21世纪高等学校规划教材 | 软件工程

面向对象UML系统分析建模

刘鹏远 温珏 桂超 李祥 编著

清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程

面向对象UML系统分析建模

刘鹏远 温珏 桂超 李祥 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是一本结合 UML 语言的用于指导面向对象需求分析和设计的技术指南。全书分为 4 大部分共 10 章，以一些具体的例子贯穿指导 UML 用例分析建模、类分析与设计建模、数据库建模、架构分析与软件模式等诸多技术领域。

本书主要特色在于有别于一般介绍 UML 语言的书籍，也不同于纯粹介绍设计模式等面向对象设计方面的书籍，在内容设计上注重由浅入深，实例指导，运用 UML 语言贯穿于软件分析、设计全过程，突出了 Grasp、MVC、GoF 以及面向对象的思想原则等内容。

本书适用于所有在软件开发领域辛勤工作的开发人员，以及广大的在校本科高年级学生。

图书在版编目(CIP)数据

面向对象 UML 系统分析建模/刘鹏远等编著. —北京：清华大学出版社，2013
21 世纪高等学校规划教材 · 软件工程
ISBN 978-7-302-33596-2

Ⅰ. ①面…　Ⅱ. ①刘…　Ⅲ. ①面向对象语言－程序设计－高等学校－教材　Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 203894 号

责任编辑：魏江江　赵晓宁
封面设计：傅瑞学
责任校对：白　蕾
责任印制：刘海龙

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
课 件 下 载：http://www.tup.com.cn，010-62795954

印 装 者：北京国马印刷厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　　张**：12.75　　**字　　数**：216 千字
版　　次：2013 年 9 月第 1 版　　**印　　次**：2013 年 9 月第1 次印刷
印　　数：1～2000
定　　价：25.00 元

产品编号：034751-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整的进一步完善，社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要，科学运用市场调节机制，合理调整和配置教育资源，在改革和改造传统学科专业的基础上，加强工程型和应用型学科专业建设，积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业，积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度，从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时，不断更新教学内容、改革课程体系，使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用，工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展，急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前，工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践，如现有的计算机教材中有不少内容陈旧（依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材），重理论、轻实践，不能满足新的教学计划、课程设置的需要；一些课程的教材可供选择的品种太少；一些基础课的教材虽然品种较多，但低水平重复严重；有些教材内容庞杂，书越编越厚；专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺，等等，都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此，在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下，清华大学出版社组织出版本系列教材，以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

（1）面向工程型与应用型学科专业，强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度，反映基本理论和原理的综合应用，强调实践和应用环节。

（2）反映教学需要，促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为

依据。教材要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。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排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工程型和应用型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。基础课和专业基础课教材要配套，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，基本教材与辅助教材，教学参考书，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，择优选用。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和建设力度，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。

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材编委会

联系人：魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前　言

——一份关于本书的 FAQ

讨厌长篇大论的“前言”，这里只需要一点小小的正文以外的篇幅介绍一下本书的意图和适用的对象。

为什么要写这样一本面向实践的 UML 建模指南。

本书最开始的想法很简单，即为学生解惑。笔者在 IT 行业从业近 10 年，后来到学校成为高校教师。“UML 建模技术”是我校自 2006 年以来开设的课程，长期以来这门课程教学不易，学生掌握难度颇大：主要反映在课程对 OO 的理解程度要求高，内容也涉及广，市面上找不到一本能够基本涵盖教学内容的合适教材。笔者索性开始编写讲义和教案，才有了今天这本书的问世。

笔者在一家美国上市公司兼任高级系统分析师，在指导新进公司 3 年以内的员工学习分析优化和框架设计时，迫于时间和成本压力不能完全崇尚技术去给予指导，内心深处还是有着不小的遗憾。每一个 IT 人都有着对技术的狂热和理想，自己也不例外，更希望能适当总结出一些单纯的、适用的东西给这些年轻的 IT 从业者，希望能在商业项目忙碌之余，手头上能有一本给予适当启发的参考文献。

谁需要这样一本书。

绝大多数人听说过也见过面向对象的神奇魅力，但始终无法真正迈进面向对象大门的程序员可能需要这样一本书；绝大多数人在面向对象领域里刻苦攻读、努力实践，但迟迟不能看到美好回报的程序员可能需要这样一本书；绝大多数人读过很多有关 UML 建模方面书籍，但不知 UML 建模过程的人可能需要这样一本书；尤其是那些第一天开始在 IT 公司实习上班的年轻人，更需要一本指导他们进行用例建模、类建模的书。

补充说明 1：本书读者最好能掌握一门面向对象的程序设计语言，C++、Java、C# 等均可。尽管本书代码示例都使用了 C++ 语言，但大多数面向对象语言都有

类似的精神本质，能很好地体现本书的主旨。笔者建议学习过其他 OO 语言的人也能捡起 C++语言。C++不是纯粹的面向对象语言，但是有史以来最强大的高级编程语言。面向过程和面向对象的混合机制、两类多态使得它有着无与伦比的灵活性和高效率。C++在反射机制上固然一直有较大的缺憾，但新的 C++标准也一直在努力进步中。

