

内 容 简 介

本书根据原国家教委 1997 年颁发的《工科非计算机专业计算机基础教学指南》编写。全书共分 9 章。第 1 章、第 2 章介绍了计算机的基本知识、计算机的组成及工作原理；第 3 章~第 6 章介绍了 DOS 和 Windows 操作系统、办公自动化软件 Word 2000 和 Excel 97 的功能及使用方法；第 7 章介绍了计算机网络的基本知识，Internet 的使用及简单网页制作方法等；第 8 章介绍了 MATLAB 程序设计语言及其应用；第 9 章介绍了计算机安全及计算机病毒防治方面的基本知识。

本书是一本学习计算机基本知识，掌握计算机基本操作技能的入门教材，内容简明扼要，通俗易懂。各章后附有思考题或上机训练，充分体现了计算机文化基础精讲多练的教学特点。该书可作为各类高校非计算机专业计算机文化基础的教学用书，也可作为专科各专业及非计算机专业成人教育的教材，对于计算机初学者来说也是一本很好的自学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机文化基础 / 许录平主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.8

21 世纪高等学校电子信息类系列教材

ISBN 7-5606-0909-0

I. 计… II. 许… III. 电子计算机 - 高等学校 - 教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 38567 号

责任编辑 马乐惠 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社 (西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828

邮编 710071

<http://www.xduph.com>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安长青印刷厂

版 次 2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15.75

字 数 371 千字

印 数 1~8 000 册

定 价 18.00 元

ISBN 7-5606-0909-0 / TP·0844

*** 如有印装问题可调换 ***

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志，无标志者不得销售。

前 言

随着信息时代的到来和科学技术的迅速发展,计算机技术已飞速向应用的深度和广度发展。一方面,计算机技术已渗透到科学技术的各个领域,从原来的科学研究和工程设计的有效工具变成了许多高新技术中的关键技术和核心技术,并融合在相应的技术中,起到了决定性的作用。另一方面,计算机技术作为信息技术的基础,已广泛应用于人类生产和生活的各个领域,并影响着人类的生产方式和生活方式,推动着人类文明的进步。可以说,计算机是通向信息时代的大门,掌握了计算机技术就如同有了一把叩响信息时代大门的金钥匙。为适应信息时代的要求,使高等院校计算机基础教学跃上一个新台阶,原国家教委于1997年提出了计算机基础课程3层次的教学模式。第1层次为计算机文化基础,第2层次为计算机技术基础,包括硬件技术基础和软件技术基础,第3层次为计算机应用基础。其中第1层次的“计算机文化”是近年来国内外逐渐提出的一个新概念,一方面说明计算机技术对人类社会所带来的广泛、深刻的影响,而形成了区别于传统的人类文化的一种新的文化,另一方面也说明,计算机基础知识已成为现代人文化素质不可缺少的重要组成部分。

本教材是第1层次(计算机文化基础)的教学用书,目的是使学生了解计算机的历史、发展和现状,掌握计算机的基本知识和工作原理,熟练掌握计算机的基本操作技能,培养学生的计算机文化意识和网络及多媒体的使用常识。

本教材注重理论联系实际,在介绍计算机基本原理、基本知识的同时,加强对学生基本操作技能的训练,充分体现计算机文化基础“精讲多练”的教学方法。

作为计算机基础的入门教材,本书涉及面广,内容上力求简明精炼,通俗易懂,以适应各专业不同层次学生学习及成人自学的需要。

近年来,MATLAB强大便利的计算机编程功能,使越来越多的科技工作者将其作为编程语言,其应用范围已涵盖了几乎所有的科学研究领域。同时,MATLAB具有简单易学的特点。本教材将其作为计算机初学者的入门语言引入,以便使学生尽早尽快掌握,并应用于其它各门课程的上机实验中,培养学生利用MATLAB解决实际工程和数学问题的能力。

本书由许录平主编,并编写了第1、2章,第3、9章由荣政编写,第4、6章由张建奇编写,第5、7章由邵晓东编写,第8章由楼顺天编写。西安电子科技大学李伯成教授审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵意见,谨表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免还存在一些缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者
2000年5月



第1章 计算机文化概论

电子计算机是一种能按预先存储的程序,高速、自动地完成信息处理和存储的电子装置,简称计算机(Computer)。计算机的出现和发展,是20世纪科学技术的卓越成就之一,它本身作为科学技术和社会生产力发展的必然结果,反过来又大大促进了科学技术和社会生产力的发展。随着信息时代的到来和科学技术的迅速发展,计算机技术已飞速向应用的深度和广度发展。一方面,计算机技术已渗透到科学技术的各个领域,从原来的科学研究和工程设计的有效工具变成了许多高新技术中的关键技术和核心技术,并融合在相应的技术中,起到了决定性的作用。另一方面,计算机技术作为信息技术的基础,已广泛应用于人类生产和生活的各个领域,并影响着人类的生产方式和生活方式,推动着人类文明的进步。可以说,计算机是通向信息时代的大门,掌握了计算机技术就如同有了一把叩响信息时代大门的金钥匙。为此,近年来国内外逐渐提出了“计算机文化(Computer Literacy)”的概念,一方面说明计算机技术对人类社会发展所带来的广泛、深刻的影响,形成了区别于传统的人类文化的一种新的文化,另一方面也说明,计算机基础知识已成为现代人文化素质不可缺少的重要组成部分。

