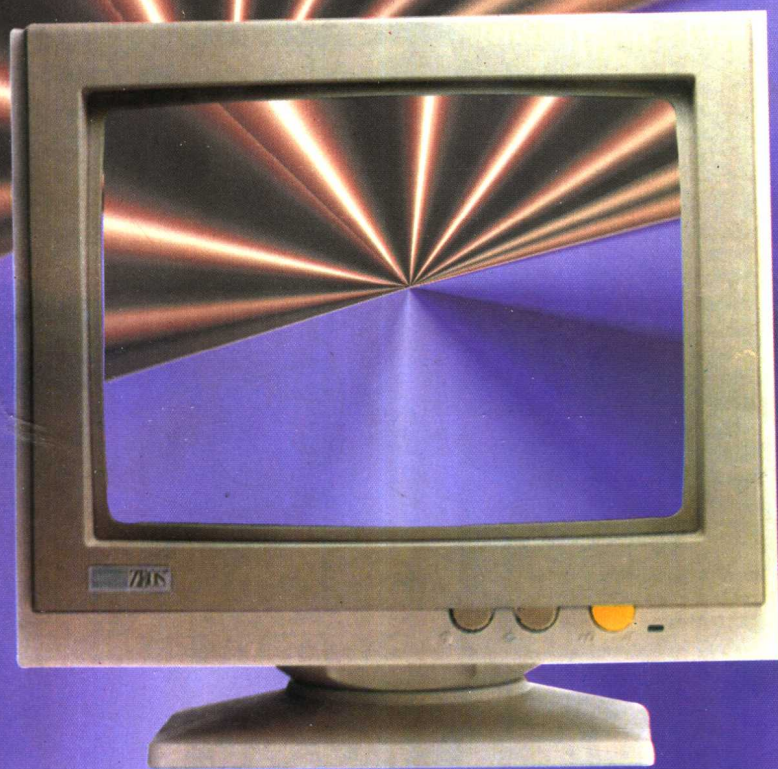


大、中专院校非计算机专业教材

计算机基础教程

吕海涛 主编



中国水利水电出版社

计算机基础教程

吕海涛 主编

中国水利水电出版社

1996

内容提要

本书突出计算机基础教育内容,以深入浅出的方式介绍计算机基础知识;以实用为前提,详细介绍 DOS 操作系统;全面扼要地介绍程序设计的方法。全书共分十一章,即计算机基本构成、计算机软件基础、程序设计基本知识、DOS 操作系统、结构化 BASIC 基本概念、BASIC 语言控制结构、数组、函数和子程序、文件、程序设计方法。

读者对象:非计算机专业学生、科技人员、管理人员及一般电脑爱好者。

图书在版编目(CIP)数据

计算机基础教程/吕海涛主编. —北京:中国水利水电出版社,1996. 9

ISBN 7—80124—163—0

I. 计… I. 吕… III. 电子计算机—基础理论—教材 IV. TP301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 09040 号

书 名	计算机基础教程
作 者	吕海涛 主编
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 北京万水电子信息有限公司 (北京市三里河一区 39 栋 100045)
排 版	中国水利报社瑞斯通电子技术开发部
印 刷	顺义县天竺颖华印刷厂
规 格	787 × 1092 毫米 16 开本 12.25 印张 279 千字
版 次	1997 年 3 月第一版 1997 年 3 月北京第一次印刷
印 数	5001—9000 册
定 价	16.00 元

出版者的话

近年来,中国水利水电出版社及其与美国万国集团的合资公司北京万水电子信息有限公司,一直致力于电脑图书的出版。1994年,我社购买了美国 MIS 出版公司的 5 本 Windows 自学教程的中文版版权;去年,我社又与美国万国集团联袂购买了美国 Peachpit 出版公司的 7 本电脑书(其中有 6 本是 Macintosh 苹果电脑参考书)的版权。最近,我们又已经组织数套电脑丛书,如“中文版软件详解丛书”、“万水流行软件用户伴侣丛书”、“万水网络与数据库丛书”、“万水电脑彩色与平面设计丛书”等。这些图书有的已经出版,有的将在近期内陆续推出。已经出版的图书,在出版界和电脑用户中产生了良好的影响。

随着计算机技术的高度和计算机应用领域的迅速拓宽,非计算机专业学生及各种科技人员对计算机基础教材的需求很大。许多出版社推出了大量的有关书籍和教材,但目前的基础教材大多忽视了计算机基础知识和实际操作方面的内容,几乎完全不包括程序设计的方法,仅仅侧重于 BASIC 语言本身。

