

Data Structures in Java A Laboratory Course

大学实验课程丛书

Java

数据结构

上机实践 指导教程

[美] Sandra Andersen 著

徐小青 王景中 等译

薛荣华 审校

JA



Jones and Bartlett



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

192

TP312.5A
A21

~~TP393~~
~~F134~~

Data Structures in Java
A Laboratory Course

大学实验课程丛书

Java数据结构 上机实践指导教程

[美] Sandra Andersen 著

徐小青 王景中 等译

薛荣华 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 提 要

实验是使学生成为学习过程中主动、创新的参与者的一种方法,本书体现了主动学习的特点。它涵盖了与数据结构课程内容匹配的16个实验,通过16个实验的选择,为学生创建在实践中学习知识的体验,把他们吸引到数据结构实现和算法应用之中。在每一个由四部分组成的实验中,学生面临着运用他们的知识和创造性的挑战,通过实验巩固和应用数据结构课程的知识要点。

本书适用于大专院校计算机专业的师生,计算机编程人员。

ORIGINAL ENGLISH LANGUAGE EDITION PUBLISHED BY



**Jones
and
Bartlett**

Jones and Bartlett Publishers, Inc.

40 Tall Pine Drive

Sudbury, MA 01776

COPYRIGHT© 2002

ALL RIGHTS RESERVED

本书英文版由美国Jones and Bartlett出版, Jones and Bartlett公司已将中文版独家版权授予中国电子工业出版社及北京美迪亚电子信息有限公司。未经许可,不得以任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号: 01-2003-0344

图书在版编目(CIP)数据

Java数据结构上机实践指导教程/(美)安德森(Andersen, S.)著;徐小青等译.—北京:电子工业出版社, 2003.4

(大学实验课程丛书)

书名原文: Data Structures in Java A Laboratory Course

ISBN 7-5053-8572-0

I. J… II. ①安… ②徐… III. Java语言—数据结构—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312 ②TP311.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第015496号

责任编辑:徐云鹏

印刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

北京市海淀区翠微东里甲2号 邮编:100036

经销:各地新华书店

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:400千字

版次:2003年4月第1版 2003年4月第1次印刷

定价:25.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换,若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077

简介

学生

目标

为了学习像计算机科学这样的课程，需要使自己深入其中——边干边学，而不是简单地观察。通过学习一系列经典的数据结构和算法，将会成为一位见多识广、知识渊博的计算机科学的学生和程序员。为了能够更专业地为特定的有限资源集合选择最好的算法和数据结构，就要参与实践。

强调干中学贯穿于整个教程。在每一个实验中，通过实现它来探究特定的数据结构。当创建一个实现的时候，学习一个数据结构是如何工作的以及如何应用它。所产生的实现结果就是一段能运行的软件，在后面的实验和程序设计中可使用这些软件。

实验的组织

每个实验包括四个部分：实验前、过渡、实验中、实验后。实验前是一个布置的家庭作业，学生应用教师在课堂上讲授的知识以及教材上的素材创建一个数据结构实现。在过渡练习中，学生测试和调试在实验前开发的软件。实验中阶段包括三个练习。前两个练习应用或者扩展在实验前中引入的概念。在第三个练习中，学生应用在实验前创建的数据结构解决实际问题。每一个实验的最后一部分是实验后，它是一个布置的家庭作业，学生要按照效率和使用价值的观点对这个数据结构进行分析。

教师会为学生指定在每一个实验中需要完成哪些练习。一定要确认检查一下是否教师希望学生在实验之前或者实验期间完成过渡练习。使用实验提供的作业单保持对布置给学生的练习的跟踪。

学生源代码

配合本手册的学生源代码（可以从<http://www.oodatastructures.jp/pub.com>获得）包含一个工具集合，它使创建数据结构的实现更容易。每一个实验包括一个可视化的方法，叫做show-Structure，它显示一个给定的数据结构。可以使用这个方法观察程序如何修改数据结构的内容和组织。每一个实验还包括一个交互操作测试程序，可以使用这个程序帮助测试和调试我们的工作。

