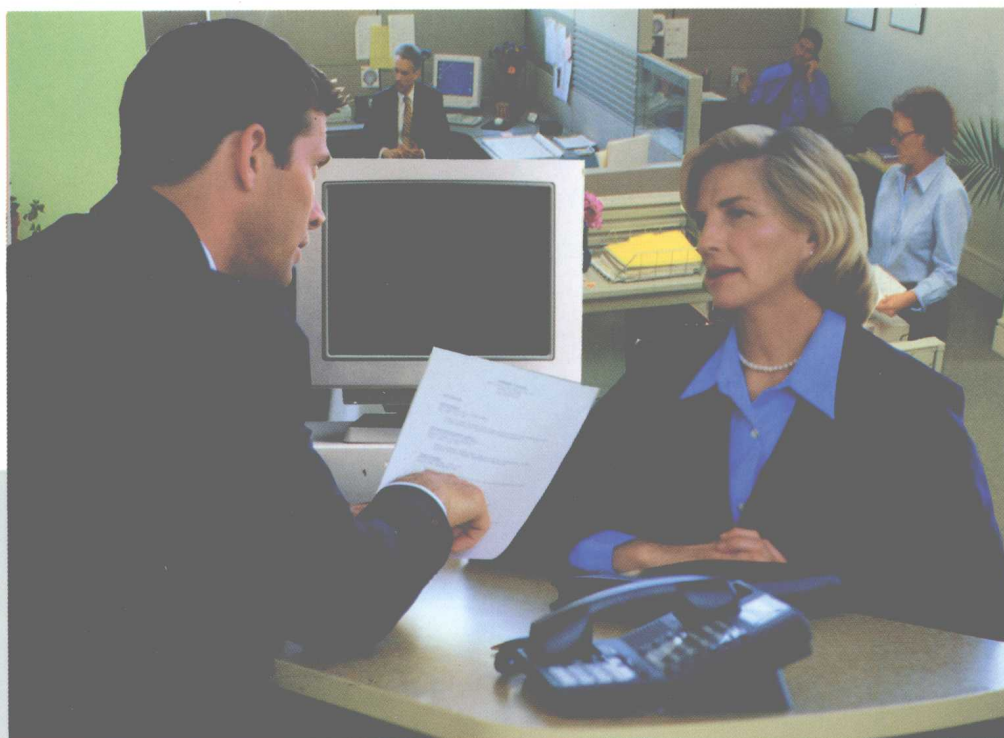


新世纪高等学校计算机系列教材

计算机科学与技术导论

胡金柱 主编



0101010101010101
0101010101010101

高等教育出版社
中山大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机科学与技术导论/胡金柱 主编. —北京:高等教育出版社, —广州:中山大学出版社, 2003.10
(新世纪高等学校计算机系列教材/湖北省计算机学会, 诺亚教科文中心 组编)

ISBN 7-306-02185-0

I. 计… II. 胡… III. 电子计算机-高等学校-教材 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第086368号

内 容 简 介

本书站在计算机科学与技术学科全局的高度上,从教书育人和引导该专业新生入门的角度出发,较全面地简介了计算机科学与技术的学科结构、计算机的基本知识、硬件和软件的核心内容及其发展趋势、学科研究及应用中所使用的数学与系统科学方法、计算机在各行各业中的应用概况,以及计算机科学与技术教育中所涉及的知识体系、教学方法与要求、职业道德等。本书内容丰富、新颖,叙述通俗、易懂,是一本难得的学科入门性的好教材。

本书适合新世纪高等学校计算机类各专业开设“导论”课作为教材使用,亦可供广大计算机类科技人员、教师自学参考。

版权所有 盗印必究

计算机科学与技术导论

© 胡金柱 主编

责任编辑:里 引 唐 源

封面设计:袁 作

责任校对:诺 亚

责任技编:潘 隆

出版发行:高等教育出版社 (地址:北京市东城区沙滩后街55号 邮编:100009)

中山大学出版社 (地址:广州市新港西路135号 邮编:510275)

经 销:广东新华发行集团股份有限公司

武汉市诺亚信息传播有限责任公司 (电话:027—87597347 87596532 邮编:430073)

印 刷:仙桃市新华印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16 印 张:16.75 字 数:430千字

版 次:2003年10月第1版 印 次:2003年10月第1次印刷 印 数:1—8000

定价:23.50元

《新世纪高等学校计算机系列教材》 编审指导委员会

- 主任：**卢正鼎（华中科技大学教授、博士生导师）
- 副主任：**何炎祥（武汉大学教授、博士生导师）
- 编委：**（以姓氏笔画排序）
- 王元珍（华中科技大学教授、博士生导师）
- 叶俊民（华中师范大学副教授、博士）
- 李兵（湖北大学副教授、博士）
- 李鸣山（武汉大学教授）
- 陈珉（武汉大学教授、博士）
- 陈传波（华中科技大学教授、博士生导师）
- 陈建勋（武汉科技大学教授、博士）
- 陆际光（中南民族大学教授）
- 汪厚祥（海军工程大学教授、博士）
- 程元斌（江汉大学副教授）
- 程学先（湖北工学院教授）
- 谭连生（华中师范大学教授、博士）
- 熊家军（空军雷达学院教授、博士）
- 戴光明（中国地质大学教授、博士）
- 执行编委：**唐元瑜（华中科技大学副编审）
- 余健棠（华中科技大学编审）

