

大学计算机基础教育规划教材

大学计算机基础 ——计算思维初步

张亚玲 主编

王炳波 金海燕 段敬红 编著



1+X



清华大学出版社

014057580

TP3-43
721

大学计算机基础教育规划教材

大学计算机基础 ——计算思维初步

张亚玲 主编

王炳波 金海燕 段敬红 编著



1+X

TP3-43
721

清华大学出版社
北京



北航

C1745929

014027280

内 容 简 介

本书根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会编制的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》中关于“大学计算机基础”课程的教学基本要求为主线编写,贯彻以计算思维为切入点的实施计算机基础教学的思想,全书以基础知识和计算思维的培养目标来组织教材内容。

全书包含7章内容,分别为计算机与计算思维、计算机硬件基础、计算机操作系统、网络基础、数据的表示与处理、算法基础、程序设计基础。一方面阐述计算及计算思维的概念与方法;一方面讲解实施应用计算技术解决问题的必备计算机基础知识,培养学生利用计算工具解决问题的能力。最后,给出了配套的实验指导,以使得学生熟悉常用软件工具,培养学生的动手能力。

本书可作为高等院校“大学计算机基础”课程教材,也可作为其他读者学习计算机知识的参考书籍。

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

大学计算机基础:计算思维初步/张亚玲主编;王炳波,金海燕,段敬红编著. —北京:清华大学出版社,2014

大学计算机基础教育规划教材

ISBN 978-7-302-36659-1

I. ①大… II. ①张… ②王… ③金… ④段… 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(2014)第 113417 号

责任编辑:张民薛阳

封面设计:常雪影

责任校对:时翠兰

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:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:13

字 数:301千字

版 次:2014年8月第1版

印 次:2014年8月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:26.00元

产品编号:060099-01

序

大学计算机基础教育规划教材

进入 21 世纪,社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速。我国的高等教育也进入了一个新的历史发展时期,尤其是高校的计算机基础教育,正在步入更加科学、更加合理、更加符合 21 世纪高校人才培养目标的新阶段。

为了进一步推动高校计算机基础教育的发展,教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会近期发布了《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》(以下简称《教学基本要求》)。《教学基本要求》针对计算机基础教学的现状与发展,提出了计算机基础教学的指导思想;按照分类、分层次组织教学的思路,《教学基本要求》的附件提出了计算机基础课程教学内容的知识结构与课程设置。《教学基本要求》认为,计算机基础教学的典型核心课程包括大学计算机基础、计算机程序设计基础、计算机硬件技术基础(微机原理与接口、单片机原理与应用)、数据库技术及应用、多媒体技术及应用、计算机网络技术及应用。《附件》中介绍了上述六门核心课程的主要内容,这为今后的课程建设及教材编写提供了重要的依据。在下一步计算机课程规划工作中,建议各校采用“1+X”的方案,即:“大学计算机基础”+若干必修/选修课程。

教材是实现教学要求的重要保证。为了更好地促进高校计算机基础教育的改革,我们组织了国内部分高校教师进行了深入的讨论和研究,根据《教学基本要求》中的相关课程教学基本要求组织编写了这套“大学计算机基础教育规划教材”。

本套教材具有如下特点。

- (1) 体系完整,内容先进,符合大学非计算机专业学生的特点,注重应用,强调实践。
- (2) 教材的作者来自全国各个高校,都是教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会推荐的专家、教授和教学骨干。
- (3) 注重立体化教材的建设,除主教材外,还配有多媒体电子教案、习题与实验指导,以及教学网站和教学资源库等。
- (4) 注重案例教材和实验教材的建设,适应教师指导下的学生自主学习的教学模式。
- (5) 及时更新版本,力图反映计算机技术的新发展。

本套教材将随着高校计算机基础教育的发展不断调整,希望各位专家、教师和读者不吝提出宝贵的意见和建议,我们将根据大家的意见不断改进本套教材的组织、编写工作,为我国的计算机基础教育的教材建设和人才培养做出更大的贡献。

