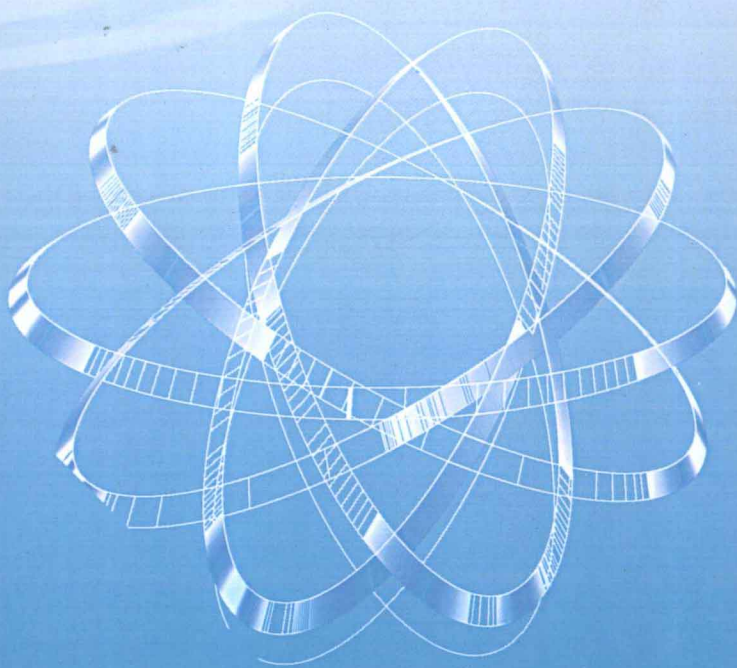


▶ 普通高等教育计算机基础课程规划教材 ●●● ●●●

大学计算机基础

刘宝忠 谢 芳 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育计算机基础课程规划教材

大学计算机基础

刘宝忠 谢 芳 主 编

庄 朋 孙玉昕 副主编

刘 菲 伍庆华 方 辉 参 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

“大学计算机基础”是高等学校各专业计算机基础教学中的一门重要基础课程。根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会编制的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》的指导思想,结合教师多年从事计算机基础教学的教学经验和教材建设经验,并融入了计算机学科近年来新的发展与研究成果编写了《大学计算机基础》一书。

本书主要包括以下几方面的内容:计算机基础知识与计算机硬件系统。计算机软件基础,计算机网络的组成与 Internet 的使用,多媒体技术基础,数据库技术基础及关系数据库,数据结构基础,Windows 操作系统的使用,信息安全与病毒防治,常用工具软件介绍等。内容丰富,概念清晰,图文并茂。内容力求深入浅出,通俗易懂。

本书以培养计算机技术应用基本技能为目的,适合作为各专业计算机基础课程教材,也可作为计算机爱好者学习计算机基础知识的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础 / 刘宝忠, 谢芳主编. — 北京:
中国铁道出版社, 2010. 12
普通高等教育计算机基础课程规划教材
ISBN 978-7-113-12130-3

I. ①大… II. ①刘… ②谢… 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 (2010) 第 231386 号

书 名: 大学计算机基础
作 者: 刘宝忠 谢 芳 主编

策划编辑: 严晓舟 徐海英

责任编辑: 贾 星

封面设计: 付 巍

版式设计: 于 洋

责任印制: 李 佳

读者热线电话: 400-668-0820

封面制作: 卢 昕

封面制作: 白 雪

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

版 次: 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 20.5 字数: 493 千

印 数: 3 500 册

书 号: ISBN 978-7-113-12130-3

定 价: 35.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社计算机图书批销部联系调换。

前 言

随着计算机教育的普及,大学的计算机基础教育正在发生显著的变化。学生在进入大学前就已经掌握了计算机的基本操作,对常用软件的使用有了初步的了解,因此,高等教育阶段的计算机基础教育应强调学生对计算机知识的深入理解、灵活运用常用软件解决实际问题。

“大学计算机基础”是高等学校各专业计算机基础教学中的一门重要的基础课程,是其他计算机课程的基础。根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会编制的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》的指导思想,结合教师多年从事计算机基础教学的教学经验和教材建设经验,并融入了计算机学科近年来新的发展与研究成果编写了《大学计算机基础》一书。

本书分为理论部分(大学计算机教程)与实践部分(习题与上机指导)。理论部分注重向较深层次的计算机技术渗透,使得学生可以从更广阔的角度进一步理解计算机技术及其实现原理,建立宏观的思维体系;实践部分强调操作技能的深入和强化,采用单元式与案例驱动模式相结合的方式编写,重点提高学生解决具体问题的能力。

