

# 用统一建模语言(UML)设计关系数据库

徐永嘉, 曾庆丰, 田志良

(云南大学 软科学与系统工程中心, 云南 昆明 650091)

**摘要:** 介绍了如何应用统一建模语言来设计关系数据库, 该方法把设计数据库的过程与设计整个软件的过程结合起来, 提出了一种可值得参考的数据库设计新方法。

**关键词:** 面向对象; UML(统一建模语言); 统一建模方法; 边界类; 实体类; 控制类

**中图分类号:** TP311.132.3      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-855X(2001)02-061-05

## 0 引言

面向对象的分析与设计(OOA&D)方法的发展在80年代末至90年代中出现了一个小高潮, UML是这个高潮的产物. 它不仅统一了Booch、Rumbaugh和Jacobson的表示方法, 而且对其作了进一步的发展, 并最终统一为大众所接受的标准建模语言。

UML是一种定义良好、易于表达、功能强大且普遍适用的建模语言. 它融入了软件工程领域的新思想、新方法和新技术. 它的作用域不限于支持面向对象的分析与设计, 还支持从需求分析开始的软件开发的全过程<sup>[1]</sup>.

面向对象的统一建模方法是一个整体的方法, 一方面可以分析设计出软件程序, 另一方面又可以完成数据库的设计, 把这两个过程统一在整个软件分析设计全过程中, 相对传统E-R图法来说可能有助于提高开发效率. 以下我们首先简单介绍统一建模方法, 接着结合一个实例来具体说明如何使用其相应的建模工具设计关系数据库。

## 1 统一建模方法简介

运用UML的统一建模方法由用例(user case)驱动整个开发过程<sup>[3]</sup>, 分为捕获需求、分析、设计、实现和测试等阶段, 每个阶段都是在前一阶段的基础上的进一步细化, 呈增量迭代式发展。

具体的方法步骤如下:

●捕获需求阶段: 先由用户、分析人员和开发者积极交流, 分析、提炼用户对系统的需求, 并描述出来. 然后在此基础上建立业务用例模型、业务对象模型, 用模型来完整的表达和细化用户需求。

●分析阶段: 在前一阶段基础上进行功能抽象和数据抽象, 功能抽象得到系统分析包, 数据抽象得到分析类及其相互之间的关系。

●设计阶段: 对分析阶段的成果进一步细化, 细化分析类的方法和相互间关系, 细化各个子系统的接口和相互间交互, 得到实现时可以使用的设计模型。

●实现阶段: 编码实现设计, 并进行单元测试、集成测试。

统一建模方法的分析设计成果通过UML的一系列视图表示, 包括用例图、活动图、顺序图、类图等, 易于开发人员与用户交流和开发人员之间的交流、改进。

## 2 关系数据库的设计与分析

这里我们借用一个实例来具体说明如何用面向对象的统一建模语言设计关系数据库. 某银行拟开发一个ATM系统, 它由自动取款机、中央计算机、分行计算机和柜台终端组成一个网络系统. 总行拥有多台ATM, 设在全市主要街道边上; 分行提供分行计算机和柜台终端, 柜台终端设在分行营业厅内. 银行柜员把客

收稿日期: 2000-12-11;

第一作者简介: 徐永嘉(1976.7~), 男, 工学硕士; 主要研究方向: 面向对象建模技术。

户提交的存取款和建立帐户事务输入终端,终端与相应分行计算机通信处理该帐户的事务.储户可使用信用卡通过ATM访问自己的帐户,提取现金和查询余额<sup>[4]</sup>.

(一) 根据用户的需求描述,建立业务模型,从中抽取用例.具体步骤如下:

1) 建立业务模型:

业务模型由业务用例模型和业务对象模型组成.

(1) 业务用例模型:以业务用例和业务角色分别对应每个业务功能和业务的执行者来描述一个系统总的业务功能概况.所谓用例就是对系统提供的功能的一种描述,它指定了一系列活动,特定执行者让系统执行这些活动后会产生可见结果.角色就是使用用例的人.业务用例模型代表从使用者的角度看到的系统功能概况,用例图描述<sup>[1]</sup>.

在本例中,业务用例包括:存款、取款、转帐、查询结余、付款、修改个人信息等.用例图如图1所示.

