

---

# 《数字信号处理》教学大纲

课程名称 (中文/英文): 数字信号处理 (Digital Signal Processing) 课程编号: 5104013

学分: 2

学时: 总学时 32

学时分配: 讲授学时: 32 实验学时: (8) 上机学时: 0 讨论学时: (8) 其他学时: 0

课程负责人: 邹国良

## 一、课程简介

### 1. 概述

《数字信号处理》是信息类专业学生学习信号分析系列课程的一门主干课程,旨在培养学生以计算机软硬件为手段,进行信号时域及频域分析与处理的能力。本课程首先从时域分析了时间离散信号及时间离散系统,其次基于傅里叶变换的频谱分析手段进行了离散信号与系统的频域分析,接着分别讲解了离散傅里叶变换 DFT 和快速傅里叶变换 FFT,用状态变量法分析时间离散系统的网络结构,接着又分别讲解了无限冲激响应 IIR 数字滤波器与有限冲激响应 FIR 数字滤波器的设计,以及其他类型数字滤波器,最后介绍了数字信号处理的技术实现。围绕这些内容,本课程还设计了一些实验,以便于同学们通过实验加深对重点知识点的理解和掌握,尤其是数字信号处理技术实现技巧与方法的理解与掌握。

通过课程学习,学生可以了解数字信号处理的基本方法与手段,并为后期的其他相关信号分析与应用类课程的学习奠定基础。

This course is an important course among the signal analysis course sets for information series specialties that the student abilities are trained to analyze and process the signals in time domain and frequency domain, by using the computer hardware and software. The course first discusses the analysis of time-discrete signals & systems in time domain, then depend on the Fourier spectrum analysis, the time-discrete signals & systems are analyzed in frequency domain. Later, the discrete Fourier transform(DFT) and fast Fourier transform(FFT) are discussed. In method of state variable analysis, the network structures of time-discrete system are analyzed. The designs of infinite impulse response(IIR) & finite impulse response(FIR) digital filters are discussed respectively, as well as the other kind of digital filters. At last, the technical realizations of digital signal processing are introduced. In center of above contents, some experiments are designed in this course so as to make the students to understand and master the key knowledge points, especially to understand and master the skills and methods of the technical realization of digital signal processing.

By the learning of this course, the students can understand the basic methods and tools of digital signal processing, and can lay the foundations to study the later related series courses of signal analysis and application.

## 2. 课程目标

1. 能够利用时间离散信号与系统的时域分析、频域分析、离散傅里叶变换、快速傅里叶变换的相关知识，开展信号在频域的相关分析，能进行信号去噪、图像处理等相关操作，能够将其应用于信息工程领域中离散时间信号问题的理解、分析与处理；
2. 能够利用 Z 变换分析、IIR 数字滤波器与 FIR 数字滤波器的设计方法，将其应用于信息工程领域离散时间系统的设计。能够利用小波变换、希尔伯特变换等开展信号的去噪处理和图像压缩等相关应用；
3. 能综合利用离散信号与系统的相关知识、傅里叶变换、离散傅里叶变换、快速傅里叶变换、数字滤波器的设计方法等理论知识，建立基本的数字信号处理模型；
4. 能够按照数字信号处理的要求设计数字滤波器，具备初步的算法分析能力和模拟仿真能力。能够利用 Matlab 编程语言实现小波变换、希尔伯特变换、傅里叶变换等算法；
5. 能够通过课程学习、实验操作、文献阅读等方式，对数字信号处理与应用的相关理论、设计标准、和应用前景有较深刻的认识。

课程目标与毕业要求的关系矩阵

	毕业要求				
	1.4	2..2	3.2	5.1	7.1
课程目标 1	√				
课程目标 2		√			
课程目标 3			√		
课程目标 4				√	
课程目标 5					√

### 附支撑点内容

- 1.4(比较与综合) 能将专业基础知识及数学模型方法用于诸如海洋领域等复杂工程问题解决方案的比较与综合。
- 2.2(表达) 能基于相关科学原理和数学模型，从系统的观点正确表达空间信息获取、处理、分析和应用等方面的复杂工程问题；
- 3.2(模块设计) 能够针对空间信息工程领域信息获取、传输、处理和应用的特定需求，完成各构成模块的设计，对处理流程能设计合理的算法，以充分发挥模块的性能；
- 5.1(了解和掌握工具) 能够在传统工程实验方法与工具基础上，了解并掌握空间信息处理工具、开发语言，掌握计算机软件设计与调试的现代工具，并理解其局限性；

