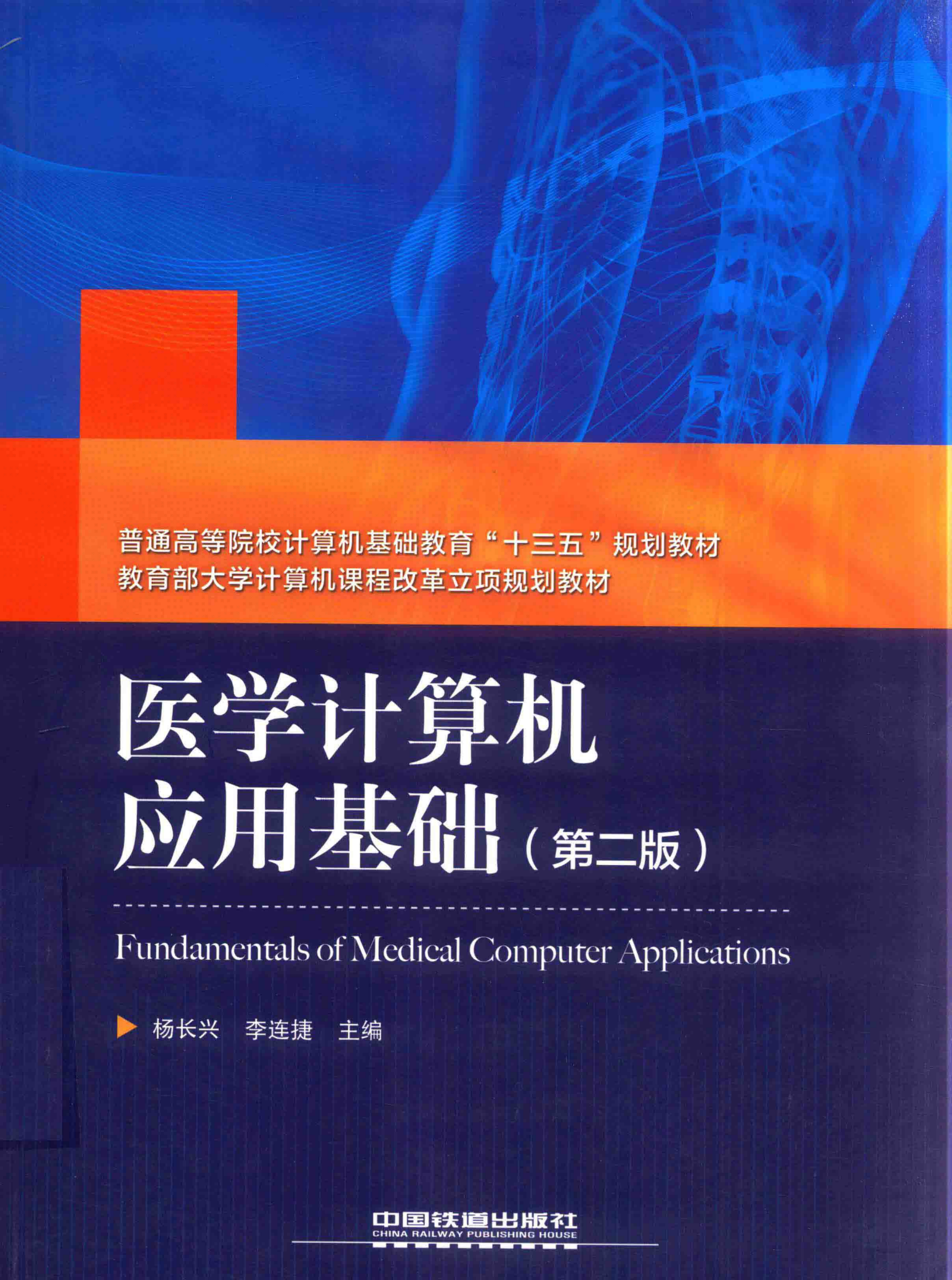




普通高等院校计算机基础教育“十三五”规划教材
教育部大学计算机课程改革立项规划教材

医学计算机 应用基础（第二版）

Fundamentals of Medical Computer Applications

► 杨长兴 李连捷 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等院校计算机基础教育“十三五”规划教材
教育部大学计算机课程改革立项规划教材

医学计算机应用基础

(第二版)

杨长兴 李连捷 主编

章新友 喻 焰 茹小光 孙纳新 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书以“大学计算机基础课程教学基本要求（医药类）”为蓝本，并结合编者多年的实际教学经验编写而成。本书以介绍基本知识为基础，以数据处理及医学应用为主线，以能力培养（计算思维思想和结合专业的计算机应用与创新能力）为目标，在第一版的基础上修改、更新了部分内容。

全书共分10章，第1章介绍计算机与信息技术的基础知识；第2章介绍Windows操作系统；第3章介绍中文Office软件应用；第4章介绍医学多媒体技术；第5章介绍网络应用技术；第6章介绍医学动画设计技术；第7章介绍Photoshop图像处理技术；第8章介绍网页制作；第9章介绍医学信息系统；第10章介绍程序设计。从全书组织结构来看，第1章～第5章为计算机文化基础，以计算机基础应用、数据处理为主要内容；第6章～第8章主要介绍常用的、与医学应用密切相关的应用软件；第9章介绍一个医学应用实例模型——医院信息系统；第10章介绍程序设计的基本思想。

为了帮助读者更好地学习本书内容，编者还编写了配套教材《医学计算机应用基础实践教程》（第二版），提供本课程的实践内容、上机指导、习题和参考答案以及典型案例。

本书表达严谨、流畅，内容通俗易懂，重点突出，医学实例丰富。适合作为高等医药院校各专业大学计算机基础的教材，也可作为广大计算机爱好者的自学和参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

