

HZ BOOKS  
华章教育

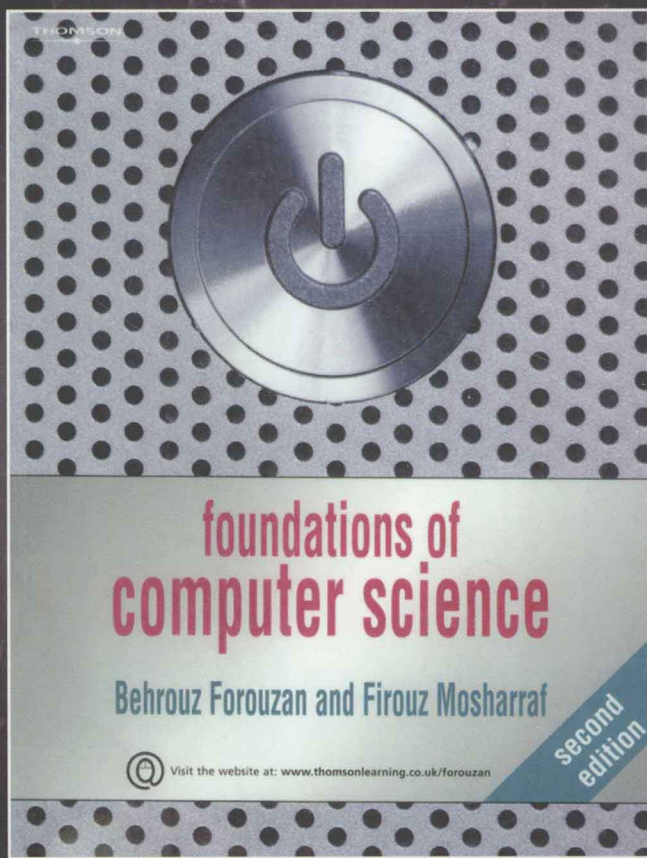
计 算 机 科 学 丛 书

原书第2版

CENGAGE  
Learning

# 计算机科学导论

(美) Behrouz Forouzan Firouz Mosharraf 著 刘艺 瞿高峰 等译  
迪安那大学 Rio Hondo学院



Foundations of Computer Science  
(Second Edition)



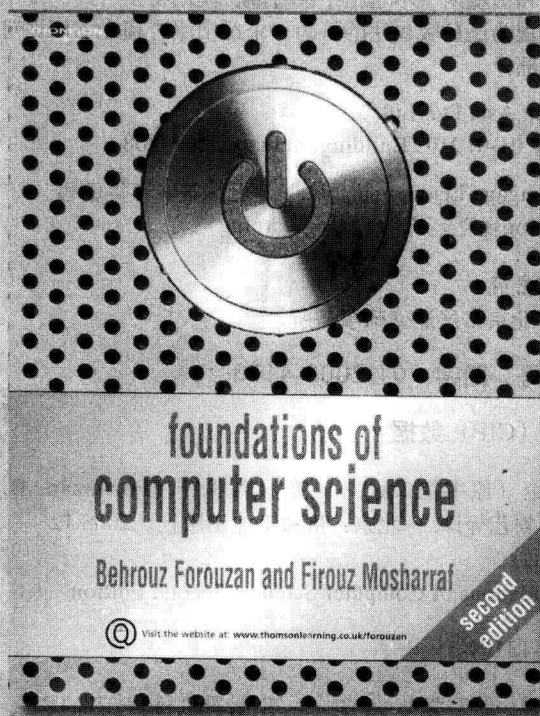
机械工业出版社  
China Machine Press

计 算 机 科 学 丛 书

原书第2版

# 计算机科学导论

(美) Behrouz Forouzan Firouz Mosharraf 著 刘艺 瞿高峰 等译  
迪安娜大学 Rio Hondo学院



**Foundations of Computer Science**  
Second Edition



机械工业出版社  
China Machine Press

本书是大学计算机专业的基础课教材,涉及计算机科学的各个方面。本书着重讲解基本概念而不是数学模型和技术细节,通过大量的图表和演示范例讲解计算机科学的基础知识。另外,每章后面的关键术语、小结和练习有助于读者掌握和复习知识要点。

本书既适合作为高等院校计算机专业学生的基础课教材,又可作为一般的计算机基础入门读物。

Behrouz Forouzan and Firouz Mosharraf: Foundations of Computer Science, Second Edition (ISBN 978-1-84480-700-0).

Copyright © 2008 by Cengage Course Technology, a part of Cengage Learning.

Original edition published by Cengage Learning. All rights reserved. 本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有,盗印必究。

China Machine Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权机械工业出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Cengage Learning Asia Pte. Ltd.

