

TURING

图灵计算机科学丛书

PEARSON
Addison
Wesley

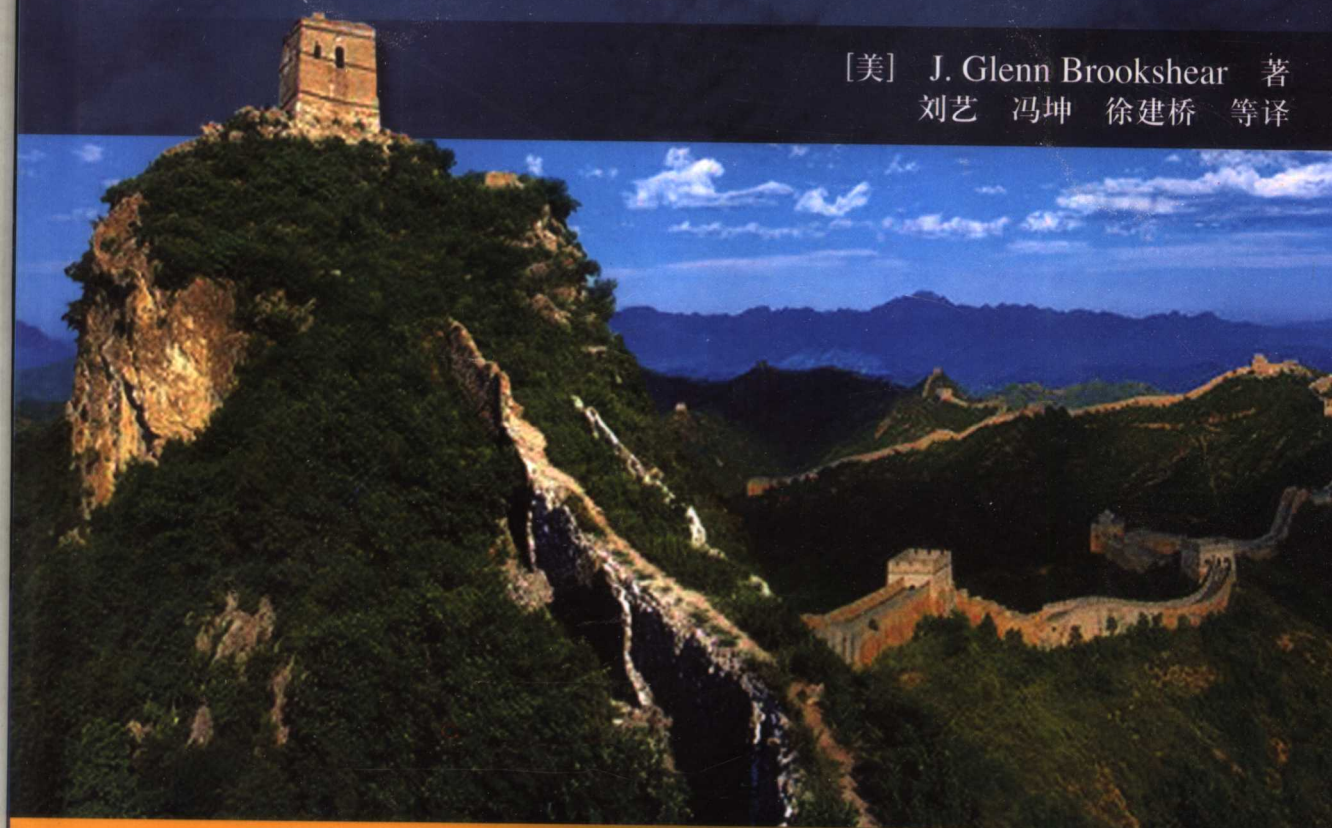
计算机科学概论

(第9版)

Computer Science: An Overview

Ninth Edition

[美] J. Glenn Brookshear 著
刘艺 冯坤 徐建桥 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵计算机科学丛书

