

高

规划教材

大学计算机

Daxue Jisuanji

主编 乔淑云 李子龙 李德杰

主审 邵晓根

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

“五”规划教材

大学计算机

主 编 乔淑云 李子龙 李德杰
主 审 邵晓根

中国矿业大学出版社

内容提要

“十二五”期间,计算机教育要贯彻计算思维的理念,使计算机教育同数学、物理一样着眼于培养和构建学生的思维意识,全面提高利用计算机技术解决问题的思维能力和研究能力。本教材正是基于这种教育理念,同时结合应用型本科院校非计算机专业新生特点组织教学内容。

全书共8章,第1章计算机与计算思维,介绍计算思维基本概念、计算机的发展和应用领域;第2章信息技术,介绍信息技术基本概念、数据在计算机中的表示方法、信息系统与信息检索;第3章计算机硬件系统,介绍计算机硬件组成及工作原理;第4章计算机软件系统,介绍软件的特点与分类、操作系统和软件工程的基础知识;第5章多媒体技术及应用,介绍文本、声音、图像、视频处理技术及应用;第6章网络技术及应用,介绍网络组成及工作模式、局域网拓扑结构、因特网的应用;第7章数据库技术及应用,介绍数据库技术的发展、数据模型、数据库设计方法和数据库技术应用;第8章程序设计基础,介绍程序设计语言及编程特点。本书配套有《大学计算机实践操作(Windows 7+Office 2010)》实验教材、辅助教学网站和网络考试系统。

本书由教学经验丰富的一线教师编著,结构严谨、内容精炼、层次分明、循序渐进,可作为高校“大学计算机”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参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机/乔淑云,李子龙,李德杰主编. —徐
州:中国矿业大学出版社,2013.8
ISBN 978-7-5646-1895-7

I. ①大… II. ①乔… ②李… ③李… 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(2013)第 115785 号

书 名 大学计算机
主 编 乔淑云 李子龙 李德杰
责任编辑 姜 华
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 17 字数 424 千字
版次印次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷
定 价 29.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

电子计算机的诞生和互联网的普及,不仅改变了人们的生活方式,而且改变了人们的思维方式,使人类社会的生产技术、科学技术、文化教育事业等加速发展。“十二五”期间,对大学计算机基础教育提出更高的要求:从单纯知识和技能的培养层面,提高到意识和思维的培养层面。计算机教育要贯彻计算思维的理念,使计算机教育同数学、物理一样着眼于培养和构建学生的思维意识,全面提高利用计算机技术解决问题的思维能力和研究能力。

学习计算机知识不像学习汽车驾驶技术局限于技能培训式的学习、局限于记忆操作步骤和熟练工作技能,而是在一开始就强调对计算机相关知识基本概念的理解,了解计算机领域出现的新思想、新技术、新方法,掌握计算机的基本原理,展示计算之美和学科魅力,激发学习计算机科学的兴趣,培养计算思维能力和实践创新能力,进而将计算机解决问题的思想和方法应用到后续专业领域中。本书正是基于这一理念,将思维训练融入教学的各环节中,以期使计算思维成为大学生的基本素养。全书共分8章,内容包括:计算机与计算思维、信息技术、计算机硬件系统、计算机软件系统、多媒体技术及应用、网络技术及应用、数据库技术及应用、程序设计基础。本书配套有《大学计算机实践操作(Windows 7+Office 2010)》实验教材、辅助教学网站和网络考试系统。

本书是教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会批准的大学计算机课程改革22个项目之一“理工类高校以计算思维为导向的大学计算机系列课程改革及实践”、徐州工程学院课程改革课题“计算机公共课程教学改革与建设”的阶段成果。

本书由徐州工程学院乔淑云、李子龙、李德杰主编,乔淑云负责总体策划、统稿、定稿工作,陈维宁、宋蕊参加编写,邵晓根教授主审。乔淑云编写第1、2、7章,宋蕊编写第3章,陈维宁编写4章,李子龙编写第5章,李德杰编写第6章,乔淑云和陈维宁共同编写第8章。

在本书编写过程中,得到同济大学龚沛曾教授、北京交通大学王移芝教授

和其他高校教师的帮助,在此对各位专家、教师长期以来对我们工作的支持和关心表示衷心感谢。本书编写中还参阅和引用了参考文献作者的部分研究成果,在此一并表示衷心感谢。

本书由教学经验丰富的一线教师编著,结构严谨、内容精炼、层次分明、循序渐进、图文并茂、实用性强,可作为高校“大学计算机”课程的教材,还可以作为计算机技术培训用书和计算机爱好者的参考书。

