

# 基于 IA 架构的集群技术在电子政务中的应用

柯国鸿 (厦门市政务信息中心 361012)

**摘要:**本文介绍了集群技术的分类、作用以及它的发展现状。通过在电子政务中使用集群技术的一个成功案例,重点介绍了 Oracle RAC 集群技术的应用;阐述了在电子政务的关键应用中使用集群的益处。最后提出了使用集群技术要考虑的一些因素和条件。

**关键词:**集群 IA 架构 Linux 电子政务

## 1 基于 IA 架构的集群技术

### 1.1 IA 架构的集群将主导未来的高性能计算机集群

按照传统,在关键行业或关键业务领域中多使用 RISC 小型机。从性能和可靠性上来讲小型机拥有较强的优势。随着近几年 IA(Intel Architecture)系统架构的快速发展,具有价格低廉、性能稳定、功能较强、操作简单、维护方便等优点的 IA 服务器逐渐进入了企业的核心应用领域,特别是采用了先进的集群技术后,其优异的性能和相对低廉的价格使其拥有了极强的竞争力。

相对于 RISC 小型机,IA 架构服务器拥有以下优势:

第一,从性能上来看,随着 Intel XEON 处理器的不断更新和 SMP 技术的应用,还有许多原先为主机系统独有的技术也不断地被移植到 PC Server 上,拥有 4 路、8 路甚至 16 路处理器的 PC Server 性能正在接近或超越小型机。

第二,相对于小型机巨额的初期投入和高昂的维护费用,IA 架构服务器的整体拥有成本很低,可大大降低企业的一次性和长远应用投入,且应用潜力巨大,操作系统和应用软件丰富,网络安装、维护与管理方便、简单。

第三,IA 架构服务器从可靠性、可扩展性、可用性等几个方面,已有了很大进步。关键部件冗余技术、热插拔、RAID 技术的应用大大提高了整机可靠性;而 SMP 技术、Cluster(集群)技术提供了优异的可扩展性和高可用性;网络化的监控管理系统使得服务器的监控管理轻而易举。

从目前高性能计算机集群全球 TOP500 的名单中,可以发现越来越多 IA 架构的集群。目前,已经有 150 多套采用 IA 架构的高性能计算集群进入排名,IA 架构仅用了短短几年的时间,便取得了这样的结果,未来这种趋势还会更加明显。所以 IA 架构将成为高性能计算集群的主导。

### 1.2 Linux 技术在 IA 集群中发挥重要作用

Linux 是一个类 unix 的操作系统。它的开发遵循 GPL 的,用户可以免费使用。另外,它还继承了 Unix 的很多优点,所以它是一个免费的、且可和其他商业的 Unix 相媲美的

操作系统。这给人们提供了一种用低廉的价格构建高可用性应用平台的可能,从而推动了集群系统的普及进程。从 1999 年以后,对 Linux 集群的关注迅速升温,各大软、硬件厂商纷纷推出 Linux 下的集群的商业产品。包括 IBM、HP、BEA、SuSE 等在去年的“Linux World”大会上又宣布各自的新的计划。现在完全可以利用多台 Linux 服务器组成集群系统以提供具有高可用性的企业级应用平台。

## 2 集群技术在电子政务中的应用

IA 架构的集群技术也同样可用于电子政务上。以往政府的应用系统大多采用高性能的 RISC 小型机,并用双机热备的方式来提高可靠性。由于小型机的价格昂贵,维护成本高,加上应用跟不上,造成浪费的例子并不少见。通过使用集群技术可以带来不少好处,比如:

(1) 可以降低费用,节约成本。这是由 IA 架构的计算机集群的性价比所决定。

(2) 可以合理利用资金,避免浪费。由于政府的信息化应用是一个循序渐进的过程,早期的应用通常不需要太高的计算处理能力,这种处理能力随着应用的发展而增加。集群技术的高可扩展性刚好可满足这一需求。系统开始运行时的集群节点可以少一点,以后再逐步添加新的节点。

(3) 可以促进中小城市,特别是经济欠发达地区的电子政务建设。由于可利用性价比较高的 PC 服务器组成高性能的计算机集群,再配以开源的操作系统——Linux 的支持,可极大降低硬件及操作系统的开销。

(4) 由于有开源的 Linux 支持,符合国家信息化安全的需要。

(5) 可以满足电子政务中关键应用的要求。由于集群的高可用性,可使系统的宕机时间和故障恢复时间最小化。满足 7\*24 不间断的连续服务。

(6) 还可以有很强的扩展性。系统建成后,可通过增加节点的数量将类似的应用加入现有的集群中。这样既省时

又省钱。

最近,在厦门市市民服务信息系统一期工程中,充分利用基于 IA 架构集群的高可用性、负载均衡技术,取得了很好的效果。

### 3 厦门市市民服务信息系统

厦门市市民服务系统一期工程主要包含三个子系统:数据中心子系统、数据交换子系统和市民卡管理系统。其中涉及到多种集群。包括数据库集群、交换服务集群、应用程序的集群服务。

