

21世纪高等学校计算机规划教材

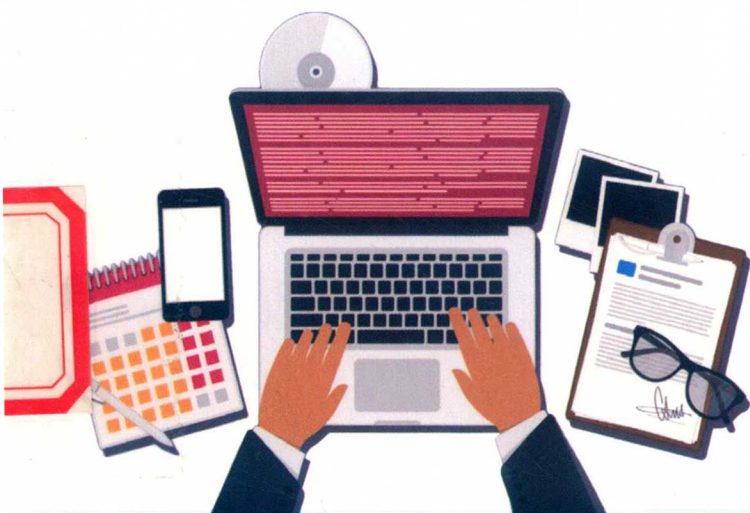
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

大学计算机基础

Basic of Computer

王学军 裴锋 陈莉 主编

王磊 刘杰 陈芬 副主编



 中国工信出版集团

 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

Basic of Computer

王学军 裴锋 陈莉 主编

王磊 刘杰 陈芬 副主编



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 / 王学军, 裴锋, 陈莉主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2017.8(2018.10重印)
21世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-45785-1

I. ①大… II. ①王… ②裴… ③陈… 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(2017)第200101号

内 容 提 要

本书共分9章, 主要内容包括概述、计算机系统、常用办公软件、数字媒体及应用、数据结构与算法、程序设计基础、软件工程、计算机网络、数据库技术基础。为方便教学, 本书另有配套出版的《大学计算机基础实验指导与习题集》。

本书内容丰富、选材适当, 文字通俗、简单易懂, 既可作为高等院校相关专业的教材, 也可作为计算机等级培训机构的教学用书。

-
- ◆ 主 编 王学军 裴 锋 陈 莉
副 主 编 王 磊 刘 杰 陈 芬
责任编辑 王亚娜
责任印制 沈 蓉 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>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 421千字
- 2017年8月第1版
2018年10月河北第4次印刷
-

定价: 43.00 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

进入 21 世纪以后, 社会信息化的纵深发展加速了各行各业的信息化进程, 计算机应用技术与高校的教学、科研工作结合更加紧密。专业课与以计算机技术为核心的信息技术的融合促进了学科的发展, 使得各个专业对学生的计算机应用能力都有了更高和更具体的要求。计算机水平已经成为衡量大学生业务素质与能力的突出标志之一。

本书根据教育部《关于进一步加强高校计算机基础教学的意见》中有关“大学计算机基础”课程的教学要求, 在已经出版的《大学计算机信息技术基础教程》一书的基础上修订而成。本书讲解了学生应该了解和掌握的计算机系统、数据结构与算法、计算机网络、程序设计、数据库、多媒体技术等方面的基本概念和基础知识, 以及常用办公软件的使用技能, 旨在培养学生良好的信息素养, 使学生能利用计算机手段进行表达与交流, 利用 Internet 主动进行学习, 为专业课学习奠定必要的计算机基础。

全书共分 9 章, 各章内容简述如下。

第 1 章: 概述, 主要介绍计算机基础知识、应用技术和发展过程。

第 2 章: 计算机系统, 主要介绍计算机的硬件系统和软件系统组成。

第 3 章: 常用办公软件, 主要以微软公司的 Office 2010 为例, 介绍字处理软件 Word 2010、电子表格软件 Excel 2010 及演示文稿软件 PowerPoint 2010 的主要功能与使用方法。