“大学计算机基础教育规划教材”丛书主编

冯博琴

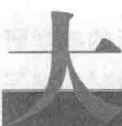
我国计算机基础教育的发展,经历了从无到有、从弱到强的过程。在改革开放初期,计算机在我国还是一个新鲜事物,只有少数高校开设了计算机课程。随着计算机技术的飞速发展,计算机已经渗透到社会的各个领域,成为现代社会不可或缺的一部分。因此,加强计算机基础教育,提高国民的计算机素养,已经成为国家和社会的迫切需求。

为了适应这一需求,教育部在1990年代初期启动了“计算机基础教育规划教材”的编写工作。这项工作得到了教育部的高度重视,成立了专门的教材编写委员会,负责组织和协调教材的编写工作。编写委员会的成员来自全国各地的知名高校,具有丰富的教学经验和深厚的学术造诣。他们根据教育部的相关规定和教材编写大纲,结合我国计算机基础教育的实际情况,编写出了一系列高质量的教材。

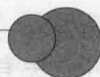
这些教材涵盖了计算机组成原理、操作系统、数据库系统、网络技术等各个领域,为高校计算机专业和非专业学生提供了系统的学习资源。教材的出版和发行,极大地促进了我国计算机基础教育的普及和发展,为培养计算机专业人才做出了重要贡献。

随着计算机技术的不断进步和计算机应用领域的不断拓展,计算机基础教育的内容和形式也在不断更新。教材编写委员会将根据最新的学术成果和教学需求,对现有教材进行修订和补充,确保教材的先进性和实用性。同时,也将积极探索新的教材编写模式和出版形式,提高教材的质量和影响力。

我们相信,在教育部的大力支持和教材编写委员会的共同努力下,我国计算机基础教育规划教材将不断完善,为我国计算机基础教育事业做出更大的贡献。



大学计算机基础——计算思维初步



面对信息技术的迅猛发展,大学计算机基础课程必须摒弃仅局限于计算机的基本知识和基本操作的教学模式。本教材的编写思路是以计算思维为切入点,融会贯通计算机基础知识,使得学生通过本课程的学习,一方面掌握计算机的基础知识,为今后的专业知识学习打下坚实的计算机技术基础;另一方面使得学生了解计算思维模式,了解用计算机来处理问题的一般方法。贯穿全书的计算思维思想,使得学生逐渐掌握运用计算机来解决实际问题的思路和方法,同时,了解计算机解决实际问题时的一般模式和局限性问题。本教材结合多年的大学计算机基础课程教学经验,充分吸收国内外教材的优点,以计算思维为切入点贯穿大学计算机基础所要求的知识和基本理论。

全书分为4个部分共7章,其中,第1部分为计算思维基础,含计算机与计算思维一章,讲述计算思维及计算机学科知识与其他学科知识的融合;第2部分为计算工具基础,含计算机硬件基础、计算机操作系统、网络基础共3章,讲述作为计算技术实施所需要的工具及环境;第3部分讲述计算对象的表示与处理工具,含数据的表示与处理一章;第4部分讲述计算的核心问题,含算法基础、程序设计基础共两章内容。全书一方面阐述运用计算思维解决实际问题的一般方法、算法以及可计算性问题,一方面对计算基础工具与环境进行讲解。

本教材的编写思想是弱化计算机的基本操作,以如何利用计算机来解决实际科学问题为目标,培养学生的计算思维能力,促进未来的专业课程学习和综合素质的提升。基于这一思路,本教材将一些培养实际操作能力的训练环节以实验指导书的形式给出,通过理论教学与实验环节的不同侧重,达到计算思维的培养与对计算机基础知识和实践能力的培养并重的培养目标。

鉴于弱化计算机基本操作的思想,同时为了增强教材的适应性,减小众多的软件平台差异对教学造成的影响,本教材的编写不针对具体的操作系统及应用软件版本,实验指导书仅以给出实验要求和实现目标的方式设置,由学生在实验教师的指导下自主完成。