#### 3.1 数据库系统集群

数据中心子系统充分利用 Oracle 9i 的集群技术(即 Oracle9i RAC)和 SAN 数据存储的优点,形成了一个高性能的、高可用性 & 强扩展性的数据库环境。

Oracle9i RAC(Real Application Cluster,以前称作 Oracle Parallel Server,OPS)用来在集群环境下实现多机共享数据库,以保证应用的高可用性。同时可以自动实现并行处理及均分负载,还能实现数据库在故障时的容错和无限点恢复。Real Application Cluster 为大多数关键业务要求的数据库环境提供了极高的性能和完善的纠错功能。RAC 技术具有高可用性、可管理性和可伸缩性等优点。

在 Oracle 9i 的 Real Application Cluster 技术中,全面采用了 Oracle 独特的 Cache Fusion(缓存融合)技术,消除了多台服务器竞争数据时产生的碰撞(Ping)现象,极大的提高了 Cluster 系统的可扩展性。使 Cluster 系统可以支持更多的节点,而且数据库应用完全不需要做任何复杂的修改或特殊设计就可以良好的运行在 Cluster 系统上,并且充分发挥多节点的处理性能。目前,Oracle 的并行服务器技术在业界处于绝对领先的地位,已在全球数千个应用系统中运行,经过十多年的不断完善和发展,其可靠性和稳定性已得到彻底检验。

在数据中心子系统中实现了三个节点的服务器集群(如图 1 所示)

在数据库集群中,采用三台 Dell 高端的企业级服务器—PE 6650,配四个 XEON CPU 和 16G 内存,并且利用了先进的 SAN 存储技术,使用 DELL|EMC Clarrion CX400,供三台服务器共同使用,目前配有的硬盘可用空间为 1.5T,以后可视需要扩展;同时为了提高可靠性,配置了两台 16 口的光纤交换机,每台机器都配有两块 HBA 卡与光纤交换机相连,同时存储设备 CX400 也有两条光纤通道,这样就能避免单点故障的影响;此外,三台服务器上安装了 RedHat Linux Advanced Server 2.1,使用 2.4.9 - e.24 - enterprise 的内核;最后利用 Oracle 9i RAC 技术组成数据库集

群(数据库软件更新到 Oracle 9.2.0.4)。

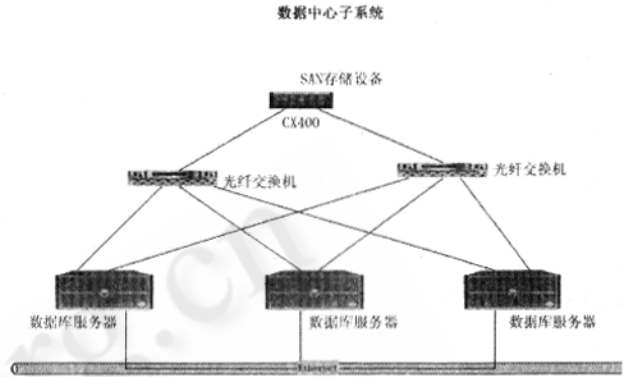


图 1

集群中的每台服务器都分别运行一个数据库实例,共用一个数据库。在上述环境下进行了高可用性和可伸缩性测试。

高可用性测试即 Failover 测试。就是当某一正在处理事务的这个实例突然中止时,系统会将处理自动切换到其他的实例上,不会影响到客户端。先连接到一个节点上运行一个很长的查询,马上停止节点的实例,此时,查询会转移到第二个节点,这时又中断第二个节点的实例,查询会切换到第三个节点继续运行。

可伸缩性测试是利用 Orabm(一个开源的压力测试工具)进行。主要是考察集群节点数变化时, tps 值的变化情况。测试在一个节点、两个节点及三个节点下数据库的 workload 情况。通过得出的 tps (Transactions Per Second)值进行分析。

在单节点时,当每个 session 的事务数为 20000 时,得出如下数据(见表 1):

表 1

Session	1	2	4
Tps	762	1454	2614

这说明当事务数不是很高时,随着 CPU 能力的利用(每台服务器都配有四个 CPU),会使系统的 tps 值产生极大的变化。

接着,将事务数提高到 100000,同样测试单节点情况(见表 2):

表 2

Session	1	4	8	12
Tps	684	677	677	676

这说明了当事务足够大, CPU 满载处理时, 系统的 tps 值基本不变。

最后, 还分别测试了两个节点和三个节点的情况, 每个 session 的事务都是 100000;

两个节点下的数据为(见表 3):