补充说明 2：本书大量使用了 UML 图素，是一本讲述如何运用 UML 指导软件分析与设计的书籍。因此，对于 UML 的内容是要求掌握的基础，读者最好对 UML 有着基本认识和掌握。

如何阅读这本书。

本书共分为面向对象系统建模基础、UML 系统分析、UML 系统设计和软件模式 4 个部分，分布在 10 章内容中，依次介绍了模型与建模、软件生命周期与软件过程、UML 基础、面向对象的基本概念、UML 分析建模、UML 类设计建模、UML 系统数据库设计与 ORM 映射、MVC 模式、GRASP 模式、GoF 设计模式等主要的技术领域。

对于大多数以学习技能为目的的 IT 从业人员，推荐从第 1 章开始顺序阅读学习。如果对其中某些领域较为熟悉，当然可以采用跳跃式的阅读方法，只看最关心的章节。

对于以教学为目的的教师，该书部分章节有超出本科高年级学生理解的内容，在每章的开头给出了重点难点，可适当取舍。

如何反馈。

本书作者既是普通的程序员，也是高校教师，但由于水平有限，书中错误在所难免。欢迎同行就本书的内容、文字、体例上不吝赐教。

邮箱地址：waynewendy@126.com

编　者

2013 年 7 月

目　录

第一部分　面向对象系统建模基础

第二部分　UML 系统分析

第三部分　UML 系统设计

第四部分 软件模式

第一部分　面向对象系统建模基础

传统的软件工程开发方法，以数据流图(Data Flow Diagram，DFD)和数据字典(Data Dictionary，DD)为软件需求分析的起点，是一种以数据为中心的思想。在项目开发实践时，人们首先需要调研该应用场景所需的各种数据报表信息，从数据追踪出所有的数据来源、目的地以及数据上的各种变换处理[1]。

自20世纪70年代关系数据库诞生以来，关系数据库概念设计的思想被借鉴到软件工程开发中来。这种被称为IDEA，以E-R(实体-联系)图来分析现实世界实体和联系的思想闪烁着面向对象的思想萌芽。20世纪90年代以来，面向对象程序设计语言在MIS系统领域逐渐得到运用。面向对象程序设计(Object Oriented Programming，OOP)将数据与操作封装绑定，提高了功能内聚，降低了数据耦合；提供继承机制，给出了新的更高层次的代码复用方法；动态多态性的引入使得面向对象编程成为可能。

何为OO(面向对象)？可以简单定义OOP为封装＋继承＋多态，但OOP并非OO。OOP仅是提供了语言实现上的机制，隐在OOP之后还有着OOA(Object Oriented Analysis)与OOD(Object Oriented Design)的面向对象思想。面向对象的软件工程可概述为“从现实世界中来，到现实世界中去”。需要实现的软件系统是模拟现实世界中的信息应用，由于需求来自于现实，而软件应用于现实，所以，如能从现实中得到无偏移的需求定义，并最终精确映射到OOP代码中，这样的软件系统当然具有良好的追溯

性和可维护性。

为规范软件工程开发，需要建立系统的分析、设计、编码、测试各阶段的模型。模型可视为各开发阶段任务开始前的蓝图、规划图纸，经过多次迭代之后，可视为完成该阶段任务后的制品(Artifacts)。本部分的第 1 章给出模型与建模的一些理解。第 2 章给出软件生命周期与软件过程模型的关系以及发展历程，并引入现代软件过程模型 RUP 和 XP 的一些特点进行展开。第 3 章给出 UML(Unified Modeling Language)的定义、组成、5 种视图、9 种图、静态建模与动态建模等。第 4 章将对面向对象的基本概念(封装、抽象、继承、多态、接口、消息传递、关联、聚集、依赖)进行深入阐述。

第1章 模型与建模

本章首先介绍软件开发模式的变革，然后联系传统制造业，试图解释软件建模的重要性，给出建模原则与建议。

本章的重点及难点：建模理解误区。

1.1 软件开发模式的变革

B/S模式已经并且正在替换着C/S模式，与此同时，混合着两种模式的软件应用正成为主流，B/S替换C/S有三方面的原因。

(1) 在B/S模式下，客户端用户连接数突破了C/S模式中软件只能在局域网应用的局限，软件应用规模得以急剧扩大。

对于C/S模式应用软件，其后台数据库服务器与应用服务器的连接数受到限制，如数据库服务器总是有着连接数不同的各种版本，在初始安装时会需要加以选择。显然，连接数越高的版本，软件部署耗费代价越高。这直接决定了C/S模式软件只能局限于一定范围的应用，而更大范围的连接只能依赖一定的镜像与同步机制。B/S模式显然不同，客户通过互联网这一广域网络与服务器建立连接访问，对于时限要求强的重要应用，可以保持TCP常态连接，而对于大多数偶发连接应用访问更是B/S的长处。B/S模式应用规模已经不受地域限制，用户可遍及全球。