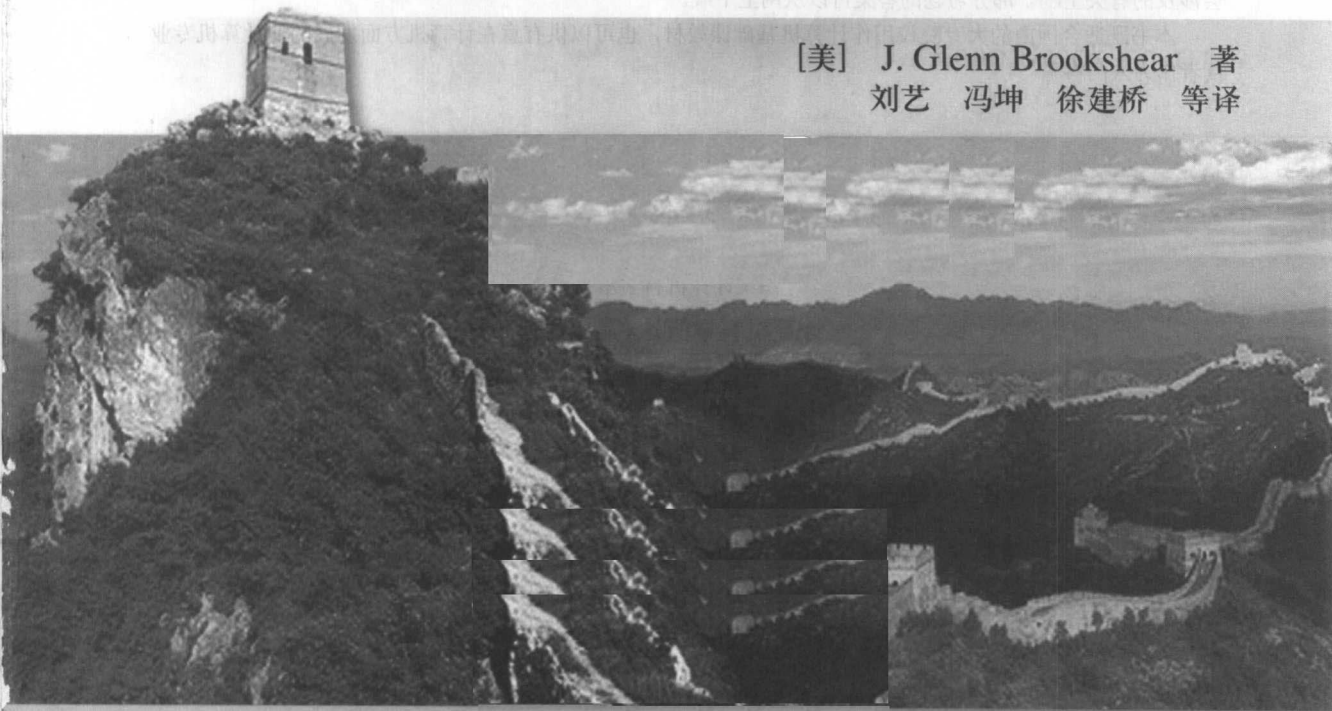
计算机科学概论

(第9版)

Computer Science: An Overview

Ninth Edition

[美] J. Glenn Brookshear 著
刘艺 冯坤 徐建桥 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机科学概论: 第9版 / (美) 布鲁克希尔 (Brookshear, J.G.) 著; 刘艺等译.

—北京: 人民邮电出版社, 2007.8

(图灵计算机科学丛书)

ISBN 978-7-115-16280-9

I. 计... II. ①布...②刘... III. 计算机科学—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 074689 号

内 容 提 要

本书是计算机科学导论课程的一本经典教材, 是作者多年教学经验的结晶, 是国际上众多名校的指定教材。本书涉及计算机科学的方方面面, 介绍了计算机硬件、软件、数据组织和计算理论等四个方面的内容, 包括编码及计算机体系结构的基本原理、操作系统、计算机网络、算法、程序设计语言、数据结构和数据库、人工智能以及计算理论等。本书在内容编排上, 在力求保持学科广度的同时, 还兼顾主题的深度, 并把握了最新的技术趋势。书中配有大量的图、表和示例以增强读者对知识的掌握, 并提供了丰富的习题以加强学生的参与性——在本版里包含1000多个问题, 用于复习、扩展讨论过的内容, 或者提示以后会涉及的有关主题。部分习题的答案可以从网上下载。

本书既适合国内的大专院校用作计算机基础课教材, 也可以供有意在计算机方面发展的非计算机专业读者作为入门参考。

图灵计算机科学丛书

计算机科学概论(第9版)

-
- ◆ 著 [美] J. Glenn Brookshear
 - 译 刘 艺 冯 坤 徐建桥 等
 - 责任编辑 杨海玲 江 波
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京鸿佳印刷厂印刷
 - 新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 24.75
 - 字数: 684千字
 - 印数: 1—5 000册
 - 2007年8月第1版
 - 2007年8月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2006-5781 号

ISBN 978-7-115-16280-9/TP

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010)88593802 印装质量热线: (010)67129223

版 权 声 明

Authorized translation from the English language edition, entitled *Computer Science: An Overview, Ninth Edition*, 0321387015 by J. Glenn Brookshear, published by Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley, Copyright © 2006 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD. and POSTS & TELECOM PRESS Copyright © 2007.

本书中文简体字版由 Pearson Education Asia Ltd. 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

本书封面贴有 Pearson Education（培生教育出版集团）激光防伪标签，无标签者不得销售。
版权所有，侵权必究。

译者序

本书是一本在外国著名大学中深受欢迎的计算机专业基础课教材。实际上这本书先前8个版本的使用者包括了从高中生到研究生的各个层次的学生。作为计算机相关课程的教材，它之所以能覆盖各个学科和不同教育层次，关键在于它作为一本教材在内容编排、教学设计和引导读者上获得成功。

本书是一本百科全书式的计算机专业基础入门读物，涉及计算机科学的方方面面。在内容编排上，既保持学科的广度，又兼顾主题的深度，并把握了最新的技术趋势。本书力求在一个宽泛的知识背景下，使学生们对计算机科学有一个总体的概念——在这个基础上，他们可以谙熟自己的专业领域，并为今后深入学习其他计算机专业课程打好铺垫。因此，书中了解和启发的主题要多于深入和探究的内容，这也是作者所谓的“授人以鱼，不如授人以渔”的良苦用心。

本书深入浅出，引人入胜，决无一般教材的枯燥和晦涩。作者的用意显然是为了轻松勾画出计算机科学体系的框架，为有志于IT行业的学生奠定计算机科学知识的基础，架起进一步深入学习专业理论的桥梁。所以，作者在书中强调的是概念而不是数学模型和技术细节，并通过大量的图、表和示例来增强读者对内容的理解和知识的掌握，通过范例讲解概念和剖析应用，通过练习题和社会问题帮助读者学习和复习专业知识，熟悉并关注职业和行业道德。

这本书既适合国内大专院校作为计算机基础课的教材，又适合有意在计算机方面发展的非计算机专业读者作为入门参考。这是一本成熟的教材，已经被国外众多大学选用，引进翻译显然对国内的计算机教学有着重要的参考价值。