5 Shenton Way, # 01-01 UIC Building, Singapore 068808

本书封面贴有Cengage Learning防伪标签,无标签者不得销售。  
(Thomson Learning现更名为Cengage Learning)

版权所有,侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号:图字:01-2008-4173

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机科学导论(原书第2版)/(美)佛罗赞(Forouzan, B.), (美)莫沙拉夫(Mosharraf, F.)著;刘艺等译.—北京:机械工业出版社,2008.12

(计算机科学丛书)

书名原文:Foundations of Computer Science, Second Edition

ISBN 978-7-111-13159-5

I. 计… II. ①佛… ②莫… ③刘… III. 计算机科学 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第092786号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:迟振春

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2009年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·25.25印张

标准书号:ISBN 978-7-111-13159-5

定价:36.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换  
本社购书热线:(010) 68326294

## 出版者的话

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅肇划了研究的范畴，还揭示了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀和发展的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起到积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章分社较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，华章分社就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过多年的不懈努力，我们与Pearson, McGraw-Hill, Elsevier, MIT, John Wiley & Sons, Cengage等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从他们现有的数百种教材中甄选出Andrew S. Tanenbaum, Bjarne Stroustrup, Brian W. Kernighan, Dennis Ritchie, Jim Gray, Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman, Abraham Silberschatz, William Stallings, Donald E. Knuth, John L. Hennessy, Larry L. Peterson等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及珍藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专程为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍。其影印版“经典原版书库”作为姊妹篇也被越来越多实施双语教学的学校所采用。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑，这些因素使我们的图书有了质量的保证。随着计算机科学与技术专业学科建设的不断完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都将步入一个新的阶段，我们的目标是尽善尽美，而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。华章分社欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正，我们的联系方式如下：

华章网站：[www.hzbook.com](http://www.hzbook.com)

电子邮件：[hzjsj@hzbook.com](mailto:hzjsj@hzbook.com)

联系电话：(010) 88379604

联系地址：北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码：100037



## 译者序

《计算机科学导论》是一本国外IT相关专业大学生的基础课教材，通常供大学低年级学生使用。该教材是一本百科全书式的计算机专业入门读物，涉及计算机科学的方方面面。虽然读者对象是计算机专业的学生，但这本书却深入浅出，引人入胜，绝无一般教科书的枯燥和晦涩。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，铺设进一步深入专业理论学习的桥梁。因此，作者在这本书中强调的是概念而不是数学模型和技术细节，并通过大量的图片、图表和演示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相关的数学模型，通过关键术语、小结和练习帮助读者学习和复习。

本书是基于美国计算机学会（ACM）推荐的CS0课程设计的，涵盖了计算机科学的所有领域。这本书既适合国内的高等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书。本书作为一本成熟的教材已经被国外许多大学选用，引进翻译显然对国内的计算机教学有着重要的参考价值。

本书第1版翻译出版后被国内许多重点大学选用，受到好评。我们有幸继续翻译第2版，不但在第一时间为读者奉上译稿，而且还在前一版的基础上精益求精，对一些术语和字句进行推敲和斟酌，力求完美。在翻译过程中，我们还对原书的一些疏漏进行了更正。

本书涉及面广，技术内容新，有一定的翻译难度，为此我们不敢疏忽，如果读者在阅读中发现我们的工作有不足之处，敬请指正。

另外，参加翻译和校对工作的人员除封面署名外还有曹裕华、蔡敏、许大琴、洪蕾、吴英、吴永逸、刘藩等，在此表示感谢。

# 前言

计算机在我们的日常生活中扮演了重要的角色，而且在未来仍将继续。计算机科学是一门充满了挑战和发展机遇的年轻学科，计算机网络将地球上每个角落的人们连接到一起；虚拟现实创造了炫目的三维图像；宇宙空间探险的成功也部分归功于计算机的发展；计算机建立的特技效果改变了电影工业；计算机在遗传学研究中也扮演了重要的角色。

