

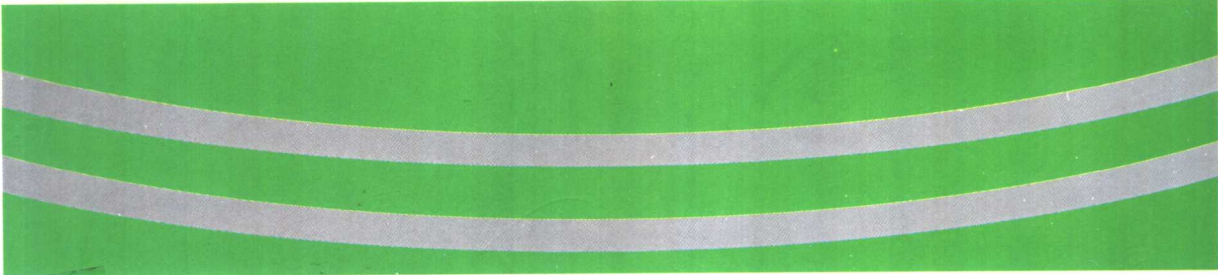


高等职业教育
计算机类课程规划教材

数据结构

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主编/黄卓



GAODENG ZHIYE JIAOYU JISUANJILEI
KECHENG GUIHUA JIAOCAI



清华大学出版社
中国美术学院美术考级教材

数据结构

清华大学出版社 | 中国美术学院考级教材

中国美术学院考级教材

GAODENG ZHUYE JIAOYU JIAOKAO
KECHENG CUNHUA JIAOCAI



高等职业教育计算机类课程规划教材
GAODENGZHIYE JIAOYU JISUANJILEI KECHENG GUIHUAJIAOCAI

数据结构

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

副主编/郑淑荣 于海洋 徐雅娜

SHU JU JIE GOU

大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

© 黄 卓 2003

图书在版编目(CIP)数据

数据结构 / 黄卓主编 .—大连 : 大连理工大学出版社, 2003.2
(高等职业教育计算机类课程规划教材)
ISBN 7-5611-2248-9

I . 数… II . 黄… III . 数据结构-高等学校:技术学校
IV . TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 005304 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市凌水河 邮政编码:116024

电话:0411-4708842 传真:0411-4701466 邮购:0411-4707955

E-mail:dlutp@mail.dlptt.ln.cn URL: <http://www.dutp.com.cn>

普兰店市第一印刷厂 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:13.25 字数:306千字

印数:1~5000

2003年2月第1版

2003年2月第1次印刷

责任编辑:梁艾玲 郑淑芹

责任校对:吕士强

封面设计:王福刚

定 价:18.00 元

教材建设指导委员会

主任委员:

戴克敏(大连职业技术学院院长 教授)

副主任委员(以姓氏笔画为序):

王 敏(辽宁商务职业学院院长 教授)

王永申(盘锦职业技术学院院长)

李竹林(河北建材职业技术学院院长 教授)

范利敏(丹东职业技术学院院长 教授)

宛 力(沈阳电力高等专科学校副校长 教授)

聂云超(渤海船舶职业学院院长 教授)

曹永安(黑龙江东亚学团董事长 齐齐哈尔职业学院院长 教授)

常 佶(内蒙古工业大学副校长 教授)

鞠学孟(吉林财税高等专科学校校长 教授)

会员单位(排名不分先后):

