

0854 电子信息专业学位研究生核心课程指南

01 通信理论与系统

一、课程概述

本课程是电子信息专业学位研究生的重要专业基础课程。课程介绍以数字通信为主体的现代通信理论和技术,主要包含平稳随机过程、数字调制、信号设计、信道模型及容量、多信道和多载波传输、信道编码、同步、最佳接收、线性均衡、扩展频谱通信、衰落信道特征及抗衰落技术等知识模块与知识点。

与本课程类似的有数字通信(技术)、无线通信(原理)等课程。

二、先修课程

信号与系统、概率论、随机过程。

三、课程目标

通过本课程的学习,能够使专业学位研究生掌握扎实的通信与传输基础理论,建立清晰的通信系统概念,培养和提升信号分析能力、信道建模能力及局部与综合系统优化设计能力,增强其发现和解决工程实际问题的能力,为从事信息技术研究、开发及工程实践打下坚实的基础。

四、使用对象

本课程适用于电子信息类专业学位硕士和博士研究生。

五、授课方式

本课程既有较强的理论性,需要运用先修的高等数学、矩阵理论、概率论、随机过程等数学知识及信号与系统分析方法;又涉及多方面的通信技术,如调制技术、信道编码技术、码分多址(CDMA)通信技术、正交频分多址技术(OFDM)等。因此,教学上要注意把握好数学运用与公式推导的度,在强调理论讲解的同时,还要注重技术与方法的介绍,把实际的工程案例引入课堂。建议采用课内理论教学和课外知识运用研究相结合(如组队完成课程大作业)、线上与线下相结合的混合教学模式,借助网络平台开展线上与线下的教学资源共享及互动交流。

六、课程内容

本课程建议学分为2~3学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。

通信理论与系统课程的具体内容如下:

第一章 概述

1. 通信理论与系统发展史:通信理论的发展,通信系统的发展,数字通信,无线通信网络的演进等;
2. 数字通信系统的基本组成:信源与信源编码、信道编解码、数字调制与解调、加性高斯白噪声信道、最佳检测等。

第二章 随机信号分析

1. 平稳随机过程及其统计特征:均值、方差、协方差、自相关函数、互相关函数、功率谱密度函数等;
2. 概率分布:高斯(Gaussian)分布、瑞丽(Rayleigh)分布、那卡嘎米(Nakagami-m)分布、莱斯(Rice)分布等。

第三章 信息论初步

1. 信息的对数度量:随机变量的信息对数度量(互信息、自信息、平均互信息、平均自信息);
2. 信道模型:对称二进制信道、离散无记忆信道、离散输入连续输出信道、波形信道;
3. 信道容量:离散无记忆信道的容量、离散输入连续输出信道的容量、带限波形信道的容量——香浓容量定理、香浓极限。

第四章 数字调制

1. 带通信号与系统的等效低通表示:时域表示、频域表示、能量表示;
2. 带通随机过程的等效低通表示:时域表示、相关函数表示、功率谱表示;
3. 无记忆调制信号的描述:MPAM调制、MPSK调制、MQAM调制、MFSK调制等;
4. 有记忆调制信号的描述:连续相位调制;
5. 线性调制信号的功率谱分析。

第五章 加性高斯白噪声(AWGN)信道的最佳接收

1. 数字解调:相关解调、匹配滤波解调、充分统计量、观测向量的概率分布;
2. 确知信号的最佳检测:最大后验概率检测、最大似然检测;
3. 随机相位信号的最佳检测:包络检测、平方率检测;
4. 无记忆调制系统性能分析与比较:比特错误率、符号错误率。

第六章 同步

1. 载波同步:插入导频的载波估计、直接载波相位估计(最大似然相位估计、锁相环载波相位估计);
2. 位同步:插入导频的时间估计、直接法时间估计(最大似然时间估计、滤波法、锁相环法);
3. 载波和码元联合估计。

第七章 符号间干扰及抑制方法

1. 无符号间干扰的带限信号设计:奈奎斯特准则、无符号间干扰传输的符号速率及信号设计、有失真信道的信号设计;
2. 具有受控ISI的带限信号设计:部分响应信号;
3. 线性均衡:基于峰值失真准则的线性均衡、基于均方误差准则的线性均衡、判决反馈均衡等。

第八章 信道编解码

1. 线性分组码:生成矩阵、校验矩阵、线性分组码的译码;
2. 卷积码:结构图、树图、网格图、状态转移图、转移函数、维特比译码。

第九章 多信道和多载波通信

1. AWGN 信道中的多信道通信:二进制信号的相干检测和非相干检测、M 元正交信号的非相干检测;
2. 多载波通信:多载波信道的功率分配(注水准则)、正交频分复用(OFDM)技术、多载波系统的峰值平均比最小化。

第十章 扩频通信

1. 扩频数字通信的模型:基本概念、系统模型、扩频种类;
2. 直接序列扩频:最佳接收机的原理框图、译码器的差错率性能、编码增益、干扰容限、码分多址(CDMA)通信、PN 序列设计等;
3. 跳频扩频及混合扩频。

第十一章 通过多径衰落信道的数字通信

1. 多径衰落信道的特征:信道相关函数和功率谱、扩展时延、相干带宽、多普勒扩展、相干时间等;
2. 多径衰落信道对通信的损害:频率选择性衰落、频率非选择性衰落、快衰落、慢衰落;
3. 抗多径衰落技术:分集、RAKE 接收、最大比合并、MIMO-OFDM 技术等。

七、考核要求

建议本课程的考核方式采取卷面考试与课程设计相结合。因为课程的理论性较强,卷面考试应占更大的权重。课程设计大作业的内容以局部和综合系统设计为主,应强调团队合作,明确分工;对结果要进行分析,提出进一步改进的方案;最终提交设计报告。

八、编写成员名单

徐昌庆(上海交通大学)、彭艺(昆明理工大学)

02 现代信号处理技术

一、课程概述

现代工程科技离不开对各种声、像、光、电等信号的处理,因此,现代信号处理技术课程是电子信息专业学位研究生的最重要的专业基础课程之一。

本课程分为 2 个部分 8 个章节。第一部分是针对高斯、平稳信号的经典信号处理,包含概述、信号变换和分析、最优线性滤波、自适应滤波、功率谱估计共 5 个章节。第二部分是针对非

高斯、非平稳的现代信号处理方法,包括高阶谱估计、时频分析和小波分析 3 个章节。

每个章节介绍基础的理论、典型的方法及应用实例。通过本课程的学习,专业学位研究生既能了解和掌握信号处理典型的方法,又能为深入学习某些章节的后续内容打下良好基础。

二、先修课程

信号与系统、数字信号处理、随机信号分析、矩阵论。

三、课程目标

通过本课程的学习,能够使专业学位研究生掌握扎实的信号处理基础理论及主要技术和方法,了解其在通信、雷达、声呐、电子对抗、语音和图像处理等领域的应用;培养和提升专业学位研究生信号信息处理、评估和改进的能力,增强其运用现代信号处理方法发现和解决工程实际问题的能力;为从事电子信息技术研究,开发及工程实践打下坚实的基础。

四、使用对象

本课程适用于电子信息关联的各个领域或方向的专业学位硕士和博士研究生。

五、授课方式

本课程主要以课堂讲授为主,理论教学时要注意把握好数学运用和公式推导的度。建议采用课内理论教学和课外知识运用相结合、线上与线下相结合的方式。每个模块配置独立的工程应用案例,课堂讲授应用实例时,可采用问题描述和点拨思路的方式,引导学生进行课内研讨。同时对于学生有兴趣的新颖工程案例,可以布置课后大作业,让学生组队完成。

六、课程内容

各高校根据自身情况,可以按照 2~3 学分设置本课程。可以选择相应的模块讲授,也可以对某些模块内容进一步深化。建议部分高校以第一部分为基础,选讲第二部分相关的内容。

教学内容分 2 个部分 8 个章节,具体安排如下:

