

• 开发与应用 •

混合式的元数据管理系统研究

杜楠, 彭宏

(华南理工大学 计算机软件学院, 广东 广州 510640)

摘 要: 提出了一种基于混合式技术的元数据管理系统。探讨了两种常用的元数据管理方式: 集中式元数据管理和分布式元数据管理。详细分析了基于这两种元数据管理方式的混合模型的结构, 并对系统中对象存储的作用以及对元数据服务器的结构和功能进行了详细描述。最后, 对元数据管理中重要的元数据标准进行了分析, 运用该系统使得元数据的管理, 数据处理、分析和过程的综合再现更加高效, 方便和安全。

关键词: 混合式; 元数据管理系统; 元数据服务器; 对象存储设备; 元数据标准

中图分类号: TP311 文献标识码: A 文章编号: 1000-7024 (2009) 15-3624-03

Research of composite metadata management system

DU Nan, PENG Hong

(School of Computer Software Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: A metadata management system based on the composite technology is proposed. First of all, two kinds of common metadata management theory: centralized and composite are discussed. Then, the main technology and the architecture in the composite module in this system, and focus on learning the function of object-based storage device. After that, this article analyzes the function and the module of the metadata sever in this system. Finally, the importance of the metadata standards is explained. Using this system, the metadata management, data disposal, analysis process will be more effective, more convenient and safer.

Key words: composite; metadata management system; metadata server; object-based storage device; metadata standards

0 引言

数据仓库日益受到业界重视, 元数据和元信息的重要性已经越来越明显, 关于元数据的数据管理技术也取得了很大进展。在元数据管理领域里, 近年来涌现出大量的新技术, 也产生了许多新概念。在对实际应用的研究中, 建立一个元数据管理系统是最关键的任务。这个原因是多方面的, 首先, 越来越多的应用中存在大量需要管理的元数据, 许多用户会针对自己感兴趣的问题分别提出自己的目标, 仅仅为了覆盖多个用户所提出的目标而不断修补管理系统是不切实际的, 因此迫切需要对元数据的统一管理另外, 许多商业产品能够在一定程度上管理元数据, 但这些工具在根本特性上存在区别, 他们有着不同的工具处理元数据的角度、粒度, 甚至各自建立的元数据模型结构都不相同, 因此迫切需要对元数据的综合管理^[1]。

本文基于混合数据库技术, 提出海量商务数据管理系统, 一种用于解决海量数据加载和查询的并行任务调度的系统。

1 常见的元数据管理方式

目前, 存在两种典型的元数据管理模式, 每种管理模式都

对数据仓库的管理和使用等方面具有相应的优势和缺陷, 但它们又同时具备一些相同的基本特征和功能。

1.1 集中式元数据管理

集中式元数据管理占用资源少, 花费的代价低, 可以节省资金而提高系统的资源利用率。从系统管理和控制的角度来说, 由于只有一个对象存储服务器在活动, 因此比较简单。

对采取集中式元数据管理的系统来说, 单一的元数据服务器是系统中的一个潜在的瓶颈, 尤其是当集群的规模比较大的时候。因为系统中所有的元数据都要经过元数据服务器这条集中的存取路径, 这就可能会对系统的性能造成比较大的冲击。因此, 元数据管理必须想办法减轻这种瓶颈作用造成的性能损害。

1.2 分布式元数据管理

随着集群结点数增多, 规模增大的时候, 一个对象存储服务器可能不够了。这时候就要采用分布式管理了。相比于本地文件系统, 分布式文件系统有如下优点:

网络透明: 对远程和本地的文件访问都可以通过相同的系统调用完成。

位置透明: 文件的全路径无需和文件存储服务绑定, 即服务器的名称或地址不是文件路径的一部分。

收稿日期: 2008-08-17; 修订日期: 2008-10-15。

基金项目: 广东省自然科学基金项目 (07006474); 广东省科技攻关基金项目 (2007B010200044)。

作者简介: 杜楠 (1983—), 男, 广东广州人, 硕士研究生, 研究方向为数据仓库与商务智能; 彭宏 (1956—), 男 (土家族), 重庆人, 教授, 博士生导师, 研究方向为智能网络技术与智能商务与数据挖掘。E-mail: dunan2g@163.com

