

# 遥感数据异地备份中数据一致性方法研究与实现

程艳娜<sup>①,②</sup>, 李安<sup>①</sup>, 冯钟葵<sup>①</sup>, 陈俊<sup>①</sup>, 唐梦辉<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> 中国科学院对地观测与数字地球科学中心, 北京 100094;

<sup>②</sup> 中国科学院研究生院, 北京 100080)

**摘要:** 近年来, 遥感数据的备份与容灾是数据存储与安全领域内备受关注的问题。异地备份的目的是实现数据的互备份和互检索, 实现遥感数据动态备份与快速恢复。本文根据遥感数据异地备份自身的特点, 在借鉴分布式数据库系统中维护数据一致性方法的基础上, 提出了基于消息队列机制的异步复制控制法、差错控制法和同步文件比对法 3 种维护遥感数据一致性的方法, 同时对这 3 种方法的区别和联系进行了初步分析。

**关键词:** 遥感数据; 数据一致性; 异地备份; 消息队列

**doi:** 10.3969/j.issn.1000-3177.2011.01.007

**中图分类号:** TP79    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-3177(2011)113-0037-04

## Data Consistency Research and Implement in Remote Sensing Data Remote Backup

CHENG Yan na<sup>①,②</sup>, LI An<sup>①</sup>, FENG Zhong kui<sup>①</sup>, CHEN Jun, TANG Meng hui<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> Center for Earth Observation and Digital Earth Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086;

<sup>②</sup> Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

**Abstract:** In recent years, the backup and disaster recovery of remote sensing data have gained more and more concern in the area of data storage and security. The aim of remote backup is to achieve mutual backup, mutual search, dynamic backup and rapid recovery of remote sensing data. According to its own characteristics of remote sensing data remote backup and based on the approaches of maintaining data consistency in distributed database system, this paper raises message based control method of asynchronous replication, error control method and consistent file comparison method to maintain the consistency of remote sensing data. Meanwhile, it conducts a preliminary analysis on the differences and connections among the three methods.

**Key words:** remote sensing data; data consistency; remote backup; message queue

### 1 引言

随着信息化程度的深入发展, 企业的数 据以指数方式增长, 大量的数据在带给企业财富的同时, 数据丢失带来的损失也越来越大, 灾 难备份则显现出重要性。

灾难备份按备份的地点又可以分为同城灾难备份和异地灾难备份<sup>[1]</sup>。同城灾难备份方案是在同城或相近区域内建立两个数据中心, 一个为生产中心, 负责日常生产运行; 另一个为灾难备份中心, 负责在灾难发生后的计算机系统运行。这种方案由于生产

中心与灾难备份中心的距离比较近, 比较容易实现数据的同步镜像, 保证高度的数据完整性和数据零丢失。同城灾难备份方案一般用于防范火灾、建筑物破坏、供电故障、计算机系统以及人为破坏引起的灾难。异地灾难备份一般是在两个较远的(100km 以上)的城市分别建立生产中心和灾难备份中心, 实现远距离的灾难备份。异地灾难备份不仅可以防范火灾、建筑物破坏等可能遇到的风险隐患, 还能够防范战争、地震、水灾等风险。异地灾难备份需要更多的投资。

数据异地备份是异地灾难备份的一种, 所谓数据的异地备份是指在两个相距一定距离的空间各自

收稿日期: 2010-01-11    修订日期: 2010-01-26

作者简介: 程艳娜(1985-)女, 研究方向为遥感信息处理。

**E mail:** cheng\_0393@163.com

保存一份关键业务数据,并提供数据恢复手段的数据安全存储方式。遥感数据的异地备份主要应用于拥有大量遥感数据存储量的单位。通常,遥感数据不仅包括传感器观测到的数据,如卫星数据,还包括这些数据的元数据,因此遥感数据的异地备份要比一般数据的异地备份复杂。

在遥感数据异地备份中,数据一致性维护是一项非常关键的技术。本文在借鉴分布式数据库领域维护数据一致性方法的基础上,根据遥感数据异地备份本身的一些特点,提出了基于消息队列机制的异步复制控制法、差错控制法和同步文件比较法,可以确保本地和异地两地卫星遥感数据的一致性。

## 2 数据一致性方法简介

数据一致性(Data Consistency)是衡量备份系统数据可恢复性的标准,也是决定容灾效果的关键,只有保持主、备系统的数据相一致,能够在灾害发生后由备份系统接管主系统,并在适当时刻根据备份系统实现主系统数据的有效恢复<sup>[2]</sup>。目前,在分布式数据库领域,常用来维护数据一致性的方法有:事务控制法、消息队列法和复制控制法<sup>[3-4]</sup>。

