列的产生。</p> <p>难点: 信号的平滑运算。</p>	学会用 MATLAB 产生一些常用的离散时间信号, 并对这些进行一些基本的运算。	2	<p>预习: 课前阅读实验指导书, 回顾基础知识。</p> <p>课堂: 讲解实验涉及的知识点并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>	<p>课程目标 1: 能用软件编程产生常见的离散时间信号, 并能对这些信号进行常见的信号处理运算; 能理解线性时不变(LTI)离散时间系统的差分方程表示法, 并能用软件编程仿真 LTI 离散时间系统, 能计算 LTI 离散时间系统的冲激响应, 能根据系统输入和冲激响应响应计算的系统输出, 能计算两个有限长序列的线性卷积和, 能用软件编程实现 LTI 离散时间系统的级联, 能判断 LTI 离散时间系统的稳定性。</p>
2	<p>内容: 离散时间系统的仿真, 包括滑动平均系统, 线性系统和非线性系统, 时不变系统和时变系统; 线性时不变(LTI)离散时间系统的研究, 包括冲激响应计算, 系统级联, 卷积和计算, 稳定性判定。</p> <p>重点: 线性时不变离散时间系统的仿真研究。</p> <p>难点: 时变系统和非线性系统仿真。</p>	学会用 MATLAB 产生一些简单的离散时间系统, 研究并分析这些系统的特性。	2	<p>预习: 课前阅读实验指导书, 回顾基础知识。</p> <p>课堂: 讲解实验涉及的知识点并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>	

3	<p>内容: 离散时间信号的频域分析, 包括离散时间傅里叶变换(DTFT)的计算和性质研究, 离散傅里叶变换(DFT)和逆变换(IDFT)的计算, 性质研究。</p> <p>重点: DTFT 和 DFT 的性质仿真研究。</p> <p>难点: DTFT 和 DFT 的性质仿真研究。</p>	<p>理解离散时间信号的频域表示, 学会用 MATLAB 计算 DTFT 变换和 DFT 变换, 对离散时间信号进行频域分析。</p>	4	<p>课程目标 2: 能理解离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)和离散傅里叶变换(DFT)的含义, 并能用软件编程计算离散时间信号的 DTFT 和 DFT, 考察 DTFT 和 DFT 的性质; 能用软件编程计算 LTI 离散时间系统传输函数的零极点, 绘制零极点图, 并能根据零极点位置判断系统的稳定性, 能计算 LTI 离散时间系统的频率响应, 并能根据频率响应确定传输函数的类型或滤波器类型。</p> <p>预习: 课前阅读实验指导书, 回顾基础知识。</p> <p>课堂: 讲解实验涉及的知识并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>
4	<p>内容: 线性时不变离散时间(LTI)系统的频域分析, 包括传输函数和频率响应分析, 系统稳定性测试。</p> <p>重点: 线性时不变离散时间系统的传输函数和频率响应。</p> <p>难点: 系统稳定性测试。</p>	<p>掌握线性时不变(LTI)离散时间系统的频域分析方法, 能将用差分方程或卷积描述的 LTI 离散时间系统用离散时间傅里叶变换或 Z 变换进行描述, 并研究 LTI 离散时间系统的某些特性。</p>	4	<p>预习: 课前阅读实验指导书, 回顾基础知识。</p> <p>课堂: 讲解实验涉及的知识并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>

