

计算机导论

郭卫斌 杨建国 编著



华中科技大学出版社
HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

计算机导论

Foundations of Computer Science

郭卫斌 杨建国 编著



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

计算机导论 / 郭卫斌, 杨建国主编. —上海: 华东理工大学出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5628-3322-2

I. ①计… II. ①郭… ②杨… III. ①电子计算机-高等学校-教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 149858 号

计算机导论

编 著 / 郭卫斌 杨建国

责任编辑 / 纪冬梅

责任校对 / 金慧娟

封面设计 / 裘幼华

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地 址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电 话: (021)64250306(营销部)

(021)64250787(编辑室)

传 真: (021)64252707

网 址: press.ecust.edu.cn

印 刷 / 上海崇明裕安印刷厂

开 本 / 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 / 17.25

字 数 / 420 千字

版 次 / 2012 年 8 月第 1 版

印 次 / 2012 年 8 月第 1 次

书 号 / ISBN 978-7-5628-3322-2

定 价 / 39.80 元

联系我们: 电子邮箱 press@ecust.edu.cn

官方微博 e.weibo.com/ecustpress

前 言

“计算机导论”是计算机科学与技术专业完整知识体系的概论,是学习计算机专业知识的引导性课程。因此,学习和掌握计算机科学技术的基础知识与基础理论,不仅对培育学生的专业思想、兴趣和学科能力是必要的,而且为学生学习后续课程奠定良好的基础。

对于刚进入大学校园的一年级大学生,由于对计算机相关知识的了解和掌握程度参差不齐,这给本课程的教学带来了一定的难度。为了便于广大学生快速、有效地学习计算机科学与技术专业的基础知识,我们基于多年的教学经验,并通过广泛收集和分析大量相关资料,编写了本书。

在编写过程中,作者将本教材定位于计算机专业初学者,力图减少对读者知识背景的要求。因此,编者尽可能避免使用高深的专业名词,而是站在学生的角度,按照学生理解问题的思路 and 方式来写,力求教材内容通俗易懂,图文并茂。各部分内容紧紧围绕课程教学目标,即:让学生全面了解计算机学科的知识体系,掌握本学科的基本知识、研究范畴和主要学科方向,掌握本专业各门课程之间的内在联系和在学科中的地位,使学生在学科学习之初就对本学科有一个整体性的认识。本书遵循了以下写作原则:以知识点为主线,注重对基本概念、基本原理和重点难点的深入理解、融会贯通、由此及彼、由表及里、举一反三。

本书内容广泛,涉及计算机的基本概念和计算机文化知识,计算机数据、计算机系统和计算机网络等计算机硬件基础,也涉及计算机程序设计 with 程序设计语言、计算机操作系统和软件工程等计算机软件基础理论,以及算法与数据结构、数据库等计算机数据组织基础知识。同时,为拓展学生视野,本书还介绍了嵌入式系统、人工智能、信息安全和计算机职业道德规范等方面内容。这些内容基本覆盖了大学本科教学大纲所规定的要求。

本书是华东理工大学计算机科学与工程系教师们集体智慧的结晶。郭卫斌和杨建国负责了全书的组织策划、编写大纲的制订和全书统稿定稿的工作。其中郭卫斌编写了第1章、第7章全部和第2章、第4章、第14章的部分内容;杨建国编写了第2章、第3章、第4章和第14章大部分内容;第5章由王占全编写,第6章由李建华编写,第8章由顾春华编写,第9章由胡国玲编写,第10章由朱法枝编写,第11章由罗飞编写,第12章由陈志华编写,第13章由虞慧群和范贵生编写。

本书的编写得到了华东理工大学信息学院分党委书记顾春华教授、信息学院副院长虞慧群教授、宋国新教授等同志的热情鼓励 and 大力支持,并对书中内容提出了许多有益的建议。在此谨向他们表示衷心的感谢!

