

高等院校
信息技术应用型
规划教材

计算机科学技术概论

闫鸿滨 王琼瑶 阳俐君 王海峰 主编



清华大学出版社

信息

规划教材

计算机科学技术概论

闫鸿滨 王琼瑶 阳俐君 王海峰 主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

作为一名计算机科学与技术专业的学生,当他踏进大学校门时就有着对这门学科所学内容的无限向往。计算机科学与技术学科到底是什么内容?在未来的学习生涯中有哪些专业知识要学?计算机科学与技术专业的学生将来应该成为怎样的人?他们将来可以从事哪些工作?这些问题在本书中都有比较详细的阐述。

本书在研究 CC2004 课程体系的基础上,介绍了《中国计算机科学与技术学科教程 2002》中有关计算机系统、程序设计语言、软件工程等专业的相关知识点及与信息技术有关的社会人文等知识,力求使学生对所学专业有比较深入的了解,树立专业学习的责任感和自豪感。

本书可作为应用型本科及高职高专学生“计算机科学技术概论”课程的教材,也可作为相关专业的读者了解和学习计算机科学技术的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学技术概论/闫鸿滨等主编.--北京:清华大学出版社,2013

高等院校信息技术应用型规划教材

ISBN 978-7-302-32901-5

I. ①计… II. ①闫… III. ①计算机科学—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 136357 号

责任编辑:陈砺川

封面设计:傅瑞学

责任校对:袁 芳

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:20.5

字 数:474 千字

版 次:2013 年 9 月第 1 版

印 次:2013 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00 元

产品编号:054106-01



前言

计算机学科是一个充满挑战和机遇的年轻学科,而“计算机科学技术概论”课程则是这门学科的重要基础。随着计算机在各行各业的普遍应用,很多非计算机专业也把“计算机科学技术概论”课程列为公共基础课之一。

既然是基础课的教材,那么本书所设定的读者可以既不具有计算机应用技术,也不知晓太多的计算机知识。即使是一个对计算机一无所知的人,也能通过学习本书而获取大量的计算机科学的基本知识。如果读者已有一定的计算机应用经验,那就更好,能在本书中发现很多有用的理论知识,可以提高自己的专业水平。

作为 IT 专业基础教材,本书力求做到知识体系完整、内容翔实、讲述深入浅出。

最重要的一点,本书符合《中国计算机科学与技术学科教程 2002》(China Computing Curricula 2002,CCC2002)和教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会在 2006 年 9 月颁布的“计算机科学与技术本科专业规范(计算机科学方向)”中对“计算机导论”课程的知识要求,同时吸收国内同类课程教学改革经验,参考美国计算机协会(Association for Computing Machinery,ACM)推荐的 CS0、CS1、CS2 课程设计,使其从广度上覆盖了计算机学科的主要领域,尽量做到符合 ACM 的 CC2004 课程体系,与国际 IT 教材接轨。

CCC2002 中提出了作为一名计算机科学与技术学科的专业人员所应掌握的最基本的知识领域。作为计算机科学与技术专业学生的第一门与所学专业有关的入门教材,本书介绍了 CCC2002 中有关计算机系统、程序设计语言、软件工程等的入门知识及与信息技术有关的社会人文知识,力求为计算机及其相关专业的应用型本科或高职高专学生勾勒出计算机学科的体系框架,为有志于 IT 行业的学生奠定计算机科学知识的基础,铺设进一步深入学习专业理论和技能的桥梁,使读者对后续课程的学习有一个概括的了解,为今后的学习打下良好的基础。为达到上述目的,本书在内容和形式上都力求实现以下理念。

(1) 以国际国内教学研究成果为指导,涵盖 CCC2002 中对“计算机导论”课程所要求的知识点,参考了 ACM 推荐的 CS0、CS1、CS2 课程设计,并注意反映信息技术发展的最新成就。

