

基于 CACTI 的分布式 ORACLE 监控系统的设计与实现^①

赵林海^{1,2} 李晓风¹ 谭海波¹ (1.中国科学院 合肥物质科学研究院信息中心 安徽 合肥 230031;
2.中国科学院研究生院 北京 100049)

摘要: 针对多个 ORACLE 数据库系统的主动性监控问题, 提出一个基于 CACTI 的分布式监控报警系统。采用“一个管理端+多个代理”的监控模式, CACTI 作为监控管理端, 在运行 ORACLE 数据库服务器上添加代理模块, 实现对物理位置上分布的多个 ORACLE 进行不间断的集中式监控。通过在 CACTI 上对各个 ORACLE 数据库设置不同的性能报警粒度, 实现系统多层次多粒度、灵活多样的监控策略, 并对数据库运行过程中的异常状态进行邮件和短信报警。实验结果和型号项目中的实际应用验证了系统的有效性。

关键字: ORACLE; CACTI; 分布式监控; 报警

Design and Implementation of Distributed Oracle Monitor System Based on CACTI

ZHAO Lin-Hai^{1,2}, LI Xiao-Feng¹, TAN Hai-Bo¹

(1.Information Center, Hefei Institutes of Physical Science, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China;

2.Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In order to guarantee multiple ORACLE database system initiatively, a distributed guarantee warning system is proposed based on CACTI. By using the “one-manager-multi-agent” mode, CACTI adds agent model to ORACLE database server to enable continous centralized monitoring on a distributed ORACLE database. Multi-level and flexible monitoring strategies are realized by setting different granularity on CACTI for various ORACLE databases. The system alerts abnormal states of mail and message in a database. The experimental results and the practical application in model projects verify the effectiveness of the system.

Keywords: ORACLE; CACTI; distributed monitoring; warning

1 引言

数据库在中企业占据着至关重要的地位, ORACLE 数据库作为大型数据库的首选, 在大型企业中得到广泛的应用。随着企业信息化的发展, 数据量的日益增多, 单个数据库已经很难满足企业的实际需求, 因此, 分布式数据库系统得到越来越多企业的青睐。这些系统分布于不同的物理位置, 相互配合完成

一系列复杂的业务逻辑操作, 任何一个数据库性能过低或发生故障将会对整个分布式系统造成严重的影响, 甚至给企业带来巨大的损失。要保障此类系统持续可靠与高效的运行, 必须对各个数据库进行有效的监控, 及时发现数据库运行中的异常状态, 避免系统崩溃。

^① 收稿时间:2009-12-22;收到修改稿时间:2010-01-22

2 研究现状

当前有不少商用的 ORACLE 数据库监控和管理工具，比较有影响的如 OEM(Oracle enterprise manager)^[1]、Embarcadero Database Solutions^[2] 和 Quest Central^[3]等。通过比较可知，现有的监控工具在集成性、集中式多点监控、监控层次粒度、灵活性、实时监控报警和二次开发表现得不尽如人意。虽然不少商用监控工具都支持邮件报警，但是均未能实现短信报警的功能，这可能造成 ORACLE 数据库的异常状态未能及时发现，导致数据库系统的崩溃。除了不能根据企业实际环境制定符合自身情况的监控策略，现有的商用监控工具普遍价格不菲，给企业增加了不少使用成本，所以有必要根据实际需要，制定开发一个开源的监控系统。

前期关于 ORACLE 数据库系统管理维护的研究主要集中在对数据库的性能优化和故障诊断等方面。本文系统主要面向多个 ORACLE 数据库的监控，通过 CACTI^[4]平台和编写代理模块实现分布式数据库的集中管理监控。根据各 ORACLE 数据库服务器的实际情况，用户可以在代理模块制定最合理的监控方案。因此，系统在监控的内容、灵活性、扩展性、实时性等方面具有更好的性能。

3 系统设计与实现

3.1 关键技术

3.1.1 CACTI

CACTI 是一套基于 PHP,MYSQL,SNMP^[5]及 RRDTool 开发的系统和网络监测图形分析工具，通过 snmpget 从代理设备采集数据，然后使用 RRDTool 绘制图像。CACTI 除了提供基本的监控功能外，还提供了许多功能插件用于扩展以满足不同服务的需求。

