

基于 Oracle 的分布式数据库设计与技术

姚文琳, 王存刚, 刘世栋, 仇利克

(中国海洋大学计算机系, 青岛 266071)

摘要:介绍了基于 Oracle 的分布式数据库设计方法, 并对 Oracle 数据库远程访问技术及其分布式事务实现机制进行了深入探讨, 阐述了分布式数据库技术在大型家电企业商流直销员工工资系统结构设计及事务处理和查询中的实现过程。通过引入分布式技术, 将多个站点上的数据库作为一个逻辑上的整体, 数据一致性、完整性及安全性都得以实现, 使信息资料的管理效率得以提高, 并按实际需求设计一个安全、可靠、高效的分布式数据库应用系统。

关键词:分布式数据库; Oracle; 数据库链接; 分布式事务

Design and Technologies of Distributed Database Based On Oracle

YAO Wenlin, WANG Cungang, LIU Shidong, QIU Like

(Department of Computer, Ocean University of China, Qingdao 266071)

【Abstract】This paper introduces the designing method of the distributed database based on Oracle, besides the long-distance accessing technology of Oracle database and the mechanism of distributed transaction are discussed deeply, expatiates the realizing process of distributed database technique in large appliance enterprise's employee wage-system construction design and businesses handle with search. By introducing the distributed technology, it puts the databases on different points as a logical whole, data consistency, integrity and safety all can be realized, which will increase the governing efficiency of the information, and designs a safe, reliable, efficient distributed database application system according to its actual requirement.

【Key words】Distributed database; Oracle; Database links; Distributed transaction

1 概述

Oracle^[1]是一个功能强大、应用广泛的大型分布式数据库管理系统, 具有分布性、逻辑整体性、分布式计算、透明访问、均衡网络负载和可靠性较高的特性, 它对分布式事务、数据仓库有很强的处理能力, 提供了一套有效的机制来保证数据的一致性、完整性和安全性^[2]。某大型家电集团直销员(即销售人员)分属于 42 个工贸公司, 直销员的工资根据其商品销量进行核算。采用分布式数据库设计, 把销量数据存储在各工贸公司数据库中, 集团总部制订工资标准, 工资标准数据存储在总部数据库中, 各工贸公司按照总部工资标准计算本工贸公司直销员工资, 最后将计算结果汇总上传总部。工资计算流程如图 1 所示。

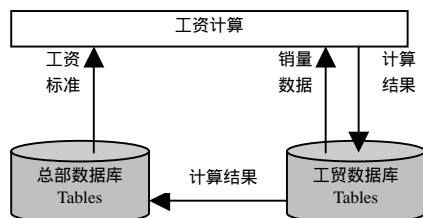


图 1 工资计算流程

各工贸把多个数据库当作一个完整的数据库看待, 透明地操作远程数据库的数据, 并把它们连接在一起, 满足多个工作组、部门和地区的需求, 使应用程序看起来只有一个大型数据库。各工贸公司对此单一逻辑的数据库中数据的任一请求, 都被自动分解、自动寻址、自动转换为网络请求, 并在相应场地上实现相应的操作, 减少了数据更新对系统和网络可用性的依赖性^[3]。

2 数据库设计

在分布式数据库系统中, 数据存放在逻辑上统一但地理上分布在不同位置的数据库中, 数据库之间可以通过网络进行远程访问。由于数据库分布在不同的位置, 数据的访问和管理变得非常复杂。在设计时, 要合理选择数据存放的位置, 可以从以下几个方面来考虑: (1) 每一个位置发出的事务数量; (2) 每一个结点使用的数据量(包括表); (3) 网络的性能与可靠性; (4) 各个结点的速度和硬盘容量; (5) 结点或者链路不可用时结点与链路的路由选择; (6) 对表之间引用完整性的需要。在数据库设计时要综合考虑以上各种因素, 对系统数据进行分析, 将数据合理分布到各个节点上。

2.1 数据分析

经过分析, 将系统数据分成以下 3 种类型:

(1) 销售数据和基础数据: 该类数据来自各地工贸公司, 数据量特别大, 集中存放在各地工贸数据库中的基表中; 总部根据需要, 建立这些表的视图(Views)、快照(Snapshot)和同义词(Synonyms)进行查看。

(2) 工资标准数据: 该类数据由总部产生和维护, 存储在总部数据库的基表中。这类数据量不大, 但更新快。因为它们是计算工资的基础, 各工贸公司需要经常远程访问这些数据。利用快照技术在各工贸公司进行本地备份, 并利用快照日志定时对本地快照进行不完全刷新, 以保持总部与工贸数据的一致性和完整性。利用同义词来简化一些繁琐的表名或

