

全局数据仓库环境中数据复制的研究

王红兵 (南京交通高等专科学校 210032)

摘要:阐述了数据仓库的基本概念及其体系结构,研究了全局数据仓库环境中的数据复制问题。

关键词:数据仓库 OLAP 同步复制 异步复制 数据一致性

1. 引言

实现数据仓库环境的方法很多。有些方法主张使用自顶向下的、以企业为中心的信息系统,有些方法则注重应用自底向上的、以应用程序为中心的方法。自底向上的方法把应用程序决策支持系统当作积木块以实现全局数据仓库环境。不论使用哪种方法,都必须确定物理存储数据的地点。这个地点可以是单一的中央仓库,所有用户都可以从中访问数据,也可以是许多分布式的数据商场,只能进行局部访问。

集中式仓库数据源有下列优点:

(1)所有 OLAP(On-line Analytical Processing,即联机分析处理,这种应用程序通常和数据仓库一起用于决策支持)用户看到的数据是相同的,即完全一致,延迟程度和时效性也相同。

(2)维护和安全工作较简单。

其缺点有:

(1)存在单一的故障点。在发生故障时,所有的决策支持系统都无法被用户利用。

(2)为满足远程用户的查询要求需大量使用网络,耗资巨大。

分布式仓库数据环境具有以下优点:

(1)避免 OLAP 环境中的单一故障点。一节点上发生的故障不会干扰其他节点的使用。

(2)所有决策支持系统的性能和可利用性更好。用户访问局部数据,因而避免了远程访问的开销。

其缺点如下:

(1)并不是所有决策支持用户看到的数据都一样。在利用指定主数据源得到一致性之前,延迟的程度会影响到该地点的复制服务。

(2)管理和安全工作较为复杂。

(3)维护所有分布地点的数据一致性也需要费用。

仓库数据分布问题的关键是寻求集中和分散的最佳组合。这种组合应该既使数据尽量在局部使用,又要为

便于维护数据一致性而集中数据。

2. OLAP 的多层体系结构

目前,企业的业务职能逐渐分散到越来越广泛的地点,更多的控制权转移到业务用户的手中。这些新的信息使用者使用更复杂、更综合的应用程序。这些应用程序包括 OLTP 系统、OLAP 系统、业务集成系统和个人/工作组系统。OLTP 系统是核心系统,它能捕获并保存与业务有关的、具体而准确的信息。OLAP 系统用于制订重要的决策。业务集成系统是比较新的应用系统类型,通常要涉及多个部门并超出组织之外。个人/工作组系统是基于 PC 机的外购软件包,用以提高个人的工作效率。所有这四类应用程序都要求有数据。

OLAP 系统多层体系结构的层次包括:(1)行业标准数据库,通常是关系 DBMS,发挥着数据商店的作用;(2)应用程序服务器层,执行分析功能,与数据库直接相互作用。这一层是 OLAP 的核心。它把多维业务观点映射到物理数据库中。另外,它包括一个纲目库,其中保存着维的定义、数据的合并路径、查询计算所用的公式和数据库访问信息。(3)客户机层,它是展示层,同时也可执行一些分析和管理工作。在这个多层 OLAP 体系结构中补充一个为 OLAP 数据库引擎准备数据的技术服务层。这一层执行的功能包括:复制、变换和分布数据。它还还为 OLAP 和 OLTP 环境间的互操作提供了条件。

3. OLAP 环境中的数据复制

根据 E. F. Codd 于 1993 年提出的评价 OLAP 系统的十二条规则,OLAP 系统应该提供的功能有:多维概念视图、透明性和可访问性、一致的报表生成、动态稀疏矩阵的处理、无约束跨维操作以及无限的维水平和聚集水平。Gartner Group 在 Codd 提出的规则上又加了九条规则,包括:支持数据库管理工具、细节数据的细化展示、目标存储器、数据库增量刷新、多阵列、OLAP 连接、子集选择、局部数据支持和 SQL 接口。本文将主要研究数据库的增量刷新功能,这可以通过数据复制服务来实现。

数据复制不仅是在数据商店之间拷贝数据,它应包括服务的分析、设计、实现、管理和控制,这种服务能够保证分布式环境中多个资源管理程序的数据一致性。因此,这是一种可重复利用的技术服务,用于支持企业的分布式环境。

