



应用型名校计算机公共课系列精品教材
高等学校计算机实验教学示范中心教材

程序设计基础

(第2版)

主 编 刘启明 苏庆堂

副主编 胡凤珠 王庆军 李洪国 徐群叁

高等教育出版社



应用型名校计算机公共课系列精品教材
高等学校计算机实验教学示范中心教材

程序设计基础

Chengxu Sheji Jichu

(第2版)

主 编 刘启明 苏庆堂

副主编 胡凤珠 王庆军

李洪国 徐群叁

高等教育出版社·北京

内容提要

本书以 C 语言为载体,结合作者多年的教学和软件开发经验,重点介绍程序设计的基本知识与方法,以面向工程实践和编程能力训练为主,具有较强的应用性。

本书注重教材的可读性和适用性,系统地介绍了程序设计的基本概念和程序设计方法。全书共分 10 章和综合应用篇,内容包括程序设计语言概述、C 语言程序设计基础、选择程序设计、循环程序设计、函数与宏定义、数组、指针、结构体与共用体、文件、C++ 简介和综合应用篇。书后附录包含常用字符与 ASCII 代码对照表、关键字及其用途、运算符的优先级和结合性,以及常用 C 语言标准库函数。

本书结构清晰,讲解通俗易懂,内容由浅入深,循序渐进,实例丰富,习题具有代表性,每章设置了“小结”,对关键知识点和要求掌握的知识点进行了归纳说明。全书贯彻传授知识、培养能力的教学理念,辅以大量的课后习题强化关键知识点,使读者能够正确、深入地理解问题。本书程序调试和运行环境为 Windows 平台下的 Visual C++ 6.0。另外,为帮助读者深入理解教材内容,强化实践动手能力,本书还配套提供题型丰富的习题指导和实验指导书。

本书可作为高等学校本、专科学生的程序设计课程教材,亦可供计算机、自动化和相关领域的程序设计人员、编程爱好者和其他自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

程序设计基础 / 刘启明, 苏庆堂主编. — 2版. —
北京: 高等教育出版社, 2015.7
ISBN 978-7-04-042773-8

I. ①程… II. ①刘… ②苏… III. ①C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第099029号

策划编辑 武林晓 责任编辑 武林晓 封面设计 于文燕 版式设计 余 杨
插图绘制 杜晓丹 责任校对 陈旭颖 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京北苑印刷有限责任公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 21
字 数 470 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2013年2月第1版
2015年7月第2版
印 次 2015年7月第1次印刷
定 价 33.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 42773-00



序

当今世界,以计算机技术、通信技术和控制技术为代表的3C技术正迅猛发展,以Internet为代表的全球范围内信息基础设施的建设标志着人类社会已进入信息时代。应用型人才培养是社会发展和高等教育发展的必然要求。经济社会发展迫切需要高等学校培养出在知识、能力、素质等诸方面都适应社会需要的不同层次的应用型人才,满足信息化社会建设的需求。实施高等教育名校建设工程,对大力发展高等教育,指导高等教育特色发展,全面提高教育质量,增强高等教育的竞争力和服务经济社会能力具有重大意义。

本套教材以高素质应用型、技能型人才培养为目标,以重点专业建设为平台,围绕着不断深化教育教学改革、创新人才培养模式、提高人才培养质量、实现高等教育又好又快发展的教育理念,按照教育部《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求》编写。大学计算机基础课程教学的目标是培养学生掌握一定的计算机基础知识、技术与方法,以及利用计算机解决本专业领域中问题的能力,使学生在各自的专业中能够有意识地借鉴、引入计算机科学中的一些理念、技术和方法。

作为应用型名校,基于应用型人才培养为目标,按专业特点,我们提出将高校非计算机专业大学生划分为A、B、C三类实施教学,教学内容融入“1+X+Y”方案。通过实施分类教学,可以使学生完成计算机基础教育从基础原理、基本开发技术和应用三个层面的过渡。

