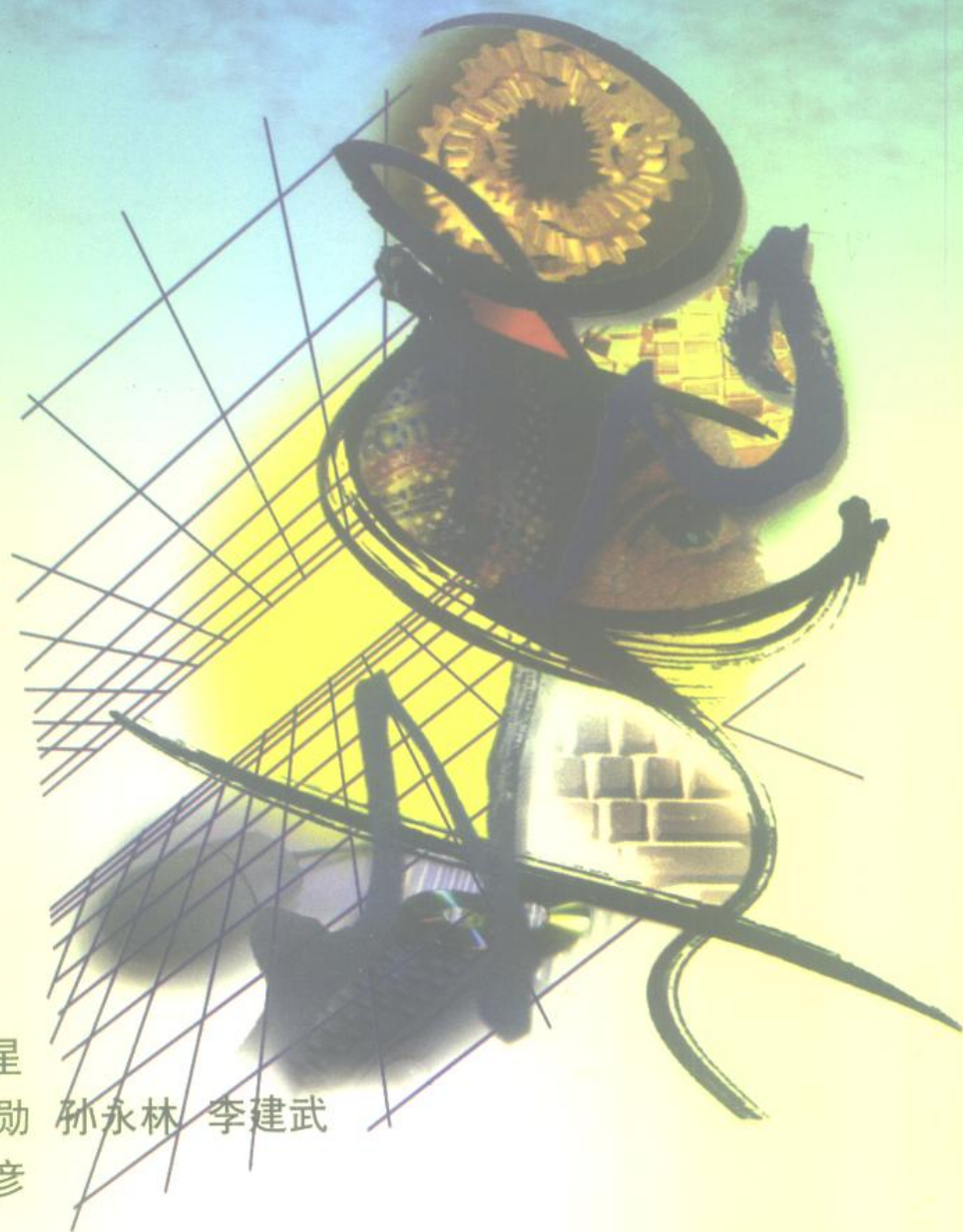


21世纪高职高专信息类专业系列教材

数据结构(C语言版)



