



NEW

RUANJIANJICHU

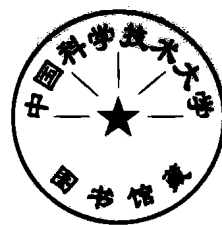
A collage of computer-related items. At the top, two CD-ROMs for 'POWERCHUTE plus' by APC are shown. Below them is a horizontal row of seven more CD-ROMs. In the bottom left, a computer monitor displays a colorful abstract image. To the right of the monitor is a screenshot of a software specification window titled 'Excel for Windows (V.8.0) [84]'. The window lists details for 'Excel Corp.', including address, phone, fax, and tech support. It also lists categories like 'Software Applications' and 'Screenshots', and specifications like '4M' and 'Hardware'. A single CD-ROM is positioned in front of the bottom right corner of the specification window. The entire collage is set against a background of overlapping blue and purple geometric shapes.

南开版

南开大学出版社

软 件 基 础

王 祥 刘朝霞 吴隆基 编著



南开大学出版社

内容提要

本书是按照高等教育自学考试计算机应用软件专业软件基础课程考试大纲的要求编写的。全书分为三大部分,共18章。第一部分为第1至8章,讲述数据结构,内容包括:数据结构的基本概念、线性表、栈和队列、串和数组、树和二叉树、图、查找和排序。第二部分为第9至10章,介绍程序设计语言及其处理程序。第三部分为第11至18章,讲述计算机操作系统,内容包括:操作系统概述、进程管理、作业管理、存储管理、文件管理、I/O设备管理、操作系统结构设计和操作系统实例。本书选材恰当,结构清晰,叙述通俗易懂,特别适合于本专业考生自学。

本书是高等教育自学考试计算机应用软件专业学生的教科书,也可供其它计算机专业大专课程的教学使用。

软件基础

王 祥 刘朝霞 吴隆基 编著

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

邮编 300071 电话 23508542

新华书店天津发行所发行

河北省昌黎县印刷厂印刷

1998年12月第1版

1998年12月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:24.25

字数:614千

印数:1—5000

ISBN 7-310-01073-6

TP·77 定价:33.00元

“计算机大专教材系列”编委会

主 编	陈有祺			
副主编	朱瑞香	吴功宜	王家骅	
编 委	朱耀庭	于春凡	孙桂茹	王 祥
	李 信	袁晓洁	周玉龙	辛运帙
	刘 军	伍颖文	李正明	裴志明
	何志红	张 蓓		

出版说明

随着计算机应用的日益深入普及,日前在我国正在兴起学习计算机专业知识的高潮,各种有关计算机的书籍如雨后春笋般涌现出来,使广大读者有了较大的选择余地。但是,已经出版的这些书籍中,有的偏深偏专,取材偏多偏全,适合有一定基础的计算机专业人员阅读参考;有的则是普及性读物,只适合急于入门的计算机爱好者使用;在为数不多的教材中,大都是为计算机专业本科生使用而编写的,不适合成人教育和大专类学生的需要。鉴于这种形势,我们决定编写一套适合于计算机类各专业大专学生和成人教育使用的教材。这套教材共有十余种,虽然它还不能完全覆盖上述办学层次教学计划中的所有课程,但是它包括了培养一个计算机类专科生的主要教学内容。其中入门的教材有《软件基础》、《计算机应用基础》和《C语言程序设计》;属于专业基础的教材有《16位微型计算机原理与接口》、《汇编语言程序设计》、《数据结构》和《操作系统》;应用性较强的有《单片机及其应用》、《数据库系统教程》、《计算机网络基础》、《办公自动化技术》、《计算机在现代管理中的应用》和《软件工程引论》。

这套教材贯彻了理论联系实际、学以致用原则。在取材方面,不追求包罗万象、面面俱到,而着力保证把最基本、最实用的部分包含进来。在叙述方面,力求做到深入浅出,尽量用实例来说明基本概念和基本方法。我们希望这套教材不仅能适合课堂讲授的需要,也便于广大读者自学。这套教材由南开大学计算机与系统科学系的教师们编写而成,他们之中既有教学经验十分丰富的教授、副教授,也有活跃在计算机应用最前沿的青年教师。这些教师不仅具有教本科生、研究生的教学经验,也具有教大专生和成人教育的教学经验,这就使这套教材的质量有了基本的保证。但是由于我们初次编写这类教材,尚未经过实践的检验,缺点和不足之处在所难免,敬希同行专家和广大使用者批评指正。