“1”是指各专业都要开设的“大学计算机”课程;

“X”为“程序设计基础”、“数据库应用技术”等课程;

“Y”是指开设公选课、辅修专业课程。同时开展计算机新技术专题讲座、“软件设计”、“网页设计”大赛等。

本套书是近年来进行“应用型人才培养教学内容、课程体系改革”的综合成果。我们提出的“1+X+Y”的课程内容设置方案,目的是推进人文与自然的融合,适应学生能力、兴趣、个性、人格全面发展的需要,强化学生的实践能力和创新能力培养。实施教学方式、教学内容、考核机制的全面改革,为大学计算机基础课教学内容、课程体系改革,设计一个全新的框架。

大学计算机基础教学的主要内容涉及计算机的基础知识、操作技能及技术应用,它在培养大学生的信息能力和信息素养方面起着基础和先导的作用。教育部对于高校非计算机专业大学生的计算机基础教育提出了明确的目标要求:培养学生具备一定的计算机基础知识,掌握相关的软硬件技术,以及利用计算机解决本专业领域中问题的能力。

罗伯特·加涅是美国教育心理学家,加涅将认知学习理论应用于教学过程,加涅理论中的引出作业和提供反馈是一种教学策略。从“应用型”人才培养的角度来说,学生的实践能力提升是一个重要问题,需要学校和教师采取一些有效手段来增强学生的实践能力,树立以学生为本的观

念,尊重学生的个性特点,因材施教,增加学生对于课程、专业的选择空间。

在“1+X+Y”的课程内容方案中,属于“Y”的部分要通过专业辅修课来实现,同时开展计算机新技术专题讲座,使学生及时了解计算机技术发展的最新动态,而这些内容往往是教材上没有的。另外,开展“软件设计”、“网页设计”大赛也是体现“Y”的重要部分。

在本套教材的编写、出版过程中,我们得到许多专家的精心指点和热情帮助。教育部计算机科学与技术教学指导委员会委员先后两次在我校召开计算机基础课程教学研讨会,清华大学、北京大学、中国人民大学、复旦大学、南京大学、中国科学技术大学等近百所高校参加。专家学者提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

刘启明

2015年4月



前 言

随着计算机技术的飞速发展和计算机网络时代的到来,计算机及其网络的应用更为普及,计算机软件应用范围也越来越广泛。

本书是一本以 C 语言为载体介绍程序设计基础知识的教材,以程序设计初学者为学习对象,通过对程序设计基本概念和设计方法的介绍,循序渐进地引导初学者构建计算机编程的思想。C 语言是一种被普遍采用的优秀的结构化程序设计语言,结构简单、数据类型丰富、运算灵活、可移植性好,既具有高级语言的特点,又具有低级语言的许多功能;既可以用来编写系统软件,也可以用来编写应用软件。用它编写的程序具有速度快、效率高、可移植性好等优点,众多高校的程序设计语言课程都选用 C 语言作为教学语言。

本书共分 10 章和综合应用篇,内容包括程序设计语言概述、C 语言程序设计基础、选择程序设计、循环程序设计、函数与宏定义、数组、指针、结构体与共用体、文件、C++ 简介和综合应用篇。书后附录包含常用字符与 ASCII 代码对照表、关键字及其用途、运算符的优先级和结合性,以及常用 C 语言标准库函数,系统地介绍了程序设计的基本概念和程序设计方法。

本书编排合理,语言简明清晰,重点、难点讲解详细。各章后配有小结和习题,对关键知识点进行了归纳说明,并辅以大量的课后习题强化重要知识点,使读者能够正确、深入地理解问题。本书在以介绍面向过程的 C 语言程序设计为主要任务的同时,还引导读者学习面向对象的程序设计的基本概念和编程语言,为读者全面学习计算机编程提供了自然的过渡。

