

云南大学《声学信号与成像处理》课程方案

第一部分：课程大纲

一、课程基本信息

课程代码					
课程中文名称	声学信号与成像处理				
课程英文名称	Acoustic Signal and Imaging Processing				
课程性质	☐ 必修 ☒ 选修				
课程类别	☐ 通识必修 ☐ 通识选修 ☐ 学科（大类）基础 ☐ 专业核心 ☒ 专业选修				
学分	总学分	讲授	实验	实训	实习
	2	0	7	0	0
课内学时	总学时	讲授	实验	实训	实习
	54	0	54	0	0
课外学时					
适用专业	电子信息工程				
先修课程	高等数学；概率论与数理统计、信号与系统、Matlab 程序设计				
课程团队	张榆锋				
选用教材	《Linear description of ultrasound imaging systems》（第 1.01 版） Jørgen Arendt Jensen 主编 世界图书出版公司，2011 年 6 月				

二、课程简介

中文课程简介：

本课程把信号与系统、计算机信号处理、和声学检测应用有机地结合，容知识性、启发性、实用性和实践性于一体，特别强调学生的主体地位，在教师的引导下，用

解决一些信息处理的实际问题。本课程系统地介绍了声学检测的信号及其成像处理的工作原理，Matlab 信号与系统分析、信号处理和图像处理相关函数及工具箱，声场空间脉冲响应计算，检测对象散射点回声信号计算，超声信号成像，信号与图像处理等内容，这些内容是新一代电子设计工程师及从事电子技术开发和技术人员的必备技能，也是电类专业和机电类专业学生学习的重要内容。该课程的引入是计算机信息处理研究方法教学体系、内容和方法改革的一项有益的尝试。

英文课程简介：

This course organically combines signal and system, computer signal processing, and acoustic detection applications, and integrates knowledge, enlightenment, practicability and practicality. It especially emphasizes the student's dominant position. Under the guidance of the teacher, it will solve some problems. Practical issues of information processing. This course systematically introduces the working principle of acoustic detection signals and imaging processing, Matlab signal and system analysis, signal processing and image processing related functions and toolboxes, acoustic field space impulse response calculation, echo signal calculation of scattered points of the detected object, ultrasound Signal imaging, signal and image processing, etc. These contents are the necessary skills for the new generation of electronic design engineers and electronic technology development and technical personnel, and are also important content for students majoring in electrical and electromechanical majors. The introduction of this course is a useful attempt to reform the teaching system, content and methods of computer information processing research methods.

三、课程目标

3.1、课程目标

通过学习，学生应掌握声学检测的信号及其成像处理的工作原理；熟悉 Matlab 信号与系统分析、信号处理和图像处理相关函数及工具箱；学会声场空间脉冲响应计算，检测对象散射点回声信号计算；学会超声信号成像方法；掌握利用 Matlab 编程处理超声信号与图像处理的方法；

课程教学对学生能力培养的目标如下：

课程目标 1、能理解不同开发平台的特点，安装并使用适当的开发工具用于实验的程序设计与调试，熟悉声场空间脉冲响应计算方法；编程实现不同检测探头配置条件下的声场空间脉冲响应计算。

课程目标 2、熟悉检测对象散射点建模方法；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号计算，熟悉超声扫描回声信号成像的步骤；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号成像。

课程目标 3、培养学生基本科学原理并采用科学方法对工程问题进行科学研究的能力，熟悉信号降噪的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号降噪，熟悉信号的时频分析的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号的时频分析处理。

课程目标 4、熟悉图像滤波与边缘检测处理的基本原理和方法，编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理，培养学生设计实验,分析与解释数据并通过信息综合得到合理有效的结论的科研能力。

3.2、课程目标对毕业要求指标点的支撑

毕业要求	支撑毕业要求指标点	课程目标
4: 能够基于电子信息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。	4.1 能够根据对象特征，建立模型，选择研究路线，设计实验方案。	课程目标 1
5: 能够针对电子信息工程中的问题，选择与使用常用检测仪器、硬件和软件工具以及电子信息工程系统开发平台，实现对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。	5.3.能够针对具体的对象，使用满足特定需求的现代仿真设计工具，模拟和预测专业问题，并能够理解其局限性。	课程目标 2
9: 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。	9.2 能够再团队中独立或合作开展工作，胜任不同的团队成员角色和承担相应的责任。	课程目标 3

12: 终身学习: 养成良好的学习习惯, 对终身学习有正确认识, 具有不断学习和适应发展的能力。	12.2.具有针对自我或职业发展的需要, 持续进行学习的潜力。	课程目标 4
--	---------------------------------	--------

