

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



数据结构 (C语言描述)

王爱民 李杰 主编

罗颖 贾伟峰 王希杰 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 (C语言描述)

王爱民 李杰 主编

罗颖 贾伟峰 王希杰 副主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了各种常用的数据结构以及排序、查找的各种算法,阐述了各种数据结构的逻辑关系、存储表示及运算操作,并对C语言描述的算法作了详细的注解和简要的性能分析。

全书既注重原理又注重实践,配有大量图表、例题和习题,内容丰富,概念讲解清楚,表达严谨,逻辑性强,语言精练,可读性好。各章的小结可以使读者抓住重点。

本书可作为高等院校计算机相关专业本科生、专科生的教材,也可作为成人教育(面授或函授)的教材,还可供广大从事计算机应用的科技人员参考。

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(C语言描述)/王爱民,李杰主编. —北京:清华大学出版社,2011.4

(21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-24412-7

I. ①数… II. ①王… ②李… III. ①数据结构—高等学校—教材 ②C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.12 ②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第260407号

责任编辑:闫红梅 张为民

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.5 字 数:513千字

版 次:2011年4月第1版 印 次:2011年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.50元

产品编号:038467-01

编审委员会成员

(按地区排序)

| | | |
|----------|-----|-----|
| 清华大学 | 周立柱 | 教授 |
| | 章 征 | 教授 |
| | 王建民 | 教授 |
| | 冯建华 | 教授 |
| | 刘 强 | 副教授 |
| 北京大学 | 杨冬青 | 教授 |
| | 陈 钟 | 教授 |
| | 陈立军 | 副教授 |
| 北京航空航天大学 | 马殿富 | 教授 |
| | 吴超英 | 副教授 |
| | 姚淑珍 | 教授 |
| 中国人民大学 | 王 珊 | 教授 |
| | 孟小峰 | 教授 |
| | 陈 红 | 教授 |
| 北京师范大学 | 周明全 | 教授 |
| 北京交通大学 | 阮秋琦 | 教授 |
| | 赵 宏 | 教授 |
| 北京信息工程学院 | 孟庆昌 | 教授 |
| 北京科技大学 | 杨炳儒 | 教授 |
| 石油大学 | 陈 明 | 教授 |
| 天津大学 | 艾德才 | 教授 |
| 复旦大学 | 吴立德 | 教授 |
| | 吴百锋 | 教授 |
| | 杨卫东 | 副教授 |
| 同济大学 | 苗夺谦 | 教授 |
| | 徐 安 | 教授 |
| 华东理工大学 | 邵志清 | 教授 |
| 华东师范大学 | 杨宗源 | 教授 |
| | 应吉康 | 教授 |
| 东华大学 | 乐嘉锦 | 教授 |
| | 孙 莉 | 副教授 |

| | | |
|----------|-----|-----|
| 浙江大学 | 吴朝晖 | 教授 |
| | 李善平 | 教授 |
| 扬州大学 | 李 云 | 教授 |
| 南京大学 | 骆 斌 | 教授 |
| | 黄 强 | 副教授 |
| 南京航空航天大学 | 黄志球 | 教授 |
| | 秦小麟 | 教授 |
| 南京理工大学 | 张功萱 | 教授 |
| 南京邮电学院 | 朱秀昌 | 教授 |
| 苏州大学 | 王宜怀 | 教授 |
| | 陈建明 | 副教授 |
| 江苏大学 | 鲍可进 | 教授 |
| 中国矿业大学 | 张 艳 | 教授 |
| 武汉大学 | 何炎祥 | 教授 |
| 华中科技大学 | 刘乐善 | 教授 |
| 中南财经政法大学 | 刘腾红 | 教授 |
| 华中师范大学 | 叶俊民 | 教授 |
| | 郑世珏 | 教授 |
| | 陈 利 | 教授 |
| 江汉大学 | 颜 彬 | 教授 |
| 国防科技大学 | 赵克佳 | 教授 |
| | 邹北骥 | 教授 |
| 中南大学 | 刘卫国 | 教授 |
| 湖南大学 | 林亚平 | 教授 |
| 西安交通大学 | 沈钧毅 | 教授 |
| | 齐 勇 | 教授 |
| 长安大学 | 巨永锋 | 教授 |
| 哈尔滨工业大学 | 郭茂祖 | 教授 |
| 吉林大学 | 徐一平 | 教授 |
| | 毕 强 | 教授 |
| 山东大学 | 孟祥旭 | 教授 |
| | 郝兴伟 | 教授 |
| 中山大学 | 潘小轰 | 教授 |
| 厦门大学 | 冯少荣 | 教授 |
| 仰恩大学 | 张思民 | 教授 |
| 云南大学 | 刘惟一 | 教授 |
| 电子科技大学 | 刘乃琦 | 教授 |
| | 罗 蕾 | 教授 |
| 成都理工大学 | 蔡 淮 | 教授 |
| | 于 春 | 讲师 |
| 西南交通大学 | 曾华燊 | 教授 |

