

EIGRP:(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) 增强型内部网关路由协议

EIGRP 是一种 Cisco 专用协议,同时具备链路状态和距离矢量路由协议的优点.

只发送变化后的信息(这类似于链路状态协议),
只将这些信息发送给邻接路由器(这类似于距离矢量协议).

距离矢量路由协议的路由学习是“道听途说”,路由器不知道整个网络的拓扑,所以可能产生环路;

链路状态是每个路由器都学习到整个网络的拓扑结构,再计算从自身到其它路由器路径,所以不可能产生环路.

EIGRP 是增强的 IGRP ,因为它会聚速度快,且可确保在任何时候拓扑中都没有环路.

- (1). 通过发送和接收 Hello 包来建立和维持邻居关系,并交换路由信息;
- (2). 采用组播(224.0.0.10)或单播进行路由更新;
- (3). 管理距离值 AD 为 90 (内部 EIGRP) 或 170 (外部 EIGRP);
- (4). 采用触发更新,减少带宽占用;
- (5). 支持可变长子网掩码(VLSM),默认开启自动汇总功能;
- (6). 支持 IP ,IPX 和 AppleTalk 等多种网络层协议;
- (7). 对每一种网络协议 ,EIGRP 都维持独立的 3 张表:
 - 邻居表(show ip eigrp neighbor)
 - 拓扑表(show ip eigrp topology)
 - 路由表(show ip route eigrp)
- (8). EIGRP 使用 Diffusing Update 算法(DUAL),来实现快速收敛并确保没有路由环路;
- (9). 存储整个网络拓扑结构信息,以便快速适应网络变化;

(10). 支持等价和非等价的负载均衡；

(11). 基于 IP 协议号 88

EIGRP 术语:

可行距离 (FD) : 到达一个目的网络的最小度量值；

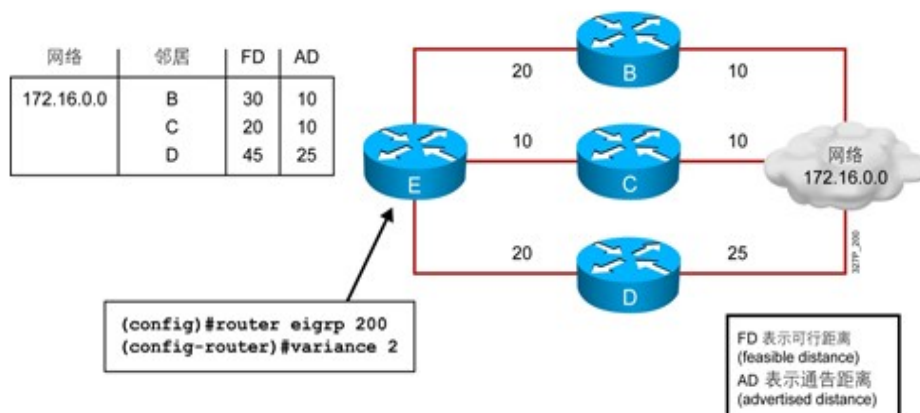
FD: 我到邻居的距离+AD

通告距离 (AD) : 邻居路由器所通告的它自己到达目的网络的最小的度量值； **AD:我的邻居到达目标网络有多远**

可行性条件 (FC) : 是 EIGRP 路由器更新路由表和拓扑表的依据。可行性条件可以有效地阻止路由环路，实现路由的快速收敛。可行性条件的公式为： $AD < FD$ 。

后继站(successor):到达目的网络路径成本最低的路由器--FD 最低

可行后继站(FS):除了成本最低的路径外,还存储备用路径,要成为可行后继站,下一跳路由器的 AD 必须小于当前路由器的 FD



- 因为路由器 C 的最短可行距离为 20，所以路由器 E 选择路由器 C 来路由到网络 172.16.0.0。
- 变量为 2 时，路由器 E 也选择路由器 B 来路由到网络 172.16.0.0，原因是 $(20 + 10 = 30) < [2 * (FD) = 40]$ 。
- 因为 $25 > 20$ ，所以不考虑用路由器 D 来路由到网络 172.16.0.0。