在编写过程中,作者参考了大量的书籍文献,以及网络上有价值的资料。鉴于许多资料来自网络,而网络中存在大量未曾标明出处的相互转载,因时间、精力所限,作者不能逐一考查其原作者,因此不能作为参考文献一一列出。为此,谨向有关的作者、编者、译者和网站表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2012 年 8 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 计算机学科发展历程与趋势	1
1.2 计算机学科知识体系	3
1.2.1 计算机学科的基本学科能力要求	3
1.2.2 不同专业方向的问题空间与知识取向	4
1.3 计算机学科的重要理论和计算模型	6
1.3.1 图灵模型	6
1.3.2 可计算性理论	7
1.3.3 停机问题	7
1.3.4 计算复杂性	8
1.3.5 冯·诺依曼计算机模型	8
1.3.6 虚拟机	8
1.4 计算机导论课程的内容组织	9
本章小结	10
习题	10
第2章 计算机文化	13
2.1 计算机发展史	13
2.1.1 早期的计算工具	13
2.1.2 电子计算机的诞生	16
2.1.3 计算机的发展阶段	18
2.1.4 计算机的发展趋势	19
2.2 计算机的定义	20
2.2.1 计算机的概念	20
2.2.2 计算机的分类	20
2.2.3 计算机的特点	21
2.2.4 计算机的应用领域	21
2.3 中国计算机的发展	22
2.4 著名的计算机公司与学术组织	23
2.4.1 计算机公司	23
2.4.2 计算机学术组织	24
2.5 知名计算机专业学院与计算机领域杰出人物	25

2.5.1 知名计算机专业学院	25
2.5.2 计算机领域杰出人物	27
2.6 计算机领域重要奖项、竞赛和期刊	28
2.6.1 计算机领域重要奖项	28
2.6.2 计算机领域重要竞赛	28
2.6.3 计算机领域著名学术期刊	29
本章小结	30
习题	30
第3章 计算机数据	33
3.1 数据表示	33
3.1.1 数据表示的由来	33
3.1.2 数字系统	33
3.2 数据存储	36
3.2.1 数值型数据的存储	36
3.2.2 文本的存储	38
3.2.3 音频的存储	40
3.2.4 图像的存储	41
3.2.5 视频的存储	42
3.3 数据运算	42
3.3.1 逻辑运算	42
3.3.2 移位运算	43
3.3.3 算术运算	43
本章小结	45
习题	45
第4章 计算机系统	48
4.1 计算机硬件系统	49
4.1.1 机箱与电源	50
4.1.2 主板	50
4.1.3 中央处理单元	52
4.1.4 主存储器	52
4.1.5 输入设备	53
4.1.6 输出和存储设备	53
4.2 计算机软件系统	55
4.2.1 计算机系统的层次结构	55
4.2.2 系统软件	56
4.2.3 应用软件	57
4.3 计算机体系结构	57

4.3.1 CISC 结构	58
4.3.2 RISC 结构	58
4.3.3 流水线结构	58
4.3.4 并行结构	58
本章小结	61
习题	61
第 5 章 计算机网络	65
5.1 计算机网络的定义与分类	65
5.1.1 计算机网络的定义	65
5.1.2 计算机网络的分类	66
5.2 计算机网络的组成与结构	67
5.2.1 早期的网络体系结构	67
5.2.2 现代计算机网络结构	68
5.3 典型的计算机网络	69
5.3.1 ARPANET(阿帕网)	69
5.3.2 internet(互联网)	70
5.3.3 Internet(因特网)	71
5.4 计算机网络参考模型	71
5.4.1 开放系统互联参考模型	71
5.4.2 TCP/IP 参考模型	72
5.5 计算机网络硬件	73
5.6 IP 地址及其子网划分	74
5.6.1 IP 地址、子网掩码	75
5.6.2 IP 地址子网划分和 CIDR 协议	76
5.6.3 IPv6 协议	76
5.7 网络组建实例	77
本章小结	78
习题	78
第 6 章 计算机程序设计语言	81
6.1 程序设计与程序设计语言	81
6.2 计算机程序设计语言的历史	85
6.3 程序设计语言的分类	86
6.3.1 按语言级别分类	86
6.3.2 按年代特征进行分类	87
6.4 常见的计算机语言介绍	88
6.4.1 C 语言	89
6.4.2 C++ 语言	92