医学计算机应用基础 / 杨长兴，李连捷主编. —2版. —北京：中国铁道出版社，2017.8

普通高等院校计算机基础教育“十三五”规划教材 教育部大学计算机课程改革立项规划教材

ISBN 978-7-113-23168-2

I. ①医… II. ①杨… ②李… III. ①计算机应用－医学－医学院校－教材 IV. ①R319

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第183101号

书 名：医学计算机应用基础（第二版）

作 者：杨长兴 李连捷 主编

策 划：周海燕

读者热线：(010) 63550836

责任编辑：周海燕 冯彩茹

封面设计：乔 楚

责任校对：张玉华

责任印制：郭向伟

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市西城区右安门西街8号）

网 址：<http://www.tdpress.com/51eds/>

印 刷：三河市宏盛印务有限公司

版 次：2014年8月第1版 2017年8月第2版 2017年8月第1次印刷

开 本：880 mm×1 230 mm 1/16 印张：19 字数：557 千

印 数：1～4 000 册

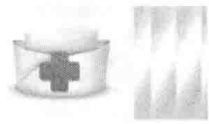
书 号：ISBN 978-7-113-23168-2

定 价：49.00 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，请与本社教材图书营销部联系调换。电话：(010) 63550836

打击盗版举报电话：(010) 51873659



普通高等院校计算机基础教育“十三五”规划教材
教育部大学计算机课程改革立项规划教材

编写委员会

主任：杨长兴

副主任：郭永青 黎小沛

委员：（以姓氏音序排列）

白宝钢	温州医科大学	陈志国	牡丹江医学院
程 月	南京医科大学	董鸿晔	沈阳药科大学
郭永青	北京大学	韩绛青	复旦大学
华 东	南京医科大学	奎晓燕	中南大学
黎小沛	天津医科大学	李利明	中南大学
李连捷	河北医科大学	李小兰	中南大学
刘 燕	中山大学	刘尚辉	中国医科大学
罗 芳	中南大学	茹小光	长治医学院
孙纳新	天津武警后勤学院	田翔华	新疆医科大学
吴立春	宁夏医科大学	夏 翊	首都医科大学
肖 峰	大连医科大学	杨国平	浙江中医药大学
杨长兴	中南大学	于 净	沈阳药科大学
余从津	天津医科大学	喻 焰	湖北医药学院
占 艳	湖南中医药大学	张筠莉	辽宁医学院
张兆臣	泰山医学院	章新友	江西中医药大学





序（第二版）

目前，以计算思维为切入点的计算机基础系列课程教学改革研究在我国不断深入，研究成果频出，如何通过课程教学诱导出学生计算机技术应用能力和创新能力是计算机类教育工作者需要长期研究的课题。这也是实现教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会（简称教指委）提出的“普及计算机文化，培养专业应用能力，训练计算思维能力”教学总体目标的要求。

2012年，教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会批准立项了多个计算机课程教学改革项目，其中，面向医药类院校的“医药类大学生计算机应用能力培养优化研究及医药类大学计算机基础系列课程建设与改革”课题通过多年研究与实践，在教指委的指导以及中国铁道出版社的资助下，出版了第一版医药类大学计算机基础课程系列教材。第一版教材通过多年使用，取得良好的教学效果，积累了许多教学经验。2017年，在第一版的基础上，修订和更新了教材内容，做到了与时俱进。第二版教材的编者也是课题研究的参与者，均来自全国近30所综合性大学，或医药类高等学校的具有丰富教学和教改经验的一线教师，其中主编和副主编多数是曾经多次出版著作的教育专家和资深教授。

第二版教材包括《医学计算机应用基础》《Visual Basic 程序设计》《数据库技术及应用》《医学信息分析与决策》和《药学计算导论》及其相应的实践教程，涵盖了全国高等医药院校本科、专科各专业的计算机基础系列课程的教学内容，以培养能够掌握医学计算机应用技能、结合专业具有创新能力的、满足社会需求的医学人才。

在组织编写第二版教材的过程中，我们始终贯彻“主张多元思维，融入计算思维思想，培养应用能力和创新能力”的理念。在内容上强调：不动声色地引入计算思维思想，突出思想方法的教学，选择面向医学的经典案例，注重诱导学生综合应用能力和创新能力。在风格上力求逻辑结构清晰、文字精练、图表丰富、版式明快；强调用教师自己的语言表达教材中的主要内容，教给学生的是教师对内容的理解和教师的心得。

第二版教材充分体现了科学性强、系统完整、思路方法明确、文字简练、图文并茂、易教易学、实用等特点。力求达到教材编写“三基”（基础理论、基本知识、基本技能）和“五性”（思想性、科学性、先进性、启发性、适用性）的要求。

第二版教材不仅适合作为医药类高等学校，包括8年制、7年制和5年制在内的各类本科专业的教学用书，也是其他类高等学校全日制本、专科学生或成人教育各类专业本、专科学生值得使用的教学用书或教学参考书，也可作为计算机等级考试培训教材和参考书。

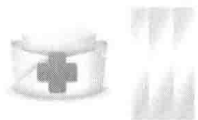
第二版教材的出版得到了清华大学谭浩强教授和吴文虎教授、首都医科大学马斌荣教授和童隆正教授的指导和帮助，许多医药类高等学校的教师对第二版教材的编写提出了宝贵的意见和建议；中国铁道出版社对第二版教材策划、论证、组织和发行等做了大量认真而卓有成效的工作。编者在此对为第二版教材顺利出版做出贡献的所有人表示衷心的感谢！

普通高等院校计算机基础教育“十三五”规划教材

教育部大学计算机课程改革立项规划教材

编写委员会

2017年5月于长沙



目前，在教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会的指导下，如何推进以计算思维为切入点的计算机基础课程教学改革工作在不断深入。“大学计算机”课程随着计算机技术的普及与提高，其教学内容也处在不断改革与发展中。过去很长一段时间，许多高等医药学校选用大学计算机基础课程内容时没有可参照的基本规范，各校教授的内容也不尽相同。编者认为：大学计算机基础课程应教授学生应用计算机的思想方法，而不是单纯地使用计算机，所以开设大学计算机基础课程是必要的，而且关键在于如何选用内容和教学方法。

教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会制定的“大学计算机基础课程教学基本要求（医药类）”为“2+X”的模式。“2”为两门必修课：大学计算机基础（医药类专业）和程序设计；“X”为4门选修课：数据库技术及其在医学中应用、多媒体技术及其在医学中应用、医学图像成像及处理、医学信息分析与决策。

本书以“大学计算机基础课程教学基本要求（医药类）”为蓝本，并结合编者多年的实际教学经验、在第一版的基础上编写而成。本书以介绍基本知识为基础，以数据处理及医学应用为主线，以能力培养（计算思维思想和结合专业的计算机应用与创新能力）为目标组织全书内容。