填充 EIGRP 表

- 邻居表(show ip eigrp neighbor)
- 拓扑表(show ip eigrp topology)
- 路由表(show ip route eigrp)

1) Neighbor Table:

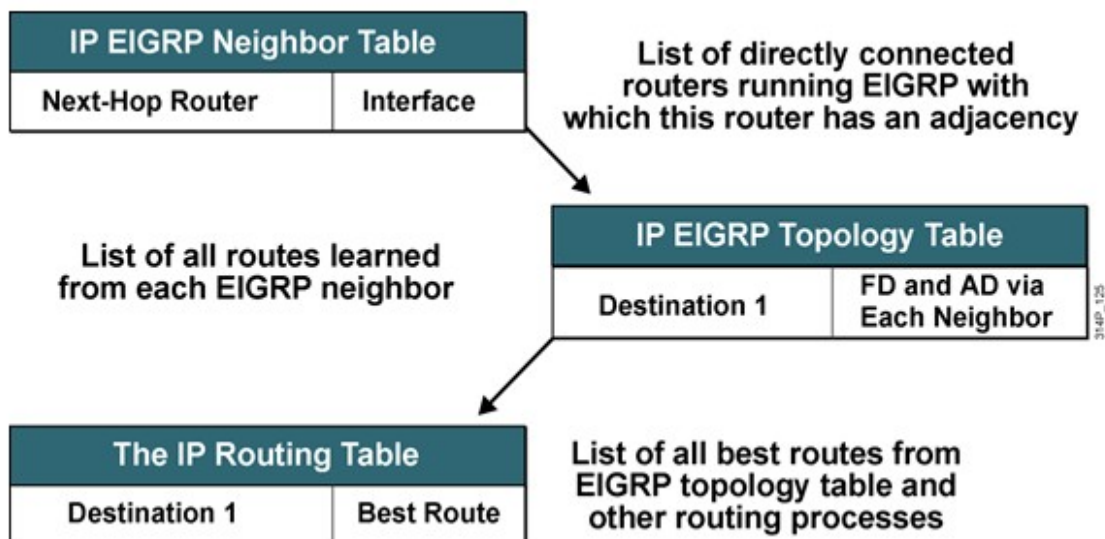
保存直连的邻居的IP地址，确保直接邻居之间能够双向通信。

2) Topology Table:

拓扑表中存放着前往目标地址的所有路由。

3) Routing Table:

从拓扑表中选择到达目标地址的最佳路由放入路由表。



EIGRP 发送 5 种类型的分组:

1. **Hello packet**: 用来发现和恢复邻居,通过组播的方式发送,使用不可靠的发送
2. **Update packet**: 传播路由更新信息,不定期的,通过可靠的方式发送(比如网络链路发生变化).当只有一台路由器需要路由更

新时,update 通过 unicast 的方式发送;当有多个路由器需要路由更新的时候,通过组播的方式发送

3. **Query(查询) packet**: 当找不到 Feasible Successor 时, 发送查询报文 (Unicast) 是 DUAL finite state machine 用来管理扩散计算用的,查询包可以是组播或 unicast;应答包是通过 unicast 的方式发送,并且方式都是可靠的

4.**Reply(应答) packet**:回应查询报文。(Unicast)
(其中 2、3、4 都是可靠传输报文,收到后要发送 ACK 进行确认)

5. **ACK(acknowledgement) packet**:不包含数据(data)的 Hello 包,使用 unicast 的方式,不可靠的发送

query : 当路由器进行路径计算并且没有可信后继时, 它发送质询包到它的邻居, 询问他们是否有可行后继到此目的地, 质询包通常使用组播但是在特定的情况下可以使用单播进行重新传送。

reply:路由器发送应答包来回复 query 包的发起者。使用单播可靠传输。

EIGRP Hello 分组

EIGRP 路由器通过 Hello 协议动态地发现与之直接相连的其他 EIGRP 路由器,路由器使用组播地址 224.0.0.10 通过 EIGRP 接口向外发送 EIGRP 分组.Hello 分组的发送间隔随介质而异.

