



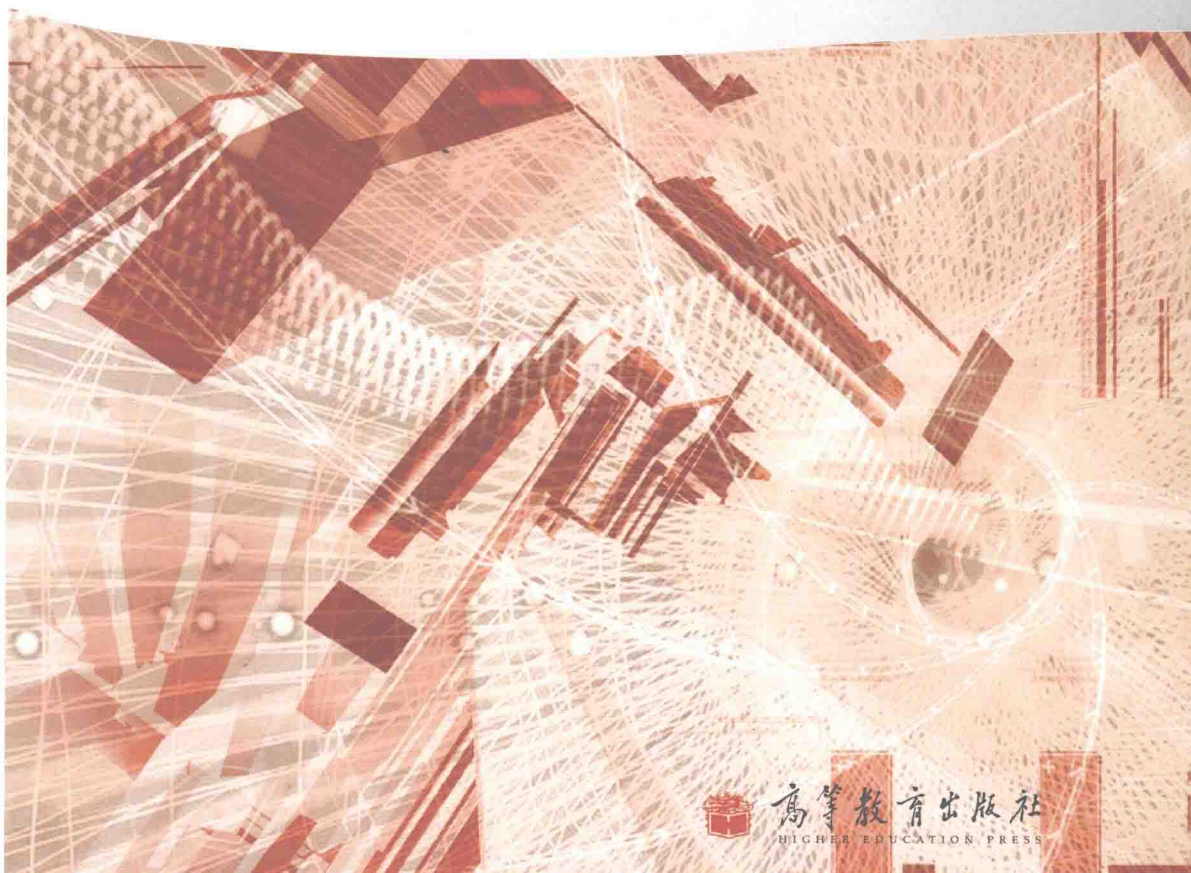
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

国家精品课程主讲教材

计算机科学导论——思想与方法（第2版）

Introduction to Computer Science: Thinking and Methods *Second Edition*

董荣胜



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
国家精品课程主讲教材

计算机科学导论 ——思想与方法

Jisuanji Kexue Daolun——Sixiang yu Fangfa

(第2版)

董荣胜



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书根据教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会、IEEE-CS 和 ACM 对计算机导论课程的要求,在学科思想方法这个较高的层面将学科知识有机地统一起来,避免了学科知识的杂乱堆积,有助于课程的教与学,也有助于学生计算思维能力的提高。

本书主要内容有:计算学科专业名称的演变及培养的侧重点,学科知识体与核心课程,“计算机导论”课程的构建,计算思维与计算机导论,学科的基本问题,学科中的抽象、理论和设计3个学科形态,学科中的核心概念、数学方法、系统科学方法,社会与职业问题,以及学科若干问题的探讨与学科未来教育的展望等。为了使读者更好地理解 and 掌握书中的内容,本书在第1版的基础上,增加了大量的实例和习题。

本书可作为高等学校“计算机导论”或“计算思维导论”等课程的教材或参考书,还可供有关专业的学生、教师和科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学导论:思想与方法/董荣胜编著. --2
版. --北京:高等教育出版社,2013.2
ISBN 978-7-04-036787-4

