

# 远程交易镜像技术的分析与研究

高建华

(上海师范大学 理工信息学院, 上海 200334)

**摘要:** 提出了远程交易镜像技术的基本思想、组成、工作原理和特点, 分析和比较该方案与其他几种常用的灾难备份方案的异同点. 远程交易镜像技术在金融业务系统中是一个可行的、投资省的、效果好的灾难备份方案. 远程交易镜像技术具有对系统软硬件平台要求低、投资小、可以控制并恢复丢失的数据, 确保数据的一致性和完整性等优点.

**关键词:** 灾难性备份; 远程交易镜像; 生产系统; 备份系统

**中图分类号:** TP3093.3; TP309.08 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-5137(2001)03-0037-06

## 0 引言

目前, 提高系统可靠性和可用性的主要措施是通过本地硬件冗余或本地硬件镜像等手段来实现的. 这些硬件基本处于同一个地理位置、在同一机房里、同一栋大楼里、同一个城市里, 因此, 当发生灾难性事件(火灾、地震等)时, 整个硬件系统就会失效甚至毁灭, 导致重要数据丢失, 无法恢复<sup>[1-3]</sup>.

灾难备份<sup>[4,5]</sup>是指对应用系统或数据进行备份, 当应用系统或数据因灾难性事件遭到破坏时, 提供对应用系统或数据进行灾难恢复所需的数据、环境, 最终恢复应用系统的功能, 保证系统的可用性. 灾难备份的目标在于为灾难恢复作准备.

评价一个灾难备份系统, 应当以它对灾难恢复工作的帮助为标准<sup>[4,5]</sup>. 一般来说, 灾难恢复的过程有如下7个环节<sup>[4,5]</sup>: 发现灾难、作出响应; 环境恢复, 要求系统恢复到灾难前的状态和环境; 功能性恢复; 数据同步; 系统功能恢复; 备份系统工作; 切换回生产系统.

为了确保灾难性事件发生时, 备份系统不受灾难性事件的影响, 迅速替代生产系统, 要求备份系统与生产系统在距离上相隔较远. 在应用系统或数据可靠性可用性要求较高的场合, 如在金融行业应用系统中, 由于业务数据实时变化量大, 备份系统与生产系统在地理上的距离较大, 如何保证备份系统和生产系统之间数据的一致性和完整性, 是灾难备份系统应重点解决的问题.

目前灾难备份方案有定期备份、远程磁带库和光盘库备份、硬盘异地镜像与数据库异地镜像等<sup>[6]</sup>. 这几种方案无法解决应用系统上数据与备份系统上数据之间存在的“时间差”问题, 即在某一时刻, 两个系统上的数据是不一致的, 它们之间的数据余量会影响灾难恢复的效果. 而本文研究的远程交易镜像方案可以很好地解决上述问题. 灾难备份系统中, 最重要的是保护应用层中关键业务

收稿日期: 2000-12-07

基金项目: 国家教育部高等学校骨干教师资助计划项目基金; 上海师范大学科技启动基金

作者简介: 高建华(1963-), 男, 工学博士, 上海师范大学理工信息学院教授.

数据,即数据的完整性,以及与相邻节点数据的一致性.作者首先提出了远程交易镜像技术的基本思想、组成、工作原理和特点,然后分析和比较该方案与其他几种常用的灾难备份方案的异同点.

## 1 远程交易镜像

为了说明远程交易镜像的功能,假设两个系统的初始数据状态一致,包括机器的硬件状态和系统运行进程状态.若双方按顺序执行一系列相同的数据操作,则双方的最终数据状态仍保持一致,对数据库的操作必须是同步的.

金融业务系统是基于交易的,数据操作都是由交易激活应用程序而进行的,交易的状态可以分为:请求、等待、激活、处理成功或失败标志等状态.交易是金融业务系统中处理的基本单位,并且每笔交易都有一个确定的状态:成功或失败.因此,只要保证系统中备份系统和生产系统按顺序执行相同数据操作,就可保证两个系统之间数据一致性与完整性.

