

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

数据结构习题精解 与考试指导

刘娜 主编
路莹 姚春龙 副主编



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

数据结构习题精解 与考试指导

刘娜 主编

路莹 姚春龙 副主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

《数据结构习题精解与考试指导》是为了配合高等学校数据结构课程的学习和考试(课程学习考试和硕士研究生入学考试)而编写的辅导用书。本书集作者多年教授数据结构课程的教学经验,总结辅导学生学习本课程和辅导学生考研过程中所遇到的实际问题和解题思路而成,旨在系统、全面地分析数据结构课程的研究内容,辅助以典型习题精讲和大量习题测试,为学生学习该课程以及通过更高一级的学习考试提供支持。

全书共分为9章,每章包括四个模块:第一个模块是理论知识阐述,包括各章的知识结构总结、重点及难点分析;第二个模块是典型实例精讲,在理论知识阐述的基础上,通过典型的章节实例,引导学生明确题目要求、分析解题思路、最终逐步求解解题方案。这部分主要是为了培养学生建立数据结构解题思路 and 技巧;第三个模块是考研真题讲解,通过历年比较有代表性的考研真题讲解,加强学生对本章内容的进一步深入分析和理解,明确高级考试的重点和难点,鼓励学生有针对性地学习;第四个模块是习题测试及参考答案,这部分提供了作者多年积累的大量多种题型的习题供读者练习使用,同时配备的参考答案也提纲挈领地阐述了习题的解题思路,以备读者检测学习使用。

本书系统全面,重点突出,理论知识剖析清楚,且注重解题思路及技巧的培养,具有很强的实用性和针对性。既可用于高等院校计算机及相关专业的学生学习数据结构课程使用,也可用于报考计算机专业硕士研究生考试的本科生进行专业课复习使用,还可作为相关领域的技术人员和读者自学的辅导教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数据结构习题精解与考试指导/刘娜主编.--北京:清华大学出版社,2016
ISBN 978-7-302-42914-2

I. ①数… II. ①刘… III. ①数据结构—自学参考资料 IV. ①TP311.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第030759号

责任编辑:梁颖 薛阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:11 插 页:1 字 数:275千字

版 次:2016年6月第1版 印 次:2016年6月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:25.00元

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:wei jj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

随着计算机的普及应用,以及各高等学校计算机类专业的稳定发展,作为一门成熟的计算机专业基础课程,“数据结构”课程已经成为计算机及其相关专业的核心课程,是从事计算机软件开发、应用人员必备的专业基础。

鉴于数据结构课程在整个计算机类专业教学体系中的重要地位,如何帮助学生学习数据结构,进而系统而全面地掌握数据结构的解题思路和算法设计思想成为学习数据结构课程的难点,从而有效理解数据表示和数据处理、正确分析算法设计的要点、建立算法设计思路更成为学好本课程的关键。自2009年“数据结构”成为全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考的重点课程后,学生对本课程的习题、复习题的需求更是空前高涨。

为了满足高等学校数据结构课程的学习和考试(课程学习或考研)的需求,我们编写了《数据结构习题精解与考试指导》这本针对性强、实用性强的数据结构考试习题指导本书。

全书共分为9章,每一章内容都分为理论知识阐述、典型实例精讲、考研真题讲解和系统测试与参考答案四部分。通过系统的理论阐述、精确的实例分析和充分的习题测试帮助读者快速地理解数据结构中的各个知识点、掌握重点内容、突破学习瓶颈。同时,本书提供了历年来各高校、全国硕士统考中比较有代表性的考研真题及真题讲解,进一步加强学生对课程内容的深入分析和理解,明确考试的重点和难点,鼓励学生有针对性地学习,从而使读者更好地应对各种应用需求。

