



工业和信息化部普通高等教育“十三五”规划教材立项项目
普通高等学校计算机教育“十三五”规划教材

计算机 科学概论 (第2版)

Computer Science: An Overview (2nd Edition)

聂永萍 冯潇 主编

张林 王利 编著



 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部普通高等教育“十三五”规划教材立项项目
普通高等学校计算机教育“十三五”规划教材

计算机 科学概论 (第2版)

Computer Science: An Overview (2nd Edition)

聂永萍 冯潇 主编

张林 王利 编著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机科学概论 / 聂永萍, 冯潇主编; 张林, 王利编著. — 2版. — 北京: 人民邮电出版社, 2018.9
普通高等学校计算机教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-115-49009-4

I. ①计… II. ①聂… ②冯… ③张… ④王… III.
①计算机科学—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第174755号

内 容 提 要

本书是根据“教育部非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会”提出的《关于进一步加强高校计算机基础教学的意见》要求,同时根据邮电高校的实际编写。全书共分9章,主要内容包
括:计算机概述、计算机编码、计算机硬件组成、程序设计基础、操作系统基础、数据库应用基础、
网络技术基础、多媒体技术、计算机安全等。

本书结构严谨、层次分明、叙述准确,可作为高等院校各专业“大学计算机基础”课程的教材,也
可作为计算机技术培训用书和计算机爱好者的自学用书。

-
- ◆ 主 编 聂永萍 冯 潇
编 著 张 林 王 利
责任编辑 张 斌
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15 2018年9月第2版
字数: 401千字 2018年9月北京第1次印刷

定价: 49.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

随着科学技术的迅猛发展和计算机的普及教育,计算机技术已飞速向应用的深度和广度发展,掌握计算机技术就如同有了一把打开信息时代大门的金钥匙。21世纪高校教育的发展也应该是以应用与专业理论教育共同发展为特征的教育模式。为了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,目前高校将大学计算机基础设置为各专业大学生必修的一门计算机基础课程。它是其他计算机相关课程的前导和基础课。因此,本书的编写充分反映本学科领域的最新科技成果;通过对教学内容的基础性、科学性和前沿性的研究,实现教育与科研的有效结合;通过本书的编写,调整学生的知识结构和能力素质,体现当前高等教育改革发展的新形势、新技术和新目标。由于计算机基础课的很多内容都与信息技术有关,因此本书结合了Internet有关知识的介绍,结合了数据库、多媒体等内容,以进一步提高学生对信息技术的认识,培养学生信息处理和利用的能力。在教学模式和方法上,通过对计算机课程教学过程的设计,使学生在学的过程中逐步体会到什么是信息化社会的学习模式。

本书组织结构合理、内容新颖、实践性强,重点强调基础知识理论,同时又突出实用性。本书选用各种类型且内容丰富的应用实例,并附有形式多样的习题。本书表现形式多样化,为方便读者学习,本书采用相关的电子教案、网络课件、试题库等作为辅助组成部分。

全书共分9章,第1章主要介绍了计算机的发展概况、计算机的特点及分类;第2章介绍了信息在计算机中的表示形式和编码;第3章介绍了计算机硬件的组成和工作原理;第4章介绍了程序设计思想和编程的方法、算法的求解和描述;第5章介绍了操作系统的基本概念和功能;第6章介绍了数据库的相关术语,数据库的发展、分类、特点以及数据描述和数据模型;第7章介绍了计算机网络的基本知识,常见的网络硬件、网络协议、网络分类,因特网和局域网的基本知识,并介绍了如何上网查询资料 and 申请、收发电子邮件;第8章介绍了多媒体的概念,多媒体技术的应用和发展,多媒体音频、视频处理的相关知识;第9章介绍了信息安全的基本常识。在教学中既可以整体学习又可以按模块分单元学习。

随着计算机技术的不断发展，各高校对计算机的教育改革也在不断深入发展。新的教育体系正在逐步形成，由于编者水平有限，书中难免存在不足及疏漏之处，恳请各位读者和专家批评指正。

为方便教学，本书还配有电子教案，请读者到重庆邮电大学网站或人邮教育社区（www.ryjiaoyu.com）免费下载。

编者

2018年5月

目录 CONTENTS

第1章 计算机概述.....1

- 1.1 信息技术.....1
 - 1.1.1 数据与信息.....1
 - 1.1.2 信息时代与数字化.....2
- 1.2 计算机的发展.....2
 - 1.2.1 电子计算机的诞生.....3
 - 1.2.2 晶体管计算机的发展.....3
 - 1.2.3 集成电路计算机.....4
 - 1.2.4 大规模集成电路计算机.....5
 - 1.2.5 未来计算机.....6
- 1.3 计算机的特点.....8
- 1.4 计算机的分类.....8
- 1.5 计算机的应用.....10
- 1.6 计算机的安全.....11
- 习题.....12

