

· 高等学校计算机基础教育教材精选 ·

大学计算机基础

王新 孙雷 编著



清华大学出版社

014007235

TP3-43

664

内容简介

本书是清华大学计算机专业基础课程教材，也是清华大学计算机专业基础课程教材。本书共分两大部分，第一部分为计算机组成原理，第二部分为计算机操作系统。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

· 高等学校计算机基础教育教材精选 ·

大学计算机基础

王新 孙雷 编著



TP3-43
664



北航

C1690295

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是计算机入门课程使用的教材。全书结合大学计算机基础教育知识体系和计算机应用能力的主要需求,以计算思维进行问题求解过程为线索,介绍了常用的思维方式、算法和系统设计过程中涉及的数据库技术和软件工程思想。全书内容分为8章,包含计算机基础知识、操作系统概述、网络基础知识、计算思维、算法基础、数据结构、软件工程和数据库基础等。

本书可以作为高等学校非计算机专业的计算机基础教材,也可作为计算机专业计算机导论的教材或参考书,还可以作为各种培训的计算机公共教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础/王新,孙雷编著. --北京:清华大学出版社,2013

高等学校计算机基础教育教材精选

ISBN 978-7-302-33265-7

I. ①大… II. ①王… ②孙… 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(2013)第 165714 号

责任编辑:龙启铭

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:14.5

字 数:359 千字

版 次:2013 年 10 月第 1 版

印 次:2013 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:27.00 元

产品编号:053600-01

前

言

随着科学技术的进步和社会的发展,计算机和网络技术的应用已经渗透到社会的各行各业,计算机和网络的应用能力已经成为大学生的基本素质之一,计算机的应用能力的强弱直接关系到学生的择业,以及就业后对工作的适应能力。“大学计算机基础”是非计算机专业学生的第一门计算机课程,是公共基础课。本课程是一门计算机知识的入门课程,内容着重于计算机的基础知识、基本概念和基本操作技能,网络的基本知识以及网络的使用,并兼顾实用软件的使用和计算机应用领域的前沿知识,另外,加入了计算思维及常用算法的基本概念、数据结构的基本概念、结构化程序设计方法、软件工程的基本方法以及数据库的基本知识,为学生熟练使用计算机和进一步学习计算机有关知识打下基础。

为了适应“大学计算机基础”课程的教学,本书是编者根据长期从事计算机基础课程教学的经验,并在编写的内部讲义基础上修改而成的。全书共分8章:计算机基础知识、操作系统概述、网络基本知识、计算思维、算法基础、数据结构、软件工程基础、数据库设计基础。每章课后附有习题,供学生学习、练习使用。

本书的编写工作主要由孙雷、张秀美、张岩、张建兵、王晓娜、朱雪峰、王新等老师完成,由王新、孙雷统稿。由于水平有限,在书中存在的问题一定不少,希望读者提出批评意见。

在整理讲稿过程中,我校信息学院的赵建辉老师、王燕老师、张丽英老师、王军同学都从不同方面分别做了一些工作,在此作者一并表示诚挚的谢意。

编者

2013年8月

目 录

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 计算机概述	1
1.1.1 计算机的产生	1
1.1.2 计算机的发展过程	1
1.1.3 计算机的特点	2
1.1.4 计算机的分类	3
1.1.5 计算机的发展趋势	3
1.1.6 计算机的应用	4
1.2 计算机的运用基础	5
1.2.1 计算机内部采用二进制的原因	5
1.2.2 计算机中数制的概念	6
1.2.3 计算机中常用的数制	7
1.2.4 数制转换	8
1.3 计算机中的编码	9
1.3.1 计算机中的数值编码	10
1.3.2 计算机中的字符编码	11
1.4 计算机的基本组成	14
1.4.1 计算机硬件系统	15
1.4.2 计算机软件系统	21
1.4.3 硬件和软件的关系	21
1.5 计算机工作原理	22
1.5.1 冯·诺依曼模型	22
1.5.2 计算机的工作过程	22
1.6 计算机的性能指标	23
习题	24
第 2 章 操作系统概述	26
2.1 操作系统概述	26
2.1.1 什么是操作系统	26

