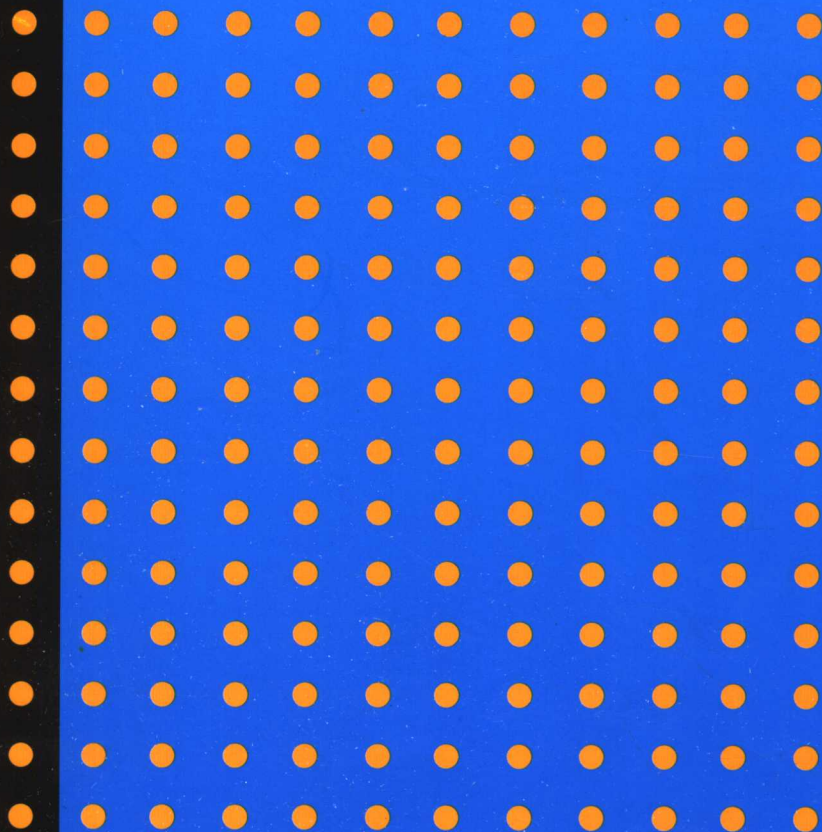


重点大学计算机专业系列教材

UML与软件建模

徐宝文 周毓明 卢红敏 编著

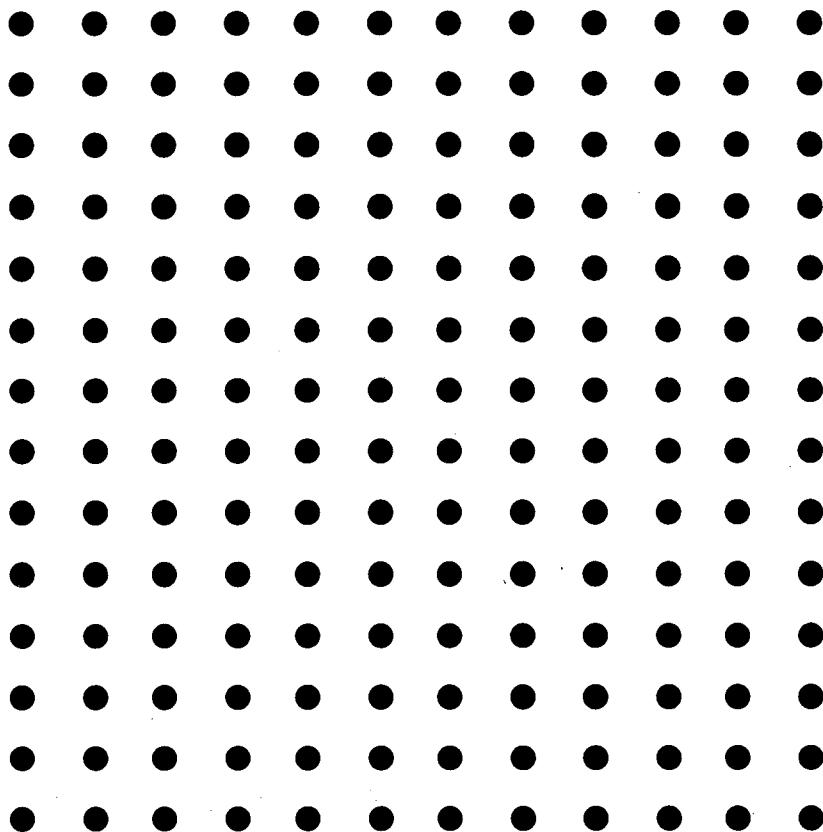


清华大学出版社

重点大学计算机专业系列教材

UML与软件建模

徐宝文 周毓明 卢红敏 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书在全面介绍 UML 中的视图、模型元素、图以及公共机制等基本知识的基础上,着重介绍基于 UML 的软件体系结构建模方法、基于 UML 的实时系统建模方法(同时分析比较 Rational Rose 和 Rose-RT 这两个建模工具实时建模的优缺点)、基于 UML 的单元测试、集成测试和系统测试方法以及 UML 模型到关系数据库和 C++ 语言映射的实现细节,并通过一个数码声音录音机的面向对象设计和实现过程来说明如何应用 UML 进行实际的建模。

全书共分 3 篇:第 1 篇(第 1~7 章)为语言篇,着重介绍 UML 语言本身,包括 UML 的结构和基本元素;第 2 篇(第 8~12 章)为建模篇,着重讨论 UML 在体系结构建模、实时系统的建模和软件测试上的应用,同时介绍从 UML 模型到关系数据库和 C++ 语言的映射等实现细节;第 3 篇(第 13 章)为应用篇,基于 UML 的软件建模实例,介绍 UML 在建模上的应用。全书提供了大量应用实例,每章后均附有习题。

本书不仅适用于高等院校计算机、软件工程专业高年级本科生、研究生作为教材使用,也适用于对 UML 比较熟悉并且对软件建模有所了解的开发人员、广大科技工作者和研究人员作为参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

UML 与软件建模/徐宝文,周毓明,卢红敏编著. —北京:清华大学出版社,2006.1

(重点大学计算机专业系列教材)

ISBN 7-302-11846-9

I. U… II. ①徐… ②周… ③卢… III. 面向对象语言, UML—程序设计—高等学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 108605 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客 户 服 务:010-62776969

责任编辑:索 梅

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印 张:23.5 字 数:539 千字

