



教育部文科计算机基础教学指导委员会立项教材
Computer Arts Based On The Ministry Of Education Steering Committee Of Project Teaching Materials

山西省高等学校省级教学成果奖配套教材
山西省高等学校教学改革项目

高等学校文科类专业“十一五”计算机规划教材
根据《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》组织编写

丛书主编 卢湘鸿

大学计算机应用基础 (第2版)

冯 俊 尚成国 主编

清华大学出版社





教育部文科计算机基础教学指导委员会立项教
Computer Arts Based On The Ministry Of Education Steering Committee Of Project Teaching Mater

山西省高等学
山西省高等学

教材

高等学校文科

机规划教材

根据《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求》组织编写

丛书主编 卢湘鸿

大学计算机应用基础 (第2版)

冯俊 尚成国 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十二五”应用型本科规划教材,是教育部文科计算机基础教学指导委员会立项教材,是山西省高等学校省级教学成果奖配套教材。

本书作为大学计算机系列教材中的应用基础教材,涵盖了计算机诸多领域的基础知识,主要内容包括计算学科、计算思维与信息化社会,计算机基础知识,计算机操作系统,办公应用软件,Excel 在经济管理中的应用,电子商务与电子政务,物联网与云计算,大数据时代及课程设计等。

本书条理清楚,内容翔实。概念表述严谨,逻辑推理严密,语言精练;既注重理论知识与科学思想的介绍,又重视应用技术与动手能力的培养。本书深入浅出,配有大量图例,每章都有丰富的习题,适于自学。

本书可作为高等学校文科类、经济类和管理类专业的大学生计算机教材,也可以作为应用计算机的广大科技工作者与管理工作者的参考资料。

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

大学计算机应用基础/冯俊,尚成国主编. —2版. —北京:清华大学出版社,2017
(高等学校文科类专业“十一五”计算机规划教材)
ISBN 978-7-302-45235-5

I. ①大… II. ①冯… ②尚… 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(2016)第 264020 号

责任编辑:汪汉友 赵晓宁

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

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>, 010-62795954

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.75

字 数:529 千字

版 次:2010 年 10 月第 1 版 2017 年 1 月第 2 版

印 次:2017 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.00 元

产品编号:070803-01

第2版前言

为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》,结合“高等学校本科教学质量与教学改革工程”万种新教材建设项目,充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用,积极推进高等院校教学改革和教材建设,中国高等教育学会启动了《普通高等教育“十二五”应用型本科规划教材》立项项目。

本书是普通高等教育“十二五”应用型本科规划教材,是教育部文科计算机基础教学指导委员会立项教材,是在山西省2011年普通高等学校强校工程、高等教育质量和水平提升工程中的高等学校教育教学改革项目——“大学计算机”课程体系结构整体优化和教学内容改革研究与实践的配套教材《大学计算机应用基础》与《大学计算机应用基础题解及应用指导》的基础上修订而成。教材充分吸收学科新知识、新技术、新成果,使其具有基础性、理论性、指导性、概括性,注重应用性、实践性,以增强读者计算思维能力与运用计算机解决实际问题能力。

本书在章节安排和内容上做了较大调整,将主教材和应用指导教材合二为一;删除了第1版中的第3和第6章;在第1章中增加了计算思维的概念;重写了第4和第5章并调整为第3和第4章;将第7和第8章合并重写并重点增加了物联网与云计算知识;新增了第5章Excel在经济管理中的应用、第6章电子商务与电子政务、第8章大数据时代;将应用指导教材浓缩为第9章课程设计。

本书由冯俊教授、尚成国教授主编。第1和第2章由冯俊编写;第3章由张文编写;第4章由卢金娜编写;第5章由冯文俊编写;第6章由尚成国编写;第7章由魏静编写;第8章由南志红编写;第9章由冀素琴编写。

“大学计算机应用基础”课程在教学计划中至少应为6学分,课堂教学在54~68学时之间。本课程是一门技术性、实践性很强的课程,为了使學生能真正掌握有关理论知识和应用技术,在整个教学过程中至少应安排3个以上课程设计,必须保证学生有足够的课下思考作业时间和上机实践时间。上机时数、课下作业时数和课堂讲授时数的比例应不低于0.5:6:1,书中涉及的操作电子文件请从清华大学出版社的网站下载或与作者联系获得。

本书作为山西省普通本科高等教育教学改革研究项目——“大学计算机”课程体系结构整体优化和教学内容改革研究与实践,以及山西省高等学校省级教学成果奖的组成部分,在教育教学改革研究与课程建设过程中得到各级领导的支持、专家的指导和同事的帮助,在此表示谢意。

