

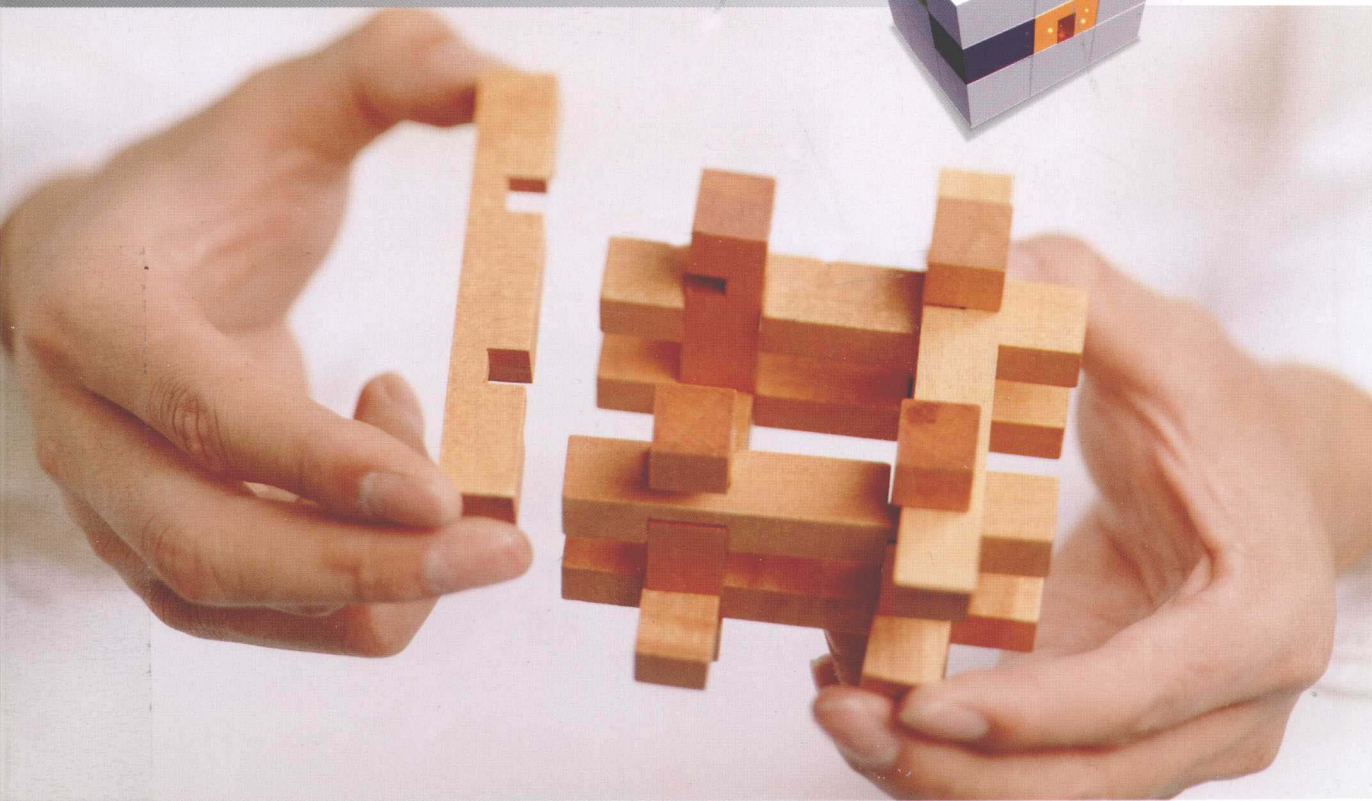


UML

基础、建模与设计实战

杨弘平 吕海华 李波 史江萍 编著

- 以一个完整的图书系统为例详细讲解UML所有图形的定义与建模方法使用，方便读者举一反三
- 全面系统分析4个综合实战案例
- 系统建模人员案头参考



经典实例 · 技术讲解细致

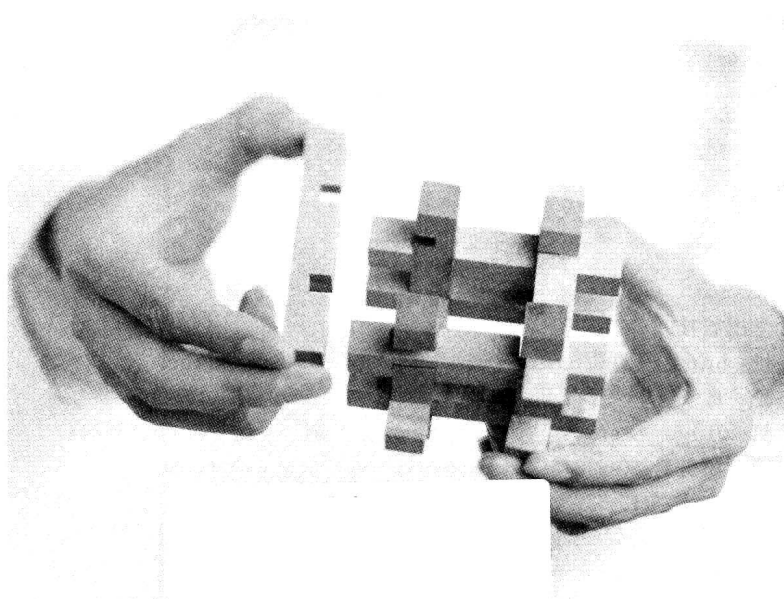


清华大学出版社

UML

基础、建模与设计实战

杨弘平 吕海华 李波 史江萍 编著



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

UML 是以面向对象图形的方式来描述任何类型的系统,应用领域非常广泛,其中最常用的是建立软件系统的模型。本书全面讲解了 UML 的基本概念和建模方法。

全书分为 13 章,分别讲解了用例图、类图、对象图、顺序图、协作图、状态图、活动图、组件图与部署图等,并介绍了 RUP 过程开发模型。最后安排了 4 个案例,汽车租赁系统、BBS 系统、新闻管理系统和数码录音机系统,通过这 4 个案例全面而系统地进行建模说明。

本书面向软件工程师、系统架构师、系统分析员及其他 IT 人员,同时本书也适合高等院校软件相关专业的师生学习系统建模时参考使用。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

UML 基础、建模与设计实战/杨弘平等编著. —北京:清华大学出版社,2012.9
ISBN 978-7-302-29468-9

I. ①U… II. ①杨… III. ①面向对象语言—程序设计 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 162529 号

责任编辑:夏非彼

封面设计:王 翔

责任校对:闫秀华

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm 印 张:20.5 字 数:525 千字