本书主要包括以下几方面的内容:

- 计算机基础与计算机系统的构成。
- 计算机软件基础知识。
- 计算机网络的结构、组成与 Internet 的使用。
- 数据库技术基础及关系数据库。
- 数据结构基础。
- Windows 操作系统的使用。
- 常用工具软件介绍。
- 信息安全与病毒防治等。

通过本书的学习,可以拓展学生的视野,为“程序设计”等后续计算机课程的学习打好基础,并且使学生在各自的专业课学习中能够有意识地借鉴计算机科学的理念、技术与方法,能够在较高的层次上利用计算机,认识并处理计算机应用中可能出现的问题。

在本书的编写和出版过程中,得到了计算机学院院长王海晖教授的指导。同时得到了徐俊武、姬涛、周启生、郭炜、陈青、江红、李翠红、田红梅老师的帮助,本书也参考了大量相关书籍与资料,在此向这些专家学者表示衷心的感谢!

本书共分 8 章，由多年从事计算机基础教学和教材建设的教师编写。第 1、3、7 章由刘宝忠编写，第 2 章由庄朋编写，第 4 章由孙玉昕编写，第 5、6 章由谢芳编写，第 8 章由方辉、刘菲与伍庆华编写（Flash 部分由伍庆华编写）。全书由刘宝忠统稿并审定。

由于编写水平有限加之时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正！

编 者

2010 年 9 月

目 录

第 1 章 计算机基础知识概述	1
1.1 计算机系统概述.....	1
1.1.1 计算机的发展、特点与分类	1
1.1.2 计算机系统的基本结构	10
1.2 计算机与信息	13
1.2.1 数据与信息	13
1.2.2 信息的表示形式	13
1.3 计算科学基础	14
1.3.1 什么是计算科学	14
1.3.2 计算机与计算科学.....	15
1.3.3 计算科学的学科体系	15
1.4 计算机的应用	18
1.4.1 计算机在科学计算中的应用	18
1.4.2 计算机在电子政务中的应用	19
1.4.3 计算机与电子商务	22
1.4.4 人工智能及其应用.....	24
本章小结.....	26
习题一	26
第 2 章 计算机硬件系统	29
2.1 信息表示与运算	29
2.1.1 数制	29
2.1.2 数值数据的编码与表示	32
2.1.3 信息的编码与表示.....	36
2.1.4 运算	39
2.2 微型计算机硬件技术.....	42
2.2.1 中央处理器	43
2.2.2 内存储器.....	47
2.2.3 输入/输出子系统	51
2.2.4 程序执行.....	59
2.3 微型计算机选购与组装	62
2.3.1 选购与组装原则	62
本章小结.....	63
习题二	63

第3章 计算机软件基础	66
3.1 计算机操作系统	66
3.1.1 操作系统基本概念	66
3.1.2 常用操作系统	68
3.1.3 Windows 操作系统	69
3.1.4 Windows 操作系统的程序管理	77
3.1.5 Windows 操作系统中应用程序的概念	77
3.1.6 Windows 操作系统中应用程序的安装	77
3.1.7 Windows 操作系统中应用程序的运行	78
3.1.8 Windows 操作系统中应用程序的删除	78
3.1.9 利用“任务管理器”管理应用程序	78
3.1.10 Windows 操作系统的系统管理	78
3.1.11 Windows 操作系统的控制面板设置	79
3.1.12 Windows 操作系统设备管理	81
3.1.13 Windows 计算机系统的维护	82
3.2 算法和数据结构简介	95
3.2.1 算法简介	96
3.2.2 数据结构简介	99
3.3 程序与程序设计语言	104
3.3.1 程序与程序设计	104
3.3.2 程序设计语言	105
3.4 结构化程序设计与面向对象程序设计基础	110
3.4.1 结构化程序设计方法	110
3.4.2 面向对象程序设计方法	112
3.5 其他软件开发技术简介	114
3.5.1 构件式程序设计方法	114
3.5.2 基于组件的程序设计方法	115
3.5.3 基于中间件的开发技术	115
本章小结	117
习题三	117
第4章 计算机网络基础	123
4.1 计算机网络概述	123
4.1.1 计算机网络定义	123
4.1.2 计算机网络的产生与发展	123
4.1.1 计算机网络的分类	125
4.1.2 计算机网络的组成	127
4.1.3 计算机网络的体系结构	128

