

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

计算机导论

Computer Concepts

■ 刘金岭 宗慧 肖绍章 编著

■ 陈宏明 主审

- 深入浅出，知识面广
- 简化原理，突出应用
- 涵盖计算机基础知识



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

计算机导论

Computer Concepts

■ 刘金岭 宗慧 肖绍章 编著

■ 陈宏明 主审



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

计算机导论 / 刘金岭, 宗慧, 肖绍章编著. — 北京:
人民邮电出版社, 2014. 8
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-35984-1

I. ①计… II. ①刘… ②宗… ③肖… 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(2014)第132386号

内 容 提 要

计算机导论是应用型本科计算机及相关专业学生的入门课程, 对于学生进一步学习本专业相关知识具有举足轻重的作用。本书旨在为计算机及相关专业的本科新生提供一个关于计算机专业的入门介绍, 使他们能对该专业有一个整体的认识, 提高他们学习本专业的兴趣, 了解该专业的学生应具备的基本知识和技能。此外, 学生还可通过本书了解在该领域工作应具备的职业道德和应遵守的法律准则。

本书的主要内容包括计算机科学与技术的基本概念、计算机系统及运算基础、计算机硬件系统、计算机软件系统、计算机网络与 Internet、多媒体技术与应用、与计算机相关的职业道德等。本教材选材新颖, 实用性强, 符合当今计算机科学技术的发展趋势。

本书既可作为高等学校应用型本科计算机及其相关专业计算机导论(基础)课程教材, 也可作为从事 IT 行业工作人员的参考书。

◆ 编 著 刘金岭 宗 慧 肖绍章

主 审 陈宏明

责任编辑 邹文波

执行编辑 吴 婷

责任印制 彭志环 焦志炜

◆ 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>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.75

2014 年 8 月第 1 版

字数: 384 千字

2014 年 8 月河北第 1 次印刷

定价: 34.00 元

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

反盗版热线: (010)81055315

前言

《计算机导论》一书是针对应用型本科计算机及相关专业一年级学生编写的。由于是入门级读物,所以也适合于任何对计算机学科感兴趣而需要了解计算机基本知识的社会人员自学。“计算机导论”是计算机专业学生的入门课程,对于学生进一步学习本专业相关知识具有举足轻重的作用。随着计算机技术的发展,多年来应用型本科院校所使用的教材明显滞后,亟待更新。作者有着多年的“计算机导论”课程的教学经验,根据平时的教学积累,又参考了大量的国内外同类书目,编写了这本《计算机导论》。

本书旨为计算机及相关专业的本科新生提供一个关于计算机学科的入门介绍,使他们能对该学科有一个整体的认识,提高他们学习该专业的兴趣,了解该专业的学生应具备的基本知识和技能。此外,学生还可通过本书了解在该领域工作应有的职业道德和应遵守的法律准则。

与以往的教材相比,本书减少了对基础知识和原理的介绍,加大了当前社会应用实践中实践知识和具体操作的讲解力度,加强了对计算机硬件系统、计算机网络和 Internet 的相关知识的讲解,强调了与行业相关的道德、法律法规问题。另外,介绍了计算机相关的前沿问题。

本书的主要特点如下。

(1) 遵从应用型本科计算机教学理念,适应应用型本科计算机专业特点。通过对计算机导论课程的学习,使学生从全局视角了解专业架构体系,掌握专业应用基础,熟悉专业发展方向,明确未来职业取向,培养基本职业素养,激发专业学习兴趣,增进后续学习动力。

(2) 简化原理讲解,突出知识的应用。编者在编写关于计算机硬件系统、软件系统、计算机网络和 Internet 的章节中,对一些原理进行了简单的介绍,如介绍 CPU 的工作原理和内部结构时,只简单介绍了 8088/8086CPU 内部结构,以易于理解为主。但对目前流行的 CPU、主板、显卡、内存条的品牌和标号识别等都做了较详细的介绍。

(3) 体现应用性和实践性。如 CPU 超频的优缺点; Windows 7 下查看硬盘、U 盘的信息; 设置虚拟内存的示例; 家庭上网方式以及路由器、交换机在小型局域网中的应用等知识点的讲解。

(4) 知识面广。教材涵盖了生活中常用的与计算机系统相关的知识体系,如数码相机、磁卡、IC 卡、有线电视、视频音频播放器等。

(5) 培养学生的职业道德修养。第 7 章讲解了计算机专业工作者应遵循的道德规范和法律法规,并给出了大学生上网时应注意的事项。

教材配有相应的教学课件和习题解答,需要的读者可以向作者索要 (Email: liujinling@126.com)。

本书由刘金岭、宗慧和肖绍章老师编著,陈宏明院长主审,陈应权老师也参与

了编写工作。本书的编写得到了计算机工程学院领导的大力支持，课程组的其他老师提出很多好的建议，学生唐海波、高阳、王洪阳、王翔、王亮亮等参与了文稿校对和相关资料收集，在此一并表示衷心的感谢。同时对在编写过程中参考的大量文献资料的作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中疏漏之处在所难免，恳请专家、读者不吝赐教。

