

国外著名高等院校
信息科学与技术优秀教材

Java 数据结构 与面向对象编程基础

Fundamentals of OOP and
Data Structures in Java

Richard Wiener Lewis J. Pinson 著
罗英伟 汪小林 译



中文版

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

国外著名高等院校信息科学与技术优秀教材

Java 数据结构与面向对象编程基础

Richard Wiener

著

Lewis J. Pinson

罗英伟 汪小林 译

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

Java 数据结构与面向对象编程基础/(美)威纳(Wiener, R.)等著;罗英伟译.

—北京:人民邮电出版社,2002.8

ISBN 7-115-10351-8

I. J... II. ①威...②R...③罗... III. JAVA 语言—关系数据库—数据库系统—程序设计
IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 041306 号

版 权 声 明

Richard Wiener, Lewis J. Pinson: Fundamentals of OOP and Data Structures in Java

Copyright © 2000 Cambridge University Press

Authorized translation from the English language edition published by the Press Syndicate of the University of Cambridge.

All rights reserved.

本书中文简体字版由英国剑桥大学出版社授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可,对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有,侵权必究。

国外著名高等院校信息科学与技术优秀教材

Java 数据结构与面向对象编程基础

◆ 著 Richard Wiener Lewis J. Pinson

译 罗英伟 汪小林

责任编辑 陈冀康

◆ 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>

读者热线 010-67180876

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京顺义向阳胶印厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 26.5

字数: 638 千字

2002 年 8 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2002 年 8 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2001-5030 号

ISBN 7-115-10351-8/TP · 2910

定价: 42.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223

内容提要

本书以 Java GUI 编程为描述方法，以 UML 为建模工具，应用面向对象的编程方法研究经典数据结构。全书分两大部分 18 章。第一部分是第 1 到 8 章，介绍了面向对象的编程方法和 Java GUI 编程方法。第二部分包括第 9 到 18 章，着重讨论了一些经典的数据结构，并配有精心设计的实验程序以加强读者对基本概念和原理的理解。附录介绍了 UML、算法复杂度的简单概念以及本书所用到的 Foundations 类库的安装与使用。

本书是通过 Java 语言学习经典数据结构的最新教材，适合高等院校计算机专业学生阅读，也适合希望在 Java OOP、GUI 编程和数据结构方面有所提高的软件开发人员。

出版说明

2001年,教育部印发了《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》。该文件明确指出,“九五”期间原国家教委在“抓好重点教材,全面提高质量”方针指导下,调动了各方面的积极性,产生了一大批具有改革特色的新教材。然而随着科学技术的飞速发展,目前高校教材建设工作仍滞后于教学改革的实践,一些教材内容陈旧,不能满足按新的专业目录修订的教学计划和课程设置的需要。为此该文件明确强调,要加强国外教材的引进工作。当前,引进的重点是信息科学与技术 and 生物科学与技术两大学科的教材。要根据专业(课程)建设的需要,通过深入调查、专家论证,引进国外优秀教材。要注意引进教材的系统配套,加强对引进教材的宣传,促进引进教材的使用和推广。

邓小平同志早在1977年就明确指出:“要引进外国教材,吸收外国教材中有益的东西。”随着我国加入WTO,信息产业的国际竞争将日趋激烈,我们必须尽快培养出大批具有国际竞争能力的高水平信息技术人才。教材是一个很关键的问题,国外的一些优秀教材不但内容新,而且还提供了很多新的研究方法和思考方式。引进国外原版教材,可以促进我国教学水平的提高,提高学生的英语水平和学习能力,保证我们培养出的学生具有国际水准。

为了贯彻中央“科教兴国”的方针,配合国内高等教育教材建设的需要,人民邮电出版社约请有关专家反复论证,与国外知名的教材出版公司合作,陆续引进一些信息科学与技术优秀教材。第一批教材针对计算机专业的主干核心课程,是国外著名高等院校所采用的教材,教材的作者都是在相关领域享有盛名的专家教授。这些教材内容新,反映了计算机科学技术的最新发展,对全面提高我国信息科学与技术的教学水平必将起到巨大的推动作用。

