

SEE

软件工程——面向对象的视角



PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

软件工程丛书

软件工程——面向对象的视角

Software Engineering

An Object-Oriented Perspective

[美] ERIC J. BRAUDE 著

和 华 刘海燕 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书强调“不要只是学软件工程，而是要去实际做软件工程”。本书从面向对象的视角出发，自始至终贯穿着一个角色扮演类视频游戏，帮助读者理解应用软件工程方法进行应用开发的全过程，详细地描述软件工程原理的应用，充分地展示了框架、用例、设计模式、状态行为的应用情况，还把面向对象和需求分析及测试联系了起来。

本书内容严谨实用，组织结构清楚了，行文简洁顺畅，适合于作为大中院校的软件工程相关专业的研究生教材，对希望提高自身知识水平和工作能力的软件开发职业人员也会有所帮助。

Copyright 2001 © John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

AUTHORIZED REPRINT OF THE EDITION PUBLISHED BY JOHN WILEY & SONS, INC., NEW YORK, CHICHESTER, SINGAPORE, BRISBANE, TORONTO.

No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons, Inc.

本书简体中文专有翻译版权由 John Wiley & Sons Inc. 授予电子工业出版社未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

图书在版编目 (CIP) 数据

软件工程——面向对象的视角/ (美) 布劳德 (Braude, E. J.) 著; 和华等译.

—北京: 电子工业出版社, 2004.5

(软件工程丛书)

书名原文: Software Engineering: An Object-Oriented Perspective

ISBN 7-5053-9785-0

I. 软… II. ①布… ②和… III. 软件工程 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 023052 号

责任编辑: 孙学瑛

印 刷: 北京增富印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×980 1/16 印张: 39 字数: 672 千字

印 次: 2004 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 69.00 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。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

译者序

随着信息技术的飞速发展，如今软件企业的数量正急剧增长，软件开发项目不仅数量越来越多，而且规模也越来越大。但是长期以来，软件开发人员一直被估算不准、功能蔓延等问题所困扰，巨大的进度压力，突如其来的风险总是使软件开发团队在成功完成项目的征途上举步维艰。软件工程理论与软件项目管理的实际应用和经验是软件企业亟待学习与渴求的。以提高软件生产的质量与效率为宗旨的软件工程正逐步成为软件企业健康发展的关键技术之一。如何实施软件工程活动已经成为软件企业关注的焦点。

Eric J. Braude 撰写的《软件工程——面向对象的视角》强调“不要只是学软件工程，而是要去实际做软件工程”。本书通过对面向对象的分析和设计，以及各种面向对象的方法的恰如其分的描述和深入的分析，力图找到一些使读者能够学会如何按照软件工程的思想来工作的解决问题的途径。

Braude 清晰地给出了如何应用框架、用例和设计模式的说明，并且将面向对象、需求分析和测试技术联系在一起，并运用于实施软件过程的活动。而且在书中还提供了一个有趣的连续的案例分析，这个角色扮演类的视频游戏的开发实例可以帮助读者理解应用软件工程方法进行应用开发的全过程，体会到各种质量因素、全面细致的需求文档、现代设计方法和当代项目管理技术相结合所带来的种种益处。

本书的初译工作由和华、刘海燕组织完成。其中和华负责第 1~4 章的翻译工作，曹学军负责第 9, 10 章的翻译工作，刘海燕翻译了其余部分并负责全书的统稿工作。同时译者希望向参与本书部分翻译的王海青、刘宏伟、何燕春、陈春松、苏萍、马瑞芹、刘佃富、王远靖、屈毅及本书的审校人员和为翻译工作提供支持和关注的所有人员表示诚挚的感谢。

由于译者自身的知识局限及时间的仓促，译稿中难免存在不当之处。谨向读者及原书作者致以歉意，并恳请读者批评指正。

和华、刘海燕

前 言

本书在讲述软件工程相关内容的同时，还关注如何实施软件工程活动。而在过去，很少有人尝试写这样的书，这是因为缺乏被广泛认可的技术方法。特别是面向对象的技术，在现有的软件工程书籍中，通常仅仅是作为其中的一节，尽管当今绝大多数项目使用的都是面向对象语言。