第 4 章: 数字媒体及应用, 主要介绍数据在计算机中的表示及不同进制数之间的相互转换方法。

第 5 章: 数据结构与算法, 主要介绍常用的数据结构及算法。

第 6 章: 程序设计基础, 主要介绍程序设计的基本概念和程序设计思想。

第 7 章: 软件工程, 主要介绍软件工程思想及软件开发过程中的相关概念。

第 8 章: 计算机网络, 主要介绍计算机网络基础知识、Internet 应用及计算机网络安全相关知识。

第 9 章: 数据库技术基础, 主要介绍数据库系统基本概念、SQL 及数据库设计。

本书由王学军、裴锋、陈莉担任主编, 王磊、刘杰、陈芬担任副主编。

由于时间仓促、编者水平有限, 书中不足与欠妥之处在所难免, 恳请广大读者不吝指正。

编 者

2017 年 6 月

目 录 CONTENTS

第 1 章 概述	1	2.4 常用输入/输出设备	22
1.1 信息与信息技术	1	2.4.1 键盘	22
1.1.1 信息的含义	1	2.4.2 鼠标	23
1.1.2 信息处理	1	2.4.3 触摸屏	24
1.1.3 信息技术	2	2.4.4 扫描仪	24
1.1.4 信息处理系统	2	2.4.5 数码相机	25
1.2 计算机的发展	2	2.4.6 显示器和显示卡	25
1.2.1 图灵机与冯·诺依曼式 计算机的诞生	2	2.4.7 打印机	27
1.2.2 计算机的发展与应用	3	2.5 计算机软件系统	28
1.2.3 计算机的发展趋势	4	2.5.1 计算机软件定义及分类	28
1.3 微电子技术简介	6	2.5.2 操作系统概述	29
1.3.1 微电子技术与集成电路	6	思考题	36
1.3.2 集成电路的发展趋势	7	第 3 章 常用办公软件	37
1.3.3 集成电路的应用	8	3.1 字处理软件 Word 2010	37
1.4 计算机应用技术	8	3.1.1 Word 2010 基础	37
1.4.1 人工智能	8	3.1.2 Word 文档的创建和编辑	40
1.4.2 云计算与海量存储	9	3.1.3 Word 文档的排版和美化	46
1.4.3 物联网	10	3.1.4 长文档的编辑与管理	60
1.4.4 Wi-Fi 和 5G	11	3.1.5 邮件合并技术	68
思考题	12	3.1.6 文档的修订与共享	69
第 2 章 计算机系统	13	3.2 电子表格处理软件 Excel 2010	71
2.1 计算机硬件组成及计算机分类	13	3.2.1 Excel 2010 概述	71
2.1.1 计算机的硬件组成	13	3.2.2 工作表的建立与数据输入	72
2.1.2 计算机的分类	15	3.2.3 工作表的基本操作	76
2.2 CPU 的结构与原理	16	3.2.4 单元格及单元格区域操作	77
2.2.1 CPU 的作用和结构	16	3.2.5 公式与函数	84
2.2.2 指令与指令系统	16	3.2.6 图表	94
2.2.3 CPU 的性能指标	17	3.2.7 数据管理与分析	98
2.3 存储器	18	3.2.8 工作表的打印	106
2.3.1 内存储器	18	3.3 演示文稿软件 PowerPoint 2010	108
2.3.2 外存储器	19	3.3.1 PowerPoint 2010 基础操作	108
		3.3.2 幻灯片的美化	112

3.3.3 设置动画效果	116	5.2 算法	159
3.3.4 幻灯片的放映	117	5.2.1 算法的基本概念	159
思考题	121	5.2.2 算法的复杂度	163
第4章 数字媒体及应用	123	5.2.3 查找和排序	163
4.1 计算机中的数制	123	思考题	170
4.1.1 信息的基本单位——比特	123	第6章 程序设计基础	171
4.1.2 计算机中的常用数制	124	6.1 程序设计基础	171
4.1.3 各种数制之间的转换	125	6.1.1 程序的概念	171
4.1.4 数值数据编码表示	128	6.1.2 程序设计语言	172
4.2 文本信息的表示	129	6.1.3 程序设计方法与风格	175
4.2.1 英文编码与表示	129	6.1.4 程序设计过程	175
4.2.2 汉字编码与表示	130	6.2 程序设计思想	177
4.3 图像信息的表示	132	6.2.1 结构化程序设计	178
4.3.1 色彩空间	132	6.2.2 面向对象程序设计	178
4.3.2 图像获取	133	6.2.3 面向问题程序设计	179
4.3.3 图像压缩与格式	134	思考题	179
4.3.4 图像处理软件	136	第7章 软件工程基础	180
4.3.5 图形	136	7.1 软件工程的基本概念	180
4.4 声音信息的表示	138	7.1.1 软件危机与软件工程	180
4.4.1 声音数字化过程	138	7.1.2 软件生存周期	182
4.4.2 声音的编码与压缩	139	7.1.3 软件生存周期模型	183
4.4.3 语音合成与音乐合成	139	7.1.4 软件工程的目标与原则	185
4.4.4 常见的声音格式文件	141	7.1.5 软件开发工具	186
4.5 视频信息的表示	141	7.1.6 软件工程环境	188
4.5.1 彩色电视信号	141	7.2 软件需求分析	189
4.5.2 数字视频的获取	142	7.2.1 需求分析与需求分析方法	189
4.5.3 数字视频的压缩与应用	142	7.2.2 结构化方法	191
思考题	146	7.2.3 软件需求规格说明书	193
第5章 数据结构与算法	147	7.3 软件设计	194
5.1 数据结构概述	147	7.3.1 软件设计的概念和原理	194
5.1.1 数据结构的概念	147	7.3.2 概要设计	195
5.1.2 数据的逻辑结构	148	7.3.3 详细设计	197
5.1.3 数据的存储结构	149	7.4 软件测试	199
5.1.4 数据的运算	149	7.4.1 软件测试基础	199
5.1.5 线性表	149	7.4.2 软件测试技术与方法	200
5.1.6 栈和队列	153	7.4.3 软件测试的实施	202
5.1.7 树与二叉树	155	7.5 程序的调试与维护	203