(2) 除了知识介绍外,对学科的研究范畴及学习方法也进行了介绍,力求在大学学习的开始阶段就培养学生对计算机科学技术的学习和研究兴趣。

(3) 体现“以学生为本”的教育思想,强调学生自身的活动和体会,培养学生主动获取知识的能力。

(4) 体现对学生有关人文方面的要求,介绍了社会对 IT 技术人员的要求,对学生的择业和就业进行初步指导,明白自己将来可以做什么。

本书共 11 章,各章的主要内容和建议学时如下。

第 1 章:绪论。介绍计算机的发展简史,计算机的分类、应用、特点及发展趋势,计算机学科的课程体系及学科的方法论。建议教学学时为 4~6 学时。

第 2 章:数据信息的表示与编码。介绍计算机的基础知识,包括数制及其相互转换、二进制数的运算、逻辑代数基础、数值型数据在计算机系统内的表示方法、非数值型数据在计算机中的表示方法等,为进一步学习本书的后续各章和后续课程打下基础。建议教学学时为 6~8 学时。

第 3 章:计算机硬件系统。以微型计算机为例介绍计算机硬件系统的组成,通过本章的学习,读者应掌握计算机硬件系统的基本结构和工作原理,能够根据自己的需要选购计算机部件。建议教学学时为 4~6 学时。

第 4 章:计算机软件系统。介绍操作系统及其他系统软件、常用工具软件的功能和使用方法。建议教学学时为 4~6 学时。

第 5 章:计算机程序设计。介绍计算机程序设计,包括程序设计语言、程序设计过程、数据结构的基本知识、算法和算法分析的基本知识等。建议教学学时为 6~8 学时。

第 6 章:数据库系统。介绍数据库系统的基本概念、体系结构,数据库的设计要求和步骤,数据库标准语言 SQL,数据库管理系统的基本知识。建议教学学时为 4~8 学时。

第 7 章:软件工程。介绍软件开发的基本概念、产生背景、研究的内容,软件生存周期、软件开发模型、软件开发过程、软件开发方法及软件项目管理的基本知识。建议教学学时为 4~6 学时。

第 8 章:计算机网络基础知识。介绍计算机通信与网络的基本知识、计算机网络的体系结构、网络互联设备、Internet 的有关技术及应用、计算机网络的接入技术等。建议教学学时为 6~8 学时。

第 9 章:多媒体技术基础。介绍多媒体处理技术、多媒体技术应用、多媒体工具等内容。建议教学学时为 4~6 学时。

第 10 章:计算机信息系统安全。介绍计算机信息安全技术,包括计算机信息系统、计算机网络所面临的各种威胁,计算机病毒基本知识,信息安全常用技术等内容。建议教学学时为 4~6 学时。

第 11 章:计算机行业与职业。介绍计算机行业的专业岗位与择业,计算机专业人员的职业道德,计算机行业的法律、法规等内容。建议教学学时为 2~4 学时。

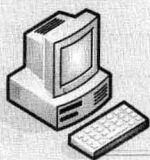
在授课过程中,教师可根据学校和学生的情况及教学要求适当调整学时,授课内容也可以根据学校和专业的实际情况进行剪裁处理。教学学时数建议安排在 48~72 学时。

本书由闫鸿滨负责全书统稿并编写了第 2 章部分内容、第 3 章、第 8 章和第 9 章;王琼瑶编写了第 1 章、第 4 章和第 2 章部分内容;阳俐君编写了第 5 章、第 6 章和第 11 章;王海洋编写了第 7 章和第 10 章。

由于计算机科学技术发展迅速,新技术、新知识不断涌现,加之作者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者不吝赐教。