版 次:2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11846-9/TP·7697

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

随着国家信息化步伐的加快和高等教育规模的扩大, 社会对计算机专业人才的需求不仅体现在数量的增加上, 而且还体现在质量的提高上, 培养具有研究和实践能力的高层次计算机专业人才已成为许多重点大学计算机专业教育的主要目标。目前, 我国共有 16 个国家重点学科、20 个博士点一级学科、28 个博士点二级学科集中在教育部部属重点大学, 这些高校在计算机教学和科研方面具有一定优势, 并且大多以国际著名大学计算机教育为参照系, 具有系统完善的教学课程体系、教学实验体系、教学质量保证体系和人才培养评估体系等综合体系, 形成了培养一流人才的教学和科研环境。

重点大学计算机学科的教学与科研氛围是培养一流计算机人才的基础, 其中专业教材的使用和建设则是这种氛围的重要组成部分, 一批具有学科方向特色优势的计算机专业教材作为各重点大学的重点建设项目成果得到肯定。为了展示和发扬各重点大学在计算机专业教育上的优势, 特别是专业教材建设上的优势, 同时配合各重点大学的计算机学科建设和专业课程教学需要, 在教育部相关教学指导委员会专家的建议和各重点大学的大力支持下, 清华大学出版社规划并出版本系列教材。本系列教材的建设旨在“汇聚学科精英、引领学科建设、培育专业英才”, 同时以教材示范各重点大学的优秀教学理念、教学方法、教学手段和教学内容等。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

1. 面向学科发展的前沿, 适应当前社会对计算机专业高级人才的培养需求。教材内容以基本理论为基础, 反映基本理论和原理的综合应用, 重视实践和应用环节。

2. 反映教学需要, 促进教学发展。教材要能适应多样化的教学需要, 正确把握教学内容和课程体系的改革方向。在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养, 为学生知识、能力、

素质协调发展创造条件。

3. 实施精品战略, 突出重点, 保证质量。规划教材建设的重点依然是专业基础课和专业主干课。特别注意选择并安排了一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版, 逐步形成精品教材。提倡并鼓励编写体现重点大学计算机专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