7.5.1 程序调试的基本概念	203	8.5.5 主机地址与域名系统	225
7.5.2 软件的调试方法	203	8.6 Internet 接入技术	227
7.5.3 软件的维护	204	8.6.1 电话拨号接入	227
思考题	205	8.6.2 ISDN	227
第 8 章 计算机网络	206	8.6.3 ADSL 接入	228
8.1 计算机网络概述	206	8.6.4 HFC 有线电视网接入	228
8.1.1 计算机网络的定义	206	8.6.5 光纤接入	229
8.1.2 计算机网络的组成	206	8.6.6 无线接入	229
8.1.3 计算机网络的功能	207	8.7 Internet 提供的信息服务	230
8.1.4 计算机网络的分类	207	8.7.1 WWW 服务	230
8.2 计算机网络基础知识	207	8.7.2 电子邮件	231
8.2.1 数据通信基础	207	8.7.3 文件传输	232
8.2.2 计算机网络通信协议与 体系结构	210	8.7.4 远程登录	233
8.2.3 计算机网络传输介质	210	8.7.5 即时通信	233
8.2.4 计算机网络互连设备	212	8.8 计算机网络信息安全	233
8.3 计算机局域网	214	8.8.1 信息安全概述	233
8.3.1 计算机局域网的特点与组成	214	8.8.2 常用信息安全技术	234
8.3.2 常用计算机局域网	215	思考题	236
8.4 计算机广域网	216	第 9 章 数据库技术基础	237
8.4.1 广域网的基本概念	216	9.1 数据库系统概述	237
8.4.2 TCP/IP	219	9.1.1 基本概念	237
8.4.3 IP 地址与路由	220	9.1.2 数据管理技术的产生和发展	239
8.5 Internet 基础	223	9.2 数据模型	241
8.5.1 Internet 的定义	223	9.3 关系数据库语言简介	249
8.5.2 Internet 的特点	223	9.4 数据库设计概述	252
8.5.3 Internet 的历史和发展	224	9.5 数据库技术的发展	253
8.5.4 Internet 在中国的发展现状	224	思考题	255

1.1 信息与信息技术

半个多世纪以来，人类社会正由工业社会全面进入信息社会，其主要动力就是以计算机技术、通信技术和控制技术为核心的现代信息技术的飞速发展和广泛应用。纵观人类社会发展和科学技术史，信息技术在众多的科学技术群体中越来越显示出强大的生命力。随着科学技术的飞速发展，各种高新技术层出不穷，日新月异，但是最主要的、发展最快的仍然是信息技术。

1.1.1 信息的含义

一般来讲，信息是指消息、数据或资料，但这样的解释尚不能形成深刻的概念。1948 年，美国数学家香农（Shannon）发表论文《通信的数学理论》，次年又发表了《在噪声中的通信》，成为信息理论的奠基人。几乎与香农同时，美国著名的数学家维纳（Wiener）发表了“控制论”（1948），为信息理论的建立和发展开辟了广阔的天地。

这里，一个较为经典的“信息”的定义来自维纳。他认为“信息是人们在适应外部世界并且使之反作用于外部世界的过程中，同外部世界交换内容的名称”。这一定义强调信息是用于交换的“内容”，是“生物以及具有自动控制系统的机器，通过感觉器官和相应的设备与外界进行交换的一切内容”。这一定义也说明信息在客观上可以反映某一事物的情况，是事物运动的状态及状态变化的方式。在主观上是可以接受、利用的，并能指导我们的行动。

1.1.2 信息处理

人们对信息的处理包括信息的收集、加工、存储、传递、施效，通过手、脚等效应器官作用于事物客体，如图 1-1 所示。

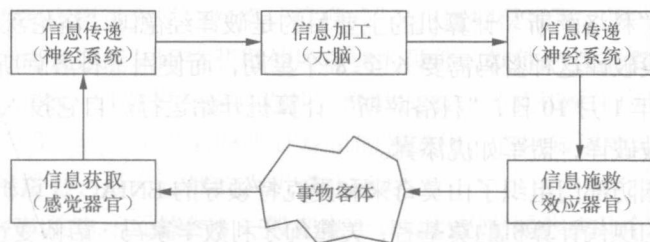


图 1-1 人工进行信息处理的过程

1.1.3 信息技术

信息技术指的是用来扩展人们信息器官功能、协助人们更有效地进行信息处理的一类技术。人们的信息器官主要有感觉器官、神经网络、大脑及效应器官,它们分别用于获取信息、传递信息、处理并再生信息,以及使用信息使之产生实际效用。因此,基本的信息技术包括:

- 扩展感觉器官功能的感测(获取)与识别技术;
- 扩展神经系统功能的通信技术;
- 扩展大脑功能的计算(处理)与存储技术;
- 扩展效应器官功能的控制与显示技术。

1.1.4 信息处理系统

用于辅助人们进行信息获取、传递、存储、加工处理、控制及显示的综合使用各种信息技术的系统,可以通称为信息处理系统。例如,雷达是一种以感测与识别为主要目的的系统;电视/广播系统是以信息传递为主要目的的系统;电话是以信息交互为主要目的的系统;银行是以处理金融信息为主的系统;图书馆是以信息收藏和检索为主的系统;因特网则是一种跨越全球的多功能信息处理系统。

1.2 计算机的发展

1.2.1 图灵机与冯·诺依曼式计算机的诞生

阿兰·图灵(Alan Turing)(见图1-2),1912年6月23日出生于英国伦敦,他被认为是20世纪最著名的数学家之一。1936年,图灵作出了他一生最重要的科学贡献,在其著名的论文《论可计算数在判定问题中的应用(On Computer Numbers with an Application to the Entscheidungs-problem)》一文中,提出思考原理计算机——图灵机的概念。这篇论文被誉为现代计算机原理开山之作,它描述了一种假想的可实现通用计算的机器,后人称之为“图灵机”。



图1-2 阿兰·图灵

计算机是人类制造出来的信息加工工具。如果说人类制造的其他工具是人类双手的延伸,那么计算机作为代替人脑进行信息加工的工具,则可以说是人类大脑的延伸。最初真正制造出来的计算机是用来解决数值计算问题的。第二次世界大战后期,当时为军事目的进行的一系列破译密码和弹道计算工作越来越复杂。大量的数据、复杂的计算公式,即使使用电动机械计算器也要耗费相当的人力和时间。在这种背景下,人们开始研制电子计算机。