第2章 计算机编码.....14

- 2.1 计算机存储信息的单位.....14
- 2.2 数值在计算机中的表示.....15
 - 2.2.1 整数的表示.....15
 - 2.2.2 浮点数的表示.....19
- 2.3 八进制和十六进制.....21
- 2.4 字符信息的表示.....23
- 2.5 中文信息编码.....25
- 习题.....28

第3章 计算机硬件组成.....30

- 3.1 计算机系统的组成.....30
 - 3.1.1 计算机系统概述.....30
 - 3.1.2 计算机的软件系统.....31
 - 3.1.3 计算机的硬件系统.....32

- 3.1.4 计算机的工作原理.....34
- 3.2 微型计算机概述.....36
 - 3.2.1 微型计算机的硬件系统.....36
 - 3.2.2 微型计算机的分类.....38
 - 3.2.3 IT定律.....39
- 3.3 主流微机部件解析.....42
 - 3.3.1 主板和接口.....42
 - 3.3.2 CPU.....49
 - 3.3.3 内存.....53
 - 3.3.4 微机常用外部设备.....54
 - 3.3.5 总线.....61
- 习题.....62

第4章 程序设计基础.....66

- 4.1 计算机程序概述.....66
 - 4.1.1 什么是计算机程序.....66
 - 4.1.2 为什么要学习程序设计.....67
- 4.2 程序设计语言.....67
- 4.3 结构化程序设计方法的基本思想.....68
- 4.4 计算机程序的运行过程.....69
- 4.5 算法设计概述.....70
 - 4.5.1 什么是算法.....70
 - 4.5.2 算法的表示.....71
 - 4.5.3 算法举例.....72
- 4.6 面向对象编程思想.....77
- 习题.....79

第5章 操作系统基础.....81

- 5.1 操作系统概述.....81
- 5.2 操作系统的功能.....82
 - 5.2.1 处理机管理(CPU管理).....82
 - 5.2.2 内存管理.....85

5.2.3 文件管理	88	7.3.2 协议分层和网络的体系结构	146
5.2.4 设备管理	92	7.3.3 开放系统互联参考模型	149
5.2.5 网络管理	92	7.3.4 TCP/IP 参考模型	153
5.2.6 提供良好的用户界面	92	7.3.5 IP 地址	155
5.3 操作系统的分类	92	7.4 局域网技术	159
5.4 操作系统家族	95	7.4.1 局域网概述	159
5.4.1 UNIX 家族操作系统	95	7.4.2 局域网的体系结构和以太网	160
5.4.2 Windows 家族操作系统	99	7.5 网络硬件和互连设备	162
5.4.3 其他操作系统	100	7.5.1 物理层的部件——传输介质	162
习题	101	7.5.2 物理层的互连设备	166
第6章 数据库应用基础	104	7.5.3 数据链路层的部件和互连设备	168
6.1 数据库系统概述	104	7.5.4 网络层的互连设备	171
6.1.1 常用术语	104	7.5.5 高层互连设备	172
6.1.2 数据库技术的发展	107	7.5.6 网络互连	173
6.1.3 数据库系统的三级模式	109	7.6 Internet 和 Intranet	173
6.1.4 数据库的发展趋势	110	7.6.1 Internet 概述	173
6.1.5 数据库系统的特点	113	7.6.2 域名和 DNS 服务器	174
6.2 数据描述	114	7.6.3 Internet 的接入方式	176
6.2.1 信息的3个领域	114	7.6.4 Internet 基本服务功能	181
6.2.2 概念模型	114	7.6.5 Intranet 概述	185
6.2.3 实体联系图	115	7.7 网络操作系统	187
6.2.4 数据模型	116	习题	189
6.3 结构化查询语言 SQL	119	第8章 多媒体技术	192
习题	127	8.1 多媒体技术概述	192
第7章 网络技术基础	132	8.1.1 多媒体与多媒体技术	192
7.1 计算机网络概述	132	8.1.2 多媒体信息处理的关键技术	194
7.1.1 计算机网络的定义和功能	132	8.1.3 多媒体技术应用领域及发展	196
7.1.2 计算机网络的分类	135	8.2 多媒体计算机系统	198
7.1.3 计算机网络的组成	136	8.2.1 多媒体个人计算机	198
7.1.4 计算机网络的拓扑结构	137	8.2.2 移动多媒体终端	198
7.2 数据通信概述	141	8.2.3 多媒体计算机的硬件系统	199
7.2.1 数据通信的基本概念	142	8.2.4 多媒体计算机的软件系统	202
7.2.2 广域网中的数据交换方式	143	8.3 多媒体信息的数字化和压缩技术	203
7.3 计算机网络协议与体系结构	145	8.3.1 数据压缩技术	203
7.3.1 网络协议	145	8.3.2 图形图像处理	204
		8.3.3 音频处理	207
		8.3.4 视频处理	209