第一部分 经典信号处理

第一章 概述

本章对现代信号处理理论和发展进行综述,使专业学位研究生对本领域知识有全面的了解和认识。

1. 现代信号处理发展史:传统模拟信号处理、数字信号处理、采样理论、滤波理论、信号变换和信号分析理论的发展、信号检测和估计理论等的发展。

2. 现代信号处理应用情况:信号处理在雷达、通信历史、阵列天线、语音处理、图像处理等领域中的应用等。

第二章 信号变换与分析

本章介绍平稳随机过程的概念、各种现代常用的信号变换理论和分析方法、随机信号通过线性系统的响应等,其中应用傅立叶变换对各种信号进行处理的案例可重点介绍。

1. 平稳随机过程:自相关函数和自相关矩阵、功率谱定义和性质、高斯白噪声过程。

2. 信号变换:各种傅立叶变换以及傅立叶变换在信号处理的应用案例、随机过程的正交级数表示等。

3. 线性系统对随机信号输入的响应:线性时不变系统的输出相关函数、输出功率谱密度、互谱密度、相关卷积定理等。

第三章 最优线性滤波器

本章介绍最优线性滤波理论,包括维纳滤波器、线性预测器、匹配滤波器。维纳滤波器介绍正交性原理及其几何解释;线性预测可以看成维纳滤波器的推广,同时又与自回归过程有着密切的联系;匹配滤波器则是另外一种现代通信和雷达都缺少不了的最优信噪比滤波器。

1. 维纳滤波器:正交性原理及几何解释、维纳霍夫方程中获得权系数时域解和最小均方误差表达式、因果和非因果条件下的Z域解等。

2. 线性预测器:预测器差分方程、预测误差滤波器、Yuler-Walker方程和Levison-Durbin递推求解算法、前向预测和后向预测、Lattice结构和最优反射系数等。

3. 匹配滤波器:最大信噪比准则、匹配滤波器输出、匹配滤波器系数、匹配滤波器与相关器的关系。

4. 应用实例:滤除正弦波中的噪声。

第四章 自适应滤波器

本章介绍自适应滤波器。利用前一时刻或以前若干时刻的输入和滤波器参数,自动调节当前滤波器状态,以适应信号与噪声随时间变化的统计特性,从而实现最优滤波。

1. 最小均方自适应滤波器:滤波器代价函数、最陡下降算法、瞬时梯度、LMS算法、性能曲线、收敛因子、时间常数、稳态误差等。

2. 递推最小二乘自适应滤波器:指数加权最小二乘准则、牛顿法、权系数递推、RLS算法、与LMS算法的比较等。

3. 自适应抵消器:噪声/干扰抵消器结构、输出信噪比、信号畸变、噪声谱、自适应陷波器、自适应预测器等。

4. 应用实例:消噪耳机。

第五章 现代谱估计

本章介绍应用非常广泛的两大类功率谱估计技术。一类是基于传统傅里叶变换的非参数化的经典谱估计法,包括相关图法和周期图法;另一类是基于参数化模型的现代谱估计方法。

1. 经典谱估计:自相关函数的估计、相关图法、周期图、周期图的性质和改进、加窗和平滑方法等。

2. 参数化模型:滑动平均(MA)、自回归(AR)、ARMA模型。

3. AR谱估计方法:与线性预测误差滤波器的关系、与最大熵谱估计等效性、Burg AR谱估计。

4. 谐波估计:最大似然估计、Capon估计、Pisarenko谐波分解、Music估计。

5. 应用实例:高斯噪声中的正弦波频率估计。

第二部分 现代信号处理

第六章 高阶谱估计

本章介绍高阶统计量。高阶统计量以其能够抑制高斯分布的噪声干扰,保留信号幅度和相

位信息,检测系统非线性等特性,成为现代信号处理技术中的重要技术之一。建议先介绍高阶累积量的理论和基本性质,然后重点介绍双谱估计方法及应用。

1. 高阶累积量:矩生成函数、累积量生成函数、矩与累积量的转换关系、高斯信号的高阶矩与高阶累积量。

2. 高阶谱:高阶矩谱、高阶累积量谱。

3. 双谱估计非参数方法:直接法、间接法、窗函数性能。

4. 双谱估计参数方法:非高斯信号通过线性系统、BBR公式、RC算法、ARMA模型辨识、色噪声谐波恢复。

5. 应用实例:基于双谱的信号识别。

第七章 时频分析

本章介绍非平稳信号的时频分析。建议首先介绍线性时频表示和Cohen类时频分布的理论、性质和应用,然后重点介绍模糊函数等几种典型的时频分布。

1. 解析信号的瞬时频率:Hilbert变换、基带信号与解析信号的关系、瞬时频率与群延迟、不确定性原理。

2. 线性时频变换:短时傅里叶变换、Gabor变换、小波变换。

3. 非线性时频变换:Vigner-Ville分布、Cohen类时频分布、高阶时频分布、多项式调频信号。

4. 模糊函数:瞬时相关函数、模糊函数和时频分布的关系。

5. 应用实例:雷达目标分辨率分析

第八章 小波分析

本章介绍可以表征信号局部特征的小波分析技术。小波变换是一种具有多分辨能力的分析工具,已成为现代信号处理的典型技术之一。

1. 小波变换:连续小波变换、归一化条件、稳定性条件、对偶小波。

2. 小波分析的正交基:标准正交基、非正交展开、典型小波函数(Haar小波、高斯小波、墨西哥草帽小波、Gabor小波和Morlet小波)。

3. 多分辨分析:快速小波变换、尺度函数构造。

4. 正交滤波器组:标准正交尺度函数、(H, G)滤波器组、正交小波(Shannon小波和Daubechies小波)。

5. 应用实例:分形调制。

七、考核要求

课程考核方式包括闭卷考试(60%)和课后作业(40%)。课后作业针对应用实例布置,提出一个能够运用所学理论方法的工程应用设计目标,需要有一定的深度。需要学生查找资料和文献,提出自己解决方案,最后参照论文要求写成设计报告。

八、编写成员名单

姬红兵(西安电子科技大学)、王敏(西安电子科技大学)、朱明哲(西安电子科技大学)

03 线性系统理论

一、课程概述

本课程是电子信息专业学位研究生重要的专业基础课程,在控制技术、信号处理、计算方法、生物医学、人工智能、机器人控制等领域有着广泛应用。随着信息科学的发展,控制科学理论逐渐与信息技术相互渗透,密不可分。线性系统理论以线性系统为基本研究对象,介绍系统控制分析与综合的基本方法和理论。通过本课程的学习,使专业学位研究生能够了解系统控制中的基本理论与基本设计方法,为从事信息技术领域的研究、开发及工程实践奠定扎实的基础。

二、先修课程

自动控制原理、矩阵论(或高等代数、线性代数)、常微分方程。

三、课程目标

通过本课程的学习,使专业学位研究生能比较系统地掌握线性系统的基本概念、基本理论和系统分析设计的基本方法。具体要求掌握相关线性系统的状态空间描述、传递函数矩阵描述、运动分析、能控能观性分析、稳定性分析、极点配置、反馈镇定、解耦控制、跟踪控制及干扰抑制、状态观测器综合设计以及传递函数矩阵的状态空间实现等。专业学位研究生初步能够利用这些知识研究和探索工程实际系统中的各种问题。

四、使用对象

线性系统理论课程适用于信息技术各个领域或方向的专业学位硕士或博士研究生。

五、授课方式

本课程理论性较强、内容广泛且抽象,建议采取课堂讲授,理论与案例相结合,自学与讨论三位一体的教学模式。讲述过程中多举例,知识点要讲全,要注重灵活应用,必要时,辅以多媒体图形或曲线,帮助专业学位研究生理解;重点例题讲透彻,掌握基本处理方法;启发研究生,培养其解决综合性习题的能力,必要时进行讨论。

六、课程内容(48学时)

本课程建议学分为2~3学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。线性系统理论课程的具体内容如下:

第一章 线性系统的状态空间描述

1. 线性系统简介:线性系统简要介绍、线性系统的描述方法、线性系统发展历程等。
2. 线性系统的状态空间描述:状态和状态空间基本概念、状态空间方程、系统的状态空间描述、物理系统状态空间方程的建立等。