由于本书涉及面广，技术内容新，特别是第9版比以前的各版有较大的内容更新，有一定的翻译难度。为此我们不敢疏忽，字斟句酌，对全文进行了重新翻译。由于水平有限，若读者在阅读中发现我们的工作有不足之处，敬请指正。

除了封面署名译者外，参加翻译工作的还有周大伟（第5章、第6章和第10章）、冯乾（第0章、第1章和第2章）、段立、严承华、魏国珩、张志明、黄高峰、谢慧、吴瑞、周华光。负责校对的还有洪雷、吴英、吴永逸、韩烁等。在此表示感谢。

译者

2006年12月8日

E-mail: book4u@sina.com

前言

本书是计算机科学的入门综述。在力求保持学科广度的同时，还兼顾主题的深度，对所涉及的主题给出中肯的评价。

读者

本书面向计算机科学以及其他各个学科的学生。大多数计算机科学专业的学生在最初的学习中都有这样一个误解，认为计算机科学就是程序设计和浏览网页，因为这基本上就是他们所看到的一切。实际上计算机科学远非如此。因此，在入门阶段，学生们需要了解他们主攻的这门学科所涉及内容的广度，这也正是本书的宗旨。本书使学生们对计算机科学有一个总体的概念——在这个基础上，他们可以谙熟该领域今后其他课程的特点以及课程之间的相互关系。事实上，本书采用的综述方式也是自然科学入门教程的常见模式。

其他学科的学生如果想融入这个技术化社会，也需要具备这些宽泛的知识背景。适用于他们的计算机科学课程提供的应该是对整个领域很实用的认识，而不仅仅是培训学生如何上网和使用一些流行的软件。当然这种培训也有其适用的地方，而本书的目的是用作教科书。正如一句中国谚语所说，“授人以鱼，不如授人以渔”。

本书先前的8个版本已经很成功地作为教科书广为使用，用户包括从高中生到研究生各个教育层次众多专业的学生。本版仍将以此为目标。

第9版更新

第9版最突出的变化是第4章（组网及因特网）、第7章（软件工程）和第10章（人工智能）。尽管这几章目录变化很小，但是内容已经扩充、更新而且重新排序。其中，第4章涉及组网基础、XML、HTML、安全的内容都有扩充；第7章改动较大，并包含了对UML的更严谨的介绍；第10章进行了较大范围的重写。

其他章节的变化有：第1章，加入闪存设备一节，重写数据压缩一节，用LZW压缩代替了LZ77压缩，加入压缩音频和视频的内容；第2章，加入USB和FireWire的材料；第3章，重写概述以及安全性小节；第6章，删除链接和装载的部分。另外，本书还有许多小的变化，是为了让所讨论的主题更加清晰明了、与时俱进、准确切题。

章节安排

本书内容遵循主题自底向上的排列，即由具体到抽象地推进——这是一种很利于教学的顺序，每一个主题自然而然地引导出下一个主题。本书首先介绍的是信息编码及计算机体系结构

的基本原理（第1章和第2章）；进而是操作系统（第3章）和计算机网络（第4章）的学习，接着探讨了算法、程序设计语言及软件开发（第5章至第7章），然后探索数据结构和数据库（第8章和第9章）方面的问题，接着考察了计算机技术通过人工智能（第10章）在未来的应用，最后以计算理论导引（第11章）作为结束。

本书编排顺序自然连贯，但各个章节仍保持很强的独立性，可以单独查阅，或者根据不同学习顺序重新排列。事实上，本书已作为各类课程的教材，内容选择的顺序是多种多样的。其中一种教法是先介绍第5章和第6章（算法和程序设计语言），然后按照需要返回到前面章节。我还知道有人是从第11章有关可计算性的内容开始的。此外，本书还曾被用作“毕业班”的教材，用作学生进入其他领域学习的主干课程。

在目录中，本书已经用星号标识出了选学章节。其中有些章节讨论更专门的话题，有些是对传统内容的深入探究。此举仅仅是为那些想采取不同阅读顺序的人提供建议。当然，还有其它读法。尤其对于那些寻求快速阅读的读者，我建议采取下面的阅读顺序：

章 节	标 题
1.1~1.4	数据编码和存储基础
2.1~2.3	计算机体系结构和机器语言
3.1~3.3	操作系统
4.1~4.3	组网及因特网
5.1~5.4	算法和算法设计
6.1~6.4	程序设计语言
7.1~7.2	软件工程
8.1~8.2	数据抽象
9.1~9.2	数据库系统
10.1~10.3	人工智能
11.1~11.2	计算理论

在本书中有几条贯穿始终的主线。主线之一是计算机科学是不断发展变化的。本书从历史发展的角度反复呈现各个主题，讨论其当前的状况，并指出研究方向。另一条主线是抽象的作用以及用抽象工具控制复杂性的方式。该主线在第0章引入，然后在操作系统体系结构、算法开发、程序设计语言、软件工程、数据表示和数据库系统等内容中反复体现。

致教师

本教材所包含的内容要多于通常情况一个学期所能讲授的，因此一定要果断地略掉不适合你教学需要的那些主题，或者根据需要重新调整讲授顺序。你会发现，尽管本书有它固有的结构体系，但各个主题在很大程度上又是相对独立的，可以根据需要做出选择。我写本书的目的是把它作为一种课程的资源，而非课程的定义。本人喜欢把某些主题留作阅读作业，鼓励学生自己学习，而不在课堂讲授。我认为，如果认为所有的东西都一定要在课堂上讲，那就低估学生的能力了。我们应该教会他们独立学习。