2.1.2 操作系统的引导过程	27
2.1.3 用户界面	28
2.2 操作系统的功能	29
2.2.1 处理器管理	30
2.2.2 存储器管理	31
2.2.3 设备管理	33
2.2.4 文件管理	35
2.3 典型操作系统	39
2.3.1 DOS	39
2.3.2 Microsoft Windows 系列	39
2.3.3 Mac OS	40
2.3.4 UNIX 和 Linux	40
2.3.5 手持设备操作系统	42
习题	44
第 3 章 网络基础知识	49
3.1 计算机网络概述	49
3.1.1 计算机网络的定义	49
3.1.2 计算机网络的组成	50
3.1.3 计算机网络的发展	52
3.1.4 计算机网络的分类	55
3.2 Internet 概述	58
3.2.1 Internet 体系结构	59
3.2.2 接入 Internet	60
3.2.3 Internet 编址	62
3.2.4 Internet 应用	64
3.3 万维网	66
3.3.1 万维网概述	66
3.3.2 Web 工作过程	68
3.4 网络安全	68
3.4.1 加密技术	69
3.4.2 防火墙技术	70
3.4.3 计算机病毒	71
3.4.4 常见攻击方式	74
习题	75
第 4 章 计算思维	81
4.1 计算与计算思维	81

4.1.1	计算科学	81
4.1.2	计算工具的演变	82
4.1.3	计算思维	84
4.2	计算理论与计算模型	85
4.2.1	计算科学的数学基础	85
4.2.2	计算理论	88
4.2.3	计算模型	89
4.2.4	计算机应用系统的计算模式	91
4.3	问题求解	94
4.3.1	计算机问题求解过程	94
4.3.2	程序设计基本概念	100
4.4	计算思维中常用的思维方法	102
4.4.1	枚举	102
4.4.2	递归	102
4.4.3	分治	103
4.4.4	贪心	103
4.4.5	动态规划	104
	习题	104
第5章 算法基础		106
5.1	算法基础知识	106
5.1.1	算法的概念	106
5.1.2	算法的组成要素	106
5.1.3	算法的特性	108
5.1.4	算法的表示	108
5.2	算法设计策略	112
5.2.1	算法设计策略	113
5.2.2	算法设计举例	113
5.3	算法优化	116
5.3.1	算法的复杂度	116
5.3.2	算法优化策略	118
	习题	119
第6章 数据结构		121
6.1	数据结构基本概念	121
6.1.1	基本术语	121
6.1.2	数据结构的表示	122
6.1.3	线性结构与非线性结构	123

6.2	线性表及其存储结构	123
6.2.1	线性表的定义	123
6.2.2	线性表的顺序存储结构	124
6.2.3	线性表的链式存储结构	125
6.3	栈及其存储结构	127
6.3.1	栈的基本概念	127
6.3.2	栈的顺序存储结构	128
6.3.3	栈的链式存储结构	128
6.4	队列及其存储结构	129
6.4.1	队列基本概念	129
6.4.2	队列的顺序存储结构	130
6.4.3	队列的链式存储结构	131
6.5	树和二叉树	132
6.5.1	树的基本概念	132
6.5.2	二叉树的定义及性质	133
6.5.3	二叉树的存储结构	134
6.5.4	二叉树的遍历	136
6.6	查找	136
6.6.1	查找的基本概念	136
6.6.2	顺序表的查找	137
6.7	排序	139
6.7.1	排序的基本概念	139
6.7.2	插入排序法	140
6.7.3	交换排序法	141
6.7.4	选择排序法	143
习题		145
第7章	软件工程	149
7.1	软件工程的基本概念	149
7.1.1	软件的定义和特点	149
7.1.2	软件危机与软件工程	150
7.1.3	软件工程过程与软件生命周期	151
7.1.4	软件工程的目标和原则	153
7.1.5	软件开发工具与软件开发环境	154
7.2	结构化分析方法	155
7.2.1	需求分析与需求分析方法	155
7.2.2	结构化分析方法	156
7.2.3	软件需求规格说明书	160