事务控制法是通过分布式两段锁协议(2PL协议)来保证全局事务与局部事务的一致性调度,以及通过分布式两段提交协议(2PC协议)来更新各副本数据。

消息队列法是通过使用进程间通信机制,在两个或多个进程间共享公共的系统消息队列来交换数据信息,实现可靠的消息收发,进而保证异地数据库间的数据一致。

复制控制法是使用数据库的复制机制,实现源数据库与目标数据库间数据的同步或异步一致。复制控制法又可以分为同步复制控制法和异步复制控制法。

遥感数据的异地备份涉及的数据不仅包括卫星遥感数据,还包括存储在数据库中的卫星数据的元数据。因此要维护数据的一致性,不仅要维护异地卫星数据的一致性,还要维护异地数据库中元数据的一致性。

要维护遥感数据异地备份中数据的一致性,可以借鉴分布式数据库领域维护数据一致性的某些方法。遥感数据异地备份的特点是数据量庞大,更新操作相对频繁,两地信息交互较多,且备份过程不能影响正常的业务操作。从目前的实际情况看,遥感数据的异地备份只能做到异步更新。而事务控制法不适用于数据量大、事务保持时间长的分布式数据库,且系统可扩展性不好,可移植性较差;同步复制

控制法对数据的更新操作频繁,系统处理速度低;异步复制控制法和消息队列法都提供数据库间的异步更新,所以事务控制法和同步复制控制法不适合遥感数据异地备份中数据的一致性维护,可以借鉴异步复制控制法和消息队列法维护遥感数据异地备份数据的一致性。

## 3 基于消息队列机制的数据一致性方法

### 3.1 消息队列机制

Websphere MQ 是 IBM 公司的商业通信中间件。它提供一个具有工业标准、安全、可靠的消息传输系统,用以控制和管理一个集成的商业应用。Websphere MQ 基本由一个消息传输体系和一套应用程序接口组成<sup>[5]</sup>。

消息队列是进程间通信的一种机制,两个或多个进程间通过访问共用的系统消息队列来交换信息,由队列管理器在网络上实现可靠的消息收发,进而保证异地数据库间的数据保持一致。其中涉及到的消息队列有发送队列、接收队列、应答队列、传输队列、初始化队列等。

在进行数据管理时,将操作信息存放到消息中,消息将送到应用程序指定的远端接收队列中,同时,一个后台处理程序一直在监视自己的接收队列,一旦有消息到达,将读取消息,并对本地数据库实施消息中所描述的操作,如果操作失败,则依应答队列的地址信息发送失败消息,否则依应答队列的地址信息发送任务处理成功和其他所需信息消息,另一个后台处理程序一直在监视应答队列,根据收到的信息,进行相应的操作。

### 3.2 异步复制控制法

为便于描述基于消息队列机制的异步复制控制法的原理,定义以下名词:

①数据编目:整理卫星数据的元数据,并将其注入数据库;

②元数据文件:根据给定的数据标识(卫星数据在数据库中的唯一标志)从数据库中提取元数据形成的文件。

考虑到在遥感数据异地备份中,需要先进行卫星遥感数据的复制,然后才能进行数据库中数据的复制,本文没有采用 Oracle 提供的数据库复制应用模型,而是采用基于消息队列机制的异步复制控制法,它主要解决两个问题,即如何捕捉到更新数据和什么时候进行复制。

基于消息队列机制的异步复制控制法的原理如下:

①在主站点将卫星遥感数据放入存储系统之后,对其进行编目处理;

②若编目成功,此时向备份站点发送MQ消息,告之本地有新数据注入;

③然后备份站点根据系统调度情况,适时向主站点发送“元数据获取”MQ消息,要求数据复制;

④主站点接收到“元数据获取”消息后,准备元数据文件以及卫星数据文件,并通过网络将其传送到备份站点;

⑤在备份站点对该条卫星数据进行编目处理。

### 3.3 差错控制法

在远程数据传输中,由于网络的不稳定性,数据在传输过程中可能会发生改变。为了从源头上保证主站点和备份站点卫星数据的一致性,本文引入差错控制法。

为便于描述差错控制方法的原理,定义以下名词和符号:

- ①H: 摘要计算函数,如 MD5,SHA-1 等;
- ②r: 本地当前的数据记录(如卫星数据);
- ③ $K_r$ : 本地数据记录对应的摘要值;
- ④ $K'_r$ : 异地重新计算出的数据记录的摘要值。

其中,MD5算法是目前应用最广泛的一种报文摘要方法,其全称是 Message Digest Algorithm 5,是90年代初由Ron Rivest设计的一种单向哈希函数,经MD2、MD3和MD4发展而来<sup>[6]</sup>。

基于此,差错控制法的工作原理如图1所示。

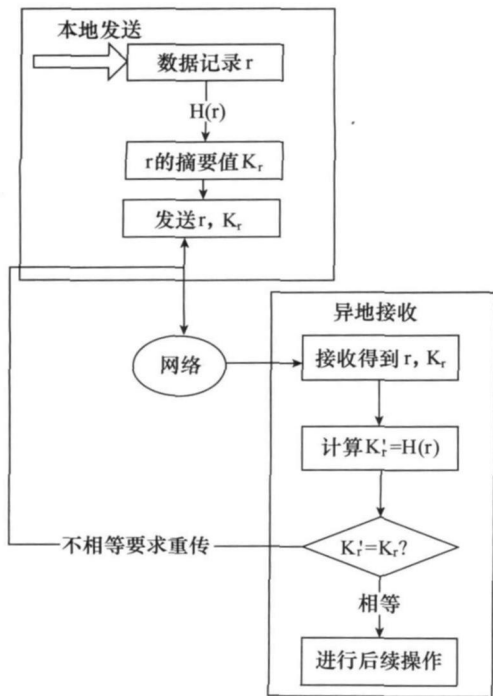


图1 差错控制法原理

首先,从本地取出数据记录 r, 计算其摘要值, 记为  $K_r$ , 并将  $r, K_r$  发送到异地。异地接收到  $r, K_r$  后, 重新计算数据记录的摘要值, 记为  $K'_r$ 。若  $K'_r = K_r$ , 则表明当前数据传输完整, 可进行后续操作; 若不一致, 则说明数据在传输过程中发生了改变, 不能进行备份, 此时通知发送端重发, 以此保证传输数据的正确性。

在具体实施阶段, 可采用 MD5 摘要计算函数, 例如调用 Linux 系统命令 md5sum 获取卫星数据的摘要值。

### 3.4 同步文件比对法

#### 3.4.1 原理

同步文件是按照给定的约束条件(如卫星名、数据接收时间范围等), 从数据库中提取元数据信息形成的文件。

基于消息队列机制的同步文件比对法的流程是:

①本地向异地接收队列发送同步文件比对申请消息, 消息格式如图2所示;

②异地后台程序一直在监视自己的接收队列, 一旦有消息到达, 将读取消息、并根据消息中的约束条件从数据库中提取同步比对信息, 形成同步文件。若提取成功, 则将这个文件通过网络传回本地, 同时依应答队列的地址发送同步信息提取成功消息; 否则依应答队列的地址发送同步信息提取失败消息;

③与此同时, 本地的接收队列接收、读取消息。若消息内容为同步信息提取失败, 则处理结束, 记录运行日志; 若消息内容为同步信息提取成功, 则根据相同的约束条件从本地数据库中提取同步比对信息, 形成本地的同步文件;

④然后, 将这两个同步文件进行比对, 并对两端值不一致的数据进行相应处理, 从而确保两端数据库的一致性。这里的本地和异地是相对的。

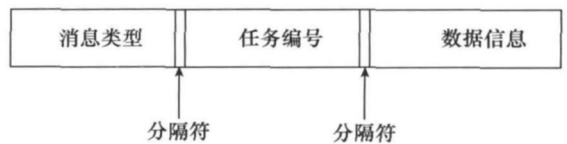


图2 消息格式

同步文件比对有以下4种结果:

- ①两地数据一致;
- ②本地比异地缺少数据;
- ③卫星数据相同, 但是两端对应的卫星数据的存储状态信息的值不一致;
- ④其他异常信息, 如卫星数据相同, 但是卫星数据的基本信息的值不同。

对应的处理措施如下:

- ①两地数据一致, 无需处理;
- ②本地向异地发送消息, 请求获取缺少的数据;
- ③以数据的本地存储状态信息为准, 更新相应的数据库;
- ④由于不能确定哪一端的数据是错误的, 所以向系统管理员发送邮件, 由系统管理员进行人工处理。