主 编 周 星
副主编 刘喜勋 孙永林 李建武
主 审 郑 彦

重庆大学出版社

311.12-43
ZX/1

21 世纪高职高专信息类专业系列教材

数据结构(C语言版)

主 编 周 星
副主编 刘喜勋 孙永林 李建武
主 审 郑 彦

重庆大学出版社

157124



• 内 容 提 要 •

本书共分九章,用通俗易懂的语言,深入浅出地介绍了各种数据结构的基本概念、逻辑特性与物理结构,并详细介绍了有关的算法和分析,用类 C 语言描述了绝大部分的算法。另外还介绍了有关检索与排序技术。

本书可供高职院校信息类专业学生使用,也可作为普通专科学校和成人教育学院相近专业学生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构/周星主编. —重庆:重庆大学出版社,
2000.8

21 世纪高职高专信息类专业系列教材

ISBN 7-5624-2166-8

I. 数... II. 周... III. 数据结构-高等教育-教材

IV. TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 38505 号

21 世纪高职高专信息类专业系列教材

数据结构(C 语言版)

主 编 周 星

副主编 刘喜勋 孙永林 李建武

主 审 郑 彦

责任编辑 肖顺杰 杨永发

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆建筑大学印刷厂印刷

*

开本:787×960 1/16 印张:16.25 字数:346 千

2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~3 000

ISBN 7-5624-2166-8/T P·252 定价:22.00 元



· 系列教材编委会 ·

主任单位:

重庆电子职业技术学院

副主任单位:

武汉职业技术学院

邢台职业技术学院

陕西工业职业技术学院

贵州大学职业技术学院

编委(以姓氏笔画为序):

才大颖

王晓敏

王兆其

王柏林

刘真祥

刘业厚

刘建华

朱新才

李传义

吕何新

张学礼

张明清

张洪

张忠洲

张国勋

张西怀

李永平

杨滨生

林训超

赵月望

涂湘循

唐德洲

徐民鹰

曹建林

程迪祥

黎省三

• 系列教材参编学校(排名不分先后) •

武汉职业技术学院
重庆电子职业技术学院
陕西工业职业技术学院
邢台职业技术学院
贵州大学职业技术学院
河南职业技术学院
三门峡职业技术学院
湖南工业职业技术学院
昆明大学
广西机电职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
昆明冶金高等专科学校
珠海职业培训学院
广东交通职业技术学院
浙江省树人大学
江西工业职业技术学院
成都航空职业技术学院
辽宁仪器仪表工业学校
北京信息职业技术学院
徐州交通职业技术学院
重庆大学职业技术学院
重庆邮电学院
重庆工业高等专科学校
重庆石油高等专科学校
重庆职工大学
西南农业大学
长沙航空职业技术学院
番禺职业技术学院



总序

当今世界,科学技术的发展日新月异。在这空前的技术发展进程中,电子信息技术以其独特的渗透力和亲和力,正在迅速地改变着我们周围的一切。利用现代电子信息技术来改变我们的生活与学习,改造传统的各行各业,已成为当今社会人们的共识。

教育在我国社会主义建设发展进程中所具有的战略地位和基础作用已被越来越多的人所认识。职业技术教育、特别是高等职业技术教育在近二十年来得到了长足的发展,“高等教育法”、“职业教育法”的颁布与实施,使我国高等职业教育步入了法制轨道,国家与社会的进步与发展,需要高等职业教育,技术的进步与发展,也需要高等职业教育,高等职业教育成为世界教育发展的共同趋势。

