

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

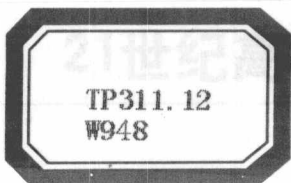


数据结构应用教程

伍一 郭兴凯 王世刚 等 编著

1. 12

清华大学出版社



21世纪高等学校规划教材 | 计算机



郑州大学 *04010747801W*

数据结构应用教程

伍一 郭兴凯 王世刚 等 编著



TP311.12
W948

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书在保证完整的数据结构知识体系的基础上,用大量的案例帮助学生掌握数据结构设计的思想及实现方法,从解决实际问题的角度实现数据结构的设计。全书注重原理与实践的结合,配有大量实用的案例,应用性强。

全书共分9章,按照数据结构学习的三个阶段来编排。第一阶段学习数据结构的基本概念、线性数据关系的各种结构及基本操作、算法实现;第二阶段学习查找和排序的基本操作及算法;第三阶段学习树、图等较复杂的非线性数据结构。

本书的特点是将重点放在所要解决的问题上,把数据结构的设计方法融入实践环节中,并且在内容编排的顺序方面与数据结构课程体系相吻合,做到循序渐进,系统学习,广泛实践,此外还配有电子教案和程序源代码,有利于学生接受和掌握。本书采用C语言描述算法,所有程序均在TC 2.0下调试运行通过。

本书可作为高等院校应用型本科层次教材,还适用于高职高专层次各类学校使用,也可作为计算机岗位培训的教学用书。

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

数据结构应用教程/伍一等编著.--北京:清华大学出版社,2012.3

(21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-27588-6

I. ①数… II. ①伍… III. ①数据结构—高等学校—教材 IV. ①TP311.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第270939号

责任编辑:郑寅堃 王冰飞

封面设计:傅瑞学

责任校对:胡伟民

责任印制:李红英

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:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.75 字 数:345千字

版 次:2012年3月第1版 印 次:2012年3月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:22.00元

产品编号:041903-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 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

中国人民大学

姚淑珍 教授
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 副教授

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

同济大学

杨卫东 副教授
苗夺谦 教授

华东理工大学

徐 安 教授

华东师范大学

邵志清 教授

东华大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学

扬州大学

南京大学

南京航空航天大学

南京理工大学

南京邮电学院

苏州大学

江苏大学

中国矿业大学

武汉大学

华中科技大学

中南财经政法大学

华中师范大学

江汉大学

国防科技大学

中南大学

湖南大学

西安交通大学

长安大学

哈尔滨工业大学

吉林大学

山东大学

中山大学

厦门大学

厦门大学嘉庚学院

云南大学

电子科技大学

成都理工大学

西南交通大学

吴朝晖 教授

李善平 教授

李 云 教授

骆 斌 教授

黄 强 副教授

黄志球 教授

秦小麟 教授

张功萱 教授

朱秀昌 教授

王宜怀 教授

陈建明 副教授

鲍可进 教授

张 艳 教授

何炎祥 教授

刘乐善 教授

刘腾红 教授

叶俊民 教授

郑世珏 教授

陈 利 教授

颜 彬 教授

赵克佳 教授

邹北骥 教授

刘卫国 教授

林亚平 教授

沈钧毅 教授

齐 勇 教授

巨永锋 教授

郭茂祖 教授

徐一平 教授

毕 强 教授

孟祥旭 教授

郝兴伟 教授

潘小轰 教授

冯少荣 教授

张思民 教授

刘惟一 教授

刘乃琦 教授

罗 蕾 教授

蔡 淮 教授

于 春 副教授

曾华荣 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: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