世界上最早的计算机“科洛萨斯”诞生于英国,“科洛萨斯”计算机是1943年3月开始研制的,当时研制“科洛萨斯”计算机的主要目的是破译经德国“洛伦茨”加密机加密过的密码。使用其他手段破译这种密码需要6至8个星期,而使用“科洛萨斯”计算机则仅需6至8个小时。1944年1月10日,“科洛萨斯”计算机开始运行。自它投入使用后,德军大量高级军事机密很快被破译,盟军如虎添翼。

1944年,美国国防部门组织了由莫奇来和爱克特领导的ENIAC计算机研究小组,当时在普林斯顿大学工作的现代计算机的奠基者,美籍匈牙利数学家冯·诺依曼也参加了研究工作。冯·诺依曼发现ENIAC有两个致命的缺陷:一是采用十进制运算,逻辑元件多,结构复杂,

可靠性低；二是没有内部存储器，操纵运算的指令分散存储在许多电路部件内，这些运算部件如同一副积木，解题时必须像搭积木一样用人工把大量运算部件搭配成各种解题的布局，每算一题都要搭配一次，非常麻烦且费时。针对这两个问题，冯·诺依曼和其他合作者一起呕心沥血地进行了半年多时间的改革性研究，结果取得了令人满意的成果。但是，由于 ENIAC 的制造已接近尾声，因此未能采用冯·诺依曼的改进意见。

1946 年 2 月 14 日，世界上第一台通用电子数字计算机“埃尼阿克”（ENIAC）宣告研制成功。这台用 18 000 根电子管组成的计算机，尽管体积庞大，耗电量惊人，功能有限，但是确实起到了节约人力、节省时间的作用，而且开辟了一个计算机科学技术的新纪元。这也许连制造它的科学家们也始料不及的。

冯·诺依曼的研究成果得到了 ENIAC 研制小组专家的青睐，他们在 ENIAC 尚未竣工之前，就着手计划一个结构全新的电子计算机方案——EDVAC 计算机。1945 年 6 月底，由冯·诺依曼执笔写出了 EDVAC 计划草案。在这个方案中，诺依曼提出了在计算机中采用二进制算法和设置内存储器的理论，并明确规定了电子计算机必须由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等五大部分构成的基本结构形式。他认为，计算机采用二进制算法和内存储器后，指令和数据便可以一起存放在存储器中，并可作同样处理，这样，不仅可以使计算机的结构大大简化，而且为实现运算控制自动化和提高运算速度提供了良好的条件。EDVAC 于 1952 年建成，它的运算速度与 ENIAC 相似，而使用的电子管却只有 5 900 多个，比 ENIAC 少得多。EDVAC 的诞生，使计算机技术出现了一个新的飞跃。它奠定了现代电子计算机的基本结构，标志着电子计算机时代的真正开始。

冯·诺依曼被人们称为“现代电子计算机之父”。根据冯·诺依曼提出的存储程序和程序控制原理制造的计算机被称为冯·诺依曼结构计算机，现代计算机虽然结构更加复杂，计算能力更加强大，但仍然是基于这一原理设计的，也称为冯·诺依曼机。

1.2.2 计算机的发展与应用

1. 计算机的发展

现代计算机的诞生是 20 世纪人类最伟大的发明创造之一。经历了半个多世纪的发展，计算机已经成为信息处理系统中最重要的一种工具，它承担着信息加工、信息存储、信息传递的任务，在感测、识别、控制和显示等技术方面都起着重要的作用。

从 1946 年世界上第一台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。在微电子技术的进展和计算机应用需求的强力推动下，计算机的发展速度远远超出了人们的预料。计算机在速度、功能、体积、成本和应用方面都取得了飞跃的进步。

从 20 世纪 50 年代至 70 年代，计算机的应用模式主要依赖于大型计算机的“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，而且还能从网络获取他所需要的硬件、软件和数据资源。

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快速发展，人们研究开发的计算机系统，主要着眼于计算机的智能化，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。

根据计算机所使用的电子元器件，一般把电子计算机的发展分成几个时期，也称为几代，分别代表了时间顺序发展过程。第 1~4 代计算机主要特点对比如表 1-1 所示。

表 1-1 第 1~4 代计算机的对比

年代 器件	第一代 (1946—1957 年)	第二代 (1958—1964 年)	第三代 (1965—1969 年)	第四代 (1970 年 至今)
电子器件	电子管	晶体管	中、小规模集成电路	大规模和超大规模集成电路
主存储器	磁芯、磁鼓	磁芯、磁鼓	磁芯、磁鼓、 半导体存储器	半导体存储器
外部辅助存储器	磁带、磁鼓	磁带、磁鼓	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁盘、光盘
处理方式	机器语言 汇编语言	监控程序 连续处理作业 高级语言编译	多道程序 实时处理	实时、分时处理 网络操作系统
运算速度	5 千~3 万次/秒	几十万~百万次/秒	百万~几百万次/秒	几百万~千亿次/秒

2. 计算机的应用

自第一台电子计算机诞生以来,人们一直在探索计算机的应用模式,尝试着利用计算机去解决各领域中的问题。

归纳起来,计算机的应用主要有以下几方面。

(1) 科学计算,也称数值计算,是指用计算机来解决科学研究和工程技术中所提出的复杂的数学问题。

(2) 信息处理,也称数据处理或事务处理。人们利用计算机进行信息的收集、存储、加工、分类、检索、传输和发布,最终目的是将信息资源作为管理和决策的依据。办公自动化 (Office Automation, OA) 就是计算机信息处理的典型应用。目前,计算机在信息处理方面的应用已占有所有应用的 80% 左右。