4.1.4	计算机网络的功能.....	129
4.1.5	计算机网络的发展趋势.....	130
4.2	网络硬件与网络设备.....	132
4.2.1	有线介质.....	132
4.2.2	无线传输介质.....	134
4.2.3	常用网络互联设备.....	135
4.3	Internet 基础.....	138
4.3.1	Internet 的起源与发展.....	138
4.3.2	TCP/IP 体系结构.....	139
4.3.3	IP 地址与域名系统.....	140
4.3.4	Internet 提供的服务.....	144
4.4	网络接入方式.....	147
4.4.1	拨号上网.....	147
4.4.2	局域网上网.....	150
4.4.3	无线上网.....	150
4.5	网络常用命令.....	151
4.5.1	IPconfig 命令.....	151
	本章小结.....	153
	习题四.....	153
第 5 章	多媒体技术基础.....	156
5.1	多媒体技术概述.....	156
5.1.1	多媒体概述.....	156
5.1.2	多媒体技术的发展.....	158
5.1.4	多媒体研究的主要内容与核心技术.....	159
5.1.5	多媒体系统的组成.....	162
5.2	多媒体技术基础.....	169
5.2.1	声音媒体的数字化.....	169
5.2.2	视觉媒体的数字化.....	173
5.2.3	多媒体数据压缩技术.....	183
5.2.4	图像处理软件 PhotoShop CS2.....	188
	本章小结.....	218
	习题五.....	218
第 6 章	数据库基础.....	220
6.1	数据库系统概述.....	220
6.1.1	数据库技术的产生和发展.....	220
6.1.2	数据库系统应用示例.....	222
6.1.3	数据库系统.....	223

6.1.4	数据模型.....	224
6.1.5	常见的数据库管理系统.....	226
6.1.6	典型的新型数据库系统.....	227
6.2	数据库的建立和维护.....	228
6.2.1	数据库的组成.....	228
6.2.2	基本概念.....	230
6.2.3	数据库的建立.....	231
6.2.4	数据库的管理与维护.....	233
6.2.5	表达式.....	235
6.2.6	SQL 的数据更新命令.....	236
6.3	数据库查询.....	239
6.3.1	创建查询.....	239
6.3.2	SELECT 语句.....	242
6.4	窗体、报表.....	246
6.4.1	窗体简介.....	246
6.4.2	创建窗体.....	247
6.4.3	报表.....	250
	本章小结.....	256
	习题六.....	256
第 7 章	信息安全与知识产权.....	259
7.1	信息安全.....	259
7.1.1	信息安全的定义.....	259
7.1.2	信息安全研究的内容.....	260
7.1.3	信息安全技术与发展.....	260
7.1.4	信息保障.....	261
7.2	职业道德与软件知识产权.....	262
7.2.1	知识产权.....	262
7.2.2	职业道德.....	264
7.3	计算机犯罪与防范.....	266
7.3.1	计算机犯罪的发展趋势.....	266
7.3.2	计算机犯罪的防范.....	267
7.4	计算机病毒及其防治.....	268
7.4.1	计算机病毒的定义、特征.....	268
7.4.2	计算机病毒的分类.....	272
7.4.3	计算机病毒的防治.....	274
7.4.4	国内外常用杀毒软件简介.....	277
	本章小结.....	281
	习题七.....	282

第 8 章 计算机基础操作指导	284
8.1 下载工具	284
8.1.1 迅雷	284
8.1.2 FlashGet	285
8.2 网页浏览	286
8.2.1 IE 浏览器	286
8.2.2 Firefox	288
8.2.3 Chrome	289
8.3 汉字输入	290
8.3.1 搜狗拼音输入法	290
8.3.2 万能输入法	291
8.4 压缩工具	292
8.4.1 WinRAR	292
8.4.2 7-Zip	294
8.5 光盘刻录及虚拟光驱	295
8.5.1 ONES	295
8.5.2 UltraISO	297
8.6 Flash 8.0 简介	299
8.6.1 Flash 工作界面	300
8.6.2 Flash 基本概念	303
8.6.3 Flash 文件的基本操作	304
8.6.5 Flash 动画制作的一般步骤	306
8.6.6 动画制作基础	307
8.6.8 Flash 动画类型	308
8.6.9 基本绘图工具的使用	310
8.6.10 入门练习	313
本章小结	315
习题八	315
参考文献	316

