

Oracle RAC 双通道在气象数据库中的应用研究

黄亚博, 刘超, 朱琳, 郭拯危

(河南大学 计算机与信息工程学院, 河南 开封 475000)

摘 要:气象数据在民用航空、农业生产、城市气象等领域中的应用日益重要,随着气象事业的迅猛发展,新的观测手段不断涌现,产生了海量的气象数据。现在采用的双机热备架构的双主机模式面临系统效率低、无法实现负载均衡等问题。针对目前传统气象数据库系统在数据吞吐量、高可用性等方面存在的问题,文中介绍了一种基于 Oracle RAC 双通道技术的系统框架,并在典型应用场景下对系统性能进行测试分析。测试结果表明,该方案利用负载均衡技术提高了海量数据的查询及存储速度,有效提高了系统效率,并实现了故障情况下的无缝对接。

关键词:气象数据库;双通道;Oracle RAC;高可用性;负载均衡

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)07-0249-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.07.064

Application Research of Oracle RAC Dual-channel Technology in Meteorological Database

HUANG Ya-bo, LIU Chao, ZHU Lin, GUO Zheng-wei

(College of Computer and Information Engineering, Henan University, Kaifeng 475000, China)

Abstract: The application of meteorological data has become increasingly important in civil aviation, agricultural production, city weather and other fields. As the rapid development of meteorological service, new means are constantly emerging to obtain meteorological data, so a mass of meteorological data is produced. Now dual host mode in the hot standby architecture is faced with low system efficiency and cannot realize the load balance. For the problems of traditionally meteorological database systems in data throughput and high availability, present a system framework based on dual-channel technology in Oracle RAC, and test the system in the typical application scenarios. Test results indicate that this solution has a better load balance, which effectively improves the processing speed and efficiency of the system and ensures seamless connection under fault conditions.

Key words: meteorological database; dual-channel; Oracle RAC; high availability; load balance

0 引言

随着我国气象事业的迅猛发展,新的观测手段不断涌现,产生了海量的气象数据。气象数据在民用航空、农业生产、城市气象等领域中的应用也日益重要。目前,多数气象数据库系统采用传统双机热备架构的双主机模式,该模式需要两个同类型的数据库服务器,即两种不同业务分别在两台服务器上互为主备状态。在气象业务中,双机热备架构的双主机模式是指两台服务器对同样的数据做同样的分解处理、质量控制及存储入库操作,实现冗余存储,但是仅一台服务器对外提供数据查询服务,当该服务器出现故障时,将查询服务切换至另外一台服务器。然而,目前采用这种双机

热备模式的气象数据库系统往往面临以下问题:

- 1) 随着用户访问量不断增大,系统高峰时期数据查询等待时间较长,吞吐量较小。
- 2) 在各种观测数据不断增加后,系统海量数据处理能力及可扩展性较弱。
- 3) 系统可用性较弱,存在由于介质失败,软件和其它事件导致的崩溃隐患。

服务器集群是指将多个服务器集中起来进行同一种服务。部署集群系统以应对快速增长的用户资源可用性和稳定性的要求,是当前主流的系统架构,近年来受到研究者的广泛重视^[1-3]。

在文中,综合考虑了以上问题,提出了在气象数据

收稿日期:2012-09-29

修回日期:2012-12-30

网络出版时间:2013-04-08

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61202098)

作者简介:黄亚博(1982-),女,讲师,研究方向为空间数据组织与管理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130408.1715.057.html>

库系统中利用 Oracle 数据库的实时应用集群技术(Oracle RAC)构建数据库系统架构的设计方案。采用该方案后,多个数据库服务器并行运行,对数据访问负载进行均衡,提高了数据访问速度,增加了海量数据处理能力,且当其中某个服务器由于软硬件故障无法正常运转时,故障服务器所承担的业务会自动转给其他服务器处理,从而实现系统实时、高效、无缝对接运行。