20 世纪 90 年代，面向对象的分析和设计一族中兴起了一种将设计及其相应的表示符号融为一体的方法：统一建模语言（UML）。随后，这种方法和语言被广泛地接纳，这使得新千年之初成为一个合适的时机来讲授如何开展软件工程活动，而不是只局限于软件工程所包含的内容。因此，虽然本书必然包括了软件工程中非面向对象的那些方面，但是它的一个重要目的是指导框架（framework）、用例（use case）和设计模式（design pattern）的应用。同时，本书还把面向对象和需求分析及测试联系了起来。这样，导师就能够在讲授各类方法时花费较少的时间，而将更多的精力用于深入分析和练习上。

任何阐述如何开展软件工程活动的书籍肯定会包含一个案例。而且，既然软件工程通常总是在和复杂的事物打交道，那么一本软件工程教科书就需要一个实际的案例，而不是象征性的。还有，这个案例对学生来说应该是很有趣的，使他们乐于思考由始至终的这个过程。基于上述的原因，本书将通过构建一个角色扮演类视频游戏来贯穿讲述软件工程原理的应用。视频游戏给我们充分的机会来展示框架、设计模式、状态行为、并行和特殊的图形用户界面。当然，本书也包含一些科学和商业方面的例子作为对这个案例的补充。

典型的软件产品更多的是由一个软件工程师小组完成的，而不是由一个人独立承担的。为了满足相关知识的需求，本书对学生小组提供了广泛的支持。更详细的内容还可以参考 Watts Humphrey 的先驱著作“The Personal Software Process”[Hu]和“The Team Software Process”[Hu7]。

读者

本书的读者定位在读研究生和刚毕业的大学生（至少有一年的工作经

历)。既然本书的目的是在开发软件方面提出好的实践，因此本书对于希望提高自身知识水平和工作能力的职业人员也会有所帮助。行文中假设读者熟悉使用类和对象的编程，熟悉 Java 更佳。

本书的组织结构

第 1, 2, 4, 5, 6 章各自分为两个部分。这种划分给那些希望快速掌握需求分析和设计的基础知识的读者和导师带来方便。他们可以先使用这些章节的第 1 部分，晚些时候再回到第 2 部分。

- 绪论中对软件工程做了简明综述，同时对学生小组的组建提出一些建议。这一章还对本书的案例给出了概要介绍，也让学生们确信技术性的挑战的确要等待他们理解了“过程”(process)和项目管理的概念之后才应该涉及。
- 第 1 章介绍了大量的软件工程实例。其中 1.6 节是本章的核心。
- 第 2 章关注软件项目是如何组织的。技术人员有时试图跳过这个话题，但是如果能够理解项目的组织结构和管理问题，他们将会在小组工作中得到更大的快乐。特别是 2.1 节和 2.4 节的内容对于每个软件工程师都是绝对必要的。

从第 3 章到第 10 章的安排遵循软件开发的每一次迭代中的逻辑顺序。

- 第 3, 4 章是关于需求分析：了解要做什么东西的过程。
- 第 5, 6 章描述产品是如何被设计的以及设计的表达方式。
- 第 7 章讨论软件工程意义下的编程。
- 第 8, 9 章关注测试过程。
- 第 10 章讨论产品发布后需要的活动。

本书的使用方法

尽管本书的章节是按照逻辑顺序组织的，但是并不是完全和应用开发的实际方式相似。*需求分析/设计/编码/测试* 这个顺序通常至少进行一次。第 1 章和第 2 章会讨论如何组织这个顺序的重复。

本书有几种基本的使用方法，每种都基于不同的优先性，下面我们来详细地说明。

线性的使用方法：按本书安排的章节顺序阅读：绪论 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 作者在授课中曾经首先介绍序言和绪论，之后顺序地讲述第 1 章

至第 10 章。他用第 1 章和第 2 章对软件工程做出综述，然后鼓励班上的学生小组根据“普通”的需求集首先依次经历一遍需求分析/设计/编码/测试的过程。这样使学生们习惯于“过程”这个观念，训练了小组内的交流互动，使他们开始接触要面对的问题。这需要对这两章以外的内容中的部分材料先做必要的介绍。

