**山东大学 网络空间安全 学院**

**《算法设计与分析》理论课程教学大纲**

编写人：陈宇 审定人：

编制时间：2021.02.24 审定时间：2021.02.24

**一、课程基本信息：**

|  |  |
| --- | --- |
| 课程名称 | 算法设计与分析 |
| 英文名称 | Design and Analysis of Algorithms |
| 课程编码 | sd04630140 |
| 开课单位 | 网络空间安全学院 |
| 课程类别 | □通识教育必修课程 □通识教育核心课程 □通识教育选修课程 □学科基础平台课程 □专业基础课程 ☑专业必修课程 □专业选修课程 |
| 课程性质 | ☑必修 □选修 |
| 学分 | **3** | 学时 | **48** |
| 适用专业 | **网络空间安全、信息安全** |
| 先修课程 | **《离散数学》《数据结构》《程序语言设计》** |
| 课程网站 | https://yuchen1024.github.io/teaching/SDU/2023/Algorithms/algorithms.html |

**二、课程描述**

（不超过200字，须提供中、英文对照描述）

算法是计算机科学的核心和基石. 本课程关注算法的两个重要方面: 设计与分析. 我们将介绍经典的算法设计范式和技术, 包括分治、动态规划、贪心算法和回溯算法, 进而介绍复杂性理论初步和一些高级的算法设计技术, 如随机算法和近似算法. 我们还将介绍算法分析方法, 包括算法的正确性证明和复杂度分析技术. 通过本课程的学习, 我们希望学生能够掌握基本算法设计与分析技术, 掌握用算法高效正确求解问题的全过程, 即建模—设计—分析.

Algorithm is the core and fundamental part of computer sciences. This course focuses on two asepcts of algorithms, a.k.a. design and analysis. As to the fisrt aspect, we will descibe classical algorithms and algorithmic design paradigms, including divide-and- conquer, dynamic programming, greedy algorithms and backtracking algorithms. Depending on the time frame, we will teach more advanced topics like basics of complexity theory, randomized, approximation, algorithms. As to the second part, we will teach how to analyze algorithms, including proofs of correctness and running time analysis. Throughout the course, students should master the basic techniques of algorithms design and analysis, have a basic understanding of how to use algorithm to solve problems efficiently and correctly (i.e. modeling-design-analysis).

**三、课程教学目标和教学要求**

【教学目标】

1、掌握经典的算法设计思想与方法、主要的设计范式, 同时加深对算法数学本质的理解.

2、掌握算法分析技术,包括算法的正确性证明和时空复杂度分析.

3、能够应用算法解决复杂的具体问题, 掌握算法从理论到实践的全流程,即问题建模-算法设计-算法分析-编程实现.