前 言

我们编写《软件基础》一书的初衷是为高等教育自学考试(大专级)计算机应用软件专业的考生提供一本合适的教材。但从目前情况和今后的发展趋势来看,本书的读者群体会远远超出这个范围。这是由于随着计算机科学技术的迅速发展、计算机网络和个人计算机进入千家万户,学习使用计算机和掌握软件基础知识及先进的软件技术已经成为并将继续成为亿万人的渴求。《软件基础》一书对学习计算机软件高级课程及学习使用计算机所必需的数据结构、操作系统和语言处理程序方面的基础知识作了全面、系统的介绍,内容通俗易懂,特别适合于读者自学。它不仅是“高自考”有关专业考生必读的教科书,而且也是其它人学习使用计算机的入门书。

本书共分十八章。第1—8章介绍数据结构基础知识。其中第1章介绍数据结构的一些基本术语和基本符号;第2章介绍线性表,它是一种最基本、最常用的数据结构;第3,4章介绍四种可看作是特殊线性表的数据结构:栈、队列、串和数组。第5,6章介绍几种非线性数据结构:树、二叉树和图;第7,8章介绍两种应用最为广泛的基本运算:排序和查找。第9,10章介绍程序设计语言及语言处理程序方面的基础知识,重点介绍三种典型的语言处理程序:汇编程序、编译程序和解释程序。第11—18章介绍操作系统的基本概念和基本原理。内容包括操作系统概述、进程管理、作业管理、存储管理、文件管理、I/O设备管理、操作系统结构设计和操作系统实例。考虑到考生的特点,本书中涉及到的算法均使用自然语言/图示,而不使用高级程序语言来描述,也不要求考生用高级语言编写算法。但鉴于考生在学习本课程之前,已学习过C语言,所以在习题中也列出了一些用C语言编写程序的题目,以便考生进一步学习时选做。

本书第1—10章由刘朝霞执笔编写;第11—14章由王祥执笔编写;第15—18章由吴隆基执笔编写;各章的习题由谷大勇编写。全书由王祥统稿。

张红光副教授审阅了全书的初稿,并提出了许多修改意见。

在本书编写过程中,得到了南开大学计算机与系统科学系陈有祺教授、朱瑞香教授、韩维桓教授及有关人士的大力支持和帮助,对此我们表示衷心的感谢。南开大学出版社裴志明编辑详细审阅了全部书稿并提出了许多宝贵意见,有关人员对本书的出版付出了艰辛的劳动,在此也一并表示感谢。

由于是初次编写此类教材,经验不足,书中难免有不妥之处,恳请同行专家和广大读者指正。

作 者

目 录

第一部分 数据结构

第 1 章 绪言	(1)
1.1 数据结构的发展概况	(1)
1.2 基本术语和基本符号	(4)
习题	(5)
第 2 章 线性表	(6)
2.1 线性表的定义及基本运算	(9)
2.2 线性表的存储结构	(26)
习题	(28)
第 3 章 栈和队列	(28)
3.1 栈的定义及运算	(28)
3.2 栈的存储结构	(30)
3.3 队列的定义及基本运算	(40)
3.4 队列的存储结构	(42)
习题	(50)
第 4 章 串和数组	(52)
4.1 串	(52)
4.2 数组	(61)
习题	(77)
第 5 章 树和二叉树	(79)
5.1 树的定义及运算	(79)
5.2 二叉树及其遍历	(86)
5.3 森林及其与二叉树的转换	(99)
5.4 最优二叉树及其应用	(102)
习题	(108)
第 6 章 图	(111)
6.1 图的定义及有关术语	(111)
6.2 图的存储结构	(118)
6.3 图的遍历	(122)