本书凝结了作者三十多年来的教学科研成果和在讲授“大学计算机”等课程中的教学

经验。在编写过程中参考了多种优秀教材。在编辑出版过程中得到了清华大学出版社的支持。负责本书编校及出版发行工作的全体人员付出了辛勤劳动,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,加之学科理论与技术发展日新月异,书中疏漏谬误之处在所难免,恳请广大读者指正。E-mail: fengjun2608@163.com。

编 者

2016 年 12 月

第 1 版前言

为了落实教育部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见精神,教育部高等教育司组织制订了《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求(2008 年版)》(简称《基本要求》)。为了把《基本要求》落到实处,进一步推动教学改革,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会启动了教材立项项目。

现在呈现在大家面前的这套大学计算机系列教材属于经济管理类计算机大公共课程,它是 2009 年度教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会的立项教材。本套教材由主、辅两部分组成。主教材由《大学计算机应用基础》、《大学计算机数据库与程序设计基础》和《大学计算机网络应用》三本组成;辅助教材为上述三本主教材的题解及课程设计指导,它们将在主教材出版后陆续出版,以便于读者自学选用。

文科计算机教学的实质是计算机应用的教育,是“以应用为目的,以实践为中心,着眼信息素养培养”的一种教育,以满足社会对人才在计算机知识、技能和应用能力方面的要求。在《基本要求》中指出,文科计算机大公共课程可以由 16 个模块组装而成,按上述三种组合方式编写主教材。教学实施建议,各专业的计算机大公共课程的总学时不少于 144 学时,可选用《大学计算机应用基础》(72 学时)与《大学计算机数据库与程序设计基础》(72 学时),或选用《大学计算机网络应用》(80 学时)与《大学计算机数据库与程序设计基础》(72 学时)来组织教学。

这本《大学计算机应用基础》由计算机基础知识、微型计算机操作系统及其应用、多媒体知识和应用基础、办公软件应用、计算机网络基础和 Internet 基本应用 6 个模块组装而成。全书共分为 8 章,具体内容安排如下:第 1 章绪论,阐述计算机科学的定义及根本问题、主领域、经典问题、核心概念和研究范畴;介绍计算机的产生、发展、特点、分类、应用、新技术、未来计算机的发展趋势及计算机与信息化社会。第 2 章计算机基础知识,介绍计算机中数据的存储表示;计算机系统组成、工作原理和多级层次结构;计算机体系结构、冯·诺依曼结构和哈佛结构;处理器体系结构等内容。第 3 章计算机硬件系统,从处理器、存储器、输入输出设备、总线与接口等方面详细介绍计算机硬件系统的组成,同时还介绍微型计算机的基本配件选购原则和微型计算机的组装。第 4 章计算机操作系统,简要介绍操作系统的发展、操作系统的类型和特征、操作系统的基本功能,重点介绍操作系统 Windows XP。第 5 章办公应用软件,介绍文字处理软件 Word 2003、电子表格处理软件 Excel 2003 和演示文稿制作软件 PowerPoint 2003。第 6 章多媒体技术应用,介绍多媒体的有关概念、多媒体技术及其应用。第 7 章计算机网络,介绍计算机网络基础知识、综合业务数字网、中国公用数据通信网和金桥工程。第 8 章 Internet 及其应用,介绍信息高速公路、Internet 基础知识、Internet 的应用与发展。

本书条理清楚,内容翔实。概念表述严谨,逻辑推理严密,语言精练,用词达意。图文并茂、易教易学。在内容编排上,试图深入浅出、重点突出,以培养学生应用能力为主线,

理论与实践相结合。本书在每一章都开辟了一个课程设计题目,包括问题描述、基本要求、测试数据、实现提示和问题拓展,旨在提高读者分析问题和解决问题的能力。这是本书的一个特色。各章都配有丰富的习题,包括选择题、填空题和思考题等,通过做题可以巩固所学知识,适于自学。

《大学计算机应用基础》由冯俊主编并统稿。第1、第2章及7.3~7.5、8.1、8.3节由冯俊编写,第3章及8.4~8.7节由董惠丽编写,第4章由任丽芳编写,第5章由魏建琴编写,第6章及7.1、7.2、7.6、8.2节由刘小玲编写。

“大学计算机应用基础”课程在教学计划中至少应为6学分,课堂教学在54~72学时之间。本课程是一门技术性、实践性很强的课程,为了使学能真正掌握有关理论知识和应用技术,在整个教学过程中至少应安排4个以上课程设计,必须保证学有足够的课下思考作业时间和上机实践时间。上机时数、课下作业时数和课堂讲授时数的比例应不低于0.5:2:1。