4、能够严格遵守计算机行业法律法规与职业道德规范、具备强烈社会责任感、爱国精神及团队协作精神

【教学要求】根据所授课程教学目标，填写对应支撑的毕业要求（从毕业要求12条中选出3-6条）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 指标点 | 课程教学目标 |
| 1. 工程知识 | 具有扎实的数学、自然科学知识，系统掌握网络空间安全基本理论、专业知识及工程基础，能够将其用于解决网络空间安全领域复杂工程问题。 | 1.掌握经典的算法设计思想与方法、主要的设计范式, 同时加深对算法数学本质的理解. 2.掌握算法分析技术,包括算法的正确性证明和时空复杂度分析.  |
| 2. 问题分析 | 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，准确识别、表达、并通过文献研究分析网络空间安全相关领域的复杂工程问题，以获得有效结论。 | 2.掌握算法分析技术,包括算法的正确性证明和时空复杂度分析.  |
| 3.设计/开发解决方案 | 能够应用网络空间基础理论、密码学、网络安全、系统安全、软件安全等专业知识，设计针对网络空间安全及相关领域复杂工程问题的解决方案，设计、开发、实现满足特定需求的软硬件系统、模块，并能够在设计环节中体现较强的创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 3、能够应用算法解决复杂的具体问题, 掌握算法从理论到实践的全流程,即问题建模-算法设计-算法分析-编程实现.  |
| 4．研究 | 能够基于网络空间安全及相关领域的科学原理并采用科学方法对网络空间安全领域的复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 3、能够应用算法解决复杂的具体问题, 掌握算法从理论到实践的全流程,即问题建模-算法设计-算法分析-编程实现.  |
| 6.工程与社会 | 能够基于网络空间安全工程领域相关背景知识进行合理分析，评价网络空间安全专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的社会责任。 | 3、能够应用算法解决复杂的具体问题, 掌握算法从理论到实践的全流程,即问题建模-算法设计-算法分析-编程实现. 4、能够严格遵守计算机行业法律法规与职业道德规范、具备强烈社会责任感、爱国精神及团队协作精神. |
| 8．职业规范 | 具备良好的人文社会科学素养、社会责任感，了解网络空间安全领域相关法律法规，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行相应的责任。 | 3、能够应用算法解决复杂的具体问题, 掌握算法从理论到实践的全流程,即问题建模-算法设计-算法分析-编程实现. 4、能够严格遵守计算机行业法律法规与职业道德规范、具备强烈社会责任感、爱国精神及团队协作精神. |
| 9．个人和团队 | 具有团队协作精神，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。 | 4、能够严格遵守计算机行业法律法规与职业道德规范、具备强烈社会责任感、爱国精神及团队协作精神. |

**四、课程教学内容及学时分配**

第一章 基础知识 （4学时）

第一节 有关算法的基本概念（2学时）

【教学目标和要求】 使学生初步认识课程的性质和作用, 激发课程学习热情.

【教学内容】 (1)算法的基本概念:算法及其重要特性、算法的描述方法、算法设计的一般过程; (2)为什么要学习和研究算法: 算法在问题求解中的地位、算法训练能够提高计算思维能力、算法研究是推动计算机技术发展的关键.（3）重要的问题类型: 查找问题、排序问题、图问题、组合问题.

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】算法设计的一般过程.

第二节 算法分析基础（2学时）

【教学目标和要求】 掌握算法分析的基本原则和形式化方法、掌握函数渐近的界的概念、相关定理和几类重要的函数

【教学内容】复杂度刻画方法、函数的渐近的界、几类重要的函数

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】函数的渐近界的意义及分析比较方法

第二章 算法分析的数学基础 （4学时）

第一节 序列求和方法和递推方程求解方法（2学时）

【教学目标和要求】掌握序列求和方法和递推方程求解方法

【教学内容】序列求和的方法、递推方程求解方法, 包括迭代法、差消法和递归树

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】递推方程的求解技巧

第二节 主定理及其证明（2学时）

【教学目标和要求】能够应用主定理求解不同类型的递推方程

【教学内容】主定理及其证明、主定理的应用范围

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】主定理应用的三种子情形

第三章 分治算法(I)（4学时）

第一节 分治算法的基本思想和分析技术（2学时）

【教学目标和要求】了解分治算法的基本思想和分析技术

【教学内容】介绍分治算法的基本思想, 讲授分治算法的一般描述和分析方法；

讲授递归的概念及如何应用递归方法解决实际问题

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】分治算法的设计思想和复杂度分析技术、递归方法的掌握

第二节 分治算法典型实例和优化途径（2学时）

【教学目标和要求】通过实例掌握分治算法解决实际问题的过程及优化途径

【教学内容】介绍分治算法的典型例子, 包括芯片测试、快速排序、幂乘算法, 讲授分治算法的优化技巧, 包括通过代数变换减少子问题个数和利用预处理减少递归内部的计算量

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】分治算法的应用和优化技巧

第四章 分治算法(II) （4学时）

第一节 分治算法在选择问题中的应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握一系列选择问题的精确定义及相应的分治算法

【教学内容】讲授选最大与最小、选第二大和一般选择问题的算法设计与分析

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】一般选择问题的算法设计思路与分析技巧

第二节 分治算法在计算代数和计算几何中的应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握卷积的概念、FFT算法和凸包算法