关于本书自底向上、从具体到抽象的组织结构，我觉得有必要多言几句。作为学者，我们总以为学生会欣赏我们对于学科的观点，这些观点是我们在某一领域多年工作中形成的。但作为老师，我认为我们最好从学生的视角提供教材。这就是为什么本书首先介绍的是数据的表示/存储、计算机体系结构、操作系统以及组网，因为这些都是学生们最容易产生共鸣的主题——

他们大多都听说过JPEG、MP3这些术语，用CD和DVD刻录过资料，买过计算机配件，应用过某一操作系统，或者上过因特网。我发现，从这些主题开始讲授这门课程，我的学生找到了许多困惑他们多年的问题的答案，而且开始把这门课看作是实践课程而不是纯理论的课程。由此出发就会很自然地过渡到较抽象的内容上，例如算法、算法结构、程序设计语言、软件开发方法、可计算性以及复杂性等。而这些内容就是我们这些从事该领域的人所认为的计算机科学的主要内容。正如我前面所说的，并不是强求大家都按此顺序讲课，只是我鼓励你们如此尝试一下而已。

我们都知道，学生能学到的东西要远远多于我们直接传授的，而且潜移默化地传授要更容易吸收。当要“传授”问题求解时，这就更是如此。学生不可能通过学习问题求解的方法而变成问题的解决者。他们只有通过解决问题——还不仅仅是那些精心设计过的“教科书式的问题”才能成为问题的解决者。因此我在本书中加入了大量的问题，其中有一些问题是有意模棱两可的——意味着正确答案不只一个。我建议你们采用并充分拓展这些问题。

我要放在“潜移默化学习”这一类主题中谈论的还有职业道德、伦理和社会责任感。我认为这种内容不可能独立成章，而是应该在有所涉及时讨论，这是本书的编排方法。你们会发现，在3.5节、4.5节、7.8节、9.7节和10.7节分别在操作系统、组网、软件工程、数据库系统和人工智能的上下文中提及了安全、隐私、责任和社会意识的问题。而且，0.6节就通过总结一些比较著名的理论而引入这一主线——这些理论都企图把伦理上的决断建立在哲学的坚实基础上。同时你还会发现，每一章都包含了“社会问题”小节，这些问题将鼓励学生思考现实社会与教材内容的关系。

感谢你对本书感兴趣。无论你是否选用本书作为教材，我都希望你喜欢它，认同它是一部不错的计算机科学教育文献。

教学特色

本书是多年教学经验的结晶，因此在教学法方面考虑较多。最主要的是提供了丰富的问题以加强学生的参与性——在第9版里包含1000多个问题。分为“问题与练习”、“复习题”和“社会问题”。“问题与练习”列在每节末尾（除了第0章），用于复习、延伸刚刚讨论过的内容，或者提示以后会涉及的有关主题。这些问题的答案可以从图灵网站下载（www.turingbook.com）。

“复习题”列在每章的末尾（除了第0章没有以外）。它们是课后作业，内容覆盖整章，在书中不给出答案。

“社会问题”也列在每章的末尾，供思考讨论。许多可以用来开展课外研究，可要求学生提交简短的书面或口头报告。

在每章的末尾还设有“课外阅读”，它列出了与本章主题有关的参考资料。同时，前言以及正文中所列的网址也非常适合查找相关资料。

补充材料

本书的许多补充材料可以从配套网站www.aw.com/brookshear上找到。以下内容面向所有读者。

- 每章活动帮助加深理解本教材的主题，并提供机会了解其他相关主题。
- 第2章使用的样机的软件模拟程序。

- 每章的“自测题”帮助读者复习本书中的内容。

除此之外，教师还可以登录Addison-Wesley的教师资源中心（www.aw.com/ric）申请获得下面的教辅资料：

- 包含“复习题”答案的教师指导。
- PowerPoint幻灯片讲稿。
- 测试题库。

你也许还想看一下我的个人网站www.mscs.mu.edu/~glennb，不是很正式（体现了我某一时的灵感和幽默），但你或许能找到些有用的信息。

致学生

我有一点点偏执（我的一些朋友说远不是一点点），所以写本书时，我经常不接受他人的建议，其中许多人认为一些内容对于初学者过于高深。我相信即使学术界把它们归为“高级论题”，但只要与主题相关就是合适的。读者需要的是一本全面介绍计算机科学的教科书，而不是“缩了水”的版本——只包括那些被简化了的、被认为是适合初学者的主题。因此我不回避任何主题，相反，我还力求寻找更好的解释。我力图在一定深度上向读者展示计算机科学最真实的一面。就好比对待菜谱里的那些调味品一样，你可以有选择地略过本书的一些主题，但我写这些主题是为了在你想要的时候供你“品尝”，而且我也鼓励你们去尝试。

我还要指出的是，在任何与技术打交道的课程中，目前学到的细节可能是以后不需要知道的。这个领域是发展变化的——这是使人兴奋的方面。本书将从现实及历史的角度展现本学科的图景。有了这些背景知识，你们就会和技术一起成长。我希望你们现在就开始行动起来，不局限于课本的内容进行探索。要学会学习。

