关于本文档

文档名称：《企业级调度器 Linux Virtual Server》

使用协议：《知识共享公共许可协议(CCPL)》

贡献者

贡献者名称	贡献度	文档变更记录	个人主页
马哥（马永亮）	主编		http://github.com/iKubernetes/
王晓春	作者	50页	http://www.wangxiaochun.com

文档协议

致谢

本文档中，部分素材参考了相关项目的文档，以及通过搜索引擎获得的内容，这里先一并向相关的贡献者表示感谢。

Linux Virtual Server

本章内容

- **集群Cluster概念**

- **LVS 模型**
- **LVS 调度算法**
- **LVS 实战案例**
- **LVS 高可用性**

1 集群和分布式

系统性能扩展方式：

- Scale UP：垂直扩展，向上扩展,增强，性能更强的计算机运行同样的服务
- Scale Out：水平扩展，向外扩展,增加设备，并行地运行多个服务调度分配问题，Cluster

垂直扩展不再提及：

随着计算机性能的增长，其价格会成倍增长

单台计算机的性能是有上限的，不可能无限制地垂直扩展

多核CPU意味着即使是单台计算机也可以并行的。那么，为什么不一开始就并行化技术?

1.1 集群 Cluster

Cluster：集群,为解决某个特定问题将多台计算机组合起来形成的单个系统

Cluster 分为三种类型：

- LB：Load Balancing，负载均衡，多个主机组成，每个主机只承担一部分访问请求
- HA：High Availiablity，高可用，避免SPOF（single Point Of failure）

  MTBF:Mean Time Between Failure 平均无故障时间，正常时间

  MTTR:Mean Time To Restoration（ repair）平均恢复前时间，故障时间

  A = MTBF /（MTBF+MTTR） (0,1)：99%,99.5%,99.9%,99.99%,99.999%

  SLA：服务等级协议（简称：SLA，全称：service level agreement）。是指在一定开销下为保障服务的性能和可用性，服务提供商与用户间定义的一种双方认可的协定。通常这个开销是驱动提供服务质量的主要因素。在常规的领域中，总是设定所谓的三个9，四个9,N个9 等来进行表示，当没有达到这种水平的时候，就会有一些列的惩罚措施，而运维最主要的目标就是达成这种服务水平。

  停机时间又分为两种，一种是计划内停机时间，一种是计划外停机时间，而运维则主要关注计划外停机时间。

  ```
  1年 = 365天 = 8760小时
  90 = (1-90%)*365=36.5天
  99 = 8760 * 1% = 87.6小时
  99.9 = 8760 * 0.1% = 8760 * 0.001 = 8.76小时
  99.99 = 8760 * 0.0001 = 0.876小时 = 0.876 * 60 = 52.6分钟
  99.999 = 8760 * 0.00001 = 0.0876小时 = 0.0876 * 60 = 5.26分钟
  99.9999= (1-99.9999%)*365*24*60*60=31秒
  ```

- HPC：High-performance computing，高性能 http://www.top500.org

1.2 分布式系统

分布式常见应用

- 分布式应用-服务按照功能拆分，使用微服务
- 分布式静态资源--静态资源放在不同的存储集群上
- 分布式数据和存储--使用key-value缓存系统
- 分布式计算--对特殊业务使用分布式计算，比如Hadoop集群

分布式存储： Ceph，GlusterFS，FastDFS，MogileFS

分布式计算：hadoop，Spark

1.3 集群和分布式

集群：同一个业务系统部署在多台服务器上。集群中每一台服务器实现的功能没有差别，数据和代码都是一样的

分布式：一个业务被拆成多个子业务，或者本身就是不同的业务，部署在多台服务器上。分布式中，每一台服务器实现的功能是有差别的，数据和代码也是不一样的，分布式每台服务器功能加起来，才是完整的业务

分布式是以缩短单个任务的执行时间来提升效率的，而集群则是通过提高单位时间内执行的任务数来提升效率。

对于大型网站，访问用户很多，实现一个群集，在前面部署一个负载均衡服务器，后面几台服务器完成同一业务。如果有用户进行相应业务访问时，负载均衡器根据后端哪台服务器的负载情况，决定由给哪一台去完成响应，并且一台服务器垮了，其它的服务器可以顶上来。分布式的每一个节点，都完成不同的业务，如果一个节点垮了，那这个业务可能就会失败

1.4 LB Cluster 负载均衡集群

1.4.1 按实现方式划分

- 硬件

F5 Big-IP https://detail.zol.com.cn/load_leveling/f5/cheap_pic.html?qq-pf-to=pcqq.group

Citrix Netscaler

A10

- 软件

  lvs：Linux Virtual Server，阿里云四层 SLB (Server Load Balance)使用

  nginx：支持七层调度，阿里云七层SLB使用 Tengine

  haproxy：支持七层调度

  ats：Apache Traffic Server，yahoo捐助给apache

  perlbal：Perl 编写

  pound

1.4.2 基于工作的协议层次划分

- 四层，传输层（通用）：DNAT 和 DPORT

  LVS：

  nginx：stream

  haproxy：mode tcp

- 七层， 应用层（专用）：针对特定协议，常称为 proxy server

  http：nginx, httpd, haproxy(mode http), ...

  fastcgi：nginx, httpd, ...

  mysql：mysql-proxy, mycat...

1.4.3 负载均衡的会话保持

- session sticky：同一用户调度固定服务器

  Source IP：LVS sh算法（对某一特定服务而言）

  Cookie

- session replication：每台服务器拥有全部session

  session multicast cluster

- session server：专门的session服务器

  Redis,Memcached

1.5 HA 高可用集群实现

keepalived：vrrp协议

Ais：应用接口规范

- heartbeat
- cman+rgmanager(RHCS)
- coresync_pacemaker

2 Linux Virtual Server 简介

2.1 LVS 介绍

LVS：Linux Virtual Server，负载调度器，内核集成，章文嵩（花名 正明），阿里的四层SLB(Server Load Balance)是基于LVS+keepalived实现

LVS 是全球最流行的四层负载均衡开源软件，由章文嵩博士（当前阿里云产品技术负责人）在1998年5月创立，可以实现LINUX平台下的负载均衡。

LVS 官网：http://www.linuxvirtualserver.org/

阿里SLB和LVS：

```
https://yq.aliyun.com/articles/1803
https://github.com/alibaba/LVS
```

整个SLB系统由3部分构成：四层负载均衡，七层负载均衡 和 控制系统，如下图所示；

- 四层负载均衡，采用开源软件LVS（linux virtual server），并根据云计算需求对其进行了定制化；该技术已经在阿里巴巴内部业务全面上线应用2年多详见第3节；
- 七层负载均衡，采用开源软件Tengine；该技术已经在阿里巴巴内部业务全面上线应用3年多；参见第4节；
- 控制系统，用于 配置和监控 负载均衡系统；

2.2 LVS 工作原理

VS根据请求报文的目标IP和目标协议及端口将其调度转发至某RS，根据调度算法来挑选RS。LVS是内核级功能，工作在INPUT链的位置，将发往INPUT的流量进行“处理”

范例：Ubuntu22.04

```
[root@ubuntu2204 ~]#uname -r
5.15.0-52-generic

[root@ubuntu2204 ~]#grep -i -C 10 ipvs /boot/config-5.15.0-52-generic
# IPVS scheduler
#
CONFIG_IP_VS_RR=m
CONFIG_IP_VS_WRR=m
CONFIG_IP_VS_LC=m
CONFIG_IP_VS_WLC=m
CONFIG_IP_VS_FO=m
CONFIG_IP_VS_OVF=m
CONFIG_IP_VS_LBLC=m
CONFIG_IP_VS_LBLCR=m
CONFIG_IP_VS_DH=m
CONFIG_IP_VS_SH=m
CONFIG_IP_VS_MH=m
CONFIG_IP_VS_SED=m
CONFIG_IP_VS_NQ=m
CONFIG_IP_VS_TWOS=m

#
# IPVS SH scheduler
```

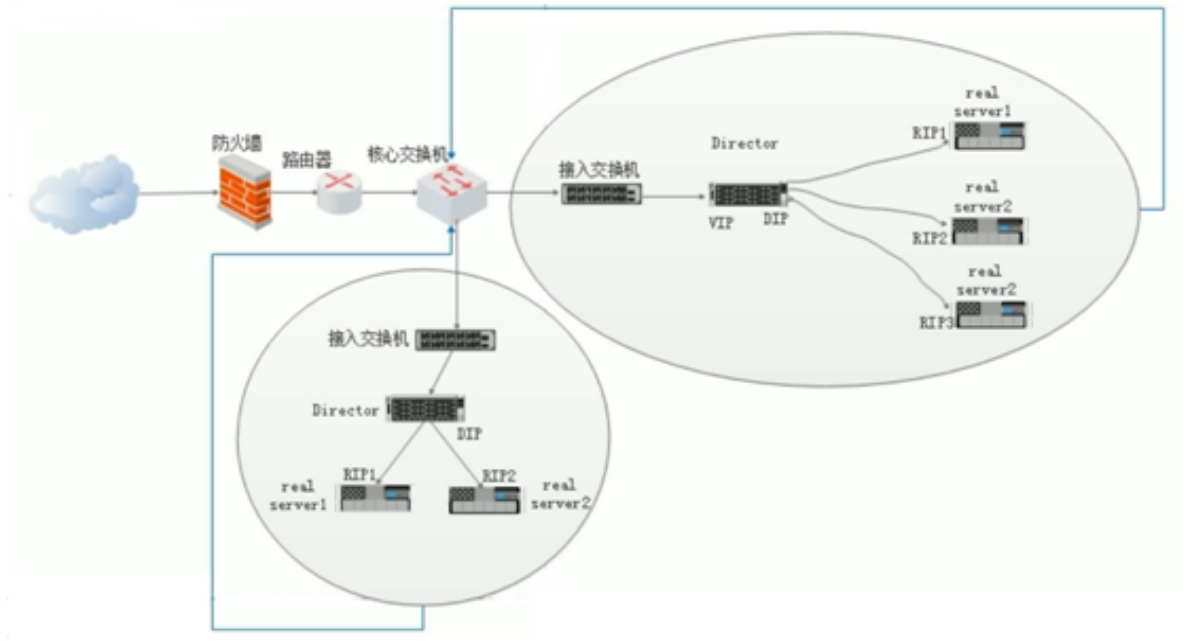
```
#
CONFIG_IP_VS_SH_TAB_BITS=8

#
# IPVS MH scheduler
#
CONFIG_IP_VS_MH_TAB_INDEX=12

#
# IPVS application helper
#
CONFIG_IP_VS_FTP=m
CONFIG_IP_VS_NFCT=y
CONFIG_IP_VS_PE_SIP=m

#
# IP: Netfilter Configuration
#
CONFIG_NF_DEFRAG_IPV4=m
CONFIG_NF_SOCKET_IPV4=m


[root@ubuntu2204 ~]#modinfo ip_vs
filename:       /lib/modules/5.15.0-52-
generic/kernel/net/netfilter/ipvs/ip_vs.ko
license:        GPL
srcversion:     09DB169E535CE1E0DA2FAE0
depends:        nf_conntrack,nf_defrag_ipv6,libcrc32c
retpoline:      Y
intree:         Y
name:           ip_vs
vermagic:       5.15.0-52-generic SMP mod_unload modversions
sig_id:         PKCS#7
signer:         Build time autogenerated kernel key
sig_key:        49:B2:3F:66:E1:3B:8B:67:11:CE:17:63:41:27:D0:B1:28:DF:09:8C
sig_hashalgo:   sha512
signature:      3F:00:57:50:9C:4A:D5:3E:3C:E0:A6:17:EE:F1:68:D3:40:77:A1:47:
        F9:79:F8:7A:E7:A3:02:14:9E:B5:21:2A:BE:F9:64:FB:BE:7E:09:5E:
        9A:2F:61:55:9C:A9:D4:C5:A0:6E:82:C8:25:8D:E6:5F:41:59:8A:AA:
        85:4E:59:36:BB:2A:18:67:B5:22:91:F5:53:95:78:3D:6A:C8:DB:32:
        9C:21:22:C7:26:07:AA:07:FA:89:1C:98:EC:E8:A3:88:95:B1:26:F8:
        CD:1C:7A:06:F5:D5:63:C4:EE:E4:54:8C:BB:E2:E9:C9:72:EB:30:EF:
        4D:61:35:12:46:4F:1E:4B:CA:8D:5E:A8:83:59:EE:70:73:BD:B0:54:
        C5:BA:A8:86:BA:F7:8C:BD:D1:43:00:1D:EC:70:22:6B:F3:61:BD:C1:
        4B:0B:FD:0D:39:E5:DB:8F:3D:D7:65:3B:18:3C:68:B2:BA:FB:D2:A9:
        32:C2:69:53:DF:05:A9:16:E7:70:06:AB:D5:2E:3C:FE:AE:E0:92:43:
        D1:F1:9C:1F:91:EA:8E:C5:40:3C:48:AE:3F:32:81:27:F3:2A:57:ED:
        58:B4:09:C4:5B:09:10:36:32:16:D1:7D:B4:A0:7A:E6:77:1A:93:80:
        26:A6:72:E1:9A:09:1C:59:66:77:D6:24:EA:4A:F5:0F:92:D4:AB:59:
        07:CB:2F:84:66:00:F4:A9:18:DF:60:4D:DE:D7:03:17:D5:7F:D7:5C:
        AD:54:1A:C7:7F:36:C1:AA:E7:47:6B:1E:84:A0:1B:53:01:2C:8B:F6:
        E1:6D:60:FE:6D:20:BB:0E:1E:9E:87:D0:5D:A6:9A:6A:C7:78:E2:A5:
        D5:FF:11:82:DD:25:21:82:DF:4A:2B:D5:5D:89:5A:E4:DB:83:C1:50:
        98:DB:93:32:AD:6E:20:B1:FE:20:8F:DA:9F:93:D6:A9:76:32:0D:70:
        8E:E8:D0:02:33:BB:8E:E5:F2:16:CD:90:3F:BF:41:93:96:95:E5:C7:
        93:2C:B4:0A:40:D9:9C:01:9F:99:E9:B0:F3:4A:5E:78:07:69:A6:9A:
        19:89:AF:EE:03:00:A7:FA:B7:83:BE:00:0E:B8:6D:42:E5:2B:96:BB:
        BB:E3:7A:F2:A3:A7:F7:9F:B0:29:6F:49:14:91:21:2A:A5:5C:2F:9D:
```

```
        AB:98:B2:BB:15:98:6B:E5:F0:4C:D3:49:5F:F0:98:E7:E2:12:A5:05:
        3E:FA:D9:E5:62:80:68:3E:8A:7A:B7:3D:DD:A9:34:3C:80:F3:B5:F8:
        82:AE:69:14:E8:20:4D:85:9A:10:C9:A2:24:E4:A5:B6:78:F7:F9:EE:
        C9:7E:5F:D5:26:F7:99:1B:DC:85:19:80
parm:           conn_tab_bits:Set connections' hash size (int)
```