针对这种情况,我们出版了这本《计算机基础教程》。使读者通过对计算机基础知识、核心软件 DOS 操作系统、程序设计技术的基础内容的学习,从而掌握计算机的理论和实际操作计算机的基本技能,并能够通过具体的计算机语言来解决自己的实际问题,学会程序设计;最后通过对 BASIC 语言基本内容的了解,使读者对各种具体计算机语言的结构及特点有一个总体的把握,真正达到基础教育的目的。

我们诚恳地欢迎您对本书提出修改意见,以便我们再版时进行修正。如对本公司的其他图书感兴趣,请随时同我们联络。联络地址为:北京万水电子信息有限公司,北京市三里河一区 39 栋,邮政编码:100045,电话:(010) 6852.8689, 6853.3313, 传真:(010) 6853.3313, E-Mail: mchannel@public3.bta.net.cn;或:中国水利水电出版社对外合作部,北京市三里河路 6 号,邮政编码:100044,电话:(010) 6835.8031-247, 传真:(010) 6835.3010。

中国水利水电出版社
北京万水电子信息有限公司
1996 年 8 月

前 言

电子计算机是二十世纪人类最伟大的创造成果,它的迅猛发展与广泛应用正深刻而全方位地改变着人类社会的方方面面。在我国现代化建设过程中,尤其是最近十几年,微型计算机得到了非常广泛的应用。微机已成为人们提高工作质量和效率的不可缺少的日常工具。

随着计算机的大范围普及应用,是否掌握和具有使用计算机的知识与技能已成为衡量一个人的工作能力和业务水平的重要标志。计算机教育已成为基础性的教育内容。计算机基础已成为高等教育的基础课程之一。我们在研究分析参考其他有关教材和资料的基础上,结合多年计算机教学和应用开发的实践经验,编写了这本教材,奉献给非计算机专业的学生和广大读者。

全书由四大部分组成共分十一章。第一部分以深入浅出的方式介绍了计算机基础知识(第一~四章);第二部分以实用为前提,详细介绍了DOS操作系统(第五章);第三部分全面、扼要地介绍了结构化程序设计语言 Quick BASIC 语言的基本内容(第六~十章);最后部分从提高的角度较为系统的介绍了程序设计的方法。

本书的编写本着理论与操作并重,普及与提高相融的原则,选材注意系统性、完整性和实用性;内容力求丰富,突出重点,易学易懂。书中配有大量的例题和习题,因此,既可作为高等院校非计算机专业学生的基础课教材,也可用于各种计算机应用人员的培训、提高。参加本书编写的有赵凯(第一、二、三章及附录);刘建国(第四、十、十一章);吕海涛(第五章);易仲明(第六章、第七章第三节、第八章);王建军(第七章第一、二、四节、第九章)。全书由吕海涛主编。

本书在编写的过程中得到了中国水利报社胡昌支先生等人的大力支持和帮助。华北水利水电学院的刘洪建高级工程师对本书的编写给予了热情的关心。编者在此致以深深的谢意。

由于水平有限、时间仓促,本书中的遗漏和失当之处在所难免。我们诚恳地希望各位同仁及广大读者提出宝贵意见。

编 者

1996年8月

目 录

出版者的话

前 言

第一章 计算机基本知识	1
第一节 计算机的发展概况	1
第二节 计算机的特点和应用	3
第三节 计算机的运算基础	6
第四节 计算机中的代码	12
第五节 计算机系统的组成	14
第六节 计算机发展与展望	15
习 题	17
第二章 计算机硬件	18
第一节 计算机硬件系统的基本结构	18
第二节 中央处理器	19
第三节 存储器	21
第四节 输入/输出设备	25
习 题	28
第三章 计算机软件	29
第一节 软件系统的组成	29
第二节 系统软件	30
第三节 应用软件	36
习 题	37
第四章 程序设计基本知识	38
第一节 程序设计的概念	38
第二节 程序设计语言	40
第三节 算法描述及算法设计	42
第四节 程序的基本控制结构	45
第五章 DOS 磁盘操作系统	48
第一节 DOS 简介	48
第二节 文件组织与目录结构	52
第三节 常用 DOS 命令	56
第四节 汉字操作系统介绍	72
习 题	78
第六章 Quick BASIC 语言的初步知识	80
第一节 BASIC 的基本概念	80
第二节 Quick BASIC 中数值的表示	82

第三节 Quick BASIC 的基本运算量	83
第四节 运算符与表达式	85
第五节 Quick BASIC 集程环境	87
习 题	93
第七章 Quick BASIC 的基本控制结构	95
第一节 顺序结构	95
第二节 选择结构	102
第三节 循环结构	109
第四节 程序举例	117
习 题	120
第八章 Quick BASIC 中数组及其使用	122
第一节 数组及数组的定义	122
第二节 一维数组的应用	123
第三节 二维数组的应用	125
习 题	133
第九章 Quick BASIC 的函数与子程序	135
第一节 标准函数及其使用	135
第二节 自定义函数	137
第三节 GOSUB 子程序	140
第四节 Quick BASIC 中的过程	142
习 题	152
第十章 Quick BASIC 的数据文件	153
第一节 文件操作语句	153
第二节 顺序文件	155
第三节 随机文件	158
习 题	163
第十一章 程序设计方法	164
第一节 结构化程序设计	164
第二节 程序设计的基本策略	165
第三节 递归程序的设计方法	174
第四节 程序设计举例	177
习 题	181
附录一	183
附录二	184
附录三	186