编 者

2014 年 5 月

目 录

第1章 绪论 1

1.1 计算机概述 1

1.1.1 什么是计算机 1

1.1.2 计算机的发展与作用 2

1.1.3 计算机的分类 4

1.1.4 计算机的特点 5

1.1.5 计算机发展趋势 6

1.2 计算机学科概述 8

1.2.1 计算机学科的定义 8

1.2.2 计算机学科的根本问题 8

1.2.3 计算机学科的科学问题 9

1.2.4 计算机学科与其他学科的关系 10

1.3 计算机学科的专业概述 10

1.3.1 人才培养计划的体系架构 11

1.3.2 计算机学科专业内容 11

1.4 计算机学科毕业生的基本要求 14

1.4.1 知识、能力和素质 14

1.4.2 检验标准 15

1.5 社会信息化概述 16

1.5.1 什么是社会信息化 16

1.5.2 主要内容 16

1.5.3 发展概况 17

1.5.4 生产力 17

1.5.5 我国的信息化 17

习题 1 20

1.6 阅读材料 20

材料一 中国计算机发展简史 20

材料二 信息产业及其发展概况 21

材料三 著名计算机组织 23

第2章 计算机基础知识 25

2.1 数字技术基础 25

2.1.1 数据处理的基本单位 25

2.1.2 进位计数制 27

2.1.3 数值数据的表示方法 30

2.2 逻辑电路 34

2.2.1 基本逻辑运算 34

2.2.2 逻辑运算的硬件实现 35

2.3 集成电路及其发展 39

2.3.1 集成电路分类 39

2.3.2 集成电路的发展 41

2.3.3 我国集成电路的发展 42

2.3.4 集成电路发展对世界经济的影响 42

2.4 集成电路的应用领域 42

2.4.1 在计算机中的应用 42

2.4.2 在通信中的应用 43

2.4.3 在医学中的应用 44

2.4.4 在生活中的应用 45

2.4.5 在 IC 卡中的应用 45

习题 2 46

2.5 阅读材料 47

材料一 计算机存储容量的度量

单位 47

材料二 集成电路技术的发展趋势 48

材料三 磁卡与 IC 卡 50

材料四 集成电路产业的发展趋势 53

第3章 计算机硬件系统 55

3.1 计算机硬件系统的基本组成 55

3.1.1 计算机的体系结构 55

3.1.2 计算机主机 56

3.2 CPU 的结构与性能 56

3.2.1 CPU 的组成部分及功能 57

3.2.2 CPU 的主要性能指标 60

3.2.3 目前流行的 CPU 62

3.3 主板、芯片组与 BIOS 63

3.3.1 主板 63

3.3.2 芯片组	66	4.2.4 文件管理	119
3.3.3 BIOS 和 CMOS	67	4.2.5 设备管理	122
3.4 内存存储器	68	4.2.6 人一机对话	123
3.4.1 概述	68	4.2.7 常用操作系统介绍	123
3.4.2 主存储器工作原理	68	4.3 算法与编程语言	125
3.4.3 存储器的分类	69	4.3.1 算法	125
3.4.4 内存芯片和内存条	70	4.3.2 程序设计语言	129
3.5 I/O 总线与 I/O 接口	73	4.4 翻译程序	131
3.5.1 I/O 操作	73	4.4.1 工作方式	131
3.5.2 I/O 总线	74	4.4.2 基本过程	132
3.5.3 I/O 设备接口	75	4.4.3 发展	133
3.6 常用输入设备	76	4.5 数据库管理系统	134
3.6.1 键盘	77	4.5.1 数据库技术的产生和发展	134
3.6.2 鼠标器	78	4.5.2 数据库与数据模型	135
3.6.3 操纵杆	79	4.5.3 数据库管理系统	136
3.6.4 触摸屏	79	4.5.4 数据库系统	137
3.6.5 扫描仪	80	习题 4	138
3.6.6 数码相机	81	4.6 阅读材料	139
3.7 常用输出设备	85	材料一 软件产业与技术的发展	139
3.7.1 显示器与显示卡	85	材料二 设置虚拟内存	140
3.7.2 打印机	88	第 5 章 计算机网络与 Internet	142
3.8 外存储器	93	5.1 数据通信概述	142
3.8.1 硬盘存储器	93	5.1.1 数据通信系统的组成	142
3.8.2 U 盘、存储卡和固态硬盘	95	5.1.2 通信信道	143
3.8.3 光盘存储器	97	5.1.3 交换技术	147
习题 3	99	5.2 数据传输	150
3.9 阅读材料	101	5.2.1 带宽	150
材料一 微处理器的发展与应用现状	101	5.2.2 串行传输和并行传输	150
材料二 Core i7/i5/i3 微处理器简介	105	5.2.3 传输方向	151
材料三 平板电脑及处理器	106	5.2.4 协议	151
材料四 使用计算机的保健知识	107	5.3 计算机网络	152
第 4 章 计算机软件系统	109	5.3.1 定义	152
4.1 计算机软件概述	109	5.3.2 网络拓扑结构	152
4.1.1 什么是计算机软件	109	5.3.3 分类	154
4.1.2 软件的特性	110	5.3.4 对等网络与客户机/服务器网络	155
4.1.3 软件分类	111	5.3.5 网络互连设备	155
4.2 操作系统	113	5.3.6 常用局域网	157
4.2.1 概述	113	5.4 Internet	160
4.2.2 多任务处理与处理器管理	116	5.4.1 简介	160
4.2.3 存储管理	117	5.4.2 地址和域名	162