范例：查看内核支持LVS

```
[root@centos8 ~]#grep -i -C 10 ipvs /boot/config-4.18.0-147.el8.x86_64

...（省略部分内容）...

CONFIG_NETFILTER_XT_MATCH_IPVS=m

CONFIG_NETFILTER_XT_MATCH_POLICY=m

...（省略部分内容）...
#
# IPVS transport protocol load balancing support
#
CONFIG_IP_VS_PROTO_TCP=y
CONFIG_IP_VS_PROTO_UDP=y
CONFIG_IP_VS_PROTO_AH_ESP=y
CONFIG_IP_VS_PROTO_ESP=y
CONFIG_IP_VS_PROTO_AH=y
CONFIG_IP_VS_PROTO_SCTP=y
#
# IPVS scheduler
#
CONFIG_IP_VS_RR=m
CONFIG_IP_VS_WRR=m
CONFIG_IP_VS_LC=m
CONFIG_IP_VS_WLC=m
CONFIG_IP_VS_FO=m  #新增
CONFIG_IP_VS_OVF=m  #新增
CONFIG_IP_VS_LBLC=m
CONFIG_IP_VS_LBLCR=m
CONFIG_IP_VS_DH=m
CONFIG_IP_VS_SH=m
# CONFIG_IP_VS_MH is not set
CONFIG_IP_VS_SED=m
CONFIG_IP_VS_NQ=m
...（省略部分内容）...
```

2.3 LVS 集群体系架构



2.4 LVS 集群类型中的术语

VS：Virtual Server，Director Server(DS), Dispatcher(调度器)，Load Balancer

RS：Real Server(lvs), upstream server(nginx), backend server(haproxy)

Client: 客户端

CIP：Client IP

VIP：Virtual server IP　VS外网的IP

DIP：Director IP　VS内网的IP

RIP：Real server IP

访问流程：CIP <--> VIP == DIP <--> RIP

3 LVS 工作模式和相关命令

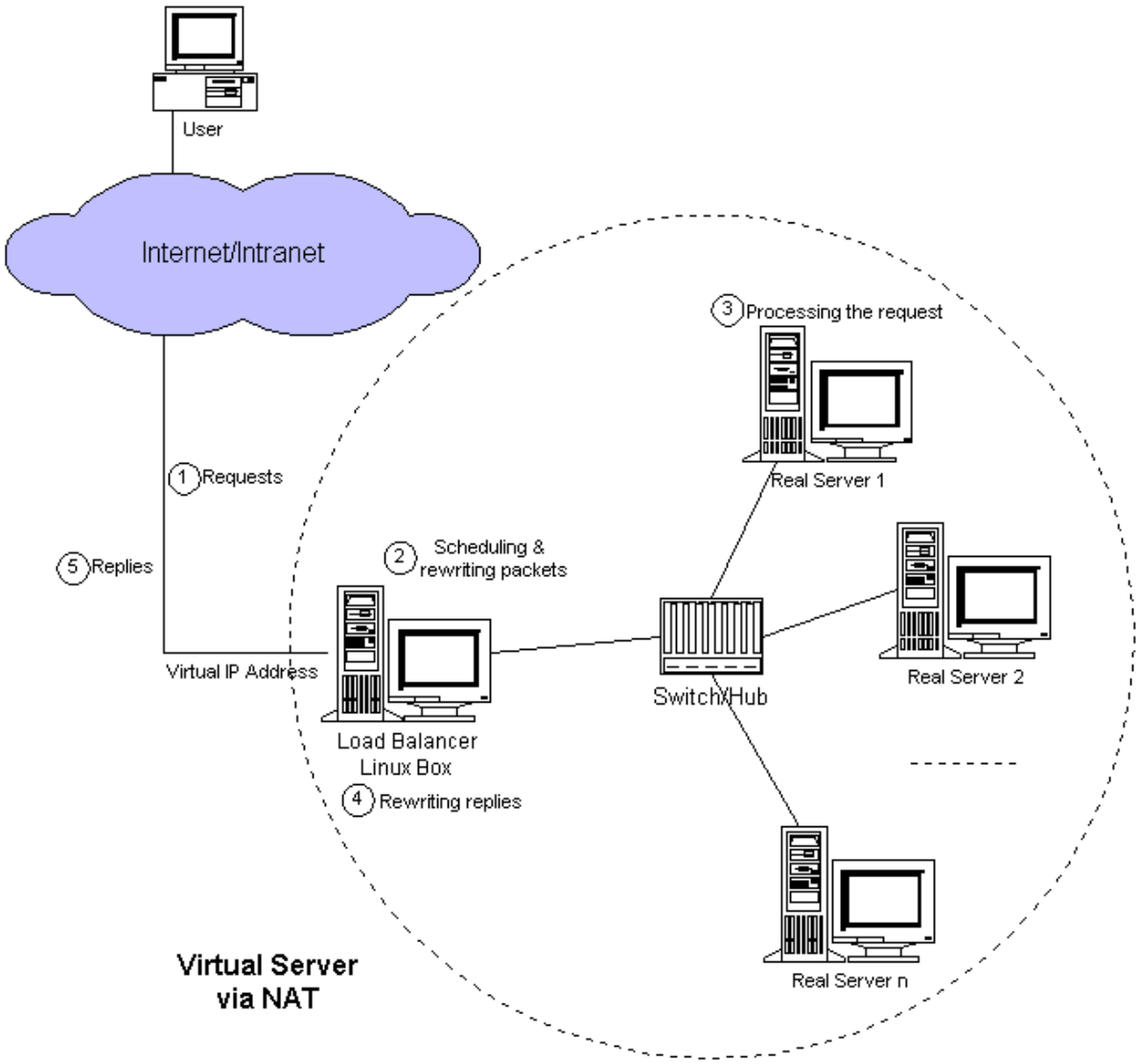
3.1 LVS 集群的工作模式

- lvs-nat：修改请求报文的目标IP,多目标IP的DNAT
- lvs-dr：操纵封装新的MAC地址
- lvs-tun：在原请求IP报文之外新加一个IP首部
- lvs-fullnat：修改请求报文的源和目标IP,默认内核不支持,需要自行开发

3.1.1 LVS 的 NAT 模式

官方链接：

```
http://www.linuxvirtualserver.org/VS-NAT.html
```



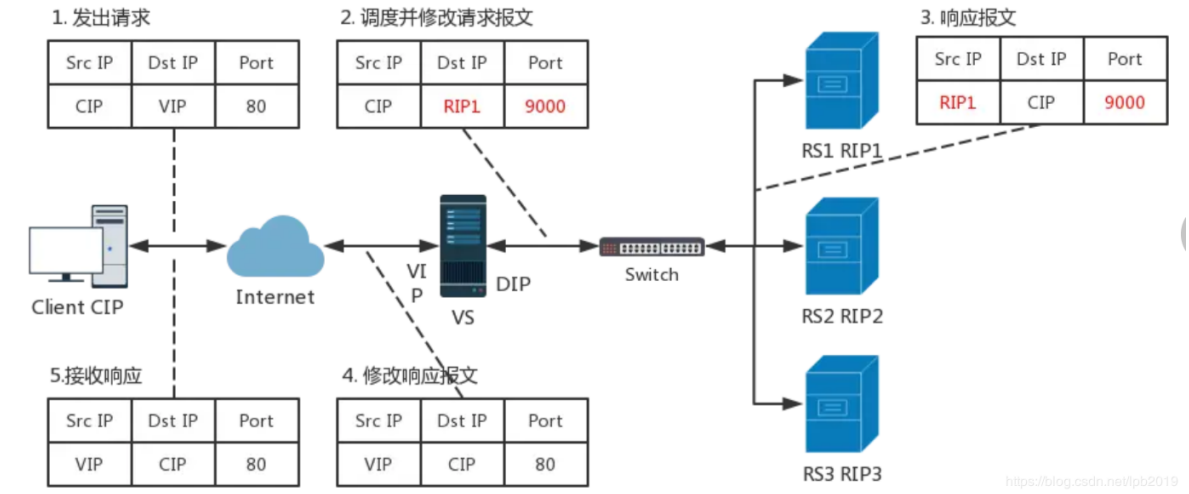
lvs-nat：本质是多目标IP的DNAT，通过将请求报文中的目标地址和目标端口修改为某挑出的RS的RIP和PORT实现转发

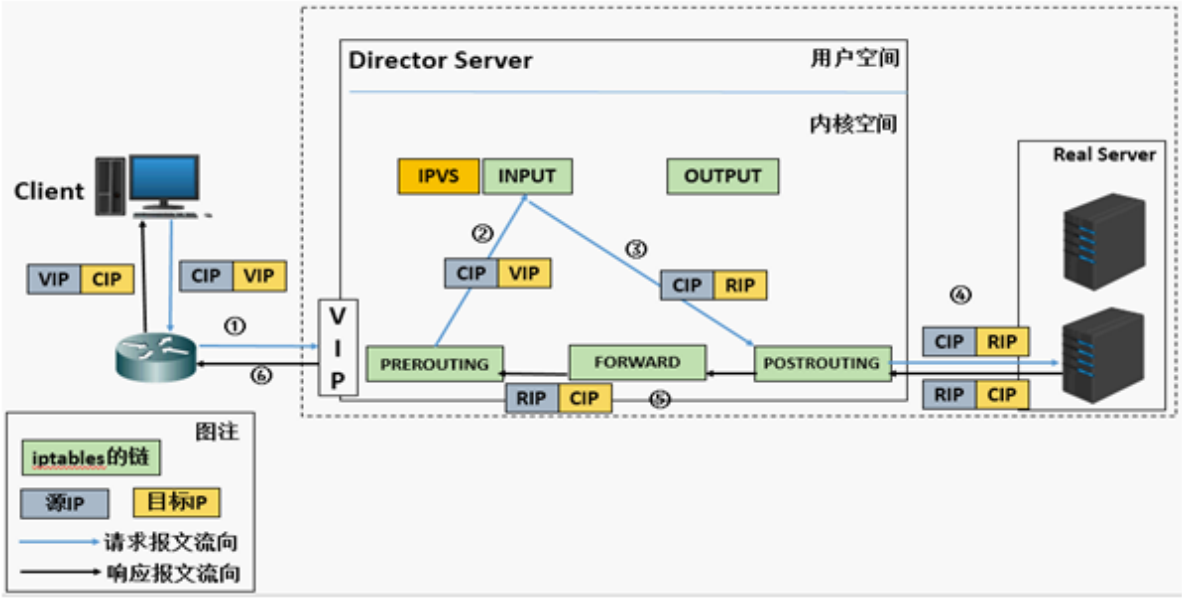
（1）RIP和DIP应在同一个IP网络，且应使用私网地址；RS的网关要指向DIP

