

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

大学 计算机基础

Fundamentals of Computer Science
for College Students

刘超 史晓峰 主编

官宇哲 赵立英 编

- 注重对基本原理和方法的阐述
- 着力培养学生计算机应用技能
- 提高独立思考与实践动手能力



高校系列

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

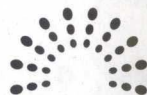
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

大学 计算机基础

Fundamentals of Computer Science for College Students

刘超 史晓峰 主编

官宇哲 赵立英 编



高校系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

大学计算机基础 / 刘超, 史晓峰主编; 官宇哲, 赵立英编. —北京: 人民邮电出版社, 2008.8
21 世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-17945-6

I. 大… II. ①刘…②史…③官…④赵… 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 (2008) 第 071442 号

内 容 提 要

本书根据教育部计算机基础课程教学指导委员会制定的大学计算机基础教学基本要求, 由具有多年教学经验的一线老师编写。本书既注重基本原理和方法的阐述, 又注重实践能力的培养, 以理论与实践相结合的方式培养学生的应用能力。另外, 本书还增加了计算机等级考试二级公共基础部分要求掌握的数据结构与软件工程的相关内容, 供参加计算机等级考试的学生参考。

全书共分 9 章, 内容包括计算机的发展与信息技术、计算机系统的组成、操作系统基本原理及 Windows XP 操作系统、Office 2003 软件的使用、数据库基础及 Access 数据库、多媒体技术、网络基础及应用、信息安全、程序设计与软件工程等。

本书另配有专门的实验指导书, 以帮助读者理解教材的内容, 也便于读者动手能力的培养。本书可作为各类高等院校、高职或计算机培训班的教材, 也可作为各行各业计算机爱好者自学参考用书。

21 世纪高等学校计算机规划教材——高校系列

大学计算机基础

- ◆ 主 编 刘 超 史晓峰
编 官宇哲 赵立英
责任编辑 李海涛
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京通州大中印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 497 千字 2008 年 8 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2008 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17945-6/TP

定价: 33.00 元

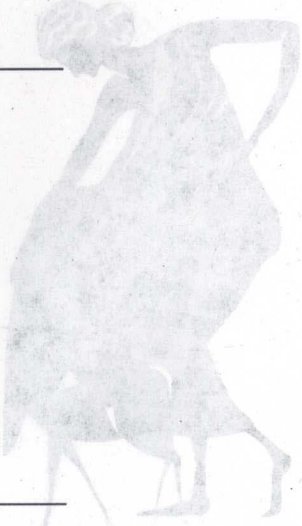
读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



学大

基础计算机



前 言

进入 21 世纪以来, 中小学信息技术教育越来越普及, 大学新生计算机知识的起点随之逐年提高, 全国各高校都对大学计算机基础教学开展了广泛而深入的改革。自 1997 年 11 月教育部高教司颁发“加强非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见”以来, 全国高校的计算机基础教育逐步走上了规范化的发展道路。进入 21 世纪以后, 计算机基础教学所面临的形势发生了很大变化, 计算机应用能力已成为衡量大学生素质与能力的突出标志之一。在这种形势之下, 2004 年 10 月, 教育部非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会提出了“进一步加强高校计算机基础教学的几点意见”(简称白皮书), 高校的计算机基础教育将从带有普及性质的初级阶段, 开始步入更加科学、更加合理、更加符合 21 世纪高校人才培养目标且更具大学特征和专业特征的新阶段。这对大学计算机基础教育的教学内容也提出了更新、更高、更具体的要求, 同时也把计算机基础教学推入了新一轮的改革浪潮中。

本书根据教育部计算机基础课程教学指导委员会对计算机基础教学的目标与定位、组成与分工, 以及计算机基础教学的基本要求和计算机基础知识的结构所提出的《大学计算机基础》课程教学大纲, 并结合中学信息技术教育的现状, 同时兼顾到不同地域生源的计算机基础之间的差别, 由具有多年教学经验的一线老师编写而成。在编写过程中, 作者将积累的教学经验和体会融入各个部分, 以讲解基本知识、培养基本技能为宗旨, 以先进性、应用性为出发点, 将原理、技能与技巧有机地组织在一起。

本书涉及的概念、术语、原理较多, 为帮助读者理解, 书中采用了大量图例进行说明。本书注重基本原理和方法的阐述, 层次清晰、通俗易懂、图文并茂。本书内容既符合大学生计算机入门教学要求, 又有一定的理论深度, 力求以理论与实践相结合的方式培养学生的应用能力。考虑到目前新生中有相当一部分同学的计算机基本操作未达到基本要求, 本书详细讲解了 Windows XP 的相关操作及 Word 2003 的部分内容。同时, 增加了计算机等级考试二级公共基础部分的数据结构与软件工程的相关内容, 尽量从各个方面满足广大师生的需要。