7.1(理解) 能够理解国内外行业环境保护和可持续发展的政策趋势, 以及与空间信息工程实践相关的理论、内涵、标准、规范。

## 二、教学内容

### 1、理论教学安排

章节名称	知识点	学时	支撑教学目标*	教学方式	备注
第 1 章 时间离散信号和系统的时域分析	时域离散信号、时域离散系统、时域离散系统的输入输出描述法——线性常系数差分方程、模拟信号数字处理方法	4	1 4	讲授 案例 1	作业: 4 题
第 2 章 时域离散信号和系统的频域分析	序列 FT 的定义及性质、周期序列的 DFS 及 FT 表示式、时域离散信号的 FT 与模拟信号 FT 之间的关系、序列的 Z 变换、利用 Z 变换分析信号和系统的频域特性	4	1 3 4	讲授 讨论	作业: 4 题
第 3 章 离散傅里叶变换(DFT)	DFT 的定义、DFT 的基本性质、频域采样、DFT 的应用举例	4	2 3	讲授	作业: 4 题
第 4 章 快速傅里叶变换(FFT)	基 2FFT 算法、进一步减少运算量的措施、分裂基 FFT 算法、离散哈特莱变换(DHT)	4	2 3 4	讲授 案例 2	作业: 3 题
第 5 章 时域离散系统的基本网络结构与状态变量分析法	用信号流图表示网络结构、无限长脉冲响应基本网络结构、有限长脉冲响应基本网络结构、状态变量分析法	2	1 2 3	讲授 讨论	作业: 3 题
第 6 章 无限脉冲响应数字滤波器的设计	数字滤波器的基本概念、模拟滤波器的设计、用脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器、用双线性变换法设计 IIR 数字低通滤波器、数字高通\带通和带阻滤波器的设计、IIR 数字滤波器的直接设计法	4	2 3 4	讲授 案例 3	作业: 3 题
第 7 章 有限脉冲响应数字滤波器的设计	线性相位 FIR 数字滤波器的条件和特点、利用窗函数法设计 FIR 滤波器、利用频率采样法设计 FIR 滤波器、利用切比雪夫逼近法设计 FIR 滤波器、IIR 和 FIR 数字滤波器的比较	4	2 3 4 5	讲授 案例 4	作业: 4 题

第 8 章 其它类型的数字滤波器	几种特殊的滤波器、格型滤波器、简单整系数数字滤波器、采样率转换滤波器	4	1 2 3 4	讲授	作业：2 题
第 9 章 数字信号处理的实现	数字信号处理中的量化效应、数字信号处理技术的软件实现、数字信号处理的硬件实现	2	3 4 5	讲授 讨论	作业：2 题

## 2、实验教学安排

### (1) 课内实验安排

实验项目名称	学时	实验类型	实验要求	每组人数	实验目的	实验项目内容	对课程目标的支撑				
							目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
实验 1: 信号、系统及系统响应	2	验证	必修	1	熟悉信号时域分析技能	线性时不变、卷积、周期	√			√	
实验 2: 用 FFT 作谱分析	2	验证	必修	1	熟悉信号频域分析技能	DIT-FFT、DIF-FFT		√	√		√
实验 3: 用双线性变换法设计 IIR 数字滤波器	2	设计	必修	1	熟悉用模拟 IIR 设计数字 IIR 的方法	模拟 IIR、数字 IIR、双线性变换		√	√	√	√
实验 4: 用窗函数法设计 FIR 数字滤波器	2	设计	必修	1	选择合适的窗函数及相应的阶数	窗函数、滤波器转换、线性相位		√	√	√	

### (2) 课程设计综合实验安排

详见数字信号处理课程设计，课程编号 5208410。

## 三、教学方法

通过与课程设计同步开设，教师讲授与上机相结合，围绕基本概念、信号分析以及设计实现的基本方法进行教学。要求在教学中从思想上向学生灌输数字化思维的基本原则与方法，在实践层面突出培养学生对数字信号处理的软硬件基础——数字信号处理专用计算机基本组成的理解。

