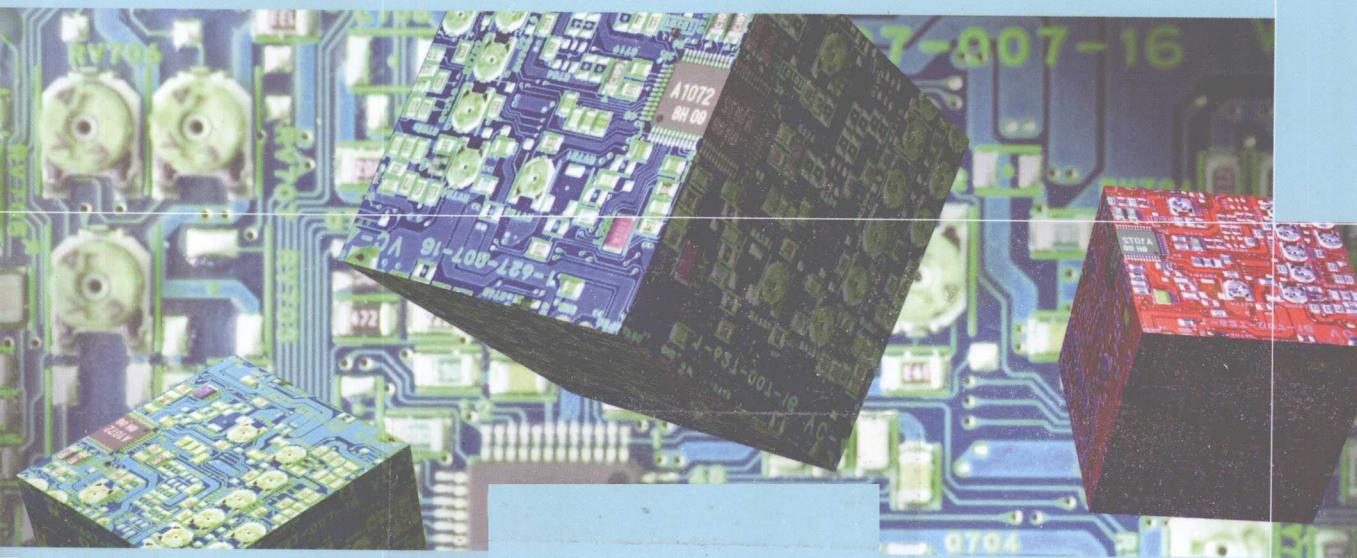




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机导论

丁跃潮 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机导论

Jisuanji Daolun

丁跃潮 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。教材体现了计算机科学主干学科的经典教学内容,全书体系合理、系统性强、条理清楚、深入浅出、通俗易懂,使读者能够在有限的计算机知识背景下系统了解和认识计算机科学的全貌,理解基本原理,掌握关键概念。每章中的学习目标、小结和习题,便于读者巩固所学的知识。本书可为计算机相关专业学生今后的专业课学习奠定基础,也可为非计算机相关专业读者今后进行计算机领域的开发和应用提供必需的知识背景。

本书内容包括计算机科学的主干学科的绝大部分基础知识,涉及计算机硬件、数据结构、软件工程、数据库、操作系统、计算机网络、多媒体等分支学科,最后两章分别介绍了计算机的重要应用领域和计算机科学的前沿研究及发展趋势。

本书可作为高等学校计算机类专业以及非计算机专业的计算机基础教材,还可用作相关工程技术人员培训和自学的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机导论 / 丁跃潮主编. —北京:高等教育出版社,
2010.4

ISBN 978-7-04-028836-0

I. ①计… II. ①丁… III. ①电子计算机—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 023488 号

策划编辑 杜冰	责任编辑 杨萍	封面设计 张志奇	责任绘图 尹莉
版式设计 马敬茹	责任校对 王超	责任印制 陈伟光	

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
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京未来科学技术研究所
有限责任公司印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 22
字 数 530 000

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>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 4 月第 1 版
印 次 2010 年 4 月第 1 次印刷
定 价 32.10 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 28836-00

前 言

计算机是20世纪最伟大的发明之一,它迅速地改变着世界经济及社会生活的面貌,使21世纪成为信息社会和网络经济的时代。计算机科学是当代发展最快、应用最广的科学之一。不论是计算机专业还是非计算机专业学生,计算机科学的基础知识都是必备的。