第 1 章

计算机基础知识概述

电子计算机 (Electronic Computer) 又称电脑 (Computer), 诞生于 20 世纪 40 年代。几十年来, 计算机的发展突飞猛进, 其应用已深入到社会的各个领域、各个部门以及人们生活的各个方面。学习和了解计算机的基础知识, 已经成为人们的必需。

本章主要介绍计算机的一些基础知识。通过本章的学习, 了解计算机的发展、特点与用途; 了解计算机中信息的表示; 弄清计算机的基本组成与工作原理。

1.1 计算机系统概述

自从 1946 年世界上第一台电子计算机问世以来, 尤其是微型计算机的出现和计算机网络的发展, 有力地推动了信息社会的发展。计算机的发明与应用发挥和激发了人类的创造力, 标志着人类文明的发展进入了一个崭新的阶段, 同样计算机技术也随着社会生产和科学技术的进一步发展而不断发展。

1.1.1 计算机的发展、特点与分类

1. 计算机的发展历史

现代计算机技术的飞速发展, 离不开人类科技知识的积累, 离不开许许多多热衷于此并为此呕心沥血的科学家的探索, 正是这一代代人的知识积累才构筑了今天的“信息大厦”。

(1) 计算机的诞生

计算机作为一种工具, 首先是计算的工具, 是人类在长期的劳动实践中创造出来的。它的前身是各种各样的计算工具。人类最早的计算工具是人自身的附属物, 如手指等; 或者是触手可及的物品, 如石子、木棍、绳结等。后来又制造出了专门用于计算的工具——算筹, 中国古代圆周率的求得, 用的就是算筹。

人类历史上, 有几件事对现代计算机的发明有着重要意义: 一是中国古代发明的、直到今天还在使用的算盘被有些人誉为“原始计算机”; 二是 1642 年法国物理学家帕斯卡 (Blaise Pascal, 1623—1662) 发明的齿轮式加减法器; 三是 1673 年德国数学家莱布尼兹 (G. N. von Leibniz, 1646—1716) 制成的机械式计算器, 可以进行乘除运算。以上这些事件对计算机的产生与发展都具有不可替代的历史作用。这些发明虽在灵巧性上有些进步, 但无一例外, 它们或人工、或机械, 都没有突破手工操作的局限。

直到 19 世纪 20 年代, 英国数学家查尔斯·巴贝奇 (Charles Babbage, 1791—1871) 才取得突破, 从手动机械跃入机械自动时代。巴贝奇提出了自动计算机的基本概念: 要使计算机能自动

进行计算,必须把计算步骤和原始数据预先存放在机器内,并使计算机能取出这些数据,在必要时能进行一些简单的判断,决定自己下一步的计算顺序。巴贝奇提出的关于计算机的构想,具有输入、处理、存储、输出及控制 5 个基本装置,而这些正是现代意义上的计算机所必备的。他还分别于 1823 年和 1834 年设计了一台差分机和一台分析机,提出了一些创造性的建议,从而奠定了现代数字计算机的基础。

1884 年,美国工程师赫尔曼·霍雷斯(Herman Hollerith)制造了第一台电动计算机,采用穿孔卡和弱电流技术进行数据处理,在美国人口普查中大显身手。

美国哈佛大学应用数学教授霍华德·阿肯受巴贝奇思想启发,在 1937 年得到美国海军部的经费支持,开始设计“马克 1 号”(由 IBM 承建),于 1944 年交付使用。“马克 1 号”采用全继电器,长 51 英尺、高 8 英尺,看上去像一节列车,有 750 000 个零部件,里面的各种导线加起来总长 500 英里,总耗资近 50 万美元。“马克 1 号”做乘法运算一次最多需要 6 秒,除法 10 多秒。运算速度不算太快,但精确度很高(精确到小数点后 23 位)。

世界上第一台真正意义上的数字式电子计算机是由美国宾夕法尼亚大学的物理学家约翰·莫克利(John Mauchly)和工程师普雷斯伯·埃克特(J. Presper Eckert)领导研制的名为 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator,电子数值积分计算机)的计算机。

