



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

Basis of Computer
Software Technology

计算机软件技术基础

(第 3 版)

麦中凡 苗明川 何玉洁 编著



高 等 教 育 出 版 社
Higher Education Press



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

计算机软件技术基础

(第 3 版)



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是计算机软件技术基础的综合教材。第3版教材在前两版的基础上进行了修订和更新,力求在保持原版编写理念、整体风格的基础上,加入软件技术发展的最新成果,并按照 SWEBOOK 规范做了校订,进一步精炼了选材内容。主要内容包括程序设计语言、算法与数据结构、多媒体及其应用开发、操作系统、计算机网络技术、关系数据库系统等软件基本知识点。在本书的最后,还介绍了软件开发与维护以及软件工程过程与软件工程管理等内容,力图通过有限的篇幅,使读者建立起开发一个软件系统的总体概念和方法。第3版较第2版在结构上有所调整,使之更为合理。

本书适合作为高等学校非计算机专业基础教材使用,也可以作为信息产业从业者软件技术的入门教材。

本书所配电子教案可以从高等教育出版社高等理工教学资源网下载,网址 <http://www.hep-st.com.cn>。

图书在版编目(CIP)数据

计算机软件技术基础/麦中凡,苗明川,何玉洁编著.

—3版. —北京:高等教育出版社,2007.7

ISBN 978-7-04-021709-4

I. 计… II. ①麦…②苗…③何… III. 软件-高等学校-教材 IV. TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 089254 号

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 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京地质印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1/16
印 张 29.5
字 数 660 000

版 次 1999 年 4 月第 1 版
2007 年 7 月第 3 版
印 次 2007 年 7 月第 1 次印刷
定 价 36.50 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 21709-00

第3版前言

本书第1版于1999年4月出版,受到普遍好评,获得教育部高校科技进步一等奖,并列为“面向21世纪课程教材”。2001年,美国计算机学会(ACM)、电气与电子工程师学会计算机分会(IEEE-CS)发布了2001计算机课程体系。我们按此体系及3年的教学体验,于2003年3月出版了本书的第2版,被评为“教育部普通高等教育‘十五’国家级规划教材”。

时隔4年,计算机软件技术有了飞速发展。ACM和IEEE-CS于2004年5月又发布了软件工程知识体(SWEBOK)以及软件工程教育知识体(SEEK)体系,我们依此对本书的以前版本做了较大的修改。

本次修改的主旨并没有改变,依然保持基础性、系统性、先进性和实用性的综合平衡,提供相对完备的软件技术基础知识,增加了近年来的一些主流软件技术和应用,并对过时的非基础性知识做了大量的删除和更改。

第3版修改如下:

为了适应多专业的教学需要,在此将VB示例改为了VC++,相应的代码也做了改变。这也许会给习惯于VB教学的老师带来不便,但这种改变更符合发展的趋势。

增加了多媒体新技术的介绍和不同平台下多媒体应用的开发。近几年来,随着硬件制造水平的发展,多媒体计算机与多媒体设备有了很大的发展,多媒体制作技术及软件也相应地有了许多新的变化,多媒体应用开发的模式也在发生变化。

将原来的两章操作系统合并为一章,删去过时的Windows 95,加入Windows Vista、UNIX系统、Linux系统、手机操作系统和Mac OS系统等内容。

将原来的网络内容进行了调整,将原来的3章改为2章,对部分内容进行了增加和删减,加入了许多近年来发展较快的网络技术等。此外,还增加了VLAN、防火墙、路由器、交换技术等内容。

数据库系统部分增加了Web数据库的内容。服务器端语言主要介绍ASP、JSP和PHP。后端的数据库系统,从开放源代码的角度考虑,介绍SQL Sever,并对部分内容进行了精炼删减。

根据软件工程知识体(SWEBOK)对软件工程的两章做了校准,对原文进行了精炼,删除了



一些内容,并增加了面向对象的测试部分。

本版依然保持了教材的系统性和教案的适应性。各专业可根据需要选取本书的内容,并增补例题和案例,以案例驱动教学。本教材对应的学时约为48~64学时,上机18~24学时,任课教师可根据学生所学的专业进行调整。