5.4.3 接入方式	165	6.4.4 计算机合成声音	205
5.4.4 常用服务	168	6.5 数字视频及应用	206
5.5 万维网	171	6.5.1 数字视频基础	206
5.5.1 WWW 的组成	171	6.5.2 压缩编码与文件格式	208
5.5.2 Web 信息检索	173	6.5.3 编辑	208
5.5.3 Web 信息处理系统	174	6.5.4 计算机动画	209
5.5.4 电子商务	176	6.5.5 数字视频的应用	209
5.6 网络信息安全	177	习题 6	212
5.6.1 概述	177	6.6 阅读材料	214
5.6.2 数据加密	178	材料一 图像识别	214
5.6.3 数字签名	178	材料二 语音识别	214
5.6.4 身份鉴别与访问控制	178	材料三 高清晰度电视	215
5.6.5 防火墙与入侵检测	179	第 7 章 职业道德与相关法律	
5.6.6 计算机病毒防范	180	法规	216
习题 5	181	7.1 计算机职业道德	216
5.7 阅读材料	183	7.1.1 计算机职业道德的概念	216
材料一 Internet 简介	183	7.1.2 软件工程师的道德规范与实践要求	217
材料二 我国 Internet 的起源和发展	184	7.2 知识产权	218
材料三 路由器和交换机在家庭中的应用	184	7.2.1 知识产权的概念	218
第 6 章 多媒体技术与应用	186	7.2.2 软件知识产权	219
6.1 媒体、多媒体与超媒体概念	186	7.2.3 软件盗版	219
6.2 文本与文本处理	187	7.3 隐私和公民自由	220
6.2.1 字符的编码	187	7.3.1 隐私权和网络隐私权	220
6.2.2 文本编辑、排版与处理	190	7.3.2 网络隐私权的侵犯	221
6.2.3 文本展现	191	7.3.3 隐私保护的法律基础	222
6.3 图像与图形	192	7.3.4 隐私保护策略	223
6.3.1 数字图像的获取	192	7.4 计算机犯罪	223
6.3.2 图像表示与压缩编码	193	7.4.1 计算机犯罪的定义	223
6.3.3 数字图像处理与应用	196	7.4.2 基本类型	223
6.3.4 计算机图形	198	7.4.3 主要特点	224
6.4 数字声音及应用	201	7.4.4 相关法律法规	225
6.4.1 波形声音的获取与播放	201	习题 7	226
6.4.2 波形声音的表示与应用	203	7.5 阅读材料	226
6.4.3 波形声音的编辑与播放	205	参考文献	228

第 1 章

绪论

计算机是 20 世纪的一项伟大发明,自问世以来,对国民经济和科学技术起到了重大的推动作用。今天,计算机技术作为现代技术的重要标志,已经成为世界各国经济增长的主要动力。

1.1 计算机概述

举世公认的第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) 是于 1946 年 2 月 15 日在美国宾夕法尼亚大学莫尔电气工程学院研制成功的,它每秒能进行 5000 次加法运算。1958 年 8 月 1 日,我国第一台数字电子计算机——103 机诞生,其平均运算速度为每秒 30 次。后经改进配置了磁芯存储器,运算速度提高到每秒 1800 次。北京有线电厂生产了 36 台,定名为 DJS-1 型计算机。

1.1.1 什么是计算机

数字电子计算机 (Electronic Digital Computer) 简称为电子计算机或计算机,也就是人们俗称的电脑 (见图 1.1), 是一种能按照事先存储的程序,自动地、高速地、精确地进行大量数值计算,并且具有记忆 (存储) 能力、逻辑判断能力和可靠性能的数字化信息处理能力的现代化智能电子设备。



图 1.1 常用个人计算机示意图

1.1.2 计算机的发展与作用

1. 计算机的发展

自 20 世纪 40 年代数字电子计算机诞生以来, 计算机已经走过了半个多世纪的发展历程, 在微电子技术的飞速发展和应用需求日益猛增的强力推动下, 其发展速度之快, 大大超出人们的预料。60 多年来, 计算机在提高速度、增加功能、缩小体积、降低成本和开拓应用等方面取得了飞跃的进步。早期的计算机每隔 8~10 年运算速度就提高 10 倍, 而成本和体积却只是原来的 1/10。从 20 世纪 80 年代开始, 更进一步发展到几乎每 3 年计算机的性能就提高近 4 倍, 成本却下降为原来的一半。

计算机硬件的发展受到所使用电子元器件的极大影响, 因此过去很长时间, 人们都按照计算机主机所使用的元器件为计算机产品划代。表 1.1 是第 1~4 代计算机主要特点的对比。

表 1.1

第 1~4 代计算机主要特点的对比

代别	年代	使用的主要元器件	使用的软件类型	主要应用领域
第 1 代	20 世纪 40 年代中期~50 年代末期	CPU: 电子管 内存: 磁鼓	使用机器语言和汇编语言编写程序	科学和工程计算
第 2 代	20 世纪 50 年代中、后期~60 年代中期	CPU: 晶体管 内存: 磁芯	使用 FORTRAN 等高级程序设计语言	开始广泛应用于数据处理领域
第 3 代	20 世纪 60 年代中期~70 年代初期	CPU: 中、小规模集成电路 (SSI, MSI) 内存: SSI, MSI 的半导体存储器	操作系统、数据库管理系统等普遍使用	在科学计算、数据处理、工业控制等领域得到广泛应用
第 4 代	20 世纪 70 年代中期以来	CPU: 大、超大规模集成电路 (LSI, VLSI) 内存: LSI, VLSI 的半导体存储器	软件开发工具和平台、分布式计算机软件等开始广泛使用	深入到各行各业, 家庭和个人普遍使用计算机