4. 维护数据一致性的方法

根据得到数据一致性之前各复制品之间存在的延迟量来划分,维护数据一致性的方法分为两种,即同步数据复制和异步数据复制。

(1)同步数据复制。同步数据复制能够使各数据商店保持密切一致。这是指得到数据一致性之前的延迟水平为零。无论从哪个复制品开始进行更新,所有复制品中的数据始终是一致的。通过分为两个阶段的承诺协议可以实现这一点。

同步数据复制可由 DBMS 软件或分布式事务处理(TP)监控程序/事务管理程序进行。在两种情况下,同步复制中的所有更新都是作为作业的一个逻辑单元出现的。这个事务要么全部出现,要么全部不出现。事务出现满足 ACID 特性。ACID 的含义是原子的、一致的、独立的和持续的。事务是原子的,是因为要么它所有的活动都发生,要么就什么都不发生;事务是一致的,是因为事务是一个整体,这意味着所有牵涉到的资源管理程序都经过了正确变换;事务是独立的,是因为执行每个事务时都不管是否有其他事务在同时进行;事务是持续的,是因为已确认事务的效果能够免受故障的影响。

如果业务需求的数据一致性只有全局协议才能提供,那么就必须使用同步复制。分布式事务管理是保证无数个同质和异质的资源管理程序中实时数据一致性的唯一途径。如果业务需求并没有要求这种实时一致性,那么就可以考虑使用异步复制技术。这种技术能维持事务完整性和顺序一致性的必要水平,从而减少了成本,提高了资源管理程序内的并发性,而且能够缩短始发数据库事务的长度。

(2)异步数据复制。异步数据复制使各数据商店保持松散一致,这是指在得到数据一致性之前延迟水平已经大于零了。换句话说,复制过程与始发事务不是同步发生的。始发事务发生的时间和该事务的结果反映在每个复制品上的时间之间总有一段间隔。

实现异步数据复制的方法包括:

- ①通过完全刷新或增量刷新;
- ②通过事件的“0-1”传播,它又分为两种情况:
 - 通过数据库到数据库的通信实现“0-1”传播;

·通过过程到过程的通信实现“0-1”传播;

①完全刷新或增量刷新。在使用完全刷新来维护数据一致性时,就要先安排从主数据源中提取数据的时间并执行提取过程,然后进行所有必要的合并和数据交换,最后加载目标复制品。对增量刷新而言,处理方式是基本相同的,但它不是从主数据源进行完全的提取,而是只收集从最后一次提取以后发生的变化情况。两种刷新共同的假设是这种处理方式具有批处理的性质。在批复制中,始发事件的实时事务性质常常被丢弃。当为了开始进行合并或变换处理而将更新了的数据写进永久存储器中时,往往会发生事务特性的丢失。这时,事务“开始”和事务“确认”就被抛在了了一边。

②事件的“0-1”传播。如果在同步复制中使用了事件的“0-1”传播,那么始发事件的事务性质就不会丢失。一旦已经创立了目标复制品,使它的主数据源一致,就只有每个主数据源发生的变化事件能被向前传送过去。事件可以是一个软件事务或一条消息。这种事件传播既可以通过数据库到数据库的通信实现,也可以通过过程到过程的通信实现。

5. 数据库到数据库的异步复制

目前,开发商提供的许多异步复制方案都属于数据库到数据库通信这一类,主要原因是这些软件包是由数据库开发商提供的。这类异步数据复制通常由三个独立的不同部分组成。第一部分是主数据源收集数据的过程;第二部分是数据分布过程;第三部分是对制定目标的实现过程;第四部分是对所有其他部分进行监控的过程。因为这是一种新技术,所以实现这些过程还没有一种标准的方式。这些过程具有以下特点:

(1)它们都是作为中间件(即应用程序的一种技术服务,指应用程序具有完全的透明度或者至少具有极高的透明度)而得以实现的。应用程序透明度是很重要的,因为它可以使当前应用程序所使用的数据成为异步复制过程的一部分,而不必改动当前应用程序的任何一行代码。数据库对象多少会有一些变化,这取决于开发商的实现方式,而实际的用户当前应用程序的代码却无需变动。

(2)它们提供了表格到表格的、基于事件的复制功能和复制已存入的过程的功能。

(3)它们在收集、分布和实施过程中保持了始发事件的事务性质。对事务性质的保留充分体现了企业对复制过程的需求。对大多数 OLTP 环境而言,保留事务语义是十分重要的。对 OLAP 环境而言,由于在这一环境中大多数更新是作为批过程(即刷新技术)的一部分而进行

