

基于 LVS 的服务器负载均衡技术^①

王颐帅

(西南财经大学 信息与教育技术中心, 成都 610074)

摘要: 高并发负载一直是网络应用系统面临的挑战. 通过建立负载均衡机制, 可以在服务器集群中合理分配服务器负载来解决这个问题, 实现网络应用服务的高伸缩性、高可靠性. 文章阐述了利用 LVS 构建软负载均衡的原理和方法, 并结合实际应用案例对 LVS 负载均衡架构配置进行了实例演示. 系统实际运行结果表明该架构可以很好满足高并发负载访问.

关键词: LVS; 负载均衡; 服务器集群; 高伸缩性; 高可靠性

Server Load Balancing Architecture Based on LVS

WANG Yi-Shuai

(Information and Education Technology Center, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 610074, China)

Abstract: To provide stable service under high concurrent, workloads is always a challenge network application systems faced. Load balancing mechanic can redistribute server workloads among server cluster to meet the request and realize high scalability and high availability. This article introduces the theory and method to build a software-based load balancing architecture by use LVS, and demonstrates the configuration and application of LVS via a real case. Actual operating results show that the architecture can well satisfy high concurrent workloads.

Keywords: LVS; load balancing; server cluster; high scalability; high availability

学校引进了一套部署在 64 位 Redhat Linux 5.4 上 Web /Application/Database 三层架构的 ERP 系统作为教务管理. 选课期间数次因高并发访问导致宕机, 实施方建议采购高性能服务器并在前端部署硬件负载均衡设备. 在已有同类案例中, 通过采购更高性能的服务器确实可在一定程度上解决问题, 但除开选课高峰, 其他时段资源空闲造成浪费. 并且随着系统用户类型及数量增加, 逐渐达到服务器能力上限, 只能继续购买新服务器. 硬件负载均衡虽也被广泛采用, 但价格高, 支持协议有限, 同时也是一个可能故障点. 而采用灵活伸缩、具有高可靠性的软架构是比较可行的办法. 在国内外相关研究及案例中, 软均衡负载有基于 DNS、客户端、负载均衡服务器等多种方式. 针对该系统的应用架构特点和负载分布分析, 需要找到一种基于 Linux 操作系统的负载均衡机制来解决高峰值负

载问题, 消除单点故障隐患.

1 服务器负载均衡概述

1.1 负载均衡概述

负载均衡是在网络结构中部署多台服务器提供相同的服务. 负载均衡控制器根据提供服务器负载的真实负载情况, 通过某种算法将负载合理分配到多台节点设备上进行处理, 以保证服务的高可靠性和高性能. 当负载均衡架构中的一台或者几台服务器出现故障时, 负载均衡控制器会自动将用户请求切换到其他可用服务器上, 在很短的延迟内选择性能最佳的服务器响应客户请求, 减少用户等待响应时间和提高系统处理能力, 保证用户访问的质量可靠性.

1.2 硬件负载均衡与软件负载均衡

负载均衡可以通过硬件或软件实现. 硬件负载均

^① 收稿时间:2013-11-12;收到修改稿时间:2013-12-17

衡为独立于服务器的硬件设备,性能较高,具有多样化的管理策略,但投资成本也较高.软件负载均衡是在一台或多台服务器操作系统上安装一个或多个软件来实现负载均衡,比如 DNS 负载均衡等.软件负载均衡的优点是容易进行相关配置、成本比较低,能满足要求不高的负载均衡需求.Linux5.4 系统下自带的 LVS 就是一款开源负载均衡软件.

2 LVS负载均衡软件介绍及配置实例

2.1 LVS 架构

LVS(Linux 虚拟服务器, Linux Virtual Server)是 Linux 系统自带在传输层实现集群负载均衡的软件,其目的在于使用集群技术和 Linux 操作系统实现一个高性能、高可用的服务器.它具有很好的可伸缩性(Scalability)、可靠性(Reliability)和可管理性(Manageability).