20 世纪 50~70 年代, 计算机的应用模式主要依赖于少数大型计算机的“集中计算模式”, 80 年代由于个人计算机的广泛使用而演变为“分散计算模式”, 90 年代起由于计算机网络的发展, 使计算机的应用进入了“网络计算模式”, 在这种模式下, 用户不仅使用自己的计算机进行信息处理, 而且还从网络中获得其他计算机的硬件、软件和数据资源的支持。现在, 很多计算机应用离开了网络就无法进行开展。

自 20 世纪 90 年代开始, 计算机在提高性能、降低成本、普及和深化应用等方面的发展趋势不仅仍在继续, 且节奏进一步加快, 市场竞争大大加剧。学术界和工业界早就不再沿用“第×代计算机”的说法。人们正在研究开发的计算机系统, 主要着力于计算机的智能化, 它以知识处理为核心, 可以模拟或部分替代人的智能活动, 具有自然的人机通信能力。当然, 这是一个需要长期努力才能实现的目标。

2. 计算机的巨大作用

计算机得以飞速发展的根本原因, 除了微电子技术等相关学科的发展之外, 还归功于计算机作为信息处理工具的通用性以及由此带来的计算机应用的广泛性。

计算机是一种通用的信息处理工具。使用计算机进行信息处理具有如下一些特点: ①速度快、通用性强; ②具有多种多样的信息处理能力, 不仅能进行复杂的数学运算, 而且能对文字、图像

和声音等多种形式的信息进行获取、编辑、转换、存储、展现等处理；③信息存储容量大、存取速度高；④具有互连、互通和互操作的特性，计算机网络不仅能进行信息的交流与共享，还可借助网络上的其他计算机协同完成复杂的信息处理任务。

计算机是20世纪40年代以来人类的伟大创造。它以非凡的渗透力与亲和力深入人类活动的各个领域，对人类社会的进步与发展产生了巨大的影响。

计算机应用于科学研究，大大增强了人类认识自然以及开发、利用和改造自然的能力，促进了现代科学技术的发展。人类登月阿波罗计划正是运用了大型机进行人类第一次登月计划中相关的复杂计算。在阿波罗登月（见图1.2）计划中，NASA利用IBM 360大型机系统计算出了阿波罗11号的着陆地点范围。

计算机应用于工农业生产，大大提高了人类物质的生产水平和社会劳动生产率，促进了经济的飞跃发展。农业计算机庄稼系统利用计算机模拟农业专家的工作，综合土壤、气象、水利、良种、肥料、病虫害防治等影响农业生产效益的因子，汇集农业专家的群体智慧，提出播种、施肥、田间管理等方面最优方案，从而指导农民科学种田。

计算机应用于社会服务，大大扩展和改善了服务范围与质量，提高了工作效率，推动了社会进步。民政公共服务平台系统可以使人民群众足不出户，就可以通过互联网申请成立社会团体、民办非企业单位、福利机构等单位组织，申请办理身份证、结婚证等证件、各类技能培训报名和信访、投诉、监察等业务，并可随时查询业务办理情况。群众还可以进行政策咨询和信息查询，全面了解民政工作情况。

计算机应用于教育文化，为人类传承并创造知识与文化提供了现代化工具，改变了人们创造和传播文化的方式和方法，大大扩展了人类文化活动的领域，丰富了文化的内容，提高了质量。计算机广泛用于教学领域，计算机辅助教学（简称CAI）将计算技术与数学、物理、化学、英语、语文、生物、音乐等各学科教学综合起来，内容丰富、形象生动有趣的教学软件提高了学生的学习兴趣，增强了教学效果。

计算机进入办公室和家庭，正改变着人们的工作方式和生活方式。计算机为企业和单位提供了办公自动化系统，通过办公自动化系统企业和部门人员能够及时了解每一天的最新情况，便于相互交流沟通，并由此调整及制订办公计划，尽可能充分利用信息资源，改善办公环境，提高生产效率、工作质量，辅助决策。

计算机科学技术对于一个国家在政治、经济、科技、文化、军事、国防等方面发展的促进作用和强化作用，都具有难以估量的意义。

计算机和网络正在迅速地、不可逆转地改变着世界。但是，先进信息技术给我们带来进步和机遇的同时，也会带来一些新的社会问题和引发某些潜在的危机。例如，个人隐私受到威胁，信息欺骗和计算机犯罪增加，知识产权保护更加困难，计算机系统崩溃将带来不可预测的后果，不良和有害信息肆意传播和泛滥，大量电子垃圾污染环境、破坏生态，长期沉迷于计算机游戏、网



图1.2 大型机计算阿波罗着陆地点

络聊天等给青少年生理和心理带来严重危害等，我们对此必须予以足够的关注和重视。

1.1.3 计算机的分类

目前，世界上流行着多种计算机，不同的计算机具有不同的用途，虽然它们本质上都是基于同一种技术，但是还有很多明显的差别。另外，由于计算机技术发展很快，不同类型计算机之间的划分标准也是经常变化的。计算机有多种分类方法，最常见的有两种方法：一是按其内部逻辑结构进行分类，如 16 位、32 位或 64 位计算机等；二是按计算机的规模以及性能指标（如运算速度等）进行分类，通常把计算机分成下面五大类。