在课堂上应详细讲授每章的重点、难点内容；讲授中应注重通过必要的案例演示，启发、调动学生的思维，加深学生对有关概念、理论等内容的理解，并应采用多媒体辅助教学，加大课堂授课的知识含量。

本课程应配套相应实验课程，保证学生有充分的仿真分析实现时间，并布置相应实验内容。使学生在实践中不断发现问题并解决问题。本课程采用的教学媒体主要有：文字教材、课件，课件课后提供给学生。对学生的辅导，主要采用实验指导、当面答疑、E-MAIL 等形式。

#### 四、考核与评价方式及标准

##### 1、考核与评价方式

课程目标	支撑毕业要求	成绩比例 (%)			合计
		平时成绩		课程考试	
		实验成绩	实践成绩		
1	1.4	4	5	6	15
2	2.2	4	5	6	15
3	3.2	10	8	12	30
4	5.1	10	8	12	30
5	7.1	2	4	4	10
合计(成绩构成%)		30	30	40	100

##### 2、考核与评价标准细则

###### (1) 实验成绩考核与评价标准

序号	基本要求	评价标准				成绩比例 (%)
		优秀	良好	合格	不合格	
1	1.4	作业质量好，能结合数字信号处理的理论、方法和应用对作业提出自己的思路，有充分的分析论证，并能很好地综合分析不同方法的优缺点。	作业质量良好，能结合数字信号处理的理论、方法和应用对作业提出自己的思路，有较充分的分析论证，并能综合分析不同方法的优缺点。	作业质量一般，能结合数字信号处理的理论、方法和应用对作业提出自己的思路，有一定的分析论证，对不同方法的优缺点理解不够深刻。	作业质量不好，不能结合数字信号处理的理论、方法和应用对作业提出自己的思路，分析论证不充分，不能综合分析不同方法的优缺点。	13
2	2.2	作业质量好，能从科学原理和数学方法角度表达作业中关于数字信号的模拟、处理、分析与应用等	作业质量良好，能从科学原理和数学方法角度表达作业中关于数字信号的模拟、处理、分析与应用	作业质量一般，基本能从科学原理和数学方法角度表达作业中关于数字	作业质量不好，不能从科学原理和数学方法角度表达作业中关于数字信号的模	13

		问题, 具备较强的系统思维能力; 能运用相关知识挖掘其中的关联并能够进行专业表述。	用等问题, 具备一定的系统思维能力; 能运用相关知识挖掘其中的关联并能够进行专业较表述。	信号的模拟、处理、分析与应用等问题, 具备一定的系统思维能力; 运用相关知识进行挖掘和表述的能力一般。	拟、处理、分析与应用等问题; 不能运用相关知识挖掘其中的关联并进行专业较表述。	
3	3.2	作业质量好, 作业能很好地结合数字信号处理理论、方法和应用完成数据的处理和模块设计, 算法设计合理。	作业质量良好, 作业能较好地结合数字信号处理理论、方法和应用完成数据的处理和模块设计, 算法设计比较合理。	作业质量一般, 作业基本能结合数字信号处理理论、方法和应用完成数据的处理和模块设计, 算法设计基本合理。	作业质量不好, 作业不能结合数字信号处理理论、方法和应用完成数据的处理和模块设计, 算法设计不合理。	33
4	5.1	作业质量好, 作业能够综合运用数字信号处理的原理与方法分析问题, 能熟练地用编程语言完成数字信号处理中傅里叶变换、理算傅里叶变换、小波变换等算法, 实现对信号的压缩、去噪等应用。	作业质量良好, 作业能够综合运用数字信号处理的原理与方法分析问题, 能较熟练地用编程语言完成数字信号处理中傅里叶变换、理算傅里叶变换、小波变换等算法, 实现对信号的压缩、去噪等应用。	作业质量一般, 基本能用编程语言实现数字信号处理中傅里叶变换、理算傅里叶变换、小波变换等算法。但是对算法的理解和编程能力一般, 对信号的压缩、去噪等应用不够熟悉。	作业质量不好, 不能用编程语言完成数字信号处理中傅里叶变换、小波变换等算法, 对信号的压缩、去噪等应用不熟悉。	34
5	7.1	作业质量好。作业能很好地体现对数字信号处理原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景的理解。	作业质量良好。作业能较好地体现对数字信号处理原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景的理解。	作业质量一般。对数字信号处理原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景的理解不够深刻。	作业质量不好。对数字信号处理原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景的理解不好。	7

