

《算法设计与分析》教学大纲

课程名称：算法设计与分析	课程英文名称：Algorithm Design and Analysis
课程编码：1601ZY013	课程类别/性质：专业/必修
学 分：3	总学时/理论/实验（上机）：48/36/12
开课单位：计算机科学学院	适用专业：计算机类各专业
先修课程：C 语言程序设计、离散数学、算法与数据结构	
制 定 人：曹兴芹	审 核 人：钟宝荣

一、课程简介

《算法设计与分析》是计算机科学与技术的一门专业核心课程，主要通过介绍常见算法设计策略及复杂性分析方法，培养学生分析问题和解决问题的能力，为开发高效的软件系统及参加相关领域的研究工作奠定坚实基础。具体算法有：蛮力法、递归与分治、贪心法、动态规划法、回溯法和分支限界法。该课程是一门集理论性、应用性、及创造性为一体的专业课程。要求学生学习该课程后，掌握常用算法设计策略的设计思路和适用范围；具备运用经典设计策略求解实际应用问题的能力；养成实际问题实际分析的科学辩证思维模式；保证学生达成专业的相应毕业要求。

二、课程教学目标

通过对常用的、有代表性的算法的研究，让学生理解并掌握算法设计策略的设计思路和适用范围；具备运用这些设计策略对复杂工程问题设计解决方案、提出满足特定需求的算法。掌握算法分析的基本概念和理论，能够运用算法分析中的数学理论分析复杂算法，具备分析算法复杂度的初步能力。培养学生追求科学真理，了解中国的发展状况，养成实际问题实际分析的科学辩证思维模式。为学习后续专业课程奠定坚实的基础，为毕业设计等实践应用课程做好服务。

1. 价值目标（或称育人目标）：引导学生以科技强国为使命、始终以“从零开始”的心态积极投身科技创新事业。培养学生的逻辑思维能力和创造性思维能力，养成实际问题实际分析的科学辩证思维模式。

2. 知识和能力目标：

- (1) 掌握算法的基本概念和常用的算法描述方法，熟练使用伪代码或某种高级语言描述算法（毕业要求 2.1）；
- (2) 掌握算法分析以及算法复杂度的基本概念，掌握基本的时间复杂度估算方法（毕业要求 2.1）；
- (3) 掌握并熟练运用 C++ 标准模板库（Standard Template Library, STL）的常用模块实现算法（毕业要求 1.4、3.1）；
- (4) 掌握蛮力法的特点、蛮力法的基本应用示例、递归在蛮力法中应用示例以及图的深度优先和广度优先遍历算法（毕业要求 1.4、2.1、3.1）；

- (5) 掌握递归的概念和分而治之的算法设计思想，掌握分治法的策略和求解过程、学会采用分治法求解排序问题、查找问题、最大连续子序列和问题、大整数乘法 and 矩阵乘法等经典问题（毕业要求 1.4、2.1、3.1）；
- (6) 掌握利用动态规划方法解决问题的基本思想；掌握动态规划的原理和求解步骤，学会采用动态规划法求解整数拆分问题、最大连续子序列和问题、最长公共子序列问题、编辑距离问题、背包问题、资源分配问题、会议安排等经典问题（毕业要求 1.4、2.1、3.1）；
- (7) 掌握利用贪心算法解决问题的基本思想；掌握贪心法的策略、求解过程和贪心法求解问题应具有的性质。学会采用贪心法求解活动安排问题、背包问题、最优装载问题、田忌赛马问题、哈夫曼编码和流水作业调度等经典问题（毕业要求 1.4、2.1、3.1）；
- (8) 掌握利用回溯法解决问题的基本思想；掌握解空间概念和回溯法算法框架，学会采用回溯法求解 0/1 背包问题、装载问题、子集和问题、n 皇后问题、图的 m 着色问题、任务分配问题、活动安排问题和流水作业调度等经典问题（毕业要求 1.4、2.1）；
- (9) 掌握利用分支限界法解决问题的基本思想，掌握分枝限界法的特点和算法框架，学会采用分枝限界法求解 0/1 背包问题、图的单源最短路径、任务分配问题和流水作业调度等经典问题（毕业要求 2.1）。

三、课程教学内容及学时分配

课程教学包括课堂教学、上机实践及课后习题三部分，包括 8 章的理论教学和 6 个上机内容。课内理论教学 36 学时、上机实践 12 学时。课堂理论教学内容、要求及学时分配如下：