3.1.2 NET-SNMP^[6]

NET-SNMP 是一种开放源代码的 SNMP 协议开发软件。通过 NET-SNMP 在被监控设备添加自定义的代理模块，实现被监控设备性能数据的采集。

3.2 系统结构

系统采用“一个管理端+多个代理”的监控模式，如图 1 所示。每台 ORACLE 服务器均添加有代理模块，每个代理模块负责采集本地 ORACLE 数据库的状态信息。监控服务器上运行 CACTI 作为监控程序定时向所有代理模块采集各个 ORALCE 数据库的状态信息，然

后对这些状态信息进行分析，如果有异常的状况就立即发送报警消息给管理员。监控服务器采用的 MYSQL 数据库不仅在性能上满足监控服务的要求，而且它是开源的，企业无需支付使用费。

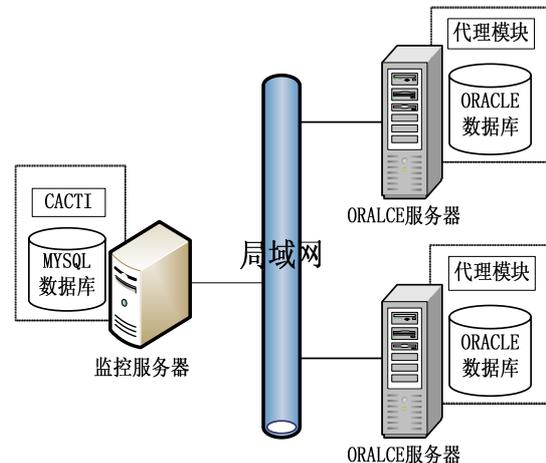


图 1 系统结构图

3.3 系统环境

在实际设计中，系统由两部分组成，一部分为运行 CACTI 的监控端，称之为 Manager；另一部分为被监控的 ORACLE 数据库服务器，其在物理上是分布的，称之为 Agent。因为这些分布的 ORACLE 数据库服务器有可能是异构的，为了保证 Manager 能够与各个 Agent 正常的通信，以及提高代理模块程序的复用性，需要在每台服务器上安装 NET-SNMP 软件。它是基于 SNMP 协议的开发软件，而 SNMP 协议是当前互联网设备均遵从的协议标准，所以使用 NET-SNMP 开发代理模块具有良好的跨平台性和移植性。

3.4 系统实现

监控系统是基于 SNMP 协议实现的，而在 SNMP 协议通信中，被监控设备的各种状态信息是通过对象标识符 OID(Object Identifiers)^[7]来识别。为此，代理模块需要为 ORACLE 数据库的各种状态信息定义 OID。为了使这些 OID 在分布式的 ORACLE 数据库系统中能够通用，需在各个代理模块中规范化 OID 的定义，保证系统中的 OID 与具体的 ORACLE 数据库性能信息一一对应。

本文定义 ORACLE 数据库性能的父节点 OID 为.1.3.6.1.4.1.1220，在此 OID 节点下添加所需的

OID 子节点, 这些 OID 子节点对应于各个具体的性能信息。除了这些 ORACLE 数据库共同的性能信息, 各个代理模块还可以根据所在 ORACLE 数据库服务器的实际情况添加相应的 OID 子节点。添加完毕所需的 OID 节点后, 利用 NET-SNMP 软件工具的库函数将定义的 OID 添加到信息库里面。这样, Manager 就可以通过具体的 OID 节点和 Agent 的 IP 地址查询该 ORACLE 数据库相应的性能信息, 系统流程图如图 2 所示。