远程交易镜像的基本思想是:以交易为单位,将交易数据备份到备份系统中,通过备份系统中应用系统实时执行相同交易,从而对数据库进行相同的操作,最终实现数据的一致性 & 完整性.如此,丢失的数据余量是以交易为单位的,而交易对应用而言是可知的、可控制的,因此系统可以通过相应措施控制、恢复数据.

## 2 生产系统和备份系统

生产系统是指实时运行业务,为客户提供服务的系统,它由业务数据库、后台服务进程、交易管理平台组成,如图1所示.

它的主要功能:

- (1) 接受柜面客户系统中由操作员输入的交易数据;
- (2) 根据提交的交易数据,交易管理平台调用后台服务进程,监视交易过程,控制交易完整性;
- (3) 交易管理平台将交易数据发送给备份系统;
- (4) 通过交易管理平台将处理结果传送给柜面客户系统;
- (5) 后台服务进程接受交易管理平台送来的交易数据,访问数据库,并将处理结果返回给交易管理平台.

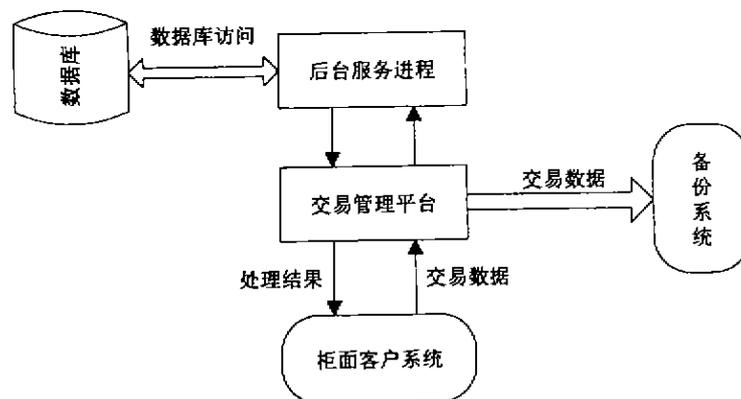


图1 生产系统组成框图

备份系统的组成除了与生产系统相同外,增加一个前台客户模拟进程,如图2所示.它的主要功能如下:

- (1) 接受生产系统发来的交易数据;
- (2) 根据提交的交易数据、交易管理平台调用后台服务进程,监视交易过程,控制交易完整性;
- (3) 后台服务进程接受交易管理平台送来的交易数据,访问数据库,并将处理结果返回给交易管理平台;
- (4) 前台客户模拟进程接受由交易管理平台送来的处理结果,一般不作进一步处理.

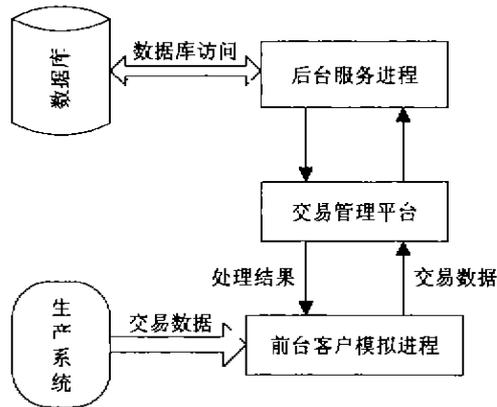


图2 备份系统组成框图

### 3 生产系统和备份系统之间的关系

备份系统对生产系统进行备份,准备在生产系统失效时接替生产系统,为客户提供服务.生产系统与备份系统中均包含的交易管理平台是一种处于客户方与服务方之间的中间件,它的主要功能是负责客户进程与服务进程之间的交易数据交换、服务进程的调度、交易过程及完整性的控制.生产系统上的交易管理平台将所有截取的交易数据传送到备份系统上,备份系统上的交易管理平台则负责模拟生产系统上交易管理平台.备份系统中的前台客户模拟进程主要功能在于根据收到的交易数据模拟前台客户进程,将交易数据原原本本地提交给交易管理平台,同时接受后台服务进程的处理结果,但一般不作报表输出或将中间结果显示在屏幕上.

### 4 远程交易镜像系统

远程交易镜像备份系统由生产系统、备份系统和前台柜面客户系统组成,如图3所示.

远程交易镜像备份系统中前台柜面客户系统是指运行前台客户程序,为柜面操作员提供直接服务的系统.它主要由前台数据库、前台客户进程与交易平台组成.