目前,该架构已稳定应用于我国多个省气象中心,为精确的气象预报和科技减灾提供良好的数据服务。

1 Oracle RAC 原理

Oracle 数据库的实时应用集群是一种并行的集群方案^[4]。Oracle RAC 集群中每一个 RAC 节点都是一个单独的实例,有着自己独立的实例名和 SGA 区,位于不同节点服务器上的 Oracle 实例同时访问同一个 Oracle 数据库^[5-8]。RAC 节点之间通过私有高速网络进行通信,所有的控制文件、联机日志和数据文件存放在共享的存储设备上,能够被集群中的所有节点同时读写^[9-11]。

Oracle RAC 双通道技术是对 Oracle RAC 的简化,该技术把 RAC 节点设置为两个,在提高整个系统运行效率的同时,简化了 Oracle RAC 集群的搭建过程。

2 Oracle RAC 双通道气象数据库系统构建

气象数据库系统可对收集的各类气象资料进行分解处理、质量控制、存储入库,并对外提供 24 小时不间断气象数据服务。

2.1 Oracle RAC 双通道气象数据库系统实施的关键技术

2.1.1 配置 Linux 环境参数

编辑/etc/hosts 文件,设置节点的 IP 地址,/etc/hosts 文件增加如下配置:

```
10.98.129.91 RAC1
10.98.129.92 RAC2
10.98.129.93 RAC1-VIP
10.98.129.94 RAC2-VIP
192.168.2.101 RAC1-PRIV
192.168.2.102 RAC2-PRIV
```

10.98.129.91 是在安装操作系统时在第一块网卡上配置,192.168.2.101 是在安装操作系统时在第二块网卡上配置,对于 10.98.129.93 地址只用在/etc/hosts 文件中指定即可,不用编辑到任何网卡,因为它只是作为虚拟 IP 地址在 Oracle RAC 中使用。

2.1.2 集群软件 Clusterware 的安装配置

Oracle RAC 集群软件作用是实现双机节点的高可用性及实现节点之间的负载均衡,主要监控各个节点

上的数据库状态。在 Clusterware (CRS) 和 RAC 数据库安装过程中,Oracle Universal Installer (OUI) 必须能够以 Oracle 身份自动将软件复制到所有 RAC 节点,因此必须在 RAC1 和 RAC2 节点上配置 ssh 让 Oracle 用户拥有不输入密码即可访问各节点的能力。

首先,在主节点 RAC1 上 ping 副节点 RAC2 上的不同网段地址看是否能 ping 通,然后在主节点 RAC1 上以 Oracle 用户身份生成用户的公匙和私匙,在副节点 RAC2 执行相同的操作,确保节点 RAC1 和 RAC2 在不需要密码情况下可以相互通信。

2.2 Oracle RAC 双通道气象数据库系统设计

某气象中心传统的数据库系统使用双机热备架构的双主机模式。这种模式存在以下缺点:首先,在该模式下,主服务器和备份服务器中仅有一台对外提供数据查询服务,将导致主服务器查询负载过大;其次,两台服务器各自分别处理同样数据,数据处理速度和单机模式相同,无法体现两台服务器的硬件优势;最后,当主服务器由于某种原因出现故障无法提供数据服务时,系统无法完成自动切换,需要管理员手动切换到备份服务器,由备份服务器代替主服务器的角色,在切换过程中,无法对外提供数据服务,系统可用性较差。

相对于传统的双机热备系统,使用 Oracle RAC 双通道技术的新的气象数据库系统具有以下优势。

1) 具有强大的并行处理能力及负载均衡能力,提高了系统海量数据处理性能。

2) 能够实现故障情况下的快速切换,使整个系统具有更高的可用性及稳定性。即当某节点或实例发生故障,而不能提供服务时,已经连接到该服务器上的用户会自动连接到其他服务器的 Oracle 实例上,使得这些用户对数据库的操作可以继续而不会发生中断,从而保证了后台数据库为前端应用正常提供服务。