出版国外著名高等院校信息科学与技术优秀教材的工作将是一个长期的、坚持不懈的过程,我社网站(www.ptpress.com.cn)上介绍了我们首批陆续推出的图书的详细情况,后续教材的引进和出版情况我们会及时在网上发布,敬请关注。希望广大教师和学生将使用中的意见和建议及时反馈给我们,我们将根据您的反馈不断改进我们的工作,推出更多更好的引进版信息科学与技术教材。

人民邮电出版社

2001年12月

译者序

今天，无论是在高校还是在工业领域，Java 语言都已经成为一种主流的程序设计语言。尤其是在开发基于网络的、面向异构环境的应用系统时，Java 语言更加显示出了优势。

本书并不是一本讲述 Java 程序设计的书。本书主要是结合 Java 语言来讲述数据结构原理和方法。虽然从内容上看讲述的是经典的数据结构，但作者采用了一种融合当今软件开发先进思想和技术的方式来组织和讲述，即利用 Java 语言，通过集成 OOP 原理和 GUI 编程方法来讲述经典数据结构，为初学者以及当今的软件开发人员提供有关 OOP 原理、GUI 编程和数据结构三方面集成的知识和经验。为此，作者将本书内容分成两部分来论述：基础部分和数据结构部分。

本书的基础部分介绍了 OOP 的基本原理和 GUI 编程方法，着重讲述了 Java 语言对这两者的支持以及大量相关实例。这一部分是读者们学习和理解第二部分的基础，其中的概念、内容和实例都与第二部分保持着连续性，因此，读者在学习时千万不要跳过这些内容。

在讲述数据结构时，本书从抽象数据类型和容器（一种抽象数据类型）着手，深入分析了各种经典的数据结构，包括数据结构本身、数据结构应该在何时使用以及如何使用等。在讲述数据结构的整个过程中，始终贯穿着 OOP 思想和 GUI 方法。这种内容组织和讲述方式，对于读者（尤其是初学者）来说，无疑是一种福音，因为这可以大大提高学习效率，加深他们的理解。本书层次清晰，论述简洁，并带有大量的实例。在每一章后面，都有精心设计的习题，帮助读者进一步巩固学习的内容。这些习题很多都是与书中所给的实例紧密关联，是对书中所讲述知识的扩展。

本书除了可用作高校“数据结构”课程的教学用书之外，对任何一门与 Java 语言、数据结构以及面向对象编程相关的课程，本书都是一本不可多得的教学参考书。此外，专业的软件开发人员也会发现，本书对于他们参与 Java 技术培训、应用开发都是大有裨益的。

译者
2002 年 4 月

这是一本讲述在 Java 语言中如何利用面向对象编程方法 (Object-Oriented Programming, OOP) 来描述经典数据结构的 CS 2 (计算机科学二年级) 教材。同时, 本书还着重介绍了 OOP 的基本原理和基于图形用户界面 (Graphical User Interface, GUI) 的编程方法, 这两个概念对于当今的程序设计与问题求解都非常重要。本书的主要使用对象是 CS 2 的学生, 但对于那些希望在 OOP、GUI 编程和经典数据结构方面有所提高的专业软件开发人员也有很大的参考价值。

和 OOP 有关的软件开发原理为经典数据结构的表达和实现提供了一个强有力的框架, 本书自始至终都坚持和强调这些方法。

高校在开设与 OOP 相关的课程方面一直跟不上形势。虽然说在大学里课程的变化总是有些滞后, 但是, 在过去的十几年里, OOP 的教育方面尤其令人失望。计算机系总是认为他们已经将 CS 1 和 CS 2 的语言课程从 Pascal 或 C 换成了 C++ 或 Java, 这对面向对象的软件方法教育已经是一个很好的补充了。事实上他们错了! 面向对象体现了一系列程序设计原理, 这些原理却被所谓的当务之急 (如编程语言的细节) 所蒙蔽, 这在高校早期的课程及其教材中尤为明显。大量讲述 C++ 或 Java 的 CS 1 和 CS 2 书籍通常都是又重复一遍那些已经用 Pascal 或 C 描述过的结构化编程等内容。

OOP 和经典数据结构的原理都是与语言无关的。经验表明, 这些原理需要用一些精心设计的实例才能生动地描述, 而这些实例又必须由一种功能强大的面向对象编程语言来支持。我们认为, Java 语言能够很好地满足这一切。Java 提供了预定义好的和已经实现的标准库, 它们能够直接全面地支持和连接到基本的丰富的 OOP 实体和数据结构原理。在本书中我们选择 Java 是因为它的应用发展迅速, 提供了很好的编程安全性, 能够方便而廉价地获得 (很多情况下还是免费的), 为用户提供了一个简洁而又功能强大的对象模型。但是, 别以为这又是一本关于 Java 程序设计的书。究竟本书要讲述一些什么样的内容呢?