本书由刘启明、苏庆堂担任主编,胡凤珠、王庆军、李洪国、徐群叁任副主编,参加编写的人员还有谭业武、王环英、柳婵娟、白艳梅、李宏光、刘莉、高晓燕、刘玮和尹若海。

在本书的编写过程中,编者查阅了大量有关程序设计基础和 C 语言程序设计的文献资料,同时也得到许多专家学者的精心指点和热情帮助,他们为本书的编写提出了很多宝贵意见。在此一并表示最诚挚的感谢。

尽管我们为本书编写付出了很大努力,但限于编者水平,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大读者不吝赐教。

编 者

2015 年 2 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120



目 录

第 1 章 程序设计语言概述..... 1

1.1 计算机系统 1

1.1.1 计算机硬件系统 1

1.1.2 计算机软件系统 2

1.1.3 计算机中的信息表示 4

1.2 程序设计与程序设计语言 5

1.2.1 程序和程序设计 5

1.2.2 程序设计语言及其发展 6

1.2.3 程序设计方法 7

1.3 C 语言的发展及其特点 8

1.4 C 语言程序简介 9

1.5 Visual C++ 6.0 12

1.5.1 Visual C++ 6.0 主窗口 12

1.5.2 简单 C 程序的编写和 运行过程 13

1.5.3 Visual C++ 程序调试的一般 过程及其调试手段 14

本章小结 19

习题 19

第 2 章 C 语言程序设计基础 21

2.1 数据类型 21

2.1.1 整型 21

2.1.2 实型 25

2.1.3 字符型 25

2.2 常量和变量 25

2.2.1 整型常量和整型变量 27

2.2.2 实型常量和实型变量 28

2.2.3 字符常量和字符变量 29

2.2.4 字符串常量 30

2.3 常用函数 30

2.4 算术运算符和算术表达式 31

2.4.1 算术运算符 32

2.4.2 算术表达式 33

2.5 赋值运算 33

2.6 逗号表达式 35

2.7 数据类型转换 35

2.7.1 数据类型的隐式转换 35

2.7.2 数据类型的显式转换 36

2.8 数据的输入、输出 37

2.8.1 数据的输出函数 37

2.8.2 数据的输入函数 41

本章小结 44

习题 44

第 3 章 选择程序设计 47

3.1 算法 47

3.1.1 算法及其表示 47

3.1.2 算法的设计过程 49

3.2 关系运算符和关系表达式 50

3.3 逻辑运算符和逻辑表达式 52

3.4 if 语句 54

3.4.1 if 语句的基本形式 54

3.4.2 if 语句的嵌套 59

3.5 条件运算符和条件运算表达式 62

3.6 switch 语句 63

3.7 选择程序结构 66

本章小结	71	5.5 宏定义	134
习题	71	本章小结	137
第 4 章 循环程序设计	79	习题	138
4.1 概述	79	第 6 章 数组	143
4.2 while 语句和 do-while 语句	79	6.1 一维数组	143
4.2.1 用法	79	6.1.1 一维数组的定义	143
4.2.2 执行过程	80	6.1.2 一维数组的初始化	144
4.2.3 循环的嵌套	82	6.1.3 一维数组元素的引用	145
4.2.4 应用举例	83	6.1.4 一维数组的应用	147
4.3 for 语句	86	6.2 二维数组	153
4.3.1 用法	86	6.2.1 二维数组的定义	153
4.3.2 执行过程	87	6.2.2 二维数组的初始化	154
4.3.3 循环的嵌套	87	6.2.3 二维数组元素的引用	155
4.3.4 for 语句的变化形式	90	6.2.4 二维数组的应用	155
4.3.5 应用举例	93	6.3 字符数组	156
4.4 循环的控制	98	6.3.1 字符数组与字符串	156
4.4.1 复杂循环的控制条件	98	6.3.2 字符串的输入与输出	157
4.4.2 break 语句和 continue 语句	98	6.3.3 字符串处理函数	161
4.4.3 goto 语句	101	6.4 数组作为函数参数	163
4.4.4 应用举例	102	6.4.1 一维数组与函数	164
本章小结	106	6.4.2 二维数组与函数	166
习题	106	本章小结	168
第 5 章 函数与宏定义	113	习题	169
5.1 函数的定义与调用	113	第 7 章 指针	173
5.1.1 函数的定义	113	7.1 指针的概念	173
5.1.2 函数的调用	116	7.1.1 指针和指针变量	173
5.2 函数间参数的传递	119	7.1.2 直接访问数据和间接 访问数据	173
5.3 变量的属性	121	7.2 指针的操作	174
5.3.1 变量的作用域	122	7.2.1 指针变量的定义	174
5.3.2 变量的生存期	123	7.2.2 指针变量的赋值	175
5.3.3 变量的存储区	124	7.2.3 指针运算符	177
5.4 函数的递归调用	129		