1.1 计算机的诞生与发展

1.1.1 计算机的诞生

1946年2月世界上第一台数字电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator,电子数字积分计算机)在美国宾夕法尼亚大学诞生。它是由John Mauchly和J.P.Eckert领导的研制小组为精确计算复杂的弹道特性和火力射程表而研制的。这台计算机共用了18000多个电子管、1500多个继电器、70000多个电阻和10000多个电容,耗电达150千瓦,运算速度为每秒5000次,重达30吨,占地170平方米,可谓“庞然大物”。

用ENIAC计算时,专家们要根据题目的计算步骤进行预先编程,机器可按编程指令(命令)自动实现运算操作。但这里的所谓编程,实际上是人工按指令来调节开关状态(“开”或“关”),并用转插线把选定的各控制部分互连。因此,它并不具备现代计算机“存储程序”的主要特征。但ENIAC在弹道测算中的应用,使原来借助机械分析机需7~20小时才能计算一条弹道的工作时间缩短到30秒,代替了弹道实验室近200名工程师的繁重计算。ENIAC被人们公认为第一台计算机,它的诞生标志着计算机时代的到来。

1946年6月,美籍匈牙利科学家冯·诺依曼(Von Neumann)发表了“电子计算机装置逻辑结构初探”的论文,他指出,ENIAC编程中的开关状态调节和转插线连接,实质上相当于二进制形式的0、1控制信息,这些控制信息(指令)如同数据一样,以二进制的形式预先存储于计算机中,计算时由计算机自动控制并依次运行。这就是所谓的“存储程序和程序控制”的冯·诺依曼原理。



根据“存储程序和程序控制”原理，冯·诺依曼领导的研制小组从1946年开始设计第一台“存储程序(Stored Program)”式计算机EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer, 离散变量自动电子计算机)，该计算机于1952年研制成功并投入使用，其运算速度是ENIAC的240倍。而第一台“存储程序”控制的实验室计算机是1949年5月在英国剑桥大学完成的EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator)，第一台“存储程序”控制的商品化计算机是1951年问世的UNIVAC-I(Universal Automatic Computer)。从那时起，直到目前的各种各样的计算机，不管其外观和性能有多大差异，就其系统构成而言，基本上都是属于“存储程序和程序控制”的冯·诺依曼型计算机。

1.1.2 计算机的发展

自第一台计算机ENIAC诞生以来，随着计算机所采用的电子元器件的演变，计算机的发展已经历了4个阶段，并向人们期望的新一代(智能计算机)迈进。

第一代：电子管计算机(1946~1957)。

电子管计算机的基本逻辑元器件是电子管(Electronic Tube)，内存储器采用水银延迟线或磁鼓，外存储器采用磁带等。其特点是：速度慢，可靠性差，体积庞大，功耗高，价格昂贵。这一代的产品包括ENIAC、EDVAC、EDSAC、UNIVAC-I，以及由IBM公司(International Business Machine Corporation, 美国国际商业机器公司)研制的用于科学计算的IBM701、IBM705(IBM700系列)等。编程语言主要采用机器语言，稍后有了汇编语言。编程调试工作十分繁琐，其用途局限于军事研究的科学计算中。

第二代：晶体管计算机(1958~1964)。

晶体管计算机的基本逻辑元器件由电子管改为晶体管(Transistor)，内存储器大量使用磁性材料制成的磁芯，外存储器采用磁盘和磁带。运算速度从每秒几万次提高到几十万次至几百万次。

与此同时，计算机软件技术也有了较大发展，提出了操作系统的概念，编程语言除了汇编语言外，还开发了FORTRAN、COBOL等高级程序设计语言，使计算机的工作效率大大提高。

IBM7000系列机是第二代计算机的典型代表。与第一代电子管计算机相比，晶体管计算机体积小，重量轻，速度快，逻辑运算功能强，可靠性大大提高。其应用从军事及尖端技术扩展到数据处理和工业控制方面。

第三代：集成电路计算机(1965~1970)。

随着半导体技术的发展，当时的集成电路(IC: Integrated Circuit)工艺已可在几平方毫米的硅片上集成相当于数十个甚至于数百个电子元器件。用这些小规模集成电路(SSI: Small Scale Integration)和中规模集成电路(MSI: Medium Scale Integration)作为基本逻辑元器件，半导体存储器淘汰了磁芯，用作内存储器，而外存储器大量使用高速磁盘，从而使计算机的体积、功耗进一步减小，可靠性、运行速度进一步提高，内存储器容量大大增加，价格也大幅度降低，其应用范围已扩大到各个领域。软件方面，操作系统进一步普及和发展，出现了对话式高级语言BASIC，提出了结构化、模块化的程序设计思想，出现了结构化的程序设计语言PASCAL。代表产品有IBM-360和PDP-11等。



第四代：大规模和超大规模集成电路计算机（1971年至今）。

进入20世纪70年代，计算机的基本逻辑元器件逐渐采用大规模集成电路（LSI: Large Scale Integration）和超大规模集成电路（VLSI: Very Large Scale Integration）。内存储器采用集成度很高的半导体存储器，外存储器使用了更为先进的科学技术制造出的大容量磁盘和光盘，计算机的速度达到每秒几百万次至上亿次。

这一时期，巨型机和工作站都以崭新的形象出现，而其中最具有影响的莫过于微型计算机（Microcomputer）。自从1981年IBM公司推出采用Intel8088 CPU的准16位IBM PC机以来，计算机不再只是大单位才能拥有的设备，而是可以成为个人计算机（PC: Personal Computer）了。PC系列微机的出现，极大地促进了计算机的飞速发展，微机的核心部件——微处理器（CPU）的一代研制时间已由3年缩短至1年，而性能价格比的提高速度更是惊人。自1971年Intel公司推出第一代微处理器芯片Intel 4004,到1999年推出的Pentium III,其字长由4位扩展到32位，处理速度由每秒执行5万条指令发展为每秒执行数亿条指令，用Pentium III组装的微机主频达500 MHz,其性能远远超过了前几代大型计算机的性能。