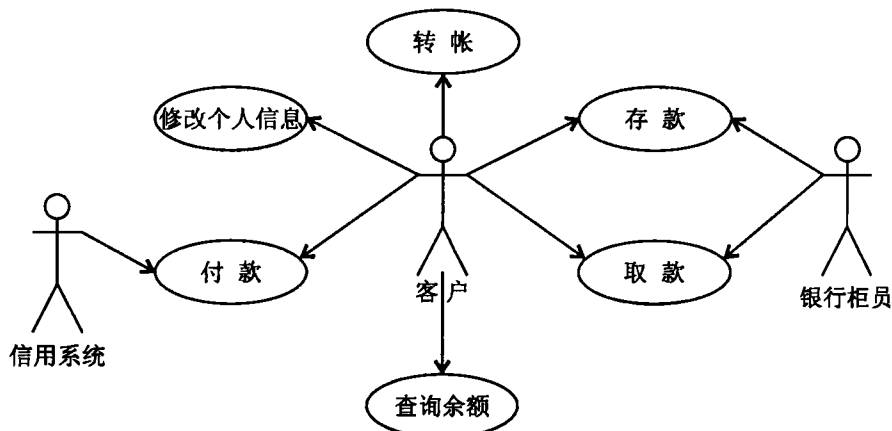


图1 ATM系统业务用例图

(2) 业务对象模型:是一个业务内部的模型.它描述了一组角色如何使用一组业务实体或工作单元来实现每个业务用例.每种业务用例的实现都可以用活动图或交互图(包括顺序图和合作图)来描述<sup>[1]</sup>.这个模型图对分析阶段从用例中

分析出分析类很有帮助,只有详细了解了每个用例的具体实现流程才可能正确的划分出类来.在本例中,以客户取款这个用例为例,

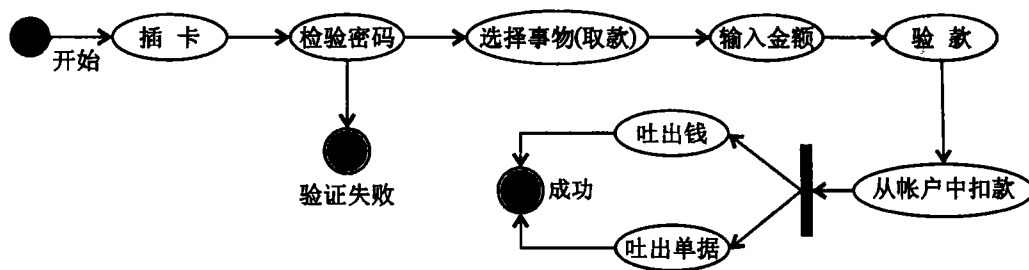


图2 客户取款活动图

画出活动图和顺序图,作为对用例的具体描述.如图2、图3所示.

2) 抽取用例:

实际上这个阶段的重点是重新分析提取用例,去除用例之间的覆盖,并从计算机实现的角度对相关用例做进一步的抽象.

(1) 首先,根据业务模型抽取出角色(即执行者)和角色需要的用例.本例中,角色为:客户,银行柜员以及信用系统.以客户为例,需用到的用例为:存款、取款、转帐、查询结余、付款、修改个人信息等.

(2) 结构化用例模型,定义用例间的泛化关系.也就是去除用例间的覆盖,从计算机实现的角度对用例做抽象.这个结构化的过程是很重要的,它的结果将对分析阶段的划分系统包和从用例中分析类产生直接影响.本例中,付款要涉及取钱和转帐的过程,但过程又稍有不同,所以把它独立出来.其余的用例间都是被使用的关系.

(二) 进行系统分析.分析阶段主要是对系统分包,划分相关功能用例集;从用例中分析得到分析对象、分析类的交互关系和系统包之间的联系.具体步骤如下:

1) 系统包分析  
 将功能相关的用例划分进同一个系统包, 将模型分成若干小的部分. 这一步骤实际上是一个划分功能子系统的过程, 本例中的 ATM 系统可分为 ATM 子系统、总行子系统、分行子系统、分行子系统三个系统包.