第二版教材在第一版教材的基础上做了如下更新和修改：①增加了新的计算机硬件设备、器件；②加强了计算机新技术、新进展介绍；③针对计算机水平考试，加强了 Office 系列软件综合应用内容，以提高学生的综合应用能力；④针对医学专业，加强了与医学相关知识联系的应用实例；⑤在医学信息系统章节，增加了与医疗大数据相关的应用内容与实例；⑥加强了计算思维思想与计算机基础课程联系的内容，为后续课程（如程序设计）奠定了理论基础；⑦将全书中部分内容（设计为读者自学的内容）以电子文档（扫二维码可获得）的形式表达，增强了教材的可读性。

本书的编者长期从事医学计算机基础课程的教学工作，并利用多种软件开发了许多软件项目，具有丰富的教学经验和较强的科学研究能力。编者本着加强基础、注重实践能力培养、突出医学应用、勇于创新的原则，力求使本书有较强的可读性、适用性和先进性。我们的教学理念是：教学是教思想、教方法，真正做到“予人鱼不如予人以渔”。为了提高读者对计算机医学应用的理解，本书在组织时引入了大量的医学应用实例。为了便于读者自学，在本书的内容组织、编排上注重由浅入深、循序渐进。因此，本书适合作为高等医药院校各专业大学计算机基础课程的教材，也可作为广大计算机爱好者的自学和参考用书。

使用本书作为大学计算机基础课程教材，建议学时为 64 ~ 80 学时（其中包括 24 学时左右的实验学时），可根据实际教学学时数调整或取舍内容。

为了帮助读者更好地学习本书内容，编者还编写了配套教材《医学计算机应用基础实践教程》（第二版）。该配套教材提供了本课程的实践内容、上机指导、习题和参考答案以及典型案例。

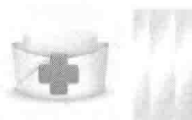
本书由杨长兴、李连捷任主编，负责全书的总体策划、统稿、定稿工作。章新友、喻焰、茹小光、孙纳新任副主编，协助主编完成统稿、定稿工作。各章编写分工如下：第 1 章由杨长兴、韩绛青编写，第 2 章由李连捷、肖峰编写，第 3 章由喻焰、茹小光编写，第 4 章由黎小沛、白宝钢编写，第 5 章由孙纳新、华东、郭永青编写，第 6 章由章新友、刘尚辉编写，第 7 章由奎晓燕、张筠莉编写，第 8 章由田翔华、孙纳新编写，第 9 章由夏翊、刘燕编写，第 10 章由杨长兴、张兆臣、黎小沛编写。

本书的编写得到了清华大学谭浩强教授和吴文虎教授、首都医科大学马斌荣教授和童隆正教授的指导和帮助，编者在此表示衷心地感谢。在本书的编写过程中，编者参考了大量文献资料，在此也向这些文献资料的编者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请读者不吝赐教。

编 者

2017 年 5 月



第1章 计算机与信息技术 01

- 1.1 如何将计算思维思想引入大学计算机课程 01
- 1.2 基础知识与计算机发展 01
- 1.3 计算机内信息的表示与编码 08
- 1.4 计算机硬件组成及其工作原理 14
- 1.5 计算机软件系统 24
- 1.6 信息安全与病毒防范 26

第2章 Windows 操作系统 29

- 2.1 操作系统基础知识 29
- 2.2 Windows 的基本操作 34
- 2.3 Windows 的资源管理 43
- 2.4 设备与任务管理 52
- 2.5 附件及应用程序 61

第3章 中文 Office 软件应用 64

- 3.1 文字处理软件 Word 64
- 3.2 电子表格处理软件 Excel 80
- 3.3 演示文稿制作软件 PowerPoint 96
- 3.4 Office 中的数据信息交换 105

第4章 医学多媒体技术基础 107

- 4.1 多媒体技术概述 107
- 4.2 多媒体信息处理 108
- 4.3 实用多媒体技术 114
- 4.4 数据压缩技术 120
- 4.5 虚拟现实技术 122

第5章 网络应用技术基础 123

- 5.1 网络的基本概念 123
- 5.2 Internet 介绍 128
- 5.3 浏览器的使用 136
- 5.4 电子邮件 139

- 5.5 发展中的网络技术 142

- 5.6 网络安全与管理 145

- 5.7 组建小型局域网实例 145

第6章 医学动画设计技术基础 148

- 6.1 动画工作环境 148
- 6.2 动画基础知识 149
- 6.3 医学基础动画 158
- 6.4 医学交互动画 164
- 6.5 医学媒体动画 171
- 6.6 医学动画的导出与发布 173
- 6.7 医学动画的应用 174

第7章 Photoshop 图像处理技术 176

- 7.1 Photoshop 的工作环境 176
- 7.2 选择 Photoshop 的工作区 185
- 7.3 Photoshop 图像绘制与编辑 192
- 7.4 图层的应用 206
- 7.5 通道和蒙版 212
- 7.6 路径的使用 216
- 7.7 Photoshop 常用滤镜介绍 220
- 7.8 Photoshop 自动操作 220

第8章 网页制作 221

- 8.1 网页设计基础 221
- 8.2 Dreamweaver 创建简单页面 224
- 8.3 高级页面元素的使用 230
- 8.4 动态网页设计 235
- 8.5 网站建设 246

第9章 医学信息系统基础 247

- 9.1 医学信息系统概述 247
- 9.2 医院信息系统 253



9.3 医学影像信息处理系统	260	10.2 算法	275
9.4 公共卫生信息系统	265	10.3 程序设计语言	285
9.5 医学大数据与精准医学	271	10.4 程序设计方法	292
第 10 章 程序设计基础	274	参考文献	296
10.1 程序设计的概念	274		

第1章 计算机与信息技术

计算机 (Computer) 是一种能够对各种信息进行高速、自动存储和处理的电子设备。它是 20 世纪科学技术发展进程中最卓越的成就之一。它的出现为人类社会进入信息时代奠定了坚实的基础, 有力地推动了其他科学技术的发展, 对人类社会的发展产生了极其深刻的影响。