本书理论知识剖析清楚,知识结构全面,重点突出,习题数量充分,题目选取具有代表性和典型性,是计算机类专业学生学习数据结构课程和考试的有力帮手。

本书由大连工业大学刘娜主编,大连工业大学路莹、大连工业大学姚春龙副主编。其中第1章、第8章、第9章由路莹编写,第2章、第3章由姚春龙编写;第4章、第5章、第6章、第7章由刘娜编写;全书由路莹统编。

由于书中习题数量较大,解析中难免有不妥与疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2016年2月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 理论知识概述	1
1.1.1 知识结构	1
1.1.2 重点及难点	1
1.2 典型实例精讲	4
1.3 考研真题讲解	5
习题	9
参考答案	10
第 2 章 线性表	11
2.1 理论知识概述	11
2.1.1 知识结构	11
2.1.2 重点及难点	11
2.2 典型实例精讲	17
2.3 考研真题讲解	22
习题	28
参考答案	31
第 3 章 栈和队列	33
3.1 理论知识概述	33
3.1.1 知识结构	33
3.1.2 重点及难点	33
3.2 典型实例精讲	39
3.3 考研真题讲解	43
习题	49
参考答案	52
第 4 章 串及模式匹配	54
4.1 理论知识概述	54
4.1.1 知识结构	54
4.1.2 重点及难点	54
4.2 典型实例精讲	58

4.3 考研真题讲解·····	60
习题·····	62
参考答案·····	63
第5章 数组与广义表 ·····	65
5.1 理论知识概述·····	65
5.1.1 知识结构·····	65
5.1.2 重点及难点·····	66
5.2 典型实例精讲·····	69
5.3 考研真题讲解·····	71
习题·····	73
参考答案·····	74
第6章 树与二叉树 ·····	76
6.1 理论知识概述·····	76
6.1.1 知识结构·····	76
6.1.2 重点及难点·····	77
6.2 典型实例精讲·····	80
6.3 考研真题讲解·····	84
习题·····	91
参考答案·····	94
第7章 图 ·····	96
7.1 理论知识概述·····	96
7.1.1 知识结构·····	96
7.1.2 重点及难点·····	97
7.2 典型实例精讲·····	104
7.3 考研真题讲解·····	111
习题·····	114
参考答案·····	118
第8章 查找 ·····	120
8.1 理论知识概述·····	120
8.1.1 知识结构·····	120
8.1.2 重点及难点·····	121
8.2 典型实例精讲·····	129
8.3 考研真题讲解·····	135
习题·····	144
参考答案·····	145

第 9 章 内部排序	146
9.1 理论知识概述	146
9.1.1 知识结构	146
9.1.2 重点及难点	147
9.2 典型实例精讲	155
9.3 考研真题讲解	159
习题	164
参考答案	166

计算机技术的迅猛发展和微型计算机的日益普及,使得计算机应用深入到人类社会的各个领域。目前,计算机更多、更广泛地被应用于控制、管理及数据处理等非数值计算的问题当中,其加工处理的对象也由纯粹的数值发展到字符、图像、语音等具有复杂结构的数据。为了正确处理这类数据,必须正确分析待处理对象的特性以及各处理对象之间存在的关系,并根据其关系制定合理、有效的处理方法。数据结构就是一门研究数据自身特性,数据组织、存储和运算的学科。为便于读者学习,下面对本章知识内容进行总结、归纳。