版 次:2012 年 9 月第 1 版 印 次:2012 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4 000 册

定 价:39.80 元

产品编号:044903-01

前言

软件的发展至今已经有近 60 年的历史。面向对象技术开始被深入研究并广泛予以应用也有近 40 年了，已经成为软件开发中分析、设计、实现的主流方法和技术。40 年来，在面向对象技术发展的同时，面向对象技术的各种软件设计工具、规范等也获得了较大发展。其中，最重要的一个面向对象的建模技术的成果就是统一建模语言（Unified Modeling Language, UML）的出现。

UML 的创建首先开始于 1994 年 10 月，由 Grady Booch、Jim Rumbaugh 和 Ivar Jacobson 共同开发，并于 1996 年发布了 UML 版本 0.9。随后，公司联合行动，由十多家公司组成 UML 伙伴组织，共同提出了 UML 1.0 和 1.1，于 1997 年 11 月 17 日对象管理组织（OMG）开始采纳 UML 作为其标准建模语言。第三阶段的修订是由 OMG 主导并控制完成了 UML 1.2、1.3、1.4 和 1.5 等版本。本世纪开始以来的修订，推出了 UML 2.0 版本，并最终统一为大众所接受的标准建模语言。

本书共由 13 章的内容组成。

- 入门基础（第 1~3 章）：着重介绍 UML 的预备知识，包括面向对象概述、UML 概述及 UML 开发工具。
- 图（第 4~8 章）：着重介绍 UML 的各种图，包括用例图、类图、对象图、序列图、协作图、状态图、活动图、组件图与部署图等。对 UML 图的介绍方式分为图的基本概念、图的组成、图的建模技术和创建示例，在介绍过程中主要以图书管理系统为例进行，通过这种方式能够使读者完整而系统地把握和了解每一种 UML 图。
- 统一软件过程 RUP（第 9 章）：着重介绍 RUP 过程开发模型，通过介绍这一通用过程框架，让读者进一步掌握和熟悉软件开发的过程。
- 案例（第 10~13 章）：着重介绍 4 个案例，即汽车租赁系统、BBS 系统、新闻管理系统和数码录音机系统。通过这 4 个案例全面而系统地对使用 UML 进行建模给予了说明。

