

# 面向对象数据库的关键技术研究

## The Key Technology Research Of OODB

(1. 首都师范大学;2. 北京国家农业信息化工程技术研究中心)王功明<sup>1</sup> 关永<sup>1</sup> 赵春江<sup>2</sup>

Wang, Gongming Guan, Yong Zhao, Chunjiang

**摘要:**面向对象数据库作为第三代数据库,具有前两代数据库无法比拟的优点,满足复杂数据结构和海量存储需要,是新型数据库如多媒体数据库、空间数据库、演绎数据库、工程数据库的实现基础。本文作为综述第1部分,通过对比传统数据库不足来说明面向对象数据库优点,介绍面向对象数据库3种关键技术:数据库转换、模式演进、视图实现,阐述其原理并评论其优缺点。

**关键词:**面向对象;模式转换;模式演进;视图实现

中图分类号:TP392

文献标识码:A

**Abstract:** OODBS that is called the third DB has excellent advantages compared with the former two generation DB. It satisfies with demand of complicated data structure and mass storage, which is the base of designing some new DB such as multimedia DB, space DB, deduction DB, engineering DB and so on. As the first part of this paper, we firstly show the merit of OODBS through comparing the deficiency of traditional DB, secondly introduce three key technology of OODBS: DB switch, model evolvement, view realization, with expatiating their theory and remarking on their merit and deficiency.

**Keywords:** OO; model switch; model evolvement; view realization

## 1 引言

数据库发展经历三个阶段。第一阶段是层次和网状数据库,过程化程度较高,一般用户使用困难。第二阶段是关系数据库(RDB),其数学基础为关系演算和关系代数,数据结构为二维表,数据库管理使用非过程化数据操纵语言,采用内/外/概念模式三层结构,具有较高数据独立性,成为20世纪70年代到80年代中期主流数据库。上述层次、网状和关系数据库用于一般事务处理,统称传统数据库。近年来,随着网络技术、多媒体技术、空间信息科学、信息管理、人工智能、软件工程技术和数据挖掘技术等领域发展及新的社会需求出现,信息无论从数量还是结构上都远远超出传统数据库承受范围。为了适应海量信息和复杂数据处理要求,新一代数据库应运而生,它们结合特定应用领域,分为多媒体数据库、空间数据库、演绎数据库、工程数据库等,和传统数据库相比,它们具有多样性,这是学科交叉的必然结果;但又有统一性,建立它们的主要目的是为了处理海量信息和复杂数据结构,因此,面向对象技术必不可少,它们之间关系如图1所示。

## 2 面向对象数据库的发展

王功明:硕士研究生

资金资助:北京市自然科学基金资助项目(4062009)

北京市教委科技发展计划面上项目(KM200610028013)

北京市高等学校2005年度教育教学改革立项项目(2005075)

### 2.1 面向对象数据特点

Peter Coad 和 Edward Yourdon 这样描述面向对象:面向对象=对象+分类+继承+消息。

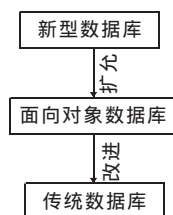


图1 三种数据库之间关系

其中对象指一组属性及这组属性上专用操作的封装体。类是一组具有相同属性和操作的对象描述。继承是类之间一种基本关系,指某个类的层次关联中不同类共享属性和操作的机制。消息是对象间通信手段,一个对象通过向另一个对象发消息来请求其服务。

此外,面向对象数据特点还有封装、信息隐蔽、消息传递、多态性等。

综上所述,面向对象数据与现实世界实体一一对应,具有传统数据库数据不具有的两大特性:内容海量性和结构复杂性,是构建新型数据库的基础。

### 2.2 传统数据库局限性

不能表示客观世界复杂对象:采用二维表表示数据及其关系,语义表示能力差,无法表示客观世界复杂对象及数据之间深层含义和内在联系,抽象性差。

缺少对复杂数据类型支持: 只能理解、存储和处理简单类型, 不能动态扩大数据集。碰到复杂问题常用高级程序设计语言构造相应数据类型和操作, 既加重用户负担, 又不能保证数据一致性。

数据结构不能和行为相关联: 对象有两方面内容: 结构、行为。传统 DB 把前者映射到数据库模式中, 对后者没能很好实现。

阻抗失配和语义断层, 不能和高级程序设计语言无缝集成: 开发须同时使用数据库语言 (SQL) 和高级程序设计语言, 涉及模式和结构转换问题, 既容易丢失原数据结构语义, 又妨碍其它工具和用户在原有语义层次上共享数据。

不能主动检查和处理事件: 管理系统是响应型, 被动接收客户输入, 不能主动和客户交互。

缺乏管理知识和对象的能力: 处理对象是确定、现存的。不能很好处理和管理实际中二义性、未知对象。此外, 没有演绎和推理功能, 不能很好管理知识。无法满足 MIS、DSS、OA 和 AI 等领域进行高层管理和决策的要求。