1.1 理论知识概述

1.1.1 知识结构

(1) 数据及相关概念如图 1.1 所示。

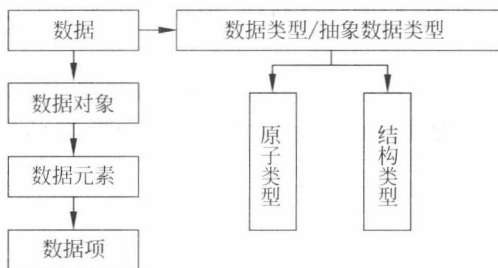


图 1.1 数据及相关概念

(2) 数据结构及相关概念如图 1.2 所示。

(3) 算法及相关概念如图 1.3 所示。

1.1.2 重点及难点

1. 数据结构课程的研究目的和研究内容

无论是进行科学计算,还是求解非数值计算问题,都是对数据进行加工处理的过程。

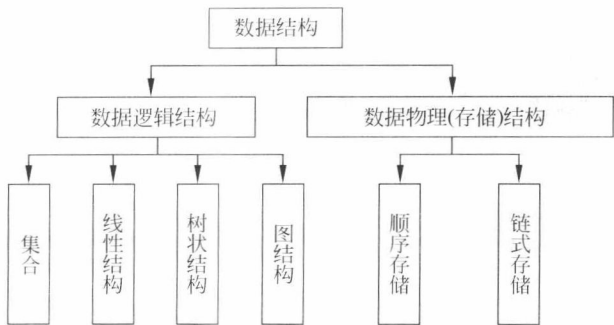


图 1.2 数据结构及相关概念

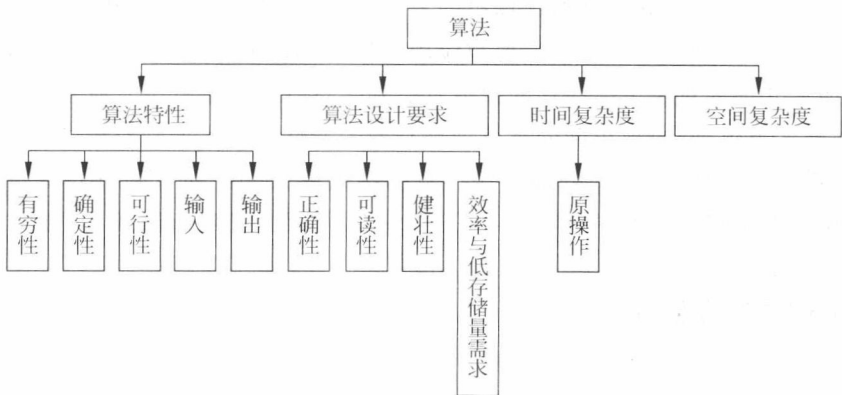


图 1.3 算法及相关概念

“算法+数据结构=程序”。数据结构课程的目的就是通过研究数据的特性、数据间的相互关系及其对应的存储表示,分析、归纳这些特性、关系和处理方法,进而设计出一个结构优异且高效的算法和程序。

数据结构的研究内容是非数值计算的程序设计问题中数据对象之间的相互关系及其处理方法,即数据的逻辑结构、数据的物理(存储)结构和数据的操作运算定义和实现,如图 1.4 所示。

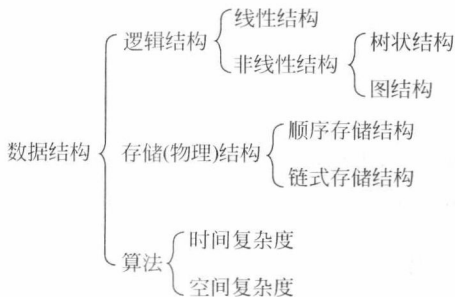


图 1.4 数据结构的研究内容

2. 逻辑结构和物理结构

所谓数据的“逻辑结构”，就是将现实世界中各种数据元素之间的关系抽象出来，称为数据的逻辑关系/逻辑结构。根据数据元素之间关系的不同特性，通常有以下4类基本结构。

1) 集合

结构中的数据元素之间除性质相同外，没有其他关系。如果将常见的建筑工地上的沙堆看成一个数据对象，沙粒就是构成这个数据对象的数据元素。沙粒虽然性质相同，但彼此间没有任何制约关系。集合关系是一种松散结构关系。

2) 线性结构

结构中的数据元素之间存在一对一的关系。排队买火车票时，人们一个一个按顺序排队购买，具有明确的顺序关系。

3) 树状结构

结构中的数据元素之间存在一对多的关系。例如，围棋对弈时，依据比赛规则，每落一子，该“格局”都可以派生出多个“子格局”。格局和子格局之间是一种“非线性”的一对多的关系，这种关系称为“树”。