附加文件包含数据、部分解决方案外壳及源代码中提供的其他支持程序。文件Readme.txt列出了每个实验中使用的文件。

教师

目标

实验是使学生成为学习过程中主动、创新的参与者的一种方法。通过对课程的焦点问题进行实验，学生可以深入到课程的素材之中。这样，学生可以挑战实践他们的创造性（程序设计和分析），并且也接受结构、反应和支持，这些都是他们需要面对的挑战。

实验的组织

在这本手册中，实验结构包括一个创新要素，但是把耗费时间的概念排除在这个紧凑的实验学时之外。在这个结构中，每一个实验包括四个部分：实验前、过渡、实验中和实验后。

实验前

实验前练习是一个布置的家庭作业，它把授课内容与实验学时连接到一起。在实验前，学生在自己的空闲时间自己完成探究和创建的作业。他们的目标是把他们在课堂上学习的信息和从教材中获得的素材综合起来，产生一个能运行的软件，通常是一个抽象数据类型（ADT）的实现。一个实验前的作业——包括相关课程的复习和教材素材——一般要花一个晚上完成（即4小时或者5小时）。

过渡

过渡练习要求学生测试他们在实验前开发的软件。学生创建一个测试计划，然后把这个计划用做评价他们的编码的框架。为每一个实验提供了一个交互操作、命令驱动的测试程序，还有一个可视化的程序（`showStructure`），它允许学生观察数据结构的内容和组织的变化情况。这个作业为学生提供机会，来接受他们的实验前工作的反馈以及解决他们遇到的任何困难。它应该占用学生大约一个小时的时间来完成这个练习。

实验中

实验中阶段发生在实际的实验学时期间（假设使用一个封闭的实验环境）。每一个实验中包括三个练习，每一个练习具有不同的角色。前两个练习强调程序设计，并且提供一个实验前的结果。在练习3中，学生把他们在实验前开发的软件应用到一个实际问题，这些问题经过精心设计，非常适合封闭的实验环境。完成练习1和练习2分别大约花费45分钟。练习3可以在大约1个到1个半小时内完成。

在一个通常的封闭实验学时内，许多学生不一定能够完成所有的实验中练习。本书提供了练习的范围，这样，可以选择那些更能适合我们的实验环境以及学生需要的练习。

实验后

每一个实验的最后部分是一个布置的家庭作业，它在实验学时之后进行。在实验后，

学生分析一个给定的数据结构的效率或者实用性。每一个实验后练习应该用大约20分钟完成。

在实验环境中使用四部分组织

计算机科学的教师用实验的概念指示一个广泛的环境。例如，一组数据结构课程的学生可以参加一个连续两个小时的实验，同时，另外一组学生参加电视形式的课程，并且“参加”一个开放的实验。本手册创建一个实验形式，它适合各种开放和封闭的实验集。如何使用这四部分组织依赖于实验环境。

两小时封闭实验

实验前 参加两小时实验的学生要求做出真诚的努力，在进实验室之前完成实验前的练习。他们的工作不一定需要特别完善，但是他们的努力必须是真实的（大约要80%是正确的）。

过渡 要求学生完成包含在过渡练习中的测试计划，并且在进入实验室之前开始测试和调试他们的实验前工作（作为指导性步骤的一部分，要达到80%的正确性）。

实验中 实验学时的第一个小时可以用于解决学生在完成实验前和过渡练习过程中遇到的任何问题。其目的是给出建设性的反馈，使学生离开实验室的时候有一个可以运行的实验前的软件——他们自己完成的一个很有意义的成果。

在第二个小时里，学生要完成实验中的一个练习，以加强在实验前学习的概念。教师可以按内容部分或者按学生选择这个练习，或者让学生自己决定完成哪个实验。

学生离开实验室的时候获得了对他们的实验前和实验中工作的反馈。教师不必严格地强调时间的划分；一个交叉的活动会保持每一个学生的兴趣和激发状态。

实验后 实验之后，学生要完成一个实验后的练习，并且在下一个实验的时候提交这个练习。

一小时封闭实验

实验前 如果学生只有一个小时可以用于封闭实验，则在进入实验室之前要求学生完成实验前和过渡练习。这个工作要在实验学时开始的时候完成。

实验中 在实验阶段，学生要完成实验中的一个练习。

实验后 同样，学生要完成一个实验后的练习，并且在下一个实验的时候提交这个练习。

开放实验

在一个开放的实验环境中，要求学生完成实验前和过渡练习、一个实验中练习和一个实验后练习。教师可以要求在一个星期内把练习交齐，或者让学生以一个单元的形式提交完整的实验练习。