注: 该表格中比例和为 100%。

(2) 实践考核与评价标准

课程目标	毕业要求	评价标准				比例 (%)
		优秀	良好	合格	不合格	

1	1.4	能结合数字信号处理的理论、方法和应用对平时测验中题目提出自己的思路，有充分的分析论证，并能将数字信号处理的数学模型方法应用于海洋领域。	能结合数字信号处理的理论、方法和应用对平时测验中题目提出自己的思路，有较充分的分析论证，并能将数字信号处理的数学模型方法应用于海洋领域。	对平时测验中题目提出自己的思路和分析论证能力有待提高，基本能将数字信号处理的数学模型方法应用于海洋领域。	对平时测验中题目不能提出自己的思路，不能将数字信号处理的数学模型方法应用于海洋领域。	16
2	2.2	能从科学原理和数学方法角度表达测验中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题。能很好地将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中。	能从科学原理和数学方法角度表达测验中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题。能较好地将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中。	从科学原理和数学方法角度表达测验中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题的能力有待提高。基本能将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中。	不能从科学原理和数学方法角度表达测验中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题。不能将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中。	16
3	3.2	能很好地应用数字信号处理理论、方法完成数据信号的处理和模块设计，算法设计合理。能熟练地运用频谱分析理论和方法实现信号的增强、滤波、合成等操作。	能较好地应用数字信号处理理论、方法完成数据信号的处理和模块设计，算法设计比较合理。能较熟练地运用频谱分析理论和方法实现信号的增强、滤波、合成等操作。	基本能应用数字信号处理理论、方法完成数据信号的处理和模块设计。能运用频谱分析理论和方法实现信号的增强、滤波、合成等操作，但掌握程度有待提高。	不能应用数字信号处理理论、方法完成数据信号的处理和模块设计。不能运用频谱分析理论和方法实现信号的增强、滤波、合成等操作。	27
4	5.1	能熟练地运用编程语言完成数字信号处理中相关算法的实现，并能运用上述算法实现信号的压缩、去噪等应用。具备较强的解决海洋相关复杂工程问题的能力。	能较熟练地运用编程语言完成数字信号处理中相关算法的实现，并能运用上述算法实现信号的压缩、去噪等应用。具备一定的解决海洋相关复杂工程问题的能力。	能运用编程语言完成数字信号处理中相关算法的实现，并应用于信号的压缩、去噪等方面。但编程能力有待提高。解决海洋相关复杂工程问题的能力有待提高。	不能运用编程语言完成数字信号处理中相关算法的实现。不具备解决海洋相关复杂工程问题的能力。	27
5	7.1	熟悉数字信号处理的原理与方法的现	比较熟悉数字信号处理的原理与方法	对数字信号处理的原理与方法的现	不熟悉数字信号处理的原理	14

		状、系统设计标准及应用前景。具备在实际应用中运用相关知识来解决基本问题的能力。	的现状、系统设计标准及应用前景。具备在实际应用中运用相关知识来解决基本问题的能力。	状、系统设计标准及应用前景有一定的理解。具备一定的解决基本问题的能力，但不完善。	与方法的现状、系统设计标准及应用前景。不具备在实际应用中运用相关知识来解决基本问题的能力。	
--	--	---	---	--	---	--