《新世纪高等学校计算机系列教材》

总 序

21世纪人类已跨入了信息时代,以计算机为核心的信息技术正在迅猛发展,并不断改变着人类社会的工作方式、生产方式、生活方式和学习方式。当今,各行各业的现代化都离不开计算机,各行各业的人们都在学习和使用计算机,而计算机科学技术及其教育本身也在日新月异地发展变化。为了顺应时代的潮流,满足新世纪高等学校计算机教育事业发展、教学改革和人才培养对高质量特色教材的需求,湖北省计算机学会及其教育与培训专业委员会和诺亚教科文中心等共同策划、组织并约请华中科技大学、武汉大学、华中师范大学、中国地质大学、中南民族大学、武汉科技大学、海军工程大学、空军雷达学院、湖北大学、湖北工学院、江汉大学等高校长期奋斗在教学科研第一线,且具有丰富的教学实践经验的部分优秀骨干教师共同编写了这套《新世纪高等学校计算机系列教材》。

这套系列教材共40余种,主要是根据中国计算机学会教育委员会、全国高等学校计算机教育研究会等联合推出的《中国计算机科学与技术学科教程2002》(简称"CCC2002教程")中的课程体系与课程大纲的要求,进行规划和组织编写的,并主要供高等学校计算机科学与技术专业本科教学使用。对于本系列教材中部分供软件学院等使用的教材,大都是一些理论与实践并重,从内容到结构都是全新的特色教材,并且有些教材也可适合其他专业选用。

当今,计算机科学技术突飞猛进地向前发展,计算机新技术和新产品不断涌现,高等教育事业和教学改革不断深化,国内教育逐步与国际教育接轨,社会对计算机专业人才的要求越来越高,等等。面对这些新形势,这套系列教材以培养学生具有较扎实的专业基础理论知识、实践能力、创新能力和较高的综合素质能力为目的,既注重知识的更新与合理的结构,又注意学习和吸取国内外优秀教材的优点与精华,并尽力反映国内外最新的教学科研成果及作者们宝贵的实践经验。

我相信,通过作者们的共同努力,定能将这套系列教材打造成为一套既具有时代特色,又非常适用的、高质量的系列教材,为我国高等教育事业的发展和高素质专业人才的培养作出应有的贡献。

《新世纪高等学校计算机系列教材》

编审指导委员会主任

卢正鼎

2003年7月

前 言

21 世纪是信息时代、计算机时代和网络时代，是科学技术高速发展的时代。高等院校的计算机教育正处于一个发展的关键时期，既面临着极好的机遇，也面临着严重的挑战。

计算机教育不仅要使学生掌握先进的信息技术，而且有利于学生综合素质的培养。计算机教育不仅要启发学生对先进科学技术的追求，激发学生的创新意识，提高学生学习新知识的主动性，培养学生的自学能力，而且要使计算机学得好的学生动手能力强、思维敏捷、兴趣广泛、思路开阔、知识面广。因此，做好计算机科学与技术的入门教育是各个计算机科学与技术专业学生素质教育中极其重要的内容。

计算机学科发展快、知识更新快，新方法、新知识、新器件和新软件不断涌现。这就要求我们的教学不断跟踪其发展，不断更新教学内容；不仅要不断研究教师教什么、如何教的问题，而且还要不断研究学生学什么、如何学的问题。否则就有可能陷入“科学的不学学落后的，先进的不学学过时的，有用的不学学无用的，简单的不学学复杂的”怪圈，贻误一代学生。

教育的主要目的是培养学生具有某一领域的工作能力，而如何提高学生分析问题和解决问题的能力，也是高等院校计算机专业本科教育的主要目标之一。学生只有具备了这种能力，今后才能在本职工作岗位上较好地解决实际工作中所遇到的问题，才能把所学知识服务于国民经济建设。

我国著名科学家钱学森教授指出：“思维科学的目的在于研究人认识客观世界的规律和方法”。在计算机教育中，培养和提高学生分析问题和解决问题的能力，是学生认识客观世界和计算机世界的基础，它应该具体体现在两个方面：一是面向计算机学科思维能力，即具有研究和发现计算机学科领域中的新特征的能力；二是具有开发和使用计算机软件、硬件工具的能力，即能够较好地使用计算机软件工具和硬件工具，有效地为其他领域服务，解决其他领域中的实际问题的能力，或者进一步具有开发新的软件工具或硬件工具的能力。

然而，能力教育的前提是基础教育，没有扎实的基础教育，不可能培养出高能力、高水平的大学生。多年的教育实践证明：具有较高能力的计算机本科生，必然是那些受到过较扎实基础教育和专业训练的大学生。

