

# UML 模型向 ER 模型映射方法研究

## Research on Method Of Mapping UML Mode to ER Mode

于帆 (西安工业大学 计算机工程学院 陕西 西安 710032)

王振辉 (西京学院 经济系 陕西 西安 710123)

王振铎 (西京学院 经济系 陕西 西安 710123)

**摘要:**随着面向对象技术在关系数据库的应用,用传统 ER 图分析和设计数据库变得愈加不便,而且 ER 图与 UML 共存,不利于开发人员交流和对开发过程的管理。为了将 UML 技术与关系数据库技术相结合,针对 UML 模型与 ER 模型的转换过程,提出了包括类图到表的映射策略及类图之间的几种关系在关系数据库中的实现。结合实例“图书管理系统”,具体说明 UML 模型与 ER 模型映射方法,为数据库实体关系设计提供了一种新的途径。

**关键词:**统一建模语言 类表映射 建模

### 1 引言

在关系数据库设计中,用来创建数据库逻辑模型的标准方法是使用实体关系模型 - ER 模型。通常是在一个通用 DBMS 支持下,对于一个给定的应用环境,构造最优的数据库模式,以满足各种用户的应用要求。这种方法虽然方便了数据库模型的设计,推动数据库设计的规范化和标准化,但也存在着以下的不足之处:一是数据类型简单,描述能力弱。无法处理复杂应用;其次数据库设计人员使用 ER 模型而应用开发人员使用 UML 模型,造成双方交流沟通的障碍;三是随着面向对象和对象关系数据库技术的发展,ER 模型在技术上仍不能有所突破;四是软件的复用性和扩展性差,软件开发效率和质量不尽如人意,不能适应用户需求的变化。所以,迫切需要使用更加灵活、健壮模型来代替 ER 模型。

统一建模语言 UML (Unified Modeling Language) 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技术,它不仅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。UML 可以完成 ER 模型的所有建模工作,而且可以描述 ER 模型所不能表示的关系,同时可以精确建立 ER 模型难以描述的业务规则。

统一建模的力量在于将所有领域的专业知识统一在一次建模过程中,解决了数据库设计人员、软件设计人员和客户之间交流困难的难题,有效提高系统设计的效率和软件复用力度。因此采用 UML 进行数据库建模是一个不错的选择。但是,UML 模型毕竟与 ER 模型存在差别,在采用 UML 建模技术分析获得面向对象的数据模型后,怎样得到关系型的数据库呢?这也是本文主要讨论的问题。

### 2 UML 建模机制

UML 包括静态建模机制和动态建模机制两大类。静态结构定义了系统中重要对象的属性和操作以及这些对象之间的相互关系;动态行为定义了对象的时间特性和对象为完成目标任务而相互进行通信的机制。UML 定义了 9 种图用于系统建模,分为两类:静态结构图和动态行为图<sup>[1]</sup>。

在应用中,当采用面向对象技术设计系统时,首先是描述需求,其次根据需求建立系统的静态模型,以构造系统的结构。这两步所建立的模型都是静态的,包括用例图、类图(包含包)、对象图、组件图和配置图等五种图形,是标准建模语言 UML 的静态建模机制。第三步是描述系统的行为,所建立的模型或者可以执行,或者表示执行时的时序状态或交互关系。它包括状态

图、活动图、顺序图和合作图等四种图形,是标准建模语言 UML 的动态建模机制。

UML 模型在本质上只是一个扩展的 ER 模型。使用 ER 模型设计数据库的方式受到普遍接受,而现在我们可以用一种近似的但更强大的方式来进行软件模型的建立。UML 模型的主要优势在于编程和数据库设计使用相同的模型。

### 3 UML 模型映射到关系模型

ER 模型中使用的表和关系的概念在核心 UML 中被映射为类和关联的概念。但是在数据库建模中还有其他的构造和约束(比如数据库和模式)必须被可视化地建模。根据关系模型三要素:关系数据结构、关系操作集合、关系完整性约束,本文主要针对这三方面的在 UML 中的表示和转化进行探讨。

#### 3.1 数据结构的映射

关系模型的数据结构是由行和列组成的二维表。在 ER 图中用实体和属性来表示关系模型的数据结构。在 UML 模型中,用类可以表示实体,属性对应 ER 图中实体的属性。这里以图书管理系统中读者和图书在 UML 和 ER 图中的表示来说明类图与表的映射方法。

##### 3.1.1 基本元素的映射

这里的基本元素指的是类、对象、对象标识和属性类型等有关类的基本方面。

(1) 类的映射。类可以映射为一个独立的表,同时将类的属性映射为表中的列。类对象的实例就映射为表的各行。见图 1。

(2) 对象标识的映射。在系统中唯一地标识一个对象非常重要。可以将对象标识映射为表的主键,以保证表中行的唯一性。见图 1。

(3) 属性类型的映射。UML 中的属性类型这一概念可以映射为数据库中的“域”。域的使用提高了设计的一致性,且优化了应用的可移植性。

##### 3.1.2 对象类间的关联

UML 中的类图主要由类及其关系组成,而类之间的关系又可以细分为:

(1) 泛化。在 UML 类图中,如果子类型的接口包括超类型的接口中的每个元素。则超类与子类之间构

成泛化关系。泛化是继承的逆运算,所以泛化关系通常可以用继承关系实现。

在继承关系中,如果一个子类只从它的一个父类继承属性和方法,称为单继承;一个子类也可以从它的多个父类继承属性和方法,称为多继承。

对于单继承的关系中,超类和子类,我们可分别映射为表,也可以将两者归纳起来,统一用一个表来映射。如“图书”对象类,“中文图书”对象类,“外文图书”对象类,我们可以将这两个子类分别映射出两个表。对于多继承,我们可将超类和子类分别映射为表。

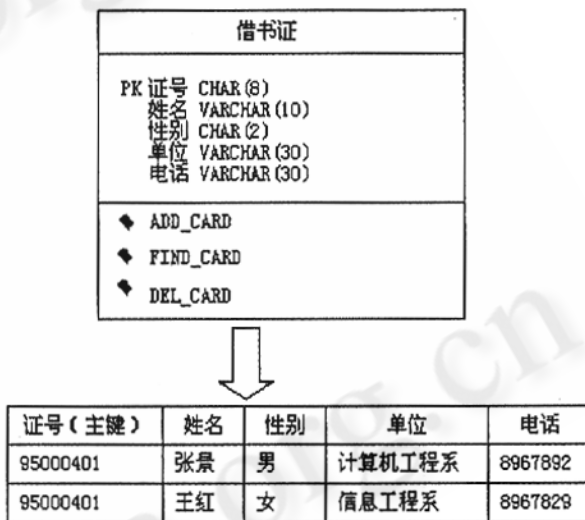


图 1 类图与表的映射

(2) 聚集。在 UML 类图中,聚集描述了部分与整体之间的关系。

在面向对象技术中,这种关系的实现有两种方法<sup>[3]</sup>。一种是嵌套的方法,一个对象嵌套在另一个对象内,用于实现紧密的聚集关系。另一种是指针方法,在一个对象中建立一个指向另一个对象的指针,用于实现松散的聚集关系。指针方法看起来与关联中一对多的关系相同,但在逻辑上它们所表达的语义是不同的。

把这种关系映射到关系数据库中,也有两种对应的方法:对于紧密的聚集关系,可以在一张表中实现。对于松散的聚集关系,与一对多的关联映射方法一样。

(3) 组合。在 UML 类图中,组合由聚集演变而成,它表示一个部分对象仅属于一个整体,并且部分对象通常与整体对象在同一生命周期。

组成的映射和聚集类似,但要注意的是:子表中的外键必须是强制非空的。

(4) 关联。在 UML 类图中,关联表示类的实例之间存在的某种关系。

根据关联的形式,有一对一、一对多、多对多,我们可用一个表来反映关联的实例,或在两个关联对象类之间用外键来反映。

为了下面论述方便,现假定 M 表示强制( Mandatory ), O 表示可选( Optional )。

情况一: 1 对 1 的关联

如果关联是 O - M, 则可将外键放置在可选的一端,该外键不能为空值;其它 1 对 1 的情况外键可放置在任意一边,具体情况依赖于性能等因素。但要注意的是:对于 1 对 1 的情况,不要在两个表中均放置对方的主键。这样,增加了冗余,并且不会提高性能。对于关联的强制性,一般在商业规则的对应层实现,而不在物理层中实现。

情况二: 1 对多的关联

将外键放置在“多”的一方。如果“1”方是可选的,则外键可有空值,以表明“多”方的记录可以独立于“1”方存在;如果 1 方是强制性的,则外键一定要非空。

情况三: 多对多的关联

实现多对多关系,通常需要建立一个关联表,并把

它与关系两端的表建立联系。

(5) 依赖。指一个模型元素的变化必影响到另一个模型元素。例如,当岗位工作标准调整时,职工的工资必定会发生变化,这就符合了数据一致性的原则。在数据库中可以将依赖关系映射到关系数据库的触发器,来完成数据的约束。

### 3.2 数据操作的映射

关系理论和对象思想之间一个主要的不同是:在关系数据库领域,数据和应用是分开考虑的,而在面向对象思想中,数据和与它关联的操作是一同分析的。这是一种更自然、更符合逻辑的方法。利用这种建模方法,开发与维护速度可以得到有效改进。

对象有操作,这是强调了模型的计算能力。UML 用动态模型表达模型的计算能力。要把动态模型的所有概念都考虑进来非常复杂而且也没必要。这里主要考虑在数据库应用中最关心的对象或对象属性的遍历问题。