3. 系统的传递函数描述:单输入-单输出系统的传递函数、传递函数矩阵。

4. 线性定常系统的特征结构:线性定常系统的状态空间方程建立。

5. 系统不同描述方法之间的相互转化:系统状态空间描述与传递函数矩阵的相互转化、线性系统的坐标变换等。

6. 组合系统的状态空间描述和传递函数矩阵。

第二章 线性系统的运动分析

1. 连续时间线性定常系统的运动分析:矩阵指数函数、线性定常系统状态运动规律、状态转移矩阵等。

2. 连续时间线性时变系统的运动分析:状态转移矩阵性质、线性时变系统状态方程求解、脉冲响应矩阵等。

3. 线性离散时间系统的运动分析:连续时间线性系统的离散化、离散化模型、离散系统状态空间方程、运动规律等。

第三章 线性系统的能控性和能观测性

1. 能控性和能观测性的定义。

2. 线性定常系统的能控性判据:Gram 矩阵判据、能控性矩阵判据、PBH 判据、约旦规范型判据等。

3. 线性定常系统的能观性判据:Gram 矩阵判据、能观性矩阵判据、PBH 判据、约旦规范型判据等。

4. 线性时变系统的能控性和能观性判据:能控性矩阵判据、能观性矩阵判据。

5. 线性离散时间系统的能控性和能观性判据:能控性矩阵判据、能观性矩阵判据。

6. 对偶原理。

7. 能控规范型和能观测规范型:单输入-单输出系统、多输入-多输出系统。

8. 线性系统的连续时间线性定常系统的结构分解:能控性结构分解、能观性结构分解。

第四章 稳定性理论

1. 稳定性定义:内部稳定性、外部稳定性、内部稳定性与外部稳定性关系等。

2. 李亚普诺夫稳定性理论:李亚普诺夫意义下稳定、一致稳定、渐进稳定、大范围渐进稳定、一致渐进稳定、大范围一致渐进稳定、不稳定等。

3. 李亚普诺夫函数的规则化方法:李亚普诺夫直接法、李雅普诺夫意义下稳定性定理、不稳定定理等。

4. 线性定常系统的状态运动稳定性判据:特征根法、李亚普诺夫方程法。

5. 离散时间系统的李雅普诺夫稳定判据:标量函数法、离散时间线性系统的稳定性、离散李亚普诺夫方程等。

6. 非线性系统的线性化及有关结果:泰勒展开法。

第五章 线性反馈系统的状态空间综合

1. 系统的状态反馈和输出反馈:状态反馈矩阵、输出反馈矩阵、对能控性、能观性、稳定性的影响等。

2. 单输入系统的状态反馈极点配置:极点可任意配置的条件、极点配置算法。

3. 多输入系统的状态反馈极点配置:循环矩阵、极点配置定理、极点配置算法步骤、

Luenberger 法、两步配置法等。

4. 系统的输出反馈极点配置。
5. 系统的状态反馈镇定:镇定的概念、可镇定条件。
6. 解耦控制:解耦条件、状态反馈静态解耦、状态反馈动态解耦等。
7. 状态观测器的设计:全维状态观测器的设计、降维状态观测器的设计。
8. 基于观测器的状态反馈控制系统特性。
9. 跟踪控制与扰动抑制:阶跃输入下的扰动抑制、基于观测器的扰动抑制。
10. 线性二次型的最优控制:二次型性能指标函数、有最优解的条件、最优调节器的设计。

第六章 多变量系统的矩阵分阵式描述

1. 多项式矩阵:秩、多项式向量的线性相关性、单模矩阵、Smith 标准型、最大右公因子构造定理、互质性、列(行)既约等。
2. 有理分式矩阵:MFD 及其唯一性、既约性、确定不可既约 MFD 的算法、真性和严真性等。
3. 系统矩阵分式描述的状态空间实现:右 MFD 的控制器实现、核实现(A_c^0, B_c^0, C_c^0)的确定、控制器型实现(A_c, B_c, C_c)的确定、左 MFD 的观测器型实现等。
4. 不可简约矩阵分式描述:不可简约矩阵分式描述概念、确定不可简约矩阵分式描述的算法。
5. 规范矩阵分式描述。

第七章 传递函数的状态空间实现

1. 实现简介:基本概念和基本属性、标量传递函数的典型实现。
2. 最小实现及其解法:能控和能观规范型的最小实现、单输入-单输出、多输入多输出系统最小实现、降阶法、直接求取约旦型最小实现法。
3. 控制器形实现和观测器形实现。
4. 不可简约矩阵分式描述的最小实现。

第八章 线性系统的复频域分析和综合

1. 复频域综合系统能控性及能观性分析:并联系统、串联系统、状态反馈系统、输出反馈系统等。
2. 复频域综合系统稳定性分析:直接输出反馈系统、具有补偿器的输出反馈系统。
3. 状态极点配置问题复频域综合:观测器-控制器设计。
4. 输出反馈极点配置问题复频域综合:补偿器设计。
5. 输出反馈解耦控制问题的补偿器的综合。
6. 线性二次最优型调节器问题的复频率域综合。

七、考核要求

建议成绩以百分制衡量。成绩评定依据为:出勤和平时作业占 10%,大作业和实验报告占 20%,期末笔试成绩占 70%。

八、编写成员名单

潘泉(西北工业大学)

04 机器人控制技术

一、课程概述

本课程是一门集力学、机械学、生物学、人类学、控制理论与控制工程、电气与电子工程、计算机科学与工程、人工智能、社会学等领域相互交叉渗透的一门学科。机器人控制技术课程主要介绍机器人控制的相关理论和方法,主要包括:运动学、动力学、轨迹规划、执行器与传感器、结构控制、移动机器人等。在电子信息专业领域,机器人控制技术课程对巩固多学科知识的融会贯通,提高专业学位研究生的创新能力和综合实践能力具有至关重要的作用。

二、先修课程

高等代数、矩阵理论、随机过程、优化方法等数理知识以及电路与系统、信号与信息处理、目标探测与成像、控制理论与应用、智能感知与模式识别、机器学习等专业基础知识。

三、课程目标

1. 了解和掌握机器人控制的相关理论和方法。主要包括:机器人的特点、结构与分类;机器人控制技术的研究领域以及与其他相关学科和课程的关系;机器人运动方程、动力学方程的表示以及相关求解过程;机器人的基本控制原则及机器人的运动控制;机器人规划的作用和任务;机器人的轨迹规划问题的求解过程等。
2. 通过课程的学习,能够具备实际机器人技术开发、技术改造和高效生产等过程中的知识获取、科技开发、技术创新和组织协调能力。
3. 面向具体的机器人功能和任务需求,具备解决复杂功能技术问题、进行工程技术创新以及组织实施相关工程项目和科技攻关能力。

四、使用对象

机器人控制技术课程适用于电子信息专业计算机技术领域、控制工程领域专业学位硕士与博士研究生。

五、授课方式

1. 在课程学习过程中,穿插数次分组课程学术报告,分别面向机器人系统的建模、规划和控制三类问题。报告题目可为面向具体课题任务应用的具体问题的解决方案报告,也可以是针对某一类问题的综述性报告。
2. 慕课学习:考虑机器人课程是一类与实际物理系统高度相关的课程,在课外学习时间,建议学习相关的 Mooc 课程。
3. 课程实践:以小组的形式,基于所讲授的机器人课程,以某一类机器人平台为对象,实现

具体的功能应用,其中应涉及到机器人系统的建模、规划和控制问题。

六、课程内容

本课程建议学分为 2~3 学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。

机器人控制技术课程的具体内容如下:

第一章 机器人学引言

1. 与工业应用中机器人的使用相关的问题、先进机器人技术展望。
2. 机器人机械手和移动机器人最常见机械结构的分类:机器人的建模、规划和控制的相关概念。

第二章 运动学与静力学

1. 基于线性代数的系统通用方法及直接运动学方程:正向运动学、逆向运动学、机器人逆运动分析、非线性超越方程组的求解(解的存在性、唯一性及求解的方法等)。
2. 基于几何雅克比矩阵的微分运动学方程和基于解析雅克比矩阵的静力学方程。

第三章 动力学

基于拉格朗日公式和牛顿-欧拉公式两种方法推导关节空间中机械手的运动方程。

第四章 轨迹规划

轨迹规划的相关技术:关节空间中轨迹规划问题、操作空间中轨迹规划的基本概念。

第五章 执行器与传感器

两个基本的机器人组件:执行器和传感器。

第六章 结构控制

1. 控制结构:工业机器人控制系统功能架构的参考模型。
2. 运动控制:操纵器的运动控制问题。
3. 力控制:操作空间运动控制方案在机械手与环境相互作用过程中的性能。
4. 视觉伺服控制:基本的图像处理算法,基于位置的视觉伺服、基于图像的视觉伺服、混合视觉伺服等。

