

# 数据交换系统中变化数据实时处理的研究与应用

颜廷良

(国网电力科学研究院,江苏南京 210003)

**摘要:**如何处理企业关键性业务系统中变化的敏感数据,是企业在信息化建设过程中必须解决的关键性问题。为了消除企业的“信息孤岛”问题,提高信息共享利用的效率和水平,文中设计了一套变化数据实时同步处理的解决方案。该方案通过将触发器与记录表相结合来捕获数据的变化,通过数据交换平台对变化数据进行处理与传递,从而实现敏感数据在系统之间的快速、可靠的实时同步。目前,该成果已实际应用于南方电网中,并取得了良好的应用效果。

**关键词:**数据交换;数据同步;变化捕获;记录表

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)05-0157-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.05.038

## Research and Application of Real-time Processing Changed Data in Data Exchange System

YAN Ting-liang

(State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** How to process changed and sensitive data in critical business systems is a key problem which must be solved in the implementation of enterprise informatization. In order to solve the problem of “information island” and improve the efficiency and level of information sharing, a solution is designed for real-time processing variable data. The solution combines trigger with record table for change capturing, and uses data exchange platform for processing and transmitting changed data, which ensures data real-time synchronization between systems quickly and reliably. The achievement has been used in China Southern Power Grid, and achieved good result.

**Key words:** data exchange; data synchronization; change capturing; record table

## 0 引言

随着信息化建设的不断发展,企业信息系统的数量不断增多,但是由于缺乏统一的战略规划以及市场竞争和技术发展的原因,多数政府和企业只建设自己独有的办公系统和业务系统,而这些独立的、异构的、封闭的系统使得系统间的信息共享和业务处理无法进行,形成了“信息孤岛”,大量的资源不能充分发挥应有的作用,不能形成网络业务的交互、共享和协同,这已经成为制约企业信息化建设的主要瓶颈<sup>[1]</sup>。

为了有效地消除“信息孤岛”问题,如何有效实现各应用系统之间的数据交换成为一个迫切需要解决的问题。数据交换能实现异构系统间的信息互动,使异构系统的数据能无缝地迁移与转换,实现信息的高效利用和共享。为保证在空间上独立分布的异构数据库中数据的一致,异构数据库实时数据交换的需求越来越

突出,尤其对于那些数据敏感的业务系统,而实现实时数据交换的关键是要解决数据库中变化数据的实时捕获处理问题<sup>[2]</sup>。文中设计了一套变化数据的实时同步处理的解决方案,该方案能有效解决变化数据的实时同步问题,为业务系统之间的实时无缝数据交换提供一种有效手段。目前,该方案已经在多个电力企业信息系统项目中得到应用,效果良好。

## 1 数据同步系统结构

对于对数据敏感的业务信息系统,变化数据的捕获处理是一个关键的且必须要解决的问题。目前,常用的数据库数据变化捕获方法包括以下几种:快照法、日志法、时间戳法、影子表法、触发器法、控制表法等<sup>[3]</sup>。这些变化捕获方法虽然有各自的优点,但也同时存在一定的局限性。因此,需要采用一种通用的、高

收稿日期:2013-06-05

修回日期:2013-09-12

网络出版时间:2014-01-28

基金项目:海南电网科技计划项目(K-HN2011-009)

作者简介:颜廷良(1982-),男,江苏连云港人,硕士,工程师,研究方向为电力系统自动化、信息系统集成。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140128.1148.035.html>

效的变化数据捕获方法,这里采用了结合触发器法与控制表法的一种方法,可以称之为记录表法。概括来说,记录表法是通过触发器将同步所需的变更控制信息记录在统一的表中,存储这些变更控制信息的表就称作记录表。在同步进行时,根据记录表中的控制信息,对变更的数据项进行同步处理。记录表法的工作机制是:在数据库中创建记录表,使用触发器对业务系统数据库中数据敏感表进行监控,当这些敏感表中某条记录发生变化时,触发器会将变化记录的主键、执行的操作类型、修改时间等信息保存到记录表中,数据交换平台读取记录表中的控制信息,并通过控制信息读取变化数据,最后根据控制信息的操作类型在待同步数据库中执行相应的数据库操作,从而实现了数据同步的过程。由于记录表中保存的是变化记录的主键信息,所以记录表法可以直接获得对象的净变化量,运行和传输效率都很高,占用的数据库存储空间也较小,易于管理<sup>[4]</sup>。