沈阳电力高等专科学校

丹东职业技术学院

大连职业技术学院

辽宁商务职业学院

齐齐哈尔职业学院

青岛大学高等职业技术学院

烟台大学职业技术学院

广西财政高等专科学校

南昌水利水电高等专科学校

山东铝业职业技术学院

河北建材职业技术学院



新世纪

燕山大学职业技术学院
承德石油高等专科学校
内蒙古工业大学职业技术学院
内蒙古财经学院高职教育部
内蒙古建筑职业技术学院
呼伦贝尔学院
包头钢铁学院职业技术学院
齐齐哈尔大学职业技术学院
大庆职业技术学院
佳木斯大学职业技术学院
黑龙江省建筑职业技术学院
牡丹江大学
吉林财税高等专科学校
吉林交通职业技术学院
吉林粮食高等专科学校
吉林大学应用技术学院
四平职业大学
沈阳师范学院高等职业技术学院
鞍山钢铁学院职业技术学院
鞍山师范学院职业技术学院
本溪冶金高等专科学校
渤海船舶职业学院
朝阳师范高等专科学校
大连大学
大连轻工业学院职业技术学院
大连国际商务职业学院
大连水产学院职业技术学院
辽宁对外经贸职业学院
辽宁机电职业技术学院
东北财经大学高等职业技术学院
抚顺师范高等专科学校
抚顺石油学院高等职业技术学院
抚顺职业技术学院
阜新高等专科学校
锦州师范高等专科学校
锦州师范学院
辽宁财政高等专科学校

辽宁大学高等职业技术学院
辽宁工程技术大学技术与经济学院
辽宁工程技术大学职业技术学院
辽宁工学院职业技术学院
辽宁公安司法管理干部学院
辽宁经济管理干部学院
辽宁农业管理干部学院
辽宁农业职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校
辽阳职业技术学院
辽阳石油化工高等专科学校
盘锦职业技术学院
沈阳大学高等职业技术学院
沈阳大学师范学院
沈阳工业大学高等职业技术学院
沈阳建工学院高等职业技术学院
沈阳农业大学高等职业技术学院
铁岭师范高等专科学校
营口高等职业学院
辽宁金融职业技术学院
沈阳建工学院职业技术学院
辽阳信息职业技术学院
辽宁中医学院职业技术学院
沈阳电视大学
沈阳医学院职业技术学院
沈阳音乐学院职业艺术学院
沈阳职工大学
大连医学院丹东分院



我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育理论教学与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的应用型人才培养的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的应用型人才培养的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育的目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是由北方地区近百所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门(如国家教育部、辽宁省教育厅)以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

2001年8月18日

《数据结构》是新世纪高等职业教育教材编审委员会组织的计算机类课程规划教材之一。

《数据结构》是计算机专业一门重要的专业基础课,是计算机学科的核心课程,也是其他理工专业学生进一步学习计算机相关知识的必修课。在计算机应用领域的开发研制工作中,数据结构得到了广泛的应用。

本书共分8章,第1章介绍了数据结构的基本概念,并对算法、算法分析作了简要说明,介绍了算法的时间复杂度和空间复杂度的评价方法;第2章到第4章介绍了线性表、栈、队列、串和数组等线性结构的基本定义,及其常用算法的实现和基本应用;第5章和第6章介绍了非线性结构的树、二叉树和图,包括其逻辑特征、常用算法的实现和基本应用;第7章和第8章介绍了查找和排序的基本算法,并进行了简单的时间和空间的效率分析。

本书主要读者是高等职业技术学院的在校生。针对高职学生的特点,在语言描述上力求通俗易懂、深入浅出、简单明了。为了便于对算法的理解,除了对算法用文字描述和程序描述外,增加了大量注释语句,供阅读算法时参考。本书注重对学生的应用能力和实践能力的培养。全书采用C语言作为数据结构和算法的描述语言。凡书中标有“程序x-x”的算法和所有实训题目都给出了完整的C语言程序和程序运行结果,并在Turbo C 2.0环境下上机调试通过,可供学生上机参考,以巩固、加深对课程内容的理解,满足了教学和学生上机实践的需要。其他算法稍加整理也可成为完整的程序,读者可自行完成。本书的各章都附有习题,学生可以通过完成习题,进一步加深对基本概念的理解,提高独立编程能力和上机调试程序的能力。

本书由黄卓任主编,并统稿全书,由郑淑荣、于海洋和



徐雅娜任副主编。本书第1章和第4章由黄卓编写,第2章由于海洋编写,第3章由王东伟编写,第5章5.1~5.4节由徐雅娜编写,第5章5.5~5.9节由张翠玲编写,第6章由郑淑荣编写,第7章由冀明编写,第8章由冯军编写,实训参考程序由各相应章节的编者编写。