本书凝结了作者们多年来的教学科研成果和在讲授《大学计算机》、《程序设计基础》等课程中的教学经验。在编写过程中参阅了多种大学计算机基础优秀教材、百度百科及网络资料。在编辑出版过程中得到了清华大学出版社各级领导的支持。负责本书编校及出版发行工作的全体人员,特别是责任编辑汪汉友同志付出了辛勤劳动,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,加之学科理论与技术发展日新月异,书中疏漏谬误之处在所难免,恳请广大读者指正。E-mail: fengjl682000@tom.com。

编 者

2010年3月

目 录

第 1 章 绪论	1	第 2 章 计算机基础知识	63
1.1 什么是计算学科	1	2.1 计算机中数据的存储表示	63
1.1.1 计算作为一门学科	1	2.1.1 计算机中数据的表示基础 ——二进制	63
1.1.2 计算学科的定义	5	2.1.2 计算机中数值型数据的存储 表示	67
1.1.3 计算学科的根本问题	7	2.1.3 计算机中非数值型数据的 存储表示	71
1.1.4 计算学科的基本特征	8	2.2 计算机系统组成与工作原理	75
1.1.5 计算机科学的主领域	9	2.2.1 计算机系统组成	75
1.1.6 计算机科学中的经典问题	15	2.2.2 计算机硬件系统的基本结构	76
1.1.7 计算机科学中的核心概念	22	2.2.3 计算机的基本工作原理	77
1.1.8 计算机科学的研究范畴	24	2.2.4 计算机软件系统	78
1.2 计算思维	26	2.3 计算机系统的多级层次结构	79
1.2.1 计算思维的概念	27	2.3.1 程序设计语言	79
1.2.2 计算思维的 6 个特征	28	2.3.2 解释方式和编译方式	81
1.2.3 计算思维的本质	28	2.3.3 计算机系统的多级层次结构	82
1.3 计算机概述	29	2.4 计算机体系结构	85
1.3.1 计算机的产生	29	2.4.1 计算机体系结构概述	85
1.3.2 计算机的发展	36	2.4.2 计算机组成和计算机实现	86
1.3.3 计算机的特点与分类	38	2.5 冯·诺依曼结构与哈佛结构	87
1.3.4 计算机的应用	40	2.5.1 冯·诺依曼结构	88
1.3.5 计算机新技术	46	2.5.2 冯·诺依曼体系结构对计 算机发展的限制	89
1.3.6 未来计算机的发展趋势	48	2.5.3 哈佛结构	90
1.4 计算机与信息化社会	50	2.6 处理器体系结构	92
1.4.1 数据与信息	50	2.6.1 指令系统	92
1.4.2 信息技术与信息社会	50	2.6.2 复杂指令集计算机与精简 指令集计算机	94
1.4.3 计算机文化	52	2.6.3 流水线技术	96
1.4.4 计算机伦理与职业道德	53	2.6.4 并行处理技术	97
1.4.5 计算机犯罪	56	习题 2	98
1.4.6 计算机信息安全	57		
1.5 课程设计相关知识	58		
1.5.1 课程设计的目的与内涵	58		
1.5.2 课程设计步骤	59		
1.5.3 课程设计报告规范	59		
习题 1	60		

