

计算机科学概论

Computer Science: An Overview, 12th Edition

(第12版·英文版)



[美] J. Glenn Brookshear Dennis Brylow 著



中国工信出版集团

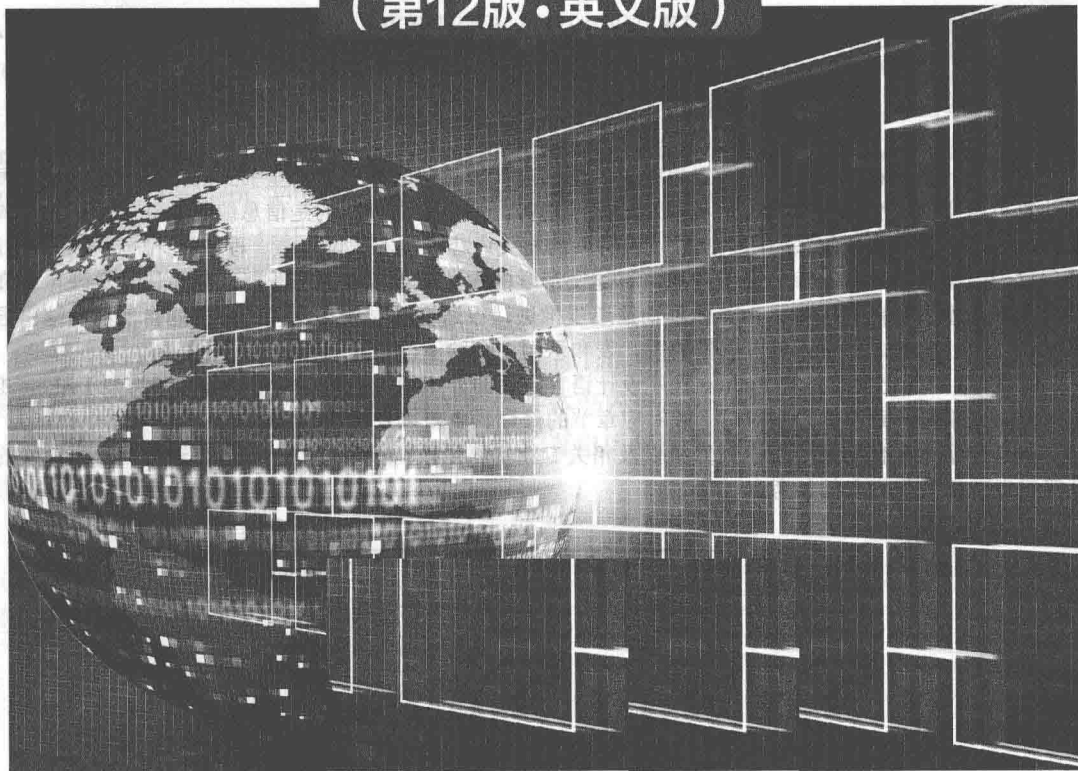


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

计算机科学概论

Computer Science: An Overview, 12th Edition

(第12版·英文版)



[美] J. Glenn Brookshear Dennis Brylow 著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机科学概论 : 第12版 = Computer Science: An Overview, 12th Edition : 英文 / (美) J. 格伦·布鲁克希尔 (J. Glenn Brookshear), (美) 丹尼斯·布里罗 (Dennis Brylow) 著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2017. 7 (2017. 9重印)

ISBN 978-7-115-45829-2

I. ①计… II. ①J… ②丹… III. ①电子计算机—教材—英文 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第109580号

内 容 提 要

本书是计算机科学概论课程的经典教材, 全书对计算机科学做了百科全书式的精彩阐述, 充分展现了计算机科学的历史背景、发展历程和新的技术趋势。书中首先介绍的是信息编码及计算机体系结构的基本原理, 进而介绍操作系统和组网以及因特网的相关内容, 接着探讨算法、程序设计语言及软件工程, 然后讨论数据抽象和数据库方面的问题, 讲述图形学的主要应用以及人工智能, 最后以计算理论的介绍结束全书。本书在内容编排上由具体到抽象逐步推进, 很适合教学安排, 每一个主题自然而然地引导出下一个主题。此外, 书中还包含大量的图、表和示例, 有助于读者对知识的了解与把握。

第12版的变化主要是将 Python 程序设计语言方面的介绍纳入了重点章节, 除了增加与 Python 相关的内容, 几乎每一章都能看到对前一版对应章节的修订、更新以及修正。

本书非常适合作为高等院校计算机以及相关专业本科生教材, 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。

◆ 著 [美] J. Glenn Brookshear Dennis Brylow

责任编辑 杨海玲

责任印制 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

固安县铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 39.75

字数: 852千字 2017年7月第1版

印数: 2 501—3 300册 2017年9月河北第2次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2017-2294号

定价: 79.00元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

版 权 声 明

Authorized translation from the English language edition, entitled COMPUTER SCIENCE: AN OVERVIEW, 12E, by BROOKSHEAR J. GLENN; BRYLOW, DENNIS, published by Pearson Education, Inc. Copyright © 2015, 2012, 2009 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 © 2017.