遍历就是用穷尽枚举的方式在对象内部或在对象与对象之间查找想要得到的信息。对数据库而言,遍历表达式可以直接映射为 SQL 语句。

UML 的对象约束语言 OCL ( Object Constraint Language) 可以用于描述这种遍历表达式<sup>[4]</sup>。其中的点符号用于描述从对象到对象,或从对象到属性的导航。方括号用于描述施加于一个对象集的过滤。表 1 是图书管理系统中,在图书类别,图书的数据表中遍历有关图书内容。在 SQL 语句中,变量的前面附加了一个冒号。

表 1 遍历表达式向 SQL 语句映射

遍历表达式	含义	SQL 语句
anCategory. Book	给定一类图书,查找相应的图书	SELECT 书号,书名,ISBN,作者,单价,出版日期 FROM 图书 WHERE 类别 = : anCategory;
anCategory. Book. name	给定一类图书,查找相应的图书名	SELECT 书名 FROM 图书 WHERE 类别 = : anCategory;
anCategory. Book [getPublish( time) == :g_time] . name	查找出版日期在给定时间范围内的某类图书的书名	SELECT 书名 FROM 图书 WHERE 类别 = : anCategory AND 出版日期 = : g_time;

### 3.3 引用完整性及关系约束检查

数据库中使用的表和关系的概念在 UML 中被映射为类和关联的概念。但是在数据库建模中还有其他的构造和约束(比如引用完整性及关系约束等)必须被可视化地建模。

问题域中的类只有相互关联和参照才能完整地实现业务规则,实现数据库的规范化。因此将类映射到关系数据库时,必须保证类之间关系的正确定义。我们把 1 对 1 关系视为特殊的 1 对多关系;多对多关系能够分解为两个 1 对多关系,所以下面就 1 对多关系的主表和从表的约束进行说明。

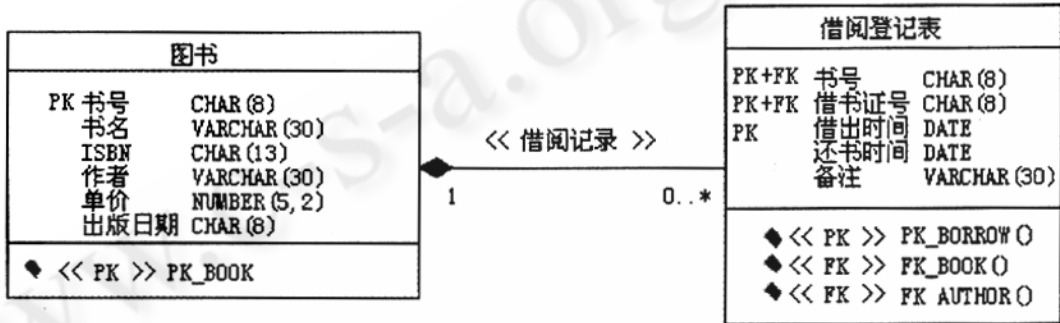


图 2 一对多约束图

从图 2 中可以看出,约束模型的建立是立足在类图基础上的,只是将操作换成了约束,其中有主键、外键,分别用 << PK >> 和 << FK >> 来表示。同样的原理,触发器可以用 << TRIGGER >>,列值约束可以用 << CHECK >>,唯一性约束用 << UNIQUE >>,索引用 << INDEX >> 声明和表示。

### 4 结语

通过由 UML 模型向 ER 模型的映射,UML 能够完全支持数据建模需要。使用 UML 建模语言得到的数据库结构与使用传统 ER 图法得到的结果是一致的。我们在实际软件项目中,使用这种方法设计了图书管理系统的数据库,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,在一定程度上减少

了数据的冗余。同时面向对象的复用技术消除了在中开中存在的许多重复劳动,缩短了开发周期。利用 UML 统一建模语言进行软件开发和数据建模,借助单一的共享工具统一了软件开发团队,避免了数据库设计和应用系统开发的脱节,是提高软件开发效率和团队沟通能力的良好途径。

### 参考文献

- 1 冷淑霞、冷显国、徐涛,基于统一建模语言的关系数据库模型设计[J],淄博学院学报(自然科学与工程版),2002(4):47-51.

- 2 张念春、杨寿保,UML 模型向关系数据库的映射方法初探[J],计算机工程与应用,2002(19):212-214.
- 3 张晞,UML 类图在关系数据库中的实现[J],计算机应用研究,2001(12):131-133.
- 4 冯铁、张家晨、王洪媛,一种自动化软件设计改进方法[J],软件学报,2006,17(4):703-712.
- 5 孟倩、周延,UML 在数据库建模中的应用[J],计算机工程与应用,2005,(41):179-181.
- 6 申光、陈志刚,UML 在关系数据库设计中的应用[J],计算技术与自动化,2005(24):112-113,118.
- 7 肖咏李、刘世宁,浅析 UML 实现面向对象关系数据库设计[J],广东交通职业技术学院学报,2003(3):51,52,30.