随着计算机的普及和高中计算机知识学习的加强,以讲授计算机基本操作和入门知识为目的的“计算机文化基础”课程将逐渐不再适用,取而代之的是以讲授计算机专业基础知识为目的的“大学计算机基础”或“计算机导论”课程。本书即应这种要求而编写,略去了计算机基本操作,使内容涵盖计算机基础理论知识的主体内容。

本书旨在系统介绍计算机科学技术的基础知识,引导学生学习专业知识,指导学生了解专业概况,使学生对计算机科学有一个全面的了解,掌握一些主要知识点。本书内容包括计算机科学的主干学科的绝大部分基础知识,涉及计算机硬件、数据结构、软件工程、数据库、操作系统、计算机网络、多媒体等分支学科,最后两章分别介绍了计算机的重要应用领域和计算机科学的前沿研究及发展趋势。本书由经验丰富的教师执笔,深入浅出、简洁明晰地将每门课程的主要知识点以大学新生能接受的难度反映在每一章中。

本书以介绍计算机主要分支学科的基本原理和主要知识点为主,循序渐进,注重系统性、相互联系、实际应用和学科发展。书中所引用的资料以及使用的软件都是最新的。内容安排有简有详,对于当前学生知识背景下难以接受的知识以简介为主,对于后续课程可能不学或今后需要重点掌握的内容介绍比较详细。每章结合主要知识点配有习题,供课后思考和练习。

本书共分10章。第1章介绍计算机基础知识,包括计算机系统的定义、数制、编码、计算机的应用领域、知识体系和分支学科,使学生对计算机科学有基本的了解,树立正确的认识。第2章阐述计算机硬件基础知识,包括计算机基本组成、指令系统、中央处理器、存储器、输入输出系统和整机工作原理,使学生对硬件及其基本原理有所掌握。第3章讲解算法与数据结构,包括算法与数据结构的基本概念、算法的表示、线性表、栈与队列、树与图和算法的设计,为学生今后编程打下算法和数据结构的基础。第4章介绍软件技术基础,循序讲授软件技术的发展、软件的分类、程序设计语言、结构化程序设计、面向对象程序设计和软件的开发,培养学生软件开发的能力。第5章介绍数据库技术,包括数据库系统的基本概念、数据模型、数据库管理系统、结构化查询语言、常用关系数据库管理系统、开放式数据库连接(ODBC)和信息系统,为今后开发数据库应用软件奠定基础。第6章介绍计算机操作系统,阐述操作系统的地位和作用后,介绍进程管理、存储管理、文件系统和常用操作系统,使学生从原理上理解和认识操作系统。第7章讲述计算机网络的原理和应用,包括OSI网络体系结构、TCP/IP网络体系结构、局域网、Internet、网页设计初步、网络安全技术、网络社会问题、犯罪立法及职业道德等,使学生对网络体系



有深入的理解,并树立安全 and 责任意识。第8章介绍多媒体技术,包括多媒体计算机系统、多媒体元素制作技术、多媒体数据压缩和多媒体技术应用与发展等,使学生对多媒体有全面的了解,便于学生今后使用多媒体设备和软件。第9章介绍人机界面、游戏、图形艺术、化学、医学、生物、建筑、军事、自然语言处理、地理信息系统、计算机辅助系统、计算机仿真、信息分析与预测等主要领域的应用,使学生放眼各领域,增加学习兴趣。第10章从新型计算机系统和计算理论发展两大方面综述了计算机前沿研究及发展趋势,让学生对当今计算机科学的新兴和热门领域有所了解,激发创新精神。

本书由丁跃潮主编。第1、5、10章由丁跃潮编写,第3、4章由张杰敏编写,第2、6章由刘丽莉编写,第7、8章由汪志华编写,第9章由罗方芳编写。

本书是福建省软件人才培养模式教学改革成果,在编写和出版过程中,受到项目组负责人、厦门大学李堂秋教授的支持和指导。集美大学设立了教学改革项目,给予本书经费和工作时间上的大力支持。鄂大伟教授提出了一些宝贵意见。在此特向对本教材给予支持、提供帮助的专家、领导深表敬意和感谢,同时感谢高等教育出版社的支持。

由于编者水平有限,书中难免存在遗漏或错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2010年1月于厦门