第七章 移动机器人

轮式移动机器人的建模,规划和控制技术:移动机器人与机械操纵器对应的运动学方程、动力学方程、轨迹规划、运动控制等基础问题。

运动规划:操纵器和移动机器人在存在障碍物的情况下进行的运动规划,重点为机器人系统的运动学与动力学建模分析以及相应的控制方法。

课程难点:面向实际物理机器人系统进行运动学和力学建模,实现机器人轨迹规划和运动控制等。

七、考核要求

建议采用期末考试与平时考核相结合的方式,两者分别占课程考核总成绩的 50%,其中平时考核主要根据学术报告、实践课程的表现进行打分,分别占比 25%。

八、编写成员名单

潘泉(西北工业大学)

05 算法设计与分析

一、课程概述

本课程是电子信息专业学位研究生的重要专业基础课。课程的目的是使专业学位研究生系统地掌握算法设计与分析的理论、技术和方法,培养研究生以算法设计和分析为手段,时间高效、空间高效地解决问题的意识和能力,以及简洁、清晰、准确表达算法及其分析过程的技能,提高研究生的算法修养,培养创新意识,培育研究能力,为从事信息技术方面的研究、开发及工程实践奠定坚实的算法设计与分析的理论基础。

二、先修课程

离散数学(集合论与图论)、数据结构与算法、概率论。

三、课程目标

1. 掌握分析算法复杂性的数学工具,如算法复杂性函数的阶、求和方法、递归方程的求解方法、计数方法等。
2. 掌握算法设计的基本原理和主要方法,如分治、贪心、动态规划、平摊分析、树搜索策略、剪枝策略等算法设计方法的原理和理论,提高算法设计能力和算法改进能力。
3. 掌握算法复杂性分析和正确性证明的方法、理论,提高算法复杂性分析和算法正确性证明的能力,以及改进算法复杂性的能力。
4. 掌握近似算法、随机算法和在线算法的设计和性能分析原理及理论,学会如何设计求解 NP 完全问题的近似算法或随机算法。

四、使用对象

信息技术计算机相关领域或方向(计算机技术、软件工程、人工智能、网络空间安全)的专业学位硕士和博士研究生。

五、授课方式

算法设计与分析课程的主要教学方法为讲授,由于课程既有概念,又有理论推导和动态实例,推荐 PPT 和板书相结合的授课方式。

由于每一类算法设计与分析都比较抽象,因此,除了讲解其基本原理外,还需要配合一定量

的实例,通过实例讲解算法设计与分析思想,这些实例一部分可以来自本指南中推荐的案例,另一部分也可以来源于授课教师的课题或者实际的工程问题。

在介绍每类算法的同时,需要介绍其相应的分析技术,其中如果涉及较为复杂的推导,可以根据学时数安排重点介绍结论。

六、课程内容

本课程建议学分为 2~3 学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。算法设计与分析课程的具体内容如下:

第一章 概述

1. 算法在计算机科学中的作用。
2. 与算法相关的概念:算法的定义、问题的定义、算法实例的定义等。
3. 算法的正确性分析和算法的复杂性分析。
4. 算法的设计方法和分析方法。

第二章 算法分析的数学基础

1. 计算复杂性函数的阶:同阶函数、低阶函数、高阶函数、严格低阶函数、严格高阶函数和函数阶的性质等。
2. 标准符号 Floor 和 Ceiling。
3. 和式的估计与界限:线性和、级数和、和的界限等。
4. 递归方程的求解方法:替代方法、迭代方法和主方法,主定理(master 定理)的证明等。

第三章 分治法

1. 分治原理。分治算法的设计与分析。
2. 整数乘法。问题定义、算法的数学基础和算法分析。
3. 矩阵乘法。问题定义、算法的数学基础和算法分析。
4. 寻找最邻近点问题。问题定义、一维空间算法和二维空间算法。
5. 寻找凸包问题。问题定义、Graham 扫描算法和分治算法。

第四章 动态规划

1. 动态规划的特点、使用动态规划的条件、动态规划的实例和动态规划算法的设计步骤等。
2. 矩阵链乘问题。问题定义、分析优化解的结构、递归地定义最优解的代价、递归地划分子问题、自底向上计算优化解和构造最优解过程等。
3. 最长公共子序列问题。问题的定义、最长公共子序列(LCS)结构分析、建立求解 LCS 长度的递归方程、递归地划分子问题、自底向上计算 LCS 长度和记录解构造信息、构造优化解等。
4. 最优多边形三角剖分问题。问题的定义、优化解结构的分析、优化三角剖分的代价函数和优化三角剖分动态规划算法等。

5. 0/1 背包问题。问题的定义、优化解结构的分析、建立优化解代价的递归方程、自底向上计算优化解、构造优化解方法和算法复杂性分析等。

6. 最优二叉搜索树。问题的定义、优化二叉搜索树结构的分析、建立优化解的搜索代价递归方程、自下而上计算优化解的搜索代价和算法复杂性分析等。

第五章 贪心法

1. 贪心算法的基本概念、贪心算法与动态规划方法的比较、贪心算法正确性证明方法。
2. 活动选择问题。问题的定义、优化解的结构分析、贪心选择性、算法设计、算法复杂性和算法正确性证明等。
3. Huffman 编码问题。问题的定义、优化解的结构分析、算法设计、算法复杂性分析、算法正确性证明等。
4. 最小生成树问题。问题的定义、优化解结构分析、贪心选择性、Kruskal 算法、算法复杂性和算法正确性证明等。
5. 贪心算法的理论基础。拟阵、拟阵实例、拟阵的性质、加权拟阵上的贪心算法、算法的正确性和基于拟阵的任务调度问题分析。

第六章 平摊分析

1. 平摊分析的基本思想和平摊分析方法概述。
2. 聚集分析原理和聚集方法的实例。
3. 会计方法的原理和实例。
4. 势能方法的原理和实例。

第七章 搜索

1. 树搜索的动机、广度优先搜索、深度优先搜索。
2. 优化树搜索策略。爬山法、最佳优先搜索策略(Best-First 搜索)和分支界限策略。
3. 人员分配问题。问题的定义、转换为树搜索问题和求解问题的分支界限搜索算法等。
4. 旅行商(TSP)问题。问题的定义、转换为树搜索问题和分支界限搜索算法等。
5. A* 算法。A* 算法的基本思想、A* 算法的规则和应用、A* 算法求解最短路径问题等。

第八章 在线算法

1. 在线算法定义、应用场合和竞争比。
2. 在线欧几里得生成树问题。问题的定义、实时算法设计和算法性能分析等。
3. 在线算法求解凸包问题。问题的定义、在线算法的基本思想、在线算法和算法的性能分析等。
4. 随机在线算法求解最小生成树(MST)问题。问题的定义、随机在线算法和算法的性能分析等。

第九章 NP 完全问题

1. 图灵机定义、确定性图灵机、非确定性图灵机、图灵机的扩展。
2. P 类和 NP 类问题、多项式时间归约、NP-完全问题、NP-难问题。
3. 可满足性问题、SAT 实例的表示、Cook 定理及其证明。
4. NP-完全问题的证明。受限 SAT 问题、独立集问题、节点覆盖问题、哈密顿回路问题、旅行商问题等。
5. Co-NP 类、RP 类和 ZPP 类。

第十章 近似算法

1. 近似算法的基本概念和性能分析。
2. 顶点覆盖问题。问题的定义、近似算法的设计、算法的性能分析等。

3. 集合覆盖问题。问题的定义、近似算法的设计、算法的性能分析等。
4. 旅行商问题。问题的定义、近似算法的设计和算法的性能分析等。
5. 随机化与线性规划。求解 Max-3-CNF 问题的随机近似算法和求解最小顶点覆盖问题的线性规划算法。
6. 子集和问题。问题的定义、指数时间算法和完全多项式时间近似模式。

