

新世纪 理工科研究生入学考试指导丛书

典型题解析与实战模拟

数据结构

熊岳山 刘越 主编

国防科技大学出版社

新世纪
理工科研究生入学考试指导丛书

数 据 结 构

典型题解析与实战模拟

熊岳山 刘 越 主编

周宏伟 李亚东 乔川龙
唐宏伟 李 阳 邓文平 编写

国防科技大学出版社
·长沙·

内 容 简 介

本书根据国家计算机专业教学指导委员会制定的数据结构课程教学大纲和硕士研究生入学考试要求而编写。全书分为两部分。第一部分为解析篇,内容涵盖数据结构的主要内容。大部分例题和习题选自近年来全国十几所在计算机领域有影响的重点大学和研究所招收硕士研究生入学考试的试题。所有精选习题都给出了详细的参考答案(算法描述语言有 Pascal、C 和 C++)。第二部分为实战篇,包括考研模拟试卷和参考答案(3 份),全真考研典型试卷(11 份)。

本书可作为计算机及相关专业数据结构课程研究生入学考试的复习参考书,也可作为本科生、自学考试考生和其它从事计算机应用的工程技术人员学习数据结构的辅助用书。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构:典型题解析与实战模拟/熊岳山等编著. —长沙:国防科技大学出版社,2003.5
(新世纪理工科研究生入学考试指导丛书)

ISBN 7-81024-939-8

I. 数… II. 熊… III. 数据结构—研究生—入学考试—自学参考资料 IV.
TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 024441 号

国防科技大学出版社出版发行
电话:(0731)4572640 邮政编码:410073
E-mail: gfkdebs@public.cs.hn.cn
责任编辑:黄煌 责任校对:潘生
新华书店总店北京发行所经销
国防科技大学印刷厂印装



*

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:358 千
2003 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-3500 册

*

定价:25.00 元

新世纪理工科研究生入学考试指导丛书

编审委员会

主任委员:

陈火旺 (国防科技大学计算机学院教授, 中国工程院院士)

副主任委员:

麦中凡 (北京航空航天大学计算机科学与工程系教授)

侯文永 (上海交通大学电子信息学院教授)

彭文生 (华中科技大学机械工程学院教授, 全国机械设计教学研究会理事长)

委员:

屈婉玲 (北京大学计算机系教授)

王广芳 (国防科技大学计算机学院教授)

陈松乔 (中南大学信息工程学院教授)

宁洪 (国防科技大学计算机学院教授, 全国高校计算机专业教学指导委员会委员)

邹逢兴 (国防科技大学机电工程与自动化学院教授)

任钧国 (国防科技大学航天与材料工程学院教授)

刘明俊 (国防科技大学机电工程与自动化学院教授)

策划:

潘生 张静 石少平 黄煌

序

新世纪来临,挑战和机遇共存。作为当代大学生和有志青年,当务之急是积累知识,培养能力,以备将来为祖国为人民服务,实现自身的理想和价值。因而,近年来高校“考研热”不断升温,引人关注。

为满足广大学生考研复习之需,更为了适应培养高素质高水平人才的形势,不少出版社出版了辅导学生深入学习课程的参考书,但多是关于数学、外语、政治等公共基础课的,针对各门专业课的指导书较少,精品更少。鉴于此,国防科技大学出版社经多方调研,全面规划,精心组织作者编写了这套旨在帮助学生学习各门专业课、提高考研应试能力的指导丛书。该套丛书具有以下几大特色:

(一)作者经验丰富,权威性强

本丛书的作者都是经悉心遴选,从事教学、科研、著书多年,某些是在全国有相当影响、所著的教材(或专著)在相应专业使用较广的资深专家教授。他们都是高校硕士或博士指导教师。他们在编写这套丛书时废寝忘食,躬行写作,将自己多年积累的经验、体会凝聚在字里行间,奉献给广大的读者,相信他们的辛勤劳动成果必然会对大家学习有关课程有极大帮助,这正是我们丛书编审委员会最感欣慰的。

(二)题目收集广泛,针对性强

这套丛书紧扣国家教育部制定的课程教学大纲和研究生入学考试要求,合理安排各书内容,条理清晰,详略分明,深入浅出,释疑去惑,并广泛搜集近年全国 20 余所重点高

校或研究所考研试卷,加以分析、归纳、提高,使读者既能把握各门专业课程的全貌,又能抓住主脉络,领会其中的主要原理、方法,真正提高能力。

(三)突出实战模拟,操作性强

这套丛书中每本书分解析篇和实战篇。其中解析篇按章分提要、例题、习题、习题解答,分别讲清理论、分析各种解题技巧、提供练习和检验机会,使学生全面掌握课程的概念、原理、方法和技巧,学深、学透。实战篇,提供几份模拟题及其参考答案、多份重点高校近年考研试卷,供学生在课程考试或考研的前夕实景备战,以巩固复习成果,丰富考场经验,增强自信心。这样的结构安排极利于学生使用好本丛书。