7.3 指针与数组	179	9.3 文件的读/写	244
7.3.1 一维数组与指针	179	9.4 文件的其他操作	247
7.3.2 二维数组与指针	182	9.4.1 文件的格式化读/写	247
7.3.3 字符串与指针	185	9.4.2 文件的随机读/写操作	248
7.4 指针与函数	188	9.4.3 文件的字符读/写	249
7.4.1 用指针作为函数参数	189	本章小结	253
7.4.2 返回指针的函数	193	习题	254
7.4.3 指向函数的指针变量	194	第 10 章 C++ 简介	259
7.4.4 使用参数的 main 函数	196	10.1 面向对象的方法	259
本章小结	197	10.1.1 面向对象方法的出现	259
习题	198	10.1.2 面向对象的基本概念	259
第 8 章 结构体与共用体	203	10.2 C++ 的产生与发展	260
8.1 结构体	203	10.3 C++ 的特点	261
8.1.1 结构体类型与结构体变量	203	10.4 C++ 编程流程	262
8.1.2 结构体数组	209	10.5 C++ 程序实例	263
8.1.3 结构体指针	211	本章小结	266
8.2 链表	214	习题	266
8.2.1 链表的结构	215	第 11 章 综合应用篇	268
8.2.2 链表的定义	215	11.1 餐馆订餐系统	268
8.2.3 动态链表	215	11.1.1 问题提出	268
8.3 共用体	224	11.1.2 问题分析	268
8.3.1 共用体的特点	226	11.1.3 算法设计	268
8.3.2 共用体变量的应用	226	11.1.4 程序编写	272
8.4 枚举类型	228	11.1.5 程序运行	285
8.5 自定义类型名	230	11.2 幼儿园管理系统	287
本章小结	231	11.2.1 问题提出	287
习题	232	11.2.2 问题分析	287
第 9 章 文件	240	11.2.3 算法设计	287
9.1 文件的基本概念	240	11.2.4 程序编写	293
9.2 文件的打开与关闭	242	11.2.5 程序运行	308

附录 A 常用字符与 ASCII 代码 对照表	312	D.1 数学函数	317
附录 B 关键字及其用途	314	D.2 字符函数和字符串函数	318
附录 C 运算符的优先级和结合性	315	D.3 输入/输出函数	319
附录 D 常用 C 语言标准库函数	317	D.4 动态分配函数和随机函数	322
		参考文献	323



第 1 章 程序设计语言概述

1.1 计算机系统

1.1.1 计算机硬件系统

计算机的硬件是指组成计算机的各种物理设备,也就是用户看得见、摸得着的实际物理设备,包括计算机的主机和外部设备。计算机的硬件系统通常由“五大部件”组成:输入设备、输出设备、存储器、运算器和控制器。

1. 输入设备

输入设备负责将数据、程序、文字符号、图像、声音等信息输送到计算机中。常用的输入设备有键盘、鼠标、触摸屏、数字转换器等。

键盘是最常用也是最主要的输入设备,通过键盘,可以将英文字母、数字、标点符号等输入到计算机中,从而向计算机发出命令、输入数据等。鼠标(Mouse)因形似老鼠而得名,鼠标用来控制显示器所显示的指针光标(Pointer)。1968年世界上第一只“鼠标”诞生,鼠标的出现使计算机的输入操作更加简便。