第3章 计算机操作系统	101	第5章 Excel 在经济管理中的应用	165
3.1 操作系统	101	5.1 Excel 在数据统计分析中的应用	165
3.1.1 操作系统的含义	101	5.1.1 常用统计函数	165
3.1.2 操作系统的分类	101	5.1.2 数据统计分析	166
3.1.3 操作系统的功能	103	5.1.3 课外实验	176
3.2 Windows 7 操作系统	106	5.2 Excel 在企业生产和经营管理中的	178
3.2.1 Windows 7 简介	106	5.2.1 日期和时间函数	178
3.2.2 文件管理	110	5.2.2 企业生产和经营管理	179
3.2.3 系统设置	114	5.2.3 课外实验	189
3.3 Linux 操作系统	117	5.3 Excel 在销售和业绩管理中的	192
3.3.1 Linux 简介	117	5.3.1 主要函数	192
3.3.2 Linux 版本	119	5.3.2 商品销售管理	193
3.3.3 Linux 的系统架构	120	5.3.3 销售业绩管理	197
3.3.4 Linux 与 Windows 的	122	5.3.4 课外实验	200
异同	122	5.4 Excel 在信息管理中的应用	201
习题 3	122	5.4.1 逻辑函数与文本函数	202
第4章 办公应用软件	126	5.4.2 员工信息管理	203
4.1 Word 2013 文字处理	126	5.4.3 考勤管理	205
4.1.1 Word 文档的启动和退出	126	5.4.4 工资管理	208
4.1.2 新建和打开文档	127	5.4.5 课外实验	211
4.1.3 编辑文档	128	习题 5	213
4.1.4 保存文档	131	第6章 电子商务与电子政务	215
4.1.5 文档排版	131	6.1 电子商务及其商业模式	215
4.1.6 表格处理	137	6.1.1 电子商务的产生和发展	215
4.1.7 图文混排	139	6.1.2 电子商务的概念	216
4.1.8 公式编辑	141	6.1.3 电子商务的分类	217
4.1.9 页面设置	141	6.1.4 电子商务的基本框架	218
4.2 Excel 2013 电子表格处理	143	6.1.5 电子商务的基本组成	219
4.2.1 Excel 的基本操作	144	6.1.6 电子商务商业模式	220
4.2.2 单元格的选定	144	6.1.7 新兴电子商务模式	223
4.2.3 数据的输入	145	6.1.8 案例: 亚马逊网上书店	226
4.2.4 数据的计算	146	6.2 电子政务	227
4.2.5 数据的分析	149	6.2.1 电子政务的概念	227
4.3 演示文稿制作	152	6.2.2 电子政务的分类	228
4.3.1 PowerPoint 2013 的基本	152	6.2.3 电子政务的内容	230
操作	152	6.2.4 国内外电子政务的发展	231
4.3.2 演示文稿的编辑	153	6.2.5 电子政务与政府信息资源	234
4.3.3 演示文稿的设计	155	管理	234
4.3.4 演示文稿的放映	160	6.2.6 电子政务系统的结构	236
习题 4	160		

6.2.7 电子政务系统的网络层次结构	237	7.7.2 云计算与物联网的分阶段融合	301
6.2.8 案例:劳动与社会保障部全国养老保险部省联网项目	238	7.8 云计算和物联网融合应用实例——智慧环境	303
习题 6	238	7.8.1 智慧环境总体结构	304
第 7 章 物联网与云计算	240	7.8.2 云计算平台层详细介绍	306
7.1 计算机网络基础	240	7.8.3 智慧环境系统总结	309
7.1.1 计算机网络的定义	240	习题 7	310
7.1.2 计算机网络的发展史	241	第 8 章 大数据时代	313
7.1.3 计算机网络的组成与分类	244	8.1 大数据的前世今生	313
7.1.4 计算机网络的体系结构	246	8.1.1 感受大数据	313
7.2 因特网技术与应用	249	8.1.2 大数据有多大	314
7.2.1 因特网概况	249	8.1.3 大数据从哪里来	316
7.2.2 因特网的工作原理	250	8.2 大数据概念与特性	321
7.2.3 IP 地址和域名地址	255	8.2.1 Volume——数据体量大	321
7.2.4 因特网的基本应用	258	8.2.2 Variety——数据多样性	321
7.2.5 因特网的 ISP 层次结构	262	8.2.3 Value——价值密度低	322
7.2.6 因特网的接入技术	264	8.2.4 Velocity——速度快	322
7.3 什么是物联网	266	8.3 大数据技术	322
7.3.1 物联网的起源和发展	266	8.3.1 大数据技术分类	322
7.3.2 物联网的技术架构	267	8.3.2 基础架构支持	323
7.3.3 物联网的应用前景	269	8.3.3 数据采集	324
7.4 物联网关键技术介绍	271	8.3.4 数据存储	324
7.4.1 自动识别技术	272	8.3.5 数据计算技术	325
7.4.2 传感器技术	277	8.3.6 数据展示与交互	325
7.4.3 定位技术	280	8.4 大数据分析	326
7.4.4 短距离无线通信技术	283	8.4.1 数据挖掘的主要功能	326
7.5 什么是云计算	288	8.4.2 数据挖掘的常用算法	327
7.5.1 云计算的定义	289	8.5 大数据安全	328
7.5.2 云计算的分类	290	8.5.1 安全与隐私问题凸显	328
7.5.3 云计算的体系架构	291	8.5.2 大数据时代的安全挑战	329
7.6 云计算关键技术介绍	293	8.5.3 大数据安全措施	332
7.6.1 虚拟化技术	293	习题 8	333
7.6.2 海量数据存储技术	295	第 9 章 课程设计	336
7.6.3 数据管理技术	296	9.1 Window 7 操作系统课程设计	336
7.6.4 资源管理技术	297	9.1.1 设计目的	336
7.6.5 云计算平台管理技术	298	9.1.2 设计要求	336
7.7 物联网与云计算的融合发展	299	9.1.3 设计步骤	336
7.7.1 结合云计算是物联网发展的必然趋势	299	9.1.4 拓展设计	338
		9.2 文字处理软件 Word 2010 课程设计	339