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。

前言

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

读者对象

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、网页浏览以及因特网文件共享，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。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。本书力图使学生对计算机科学有一个总体的了解，希望在这个基础上，他们可以领会该领域今后其他课程的特点以及相互关系。事实上，本书采用的综述方式也是自然科学入门教程的常用模式。

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剖析，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，但本书的目的不在此，而是用作计算机科学的教科书。

在编写本书先前各版时，我们力求保持其对非技术类学生的可读性。因此，本书已经成功地用作教科书，读者囊括了从高中生到研究生的各个教育层次和众多专业的学生。这一版将保持这一传统。

第12版新增的内容

第12版主要是将Python程序设计的介绍纳入了重点章节。在前几章中，对这些补充内容做了选读标记。在第5章，我们用Python和Python风格的伪代码替换了先前版本中类似Pascal的表示法。

这代表了本书的一个重要改变，本书之前一直努力回避突出任何一种特定语言。我们做出这种改变的原因有几个：首先，本书已经包含了相当多的各种语言代码，有几章还有

详细的伪代码；其次，读者已经吸收了相当多的句法方面的知识，似乎可以将句法重新定位为在后续课程中会实际看到的语言；最后，更重要的是，越来越多的使用本书的教师断定，即使是优先介绍计算的广度，对于学生来讲，如果缺乏用于探索和实验的编程工具，许多课题也会很难掌握。

那为什么选择 Python 呢？语言的选择始终是一个有争议的问题，任何一种选择，反对的人都至少和支持的人一样多。Python 是一个极好的中间选择，因为：

- 其句法简洁易学；
- 其 I/O 原语简单；
- 其数据类型和控制结构与先前版本中使用的伪代码原语很接近；
- 它支持多个程序设计范式。

Python 是一门成熟的程序设计语言，它拥有充满活力的开发社区和丰富的在线资源，便于进一步的研究。根据某些衡量标准，Python 仍然是业界 10 大最常用的程序设计语言之一，并且在计算机科学入门课程中的使用急剧增加。对非计算机专业的学生来讲，它是一门极其受欢迎的入门课程，并且已被其他物理学和生物学这样的 STEM^① 领域广泛接受，作为计算科学应用的首选语言。

然而，本书的重点仍然是广义的计算机科学概念；补充 Python 语言的内容是为了让读者能体会到比先前版本更浓的编程味儿，而不是为了全面地介绍编程。所涵盖的 Python 主题是由本书现有的结构决定的。因此，第 1 章涉及的是 Python 句法，用于表示数据——整数、浮点数、ASCII 字符串或 Unicode 字符串，等等。第 2 章涉及的是 Python 运算，详细地反映了本章其余部分所讨论的机器原语。条件、循环以及函数是在第 5 章引入的，那里需要使用这些结构来设计一个足够完整的描述算法的伪代码。简而言之，Python 结构是用来进一步阐明计算机科学概念而不是劫持话题的。

除了 Python 的内容，几乎每一章都能看到对前一版对应章节的修订、更新以及修正。

章节安排

本书主题由具体到抽象逐步推进——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。首先介绍的是信息编码、数据存储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）；探讨了算法、程序设计语言及软件开发（第 5 章至第 7 章）；探索如何更好地访问信息（第 8 章和第 9 章）；考虑了计算机图形学技术的一些重要应用（第 10 章）及人工智能（第 11 章）；最后介绍了抽象的计算理论（第 12 章）。

虽然本书的编排顺序自然连贯，但各个章节都具有很强的独立性，可以单独阅读，也

① STEM 是 4 个英语单词 Science（科学）、Technology（技术）、Engineering（工程）和 Mathematics（数学）的缩写。——编者注