触摸屏(Touch Screen)是一种覆盖了一层塑料物质的特殊显示屏,在塑料层后是互相交叉不可见的红外线光束。用户可以通过手指触摸显示屏来选择菜单项。

数字转换器(Digitizer)是一种用来描绘或复制图画或照片的设备。把需要复制的内容放置在数字化图形输入板上,然后通过一个连接计算机的特殊输入笔描绘这些内容。随着输入笔在复制内容上的移动,计算机记录它在数字化图形输入板上的位置,当描绘完整个需要复制的内容后,图像能在显示器上显示或在打印机上打印,或者存储在计算机系统中以便日后使用,数字转换器常常用于工程图纸的设计。

除此之外,输入设备还有游戏杆、光笔、数码相机、数字摄像机、图像扫描仪、传真机、条形码阅读器、语音输入设备等。

2. 输出设备

输出设备负责将计算机的运算结果或者中间结果打印或显示出来。常用的输出设备有显示器、打印机和绘图仪等。

显示器(Display)是计算机最重要的输出设备,常用的有阴极射线管显示器、液晶显示器和等离子显示器。

打印机(Printer)是计算机最基本的输出设备之一。它将计算机的处理结果打印在纸上。打

印机按印字方式不同可分为击打式和非击打式两类。击打式打印机是利用机械动作,将字体通过色带打印到纸上,根据印出字体的方式又可分为活字式打印机和点阵式打印机。非击打式打印机是用各种物理或化学的方法印刷字符,如静电感应、电灼、热敏效应、激光扫描和喷墨等。

绘图仪(Plotter)是能按照人们的要求自动绘制图形的设备。它可将计算机的输出信息以图形的形式输出,可绘制各种管理图表和统计图、大地测量图、建筑设计图、电路布线图、机械图与计算机辅助设计图等。

3. 存储器

存储器将输入设备接收到的信息以二进制的形式存储到存储器中。存储器有两种,分别为内存储器和外存储器。

微型计算机的内存储器是由半导体器件构成的。从使用功能上分,有随机存取存储器(Random Access Memory, RAM,又称为读写存储器)和只读存储器(Read Only Memory, ROM)。

随机存取存储器有以下特点:可以读出数据,也可以写入数据。读出时并不损坏原来存储的内容,只有写入时才修改原来所存储的内容。断电后,存储内容立即消失,即具有易失性。RAM可分为动态RAM(Dynamic RAM, DRAM)和静态RAM(Static RAM, SRAM)两类。DRAM的特点是集成度高,主要用于大容量内存储器;SRAM的特点是存取速度快,主要用于高速缓冲存储器。

只读存储器的特点是只能读出原有的内容,不能由用户再写入新内容。原来存储的内容是采用掩膜技术由厂家一次性写入并永久保存下来的。它一般用来存放专用的固定的程序和数据,不会因断电而丢失。

外存储器又称为辅助存储器。它的种类很多,通常是磁性介质或光盘,如硬盘、软盘、磁带、CD等,能长期保存信息,并且不依赖电保存信息,但是由机械部件带动,速度与CPU相比就显得慢得多。

4. 运算器

运算器又称为算术逻辑单元。它是完成计算机各种算术运算和逻辑运算的装置,能进行加、减、乘、除等数学运算,也能进行比较、判断、查找、逻辑运算等操作。

5. 控制器

控制器是计算机的指挥中心,负责决定执行程序的顺序。由程序计数器、指令寄存器、指令译码器、时序产生器和操作控制器组成,它是发布命令的“决策机构”,即完成协调和指挥整个计算机系统的操作。

1.1.2 计算机软件系统

计算机软件(Computer Software,也称为软件、软体)是指计算机系统程序及其文档,程序是计算任务的处理对象和处理规则的描述。软件是用户与硬件之间的接口界面,用户主要通过软件与计算机进行交流,软件是计算机系统设计的重要依据。