本次修订由麦中凡教授负责。麦中凡负责对导论、程序设计语言和软件工程等部分进行修改;苗明川负责对算法数据结构、网络、操作系统和多媒体等部分进行修改;何玉洁负责对数据库部分进行修改。刘志斌教授、IBM 公司软件专家苗小襄、刘亚霄等在百忙之中详细审读了书稿,并提出了许多宝贵的意见和建议。北京航空航天大学的李华教授、李清生、裴超等老师给予了大力帮助,在此一并表示衷心的感谢。

限于篇幅和时间,加之作者水平有限,书中难免有不尽如人意之处,恳请读者批评指正。我们的电子邮件地址是 buaamzhf@yahoo.com.cn。

麦中凡

2007年3月于北京航空航天大学

第2版前言

本书1999年4月出版后,已连续印刷6次近4万册。由于内容取材新颖,填补了这方面的空白,在2001年的教育部优秀教材评审中本书获得科技进步一等奖。作者深知,这是对能反映现代技术进步的新编教材的鼓励和鞭策。本书的确存在不少问题,内容偏深,提炼不够,例题不足。获奖后一直想尽快再版,改进不足。

2001年底开始改写第2版。时值美国计算机学会(ACM)、电气与电子工程师协会计算机分会(IEEE-CS)发布了2001计算机课程体系。该课程体系全面修订了1991课程体系,公布了4个方向的知识体系:

- 计算机科学
- 计算机工程
- 软件工程
- 信息系统

该体系新增加了软件工程和信息系统,说明美国计算机教育改革也在向工程化、信息化靠拢。这给编写计算机应用教材以明确的启示:面向工程、面向应用。

第1版出版3年来,软件技术进展也相当明显。在我国,基于XML和Java的网络应用过程工程及其CMM评价、体系结构和基于样式的构件设计均已普及,这也诱发了我们再版的决心。

2001年教育部高教司四号文件“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”建议教材更新3年为宜。这样,我们的再版倒成了非改不行了。

本次修改再版主旨没有改变,提供相对完备的“软件技术基础”的教材。教学仍建议以案例引导摘取所需,其余留做学生自学参考。

本次再版做了如下变更:

程序设计语言一章中增加了网络编程语言及网络编程特性。

算法与数据结构一章,除重新整理外,增加了大量算法实例,以便学生编程上机练习。

为配合学生上机,第6,7章改动较大,完全按SWEBOK知识体的思路改写,完全按软件过程的观点解释软件工程,包括它的模型、方法、规范和标准。



第8、9章操作系统原文比较精炼,除删去过时的DOS和NetWare外没有大的改动。

第10、11章数据库原理及应用做了较大调整,加强了数据库整体概念,如模型、完整性、保护、恢复等。弱化理论,突出应用,增加了数据库应用结构和ODBC访问技术、ADO控件,增加了实例。

第12章到14章仍然是网络。考虑到第一版中网络内容所占篇幅较大,本次再版只保留了原版的第12、13章,并对原第16章进行了调整。本版因篇幅所限,例题较少的缺陷没有得到大的改进。

在本次再版修改中,高等教育出版社有关同志一直为我们提供收集到的信息,鼓励我们再版,并对我们因工作忙碌不能按约定时间交稿一再容忍,为加速成书开展了并行作业,谨致深切谢意。

本次修订,李巍、何玉洁二位副教授仍负责网络和数据库部分。刘云因工作调动未参与此次工作。修改方案及前7章修改、审订由我和吕庆中博士完成。胡斌为排版、配图和配程序做了大量工作。

本次修订并未逃出“软件技术基础”名字含义的大框框,所以大而全的阴影始终很难摆脱。对于多用计算机的专业(如电子与信息工程、通信工程、自动控制、检测、信息管理),我们以为是适用的。至于其他非计算机专业,我们希望在切、割、删讲之余能给我们一些信息。

麦中凡

2002年10月于北京航空航天大学

第1版前言

为贯彻教育部“面向21世纪教学内容与课程体系改革”的精神,适应计算机技术的迅速发展,工科计算机基础课程教学指导委员会确定了高等学校计算机基础教学“三个层次”的课程体系。本书作为其中第二层次的软件技术基础课程教材,由工科计算机基础课程教学指导委员会组织编写。