可以根据不同学习顺序重新排列。事实上,本书通常被用作各类课程的教材,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的相应章节。我还知道有门课程是从第12章有关可计算性的内容开始的。这本书还曾作为深入不同领域项目的基础,用于“高级研讨班”课程的教科书。对于不需要了解太多技术的学生,教学中可以重点讲述第4章(组网及因特网)、第9章(数据库系统)、第10章(计算机图形学)和第11章(人工智能)。

每章开篇都用星号标出了选学章节。选学章节要么是讨论更专业的话题,要么是对传统内容作深入探究。此举仅仅是为那些想采取不同阅读顺序的人提供一点建议。当然,还有其他读法。尤其对于那些寻求快速阅读的读者,我们建议采取下面的阅读顺序。

章 节	主 题
1.1 ~ 1.4	数据编码和存储基础
2.1 ~ 2.3	机器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 ~ 8.3	数据抽象
9.1 ~ 9.2	数据库系统
10.1 ~ 10.2	计算机图形学
11.1 ~ 11.3	人工智能
12.1 ~ 12.2	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、组网、算法的发展、编程语言设计、软件工程、数据组织和计算机图形学等内容中反复体现。

致教师

本教材所包含的内容很难在一个学期内讲授完,因此一定要果断砍掉不适合自己的教学目标的那些主题,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是相对独立的,完全可以根据需要作出选择。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。我们建议,鼓励学生自己阅读课堂上没有讲授的内容。如果我们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。

关于本书从具体到抽象的组织结构，我们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，这些观点通常是我们某一领域多年工作中形成的。但作为教师，我们认为最好从学生的视角呈现教材。这就是为什么本书首先介绍数据的表示/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：他们很可能听说过 JPEG、MP3 这些术语；可能用 CD 和 DVD 刻录过资料；买过计算机配件；应用过某一操作系统；上过因特网。从这些主题开始讲授这门课程，学生可以为许多让他们困惑多年的问题找到答案，并且把这门课看成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内容上，而这些内容就是我们本领域的人认为的计算机科学的主要内容。正如前面所说的，以这种方式呈现全书并不是强求大家都按此顺序讲课，只是鼓励大家如此尝试一下。

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内容，而且潜移默化传授的知识更容易被吸收。当要“传授”问题的解决方法时，就更是如此。学生不可能通过学习问题求解的方法变成问题的解决者，他们只有通过解决问题，而且不仅仅是解决那些精心设计过的“教科书式的问题”，才能成为问题的解决者。因此，本书加入了大量的问题，并特意让其中一些问题模棱两可——这意味着正确方法或正确答案不一定是唯一的。我们鼓励大家采用并拓展这些问题。

“潜移默化学习”类的其他话题还有职业精神、道德和社会责任感。我认为这种内容不应该独立成章，而是应该在有所涉及时讨论，而这正是本书的编排方法。你会发现，3.5 节、4.5 节、7.9 节、9.7 节和 11.7 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。你还会发现，每一章都包含了一些社会问题，这些问题将鼓励学生思考他们所生活的现实社会与教材中的内容的关系。

感谢你对本书感兴趣。无论你是否选用本书作为教材，我都希望你认同它是一部好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，因此在辅助教学方面考虑较多。最主要的是提供了丰富的问题以加强学生的参与——这一版包含 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 章外），用于复习刚刚讨论过的内容，扩充以前讨论过的知识，或者提示以后会涉及的有关主题。这些问题与练习的答案可在附录 F 中找到^②。

“复习题”列在每章的末尾（第 0 章除外）。它们是课后作业，内容覆盖整章，书中没

有给出答案。

“社会问题”也列在每章的末尾，供思考讨论。许多问题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用于查找相关资料。

补充材料

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

- 每章的实践项目帮助读者加深理解本教材的主题，并可以帮助读者了解其他相关主题。
- 每章的“自测题”帮助读者复习本书中的内容。
- 介绍Java和C++基本原理的手册，它在教学顺序上与本书是兼容的。

除此之外，教师还可以登录 Pearson Education 的教师资源中心 (www.pearsonhighered.com) 网站申请获得下面的教辅资料。

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

本书的勘误表（如果有的话）网址为 www.mscs.mu.edu/~brylow/errata/。

致学生

Glenn Brookshear 有一点点偏执（他的一些朋友说可远不是一点点），所以写本书时，他很少接受他人的建议，许多人认为其中一些内容对于初学者过于高深。但是，我们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“缩水”的版本——只包括那些简化了的、被认为适合初学者的主题。因此，我们回避任何主题，而是力求寻找更好的解释。我们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，但我们全部呈现出来是为了在你想要的时候供你“品尝”，而且我们也鼓励你们去尝试。