使该手册适应课程

学生准备

这本手册假设学生已经具有C、C++或者Java的背景。第一个实验介绍类的应用，以实现一个简单的ADT。后续的实验介绍更复杂的Java语言特性（抽象窗口工具、克隆、继承等等），它们是在使用这些特性的数据结构上下文中介绍的。

主题顺序

我们的每一个实验都按照一定的顺序覆盖课堂内容，我们相信这个顺序最好地满足了学生的需要。为了在给出的顺序方面让教师更灵活些，每一个单独的实验之间尽量互相独立。建议要按照下面的实验顺序开始。

实验1（日志ADT）

介绍使用内部Java类实现ADT。

实验2（指向列表ADT）或者实验3（字符串ADT）

介绍标记化的输入以及抽象窗口工具的使用。

实验4（列表ADT的数组实现）

介绍Java接口的使用。

实验5（堆栈ADT）

介绍链接列表。

读者可能会问，为什么性能评估实验放在了这个手册接近结束的位置（实验15）。其原因很简单：每一个实验都在不同的时刻覆盖了这个主题。不是把它隐含在手册的中间部分，而是把它放到接近结尾的地方，这样我们可以把它包含在最能满足我们以及我们的学生需要（例如，我在学期的期末进行这个实验）的地方。

因为向学生介绍范围广泛的问题是非常重要的，因此，实验16是一个几个星期的程序设计工程，在这个实验中，学生按小组进行实验，解决更加开放的问题。这个实验给学生一个使用广泛接受的面向对象的分析和设计技术的实践。它也给学生一些使用HTML的实践，HTML类似于Java，是另外一个Web页面开发的公共组件。在第一个星期，每一个小组按对象的概念分析一个问题，然后就这个问题开发一个设计。在第二个星期，基于他们的设计，创建并且测试一个实现。

实验16让学生从经历一个简单的儿童计数器程序设计和实现开始。在这个例子中使用的软件开发框架强调面向对象的设计和程序设计、循环编码开发以及系统测试。然后学生应用这个框架解决更具有挑战并且更有兴趣的问题。这个实验练习有助于构建团队软件开发过程的动力；然而，也可以把它简单地布置为一个单独的项目，要给学生更多的时间完成这个项目。

ADT实现

这些实验设计为各种ADT的实现方法。所有ADT定义都强调数据抽象和通用的数据元

素的使用。其结果是，我们可用最小的代价改编它们，以适合不同实现的策略。

对于每一个ADT，构成一个ADT实现的类定义，作为与实验前练习相对应的部分。这个定义框架也应用于伴随着整个实验的可视化方法中。如果选择采用稍有不同的实现策略，则只需要对类定义的数据成员进行很小的修改，并且对应于对可视化程序的修改。我们既不需要修改所提供的软件也不需要修改实验教材。

本手册与教材之间的区别

应用于教材和实验手册上的处理方法在风格上的变化，使学生感到只是简单地从教材上复制素材是不行的。由于进行了修改，仅仅是一点点，也会鼓励学生更详细地验证给出的实现是如何工作的。

实验与程序设计项目的结合

设计这些实验的目的之一是使学生在实验室编写代码，他们可以重新使用这些代码作为一个规模更大、更面向应用的程序设计项目的一部分。学生在实验前练习中开发的ADT为这些项目提供了一个坚实的基础。他们在实验中创建的素材的重用性使学生解脱出来，而更加关注他们开发的应用程序。更重要的是，他们以实际的情况——他们的时间和努力——看待这些实质的软件工程概念的价值，比如代码重用、数据抽象以及面向对象程序设计。

在每一个实验中最后一个练习是一个应用问题，基于这个实验的实验前所覆盖的素材。这些练习提供了程序设计项目的一个非常好的起点。自由格式的项目也是可能的。在Instructor的文件目录中包含一组程序设计项目，它们都是基于实验中开发ADT的。