注: 1、工程教育类、师范类认证专业可根据认证要求自行设计本表;
2、须包含课程思政目标。

四、课程内容

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	实验一: 熟悉 Matlab 系统下, 超声成像系统 Field II 使用及相关软件的使用方法。	理解 Matlab 系统下, 仿真软件 Field II 的使用方法, 并能熟练调用有关信号与系统分析, 信号处理和图像处理相关函数及工具箱。	0/12	计算性实验	课程目标 1
2	实验二: 熟悉声场空间脉冲响应计算方法; 编程实现不同检测探头配置条件下的声场空间脉冲响应计算。	深刻理解基于回声原理的超声诊断, 能通过编程实现不同检测探头配置条件下的声场空间脉冲响应计算。	0/6	综合性设计实验	课程目标 1
3	实验三: 熟悉检测对象散射点建模方法; 编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号计算。	理解散射点概念, 基于所学知识, 设计一个散射点模型, 编程实现不同探头配置条件下的散射点回声信号计算。	0/6	综合性设计实验	课程目标 2

4	实验四:熟悉超声扫描回声信号成像的步骤;编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号成像。	归纳超声换能器的发射通道及接收通道的工作原理,理解其中包括对数学关系,编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号成像。	0/6	综合设计性实验	课程目标 2
5	实验五:熟悉信号降噪的基本原理和方法,编程实现对超声多普勒信号降噪。	熟悉两种散射点的分布模型结构,以及分析数据所用到的方法;结合回声信号散射点的分布以及数学分析模型,对回声信号进行时域分析。	0/6	综合设计性实验	课程目标 3
6	实验六:熟悉信号的时频分析的基本原理和方法,编程实现对超声多普勒信号的时频分析处理。	理解 B 超图像中斑点噪声的概念,以及滤除噪声的方法,对噪声进行定量分析;编程实现超声多普勒信号的降噪。	0/9	综合设计性实验	课程目标 3
7	实验七:熟悉图像滤波与边缘检测处理的基本原理和方法,编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理。	理解边缘检测,归纳边缘检测的思想,对囊肿模型进行边缘检测,编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理。	0/9	综合设计性实验	课程目标 4

五、课程考核方法与成绩构成

课程考核成绩构成包括预习,程序设计与调试操作,报告撰写与分析,总成绩以百分计,满分 100 分,七次实验平均分作为实验最终成绩。各考核环节所占比例及考核细则如下表。

考核环节	所占比例	考核细则	对应 课程目标
预习	10%	检查实验预习情况及实验选用平台的考虑。	课程目标 1~7
程序设计与 调试操作	70%	1. 实现编码和解码的程序代码质量 50% 2. 通过调试验证程序正常或找出错误的能力 20%	课程目标 1~7
报告撰写与 分析	20%	按要求撰写实验报告，分析实验结果。	课程目标 1~7

六、课程目标达成及质量评价方法

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 (%)
		预习	设计	报告	
1	目标 1、能理解不同开发平台的特点，安装并使用适当的开发工具用于实验的程序设计与调试，熟悉声场空间脉冲响应计算方法；编程实现不同检测探头配置条件下的声场空间脉冲响应计算。（支撑毕业要求指标点 4.1）	1	3	1	5
2	目标 2、熟悉检测对象散射点建模方法；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号计算，熟悉超声扫描回声信号成像的步骤；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号成像。（支撑毕业要求指标点 5.3）	3	27	5	35

3	目标 3、培养学生基本科学原理并采用科学方法对工程问题进行科学研究的能力，熟悉信号降噪的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号降噪，熟悉信号的时频分析的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号的时频分析处理。（支撑毕业要求指标点 9.2）	4	26	10	40
4	目标 4，熟悉图像滤波与边缘检测处理的基本原理和方法，编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理，培养学生设计实验、分析与解释数据并通过信息综合得到合理有效的结论的科研能力。（支撑毕业要求指标点 12.2）	2	14	4	20
合计		10	70	20	100

说明：

该课程在进行质量评价时，主要以每个实验的预习、设计、报告这 3 项考核的得分情况进行统计分析，并计算各课程目标的达成度，计算公式如下：

某课程目标达成度 = (该课程目标预习成绩比例 × 支撑该课程目标的预习成绩平均分 + 该课程目标设计比例 × 支撑该课程目标的设计成绩平均分 + 该课程目标报告比例 × 支撑该课程目标的报告成绩平均分) / 该课程目标比例。3 项成绩都先折算成百分制再进行达成度计算。

七、教材及参考资料

- [1] 张志涌，杨祖樱，MATLAB 教程 R2011a[M]，北京：北京航空航天大学出版社，2011.
- [2] 周品，赵新芬，MATLAB 数学建模与仿真[M]，北京：国防工业出版社，2009.
- [3] 楼顺天，李博涵，基于 MATLAB 的系统分析与设计——信号处理 [M]，西安：西安电子科技大学出版社，2009.
- [4] 伍于添，医学超声设备 原理·设计·应用[M]，科学技术文献出版社，2010.