I. ①计… II. ①董… 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011817号

策划编辑 刘艳
插图绘制 尹莉

责任编辑 张龙
责任校对 杨雪莲

封面设计 杨立新
责任印制 韩刚

版式设计 童丹

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 廊坊市文峰档案印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 19.5
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 2007年9月第1版
2013年2月第2版
印 次 2013年2月第1次印刷
定 价 28.60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 36787-00

前 言

计算机导论课程的构建问题是计算教育面临的一个重大问题，在计算教育史上具有里程碑意义的美国的《计算作为一门学科》(*Computing as a Discipline*)报告认为，该课程要用严密和富有挑战性的方式培养学生面向学科思维的能力，使学生领会学科的力量以及从事本学科工作的价值之所在。

经过十几年的教学实践，美国这一教学理念已被国内相当多的人接受，而从计算思维，或者说从更为具体的学科思想方法这个层面讲授计算机科学，更是得到了越来越多人的支持。

中国科学院院士陈国良教授多次指出，近代科学有一个趋势，就是定量化和精确化。而定量化和精确化正是计算学科的特征。因此可以预测，近代科学的发展和突破，需要通过计算来实现。

计算推动着人类科技的进步，影响着各门学科的发展，并产生了一系列的新兴学科，如计算生物学、计算物理学、计算化学、计算经济学、计算社会学、计算地质学、计算气象学等。通过对生命系统的建模，可以看到，计算生物学正在改变着生物学家的思考方式。计算机科学对于生物学的贡献绝不限于能够在海量时序数据中搜索寻找模式规律，而是最终希望能够通过数据结构和算法——计算的抽象和方法——揭示生命的奥秘。比如可以将 DNA 序列看作是图灵机的纸带，将 DNA 序列上的基因组数据看作是计算机的程序或数据，通过基因组数据的变换来保证细胞生存的需要。当然，也可以将生物病毒看作是一段 DNA 序列，它嵌入正常细胞中的 DNA 序列而导致细胞功能异常，这与一个计算机病毒嵌入正常程序而导致程序功能异常是类似的。这预示着未来，人们不仅可以控制疾病，甚至还可以像编写计算机软件那样去合成 DNA 序列，有目的地创造出生命。类似地，量子计算改变着物理学家的思考方式，纳米计算改变着化学家的思考方式，算法博弈理论改变着经济学家的思考方式。另外，计算机科学也在改变天文学家、流行病学家，甚至数学家的研究方式，“算法”本身的研究不仅为数学的研究提供了新的机遇，而且还会加深人们对问题的理解。

大学，特别是正处于国家现代化转型期的中国大学，应该在一年级就讲授学科中那些富有挑战性的问题，以及解决问题的思维方式。

本书的宗旨在于提高学生的计算思维能力，使他们能像计算机科学家一样思考。作者相信，一旦学生迷上了这种清晰的、基础的、充满魔力的计算思维方式，并用于未来的学习、生活和工作中，会加深他们对人类行为的理解，并在更高的智力层面，大量地发现和探索问题解决与系统设计的有效途径，这才是计算机科学对人类科学、文化与教育的最大贡献。

本书第 2 版沿用了第 1 版的框架。在第 1 章，增加了“计算思维与计算机导论”内容；在

第2章,增加了一个计算复杂性的典型实例——RSA公开密钥密码系统;在第3章,借鉴J. Glenn Brookshear的思想,给出了一个新的Vcomputer机器及其指令系统;在第4章,增加了“搜索与排序”两个常用的算法,并基于Vcomputer机器重新撰写“数据结构”内容,增加大量的习题;在第5章,增加了针对无序数列问题解决的“随机数和蒙特卡洛方法”;第6章、第7章内容基本没有变化;在第8章,以Computer Science Curricula 2013(草案)以及计算思维的培养为基础,从计算技术的变化和文化的改变两方面对计算教育当前面临的一些问题做出回答。同时,对未来计算教育的发展趋势做了一些简要的分析和展望。

根据陈国良院士的意见,作者将以本教材为框架组织的课程(如“计算机导论”或“计算思维导论”)的教学原则与总的目标确定为:以学科基本问题的讲授优先,以案例教学为基础,以习题课加强学科基础概念的理解为基本的教学原则,了解学科的概貌,着力提高学生的计算思维能力。

为便于学科内容的展开,本书以计算机科学的内容为背景,从学科思想方法这个层面,对计算学科进行导引,书中打*号的内容供高年级学生参考。

本书第1版是在北京大学袁崇义教授的建议下撰写的。北京工业大学蒋宗礼教授、江西财经大学万常选教授审阅了本书第1版;本书第2版由北京交通大学王移芝教授审阅,提出了非常宝贵的修改意见,令作者铭记在心。在本书的写作过程中,桂林电子科技大学钟艳如教授、常亮教授、孟喻老师也提出了很多好的意见。另外,作者还得到了陈国良院士,全国高等学校计算机教育研究会原理事长袁开榜教授,中国科学史学会理事、国防科技大学朱亚宗教授,北京航空航天大学杨文龙教授以及其他许多前辈、同仁的支持和帮助,在此一并表示感谢。