4) 图结构

结构中的数据元素之间存在多对多的关系。考虑城市中的交通路口，一个方向的通行状况受其他多个方向通行状况的共同制约，而本方向的通行状况也同时制约着其他多个方向的通行状况。

相应地，数据的“物理结构”描述的是数据元素在计算机中物理位置的关系，即数据的存储结构。在存储数据元素时，既要存储数据元素的值本身，也要存储数据元素间的逻辑关系。数据元素在计算机中的存储结构主要有以下两种。

(1) 顺序存储结构：采用一块地址连续的存储单元依次存储各数据元素。此时，逻辑上相邻的数据元素，其物理位置也相邻，即数据元素的逻辑关系和物理关系一致。

(2) 链式存储结构：可以采用地址不连续的存储单元分别存储各数据元素。此时，逻辑上相邻的数据元素，其物理位置可能不相邻，即数据元素的逻辑关系和物理关系可能不一致。因此，需借助指示元素存储地址的指针表示数据元素之间的逻辑关系。

3. 抽象数据类型的作用

在编写计算机程序时，每使用一个变量，都要先定义其数据类型。数据类型就是一个值的集合和定义在这个值集上的一组操作的总称。高级程序语言中所使用的数据类型，其实质就是抽象数据类型，是程序设计语言根据数据的逻辑特性抽象出来的一个数学模型以及在该模型上定义的一组操作，同时，允许用户在设计软件系统时根据任务需要自己定义数据类型。

引入抽象数据类型，一方面说明了具有某种逻辑结构的数据在计算机中如何存储，另一方面规范了该数据的值域及所能操作的运算；同时，抽象数据类型更紧密的和面向对象程序设计联系起来，隐蔽实现层次，面向使用层次，提高了含有该抽象数据类型的软件的复用性。

4. 算法和程序的区别

算法是对特定问题求解步骤的一种描述,是指令的有限序列。其中,每一条指令表示一个或多个操作。算法常用条列式步骤、流程图和伪码等方法描述。

算法和程序不同,算法的描述重点在于给出解决特定问题的方法步骤,与具体实现的编程语言无关;而程序是使用某种编程语言、按已有的算法编写的指令有限序列,是算法的某种编程语言实现。编写程序要求遵循一定的语言规范,且程序经调试成功运行后,可以得出该特定问题的运行结果。

5. 算法的时间复杂度

算法不同于程序,无法通过在计算机上运行来获得准确的执行时间。而且,根据同一算法编写的程序,在不同的计算机上运行,也会得出不同的执行时间。因此,不能使用“事后统计法”,即使用算法的实际执行时间来准确地衡量算法的时间效率,而只需事先分析、估算出算法大致的时间数量级即可。实际情况下,通常用时间复杂度这一概念来事先估算一个算法的时间效率。

一个算法的运行工作量主要与两个因素有关:一是算法中的基本语句,二是算法处理的问题的规模 n 。撇开与计算机相关的硬件、软件因素,算法的执行时间与基本语句的执行次数成正比。随着问题规模的增大,基本语句的执行次数是问题规模的某个函数 $f(n)$,也就是说,算法执行时间的增长率和函数 $f(n)$ 的增长率相同,称为算法的渐近时间复杂度(Asymptotic Time Complexity),简称时间复杂度,记作

$$T(n) = O(f(n))$$

这里,基本语句通常是从算法中选取的一种对于所研究问题来说是基本操作的原操作,以该原操作重复执行的次数作为算法的时间量度。这里请注意,要精确地计算 $T(n)$ 是很困难的,所谓“渐近时间复杂度”,即是指在数量级上来估算一个算法的执行时间,从而达到分析算法的目的。