（2）请求报文和响应报文都必须经由Director转发，Director易于成为系统瓶颈

（3）支持端口映射，可修改请求报文的目标PORT

（4）VS必须是Linux系统，RS可以是任意OS系统

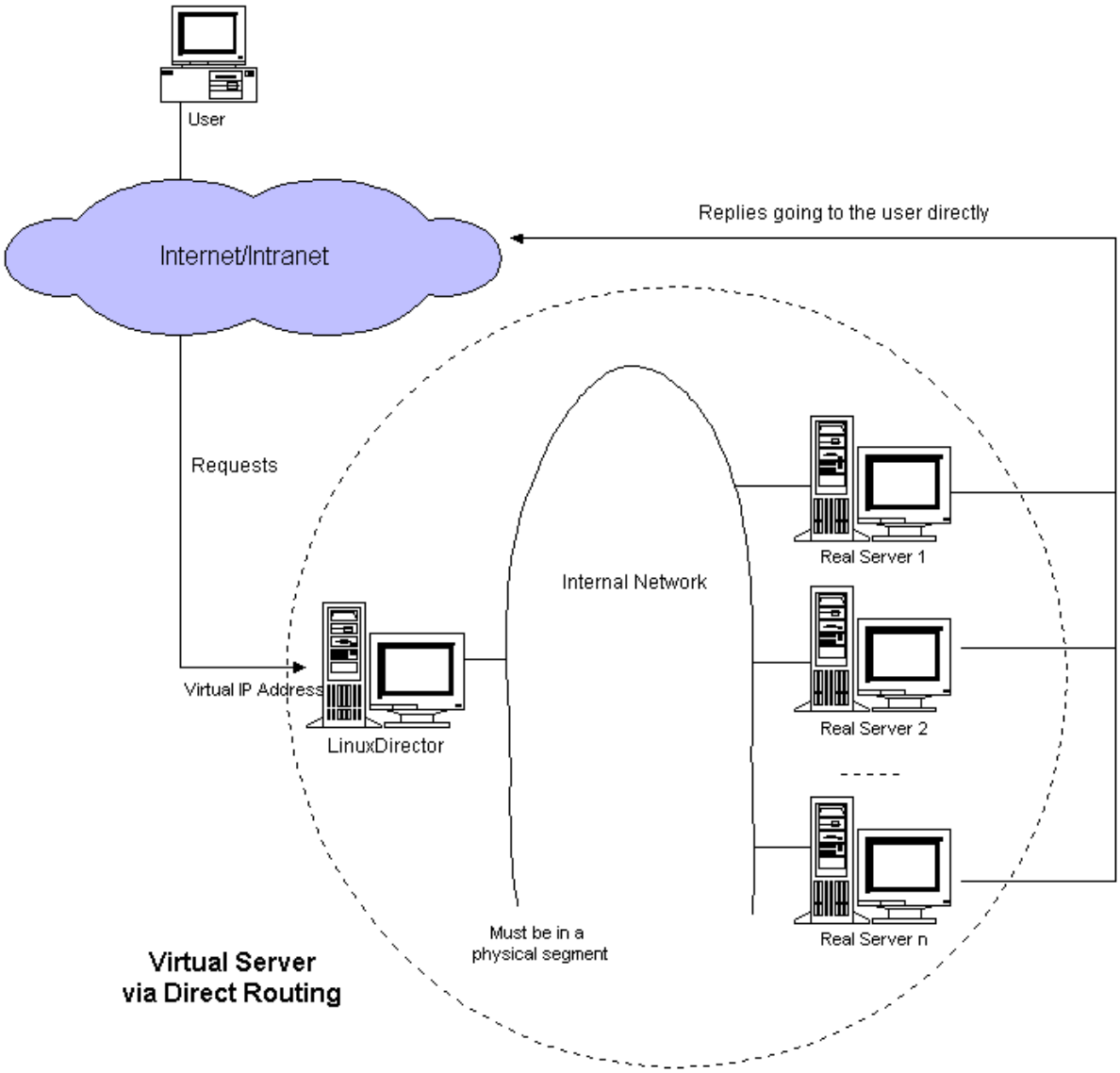




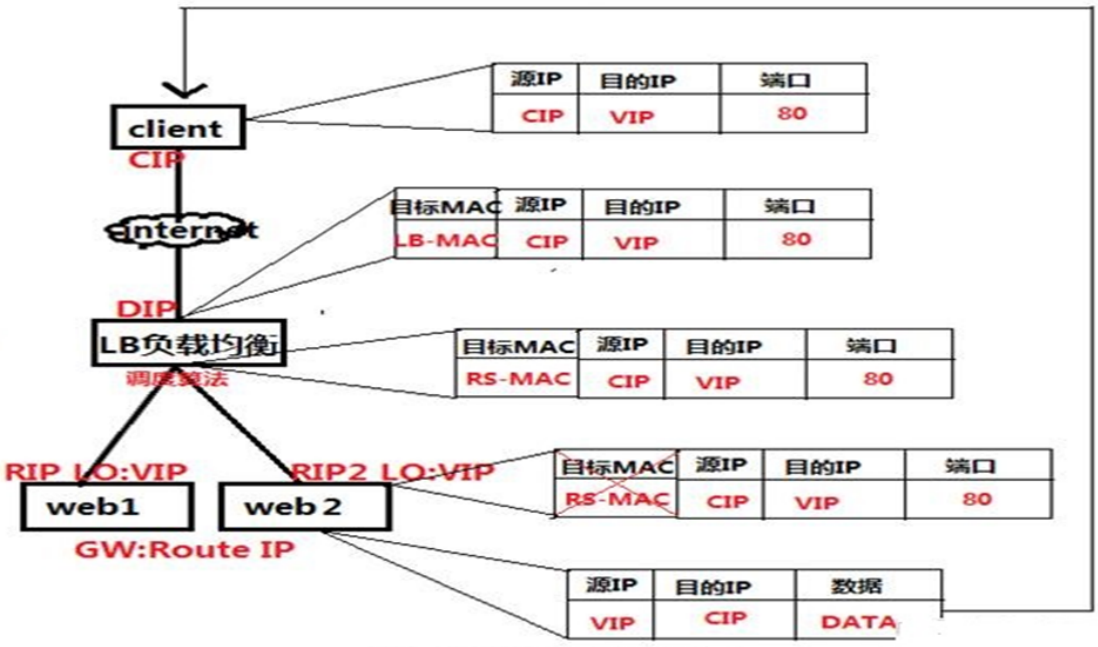
1.1.2 LVS 的 DR 模式

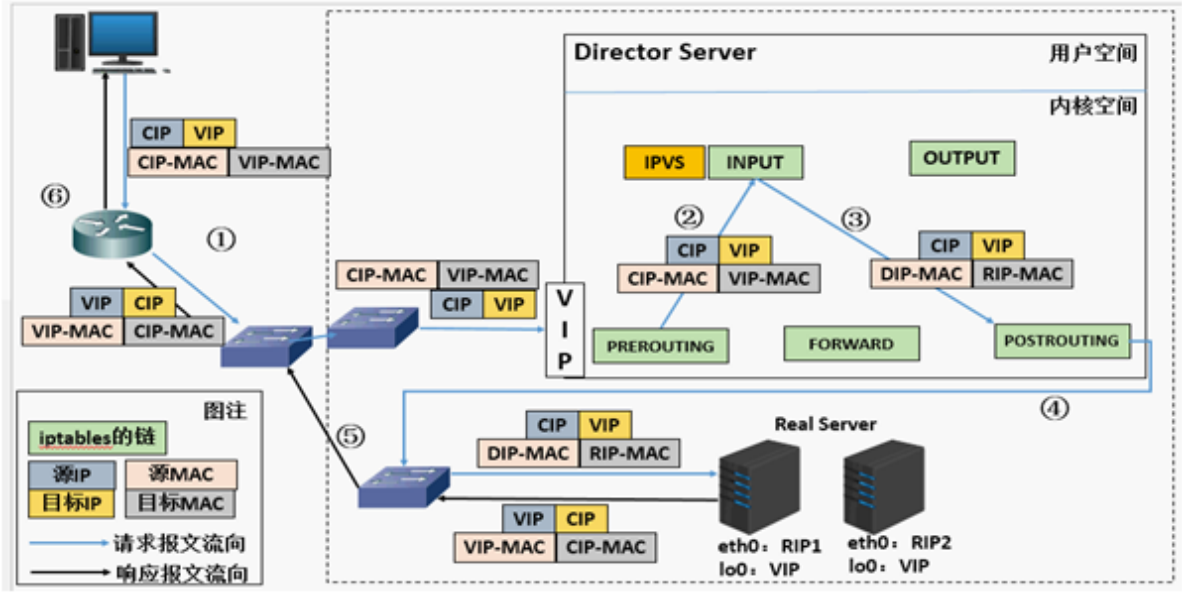
官方链接

```
http://www.linuxvirtualserver.org/VS-DRouting.html
```



LVS-DR：Direct Routing，直接路由，LVS默认模式,应用最广泛,通过为请求报文重新封装一个MAC首部进行转发，源MAC是DIP所在的接口的MAC，目标MAC是某挑选出的RS的RIP所在接口的MAC地址；源IP/PORT，以及目标IP/PORT均保持不变





DR模式的特点：

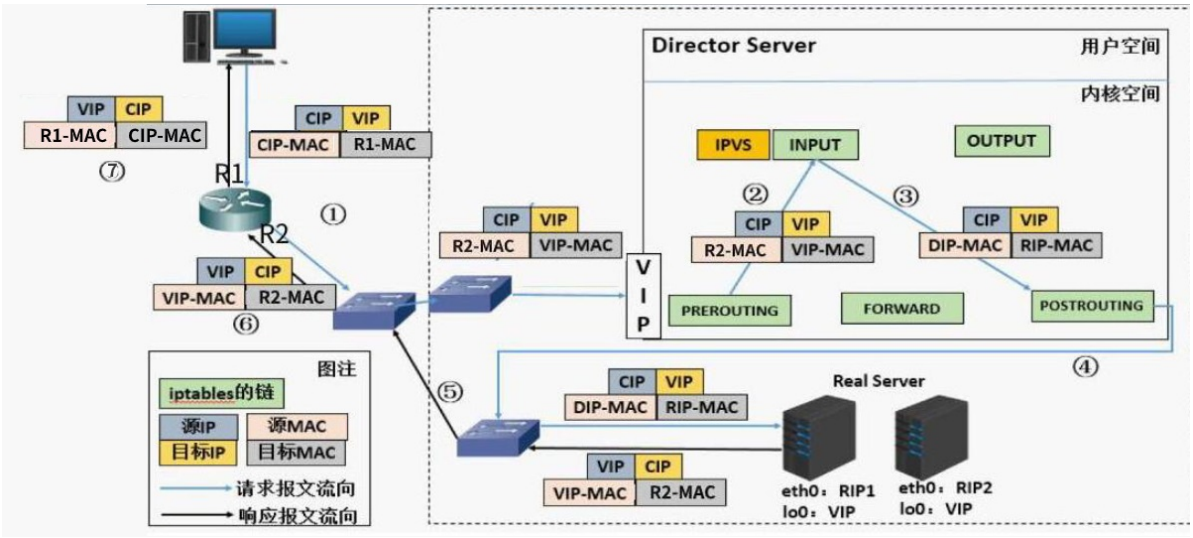
1. Director和各RS都配置有VIP
2. 确保前端路由器将目标IP为VIP的请求报文发往Director
   - 在前端网关做静态绑定VIP和Director的MAC地址
   - 在RS上使用arptables工具

```
arptables -A IN -d $VIP -j DROP
arptables -A OUT -s $VIP -j mangle --mangle-ip-s $RIP
```

   - 在RS上修改内核参数以限制arp通告及应答级别

```
不主动不负责不拒绝--M49-强福安语录
/proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
/proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
```

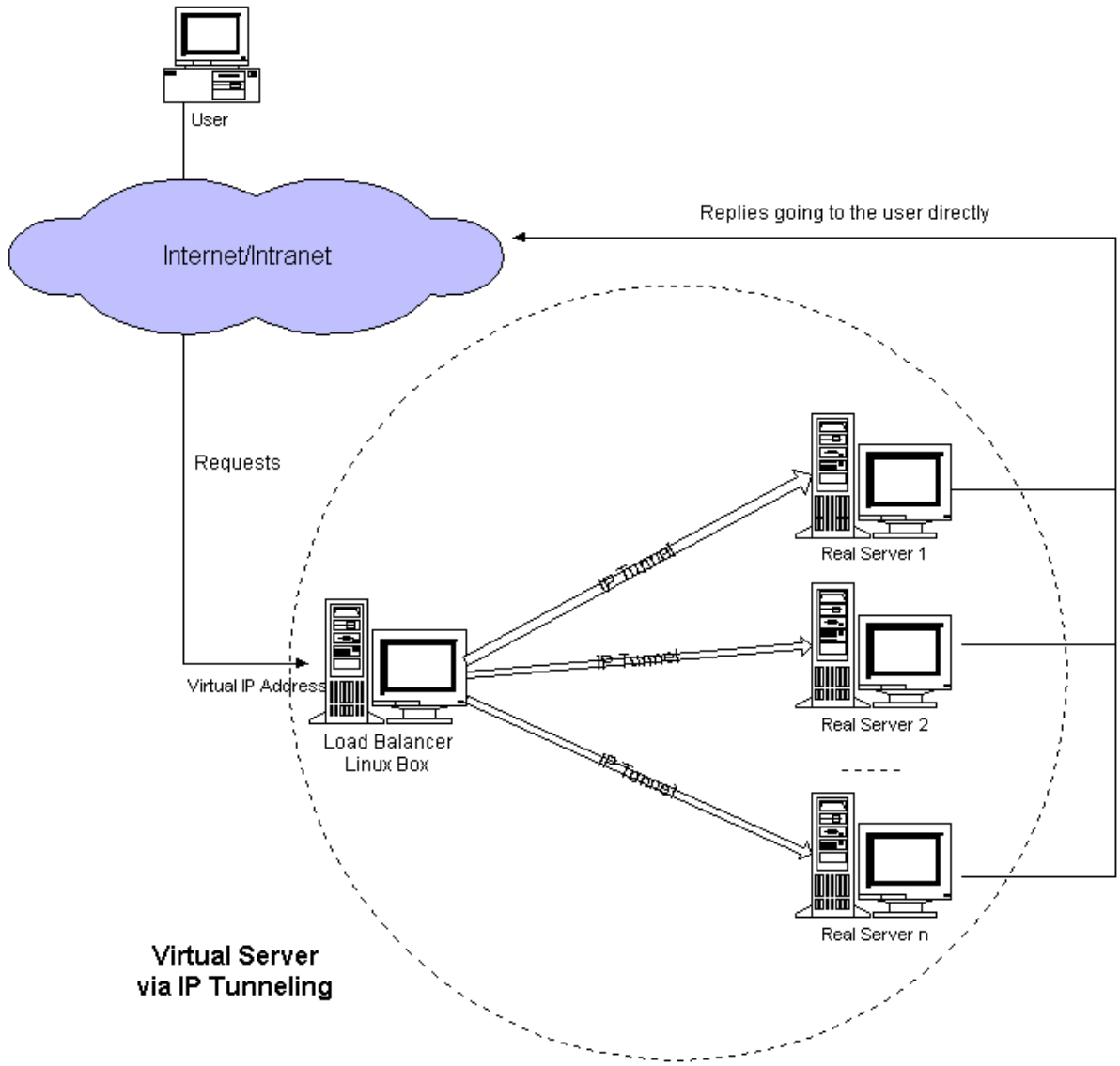
3. RS的RIP可以使用私网地址，也可以是公网地址；RIP与DIP在同一IP网络；RIP的网关不能指向DIP，以确保响应报文不会经由Director
4. RS和Director要在同一个物理网络
5. 请求报文要经由Director，但响应报文不经由Director，而由RS直接发往Client
6. 不支持端口映射（端口不能修改）
7. 无需开启 ip_forward
8. RS可使用大多数OS系统



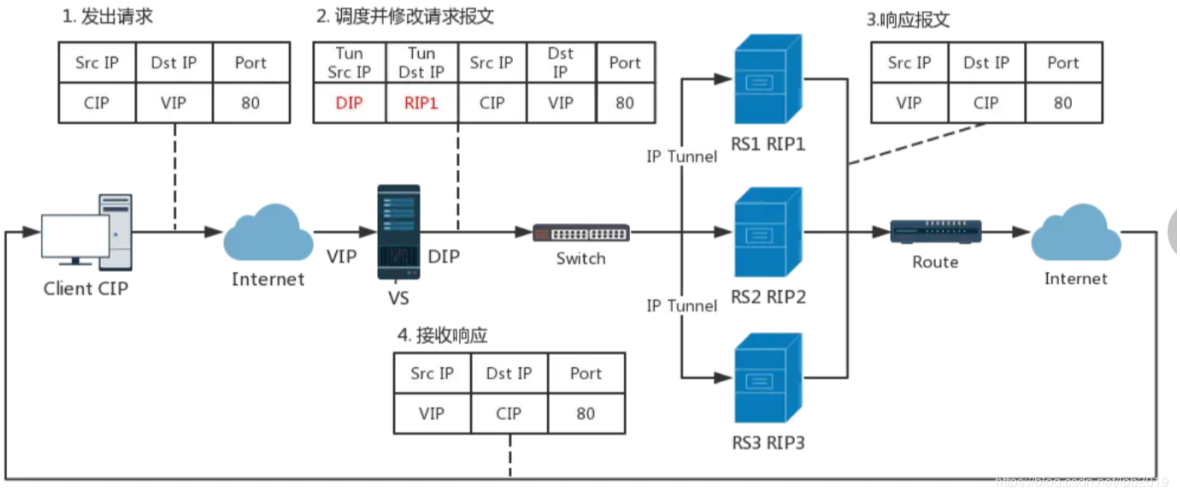
3.1.3 LVS 的 TUN 模式

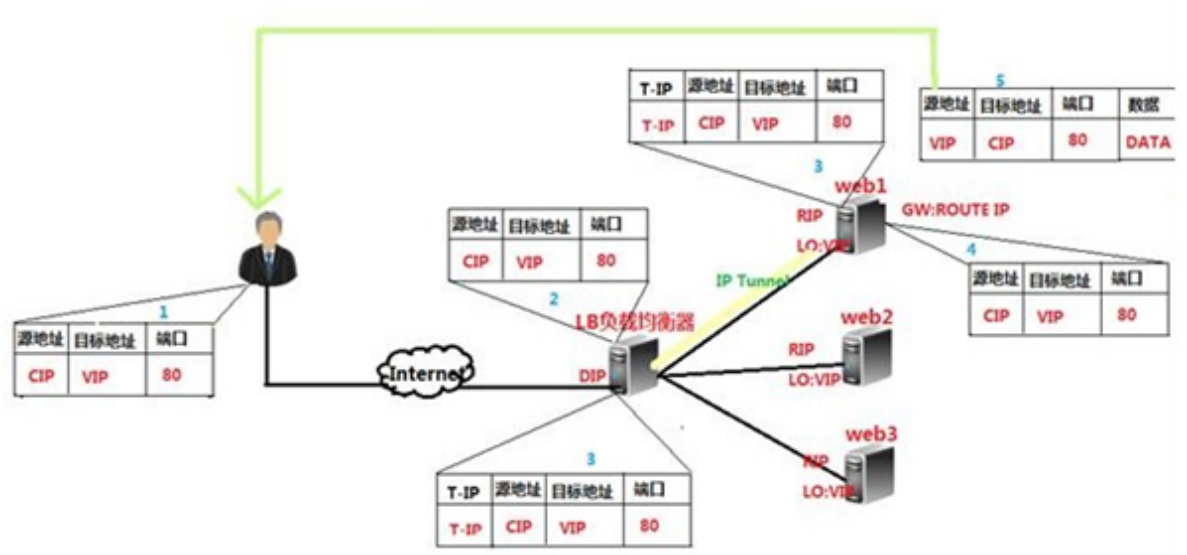
官方链接

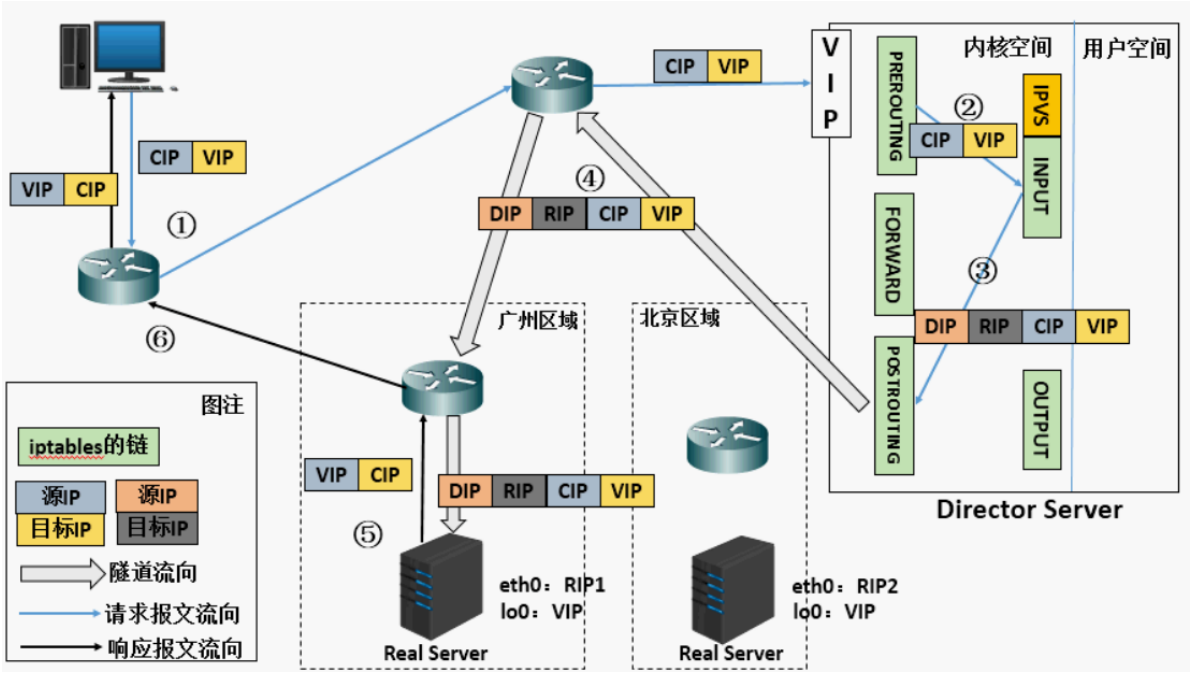
```
http://www.linuxvirtualserver.org/VS-IPTunneling.html
```