LVS 分为三层架构: 1、Director(分发器)作为枢纽响应并接收用户请求,通过一定转换将请求发送到实际服务器处理,并向用户返回处理结果或在用户和实际服务器之间建立连接; 2、服务器池(Server Pool)包含一组实际执行客户请求的服务器(又称为实际服务器 Real Server),用以提供实际的网络应用服务; 3、共享存储(Shared Storage)为服务器池提供一个共享的存储区.

2.2 LVS 工作模式

Director 拥有外网可直接访问的外网 IP(VIP, Virtual IP)以及和内网服务器通信的内网 IP(DIP, Director IP).基于 Director 与实际服务器间通信及响应方式的不同,LVS 有三种负载均衡工作模式:

1) Virtual Server via NAT (VS/NAT): 地址转换.内网和外网所有数据包均通过 Director 进行地址转换.外网所看到的数据包地址均是被转换后的 DIP,而外网数据包到达 Director 时,通过负载均衡算法判断并转换包内地址为内网服务器地址(RIP, Real IP),将包送到相应节点.在这种工作模式下,Director 的效率决定了负载均衡的整体效率.

2)Virtual Server via IP Tunneling (VS/TUN): IP 隧道. Director 将数据包通过 IP 隧道协议封装后转发给选定的服务器,服务器解包出请求信息后,直接将响应数据包传给用户. Director 只负责调度请求,而服务器直接将响应返回给客户,调度器可处理大量的请求,

系统伸缩能力强.

(3)Virtual Server via Direct Routing(VS-DR): 直接路由. Director 通过负载均衡算法将数据包直接发送到实际服务器,实际服务器与客户端直接连接.优点是返回给客户的流量不经过 Director,速度快开销少.但要求集群内服务器要在同一网段.

2.3 LVS 调度算法

LVS 有以下几种负载均衡调度算法:

1、静态调度算法:

RR: Round-robin: 轮叫,等比例分发;

WRR: Weighted round-robin: 加权轮循,按分配权重比例分发;

DH: Destination hashing: 目标地址散列调度,基于目标地址 hash 算法进行调度;

SH: Source hashing: 源地址散列调度,根据来源地址 hash 算法进行调度.

2、动态调度算法:

LC: Least connection: 最少连接,监控 real server 当前连接数并进行最少 overhead 优先负载,其中 $overhead=活动连接*256+非活动连接$;

WLC: Weighted least connection: 加权最少连接,根据连接数及权重进行分发,是默认的集群算法;

SED: Shortest Expected Delay: 最少期望延迟,不计算非活动连接的连接数及权重算法;

NQ: Never Queue: 永不排队,有空闲即连接;

LBLC: Locality-Based Least-Connection: 基于本地的最少连接,动态 DH 算法;

LBLCR: Locality-Based Least-Connection with replication Scheduling: 带复制的基于本地最少连接,共享缓存.

通过 IPVS 调度器能够针对不同的网络服务需求和服务器配置使用不同的调度算法.

2.4 LVS 配置实例

通过对 LVS 的研究,结合生产环境的网络架构,采用 LVS 的 VS-DR 模式搭建软负载均衡平台可以达到最大的效率.架构如下:

1、LVS 服务器(Director): IP 为 10.9.10.31,与实际服务器在同一网段下.

2、四台服务器(real server),部署 Web 服务,IP 分别是: rs1: 10.9.10.156; rs2: 10.9.10.157; rs3: 10.9.10.158; rs4: 10.9.10.159.掩码均为 255.255.255.0,

网关 10.9.10.254.

3、配置 VIP(虚拟 IP): 10.9.10.5. LVS 服务器配置到 eth0, 实际服务器配置到 lo, 由此在 LVS 服务器和实际服务器之间形成环路. 开启 LVS 服务器的报文转发功能并关闭实际服务器上的报文转发. 用户在访问 VIP 时, 由 LVS 服务器上的 VIP 接受请求, 通过调度转发到实际服务器上. 系统拓扑图如下:



图 1 系统 LVS 负载均衡架构

LVS 负载均衡实现的配置顺序为: 先完成所有实际服务器的配置, 再进行 LVS 服务器的配置. 详细步骤如下:

1、在所有的实际服务器上配置 lo 网卡的 VIP, 子网掩码是 255.255.255.255:

```
[root@rs1~]# ifconfig lo:0 10.9.10.5 broadcast 10.9.10.5 netmask 255.255.255.255 up
```