本书由张亚玲担任主编,第1章由张亚玲编写,第2章、第3章、第4章由段敬红编写,第5章由金海燕编写,第6章、第7章由王炳波编写,最后由张亚玲统稿。西安理工大学孙钦东教授对书稿进行了审阅,并提出了宝贵意见。实验指导书由杜延宁编写,本书的出版得到清华大学出版社的大力支持,作者在此表示衷心的感谢。

在大学计算机基础课程中引入计算思维是计算机基础教学改革的一个全新的教学研究课题,还有很多方面需要不断探索和实践,本教材希望在此方面做出尝试。教材的编写中难免有疏漏之处,恳请同行和读者不吝指正。

编者

2014年6月

大学计算机基础教育规划教材

近 期 书 目

- 大学计算机基础(第4版) (“国家精品课程”、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材、普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- 大学计算机基础实验指导书 (“国家精品课程”、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材)
- 大学计算机应用基础(第2版) (“国家精品课程”、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材、教育部普通高等教育精品教材、普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- 大学计算机应用基础实验指导 (“国家精品课程”、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材)
- 大学计算机基础——计算思维初步
- 计算机程序设计基础——精讲多练 C/C++ 语言 (“国家精品课程”、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材、教育部普通高等教育精品教材、普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- C/C++ 语言程序设计案例教程 (“国家精品课程”、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材)
- C 程序设计 (“陕西省精品课程”主讲教材、陕西普通高校优秀教材一等奖)
- C++ 程序设计
- C# 程序设计
- Visual Basic 2005 程序设计 (“国家精品课程”、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材、普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- Visual Basic 程序设计语言
- Java 语言程序设计基础(第2版) (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- Java 语言应用开发基础 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- 微机原理及接口技术(第2版)
- 单片机及嵌入式系统(第2版)
- 数据库技术及应用——Access
- SQL Server 数据库应用教程(第2版) (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- Visual FoxPro 8.0 程序设计
- 多媒体技术及应用 (“高等教育国家级教学成果奖”配套教材、普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
- 多媒体文化基础 (北京市高等教育精品教材立项项目)
- 网络应用基础 (“高等教育国家级教学成果奖”配套教材)
- 计算机网络技术及应用(第2版)
- 计算机网络基本原理与 Internet 实践
- 可视化计算 (“高等教育国家级教学成果奖”配套教材)
- Web 应用程序设计基础(第2版)
- Web 标准网页设计与 ASP
- MATLAB 基础教程

大学计算机基础——计算思维初步



第1章 计算机与计算思维	1
1.1 计算与计算科学	1
1.1.1 计算与数字化	1
1.1.2 计算科学	2
1.1.3 计算科学的研究内容	3
1.2 计算思维	4
1.2.1 科学思维	4
1.2.2 计算思维概述	5
1.2.3 计算机的出现强化了计算思维的作用	7
1.2.4 计算思维对其他学科的影响	8
1.3 计算机科学	8
1.3.1 计算机科学概述	8
1.3.2 计算机科学与其他学科的交叉与融合	10
本章小结	13
思考题	13
第2章 计算机硬件基础	15
2.1 计算机中的数制及转换	15
2.1.1 进位记数制	15
2.1.2 不同进位记数制间的转换	16
2.1.3 二进制数的位运算	18
2.2 计算机组成	20
2.2.1 冯·诺依曼计算机	20
2.2.2 计算机硬件系统的组成	20
2.2.3 总线	26
2.2.4 接口	28
2.3 计算机指令系统与工作原理	29
2.3.1 计算机的指令系统和程序	29
2.3.2 计算机的工作原理	30
2.4 计算机的分类	32