5	<p>内容: 连续时间信号的数字处理, 周期采样, 用程序模拟重构滤波器, 验证采样定理。</p> <p>重点: 验证采样定理。</p> <p>难点: 能分析混叠产生的原因。</p>	理解频域中连续时间信号周期采样的效果, 能分析混叠产生的原因。	2	<p>预习: 课前阅读实验指导书, 回顾基础知识。</p> <p>课堂: 讲解实验涉及的知识并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>	<p>课程目标 3: 能理解连续时间信号时域采样的过程, 能用软件编程仿真连续时间信号的周期采样, 并能对采样得到的离散时间信号进行重构获得连续时间信号, 能理解时域混叠的效果; 能用软件编程仿真连续时间信号的连续时间傅里叶变换(CTFT)与相应的离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)之间的关系, 并能理解频域混叠的效果。</p>
6	<p>内容: 数字滤波器结构的仿真研究, 包括有限冲激响应(FIR)传输函数的级联实现, 无限冲激响应(IIR)传输函数的级联和并联实现。</p> <p>重点: 有限冲激响应(FIR)传输函数的级联实现, 无限冲激响应(IIR)传输函数的级联和并联实现。</p> <p>难点: 无限冲激响应(IIR)传输函数的并联实现。</p>	学会用 MATLAB 实现 FIR 和 IIR 传输函数, 能够画出 FIR 传输函数级联形式结构框图, IIR 传输函数级联和并联形式结构框图。	4	<p>预习: 课前阅读实验指导书, 回顾基础知识。</p> <p>课堂: 讲解实验涉及的知识并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>	<p>课程目标 4: 能理解有限冲激响应(FIR)数字滤波器和无限冲激响应(IIR)数字滤波器的结构特点, 理解 FIR 数字滤波器设计的加窗傅里叶级数法和 IIR 数字滤波器设计的双线性变换法, 能用软件编程设计满足给定幅度响应的 FIR 数字滤波器或 IIR 数字滤波器, 能用软件编程实现 FIR 数字滤波器的直接型和级联型结构, IIR 数</p>

7	<p>内容: 采用双线性变换法设计巴特沃斯、切比雪夫 I 型及 II 型、椭圆 IIR 低通/高通/带通/带阻数字滤波器, 线性相位 FIR 低通/高通/带通/带阻数字滤波器设计。</p> <p>重点: 双线性变换法设计 IIR 数字滤波器, 加窗傅里叶级数法设计线性相位 FIR 滤波器。</p> <p>难点: 双线性变换法设计 IIR 数字滤波器。</p>	<p>理解数字滤波器指标的含义, 掌握常用的理想低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器和带阻滤波器的冲激响应表达式, 学会用 MATLAB 设计满足给定幅度响应或相位响应指标的可实现的 IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器。</p>	2	<p>预习: 课前阅读实验指导书, 回顾基础知识。</p> <p>课堂: 讲解实验涉及的知识并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>	<p>字滤波器的直接 II 型、级联型和并联型结构, 并能仿真和验证 FIR 和 IIR 数字滤波器的结构。</p>
8	<p>内容: 给定一个被噪声干扰的语音信号, 干扰信号的频谱范围不固定, 用滤波的方法尽可能去除其中的噪声。要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分析语音信号, 确定干扰信号频谱范围。 2. 根据频谱范围确定滤波器的边缘频率, 设计一个与之对应的带阻数字滤波器。 3. 用滤波器对被干扰的语音信号进行滤波。 4. 给出主观、客观评价结果, 主观评价用人耳听, 客观评价用信噪比。 	<p>采用课程所学的数字信号处理理论和方法, 设计一个包括信号分析和信号处理功能, 并具有一定应用背景的系统, 并对系统性能和实验结果进行分析、评价, 得到最终的结论。</p>	7	<p>课堂: 讲解实验涉及的知识并进行必要的演示, 实验过程中进行指导和答疑。</p> <p>要求: 实验中认真记录数据, 包括实验代码、图表等, 课后认真完成实验报告。</p>	<p>课程目标 5: 能正确选择常见的信号分析与信号处理方法和算法, 设计一个具有一定应用背景的信号处理系统, 用软件编程方法实现所设计系统的功能, 分析系统性能。</p>