课程教学内容及学习要求

章节内容		思政融入点	要 求			学时	支撑毕业要求指标点
			理解	掌握	分析与应用		
第一章：绪论	第一节 算法设计概述	从算法概念和特性引导学生热爱科学、追求真理，从中国算法和“人生算法”等多角度引导学生掌握经典算法，增强文化自信和爱国主义情怀。	高	中	中	6	1.4/2.1
	第二节 算法分析		高	中	中		
	第三节 算法设计工具 STL		高	中	中		
第二章：递归算法设计技术	第一节 什么是递归	以简御繁，化繁为简 以九章算术中算法（如刘徽割圆术、秦久韶算法等）为例，加强爱国主义教育，增强文化自信	高	低	中	2+2	1.4/2.1
	第二节 递归算法设计		高	中	中		
	第三节 递归算法转化为非递归算法		高	中	中		
	第四节 递推式的计算		中	中	低		
第三章：分治法	第一节 分治法的设计思想和基本框架	一分一合，合二为一 通过排序、查找等算法的介绍和应用，引导学生树立精益求精、实际问题实际分析的科学精神。重点培养学生分而治之、各个击破的科学思维方式。	高	高	中	6+2	1.4/2.1/3.1
	第二节 分治法应用举例：排序、查找、组合问题、大整数的乘法、矩阵乘法等		高	高	高		
	第三节 并行计算简介		中	低	低		

第四章： 蛮力法	第一节 蛮力法概述	通过解读算法的适用场景和个例讲解，培养学生实事求是、脚踏实地的工作作风	高	中	低	2	1.4/2.1/3 .1
	第二节 蛮力法的基本应用及示例(图的深度优先和广度优先遍历)		高	高	高		
第五章： 回溯法	第一节 回溯法概述	结合具体算法讲解，培养科学思维和科学方法，加强爱国主义教育和文化自信	高	高	中	6+2	1.4/2.1/3 .1
	第二节 回溯法的应用：0/1 背包问题、装载问题、子集和问题、n 皇后问题、图的 m 着色问题、活动安排问题、流水作业调度问题等		高	高	中		
	第三节 回溯法设计框架及时间分析		高	中	中		
第六章： 分支限界法	第一节 分支限界法概述	结合具体算法讲解，培养科学思维和科学方法，加强爱国主义教育和文化自信	高	中	低	4+2	1.4/2.1/3 .1
	第二节 分支限界法的应用举例：0/1 背包问题、单源最短路径、任务分配问题、作业调度问题等		高	中	低		
第七章： 贪心法	第一节 贪心法概述（贪心法的求解性质和求解过程）	以贪心法的正确性证明为核心，引导学生克服想当然的思维惯性，培养科学精神	高	中	低	4+2	1.4/2.1/3 .1
	第二节 贪心法的应用举例：活动安排问题、背包问题、最优装载问题、田忌赛马、哈弗曼编码、流水作业调度等		高	高	中		
			高	低	中		
第八章： 动态规划	第一节 动态规划概述（原理、特征、求解步骤）	动态规划的核心是对问题解的结构进行分析，反向导出递推关系，然后正向求解问题，这种正向、反向思维相结合，正是辩证思维模式的具体体现。	高	高	中	6+2	1.4/2.1/3 .1
	第二节 动态规划应用示例：整数拆分问题、最大连续子序列和问题、最长公共子序列问题、编辑距离、背包问题、资源分配问题、会议安排问题等		高	高	中		
	第三节 动态规划算法与其它方法的比较		高	中	中		

四、上机内容与学时分配

1. 上机项目与类型

上机项目与类型

序号	上机项目	思政融入点	上机类型				学时	支撑毕业要求指标点
			演示	验证	综合	设计		
1	递归算法设计及 STL 的使用	化繁为简的科学思维方法				√	2	1.4/2.1
2	分治法	分而治之，具体问题具体分析，文化自信				√	2	1.4/2.1/3.1
3	回溯法	实事求是、脚踏实地的工作作风				√	2	1.4/2.1/3.1
4	分支限界法	实事求是、脚踏实地的工作作风				√	2	1.4/2.1
5	贪心法	克服想当然的思维惯性，培养科学精神				√	2	1.4/2.1
6	动态规划算法	实事求是的科学方法与科学精神				√	2	1.4/2.1/3.1

2. 上机内容与要求

上机是学习算法设计与分析课程的重要环节。通过编程实现各类常用算法以及对算法关键运算步骤的算法分析，加深对各类算法的理解运用以及对算法复杂性的认识，培养算法设计与算法分析能力，进一步增强学生综合运用离散数学、数据结构、算法设计、程序设计等知识进行问题分析和求解的能力。

上机总共分 6 次，每次 2 学时，包含递归算法设计及 STL 的使用，以及五大算法设计策略。上机过程要求贯穿算法设计与分析的整个环节。包括从问题分析、算法设计、时间复杂性分析、算法编程、上机实现及复杂性验证等。根据上述环节提交上机报告评定成绩。总体要求如下：