在实际应用中,记录表常常与触发器结合起来使用,图 1 为数据同步系统的逻辑结构图。

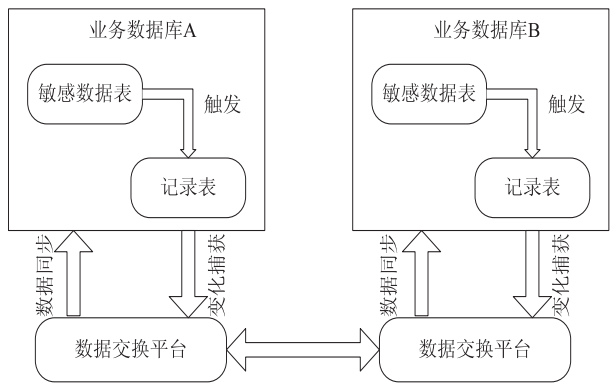


图 1 数据同步系统逻辑结构

同步系统从总体上可分为两部分,一部分为数据库端,实现数据变化的实时记录,另一部分为数据交换平台端,实现数据的变化捕获、数据处理与数据传输<sup>[5]</sup>。

2 记录表数据模型设计

为尽量减少系统资源,提高执行效率,记录表以精简、完整、可扩展为设计原则,设计了两张关联的数据表作为记录表,以此作为业务系统之间数据同步的媒介。记录表由公共更新索引表与公共键值表两张表组成,如图 2 所示。

公共更新索引表记录了对数据库表的操作信息,包括了操作的表名、操作标识、数据的流向等信息,在对敏感数据库表进行变更操作时,需往该表登记相应的操作信息。

公共键值表是公共更新索引表的子表,存放着具

体记录的信息,包括数据库表的主键字段名和主键值,在对数据库表进行变更操作时,也需往该表登记相关信息。

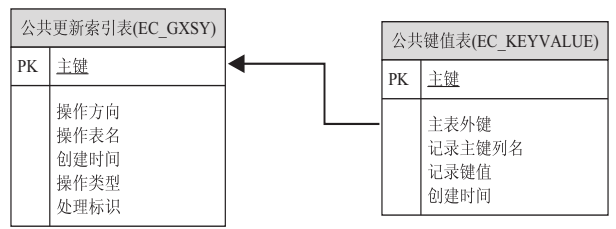


图 2 记录表数据模型

记录表里指明了发生数据变化的表名、主键名、主键值、是否被处理标识,也指明了该条数据记录是发生了新增、修改、删除中的何种变化,通过这些标识,可以准确地定位到变化的数据以及对该变化数据的处理手段。

3 变化数据实时捕获同步处理过程

一个完整的、松散耦合的数据同步系统可以由五个组件构成,分别为接口注册组件、变化捕获组件、事件驱动组件、数据转换处理组件和数据传输组件。

接口注册组件:该组件提供了统一的、透明的数据库访问和数据封装功能,抽象出了对数据库访问的具体实现。

变化捕获组件:该组件主要的任务是捕获发生变化的数据,该组件是通过触发器和记录表来实现的。在源数据库端针对敏感数据表配置对应的触发器,在该数据表发生数据变化时,将变化信息传入记录表。

事件驱动组件:当发生数据变化,记录表出现更新时,事件驱动组件监听记录表的变化,自动产生同步事件<sup>[6]</sup>。

数据转换处理组件:该组件提供数据的映射转换、消息封装与消息解封功能。

数据传输组件:该组件是各个应用系统交换数据的通道,主要实现了不同应用系统之间的数据传递。该组件有多种实现方式,Web Service 方式是其中一种通用且强大的方法<sup>[7-8]</sup>。