本书覆盖了工科计算机基础课程教学指导委员会制定的计算机软件技术基础教学要求的全部内容。

“计算机软件技术基础”因其内容庞杂、学时有限,历来是一个难于解决的问题。程序设计语言、算法与数据结构、软件开发与软件工程,多媒体与用户界面、操作系统、数据库、网络、工具与环境等都是需要涉及的知识点,加上最新技术的发展,其中的名词术语就有1200余条。当前国内有3种做法,一为浓缩型,将以上内容的每一部分浓缩后成为一个“拼盘式”的教程。这种教程对教师要求较高且易流于“不深不透”。第二种是概括型,围绕实际问题的应用开发展开,能覆盖多少知识点就覆盖多少。这种方式看起来“学以致用”,但不够系统和全面,可能会出现明显的薄弱环节。第三种是分散型,一种技术一门课,连硬件技术课程一起,共二十几门任由学生选择。这种方式虽然能够“学以致用”,但学时偏多,此外也缺乏精炼的系列教材。本书的编写思路是:

① 教材与教学不完全一致。教材注重系统全面,而教学采用概括型,以应用开发实例作为驱动,覆盖不到之处让学生自学。从“以教为主”到“教与自学相结合”,并逐步过渡到“以学为主”。“以学为主”更需要系统全面的参考教材,“宽编窄用”。

② 内容必须现代化。不能迁就我国目前的发育不全的软件市场,“学以致用”的目标应是高等学校的科研水平(较市场超前)。因为学生还要1~2年后才毕业,根据摩尔定律,届时计算机技术的进步又到一个新周期。

③ 篇幅不能过大。内容叙述强调整体性,着重原理和关键机制,代码细节能省就省。这样虽有“不够明晰”之嫌,却能给教师留下一定的余地。

本书的内容分为三篇:第一篇讲述软件开发基础知识,共7章。其中第1章到第5章由麦中



凡执笔,主要介绍程序语言、算法与数据结构、程序设计、软件工程、CASE 工具等。在前面章节的基础上,第6章在 Windows 平台上以目前比较流行的 Visual Basic 为开发工具,开发一个简单的学生成绩管理应用系统。第7章介绍多媒体的一些相关知识,并利用 Visual Basic 提供的多媒体构件开发了一个简单的多媒体应用程序——Windows 平台下的视频播放。这两章由刘云执笔,吕庆中做了一定的增补。第二篇介绍软件环境基础知识,共4章,其中操作系统部分由吕庆中执笔,数据库系统部分由何玉洁执笔。在操作系统部分,对目前的一些常见操作系统做了简要的评述,以期扩大知识面并加深对操作系统的理解。在第十一章,提供一个较为详尽的具有实际应用背景的数据库应用实例,意欲集中体现前面章节所讲的技术。第三篇,网络应用基本技术,共5章,由李巍执笔,讲述从网络原理到 Java 应用等目前一些比较新的技术。

本书的编写历时两年半,三易其稿。参加编写的老师在各教学“点”上有丰富的经验,但合起来在整体思路上有过多次反复。北方交通大学的张纬老师、北京航空航天大学的任爱华老师也曾参加本书的编写工作,最后由吕庆中做了全面的修改,麦中凡校订全书。作者虽然感到还有许多不尽如人意之处,但时间已经不容再拖。

褚洪峰、毕凯、黄步霞参与了文字的录入、校对、绘图等工作,在此一并致谢。

在此,还要感谢北京理工大学的吴鹤龄老师,他在百忙之中详细审读了书稿,并提出了宝贵的意见和建议。此外,还要对高等教育出版社的刘建元先生表示深切的感谢,他以极大的热情鼓励了我们写好此书。

由于本书是按照新的教材体系及应用模式编写的,结构和内容的选取上还有不少值得商榷之处,加之作者水平有限,书中不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