计算机科学与技术是研究计算机的设计与制造，以及利用计算机进行信息获取、表示、储存、处理和传输的理论、原则、方法和技术的学科。它的最突出特点是计算机科学与技术的高度融会、相互作用。

因此，我们认为：“计算机科学与技术”学科的基础教育应该包括理论基础、抽象基础和设计基础等三大基础教育，它们是不可分割的整体。加强理论基础教育、抽象思维能力和设计能力教育，是当前计算机学科本科教育改革的当务之急。美国的 IEEE-CS (The Computer Society of the Institute for Electrical and Electronic Engineers, 即美国电气和电子工程师协会下属的计算机学会) 和 ACM (The Association for Computing Machinery, 即美国计算机协会) 于 2001 年 12 月联合推出的 CC2001-CS (简称 CC2001 教程) 最终版总结了计算机学科的 3 个形态为抽象、理论和设计。这 3 个形态，对应于计算机学科中问题求解的 3 个

典型过程——抽象、理论和设计。中国计算机学会教育专业委员会、全国高等学校计算机教育研究会等于2002年8月推出的《中国计算机科学与技术学科教程2002》(简称CCC2002教程)也强调以抽象、理论和设计为计算学科的3个形态。

以上两个“教程”都认为,计算机科学与技术学科方法论主要包含3个方面:学科的3个形态(或者说是学科中问题求解中的3个过程)、重复出现的12个基本概念和典型的学科方法。其中,3个形态描述了认识和实践的过程;重复出现的12个基本概念描述了贯穿于认识和实践过程中问题求解的12个基本方面(即:绑定、大问题的复杂性、概念和形式模型、一致性和完备性、效率、演化、抽象层次、按空间排序、按时间排序、重用、安全性、折衷与结论);典型的学科方法(即:数学方法与系统科学方法)描述了贯穿于认识和实践过程中问题求解的方法。

CCC2002教程指出:“学生在学校里,首先是学会做人,其次是学会思维,然后才是掌握必要的知识”已经成为共识。因此,《计算机科学与技术导论》的编写指导思想是,以计算学科方法论所包含的3个方面(即学科的3个形态、重复出现的12个基本概念和典型的学科方法)为基本指导思想,为计算机科学与技术专业的新学生提供一个关于计算机科学与技术的入门介绍,使他们通过本课程的学习能够对该学科有一个整体认识;掌握学习本专业后继专业课程的方法,并重视基础理论课程的学习;了解该专业的大学生应该具有的基本知识和基本技能;了解在该领域从事工作时应该具有的职业道德和应该遵守的法律法规;培养本专业的广大学生学习计算机科学与技术的兴趣,将本专业的新生引入计算机的大门,并树立学好计算机科学与技术专业的信心。以上也是开设“导论”课程的主要目的。

《计算机科学与技术导论》作为计算机科学与技术专业大学生的入门课教材,从教学的角度来看,任课老师不应该对本教材中的内容从头到尾面面俱到地去讲授。建议总课时安排30~36学时,各校可根据新生对象的基础情况有针对性地挑选讲授内容,而其他内容留给学生自学。讲授方式也不要满堂灌,每堂课老师可以只讲30~40分钟,留出部分时间给学生自学,并完成老师布置的课堂作业,当堂消化有关内容。这样就可以不布置课外作业,甚至可以不作期末考试,但至少应该开卷考试,并以完成的作业作为考核成绩的主要依据。

本书由华中师范大学胡金柱教授主编,具体撰写人员有:胡金柱(第1、7章),张求明(第4、5章),李跃新(第2章),雷建云(第3章),汪毅(第6章);胡金柱对全书进行了统稿及部分修改。本书在编写过程中,得到了湖北省计算机学会及其教育与培训专业委员会、华中师范大学、中国地质大学、湖北大学、中南民族大学、华中农业大学以及《新世纪高等学校计算机系列教材》编审指导委员会等有关领导和专家的大力支持与帮助,在此一并致谢。

由于计算机科学与技术发展很快,要写好一本“导论”课教材实在不容易,任何一位作者都会遇到如何准确把握读者对象和内容选取两大难题;加之时间紧迫,编者水平有限,书中会有许多不尽人意之取,敬请广大读者和专家批评指正,以便我们及时修改。