9.2.1	设计目的	339	9.3.4	拓展设计	348
9.2.2	设计要求	340	9.4	演示文稿制作软件 PowerPoint 2010	
9.2.3	设计步骤	341		课程设计	349
9.2.4	拓展设计	344	9.4.1	设计目的	349
9.3	表格处理软件 Excel 2010 课程		9.4.2	设计要求	350
	设计	345	9.4.3	设计步骤	350
9.3.1	设计目的	345	9.4.4	拓展设计	351
9.3.2	设计要求	345	习题 9		352
9.3.3	设计步骤	346	参考文献		354

第 1 章 绪 论

计算机的发明是 20 世纪最卓越的成就之一。计算机的广泛应用极大地促进了生产力的发展,它在当今信息化社会中已经成为必不可少的工具。计算机科学是随着计算机科学技术的迅速发展和广泛应用逐渐形成的一门新兴学科。在信息化时代,对计算机科学人才的知识结构和培养方案提出了新的要求。

计算思维是当今颇受关注的涉及计算学科本质问题和未来走向的基础性概念;程序、程序设计、数据结构和算法是计算学科中最具有方法论性质的核心概念。计算机运行的过程就是程序执行的过程,运用计算机解决现实世界中的任何实际问题都需要通过计算思维方式最终将现实问题转换成计算机程序。在这一转换过程中,需要运用多方面知识进行程序设计,程序是程序设计的结晶,程序设计是开发和应用计算机的钥匙。本章将阐述计算机科学的概念和内涵,介绍计算思维、计算机的发展以及计算机与信息化社会。

1.1 什么是计算学科

计算学科(计算机科学)是对描述和变换信息的算法过程的系统研究,包括它的理论、分析、设计、有效性、实现和应用等。计算学科是一门交叉学科,它将各个学科的知识经过高度综合,形成一整套有关信息表示、变换、存储、处理、控制和利用的理论、技术与方法。

计算作为一门学科,究竟是科学、是技术、还是工程? 计算学科可分为科学型、技术型和工程型三类,包括计算机科学、计算机技术、计算机工程和计算机应用等。科学、技术与工程是现代科学技术中的三个不同领域或不同层次。科学是对客观世界本质规律的探索与认识,发展的主要形态是发现,主要手段是研究,主要成果是学术论文和专著;技术是科学与工程之间的桥梁,发展的主要形态是发明,主要手段是研发,主要成果是专利,也包括论文和专著;工程是科学技术的应用和归宿,是以创新思维对现实世界出现的新问题进行求解,发展的主要形态是综合集成,主要手段是设计、制造、应用和服务,主要成果是产品、作品、工程实现与产业。计算学科既需要优秀的科学家,又需要发明家和工程师,更需要大量高素质的能够创造性解决实际问题的实用型人才。

1.1.1 计算作为一门学科

计算(Computing)技术作为现代技术的标志,已成为世界各国经济增长的主要动力。自计算机发明以来,计算领域成为一个极其活跃的领域,计算机科学成为一门范围极其广泛的交叉学科。如何认知这个学科,曾引发了长期以来激烈的争论,极大地影响着计算机科学的发展和人才的培养。

最早的计算机科学学位课程是由美国普渡大学于 1962 年开设的,接着斯坦福大学也开设了同样的学位课程。针对“计算机科学”这一名称引起了激烈的争论。因为当时的计算机毕竟主要用于数值计算,所以大多数科学家认为使用计算机仅仅是一个编程问题,不需要做深刻的科学思考,也没有必要设立学位。另外,还有很多人认为,计算机从本质上说只是一种职业而非学科。

20 世纪 70—80 年代,计算技术得到了迅猛的发展,开始渗透到大多数学科领域,但以往的激烈争论仍在继续着。计算机科学能否作为一门学科? 计算机科学是理科还是工科? 或者只是一门技术?

针对这些激烈的争论,1985 年春,(美国)计算机协会(Association for Computing Machinery, ACM)与(美国)电气和电子工程师学会计算机分会(Institute of Electrical and Electronics Engineers-Computer Society, IEEE-CS)联手组成攻关组,开始了对“计算作为一门学科”的存在性证明。经过近 4 年的工作,攻关组提交了《计算作为一门学科》(Computing as a Discipline)的报告,结束了这场争论。该报告的主要内容刊登在 1989 年 1 月的《ACM 通信》(*Communications of the ACM*)杂志上。这个报告得到了 ACM 教育委员会的认可并批准执行。报告取得了三个重要成果:

(1) 第一次给出了计算学科一个透彻的定义,回答了该学科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。