辽宁省交通专科学校的李艳老师参与了部分章节的编写,辽阳职业技术学院的李博老师参与了全书的修改工作。

虽然本书作者都是多年从事高职计算机专业教学的一线教师,但由于水平有限,加之我们对教材特色建设的创新尝试也是一个探索过程,难免存在错误或不当之处,恳请各相关高职院校和读者在使用本教材过程中提出改进意见,以便我们修订时完善。

所有意见、建议请寄往:

gzjc_sjg@yahoo.com.cn。

编 者

2003年2月



第1章 绪论	1
1.1 什么是数据结构	1
1.2 数据的逻辑结构	2
1.3 算法的描述	4
本章小节	7
习题	7
第2章 线性表	8
2.1 线性表的基本概念	8
2.2 线性表的顺序存储结构及其算法	9
2.3 线性表的链接存储结构及其运算	13
2.4 算法应用举例	23
2.5 数组	27
本章小节	31
习题	31
实训	32
第3章 栈与队列	33
3.1 栈	33
3.2 队列	43
本章小节	50
习题	50
实训	51
第4章 串	52
4.1 串的基本概念	52
4.2 串的存储结构	53
4.3 串的基本运算	55
4.4 串的应用举例	62
本章小节	62
习题	63
实训	63
第5章 树	64
5.1 树的基本概念	64
5.2 二叉树	67
5.3 二叉树的存储结构	69
5.4 二叉树的遍历	71
5.5 线索二叉树	76

5.6 二叉排序树和平衡二叉树	81
5.7 树、森林与二叉树之间的转换	88
5.8 哈夫曼树	90
5.9 B 树	94
本章小节	98
习题	98
实训	100
第 6 章 图	101
6.1 图的基本术语	101
6.2 图的存储结构	105
6.3 图的遍历	112
6.4 最小生成树	119
6.5 最短路径	125
6.6 拓扑排序	132
6.7 关键路径	136
本章小节	137
习题	138
实训	139
第 7 章 查找	141
7.1 基本概念	141
7.2 顺序查找	142
7.3 二分法查找	143
7.4 分块查找	145
7.5 散列表及其查找	147
本章小节	158
习题	158
实训	159
第 8 章 排序	161
8.1 排序的基本概念	161
8.2 插入排序	162
8.3 选择排序	166
8.4 交换排序	170
8.5 归并排序	174
8.6 基数排序	176
8.7 几种排序方法的比较	179
本章小节	179
习题	179
实训	180
附录 实训参考答案	181

第1章

绪 论

学习目的要求:

本章介绍数据结构研究的对象和有关概念,包括数据、数据元素、数据结构、逻辑结构、存储结构、数据运算、算法描述(C语言描述)和算法评价等基本概念。通过本章的学习,要求掌握以下内容:

1. 理解和熟悉数据结构中的基本概念。
2. 理解和掌握线性结构、树形结构和图形结构的概念和二元组的表示方法。
3. 熟悉算法评价的一般规则,算法时间复杂度、空间复杂度的概念和数量级的表示方法。通过本章的学习,理解什么是面向对象程序设计,以及面向对象程序设计所涉及的几个重要概念:类与对象、封装性、继承性、多态性。

1.1 什么是数据结构

计算机是一种数据处理装置。用计算机处理实际问题时,一般先对 ([具体问题]进行抽象化,建立起实际问题的求解模型,然后设计出相应的算法,编写程序并上机调试,直至得到最终结果。

在计算机处理过程中,大批量的数据并不是彼此孤立、杂乱无章的,它们之间有着内在的联系。只有利用这些内在的联系,把所有数据按照某种规则有机地组织起来,才能根据这些内在的关系,对数据进行有效的处理。

