

基于 DM3 的分布式数据仓库管理系统的设计

袁磊 陈长清 冯玉才 冯剑琳 (武汉华中科技大学计算机科学与技术学院 430074)

摘要: 数据仓库从分布的异构数据源集成数据来支持决策。数据仓库系统具有分布式数据管理的特点。本文介绍了在关系数据库系统 DM3 上开发的分布式数据仓库管理系统 DM-DDW 的三层体系结构, 以及其中的关键技术: 数据集成、复制服务器和分布式元数据管理。

关键词: 数据仓库 实化视图 复制服务器

1 国产数据库管理系统 DM3 简介

DM3 是一个具有客户/服务器体系结构的分布式数据库管理系统, DM3 由核心系统(服务器)、预编译系统、数据库应用开发工具三大部分组成, DM3_SQL 语言符合 SQL 标准, 具有三权分立的安全机制, 达到了 B1 级安全要求。DM3 的主要特点如下:

- (1) DM3 支持多服务器并行协同工作, 为用户提供了透明的分布数据管理。
- (2) DM3 是一个具有客户/服务器体系结构的分布式数据库管理系统, 服务器为客户机提供透明的分布式数据处理功能。
- (3) DM3 实现了分布式数据库管理系统的最主要的功能包括: 并发控制, 死锁检测, 备份及故障恢复, 数据的装入/卸出及系统监控和数据完整性维护等。
- (4) DM3 提供了灵活的元数据管理功能。
- (5) DM3 还提供了开放式的互联接口 ODBC、JDBC。

2 分布式数据仓库 DM_DDWW 的体系结构

DM_DDWW (Distributed Data Warehouse) 对 DM3 两层客户/服务器的体系结构做了改进, 采用了三层客户/服务器的体系结构, 如图 1 所示, 包括客户端、应用服务器和数据仓库管理系统。客户端负责管理用户交互和报告结果数据, OLAP 工具、报表工具和用户应用查询属于客户端; 应用服务器管理与数据仓库的交互, 执行必要的计算, 并将结果发送给客户端, 它包括抽取引擎、复制服务器、OLAP 中间件和 WEB 服务器等; 数据仓库系统由数据仓库、数据集市和数据立方组成, 负责管理数据和元数据, 包括了实化视图的定义与维护、利用实化视图进行查询优化和灵活的元数据管理等功能。应用服务器解决了两个关键问题, 一是能处理所有客户机/应用服务器/数据仓库之间的通信和传输, 这是通过异步通信的消息

队列实现的; 二是将应用逻辑集中, 为应用逻辑提供开发和执行环境, 避免应用与客户端和数据仓库系统紧密绑定, 因此 DM_DDWW 的三层客户/服务器结构较 DM3 的两层结构能提高灵活性和可扩展能力。DM_DDWW 体系结构的另一特点在于, 它从分布式的角度将数据仓库、数据集市和数据立方看成一个整体, 组成分布式数据仓库, 通过复制服务器维护三者之间副本数据的一致性, 通过抽取引擎的分布处理提高实化视图的维护效率。

3 DM-DDW 采用的关键技术

DM_DDWW 是在国产数据库管理系统 DM3 的基础上, 利用 DM3 分布式数据库的特点, 研制一个具有自主知识产权的分布式数据仓库管理系统。数据仓库系统本身具有分布处理的特点, 它具有两级分布: 由于数据仓库需要从多个不同的数据源上集成数据, 数据源本身是分布的、异构的和自治的, 因此数据仓

库与数据源之间构成了第一级分布; 数据仓库与数据集市和数据立方之间则构成了第二级分布。

DM_DDWW 可以借鉴 DM3 分布处理的一些标准技术, 但由于数据仓库的特殊要求, 又使某些标准技术和协议不适用。在数据仓库和数据源之间就不能采用两阶段提交协议来保持它们之间数据的一致, 因为有些数据源不支持事务处理, 如文件系统等, 而且即使数据源支持事务处理, 由于开销大, 也不适宜采用。在 DM3 中, 副本只是关系表的水平划分, 即副本是由一个表上的选择和投影操作产生, 它的复制服务也只支持这种副本的复制, 而 DM_DDWW 中的副本是大量和复杂的, 往往是不同表的连接和聚集操作, 因此 DM_DDWW 的复制服务器应能支持复杂副本的增量维护。针对数据仓库的分布特点, DM_DDWW 采用了以下几项关键技术。