【教学内容】卷积的概念与应用、FFT算法、凸包的概念以及凸包算法中的应用

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】FFT算法的数学基础

第五章 动态规划(I)（4学时）

第一节 动态规划的设计思想（2学时）

【教学目标和要求】掌握动态规划的设计思想、设计要素及实现方式

【教学内容】通过多起点、多终点的最短路径问题讲述动态规划的设计思想和设计要素、掌握递推和迭代两种实现方式

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】动态规划的思想及两种实现方式的比较

第二节 动态规划算法的典型应用（2学时）

【教学目标和要求】 掌握经典问题的动态规划算法

【教学内容】讲授如何用动态规划算法解决投资问题、背包问题和最长公共子序列问题

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】最优子结构的分析与优化

第六章 动态规划算法(II)（4学时）

第一节 动态规划在数据处理中的应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握动态规划在数据处理中的重要应用

【教学内容】讲授如何应用动态规划算法设计图像压缩算法和最大子段和算法

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】最大子段和的设计与分析

第二节 动态规划在生物信息领域中的应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握生物信息领域中的典型动态规划算法

【教学内容】RNA二级结构预测的动态规划算法和基因序列比对算法

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】掌握算法的思想本质及其在数据挖掘领域中的延伸应用

第七章 贪心算法(I)（4学时）

第一节 动态规划在数据处理中的应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握贪心算法的思想和正确性证明方法

【教学内容】讲授贪心算法的思想和正确性证明方法

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】贪心算法的正确性证明方法

第二节 贪心算法的初步应用（2学时）

【教学目标和要求】通过两个具体例子加深对贪心算法的理解

【教学内容】讲授最优装载问题和最小间隔调度的贪心算法

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】贪心算法具体的设计技巧

第八章 贪心算法(II)（4学时）

第一节 贪心算法在编码领域中的应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握Huffman算法的贪心算法设计和正确性证明