下面举出几个例子,来说明什么是数据结构。

例 1.1 电话号码自动查找问题。见表 1-1。

表 1-1		电话号码表	
序号	用户名	电话号码	地址
01	赵一	12345671	青年路 1-1 号
02	钱二	12345672	青年路 1-2 号
03	孙三	12345673	青年路 1-3 号
04	李四	12345674	青年路 1-4 号
05	周五	12345675	青年路 1-5 号
06	吴六	12345676	青年路 1-6 号
07	郑七	12345677	青年路 1-7 号
08	王九	12345679	青年路 1-9 号

在这个电话号码表中,每一行为一个用户信息,每一列数据的类型相同,它是一个二维表格。整个二维表形成用户数据的一个线性序列,每个用户排列的位置有先后次序,它

们之间形成一种线性关系。这是一种典型的数据结构,我们称这种数据结构为线性表。

电话号码查询的主要工作是给出姓名时,能在电话号码表中快速找到要查找的号码。如何进行查找,如何添加新的用户,如何修改或删除旧用户,这就是数据结构要研究的内容。

例 1.2 计算机磁盘中文件的目录结构。

在磁盘目录中,包含一个根目录和若干个一级子目录(文件夹)或文件,在一级子目录中又包含若干个子目录(文件夹)或文件。

在这种数据结构中,数据之间的关系是一对多的非线性关系,这也是我们常用的一种数据结构,我们称这种数据结构为树形结构。如图 1.1 所示。

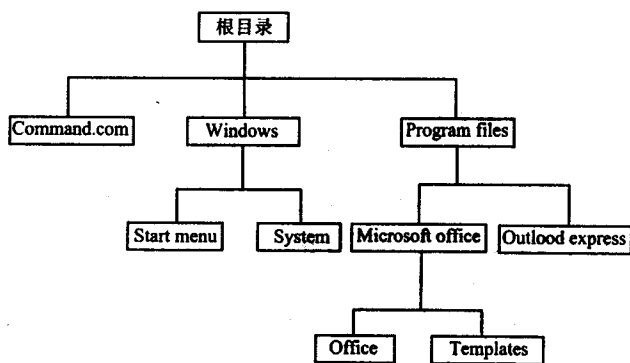


图 1.1 文件目录结构示意图

例 1.3 Internet 网络系统。

它是由各网站和终端用户所组成,利用网线或电话线连接到一起的。如图 1.2 所示。

在这种数据结构中,数据之间的关系是多对多的非线性关系,我们称这种数据结构为图形结构。

综上所述三个例子可见,这类问题都不是数值计算的数学模型,而是如表、树和图之类的数据结构。这就是数据结构要研究的主要内容。

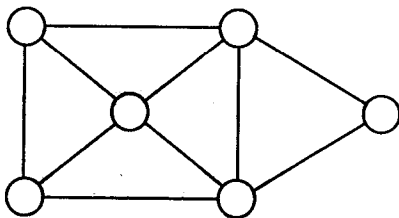


图 1.2 网络结构示意图

1.2 数据的逻辑结构

1.2.1 基本术语

1. 数据(Data)

数据是指能够输入到计算机中,并能被计算机处理的一切对象。对计算机科学而言,数据的含义极为广泛,如整数、实数、字符、文字、图形、图像和声音等都是数据。

2. 数据元素(Data element)

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。但它还可以分割成若干个具有不同属性的项(字段)。例如,在表 1-1 中,电话号码表中的一行就是一个数据元素。数据元素一般由一个或多个数据项组成。

3. 数据项(Data item)

数据项是具有独立意义的最小数据单位,是对数据元素属性的描述。在表 1-1 中,每个数据元素由 4 个数据项组成,其中“序号”数据项描述了自然顺序,“用户名”数据项描述了电话所有者的名字,“电话号码”数据项描述了其所有者的电话号码。

4. 数据类型(Data type)

数据类型是一组性质相同的值的集合以及定义于这个值的集合上的一组操作的总称。每个数据项属于某一确定的基本数据类型。如表 1-1 中,序号为数值型,用户名为字符型。

5. 数据对象(Data object)