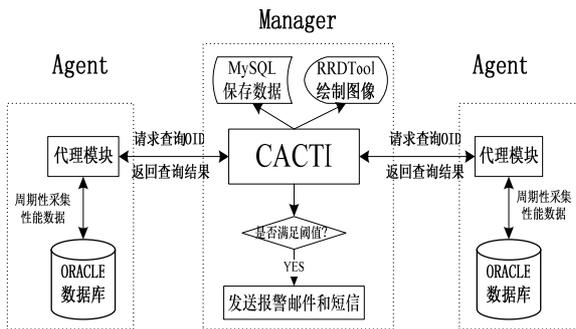


图 2 系统流程图

在监控系统的 Manager 端, CACTI 周期性的向各个 Agent 发送查询 ORACLE 数据库状态信息请求, 采集相应的性能状态数据。对于那些重要的性能参数, CACTI 可以为它们分别设置报警阈值。当 CACTI 采集到数据后会将它们存储到 MYSQL 数据库中, 并用 RRDTool 绘制图像。对于设置阈值的性能参数, CACTI 将采集到的数据与相应的阈值进行比较, 如果发现其不在阈值范围之内, CACTI 就会立即发送报警邮件和短信给管理员。

在每个 Agent 端, 代理模块周期性地采集本地 ORACLE 数据库的性能信息, 并将得到的数据赋予对应的 OID。当它接收到 Manager 的查询请求时, 就会将 OID 的数据值返回给 Manager。

3.5 数据采集

ORACLE 数据库有很多动态性能视图^[8,9], 这些视图自动收集并记录当前例程的活动信息。利用这些动态性能视图, 可以了解数据库运行的状态。通常情况下, 可以通过动态性能视图掌握两类重要的数据库运行信息。一是了解数据库运行相关的性能数据, 如内存的使用量、磁盘排序发生的机率等。二是取得与磁盘和内存结构相关的其他信息。这些信息将是数据库管理员进行数据库维护与性能调整的主要参考依据。

代理模块通过在 C 语言程序中嵌入 SQL 语句来访问 ORACLE 数据库^[10]。利用动态性能视图查询相应的性能参数数据。下面举例介绍如何通过动态性能视图采集 ORACLE 数据库的状态信息。

首先, 下面代码中定义了两个整形变量 temp_total 和 temp_used 分别保存临时表空间 TEMP 的总空间和已经使用的空间。通过视图 DBA_TEMP_FILES 查询临时表空间 TEMP 的总空间, 通过视图 V\$TEMP_SPACE_HEADER 查询已经使用的空间。

```

/*=====
=====*/
EXEC SQL Select BYTES Into :temp_total From
DBA_TEMP_FILES;
EXEC SQL Select BYTES_USED Into :temp_ used
From V$TEMP_SPACE_HEADER;
/*=====
=====*/
    
```

另外, 还可以通过 V\$SGASTAT 视图得到 ORACLE 数据库里 SharedPool 中空闲内存与共享池当前使用内存的百分比。如下面代码所示。

```

/*=====
=====*/
EXEC SQL Select 100*S.BYTES/USED From
V$SGASTAT S,(Select Sum(BYTES) USED From
V$SGASTAT Where POOL='shared pool' And NAME
<> 'free memory')
Where S.POOL='shared pool' And S.NAME='free
memory';
/*=====
=====*/
    
```

代理模块通过 ORACLE 数据库的动态性能视图采集到状态数据后, 会将这些数据分别赋予对应的 OID 节点, 更新当前值。

4 系统测试结果与分析

CACTI 通过 OID 采集到各个 Agent 的性能状态数据后, RRDTool 就会根据这些数据绘制图像, 让管

理员能够直观的查阅 ORACLE 当前的状态。默认情况下, CACTI 每隔五分钟就会向分布的各个 ORACLE 数据库服务器采集一次数据。这个采集周期可以根据实际情况进行调整,对于重要的 ORACLE 数据库可以适当缩短采集的周期,在提高监控实时性的同时,也要避免过于频繁的采集而给 ORACLE 数据库服务器造成严重的负担。为了方便管理,系统对分布的 ORACLE 数据库进行规范命名。根据本文 2.4 的数据采集,下面给出了名字为 ARP-SE-5 的 ORACLE 数据库的 CACTI 监控示意图。

