7_Cluster01LVS 简介 LVS-NAT 集群 LVS-DR 集群

一 集群

1.1 定义:

一组通过高速网络互联的计算组,并以单一系统的模式加以管理

将很多服务器集中在一起,提供同一种服务,在客户端看来就像只有一个服务器

可以在付出较低成本的情况下获得在性能\可靠性\灵活性方面的相对较高的收益

任务调度是集群系统中的**核心技术**

1.2 目的

提高性能:如计算密集型应用,如:天气预报\核实验模拟

降低成本:相对百元美元级的超级计算机,价格便宜

提高可扩展性:只要增加集群节点即可

增强可靠性:多个节点完成相同功能,避免单点失败

1.3 集群分类

高性能计算集群(HPC):通过以集群开发的并行应用程序,解决复杂的科学问题

负载均衡(LB)集群:客户端负载在计算机集群中尽可能平均分摊

高可用(HA)集群:避免单点故障,当一个系统发生故障时,可以快速迁移

二 LVS

2.1 Linux Virtual Server(Linux 默认安装并启动,在内核中)

实现高可用的\可伸缩的 web mail cache 和 media 等网络服务.

最终目标是利用 Linux 和 LVS 集群软件实现一个高可用\高性能\低成本的服务器应

用集群.

2.2 LVS 集群组层

前端:负载均衡层　由一台或多台负载调度器构成

中间:服务器群组层　由一组实际运行应用的服务器组成

底端:数据共享存储层　提供共享存储空间的存储区域

2.3 LVS 术语

director server:调度服务器　将负载分发到 real server 的服务器

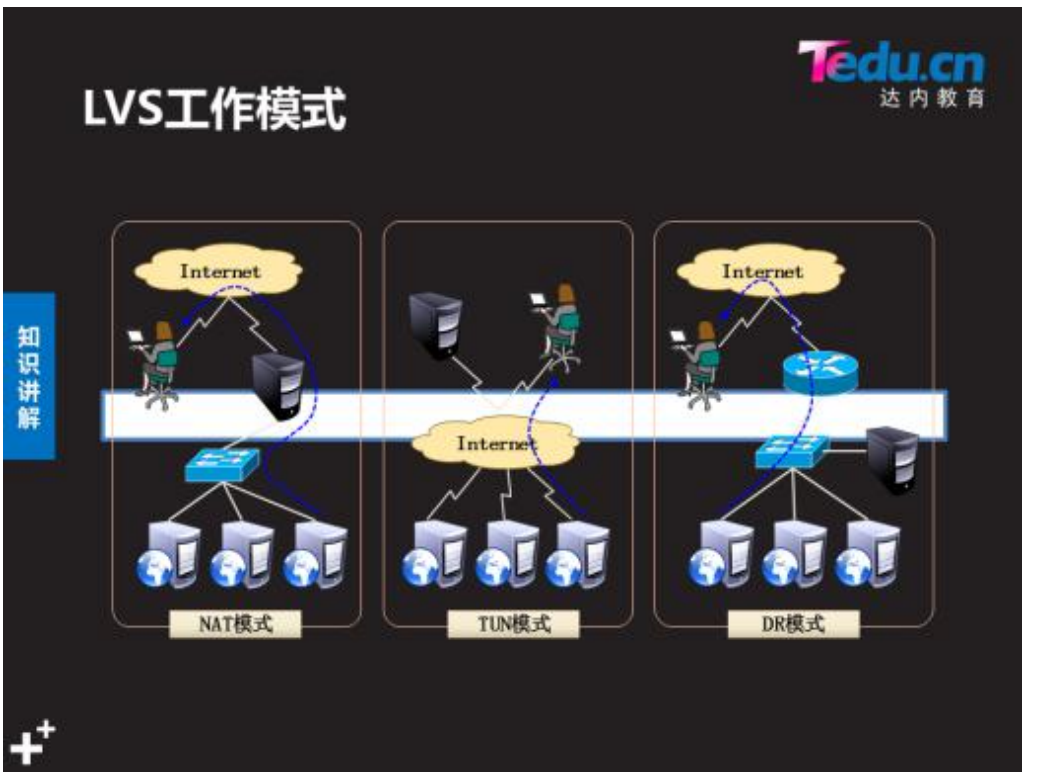
real server:真实服务器　真正提供应用服务的服务器

vip: virtual ip　ds 或 rs 公布给用户访问的虚拟 IP 地址

rip: real ip　集群节点上使用的 IP 地址(rs 使用的 IP)