扮演数据库之间数据交换载体角色的是 XML,它能作为一种统一的数据描述工具,具有良好的可读性与扩展性<sup>[9]</sup>。利用 XML 结构对应的数据模型映射为数据库的结构,XML 对应的数据内容映射为数据库表内容<sup>[10-11]</sup>。可以将 XML 结构定义为 XD = <root, main, entity, attribute>,组成一个四层结构模型,包括根、主体、实体和属性。根对应于数据库中的概念是整个数据库;主体相当于数据库表中表的概念;实体相当于数据库表中行的概念;一个属性代表了一项具体的数据内容,对应于数据库中的概念是列。

数据同步可以是一个双向的、对称的过程,可以从系统 A 向系统 B 同步,也可以从系统 B 向系统 A 同步,处理流程是相同的。具体的变化数据实时捕获同步处理过程如图 3 所示。

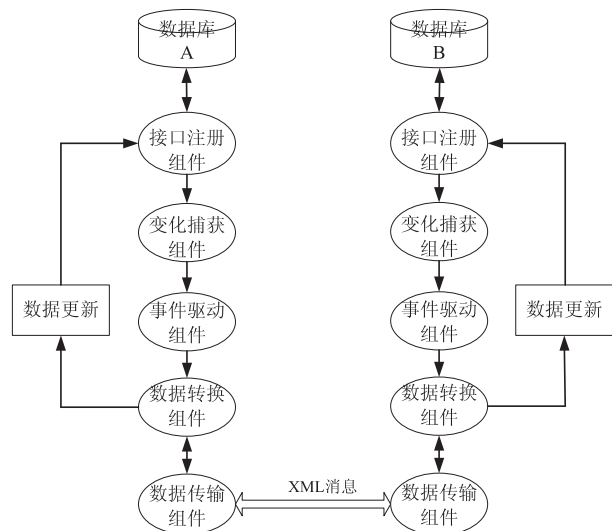


图3 变化数据实时捕获同步处理过程

数据同步服务实现了一个 noticeMsg (String obj\_id) 接口方法,其中参数 obj\_id 表示为公共更新索引表的主键 OBJ\_ID 的值,当出现数据变化时,启动该接口方法,传入 obj\_id 值。该接口方法的实现过程为通过 obj\_id 值查询到公共更新索引表里的数据的操作方向、数据表名、操作类型、处理标识等信息,然后根据 OBJ\_ID 值是关联子表公共键值表的外键值,查询公共键值表得到要操作表的主键列名和主键值,通过获取的这些信息准确定位敏感数据表中变化的记录。随后进行后续的数据处理与数据传输,对源数据库与目标数据库的两张数据表进行操作,实现两者间的数据同步。

具体的变化数据同步处理流程如下:

步骤 1:当数据库 A 中敏感数据表数据发生变化时,变化捕获组件捕获到变化的动作,执行将变化的日志信息记入日志表操作;

步骤 2:事件驱动组件监听记录表,一旦发现记录表更新,立即调用接口注册组件,提取敏感表中发生变化的数据,组建成为 XML 格式数据;

步骤 3:数据转换组件根据一定规则对 XML 数据进行解析转换,使数据符合目标数据库 B 的要求;

步骤 4:数据传输组件从数据转换组件获取目标 XML 消息,并与目的端的数据传输组件建立通信通道,传输 XML 消息;

步骤 5:目的端收到 XML 消息后,由数据转换组件对 XML 消息进行解析;

步骤 6:解析 XML 消息完成后,由接口注册组件进行数据的入库操作,完成数据的更新,从而实现了一

次完整的数据同步。

## 4 数据同步系统应用

当前,越来越多的集团型企业建设了统一的信息系统,形成了多层级模式下的分布式应用<sup>[12]</sup>。以南方电网公司为例,下设五大省级电网公司,省级电网和南方电网公司总部都会部署例如生产管理信息系统、应急指挥系统、调度自动化系统等关键性的业务系统,上下级之间会存在大量的数据交换<sup>[13]</sup>,下级业务系统中的敏感数据在发生变化时需要向上级系统实时同步。图 4 为南方电网公司数据同步系统部署分布图。

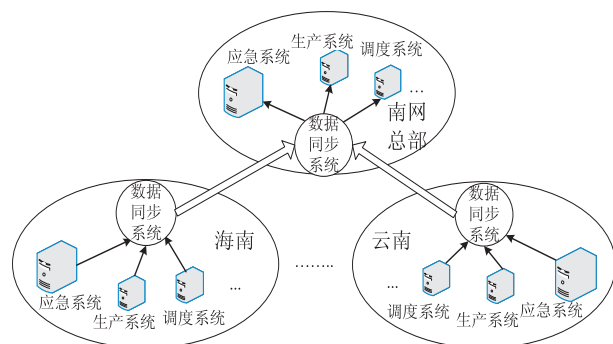


图4 南方电网数据同步系统部署分布

在南方电网中,在各单位均部署了数据同步系统,当下级单位关键性的业务系统中有敏感数据发生变化时,通过数据同步系统,实时地将变化的数据同步到上级单位对应的业务系统中。

## 5 结束语

数据交换实现了各单位业务系统的互连互通和数据共享,为重要数据的实时同步提供了有效支撑。文中设计了一套变化数据的实时同步处理的解决方案,该方案采用了触发器与记录表相结合的方式捕获数据的变化,通过数据交换平台对变化数据进行处理与传递,实现变化数据在两级系统之间的快速、可靠的实时同步。该数据交换系统已实际应用于南方电网中的某些关键业务系统中,并达到了良好的应用效果。下一步将扩大应用范围,研究进一步提高数据同步的工作效率。

## 参考文献:

- [1] 唐山峰,王淑营. 面向电子政务的异构数据交换解决方案[J]. 计算机技术与发展,2011,21(4):13-16.
- [2] Ankorian I. Change data capture-efficient ETL for real-time BI[J]. DM review magazine,2005,16(1):23-27.
- [3] 杨鹏,杨海涛,王正华. 异构数据库变化捕获及同步策略[J]. 计算机工程,2008,34(16):53-55.
- [4] 陈东亮,孙静. 数据交换系统中变化捕获方法的研究与

(下转第 163 页)



大了。所以大多数情况下总可以通过调节控制器参数使系统的裕度满足要求。

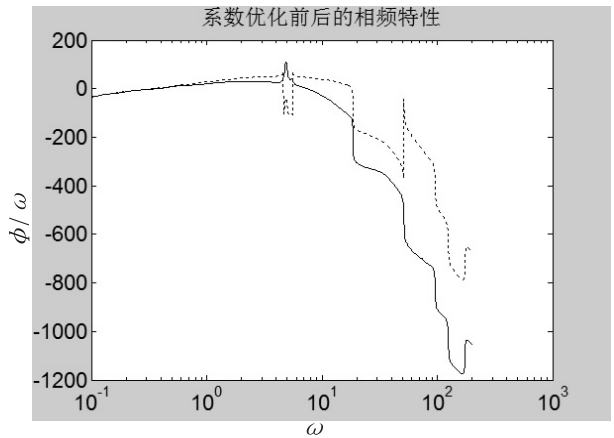


图3 控制器系数优化前(虚线)后(实线)系统相频特性

4 结束语

文中的优化方法采用的是改进的单纯形法。单纯形法具有物理概念清晰、算法简洁、控制参数收敛快、计算机工作量小等特点,适合于在线优化。

但是在对某些控制系统的优化过程中发现,并不是任意设置参数,都能获得较好的效果,单纯形算法也有很多缺点<sup>[12-14]</sup>:

1) 寻优参数初始值的设定及优化参数的选择对搜索结果有很大的影响,当初值偏离最优值较远时,往往搜索不到最优值。

2) 在寻优参数较多以及目标函数较大的情况下,容易造成单纯形算法的迭代次数增多,收敛速度变慢。

3) 在迭代过程中,有时会出现单纯形最大边长较长,而单纯形体积却已接近于零这一病态现象,从而导致的退化现象和搜索失败。

所以根据经验所给出的控制器参数的初始值往往

会影响到整个寻优过程。

参考文献:

[1] 汪瑞芳,陈东义. 连续系统仿真及应用技术[M]. 重庆:重庆大学出版社,2009.