“数据结构”是计算机科学中重要的综合性专业基础课。依据专业学科的需要,该课程的重点是讲解数据的各种逻辑结构、物理结构及其之上各种操作的算法实现。该课程不仅旨在培养学生在软件设计方面严密的逻辑思维和数据抽象能力,更为了培养学生在软件设计领域的科学思维方式。根据计算机等相关专业就业岗位的需要,要求学生具备运用数据结构教学内容,完成实用软件的设计。因此在数据结构教材建设中,我们提出针对应用软件开发案例,结合数据结构课程知识体系的必备内容,编写符合应用型本科计算机及电子类相关专业的数据结构课程教材。

根据应用型本科教育应用型人才的培养目标和要求,目前普通高校应用型本科教材存在的问题是,结合专业岗位的针对性不强,训练能力的实践性不够。为了解决这些问题,我们在本教材中提出了教材建设新模式:由结合岗位的示例题目(任务)驱动,掌握课程知识内容;再由掌握的课程知识点,做课程题目设计实训练习;通过题目设计实践,提高本课程专业应用能力。通过本教材的这种教学模式,在教学过程中,可以更好地适合高等教育应用型人才的培养目标和规格。

本书结合应用型本科学生的数据结构课程教学方法的改革,避免在学习程序设计的过程中陷入学习数据的逻辑和物理结构繁杂的相互关系上,而是将主要精力集中在所要解决的实际问题上,从具体问题出发,重点阐述如何利用数据结构解决这些问题。同时在课程的教学环节中,采用行动引导教学法进行全面深入的演练性讲解,带领学生进行实际演练。边讲边练,讲练结合,提供例题原程序代码,尽快提高学生了对数据结构知识的实际应用能力。把数据结构的知识点融入实践环节中,并且在编排课程内容顺序方面,保持与数据结构课程体系内容相吻合,分散难点,降低难度,突出实用性,做到由浅入深、循序渐进,系统学习、广泛实践,有利于学生的接受。

学习数据结构课程的目的是分析数据之间存在的结构关系,进行程序设计,解决实际问题。本书在保证完整的数据结构知识体系的基础上,用大量的实训案例帮助读者掌握数据之间结构设计思想,学会数据结构设计的方法,达到解决实际问题的数据结构设计的目的。全书注重原理与实践相结合,配有大量的实用案例,应用性强。

本书的特色和价值如下:

1. 参考高等职业教育基本要求和培养规格,以应用型本科教育基本要求为编写依据,内容全面,结构合理,文字简练。
2. 采用以示例题目(任务)驱动的方式,引导学生在完成每个示例题目(任务)的过程中掌握相应的知识点,学会相应的技能。
3. 精选实验、实践案例,并将知识点融入案例中,可读性、可操作性和实用性强。
4. 配有过程考核点的思考题,在激发学生学习兴趣的同时,采用较好的考核方式激励学生学习。

5. 配有典型应用题目的设计过程及上机实践环节,便于在教学过程中边讲边练,讲练结合,在实验和实践过程中提高学生的实际应用能力。

本书共分 9 章,包括数据结构学习的三个阶段。第一阶段共 5 章,学习数据结构的基本概念、线性表结构,包括栈、队列和串、数组、广义表等特殊的线性逻辑结构、存储结构以及不同存储结构的各种基本操作的算法实现;第二阶段共两章,学习查找和排序基本操作以及算法;第三阶段共两章,学习较复杂的非线性数据结构,包括数据的树和二叉树、图结构的逻辑结构、存储结构以及典型应用。

本书不但适合高等院校应用型本科层次使用,还可作为高职高专层次各类学校以及计算机岗位培训的教学用书,或者作为数据结构爱好者的学习参考书。

为配合本课程的教学,本教材为教师配有习题参考答案,可发 E-mail(ZhengYK@tup.tsinghua.edu.cn)联系索取。

本书由黑龙江大学伍一编写第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章;郭兴凯编写第 8 章、第 9 章;王世刚编写第 6 章、第 7 章;孙柏祥编写多媒体课件、电子教案、教学网站;王丙利设计有关教学案例和编写课后习题。全书由伍一统稿和定稿。