限于作者的水平,书中不妥之处在所难免,恳请读者予以指正。

作 者

2012年8月

目 录

第 1 章 绪论	1	2.3.7 旅行商问题与组合爆炸问题	34
1.1 引言	1	2.3.8 找零问题、背包问题与贪婪算法	36
1.2 学科专业名称的演变、学科描述及培养侧重点	2	2.4 GOTO 语句与程序的结构	37
*1.3 学科知识体和核心课程	4	2.5 哲学家共餐问题与计算机的资源管理	38
1.3.1 计算机科学知识体及专业核心课程	4	2.6 两军问题与计算机网络	40
1.3.2 计算机工程知识体及专业核心课程	7	2.6.1 两军问题	40
1.3.3 软件工程知识体及专业核心课程	11	2.6.2 互联网软件的分层结构	41
1.3.4 信息技术知识体及专业核心课程	13	2.7 人工智能中的若干哲学问题	43
1.4 如何构建“计算机导论”课程	15	2.7.1 图灵测试	43
1.5 计算思维与计算机导论	17	2.7.2 西尔勒的“中文屋子”	45
1.6 本章小结	20	2.7.3 计算机中的博弈问题	45
习题一	20	*2.8 计算机科学各主领域及其基本问题	47
第 2 章 学科的基本问题	22	2.9 本章小结	54
2.1 引言	22	习题二	54
2.2 对问题进行抽象的一个典型实例：哥尼斯堡七桥问题	22	第 3 章 3 个学科形态	57
2.3 可计算问题与不可计算问题	24	3.1 引言	57
2.3.1 梵天塔问题	24	3.2 一个关于“学生选课”的例子	57
2.3.2 算法复杂性中的难解性问题、P 类问题和 NP 类问题	26	3.2.1 对“学生选课”例子的感性认识	58
2.3.3 证比求易算法	26	3.2.2 对“学生选课”例子的理性认识	59
2.3.4 $P=? NP$	27	3.2.3 “学生选课”系统的工程设计	60
2.3.5 RSA 公开密钥密码系统	28	3.3 抽象形态	61
2.3.6 一个不可计算问题：停机问题	32	3.4 理论形态	62
		3.5 设计形态	63
		3.6 3 个学科形态的内在联系	64
		3.7 计算机语言的发展及其 3 个学科形态的内在联系	66

3.7.1 自然语言与形式语言	66	4.7.3 字符、字符串和汉字	132
3.7.2 图灵机与冯·诺依曼计算机	68	4.7.4 图像	135
3.7.3 机器指令与汇编语言	75	4.7.5 声音	136
3.7.4 以虚拟机的观点来划分 计算机的层次结构	77	4.8 CC1991 报告提取的核心概念	136
3.7.5 高级语言	80	4.9 本章小结	138
3.7.6 应用语言	81	习题四	139
3.7.7 自然语言	82	第 5 章 学科中的数学方法	148
3.7.8 小结	84	5.1 引言	148
*3.8 计算机科学各领域 3 个学科 形态的主要内容	85	5.2 数学的基本特征	149
3.9 本章小结	89	5.3 数学方法的作用	149
习题三	90	5.4 计算学科中常用的数学概念和 术语	150
第 4 章 学科中的核心概念	96	5.4.1 集合	150
4.1 引言	96	5.4.2 函数和关系	151
4.2 算法	96	5.4.3 代数系统	153
4.2.1 算法的历史简介	97	5.4.4 字母表、字符串和语言	158
4.2.2 算法的定义和特征	98	5.4.5 定义、定理和证明	159
4.2.3 算法实例	99	5.4.6 必要条件和充分条件	160
4.2.4 算法的表示方法	100	5.5 证明方法	161
4.2.5 算法分析	105	5.5.1 直接证明法和间接证明法	161
4.2.6 常用的两类算法: 搜索与排序	106	5.5.2 反证法	162
4.3 数据结构	112	5.5.3 归纳法	162
4.3.1 数据结构的基本概念	113	5.5.4 构造性证明	163
4.3.2 基于 Vcomputer 机器的数据 结构概述	114	5.6 递归和迭代	164
4.3.3 基于 Vcomputer 机器的数据 的逻辑结构	115	5.6.1 递归	164
4.3.4 基于 Vcomputer 机器的数据 的存储结构	119	5.6.2 迭代	166
4.4 程序	123	5.7 随机数和蒙特卡洛方法	166
4.5 软件	124	5.7.1 随机数	167
4.6 硬件	124	5.7.2 蒙特卡洛方法	168
4.7 数据的存储和表示	125	5.8 公理化方法	169
4.7.1 进制制数及其相互转换	125	5.8.1 理论体系	169
*4.7.2 原码、反码、补码及其转换	128	5.8.2 公理化方法的基本概念	170
		5.8.3 实例	171
		*5.9 形式化方法	172