不管你是从事面向对象软件开发的开发人员，还是希望通过学习 UML 帮助自己建模的人员，本书都能够帮助你全面了解 UML 的基本概念和建模方法，本书同样也可作为高等院校计算机专业相关专业的教学用书或参考书。

本书实例工程文件和课件可以到 <http://download.csdn.net/detail/brucexia/4444244> 页面下载。如果下载有问题，请发邮件给 booksaga@163.com，邮件标题为“求代码，UML 基础、建模与设计实战”。

本书由杨弘平、吕海华、李波和史江萍编写。其中，第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 5 章和第 12 章和第 13 章由吕海华完成；第 3 章、第 6 章、第 11 章由史江萍完成；第 7 章和



第 8 章由杨弘平完成；第 9 章和第 10 章由李波完成。感谢朱克敌、朱德林、曾祥萍、代钦、孙宪丽、关颖、祝世东、衣云龙等在本书编写过程中给予的无私帮助，编者对此致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请读者谅解。

编者

2012 年 6 月



目 录

第 1 章 UML 概述.....	1
1.1 什么是 UML.....	1
1.2 UML 的发展历程.....	2
1.3 UML 的特点.....	3
1.4 UML 的结构.....	3
1.4.1 UML 中的事物.....	3
1.4.2 UML 的关系.....	4
1.5 UML 的视图.....	5
1.5.1 用例视图.....	6
1.5.2 逻辑视图.....	6
1.5.3 并发视图.....	6
1.5.4 组件视图.....	6
1.5.5 部署视图.....	6
1.6 UML 的图.....	7
1.6.1 用例图.....	7
1.6.2 类图.....	7
1.6.3 对象图.....	8
1.6.4 状态图.....	8
1.6.5 活动图.....	8
1.6.6 顺序图.....	9
1.6.7 协作图.....	9
1.6.8 组件图.....	10
1.6.9 部署图.....	10
1.7 UML 2.0 新特性.....	11
1.8 系统开发阶段.....	12
1.9 小结.....	13
1.10 习题.....	13
第 2 章 面向对象技术和建模基础.....	14
2.1 面向对象的基本概念.....	14
2.1.1 面向对象方法.....	15
2.1.2 对象.....	16



2.1.3	类	17
2.1.4	封装	18
2.1.5	继承	18
2.1.6	多态	20
2.1.7	消息	21
2.2	面向对象开发	21
2.2.1	系统调查和需求分析	22
2.2.2	面向对象分析方法	23
2.2.3	面向对象设计方法	24
2.3	软件建模概述	25
2.3.1	软件建模的概念	25
2.3.2	软件建模的用途	25
2.3.3	软件建模的优点	25
2.4	小结	26
2.5	习题	26
第 3 章	UML 建模工具简介	27
3.1	常用 UML 建模工具	28
3.1.1	Rational Rose	28
3.1.2	Visio	30
3.1.3	PowerDesigner	31
3.1.4	StarUML	32
3.2	StarUML 的安装与配置	34
3.2.1	StarUML 的安装	34
3.2.2	StarUML 的配置	37
3.3	使用 StarUML 建模	38
3.3.1	StarUML 主界面	38
3.3.2	StarUML 的模型、视与图	39
3.3.3	StarUML 建模的基本过程	39
3.4	双向工程	45
3.4.1	正向工程	45
3.4.2	逆向工程	48
3.5	小结	50
3.6	习题	51
第 4 章	用例和用例图	52
4.1	用例和用例图的概念	52
4.1.1	参与者	54
4.1.2	用例	56