“两遍”的使用方法：按照如下顺序阅读各章：绪论 / 1 第 1 部分 / 2 第 1 部分 / 3 / 4 第 1 部分 / 5 第 1 部分 / 6 第 1 部分 / 1 第 2 部分 / 2 第 2 部分 / 4 第 2 部分 / 5 第 2 部分 / 6 第 2 部分 / 7 / 8 / 9 / 10 第一遍包括每章的入门各节，而第二遍则扩展到全部章节。这个顺序的优点是使小组能够在学习了各章的第 1 部分后建立一个小的原型，然后再充分实施完整的开发过程。作者建议开发的这个原型应该非常简单。它的主要目的是让小组共同工作，并体验软件工程开发过程的一些方面。一个新的小组要完成这些活动会花费较长的时间。因此不要期望这个原型实现有用的功能。

“职业之梯”的使用方法：按照如下顺序阅读各章：绪论 / 1 / 7 / 8 / 6 / 5 / 2 / 3 / 4 / 9 / 10 在使用第 1 章完成对软件工程的介绍后，其他讲师可能会根据软件工程师在一个公司内典型的职业发展道路来排列相关主题。进入公司首先是程序员（从第 7, 8 章讲起，使用了第 6 章案例的设计作为一个例子的基础）。程序员逐渐成为设计师（第 6 章，使用了第 5 章中案例的体系结构设计）。设计师的典型发展是成为体系结构架构师（第 5 章，使用了第 6 章中案例的需求）。本书中最后的职业层次是项目经理（第 2, 3, 4, 9, 10 章）。

本书的网站

本书的网站设在 <http://www.wiley.com/college/braude>，其中包含如下内容：

- 本书所有图表的幻灯片，为彩色和 PowerPoint 格式。这样讲师可以修改和定制这些幻灯片，并且有选择地把它们结合到其他幻灯片中。
- “综合”类练习题的答案，只对教师可见（通过口令保护的模式）
- 本书案例的 Java 源代码
- 案例文档，可作为模板使用

该网站还有很多计划正在进行的过程中，读者访问网站会看到当前内容的列表。

练习题

每一章中包含三类练习题。“复习”题的答案简短，而且每道题的解决方案或者提示会和问题一样在同一章中提出。“小组”题用于各学生小组实施项目，这类练习题有明确的目标和评价标准。第三类是“综合”题，本书中不提供这类练习题的解决方案，但是讲师可以在本书的网站上获得答案。

致谢

在我的职业生涯中，从业界的软件工程师和经理到今天的教授和顾问，我总是震惊地发现人们普遍渴望学习如何在无情的商业压力下，“正确地”实施软件工程活动。感谢我的同事们和业界的学生们不惜时间向我清晰地讲述这种需要。

向 Dick Bostwick 表示无限的感激，他对我写这本书的每一个步骤都给予了帮助。我也受惠于 Tom van Court 广泛而辛勤的协助。还有我在波士顿大学都市学院的学生们，感谢你们全体对于我的反馈。感谢本书的评阅人：你们的评论意见使本书有了显著改善。评阅人包括：Henry A. Etlinger，罗彻斯特技术学院；Michael Godfrey，沃特卢大学；David A. Gustafson，堪萨斯州立大学；Peter Hitchcock，达尔豪西大学；Floyd Lecureux，加利福尼亚大学；Steven P. Reiss，布朗大学；Laurie Werth，位于奥斯汀的得克萨斯州大学。我还想感谢我在波士顿大学都市学院的同事们和行政人员，感谢他们的关心和鼓励。非常感激 John Wiley & Sons 出版社的 Paul Crockett，Jenny Welter 和 Bill Zobrist，还有出版署的 Jan Fisher，他们为了这个出版项目付出了辛勤的劳动。