位置独立: 正是由于服务器的名称或地址不是文件路径的一部分, 所以文件存储的位置的改变不会导致文件的路径改变。分布式管理允许元数据的并行存取, 可以保证元数据的访问带宽。

但是分布式管理增加了元数据的定位难度, 带来一致性维护问题。解决一致性问题需要比较复杂的协议, 比如分布式锁技术, 开销比较大。分布式管理系统控制复杂, 设计和实现的难度也大^[2-3]。

2 元数据的混合管理方式

高效的元数据管理系统要求并行的从集群中各结点读写数据和元数据。但是, 为了保证文件系统的一致性, 系统又要求从各个结点对数据和元数据进行同步存取, 这样又限制了并行性。在吸取了分布式和集中式的优点之后, 混合式的元数据管理能针对不同的数据和元数据采用分布式锁和集中管理, 从而解决这个矛盾。

首先, 混合管理方式使用分布式锁来保证磁盘上元数据的一致性, 所有关于元数据的操作在读或者更新元数据之前都需要一个合适的读/写锁来同步其它结点上的冲突操作。混合管理方式的体系结构基本上是基于分布式锁的。

另一方面, 对那些经常使用的数据或元数据采取更加集中的方式来管理: 所有的冲突操作都转发到一个中心结点, 由该结点来处理读或者更新请求, 这是出于对锁冲突开销与转发到中心结点开销的权衡, 可能后者开销更小。可见混合管理方式对元数据的管理既不是纯粹的分布式管理, 也不是纯粹的集中式管理, 而是一种混合的管理方式。

图1为混合式元数据管理方式的架构图。

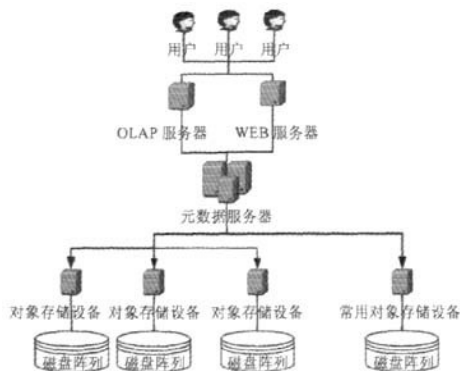


图1 混合式的元数据管理系统结构

2.1 对象存储设备

对象存储设备(OSD), 作为一种新式的磁盘存储产品, 能够存储和管理服务对象而不是简单的将数据存放到磁道和扇区上。目前国际上通常采用刀片式结构实现对象存储设备。

OSD备具有充分的管理本地存储的数据的智能性, 因而在计算节点在取得访问许可的情况下能够直接和对象存储设备通信, 而不必使用文件服务器作为事务的中介, 可以避免文件服务器作为计算节点访问数据的中介时可能出现的瓶颈^[4]。

对象存储设备主要提供4种数据存储结构的功能:

数据存储: 任何存储设备的主要功能是从物理介质中存储和读取数据。与传统的存储设备相同, 对象存储设备管理分布到磁盘的磁道和扇区上的数据, 对象存储设备以外的设备不能以数据块形式访问这些数据, 而只能通过对象访问。计算节点请求特定的对象、对象内部开始读或写数据的偏移值以及请求的数据块长度, 通过对象存储设备来处理数据。

智能分布: OSD通过缓存存储器和处理器优化磁盘上数据的分布和从磁盘上预取数据, 对象和对象协议提供数据的额外信息用于做数据分布决策。对象存储设备可以智能地对对象进行预读和预取, 将对象数据缓存在缓冲区内以提供最大的访问性能。

元数据管理: OSD管理存储在其上对象的元数据, 通常包括对象的数据块和对象的长度。对象存储架构将系统中主要的元数据管理工作交由OSD来完成, 这种策略降低了主机的开销。