4. 主张一纲多本, 合理配套。专业基础课和专业主干课教材要配套, 同一门课程可以有多本具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化的关系; 基本教材与辅助教材以及教学参考书的关系; 文字教材与软件教材的关系, 实现教材系列资源配套。

5. 依靠专家, 择优落实。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时, 要引入竞争机制, 通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序, 确保出书质量。

繁荣教材出版事业, 提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量, 希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

教材编委会

语文、数学、电脑鼎足而三。犹如天、地、气，人人不可须臾离也。软件与硬件乃电脑之神与质、阴与阳，二者相辅相成，合而为用。电脑之工作乃听命于用者通过软件之指挥，听命于软件中赖以表达旨意之语言。数十年来，电脑语言地位显赫、作用巨大，盖因表达之不可或缺，其优劣实严重影响电脑之实际功效与用户之乐用程度。

模型乃现实系统之简化。建模语言用以表述模型构造。统一建模语言 UML 乃居于设计级与需求级之建模语言，亦可称之为软件设计与需求规约语言。论述语言之优劣，有用户、设计、实现等观点。此诸观点既有区别又有联系。UML 问世以来，褒贬不一。但其应用广泛、成效显著，实为颇具代表性之建模语言。

前贤属文著书，理气兼备。“文以理为主，而气以摅之”。子长著《史记》，穷十载之功，史实求真、褒贬分明、朴而无华，力排众议，身受腐刑而无悔。无怪乎鲁迅先生誉之为“史家之绝唱、无韵之离骚”。

当今坊间书籍，优劣俱存，鱼龙混杂，理不明者有之，气不足者更有之。优者嘉惠来学，功垂百世；劣者误人子弟，贻害无穷。

徐君宝文，潜心于学，钻研电脑语言多年，孜孜不倦，造诣颇深，著述甚丰。近偕高足周毓明博士合著《UML 与软件建模》一书，目标明确、结构严谨，几经揣摩、审慎梳理，理论联系实际。夜阑削稿，良用释然。

癸未春月徐家福于金陵不阿斋

20 世纪 90 年代，人们推出了许多不同的面向对象设计和分析方法，OMT(Rumbaugh)、Booch 和 OOSE(Jacobson)是当中最为流行的 3 种方法。其中，OMT 方法强在分析方面，但弱在设计方面；Booch 方法强在设计方面，但弱在分析方面；OOSE 方法强在行为分析方面，但弱在其他方面。

随着时间的推移，Booch 出版了他的第 2 本书，其中采用了 Rumbaugh 和 Jacobson 所提倡的许多好的分析技术。Rumbaugh 发表了一系列文章阐述了 OMT-2，其中采用了 Booch 的许多好的设计技术。自此，这些面向对象的设计和分析方法之间开始出现了交叉，但它们仍然都拥有自己的独特表示法。这些不同表示法的使用给建模者造成了混乱，因为不同方法中的相同符号的含义可能并不相同。例如，实心的小圆圈在 OMT 方法中是一个多重性指示器，在 Booch 方法中则是聚合符号。这个阶段就是后来人们所说的方法之战阶段。

UML 的出现结束了方法之战。事实上，UML 是一种统一了 Booch、OMT 和 Objectory 的表示法的建模语言，同时也采用了其他许多方法中的优良思想。目前，UML 已经成为面向对象分析和设计方法的事实上的标准。UML 相当适合于以体系结构为中心的、用案驱动的、迭代式和渐增式的软件开发过程，其应用领域颇为广泛，除了可用于具有实时性要求的软件系统建模以及处理复杂数据的信息系统建模外，还可以用于描述非软件领域的系统。

UML 适用于系统开发过程中从需求规约到系统完成后测试的各个阶段：在需求分析阶段，可以用用户模型视图来捕获用户需求；在分析和设计阶段，可以用静态结构视图和行为模型视图来描述系统的静态结构和动态行为；在实现阶段，可以将 UML 模型自动转换为用面向对象编程语言实现的代码；在测试阶段，UML 模型还可作为各种类型软件测试的依据。为使读者理解 UML 在这些方面的应用，本书分成语言篇、建模篇和应用篇三大部分共 13 章。