我们还要指出的是，在任何与技术有关的课程中，当前学到的详细知识未必就适合以后的需要。这个领域是发展变化的——这正是使人兴奋的方面。本书将从现实及历史的角度展现本学科的内容。有了这些背景知识，你就会和技术一起成长。我们希望你现在就开始行动起来，不要局限于课本的内容，而要进行大胆探索。要学会学习。

感谢你的信任，选择了我们的这本书。作为作者，我们有责任创作出值得一读的作品。我们希望你觉得我们已经尽到了这份责任。

致谢

首先，我要感谢 Glenn Brookshear，他一直照看着这本书——“他的孩子”——包括之前的 11 个版本，跨越了计算机科学领域快速发展和动荡变化的超过四分之一世纪的时间。虽然这是他头一版允许合著者来审查所有的修订，但这一版收录的仍然基本是 Glenn 的“声音”，并由他主导，这也是我所希望的。任何新的瑕疵都是我造成的，而优雅的基本框架都是他设计的。

我和 Glenn 要感谢那些支持本书（阅读并使用本书前几个版本）的人们，我们感到很荣幸。

在 David T. Smith（宾夕法尼亚州印第安纳大学）和我共同编写第 11 版修订的过程中，David 发挥了很重要的作用。他做的许多修订在第 12 版中仍然存在。David 对本版的仔细阅读和对补充材料的仔细关注对本书来讲至关重要。Andrew Kuemmel（Madison West）、George Corliss（Marquette）和 Chris Mayfield（James Madison）为本版本的初稿提供了有价值的反馈、深刻的见解或鼓励，同时 James E. Ames（Virginia Commonwealth）、Stephanie E. August（Loyola）、Yoonsuck Choe（Texas A&M）、Melanie Feinberg（UT-Austin）、Eric D. Hanley（Drake）、Sudharsan R. Iyengar（Winona State）、Ravi Mukkamala（Old Dominion）和 Edward Pryor（Wake Forest）对 Python 方面的修订提供了宝贵的评价。

其他对这一版和之前版本作出贡献的人包括 J. M. Adams、C. M. Allen、D. C. S. Allison、E. Angel、R. Ashmore、B. Auernheimer、P. Bankston、M. Barnard、P. Bender、K. Bowyer、P. W. Brashear、C. M. Brown、H. M. Brown、B. Calloni、J. Carpinelli、M. Clancy、R. T. Close、D. H. Cooley、L. D. Cornell、M. J. Crowley、F. Deek、M. Dickerson、M. J. Duncan、S. Ezekiel、C. Fox、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. Kurose、J. Liu、T. J. Long、C. May、J. J. McConnell、W. McCown、S. J. Merrill、K. Messersmith、J. C. Moyer、M. Murphy、J. P. Myers, Jr.、D. S. Noonan、G. Nutt、W. W. Oblitey、S. Olariu、G. Riccardi、G. Rice、N. Rickert、C. Riedesel、J. B. Rogers、G. Saito、W. Savitch、R. Schlafly、J. C. Schlimmer、S. Sells、Z. Shen、G. Sheppard、J. C. Simms、M. C. Slattery、J. Slimick、J. A. Slomka、J. Solderitsch、R. Steigerwald、L. Steinberg、C. A. Struble、C. L. Struble、W. J. Taffe、J. Talburt、P. Tonellato、P. Tromovitch、P. H. Winston、E. D. Winter、E. Wright、M. Ziegler，还有一位匿名的朋友。我们向他们中的每一位致以最真诚的谢意。

如前所述，本书的配套网站上有 Java 和 C++ 手册来讲述这两种语言的基础知识，与

本书的内容相得益彰。它们是由 Diane Christie 撰写的，在此表示感谢。另外，还要感谢 Roger Eastman，他是本书配套网站上每章实践项目的出题人。

我同时要感谢支持本项目的 Pearson 出版集团的员工。特别是，和 Tracy Johnson、Camille Trentacoste、Carole Snyder 一起工作特别愉快，他们为本书贡献了自己的智慧，提供了许多改进。

最后，我要感谢我的妻子 Petra——“the Rock”，这本书是专门献给她的。她的耐心和毅力往往超出了我，这本书因她的稳定影响而更好了。

D. W. B.

欢迎来到异步社区！

异步社区的来历

异步社区 (www.epubit.com.cn) 是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书旗舰社区，于 2015 年 8 月上线运营。