第一章 计算机基本知识

计算机是一种能自动、高速、精确地进行信息处理的现代化的电子装置。我们所说的计算机是电子数字计算机的简称。由于它具有速度快、精度高、存储容量大、自动化程度高等特点,已被广泛地应用于人类社会的各个领域,成为现代科学研究、工业生产、现代管理到家庭生活不可缺少的重要组成部分。

本章将介绍关于计算机的一般知识。例如:计算机的发展概况及其特点和应用、计算机的运算基础和发展方向等。通过学习本章,能使读者对计算机领域的一些常识性的知识有一个初步的了解。

第一节 计算机的发展概况

人类从远古时期就开始了计算活动,形成了数和数的运算的概念。随着生产的发展和生活的进步,人类发明了各种各样的计算工具。从用石块、贝壳等计数方法,发展到算盘、计算尺、手摇计算机、电动计算机、袖珍计算器等计算工具。虽然这些计算工具使人类文明程度不断得到提高,但仍没能使人类计算能力有重大突破。

科学的发展,迫切要求有计算速度快、精确度高、能自动进行运算和进行自动控制的新型计算工具。因此,电子计算机就应运而生了。电子计算机是科学技术的必然产物。

1946 年是人类计算机发展的“里程碑”。世界上第一台电子数字计算机在美国的宾西法尼亚大学研制成功了。它的名字是 ENIAC(英文 Electronic Numerical Intergrator And Calculator 的缩写,译为“电子数字积分计算器”)。

ENIAC 是一个庞然大物。它的主要逻辑器件是电子管。全机用了 8000 个电子管、1500 个继电器、7000 个电阻、10000 个电容器。ENIAC 重达 30 吨,占地约 170 平方米,用电功率 1500 千瓦,运算速度为每秒 5000 次加法运算。和今天的计算机相比,ENIAC 的主要缺点是存储容量小,而且每次计算的程序编排是由外部开关和插件来实现的。此外,电子器件的可靠性也不高。但是,它的诞生标志着人类在计算工具上发生了质的飞跃,人类从此进入了计算机时代。所以,ENIAC 对人类社会的发展具有深远的历史意义。

从第一台电子计算机问世到今天,只有短短的五十年时间,但其发展速度却是惊人的。计算机的发展已经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模乃至超大规模集成电路这四个时代。计算机发展的各个阶段如表 1-1 所示。仅仅从电子器件的发展来划分,还不能准确地反映计算机系统全面的技术水平,还应把硬件的发展和软件的发展综合起来一起考虑。

计算机的迅速发展还突出表现在体积、价格、运算速度和可靠性等各方面。随着软、硬件技术的提高,计算机的体积、价格在以每年 10 倍的幅度减小,而运算速度和可靠性却大幅度

提高。早期的计算机(如 ENIAC)运算速度只有每秒 5000 次,到 90 年代,计算机的运算速度已经达到几千亿次。这是以前的任何计算工具无法比拟的。

到目前为止,这四代计算机的共同特点是基于二进制数和程序存储的基本原理。这一原理是由世界上著名的数学家美籍匈牙利人冯·诺依曼(Von·Neumann)最早提出的。他明确地指出了电子计算机由五个基本部分构成:输入设备、输出设备、控制器、运算器和存储设备。

根据这个原理,信息在计算机内部以二进制数表示。除了需要输入计算用的数据以外,还要将计算用的步骤编制成指令输入到计算机内存储起来,然后由计算机按人为的指令顺序自动进行操作,无须人们干预。这就是“程序存储”的概念。这一原理一直被引用至今,故现代计算机常被称为冯·诺依曼型计算机。人们正在研制的“第五代计算机”是非冯·诺依曼型计算机。它采用了全新的工作原理和体系结构,采用“逻辑推理”的方式来模拟人的某些智能行为,完成对问题的分析、判断、推理。因此,未来的“第五代计算机”的研制成功将是对科学技术的一项突破性贡献,被称为“第二次计算机革命”。一些计算机科学技术先进的国家,如美国、日本等投入大量的人力、物力研制“第五代计算机”,都在为争取这一领域的领先地位而全力以赴。