4.1.3 用例描述	57
4.2 用例之间的可视化表示	58
4.2.1 包含关系	59
4.2.2 扩展关系	59
4.2.3 泛化关系	60
4.2.4 分组关系	60
4.3 用例图建模技术及应用	60
4.3.1 识别出系统中的角色和用例	61
4.3.2 区分用例优先次序	65
4.3.3 构建用例图模型	66
4.3.4 超市进销存管理系统用例图实例	67
4.4 小结	71
4.5 习题	71
第 5 章 类图和对象图	72
5.1 类图和对象图概述	72
5.1.1 类图的概述	72
5.1.2 对象图的概述	75
5.1.3 接口	77
5.1.4 抽象类	77
5.2 类之间的关系	78
5.2.1 依赖关系	78
5.2.2 泛化关系	80
5.2.3 关联关系	80
5.2.4 实现关系	85
5.3 类图的建模技术及应用	86
5.4 小结	97
5.5 习题	98
第 6 章 顺序图和协作图	99
6.1 顺序图	99
6.1.1 顺序图概述	99
6.1.2 顺序图的基本内容	100
6.1.3 约束	105
6.1.4 顺序图的建模技术及应用	107
6.2 协作图	113
6.2.1 协作图概述	113
6.2.2 协作图的基本内容	114
6.2.3 协作图建模技术及应用	117



6.2.4	顺序图与协作图的比较	121
6.3	小结	122
6.4	习题	123
第 7 章	状态图和活动图	125
7.1	状态图	125
7.1.1	状态图概述	125
7.1.2	状态图的基本元素	127
7.1.3	状态	127
7.1.4	转换	130
7.1.5	状态图的建模技术及应用	132
7.2	活动图	135
7.2.1	活动图概述	135
7.2.2	活动图的基本元素	136
7.2.3	动作状态	136
7.2.4	活动状态	137
7.2.5	转移	137
7.2.6	分支	137
7.2.7	分叉和汇合	138
7.2.8	泳道	139
7.2.9	对象流	139
7.2.10	活动图的建模技术及应用	140
7.2.11	状态图和活动图的比较	146
7.3	小结	146
7.4	习题	146
第 8 章	组件图和部署图	148
8.1	组件图	148
8.1.1	组件图概述	148
8.1.2	组件 (Component)	150
8.1.3	接口 (Interface)	151
8.1.4	关系 (Relationship)	152
8.1.5	使用组件图对系统建模及应用	153
8.2	部署图	156
8.2.1	部署图概述	156
8.2.2	节点 (Node)	157
8.2.3	组件 (Component)	159
8.2.4	关系 (Relationship)	159
8.2.5	部署图的系统建模及应用	160

8.3 小结	164
8.4 习题	165
第 9 章 统一软件过程 RUP	166
9.1 RUP 简介	166
9.1.1 什么是 RUP 过程	166
9.1.2 RUP 的特点	167
9.2 RUP 工作流程	170
9.2.1 业务建模 (Business Modeling)	170
9.2.2 需求分析 (Requirements)	170
9.2.3 分析与设计 (Analysis and Design)	170
9.2.4 实现 (Implementation)	170
9.2.5 测试 (Test)	170
9.2.6 部署 (Deployment)	171
9.2.7 配置和变更管理 (Configuration and Change Management)	171
9.2.8 项目管理 (Project Management)	171
9.2.9 环境 (Environment)	171
9.2.10 统一软件开发过程 RUP 裁剪	171
9.3 RUP 的十大要素	172
9.3.1 开发前景	172
9.3.2 达成计划	172
9.3.3 标识和减少风险	172
9.3.4 分配和跟踪任务	173
9.3.5 检查商业理由	173
9.3.6 设计组件构架	173
9.3.7 对产品进行增量式的构建和测试	173
9.3.8 验证和评价结果	174
9.3.9 管理和控制变化	174
9.3.10 提供用户支持	174
9.4 StarUML 在 RUP 模型中的应用	174
9.4.1 可视化建模	174
9.4.2 StarUML 介绍	174
9.4.3 StarUML 建模与 RUP	175
9.4.4 StarUML 建模与 RUP 应用实例	177
9.5 小结	180
第 10 章 汽车租赁系统	181
10.1 系统需求分析	181
10.1.1 汽车租赁系统的需求分析	181