为便于教师使用本教材教学和学生学习, 本书配有相应的实验指导书和配套的电子教案等。

本书由长春工程学院刘超主编。全书共分 9 章, 第 1 章、第 2 章、第 3 章由史晓峰编写; 第 4 章、第 5 章由刘超编写; 第 6 章、第 7 章由官宇哲编写; 第 8 章、第 9 章由赵立英编写。

由于本书涉及的知识面较广, 要将众多的知识很好地贯穿起来, 难度较大, 加之作者的水平有限, 书中错误、疏漏之处在所难免, 恳请广大读者多提宝贵意见。

编 者

2008 年 4 月

目 录

第 1 章 计算机的发展与信息技术	1
1.1 计算机的发展	1
1.1.1 早期的计算工具	1
1.1.2 电子计算机的诞生	3
1.1.3 计算机的发展阶段	4
1.1.4 计算机的发展趋势	5
1.1.5 未来新型计算机	5
1.2 信息在计算机内部的表示和存储	7
1.2.1 信息和信息技术	7
1.2.2 数制的概念	7
1.2.3 进制转换	8
1.2.4 计算机中字符的编码	10
1.3 计算机在信息社会中的应用	14
习题	15
第 2 章 计算机系统	17
2.1 计算机系统的组成	17
2.1.1 存储程序控制的基本概念	17
2.1.2 指令和程序	18
2.1.3 计算机硬件各部件的主要功能	19
2.1.4 计算机软件	20
2.2 微型计算机的硬件组成	21
2.2.1 主机板	22
2.2.2 微处理器	22
2.2.3 存储器	24
2.2.4 总线与接口	27
2.2.5 输入设备	29
2.2.6 输出设备	30
习题	32
第 3 章 操作系统	34
3.1 操作系统基础	34
3.1.1 操作系统概述	34

3.1.2	处理机管理	36
3.1.3	存储管理	39
3.1.4	文件管理	41
3.1.5	设备管理	44
3.1.6	用户接口	45
3.1.7	常见操作系统	46
3.2	Windows XP 操作系统	47
3.2.1	Windows XP 概述	47
3.2.2	Windows XP 的桌面	49
3.2.3	程序管理	51
3.2.4	文件管理	52
3.2.5	磁盘管理	57
3.2.6	控制面板	59
3.2.7	Windows 注册表	62
	习题	63
第 4 章 Office 办公软件		67
4.1	字处理软件 Word 2003	67
4.1.1	Word 2003 概述	67
4.1.2	输入和编辑文档	70
4.1.3	文档排版	77
4.1.4	表格	87
4.1.5	图片处理及图形绘制	92
4.1.6	样式与模板	99
4.2	电子表格制作软件 Excel 2003	101
4.2.1	Excel 2003 的基本知识	101
4.2.2	工作表的操作	102
4.2.3	数据的输入与计算	103
4.2.4	创建图表	105
4.2.5	数据排序	106
4.2.6	数据筛选	107
4.2.7	分类汇总	107
4.3	演示文稿制作软件 PowerPoint 2003	108
4.3.1	演示文稿的基本操作	108
4.3.2	设置幻灯片的外观	110
4.3.3	动画和超级链接	112
4.3.4	声音或影片	115
4.3.5	幻灯片放映	115
	习题	115

第 5 章 数据库基础	118
5.1 数据库系统概述.....	118
5.1.1 数据库基本概念.....	118
5.1.2 数据库技术的发展.....	119
5.1.3 数据库系统的体系结构.....	121
5.2 数据模型.....	122
5.2.1 概念数据模型.....	122
5.2.2 逻辑数据模型.....	125
5.3 关系数据库.....	126
5.3.1 关系模型的组成.....	126
5.3.2 关系模型的性质.....	127
5.3.3 关系的基本运算.....	127
5.3.4 结构化查询语言.....	128
5.3.5 关系的完整性规则.....	130
5.4 Access 简介.....	130
5.4.1 Access 的特点.....	130
5.4.2 Access 数据库的组成.....	131
5.5 数据表的建立和使用.....	133
5.5.1 数据表结构.....	133
5.5.2 建立数据表.....	135
5.5.3 编辑数据表.....	138
5.5.4 建立数据表之间的关系.....	139
5.5.5 数据表的使用.....	141
5.6 数据库查询.....	142
5.6.1 创建查询的方法.....	142
5.6.2 利用向导创建查询.....	142
5.6.3 利用“设计视图”创建查询.....	143
5.6.4 建立 SQL 查询.....	145
5.7 窗体和报表.....	146
5.7.1 创建窗体.....	146
5.7.2 创建报表.....	148
习题.....	150
第 6 章 多媒体技术	153
6.1 多媒体技术概述.....	153
6.1.1 多媒体的基本概念.....	153
6.1.2 多媒体技术的特点.....	154
6.1.3 多媒体信息的类型.....	154
6.1.4 多媒体信息处理的关键技术.....	155