1. 巨型计算机

巨型计算机（Supercomputer）也称为超级计算机，它采用大规模并行处理的体系结构，通常包含数以千万计的 CPU。它有极强的运算处理能力，运算速度达到每秒千万亿次浮点运算（这里 1 次的概念是指处理器执行最简单的操作，例如把一个数存储在计数器里，比较两个数的大小等）。巨型计算机主要用于军事（如核武器和反导弹）、空间技术、长期天气预报、石油探测、生物信息处理等尖端科学领域。世界上只有少数几个国家能生产巨型机。著名的巨型机包括美国的克雷系列（Cray-1、Cray-2、Cray-3、Cray-4 等），我国自行研制的“银河”系列（银河-I、银河-II、银河-III 等）、“曙光”系列（曙光 2000-I、曙光 2000-II 等）和“神威”系列（神威 I、神威 II 等）。

2. 大型计算机

大型计算机（Mainframe）指速度快、存储容量大、通信联网功能完善、可靠性高、安全性好、有丰富的系统软件和应用软件的计算机，通常含有几十个甚至更多个 CPU（见图 1.3）。它可以同时运行多个操作系统，因此不像是一台计算机而更像是多台虚拟机，因而可以替代多台普通的服务器。一般用于为企业或政府的数据提供集中的存储、管理和处理，承担主要服务器（企业级服务器）的功能，在信息系统中起到核心作用。它可以同时为许多用户执行信息处理任务，即使同时有几百个甚至上千个用户递交处理请求，其响应速度快得能让每个用户感觉好像只有他一个人在使用计算机一样。IBM 一直在大型机市场处于霸主地位，DEC、富士通、日立、NEC 也生产大型机。随着微机与网络的迅速发展，大型机正在走下坡路，目前许多计算中心的大型机逐渐被高档微机群取代。

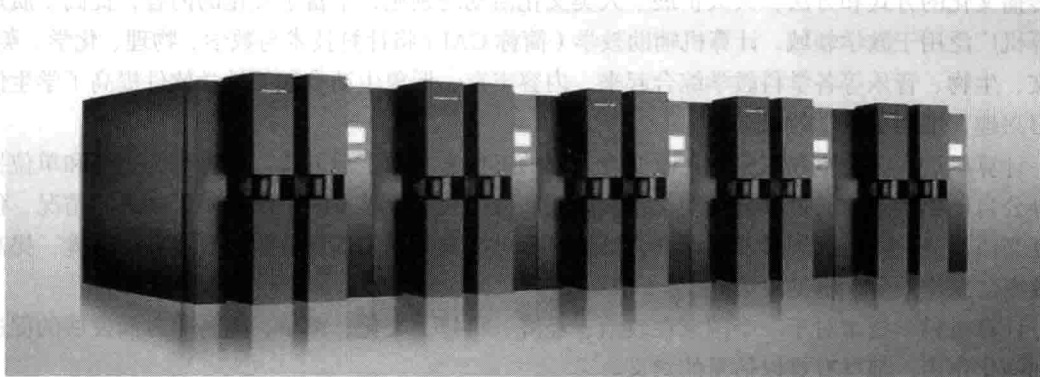


图 1.3 大型机——浪潮天梭 K1

3. 服务器

服务器（Server）原本只是一个逻辑上的概念，指的是网络中专门为其他计算机提供资源和

服务的那些计算机及相关软件,巨、大、中、小、微各种计算机原理上都可以作为服务器使用。但由于服务器往往需要具有较强的计算能力、高速的网络通信和良好的多任务处理功能,因此计算机生产厂商专门开发了用作服务器的一类计算机产品。与普通的 PC 相比,服务器需要连续工作在 7×24 小时的环境中,对可靠性、稳定性和安全性等要求更高。

根据不同的计算能力,服务器又分为工作组级服务器(家用服务器)、部门级服务器和企业级服务器。

4. 个人计算机

个人计算机(Personal Computer, PC)也称个人电脑、PC 机或微型计算机。它们是 20 世纪 80 年代初随着单片微处理器的出现而开发成功的。个人计算机的特点是体积小、结构精简(主机与外设组合在一起),功能丰富,使用方便,通常由个人操作使用,并由此而得名。

个人计算机分成台式机和便携机(笔记本、平板式计算机)两大类,前者在办公室或家庭中使用,后者体积小、重量轻,便于外出携带,性能接近台式机,但价格稍高。近两年开始流行一些更小更轻的超级便携式计算机,称为“平板计算机”(如苹果公司的 iPad)、智能手机等。它们采用多点触摸屏进行操作,功能多样,有通用性,能无线上网,大多作为互联网的移动终端设备使用,人们可随身携带作为通信、工作和娱乐的工具。平板计算机和智能手机的发展势头良好,仅平板计算机 2013 年全球出货量就高达 2.171 亿台,到 2017 年,平板计算机出货量估计将超过台式和笔记本计算机出货量总和。

需要注意的是,由于平板计算机和智能手机的软硬件结构、配置和应用有许多新的特点,虽然它们也是个人计算机的一个品种,但人们在很多场合提及 PC 时,往往专指那些使用微软公司 Windows 操作系统和 Intel 或 AMD 公司 CPU 芯片的台式机和笔记本电脑。