目 录

第1章 计算机基础知识	1	2.5.1 输入设备	41
1.1 计算机系统的定义	1	2.5.2 输出设备	42
1.2 计算机的数制和编码	4	2.5.3 输入输出控制方式	44
1.2.1 数制	5	2.5.4 输入输出接口	47
1.2.2 数制的转换	7	2.5.5 总线	49
1.2.3 数的表示	9	2.6 计算机执行程序的过程	52
1.2.4 编码	11	2.6.1 计算机执行程序的过程	52
1.3 计算机的应用	14	2.6.2 计算机的主要技术指标	53
1.4 计算机科学的知识体系和 分支学科	16	小结	54
小结	18	习题	55
习题	18	第3章 算法与数据结构	57
第2章 计算机硬件基础	20	3.1 算法的基本概念	57
2.1 计算机的基本组成	20	3.2 算法的表示	60
2.2 指令系统	21	3.2.1 自然语言	60
2.2.1 指令格式	22	3.2.2 流程图	60
2.2.2 寻址方式	22	3.2.3 伪码	61
2.2.3 指令分类	23	3.3 数据结构的基本概念	63
2.2.4 指令举例	23	3.4 线性表	65
2.2.5 精简指令系统计算机	24	3.5 栈与队列	67
2.3 中央处理器	25	3.6 树与图	68
2.3.1 运算器	25	3.7 算法的设计	70
2.3.2 控制器	30	3.7.1 算法的设计目标	70
2.3.3 典型 CPU 芯片介绍	31	3.7.2 查找和排序算法	71
2.4 存储器	32	小结	72
2.4.1 存储器概述	32	习题	73
2.4.2 内存	36	第4章 软件技术基础	75
2.4.3 外存	37	4.1 软件技术的发展	75
2.5 输入输出系统	40	4.2 软件的分类型	76
		4.3 程序设计语言	77
		4.3.1 程序设计语言的分类	78



4.3.2 程序设计语言的划代	81	5.3.1 数据库系统的组成	126
4.3.3 几种常见的高级语言	82	5.3.2 数据库系统的分类	127
4.3.4 两种重要的企业开发平台	83	5.3.3 设计数据库的一般步骤	128
4.3.5 高级语言族系和程序实例	84	5.4 结构化查询语言 SQL	131
4.4 结构化程序设计	88	5.4.1 SQL 的定义	131
4.4.1 结构化的概念	89	5.4.2 基本表的定义、插入、删除 和修改数据	131
4.4.2 数据与变量	89	5.4.3 SQL 查询语句	132
4.4.3 控制结构	92	5.4.4 视图和索引简介	133
4.4.4 函数	94	5.5 常用关系数据库管理系统	133
4.4.5 指针与数组	96	5.5.1 Access	133
4.5 面向对象程序设计	98	5.5.2 Visual FoxPro	135
4.5.1 面向对象的基本概念	98	5.5.3 MS SQL Server	136
4.5.2 Java 类和 Java 对象	101	5.5.4 Oracle	138
4.5.3 封装	103	5.5.5 DB2	140
4.5.4 继承	105	5.5.6 Sybase	141
4.6 软件的开发	108	5.6 开放式数据库连接	142
4.6.1 软件的生命周期	108	5.6.1 什么是 ODBC	142
4.6.2 软件工程基本原理	110	5.6.2 配置 ODBC 数据源	142
4.6.3 软件开发工具与环境	111	5.7 信息系统	144
4.6.4 软件过程管理和能力 成熟度模型	112	5.7.1 信息系统概述	144
小结	113	5.7.2 管理信息系统	145
习题	114	5.7.3 决策支持系统	147
第5章 数据库技术	116	5.7.4 电子商务	149
5.1 数据库系统的基本概念	116	5.7.5 ERP	150
5.1.1 信息与数据	116	5.7.6 ASP	153
5.1.2 数据管理技术的发展	119	5.7.7 EIP	154
5.1.3 数据来源的演变	120	5.8 信息系统的体系结构	155
5.1.4 数据库相关术语	120	5.8.1 C/S 模式体系结构	155
5.2 数据模型	121	5.8.2 B/S 模式体系结构	156
5.2.1 实体-联系模型	121	5.8.3 B/S/C 模式体系结构	157
5.2.2 数据模型简介	122	小结	158
5.2.3 层次型数据库系统	123	习题	159
5.2.4 网状型数据库系统	124	第6章 计算机操作系统	161
5.2.5 关系型数据库系统	124	6.1 操作系统概述	161
5.2.6 对象-关系型和对象型 数据库系统	125	6.1.1 操作系统的作用和定义	162
5.3 数据库管理系统	126	6.1.2 操作系统的发展和分类	162
		6.1.3 操作系统的启动过程	164