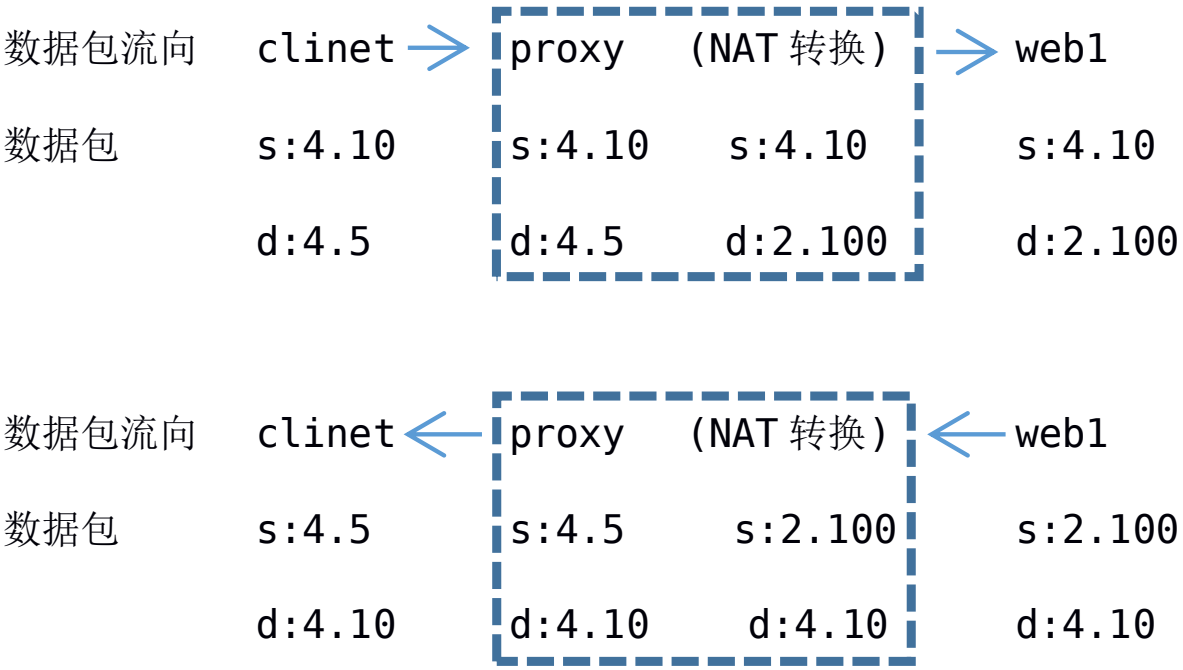
dip: director ip　调度器(ds)连接节点服务器(rs)的 IP 地址

2.4 LVS 工作模式(用路由器的原理来理解 LVS)　电脑主机+LVS=软路由



2.4.1 LVS/NAT

通过网络地址转换实现的虚拟服务器



LVS/NAT 模式下 web 服务器必须配置网关

大并发访问时,调度器的性能成为瓶颈

2.4.2 VS/DR

直接使用路由技术实现虚拟服务器

节点服务器需要配置 vip,注意 mac 地址广播

2.4.3 VS/TUN

通过隧道方式实现虚拟服务器

2.5 负载均衡调度算法

2.5.1 轮询(round robin)[rr]:将客户端请求**平均分发**到 real server

2.5.2 加权轮训(weighted round robin)[wrr]:根据 real server **权重值进行轮询**调度

2.5.3 最少连接(least connections)[lc]:选择**连接数最少**的服务器

2.5.4 加权最少连接[wlc]:根据 real server 权重值,选择连接数最少的服务器

2.5.5 源地址散列(source hashing)[sh]:将请求的目标地址作为散列键(hash key)从静态分配的散列表中找出对应的服务器,效果同 nginx 的 ip hash

2.5.6 其他调度算法:

基于局部性的最少链接　　最短的期望延迟

带复制的基于局部性的最少链接　　最少队列调度

目标地址散列(destination hashing)