数据对象是性质相同的数据元素的集合,是数据的一个子集。例如,整数数据对象的集合是 $\{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$;字母字符数据对象的集合是 $\{'A', 'B', 'C', \dots, 'Z'\}$;电话号码查找系统中,数据对象就是全体电话用户。

6. 数据结构(Data structure)

数据结构的基本含义是指数据元素之间的关系,它是按照某种关系组织起来的一批数据,以一定的存储方式把它们存储到计算机存储器中。在任何问题中,数据元素都不是孤立存在的,它们之间存在着某种关系,数据元素之间的这种相互关系就称为结构,带有结构的数据对象称为数据结构。

1.2.2 数据的逻辑结构

1. 数据的逻辑结构的基本分类

根据数据元素之间关系的不同特性,数据的逻辑结构划分为下面 4 种基本结构:

(1) 集合

结构中各数据元素之间不存在任何关系。这是数据结构的一种特殊情况,不在本书讨论范围之内。

(2) 线性结构

在该数据结构中的数据元素存在着一对一的关系。

(3) 树形结构

在该数据结构中的数据元素存在着一对多的关系。

(4) 图形或网状结构

在该数据结构中的数据元素存在着多对多的关系。

上述 4 类基本结构关系如图 1.3 所示。

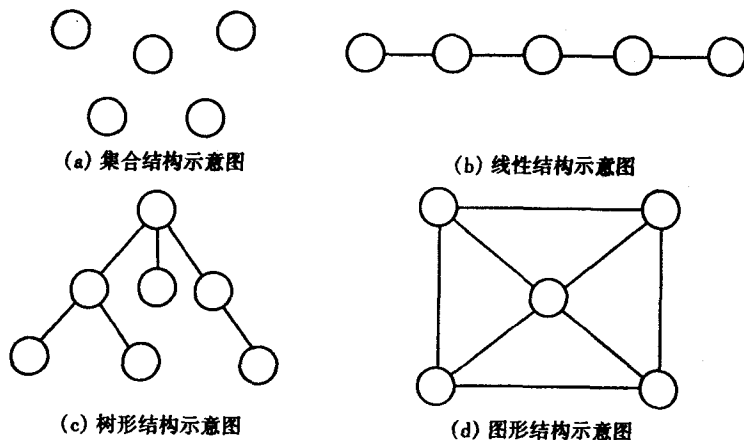


图 1.3 四种基本数据结构图

2. 数据逻辑结构的数学定义方法

下面用数学方法给出数据的逻辑结构定义,数据结构可用二元组 $S = (D, R)$ 的形式来描述。其中, D 表示数据元素的集合, R 表示 D 上关系的集合,即 R 指明 D 中各数据元素的前驱,后继的关系。因此,一个数据结构 S 可以用下面式子表示:

$$S = (D, R)$$

在这个式子中,数据结构由两部分组成,一是表示各元素本身的信息 D ,二是表示各数据元素之间关系的信息 R 。

关于二元组 $S = (D, R)$ 中前驱和后继的关系,可以描述如下。假设 a_1, a_2 是 D 中的两个元素,则在二元组 $\langle a_1, a_2 \rangle$ 中, a_1 是 a_2 的直接前驱, a_2 是 a_1 的直接后继。

例 1.4 用上面的数学方法给出一周七天的数据逻辑结构。设 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$ 分别表示星期一至星期日,这是线性结构。

$$S = (D, R)$$

$$D = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\}$$

$$R = \{\langle a_1, a_2 \rangle, \langle a_2, a_3 \rangle, \langle a_3, a_4 \rangle, \langle a_4, a_5 \rangle, \langle a_5, a_6 \rangle, \langle a_6, a_7 \rangle\}$$