编 者

2013 年 5 月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 计算学科与计算工具	1
1.1.1 计算工具的发展概况	1
1.1.2 现代计算机的产生及计算学科的定义	3
1.2 计算机的发展简史	4
1.3 计算机的分类与发展趋势	6
1.3.1 计算机的分类	6
1.3.2 计算机的发展趋势	7
1.4 计算机的特点及应用	9
1.4.1 计算机系统	9
1.4.2 计算机的特点	11
1.4.3 计算机的应用领域	11
1.5 计算机学科的课程体系	14
1.5.1 计算机学科课程体系的形成与发展	14
1.5.2 计算机学科的知识体系	15
习题与思考	18
第 2 章 数据信息的表示与编码	19
2.1 数据信息处理的逻辑基础	19
2.1.1 数字信号与数字电路	19
2.1.2 逻辑代数基础	20
2.1.3 逻辑代数基本运算	23
2.1.4 逻辑电路的分析与设计	24
2.2 数据信息处理的运算基础	28
2.2.1 数制及其相互转换	28
2.2.2 二进制数据的运算	33
2.3 数据信息的表示	35
2.3.1 数值型数据在计算机系统内的表示	35
2.3.2 机器数的运算	39

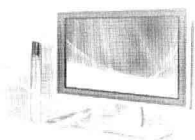
2.3.3 非数值型数据在计算机内的表示	41
习题与思考	46
第3章 计算机硬件系统	48
3.1 计算机的系统结构	48
3.1.1 冯·诺依曼体系结构	48
3.1.2 体系结构的实现——计算机组成	51
3.1.3 计算机的指令系统	53
3.2 CPU	61
3.2.1 CPU 的基本功能及组成	61
3.2.2 CPU 的主要性能指标	65
3.2.3 摩尔定律与处理器的发展	67
3.2.4 CPU 新技术简介	69
3.3 存储器	70
3.3.1 存储器的基本概念	70
3.3.2 主存	73
3.3.3 硬盘	76
3.3.4 光存储设备	80
3.3.5 移动存储设备	81
3.4 输入/输出系统	84
3.4.1 输入/输出系统的特点	84
3.4.2 输入/输出系统的基本工作方式	85
3.4.3 总线与接口	87
3.4.4 输入/输出设备	92
习题与思考	95
第4章 计算机软件系统	97
4.1 计算机软件概述	97
4.1.1 计算机软件的发展与特征	97
4.1.2 计算机软件分类	98
4.2 操作系统	100
4.2.1 基本概念	100
4.2.2 操作系统的引导过程	101
4.2.3 操作系统的分类	101
4.2.4 操作系统的功能	105
4.3 常见的操作系统	114
4.3.1 Windows 系列操作系统	114
4.3.2 UNIX 操作系统	116

4.3.3	Linux 操作系统	117
4.3.4	Mac 操作系统	117
4.3.5	智能手机操作系统	118
4.4	计算机应用软件	118
4.4.1	办公自动化软件	119
4.4.2	图形图像处理软件	119
4.4.3	视频处理软件	119
	习题与思考	119
第 5 章	计算机程序设计	121
5.1	程序设计的基本概念	121
5.1.1	程序设计语言的发展	121
5.1.2	程序设计语言的语法元素及功能划分	123
5.2	程序的生成和运行	129
5.2.1	程序设计的基本过程	129
5.2.2	编译和解释	130
5.2.3	程序开发环境	132
5.3	数据结构	133
5.3.1	基本概念	133
5.3.2	线性结构	135
5.3.3	非线性结构	136
5.4	算法	138
5.4.1	算法概述	138
5.4.2	算法分析	139
5.4.3	算法的描述	140
5.4.4	基本算法	143
	习题与思考	144
第 6 章	数据库系统	146
6.1	数据库系统概述	146
6.1.1	基本概念	146
6.1.2	数据管理技术的发展	147
6.1.3	数据模型	149
6.1.4	基本的数据库模型	151
6.1.5	数据库模式	153
6.2	数据库的设计	156
6.2.1	数据库设计的要求及阶段	156
6.2.2	数据库设计的步骤	157