[2] 蒋 珉. MATLAB 程序设计及应用[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2010.

[3] 栗塔山. 最优化程序原理与算法程序设计[M]. 长沙:国防科技大学出版社,2008.

[4] 蒋 珉. 控制系统计算机仿真[M]. 北京:电子工业出版社,2006.

[5] Hanselman D, Littlefield B. Mastering MATLAB7[M]. [ s. l. ]:Prentice Hall PRT,2004.

[6] Breton J L, Boudousq V, Rohmer J F, et al. A comparative study of Powell and Downhill 's simplex algorithms for a fast multimodal surface matching in brain imaging[J]. Computerized Medical Imaging and Graphics,2001,25(4):287-297.

[7] Seller K, Noelle F, Steffen B, et al. Investigation of mathematical methods for efficient optimization of aqueous two-phase extraction[J]. Journal of Chromatography B,2000,743(1-2):21-30.

[8] Headland P, Gustavsson A. Design and evaluation of an effective modified simplex method[J]. Analytica Chimica Acta, 1999,391(3):257-267.

[9] 孙 亮. 自动控制原理[M]. 北京:北京工业大学出版社,2010.

[10] 刘晓谦,王 勇,穆顺勇. 基于单纯形法的 PID 控制器参数优化设计[J]. 计算机仿真,2004,21(11):191-193.

[11] 陆会明,董 艳. 基于 COM 技术的控制系统优化组件的实现及应用[J]. 现代电力,2002,19(6):81-87.

[12] 邓 勃,闵顺耕. 几种单纯形优化方法优化性能的比较研究[J]. 分析化学,1994,22(3):272-277.

[13] 王 宏,李 洪,朱 军. PID 调节器参数优化设计的一种改进方法[J]. 黑龙江电子技术,1997,10(1):31-33.

[14] 孙锐睿,仇汝臣,周田惠. 单纯形的加速算法[J]. 南京理工大学学报,2003,27(2):209-213.

(上接第 159 页)

实现[J]. 计算机工程与设计,2010,31(1):94-97.

[5] 秦贞远,马素霞,齐林海. 电能质量数据交换平台的关键问题研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(4):206-209.

[6] 王玉标,饶锡如,何 盼. 异构环境下数据库增量同步更新机制[J]. 计算机工程与设计,2011,32(3):948-951.

[7] 李 菲,张新家,袁 林. 基于 Web Services 的群组数据交换系统的研究与实现[J]. 计算机技术与发展,2011,21(12):186-190.

[8] Xu Jun, Lee W Y. Sustaining availability of Web services under distributed denial of service attacks[J]. IEEE trans on

computers,2003,52(2):195-208.


[9] Vimercati S, Marrara S, Samarati P. An access control model for querying XML data[C]//Proc of the workshop on secure web services. Fairfax, VA, USA:[ s. n. ],2005:36-42.

[10] 耿 飙,宋余庆,梁成全,等. XML 文档到关系数据库映射方法的研究[J]. 计算机应用研究,2010,27(3):951-954.

[11] 刘艳辉,董碧丹,张 峰. 数据交换平台的分布式应用研究[J]. 计算机工程与设计,2009,30(16):3780-3782.

[12] 孙丕石,曹占峰,王亚玲,等. 国家电网公司数据交换平台研发与应用[J]. 电网技术,2008,32(22):62-67.

# 数据交换系统中变化数据实时处理的研究与应用

作者: [颜廷良, YAN Ting-liang](#)  
作者单位: [国网电力科学研究院, 江苏 南京, 210003](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)   
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)  
年, 卷(期): 2014(5)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201405038.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201405038.aspx)