第十一章 随机算法

1. 随机算法的基本概念、分类和性能分析方法。
2. 随机化数值算法。计算不规则形状面积和计算定积分算法。
3. 随机化选择算法。问题的定义、随机算法和算法性能分析。
4. 素数检验算法。问题的定义、随机算法设计和算法性能分析。
5. 随机排序算法。问题的定义、随机算法和算法性能分析。
6. 最小割算法。问题的定义、随机算法和算法性能分析。

七、考核要求

建议本课程的考核方式采取卷面考试与课程作业相结合。因为课程的理论性较强,卷面考试应占更大的权重。课程作业的内容以算法设计与分析为主,算法要根据不同类型进行时间复杂性、正确性、近似比或竞争比的分析。

八、编写成员名单

王宏志(哈尔滨工业大学)、刘勇(黑龙江大学)

06 并行处理与体系结构

一、课程概述

并行计算技术是现代计算机系统设计的基本方法,近几年发展迅速,在云计算、大数据处理、人工智能、高性能计算、高通量计算、多任务计算中均有广泛应用。并行处理与体系结构课程重点介绍高性能计算机的设计思想以及软件、硬件之间的相互支持。主要内容包括并行处理的概念以及并行计算技术的发展;并行处理模型及其性能评价;并行处理结构性能指标和基准程序;并行处理的使能与控制技术;分布式存储器及控制技术;多机系统组成原理、性能评测,互连网络以及数据一致性问题;多机系统算法,串行程序向并行程序转化以及同步技术等。课程应避免对特定机器的详细描述,重点介绍高性能计算机的设计思想以及软件、硬件之间的相互支持,讨论高性能计算机结构与设计中体现出的共性原理,强调培养专业学位研究生并行计算模型、体系结构的选择和并行程序设计等的基本概念和能力,了解高性能计算机系统及其子系统的逻辑结构。

二、先修课程

计算机组织与体系结构、操作系统。

三、课程目标

学习并行计算机的体系结构、基本的并行计算模型、互连方法、Cache 一致性技术、并行编程环境和技术、并行计算机设计中的基本的性能分析等;掌握使用并行技术的基本技能及体系结构设计中的抽象化、层次化、模块化方法;能够将并行处理与体系结构课程中学习的方法和技能应用到云计算、大数据、智能计算、虚拟仿真等领域。为专业学位研究生毕业后从事计算技术研究,以及在实际工作中应用并行计算技术或并行计算机的相关产品打下良好的基础。

四、使用对象

本课程适合于计算机应用技术、云计算、大数据、人工智能等领域或方向的专业学位硕士和博士研究生。

五、授课方式

并行处理与体系结构是一门探究性、实践性很强的课程,要求理论与实践相结合,课内与课外相结合。专业学位研究生在课程学习的同时,需要查阅相关资料和论文,掌握并行体系结构领域关键技术与方法的研究进展,采用量化分析、折中、面向特定领域优化等方法设计与选择结构方案,分析方案或方法的优缺点。课程知识点采用模块化设计,建议选择一些知识模块配置研讨课程,学生针对相关问题阅读研究论文并分析。同时可设置 3~4 个设计型实验,强化学生对知识的理解和应用。建议邀请行业专家为学生课堂授课 1~2 次,使学生了解技术与应用前沿。

六、课程内容

本课程建议学分为 2~3 学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。

并行处理与体系结构课程的具体内容如下:

第一章 可扩展计算机平台和模型

建立可扩展计算机平台的概念和模型,介绍三种并行抽象机的模型,以便专业学位研究生能够了解本课程涉及的并行处理背景。

1. 向并行处理结构的演化
2. 可扩展性的范围
3. 并行计算机的模型
4. 可扩展性的设计原理

第二章 并行编程基础

介绍可扩展并行计算机的编程。包括进程、任务、线程和环境的基本概念;并行性管理、进程交互、程序语义、算法范例和软件可移植性等。

1. 并行编程基础

2. 进程、任务和线程
3. 交互/通信问题
4. 并行程序的语义问题

第三章 并行性能指标和基准程序

了解基本性能的基准测试程序和指标,识别有关可扩展性的属性,能够对有关并行性管理和软件交互作用的开销进行了定量分析;对颗粒度大小、可用并行性、并行性能指标、Amdahl 等定律有所了解和掌握。

1. 系统和应用的基准程序
2. 性能与成本
3. 基本性能指标
4. 并行计算机和程序性能
5. 可扩展性和加速比分析

第四章 高性能处理器构件

介绍高性能处理器的体系结构、所采用的技术及其应用;对 CISC、RISC、超标量、超流水、VLIW、多核等技术进行讨论。

1. 处理器系统的发展
2. 处理器设计原则
3. 微处理器体系结构
4. 后 RISC、多媒体和 VLIW
5. 微处理器的未来

第五章 分布式存储器和时延容忍

介绍层次存储器技术与高速缓存的一致性协议,包括 MESI 监听协议和基于目录协议的讨论,并对多种共享存储器的一致性模型进行讨论。

1. 层次存储器技术
2. 高速缓存一致性协议
3. 共享存储器一致性
4. 时延容忍技术

第六章 系统的互连和千兆位网络

讨论千兆位网和开关式互连。介绍互联网络的基础,包括网络的拓扑、类型、功能特性以及性能指标。除了点对点互连外,也需要介绍多处理机总线、纵横交叉开关以及多级互连开关技术。

1. 互联网络的关系
2. 网络的拓扑结构与性质
3. 总线、纵横交叉开关和多级开关
4. 千兆位网络技术
5. ATM 交换网络

第七章 服务器和 workstation 机群

介绍机群的基本概念、原理、体系结构及设计问题。

1. 机群化的基本概念
2. 机群的分类和体系结构
3. 机群的产品和研究项目

第八章 并行程序设计

介绍多机系统算法,包括如何发掘并行性、串行程序向并行程序转化以及同步技术等。

1. 多机系统算法发掘并行性的主要方法
2. 串行程序向并行程序转化的方法

第九章 云计算原理与应用

1. 云计算概述
2. 虚拟化技术
3. SOA 架构及开发技术
4. 大数据的存储与管理
5. 数据分析技术

七、考核要求

本课程的考核建议采用卷面考试(50%)、课程研讨及研究报告(20%)、课程设计实验(30%)相结合的方式。可选择来自实际工程领域的内容作为大型课程设计,学生分组完成,锻炼学生的团队合作能力和领导力。

八、编写成员名单

刘宏伟(哈尔滨工业大学)

07 软件体系结构

一、课程概述

本课程研究软件系统的基本组成元素、元素的外特性以及元素之间相互关系。软件体系结构师是软件团队中最重要的技术角色,从宏观和全局的角度做出重要的软件设计决策。

本课程是一门面向电子信息专业学位软件工程领域的核心课程。随着信息系统与软件产品规模的急剧扩大,软件体系结构已经成为软件工程领域的热点及关键技术。本课程的目的是通过对软件体系结构内涵、软件体系结构建模、软件体系结构设计、分析和评审等原理和方法的介绍,并通过案例分析,培养学生对具有一定规模的软件系统的体系结构设计和分析能力,并能针对现实中的具体系统做出最佳的体系结构设计决策,从而充分培养学生抽象思维的能力、面向全局观的系统分析与设计能力、运用知识求解实际问题能力、独立思考与创新能力,为学生进入软件企业工作和从事软件工程领域科研工作奠定良好基础。

本课程强化系统的复杂性、效率、演化、抽象层次、复用、折中等计算学科的核心概念的理解。

二、先修课程

高级语言程序设计、软件工程。

三、课程目标

软件体系结构课程的目标是培养学生的软件体系结构意识,理解软件体系结构在复杂系统开发中的重要性,掌握软件体系结构设计、分析、评估的原理和方法,了解常用的体系结构风格和策略,培养学生在体系结构层次的抽象思维能力、面向全局观的系统分析与设计能力,以及针对功能和非功能需求进行折中分析并作出决策的能力。

四、使用对象

软件体系结构课程适用于电子信息软件工程领域专业学位硕士研究生,也可以用于计算机应用领域的专业学位硕士研究生选修。

五、授课方式

软件体系结构是一门实践性很强的课程,建议采用课堂授课、案例分析、课堂讨论、实验相结合的授课方式。

六、课程内容

本课程建议学分为2~3学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。

软件体系结构课程的具体内容如下:

第一章 软件体系结构概述

1. 软件体系结构的内涵、重要性,MDA等
2. 一个简单的案例初步展示软件体系结构

第二章 软件体系结构描述和存档

1. 软件体系结构建模
2. 软件体系结构描述语言
3. 软件体系结构文档化

第三章 软件体系结构设计

1. 面向体系结构设计的需求分析(软件质量属性)
2. 软件设计模式
3. 软件体系结构风格
4. 软件体系结构策略/战术
5. 案例分析和研讨

第四章 软件体系结构分析和评审

1. 软件体系结构分析
2. 软件体系结构评审

3. 案例分析和研讨

第五章 领域软件体系结构

1. 软件产品线
2. 面向特定领域的软件体系结构介绍

七、考核要求

课程成绩建议结合实践作业+课程考试。建议分为实践作业占60%+课程考试占40%,可根据各个学校的情况适当调整。

实践部分可以是典型系统的体系结构设计,或者典型系统的体系结构分析等。课程考试形式可采用闭卷考试,也可以采用课程论文、命题报告、文献阅读等形式。

八、编写成员名单

张莉(北京航空航天大学)、王忠杰(哈尔滨工业大学)

08 软件过程管理

一、课程概述

软件过程是组织或项目使用的,用以计划、管理、执行、监控、控制和改进其软件相关活动的过程的集合,对于开发、维护和操作运营软件极其重要。只有有效的软件过程才能产生可靠的软件产品。在软件组织中,通过对软件过程的管理和持续改进,确保软件产品的质量和软件开发的效率,成为了一种广泛的共识。软件过程管理课程通过对软件过程定义、软件生命周期、软件过程的评估与改进、软件度量、软件过程工具,以及主要的软件过程及改进模型,如软件能力成熟度模型、敏捷开发等的介绍,使本专业的学生理解软件过程领域的基本概念,掌握定性及定量分析软件过程的方法,了解软件过程改进的框架及步骤,学会使用软件过程管理的基本工具,为使用工程化方法管理及改进软件过程打下基础。

二、先修课程

先修课程包括软件工程导论、现代软件工程管理、软件工程开发实践。或具备以下几个方面的预备知识:适当的软件开发或软件项目管理经验、了解软件生命周期的基本知识、理解基本的软件工程方法。

三、课程目标

完成了本课程的学习之后,专业学位研究生应达到以下目标:

1. 了解软件过程、软件生命周期、软件过程模型(软件生命周期模型)的概念及其关系,掌握

完整的软件开发过程框架;

2. 理解软件过程的典型阶段,掌握每个阶段的主要任务及成果;
3. 能够将所学的软件过程基本知识,运用于具体的案例分析和实践中,帮助研究生理解所学内容,并初步了解软件过程的改进方法和要点,提高实践能力。

四、使用对象

软件过程管理课程适用于电子信息软件工程领域专业学位硕士研究生,也可以用于计算机应用领域的专业学位硕士研究生选修。

五、授课方式

由于“软件过程管理”的知识结构仍在不断发展,同时具有较强的实践性,课程内容对于缺乏实际工程化软件开发经验的学生较为抽象,因此建议本课程采用课堂教学与课程实践相结合的教学方式,鼓励在教学内容中配备阶段性的企业实际案例,并能邀请行业专家参与课程中若干软件过程专题的教学,并且需要设计针对性的实践环节。在教学内容方面,充分体现“理论”和“方法”的并重与结合;在教学方式方法上,引导院校开展线上与线下相结合、课堂与实训相结合、理论与实际案例相结合、院校教师与行业企业专家相结合的混合式教学模式。

六、课程内容

本课程建议学分为2~3学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。软件过程管理课程的具体内容如下:

(一) 理论部分

第一章 软件过程基本概念及分类

1. 软件过程的相关概念
2. 软件生存周期过程标准(过程的分类)
3. 软件工程过程
4. 软件支持过程
5. 软件组织过程
6. 几类软件过程间的关系
7. 几类软件过程关系案例

第二章 软件过程的管理活动

1. 需求获取与管理
2. 软件项目规划与监控
3. 软件质量保证
4. 软件配置管理
5. 软件分包管理
6. 软件过程活动案例

第三章 软件过程的建模

1. 软件过程模型的层次

2. 软件过程的基本框架
3. 经典软件过程模型
4. 敏捷开发模型
5. DevOps
6. 软件过程建模案例

第四章 软件过程的定义、评估与改进

1. 软件过程定义
2. 软件过程评估方法
3. 软件过程改进模型
4. 软件能力成熟度模型
5. 软件过程改进案例

第五章 软件度量

1. 过程度量与产品度量
2. 软件信息模型
3. 定量与定性的过程度量技术
4. 量化的过程管理方法
5. 软件度量与持续改进案例

第六章 软件过程工具

1. 文字与表格工具
2. 软件各领域的基本工具
3. 软件项目管理工具
4. 软件过程管理工具

(二) 课程实践部分

第七章 软件过程实践项目

1. 软件过程的定义
2. 软件过程度量与评估
3. 软件过程改进与效果分析

七、考核要求

课程成绩建议实践作业与课程考试相结合的方式。建议分为课程实践成绩(50%)+课程考试(50%)。其中实践可以根据软件过程活动的特点分团队组织,按照规范提交所需的文档与数据,并形成最终的实践报告。

课程考试形式可采用闭卷考试,有条件也可以采用课程论文与报告的形式。

八、编写成员名单

沈刚(华中科技大学)、林广艳(北京航空航天大学)

09 机器学习

一、课程概述

本课程是一门从数据和环境交互中学习模型和规则知识,通过构建的模型对新观测数据进行预测的学科。机器学习的任务包括数据聚类与降维、数据特征分析、模型学习与推理问题等。

本课程介绍机器学习的基本概念、基本模型和实现算法,教学内容包括分类方法、回归方法、集成学习、神经网络、支持向量机、隐马尔科夫模型和概率图模型等,并介绍机器学习领域最新研究成果,如深度学习、对抗生成网络等。机器学习课程重点训练专业学位研究生从数据中建模能力、数据分析能力和系统实现能力。通过与课程配套的课程设计训练和实例分析,使得研究生能熟练掌握利用机器学习方法解决实际问题的能力。

二、先修课程

概率统计、最优化方法。

三、课程目标

机器学习课程的目标是训练专业学位研究生从复杂数据中构建模型、模型学习和模型评估的能力。同时通过中型规模实际问题数据处理和建模分析,训练研究生的人工智能系统分析和系统实现能力。通过本课程学习,使得研究生掌握机器学习中基本理论和方法、能熟练掌握机器学习中典型模型,如聚类方法、决策树方法、线性回归、线性分类、神经网络、概率图模型、博弈模型等,具备较强的从数据中建模能力、模型评估能力和系统实现能力。

四、使用对象

机器学习课程合适于计算机技术、多媒体处理、大数据、人工智能等领域或方向的专业学位硕士和博士研究生。

五、授课方式

机器学习是一门实践性很强的课程,建议理论教学和实验教学紧密结合。将课程教学知识点模块化,每一个模块需要配置相应的课程设计内容;建议设置3~4个课程设计实验。为了让专业学位研究生能真正理解机器学习理论如何应用于解决工程问题,建议邀请行业或企业专家课堂授课2次,深入剖析机器学习解决问题的技术路线。

六、课程内容

本课程建议学分为2~3学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。机器学习课程内容包括:

第一章 机器学习概述

机器学习基本问题和概述:机器学习发展简史、主要研究问题、机器学习算法、求解基本框架和应用领域简介。

第二章 有监督学习

1. 线性回归方法。线性回归基本模型和相应的正则化方法,包括岭回归和 LASSO 回归。
2. 线性分类方法。朴素贝叶斯方法、线性判别分析、二次判别分析、逻辑斯谛回归分析等。
3. K-近邻方法。K-近邻距离度量、K-近邻正则化。
4. 神经网络。神经元计算模型、多层感知器、误差反传算法、网络训练策略、神经网络分类方法等。
5. 支持向量机。最佳分离超平面、软间隔超平面、核方法、回归支持向量机等。
6. 决策树与随机森林。决策树分类、树结构学习与剪枝、C4.5 算法、分类与回归树等。

第三章 无监督学习

1. 聚类算法。K-平均算法、分成聚类算法、期望极大算法等。
2. 数据降维与可视化。主成分分析、因子分析、独立成份分析、流形降维方法等。
3. 关联规则学习。先验算法 (Apriori Algorithm)、基于图的关联规则挖掘。