2.4.1 超级计算机	32
2.4.2 服务器	32
2.4.3 桌面计算机	32
2.4.4 嵌入式计算机	33
本章小结	33
习题	33
第3章 计算机操作系统	35
3.1 操作系统概述	35
3.1.1 操作系统的功能	35
3.1.2 操作系统的分类	37
3.1.3 操作系统的特征	39
3.2 处理器管理	39
3.2.1 作业管理	40
3.2.2 进程管理	40
3.3 存储管理	44
3.4 设备管理	46
3.5 文件管理	46
3.5.1 文件的概念	46
3.5.2 文件系统的概念和功能	47
3.5.3 文件的操作	48
3.5.4 图形界面下用户对文件与文件夹的操作	48
本章小结	51
习题	52
第4章 网络基础	53
4.1 计算机网络概述	53
4.1.1 计算机网络的定义	53
4.1.2 计算机网络的产生与发展	53
4.1.3 计算机网络的分类	57
4.2 局域网的组成	58
4.2.1 网络硬件	58
4.2.2 网络软件	60
4.3 网络的拓扑结构	61
4.3.1 总线拓扑结构	61
4.3.2 星形拓扑结构	62
4.3.3 环形拓扑结构	62
4.3.4 树形拓扑结构	62
4.3.5 网状拓扑结构	62
4.4 网络协议及其分层结构	63

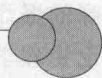
4.4.1	网络协议的分层结构	63
4.4.2	网络层	64
4.4.3	应用层	66
4.5	计算机网络体系结构	67
4.5.1	开放系统互连 OSI 参考模型	67
4.5.2	TCP/IP 参考模型	68
4.6	网络连通性测试	69
4.6.1	IPCONFIG	69
4.6.2	连通性测试 Ping 命令	69
	本章小结	70
	习题	71
第 5 章	数据的表示与处理	72
5.1	数据的表示与存储	72
5.1.1	数值数据	72
5.1.2	字符数据	76
5.1.3	多媒体信息	81
5.2	数据库技术基础	87
5.2.1	数据库系统概述	87
5.2.2	数据库的建立与维护	95
5.2.3	数据库查询	102
5.2.4	窗体和报表	109
5.3	数据处理软件——电子表格	111
5.3.1	Excel 基本知识	111
5.3.2	工作表基本操作	112
5.3.3	单元格基本操作	116
5.3.4	数据的输入与编辑	119
5.3.5	设置单元格格式	121
5.3.6	公式和函数	124
5.3.7	数据管理与分析	126
5.3.8	利用图表分析数据	129
5.3.9	操作实例——制作学生成绩统计表	131
	思考题	134
第 6 章	算法基础	136
6.1	算法的基本概念	136
6.1.1	算法的定义和特征	136
6.1.2	算法实例分析	140
6.2	算法的复杂性分析	143
6.2.1	计算复杂度和渐进复杂度	143

6.2.2	时间复杂性分析	147
6.2.3	空间复杂性分析	149
6.3	基本算法介绍	150
6.3.1	迭代法	150
6.3.2	穷举搜索法	150
6.3.3	递归法	151
6.3.4	回溯法	153
6.3.5	贪婪法	154
6.3.6	分治法	155
	本章小结	157
	思考题	158
第7章	程序设计基础	159
7.1	程序设计语言的发展	159
7.2	常见的程序设计语言	161
7.3	数据结构和算法	162
7.4	算法的表示方法	163
7.5	应用举例	164
7.6	程序设计步骤	166
7.7	程序设计的方法	167
7.7.1	结构化程序设计方法及应用举例	168
7.7.2	面向对象程序设计方法及应用举例	170
	本章小结	175
	思考题	175
附录A	实验指导	176
A.1	实验1 Windows的基本操作	176
	一、实验目的	176
	二、实验内容	176
A.2	实验2 文档的基本操作	178
	一、实验目的	178
	二、实验内容	178
	三、样张	179
A.3	实验3 文档排版	179
	一、实验目的	179
	二、实验内容	180
	三、样张	180
A.4	实验4 PowerPoint演示文稿的制作	181
	一、实验目的	181
	二、实验内容	181