6.4.3	Java 语言	96
6.4.4	C# 语言	99
6.4.5	Python 语言	101
本章小结		102
习题		102
第 7 章 计算机操作系统		105
7.1	计算机系统概述	105
7.2	操作系统概述	106
7.2.1	操作系统的概念、地位和作用	106
7.2.2	操作系统的发展	107
7.2.3	操作系统的结构及类型	108
7.2.4	操作系统的功能和基本特征	109
7.3	操作系统的一些基本概念	110
7.3.1	中断	110
7.3.2	用户态和核心态	111
7.3.3	多道程序设计技术	111
7.3.4	分时技术	112
7.4	操作系统的管理与控制	112
7.4.1	进程与线程	112
7.4.2	进程的同步与互斥	113
7.4.3	死锁与饥饿	114
7.4.4	进程调度	115
7.4.5	存储管理	117
7.4.6	输入输出管理	118
7.4.7	文件系统	119
本章小结		120
习题		121
第 8 章 软件工程		123
8.1	软件工程的产生	123
8.1.1	软件危机	123
8.1.2	软件工程	124
8.1.3	软件工程的目标	124
8.1.4	软件工程的内容	125
8.2	软件生存周期和过程模型	126
8.2.1	软件生存周期	126
8.2.2	软件过程模型	127
8.2.3	过程模型新发展	130

8.3 软件开发方法	132
8.3.1 结构化方法	133
8.3.2 面向对象方法	134
8.3.3 基于构件的方法	136
8.3.4 软件开发新方法	138
8.4 软件开发工具	138
8.4.1 建模与软件开发	138
8.4.2 结构化建模工具	139
8.4.3 面向对象建模工具	142
8.4.4 工具与环境	144
8.5 软件工程管理与软件工程的发展趋势	145
8.5.1 软件工程管理	145
8.5.2 软件工程的发展方向	146
本章小结	146
习题	146
第9章 算法与数据结构	149
9.1 概述	149
9.2 算法基础	151
9.2.1 算法的定义和特征	151
9.2.2 算法的表达	152
9.2.3 算法的分析	154
9.2.4 常用的算法设计方法	157
9.3 数据结构基础	162
9.3.1 什么是数据结构	162
9.3.2 数据的逻辑结构和物理结构	162
9.3.3 抽象数据类型和数据结构	164
本章小结	166
习题	167
第10章 数据库系统	170
10.1 数据库技术概述	170
10.1.1 数据管理技术的发展	170
10.1.2 有关数据库的基本概念	172
10.1.3 数据库系统三级模式结构	175
10.2 数据模型	177
10.2.1 概念模型	177
10.2.2 结构数据模型	179
10.3 关系型数据库	180