由于时间仓促,水平有限,书中难免存在问题,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 1 月

目 录

第 1 章 数据结构概论	1
1.1 计算机信息管理系统的案例以及数据分析	1
1.2 数据结构的相关概念和术语	2
1.2.1 数据和数据元素	2
1.2.2 数据对象和数据类型	3
1.2.3 数据结构	3
1.3 算法和算法分析	4
1.3.1 算法	4
1.3.2 算法分析	7
1.3.3 算法度量	7
1.4 本章小结	10
习题	10
第 2 章 线性表及线性表的顺序存储	13
2.1 线性表的定义	13
2.1.1 线性表实例	13
2.1.2 线性表的定义	14
2.1.3 线性表的基本操作及基本运算的描述	15
2.2 线性表的顺序存储结构	16
2.2.1 顺序表	16
2.2.2 顺序表的描述	16
2.3 顺序表基本算法实现	17
2.3.1 线性表内容与线性表长度分别存储的算法实现	17
2.3.2 线性表内容与线性表长度存储在一个结构体中的算法实现	21
2.4 本章小结	26
习题	26
第 3 章 线性表的链式存储	28
3.1 链式存储结构	28
3.1.1 为什么要使用链式存储结构	28
3.1.2 单链表的数据定义	29
3.1.3 静态链表单链表的实现	30

3.1.4 动态链表的实现	31
3.2 单链表的基本算法实现	34
3.2.1 带表头结点的单链表的基本算法实现	34
3.2.2 带表头结点的单链表中插入运算的进一步讨论	37
3.2.3 带表头结点的单链表应用举例	38
3.3 链式存储的其他方法	41
3.3.1 链式存储结构循环链表	41
3.3.2 链式存储结构双链表	42
3.4 链式存储结构顺序表和链表的比较	44
3.5 本章小结	44
习题	45
第4章 栈和队列	48
4.1 栈	48
4.1.1 栈的实例	48
4.1.2 栈的定义及基本运算	48
4.1.3 顺序栈的表示	49
4.1.4 链栈的表示	52
4.1.5 栈的实现及应用	54
4.2 队列	56
4.2.1 队列的实例	56
4.2.2 队列的定义及基本运算	56
4.2.3 顺序队列以及循环队列的表示	57
4.2.4 循环队列的实现	62
4.2.5 链队列的表示	65
4.3 本章小结	67
习题	68
第5章 串、数组、广义表	71
5.1 串	71
5.1.1 串的基本概念	71
5.1.2 串的存储结构	72
5.1.3 串的基本运算	74
5.2 数组	76
5.2.1 数组的定义	76
5.2.2 数组的顺序存储方式	76
5.2.3 数组的C语言描述	77
5.3 广义表	78
5.4 本章小结	80
习题	80

第 6 章 查找	83
6.1 查找的基本概念	84
6.1.1 查找表和查找	84
6.1.2 查找表的数据结构表示	84
6.1.3 平均查找长度	85
6.2 顺序查找	85
6.3 二分查找	89
6.4 分块查找	90
6.5 散列表查找	93
6.5.1 散列表查找的基本思想和相关概念	93
6.5.2 散列函数的构造方法	93
6.5.3 处理冲突的方法	95
6.5.4 散列表查找的实现	98
6.5.5 散列表查找的分析	104
6.6 本章小结	104
习题	105
第 7 章 排序	107
7.1 排序的基本概念及存储结构	108
7.1.1 排序的基本概念	108
7.1.2 排序的存储结构	109
7.2 插入排序	110
7.2.1 直接插入排序	110
7.2.2 希尔排序	114
7.3 交换排序	116
7.3.1 冒泡排序	116
7.3.2 快速排序	118
7.4 选择排序	121
7.5 归并排序	123
7.6 本章小结	125
习题	125
第 8 章 树与二叉树	128
8.1 树	128
8.1.1 树的实例	128
8.1.2 树的相关概念	129
8.2 二叉树	130
8.2.1 二叉树的概念及基本运算	130