(3) 自动控制。利用计算机对动态的过程进行控制、指挥和协调。用于自动控制的计算机要求可靠性高、响应及时。计算机先将模拟量如电压、温度、速度、压力等,转换成数字量,然后进行处理,计算机处理后输出的数字量再经过转换,变成模拟量去控制对象。

(4) 计算机辅助系统。计算机辅助系统有计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)、计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)、计算机辅助测试 (Computer Aided Test, CAT)、计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, CIMS) 和计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, CAI) 等。

(5) 人工智能。人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 又称“智能模拟”。简单地说,就是要使计算机能够模仿人的高级思维活动。人工智能的研究课题是多种多样的。诸如计算机学习、计算机证明、景物分析、模拟人的思维过程、机器人等。

1.2.3 计算机的发展趋势

1. 计算机发展的五个方向

(1) 巨型化。天文、军事、仿真等领域需要进行大量的计算,要求计算机有更高的运算速度、更大的存储量,这就需要研制功能更强的巨型计算机。

(2) 微型化。微型计算机已经广泛应用于仪器、仪表和家用电器中,并大量进入办公室和家庭。但人们需要体积更小、更轻便、易于携带的微型计算机,以便出门在外或在旅途中均可使用计算机。应运而生的便携式微型计算机和掌上微型计算机正在不断涌现,迅速普及。

(3) 网络化。将地理位置分散的计算机通过专用的电缆或通信线路互相连接,就组成了计算机网络。网络可以使分散的各种资源得到共享,使计算机的实际效用提高了很多。计算机联网不再是可有可无的事,而是计算机应用中一个很重要的部分。人们常说的因特网(Internet)就是一个通过通信线路连接、覆盖全球的计算机网络。通过因特网,人们足不出户就可获取大量的信息,与世界各地的亲友快捷通信,进行网上贸易等。

(4) 智能化。目前的计算机已能够部分地代替人的脑力劳动,因此也常被称为“电脑”。但是人们希望计算机具有更多的类似人的智能,例如:能听懂人类的语言、能识别图形、会自主学习等。

(5) 多媒体化。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,这些信息包括数字、文本、声音、视频、图形图像等。多媒体技术使多种信息建立了有机的联系,集成为一个系统,并具有交互性。多媒体计算机将真正改善人机界面,使计算机朝着更卓越的方向发展。

2. 未来的新型计算机

许多科学家认为以半导体材料为基础的集成技术日益走向它的物理极限,要解决这个矛盾,必须开发新的材料,采用新的技术。于是,人们努力探索新的计算材料和计算技术,致力于研制新一代的计算机,如生物计算机、光计算机和量子计算机等。

(1) 高速计算机

美国发明了一种利用空气的绝缘性能来成倍提高计算机运行速度的新技术。纽约斯雷尔保利技术公司的科学家已经生产出一套新型计算机微电路,该电路的芯片或晶体管之间由胶滞体包裹的导线连接,这种胶滞体 90%的物质是空气,而空气是不导电的,是一种非常优良的绝缘体。

研究表明,计算机运行速度的快慢与芯片之间信号传输的速度直接相关,然而,目前普遍使用的硅二氧化物在传输信号的过程中会吸收掉一部分信号,从而延长了信息传输的时间。保利技术公司研制的“空气胶滞体”导线几乎不吸收任何信号,因而能够更迅速地传输各种信息。此外,它还可以降低电耗,而且不需要对计算机的芯片进行任何改造,只需换上“空气胶滞体”导线,就可以成倍地提高计算机的运行速度。

不过,这种“空气胶滞体”导线也有不足之处,主要是其散热效果较差,不能及时将计算机中电路产生的热量散发出去。为了解决这个问题,保利技术公司的科研小组研究出计算机芯片冷却技术,它在计算机电路里内置了许多装着液体的微型小管,用来吸收电路散发出的热量。当电路发热时,热量将微型管内的液体汽化,当这些汽化物扩散到管子的另一端之后,又重新凝结,流到管子底中。据悉,美国宇航局(NASA)将对该项技术进行太空失重状态下的实验,如果实验成功,这种新技术将被广泛应用于未来计算机,使计算机的运算速度得以大大提高。

不久前,美国IBM公司为美国国家超级计算机应用中心制造了两台IBM Linux 集群计算机,每秒钟可执行2万亿次浮点运算,是迄今为止运算速度最快的Linux 超级计算机。1997年IBM“深蓝”计算机因战胜国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫而声名大噪,之后IBM性能强大的超级计算机便开始为世人所瞩目,而运算性能更出色的“更深的蓝”和ASCIWhite也相继问世。

(2) 生物计算机

生物计算机在20世纪80年代中期开始研制,其最大的特点是采用了生物芯片,它由生物工程技术产生的蛋白质分子构成。在这种芯片中,信息以波的形式传播,运算速度比当今

最新一代计算机快 10 万倍, 能量消耗仅相当于普通计算机的 $1/10$, 并且拥有巨大的存储能力。由于蛋白分子能够自我组合, 再生新的微型电路, 使得生物计算机具有生物体的一些特点, 如能发挥生物本身的调节机能自动修复芯片发生的故障, 还能模仿人脑的思考机制。

国内首次公诸于世的生物计算机被用来模拟电子计算机的逻辑运算, 解决虚构的 7 个城市间最佳路径问题。不久前, 200 多名各国计算机学者齐聚普林斯顿大学, 联名呼吁向生物计算机领域进军。