【教学内容】最优前缀码问题及Huffman算法

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】Huffman算法的正确性证明

第二节 贪心算法在图算法中的应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握图算法中的经典贪心算法

【教学内容】最小生成树算法、Prim算法、Kruskal算法、单源最短路径问题和算法、Dijkstra算法

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】贪心算法在图类算法中的应用

第九章 回溯算法(I)（4学时）

第一节 回溯算法的思想和适用条件（2学时）

【教学目标和要求】掌握回溯算法的设计思想和适用条件

【教学内容】通过具体的例子介绍回溯算法的设计思想

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】基于回溯算法的搜索技术

第二节 回溯算法的初步应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握回溯算法的经典用例

【教学内容】图的着色问题、搜索树节点数的统计

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】回溯模型的抽象和回溯算法的编程实现

第十章 回溯算法(II)（4学时）

第一节 回溯算法的典型应用（2学时）

【教学目标和要求】掌握回溯算法的重要应用

【教学内容】最大团问题、货郎问题、圆排列问题、连续邮资问题

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】应用回溯算法解决实际问题的技巧

第二节 回溯算法的优化技巧（2学时）

【教学目标和要求】掌握回溯算法的优化技巧

【教学内容】分支限界技术

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】剪枝优化的技巧

第十一章 高级问题选讲（2学时）

第一节 计算模型及问题复杂性（2学时）

【教学目标和要求】理解问题与问题实例的关系、阐述图灵机模型、阐述P问题与NP问题的区别与联系。

【教学内容】问题、算法、图灵机、P问题、NP问题

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】NP问题与P问题的区别

第二节 随机算法与近似算法（2学时）

【教学目标和要求】掌握近似算法和随机算法的概念及应用

【教学内容】近似算法及其近似化、随机算法分类、素数检验和多项式恒等检验

【教学和学习建议】授课与研讨

【教学/考核难点重点】近似算法与随机算法的设计与分析

作业答疑与期末复习（4学时）

**五、教学要求对应关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 教学目标1 | 教学目标2 | 教学目标3 |  |  |
| 1.1节 | X |  |  |  |  |
| 1.2节 |  | X |  |  |  |
| 2.1节 |  | X |  |  |  |
| 2.2节 |  | X |  |  |  |
| 3.1节 |  | X |  |  |  |
| 4.1节 |  | X |  |  |  |
| 4.2节 | X | X | X |  |  |
| 5.1节 | X | X |  |  |  |
| 5.2节 |  | X | X |  |  |
| 6.1节 |  | X |  |  |  |
| 6.2节 |  | X | X |  |  |
| 7.1节 |  | X |  |  |  |
| 7.2节 |  | X |  |  |  |
| 8.1节 |  | X |  |  |  |
| 8.2节 | X |  | X |  |  |
| 9.1节 | X |  | X |  |  |
| 9.2节 | X |  | X |  |  |
| 10.1节 | X |  | X |  |  |
| 10.2节 | X |  | X |  |  |
| 11.1节 |  | X | X |  |  |
| 11.2节 |  | X | X |  |  |
| 12.1节 | X |  |  |  |  |
| 12.2节 |  |  | X |  |  |

**六、考核及成绩评定方式**

【考核方式】：包括作业、课堂提问、期中考试（笔试，闭卷）、期末考试（笔试、闭卷）

【成绩评定】：期末考试50%+平时成绩50%，其中平时成绩包括作业与课堂提问（30%）+期中考试（20%）。

【考试大纲】

|  |  |
| --- | --- |
| **考试目的** | √1.考察学生掌握和应用知识的能力 2.评价教师教学质量 3.分级教学 4.招生 |
| **考试对象** | 年级：大三 专业：网络空间安全 | 卷面总分 | 100 |
| **考试方式** | √1.闭卷 2.开卷 3.上机 4.综述 5.论文 6.设计 7.其它（ ） |
| **考试方法** | √1.笔试 2.口试 3.实际操作 4.其它（ ） |
| **试卷来源** | 1.试题库 2.试卷库 3.校内统一命题 4.校外教师命题 √5.任课教师命题 |
| **试题难易度** | 1.较容易（ 30 ）% 2. 中等难度（ 55 ）% 3.较大难度（ 15 ）% |
| **编****题****计****划** | 题 类量 型内 容% | 记忆 | 理解分析 | 综合应用 | 提高扩展 | 合计 |
| 第一章 基础知识  | 2 | 3 |  |  | 5 |
| 第二章 算法分析基础  |  | 5 |  |  | 5 |
| 第三章 分治算法(I) |  | 5 |  |  | 5 |
| 第四章 分治算法(II)  | 5 | 5 | 5 |  | 15 |
| 第五章 动态规划算法(I) |  | 5 | 5 |  | 10 |
| 第六章 动态规划算法(II) |  |  | 5 |  | 5 |
| 第七章 贪心算法(I) |  | 5 |  | 5 | 10 |
| 第八章 贪心算法(II) | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 第九章 回溯算法(I) |  | 5 | 5 | 5 | 10 |
| 第十章 回溯算法(II) |  |  | 5 | 5 | 10 |
| 第十一章 高级问题选讲 |  |  | 5 |  | 5 |
| 合 计 | 12 | 38 | 35 | 20 | 100 |
| **阅卷方法：** | 1.微机阅卷 2.流水阅卷 √3.任课教师阅卷 |
| **记分方式：** | √1.百分制 2.五级制 3.二级制 |
| 备注：总成绩=平时成绩×0.5+ 卷面成绩×0.5 |

**七、教材及参考资料**

1. Algorithms. Sanjoy Dasgupta, Christos Papadimitriou, and Umesh Vazirani. The McGraw-Hill Companies,2008.

2. 算法设计与分析(第二版),ISBN: 978-7-302—42450-5. 屈婉玲,刘田, 张立昂，王捍贫. 清华大学出版社,2016.2.

3. 算法设计与分析(第四版),ISBN:978-7-302—51010-9. 王晓东. 清华大学出版社,2018.10.