远程交易镜像备份系统的工作过程包括:生产系统交易处理过程、交易镜像过程、备份系统交易处理过程.

- (1) 生产系统交易处理过程:交易从客户端发起,前台客户进程通过交易平台将交易请求转发到生产系统的交易管理平台,生产系统中的交易管理平台将交易请求提交给后台服务进程,后台服务进程根据交易请求对数据库进行相应操作并形成交易响应,然后将交易响应发回给交易管理平台,交易管理平台将交易响应发回前台客户进程.图3中单实线表示了该过程的数据流.

(2) 交易镜像过程:由生产系统上的交易管理平台实时地将交易数据通过网络传输到备份系统上的过程.图3中双实线表示交易镜像过程的数据流.

(3) 备份系统交易处理过程:备份系统中前台客户模拟进程根据收到的交易数据产生交易请求,并将交易请求提交给交易管理平台,其余步骤与生产系统中处理过程一致.备份系统上交易处理过程实际上是按顺序重复执行生产系统的交易处理过程,以确保对两个系统上的数据库执行相同的操作,实现业务数据的备份.图3中虚线表示备份系统交易处理过程的数据流.

交易镜像备份系统中交易镜像过程的速度是一个关键问题,必须保证能够以最快的速度将交易数据镜像到备份系统上,减小两系统的时间差,减少灾难发生时所造成的数据丢失.

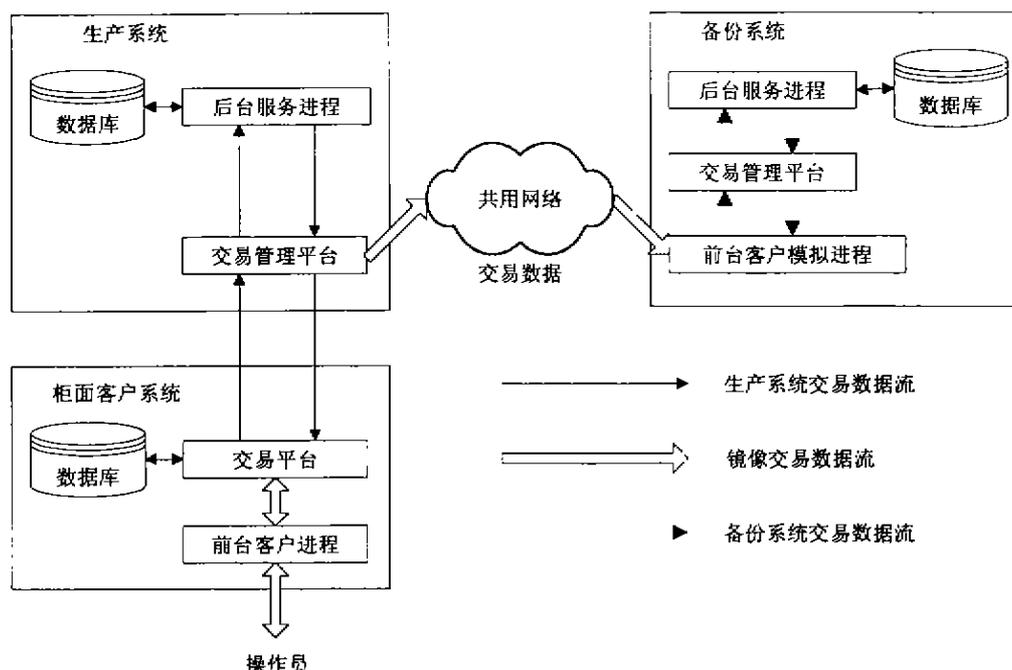


图3 异地交易镜像系统的组成

## 5 交易恢复

当灾难事件发生,导致生产系统失效时,一部分交易数据未能传输到备份系统上,因此灾难备份系统接替生产系统提供服务之前首先要能恢复丢失的交易.对前台柜面系统来说,这些交易的状态是确定的:成功或失败.对于前端柜台完成而备份系统无记录或未完成的交易(这样的交易往往只有一个交易,即当前正在处理的交易),可以通过前端柜台系统重新提交交易,从而在备份系统中恢复交易数据;对于备份系统上完成、前端柜台未完成的交易,则可通过冲正、取消交易来完成.备份系统完全恢复丢失的交易,便实现两系统的同步,备份系统就可以接替生产系统,恢复提供系统功能.