2) 从用例中分析出分析类  
 分析类代表系统设计时一个或多个类或者子系统的抽象, 它具有以下特点:

- 分析类注重处理功能需求, 而

对非功能性需求(如性能、界面、物理设计需求等)则将其放到设计和实现阶段里处理. 分析类更“概念化”<sup>[3]</sup>, 通常比设计和实现阶段相应的类有较大的粒度.

- 分析类几乎不定义或不提供操作的任何接口. 它的行为通过职责来定义.

- 分析类定义了属性, 但属性的类型通常是概念性的, 直接从问题域中识别出.

分析类总是三种基本类模板之一: 边界类、控制类、实体类<sup>[2]</sup>.

**边界类:**边界类用于系统与角色之间的交互, 包括从用户和外部系统接收信息和请求. 边界类为依赖于角色的系统部分建模, 它们解释和汇集系统边界需求, 这样用户界面的变化通常被隔离在一个或多个边界类上. 边界类经常代表窗口、表单、终端等, 它描述交互所能得到的结果而不是交互的物理实现. 每个边界类应当至少与一个角色相关, 反之亦然.

**控制类:**控制类代表协调、处理、控制和序列化其他对象, 经常用于封装与特定用例相关的控制或代表复杂的派生和计算, 如业务逻辑等. 系统的动态机制由控制类来建模, 因为他们处理与协调主要活动和控制流, 将工作分派给其他对象. 控制类封装了对某些对象的控制、协调和事务处理, 这样就可以将控制的变化孤立在这个类中了.

**实体类:**实体类用于为系统中长期存在的信息建模. 在通常情况下, 实体类直接来自业务对象模型中的相应业务对象, 但与其有主要区别. 实体类代表的是业务对象中需要计算机系统处理的部分, 它反映的信息必须是对开发者在设计 and 实现系统时有用.

具体到本例中, 实体类是总行类、分行类、柜员类、客户类和帐户类, 可以从各个用例的交互图中抽取与计算机处理相关的对象转化而来的有远程事务类和柜员事务类. 而边界类主要是与用户交互界面相关的类, 有主窗体类、验证身份窗体类、远程事务窗体类和柜员事务窗体类等. 控制类有密码输入窗体控制类和事务选择窗体控制类, 它们负责协调、处理实体类和边界类间的通讯. 图 4 是 ATM 系统的分析类图.