语言篇包括第 1 章~第 7 章,着重介绍 UML 语言本身:第 1 章在简介 20 世纪 90 年代流行的各种面向对象软件建模方法的基础上,从 3 个方面将它们的建模能力与 UML 的建模能力进行比较;第 2 章按照视图、模型元素、图以及公共机制的顺序向读者简单介绍 UML 的结构和基本元素,以使读者对 UML 有一个总体了解;第 3 章介绍用户模型视图,并在此基础上阐述用案中的控制流识别技术、用案识别技巧以及用案识别中易犯的错误;第 4 章介绍用来描述系统静态结构的结构模型视图;第 5 章介绍用来描述系统行为的行为模型视图;第 6 章介绍用来描述系统构造时结构和行为特征的实现模型视图;第 7 章介绍用来描述对系统的环境进行建模的环境模型视图。

建模篇包括第 8 章~第 12 章,着重讨论 UML 在体系结构建模、实时系统的建模、软件测试、关系数据库和 C++ 语言的映射等方面的内容:第 8 章介绍利用 UML 进行软件体系结构建模的几种主要方法;第 9 章介绍如何利用 UML 和 UML-RT 高效地为实时系统建模,同时分析比较 Rational Rose 和 Rose-RT 这两个建模工具实时建模的优缺点;第 10 章按照单元测试、集成测试和系统测试的顺序讨论基于 UML 的软件测试方法;第 11 章讨论从 UML 模型到关系数据库的映射问题(模型结构的映射和模型功能的映射);第 12 章研究 UML 模型映射为相应 C++ 代码的基本原理和方法,并侧重讨论 UML 类图到 C++ 类的映射。

应用篇只包括第 13 章,其目的是介绍 UML 在建模上的应用:第 13 章通过一个数码声音录音机的面向对象设计和实现过程来说明如何应用 UML 进行实际建模。

目前,由国内翻译的或者编写的与 UML 相关的著作已不下十余本,其中对 UML 中出现的许多专业术语的译法都不完全一致,从而给读者的阅读和理解带来一定的不便。因此,在这本书的编写过程中,编者一方面力求使得术语的中文译法反映英文本意,另一方面力求使其符合读者已有的习惯,同时还不能造成与其他术语已有惯用译法的混淆。例如,读者已经习惯于将 use case 译作“用例”,同时也习惯于将 test case 译作“测试用例”,但二者同时出现时就容易导致混淆。经过慎重考虑我国软件界老前辈徐家福先生的建议,本书最后将 use case 译作“用案”。

我国计算机软件奠基人之一徐家福先生以 80 岁高龄为本书作序,认真审阅了本书,并对本书内容和许多术语的译法提出了很好的建议,使我们深受感动。在此我们对徐先生表示由衷的感谢,同时祝徐先生健康长寿。

本书成书于 2003 年,几经修改,方成此稿。

本书不仅适用于对 UML 比较熟悉并且对软件建模有所了解的开发人员,同时也可作为广大科技工作者和研究人员的参考书。由于 UML 的许多技术还在不断发展之中,加之编者水平有限,因此书中疏漏谬误之处恳切希望能够得到广大读者的批评指正。

徐宝文 周毓明 卢红敏

2005 年 5 月 28 日

第1篇 语言篇

第1章 面向对象的软件建模概述	2
1.1 模型	2
1.2 面向对象的软件开发	3
1.3 面向对象的软件建模	5
1.4 统一建模语言 (UML)	6
1.4.1 发展历程	7
1.4.2 基本组成	8
1.4.3 建模能力比较	9
1.5 小结	11
习题1	12
第2章 UML 的构成	13
2.1 视图	13
2.2 模型元素	15
2.3 图	17
2.3.1 用案图	17
2.3.2 类图	18
2.3.3 对象图	18
2.3.4 序列图	19
2.3.5 协作图	20
2.3.6 状态图	20
2.3.7 活动图	21
2.3.8 构件图	22