随着计算机技术的迅速发展及其在医学领域中应用的不断深入, 大学计算机基础课程已成为高等医药院校学生和医疗卫生领域在职人员继续教育的一门必修的公共基础课程。

为什么要在高等医药院校开设大学计算机基础课程呢? 也许有人会说: 中学就开设了计算机基础课程, 大学还用开设这样的课程吗? 编者的回答是: 大学开设计算机基础课程一个重要目的是理顺大学计算机基础课程与学生专业课程、专业实践的关系, 训练包括计算思维能力在内的多元思维方法, 培养结合专业的、利用计算机的创新能力。我们使用计算机的目的不仅仅是会用计算机, 而是将计算机技术引入专业活动中, 将计算机技术与专业技术结合起来产生交叉应用成果。如果学生的专业是临床医学, 今后的职业应该是医生, 可以说: 手术刀也许是学生一生赖以生存的工具。而当我们掌握了计算机技术的基本技能, 就应该在自己的职业生涯中, 时常运用计算机技术于专业中, 让计算机技术这个“第二把手术刀”帮助我们结合专业产生新的成果。

本章作为医学类大学计算机基础教程的入门章共安排 6 节。分别是: 如何将计算思维思想引入大学计算机课程; 基础知识与计算机发展; 计算机内信息的表示与编码; 计算机硬件组成及其工作原理; 计算机软件系统; 信息安全与病毒防范。



1.1 如何将计算思维思想引入大学计算机课程

本节内容通过扫描二维码进行学习。



1.2 基础知识与计算机发展

计算机的应用已渗透到社会的各行各业, 正在改变人们传统的学习、工作和生活方式, 推动着社会的飞速发展。本节讨论计算机文化、计算机的特点、计算机的发展历史和计算机内信息的数字化等问题。



1.2.1 计算机文化

目前，计算机应用基础内容已成为人类必需的文化内容，它与传统的语言、基础数学一样重要，一个国家的人民对计算机技术的了解、掌握程度是这个国家全民科学素养指标之一。

1. 计算机文化现象

计算机作为一种人类大脑思维的延伸与模拟的工具，它的逻辑推理能力、智能化可以帮助人类进一步展开思维空间；它的高速运算能力和大容量存储能力弥补了人类这一方面的不足。人们通过某种计算机语言向计算机下达某些指令，可以使计算机完成人类自身可想而不能做到的事情，而计算机的应用又将为人类社会的发展开辟全新的研究领域，创造更多的物质和精神财富。如电子邮件、远程访问等改革了人类交流的方式，拓宽了人类生活、研究的交流空间，丰富了人类的文化生活；计算机三维动画技术的应用可以制造出高度逼真的视觉效果，创造出更多更精彩的影视作品；图文照排系统的应用彻底革新了出版、印刷行业；生物芯片、基因重组技术是借助计算机技术对人类自身奥秘进行探索，以及对动植物进化奥秘的探索、优化，同时也促进了生物技术突飞猛进的向前发展等。

计算机的出现为人类创造文化提供了新的现代化工具，革新了创造文化的方式方法，形成了一种新的人类文化——计算机文化。

2. 计算机应用领域

计算机技术在人类社会生活中如此重要，已经形成了一种计算机文化。因此，人们有必要了解计算机在社会生活中的应用领域。计算机的主要应用领域归纳起来可以分为以下几个主要方面。

① 科学计算。科学计算（Scientific Computing）又称数值计算，主要解决科学研究和工程技术中提出的数值计算问题。这是计算机最初的、也是最重要的应用领域。世界上第一台计算机的研制就是为科学计算而设计的，当时这台计算机解决的科学计算问题都是人工计算望而却步的，有的更是人工计算无法解决的。随着科学技术的发展，各个应用领域的科学计算问题日趋复杂，使得人们不得不更加依赖计算机解决计算问题。例如计算天体运动轨迹、处理石油勘探数据和天气预报数据、求解大型方程组等都需要借助计算机完成。科学计算的特点是计算量大、数据变化范围广。

② 数据处理。数据处理（Data Processing）是指对大量的数据进行加工处理，如收集、存储、传送、分类、检测、排序、统计和输出等，从中筛选出有用信息。与科学计算不同，数据处理的数据虽然量大但计算方法简单。数据处理也是应用广泛的重要领域，用于各种数据处理系统，如电子商务系统、图书情报检索系统、生产管理系统、酒店事务管理系统、医院信息系统等。

③ 过程控制。过程控制（Procedure Control）又称实时控制，是指用计算机实时采集控制对象的数据（有时是非数值量），对采集的数据进行分析处理后，按被控对象的系统要求对控制对象进行控制。

工业生产领域的过程控制是实现工业生产自动化的重要手段。利用计算机代替人对生产过程进行监视和控制，可以提高产品数量和质量，降低劳动者的劳动强度、保障劳动者的人身安全，节约能源、原材料，降低成本，从而提高劳动生产率。目前，我国的许多生产企业（如钢铁厂、化工厂、生物制品厂等）都已广泛应用生产过程的计算机控制系统。

交通运输、航空航天领域应用过程控制系统更为广泛，铁路车辆调度、民航飞机起降、火箭发射及其运行轨迹的实时调整都离不开过程控制。

④ 计算机辅助系统。计算机辅助系统（Computer Aided System）包括计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）和计算机辅助教学（CAI）等。

计算机辅助设计是指利用计算机帮助人们进行设计。由于计算机具有高速的运算能力以及图形处理能



力,使CAD技术得到广泛应用。例如,建筑设计、机械设计、集成电路设计、服装设计等领域都有相应的CAD应用软件。采用计算机辅助设计后,大大降低了相应领域设计人员的劳动强度,提高了设计速度 and 设计质量。

计算机辅助制造是指利用计算机对生产设备进行管理、控制和操作。在产品的生产过程中,用计算机控制生产设备的运行、处理生产过程中所需的数据、控制和处理生产材料的流动以及对产品进行检验等都属于计算机辅助制造技术。采用计算机辅助制造技术可以提高产品质量、降低成本、缩短生产周期、降低劳动强度(如用数控机床加工工件)。

计算机辅助教学是指利用计算机帮助教师教学,指导学生学习。目前,国内外CAI教学软件比比皆是,尤其是计算机多媒体技术和网络技术的飞速发展,网上的CAI教学软件如雨后春笋,竞相争辉。