6.2.3 结构化查询语言	160
6.3 DBMS	163
6.3.1 DBMS 的功能和特征	163
6.3.2 数据库管理系统的分类	164
习题与思考	165
第 7 章 软件工程	166
7.1 软件开发	166
7.1.1 软件工程产生的背景	166
7.1.2 软件工程的要素和目标	167
7.1.3 软件生存周期	168
7.1.4 软件开发模型	170
7.2 软件开发过程	174
7.2.1 需求分析	174
7.2.2 系统设计	176
7.2.3 软件测试	178
7.3 软件工程方法	180
7.3.1 结构化方法	180
7.3.2 面向对象的方法	184
7.4 软件项目管理	186
7.4.1 软件工程的原则	186
7.4.2 软件项目的计划	187
7.4.3 软件项目的控制	188
7.4.4 软件项目管理的组织模式	189
7.4.5 软件过程能力评估	189
习题与思考	190
第 8 章 计算机网络基础知识	191
8.1 计算机网络概述	191
8.1.1 计算机网络的发展	191
8.1.2 计算机网络的基本概念	194
8.2 计算机网络体系结构	203
8.2.1 计算机网络的层次结构	203
8.2.2 ISO/OSI 参考模型	205
8.2.3 TCP/IP 参考模型	208
8.2.4 TCP/IP 协议族	211
8.3 计算机网络互联	216
8.3.1 网络传输介质互联设备	216

8.3.2	网络物理层设备	217
8.3.3	数据链路层设备	218
8.3.4	互联层和应用层设备	219
8.4	Internet 及其应用	221
8.4.1	域名	222
8.4.2	IP 地址	222
8.4.3	Internet 服务	228
8.4.4	WWW 和浏览器	232
	习题与思考	236
第 9 章	多媒体技术基础	238
9.1	多媒体技术概述	238
9.1.1	多媒体的基本概念	238
9.1.2	多媒体系统	242
9.2	多媒体处理技术	248
9.2.1	音频信息处理技术	248
9.2.2	图形、图像信息的处理	253
9.2.3	图像的彩色空间表示及其转换	258
9.2.4	动画和视频信息处理	260
9.2.5	多媒体数据压缩技术	264
9.3	多媒体技术的应用	265
9.3.1	多媒体电子出版物	265
9.3.2	多媒体会议系统	267
9.3.3	流媒体技术	269
9.3.4	虚拟现实技术	271
9.4	多媒体工具	273
9.4.1	多媒体工具概述	273
9.4.2	多媒体处理工具	274
9.4.3	多媒体著作工具	276
	习题与思考	277
第 10 章	计算机信息系统安全	279
10.1	计算机信息系统安全概述	279
10.1.1	不安全因素和安全威胁	279
10.1.2	信息安全的目标	282
10.1.3	计算机系统安全评价标准	284
10.1.4	计算机系统安全保护技术	286
10.2	网络安全模型与安全策略	289

10.2.1	网络安全模型	289
10.2.2	网络安全策略	290
10.2.3	网络安全技术	292
10.3	信息安全常用技术	293
10.3.1	数据加密技术	293
10.3.2	审计技术	296
10.3.3	入侵检测技术	297
10.3.4	防火墙技术	299
10.3.5	虚拟专用网技术	301
10.4	计算机病毒	302
10.4.1	计算机病毒的基本概念	302
10.4.2	计算机病毒的基本结构及表现	306
10.4.3	反病毒技术	308
	习题与思考	310
第 11 章	计算机行业与职业	311
11.1	专业岗位与择业	311
11.1.1	信息时代对计算机人才的需求	311
11.1.2	有关职位	312
11.2	专业人员的职业道德	313
11.2.1	道德选择	313
11.2.2	职业责任	313
11.2.3	软件工程师的道德规范	313
11.3	计算机法律、法规	314
11.3.1	计算机软件保护条例	314
11.3.2	计算机软件的专利权	316
11.3.3	计算机软件的反不正当竞争权	316
11.3.4	计算机软件的商标权	317
	习题与思考	317
参考文献		318



第 1 章 绪 论

[本章学习目标]