2、禁止实际服务器上的 arp 请求:

```
echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
echo "2" > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
echo "2" > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_filter
```

```
echo "2" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_filter
```

3、在 LVS 服务器上配置 eth0 网卡的 VIP, 子网掩码与 eth0 子网掩码一致:

```
[root@lvs~]# ifconfig eth0:0 10.9.10.5 broadcast 10.9.10.5 netmask 255.255.255.0 up
```

4、开启 LVS 服务器的报文转发功能:

```
[root@lvs ~]# echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/ip_forwrd
至此, IP 链路环路已经形成.
```

5、进行工作模式和调度算法配置, 在 LVS 服务器中添加一条 VIP 的记录:

```
[root@lvs ~]# ipvsadm -A -t 10.9.10.5:80 -s rr -p 1500
语句中“-A”表明在 LVS 列表中添加一条新的虚拟 IP 记录; “-t 10.9.10.5:80”表明 LVS 提供的是 tcp 服务、用户访问的 VIP 以及端口; “-s rr”指定调度算法为轮叫模式; “-p 1500”超时时间为 1500 秒(为保持会话稳定性, 应比实际服务器的超时时间长).
```

6、将实际服务器记录添加到 LVS 列表中:

```
[root@lvs ~]# ipvsadm -a -t 10.9.10.5:80 -r 10.9.10.156:80 -g
...
[root@lvs ~]# ipvsadm -a -t 10.9.10.5:80 -r 10.9.10.159:80 -g
```

语句中“-a”表示向 LVS 列表中添加实际服务器; “-r 10.9.10.156:80”指定实际服务器的 IP 地址和端口; “-g”指定 LVS 的工作模式为直接路由模式(DR).

以上为实现 LVS 负载均衡所需的操作. 配置完成后可通过在 LVS 服务器上执行 ipvsadm 命令来查看调度分发情况.

在实现负载均衡的过程中需要特别注意实际服务器上应用的启动顺序: 必须先启动 LVS 配置, 再开启相应端口上的应用服务. 否则 LVS 服务器会判定实际服务器无法提供服务, 将不会把请求分发到这台服务器上.

3 结语

本文讨论并实现了利用 LVS 搭建服务器集群及负载均衡的架构. 系统在随后的几次选课中很好地承受了高并发访问, 在并发用户 4000 人的情况下从以前单个服务器 100% 负载下降到峰值负载不到 20%, 平均负载不到 10%, 完全达到了预期目的. 由于该架构具有很强的伸缩性, 实际服务器可以通过虚拟服务器的方

式实现灵活加入或退出,在高负载时增加实际服务器,低负载时将实际服务器暂停,节约运算资源,避免了资源闲置,大大降低了 TOC,具有很高的实用价值.实际使用中,session 共享由 Weblogic Cluster 实现,文中没有涉及.同时本文没有讨论 LVS 服务器的备份机管理机制以及根据实际服务器的健康状况检查动态增删路由等 LVS 应用,有待进一步研究完善.

参考文献

- 1 章文嵩. Linux 服务器集群系统[EB/OL].<http://www.ibm.com/developerworks/cn/linux/cluster/lvs/>.
- 2 Linux Virtual Server. <http://zh.linuxvirtualserver.org/>.
- 3 李坤,王百杰.服务器集群负载均衡技术研究及算法比较.计算机与现代化,2009(8):7-10.
- 4 王霜,修保新,肖卫东.Web 服务器集群的负载均衡算法研究.计算机工程与应用,2004,25:78-80,99.
- 5 姜丽杰.基于 LVS 的集群负载均衡技术分析的实现.黑龙江科技信息,2010,19:72,69.
- 6 王雪莲,郑晓薇,刘青昆. LVS 集群负载调度机制的研究.中国科技信息,2011,5:39-41.
- 7 苏命峰,陈文芳,李仁发.LVS 集群负载调度算法研究.长沙大学学报,2012,5:72-74.
- 8 彭军,徐燕.Linux 服务器负载均衡的研究与实现.计算机与数字工程,2012,12:105-108.