



孙海龙 岳琪 主编
夏楠 刘子建 副主编
穆丽新 刘美玲 编

高等教育出版社



教育部大学计算机课程改革项目规划教材

大学计算机与程序设计基础

Daxue Jisuanji yu Chengxu Sheji Jichu

(第2版)

孙海龙 岳琪 主编

夏楠 刘子建 副主编

穆丽新 刘美玲 编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书根据教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会提出的“以培养计算思维为主旨”的课程改革指导方针，在上一版的基础上进行修订而成的。本书以培养学生利用计算机求解问题的基本思维为主线，向读者全面介绍利用计算机求解问题的步骤、涉及的技术；同时，以C语言为例，结合案例讲解用程序实现系统所需要掌握的基本知识和基本技能。本书主要内容包括：计算机系统组成、操作系统、计算思维与计算机学科、数制转换、信息编码、问题求解思维过程、算法、数据结构、系统软件体系结构、数据库、C语言程序结构、程序控制结构、数组、函数以及常用算法等。

本书力求通过简练、通俗易懂的语言使学生掌握计算机求解问题的基本思维过程及基本的程序设计方法；同时，通过配套的实践教程，让学生掌握基本的计算机操作技能和编写程序、调试程序的能力，为进一步学习和使用计算机奠定基础。

本书可作为高等学校非计算机专业“大学计算机”课程教材，也可作为计算机及程序设计爱好者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机与程序设计基础 / 孙海龙, 岳琪主编 ; 穆丽新, 刘美玲编. — 2版. — 北京 : 高等教育出版社, 2015.8

ISBN 978-7-04-043553-5

I. ①大… II. ①孙… ②岳… ③穆… ④刘… III. ①电子计算机-高等学校-教材 ②程序设计-高等学校-教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第169458号

策划编辑 唐德凯
版式设计 余 杨

责任编辑 张 龙
插图绘制 杜晓丹

特约编辑 谷玉春
责任校对 杨凤玲

封面设计 于文燕
责任印制 刘思涵

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 山东省高唐印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 18
字 数 440千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2008年9月第1版
2015年8月第2版
印 次 2015年8月第1次印刷
定 价 29.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 43553-00

前 言

“大学计算机”是高等学校非计算机专业的一门基础课程。伴随着中小学信息技术教育的不断发展,大学计算机基础教育也经历了一系列改革,基础教育内容发生了天翻地覆的变化。进入新时期,“软件操作式”和“计算机导论式”的授课方式也面临变革。2012年,教育部启动了“以培养计算思维为主旨”的新一轮大学计算机基础教学改革,这次教材的修订正是基于此背景进行的。

和上一版相比,本书变化较大,既是教学理念的变化,也是教学内容的变化;既考虑到学时压缩带来的学时不足问题,也考虑到学习的连贯性问题。本书以培养学生利用计算机求解问题的基本思维为主线,凝练计算机求解问题涉及的基本概念、基本理论和基本问题以及程序设计的思想和方法,将计算思维在不知不觉中融入到学生的思维中,培养学生利用计算机技术解决专业学习和问题研究的基本能力。

本书共分为8章,主要内容如下。

第1章 绪论。介绍什么是计算机、生活中形形色色的计算机、计算机的应用领域以及计算机的系统组成和操作系统,让学生在回顾中学所学知识的同时,进一步了解计算机。根据以往教学经验,大一学生希望能对计算机学科有个全面认识,基于此,介绍了计算机学科分类、课程设置以及大学计算机基础教学的核心课程体系,使学生对要学习的计算机知识体系有个整体认识。计算机学科与其他学科的交叉融合需要既擅长计算机又擅长专业领域知识的人才,计算思维能力的培养正是基于此目的。

第2章 数制。介绍计算机中常用的几种进位计数制及其相互转换方法、二进制的运算和数据的编码方法,这是后续学习程序设计的基础。

第3章 计算机问题求解。利用计算机求解问题的过程实际上体现了计算思维抽象、自动化的本质特征,即求解问题需要经历问题抽象、模型建立、算法设计、系统实现等过程,最终实现问题的自动求解。依据此思路,本章介绍问题求解过程中涉及的算法、数据结构、系统运行环境、大量数据管理等基本的计算机理论知识,为程序设计的学习奠定理论基础。

第4章 C语言程序设计基础。介绍C语言的开发环境、基本程序结构以及利用C语言进行编程的思路。

第5章 程序控制结构。介绍程序设计语言的基本控制结构:顺序结构、分支结构和循环结构。本部分采用“以讲结构带动知识点讲解”的策略进行,比如在顺序结构中,主要介绍变量定义、赋值语句等基础知识,这部分注重讲解变量定义、数据类型、基本算术运算等;在分支结构中,讲解关系运算和逻辑运算;在循环结构中,讲解自加、自减运算符等,这种结构安排使学生能更清晰地掌握各知识点的具体应用。

第6章 数组。介绍一维数组、二维数组和字符数组的定义、初始化以及引用方法。最后通过插入、删除、查找、排序等常用算法给出数组的具体应用。

第7章 函数。介绍函数的定义以及调用方法。重点讲解参数的传递方式、指针参数、数组

参数;最后介绍了变量作用域和内、外部函数。

第8章 综合应用。介绍程序设计中的几种常用算法:递推法、贪心法、分治法等,并通过具体示例给出算法的C语言实现;最后介绍数据挖掘中的常用算法,扩宽学生的知识视野。

本书有以下特点。

(1) 在指导思想上,面向大学一年级各专业学生,以加深大学生对计算机的理解和培养利用计算机求解问题的计算思维能力为出发点,全面提高大学生的计算机应用能力,为后续深入学习程序设计奠定基础。

(2) 在内容组织上,以培养学生利用计算机求解问题的基本思维为主线,从认识计算机的组成、了解计算机的工作原理入手,继而给出计算机求解问题涉及的相关基础理论,最后以C语言为例,重点讲解程序设计思维以及相关编程知识。

(3) 在写作方法上,以问题求解带动知识点的讲解,对每道例题都按照问题描述、问题分析、问题解决的步骤进行,力求做到使学生能“知其然知其所以然”。

作为高等学校通识教育核心基础课程,本书配套出版了《大学计算机与程序设计基础实践教程》,以培养学生基本操作能力和实践动手能力。

本书由孙海龙和岳琪任主编,夏楠和刘子建任副主编,穆丽新和刘美玲共同参与编写工作。具体分工如下:第1章和第3章由孙海龙编写,第2章由穆丽新编写,第4.1节和4.2节、第8章由刘美玲编写,第4.3节和4.4节、第5章由岳琪编写,第6章由刘子建编写,第7章由夏楠编写。全书由孙海龙统稿。

本书的初衷是培养大学生利用计算机解决问题的思维能力,但由于作者水平所限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者和同仁批评指正。

编 者

2015年5月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第 1 章 绪论	(1)	2.3.1 算术运算	(38)
本章要点	(1)	2.3.2 逻辑运算	(40)
1.1 初识计算机	(1)	2.4 数据编码	(42)
1.1.1 计算机是什么	(1)	2.4.1 数值编码	(42)
1.1.2 计算机应用领域	(3)	2.4.2 字母与字符编码	(50)
1.1.3 计算机系统组成	(5)	2.4.3 汉字编码	(51)
1.1.4 操作系统	(16)	2.4.4 Unicode 编码	(53)
1.2 计算机学科与计算思维	(22)	2.4.5 声音信息的表示与 处理	(54)
1.2.1 计算机学科概述	(22)	2.4.6 图像信息的表示与 处理	(56)
1.2.2 大学计算机基础核心 课程	(24)	本章小结	(59)
1.2.3 计算思维概述	(25)	习题	(60)
1.2.4 为什么学习计算思维	(27)	第 3 章 计算机问题求解	(61)
1.3 计算机热门应用	(27)	本章要点	(61)
1.3.1 物联网	(27)	3.1 问题求解的思维过程	(61)
1.3.2 云计算	(29)	3.1.1 分析问题	(61)
1.3.3 大数据技术	(30)	3.1.2 算法设计	(62)
本章小结	(31)	3.1.3 编写程序	(63)
习题	(31)	3.1.4 程序测试及维护	(63)
第 2 章 数制	(33)	3.2 算法	(63)
本章要点	(33)	3.2.1 算法基本概念	(63)
2.1 进位计数制	(33)	3.2.2 算法基本特征	(64)
2.1.1 十进制	(33)	3.2.3 算法表示方法	(65)
2.1.2 二进制	(34)	3.3 数据结构	(67)
2.1.3 八进制	(34)	3.3.1 数据结构的基本概念	(67)
2.1.4 十六进制	(34)	3.3.2 线性结构	(68)
2.2 数制之间的转换	(35)	3.3.3 树形结构	(72)
2.2.1 R 进制转换为十进制	(35)	3.3.4 图结构	(74)
2.2.2 十进制转换为 R 进制	(35)	3.3.5 查找算法	(75)
2.2.3 二进制数、八进制数及 十六进制数之间的相互 转换	(38)	3.3.6 排序算法	(76)
2.3 二进制数的运算	(38)	3.4 软件系统体系结构	(78)
		3.4.1 程序设计语言的基本	

构成要素	(78)	5.2.2 相关知识	(132)
3.4.2 单机版结构	(80)	5.2.3 分支结构的语句	(135)
3.4.3 计算机网络	(80)	5.2.4 分支结构程序举例	(145)
3.4.4 C/S 结构	(84)	5.3 循环结构	(149)
3.4.5 B/S 结构	(85)	5.3.1 while 语句	(149)
3.5 数据库	(86)	5.3.2 相关知识	(152)
3.5.1 数据库与数据库管理 系统	(86)	5.3.3 do-while 语句	(153)
3.5.2 关系型数据库	(87)	5.3.4 for 语句	(154)
3.5.3 数据库操作与结构化 查询语言 (SQL)	(91)	5.3.5 循环结构程序举例	(160)
本章小结	(94)	本章小结	(165)
习题	(94)	习题	(165)
第 4 章 C 语言程序设计基础	(98)	第 6 章 数组	(167)
本章要点	(98)	本章要点	(167)
4.1 认识 C 程序	(98)	6.1 一维数组	(167)
4.1.1 最简单的 C 程序	(98)	6.1.1 一维数组的定义方式	(167)
4.1.2 程序设计语言概述	(99)	6.1.2 一维数组元素的引用	(168)
4.2 C 语言程序的结构	(101)	6.1.3 一维数组的初始化	(170)
4.2.1 C 程序的基本构成	(101)	6.1.4 一维数组程序举例	(172)
4.2.2 结构化程序设计方法	(104)	6.2 二维数组	(174)
4.3 运行 C 程序的步骤和方法	(105)	6.2.1 二维数组的定义	(174)
4.3.1 C 语言程序的编译和 连接	(105)	6.2.2 二维数组元素的引用	(174)
4.3.2 在计算机上运行 C 语言 程序的步骤和方法	(106)	6.2.3 二维数组的初始化	(176)
4.4 用程序设计求解问题	(112)	6.2.4 二维数组程序举例	(177)
4.4.1 为什么要程序设计	(112)	6.3 字符数组	(178)
4.4.2 程序设计的一般过程	(113)	6.3.1 字符数组的定义	(178)
本章小结	(113)	6.3.2 字符数组的初始化	(178)
习题	(114)	6.3.3 字符数组的引用	(179)
第 5 章 程序控制结构	(115)	6.3.4 字符串和字符串结束 标志	(180)
本章要点	(115)	6.3.5 字符数组的输入 / 输出	(180)
5.1 顺序结构	(115)	6.3.6 字符串处理函数	(183)
5.1.1 顺序结构引例	(115)	6.4 程序举例	(187)
5.1.2 相关知识	(117)	6.4.1 数组元素的插入	(187)
5.2 分支结构	(130)	6.4.2 数组元素删除	(188)
5.2.1 分支结构引例	(130)	6.4.3 数组元素的查找	(189)
		6.4.4 排序	(191)
		6.4.5 利用数组解决问题的	

综合实例	(195)	7.7.3 扩展全局变量的 作用域	(238)
本章小结	(198)	7.7.4 变量存储类别、作用域 和生存期总结	(239)
习题	(199)	7.8 内部函数和外部函数	(241)
第7章 函数	(208)	7.8.1 内部函数	(241)
本章要点	(208)	7.8.2 外部函数	(244)
7.1 函数概述	(208)	7.9 函数应用举例	(244)
7.1.1 引例	(208)	本章小结	(253)
7.1.2 函数定义	(210)	习题	(254)
7.1.3 函数值	(211)	第8章 综合应用	(261)
7.1.4 函数调用	(212)	本章要点	(261)
7.1.5 函数种类	(213)	8.1 几种常用算法及举例	(261)
7.1.6 函数声明	(213)	8.1.1 递推法	(261)
7.1.7 参数传递方式	(214)	8.1.2 贪心法	(263)
7.2 函数的递归调用	(216)	8.1.3 递归法	(267)
7.3 指针参数	(218)	8.1.4 分治法	(268)
7.4 数组参数	(220)	8.1.5 模拟法	(271)
7.5 变量作用域	(227)	8.1.6 列举法	(273)
7.5.1 局部变量	(227)	8.2 数据挖掘常用算法	(274)
7.5.2 全局变量	(228)	本章小结	(276)
7.6 变量的存储方式和生存期	(229)	习题	(276)
7.7 变量的存储类别	(230)	参考文献	(278)
7.7.1 局部变量的存储类别	(230)		
7.7.2 全局变量的存储类别	(233)		

第 1 章 绪 论

本章要点

- 初步认识计算机是什么？能做什么？计算机系统的组成结构，以及操作系统的作用和目前流行的操作系统。
- 了解计算机学科的专业体系和核心课程；了解计算思维的概念，明确非计算机专业的学生为什么要学习计算思维。
- 了解目前计算机领域热门的研究方向。

1.1 初识计算机

计算机是 20 世纪最先进的科学技术发明之一，对人类的生产活动和社会活动产生了极其重要的影响，并以强大的生命力飞速发展。它的应用领域从最初的军事科研应用扩展到社会的各个领域，已形成了规模巨大的计算机产业，带动了全球范围的技术进步，由此引发了深刻的社会变革。计算机已遍及学校、企事业单位，进入寻常百姓家，成为信息社会中必不可少的工具。

1.1.1 计算机是什么

计算机俗称电脑，是一种用于高速计算的电子计算机器，既可以进行数值计算，又可以进行逻辑计算，还具有存储记忆功能，是能够按照程序运行，自动、高速处理海量数据的现代化智能电子设备。

自 1946 年世界上第一台通用计算机 ENIAC 在宾夕法尼亚州立大学诞生以来，随着计算机技术的不断发展和应用，尤其是微电子技术的不断发展，计算机的类型越来越多样化。图 1-1 列举了常用的部分计算机机型，主要有超级计算机、台式计算机、笔记本电脑、电脑一体机、智能手机、平板电脑、嵌入式计算机等。

1. 超级计算机

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，配有多种外部和外围设备，以及丰富的、高功能的软件系统，能够执行一般个人计算机无法处理的大量资料与高速运算，多用于国家高科技领域和尖端技术研究，是一个国家科研实力的体现，对国家安全、经济和社会发展具有举足轻重的作用，也是国家科技发展水平和综合国力的重要标志。全球每年 6 月份和 11 月份都会发布世界超级计算机 TOP 500 排行榜，截止到 2014 年 12 月，由中国国防科技大学研发的“天河二号”超级计算机已经连续四次蝉联世界超级计算机 TOP 500 排行榜第一名，其浮点运算速度高达每秒 33.86 千万亿次；比位于美国能源部下属的橡树岭国家实验室的“泰坦”速度快了近一倍。“天河二号”外观如图 1-2 所示。目前，“天河二号”已应用到生物医药、新材料、工程设计与仿真分析、天气预报、智慧城市、云计算与大数据、数字媒体和动漫设计等多个领域，还



图 1-1 形形色色的计算机

将广泛应用于大科学、大工程、信息化等领域,为经济社会转型升级提供重要支撑。

2. 台式计算机

台式计算机一般需要放置在电脑桌或者专门的工作台上,故而得名。因其价位适中、性能较好而广泛应用在日常的学习、生活和工作中。如图 1-1(e)所示,直观上看,台式计算机由主机、显示器、鼠标和键盘等硬件设备构成。通常,台式计算机分组装机和品牌机,两者之间存在以下差异:①同等配置情况下,品牌机的价格比组装机高得多;②同等价格情况下,组装机的配置明显优于品牌机;③组装机需要懂得一定的专业知识,适合计算机爱好者,而品牌机由厂家组装完成,直接使用即可。



图 1-2 “天河二号”超级计算机

3. 笔记本电脑

笔记本电脑又称为“便携式电脑”,与台式计算机相比,其最大特点就是体积小、重量轻、携带方便。尽管同等价位下,笔记本电脑的性能要低于台式机。但是随着笔记本电脑行业技术的不断提高,以及第二代 SandyBridge 处理器的面市,超极本(Ultrabook)不断涌现,其内部配置从 CPU、内存到硬盘等主要配件在性能方面缩短了与台式计算机之间的差距,再加上移动便携的优越性,笔记本电脑的销量已超过台式计算机。

4. 电脑一体机

电脑一体机是目前台式计算机和笔记本电脑之间的一个新型产品,它将主机和显示器进行高度集成,同时可实现鼠标、键盘和显示器的无缝连接。机器只有一根电源线,解决了一直为人诟病的台式计算机线缆多而杂的问题。电脑一体机的外观如图 1-1(f)所示。与传统台式计算机相比,电脑一体机的优势在于节省空间、摆放位置随意;与笔记本电脑相比,电脑一体机的优势

在于屏幕大、配置高、价格相对低廉。随着用户和市场需求的逐渐发展,电脑一体机有望取代台式计算机,占领市场。

5. 智能手机、平板电脑

智能手机是指类似个人计算机,具有独立操作系统、独立运行空间,可以由用户自行安装软件等第三方服务商提供的程序,并可以通过移动通信网络实现无线网络连接的手机总称。智能手机操作系统主要有 Android、iOS、Windows Phone、Blackberry 等。不同的手机生产厂商采用不同的操作系统,世界上 80% 以上的手机生产商都采用安卓系统。

平板电脑是介于智能手机和笔记本电脑之间的一种电子产品,主要提供网页浏览、电子邮件收发、音视频播放、游戏等功能。

除以上常见的计算机类型外,导航仪、机床、医用 CT、高铁、ATM 等设备中也都内嵌了各种各样的计算机,这些计算机为人类提供了丰富的应用领域。

1.1.2 计算机应用领域

计算机设计的初衷就是解决数值计算问题,帮助人们快速完成复杂的计算任务。后来,随着计算机技术的发展,计算机的计算能力日益强大,处理内容越加丰富,计算机的应用领域也日益宽广。归纳起来,计算机的应用领域主要体现在以下几个方面。

1. 数值计算

数值计算又称为科学计算,是指用计算机解决科学研究和工程技术中复杂的数学计算问题。在计算机出现之前,科学研究和工程设计主要依靠实验或试验提供的数据,计算效率较低、准确性难以保证。现代科学技术的发展使得各种领域中的计算模型日趋复杂,如天气数值的长期预报、整体的飞机气动力设计、地震探测等,通常要求解几十阶微分方程组、几百个联立线性方程组、大型矩阵等,如果利用人工进行计算,通常需要几年甚至几百年,还不一定能满足及时性、精确性的要求。ENIAC 的研制就是为了计算弹道数学模型,虽然每秒仅完成 5 000 次加法运算或 400 次乘法运算,这个速度已是手工计算的 20 万倍。

2. 信息处理

信息处理就是利用计算机对信息进行采集、存储、整理、加工等处理过程,转化为人们需要的形式。随着计算机技术的飞速发展和应用的日益普及,计算机已不再只是进行计算的工具,计算机更多应用在信息处理方面。信息包括数值信息,文本信息,图形、图像等多媒体信息以及超媒体信息。信息无处不在,充斥在生活的各个角落,如网上购物产生的销售数据、各种人事管理信息、视频监控信息、股票交易记录、火车票销售记录等。利用计算机进行信息处理不仅能使人们从繁重的事务性工作中解脱出来,而且能够满足信息利用与分析的及时性、复杂性要求,对提高劳动生产率、改善工作条件、降低生产成本、提高管理水平等方面都有重要作用。可以说,信息处理已经成为计算机最主要的应用领域。

3. 过程控制

过程控制也称为实时控制,是指利用计算机对生产过程、制造过程或运行过程进行监测与控制,即通过实时监测目标物体的当前状态,及时调整被控对象,使被控对象能够正确完成目标物体的生产、制造或运行过程。采用计算机进行过程控制,不仅可以大大提高控制的自动化水平,而且可以提高控制的及时性和准确性,从而改善劳动条件、提高产品质量及合格率。因此,计算

机过程控制已在机械、冶金、石油、化工、纺织、水电、航天等部门得到广泛的应用。例如,在汽车工业方面,利用计算机控制机床、控制整个装配流水线,不仅可以实现精度要求高、形状复杂的零件加工自动化,而且可以使整个车间或工厂实现自动化。

4. 计算机辅助系统

计算机辅助系统就是将计算机系统作为工具,辅助人们完成有关的工作,提高工作效率。计算机辅助系统主要包括计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)、计算机集成制造(CIMS)等。

计算机辅助教学(Computer Aided Instruction, CAI)是在计算机辅助下,综合应用多媒体、超文本、网络通信等计算机技术开展教学内容、安排教学进程,进行教学训练的方法和技术,它的使用能有效地缩短学习时间、提高教学质量和教学效率。通常,使用 PowerPoint、Authorware、Flash 等软件制作多媒体教学课件。

计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)是指利用计算机来帮助设计人员进行设计工作,如飞机、汽车、道路桥梁建筑、室内装潢设计、大规模集成电路制作等。计算机可以帮助设计人员担负计算、信息存储和制图等工作,在设计中通常要用计算机对不同方案进行大量的计算、分析和比较,以决定最优方案。

计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)是指利用计算机通过各种数值控制机床和设备,自动完成离散产品的加工、装配、检测和包装等制造过程。CAM 已经广泛应用于飞机、汽车、机械制造业、家用电器和电子产品制造业。

计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)是随着计算机辅助设计与制造的发展而产生的,是在信息技术、自动化技术与制造的基础上,通过计算机技术把分散在产品设计制造过程中各种孤立的自动化子系统有机集成起来,实现整体效益的集成化和智能化制造系统。

5. 人工智能

人工智能是相对于人类的自然智能而言的,用计算机技术对人类的自然智能进行模拟、扩展及应用,让机器具有人的思维能力。人工智能研究期望计算机拥有更多的人的智能。例如,能否让计算机自动从监控视频中识别出某个区域是否有森林火灾的发生?当进入办公室时,能否识别某人是该办公室的职员?等等。人工智能领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。目前,人工智能研究成果已广泛应用于机器人、医疗诊断、故障诊断、仿真系统、经济政治决策等方面。

6. 网络通信

计算机网络是利用通信线路和通信设备将分布在不同地理位置上的具有独立功能的多台计算机或终端连接在一起,在软件的控制下,实现计算机资源共享和通信。计算机网络已经改变了人类的生产、生活和工作方式。淘宝网、在线售票网、“微信”店铺等的出现,使人们足不出户就可以预定车票、选购商品,从而改变了传统服务、生活模式和市场营销模式;视频聊天工具的使用,使人们可以与远在千里之外的亲人、朋友面对面、实时地进行交流,从而改变了传统的人际沟通方式;许多职员通过计算机在家里或者旅途中就可以工作,从而改变了传统的工作模式。

7. 娱乐

这是受众面最广的一项应用,可以利用计算机进行各种娱乐活动,如玩游戏、听音乐、浏览网

页、炒股、购物等。近年来,无线通信技术和智能手机、平板电脑等智能设备的普及,特别是 Internet 上提供的第三方服务软件的日益增多,都深刻地影响着人们日常的工作、学习、交往、娱乐等各种活动方式。

1.1.3 计算机系统组成

人们通常所说的“计算机”,实际上是一个完整的计算机系统,它由硬件系统和软件系统两部分组成。硬件系统是计算机的物质基础;软件系统则是计算机的灵魂,两者相互依存,共同发展。

1. 冯·诺依曼计算机体系结构

1946 年 2 月 ENIAC 问世,这是计算机发展史上值得纪念的日子。但是由于 ENIAC 是一台按十进制表示数字和进行算术运算的机器,仅能完成一些特定的运算;其内部只有 20 个寄存器,没有存储部件,编制程序只能在控制面板上用开关进行,所有操作都只能通过设置开关和改变线路来实现。因此,ENIAC 的操作非常复杂、易出错,自动化程度低,长期处于维修状态,没有充分发挥出电子技术的巨大潜力。

美籍匈牙利著名数学家冯·诺依曼针对 ENIAC 存在的不足之处提出“存储程序和程序控制”思想。冯·诺依曼与戈德斯坦、勃克斯等人,联名发表了一篇长达 101 页纸的报告“First Draft of a Report on the EDVAC”,即计算机史上著名的“101 页报告”。报告中提出了以二进制和存储程序控制为核心的通用电子数字计算机体系结构,即冯·诺依曼计算机体系结构,标志着现代计算机体系的形成。冯·诺依曼也因此被世界公认为“计算机之父”。

根据冯·诺依曼体系结构构成的计算机,必须具备以下功能。

- (1) 把需要的程序和数据送入到计算机中。
- (2) 必须具有长期记忆程序、数据、中间结果及运算结果的能力。
- (3) 能够完成算术运算、逻辑运算和数据传送等数据加工处理操作。
- (4) 能够根据需要控制程序流程,并能根据指令控制机器的各部件协调工作。
- (5) 能够按要求将处理结果输出给用户。

因此,冯·诺依曼体系结构的计算机主要由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 部分组成,冯·诺依曼体系结构如图 1-3 所示。

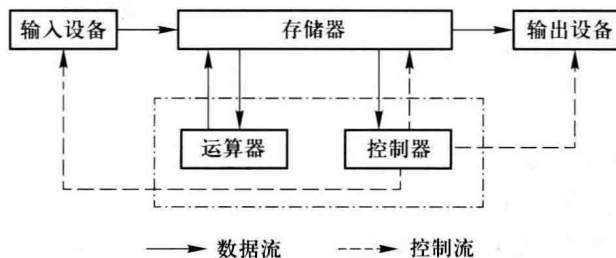


图 1-3 冯·诺依曼体系结构

其中,运算器是计算机对数据进行运算的部件,能完成加、减、乘、除等基本算术运算和与、或、非等基本逻辑运算;控制器用于控制计算机各部件之间协调工作;存储器是计算机的记忆装置,用于存放程序和数据;输入设备用于从外界将程序和数据输入计算机;输出设备用于将计算

机处理后的结果转换为外界能够识别和使用的形式并输出给用户。

2. 计算机硬件系统

随着电子技术,尤其超大规模集成电路的发展,计算机的硬件指标已发生天翻地覆的变化,但计算机系统的硬件结构未发生根本性变化,仍采用冯·诺依曼计算机体系结构。在计算机硬件系统中,通常把运算器、控制器和内部存储器合称为主机,主机以外的部分称为外部设备,外部设备包括输入设备、输出设备和外部存储器等。计算机硬件系统的基本组成如图 1-4 所示。

1) 中央处理单元

中央处理单元(Central Processing Unit, CPU),也称为微处理器(Microprocessor),是一块超大规模的集成电路,主要包括运算器、控制器和高速缓冲存储器(Cache),以及实现它们之间联系的各种总线等,所有组成部分被封装在一块面积仅几平方厘米的半导体芯片上,尽管体积很小,但它是一台计算机的运算核心和控制核心,负责整个系统指令的执行、算术与逻辑运算、数据的存储与传送控制及对内外输出控制等。目前,市场上有 CPU 生产能力的公司有很多家,如 Intel、AMD、IBM、国产龙芯、VIA 中国威盛等,但是占领市场绝大部分份额的是 Intel 公司和 AMD 公司的 CPU。值得一提的是,虽然国产龙芯的实力还不如 Intel 和 AMD,但龙芯公司推出的 CPU 打破了中国无“芯”的历史,对中国计算机产业有重要的推动作用。如图 1-5 所示为 Intel 公司生产的酷睿 i7 CPU。

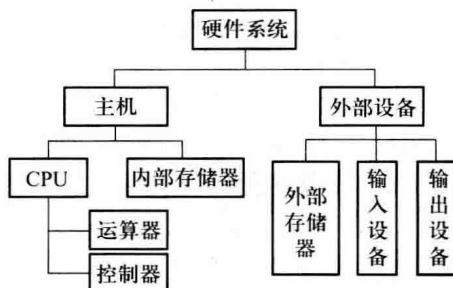


图 1-4 计算机硬件系统

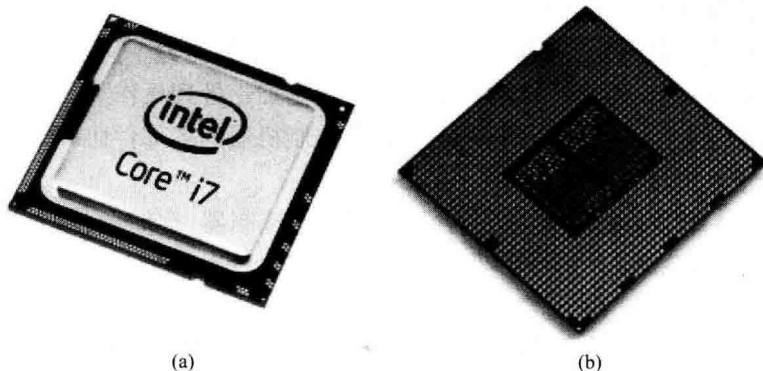


图 1-5 Intel 酷睿 i7 CPU

通常,CPU 的性能直接反映了它所配置计算机的整体性能,了解和掌握 CPU 的性能指标对选购和使用计算机很有帮助。CPU 的主要性能指标包括以下几个方面。

(1) 主频,也叫时钟频率,表示在 CPU 内数字脉冲信号振荡的速度。CPU 的主频由几兆赫兹发展为目前的几吉赫兹、几十吉赫兹,未来可能会更高。一般来说,主频越高,CPU 的运算速度越快,如 Intel 酷睿 i7 CPU 主频达到 4GHz。

(2) 字长是指一次 CPU 操作所能处理数据的位数。字长越长,运算精度越高,数据处理速度越快。世界上第一个 CPU 处理器 Intel 4004 的字长只有 4 位,逐渐发展到 8 位、16 位、32 位、64 位。目前,市面上很多 CPU 都是 64 位处理器,如 AMD FX-8350 CPU。

(3) 制造工艺是指在硅材料上生产 CPU 时内部各元器件之间的连线宽度,宽度越小,意味着在同样大小面积上可以拥有密度更高、功能更复杂的电路设计。微电子技术的发展与进步主要是依靠工艺技术的不断改进,使得器件的特征尺寸不断缩小,从而集成度不断提高,功耗降低,器件性能得到提高。芯片制造工艺在 1995 年以后,从 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.35\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.18\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.13\text{ }\mu\text{m}$ 、 90 nm 、 65 nm 、 45 nm 、 32 nm 发展到如今的 22 nm 。 1 mm 等于 $1\text{ }000\text{ }\mu\text{m}$, $1\text{ }\mu\text{m}$ 等于 $1\text{ }000\text{ nm}$ 。

(4) 缓冲存储器,CPU 缓存(Cache)是位于 CPU 和内存之间的临时存储器,容量比内存小,但 CPU 访问速度比内存要快得多。设置缓存的主要目的是为了解决 CPU 快速运算与内存慢速读写之间不匹配的矛盾。目前流行的 CPU 都采用三级缓存,但是从 CPU 芯片面积和成本的因素考虑,缓存都很小。例如,AMD FX-8350 CPU 的一级缓存只有 128 KB 、二级和三级缓存也仅仅为 8 MB 。

(5) 内核数量。到 2005 年,当 CPU 主频接近 4 GHz 时,单纯提升主频已经无法明显地提升系统整体性能。2006 年,Intel 基于酷睿架构的处理器发布,AMD 也发布了双核皓龙和速龙处理器,掀起了“多核 CPU”使用热潮。目前 CPU 芯片往往都包含 2 个、4 个、8 个或更多个 CPU 内核,每个内核都是一个独立的 CPU,有各自的一级、二级 Cache。在操作系统支持下,多个 CPU 内核并行工作,内核越多,CPU 芯片的整体性能越高。