## 6 远程交易镜像方式与磁盘镜像方式和数据库镜像方式

远程交易镜像方式与磁盘镜像方式、数据库镜像方式的区别在于镜像的对象及该对象所处的

层次不同。

磁盘镜像方式是以磁盘操作单元为镜像对象,处于硬件层;数据库镜像方式以数据库操作单元为镜像对象,处于数据库层;远程交易镜像方式则以应用的处理单元“交易”为镜像对象,属于应用层。这3种镜像对象在对同一个应用完成操作时,所需的数据量相差很大,一般情况下,一个交易会生成很多的数据库操作,一个数据库操作则产生很多的磁盘操作。异地镜像中,对同一个应用进行不同层次的镜像,所需通过广域网进行传输的数据量相差很大,因此,在相同通讯带宽的情况下,交易镜像的速度比较好。表1列出远程交易镜像方式、磁盘镜像方式和数据库镜像方式3种方案的区别。

从表1我们可以看到远程交易镜像对硬件、数据库、通讯带宽都无特殊要求,备份系统的投资较小,远程交易镜像最突出的优点是可以控制并恢复丢失的数据,确保数据的一致性和完整性,从而大大提高灾难备份系统的可用性。

表1 远程交易镜像方式与磁盘镜像方式和数据库镜像方式方案比较

备份方案	远程交易镜像	磁盘镜像	数据库镜像
备份级别	应用级	硬件级	数据库级
硬件要求	无	专用	无
数据库要求	无	无	数据库必须提供异地镜像的功能
应用系统要求	以“交易”为处理单位	无	无
备份数据量	少	最大	较大
通讯带宽要求	中速	高速	高速
系统投资	少	大	少
通用性	专用	最好	较好
对应用系统的影响	无	无	无
程序的开发工作	少量	无	无
丢失的数据	可以控制或恢复	无法恢复	无法恢复

## 7 结 论

金融行业的计算机系统常采用计算机系统灾难备份方案来提高网络系统容错能力,灾难备份在发达国家是非常活跃的研究领域,在我国由于资金、技术、人才等各方面的原因,金融行业计算机系统灾难备份的研究和实践才刚刚起步。

本文提出的远程交易镜像备份方案是一种比较容易实现的系统灾难备份方案,设计成本较低,并且对硬件、数据库、通讯带宽都无特殊要求,可以实时恢复丢失的数据,确保数据的一致性和完整性,从而大大提高灾难备份系统的可用性。

## 参考文献:

- [1] 刘云龙,杨放春,等.智能网 SCP 的两级并发模型与软件容错研究[J].通信学报,1998(3).
- [2] 黄波,倪重匡,高丽萍.故障诊断专家系统的知识网络设计[J].软件学报,1998(7).
- [3] 何景霄,孙巨.网络规划中的容错及可靠性设计[J].计算机应用研究,1998(2).
- [4] 建设银行灾难备份系统扫描,网络世界[J/OL].2000(13).
- [5] 银行计算机系统灾难备份,网络世界[J/OL].2000(13).
- [6] 通科技公司软件技术应用案例:交易异地镜像——金融行业柜面系统灾难备份新方案[R].1998

## The Analysis and Research of The Technologies for Remote Transaction Mirroring

GAO Jian-hua

(College of Sciences, Engineering and Information, Shanghai Teachers University, Shanghai 200234, China)

**Abstract:** The technologies of remote transaction mirroring is a feasible, low-investment and well-effect disaster backup scheme in finance business system. The basic idea, construction, working principles and characteristic of the remote transaction mirroring are presented in this paper. We analyze this disaster backup scheme and compare the similarities and differences of the scheme with some other ones which are often used. The technologies of remote transaction mirroring have the advantages such as requiring less of software, hardware system platform and low-investment, being able to control and restore lost data, and protecting the data consistency and integrity.

**Key words:** disaster backup; remote transaction mirroring; producing system; backup system