10.3.1 关系运算	181
10.3.2 数据库查询语言 SQL	183
10.3.3 SQL 应用举例	184
10.4 数据库的设计	186
10.4.1 数据库设计的步骤	186
10.4.2 关系数据库设计的规范化	186
10.5 数据库技术的新发展	189
10.5.1 面向对象数据库管理系统	190
10.5.2 Web 数据库	190
10.5.3 移动数据库管理系统	191
10.5.4 空间数据库	191
10.5.5 多媒体数据库	191
本章小结	192
习题	192
第 11 章 嵌入式系统	195
11.1 嵌入式系统的定义及特点	195
11.1.1 嵌入式系统的发展	195
11.1.2 嵌入式系统的定义与特点	196
11.2 嵌入式系统的组成	196
11.2.1 嵌入式处理器	197
11.2.2 嵌入式外围设备	198
11.2.3 嵌入式系统软件	199
11.2.4 嵌入式应用软件	199
11.3 典型的嵌入式微处理器	200
11.3.1 ARM	200
11.3.2 MIPS	202
11.3.3 PowerPC	203
11.3.4 X86	203
11.4 典型的嵌入式操作系统	204
11.4.1 嵌入式操作系统的发展	204
11.4.2 嵌入式操作系统的特点	204
11.4.3 典型的嵌入式操作系统	205
11.5 嵌入式系统的启动流程	208
11.6 嵌入式系统的开发流程	209
11.6.1 嵌入式系统的一般开发流程	209
11.6.2 嵌入式 Linux 的开发流程	210
11.7 嵌入式软件的交叉编译环境	211
11.7.1 交叉编译	211

11.7.2 “宿主机/目标机”开发模式	212
本章小结	213
习题	213
第12章 人工智能	216
12.1 人工智能的起源与发展	216
12.1.1 人工智能的起源	216
12.1.2 人工智能的发展	217
12.2 图灵测试	218
12.3 人工智能的分类	220
12.3.1 强人工智能	220
12.3.2 弱人工智能	220
12.4 人工智能研究学派与代表人物	220
12.4.1 人工智能研究学派	220
12.4.2 人工智能研究的代表人物	222
12.5 机器人定律	223
12.6 人工智能的研究目标与内容	225
12.6.1 人工智能的研究目标	225
12.6.2 人工智能的研究内容	225
12.7 人工智能的应用	228
12.7.1 自动定理证明	228
12.7.2 专家系统	228
12.7.3 智能机器人	229
12.7.4 难题求解	229
12.7.5 自动翻译	229
12.7.6 智能控制	229
12.7.7 智能管理	229
12.7.8 智能决策	230
本章小结	230
习题	230
第13章 信息安全	233
13.1 信息安全概述	233
13.1.1 信息安全概念	233
13.1.2 信息安全现状	234
13.1.3 信息安全威胁	234
13.2 数据加密与认证技术	235
13.2.1 密码学基本概念	235
13.2.2 数据加密算法	236

13.2.3 安全认证	238
13.3 防火墙	240
13.3.1 防火墙概述	240
13.3.2 防火墙关键技术	242
13.3.3 防火墙的选择	242
13.4 入侵检测	243
13.4.1 入侵检测概述	243
13.4.2 入侵检测技术	245
13.4.3 入侵检测发展	246
13.5 计算机病毒	246
13.5.1 计算机病毒概述	246
13.5.2 常见病毒	247
13.5.3 反病毒技术	250
13.6 VPN 及其安全	251
13.6.1 VPN 概述	251
13.6.2 VPN 关键技术	252
13.6.3 VPN 的应用领域	253
本章小结	253
习题	254
第 14 章 计算机职业和道德规范	256
14.1 计算机科学与技术专业的职业选择	256
14.1.1 计算机产业	256
14.1.2 计算机职业	256
14.1.3 计算机职业素质要求	258
14.1.4 计算机职业健康	258
14.1.5 计算机科学与技术专业职业规划	259
14.2 计算机职业道德规范	260
14.2.1 计算机职业道德	260
14.2.2 知识产权	260
14.2.3 隐私和公民自由	261
14.2.4 计算机犯罪	261
14.2.5 相关法律规范	261
本章小结	262
习题	262

第 1 章 绪论

【本章内容概要】 计算机科学与技术是一门充满挑战和发展机遇的学科,信息技术的发展对计算机学科提出了更高的要求。本章首先给出了计算机科学与技术的含义,详细阐述了计算机科学与技术学科的能力要求,以及学科各专业方向的教育内容和知识体系。在此基础上,介绍了计算机学科重要的计算理论和计算模型。最后,对计算机导论课程的内容结构进行了规划。