6.1.5	多媒体计算机	156
6.2	数字声音	156
6.2.1	声音的特性	156
6.2.2	声音的数字化	157
6.2.3	常见的声音文件格式	158
6.2.4	声音软件及应用	159
6.3	数字图形图像	161
6.3.1	获取图像	161
6.3.2	位图与矢量图	161
6.3.3	图像的颜色模型	162
6.3.4	图像的数字化	163
6.3.5	图像文件格式	164
6.3.6	常用图形图像处理软件	164
6.4	数字视频	167
6.4.1	制作数字视频的基本步骤	167
6.4.2	视频格式	167
6.4.3	常用视频工具	168
6.5	动画处理	170
6.5.1	计算机动画原理	171
6.5.2	计算机动画的种类	171
6.5.3	动画文件格式	172
6.5.4	常见的动画制作工具	172
6.6	Photoshop 图像处理	174
6.6.1	Photoshop 界面介绍	175
6.6.2	选区的建立	176
6.6.3	图像的编辑	180
6.6.4	图像的色彩控制	182
	习题	186
第 7 章 计算机网络		190
7.1	计算机网络基础	190
7.1.1	计算机网络的定义	190
7.1.2	计算机网络的发展	190
7.1.3	计算机网络的功能	192
7.1.4	计算机网络的分类	193
7.1.5	传输介质	195
7.1.6	计算机网络协议和体系结构	197
7.2	计算机局域网	199
7.2.1	局域网概述	199
7.2.2	网络互连设备	201

7.2.3 以太网	203
7.3 Internet 基础	203
7.3.1 Internet 概述	204
7.3.2 Internet 的接入方式	205
7.3.3 Internet 的工作方式	207
7.3.4 IP 地址和域名系统	208
7.4 Internet 应用	211
7.4.1 信息浏览 (WWW 服务)	211
7.4.2 电子邮件	213
7.4.3 文件传输 (FTP) 服务	215
7.5 Windows 网络设置与测试	216
7.5.1 Windows 网络设置	216
7.5.2 Windows 网络测试	219
7.6 网络信息检索	221
7.6.1 信息检索	221
7.6.2 信息检索系统	221
7.6.3 检索意愿的表达	222
7.6.4 网络数据库检索	224
7.6.5 搜索引擎	227
7.6.6 常用搜索引擎	227
习题	231
第 8 章 信息安全	234
8.1 信息安全	234
8.1.1 信息安全、计算机安全和网络安全	234
8.1.2 计算机网络面临的威胁	235
8.2 网络安全常用技术	236
8.2.1 数据加密技术	236
8.2.2 防火墙技术	239
8.3 计算机病毒及其防治	240
8.3.1 计算机病毒的定义	240
8.3.2 感染病毒的主要症状	240
8.3.3 计算机病毒的特征	241
8.3.4 计算机病毒的分类及常见的病毒	241
8.3.5 计算机病毒的网络传播	243
8.3.6 计算机病毒的防预及常用杀毒软件	244
8.4 流氓软件	246
8.4.1 流氓软件的定义	246
8.4.2 流氓软件的主要特征	246
8.4.3 流氓软件的分类型	247

8.4.4	流氓软件的清理	248
8.5	计算机犯罪	249
8.5.1	什么是计算机犯罪	249
8.5.2	计算机犯罪的类型	249
8.5.3	计算机犯罪的手段	250
8.6	软件知识产权	250
	习题	251
第9章	程序设计与软件工程基础	253
9.1	程序设计基础	253
9.1.1	程序设计方法与风格	253
9.1.2	结构化程序设计	254
9.1.3	面向对象程序设计	256
9.2	数据结构	257
9.2.1	数据结构的基本概念	257
9.2.2	线性表及其顺序存储结构	259
9.2.3	栈和队列	260
9.2.4	线性链表	262
9.2.5	树与二叉树	264
9.2.6	查找	268
9.2.7	排序	269
9.3	软件工程	272
9.3.1	软件工程的基本概念	272
9.3.2	结构化分析方法	275
9.3.3	结构化设计方法	280
9.3.4	软件测试	287
9.3.5	程序的调试	291
	习题	292