5.9.1 形式系统的组成、基本特点和局限性	173	习题六	203
5.9.2 形式化方法概述	174	第7章 社会与职业问题	204
5.9.3 形式规格	175	7.1 引言	204
5.9.4 形式验证	176	7.2 计算的历史	205
5.10 本章小结	178	7.2.1 计算机史前史——1946年以前的世界	205
习题五	179	7.2.2 计算机硬件的历史	206
第6章 学科中的系统科学方法	182	7.2.3 计算机软件的历史	207
6.1 引言	182	7.2.4 计算机网络的历史	209
6.2 系统科学与系统科学方法	182	7.2.5 中国计算机事业发展的历程	210
6.2.1 系统科学的基本概念	183	7.3 计算的社会背景	211
6.2.2 系统科学遵循的一般原则	184	7.3.1 计算的社会内涵	211
6.2.3 常用的几种系统科学方法	185	7.3.2 网络的社会内涵	211
6.2.4 实例	186	7.3.3 因特网的增长、控制和使用	212
6.3 软件开发中使用系统科学方法的原因	187	7.3.4 有关性别的问题	213
6.3.1 人固有能力的局限性以及使用工具后产生的力量	187	7.4 道德分析的方法	214
6.3.2 复杂性	188	7.5 职业和道德责任	215
6.3.3 软件系统的复杂性	189	7.5.1 职业化的本质	215
6.3.4 软件开发的系统化方法需要遵循的基本原则	191	7.5.2 软件工程师的道德准则及行为规范	216
6.4 结构化方法	192	7.5.3 与检举有关的内容	217
6.4.1 结构化方法的产生和发展	193	7.5.4 计算中的“可接受使用”政策	219
6.4.2 结构化方法遵循的基本原则	193	7.6 基于计算机系统的风险和责任	220
6.4.3 结构化方法的核心问题	194	7.6.1 历史上软件风险的例子	220
6.4.4 结构化方法实例：高等学校信息管理系统	195	7.6.2 软件的正确性、可靠性和安全性	221
6.5 面向对象方法	196	7.6.3 软件测试	221
6.5.1 面向对象方法的产生和发展	196	7.6.4 软件重用中隐藏的问题	222
6.5.2 面向对象方法的基本思想	197	7.6.5 风险评定与风险管理	222
6.5.3 面向对象方法的核心问题	198	7.7 团队工作	223
6.5.4 面向对象方法实例：图书管理系统	200	7.7.1 基本概念	223
6.6 本章小结	202	7.7.2 团队目的	224
		7.7.3 团队机制	224
		7.7.4 团队激励	226
		7.7.5 团队僵局	227

7.8 知识产权	228	8.2.2 第三次数学危机与希尔伯特 纲领	247
7.8.1 知识产权概述	228	8.2.3 图灵对计算本质的揭示	248
7.8.2 著作权、商标、专利、集成 电路布图设计和商业秘密	229	8.2.4 如何定义一门学科	249
7.8.3 数字千年版权法和 TEACH 法案	232	8.2.5 计算学科属“工科”还是 “理科”	249
7.8.4 软件专利	232	8.2.6 程序设计在计算学科中的地位	250
7.8.5 有关知识产权的国际问题	233	8.2.7 计算学科目前的核心课程能 否培养学生计算方面的能力	250
7.8.6 我国有关知识产权保护的 现状	233	8.2.8 在计算课程中如何做到理论 与实践相结合	251
7.9 隐私和公民自由	234	8.2.9 发明与创新	251
7.9.1 隐私保护的道德和法律基础	234	8.2.10 关于能力的培养	253
7.9.2 基于 Web 的隐私保护技术	235	8.2.11 难度、复杂度与能力	253
7.9.3 计算机空间的言论自由	238	8.2.12 科学素养	255
7.9.4 相关的国际问题和文化之间的 问题	239	8.3 计算学科教育的展望	259
7.10 计算机犯罪	239	8.3.1 技术的变化	259
7.10.1 计算机犯罪及相关立法	239	8.3.2 文化的改变	260
7.10.2 黑客	240	8.3.3 制订教学计划的原则	262
7.10.3 恶意计算机程序和拒绝服务 攻击	240	8.3.4 未来的计算学科教育	263
7.10.4 防止计算机犯罪的策略	243	8.4 本章小结	264
7.11 本章小结	243	习题八	264
习题七	244	附录 A CC2001 中的计算机科学知识体	267
第 8 章 探讨与展望	246	附录 B Armstrong 公理系统	277
8.1 引言	246	附录 C 哲学家共餐问题的模型检验	280
8.2 若干问题的探讨	246	附录 D $m+0=m$ 的定理证明	287
8.2.1 计算本质的认识历史	246	索引	291
		参考文献	300

第 1 章

绪 论

本章首先简单介绍计算学科命名的背景、计算学科的定义以及计算学科的根本问题，并阐述计算学科专业名称的演变、分支学科及其培养侧重点。然后，介绍计算机科学、计算机工程、软件工程和信息技术 4 个主要分支学科的知识体和核心课程。接着，提出“计算机导论”课程的构建问题。最后，介绍计算思维与计算机导论课程有关的内容。