知识点：计算学科的发展,计算机的分类、特点、用途和发展等基本概念。

重点：计算机发展的历史,计算机的分类方法,计算机的应用领域及计算机学科的课程体系。

难点：计算机学科的课程体系。

技能点：会对计算机进行分类。

1.1 计算学科与计算工具

人们对计算学科根本问题的认识过程与对计算的认识过程是紧密联系在一起的。因此,要分析计算学科的根本问题,首先要分析人们对计算本质的认识过程。

1.1.1 计算工具的发展概况

计算作为人类社会生活、生产中总结发展起来的一门知识,已经经历了漫长的发展阶段。

在远古时代的人类就已经开始使用工具进行计算。《易·系辞》中记载了“结绳而治”的计算方法。大约在 3 000 年以前,中国古人已经知道自然数的四则运算,这些运算结果被保存在古代的文字和典籍中。

中国最早的计算工具是算筹。计数时以纵的“筹”表示单位数、百位数、万位数等;用横的“筹”表示十位数、千位数等。“筹算”在春秋时代已经很普遍。公元 600 年左右,我国出现新的计算工具——算盘。算盘作为主要的计算工具流行了相当长的一段时间。很早以前我国的学者就认为:对于一个数学问题,只有当确定了可用算盘解算它的规则时,这个问题才算可解。这就是古代中国的算法思想。它蕴含着中国古代学者对计算的根本问题即可计算性问题的理解,这种理解对现代计算学科的研究仍具有重要的意义。

在历史上,西方思想家一直把推理作为人类精神活动的中心,企图把一切推理都归结为某种计算。伽利略发现可以忽略感官感觉的物体的性质(如色、声、味等),找到一种描写物质运动的纯形式系统。这样的方法也逐渐被研究人类行为的思想家所采用。而中世

纪欧洲的哲学家则提出了思维机器的设想。

1642年,法国物理学家、数学家布莱斯·帕斯卡耗时3年制造的“帕斯卡加法器”问世。它是利用齿轮传动原理制成的机械式计算机,通过手摇方式操作运算。操作者用铁笔拨动转轮以输入数字,旋紧发条后启动,可以进行6位加法和减法的计算。帕斯卡称“这种算术机器所进行的工作,比动物的行为更接近人类的思维”。这一思想对以后计算机的发展产生了重大的影响。

1671年,德国数学家戈特弗里德·威廉·莱布尼茨在“帕斯卡加法器”的基础上创制了第一台能够进行加、减、乘、除四则运算的机械式计算机,为现代计算机的产生奠定了基础。他还率先系统性地提出了二进制数的运算法则,直到今天,二进制数仍然左右着现代计算机的高速运算。

19世纪上半叶,英国数学家查理斯·巴贝奇提出通用计算机的基本设计思想,认为可以使机器按照一定的程序去做一系列简单的计算,以代替人去完成一些复杂、烦琐的计算工作。他所设计的分析机引入了“程序控制”的概念。尽管由于当时技术上和工艺上的局限性,这种机器未能完成制造,但它的设计思想可以说是现代计算机的雏形。

19世纪中叶,英国数学家乔治·布尔用数学方法研究逻辑推理,将逻辑表述映射到符号,使这些符号和运算类似于代数的符号和运算。他用等式表示判断,把推理看作等式的变换,这种变换的有效性不依赖人们对符号的解释,只依赖于符号的组合规律。这一理论被称为布尔代数。布尔奠定了智慧机器的思维结构与方法,布尔代数被称为现代计算机的逻辑基础。

1931年,奥地利数理逻辑学家科特·哥德尔提出关于形式系统的不完备性定理,指出形式系统不能穷尽全部数学命题,任何形式系统中都存在着该系统所不能判定其真伪的命题。

在哥德尔等人的研究成果的影响下,20世纪30年代后期,英国数学家阿兰·麦席森·图灵从计算一个数的一般过程入手对计算的本质进行了研究,从而实现了对其本质的真正认识。1936年,图灵向伦敦权威的数学杂志投了一篇论文,题为《论数字计算在决断难题中的应用》。在这篇开创性的论文中,图灵给“可计算性”下了一个严格的数学定义,并提出著名的“图灵机”的设想。在该设想中,图灵机可以读入一系列的0和1,这些数字代表了解决某一问题所需要的步骤,按这个步骤走下去,经过有限的步骤,最后得到一个满足预先规定的符号串,这个变换过程可以解决某一特定的问题。“图灵机”不是一种具体的机器,而是一种思想模型,可制造一种十分简单但运算能力极强的计算装置,用来计算所有能想象得到的可计算函数。“图灵机”与“冯·诺依曼机”齐名,被永远载入计算机的发展史。1950年10月,图灵又发表了另一篇题为《机器能思考吗》的论文,成为划时代之作。也正是这篇文章,为图灵赢得了“人工智能之父”的桂冠。由于图灵对计算机科学所作出的杰出贡献,美国计算机学会(Association for Computing Machinery, ACM)于1966年设立了以图灵命名的计算机科学大奖——图灵奖,以纪念这位杰出的科学家。