⑤ 人工智能。人工智能(Artificial Intelligence, AI)是指用计算机模拟人类的演绎推理和决策等智能活动。在计算机中存储一些定理和推理规则,设计程序让计算机自动探索解题方法和推导出结论是人工智能领域的基本方法。人工智能是计算机应用研究的前沿学科。人工智能领域的应用成果十分广泛,例如,模拟医学专家的经验对某一类疾病进行诊断;具有低等智力的机器人;计算机与人类进行对弈;数学中的符号积分和几何定理证明等。

⑥ 信息高速公路。信息高速公路(Information Super-Highway)的概念源于美国,早在1991年,因当时的参议员戈尔提出把美国所有信息库及信息网络连成一个全国性大网,让各种形态的信息在大网中高速交互传输。1993年9月美国正式宣布实施“国家信息基础设施”(NII)计划,即“信息高速公路”计划。这项计划预计20年内耗资4 000亿美元,计划1997—2000年初步建成。这项计划震惊全球,各国纷纷提出自己的发展信息高速公路的计划,积极加入到这场世纪之交的大竞争中去。

我国的国家信息基础设施建设包括人才的培养、信息资源建设、高性能计算机的投入、高速宽带通信基础设施的建设和一系列的标准法规等政策的制定。我国政府当时及时抓住了发展契机,提出了我国发展国家信息基础设施的计划,目前已建设成满足各方面需要的信息高速公路。

3. 计算机医学应用

作为医学工作者,有必要了解计算机在医学领域的应用情况。20世纪50年代末开始,计算机应用逐渐渗透到医药卫生领域,并形成了一门多学科交叉的边缘学科——医药信息学(Medical Information Science),它的研究对象是具有生命活动特征的医学信息。70年代末“国际医药信息学会”宣告成立,80年代初“中国医药信息学会”成立。这两个学会的成立以及开展工作为医药信息学的发展做出了巨大的贡献。

20世纪90年代全球性的信息高速公路建设浪潮给计算机医学应用带来新的机遇和挑战。1995年中国卫生部宣布启动“金卫工程”建设项目,这是一项以医院信息系统为基础,包括建设城镇职工医疗保险信息网络和远程诊疗信息系统的大型信息系统,各省市正在抓紧实施。下面讨论计算机医学应用的主要方面。

① 医院信息系统。医院信息系统(Hospital Information System, HIS)是采集、管理医院各类信息,实现信息共享的计算机网络系统。国外的医院信息系统研究始于20世纪50年代,大多系统建立在大型或小型主机上。目前正由集中式系统向分布式系统过渡;从单纯面向管理到面向医疗过渡;从医院局域网到逐步与院外的广域网相连接。我国的医院信息系统建设始于20世纪80年代,大体上经历了单机单任务、基于文件服务器的医院内部的信息系统、客户端/服务器体系结构的医院信息系统三个阶段。“金卫工程”的启动,促进了各地区的HIS系统建设,国内具有代表性的建设项目有卫生部医院管理研究所主持开发的“中国医院信息系统”和解放军总后勤部卫生部主持开发的军队HIS系统。医学大数据的概念,首先数据量大,常规的方法难于处理这样的数据。数据源自医院信息系统或其他多维数据源,包括临床数据和基因组数据,也包括环境暴露、日常生活习惯、地理位置信息、社交媒体及其他多种多样的数据。我们可以对人体的疾病状态和发



展过程进行更相近的描绘和更为透彻的理解。医学大数据为生物学家、临床医生、流行病学家及医疗卫生政策制定专家提供了有效的工具,使得数据驱动的决策制定成为可能,并最终对患者及整个人群产生有益影响。

② 医学数据处理。人工处理医学数据是相当烦琐的。医学统计软件的诞生把广大医学科技工作者从烦琐的数据计算中解脱出来,同时提高了数据处理结果的准确性、可靠性和科研管理水平。目前常用的统计软件有 SAS、SPSS 等。

医学数据的科学计算已成为医学图像处理、医学计算机仿真(医学生理仿真、医学临床仿真)的重要手段。

“人类基因组计划”是人类探索自身奥秘的计划,所建立的人类基因组图将成为疾病的预测、预防、诊断、治疗的基础。由于基因数据的超级庞大,这一跨世纪的大型工程就只有利用计算技术和网络技术才可能实施;人类基因研究的背景和计算机技术的结合,诞生了目前科学领域最热门学科之一的“生物信息学”。

③ 医药信息检索系统。早期的医药信息检索一般使用主从结构的国际联机检索系统,用户获得的信息有限,要求用户有较强的检索技能,并且检索费用高,令人望而却步。另外一种变通办法是用户单位订购某类光盘(如 Medline),让用户在本地检索信息。

目前,随着 Internet 的飞速发展和信息高速公路计划的提出与实施,用户通过网络可以访问多台信息服务器,检索手段灵活。Internet 的发展是促使国际联机检索系统向客户端/服务器体系结构的网络系统过渡的重要原因。我国已经建成“中国 500 所大型医院信息库”“中国医院信息网”等信息资源库。

④ 智能化医疗仪器的研制。微型计算机、微处理机以及单片机的诞生使计算机应用于智能化医疗仪器的研制成为可能。已有的各类智能化医疗仪器有电子温度计、电子血压计、心电功能监护仪、生化分析仪等,电子计算机断层扫描仪(CT)、核磁共振仪(NMR)、正电子发射成像(PET)、单光子发射成像(SPECT)和 γ 刀等。尤其是 CT、NMR 等大型医疗仪器的研制和应用使医学影像诊断手段前进了一大步,而计算机在三维超声诊断、各种射线治疗设备(γ 刀等)等计算机辅助治疗方面的应用,大大提高了医疗水平。

⑤ 医学专家系统。医学专家系统(Medical Expert System)是以医学专家知识为基础,以解决某一医学领域问题的人工智能系统。这是国内计算机医学应用最活跃的领域之一,尤以中医计算机辅助诊断系统独具特色,受到国内、国际的重视和关注。它的作用是协助医生做出更正确的诊断,制订更合理的医疗方案。