6.4	生成树和最小生成树	(125)
6.5	有向无环图及其应用	(131)
6.6	最短路径问题	(136)
	习题	(143)
第7章	排序	(146)
7.1	基本概念	(146)
7.2	插入排序	(148)
7.3	交换排序	(156)
7.4	选择排序	(160)
7.5	归并排序	(166)
7.6	基数排序	(169)
	习题	(173)
第8章	查找	(175)
8.1	基本概念	(175)
8.2	顺序查找	(176)
8.3	有序表的查找	(177)
8.4	树表的查找	(179)
8.5	哈希表及其查找	(188)
	习题	(195)

第二部分 程序设计语言及语言处理程序

第9章	程序设计语言	(197)
9.1	程序设计语言发展概况	(197)
9.2	机器语言	(202)
9.3	汇编语言	(205)
9.4	高级程序设计语言	(215)
	习题	(220)
第10章	汇编语言和高级语言的处理程序	(221)
10.1	汇编程序	(221)
10.2	编译程序	(224)
10.3	解释程序	(228)
10.4	C语言编译程序的使用	(230)
	习题	(238)

第三部分 操作系统

第11章	操作系统概述	(239)
11.1	什么是操作系统	(239)

11.2	操作系统的基本类型	(240)
11.3	操作系统的外部环境	(241)
	习题	(243)
第 12 章	处理机及进程管理	(244)
12.1	进程	(244)
12.2	进程调度	(248)
12.3	进程控制	(251)
12.4	进程互斥与同步	(252)
12.5	进程通信	(255)
12.6	进程死锁	(261)
	习题	(267)
第 13 章	作业管理	(269)
13.1	作业	(269)
13.2	作业管理提供给用户的界面	(271)
13.3	作业调度	(272)
13.4	作业的进入及作业结果的输出	(274)
	习题	(275)
第 14 章	存储管理	(276)
14.1	几个基本术语	(276)
14.2	基于单一连续区分配的存储管理	(278)
14.3	基于分区分配的存储管理	(280)
14.4	覆盖和交换	(284)
14.5	页式存储管理	(285)
14.6	段式存储管理	(291)
14.7	段页式存储管理	(294)
	习题	(297)
第 15 章	文件管理	(300)
15.1	文件概念	(300)
15.2	文件的物理结构	(301)
15.3	文件目录	(304)
15.4	文件共享	(308)
15.5	文件的保护与保密	(309)
15.6	文件存储空间的管理	(310)
15.7	文件系统的使用	(313)
	习题	(314)
第 16 章	I/O 设备管理	(316)
16.1	设备管理的任务和功能	(316)
16.2	输入输出控制系统(I/OCS)	(318)
16.3	设备驱动程序	(321)
16.4	设备分配程序	(327)

16.5	处理 I/O 请求的一般步骤	(333)
	习题.....	(336)
第 17 章	操作系统结构设计	(337)
17.1	操作系统结构设计的主要目标.....	(337)
17.2	无序模块接口法.....	(337)
17.3	层次结构法.....	(340)
	习题.....	(341)
第 18 章	操作系统实例简介	(342)
18.1	UNIX 操作系统简介.....	(342)
18.2	DOS 简介	(359)
18.3	Windows 95 简介	(369)
	习题.....	(375)

第一部分 数据结构

第 1 章 绪言

1.1 数据结构的发展概况

随着计算机科学的迅猛发展,计算机已深入到社会的各个领域,也走进了普通人家。这标志着计算机的应用已不再局限于科学计算,而是已扩展到计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助教学、计算机专家系统和计算机管理信息系统等诸多方面。随着这样的变革,计算机加工处理的对象也由简单的数值发展到字符、表格、图像和声音等大量具有一定结构关系的非数值数据。为了更有效地使用计算机,设计出高效、准确的程序,人们需要对待处理数据的特性、数据间的相互关系,以及数据在计算机内部如何表示和如何操作进行深入地研究。就这样,“数据结构”这门学科随着计算机科学的发展逐渐形成并发展起来了。目前它已成为计算机类各专业的主干课程。