1.2 典型实例精讲

例 1 单项选择题

1. 数据结构是研究数据的_____及它们之间的相互关系。
A. 存储和逻辑结构 B. 存储结构 C. 顺序结构 D. 链式结构
2. 一个算法具有_____ 5 个重要特性。
A. 有穷性、确定性、可行性、输入、输出
B. 可行性、可移植性、可扩充性、输入、输出
C. 确定性、有穷性、稳定性、输入、输出
D. 易读性、稳定性、安全性、输入、输出
3. 在数据结构中,与所使用的计算机无关的是_____。
A. 存储结构 B. 物理结构 C. 物理和存储结构 D. 逻辑结构
4. 算法的时间复杂度与_____有关。

- A. 所使用的计算机
C. 数据结构

- B. 计算机的操作系统
D. 算法本身

【解析】

1. 数据结构是一门研究非数值计算的程序设计问题中数据对象之间的相互关系及其处理方法的课程。简单地说,数据按逻辑结构组织,按存储结构进行存储,然后在此基础上定义一个运算集合。

2. 算法具有有穷性、确定性、可行性、输入、输出等 5 个特性。

3. 数据结构定义中的“关系”是通过抽象被操作数据对象的数学特性而得出的,它描述的是数据元素之间的逻辑关系,称为逻辑结构。

4. 算法是对特定问题求解步骤的一种描述,其重点在于给出解决特定问题的方法步骤,与具体实现的计算机和编程语言无关。

【答案】

1. A 2. A 3. D 4. D

例 2 设数据的逻辑结构定义为 $S=(D,R)$, 其中, $D=\{a,b,c,d,e\}$, $R=\{r\}$, $r=\{<a,d>, <a,e>, <b,a>, <b,c>, <c,a>\}$, 请画出对应的逻辑结构, 并说明是何种数据结构。

【解析】

S 的逻辑结构如图 1.5 所示, a 有两个直接前驱结点 b 和 c , 有两个直接后继结点 d 和 e 元素间存在着多对多的逻辑关系, 是图结构。

【答案】 图结构

例 3 将下列函数表示的算法时间复杂度按由低到高排序。

$$T_1(n) = n\log_2 n + 3n, T_2(n) = n^2 - 500n,$$

$$T_3(n) = 2^n - 100n, T_4(n) = n + 2\log_2 n$$

【解析】

算法的时间复杂度是指随着问题规模 n 的增大, 算法执行时间函数 $f(n)$ 的增长趋势, 即当 $n \rightarrow +\infty$ 时, 函数 $f(n)$ 的极限值。

【答案】

$$n + 2\log_2 n \leq n\log_2 n + 3n \leq n^2 - 500n \leq 2^n - 100n$$

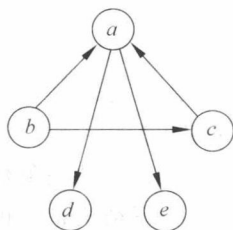


图 1.5 数据的逻辑结构

1.3 考研真题讲解

一、选择题

- 以下与数据的存储结构无关的术语是_____。【北方交通大学 2000】
A. 循环队列 B. 链表 C. 哈希表 D. 栈
- 从逻辑上可以把数据结构分为_____两大类。【武汉交通科技大学 1996】
A. 动态结构、静态结构 B. 顺序结构、链式结构
C. 线性结构、非线性结构 D. 初等结构、构造型结构

- ## 7. 程序段

THEN $A[j]$ 与 $A[j+1]$ 对换;

D. $O(n^2)$

1. D 2. C 3. C 4. ① C ② B 5. C 6. B 7. D

二、判断题

1. 数据元素是数据的最小单位。【北京邮电大学 1998】 【青岛大学 2000】 【上海交通大学 1998】 【山东师范大学 2001】 ()
2. 数据结构的抽象操作的定义与具体实现有关。【华南理工大学 2002】 ()
3. 数据的逻辑结构是指数据的各数据项之间的逻辑关系。【北京邮电大学 2002】 ()
4. 数据的物理结构是指数据在计算机内的实际存储形式。【山东师范大学 2001】 ()
5. 算法的优劣与算法描述语言无关,但与所用计算机有关。【大连海事大学 2001】 ()