本书是基于美国计算机学会（ACM）推荐的CS0课程设计的，涵盖了计算机科学的所有领域。

## 本书特点

本书的一些特色不仅令其独树一帜，同时使初学者更易于理解。

### 概念

本书始终强调概念比数学模型更重要，我们认为对概念的理解必然左右对模型的理解。

### 图文并茂

全书有将近400幅图片，虽然这样增加了书的篇幅，但增进了对文字的理解。

### 算法

本版中增加了十几个算法，以便读者熟悉问题求解和编程技术。

### UML

本书中使用了UML图，因为它已经成为业界的事实标准。

### 重点

如下面所示的加阴影的内容是总结的重点，这些重点是学生在复习考试时需要用到的。

**计算机存储正数和负数的方法是有区别的。**

### 例子

我们尽可能地运用例子来表述概念和数学模型。

### 章末材料

每一章末的材料包括4个部分：推荐读物、关键术语、小结和练习。

**推荐读物** 给出本章推荐书目列表。

**关键术语** 列出了本章介绍的重要术语，每一个关键术语在术语表中都有定义。

**小结** 包括对本章中所有关键内容的简明概括。

**练习** 每个练习包括三部分内容：复习题、多项选择题和课后练习题。

- 复习题：测试对本章中所有要点和概念的理解。
- 多项选择题：测试对材料的理解。
- 课后练习题：测试学生能否运用概念和公式。

### 术语表<sup>⊖</sup>

书后给出了所有关键术语的列表。

<sup>⊖</sup> “缩略语和术语表”参见华章网站 (<http://www.hzbook.com>)。——编辑注

### 练习答案

奇数号复习题、多项选择题和课后练习题的答案可以从本书网站找到：<http://www.cengage.co.uk/forouzan>。

## 教辅材料

本书网站除了为教师提供了所有复习题、多项选择题和课后练习题的答案以外，还提供了电子课件、勘误等。

## 新版的变化

### 修订的内容

第2、3、4、5、7、9和10章根据评审者的建议进行了修订。大多数章末练习也进行了修订和增补。

### 重写的内容

重写了第6、10和16章。

### 新增的内容

第18章（人工智能）是本版新增的。此外，还新增了4个附录：附录E（布尔代数和逻辑电路）、附录F（C、C++和Java程序示例）、附录G（数学复习）以及附录H（错误检测和纠正）。

### 合并或替换的内容

第1版中的附录A和B被合并成新的附录A，新的附录B（UML）取代了原先的附录C（流程图），附录F（离散余弦变换）现在是新附录G（数学复习）的一部分。

## 致谢

本教材的出版离不开众人的支持。

特别要感谢为第2版做出贡献的评审者，他们是：威尔士大学的John Newman，Birbeck学院的Steve Maybank，斯特灵大学的Mario Kolberg，伍斯特大学的Colin Price，伦敦城市大学的Boris Cogan，希尔德斯海姆大学的Thomas Mandl，南非大学的Daphne Becker，阿卜杜拉国王大学的Lubna Fekry和Osama Abulnaja，利物浦大学的Katie Atkinson。

同样感谢Cengage出版社的人：Allie、Matthew和Gaynor，同时还感谢Wordmongers的Steve Rickaby高度重视手稿。

最后，最应该感谢的是我们的家人和朋友。在我们忍受写作之苦的过程中，家人和朋友同样忍受着我们的缺席。我们只能希望他们看到最后的作品时，感到自己的牺牲是值得的。

Behrouz Forouzan  
Firouz Mosharraf

# 目 录

出版者的话	
译者序	
前言	
第1章 绪论	1
1.1 图灵模型	1
1.1.1 数据处理器	1
1.1.2 可编程数据处理器	2
1.1.3 通用图灵机	2
1.2 冯·诺伊曼模型	3
1.2.1 4个子系统	3
1.2.2 存储的程序概念	3
1.2.3 指令的顺序执行	4
1.3 计算机组成	4
1.3.1 计算机硬件	4
1.3.2 数据	4
1.3.3 计算机软件	4
1.4 历史	6
1.4.1 机械计算机(1930年以前)	6
1.4.2 电子计算机的诞生 (1930~1950年)	6
1.4.3 计算机的诞生(1950年至今)	7
1.5 社会问题和道德问题	7
1.5.1 社会问题	8
1.5.2 道德问题	8
1.6 计算机科学作为一门学科	8
1.7 课程纲要	9
1.8 推荐读物	9
1.9 关键术语	9
1.10 小结	10
1.11 练习	10
第2章 数字系统	12
2.1 引言	12
2.2 位置化数字系统	12
2.2.1 十进制系统(以10为底)	13
2.2.2 二进制系统(以2为底)	14
2.2.3 十六进制系统(以16为底)	15
2.2.4 八进制系统(以8为底)	16
2.2.5 4种位置化系统小结	16
2.2.6 转换	17
2.3 非位置化数字系统	22
2.4 推荐读物	23
2.5 关键术语	23
2.6 小结	24
2.7 练习	24
第3章 数据存储	28
3.1 数据类型	28
3.2 存储数字	30
3.2.1 存储整数	30
3.2.2 存储实数	36
3.3 存储文本	41
3.4 存储音频	42
3.4.1 采样	43
3.4.2 量化	43
3.4.3 编码	43
3.4.4 声音编码标准	43
3.5 存储图像	44
3.5.1 光栅图	44
3.5.2 矢量图	45
3.6 存储视频	45
3.7 推荐读物	45
3.8 关键术语	46
3.9 小结	46
3.10 练习	47
第4章 数据运算	51
4.1 逻辑运算	51
4.1.1 位层次上的逻辑运算	51
4.1.2 模式层次上的逻辑运算	53
4.2 移位运算	54
4.2.1 逻辑移位运算	55
4.2.2 算术移位运算	55