在数据结构的发展史上曾经有过几个重要的事件。首先,在 60 年代中期,美国计算机科学界出现了“信息结构”这个名称,不久被改称为“数据结构”。然后在 1968 年,美国计算机协会颁发了建议性的计算机学科教学计划,其中首次规定数据结构作为独立的一门课程。同年,美国 D. E. Knuth 教授的名著《计算机程序设计技巧》的第一卷《基本算法》出版,该书全面地论述了数据的逻辑结构和存储结构,并给出了一些典型的算法,为数据结构奠定了极好的理论基础。70 年代初,结构程序设计成为程序设计方法学的主要内容,人们对数据结构越来越重视,认为程序设计的实质就是对要处理的问题选择一种好的数据结构,并在此数据结构上施加一种好的算法。著名计算机科学家 N. Wirth 的《算法+数据结构=程序》一书就是这种观点的典型代表作,它为推动数据结构的进一步发展起到了很大作用。

1.2 基本术语和基本符号

1. 数据(data)

所有能够输入到计算机中并能被计算机处理的对象均可称为数据。它们可以是具体的数值、字符或其它的计算机可识别的符号。

在计算机科学中,数据是计算机程序加工处理的对象。例如,一个计算几何图形面积的程序,其加工处理的对象是整数和实数。

随着计算机技术日新月异地发展,计算机程序加工处理的对象已极为广泛。例如,人们可以借助于计算机汉字编辑系统书写文章,文章里可以包括汉字、西文字符、数字和符号。因此,汉字编辑系统的加工处理对象可以是汉字、西文字符、数字和符号;一个学生成绩统计程序,可以用来统计学生的各科成绩,计算出每个学生的总成绩和平均成绩等。学生的姓名应该是汉字或西文字符,而各种成绩、总成绩及平均成绩应该是具体的数值。所以,学生成绩统计程序的加工处理对象是汉字、西文字符和数值;一个多媒体系统,其加工处理的对象可以包含图像和声音。可见,图像和声音也属于数据的范畴。

2. 数据元素(data element)

数据元素是数据的基本单位。有时一个数据元素可由若干个数据项(data item)组成,数据项是数据的不可分割的最小单位。例如,在计算几何图形面积的程序中,待加工处理的每一个整数和实数都是数据元素。又如,在学生成绩统计程序中,每一个学生的信息(姓名、英语成绩、数学成绩、总成绩和平均成绩等)构成一个数据元素,其中的每一项(例如英语成绩)为一个数据项。

3. 数据对象(data object)

数据对象是具有相同性质的数据元素的集合,是数据的一个子集。例如,整数的数据对象是集合 $N = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm n, \dots\}$,它是数值数据的一个子集;100 以上、3001 以下的正整数数据对象是集合 $I = \{101, 102, 103, 104, \dots, 3000\}$,它是全体整数数据集合的一个子集。

4. 数据结构(data structure)

数据结构是彼此具有一定关系的数据元素的集合。数据元素之间的关系实际上是客观世界中事物之间彼此联系的反映。由于各种客观事物之间存在着不同的联系形式,所以反映在数据关系上也必然是各不相同的。例如,一个班的学生名单是一个姓名接着一个姓名排列的,其中“姓名”是数据元素,“一个接着一个”体现数据元素之间的关系。这样的学生名单可用一个称为“线性表”的结构来表示。又如,父辈与子辈的关系、全体与部分的关系比一个班的学生名单要复杂了,它们必须用所谓的“树型结构”来表示。还有,各城市之间的交通联系、一个工程施工进度的施工进度等,就需要用更复杂的“图结构”来表示了。

从程序设计和数据存储的角度讲,数据结构又分为逻辑结构和物理结构两个方面。

数据的逻辑结构指的是数据元素之间的逻辑关系(或称为抽象关系)。逻辑结构通常可分为以下四种类型:

(1)集合 数据元素之间除了具有“同属于一个集合”的关系外,别无其它关系。在集合中,数据元素之间的关系极为松散。在实用上,它可用其它类型的结构来表示。

(2)线性结构 结构中有且只有一个开始数据元素和一个终端数据元素。除开始数据元素和终端数据元素之外,结构中的其它数据元素都有一个直接前驱数据元素和一个直接后继数据元素。开始数据元素没有直接前驱数据元素,只有一个直接后继数据元素;终端数据元素没有直接后继数据元素而只有一个前驱数据元素;线性结构中的数据元素之间存在着一个对一个的关系。