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·财经管理与计算机应用。

(7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,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: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

随着计算机应用领域的不断扩大,计算机面对的数据具有结构十分复杂、数据量巨大并且形式多样化的特点。要设计出高效、准确、适应性和可重用性强的程序,就必须对数据内部的逻辑结构,以及在计算机内表示、存储、操作等问题进行深入的研究。数据结构旨在分析研究计算机加工的数据对象的特性,以便选择适当的数据结构和存储结构,使建立在其上的算法达到最优。

数据结构是计算机专业一门重要的专业基础课程,是介于数学、计算机硬件和软件三者之间的一门核心课程。数据结构不仅为程序设计提供了方法论的指导,还在更高层次上总结了现实生活中复杂数据的计算机处理方法,是从事计算机软件开发、应用人员必备的专业知识。数据结构是我国高校计算机专业的核心课程之一,也是其他信息类专业,如信息管理、通信工程、信息与计算科学等专业的必修课程之一。正因为它在计算机专业培养计划中的重要地位,计算机专业研究生入学考试将数据结构作为必考课程之一。数据结构理论的应用范围已经渗透到计算机专业的各领域中,如操作系统中要使用队列、存储管理表、目录树,数据库系统中要使用线性表、链表、索引树,编译系统中要使用栈、语法树,人工智能中要使用广义表、检索树、图等。在面向对象的程序设计、计算机图形学、多媒体技术、软件工程等领域,也会用到各种不同的数据结构。

本教材是依据教育部制订的关于计算机科学与技术及相关专业的培养目标及教学大纲的要求,通过分析国内外多种同类书籍,结合作者长期的教学与程序设计经验编写的。本书的算法使用C语言进行描述,并配有相关的解释,以帮助读者理解。

本书的主要内容包括数据结构的基本概念,C语言基础,线性表,队列、堆栈,多维数组、广义表,树与二叉树,图,查找,文件等。数据结构是一门实践性很强的课程,在理论学习的同时,需要动手编写大量的程序并上机调试,以加深对所学知识的理解。

本书内容安排合理,详略得当,讲解时始终贯穿由浅入深、易于理解的宗旨,对于重要和复杂的概念,讲述时配有例题进行示范。书中配有各种类型的习题,对每章的算法设计题,希望读者认真思考并有选择地上机验证。通过这门课程的学习,使读者能够掌握执行速度快、占用空间少、可靠性高、可读性强的程序的编写方法与技巧,最终达到面对一个具体应用问题时,能选择最佳的逻辑结构、存储结构及实现算法,并能对算法性能进行分析。

建议学习本书的时间为50~70学时,上机及课程设计等实践课时为20~30学时。可根据不同实际情况,教学内容和学时数作适当调整。本书既可作为“数据结构”课程的教材,也可作为其他程序设计类课程的辅导教材。为方便教学,本书免费为授课教师提供电子教

案和习题解答。如果在阅读本书的过程中遇到疑难问题或觉得不妥之处,请联系作者, E-mail: wam508@126.com, ljjacky@vip.sina.com, wam508@aynu.edu.cn。