三 LVS-NAT 集群

3.1 安装前准备

LVS 的 IP 负载均衡技术是通过 IPVS 模块实现的

IPVS 模块已经成为 Linux 组成部分

3.2 安装 ipvsadm

rpm 方式 或 yum 方式

3.3 ipvsadm 用法

3.3.1 创建虚拟服务器

-A 添加虚拟群集服务器

-t 设置集群地址(vip)

-s 指定负载调度算法

3.3.2 添加\删除服务器节点

-a 添加真实服务器

-d 删除真实服务器

-r 指定真实服务器(real server)的地址

-m 使用 NAT 模式;-g -i 分别对应 DR TUN 模式(默认为-g)

-w 为节点服务器设置权重,默认为 1

3.3.3 查看 IPVS

ipvsadm -Ln

四 案例：ipvsadm 命令用法

4.1 问题

准备一台 Linux 服务器，安装 ipvsadm 软件包，练习使用 ipvsadm 命令，实现如下功能：

使用命令添加基于 TCP 一些的集群服务

在集群中添加若干台后端真实服务器

实现同一客户端访问，调度器分配固定服务器

会使用 ipvsadm 实现规则的增、删、改

保存 ipvsadm 规则

4.2 方案

安装 ipvsadm 软件包，关于 ipvsadm 的用法可以参考 man ipvsadm 资料。

常用 ipvsadm 命令语法格式如表-1 及表-2 所示。

表－1 ipvsadm 命令选项

命令选项	含义
ipvsadm -A	添加虚拟服务器
ipvsadm -E	修改虚拟服务器
ipvsadm -D	删除虚拟服务器
ipvsadm -C	清空所有
ipvsadm -a	添加真实服务器
ipvsadm -e	修改真实服务器
ipvsadm -d	删除真实服务器
ipvsadm -L	查看 LVS 规则表
-s [rr|wrr|lc|wlc|sh]	指定集群算法

表－2 ipvsadm 语法案例

命令	含义
ipvsadm -A -t|u 192.168.4.5:80 -s [算法]	添加虚拟服务器，协议为 tcp（-t）或者 udp（-u）
ipvsadm -E -t|u 192.168.4.5:80 -s [算法]	修改虚拟服务器 协议为 tcp 或 udp
ipvsadm -D -t|u 192.168.4.5:80	删除虚拟服务器 协议为 tcp 或 udp
ipvsadm -C	清空所有
ipvsadm -a -t|u 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.100 [-g|i|m] [-w 权重]	添加真实服务器 -g(DR 模式)， -i（隧道模式）， -m（NAT 模式）
ipvsadm -e -t|u 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.100 [-g|i|m] [-w 权重]	修改真实服务器
ipvsadm -d -t|u 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.100	删除真实服务器
ipvsadm -Ln	查看 LVS 规则表

4.3 步骤

步骤一：使用命令增、删、改 LVS 集群规则

1）创建 LVS 虚拟集群服务器（算法为加权轮询：wrr）

```
proxy ~]# yum -y install ipvsadm  #ipvsadm 用于沟通内核中的 LVS
proxy ~]# ipvsadm -A -t 192.168.4.5:80 -s wrr  #-t 表示 TCP 协议
proxy ~]# ipvsadm -Ln  #查看 IPVS
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port    Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  192.168.4.5:80 wrr
```

2）为集群添加若干 real server

```
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.100 -w 1
     # -r 指定 real server,-w 指定权重
proxy ~]# ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port    Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  192.168.4.5:80 wrr
  -> 192.168.2.100:80      router    1     0          0
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.200 -w 2
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.201 -m -w 3
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.202 -m -w 4
```

3）修改集群服务器设置(修改调度器算法，将加权轮询修改为轮询)

```
proxy ~]# ipvsadm -E -t 192.168.4.5:80 -s rr
proxy ~]# ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port   Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  192.168.4.5:80 rr
  -> 192.168.2.100:80       router    1     0         0
  -> 192.168.2.200:80       masq      2     0         0
  -> 192.168.2.201:80       masq      2     0         0
  -> 192.168.2.202:80       masq      1     0         0
```

4）修改 read server（使用-g 选项，将模式改为 DR 模式）

```
proxy ~]# ipvsadm -e -t 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.202 -g
```

5）查看 LVS 状态

```
proxy ~]# ipvsadm -Ln
```

6）创建另一个集群（算法为最少连接算法；使用-m 选项，设置工作模式为 NAT 模式）

```
proxy ~]# ipvsadm -A -t 192.168.4.5:3306 -s lc
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:3306 -r 192.168.2.100 -m
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:3306 -r 192.168.2.200 -m
```