- 在 LAN 链路上,每隔 5 秒发送一次
- 在低速链路上,每隔 60 秒发送一次

可以在接口上使用配置命令来修改:

int s0/0

ip hello-interval eigrp 1 15

ip hold-time eigrp 1 45

保持时间默认为 Hello 间隔的 3 倍,但当 Hello 间隔被修改后,保持时间并不会自动地相应调整,要手工修改保持时间

EIGRP 邻居起不来的原因有三种：

1) AS 号不匹配

AS 号不同的两个 EIGRP 之间是建不起邻居的，因为它们的进程号不相同。

```
no router eigrp 90
```

```
router eigrp 91
no auto-summary
network 1.1.1.0 0.0.0.255
network 192.168.12.0
```

2) K 值不相同

EIGRP 计算开销有 5 个因素：带宽，延迟，负载，可靠性，MTU。用 K1，K2，K3，K4，K5 分别代替这几个值。当 K 值不同时，计算开销的方式就不同了，就不能传递路由了，即不能建邻居

(默认情况下 K1 =K3=1，K2，K4，K5=0)

默认为：metric weights 0 1 0 1 0 0

```
router eigrp 90
metric weights 0 1 1 1 1 1
```

```
metric weights tos K1 K2 K3 K4 K5
```

3) HELLO 时间不同

EIGRP 的 hello 包更新时间为 5 秒，死亡时间为 15 秒，如果有一个进程的 hello 时间改成大于了 5 秒，在 5 秒内对方

没有收到 hello 包就会认为没有邻居，此时也起不来邻居，但是过了改了的时间后又会给对方一个 hello 包，对方过 5 秒就回了 hello 包，此时邻居又会起来，所以 hello 时间不同时会出现邻居时而有时而又断了的情况。

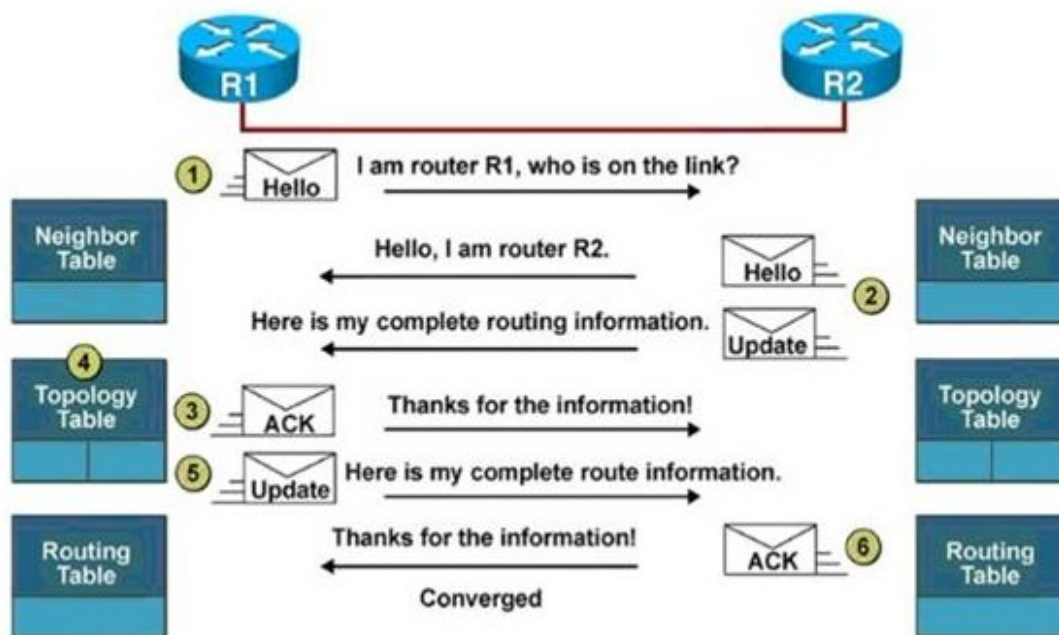
查看 hello 时间

show ip eigrp interface detail

int s0/0

ip hello-interval eigrp 90 10

初始路由发现



(1)链路上路由器 A 启动后,通过其所在 EIGRP 接口发送 Hello 分组

(2)通过其个接口收到 Hello 分组后,路由器 B 用更新分组进行应答 ,更新分组中包含路由选择表中的全部路由

- (3)两台路由彼此交换 Hello 分组后,邻接关系建立.路由器 A 用 ACK 分组应答路由器 B
- (4)路由器 A 将更新分组中的信息加入拓扑表中
- (5)路由器 A 向路由器 B 发送一个更新分组
- (6)收到更新分组后,路由器 B 向路由器 A 发送一个 ACK 分组