- (1) 针对教师给出的问题和基本方法要求，通过问题分析，将问题规约成一般形式。
- (2) 要求用伪代码描述算法，注明所采用的数据结构。
- (3) 上机前写出上机方案，主要是算法比较方案和时间复杂性验证方案。
- (4) 程序运行与验证结果需经指导老师检验。

上机一 递归算法设计及 STL 的使用

2 学时

(1) 目的要求

通过编程实现递归算法的设计与实现，加深对递归算法的理解运用以及对算法复杂性的认识，锻炼算法实现能力和分析问题、求解问题的能力。

(2) 方法原理

阅读教材、文档，分析问题并设计算法，上机编写程序并进行调试，根据调试结果对算法进行分析和改进。

(3) 主要上机仪器和材料

微机及软件环境（学院公共机房提供微机环境，软件环境由任课教师与机房老师协调），如 VC 或 VS。

(4) 掌握要点

掌握递归的概念，能通过递归设计算法求解问题。掌握 C++ 标准模板库（Standard Template Library, STL）的常用模块。并能熟练运用 STL 实现算法解决问题。

(5) 上机内容

具体编程习题由任课教师根据实际情况给出。参考习题：

- ① STL 中常用数据结构相关应用，如：编写一个程序，对于一个含有 n ($n>1$) 个元素的 `queue<int>` 队列容器 `qu`，出队从对头到队尾的第 k ($1\leq k\leq n$) 个元素，其它队列元素不变。
- ② 对于不带头结点的单链表 `L`，设计一个递归算法逆置所有节点。编写完整的程序并采用相应的数据进行测试。

上机二 分治法

2 学时

(1) 目的要求

对所给问题进行分析，基于分治法设计算法，并编程予以实现，加深对分治法的理解以及对算法复杂性的认识，锻炼算法设计能力和分析问题、求解问题的能力。

(2) 方法原理

阅读教材、文档，分析问题并设计算法，上机编写程序并进行调试，根据调试结果对算法进行分析和改进。

(3) 主要上机仪器和材料

微机及软件环境（学院公共机房提供微机环境，软件环境由任课教师与机房老师协调），如 VC 或 VS。

(4) 掌握要点

熟练掌握利用分治法解决问题的基本思想，会用某种高级语言对算法进行描述，并对算法复杂度（时间和空间）进行分析。

(5) 上机内容

- ① 用分治法分别实现归并排序、快速排序和折半查找。
- ② 求解逆序数问题：给定一个 n 个元素的整型数组 `A`，对于整数 i, j ($0\leq i, j\leq n$)，如果 $i<j$ 且 $a_i>a_j$ ，则 $\langle a_i, a_j \rangle$ 构成逆序对。例如数组 `A=(3,1,4,2,5)`，逆序对有 $\langle 3,1 \rangle$ ， $\langle 3,2 \rangle$ ， $\langle 4,2 \rangle$ 。算法采用分治法求 `A` 中逆序对的个数，即逆序数。

上机三 回溯法

2 学时

(1) 目的要求

对所给问题进行分析，基于回溯法设计思想设计算法，并编程予以实现，加深对回溯法的理解以及对算法复杂性的认识，锻炼算法设计能力和分析问题、求解问题的能力。

（2）方法原理

阅读教材、文档，分析问题并设计算法，上机编写程序并进行调试，根据调试结果对算法进行分析和改进。

（3）主要上机仪器和材料

微机及软件环境（学院公共机房提供微机环境，软件环境由任课教师与机房老师协调），如 VC 或 VS。

（4）掌握要点

掌握利用回溯法解决问题的基本思想。能够运用回溯法求解一些应用问题。

（5）上机内容

- ① 用回溯法求解 8 皇后问题。
- ② 用回溯法求解 0/1 背包问题。

上机四 分支限界法

2 学时

（1）目的要求

对所给问题进行分析，基于分支限界的算法设计思想设计算法，并编程予以实现，加深对分支限界法的理解以及对算法复杂性的认识，锻炼算法设计能力和分析问题、求解问题的能力。