执笔人：张榆锋
 审核人：李海燕
 审批人：张榆锋

2020 年 10 月 15 日

附录：各类考核评分标准参考

教学目标要求	评分标准				权重 (%)
	90-100	80-89	60-79	0-59	
目标 1、能理解不同开发平台的特点，安装并使用适当的开发工具用于实验的程序设计与调试，熟悉声场空间脉冲响应计算方法；编程实现不同检测探头配置条件下的声场空间脉冲响应计算。（支撑毕业要求指标点 4.1）	能准确理解不同开发平台的特点，能熟练使用相应平台。	能理解不同开发平台的特点，能使用相应平台。	能按要求安装使用相应平台。	不能按要求安装使用相应平台。	5
目标 2、熟悉检测对象散射点建模方法；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号计算，熟悉超声扫描回声信号成像的步骤；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号成像。（支撑毕业要求指标点 5.3）	能够深入理解散射点概念，基于所学知识，设计一个散射点模型，编程实现不同探头配置条件下的散射点回声信号计算。	基本理解散射点概念，能基于所学知识，设计一个散射点模型，基本能编程实现大部分不同探头配置条件下的散射点回声信号计算。	大致理解散射点概念，基于所学知识，设计一个散射点模型，只能编程实现一种探头配置条件下的散射点回声信号计算。	完全不理解散射点概念；不能基于所学知识，从而设计一个散射点模型。	35
目标 3、培养学生基本科学原理并采用科学方法对工程问题进行科学研究的能力，熟悉信号降噪的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号降噪，熟悉信号的时频分析的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号的时频分析处理。	能够深入理解 B 超图像中斑点噪声的概念，以及滤除噪声的方法，对噪声进行定量分析；编程实现超声多普勒信号的降噪。	基本理解 B 超图像中斑点噪声的概念，以及滤除噪声的方法，基本实现对噪声进行定量分析；编程实现超声多普勒信号的降噪。	部分理解 B 超图像中斑点噪声的概念，以及滤除噪声的方法；对噪声进行定量分析。	不能结合所学知识，对囊肿模型进行编程，实现超声多普勒信号的降噪。	40

(支撑毕业要求指标点 9.2)					
熟悉图像滤波与边缘检测处理的基本原理和方法，编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理，培养学生设计实验,分析与解释数据并通过信息综合得到合理有效的结论的科研能力。(支撑毕业要求指标点 12.2)	能够深入理解边缘检测，归纳边缘检测的思想，对囊肿模型进行边缘检测，编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理。	基本理解边缘检测，归纳边缘检测的思想，对囊肿模型进行边缘检测，基本能编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理。	部分理解边缘检测，归纳边缘检测的思想，能运用一种滤波方法对囊肿模型编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理。	不能理解边缘检测，并编程实现对囊肿模型进行边缘检测。	20

第二部分：任课教师个性化教学方案设计

一、教师信息

课程名称	声学信号与成像处理		
任课教师	张榆锋	职称	教授
专业背景	电子信息工程	学术专长	微弱信号检测

二、教学组织与方法

第一章 Matlab 相关函数及工具箱	
教学方式	☒ 线下课堂 ☐ 线上线下混合 ☐ 翻转课堂 ☐ 其他_____ (可多选)
组织形式	☒ 集体讲授 ☐ 小组讨论 ☐ 生讲生评 ☐ 生讲师评 ☐ 其他_____ (可多选)
技术运用	☒ 多媒体 ☐ 智慧教学工具 ☐ 其他_____ (可多选)
作业要求	1、解释超声物理量：波长、频率、声速及声特性阻抗。分别说明这些物理量是如何影响超声检测及成像的。 2、解释超声物理特性：指向性、反射与折射，散射与绕射。分别说明这些物理特性是如何影响超声检测及成像的。 3、解释超声多普勒效应。给出其用于血流速度检测的原理。
课外学习资源	医学超声设备 原理·设计·应用
第二章 声场空间脉冲响应计算	
教学方式	☒ 线下课堂 ☐ 线上线下混合 ☐ 翻转课堂 ☐ 其他_____ (可多选)
组织形式	☒ 集体讲授 ☐ 小组讨论 ☐ 生讲生评 ☐ 生讲师评 ☐ 其他_____ (可多选)
技术运用	☒ 多媒体 ☐ 智慧教学工具 ☐ 其他_____ (可多选)
章节作业	1、熟悉声场空间脉冲响应计算方法；编程实现不同检测探头配置条件下的声场空间脉冲响应计算。 2、举例说明常用 B 型超声图像的处理：斑点回声分布统计、斑点噪声抑制、边缘检测。