3) 系统具有可伸缩性,可以根据需要添加或减少 RAC 节点。

使用 Oracle RAC 双通道技术的气象数据库系统由两台服务器和一台共享磁盘阵列构成,系统架构如图 1 所示。两台数据库服务器作为 RAC 双节点 RAC1 和 RAC2。RAC1 和 RAC2 节点上同时分别独立运行数据库实例 orcl1 及 orcl2,两节点通过光纤连接到网络核心交换机,实现两节点之间的高速互连。所有的控制文件、联机日志和数据文件存储在共享存储设备磁盘阵列上,RAC1 和 RAC2 节点通过存储光纤连接到磁盘阵列。两个 RAC 节点上的 Oracle 实例可同时访问该数据库存储设备,实例之间共享缓存,共享数据文件,保证所有数据在任意时刻对所有节点是相同的。

2.3 Oracle RAC 双通道气象数据库系统实施

将某气象中心的气象数据库系统由传统的双机热

备架构的双主机模式升级改造为 Oracle RAC 双通道架构的操作步骤如下。

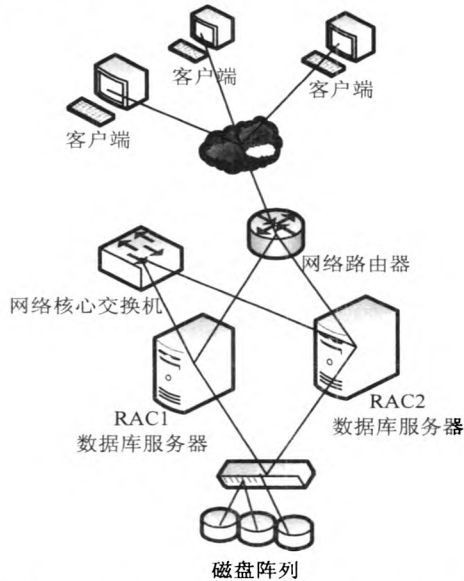


图 1 Oracle RAC 双通道气象数据库系统架构图

- 1)将现有系统业务迁移至另一台服务器。
- 2)在两台服务器 RAC1、RAC2 上分别安装 AIX 5.3 操作系统,创建相同的用户名和密码。安装 HACMP 集群处理软件,并配置 IP 地址、共享磁盘组。配置完成后,启动 HACMP 服务。Oracle RAC 双通道网络环境配置如表 1 所示。

表 1 Oracle RAC 双通道气象数据库系统网络配置表

RAC 节点	IP	描述
1	10.98.129.91	管理用公共 IP 地址
1	10.98.129.93	浮动 IP 地址,提供对外的数据库服务
1	192.168.2.101	心跳 IP 地址,节点间通讯和数据同步用
2	10.98.129.92	管理用公共 IP 地址
2	10.98.129.94	浮动 IP 地址,提供对外的数据库服务
2	192.168.2.102	心跳 IP 地址,节点间通讯和数据同步用

在表 1 中,RAC 节点的公共 IP 地址,可用于对数据库服务器的管理。浮动 IP 地址提供对外的数据库服务,实现客户端与数据库服务器的连接。其中,心跳 IP 地址用于 RAC 节点间通讯和数据的同步。

- 3)安装 Oracle 11g,并在安装数据库软件时,安装模式选择集群安装模式,选择在 RAC1 和 RAC2 节点上同时安装。

- 4)客户端通过 JDBC 连接双通道数据库时,连接字符串的 URL 修改为如下格式:

```
jdbc:oracle:thin:@  
(DESCRIPTION =
```

```
(ADDRESS = (PROTOCOL = TCP) (HOST = RAC1 - VIP)  
(PORT = 1521))  
(ADDRESS = (PROTOCOL = TCP) (HOST = RAC2 - VIP)  
(PORT = 1521))  
(LOAD_BALANCE = yes)  
(CONNECT_DATA = (SERVER = DEDICATED) (SERVICE_  
NAME = orcl)  
(FAILOVER_MODE = (TYPE = SELECT) (METHOD = BASIC)  
(RETRIES = 30) (DELAY = 2)))
```