1942 年在宾夕法尼亚大学任教的莫克利提出了用电子管组成计算机的设想,这一方案得到了美国陆军弹道研究所高尔斯特丹(Goldstone)的关注。当时正值第二次世界大战之际,新武器研制中的弹道问题涉及许多复杂的计算,单靠手工计算已远远满足不了要求,急需自动计算的机器。于是在美国陆军部的资助下,1943 年开始了 ENIAC 的研制,并于 1946 年(这个里程碑的年份)完成。当时它的功能确实出类拔萃。例如它可以在一秒钟内进行 5 000 次加法运算,3 毫秒便可进行一次乘法运算,与手工计算相比速度要大大加快,60 秒钟射程的弹道计算时间由原来的 20 分钟缩短到 30 秒。但它也明显存在着缺点:它体积庞大,装有 16 种型号的 18 000 只真空管、1 500 个电子继电器、70 000 个电阻、18 000 个电容器,8 英尺高,3 英尺宽,100 英尺长,总重量有 30 吨,运行时耗电量很大;另外,它的存储容量很小,只能存 20 个字长为 10 位的十进位数,而且是用线路连接的方法来编排程序,因此每次解题都要靠人工改接连线,准备时间大大超过实际计算时间。

尽管如此,ENIAC 的研制成功还是为以后计算机科学的发展提供了契机,而克服它的每一个缺点,都对计算机的发展带来很大影响。其中影响最大的是“程序存储”方式的采用,由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Von Neumann)提出。其思想是:①采用二进制,简化计算机结构;②计算机中设置存储器,将符号化的计算步骤存放在存储器中,然后由机器在指定时刻自动读取、运算、判断并执行。归纳起来,冯·诺依曼体系结构的计算机的主要特征是用二进制表示数据,存储程序、顺序控制、存储单元按线性编号。

(2) 电子计算机的发展

半个多世纪以来,根据电子计算机所采用的电子器件,一般将电子计算机的发展分成五个阶段:

① 第一代计算机。

第一代计算机是电子管计算机,时间大约为 1946—1958 年。其基本特征是采用电子管作为计算机的逻辑器件;数据表示主要是定点数;用机器语言或汇编语言编写程序。由于当时电子技术的限制,每秒运算速度仅为几千次,内存容量仅几 KB。因此,第一代电子计算机体积庞大,造价很高,仅限于军事和科学研究工作,其代表机型有 IBM650(小型机)、IBM709(大型机)。

② 第二代计算机。

第二代计算机是晶体管电路计算机,时间大约为1958—1964年。其基本特征是逻辑元件逐步由电子管改为晶体管,内存所使用的器件大都使用铁氧磁性材料制成的磁芯存储器。外存储器有了磁盘、磁带,外设种类也有所增加。运算速度提高到每秒几十万次,内存容量扩大到几十KB。与此同时,计算机软件也有了较大的发展,出现了Fortran、COBOL、ALGOL等高级语言。与第一代计算机相比,晶体管计算机体积小、成本低、功能强、可靠性大大提高。除了科学计算外,还用于数据处理和事务处理。代表机型有IBM7094、CDC7600。

③ 第三代计算机。

第三代计算机是集成电路计算机,时间约为1964—1970年。随着固体物理技术的发展,集成电路工艺已可以在几平方毫米的单晶硅片上集成由十几个甚至上百个电子元件组成的逻辑电路。其基本特征是逻辑元件采用小规模集成电路SSI(Small Scale Integration)和中规模集成电路MSI(Middle Scale Integration)。第三代计算机的运算速度每秒可达几十万次到几百万次。存储器进一步发展,体积更小、价格低,软件逐步完善。这一时期,计算机同时向标准化、多样化、通用化、机种系列化发展。高级程序设计语言在这个时期有了很大发展,并出现了操作系统和会话式语言,计算机开始广泛应用在各个领域。其代表机型有IBM360。

④ 第四代计算机。

第四代计算机称为大规模集成电路计算机,时间从1971年至今。进入20世纪70年代以来,计算机逻辑器件采用大规模集成电路LSI(Large Scale Integration)和超大规模集成电路VLSI(Very Large Scale Integration)技术,在硅半导体上集成了1 000~1 000 000个以上电子元器件。集成度很高的半导体存储器代替了服役达20年之久的磁芯存储器。

随着技术的进步,硅晶片越来越小,也越来越薄,而其上的晶体管数目和管线则越来越多。从基尔比模型上的4个晶体管(最早的集成电路:1958年9月,德州仪器公司工程师杰克·基尔比(Jack Kilby)在锗晶片一个大拇指指甲盖大小的地方放置了5个元件,其中有4个晶体管),变成了60年代中期的10个、80年代初的10 000个,直至今日的上亿个。

可从Intel微处理器的元器件的间隔距离体会集成度的变化:

ENIAC,一般为5cm。

1972年,4004微处理器芯片10 μ m。

1974年,8080微处理器芯片6 μ m。

1979年,8086微处理器芯片3 μ m。

1985年,80386微处理器芯片1.5 μ m。

1990年,80486微处理器芯片0.8 μ m。

1993年,80586微处理器芯片0.6 μ m。

1995年,“奔腾”0.5 μ m。

1997年,“奔腾II”0.35 μ m。

1998年,“奔腾II”0.25 μ m。

1999年,“奔腾III”0.18 μ m。

2000年,“奔腾4”0.13 μ m。

2002年,“奔腾D”90nm。

2005年,“酷睿”65 nm

⑤ 第五代计算机。

第五代计算机是智能计算机,是一种有知识、会学习、能推理的计算机,具有理解自然语言、声音、文字和图像且能说话的能力,使人机能够用自然语言直接对话。它可以利用已有的和不断学习到的知识,进行思维、联想、推理,并得出结论;能解决复杂问题,具有汇集、记忆、检索等有关能力。智能计算机突破了传统的冯·诺依曼式机器的概念,舍弃了二进制结构,把许多处理机并联起来,并行处理信息,速度大大提高。其智能化人机接口使人们不必编写程序,只需发出命令或提出要求,计算机就会完成推理和判断,并且进行解释。1988年,世界上召开了第五代计算机国际会议。1991年,美国加州理工学院推出了一种大容量并行处理系统,用528台处理器并行进行工作,其运算速度可达到每秒320亿次浮点运算。

(3) 计算机的发展趋势

进入21世纪以来,计算机技术的发展非常迅速,产品不断升级换代,融入了各项新技术,使得计算机功能越来越强。计算机在各个领域的广泛应用,也积极地推动了社会的发展和科学技术的进步,促进了计算机技术的更新和发展。因而就产生了新一代计算机,可称为第五代计算机,主要用于支持知识库的智能计算机、神经网络计算机和生物计算机等。

新一代计算机主要是将信息采集、存储、加工、通信和人工智能结合在一起的智能计算机,将突破传统计算机的结构模式,注重智能化的功能,即对数据进行处理的同时还具备模拟的功能。因此,未来计算机的发展趋势是微型化、巨型化、网络化、智能化。

① 微型化。随着计算机技术的不断发展,计算机的体积越来越小,功能越来越强,如笔记本计算机、掌上计算机等便携式计算机。

② 巨型化。巨型化是指最大、最快、最贵的计算机。例如,目前世界上运行速度达到1704亿次每秒浮点运算的超级计算机。生产巨型计算机的公司有美国的Cray公司和TMC公司、日本的富士通公司和日立公司等。我国研制的银河计算机也属于巨型计算机,银河1号为亿次计算机,银河2号为十亿次计算机。

③ 智能化。计算机依据不确定的输入作出决定,它模仿人脑的工作方式,具有直观判断和处理不完整的模糊信息的能力,甚至有接近人的审美和情感能力。也就是说,计算机工作时只需要告诉它“做什么”,而不必“手把手”教它“怎么做”。目前科学家们正在采取“人工智能”和“神经网络”方法开发智能计算机。

④ 网络化。随着计算机技术与通信技术的飞速发展,全球网络化时代已经到来,可以说有了计算机就拥有了网络资源。

(4) 未来的计算机

按照摩尔定律,微芯片上集成的晶体管数目每18个月翻一番。许多科学家认为以半导体材料为基础的集成电路技术日益走向它的物理极限,要解决这个矛盾,必须突破传统的冯·诺依曼结构,引入新材料,开发新技术。于是人们努力探索新的计算材料和计算技术,致力于研制新一代计算机,如生物计算机、光子计算机和量子计算机等。

① 生物计算机。

生物计算机就是利用DNA计算技术替代传统电子技术的新颖计算机。生物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的过程。计算机的转换开关由酶来充当,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。

早在20世纪70年代,人们就发现脱氧核糖核酸(DNA)处于不同状态时可以代表“有信息”或“无信息”。于是,科学家设想:假若有有机物的分子也具有这种“开”、“关”的功能,那岂不可以把它们作为计算机的基本构件,从而就可能造出“有机物计算机”。20世纪80年代以来,美国、日本、前苏联等国家开始着手研制生物计算机。

生物计算机的突出优点有:密集度高、速度快、可靠性高,且由于蛋白质分子能够自我组合、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,比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。目前,生物计算机尚处于起步阶段,在很多方面还相当不完善,并向众多领域提出了挑战,要想真正进入实用阶段还需要更多的时间和更多科学家的艰辛探索。