A.5	实验5 局域网实验及 Internet 应用	183
	一、实验目的	183
	二、实验内容	183
A.6	实验6 电子表格基本操作	186
	一、实验目的	186
	二、实验内容	186
	三、样张	187
A.7	实验7 电子表格高级操作	187
	一、实验目的	187
	二、实验内容	188
	三、样张	189
A.8	实验8 数据库技术实验	190
	一、实验目的	190
	二、实验内容	190
参考文献		194

第1章

计算机与计算思维



随着计算机技术的飞速发展与 IT(Internet Technology)时代的到来,计算机已经融入了人们的生活与工作的方方面面。在当今的社会中,如果离开了计算机,各种工作和社会服务可能都无法推进。对于现代社会中的成员来说,计算机不仅成了有用的工具、得力的助手、亲密的朋友,而且深刻影响着人们的思维方式,同时影响着很多学科的研究和发展。计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类的行为,它涵盖了计算机科学之广度的一系列思维活动。所以,对于从事科学研究和技术开发的各学科人员来说,学习和掌握计算思维是非常必要的,并将深刻影响着各学科领域的工作。

1.1 计算与计算科学

1.1.1 计算与数字化

“计算不再只和计算机有关,它决定着我们的生存”,这是美国著名的未来学家尼葛洛庞帝在《数字化生存》一书中所指出的,该书成为了 20 世纪 90 年代纽约时报排行榜中的畅销书。书中所述的场景在今天很多都已经成为了现实,而且计算已经改变了科学家们的思考方式。计算生物学改变着生物学家的思考方式;计算博弈理论改变着经济学家的思考方式;纳米计算改变着化学家的思考方式;计算物理学改变着物理学家的思考方式;数学机械化改变着数学家的思考方式;社会计算改变着社会学家的思考方式等。

什么是计算?计算的本质是基于规则的符号串变换,更广义地说,计算是基于规则的物理状态的变换。于是,1+3+4 这样的数学运算可以说是人们最容易认同的计算;而将一段中文文章翻译成英文也是计算,因为其实质是在保持语义不变的前提下,将一串中文符号变换成对应的英文符号;更进一步,任何给定一定的输入,经过处理和变换,得到期望的输出的过程都可以称为计算。于是,计算可以和广阔的专业领域结合,通过学科交叉与融合,迸发出前景广阔的研究空间。

计算生物学应用数据分析及理论的方法、数学建模和计算机仿真技术,来研究生物学、行为学和社会群体系统。

计算经济学运用计算思想分析和综合经济问题,进行问题分析、模型研究及决策,统计数据表明,计算思想在诺贝尔奖获奖理论中占到 70% 以上的比例。

计算物理学是一门新兴的边缘学科。利用计算机大存储量和快速计算的有利条件,

将物理学、力学、天文学和工程中复杂的多因素相互作用过程,通过计算机来模拟,如原子弹的爆炸、火箭的发射,以及代替风洞进行高速飞行的模拟试验等。目前,实验物理学、理论物理学和计算物理学已经步入一个三强鼎立的时代。

社会计算学科根据社会科学理论,以计算技术为工具,研究人类社会的组成、关系、结构、层次、行为、运动等问题,研究社会媒体,促进社会人群的交流与合作。

计算也在改变着人们的工作方式,数字化会议为分布于世界各地的公司提供远程会议支持,创造出天涯若比邻的工作场景。

数字化制造使得在设备还没有制造出来之前,就可以通过仿真系统进行分析,通过虚拟装配进行模拟设备的装配,在对于效果满意之后再行实际投产。

1.1.2 计算科学

计算科学是研究计算技术的一门科学,它具有促进其他科学门类发展的重要作用。人们计算的手段从远古时代的掰手指计算,到算盘计算,直至今天计算机成为计算的主要手段,计算的手段器械化程度越来越高;到了20世纪,计算机的出现和计算技术的飞速发展,使得各个学科几乎无一例外地依赖于先进的计算技术和计算科学。因此,对于从事科学研究和工程技术的科研人员来说,掌握计算科学思想和方法学,将促进各个学科的发展和实际工程问题的解决。