国防科技大学出版社、丛书编审委员会和编写者共同努力,辛勤劳动,所有的书稿均经多次审定、修改,使这套丛书达到了较高的质量水平,相信本丛书必能为在书海中遨游的学子指点迷津,助他们踏上成功之路。

本丛书除了适合高校学生学习使用外,对广大的自学者、相关专业工程技术人员亦会有所裨益。

丛书编审委员会邀我为该书作序,谨寄数言,既是对这套丛书的郑重推荐,也是对该套丛书编写者的敬意。

陳大旺

2001年5月

前 言

数据结构是计算机相关专业的一门重要的基础课程,内容包括线性数据结构(线性表、向量、栈、队列、链表、字符串)、非线性数据结构(树、图、多维数组、稀疏矩阵、广义表等)的存储方式以及相关的运算。数据结构的难点在于选定存储结构后相应算法的描述。算法描述的要求与每本教材书写算法的要求有关,从数据结构本身来看,应该要求算法与对应存储方式相匹配、算法逻辑是否正确、算法是否稳健等。

目前国内高校计算机相关专业采用的数据结构教材从内容上来说大致是相同的,不同的是对数据结构的算法描述所采用的描述语言不同,有采用类 Pascal、类 C 语言的,有采用纯 Pascal 和纯 C 语言的,近几年,还有采用面向对象的 C++ 语言的,极少数采用 Java 的。总之,不同的描述语言影响算法的书写细节,本书的算法描述充分考虑了以上特点,没有具体规定选用哪一种高级语言描述算法。我们认为熟悉了一种算法描述方式,注意到不同语言的语法细节,从算法的一种描述方式不难移植到算法的另一种描述方式。

从多年的数据结构教学来看,我们感到学好数据结构的关键和难点是数据结构算法的学习。众所周知,数据结构的逻辑结构很简单,一种是线性结构,一种是非线性结构,而数据的存储方式是基于四种基本的存储方式(顺序存储、链接存储、索引存储和散列存储)上的,简单的应用只用到四种基本的存储方式之一,复杂的应用要用到几种基本的存储方式的组合。如何在选用的数据存储结构上建立合理、高效的算法应该说不仅仅是概念上的问题,更取决于数学思维的训练,有一定的难度,

也是数据结构学习的一大障碍。数据结构学习中的另一大障碍来源于对高级语言掌握的熟练程度,特别是用面向对象的程序设计语言描述算法时,通常是用基于抽象数据类型的类描述来设计的,要考虑软件设计过程的两次抽象,即概念层的抽象和实现层的抽象,克服了以上两大障碍,就能学好和用好数据结构。

本书是在深入研究国内重点高校和科研院所近几年招收攻读计算机相关专业硕士学位研究生入学考试试题的基础上,结合我们多年从事数据结构课程教学的经验 and 体会编写而成的。本书在写作过程中参考了国家计算机专业教学指导委员会制定的数据结构课程教学大纲和硕士研究生入学考试要求而编写。全书分为两部分。第一部分为解析篇,内容涵盖数据结构的主要内容,大部分例题和习题选自近年来全国十几所在计算机领域有影响的重点大学和研究所招收硕士研究生入学考试的试题。所有精选习题都给出了详细的参考答案(算法描述语言有 Pascal、C 和 C++)。第二部分为实战篇,包括考研模拟试卷和参考答案(3 份),全真考研典型试卷(11 份)。本书可作为计算机及相关专业数据结构课程研究生入学考试的复习参考书,也可作为本科生、自学考试考生和其它从事计算机应用的工程技术人员学习数据结构的辅助用书。

本书前一部分的解析篇由刘越老师负责组稿,后一部分的实战篇由熊岳山教授负责组稿。全书由熊岳山教授统稿,参加编写的还有周宏伟、李亚东、乔川龙、唐宏伟、李阳、邓文平等。希望本书的出版能给广大学习数据结构的读者起到抛砖引玉的作用。由于我们学术水平有限,书中错误在所难免,恳请同行们批评指正。