【学习目的和要求】 学习本章的主要目的是使学生初步了解计算机专业各方向所涉及的知识体系。要求掌握什么是计算机科学、计算机工程、软件工程和信息技术方向的含义;深入领会各方向的培养目标、教育内容和知识体系;掌握一定的计算机科学的计算理论和计算模型基础。

【应掌握的知识点】 计算机学科,知识体系,学科能力,图灵机,冯·诺依曼模型

1.1 计算机学科发展历程与趋势

进入 21 世纪,随着计算机和通信技术的快速发展,人类社会全面进入了信息社会。作为信息化的核心技术,计算机技术的发展举足轻重。国家信息化的发展速度和信息产业的国际竞争力,最终都将取决于计算机科学技术人才的数量和质量。

专门培养计算机科学技术领域专业人才的专业是计算机科学与技术专业(简称计算机专业),支撑该专业的学科是计算学科(Computing Discipline,又称为计算机科学与技术学科,简称计算机学科)。自 1956 年哈尔滨工业大学等高校率先开办“计算装置与仪器”专业起,五十多年间,计算机学科已成为全国规模最大的学科之一。学科内涵不断丰富,多个分支学科已经和正在形成,专业点广,学生人数多。截至 2007 年,全国普通高等学校 1 908 所,本科院校 740 所,其中开设“计算机科学与技术”的院校有 598 所,共有 847 个专业点,信息类专业的在校生总数已超过 278 万人。目前已开设计算机科学与技术、软件工程、信息与计算科学、信息安全、自动化、通信工程、电子信息科学与技术、微电子学、光信息科学与技术、集成电路设计与集成系统等多个本科专业和研究生专业。

计算机专业教育的发展经历了以下阶段:

1. 起步阶段(1956—1960)

1956 年,国务院制定的《1956—1967 年科学技术发展远景规划》中确定了 56 项重大研究任务和发展电子计算机等 6 项紧急措施。全国共有 14 个计算机专业应运而生,其教育特

点归纳为:(1)专业的创建借鉴了国外的办学模式;(2)专业发展采取了“以任务带学科,以科研带队伍”的专业发展模式,主要培养面向国防和科学研究需要的专业技术人才;(3)专业培养目标强调计算机硬件系统的设计与实现,专业设置大多在自动控制系,形成了与应用系统结合的计算机教育。在一些重点大学开始设立计算数学专业,专门培养从事算法设计方面的人才。

2. 发展阶段(1978—1986)

在《1978—1985年全国科学技术发展规划纲要》中,将电子计算机列为8个影响全局的综合性课题。全国共开办了74个计算机专业,这一时期的教育特点为:(1)计算机新技术、新方法和新课程随着内外交流的增加不断被引进;(2)计算机软件开始得到重视,计算机应用技术教育开始普及;(3)高层次人才培养开始起步,部分重点大学开始招硕士和博士,初步形成多层次的计算机专业人才培养体系。

3. 腾飞阶段(1994—)

随着“科教兴国”发展战略的实施,计算机教育进入全新发展时期。人才需求大,课程更新快,“软件工程”、“网络工程”、“信息安全”与“电子商务”等新专业兴起。专业发展特点为:(1)计算机专业的内涵和外延发生了较大变化(不断强化网络、多媒体、信息安全等新技术);(2)办学单位和学生人数大幅增加,许多教师陆续补充到教学队伍中;(3)教育内容正逐步与国际接轨。

总结我国计算机专业教育的发展,可以发现,计算机专业教育发展以国家需求为目标和驱动力,注重学习国际先进技术,计算机专业的实践性特点得到充分认识,认识到师资队伍是保证教育质量的关键,教育内容更新快等特点贯穿于学科整个发展过程。同时,计算机学科也是情况最复杂的学科,学科涵盖面宽,应用层次跨度大,生源跨度大,办学条件差异大,条件偏下的居多。计算的概念在过去10年间发生了巨大变化,对教学计划的设计和教学方法具有深刻的影响,计算的概念已经拓展到难以用一个学科来定义的地步。