8.2.2	二叉树的顺序存储结构	133
8.2.3	二叉树的链式存储结构	134
8.2.4	二叉树遍历	136
8.2.5	二叉链表的构造	139
8.3	线索二叉树	140
8.3.1	线索二叉树的概念	140
8.3.2	线索二叉树的运算	141
8.4	树、森林与二叉树的转换及遍历	144
8.4.1	树、森林与二叉树的转换	144
8.4.2	树的存储结构	146
8.4.3	树的遍历	149
8.5	树的综合应用	151
8.5.1	哈夫曼树	151
8.5.2	哈夫曼编码	154
8.5.3	堆排序	156
8.5.4	案例实现	161
8.6	本章小结	165
	习题	166
第9章	图	169
9.1	图的概念	169
9.1.1	图实例	169
9.1.2	图的定义	171
9.1.3	图的基本操作及基本运算的描述	174
9.2	图的存储结构	174
9.2.1	邻接矩阵	174
9.2.2	邻接表	176
9.3	图的遍历	178
9.3.1	深度优先搜索	178
9.3.2	广度优先搜索	181
9.4	生成树	183
9.5	最短路径	188
9.5.1	单源最短路径	188
9.5.2	所有顶点对之间的最短路径	190
9.6	拓扑排序	192
9.7	关键路径	194
9.8	本章小结	203
	习题	204
	参考文献	205

第1章

数据结构概论

主要知识点

- 数据结构的基本概念及常用术语。
- 基本数据元素间的结构关系。
- 算法的概念、描述方法以及评价标准。

1.1 计算机信息管理系统案例以及数据分析

【案例 1.1】 计算机信息管理系统需要处理表示客观对象的数据。例如,学校的饮食中心信息管理系统包括就餐预订管理、饮食中心机构管理、餐饮配送管理等信息处理功能。

关于该案例的信息处理,主要考虑以下两个方面:

一是应用程序的设计,包括数据管理功能,如查询等检索功能,以及插入、删除、修改等编辑功能,也包括用户操作界面的设计,如功能菜单界面、输入输出界面等。可考虑采用 C 语言程序设计如何实现这些功能操作。

二是就餐信息管理所需数据的组织和管理,包括就餐顾客数据对象的分析、数据元素之间的逻辑关系,以及在存储器中的存储结构。

结合“学校的饮食中心信息管理系统”案例,根据管理功能的需求,分别在下述例 1.1~例 1.3 中分析数据之间的关系。

【例 1.1】 就餐预订数据分析(参见表 1.1)。

表 1.1 就餐预订信息表

序号	姓名	预约时间	人数	联系电话
1	张三	2010.4.8 10:20	11	13304511923
2	李四	2010.4.8 11:20	8	86653456
3	王五	2010.4.8 11:30	10	13954672344
...				

学校的就餐数据参见表 1.1,包括序号、姓名、预约时间、人数、联系电话等信息,以数据形式存在的订餐者“张三”的订餐信息、“李四”的订餐信息等可以看做数据元素。作为数据元素的订餐信息按时间顺序排列,数据元素之间的逻辑关系为依次对应的顺序关系。数据元素之间关系的特点是唯一前后对应的,并且只有一个排在第一个和最后一个。

【任务 1.1】 结合例 1.1 给出的顺序结构数据关系的例子,分析数据元素的逻辑关系,以及数据元素之间关系的特点。

【例 1.2】 饮食中心管理结构数据分析(参见图 1.1)。

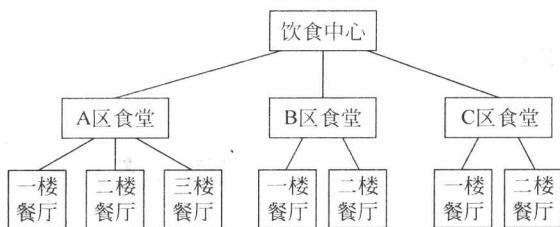


图 1.1 饮食中心管理结构

饮食中心管理结构,表现为树的形式。各单位或部门的特征可以有名称、职工人数、负责人等信息,饮食中心、食堂、所属餐厅等单位或部门作为数据元素,这些数据元素之间的逻辑关系是明显的层次结构。每个元素(例如 A 区食堂),只有唯一的一个前驱所属单位(即饮食中心),但可以有多个隶属餐厅,并且只有一个元素排在第一个(即饮食中心),可以有多个作为最后一个(即各个楼层的餐厅)。