的,所以保留事务语义就不那么重要了。如果在复制过程中保留了事务的语义,那么作为始发事务而得以执行的作业逻辑单元也将在复制品中得以执行。异步复制越接近实时,这一观念就显得越重要。

保留了事务语义的目标数据始终与源数据在事务方面是一致的。无论查询目标复制品中表格的哪些剖面,数据在事务上都是一致的。在异步复制中,事务语义得到了保留。如果要对目标复制品进行实时更新,异步复制是必不可少的。如果目标地点没有批处理窗口,无法实施始发数据源的所有变化,通常要使用这种复制方法。

必须指出,如果始发事务是由分布式工作单元(即在“开始”和“确认”范围内更新多个数据库的工作单元)引起的,而且收集机制是从数据库日志技术导出的,那么在复制过程中将无法保留事务语义。要想在分布式工作单元中保留事务的语义,复制软件必须能够重新合并从多个记录中得到的信息,然后把这一信息当作一个工作单元加到预定目标复制品。

从数据完整性的角度来看,只有当存在某种能把所有始发数据源的变动当作一个整体应用到目标复制品上的批处理窗口时,这种无法保留事务语义的异步复制才适用。用这种复制方法,保持目标地点数据完整性的责任便完全落在了每个目标地点更新数据的时间安排上。

6. 过程到过程的异步复制

这类异步数据复制通常运用了存储和前向机制的发布/登录消息模型。在这种背景下,这类异步复制过程中涉及到的过程就可以是在多层体系结构的中间层实现的应用程序和业务或可重复利用的技术服务。过程到过程的异步复制有四个独立的组成部分。第一部分是发布过程,它是作为始发事件的一部分而得以实现的。第二是分布过程,它通常要运用到存储和前向模型。第三是登录过程,通过它,对该事件感兴趣的其他过程(即应用程序或服务)才能接收到这条消息。第四部分是实施过程,在这一过程中,接收过程将执行定义该特定消息的接收业务规则所指定的任务。此外还有一个用来监控所有其他过程的监控过程。和数据库到数据库的异步复制一样,实现这些过程并没有一个标准的方法。但总的来说,它们都具有以下特点:

(1)它们是作为中间件而得以实现的,并且有用于发出和接收消息的简单API。因为API是由发送和接收过程使用的,很显然过程到过程的异步复制并不是应用程序透明的。新系统或现有系统的应用程序代码必须包含

让API发布消息和检索消息的调用。另外,接收过程必须包含处理它所检索的消息的代码。

(2)它们能支持多种消息格式,如固定格式、定界格式、变量格式等。

(3)它们能提供具有事务完整性的发布或登录功能。这是极为重要的。它保证消息在发送者确认事务前不会受传送系统的支配,还能保证在接收者确认事务之前消息不会被当作已经发送过了。

7. 同步复制和异步复制的选择

如果业务需求中不要求同步复制的紧密数据一致性,那么异步数据复制技术是最佳选择。它能降低成本,改进资源管理程序中的并发性,通常还能缩短始发数据库事务的长度。

OLAP环境一般不要求同步复制提供的紧密数据一致性。因此异步复制方法是最佳选择。可以采用下列准则决定使用哪种异步复制方法:

(1)对数据一致性的要求越接近实时,异步复制的事件传播方法就更适用。

(2)对数据一致性的要求较为宽松的环境,越是面向批作业的,异步复制的刷新方法就更适用。

8. 使用异步复制时应注意的几个重要问题

(1)采用的异步复制方法必须支持适当水平的事务语义或事务完整性。

(2)采用的异步复制方法必须支持适当水平的顺序完整性。

(3)要使用冲突检测和解决机制。如果数据是冗余存储的,则有两种方法分配数据并指定所有权。第一种是主从模型,第二种是更新任何一处模型,有时也称为对等复制或对称复制。对OLAP复制而言,最常用的是主从模型,其中以OLTP环境为主,OLAP环境为从。然而,应注意的是,如果OLTP环境允许更新任何一处模型,并且将那些复制品用作向OLAP环境进行异步复制的输入,那么有必要使用某种冲突检测和解决机制。

参考文献

- [1] Codd, E. F. Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User Analysis, E. F. Codd and Associates, 1993.
- [2] Inmon, W. H., Building the Data Warehouse, John Wiley & Sons, New York, 1993.
- [3] Kimball, R., The Warehouse Toolkit, John Wiley & Sons, 1996

(来稿时间:1999年6月)