(2) 在提出和解决计算机科学教育中的第一个重大问题——计算作为一门学科的同时,提出了未来计算机科学教育必须解决的第二个重大问题——整个学科核心课程的详细设计及第三个重大问题——整个学科综述性课程的构建。

(3) 给出了计算学科的二维定义矩阵及相关研究内容,即一维是学科主领域,另一维是三个过程(抽象、理论和设计)。

ACM 和 IEEE-CS 组织自 20 世纪 60 年代起,就一直致力于制订计算机科学本科教育的教学计划和课程指导。1990 年,ACM 和 IEEE-CS 联合攻关组在《计算作为一门学科》报告的基础上提交了关于计算学科教学计划的 Computing Curricula 1991(简称 CC1991)报告。该报告与以前发布的各教学计划具有一些不同的特点,在 CC1991 中将计算学科的知识体系分解为若干个知识单元,每个知识单元对应于课程中的一个专题;将计算学科的公共要求定义为 11 个主领域,并作为核心知识单元集,每个主领域都有各自的抽象、理论和设计。

CC1991 教学计划的执行并没有达到预期的效果,主要是缺乏更详细的课程指导。1998 年秋,ACM 和 IEEE-CS 再次联手组成任务组,开始了关于计算学科教学计划的 Computing Curricula 2001(简称 CC2001)的起草工作。经过 3 年多的努力工作,任务组于 2001 年 12 月提交了最终报告。该报告分析了自 CC1991 报告以来近 10 年时间里,计算领域中来自技术和文化等方面的变化。将 CC1991 报告中划分的 11 个主领域扩展为 14 个主领域,提出了计算机科学知识体(Computer Science body of Knowledge)的新概念,从主领域、知识单元和主题三个不同的层次给出了知识体的内容,为整个学科核心课程的详细设计奠定了基础。表 1-1 给出了 CC1991 与 CC2001 报告关于计算学科主领域

的划分比较。

表 1-1 CC1991 与 CC2001 报告关于计算学科主领域的划分比较

CC1991(9+2 个主领域)	CC2001(14 个主领域)
离散数学(预备知识)	离散结构(DS)
程序设计语言引论	程序设计基础(PF)
算法与数据结构	算法与复杂性(AL)
计算机体系结构	体系结构(AR)
操作系统	操作系统(OS)
	网络计算(NC)
程序设计语言	程序设计语言(PL)
人-机通信	人机交互(HC)
	图形学和可视化计算(GV)
人工智能与机器人学	智能系统(IS)
数据库与信息检索	信息管理(IM)
软件方法学与工程	软件工程(SE)
数值与符号计算	计算科学(CN)
社会、道德和职业的问题	社会和职业的问题(SP)

由于计算学科已经成为一门范围极其宽广的学科,因此将整个学科划分为若干主领域,有助于人们对这个学科的理解。《计算作为一门学科》的报告将其划分为 9 个主领域。CC1991 报告在此基础上增加了两个主领域:一个是程序设计语言引论;另一个是社会、道德和职业的问题。由于计算技术的迅猛发展,网络技术和图形学不再适合分别作为操作系统和人-机通信两个主领域的研究主题,因此 CC2001 任务组将它们提取出来作为两个新的主领域:一个为网络计算;另一个为图形学和可视化计算。同时,特意将离散数学从 CC1991 报告的预备知识中抽取出来,列为计算学科的第一主领域,命名为“离散结构”,以强调该学科对它的依赖性。这样,计算学科就被划分为 14 个主领域,它们基本涵盖了计算学科的研究内容。

多年来,ACM/IEEE 计算机课程体系不断地进行修改扩充,2001 版分为计算机科学(Computer Science)、计算机工程(Computer Engineering)、软件工程(Software Engineering)、信息技术(Information Technology)、信息系统(Information Systems)。

计算机科学现已由 ACM/IEEE CS2008 的 14 个主领域扩展到 ACM/IEEE CS2013 的 18 个主领域。表 1-2 给出了 ACM/IEEE CS2013 的 18 个主领域与其对应的知识单元。