6.2 进程管理	165	6.7.9 DEL——删除文件命令	191
6.2.1 进程的概念	165	6.7.10 COPY——文件复制命令	191
6.2.2 进程控制	166	6.7.11 XCOPY——文件及子目录	
6.2.3 进程同步	166	复制命令	191
6.2.4 进程通信	167	6.7.12 SYS——系统复制命令	192
6.2.5 调度	167	6.7.13 ATTRIB——设置文件	
6.2.6 死锁问题	168	属性命令	192
6.2.7 线程	169	6.7.14 CLS——清除屏幕命令	192
6.3 存储管理	170	6.7.15 FORMAT——磁盘格式化	
6.3.1 存储管理的功能	170	命令	192
6.3.2 存储管理的分类及基本思想	171	6.7.16 EDIT——输入编辑文件命令	193
6.4 I/O 设备管理	175	小结	193
6.4.1 设备的分类	175	习题	194
6.4.2 缓冲管理	176	第7章 计算机网络	196
6.4.3 设备分配	176	7.1 计算机网络概述	196
6.4.4 设备驱动	177	7.1.1 计算机网络分类	196
6.4.5 设备独立性和虚拟设备	177	7.1.2 计算机网络系统的组成	
6.5 文件系统	178	和功能	199
6.5.1 文件和文件系统	178	7.2 OSI 网络体系结构	200
6.5.2 文件的结构	180	7.3 TCP/IP 网络体系结构	202
6.5.3 文件存储空间的管理	181	7.3.1 面向连接的服务与面向无连接	
6.5.4 文件目录	182	的服务	203
6.5.5 文件的共享与保护	184	7.3.2 IP 协议簇	203
6.6 常用操作系统	185	7.3.3 端口号的概念	204
6.6.1 MS-DOS	185	7.3.4 网络接口层	205
6.6.2 MS Windows	186	7.3.5 Internet 层	205
6.6.3 UNIX/Linux	186	7.3.6 传输层	205
6.7 常用 DOS 命令介绍	187	7.3.7 应用层	207
6.7.1 MD——创建子目录	188	7.3.8 IP 地址	208
6.7.2 CD——改变当前目录	188	7.3.9 IPv6 协议	210
6.7.3 RD——删除子目录命令	189	7.4 局域网	212
6.7.4 DIR——显示磁盘目录命令	189	7.4.1 局域网概述	212
6.7.5 PATH——路径设置命令	190	7.4.2 IEEE 802 标准	212
6.7.6 TREE——显示磁盘目录		7.4.3 局域网组成	213
结构命令	190	7.4.4 常见局域网	215
6.7.7 DELTREE——删除整个		7.5 Internet	217
目录命令	190	7.5.1 Internet 基本构件	217
6.7.8 REN——文件改名命令	190	7.5.2 Internet 的接入	218



7.5.3 Internet 服务	219	9.2 计算机图形艺术设计	284
7.6 网页设计初步	221	9.3 化学信息学	286
7.6.1 HTML 基础	222	9.4 医学信息学	288
7.6.2 Web 站点发布	248	9.5 生物信息学	290
7.7 网络安全技术	250	9.6 建筑信息学	291
7.7.1 网络安全概述	250	9.7 军事信息学	293
7.7.2 网络安全与服务	251	9.8 自然语言处理	297
7.7.3 计算机病毒	254	9.9 地理信息系统	298
7.8 网络社会问题、犯罪立法及 职业道德	255	9.10 计算机辅助系统	302
小结	259	9.11 计算机仿真	305
习题	259	9.12 信息分析与预测	306
第 8 章 多媒体技术	260	9.12.1 通用信息直观图	307
8.1 多媒体技术概述	260	9.12.2 聚类分析和最优分割	310
8.1.1 多媒体与多媒体技术	260	9.12.3 信息预测	312
8.1.2 多媒体应用系统中的媒 体元素	261	小结	314
8.2 多媒体计算机系统	264	习题	315
8.2.1 多媒体计算机系统层次结构	264	第 10 章 计算机前沿研究及 发展趋势	316
8.2.2 多媒体计算机系统的基本组成	265	10.1 新型计算机系统	316
8.3 多媒体元素制作技术	267	10.1.1 生物计算机	317
8.4 多媒体数据压缩	269	10.1.2 光计算机	318
8.4.1 数据压缩技术概述	269	10.1.3 量子计算机	319
8.4.2 数据压缩编码方法介绍	271	10.1.4 分子计算机	320
8.4.3 数据压缩技术标准	274	10.2 计算理论发展	321
8.5 多媒体技术应用与发展	277	10.2.1 人工智能	321
8.5.1 多媒体技术的应用	277	10.2.2 数据挖掘	323
8.5.2 多媒体技术发展研究方向	278	10.2.3 人工神经网络	326
小结	279	10.2.4 分布式计算	329
习题	280	10.2.5 并行计算	332
第 9 章 计算机重要应用领域	281	小结	335
9.1 人机界面设计与计算机 游戏设计	281	习题	335
		附录 常用字符 ASCII 代码表	336
		参考文献	338