Student文件

挑战学生是容易的；帮助他们面对挑战就不那么容易了。在<http://www.oodatastructures.jpup.com>可以获取本手册的Student Source Code。它包括一组软件工具，用于辅助学生开发ADT实现。这些工具为学生提供了测试一个ADT实现的方法，可以使用简单的键盘命令，为了可视化所产生的数据结构，也可以在标准的文本显示器上使用ASCII文本。另外一个文件包含数据、部分解决办法的外壳，在这个站点还包含了其他所支持的程序。

Instructor文件

教师的支持可以请求Jones and Bartlett Publisher而获得，其站点是<http://www.oodatastructures.jpup.com>。这个材料包含所有实验前和实验中练习的所有答案，还有一组与这个手册中的实验相兼容的程序设计项目。拨打800-832-0034与销售代表联系，以获得这个站点的口令。

译者的话

实验是使学生成为学习过程中主动、创新的参与者的一种方法。本教程体现了主动学习的特点。通过16个实验的选择，为学生创建在实践中学习知识的体验，把他们吸引到数据结构实现和算法应用之中。在每一个由四部分组成的实验中，学生面临着运用他们的知识和创造性的挑战。

全书共有16个实验，涵盖了数据结构课程的全部内容。每个实验包括四个部分：实验前、过渡、实验中、实验后。该书组织灵活，完全适合封闭式实验和开放式实验。另外，实验的设计为每个抽象数据类型的实现提供了多种方法。

本书可作为大专院校计算机专业数据结构课程的实验教材，也可用做工程技术人员的学习参考书。

本书由徐小青（实验1至实验8）和王景中（实验9至实验16）翻译，由薛荣华教授审校统稿。参加本书译录校工作并给予大力协助的还有闫慧娟、薛姗、徐行、曹孟贤、程代伟、宋燕红、王晓辉、廉洁、刘建军、汪国洋、曹实、陈浩、杨广华、赵志英等同志。电子工业出版社和美迪亚电子信息有限公司的编辑们为此书的出版做了大量艰苦细致的工作。译者向所有为本书的出版提供帮助的同志表示由衷的谢意。由于译者水平有限，时间仓促，译文中难免有不妥之处，欢迎读者批评指正。

目 录

致谢	viii
简介	ix
译者的话	xiv
实验1 日志ADT	1
日志ADT	2
实验1: 作业单	3
实验1: 实验前练习	3
实验1: 过渡练习	8
Test 1测试计划 (constructor、month、year和daysInMonth操作)	9
Test 2测试计划 (putEntry、getEntry操作)	9
实验1: 实验中练习1	9
Test 3测试计划 (displayCalendar操作)	11
实验1: 实验中练习2	11
Test 4测试计划 (Overloaded方法)	12
实验1: 实验中练习3	12
Test 5测试计划 (plus操作)	13
实验1: 实验后练习1	13
实验1: 实验后练习2	14
实验2 点列表ADT	15
点列表ADT	15
实验2: 作业单	18
实验2: 实验前练习	18
实验2: 过渡练习	23
Point List ADT操作的测试计划	25
实验2: 实验中练习1	25
曲线绘图程序测试计划	26
实验2: 实验中练习2	27
曲线绘图程序测试计划	30
实验2: 实验中练习3	30
insertBeginnig方法操作的测试计划	31
实验2: 实验后练习1	31
实验2: 实验后练习2	31

实验3 字符串ADT	33
StringADT（内部类）	34
实验3：作业单	36
实验3：实验前练习	37
实验3：过渡练习	39
Test 1测试计划（showStructure操作）	39
Test 2测试计划（lessThan以及gtrThan操作）	40
Test 3测试计划（strCharCount操作）	40
Test 4测试计划（findSubstring操作）	41
Test 5测试计划（firstLtrWord操作）	41
实验3：实验中练习1	42
语句分析程序测试计划	44
实验3：实验中练习2	44
Hangman程序测试计划	48
实验3：实验中练习3	49
实验3：实验后练习1	51
实验3：实验后练习2	52
实验4 列表ADT的数组实现	54
列表ADT	56
实验4：作业单	58
实验4：实验前练习	59
实验4：过渡练习	62
List ADT操作的测试计划	64
实验4：实验中练习1	65
countBases()方法测试计划	66
实验4：实验中练习2	66
moveToNth()测试计划	67
实验4：实验中练习3	67
find操作的测试计划	68
实验4：实验后练习1	68
实验4：实验后练习2	69
实验5 堆栈ADT	70
堆栈ADT	70
实验5：作业单	72
实验5：实验前练习	73
实验5：过渡练习	76
堆栈ADT上操作的测试计划	77