安全性: 对象协议提高或网络存储系统上的安全性来自两个方面的考虑。一是对象存储是一种网络协议, 与网络事务相同, 容易受到潜在的外来攻击。另外, 其允许主机节点分布访问, 这样节点可能有意或无意地通过操作系统失效将有害数据写到有害的地方^[5-6]。

2.2 元数据服务器

2.2.1 元数据管理模型的优势

采用元数据服务器具有以下优势:

快速定位: 在元数据服务器中, 只需要经过一次匹配就可以准确的定位元数据, 避免了从根目录服务器起的层层查询, 减轻了根目录服务器的负担, 提高元数据的搜索速度。

高效率: 匹配表常驻在内存中, 所以遍历匹配表对用户请求目录进行匹配的速度很快。另外, 当元数据服务器中增加元数据副本时, 由于能够完全在匹配表中显示出副本情况来, 那么可以通过匹配表选择一个合适的目录服务器, 从而有效的利用副本, 使系统得到提高。

高扩展性: 分层的树型管理模式使维护和元数据的管理易于扩展; 当系统负载上升到需要增加目录服务器时, 只需要在匹配表中增加几个条目, 标示出系统中新增加的目录服务器及其对应的根目录即可。因为有了匹配表的调度, 目录服务器可以达到相互独立, 不需要感知域内其它目录服务器的存在。这样, 系统效率不会随目录服务器数目的增多而下降, 达到系统效率的可扩展性。

易于管理: 因为元数据服务器中匹配表的结构很简单, 只记录了每个目录服务器的名字及存放在其上的元数据的根目录, 所以其添加删除修改都比较方便^[7]。

2.2.2 元数据服务器结构

在该元数据服务器中, 具有两台服务器, 一台主服务器, 一台副本服务器。正常工作时, 客户端向服务器提交元数据请求, 主服务器对客户提供服务。同时, 主服务器将自己磁盘上的元数据镜像到副本服务器, 使副本服务器上保存一份副本, 通过冗余实现元数据的可靠性。当主服务器有问题时, 通过故障屏蔽, 副本服务器上升为主服务器并接管原来主服务器上的应用程序, 利用镜像目录中的元数据继续提供服务。这样就实现了元数据服务的连续性^[8]和稳定性。

图2为元数据服务器系统中主副数据服务器关系图。

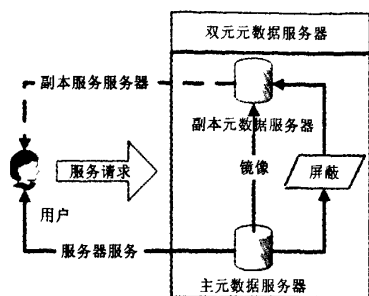


图2 元数据服务器系统

2.2.3 元数据服务的功能

元数据服务器(metadata server)协调客户机与 OSD 之间的交互,管理与上层文件系统有关的元数据,它提供下列功能:

(1)安全管理:包括身份验证、授权证书管理、访问控制等。新的 OSD 加入到网络中时,由元数据服务器对 OSD 的身份进行验证,并向新加入的 OSD 颁发证书,元数据服务器周期的更新证书,确保每个 OSD 都是合法的。同样,当客户机请求访问 OSD 时,先由元数据服务器进行身份验证,然后才向客户发送证书授权访问。元数据服务器用访问控制位(access control bit)描述客户的访问权限,包含在证书中返回给用户。客户机访问 OSD 时,OSD 检查访问控制位,给予客户机相应的权限。

(2)Cache一致性维护:对于元数据管理系统来说,Cache的一致性至关重要。因为 Cache 存在于客户机、OSD 和元数据服务器中,必须保证三者的统一。而数据与元数据在系统中是分开存放的,这使一致性的维护变得复杂起来。在元数据管理服务器中,当多个客户机访问相同文件时,每个客户机在元数据服务器注册一个“回调事件”(CallBack)。当别的客户机同时修改了该共享文件时,元数据服务器将产生一个 Call-Back,通知所有打开该文件的客户机更新本地 Cache。客户机收到回调事件通知后,将本地 Cache 置为无效,重新向元数据服务器获取新的元数据,然后再从 OSD 读取最新数据^[9]。