5. 嵌入式计算机

嵌入式计算机是用于执行特定功能的计算机,这个术语是因为第一台执行特定功能的计算机被物理地嵌入了设备中而得名的。嵌入式计算机通常嵌入在单个微处理器芯片上,程序固化在 ROM 中,而且把存储器、输入/输出控制与接口电路等也都集成在芯片中,甚至把电子系统的模拟电路、数字/模拟混合电路和无线通信使用的射频电路等也都集成在单个芯片中,这样的超大规模集成电路称为 SoC(System on Chip),国内称为片上系统或系统级芯片。

现在,片上系统(SoC)已经成为嵌入式计算机的核心。与前面介绍的通用计算机不同,嵌入式计算机是内嵌在其他设备中的专用计算机,它们安装在手机、数码相机、MP3 播放器、计算机外围设备、电视机机顶盒、汽车和空调等产品中,执行着特定的任务,但由于用户并不直接与计算机接触,它们的存在往往并不被人们所知晓。

嵌入式计算机促进了各种各样电子消费产品的发展和更新换代,例如手表、手机、玩具、游戏机、照相机、音响、录放像机、微波炉等。嵌入式计算机也被广泛应用于工业和军事领域,如机器人、数控机床、汽车、导弹、航天器等。实际上,嵌入式计算机是计算机市场中增长最快的部分。世界上 90% 的计算机(微处理器)都以嵌入方式在各种设备里运行。以汽车为例,一辆汽车中有几十甚至上百个嵌入式计算机在工作,它们的计算能力加起来可能比一台普通商用计算机的计算能力更强。

1.1.4 计算机的特点

各种类型的计算机虽然在规模、性能、用途和结构等方面有所不同,但它们都具有以下特点。

(1) 运算速度快。自 1946 年计算机诞生时,每秒 5000 次的运算速度就是其他计算工具无法

能及的。目前,超级计算机的运算速度已经达到千万亿次每秒,即使是微型计算机,其运算速度也已经大大超过了早期大型计算机的运算速度。

(2) 计算精度高。由于计算机内部采用浮点数(也就是科学记数法)表示方法,而且计算机的字长从8位、16位增加到32位、64位甚至更长,从而使计算结果具有很高的精度。

(3) 存储容量大。计算机具有内存储器和外存储器,内存储器用来存储正在运行的程序和数据,外存储器用来存储需要长期保存的数据。目前,微型计算机的内存容量一般可以达到几个GB甚至更多,硬盘容量则可以达几个TB。

(4) 计算自动化。计算机可以存储程序,这使得计算机可以在程序的控制下自动地完成各种操作,而无需人工干预。更重要的是,在机器内部可以快速地进行程序的逻辑选择,从而使全部计算过程实现真正的自动化。

(5) 连接与网络化。计算机设置了各种接口,可以实现网络连接,从而方便地进行资源共享与信息交流,覆盖全球的互联网已进入普通家庭,正在日益改变着人们的生活、学习与工作习惯。

(6) 通用性强。各种系统软件和应用软件的迅速发展,不仅使计算机易于操作,而且大大扩展了计算机的功能。计算机不仅可以进行科学计算,还具有管理功能、模拟功能、控制功能、图形处理功能等,使计算机成为了一种有多种用途的计算工具。

1.1.5 计算机发展趋势

计算机的发展将趋向超高速、超小型、并行处理和智能化。自从1946年世界上第一台电子计算机诞生以来,计算机技术迅猛发展,传统计算机的性能受到挑战。人类开始从基本原理上寻找计算机发展的突破口,新型计算机的研发应运而生。未来量子、光子和分子计算机将具有感知、思考、判断、学习以及一定的自然语言能力,计算机将由此进入人工智能时代。

1. 智能化的超级计算机

超高速计算机采用并行处理技术改进计算机结构,使计算机系统同时执行多条指令或同时对多个数据进行处理,进一步提高计算机的运行速度。超级计算机通常由数百、数千甚至更多的处理器(机)组成,能完成普通计算机和服务不能计算的大型复杂任务。从超级计算机获得的数据分析和模拟成果,能推动各个领域高精尖项目的研究与开发,为我们的日常生活带来各种各样的好处。超级计算机接近于复制人类大脑的能力,具备更多的智能成分,方便人们的生活、学习和工作。世界上最受欢迎的动画片、很多耗巨资拍摄的电影中,使用的特技效果都是在超级计算机上完成的。日本、美国、以色列、中国和印度首先成为世界上拥有每秒运算1万亿次的超级计算机的国家。超级计算机已在科技界内掀起开发与创新的狂潮。

2. 新型高性能计算机

硅芯片技术的高速发展,也意味着硅技术越来越接近其物理极限。为此,世界各国的研究人员正在加紧研究开发新型计算机,计算机的体系结构与技术都将产生一次量与质的飞跃。新型的量子计算机、光子计算机、分子计算机、纳米计算机等,将会在21世纪走进我们的生活,遍布各个领域。

(1) 量子计算机。量子计算机的概念源于对可逆计算机的研究,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、存储及处理量子信息的物理装置。量子计算机是基于量子效应基础上开发的,它利用一种链状分子聚合物的特性来表示开与关的状态,利用激光脉冲来改变分子的状态,使信息沿着聚合物移动,从而进行运算。量子计算机中的数据用量子位存储。由于量子叠加效应,一个量子位可以是0或1,也可以既存储0又存储1。因此,一个量子位可以存储

2 个数据, 同样数量的存储位, 量子计算机的存储量比通常计算机大许多。同时量子计算机能够实行量子并行计算, 其运算速度可能比目前计算机的 Pentium DI 晶片快 10 亿倍。量子计算机除具有高速并行处理数据的能力外, 还将对现有的保密体系、国家安全意识产生重大的冲击。