7.3 结构化设计方法	161
7.3.1 软件设计的基本概念	161
7.3.2 概要设计	164
7.3.3 详细设计	169
7.4 软件测试	173
7.4.1 软件测试的目的	173
7.4.2 软件测试的准则	174
7.4.3 软件测试技术与方法综述	174
7.4.4 软件测试的实施	182
7.5 程序的调试	185
7.5.1 基本概念	185
7.5.2 软件调试方法	187
习题	188
第 8 章 数据库基础	191
8.1 数据库系统的基本概念	191
8.1.1 数据和数据库	191
8.1.2 数据库管理	192
8.1.3 数据管理技术的发展	193
8.1.4 数据库系统	194
8.1.5 数据库系统的内部结构体系	196
8.2 数据模型	197
8.2.1 数据模型的基本概念	197
8.2.2 E-R 模型	199
8.2.3 层次模型	201
8.2.4 网状模型	202
8.2.5 关系模型	202
8.3 关系代数	204
8.3.1 传统的集合运算	204
8.3.2 专门的关系运算	205
8.3.3 关系数据库规范化理论	208
8.4 数据库的设计与管理	213
8.4.1 数据库设计概述	213
8.4.2 数据库设计的需求分析	214
8.4.3 数据库概念设计	215
8.4.4 数据库的逻辑设计	216
8.4.5 数据库的物理设计	216
8.4.6 数据库管理	217
习题	217

第 1 章

计算机基础知识

电子计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一。在当今社会,计算机已经成为人类获取、处理、保存信息和与他人通讯的必不可少的工具,其应用已经渗透到科学技术、国民经济和社会生活的各个领域,改变了人们传统的工作、生活方式。

1.1 计算机概述

计算机(Computer)是一种由电子器件构成的信息处理设备,具有计算能力、逻辑判断能力、自动控制能力以及记忆功能,可以接收数据、处理数据、输出以及存储数据。计算机由硬件系统和软件系统构成。

1.1.1 计算机的产生

世界上第一台计算机于 1946 年在美国宾夕法尼亚大学研制成功,取名为 ENIAC,是英文 Electronic Numerical Integrator And Calculator 的缩写。

ENIAC 共有 18000 多只电子管、1500 个继电器,重达 30 吨,占地 150 m^2 。ENIAC 每分钟能计算 5000 次加法,存储 20 个字长为 10 位的十进制数。虽然 ENIAC 的运算速度和存储容量无法与现代的计算机相比,但它是人们几千年计算技术发明和研究的结晶,使人类计算工具产生了历史性突变,开创了人类计算历史的新纪元。

ENIAC 虽然是第一台正式投入运行的计算机,但它并不具备现代计算机“存储程序”的思想。1946 年 6 月美籍匈牙利数学家冯·诺依曼提出“存储程序”的通用计算机方案,采用二进制形式表示数据和指令,以存储程序的方式,将程序和数据存放在同一存储器中参加运算,解决了存储和自动计算的问题。在 1952 年研制并成功运行世界上第一台具有存储程序功能的离散变量自动电子计算机 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer),此计算机结构又称为冯·诺依曼型计算机。冯·诺依曼计算机奠定了现代电子计算机的基础。

1.1.2 计算机的发展过程

根据计算机采用的主要电子元件的变化,可以把计算机的发展分为以下几个阶段。

1. 第一代：电子管计算机（1946—1957 年）

由于这个时期的电子计算机的主要电子元件是电子管，所以又称做电子管计算机。电子管计算机的运算速度一般为每秒几千到几万次。在硬件方面没有可以直接存储的随机存储介质，而软件方面没有专门的管理软件，都是由操作员手动控制。电子管计算机使用机器指令或汇编语言编程。这一代计算机体积庞大，耗电量大，运算速度低，而且价格昂贵，所以当时仅用于军事研究及科学运算。代表机型为 IBM 650。