1.1 引言

本节的目的在于介绍计算学科的定义、学科的根本问题，为后续章节的学习做一个简单的铺垫。

1. 计算学科命名的背景

如何认知计算学科，存在很多争论。1984 年 7 月，美国计算机科学与工程博士单位评审部的专家们在犹他州召开的会议上对计算认知问题进行了讨论。这一讨论以及其他类似讨论促使（美国）计算机协会（Association for Computing Machinery, ACM）与（美国）电气与电子工程师学会计算机分会（Institute of Electrical and Electronics Engineers-Computer Society, IEEE-CS）于 1985 年春联合组成任务组，经过近 4 年的工作，任务组提交了在计算教育史上具有里程碑意义的《计算作为一门学科》（*Computing as a Discipline*）报告，报告论证了计算作为一门学科的事实，回答了计算学科中长期以来一直争论的一些问题，并将当时的计算机科学、计算机工程、计算机科学和工程、计算机信息学以及其他类似名称的专业及其研究范畴统称为计算学科。

2. 计算学科的定义

《计算作为一门学科》对计算学科做了以下定义：计算学科是对描述和变换信息的算法过程进行的系统研究，包括理论、分析、设计、效率、实现和应用等。

计算学科包括对计算过程的分析以及计算机的设计和使用。该学科的广泛性在下面一段来自美国计算科学鉴定委员会发布的报告摘录中得到强调：计算学科的研究包括从算法与可计算性的研究到根据可计算硬件和软件的实际实现问题的研究。这样，计算学科不但包括从总体上对算法和信息处理过程进行研究的内容，也包括满足给定规格要求的有效而可靠的软硬件设计——它包括所有科目的理论研究、实验方法和工程设计。

3. 计算学科的根本问题

计算学科的根本问题是：什么能被（有效地）自动进行。它来源于对算法理论、数理逻辑、计算模型、自动计算机器的研究，并与存储式电子计算机的发明一起形成于 20 世纪 40 年代初期。

学科的根本问题隐藏于学科基本问题之中，或者说，是学科所有问题之中最基本的问题。为便于理解和记忆，我们在第 2 章中，还将从与学科有关的若干著名而又有趣的问题出发，引出学科及其分支领域的基本问题。

1.2 学科专业名称的演变、学科描述及培养侧重点

计算学科现已成为一个庞大的学科，无论是教师、学校，还是学生和家长都希望有一份权威性的报告来了解学科的相关情况。为此，IEEE-CS 和 ACM 任务组做了大量的工作，并于 2001 至 2012 年，分别提交了计算机科学（Computer Science, CS）、信息系统（Information System, IS）、软件工程（Software Engineering, SE）、计算机工程（Computer Engineering, CE）、信息技术（Information Technology, IT）5 个分支学科（专业）的教程，给出了 5 个分支学科的知识体以及相应的核心课程，为各专业教学计划的设计奠定了基础，同时也为公众认知和选择专业提供帮助。

根据我国高等学校的情况，教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会（简称“计算机教指委”）制定的《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范（试行）》（高等教育出版社 2006 年 9 月出版，简称“计算机专业规范”）采纳了 Computing Curricula 2005 (CC2005) 报告中的 4 个分支学科，并以专业方向的形式进行规范，它们分别是：计算机科学、计算机工程、软件工程和信息技术。

本节仅介绍学科专业名称的演变、学科的描述以及培养的侧重点等内容。下一节将介绍学科的知识体和核心课程。

1. 演变中的学科专业名称

1962 年，美国普度大学开设了最早的计算机科学学位课程。当时，美国的一些高等学校还开设有与计算相关的两个学位课程：电子工程和信息系统。在我国，早在 1956 年就开设了“计算装置与仪器”专业。

20 世纪 60 年代，随着问题复杂性的增加，制造可靠软件的困难越来越大，出现了“软件危机”。为了摆脱“软件危机”，1968 年秋，北大西洋公约组织（North Atlantic Treaty Organization, NATO）在当时的联邦德国召开了一次会议，提出了软件工程的观念。

20 世纪 70 年代，在美国，计算机工程（也被称为“计算机系统工程”）从电子工程学科中脱离出来，成为一个独立的二级学科，并被人们所接受。

20 世纪 70 年代末 80 年代初，在一些计算机科学专业的学位课程中，引入了“软件工程”

的内容,然而,这些内容只能让学生了解“软件工程”,却不能使学生明白“如何成为一名软件工程师”。于是,人们开始构建单独的软件工程学位课程。20世纪80年代,英国和澳大利亚最早开设了软件工程这样的学位课程。

20世纪90年代,计算机已成为公司各级人员使用的基本工具,而计算机网络则成为公司信息的中枢,人们相信它有助于提高生产力,而原有的课程并不能满足社会的需求,于是,在美国等西方国家,不少大学相继开设了信息系统和信息技术等学位课程。