实验5: 实验中练习1	78
实验5: 实验中练习2	78
拷贝构造函数和clone运算的测试计划	80
实验5: 实验中练习3	81
后缀形式的算术表达式的运算程序测试计划	83
实验5: 实验后练习1	83
实验5: 实验后练习2	85
实验6 队列ADT	86
队列ADT	86
实验6: 作业单	88
实验6: 实验前练习	89
实验6: 过渡练习	91
队列ADT上操作的测试计划	92
实验6: 实验中练习1	93
putFront和getRear操作的测试计划	94
实验6: 实验中练习2	94
Length运算的测试计划	95
实验6: 实验中练习3	95
实验6: 实验后练习1	96
实验6: 实验后练习2	97
实验7 列表ADT的单链表实现	98
列表ADT	98
实验7: 作业单	101
实验7: 实验前练习	101
实验7: 过渡练习	103
列表ADT上操作的测试计划	104
实验7: 实验中练习1	105
moveToBeginning操作的测试计划	105
实验7: 实验中练习2	106
insertBefore操作的测试计划	106
实验7: 实验中练习3	107
Slide显示程序的测试计划	108
实验7: 实验后练习1	108
实验7: 实验后练习2	109
实验8 列表ADT的双链表实现	110
列表ADT	110
实验8: 作业单	113

实验8: 实验前练习	113
实验8: 过渡练习	114
列表ADT上操作的测试计划	115
实验8: 实验中练习1	116
reverse操作的测试计划	116
实验8: 实验中练习2	117
Length和position操作的测试计划	118
实验8: 实验中练习3	118
变位字谜ADT	118
变位字谜程序的测试计划	120
实验8: 实验后练习1	120
实验8: 实验后练习2	121
实验9 有序列表ADT	123
有序列表ADT	123
实验9: 作业单	126
实验9: 实验前练习	127
实验9: 过渡练习	130
有序列表ADT上操作的测试计划	131
实验9: 实验中练习1	132
merge操作的测试计划	133
实验9: 实验中练习2	133
subset操作的测试计划	134
实验9: 实验中练习3	135
消息处理程序的测试计划	136
实验9: 实验后练习1	136
Insert操作的数组实现	136
Insert操作的单链表实现	137
实验9: 实验后练习2	137
实验10 链表的递归	138
实验10: 作业单	142
实验10: 实验前练习	142
实验10: 过渡练习	149
实验10: 实验中练习1	151
iterReverse()方法的测试计划	152
stackWriteMirror()方法的测试计划	153
实验10: 实验中练习2	153
aBeforeb()方法的测试计划	154

实验10: 实验中练习3	154
cRemove()方法的测试计划	155
实验10: 实验后练习1	155
实验10: 实验后练习2	156
 实验11 表达树ADT	157
表达树ADT	157
实验11: 作业单	160
实验11: 实验前练习	160
实验11: 过渡练习	162
表达树ADT操作测试计划	162
实验11: 实验中练习1	163
构造函数和clone操作测试计划	164
实验11: 实验中练习2	164
commute操作测试计划	166
实验11: 实验中练习3	166
逻辑表达树ADT操作测试计划	168
实验11: 实验后练习1	169
实验11: 实验后练习2	170
 实验12 二叉搜索树ADT	172
二叉搜索树	173
实验12: 作业单	175
实验12: 实验前练习	175
实验12: 过渡练习	177
二叉搜索树ADT操作的测试计划	178
实验12: 实验中练习1	178
高度操作的测试计划	179
实验12: 实验中练习2	179
writeLessThan操作的测试计划	181
实验12: 实验中练习3	181
索引账号ID数据库程序的测试计划	184
实验12: 实验后练习1	185
实验12: 实验后练习2	185
 实验13 堆ADT	187
堆ADT	188
实验13: 作业单	190
实验13: 实验前练习	191