2.3.9 部署图	22
2.4 公共机制	23
2.4.1 规约	23
2.4.2 修饰符	23
2.4.3 扩展机制	23
2.5 小结	24
习题 2	24
第 3 章 用户模型视图	26
3.1 用案图	26
3.1.1 系统	27
3.1.2 参与者	27
3.1.3 用案	32
3.2 用案的控制流语义	45
3.2.1 包含关系中的控制流	46
3.2.2 扩展关系中的控制流	46
3.2.3 泛化关系中的控制流	47
3.2.4 其他关系中的控制流	47
3.3 用案建模	48
3.4 小结	51
习题 3	51
第 4 章 结构模型视图	53
4.1 基本概念	53
4.1.1 数据类型	54
4.1.2 多重性	55
4.2 类	55
4.3 类与对象	56
4.3.1 属性	56
4.3.2 操作	58
4.3.3 可见性	58
4.3.4 对象标识	59
4.4 关联	59
4.4.1 自关联	60
4.4.2 关联的多重性	61
4.4.3 角色名	62
4.4.4 关联的具体化	62

4.5 泛化和特化	63
4.5.1 泛化层次	65
4.5.2 泛化的含义	65
4.5.3 抽象类	66
4.6 属性和操作的继承	67
4.6.1 在子类中添加特征	68
4.6.2 在子类中覆盖操作	68
4.6.3 抽象操作	69
4.7 关联泛化	70
4.8 聚合关系	71
4.9 组合关系	73
4.10 关联类	75
4.11 受限关联	77
4.12 多继承	80
4.12.1 源自于公共祖先的继承	80
4.12.2 mixin 技术	81
4.12.3 判别式	82
4.13 模板类	83
4.14 接口	84
4.15 小结	85
习题 4	85
第 5 章 行为模型视图	87
5.1 序列图	87
5.1.1 对象生命线	89
5.1.2 交互的描述	89
5.1.3 时间约束的表示	91
5.1.4 条件分支的表示	91
5.1.5 重复执行的表示	91
5.1.6 递归调用的表示	92
5.1.7 对象的创建和撤销	92
5.2 协作图	93
5.2.1 协作图的类型	94
5.2.2 箭头标签	96
5.2.3 多对象	97
5.2.4 主动对象	97
5.3 状态图	99

5.3.1 状态	100
5.3.2 事件	107
5.3.3 变迁	108
5.4 活动图	111
5.4.1 状态和变迁	112
5.4.2 子活动状态	115
5.4.3 动态并发	115
5.4.4 泳道	116
5.4.5 workflow建模示例	116
5.5 小结	120
习题 5	121
第 6 章 实现模型视图	124
6.1 包	124
6.1.1 包的名字	125
6.1.2 元素可见性	125
6.1.3 包间的依赖关系	126
6.1.4 包间的泛化关系	127
6.1.5 标准衍型	128
6.2 子系统	129
6.3 模型	131
6.4 构件图	132
6.4.1 构件	133
6.4.2 源代码文件建模	134
6.4.3 可执行程序 and 库建模	135
6.4.4 表、文件和文档建模	136
6.5 小结	137
习题 6	137
第 7 章 环境模型视图	139
7.1 结点	139
7.2 处理器和设备建模	141
7.3 构件的分布建模	142
7.4 嵌入式系统建模	142
7.5 客户-服务器建模	143
7.6 小结	144
习题 7	144

第2篇 建模篇

第8章 UML与软件体系结构建模	146
8.1 UML用作体系结构描述语言.....	147
8.1.1 体系结构建模实例.....	148
8.1.2 C2概述.....	148
8.1.3 C2风格用于会议调度系统建模.....	149
8.1.4 用UML建模C2风格的会议调度系统.....	152
8.2 约束UML以支持软件体系结构建模.....	155
8.2.1 基于C2的扩展.....	156
8.2.2 基于Wright的扩展.....	161
8.2.3 基于Rapide的扩展.....	167
8.3 小结.....	171
习题8.....	172
第9章 UML与实时系统建模	173
9.1 实时系统的特征.....	173
9.2 实时统一建模语言UML-RT.....	175
9.2.1 端口和连接子.....	175
9.2.2 封装体.....	179
9.2.3 协议.....	180
9.2.4 Rational Rose RealTime.....	181
9.3 GPRS网关支持结点GGSN.....	182
9.4 GGSN建模.....	184
9.4.1 需求工作流程.....	184
9.4.2 分析和设计工作流程.....	189
9.4.3 实现工作流程.....	203
9.5 小结.....	203
习题9.....	203
第10章 基于UML的软件测试技术	204
10.1 软件测试基础.....	205
10.1.1 软件规约和测试.....	205
10.1.2 软件测试生命期.....	208
10.1.3 面向对象软件的测试.....	211
10.2 基于状态图的测试.....	213