感谢你们对我的信任，选择了我的这本书。作为作者，我有责任创作出值得一读的书稿。我希望你们看到我已经尽到了这份责任。

致谢

首先我要感谢那些支持本书——阅读并使用本书前几个版本的人们，我感到很荣幸。

随着每一次新版本的问世，给本书提出建议的审稿人和顾问也越来越多。如今，这份名单包括J. M. Adams、C.M.Allen、D.C.S.Allison、R.Ashmore、B.Auernheimer、P.Bankston、M.Barnard、P.Bender、K.Bowyer、P.W.Brashear、C.M.Brown、B.Calloni、M.Clancy、R.T.Close、D.H.Cooley、L.D.Cornell、M.J.Crowley、F.Deek、M.Dickerson、M.J.Duncan、S.Fox、N.E.Gibbs、J.D.Harris、D.Hascom、L.Heath、P.B.Henderson、L.Hunt、M.Hutchenreuther、L.A.Jehn、K.K.Kolberg、K.Korb、G.Krenz、J.Liu、T.J.Long、C.May、W.McCown、S.J.Merrill、K.Messersmith、J.C.Moyer、M.Murphy、J.P.Myers, Jr.、D.S.Noonan、S.Olariu、G.Rice、N.Rickert、C.Riedesel、J.B.Rogers、G.Saito、W.Savitch、R.Schlaflly、J.C.Schlimmer、S.Sells、G.Sheppard、Z.Shen、J.C.Simms、M.C.Slattery、J.Slimick、J.A.Slomka、D.Smith、J.Solderitsch、R.Steigerwald、L.Steinberg、C.A.Struble、C.L.Struble、W.J.Taffe、J.Talbur、P.Tonellato、P.Tromovitch、E.D.Winter、E.Wright、M.Ziegler，还有一位匿名的朋友。我向他们中的每一位致以我最真诚的谢意。

尤其要感谢Roger Eastman，他对第10章（人工智能）的修订起了很大的作用。我想你们会发现他的见解极大地改善了主题的陈述。同时他也为本书网站提供了许多辅助性资料，我

非常感激他为此所做出的努力。

我同时要感谢为本项目做出贡献的Addison-Wesley的员工。他们不仅是很好的合作伙伴，而且还是很好的朋友。如果你们打算写一本教材，可以考虑交给Addison-Wesley出版。

我还要感谢我的夫人Earlene和我的女儿Cheryl，感谢她们这么多年对我的鼓励。当然Cheryl已经长大，几年以前已经离家开始独自生活。Earlene还陪在我身边。我是一个幸运的人。1998年12月11日的早晨，我突发心脏病，由于她及时把我送到了医院，我逃过了一劫。（对于年轻一代的你们，我有必要解释一下，躲过心脏病的一劫有点像你们又获准延期提交课后作业。）

最后，我要感谢我的父母，本书即是给他的献礼。我用下面一句赞语作为结束，就不要署名了：“我们儿子的书真地非常好，人人都应该阅读。”

目 录

第0章 绪 论	1	1.6.1 二进制补码记数法	31
0.1 算法的作用	1	1.6.2 余码记数法	34
0.2 计算机器的由来	2	1.7 小数的存储	35
0.3 算法的科学	6	1.7.1 浮点记数法	35
0.4 抽象	6	1.7.2 截断误差	37
0.5 学习大纲	7	1.8 数据压缩	39
0.6 社会影响	8	1.8.1 通用的数据压缩技术	39
0.7 社会问题	9	1.8.2 图像压缩	40
课外阅读	10	1.8.3 音频和视频压缩	41
第1章 数据存储	11	1.9 通信差错	42
1.1 位和位存储	11	1.9.1 奇偶校验位	42
1.1.1 布尔运算	11	1.9.2 纠错编码	43
1.1.2 门和触发器	12	复习题	45
1.1.3 十六进制记数法	15	社会问题	48
1.2 主存储器	16	课外阅读	49
1.2.1 存储器结构	16	第2章 数据操控	50
1.2.2 存储器容量的度量	17	2.1 计算机体系结构	50
1.3 海量存储器	18	2.2 机器语言	52
1.3.1 磁学系统	19	2.2.1 指令系统	52
1.3.2 光学系统	21	2.2.2 一种演示用的机器语言	53
1.3.3 闪存驱动器	21	2.3 程序执行	56
1.3.4 文件存储及检索	22	2.3.1 程序执行的一个例子	58
1.4 用位模式表示信息	23	2.3.2 程序与数据	60
1.4.1 文本的表示	23	2.4 算术/逻辑指令	62
1.4.2 数值的表示	24	2.4.1 逻辑运算	62
1.4.3 图像的表示	25	2.4.2 循环移位及移位运算	63
1.4.4 声音的表示	26	2.4.3 算术运算	64
*1.5 二进制系统	27	2.5 与其他设备的通信	65
1.5.1 二进制记数法	28	2.5.1 控制器的作用	65
1.5.2 二进制加法	29	2.5.2 直接内存存取	67
1.5.3 二进制中的小数	30	2.5.3 握手	67
1.6 整数存储	31	2.5.4 流行的通信媒介	67
		2.5.5 通信速率	68