本书第一部分介绍 OOP 和 GUI 编程的基本原理, 这些原理

都用 Java 实例进行了生动的讲述。第一部分所讲述的原理和技术都是经过仔细挑选的，这将为本书第二部分的学习做好准备。

第二部分是本书的重点，主要介绍经典数据结构。随着本部分各章节的逐渐展开，一个包含数据结构组件的基于 Java 类包 (foundations 类包) 将呈现在我们的眼前。读者可以获得该类包中的大部分源代码，但那些需要读者通过练习来完成和改进的数据结构类除外。

在第二部分中，每个主要的数据结构都配有精心设计的实验程序来讲述，以帮助读者加强基本概念和原理的理解。一些实验程序还允许读者在一个数据结构类中通过添加新的特征，从而扩展自己的知识。所有实验程序的完整源代码在一个 Zip 文件中，你可以从 <http://us.cambridge.org/titles/catalogue.asp?isbn=0521662206> 中下载得到。这些文件也包含本书中所有主要应用程序的源代码。

本书的主要目标如下。

- 讲述面向对象编程方法 (OOP) 的基本概念和原理：数据抽象、封装、对象、类、实例、消息、方法、继承、多态、抽象类、接口和委托。
- 讲述和举例说明使用对象的精要：引用语义、对象创建、赋值和克隆。
- 介绍基本数据元素是如何表示成对象的，这包括字符串、数组、向量和数值等。讲述它们在 Java 中的表示和处理的细节和精要。
- 讲述基于 GUI 的编程方法的概念框架：窗口小部件、委托 / 事件处理和模型 - 视图 - 控制器 (Model-View-Controller, MVC) 设计。
- 讲述和举例说明 Java 的 GUI 软件开发：AWT、Swing 类、事件处理和 MVC 等的使用。
- 整个第二部分，讲述了一系列基于 GUI 的交互实验程序。这些实验程序可以使读者实践、想象并加深理解基本概念。读者可以通过在线的方式获得这些实验程序的 Java 源代码。
- 讲述类构建和文档的基本原理：外部特征 (创建方法、类方法、命令、查询、前提条件和后续条件) 和内部特征 (数据和方法)。
- 讨论 Java 中与错误处理相关的问题。
- 讲述集合中的重要概念。开发了一个关于集合接口的层次结构，作为框架以支持第二部分中具体的数据结构类的框架。
- 利用 OOP 方法讲述经典数据结构 (如具体的集合类)。

这是本书的重点和目标。

我们对本书的读者做如下假设：

(1) 希望学习利用 Java 进行面向对象的软件构造的基本原理。

(2) 已经具有 Java 程序设计语言的基础和基本概念，或者即将从基本的程序设计书籍或语言教程中学习这些概念。

(3) 有一点点或完全没有面向对象编程的经验。

(4) 并没有把本书当作一本关于 Java 程序设计的书。

(5) 希望扩展和加强 Java 程序设计能力，尤其是 GUI 软件开发方面。

(6) 希望看到主要的编程实例和应用都是基于 GUI 进行介绍的。

(7) 需要一个关于数据结构及其应用方面的实用的、基于 OOP 的介绍。

本书是由一系列讲稿发展而来，在一年多的课程实践中经过了反复的修改。非常感谢我们的学生所给出的有创意的纠正和反馈意见。我们对本书中仍然存在的错误和不正确之处负完全的责任。感谢我们的同事 Ben Nystuen，在完成讲稿（这是本书的基础）的过程中，他与我们进行了激烈而有益的讨论，并给予了全面的支持。亲爱的读者，欢迎您将阅读本书的反馈意见发到我们的电子邮箱：rswiener@acm.org 或者 ljp@acm.org。对于您的建设性意见，我们在此先行致谢了！