无论是量子并行计算还是量子模拟计算, 本质上都是利用了量子相干性。世界各地的许多实验室正在以巨大的热情追寻着这个梦想。目前已经提出的方案, 主要利用了原子和光腔相互作用、冷阱束缚离子、电子或核自旋共振、量子点操纵、超导量子干涉等。量子编码采用纠错、避错和防错等。量子计算机使计算的概念焕然一新。

(2) 光子计算机。光子计算机是利用光子取代电子进行数据运算、传输和存储。光子计算机即全光数字计算机, 以光子代替电子, 光互连代替导线互连, 光硬件代替计算机中的电子硬件, 光运算代替电运算。在光子计算机中, 不同波长的光代表不同的数据, 可以对复杂度高、计算量大的任务实现快速并行处理。光子计算机将使运算速度在目前基础上呈指数上升。

(3) 分子计算机。分子计算机体积小、耗电少、运算快、存储量大。分子计算机的运行是吸收分子晶体上以电荷形式存在的信息, 并以更有效的方式进行组织排列。分子计算机的运算过程就是蛋白质分子与周围物理化学介质的相互作用过程。转换开关为酶, 而程序则在酶合成系统本身和蛋白质的结构中极其明显地表示出来。生物分子组成的计算机能在生化环境下、甚至在生物有机体中运行, 并能以其他分子形式与外部环境交换。因此它将在医疗诊治、遗传追踪和仿生工程中发挥无法替代的作用。目前正在研究的主要有生物分子或超分子芯片、自动机模型、仿生算法、分子化学反应算法等几种类型。分子芯片体积可比现在的芯片大大减小, 而效率大大提高, 分子计算机完成一项运算, 所需的时间仅为 10 皮秒, 比人的思维速度快 100 万倍。分子计算机具有惊人的存储容量, 1 立方米的 DNA 溶液可存储 1 万亿亿的二进制数据。分子计算机消耗的能量非常小, 只有电子计算机的十亿分之一。由于分子芯片的原材料是蛋白质分子, 所以分子计算机既有自我修复的功能, 又可直接与分子活体相联。美国已研制出分子计算机分子电路的基础元器件, 可在光照几万分之一的时间内产生感应电流。以色列科学家已经研制出一种由 DNA 分子和酶分子构成的微型分子计算机。预计 20 年后, 分子计算机将进入实用阶段。

(4) 纳米计算机。纳米计算机是用纳米技术研发的新型高性能计算机。纳米管元件尺寸在几到几十纳米范围, 质地坚固, 有着极强的导电性, 能代替硅芯片制造计算机。“纳米”是一个计量单位, 大约是氢原子直径的 10 倍。纳米技术是从 20 世纪 80 年代初迅速发展起来的新的前沿科研领域, 最终目标是人类能够按照自己的意志直接操纵单个原子, 制造出具有特定功能的产品。现在纳米技术正从微电子机械系统起步, 把传感器、电动机和各种处理器都放在一个硅芯片上而构成一个系统。应用纳米技术研制的计算机内存芯片, 其体积只有数百个原子大小, 相当于人的头发丝直径的千分之一。纳米计算机不仅几乎不需要耗费任何能源, 而且其性能要比今天的计算机强大许多倍。美国正在研制一种连接纳米管的方法, 用这种方法连接的纳米管可用作芯片元件, 发挥电子开关、放大和晶体管的功能。专家预测, 10 年后纳米技术将会走出实验室, 成为科技应用的一部分。纳米计算机体积小、造价低、存储量大、性能好, 将逐渐取代芯片计算机, 推动计算机行业的快速发展。

我们相信, 新型计算机与相关技术的研发和应用, 是 21 世纪科技领域的重大创新, 必将推进全球经济社会高速发展, 实现人类发展史上的重大突破。科学在发展, 人类在进步, 历史上的新生事物都要经过一个从无到有的艰难历程, 随着一代又一代科学家们的不断努力, 未来的计算机一定会是更加方便人们的工作、学习、生活的好伴侣。

1.2 计算机学科概述

1.2.1 计算机学科的定义

20 世纪 70~80 年代, 计算机技术得到了迅猛发展, 开始渗透到了许多学科领域, 这引起了科学界激烈的争论, 计算机科学能否成为一门学科? 计算机科学是理科还是工科? 或者只是一门技术、一个职业? 针对激烈的争论, 1985 年春, ACM 和 IEEE-CS 联手组成攻关组, 开始了“计算作为一门学科”的存在性证明, 经过近 4 年的工作, 攻关组提交了《计算作为一门学科》的报告, 刊登在 1989 年 1 月的《ACM 通信》杂志上。

《计算作为一门学科》报告给计算机学科做了以下定义: 计算机学科是对描述和变换信息的算法过程, 包括对其理论、分析、设计、效率、实现和应用等进行的系统研究。它来源于对算法理论、数理逻辑、计算模型、自动计算机器的研究, 并与存储式电子计算机的发明一同形成于 20 世纪 40 年代初期。

计算机学科研究计算机的设计、制造以及利用计算机进行信息获取、表示、存储、处理等的理论、方法和技术。它包括科学和技术两个方面, 科学侧重于研究现象、揭示规律; 技术则侧重于研制计算机、研究使用计算机进行信息处理的方法与手段。事实上, 科学和技术是计算机学科两个互为依托的侧面, 科学研究和技术发展相互推进, 其研究成果转化为技术的速度非常快, 计算机技术的发展促进了计算机科学研究的深入, 科学与技术相辅相成、相互作用, 二者高度融合是计算机学科的特点。