10.1.2 功能模块图	182
10.2 用例图设计建模	184
10.2.1 汽车租赁系统中的用例图简述	184
10.2.2 与客户有关的应用图	184
10.2.3 与系统维护人员有关的应用图	185
10.2.4 与技术人员有关的应用图	186
10.3 类图设计建模	187
10.4 顺序图	189
10.4.1 汽车租赁系统中的数据流和相应顺序图	189
10.4.2 与客户有关的事件流和顺序图	189
10.4.3 与系统维护人员有关的事件流和顺序图	193
10.4.4 与技术人员有关的事件流和用例图	196
10.5 协作图设计建模	199
10.5.1 汽车租赁系统中的协作图	199
10.5.2 与客户有关的协作图	199
10.5.3 与技术人员有关的协作图	201
10.5.4 与系统维护人员有关的协作图	202
10.6 活动图	204
10.6.1 系统中的活动图	204
10.6.2 与客户有关的活动图	204
10.6.3 与系统维护人员有关的活动图	207
10.6.4 与技术人员有关的活动图	210
10.7 状态图设计建模	210
10.8 部署图设计建模	213
10.9 小结	213
第 11 章 新闻中心管理系统	214
11.1 系统需求说明	214
11.1.1 新闻中心管理系统的需求分析	214
11.1.2 UML 对系统需求分析的支持	217
11.1.3 利用 UML 模型构造软件体系结构	217
11.2 系统的用例图	218
11.3 系统的类图	220
11.4 系统的顺序图	223
11.5 系统的协作图	226
11.6 系统的状态图	228
11.7 系统的活动图	229



11.8 系统的组件图	230
11.9 系统的部署图	231
11.10 生成 Java 代码	231
11.11 逆向工程的实现	237
11.12 小结	238
第 12 章 BBS 论坛系统	239
12.1 BBS 论坛系统的需求分析	239
12.1.1 系统的功能需求	240
12.1.2 前台功能模块	242
12.1.3 后台功能模块	244
12.2 BBS 论坛系统的 UML 建模	247
12.2.1 BBS 论坛系统的用例图	247
12.2.2 BBS 论坛系统的顺序图	251
12.2.3 BBS 论坛系统的协作图	269
12.2.4 BBS 论坛系统的状态图	277
12.2.5 BBS 论坛系统的活动图	278
12.3 BBS 论坛系统中的类	285
12.4 BBS 论坛系统中的配置和部署	289
12.4.1 组件图的建立	289
12.4.2 部署图的建立	290
12.5 小结	290
第 13 章 数码录音机系统	291
13.1 数码录音机系统的需求分析	291
13.1.1 外部事件	292
13.1.2 数码录音机系统的用例图	294
13.1.3 用例场景	295
13.2 数码录音机系统中的对象和类图	296
13.2.1 数码录音机系统中的对象	297
13.2.2 数码录音机系统中的类图	297
13.3 数码录音机系统的状态图	303
13.4 数码录音机系统的系统架构	305
13.4.1 物理构架	305
13.4.2 构架模式	306
13.4.3 并行性设计	306
13.5 数码录音机系统的协作图	307
13.5.1 硬件与反应对象之间的协作	307

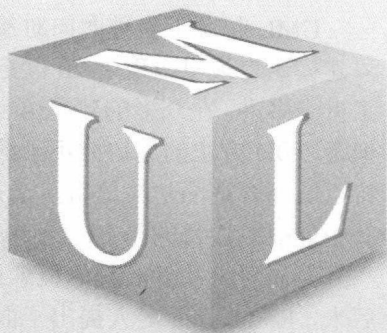




13.5.2	反应对象与用户接口之间的协作	307
13.5.3	Scheduler 与 AlarmClock、Keyboard 和 Battery 之间的协作	308
13.5.4	MessageMemory、Message 和 AudioController 对象之间的协作	309
13.5.5	SettingTimeUserMode、AlarmClock、Keyboard 和 ClockView 对象之间的协作	309
13.5.6	UserInterface、AudioController、Messages 和 AudioOutput 对象之间的协作	309
13.6	数码录音机系统详细设计	310
13.6.1	硬件的对象建模	310
13.6.2	音频压缩算法	310
13.6.3	使用直接内存访问通道	310
13.6.4	硬件资源分配	312
13.6.5	内存分配	313
13.7	数码录音机系统实现	313
13.8	小结	313
附 录		314
参考文献		316

第 1 章

UML 概述



本章导读

UML 的目标是以面向对象图形的方式来描述任何类型的系统，其应用领域非常广泛。其中最常用的是建立软件系统的模型，但它同样可以用于描述非软件领域的系统，如机械系统、企业机构或业务过程，以及处理复杂数据的信息系统、具有实时要求的工业系统或工业过程等。总之，UML 是一个通用的标准建模语言，可以对任何具有静态结构和动态行为的系统进行建模。