麦中凡

1999年4月于北京航空航天大学

目 录

第 1 章 导论	1	2.4.2 类与对象	38
1.1 程序与软件	2	2.4.3 类定义	42
1.2 软件的分类与应用软件	4	2.4.4 类继承	44
1.3 几种常用软件	5	2.4.5 多态性	47
1.4 学习提示	7	2.4.6 类继承带来的新问题	49
练习题	8	2.5 网络计算机时代的编程语言	52
第 2 章 程序设计语言	10	2.5.1 HTML 和 XML	53
2.1 高级程序设计语言概述	11	2.5.2 脚本语言	54
2.2 高级程序设计语言实现计算 的方式	13	2.5.3 网络编程语言	54
2.2.1 编译器工作原理	13	小结	59
2.2.2 高级语言程序的解释执行	15	练习题	60
2.3 高级程序设计语言的基本特征	16	第 3 章 算法与数据结构	61
2.3.1 变量、表达式、赋值	17	3.1 算法	62
2.3.2 程序的控制结构	17	3.1.1 算法的表示	63
2.3.3 数据类型	24	3.1.2 算法的定义	66
2.3.4 过程	28	3.1.3 算法与建模	66
2.3.5 过程的数据传递	31	3.1.4 算法的优劣	69
2.3.6 变量的生命期和 Static 变量	33	3.1.5 常用算法	72
2.3.7 输入/输出	34	3.2 数据结构	81
2.4 面向对象程序设计语言的 基本特征	35	3.2.1 数据的结构关系	81
2.4.1 对象概述	36	3.2.2 数据结构的研究方法	84
		3.2.3 线性表	85
		3.2.4 树和二叉树	92
		3.2.5 图的定义和术语	98



3.3 查找与排序.....	104	5.1.2 多媒体的应用.....	146
3.3.1 查找.....	105	5.2 多媒体计算机系统.....	147
3.3.2 排序.....	107	5.2.1 多媒体系统构成.....	147
3.4 文件.....	109	5.2.2 多媒体计算机.....	148
3.4.1 文件的基本概念和术语.....	109	5.3 多媒体技术与设备.....	150
3.4.2 文件索引结构.....	110	5.3.1 音频设备.....	150
3.5 应用举例.....	112	5.3.2 视频设备.....	152
小结.....	117	5.3.3 存储光盘.....	152
练习题.....	117	5.4 多媒体应用开发.....	155
第4章 Visual C++ 环境及其		5.4.1 多媒体应用软件的制作	
应用	119	过程.....	156
4.1 应用(程序)系统的体系结构.....	120	5.4.2 多媒体数据的准备.....	158
4.2 图形用户界面.....	121	5.4.3 多媒体开发工具与平台.....	160
4.2.1 GUI 的诸元素及其实现.....	121	小结.....	163
4.2.2 Visual C++6.0 平台界面.....	123	练习题.....	163
4.3 Windows 编程环境.....	126	第6章 操作系统	164
4.4 Windows 环境下的 VC++ 编程.....	128	6.1 操作系统概述.....	165
4.4.1 VC++6.0 程序设计的		6.1.1 什么是操作系统.....	165
特点.....	128	6.1.2 操作系统的特性.....	166
4.4.2 消息和事件驱动.....	129	6.1.3 操作系统的功能.....	168
4.5 创建 VC++ 应用程序的步骤.....	131	6.1.4 操作系统的类型.....	169
4.6 应用程序举例.....	133	6.1.5 操作系统的结构.....	173
4.6.1 问题的描述.....	134	6.2 操作系统功能实现原理.....	175
4.6.2 需求分析.....	135	6.2.1 进程管理.....	175
4.6.3 设计.....	135	6.2.2 存储管理.....	183
4.6.4 界面设计.....	136	6.2.3 设备管理.....	188
4.6.5 编程实现.....	137	6.2.4 文件管理.....	192
小结.....	140	6.3 常见的操作系统.....	200
练习题.....	141	6.3.1 Windows 系统.....	200
第5章 多媒体与多媒体开发	142	6.3.2 UNIX 系统.....	200
5.1 多媒体.....	143	6.3.3 Linux 系统.....	203
5.1.1 多媒体概述.....	143	6.3.4 手机操作系统.....	204
		6.3.5 Mac Os.....	204