2. 第二代：晶体管计算机（1958—1964 年）

这一时期的电子计算机的主要电子元件是晶体管，所以又称做晶体管计算机。通过使用晶体管代替电子管，使得计算机的运算速度提高了，体积变小了，同时成本也降低了，并且耗电量大为降低，可靠性大大提高。晶体管计算机采用磁芯存储，外存为磁盘。为了便于使用计算机，出现了程序设计语言。代表机型为 CDC6600。

3. 第三代：中小规模集成电路计算机（1965—1970 年）

中小规模集成电路计算机是以中小规模集成电路作为主要元件。这一阶段的计算机采用更好的半导体内存，运算速度进一步提高，一般为每秒数十万次。体积也变得更小，并且有了高级程序设计语言，如 FORTRAN、COBOL 和 BASIC 等。出现了结构化、模块化的程序设计方法；操作系统更加完善和普及，形成了操作系统、编译系统和应用程序 3 个独立的软件系统。在这一阶段，计算机开始走出科学研究部门，逐渐应用于社会的各个领域。代表机型为 IBM360。

4. 第四代：大规模超大规模集成电路计算机（1971 年至今）

1971 年起，大规模集成电路制作成功，使计算机进入第四代，即大规模、超大规模集成电路计算机时代。这一时期的计算机使用半导体存储器存储，软、硬件结合。计算机体积进一步缩小，性能进一步提高，发展了并行处理技术和多机系统，软件系统工程化、理论化，程序设计自动化，同时客户机/服务器结构模式也出现了。在研制出运算速度达每秒万亿次的巨型计算机的同时，微型机也迅速发展和普及。

在 20 世纪 80 年代以后，美国、日本等国家开展了新一代称为“智能计算机”的计算机系统的研究，有人称其为第五代电子计算机。

1.1.3 计算机的特点

计算机的主要特点是运行速度快、计算精度高、存储功能强、具有逻辑判断能力和自动运行能力。

1. 运算速度快

计算机能以极快的速度进行运算和逻辑判断，现在高性能计算机每秒能进行 10 亿加减运算。由于计算机运算速度快，使得许多过去无法处理的问题都能得以及时解决。例如天气预报问题，要迅速分析大量的气象数据资料，若手工计算需十天半月才能发出，失去了预报的意义。现在用计算机只需十几分钟就可完成一个地区内数天的天气预报。

2. 计算精度高

计算机具有以往计算工具无法比拟的计算精度,一般可达十几位,甚至几十位、几百位有效数字的精度。这样的计算精度能满足一般实际问题的需要。

计算精度主要取决于处理数据的位数,即计算机的字长,字长越长,精度越高。

3. 存储功能强

计算机的存储系统具有存储和“记忆”大量信息的能力,能存储输入的程序和数据,保留计算结果。现代的计算机存储容量极大,一台计算机能轻而易举地将一个中等规模的图书馆的全部图书资料信息存储起来,而且不会“忘记”。目前的计算机不但提供大容量的主存储器还提供各种外存(如U盘、光盘)来提高信息存储能力。

4. 具有逻辑判断能力

计算机可以进行各种逻辑判断,并根据判断的结果自动地确定下一步该做什么,从而使计算机能解决各种不同的问题。计算机可以进行逻辑推理,具有识别和推理判断能力,可以使用计算机模拟人类的智能活动。例如专家系统、机器人等就是智能模拟的结果。

5. 具有自动运行能力

计算机能够自动连续执行事先编制的程序。能根据不同信息的具体情况作出判断,自动执行相应正确的处理,而不需要人来干预,这正是计算机与计算器的本质区别所在。

1.1.4 计算机的分类

计算机的分类方法很多,一般可以从不同角度分类,可以按照规模(体积大小、计算速度、处理能力等特性),也可以按照使用范围、使用方式或者处理数据的形态分类。

- 从计算机规模来分:有巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。
- 从信息表现形式和被处理的信息来分:有数字计算机(数字量、离散的)、模拟计算机(模拟量、连续的)、数字模拟混合计算机。
- 按照用途来分:分为通用计算机、专用计算机。
- 按采用操作系统来分:分为单用户机系统、多用户机系统、网络系统和实时计算机系统。
- 从字长来分:4位、8位、16位、32位、64位计算机。