2.6 其他体系结构	69	4.3.4 客户端和服务端的活动	113
2.6.1 流水线	69	4.4 因特网协议	114
2.6.2 多处理器计算机	69	4.4.1 因特网软件的分层方法	114
复习题	70	4.4.2 TCP/IP协议簇	117
社会问题	75	4.5 安全性	119
课外阅读	76	4.5.1 入侵的形式	119
第3章 操作系统	77	4.5.2 防护和对策	120
3.1 操作系统的历史	77	4.5.3 加密	121
3.2 操作系统的体系结构	80	4.5.4 网络安全的法律途径	123
3.2.1 软件概述	80	复习题	125
3.2.2 操作系统组件	81	社会问题	127
3.2.3 系统启动	83	课外阅读	128
3.3 协调机器的活动	85	第5章 算法	129
3.3.1 进程的概念	85	5.1 算法的概念	129
3.3.2 进程管理	85	5.1.1 概览	129
3.4 处理进程间的竞争	87	5.1.2 算法的正式定义	129
3.4.1 信号量	87	5.1.3 算法的抽象本质	130
3.4.2 死锁	88	5.2 算法的表示	131
3.5 安全性	90	5.2.1 原语	131
3.5.1 来自机器外部的攻击	90	5.2.2 伪代码	133
3.5.2 来自机器内部的攻击	91	5.3 算法的发现	137
复习题	92	5.3.1 问题求解的艺术	137
社会问题	94	5.3.2 入门	139
课外阅读	95	5.4 迭代结构	141
第4章 组网及因特网	96	5.4.1 顺序搜索法	141
4.1 网络基础	96	5.4.2 循环控制	143
4.1.1 网络分类	96	5.4.3 插入排序算法	146
4.1.2 协议	97	5.5 递归结构	149
4.1.3 网络互连	99	5.5.1 二分搜索算法	149
4.1.4 进程间通信	101	5.5.2 递归控制	154
4.1.5 分布式系统	102	5.6 有效性和正确性	155
4.2 因特网	102	5.6.1 算法有效性	155
4.2.1 因特网体系结构	103	5.6.2 软件验证	158
4.2.2 连接到因特网	104	复习题	161
4.2.3 因特网编址	104	社会问题	165
4.2.4 因特网应用	105	课外阅读	166
4.3 万维网	108	第6章 程序设计语言	167
4.3.1 万维网实现	108	6.1 历史回顾	167
4.3.2 HTML	109	6.1.1 早期程序设计语言	167
4.3.3 XML	112	6.1.2 独立并超越机器	169

6.1.3 程序设计范型	170	7.6 测试	226
6.2 传统的程序设计概念	173	7.7 文档编制	227
6.2.1 变量和数据类型	174	7.8 软件所有权和责任	228
6.2.2 数据结构	176	复习题	230
6.2.3 常量和字面量	177	社会问题	232
6.2.4 赋值语句	178	课外阅读	233
6.2.5 控制语句	179		
6.2.6 注释	181	第 8 章 数据抽象	234
6.3 过程单元	182	8.1 数据结构基础	234
6.3.1 过程	182	8.1.1 基本数据结构	234
6.3.2 参数	183	8.1.2 抽象	236
6.3.3 函数	186	8.1.3 静态结构与动态结构	236
6.4 语言实现	188	8.1.4 指针	237
6.4.1 翻译过程	188	8.2 数据结构的实现	238
6.4.2 软件开发包	193	8.2.1 数组的存储	238
6.5 面向对象程序设计	194	8.2.2 表的存储	241
6.5.1 类和对象	194	8.2.3 栈和队列的存储	243
6.5.2 构造器	196	8.2.4 二叉树的存储	245
6.5.3 附加特性	197	8.2.5 数据结构的操作	247
6.6 程序设计中的并发活动	198	8.3 一个简短案例的研究	248
6.7 说明性程序设计	200	8.4 定制的数据类型	252
6.7.1 逻辑推演	200	8.4.1 用户自定义数据类型	252
6.7.2 Prolog	202	8.4.2 抽象数据类型	253
复习题	204	8.5 类和对象	255
社会问题	207	8.6 机器语言中的指针	256
课外阅读	208	复习题	258
第 7 章 软件工程	209	社会问题	262
7.1 软件工程学科	209	课外阅读	263
7.2 软件生命周期	211	第 9 章 数据库系统	264
7.2.1 周期是个整体	211	9.1 数据库基础	264
7.2.2 传统的开发阶段	212	9.1.1 模式的作用	264
7.3 软件工程方法	214	9.1.2 数据库管理系统	265
7.4 模块化	215	9.1.3 数据库模型	267
7.4.1 模块的实现	215	9.2 关系模型	267
7.4.2 耦合	218	9.2.1 关系设计中的问题	268
7.4.3 内聚	219	9.2.2 关系运算	270
7.4.4 构件	220	9.2.3 SQL	274
7.5 行业工具	220	9.3 面向对象数据库	276
7.5.1 较老的工具	221	9.4 维护数据库的完整性	278
7.5.2 统一建模语言	223	9.4.1 提交/回滚协议	278
7.5.3 设计模式	225	9.4.2 锁定	279

9.5 传统的文件结构	280	11.2.2 丘奇-图灵论题	332
9.5.1 顺序文件	280	11.3 通用程序设计语言	333
9.5.2 索引文件	283	11.3.1 Bare Bones语言	333
9.5.3 散列文件	283	11.3.2 用Bare Bones语言编程	335
9.6 数据挖掘	286	11.3.3 Bare Bones的通用性	336
9.7 数据库技术的社会影响	288	11.4 一个不可计算的函数	338
复习题	289	11.4.1 停机问题	338
社会问题	292	11.4.2 停机问题的不可解性	339
课外阅读	293	11.5 问题复杂性	342
第10章 人工智能	294	11.5.1 问题复杂性的度量	342
10.1 智能与机器	294	11.5.2 多项式问题与非多项式 问题	345
10.1.1 智能体	294	11.5.3 NP问题	346
10.1.2 性能与模拟	296	11.6 公钥密码学	348
10.1.3 图灵测试	296	11.6.1 模表示法	349
10.2 感知	298	11.6.2 RSA公钥密码系统	350
10.2.1 理解图像	298	复习题	351
10.2.2 语言处理	299	社会问题	354
10.3 推理	302	课外阅读	355
10.3.1 产生式系统	302	附录A ASCII码	356
10.3.2 搜索树	305	附录B 处理二进制补码表示的电路	357
10.3.3 启发	306	附录C 一种简单的机器语言	359
10.4 其他研究领域	310	C.1 机器体系结构	359
10.4.1 知识的表达和处理	310	C.2 机器语言	359
10.4.2 学习	311	附录D 高级语言程序示例	361
10.5 人工神经网络	313	D.1 Ada语言	361
10.5.1 基本特性	313	D.2 C语言	361
10.5.2 训练人工神经网络	315	D.3 C++语言	361
10.5.3 联想记忆	317	D.4 C#语言	363
10.6 机器人学	320	D.5 FORTRAN语言	363
10.7 后果的思考	321	D.6 Java语言	364
复习题	323	附录E 迭代结构与递归结构的等价性	366
社会问题	326	索引	368
课外阅读	327	问题与练习答案(图灵网站下载)	
第11章 计算理论	328		
11.1 函数及其计算	328		
11.2 图灵机	330		
11.2.1 图灵机原理	330		

