**《离散数学》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 英文课程名 | Discrete Mathematics | | 总 学 时 | | 64 | 学 分 | 4 |
| 课程编码 | G126139 | | 理论教学学时 | | 64 | 适用专业 | 软件工程 |
| 课程类别（请在课程所属类别栏注明选修或必修） | 通识课程 |  | 实践  教学  学时 | 实验学时 | 0 | 先修课程 | 并修高等数学、线性代数 |
| 大类基础课程 | 大类基础必修课 | 上机学时 | 0 | 开课学院（部） | 计算机科学与技术学院、软件学院 |
| 专业课程 |  | 其它 |  | 基层教学组织 | 计算机基础课程群教学团队 |

**一、课程简介**

离散数学是一门针对计算机科学与技术学院本科生在专业细分前学习的重要课程，该课程是大类基础必修课程，是一门理论课，包括数理逻辑、集合论、代数系统和图论，有大量的概念和定理，以及严密的推导，通过该课程的训练，使学生具备严谨、细致的素质，培养抽象思维和符号表达能力。它与数据结构、操作系统、编译原理、算法分析、体系结构、数据库原理等后续计算机专业课程有着紧密的联系。从课程地位上来说，该课程培养了学生进行后续课程学习的重要基本素质，是整个本科阶段学习的重要前期课程。

课程以“OBE”理念和质量观为导向，符合教育部普通高等学校本科教学工作审核评估要求、工程教育专业认证要求。课程突出学生知识、能力、素质的协调发展。课程注重学生学习能力培养。

二、教学目标

2.1 课程教学目标

课程主要教学目标为培养学生的抽象思维能力、符号表达能力以及思维严密性，通过课堂教学、分组讨论、课后自学等方式的教学过程，使学生掌握离散系统的基础理论和基本分析方法，了解和掌握处理离散结构所必需的描述工具和方法。为学生进一步学习有关的计算机类课程以及今后从事本专业的应用与开发打下必要的数学基础。课程要求掌握数理逻辑、集合论、代数系统和图论等离散数学的基本概念和基本原理，为学习计算机专业各后续课程做好必要的知识准备。进一步提高学生的抽象思维和逻辑推理能力，为从事计算机的应用提供必要的描述工具和理论基础。通过课程的学习，要求学生能够达到对概念和定理透彻理解，自如运用的程度。

课程的具体目标为：

1. 掌握集合论、代数系统和图论等离散数学的基本概念，能够将这些知识用于计算机领域复杂工程问题建模。
2. 掌握数理逻辑、代数系统和图论等离散数学的基本分析方法，能够运用命题逻辑和谓词逻辑进行分析推导，能够运用集合和关系进行分析和判断，能够用图论进行复杂问题的分析，能够将离散数学的专业知识用于求解计算机领域复杂工程问题。
3. 理解集合论、代数系统和图论等离散数学的基本原理，能够了解各种代数系统，能够区分具体问题和抽象问题，能够辨识和判定计算机领域复杂工程问题。
4. 了解和掌握处理离散结构所必需的描述工具和方法，提高学生的抽象思维和逻辑推理能力、符号表达能力、思维的严密性，通过课程的学习，要求学生能够把相关的概念和定理透彻地理解，能够抽象和描述计算机领域复杂工程问题。

**2.2 课程目标与毕业要求（指标点）对应关系**

该课程支撑以下毕业要求和具体细分指标点：

【毕业要求1】工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决计算机领域的复杂工程问题。

支撑指标点1.2：能够把数学和自然科学的知识用于软件领域复杂工程问题建模

支撑指标点1.3：能够将工程基础和专业知识用于求解软件领域复杂工程问题

【毕业要求2】问题分析：能够应用数学、自然科学和计算机工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂计算机工程问题，以获得有效结论。