编者

2003年8月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 计算机科学与技术的学科结构	(1)
1.1.1 计算机科学与技术学科的内涵与主要特征	(1)
1.1.2 计算机科学与技术学科方法论	(5)
1.1.3 计算机科学与技术学科中的 3 个学科形态	(6)
1.1.4 计算机科学与技术学科中的 12 个基本概念	(7)
1.1.5 计算机科学与技术学科中典型的学科方法	(9)
1.1.6 计算机科学与技术学科中的 14 个知识领域	(10)
1.2 计算机系统的基本组成与基本工作原理	(14)
1.2.1 冯·诺依曼式计算机系统的基本组成	(14)
1.2.2 冯·诺依曼式计算机系统的基本工作原理	(16)
1.2.3 计算机的数据及其表示	(16)
1.3 计算机及其应用发展概况	(26)
1.3.1 图灵机与冯·诺依曼式计算机的诞生	(26)
1.3.2 计算机发展概况	(27)
1.3.3 计算机应用的发展概况	(30)
第 2 章 计算机硬件的核心内容	(36)
2.1 数字逻辑及逻辑电路	(36)
2.1.1 数字逻辑基础知识	(36)
2.1.2 基本逻辑电路	(38)
2.1.3 基本逻辑器件	(42)
2.2 计算机的硬件系统	(44)
2.2.1 中央处理器 CPU	(45)
2.2.2 存储系统	(47)
2.2.3 输入输出系统	(49)
2.3 微型计算机系统	(51)
2.3.1 微型计算机系统基本组成	(51)
2.3.2 微型计算机系统的硬件结构	(55)
2.3.3 I/O 系统	(56)
2.4 计算机网络与分布式系统	(56)
2.4.1 计算机网络概述	(57)
2.4.2 Internet 简介	(61)
2.4.3 分布式系统	(65)

2.5	计算机硬件的研究与发展趋势简介	(67)
2.5.1	计算机硬件体系结构的发展趋势	(67)
2.4.2	计算机网络的研究与发展趋势	(71)
	思考与练习题二	(73)
第3章	计算机软件的核心内容	(74)
3.1	算法与程序	(74)
3.1.1	算法及其特性	(74)
3.1.2	算法的表示方法	(76)
3.1.3	算法设计与分析	(79)
3.1.4	程序与计算机解题的过程	(80)
3.2	数据结构	(80)
3.2.1	数据、数据元素与数据类型	(80)
3.2.2	数据结构概述	(81)
3.3	计算机语言及其编译系统	(83)
3.3.1	机器语言	(83)
3.3.2	汇编语言	(84)
3.3.3	高级语言	(84)
3.3.4	编译和解释	(86)
3.4	操作系统	(87)
3.4.1	操作系统概述	(87)
3.4.2	主流操作系统简介	(90)
3.5	数据库系统	(91)
3.5.1	数据库系统概述	(91)
3.5.2	几种常用数据库及其开发工具简介	(93)
3.6	人工智能	(95)
3.6.1	人工智能概述	(95)
3.6.2	人工智能的研究和应用领域	(97)
3.7	软件工程	(98)
3.7.1	软件危机与软件工程的观念	(98)
3.7.2	软件开发模型	(99)
3.7.3	软件工程标准化	(101)
3.8	计算机软件的发展趋势简介	(103)
	思考与练习题三	(107)
第4章	计算学科中的数学方法	(109)
4.1	数学方法的作用	(109)
4.2	离散方法	(110)
4.2.1	集合论	(110)
4.2.2	数理逻辑	(117)

4.3	公理化方法	(123)
4.3.1	什么叫公理化方法	(123)
4.3.2	欧氏几何的公理化概括	(123)
4.3.3	公理系统的特点与基本条件	(124)
4.4	形式化方法	(125)
4.4.1	从实质性公理化方法向形式公理化方法过渡	(125)
4.4.2	形式公理化方法——几何基础	(126)
4.4.3	形式公理化方法——布尔代数公理系统	(126)
4.4.4	形式系统及形式语言	(127)
4.5	构造性方法	(128)
4.5.1	归纳推理	(129)
4.5.2	数学归纳法	(132)
4.5.3	递归与迭代	(134)
	思考与练习题四	(137)
第 5 章	计算学科中的系统科学方法	(138)
5.1	系统建模方法	(138)
5.2	结构化技术与方法	(139)
5.2.1	结构化方法的概念	(140)
5.2.2	结构化方法应遵循的基本原则	(140)
5.2.3	结构化分析方法	(141)
5.2.4	结构化设计方法	(144)
5.2.5	结构化程序设计方法	(146)
5.3	面向对象技术与方法	(148)
5.3.1	面向对象的概念	(148)
5.3.2	面向对象的分析 OOA	(152)
5.3.3	面向对象的设计 OOD	(153)
5.3.4	面向对象的标准建模语言 UML	(154)
5.4	构件技术与方法	(156)
5.4.1	构件及其特性	(156)
5.4.2	构件化方法的过程	(156)
5.4.3	构件化方法的发展方向	(158)
	思考与练习题五	(158)
第 6 章	计算机应用情况概述	(159)
6.1	计算机在办公自动化和管理领域中的应用	(159)
6.1.1	办公自动化	(159)
6.1.2	电子政务	(161)
6.1.3	计算机在公安领域中的应用	(162)
6.2	计算机在自动控制领域中的应用	(163)