编 者

2003 年 1 月

目 录

解 析 篇

第一章 数据结构概论

- 1.1 内容提要及考试重点..... (1)
- 1.2 典型题解..... (1)
- 1.3 习题精选..... (4)
- 1.4 习题解答..... (6)

第二章 线性表

- 2.1 内容提要及考试重点..... (7)
- 2.2 典型题解..... (7)
- 2.3 习题精选..... (18)
- 2.4 习题解答..... (21)

第三章 链 表

- 3.1 内容提要及考试重点..... (23)
- 3.2 典型题解..... (23)
- 3.3 习题精选..... (34)
- 3.4 习题解答..... (37)

第四章 递 归

- 4.1 内容提要及考试重点..... (39)
- 4.2 典型题解..... (39)
- 4.3 习题精选..... (47)
- 4.4 习题解答..... (48)

第五章 排 序

- 5.1 内容提要及考试重点..... (53)

5.2	典型题解·····	(53)
5.3	习题精选·····	(80)
5.4	习题解答·····	(82)
第六章 查 找		
6.1	内容提要及考试重点·····	(86)
6.2	典型题解·····	(86)
6.3	习题精选·····	(96)
6.4	习题解答·····	(98)
第七章 树和二叉树		
7.1	内容提要及考试重点·····	(100)
7.2	典型题解·····	(100)
7.3	习题精选·····	(118)
7.4	习题解答·····	(121)
第八章 树形结构及其应用		
8.1	内容提要及考试重点·····	(125)
8.2	典型题解·····	(125)
8.3	习题精选·····	(137)
8.4	习题解答·····	(137)
第九章 图		
9.1	内容提要及考试重点·····	(140)
9.2	典型题解·····	(140)
9.3	习题精选·····	(160)
9.4	习题解答·····	(163)
第十章 其它数据结构		
10.1	内容提要及考试重点 ·····	(168)
10.2	典型题解 ·····	(168)
10.3	习题精选 ·····	(177)
10.4	习题解答 ·····	(179)

实 战 篇

第一部分 硕士研究生入学考试模拟试题

- 1. 模拟试题 1 (182)
- 2. 模拟试题 2 (185)
- 3. 模拟试题 3 (188)
- 4. 模拟试题参考答案 (192)

第二部分 部分全国重点大学计算机专业硕士研究生入学考试试题

- 1. 国防科技大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (202)
- 2. 北京邮电大学 2001 年硕士研究生入学考试试题
..... (204)
- 3. 清华大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (206)
- 4. 北京大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (212)
- 5. 北京航空航天大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (215)
- 6. 复旦大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (219)
- 7. 上海交通大学 2000 年硕士研究生入学考试试题
..... (223)
- 8. 中科院软件所 2001 年硕士研究生入学考试试题
..... (225)
- 9. 浙江大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (227)
- 10. 南京大学 2001 年硕士研究生入学考试试题
..... (231)
- 11. 东北大学 2000 年硕士研究生入学考试试题
..... (234)
- 参考文献 (236)

解析篇

第一章

数据结构概论

1.1 内容提要及考试重点

本章内容以基本概念为主,基本概念有:数据结构的定义,数据结构的分类,抽象数据类型,数据结构的四种存储方式,数据结构的算法描述及算法的效率分析方法。考试重点为基本概念,试题形式以客观性试题为主。考试难点是算法的时间、空间复杂度分析。本章有下述基本概念,这些基本概念同时是整个数据结构课程的基础。

- 数据结构:包含数据的逻辑结构、数据的存储方式和数据的运算三个方面。
- 按逻辑结构来区分,数据结构分为线性结构和非线性结构。
- 抽象数据类型是指抽象数据的组织和与之相关的操作。
- 数据结构的四种存储方式:顺序的方式、链接的方式、索引的方式和散列的方式。

数据结构的算法分析包含算法中主要运算的时间开销和算法附加的空间开销两部分。

1.2 典型题解

【例题1】 (北京理工大学 2001 年硕士研究生入学考试试题)

下列数据中哪些是非线性结构_____。

- A. 栈 B. 队列 ☒ C. 完全二叉树 D. 堆

【解答】

C

【分析】

此题考生对堆结构是否为非线性结构的选择有点模糊,而根据堆的定义,堆是指 n 个

元素的序列 $\{k_1, k_2, \dots, k_n\}$, 当且仅当满足下述关系时, 称之为一个堆。

$$\begin{cases} k_i \leq k_{2i} \\ k_i \leq k_{2i+1} \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} k_i \geq k_{2i} \\ k_i \geq k_{2i+1} \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, \lfloor \frac{n}{2} \rfloor)$$