支撑指标点2.1：能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理辨识和判定软件领域复杂工程问题

支撑指标点2.2：能够运用数学和工程技术抽象和描述软件领域复杂工程问题

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程目标 | 毕业要求指标点 |  | | 教学环节 | | | |
| 课堂授课 | 实验 | | 作业 | 课堂测验 | 课堂讨论 |
| **目标1**：掌握集合论、代数系统和图论等离散数学的基本概念，能够将这些知识用于软件领域复杂工程问题建模。。 | **指标点1.2**：能够把数学和自然科学的知识用于软件领域复杂工程问题建模。 | √ |  | | √ |  | √ |
| **目标2**：掌握数理逻辑、代数系统和图论等离散数学的基本分析方法，能够运用命题逻辑和谓词逻辑进行分析推导，能够运用集合和关系进行分析和判断，能够用图论进行复杂问题的分析，能够将离散数学的专业知识用于求解软件领域复杂工程问题。 | **指标点1.3**：能够将工程基础和专业知识用于求解软件领域复杂工程问题。 | √ |  | | √ |  | √ |
| **目标3**：理解集合论、代数系统和图论等离散数学的基本原理，能够了解各种代数系统，能够区分具体问题和抽象问题，能够辨识和判定软件领域复杂工程问题。 | **指标点2.1**：能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理辨识和判定软件领域复杂工程问题。 | √ |  | | √ |  | √ |
| **目标4**：了解和掌握处理离散结构所必需的描述工具和方法，提高学生的抽象思维和逻辑推理能力、符号表达能力、思维的严密性，通过课程的学习，要求学生能够把相关的概念和定理透彻地理解，能够抽象和描述软件领域复杂工程问题。 | **指标点2.2**：能够运用数学和工程技术抽象和描述软件领域复杂工程问题。 | √ |  | | √ |  | √ |