3.1 DM_DDWW 采用分布方式的数据集成与维护

3.1.1 实化视图的定义要求

视图是一个命名的查询, 实化视图是一个包含查询结果的表。DM_DDWW 的实化视图的定义分两类: 基本实化视图和导出实化视图, 基本实化视图只涉及选择-投

图 1 数据仓库系统 DM_DDWW 的三层体系结构

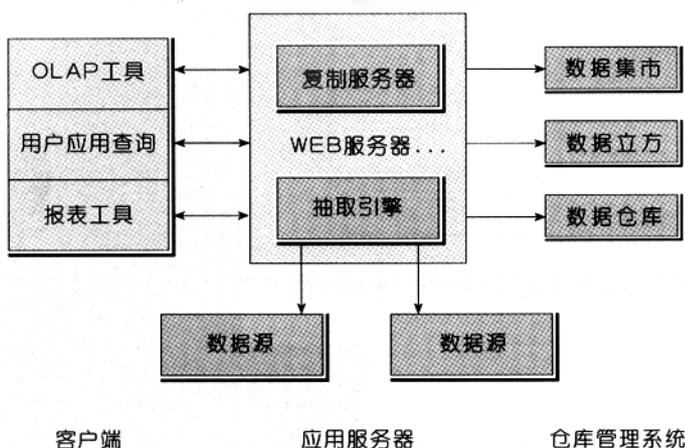
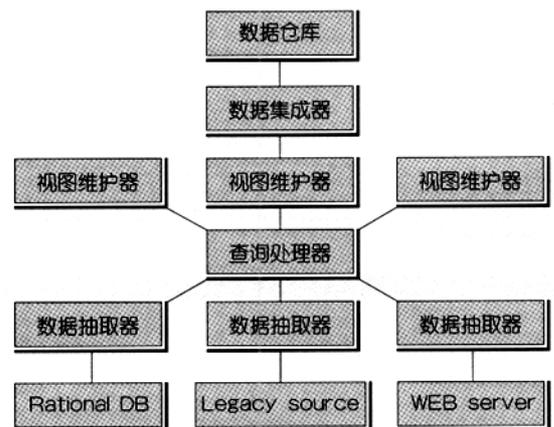


图 2 抽取引擎的模块结构



影-连接SPJ (SELECT-PROJECT-JOIN) 三种关系操作, 不包含聚集操作; 导出实化视图只能由基本视图产生, 包含聚集操作。抽取引擎维护基本实化视图, 导出实化视图由复制服务器统一维护, 这样做减轻了实化视图维护的工作。

3.1.2 DM_DDW 抽取引擎的结构

DM_DDW 抽取引擎的结构(见图2), 其中数据源包含需要集成的原始数据, 这些数据源可以是关系数据库、非关系数据库、文件系统或WEB服务器等, 令客户感兴趣的数据将被复制并集成到数据仓库中。由于各功能模块可以被分布处理, 因此它们之间采用DM3所支持的消息通信机制, 数据集成器启动视图维护器来创建和更新实化视图, 查询处理器处理视图维护器的查询语句并提交给数据抽取器, 数据抽取器自动检测数据源中感兴趣的数据变化, 并将相关信息传播给视图维护器。

3.1.3 抽取引擎的分布处理

抽取引擎作为中间层可以将视图维护器和查询处理器分布到不同的机器上, 也就是将视图维护任务进行分布, 这样能有效地减轻数据仓库的工作负载; 通过在不同数据源上分别设置数据抽取器, 当增加新的数据源时, 可以不影响其他数据源集成。在一个全局查询语句涉及多个数据源的时候, 查询处理器利用了DM3已有的分布查询处理机制, 将查询语句分解为在不同数据源上执行的语句, 将查

询处理器与视图维护器分开的主要好处在于: 视图维护器可以在不管数据源分布的情况下生成全局查询; 另一方面, 查询处理代码可以被多个视图维护器共享。视图维护器采用了实化视图的增量维护算法, 通过查询补偿来保持数据仓库和数据源的一致。