绪论

在开篇的这一章，我们探讨计算机科学所覆盖的领域，介绍其历史背景，然后开始我们的研究。

计算机科学是这样一门学科，它寻求为计算机设计、计算机程序设计、信息处理、问题的算法解和算法过程本身等主题建立科学的基础。它既是当今计算机应用的支柱，又是今后应用的基础。

本书将详细介绍这门科学，研究广阔的主题，包括那些构成一般大学计算机科学课程的主题。我们要领略这个领域的博大精深和变化发展。因此，除了这些主题本身，我们还关注于它们的历史发展、现今的研究动态以及今后的前景。我们的目标是使人们对计算机科学形成一种功能性的理解——既帮助那些要在此领域进行深入学习的人，也促成其他领域的人在技术不断进步的社会崭露头角。

0.1 算法的作用

首先让我们了解一下计算机科学最基础的概念——“算法”。一般来讲，**算法**（algorithm）是一系列的步骤，它规定如何完成一项任务。（在第5章中，我们将给出比较精确的定义。）例如，有关于烹饪的算法（称为菜谱），有在陌生城市准确定位的算法（通常称为道路指南），有使用洗衣机的算法（通常标示在洗衣机的内盖上或者是贴在自助洗衣机的墙上），有演奏音乐的算法（以乐谱的形式表示），还有魔术表演的算法（见图0-1）。

效果：表演者从一副普通的扑克牌中抽取若干张牌，充分洗牌后将牌正面朝下展开在桌面上。然后，表演者会根据观众的要求，相应地翻出红牌或者黑牌。

秘诀：

步骤 1 从一副普通扑克牌中抽取10张红牌和10张黑牌。把它们根据颜色分为两摞，正面朝上放在桌面上。

步骤 2 告诉观众你已经选取了若干张红牌和黑牌。

步骤 3 拿起红牌，装作整理成一摞的样子，用左手正面朝下拿好牌，同时用右手的拇指和食指挤压这摞牌的两端，把牌面向下推，使得每张牌呈现向下的弧形。然后，继续把这摞红牌扣在桌子上，并宣布：“这是其中的红牌。”

步骤 4 拿起黑牌，模仿步骤3的方法，使这些牌呈现向上的弧形。然后，继续把牌扣在桌子上，宣布：“这是其中的黑牌。”

步骤 5 把黑牌放回桌面后，立即用双手把红牌和黑牌混在一起（仍然正面朝下），展开在桌面上。说明你已经洗好了牌。

步骤 6 只要桌面上还有扣着的牌，可以重复下面的步骤：

6.1 请观众要一张红牌或黑牌。

6.2 如果所要的牌为红色，而且桌面上倒扣有凹形的牌，就翻开其中的一张，说“这是一张红牌”。

6.3 如果所要的牌为黑色，而且桌面上倒扣有凸形的牌，就翻开其中的一张，说“这是一张黑牌”。

6.4 否则说，桌面上没有所要求颜色的牌了，然后翻开桌面上所有的牌，以证实你的断言。

图0-1 一个魔术的算法

在一台机器（如计算机）执行一项任务之前，必须先找到完成这项任务的算法，并且用与该机器兼容的格式表示出来。某一个算法的表示称作一个**程序**（program）。为了人们读写方便，计算机程序通常打印在纸上或者显示在电脑屏幕上。为了便于机器识别，程序需要采取一种与该机器技术兼容的形式进行编码。**程序设计**即是开发一个程序，使之采取与机器兼容的形式进行编码并将其输入到机器中的过程。程序及其所表示的算法总称为**软件**（software），而机器设备本身称为**硬件**（hardware）。

算法的研究起源于数学学科。事实也的确如此，它是数学家的重要活动，这要远远早于当今计算机的开发。它的目标是找出一组指令，描述如何解决某一特定类型的所有问题。求解两个多位数商的长除算法是早期研究中一个最著名的例子。另一个例子是古希腊数学家欧几里得发现的欧几里得算法——求两个正整数的最大公约数的（见图0-2）。

描述：本算法假定它输入的是两个正整数，目的是要计算这两个数的最大公约数。

过程：

步骤 1 分别赋予 M 和 N 这两个数中较大的一个和较小的一个的值。

步骤 2 用 M 除以 N ，余数设为 R 。

步骤 3 如果 R 不为0，那么将 N 的值赋予 M ，并将 R 的值赋予 N ，然后回到步骤2；否则最大公约数就是 N 当前被赋予的值。

图0-2 求两个正整数的最大公约数的欧几里得算法

一旦我们找到了执行一个任务的算法，那么在执行该任务时，就不再需要了解该算法所依据的原理。任务的完成演变成遵照指令操作的过程。（不需要了解算法的工作原理，我们就可以根据长除算法求商，或者根据欧几里得算法求得最大公约数。）在某种意义上，解决这个问题的智能被编码到算法中。