表 1-2 ACM/IEEE CS2013 的 18 个主领域与其对应的知识单元

18 个主领域	知 识 单 元
离散结构(Discrete Structures,DS)	集合、关系与函数,基本逻辑,证明技巧,计数基础,图和树,离散概率
软件开发基础(Software Development Fundamentals,SDF,2013) 程序设计基础(Programming Fundamentals,PF,2008)	算法与设计,程序设计基本结构,基本数据结构,开发方法
算法与复杂性(Algorithms and Complexity,AL)	算法分析基础,算法策略,基本数据结构和算法,自动机,可计算性及复杂性理论基础,高级计算复杂性,高级自动机理论及可计算性,高级数据结构、算法及分析
计算机体系结构与组织(Architecture and Organization,AR)	数字逻辑与数字系统、数据的机器级表示、汇编级机器组织、存储系统组织和结构、接口和通信、功能组织、多处理和其他系统结构、性能提高技术
操作系统(Operating Systems,OS)	操作系统概述、操作系统原理、并发性、调度与分派、内存管理、安全与保护、虚拟机、设备管理、文件系统、实时和嵌入式系统、容错、系统性能评价
计算机网络与通信(Networking and Communication,NC,2013) 以网络为中心的计算(Net-Centric Computing,2008)	网络及其计算介绍、网络应用、可靠数据传输技术、路由与转发、局域网、资源分配、移动性
程序设计语言(Programming Languages,PL)	面向对象程序设计、函数式程序设计、事件驱动和反应性程序设计、基础类型系统、程序表示方法、语言翻译与执行、语法分析、编译器语义分析、代码生成、静态分析、高级程序设计、并发性与并行性;类型系统、形式语义学、逻辑程序设计
人机交互(Human-Computer Interaction,HC)	人机交互基础,人机交互设计,交互式系统编程,以人为中心的人机交互设计与测试,无鼠标接口的人机交互设计,协作和通信的人机交互,人机交互统计方法,人为因素与安全,面向设计的人机交互,混合、增强与虚拟现实
图形学与可视化计算(Graphics and Visualization,GV)	图形学基本概念、基本图形绘制方法、几何建模、高级图形绘制方法、计算机动画、可视化
智能系统(Intelligent Systems,IS)	智能系统基本问题、基本搜索策略、知识表示与知识处理、基础机器学习、高级搜索、高级知识表示与知识推理、不确定性推理、代理、自然语言处理技术、高级机器学习、机器人学、感知能力与计算机视觉
信息管理(Information Management,IM)	信息管理基本概念、数据库系统、数据建模、索引、关系数据库、数据库查询语言、事物处理、分布式数据库、物理数据库设计、数据挖掘、信息存储与信息检索
软件工程(Software Engineering,SE)	软件过程、软件项目管理;软件工具与环境、需求工程、软件设计、软件结构、软件确认、软件进化、形式化方法、软件可靠性
计算科学(Computational Science,CS)	计算基本原理,建模与仿真,数据处理,可视化交互,数据、信息与知识

18 个主领域	知识单元
社会与职业实践(Social and Professional Practice, SP, 2013) 社会与职业问题(Social and Professional Issues, SP, 2008)	信息技术的社会环境,分析工具,职业责任,知识产权,隐私与公民自由,职业交流,可持续性,信息技术史,与信息技术相关的经济问题,安全策略、法律与计算机犯罪
基于平台的开发(Platform-based Development, PBD)	基于平台的开发介绍、网络平台、移动平台、工业平台、游戏平台
并行与分布计算(Parallel and Distributed Computing, PD)	并行性基础、并行分解、通信与协同、并行算法、分析与编程、并行体系结构、并行性能、分布式系统、形式模型与语义
系统基础(Systems Fundamentals, SF)	计算范例、跨层通信、状态到状态的转换状态机、并行性的系统支持、性能、资源分配与调度、近似性、虚拟化与隔离性、使用冗余技术的可靠性
信息保障与安全(Security and Information Assurance, IAS)	基本知识、网络安全、密码学、风险管理、安全策略与管理、数字取证、安全结构和系统管理、安全软件设计与工程

1.1.2 计算学科的定义

计算是人类最早遇到的数学课题之一,在漫长的岁月里,成为人类社会生活中不可或缺的工作。什么是计算?直观地说,计算一般是指运用事先规定的规则,将一组数值变换为另一组(所需的)数值的过程。对于某一类问题,如果能够找到一组确定的规则,按照这组规则,可以完全机械地通过有限步骤解决这类问题中的任一具体问题,则说这类问题是可计算的。这组规则就是算法(机械思维活动),这类可计算问题称为存在算法的问题。这就是直观上的能行可计算或算法可计算的概念。