4.3 算术运算	56	5.11 练习	95
4.3.1 整数的算术运算	56	第6章 计算机网络	98
4.3.2 实数的算术运算	60	6.1 引言	98
4.4 推荐读物	63	6.1.1 网络标准	98
4.5 关键术语	63	6.1.2 物理结构	98
4.6 小结	63	6.1.3 网络分类	100
4.7 练习	64	6.1.4 互联网	101
第5章 计算机组成	67	6.1.5 因特网	101
5.1 中央处理单元	67	6.2 TCP/IP协议族	102
5.1.1 算术逻辑单元	68	6.3 层	103
5.1.2 寄存器	68	6.3.1 应用层	103
5.1.3 控制单元	69	6.3.2 传输层	104
5.2 主存储器	69	6.3.3 网络层	107
5.2.1 地址空间	69	6.3.4 数据链路层	109
5.2.2 存储器的类型	70	6.3.5 物理层	111
5.2.3 存储器的层次结构	71	6.3.6 层的总结	111
5.2.4 高速缓冲存储器	71	6.4 因特网应用	112
5.3 输入/输出子系统	72	6.4.1 电子邮件	112
5.3.1 非存储设备	72	6.4.2 文件传输协议	115
5.3.2 存储设备	72	6.4.3 远程登录——TELNET	115
5.4 子系统的互连	76	6.4.4 万维网	116
5.4.1 CPU和存储器的连接	76	6.4.5 其他因特网应用	121
5.4.2 I/O设备的连接	77	6.5 推荐读物	123
5.4.3 输入/输出设备的寻址	79	6.6 关键术语	123
5.5 程序执行	80	6.7 小结	124
5.5.1 机器周期	80	6.8 练习	125
5.5.2 输入/输出操作	81	第7章 操作系统	127
5.6 不同的体系结构	83	7.1 引言	127
5.6.1 CISC	83	7.2 演化	128
5.6.2 RISC	83	7.2.1 批处理系统	128
5.6.3 流水线	83	7.2.2 分时系统	128
5.6.4 并行处理	84	7.2.3 个人系统	129
5.7 简单计算机	86	7.2.4 并行系统	129
5.7.1 指令集	87	7.2.5 分布式系统	129
5.7.2 处理指令	88	7.2.6 实时系统	129
5.7.3 一个例子	88	7.3 组成部分	129
5.7.4 另一个例子	92	7.3.1 用户界面	130
5.8 推荐读物	93	7.3.2 内存管理器	130
5.9 关键术语	93	7.3.3 进程管理器	132
5.10 小结	94	7.3.4 设备管理器	136

7.3.5 文件管理器	137	8.10 小结	159
7.4 主流操作系统	137	8.11 练习	160
7.4.1 UNIX	137	第9章 程序设计语言	163
7.4.2 Linux	138	9.1 演化	163
7.4.3 Windows NT/2000/XP	139	9.1.1 机器语言	163
7.5 推荐读物	140	9.1.2 汇编语言	164
7.6 关键术语	140	9.1.3 高级语言	164
7.7 小结	141	9.2 翻译	165
7.8 练习	141	9.2.1 编译	165
第8章 算法	144	9.2.2 解释	165
8.1 概念	144	9.2.3 翻译过程	165
8.1.1 非正式定义	144	9.3 编程模式	166
8.1.2 示例	144	9.3.1 过程式模式	166
8.1.3 定义动作	145	9.3.2 面向对象模式	169
8.1.4 细化	145	9.3.3 函数式模式	170
8.1.5 泛化	146	9.3.4 说明式模式	171
8.2 三种结构	146	9.4 共同概念	172
8.2.1 顺序	147	9.4.1 标识符	172
8.2.2 判断	147	9.4.2 数据类型	172
8.2.3 循环	147	9.4.3 变量	173
8.3 算法的表示	147	9.4.4 字面值	173
8.3.1 UML	147	9.4.5 常量	173
8.3.2 伪代码	148	9.4.6 输入和输出	174
8.4 更正式的定义	150	9.4.7 表达式	174
8.4.1 有序集合	150	9.4.8 语句	175
8.4.2 明确步骤	150	9.4.9 子程序	177
8.4.3 产生结果	150	9.5 推荐读物	179
8.4.4 在有限的时间内终止	150	9.6 关键术语	179
8.5 基本算法	150	9.7 小结	180
8.5.1 求和	151	9.8 练习	181
8.5.2 乘积	151	第10章 软件工程	183
8.5.3 最大和最小	151	10.1 软件生命周期	183
8.5.4 排序	151	10.2 分析阶段	184
8.5.5 查找	155	10.2.1 面向过程分析	185
8.6 子算法	156	10.2.2 面向对象分析	186
8.7 递归	157	10.3 设计阶段	187
8.7.1 迭代的定义	157	10.3.1 面向过程设计	187
8.7.2 递归的定义	157	10.3.2 面向对象设计	187
8.8 推荐读物	159	10.4 实现阶段	188
8.9 关键术语	159	10.4.1 语言的选择	188