合 计 学 时	27		
---------	----	--	--

注：“学生学习预期成果”是描述学生在学完本课程后应具有的能力，可以用认知、理解、应用、分析、综合、判断等描述预期成果达到的程度。

四、课程考核

序号	课程目标（支撑毕业要求指标点）	评价依据及成绩比例		成绩比例（%）
		作业	考试	
1	课程目标 1: 能用软件编程产生常见的离散时间信号，并能对这些信号进行常见的信号处理运算；能理解线性时不变(LTI)离散时间系统的差分方程表示法，并能用软件编程仿真 LTI 离散时间系统，能计算 LTI 离散时间系统的冲激响应，能根据系统输入和冲激响应计算的系统输出，能计算两个有限长序列的线性卷积和，能用软件编程实现 LTI 离散时间系统的级联，能判断 LTI 离散时间系统的稳定性。（支撑毕业要求指标点 2.3）	10	0	10
2	课程目标 2: 能理解离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)和离散傅里叶变换(DFT)的含义，并能用软件编程计算离散时间信号的 DTFT 和 DFT，考察 DTFT 和 DFT 的性质；能用软件编程计算 LTI 离散时间系统传输函数的零极点，绘制零极点图，并能根据零极点位置判断系统的稳定性，能计算 LTI 离散时间系统的频率响应，并能根据频率响应确定传输函数的类型或滤波器类型。（支撑毕业要求指标点 2.3）	15	0	15
3	课程目标 3: 能理解连续时间信号时域采样的过程，能用软件编程仿真连续时间信号的周期采样，并能对采样得到的离散时间信号进行重构获得连续时间信号，能理解时域混叠的效果；能用软件编程仿真连续时间信号的连续时间傅里叶变换(CTFT)与相应的离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)之间的关系，并能理解频域混叠的效果。（支撑毕业要求指标点 2.3）	15	0	15

4	课程目标 4 ：能理解有限冲激响应(FIR)数字滤波器和无限冲激响应(IIR)数字滤波器的结构特点，理解 FIR 数字滤波器设计的加窗傅里叶级数法和 IIR 数字滤波器设计的双线性变换法，能用软件编程设计满足给定幅度响应的 FIR 数字滤波器或 IIR 数字滤波器，能用软件编程实现 FIR 数字滤波器的直接型和级联型结构，IIR 数字滤波器的直接 II 型、级联型和并联型结构，并能仿真和验证 FIR 和 IIR 数字滤波器的结构。（支撑毕业要求指标点 4.4）	20	0	20
5	课程目标 5 ：能正确选择常见的信号分析与信号处理方法和算法，设计一个具有一定应用背景的信号处理系统，用软件编程方法实现所设计系统的功能，分析系统性能。（支撑毕业要求指标点 4.4）	0	40	40
合 计		60	40	100

五、教材及参考资料

(必含信息：教材名称，作者，出版社，出版年度，版次，书号)

1. 数字信号处理实验指导书 (MATLAB 版), 桑吉特 K. 米特拉 (Sanjit K. Mitra) 著, 孙洪等译, 电子工业出版社, 2015 年。
2. 离散时间信号处理 (英文版第 3 版), Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer 著, 电子工业出版社, 2011 年。
3. 数字信号处理: 原理、算法与应用 (第 4 版), John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis 著, 方艳梅, 刘永清等译, 电子工业出版社, 2014 年。
4. 数字信号处理 (英文版第 3 版), 理查德·莱昂斯 (Richard G. Lyons) 著, 电子工业出版社, 2012 年。
5. 数字信号处理—理论、算法与实现 (第 3 版), 胡广书编著, 清华大学出版社, 2012 年。