**三、课程教学内容及学时分配**

**1．理论教学安排**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节或知识点(模块) | 教学内容 | 学时分配 | 教学要求  (应明确教学重点、难点和教学方法) | 学生任务 | |
| 作业要求 | 其他要求(自学/讨论） |
| 1 | 命题逻辑 | 1. 命题概念、表示。 2. 命题的联结词。 3. 命题公式概念，自然语言复合命题符号化。 4. 命题公式真值表，命题公式等价，等价置换，命题公式等价证明。 5. 重言式、矛盾式、蕴涵式，命题公式蕴涵及其证明。 6. 命题的其它联结词，全功能（最小）联结词组。 7. 对偶式，合取范式、析取范式，主析取范式、主合取范式。 8. 推理理论及其常用证明方法：真值表法、直接证明法、间接证明法及CP规则。 | 14 | 教学要求：   1. 理解命题概念、表示； 2. 理解命题公式真值表； 3. 理解命题公式蕴涵及其证明； 4. 掌握主析取范式、主合取范式的概念和推理 5. 掌握推理理论及其常用证明方法。   教学重点：   1. 命题逻辑中的基本概念和基本方法； 2. 主析取范式、主合取范式的定义； 3. 推理理论及其常用证明方法；   教学难点：推理理论及其常用证明方法。  教学方法：讲授 + 课堂讨论 | 1. 命题概念、表示； 2. 主析取范式、主合取范式的概念和推理 3. 推理理论及其常用证明方法。 | 自学：  数理逻辑与其他逻辑的发展历程和应用范围  讨论：命题逻辑的局限性，能够解决以及不能解决什么样的问题 |
| 2 | 谓词逻辑 | 1. 一元谓词与多元谓词。 2. 命题函数，个体域，全称量词和存在量词，特性谓词，全总个体域下全称命题和存在命题的谓词表示。 3. 谓词公式，自然语言复合命题谓词符号化。 4. 量词的指导变元、作用域、约束变元与自由变元概念，换名规则，代入规则，个体域为有限时，消去全称命题和存在命题中量词的方法。 5. 谓词公式的永真、等价、蕴涵，由命题公式推广到谓词公式的方法；量词与否定词的关系；量词作用域扩张与收缩规则；谓词演算的常用等价式与蕴涵式；多个量词使用。 6. 前束范式概念、谓词公式转化为前束范式的方法。 7. 谓词推理中的全称特指规则、全称推广规则，存在特指规则、存在推广规则及其推理方法。 | 6 | 教学要求：   1. 理解命题逻辑的局限性； 2. 理解量词的意义和性质； 3. 理解前束范式的概念； 4. 掌握谓词逻辑推理的方法   教学重点：   1. 自然语言复合命题谓词符号化； 2. 变元换名与代入； 3. 谓词逻辑推理的方法；   教学难点：谓词逻辑推理的方法。  教学方法：讲授 + 课堂讨论 | 1. 自然语言复合命题谓词符号化； 2. 变元换名与代入； 3. 谓词逻辑推理的方法； | 自学：  谓词逻辑的应用范围，谓词逻辑在人工智能等领域的应用  讨论：谓词逻辑与命题逻辑的关系 |
| .. | 集合与关系 | 1. 集合的概念与表示，集合相等和子集，子集证明基本方法，空集，全集，幂集。 2. 集合的并、交、差（补）计算及其性质，常用性质的证明方法，集合的对称差概念、性质及计算。 3. 序偶，序偶相等，n元组，集合的笛卡尔积及其性质。 4. 二元关系、二元关系的前域、值域和域，从X到Y的二元关系，X上的二元关系，恒等关系，二元关系的矩阵表示和有向图表示方法。 5. X上二元关系的自反、对称、传递、反自反、反对称及其性质与判断。 6. 二元关系的复合运算及其性质，复合关系矩阵的计算；逆关系及其性质。 7. X上二元关系的自反闭包、对称闭包和传递闭包及其性质。 8. 划分及其性质。 9. 等价关系与等价类，商集，X上的二元关系R与商集X/R的联系，划分与商集的对应。 10. X上的偏序关系，偏序集合，COV A，哈斯图，链与反链，全序集合与全序关系，偏序集<A,≤>中集合B(A的子集)的极大元、极小元、最大元、最小元、上界、下界、最小上界、最小下界。 | 16 | 教学要求：   1. 理解集合的概念与表示； 2. 掌握集合运算的基本方法； 3. 理解关系的概念、性质和判定； 4. 掌握关系的运算和闭包 5. 掌握等价关系和偏序关系的概念   教学重点：   1. 集合的运算； 2. 关系的性质； 3. 等价关系和偏序关系；   教学难点：关系的性质和关系的闭包。  教学方法：讲授 + 课堂讨论 | 1. 集合的运算； 2. 关系的性质； 3. 等价关系和偏序关系； | 自学：  集合的应用范围，关系在数据库等领域的应用  讨论：关系的性质在计算机相关学科中的应用 |
|  | 函数 | 1. 函数，函数的定义域、值域和域，区别函数与二元关系；满射、入射和双射及其性质。 2. 逆函数，函数的复合及其性质；恒等函数及其性质。 | 4 |  | 完成教材函数相关课后作业（P97面的1题，P98面的2,3,4,5,8题），及时巩固相关概念并运用。 | 查阅资料并复习所学内容以便熟练掌握和运用，预习后续内容。结合课内例题或课堂练习讨论。 |
|  | 代数系统 | 1. 集合上运算的封闭性，代数系统，子代数，积代数，常见的代数系统。 2. 二元运算性质：封闭性、交换性、可结合性、可分配性、等幂性，代数系统中的特殊元素及其性质：左幺元、右幺元、幺元、左零元、右零元、零元、左逆元、右逆元、逆元。 3. 广群，半群，独异点，及其性质。 4. 群及其性质，各类代数系统的相互关系，子群及其判定定理。 5. 交换群及其性质，循环群及其性质，两类群的相互关系。 6. 陪集与拉格朗日定理。 7. 同态，同构，群的同态同构。 | 8 | 教学要求：   1. 理解代数系统的概念与表示； 2. 掌握群的性质和概念及子群的判定； 3. 理解交换群和循环群的关系； 4. 掌握陪集与拉格朗日定理的关系 5. 掌握同态与同构的概念   教学重点：   1. 群的性质和子群的判定； 2. 陪集与拉格朗日定理； 3. 同态与同构的概念；   教学难点：陪集与拉格朗日定理；同态与同构的概念；  教学方法：讲授 + 课堂讨论 | 1. 代数系统的概念与表示； 2. 群的性质和概念及子群的判定； 3. 交换群和循环群； 4. 陪集与拉格朗日定理 5. 同态与同构的概念 | 自学：  代数系统在通信编码系统中的应用  讨论：  代数系统的同态与同构在代数系统中的地位 |
|  | 图论 | 1. 图，无向图，有向图，结点的度数及其性质，简单图，完全图及其性质，补图，子图，生成子图。 2. 图的路、通路、迹、回路、圈（环），连通图与非连通图，点割集，边割集，边连通度，点连通度，有向图的单侧连通、强连通、弱连通及其判别方法。 3. 图的矩阵表示，图的矩阵乘积的实际意义与应用；可达矩的阵定义、计算方法。 4. 欧拉路，欧拉回路，欧拉图，判断方法及其应用；汉密尔顿路、汉密尔顿回路、汉密尔顿图及其性质和应用。 5. 平面图，平面图面的次数，欧拉公式及其应用，图的同构。 6. 树及其主要等价定义和性质，生成树与带权图的最小生成树，求一个连通图的最小生成树之方法。 7. 有向树，根树，有序树，m叉树及完全m叉树，最优树，给定一组权值求对应最优树的方法，前缀码及其与二叉树的关系。 | 16 | 教学要求：   1. 理解图的概念与矩阵表示； 2. 掌握欧拉图与哈密尔顿图判定的基本方法； 3. 理解平面图的概念、性质和判定； 4. 掌握树的性质和生成树的求法 5. 掌握有向树的概念和哈弗曼树的求法   教学重点：   1. 图的基本概念； 2. 欧拉图与哈密尔顿图的性质和判定； 3. 树和最小生成树； 4. 有向树和哈弗曼树   教学难点：欧拉图与哈密尔顿图的性质和判定。  教学方法：讲授 + 课堂讨论 | 1. 图的概念与矩阵表示； 2. 欧拉图与哈密尔顿图判定的基本方法； 3. 平面图的概念、性质和判定； 4. 树的性质和生成树的求法 5. 有向树的概念和哈弗曼树的求法 | 自学：  图的计算机实现方法以及图在计算机领域的应用  讨论：  不同的最小生成树生成策略的优缺点和适用范围  哈弗曼编码为什么是最优编码 |