6.2.1	计算机自动控制系统概述	(164)
6.2.2	计算机自动控制系统的组成及控制过程	(164)
6.2.3	计算机参与控制的方式	(164)
6.3	计算机在制造业中的应用	(166)
6.3.1	计算机辅助设计 CAD	(166)
6.3.2	计算机辅助制造 CAM	(167)
6.3.3	计算机集成制造系统 CIMS	(168)
6.3.4	企业资源计划 ERP	(169)
6.4	计算机在金融业中的应用	(170)
6.4.1	电子货币	(171)
6.4.2	网上银行	(173)
6.4.3	移动银行	(175)
6.4.4	证券信息化	(176)
6.4.5	保险业务信息化	(176)
6.4.6	金税工程	(177)
	2) 金税工程的基本组成	(177)
6.5	计算机在交通运输业中的应用	(178)
6.5.1	地理信息系统	(178)
6.5.2	全球卫星定位系统 GPS	(181)
6.5.3	遥感与 3S 技术	(184)
6.5.4	智能交通系统 ITS 概述	(185)
6.5.5	不停车收费系统 ETCS	(185)
6.5.6	电子眼	(186)
6.5.7	售票系统	(187)
6.6	计算机在医疗卫生业中的应用	(187)
6.6.1	金卫工程概述	(188)
6.6.2	远程医疗	(189)
6.6.3	虚拟医院	(190)
6.6.4	数字化医疗设备、电子器官与电子病历	(191)
6.7	计算机在商业领域中的应用	(191)
6.7.1	商业信息化概述	(191)
6.7.2	电子商务 (E-Commerce) 概述	(192)
6.8	计算机在教育培训领域中的应用	(197)
6.8.1	校园网	(197)
6.8.2	现代远程教育	(198)
6.8.3	计算机辅助教学 CAI	(199)
6.8.4	虚拟现实技术 VR	(200)
6.8.5	数字图书馆	(202)

6.9	计算机在科学计算中的应用	(203)
6.9.1	科学计算概述	(203)
6.9.2	科学计算的发展趋势	(204)
6.10	计算机在艺术、娱乐及生活中的应用	(206)
6.10.1	计算机音乐	(206)
6.10.2	电脑美术设计	(206)
6.10.3	计算机在摄影领域中的应用	(207)
6.10.4	计算机在电影领域中的应用	(207)
6.10.5	视频点播系统	(208)
6.10.6	电脑游戏	(208)
6.10.7	智能化小区	(208)
6.10.8	智能住宅	(209)
6.11	计算机在农业科学中的应用	(209)
6.11.1	农业信息化的基本概念与类型	(210)
6.11.2	数字农业	(210)
6.12	计算机在生命科学中的应用	(212)
6.12.1	生物信息学	(213)
6.12.2	生物计算机	(214)
	思考与练习题六	(215)
第7章	计算机科学与技术教育	(216)
7.1	CC2001 教程和 CCC2002 教程简介	(216)
7.1.1	CC2001 教程简介	(216)
7.1.2	CCC2002 教程简介	(217)
7.2	计算机科学与技术学科的知识体系与课程体系	(217)
7.2.1	知识体系简介	(217)
7.2.2	课程体系简介	(220)
7.2.3	核心课程简介	(220)
7.2.4	教学计划的制订原则与组织	(222)
7.3	如何学好计算机科学与技术	(225)
7.3.1	社会对毕业生的基本要求	(225)
7.3.2	毕业生应具有的各种能力和技能	(227)
7.3.3	加强学生的素质教育与能力的培养	(230)
7.3.4	专业实践	(234)
7.4	计算机科学与技术专业的职业道德	(240)
7.4.1	CCC2002 关于“社会与职业问题”知识领域的说明	(240)
7.4.2	计算机学科的道德选择与评价准则	(240)
7.4.3	计算机职业的道德准则	(242)
7.5	计算机知识产权	(245)

7.5.1 软件产品的特点	(245)
7.5.2 计算机知识产权的保护问题	(246)
7.6 计算机犯罪与防范问题	(248)
7.6.1 计算机犯罪问题	(248)
7.6.2 计算机犯罪的防范问题	(249)
7.6.3 计算机病毒	(250)
思考与练习题七	(252)
参考文献	(254)

第 1 章

绪 论

计算机科学与技术是研究计算机的设计与制造,以及利用计算机进行信息获取、表示、储存、处理、控制和传输的理论、原则、方法和技术的学科。计算机科学与技术学科常简称为“计算机学科”,它的最突出特点是科学与工程技术的高度融会、相互作用。计算机科学与技术学科包含了计算学科的大部分内容,既可以看成是计算学科的一种全面体现,又可以看成是计算学科的最基本的学科。

本章主要介绍了计算机科学与技术的学科结构,包括计算机科学与技术学科的内涵与主要特征、计算机科学与技术学科方法论、计算机科学与技术学科中的 3 个学科形态、12 个核心概念、典型的学科方法和 14 个核心领域,还介绍了冯·诺依曼式计算机系统的基本组成与基本工作原理、图灵机与冯·诺依曼式计算机的诞生、计算机发展概况和计算机应用的发展概况。