1.1 信息技术

信息技术 (Information Technology, IT), 是用于管理和处理信息所采用的各种技术的总称。它主要是应用计算机科学和通信技术来设计、开发、安装、实施信息系统及应用软件, 因此也常被称为信息和通信技术 (Information and Communications Technology, ICT), 主要包括传感技术、计算机技术和通信技术。信息技术的研究范围包括科学、技术、工程及管理 etc 学科在信息的管理、传递和处理中的应用, 相关的软件和设备及其相互作用。

1.1.1 数据与信息

人类以能够想象到的各种符号对人类的生活进行着记录, 如远古时期的结绳记事和洞穴岩画等, 这些用于记录的符号就是数据。数据本身没有意义, 它是对事实、概念或指令的一种客观表达形式。它存储在媒介物上, 可以被人工或自动化装置进行加工、处理和交换。因此, 数据是记录下来可以鉴别的符号, 它可以通过语言、文字、符号、图形、声音、光、电等来记录客观事物的存在状态。例如, 数字“01234”、英文字母“Hello”、汉字“我爱中国”等都是数据。

广义上讲, 信息是经过加工的数据, 是可以用于通信的知识, 它能对接收者的行为产生影响, 对接收者的决策具有非常重要的价值。狭义上讲, 按照美国著名科学家香农 (C. E. Shannon) 给出的定义: “信息是用来消除随机不确定性的东西。”这个定义不仅被沿用至今, 而且揭示了信息的内在含义。

正确理解数据和信息两者的关系很重要: 数据只是对客观事物的一种符号描述, 其本身不具备任何意义; 而信息则是数据加工处理以后的产物。因此, 可以说数据是信息的“原材料”, 而信息则是数据加工后的“产品”。例如, 输入计算机中的文字, 在计算机内部只是一系列由“0”和“1”构成的二进制数据。对于计算机而言, 这些仅仅是数据, 是没有任何实际意义的。而一旦这些数据经过一系列加工处理以后, 通过显示器输出给用户, 对于人类来讲, 这些符号就变成了有意义的信息。

信息技术的应用包括计算机硬件和软件、网络和通信技术、应用软件开发工具等。计算机和互联网普及以来，人们日益普遍地使用计算机来生产、处理、交换和传播各种形式的信息（如书籍、商业文件、报刊、电影、电视节目、语音、图形、影像等）。要正确理解什么是信息技术，先来了解几个相关的概念。

1.1.2 信息时代与数字化

数字时代的到来，让信息就像空气一样，充塞在人们生活的每个角落：数字地球、数字校园、数字城市、数字战场等名词纷纷涌现出来。对于“数字化”的理解，通常也有广义和狭义之分。广义的“数字化”，实际是指信息经过数字化处理的广泛应用。随着信息技术发展越来越迅速，信息业务也无所不在。例如，收看全球新闻和影视节目、收听最新流行音乐、了解股票行情、召开电话会议、上网冲浪/购物、进行电子办公、开展远程教育等。这些业务的发展已经改变了人们的生活方式，并把个人生活带入了多姿多彩的数字化时代。而狭义的“数字化”，则是指由数字信号（数码）取代模拟信号来表征、处理、存储、传输各种信息的过程。

在计算机科学领域内，我们又可以将“数字化”理解为将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据，再以这些数字、数据建立起适当的数字化模型，把它们转变为一系列二进制代码，引入计算机内部，进行统一处理。数字化是数字计算机的基础：若没有数字化技术，就没有当今的计算机，这是因为数字计算机的一切运算和功能都是用数字来完成的。数字化将任何连续变化的输入（如图画的线条或声音信号）转化为一串分离的单元，在计算机中用“0”和“1”表示。

人类社会是从低级到高级逐步发展起来的。社会起初的发展依赖于各种资源，依赖于水、土地、动植物等物质。这奠定了人类文明的基础，从而形成了原始的农业社会。其后，由于科技革命的推动，尤其是蒸汽机的发明和广泛应用，人类社会进入了工业社会。能源成为影响工业社会发展的重要因素。随着新科技革命的发生，尤其是计算机的发明和广泛应用，社会再向前发展：跨过工业化阶段以后，社会对信息的依赖性逐步增加，人类社会进入了一个崭新的时代。