软件系统可分为系统软件和应用软件两大类。

1. 系统软件

系统软件由一组控制计算机系统并管理其资源的程序组成,其主要功能包括启动计算机,存储、加载和执行应用程序,对文件进行排序、检索,将程序语言翻译成机器语言等。实际上,系统软件可以看作用户与计算机的接口,它为应用软件和用户提供了控制、访问硬件的手段,这些功能主要由系统软件——操作系统完成。

操作系统通常应包括下列五大功能模块。

(1) 处理器管理。当多个程序同时运行时,解决处理器(CPU)时间的分配问题。

(2) 作业管理。完成某个独立任务的程序及其所需的数据组成一个作业。作业管理的任务主要是为用户提供一个使用计算机的界面使其方便地运行自己的作业,并对所有进入系统的作业进行调度和控制,尽可能高效地利用整个系统的资源。

(3) 存储器管理。为各个程序及其使用的数据分配存储空间,并保证它们互不干扰。

(4) 设备管理。根据用户提出使用设备的请求进行设备分配,同时还能随时接收设备的请求(称为中断)。

(5) 文件管理。主要负责文件的存储、检索、共享和保护,为用户提供操作文件的便利。

操作系统的种类繁多,按其功能和特性分为批处理操作系统、分时操作系统和实时操作系统等;按同时管理用户数的多少分为单用户操作系统和多用户操作系统;按其发展过程,通常分成以下6类。

(1) 单用户操作系统(Single User Operating System)的主要特征是计算机系统内一次只能运行一个用户程序。这类系统的最大缺点是计算机系统的资源不能充分利用。微型机的DOS、Windows操作系统属于这一类。

(2) 批处理操作系统(Batch Processing Operating System)是20世纪70年代运行于大、中型计算机上的操作系统。由于单用户单任务操作系统的CPU使用效率低,I/O设备资源不能充分利用,因而产生了多道批处理系统,它主要运行在大、中型机上。多道是指多个程序或多个作业(Multi-Programs or Multi Jobs)同时存在和运行,故也称为多任务操作系统。IBM的DOS/VSE就是这类系统。

(3) 分时操作系统(Time-Sharing Operating System)是一种具有如下特征的操作系统:在一台计算机周围挂上若干台近程或远程终端,每个用户可以在各自的终端上以交互的方式控制作业运行。在分时系统管理下,虽然各用户使用的是同一台计算机,但却能给用户一种“独占计算机”的感觉。分时操作系统是多用户多任务操作系统,UNIX是国际上最流行的分时操作系统。此外,UNIX也具有网络通信与网络服务的功能,它也是广泛使用的网络操作系统。

(4) 实时操作系统(Real-Time Operating System)按其使用方式可分成两类:一类是广泛用于钢铁、炼油、化工生产过程控制、武器制导等各个领域中的实时控制系统;另一类是广泛用于自动订票系统、情报检索系统、银行业务系统、超级市场销售系统中的实时数据处理系统。

(5) 网络操作系统(Network Operating System)是提供网络通信和网络资源共享功能的操作系统。

(6) 微机操作系统,如 Microsoft 公司开发的 DOS 是一种单用户单任务系统,而 Windows 操作系统则是一种单用户多任务系统,是当前微机中广泛使用的操作系统之一。Linux 是一个源码公开的操作系统,目前已被越来越多的用户所采用,是 Windows 操作系统强有力的竞争对手。