转发方式：不修改请求报文的IP首部（源IP为CIP，目标IP为VIP），而在原IP报文之外再封装一个IP首部（源IP是DIP，目标IP是RIP），将报文发往挑选出的目标RS；RS直接响应给客户端（源IP是VIP，目标IP是CIP）







TUN模式特点：

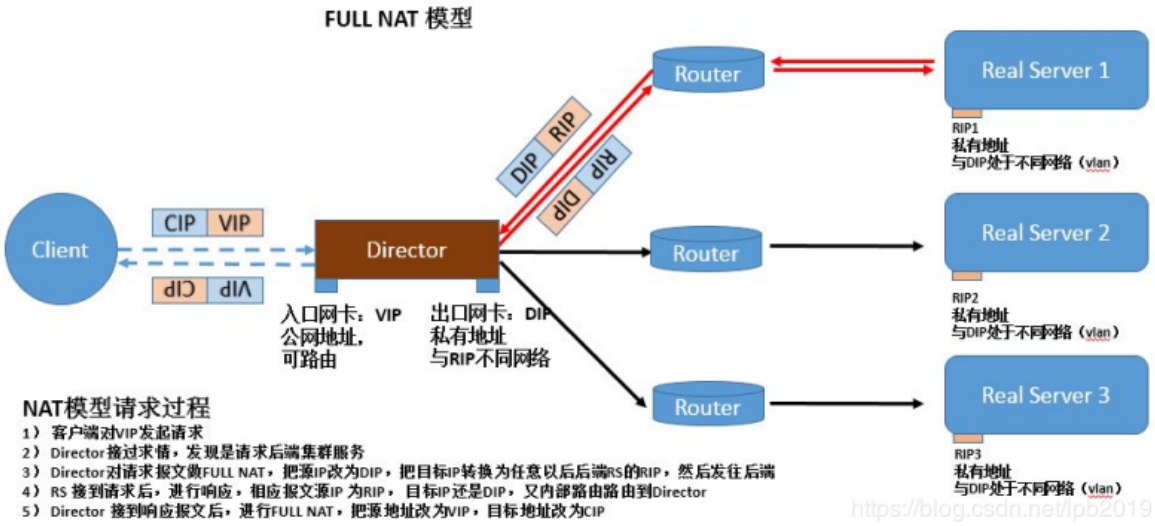
1. RIP和DIP可以不处于同一物理网络中，RS的网关一般不能指向DIP,且RIP可以和公网通信。也就是说集群节点可以跨互联网实现。DIP, VIP, RIP可以是公网地址

2. RealServer的tun接口上需要配置VIP地址，以便接收director转发过来的数据包，以及作为响应的报文源IP
3. Director转发给RealServer时需要借助隧道，隧道外层的IP头部的源IP是DIP，目标IP是RIP，而RealServer响应给客户端的IP头部是根据隧道内层的IP头分析得到的，源IP是VIP，目标IP是CIP
4. 请求报文要经由Director，但响应不经由Director,响应由RealServer自己完成
5. 不支持端口映射
6. RS的OS须支持隧道功能

应用场景:

> 一般来说，TUN模式常会用来负载调度缓存服务器组，这些缓存服务器一般放置在不同的网络环境，可以就近折返给客户端。在请求对象不在Cache服务器本地命中的情况下，Cache服务器要向源服务器发送请求，将结果取回，最后将结果返回给用户。
>
> LAN环境一般多采用DR模式，WAN环境虽然可以用TUN模式，但是一般在WAN环境下，请求转发更多的被haproxy/nginx/DNS等实现。因此，TUN模式实际应用的很少,跨机房的应用一般专线光纤连接或DNS调度

3.1.4 LVS 的 FULLNAT 模式



通过同时修改请求报文的源IP地址和目标IP地址进行转发

CIP --> DIP

VIP --> RIP

fullnat模式特点:

1. VIP是公网地址，RIP和DIP是私网地址，且通常不在同一IP网络；因此，RIP的网关一般不会指向DIP
2. RS收到的请求报文源地址是DIP，因此，只需响应给DIP；但Director还要将其发往Client
3. 请求和响应报文都经由Director
4. 相对NAT模式，可以更好的实现LVS-RealServer间跨VLAN通讯
5. 支持端口映射

注意：此类型kernel默认不支持

3.1.5 LVS工作模式总结和比较

	NAT	TUN	DR
Real Server	any	Tunneling	Non-arp device
Real server network	private	LAN/WAN	LAN
Real server number	low (10~20)	High (100)	High (100)
Real server gateway	load balancer	own router	Own router
优点	端口转换	WAN	性能最好
缺点	性能瓶颈	要求支持隧道,不支持端口转换	不支持跨网段和端口转换

lvs-nat与lvs-fullnat：

- 请求和响应报文都经由Director
- lvs-nat：RIP的网关要指向DIP
- lvs-fullnat：RIP和DIP未必在同一IP网络，但要能通信

lvs-dr与lvs-tun：

- 请求报文要经由Director，但响应报文由RS直接发往Client
- lvs-dr：通过封装新的MAC首部实现，通过MAC网络转发
- lvs-tun：通过在原IP报文外封装新IP头实现转发，支持远距离通信

总结

- NAT 多目标的DNAT，四层，支持端口修改，请求报文和响应报文都要经过LVS
- DR 默认模式，二层，只修改MAC，不支持端口修改，性能好，LVS负载比小，LVS和RS并在同一网段，请求报文经过LVS，响应报文不经过LVS
- TUNNEL 三层，添加一个新的IP头，支持LVS和RS并在不在同一网段，不支持端口修改，请求报文经过LVS，响应报文不经过LVS
- FULLNAT 多目标的SNAT+DNAT，四层，支持端口修改，请求报文和响应报文都要经过LVS

3.2 LVS 调度算法

ipvs scheduler：根据其调度时是否考虑各RS当前的负载状态

分为两种：静态方法和动态方法

3.2.1 静态方法

仅根据算法本身进行调度

1、轮询算法RR：roundrobin，轮询,较常用

2、加权轮询算法WRR：Weighted RR，较常用

3、源地址哈希算法SH：Source Hashing，实现session sticky，源IP地址hash；将来自于同一个IP地址的请求始终发往第一次挑中的RS，从而实现会话绑定

4、目标地址哈希算法DH：Destination Hashing；目标地址哈希，第一次轮询调度至RS，后续将发往同一个目标地址的请求始终转发至第一次挑中的RS，典型使用场景是正向代理缓存场景中的负载均衡，如: Web缓存

3.2.2 动态方法

主要根据每RS当前的负载状态及调度算法进行调度Overhead=value 较小的RS将被调度

1、最少连接算法LC：least connections 适用于长连接应用

```
Overhead=activeconns*256+inactiveconns
```

2、加权最少连接算法WLC：Weighted LC，默认调度方法,较常用

```
Overhead=(activeconns*256+inactiveconns)/weight
```

3、最短期望延迟算法SED：Shortest Expection Delay，初始连接高权重优先,只检查活动连接,而不考虑非活动连接

```
Overhead=(activeconns+1)*256/weight
```

4、最少队列算法NQ：Never Queue，第一轮均匀分配，后续SED

5、基于局部的最少连接算法LBLC：Locality-Based LC，动态的DH算法，使用场景：根据负载状态实现正向代理,实现Web Cache等

6、带复制的基于局部的最少连接算法LBLCR：LBLC with Replication，带复制功能的LBLC，解决LBLC负载不均衡问题，从负载重的复制到负载轻的RS,,实现Web Cache等

3.2.3 内核版本 4.15 版本后新增调度算法：FO和OVF

FO（Weighted Fail Over）调度算法,在此FO算法中，遍历虚拟服务所关联的真实服务器链表，找到还未过载（未设置IP_VS_DEST_F_OVERLOAD标志）的且权重最高的真实服务器，进行调度,属于静态算法

OVF（Overflow-connection）调度算法，基于真实服务器的活动连接数量和权重值实现。将新连接调度到权重值最高的真实服务器，直到其活动连接数量超过权重值，之后调度到下一个权重值最高的真实服务器,在此OVF算法中，遍历虚拟服务相关联的真实服务器链表，找到权重值最高的可用真实服务器。属于动态算法

一个可用的真实服务器需要同时满足以下条件：

- 未过载（未设置IP_VS_DEST_F_OVERLOAD标志）
- 真实服务器当前的活动连接数量小于其权重值
- 其权重值不为零

3.3 LVS 相关软件

3.3.1 程序包：ipvsadm

Unit File: ipvsadm.service

主程序：/usr/sbin/ipvsadm

规则保存工具：/usr/sbin/ipvsadm-save

规则重载工具：/usr/sbin/ipvsadm-restore

配置文件：/etc/sysconfig/ipvsadm-config

ipvs调度规则文件：/etc/sysconfig/ipvsadm

3.3.2 ipvsadm 命令

ipvsadm核心功能：

- 集群服务管理：增、删、改
- 集群服务的RS管理：增、删、改
- 查看

ipvsadm 工具用法：

```
#管理集群服务
ipvsadm -A|E -t|u|f service-address [-s scheduler] [-p [timeout]] [-M netmask]
[--pe persistence_engine] [-b sched-flags]
ipvsadm -D -t|u|f service-address #删除
ipvsadm -C #清空
ipvsadm -R #重载,相当于ipvsadm-restore
ipvsadm -S [-n] #保存,相当于ipvsadm-save

#管理集群中的RS
ipvsadm -a|e -t|u|f service-address -r server-address [-g|i|m] [-w weight]
ipvsadm -d -t|u|f service-address -r server-address
ipvsadm -L|l [options]
ipvsadm -Z [-t|u|f service-address]
```

管理集群服务：增、改、删

增、修改：

```
ipvsadm -A|E -t|u|f service-address [-s scheduler] [-p [timeout]]
```

说明

```
service-address：

-t|u|f：
    -t：TCP协议的端口，VIP:TCP_PORT  如：-t 10.0.0.100:80
    -u：UDP协议的端口，VIP:UDP_PORT
    -f：firewall MARK，标记，一个数字
[-s scheduler]：指定集群的调度算法，默认为wlc
```

范例：

```
ipvsadm -A -t 10.0.0.100:80 -s wrr
```

删除：

```
ipvsadm -D -t|u|f service-address
```

管理集群上的RS：增、改、删

增、改：

```
ipvsadm -a|e -t|u|f service-address -r server-address [-g|i|m] [-w weight]
```

删：

```
ipvsadm -d -t|u|f service-address -r server-address
```

```
server-address：
     rip[:port] 如省略port，不作端口映射
选项：
lvs类型：
    -g: gateway，dr类型，默认
    -i: ipip，tun类型
    -m: masquerade，nat类型
-w weight：权重
```

范例:

```
ipvsadm -a -t  10.0.0.100:80 -r 10.0.0.8:8080 -m -w 3
```

清空定义的所有内容：

```
ipvsadm -C
```

清空计数器：

```
ipvsadm -Z [-t|u|f service-address]
```

查看：

```
ipvsadm -L|l [options]
```

```
--numeric，-n：以数字形式输出地址和端口号
--exact：扩展信息，精确值
--connection，-c：当前IPVS连接输出
--stats：统计信息
--rate ：输出速率信息
```

ipvs规则：

```
/proc/net/ip_vs
```

ipvs连接：

```
/proc/net/ip_vs_conn
```

保存：建议保存至/etc/sysconfig/ipvsadm

```
ipvsadm-save > /PATH/TO/IPVSADM_FILE
ipvsadm -S > /PATH/TO/IPVSADM_FILE
systemctl stop ipvsadm.service  #会自动保存规则至/etc/sysconfig/ipvsadm
```

重载：

```
ipvsadm-restore < /PATH/FROM/IPVSADM_FILE
systemctl  start ipvsadm.service  #会自动加载/etc/sysconfig/ipvsadm中规则
```

范例： Ubuntu系统保存规则和开机加载规则

```
#保存规则
#方法1
[root@ubuntu2204 ~]#service ipvsadm save
 * Saving IPVS configuration...
                                                    [ OK ]
[root@ubuntu2204 ~]#cat /etc/ipvsadm.rules
# ipvsadm.rules
-A -t 192.168.10.100:80 -s wlc
-a -t 192.168.10.100:80 -r 10.0.0.7:80 -g -w 1
-a -t 192.168.10.100:80 -r 10.0.0.17:80 -g -w 1

#方法2
[root@ubuntu2004 ~]#ipvsadm-save  -n > /etc/ipvsadm.rules

#开机自启
[root@ubuntu2004 ~]#vim /etc/default/ipvsadm
AUTO="true"
```

范例：红帽系统保存规则和开机加载规则

```
#保存规则
[root@rocky8 ~]#ipvsadm-save  -n > /etc/sysconfig/ipvsadm

#开机自启
[root@rocky8 ~]#systemctl enable ipvsadm.service
```

3.4 防火墙标记

FWM：FireWall Mark

MARK target 可用于给特定的报文打标记

--set-mark value

其中：value 可为0xffff格式，表示十六进制数字

借助于防火墙标记来分类报文，而后基于标记定义集群服务；可将多个不同的应用使用同一个集群服务进行调度

实现方法：

在Director主机打标记：

```
iptables -t mangle -A PREROUTING -d $vip -p $proto -m multiport --dports
$port1,$port2,… -j MARK --set-mark NUMBER
```

在Director主机基于标记定义集群服务：

```
ipvsadm -A -f NUMBER [options]
```

范例:

```
[root@lvs ~]#iptables -t mangle -A PREROUTING -d 172.16.0.100 -p tcp -m
multiport --dports 80,443 -j MARK --set-mark 10
[root@lvs ~]#ipvsadm -C
[root@lvs ~]#ipvsadm -A -f 10 -s rr
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -f 10 -r 10.0.0.7 -g
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -f 10 -r 10.0.0.17 -g
[root@lvs ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
FWM  10 rr
  -> 10.0.0.7:0                   Route   1      0          0
  -> 10.0.0.17:0                  Route   1      0          0
[root@lvs ~]#cat /proc/net/ip_vs
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port Forward Weight ActiveConn InActConn
FWM  0000000A rr
  -> 0A000011:0000      Route   1      0          9
  -> 0A000007:0000      Route   1      0          9
```