其中,LOAD_BALANCE=yes 代表启动负载均衡,RAC1-VIP 和 RAC2-VIP 分别为两台服务器的浮动 IP 地址。

- 5)安装应用软件,进行故障切换测试。例如,模拟 RAC1 节点故障情况,检查客户端是否可以自动尝试连接 RAC2 节点,即在服务器出现单点故障时实现处理业务的自动透明切换工作。

- 6)完成系统测试之后,将系统从单服务器临时运行环境,切换到 RAC 双通道架构气象数据库系统。

经过以上安装配置过程后,客户端在连接数据库时可自动选择负载低的数据库实例进行连接,各个连接会均衡分布到 RAC1 及 RAC2 两个节点上。当某节点出现故障时,客户端尝试将连接切换到另外一个节点,每隔 2 秒钟尝试连接一次,共尝试 30 次。

3 气象数据库系统测试分析

本节针对 Oracle RAC 双通道架构及双机热备架构的双主机模式在数据处理速度及故障切换能力两方面进行性能对比测试。

3.1 测试环境

- 主要软硬件测试环境选型如下:
- 数据库服务器:两台 HPDL380 服务器,4 核 Xeon E5405 处理器,2GB 内存。
- 共享磁盘:一台 HPASM1000 磁盘阵列柜,磁盘阵列柜配置 5 块 SCSI 硬盘,一块 HP 集群专用阵列卡。每台服务器上装有 1 块 RAID 卡,选择 RAID 的配置级别为 RAID5。

操作系统:Red Hat Enterprise Linux Server release 5.1。

数据库:Oracle Database 11g Release 2 (11.2.0.1.0)。

3.2 数据处理速度测试

在传统的双机热备架构的双主机模式中,由于主服务器和备份服务器独立工作,仅一台服务器对外提供数据服务,因此提供数据服务的主服务器承担数据负载压力较大,无法并行处理海量数据的查询及存储请求。在采用 Oracle RAC 双通道技术后,可以根据 RAC 中各节点 CPU 及数据连接使用情况,判定将新的

客户端连接分配到负荷最小的节点上去,因此,在网络带宽和 I/O 设备没有达到瓶颈时,RAC 双通道架构能够提供约两倍的 CPU 处理能力及内存容量,可极大地提高系统的数据访问及处理能力。

气象数据库系统每处理一个文件申请一个数据连接,下面在处理相同数据文件的典型业务运行场景下,分别对传统双机热备架构的双主机模式和 RAC 双通道架构进行数据处理性能测试,测试结果如表 2 所示。

表 2 Oracle RAC 双通道及传统双机热备架构的双主机模式数据处理性能测试

文件数	RAC1 CPU 平 均使用 率	RAC2 CPU 平 均使用 率	双机热备 主服务器 CPU 平均 使用率	RAC 双 通道处 理速度 (文件/ 秒)	双机热 备处理 速度 (文件/ 秒)
30	68.1	63.5	80.3	2.0	2.1
300	73.3	70.4	82.6	3.5	2.4
1000	82.2	78.8	83.5	4.2	2.5
1500	83.6	79.1	82.8	4.1	2.4

分析表 2 测试数据,得到 Oracle RAC 双通道及传统双机热备架构的双主机模式处理速度对比曲线图,如图 2 所示。从图 2 可以看到,在处理文件为 30 个,系统负载较低时,使用双机热备和 Oracle RAC 并无很大区别。而随着负载不断增大,采用 Oracle RAC 双通道的气象数据库系统资料处理速度是传统双机热备主服务器处理速度的近两倍。测试结果表明,在使用 Oracle RAC 双通道架构后,提高了系统并行处理能力,缩短了系统数据访问延迟,提高了数据处理速度。