7）永久保存所有规则(-n 以数字方式显示 ip 和端口)

```
proxy ~]# ipvsadm-save -n > /etc/sysconfig/ipvsadm
```

8）清空所有规则

```
proxy ~]# ipvsadm -C    #清空后所有都没有了
```

五 案例：部署 LVS-NAT 集群

5.1 问题

使用 LVS 实现 NAT 模式的集群调度服务器，为用户提供 Web 服务：

集群对外公网 IP 地址为 192.168.4.5

调度器内网 IP 地址为 192.168.2.5

真实 Web 服务器地址分别为 192.168.2.100、192.168.2.200

使用加权轮询调度算法，真实服务器权重分别为 1 和 2

5.2 方案

实验拓扑结构主机配置细节如表-3 所示。

表-3

主机名	IP 地址
client	eth0:192.168.4.10/24
proxy	eth0:192.168.4.5/24 eth1:192.168.2.5/24
web1	eth1:192.168.2.100/24 网关:192.168.2.5
web2	eth1:192.168.2.200/24 网关:192.168.2.5

使用 4 台虚拟机，1 台作为 Director 调度器、2 台作为 Real Server、1 台客户端，

拓扑结构如图-1 所示，**注意：web1 和 web2 必须配置网关地址。**

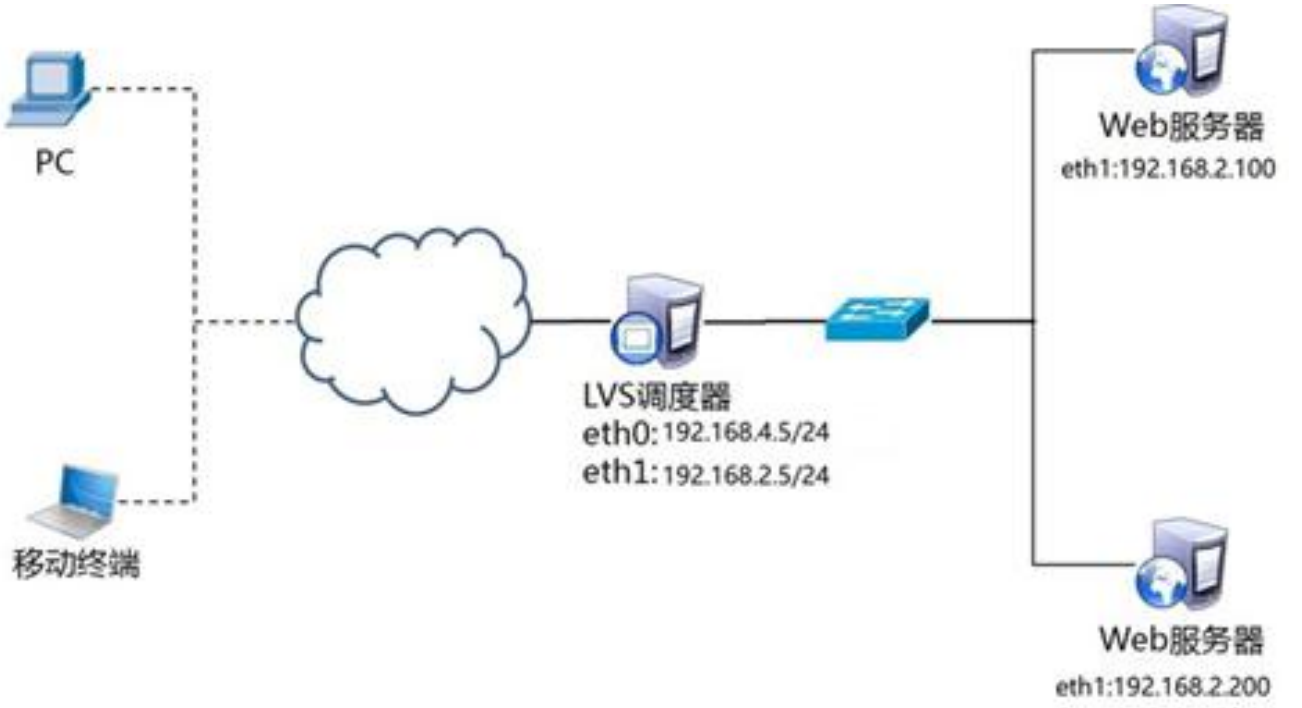


图-1

route -n 查看网关

5.3 步骤

步骤一：配置基础环境

1）设置 Web 服务器（以 web1 为例）

```
web1 ~]# yum -y install httpd
web1 ~]# echo "192.168.2.100" > /var/www/html/index.html
```