6.4 新一代操作系统	205	8.3.4 Windows 2000 的网络技术特性	257
小结	207	8.4 建立网络环境	259
练习题	207	8.4.1 网络软件需要考虑的问题	259
第 7 章 计算机网络技术	209	8.4.2 用户账户的管理	260
7.1 计算机网络概述	210	8.4.3 用户组的管理	262
7.1.1 计算机网络的发展	210	8.4.4 网络文档的编制	263
7.1.2 计算机网络的概念	211	8.5 网络环境的安全性	264
7.1.3 计算机网络的数据通信	213	8.6 Internet 技术	266
7.1.4 计算机网络的拓扑结构	216	8.6.1 Internet 概述	266
7.1.5 计算机网络的软件系统	218	8.6.2 Internet 的基本服务	266
7.2 局域网与 Internet	220	8.6.3 防火墙技术	270
7.2.1 局域网概述	220	8.6.4 虚拟局域网	273
7.2.2 网络的传输介质	221	8.6.5 无线网络技术	275
7.2.3 网络互连设备	226	小结	276
小结	232	练习题	277
练习题	232		
第 8 章 网络协议与网络应用	234	第 9 章 关系数据库系统	278
8.1 OSI 参考模型	235	9.1 数据库基础	279
8.1.1 OSI/RM 的协议层次	236	9.1.1 数据库概述	279
8.1.2 协议服务	239	9.1.2 数据管理的发展	280
8.1.3 IEEE 802 系列标准	241	9.2 数据模型	283
8.2 网络传输协议	242	9.3 数据完整性	285
8.2.1 NetBEUI	242	9.4 数据库系统的特点	286
8.2.2 TCP/IP	243	9.5 数据库保护	287
8.2.3 IPX/SPX 协议	251	9.6 数据库系统的模式	288
8.2.4 串行链路上的 SLIP/PPP	251	9.6.1 数据库系统的三级模式结构	289
8.3 网络操作系统	252	9.6.2 数据库的二级映像功能与数据独立性	290
8.3.1 网络操作系统概述	252	9.7 关系数据库	291
8.3.2 Windows 2000 网络操作系统	254	9.7.1 关系数据库的组成	291
8.3.3 Windows 2000 的技术特点	255	9.7.2 关系规范化	292



9.8 数据库设计	295	10.3 数据库的创建	329
9.8.1 数据库设计规范	295	10.3.1 创建数据库	329
9.8.2 实体 - 联系模型(E - R 模型)	296	10.3.2 创建数据库表	334
9.9 SQL	298	10.4 ADO 对象	337
9.9.1 SQL 概述	298	10.5 使用 ADO 数据控件访问 数据库	340
9.9.2 SQL 基础	299	10.5.1 建立 VC 工程	340
9.9.3 数据操作	300	10.5.2 使用 ADO 数据控件	342
9.9.4 数据控制功能	306	10.5.3 DataGrid 控件	347
9.9.5 数据定义功能	307	10.6 使用 ADO API 访问数据库	349
9.9.6 事务处理	310	10.6.1 建立 VC 工程	350
9.9.7 触发器	312	10.6.2 连接数据源	351
9.9.8 存储过程	313	10.6.3 使用结果集对象 操纵数据	353
9.10 数据库应用结构	314	10.7 Web 及数据库访问技术	355
9.10.1 集中式应用结构	314	10.7.1 Web 技术概述	356
9.10.2 文件服务器结构	314	10.7.2 浏览器/服务器体系结构	356
9.10.3 客户机/服务器结构	315	10.7.3 常用的动态网页技术	357
9.10.4 互联网应用结构	316	10.7.4 JSP 技术概述	358
9.11 数据库访问技术	317	10.8 Web 数据库技术实例	364
9.11.1 ODBC	317	10.8.1 安装及配置 Web 服务器	364
9.11.2 OLE DB	318	10.8.2 编写 Web 数据库程序	368
9.11.3 ADO	320	小结	371
9.11.4 JDBC	320	练习题	371
小结	321		
练习题	321		
第 10 章 数据库应用系统的设计 与实现	323	第 11 章 软件开发与软件维护	372
10.1 应用背景与需求说明	324	11.1 软件生存周期的主要活动	373
10.2 数据库设计	324	11.2 软件需求	377
10.2.1 概念设计	325	11.2.1 需求工程	377
10.2.2 设计关系模式	326	11.2.2 导出需求	378
10.2.3 确定数据库应用程序的 功能及安全控制	328	11.2.3 分析模型	382
		11.3 软件设计	390
		11.3.1 软件设计的基本原则	390