在我国国内,高等职业教育毕竟是一种新型的教育类型,发展历史还不太长,在教育观念、教育体制、教育结构、人才培养模式、教育内容、教学方法、教材、教法诸方面,有不少问题需要研究与探索。重庆大学出版社从促进高等职业教育发展战略的角度,于1999年邀请国内三十余所长期开办电子信息类专业的学校,开展对电子信息类高职、高专教材的开发研讨。与会学校有独立设置的职业技术学院、高等专科学校、职业大学、普通高校中的职业技术学院、多年试办高职班的重点中专学校。大家一致认为,我国高等职业教育的教材建设非常薄弱,基本上没有自己的教材,从而导致针对性、适应性差。从电子信息类专业角度看,缺乏成体系的系统教材,从而导致不同层次教材的交叉重复现象严重;再者,现行教材中缺乏对新技术、新工艺、新产品相关内容的介绍。因此,开发适应新世纪高等职业技术教育的教材就成为当务之急,它的总的原则应是:根据培养应用型、技能型人才的目标,从职业岗位对专业知识的需要来确定教材的知识深度及范围,坚持“必须、够用”的原则;同时注意知识的应用价值在教材中的科学体现,力求构筑具有高职特色的理论知识体系;基本概念、基本原理以讲明为

度,同时将一些内容相近的部分进行合并。另外,针对高职教育培养技能型、现场型人才的目标,把训练职业能力的实践技能体系方面的内容,与理论知识体系有机地结合起来,力求在这方面有所突破。根据教育部在高职、高专教材建设方面采用先解决有无问题,再解决提高与系统性问题的原则,我们在一开始就力求站在一个较高起点上,先从电子信息类教材开发做起,然后再进一步开发其他专业大类的应用型高职教材。

经过近一年的努力,电子信息类高职、高专系列教材就要与大家见面了。本系列教材的编写原则、编写体例均是根据教育部高职、高专培养目标并由参与系列教材编写的全国三十余所相关院校经过数次研讨、反复论证确定的。尽管我们对它报有较高的期望,但这毕竟是一个新生事物,是一种尝试,成功与否,还需要经过教学实践来检验。无论如何,既然已经起步,这条路我们会一直走下去。为了我们共同的高职教育事业,欢迎大家在使用过程中,指出它的不足,以利于我们今后的工作。

编委会
2000年7月

前 言

本书是 21 世纪高职高专信息类专业系列教材之一,根据教育部高职高专培养目标和对本课程的教学基本要求,结合全国高等职业技术教育信息类专业系列教材研讨会的精神编写而成,并经系列教材编委会审定。

随着计算机科学与软件工程的发展,计算机的应用早已进入了非数值处理的领域,了解非数值数据之间的结构关系,研究以数据的结构关系为基础的编程技术,是所有高职高专院校学生必须掌握的知识。

由于高等职业教育是以能力培养为基础的专业技术教育。高职的学生在了解必备理论知识的基础上,应具备较强的实际应用能力。因此本书的宗旨是,在了解数据结构基本理论的基础上,掌握各种数据结构的有关运算及算法实现,重点培养学生的程序设计能力与程序调试能力。

本书根据作者多年讲授《数据结构》课程的体会,并参考了数据结构方面的诸多文献编写而成。全书力求内容取舍适当,易于学习;概念叙述准确,易于理解;算法描述详细,易于掌握。其中重点章节的算法用类 C 语言描述,描述形式非常接近于 C 语言的函数形式,可以通过简单的转换变为可运行的 C 语言程序。非重点章节的算法用文字形式描述,简单扼要地叙述算法的基本思想。

本书共分九章。第一章为概述;第二、三、四章介绍的是线性数据结构,包括线性表(含顺序表与链表)、栈与队列、串;第五、六章介绍了非线性数据结构,包括树与图;第七、八章介绍了查找与排序技术;第九章介绍的是外存贮器上的数据结构——文件。各章后都备有适量的习题,供学生练习。为了突出高职的特色,大多数章后都配有实训题,供学生实际编程及上机调试作用。习题与实训题的参考标准解答作为附录附于书后,便于学生自学。