算法也是一个古老的数学概念。16 世纪 R. 笛卡儿(R. Descartes)创造的解析几何就是用代数来解决几何问题的一种典型算法。长期以来,人们的计算研究就是寻找问题的算法。20 世纪初,人们发现有许多问题已经经过长期研究,仍然找不到算法,例如希尔伯特第 10 问题等。于是,人们开始思考,对于这类问题是否根本就不存在算法(需要非机械思维活动),即它们是不可计算的。为了证明这一点,必须对算法给出精确的定义。1934 年, K. 哥德尔(K. Gödel)在 J. 埃尔布朗(J. Herbrand)的启示下提出了算法的一种精确定义,凡算法可计算函数都是一般递归函数,反之亦然。1936 年, S. C. 克林(S. C. Kleene)对一般递归函数理论做了深入的研究并加以具体化。因此,这个定义(凡算法可计算函数都是一般递归函数,反之亦然)后来被称为埃尔布朗-哥德尔-克林定义。同年, A. 丘奇(A. Church)建立了 λ 演算理论,他证明了 λ 可定义函数与一般递归函数是等价的,并提出算法可计算函数等价于一般递归函数或 λ 可定义函数,这就是著名的“丘奇论点”。

用一般递归函数虽然给出了算法可计算函数的严格数学定义,但在具体的计算过程中,就某一步运算而言,选用什么初始函数和基本运算仍有不确定性。20 世纪 30 年代后期, A. M. 图灵(A. M. Turing)从计算一个数的一般过程入手,对计算的本质进行了研究,从而实现了计算本质的真正认识。他建立了另一种机械性思维过程,以描述算法。

A. M. 图灵在他的“论可计算数及其在判定问题中的应用”一文中,从一个全新的角度定义了算法可计算函数,全面地分析了人的计算过程,把计算归结为最简单、最基本、最确定的操作动作,用一种简单的方法来描述那种直观上具有机械性的基本计算程序,使任何机械(能行)的程序都可以归约为这些动作。这种简单的方法是以一个抽象自动机概念为基础的,其结论是:算法可计算函数就是这种自动机能计算的函数。这不仅给计算下了一个完全确定的定义,而且第一次把计算与自动机联系起来,对后世产生了巨大的影响,这种“自动机”后来被人们称为“图灵机”。

A. M. 图灵的基本思想就是用机器来模拟人们用纸笔进行数学运算的过程。为了模拟人们的这种运算过程,图灵所构造的图灵机由以下几个部分组成:

(1) 一条无限长的纸带 TAPE。纸带被划分为一个接一个小格子,每个格子上包含一个来自有限字母表的符号,字母表中有一个特殊的符号表示空白。纸带上的格子从左到右依次被编号为 $0, 1, 2, \dots$

(2) 一个读写头 HEAD。该读写头可以在纸带上左右移动,它能读出当前所指的格子上的符号,并能改变当前格子上的符号。

(3) 一套控制规则 TABLE。它根据当前机器所处的状态及当前读写头所指的格子上的符号来确定读写头下一步的动作,并改变状态寄存器的值,令机器进入一个新的状态。

(4) 一个状态寄存器。用来保存图灵机当前所处的状态。图灵机的所有可能状态的数目是有限的,并且有一个特殊的状态,称为停机状态。

注意: 这个机器的每一部分都是有限的,但它有一个潜在的无限长的纸带,因此这种机器只是一个理想的设备。图灵认为这样的一台机器就能模拟人类所能进行的任何计算过程。图灵和他的图灵机艺术表示如图 1-1 所示。

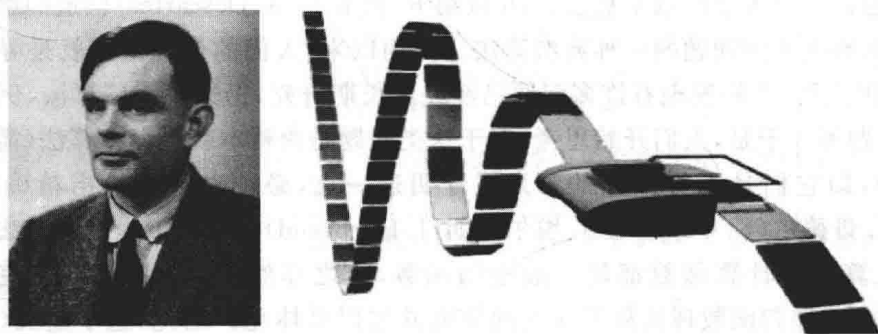


图 1-1 图灵和他的图灵机艺术表示

根据图灵的研究,直观地说,所谓计算就是计算者(人或机器)对一条两端可以无限延长的纸带上的串 0 和 1 执行指令,一步一步地改变纸带上的 0 或 1,经过有限步骤,最后得到一个满足预先规定的符号串的变换过程。图灵用形式化方法成功地表述了计算这一过程的本质。该成果不仅表明了某些数学问题是不能用任何机械过程来解决的思想,而且还深刻地揭示了计算所具有的“能行过程”的本质特征。

A. M. 图灵的研究成果是:将算法可计算函数定义为图灵机可计算函数。即任何一