1.1 计算机科学与技术的学科结构

1.1.1 计算机科学与技术学科的内涵与主要特征

早在 20 世纪 40 年代世界上第一台数字电子计算机问世以前,人们就在不断地探索计算与计算装置的原理、结构和实现方法。20 世纪 40 年代,由于电子技术与计算理论取得重大进展,数字电子计算机应运而生,计算机科学与技术学科随之而发展起来。

几十年来,计算机科学与技术学科的内容发展极其迅速。计算机器件已从电子管计算机发展到超大规模集成电路计算机系统;系统结构上已从单一装置发展到多处理机系统、网络系统、并行分布式系统和多媒体系统;系统接口上已从低速单一功能发展到高速多样化的人机接口和挂网外围接口;计算机语言上已从机器语言发展到高级语言;软件上已从手工技艺性程序设计发展到结构化程序设计、面向对象程序设计和软件工程;软件实现技术上已从“算法+数据结构”式的简单程序设计发展到软件构件、软件模式、软件框架以至软件体系结构的重用;应用上已从单纯的数值计算发展到数据、媒体和知识的综合处理,从科学计算拓展到现代科学技术的各个领域、现代社会的各个部门和现代生活的各个方面;理论上已从对单纯的计算模型的研究深入和拓展到计算机系统理论、软件理论、计算复杂性理论和计算机应用技术理论的研究。当前,本学科应该面向经济建设和科技发展,大力发展新技术,研究新理论,在计算机系统的网络化、智能化、自然化以及设计的自动化等方面深入研究。

计算机的历史作用可以概括为:开辟了一个新时代——信息时代,孵化了一类新产业——

信息产业,创立了一门新学科——计算机科学与技术学科,形成了一种新文化——计算机文化。计算机的划时代作用是把人类社会从工业时代推向信息时代,从物质产业时代推向信息产业时代,直至走向知识经济时代。计算机科学与技术作为一门学科是在现代计算机出现 20 年后形成的,是一门发展迅速、影响深远的新兴学科,主要特点是科学性与工程性并重,其形成和发展有力地推进了信息产业和知识经济的迅猛发展。

计算机科学与技术是研究计算机的设计与制造,以及利用计算机进行信息获取、表示、储存、处理、控制和传输的理论、原则、方法和技术的学科。它最突出的特点是科学与工程技术的高度融会、相互作用。科学侧重于研究现象、揭示规律;工程技术侧重于研究使用计算机进行信息获取、表示、储存、处理、控制和传输的方法和技术手段。科学是技术的基础,技术是科学的体现;技术依赖于科学的支持,又向科学提出新的研究课题,促进科学的发展。所以说,计算机科学与技术学科是一门科学性与技术性并重的学科,是理论与实践紧密结合的学科。

计算机科学与技术的基本内容可以概括为计算机科学理论、计算机软件、计算机硬件、计算机系统结构、计算机网络和计算机应用技术等领域。根据这些领域的相互关联度,可以分为 3 个二级学科,即:计算机软件与理论,计算机系统结构和计算机应用技术。

1. 计算机软件与理论

计算机软件与理论主要研究软件开发(生产)、维护以及使用过程中所涉及的理论、方法和技术,探讨计算机科学与技术学科发展的理论基础。具体内容可归纳为 13 点,其中有 8 点属计算机软件的主要研究内容,另 5 点属于计算机理论的主要研究内容。

1) 计算机软件的主要研究内容

(1) 程序设计语言的设计:设计新的、适应计算机应用发展需要的程序设计语言,包括定义程序设计语言的语法规则、语法规则和语义规则,即设计相应的编译系统。例如 PASCAL 语言、C 语言、C++ 语言、ADA 语言、Visual C++ 语言等等。

(2) 数据结构与算法:研究数据的逻辑结构和物理结构以及它们之间的关系,并对这些结构定义相应的运算,设计出实现这些运算的算法,而且确保经过这些运算后所得到的新结构仍然是原来的结构类型。常用的数据结构包括:线性表、栈、队列、串、树、图等。相关的常用算法包括:查找、内部排序、外部排序和文件管理等。

(3) 程序设计语言翻译系统:研究程序设计语言翻译系统(如编译程序)的基本理论、原理和实现技术。包括:词法规则和语法规则的形式化定义,程序设计语言翻译系统的体系结构及其各模块(如词法分析、语法分析、中间代码生成、优化和目标代码生成)的实现技术。

(4) 操作系统:研究如何自动地对计算机系统的软硬件资源进行有效的管理,并最大限度地方便用户。研究的内容包括进程管理、处理机管理、存储器管理、设备管理、文件管理,以及现代操作系统中的一些新技术(如多任务、多线程、多处理机环境、网络操作系统、分布式操作系统、图形用户界面等)。

(5) 数据库系统:主要研究数据模型以及数据库系统的实现技术。包括:层次数据模型、网状数据模型、关系数据模型、E-R 数据模型、面向对象数据模型、基于逻辑的数据模型、数据库语言、数据库管理系统、数据库的存储结构、查询处理、查询优化、事务管理、数据库安全性和完整性约束、数据库设计、数据库管理、数据库应用、分布式数据库系统、多媒体数据库以及数据仓库等。