图 3 为 ARP-SE-5 临时表空间 TEMP 的状态图,图中记录该 ORACLE 数据库表空间 TEMP 每个时刻的状态。从图中可以看出大约从 9 时至 15 时 TEMP 的空间均未发生变化,25.07GB 的空间已经被使用,还剩余 5.98GB 的空间,说明在这段时间内未有用户对该表空间进行操作。在 ORACLE 数据库中,所有的数据对象都存放在指定的表空间中。当表空间被存放满后,用户将不能继续往里面存入数据,需要对表空间进行扩展。为了保证 ORACLE 数据库的正常存储,可以在 CACTI 中设置 TEMP 剩余空间的报警阈值。例如,可以设置剩余空间的阈值为 500MB,当 TEMP 的剩余空间低于 500MB 时,CACTI 就会立即发送报警邮件和短信给数据库管理员。

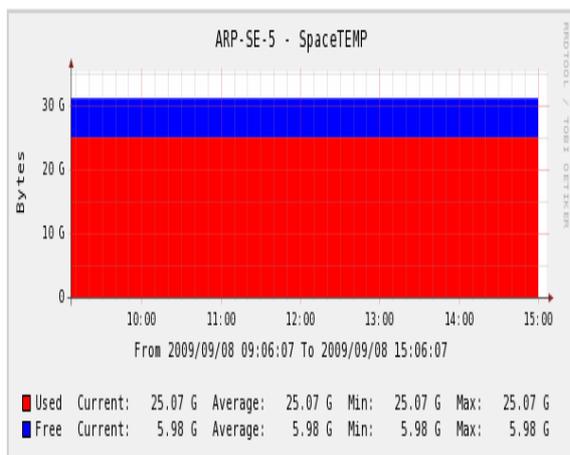


图 3 表空间 TEMP 状态图

图 4 为 SharedPool 中空闲内存与使用内存的百分比示意图。查询结果能够反映 Shared Pool Memory 的分配是否合理。如果百分比高于 100%,则表示 Shared Pool Memory 分配过度,分配给共享

池的内存很可能被浪费掉。如果百分比在 100%至 20%之间,则表示 Shared Pool Memory 关注过多,分配的大小可以接受,但不是最佳。如果百分比低于 20%,则表示 Shared Pool Memory 分配适当,已用内存和空闲内存处在最佳状态。从图中可以看出,大约从 9 时开始至 15 时,数值一直发生变化,但均处在最佳状态,说明数据库 ARP-SE-5 当前分配的 Shared Pool Memory 大小合理。

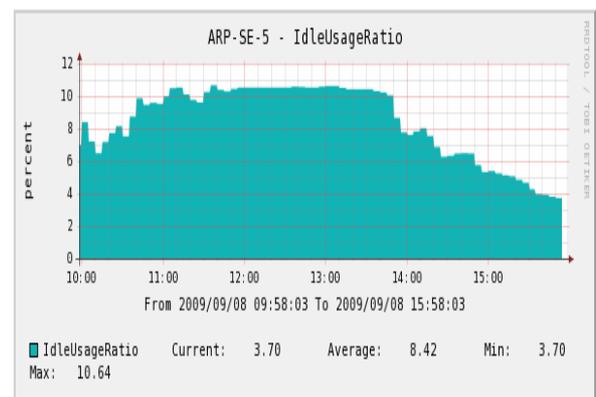


图 4 SharedPool 中空闲内存与使用内存百分比图

利用 CACTI 的报警机制,可以设置该百分比的阈值为 100%,当采集到的数值高于阈值,则发邮件通知数据库管理员注意 Shared Pool Memory 的状态。如果该数值长时间高于阈值,那么数据库管理员应及时调整 Shared Pool Memory 的大小,优化 ORACLE 数据库的性能。

5 结束语

CACTI 和 NET-SNMP 在监控领域应用十分广泛,文章利用它们实现对分布式 ORACLE 数据库的集中监控系统。该系统目前已经投入使用,运行稳定,能够同时监控多台 ORACLE 数据库服务器,可以根据实际情况为每个 ORACLE 数据库制定不同监控策略,并对异常状况发送报警邮件和短信通知管理员。此外,系统具有良好的扩展性,只需要在代理模块稍加修改就可以满足监控需求的变化。

参考文献

- 1 Ernst B, Rasmussen HR, Schwinn U, et al. Enterprise DBA part 1A: Architecture and administration. Oracle (下转第 133 页)