异步社区依托于人民邮电出版社 20 余年的 IT 专业优质出版资源和编辑策划团队，打造传统出版与电子出版和自出版结合、纸质书与电子书结合、传统印刷与 POD 按需印刷结合的出版平台，提供最新技术资讯，为作者和读者打造交流互动的平台。



社区里都有什么？

购买图书

我们出版的图书涵盖主流 IT 技术，在编程语言、Web 技术、数据科学等领域有众多经典畅销图书。社区现已上线图书 1000 余种，电子书 400 多种，部分新书实现纸书、电子书同步出版。我们还会定期发布新书书讯。

下载资源

社区内提供随书附赠的资源，如书中的案例或程序源代码。

另外，社区还提供了大量的免费电子书，只要注册成为社区用户就可以免费下载。

与作译者互动

很多图书的作译者已经入驻社区，您可以关注他们，咨询技术问题；可以阅读不断更新的技术文章，听作译者和编辑聊好书背后有趣的故事；还可以参与社区的作者访谈栏目，向您关注的作者提出采访题目。

灵活优惠的购书

您可以方便地下单购买纸质图书或电子图书，纸质图书直接从人民邮电出版社书库发货，电子书提供多种阅读格式。

对于重磅新书，社区提供预售和新书首发服务，用户可以第一时间买到心仪的新书。

用户帐户中的积分可以用于购书优惠。100 积分 = 1 元，购买图书时，在 使用积分 里填入可使用的积分数值，即可扣减相应金额。

特别优惠

购买本书的读者专享异步社区购书优惠券。

使用方法：注册成为社区用户，在下单购书时输入 **S4XC5 使用优惠码**，然后点击“使用优惠码”，即可在原折扣基础上享受全单9折优惠。（订单满39元即可使用，本优惠券只可使用一次）

纸电图书组合购买

社区独家提供纸质图书和电子书组合购买方式，价格优惠，一次购买，多种阅读选择。



社区里还可以做什么？

提交勘误

您可以在图书页面下方提交勘误，每条勘误被确认后可以获得 100 积分。热心勘误的读者还有机会参与书稿的审校和翻译工作。

写作

社区提供基于 Markdown 的写作环境，喜欢写作的您可以在这一试身手，在社区里分享您的技术心得和读书体会，更可以体验自出版的乐趣，轻松实现出版的梦想。

如果成为社区认证译者，还可以享受异步社区提供的作者专享特色服务。

会议活动早知道

您可以掌握 IT 圈的技术会议资讯，更有机会免费获赠大会门票。

加入异步

扫描任意二维码都能找到我们：



异步社区



微信服务号



微信订阅号



官方微博



QQ 群: 436746675

社区网址: www.epubit.com.cn

投稿 & 咨询: contact@epubit.com.cn

目 录

Chapter 0 Introduction / 绪论	1
0.1 The Role of Algorithms / 算法的作用	2
0.2 The History of Computing / 计算机器的由来	4
0.3 An Outline of Our Study / 学习大纲	9
0.4 The Overarching Themes of Computer Science / 计算机科学的首要主题	11
Chapter 1 Data Storage / 数据存储	19
1.1 Bits and Their Storage / 位和位存储	20
1.2 Main Memory / 主存储器	26
1.3 Mass Storage / 海量存储器	29
1.4 Representing Information as Bit Patterns / 用位模式表示信息	34
*1.5 The Binary System / 二进制系统	40
*1.6 Storing Integers / 整数的存储	46
*1.7 Storing Fractions / 小数的存储	52
*1.8 Data and Programming / 数据与程序设计	57
*1.9 Data Compression / 数据压缩	63
*1.10 Communication Errors / 通信差错	69
Chapter 2 Data Manipulation / 数据操控	81
2.1 Computer Architecture / 计算机体系结构	82
2.2 Machine Language / 机器语言	85
2.3 Program Execution / 程序执行	91
*2.4 Arithmetic/Logic Instructions / 算术/逻辑指令	98
*2.5 Communicating with Other Devices / 与其他设备通信	103
*2.6 Programming Data Manipulation / 数据操控编程	108
*2.7 Other Architectures / 其他体系结构	117