选择路由

EIGRP 与其它路由选择协议的最大不同可能是其路由选择过程.EIGRP 选择主路由(后继路由)和备用路由(可行后继路由),并将它们加入拓扑表中.然后,将主路由(后继路由)加入到路由选择表中.EIGRP 支持多种类型的路由,包括内部.外部和汇总路由.

- 内部路由:源于 EIGRP 自治系统内部的路由
- 外部路由:是从另一种路由选择协议或另一个 EIGRP 自治系统获悉的路由
- 汇总路由:是针对多个子网的路由

EIGRP 度量值的计算

EIGRP 使用度量值来确定到目的地的最佳路径。对于每一个子网，EIGRP 拓扑表包含一条或者多条可能的路由。每条可能的路由都包含各种度量值：带宽，延迟等。EIGRP 路由器根据度量值计算一个整数度量值，来选择前往目的地的最佳路由。

当路由器选路的时候，计算出度量值最低的路径，也就是 FD，来确定最佳路由。当路由失效的时候，使用 RD 来选择替代路由。

计算 EIGRP 度量值时使用 5 个变量,但默认情况下,只使用其中的两个(带宽.延迟)

- 1) **带宽**:源和目的地之间的最小带宽
- 2) **延迟**:路径上接口的累计延迟
- 3) **可靠性**:源和目的地之间的最低可靠性,基于存活消息
- 4) **负载**:源和目的地之间链路上的最重负载,基于分组速率和接口的配置带宽
- 5) **MTU**:最大传输单元,路径上最小的 MTU

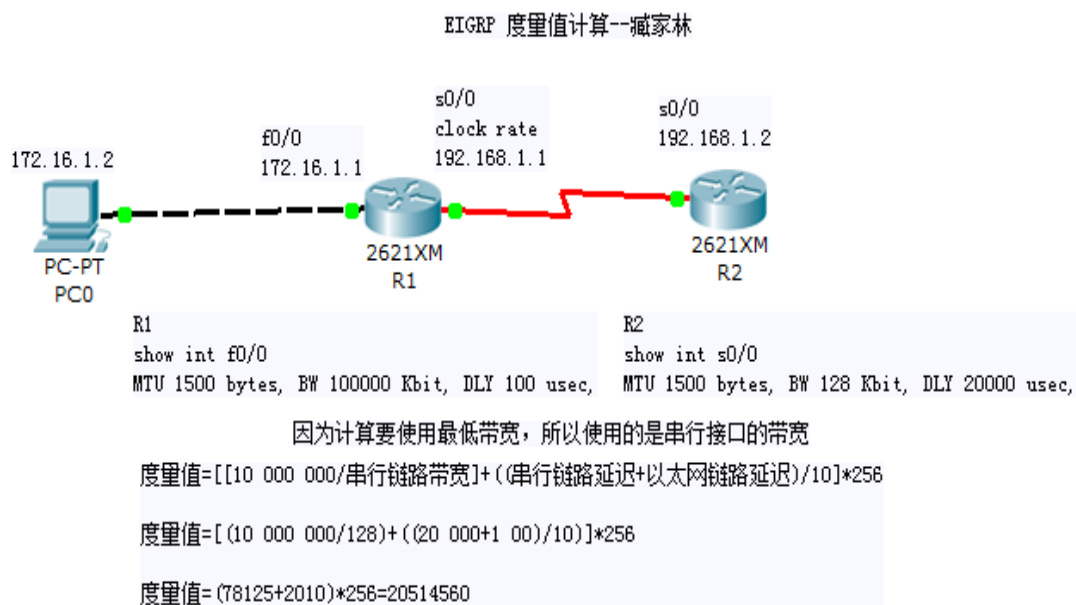
EIGRP 度量值的计算公式= $[K1 * \text{Bandwidth} + (K2 * \text{Bandwidth}) / (256 - \text{Load}) + K3 * \text{Delay}] * [K5 / (\text{Reliability} + K4)] * 256$