人们通常用最具有代表性的生产工具来代表一个历史时期，如石器时代、青铜器时代、铁器时代、蒸汽时代和电气时代。如果用这种思维模式来观察我们当前的这个历史时期会发现，自从计算机出现和逐步普及以来，信息对整个社会的影响逐步被提高到一个绝对重要的地位：信息量、信息传播的速度、信息处理的速度，以及社会应用信息的程度等都以几何级数在增长。因此，可以说人类社会已经从电气时代走向了信息时代。

1.2 计算机的发展

在西欧，由中世纪进入文艺复兴时期的社会大变革，大大促进了自然科学技术的发展，人们长期被神权压抑的创造力得到空前释放。其中制造一台能帮助人进行计算的机器，就是最耀眼的思想火花之一。从那时起，一个又一个科学家为把这一思想火花变成引导人类进入自由王国的火炬而不懈努力。但限于当时总体的科技水平，大都失败了，这就是拓荒者的共同命运——往往见不到丰硕的果实。

1.2.1 电子计算机的诞生

追根溯源,最古老的计算设备是我国北宋时期发明的算盘。之后,尽管有个别计算设备开始引入一些电学内容,却都是从属于机械的,还没有进入计算机的逻辑运算领域。随着电子技术的进一步发展,计算机开始由机械向电子时代的过渡,电子越来越成为计算机的主体,机械越来越成为从属,二者的地位发生了变化,计算机也开始了质的转变。这一过渡时期发生的主要事件如下。

1937年,英国剑桥大学的阿兰·图灵(Alan Turing)出版了他的论文,并提出了被后人称之为“图灵机”的数学模型。

1939年,第二次世界大战爆发,军事需要大大促进了计算机技术的发展。

1940年1月,贝尔(Bell)实验室的塞缪尔·威廉斯(Samuel Williams)和斯蒂比兹(Stibitz)成功制造了一台能进行复杂运算的计算机。

1946年2月,美国宾夕法尼亚大学摩尔电子工程学院的约翰·莫奇利(John Mauchly)和约翰·埃克特(J.Presper Eckert)等共同研制出了世界上的第一台通用电子计算机ENIAC(见图1.1),其全称是“电子数字积分计算机(Electronic Numerical Integrator and Calculator)”,从此人类社会迈进了一个新的时代。

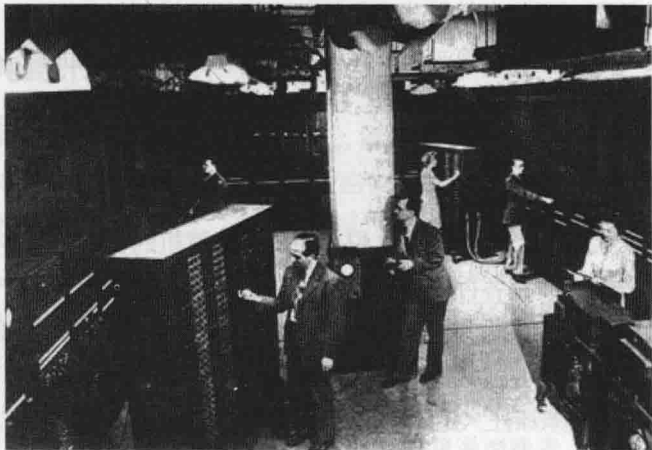


图 1.1 ENIAC

1946年6月,美国宾夕法尼亚大学的美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John Von Neumann)研制出了EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer,离散变量自动电子计算机)。与ENIAC相比,它有两处重要改进:一是采用二进制;二是把程序和数据存入计算机内部。冯·诺依曼为现代计算机在体系结构和工作原理上奠定了基础。时至今日,当今的计算机依然遵循的是冯·诺依曼提出的计算机体系结构。

1.2.2 晶体管计算机的发展

真空管时代的第一代电子计算机尽管已经步入了现代计算机的范畴,但其体积之大、能耗之高、故障之多、价格之贵大大制约了它的普及与应用。直到晶体管被发明出来,电子计算机才找到了腾飞的起点,一发而不可收。