(3)文件目录的元数据管理:由于与块/扇区有关的元数据管理已交由 OSD 负责,元数据服务器只管理与文件目录有关的元数据,即将文件目录映射为对象。

图3为元数据服务器的模块组成。

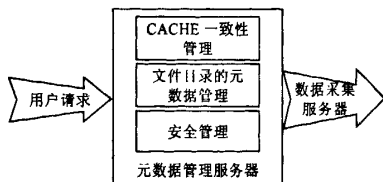


图3 元数据服务器的模块组成

3 元数据标准

统一的标准对元数据管理至关重要。适当的元数据标准

为各类资源的发现和获取提供了一种实际而简便的方法,是元数据管理系统中首先要开展的工作。

3.1 元数据标准的重要性

在使用元数据标准之前,元数据的交互十分困难,任意两个元数据工具之间都需要建立专门的元数据交互规范才能完成元数据交互,如图4所示。

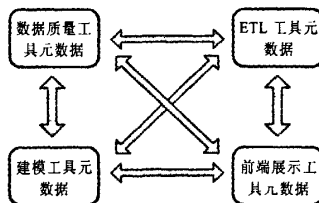


图4 以前的元数据交互方式

使用了元数据标准之后,各个元数据工具都能够按照特定的标准来进行元数据的建模和导出规范的元数据进行报文的交互,有效提高元数据的质量,如图5所示^[10]。

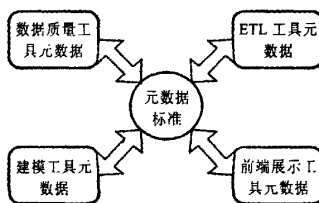


图5 使用元数据标准后的交互方式

3.2 元数据标准的设计原则

(1)简单性原则。主要指元数据标准在实践时应较为简单,易于掌握。

(2)互操作性原则。通过尽可能地复用标准方案、复用元素以及尽可能减少映射转换机制等方式来达成互操作性。

(3)专指度与通用性原则。由于元数据应用的各类资源的各自特性不尽相同,所以多种元数据标准的使用成为了必然。

(4)结构化原则。由于质量元数据内容存在复杂的逻辑结构关系,因此,需要用模型表示元数据的这些逻辑关系,以便对元数据进行修改或扩展时不破坏整体结构。

(5)用户需求原则。制定元数据标准的目的是想向用户更好和更充分地揭示信息资源,因此,用户需求应作为最终的权衡标准。

4 结束语

本文论述了混合式的元数据管理系统的技术,针对当前广泛使用的集中式元数据管理和分布式元数据管理的不足,提出了一种混合式的元数据管理系统。该系统使得元数据的管理,数据处理、分析和过程的综合再现更加高效,方便和安全。

对象存储设备是元数据管理系统中重要的存储设备,它的实用使系统的安全性,智能化,可扩展性得到了进一步的提高;拥有副本元数据服务器的元数据服务器使元数据的一致

(下转第3630页)

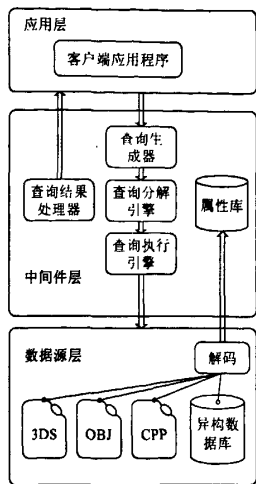


图2 数据源集成框架系统结构

同一服务域中,而具体的查询请求的处理、结果的返回都由中间层负责。中间件主要由统一数据模型、查询模块和属性库3个部分组成,其中,查询模块又包括查询生成器、查询分解引擎、查询执行引擎和结果处理器4个功能组件。属性库包含了对模型的一系列附加描述,如时刻、运动轨迹、识别码等,统一数据模型规范 CUDM 则为查询提供接口标准。