最后，请允许我用简短匮乏的文字来记录对我的妻子 Judy 和儿子 Michael 的深切谢意，他们的支持使我富有激情地完成了本书的创作。

Eric J. Braude

波士顿大学都市学院

于波士顿，曼彻斯特

目 录

绪论	1
第 1 章 过程	19
第 1 部分：基础篇	20
1.1 软件工程开发过程简介	20
1.1.1 一个典型的软件工程路线图	21
1.2 软件工程的过去和现在	22
1.2.1 软件工程	22
1.2.2 结构化和面向对象的方法产生的影响	23
1.2.3 重用和构件	24
1.2.4 形式方法	26
1.2.5 可用性	26
1.3 对过程、项目、产品和人的期望	26
1.3.1 工件和角色	28
1.4 可供选择的过程	28
1.4.1 瀑布过程模型	28
1.4.2 螺旋过程模型	30
1.4.3 增量过程模型	31
1.4.4 统一软件开发过程	32
1.4.5 过程的对比	36
1.5 文档	37
1.5.1 文档简介	37
1.5.2 文档标准	39
第 2 部分：提高篇	43
1.6 质量	43
1.6.1 度量	44
1.6.2 质量保障过程	45

1.6.3	黑盒和白盒技术	46
1.6.4	检查简介	46
1.6.5	软件质量保障计划 (SQAP) 的 IEEE 标准	51
1.6.6	验证和确认	52
1.7	文档管理	55
1.7.1	文档管理简介	55
1.7.2	一致性和单一来源文档	55
1.7.3	配置管理	57
1.8	能力评估简介	61
1.8.1	个人软件过程 (PSP) 简介	61
1.8.2	小组软件过程 (TSP) 简介	63
1.8.3	能力成熟度模型 (CMM) 简介	64
1.8.4	PSP, TSP 和 CMM 的关系	66
1.9	总结	67
	练习题	68
	案例 1: 软件配置管理计划	70
	案例 2: 软件质量保障计划 第 1 部分 (第 2 部分见第 2 章)	77
第 2 章	项目管理	83
第 1 部分: 基础篇		84
2.1	项目管理简介	84
2.1.1	项目管理的含义	84
2.1.2	项目管理的要素	84
2.1.3	主要变量: 成本、性能、质量和进度	84
2.1.4	项目管理过程的典型路线图	86
2.2	管理项目的人员	87
2.2.1	专业精神	87
2.2.2	人员管理的重要性	88
2.2.3	企业的视角	89
2.2.4	管理层的视角	89
2.2.5	工程师的视角	91
2.3	组织人员的选择	91
2.3.1	沟通管理	92
2.3.2	职责结构的选择	93

2.3.3 项目人员的来源	95
2.4 识别和规避风险	96
2.4.1 风险定义	96
2.4.2 风险管理概论	97
2.4.3 风险识别	98
2.4.4 风险规避	99
2.5 选择开发工具和支持	102
2.5.1 过程方法	102
2.5.2 工具	102
2.5.3 抉择: 开发还是购买	103
2.5.4 语言选择	104
2.5.5 文档	104
2.5.6 支持服务	104
2.6 创建时间表: 概要的计划	105
第 2 部分: 提高篇	107
2.7 集成遗留系统	107
2.8 成本估计: 早期的计算	109
2.8.1 简介	109
2.8.2 无功能点过程的代码行数的估计	111
2.8.3 功能点和代码行数	113
2.8.4 功能点转换为代码行数	117
2.8.5 功能点的进一步的例子	117
2.8.6 关于功能点的参考资料	118
2.9 由代码行数估计工作量和工期	119
2.10 小组软件过程	121
2.11 软件项目管理计划	123
2.12 项目管理的质量	125
2.12.1 过程度量	126
2.12.2 IEEE 739-1989 SQAP: 第 2 部分	127
2.13 过程改进和能力成熟度模型	130
2.13.1 改进组织使用的过程	130
2.13.2 改进项目中正在使用的过程	131
2.14 项目管理技术和各种工具	132
2.14.1 远距离小组和跨国小组	132