与此同时,ACM、AIS和IEEE-CS等国外组织推出的CC2005(Computing Curricula 2005)对计算机科学学科教育的研究认为:(1)可将计算教育分为计算机科学(Computer Science,CS)、计算机工程(Computer Engineering,CE)、软件工程(Software Engineering,SE)、信息系统(Information System,IS)和信息技术(Information Technology,IT)等五个方向;(2)计算机教育的各个方向除了科学技术本身内容外,还包含社会和职业生涯方面的知识体,并涉及与计算相关的哲学、历史、社会变化、职业和道德责任、知识产权、隐私和公民自由、计算机犯罪等内容,其中要求许多内容为必修;(3)国外对计算教育的学术研究十分重视,在一些全国性的计算机学术组织中都有计算机教育的分会或特别委员会,如ACM中的计算机科学教育特别兴趣组;(4)设立了许多权威的认证机构,如美国的ABET(Accreditation Board of Engineering and Technology)和英国的QAA(Quality Assurance Agency)等;(5)师资队伍整体水平高,重视实践动手能力、表达和写作技能等的培养。

但是,近10年来,随着计算机应用的深入和广泛,以及计算机网络的普及,计算机日益平民化,计算机专业学生的基本优势正在丧失,“会计算机”已经不再是计算机专业学生独有的优势,计算机专业的危机感正在加深,计算机专业何去何从,已经摆在我国计算机教育工作者面前成为一项亟待解决的问题。

1.2 计算机学科知识体系

1.2.1 计算机学科的基本学科能力要求

在计算机教学指导委员会编制的《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)》中,提出了以“培养规格分类”为核心思想的计算机专业发展建议。依据该思想,计算机专业人才培养的规格分为三种类型、四个不同的专业方向,即科学型(涵盖计算机专业方向)、工程型(涵盖计算机工程专业方向和软件工程专业方向)和应用型(涵盖信息技术专业方向),如图 1-1 所示。科学型以计算机技术基础理论、应用基础理论和新技术的研究开发为基本使命,致力于发现规律;工程型关注计算机基本理论和原理在硬件系统、软件系统的设计与制造方面的综合应用,致力于构建系统;应用型建立针对特定应用环境的信息系统以及提供信息化服务,注重于计算机软、硬件系统的功能与性能、系统的集成与配置、系统的维护与管理等方面,致力于实现服务。

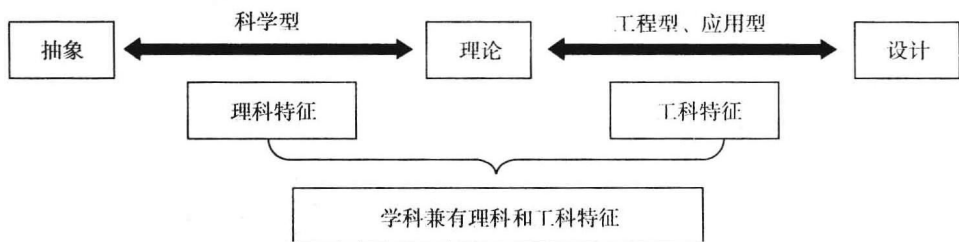


图 1-1 三种人才类型之间的关系

图 1-1 中,抽象、理论和设计构成了本学科的三个基本形态:理论形态的主要要素为定义和公理、定理、证明、结果的解释,可用来建立和理解计算机科学与技术学科所依据的数学原理;抽象形态的主要要素为数据采集方法和假设的形式说明、模型的构造与预测、实验分析、结果分析,抽象的结果为概念、符号和模型,可用来为算法、数据结构和系统结构等构造模型,对所建立的模型进行实验;设计形态的主要要素为需求说明、规格说明、设计和实验方法、测试与分析,可用来开发求解给定问题的系统和设备。这三个基本形态确定了计算机学科的理论结合、科学性 with 工程性并重、理论与实践并举、构造性和抽象逻辑性并存的基本特征。