“大学计算机”课程是发展中的课程,书中内容难免有不当之处,恳请同行及读者批评指正。编者 E-mail:qsy@xzit.edu.cn。

编 者

2013 年 6 月

目 录

第1章 计算机与计算思维	1	2.3.3 二进制数的编码与运算	33
1.1 基本概念	1	2.4 信息编码	35
1.1.1 计算机	1	2.4.1 数值的表示范围和精度	35
1.1.2 计算思维	2	2.4.2 字符编码	36
1.1.3 计算机与计算思维的关系	4	2.5 信息系统	39
1.1.4 计算思维对其他学科的影响	4	2.5.1 信息系统的开发方法	39
1.2 计算机的发展	6	2.5.2 信息系统的开发过程	41
1.2.1 计算机起源	6	2.5.3 典型信息系统	47
1.2.2 计算机发展阶段	7	2.6 信息检索	51
1.2.3 计算机分类	9	2.6.1 信息检索的概念	51
1.2.4 未来计算机	11	2.6.2 数字图书馆	52
1.3 计算机应用领域	12	阅读知识 信息素养	54
1.4 计算机职业道德	15	习题二	55
1.4.1 遵守计算机职业道德规范	15	第3章 计算机硬件系统	57
1.4.2 计算机知识产权保护	16	3.1 概述	57
1.4.3 网络隐私与自由	17	3.2 计算机硬件结构	58
1.4.4 计算机犯罪	17	3.2.1 运算器	59
1.4.5 计算机病毒	18	3.2.2 控制器	59
阅读知识 计算机相关人物和组织	20	3.2.3 存储器	64
习题一	23	3.2.4 输入设备	65
第2章 信息技术	25	3.2.5 输出设备	65
2.1 基本概念	25	3.3 计算机工作原理	65
2.1.1 信息	25	3.3.1 指令和程序	65
2.1.2 信息技术	27	3.3.2 计算机存储原理	66
2.2 信息技术的发展	27	3.3.3 计算机控制原理	67
2.2.1 信息技术革命	27	3.3.4 计算机工作过程	70
2.2.2 信息技术的特征与内容	28	3.4 微机硬件组成	70
2.2.3 信息技术的应用	29	3.4.1 存储系统	71
2.3 数据在计算机中的表示	30	3.4.2 主板	74
2.3.1 计算机中的二进制	30	3.4.3 总线	77
2.3.2 不同进制之间的转换	31	3.4.4 常用输入设备	79
		3.4.5 常用输出设备	85

阅读知识 冯·诺依曼结构与哈佛结构	88
习题三	89
第4章 计算机软件系统	92
4.1 概述	92
4.1.1 软件的概念	92
4.1.2 软件发展特点	94
4.1.3 软件分类	94
4.2 操作系统	95
4.2.1 操作系统的作用	95
4.2.2 操作系统的功能	95
4.2.3 操作系统的类型	100
4.2.4 常用的操作系统	103
4.2.5 操作系统蕴涵的计算思维	105
4.3 软件工程	107
4.3.1 基本概念	107
4.3.2 软件开发原理	109
4.3.3 软件开发方法	110
阅读知识 软件测试	111
习题四	113
第5章 多媒体技术及应用	115
5.1 概述	115
5.1.1 多媒体技术基本概念	115
5.1.2 多媒体技术特性	117
5.1.3 多媒体信息处理关键技术	118
5.1.4 多媒体计算机系统	120
5.1.5 多媒体信息类型	123
5.2 文本处理	123
5.2.1 文本类型	123
5.2.2 文本编辑与处理	124
5.3 数字音频处理技术	126
5.3.1 音频基本知识	126
5.3.2 音频数字化与文件格式	127
5.3.3 数字音频技术指标	130
5.3.4 数字音频压缩编码	131
5.3.5 声音编辑与合成	133
5.3.6 音频处理软件	135
5.4 数字图像处理技术	136
5.4.1 基本概念	136
5.4.2 图像处理技术	138
5.4.3 图像处理软件	144
5.4.4 数字图像的应用	148
5.5 数字视频处理技术	149
5.5.1 数字视频基础知识	149
5.5.2 数字视频的编辑与播放	151
5.5.3 数字视频压缩技术	152
阅读知识 多媒体作品设计	154
习题五	157
第6章 网络技术及应用	159
6.1 网络基础知识	159
6.1.1 网络功能与服务	159
6.1.2 网络发展阶段	161
6.1.3 数字通信	162
6.1.4 网络的组成	164
6.1.5 网络的工作模式	170
6.1.6 网络的类型	171
6.2 局域网	172
6.2.1 局域网的含义	172
6.2.2 网络拓扑结构	173
6.2.3 多路复用技术	175
6.2.4 数据交换技术	175
6.2.5 网络的主要性能指标	177
6.2.6 常用的局域网	177
6.3 城域网与广域网	181
6.3.1 城域网	181
6.3.2 广域网	183
6.4 因特网	184
6.4.1 因特网简介	184
6.4.2 OSI/RM 模型与网络分层	185
6.4.3 TCP/IP 协议	185
6.4.4 Internet 提供的服务	191
6.4.5 接入 Internet 的方式	194
6.4.6 Wi-Fi	197
6.5 物联网	198
6.5.1 物联网概述	198
6.5.2 物联网原理与关键技术	199
6.5.3 物联网的应用	200
6.6 云计算	201
6.6.1 云计算的概念	201