作者简介:姚文琳(1967—), 女, 副教授, 主研方向: 数据库, 语义 Web, 信息分类与过滤等; 王存刚、刘世栋、仇利克、硕士生
收稿日期:2005-12-29 **E-mail:** cun_gang@sohu.com

视图名，以后访问这些远程的数据库的表或视图时可直接写同义词名，无须指明数据所在结点的名字，达到透明访问^[4]。

(3)在各工贸公司和总部互传的数据：各工贸公司的本地汇总数据及监督的参数需要定期上传总部，同时总部某些数据比如商场信息，由总部定期从商场维护系统中获取，然后分发给各个工贸。

为了提高系统的灵活性，用 PL/SQL 编写了一个存储过程作为接口程序进行数据的远程读取。图 2 表明了以上 3 种数据库对象之间的关系。

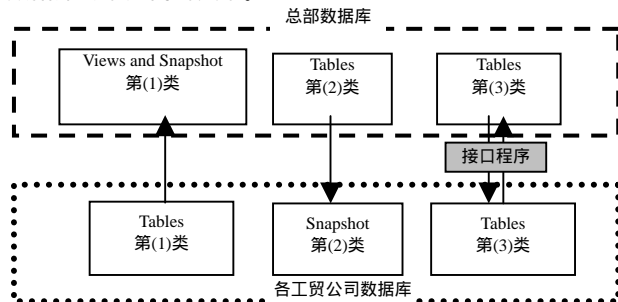


图 2 数据库对象之间的关系

2.2 数据表设计

设计数据表时要注意两点：(1)多建窄表，少建胖表。即表要有尽量少的列；(2)对经常使用的大表要合理使用索引、分区等技术进行优化。本系统用到的数据表很多，其中工贸的销量表(TB_SALE_INFO)是最重要的一个。销量表用来存放销量明细，每销售一件商品它会增加一条新记录，日积月累数据量越来越大，性能也越来越差，必须进行优化。销量数据具有明显的时间性，按时间范围对其分区，分区列为 SALE_DATE(销售日期)，把每月的数据放在一个分区里，提高了查询性能。

3 Oracle 远程数据库访问技术

在 Oracle 分布式数据库中，各数据库之间的访问是通过 Oracle 远程数据库访问技术实现的。通过建立远程数据库的数据库链接，可将分布式数据库当作单一的数据库来处理。当有远程数据访问时，本地数据库根据链接的地址、用户和口令自动登录到远程数据库进行数据处理。同时可以用同义词和视图来提供数据库对象的透明性。

3.1 配置 SQL*NET

Oracle 联网的基础是 SQL*NET。它是一个在 TCP/IP 等标准网络协议顶层运行的软件层，能为驻留在不同机器上的各种 Oracle 产品间的通信提供接口，能连接客户机和服务器间的通信，也能连接服务器与服务器间的通信。这种通信主要是通过 3 个配置文件 TNSNAMES.ORA、LISTENER.ORA、SQLNET.ORA 来实现的。

(1)TNSNAMES.ORA

在 Oracle 分布式数据库中，数据库的每一个对象都是通过“完全识别对象名”即 FQON 来唯一识别的。FQON 由 4 个部分组成：服务器名，实例名，拥有者名，对象名。要访问一个远程表，必须知道表的 FQON。在 SQL*NET 中，FQON 的信息存储在 TNSNAMES.ORA 中。下面是 TNSNAMES.ORA 配置的一个样例：

```
LOC=/*服务名 LOC*/
(DESCRIPTION =
(AADDRESS = (PROTOCOL = TCP) /*通信协议为 TCP*/
(HOST= HQ) /*服务器名为 HQ 或其 IP 地址*/
```

```
(PORT = 1521)) /*通信端口为 1521*/
(CONNECT_DATA =
(SID = LOC)) /*数据库实例名为 LOC */
)
```

TNSNAMES.ORA 配置文件主要包括服务名和地址/连接描述两部分：服务名(也称作别名)是指向 FQON 的一个连接，地址/连接描述是连接的详细信息，包括通信协议、服务器名、通信端口、数据库实例名等几个部分。服务名和地址/连接描述也称为一个连接串。在商流直销员工资系统中，工贸数据库要访问总部数据库必须在本地的 TNSNAMES.ORA 配置如下的连接串：

```
ZONGBU= /*服务名为 ZONGBU */
(DESCRIPTION =
(AADDRESS = (PROTOCOL = TCP) /*通信协议为 TCP*/
(HOST = SALARY) /*总部服务器名为 SALARY */
(PORT = 1521)) /*通信端口 1521*/
(CONNECT_DATA =
(SID = ORCL)) /*总部数据库实例名为 ORCL */
)
```