随着需要维护的视图数目的增加, 系统的维护负担显著增加, 还可以通过增加处理器数来提高维护的并行度。

3.2 复制服务器的设计

由于数据仓库中存有海量数据, 为了加快决策分析, 数据集市和数据立方上需要实化大量的聚集查询(也称导出实化视图或汇总表), 当数据源的数据变化时, 抽取引擎能有效地维护基本实化视图, 而对大量汇总表重新计算则需要花费大量的时间, 使得汇总表长时间被锁定。因此有效维护汇总表是分布式数据仓库面临的一个关键问题, DM_DDW 复制服务器由传播服务器和更新服务器组成(见图3), DM3采用了两阶段提交协议来维护副本之间的一致, 这对数据仓库的大量复制不适用, DM_DDW 复制服务器的策略是将维护工作分为传播和更新, 采用增量方式维护汇总表, 传播服务器通过抽取引擎得到基本实化视图的变化, 计算出对于汇总表的净变化, 产生增量汇总表(summary-delta table), 并利用一个增量汇总表计算其他相关汇总表的增量维护表, 传播服务器计算时不需锁定汇总

表, 汇总表对用户仍然可用; 更新服务器根据汇总表的净变化维护一个汇总表或批量维护多个相关汇总表, 因此DM_DDW复制服务器解决了分布式数据仓库中汇总表维护的两个问题: 使一个汇总表的维护时间最短, 有效维护相同基本实化视图上的多个汇总表, 维护时间限制了汇总表的数量, 而汇总表的数量对OLAP的性能有重大的影响, Summary-delta表的方法能高效维护汇总表, 因此可以增加汇总表的数量或减少数据集市不可用的时间, 提高了OLAP性能。

3.3 分布的元数据管理

现代企业信息系统通常都有一个企业数据仓库和多个数据集市, 数据仓库可以给企业高层管理人员提供关于整个企业全局的信息, 并提供对企业的集中控制和决策支持; 数据集市帮助用户对他们所在部门的情况进行分析和决策, 因此, 在DM_DDW中, 既有集中的元数据, 又有分布的元数据, 通过对这些元数据进行统一管理, 从而为用户提供一致和可理解的元数据。数据仓库的元数据是构造、维护、分析和利用数据仓库的基础, 它的来源也很广泛, DM_DDW和DM3的元数据管理有根本的不同, DM_DDW将元数据分为三类: 关于数据源的元数据, 关于数据仓库管理和分析的元数据和关于用户的元数据, DM_DDW采用元数据公共交换接口的形式, 利用符合OIM规范的元数据模型建立三级元数据, 通过公共

API接口收集、维护和交换元数据, 实现元数据的分布管理, 系统管理员和用户可以在各自的权限内定义、修改元数据, 以集成数据和分析数据, 元数据hub。(见图4)

4 小结

分布式数据仓库管理系统DM_DDW具有跨平台的分布式的客户/服务器体系结构, 它采用了适应数据仓库需要的数据存储与管理, 通过抽取引擎和复制服务器实现了实化视图的增量式维护, 扩充了SQL语言功能, 满足实化视图定义的需要, 能从多数据源灵活地集成数据, 具有灵活的元数据管理能力, 一个完整的数据仓库管理系统还需要简单易用的开发工具和联机分析处理(OLAP)工具, 这是我们下一步要做的工作。

参考文献

- 1 J. Hammer, H. Garcia-Molina, J. Widom, W. J. Labio, Y. Zhuge. "The Stanford Data Warehousing Project." IEEE Data Engineering Bulletin, June 1995: 1-4.
- 2 Y. Zhuge, H. Garcia-Molina, J. Hammer, and J. Widom, "View Maintenance in a Warehousing Environment." In Proceedings of the ACM SIGMOD Conference, San Jose, California, May 1995: 1-9.
- 3 吴永英, 冯玉才等. 分布式多媒体DBMS的研究与开发. 计算机研究与发展, 1997, 34(1): 28-32.
- 4 Open Information Model (OIM)规范. <http://www.mdinfo.com/OIM>.
- 5 Labio WJ, Quass D, Adelberg B. Physical database design for data warehouse. In: ICDE, 1997, 194-198.
- 6 王珊等. 数据仓库与联机分析处理. 北京科学出版社, 1998.

图3 DM_DDW复制服务器的结构

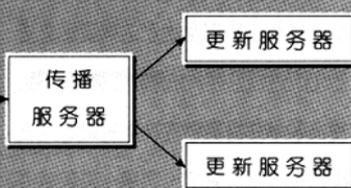


图4 分布的元数据管理