第 1 章

计算机的发展与信息技术

从第一台电子计算机诞生至今，已有半个多世纪。计算机从诞生之日起，就以迅猛的速度渗入到了社会的各行各业，有力地推动了整个信息化社会的发展。在此过程中，发生了许多激动人心的奇迹，也涌现了许多具有传奇色彩的发明家。

1.1 计算机的发展

1.1.1 早期的计算工具

1. 东方的创造：算筹、算盘

人类最初用手指进行计算。人有两只手，10 个手指头，所以人们自然而然地习惯于运用十进制计数法。用手指计算固然方便，但不能存储计算结果，于是人们用石头、刻痕或结绳来帮助记忆。

最早的人造计算工具是算筹，它是我国古代人民最先创造和使用的。“筹”是一种竹制、木制或骨制的小棍，它们可以按照一定的规则灵活地布于盘中或地面上，一边计算一边不断地重新布棍，如图 1-1 所示。不要轻看这些小棍，它当时是一种方便的计算工具，创造了杰出的数学成果。例如，祖冲之就是用算筹计算出圆周率（ π 值）在 3.141 592 6 ~ 3.141 592 7 之间，这一结果的得出比西方早了近一千年。

算盘是从算筹发展而来的，它的产生时间大概在元代。到元末明初，算盘已经非常普及，珠算方法也逐渐发展并最后定型。算盘是用珠子的位置来表示数位的，如图 1-2 所示。在进行计算时，用纸和笔来记录题目和数据，由人通过手指来控制整个计算过程，最后将结果写在纸上。算盘作为一种计算工具，至今仍然被使用着。

纵式：	1	II	III	III	IIII	丁	π	π	π
横式：	—	=	≡	≡	≡	⊥	⊥	⊥	⊥
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

图 1-1 算筹

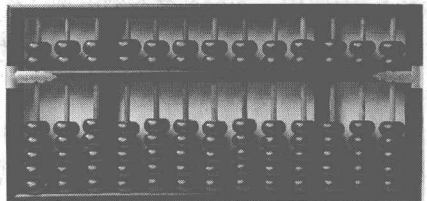


图 1-2 算盘

2. 西方的灵感：机械计算机、机电计算机

随着科学的发展，商业、航海和天文学都提出了许多复杂的计算问题，很多人都关心计算工

具的发展。1642年,法国数学家、物理学家帕斯卡(Blaise Pascal)制造出第一台机械加法器Pascaline。这台机器由一套8个可旋转的齿轮组成,只能进行加法和减法运算,可实现自动进位,并配置一个可显示计算结果的窗口。

1670年,德国数学家莱布尼茨(Gottfried Leibniz)改进了Pascaline,为它加入了乘法、除法和平方根等计算能力。在计算数学上,莱布尼兹提出了二进制计算的概念,它使高速自动运算成为可能,这是现代计算机的核心原理之一。

1822年,英国数学家巴贝奇(Charles Babbage)设计了一台差分机,如图1-3所示,它利用机器代替人来编制数表,从而使政府在编制大量数表时无需动用许多人力去进行浩繁的计算工作。1834年,他又完成了分析机的设计方案。分析机在差分机的基础上做了较大的改进,不仅可以进行数制运算,还可以进行逻辑运算。分析机已经具有现代计算机的概念,但限于当时的技术条件没能制造完成。

1888年,美国统计学家霍勒瑞斯(Herman Hollerith)为人口统计局制造了第一台机电式穿孔卡系统——制表机,它是将机械统计原理与信息自动比较和分析方法结合起来的统计分析机,使美国统计人口所需的时间从过去的8年缩短为两年。霍勒瑞斯在1896年创办了制表机公司,1911年他又组建了一家计算制表记录公司(Computing-Tabulating-Recording Company),该公司到1924年改名为国际商用机器公司,这就是举世闻名的美国IBM公司。

1938年,德国工程师朱斯(Konrad Zuse)成功制造了第一台二进制计算机Z-1,它是一种纯机械式的计算装置,它的机械存储器能存储64位数。此后他继续研制了Z系列计算机,其中Z-3型计算机是世界上第一台通用程序控制的机电计算机,如图1-4所示。Z-3型计算机使用了2600个继电器,采用二进制浮点数进行运算,运算一次加法只用0.3s。