2. 应用软件

为解决各类实际问题而设计的程序系统称为应用软件。从其服务对象的角度,又可分为通用软件和专用软件两类。

(1) 通用软件通常是为解决某一类问题而设计的,而这类问题是很多人都要遇到和解决的,如文字处理、表格处理、电子演示等。

(2) 专用软件指的是只能专用于某个领域、适合特定用户的软件。例如,某个用户希望有一个程序能自动控制车床,同时也能将各种事务性工作集成起来统一管理。

1.1.3 计算机中的信息表示

信息是计算机系统输入、存储、加工与输出的对象。但是什么形式的信息才能够被计算机所接受? 计算机如何解决信息的表示与存储问题? 本节主要介绍信息在计算机中的表示。

1. 二进制

在计算机内部,所有的数据都是以二进制形式表示的。二进制数据是最简单的数字系统,二进制中只有 0 和 1 两个数字符号。

1775 年 4 月 18 日,美国革命前夕,麻省的民兵正计划抵抗英军的进攻,派出的侦察员需要将英军的进攻路线传回。作为信号,侦察员会在教堂的塔上点一个或两个灯笼。一个灯笼意味着英军从陆地进攻,两个灯笼意味着从海上进攻。但如果一部分英军从陆地进攻,而另一部分英军从海上进攻,是否要使用第三个灯笼呢?

聪明的侦察员很快就找到了一个好办法。每一个灯笼都代表一个比特,点亮的灯笼表示比特值为 1,未点亮的灯笼表示比特值为 0,因此一个灯笼就能表示出两种不同的状态,两个灯笼就可以表示 4 种状态,假设表示下列 4 种状态:

00= 英军不进攻

01= 英军从海上进攻

10= 英军从陆地进攻

11= 英军一部分从海上进攻,另一部分从陆地进攻

这里最本质的概念是信息可能代表两种或多种可能性的一种。例如,和别人谈话时,说的每个字都是字典中所有字中的一个。如果给字典中所有的字从 1 开始编号,就可能精确地使用数字进行交谈,而不使用单词。任何可以转换成两种或多种可能的信息都可以用比特来表示。

在计算机科学中,信息表示(编码)的原则就是用到的数据尽量地少,如果信息能有效地进行表示,就能把它们存储在一个较小的空间内,并实现快速传输。

2. 数据的表示单位

所谓数据,是可以由人工或自动化手段加以处理的事实、概念、场景和指示的表示形式,包括

字符、符号、表格、声音和图形等。数据可在物理介质上记录或传输,并通过外部设备被计算机接收,经过处理而得到结果,计算机对数据进行解释并赋予一定意义后,便成为人们所能接受的信息。所以数据是信息的表现形式,它反映了信息的内容;信息是数据所表达的含义,是抽象出来的逻辑意义,是对数据的解释。

计算机中数据的常用单位有位、字节和字。

(1) 位(bit),读作“比特”,简记为 b,是计算机存储数据的最小单位。一个二进制位只能表示“0”或“1”,两个二进制位可以表示 4 种状态(00、01、10、11)。显然,位越多,所表示的状态就越多。

(2) 字节(Byte),读作“拜特”,简记为 B。规定一个字节由 8 个二进制位组成,可以存放一个西文半角字符,两个字节可以存放一个中文全角字符。存储器容量单位还有千字节(KB)、兆字节(MB)、吉字节(GB)、太字节(TB),它们的换算关系如下。

$$1 \text{ KB}=1\ 024 \text{ B} (2^{10} \text{ Byte})$$

$$1 \text{ MB}=1\ 024 \text{ KB} (2^{20} \text{ Byte})$$

$$1 \text{ GB}=1\ 024 \text{ MB} (2^{30} \text{ Byte})$$

$$1 \text{ TB}=1\ 024 \text{ GB} (2^{40} \text{ Byte})$$

(3) 字(Word),和计算机中字长的概念有关。字长是指计算机在进行处理时一次作为一个整体进行处理的二进制数的位数,具有这一长度的二进制数则被称为该计算机中的一个字。字通常取字节的整数倍,是计算机进行数据存储和处理的运算单位。

计算机可按照字长分为 8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机等。字长越长,那么计算机所表示数的范围就越大,处理能力也越强,运算精度也就越高。在不同字长的计算机中,字的长度也不相同。例如,在 8 位机中,一个字含有 8 个二进制位,而在 64 位机中,一个字则含有 64 个二进制位。