6.6.2 云计算的技术背景与服务方式	202
6.6.3 云计算的发展	203
6.7 网络信息安全	203
6.7.1 信息安全概述	203
6.7.2 数据加密和数字签名	204
6.7.3 身份鉴别与访问控制	205
6.7.4 防火墙	205
6.7.5 木马	206
阅读知识 车联网的发展	208
习题六	209
第7章 数据库技术及应用	211
7.1 概述	211
7.1.1 数据库技术的产生和发展	211
7.1.2 数据库系统的组成	214
7.1.3 数据库系统结构	215
7.2 数据模型	217
7.2.1 数据模型的类型	217
7.2.2 数据模型三要素	220
7.3 关系模型	221
7.3.1 关系模型的数据结构	221
7.3.2 关系完整性约束	222
7.3.3 关系操作	223
7.4 数据库设计	226
7.4.1 需求分析	227
7.4.2 概念结构设计	227
7.4.3 逻辑结构设计	227
7.4.4 物理结构设计	228
7.4.5 数据库实施	228
7.4.6 运行与维护	228
7.5 使用 Access 建立和维护数据库	229
7.6 使用 SQL 查询数据库	229
7.6.1 SQL 概述	229
7.6.2 SQL 的数据操作	231
阅读知识 大数据及其处理技术	234
习题七	236
第8章 程序设计基础	239
8.1 概述	239
8.1.1 什么是计算机程序	239
8.1.2 程序设计的过程与步骤	239
8.2 程序设计语言	240
8.2.1 机器语言	240
8.2.2 汇编语言	240
8.2.3 高级语言	241
8.3 常用的编程语言	242
8.3.1 命令式程序设计语言	242
8.3.2 函数式程序设计语言	252
8.3.3 逻辑式程序设计语言	254
8.3.4 Web 编程语言	254
阅读知识 算法与数据结构	258
习题八	260
参考文献	262

第 1 章

计算机与计算思维

【学习目标】

通过本章学习,读者应该能够:

1. 掌握计算机的定义与特点;
2. 掌握计算思维的基本概念;
3. 理解计算机与计算思维的关系;
4. 了解计算思维对其他学科的影响;
5. 熟悉计算机发展阶段与分类方法;
6. 熟悉计算机的应用领域;
7. 自觉遵守计算机道德规范;
8. 了解计算机病毒的概念与防治方法。

1.1 基本概念

1.1.1 计算机

20 世纪最先进的科学技术发明之一是计算机,它对人类的活动产生了极其重要的影响,并以强大的生命力飞速发展。在高度信息化的今天,计算机科学与技术不仅发展成为一门先进的独立学科,而且改变了人类的生产方式、生活方式和思维方式,计算机有力推动了信息社会的发展。

1. 计算机的定义

全国科学技术名词审定委员会审定公布了计算机(computer)的定义:一种用于高速计算的电子计算机器,可以进行数值计算,又可以进行逻辑计算,还具有存储记忆功能。

本书中除特殊说明外,均指电子数字计算机,简称计算机,俗称电脑。对计算机的定义可理解为是一种能够存储程序,并能按照程序自动、高速、精确地进行大量计算和信息处理的电子机器,按照人们事先编写的程序对输入的原始数据进行加工处理,以获得预期输出信息。

计算机的发展和应用水平是衡量一个国家的科学技术发展水平和经济实力的重要标

志。因此,学习和应用计算机知识,对于每一个大学生、科技人员、教育者和管理者都是十分必要的。

2. 计算机的特点

计算机能把数据和程序存放在存储器中,通过执行程序,对输入的各种数据进行处理、存储或传送,并将处理结果输出。程序是计算机解决问题的有限指令序列,解决不同的问题需要执行不同的程序,具有较好的通用性。

具体来说,计算机包括以下五个方面的特点:

(1) 运算速度快

计算机运算速度用 MIPS(每秒钟可执行百万条指令)来衡量。现代计算机运算速度高达千万个 MIPS,是其他任何计算工具无法比拟的,它使过去需要几年甚至几十年才能完成的复杂运算任务,现在只需几小时甚至更短的时间就可完成。例如,1873 年英国数学家 William Shanks 把圆周率 π 的值计算到小数点后面 707 位,用 15 年的时间;而 1984 年,一位日本人用计算机将 π 值计算到 1 000 万位,仅用 24 个小时。最近国外有人竟然宣称,用计算机计算 π 值时,发现在小数点后从某一位起出现了循环,如果这个结论成立,意味着推翻了 π 是无理数这一千古定论。这一成果的真伪姑且不论,至少从某个侧面反映出计算机在科学计算应用中的巨大威力,这正是计算机被广泛使用的主要原因之一。

(2) 计算精度高

一般来说,现在的计算机有几十位有效数字,而且理论上还可更高。因为数在计算机内部是用二进制数编码的,数的精度主要由这个数的二进制码的位数决定,可以通过增加数的二进制位数来提高精度,位数越多精度就越高。

(3) 记忆力强

计算机的存储器类似于人的大脑,可以“记忆”(存储)大量的数据和计算机程序,在计算的同时,还可把中间结果存储起来,供以后使用。

(4) 具有逻辑判断能力

计算机在程序执行过程中,根据上一步执行结果,运用逻辑判断方法自动确定下一步的执行命令。例如,人与计算机下棋。

(5) 可靠性高、通用性强

现代计算机采用大规模和超大规模集成电路,具有非常高的可靠性。它不仅可以用于数值计算,还可以用于图形识别处理、工业控制、辅助设计、辅助制造和办公自动化等,具有很强的通用性。

1.1.2 计算思维

思维(thinking)是人脑对客观事物本质属性和内部规律的间接的(在已有经验基础上,通过推理来认识事物)、概括的(对一类事物共同本质特征和规律性联系的归纳)反映过程。人的思维过程示意图如图 1-1 所示。

思维反映的是事物的本质和事物间规律性的联系,是对信息内容的处理过程,其中包括对信息的接收、加工、储备与传递的过程。正如恩格斯在《自然辩证法导言》中所说的,思

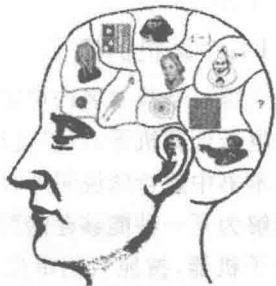


图 1-1 人的思维过程

维着的精神是地球上最美丽的花朵。

有专家提出,人类认识世界和改造世界有三种思维:理论思维(以数学学科为代表)、实证思维(以物理学科为代表)和计算思维(以计算机学科为代表)。

人类的工作、生活与计算思维(Computational Thinking)息息相关、紧密相连。例如,生物、医药、金融、社科、人文、基础科学等领域都有计算思维的应用。

1. 计算思维的定义

目前,国际上广泛使用的计算思维概念是由美国卡内基·梅隆大学周以真(Jeannette M. Wing)教授(见图 1-2)提出的,计算思维是运用计算机科学的基础概念求解问题、设计系统和理解人类行为的涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。



图 1-2 周以真

计算思维能够将一个问题清晰、抽象地描述出来,并将问题的解决方案表示为一个信息处理的流程,它是解决问题切入的一个角度。

计算思维的本质是抽象和自动化,是人类改造世界最基本的思维模式;计算思维可以化繁为简、化难为易;计算思维是一种递归和平行处理;计算思维采用了抽象和分解;计算思维是一种恢复的思维;计算思维利用启发式推理。

计算思维不是悬空的、不可捉摸的抽象概念,而是体现在各个环节中的。其实,计算思维并非现在才有,自古已有萌芽,随着计算工具的发展而发展,如算盘就是一种没有存储设备的计算机(人脑作为存储设备),提供了一种用计算方法来解决问题的思想和能力;图灵机是现代数字计算机的数学模型,是有存储设备和控制器的;现代计算机的出现强化了计算思维的意义和作用。

2. 计算思维的特征

(1) 概念化,不是程序化

像计算机科学家那样去思维意味着远远不仅限于计算机编程,还要求能够在抽象的多个层面上思维。计算机科学不只是关注计算机,就像音乐产业不只是关注话筒和麦克风一样。

(2) 根本的,不是刻板的技能

根本技能是每一个人为了在现代社会中发挥其职能所必须掌握的。刻板技能意味着机械地重复。智力是一种计算,人们应当将精力集中在“好的”计算上,即采用计算思维来造福人类。

(3) 是人的,不是计算机的思维方式

计算思维是人类求解问题的一条途径,但绝非要使人类像计算机那样去思考。人类为计算机配置了计算设备,赋予了计算机激情;计算机赋予人类强大的计算能力,人类应该更好地利用这种力量解决各种需要大量计算的问题。

(4) 是数学与工程思维的融合与互补

计算机科学在本质上源自数学思维,因为像所有的科学一样,其形式化基础是建筑在数学之上的。计算机科学又从本质上源自工程思维,因为人们建造的是能够与实际世界互动

的系统,构建虚拟世界的自由使人们能够超越物理世界的各种系统。数学和工程思维的互补与融合很好地体现在抽象、理论和设计等方面。

(5) 是思想,不是人造物

不只是生产出的计算机硬件和软件等人造物以物理形式呈现并时刻触及人们的生活,更重要的是计算的概念,这种概念被人们用于问题求解、日常生活的管理以及与他人进行交流和互动。

(6) 面向所有人,所有地方

当计算思维真正融入人类活动的整体以至不再表现为一种显式哲学时,它将成为现实。周以真教授指出:“计算思维将是 21 世纪中叶全球每一个人都使用的基本技巧(Computation thinking will be fundamental skill used by everyone in the world by the middle of 21st century)。”

1.1.3 计算机与计算思维的关系

荷兰计算机科学家艾兹格·迪科斯彻(Edsger Wybe Dijkstra,见图 1-3)在 1972 年获得图灵奖时曾说:“我们所使用的工具影响着我们的思维方式和思维习惯,从而也将深刻地影响着我们的思维能力。”这就是著名的“工具影响思维”论。劳动工具在人类从猿到人的进化过程中起了关键作用,人类在使用原始的劳动工具过程中开始学会思维。随着冶炼技术的出现、纸张和印刷技术的发明、现代交通工具和航天技术的发展,无一不对人类的生活方式和思维方式产生深刻的影响。



图 1-3 Edsger Wybe Dijkstra

计算机的出现给计算思维的研究和发展带来根本性的变化。事实上,人们在学习和应用计算机过程中改变了旧的思维方式和工作方式,不断地培养现代科学思维方式和工作方式,懂得了现代社会处理问题的科学方法。培养计算思维包含两个方面:一是深入掌握计算机解决问题的思路,总结规律,更好、更自觉地应用信息技术;二是把计算机处理问题的方法用于各个领域,并推动在各个领域中运用计算思维,使各学科更好地与信息技术相结合。

由于计算机对信息和符号具有快速处理能力,使得许多原本只在理论上可以实现的过程变成了实际可以实现的过程。现代企业大数据的处理、复杂系统的模拟和大型工程的组织,都可以借助计算机实现,拓展了人类认识世界和解决问题的能力 and 范围。

计算思维代表着一种普遍的认识和一类普适的技能,如同所有人都具备读、写、算能力一样,而不仅仅局限于计算机科学家,因此,每一个人都应认真学习和应用计算思维。计算思维能力培养的核心是问题求解能力,包括发现问题、寻求解决问题的思路、分析比较不同方案和验证方案等。

1.1.4 计算思维对其他学科的影响

计算思维不仅是计算机学科所关心的课题,而且对其他学科有着深远的影响。计算思维促进自然科学、工程技术和社会经济等领域产生革命性的研究成果。例如,计算生物学正

在改变着生物学家的思考方式;纳米计算正在改变着化学家的思考方式;量子计算正在改变着物理学家的思考方式;计算博弈理论正在改变着经济学家的思考方式等。计算思维已经自觉、不自觉地深入到脑科学、化学、地质学、数学、工程、经济学、社会科学、医疗、娱乐,艺术、体育、教育等其他学科。

计算思维对其他学科的重要影响如下:

1. 生物学

近年来,计算机科学家对生物学越来越感兴趣,他们坚信生物学家能够从计算思维中获益。生物学中的大数据处理为计算机科学带来巨大挑战和机遇,数据库、数据挖掘、人工智能、算法、图形学、软件工程等被用于生物计算的研究。例如:

(1) 对人类基因组利用霍乱算法进行测试,大大提高了测序速度,降低测序成本。

(2) 从DNA数据中挖掘一些DNA序列自身规律和DNA序列进化的规律,帮助人类从分子层次上认识生命的本质及其进化规律。

(3) 蛋白质结构可以用绳结模拟。

(4) 细胞和电路类似,是一个自动调节系统。

2. 脑科学

脑科学,从狭义上讲,是神经科学,是为了解神经系统内分子水平、细胞水平、细胞间的变化过程以及这些过程在中枢功能控制系统内的整合作用而进行的研究。从广义上讲,脑科学是研究脑的结构和功能的科学,还包括认知神经科学等。人脑可以看做是一台特殊的计算机。

著名科学家钱学森曾说过,教育工作的最终机理在于人脑的思维过程。在帮助学生掌握计算机基本知识和技能的基础上,更加注重创新思维的培养,是计算机教育的根本出发点和归宿。

3. 化学

计算化学是计算方法、化学、统计学和程序设计等多学科交叉融合的一门新兴学科,借助于计算机进行化学与化工的理论计算、实验设计、数据与信息处理等。

(1) 化学中的数值计算。例如,用原子计算探索化学现象;用优化和搜索算法寻找优化化学反应条件和提高产量的物质。

(2) 化学模拟。包括数值模拟、过程模拟和实验模拟,在计算机屏幕上可以模拟显示化学反应设备和反应现象等。

4. 地质学

(1) 地球是一台模拟计算机。

(2) 用抽象边界和复杂性层次模拟地球和大气层。

5. 数学

(1) 著名的四色定理的证明。四色猜想是图论中的一个世界级难题,它的内容是:任意一张地图只需用四种颜色来着色,就可以使地图上的相邻区域具有不同的颜色。换言之,用四种颜色就可绘制任何地图,三种颜色不够,而五种颜色多余。这个猜想的证明不知难倒多少位数学家,虽然经过无数次的验证,猜想的结论都是千真万确的,但却一直无法在理论上

给出证明,所以有人认为,证明这个猜想的难度丝毫不亚于哥德巴赫猜想。1976年,美国数学家哈根和阿贝尔用计算机成功地证明了四色猜想。这个猜想的证明需要进行一百亿次逻辑判断,这个天文数字的工作量如果用人工来完成,则需要两万年时间,这正是在计算机问世以前,任何人都无法证明或推翻这个猜想的原因。1976年以后,“四色猜想”正式更名为“四色定理”。

(2) E8 李群(E8 Lie Group)的计算。李群是由 19 世纪挪威数学家索菲斯·李(Sophus Lie)在研究多维对称时发明的(以索菲斯·李命名)。而 E8 则是李群中的一个例子,是 248 维对称体,如图 1-4 所示。

18 名世界顶级数学家凭借他们不懈的努力,利用计算机完成了世界上最复杂的数学结构之一“E8”计算过程。如果在纸上列出整个计算过程所产生的数据,所需用纸面积可以覆盖整个曼哈顿。

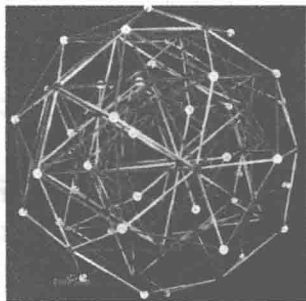


图 1-4 E8 李群

① E8 计算结果是一个矩阵,它拥有的行数和列数均为 45.306 万。

② E8 要求输入的数据量很小,但得出的答案是庞大的,而且非常密集。

③ E8 的根系统包含 240 个向量,这些向量均在一个 8 维空间之内。

1.2 计算机的发展

1.2.1 计算机起源

人类为了适应社会生产发展的需要,发明了各种计算工具。例如,在周代发明了当时最先进的计算工具——算筹。古语曰:“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外。”这里的“筹”即指算筹。我国南北朝时期杰出的数学家祖冲之(见图 1-5),用算筹计算出圆周率在 3.141 592 6 和 3.141 592 7 之间,这一结果比西方早 1 100 多年。唐朝末期,发明了算盘,直到今天,算盘在中国还被广泛应用。



图 1-5 祖冲之

法国科学家帕斯卡(B. Pascal)于 1642 年发明了齿轮式加、减计算器。德国著名数学家莱布尼兹(W. Leibniz)对这种计算器非常感兴趣,在帕斯卡的基础上,提出了乘、除法的设计思想,并用梯形轴做主要部件,设计了一个能够进行四则运算的机械式计算器。英国数学家查尔斯·巴贝齐(C. Babbage)于 1822 年、1834 年先后设计出以蒸汽机为动力的差分机和分析机模型。虽然由于受当时技术条件的限制而没有成功,但是分析机已具有输入、存储、处理、控制和输出五个基本装置的思想,这乃是现代计算机硬件系统组成的基本部分。巴贝齐被世人公认为“计算机之父”,他为现代计算机的研制奠定了基础。20 世纪电工技术的发展,使得科学家和工程师们意识到可以用电器元件来制造计算机。德国工程师楚泽(K. Zuse)于 1938 年设计了一台纯机械结构的计算机(Z1),其后他用电磁继电器对其进行改进,并于 1941 年研制成功一台机电式计

算机(Z3),这是一台全部采用继电器的通用程序控制的计算机。事实上,美国哈佛大学的艾肯(H. Aiken)于1936年提出了用机电方法来实现巴贝齐分析机的想法,并在1944年制造出MARK I计算机。

1946年2月,世界上第一台电子数字计算机在美国宾夕法尼亚大学诞生,取名为ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator),译为“电子数字积分器和计算器”,如图1-6所示。

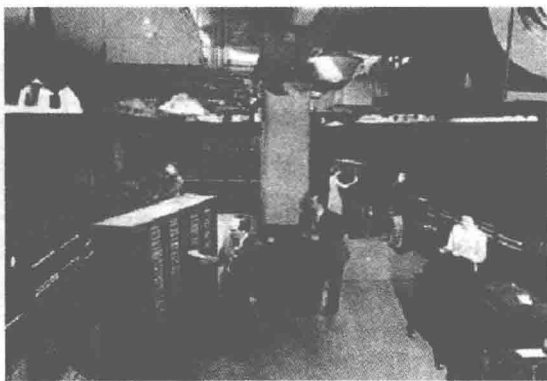


图1-6 第一台电子数字计算机 ENIAC

ENIAC共用18 000多个电子管、1 500个继电器、70 000个电阻、10 000个电容,重量超过30 t,占地面积170 m²,每小时耗电150 kW(据说当它启动时,整个费城的电灯都会变暗)。由于电子管过热后会损坏,大约每15分钟就有一只损坏的电子管需要更换,因而围在ENIAC身边的工程师们每天不间断地更换损坏的电子管。ENIAC每秒可做5 000次加法,或500次乘法,或50次除法,工作一小时完成的计算量相当于100个人用手摇计算机计算两个月。用现在的眼光来看,这是一台耗资巨大、功能不完善而且笨重的庞然大物。然而,它的出现却是科学技术发展史上的一个伟大的创造,它使人类社会从此进入了电子计算机时代。

由于ENIAC计算机的程序是通过导线传送到计算机内的,因而不能进行程序存储。美籍匈牙利数学家约翰·冯·诺伊曼(John Von Neumann)领导的研制小组提出全新的“存储程序”的通用计算机方案。该方案进行两个方面的改进:一是把计算机要执行的指令及要处理的数据都采用二进制表示;二是把要执行的指令及要处理的数据按照一定的顺序编制成程序存储到计算机内,让计算机自动执行。基于“存储程序和二进制”的电子离散变量自动计算机(EDVAC, Electronic Discrete Variable Automatic Computer)于1952年研制成功并投入使用。

从第一台计算机的诞生到现在,虽然计算机不断地更新换代,但其基本体系结构和基本工作原理仍沿用冯·诺伊曼的思想。因此,冯·诺伊曼的体系结构是现代计算机体系结构的基础。

1.2.2 计算机发展阶段

计算机发展阶段依据计算机所采用的主要电子元器件划分标准,通常分成四个阶段,习

惯上称为四代。

1. 电子管时代(1946~1957 年)

硬件方面采用电子管作为基本元器件,软件方面确定了程序设计的概念,出现了高级语言的雏形。特点是体积大、耗能高、速度慢(一般每秒数千次至数万次)、容量小、价格昂贵。主要用于军事、科学计算和工程计算。这个时代为计算机技术的发展奠定了基础,并逐步扩展到民用,形成了计算机产业,由此揭开了一个新的时代——计算机时代(Computer Era)。

2. 晶体管时代(1957~1964 年)

采用晶体管为基本器件的计算机体积小、能耗低、寿命长、运算速度更快、可靠性提高、价格不断下降。美国贝尔实验室研制成功第一台使用晶体管线路的计算机,取名为 TRADIC,装有 800 个晶体管。如图 1-7 所示。

软件方面出现了一系列的高级程序设计语言(如 FORTRAN、COBOL 等),并提出了操作系统的概念。应用范围不断扩大,从军事和尖端技术领域延伸到气象、工程设计、数据处理、过程控制等领域。

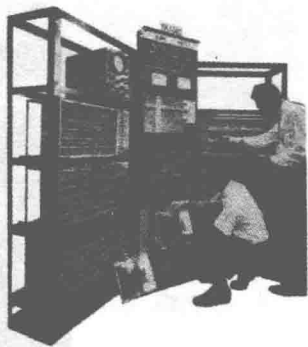


图 1-7 TRADIC

3. 中、小规模集成电路时代(1964~1970 年)

采用中、小规模集成电路(IC, Integrated Circuit)作为基本器件。集成电路在一块小小的硅片上,可以集成上百万个电子器件,如晶体管、电阻或电容等,因此人们常把它称为芯片。

软件方面出现了操作系统以及结构化、模块化程序设计方法。软、硬件都向通用化、系列化、标准化方向发展。计算机的体积更小,寿命更长,能耗与价格进一步降低,而速度和可靠性进一步提高,应用范围进一步扩大。

4. 大规模和超大规模集成电路时代(1971 年至今)

1971 年,Intel 公司研制成功第一台微处理器(MPU, Micro Processor Unit)芯片 4004,这一芯片集成了 2 250 个晶体管组成的电路,其功能相当于 ENIAC,标志着大规模集成电路时代的到来,导致了微型计算机的出现。

采用 VLSID(超大规模集成电路)和 ULSID(极大规模集成电路)组成计算机的中央处理器(CPU),高度集成化是这一代计算机的主要特征。例如,2012 年采用 22 纳米 3-D 三栅极晶体管技术,处理器晶体管数量可达 14 亿个。

计算机发展的每一阶段在技术上都是一次新的突破,在性能上都是一次质的飞跃。如表 1-1 所示。

当前,计算机的发展表现为五种趋向:巨型化、微型化、多媒体化、网络化和智能化。

巨型化是指发展高速、大存储容量和强功能的超大型计算机。如天文、气象、宇航、核反应等尖端科学以及进一步探索新兴科学如基因工程、生物工程的需要,也是为了让计算机具有人脑学习、推理的复杂功能。当今知识信息犹如核裂变一样不断膨胀,记忆、存储和处理这些信息是必要的。

表 1-1 计算机的发展历程

阶段	年代	主要元器件	存储器及 I/O	软件	机型	特点
第一代	1946~1957	电子管	光屏管或汞延时电路,穿孔纸带或卡片	机器语言 汇编语言	UNIVAC-I IBM 700 系列	大、慢、贵、耗能、无系统软件
第二代	1957~1964	晶体管	磁芯和磁鼓	高级语言 (FORTRAN、 ALGOL60、COBOL)	UNIVC-II IBM 7000 系列	体积、重量、功耗减小,速度、容量提高
第三代	1964~1970	集成电路	半导体磁盘、磁带	标准化程序设计、操作系统(BASIC 语言)	大、中、小型系列	功能增强,应用范围扩大(管理、自控、CAD),出现操作系统
第四代	1971至今	超大规模集成电路	半导体磁盘、磁带、光碟	自动、可视化、结构化(C 语言、Windows、DOS)	巨型机、PC 机	PC 的发展、普及,多媒体应用

微型化是指微型机可渗透到仪表、家用电器、导弹弹头等领域,而这些领域中、小型机不宜进入。自 20 世纪 80 年代以来,微型机发展异常迅速,逐步发展对存储器、通道处理机、高速运算部件、图形卡、声卡的集成,进一步将系统软件固化,达到整个微型机系统的集成。

多媒体化是“以数字技术为核心的图像、声音与计算机、通信等融为一体的信息环境”的总称。多媒体技术的目标是无论在什么地方,只需简单的设备就能自由自在地以交互和对话方式收发所需要的信息。多媒体技术的实质是让人们利用计算机以更接近自然的方式交换信息。

网络化是计算机技术发展中崛起的又一重要分支,是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。从单机走向联网,是计算机应用发展的必然结果。所谓计算机网络,是在一定的地理区域内,将分布在不同地点、不同机型的计算机和专门的外部设备,由通信线路互联组成一个规模大、功能强的网络系统。

智能化建立在现代科学基础之上,是让计算机模拟人的感觉、行为、思维过程的机理,使计算机具备视觉、听觉、语言、行为、思维、逻辑推理、学习、证明等能力,形成智能型、超智能型计算机,这也是新一代计算机要实现的目标。智能化的研究领域很多,其中最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类从事危险环境下的劳动,运算速度每秒约为十亿次的“深蓝”计算机在 1997 年战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫。

1.2.3 计算机分类

计算机发展的“分代”代表了计算机在时间轴上纵向的发展历程,而“分类”用来说明计算机横向的发展。计算机分类方法有多种,按计算机处理数据的方式可分为模拟计算机、电子数字计算机和数模混合计算机 3 类;按计算机使用范围可分为通用计算机和专用计算机。目前常用的一种分类方法是按计算机规模和处理能力,即运算速度、字长、存储性能等综合指标,将计算机分为巨型机、小巨型机、大型机、小型机、微型计算机、嵌入式计算机(单片机) 6 类。