科学家们在生物计算机研究领域已经有了新的进展, 预计在不久的将来, 就能制造出分子元件, 即通过在分子水平上的物理化学作用对信息进行检测、处理、传输和存储。目前, 科学家们已经在超微技术领域取得了某些突破, 制造出了微型机器人。科学家们的长远目标是让这种微型机器人成为一部微小的生物计算机, 它们不仅小巧玲珑, 而且可以像微生物那样自我复制和繁殖, 可以钻进人体里杀死病毒, 修复血管、心脏、肾脏等内部器官的损伤, 或者使引起癌变的 DNA 突变发生逆转, 从而使人们延年益寿。

(3) 光学计算机

所谓光学计算机, 就是利用光作为信息的传输媒体。与电子相比, 光子具有许多独特的优点: 它的速度永远等于光速、具有电子所不具备的频率及偏振特征, 从而大大提高了转载信息的能力。此外, 光信号传输根本不需要导线, 即使在光线交汇时也不会互相干扰、互相影响。一块直径仅 2cm 的光棱镜可通过的信息比特率可以超过全世界现在全部电缆总和的 300 多倍。光学计算机的智能水平也将远远超过电子计算机的智能水平, 是人们梦寐以求的理想计算机。

我们将利用光的传播速度比电子速度快的原理制成的这种更加先进的计算机称为“光脑”。20 世纪 90 年代中期, 光脑的研究成果像雨后春笋般不断涌现, 各国科研机构、大学都投入了大量的人力、物力从事此项技术的研究, 其中最显著的研究成果是由法国、德国、英国、意大利等国 60 多名科学家联合研发成功的世界上第一台光脑。该台光脑的运算速度比目前速度最快的超级计算机快 1 000 多倍, 并且准确性极高。

此外, 光脑的并行处理能力非常强, 具有超高速的运算速度, 在这方面计算机真是望尘莫及。在工作环境要求方面, 超高速的计算机只能在低温条件下工作, 而光脑在室温下就能正常工作。另外, 光脑的信息存储量大, 抗干扰能力非常强, 在任何恶劣环境条件下都可以开展工作。光脑还具有与人脑相似的容错性, 如果系统中某一元件遭到损坏或运算出现局部错误时, 并不影响最终的计算结果。目前光脑的许多关键技术, 如光存储技术、光存储器、光电子集成电路等都已取得重大突破。

(4) 量子计算机

在人类刚进入 21 世纪之际, 量子力学花开二度, 科学家们根据量子力学理论, 在研制量子计算机的道路上取得了新的突破。美国科学家宣布, 他们已经成功地实现了 4 量子位逻辑门, 取得了 4 个锂离子的量子缠结状态。这一成果意味着量子计算机如同含苞欲放的蓓蕾, 必将开出绚丽的花朵。

1.3 微电子技术简介

1.3.1 微电子技术与集成电路

微电子技术是信息技术领域中的关键技术, 是实现电子电路和电子系统超小型化及微型化的技术。它以集成电路为核心。现代集成电路使用的半导体材料主要是硅, 也可以是砷化镓等。

集成电路根据它所包含的电子元件数目可以分为小规模、中规模、大规模、超大规模和极大规模集成电路。集成度（单个集成电路所含电子元件的数目）小于 100 的集成电路称为小规模集成电路（Small Scale Integrated, SSI），电子元件数为 100~3 000 的称为中规模集成电路（Medium Scale Integration, MSI），3 000~10 万的称为大规模集成电路（Large Scale Integration, LSI），10 万~100 万的称为超大规模集成电路（Very Large Scale Integration, VLSI），超过 100 万的集成电路称为极大规模集成电路（Ultra Large Scale Integration, ULSI）。通常把 VLSI 和 ULSI 统称为 VLSI。现在个人计算机使用的微处理器、芯片组、图形加速芯片等都是超大规模和极大规模集成电路。

集成电路芯片是微电子技术的结晶，它是计算机和通信设备的硬件核心，是现代信息产业的基础。世界集成电路产业的发展十分迅速，以集成电路为基础的电子信息产品的市场总额超过一万亿美元，成为世界最大产业之一。

1.3.2 集成电路的发展趋势

1. 集成电路特点

集成电路的特点是体积小、重量轻、可靠性高。集成电路的工作速度主要取决于组成逻辑门电路的晶体管尺寸。晶体管的尺寸越小，其极限工作频率越高，门电路的开关速度就越快。所以，从集成电路问世以来，人们就一直在缩小门电路面积上下功夫。Intel 公司的创始人之一摩尔（G.E.Moore）1965 年在《电子学》杂志上曾发表论文预测，单块集成电路的集成度平均每 18~24 个月翻一番，这就是有名的 Moore 定律。

目前我国集成电路的制造已经达到国际先进水平。近 10 年间，我国集成电路生产线的主流技术已由 5in、6in、0.5 μm 以上工艺水平提升到 8in 0.18 μm ~0.25 μm 、12in 110nm~90nm~65nm。

2. 集成电路未来发展趋势

从 1958 年第一个集成电路发明到现在，集成电路已经走过了 50 多年的历史，随着电子科技日新月异的发展，各种新技术新应用不断的充斥着半导体的发展，现在在一颗集成电路上集成数十亿个晶体管已经不是难事，对于设计师来说，难的是如何让自己的集成电路差异化，给集成电路的生产带来更多的利益。这里，归纳了 3 种集成电路设计差异化的趋势。