我们能够设计出那些执行有用任务的机器是因为我们有上述能力通过算法来捕获和传达智能（至少是智能行为）。因此，机器的智能级别受限于算法所传达的智能。只有存在执行某一项任务的算法时，我们才可以制造出执行这一任务的机器，换言之，如果我们找不到一个解决某问题的算法，那么这个问题的解决就超过了机器的能力。

20世纪30年代，库尔特·哥德尔（Kurt Gödel）发表了不完备性定理的论文，它使确定算法能力的局限性成为数学的一个研究课题。这个定理的主旨就是，在任何一个包括传统意义的算术系统的数学理论内，总有一些命题的真伪是无法通过算法的手段来确定的。简言之，对于任何算术系统的全面研究都超越了算法活动的能力。

这一认识动摇了数学的基础，于是关于算法能力的研究随之而来，它开创了今天计算机科学这门学科。的确，正是算法的研究构成了计算机科学的核心。

0.2 计算机器的由来

今天的计算机有个庞大的家谱。其中较早的计算设备之一是算盘。这种机器非常简单，一个矩形框里固定着一组小棍，而每个小棍上又各串有一组珠子（见图0-3）。在小棍上，珠子上下移动的位置就表示所存储的值。正是这些珠子的位置表示了这台“计算机”所代表和存储的值。这台机器是依靠人的操作来控制算法执行的。因此，算盘自身只算得上一个数据存储系统，它必须在人的配合下才成为一台完整的计算机器。

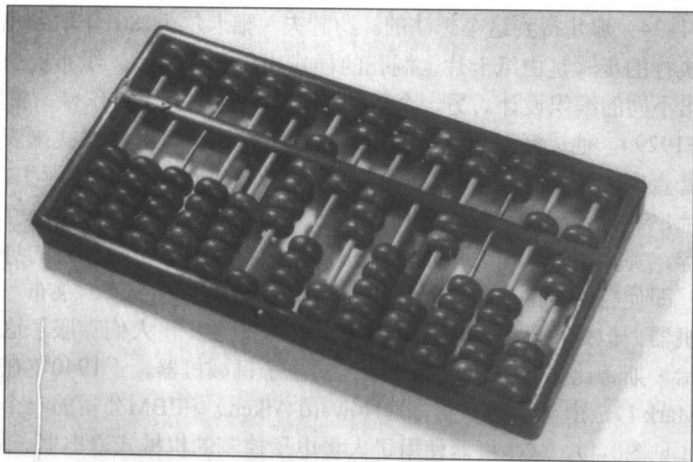


图0-3 算盘 (Wayne Chandler拍摄)

后来,计算机器的设计是基于齿轮技术的。采用这种技术的发明家有法国的布莱斯·帕斯卡尔(Blaise Pascal, 1623—1662)、德国的戈特弗里德·威尔赫尔姆·莱布尼茨(Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646—1716)和英国的查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage, 1792—1871)等。这些机器利用齿轮的位置来表示数据,要在规定齿轮初始位置的基础上机械地输入数据。帕斯卡尔和莱布尼茨的机器结果是从观察齿轮的最终位置得到的。另一方面,巴贝奇设想有这样一种机器,可以把计算的结果打印在纸上,以便消除可能出现的誊写错误。

就执行算法的能力而言,我们可以看到这些机器在灵活性上的进步。帕斯卡尔的机器只是为了执行加法。因此,必须在机器结构本身嵌入用到的步骤序列。同样,莱布尼茨的机器也把它的算法嵌入在其体系结构中,尽管它提供了多种算术运算供操作员选择。巴贝奇的差分机仅造了一个演示模型,可以修改以执行各种计算,但他设计的分析机(该机的制造没有得到任何基金的支持)则能够在纸卡片上读取以洞孔形式表示的指令。所以,巴贝奇的分析机是可编程的。事实上,奥古斯塔·艾达·拜伦(Augusta Ada Byron)通常被称为世界上第一个程序员,她曾发表过一篇论文,阐述巴贝奇的分析机如何编程并实现各种各样的计算问题。

5

奥古斯塔·艾达·拜伦

自从美国国防部以她的名字命名一个程序设计语言以来,拉夫拉斯伯爵夫人奥古斯塔·艾达·拜伦成了计算界议论的焦点人物。艾达·拜伦的一生近乎悲惨,活了不到37岁(1815—1852),她体弱多病,身处限制妇女从业的社会,还是个新教教徒。1833年,目睹了查尔斯·巴贝奇的差分机样机演示后,她就被这台机器迷住了。她对计算机科学的贡献是,她把一篇讨论巴贝奇分析机设计的论文从法文翻译为英文。巴贝奇还鼓励她在翻译中增加一个附录,介绍该机器的应用,并提供了例子说明该机器如何进行编程以实现各种各样的任务。巴贝奇对艾达·拜伦的工作十分热情,这是因为他希望论文的出版可以帮助他得到资金援助,以建造他的分析机。(作为拜伦勋爵的女儿,艾达·拜伦具有名人的地位,在许多商场上也有潜在的关系。)巴贝奇最终也没有得到资金援助,但是艾达·拜伦的附录保存了下来。人们认为该附录包含了第一批计算机程序的例子。所以,奥古斯塔·艾达·拜伦被认为是世界上第一个程序员。

通过纸卡片上的洞孔来传达算法的思想并不是源于巴贝奇。他是从约瑟夫·雅卡尔(Joseph