表 1-1 电子计算机的发展简史

年 代 \ 特 征	硬 件		软 件	应用范围
	逻辑元件	主存储器		
第一代 1946—1957	电子管	磁 鼓 磁 芯	机器语言 汇编语言	科学计算
第二代 1958—1964	晶体管	磁 芯	高级语言、多道程序 设计、管理程序等	科学计算、数据 处理、事务管理
第三代 1965—1970	中小规模 集成电路	磁 芯	操作系统 会话式语言	实现系列标准化 广泛用于各个领域
第四代 1970 年以后	中大规模 集成电路	半导体存储器	操作系统、数据库、大 型程序软件、网络软件	普及深入应用 于各个领域

我国的计算机事业是从 1956 年开始的。从仿制阶段到自行研制各种系列的大、中、小型计算机。1983 年“银河”亿次巨型计算机的问世标志着我国的计算机的发展水平已进入了世界研制巨型机的行列。1992 年 11 月“银河—Ⅰ”巨型计算机的研制成功,填补了国内巨型机的空白,它标志着我国计算机技术达到一个新水平。微型计算机的发展也非常迅猛,一方面积极引进先进技术,另一方面积极开展国产化工作,开发了许多具有中国特色的微型计算机系列,如长城、紫金、浪潮、联想等系列,逐步形成了国内生产和应用的主流产品。计算机正在进入人们的家庭生活,对家庭教育、管理等发挥越来越大作用。目前,大、中、小、微型计算机的拥有量达几百万台,它必将为社会各个领域带来巨大的社会效益和经济效益。

第二节 计算机的特点和应用

一、计算机的特点

计算机得以广泛应用于社会生活的各个领域,关键在于它有以下几个特点:

(一)运算速度快

电子计算机是一种电子设备。由于其内部线路采用的是高速的电子器件,加上先进的设计和计算技巧,可以使计算机获得很高的运算速度。

世界上第一台电子计算机的运算速度为每秒 5000 次。尽管很不完善,但当时发挥了很大的作用。它 3 秒钟完成的工作相当于人工一个星期的工作量,而且准确无误。

随着计算机技术的发展,运算速度也在不断提高。目前,一般微机的运算速度已经达到每秒几十万次至上亿次。一些先进的巨型机,每秒运算速度已达到几千亿次。这样快的运算速度是人工和以前的任何计算工具无法达到的。1867 年法国天文学家达拉姆尼(Dalamny)为了用天体力学法求解月球的运行轨道,花了十年时间去求解一个摄动级数展开式,又花了十年时间去验证,计算结果写成一本书。后来人们用计算机来完成这一计算,结果只用了 20 小时。20 年与 20 小时之间相差是何等悬殊。计算机的高速度不仅为科学计算提供了强有力的工具,加速了科学的研究,而且也促进了很多边缘学科的诞生与发展。高速的运算为人类赢得了时间,使许多工作可以走在时间的前面。例如,天气预报数据的计算,现在利用计算机可以预测几天的天气形势。

(二)精确度高

计算机运算的精确度取决于计算机的字长,计算机的字越长,数的表示范围就越大,有效数字的位数就越多,数的精度就越高。例如,圆周率 π 的计算。我国古代数学家祖冲之用了 15 年的时间求出 π 的值到小数点后 7 位,而 1984 年一台中速计算机,只花了 24 小时就将 π 的值精确到 1000 万位。

目前,一般微机的字长已达到 16 位(二进制)。若一个实数用 64 位(二进制)表示,则这个实数的有效位数可达到十进制数的 16 位。这样高的精度基本上可以满足各种用户对数据的要求。此外,还可以用其他方法使系统进行双倍字长,四倍字长等运算,以进一步提高数据精度。

(三)存储容量大

在计算机系统中,把具有“记忆”功能的装置叫做存储器。存储器可存储大量的数据,包括计算用的数据,运算的中间结果及最终结果。更重要的是,存储器可以把人们事先编写好的计算程序也存储起来。

随着计算机技术的提高,存储器的容量也越来越大。目前,一般微型计算机的内存具有几十万个存储单元,巨型计算机可以达到几千万个存储单元。此外,为了进一步扩充计算机的信息存储量,可以设置外部存储器。外部存储器的容量比内存容量大得多,还可以通过虚拟存储管理技术,将内存与外存连接起来,使计算机的信息处理能力几乎达到无限的地步。

(四)逻辑判断能力

计算机不仅具有算术运算的能力,同时也具有逻辑判断能力。人的大脑具有逻辑思维、判断推理的能力。当人通过感官器接收到外界信息以后,经过大脑的思维、判断推理,然后作出一定的反应。计算机就是代替人脑进行逻辑思维、判断推理的机器。它可以处理文字字符,进行大小、异同的比较。在计算过程中,计算机能判断下一步该做什么,遇到分支,会选择走哪条支路。这一功能不仅使计算机的自动计算成为可能,而且使计算机能进行诸如:情报检索、资料分析、逻辑推理和定理证明等逻辑加工性质的工作。管理信息系统、决策知识系统、专家咨询系统等都是示例。