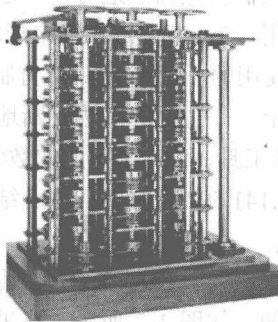


图 1-3 差分机

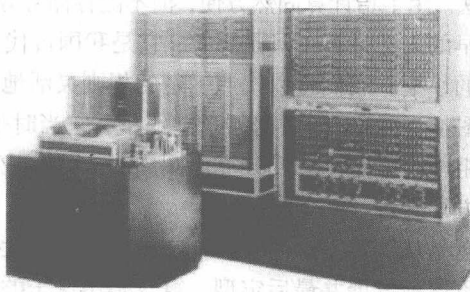


图 1-4 Z-3 型计算机

1944年,美国麻省理工学院科学家艾肯(Howard Aiken)研制成功了一台通用型机电计算机MARK-I,它使用了3000多个继电器,总共由15万个元件组成,各种导线总长达到800km以上。1947年,艾肯又研制出了运算速度更快的机电计算机MARK-II。

3. 计算机科学的奠基人

计算机科学重要的奠基人之一是英国数学家阿兰·麦席森·图灵(Alan Mathison Turing, 见图1-5)。图灵在二战爆发后回到剑桥,后曾协助军方破解德国的著名密码系统Enigma,帮助盟军取得了二战的胜利。1936年,图灵向伦敦权威的数学杂志投了一篇论文,题为“论数字计算在决断难题中的应用”。在这篇开创性的论文中,图灵给“可计算性”下了一个严格的数学定义,并提出著名的“图灵机”(Turing Machine)的设想。“图灵机”不是一种具体的机器,而是一种思想模型,利用这种思想模型可制造一种十分简单但运算能力极强的计算装置,用来计算所有能想象到

的可计算函数。1950年10月,图灵又发表了另一篇题为“机器能思考吗”的论文,成为划时代之作。也正是这篇文章,为图灵赢得了“人工智能之父”的桂冠。

另一个被称为计算机之父的是美籍匈牙利数学家约翰·冯·诺依曼(John Von Neumann,见图1-6)。1945年,他在和同事共同讨论的基础上,提出了一个全新的存储程序通用电子计算机方案(Electronic Discrete Variable Automatic Computer, EDVAC)。冯·诺依曼以“关于EDVAC的报告草案”为题,起草了长达101页的总结报告。报告广泛而具体地介绍了制造电子计算机和进行程序设计的新思想。这份报告是计算机发展史上一个划时代的文献,它向世界宣告:电子计算机的时代开始了。EDVAC方案明确奠定了新机器由5个部分组成,包括:运算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出设备,并描述了这5部分的职能和相互关系。报告中,冯·诺依曼还论证了一大设计思想:二进制,他根据电子元件双稳工作的特点,建议在电子计算机中采用二进制。报告提到了二进制的优点,并预言二进制的采用将大大简化机器的逻辑线路。现在使用的计算机,其基本工作原理是存储程序和程序控制,都属于冯·诺依曼计算机。



图 1-5 图灵



图 1-6 冯·诺依曼

1.1.2 电子计算机的诞生

1946年2月,美国宾夕法尼亚大学莫尔学院物理学家莫克利(John W. Mauchly)和工程师埃克特(J. Presper Eckert)领导的科研小组共同开发了世界上第一台数字电子计算机:电子数值积分计算机(Electronic Numerical Integrator And Calculator, ENIAC),如图1-7所示。

ENIAC是一个庞然大物,其占地面积为 170m^2 ,总重量达30吨。机器中约有18000支电子管、1500个继电器以及其他各种元器件,在机器表面则布满电表、电线和指示灯,每小时耗电量约为 140kW 。虽然是一台“巨大”的计算机,但它每秒可以进行5000次加法运算,相当于手工计算的20万倍、机电计算机的1000倍,在当时起着无法替代的作用。ENIAC的主要任务是分析炮弹轨道,一条炮弹的轨道用20秒就能算出来,比炮弹本身的飞行速度还快。ENIAC本来是计划为第二次世界大战服务的,但它投入运行时战争已经结束,这样一来,它便转向了为研制氢弹而进行计算。ENIAC的成功是计算机发展史上的一座里程碑。