本章要点

本章是关于 UML 的总体概述，仅对 UML 元素做一些简单的说明，在后续的章节中将深入和详细地讲解其内容。通过学习本章，你将了解 UML 的发展历程和特点，并理解什么是 UML、UML 中的 9 种图和 UML 中的关系。

1.1 什么是 UML

UML (Unified Modeling Language, 统一建模语言)，是一种能够描述问题、描述解决方案、起到沟通作用的语言。通俗地说，它是一种用文本、图形和符号的集合来描述现实生活中各类事物、活动及其之间关系的语言。

UML 是一种很好的工具，可以贯穿软件开发周期中的每一个阶段，它最适于数据建模、业务建模、对象建模和组件建模。作为一种模型语言，UML 使开发人员专注于建立产品的模



型和结构，而不是选用什么程序语言和算法实现。当模型建立之后，该模型可以被 UML 工具转化成指定的程序语言代码。

1.2 UML 的发展历程

UML 起源于多种面向对象建模方法，它由 OMG 开发，目前已经成为工业标准。面向对象建模语言最早出现于 20 世纪 70 年代中期。从 1989 年到 1994 年，其数量从不到十种增加到了五十多种。在众多的建模语言中，语言的创造者努力推崇自己的产品，并在实践中不断完善。但是，OO 方法的用户并不了解不同建模语言的优缺点及相互之间的差异，因而很难根据应用特点选择合适的建模语言，于是爆发了一场“方法大战”。90 年代中期出现了一批新方法，其中最引人注目的是 Booch 1993、OMT-2 和 OOSE。

面向对象软件工程的观念最早是由 Booch 提出的，他是面向对象方法最早的倡导者之一。后来，Rumbaugh 等人提出了面向对象的建模技术（OMT）方法，该方法采用了面向对象的概念并引入各种独立于语言的表示符。这种方法用对象模型、动态模型、功能模型和用例模型共同完成对整个系统的建模，它所定义的概念和符号可用于软件开发的分析、设计和实现的全过程，软件开发人员在开发过程的不同阶段不需要进行概念和符号的转换。OMT-2 特别适用于分析和描述以数据为中心的信息系统。

Jacobson 于 1994 年提出了 OOSE 方法，其最大特点是面向用例（Use-Case），并在用例的描述中引入了外部角色的概念。用例的概念是精确描述需求的重要武器，但用例需要贯穿于整个开发过程，包括对系统的测试和验证，因此 OOSE 比较适合支持商业工程和需求分析。

此外，还有 Coad/Yourdon 方法，即著名的 OOA/OOD，它是最早的面向对象的分析和设计方法之一。该方法简单易学，适合面向对象技术的初学者使用，但由于该方法在处理能力方面具有局限性，目前用得很少。

综上所述，首先，面对众多的建模语言，由于用户没有能力区别不同语言之间的差别，因此很难找到一种比较适合其应用特点的语言；其次，众多的建模语言实际上各有特色；第三，虽然不同的建模语言大多类似，但仍存在某些细微的差别，这极大地妨碍了用户之间的交流。因此，需要统一建模语言。

1994 年 10 月，Grady Booch 和 Jim Rumbaugh 开始致力于这一工作。他们首先将 Booch 1993 和 OMT-2 统一起来，并于 1995 年 10 月发布了第一个公开版本，称之为统一方法 UM 0.8（United Method）。1995 年秋，OOSE 的创始人 Jacobson 参与到这一工作中来。经过 Booch、Rumbaugh 和 Jacobson 三人的共同努力，于 1996 年 6 月和 10 月分别发布了两个新的版本，即 UML 0.9 和 UML 0.91，并将 UM 重新命名为 UML（Unified Modeling Language）。

1996 年，UML 的开发者倡议成立了 UML 成员协会，以完善、加强和促进 UML 的定义工作。当时的成员有 DEC、HP、I-Logix、Intellicorp、IBM、ICON Computing、MCI Systemhouse、Microsoft、Oracle、Rational Software、TI 和 Unisys。这一机构对 UML 1.0（1997 年 1 月）及 UML 1.1（1997 年 11 月 17 日）的定义和发布起了重要的促进作用。

在美国，截止 1996 年 10 月，UML 获得了工业界、科技界和应用界的广泛支持，已有 700 多个公司表示支持采用 UML 作为建模语言。1996 年底，UML 已稳占面向对象技术市场的 85%，