目前，计算机正朝着巨型化、微型化、网络化和智能化的方向发展。巨型化是指研制处理速度极快、存储容量很大、功能很强的超大型计算机，以满足诸如天文、气象、核反应、国防等尖端科学的需要。微型化是指对性能优越、集成度高、体积小、价格便宜、使用方便的微型计算机的需求。目前已出现了台式PC机、笔记本计算机、手提式计算机等多种类型的微型计算机，这些微机同时还具有网络及多媒体功能。

计算机网络是计算机技术与通信技术有机结合的产物，是通过通信线路将分布在不同地方的计算机互连起来，按照规定的网络协议相互通信，以达到资源（包括硬件资源、软件资源和数据资源）共享的目的，而且不受实际地理位置的限制。目前，以大中小型计算机为主机的广域计算机网络已应用到国民经济、军事、国防和科技、文化事业的各个领域，而以微机为主体的微机局域网络也应用到各行各业，并已渗透到百姓家庭和人们日常生活的方方面面。作为信息化社会重要标志的计算机网络技术的发展与应用，正推进人类向信息化社会迈进。

计算机的发展历经了不同时期的4代，性能上发生了巨大的变化，但基本原理大都属于“存储程序和程序控制”的冯·诺依曼型。如何冲破冯·诺依曼型（按顺序一条一条地执行指令）计算机的局限，研制出具有人脑“逻辑判断”和“直感”功能的新一代计算机，是近年来计算机科学家一直奋斗的目标。未来的智能计算机将使用光集成电路和生物芯片来代替电集成电路，用多处理器代替单处理器，更进一步提高计算机的运行速度；用人工神经网络组成的网络系统来模拟人脑，使计算机具有类似人脑的智能功能。同时，软件上也力求开发具有多媒体信息交互、自然语言理解及具有逻辑思维的智能程序设计语言，使计算机真正成为人脑智力延续的“电脑”。

1.2 计算机的分类及特点

1.2.1 计算机的分类

自1946年第一台计算机诞生到今天，计算机的种类繁多，分类可按不同的标准来划分。



1. 按计算机中信息的表示形式分类

按计算机中信息的表示形式, 计算机可分为 3 类:

(1) 电子数字计算机。

它是以数字化的信息为处理对象, 并采用数字电路对数字信息进行数字处理。通常所说的计算机及我们常用的计算机就是指电子数字计算机。

(2) 电子模拟计算机。

它是以模拟量(连续物理量, 如电流、电压)为处理对象, 处理方式也采用模拟方式。

(3) 数模混合计算机。

它是数字和模拟有机结合的计算机。

2. 按应用范围分类

按计算机的应用范围划分, 可分为专用机和通用机。专用机是指为解决特定问题, 实现特定功能而设计的计算机, 如军事应用中控制导弹的计算机, 医院里 CT 采用的专用计算机等。通用机就是我们通常所说的计算机, 可以应用于不同领域的各种应用中。

3. 按计算机规模分类

按照国际标准分类, 计算机的规模可分成如下几类:

(1) 巨型计算机 (Supercomputer)。

通常把速度最快(每秒达数千万亿次浮点运算)、体积最大、功能最强的计算机称为巨型计算机。我国属于世界上少数几个能够生产巨型计算机的国家之一。我国于 1983 年、1992 年、1997 年分别推出的银河 I、银河 II 和银河 III 型计算机, 就是巨型计算机。巨型计算机的研制和生产, 代表着一个国家的整体技术(尤其是计算机技术)水平。巨型计算机主要用于国防顶尖技术及具有超高速大型计算任务的应用领域, 如天气预报、材料分析、金融预测等。

(2) 小巨型计算机 (Minisupercomputer)。

小巨型计算机也称超级小型计算机, 是巨型计算机小型化的产物。其速度和性能略低于巨型计算机, 而价格只有巨型机的 1/10。

(3) 大型计算机 (Mainframe)。

大型计算机国外习惯上称之为主机。其速度快, 体积庞大。大型计算机主要用于企业和政府的大量数据存储、管理和处理中。

(4) 小型计算机 (Minicomputer)。

小型计算机是为了满足部门、小企业使用的计算机, 其体积比微型机稍大, 可以在系统终端上为多个用户执行任务。

(5) 工作站 (Workstation)。

工作站的性能介于小型计算机和微机之间, 并以优良的网络化功能和图像、图形处理功能而著称。主要用于科学研究、工程技术及商业中, 解决复杂独立的数据及图形、图像处理等事务。

(6) 个人计算机 (PC: Personal Computer)。

个人计算机, 国外简称 PC 机, 也称微机。自 1981 年 IBM 公司推出 16 位 IBM PC 机



至今, PC 机的性能越来越强大, 应用的领域也越来越广泛, 可谓处处可见, 人人皆知, 几乎成了老百姓眼中计算机的代名词。根据不同的使用场合和使用目的, PC 机这个大家族又可进一步划分为如下几类:

① 台式机: 台式机作为 PC 机的典型代表, 其特点是体积小, 功耗低, 工作可靠, 适应性和兼容性强, 价格便宜。目前, 台式微机的配置为 Pentium III 处理器, 微机主频 500 MHz, 内存 128 MB, 硬盘 20 GB。台式微机的应用已普及到人们的工作、日常生活及家庭等各个方面, 已经成为信息时代的主力军。