1938年,美国数学家克劳德·艾尔伍德·申农发表了著名的论文《继电器和开关电路的符号分析》。该文中首次用布尔代数进行开关电路分析,指出符号逻辑的二值和电路的二进制值之间的一致性,第一次提出bit(比特)的概念。这篇论文被称为开关电路理论

的开端。1948年,申农又出版了《通信的数学理论》一书,确定了信息量的定量单位和信息熵的概念,创立了信息论,使信息论成为现代通信的基础理论,并在计算技术和自动控制及通信技术中得到广泛应用。

1.1.2 现代计算机的产生及计算学科的定义

1. 现代计算机的产生

在图灵机模型提出不到10年的时间里,由于应用的需求及电子技术的发展,1946年2月,世界上第一台数字电子计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator)在美国宾夕法尼亚大学研制成功。ENIAC 是第一台使用电子线路来执行算术和逻辑运算及信息存储的真正工作的计算机。它的成功研制显示了电子线路的巨大优越性,但是 ENIAC 的结构在很大程度上是依照机电系统设计的,还存在重大的线路结构等问题,要计算一个新的题目,就得将线路另外重新搭接一次。

1944年夏季的一天,正在火车站候车的美籍匈牙利数学家冯·诺依曼巧遇戈尔斯坦,并同他进行了短暂的交谈。当时,戈尔斯坦是美国弹道实验室的军方负责人,他正参与 ENIAC 计算机的研制工作。在交谈时,戈尔斯坦告诉了诺依曼有关 ENIAC 的研制情况。具有远见的诺依曼为这一研制计划所吸引,他意识到了这项工作的深远意义。

诺依曼由 ENIAC 机研制组的戈尔斯坦中尉介绍参加 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,发表了一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”(Electronic Discrete Variable Automatic Computer, EDVAC)。

EDVAC 方案明确确定了新机器由5个部分组成,包括运算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出设备,并描述了这五部分的职能和相互关系。该方案根据电子元件双稳工作的特点,建议在电子计算机中采用二进制。方案预言,二进制的采用将大大简化机器的逻辑线路。

通过对 ENIAC 的考察,诺依曼敏锐地抓住了它的最大弱点——没有真正的存储器。ENIAC 只有20个暂存器,它的程序是外插型的,指令存储在计算机的其他电路中。这样,解题之前,必须先想好所需的全部指令,通过手工把相应的电路联通,这种准备工作要花几小时甚至几天时间,而计算本身只需几分钟。计算的高速与手工操作的费时存在很大的矛盾。针对这个问题,诺依曼提出了程序内存的思想:把运算程序存在机器的存储器中,程序设计员只需要在存储器中寻找运算指令,机器就会自行计算,这样就不必为每个问题都重新编程,从而大大加快了运算进程。这一思想标志着自动运算的实现,标志着电子计算机的成熟,已成为电子计算机设计的基本原则。

1946年7月,诺依曼等人在 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》。其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,为现代计算机的研制奠定了基础。冯·诺依曼也被人们誉为“计算机之父”。

2. 计算学科的定义

美国的普渡大学于1962年开设了最早的计算机科学学位课程。在计算机产生之初及随后的十几年时间里,计算机主要用于数值计算。大多数科学家认为使用计算机仅为编程问题,不需作任何深刻的科学思考,计算机科学技术从本质上说是一种职业而不单纯是一门学科。

到了20世纪七八十年代,计算机技术得到了迅猛的发展和广泛的应用,并开始渗透到大多数科学领域。这时人们普遍争论的问题是:计算机科学技术是否作为一门学科?它是科学还是工程?它属于理科还是工科?或者只是一门技术、一个计算商品的研制者或销售者?