10.4.2 软件质量 .....	188	12.2 栈 .....	215
10.5 测试阶段 .....	189	12.2.1 栈的操作 .....	215
10.5.1 白盒测试 .....	189	12.2.2 栈的抽象数据类型 .....	216
10.5.2 黑盒测试 .....	191	12.2.3 栈的应用 .....	216
10.6 文档 .....	191	12.2.4 栈的实现 .....	218
10.6.1 用户文档 .....	191	12.3 队列 .....	218
10.6.2 系统文档 .....	191	12.3.1 队列的操作 .....	219
10.6.3 技术文档 .....	192	12.3.2 队列的抽象数据类型 .....	220
10.7 推荐读物 .....	192	12.3.3 队列的应用 .....	220
10.8 关键术语 .....	192	12.3.4 队列的实现 .....	221
10.9 小结 .....	192	12.4 广义线性表 .....	222
10.10 练习 .....	193	12.4.1 广义线性表的操作 .....	222
第11章 数据结构 .....	195	12.4.2 广义线性表的抽象数据类型 .....	224
11.1 数组 .....	195	12.4.3 广义线性表的应用 .....	224
11.1.1 数组名与元素名 .....	197	12.4.4 广义线性表的实现 .....	225
11.1.2 多维数组 .....	197	12.5 树 .....	226
11.1.3 存储配置 .....	197	12.6 二叉树 .....	227
11.1.4 数组操作 .....	198	12.6.1 二叉树的递归定义 .....	227
11.1.5 数组的应用 .....	199	12.6.2 二叉树的操作 .....	227
11.2 记录 .....	199	12.6.3 二叉树的应用 .....	229
11.2.1 记录名与域名 .....	200	12.6.4 二叉树的实现 .....	229
11.2.2 记录与数组的比较 .....	200	12.7 二叉搜索树 .....	229
11.2.3 记录数组 .....	200	12.7.1 二叉搜索树的抽象数据类型 .....	230
11.2.4 数组与记录数组 .....	201	12.7.2 二叉搜索树的实现 .....	230
11.3 链表 .....	201	12.8 图 .....	231
11.3.1 数组与链表 .....	202	12.9 推荐读物 .....	231
11.3.2 链表名与节点名 .....	202	12.10 关键术语 .....	232
11.3.3 链表操作 .....	203	12.11 小结 .....	232
11.3.4 链表的应用 .....	210	12.12 练习 .....	233
11.4 推荐读物 .....	210	第13章 文件结构 .....	235
11.5 关键术语 .....	210	13.1 存取方法 .....	235
11.6 小结 .....	210	13.1.1 顺序存取 .....	235
11.7 练习 .....	211	13.1.2 随机存取 .....	235
第12章 抽象数据类型 .....	213	13.2 顺序文件 .....	236
12.1 背景 .....	213	13.3 索引文件 .....	237
12.1.1 简单抽象数据类型 .....	213	13.4 散列文件 .....	238
12.1.2 复杂抽象数据类型 .....	213	13.4.1 散列方法 .....	239
12.1.3 定义 .....	214	13.4.2 冲突 .....	240
12.1.4 抽象数据类型的模型 .....	214	13.5 目录 .....	242
12.1.5 实现 .....	214	13.6 文本文件与二进制文件 .....	243

13.6.1 文本文件 .....	244	14.11 小结 .....	261
13.6.2 二进制文件 .....	244	14.12 练习 .....	262
13.7 推荐读物 .....	244	第15章 数据压缩 .....	264
13.8 关键术语 .....	244	15.1 无损压缩 .....	264
13.9 小结 .....	245	15.1.1 游程长度编码 .....	265
13.10 练习 .....	245	15.1.2 赫夫曼编码 .....	265
第14章 数据库 .....	248	15.1.3 Lempel Ziv编码 .....	267
14.1 引言 .....	248	15.2 有损压缩 .....	270
14.1.1 定义 .....	248	15.2.1 图像压缩: JPEG .....	270
14.1.2 数据库的优点 .....	248	15.2.2 视频压缩: MPEG .....	272
14.2 数据库管理系统 .....	249	15.2.3 音频压缩 .....	273
14.3 数据库体系结构 .....	250	15.3 推荐读物 .....	274
14.3.1 内层 .....	250	15.4 关键术语 .....	274
14.3.2 概念层 .....	250	15.5 小结 .....	274
14.3.3 外层 .....	250	15.6 练习 .....	275
14.4 数据库模型 .....	250	第16章 安全 .....	277
14.4.1 层次模型 .....	250	16.1 引言 .....	277
14.4.2 网状模型 .....	251	16.1.1 安全目标 .....	277
14.4.3 关系模型 .....	251	16.1.2 攻击 .....	278
14.5 关系数据库模型 .....	251	16.1.3 安全服务 .....	279
14.6 关系的操作 .....	252	16.1.4 技术 .....	279
14.6.1 结构化查询语言 .....	252	16.2 对称密钥密码术 .....	280
14.6.2 插入 .....	252	16.2.1 传统密码 .....	281
14.6.3 删除 .....	253	16.2.2 现代对称密钥密码 .....	282
14.6.4 更新 .....	253	16.3 非对称密钥密码术 .....	283
14.6.5 选择 .....	253	16.4 对称密钥方法和非对称密钥方法的 比较 .....	284
14.6.6 投影 .....	254	16.4.1 秘密记号的数目 .....	284
14.6.7 连接 .....	254	16.4.2 两个系统的一个共同需要 .....	285
14.6.8 并 .....	254	16.5 其他安全服务 .....	285
14.6.9 交 .....	255	16.5.1 消息完整性 .....	285
14.6.10 差 .....	256	16.5.2 消息验证 .....	286
14.7 数据库设计 .....	257	16.5.3 数字签名 .....	287
14.7.1 实体关系模型 .....	257	16.5.4 实体验证 .....	290
14.7.2 从E-R图到关系 .....	257	16.6 密钥管理 .....	291
14.7.3 规范化 .....	258	16.6.1 对称密钥分发 .....	291
14.8 其他数据库模型 .....	259	16.6.2 公钥分发 .....	292
14.8.1 分布式数据库 .....	259	16.7 推荐读物 .....	293
14.8.2 面向对象数据库 .....	260	16.8 关键术语 .....	293
14.9 推荐读物 .....	260	16.9 小结 .....	294
14.10 关键术语 .....	261		