【任务 1.2】 结合例 1.2 举例说明这种数据关系,并分析数据元素的逻辑关系以及数据元素之间关系的特点。

【例 1.3】 校园饮食配送路线分析。

分布于校园的教学单位和部门以 A、B、C、D、E、F、G 数据元素表示,根据订餐人员所在位置,分析选择送餐人员最短的送餐路径(参见图 1.2)。

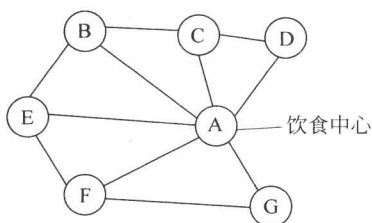


图 1.2 校园饮食配送路线模拟图

校园不同位置的教学楼、试验楼等单位参见图 1.2,各单位的数据特征可以有名称、位置、单位电话等,校园饮食配送路线可由饮食中心经过一些订餐者所在单位,最终回到饮食中心。任何两个不同位置的单位根据校园道路的实际情况都可以存在一条直接连接的通路,也可以通过其他的通路间接相连。

【任务 1.3】 结合例 1.3 举例说明符合这种图结构的数据关系,并分析数据元素的逻辑关系以及数据元素

之间关系的特点。

【任务 1.4】 提出具有应用背景的实用系统作为本章课程作业。可以参考上述 3 个示例,结合每个任务给出分析案例中数据的关系,以及算法设计、分析的理解。分别选出数据元素之间为线性关系、树关系、图关系的实用案例。选择题目可以为“飞机航班管理”、“运动会运动队管理”、“学校饮食管理”等。

1.2 数据结构的相关概念和术语

1.2.1 数据和数据元素

数据(Data)是信息的载体,是对客观事物的符号表示,它能够被计算机识别、存储和加工处理。可以说,数据是计算机程序加工的“原料”。目前,图像、声音、视频等都可以通过编

码而由计算机处理,因此它们也属于数据的范畴。

数据元素(Data Element)是数据的基本单位,通常在计算机程序中作为一个整体进行考虑和处理。数据元素也称为元素、结点或记录。有时,一个数据元素可以包含若干个数据项(也称字段、域),数据项是数据不可分割的最小单位。

1.2.2 数据对象和数据类型

数据项(Data Item)是数据结构中讨论的最小单位,一般将其看做是不能再分解的数据。一个数据元素可由若干个数据项组成,例如订餐信息的数据特征有姓名、预约时间、人数等。

数据对象(Data Object)是性质相同的数据元素的集合,它是数据的一个子集。例如,张三、李四、王五就餐预订信息的集合作为订餐人员数据对象;大写字母字符数据对象是集合 $C = \{'A', 'B', \dots, 'Z'\}$ 。

数据类型(Data Type)是计算机程序中的数据对象以及定义在这个数据对象集合上的一组操作的总称。例如,C语言中的整数类型是区间 $[-\text{maxint}, \text{maxint}]$ 上的整数,在这个集合上可以进行加、减、乘、整除、求余等操作。

1.2.3 数据结构

数据结构:按某种逻辑关系组织起来的一批数据,应用计算机语言,按一定的存储表示方式把它们存储在计算机的存储器中,并在这些数据上定义了一个运算的集合。

数据结构的内容可归纳为三个部分:逻辑结构、存储结构和运算集合。按某种逻辑关系组织起来的一批数据,按一定的映像方式把它们存放在计算机的存储器中,并在这些数据上定义了一个运算的集合,这就是一个数据结构。