（1）芯片模块化

随着工艺技术的发展，集成电路的尺寸越来越小，有些厂商选择用模块化来实现差异化。例如，村田公司把自己优势的 MLCC 技术与无线技术结合，推出了体积超小的蓝牙 Wi-Fi 模块，这些模块被苹果手机采用。

芯片模块化的另一个例子是电源模块，Vicor 公司的电源模块就是利用其旗下 Picor 公司的电源管理集成电路提升了电源模块的竞争优势。

（2）高集成

由于集成电路封装的变化要远远慢于集成电路技术的发展，所以，随着工艺技术的发展，很多厂商选择用高集成来实现差异化，这方面领军的企业有 TI、高通、博通、MTK 等等，要实现高集成，关键条件是公司必须有大量的 IP 储备，并有成熟的经验积累，这样，通过高集成让自己的产品在尺寸、功耗以及成本上处于领先地位，然后通过封装形成差异化。例如，TI 推出的五合一的 WiLink8.0 产品系列，用 45nm 单芯片解决方案集成了五种不同的无线电，把 Wi-Fi、GNSS、NFC、蓝牙（Bluetooth）以及 FM 收发集成在一颗芯片上。与传统多芯片产品相比，五合一 WiLink8.0 芯片可将成本降 60%，尺寸缩小 45%，功耗降低 30%。

(3) “软件差异化”的同质化

目前电子业界对软件差异化价值的追捧有点倾斜过度了,造成了“软件差异化”的同质化。软件工程师对 UI 的重新设计、通过软件去实现大量功能等,这一方面增大了工作量,另一方面也给主控硬件造成负担。用定制芯片把一些需要的关键 IP 放入到单芯片中,这样,既实现了软件差异化设计,又能平衡软硬件的功能。

例如 LSI 的 Axxia 通信处理器,就可以实现非常自由的定制。LSI 利用虚拟管道技术,可以在芯片中任意增加系统厂商需要的功能以及接口,实现了极大的灵活性和差异化。

1.3.3 集成电路的应用

集成电路卡(Integrated Circuit Card, IC 卡)把集成电路芯片密封在塑料卡基片内部,使其成为能存储、处理和传递数据的载体。与磁卡相比,它不受磁场影响,能可靠地存储数据。

IC 卡根据卡中所镶嵌的集成电路芯片可分为两大类。

(1) 存储器卡,这种卡存储容量在几 KB 到几十 KB,安全性不高,使用方便,如水电卡、电话卡、公交卡、医疗卡等。

(2) CPU 卡,也叫智能卡,卡上集成了中央处理器(Central Processing Unit, CPU)、程序存储器和数据存储器,还配有操作系统。这种卡处理能力强,保密性好,常用于作为证件和信用卡使用的重要场合。手机中使用的 SIM 卡就是一种 CPU 卡,它不但可以存储用户身份信息,还可以将电话号码、短消息等存储在卡上。

IC 卡按使用方式可分为两种。

(1) 接触式 IC 卡,如电话 IC 卡,其表面有一个方型镀金接口,共有 8 个或 6 个镀金触点。使用时必须将 IC 卡插入读卡机卡口内,通过金属触点传输数据。这种 IC 卡多用于存储信息量大,读写操作比较复杂的场合。接触式 IC 卡易磨损,怕油污、寿命不长。

(2) 非接触式 IC 卡,又叫射频卡,感应卡,它采用电磁感应方式无线传输数据,解决了无电源和免接触这一难题。操作方便、快捷。这种 IC 卡记录的信息简单,读写数据不多,常用于身份验证等场合。采用全密封胶固化,防水、防污,使用寿命长。我国第 2 代居民身份证就是一种非接触式的 IC 卡,2 代身份证内部嵌入了一枚指甲盖大小的非接触式集成电路芯片,可实现“电子防伪”和“数字管理”两大功能。

1.4 计算机应用技术

1.4.1 人工智能

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学,是计算机科学的一个分支,是计算机科学技术的前沿科技领域。

人工智能是一门关于知识的科学,它主要研究知识的获取、表示和运用。“人工智能”这一术语是在 1956 年由美国的 McCarthy 和 Minsky 等人提出的。当年他们在美国的 Dartmouth 举行了第一届智能模拟学术讨论会,在会上首次使用了这一术语,这标志着人工智能作为一门学科的诞生。McCarthy 和 Minsky 也一起被称为“人工智能之父”。

AI 这个英文单词提出以后,经过一些科学家的努力,使得人工智能得到了发展。但人工智能的进展并不像我们期待的那样迅速,因为人工智能的基本理论还不完整,我们还不能从

本质上解释我们的大脑为什么能够思考,这种思考来自于什么,这种思考为什么得以产生等一系列问题。但经过这几十年的发展,人工智能正在以它巨大的力量影响着人们的生活,人工智能的应用也在不少领域得到了发展。人工智能的研究领域有机器人、无人驾驶、语言识别、图像识别、自然语言处理、问题求解、逻辑推理、自动程序设计、人工神经网络、智能控制、智能检索、符号计算、专家系统、机器翻译等方面。

1.4.2 云计算与海量存储

云计算的思想可以追溯到 20 世纪 60 年代,John McCarthy 曾经提到“计算迟早有一天会变成一种公用基础设施”。1983 年,太阳电脑(Sun Microsystems)提出“The Network is the computer”。2006 年 Google 公司首次提出“云计算”的概念,随后亚马逊、微软、惠普、雅虎、英特尔、IBM 等公司都宣布了自己的“云计划”,如云安全、云存储、内部云、外部云、公共云、私有云等。云计算逐渐成为产业界和学术界的研究热点。