② 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、存储及处理量子信息的物理装置。当某个装置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。量子计算机的概念源于对可逆计算机的研究,其目的是为了解决计算机中的能耗问题。

20世纪60—70年代,人们发现能耗会导致计算机中的芯片发热极大地影响芯片的集成度,从而限制了计算机的运行速度。研究发现,能耗来源于计算过程中的不可逆操作。那么,计算过程是否必须要用不可逆操作才能完成呢?问题的答案是:所有经典计算机都可以找到一种对应的可逆计算机,且不影响运算能力。既然计算机中的每一步操作都可以改造为可逆操作,那么在量子力学中,它就可以用一个么正变换来表示。

在经典计算机中,基本信息单位为比特(bit),运算对象是各种比特序列。而在量子计算机中,基本信息单位是量子比特(qubit),运算对象是量子比特序列。量子计算机可以进行任意的么正变换,对经典计算作了极大的扩充。在数学形式上,经典计算可看作是一类特殊的量子计算。量子计算机对每一个叠加分量进行变换,所有这些变换同时完成,并按一定的概率叠加起来,给出结果,这种计算称作量子并行计算。除了进行并行计算外,量子计算机的另一重要用途是模拟量子系统,这项工作是经典计算机无法胜任的。

迄今为止,世界上还没有真正意义上的量子计算机。但是,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——如何实现量子计算。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。量子计算机使计算的概念焕然一新,这是量子计算机与其他计算机如光子计算机和生物计算机等的不同之处。

③ 光子计算机。

光子计算机是一种以光信号进行数字运算、逻辑操作、信息存储和处理的新型计算机。光子计算机的基本组成部件是集成光路,包括激光器、透镜和棱镜等。

光子计算机主要优点有:

a. 超高速的运算速度。光子计算机并行处理能力强,因而具有更高的运算速度。电子的传播速度是593km/s,而光子的传播速度却达 3×10^8 km/s,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导,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,尽管目前的电子计算机运算速度不断提高,但其能力还是有限的;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。

b. 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,光子的传导可以不需要任何导线,即使是在相交的情况下,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,其密度理论上是无限的,一枚五角硬币大小的棱镜,它的信息通过能力是全世界现有电话电缆流量的许多倍。

c. 能量消耗小,散发热量低。光子计算机的驱动,只需要同类规格的电子计算机驱动能量的一小部分,这不仅降低了电能消耗,大大减少了机器散发的热量,而且有利于光子计算机的微型化和便携化的研制。

目前,光子计算机的许多关键技术,如光存储技术、光互连技术、光电子集成电路等都已经获得突破,最大程度地提高光子计算机的运算能力是当前科研工作面临的攻关课题。

④ 高速超导计算机。

超导计算机是使用超导体元器件的高速计算机。所谓超导,是指有些物质在接近绝对零度(相当于 -269°C)时,电流流动是无阻力的。

1962年,英国物理学家约瑟夫逊提出了超导隧道效应原理,即由超导体——绝缘体——超导体组成器件,当两端加电压时,电子便会像通过隧道一样无阻挡地从绝缘介质中穿过去,形成微小电流,而这一器件的两端是无电压差的。约瑟夫逊因此获得诺贝尔奖。

用约瑟夫逊器件制成电子计算机,称为约瑟夫逊计算机,也就是超导计算机,又称超导电脑。这种计算机的耗电仅为用半导体器件制造的计算机所耗电量的几千分之一,它执行一个指令只需十亿分之一秒,比半导体元件快10倍。日本电气技术研究所研制成世界上第一台完善的超导计算机,它采用了4个约瑟夫逊大规模集成电路,每个集成电路芯片只有 $3\sim 5\text{mm}^3$ 大小,每个芯片上有上千个约瑟夫逊元件。