计算机学科除了具有较强的科学性外, 还具有较强的工程性, 因此, 它是一门科学性 with 工程性并重的学科, 表现为理论和实践紧密结合的特征。在构建和测试自然现象的模型时, 计算机学科属于科学范畴, 采用的是科学研究的方法; 在设计和构建越来越复杂的计算系统时, 计算机学科属于工程范畴, 采用的则是工程学的技术。

计算机学科的上述特征决定了学科理论、技术和工程相互之间的界限十分模糊。从理论探索、技术开发到工程应用的周期很短, 许多实验室产品和最终投向市场的产品之间几乎没有太大差别。

1.2.2 计算机学科的根本问题

人们对计算机学科根本问题的认识与对计算过程的认识是紧密联系在一起的。20 世纪 30 年代, 图灵 (Alan Turing, 英国数学家) 用形式化的方法成功地表述了计算过程的本质, 证明了某些数学问题不能用任何机械过程来解决, 深刻地揭示了计算所具有的“可行过程”的本质特征: 一个计算过程是可行的当且仅当它能够被图灵机 (抽象的计算模型) 实现。

今天, 尽管计算学科已经成为一个极为宽广的学科, 但其根本问题仍然是, 什么能被 (有效地) 自动计算。计算机学科所有分支领域的根本任务就是进行计算, 其实质就是字符串的变换。

在计算机学科中决定了计算所具有的“可行过程”特征, 问题求解则建立在高度抽象的基础上, 思考问题广泛采用符号化的方法, 表现为采用形式化的方式描述问题, 问题的求解过程是建立物理符号系统并对其实施变换的过程, 并且变换过程是一个机械化、自动化的过程。在描述问题和求解问题的过程中, 主要采用抽象思维和逻辑思维, 如图 1.4 所示。

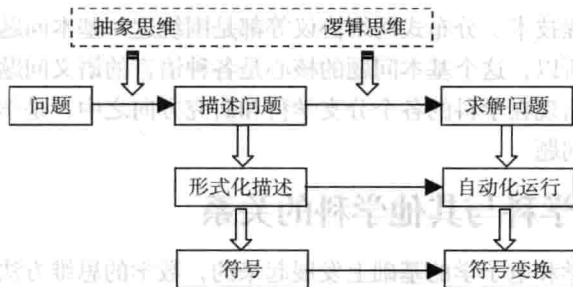


图 1.4 计算机学科的符号化特征

1.2.3 计算机学科的科学问题

科学问题的提出和解决是任何一个学科持续发展的动力，一个学科如果没有科学问题需要解决，这个学科也就结束了。每一个学科在其发展的不同时期都存在一些科学问题，它们的解决同时也推动了该学科的持续发展。

计算机学科在发展的不同时期，提出了一些重大问题，例如，学科发展早期提出的可计算与不可计算的问题，20 世纪 50 年代末 60 年代初提出的高级程序设计语言的形式化描述问题，20 世纪 60 年代末 70 年代初提出的操作系统中的并发控制问题、程序设计方法问题、软件危机问题，等等。在计算机学科经历了几十年的发展后，当我们今天以科学哲学的观点回顾历史的进程，系统总结学科的内容时，可以发现，在计算机学科各个分支学科方向的发展进程中，存在一些在表现形式上虽然不同，但在科学哲学的解释下本质上是相同或相近的问题，即学科研究与发展普遍关心的基本问题，这些基本问题构成了计算机学科的科学问题。

1. 计算的平台与环境问题

历史上，为了实现自动计算，人们首先想到要发明和制造自动计算机器，不仅要在理论上提供计算的平台——观察和描述计算的起点，而且要实际制造出能够真正运行的自动计算机器。进一步地，从广义计算的概念出发，计算的平台在使用上还必须方便，因此，理论研究中提出的各种计算模型、计算机体系结构、实际的计算机系统、系统软件和工具软件、高级程序设计语言、软件开发工具与环境等都是围绕这一基本问题展开的，其实质可归结为计算的环境问题，所以，这个基本问题的核心是计算的能行性。

2. 计算过程的能行操作与效率问题

一个问题在被判定为可计算问题后，为求解这个问题，必须按照能行性可构造的特点与要求，给出实际解决该问题的操作序列，同时还必须确保操作序列的资源消耗是合理的。围绕这一问题，计算机学科发展了大量与之相关的研究内容与分支学科方向。例如，集成电路技术、数字系统逻辑设计、自动布线技术、RISC 技术、数值与非数值计算方法、程序设计方法、算法设计与分析、密码学、演化计算、人工智能等都是围绕这一基本问题展开的，其实质可归结为计算的效率问题，所以，这个基本问题的核心是算法。

3. 计算的正确性问题

计算的正确性是任何计算工作都不能回避的问题，特别是使用自动计算机器进行的各种计算。一个问题在给出了能行的操作序列并解决了其效率问题之后，必须确保计算的正确性，否则，计算是无意义的。围绕这一基本问题，计算机学科发展了一些相关的分支学科与研究方向，例如，算法理论、Petri 网理论、程序理论、形式语义学、计算语言学、容错理论与技术、电路测试技术、