1.1.5 计算机的发展趋势

现代计算机向着巨型化、微型化、多媒体化、网络化和智能化五种趋势发展,同时也积极向着非冯·诺依曼结构模式发展。

1. 五种趋势

(1) 巨型化

是指高速、大存储容量和超强功能的超大型计算机,运算速度高达每秒数万亿次。

(2) 微型化

当前微型机的标志是运算器和控制器集成在一起,今后还将逐步发展到对存储器、通道处理机、高速运算部件、图形卡和声卡的集成,进一步将系统的软件固化,达到整个微机系统的集成。

(3) 多媒体化

这是“以数字技术为核心的图像、声音与计算机、通讯等融为一体的信息环境的总称”,让用户和计算机更自然的交流。

(4) 网络化

计算机网络是现代通信技术与计算机技术结合的产物。网络化可以把国家、地区、单位和个人连成一体,使人类社会的方方面面发生了广泛而深刻的变化。

(5) 智能化

让计算机模拟人的感觉、行为、思维过程的机理,使它具备视觉、听觉、语言、行为、思维、学习、证明等能力,可以更多地替代人类从事某些方面的脑力活动。

2. 非冯·诺依曼结构模式

目前的计算机无论怎么更新换代,都是以存储程序的方式进行工作,因此都属于冯·诺依曼型计算机。随着大规模集成电路的发展,芯片的集成度越来越高,也越来越接近工艺甚至是物理的极限。人们认识到在传统计算机上大幅度提高计算机性能会遇到难以逾越的障碍,因此需要寻找新的突破口。从物理原理上看,科学家们认为光子、生物和量子计算机为代表的新技术将推动新一轮超级计算机技术革命。

1.1.6 计算机的应用

计算机的应用范围非常广泛,已经渗透到社会的各行各业,概括起来主要有以下六个方面。

1. 科学计算

科学计算计算机应用的最主要领域。由于计算机具有运算速度快,精度高等优点,所以在天文、军事、核物理等领域中用其进行运算量大、较复杂的计算,如人造卫星轨道、火箭的推力及发射角、弹道轨迹等的计算。

2. 数据处理

数据处理是指对大量数据进行加工处理,如分析、合并、分类和统计等,最后形成有用的信息。数据处理已成为现代计算机应用的重要领域。如办公自动化,银行管理系统,民航、铁路售票系统,图书管理系统等。

3. 过程控制

对生产过程中的某些参数进行实时的自动控制称过程控制。计算机及时采集现场数据,将数据处理后,再按照系统要求迅速地对控制对象进行控制。现代工业由于生产规模不断扩大,工艺日益复杂,对生产过程自动化控制系统的要求也越来越高。计算机过程控制已在冶金、石油、化工、纺织、水电、机械、航空等得到广泛的应用。

4. 计算机辅助系统

计算机辅助系统包括 CAD、CAM 和 CBE 等。

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD), 就是利用计算机帮助设计人员进行产品设计。由于计算机有快速的数值计算、数据处理及数值模拟能力, 使得 CAD 技术在飞机设计、船舶设计、建筑设计、机械设计和大规模电路设计等方面得到广泛的应用。采用计算机辅助设计, 不但降低设计人员的工作量, 提高设计的速度, 更重要的是提高了设计的质量。

计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM), 是指利用计算机进行生产设备的管理、控制和操作的技术。使用 CAM 技术可以提高产品的质量, 降低成本、缩短生产周期, 降低劳动强度。

计算机辅助教育 (Computer Based Education, CBE), 包括计算机辅助教学 (computer aided instruction) 和计算机管理教学 (computer managed instruction)。近年来由于多媒体技术和网络技术的发展, 推动了 CBE 的发展, 许多学校都已经开展了网上教学和远程教学。

5. 人工智能

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 是指模拟人脑进行演绎推理和采取决策的思维过程。通过将人脑进行演绎推理的过程、规则和所采用的策略、技巧等编成程序, 让计算机按推理规则自动地做出判断和决策, 如与人对弈, 智能机器人等。人工智能是计算机应用研究的前沿学科。