(2)数据源层:数据源层是由分布式异构数据源组成,支持已加入多格式驱动的三维模型,模型也可以来自其它的异构数据库,引入数据源后,统一采用本地的方式对数据进行管理。

(3)应用层:应用层为终端用户提供访问中间件层的查询接口,用户可以通过应用层的浏览器调用中间层。系统提供统一的查询检索平台,它能够显示用户可以查询的集成信息,而底层集成的数据源对用户是透明的。

5 实验结果

依据前文提出的数据模型和数据源集成框架,作者在3

维军标模型管理与标绘系统 DB3D 中完成了模型数据库管理模块的搭建并演示了模型调度和快速绘制的功能,系统对 3DS、OBJ、OpenGL-Cpp 格式都有很好的支持,读取速度适中,在普通配置的计算机上获得了很快的显示速度,快速绘制原则的效果得以体现。

6 结束语

本文通过比较几种数据源集成方法,分析了典型模型格式的数据特点,在满足快速绘制原则的基础上,提出符合数据集成要求的统一数据模型规范,构建了 DDA 模式下的三维模型数据集成框架。在此框架下,一些其它的模型格式,如 VRML、ASE、MS3D 等非主流格式的驱动也可以加入到统一模型管理系统中。下步的研究方向是在满足快速绘制要求的前提下,优化数据模型的数据交换与数据存取的算法,提高读取速度,并实现网络数据源的访问。

参考文献:

- [1] 方长江,肖宗水.异构数据源集成技术在军事中的应用[J].计算机工程与设计,2008,29(2):511-515.
- [2] 黄照强,冯智智.地理信息系统空间异构数据源集成研究[J].中国图象图形学报,2004,9(8):904-907.
- [3] 查新建.GIS 系统中数据源集成方法的探讨与实现[D].浙江大学硕士论文,2006.
- [4] 汪斌,周晓光,周新力.空间数据共享与 GIS 互操作[J].邵阳学院学报,2005,2(4):70-72.
- [5] 王益群,黄诚.用面向对象的方法实现 3DS 文件的读取与操纵[J].盐城工学院学报,2005,18(3):41-44.
- [6] Dave Shreiner, Mason Woo. OpenGL programming guide[M].北京:人民邮电出版社,2005:150-161.
- [7] 李学荣,李莎.基于元数据的异构数据源集成系统设计与实现[J].计算机应用,2005,25(12):209-210.
- [8] 周刚,郭建胜.基于本体的异构数据源集成系统分析与设计[J].计算机工程,2007,33(19):273-275.

(上接第 3626 页)

性得到了保证,增强了系统的安全性。下一步的工作,主要着眼与元数据的标准化,即建立起一种元数据交换途径,使得不同部门的元数据在多个分布的元数据仓库中交换,使元数据管理适用面更加广泛。

参考文献:

- [1] 林繁,杨树强,邹鹏.大规模事务处理系统的元数据管理[J].计算机工程,2005,31(21):57-59.
- [2] 张非,阎保平.一种基于网格服务的数据库元数据管理框架[J].计算机工程与应用,2004(29):209-212.
- [3] 何飞跃.并行文件系统元数据管理研究[D].华中科技大学硕士学位论文,2004.
- [4] 谈华芳,孙丽丽,侯紫峰.一种有效的在基于对象存储中的元数据组织管理方法[J].计算机工程,2005,31(8):271-275.
- [5] David Nagle, Denis Serenyi, Abbie Matthews. The Panasas active

scale storage cluster-delivering scalable high bandwidth storage [C]. Proceedings of the ACM/IEEE Conference on Supercomputing, 2004.