计算技术发展到当今,其特征日益体现出以下特点:计算手段的器械化,计算过程的形式化,计算执行的自动化,计算对象的泛在化。其中,计算过程的形式化是计算自动执行的前提。人们首先需要对于计算问题进行抽象,对其实现形式化地表示;其次,对于计算过程往往需要设计算法,并完成程序设计;最后由计算机进行程序运行而得到期望的处理结果。现代计算机都是遵循冯·诺依曼的存储程序工作原理的计算机,程序和数据被存储在计算机中,由程序的自动执行来完成期望的任务。

下面考虑在天气预报过程中,计算科学是如何发挥作用的。天气预报是根据大气的一些参数如气压、含水量等一些值的变化进行天气情况的预判。具体地说,根据一定范围内的一些大气参数互相的影响和该范围的过去的一些参数的变化规律来计算参数的未来变化趋势,从而判断该范围的天气情况。把这样的过程称为建模。例如,在天气模型中,每一项都可以是一平方千米的地面海拔、当前风向、温度、压力等参数,通过计算机程序进行模拟,基于当前状态建模可能的下一状态,解出描述系统运转方式的方程,然后重复上述过程计算出下一状态。

需要说明的是,应用计算科学处理问题时是可能有误差的,这样的误差可能来自于模型,也可能来自于计算工具。首先,计算科学的方法学中所建立的模型是对客观世界的抽象,往往是不够准确的。因为,影响天气情况的因素可能有很多,不可能全部考虑到,可能还有很多的因素或者没有加入参考的一些因素的影响,还有一些突发的小概率事件的影响;另一方面,由于天气预报中所需处理的数据量非常大,同时又对天气预报的时效性要求越来越高,考虑到计算机的运算能力,对于一些不需要准确计算的点,在模型中可能被人为地忽略掉,而天气预报的模型参数的微小变化,都会影响到天气未来趋势的计算精确度,同时计算机本身的精度问题也会影响计算结果的精确度。

1.1.3 计算科学的研究内容

计算科学的研究内容包括从算法、可计算性到根据硬件、软件的实际实现问题。所谓算法,是以一步接一步的方式来详细描述如何将输入转化为所要求的输出的过程,或者说,算法是对计算机上执行的计算过程的具体描述。确定求解问题的算法是求解问题的关键步骤,在本教材的第6章将通过实例对算法进行细致讨论。

可计算性是指一个实际问题是否可以使用计算机来解决。从广义上讲如“为我烹制一个汉堡”这样的问题是无法用计算机来解决的。事实上,很多非数值问题(比如文字识别,图像处理等)都可以通过转化成为数值问题来交给计算机处理,但是一个可以使用计算机解决的问题应该被定义为“可以在有限步骤内被解决的问题”,像哥德巴赫猜想这样的问题暂时还不属于“可计算问题”之列,因为计算机一时还没有办法给出数学意义上的证明,因此不能期待计算机能解决世界上所有的问题。

分析某个问题的可计算性意义重大,它使得人们不必在不可能解决的问题上浪费时间(可以尽早转而使用除计算机以外更加有效的手段),而是集中资源在可以解决的问题上。很早以前,我国古代学者就认为,对于一个数学问题,只有当确定了其可用算盘解算它的规则时,该问题才是可解的。这已经体现了算法化思想,包含着我国古代学者对计算的根本问题,即“能行性”问题的朴素理解。

算法举例:若 m 和 n 是两个正整数,并且 $m \geq n$ 时,求 m 和 n 的最大公因子的欧几里德算法可表示为

Step 1[求余数]:以 n 除 m 得余数 r 。

Step 2[余数为0吗?]:若 $r=0$,计算结束, n 即为答案;否则转到步骤 Step 3。

Step 3[互换]:把 m 的值变为 n , n 的值变为 r ,重复上述步骤。

依照这三条规则指示的步骤,可计算出任何两个正整数的最大公因子。可以把计算过程看成执行这些步骤的序列。人们发现,计算步骤必须是有穷的,而且计算的每一步都是能够机械实现的(机械性)。