缺乏对长事务和多重嵌套事务的响应和处理能力: 只支持非嵌套事务, 对长事务响应较慢, 并且事务发生故障时恢复比较困难。

不能满足巨型数据库应用需要: 随着各种新兴学科的蓬勃兴起, 处理的海量数据已非一般二维表可以存储和管理, 而且数据结构越来越复杂, 有的还有语义动作, 使传统 DB 显得力不从心。

综上所述, 传统数据库已不能满足复杂实际应用需要, 随着面向对象研究的深入, 把面向对象设计方法和数据库技术结合形成新一代数据库系统——面向对象数据库系统, 十分必要。

### 2.3 面向对象数据库概念

面向对象数据库系统 (OODBS) 支持定义和操作 OODB, 应满足两个标准: 是数据库系统, 即作为数据库系统应具备的能力 (持久性、事务管理、并发控制、恢复、查询、版本管理、完整性、安全性); 是面向对象系统, 要求面向对象数据库充分支持完整的面向对象 (OO) 概念和控制机制。

综上所述, 面向对象数据库简写如下: 面向对象数据库=面向对象系统+数据库能力。

## 3 面向对象数据库基本技术

### 3.1 数据库转换技术

异构数据库中各数据库模式和操作之间转换是个关键研究课题。由于关系数据库主宰当今数据库应用领域, 而面向对象数据库能满足更高级数据库要求, 所以有必要在它们之间建立一种映射关系, 实现模式和操作相互转换。

转换一般有 2 种途径: 从关系 DB 到面向对象 DB (RDB to OODB) 和从面向对象 DB 到关系 DB (OODB

to RDB), 本文以 OODB to RDB 为例介绍。转换时要保证一致性 (对象语义和动作信息在转换过程中不丢失)。

转换包括数据模式和数据操作转换。

#### 3.1.1 数据模式转换

对象标识符是对象存在唯一标志, 两个对象相等价于其标示符相同。与关系模式不同是面向对象中类属性分为原子属性、组合属性和集合属性。

数据模式转换指从 OODB 到 RDB 数据描述语言 (DML) 的转换, 基本思路是把父类属性扩展到所有子类中, 每个类映射为一个关系; 类的每个属性映射为它对应的关系属性。

类中不同类型属性作不同处理。默认对象标识符属性映射为 RDB 关键字属性, 原子属性映射为固定属性。组合属性映射为与主属性对应关系关键字相关的外关键字。集合属性映射为原子属性加上具有两个属性的关系, 其中一个属性是设置与对应的集合属性的联系; 另一个属性是处理集合元素。

方法转换是数据模式转换重点, 方法有定义和调用两方面。标准 RDB 无支持用户自定义函数和过程的机制, 近年来一些商业化 RDBMS 提供这方面的功能, 称为 PSM 子程序 (包含用户自定义函数和过程)。标准 PSM 子程序至少支持以下两种功能 (1) 创建用户自定义函数并从标量表达式中调用此函数, (2) 创建用户自定义过程, 并通过 SQL 语句 (典型的是 CALL) 调用此过程。

继承性是 OODBMS 典型特性, M.Balaha 提出 4 种借助关系表处理继承性的方法, 其核心是把分层结构中的每个类转化为一张表。

#### 3.1.2 数据操作转换

数据模式转换指从 OODB 到 RDB 数据操纵语言 (DCL) 的转换。本文从 OODB to RDB 角度讲述。

数据库常用操作有数据查询、插入、删除和修改, 它们都离不开限制条件, 所以先讲述限制条件转换。

令  $Q_C$  和  $Q_R$  分别表示类限制条件和关系限制条件, 二者映射记作  $_{OUM}(Q_C) \rightarrow Q_R$ 。  $Q_C$  比  $Q_R$  多两个机制: 路径表达式操作数机制和集合操作数及运算符。通过设置类 C 某些属性及以类 C 为根层次结构中限定谓词得到  $Q_C$ , 常用限定谓词有原子谓词  $t_1$ ,  $t_2$  和量词  $\theta(q^i c)$  (具体含义见文献)。根据  $Q_C$  得到类限定图  $G_C$ 。同样每个  $Q_R$  也对应一个关系限定图  $G_R$ 。 ( $G_C$  和  $G_R$  介绍见文献)

实施限制条件转换时, 先根据  $Q_C$  构造  $G_C$ , 然后把  $G_C$  转换成  $G_R$ , 最后由  $G_R$  产生  $Q_R$ 。

数据查询转换: 把对象查询运算转换为关系查询运算, 过程是从指定的类和(或)它的所有子类映射关系选出与  $Q_C$  限定对象对应的元组 (由关系限定条件  $Q_R$  所限定)。

数据修改转换: 把对象修改运算转换为关系修改运算。该操作受  $Q_R$  (由  $Q_C$  映射得到) 限定, 过程是删除所有旧元组后再插入新元组。数据插入转换与此相似。