范例:

```
[root@lvs ~]#ipvsadm -A -f 10
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -f 10  -r  10.0.0.7 -g
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -f 10  -r  10.0.0.17 -g
[root@lvs ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
FWM  10 wlc
  -> 10.0.0.7:0               Route   1      0          0
  -> 10.0.0.17:0              Route   1      0          0

[root@LVS ~]#cat /proc/net/ip_vs
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  AC14C8C8:0050 rr
  -> 0A000011:0050      Masq    1      0          0
  -> 0A000007:0050      Masq    1      0          0
```

3.5 LVS 持久连接

session 绑定：对共享同一组RS的多个集群服务，需要统一进行绑定，lvs sh算法无法实现

持久连接（ lvs persistence ）模板：实现无论使用任何调度算法，在一段时间内（默认360s ），能够实现将来自同一个地址的请求始终发往同一个RS

```
ipvsadm -A|E -t|u|f service-address [-s scheduler] [-p [timeout]]
```

持久连接实现方式：

- 每端口持久（PPC）：每个端口定义为一个集群服务，每集群服务单独调度
- 每防火墙标记持久（PFWMC）：基于防火墙标记定义集群服务；可实现将多个端口上的应用统一调度，即所谓的 port Affinity
- 每客户端持久（PCC）：基于0端口（表示所有服务）定义集群服务，即将客户端对所有应用的请求都调度至后端主机，必须定义为持久模式

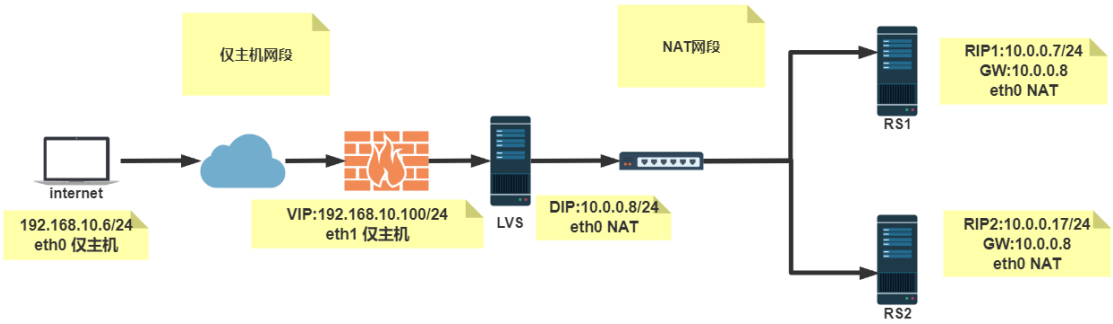
范例：

```
[root@lvs ~]#ipvsadm -E -f 10 -p
[root@lvs ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
FWM  10 wlc persistent 360
  -> 10.0.0.7:0               Route   1      0          15
  -> 10.0.0.17:0              Route   1      0          7
[root@lvs ~]#ipvsadm -E -f 10 -p 3600
[root@lvs ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
FWM  10 wlc persistent 3600
  -> 10.0.0.7:0               Route   1      0          79
  -> 10.0.0.17:0              Route   1      0          7

[root@lvs ~]#cat /proc/net/ip_vs_conn
Pro FromIP   FPrt ToIP     TPrt DestIP   DPrt State       Expires PEName PEData
TCP C0A80006 C816 AC100064 01BB 0A000011 01BB FIN_WAIT         67
TCP C0A80006 C812 AC100064 01BB 0A000011 01BB FIN_WAIT         67
TCP C0A80006 9A36 AC100064 0050 0A000011 0050 FIN_WAIT         65
TCP C0A80006 C806 AC100064 01BB 0A000011 01BB FIN_WAIT         65
TCP C0A80006 9A3E AC100064 0050 0A000011 0050 FIN_WAIT         66
TCP C0A80006 C81A AC100064 01BB 0A000011 01BB FIN_WAIT         67
TCP C0A80006 C80A AC100064 01BB 0A000011 01BB FIN_WAIT         66
TCP C0A80006 9A3A AC100064 0050 0A000011 0050 FIN_WAIT         66
TCP C0A80006 9A4E AC100064 0050 0A000011 0050 FIN_WAIT         68
TCP C0A80006 9A42 AC100064 0050 0A000011 0050 FIN_WAIT         67
TCP C0A80006 9A46 AC100064 0050 0A000011 0050 FIN_WAIT         67
TCP C0A80006 C81E AC100064 01BB 0A000011 01BB FIN_WAIT         68
IP  C0A80006 0000 0000000A 0000 0A000011 0000 NONE            948
TCP C0A80006 C80E AC100064 01BB 0A000011 01BB FIN_WAIT         66
TCP C0A80006 9A4A AC100064 0050 0A000011 0050 FIN_WAIT         67


[root@lvs ~]#ipvsadm -Lnc
IPVS connection entries
pro expire state       source             virtual            destination
TCP 00:46  FIN_WAIT    192.168.10.6:51222  172.16.0.100:443   10.0.0.17:443
TCP 00:46  FIN_WAIT    192.168.10.6:51218  172.16.0.100:443   10.0.0.17:443
TCP 00:45  FIN_WAIT    192.168.10.6:39478  172.16.0.100:80    10.0.0.17:80
TCP 00:45  FIN_WAIT    192.168.10.6:51206  172.16.0.100:443   10.0.0.17:443
TCP 00:46  FIN_WAIT    192.168.10.6:39486  172.16.0.100:80    10.0.0.17:80
TCP 00:47  FIN_WAIT    192.168.10.6:51226  172.16.0.100:443   10.0.0.17:443
```

```
TCP 00:45  FIN_WAIT    192.168.10.6:51210  172.16.0.100:443   10.0.0.17:443
TCP 00:45  FIN_WAIT    192.168.10.6:39482  172.16.0.100:80    10.0.0.17:80
TCP 00:47  FIN_WAIT    192.168.10.6:39502  172.16.0.100:80    10.0.0.17:80
TCP 00:46  FIN_WAIT    192.168.10.6:39490  172.16.0.100:80    10.0.0.17:80
TCP 00:46  FIN_WAIT    192.168.10.6:39494  172.16.0.100:80    10.0.0.17:80
TCP 00:47  FIN_WAIT    192.168.10.6:51230  172.16.0.100:443   10.0.0.17:443
IP  15:27  NONE        192.168.10.6:0      0.0.0.10:0         10.0.0.17:0
TCP 00:46  FIN_WAIT    192.168.10.6:51214  172.16.0.100:443   10.0.0.17:443
TCP 00:47  FIN_WAIT    192.168.10.6:39498  172.16.0.100:80    10.0.0.17:80
```

4 LVS 实战案例

4.1 LVS-NAT模式案例



环境：

```
共四台主机
一台：  internet client：192.168.10.6/24   GW:无 仅主机

一台：lvs
eth1 仅主机 192.168.10.100/16
eth0 NAT 10.0.0.8/24

两台RS：
RS1：10.0.0.7/24    GW：10.0.0.8 NAT
RS2：10.0.0.17/24   GW：10.0.0.8 NAT
```

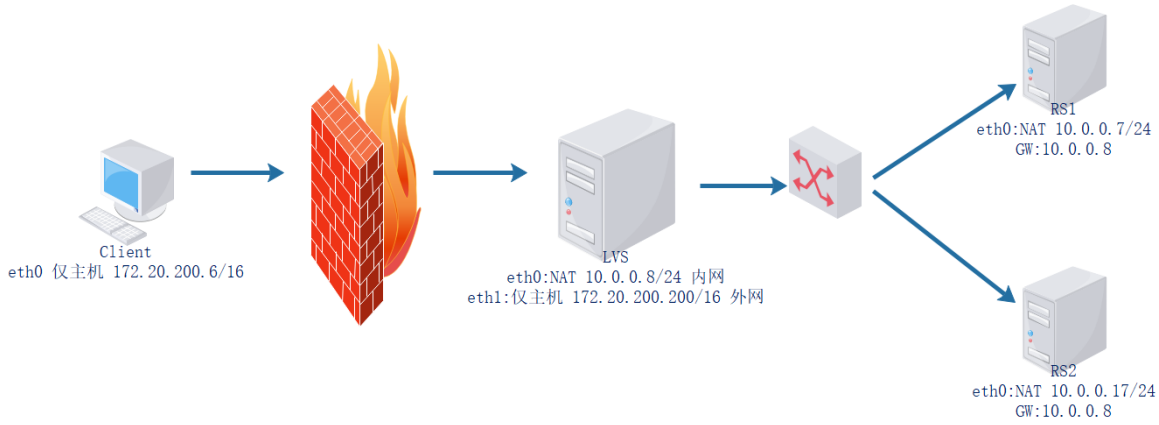
配置过程：

```
[root@internet ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=192.168.10.6
PREFIX=24
ONBOOT=yes


[root@lvs network-scripts]#cat ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.8
```

```
PREFIX=24
ONBOOT=yes
[root@lvs network-scripts]#cat ifcfg-eth1
DEVICE=eth1
NAME=eth1
BOOTPROTO=static
IPADDR=192.168.10.100
PREFIX=24
ONBOOT=yes

[root@rs1 ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.7
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.8
ONBOOT=yes

[root@rs2 ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.17
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.8
ONBOOT=yes


[root@rs1 ~]#curl 10.0.0.7
10.0.0.7 RS1

[root@rs2 ~]#curl 10.0.0.17
10.0.0.17 RS2


[root@lvs-server ~]#vim /etc/sysctl.conf
net.ipv4.ip_forward = 1

[root@lvs-server ~]#sysctl -p
net.ipv4.ip_forward = 1

[root@lvs-server ~]#ipvsadm -A -t 192.168.10.100:80  -s wrr
[root@lvs-server ~]#ipvsadm -a -t 192.168.10.100:80  -r 10.0.0.7:80 -m
[root@lvs-server ~]#ipvsadm -a -t 192.168.10.100:80  -r 10.0.0.17:80 -m

[root@lvs-server ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  192.168.10.100:80 wrr
  -> 10.0.0.7:80                  Masq    1      1          0
  -> 10.0.0.17:80                 Masq    1      0          0

[root@internet ~]#while :;do curl 192.168.10.100;sleep 0.5;done
rs1.wang.org
rs2.wang.org
rs1.wang.org
```

```
rs2.wang.org
rs1.wang.org
rs2.wang.org

[root@lvs-server ~]#ipvsadm -Ln --stats
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port               Conns   InPkts  OutPkts  InBytes OutBytes
  -> RemoteAddress:Port
TCP  192.168.10.100:80                  67      405      255    32436    30092
  -> 10.0.0.7:80                        34      203      128    16244    15072
  -> 10.0.0.17:80                       33      202      127    16192    15020

[root@lvs-server ~]#cat /proc/net/ip_vs
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  C0A80A64:0050 wrr
  -> 0A000011:0050      Masq    1      0          98
  -> 0A000007:0050      Masq    1      0          97

[root@lvs-server ~]#ipvsadm -Lnc
IPVS connection entries
pro expire state       source             virtual            destination
TCP 01:55  TIME_WAIT   192.168.10.6:43486 192.168.10.100:80  10.0.0.17:80
TCP 00:19  TIME_WAIT   192.168.10.6:43476 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 01:58  TIME_WAIT   192.168.10.6:43500 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 01:58  TIME_WAIT   192.168.10.6:43498 192.168.10.100:80  10.0.0.17:80
TCP 01:59  TIME_WAIT   192.168.10.6:43502 192.168.10.100:80  10.0.0.17:80
TCP 01:57  TIME_WAIT   192.168.10.6:43494 192.168.10.100:80  10.0.0.17:80
TCP 01:57  TIME_WAIT   192.168.10.6:43496 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 01:56  TIME_WAIT   192.168.10.6:43490 192.168.10.100:80  10.0.0.17:80
TCP 00:20  TIME_WAIT   192.168.10.6:43480 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 01:56  TIME_WAIT   192.168.10.6:43492 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 01:55  TIME_WAIT   192.168.10.6:43488 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 00:20  TIME_WAIT   192.168.10.6:43478 192.168.10.100:80  10.0.0.17:80
TCP 01:59  TIME_WAIT   192.168.10.6:43504 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 01:54  TIME_WAIT   192.168.10.6:43484 192.168.10.100:80  10.0.0.7:80
TCP 01:54  TIME_WAIT   192.168.10.6:43482 192.168.10.100:80  10.0.0.17:80

[root@lvs-server ~]#cat /proc/net/ip_vs_conn
Pro FromIP   FPrt ToIP     TPrt DestIP   DPrt State       Expires PEName PEData
TCP C0A80A06 A9DE C0A80A64 0050 0A000011 0050 TIME_WAIT        72
TCP C0A80A06 A9EC C0A80A64 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT        76
TCP C0A80A06 AA64 C0A80A64 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT       106
TCP C0A80A06 AA0C C0A80A64 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT        84
TCP C0A80A06 AA3A C0A80A64 0050 0A000011 0050 TIME_WAIT        95
TCP C0A80A06 AA86 C0A80A64 0050 0A000011 0050 TIME_WAIT       115
TCP C0A80A06 AA78 C0A80A64 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT       111
TCP C0A80A06 AA06 C0A80A64 0050 0A000011 0050 TIME_WAIT        82
TCP C0A80A06 AA44 C0A80A64 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT        98
TCP C0A80A06 AA2C C0A80A64 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT        92


#保存规则
[root@lvs-server ~]#ipvsadm -Sn  > /etc/sysconfig/ipvsadm
[root@lvs-server ~]#systemctl enable --now ipvsadm.service

#问题:LVS 打开监听VIP相关的端口吗?
```

范例2：



1. Director 服务器采用双网卡，一个是桥接网卡连接外网，一个是仅主机网卡与后端Web服务器相连
2. Web服务器采用仅主机网卡与director相连
3. Web服务器网关指向10.0.0.200
4. 后端web服务器不需要连接外网

环境：

```
共四台主机
一台：  internet client ：172.20.200.6/16    GW:无
一台：lvs
eth1 桥接 172.20.200.200/16
eth0 NAT 10.0.0.200/24

两台RS：
RS1：10.0.0.7/24     GW：  10.0.0.200
RS2：10.0.0.17/24    GW：  10.0.0.200
```