需要指出的是,即使在美国,5个分支学科(专业)同时在一所大学开设的情况也是不多的,更多的高校仍然是以传统的“计算机科学”为主;在我国,则是以“计算机科学与技术”为主。

2. 分支学科(专业)描述及培养侧重点

计算为个人的职业生涯提供了广泛的选择。下面,分别介绍各分支学科(专业)及其培养侧重点。

(1) 计算机科学。涉及范围很广,包括计算的理论、算法和实现以及机器人技术、计算机视觉、智能系统、生物信息学和其他新兴的有发展前途的领域。

计算机专业培养的学生更关注计算的理论基础和算法,并能从事软件开发及其相关的理论研究。

(2) 计算机工程。是对现代计算系统和由计算机控制的有关设备上的软件与硬件的设计、构造、实施和维护进行研究的学科。

计算机工程专业培养的学生更关注设计并实施集软件和硬件设备为一体的系统,如嵌入式系统。

(3) 软件工程。是指以系统、学科、定量的方法把工程应用于软件的开发、运行和维护;同时,对上述过程中各种方法和途径展开研究的学科。

软件工程专业培养的学生更关注以工程规范进行的大规模软件系统开发与维护的原则,并尽可能避免软件系统潜在的风险。

(4) 信息系统。是指如何将信息技术的方法与企业生产和商业流通结合起来,以满足这些行业需求的学科。

信息系统培养的学生更关注信息资源的获取、部署、管理及使用,并能分析信息的需求和相关的商业过程,能详细描述并设计那些与目标相一致的系统。

(5) 信息技术。从广义上来说,它包括所有计算技术的各个方面,在此专指作为一门学科的信息技术。它侧重于在一定的组织及社会环境下,通过选择、创造、应用、集成和管理的计算技术来满足用户的需求。

与信息系统相比,信息技术更关注“信息技术”的技术层面,而信息系统则侧重“信息技术”的“信息”层面。

信息技术专业培养的学生更关注基于计算机的新产品及其正常的运行和维护,并能使用相关的信息技术来规划、实施和配置计算机系统。

*1.3 学科知识体和核心课程

CC2001 报告给出了计算机科学知识体的概念, 为其他分支学科知识体的建立提供了模式。学科知识体由以下 3 个层次构成, 下面以计算机科学为例进行介绍。

(1) 最高层是分支领域 (Area), 它代表一个特定的学科子领域。每个分支领域由两个字母的缩写词表示, 比如 OS 代表操作系统, PL 代表程序设计语言。

(2) 分支领域之下又分为更小的知识单元 (Unit), 它代表该领域中的主题模块。每个知识单元都用一个领域名加一个数字后缀表示, 比如 OS3 是操作系统领域中关于并发的单元。为便于教学, 报告还给出了所有知识单元的最小核心学时和学习目标, 供教师参考。

(3) 知识单元又被细分为众多的知识点 (Topic), 这些知识点构成知识体结构的最底层。比如, 在 DS (离散结构) 领域的第一个知识单元 DS1 (函数、关系、集合) 中, 相应的知识点有函数 (满射, 到内的映射, 逆函数, 复合函数)、关系 (自反, 对称, 传递, 等价关系)、集合 (文氏图, 补集, 笛卡儿积, 幂集)、鸽巢原理、基数性和可数性等。

结合我国的实际情况, 计算机教指委根据 IEEE-CS 和 ACM 任务组给出的计算机科学、计算机工程、软件工程和信息技术 4 个分支学科知识体和核心课程描述, 组织编制了计算机专业规范。下面简要介绍构成计算机专业规范的 4 个分支学科的知识体和核心课程。

1.3.1 计算机科学知识体及专业核心课程

1. 计算机科学知识体

为便于学习, 下面列出计算机科学知识体中的 14 个领域以及 132 个知识单元 (如表 1.1 所示, 表中单元后的数字表示学习所需的最小核心学时, 该学时为一个相对值, 一般要求有 3 倍以上的课外学时与之配套)。

表 1.1 计算机科学的知识领域和知识单元

DS 离散结构 (43)	PF 程序设计基础 (38)
DS1 函数、关系、集合 (6)	PF1 基本程序设计结构 (9)
DS2 基本逻辑 (10)	PF2 算法和问题求解 (6)
DS3 证明方法 (12)	PF3 基本的数据结构 (14)
DS4 计算基础 (5)	PF4 递归 (5)
DS5 图和树 (4)	PF5 事件驱动的程序设计 (4)
DS6 离散概率 (6)	
AL 算法和复杂性 (31)	AR 体系结构和组织 (36)
AL1 算法分析基础 (4)	AR1 数字逻辑和数字系统 (6)
AL2 算法策略 (6)	AR2 数据的机器级表示 (3)
AL3 基本的计算算法 (12)	AR3 汇编级机器组织 (9)