(3)树型结构 结构中有且仅有一个没有前驱的数据元素,该数据元素称为“根”;其它数据元素都有且只有一个直接前驱数据元素;对于非根数据元素,都存在一条从根到该数据元素的路径。在树型结构中,数据元素之间存在着一个对多个的关系。

(4)图结构或网状结构 结构中对数据元素的前驱数据元素和后继数据元素的个数都不作限制。结构中的数据元素之间存在着多个对多个的关系。

图 1.1 为上述四类基本结构的图示。

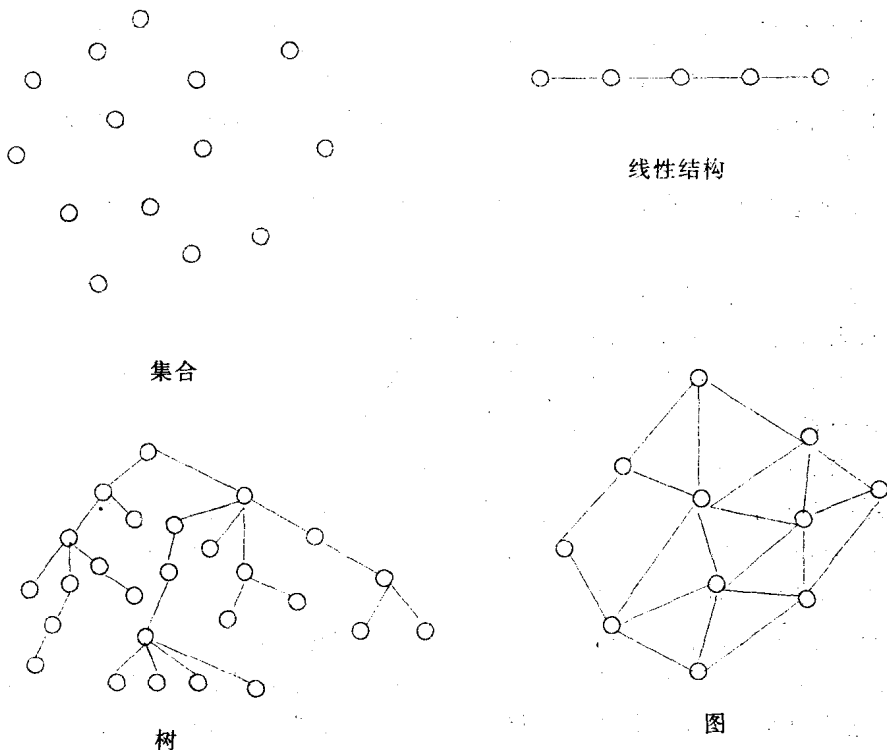


图1.1

数据的物理结构又称为存储结构,是数据结构在计算机中的表示(映像)——包括数据元素的表示和关系的表示。在计算机中,通常用一个由若干位组成的位串来表示一个数据元素,并称之为结点(node)或元素(element)。当数据元素由若干个数据项构成时,位串中对应于每个数据项的子位串称作数据域(data field)。数据元素之间的关系在计算机中有两种不同的表示:顺序映像和非顺序映像。由此又可得到两种不同的存储结构:顺序存储结构和非顺序存储结构。非顺序存储结构又称为链式存储结构。

在后面具体介绍每一种数据结构时,我们都将同时考虑它的逻辑结构和它的物理结构这两个紧密关联的方面。

5. 数据类型(data type)

在程序设计语言中,每一个常量和变量都归属于某一个确定的数据类型。一个数据类型定义了一个值的集合。例如,逻辑类型(布尔类型)数据值的集合是“真”和“假”(true 和 false)。一个变量若是逻辑型变量,则该变量的值要么是 true,要么是 false,不可能取其它值。