配置过程

```
#LVS启用IP_FORWORD功能
[root@lvs ~]#vim /etc/sysctl.conf
net.ipv4.ip_forward = 1
[root@LVS ~]#sysctl  -p

[root@lvs ~]#ipvsadm -A -t 172.20.200.200:80 -s rr
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -t 172.20.200.200:80 -r 10.0.0.7 -m
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -t 172.20.200.200:80 -r 10.0.0.17 -m

[root@LVS ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  172.20.200.200:80 rr
  -> 10.0.0.7:80                  Masq    1      0          0
  -> 10.0.0.17:80                 Masq    1      0          0

#测试
[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS2 Server on 10.0.0.17
```

```
[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS1 Server on 10.0.0.7
[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS2 Server on 10.0.0.17
[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS1 Server on 10.0.0.7


[root@LVS ~]#cat /proc/net/ip_vs_conn
Pro FromIP   FPrt ToIP     TPrt DestIP   DPrt State       Expires PEName PEData
TCP AC14C806 BD6A AC14C8C8 0050 0A000011 0050 TIME_WAIT        97
TCP AC14C806 BD6C AC14C8C8 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT        97
TCP AC14C806 BD66 AC14C8C8 0050 0A000011 0050 TIME_WAIT        90
TCP AC14C806 BD68 AC14C8C8 0050 0A000007 0050 TIME_WAIT        92


#保存规则
[root@LVS ~]#ipvsadm -Sn > /etc/sysconfig/ipvsadm
[root@LVS ~]#cat /etc/sysconfig/ipvsadm
-A -t 172.20.200.200:80 -s rr
-a -t 172.20.200.200:80 -r 10.0.0.7:80 -m -w 1
-a -t 172.20.200.200:80 -r 10.0.0.17:80 -m -w 1

#清除规则
[root@LVS ~]#ipvsadm -C
[root@LVS ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn

#重新加载规则
[root@LVS ~]#ipvsadm -R <  /etc/sysconfig/ipvsadm
[root@LVS ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  172.20.200.200:80 rr
  -> 10.0.0.7:80                  Masq    1      0          0
  -> 10.0.0.17:80

#开机加载ipvs规则
[root@LVS ~]#ipvsadm -C
[root@LVS ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
[root@LVS ~]#systemctl enable --now ipvsadm.service
[root@LVS ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  172.20.200.200:80 rr
  -> 10.0.0.7:80                  Masq    1      0          0
  -> 10.0.0.17:80                 Masq    1      0          0

[root@rs1 ~]#tail /var/log/httpd/access_log
```

```
172.20.200.6 - - [24/Mar/2020:16:38:29 +0800] "GET / HTTP/1.1" 200 23 "-"
"curl/7.19.7 (x86_64-redhat-linux-gnu) libcurl/7.19.7 NSS/3.27.1 zlib/1.2.3
libidn/1.18 libssh2/1.4.2"
172.20.200.6 - - [24/Mar/2020:16:38:35 +0800] "GET / HTTP/1.1" 200 23 "-"
"curl/7.19.7 (x86_64-redhat-linux-gnu) libcurl/7.19.7 NSS/3.27.1 zlib/1.2.3
libidn/1.18 libssh2/1.4.2"
172.20.200.6 - - [24/Mar/2020:16:52:16 +0800] "GET / HTTP/1.1" 200 23 "-"
"curl/7.19.7 (x86_64-redhat-linux-gnu) libcurl/7.19.7 NSS/3.27.1 zlib/1.2.3
libidn/1.18 libssh2/1.4.2"
172.20.200.6 - - [24/Mar/2020:16:52:17 +0800] "GET / HTTP/1.1" 200 23 "-"
"curl/7.19.7 (x86_64-redhat-linux-gnu) libcurl/7.19.7 NSS/3.27.1 zlib/1.2.3
libidn/1.18 libssh2/1.4.2"
172.20.200.6 - - [24/Mar/2020:16:53:36 +0800] "GET / HTTP/1.1" 200 23 "-"
"curl/7.19.7 (x86_64-redhat-linux-gnu) libcurl/7.19.7 NSS/3.27.1 zlib/1.2.3
libidn/1.18 libssh2/1.4.2"
172.20.200.6 - - [24/Mar/2020:16:53:37 +0800] "GET / HTTP/1.1" 200 23 "-"
"curl/7.19.7 (x86_64-redhat-linux-gnu) libcurl/7.19.7 NSS/3.27.1 zlib/1.2.3
libidn/1.18 libssh2/1.4.2"

#修改调度算法为 WRR 和后端服务器的端口
[root@LVS ~]#ipvsadm -E -t 172.20.200.200:80 -s wrr
[root@LVS ~]#ipvsadm -d -t 172.20.200.200:80 -r 10.0.0.7
[root@LVS ~]#ipvsadm -a -t 172.20.200.200:80 -r 10.0.0.7:8080 -m -w 3
[root@LVS ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  172.20.200.200:80 wrr
  -> 10.0.0.7:8080                Masq    3      0          0
  -> 10.0.0.17:80                 Masq    1      0          1

[root@rs1 ~]#vim /etc/httpd/conf/httpd.conf
Listen 8080
[root@rs1 ~]#systemctl restart httpd

[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS1 Server on 10.0.0.7
[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS1 Server on 10.0.0.7
[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS1 Server on 10.0.0.7
[root@client ~]#curl 172.20.200.200
RS2 Server on 10.0.0.17
```

4.2 LVS-DR模式单网段案例

DR模型中各主机上均需要配置VIP，解决地址冲突的方式有三种：

(1) 在前端网关做静态绑定

(2) 在各RS使用arptables

(3) 在各RS修改内核参数，来限制arp响应和通告的级别

限制响应级别：arp_ignore

- 0：默认值，表示可使用本地任意接口上配置的任意地址进行响应
- 1：仅在请求的目标IP配置在本地主机的接收到请求报文的接口上时，才给予响应

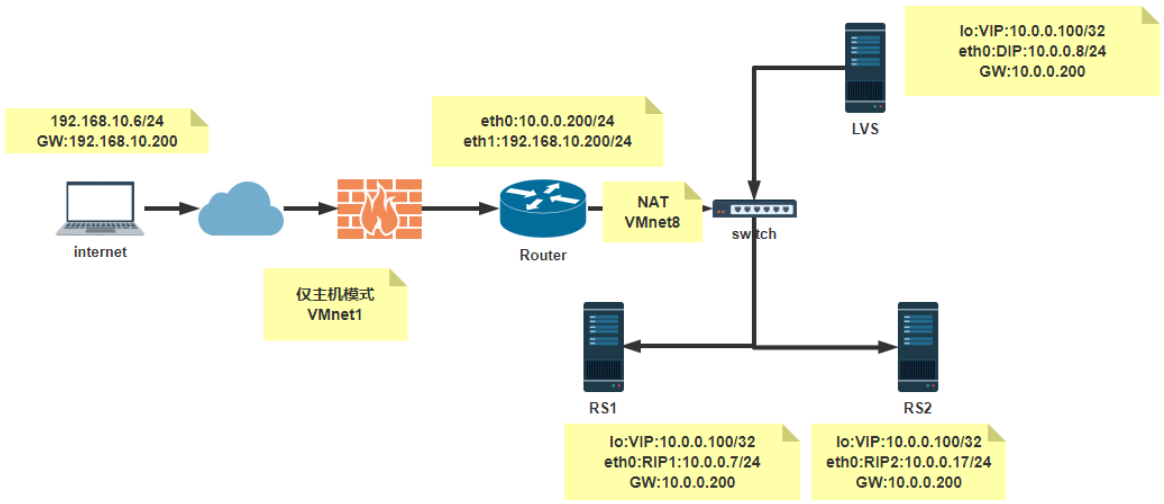
限制通告级别：arp_announce

- 0：默认值，把本机所有接口的所有信息向每个接口的网络进行通告
- 1：尽量避免将接口信息向非直接连接网络进行通告
- 2：必须避免将接口信息向非本网络进行通告

配置要点

1. Director 服务器采用双IP桥接网络，一个是VIP，一个DIP
2. Web服务器采用和DIP相同的网段和Director连接
3. 每个Web服务器配置VIP
4. 每个web服务器可以出外网

范例:




```
环境：五台主机
一台：客户端 eth0:仅主机 192.168.10.6/24 GW:192.168.10.200

一台：ROUTER
eth0 :NAT  10.0.0.200/24
eth1: 仅主机 192.168.10.200/24
启用 IP_FORWARD

一台：LVS
eth0:NAT:DIP:10.0.0.8/24 GW:10.0.0.200

两台RS：
RS1：eth0:NAT:10.0.0.7/24    GW：10.0.0.200
RS2：eth0:NAT:10.0.0.17/24   GW：10.0.0.200
```

4.2.1 LVS的网络配置

```
#所有主机禁用iptables和SELinux

#internet主机环境
[root@internet ~]#hostname
internet
[root@internet ~]#hostname -I
192.168.10.6
[root@internet ~]#route -n
Kernel IP routing table
```

```
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.10.0     0.0.0.0         255.255.255.0   U     1      0        0 eth0
0.0.0.0         192.168.10.200   0.0.0.0         UG    0      0        0 eth0

[root@internet ~]#ping 10.0.0.7 -c1
PING 10.0.0.7 (10.0.0.7) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.7: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.565 ms

[root@internet ~]#ping 10.0.0.17 -c1
PING 10.0.0.7 (10.0.0.17) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.17: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.565 ms

################################################################################
######
#路由器的网络配置
[root@router ~]#echo 'net.ipv4.ip_forward=1' >>  /etc/sysctl.conf
[root@router ~]#sysctl -p

[root@router network-scripts]#pwd
/etc/sysconfig/network-scripts
[root@router network-scripts]#cat ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.200
PREFIX=24
ONBOOT=yes
[root@router network-scripts]#cat ifcfg-eth1
DEVICE=eth1
NAME=eth1
BOOTPROTO=static
IPADDR=192.168.10.200
PREFIX=24
ONBOOT=yes


################################################################################
######
#RS1的网络配置
[root@rs1 ~]#hostname
rs1.wang.org
[root@rs1 ~]#hostname -I
10.0.0.7
[root@rs1 ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.7
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.200
ONBOOT=yes
[root@rs1 ~]#route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         10.0.0.200      0.0.0.0         UG    100    0        0 eth0
10.0.0.0        0.0.0.0         255.255.255.0   U     100    0        0 eth0

[root@rs1 ~]#yum -y install httpd
```

```
[root@rs1 ~]#systemctl enable --now httpd
[root@rs1 ~]#hostname -I > /var/www/html/index.html
[root@rs1 ~]#ping 192.168.10.6 -c1
PING 192.168.10.6 (192.168.10.6) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.6: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.14 ms

[root@rs1 ~]#curl 10.0.0.7
10.0.0.7


################################################################################
######
#RS2 的网络配置
[root@rs2 ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.17
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.200
ONBOOT=yes
[root@rs2 ~]#route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         10.0.0.200      0.0.0.0         UG    100    0        0 eth0
10.0.0.0        0.0.0.0         255.255.255.0   U     100    0        0 eth0

[root@rs2 ~]#yum -y install httpd
[root@rs2 ~]#systemctl enable --now httpd
[root@rs2 ~]#hostname -I > /var/www/html/index.html
[root@rs2 ~]#curl 10.0.0.17
10.0.0.17
[root@rs1 ~]#ping 192.168.10.6 -c1
PING 192.168.10.6 (192.168.10.6) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.6: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.14 ms


[root@rs2 ~]#curl 10.0.0.17
10.0.0.17


################################################################################
######
#LVS的网络配置
[root@lvs ~]#hostname
lvs.wang.org
[root@lvs ~]#hostname -I
10.0.0.8

[root@lvs ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.8
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.200
ONBOOT=yes
[root@lvs ~]#route -n
```

```
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         10.0.0.200      0.0.0.0         UG    100    0        0 eth0
10.0.0.0        0.0.0.0         255.255.255.0   U     100    0        0 eth0
[root@lvs ~]#ping 192.168.10.6 -c1
PING 192.168.10.6 (192.168.10.6) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.6: icmp_seq=1 ttl=63 time=2.32 ms

#如果LVS没有配置网关（网关随意，只有要即可），也可以通过修改内核关闭路径反向校验实现
[root@lvs ~]#echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter
[root@lvs ~]#echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/conf/eth0/rp_filter
```

4.2.2 后端RS的IPVS配置

```
#RS1的IPVS配置
[root@rs1 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
[root@rs1 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
[root@rs1 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
[root@rs1 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
[root@rs1 ~]#ifconfig lo:1 10.0.0.100/32
[root@rs1 ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet 10.0.0.100/0 scope global lo:1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:01:f9:48 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.7/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe01:f948/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever

#RS2的IPVS配置
[root@rs2 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
[root@rs2 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
[root@rs2 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
[root@rs2 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
[root@rs2 ~]#ifconfig lo:1 10.0.0.100/32
[root@rs2 ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet 10.0.0.100/0 scope global lo:1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:94:1a:f6 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

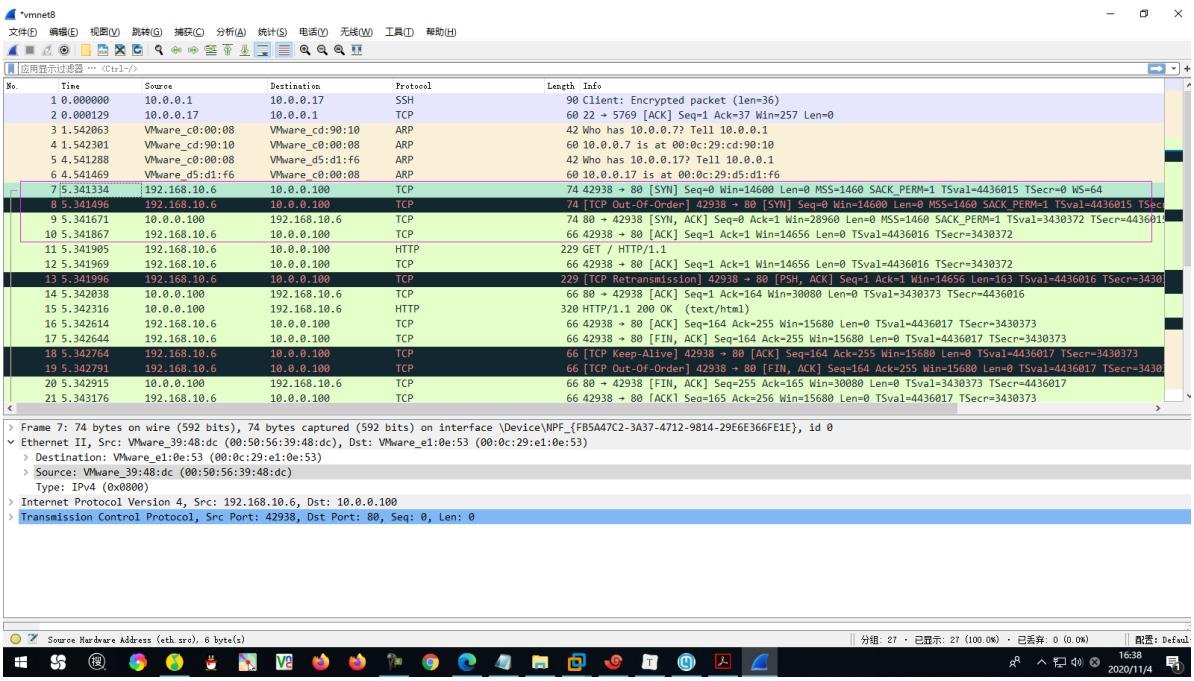
```
    inet 10.0.0.17/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe94:1af6/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

4.2.3 LVS主机的配置

```
#在LVS上添加VIP
[root@lvs ~]#ifconfig lo:1 10.0.0.100/32
[root@lvs ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet 10.0.0.100/0 scope global lo:1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:8a:51:21 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.8/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever

#实现LVS 规则
[root@lvs ~]#dnf -y install ipvsadm
[root@lvs ~]#ipvsadm -A -t 10.0.0.100:80 -s rr
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -t 10.0.0.100:80 -r 10.0.0.7:80 -g
[root@lvs ~]#ipvsadm -a -t 10.0.0.100:80 -r 10.0.0.17:80 -g
[root@lvs ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  10.0.0.100:80 rr
  -> 10.0.0.7:80                  Route   1      0          0
  -> 10.0.0.17:80                 Route   1      0          0
```

4.2.4 测试访问

```
[root@internet ~]#curl 10.0.0.100
10.0.0.17
[root@internet ~]#curl 10.0.0.100
10.0.0.7

[root@rs1 ~]#tail -f /var/log/httpd/access_log -n0
192.168.10.6 - - [12/Jul/2020:10:36:21 +0800] "GET / HTTP/1.1" 200 10 "-"
"curl/7.19.7 (x86_64-redhat-linux-gnu) libcurl/7.19.7 NSS/3.27.1 zlib/1.2.3
libidn/1.18 libssh2/1.4.2"
```