本书由王爱民、李杰任主编,罗颖、贾伟峰、王希杰任副主编。在编写过程中,得到了家人和同事的大力支持和鼓励,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

2011年1月

| | |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 概论 | 1 |
| 1.1 数据结构的基本概念 | 1 |
| 1.2 数据结构的基本术语 | 2 |
| 1.3 算法描述 | 7 |
| 1.4 算法分析 | 8 |
| 1.4.1 时间复杂度 | 9 |
| 1.4.2 空间复杂度 | 9 |
| 小结 | 10 |
| 习题 | 10 |
| 第 2 章 C 语言基础知识 | 14 |
| 2.1 基本语法 | 14 |
| 2.1.1 程序的基本结构 | 14 |
| 2.1.2 数据表示 | 14 |
| 2.1.3 常量和变量 | 15 |
| 2.1.4 运算符和表达式 | 16 |
| 2.1.5 语句分类 | 18 |
| 2.2 结构化程序设计和函数 | 18 |
| 2.2.1 结构化程序设计 | 18 |
| 2.2.2 函数的基本概念 | 19 |
| 2.2.3 函数的递归调用 | 22 |
| 2.3 基本控制结构 | 23 |
| 2.3.1 分支结构 | 23 |
| 2.3.2 循环程序设计 | 24 |
| 2.4 数组的定义及使用 | 25 |
| 2.4.1 数组的基本概念 | 25 |
| 2.4.2 数组的定义及引用 | 26 |
| 2.4.3 字符数组和字符串 | 27 |
| 2.5 指针 | 27 |
| 2.5.1 指针的概念和使用 | 27 |
| 2.5.2 指针和动态内存分配 | 29 |
| 2.5.3 指针和一维数组 | 31 |



| | | |
|------------|-------------|-----------|
| 2.5.4 | 指针与函数 | 34 |
| 2.5.5 | 指针与字符串 | 38 |
| 2.6 | 结构体 | 39 |
| 2.6.1 | 结构体类型定义及引用 | 39 |
| 2.6.2 | 结构体和数组 | 41 |
| 2.6.3 | 结构体和指针 | 42 |
| 2.6.4 | 枚举和自定义类型 | 43 |
| 小结 | | 44 |
| 习题 | | 44 |
| 第3章 | 线性表 | 49 |
| 3.1 | 线性表的概念及运算 | 49 |
| 3.1.1 | 线性表的逻辑结构 | 49 |
| 3.1.2 | 线性表的运算 | 50 |
| 3.2 | 线性表的顺序表示 | 52 |
| 3.2.1 | 顺序表的定义 | 52 |
| 3.2.2 | 顺序表的基本运算 | 54 |
| 3.3 | 线性表的链式表示 | 57 |
| 3.3.1 | 线性链表 | 57 |
| 3.3.2 | 循环链表 | 63 |
| 3.3.3 | 双向链表 | 64 |
| 3.4 | 顺序表和链表的比较 | 65 |
| 3.5 | 串 | 66 |
| 3.5.1 | 串的基本概念及运算 | 66 |
| 3.5.2 | 串的存储结构 | 68 |
| 3.5.3 | 串的模式匹配算法 | 71 |
| 小结 | | 76 |
| 习题 | | 77 |
| 第4章 | 栈和队列 | 81 |
| 4.1 | 栈 | 81 |
| 4.1.1 | 栈的概念及运算 | 81 |
| 4.1.2 | 栈的表示 | 82 |
| 4.2 | 栈的应用举例 | 85 |
| 4.2.1 | 简单应用 | 85 |
| 4.2.2 | 数制转换 | 86 |
| 4.2.3 | 表达式求值 | 87 |
| 4.2.4 | 迷宫的求解 | 90 |
| 4.3 | 栈与递归 | 94 |