表 3

Session	1	2	4	8	12
Tps	727	1455	1398	1833	1637

三个节点下的数据为(见表 4):

表 4

Session	1	2	3	4	8	12	16
Tps	721	761	1999	2070	2121	2593	2530

通过比较这三组数据可以发现, 当只有一个 Session 的时候, 不管是否有集群, 系统的 tps 值没有什么变化。此外, 可以看出随着 session 的增加, 节点数与 tps 值之间的线性关系。由此也可看出 RAC 的 Load Balance 功能是将大量的连接分配到不同的节点, 并不能分担某一连接的负载。了解 RAC 的这个特性, 就要求应用程序能将大的事务处理分成多个 session 进行处理, 以提高数据库集群的处理能力。

可伸缩性(Scalability)是所关注的 RAC 的主要优势。今后, 随着业务的增长, 可以从容地增加处理能力, 添加新的节点。Oracle 9i 的 Cache Fusion 体系结构直接地利用新节点的 CPU 和内存资源。无需手工对数据重新分区。

现在, 这个数据库集群系统已经正常运行了一段时间, 存有 40 多个 G 的数据量。每周新增数据 3 万多条。而且今后还将有更多的数据库增加进来。

### 3.2 交换系统集群

在数据交换子系统中, 利用了 IBM MQ Series 5.3 的集群技术来平衡负载交换任务。MQ 的集群功能是从版本 5.1 才开始的, 它实现了 MQ 服务器间的负载均衡。见图 2:

在集群系统中使用一台 DELL PE6650 和两台 DELL PE4600 组成 MQ 集群, 集群中不需要共用的存储设备。由任务管理服务器负责与集群外的服务器进行联系, 将所接收

的交换任务分配给另外两台任务处理器进行处理, 可有效减轻任务管理服务器的负载。



图 2

此外, 为了提高可靠性, 还可将任务管理服务器作成双机集群(系统级的集群), 如图 3。

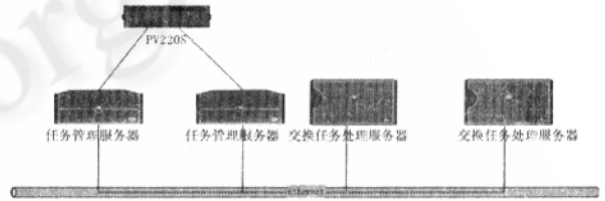


图 3

### 3.3 应用系统集群

应用系统集群主要是利用了操作系统的集群技术(Windows 2000 Advanced Server), 如图 4。将两台高性能的服务器通过共同的存储组成双机系统。然后将系统的应用程序作成 SERVICE 方式, 加入操作系统的集群服务中。这样就有效地提高系统的可靠性。

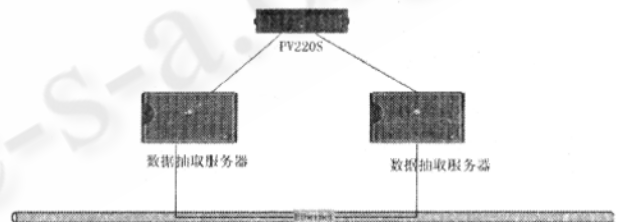


图 4

### 3.4 集群的扩展

基于集群的可扩展性及先进的网络架构, 今后可方便地在市民服务系统上延伸扩展新的应用。如将来的法人基础数据库就将建在现有的数据库集群上, 只需增加集群的节点和存储设备的容量, 这样即缩短了建设时间, 又节约了投资。

## 4 认识和体会

通过这次应用, 看到了集群技术在电子政务应用上的广阔前景。但是在设计基于集群技术的应用程序时, 必须了解

(下转第 29 页)

(上接第 19 页)

所使用的集群技术的诸如性能、可靠性以及如何实现负载均衡等特点,在设计模式上作相应的变化。比如在设计 RAC 应用程序时,为了利用其负载均衡技术,提高系统的处理能力,应避免封装大事务,须将事务恰当切分在多个 SESSION 中运行。这点对批处理的应用问题更为突出。此外,在考虑扩充新的 RAC 节点时,可以用 CPU 的负载作为判断的依据。比如可使用 CA 的性能监测软件(Performance Agent)来监测集群中所有服务器的 CPU 的负载,当所有监测的 CPU 在多数时间都接近或超过某一阈值(60%),这是就

要增加新的节点以提高处理能力。如果仅是某一节点的 CPU 超载,此时应先考虑修改运行于该节点的应用程序,使它按照 RAC 实现负载均衡的方式来设计。

#### 参考文献

- 1 Rawn Shah,《Linux 集群大全》——源自 IBM DeveloperWorkers 网站。
- 2 谢伟,《Oracle 9i RAC 概述方案》——源自 [www.chinapub.net](http://www.chinapub.net)。