- [6] Mike Mesnier, Gregory R Ganger, Erik Riedel. Object-based storage[J]. Communications Magazine, 2003, 41(8):84-90.
- [7] Kent J P, Schuerhoff M. Some thoughts about a metadata management system[C]. Olympia, Washington, USA: Proceedings of Ninth International Conference on SSDBM, 1997:174-185.
- [8] Edward Swierk, Emre Kiciman, Nathan C Williams, et al. The Roma personal metadata service [J]. Mobile Networks and Applications, 2002, 7(5):407-419.
- [9] 陈小弟,李长河,张熙,等.基于 LDAP 的 Internet 分布式目录服务的分析与实现[J].计算机工程,2002,28(8):271-273.
- [10] 章水鑫.数据集成方案中的元数据管理系统研究[D].东南大学硕士学位论文,2005.

作者: 杜楠, 彭宏, [DU Nan](#), [PENG Hong](#)
作者单位: 华南理工大学, 计算机软件学院, 广东, 广州, 510640
刊名: [计算机工程与设计](#) **ISTIC** **PKU**
英文刊名: [COMPUTER ENGINEERING AND DESIGN](#)
年, 卷(期): 2009, 30 (15)
被引用次数: 0次

参考文献(10条)

- 1.林繁, 杨树强, 邹鹏 大规模事务处理系统的元数据管理[期刊论文]-[计算机工程](#) 2005 (21)
- 2.张非, 阎保平 一种基于网格服务的数据库元数据管理框架[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2004 (29)
- 3.何飞跃 并行文件系统元数据管理研究 2004
- 4.谈华芳, 孙丽丽, 侯紫峰 一种有效的在基于对象存储中的元数据组织管理方法[期刊论文]-[计算机工程](#) 2005 (08)
- 5.David Nagle, Denis Serenyi, Abbie Matthews [The Panasas active scale storage cluster-delivering scalable high bandwidth storage](#) 2004
- 6.Mike Mesnier, Gregory R Ganger, Erik Riedel [Object-based storage](#) 2003 (08)
- 7.Kent J P, Schuerhoff M [Some thoughts about a metadata management system](#) 1997
- 8.Edward Swierk, Emre Kiciman, Nathan C Williams [The Roma personal metadata service](#) 2002 (05)
- 9.陈小弟, 李长河, 张熙 基于LDAP的Internet分布式目录服务的分析与实现[期刊论文]-[计算机工程](#) 2002 (08)
- 10.章水鑫 数据集成方案中的元数据管理系统研究 2005

相似文献(1条)

1. 学位论文 张肖霞 数据仓库系统中元数据的研究与应用 2005

元数据是数据仓库的一个重要组成部分, 数据仓库中的元数据贯穿于数据仓库系统的创建、维护、管理和使用的各个环节之中, 因此对数据仓库系统中的元数据进行有效的管理是数据仓库的项目成败的关键因素之一。

本文着重分析了现存的两种元数据标准: 公共仓库元模型(CWM)和开放式信息模型(OIM), 并对这两种模型进行了比较; 接着在分析了元数据管理的现状和功能的基础上提出了元数据管理系统的设计原则; 之后探讨了几种通用的元数据管理体系结构, 并对现存的几种结构进行分析和比较后提出了一种混合式的元数据管理体系结构。

本文对数据仓库系统中数据源的集成的前提—数据源的映射进行了较深入的研究, 并且通过对映射实例的说明总结出了数据源映射的三个过程, 同时证明了该映射实例所获得的数据集的正确性; 最后, 本文提出利用模型管理的方法来对数据仓库系统中的元数据进行管理。该方法是利用模型管理所提供的一些代数运算来实现元数据的有效管理, 本文在研究现有的这些代数运算的同时, 丰富了现存的这些运算的语法和语义。并提出了Match运算中一种应用于树型方案中的算法TreesMatch算法, 同时对Merge运算的算法进行了分析和描述。最后用实例来论证了该方法应用于数据仓库系统中数据源的集成、新方案的生成这两个典型的元数据管理问题的可行性。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjgcysj200915043.aspx

授权使用: 中科院计算所(zkyjsc), 授权号: 03d76b58-beba-4865-b79c-9e40012892ae

下载时间: 2010年12月2日