2）启动 Web 服务器软件

```
web1 ~]# systemctl restart httpd
```

3)关闭防火墙与 SELinux

```
web1 ~]# systmctl stop firewalld
web1 ~]# setenforce 0
```

步骤二：部署 LVS-NAT 模式调度器

1)确认**调度器的路由转发功能**(如果已经开启，可以忽略)

```
proxy ~]# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward  #临时设置
proxy ~]# cat /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
1
proxy ~]# echo "net.ipv4.ip_forward = 1" >> /etc/sysctl.conf
```

#修改配置文件，永久设置调度器的路由转发功能,注意空格

2）创建集群服务器

```
proxy ~]# yum -y install ipvsadm
proxy ~]# ipvsadm -A -t 192.168.4.5:80 -s wrr
```

3）添加真实服务器

```
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.100 -w 1 -m
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.5:80 -r 192.168.2.200 -w 1 -m
```

4）查看规则列表，并保存规则

```
proxy ~]# ipvsadm -Ln
proxy ~]# ipvsadm-save -n > /etc/sysconfig/ipvsadm
```

步骤三：客户端测试

客户端使用 curl 命令反复连接 http://192.168.4.5,查看访问的页面是否会轮询到不同的后端真实服务器。

LVS-NAT 不带健康检查,若某台服务器 down 了,调度器仍然会调度该服务器

六 案例：部署 LVS-DR 集群

6.1 问题

使用 LVS 实现 DR 模式的集群调度服务器，为用户提供 Web 服务：

客户端 IP 地址为 192.168.4.10

LVS 调度器 VIP 地址为 192.168.4.15

LVS 调度器 DIP 地址设置为 192.168.4.5

真实 Web 服务器地址分别为 192.168.4.100、192.168.4.200

使用加权轮询调度算法，web1 的权重为 1，web2 的权重为 2

说明： CIP 是客户端的 IP 地址；

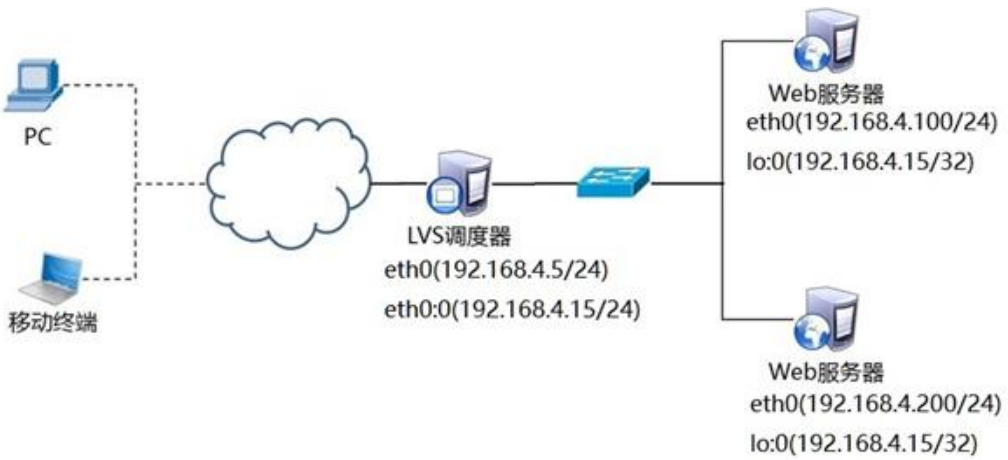
VIP 是对客户端提供服务的 IP 地址；

RIP 是后端服务器的真实 IP 地址；

DIP 是调度器与后端服务器通信的 IP 地址（VIP 必须配置在虚拟接口）。

6.2 方案

使用4台虚拟机,1台作为客户端、1台作为Director调度器、2台作为Real Server，拓扑结构如图所示。实验拓扑结构主机配置细节如表所示。



主机名	网络配置
client	eth0（192.168.4.10/24）
proxy	eth0（192.168.4.5/24） eth0:0（192.168.4.15/24）
Web1	eth0（192.168.4.100/24） lo:0（192.168.4.15/32） 注意子网掩码必须是 32
Web2	eth0（192.168.4.200/24） lo:0（192.168.4.15/32） 注意子网掩码必须是 32

