**《生物医学信号与系统（1）》课程教学大纲（2020版）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程基本信息（Course Information） | | | | | | | | |
| 课程代码（Course Code） | BM251 | | | \*学时（Credit Hours） | 32 | | \*学分（Credits） | 2 |
| \*课程名称（Course Name） | （中文）生物医学信号与系统（1） | | | | | | | |
| （英文）Biomedical Signals and Systems (1) | | | | | | | |
| 课程类型 (Course Type) | 专业必修课 | | | | | | | |
| 授课对象（Target Audience） | 生物医学工程专业本科二年级学生 | | | | | | | |
| 授课语言 (Language of Instruction) | 全中文班用中文授课；全英文班用英文教学 | | | | | | | |
| \*开课院系（School） | 生物医学工程学院 | | | | | | | |
| 先修课程（Prerequisite） |  | | | 后续课程 (post） |  | | | |
| \*课程负责人（Instructor） | 孙俊峰 | | | 课程网址 (Course Webpage) |  | | | |
| \*课程简介（中文）（Description） | （中文300-500字，含课程性质、主要教学内容、课程教学目标等）  **课程性质**：本课程是大学本科生物医学工程专业二年级学生的专业必修基础课程，将引导学生完成从学习较为抽象的数学知识到利用数学知识解决实际工程问题的过渡，建立信号与系统的基本知识体系和分析方法。  **课程内容**：主要教学内容可分为四个模块。第一个模块是基本概念，包括信号的表示、基本信号、信号的分解、系统模型的构建、系统的基本性质。第二个模块是时域分析，包括线性时不变系统的描述、线性时不变系统的特性、线性时不变系统的时域分析。第三个模块是频域分析，包括傅里叶分析、傅里叶变换、傅里叶变换的性质、滤波和采样定理的简介。第四部分是拉普拉斯变换域分析，包括拉普拉斯变换及其收敛域、拉普拉斯变换的性质、基于零极点图的傅里叶变换及频响特性的几何作图分析、基于拉普拉斯变换的系统分析、系统方程及模块化表示、单边拉普拉斯变换。本课程讲授上述这些知识和方法在解决实际问题（如电路分析等）中的应用，并具体讲授人类听觉系统对声音的分频带（重叠滤波器组）处理模式、语音生成的声道物理模型和语音信号处理、基于功能磁共振影像数据的大脑血氧动力学响应分析实例。  **教学目标**：使学生建立运用数学知识来解决工程问题和研究生物医学问题的意识，掌握信号与线性系统的表达体系和分析方法，具备运用信号与系统的知识分析和解决实际工程问题的能力，并为学生进一步学习后续课程打下坚实的基础。 | | | | | | | |
| \*课程简介（英文）（Description） | （英文300-500字）  *Biomedical Signals and Systems (1)* is a compulsory course for undergraduate student of Biomedical Engineering. This course is to introduce the basic ideas, concepts, and methods to characterize and analyze signals and linear systems, and enable students the ability to apply mathematics to solve engineering problems.  Generally, this course includes four modules. The first module is on basic concepts including signal representations, basic signals, system model construction, and basic properties of systems. The second module is time domain analysis, which includes analysis of LTI systems in time domain, properties of LTI, and description of LTI systems. The third module is frequency domain analysis, which includes Fourier analysis and Fourier transform, properties of Fourier transform, sampling, and filtering. The fourth module is Laplace transform domain analysis, which includes Laplace transform and its region of convergence, properties of Laplace transform, geometric evaluation of the Fourier transform from the pole-zero plot, analysis of LTI systems with Laplace transform, system function algebra and block diagram representations, unilateral Laplace transform. In addition to the basic concepts and methods, this course will also introduce some applications of the methods in biomedical engineering and research such as the overlapping frequency band response of human auditory system (the basilar membrane) to sound, the physical model of speech production and speech signal processing project, and hemodynamic response modeling based on convolution and neuroimaging. In particular, the following topics will be introduced:   * Introduction to signals and systems * Signal transform and operation, Basic signals * Description and properties