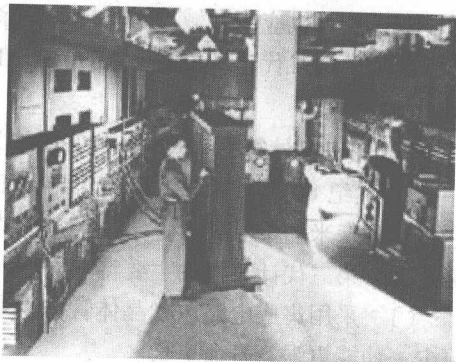


图 1-7 第一台通用数字电子计算机 ENIAC

ENIAC本身存在两大缺点:一是没有存储器;二是用布线接板进行控制,计算速度也就被这

一工作限制了。所以, ENIAC 的发明仅仅表明计算机的问世, EDVAC 的发明才为现代计算机在体系结构和工作原理上奠定了基础。

1.1.3 计算机的发展阶段

六十多年来, 计算机得到了突飞猛进的发展。人们依据计算机的性能和当时的软硬件技术(主要根据所使用的电子器件), 将计算机的发展划分为以下 4 个阶段。

1. 第一代计算机(1946~1958年)

第一代计算机采用的主要元件是电子管, 其主要特点如下。

(1) 采用电子管代替机械齿轮或电磁继电器作为基本电子元件, 但它仍然比较笨重, 而且产生很多热量, 容易损坏。

(2) 存储设备最初使用水银延迟线或静电存储管, 容量很小。后来采用了磁鼓、磁芯, 虽有一定改进, 但存储空间仍然有限。

(3) 采用二进制代替十进制, 即所有数据和指令都用“0”和“1”表示, 分别对应于电子器件的“断开”和“接通”。

(4) 输入输出设备简单, 主要采用穿孔纸或卡片, 速度很慢。

(5) 程序设计语言为机器语言, 几乎没有系统软件, 主要用于军事和科学计算。

典型的第二代计算机有 ENIAC、EDVAC、UNIVAC-I、IBM 701、IBM 702、IBM 704、IBM 705、IBM 650 等。

2. 第二代计算机(1959~1964年)

晶体管的发明给计算机技术带来了革命性的变化, 第二代计算机采用的主要元件就是晶体管。第二代计算机的主要特点如下。

(1) 采用晶体管代替电子管作为基本电子元件, 使计算机在结构和性能上都产生了飞跃。与电子管相比, 晶体管具有体积小、重量轻、发热少、速度快、寿命长等一系列优点。

(2) 采用磁芯存储器作为主存, 使用磁盘和磁带作为辅存。这种存储技术使存储容量增大、可靠性提高, 为系统软件的发展创造了条件。

(3) 提出了操作系统的概念, 开始出现汇编语言, 并产生了如 COBOL、FORTRAN 等算法语言以及批处理系统。

(4) 计算机应用领域进一步扩大, 除科学计算外, 还用于数据处理和实时控制等领域。

典型的第二代计算机有 IBM 7040、IBM 7070、IBM 7090、IBM 1401、UNIVAC-LARC、CDC 6600 等。

3. 第三代计算机(1965~1970年)

20 世纪 60 年代中期, 随着半导体工艺的发展, 已经能制造出集成电路元件。集成电路可以在几平方毫米的单晶硅片上集成十几个甚至上百个电子元件, 计算机开始采用中小规模的集成电路元件。第三代计算机的主要特点如下。

(1) 采用集成电路取代晶体管作为基本电子元件。与晶体管相比, 集成电路体积更小、耗电更少、功能更强、寿命更长。

(2) 采用半导体存储器, 存储容量进一步提高, 而体积更小。

(3) 操作系统的出现, 高级语言的进一步发展, 使计算机功能更强, 计算机开始广泛应用于各个领域并走向系列化、通用化和标准化。

(4) 计算机应用范围扩大到企业管理和辅助设计等领域。

典型的第三代计算机有 IBM 360、PDP-II、NOVA 1200 等。

4. 第四代计算机 (1971 年以后)