| | | |
|------------|-----------------------|------------|
| 4.4 | 队列 | 95 |
| 4.4.1 | 队列的概念及运算 | 95 |
| 4.4.2 | 顺序队列 | 96 |
| 4.4.3 | 链队列 | 100 |
| 4.5 | 队列的应用举例 | 102 |
| 小结 | | 104 |
| 习题 | | 105 |
| 第5章 | 多维数组和广义表 | 108 |
| 5.1 | 数组的定义 | 108 |
| 5.2 | 数组的表示 | 108 |
| 5.3 | 矩阵的压缩存储 | 110 |
| 5.3.1 | 特殊矩阵 | 110 |
| 5.3.2 | 稀疏矩阵 | 112 |
| 5.4 | 广义表的概念 | 121 |
| 5.5 | 广义表的存储 | 122 |
| 5.5.1 | 头尾表示法 | 122 |
| 5.5.2 | 孩子兄弟表示法 | 123 |
| 5.5.3 | 广义表的运算 | 124 |
| 小结 | | 127 |
| 习题 | | 127 |
| 第6章 | 树 | 131 |
| 6.1 | 树的概念 | 131 |
| 6.1.1 | 树的定义 | 131 |
| 6.1.2 | 树的表示方法 | 132 |
| 6.2 | 二叉树 | 133 |
| 6.2.1 | 二叉树的概念 | 133 |
| 6.2.2 | 二叉树的性质 | 135 |
| 6.2.3 | 二叉树的存储 | 136 |
| 6.2.4 | 二叉树的基本操作及实现 | 139 |
| 6.3 | 二叉树的遍历 | 141 |
| 6.3.1 | 先序遍历二叉树 | 141 |
| 6.3.2 | 中序遍历二叉树 | 142 |
| 6.3.3 | 后序遍历二叉树 | 142 |
| 6.3.4 | 层次遍历 | 142 |
| 6.3.5 | 二叉树遍历的非递归实现 | 143 |
| 6.3.6 | 由遍历序列恢复二叉树 | 146 |
| 6.4 | 线索二叉树 | 148 |



| | | |
|------------|--------------|------------|
| 6.4.1 | 线索二叉树的定义及结构 | 148 |
| 6.4.2 | 线索二叉树的基本操作实现 | 150 |
| 6.5 | 树和森林 | 155 |
| 6.5.1 | 树、森林与二叉树的转换 | 155 |
| 6.5.2 | 树的存储结构 | 157 |
| 6.5.3 | 树的遍历 | 161 |
| 6.5.4 | 森林的遍历 | 162 |
| 6.6 | 哈夫曼树及其应用 | 162 |
| 6.6.1 | 哈夫曼树 | 162 |
| 6.6.2 | 哈夫曼编码 | 165 |
| | 小结 | 167 |
| | 习题 | 168 |
| 第7章 | 图 | 173 |
| 7.1 | 图的概念 | 173 |
| 7.1.1 | 图的基本概念 | 173 |
| 7.1.2 | 图的基本操作 | 176 |
| 7.2 | 图的存储结构 | 176 |
| 7.2.1 | 邻接矩阵表示法 | 176 |
| 7.2.2 | 邻接表表示法 | 178 |
| 7.2.3 | 十字链表表示法 | 180 |
| 7.3 | 图的遍历 | 182 |
| 7.3.1 | 深度优先搜索遍历 | 182 |
| 7.3.2 | 广度优先搜索遍历 | 184 |
| 7.4 | 生成树和最小生成树 | 185 |
| 7.4.1 | 生成树 | 185 |
| 7.4.2 | 最小生成树 | 187 |
| 7.5 | 有向无环图及其应用 | 192 |
| 7.5.1 | 拓扑排序 | 194 |
| 7.5.2 | 关键路径 | 198 |
| 7.6 | 最短路径 | 202 |
| 7.6.1 | 单源最短路径 | 202 |
| 7.6.2 | 所有顶点对之间的最短路径 | 205 |
| | 小结 | 207 |
| | 习题 | 207 |
| 第8章 | 排序 | 211 |
| 8.1 | 基本概念 | 211 |
| 8.2 | 插入排序 | 212 |