有理由相信生物芯片、纳米技术的引入将进一步促进计算机医学应用的深入和发展。

1.2.2 计算机的特点

计算机之所以应用广泛,是由它的特点决定的。

1. 运算速度快

计算机的运算速度是计算机性能最重要的评价指标。从第一台 5 000 次/秒的计算机发展到目前的高达 9.3 亿亿次/秒的超级计算机(神威太湖之光,2016 年 6 月)。这不仅大大加快了问题求解的速度,而且使某些过去靠人根本无法完成的计算工作有了完成的可能。例如天气预报,为了进行天气预报,数学上用一组微分方程描述天气的变化,求解微分方程组的数值解实质上是把复杂的数学公式转化为数以亿万次的四则运算。这些重复性的、大量的简单运算,理论上人是可以用简单计算工具完成的,但实际上因工作量太大,不仅容易出错,而且在限定时间内是完不成的。中长期天气预报对计算机运算速度要求更高,只有在百亿次以上的巨型机上才能按时完成。

2. 运算精度高

运算精度是指数据在计算机内表示的有效位数。计算机上的单精度实数运算一般只有 7 ~ 8 位有效数字,双精度实数运算可提供 15 ~ 16 位有效数字。必要时可借助软件提高精度。现已有某些高级程序设计语言,



对于整数的运算不再受计算机硬件位数的限制,只受计算机内存容量的限制,也就是说整数的运算可以精确到许多位,如计算 π 的值,可通过移动小数点的位数可精确计算到小数点后一万位,甚至更多位。

3. 存储容量大

目前计算机主存储器(内存)容量大大提高,达到GB的数量级,而且辅助存储器(外存)容量已达TB级。主存储器由半导体材料制成,其工作速度与中央处理器(外频)同步。辅助存储器包括磁带、磁盘、光盘,用来保存大量数据和资料,以实现海量存储。

4. 自动化程度高、可靠性好

计算机的运行是在程序控制下自动进行的,无须人工参与,而且可靠性好。

5. 严密的逻辑判断能力

计算机不仅可以完成数值计算,而且还可实行各种逻辑运算(如判断大小、异同、真假等)。例如,计算机可根据从人造地球卫星发送回来的大量数据和图片信息,判断地面农作物长势、病虫害,判断环境污染、森林火灾、江河水灾、军事设施等。

6. 联网通信,共享资源

若干台计算机联成网络后,为人们提供了一种有效的、崭新的交流手段,便于世界各地的人们充分利用人类共有的知识财富。

1.2.3 计算机的发展历史

人类创造计算工具、发展计算技术的历史悠久。从13世纪诞生在中国的算盘到17世纪诞生于英国的计算尺,再到现代的电子计算机,都证明了:任何一项科学技术的发明都离不开当时的社会发展需要和当时的科学技术发展水平。电子数字计算机的发明和发展则是近半个世纪的事情,它对现代科学技术和社会发展的影响是前所未有的,如何评价都不为过。

1. 计算机的诞生

19世纪50年代,英国数学家乔治·布尔(George Boole, 1815—1864)创立了逻辑代数,奠定了电子计算机的数学理论基础;1936年,英国科学家图灵(Alan Turing, 1912—1954)首次提出了逻辑机的模型——“图灵机”,并建立了算法理论,被誉为计算机之父。

两位科学巨匠的研究为计算机的诞生提供了重要的理论依据;20世纪初科学技术的飞速发展要求一种高速、准确的计算工具解决当时的科学研究与工程技术上的计算问题。所以电子计算机在20世纪诞生是必然的。

1946年2月,世界上第一台电子计算机——ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator, 电子数字积分计算机)诞生于美国宾州大学。这台计算机使用约18 000个电子管,每秒钟能做5 000次加法运算(运算速度),体积为 $30 \times 3 \times 1 \text{ m}^3$,功率150 kW,占地 170 m^2 ,重约30 t。原先需要100多名工程师工作一年的问题,ENIAC只需要2 h。

1946年6月,美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John von Neumann, 1903—1957)在他的“电子计算机装置逻辑结构初探”报告中首次提出了顺序存储程序通用电子计算机的方案,从而奠定了电子计算机结构的基本框架。时至今日,计算机技术日新月异,但其结构还是冯·诺依曼结构。

2. 计算机的分代

自计算机诞生以来,计算机技术发展速度之快、影响之大是其他任何技术所不能相比的;从硬件上来看

已经历了四代发展历程,现正在向新一代迈进。下面简单讨论一下各代计算机的发展概况。

第一代(1946年至20世纪50年代中期):电子管计算机。主要性能指标:器件使用电子管(真空管)、汞延迟线存储器和磁鼓等;1万次/秒;2 KB 存储器;机器语言。典型计算机有:ENIAC、EDVAC、UNIVAC 和 IBM650 等。

第二代(20世纪50年代中期—60年代中后期):晶体管计算机。主要性能指标:器件使用晶体管、磁心存储器等;300万次/秒;32 KB 存储器;软件有汇编语言、ALGOL60、FORTRAN 和 COBOL。典型计算机有:IBM7090、IBM7094 和 CDC6600 等。

第三代(20世纪60年代中后期—80年代初):中小规模集成电路计算机。主要性能指标:硬件有中小规模集成电路、半导体存储器、磁盘、微处理器等;1~10亿次浮点运算/秒;8~256 MB 存储器;软件有操作系统、结构化程序设计语言、并行算法、数据库等。典型计算机有 IBM360、370、PDP-11 等。

第四代(20世纪80年代初至今):大规模、超大规模集成电路计算机。主要性能指标:硬件有大规模、超大规模集成电路、半导体存储器、磁盘、光盘、微处理器、微型计算机、多处理机系统、分布式计算机系统、并行计算机系统和工作站等;10亿次以上浮点运算/秒;256~4 096 MB 存储器;软件有 ADA 语言、Java 语言、专家系统、软件工具和支撑环境等。典型计算机有 IBM308X、CRAY_2、CRAY_3 等。

当然,当前的计算机无论在运行速度还是存储容量都比20世纪80年代的计算机强大,软件系统更丰富。

目前计算机正在向面向人工智能、神经网络计算机和生物芯片方向发展。面向人工智能应用计算机的硬件有超大规模集成电路、GAAS、HEMT、半导体存储器、大规模并行计算机系统;软件有逻辑型语言、函数型语言、面向对象语言 and 智能软件等。典型计算机有 LISP 机,PROLOG 机等。神经网络计算机的硬件有超大规模集成电路、GAAS、HEMT、JJ、光计算机和生物计算机。典型计算机有 MARK V、NX_16、NX_1/16 等。