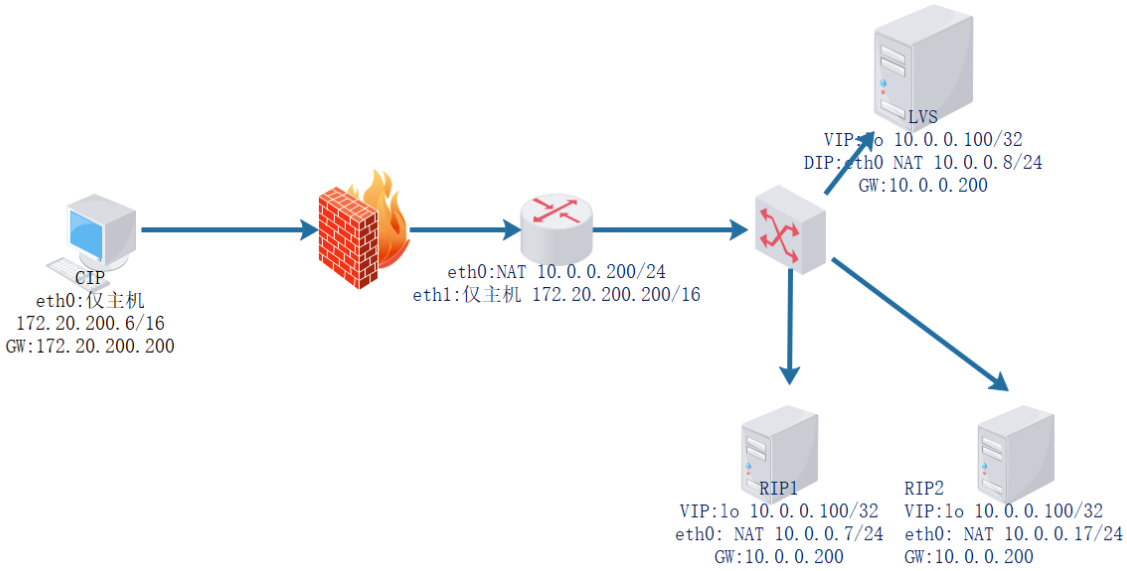
4.2.5 思考

4.2.5.1 LVS的eth0的网关可否不配置？如果随便配置，发现什么问题？如果不配置，怎么解决?

```
#默认值
[root@ubuntu2204 ~]#cat /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter
2
[root@centos8 ~]#cat /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter
1

#Ubuntu22.04修改内核参数为0
[root@ubuntu2204 ~]#echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter
[root@ubuntu2204 ~]#echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/conf/eth0/rp_filter

#Rocky8修改内核参数为0
[root@lvs ~]#echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter

#说明:参数rp_filter用来控制系统是否开启对数据包源地址的校验。
#0标示不开启地址校验
#1表开启严格的反向路径校验。对每一个收到的数据包，校验其反向路径是否是最佳路径。如果反向路径不是最佳路径，则直接丢弃该数据包；
#2表示开启松散的反向路径校验，对每个收到的数据包，校验其源地址是否可以到达，即反向路径是否可以ping通，如反向路径不通，则直接丢弃该数据包。
```

4.2.5.2 LVS的VIP可以配置到lo网卡,但必须使用32位的netmask,为什么?

范例：




```
环境：五台主机
一台：客户端 172.20.200.6/16 GW:172.20.200.200
一台：ROUTER
eth0 :NAT  10.0.0.200/24 VIP
eth1: 桥接 172.20.200.200/16
启用 IP_FORWARD
一台：LVS
eth0: 10.0.0.8/24 GW:10.0.0.200
两台RS：
RS1：10.0.0.7/24      GW：10.0.0.200
RS2：10.0.0.17/24   GW：10.0.0.200
```

配置：

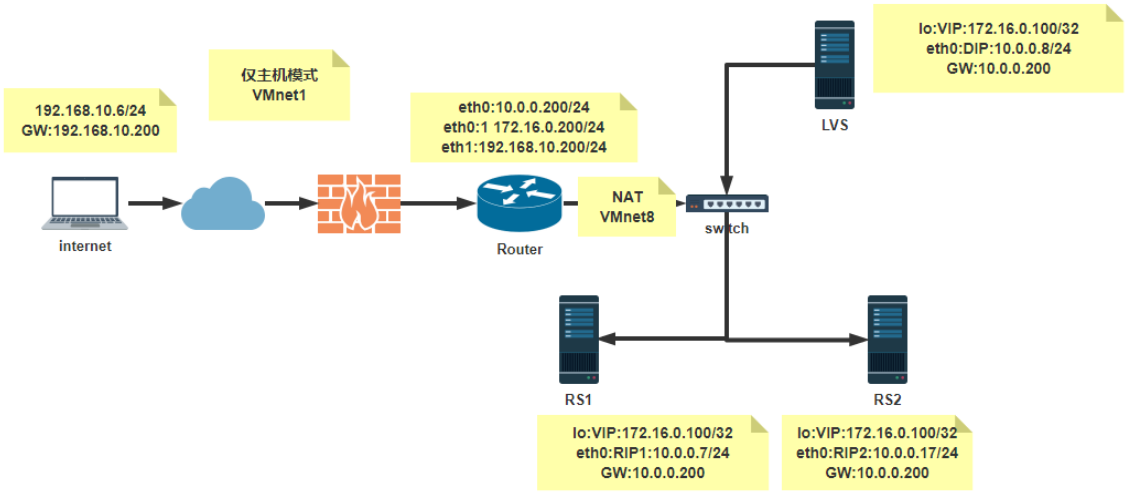
```
[root@client ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=172.20.200.6
PREFIX=16
GATEWAY=172.20.200.200
ONBOOT=yes

[root@Router ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.200
PREFIX=24
ONBOOT=yes
[root@Router ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth1
DEVICE=eth1
NAME=eth1
BOOTPROTO=static
IPADDR=172.20.200.200
PREFIX=16
ONBOOT=yes
```

```
[root@Router ~]#cat /etc/sysctl.conf
net.ipv4.ip_forward=1
[root@Router ~]#sysctl -p

[root@rs1 ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.7
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.200
ONBOOT=yes


[root@rs1 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
[root@rs1 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
[root@rs1 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
[root@rs1 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
[root@rs1 ~]#ifconfig lo:1 10.0.0.100/32
[root@rs1 ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet 10.0.0.100/0 scope global lo:1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:32:80:38 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.7/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe32:8038/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever


[root@rs2 ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.17
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.200
ONBOOT=yes

[root@rs2 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
[root@rs2 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
[root@rs2 ~]#echo 1 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
[root@rs2 ~]#echo 2 >   /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
[root@rs2 ~]#ifconfig lo:1 10.0.0.100/32

[root@LVS ~]#cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
DEVICE=eth0
NAME=eth0
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.0.0.8
```

```
PREFIX=24
GATEWAY=10.0.0.200
ONBOOT=yes

[root@LVS ~]#ifconfig lo:1 10.0.0.100/32
[root@LVS ~]#ipvsadm -A -t 10.0.0.100:80 -s wrr
[root@LVS ~]#ipvsadm -a -t 10.0.0.100:80 -r 10.0.0.7 -g -w 3
[root@LVS ~]#ipvsadm -a -t 10.0.0.100:80 -r 10.0.0.17  -g
```

4.3 LVS-DR模式多网段案例

单网段的DR模式容易暴露后端RS服务器地址信息,可以使用跨网面的DR模型,实现更高的安全性



范例:

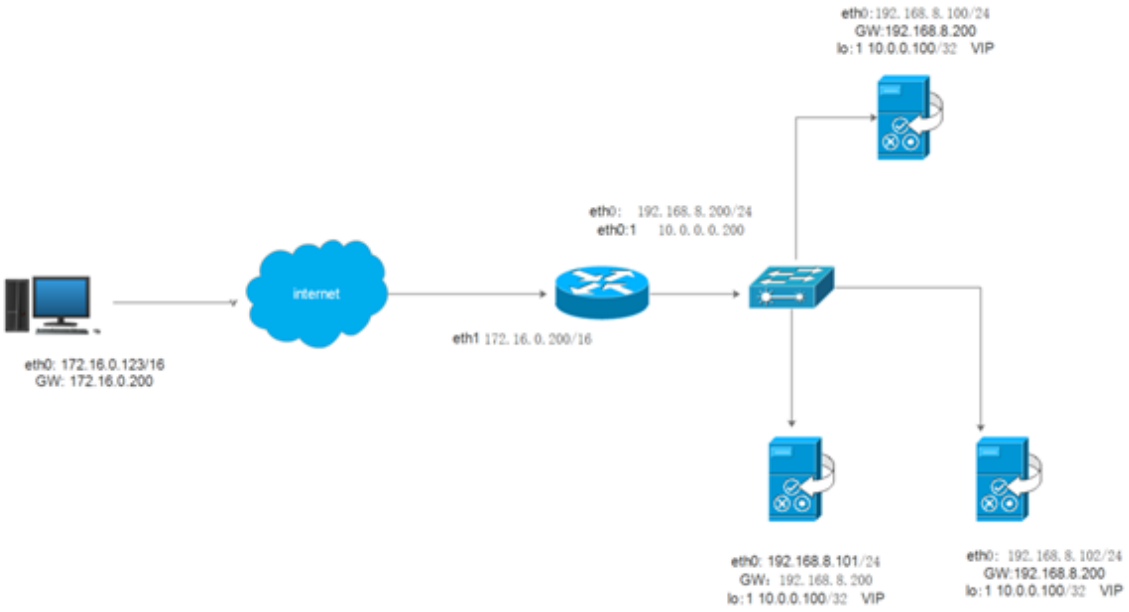
```
#internet主机的网络配置和4.2一样
[root@internet ~]#hostname -I
192.168.10.6

#router的网络配置在4.2基础上添加172.16.0.200/24的地址
[root@router ~]#ip addr add 172.16.0.200/24  dev eth0
[root@router ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:ab:8f:2b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.200/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet 172.16.0.200/24 brd 172.16.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:feab:8f2b/64 scope link tentative
       valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:ab:8f:35 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.10200/24 brd 192.168.10255 scope global noprefixroute eth1
```

```
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:feab:8f35/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
[root@router ~]#hostname -I
10.0.0.200 172.16.0.200 192.168.10200

#LVS主机的网络配置和4.2一样
[root@lvs ~]#hostname -I
10.0.0.8
[root@lvs ~]#route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         10.0.0.200      0.0.0.0         UG    0      0        0 eth0
10.0.0.0        0.0.0.0         255.255.255.0   U     100    0        0 eth0

[root@rs1 ~]#hostname -I
10.0.0.7
[root@rs1 ~]#route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         10.0.0.200      0.0.0.0         UG    100    0        0 eth0
10.0.0.0        0.0.0.0         255.255.255.0   U     100    0        0 eth0


#RS主机的网络配置和4.2一样
[root@rs2 ~]#hostname -I
10.0.0.17
[root@rs2 ~]#route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         10.0.0.200      0.0.0.0         UG    100    0        0 eth0
10.0.0.0        0.0.0.0         255.255.255.0   U     100    0        0 eth0


#在LVS主机运行的脚本
#注意:VIP如果配置在LO网卡上,必须使用32bit子网掩码,如果VIP绑定在eth0上,可以是其它netmask
[root@lvs ~]#cat lvs_dr_vs.sh
#!/bin/bash
#Author:wangxiaochun
#Date:2017-08-13
vip='172.16.0.100'
iface='lo:1'
mask='255.255.255.255'
port='80'
rs1='10.0.0.7'
rs2='10.0.0.17'
scheduler='wrr'
type='-g'
rpm -q ipvsadm &> /dev/null || yum -y install ipvsadm &> /dev/null

case $1 in
start)
    ifconfig $iface $vip netmask $mask #broadcast $vip up
    iptables -F
    ipvsadm -A -t ${vip}:${port} -s $scheduler
    ipvsadm -a -t ${vip}:${port} -r ${rs1} $type -w 1
    ipvsadm -a -t ${vip}:${port} -r ${rs2} $type -w 1
    echo "The VS Server is Ready!"
```

```
    ;;
stop)
    ipvsadm -C
    ifconfig $iface down
    echo "The VS Server is Canceled!"
    ;;
*)
    echo "Usage: $(basename $0) start|stop"
    exit 1
    ;;
esac

[root@lvs ~]#bash lvs_dr_vs.sh  start
The VS Server is Ready!

#在RS后端服务器运行的脚本
[root@rs1 ~]#cat lvs_dr_rs.sh
#!/bin/bash
#Author:wangxiaochun
#Date:2017-08-13
vip=172.16.0.100
mask='255.255.255.255'
dev=lo:1
rpm -q httpd &> /dev/null || yum -y install httpd &>/dev/null
service httpd start &> /dev/null && echo "The httpd Server is Ready!"
echo "`hostname -I`" > /var/www/html/index.html

case $1 in
start)
    echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
    echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
    echo 2 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
    echo 2 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
    ifconfig $dev $vip netmask $mask #broadcast $vip up
    echo "The RS Server is Ready!"
    ;;
stop)
    ifconfig $dev down
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
    echo "The RS Server is Canceled!"
    ;;
*)
    echo "Usage: $(basename $0) start|stop"
    exit 1
    ;;
esac

[root@rs1 ~]#bash lvs_dr_rs.sh  start
The RS Server is Ready!

#在RS后端服务器运行的脚本和RS1是一样的
[root@rs2 ~]#bash lvs_dr_rs.sh  start
The RS Server is Ready!

#测试访问
```

```
[root@internet ~]#curl 172.16.0.100
10.0.0.7
[root@internet ~]#curl 172.16.0.100
10.0.0.17
```

范例2



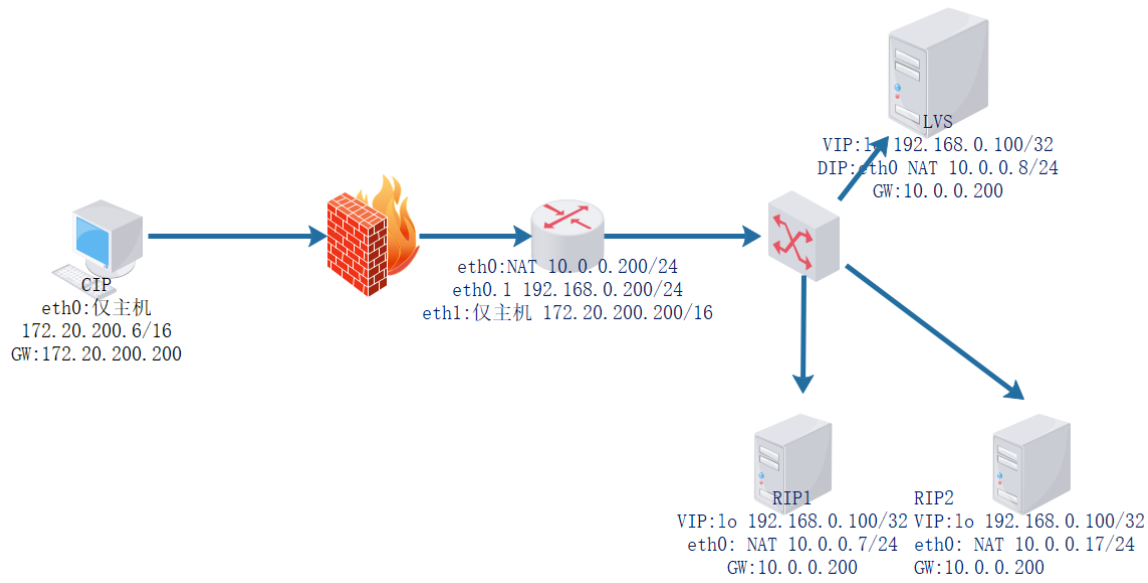
RS 的配置脚本

```
#!/bin/bash
vip=10.0.0.100
mask='255.255.255.255'
dev=lo:1
case $1 in
start)
     echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
     echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
     echo 2 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
     echo 2 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
     ifconfig $dev $vip netmask $You can't use 'macro parameter character #' in
math modemask #broadcast $vip up
     #route add -host $vip dev $dev
     ;;
stop)
     ifconfig $dev down
     echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
     echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
     echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
     echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
     ;;
*)
     echo "Usage: $(basename $0) start|stop"
     exit 1
     ;;
esac
```