10.2.1	基于控制流的测试用例生成	214
10.2.2	基于数据流的测试用例生成	219
10.3	基于活动图的测试	222
10.3.1	形式活动图的语法与语义	225
10.3.2	基于形式活动图的测试用例生成	227
10.3.3	座位预订问题	234
10.4	基于协作图的测试	240
10.4.1	规约层协作图和实例层协作图	241
10.4.2	静态测试	243
10.4.3	动态测试	245
10.5	基于用案图的测试	246
10.5.1	生成用案序列	247
10.5.2	识别用案场景	253
10.5.3	生成变体序列	262
10.6	小结	262
习题 10		263
第 11 章	UML 模型到关系数据库的映射	264
11.1	结构映射	264
11.1.1	主键的生成	264
11.1.2	属性类型到域的映射	265
11.1.3	属性到列的映射	266
11.1.4	类到表的映射	266
11.1.5	关联关系的映射	269
11.1.6	应避免的映射情况	271
11.2	引用完整性及关系约束检查	273
11.2.1	父表操作的约束	273
11.2.2	子表的约束	276
11.3	其他相关问题	277
11.3.1	索引	277
11.3.2	存储过程	277
11.3.3	触发器	278
11.4	实例——航空公司 UML 模型的映射	278
11.5	功能到 SQL 语句的映射	281
11.6	小结	282
习题 11		282

第 12 章 UML 模型的 C++ 实现	285
12.1 概述	285
12.2 属性和方法的映射	287
12.3 泛化与特化关系的映射	290
12.4 关联关系的映射	292
12.4.1 单向关联的映射	292
12.4.2 双向关联的映射	292
12.4.3 强制对可选关联的映射	293
12.4.4 强制对强制关联的映射	294
12.4.5 可选对可选关联的映射	295
12.4.6 可选对多关联的映射	295
12.4.7 强制对多关联的映射	297
12.4.8 多对多关联的映射	297
12.4.9 有序关联的映射	298
12.4.10 关联类的映射	299
12.5 受限关联关系的映射	300
12.5.1 强制对强制 (可选/多) 受限关联的映射	302
12.5.2 可选对可选受限关联的映射	302
12.5.3 可选对强制受限关联的映射	303
12.5.4 可选对多受限关联的映射	303
12.5.5 多对可选受限关联的映射	304
12.5.6 多对强制受限关联的映射	304
12.5.7 多对多受限关联的映射	305
12.5.8 有序受限关联的映射	306
12.6 聚合关系和组合关系的映射	306
12.7 特殊类的映射	307
12.7.1 枚举类的映射	307
12.7.2 模板的映射	307
12.7.3 接口类的映射	308
12.7.4 实用工具类的映射	310
12.8 包的映射	310
12.9 项目管理系统实例	311
12.9.1 类图的映射	312
12.9.2 对象图的映射	316
12.9.3 序列图的映射	318
12.9.4 协作图的映射	319

12.9.5 状态图的映射	320
12.9.6 活动图的映射	321
12.10 小结	322
习题 12	323

第3篇 应用篇

第13章 数码录音机 UML 建模实例	328
13.1 需求分析	328
13.1.1 外部事件	329
13.1.2 用案	330
13.1.3 场景	331
13.2 分析——对象结构	334
13.2.1 识别对象	334
13.2.2 建立类图	334
13.3 域分析——定义对象行为	340
13.3.1 对象的状态及对象间的关系	341
13.3.2 用户接口	343
13.4 体系结构设计	345
13.4.1 物理体系结构	345
13.4.2 体系结构的模式	346
13.4.3 并发性设计	346
13.5 对象协作设计	348
13.6 详细设计	350
13.6.1 硬件包装器	350
13.6.2 声音压缩算法	351
13.6.3 使用直接存储器访问通道	351
13.6.4 分配硬件资源	353
13.6.5 存储器分配	353
13.7 实现	354
13.8 小结	354
习题 13	354
附录 主要术语中英文对照	355
参考文献	359

第1篇 语言篇