（2）方法原理

阅读教材、文档，分析问题并设计算法，上机编写程序并进行调试，根据调试结果对算法进行分析和改进。

（3）主要上机仪器和材料

微机及软件环境（学院公共机房提供微机环境，软件环境由任课教师与机房老师协调），如 VC 或 VS。

（4）掌握要点

掌握利用分支限界法解决问题的基本思想。理解分支限界法和回溯法之间的异同。

（5）上机内容

- ① 用分支限界法求解 8 皇后问题。
- ② 用分支限界法求解 0/1 背包问题。

上机五 贪心法

（2 学时）

（1）目的要求

对所给问题进行分析，基于贪心法设计思想设计算法，并编程予以实现，加深对贪心法的理解以及对算法复杂性的认识，锻炼算法设计能力和分析问题、求解问题的能力。

（2）方法原理

阅读教材、文档，分析问题并设计算法，上机编写程序并进行调试，根据调试结果对算法进行分析和改进。

（3）主要上机仪器和材料

微机及软件环境（学院公共机房提供微机环境，软件环境由任课教师与机房老师协调），如 VC 或 VS。

(4) 掌握要点

掌握利用贪心算法解决问题的基本思想；会用某高级语言编写用贪心算法解决问题的程序，并能对算法的复杂度，可靠性进行分析。

(5) 上机内容

① 用贪心法求解单源最短路径问题；用 Prim 算法求解最小生成树问题。

② 求解一个序列中出现次数最多的元素。如给定 n 个正整数，求出它们中出现次数最多的数。如果这样的数有多个，则输出其中最小的一个。

上机六 动态规划

2 学时

(1) 目的要求

对所给问题进行分析，基于动态规划法设计思想设计算法，并编程予以实现，加深对动态规划算法的理解以及对算法复杂性的认识，锻炼算法设计能力和分析问题、求解问题的能力。

(2) 方法原理

阅读教材、文档，分析问题并设计算法，上机编写程序并进行调试，根据调试结果对算法进行分析和改进。

(3) 主要上机仪器和材料

微机及软件环境（学院公共机房提供微机环境，软件环境由任课教师与机房老师协调），如 VC 或 VS。

(4) 掌握要点

熟练掌握利用动态规划方法解决问题的基本思想和设计要点，了解算法的适用范围。

(5) 上机内容

① 用动态规划法求解 0-1 背包问题。

② 求解编辑距离问题：设 A、B 为两个字符串，如果仅仅允许如下字符串操作：

(a) 删除一个字符；

(b) 插入一个字符；

(c) 将一个字符替换为另一个字符；

求最少的字符操作次数，从而将字符串 A 转化为字符串 B。

五、教学方法

《算法设计与分析》在具有很强的理论性的同时，兼具很强的实践性。因此在教学方法上仍然以讲授为主，同时辅以大量的上机练习。在讲授方法上，建议采用启发式、案例驱动教学，强调由浅入深、循序渐进，力求化繁为简、举一反三。

1. 由浅入深，循序渐进。每种算法策略从设计思想、算法框架入手，由易到难地讲解经典问题的求解过程；同时，通过列举大量典型性求解问题实例，深入剖析采用相关算法策略求解的思路，展示算法设计的清晰过程并举一反三，启发学生学习算法设计的兴趣。

2. 注重求解问题的多维性。同一个问题采用多种算法策略实现，如 0/1 背包问题采用回溯法、分枝限界法和动态规划求解。通过不同算法策略的比较，使学生更容易体会到每一种算法策略的设计特点和各自的优缺点，以提高算法设计的效率。

3. 强调上机和动手能力的培养。算法讲解不仅包含思路描述，而且以 C/C++完整程序的形式呈现，同时给出了大量的上机题提高编程能力。

实际教学中，当前情况下，建议以线下讲授为主。也可以结合线上视频学习（如中国大学慕课 MOOC，参见教学资源推荐），采用线上线下混合式教学。大量案例分析、课后作业、上机实践等是必要的。

六、考核及成绩评定方式

课程考核包括课内上机实践、期末考试两个部分。

上机实践成绩：30%，包括上机 6 次（毕业要求 1.4）、课堂测试、提问及考勤。

期末考试成绩：70%，一般采用闭卷考试方式，内容涵盖本课程的基本概念、基本理论和基本方法（毕业要求 2.1/3.1）。考试题型包括：基础知识选择或填空、问答题、论述题、算法设计题等。分值可按如下模块划分：算法概论（10 分）、递归与分治算法（30 分）、回溯与分支限界法（30 分）、贪心法与动态规划（30 分）。建议其中算法设计题占比 40%~60%。也可以由教师精心设计后，以课程论文、大作业的形式进行考核。鼓励参与各类算法设计类的竞赛，对参与竞赛同学的考核，教师可根据实际情况灵活掌握。

七、参考教学资源

- [1] 李春葆主编，算法设计与分析（第 2 版），清华大学出版社，2018。
- [2] 李春葆主编，算法设计与分析学习与实验指导（第 2 版），清华大学出版社，2018。
- [3] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein 著. 潘金贵，顾铁成，李成法、叶懋译. 算法导论. 北京：机械工业出版社，2009。
- [4] 赵端阳，算法分析与设计-以大学生程序设计竞赛为例，北京：清华大学出版社，2012。
- [5] 王晓东，计算机算法设计与分析. 北京：电子工业出版社. 2014。
- [6] 汪小林等，算法设计与分析. 北京大学，中国大学 MOOC 网，<https://www.icourse163.org/>