VS的配置脚本

```
#!/bin/bash
vip='10.0.0.100'
iface='lo:1'
mask='255.255.255.255'
port='80'
rs1='192.168.8.101'
rs2='192.168.8.102'
scheduler='wrr'
type='-g'
case $1 in
start)
    ifconfig $iface $vip netmask $mask #broadcast $vip up
    iptables -F
    ipvsadm -A -t ${vip}:${port} -s $scheduler
    ipvsadm -a -t ${vip}:${port} -r ${rs1} $type -w 1
    ipvsadm -a -t ${vip}:${port} -r ${rs2} $type -w 1
    ;;
stop)
    ipvsadm -C
    ifconfig $iface down
    ;;
*)
    echo "Usage $(basename $0) start|stop“
    exit 1
esac
```

范例3: 跨网段DR模型案例



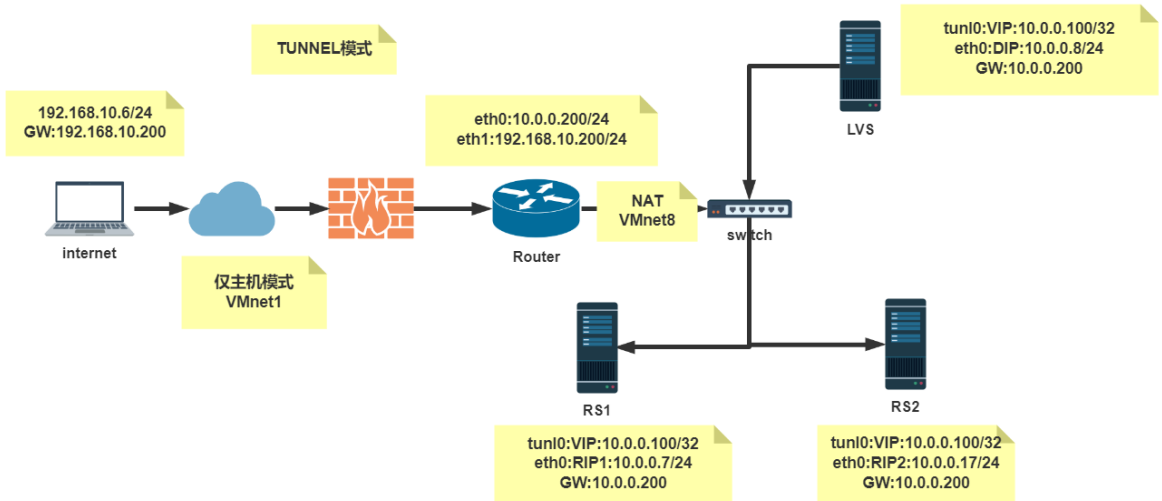
配置

```
[root@rs1 ~]#cat lvs_dr_rs.sh
#!/bin/bash
#Author:wangxiaochun
#Date:2017-08-13
vip=192.168.10100
mask='255.255.255.255'
dev=lo:1
#rpm -q httpd &> /dev/null || yum -y install httpd &>/dev/null
```

```
#service httpd start &> /dev/null && echo "The httpd Server is Ready!"
#echo "<h1>`hostname`</h1>" > /var/www/html/index.html

case $1 in
start)
    echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
    echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
    echo 2 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
    echo 2 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
    ifconfig $dev $vip netmask $mask #broadcast $vip up
    #route add -host $vip dev $dev
    echo "The RS Server is Ready!"
    ;;
stop)
    ifconfig $dev down
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_ignore
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce
    echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/conf/lo/arp_announce
    echo "The RS Server is Canceled!"
    ;;
*)
    echo "Usage: $(basename $0) start|stop"
    exit 1
    ;;
esac

[root@rs1 ~]#bash lvs_dr_rs.sh  start
[root@rs2 ~]#bash lvs_dr_rs.sh  start


[root@LVS ~]#cat lvs_dr_vs.sh
#!/bin/bash
#Author:wangxiaochun
#Date:2017-08-13
vip='192.168.10100'
iface='lo:1'
mask='255.255.255.255'
port='80'
rs1='10.0.0.7'
rs2='10.0.0.17'
scheduler='wrr'
type='-g'
rpm -q ipvsadm &> /dev/null || yum -y install ipvsadm &> /dev/null

case $1 in
start)
    ifconfig $iface $vip netmask $mask #broadcast $vip up
    iptables -F

    ipvsadm -A -t ${vip}:${port} -s $scheduler
    ipvsadm -a -t ${vip}:${port} -r ${rs1} $type -w 1
    ipvsadm -a -t ${vip}:${port} -r ${rs2} $type -w 1
    echo "The VS Server is Ready!"
    ;;
stop)
    ipvsadm -C
    ifconfig $iface down
```

```
    echo "The VS Server is Canceled!"
    ;;
*)
    echo "Usage: $(basename $0) start|stop"
    exit 1
    ;;
esac

[root@LVS ~]#bash lvs_dr_vs.sh start


[root@Router ~]#nmcli connection modify  eth0 +ipv4.addresses  192.168.10200/24
[root@Router ~]#nmcli connection reload
[root@Router ~]#nmcli connection up eth0
[root@Router ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:4d:ef:3e brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.200/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet 192.168.10200/24 brd 192.168.10255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe4d:ef3e/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:4d:ef:48 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.20.200.200/16 brd 172.20.255.255 scope global noprefixroute eth1
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe4d:ef48/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

4.4 LVS-TUNNEL隧道模式案例



4.4.1 LVS服务器配置

```
[root@centos8 ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:44:c3:fe brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.8/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe44:c3fe/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever

#开启tunnel网卡并配置VIP
[root@centos8 ~]#ifconfig tunl0 10.0.0.100 netmask 255.255.255.255 up
#或者下面方法,注意设备名必须为tunl0
[root@centos8 ~]#ip addr add 10.0.0.100/32  dev tunl0
[root@centos8 ~]#ip link set up tunl0

#自动加载ipip模块
[root@centos8 ~]#lsmod |grep ipip
ipip                   16384  0
tunnel4                16384  1 ipip
ip_tunnel              28672  1 ipip
[root@centos8 ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:44:c3:fe brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.8/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe44:c3fe/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
3: tunl0@NONE: <NOARP,UP,LOWER_UP> mtu 1480 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/ipip 0.0.0.0 brd 0.0.0.0
    inet 10.0.0.100/32 scope global tunl0
       valid_lft forever preferred_lft forever

[root@centos8 ~]#yum -y install ipvsadm
[root@centos8 ~]#ipvsadm -A -t 10.0.0.100:80 -s rr
[root@centos8 ~]#ipvsadm -a -t 10.0.0.100:80 -r 10.0.0.7 -i
[root@centos8 ~]#ipvsadm -a -t 10.0.0.100:80 -r 10.0.0.17 -i
[root@centos8 ~]#ipvsadm -Ln
IP Virtual Server version 1.2.1 (size=4096)
Prot LocalAddress:Port Scheduler Flags
```

```
  -> RemoteAddress:Port           Forward Weight ActiveConn InActConn
TCP  10.0.0.100:80 rr
  -> 10.0.0.7:80                  Tunnel  1      0          0
  -> 10.0.0.17:80                 Tunnel  1      0          0
```

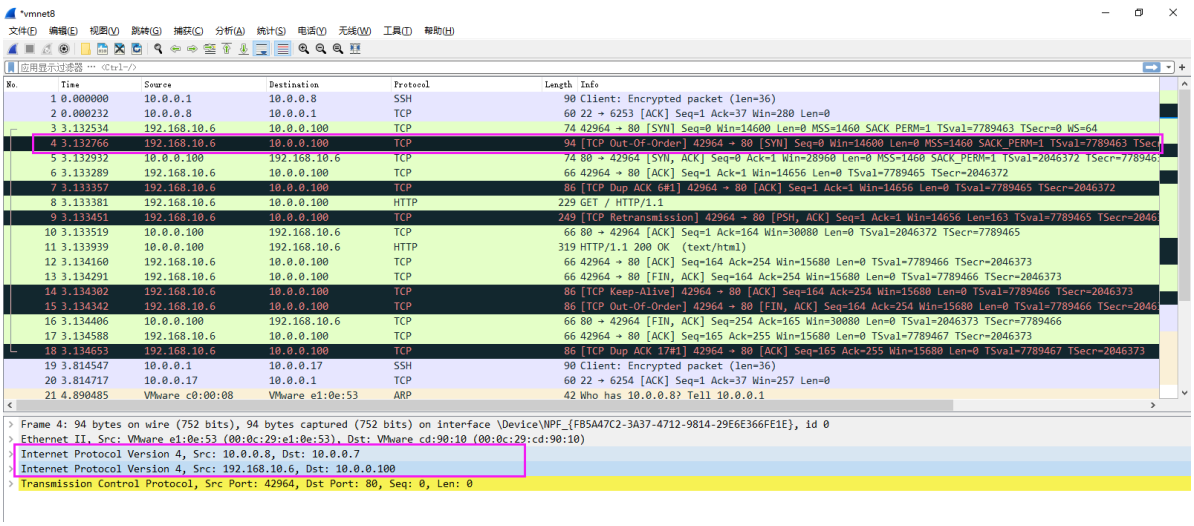
4.4.2 RS服务器配置

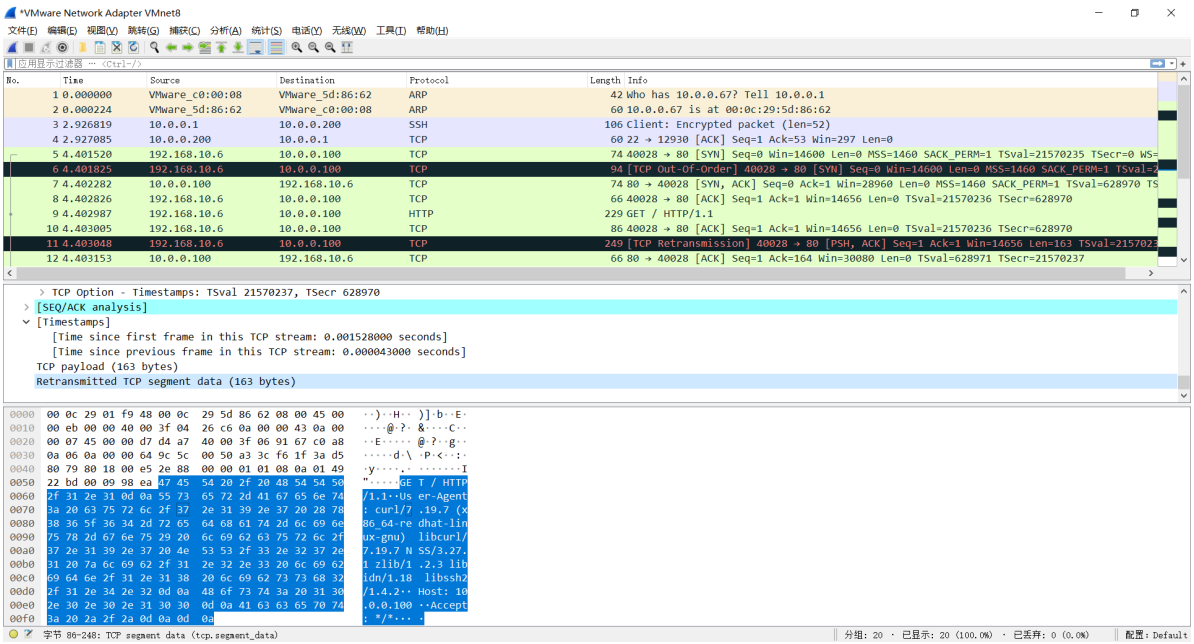
```
#RS服务器配置,RS1和RS2配置相同
[root@rs1 ~]#hostname
rs1.wang.org
[root@rs1 ~]#hostname -I
10.0.0.7

[root@rs1 ~]#route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         10.0.0.200      0.0.0.0         UG    100    0        0 eth0
10.0.0.0        0.0.0.0         255.255.255.0   U     100    0        0 eth0

#开启tunnel网卡并配置VIP
[root@rs1 ~]#ifconfig tunl0 10.0.0.100 netmask 255.255.255.255 up
[root@rs1 ~]#ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP
group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:01:f9:48 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.0.7/24 brd 10.0.0.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fe01:f948/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
3: tunl0@NONE: <NOARP,UP,LOWER_UP> mtu 1480 qdisc noqueue state UNKNOWN group
default qlen 1000
    link/ipip 0.0.0.0 brd 0.0.0.0
    inet 10.0.0.100/32 scope global tunl0
       valid_lft forever preferred_lft forever

#修改内核参数
[root@rs1 ~]#echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/conf/tunl0/arp_ignore
[root@rs1 ~]#echo "2" > /proc/sys/net/ipv4/conf/tunl0/arp_announce
[root@rs1 ~]#echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_ignore
[root@rs1 ~]#echo "2" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/arp_announce

#以下参数用来控制系统是否开启对数据包源地址的校验。
#0表示不开启地址校验
#1表示开启严格的反向路径校验。对每一个进行的数据包，校验其反向路径是否是最佳路径。如果反向路径不
是最佳路径，则直接丢弃该数据包；
#2标示开启松散的反向路径校验，对每个进行的数据包，校验其源地址是否可以到达，即反向路径是否可以
ping通，如反向路径不通，则直接丢弃该数据包。

#默认值，Ubuntu默认值可不做修改
[root@ubuntu22.04 ~]#cat /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter
```

```
2
[root@centos8 ~]#cat /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter
1

#必须修改内核参数为0或2，Ubuntu默认值可不做修改
[root@rs1 ~]#echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/conf/tunl0/rp_filter
#Rocky可选项，CentOS7必须加
[root@rs1 ~]#echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter

[root@rs1 ~]#yum -y install httpd
[root@rs1 ~]#systemctl enable --now  httpd
[root@rs1 ~]#hostname  > /var/www/html/index.html
```

4.4.3 测试

```
[root@internet ~]#while :;do curl 10.0.0.100;sleep 0.3;done
rs2.wang.org
rs1.wang.org
rs2.wang.org
rs1.wang.org
```





5 LVS 高可用性实现

LVS 不可用时：

Director不可用，整个系统将不可用；SPoF Single Point of Failure

解决方案：高可用，keepalived、heartbeat/corosync

RS 不可用时：

某RS不可用时，Director依然会调度请求至此RS

解决方案： 由Director对各RS健康状态进行检查，失败时禁用，成功时启用

常用解决方案：

- keepalived
- heartbeat/corosync
- ldirectord

检测方式：

- 网络层检测，icmp
- 传输层检测，端口探测
- 应用层检测，请求某关键资源

RS全不用时：backup server, sorry server

6 常见面试题

- Linux 集群有哪些分类
- 正向代理和反向代理区别
- 四层代理和七层代理的区别
- LVS的工作模式有哪些，有什么特点
- LVS的调度算法
- LVS和Nginx,Haproxy 的区别