1947年, 贝尔实验室的威廉·肖克利 (William B. Shockley)、约翰·巴丁 (John Bardeen) 和沃尔特·布拉特坦 (Walter H. Brattain) 发明了晶体管, 开辟了电子时代的新纪元。晶体管的发明大大促进了计算机的发展, 晶体管代替了体积庞大的电子管, 电子设备的体积不断减小。晶体管和磁芯存储器在计算机中的应用导致了第二代计算机的产生。第二代计算机的主存储器均采用磁芯存储器, 磁鼓和磁盘开始用作主要的外存储器, 程序设计使用了更接近于人类自然语言的高级程序设计语言, 计算机的应用领域也从科学计算扩展到了事务处理、工程设计等多个方面。第二代计算机体积小、速度快、功耗低、性能更稳定。首先使用晶体管技术的是早期的超级计算机, 主要用于原子科学的大量数据处理, 这些机器价格昂贵, 生产数量极少。

1954年, 美国贝尔实验室建成了世界上第一台晶体管计算机 TRADIC (见图 1.2), 开始了第二代计算机的发展。

1960年, 出现了一些成功应用商业领域、大学和政府部门的第二代计算机。第二代计算机除了用晶体管代替电子管, 还出现了现代计算机的一些部件, 如打印机、磁带、磁盘、内存、操作系统等。计算机中存储的程序使得计算机有很好的适应性, 可以更有效地用于商业用途。在这一时期出现了更高级的 COBOL (Common Business-Oriented Language) 和 FORTRAN (Formula Translator Formula Translator) 等语言, 以单词、语句和数学公式代替了晦涩的二进制机器码, 使计算机编程变得更加容易。第二代计算机的发展催生了一批新的职业 (如程序员、分析员和计算机系统专家), 整个软件产业也由此诞生。



图 1.2 TRADIC

1.2.3 集成电路计算机

尽管晶体管的使用大大缩小了计算机的体积, 降低了计算机的价格, 减少了计算机的故障, 但离人们的要求仍有很大差距。而且各行业对计算机也产生了较大的需求, 生产功能更强、更轻便、更便宜的计算机成了当务之急。而集成电路的发明正如“及时雨”, 其高度的集成性不仅使设备体积得以减小, 更使运算速度加快, 故障减少。人们开始制造革命性的微处理器。至此, 计算机技术经过多年的积累, 终于驶上了一条康庄大道。

虽然晶体管比起电子管是一个明显的进步, 但晶体管还是会产生大量的热量, 这会损害计算机内部的敏感部分。1958年, 美国德州仪器公司的工程师杰克·基比 (Jack Kilby) 发明了集成电路 (Integrated Circuit, IC), 将 3 种电子元件结合到一片小小的硅片上。科学家使更多的元件集成到单一的半导体芯片上。于是, 计算机变得更小, 功耗更低, 速度更快。这一时期的发展还包括使用了操作系统, 使得计算机在中心程序的控制协调下可以同时运行多个不同的程序。

1964—1971年生产的计算机一般被称为第三代计算机。第三代计算机大量使用集成电路, 其典型的机型为 IBM 360 系列。

第三代计算机采用中小规模的集成电路块代替了晶体管等分立元件, 半导体存储器逐步取代了磁芯存储器的主存储器地位, 磁盘成了不可缺少的辅助存储器, 计算机也进入了产品标准化、模块化、系列化的发展时期, 计算机的管理、使用方式也由手工操作完全转变为自动管理, 使计算机的使用效率得以显著提高。

1964年, IBM 研制出计算机历史上最成功的机型之一——IBM S/360 (见图 1.3)。S/360 极强

的通用性适用于各方面的用户，它具有“360度”全方位的特点，并由此得名。IBM 为此投入了 50 亿美元的研发费用，远远超过研制原子弹花费的 20 亿美元。IBMS/360 成为第三代计算机的标志性产品。



图 1.3 第三代计算机的标志性产品 IBM S/360

1.2.4 大规模集成电路计算机

1972 年以后的计算机一般被称为第四代计算机。第四代计算机使用大规模和超大规模集成电路，主存储器均采用半导体存储器，主要的外存储器是磁带、磁盘、光盘。微处理器和微型计算机的诞生，多媒体技术和网络技术的广泛应用，让计算机深入应用到社会的各个领域。

集成电路出现后，唯一的发展方向是扩大规模。大规模集成电路（Large-Scale Integration, LSI）可以在一个芯片上容纳几百个元件。到了 20 世纪 80 年代，甚大规模集成电路（Very-Large-Scale Integration, VLSI）在芯片上容纳了几十万个元件，后来的超大规模集成电路（Ultra-Large-Scale Integration, ULSI）扩充到百万级。计算机的体积和价格不断下降，而功能和可靠性不断增强。