迄今为止公认的“计算的本质”,是由图灵揭示出来的。20世纪30年代后期,英国数学家图灵(A. M. Turing)通过构造理论的图灵机,形式化地阐述了计算的本质,这个本质用自然语言可以描述为:任何计算,在本质上都可以还原为计算者(人或者机器)对一条两端可无限延长的纸带上的一串0、1进行变换,最终得到一个满足预先规定的符号串的变换过程。图灵的研究结果表明,存在一些问题,是不能用任何机械过程解决的,即存在一些问题,是图灵机无法解决的。由于任何数值和非数值(字母、符号等)对象都可以编码成字符串,它们既可以被解释成数据,又可以被解释成指令,因此,任何计算的过程本身也都可以被编码,并存放在存储器中。

图灵对计算本质的描述,揭示了计算的能行性本质,提出了“可计算性”的概念。称一个问题是“可计算”的,当且仅当它是图灵可计算的。而一个问题是图灵可计算的,当且仅当它有图灵机的能行算法解。所谓能行算法解,即它是一个算法,且能被一台图灵机执行并能使该图灵机停机。任何计算问题最终可归结为图灵可计算问题,这便是著名的丘奇-图灵论题。

有了对计算本质的认识,则可理解计算科学的研究内容和根本问题。

计算科学的根本问题是:什么能被有效地自动化,即对象的能行性问题。

这一计算科学的根本问题决定了计算机本身的结构和它处理的对象都是离散的。连续对象必须经过离散化后,才能被计算机处理。可以更为直接地说,计算科学的所有分支领域的根本任务就是“计算”,实质就是对信息的加工和处理。例如,图像的各种处理,实际就是图像在计算机中的存储,即离散化处理,以及加工处理并输出的过程。

1.2 计算思维

自从 20 世纪 40 年代以来,计算机科学不但自身得到了蓬勃的发展,作为一种研究工具极大促进了其他学科的进步,而且其思维模式也深刻地影响着很多研究工作。什么是计算思维?国际上广泛认同的计算思维定义来自周以真(Jeannette Wing)教授。周教授认为,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,以及人类行为理解的涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动,计算思维的本质是抽象和自动化。如同所有人都具备“读、写、算”(简称 3R)能力一样,计算思维已经成为必须具备的科学思维能力。

1.2.1 科学思维

计算思维属于科学思维,科学思维是人类科学活动中所使用的思维方式。在人类认识世界的过程中,形成了多种类型的思维方式,除了科学思维之外还有艺术思维,宗教思维等。

人类在认识世界和改造世界的科学活动过程中离不开思维活动。思维不仅使人们产生对于物质世界的理解和洞察,更重要的是思维活动可以促进人类之间的交流,从而使人类获得知识交流和传承的能力,这个意义的重要性是不言而喻的。事实上,人类对于自身的思维活动很早就开展了研究,并且提出了一些原则,这些原则揭示了思维活动的以下关键特点:

- (1) 思维活动的载体是语言和文字,不通过语言和文字表达出来的思维是无意义的。
- (2) 思维的表达方式必须遵循一定的格式,需要符合一定的语法和语义规则。只有符合语法和语义规则的表达才能被其他人所理解。
- (3) 为了使别人相信自己的思维结论,必须采取合理的表达方式,说明获得结论的理由,即陈述思维逻辑,以使别人不去重复思维的过程而相信结论。

这三条原则对于人类文化遗产和知识积累是十分重要的。到目前为止,符合这样三条原则的科学思维模式大体上可以分为三种:

- (1) 以观察和归纳自然(包括人类社会活动)规律为特征的实证思维。
- (2) 以推理和演绎为特征的逻辑思维。
- (3) 以抽象化和自动化为特征的计算思维。

计算思维中的抽象化与数学(逻辑思维)的抽象化有不同的含义。计算思维的抽象化不仅表现为研究对象的形式化表示,也隐含这种表示应具备有限性、程序性和机械性。因