16.10 练习 .....	294	18.2 知识表示 .....	314
第17章 计算理论 .....	297	18.2.1 语义网 .....	314
17.1 简单语言 .....	297	18.2.2 框架 .....	315
17.1.1 递增语句 .....	297	18.2.3 谓词逻辑 .....	316
17.1.2 递减语句 .....	298	18.2.4 基于规则的系统 .....	320
17.1.3 循环语句 .....	298	18.3 专家系统 .....	321
17.1.4 简单语言的威力 .....	298	18.3.1 抽取知识 .....	321
17.2 图灵机 .....	300	18.3.2 抽取事实 .....	321
17.2.1 图灵机组成部件 .....	300	18.4 感知 .....	322
17.2.2 对简单语言的模拟 .....	302	18.4.1 图像处理 .....	323
17.2.3 邱奇-图灵论题 .....	306	18.4.2 语言理解 .....	324
17.3 歌德尔数 .....	306	18.5 搜索 .....	326
17.3.1 表示一个程序 .....	307	18.6 神经网络 .....	329
17.3.2 翻译一个数字 .....	307	18.6.1 生物神经元 .....	330
17.4 停机问题 .....	307	18.6.2 感知器 .....	330
17.5 可解问题和不可解问题 .....	309	18.6.3 多层网络 .....	331
17.5.1 不可解问题 .....	309	18.6.4 应用 .....	331
17.5.2 可解问题 .....	309	18.7 推荐读物 .....	331
17.5.3 可解问题的复杂度 .....	309	18.8 关键术语 .....	331
17.6 推荐读物 .....	310	18.9 小结 .....	332
17.7 关键术语 .....	310	18.10 练习 .....	332
17.8 小结 .....	310	附录A Unicode .....	335
17.9 练习 .....	311	附录B UML .....	339
第18章 人工智能 .....	313	附录C 伪代码 .....	348
18.1 引言 .....	313	附录D 结构图 .....	351
18.1.1 什么是人工智能 .....	313	附录E 布尔代数和逻辑电路 .....	354
18.1.2 人工智能简史 .....	313	附录F C、C++和Java程序示例 .....	367
18.1.3 图灵测试 .....	313	附录G 数学复习 .....	374
18.1.4 智能体 .....	314	附录H 错误检测和纠正 .....	380
18.1.5 编程语言 .....	314		

# 第1章 绪 论

现在，计算机科学一词是一个非常广泛的概念。在本书里，我们将其定义为“和计算机相关的问题”。本章首先阐述什么是计算机，接着探索和计算机直接相关的一些问题。首先，我们将计算机看成一个图灵模型，这是从数学上和哲学上对计算的定义。然后，阐明当今的计算机是如何建立在冯·诺伊曼模型基础上的。最后，介绍计算机这一改变文明的装置的简明历史。

通过本章的学习，学生应该能够：

- 定义计算机的图灵模型；
- 定义计算机的冯·诺伊曼模型；
- 描述计算机的三大部分：硬件、数据和软件；
- 列举与计算机硬件相关的话题；
- 列举与软件相关的话题；
- 列举与数据相关的话题；
- 讨论与计算机使用相关的一些社会问题和职业道德问题；
- 说出计算机的简明历史。

## 1.1 图灵模型

Alan Turing (阿兰·图灵) 在1937年首次提出了一个通用计算设备的设想。他设想所有的计算都可能在一种特殊的机器上执行，这就是现在所说的图灵机。尽管图灵对这样一种机器进行了数学上的描述，但他还是更有兴趣关注计算的哲学定义，而不是建造一台真实的机器。他将该模型建立在人们进行计算过程的行为上，并将这些行为抽象到用于计算的机器的模型中，这才真正改变了世界。

### 1.1.1 数据处理器

在讨论图灵模型之前，让我们把计算机定义成一个数据处理器。依照这种定义，可以认为计算机是一个接收输入数据、处理数据并产生输出数据的黑盒（如图1-1所示）。尽管这个模型能够体现现代计算机的功能，但是它的定义还是太广泛。按照这种定义，也可以认为便携式计算器是计算机（按照字面意思，它也符合定义模型）。