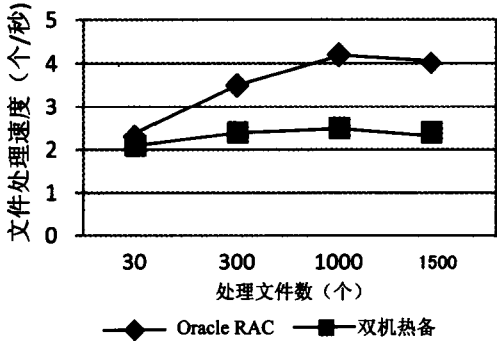


图 2 Oracle RAC 双通道及双机热备架构双主机模式气象系统文件处理速度对比曲线图

3.3 故障切换测试

下面分别在 Oracle RAC 双通道与传统的双机热备架构双主机模式两种模式下进行故障切换测试,切换时间的对比如表 3 所示。采用传统双机热备架构在出现故障时,由于需要手工切换客户端 IP 或者进行其他手工干预操作,切换时间要远高于 Oracle RAC 双通道架构。而 Oracle RAC 双通道架构在某节点出现数据库故障,硬件故障和网络故障时客户端可以自动切换到另外的 RAC 节点,有效实现了对系统的故障保

护。

表 3 Oracle RAC 双通道与传统的双机热备架构双主机模式故障切换时间对比

序号	RAC 架 构操作	双机热备 架构操作	RAC 架构故 障切换时间	双机热备架构 故障切换时间
1	关闭某节 点数据库	关闭主服 务器数据库	<5s	>2 分钟
2	某节点硬 重启	主服务器硬 重启	<5s	>2 分钟
3	某节点网 络中断	主服务器网 络中断	<5s	>2 分钟

4 结束语

文中将 Oracle RAC 双通道技术应用于气象数据库系统中,并利用典型业务对系统进行分析测试。测试结果表明,相对于传统的双机热备架构的双主机模式系统,采用 Oracle RAC 双通道技术的气象数据库系统,数据查询及处理性能提高约两倍,有效提高了系统的运行效率,并且能够实现业务处理的负载均衡和故障情况下的无缝对接,有效提高了系统的可用性。

参考文献:

[1] 严志民,刘仁义,刘 南,等.空间数据多服务器群集及高性能实现策略[J]. 遥感学报,2005,9(4):421-428.

[2] 高 昂,慕德俊,胡延苏. Web 集群的区分服务与负载均衡策略研究[J]. 电子与信息学报,2011,33(3):555-562.

[3] 马子彦,张勇敏. 基于 RAID 的双机集群系统应用研究[J]. 计算机应用研究,2007,24(7):92-94.

[4] 贾树泽,杨 军,施进明,等. 新一代气象卫星资料处理系统并行调度算法研究与应用[J]. 气象科技,2010,38(1):96-101.

[5] 王 娜,宿红毅,白 琳,等. 数据库性能监控分析系统的设计与实现[J]. 计算机工程,2005,31(24):105-107.

[6] 董承玮,宋现锋,芮小平,等. DEMETER 卫星数据格式解析与数据入库效率研究[J]. 地理与地理信息科学,2010,26(4):42-46.

[7] 李 良,柴 毅,王道斌. 基于 .NET 的 Oracle BLOB 数据高效存取方法[J]. 计算机工程,2008,34(20):64-66.

[8] Manning P, Gennick J. Pro ODP .NET for Oracle Database 11g RAC[M]. [s. l.]:Apress,2010:54-62.

[9] Lundhild B. Automatic Workload Management with Oracle RAC 11g Release 2 [M]. California: Oracle Corporation, 2010.

[10] Oracle Corporation. Comparing Oracle Real Applicaton Clusters to Failover Clusters for Oracle Database [M]. California: Oracle Corporation, 2010.

[11] Antognini C. Troubleshooting Oracle Performance [M]. [s. l.]:Apress,2008:29-35.

Oracle RAC双通道在气象数据库中的应用研究

作者：[黄亚博](#)，[刘超](#)，[朱琳](#)，[郭拯危](#)，[HUANG Ya-bo](#)，[LIU Chao](#)，[ZHU Lin](#)，[GUO Zheng-wei](#)
作者单位：[河南大学计算机与信息工程学院, 河南开封, 475000](#)
刊名：[计算机技术与发展](#) 
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2013, 23(7)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201307064.aspx