| | | |
|---------------|------------------|------------|
| 8.2.1 | 直接插入排序 | 212 |
| 8.2.2 | 希尔排序 | 213 |
| 8.3 | 交换排序 | 215 |
| 8.3.1 | 冒泡排序 | 215 |
| 8.3.2 | 快速排序 | 216 |
| 8.4 | 选择排序 | 219 |
| 8.4.1 | 直接选择排序 | 219 |
| 8.4.2 | 堆排序 | 219 |
| 8.5 | 归并排序 | 222 |
| 8.5.1 | 2-路归并的迭代算法 | 223 |
| 8.5.2 | 2-路归并的递归算法 | 223 |
| 8.6 | 基数排序 | 224 |
| 8.6.1 | 多关键字排序 | 224 |
| 8.6.2 | 链式基数排序 | 225 |
| 8.7 | 内部排序方法的比较 | 228 |
| 8.8 | 外部排序简介 | 230 |
| 小结 | | 233 |
| 习题 | | 233 |
| 第 9 章 | 查找 | 239 |
| 9.1 | 基本概念 | 239 |
| 9.2 | 线性表的查找 | 240 |
| 9.2.1 | 顺序查找 | 240 |
| 9.2.2 | 二分查找 | 241 |
| 9.2.3 | 分块查找 | 243 |
| 9.3 | 树表的查找 | 245 |
| 9.3.1 | 二叉排序树 | 245 |
| 9.3.2 | 平衡二叉树 | 250 |
| 9.3.3 | B-树 | 255 |
| 9.4 | 散列表的查找 | 260 |
| 9.4.1 | 散列表 | 260 |
| 9.4.2 | 散列函数的构造方法 | 261 |
| 9.4.3 | 冲突处理的方法 | 263 |
| 9.4.4 | 散列表的查找及分析 | 265 |
| 小结 | | 265 |
| 习题 | | 266 |
| 第 10 章 | 文件 | 269 |
| 10.1 | 文件的基本概念 | 269 |



| | | |
|--------------------------|---------------|------------|
| 10.1.1 | 文件及其类别 | 269 |
| 10.1.2 | 文件的操作 | 270 |
| 10.1.3 | 文件的结构 | 271 |
| 10.2 | 顺序文件 | 271 |
| 10.3 | 索引文件 | 272 |
| 10.4 | 索引顺序文件 | 274 |
| 10.4.1 | ISAM 文件 | 274 |
| 10.4.2 | VSAM 文件 | 276 |
| 10.5 | 散列文件 | 279 |
| 10.6 | 多关键字文件 | 279 |
| 10.6.1 | 多重表文件 | 280 |
| 10.6.2 | 倒排文件 | 281 |
| | 小结 | 281 |
| | 习题 | 282 |
| 附录 A 习题参考答案 | | 283 |
| 参考文献 | | 313 |

计算机科学是一门研究数据表示和数据处理的科学。数据是计算机化的信息,是计算机可以直接处理的最基本和最重要的对象。无论是科学计算、过程控制,还是网络传输、多媒体信息编码,计算机的每一种应用都是对数据进行加工处理的过程。因此,要设计出一个结构好、效率高的程序,必须研究数据的特性、数据间的相互关系及其对应的存储表示,并利用这些特性和关系设计出相应的算法和程序。

数据结构是在整个计算机科学与技术领域内广泛使用的术语。用来反映一个数据的内部构成,即一个数据由哪些数据元素构成,以什么方式构成,呈什么结构。数据结构有逻辑上的数据结构和物理上的数据结构之分。逻辑上的数据结构反映数据元素之间的逻辑关系,而物理上的数据结构反映数据元素在计算机内部的存储安排。数据结构是数据存在的形式。

数据结构是信息的一种组织方式,其目的是为了提高算法的效率,通常与一组算法的集合相对应,通过这组算法集合可以对数据结构中的数据进行某种操作。

1.1 数据结构的基本概念

在计算机发展的初期,人们使用计算机的目的主要是处理数值计算问题。使用计算机来解决一个具体问题时,一般需要经过下列几个步骤:首先要从该具体问题抽象出一个适当的数学模型,然后设计或选择一个解此数学模型的算法,最后编出程序进行调试、测试,直至得到最终的解答。