3. 我国计算机的发展历史

在谈到计算机发展历史时,有必要了解我国计算机的发展历史。中国计算机事业起步于1956年,电子计算机的研制被列入当年制定的《十二年科学技术发展规划》的重点项目。1957年,我国研制成功第一台模拟电子计算机。1958年,我国研制成功第一台电子数字计算机(“103”机)。1964年开始,我国推出一系列晶体管计算机,如“109乙”“109丙”“108乙”“320”等。从1971年开始,我国生产出一系列集成电路计算机,如“150”、DJS-100系列、DJS-200系列等。这些产品成为我国当时应用的主流机种。

20世纪80年代后,我国计算机事业蓬勃发展。1983年,1亿次巨型计算机“银河-I”诞生;1993年,10亿次巨型计算机“银河-II”诞生;1995年,曙光1000大型机通过鉴定,其峰值达每秒25亿次;1997年,130亿次巨型计算机“银河-III”诞生;2000年7月,3840亿次巨型计算机“神威-I”问世;2001年,我国研制的曙光3000超级计算机峰值达每秒4032亿次。2002年8月联想集团研制的深腾1800超级计算机峰值达每秒1.08万亿次的运算速度,位居全球第43位;2003年12月联想集团又推出了深腾6800超级计算机,其运算能力达每秒4.183万亿次;2004年6月,曙光公司研制的曙光4000A超级服务器,每秒峰值运算速度达到11万亿次;2008年6月,曙光公司研制的曙光5000A超级服务器,每秒峰值运算速度达到230万亿次;2009年,国防科技大学研制的天河一号超级计算机,每秒运算速度达到563(峰值1206)万亿次;2010年,曙光公司研制的曙光星云TC3600超级计算机,每秒运算速度达到1271万亿次;2010年,国防科技大学研制的天河一号A超级计算机,每秒运算速度达到2566(峰值4700)万亿次;2013年,天河二号,每秒运算速度达到3.39(峰值5.49)亿亿次。天河一号A和天河二号超级计算机分别于2010年、2013年两次居世界超级计算机排行榜首位。天河二号超级计算机从2013年开始六次蝉联世界超级计算机排行榜首位。

2016年6月,神威太湖之光超级计算机以9.3亿亿次/秒的运算速度夺得第47届全球顶级超级计算机



TOP500 榜榜首。神威太湖之光超级计算机使用国产“申威 26010”高性能处理器。

世界超级计算机排行榜每年公布两次，我国的超级计算机成果充分表达了我国超级计算机制造业已经站到了世界前列，它是我国国家整体综合势力的体现。不过，超级计算机的拥有量也是一个国家整体综合势力的体现。目前，我国超级计算机的安装量、计算能力，在世界上的排名还不在最前列。

在微型计算机产品方面，我国先后推出了联想、长城、方正、同创、浪潮、实达等国产品牌。国产品牌市场占有率越来越高。软件产业更是兴旺发达，先后推出北大方正汉字激光照排系统、反病毒程序、字处理软件等。

1.2.4 计算机的分类

计算机按应用特点划分可分为专用计算机和通用计算机；按机器规模分类，计算机大体上可分为超级计算机、大型通用计算机 / 小型通用计算机和微型计算机。

1. 超级计算机

超级计算机又称超高性能计算机或巨型计算机。在各类计算机中，此类计算机运算速度快，多以机群形式制造，主存容量最大，不仅有标量运算，而且还有向量运算。它用来解决其他类计算机不能或难以解决的大型复杂问题。例如，中长期天气预报、石油勘探与开发的大型数值计算和数据处理等问题，多用于关系国计民生的领域。

2. 大型通用计算机 / 小型通用计算机

处理能力强大的通用计算机（Mainframe Computer），属于比较早期的机种。小型通用计算机（又称超级小型计算机，Mini Computer）除规模小一些外，与大型通用计算机的低档机型接近。性能价格比高，适应于广大中小企业使用。目前，大型通用计算机 / 小型通用计算机的生产在减少，代之以高性能的工作站。

3. 微型计算机

微型计算机又称个人计算机（Personal Computer，PC）。在各种类型计算机中，微机发展最快，性能价格比最高，应用最广泛，最具发展前途，因而获得各行各业的普遍应用。微机是以先进的微处理器作为 CPU，当今奔腾微处理器 i3、i5、i7 的主频已高达 3.8 GHz 以上，运行速度达 20 亿次 / 秒，内存容量主流是 8 GB，硬盘容量高达 500 GB ~ 4 TB。当今微型计算机已发展出单片机、便携式微型计算机（笔记本）、平板电脑、台式微型计算机和 workstation。workstation 是一种小巧紧凑的计算机系统，它配有高速整数和浮点运算处理部件，有很大的虚拟存储空间，强有力的人机交互图形显示接口和网络通信接口以及功能齐全的系统软件、支撑软件和应用软件。高档 workstations 的 CPU 可多达 20 多个。workstation 具有比台式机更强的数据处理、图形图像处理和网络功能，因此广泛应用于科学计算、软件工程、CAD/CAM 和人工智能等领域。

随着微处理器技术和并行处理技术的发展，采用多处理器技术来研制巨型计算机，已成为计算机研制中的一个重要方向。目前计算机的研制正朝巨型计算机和微型计算机两个方向发展。巨型计算机的研制是国力的象征、其他尖端技术的需要；微型机的研制开发是民用市场的要求。

随着网络技术的发展，服务器的作用愈来愈重要。在 Internet 技术中，用作服务器的计算机可以是大型计算机、微型计算机，甚至是巨型计算机，专用服务器与普通计算机的区别是在服务器的设计中，充分发挥了多处理器、高速磁盘接口、磁盘阵列、磁盘镜像等先进技术，以确保服务器稳定性、运算高速和大存储容量等。



1.2.5 21 世纪计算机发展趋势

21 世纪的计算机将会向以下几个方面发展。

(1) 超级计算机的研制仍然是热点。截至 2017 年 4 月, 当今超级计算机最高速度为中国国家并行计算机工程和技术研究中心研发的神威太湖之光超级计算机, 其运算速度为 9.3 亿亿次/秒。它拥有 10 649 600 个计算核心, 包括 40 960 个结点 (CPU 数量), 速度比“天河二号”快 2 倍, 效率更是其 3 倍。“天河二号”的 LINPACK 性能是每秒 33.86 千万亿次浮点运算, 负载状态下的峰值功耗 (运行 HPL 基准测试) 是 15.37 兆瓦, 即每秒 60 亿次浮点运算 (6 Gflops)。神威太湖之光超级计算机使用国产“申威 26010”高性能处理器。