6. 信息通信

信息通信已成为现代计算机的重要应用。如利用计算机网络进行信息查询、情报检索、电子商务、电子邮件等。

1.2 计算机的运用基础

计算机的基本功能是对信息进行加工处理, 在计算机内部, 各种信息都必须采用数字化编码, 即用最简单的二进制数码来表示。二进制只有两个数码 0 和 1, 易于表示, 具有两个稳定状态的元件均可用来表示二进制数, 如开关的断开、连通等。

1.2.1 计算机内部采用二进制的原因

计算机内部之所以采用二进制, 主要是基于以下四个原因。

(1) 易于物理实现

具有两种稳定状态的物理器件容易实现, 如电压高低、电灯的亮熄、开关的通断, 这两状态刚好很容易地表示二进制数中的 0 和 1。如若采用十进制, 则需要 10 种稳定状态的物理器件, 制造出这样的器件是很困难的。

(2) 运算规则简单

二进制的加法和乘法规则各有 3 种, 从而简化了运算器等物理器件的设计。

(3) 工作可靠性高

由于电压的高低、电流的有无两种状态分明,因此采用二进制可以提高信号的抗干扰能力,可靠性高。

(4) 适合逻辑运算

二进制的 0 和 1 两种状态,符合逻辑值的“真(True)”“假(False)”,因此采用二进制进行逻辑运算非常方便。

虽然在计算机内部用二进制数表示数据、地址和指令,但是在输入、显示或打印处理结果时,就不能用人们不熟悉的二进制数,而是用十进制数。在编写计算机程序时,人们又往往采用八进制或十六进制,以便阅读和书写,这样就存在着同一个数可用不同的数制表示及它们之间的相互转换问题。

1.2.2 计算机中数制的概念

进位计数制,简称数制,是人们利用一组固定的符号和统一的规则来计数的方法。进位计数制的特点是,一个表示数的符号在不同的位置上,所代表的数的值是不同的。如十进制中的“9”,在个位上表示的是 9,在十位上表示的是 90。位置本身所具有的数量级别,称为位权。

人们习惯的是用十进制表示数,但在计算机内,各种信息都是用二进制代码形式表示的,用户书写时又大都使用十六进制,有时也用八进制,如表 1.1 所示。

表 1.1 四种数制对照表

十进制 (D)	二进制 (B)	八进制 (Q)	十六进制 (H)	十进制 (D)	二进制 (B)	八进制 (Q)	十六进制 (H)
0	0	0	0	8	1000	10	8
1	1	1	1	9	1001	11	9
2	10	2	2	10	1010	12	A
3	11	3	3	11	1011	13	B
4	100	4	4	12	1100	14	C
5	101	5	5	13	1101	15	D
6	110	6	6	14	1110	16	E
7	111	7	7	15	1111	17	F

任意一个 R 进制的数,都有以下三个特点。

(a) 基数为 R,即使用 R 个数码。例如,十进制有 0~9 十个数码, $R=10$;而二进制只有 0 和 1 两个数码, $R=2$ 。

(b) 进位规则为逢 R 进一。例如,十进制逢十进一,二进制逢二进一。

(c) 第 i 个数位上的数码所具有的位权为 R_i 。

由于不同位置上的权值不同,因此同一数码在不同位置上,其表示的值也不同。每个数位上的值等于该位置上的数码与权值的乘积。而数值可用下面的通式表示:

$$N = a_{n-1}R_{n-1} + a_{n-2}R_{n-2} + \cdots + a_1R_1 + a_0R_0 + \cdots + a_mR_m$$

式中, R 代表基数, a_i 表示第 i 位数位上的数码, $0 \leq a_i < R$, R_i 表示数位的权, m 和 n

为正整数。十进制、二进制、八进制、十六进制数后面分别加字母D、B、O、H予以区别。

1.2.3 计算机中常用的数制

二进制、八进制、十进制和十六进制是学习计算机知识应该掌握的常用的数制。

1. 十进制数 (decimal)