不同规格类型和专业方向对学生的专业能力和素质提出了共同的要求,即重视基础理论教育,强调系统能力的培养,倡导理论与实践相结合的能力和独立解决问题能力的培养。归纳起来,要求学生具有交流和获取知识与信息的基本能力、学科基本能力、创新能力、工程实践能力、团队合作能力等。其中,计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力、系统能力等构成了计算机专业的基本学科能力。

1. 计算思维能力

科学发展有三大支柱,即理论科学、实验科学和计算科学。这三种科学对应着三种思维形式,即理论思维(以推理和演绎为特征)、实验思维(以观察和总结自然规律为特征)和计算

思维(以设计和构造为特征)。其中,计算思维(Computational Thinking)的概念是美国卡内基·梅隆大学计算机科学系主任周以真教授在计算机权威期刊《Communications of the ACM》杂志上提出的。他认为:计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。孙家广、徐志伟等认为,计算机科学界最具有基础性和长期性的思想是计算思维,计算思维是一种本质的、所有人都必须具备的思维方式,计算机专业学生更应如此。计算思维能力包括形式化、模型化描述能力和抽象思维与逻辑思维能力。计算思维能力可通过基础理论系列课程进行培养,如高等数学、线性代数、概率论与数理统计、计算方法、集合与图论,以及自动机理论、数学建模、离散数学等。

2. 算法设计与分析能力

即建立算法的概念,进行算法设计与分析的能力,要求能建立起基本的计算模型。算法设计与分析能力可以通过程序设计与算法系列课程加以培养并注重体现学科方法学的内容,这些课程包括计算机导论、高级语言程序设计、面向对象技术引论、算法与数据结构等。

3. 程序设计与实现能力

该能力包括硬件和软件实现能力。可通过程序设计与算法系列课程、软件技术系列课程(操作系统、编译系统、数据库系统、软件工程、人工智能等)和硬件技术系列课程(电路与电子学、数字逻辑、计算机组成、微机原理与接口技术、计算机网络、计算机体系结构等)进行培养。

4. 系统能力

系统能力包括系统分析、开发与应用能力,即从系统观点看待问题、分析问题和解决问题,实现系统优化。通过学习软件技术系列和硬件技术系列课程,培养学生的系统认知、分析、设计和应用能力,尤其是系统设计能力。培养系统能力,需要在教学中引导学生关注 12 个基本概念和掌握典型的学科方法。这 12 个基本概念包括: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、折中与决策等。学科方法包括数学方法和系统科学方法:数学方法是指以数学为工具进行科学研究的方法,包括公理化方法、构造性方法、内涵与外延方法、模型化与具体化方法等;系统科学方法指将研究对象看作一个整体,使思维对应于适当的抽象级别上,实现系统的整体优化。学科方法包括系统分析法、功能模拟法、整体优化法等,以及自底向上、自顶向下、分治法、模块法和逐步求精等方法。

针对上述能力要求,CC2005 详细给出了计算机学科不同专业方向的 11 个方面 59 种能力要求,包括:算法能力、应用程序能力、计算机程序设计能力、硬件与设备能力、人机界面能力、信息系统能力、IT 资源计划能力、网络与通信能力、集成系统开发能力、信息管理能力和智能系统能力。

1.2.2 不同专业方向的问题空间与知识取向

在 CC2005 中,用一个二维图刻画计算机学科的知识空间。图 1-2 中,各图的横坐标用来表示知识的性质,从左到右为从理论到应用;纵坐标表示计算机系统的知识层次,自底向上表示从硬件到软件,最后到组织机构的行为。四个专业方向的知识空间如图 1-2 所示。