2.14.2 极限编程	133
2.14.3 分类法决策	134
2.15 项目管理过程总结	135
学生项目指南 (SPG): Encounter 案例的项目管理计划	136
SPG1. 准备项目策划会议	136
SPG2. 最初的项目策划会议	137
SPG3. 完成项目管理计划	138
练习题	138
复习题	139
小组练习题	139
复习题提示	140
复习题答案	140
案例 1: Encounter 视频游戏 SPMP	142
案例 2: 软件质量保障计划 第 2 部分	152
第 3 章 需求分析 (一)	157
3.1 需求分析简介	158
3.1.1 需求分析的含义	158
3.1.2 C 需求和 D 需求	158
3.1.3 为什么必须书写需求	159
3.1.4 典型的需求分析过程路线图	160
3.1.5 需求分析的挑战和益处	162
3.2 客户交互	163
3.2.1 需求的来源	163
3.2.2 识别风险承担者	164
3.2.3 客户需求实例	165
3.2.4 访谈和文档记录过程	166
3.3 描述客户 (C) 需求	168
3.3.1 操作的概念	168
3.3.2 用例	168
3.3.3 数据流图 (为与客户沟通所用)	171
3.3.4 状态变迁图 (为与客户沟通所用)	173
3.3.5 草拟用户界面和其他接口	174
3.3.6 C 需求表述总结和指南	183
3.4 应用于 C 需求的方法论、工具和网络	185

3.5 快速原型、可行性研究和概念证明	185
3.5.1 快速原型	186
3.5.2 可行性研究	189
3.6 更新项目以反映 C 需求分析	190
3.6.1 C 需求和项目规模	190
3.6.2 C 需求分析对于项目计划的影响	190
3.7 未来发展方向和 C 需求总结	193
3.7.1 未来发展方向	193
3.7.2 总结	193
学生项目指南: Encounter 案例的 C 需求	194
SPG1. 准备	194
SPG2. 访谈客户	196
SPG3. 撰写软件需求规格说明书	197
SPG4. 补充	198
SPG5. 度量和总结	198
练习题	199
综合练习题	200
小组练习题	200
练习题提示	201
练习题答案	201
案例: Encounter 视频游戏软件需求规格说明书 (SRS) 第 1 部分	201
第 4 章 需求分析 (二)	211
第 1 部分: 基础篇	212
4.1 详细 (D) 需求简介	212
4.1.1 详细 (D) 需求的含义	212
4.1.2 D 需求分析的典型路线图	213
4.2 D 需求的类型	213
4.2.1 功能性需求	214
4.2.2 非功能性需求: 性能需求	215
4.2.3 非功能性需求: 可靠性和易用性	215
4.2.4 非功能性需求: 出错处理	215
4.2.5 非功能性需求: 接口需求	216
4.2.6 非功能性需求: 限制	216

4.2.7 反面需求	217
4.2.8 需求类型与 IEEE SRS 标准 IEEE 830-1993 的对应	217
4.3 D 需求的预期属性	217
4.3.1 可追溯性	218
4.3.2 可测试性和清晰性	222
4.3.3 优先级	222
4.3.4 完整性	224
4.3.5 出错条件	225
4.3.6 一致性	226
4.3.7 总结详细需求的撰写过程	227
4.4 序列图	228
4.5 组织 D 需求的方式	231
4.5.1 组织详细需求的重要性	231
4.5.2 组织详细需求的方法	232
4.5.3 基于用例组织详细需求	235
4.5.4 基于类组织详细需求	236
4.5.5 类的识别	238
4.5.6 对给定的需求选择正确的类	243
4.5.7 划分实体(实例)的类别	244
4.5.8 连接到测试文档	244
第 2 部分: 提高篇	245
4.6 详细需求的质量	245
4.6.1 QA 在 D 需求分析中的职责	245
4.6.2 D 需求分析中的度量	246
4.6.3 对 D 需求分析的检查	247
4.7 在需求分析中使用工具和网络	252
4.8 需求规格说明中的形式方法	253
4.8.1 形式规格说明简介	253
4.8.2 形式规格说明示例	255
4.8.3 何时应该使用形式规格说明	259
4.8.4 前置条件和后置条件	260
4.9 D 需求过程对项目的作用	261
4.9.1 对 SPMP 的作用	261
4.9.2 D 需求的规模效应	261