数据结构可以描述为一个三元组: $\text{Data_Structure} = (D, R, F)$,其中 D 是数据元素的有限集, R 是 D 上关系的有限集, F 为相关操作。

数据结构具体应包括三个方面:数据的逻辑结构、数据的物理结构、数据的运算集合。例如,学生成绩管理数据结构三元组 $= (D, R, F)$,其中 $D = (\text{学生1}, \text{学生2}, \dots)$, $R = (\text{相邻关系})$, $F = (\text{插入}, \text{删除}, \text{查询}, \dots)$ 。

1. 逻辑结构

数据的逻辑结构是指数据元素之间逻辑关系的描述。根据数据元素之间关系的不同特性,通常有下列四种基本的逻辑结构,如图 1.3 所示。逻辑结构的分类如图 1.4 所示。

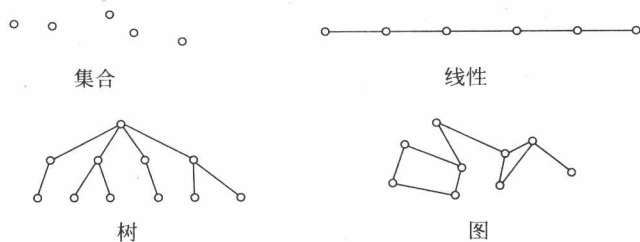


图 1.3 四种基本逻辑结构

2. 存储结构

存储结构(又称物理结构)是逻辑结构在计算机中的存储映像,是逻辑结构在计算机中的实现(或存储表示),它包括数据元素的表示和关系的表示。例如:

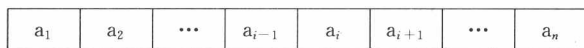


图 1.4 逻辑结构分类

数据结构 $\text{Data_Structure} = (D, R, F)$, 对于 D 中的每一数据元素都对应存储空间中的一个单元, D 中全部元素对应的存储空间必须明显或隐含地体现关系 R 。

逻辑结构与存储结构的关系为: 存储结构是逻辑结构的映像与元素本身的映像。逻辑结构是抽象, 存储结构是实现, 两者综合起来建立了数据元素之间的结构关系。

数据结构在计算机中的映像包括数据元素映像和关系映像。关系映像在计算机中可用顺序存储结构或非顺序存储结构两种方式来表示。

3. 运算集合

讨论数据结构的目的是在计算机中实现所需的操作, 施加于数据元素之上的一组操作构成了数据的运算集合, 因此运算集合是数据结构很重要的组成部分。

以学生成绩表为例, 该表的数据元素与数据元素之间是一种简单的线性关系, 所以逻辑结构采用线性表。存储结构既可采用顺序存储结构, 也可采用非顺序存储结构。对于成绩表, 当学生退学或转出时要删除相应的数据元素, 转入学生时要增加数据元素, 发现成绩输入错误时要修改。这里的增加、删除、修改就构成了数据的操作集合。

数据结构的内容可归纳为三个部分: 逻辑结构、存储结构、运算集合。按某种逻辑关系组织起来的一批数据, 依一定的映像方式存放在计算机存储器中, 并在这些数据上定义一个运算的集合, 就构成了一个数据结构。

1.3 算法和算法分析

1.3.1 算法

通俗地说, 算法就是解题的步骤。严格地讲, 算法是一个有穷的规则集合, 这些规则为解决某一特定任务规定了一个运算序列。算法描述方法可以是自然语言、程序设计语言(或类程序设计语言)、流程图(包括传统流程图和 N-S 结构图)、伪语言、PAD 图等。

【例 1.4】 类 C 语言描述的算法: 根据素数的定义求解 n 以内的素数。

```

int prime1(int a[], int n)
{
    //根据素数的定义求解 n 以内的素数
    //结果存储在数组 a 中
    //算法返回 n 以内的素数的个数
    Status flag;
    /* 判断是否是素数的哨兵 */
}
  
```