注：该表格中比例和为 100%。

## 2) 期末考试成绩

采用开卷形式，主要考核数字信号处理基础知识的掌握程度，开卷笔试形式，主要题型为：选择题、简答题、综合题等。

考试成绩由试卷得分合计，下表根据考试成绩对学生的评定。

课程目标	毕业要求	评价标准				比例 (%)
		优秀 (0.9-1)	良好 (0.7-0.89)	合格 (0.6-0.69)	不合格 (0-0.59)	
1	1.4	能结合数字信号处理的原理和方法对题目提出自己的思路，有充分的分析论证，并能很好地综合分析不同方法的优缺点。能够正确进行数字信号的分析与实现，解决方案正确并有新意。	能结合数字信号处理的原理和方法对题目提出自己的思路，有较充分的分析论证，并能较好地综合分析不同方法的优缺点。能够正确进行数字信号的分析与实现，解决方案正确。	能结合数字信号处理的原理和方法对题目提出自己的思路，有一定的分析论证，但不够充分。综合分析不同方法优缺点的能力一般。基本能进行数字信号的分析与实现，解决方案基本正确。	不能结合数字信号处理的原理和方法对题目提出自己的思路，不能综合分析不同方法的优缺点。不能正确地进行数字信号的分析与实现。	0
2	2.2	能从科学原理和数学方法角度表达试卷中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题。能很好地将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中。	能从科学原理和数学方法角度表达试卷中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题。能很好地将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中。	基本能从科学原理和数学方法角度表达试卷中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题。基本能将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中，但对信号处理的掌握程度有待提高。	不能从科学原理和数学方法角度表达试卷中关于数字信号的模拟、处理、分析等问题。不能将信号处理方法应用于信号去噪、数据压缩等海洋相关数据的应用中。	



3	3.2	能很好地应用数字信号处理理论、方法完成试卷中关于数据信号的处理和模块设计, 算法设计合理。能熟练地运用频谱分析理论和方法实现试卷中关于信号的增强、滤波、合成等应用。	能较好地应用数字信号处理理论、方法完成试卷中关于数据信号的处理和模块设计, 算法设计比较合理。能熟练地运用频谱分析理论和方法实现试卷中关于信号的增强、滤波、合成等应用。	基本能应用数字信号处理理论、方法完成试卷中关于数据信号的处理和模块设计, 算法设计基本合理。能运用频谱分析理论和方法实现试卷中关于信号的增强、滤波、合成等应用, 但算法设计不够完善。	不能应用数字信号处理理论、方法完成试卷中关于数据信号的处理和模块设计。不能运用频谱分析理论和方法实现试卷中关于信号的增强、滤波、合成等应用。
4	5.1	能熟练地运用编程语言完成试卷中相关算法的实现, 并能运用上述算法实现信号的压缩、去噪等应用。具备较强的解决海洋相关复杂工程问题的能力。	能较熟练地运用编程语言完成试卷中相关算法的实现, 并能运用上述算法实现信号的压缩、去噪等应用。具备一定的解决海洋相关复杂工程问题的能力。	能运用编程语言完成试卷中相关算法的实现, 并能运用上述算法实现信号的压缩、去噪等应用。但是编程能力和算法理解有待提高。具备一定的解决海洋相关复杂工程问题的能力。	不能运用编程语言完成试卷中相关算法的实现及信号的压缩、去噪等应用。
5	7.1	熟悉数字信号处理的原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景。能针对试卷中的相关问题提出自己的见解, 并进行充分论证。具备在实际应用中运用相关知识来解决基本问题的能力。	较熟悉数字信号处理的原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景。能针对试卷中的相关问题提出自己的见解, 并进行比较充分论证。具备一定的在实际应用中运用相关知识来解决基本问题的能力。	对数字信号处理的原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景的理解有待提高。对试卷中的相关问题能提出自己的见解, 但论证不够充分。具备一定的运用相关知识来解决基本问题的能力。	不熟悉数字信号处理的原理与方法的现状、系统设计标准及应用前景。不能针对试卷中的相关问题提出自己的见解, 并进行充分论证。不具备运用相关知识来解决基本问题的能力。

## 五、参考教材和阅读书目

教材: 《数字信号处理(第四版)》, 高西全、王玉美编, 西安电子科技大学出版社, 2016年4月。

阅读书目:

1. 数字信号处理(第2版), 吴振杨 编著, 东南大学出版社, 2012年。
2. 数字信号处理(第4版), (美)普埃克 编著, 电子工业出版社, 2007年。
3. 数字信号处理——理论、算法与实现, 胡广书编著, 清华大学出版社, 1998年。
4. 数字信号处理教程(第四版), 程佩青, 清华大学出版社, 2013年。

---

5. 信号与系统（第四版），郑君里，高等教育出版社，2003年。

#### 六、本课程与其它课程的联系与分工

本课程开设在三年级第一学期，是后续的数字图像处理、遥感信号处理等课程的基础。

#### 七、说明

本课程准备作为校精品课程建设，最终目标是上海市精品课程。

撰写人：邹国良

审核人：郑宗生、王建

教学院长：袁红春

日期：2018年12月28日



空间信息与数字技术系

Dept.Spatial informaion & Digital technology