Chapter 3	Operating Systems / 操作系统	127
3.1	The History of Operating Systems / 操作系统的历史	128
3.2	Operating System Architecture / 操作系统的体系结构	132
3.3	Coordinating the Machine's Activities / 协调机器的活动	140
*3.4	Handling Competition Among Processes / 处理进程间的竞争	143
3.5	Security / 安全性	148
Chapter 4	Networking and the Internet / 组网及因特网	157
4.1	Network Fundamentals / 网络基础	158
4.2	The Internet / 因特网	167
4.3	The World Wide Web / 万维网	176
*4.4	Internet Protocols / 因特网协议	185
4.5	Security / 安全性	191
Chapter 5	Algorithms / 算法	205
5.1	The Concept of an Algorithm / 算法的概念	206
5.2	Algorithm Representation / 算法的表示	209
5.3	Algorithm Discovery / 算法的发现	216
5.4	Iterative Structures / 迭代结构	222
5.5	Recursive Structures / 递归结构	233
5.6	Efficiency and Correctness / 效率和正确性	241
Chapter 6	Programming Languages / 程序设计语言	259
6.1	Historical Perspective / 历史回顾	260
6.2	Traditional Programming Concepts / 传统的程序设计概念	268
6.3	Procedural Units / 过程单元	280
6.4	Language Implementation / 语言实现	288
6.5	Object-Oriented Programming / 面向对象程序设计	296
*6.6	Programming Concurrent Activities / 程序设计并发活动	303
*6.7	Declarative Programming / 说明性程序设计	306
Chapter 7	Software Engineering / 软件工程	319
7.1	The Software Engineering Discipline / 软件工程学科	320
7.2	The Software Life Cycle / 软件生命周期	322
7.3	Software Engineering Methodologies / 软件工程方法学	326
7.4	Modularity / 模块化	329

7.5	Tools of the Trade / 行业工具	336
7.6	Quality Assurance / 质量保证	344
7.7	Documentation / 文档	348
7.8	The Human-Machine Interface / 人机界面	349
7.9	Software Ownership and Liability / 软件所有权和责任	352
Chapter 8	Data Abstractions / 数据抽象	361
8.1	Basic Data Structures / 基本数据结构	362
8.2	Related Concepts / 相关概念	365
8.3	Implementing Data Structures / 数据结构的实现	368
8.4	A Short Case Study / 一个简短的案例	382
8.5	Customized Data Types / 定制的数据类型	387
8.6	Classes and Objects / 类和对象	391
*8.7	Pointers in Machine Language / 机器语言中的指针	393
Chapter 9	Database Systems / 数据库系统	403
9.1	Database Fundamentals / 数据库基础	404
9.2	The Relational Model / 关系模型	409
*9.3	Object-Oriented Databases / 面向对象数据库	420
*9.4	Maintaining Database Integrity / 维护数据库的完整性	422
*9.5	Traditional File Structures / 传统的文件结构	426
9.6	Data Mining / 数据挖掘	434
9.7	Social Impact of Database Technology / 数据库技术的社会影响	436
Chapter 10	Computer Graphics / 计算机图形学	445
10.1	The Scope of Computer Graphics / 计算机图形学的范围	446
10.2	Overview of 3D Graphics / 3D图形概述	448
10.3	Modeling / 建模	449
10.4	Rendering / 渲染	457
*10.5	Dealing with Global Lighting / 处理全局照明	468
10.6	Animation / 动画	471
Chapter 11	Artificial Intelligence / 人工智能	479
11.1	Intelligence and Machines / 智能与机器	480
11.2	Perception / 感知	485
11.3	Reasoning / 推理	491
11.4	Additional Areas of Research / 其他研究领域	502

11.5	Artificial Neural Networks / 人工神经网络	507
11.6	Robotics / 机器人学	514
11.7	Considering the Consequences / 后果的思考	517
Chapter 12 Theory of Computation / 计算理论		527
12.1	Functions and Their Computation / 函数及其计算	528
12.2	Turing Machines / 图灵机	530
12.3	Universal Programming Languages / 通用程序设计语言	534
12.4	A Noncomputable Function / 一个不可计算的函数	540
12.5	Complexity of Problems / 问题的复杂性	544
*12.6	Public-Key Cryptography / 公钥密码学	553
Appendices		563
A	ASCII / ASCII码	565
B	Circuits to Manipulate Two's Complement Representations / 用于处理二进制补码表示的电路	566
C	A Simple Machine Language / 一种简单的机器语言	569
D	High-Level Programming Languages / 高级程序设计语言	571
E	The Equivalence of Iterative and Recursive Structures / 迭代结构与递归结构的等价性	573
F	Answers to Questions & Exercises / 问题与练习答案	575