② 笔记本计算机 (Notebook Computer): 相对于台式 PC 机, 笔记本计算机具有体积小、重量轻、便于携带等优点, 其整体性能接近于台式 PC 机, 适合于野外作业、科学及商业交流、学术讲座等应用领域。

③ 手持 PC 机 (HPC: Handheld PC): 通过去除某些标准部件 (如键盘等), 使计算机的体积变得更小, 重量更轻, 比笔记本计算机更便于携带。在无键盘的 HPC 中, 触摸式屏幕可以完成各种输入 (包括汉字输入) 等功能, 并容易实现与互联网的联网通信, 将会成为 Internet 王国的新宠儿。

④ 工控微机: 为了满足工业、国防等恶劣环境的应用要求, 对微机在电磁兼容、高低温度适应、抗震等方面进行特殊处理的一类工业级应用 PC 机。其典型代表有工控 PC 机和 PC104。工控 PC 机除性能上优化外, 功能及形状与 PC 机完全相同。PC104 是按其与 PC 机功能上兼容、总线有 104 根而命名的。它作为一种嵌入式工控模块机, 其特点是体积小 (如 CPU 模块大小为 $93\text{ mm} \times 90\text{ mm} \times 15\text{ mm}$), 功耗低, 使用时可像一块 IC 片一样嵌入到应用系统中, 而完成类似于 PC 的功能, 目前已广泛应用于医疗、国防等领域的系统中。

⑤ 单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer): 将微处理器 (CPU)、存储器、定时控制电路和输入输出接口电路集成在一块芯片上, 就构成一个可独立工作的微机, 称为单片微型计算机, 简称单片机。其特点是体积小 (单片), 价格很低, 耗电很少, 已广泛应用于仪器仪表、家电控制、无绳电话、工业及国防产品控制等多个领域。目前常用的单片机有 Intel 公司的 8 位 MCS-51 系列、16 位的 MCS-96 系列和 Motorola 公司的 32 位 MC68300 系列等。

1.2.2 计算机的特点

自从 1946 年第一台计算机诞生至今, 计算机之所以能随着微电子技术的演变而不断更新换代, 性能不断增强, 应用越来越广泛, 是因为计算机具有如下独到的特点。

1. 运算速度快

目前巨型机的运算速度已达到了每秒万亿次, 即便是 PC 机, 其速度也已达到了每秒数亿次。

2. 运算精度高

计算机内部采用二进制记数, 其运算精度随字长位数的增加而提高, 目前 PC 机的字长已达到 32 位, 再结合软件处理算法, 整个计算机的运算精度可以达到预期的精度。

3. 存储容量大

从首台计算机诞生至今, 作为计算机功能之一的存储 (记忆) 功能, 得到了很大发展,



目前 PC 机的内存容量配置已达到 64~128 MB, 而硬盘(外存)的容量已达到几十 GB, 一套大型辞海、百科全书, 甚至整个图书馆的所有书籍, 均可以存储在计算机中, 并按需要实现各种类型的查询和检索。

4. 程序控制自动工作

从复杂的数学演算到宇宙飞船控制, 人们只需事先编好程序, 并将程序存储于计算机中, 一旦开始执行, 计算机便自动工作, 直到完成任务。

5. 具有逻辑判断功能

计算机可以对所要处理的信息进行各种逻辑判断, 并根据判断的结果自动决定后续要执行的命令, 还可以进行逻辑推理和定理证明。

1.3 计算机的应用

随着计算机技术的迅猛发展, 尤其是随着 PC 机的普及, 计算机几乎已渗透到各个领域, 无所不在, 无处不有。概括来讲, 计算机主要应用在如下几个方面。

1. 科学计算

科学计算是指科学研究和工程技术中所遇到的数学问题的求解, 又称数值计算。研制计算机的最初目的, 就是为了使人们从大量繁琐而枯燥的计算工作中解脱出来, 用计算机解决一些复杂或实时过程的高速性而靠人工难以解决或不可能解决的计算问题。比如, 人造卫星轨道的计算、水坝应力的求解、生物医学中的人工合成蛋白质技术、天文学中的星体演变研究、中远期天气预报等。科学计算目前仍是计算机的主要应用领域之一。

2. 信息处理

信息处理又称数据处理, 是计算机最广泛的应用领域。其目的是对大批数据(尤其是非数值型信息)进行分析、加工、处理, 并以更适合于人们阅读、理解的形式输出结果。如全球信息检索系统、办公自动化系统、管理信息系统、金融自动化系统、卫星及遥感图像分析系统、医院 CT 及核磁共振的三维图像重建等都是计算机用于信息处理的直接领域。

3. 实时控制

实时控制就是用计算机实时采集系统的信息, 据此对系统的运行过程自动控制, 因此实时控制又称计算机控制或过程控制。

实时控制涉及的领域很广泛, 小到家电运转过程(如全自动洗衣机的洗涤过程)的控制、机器零件的生产过程的控制, 大到火箭发射运转过程的控制、宇宙飞船的发射—运转—着陆的控制、武器瞄准闭环校射系统控制、核电站核反应堆的控制等。由于计算机的实时控制, 使整个系统安全、快速、准确、可靠而高效率地工作。

4. 计算机辅助系统

利用计算机辅助系统, 人们可完成设计、制造、教学等任务。目前主要涉及如下几个方面:

(1) 计算机辅助设计(CAD: Computer Aided Design)。利用计算机进行产品(或大系统)的设计。CAD 技术已广泛应用于服装、机械(包括机器零件)、飞机、船舶、水坝、



集成电路等设计中。结果优化了产品的设计方案，加速了产品的研制过程，节省了大量人力物力。

(2) 计算机辅助制造 (CAM: Computer Aided Manufactory)。利用计算机直接控制产品的加工和生产，以提高产品质量、降低销售成本、缩短生产周期。

(3) 计算机辅助教学 (CAI: Computer Aided Instruction)。利用计算机辅助教师教学和帮助学生。目前的 CAI 包括两个方面：一是基于 CAI 课件的 CAI；二是利用计算机网络的远程教育。前者是从改进教学手段入手，利用研制的 CAI 课件进行多媒体教学，使课程中抽象的概念、原理和现象形象地表征在计算机屏幕上，创造出逼真、动态、直观的效果。而后者则是利用计算机网络和计算机通信技术，实现异地远程联网教学，使世界各地（尤其是教育落后地区）的学生都受到最高水平的教学与教育。

1.4 计算机中信息的表示

在计算机中，信息是以数据的形式表示和使用的，计算机能表示和处理的信息包括数值型数据、字符型数据以及音频和视频数据，而这些信息在计算机内部都是以二进制的形式表现的。因为计算机中的基本逻辑元件有两个可用电进行控制且能相互转换的稳定状态，即可用来表示一位二进制数。也就是说，二进制是计算机内部存储、处理数据的基本形式。但由于二进制在书写和记忆上不方便，所以往往还采用八进制、十六进制及人们习惯上常用的十进制形式。而对于非数值型数据，可通过编码的形式变换成计算机能接受的二进制数。

1.4.1 计算机中使用的数制

1. 常用数制

数制是以表示数值所用的数字符号的个数来命名的，并按一定进位规则进行计数的方法。其中数制中所用的数字符号的个数称为数制的基，数制中每一个数值所具有的值 (R^k) 称为数制的位权。对于 R 进制数，有数字符号 $0, 1, 2, \dots, R-1$ ，共 R 个数码，基数是 R ， k 是指数。进位规则是逢 R 进 1。

在 R 进位计数中，任意一个数值均可以表示为如下形式：

$$a_n a_{n-1} a_{n-2} \cdots a_2 a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \cdots a_{-m} \quad (1-1)$$

其值为：

$$\begin{aligned} S &= a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \cdots + a_2 R^2 + a_1 R^1 + a_0 + a_{-1} R^{-1} + a_{-2} R^{-2} + \cdots + a_{-m} R^{-m} \\ &= \sum_{k=-m}^n a_k R^k \end{aligned} \quad (1-2)$$

表 1.1 列出了计算机中常用的几种数制的基数、位数、数字符号及进位规则。



表 1.1 计算机中常用的几种数制

表示方法 名称 \ 数制	十 进 制	二 进 制	八 进 制	十 六 进 制
基数 R	10	2	8	16
位权 R^k	10^k	2^k	8^k	16^k
数字符号	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	0,1	0,1,2,3,4,5,6,7	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E,F
进位规则	逢十进一	逢二进一	逢八进一	逢十六进一

(1) 十进制 (Decimal):

十进制的基数为“10”，有十个数字符号：0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，各位权是以10为底的幂，进（借）位规则为：逢十进一，借一为十。例如：

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{十进制:} & 1 & 9 & 9 & 8 & . & 2 & 1 & 5 \\
 & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 \text{各位权:} & 10^3 & 10^2 & 10^1 & 10^0 & & 10^{-1} & 10^{-2} & 10^{-3} \\
 \text{数值为:} & & & & & & & &
 \end{array}$$

$$(1998.215)_{10} = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 1 \times 10^{-2} + 5 \times 10^{-3}$$

(2) 二进制 (Binary):

二进制的基数为“2”，有两个数字符号：0，1，各位权是以2为底的幂，进（借）位规则为：逢二进一，借一为二。例如：

$$\begin{array}{ccccccccccc}
 \text{二进制:} & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & . & 1 & 0 & 1 \\
 & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 \text{各位权:} & 2^6 & 2^5 & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & & 2^{-1} & 2^{-2} & 2^{-3}
 \end{array}$$

2. 各数制间的转换

(1) R 进制转换为十进制:

对于式 (1-1) 所示的 R 进制数，均可按式 (1-2) 转换为十进制。比如：

$$\begin{aligned}
 (1011011.0101)_2 &= 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\
 &\quad + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = (91.3125)_{10}
 \end{aligned}$$

$$(234.52)_8 = 2 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 4 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} = (156.65625)_{10}$$

$$(1C2D.9)_{16} = 1 \times 16^3 + C \times 16^2 + 2 \times 16^1 + D \times 16^0 + 9 \times 16^{-1} = (7213.5625)_{10}$$

十六进制中的数字符号 A，B，C，D，E，F 分别对应于十进制数的 10，11，12，13，14，15。

(2) 十进制转换成二进制:

数值由十进制转换成二进制时，要将整数部分和小数部分分别进行转换，然后再组合



起来。

① 整数部分的转换。整数部分采用“除2取余，至商为零”的方法，即将十进制整数不断除以2，直到商等于零为止，将所得的余数倒序排列，就是对应的二进制整数。

【例1】 把 $(303)_{10}$ 转换成二进制数。

	余数
2 303	 $1 = a_0$
2 151	 $1 = a_1$
2 75	 $1 = a_2$
2 37	 $1 = a_3$
2 18	 $0 = a_4$
2 9	 $1 = a_5$
2 4	 $0 = a_6$
2 2	 $0 = a_7$
2 1	 $1 = a_8$
0	