of LTI systems * Convolution integral and its properties * Unit impulse response and characterization of LTI system with unit impulse response * Introduction to the application of convolution and LTI properties in hemodynamic response modeling * Introduction to course project on speech signal processing * Orthogonal decomposition and representation * Fourier series representation of continuous-time periodic signals * Fourier series and LTI systems, Ideal filter * Fourier Transform of continuous-time signals * Properties of Fourier Transform, basic FT pairs * Frequency response of LTI systems * Time and frequency characterization of signals and systems, non-ideal filters, typical filters, Bode plots * Introduction to sampling theorem * Laplace transform * Properties of LT, Basic LT pairs * Analysis LTI system with LT   The objectives of this course include:   * To teach students the basic theory of *signals and systems* * To teach students the basics of representation and characterization of linear time-invariant systems in time domain and transform domain * To teach students the analysis methods of signals in time domain and transform domain (including Fourier transform, Laplace transform) * To provide students the basic skills in applying the theory and analysis methods of *signals and systems* in applications, especially in biomedical signal analysis and study on biomedical systems * To prepare students for advanced courses such as *Biomedical Signals and Systems (1)* and *Principles of Automatic Control.* | | | | | | | |
| 课程目标与内容（Course objectives and contents） | | | | | | | | |
| \*课程目标 (Course Object) | 1．能用微分方程描述线性时不变系统，能求解单位冲激响应函数，能使用单位冲激响应函数刻画和分析线性时不变系统（B1，B2）。  2．能计算连续时间信号的傅立叶级数和/或傅立叶变换，能从信号的频域表示计算出其时域信号表示（B1，B2）。  3．能求解线性时不变系统的频率响应函数，能求解线性时不变系统在给定输入信号下的输出信号，能在频域分析线性时不变系统的特性（B1，B2）。  4．能理解采样定（B1，B2）。  5．能计算连续时间信号的拉普拉斯变换，能从连续时间信号的拉普拉斯变换计算出其时域形式，能利用零极点图和拉普拉斯变换分析线性时不变系统的特（B1，B2）。  6．能综合理解傅立叶变换和拉普拉斯变换之间的关系，综合理解线性时不变系统的单位冲激函数、频率响应函数、和系统方程之间的关（B1，B2）。  7．具备自学Matlab编程并用其进行信号分析的能力（B2）。  8．具备利用信号与线性系统的知识来发现、定义和解决问题的能力（A3，B4，C3）。 | | | | | | | |
| 毕业要求指标点与课程目标的对应关系 | 课程目标 | | | | 毕业要求指标点 | | | |
| 课程目标1 | | | | 毕业要求1,5,8 | | | |
| 课程目标2 | | | | 毕业要求1 | | | |
| 课程目标3 | | | | 毕业要求1,5 | | | |
| 课程目标4 | | | | 毕业要求1 | | | |
| 课程目标5 | | | | 毕业要求1,5 | | | |
| 课程目标6 | | | | 毕业要求1 | | | |
| 课程目标7 | | | | 毕业要求1,5,11 | | | |
| 课程目标8 | | | | 毕业要求1,5,11 | | | |
| \*教学内容进度安排及对应课程目标 (Class Schedule & Requirements & Course Objectives) | 章节 | 教学内容（要点） | 教学目标 | 学时 | 教学形式 | 作业及考核要求 | 课程思政融入点 | 对应课程目标 |
| 第一课 | 信号与系统  分析导论 | 初步了解课程的知识体系和价值 | 2 | 课堂讲授 | 无 | 培养利用数学知识解决工程问题的意识 | 课程目标1 |
| 第二课 | 基本概念-1：信号的变换和计算；基本信号 | 掌握信号的基本概念和运算 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标1 |
| 第三课 | 基本概念-2：奇异信号；信号的分解 | 掌握信号的分解 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标1 |
| 第四课 | 时域分析-1：系统的基本特性；连续线性时不变系统的微分方程表示、响应及求解 | 掌握对线性时不变系统的时域描述及求解 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标1 |
| 第五课 | 时域分析-2：单位冲激响应，卷积积分及其特性，单位冲击响应对系统的刻画 | 掌握冲激响应和卷积的概念和特性以及利用冲击响应对系统进行刻画 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标1 |