(五)自动化程度高

能自动连续地进行高速运算是计算机最为突出的特点,也是计算机与其他机器的根本区别。计算机之所以能进行自动连续地运算,是由于它采用了“程序存储”的工作原理。要运行一个程序,首先要将这个程序存入到存储器中,然后才能执行。当一个程序启动成功后,计算机就会按照这个程序所规定的操作步骤自动连续地执行下去,直到执行完毕,得到运算结果。在程序执行过程中,用户无须干预程序运行的控制。计算机能够完成各种各样的工作,也是因为采用了“程序存储”的工作原理。存储器是一个存储装置,存入不同的程序,就可以得到不同的结果。所以,计算机能够开发的功能可以说是无穷的。

二、计算机的应用

电子计算机是二十世纪最杰出的科技成果之一。现代科学技术的发展,又使计算机几乎进入了所有领域。众所周知,计算机可以控制机床使其加工出复杂的零件来;计算机控制宇宙飞船可以准确地进入运行轨道;管理现代化,办公自动化,人工智能等都离不开计算机,各种各样的计算机辅助系统等都用到计算机。

计算机的应用领域可以归纳为以下几个方面:

(一)科学计算

由于计算机具有运行速度快、准确度高等特点,因而很适合于科学计算。例如,人造卫星轨道的计算、水坝应力的计算、建筑物抗震强度的计算等,在数学、物理学、生物学、天文学、地理学等学科的研究中,由于处理的数据量很大,精度要求高,有的还要求实时性,这些工作由人工来完成是不可能的。如天气预报工作,由于大量的数值计算工作由计算机来完成,不仅节省了大量的人力、物力,而且还提高了效率,从而产生了更大效益。

(二)数据处理和现代化管理

随着社会文明的发展,现代社会已进入信息社会。人们要处理的信息量、数据量日益膨胀,信息的汇聚越来越多,新信息还在时刻不断涌现。为了更全面、深入、精确地认识这些信息所反映的内涵,必须加以处理。

数据处理的主要功能是将原始数据输入到计算机,然后对其进行及时的记录、整理、计算,以加工出符合特定需要的新信息,并将它们以人们能够识别的形式输出。

数据处理的特点是对大量同类性质的数据进行操作。这些数据由于数量极大,它们所占的存储空间远远大于使用数据的计算机程序所需的空间。因此,必须在解决各种数据处理的基本课题之外,同时适当地解决大量数据的存放、组织、分类、排序、判别、查找、维护等问题。

图像处理、人口普查、气象预报、情报检索、图书馆管理、银行业务管理等工作都要对大量数据进行处理。

数据处理通常不涉及很复杂的数学计算问题,只做一些简单的算术运算、逻辑运算,但信息量很大。因此,完成处理的工作量也很大,用人工或其他计算工具来完成是无法实现的。

(三)实时系统和智能控制

实时控制系统是指通过各种监控仪器及时收集各种被控对象的现状数据,并由通讯线路传给计算机,计算机把这些数据处理完后,将产生一些新的信息,由计算机,将它们传给控制设备,控制设备根据这些信息,控制被控对象产生相应的动作。例如:用计算机控制导弹的飞行;工业生产过程中的温度、压力、原料成份、燃料配量等参数的采集与控制;利用计算机控制高精度器件的加工等。对于提高生产效率、节省原材料、降低成本、改进产品质量、提高经济效益等方面都取得了显著的效果。

(四)计算机辅助系统

计算机辅助系统是利用计算机代替人的部分工作的计算机系统。计算机辅助系统包括计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助测试(CAT)、计算机辅助工程(CAE)等。

利用计算机代替人的部分工作,不仅可以减轻人的劳动强度,而且可以大大提高工作效率。计算机辅助设计(CAD即Computer Aid Design)用于机械、建筑、服务、集成电路等领域,可以实现设计工作的自动化或半自动化;计算机辅助制造(CAM即Computer Aid Manu-facture)用于机械加工中,可以控制加工机械直接加工出一些复杂的零件,实现无图纸加工;计算机辅助教学(CAI即Computer Aid Instucture)可以模拟教学中的某个教学环节,如教学辅导、批改作业、解答问题、编制考题等,从而使教学过程形象化。还可根据学生层次有选择地学习不同的内容和安排进度。

(五)人工智能

人工智能主要研究的是用计算机来模拟或完成人的某些智能行为如感知、推理、学习、理解等技术。它包括自然语言理解、机器人、专家系统、决策知识系统等。

“自然语言理解”即利用计算机来理解人类的自然语言,是人工智能应用的一个分支。如我国研制的英汉翻译系统。要使计算机理解人类用的自然语言,就需要根据上下文和人们已有的知识分析、判断某一句或某一段话的含义。