同样，总部数据库若要访问各工贸数据库，必须在本地的 TNSNAMES.ORA 配置各工贸的连接串，下面是连接北京工贸的连接串：

```
BEIJING= /*服务名是 BEIJING */
(DESCRIPTION =
(AADDRESS = (PROTOCOL = TCP) /*通信协议为 TCP*/
(HOST = BEIJING) /*服务器名为 BEIJING */
(PORT = 1521)) /*通信端口 1521*/
(CONNECT_DATA =
(SID = ORCL)) /*数据库实例名*/
)
```

总部连接其他工贸的连接串配置类似上例。因为访问指向一个服务名时就要对 TNSNAMES.ORA 文件进行全文搜索，为减少负面影响应尽可能使 TNSNAMES.ORA 文件短小。

(2)LISTENER.ORA

在网络的每一个服务器上都有一个 LISTENER.ORA 文件，文件 LISTENER.ORA 中列出了计算机上的所有监听进程及实例的地址和名字，它包含 4 个部分：头部分，内部进程调用地址定义部分，实例定义，操作参数。

(3)SQLNET.ORA

这个配置文件由客户机和服务器使用，它包含关于 Oracle names 的信息和其它客户机参数信息。

3.2 建立数据库链接

在 Oracle 分布式数据库中，访问远程数据库是通过建立数据库链接实现的。数据库链接定义了如何从一个数据库访问另外一个数据库，同时也可以使用特殊的方式指定访问路径。如果需要频繁地使用一个远程数据库的连接，则需要建立一个数据库链。例如各工贸数据库要远程访问总部数据库的基表，需要建立如下的链接：

```
create database link ZONGBU_LINK
connect to SHANGLIU identified by SHANGLIU
using 'zongbu';
```

命令 create database link 有 3 个参数：(1)链接名(例中的 ZONGBU_LINK)；(2)连接账户(例中用户名是 SHANGLIU，口令是 SHANGLIU)；(3)服务名(例中是‘zongbu’)。

其中(2)的连接账户如果不指定，将在远程数据库中使用本地用户名和口令登录。

数据库链接有私有链接和共有链接两种：私有链接由单个用户所拥有；共有链接可以被“本地”数据库中所有用户所拥有。如果一个数据库链对所有用户都是可用的，就可以将其建立为共有数据库链接。建立方法是在 create database link 命令中加入 public 关键词：

```
create public database link ZONGBU_LINK
connect to SHANGLIU identified by SHANGLIU
using 'zongbu';
```

为了使用建立好的数据库链接，只需要用符号“@”加上数据库链名作为表的后缀就行了。比如要访问总部的基表，TB_GOODS_KIND,SQL 语句可以这样写：

```
select * from TB_GOODS_KIND@ ZONGBU_LINK
where tb_kind = '101';
```

当执行此查询时,Oracle 通过 ZONGBU_LINK 数据库链在总部数据库建立一个对话，并且查询此数据库的 TB_GOODS_KIND 表，返回该表中满足 where 条件的记录，如图 3 所示。值得注意的是数据库链接不能用于从 LONG 数据类型的列返回值。这个过程由 Oracle 自动完成，从而实现了对远程数据库的透明访问。

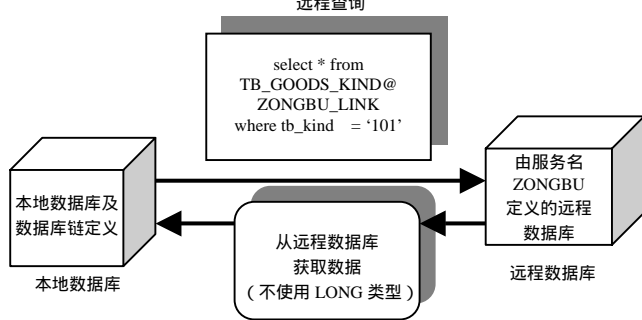


图 3 远程查询实例

3.3 视图和同义词的应用

建立数据库链之后，可以用视图或同义词来隐藏数据库对象的实际存放位置，实现对用户的透明访问，增强系统的安全性。比如总部要查看北京工贸的 2004 年 6 月的销售数据明细。销售数据存放在表 TB_SALE_INFO 中，为此总部需要先建立北京工贸的数据库链接：

```
create public database link BEIJING
connect to SHANGLIU identified by SHANGLIU
using 'beijing';
```