4.10 D 需求过程总结	262
学生项目指南: Encounter 案例的 D 需求	262
SPG1. 准备	263
SPG2. D 需求分类	264
SPG3. 撰写 D 需求	264
SPG4. 补充: 度量和总结	265
练习题	265
综合练习题	266
小组练习题	266
练习题提示	267
练习题答案	267
案例: Encounter 视频游戏软件需求规格说明书 (SRS) 第 2 部分	267
第 5 章 软件体系结构	285
第 1 部分: 基础篇	286
5.1 介绍系统工程和软件体系结构	286
5.1.1 宏图: 系统工程	286
5.1.2 “软件体系结构”的含义	288
5.1.3 体系结构选择的目标	288
5.1.4 分解	289
第 2 部分: 提高篇	292
5.2 模型、框架和设计模式	292
5.2.1 使用“模型”	293
5.2.2 统一建模语言	294
5.2.3 框架	296
5.2.4 体系结构的分类	299
5.2.5 设计模式 I: 引言	299
5.2.6 构件	301
5.3 软件体系结构的方案及其类模型	301
5.3.1 数据流结构	302
5.3.2 独立构件	305
5.3.3 虚拟机	314
5.3.4 仓库 (Repository) 结构	318

5.3.5 分层体系结构	320
5.3.6 在同一应用系统中应用多种体系结构	322
5.3.7 本节小结及选择体系结构的实际步骤	323
5.4 用于体系结构的符号、工具和标准	324
5.4.1 符号	324
5.4.2 工具	324
5.4.3 IEEE/ANSI 表述设计标准	325
5.5 选择体系结构的质量保证 (QA)	325
5.5.1 选择体系结构的质量	326
5.5.2 从备选方案中选择一种体系结构	328
5.5.3 使用用例来检查体系结构	331
5.5.4 体系结构选择方案的评审	331
5.5.5 软件体系结构的选择对 SPMP 的影响	332
5.6 小结	333
学生项目指南: Encounter 案例的体系结构	334
SPG1. 准备工作	334
SPG2. 选择体系结构	335
SPG3. 小组会议 (“初始设计的评审”)	336
SPG4. 体系结构细化	337
SPG5. 编制体系结构文档	338
练习题	338
复习题	338
一般练习题	338
小组练习题	339
问题解答	339
案例分析	340
I. 角色扮演游戏的体系结构框架	340
II. Encounter 角色扮演类游戏的体系结构框架 软件设计文档的	
第 1 部分 (第 6 章中的案例研究为第 2 部分)	343
第 6 章 详细设计	351
第 1 部分: 基础篇	352
6.1 详细设计简介	352
6.1.1 “详细设计”的含义	352

6.1.2	详细设计与用例、体系结构的关系	352
6.1.3	“详细设计”过程的一个典型路线图	353
6.1.4	统一开发过程中的设计	355
6.1.5	面向接口的设计	356
6.1.6	构件重用	357
6.2	详细设计中的序列图和数据流图	358
6.2.1	详细的序列图	359
6.2.2	详细的数据流图	360
6.3	类和函数的说明	362
6.3.1	类不变量	363
6.3.2	函数不变量、前置条件和后置条件	364
6.4	算法说明	364
6.4.1	流程图	365
6.4.2	伪码	367
6.4.3	何时使用流程图和伪码	368
第 2 部分：提高篇		369
6.5	设计模式 II：详细设计的技巧	369
6.5.1	详细设计中的创建型模式	370
6.5.2	详细设计中的结构型设计模式	376
6.5.3	详细设计中的行为型设计模式	382
6.6	标准模板库	385
6.7	详细设计的标准、符号和工具	385
6.7.1	关于详细设计的 IEEE 890 标准	385
6.7.2	详细对象模型中的统一建模语言 (UML)	386
6.7.3	基于源代码的工具：JavaDoc	386
6.8	详细设计对项目的影响	388
6.8.1	根据详细设计估计规模	389
6.9	详细设计的质量	391
6.9.1	详细设计的质量和度量指标	393
6.9.2	详细设计的评审	394
6.10	小结	396
练习题		397
复习题		397
一般练习题		397