【解析】

1. 数据元素是数据的基本单位,在计算机程序中通常作为一个整体进行考虑和处理。复杂结构的数据元素可由若干个数据项组成,每个数据项描述处理对象的一个属性,是数据的不可分割的最小单位。
2. 数据结构的抽象操作是在数据的逻辑结构基础上定义的,而操作的具体实现取决于数据的物理结构。
3. 数据结构是将现实世界中各种数据元素之间的关系抽象出来得到的数据的“逻辑关系”,常称为数据的逻辑结构。
4. 数据的物理结构是数据的逻辑结构在计算机存储器内的具体实现,是数据在计算机内的实际存储形式。
5. 算法的描述重点在于给出解决特定问题的方法步骤。算法的优劣仅与特定问题的规模和自身的求解步骤有关,而与具体实现的编程语言和所用计算机无关。

【答案】

1. × 2. × 3. × 4. √ 5. ×

三、应用题

1. 数据结构与数据类型有什么区别?【哈尔滨工业大学 2001】

【解析】

本题目考查的是对数据结构和数据类型概念的理解。可以说,数据类型是针对具有某一种结构的数据元素,提取其共性和操作特点而定义的一种数学模型。

【答案】

“数据结构”这一术语有两种含义,一是作为一门课程的名称;二是作为一个科学的概念。作为科学概念,目前尚无公认定义,一般认为,讨论数据结构要包括三个方面,一是数据的逻辑结构,二是数据的存储结构,三是对数据进行的操作(运算)。而数据类型是值的集合和操作的集合,可以看作是已实现了的数据结构。后者是前者的一种简化情况。

2. 试举一例,说明对相同的逻辑结构,同一种运算在不同的存储方式下实现,其运算效

率不同。【北京理工大学 2000】

【解析】

数据元素在计算机中主要采用顺序和链式两种存储结构。对数据操作的具体实现取决于数据的存储结构。

【答案】

线性表中的存取元素操作,在顺序存储方式下实行随机存取,时间复杂度为 $O(1)$;而在链式存储方式下实行顺序存取,时间复杂度为 $O(n)$ 。

3. 调用下列 C 函数 $f(n)$ 或 Pascal 函数 $f(n)$, 回答下列问题。

(1) 试指出 $f(n)$ 值的大小,并写出 $f(n)$ 值的推导过程。

(2) 假定 $n=5$, 试指出 $f(5)$ 值的大小和执行 $f(5)$ 时的输出结果。

C 函数:

```
int f(int n)
{ int i, j, k, sum = 0;
  for(i = 1; i < n + 1; i++)
  { for(j = n; j > i - 1; j--)
    for(k = 1; k < j + 1; k++)
      sum++;
    printf("sum = %d\n", sum);
  }
  return(sum);
}
```

【华中理工大学 2000】

【解析】

本题考查对函数结构和运行过程的掌握。循环变量 k 受 i, j 制约,需要分析每层循环的循环次数。

【答案】

(1) 第一层 for 循环执行 n 次;第二层 for 循环随变量 i 值的变化而变化,共执行 $n-i+1$ 次;第三层 for 循环受第一层循环变量 i 和第二层循环变量 j 的控制,其执行次数也为 $n-i+1$ 次,具体执行次数如表 1.1 所示。

表 1.1 第三层 for 循环的执行次数

次数 $i \backslash j$	1	2	3	...	$n-1$	n
n	n	n	n	...	n	n
$n-1$	$n-1$	$n-1$	$n-1$	...	$n-1$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$			
3	3	3	3			
2	2	2				
1	1					

(2) 在 $n=5$ 时, $f(5)=55$ 。

执行过程中, $f(5)$ 依次输出结果为: