

一个数据同步系统的设计及实现^①

Design and Implementation Of a Data Synchronization System

时俊苓 (中国科学院研究生院 北京市 100049, 中国科学院软件研究所软件
工程技术中心 北京 100190)

叶 丹 (中国科学院软件研究所 软件工程技术中心 北京 100190)

摘要: 越来越多的企业应用中涉及到数据的同步,我们自主研发了一个数据同步系统,解决了分布式环境下,异构数据源数据间的同步问题。本文介绍了该同步系统的体系结构,给出了两种数据源(数据库和普通文件)同步方法的设计及实现,同时结合某供应链平台,给出了数据同步方案。

关键词: 数据同步 增量复制 触发器 适配器 异构数据源

1 引言

随着信息化建设的发展,越来越多的应用中涉及到数据的同步,尤其对于分层管理模式下的大型企业和国家机关,各级机构之间往往需要及时、可靠地同步大量的数据信息。然而在数据同步过程中往往遇到以下问题:

各级机构的应用系统不同,数据库不同,要求异构数据库间数据同步。

要同步的数据格式多样化:有普通文件、XML 文件、格式化文本等。

要求数据的同步要实时,高效、可靠。

在以往的解决方案中,数据同步的过程,经常需要人工干预,例如:需要人工把数据库中的数据导出,经过 EMAIL 或 FTP 发送到目的端,再由人工导入到目的数据库,整个过程既繁琐,又不能实时,而且会影响到数据的完整性、可靠性和安全性。考虑到以上问题,我们开发了一个数据同步系统,实现了数据采集、转换、迁移和加载的自动化,很好的解决了分布式环境下,异构数据源数据间的同步问题。

2 数据同步系统体系结构

数据同步系统自上而下分为三层,数据同步控制

层、数据访问与加工层和数据传输渠道层。体系结构如下图:

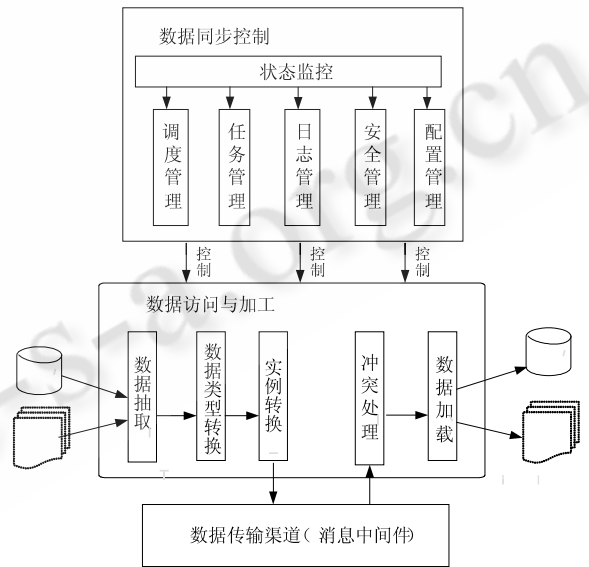


图 1 系统体系结构

数据同步控制层主要用来定义数据同步的过程,包括状态监控、调度管理、任务管理、日志管理、安全管理、配置管理等功能;数据访问与加工用于完成实际的数据采集,变换和加载。包括数据抽取、数据类型转换、实例转换、冲突处理和数据加载等功能。数据传输

① 基金项目:863 项目:大规模网络环境下按需数据集成技术与系统(2007AA01Z149);基于语义知识的数据集成关键技术与平台研究(2007AA04Z148)

渠道层提供多种传输渠道,保障安全可靠的数据传输。例如:消息通信中间件,文本传输渠道等。

2.1 数据同步控制

数据的同步过程,包括:数据的提取、转换、传输和加载,通过任务定义的方式定义数据处理流程,完成在各种网络条件下的数据同步操作。如:指定要发送的数据源,目的数据源,执行方式等等。任务可以手工执行和自动执行,特别是可以灵活定义触发条件,如确定时刻触发、确定间隔触发,实现数据的自动复制;同样,也可预先设定任务停止触发的时间。用户一旦定义了自动执行的任务,就不再需要人工干预,系统会根据设定的条件自动地将数据从源数据端复制到目的数据端,并进行自动加载。

对于整个数据同步过程可以进行监控,便于用户及时观测数据发送与接收的状态,可以给出发送、接收数据的统计信息。例如:一次发送几张表,用户可以看到发送到哪张表,发送了多少条记录,还有多少条记录没发送,接收到哪张表,接收了多少条记录等等。

2.2 数据访问与数据加工

数据访问与数据加工分别用数据源适配器和插件的形式实现,适配器和插件能在服务器中动态的加载和卸载。不同的数据源定义成不同的适配器,这样满足了良好的扩展性,以后再有新的数据源出现,只需要开发新的适配器即可。数据访问完成对数据源数据的读取,转换,加载功能。数据加工完成对数据的进一步处理,如加密、数值变换等。在数据读取过程中,支持增量数据的获取,在加载过程中,能够对数据冲突进行处理。例如:在关系型数据库数据入库的时候,遇到数据唯一性冲突,我们提供四种冲突处理方式:覆盖冲突的记录、抛弃冲突的记录,拒绝接收到的所有记录,入库前清除目的表。

2.3 数据传输

支持多种传输方式,并具备强大的可扩充能力,这种可扩充性仍然是通过适配器的方式实现的。系统除支持文本传输渠道,还支持消息通信中间件传输渠道。文本传输渠道,是基于操作系统共享文件夹的传输方式,其基本思想是:发送端将数据放到共享文件夹中,接收端从共享文件夹中获取数据,该传输方式适合局域网内数据的传输。基于消息通信中间件的传输方式适用于 internet 广域网下分布式数据的传输,比如:数据的上传、下载。关于消息中间件的详细介绍不在本

文范围内。

3 关键技术实现

3.1 数据库增量复制

数据库增量复制是指每次只同步变化的数据,如数据的增加、删除、修改,把这些变化的数据同步到目的端,让目的端完成相应的增加、删除、修改操作。该方法可以提高系统执行效率,减少网络流量。获得数据库增量数据的方法有很多,本系统采用基于触发器方式的增量复制方法。

触发器方式的增量复制方法:当创建发送数据源(要发送的表,字段),为每个表创建增、删、改触发器,和一张增量表(记录要发送的变化的数据)。当发送的表发生变化时,触发器将变化的记录插入到增量表中。发送完毕后,根据时间戳清除本次增量表中的记录。变化的记录被发送到接收端后,根据具体操作类型,在目的端完成相应的操作。以达到发送端和接收端数据的同步。

增量表的设计:增量表包括要发送表的所有字段(不包括大字段),增加两个字段:操作类型和时间戳,对于插入的记录,操作类型定义为“n”,对于删除的记录操作类型定义为“o”;对于修改的记录,增量表中保存两条记录,操作类型分别为“o”和“n”。对于表中大字段的读取,在从增量表中读完一条记录后,再根据表的主键往原表(原来要发送的表)中获得大对象字段大字段信息,如果没有主键,将原表中所有非大字段一起作为主键对待。

例如:数据库表 test(a1, a2, a3, a4, a5),其中 a1 是主键, a5 是大对象字段,如:oracle 中的 CLOB, BLOB。该数据库表对应的增量表设计如下:

表 1 增量表

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	DI_OPERATION	DI_TIMESTAMP
1	1	1	1	N	
2	2	2	2	N	
3	3	3	3	O	
4	4	4	4	O	
4	4	4	4	N	

由表 1 中的数据可以看出,对 test 的表做的操作是:增加了主键是 1 和主键是 2 的记录,删除了主键是 3 的记录,修改了主键是 4 的记录。在发送时,逐条读取该

表的记录,同时根据主键从原表中匹配得到大对象数据,组合成完整的记录,发送到接收端,接收端根据操作类型,完成相应操作,从而实现发送端与接收端的同步。

3.2 异构数据源间数据类型的转换

主要考虑异构数据库间数据的转换。我们以 ODBC 数据类型作为全局模式,其他数据库通过 ODBC 驱动程序,将自己的数据类型映射到 ODBC 数据类型。这样各个数据库之间可以做到类型间的转换。经过实验,我们给出了两个主流数据库间数据类型的对应关系。

表 2 数据类型对照表

ODBC 类型	SQL Server 类型	Oracle 类型
SQL_UNKNOWN_TYPE		
SQL_CHAR	CHAR	CHAR, NCHAR, ROWID, UROWID
SQL_NUMERIC	NUMERIC	
SQL_DECIMAL	DECIMAL-MONEYSMALL-MONEY	NUMBER
SQL_INTEGER	INT	
SQL_SMALLINT	SMALLINT	
SQL_FLOAT	FLOAT	
SQL_REAL	REAL	
SQL_DOUBLE		FLOAT
SQL_TIMESTAMP	DATETIMES-MALLDATETIME	DATE
SQL_VARCHAR	VARCHAR	VARCHAR2, NVARCHAR2
SQL_LONGVARCHAR	TEXT	LONG, CLOB, NCLOB
SQL_BINARY	BINARY	TIMESTAMP
SQL_VARBINARY	VARBINARY	RAW
SQL_LONGVARBINARY	IMAGE	LONG, RAW, BLOB, BFILE
SQL_BIGINT	BIGINT	
SQL_TINYINT	TINYINT	
SQL_BIT BIT	BIT	
SQL_NCHAR	NCHAR	CHAR
SQL_NVARCHAR	NVARCHAR	VARCHAR

从表 2 中可以看到,对于没有对应关系的数据类型,在进行转换时需要自己做映射表,把类似的数据类型对应上。例如:SQL_NUMERIC 在 oracle 数据库中就没有于其对应的类型,这样,如果想把 sql server 中的 NUMERIC 类型,转换成 oracle 中的 NUMBER 类型,oracle 的 ODBC 驱动就不能自动转换,这时需要我们自己做映射,将 SQL_NUMERIC 映射为 SQL_DECIMAL,oracle 驱动根据 SQL_DECIMAL 便可以找到 number 类型。

3.3 普通文件的增量复制

普通文件的同步,同样以适配器的方式实现。普通文件适配器用于访问操作系统本地文件夹下的文件,既可以复制单个文件,也可以复制一个目录下的文件,包括子目录。如果某个目录下的文件发生变化,如:文件的增加,文件的删除,文件的修改。目的端相应的目录也跟着变化,完成相应目录下文件的同步,如果目标文件或目录不存在,可以创建与发送端相同的目录。

实现方法:对于要发送的目录及子目录,当创建发送数据源时,在每个目录下创建一增量文件,该文件记录当前目录下每个文件的文件名及创建的时间。当要放送某个目录时,遍历该目录下的文件,对每个文件名,查找该目录下的增量文件,如果增量文件中包括该文件名,但是创建时间早于该文件的当前系统时间,表示该文件做了修改,如果该文件在增量文件中不存在,表示该文件是新增加的文件。如果遍历的文件夹中不包含有某个文件,而该文件在增量文件中存在,表示该文件已被删除。这样,通过增量文件记录下某个目录下的文件变化,待发送时,像读取数据库数据一样,每条记录包括文件的全路径,增量标志,文件内容,文件内容作为大对象字段处理。接收端收到记录后,根据增量标志,文件的全路径,完成相应文件的增加、删除、修改,以达到同步的目的。

4 系统在供应链平台中的应用

在某供应链平台中,各分系统需要共享数据,而各分系统的数据库类型不同,表的结构不同,要求某些数据要一致。例如:供应商管理系统是 sql server 数据库,产品发布系统是 oracle 数据库,当供应商管理系统中的供应商信息发生变化时,产品发布系统中的相应供应商信息需要同步,本系统自动抓取 sql server 中供应商的变化信息,发送到渠道,接收(下转第 97 页)

(上接第 14 页)

端自动从渠道获得数据保存到 oracle 数据库中。另外,在供应链平台中,产品编码系统需要把新产生的编码导出成 EXCEL 文件,将该文件下发到各个供应商客户端系统,由客户端系统再进行处理,这就涉及到操作系统普通文件的同步,我们的数据同步系统能够把编码文件发送到各个客户端,编码文件更新,客户端的文件同时更新,很好的满足了项目的需求。

5 结束语

在数据集成领域,数据的同步是一项核心技术,文章介绍了数据同步系统的系统结构及关键技术的实现。该系统具有:支持操作过程自动化、支持异构数据源、支持数据增量复制等特点,并在某供应链平台中得到广泛

应用。

参考文献

- 1 徐波,戴勇. 一个通用双向数据库复制的解决方案. 计算机应用,2003,23(9).
- 2 张瑛,夏克俭,张法明,蒋晨晓. 分布式异构数据库数据同步系统的研究与实现. 小型微型计算机系统,2007,28(10).
- 3 张震. 异构数据库同步系统的研究与实现. 计算机应用,2002,22(10).
- 4 史海波,马玉林. 分布数据复制技术及其应用. 计算机工程与应用 2002,(2):173.