第 I 章

计算机基础知识

学习目标

- 理解计算机系统的定义
- 掌握计算机数制的表示和转换方法
- 掌握计算机码制的转换规则
- 了解计算机的应用领域
- 了解计算机科学的知识体系和分支学科
- 了解计算机专业的现状和成才之路



计算机是一种能够按照指令快速而高效地完成信息处理的数字化电子设备。它能按照人们编写的程序对原始输入数据自动加工处理、存储或传送,以便获得所期望的输出信息。计算机是信息时代和网络经济的主要支柱,是电子信息类专业的重要研究对象。计算机系统由硬件和软件组成,计算机的运算是建立在数制和码制基础之上的,它的应用领域十分广阔。

本章将介绍计算机系统的定义、数制和码制及其运算、计算机的应用领域、计算机科学的知识体系和分支学科,最后将阐述计算机专业的现状和成才之路。

1.1 计算机系统的定义

计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一,它迅速地改变着世界经济及社会生活的面貌,使 21 世纪进入信息社会和网络经济的时代。

计算机科学是对描述和变换信息的算法过程的系统研究,是研究计算机及其应用的学科。

数字计算机按用途又可分为专用计算机和通用计算机。专用计算机与通用计算机在效率、速度、配置、结构复杂程度、造价和适应性等方面是有区别的。专用计算机针对某类问题能显示出最有效、最快速和最经济的特性,但它的适应性较差,不适用于其他方面。在导弹和火箭上使



用的计算机很大一部分就是专用计算机。通用计算机适应性很强,应用面很广,但其运行效率、速度和经济性依据不同的应用对象会受到不同程度的影响。

通用计算机按其规模、速度和功能等又可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。这些类型计算机之间的基本区别在于其体积大小、结构复杂程度、功率消耗、性能指标、数据存储容量、指令系统和设备以及软件配置等的不同。一般来说,巨型机的运算速度很高,每秒可执行几亿条指令,数据存储容量很大,规模大且结构复杂、价格昂贵,主要用于大型科学计算。它的性能也是衡量国家科学实力的重要标志之一。单片计算机则只由一片集成电路制成,其体积小,重量轻,结构十分简单。性能介于巨型机和单片机之间的就是大型机、中型机、小型机和微型机,它们的性能指标和结构规模依次递减。

计算机是一个由多个部分组成的复杂系统,应从系统的观点去理解。系统是指相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体。系统又是它所属的更大系统的组成部分,系统的定义反映出系统具有整体性、相关性、层次性和适应性四个性质。

一个完整的计算机系统由硬件和软件两大部分组成,计算机系统属于信息系统的一部分。计算机系统的硬件组成见图 1-1。图中实线箭头表示信息流,虚线箭头表示控制流。

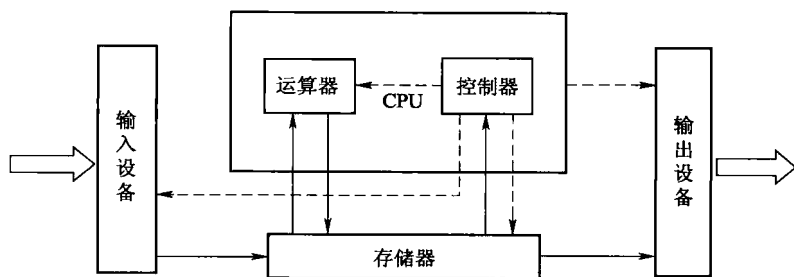


图 1-1 计算机系统硬件基本组成示意图

硬件是指计算机物理装置本身,如处理器、内存及各种设备等;而软件是相对于硬件而言的,它是与数据处理系统的操作有关的计算机程序、过程、规则以及相关的文档资料的总称,如 Windows 98、Windows 2000、Windows XP、UNIX、Visual Basic 以及 Delphi 等。简单地说,若把计算机比作人体,软件是计算机的“大脑”,而硬件则是计算机的“躯体”。

软件和硬件在逻辑上是等价的,软件的功能在原理上可以用硬件来实现。软件和硬件的分界线不是固定不变的。软件可以固化到硬件中,某些硬件(如解压卡)也可以用软件的方法实现。