随着 20 世纪 70 年代初集成电路制造技术的飞速发展,产生了大规模集成电路元件,使计算机进入一个新时代。第四代计算机的主要特点如下。

(1) 采用大规模集成电路和超大规模集成电路作为基本电子元件,这是具有革命性的变革,出现了影响深远的微处理器。

(2) 第四代计算机是第三代计算机的扩展与延伸,存储容量进一步扩大并引入光盘,输入采用 OCR(字符识别)与条形码,输出采用激光打印机。

(3) 在体系结构方面进一步发展并行处理系统、分布式计算机系统和计算机网络系统。微型计算机大量进入家庭,产品更新速度加快。

(4) 软件配置丰富,软件系统工程化、理论化,程序设计部分自动化。计算机在办公自动化、数据库管理、图像处理、语音识别和专家系统等领域大显身手。

典型的第四代计算机有 ILLIAC-IV、VAX-II、IBM PC、Apple 等。

1.1.4 计算机的发展趋势

目前,计算机技术正向巨型化、微型化、网络化和智能化这 4 个方向发展。

巨型化是指计算机系统的运算速度更高、存储容量更大、功能更完善。其运算速度一般在百亿次每秒,存储容量超过百万兆字节。巨型机主要用于尖端科技和国防系统的研究与开发,在航空航天、军事工业、气象、人工智能等几十个学科领域发挥着巨大的作用,特别是在复杂的大型科学计算领域,其他的机种难以与之抗衡。近年来,我国巨型机的研发也取得了很大的成绩,推出了“曙光”、“联想”、“银河”等代表国内最高水平的巨型机系统,并在国民经济的关键领域得到了应用。联想的“深腾 6800”实际运算速度为每秒 4.183 万亿次,峰值运算速度为每秒 5.324 万亿次。2004 年 11 月在上海超级计算中心落户的“曙光 4000A”采用 2 560 颗 64 位 AMD Opteron 处理器,运算速度达到每秒 8 万亿次,全球排名第十。

微型化得益于大规模和超大规模集成电路的飞速发展。微处理器自 1971 年问世以来,发展非常迅速,几乎每隔两三年就会更新换代一次,这也使以微处理器为核心的微型计算机的性能不断跃升。现在,除了放在办公桌上的台式微型计算机外,还有可随身携带的膝上型计算机,以及可以放在手上的掌上型计算机等。

网络化是指利用通信技术和计算机技术,把分布在不同地点的计算机互相连接起来,按照网络协议相互通信,以达到所有用户都可共享数据、软硬件资源的目的。现在,计算机网络在交通、金融、企业管理、教育、邮电、商业等行业得到了广泛的应用。网络技术的意义在于人们在任何地方都可以从计算机网络上获得知识,工作及消费的地域得到巨大的延伸。

智能化就是要求计算机能模拟人的感觉和思维能力,也是第五代计算机要实现的目标。智能化的研究领域很多,其中最具有代表性的领域是专家系统和机器人。目前已研制出的机器人可以代替人从事危险环境的劳动,运算速度约为每秒 10 亿次的“深蓝”计算机,在 1997 年战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫。

1.1.5 未来新型计算机

展望未来,计算机的发展必然要经历很多新的突破。从目前的发展趋势来看,未来的计算机将是微电子技术、光学技术、超导技术和生物技术相互结合的产物。

1. 生物计算机

科学家通过对生物组织体进行研究,发现组织体是由无数细胞组成的,细胞由水、盐、蛋白质和核酸等有机物组成,而有些有机物中的蛋白质分子像开关一样,具有“开”与“关”的特性。因此,人类可以利用遗传工程技术,仿制出这种蛋白质分子,用来作为元件制成计算机。科学家把这种计算机叫做生物计算机。

生物计算机有很多优点,主要表现在以下几个方面。

首先,它体积小、功效高。在一平方毫米的面积上,可容纳几亿个电路,比目前的集成电路小得多,用它制成的计算机,已经不像现在计算机的形状了,可以隐藏在桌角、墙壁或地板等地方。

其次,它具有自我修复功能。当它的内部芯片出现故障时,不需要人工修理,能自我修复,所以生物计算机具有永久性和很高的可靠性。

再者,生物计算机的元件是由有机分子组成的生物化学元件,它们是利用化学反应工作的,所以只需要很少的能量就可以工作了,不会像电子计算机那样,工作一段时间后机体会发热,而且生物计算机的电路间也没有信号干扰。

2. 光子计算机

光子计算机利用光子取代电子,通过光纤进行数据运算、传输和存储。在光子计算机中,不同波长的光代表不同的数据,这远胜于电子计算机中通过电子的0、1状态变化进行的二进制运算,可以对复杂度高、计算量大的任务实现快速的并行处理。光子计算机将使运算速度在目前的基础上呈指数上升。

用光子作为传递信息的载体有以下几方面的好处。

首先,光子不带电荷,它们之间不存在电磁场相互作用。在自由空间中几束光平行传播、相互交叉传播,彼此之间不发生干扰,千万条光束可以同时穿越一只光学元件而不会相互影响。上述性质又称为光信号传输的并行性。