2) 计算机存储系统

在计算机中,CPU 运算的速度很快,而存取数据的速度很慢。当 CPU 要处理数据时,计算机必须把存储在硬盘等辅助存储设备中的程序或数据读取到主存储器中进行使用,反之亦然。为了提高系统的使用效率,就要把各种不同存储容量、不同存取速度、不同价格的存储器按照层次结构组成多层的存储结构,并通过管理软件和辅助硬件有机组合成为一个存储系统,有效解决存储器的速度、容量、价格之间的矛盾。目前,计算机系统通常采用三级层次结构来构成存储系统,主要由高速缓冲存储器、主存储器和辅助存储器构成,如图 1-6 所示。其中,缓冲存储器 Cache 位于 CPU 和主存之间,用来保存 CPU 将要处理的指令和数据,以及 CPU 运行过程中重复访问的指令和数据,减少 CPU 直接访问速度较慢内存的次数。在主存储器和辅助存储器之间,通常还设置虚拟存储器,其目的是扩大内存容量。原因在于,计算机中所运行的程序均需经过内存执行,如果执行的程序占用内存很大,则会导致内存消耗殆尽。为此,借用硬盘空间来充当内存使用,弥补内存空间不足的问题。例如,运行大型软件或者大型游戏时可能会提示“内存空间不足,无法完成此操作”之类的提示信息,原因可能是内存或虚拟内存不足引起的。这时,可以通过专业软件进行更改。

3) 主存储器

主存储器,简称内存,主要用来存放当前系统正在运行的程序和数据、各种输入/输出数据和中间计算结果以及与外部存储器交换信息时做缓冲使用。由于 CPU 只能直接处理内存中的

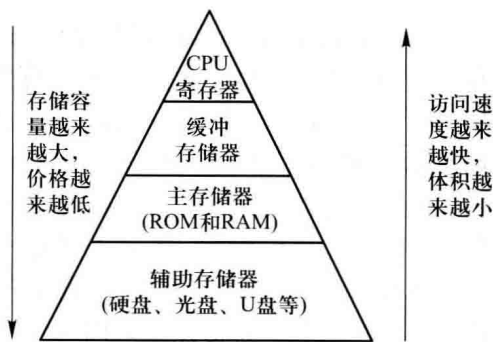


图 1-6 计算机三层结构存储系统

数据,所以内存是计算机系统中不可或缺的部件,内存的性能直接影响计算机系统的运行速度、稳定性和兼容性。

计算机内部存储器有两种类型:一种称为只读存储器(Read Only Memory,ROM),另一种称为随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)。

(1) 只读存储器(ROM),顾名思义,是一种只能从存储器读取信息而不能写入信息的存储器。ROM 中的内容是在系统预先设定好的,机器启动时自动读取 ROM 中的内容。因此,ROM 主要用于存放固化的控制程序,如主板的 BIOS(Basic Input Output System)程序。

(2) 随机存取存储器(RAM)是一种随时可以从内存中读取或者写入信息的存储器,主要用来存放当前要使用的操作系统、应用程序、输入/输出数据及中间计算结果等。RAM 与 ROM 有显著的区别:RAM 只能临时存储信息,一旦断电,信息立即消失;ROM 在断电情况下也可以存储信息。

在计算机中存储数据使用的存储单位有位、字节和字。

① 位(bit)是计算机中存储数据的最小单位,用来存储一个 0 或 1 的二进制位。

② 字节(Byte,简记为 B)是内存的最小编址单位,一般由连续的 8 位构成。计算机中数据的处理和传输都是按字节的整数倍进行的。

③ 字(Word)一个字由若干个字节组成,是指计算机作为一个整体一次存取数据的量。例如,8 位机的存储字是 8 位字长,即一个字节。

为了方便地表示计算机的存储容量,通常用 KB、MB、GB、TB、PB、EB 等计量单位,其换算关系如下:

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ KB}=1\,024 \text{ B}=2^{10}\text{B} & 1 \text{ MB}=1\,024 \text{ KB}=2^{20}\text{B} & 1 \text{ GB}=1\,024 \text{ MB}=2^{30}\text{B} \\ 1 \text{ TB}=1\,024 \text{ GB}=2^{40}\text{B} & 1 \text{ PB}=1\,024 \text{ TB}=2^{50}\text{B} & 1 \text{ EB}=1\,024 \text{ PB}=2^{60}\text{B} \end{array}$$

在计算机系统中,无论是数据还是程序,都以存储字的形式保存在存储器中。一般情况下,存储器由若干个存储单元构成,每个存储单元由若干个存储位构成。如图 1-7 所示,表示将字符串“AB”存放在内存连续的一块存储空间中。注意,该存储单元以一个字节,即 8 位,作为基本存储单元,41H 为字母“A”的十六进制表示,用 8 位的二进制表示(在第 2 章会讲到进制问题)。

将以上介绍的存储单元经过封装并进行相应的处理就产生了日常使用的内存条。如图 1-8 所示为台式计算机和笔记本的内存条。

内存是计算机必不可少的组成部分,除少量操作系统中必不可少的程序常驻内存外,日常使用其他程序和数据都必须调入内存才能真正发挥作用。因此,内存条的性能直接影响计算机的

内存地址 存储单元

⋮	⋮
0000H	41H
0001H	42H
⋮	⋮

图 1-7 数据在内存中存储形式



图 1-8 台式计算机和笔记本用内存条