大纲执笔人：柏正尧、杨鉴

审核人（专业负责人/系主任）：

制定时间：

附录：各类考核评分标准表

实验评分标准

教学目标要求	评分标准				权重 (%)
	90-100	80-89	60-79	0-59	
<p>课程目标 1: 能用软件编程产生常见的离散时间信号,并能对这些信号进行常见的信号处理运算;能理解线性时不变(LTI)离散时间系统的差分方程表示法,并能用软件编程仿真 LTI 离散时间系统,能计算 LTI 离散时间系统的冲激响应,能根据系统输入和冲激响应响应计算的系统输出,能计算两个有限长序列的线性卷积和,能用软件编程实现 LTI 离散时间系统的级联,能判断 LTI 离散时间系统的稳定性。(支撑毕业要求指标点 2.3)</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,认真完成思考题,并进行实验总结。</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,实验总结不到位,或思考题回答有错误。</p>	<p>较好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,但内容不够不完整,或实验结果、结论有部分错误,未完成思考题等。</p>	<p>未认真完成实验项目,实验数据、图表不完整,实验结果、结论不正确。</p>	10
<p>课程目标 2: 能理解离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)和离散傅里叶变换(DFT)的含义,并能用软件编程计算离散时间信号的 DTFT 和 DFT,考察 DTFT 和 DFT 的性质;能用软件编程计算 LTI 离散时间系统传输函数的零极点,绘制零极点图,并能根据零极点位置判断系统的稳定性,能计算 LTI 离散时间系统的频率响应,并能根据频率响应确定传输函数的类型或滤波器类型。(支撑毕业要求指标点 2.3)</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,认真完成思考题,并进行实验总结。</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,实验总结不到位,或思考题回答有错误。</p>	<p>较好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,但内容不够不完整,或实验结果、结论有部分错误,未完成思考题等。</p>	<p>未认真完成实验项目,实验数据、图表不完整,实验结果、结论不正确。</p>	15

<p>课程目标 3: 能理解连续时间信号时域采样的过程,能用软件编程仿真连续时间信号的周期采样,并能对采样得到的离散时间信号进行重构获得连续时间信号,能理解时域混叠的效果;能用软件编程仿真连续时间信号的连续时间傅里叶变换(CTFT)与相应的离散时间信号的离散时间傅里叶变换(DTFT)之间的关系,并能理解频域混叠的效果。(支撑毕业要求指标点 2.3)</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,认真完成思考题,并进行实验总结。</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,实验总结不到位,或思考题回答有错误。</p>	<p>较好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,但内容不够不完整,或实验结果、结论有部分错误,未完成思考题等。</p>	<p>未认真完成实验项目,实验数据、图表不完整,实验结果、结论不正确。</p>	<p>15</p>
<p>课程目标 4: 能理解有限冲激响应(FIR)数字滤波器和无限冲激响应(IIR)数字滤波器的结构特点,理解 FIR 数字滤波器设计的加窗傅里叶级数法和 IIR 数字滤波器设计的双线性变换法,能用软件编程设计满足给定幅度响应的 FIR 数字滤波器或 IIR 数字滤波器,能用软件编程实现 FIR 数字滤波器的直接型和级联型结构, IIR 数字滤波器的直接 II 型、级联型和并联型结构,并能仿真和验证 FIR 和 IIR 数字滤波器的结构。(支撑毕业要求指标点 4.4)</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,认真完成思考题,并进行实验总结。</p>	<p>很好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,内容完整,实验结果、结论正确,实验总结不到位,或思考题回答有错误。</p>	<p>较好完成实验项目,认真记录实验数据、图表,实验报告格式符合要求,但内容不够不完整,或实验结果、结论有部分错误,未完成思考题等。</p>	<p>未认真完成实验项目,实验数据、图表不完整,实验结果、结论不正确。</p>	<p>20</p>

<p>课程目标 5：能正确选择常见的信号分析与信号处理方法和算法，设计一个具有一定应用背景的信号处理系统，用软件编程方法实现所设计系统的功能，分析系统性能。（支撑毕业要求指标点 4.4）</p>	<p>完整完成实验，在实验中用到部分课程内容以外知识，实验设计有新意，能顺利完成实验演示，滤波以后几乎听不出噪声，信噪比较高，能正确回答教师的提问，实验报告撰写规范。</p>	<p>完整完成实验，合理应用课内知识，实验设计合理，能顺利完成实验演示，滤波以后噪声不明显，信噪比较高，能正确回答教师的提问，实验报告撰写基本规范。</p>	<p>在教师、同学的指导下完整完成实验，正确应用课程知识，实验设计合理，能基本完成实验演示，滤波以后噪声不明显，能基本正确回答教师的提问，实验报告撰写基本规范。</p>	<p>到不达到以上要求者，评为不及格。</p>	<p>40</p>
--	---	--	--	-------------------------	-----------