将用户此权限的功能向量码以及此操作的功能属性编号传给 `CheckOperateAccess` 函数进行判断。如果返回真,表示用户有权限进行此限操作。函数的形式及参数表示如下。

```
public bool CheckOperateAccess(string
operation Code, int operationId)
```

2.7 系统性能优化

在每次页面加载时,都要用到资源功能属性集,并且系统对访问的每个页面窗口都要进行权限检查,而一个用户又可能隶属于多个角色,因此每次都要从数据库中来检索权限会严重影响系统的性能。为了解决这个问题,在系统运行时,可将这些数据缓存到服务器中,常驻内存,如果在运行中更改了这些数据,则同时更新缓存中的数据。如将资源操作属性集存入 `HashTable`[操作编号,操作名称],将资源列表的数据集,权限数据集缓存到内存中,这样要用这些数据时直接从缓存中读取,节省了系统频繁访问数据库的开销,也提高了权限计算的效率。

3 结束语

本文分析并比较了基于数字证书的权限管理与传统用户名/密码方式认证的权限管理区别,并针对不同之处给出相应的实现方法。本文采用功能向量码的方法设计了设计一个基于数字证书的通用权限管理模块,使

之可以在不同的基于数字证书的应用系统中很方便地设置权限。只需替换系统中验证签名的函数模块(同一加密设备无需替换),就可以将本系统应用到其他数字证书认证的系统上。这样就大大减轻了权限管理模块的实现难度,实现了权限管理与系统业务的分离。目前该系统模块已经成功应用于国家教育电子身份认证系统中,取得了不错的效果。

参考文献

- 1 Sandhu R. Role-based Access Control Models. *Computer*, 1996, 29(2):38-47.
- 2 蔡昭权. 基于业务无关的权限管理的设计与实现. *计算机工程*, 2008,34(9):183-185.
- 3 王权,杨林,刘伟,王桢珍.基于 USBKEY 的访问控制方法研究. *计算机工程与设计*,2008,29(11):27-29.
- 4 Ferraiolo D, Kuhn R. An Introduction to Role Based Access Control.[2007-05-10].<http://csrc.nist.gov/rbac/>.
- 5 徐斌,袁健.基于 Web2.0 的用户权限管理研究与实现. *计算机工程*, 2008, 34(13):157-159.
- 6 暴志刚,胡艳军,顾新建.基于 Web 的系统权限管理实现方法. *计算机工程*, 2006,32(1):169-170.
- 7 高正完,涂亚庆,李中学. PKI 和 RBAC 授权数字证书的设计与实现. *计算机工程*, 2008,34(2):117-119.

(上接第 137 页)

- 1 Corporation,1999.
- 2 Embarcadero Corporation. DBArtisan: Leading cross-platform database administration solution for maximum availability, performance, and security. <http://www.embarcadero.com/products/dbartisan/index.html>,2008.
- 3 Foster I, Kesselman C, Fsudik G. A Security Architecture for Computational Grids. IEEE Computer Society, 2002.
- 4 岑锐坚.使用 Cacti 监测系统与网络性能. *开放系统世界*, 2006,(7):69-72.
- 5 W.Richard Stevens, Gary R. Wright. TCP/IP 详解,卷 1.陆雪莹等译.北京:机械工业出版社,2000.270-292.
- 6 李明江.SNMP 简单网络管理协议.北京:电子工业出版社, 2007.78-162.
- 7 Case J, McCloghrie K, Rose M, et al. Textual Conventions for Version2 of the Simple Network Management Protocol(SNMPv2). RFC2579. IETF, 1999.
- 8 Hassan A.Afyouni. Oracle9i 数据库性能调整与优化.吴越胜,张耀辉等译.北京:清华大学出版社, 2005.34-256
- 9 Marlene Theriault, Rachel Carmichael, James Viscusi. Oracle9i DBA 基础教程.杨涛,杨晓云,王建桥,高文雅等译.北京:机械工业出版社, 2003.59-170.
- 10 孙宏昌. Pro*C 程序设计和 Oracle 调用接口.北京:电子工业出版社, 1996.10-128.