“专家系统”即计算机专家咨询系统,它是一个具有大量专业知识的计算机程序系统。将专家现有的知识进行总结归纳以后,存入到计算机中,形成知识库。计算机根据这些知识,系统可以作出相当专家水平的推理和决策。如疾病诊断系统就是利用计算机进行病情诊断的专家系统。

“机器人”是利用计算机控制的、能模仿人的思维和动作的机器,是人工智能的前沿学科。机器人的种类很多,不同的机器人有不同的特长,用于不同的场合。机器人可分为工业机器人和智能机器人。“工业机器人”用于代替人做一些简单的工作,如海底作业、井下作业、高空作业以及有放射性或化学污染的工作。“智能机器人”具有一定的逻辑思维和判断能力,有的可以做一些简单的服务性的工作,如给客人送饮料、给病人送药等。机器人的使用,既可

以保证工作质量,提高工作效率,又可大大减轻人的劳动强度,保证人身安全。

“决策知识系统”是利用计算机很强的存储能力和判断能力,帮助人们作出最佳决策的计算机系统。“决策知识系统”是人工智能应用的重要分支。

(六)计算机进入家庭

随着计算机技术的提高,计算机的性能价格比在大幅度提高,特别是多媒体技术的推广与应用,计算机已越来越多地进入千家万户,在现代人的生活中发挥着越来越大的作用。如家庭生活、采购物品、家庭教育、家庭娱乐等,还可通过计算机联网阅读电子邮件、电子报纸、电子图书、聘请家庭医生等。计算机的家庭应用,使得家庭生活的质量、家庭生活的环境、家庭生活的管理向着更美好、更现代化的方向发展。

第三节 计算机的运算基础

计算机要进行大量的数值运算和数据处理,所有的数据、信息在计算机内部都是以一种编码(数字编码)的形式表示的。本章介绍数字编码的形式、数据在计算机中的表示形式和日常表示形式的区别、文字符号的表示形式等。

一、计算机中的数制及数制间的转换

人们日常使用和熟悉的十进制数,用十个数字符号 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 来表示十个不同的数值。十进制数的运算规律是“逢十进一”。而计算机采用的是我们并不熟悉的二进制数。为什么计算机选择了二进制数呢?首先要认识二进制数字系统。

(一)进位计数制

人们日常习惯使用的十进制数,88.88 是一个大家都识别的数据。大家都知道,这个数中的四个数字分别代表不同的含义。第一个数字“8”表示的是 80,第二个数字“8”表示的 8,第三个数字表示的 0.8,第四个数字表示的是 0.08。那么,这些数字为什么表示了不同的数值呢?这主要是因为每一位数字包含了一个特殊的因子,为了确定一个数字位的实际数值而必须乘上该因子。个位数的因子是 10^0 即 1,十位数的因子是 10^1 即 10,百位数的因子是 10^2 即 100 等等。而小数点后第一位数的因子是 10^{-1} 即 0.1,第二位数的因子是 10^{-2} 即 0.01 等等,这个因子我们称之为权。

除了十进制数以外,钟表计时采用的是十二进制,计分、秒为六十进制,中国旧制市称采用十六两为一斤的十六进制。在计算机中,采用的数制除了十进制以外,还有二进制、八进制、十六进制等。

各种进位计数制,有两个共同点。其一是进位计数方式。例如,十进制数加法中采用逢十进一(减法中采用借一当十),二进制数采用逢二进一(借一当二),八进制数采用逢八进一(借一当八),十六进制数采用逢十六进一(借一当十六),等等。而十、二、八、十六恰好是各进制数的基数。其二是位置表示方式。即在同一进制数的数字序列中处于不同位置上的数字所代表的值,由该数字本身和位置决定。

所以,无论哪一种进制的数,不同位上所带的权是不同的;对于不同进制的数,同一位上

所带的权是不同的。

设有数字 $X = D_{n-1}D_{n-2}\dots D_2D_1D_0.D_{-1}D_{-2}\dots D_{-m}$, n 表示有理数 X 的整数部分的位数, m 表示小数部分的位数, 任一位数 D_i 所代表的权是 R^i , R 是该数制的基数, R 为 10 时即为十进制数, R 为 16 时即为十六进制数。所以, R 进制的数 X 可以表示成下列加权多项式:

$$(X)_R = D_{n-1}R^{n-1} + D_{n-2}R^{n-2} + \dots + D_1R^1 + D_0R^0 + D_{-1}R^{-1} + \dots + D_{-m}R^{-m}$$

其中 $(X)_R$ 表示 X 是 R 进制数。其中, $D_{n-1} \sim D_0$ 为整数部分, $D_{-1} \sim D_{-m}$ 为小数部分, 小数点隐含在 D_0 与 D_{-1} 之间。