1985年春,美国计算机协会(ACM)和国际电子电气工程师学会计算机分会(IEEE-CS)组成联合攻关小组,开始了对“计算作为一门学科”的存在性证明。1989年1月,该小组提交了《计算作为一门学科》的报告。第一次给出了计算学科一个透彻的定义,回答了计算学科中长期以来一直争论的一些问题,完成了计算学科的“存在性”证明,还提出了未来计算科学教育必须解决的两个重大问题——整个学科核心课程详细设计及整个学科综述性导引课程的构建。

攻关小组的结论是:计算学科所研究的根本问题是“能行问题”(什么能被自动进行)。计算学科的基本原理已纳入理论、抽象和设计这3个具有科学技术方法意义的过程中。学科的各分支领域正是通过这3个过程来实现它们各自的目标的。而这3个过程要解决的都是计算过程中的“能行性”和“有效性”的问题。这两个问题渗透在包括硬件和软件在内的理论、方法、技术的应用的研究和开发之中,且学科的方法论的主要理论基础——以离散数学为代表的构造性数学与能行性问题形成了天然的一致。ACM和IEEE-CS联合攻关小组将计算机科学、计算机工程、计算机科学与工程、计算机信息学及其他类似名称的研究范畴统称为计算学科。

计算学科研究的是可计算性的有关内容,是对信息描述和变换的算法过程的系统研究,包括对其理论、分析、设计、效率、实现和应用等过程的研究。尽管计算学科已经成为一个极为宽广的学科,但计算学科所有分支领域的根本任务就是进行计算,其实质是符号的变换。

1.2 计算机的发展简史

计算机的发明和应用是20世纪人类最重要的成就,它标志着信息时代的开始。在此后的60多年时间里,计算机技术得以飞速发展,现在计算机及其应用已经渗透到社会的各个领域,有力地推动了社会信息化的发展。目前,一个国家计算机的应用水平直接标志着一个国家的科学现代化水平。

按照采用的电子器件划分,计算机大致已经历了如下四代。

1. 第一代计算机(1946—1957年)

第一代计算机的逻辑器件使用电子管,用穿孔卡片机作为数据和指令的输入设备,用

磁鼓或磁带作为外存储器。第一代计算机需要工作在有空调的房间里,如果希望它处理什么事情,需要把线路重新接一次,把成千上万的线重新焊一下。

1949年发明了可以存储程序的计算机。这些计算机使用机器语言编程,可存储信息和自动处理信息。人类存储和处理信息的方法开始发生革命性的变化。

第一代计算机有如下特征。

- (1) 电子管元件,体积庞大、耗电量高、可靠性差、维护困难。
- (2) 运算速度慢,一般为每秒钟 1 000~10 000 次。
- (3) 使用机器语言,没有系统软件。
- (4) 采用磁鼓、小磁芯作为存储器,存储空间有限。
- (5) 输入/输出设备简单,采用穿孔纸带或卡片。
- (6) 主要用于科学计算。

2. 第二代计算机(1958—1964 年)

第二代计算机使用晶体管代替了电子管,内存储器采用了磁芯体,引入了变址寄存器和浮点运算硬件,利用 I/O 处理机提高了输入/输出能力;在软件方面配置了子程序库和批处理管理程序,并且推出了一些高级程序设计语言及相应的编译程序。

第二代计算机有如下特征。

- (1) 采用晶体管元件作为计算机的器件,体积大大缩小,可靠性增强,寿命延长。
- (2) 运算速度加快,达到每秒几万次到几十万次。
- (3) 提出了操作系统的概念,开始出现了汇编语言,产生了如 FORTRAN 和 COBOL 等高级程序设计语言和批处理系统。
- (4) 普遍采用磁芯作为内存储器,磁盘、磁带作为外存储器,容量大大提高。
- (5) 计算机应用领域扩大,从军事研究、科学计算扩大到数据处理和实时过程控制等领域,并开始进入商业市场。