所以， $(303)_{10} = (100101111)_2$ 。

② 小数部分的转换：小数部分采用“乘2取整，达到精度为止”的方法，即将十进制小数乘2，再对乘积的小数部分乘2，直到满足精度要求为止。将乘积所得的整数部分顺序排列，就是对应的二进制的小数部分。

【例2】 把 $(0.6875)_{10}$ 转换成二进制数。

	积的整数部分
$0.6875 \times 2 = 1.375$	$a_{-1} = 1$
$0.375 \times 2 = 0.75$	$a_{-2} = 0$
$0.75 \times 2 = 1.5$	$a_{-3} = 1$
$0.5 \times 2 = 1.0$	$a_{-4} = 1$

所以， $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$ 。

【例3】 把0.5773转换成二进制（保留到小数点后7位）。

	积的整数部分
$0.5773 \times 2 = 1.1546$	$a_{-1} = 1$
$0.1546 \times 2 = 0.3092$	$a_{-2} = 0$
$0.3092 \times 2 = 0.6184$	$a_{-3} = 0$
$0.6184 \times 2 = 1.2368$	$a_{-4} = 1$
$0.2368 \times 2 = 0.4736$	$a_{-5} = 0$
$0.4736 \times 2 = 0.9472$	$a_{-6} = 0$
$0.9472 \times 2 = 1.8944$	$a_{-7} = 1$

所以， $(0.5773)_{10} = (0.1001001)_2$ 。

综上， $(303.6875)_{10} = (100101111.1011)_2$ 。



$$(303.5773)_{10} = (100101111.1001001)_2。$$

(3) 二进制和八进制、十六进制间的转换:

由于 8 和 16 都是 2 的整数次幂, 即 $8=2^3, 16=2^4$, 所以一位八进制数就相当于 3 位二进制数, 而一位十六进制数就相当于 4 位二进制数。因此, 八进制、十六进制同二进制之间的转换极为方便。

① 二进制数和八进制数之间的转换。

二进制数转换为八进制数的方法是: 首先从小数点开始分别向左和向右把整数及小数部分每 3 位分成一组。若整数最高位不足 3 位, 则在其左边加 0 补足 3 位; 若小数最低位的一组不足 3 位, 则在其最右边加 0 补足 3 位。然后用与每组二进制数所对应的八进制数取代每组的 3 位二进制数, 即得该二进制数所对应的八进制数。

[例 4] 把 $(10110101.01101)_2$ 转换为八进制数。

二进制数:	010	110	101	. 011	010
	↓	↓	↓	↓	↓
八进制数:	2	6	5	. 3	2

所以, $(10110101.01101)_2 = (265.32)_8$ 。

八进制数转换成二进制数的方法是: 用 3 位二进制数取代每一位八进制数。

[例 5] 把 $(345.23)_8$ 转换成二进制数。

八进制数:	3	4	5	. 2	3
	↓	↓	↓	↓	↓
二进制数:	011	100	101	. 010	011

所以, $(345.23)_8 = (11100101.010011)_2$ 。

② 二进制数和十六进制数之间的转换。

二进制数和十六进制数之间的转换, 与二进制数和八进制数之间的转换方法类同, 即将八进制数的一位对应二进制数的 3 位改为十六进制数的一位对应二进制数的 4 位。

[例 6] 将 $(10111010111101.10111)_2$ 转换成十六进制数。

二进制数:	0010	1110	1011	1101	. 1011	1000
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
十六进制数:	2	E	B	D	. B	8

所以, $(10111010111101.10111)_2 = (2EBD.B8)_{16}$ 。

[例 7] 将 $(3A8C.9D)_{16}$ 转换成二进制数。

十六进制数:	3	A	8	C	9	D
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
二进制数:	0011	1010	1000	1100	. 1001	1101

所以, $(3A8C.9D)_{16} = (11101010001100.10011101)_2$ 。

1.4.2 数值型信息的表示

计算机可处理的数值型信息分无符号数和有符号数两种。在计算机中, 在二进制数的绝对值前面加上 1 位二进制数作为符号位, 该位为 “0” 表示正数, 为 “1” 表示负数。两



者结合起来就构成该数的计算机内表示形式，成为机器数。为了方便运算，计算机中对有符号数常采用3种表示方法，即原码、补码和反码。下面的例子均以8位二进制数码表示。

1. 原码

如上所述，正数的符号为0，负数的符号为1，其它位按一般的方法表示数的绝对值，用这种方法得到的数码就是该数的原码。例如：

$$x = (+103)_{10}, \quad [x]_{\text{原}} = (01100111)_2$$

$$y = (-103)_{10}, \quad [y]_{\text{原}} = (11100111)_2$$

原码简单易懂，但用这种码进行两个异号数相加或两个同号数相减时都不方便。为了将加法运算和减法运算统一为加法运算，以便简化运算逻辑电路，就引入反码和补码。

2. 反码

正数的反码与原码相同，负数的反码为其原码除符号位外的各位按位取反（0变1，而1变0）。例如：

$$[+25]_{\text{原}} = [+25]_{\text{反}} = (00011001)_2$$

$$[-25]_{\text{原}} = (10011001)_2, \quad [-25]_{\text{反}} = (11100110)_2$$

3. 补码

正数的补码与其原码相同，负数的补码为其反码在其最低位加1。例如：

$$[+25]_{\text{原}} = [+25]_{\text{反}} = [+25]_{\text{补}} = (00011001)_2$$

$$[-25]_{\text{原}} = (10011001)_2, \quad [-25]_{\text{反}} = (11100110)_2, \quad [-25]_{\text{补}} = (11100111)_2$$