2．实践教学安排

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 学时 | 类型 | 每组人数 | 教学要求  (应明确教学重点、难点和教学方法) | 学生任务 | |
| 作业要求 | 其他要求(自学/讨论） |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |

**四、考核方式及成绩评定方式**

该课程的考核强调过程化考核。其总成绩分为进程性成绩和期末考试成绩两大部分，而进程性成绩主要考核学生的作业和课堂讨论表现几个方面。各个环节所占比例及基本要求如下：

（1）期末考试：占总成绩的50%。要求：试卷难度适中，选择等基础性题目严格控制比例，加大综合性题目的比例，重在考查学生运用离散数学描述工具和严密推导从而解决复杂工程问题的能力。

（2）进程性成绩：占平时成绩的50%。要求：主要考核学生的课堂表现、作业、小测验等方面，作业为必须考核的因素，作业部分构成比例占平时成绩比例不得小于40%，其余各部分比例由任课教师确定。其中，课堂表现主要从学生上课是否专心听讲、回答教师提问是否正确，以及分组讨论是否积极、正确、有独特见解等几方面进行考核，以活跃课堂气氛，提高课堂教学效果。任课教师每个知识模块都须布置具有一定难度的训练学生问题分析能力、符号表达能力、抽象思维严密性的课后作业，以锻炼学生运用离散数学基本理论解决实际工程问题的能力。通过课内练习，训练学生掌握离散数学基础知识和基本性质定理公式，掌握离散数学的思维方法和分析解决问题方法，加强学生从离散数学各种模型角度对复杂工程问题进行分析建模推导凝练的能力, 熟练应用离散数学描述工具和严密推导从而解决复杂工程问题能力。

期末考试采用“闭卷”的形式。

**五、教材、课程网址及参考书目**

教 材：离散数学，王卫红等，清华大学出版社，2013年9月，第1版

课程在学校网络教学平台的地址(核心课程必填)：

参考书：

【1】《离散数学》，左孝凌等，上海科学技术文献出版社

【2】《离散数学》，张光奇等，复旦大学出版社书名

【3】《离散数学结构及其在计算机科学中的应用》，J.P.特伦布莱等著，上海科技大学出版社

【4】《离散数学》，张兵山等著，国防科技大学出版社

【5】《离散数学》，耿素云等著，清华大学出版社，1992

【6】《离散数学基础》，耿素云、屈婉玲著，北京大学出版社，1994

【7】《离散数学纲要及习题选解》，孙兆豪等著，河北大学出版社

【8】《离散数学》，徐洁磐著，高等教育出版社

【9】《离散数学讲义》，周以铨著，航空工业出版社

**执笔者：李曲**

**审核者：王卫红**

**课程教学团队成员：王卫红、程珍、李曲、廖锋峰、毛家发**

**闵勇、吴炜、杨曦、张永良、郑红波**