续表

AL4 分布式算法 (3) AL5 可计算性基础 (6) AL6 P 和 NP 复杂类 AL7 自动机理论 AL8 高级算法分析 AL9 加密算法 AL10 几何算法 AL11 并行算法	AR4 存储系统组织和体系结构 (5) AR5 接口和通信 (3) AR6 功能组织 (7) AR7 多处理和其他体系结构 (3) AR8 性能提高技术 AR9 网络与分布式系统的体系结构
OS 操作系统 (18) OS1 操作系统概述 (2) OS2 操作系统原理 (2) OS3 并发 (6) OS4 调度和分派 (3) OS5 存储管理 (5) OS6 设备管理 OS7 安全和保护 OS8 文件系统 OS9 实时和嵌入式系统 OS10 容错 OS11 系统性能评价 OS12 脚本	NC 网络计算 (15) NC1 网络计算引导 (2) NC2 通信与组网 (7) NC3 网络安全 (3) NC4 客户-服务器计算的实例: Web (3) NC5 建立 Web 应用 NC6 网络管理 NC7 压缩和解压缩 NC8 多媒体数据技术 NC9 无线和移动计算
PL 程序设计语言 (21) PL1 程序设计语言概述 (2) PL2 虚拟机 (1) PL3 语言翻译导引 (2) PL4 声明和类型 (3) PL5 抽象机制 (3) PL6 面向对象程序设计 (10) PL7 函数式程序设计 PL8 语言翻译系统 PL9 类型系统 PL10 程序设计语言的语义 PL11 程序设计语言的设计	HC 人机交互 (8) HC1 人机交互基础 (6) HC2 创建简单的图形用户界面 (2) HC3 以人为中心的软件评估 HC4 以人为中心的软件开发 HC5 图形用户界面设计 HC6 图形用户界面的程序设计 HC7 多媒体系统的人机交互 HC8 协作和通信的人机交互
GV 图形学和可视化计算 (5) GV1 图形学的基本技术 (2) GV2 图形系统 (1) GV3 图形通信 (2) GV4 几何模型 GV5 基本绘制 GV6 高级绘制 GV7 高级技术 GV8 计算机动画 GV9 可视化 GV10 虚拟现实 GV11 计算机视觉	IS 智能系统 (10) IS1 智能系统的基本问题 (1) IS2 搜索和约束满足 (5) IS3 知识表示与推理 (4) IS4 高级搜索 IS5 高级知识表示与推理 IS6 代理 IS7 自然语言处理 IS8 机器学习与神经网络 IS9 人工智能规划系统 IS10 机器人学

续表

IM 信息管理 (10) IM1 信息模型与信息系统 (3) IM2 数据库系统 (3) IM3 数据建模 (4) IM4 关系型数据库 IM5 数据库查询语言 IM6 关系数据库设计 IM7 事务处理 IM8 分布式数据库 IM9 物理数据库设计 IM10 数据挖掘 IM11 信息存储和检索 IM12 超文本和超媒体 IM13 多媒体信息与多媒体系统 IM14 数字图书馆	SP 社会与职业问题 (16) SP1 计算的历史 (1) SP2 计算的社会背景 (3) SP3 分析方法和工具 (2) SP4 职业和道德责任 (3) SP5 基于计算机的系统的风险与责任 (2) SP6 知识产权 (3) SP7 隐私与公民自由 (2) SP8 计算机犯罪 SP9 计算中的经济问题 SP10 哲学框架
SE 软件工程 (31) SE1 软件设计 (8) SE2 使用 API (5) SE3 软件工具和环境 (3) SE4 软件过程 (2) SE5 软件需求与规约 (4) SE6 软件验证 (3) SE7 软件演化 (3) SE8 软件项目管理 (3) SE9 基于构件的计算 SE10 形式化方法 SE11 软件可靠性 SE12 专用系统开发	CN 计算科学和数值计算方法 CN1 数值分析 CN2 运筹学 CN3 建模与模拟 CN4 高性能计算

2. 计算机专业核心课程

在对计算机科学知识体和 Computer Science Curricula 2001 (CS2001) 核心课程进行研究的基础上, 结合我国的实际情况, 计算机专业规范研究小组确定了我国高校计算机专业专业的 15 门核心课程, 并给出了相应的理论学习学时和实践学时, 如表 1.2 所示, 供高等学校参考。

表 1.2 计算机专业核心课程

序号	课程名称	涵盖的知识单元
1	计算机导论	SP1, SP2, SP4, SP5, SP6, SP7, PL1, PL3, SE3, SE7, HC1, NC2
2	程序设计基础	PL1, PL6, PF1, PF2, PF5, AL2, AL3
3	离散结构	DS1, DS2, DS3, DS4, DS5