20 世纪 70 年代中期，计算机制造商开始将计算机带给普通消费者，这时的小型机带有友好界面的软件包，包括供非专业人员使用的程序以及最受欢迎的字处理和电子表格程序。这一领域的先锋有 Commodore、Radio Shack 和 Apple 公司等。

1972 年，C 语言开发完成。其主要设计者是 UNIX 系统的开发者之一丹尼斯·里奇（Dennis Ritchie）。这是一个非常强大的语言，特别受人欢迎。

1980 年，“只要有 1 兆内存就足够 DOS 尽情表演了”，微软公司开发 DOS 初期时说。今天大家听到这句话有何感想呢？

1980 年 10 月，MS-DOS/PC-DOS 开发工作开始了。但微软并没有自己独立的操作系统，他们买来别人的操作系统并加以改进，但 IBM 测试时竟发现有 300 个 Bug。于是他们又继续改进，最初的 DOS 1.0 有 4 000 行汇编程序。

1981 年，Xerox 开始致力于图形用户界面、图标、菜单和定位设备（如鼠标）的研制，研究成果为 Apple 公司所借鉴。

1981年, Intel 发布了 80186/80188 芯片, 但很少被人使用, 因为其寄存器等与其他设备不兼容。该芯片采用了直接存储器访问技术和时间片分时技术。

1981年8月12日, IBM 发布其个人计算机, 售价 2 880 美元。该机有 64KB 内存、单色显示器、可选的盒式磁带驱动器、两个 160KB 单面软盘驱动器。

第四代计算机功能更强, 体积更小。特别是从 Intel 发布其面向个人机的微处理器 8080 之后, 这一浪潮便汹涌澎湃起来, 同时也涌现出一大批信息时代的弄潮儿, 如乔布斯、比尔·盖茨等, 对计算机产业的发展起到了举足轻重的作用。在此阶段, 互联网技术、多媒体技术也得到了空前的发展, 计算机真正开始改变人们的生活。

1.2.5 未来计算机

计算机技术是世界上发展最快的技术之一, 其产品不断升级换代。当前计算机正朝着巨型化、微型化、智能化、网络化等方向发展, 计算机本身的性能越来越优越, 应用范围也越来越广泛, 从而使计算机成为人们工作、学习和生活中必不可少的工具。

1. 计算机技术发展的特点

计算机技术的发展主要具有以下几个特点。

(1) 多极化

如今, 个人计算机已席卷全球, 而由于计算机应用的不断深入, 对巨型机、大型机的需求也稳步增长, 巨型、大型、小型、微型机各有自己的应用领域, 形成了一种多极化的形势。如巨型计算机主要应用于天文、气象、地质、核反应、航天飞机和卫星轨道计算等尖端科学技术领域和国防事业领域, 它标志着一个国家计算机技术的发展水平。目前运算速度为每秒几亿次到上亿亿次的巨型计算机已经投入运行, 并正在研制更高速的巨型机。

(2) 智能化

智能化使计算机具有模拟人的感觉和思维过程的能力, 这也是目前正在研制的新一代计算机所要实现的目标。智能化的研究包括模式识别、图像识别、自然语言的生成和理解、博弈、定理自动证明、自动程序设计、专家系统、学习系统和智能机器人等。目前, 已出现多种具有人的部分智能的机器人。

(3) 网络化

网络化是计算机发展的又一个重要趋势。从单机走向联网是计算机应用发展的必然结果。计算机网络化是指用现代通信技术和计算机技术把分布在不同地点的计算机互连起来, 组成一个规模大、功能强、可以互相通信的网络结构。网络化的目的是使网络中的软件、硬件和数据等资源能被网络上的用户共享。目前, 大到世界范围的通信网, 小到实验室内部的局域网都已经很普及, 互联网 (Internet) 已经连接包括我国在内的大多数国家和地区。由于计算机网络实现了多种资源的共享和处理, 提高了资源的使用效率, 因而深受广大用户的欢迎。

(4) 多媒体化

多媒体计算机是当前计算机领域中最引人注目的高新技术之一。多媒体计算机就是利用计算机技术、通信技术和大众传播技术, 来综合处理多种媒体信息的计算机。这些信息包括文本、视频、图像、图形、声音、文字等。多媒体技术使多种信息建立了有机联系, 并集成为一个具有人机交互

性的系统。多媒体计算机将真正改善人机界面,使计算机朝着人类接受和处理信息的最自然的方式发展。

2. 未来计算机的发展趋势

未来计算机发展的趋势有如下几个方面。

(1) 量子计算机

量子计算机是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理的量子物理设备,当某个设备是由两个子元件组装,处理和计算的是量子信息,运行的是量子算法时,它就是量子计算机。