本书是我们编写组四位老师合作的成果,其中第一、二、三章由邢台职业技术学院周星编写;第四、五章由陕西工业职业技术学院刘喜勋编写;第六、七章由广东交通职业技术学院孙永林编写,第八、九章由邢台职业技术学院李建武编写。全书由周星定稿,由南京邮电学院郑彦副教授主审。



本书适用于高职高专信息类各专业,也可供成人教育学院学生使用,还可作为学习计算机知识的科技人员和管理干部自学的参考书。

编写高职高专教材是一种新的尝试,改革创新永无止境,书中的不完善之处,恳请同行和使用者指正。

作 者

2000年5月



目 录

1	第一章 数据结构概述
1	第一节 数据结构的概念
6	第二节 描述算法的语言及规则
9	第三节 算法的分析
11	小结
11	习题一
13	第二章 线性表
13	第一节 线性表的逻辑结构
15	第二节 线性表的顺序存储结构
18	第三节 线性表的链式存储结构
27	第四节 其他形式的链式结构
36	第五节 稀疏矩阵
42	小结
43	习题二
44	实训二
45	第三章 栈与队列
45	第一节 栈及其应用
58	第二节 队列
66	小结
67	习题三
68	实训三
69	第四章 串
69	第一节 串的基本概念及其运算
73	第二节 串的存储结构

76

83

83

84

85

85

89

94

101

104

108

112

116

117

118

119

119

121

125

128

132

136

139

139

142

第三节 串的有关算法

小结

习题四

实训四

第五章 树

第一节 一般树的概念

第二节 二叉树

第三节 二叉树的遍历

第四节 线索二叉树

第五节 二叉树的应用——表达式树

第六节 二叉排序树

第七节 哈夫曼树

小结

习题五

实训五

第六章 图

第一节 图的基本概念

第二节 图的存储结构

第三节 图的遍历

第四节 生成树

第五节 最短路径

第六节 图的拓扑排序

小结

习题六

第七章 查找

142

第一节 查找的概念

144

第二节 顺序表查找

148

第三节 索引表查找

150

第四节 散列表的查找

159

小结

159

习题七

160

实训七

161

第八章 排序

161

第一节 排序的基本概念

164

第二节 插入排序

171

第三节 选择排序

179

第四节 交换排序

184

第五节 归并排序

190

第六节 各种内部排序方法的比较

191

小结

191

习题八

193

实训八

194

第九章 文件

194

第一节 文件的基本概念

196

第二节 文件的物理结构

207

小结

208

习题九

210

参考答案

本章重点

- 数据结构的定义
- 描述算法的语言
- 算法的分析

近 30 年来,计算机一直在飞速地发展。这种发展不仅指计算机本身运算速度的不断提高,信息存储容量的日益增大,而且也指计算机应用范围的逐渐扩大。早期的计算机几乎只能用于科学计算,60 年代以后,计算机则更多地用于数据处理和实时控制,这样计算机科学也就随之发展起来了。

计算机科学是一门研究信息的表示和处理的科学,而信息的表示和组织又直接关系到处理信息程序的效率。由于许多系统程序和应用程序的规模很大,结构相当复杂,处理对象又多为非数值型的数据,因此单纯依靠程序设计人员的经验和技巧已不能编制出高效率的处理程序。为了设计出效率高、可靠性强的程序,人们必须对程序设计的方法,进行系统的研究。这就要求程序设计人员不但要掌握一般的程序设计技巧,而且要研究计算机程序加工的对象,即研究数据的特性以及数据之间存在的关系,这就是数据(或称信息)的结构。

第一节 数据结构的概念

一、数据结构的定义

在一般情况下,计算机所处理的数据并不是无组织的、杂乱无章的,他们之间往往

具有重要的结构关系。那么什么是数据结构呢?下面不妨先举个例子来说明,再给出明确的定义。

1. 引例

在某大学建立人事档案,假设在逻辑上的结构如图 1-1 所示:

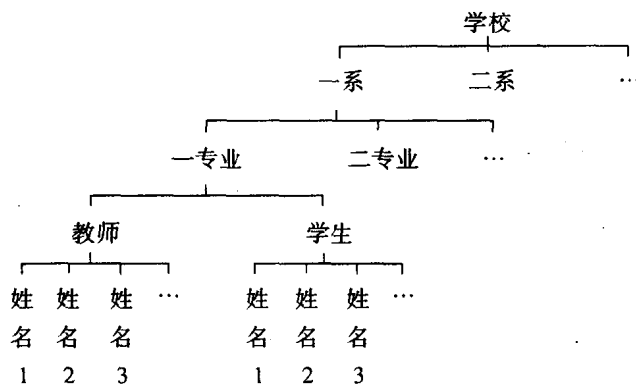


图 1-1 人事档案结构图

从结构本身的定义来看,结构就是把某些成分按一定的规律组织在一起的过程和方式。上述例子是把数据按一定的规律组织在一起,这实际上就是一种数据结构,它是以后要学到的树型结构。

2. 引例分析

对于引例中的结构可做如下操作:

(1) 存储数据

首先应存储其数据及数据间的结构关系,这就要求不仅能存储上述有关数据信息(包括文字信息),而且还能存储数据的组织结构。

数据之间的直接(形式描述)关系,称为数据的逻辑结构,它包括从属关系和前后顺序关系。在计算机中体现数据的逻辑结构的存储分配形式,称为数据的物理结构,对于数据的不同使用目的和方式,即使是同一种逻辑结构,也可能会有不同的物理结构。

(2) 数据的查询

对于上述结构可以解决查询一个教师或学生的情况问题。若已知某学生或教师在某系某专业,则查询很简单,通过某系、某专业的分支查下去就可以了;若不知某教师或学生在何系何专业,则查询较复杂,必须一个系一个系、一个专业一个专业地查。

(3) 调整数据

相对于查询来说,调整数据比较起来要更麻烦一些,调整数据包括减少数据、增加数据和改变数据之间的关系。

1)减少数据 若某教师调离学校或学生毕业了,则需要将其档案数据删除掉;若某专业或某系撤消了,将会引起整个结构的变动,这必须处理好其下属数据去向,而其结构形式不变。

2)增加数据 类似地若新分配来教师或新招来的学生,则需要将其档案数据加入结构;若新建立某个专业或某个系,则需要处理其下属数据的来源和其关系。

3)改变数据间的关系 若某专业从一个系调整到另一个系,则需要考虑其下属数据是否跟随而变化。

上述所有对数据的操作,在以后均称为运算。

3. 数据结构的定义

由上述引例的讨论可以对数据结构下如下的定义:

数据结构就是研究数据的逻辑结构、物理结构、以及他们之间的相互关系,并且:

- 对这种结构定义相适应的运算;
- 对于每一种运算设计出相应的算法;
- 确保经过某种运算后所得到的新结构仍为原结构类型。

二、数据结构的有关概念

在研究数据结构时,常常还会遇到一些概念,下面作一介绍:

1. 数据

在计算机科学中,数据是指可以用计算机识别、存储和处理的信息。如:数值、文字、图像及声音等。

2. 数据类型

数据类型是指数据所具有的特性。即:数据所占用的空间大小,数据可进行的运算操作等等。如整型数据,占用的空间一般为两个字节,可进行算术运算、关系运算等操作。

3. 数据元素(结点)

数据元素是具有某种类型的单数据体,它是数据结构研究的基本单位。一般称它为结点,它是由一系列数据项构成的。就像 C 语言中的结构体,结点对应着结构,而数据项对应着结构的域。