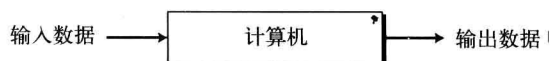


图1-1 数据处理模型

另一个问题是这个模型并没有说明它所处理的类型，以及是否可以处理一种以上的类型。换句话说，它并没有清楚地说明基于这个模型的机器能够完成操作的类型和数量。它是专用机器还是通用机器呢？

这种模型可以表示为一种设计用来完成特定任务的专用计算机（或者处理器），比如用来控制建筑物温度或汽车油料使用。尽管如此，计算机作为一个当今使用的术语，是一种通用的机器，它可以完成各种不同的工作。这表明我们需要将该模型改变为图灵模型来反映当今

计算机。

### 1.1.2 可编程数据处理器

图灵模型是一个适用于通用计算机的更好模型。该模型添加了一个额外的元素（程序）到不同的计算机中。程序是用来告诉计算机对数据进行处理指令集合。图1-2显示了图灵模型。

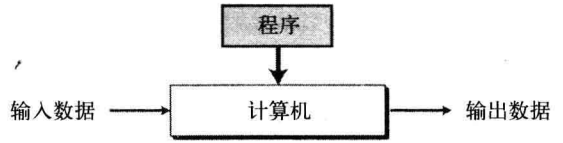


图1-2 基于图灵模型的计算机：可编程数据处理器

在这个图灵模型中，输出数据是依赖两方面因素的结合作用：输入数据和程序。对于相同的数据输入，如果改变程序，则可以产生不同的输出。类似地，对于同样的程序，如果改变输入内容，其输出结果也将不同。最后，如果输入数据和程序保持不变，输出结果也将不变。让我们看看下面三个示例。

#### 1. 相同的程序，不同的输入数据

图1-3显示了对于同样的程序输入不同的数据时，尽管程序相同，但因为处理的输入数据不同，输出也就不同。

#### 2. 相同的输入数据，不同的程序

图1-4显示了对于不同的程序输入相同的数据时的情形。每个程序使计算机对相同的输入数据执行不同的操作。第一个程序是使输入数据按大小顺序排列，第二个程序是使所有的数据相加，第三个程序是找出输入数据中最小的数。

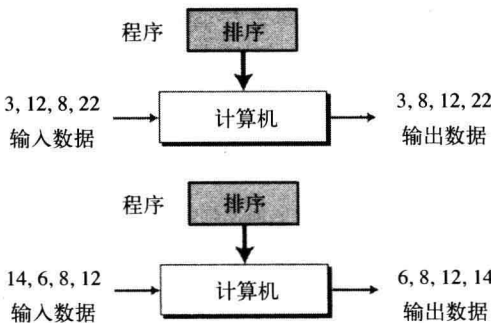


图1-3 相同的程序，不同的数据

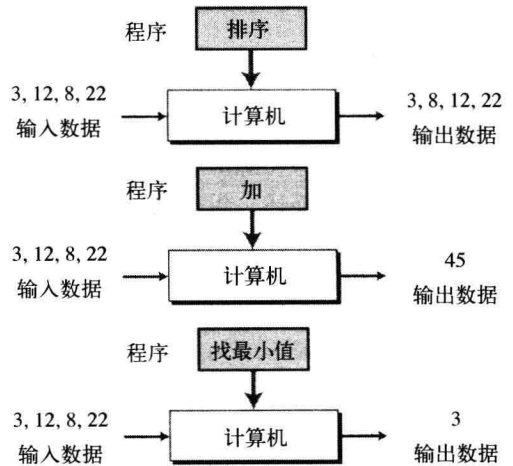


图1-4 相同的数据，不同的程序

#### 3. 相同的输入数据，相同的程序

我们希望无论何时对于同样的输入数据和程序，其输出结果一致。换句话说，当程序在输入相同的数据运行时，我们希望有相同的输出。

### 1.1.3 通用图灵机

通用图灵机是对现代计算机的首次描述，该机器只要提供了合适的程序就能做任何运算。可以证明，一台很强大的计算机和通用图灵机能进行同样的运算。我们所需要的仅仅是为这

两者提供数据以及用于描述如何做运算的程序。实际上，通用图灵机做任何可计算的运算。

## 1.2 冯·诺伊曼模型

基于通用图灵机建造的计算机都是在存储器中储存数据。在1944~1945年期间，冯·诺伊曼指出，鉴于程序和数据在逻辑上是相同的，因此程序也能储存在计算机的存储器中。