硬件是计算机的最底层,包括各种硬件资源。它的对外界面由机器指令系统组成,是操作系统工作的基础,其他外层软件通过执行程序指令访问和控制各种硬件资源。软件又可划分为操作系统层、实用软件层(或称为支撑软件层)和应用软件层。每一层都表示一组功能和一个界面,表现为一种单向服务的关系,即上一层的软件必须以事先约定的方式使用下一层软件或者硬件提供的服务,见图 1-2。

操作系统层是对硬件的首次扩充,它的对外界面是系统调用或者系统服务。实用软件层及应用软件层通过操作系统提供的系统调用来使用计算机资源。对最终用户,可以通过系统命令来利用操作系统的功能。



应用软件层	AutoCAD、超级解霸、SPSS、SAS、Protel DXP、Mastercam、ChemSketch、金山词霸、用友财务软件、人事管理系统、ERP、MIS、DSS、网站等		
实用软件层	编译程序、文本编辑程序、调试程序、连接编辑程序、系统维护程序、终端通信程序、网络软件、接口软件、驱动程序、图文处理软件、软件开发工具、数据库管理系统软件等		
操作系统层	DOS、MAC OS、Windows 95/98/ME/XP/2000/2003/Vista/2008、UNIX、Linux、Solaris 等。一台计算机上可以安装一个操作系统,也可选择安装 2~4 个操作系统		
硬件层	基本配置	CPU(运算器和控制器)、存储器(主存和辅存)、键盘、鼠标、显示器、光驱	附加配置 打印机、扫描仪、手写笔、磁带机、声卡、麦克风、音响设备、视频捕获卡、网卡、调制解调器、数码相机、数字摄像机、电子眼、摄像头、移动硬盘、USB 闪存(U 盘)、光笔、数字化仪等

图 1-2 计算机系统的层次关系

实用软件设计者的工作基础是被操作系统扩充了功能的机器。实用软件可以调用操作系统提供系统调用和服务,也可以直接对硬件编程。实用软件对外提供的界面由一组操作系统控制下的实用程序组成。实用层软件(又称为实用软件或者支撑软件)的功能是为应用层软件及最终用户处理自己的程序或者数据提供服务。

实用软件是计算机系统的基本组成部分,通常包括各种语言的编译程序、文本编辑程序、调试程序、连接编辑程序、系统维护程序、文本加密程序、终端通信程序、图文处理软件和数据库管理系统软件等。

操作系统和实用软件又常统称为系统软件。

计算机系统的最外层是应用软件层。它包括用户在操作系统和实用软件支持下自己开发的应用程序,以及软件厂家为行业用户开发的专用应用程序包(例如财务软件)等,是最终用户使用的界面。当然,从最终用户的角度,除了利用应用层的软件之外,也可以利用一些未被隐藏的实用层、操作系统层和硬件层的特性来处理自己的程序和数据。应用层软件可由用户根据自己的需要选购,自主开发或者委托软件厂商定点开发。

计算机软件是指计算机程序及其相关文档,是与数据处理系统的操作有关的计算机程序、过程、规则以及文件集的总称。

被计算机系统工作时所引用的一切客体都称为资源。这里所说的客体可能是处理机、设备、内存、外存等硬件,也可能是程序、数据、信息等软件。在所有软件中,操作系统占有特殊的重要地位,它是配置在计算机硬件之上的一层软件。它控制硬件的工作,管理计算机系统的各种资源,并为系统中各个程序的运行提供服务。

有些专业人士把计算机系统定义为由操作人员、数据、设备、程序和规程五部分组成,这是计算机系统的广义描述。五个部分有机地结合起来,才能完成各种任务。

电子计算机具有如下六个特点:

① 运算速度快——运算速度是衡量计算机先进性的指标之一,以每秒能完成多少次二进制加法运算来衡量。



② 精确度高——精度以运算时能提供的有效数字来衡量,计算机能提供几十位以上的有效数字。

③ 信息容量大——计算机容量大小说明计算机存储和处理信息能力的大小。

④ 具有“记忆”和逻辑判断能力——指计算机有存储结果和根据结果决定执行流程的能力。

⑤ 使用方便。

⑥ 适应性强。

在日常生产和生活中的电子设备,常内置有小巧精悍的专用计算机,即嵌入式系统。嵌入式系统是以应用为中心,以计算机技术为基础,软件硬件可裁剪,适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序等四个部分组成,用于实现对其他设备的控制、监视或管理等功能。嵌入式系统几乎包括了生活中的所有电器设备,如掌上 PDA、移动计算设备、电视机顶盒、手机上网、数字电视、汽车、微波炉、数字相机、家庭自动化系统、电梯、空调、安全系统、自动售货机、蜂窝式电话、消费电子设备、工业自动化仪表与医疗仪器等。