| 第六课 | 频域分析-1：连续时间周期信号的傅里叶级数 | 掌握连续时间周期信号的傅里叶级数的概念和计算 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 | 通过傅里叶变换的建立历史引导同学探索精神和严谨的科学作风 | 课程目标2 |
| 第七课 | 频域分析-2：周期信号的频谱，傅里叶级数的性质，频率响应，滤波器 | 掌握傅里叶级数的性质及频率响应的概念，理解滤波器的概念 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标3 |
| 第八课 | 频域分析-3：连续时间信号的傅里叶变换 | 掌握连续时间信号的傅里叶变换 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标2 |
| 第九课 | 频域分析-4：周期信号的傅里叶变换，傅里叶变换的性质 | 掌握周期信号的傅里叶变换及其特性 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标2 |
| 第十课 | 频域分析-5：傅里叶变换的卷积特性和相乘特性，常系数微分方程描述的LTI系统的频率响应 | 深入理解傅里叶变换的卷积特性和相乘特性，掌握利用常系数微分方程描述的LTI系统的频率响应 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标2、3 |
| 第十一课 | 频域分析-6：信号与系统的幅频及相频特性，波特图，采样定理简介 | 掌握幅频及相频特性分析，深入理解采样定理 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标4 |
| 第十二课 | 大脑血氧动力学响应分析实例介绍；语音信号处理大作业介绍 | 理解和体会利用信号与系统的知识研究前沿科学问题和解决实际工程问题的实例 | 2 | 课堂讲授 | 大作业，75% 达到B-或B-以上 | 培养学生对前沿科学问题的探索精神和动手实践能力 | 课程目标7、8 |
| 第十三课 | 拉普拉斯变  换-1：双边拉普拉斯变换、收敛域、拉普拉斯反变换 | 掌握双边拉普拉斯变换和反变换的概念及计算 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标5 |
| 第十四课 | 拉普拉斯变  换-2：零极点图，傅里叶变换及频响特性的几何作图分析，拉普拉斯变换的性质 | 掌握基于零极点图的傅里叶变换及频响特性的几何作图分析，理解拉普拉斯变换的性质 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标5、6 |
| 第十五课 | 拉普拉斯变  换-3：基于拉普拉斯变换的LTI系统分析和刻画，系统方程及模块化表示，单边拉普拉斯变换 | 深入理解基于拉普拉斯变换的LTI系统分析和刻画 | 2 | 课堂讲授 | 作业及考试，75% 达到B-或B-以上 |  | 课程目标5、6 |
| 第十六课 | 习题课及总  复习 | 深入理解课程的知识体系 | 2 | 课堂讲授 | 考试，75% 达到B-或B-以上 | 培养学生全盘思考的能力，追求对知识的融会贯通 | 课程目标1-6 |
| 注1：建议按照教学周周学时编排，以便自动生成教学日历。  注2：相应章节的课程思政融入点根据实际情况填写。 | | | | | | | |
| 课程目标达成度评价 | 课程目标  考核方式 | | | 平时作业(20分) | 课程项目 (30分) | 期末考试 （50分） | 课程目标权重 | 课程目标达成度 |
| 见附表 | | |  |  |  |  |  |
|  | | |  |  |  |  |  |
|  | | |  |  |  |  |  |
|  | | |  |  |  |  |  |
|  | | |  |  |  |  |  |
| \*考核方式 (Grading) | 最终成绩由以下几部分组成：  平时作业和上课参与程度、课堂讨论： 20%。主要考核学生对知识点的掌握程度、利用所学知识分析问题和解决问题的能力、及口头及文字表达能力。作业和语音信号处理大作业要求每个学生独立完成。  课堂小测验：两次小测验，每次占10%，共20%。及时考察学生对所学知识的掌握程度。  期末考试：60%。整体考核学生对本课程所学知识的掌握程度。 | | | | | | | |
| \*教材或参考资料 (Textbooks & Other Materials) | **教材：**  《信号与系统》(Signals and Systems (Second Edition)), Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab、电子工业出版社、2009年6月、第一版（原著第2版）、ISBN 978-7-121-08748-6  **参考书：**  --《信号与系统》上册及下册、郑君里、应启珩、杨为理、高等教育出版社、2011年3月、第3版、ISBN 978-7-04-031519-6  --《信号与系统——Matlab 综合实验》、谷源涛、应启珩、郑君里、高等教育出版社，2008年1月、第1版、ISBN 978-7-04-022559-4 | | | | | | | |
| 其它（More） | 1, 本课程采用平行班教学，一个中文教学班，一个全英文教学班。 2, 本课程不讲授离散时间信号与系统相关知识，在讲授采样定理时不介绍数模转换、模数转换及数字信号处理，相关内容留作本课程后续的《生物医学信号与系统-2》讲授。学生可自学《信号与系统》教材的离散时间信号与系统部分。 | | | | | | | |
| 备注（Notes） |  | | | | | | | |
| 备注说明：  1．带\*内容为必填项。  2．课程简介字数为300-500字；课程大纲以表述清楚教学安排为宜，字数不限。 | | | | | | | | |

附表：课程目标达成度评价

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Summary of the Attainment of LOs** | | | | | | | | |  |
| Learning Outcomes     Assignments Weight | | LO1 | LO2 | LO3 | LO4 | LO5 | LO6 | LO7 | LO8 |
|
| Hws | 10% | 93% | 95% | 98% | 98% | 95% | 100% |  |  |
| Quizzes | 20% | 55% | 40% | 40% | 40% |  |  |  |  |
| Project | 10% |  |  |  |  |  |  | 83% | 83% |
| Final Exam | 34% | 70% | 80% | 65% | 65% | 60% | 68% |  |  |
| Total | 74% |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Weighted averages | | 69% | 70% | 62% | 62% | 68% | 86% | 83% | 83% |