#### 3.4.2 算法实现

同步文件比对是指, 根据相同的约束条件在本地和异地形成的同步文件之间进行的比对。这两个文件的格式是相同的, 由于一条卫星数据的元数据包括若干元数据项, 且不同种类卫星数据的元数据项的个数也不同, 为便于后续的比对, 规定一条卫星数据的元数据占用文件的一行, 各个元数据项之间用分隔符分开。同时在形成同步文件时, 按数据标识对各条卫星数据的元数据进行降序排序, 使下述同步文件比对算法更加高效。

同步文件比对算法如下:

(1) 将进行同步比对的大文件分割为一个个小文件。同步比对之前, 先按照卫星种类对同步文件中的数据进行分类, 分别存储在不同的动态数组中。如本地同步文件中的数据可以分别存储在 LocalList1、LocalList2 等数组中; 相应地, 异地同步文件中的数据分别存储在 RemoteList1、RemoteList2 等数组中;

(2) 本地的小文件和异地的小文件进行比对;

①以异地动态数组中的数据为参考基准, 依次检查异地动态数组中的每条数据的数据标识在本地动态数组中是否存在;

②若不存在, 说明本地数据库中缺少该条数据;

③若存在, 则进一步检查该数据标识所代表的其他数据项的值是否相同, 若所有的数据项都相同则继续下一条数据的数据标识的检查。若是卫星数据的基本信息项的值不同, 则将这些不同信息记录在同步检查报告中。若是卫星数据的存储状态信息不同, 则立即更新数据库。处理完毕之后, 在异地动态数组中删除该条数据, 即该条数据不再参与下次的比对, 用以比对的异地动态数组中的

数据会越来越来, 这样可以较少比对的次数, 提高比对的效率;

④由于不同种类卫星数据的元数据项的个数不同, 数据项的含义也不尽相同, 可采用映射机制确定具体是哪个数据项的值不同;

⑤当一个小文件比对完毕, 接着进行下一个小文件比对, 直到同步文件中的所有小文件都比对完毕。

#### 3.5 讨论

需要说明的是, 上述 3 种方法既有区别, 又有联系。异步复制控制法解决当主站点有新数据注入时, 如何及时更新备份站点的数据库的问题。差错控制法保证卫星数据在传输过程没有发生改变, 即两地存储的卫星数据是一致的。同步文件比对法是为了补充前两种方法未涉及到的地方, 如当在本地更新某些已有数据项的值之后, 这些更新信息可能没有及时反馈到异地, 这样两地数据库中的数据就可能不一致。通过比较两地数据库中的信息可以发现一些不一致的情况, 然后对这些不一致进行后续处理, 从而保证两端数据库中数据的一致性。

按照遥感数据异地备份中保持数据一致性的具体需求, 上述 3 种方法得到了同时的运用, 形成了相互补充的机制。经在实际工作中应用并测试, 上述 3 种方法在维护遥感数据异地备份中的数据一致性方面效果良好, 且简洁高效, 可应用于其他同类系统的研制。

#### 4 结束语

本文提出了基于消息队列机制的异步复制控制、差错控制和同步文件比对等 3 种工作方法, 用来解决遥感数据异地备份过程中两地数据的一致性问题, 实践证明这 3 种方法行之有效。

对于一个数据异地备份系统, 同时采用这 3 种方法具有以下优点: ①部署实施简单灵活, 适应性强; ②操作性强, 可人为控制同步检查的范围和时间间隔; ③对不一致性情况的后续处理方便, 易实现。本文方法的不足之处在于, 它仅可以提供数据异步更新, 而对实时性要求较强的数据备份系统则适应性较弱。

#### 参考文献

- [1] 张艳, 李舟军, 何德全. 灾备份和恢复技术的现状和发展[J]. 计算机工程与科学, 2005, 27(2): 108.
- [2] 周婧, 王意洁, 阮炜, 等. 面向海量数据的数据一致性研究[J]. 计算机科学, 2006, 33(4): 137-140.
- [3] 陈珉, 喻丹丹, 涂国庆. 分布式数据库系统中数据一致性维护方法研究[J]. 国防科技大学学报, 2002, 24(3).
- [4] 张华伟, 熊璋, 欧阳元新. 分布式系统中异地数据库的数据一致性维护[J]. 计算机工程与应用, 2004(23): 172-175.
- [5] MQ Series Application Programming Guide[Z]. IBM Corp.
- [6] Douglas R. Stinson. 密码学原理与实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.