Richard Wiener

Lewis J. Pinson

目 录

第一部分 基 础

第 1 章 OOP 基础	3
1.1 数据抽象	4
1.2 封装	5
1.3 对象	5
1.4 消息	5
1.5 方法	6
1.6 类	6
1.7 继承	8
1.8 后绑定多态	11
1.9 抽象类	11
1.10 接口	14
1.11 委托	16
1.12 一般类和接口	17
1.13 本章小结	17
1.14 习题	18
第 2 章 对象	19
2.1 引用的语义和创建对象	19
2.2 对象的赋值、别名和克隆	20
2.3 相等性测试	26
2.4 标量类型与引用类型	27
2.5 标量类型和它们的包装对象类	28
2.6 包装与解包——对象和标量之间的转换	29
2.7 字符串	29
2.8 字符串缓冲区	31
2.9 数组	32
2.10 向量	35
2.11 枚举	38
2.12 本章小结	42
2.13 习题	42

第 3 章 类的构造	44
3.1 类和类的使用者之间的责任——契约式设计	44
3.2 类的组织	46
3.3 类包	48
3.4 访问修饰符	51
3.5 命名习惯	51
3.6 本章小结	52
3.7 习题	52
第 4 章 类之间的关系	54
4.1 继承	54
4.2 聚合	55
4.3 行为中的类关系——实例分析	56
4.3.1 规则说明	56
4.3.2 分析和设计	57
4.3.3 实现	58
4.4 本章小结	63
4.5 习题	64
第 5 章 GUI 的基本概念	65
5.1 GUI 应用的图形部分	65
5.2 事件	69
5.2.1 由事件驱动的应用的特征	70
5.2.2 Java 语言中的事件委托模型	72
5.3 MVC 设计模式	76
5.3.1 M-VC 中的继承方法	77
5.3.2 M-VC 中的委托方法	78
5.4 本章小结	79
第 6 章 在 Java 中实现简单的 GUI	80
6.1 创建一个 GUI 的容器和基本组件	80
6.1.1 顶层窗口——基础	80
6.1.2 简单的组件	81
6.1.3 在窗口中组织和放置组件	82
6.2 在 Java 语言中实现事件处理	84
6.2.1 实现一个 <code>EventListener</code> 接口的多种选择方式	84
6.2.2 处理一个点击按钮事件的步骤	85
6.2.3 在 Java 2 平台上事件处理方式的例子	87

6.3 在 Java 中实现 MVC	92
6.3.1 使用继承方法实现 MVC 计数器的例子	93
6.3.2 使用 Beans 方法实现 MVC 计数器的例子	95
6.4 本章小结	98
6.5 习题	98
第 7 章 错误和例外	102
7.1 例外和错误的分类	103
7.2 声明例外	104
7.3 抛出一个例外	107
7.4 创建例外类	107
7.5 处理例外	108
7.6 finally 语句	109
7.7 对前面内容的综合——一个例子	109
7.8 捕捉运行时期的例外——一个例子	113
7.9 本章小结	114
7.10 习题	115
第 8 章 递归	116
8.1 常规递归的属性	116
8.1.1 重要的属性和术语	116
8.1.2 执行递归的步骤	118
8.2 迭代和递归	119
8.2.1 递归问题的迭代算法	119
8.2.2 迭代问题的递归算法	121
8.3 递归的相对复杂性	122
8.4 单递归和双递归实例	124
8.5 本章小结	130
8.6 习题	130

第二部分 数据结构

第 9 章 抽象数据类型	135
9.1 抽象数据类型 Counter	135
9.2 抽象数据类型 Fraction 的一般属性	137
9.3 类 Fraction 的需求	138
9.4 类 Fraction 中部分方法的实现细节	141
9.5 创建一个 Fraction 实验程序来测试类 Fraction	143
9.6 Fraction 的说明文档——由 javadoc 产生	145