1. 云计算概述

云计算(Cloud Computing),是一种基于互联网的计算方式,它利用高速互联网的传输能力,将数据的处理过程从个人计算机或服务器移到互联网上的服务器集群中。这些服务器由一个大型的数据处理中心管理,数据中心按客户的需要分配计算资源,达到与超级计算机同样的效果。通过这种方式,共享的软硬件资源和信息可以按需提供给计算机和其他设备。整个运行方式很像电网。云计算是继 20 世纪 80 年代大型计算机到客户端—服务器的大转变之后的又一种巨变。

“云”其实是网络、互联网的一种比喻说法。因为过去在图中往往用“云”来表示电信网,所以后来也用“云”来表示互联网和底层基础设施的抽象。典型的云计算提供商往往提供通用的网络业务应用,可以通过浏览器等软件或者其他 Web 服务来访问,而软件和数据都存储在服务器上。

2. 云计算平台介绍

云计算技术范围很广,目前各大 IT 企业提供的云计算服务主要是根据自身的特点和优势实现的。下面以 Google、IBM、Amazon 为例说明。

(1) Google 的云计算平台

Google 的硬件条件优势,大型的数据中心、搜索引擎的支柱应用,促使 Google 云计算迅速发展。Google 的云计算主要由 MapReduce、Google 文件系统(GFS)、BigTable 组成。它们是 Google 内部云计算基础平台的三个主要部分。Google 还构建其他云计算组件,包括一个领域描述语言以及分布式锁服务机制等。Sawzall 是一种建立在 MapReduce 基础上的领域语言,专门用于大规模的信息处理。Chubby 是一个高可用、分布式数据锁服务,当有机器失效时,Chubby 使用 Paxos 算法来保证备份。

(2) IBM “蓝云”计算平台

“蓝云”解决方案是由 IBM 云计算中心开发的企业级云计算解决方案。该解决方案可以对企业现有的基础架构进行整合,通过虚拟化技术和自动化技术,构建企业自己拥有的云计算中心,实现企业硬件资源和软件资源的统一管理、统一分配、统一部署、统一监控和统一备份,打破应用对资源的独占,从而帮助企业实现云计算理念。IBM 的“蓝云”计算平台是一套软、硬件平台,将 Internet 上使用的技术扩展到企业平台上,使得数据中心使用类似于互联网的计算环境。“蓝云”大量使用了 IBM 先进的大规模计算技术,结合了 IBM 自身的软、

硬件系统以及服务技术,支持开放标准与开放源代码软件。“蓝云”基于 IBM Almaden 研究中心的云基础架构,采用了 Xen 和 PowerVM 虚拟化软件, Linux 操作系统映像以及 Hadoop 软件 (Google File System 以及 MapReduce 的开源实现)。IBM 已经正式推出了基于 x86 芯片服务器系统的“蓝云”产品。

(3) Amazon 的弹性计算云

Amazon 是互联网上最大的在线零售商,为了应付交易高峰,不得不购买了大量的服务器。而在大多数时间,大部分服务器闲置,造成了很大的浪费,为了合理利用空闲服务器,Amazon 建立了自己的云计算平台弹性计算云 EC2 (Elastic Compute Cloud),并且是第一家将基础设施作为服务出售的公司。Amazon 将自己的弹性计算云建立在公司内部的大规模集群计算的平台上,而用户可以通过弹性计算云的网络界面去操作在云计算平台上运行的各个实例 (Instance)。用户使用实例的付费方式由用户的使用状况决定,即用户只需为自己所使用的计算平台实例付费,运行结束后计费也随之结束。这里所说的实例即是由用户控制的完整的虚拟机运行实例。通过这种方式,用户不必自己去建立云计算平台,节省了设备与维护费用。

3. 海量存储

云计算是目前最大的技术趋势,也是以互联网为基础的新一代技术的总称。除了基础设施层面的新型硬件与数据中心、分布式计算、海量数据存储与处理等技术之外,还包括人与人之间更多的交流方式 (社会化网络),终端设备的多样化 (移动),无所不在的数据采集方式 (物联网) 和新一代自然用户界面、用户体验。其中,海量数据存储与处理将发挥核心作用。

海量数据作为一个专有名词成为热点,主要应归功于近几年来移动互联网、云计算和物联网的迅猛发展。无所不在的移动设备、RFID、无线传感器每分每秒都在产生数据、数以亿计用户的互联网服务时时刻刻在产生巨量的交互,要处理的数据量实在是太大、增长太快了,据 IDC (Internet Data Center) 2006 年估计,全世界的数据量已超过 0.18ZB ($1\text{ZB}=2^{70}\text{B}$),差不多平均全世界每个人一块 100 多 GB 的硬盘的数据拥有量。面对如此庞大的数据量,各个大型企业特别是以数据搜集为主的公司的数据量就可想而知了:百度,数百个 PB ($1\text{PB}=2^{50}\text{B}$); Yahoo! 100PB。为了要满足业务需求和减缓竞争压力,对数据处理的实时性、有效性又提出了更高的要求,传统的常规的技术手段根本无法应对当前的形势。

在这种情况下,技术人员纷纷研发和采用了一批新的技术、主要包括分布式缓存、基于 MPP 的分布式数据库、分布式文件系统、各种 NoSQL 分布式存储方案等。

1.4.3 物联网

物联网 (The Internet of Things) 就是物物相连的互联网,是新一代信息技术的重要组成部分,它有两层意思。

(1) 物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络。

(2) 其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间,进行信息交换和通信。

因此,物联网的定义是通过射频识别 (Radio Frequency Identification, RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。