一般情况下,规定结点可进行赋值运算、算术运算和关系运算。

4. 数据对象

数据对象是指具有相同类型的结点的集合,该集合可以是有限的,也可以是无限的。

可以看出:数据结构实际上就是表示数据对象中各个结点之间的相互关系(包括运算、算法等)。有时某个数据结构又是另一个数据结构的元素。

5. 结构类型

结构类型是指数据对象中的结点之间所具有的关系特征。这些关系特征直接反映在数据的逻辑结构中。在本书中所介绍的数据结构类型有如下几种:线性表(包括顺序表、链表、矩阵、栈与队列)、串、树、图和文件等。

三、数据结构概况

1. 数据结构研究的范围

数据结构研究的范围包括:

- 研究各种结构类型的性质(逻辑结构、物理结构);
- 对每种结构定义相适应的运算;
- 用某种高级程序设计语言为每种运算设计出算法;
- 分析算法的效率;
- 讨论数据检索和排序等方面的应用。

2. 数据结构的发展概况

60年代初期,国内外还没有专门的《数据结构》课程,但在《编译原理》和《操作系统》课程中出现了一些它的概念。

60年代中期,数据结构已有了它的雏形,但当时的课程并不叫《数据结构》,而是称为《表处理语言》,它的内容包括:

SLIP	系统	(简单表处理语言)
IPL-V	系统	(信息处理语言)
LISP	系统	(表处理语言)
SNOBOL	系统	(串处理语言)

他们的共同特点是:数据对象的结构形式或者是线性表结构,或者是树结构,他们

都是以数据为中心,为处理非数值问题而设计的。

60年代末,在美国一些大学的教学计划中,就明确地提出了《数据结构》的名称,将其定为一门课程。该课程的内容比较简单,只是图结构,而现在这些内容,有的已归到《离散数学》中去了。

70年代初期,美国著名的计算机科学教授—克努特比较系统地、全面地讨论了几种数据结构(称为信息结构),定义了运算,用汇编语言描述了算法,详细地分析了算法的效率。逐渐地确定了数据的逻辑结构、物理结构以及每种结构所定义的运算,形成了《数据结构》的主要内容。

近年来,由于数据库、情报检索系统的不断发展,在数据结构技术中,又增加了文件结构,特别是大型文件的组织。数据结构技术现在还在不断地发展,其内容还在不断的扩充,特别是计算机硬件的发展和更新,对数据结构技术必然会产生重大的影响。

3. 数据结构与其他课程的关系

数据结构在计算机科学中是一门综合性的专业基础课。它不仅涉及到计算机硬件的研究范围,而且与计算机软件有着更密切的关系。数据结构是介于数学、计算机硬件和计算机软件之间的一门计算机科学应用专业的核心课程,是高级程序设计语言、编译原理、操作系统、数据库、人工智能等课程的基础。同时数据结构技术也广泛地应用于信息科学、系统工程、应用数学以及各种工程技术领域。

数据结构与数学、硬件和软件的关系如图 1-2 所示:

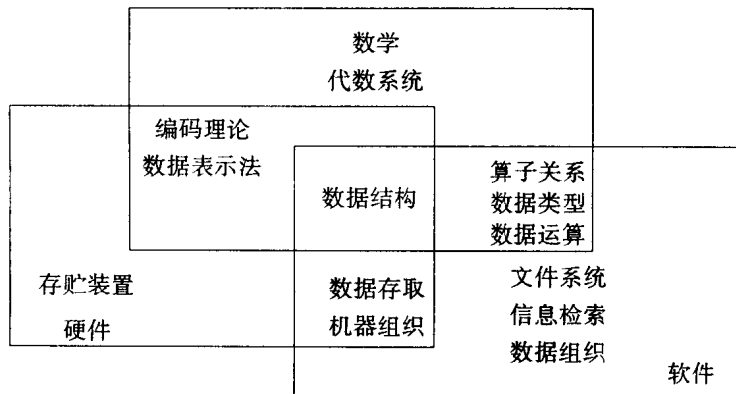


图 1-2 数据结构与数学、硬件和软件的关系