这个逻辑结构也可用图 1.4 描述。

图中圆框表示一个结点,圆框内的符号是该结点的值,带箭头的线段表示前驱与后继的关系。



图 1.4 一周七天数据结构图示

例 1.5 设一个数据结构的抽象描述为 $S = \{D, R\}$, 其中

$$D = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$$

$$R = \{\langle 1, 2 \rangle, \langle 1, 3 \rangle, \langle 1, 4 \rangle, \langle 2, 5 \rangle, \langle 2, 6 \rangle, \langle 4, 7 \rangle, \langle 4, 8 \rangle\}$$

其结构图形描述如图 1.5 所示。这是树形结构。

1.2.3 数据的存储结构

以上是从逻辑上对数据元素之间的关系进行了分析。但数据结构需要用计算机处理,数据结构要存入到计算机存储单元中。数据结构在计算机中的表示称为数据的存储结构。通常讨论数据结构,不但要讨论数据的逻辑结构,还要讨论数据的存储结构。

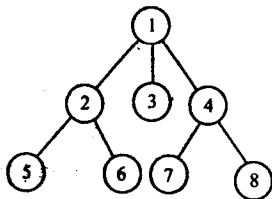


图 1.5 树形结构抽象描述图示

1.3 算法的描述

1.3.1 算法

算法是对某一特定问题求解步骤的一种描述。对于同样的一个问题,不同的人会写出不同的算法。在计算机系统中,算法是由若干条指令组成的有穷序列,其中每一条指令表示计算机的一个或多个操作。算法满足以下 5 个性质:

(1) 输入:一个算法可以有 0 个或多个输入量,在算法执行之前提供给算法。

(2) 输出:一个算法的执行结果要有一个或多个输出量,它是算法对输入数据处理的结果。

(3) 有穷性:一个算法必须在执行有穷步骤之后结束。

(4) 确定性:算法中的每一步骤都有明确的含义,没有二义性。

(5) 可行性:算法中的每一步都必须是可行的,算法中描述的操作的每一步都能在有限次、有限时间内得以实现。

算法可以用自然语言、计算机语言、流程图等不同方式进行描述。在计算机上运行的算法,就要用计算机语言来描述。算法的含义与程序非常相似,但二者是有区别的。一个程序不一定满足有穷性。另外,程序中的指令必须是机器可以执行的,而算法中的指令则无此限制。一个算法若用计算机语言来书写,则它就可以成为一个程序。在本书中的大部分算法都是用C语言描述的,而且尽可能给出一个完整的C语言程序。在实训的参考答案中,也给出了一个完整的C语言程序,以方便学生上机参考。

1.3.2 算法的设计要求

对于同一个问题,可以有很多种不同的算法,这就需要对算法有一个总的设计要求。一般来说,对于一个算法必须具有以下几个方面的基本特征:

(1) 正确性

正确性是设计一个算法的首要条件,所设计的算法要满足具体问题的要求。在给算法输入合理的数据下,能在有限的时间内得出正确的结果。

(2) 可读性

算法是对特定问题求解步骤的一种描述,它要转变成计算机可执行的程序,同时必须可以供他人使用。为了阅读与交流,所设计的算法要让他人能看懂,在算法或程序中可以增加一些注释来提高可读性。

(3) 健壮性

当输入的数据不符合要求时,算法应能判断出数据的非法性,并能进行适当的处理。比如,暂停或终止程序的执行,显示错误信息等。不允许产生不可预料的结果。

(4) 高效性

算法的效率是指算法执行的时间和占用的存储空间。如果对于同一个问题有多个算法可供选择,应尽可能选择执行时间短、占用空间少的算法。

1.3.3 算法的评价

如上所述,一个好的算法首先要具备正确性,然后是可读性和健壮性。在具备了这三个条件后,主要应考虑算法的效率问题,即算法的高效率,包括算法的时间效率和空间效率两个方面。这是评价算法优劣的主要指标。下面就对时间效率和空间效率进行分析。

(1) 时间效率

时间效率就是考虑一个算法运行时所需时间的多少。但实际上,一个算法在计算机上运行所需要的实际时间是无法计算出来的,必须上机运行测试才能知道。但不可能对所有算法都进行上机运行测试,只能用一种相对的方法对不同的算法中语句执行次数进