综上所述：

- (1) 对于正数，原码=反码=补码。
- (2) 对于负数，补码=反码+1。
- (3) 引入补码后，使减法统一为加法。例如：

$$[103 - 25]_{\text{补}} = [78]_{\text{补}} = (01001110)_2$$

$$[103]_{\text{补}} + [-25]_{\text{补}} = (01100111)_2 + (11100111)_2 = (01001110)_2$$

所以， $[103 - 25]_{\text{补}} = [103 + (-25)]_{\text{补}} = [103]_{\text{补}} + [-25]_{\text{补}}$ 。

同样有 $[25 - 103]_{\text{补}} = [25 + (-103)]_{\text{补}} = [25]_{\text{补}} + [-103]_{\text{补}}$ 。

1.4.3 字符型信息的表示

字符型信息包括数字、字母、符号和汉字，它们在计算机中都是用二进制数编码的形式来表示的，并为此制定了国际或国家标准。

1. 字符编码（ASCII 码）

计算机中常用的字符编码是 ASCII (American Standard Code for Information Interchange, 美国标准信息交换代码)，它用一个字节中的低7位（最高位为0）来表示128个不同的字符，其中的95个编码分别对应键盘上可敲入并可以显示和打印的95个字符（包括大、小各26个英文字母，0~9共10个数字，还有33个通用运算符和标点符号等）及33个控制代码。具体编码如表1.2所示。

表 1.2 7 位 ASCII 编码表 ($B_6B_5B_4B_3B_2B_1B_0$)

$B_6B_5B_4$ $B_3B_2B_1B_0$	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	空格	0	@	P	,	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

2. 汉字编码

汉字相对于西文字符而言,其数量较大,我国在 1981 年颁布了《信息交换使用汉字编码字符集》,简称国标码,代号“GB2312-80”。国标码规定:一个汉字用两个字节来表示,每个字节只用低 7 位,最高位为 0。但为了与标准的 ASCII 码兼容,避免每个字节的 7 位中的个别编码与计算机的控制符冲突,实际每个字节只使用了 94 种编码。因此,双 7 位码实际能够表示的汉字是 $94 \times 94 = 8836$ 个。而国标码字符集中共有 7445 个字符(包括 6763 个汉字和 682 个非汉字的图形字符)。

由于国标码每个字节的最高位都是“0”,与国际通用的标准 ASCII 码无法区分。因此,计算机内部采用机内码来表示汉字。机内码就是将国标码的两个字节的最高位设定为“1”。

1.4.4 图形图像和视频信息的表示

图形图像和视频信息作为多媒体的重要组成部分,已广泛出现在计算机中。相比于前述的数值型信息和字符型信息而言,图形图像和视频信息具有结构复杂、信息量大的特点,在计算机内有其特殊的表示方法,但最终也要编码成 0 和 1 来存储和传送。

1. 图形图像信息的表示

在计算机科学中,图形(Graphics)一般是指用计算机绘制(draw)的诸如直线、圆、圆弧、矩形、任意曲线和图表等组成的画面,而图像(Image 或 Picture)是指通过输入设备(如图像扫描仪)捕获的实际景物画面,或以数字化形式存储的任意画面。



计算机中,图形和图像有两种不同的编码方法:位图和矢量图。

(1) 位图图像 (Bitmap):

它是通过图像扫描仪或数码摄像机采集并输入到计算机的图像,是由离散行列组成的图像点阵,称为数字图像。组成数字图像的点称为像素。反映位图质量的主要参数是分辨率和颜色数目。图像分辨率是指图像的水平与垂直方向的像素个数,而颜色数目是图像中的颜色总数目,它反映了图像中表示各像素的二进制数据位数的多少,称为颜色编码。位图按图像点阵的行、列、像素点颜色编码的形式存储在计算机中。表 1.3 列出了微机上常用的几种图像名称及对应的颜色数目、颜色编码和数据容量(以 800×600 分辨率为例)。

表 1.3 位图图像及其存储容量

颜色编码(位)	颜色总数	图像名称	存储容量(位)
1	2^1	单色图像	$800 \times 600 \times 1$
4	2^4	16 色图像	$800 \times 600 \times 4$
8	2^8	256 色图像	$800 \times 600 \times 8$
24	2^{24}	真彩色图像	$800 \times 600 \times 24$

为了适应不同应用的需要,计算机上的图像以多种格式进行存储。如微机中常用的位图格式的文件扩展名为: .BMP、.PCX、.TIF、.JPG 和 .GIF 等。

(2) 矢量图形 (Vector Graphics):

矢量图形是用一组描述构成该图形的所有图形单元(如点、直线、圆、矩形、曲线等)的位置、形状等参数的指令来表示该图形。这里计算机只存储这些指令,而不是真正的图形。显示时通过专门的程序将存储的指令变成真实图形。

计算机中常用位图来表示图像,而用矢量图来表示图形。

2. 视频信息的表示

视频 (Video) 是由一幅幅静止的图像(称为帧 frame)组成的序列。这些静止图像以一定的速率(即每秒显示的帧数目 frames per second,称为帧率 fps)连续地显示在屏幕上。典型的帧率从 24 fps 到 30 fps,这样的视频图像看起来是平滑和连续的。