一个数据类型在定义了数据集合的同时,还规定了在这个值集上允许进行的一组运算和运算规则。例如,对逻辑类型常量和变量只能进行逻辑与(AND)运算,逻辑或(OR)运算和逻辑非(NOT)运算。其运算规则为:当两个运算量的值均为 true 时,AND 运算结果才为 true,否则为 false;当两个运算量中有一个值为 true 时,OR 运算结果便为 true;NOT 运算将运算量的值取反:运算量值为 true 时,NOT 运算结果为 false,运算量值为 false 时,NOT 运算结果为 true。

不同的程序设计语言所规定的基本数据类型不尽相同。在 FoxBASE 数据库管理系统中,

定义了6种数据类型,它们是数值型、字符型、日期型、逻辑型、备注型和屏幕型。在FORTRAN语言中,变量的数据类型有整型、实型、逻辑型、双精度型和复型等。

综上所述,数据类型决定变量/常数的取值范围以及对其可进行什么操作(运算),实际上,它可看成是一个值的集合及定义在这个值集上的一组操作的总称。

除了上面介绍的几个基本术语之外,本书在分析算法效率的时候,还经常要用到以下基本符号(或称记法):

$O(1)$:表示它是与1同阶的一个量,也可以认为它是1的某个常数倍,通常称它表示的是常量阶。

$O(n)$:表示它是与 n 同阶的一个量,为线性阶。

$O(n^2)$:表示它是与 n^2 同阶的一个量,为平方阶。

$O(n^3)$:表示它是与 n^3 同阶的一个量,为立方阶。

$O(\log n)$:表示它是与 $\log n$ 同阶的一个量,为对数阶。

$O(2^n)$:表示它是与 2^n 同阶的一个量,为指数阶。

从实际应用的角度来说,研究数据结构应和研究相应的算法结合起来。所谓算法是指对特定问题求解步骤的一种描述。考虑到读者的特点,在本书中,我们将用自然语言或图示,而不用高级程序语言,来描述有关的算法。

算法的效率包括时间与空间两个方面的效率,分别称为时间复杂度与空间复杂度。简单地说,时间复杂度是指一个算法所需运算次数的多少,空间复杂度是指一个算法所需辅助内存空间的大小。这两种度量都不是被表示为绝对的量,而是被表示为该算法所解决的问题中数据个数的一个函数关系。

习 题

1. 什么是数据、数据元素和数据对象?
2. 试述数据结构的概念,数据结构所研究的主要问题是哪些?
3. 描述数据结构和程序设计语言的数据类型这两个概念的区别。
4. 什么叫算法? 算法的效率包括哪两个方面?
5. 数据结构的逻辑结构和物理结构各指什么?

第2章 线性表

线性表(Linear List)是一种最简单且最常用的数据结构。在本章,我们将讨论线性表的定义及基本运算;介绍线性表的顺序存储结构与链式存储结构。

2.1 线性表的定义及基本运算

一、线性表的定义

线性表(Linear List)是由 $n(n \geq 0)$ 个数据元素 $a_1, a_2, \dots, a_n$ 组成的有限序列,通常记为 $(a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n)$ 。其中 n 被称为线性表的长度。当 $n=0$ 时,线性表为空,称之为空表。当 $n \geq 1$ 时,称位于表中第 i 个位置上的数据元素 a_i 是表中的第 i 个元素($i=1, 2, \dots, n$),并说 a_i 在 a_{i-1} 之后,在 a_{i+1} 之前。通常称 a_{i-1} 是 a_i 的直接前驱数据元素, a_{i+1} 是 a_i 的直接后继数据元素。

在非空的线性表中,有且仅有一个开始数据元素 a_1 和一个终端数据元素 a_n 。开始数据元素 a_1 没有直接前驱数据元素,但有唯一一个后继数据元素 a_2 。终端数据元素 a_n 没有直接后继数据元素。但有唯一一个前驱数据元素 a_{n-1} 。除了 a_1 和 a_n 之外,表中的其它数据元素 $a_i(2 \leq i \leq n-1)$ 都有且仅有一个直接前驱元素 a_{i-1} 和一个直接后继元素 a_{i+1} 。