11.3.2 软件设计模型	393	12.1 软件工程概述	421
11.3.3 软件设计用的 UML	397	12.2 软件工程过程	422
11.3.4 软件设计说明书的书写 ...	400	12.2.1 软件过程活动	422
11.4 软件构造	402	12.2.2 软件过程模型	425
11.4.1 有关软件构造的几个问题 ...	403	12.2.3 一个实用的应用开发 过程模型	429
11.4.2 构造原则	404	12.2.4 软件过程标准	430
11.4.3 构造的风格	404	12.3 软件质量保证	432
11.5 软件测试	406	12.3.1 软件质量与度量	432
11.5.1 测试技术	406	12.3.2 软件质量保证	435
11.5.2 集成测试策略	410	12.4 软件项目管理	437
11.5.3 其他测试	411	12.4.1 风险管理	438
11.5.4 测试文档	412	12.4.2 项目计划	440
11.5.5 面向对象软件测试	413	12.4.3 项目调度和追踪	442
11.6 软件维护	417	12.5 软件配置管理	445
小结	418	12.6 软件开发环境和技术 基础设施	448
练习题	419	小结	454
第 12 章 软件工程过程与软件 工程管理	420	练习题	454

导 论

第 1 章

随着信息技术渗透到社会的每一个角落,各行各业都在利用计算机进行信息处理。而随着网络的日益普及,人们的生活、工作、娱乐方式正在发生改变,通过网络在家中、办公室乃至火车、飞机、轮船上都可以便捷地获取各种各样的知识和信息,传达各种指令,使工作更有效率,更能充分地发挥生产力潜能。社会信息化和数字化带来的效益是巨大的,许多原本需要耗费大量人力、物力的事情现在可以轻而易举地完成;原本只能想象的事现在却可以很容易地实现。作为信息处理工具的计算机具有超强的功能,能创造虚拟战场、虚拟商场、多媒体影像,并且可以对演习结果进行预测和判断,对交易过程进行分析和指导,使得影像效果更加生动、逼真。

本书介绍的是软件开发过程中的一些基本技术以及作为软件开发人员需要掌握的一些相关知识。作为开篇,本章将讨论软件的一些基本特征,并对一些常见的软件进行简要介绍。



1.1 程序与软件

虽然计算机被称做“电脑”,但事实上,它只是一台快速执行指令的机器,这些指令非常简单(包括算术运算、逻辑运算、数据传输和跳转指令),但它们的组合却能完成非常复杂的任务。要让计算机做出符合人们意图的事,只需把这些简单的指令排成一个顺序执行的序列即可。这正如两根毛衣针虽然只有上针、下针、收针、放针4个操作,但根据不同的口诀却可以织出各色花样的毛衣,此口诀就是织花样程序。世界上第一位程序员 Ada 就是这样以穿孔卡片为 Babage 的差分引擎计算机编制织花程序的。所以,程序是计算机指令的序列,编制程序就是为计算机安排指令序列。把程序装入计算机内存,按顺序逐条执行,全部执行完毕后就达到了所需的要求。下面先介绍一下程序的特性。

1. 程序的静态与动态属性

程序实际上是一个用计算机语言描述的某一问题的解决步骤,它的表示是静态的。人们的最终目的还是要它解决问题,所以程序必须能够运行,否则将毫无用处,即程序是指示一个计算机动态执行的序列。正因为如此,编写程序就是为机器写行动计划,形式上必须符合程序设计语言的规范,内容上要能得到计算结果。在第6章中将会介绍,程序的动态执行就是进程。