第四章 机器学习现代方法

1. 模型正则化与稀疏学习。过拟合问题、L2 参数正则化、L1 参数正则化、光顺正则化、系数正则化等。
2. 半监督学习。数据分布假设、直推 (Transductive) 半监督学习、归纳 (Inductive) 半监督学习等。
3. 决策与强化学习。马尔可夫决策过程、策略迭代、价值迭代、Q-Learning、蒙特卡罗方法等。
4. 贝叶斯网络与概率图模型。贝叶斯网络结构、因果推理、诊断推理、近似推理等。
5. 深度学习。随机梯度下降、卷积神经网络、递归神经网络、典型深度学习模型等。
6. 应用案例分析。以语音识别和图像识别为例,介绍机器学习问题解决方案全过程。

七、考核要求

建议机器学习课程采用卷面考试(50%)与课程设计(50%)相结合的考核方式。课程设计的考核包括两个部分:(1) 报告中体现利用机器学习解决预测问题的技术路线是否正确(30%);(2) 所构建模型的预测性能(20%)。

该考核方式不仅体现专业学位研究生的学习能力,同时还评估其解决问题的能力。对于大型课程设计可以组队来做,以培养专业学位研究生的协作开发能力。

八、编写成员名单

张丽清(上海交通大学)

10 数字集成电路设计

一、课程概述

集成电路芯片是微电子技术的结晶,是现代信息技术的硬件基础。数字集成电路设计是信息技术专业学位研究生的专业核心课程之一。课程主要介绍 CMOS 电路的基本原理、CMOS 逻辑与功能模块的设计技术及数字集成电路的设计方法。

课程从 CMOS 器件与集成电路工艺入手,重点介绍 CMOS 逻辑单元、复杂功能模块、电路时序和功耗、集成电路设计方法学等内容。同时,基于电路仿真工具和器件工艺模型,课程设置相关的电路实验和课程设计,培养学生从事基础数字电路的设计、仿真、分析和优化能力。课程通过课堂教学、课后练习、课程实验与课程设计等教学和实践方式,帮助学生建立起完备的 CMOS 数字集成电路设计知识体系,培养基本电路模块的设计开发能力,为进一步从事复杂数字集成电路开发及相关工作奠定基础。

二、先修课程

半导体器件基础、集成电路制造工艺、数字逻辑设计。

三、课程目标

通过本课程的学习,首先要让专业学位研究生了解 CMOS 器件和工艺的基础理论知识,建立从器件到电路逻辑的知识联系。其次,要掌握 CMOS 逻辑单元的设计理论和方法,具备使用设计工具从事基本电路模块的设计开发能力。在此基础上,要了解和熟悉数字电路与系统中的复杂功能模块设计、时序设计、功耗优化、可测试性设计、可制造性设计和设计方法学等内容,建立面向 CMOS 数字集成电路设计的完整知识体系,为进一步从事数字集成电路设计及相关工作奠定基础。

四、使用对象

本课程适合于集成电路工程、电子与通信工程、控制工程、计算机技术等领域的专业学位硕士和博士研究生。

五、授课方式

本课程是一门实践性很强的课程,要求理论教学和实践教学紧密结合。课程按照电路设计层次划分为三大模块,每个模块除了相应的理论教学外,建议设置 1~2 个课程实验。为了培养学生利用 EDA 工具从事电路开发的动手实践能力,建议设置 2~3 个课程设计。为了让专业学位研究生了解集成电路产业的技术热点、实际需求和规律,建议邀请行业或企业专家课堂授课 1~2 次,深入剖析芯片设计的难点和挑战。

六、课程内容

本课程建议学分为 2~3 学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。

数字集成电路设计课程的具体内容如下:

第一章 CMOS 电路基础

1. 集成电路设计引论:集成电路发展历程、数字集成电路面临的挑战、数字集成电路基本概念、CMOS 集成电路的制造工艺和集成电路的版图设计规则等。

2. MOS 晶体管原理:CMOS 二极管的器件模型、长沟道晶体管的 I-V 和 C-V 特性、非理想 MOS 器件的 I-V 效应、工艺偏差与工艺尺寸缩放等。

3. 片上导线:片上导线的电容、电阻和电感模型,导线延迟模型、互连线的寄生效应、导线的比例缩放等。

第二章 逻辑设计

1. CMOS 反相器:静态 CMOS 反相器的静态特性、静态 CMOS 反相器的动态特性、反相器的功耗、工艺尺寸缩放对反相器的影响、反相器链路的设计优化及实验等。

2. CMOS 组合逻辑设计:静态互补逻辑设计、逻辑努力及优化、有比逻辑设计、传输管逻辑设计、动态 CMOS 逻辑设计、组合逻辑链路优化及课程设计等。

3. CMOS 时序逻辑设计:时序电路简介、静态锁存器和寄存器、动态锁存器和寄存器、其他寄存器类型等。

第三章 系统设计

1. 数字电路中的时序设计:数字芯片系统中的时序分类、同步电路的时序要求、时钟信号与时钟网络设计、锁存器流水线设计等。

2. 低功耗设计:集成电路的功耗简介、动态功耗和静态功耗、低功耗设计技术、亚阈值/近阈值极低功耗技术等。

3. 运算部件设计:运算部件简介、加法器设计、乘法器设计、移位器设计、高性能运算部件电路的课程设计等。

4. 存储器设计:存储器简介、只读存储器(ROM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、新型存储器、存储器外围电路和存储器的可靠性等。

5. 集成电路设计方法学:集成电路设计方法简介、集成电路设计方法、芯片设计开发流程、验证技术、可测性设计、可制造性设计等。

七、考核要求

建议本课程的考核方式为卷面考试(40%)、课程作业(30%)和课程设计(30%)相结合。卷面考试主要考查学生对数字集成电路设计理论和方法的掌握程度,课程作业主要考查学生运用理论解决相关问题的能力,课程设计主要考查学生运用理论和设计工具从事电路设计的动手实践能力。考核方式不仅体现学生的学习能力,同时评估学生解决问题的能力 and 进行具体电路设计的实践能力。课程设计可以组队来做,考核学生协作开发的能力。

八、编写成员名单

何卫锋(上海交通大学)

11 模拟集成电路设计

一、课程概述

本课程是电子信息类集成电路工程及其相关领域专业学位研究生的专业基础课。课程主要包括模拟集成电路设计导论、MOS 器件物理基础、单级放大器的分析、差分放大器的分析、有源电流镜的分析、放大器的频率响应分析、噪声分析、反馈分析、各种运算放大器的比较分析与设计、电路稳定性和频率补偿分析、电路非线性分析、开关电容电路的分析、带隙基准源分析与设计、振荡器的分析与设计、锁相环的分析与应用设计、模数/数模转换电路分析与设计等。

通过本课程学习,使学生掌握模拟集成电路设计中常用基本模块的分析和设计方法,具备初步的模拟集成电路设计能力。

二、先修课程

本课程的学习要求学生具备微电子器件模型(包括半导体物理、半导体器件和微电子工艺等)、工程数学、模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统及数字信号处理等方面的理论基础。

三、课程目标

完成课程学习后,学生将具备以下能力:

1. 能够对单管放大器、差分放大器、运算放大器、电流镜、开关电容、带隙基准、振荡器、锁相环、A/D、D/A 等模拟集成电路设计中常用的基本模块进行直观分析和设计;
2. 能够对模拟集成电路常用模块的反馈、噪声、稳定性和非线性进行分析,掌握提高模拟集成电路性能的方法。

四、使用对象

适用于电子信息专业学位博士及集成电路工程、计算机技术、电子与通信等领域的专业学位硕士研究生。

五、授课方式

本课程采用课堂理论教学和课外课程设计相结合的方式。学生利用课外时间完成所布置的课程设计任务。课程设计的任务从实际科研项目中选取,比如从三个课题(BPSK 解调器、带隙基准源、无线电源恢复)中挑选一个课题进行设计。

本课程的课堂理论教学内容既要注重基本模拟集成电路模块工作原理的分析,也要注重如何提高模拟集成电路模块性能的方法的分析,做到理论和方法并重与结合。

如条件允许,本课程建议安排 4~8 学时,由行业(企业)内具有丰富模拟集成电路设计经验的专家授课。

六、课程内容

本课程建议学分为 2~3 学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。

模拟集成电路设计课程的知识模块和知识点包括:

1. 导论:集成电路设计的发展规律、模拟集成电路设计的必要性、CMOS 工艺在模拟集成电路设计中的普及、层次化设计的概念、如何设计可靠的模拟集成电路等。
2. MOS 器件物理基础:MOS 器件的结构和符号、MOS 器件的 I/V 特性、MOS 器件的二级效应、MOS 器件的模型等。
3. 单级放大器:放大器的基本概念、共源放大器;源极跟随器;共栅放大器;共源共栅放大器等。
4. 差分放大器:为何需要使用差分信号及差分电路?基本差分对的定性和定量分析、差分电路的共模响应、带 MOS 负载的差分对电路分析、吉尔伯特单元介绍等。
5. 有源电流镜:电流镜的基本概念及工作原理分析、共源共栅电流镜、有源电流镜的大信号分析、小信号分析及共模特性分析等。
6. 放大器的频率响应:密勒效应、极点的概念、共源放大器、源极跟随器、共栅放大器、共源共栅放大器、差分对电路的频率响应等。
7. 噪声:噪声的统计特性、噪声的种类、将噪声加入到电路分析中、各个基本放大器的噪声分析、噪声的带宽等。
8. 反馈:反馈的基本概念及其方框图、四种类型的反馈电路的分析(电压-电压、电压-电流、电压-电流、电流-电流)。
9. 运算放大器:运算放大器的性能、参数概述,几种基本运放,两级运放,增益增强技术,各种运放的性能比较,共模反馈分析,提高输入电平范围,压摆率问题等。
10. 电路稳定性和频率补偿:电路稳定性问题的提出、多极点系统的稳定性问题、相位裕度和稳定性关系、频率补偿的概念、两级运放的频率补偿技术、其他频率补偿技术等。
11. 带隙基准源:带隙基准源介绍、与电源无关的参考源、与温度无关的参考源、PTAT 电流源、带隙基准的速度和噪声问题、一个实际的带隙基准源分析等。
12. 开关电容电路:为什么要用开关电容、开关电容中的速度与精度的矛盾与制约、开关电容放大器、开关电容积分器、开关电容共模反馈等。
13. 非线性和失配:模拟集成电路中的非线性、差分电路中的非线性分析、负反馈对非线性的影响、电容非线性、线性化技术、模拟集成电路中的失配、漂移消除技术、利用漂移消除技术减少噪声、重新定义共模抑制比等。
14. 振荡器:振荡器的起振条件介绍、CMOS 振荡器、LC 振荡器、压控振荡器、压控振荡器的数学模型等。
15. 锁相环:简单锁相环、电荷泵锁相环、锁相环中的非理想因数对电路的影响、延迟锁相

环、锁相环的应用等。

16. ADC 与 DAC:CMOS ADC 和 DAC 工作原理及参数定义、各种不同的 DAC 和 ADC 介绍、低功耗 Σ - Δ ADC 设计方法等。

七、考核要求

本课程的考核方式为:期末理论知识方面闭卷考试成绩占 60%,课程设计评分占 40%。

八、编写成员名单

李斌(华南理工大学)、吴朝晖(华南理工大学)

12 现代光学信息处理技术导论

一、课程概述

本课程从光学专业角度和现代光学科学技术发展的要求出发,系统地介绍现代光学信息处理技术,包括与光学相关的图像信息技术、光电子技术、激光技术以及现代应用光学等,帮助电子信息专业学位研究生建立正确的现代光学信息处理的概念,了解现代光学的发展,以及在信息时代中的重要地位与作用,使研究生在学习理论知识的同时能够联系实际应用,提高解决实际工程问题的能力,为今后在信息领域的进一步研究与工程应用打下坚实的基础。

二、先修课程

信号与系统、工程光学、数字图像处理。

三、课程目标

通过本课程的学习,使电子信息专业学位研究生学习和掌握光学成像系统、光学傅里叶变换及现代光学信息处理方法,了解各种现代光学器件及相关原理,提升研究生利用所学的现代光学信息处理技术相关知识、理论、方法解决具体实际问题的能力。

四、使用对象

现代光学信息处理技术导论课程适用于电子信息所涉及全部领域(或方向)的专业学位硕士或博士研究生。

五、授课方式

本课程理论与实践相结合,要求专业学位研究生在掌握现代光学信息处理技术基本理论的基础上,进一步通过实践实现光学信息处理。教学过程中,建议理论课与实验课交叉进行,通过

理论学习来指导实验;同时,通过实验来巩固所学理论以及发现问题。课堂讲解时,建议适当使用演示软件,以辅助研究生理解。在不影响课程内容系统性的前提下,尽可能引入一些课外知识,以便更好地激发学生的学习兴趣。此外根据教学内容安排,拟邀请院校教师、行企专家等做专题讲座。

六、课程内容

本课程建议学分为 2~3 学分,可根据各个学校的培养特点,合理选择知识模块或知识点。

现代光学信息处理技术导论课程的具体内容如下:

第一章 绪论

1. 信息的基本概念
2. 香农信息论
3. 傅里叶变换定理及性质
4. 线性系统与线性时不变系统
5. 二维抽样定理

第二章 图像处理基础

1. 数字图像的基本概念
2. 图像的傅里叶变换及其他变换
3. 小波变换
4. 图像增强

第三章 标量衍射理论与光学系统传递函数

1. 标量衍射理论概述
2. 衍射受限系统的点扩展函数
3. 衍射受限系统的成像规律
4. 相干传递函数
5. 光学传递函数

第四章 光学信息处理技术

1. 光学全息术的基本原理
2. 平面全息图与体积全息图
3. 相干光学信息处理
4. 非相干光学信息处理
5. 白光信息处理

第五章 数字全息技术

1. 离轴数字全息及波前重建
2. 基于虚拟数字全息的波前重建
3. 计算全息原理

第六章 现代光学信息处理技术

1. 全息干涉计量

2. 莫尔现象及其应用
3. 光学三维传感技术
4. 计算光学及其应用

七、考核要求

在检验学生对近代光学信息技术处理基本知识、基本原理和方法的基础上,重点考核学生的分析能力、计算能力以及光学设计能力。

成绩构成为平时成绩(包括课后作业和课堂考勤)和期末考试成绩。

八、编写成员名单

陈磊(南京理工大学)、陈文建(南京理工大学)

0855 机械专业学位研究生核心课程指南

01 现代设计类课程

一、课程概述

本课程包含现代设计方法与创新、动力学与控制、非线性分析及应用、工程优化设计、智能优化设计、可靠性设计等内容,其作用是培养研究生独立开展工程产品设计、技术创新及性能优化等的能力。现代设计类课程内容包括机械工程、控制工程、车辆工程、航天工程、航空工程、兵器工程、生物医学工程、工业设计工程、农业工程和船舶与海洋工程等领域的系统设计。

本课程是机械硕士专业学位研究生的专业基础课程,各培养单位应根据各自的特点,至少设置一门现代设计类课程,且不少于2学分。

二、先修课程

学习本课程之前,应掌握高等数学、线性代数、材料力学、理论力学、弹性力学、机械原理、机械设计、机械制造等本专业领域相关本科生课程,具有机械产品设计与分析的实践经验或经历。

三、课程目标

通过本课程的学习,了解现代设计技术的现状和发展趋势,掌握现代设计技术的基础理论和专门知识,使研究生掌握机械创新设计、机械振动、动力学与动态设计、优化设计及可靠性设计等基本理论与方法,具备在机械工程、控制工程、车辆工程、航天工程、航空工程、兵器工程、生物医学工程、工业设计工程、农业工程和船舶与海洋工程等领域运用所学知识开展机械设计、工程创新、建模分析、性能优化及分析论证的能力。重点培养工程设计的能力、工程创新的能力。

四、适用对象

机械硕士专业学位研究生。

五、授课方式

课程主要采用课堂讲授、专题研讨及实验等方式授课,也可根据各个领域特点,开展前沿性探讨和实践性教学相结合的方式。

六、课程内容

现代设计类课程的主要内容及重难点如下,具体课程的内容可根据专业的特点有所侧重、