(6) 算法设计与分析:研究计算机领域及其他相关领域中常用算法的设计方法,并分析这

些算法的时间复杂性和空间复杂性,以评价算法的优劣。主要内容包括:算法设计的常用方法、排序算法、集合算法、图和网络的算法、几何问题算法、代数问题算法、串匹配算法、概率算法、模糊算法和并行算法等以及对这些算法的时间复杂性和空间复杂性的分析。

(7) 软件工程学:它是指导计算机软件开发和维护的工程学科,研究如何采用工程的概念、原理、技术和方法来开发和维护软件。包括:软件生存周期方法学、结构化分析与设计方法、快速原型法、面向对象方法、计算机辅助软件工程(CASE)等,并详细论述在软件生存周期中各个阶段(包括:问题定义、可行性研究、需求分析、总体设计、详细设计、编码和单元测试、综合测试和维护)所使用的技术和描述工具。

(8) 可视化技术:可视化技术是研究如何用图形和图像来直观地表征数据,即用计算机来生成、处理、显示能在屏幕上逼真运动的三维形体,并能与人进行交互式对话。它不仅要求计算结果的可视化,而且要求计算过程的可视化。可视化技术的广泛应用使人们可以更加直观、全面地观察和分析数据。

2) 计算机理论的主要研究内容

(1) 离散数学:由于计算机所处理的对象是离散型的,所以离散数学是计算机科学的理论基础,主要研究数理逻辑、集合论、近世代数和图论等。

(2) 算法分析理论:主要研究算法设计与分析中的数学方法与理论,如组合数学、概率论、数理统计等,用于分析算法的时间复杂性和空间复杂性。

(3) 形式语言与自动机理论:研究程序设计语言以及自然语言的形式化定义、分类、结构等有关理论,以及识别各类语言的形式化模型(自动机模型)及其相互关系。

(4) 程序设计语言理论:运用数学和计算机科学的理论研究程序设计语言的基本规律,包括形式语言文法理论、形式语义学(如代数语义、公理语义、操纵语义、指称语义等)和计算语言学等。

(5) 程序设计方法学:研究如何从好结构的程序定义出发,通过对构成程序的基本结构的分析,给出能保证高质量程序的各种程序设计规范化方法,并研究程序正确性证明理论等。

2. 计算机系统结构

计算机系统结构研究软件与硬件的功能匹配,确定软件与硬件间的界面;研究计算机系统的物理或硬件结构、各组成部分的属性以及这些部分的相互联系,包括计算机网络的系统结构。

(1) 元器件与存储介质:研究构成计算机硬件的各类电子的、磁性的、机械的、超导的元器件和存储介质。

(2) 微电子技术:研究构成计算机硬件的各类集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路芯片的结构和制造技术等。

(3) 计算机组成原理:研究通用计算机的硬件组成结构以及运算器、控制器、存储器、输入和输出设备等各部件的构成和工作原理。

(4) 微型计算机技术:研究目前使用最为广泛的微型计算机的组成原理、结构、芯片、接口及其应用技术。

(5) 网络结构:研究局域网、广域网、Internet、Intranet(内联网)等各种类型网络的拓扑结构、构成方法及接入方式。

(6) 数据通信与网络协议:研究实现连接在网络上的计算机之间进行数据通信(如有线、

无线、光纤、宽带、微波、卫星通信等)的介质、原理、技术和通信双方必须共同遵守的各种规约。

(7) 网络服务:研究如何为计算机网络的用户提供方便的远程登录、文件传输、电子邮件、信息浏览、文档查询、网络新闻以及全球范围内的超媒体信息浏览等服务。

(8) 网络安全:研究计算机网络的设备安全、软件安全、信息安全以及病毒防治等技术,以提高计算机网络的可靠性和安全性。

(9) 计算机体系结构:研究计算机软硬件的总体结构、计算机的各种新型体系结构(如并行处理机系统、精简指令系统计算机、共享存储结构计算机、阵列计算机、集群计算机、网络计算机、容错计算机等),以及进一步提高计算机性能的各种新技术。

3. 计算机应用技术

计算机应用技术着重研究计算机用于各个领域所涉及的原理、方法与技术,它是计算机产业和本学科发展的动力和源泉。

(1) 软件开发工具:研究软件开发工具的有关技术(如软件描述技术、程序验证与测试技术、程序调试技术、软件重用技术等),以及研制各种新型的程序设计语言及其编译程序、文字和报表处理工具、数据库开发工具、多媒体开发工具和计算机辅助工程使用的工具软件(如CAD)等。