(2) 神经网络计算机

人脑总体运行速度相当于每秒1 000万亿次的计算机的计算速度,可把生物大脑神经网络看作一个大规模并行处理的、紧密耦合的、能自行重组的计算网络。从大脑工作的模型中抽取计算机设计模型,用许多处理机模仿人脑的神经元,将信息存储在神经元之间的联络中,并采用大量的并行分布式网络构成了神经网络计算机。

(3) 化学、生物计算机

在运行机理上,化学计算机以化学制品中的微观碳分子作信息载体,来实现信息的传输与存储。DNA分子在酶的作用下可以从某基因代码通过生物化学反应转变为另一种基因代码,转变前的基因代码可以作为输入数据,转变后的基因代码可以作为运算结果,利用这一过程可以制成新型的生物计算机。生物计算机最大的优点是生物芯片的蛋白质具有生物活性,能够跟人体的组织结合在一起,特别是可以和人的大脑及神经系统有机连接,使人机接口自然吻合,免除了烦琐的人机对话。这样,生物计算机就可以听人指挥,成为人脑的外延或扩充部分,还能够从人体的细胞中吸收营养以补充能量,不要任何外界的能量。由于生物计算机的蛋白质分子具有自我组合的能力,从而使生物计算机具有自调节能力、自修复能力和自再生能力,更易于模拟人类大脑的功能。现今科学家已研制出了生物计算机的主要部件——生物芯片。

(4) 光计算机

光计算机是用光子代替半导体芯片中的电子,以光互连来代替导线制成的数字计算机。与电的特性相比,光具有无法比拟的优点:光在光介质中以多个波长不同或波长相同而振动方向不同的光波传输,不存在寄生电阻、电容、电感和电子相互作用的问题,光器件有无电位差,因此光计算机的信息在传输中畸变或失真小,可在同一条狭窄的通道中传输数量大得难以置信的数据。

(5) 能识别自然语言的计算机

未来的计算机将在模式识别、语言处理、句式分析和语义分析的综合处理能力上有重大突破。它可以识别孤立单词、连续单词、连续语言和特定或非特定对象的自然语言(包括口语)。今后,人类将越来越多地同机器对话,人们可以向个人计算机“口授”信件,同洗衣机“讨论”保护衣物的程序,或者用语言“制服”不听话的录音机。键盘和鼠标的时代将渐渐结束。

(6) 高速超导计算机

高速超导计算机的耗电仅为半导体器件计算机的几千分之一,它执行一条指令只需十亿分之一秒,比半导体元件快几十倍。以目前的技术制造出的超导计算机的集成电路芯片只有3~5平方毫米大小。

(7) 分子计算机

分子计算机目前正在酝酿阶段。美国惠普公司和加州大学 1999 年 7 月 16 日宣布, 已成功地研制出分子计算机中的逻辑门电路, 其线宽只有几个原子直径之和, 分子计算机的运算速度是目前计算机的 1 000 亿倍, 最终将取代硅芯片计算机。

1.3 计算机的特点

1. 运算速度快

目前计算机系统的运算速度最高达每秒亿亿次, 微机也可达每秒亿次以上, 使大量复杂的科学计算问题得以快速解决。例如, 卫星轨道的计算、大型水坝的计算、24 小时天气预报的计算等, 过去人工计算需要几年甚至几十年, 而现在使用计算机只需几天, 甚至几分钟就可完成。

2. 计算精度高

科学技术的发展特别是尖端科学技术的发展, 需要高度精确的计算。计算机控制的导弹之所以能准确地击中预定的目标, 是与计算机的精确计算分不开的。一般计算机可以有十几位甚至几十位(二进制)有效数字, 计算精度可由千分之几到百万分之几, 是任何计算工具所望尘莫及的。

3. 具有记忆和逻辑判断能力

随着计算机存储容量的不断增大, 可存储记忆的信息越来越多。计算机不仅能进行计算, 而且能把参加运算的数据、程序以及中间结果和最后结果保存起来, 以供用户随时调用。计算机还可以对各种信息(如语言、文字、图形、图像、音乐等)通过编码技术进行算术运算和逻辑运算, 甚至进行推理和证明。

4. 具有自动控制能力

计算机内部操作是根据人们事先编好的程序自动控制进行的。用户可以根据需要, 事先设计好运行步骤与程序, 计算机就会十分严格地按程序规定的步骤操作, 整个过程不需人工干预。这是计算机最突出的特点。