续表

序号	课程名称	涵盖的知识单元
4	算法与数据结构	AL1, AL2, AL3, AL4, AL5, PF2, PF3, PF4
5	计算机组成基础	AR2, AR3, AR4, AR5, AR6
6	计算机体系结构	AR5, AR6, AR7, AR8, AR9
7	操作系统	AL4, OS1, OS2, OS3, OS4, OS5, OS6, OS7, OS8, OS11
8	数据库系统原理	IM1, IM2, IM3, IM4, IM5, IM6, IM7, IM8, IM9, IM10, IM11, IM12, IM13, IM14
9	编译原理	PL1, PL2, PL3, PL4, PL5, PL6, PL7, PL8
10	软件工程	SE1, SE2, SE3, SE4, SE5, SE6, SE7, SE8, SE9, SE10
11	计算机图形学	HC1, HC2, HC5, GV1, GV2, GV3, GV4, GV5, GV6, GV7, GV8, GV9
12	计算机网络	NC1, NC2, NC3, NC4, NC5, NC6, NC7, NC8, NC9, AR9
13	人工智能	IS1, IS2, IS3, IS4, IS5, IS6, IS7, IS8
14	数字逻辑	AR1, AR2, AR3
15	社会与职业道德	SP1, SP2, SP3, SP4, SP5, SP6, SP7, SP8, SP9, SP10

1.3.2 计算机工程知识体及专业核心课程

1. 计算机工程知识体

计算机工程知识体由 18 个知识领域（其中有两个与数学有关），175 个知识单元组成。知识领域和知识单元如表 1.3 所示。

表 1.3 计算机工程的知识领域和知识单元

ALG 算法与复杂度 (30)	CAO 计算机体系结构和组织 (63)
ALG1 历史和概述 (1)	CAO1 历史和概述 (1)
ALG2 基本算法分析 (4)	CAO2 计算机体系结构基础 (10)
ALG3 算法策略 (8)	CAO3 计算机的运算 (3)
ALG4 计算算法 (12)	CAO4 存储系统组织和体系结构 (8)
ALG5 分布式算法 (3)	CAO5 接口和通信 (10)
ALG6 算法复杂度 (2)	CAO6 设备子系统 (5)
ALG7 基本可计算性理论	CAO7 处理器系统设计 (10)
	CAO8 CPU 的组织 (10)
	CAO9 性能 (3)
	CAO10 分布式系统模型 (3)
	CAO11 性能改进
CSE 计算机系统工程 (18)	CSG 电路和信号 (43)
CSE1 历史和概述 (1)	CSG1 历史和概述 (1)
CSE2 生命周期 (2)	CSG2 电量 (3)
CSE3 需求分析和获取 (2)	CSG3 电阻性电路和网络 (9)

续表

CSE4 规格说明 (2)	CSG4 电抗性电路和网络 (12)
CSE5 体系结构设计 (3)	CSG5 频率响应 (9)
CSE6 测试 (2)	CSG6 正弦分析 (6)
CSE7 维护 (2)	CSG7 卷积 (3)
CSE8 项目管理 (2)	CSG8 傅里叶分析
CSE9 并发(硬件/软件)设计 (2)	CSG9 滤波器
CSE10 实现	CSG10 拉普拉斯变换
CSE11 专用系统	
CSE12 可靠性和容错性	
DBS 数据库系统 (5)	DIG 数字逻辑 (57)
DBS1 历史和概述 (1)	DIG1 历史和概述 (1)
DBS2 数据库系统 (2)	DIG2 开关理论 (6)
DBS3 数据建模 (2)	DIG3 组合逻辑电路 (4)
DBS4 关系数据库	DIG4 组合逻辑电路的模块设计 (6)
DBS5 数据查询语言	DIG5 存储单元 (3)
DBS6 关系型数据库设计	DIG6 时序逻辑电路 (10)
DBS7 事务处理	DIG7 数字系统设计 (12)
DBS8 分布式数据库	DIG8 建模和仿真 (5)
DBS9 物理数据库设计	DIG9 形式化验证 (5)
	DIG10 故障模型和测试 (5)
	DIG11 可测试性设计
DSP 数字信号处理 (15)	ELE 电子学 (40)
DSP1 历史和概述 (1)	ELE1 历史和概述 (1)
DSP2 理论和概念 (1)	ELE2 材料的电子特性 (3)
DSP3 数字频谱分析 (1)	ELE3 二极管和二极管电路 (5)
DSP4 离散傅里叶变换 (7)	ELE4 MOS 传感器和偏置 (3)
DSP5 采样 (2)	ELE5 MOS 逻辑 (7)
DSP6 变换 (2)	ELE6 双极型晶体管和逻辑 (4)
DSP7 数字滤波器 (1)	ELE7 参数设计及相关问题 (4)
DSP8 离散时间信号	ELE8 存储单元 (3)
DSP9 窗口函数	ELE9 接口逻辑和标准总线 (3)
DSP10 卷积	ELE10 运算放大器 (4)
DSP11 音频处理	ELE11 电路建模和仿真 (3)
DSP12 图像处理	ELE12 数据转换电路
	ELE13 电压源和电流源
	ELE14 放大器设计
	ELE15 集成电路组成模块