线性表中的数据元素可以是一个数、一个字符或一个符号,也可以是由多个数据项组成的信息块。但无论是哪一种情况,在同一个线性表中,各数据元素必须具有相同的性质,应该属于同一数据对象。

例1 大于等于 100,小于等于 700 的正整百数据构成了一个线性表

(100, 200, 300, 400, 500, 600, 700)

表中一共有 7 个数据元素,每个数据元素 $a_i(1 \leq i \leq 7)$ 均是正整百数据且 $100 \leq a_i \leq 700(i=1, 2, \dots, 7)$ 。另外,表中有且仅有一个开始数据元素 $a_1=100$,和一个终端数据元素 $a_7=700$ 。作为开始数据元素 100,它没有直接前驱元素,仅有一个直接后继元素 200。作为终端数据元素 700,它有一个直接前驱元素 600,但没有直接后继元素。表中其它数据元素 $a_i(i=2, 3, 4, 5, 6)$ 均有直接前驱元素和直接后继元素。例如,数据元素 300 的直接前驱元素是 200,直接后继元素是 400。

例2 全部英文小写字母构成一个线性表

(a, b, c, ..., x, y, z)

该线性表的长度 $n=26$ 。表中的数据元素是英文小写字母。表中第 3 个数据元素 $a_3=c$ 。

例3 某单位的电话号码表也是一个线性表,例如

(3390672, 3390673, 3390674, 3390675, 3391751, 3391781, 3392270, 3392271, 3392274)

这个线性表的长度 $n=9$,表中数据元素是该单位的电话号码。也就是说,表中数据元素均满足“是该单位电话号码”这一属性。

例4 图书登记表是一个较为复杂的线性表,如表 2.1 所示。表中的一行为一个数据

素,是关于一本书的相应信息,包括书名、书号、作者、出版社、单价、库存量等信息。这也就是说,图书登记表中的数据元素是由书名、书号、作者、出版社、单价、库存量等多个数据项组成的,并且各个数据项的数据类型也不尽相同。书名、作者和出版社是字符类型的数据,而单价和库存量是数值类型的数据。尽管组成数据元素的各数据项的数据类型不完全相同,但是,每个数据元素均具有同一个性质——均是库存书的相关信息。

表 2.1

书 名	书号	作者	出版社	单 价	库存量
FoxPro2.5 使用速成	TP274	林立城	清华大学出版社	25	20
实用 DOS 详解词典	TP316	徐宝文	电子工业出版社	13	3
MS-DOS 操作指南	TP317	吴 德	上海科普出版社	15	11
数据结构	TP31	严蔚敏	清华大学出版社	6.05	4
PC 机工具箱	TP329	马晓晓	电子工业出版社	12.9	30
高等数学	S127	樊映川	同济大学出版社	8.5	2
理论力学	L131	罗远祥	...	...	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

在表 2.1 中,第 5 个数据元素 a_5 是关于《PC 机工具箱》这本书的信息。它由书名 PC 机工具箱、书号 TP329、作者马晓晓等数据项构成。 a_5 的直接前驱 a_1 是关于《数据结构》这本书的信息。 a_5 的直接后继 a_6 是关于《高等数学》这本书的信息。

线性表的数据结构也可用二元组 $B=(K,R)$ 来表示。其中, K 是数据元素的有限集合,而 R 是 K 上关系的有限集合。这里, R 只包含一种关系 N , 且 K 的数据元素可以排列得使 $N=\{\langle K_{i-1},K_i\rangle|2\leq i\leq n\}$ 。

二、线性表的基本运算

在图书管理活动中,管理人员需要经常对“图书登记表”进行维护。例如增加新入的书目,删除已没有注册意义的旧书目,或是按“库存量”对书目进行排序,看看哪些书该购进了(库存量不多了),或是检索一下库是否有某本书(例如《编译原理》)等等。这就是说人们需要对“图书登记表”进行增加、删除、排序、检索等操作(或称之为运算)。这些操作运算也完全适用于一般线性表。

一般地说,对线性表可进行如下基本操作/运算:

1. 插入操作

插入操作是指在线性表的指定位置(例如第 i 个位置)上插入一个新的数据元素。这里可规定进行前插操作,即在第 i 个数据元素前面插入一个数据元素;也可规定进行后插操作,即在第 i 个数据元素的后面插入一个数据元素。若在插入操作之前线性表的长度为 n , 则插入操作之后,线性表的长度便为 $n+1$ 。假定插入操作之前的线性表为

$$(a_1,a_2,\cdots,a_{i-1},a_i,a_{i+1},\cdots,a_n)$$

若在数据元素 a_i 之后插入一个新的数据元素 b , 则插入操作之后的线性表为

$$(a_1,a_2,\cdots,a_{i-1},a_i,b,a_{i+2},\cdots,a_{n+1})$$

其中,当 $1\leq j\leq i$ 时, $a_j=a_j$;

当 $j=i+1$ 时, $a_j=b$;

当 $i+2\leq j\leq n+1$ 时, $a_j=a_{j-1}$ 。

可见,在第 i 个位置上进行后插操作之后,新的数据元素 b 被插在第 $i+1$ 个位置上,原来占据位置 $i+1$ 的元素及其后面的元素都向后推移一个位置,若线性表中没有位置 i , 则该操作无意

义。因此,在进行后插操作时,要求插入位置 i 满足: $1 \leq i \leq n$ 。而在进行前插操作时,要求插入位置 i 满足: $1 \leq i \leq n+1$ 。

2. 删除操作

删除线性表中第 i 个数据元素。若在删除操作之前,线性表长度为 n ,那么在删除操作之后,线性表的长度就为 $n-1$ 。

删除操作之前的线性表:

$(a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n)$

删除数据元素 a_i 之后的线性表:

$(a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_{i+1}, \dots, a_{n-1})$

其中,当 $1 \leq j \leq i-1$ 时, $a_j = a_j$

当 $i \leq j \leq n-1$ 时, $a_j = a_{j+1}$

可见,在删除数据元素 a_i 的同时,将位置 i 后面的元素均前推一个位置。同样,若原线性表中没有位置 i ,则该操作无意义。因此,在进行线性表的删除操作时,要求 i 满足 $1 \leq i \leq n$ (假设线性表的长度为 n)。

3. 存取操作

存取线性表中的第 i 个数据元素。该操作用来获得或更新第 i 个数据元素的值。

当线性表中没有位置 i 时,该操作无意义,即要求 i 满足: $1 \leq i \leq n$ 。

4. 检索或查找操作

在线性表中检索满足某种条件的数据元素,得到该数据元素在表中的位置。

例 5 假定某单位的电话号码构成线性表。

$(3390672, 3390673, 3390674, 3390675, 3391751, 3391781, 3392270, 3392271, 3392274)$

现检索该表中有无电话号码 3390675,检索结果是表中有满足 $a_i = 3390675$ 的数据元素。 $i = 4$ 。即 $a_4 = 3390675$,表中第四个数据元素即是要找的元素。

例 6 在例 4 所述图书登记表构成的线性表中检索有无“库存量”在 20 本以下的图书。尽管表中有 a_2, a_3, a_4, a_6 等数据元素满足该条件,但在这种情况下,检索结果是表中位序最小的那个元素 a_2 ,它的位序值为 2。 a_2 是关于《实用 DOS 详解词典》的相应信息,其“库存量”是 3,满足“库存量 < 20 ”的条件,并且是满足条件的多个数据元素中位序最小的元素。

当线性表中没有满足条件的数据元素时,检索操作将找到表的“尾部”(若线性表的长度为 n ,则将第 n 个元素的后面称作“尾部”)。

5. 求后继操作

求线性表中某一数据元素的后继元素。在线性表

$(a_1, a_2, \dots, a_n)$

中,求 a_n 后继元素的操作结果为空元素。

6. 求前驱操作

求线性表中某一数据元素的前驱元素。在线性表 $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ 中,求 a_1 前驱元素的操作结果为空元素。

7. 求线性表长度操作

该操作给出线性表中数据元素的个数。

8. 排序操作

对线性表中的数据元素,按数据元素的值递增或递减的次序进行排列,线性表的长度不