从上面这个类图中, 将每个实体类转化为数据库中每个数据表, 实体类的属性就是数据表的字段, 可以

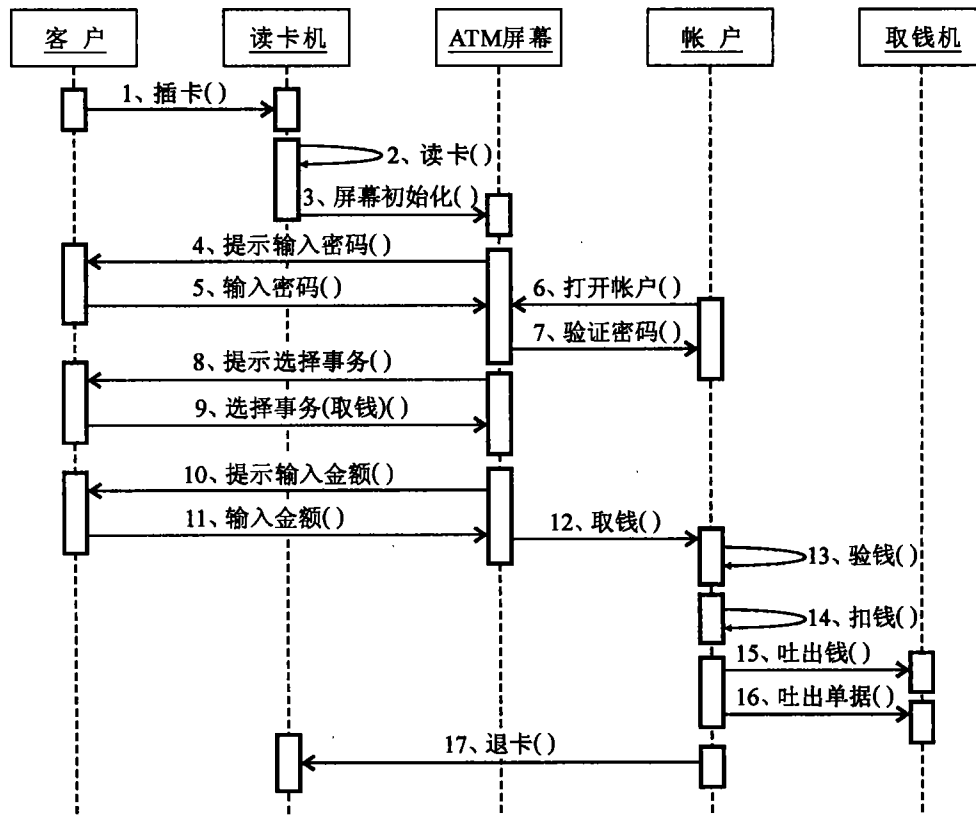


图 3 客户取款顺序图

唯一的标识、区分每个实体类的不同对象的属性就是数据表的后选键. 实体类间的相互关系就是数据库中各个表之间的关系: 如果两个实体类相关联, 则对应的两个数据表之间就存在主键和外部键的关联关系; 如果两个实体类是继承关系, 则对应转化为数据表时, 父类不转化为表, 子类继承父类的属性并转化为数据表. 这样就自然导出了关系数据库的设计:

总行(总行 ID、总行名、分行 ID、分行名); 后选键: 总行 ID, 外部键: 分行 ID

分行(分行 ID、帐号、卡号、密码); 后选键: 分行 ID, 外部键: 卡号

客户(身份证号、姓名、地址); 后选键 | 外部键: 身份证号

柜员(柜员 ID、姓名、工会、分行 ID); 后选键: 柜员 ID, 外部键: 分行 ID

帐户(帐号、余额、身份证号); 后选键: 帐号, 外部键: 身份证号

远程事务(远程事务 ID、日期、金额、类型(取/查)、帐号); 后选键: 远程事务 ID

柜员事务(柜员事务 ID、日期、金额、类型(取/查)、帐号); 后选键: 柜员事务 ID

进行到这一步, 我们已经分析出了系统实现时需要的类和相互间的关系, 接着在此基础上进行细化和编程就可以实现软件. 这与本文主题无关, 故不再继续介绍了.

### 3 结束语

使用这种面向对象的建模语言得到的数据库结构与使用传统E-R图法得到的结果是一致的. 我们在实验中, 使用这种方法来设计的银行模拟系统的数据库, 取得了很好的效果. 面向对象方法从对象的观点来对系统中涉及数据项进行划分, 由于对象和类本身的封装性和独立性, 可能在一定程度上减少了数据的冗余. 而且使用这种方法设计数据库, 可以在整个系统的分析设计过程中就完成数据库的设计工作, 应该是一种值得采纳的方法.

### 参考文献

- [1] 刘超, 张莉. 可视化面向对象建模技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1999. 3~17.
- [2] <http://www.rational.com> [DB/OL].
- [3] [美]Wendy Boggs, Michael Boggs. UML with Rational Rose 从入门到精通[M]. 邱钟潘 等译. 北京: 电子工业出版社, 2000. 4~17.
- [4] 张海藩. 软件工程导论[M]. 第三版. 北京: 清华大学出版社, 1998. 206~210.