9.7 本章小结	145
9.8 习题	146
第 10 章 抽象数据类型容器	147
10.1 容器类的层次结构——顶层	148
10.2 最简单的容器——堆栈和队列	149
10.3 辅助性接口和类	151
10.4 容器类的层次结构	153
10.4.1 List 接口及其后代	155
10.4.2 BinaryTree 接口	159
10.4.3 SearchTable 接口及其后代	160
10.4.4 接口 Dictionary	163
10.4.5 接口 Set	165
10.4.6 接口 Heap	166
10.5 容器类层次结构的 UML 描述	168
10.6 本章小结	168
10.7 习题	169
第 11 章 堆栈和队列	170
11.1 堆栈	170
11.2 ArrayStack	171
11.3 LinkedStack	174
11.4 ArrayStack 和 LinkedStack 的效率比较	178
11.5 队列	179
11.6 LinkedQueue	180
11.7 Stack/Queue 实验程序	183
11.8 本章小结	184
11.9 习题	184
第 12 章 堆栈的应用	186
12.1 代数表达式的运算	186
12.2 变中缀表达式为后缀表达式的算法	188
12.3 代数函数运算的实现	190
12.3.1 中缀表达式到后缀表达式的转换	190
12.3.2 后缀表达式的运算	194
12.4 函数运算实验程序	196
12.5 本章小结	196
12.6 习题	197

第 13 章 列表	198
13.1 Dequeue——列表的一种实现	198
13.1.1 单链 Dequeue	200
13.1.2 双链 Dequeue	205
13.2 可定位的列表	209
13.2.1 单链表	209
13.2.2 双链表	214
13.3 向量列表	217
13.4 顺序列表	220
13.5 列表实验程序	224
13.6 复习栈和队列	225
13.7 本章小结	226
13.8 习题	227
第 14 章 树、堆和优先队列	229
14.1 树	229
14.1.1 抽象数据类型 BinaryTree	230
14.1.2 表达式二叉树	239
14.1.3 表达式二叉树实验程序	246
14.2 堆	247
14.2.1 抽象数据类型堆	247
14.2.2 接口 Heap 的实现	250
14.2.3 堆实验程序	262
14.3 优先队列	263
14.3.1 优先队列的抽象数据类型	263
14.3.2 用队列向量来实现接口 PriorityQueue	264
14.3.3 用堆来实现优先队列	270
14.3.4 优先队列实验程序	273
14.4 本章小结	274
14.5 习题	275
第 15 章 搜索树	277
15.1 对搜索表的回顾	277
15.2 二叉搜索树	278
15.3 在一棵二叉搜索树中查找一个节点	279
15.4 搜索树的平衡性	280
15.5 向一棵二叉搜索树中添加一个节点	282
15.6 从一棵二叉搜索树中删除一个节点	282

15.7	二叉搜索树的 add 方法	283
15.8	二叉搜索树的 remove 方法	284
15.9	二叉搜索树的性能	291
15.10	AVL 树	291
15.11	树的旋转	293
15.12	AVL 的 add 方法	295
15.13	AVL 的删除	301
15.14	伸展树	302
15.15	SplayTree 类的实现	304
15.16	跳跃表	308
15.17	跳跃表的实现	309
15.18	对上述内容的综合	316
15.19	可重用类 DrawTree	320
15.20	本章小结	323
15.21	习题	324
第 16 章	散列表和集合	325
16.1	散列法和冲突处理	325
16.2	位操作	326
16.3	完美的散列函数	329
16.4	冲突	330
16.5	Hashtable 类	332
16.6	冲突解决	336
16.6.1	线性链法	336
16.6.2	结合链法	339
16.7	集合	343
16.8	本章小结	348
16.9	习题	349
第 17 章	关联和字典	351
17.1	关联抽象数据类型	352
17.2	Dictionary 接口	354
17.3	实现 Dictionary 接口	357
17.3.1	使用 Hashtable 实现 Dictionary 接口	358
17.3.2	使用 Vector 实现 Dictionary 接口	363
17.4	字典实验程序	367
17.5	OrderedDictionary 接口	369
17.6	实现 OrderedDictionary 接口	371
17.7	排序字典实验程序	376

17.8 本章小结·····	377
17.9 习题·····	378
第 18 章 排序 ·····	380
18.1 简单低效的排序法则·····	380
18.1.1 选择排序·····	380
18.1.2 冒泡排序·····	381
18.2 高效的排序算法·····	382
18.2.1 快速排序·····	382
18.2.2 沟排序·····	385
18.3 二分检索·····	386
18.4 排序实验程序·····	387
18.5 本章小结·····	387
18.6 习题·····	387

附 录

附录 A 统一建模语言的概念·····	391
附录 B 算法复杂度·····	398
附录 C 安装和使用 Foundations 类库·····	402

第一部分

基 础