由于当时所涉及的运算对象是简单的整型、实型或布尔类型数据,所以程序设计者的主要精力集中在程序设计的技巧上,而无须重视数据结构。随着计算机应用领域的扩大和软、硬件的发展,非数值计算问题变得越来越重要。据统计,当今处理非数值计算性问题占用了90%以上的机器时间。这类问题涉及的数据结构更为复杂,数据元素之间的相互关系一般无法用数学方程式加以描述。因此,解决此类问题的关键不再是数学分析和计算方法,而是要设计出合适的数据结构。

例如,求 n 个整数中的最大值。这似乎不成问题,但如果这些整数的值有可能达到 10^{12} ,那么对 32 位的计算机来说,就存在一个如何表示的问题。

又例如,交叉路口的红绿灯管理。如今十字路口横竖两个方向都有三个红绿灯,分别控制左拐、直行和右拐,那么如何控制这些红绿灯既使交通不堵塞,又使流量最大呢?若要编

制程序解决问题,首先要解决一个如何表示的问题。

数据结构作为一门学科,主要研究数据的各种逻辑结构、存储结构,以及对数据的各种操作。因此,主要有三个方面的内容:数据的逻辑结构;数据的物理存储结构;对数据的操作(或算法)。通常,算法的设计取决于数据的逻辑结构,算法的实现取决于数据的物理存储结构。

数据结构是计算机科学与技术专业的专业基础课,是十分重要的核心课程。所有的计算机系统软件和应用软件的编写,都要用到各种类型的数据结构。因此,要想更好地运用计算机来解决实际问题,仅掌握几种计算机程序设计语言是远远不够的。要想有效地使用计算机、充分发挥计算机的性能,还必须学习和掌握好数据结构的有关知识。同时,打好“数据结构”这门课程的扎实基础,对于学习计算机专业的其他课程,如操作系统、编译原理、数据库管理系统、软件工程、人工智能等也是十分有益的。

1.2 数据结构的基本术语

在系统地学习数据结构知识之前,先对一些基本概念和术语赋予确切的含义。

1. 数据

数据(Data)是信息的载体,能够被计算机识别、存储和加工处理。是计算机程序加工的原料,应用程序处理各种各样的数据。是所有能被输入到计算机中,且能被计算机处理的符号(数字、字符等)的集合,是计算机操作对象的总称。计算机科学中,所谓数据就是计算机加工处理的对象,可以是数值数据,也可以是非数值数据。数值数据是一些整数、实数或复数,主要用于工程计算、科学计算和商务处理等;非数值数据包括字符、文字、图形、图像、语音等。

2. 数据元素

数据元素(Data Element)是数据的基本单位。在不同的条件下,数据元素又可称为元素、结点、顶点、记录等。在某个具体问题中,数据元素都具有相同的性质(元素值不一定相等),属于同一数据对象(数据元素类),数据元素是数据元素类的一个实例。例如,在交通咨询系统的交通网中,所有的顶点是一个数据元素类,顶点A和顶点B各自代表一个城市,是该数据元素类中的两个实例,其数据元素的值分别为A和B。通常有两类数据元素:一类是不可分割的“原子”型数据元素,如:整数“6”,字符“D”等;另一类是由多个“原子”构成的数据元素,其中每个“原子”被称为一个“数据项(Data Item)”。例如,学籍管理系统中学生信息表的每一个数据元素就是一个学生记录。包括学生的学号、姓名、性别、籍贯、出生年月、成绩等数据项。这些数据项可以分为两种:一种叫做初等项,如学生的性别、籍贯等,这些数据项是在数据处理时不能再分割的最小单位;另一种叫做组合项,如学生的成绩,可以再划分为数学、物理、化学等更小的项。通常,在解决实际问题时是把每个学生记录当作一个基本单位进行访问和处理的。