课外学习资源	医学超声设备 原理·设计·应用		
第三章 检测对象散射点回声信号计算			
教学方式	☒ 线下课堂 ☐ 线上线下混合 ☐ 翻转课堂 ☐ 其他_____ (可多选)		
组织形式	☒ 集体讲授 ☐ 小组讨论 ☐ 生讲生评 ☐ 生讲师评 ☐ 其他_____ (可多选)		
技术运用	☒ 多媒体 ☐ 智慧教学工具 ☐ 其他_____ (可多选)		
章节作业	1、熟悉检测对象散射点建模方法；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号计算。 2、详细给出B超成像的原理。 3、详细描述超声线阵扫描的原理。 4、详细描述B超成像电子聚焦的原理。		
课外学习资源	医学超声设备 原理·设计·应用		
第四章 超声信号成像			
教学方式	☒ 线下课堂 ☐ 线上线下混合 ☐ 翻转课堂 ☐ 其他_____ (可多选)		
组织形式	☒ 集体讲授 ☐ 小组讨论 ☐ 生讲生评 ☐ 生讲师评 ☐ 其他_____ (可多选)		
技术运用	☒ 多媒体 ☐ 智慧教学工具 ☐ 其他_____ (可多选)		
章节作业	1、熟悉超声扫描回声信号成像的步骤；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号成像。 2、安装并运行 cyst 超声成像仿真程序。 3、给出 cyst 超声成像仿真的详细注释。 4、绘制 cyst 超声成像仿真的详细流程图。		
课外学习资源	医学超声设备 原理·设计·应用		
第五章 超声多普勒信号降噪			
教学方式	☒ 线下课堂 ☐ 线上线下混合 ☐ 翻转课堂 ☐ 其他_____ (可多选)		
组织形式	☒ 集体讲授 ☐ 小组讨论 ☐ 生讲生评 ☐ 生讲师评 ☐ 其他_____ (可多选)		

技术运用	☒ 多媒体 ☐ 智慧教学工具 ☐ 其他_____ (可多选)
章节作业	1、熟悉信号降噪的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号降噪。 2、估计不同 B 超图像中不同斑点回声分布的最优分布模型及参数。 3、Matlab 编程，对一组不同斑点回声分布的 B 超图像归一化灰度，用瑞利分布和莱斯分布做极大似然估计，获得最优估计及参数。
课外学习资源	医学超声设备 原理·设计·应用
第六章 超声多普勒信号时频分析	
教学方式	☒ 线下课堂 ☐ 线上线下混合 ☐ 翻转课堂 ☐ 其他_____ (可多选)
组织形式	☒ 集体讲授 ☐ 小组讨论 ☐ 生讲生评 ☐ 生讲师评 ☐ 其他_____ (可多选)
技术运用	☒ 多媒体 ☐ 智慧教学工具 ☐ 其他_____ (可多选)
章节作业	1、熟悉信号时频分析的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号时频分析处理。 2、分别采用均值滤波和中值滤波及其改进的方法，抑制 B 超图像中的斑点噪声，并比较方法的性能。 3、Matlab 编程，分别采用均值滤波和中值滤波及其改进的方法，对囊肿模型仿真生成的 B 超图像做斑点噪声抑制，并比较方法的性能。
课外学习资源	医学超声设备 原理·设计·应用
第七章 B 超图像滤波与边沿检测	
教学方式	☒ 线下课堂 ☐ 线上线下混合 ☐ 翻转课堂 ☐ 其他_____ (可多选)
组织形式	☒ 集体讲授 ☐ 小组讨论 ☐ 生讲生评 ☐ 生讲师评 ☐ 其他_____ (可多选)
技术运用	☒ 多媒体 ☐ 智慧教学工具 ☐ 其他_____ (可多选)

章节作业	1、熟悉图像滤波与边沿检测处理的基本原理和方法，编程实现对 B 超图像的滤波与边沿检测处理 2、分别一阶微分和二阶微分的方法，检测 B 超图像中囊肿的边缘，并比较方法的性能。 3、Matlab 编程，分别采用一阶微分的梯度算子、Roberts 的交叉梯度算子、Prewitt 梯度算子、Sobel 梯度算子及二阶微分的拉普拉斯算子对囊肿模型仿真生成的 B 超图像做斑点噪声抑制，并比较方法的性能。
课外学习资源	医学超声设备 原理·设计·应用