成为可视化建模语言事实上的工业标准。1997 年 11 月 17 日, OMG 采纳 UML 1.1 作为基于面向对象技术的标准建模语言。UML 代表了面向对象方法的软件开发技术的发展方向, 具有巨大的市场前景, 也具有重大的经济价值和国防价值。

1.3 UML 的特点

可以将标准建模语言 UML 的主要特点归结为 3 点:

(1) UML 统一了 Booch、OMT 和 OOSE 等方法中的基本概念和符号。

(2) UML 吸取了面向对象领域中各种优秀的思想, 其中也包括非 OO 方法的思想。

UML 符号表示考虑了各种方法的图形表示, 删掉了很多容易引起混乱的、多余的和极少使用的符号, 同时添加了一些新符号。因此, UML 凝聚了面向对象领域中很多人的思想。这些思想并不是 UML 的开发者们发明的, 而是开发者们依据最优秀的 OO 方法和丰富的计算机科学实践经验综合提炼而成的。

(3) UML 在演变过程中还提出了一些新的概念。

在 UML 标准中增加了模板 (Stereotypes)、职责 (Responsibilities)、扩展机制 (Extensibility Mechanisms)、线程 (Threads)、过程 (Processes)、分布式 (Distribution)、并发 (Concurrency)、模式 (Patterns)、合作 (Collaborations)、活动图 (Activity Diagram) 等新概念, 并清晰地区分了类型 (Type)、类 (Class) 和实例 (Instance)、细化 (Refinement)、接口 (Interfaces) 和组件 (Components) 等概念。

因此, 可以认为 UML 是一种先进实用的标准建模语言, 但其中某些概念尚待实践来验证, UML 也需要一个进化过程。

1.4 UML 的结构

UML 的组成主要有事物、图和关系。事物是 UML 中重要的组成部分, 关系把元素紧密联系在一起, 图是很多有相互关系的事物的组合。

1.4.1 UML 中的事物

UML 包含 4 种事物: 构件事物、行为事物、分组事物和注释事物。

(1) 构件事物

构件事物是 UML 模型的静态部分, 描述概念或物理元素, 它包括以下几种。

① 类

类是对一组具有相同属性、相同操作、相同关系和相同语义的对象的抽象。在 UML 组成中, 类是用矩形表示的, 它包含三个区域: 最上面是类名, 中间是类的属性, 最下面是类的方法。



② 接口

接口是指类或组件提供特定服务的一组操作的集合。因此，一个接口描述了类或组件的对外的可见的动作。一个接口可以实现类或组件的全部动作，也可以只实现一部分动作。在 UML 中，接口被画成一个圆和它的名字。

③ 协作

描述一组事物间的相互作用的集合。

④ 用例

用例描述一系列的动作，这些动作是系统对一个特定角色执行的。在模型中，用例是通过协作来实现的。在 UML 中，用例画为一个实线椭圆，通常还有它的名字。

⑤ 构件

也称为组件，是物理上或可替换的系统部分，它实现了一个接口集合。在一个系统中，可以使用不同类型的组件，如 COM+ 或 JAVA BEANS。

⑥ 节点

为了能够有效地对部署的结构进行建模，UML 引入了节点这一概念，它可以用来描述实际的 PC 机、打印机、服务器等软件运行的基础硬件。节点是运行时存在的物理元素，它表示了一种可计算的资源，通常至少有存储空间和处理能力。

此外，参与者、文档库、页表等都是上述基本事物的变体。

(2) 行为事物

行为事物是 UML 模型图的动态部分，它描述跨越空间和时间的行为，主要包括以下两部分。

① 交互

实现某功能的一组构件事物之间的消息的集合，涉及消息、动作序列和链接。

② 状态机

描述事物或交互在生命周期内响应事件所经历的状态序列。

(3) 分组事物

分组事物是 UML 模型图的组织部分，它描述事物的组织结构，主要由包来实现。包是指把元素编程成组的机制。

(4) 注释事物

注释事物是 UML 模型的解释部分，用来对模型中的元素进行说明和解释。注解是对元素进行约束或解释的简单符号。

1.4.2 UML 的关系

在 UML 中有 4 种关系：依赖、关联、泛化和实现。