(2) 超级计算机制造业仍然由 IBM 公司占据主导地位。处理器的数量一般在 100 000 颗以上, 多采用 Intel、AMD 的处理器。Linux 成为超级计算机的首选操作系统。在 2016 年 6 月公布的全球 TOP500 超级计算机排行榜上, 中国入围 500 强的超级计算机数量为 167 套, 首次超过美国 (入围 500 强的超级计算机数量为 165 套)。

(3) 由于微处理器的电子制造工艺到一定时期会达到一个物理极限, 人们将寻求新的制造领域, 光电子计算机和生物计算机将是 21 世纪的主力军。光电子计算机的优点是快速 (比电子计算机快 1 000 倍以上)、不发热、电路之间没有干扰。能克服当今硅芯片的最大缺陷。生物计算机的最大特点是运算速度快, 处理信息的时间仅为集成电路的万分之一。它本身具有并行处理能力, 而不必依赖数千台微处理器的联合。

(4) 计算机将进一步微型化, 纳米技术将产生更加微型化的机器人。现在 Mitre 公司已制造出 5 mm 小的机器人, 将使它具有自我复制能力; 与医学结合, 在人类的血液中植入微型机器人以对付癌症、艾滋病、先天性免疫功能丧失综合征等疾病, 帮助人类战胜病魔。

(5) 计算机人工智能化、人性化。在建立人工智能化、自然化、人性化系统方面, 最基本的技术可能就是自然语言处理技术。语音识别技术在近年获得了令人惊讶的进展, 如 IBM 公司的 Via Voice 就可以对连续的语音进行比较可靠的识别。现在这些产品有一个较大的限制在于用户必须读出标点符号, 比如“逗号”或者“句号”, 但这类限制很快就会突破。在今后的系统中, 用户可以像对人说话一样对计算机提问或者提要求, 计算机将给出满意的回答。计算机甚至可以理解人类的情绪。

计算机网络将继续向高速宽带网发展, 真正做到在网上共享硬件资源、信息资源。人类将完全实现无纸办公和移动办公。利用计算机精确地实现 GPS (Global Positioning System, 全球定位系统) 导航等。



1.3 计算机内信息的表示与编码

二进制数是计算机表示信息的基础。本节首先引入二进制数的概念, 然后介绍数值型数据在计算机内的表示方法和字符 (包括英文字符和汉字) 在计算机内的表示方法。

1.3.1 二进制

人类习惯使用十进制表示数。十进制有 10 个不同的数字 (表记符号), 它们是: 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。十进制数进行运算时遵循“逢十进一”的规则。在进位计数制中所用的不同数字的个数称为该进位计数制的基数, 因此十进制的基数是 10。

在人类社会的发展过程中, 人类还创造了各种不同的进位计数制。例如, 一天 24 小时, 即 24 进制, 逢 24 进 1; 一小时 60 分, 即 60 进制, 逢 60 进 1; 一周 7 天, 即 7 进制, 逢 7 进 1。在上述进位计数制中, 有的有自己



的标记符号，有的借用其他进位计数制的标记符号。用什么标记符号并不重要，只要使用方便即可。不同进位计数制之间的区别在于它们的基数和标记符号不同，进位规则不同。

1. 二进制数

二进制数只有 0 和 1 两个记数符，其进位的基数是 2，遵循“逢二进一”的进位规则。在计算机中采用二进制数表示数据。原因在于：

(1) 计算机科学理论已经证明：计算机中使用 e 进制 ($e \approx 2.718$) 最合理，取整数，可以使用三进制或二进制。

(2) 由于二进制容易实现，在计算机内可用电压的高和低来表达 1 和 0 两个数字，如果使用三进制则需要 3 个电压量来表达其 3 个标记符号，显然，其可靠性比使用二进制更容易受电压波动的影响。

(3) 运算简单： $0+0=0$ ， $0+1=1$ ， $1+0=1$ ， $1+1=10$ ；数值量与逻辑量共存，便于用逻辑运算器件实现算术运算。

二进制的基数为 2，标记符号只有两个：0 和 1，运算遵循“逢二进一”的规则。如：

$$\begin{array}{r} 1100110100 \\ +1111100000 \\ \hline 11100010100 \end{array}$$

2. 八进制与十六进制数

人类使用二进制表达一个比较大的数值时，书写较长，看起来不直观，很容易出错。由于八进制和十六进与二进制有运算上的完全对应关系，所以常常采用八进制和十六进制记数法（便于人们阅读）。

八进制的基数为 8，共有 8 个标记符号：0、1、2、3、4、5、6、7，运算遵循“逢八进一”的规则。1 位八进制数正好用 3 位二进制数表达，它们的对应关系是：

八进制	0	1	2	3	4	5	6	7
二进制	000	001	010	011	100	101	110	111

八进制数与二进制数的转换很容易，按照上表，每 1 位八进制数写成对应的 3 位二进制数即完成八进制数到二进制数的转换；从低位到高位每 3 位二进制数写成对应的 1 位八进制数即完成二进制数到八进制数的转换。如 $(157)_8 = (001\ 101\ 111)_2$ 。

十六进制的基数为 16，共有 16 个标记符号：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，运算遵循“逢十六进一”的规则。1 位十六进制数正好用 4 位二进制数表达，它们的对应关系是：

十六进制	0	1	2	3	4	5	6	7
二进制	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
十六进制	8	9	A	B	C	D	E	F
二进制	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

十六进制数与二进制数的转换同样很容易，按照上表，每 1 位十六进制数写成对应的 4 位二进制数即完成十六进制数到二进制数的转换；从低位到高位每 4 位二进制数写成对应的 1 位十六进制数即完成二进制数到十六进制数的转换。如 $(FD57)_{16} = (1111\ 1101\ 0101\ 0111)_2$ 。

3. 二进制数与十进制数的转换

十进制毕竟是人们最熟悉的数制。在计算机的输入 / 输出中通常采用十进制，即人们使用十进制数输入数据、计算机使用十进制数输出数据，机内数据存储使用二进制。数据的输入 / 输出过程中的十进制数到二进