数据删除转换: 把对象删除运算转换为关系删除运算, 该操作受  $Q_R$  (由  $Q_C$  映射得到) 限定, 此时必须把这些组合对象对应的元组中那些外关键字属性设置为 NULL。

### 3.2 模式演进技术

OODB 的类为适应需求变化而随时间变化称为模式演进, 包括创建新类、删除旧类、修改类属性和操作等。

模式演进必须保持模式一致性(模式自身内部不能有矛盾), 这由模式一致性约束描述。模式一致性约束分为唯一性约束(同一模式中名字唯一)、存在性约束(显示引用的成分须存在)和子类型约束(子类 and 父类的联系不可有环, 不能有从多继承带来的任何冲突等)等。满足所有这些一致性约束的模式称为一致模式。

模式演化是面向对象数据库研究重点与难点, 实现途径一般有两种: 模式改变考虑现有应用程序, 使二者相互集成和适应。开发新的高级数据库编程语言。

常用演化方法有 TSE(透明模式演化), 等价模式演化和基于数据字典的模式演化等。

### 3.3 视图类实现技术

#### 3.3.1 面向对象数据库视图

传统数据库视图从某个特定角度反映数据库, 不存储数据, 也不占用空间, 但可当作实表操作, 也称为虚表。OODBS 中的视图具备传统数据库中的功能, 每个视图是一个“虚类”, 由一个或多个类产生, 虽不能产生对象实例, 但可当作对象实例操作。

面向对象数据库中所有视图构成一个有向无环图, 其基本元素是对象视图类。对象视图类从模式中原类的某个查询推导产生, 它由属性和方法构成, 存在继承和合成关系。

#### 3.3.2 面向对象数据库视图实现技术

面向对象数据库中很多操作(如统计、连接查询和视图操作)都能自由访问数据库数据, 利用这些操作实现 OODBS 视图操作, 能降低复杂度并提高效率, 但容易破坏对象封装性。

为了不破坏对象封装性, 我们在对象中设计一组接口, 系统通过这组接口完成视图操作, 这样会增加对象复杂性和 OODBS 设计难度, 为了克服这个缺点, 我们对这些接口实行标准化, 把它们和数据库中其它对象的服务结合。

基于上述条件, 我们设计相应类数据结构和操作实现 OODBS 视图, 具体算法见文献。

#### 3.3.3 面向对象数据库视图集成技术

视图类定义好后, 我们把它集成在一起构成有向无环图, 其基本元素是对象视图类。视图类集成过

程算法见文献。

## 4 结束语

OODB 是新型数据库, 满足复杂数据结构和海量存储需要, 是新型数据库实现基础, 已有若干年发展, 有必要对其总结和归纳。

本文着重讲述了 OODB 中的三种关键技术。数据库转换技术可以实现各种异构数据库之间的互操作, 为用户操作提供透明的统一标准接口; 模式演进技术可以保证 OODB 工程设计中各版本之间的动态更新和升级演化, 是 OODB 设计中常用的管理技术; 视图技术可以提高 OODB 的安全性和数据独立性。

### 参考文献

- [1]王春森 系统设计师(高级程序员)教程.北京.清华大学出版社,2001.
- [2]钟铭,系统分析员重点综述与试题分析(2003年第4版).北京,中国民航出版社,2003.
- [3]M Blaha, W Pimmerlani, H She. Converting OO Models into RDBMS Schema[J].IEEE Software,1994, 1(f):28-39
- [4]Gook R Y. A Transparent Schema- evolution System Based on Object-oriented View Technology. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 1997.9 (4)
- [5]王长利,全厚德.基于数据库的通信设备自动测试系统设计[J].微机计算机信息,2005, 1:69-71

作者简介:王功明,男,1981.5,汉族,首都师范大学硕士研究生,主要研究方向:智能信息技术。Email: gongmingwang@vip.163.com;关永,男,1966.6,汉族,首都师范大学副教授,硕士生导师,博士,主要研究方向:智能信息处理系统。赵春江,男,1964.4,汉族,研究员,博士生导师,博士,主要研究方向:农业信息化及智能化应用

Author brief introduction: WANG Gong Ming, Male, Born in May,1981, the Han nationality, Major graduate student in CNU, Major in Intelligence information technology. Guan,Yong, Male, Born in June,1966, the Han nationality, Vice-professor and Master Tutor in CNU, Major in Intelligence information transaction system. Zhao,Chun Jiang, Male, Born in April,1964, the Han nationality, Researcher, Doctor and Doctor Tutor in NERCITA, Major in Agricultural information and intelligent application.

(100037 北京首都师范大学信息工程学院) 王功明 关永

(100089 北京国家农业信息化工程技术研究中心) 赵春江

(Information Engineering institute in Capital Normal University, Bei Jing 100037 China) Wang, Gongming Guan,Yong

(National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Bei Jing 100089 China) Zhao, Chunjiang

(投稿日期:2005.7.4) (修稿日期:2005.7.12)