默认情况下, $K1 = K3 = 1$, $K2 = K4 = K5 = 0$

Bandwidth = $10^7 /$ 所经由链路中入口带宽 (单位为 Kbps) 的**最小值**

Delay=所经由链路中入口的延迟**之和** (单位为 μs) / 10

也就是说默认情况下, **计算公式**= $[10^7 / \text{Bandwidth} + \text{Delay}] * 256$



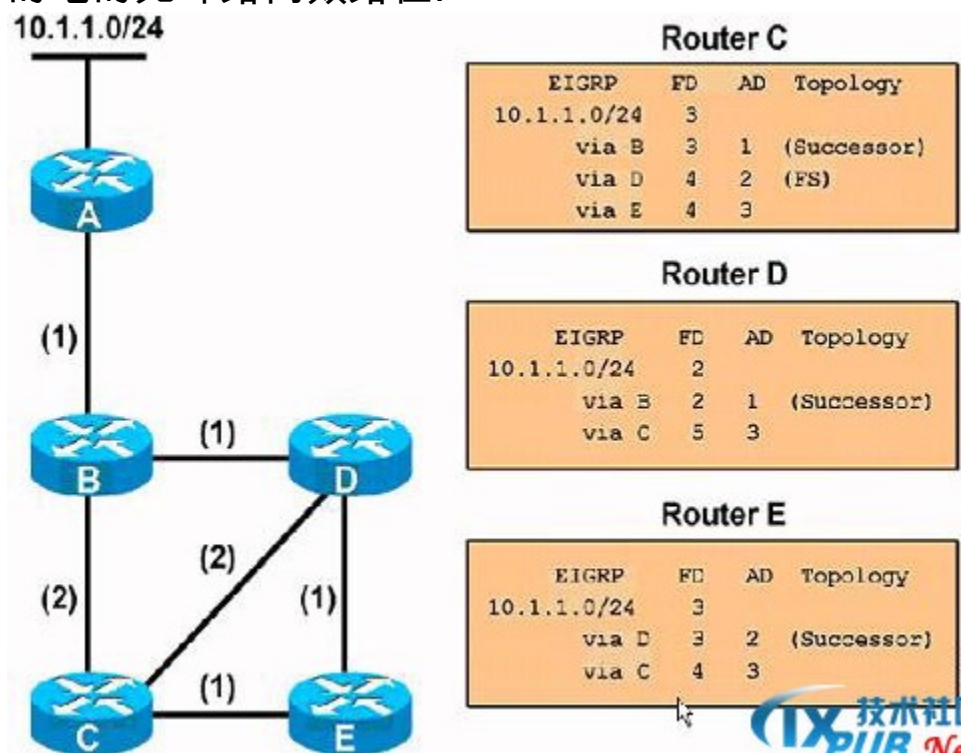
EIGRP 路由选择表

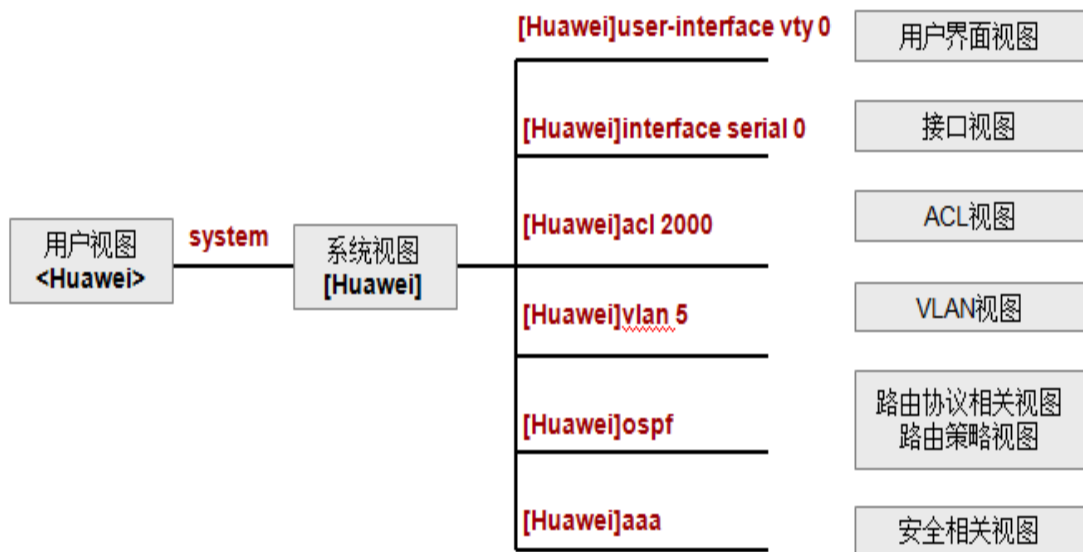
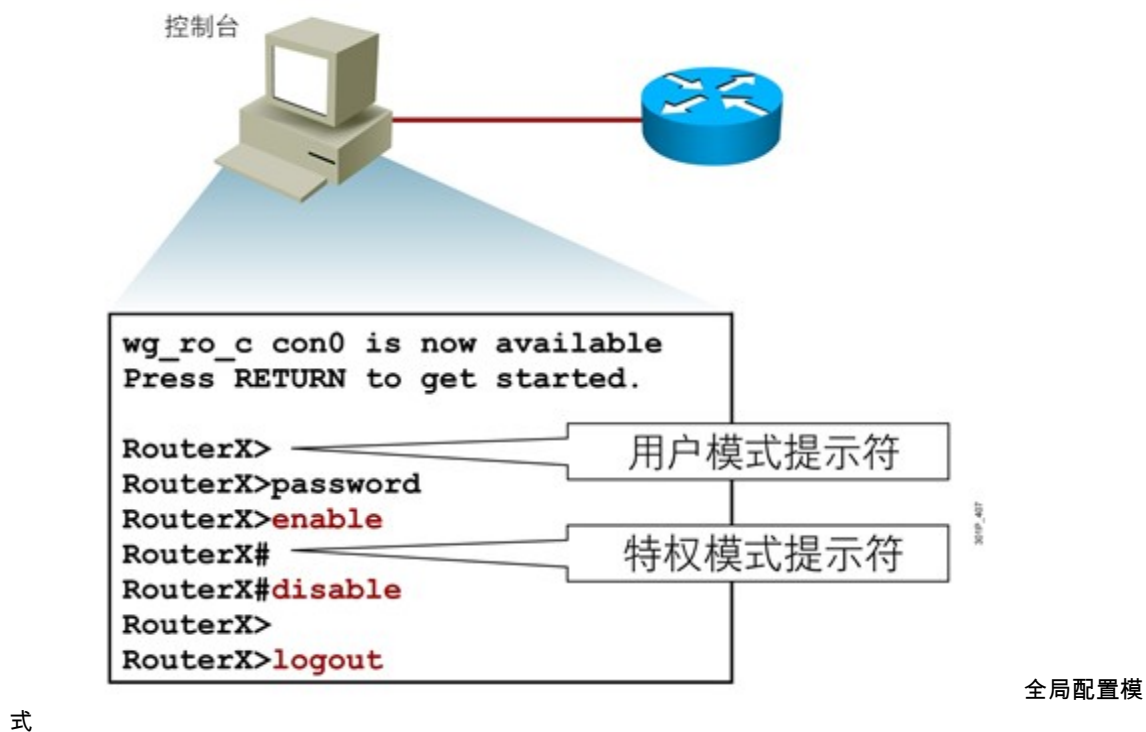
EIGRP 根据 AD 和 FD 来确定前往目的地的后继路由(最佳路由)和可行后继路由(备用路由).