6.3 步骤

实现此案例需要按照如下步骤进行。

说明：CIP 是客户端的 IP 地址；　VIP 是对客户端提供服务的 IP 地址；

RIP 是后端服务器的真实 IP 地址；

DIP 是调度器与后端服务器通信的 IP 地址（VIP 必须配置在虚拟接口）。

步骤一：配置实验网络环境

1）设置 Proxy 代理服务器的 VIP 和 DIP

注意：为了防止冲突，VIP 必须要配置在网卡的虚拟接口！！！

```
proxy ~]# cd /etc/sysconfig/network-scripts/
proxy ~]# cp ifcfg-eth0{,:0}
#复制 ifcfg-eth0 文件,命名为 ifcfg-eth0:0,ifcfg-eth0:0 为虚拟网卡
proxy ~]# vim ifcfg-eth0    #设置 DIP
TYPE=Ethernet
```

BOOTPROTO=none

NAME=eth0

DEVICE=eth0

ONBOOT=yes

IPADDR=192.168.4.5

PREFIX=24

proxy ~]# vim ifcfg-eth0:0   #设置 VIP

TYPE=Ethernet

BOOTPROTO=none #不自动获取 IP

DEFROUTE=yes

NAME=eth0:0

DEVICE=eth0:0

ONBOOT=yes   #开机是否激活

IPADDR=192.168.4.15

PREFIX=24   #子掩长度

proxy ~]# systemctl restart network

2）设置 Web1 服务器网络参数 RIP

web1 ~]# nmcli connection modify eth0 ipv4.method manual \

ipv4.addresses 192.168.4.100/24 connection.autoconnect yes

web1 ~]# nmcli connection up eth0

接下来给 web1 配置 VIP 地址。

注意：这里的子网掩码必须是 32（也就是全 255），网络地址与 IP 地址一样，广播地址与 IP 地址也一样。

```
web1 ~]# cd /etc/sysconfig/network-scripts/
web1 ~]# cp ifcfg-lo{,:0}
web1 ~]# vim ifcfg-lo:0
DEVICE=lo:0
IPADDR=192.168.4.15
NETMASK=255.255.255.255
NETWORK=192.168.4.15  #网络位,在 192.168.4.15 网段
BROADCAST=192.168.4.15  #用于向 client(192.168.4.10)传输数据时广播
ONBOOT=yes
NAME=lo:0
```

防止地址冲突的问题：

这里因为 web1 也配置与代理一样的 VIP 地址，默认肯定会出现地址冲突；

sysctl.conf 文件写入这下面四行的主要目的就是访问 192.168.4.15 的数据包，只有调度器会响应，其他主机都不做任何响应，这样防止地址冲突的问题。

```
web1 ~]# vim /etc/sysctl.conf
#手动写入如下 4 行内容
net.ipv4.conf.all.arp_ignore = 1
```

net.ipv4.conf.lo.arp_ignore = 1

net.ipv4.conf.lo.arp_announce = 2

net.ipv4.conf.all.arp_announce = 2

#回答广播或对外广播时,默认 0 有啥说啥;1 选择性说;2 啥都不说;注意空格

#当有 arp 广播问谁是 192.168.4.15 时，本机忽略该 ARP 广播，不做任何回应

#本机不要向外宣告自己的 lo 回环地址是 192.168.4.15

web1 ~]# sysctl -p #刷新以上设置

重启网络服务，设置防火墙与 SELinux

web1 ~]# systemctl restart network

web1 ~]# ifconfig

常见错误：如果重启网络后未正确配置 lo:0，有可能是 NetworkManager 和 network 服务有冲突，关闭 NetworkManager 后重启 network 即可。