5. 可靠性高

随着微电子技术和计算机技术的发展, 现代电子计算机连续无故障运行时间可达到几十万小时以上, 具有极高的可靠性。例如, 安装在宇宙飞船上的计算机可以连续几年时间可靠地运行。计算机应用在管理中也具有很高的可靠性, 而人却很容易因疲劳而出错。另外, 计算机对于不同的问题, 只是执行的程序不同, 因而具有很强的稳定性和通用性。用同一台计算机能解决各种问题, 应用于不同的领域。

计算机除了具有上述特点外, 还具有体积小、重量轻、耗电少、维护方便、可靠性高、易操作、功能强、使用灵活、价格便宜等特点。此外, 计算机还能代替人做许多复杂而繁重的工作。

1.4 计算机的分类

从总体上来说, 电子计算机可分为电子模拟计算机和电子数字计算机两大类。电子模拟计算机一词中的“模拟”就是相似的意思, 其特点是数值由连续量来表示, 运算过程也是连续的。电子数

字计算机用数字来表示数量的大小,其主要特点是按位运算,并且不连续地跳动计算。

按照 1989 年 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 电气和电子工程师协会) 科学巨型机委员会提出的运算速度分类法,计算机可分为巨型机(超级计算机)、大型机、小型机、工作站和微型计算机。

1. 巨型机(超级计算机)

巨型机(超级计算机)是计算机中功能最强、运算速度最快、存储容量最大的一类计算机,多用于高科技领域和尖端技术研究,是一个国家科研实力的体现。它对国家安全,经济和社会发展具有举足轻重的意义,是国家科技发展水平和综合国力的重要标志。国际超级计算机“TOP500”组织发布的榜单显示,2017 年我国保持在 500 强榜单上领跑。排在榜首的是由国家超级计算无锡中心研制的“神威·太湖之光”超级计算机(见图 1.4),其安装了 40 960 个我国自主研发的“申威 26010”众核处理器,该众核处理器采用 64 位自主申威指令系统,峰值性能为 12.5 亿亿次/秒,持续性能为 9.3 亿亿次/秒,浮点运算速度为 9.3 亿亿次/秒。

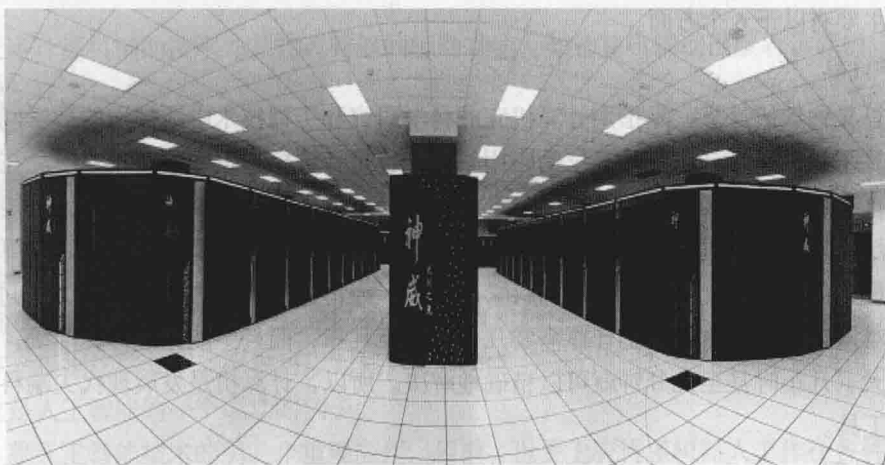


图 1.4 神威·太湖之光

2. 大型机

这类计算机具有极强的综合处理能力和极大的性能覆盖面。在一台大型机中可以使用几十台微机或微机芯片,用于完成特定的操作。可同时支持上万个用户,支持几十个大型数据库。主要应用在政府部门、银行、大公司、大企业等。

3. 小型机

小型机的机器规模小、结构简单、设计试制周期短,便于及时采用先进工艺技术,软件开发成本低,易于操作与维护。小型机可广泛应用于工业自动控制、大型分析仪器、测量设备、企业管理及科学研究领域,也可作为大型与巨型计算机系统的辅助计算机。近年来,小型机的发展也颇为引人注目。特别是精简指令系统计算机(Reduced Instruction Set Computer, RISC),顾名思义是指令系统简化、缩小了的计算机,而过去的计算机则统属于复杂指令系统计算机(Complex Instruction Set Computer, CISC)。

RISC 的思想是把那些很少使用的复杂指令用子程序来替代,将整个指令系统限制在数量甚少的基本指令范围内,并且绝大多数指令的执行都只占一个时钟周期,甚至更少,优化编译器,从而提