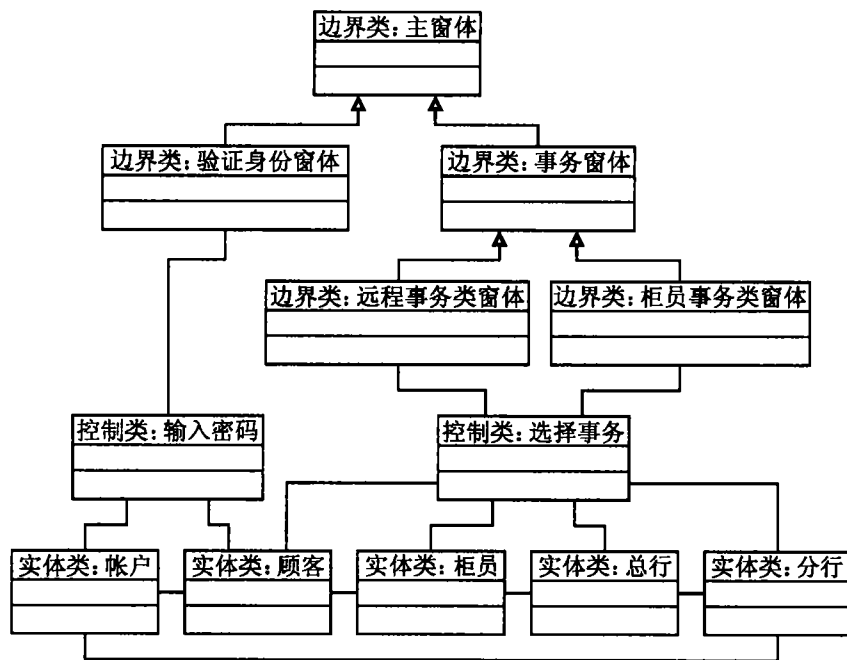


图4 ATM系统分析类图

(下转第68页)

- Res Bull, 1984, 19:471.
- [3] Agrawal D K, Stubican V S. Synthesis and Sintering of Ca 0.5 Zr<sub>2</sub>P<sub>3</sub>O<sub>12</sub>-A Low Thermal Expansion Material [J]. Mater Res Bull, 1985, 20: 99.
- [4] Yamai I, Oota T. Low Thermal-Expansion Polycrystalline Zirconyl Phosphate Ceramic: Solid-solution and Microcracking-related Properties [J]. J Amer Ceram Soc, 1987, 70:585.
- [5] Limaye S Y, Agrawal D K, Mckinsty H A. Synthesis and Thermal-Expansion MZr<sub>2</sub>P<sub>6</sub>O<sub>24</sub>(M=Mg,Ca,Sr,Ba)[J]. J Am Ceram, 1987, 70(10):C-232.
- [6] Limaye S Y, Agrawal D K, Roy R. Synthesis, Sintering and Thermal-Expansion of Ca<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>Zr<sub>4</sub>P<sub>6</sub>O<sub>24</sub>-an Ultra-low Thermal Expansion Ceramic System [J]. J Mater Sci, 1991, 26:93.
- [7] 李全喜, 等. N.Z.P 族磷酸盐陶瓷材料粉体制备研究[J]. 云南化工, 1998, 3:20.

## The Research of Low-thermal Expansion Phosphate Ceramic Materials $K_xSr_{1-x/2}Zr_4(PO_4)_6$

LIAO Xue-pin, YANG Jin, ZHU Lin-hua, LANG Xiao-chuan

(The Faculty of Biological and Chemical Engineering, Kunming University  
of Science and Technology, Kunming 650224, China)

**Abstract:**  $K_xSr_{1-x/2}Zr_4(PO_4)_6$  ( $0 \leq X \leq 2.0$ ) system which belongs to a new large family of low thermal expansion materials known as NZP. It was found that  $SrZr_4(PO_4)_6$  ( $X=0$ ) and  $K_2Zr_4(PO_4)_6$  ( $X=2$ ) had opposite anisotropies in their respective axial thermal expansion, therefore, the near-zero thermal expansion and small thermal expansion anisotropy phosphate ceramic materials can be obtained by selecting  $X$  value and controlling sinter conditions.  $K_xSr_{1-x/2}Zr_4(PO_4)_6$  was synthesized by the liquor reaction method. When  $X=1$  and sinter time was 1.5 hours, the bulk thermal expansion coefficient was  $0.8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  and with very small thermal expansion anisotropy.

**Key words:**  $K_xSr_{1-x/2}Zr_4(PO_4)_6$  ( $0 \leq X \leq 2.0$ ); low thermal expansion; thermal expansion anisotropy; bulk thermal expansion coefficient

~~~~~  
(上接第 64 页)

## Design the Relation Database Using the Unified Modeling Language

XU Yong-jia, ZENG Qing-feng, TIAN Zhi-liang

(The Research Centre of Soft-science and System Engineering, Yunnan University, Kunming 650091)

**Abstract:** This paper introduces how to use the Unified Modeling Language to design the relation database, merging the process of designing database and the process of designing the whole software, providing a new and recommendable method for database designing.

**Key words:** object oriented; UML(Unified Modeling Language); unified modeling method; boundary class; entity class; control class