路由器对其拓扑表中前往特定网络的所有路由的 FD 进行比较, 并将 FD 最小的路由加入到路由选择表中, 该路由为最佳路由

EIGRP DUAL(有限状态机):

它跟踪所有邻居通告的所有路由, 并根据度量值来选择前往目的地的无环路高效路径.





EIGRP 协议在通告网段时，如果是主类网络(即标准 A、B、C 类的网络，或者说没有划分子网的网络)，只需输入此网络地址；如果是子网的话，则最好在网络号后面写子网掩码或者反掩码，这样可以避免将所有的子网都加入 EIGRP 进程中。

反掩码是用广播地址(255.255.255.255) 减去子网掩码所得。如掩码地址是 255.255.248.0，则反掩码地址是 0.0.7.255。在高级的 IOS 中也支持网络掩码的写法。运行 EIGRP 的整个网络 AS 号码必须一致，其范围为 1-65535 之间。

EIGRP 默认路由

1) 写一条默认路由，network 到 EIGRP 进程

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 interface (接口必须是 up 而且要有 address，或者是 null0,也可以是 lookback 接口)

router eigrp AS

network 0.0.0.0

缺点:会在宣告的路由器上,将所有接口激活.包括你不想激活的接口

2) 写一条默认路由，重分布静态到 EIGRP 进程

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 interface(接口必须是 up 而且要有 address 或者是 null0)

router eigrp AS

redistribute static metric 10000 100 255 1 1500 默认路由出现的形式 D*EX，AD=170

3) 接口下手工汇总 ip summary-address eigrp 90 0.0.0.0 0.0.0.0,在连接 eigrp 内部 router 的接口上汇总

0.0.0.0 的默认路由会传递给接口连接的邻居(不在乎 auto/no auto-summary/也不需要写静态)

缺点:具有方向性.具有抑制明细的特点。

4) ip default-network x.x.x.x(必须主类的网络)

并且这条路由要能出现在本地路由表和整个网络中(也就是说必须在 eigrp 路由模式下用 network 指令把这条路由宣告进去)

(不需要静态路由) 因此需要作 auto-summary 或者手工汇总
如果你 no auto-summary,那么必须有一条静态路由来指出这是个主类的,并且以主类的方式传播进 eigrp 区域内

邻居的路由表里也必须是汇总路由, 如果将学到路由当作传递的缺省网络.此时路由条目必须是主, (传递的要求是主类路由带有"D*")