堆可看成元素大小关系受限制的线性表, 因此堆结构本身是线性结构, 而堆排序是在完全二叉树的存储结构上实现的。

【例题 2】 (中科院软件所 1999 年硕士研究生入学考试试题)

判断正误:

(1) 顺序存储方式只能用于存储线性结构。

(2) 顺序查找法适用于存储结构为顺序或链接存储的线性表。

【解答】

(1)(×) (2)(✓)

【分析】

树形结构是一种非线性结构, 但可以顺序存储。

【例题 3】 (南京大学 1999 年硕士研究生入学考试试题)

设 n 为 3 的倍数, 试分析以下程序段中第②、③、④语句的语句频度及程序段的时间复杂度(语句的频度是指语句重复执行的次数)。

① for $i := 1$ to n do

② if $3 * i \leq n$ then

③ for $j := 3 * i$ to n do

④ $[x := x + 1; y := 3 * x + 2];$

【解答】

②的频度为 n , ③的频度为 $\frac{n(n+1)}{6}$, ④的频度为 $\frac{n(n-1)}{6}$ 。

【分析】

$$\text{③的频度为 } \sum_{i=1}^{\frac{n}{3}} (n - 3i + 1 + 1) = \frac{n(n+1)}{6}$$

$$\text{④的频度为 } \sum_{i=1}^{\frac{n}{3}} (n - 3i + 1) = \frac{n(n-1)}{6}$$

【例题 4】 (上海交通大学 1996、2000 年硕士研究生入学考试试题)

一个算法所需时间由下述递归方程表示, 试求出该算法的时间复杂性的级别(或阶)(以大“O”形式表示)。

$$T(n) = \begin{cases} 1, & n = 1 \\ 2T(\frac{n}{2}) + n, & n > 1 \end{cases}$$

其中: n 是问题的规模, 为简单起见, 设 n 是 2 的整数幂。

【解答】

设 $n = 2^k$, 亦即 $k = \log_2 n$ 。

$$T(2^k) = 2T(2^{k-1}) + 2^k$$

$$\begin{aligned}
&= 2[2T(2^{k-2}) + 2^{k-1}] + 2^k \\
&= 4T(2^{k-2}) + 2 * 2^k \\
&= 4[2T(2^{k-3}) + 2^{k-2}] + 2 * 2^k \\
&= 8T(2^{k-3}) + 3 * 2^k \\
&\dots \\
&= 2^k T(2^0) + k * 2^k \\
&= (k + 1) 2^k
\end{aligned}$$

所以有 $T(n) = n(\log_2 n + 1)$, 所以该算法的时间复杂度为 $O(n \log_2 n)$ 。

【例题 5】 (湖南大学 2000 年硕士研究生入学考试试题)

设图书馆中的目录卡片含有下列信息:

- (1)索引号(reference number)
- (2)题目(title)
- (3)作者/作曲者姓名(name of author/composer)
- (4)出版商(publisher)
- (5)类别:图书/音带(class of item, book or recording)
- (6)版本号(仅对图书而言)(number or edition)
- (7)出版年份(仅对图书而言)(year of publication)
- (8)演奏者姓名(仅对音带而言)(name of performer)

用 Pascal 语言定义该目录卡片的记录类型。

【解答】

```

TYPE item = (book, recording);
library = RECORD
    ref:0..9999;
    title:string [20];
    author:string [16];
    publisher:string[20];
    CASE class: item of
        book:(edition: 1..50;
              year:0..2000);
        recording:(performer: string [20])
    END;

```

【例题 7】 (湖南大学 2001 年硕士研究生入学考试试题)

算法分析的目的是 分析算法的效率以求改进。

- | | |
|--|------------------|
| A. 找出数据结构的合理性 | B. 研究算法中的输入和输出关系 |
| ☒ C. 分析算法的效率以求改进 | D. 分析算法的易读性和文档性 |

【解答】

C

【例题 8】 (北京邮电大学 1998 年硕士研究生入学考试试题)

分析下面程序段中循环语句的执行次数:

```
j:=0;
s:=0;
n:=100;
REPEAT
    j:=j+1;
    s:=s+10*j;
UNTIL NOT ((j<n) AND (s<n));
```

【解答】

执行 4 次。

【例题 9】

数据结构被形式地定义为 (K, R) , 其中 K 是 (1) 的有限集, R 是 K 上的 (2) 的有限集。

供 (1) 选择的答案: A. 算法 B. 数据元素 C. 数据操作 D. 逻辑结构

供 (2) 选择的答案: A. 操作 B. 映像 C. 存储 D. 关系

【解答】

(1) B, (2) D

1.3 习题精选

1. 判断题:

数据元素是数据的最小单位。X

(上海交通大学 1998 年硕士研究生入学考试试题)

2. 判断题:

数据对象就是一组数据元素的集合。

(西安交通大学 2001 年硕士研究生入学考试试题)

3. 数据结构中评价算法的两个重要指标是: 时间 空间。

(北京理工大学 2001 年硕士研究生入学考试试题)

4. 顺序存储结构是通过 下标 表示元素之间的关系的, 链式存储结构是通过 指针 表示元素之间的关系的。

(北京理工大学 2001 年硕士研究生入学考试试题)

5. 评价算法的性能从利用计算机资源角度看主要从 空间 方面进行分析。

(南京大学 2000 年硕士研究生入学考试试题)

6. 判断题:

任何数据结构都具备三个基本运算: 插入、删除和查找。X

(湖南大学 2001 年硕士研究生入学考试试题)

7. 单项选择题:

下列函数中渐近时间复杂度最小的是_____。

$$A. T1(n) = n \log_2 n + 5000n$$

$$B. T2(n) = n^2 - 8000n$$

$$C. T3(n) = n^{\log_2 n} - 6000n$$

$$D. T4(n) = 2n \log_2 n - 7000n$$

(中科院软件所 2001 年硕士研究生入学考试试题)

8. 下述函数中渐近时间复杂度最小的是_____。

$$A. T1(n) = n \log_2 n + 1000 \log_2 n$$

$$B. T2(n) = n^{\log_2 n} - 1000 \log_2 n$$

$$C. T3(n) = n^2 - 1000 \log_2 n$$

$$D. T4(n) = 2n \log_2 n - 1000 \log_2 n$$

(中科院软件所 2000 年硕士研究生入学考试试题)

9. 设 n 为正整数, 利用“O”记号, 将下列程序段的执行时间表示为 n 的函数。

```
int x, y;
```

```
x = n; // n > 1
```

```
y = 0;
```

```
while(x >= (y + 1) * (y + 1))
```

```
    y++;
```

10. 有以下程序, 分析其中 `order()` 函数的时间复杂度。

```
int a[] = {2, 5, 1, 7, 9, 3, 6, 8}
```

```
order(int j, int m)
```

```
{
```

```
    int i, temp;
```

```
    if (j < m)
```

```
    {
```

```
        for (i = j; i <= m; i++)
```

```
            if (a[i] < a[j])
```

```
            {
```

```
                temp = a[i];
```

```
                a[i] = a[j];
```

```
                a[j] = temp;
```

```
            }
```

```
        j++;
```

```
        order(j, m);
```

```
    }
```

```
}
```

```
main
```

```
{
```

```
    int i;
```

```
    order(0, 7);
```

```
    for (i = 0; i <= 7; i++)
```

```
        printf("%d", a[i]);
```

```
}
```


11. 下面程序段的时间复杂度是_____。

```
sum = 0;
for (i = 0; i < n; i++)
    for (j = 0; j < n; j++)
        sum += A[i][j];
```

12. 下面程序段的时间复杂度是_____。

```
i = 1;
while (i <= n)
    i = i * 3;
```

13. 下面程序段的时间复杂度是_____。

```
int fact(int n)
{
    if (n <= 1) return(1);
    else return(n * fact(n - 1));
}
```

1.4 习题解答

1. (×)

2. (×)

3. 算法的时间复杂度、算法的附加空间复杂度

4. 物理位置相邻, 链指针

5. 算法的附加空间复杂度

6. (×)

7. A (渐近时间复杂度简称时间复杂度)

8. A

9. $O(\sqrt{n})$

10. order 函数是一个递归排序过程。在排序时, 算法的时间主要花费在递归调用上。分析上述程序, 可以得到如下递归方程:

$$T(n) = \begin{cases} 0, & n = 1 \\ T(n-1) + n - 1, & n > 1 \end{cases}$$

可计算出该算法的时间复杂度为 $O(n^2)$ 。

11. $O(n^2)$

12. $O(\log_3 n)$

13. 这是一个计算阶乘的递归函数, 设它的运行时间为 $T(n)$, 可以建立 $T(n)$ 的计算模型如下:

$$T(n) = \begin{cases} 0, & n \leq 1 \\ T(n-1) + 1, & n > 1 \end{cases}$$

可以计算出 $T(n) = n$, 即程序的时间复杂度为 $O(n)$ 。