web1 ~]# systemctl stop NetworkManager

web1 ~]# systemctl restart network

3）设置 Web2 服务器网络参数 RIP

[root@web2 ~]# nmcli connection modify eth0 ipv4.method manual \

ipv4.addresses 192.168.4.200/24 connection.autoconnect yes

[root@web2 ~]# nmcli connection up eth0

接下来给 web2 配置 VIP 地址

注意：这里的子网掩码必须是 32（也就是全 255），网络地址与 IP 地址一样，广播

地址与 IP 地址也一样。

```
[root@web2 ~]# cd /etc/sysconfig/network-scripts/

[root@web2 ~]# cp ifcfg-lo{,:0}

[root@web2 ~]# vim ifcfg-lo:0

DEVICE=lo:0

IPADDR=192.168.4.15

NETMASK=255.255.255.255

NETWORK=192.168.4.15

BROADCAST=192.168.4.15

ONBOOT=yes

NAME=lo:0
```

防止地址冲突的问题：

这里因为 web1 也配置与代理一样的 VIP 地址，默认肯定会出现地址冲突；

sysctl.conf 文件写入这下面四行的主要目的就是访问 192.168.4.15 的数据包，只有调度器会响应，其他主机都不做任何响应，这样防止地址冲突的问题。

```
[root@web2 ~]# vim /etc/sysctl.conf

#手动写入如下 4 行内容

net.ipv4.conf.all.arp_ignore = 1

net.ipv4.conf.lo.arp_ignore = 1

net.ipv4.conf.lo.arp_announce = 2
```

```
net.ipv4.conf.all.arp_announce = 2
#当有 arp 广播问谁是 192.168.4.15 时，本机忽略该 ARP 广播，不做任何回应
#本机不要向外宣告自己的 lo 回环地址是 192.168.4.15
[root@web2 ~]# sysctl -p
```

重启网络服务，设置防火墙与 SELinux

```
[root@web2 ~]# systemctl restart network
[root@web2 ~]# ifconfig
```

常见错误：如果重启网络后未正确配置 lo:0，有可能是 NetworkManager 和 network 服务有冲突，关闭 NetworkManager 后重启 network 即可。（非必须的操作）

```
web1 ~]# systemctl stop NetworkManager
web1 ~]# systemctl restart network
```

步骤二：proxy 调度器安装软件并部署 LVS-DR 模式调度器

1）安装软件（如果已经安装，此步骤可以忽略）

```
proxy ~]# yum -y install ipvsadm
```

2）清理之前实验的规则，创建新的集群服务器规则

```
proxy ~]# ipvsadm -C    #清空所有规则
proxy ~]# ipvsadm -A -t 192.168.4.15:80 -s wrr
```

3）添加真实服务器(-g 参数设置 LVS 工作模式为 DR 模式，-w 设置权重)

```
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.15:80 -r 192.168.4.100 -g -w 1
```

```
proxy ~]# ipvsadm -a -t 192.168.4.15:80 -r 192.168.4.200 -g -w 1
```

4）查看规则列表，并保存规则

```
proxy ~]# ipvsadm -Ln
TCP  192.168.4.15:80 wrr
  -> 192.168.4.100:80             Route   1     0         0
  -> 192.168.4.200:80             Route   2     0         0
```

步骤三：客户端测试

客户端使用 curl 命令反复连接 http://192.168.4.15，查看访问的页面是否会轮询到不同的后端真实服务器。

扩展知识：默认 LVS 不带健康检查功能，需要自己手动编写动态检测脚本，实现该功能：(参考脚本如下，仅供参考)

```
proxy ~]# vim check.sh
#!/bin/bash
VIP=192.168.4.15:80
RIP1=192.168.4.100
RIP2=192.168.4.200
while :
do
     for IP in $RIP1 $RIP2
     do
```

```
            curl -s http://$IP &>/dev/vnull
if [ $? -eq 0 ];then  #$IP 的主机的 web 服务正常提供服务
      ipvsadm -Ln |grep -q $IP || ipvsadm -a -t $VIP -r $IP
#若$IP 的主机是(不是)LVS 虚拟集群服务器中的真实主机,则不将(将)该主机添加到
LVS 虚拟主机集群中.
      else  #$IP 的主机的 web 服务不能正常提供服务
      ipvsadm -Ln |grep -q $IP && ipvsadm -d -t $VIP -r $IP
#若$IP 的主机是(不是)LVS 虚拟集群服务器中的真实主机,则将(不将)该主机从 LVS
虚拟集群服务器中删除.
      fi
      done
sleep 1
done
```

可使用 cron 计划任务或加&号放入后台执行.