EIGRP 不会产生 0.0.0.0 的默认路由, 而是借用带有 D*的路由的下一跳做为缺省下一跳。RIP 传递是一条 0.0.0.0/0 的默认路由。

在 EIGRP 中 default-information 不是用来传递默认路由而是用来控制

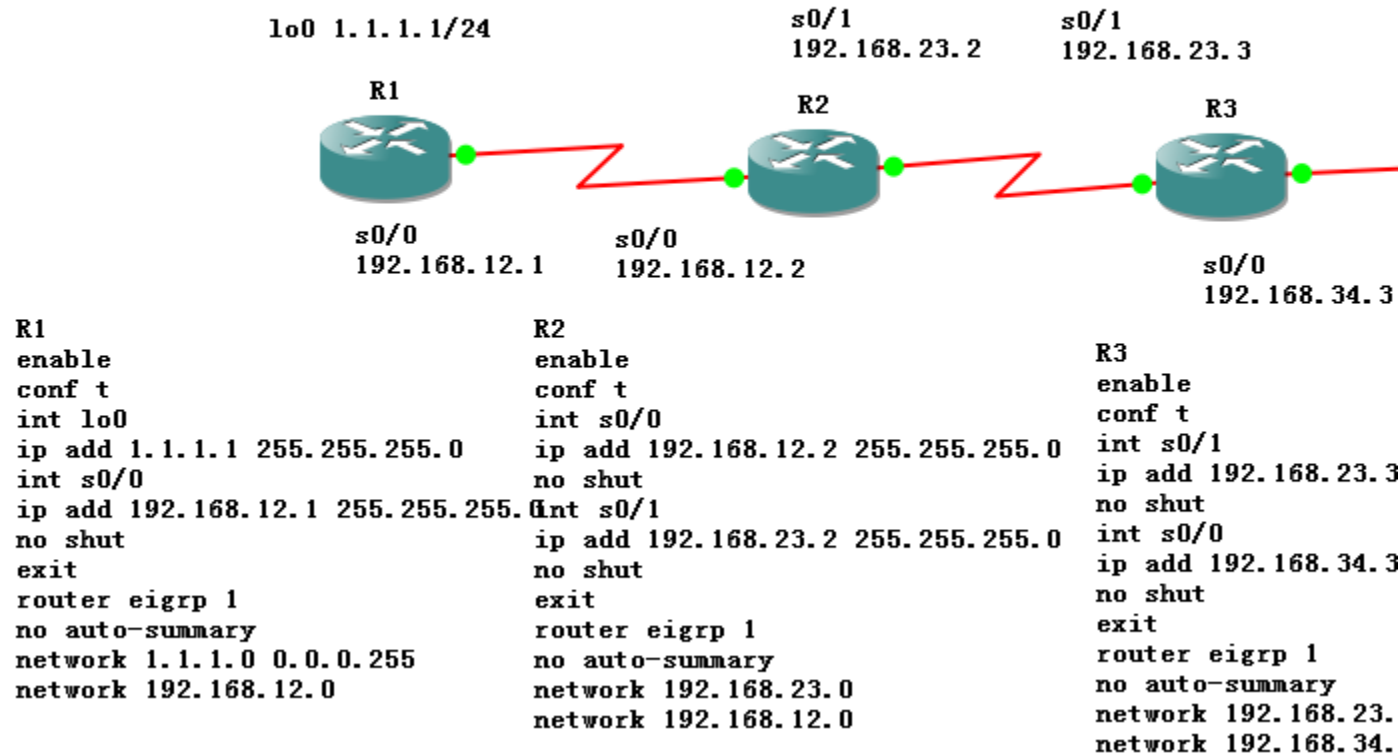
default-information allow in 是默认在进程中开启,允许所有可传递的默认网络进入本路由器

default-information allow out 是默认在进程中开启,允许所有可传递的默认网络传递出本路由器

命令前加 no 跟 out 或者 in.表示不允许进入默认路由或者传递默认路由,而不是 no 掉此命令

EIGRP 基础实验

EIGRP 基础实验 -- 臧家林



查看命令：

- 1) 查看路由表：show ip route
- 2) 查看邻居：show ip eigrp neighbor
- 3) 查看拓扑：show ip eigrp topology
- 4) 查看接口的带宽和延迟：show int s0/0
- 5) 查看运行的协议：show ip protocol
- 6) 查看运行的接口：show ip eigrp interface
- 7) 查看数据包统计：show ip eigrp traffic
- 8) 动态查看邻居关系：debug eigrp neighbors
- 9) 动态查看发送和接收包：debug eigrp packets

=====

R1
enable

```
conf t
int lo0
ip add 1.1.1.1 255.255.255.0
int s0/0
ip add 192.168.12.1 255.255.255.0
no shut
exit
router eigrp 1
no auto-summary
network 1.1.1.0 0.0.0.255
network 192.168.12.0
```

= = = = =

```
R2
enable
conf t
int s0/0
ip add 192.168.12.2 255.255.255.0
no shut
int s0/1
ip add 192.168.23.2 255.255.255.0
no shut
exit
router eigrp 1
no auto-summary
network 192.168.23.0
network 192.168.12.0
```

= = = = =

```
R3
enable
conf t
int s0/1
ip add 192.168.23.3 255.255.255.0
no shut
int s0/0
```



```
ip add 192.168.34.3 255.255.255.0
no shut
exit
router eigrp 1
no auto-summary
network 192.168.23.0
network 192.168.34.0
```

= = = = =

```
R4
enable
conf t
int lo0
ip add 4.4.4.4 255.255.255.0
int s0/0
ip add 192.168.34.4 255.255.255.0
no shut
exit
router eigrp 1
no auto-summary
network 4.4.4.0 0.0.0.255
network 192.168.34.0
```