### 1.2.1 4个子系统

基于冯·诺伊曼模型建造的计算机分为4个子系统：存储器、算术逻辑单元、控制单元和输入/输出单元（见图1-5）。

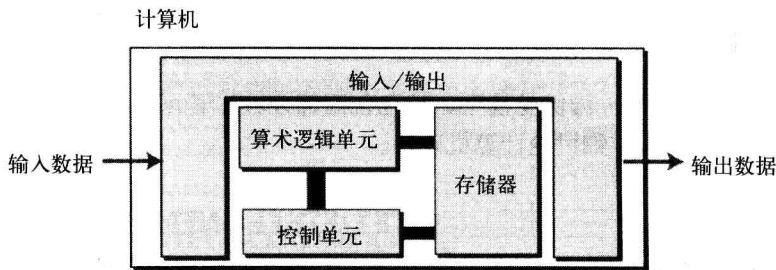


图1-5 冯·诺伊曼模型

#### 1. 存储器

存储器是用来存储的区域，在计算机的处理过程中存储器用来存储数据和程序，我们将在下一章中讨论存储数据和程序的原因。

#### 2. 算术逻辑单元

算术逻辑单元（ALU）是用来进行计算和逻辑运算的地方。如果是一台数字处理计算机，它应该能够对数据进行数字运算（例如进行一系列的数字相加运算）。当然它也应该可以对数据进行一系列逻辑运算，正如我们将在第4章看到的那样。

#### 3. 控制单元

控制单元是对存储器、算术逻辑单元、输入/输出等子系统进行控制操作的单元。

#### 4. 输入/输出

输入子系统负责从计算机外部接收输入数据和程序；输出子系统负责将计算机的处理结果输出到计算机外部。输入/输出子系统的定义相当广泛，它们还包含辅助存储设备，例如，用来存储处理所需的程序和数据的磁盘和磁带等。当一个磁盘用于存储处理后的输出结果，我们一般就可以认为它是输出设备，如果用户是从该磁盘上读取数据，则该磁盘就被认为是输入设备。

### 1.2.2 存储的程序概念

冯·诺伊曼模型中要求程序必须存储在内存中。这和早期只有数据才存储在存储器中的计算机结构完全不同。完成某一任务的程序是通过操作一系列的开关或改变其配线来实现的。

现代计算机的存储单元主要用来存储程序及其响应数据。这意味着数据和程序应该具有相同的格式，这是因为它们都储存在存储器中。实际上它们都是以位模式（0和1序列）存储在内存中的。



### 1.2.3 指令的顺序执行

冯·诺伊曼模型中的一段程序是由一组数量有限的指令组成。按照这个模型，控制单元从内存中提取一条指令，解释指令，接着执行指令。换句话说，指令就一条接一条按顺序执行，当然，一条指令可能会请求控制单元以便跳转到其前面或者后面的指令去执行，但是这并不意味着指令没有按照顺序来执行。指令的顺序执行是基于冯·诺伊曼模型的计算机的初始条件。当今的计算机以最高效的顺序来执行程序。

## 1.3 计算机组成

我们可以认为计算机由3大部分组成：计算机硬件、数据和计算机软件。

### 1.3.1 计算机硬件

当今计算机硬件基于冯·诺伊曼模型，且包含四部分，尽管可以有不同类型的输入/输出子系统等。在第5章我们将详细讨论计算机硬件。

### 1.3.2 数据

冯·诺伊曼模型清楚地将一台计算机定义为一台数据处理机。它接收输入数据，处理并输出相应的结果。

#### 1. 存储数据

冯·诺伊曼模型并没有定义数据应该如何存储在计算机中。如果一台计算机是一台电子设备，最好的数据存储方式应该是电子信号，例如以电子信号的出现和消失的特定方式来存储数据，这意味着一台计算机可以以两种状态之一的形式来存储数据。

显然，日常使用的数据并不是以两种状态之一的形式存在，例如，我们在数字系统中使用的数字可以是0到9十种状态中的任何一个。但是不能（至少到目前为止）将这类信息存储到计算机内部，除非将这类信息转换成另一种只使用两种状态（0和1）的系统。同样，我们也需要处理其他类型的数据（例如文本、图像、声音、视频），它们同样也不能直接存到计算机当中，除非将它们转变成合适的形式（0和1序列）。

在第3章中，我们将会了解不同类型的数据是怎样以0和1序列的二进制的形式存储在计算机内部的。第4章将介绍在计算机内部由二进制组成的数据是怎样被处理的。

#### 2. 组织数据

尽管数据只能以一种形式（位模式）存储在计算机内部，但在计算机外部却可以表现为不同的形式。另外，计算机（以及数据处理表示法）开创了一门新兴的研究领域——数据组织。在将数据存储到计算机中之前，能否有效地将数据组织成不同的实体和格式？如今，数据并不是按照杂乱无章的次序来组织信息的。数据被组织成许多小的单元，再由这些小的单元组成更大的单元，在第11章到第14章中，我们将会从这个角度去认识数据。

### 1.3.3 计算机软件

图灵或冯·诺伊曼模型的主要特征是程序的概念。尽管早期的计算机并没有在计算机的存储器中储存程序，但它们还是使用了程序的概念。编程在早期的计算机中体现为对系列开关的开闭合和配线的改变。编程在数据实际开始处理之前是由操作员或工程师完成的一项工作。