2. 程序是由程序语言抽象的符号表达

机器码是机器可以直接“读懂”的语言,可以直接表示程序,但编写起来很麻烦,一整版32位1和0的组合,很难直接读懂,并且极易出错。即使编出二进制程序也要通过穿孔或其他手段才能“装入”内存,即要在符号和电信号之间进行转换。于是,出现了用八进制数、十六进制数进行编程。相比之下,这样做要比较容易阅读,也容易进行转换。经过进一步的发展,将操作码变成英文字母后就出现了汇编语言,此时的“转换”就成了用汇编程序作“翻译”。一般来说,可把符号表示翻译成机器具体执行的指令集,它们是同一程序的两种不同表示,即完成了抽象到具体的映射。此后,又出现了高级语言,完全不需要考虑机器指令和内存存储安排,只有变量、运算符、表达式、过程、函数,通过编译程序将其翻译为机器码程序。程序员的工作是把要计算的问题转化成高级程序设计语言的表达式、语句、过程/函数、对象,而不是机器指令序列。

编程语言越高级越易用,翻译程序任务越重,所以编程语言的设计与实现是软件技术中比较重要的一个环节。在第2章中将介绍程序设计语言。



3. 程序是对数据施行算法的过程

按程序设计语言所提供的符号和语法写出程序,可同时表达出语义,即该程序要做的计算。执行后,可改变(加工)数据或提供一组动作。对一组数据进行排序虽然没有改变数据的值,但改变了它们之间的顺序(结构)关系,因此需要有一个计算的办法,即算法。算法可使数据由初始状态变为终止状态。按解题的算法排定顺序时,同样的数据改变可以用不同的算法,例如排序的方法就有快速排序、二分排序、冒泡排序、希尔排序、堆叠排序等多种算法,各种算法虽然可以达到同一目的(功能),但所需的内存开销大不相同,即性能各有优劣。

数据一般用于描述事物的属性和状态,人们往往因不善于设计数据结构导致程序质量低劣。算法和数据结构是软件技术中最基本的技术,在第3章将介绍算法和数据结构方面的知识。

面向对象程序可用于程序对象之间发送消息以完成计算,每个对象都有属性和方法。属性是描述对象状态的数据;方法是描述算法的动作指令集,可以改变数据的状态。发送消息就是传输数据并启动方法,执行后,各对象从初始状态变成终止状态以完成计算,而底层还是以算法加工数据。面向对象语言提供了抽象层次更高的对象概念。

4. 程序是分层嵌套的

利用底层的中断指令,一个程序执行到某个中间位置就暂停执行(挂起)转而执行另一个子程序,待子程序执行完后返回,又恢复到原程序执行,完毕后停机。这种情况反映到程序结构中是层层嵌套的结构,如图1-1(a)所示。

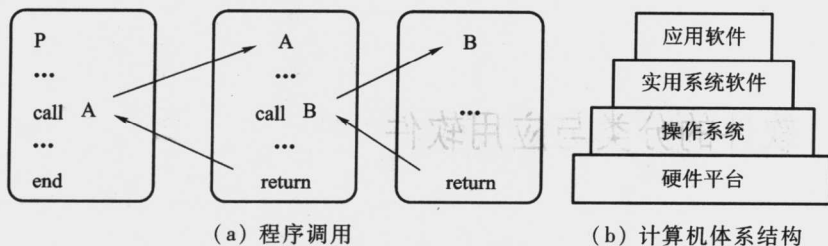


图 1-1 程序的嵌套结构

显然,内嵌的子程序是在主程序的“环境”下执行,可利用主程序声明的数据资源。在此,如果把图1-1(a)中“程序调用图”的3个模块逆时针旋转90°,就可得到“计算机体系结构图”(见图1-1(b)),两者具有某种相似性。在图1-1(a)中,程序P调用程序A,程序A又调用程序B,最后程序P利用A、B所提供的服务完成自己的计算任务。在图1-1(b)中,操作系统利用硬件所提供的服务实现自己的功能,在操作系统之上的实用系统软件,如数据库系统等,利用操作系统所提供的服务实现自己的功能;位于最高层的应用软件利用操作系统和实用系统软件所提供的服务实现自己的功能。这种程序的结构是嵌套的,程序的功能是叠加的。

此外,还可以广义地理解程序,即程序是信息。一般来说,信息只有大小而无形状,信息可用