其次,具有超高的运算速度。光子计算机并行处理能力强,因而具有更高的运算速度。对于电子计算机来说,电子是信息的载体,它只能通过一些相互绝缘的导线来传输信息,即使在最佳的情况下,电子在固体中的运行速度也远远不如光速,虽然目前的电子计算机运算速度不断提高,但它的能力还是有限的;此外,随着装配密度的不断提高,会使导体之间的电磁作用不断增强,散发的热量也在逐渐增加,从而制约了电子计算机的运行速度。而光子计算机的运行速度要比电子计算机快得多,对使用环境条件的要求也比电子计算机低得多。

再者,具有超大规模的信息存储容量。与电子计算机相比,光子计算机具有超大规模的信息存储容量。光子计算机具有极为理想的光辐射源——激光器,光子的传导是可以不需要导线的,而且即使在相交的情况下,它们之间也不会产生丝毫的相互影响。光子计算机无导线传递信息的平行通道,其密度实际上是无限的,一枚五分硬币大小的枚镜,它的信息通过能力竟是全世界现有电话电缆通道的许多倍。

3. 量子计算机

所谓量子计算机,是指利用处于多现实态的原子进行运算的计算机,这种多现实态是量子力学的标志。在某种条件下,原子世界存在着多现实态,即原子和亚原子粒子可以同时存在于此处和彼处,可以同时表现出高速和低速,可以同时向上和向下运动。如果用这些不同的原子状态分别代表不同的数字或数据,就可以利用一组具有不同潜在状态组合的原子,在同一时间对某一问题的所有答案进行探寻,再利用一些巧妙的手段,就可以使代表正确答案的组合脱颖而出。

与传统的电子计算机相比,量子计算机具有解题速度快、存储量大、搜索功能强和安全性较高等优点。

1.2 信息在计算机内部的表示和存储

1.2.1 信息和信息技术

1. 信息

信息是指现实世界事物的存在方式或运动状态的反映。信息具有可感知、可存储、可加工、可再生等属性。

2. 信息技术

信息时代以信息技术为支撑,信息技术的发展对社会的进步起着重要的作用。所谓信息技术(Information Technology, IT),是以微电子和光电技术为基础,以计算机和通信技术为支撑,以信息的采集、存储、加工、传输和应用等处理技术为主要研究方向的技术系统的总称。信息技术是一门综合性的技术,具有典型的时代特征。

3. 信息处理

信息处理是指对大量信息进行存储、加工、分类、统计、查询及生成报表等,通常用于办公自动化、企业管理、物资管理、信息情报检索和报表统计领域。

1.2.2 数制的概念

数制是指用一组固定的符号和统一的规则来计数的方法。

1. 进位计数制

计数指数的记写和命名,各种不同的记写和命名方法构成计数制。按进位的方式计数的数制,称为进位计数制,简称进位制。例如,一年有12个月,为十二进制;1小时等于60分钟,为六十进制。

无论数据采用哪种进位制表示,都涉及两个基本概念:基数和权(也称位权)。基数指计数制中所用到的数码符号的个数。例如,十进制有0、1、…、9共10个数码,所以十进制的基数为10,进位规律是“逢十进一”,称为十进制;二进制有0和1两个数码,所以二进制的基数为2,进位规律是“逢二进一”,称为二进制。在基数为 R 的计数制中,包含0、1、…、 $R-1$ 共 R 个数码,进位规律是“逢 R 进一”,称为 R 进位计数制,简称 R 进制。权是指在用某一种进位计数制表示的数中,用来表明不同数位上数值大小的一个固定常数。不同数位有不同的权,某一个数位的数值等于这一位的数字符号乘上与该位对应的权。例如,十进制数234,可以写为 $2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0$,其中 10^2 、 10^1 和 10^0 即为百位、十位和个位的权。权就是基数的幂。

2. 计算机常用的数制

在计算机内部,一切信息最终都要转换为二进制的形式存储,二进制数中的0和1分别代表物理器件的两种稳定状态,如开关的关和开。但二进制在表达一个数字时,位数太长,书写烦琐,不易识别,所以在书写计算机程序时,经常还会用到十进制数、八进制数和十六进制数,如表1-1所示。

为了区分不同计数制的数,常采用括号外面加数字下标的表示方法,或在数字后面加上相应的英文字母来表示。例如,十进制的36可表示为 $(36)_{10}$ 或36D。

任何一种进位制数都可以表示成按权展开的多项式之和的形式:

$$(N)_R = K_{n-1} \times R^{n-1} + K_{n-2} \times R^{n-2} + \dots + K_1 \times R^1 + K_0 \times R^0 + K_{-1} \times R^{-1} + \dots + K_{-m} \times R^{-m}$$

其中, N 表示 R 进制数, K 表示数码, R 表示基数, n 为整数部分的位数, m 为小数部分的