(2) 业务逻辑在Web服务器和APP服务器封装运行，突破了Client用户端对于OS的依赖限制。

对于Client客户端而言，OS的差异导致软件的可移植性比较差。尽管对胖客户端极力解耦，使得其业务逻辑尽可能封装于APP应用服务器或Database数据库服务器中，但这种两层模型天然使得Client端依赖于宿主机的OS。对于B/S模式而言，Client已弱化为瘦客户的极限情形——浏览器，而不同的浏览器都基本

遵循 W3C 规范，从而能正确展示 Web 服务器端运行的结果页面。从这个意义上来说，Browser(浏览器)已经独立于 OS，而应用软件也仅仅依赖于浏览器。不同 Client 上的 OS 差异已被浏览器的标准化所屏蔽。

(3) 简化了软件维护的工作量。

运用 C/S 模式开发的应用软件，面对各种必须的维护或变更升级，需要开发方派人员到用户现场进行停工维护，或对新的部件进行安装和部署。因此，随着该软件销售区域的扩大，开发方的售后服务成本急剧上升且失控。借助于 B/S 这种开发模式带来的革命，商业模式在售后领域发生了革命性变化。开发人员仅需在服务器所在地而非客户所在地进行维护和变更操作——在很多情况下，服务器端甚至就是开发方的服务平台，用户仅需购买访问服务，也就是“软件即服务”。

1.2 软件产品与工业产品

软件系统区别于工业产品，它们在许多方面表现出不同的特征，这些特征归纳如下：

(1) 软件开发人员从事脑力生产，基本不耗费自然资源(除了计算机耗费的电能外)。

软件产业和某些其他绿色产业(如旅游产业)一道被称为“无烟工业”，因为软件产业不会产生“工业三废”，是无毒无污染的朝阳产业，因此得到全世界各主要工业发达国家和后进发展中国家的重视。

(2) 软件产品只需产生一个母版，其他的制造不耗费资源，可直接进行大规模复制生产。

软件产品一旦制造出来，其复制品异常简单，这和工业产品的每个制成品需要同样的时间和材料耗费不同。

(3) 对单个软件产品质量的度量评价非常困难，一般采用对企业的能力成熟度(CMM)[2]来评定该企业所有的软件产品质量。

软件产品的质量评价很困难，一般而言，如果一个企业获得了高级别的能力成熟度模型的评级，就认为该企业的软件产品具有良好的规范和质量。当然，第三方评级机构入驻企业，通过监测其一个软件产品从无到有的实施过程给出规范建议和整改意见，企业经过督促整改后验收，最终获得一个级别评价。

软件产品开发和工业制造也有许多相似之处，比如需要各种各样的图纸和质量检测。在软件开发中，把开发部的职责类比于制造部门，把测试部的职责类比于质量检测部门。

1.3 为什么要建模

首先需要明确什么是软件模型。

软件模型，本质上包括了软件开发过程中形成的一切制品(Artifacts)，也就包括了代码在内的一切生产过程中的文档，但它与文档又有着显著的差异，主要表现在两个方面：

(1) 文档是静态的，是软件生产过程中每个阶段产生的结果性的文档，是不具有历史版本回馈特征的。而模型是动态演进的，不仅需要一个结果型的文档，更需要软件过程推进过程中的软件开发实时状态信息。

(2) 模型具有指导开发的计划和目的意义，不同于文档仅表现为产生的除软件系统之外的副产品。

可以从下面几个方面来理解模型的重要性：

(1) 建立大厦和建立茅草屋的区别在于前者有计划性和目的性。

软件模型的概念特别受到建筑行业的启发，没有规划设计图纸，就没有评审的针对性，更没有计划和目的指导作用。

(2) 模型可以帮助人们理解已有遗产系统。

遗产系统(Legacy System)的再工程(Reengineering)，即二次开发，已经占据目前应用软件开发市场50%以上份额。那么，为了分析已有的遗产系统获得准确的分析需求和设计要约，需要借助已有系统的一些信息。如果已有系统能够具有完备的模型文档，无疑有助于新的二次开发。

(3) 模型的建立加深对新系统在开发过程中不断深入的理解。

如(2)中所描述的，模型本身是可以重用的(文档重用、经验重用)，尤其对遗产系统的再工程而言。模型不是静态的文档，建模是一个动态迭代发展的过程，得到的模型文档不仅有着迭代过后的最终结果版本，更有着阶段演进的各个版本。因此，建模的价值不仅体现于模型本身，更体现在建模的过程之中。