实验13: 过渡练习	192
堆ADT程序测试计划	193
实验13: 实验中练习1	193
writeLevels操作测试计划	194
实验13: 实验中练习2	194
heapsort()方法测试计划	197
实验13: 实验中练习3	197
优先级队列ADT	197
实验13: 实验后练习1	200
实验13: 实验后练习2	201
实验14 加权图ADT	202
加权图ADT	203
实验14: 作业单	205
实验14: 实验前练习	206
实验14: 过渡练习	208
加权图ADT操作测试计划	209
实验14: 实验中练习1	210
allEven测试计划	211
实验14: 实验中练习2	211
properColoring操作测试计划	213
实验14: 实验中练习3	213
computePaths操作测试计划	216
实验14: 实验后练习1	216
实验14: 实验后练习2	217
实验15 性能评估	218
计时器ADT	219
实验1: 作业单	220
实验15: 实验前练习	220
实验15: 过渡练习	221
计时器ADT程序测试计划	222
实验15: 实验中练习1	223
一组搜索例程的执行时间	223
实验15: 实验中练习2	224
一组排序例程的执行时间	225
实验15: 实验中练习3	226
填满和清空10000元素的栈花费的时间	227
实验15: 实验后练习1	227

实验15: 实验后练习2	227
组排序例程的执行时间	228
实验16 团队软件开发项目	229
实验16——第一周: 实验前练习1	229
实验16——第一周: 实验前练习2	235
实验16——第一周: 过渡练习	243
实验16——第一周: 项目封面	245
类的测试计划	246
日历/笔记簿编程项目的测试计划	246
实验16——第一周: 实验中练习	246
实验16——第二周: 项目封面	252
实验16——第二周: 实验中练习	253
实验16——实验后练习	255

实验1 日志ADT

目标:

在这个实验中

- 检查Java语言中构成抽象数据类型 (ADT) 的成分
- 在Java中实现一个程序设计者定义的ADT
- 创建一个按日历形式显示日志的方法
- 研究在Java中如何重载方法

概述

因为它是一个纯粹的面向对象的程序设计语言, 所以, 所有的Java程序都包含一个或者多个类 (或者ADT) 定义。Java定义了许多内部类和上百种方法。这个实验的目的是让我们回顾一下, 利用Java中已经实现的一些内部ADT, 如何实现一个我们自己设计的抽象数据类型 (ADT)。我们用一个月的日志作为我们的ADT例子。一个月份日志由一组输入项组成, 一个输入项对应着这个月的某一天。依赖于这个日志, 这些输入项可能表示一个商行每日的收入、一个人花费到训练上的总时间、喝掉咖啡的杯数等等。一个典型的日志如下所示。

February 2002						
					1 100	2 95
3 90	4 0	5 150	6 94	7 100	8 105	9 100
10 100	11 50	12 110	13 110	14 100	15 125	16 110
17 0	18 110	19 0	20 125	21 100	22 110	23 115
24 111	25 0	26 50	27 110	28 125		

当定义一个ADT的时候, 我们开始描述构成ADT的元素 (或者属性)。然后我们描述这些ADT元素是如何组织成ADT的全部结构。在这个月份日志抽象数据类型, 或者简称日志ADT的例子中, 元素是一些与这个月份的日期相关的输入项, 并且这个结构是线性的: 输入项是按照与相应的日期相同的顺序进行排列。在Java中, 这些元素叫做ADT (或者类) 的数据成员。

已经指定了ADT的数据成员之后, 我们通过定义与ADT有关的操作来定义它的行为。对于每一个操作, 我们要定义在操作可以被应用 (它的要求或者先决条件) 之前哪些条件必须为真, 以及一旦这些操作已经实现 (它的结果或者后验条件) 哪些条件会变为真。下面的日志ADT定义包括创建一个给定月份日志的操作 (在Java中叫做方法), 保存/获取一个特定日期的日志输入项以及提供这个月份的一般信息。