(4) 计算机发展中的关键人物

在计算机发展历程中有如下几个关键人物,如图1-1所示。



图 1-1 从左至右依次是香农、阿兰·图灵、冯·诺依曼

约翰·冯·诺依曼

约翰·冯·诺依曼(John Von Neumann, 1903—1957),美籍匈牙利人,1903年12月28日出生于匈牙利的布达佩斯。1911—1921年,冯·诺依曼在布达佩斯的卢瑟伦中学读书期间,就崭露头角而深受老师的器重;1921—1923年在苏黎世大学学习;很快又在1926年以优异的成绩获得了布达佩斯大学数学博士学位,此时冯·诺依曼年仅22岁;1927—1929年,冯·诺依曼相继在柏林大学和汉堡大学担任数学讲师;1930年接受了普林斯顿大学客座教授的职位,西渡美国;1931年成为该校终身教授;1933年转到该校的高级研究所,成为最初六位教授之一,并在那里工作了一生。冯·诺依曼是普林斯顿大学、宾夕法尼亚大学、哈佛大学、伊斯坦堡大学、马里兰大学、哥伦比亚

大学和慕尼黑高等技术学院等校的荣誉博士。他是美国国家科学院、秘鲁国立自然科学院和意大利国立林且学院等院的院士。1954年他任美国原子能委员会委员,1951—1953年任美国数学学会主席。1954年夏,冯·诺依曼被诊断出患有癌症,1957年2月8日在华盛顿去世,终年54岁。

冯·诺依曼对人类的最大贡献是对计算机科学、计算机技术和数值分析的开拓性工作。现在一般认为ENIAC机是世界第一台电子计算机,由美国科学家研制,于1946年2月14日在费城开始运行。不过,ENIAC机本身存在两大缺点:①没有存储器;②使用布线接板进行控制,使用前往往往要花费大量时间进行布线工作。

冯·诺依曼由ENIAC机研制组的戈尔德斯廷中尉介绍进入ENIAC机研制小组后,便带领这批富有创新精神的年轻科技人员,向着更高的目标进军。1945年,他们在共同讨论的基础上,发表了“存储程序通用电子计算机方案”——EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)。在这个过程中,冯·诺依曼显示出他雄厚的数理基础知识,充分发挥了他的顾问作用及其探索问题和综合分析的能力。EDVAC方案明确奠定了新机器由5个部分组成: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。EDVAC机还有两个非常重大的改进:①采用二进制,不但数据采用二进制表示,指令也采用二进制表示;②建立了存储程序,指令和数据一起存放在存储器里,并作同样处理,简化了计算机的结构,极大提高了计算机的运行速度。

1946年7、8月间,冯·诺依曼、戈尔德斯廷和勃克斯在EDVAC方案的基础上,为普林斯顿大学高级研究所研制IAS计算机时,又提出了一个更加完善的设计报告《电子计算机逻辑设计初探》。

以上两份既有理论又有具体设计方案的文件,首次在全世界掀起了一股“计算机热”,它们的综合设计思想,便是著名的“冯·诺依曼机”,其中心就是存储程序原则——指令和数据一起存储。这个概念被誉为“计算机发展史上的一个里程碑”,它标志着电子计算机时代的真正开始,并指导着以后的计算机设计。

冯·诺依曼还积极参与了推广应用计算机的工作,对编制程序及数值计算都做出了杰出的贡献。冯·诺依曼于1937年荣获美国数学会的波策奖;1947年荣获美国总统的功勋奖章、美国海军优秀公民服务奖;1956年荣获美国总统的自由奖章和爱因斯坦纪念奖以及费米奖。

冯·诺依曼奠定了现代计算机的基础,被世人尊为“计算机之父”,但在谈到他的理论与构思时,他谦虚地说,这些理论与构思的基础来自于英国数学家布尔和图灵的思想。

乔治·布尔

乔治·布尔 (Boolean George) 1847年发表《思维规律研究》创立逻辑代数学,成功地把形式逻辑归结为一种代数。布尔认为,逻辑中的各种命题能够使用数学符号来代表,并能依据规则推导出相应于逻辑问题的适当结论。布尔的逻辑代数理论建立在两种逻辑值“真 True”、“假 False”和三种逻辑关系“与 AND”、“或 OR”、“非 NOT”之上。这种理论为计算机使用二进制计数、逻辑元件和逻辑电路的设计铺平了道路。1854年,布尔出版了名著《布尔代数》,并在此基础上,经过许多年的发展,形成了现代计算机的理论基础——数理逻辑。

香农

香农 (C.E.Shannon), 信息论创始人之一。1938年在其一篇硕士论文中指出:能够用二进制系统表达布尔代数中的逻辑关系,用“1”代表“真 (True)”,用“0”代表“假 (False)”,并由此用二进制系统来构筑逻辑运算系统。并指出,以布尔代数为基础,任何一个机械性推理过程,对计算机来说,都能像处理普通计算一样容易。香农把布尔代数与计算机二进制联系在了一起。