人类习惯使用十进制表示数。十进制有10个不同的数字(表记符号),分别是0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9。两个十进制数进行运算时遵循“逢10进1”的规则。在进位计数制中所用不同数字的个数称为该进位计数制的基数,十进制的基数是10。同一数码在不同数位上代表的数值大小不同,如888.88这个数,小数点左边第一个8代表个位,其大小为 8×10^0 ,小数点左边第二个8代表十位,其大小为 8×10^1 ,小数点左边第三个8代表百位,其大小为 8×10^2 ,小数点右边第一个8的大小为 8×10^{-1} ,小数点右边第二个8的大小为 8×10^{-2} 。

例如: $888.88_D = 8 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$

2. 二进制数 (binary)

二进制的主要特点是:

(a) 二进制计数原则: 逢二进一

(b) 二进制的基数为: 2

(c) 二进制的数码为: 0 1

(d) 二进制数第K位的权为: 2^K

例 1.1 $11010101.01_B = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
 $+ 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$
 $= 213.25$

3. 八进制数 (octal)

八进制的主要特点是:

(a) 八进制计数原则: 逢八进一

(b) 八进制的基数为: 8

(c) 八进制的数码为: 0 1 2 3 4 5 6 7

(d) 八进制数第K位的权为: 8^K

例 1.2 $127_O = 1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = 87_D$

4. 十六进制 (hexadecimal)

十六进制的主要特点是:

(a) 十六进制计数原则: 逢十六进一

(b) 十六进制的基数为: 16

(c) 十六进制的数码为: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

(d) 十六进制第K位的权为: 16^K

例 1.3 $64.4_H = 6 \times 16^1 + 4 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} = 100.25_D$

1.2.4 数制转换

1. 二进制数、八进制数和十六进制数转换为十进制数

把R进制数转换成十进制数的转换方法:按权展开法,即把各数位乘权 R_i 后再相加。如将二进制数转换到十进制数,其基本方法是将二进制数从小数点开始,往左从0开始对各数位依次进行正序编号,从小数点向右各数位依次编号为-1, -2, -3, ..., 直到最末位,然后分别将各位上的数乘以2的K次幂所得的值进行求和,其中k为各个数位所对应的编号。

例 1.4 将二进制数 10111.1 转换成十进制数。

$$(10111.1)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 16 + 0 + 4 + 2 + 1 + 0.5 = 23.5$$

例 1.5 将十六进制数 35C 转换成十进制数。

$$(35C)_{16} = 3 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 12 \times 16^0 = 768 + 80 + 12 = 860$$

例 1.6 将八进制数 127.1 转换成十进制数。

$$(127.1)_8 = 1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1} = 87.125$$

2. 十进制数转换为二进制、八进制和十六进制

将十进制数转换为二进制数时,须将此数分成整数和小数两部分分别转换,然后拼接起来。整数转换方法:除基数(R)取余。小数转换方法:乘基数(R)取整。

十进制数整数转换成二进制整数采用除二取余法,即将十进制整数不断除以2取余数,直到商为0,余数从右向左排列,首次取得的余数排在最右边,依此类推,最后取得的余数排在最左边。

十进制小数部分转换成二进制数采用的是乘二取整法,即将十进制小数不断乘以2取整数,直到小数部分为0或者达到指定精度为止;所得的整数从小数点自左向右排列,取有效精度,首次取得的整数排在最左边,依此类推,最后取得的整数排在最右边。

例 1.7 将十进制数 186 和 0.8125 转换成二进制数。

2	1	8	6	...	0	低位	0.8125	高位
2	9	3	...	1			$\times 2$	
2	4	6	...	0			①.6250	1
2	2	3	...	1			$\times 2$	
2	1	1	...	1			①.250	1
2	5	...	1				$\times 2$	
2	2	...	0				②.5	0
2	1	...	1				$\times 2$	1
0					高位		①.0	1
								低位

因此: $186_D = 10111010_B$

$0.8125_D = 0.11011_B$

注意: 当十进制小数不能用有限位二进制小数精确表示时,根据精度要求,采用“0舍1入”法,取有限位二进制小数近似表示。