视频可用图像序列来表示,其中的每一幅图像的表示与前述静止图像的表示方法相同。视频图像的容量为静止图像的容量与帧率相乘,再乘以视频图像的放送时间(秒)。如播放 800×600 分辨率 256 色的图像,若帧率为 30 fps,则两小时的视频需要超过 48 GB 的容量,这么大的容量就给视频图像的存储、传送、显示带来了许多困难。因此,视频图像(包括静止图像)都是先经过压缩,再进行存储、传送和显示的,而显示时要进行解压。

1.4.5 音频信息的表示

计算机可以记录、存储和播放声音。声音或者音频信息在计算机中常以数字音频的形式表示。数字音频是声(音)波(形)数字化的结果。数字化就是将连续的声音波形离散化,主要包括采样和量化。数字音频的质量取决于采样频率和量化位数,采样频率越高、量化位数越多,音频质量就越好。计算机中,声音的采样频率为 40 kHz 左右,量化位数有 8 位、16 位或 32 位。



多媒体计算机中使用的标准数字音频称为波形文件，文件的扩展名是.WAV。该文件记录了对实际声音进行采样的数据。除此以外，还有扩展名为.VOC 的声音文件，扩展名为.AU 的音频文件和扩展名为.MID 的 MIDI 音乐文件等。数字音频的数据量也很大，在存储或播放时，也要经过压缩或解压。

..... 思考题

1. 世界上公认的第一台电子计算机于哪年在哪个国家诞生？
2. 试举出 4 个应用计算机的领域。
3. 计算机的发展经历了哪几代？各代的主要特征是什么？
4. 计算机的发展趋势是什么？
5. 计算机可表示的信息包括哪 4 个方面？无论哪一种信息在计算机内部都是以何种形式表示的？
6. 计算机的发展已经历了 4 代，但都是基于同一思想，该思想是由谁提出的，主要内容是什么？

7. $(101.8125)_{10} = (\quad)_2 = (\quad)_8 = (\quad)_{16}$

8. 若 $x = (+75)_{10}$ ， $y = (-75)_{10}$ ，其编码用 8 位表示，则

$$[x]_{\text{原}} = (\quad)_2, [x]_{\text{反}} = (\quad)_2, [x]_{\text{补}} = (\quad)_2$$

$$[y]_{\text{原}} = (\quad)_2, [y]_{\text{反}} = (\quad)_2, [y]_{\text{补}} = (\quad)_2$$



第2章 计算机的组成与工作原理

计算机系统由硬件系统和软件系统组成。硬件系统是指计算机的物理实体，是可以摸得着、看得见的部件的总称。软件系统是指计算机的逻辑实体，是控制计算机接受输入、产生输出、存储数据和处理数据的程序的总称。硬件是实体，软件是灵魂；硬件是留声机，软件是唱片。硬件和软件的有机结合、相互配合，才构成了计算机系统的整体，如图 2.1 所示。

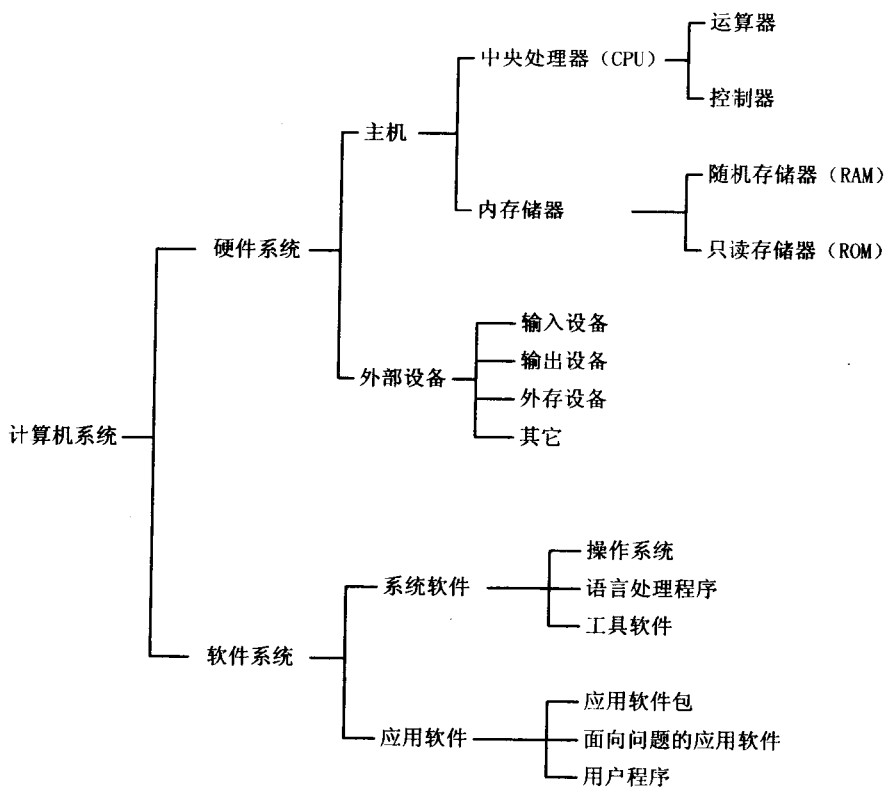


图 2.1 计算机系统的组成

2.1 计算机的基本组成

2.1.1 计算机的基本组成

按照冯·诺依曼的“存储程序和二进制”理论，计算机应当具有输入、存储、输出和处理（运算、判断及控制）等功能。基于这种思想，现在各类计算机（硬件系统）都是由 5