然后建立表 SCAN_SALE_INFO 的视图：

```
create view VIEW_BEIJING_SALE
as select * from TB_SALE_INFO@ BEIJING
where total_month='2004-06';
```

最后可以像使用本地对象一样查询视图 VIEW_BEIJING_SALE：

```
select * from VIEW_BEIJING_SALE;
```

如果查询没有约束的话可以直接使用同义词：

```
create public synonym SYNM_ BEIJING_SALE for
TB_SALE_INFO@ BEIJING;
```

查询本地同义词 SYNM_ BEIJING_SALE 的用户会自动地将查询指向服务名 'beijing' 指定的北京工贸数据库中的表 TB_SALE_INFO，整个定位过程对用户是透明的。视图和同义词的使用使数据库对象对用户透明，增强了系统的安全性。

4 远程数据的存储与更新

分布式数据库系统中事务分布在各个节点上。Oracle 提

供的两阶段(2pc)机制即准备(Prepare)阶段、提交(commit)阶段，可以把各个节点的事务看作一个逻辑单元：单元里的事务要么全部提交(commit)，要么全部回滚(rollback)。

利用数据库链和 2pc 可以实现数据的远程存储和更新。例如，在商流直销员工资系统中，工资计算完毕后要进行审核。工资审核时要执行两个事务：首先将应发工资更新到工贸表 TB_SALARY_SUM 的 salary_num 字段中，同时要将总部工资核算表 SALARY_SUM 中的标志字段 salary_flag 值更新为 1，表明该项工资已审核过，不能再作修改。命令如下：

```
Update TB_SALARY_SUM
Set salary_num = 1500;
Update SALARY_SUM@ZONGBU_LINK
Set salary_flag = 1;
Commit;
```

执行两个 update 事务，第 1 个 update 针对工贸本地的 TB_SALARY_SUM 表，第 2 个 update 则针对总部远程表 (SALARY_SUM @ZONGBU_LINK)。这两个 update 都成功执行后，就执行提交；若其中任何一个不能成功执行，则回滚全部事务。

分布式事务集往往涉及多个主机和数据库，可选一个主机和数据库设为最可靠的或拥有最关键性数据的提交点位置，如果数据在这里提交，则所有数据库都提交；如果数据提交失败，那么其他节点的事务要回滚。提交点位置由 Oracle 根据数据库的提交点强度(commit point strength)选择。提交点强度可以通过 init.ora 文件的参数设置，例如：

```
commit_point_strength= 200
```

提交点强度值是一个相对比值，不是绝对值，可将提交点位置的提交点强度值得设大些，比如 200(不能超过 255)，其他数据库的值依次降低。在商流直销员工资系统中，关键性事务发生在工贸服务器，可将工贸服务器作为提交点位置。

5 结论

利用 Oracle 远程数据访问技术和分布式事务处理能力，可以实现远程数据库间的数据共享、存储和更新。SQL*NET 是 Oracle 联网的基础，必须根据需要正确配置。数据库链接为数据库间的相互访问提供了便利，视图、同义词能隐藏数据库对象的真实位置，实现数据库对象位置透明，从而简化了系统复杂度，既有利于系统的安全，也方便用户的访问。Oracle 的 2pc 机制确保了分布式事务的完整性、一致性。此外，系统安全和系统优化也是分布式数据库应用系统设计需要考虑的重要问题。在商流直销员工资系统中，采用了数据加密、权限管理、审计跟踪等方式来强化系统的安全；对系统的内存、SQL 语句、大数据表(如销量表)分别进行了优化。经过使用，证明该系统高效、稳定、安全，较好地满足了实际的需求。

参考文献

- 1 Oracle Corporation Oracle9i Advanced Replication(Release 2(9.2)) [EB/OL]. <http://www.oracle.com>, 2002.
- 2 潘群华. 分布式数据库系统中数据一致性维护方法[J]. 计算机工程, 2002, 28(9): 251-252.
- 3 Mostefaoui A, Mourgaya E, Raynal M. An Introduction to Oracles for Asynchronous Distributed Systems[J]. Future Generation Computer Systems, 2002, 7(1): 94-95.
- 4 葛卫民. 基于 Oracle 高级复制的分布式数据库系统应用研究[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(2): 180-181.