(2) 完善既有的应用系统:根据新的技术平台和实际需求对既有的应用系统进行升级、改造,使其功能更加强大、更加便于使用。

(3) 开拓新的应用领域:研究如何打破计算机的传统应用领域,扩大计算机在国民经济以及社会生活中的应用范畴。

(4) 人一机工程:研究人与计算机的交互和协同技术,为人使用计算机提供一个更加友好的环境和界面,人与计算机更好地共同完成预定的任务。

上述3个二级学科是紧密相关的,互有渗透和交迭,它们的有机结合与协同发展保证了计算机科学与技术学科的不断高速发展。

目前,计算机科学与技术学科和信息系统、通信工程、电子科学与技术、控制科学与技术以及数学等学科具有十分紧密的联系。但随着科学的发展和技术的进步,随着社会信息化进程的不断加快,计算机科学与技术将成为科学技术领域中日益重要的带头学科之一。计算机科学与技术学科与其他学科之间,计算机科学与技术学科的3个二级学科之间将进一步地互相渗透、互为影响。大力发展跨学科、跨专业的研究必将促进本学科及其相关学科更大、更快地发展。

计算机科学与技术学科中最核心的理论研究方法是数学方法。数学是研究现实世界的空间形式和数量关系的学科,所谓数学方法就是指解决数学问题的策略、途径和步骤。实际上,凡是能够以离散数学为代表的构造数学方法描述的问题,只要该问题所涉及的论域是有穷的,该问题就可以用计算机来求解。求解问题的程序是建立在高度抽象级别上的一种问题的符号表示。程序在计算机上执行过程的严密性和机械性,决定了计算机科学与技术学科的主要基础之一是数学,其重要工具就是数学及其形式化的描述方法和严密的表达与计算方法,而且所有能够用计算机处理的问题都可以用数学方法来求解。这就是计算机科学与技术学科和数学学科的不可分割的紧密关系。

1.1.2 计算机科学与技术学科方法论

学科方法论在任何一门学科中都占有绝对重要的地位。计算机科学与技术学科方法论也不例外。它不仅在计算机科学与技术学科的教育中占有十分重要的地位,而且还遵循一般科学技术方法论的普遍规律。它是对计算领域认识和实践过程中的一般方法及其性质、特点、内在联系和发展变化进行系统研究的学问,是认知计算学科的方法和工具,也是计算学科领域的理论体系。因此,对计算机科学与技术学科方法论的研究不仅具有理论意义,而且具有现实意义;它不仅能促进计算学科的建设与发展,而且有利于计算机科学与技术学科的人才培养。

1. 计算机科学与技术学科方法论的主要内容

美国 ACM 和 IEEE 联合提交的 CC1991 教程和 CC2001 教程,以及中国的 CCC2002 教程都对计算机科学与技术学科方法论作出了相应的研究成果,这些研究成果促进了计算学科认知领域的发展,为计算机科学与技术学科方法论的建立奠定了基础。

目前,这些研究成果一致认为,计算机科学与技术学科方法论主要由 3 个方面组成:学科的 3 个形态、重复出现的 12 个核心概念和典型的学科方法。其中:学科的 3 个形态是指抽象、理论和设计,它们是具有方法论意义的 3 个过程,所以又称为学科中问题求解的 3 个过程。在计算领域中,“认识”指的是抽象过程(感性认识)和理论过程(理性认识),而实践指的是设计过程。这 3 个过程是计算机科学与技术学科方法论最重要的研究内容。重复出现的 12 个核心概念是 CC1991 教程最先提出的,它们是具有普遍性和持久性的重要思想、原则和方法。典型的学科方法是计算机科学与技术学科方法论中的重要研究内容,目前认为主要包括数学方法和系统科学方法。

2. 计算机科学与技术学科方法论的研究意义

计算机科学与技术学科方法论是在计算学科的高速发展中建立的,又在计算学科的高速发展中得到了进一步的发展。所以,对计算机科学与技术学科方法论的研究不仅具有重要的理论意义,而且具有重要的现实意义,它不仅能促进计算学科的建设与发展,而且有利于计算机科学与技术学科的人才培养。

1) 理论意义与现实意义

目前的研究成果认为,计算机科学与技术学科的学科方法论主要包括 3 个学科形态,12 个核心概念和两个典型的学科方法,它们是直接面对和服务于计算学科的认知过程的,是人们认知计算学科的工具。对这三个方面的深入研究,有利于人们对计算学科的认识逻辑化、程序化、理性化和具体化,有利于人们使计算学科的理论更加深入、更加完善。例如,人们从方法论的高度去认识 3 个学科形态,有利于人们深化对计算学科的理论研究。抽象、理论和设计的三个过程体现了人们的认知过程是:从感性认识到理性认识(理论),再回到实践中来的科学思维方式。人们对计算学科 12 个核心概念的认识和掌握,有利于人们在实际的设计工作中自然地去使用它们。反之,能否在实际工作中准确地应用这些核心概念,是一个成熟的计算机工程师和计算机科学家的重要标志之一。

2) 有利于促进计算学科的建设与发展

用抽象的思维方式,从理论和设计(实践)两个方面去深入研究计算机科学与技术学科方法论,有利于科学而系统地建立具有时代发展标志的学科核心概念和核心领域,有利于完善基