3. 第三代计算机(1965—1971 年)

第三代计算机用小规模或中规模集成电路来代替晶体管等分立元件;用半导体存储器代替磁芯存储器;使用微程序设计技术简化处理机的结构;在软件方面则广泛地引入多道程序、并行处理、虚拟存储系统和功能完备的操作系统,同时还提供了大量面向用户的应用程序。

第三代计算机有如下特征。

- (1) 采用中小规模集成电路元件,体积进一步缩小,寿命更长。
- (2) 内存储器使用半导体存储器,性能优越,运算速度加快,每秒可达几百万次。
- (3) 外围设备开始出现多样化。
- (4) 高级语言进一步发展。操作系统的出现使计算机功能更强,提出了结构化程序的设计思想。
- (5) 计算机应用范围扩大到企业管理和辅助设计等领域。

4. 第四代计算机(1972 年到现在)

第四代计算机使用了大规模集成电路和超大规模集成电路。微型计算机、笔记本型

和掌上型等超微型计算机的诞生是超大规模集成电路应用的直接结果。完善的系统软件、丰富的系统开发工具和商品化的应用程序的大量涌现,以及通信技术和计算机网络的飞速发展,使计算机进入了一个大发展的阶段。

第四代计算机有如下特征。

(1) 采用大规模和超大规模集成电路逻辑元件,体积与第三代计算机相比进一步缩小,可靠性更高,寿命更长。

(2) 运算速度加快,每秒可达几千万次到几十亿次。

(3) 系统软件和应用软件获得了巨大的发展,软件配置丰富,程序设计部分自动化。

(4) 计算机网络技术、多媒体技术、分布式处理技术有了很大的发展,微型计算机大量进入家庭,产品更新速度加快。

(5) 计算机在办公自动化、数据库管理、图像处理、语言识别和专家系统等各个领域得到应用,电子商务已开始进入家庭,计算机的发展进入一个新的历史时期。

1.3 计算机的分类与发展趋势

1.3.1 计算机的分类

计算机的种类很多,可以按不同的标准进行分类。

(1) 根据计算机的工作原理、运算方式及计算机中信息表示形式和处理方式的不同,计算机可分为数字式电子计算机(digital computer)、模拟式电子计算机(analog computer)和数字模拟混合计算机(hybrid computer)。

① 数字式电子计算机是通过电信号的有无来表示数,并利用算术和逻辑运算法则进行计算的。它具有运算速度快、精度高、灵活性大和便于存储等优点,适用于科学计算、信息处理、实时控制和人工智能等。当今广泛应用的是数字计算机,因此,常把数字式电子计算机(electronic digital computer)简称为电子计算机或计算机。

② 模拟式电子计算机:是通过电压的大小来表示数,即通过电的物理变化过程来进行数值计算的。其优点是速度快,适合于解高阶的微分方程。在模拟计算和控制系统中应用较多,但通用性不强,信息不易存储,且计算机的精度受到了设备的限制。因此,不如数字式电子计算机应用普遍。

③ 数字模拟混合计算机中输入/输出的既可以是数字信号也可以是模拟信号。

(2) 按计算机的用途不同,可分为通用计算机(general purpose computer)和专用计算机(special purpose computer)两大类。通用计算机能解决多种类型问题,是具有较强通用性的计算机。一般的数字式电子计算机多属此类。专用计算机是为解决某些特定问题而专门设计的计算机,如嵌入式系统。

(3) 根据计算机的总体规模(按照计算机的字长、运算速度、存储量大小、功能强弱、配套设备多少、软件系统的丰富程度)不同,可分为巨型机(super computer)、大/中型计算机(mainframe)、小型机(mini computer)、微型机(micro computer)和工作站五大类。

① 巨型机又称为高性能计算机或超级计算机。研究巨型机是现代科学技术,尤其是