1. 当 $R=10$ 时, 得十进制数的按权展开式

$(X)_{10} = D_{n-1}10^{n-1} + D_{n-2}10^{n-2} + \dots + D_110^1 + D_010^0 + D_{-1}10^{-1} + \dots + D_{-m}10^{-m}$ 其特点是系数 D_i 只能从 0~9 这十个数中取数; 某一位上的权是 10 的某次幂, 在加、减运算中, 遵循“逢十进一”、“借一当十”的规则。

2. 当 $R=2$ 时, 得二进制数的按权展开式

$(X)_2 = D_{n-1}2^{n-1} + D_{n-2}2^{n-2} + \dots + D_12^1 + D_02^0 + D_{-1}2^{-1} + \dots + D_{-m}2^{-m}$ 其特点是系数 D_i 只能取 0 或 1 这两个数; 某一位上的权是 2 的某次幂, 在加、减运算中, 遵循“逢二进一”、“借一当二”的规则。

3. 当 $R=8$ 时, 得八进制数的按权展开式

$(X)_8 = D_{n-1}8^{n-1} + D_{n-2}8^{n-2} + \dots + D_18^1 + D_08^0 + D_{-1}8^{-1} + \dots + D_{-m}8^{-m}$ 其特点是系数 D_i 只能从 0~7 这十个数中取数; 某一位上的权是 8 的某次幂, 在加、减运算中遵循“逢八进一”、“借一当八”的规则。

4. 当 $R=16$ 时, 得十六进制数的按权展开式

$(X)_{16} = D_{n-1}16^{n-1} + D_{n-2}16^{n-2} + \dots + D_116^1 + D_016^0 + D_{-1}16^{-1} + \dots + D_{-m}16^{-m}$ 其特点是系数 D_i 只能从 0~9, A~F 这十六个数中取数, 某一位上的权是 16 的某次幂, 在加、减运算中遵循“逢十六进一”、“借一当十六”的规则。

二进制数与其他进制数的对应关系如表 1-2。

(二) 采用二进制数的原因

计算机内部采用的都是二进制数, 这是因为二进制数在电子元件中容易实现和运算。二进制数只有二个数字即 0 和 1。开关的接通与断开、灯的亮与灭、晶体管的导通与截止都是两个稳定的状态, 可以分别用 0 和 1 代表。由于只有两个状态, 数字的处理与传输不容易出错, 所以工作可靠性高。同时由于二进制数只有 0 和 1, 运算规则非常简单, 如二进制数的加法运算规则只有四种形式:

$$0+0=0$$

$$0+1=1+0=1$$

$$1+1=10$$

显然, 电子线路实现起来比较简单, 这可使运算器的结构大大简化, 控制也简单多了, 因而节省了设备存储空间。

此外, 采用二进制数, 就与对计算机进行逻辑分析和设计所依据的逻辑代数中使用的量 (0 和 1) 相一致。使计算机不仅具有对数值进行算术运算的能力, 而且还具有对非数值进行

逻辑运算的“思维能力”。

表 1-2 几种数制的表示方法

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	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	10000	20	10

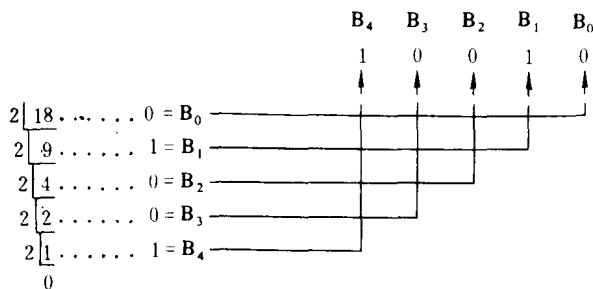
鉴于以上几方面的原因,计算机采用了二进制数。但人们习惯于使用十进制数,直接使用二进制数会有许多不便,例如,十进制数 1996 的二进制数形式是 11111001110。因此,用户通常使用十进制数与计算机打交道,然后由计算机自动实现二进制数与十进制数(或其他进制)的转换。对于使用计算机的人员来说,有必要了解不同进位计数制的特点及不同进位计数制之间的转换方法。

(三)二进制数与十进制数之间的转换

(1)十进制整数到二进制整数的转换。将一个十进制整数转换成二进制数,采用的方法是将十进制数多次被 2 除,直到商为 0 为止。得到余数的序列(从最后一位余数读起)就是该十进制数对应的二进制数。这种方法叫“除 2 取余”法。

[例 1-1] 将十进制整数 18 转换成二进制数。

转换过程:



所以 $(18)_{10} = (10010)_2$

(1) 二进制整数到十进制整数的转换。二进制整数转换成十进制整数的方法是, 将要转换的二进制数按加权多项式展开, 然后求该多项式的和即为对应的十进制数。

[例 1-2] 将二进制数 10010 转换成十进制数。

转换过程:

$$\begin{aligned}
 (10010)_2 &= 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\
 &= 16 + 0 + 0 + 2 + 0 \\
 &= 18
 \end{aligned}$$

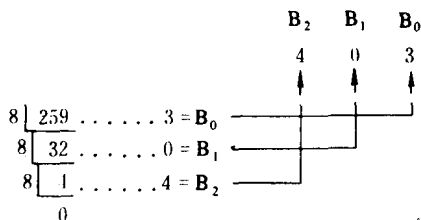
所以, $(10010)_2 = (18)_{10}$

(四) 十进制整数与其他进制数的转换

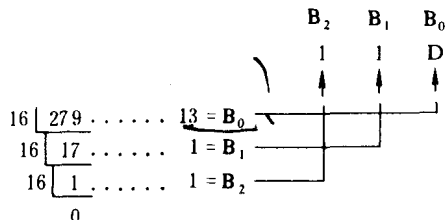
(1) 十进制整数到八(十六)进制数之间的转换。十进制整数到八、十六进制数的转换方法类似于十进制数到二进制数的转换方法, 即对要转换的十进制数“除八、十六取余”。

[例 1-3] 将十进制数 279 转换成八、十六进制数的转换数。

转换过程:



所以 $(259)_{10} = (403)_8$



所以 $(279)_{10} = (11D)_{16}$

(2) 八(十六)进制整数到十进制整数的转换。八(十六)进制整数转换成十进制整数的方法是, 将要转换的八(十六)进制数按加权多项式展开, 然后求该多项式的和即为对应的十进制数。

[例 1-4] 将八进制数 1403 转换成十进制数。

转换过程:

$$\begin{aligned}
 (1403)_8 &= 1 \times 8^3 + 4 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 3 \times 8^0 \\
 &= 512 + 256 + 0 + 3 \\
 &= 771
 \end{aligned}$$

所以, $(1403)_8 = (771)_{10}$

[例 1-5] 将十六进制数 1403 转换成十进制数。

转换过程:

$$\begin{aligned}(1403)_{16} &= 1 \times 16^3 + 4 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 3 \times 16^0 \\ &= 4096 + 1024 + 0 + 3 \\ &= 5123\end{aligned}$$

所以, $(1403)_{16} = (5123)_{10}$

(3) 二进制整数与八、十六进制整数之间的转换。

1) 二进制整数到八进制整数的转换。将二进制整数转换成八进制整数的方法是将二进制数从最低位开始到最高位每三位为一组, 然后每组正好对应八进制数一位。对应关系如表 1-1 所示。

[例 1-6] 将二进制数 1011011100 和 10111001010 转换成八进制数。

转换过程:

$$\begin{aligned}(1000101110)_2 &= 1,000,101,110 = (1056)_8 \\ (10111001010)_2 &= 10,111,001,010 = (2712)_8\end{aligned}$$

2) 八进制整数到二进制整数的转换。八进制整数到二进制整数的转换实际上是二进制整数到八进制整数的转换的逆过程。先把每位八进制数用对应的二进制数表示出来, 然后将各组二进制数连接起来就得到相应的八进制数。

[例 1-7] 将八进制数 6215 和 2056 转换成二进制数。

转换过程:

$$\begin{aligned}(6215)_8 &= (110)(010)(001)(101) = (110010001101)_2 \\ (2056)_8 &= (010)(000)(101)(110) = (10000101110)_2\end{aligned}$$

3) 二进制整数到十六进制整数的转换。采用类似于二进制整数到八进制整数的转换方法, 从最低位开始将二进制数每四位分一组, 然后按表 1-1 将各组转换成对应的十六进制数, 即得到相应的十六进制数。

[例 1-8] 将二进制数 1011011100 和 10111001010 转换成十六进制数。

转换过程:

$$\begin{aligned}(1011011100)_2 &= (10,1101,1100)_2 = (2DC)_{16} \\ (10111001010)_2 &= (101,1100,1010)_2 = (5CA)_{16}\end{aligned}$$

4) 十六进制整数到二进制整数的转换。十六进制整数到二进制整数的转换采用类似于八进制整数到二进制整数的转换方法, 即将每位十六进制数按表 1-1 的对应关系转换成相应的四位二进制数, 所得各组二进制数连接起来即为相应的二进制数。

[例 1-9] 将十六进制数 1024 和 AFD8 转换成二进制数。

转换过程:

$$\begin{aligned}(1024)_{16} &= (0001)(0000)(0010)(0100) = (1000000100100)_2 \\ (AFD8)_{16} &= (1010)(1111)(1101)(0010) = (1010111111010010)_2\end{aligned}$$