1.2 程序设计与程序设计语言

1.2.1 程序和程序设计

程序设计是指利用计算机解决问题的全过程,它包含多方面的内容,而编写程序只是其中的一部分。通常利用计算机解决实际问题,先要对问题的性质与要求进行深入分析并确定求解问题的数学模型或方法,然后考虑数据的存储方式和算法的设计,并用某一种程序设计语言编写程序,最后调试程序,使之运行后能产生预期的结果,这个过程称为程序设计。程序设计的基本目标是实现算法和对初始数据进行处理,从而完成对问题的求解。

为了用计算机解决一个实际问题,作为设计人员,从拿到任务到得出正确结果,往往要经过以下 6 个设计阶段。

(1) 分析问题需求。所谓分析问题需求,就是根据存在的问题或者目的需求,弄清楚该问题有哪些已知数据,程序运行需要输入什么数据,需要输出什么结果,需要进行哪些处理等。

(2) 确定解决方案。如果是数学问题,就要根据该问题的数学解法,考虑所用到的数学公式或相关函数。如果是工程问题,就要先建立该问题的数学模型,把工程问题转化成数学问题,以使用计算机解决。对同一个问题可以用不同的方案来处理,不同的方案决定了不同的处理步骤,效率也有所不同。

(3) 确定操作步骤。根据选定的处理方案,列出计算机操作的具体步骤,这种规定的操作步骤称为算法,而这些操作步骤之间的执行顺序就是控制结构。通常使用流程图来描述算法,把算法思想表达清楚,比较简单的问题可直接进入编写程序阶段。

(4) 编写源程序。选择某一种计算机语言来实现算法的过程就是编写源程序的过程。

(5) 运行调试程序。将计算机程序输入计算机中,经过编译、连接和运行,如果程序是正确的,应该得到预期的结果;如果得不到正确的结果,应检查程序是否有错误,改正后再试运行,直到得出正确的结果为止。

(6) 整理相关文档。根据输出结果,写出有关的程序功能或帮助说明。

其中,前两步类似于人们解决问题的一般过程,即分析问题,然后确定一种处理方案;而后四步则是程序设计的环节,其中最关键的是第三步“确定操作步骤”,或称为算法设计。只要算法是正确的,编写程序就不会太困难。对于一个具体问题,编程者应该具备设计算法和正确使用已有算法的能力。

1.2.2 程序设计语言及其发展

程序设计语言是编写计算机程序所用的语言。从计算机诞生至今,程序设计语言也在伴随着计算机技术的进步而在不断发展变化。

1. 机器语言

机器语言是计算机能直接识别和执行的一种机器指令的集合。它是采用二进制数表示的指令代码,这种指令代码由操作码和地址码组成。使用机器语言编写程序,要求编程人员能够熟练地记住所用计算机的指令代码、代码含义和每步所使用的工作单元的状态。一条机器语言为一条指令,指令是不可分割的最小功能单元,编写出来的程序就是一个个由“0”和“1”组成的指令序列,所以使用机器语言编写程序是一项十分烦琐的工作。使用机器语言编写程序难度大,程序直观性差、容易出错,并且计算机语言因机器而异,程序可移植性差。但由于使用的是针对特定型号计算机的语言,故运算效率是所有语言中最高的。现在绝大多数程序员已经不再学习和使用机器语言。

2. 汇编语言

为了弥补使用机器语言编程烦琐和易出错的缺点,20世纪50年代中期人们开始用一些“助记符”来代替0、1码进行编程。这种用助记符号描述的指令系统称为符号语言或汇编语言。用汇编语言编写程序,程序的生产效率和质量都有所提高。但是,汇编语言指令是机器所不能识别、理解和执行的。用它编写的程序经检查无误后,要先翻译成机器语言程序才能被机器所理解和执行。这个翻译转换过程称为“代真”。代真后所得机器语言程序称为目标程序,代真之前的程