三、考核方式

平时考核	平时实验报告	课堂讨论	实验结果汇报
	25%	15%	20%
期末考核	期末综合实验 40%		

四、课程思政

思政融合点 1	
选取章节	实验六 超声多普勒信号降噪
知识切入点	程序设计与调试能力是电子信息从业者终身学习能力的重要组成部分。
思政结合点	☐ 社会主义核心价值观 ☐ 理想信念 ☐ 家国情怀 ☐ 法治观念 ☐ 社会责任 ☐ 劳动教育 ☐ 心理健康 ☐ 文化传承 ☐ 职业道德 ☐ 科学思维 ☒ 其他 <u>终身学习能力</u> （可多选）
思政育人策略	培养学生基本科学原理并采用科学方法对工程问题进行科学研究的能力，熟悉信号降噪的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号降噪，熟悉信号的时频分析的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号的时频分析处理。终身学习：养成良好的学习习惯，对终身学习有正确认识，具有不断学习和适应发展的能力。具有针对自我或职业发展的需要，持续进行学习的潜力。程序设计与调试能力是电子信息从业者终身学习能力的重要组成部分。

思政融合点 2	
选取章节	实验七 B 超图像滤波与边沿检测
知识切入点	电子信息从业者必须有终生学习的意识,分析问题,对问题进行建模求解。
思政结合点	☐ 社会主义核心价值观 ☐ 理想信念 ☐ 家国情怀 ☐ 法治观念 ☐ 社会责任 ☐ 劳动教育 ☐ 心理健康 ☐ 文化传承 ☐ 职业道德 ☐ 科学思维 ☒ 其他 <u>终身学习意识</u> (可多选)
思政育人策略	养成良好的学习习惯,对终身学习有正确认识,具有不断学习和适应发展的能力。能认识到自主和终身学习的必要性,有不断探索和学习的意识,了解知识和能力拓展的途径。熟悉图像滤波与边缘检测处理的基本原理和方法,编程实现对 B 超图像的滤波与边缘检测处理,培养学生设计实验,分析与解释数据并通过信息综合得到合理有效的结论的科研能力,养成终身学习的意识。

五、平时考核的非标准答案试题设计

非标准答案试题 1	
选取章节	实验三 检测对象散射点回声信号计算
知识点	声场空间脉冲响应计算方法
考核方式	☐ 小测验 ☐ 作业 ☐ 小策划 ☐ 小设计 ☐ 小调查 ☐ 小论文 ☐ 成果展示 ☐ 案例分析 ☐ 实验 ☒ 其他 <u>实验程序编写</u>
非标准答案试题	编程实现不同检测探头配置条件下的声场空间脉冲响应计算。
设计思路	熟悉检测对象散射点建模方法;编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号计算,详细给出 B 超成像的原理。详细描述超声线阵扫描的原理,详细描述 B 超成像电子聚焦的原理。
非标准答案试题 2	

选取章节	实验四 超声信号成像
知识点	检测对象散射点建模方法
考核方式	☐ 小测验 ☐ 作业 ☐ 小策划 ☐ 小设计 ☐ 小调查 ☐ 小论文 ☐ 成果展示 ☐ 案例分析 ☐ 实验 ☒ 其他 <u>实验程序调试</u>
非标准答案试题	建立一个囊肿模型。
设计思路	熟悉超声扫描回声信号成像的步骤；编程实现不同检测探头配置条件下的散射点回声信号成像，安装并运行 cyst 超声成像仿真程序，给出 cyst 超声成像仿真的详细注释，绘制 cyst 超声成像仿真的详细流程图。
非标准答案试题 3	
选取章节	实验五 超声多普勒信号降噪
知识点	超声多普勒信号降噪
考核方式	☐ 小测验 ☐ 作业 ☐ 小策划 ☐ 小设计 ☐ 小调查 ☐ 小论文 ☐ 成果展示 ☐ 案例分析 ☐ 实验 ☒ 其他 <u>实验程序调试</u>
非标准答案试题	根据信号降噪的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号的降噪。
设计思路	熟悉信号时频分析的基本原理和方法，编程实现对超声多普勒信号时频分析处理。分别采用均值滤波和中值滤波及其改进的方法，抑制 B 超图像中的斑点噪声，并比较方法的性能。Matlab 编程，分别采用均值滤波和中值滤波及其改进的方法，对囊肿模型仿真生成的 B 超图像做斑点噪声抑制，并比较方法的性能。