嵌入式系统的硬件包括处理器/微处理器、存储器及外设器件和 I/O 端口、图形控制器等。嵌入式系统的软件包括实时、多任务操作的操作系统软件和应用程序。有时设计人员把这两种软件组合在一起。应用程序控制着系统的运作和行为,而操作系统控制着应用程序编程以及与硬件的交互。

1.2 计算机的数制和编码

计算就是符号串的变换。从一个已知的符号串开始,按照一定的规则,一步一步地改变符号串,经过有限步骤,最后得到一个满足预先规定的符号串,这种变换过程就是计算。要进行计算,必须要借助符号及其规则,这就需要数制和编码。

数制也称计数制,是指用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。按进位的原则进行计数的方法,称为进位计数制。目前计算机内所有的信息都用“0”和“1”两个数字符号组合的二进制数来表示。数值、图形、文字等各种形式的信息需要计算机加工处理时,必须按一定的法则先转换成二进制形式。采用二进制具有以下优势:

① 电子器件的实现很容易。电路通常有两种稳态:开关的合上与断开、电灯的亮与灭、二极管的导通与截止、高电平与低电平等。

② 二进制运算简单。二进制的运算法则简单,这样使得计算机的运算器结构大大简化,控制简单。

③ 便于进行逻辑运算。二进制的 0 和 1 两种状态,可以代表逻辑运算中的“假”和“真”两种值。

④ 可靠性高。二进制的 0 和 1 两种状态,在传输和处理时不容易出错。

信息还常用十进制、八进制和十六进制编码,但它们最终要转换成二进制才能被计算机存储和加工。

1.2.1 数制

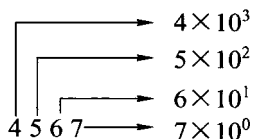
常用的数制有二进制、八进制、十进制和十六进制。我们用括号后加数字下标 2、8、10、16 分别表示二进制、八进制、十进制和十六进制数字,如 $(5)_{10}$ 表示 10 进制 5; $(101)_2$ 表示 2 进制 101。实际应用中也常用字母下标 B、O、D、H 分别表示二进制、八进制、十进制和十六进制数字。

1. 十进制数

十进制数(decimal number)是日常生活中使用最广的计数制。组成十进制数的符号有 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 共 10 个符号,称这些符号为数码。

在十进制中,每一位有 0~9 共 10 个数码,所以计数的基数为 10,超过 9 就必须用多位数来表示。十进制数的运算遵循“逢十进一”(加法时)和“借一当十”(减法时)。

十进制数中,数码的位置不同,所表示的值就不相同。如:



式中,每个数码有一个系数 $10^3, 10^2, 10^1, 10^0$ 与之相对应,这个系数就叫做权或位权。对于十进制整数可表示为:

$$N_{10} = a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0$$

对于十进制小数可表示为:

$$N_{10} = a_{-1} \times 10^{-1} + a_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + a_{-m} \times 10^{-m}$$

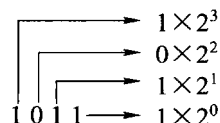
对于既包括 n 位整数又包括 m 位小数的十进制数 N_{10} ,用通式表示为

$$N_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 10^i$$

式中: a_i 为 0~9 中的一位数码;10 为进制的基数;10 的 i 次方为第 i 位的权; m, n 为正整数, n 为整数部分的位数, m 为小数部分的位数。

2. 二进制数

与十进制相似,二进制数(binary number)也遵循两个规则:仅有两个不同的数码,即 0 和 1;进/借位规则为:逢二进一,借一当二。



对于任意一个二进制数可表示为:

$$N_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 2^i$$

例如:

$$(1011.101)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = (11.625)_{10}$$



由于二进制数仅 0 和 1 两个数码,所以其运算规则比较简单,表 1-1 列出了二进制数进行加法和乘法的规则。

表 1-1 乘法规则

加 法	乘 法	加 法	乘 法
0 + 0 = 0	0 × 0 = 0	1 + 0 = 1	1 × 0 = 0
0 + 1 = 1	0 × 1 = 0	1 + 1 = 10	1 × 1 = 1

以加法为例,00111010 加 00011011 得 01010101。算式为:

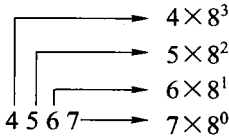
$$\begin{array}{r} 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0 \\ +\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1 \\ \hline 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \end{array}$$

3. 八进制

数码: 0、1、2、3、4、5、6、7。

各数位的位权:是以 8 为底的幂次方。

进位方法:逢八进一,借一当八。



对于任意一个八进制数(octal number)可表示为:

$$N_8 = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 8^i$$

例如:

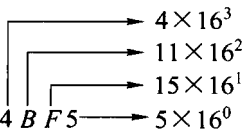
$$(4567.123)_8 = 4 \times 8^3 + 5 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} + 3 \times 8^{-3} = (2423.162109)_{10}$$

4. 十六进制

二进制数在计算机系统中处理很方便,但当位数较多时,较难记忆及书写。为了减少位数,通常将二进制数用十六进制(hexadecimal number)表示。

十六进制是计算机系统中除二进制之外使用较多的进制,它遵循的两个规则为:

- ① 有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 等共 16 个数码,分别对应于十进制数的 0~15。
- ② 十六进制数的加减法的进/借位规则为:逢十六进一,借一当十六。



十六进制数同二进制数、八进制数及十进制数一样,也可以写成展开式的形式:

$$N_{16} = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 16^i$$

例如:

$$(6B7C.8D9)_{16} = 6 \times 16^3 + 11 \times 16^2 + 7 \times 16^1 + 12 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} + 13 \times 16^{-2} + 9 \times 16^{-3} = (27516.553)_{10}$$

1.2.2 数制的转换

1. 数值的对比

二进制、八进制、十进制与十六进制的特征对照表见表 1-2。

表 1-2 进制规则和表示法小结

进 制	个 位 数 字	运 算 规 则	数 的 表 示 法
二进制	0,1	逢二进一	$(1111)_2$ 或 $(1111)_B$
八进制	0,1,2,3,4,5,6,7	逢八进一	$(17)_8$ 或 $(17)_O$
十进制	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	逢十进一	$(15)_{10}$ 或 $(15)_D$
十六进制	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F	逢十六进一	$(F)_{16}$ 或 $(F)_H$

表 1-3 列出了常用十进制数对应的二进制数、八进制数和十六进制数。

表 1-3 十进制与二进制、八进制、十六进制数值表示的对比

十 进 制 数	二 进 制 数	八 进 制 数	十 六 进 制 数
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
$16(2^4)$	10000	20	10
17	10001	21	11
$32(2^5)$	100000	40	20
$64(2^6)$	1000000	100	40
$128(2^7)$	10000000	200	80
$256(2^8)$	100000000	400	100
$512(2^9)$	1000000000	1000	200
$1024(2^{10})$	10000000000(1K)	2000	400
2^{20}	1M	4000000	100000
2^{30}	1G	10000000000	20000000



在计算机中,每一个 0 或 1 称作一个位或比特(bit),是度量信息的最小单位。

2. 二进制数转换成十进制数

任何进制的数转换成十进制数都按多项式展开即可,也就是按权展开,只不过不同进制的权值不同而已,例如下面的二进制转换成十进制的例子:

$$\begin{aligned}(10110110.011)_2 &= 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 128 + 0 + 32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 0 + 0 + 0.25 + 0.125 = (182.375)_{10}\end{aligned}$$

十六进制转换成十进制如法炮制即可:

$$(12FA.3)_{16} = 1 \times 16^3 + 2 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 3 \times 16^{-1} = (4858.1875)_{10}$$

3. 十进制数转换成二进制数

整数部分采用“逐次除 2 取余法”,即整数部分逐次除以 2,取余数,按从下往上顺序排列余数就是结果。例如: $(189)_{10} = (10111101)_2$

189		1
94		0
47		1
23		1
11		1
5		1
2		0
1		1

小数部分“逐次乘 2 取整法”,即逐次将小数部分乘以 2,将结果取整(或理解为在整数个位的进位),将整数按从上往下的顺序排列就是结果。例如: $(0.3125)_{10} = (0.0101)_2$

0.3125	
× 2	
0.6250	进位 0
× 2	
1.25	进位 1,用小数部分继续运算
0.25	
× 2	
0.50	进位 0
× 2	
1.0	进位 1,小数部分已为 0,结束运算

这种方法的证明如下:

设要转换的十进制整数为 S ,转换成的二进制数可写成 $a_{n-1} a_{n-2} \cdots a_1 a_0$,则

$$S = a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + a_1 \times 2^1 + a_0 \times 2^0$$

将上式两边同除以基数 2,为: