

Mục lục

Contents

Mục lục	1
Mở đầu.....	4
Các từ viết tắt và thuật ngữ sử dụng	5
Chương 1: Giới thiệu.....	6
1.1 Định tuyến IP là gì?	6
1.2 Mạng nối kết trực tiếp	6
1.3 Định tuyến tĩnh	7
1.4 Định tuyến động	9
1.5 Bảng định tuyến.....	11
1.6 Quá trình xử lý định tuyến	13
Chương 2: Routing Information Protocol (RIP).....	15
2.1 Giới thiệu RIP.....	15
2.2 Cách RIP tìm tuyến đường ngắn nhất	19
2.3 Cập nhật RIP.....	21
2.4 Trọng số trong RIP	22
2.5 Xử lý cập nhật RIP	23
2.6 Tuyến đường song song	25
2.7 PS-Process Switching.....	25
2.8 FS- Fast Switching	26
2.9 Hội tụ	26
2.10 Split horizon	30
2.11 Counting to infinity	31
2.12 Cập nhật Trigger.....	32

2.13 Poison reverse.....	32
2.14 Thiết lập bộ đếm.....	32
2.15 Xác định mặt nạ mạng con cho các tuyến đường.....	33
2.16 Tổng hợp tuyến đường	34
2.17 Tuyến đường mặc định.....	36
Chương 3: Routing Information Protocol Version 2	39
3.1 Cấu hình RIP-2	39
3.2 Định dạng gói RIP-2.....	44
3.3 Tương thích giữa RIP-1 và RIP-2	44
3.4 Liên mạng sử dụng RIP-1/RIP-2.....	45
3.5 Giao thức định tuyến Classful và Classless.....	46
3.6 VLSM	47
3.7 Sử dụng mạng con không	48
3.8 Classless Inter-Domain Routing (CIDR)	48
3.9 Chứng thực	48
3.10 Tổng hợp tuyến đường	50
Chương 4: Open Shortest Path First (OSPF)	51
4.1 Chạy OSPF	52
4.2 Trọng số OSPF	58
4.3 Vùng lỗi.....	58
4.4 Router lỗi - Backbone Router.....	59
4.5 Internal Router.....	59
4.6 Area Border Router (ABR)	59
4.7 Autonomous System Boundary Router (ASBR).....	60
4.8 Stub Area	60
4.9 Totally Stubby Area-TSA	60
4.10 Not So Stubby Area (NSSA).....	61
4.11 Cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng OSPF	61

4.12 Các kiểu tuyến đường OSPF	62
4.13 Cách thức làm việc của OSPF	62
4.14 Khám phá hàng xóm: Giao thức Hello.....	63
4.15 Router ID	63
4.16 Bầu chọn DR/BDR.....	65
4.17 Trạng thái của interface	66
4.18 Quan hệ hàng xóm.....	67
4.19 Trao đổi dữ liệu	67
4.20 Tổng hợp tuyến đường	75
4.21 Tuyến đường mặc định.....	78
4.22 Virtual Link	79
4.23 Cấu hình các kiểu mạng	81
Chương 5: Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)	87
5.1 Cấu hình EIGRP	87
5.2 Trọng số EIGRP	92
5.3 Cách thức làm việc của EIGRP	93
5.4 Quan hệ hàng xóm.....	94
5.5 Reliable Transport Protocol-RTP	95
5.6 Thuật toán Diffusing Update Algorithm (DUAL)	96
5.7 Bảng sơ đồ mạng	98
5.8 Hội tụ trong DUAL— Tính toán cục bộ	99
5.9 Định dạng của EIGRP	101
5.10 Variable Length Subnet Mask	101
5.11 Tổng hợp tuyến đường	104
5.12 Tuyến đường mặc định.....	110
Hướng dẫn phần thực hành.....	113
Tài liệu tham khảo.....	113

Mở đầu

Kiến thức về tổ chức và nguyên tắc hoạt động của hệ thống mạng Internet đóng một vai trò quan trọng đối với các sinh viên ngành Công Nghệ Thông Tin. Do đó việc tìm hiểu tổ chức hạ tầng của mạng Internet giúp cho sinh viên có thể nắm bắt được cách vận hành của hệ thống mạng Internet hiện tại như thế nào. Hệ thống mạng Internet với hàng ngàn các mạng vật lý và hàng triệu máy tính được kết nối với nhau, từ đó phát sinh vấn đề là bằng cách nào chúng ta có thể chuyển một gói dữ liệu từ máy tính của mình đến bất kì máy tính nào trên Internet một cách nhanh chóng và hiệu quả nhất. Giáo trình này cung cấp cho sinh viên một cách nhìn tổng quát nhất về hoạt động của hệ thống mạng Internet hiện tại cũng như tìm hiểu cách các giao thức định tuyến vận chuyển các gói dữ liệu di chuyển từ nguồn tới đích như thế nào.

Mục tiêu của môn học:

- Tìm hiểu các kĩ thuật liên quan đến địa chỉ IP như: mặt nạ mạng con, VLSM, CIDR, cách tổ chức và phân hoạch địa chỉ IP cho một hệ thống mạng doanh nghiệp.
- Làm quen với các cấu hình thiết bị Router.
- Cách cấu hình định tuyến tĩnh và định tuyến động.
- Tìm hiểu định tuyến dựa trên Distance Vector và Link State.
- Cách cấu hình Routing Information Protocol.
- Cách cấu hình Enhanced Interior Gateway Routing Protocol.
- Cách cấu hình Open Shortest Path First.

Các từ viết tắt và thuật ngữ sử dụng

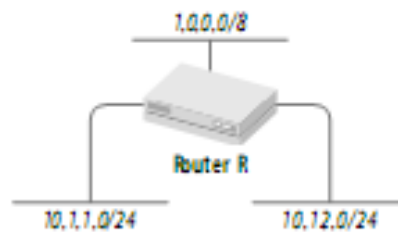
Thuật ngữ	Tiếng Việt
Subnet	Mạng con
Mask	Mặt nạ
Subnet Mask	Mặt nạ mạng con
Route	Tuyến đường
Routing	Định tuyến
Routing Table	Bảng định tuyến
Next hop	Chặn kế
Routing domain	Miền định tuyến
Topology	Sơ đồ mạng
Default route	Tuyến đường mặc định
External route	Tuyến đường ngoài

Chương 1: Giới thiệu

1.1 Định tuyến IP là gì?

Định tuyến IP trong một mạng IP là một tập các nhiệm vụ yêu cầu để di chuyển một gói IP qua các router trong mạng để đi đến mạng đích, địa chỉ mạng đích này được chỉ ra trong header của gói IP.

1.2 Mạng nối kết trực tiếp



Trong ví dụ trên Router R có các mạng 1.0.0.0, 10.1.1.0, và 10.1.2.0 là những mạng kết nối trực tiếp với nó. Cấu hình của router R :

```
hostname R
!
interface Ethernet0
ip address 1.1.1.1 255.0.0.0
!
interface Ethernet1
ip address 10.1.1.4 255.255.255.0
!
interface Ethernet2
ip address 10.1.2.4 255.255.255.0
...
```

Những mạng nối kết trực tiếp với router sẽ được hiển thị trong bảng định tuyến của Router. Chúng ta có thể dùng lệnh show ip route để xem thông tin chi tiết bảng

định tuyến của một router. Chú ý các dòng được đánh dấu ‘C’ trong bảng định tuyến chỉ ra những tuyến đường này là những mạng nối kết trực tiếp với router.

```
R#show ip route
```

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

C 1.0.0.0/8 is directly connected, Ethernet0

10.0.0.0/8 is subnetted, 2 subnets

C 10.1.1.0/24 is directly connected, Ethernet1

C 10.1.2.0/24 is directly connected, Ethernet

Các mạng nối trực tiếp được tự động chèn vào trong bảng định tuyến của router nếu interface của mạng đó được bật lên. Nếu một interface của mạng nối trực tiếp bị tắt, các tuyến đường tương ứng cũng bị xóa khỏi bảng định tuyến.

1.3 Định tuyến tĩnh

Các nhà quản trị mạng có thể chỉ rõ tuyến đường đến một mạng nào đó bằng cách sử dụng tuyến đường tĩnh. Ví dụ, để đến được mạng 146.1.0.0 chúng ta có thể dùng lệnh:

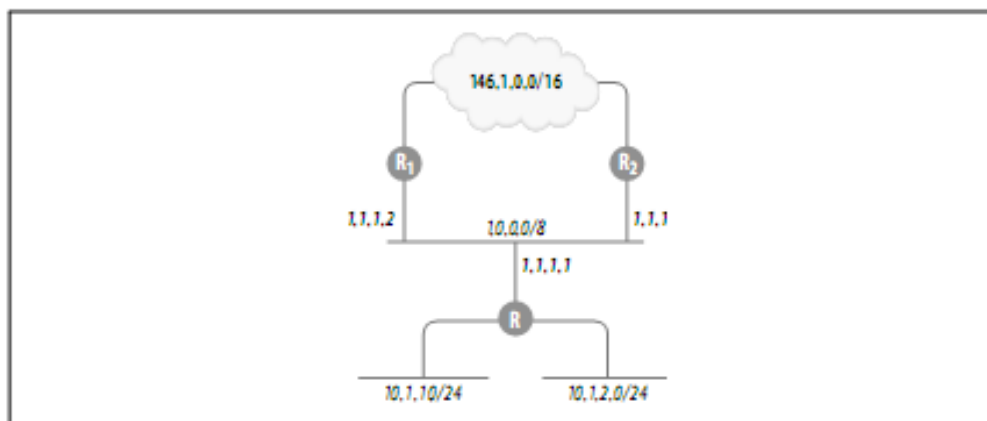
```
ip route 146.1.0.0 255.255.0.0 1.1.1.2
```

Lệnh này khai báo rằng để đi đến mạng 146.1.0.0/16 thì đi đến chặn kế là 1.1.1.2. Nội dung của bảng định tuyến như sau:

```
R#sh ip route
```

...

S 146.1.0.0/16 [1/0] via 1.1.1.2



Khi sử dụng tuyến đường tĩnh, thậm chí khi tuyến đường đến 1.1.1.2 tắt, đường dẫn dự phòng qua R2 cũng không thể được sử dụng cho tới khi chúng ta khai báo tuyến đường tĩnh thứ hai qua R2.

Cú pháp khai báo tuyến đường tĩnh

`ip route network [mask] {address | interface} [distance]`

Trong đó, network và mask chỉ ra địa chỉ và mặt nạ của mạng đích. Tham số tiếp theo để chỉ chặn kế, tham số này có thể dùng địa chỉ IP hay một interface nào đó dùng để gửi gói. Để khai báo một tuyến đường tĩnh đến interface Ethernet chúng ta dùng lệnh sau:

`ip route 146.1.0.0 255.255.0.0 interface Ethernet 0`

Định tuyến tĩnh có khả năng tự động loại bỏ tuyến đường ra khỏi bảng định tuyến khi chặn kế (được chỉ ra trong address hay interface) bị tắt.

Các tuyến đường tĩnh trong bảng định tuyến chỉ ra “[1/0]”, đây là khoảng cách quản trị (administrative distance) và chi phí (metric) gán cho tuyến đường.

Định tuyến tĩnh không có tính khả mở khi mạng phát triển vì nhiệm vụ quản lý các tuyến đường tĩnh trở nên phức tạp.

1.4 Định tuyến động

Định tuyến động cho phép mỗi router khám phá tự động một hay nhiều tuyến đường khác nhau đến từng mạng đích trong mạng. Lúc mạng thay đổi, khi tuyến đường mới được thêm vào hay bớt đi, các giao thức định tuyến động tự động điều chỉnh nội dung của bảng định tuyến để phản ánh lại sơ đồ mạng mới.

Định tuyến động dựa trên việc cập nhật thường xuyên để khám phá sự thay đổi trong sơ đồ kết nối mạng. Trong hình 1-3, khi tuyến đường R3 → R4 được thêm vào mạng, nó sẽ tự động được khám phá bởi các giao thức định tuyến như là RIP, EIGRP hay OSPF.

Các giao thức định tuyến sử dụng hiện tại dựa trên hai thuật toán cơ bản Distance Vector (DV) hoặc Link State (Link State).

Thuật toán DV quảng bá thông tin định tuyến đến tất cả các con router hàng xóm, nghĩa là mỗi con router nói cho tất cả các hàng xóm của nó biết những thông tin về tuyến đường mà nó biết.

- Lúc một con router nhận một tuyến đường (từ hàng xóm) không có trong bảng định tuyến, nó sẽ thêm tuyến đường này vào trong bảng định tuyến của nó.
- Nếu router nhận một tuyến đường mà nó đã có trong bảng định tuyến, nó sẽ lưu trữ tuyến đường nào ngắn hơn.
- Thuật toán DV còn được mô tả là định tuyến theo lời đồn: thông tin định tuyến xấu được truyền nhanh giống như là thông tin định tuyến tốt. Các router không có khả năng phát hiện ra các định tuyến xấu.

Thuật toán Link State hoạt động khác với DV. Mỗi router xây dựng riêng bản đồ (như là đồ thị) nối kết của toàn bộ mạng dựa trên những thông tin cập nhật từ hàng xóm. Kế tiếp mỗi router dùng thuật toán Dijkstra để tính tuyến đường ngắn nhất đến từng mạng trong đồ thị.

Bởi vì mỗi router có thể biết nhiều tuyến đường khác nhau đến đích nên mỗi giao thức định tuyến phải cung cấp kỹ thuật cho phép phát hiện tuyến đường ngắn hơn

hay ngắn nhất dựa trên một số tiêu chuẩn sau: số chặn (hop count), độ trễ (latency), thông lượng (throughput), tải (load) hay độ tin cậy (reliable). Trọng số (metric) sử dụng có thể kết hợp các tiêu chuẩn trên để tính toán tuyến đường ngắn nhất.

Một mạng dưới một sự quản lý của một tổ chức nào đó được gọi là một AS - autonomous system.

Các giao thức định tuyến có thể được phân loại theo hai tiêu chuẩn sau:

1. Interior gateway protocols (IGPs) được thiết kế nhằm hỗ trợ nhiệm vụ định tuyến bên trong của một AS. IGPs không có khái niệm vùng biên chính sách(chính sách định tuyến theo từng vùng) giữa các AS hay trọng số được dùng để chọn tuyến đường giữa các AS. Các định tuyến như RIP, EIGRP và OSPF là IGP.
2. Exterior gateway protocols (EGPs) được thiết kế để hỗ trợ định tuyến giữa các AS. EGP triển khai các trọng số để chọn một tuyến đường từ trong AS qua các AS khác. BGP thường được sử dụng cho EGP.

Kiến trúc định tuyến có thể được thiết kế theo kiến trúc phẳng hoặc phân cấp:

- Trong kiến trúc phẳng tất cả router được nhận biết bởi tất cả các router ngang hàng. Tất cả router có vai trò như nhau và cùng xử lý thông tin định tuyến.
- Trong kiến trúc phân cấp, một số router chỉ có các tuyến đường cục bộ, một số router có thể có nhiều thông tin hơn và có thể chứa các tuyến đường ra ngoài

RIP sử dụng kiến trúc phẳng, OSPF sử dụng kiến trúc phân cấp.

Với các thuật toán sử dụng khác nhau, các thuật toán định tuyến cũng được phân loại dựa trên độ phức tạp, độ linh động, tổng phí, bộ nhớ, CPU sử dụng, độ mạnh và độ ổn định của từng giao thức.

Trong hệ thống mạng lớn, chỉ một số router cần biết tất cả tuyến đường trong mạng, những con router này thường gọi là router lõi (core router). Xung quanh những con router lõi là những con router phân phối (distribution router), những router này không có bảng định tuyến hoàn chỉnh. Lúc một router phân phối nhận một gói mà địa

chỉ IP đích không xuất hiện trong bảng định tuyến, router phân phối đơn giản chuyển gói này đến một router lỗi.

1.5 Bảng định tuyến

Trong bảng định tuyến phải chứa ít nhất hai mẫu thông tin: mạng đích và chặn kẻ đến đích đó. Điều này chứng tỏ, nền tảng của định tuyến IP là định tuyến theo từng chặn, nghĩa là một router không biết tuyến đường đầy đủ đến đích, nó chỉ biết chặn kẻ đến đích.

Các tuyến đường được cài đặt trong bảng định tuyến bao gồm từ những mạng kết nối trực tiếp, định tuyến tĩnh và định tuyến động. Bảng định tuyến thông thường trong router Cisco như sau:

```
Router>show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
```

```
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
```

```
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
```

```
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0
```

```
177.130.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
```

```
C    177.130.17.152 is directly connected, Serial1
```

```
C    177.130.17.148 is directly connected, Serial0
```

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
S    10.0.0.0/8 [1/0] via 160.4.115.74
```

```
S    10.254.101.0/24 [1/0] via 160.4.101.4
```

```
162.162.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

```
O IA 162.162.101.0 [110/3137] via 11.175.238.4, 02:16:02, Ethernet0
```

[110/3137] via 11.175.238.3, 02:16:02, Ethernet0

O IA 162.162.253.0 [110/3127] via 11.175.238.4, 02:25:43, Ethernet0

[110/3127] via 11.175.238.3, 02:25:43, Ethernet0

O E2 192.188.106.0/24 [110/20] via 11.175.238.33, 20:49:59, Ethernet0

Các kí tự đầu tiên chỉ ra nguồn của thông tin định tuyến, “C” và “S” được hiểu là mạng kết nối trực tiếp và tuyến đường tĩnh, “I” chính là “IGRP”. Phần thân của bảng định tuyến cần phải chứa hai mẫu thông tin: mạng đích và chặn kẻ. Vì thế, 177.130.0.0 có hai mạng con (subnet), mỗi mạng có 30 bit mặt nạ (mask). Hai mạng con được hiển thị trong 2 dòng sau:

Trong bảng định tuyến trên chỉ ra mạng 10.0.0.0 có 2 mạng con: 10.0.0.0/8 và 10.254.101.0/24. Không chỉ mặt nạ mạng con khác nhau, mạng con này còn chồng nhau. Khi một địa chỉ IP đích 10.254.101.1 đến nó sẽ khớp với cả hai mạng con trên, vậy gói 10.254.101.1 sẽ được chuyển đến 160.4.115.74 hay 160.4.101.4? Bảng định tuyến tìm kiếm theo luật so khớp tiền tố dài nhất. 10.254.101.1 khớp với 8 bit và 24 bit, tiền tố nào dài hơn sẽ thắng. Do đó gói được chuyển đến 160.4.101.4.

Điều gì xảy ra nếu một tuyến đường được học từ nhiều nguồn, ví dụ có một tuyến đường được học qua OSPF và định tuyến tĩnh. Mỗi nguồn thông tin định tuyến có một giá trị để đo độ tin cậy của nó gọi là AD-administrative distance. AD càng nhỏ thì độ tin cậy càng cao

Route source	Default distance
Connected interface	0
Static route	1
External BGP	20
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
Internal BGP	200
Unknown	255

Vậy nếu một tuyến đường được biết qua OSPF và định tuyến tĩnh, tuyến đường học từ định tuyến tĩnh sẽ được chen vào trong bảng định tuyến.

Chú ý: Giá trị AD và trọng số của tuyến đường xuất hiện trong lệnh show ip route theo:[trọng số/AD].

AD chỉ được xem xét bên trong một router, thông tin này không được trao đổi trong quá trình cập nhật định tuyến.

1.6 Quá trình xử lý định tuyến

Có ba tiến trình quan trọng chạy trên các router để thực hiện định tuyến IP:

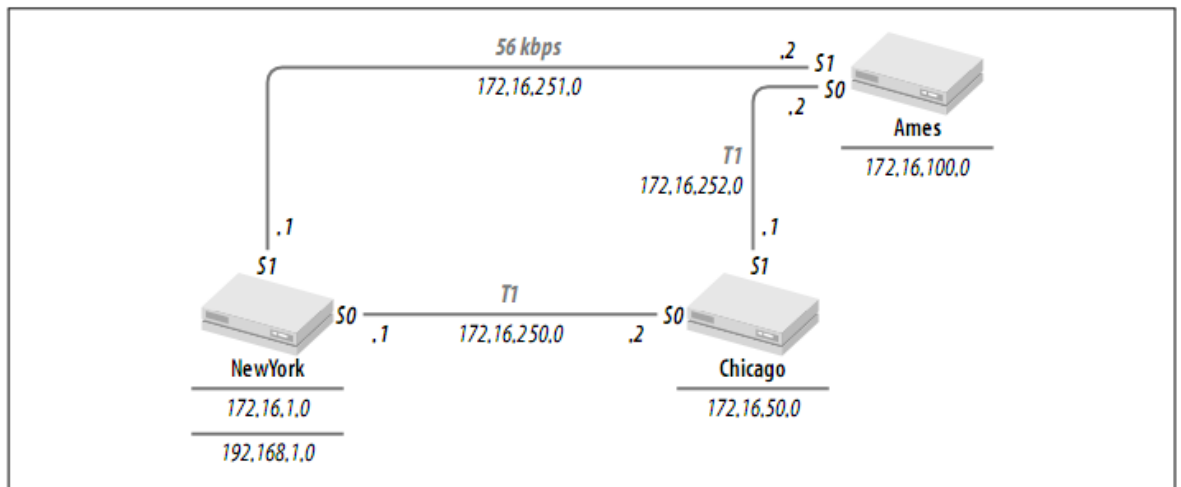
1. Tiến trình phát hiện các tuyến đường đến các đích trong mạng. Tiến trình này được thực hiện bởi các giao thức định tuyến động như là RIP hay OSPF, cũng như các định tuyến tĩnh.
2. Tiến trình quản lý bảng định tuyến. Tiến trình này nhận cập nhật từ tất cả các giao thức định tuyến động chạy trên router cũng như từ các định tuyến tĩnh.

Bằng cách gán giá trị AD đến các nguồn thông tin định tuyến, tiến trình này chọn lựa tuyến đường khi có nhiều giao thức định tuyến thông báo tuyến đường đến cùng đích.

3. Tiến trình này liên quan đến chuyển gói IP. Quá trình này được gọi khi một router nhận một gói dữ liệu cần chuyển đi, nó thực hiện việc so khớp giữa địa chỉ IP đích trong gói với nội dung trong bảng định tuyến theo luật so khớp tiền tố dài nhất.
-

Chương 2: Routing Information Protocol (RIP)

2.1 Giới thiệu RIP



Trong hình 2-1 RIP cần được cấu hình trên tất cả các router trong mạng:

```
hostname NewYork
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface Ethernet1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
ip address 172.16.250.1 255.255.255.0
!
interface Serial1
ip address 172.16.251.1 255.255.255.0
...
```

```
router rip
network 172.16.0.0
hostname Chicago
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
ip address 172.16.250.2 255.255.255.0
!
interface Serial1
ip address 172.16.252.1 255.255.255.0
...
router rip
network 172.16.0.0
hostname Ames
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.100.1 255.255.255.0
interface Serial0
ip address 172.16.252.2 255.255.255.0
!
interface Serial1
ip address 172.16.251.2 255.255.255.0
...
```



```
router rip
```

```
network 172.16.0.0
```

Để bắt đầu RIP trên router, quản trị mạng cần đánh lệnh sau:

```
router rip
```

trong chế độ cấu hình, và nhập vào các mạng sẽ tham gia trong xử lý RIP

```
network 172.16.0.0
```

Lệnh network trên có ý nghĩa gì:

1. Router NewYork sẽ chèn mạng con trực tiếp 172.16.0.0 vào trong cập nhật của nó để gửi đến router hàng xóm. Ví dụ, mạng 172.16.1.0 sẽ được chèn vào trong cập nhật được gửi đến router Chicago và Ames.
2. NewYork sẽ nhận và xử lý cập nhật RIP trên các interface (có địa chỉ IP thuộc mạng 172.16.0.0) từ những con router khác chạy RIP. Ví dụ, NewYork sẽ nhận cập nhật RIP từ Chicago và Ames.
3. Mạng 192.168.1.0, nối đến NewYork, sẽ không được quảng bá đến Chicago hay Ames, và NewYork sẽ không xử lý bất kì cập nhật RIP nhận từ Ethernet0.

Kiểm tra để thấy tất cả router đang nhìn thấy mạng con 172.16.0.0:

```
NewYork>sh ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
```

```
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
```

```
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
```

```
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
C 192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1
```

```
172.16.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
```

```
C 172.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
C 172.16.250.0 is directly connected, Serial0
C 172.16.251.0 is directly connected, Serial1
R 172.16.50.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
R 172.16.100.0 [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1
R 172.16.252.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
    [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1

Chicago>sh ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
C    172.16.50.0 is directly connected, Ethernet0
C    172.16.250.0 is directly connected, Serial0
C    172.16.252.0 is directly connected, Serial1
R    172.16.1.0 [120/1] via 172.16.250.1, 0:00:01, Serial0
R    172.16.100.0 [120/1] via 172.16.252.2, 0:00:10, Serial1
R    172.16.251.0 [120/1] via 172.16.250.1, 0:00:01, Serial0
        [120/1] via 172.16.252.2, 0:00:10, Serial1

Ames>sh ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/16 is subnetted, 6 subnets

C 172.16.100.0 is directly connected, Ethernet0

C 172.16.252.0 is directly connected, Serial0

C 172.16.251.0 is directly connected, Serial1

R 172.16.50.0 [120/1] via 172.16.252.1, 0:00:21, Serial0

R 172.16.1.0 [120/1] via 172.16.251.1, 0:00:09, Serial1

R 172.16.250.0 [120/1] via 172.16.252.1, 0:00:21, Serial0

[120/1] via 172.16.251.1, 0:00:09, Serial1

Chú ý: “C”: mạng kết nối trực tiếp, “R” chỉ ra RIP. Mạng con 172.16.0.0 được xác định ở dòng 1, cung cấp cho chúng ta 6 mạng con của 172.16.0.0 và mặt nạ mạng con dùng cho mạng này là /16. Bảng định tuyến cung cấp nguồn thông tin cho mỗi mạng mà nó biết (sử dụng mặt nạ mạng con chuẩn theo lớp địa chỉ mạng-lớp A,B hay C)

2.2 Cách RIP tìm tuyến đường ngắn nhất

Tất cả giao thức DV hoạt động cùng cách: các router trao đổi các cập nhật định tuyến với các router hàng xóm (mạng nối kết trực tiếp). Các cập nhật định tuyến chứa danh sách các mạng cùng với khoảng cách đến các mạng này. Mỗi router chọn tuyến đường ngắn nhất đến một mạng đích nào đó bằng cách so sánh thông tin khoảng cách mà nó nhận từ các hàng xóm khác nhau.

Sau khi router khởi động xong, router kiểm tra các interface nối đến nó và xác định interface nào được bật, kế tiếp những mạng nối kết trực tiếp được chèn vào trong

bảng định tuyến. Trước khi bắt kì cập nhật định tuyến được trao đổi, bảng định tuyến của các router như sau:

```
NewYork>sh ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
```

```
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
```

```
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
```

```
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
C 171.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
```

```
C 171.16.250.0 is directly connected, Serial0
```

```
C 171.16.251.0 is directly connected, Serial1
```

```
Chicago>sh ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
```

```
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
```

```
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
```

```
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
C 171.16.50.0 is directly connected, Ethernet0
```

```
C 171.16.250.0 is directly connected, Serial0
```

```
C 171.16.252.0 is directly connected, Serial1
```

```
Ames>sh ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
```

```
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is not set

C 171.16.100.0 is directly connected, Ethernet0

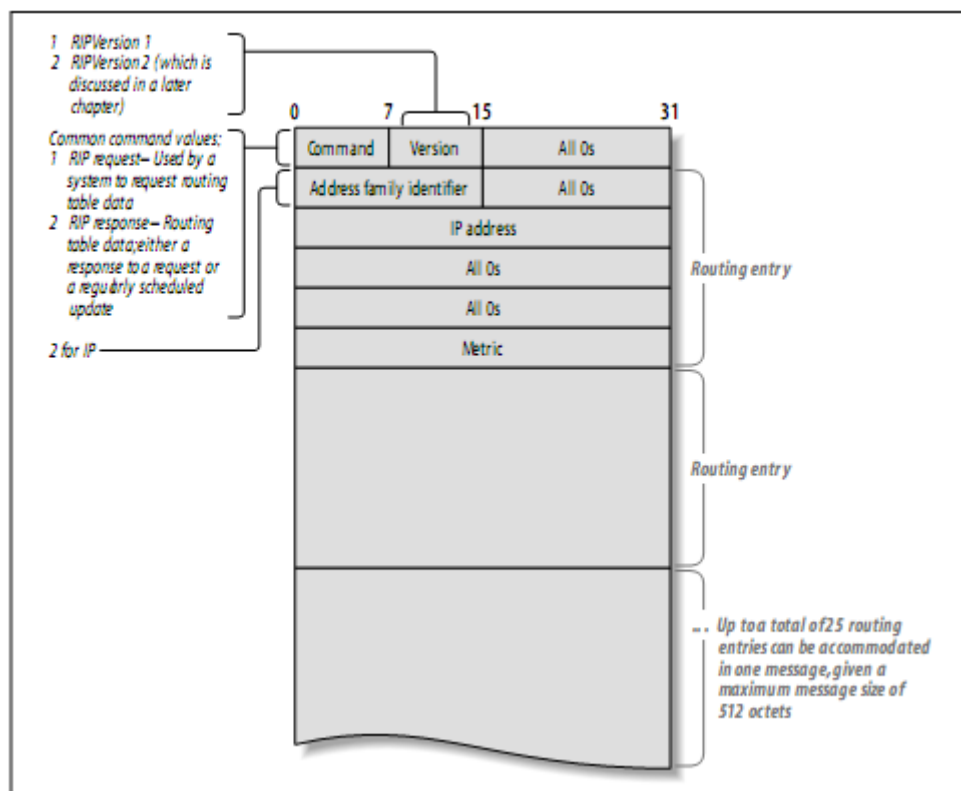
C 171.16.250.0 is directly connected, Serial0

C 171.16.252.0 is directly connected, Serial1

Các router bây giờ sẵn sàng để cập nhật với các hàng xóm của nó những tuyến đường này.

2.3 Cập nhật RIP

Cập nhật RIP được đóng gói trong UDP và cổng sử dụng là 520. Định dạng gói của RIP như sau:



Chú ý: RIP cũng cho phép router yêu cầu bảng định tuyến từ hàng xóm của nó thay vì đợi chu kỳ cập nhật tiếp theo.

Địa chỉ IP đích trong cập nhật RIP là 255.255.255.255. Địa chỉ nguồn là địa chỉ của interface mà các cập nhật được gửi.

Chúng ta thấy trong gói RIP không chứa thông tin về mặt nạ mạng con. Vậy nếu một cập nhật được nhận với địa chỉ mạng 172.31.0.0. Mạng này nên được diễn giải thành 172.31.0.0/16 hay 172.31.0.0/24 hay 172.31.0.0/26 hay ...?

2.4 Trọng số trong RIP

RIP dùng số chặn để đo trọng số đến một mạng đích. 172.16.100.0 là mạng nối kết trực tiếp tới Ames, số chặn là 0 từ Ames nhưng là 1 từ NewYork và Chicago.

Chúng ta có thể nhìn thấy trọng số RIP trong bảng định tuyến:

```
NewYork>sh ip route
```

```
...
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
C 192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1
```

```
172.16.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
```

```
C 172.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
```

```
C 172.16.250.0 is directly connected, Serial0
```

```
C 172.16.251.0 is directly connected, Serial1
```

```
R 172.16.50.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
```

```
R 172.16.100.0 [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1
```

```
R 172.16.252.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
```

```
[120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1
```

Thật vậy, NewYork nhìn đoạn mạng của Ames (172.16.100.0) là một chặn qua nối kết 56-kbps trực tiếp và hai chặn qua T-1 đến Chicago. NewYork sẽ chọn tuyến đường một chặn tới Ames.

Ngay khi NewYork (hay Chicago) phát hiện lỗi trong liên kết, tất cả các tuyến đường kết hợp với liên kết đó được xóa khỏi bảng định tuyến, và chờ nhận từ các cập nhật kế tiếp. NewYork (Chicago) sẽ học các tuyến đường đến Chicago (NewYork) qua Ames. Bảng định tuyến của NewYork như sau:

```
NewYork>sh ip route
...
Gateway of last resort is not set
C 192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1
  172.16.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
C 172.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
C 172.16.251.0 is directly connected, Serial1
R 172.16.50.0 [120/2] via 172.16.251.2, 0:00:23, Serial1
R 172.16.100.0 [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:23, Serial1
R 172.16.252.0 [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:23, Serial1
```

Khi trọng số của RIP là 16 thì tuyến đường đó được hiểu là không thể đến. Tại sao RIP phải chọn giá trị tối đa cho trọng số của nó? Vì nếu không sử dụng số chặn tối đa, một tuyến đường nào đó có thể truyền không xác định trong giai đoạn mạng bị lỗi và kết quả là không thể xác định thời gian hội tụ của mạng.

2.5 Xử lý cập nhật RIP

Khi một router nhận một cập nhật RIP nó thực hiện các bước sau:

1. Nếu router không biết mạng đích, nó chèn tuyến đường này vào trong bảng định tuyến (số chặn phải nhỏ hơn 16).
2. Nếu router đã biết mạng đích nhưng trọng số trong cập nhật nhỏ hơn nó sẽ thay đổi chặn kế và trọng số với mục tương ứng trong bảng định tuyến.
3. Nếu router đã biết mạng đích nhưng trọng số trong cập nhật lớn hơn, nó sẽ bỏ qua cập nhật.

4. Nếu router đã biết mạng đích và cập nhật có trọng số bằng trọng số của mạng đích đã biết thì cập nhật được chèn vào trong bảng định tuyến và router có hai tuyến đường song song đến đích. Đường dẫn song song này được dùng cho cân bằng tải.

Trạng thái ổn định

Trong phần hiển thị bên dưới, cập nhật RIP được gửi mỗi lần 30 giây và lần cập nhật kế tiếp sẽ là 24s nghĩa là cập nhật được gửi cách đây 6s.

```
NewYork>sh ip protocol  
  
Routing Protocol is "rip"  
  
Sending updates every 30 seconds, next due in 24 seconds  
  
Invalid after 90 seconds, hold down 90, flushed after 180
```

Nếu một tuyến đường được nhận cách hơn 30s, nó chỉ ra có vấn đề trong mạng. Ví dụ, 172.16.50.0 được học cách đây 11s từ 172.16.250.2 (trên Serial0).

```
NewYork>sh ip route  
  
...  
  
Gateway of last resort is not set  
  
C   192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1  
    172.16.0.0/16 is subnetted, 6 subnets  
C   172.16.1.9 is directly connected, Ethernet0  
C   172.16.250.0 is directly connected, Serial0  
C   172.16.251.0 is directly connected, Serial1  
R   172.16.50.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0  
R   172.16.100.0 [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1  
R   172.16.252.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0  
    [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1
```


2.6 Tuyến đường song song

Có hai tuyến đường chi phí bằng nhau đến mạng 172.16.252.0 từ NewYork – một quảng bá từ Ames và một quảng bá từ Chicago. NewYork sẽ cài đặt cả hai tuyến đường trong bảng định tuyến:

```
NewYork>sh ip route
...
Gateway of last resort is not set
C   192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1
    172.16.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
C   172.16.1.9 is directly connected, Ethernet0
C   172.16.250.0 is directly connected, Serial0
C   172.16.251.0 is directly connected, Serial1
R   172.16.50.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
R   172.16.100.0 [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1
R   172.16.252.0 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
                        [120/1] via 172.16.251.2, 0:00:19, Serial1
```

Cả hai tuyến đường được dùng để chuyển gói. Sự đi lại của các gói giữa hai tuyến đường tùy thuộc vào kiểu cấu hình là PS-process switching và FS-fast switching

2.7 PS-Process Switching

Trong PS, cân bằng tải được thực hiện theo từng gói- một gói di chuyển qua serial0 và một gói di chuyển ra serial1. Cấu hình PS như sau:

```
NewYork#-config#interface serial0
NewYork#-config-if#no ip route-cache
```

PS tiêu hao nhiều CPU vì mỗi gói tạo ra một quá trình tìm kiếm trong bảng định tuyến.

2.8 FS- Fast Switching

Trong chế độ này, mạng đích trong gói IP đầu tiên được tìm kiếm trong bảng định tuyến, và kết quả là gói được chuyển đi, chặn kế (serial0) được lưu trong bộ đệm, các gói tiếp theo nếu cùng mạng đích sẽ dùng kết quả trong bộ đệm chứ không phải trong bảng định tuyến; nghĩa là, tuyến đường đi ra của tất cả các gói có mạng đích giống nhau là như nhau (serial0).

Cấu hình như sau:

```
NewYork#-config#interface serial0
```

```
NewYork#-config-if#ip route-cache
```

2.9 Hội tụ

Sự thay đổi mạng theo kế hoạch hay không theo kế hoạch là bình thường trong hoạt động của một hệ thống mạng. Nguyên nhân của sự thay đổi có thể là:

- Một liên kết serial bị ngắt.
- Một liên kết serial mới được thêm vào.
- Router hay Hub mất điện hay lỗi phần cứng.
- Một đoạn mạng LAN mới được thêm vào mạng.

Tất cả các router trong miền định tuyến không phản ánh sự thay đổi này một cách đúng đắn vì các router RIP dựa trên thông tin từ hàng xóm trực tiếp để cập nhật định tuyến. Một tập các trao đổi từ thời gian lúc mạng thay đổi cho tới khi tất cả các con router nhận biết đúng sự thay đổi này trong mạng gọi là sự hội tụ. Trong suốt quá trình hội tụ, nối kết định tuyến giữa một phần mạng có thể bị mất. Do đó câu hỏi đặt ra là bao lâu mạng sẽ hội tụ sau khi có lỗi trong mạng. Điều này tùy thuộc vào một số yếu tố bao gồm sơ đồ kết nối mạng và các bộ đếm thời gian được định nghĩa trong giao thức định tuyến.

Danh sách sau định nghĩa bốn bộ đếm thời gian là một phần quan trọng của bất kỳ giao thức DV nào bao gồm cả RIP:

- Bộ đếm Update (giá trị mặc định: 30s): sau khi gửi một cập nhật định tuyến, RIP gán bộ đếm update bằng 0. Lúc bộ đếm này kết thúc, RIP gửi một cập nhật định tuyến mới. Mặc định, cập nhật RIP được gửi 30s.
- Bộ đếm Invalid (giá trị mặc định: 180s): Mỗi lần router nhận một cập nhật cho một tuyến đường, nó gán bộ đếm invalid là 0. Kết thúc của bộ đếm invalid có nghĩa là sáu cập nhật liên tục bị lỗi (180s). Lúc này, nguồn của thông tin định tuyến được xem là nguy hiểm. Mặc dù tuyến đường được khai báo là vô hiệu, các gói vẫn được chuyển đến chặn kẻ chỉ ra trong bảng định tuyến. Trong giai đoạn này RIP sẽ xử lý bất cứ cập nhật nào nó nhận bằng cách cập nhật lại bộ đếm cho tuyến đường.
- Bộ đếm Hold-down (giá trị mặc định: 180s): lúc bộ đếm invalid kết thúc, router tự động bước vào giai đoạn hold-down. Trong suốt hold-down, tất cả các cập nhật về tuyến đường bị bỏ qua. Vì nó giả sử rằng mạng không hội tụ và do đó thông tin cập nhật có thể là thông tin định tuyến sai. Một tuyến đường chuyển sang trạng thái hold-down khi bộ đếm invalid kết thúc hay một cập nhật được nhận chỉ ra tuyến đường là không thể đến.
- Bộ đếm Flush (giá trị mặc định: 240s): Bộ đếm flush được đặt là 0 khi một cập nhật được nhận, lúc bộ đếm này kết thúc, tuyến đường bị xóa khỏi bảng định tuyến và router sẵn sàng nhận cập nhật cho tuyến đường này.

Xem bảng định tuyến của Router A trong hình:

```
A>sh ip route
```

```
...
```

```
C 192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1
```

```
172.17.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
```

```
C 172.17.1.9 is directly connected, Ethernet0
```

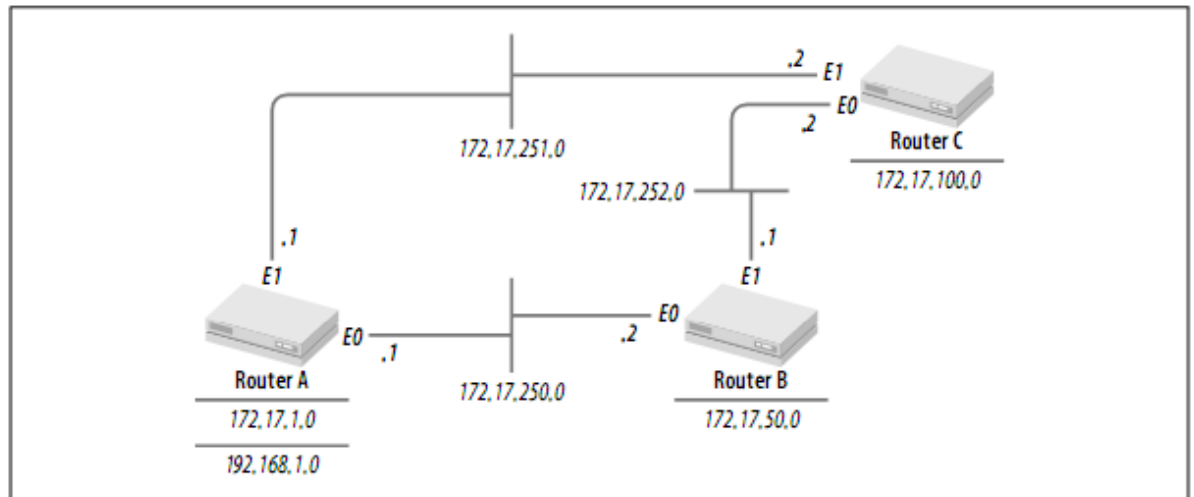
```
C 172.17.250.0 is directly connected, Ethernet1
```

```
C 172.17.251.0 is directly connected, Ethernet2
```

```

R 172.17.50.0 [120/1] via 172.17.250.2, 0:00:11, Ethernet1
R 172.17.100.0 [120/1] via 172.17.251.2, 0:00:19, Ethernet2
R 172.17.252.0 [120/1] via 172.17.250.2, 0:00:11, Ethernet1
  [120/1] via 172.17.251.2, 0:00:19, Ethernet2

```



Bảng này chỉ ra cách đây 11s, A nhận cập nhật cho mạng 172.17.50.0 từ 172.17.250.2 (B). Bộ đếm update và invalid cho tuyến đường này được gán lại (gán bằng 0) mỗi lần nhận cập nhật cho tuyến đường. Trong lúc này, bộ đếm invalid của A cho 172.16.50.0 và bộ đếm update của B cho 172.16.50.0 là 11 giây. Giả sử lúc này, LAN giữa A và B bị ngắt, A sẽ dừng nhận cập nhật từ B. 30s sau khi bị ngắt, bảng định tuyến như sau:

```
A>sh ip route
```

```
...
```

```
C 192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1
```

```
172.17.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
```

```
C 172.17.1.9 is directly connected, Ethernet0
```

```
C 172.17.250.0 is directly connected, Serial0
```

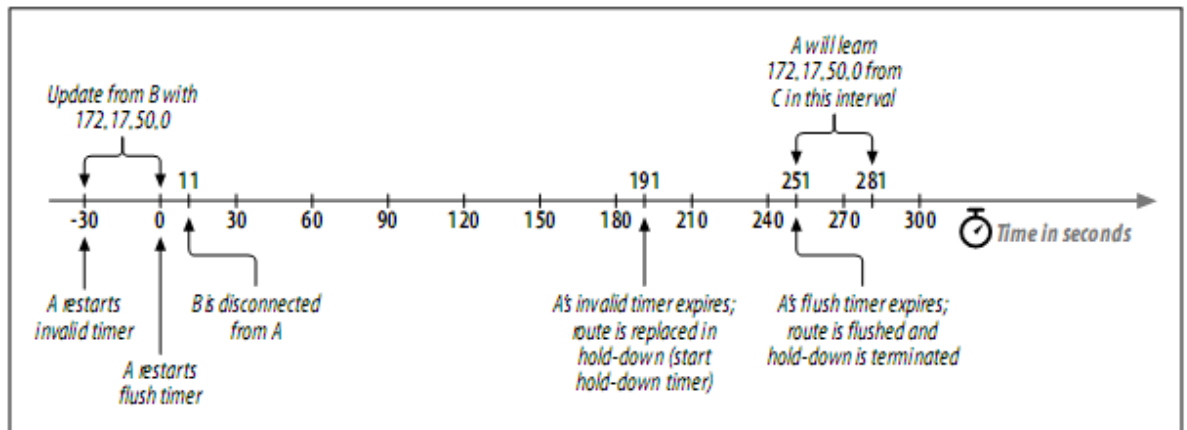
```
C 172.17.251.0 is directly connected, Serial1
```

```
R 172.17.50.0 [120/1] via 172.17.250.2, 0:00:41, Serial0
R 172.17.100.0 [120/1] via 172.17.251.2, 0:00:19, Serial1
R 172.17.252.0 [120/1] via 172.17.250.2, 0:00:41, Serial0
[120/1] via 172.17.251.2, 0:00:19, Serial1
```

Bộ đếm invalid cho 172.16.50.0 bây giờ là 41s. A sẽ tiếp tục chuyển gói đến 172.17.50.0 qua Ethernet0. Giả sử RIP là mất hay hỏng cập nhật gửi từ B sang A, thậm chí tuyến đường vẫn còn tốt cho tới khi bộ đếm invalid kết thúc (180s). Trước khi bộ đếm invalid kết thúc, A sẽ nhận và xử lý bất kì tuyến đường liên quan 172.16.50.0. Khi bộ đếm invalid kết thúc, tuyến đường này được đặt trong hold-down và các cập nhật kế tiếp về 172.16.0.0 bị loại bỏ vì nó giả sử rằng tuyến đường sai và thông tin sai có thể đang lưu thông trong mạng. Tuyến đường sẽ bị hold-down 180 s từ lần cập nhật sau cùng hay 169 giây sau khi bị cắt. Lúc này bảng định tuyến như sau:

```
A>sh ip route
...
C 192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1
172.17.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
C 172.17.1.9 is directly connected, Ethernet0
C 172.17.250.0 is directly connected, Serial0
C 172.17.251.0 is directly connected, Serial1
R 172.17.50.0 is possibly down,
routing via 172.17.250.2, Serial0
R 172.17.100.0 [120/1] via 172.17.251.2, 0:00:19, Serial1
R 172.17.252.0 [120/1] is possibly down,
routing via 172.16.250.2, Ethernet1
[120/1] via 172.17.251.2, 0:00:19, Serial1
```

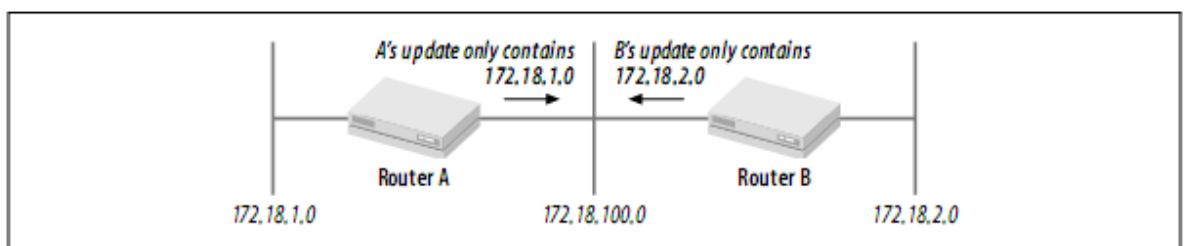
Tuyến đường vẫn trong hold-down cho tới khi bộ đếm hold-down kết thúc hay tuyến đường bị xóa khỏi bảng định tuyến sau khi bộ đếm flush kết thúc. Sử dụng bộ đếm mặc định, bộ đếm flush sẽ kết thúc trước, 229 giây sau khi bị cắt. Router A sẽ học tuyến đường 172.17.50.0 lúc cập nhật kế tiếp từ C, trong khoảng từ 0 đến 30 giây sau khi route bị xóa khỏi bảng định tuyến, hay từ 229 đến 259 giây sau khi cắt. Sự kiện được mô tả trong hình sau:



Khi một router phát hiện có một interface bị tắt trong mạng, nó ngay lập tức đẩy tất cả tuyến đường nó biết qua các interface để gửi đến các hàng xóm. Điều này nhằm làm tăng tốc độ hội tụ, tránh phải chờ kết thúc các bộ đếm invalid, hold-down, và flush.

2.10 Split horizon

Xem xét mạng có hai router nối như hình sau:

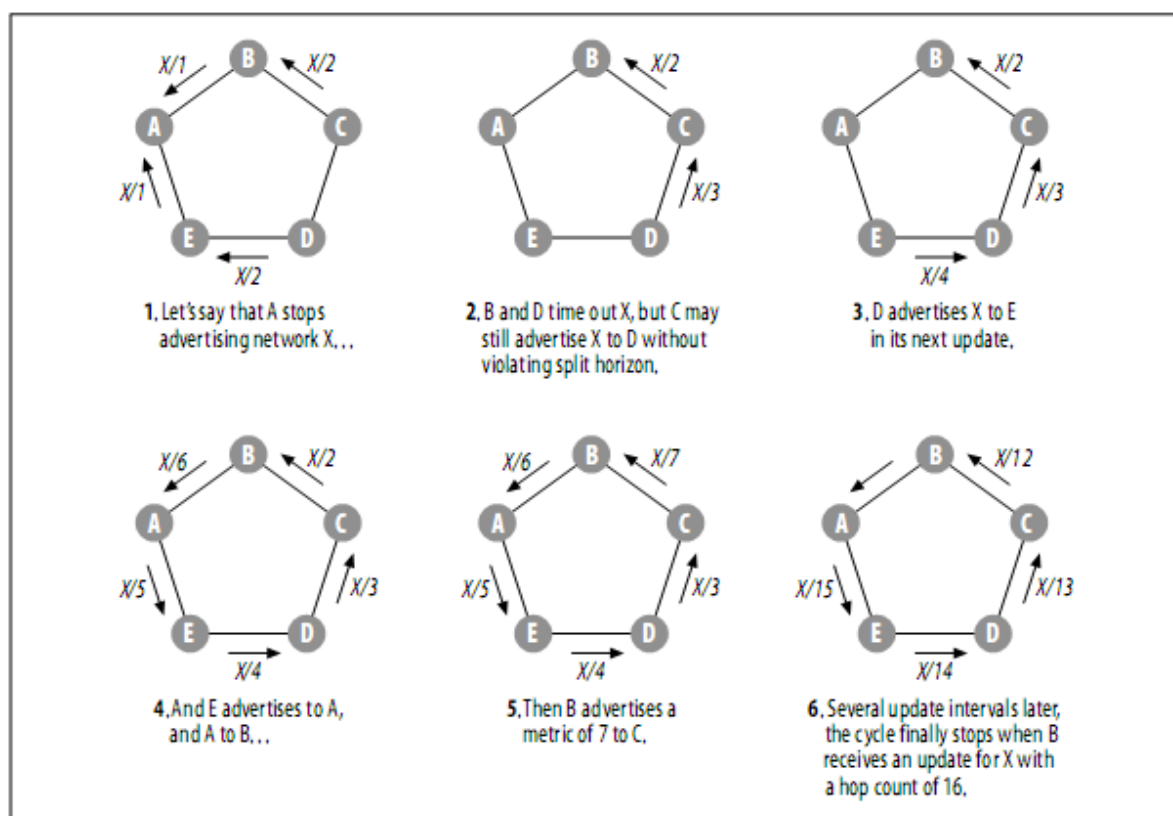


Split horizon quy định: lúc một router gửi một cập nhật qua một interface, nó không được chèn trong cập nhật của nó bất cứ tuyến đường nào mà nó được học qua interface đó. Sử dụng quy định này, A chỉ gửi đến B mạng 172.18.1.0 trong cập nhật

của nó, và B chỉ gửi đến A mạng 172.18.2.0. B sẽ không bao giờ gửi 172.18.1.0 đến A, vì vậy không có khả năng xuất hiện lặp trong mạng.

2.11 Counting to infinity

Split horizon làm việc tốt khi hai router nối kết trực tiếp với nhau. Tuy nhiên xem mạng trong hình sau:



Khi router A dừng quảng bá mạng X đến hàng xóm của nó B và E. Router B, D, và E sẽ lọc các tuyến đường đến X nhưng router C có thể vẫn quảng bá X đến D (không vi phạm split horizon). D, sẽ quảng bá X đến E, và E sẽ quảng bá X đến A. Vì vậy, router C không loại trừ X trong cập nhật của nó nên có thể gây ra truyền một tuyến đường sai.

Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách giới hạn số chặn là 16 và từ đó các router không quan tâm đến bất kì quảng bá cho một tuyến đường có trọng số là 16.

Trong hình trên, kết thúc lúc B nhận một quảng bá cho X với trọng số là 16, nó xem X là không thể đến và sẽ không quan tâm đến quảng bá mạng này. Mạng RIP giới hạn đường kính tối đa giữa các nút là 15 chặn.

2.12 Cập nhật Trigger

Khi một Router phát hiện có sự thay đổi trọng số của một tuyến đường nào đó, nó sẽ gửi một cập nhật đến các hàng xóm của nó tức thì (không cần đợi chu kỳ cập nhật kế tiếp) được gọi là cập nhật trigger. Điều này nhằm tăng tốc độ hội tụ và không cần gửi toàn bộ bảng định tuyến, nó chỉ gửi những tuyến đường có thay đổi.

2.13 Poison reverse

Khi một router phát hiện một liên kết bị tắt, cập nhật kế tiếp cho tuyến đường đó chứa trọng số 16. Điều này gọi là đầu độc route. Các router khi nhận cập nhật này sẽ ngay lập tức chuyển tuyến đường này sang hold-down (không cần chờ bộ đếm invalid kết thúc). Poison reverse và cập nhật có thể được kết hợp với nhau. Khi một router phát hiện một liên kết đã bị mất hay trọng số của tuyến đường được gán 16, nó ngay lập tức gửi một poison reverse với cập nhật trigger đến tất cả hàng xóm của nó

2.14 Thiết lập bộ đếm

Giá trị của các bộ đếm RIP có thể được nhìn thấy trong ví dụ sau:

```
Chicago>sh ip protocol  
Routing Protocol is "rip"  
Sending updates every 30 seconds, next due in 24 seconds  
Invalid after 90 seconds, hold down 90, flushed after 180
```

Bộ đếm này có thể được thay đổi để cho phép hội tụ nhanh hơn dùng lệnh sau:

```
timers basic 10 25 30 40  
NewYork#config  
NewYork-config#router rip
```



```
NewYork-config#timers basic 10 25 30 40
```

Trong đó 10 là bộ đếm update, 25 là bộ đếm invalid, 30 là hold-down và 40 là flush.

2.15 Xác định mặt nạ mạng con cho các tuyến đường

Trong hình sau, chúng ta không nhìn thấy trường mặt nạ mạng con trong RIP. Router SantaFe nhận một cập nhật với các tuyến đường sau trường địa chỉ IP:

```
192.100.1.48
```

```
192.100.1.64
```

```
192.100.2.0
```

Cấu hình của con SantaFe như sau :

```
hostname SantaFe
```

```
!
```

```
interface Ethernet 0
```

```
ip address 192.100.1.17 255.255.255.240
```

```
!
```

```
interface Ethernet 1
```

```
ip address 192.100.1.33 255.255.255.240
```

```
!
```

```
router rip
```

```
network 192.100.1.0
```

```
network 192.100.2.0
```

Router sẽ kết hợp mặt nạ mạng con với các tuyến đường trên như thế nào ?

- Nếu router nhận một tuyến đường cùng mạng với interface mà nó nhận cập nhật, tuyến đường này sẽ sử dụng mặt nạ mạng con giống với mặt nạ mạng con của interface mà nó nhận cập nhật.

- Nếu router nhận một tuyến đường khác mạng với interface mà nó nhận cập nhật, lộ tình này sẽ sử dụng mặt nạ mạng con chuẩn của nó.

Bảng định tuyến của SantaFe như sau :

```
SantaFe>sh ip route
...
Gateway of last resort is not set

R   10.0.0.0 [120/1] via 192.100.1.18, 0:00:11, Ethernet0
R   192.100.2.0 [120/1] via 192.100.1.18, 0:00:11, Ethernet0
    192.100.1.0/16 is subnetted, 4 subnets
C   192.100.1.16 is directly connected, Ethernet0
C   192.100.1.32 is directly connected, Ethernet1
R   192.100.1.48 [120/1] via 192.100.1.18, 0:00:11, Ethernet0
R   192.100.1.64 [120/1] via 192.100.1.18, 0:00:11, Ethernet0
```

SantaFe biểu diễn 192.100.1.48 và 192.100.1.64 với 28 bit mặt nạ mặc dù mặt nạ mạng con không được gửi trong cập nhật RIP. SantaFe có thể suy diễn mặt nạ là 28-bit vì nó có interface trực tiếp thuộc mạng 192.100.1.0. Điều này cũng giải thích tại sao RIP không hỗ trợ VLSM.

SantaFe biểu diễn 192.100.2.0 và 10.0.0.0 với mặt nạ 24-bit và 8-bit chuẩn bởi vì không có interface nào thuộc mạng này.

2.16 Tổng hợp tuyến đường

Xem router Phoenix được nối đến SantaFe và gửi cập nhật RIP như sau:

```
192.100.1.48
192.100.1.64
192.100.2.0
10.0.0.0
```

Phoenix có thể được cấu hình như sau:

```
hostname Phoenix

ip subnet-zero

!

interface Ethernet 0

ip address 192.100.1.18 255.255.255.240

!

interface Ethernet 1

ip address 192.100.1.49 255.255.255.240

!

interface Ethernet 2

ip address 192.100.1.65 255.255.255.240

!

interface Ethernet 3

ip address 192.100.2.1 255.255.255.240

!

interface Ethernet 4

ip address 192.100.2.17 255.255.255.240

!

interface Ethernet 5

ip address 10.1.0.1 255.255.0.0

!

interface Ethernet 6

ip address 10.2.0.1 255.255.0.0

!
```

```
router rip
```

```
network 192.100.1.0
```

```
network 192.100.2.0
```

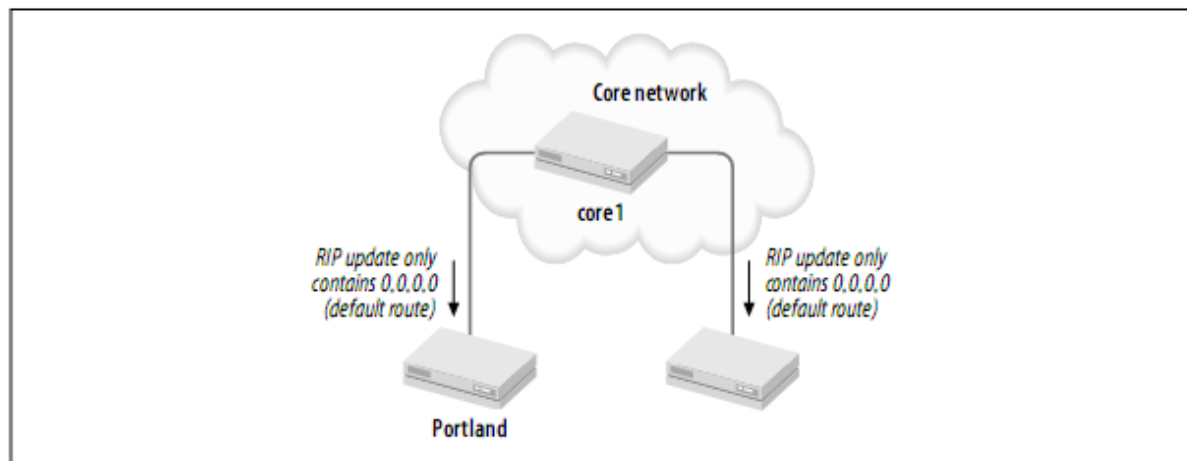
```
network 10.0.0.0
```

Phoenix không gửi chi tiết tuyến đường cho mạng 192.100.2.0 hay 10.0.0.0 lúc quảng bá đến SantaFe vì Phoenix tổng hợp những tuyến đường này. Bởi vì Phoenix không có interface thuộc các mạng này, nó không thể nhận biết được các mạng này.

2.17 Tuyến đường mặc định

Một bảng định tuyến không cần chứa tất cả tuyến đường đến tất cả các đích. Các mạng có thể đến thông qua sử dụng tuyến đường mặc định. Khi một router không có tuyến đường tường minh đến mạng đích nào đó, nó sẽ tìm kiếm trong bảng định tuyến có tuyến đường mặc định hay không, nếu có nó sẽ chuyển gói đến đích sử dụng tuyến đường mặc định.

Trong RIP, tuyến đường mặc định được biểu diễn là 0.0.0.0. Ví dụ sử dụng tuyến đường mặc định:



Router Portland có thể được cấu hình như sau:

```
hostname Portland
```

```
...
```

```
interface Ethernet 0

ip address 192.100.1.17 255.255.255.240

!

interface Serial 0

ip address 192.100.1.33 255.255.255.240

!

router rip

network 192.100.1.0
```

Bảng định tuyến của Router Portland

```
Portland>sh ip route

...

Gateway of last resort is not set

  192.100.1.0/28 is subnetted, 2 subnets
C   192.100.1.16 is directly connected, Ethernet0
C   192.100.1.32 is directly connected, Serial0
R   0.0.0.0 [120/1] via 192.199.1.34, 0:00:21, Serial0
```

Tuyến đường mặc định có thể là nguồn từ router core1 như sau:

```
hostname core1

...

interface Serial 0

ip address 192.100.1.34 255.255.255.240

!

router rip

network 192.100.1.0

!
```

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 null0
```

Chương 3: Routing Information Protocol Version 2

RIP-2 không phải là một giao thức mới. Nó là RIP-1 với một số trường bổ sung trong gói cập nhật. Một thành phần quan trọng bổ sung là thông tin mặt nạ mạng con được thêm vào trong các cập nhật. Một số đặc trưng mới của RIP-2:

- Cập nhật RIP-2 mang subnet mask, điều này cho phép RIP-2 hỗ trợ Variable Length Subnet Masks (VLSM), gán không gian địa chỉ không liên tục và hỗ trợ CIDR.
- Địa chỉ IP chặn kế: cập nhật RIP-2 mang địa chỉ IP chặn kế trong mỗi cập nhật tuyến đường. IP của chặn kế rất hữu ích khi tuyến đường được phân phối giữa RIP-2 và các giao thức định tuyến khác.
- Dữ liệu chứng thực: mỗi gói RIP-2 có thể mang dữ liệu chứng thực để kiểm tra hợp lệ nguồn của cập nhật RIP-2.
- Đánh dấu tuyến đường: cập nhật RIP-2 mang một đánh dấu cho mỗi tuyến đường. Đánh dấu này không sử dụng bởi RIP nhưng có thể được sử dụng để biểu diễn thông tin như là nguồn của tuyến đường lúc tuyến đường được lấy từ các AS khác như là BGP.

3.1 Cấu hình RIP-2

RIP-1—một giao thức định tuyến classful—không hỗ trợ mặt nạ mạng con có chiều dài thay đổi. Cấu hình mạng hệ thống mạng trong chương trước dùng RIP-2—một giao thức định tuyến classless.

Sử dụng mặt nạ 24-bit (255.255.255.0) trên đoạn Ethernet sẽ cho phép gán 254 máy. Danh sách kết quả của các mạng con như sau:

1. 172.16.1.0/24
2. 172.16.2.0/24
3. 172.16.3.0/24
4. ...

53.172.16.253.0/24

54.172.16.254.0/24

4. ...

253.172.16.253.0/24

254.172.16.254.0/24

Lấy mạng con 172.15.250.0 và chia nó thành 30-bit mạng con cho liên kết serial. Kết quả như sau:

1. 172.16.250.0/30

2. 172.16.250.4/30

3. 172.16.250.8/30

4. 172.16.250.12/30

5. ...

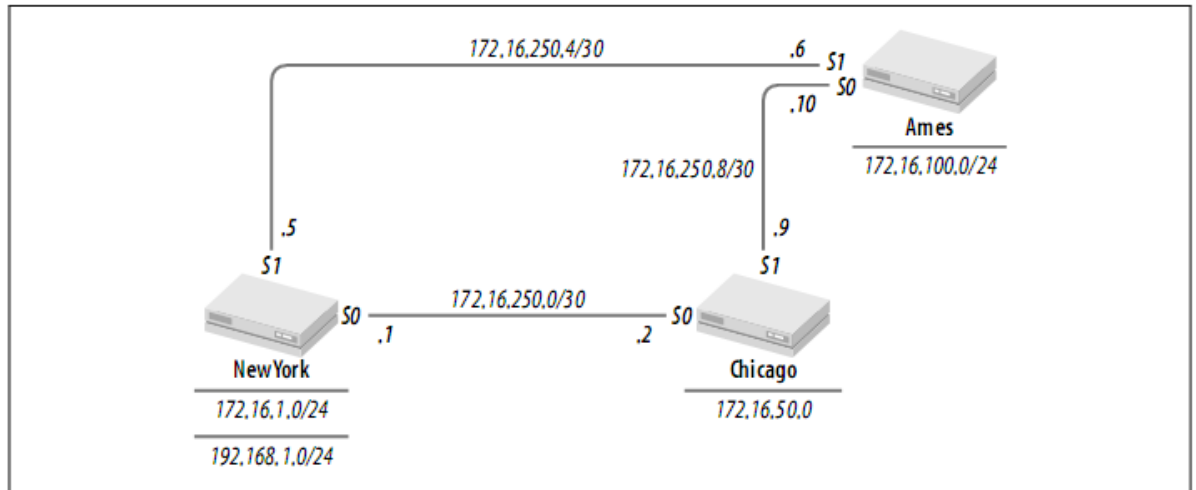
63. 172.16.250.248/30

64. 172.16.250.252/30

Trong hai danh sách chúng ta chia không gian địa chỉ 172.16.0.0 dùng hai mặt nạ mạng con: 255.255.255.0 cho người dùng trên đoạn Ethernet và 255.255.255.252 cho liên kết serial.

Nếu hệ thống mạng dùng hết 64 mạng con của mạng con 30-bit, một mạng con 24-bit (ví dụ, 172.16.251.0) có thể được dùng để chia.

Hình sau chỉ ra lược đồ địa chỉ mới cho hệ thống mạng:



Cấu hình mạng như sau:

```
hostname NewYork
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface Ethernet1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description New York to Chicago link
ip address 172.16.250.1 255.255.255.252
!
interface Serial1
description New York to Ames link
bandwidth 56
ip address 172.16.250.5 255.255.255.252
```

```
...
router rip
version 2
network 172.16.0.0
hostname Chicago
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description Chicago to New York link
ip address 172.16.250.2 255.255.255.252
!
interface Serial1
description Chicago to Ames link
ip address 172.16.250.9 255.255.255.0
...
router rip
version 2
network 172.16.0.0
hostname Ames
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.100.1 255.255.255.0
!
```

```
interface Serial0  
  
description Ames to Chicago link  
  
ip address 172.16.250.10 255.255.255.0  
  
!  
  
interface Serial1  
  
description Ames to New York link  
  
bandwidth 56  
  
ip address 172.16.250.6 255.255.255.0  
  
...  
  
router rip  
  
version 2  
  
network 172.16.0.0
```

Kiểm tra rằng tất cả router đang nhìn thấy mạng con 172.16.0.0:

```
NewYork#sh ip route  
  
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP  
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default  
Gateway of last resort is not set  
  
C    192.168.1.0 is directly connected, Ethernet1  
    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks  
  
C    172.16.1.0/24 is directly connected, Ethernet0  
  
C    172.16.250.0/30 is directly connected, Serial0  
  
C    172.16.250.4/30 is directly connected, Serial1
```

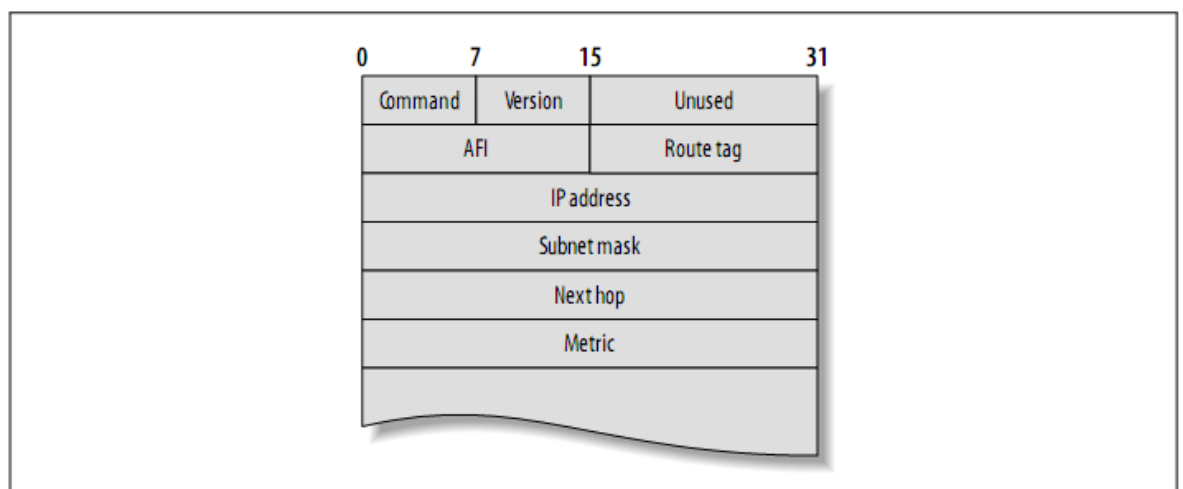
```

R 172.16.50.0/24 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
R 172.16.100.0/24 [120/1] via 172.16.250.6, 0:00:19, Serial1
R 172.16.250.8 [120/1] via 172.16.250.2, 0:00:11, Serial0
    [120/1] via 172.16.250.6, 0:00:19, Serial1

```

Chú ý rằng, trong bảng định tuyến chỉ ra mặt nạ kết hợp với các mạng là /24 và /30.

3.2 Định dạng gói RIP-2



Cập nhật RIP-2 được đóng gói trong cổng 520 của UDP port 520, giống cập nhật RIP-1. Tuy nhiên, địa chỉ IP đích cho một cập nhật RIP có thể là 255.255.255.255 hay 224.0.0.9. Sử dụng địa chỉ multicast cho phép các thiết bị không chạy RIP-2 không cần lắng nghe các cập nhật của RIP-2.

3.3 Tương thích giữa RIP-1 và RIP-2

Trong chương 2, chúng ta cấu hình RIP trên router NewYork như sau:

```

hostname NewYork
...
router rip
network 172.16.0.0

```

Trên router cho phép nhận cả hai cập nhật RIP-1 và RIP-2 nhưng chỉ gửi cập nhật RIP-1. Để thay đổi cấu hình này cho phép nhận cập nhật RIP-1, chỉ ra version 1 trong RIP. Trong cấu hình mới, router sẽ loại bỏ bất kì cập nhật RIP-2, nó chỉ nhận và gửi cập nhật RIP-1:

```
hostname NewYork
...
router rip
version 1
network 172.16.0.0
```

Thay đổi sau cho phép chỉ nhận cập nhật RIP-2. Trong cấu hình này, router sẽ loại bỏ bất kì cập nhật RIP-1, nó nhận và chỉ gửi cập nhật RIP-2:

```
hostname NewYork
...
router rip
version 2
network 172.16.0.0
```

3.4 Liên mạng sử dụng RIP-1/RIP-2

Cách xử lý của RIP có thể được thay đổi để cho phép nối kết mạng giữa các router chạy RIP-1 và RIP-2.

Lệnh sau cho phép một interface chỉ gửi cập nhật phiên bản 1:

```
ip rip send version 1
```

Lệnh sau cho phép một interface chỉ gửi cập nhật phiên bản 2:

```
ip rip send version 2
```

Lệnh sau cho phép một interface gửi cập nhật phiên bản 1 và 2:

```
ip rip send version 1 2
```

Tương tự cho phép một interface nhận các phiên bản tương ứng:

```
ip rip receive version 1  
ip rip receive version 2  
ip rip receive version 1 2
```

Như trong ví dụ, router Perth được cấu hình như sau:

```
hostname Perth  
...  
router rip  
version 2  
network 172.22.0.0
```

router Perth cho phép tất cả interface chạy phiên bản 2 ngoại trừ serial2:

```
interface Serial2  
ip rip receive version 1  
ip rip send version 1
```

Lúc thực hiện liên mạng giữa RIP-1 và RIP-2 và sử dụng VLSM, phần của RIP-1 có thể lấy mặt nạ không đúng, chúng ta có thể phải dùng đến định tuyến tĩnh hay định tuyến mặc định cho những phần mạng RIP-1 không liên tục.

3.5 Giao thức định tuyến Classful và Classless

Giao thức định tuyến classful không mang mặt nạ mạng con; giao thức định tuyến classless mang mặt nạ mạng con. Những giao thức định tuyến cũ như RIP hay IGRP là classful. Giao thức định tuyến mới như EIGRP và OSPF là classless. Vấn đề khi nào sử dụng classful hay classless trong mạng?

Giả sử router R nhận cập nhật RIP-1 với địa chỉ IP là 172.0.0.0. R cho rằng tuyến đường được quảng bá cho mạng lớp B 172.0.0.0/16. Bởi vì mặt nạ mạng con

không được gửi trong cập nhật định tuyến, router sử dụng mặt nạ mạng con chuẩn /8, /16, và /24 tương ứng cho lớp cho lớp A, B, và C.

Cập nhật RIP-2 mang một mặt nạ mạng con trong mỗi mục tuyến đường. Một giao thức định tuyến mang mặt nạ mạng con trong cập nhật của nó được gọi là giao thức định tuyến classless. Khái niệm “classless” chỉ ra rằng quyết định định tuyến không trói buộc lớp địa chỉ A, B hay C, ngoài ra nó có thể dựa trên bất kì phần nào trong địa chỉ 32-bit được chỉ ra trong mặt nạ. Router R có thể nhận cập nhật 192.168.0.0 và mặt nạ 255.255.0.0. Nghĩa là tất cả các gói có địa chỉ IP bắt đầu với “192.168” sẽ được định tuyến. RIP-2 vì vậy là một giao thức định tuyến classless.

Vì cập nhật RIP-2 có thể mang các mặt nạ mạng con, nó có thể kết hợp với các mặt nạ mạng con khác nhau cho một mạng classfull nào đó. Vì vậy RIP-2 hỗ trợ VLSM.

3.6 VLSM

Cập nhật RIP-1 không mang thông tin mặt nạ mạng con. Một router nhận một tuyến đường RIP-1 sẽ suy diễn mặt nạ mạng con từ một trong các interface của nó. Nếu tuyến đường cùng mạng, ví dụ, khi NewYork nhận cập nhật 172.16.100.0 từ Ames, nó cho rằng mặt nạ của mạng này là 255.255.255.0 vì NewYork có một interface (Ethernet0) cùng mạng với 172.16.100.0. Vì vậy khi sử dụng RIP-1, nó không thể hỗ trợ VLSM.

Cập nhật RIP-2 mang mặt nạ mạng con, vì vậy một router nhận cập nhật không cần phải đoán mặt nạ sử dụng. Cập nhật RIP-2 có thể mang mặt nạ mạng con chiều dài bất kì. Điều này cho phép chúng ta chọn mặt nạ mạng con khớp với số lượng host cần sử dụng. Cấu hình RIP-2 cho hệ thống mạng trong ví dụ sử dụng 24-bit mặt nạ cho mạng người dùng và dùng 30-bit mặt nạ cho các liên kết serial.

Khi chia mạng thành nhiều mạng con có chiều dài thay đổi, điều quan trọng là phải đảm bảo phần địa chỉ của các mạng con không được chồng lên nhau.

3.7 Sử dụng mạng con không

Mạng con không có tất cả bit 0 trong phần mạng con của địa chỉ IP. Ví dụ, 172.16.0.0/24 (miền địa chỉ host từ 172.16.0.1 đến 172.16.0.254) là một mạng con không. 192.168.100.0/26 cũng là một mạng con không vì bit thứ 25 và 26 đều bằng 0.

Mạng con không không thể sử dụng trong giao thức định tuyến vì không có mặt nạ đi kèm. Nếu router R nhận một cập nhật 172.16.0.0, nó không thể nói đây là cập nhật cho toàn bộ lớp B hay cho mạng con không như 172.16.0.0/24. Tương tự, cập nhật 192.168.100.0 là cho toàn bộ lớp C hay chỉ mạng con không như là 192.168.100.0/28.

Tuy nhiên, giao thức định tuyến classless có thể phân biệt giữa mạng con không và toàn bộ mạng vì, 172.16.0.0 255.255.255.0 biểu diễn là mạng con không và 172.16.0.0 255.255.0.0 biểu diễn toàn bộ mạng. Để cấu hình mạng con không trên một interface của router, dùng lệnh sau:

`ip subnet zero`

3.8 Classless Inter-Domain Routing (CIDR)

Một đặc trưng khác của giao thức định tuyến classless là hỗ trợ CIDR. Mục đích chính của sử dụng CIDR là nhằm giảm kích thước của bảng định tuyến bằng cách gom một số địa chỉ classful vào trong một tuyến đường duy nhất. Tất cả địa chỉ lớp C trong khoản 192.168.0.0 đến 192.168.255.0 có thể được đại diện bởi một tuyến đường đơn 192.168.0.0/16.

3.9 Chứng thực

Có hai lí do cần chứng thực trong cập nhật định tuyến:

1. Lí do bảo mật, nếu một hacker giành quyền kiểm soát mạng và bắt đầu thông báo các tuyến đường RIP, anh ta có thể đổi hướng tuyến đường của các gói dữ liệu.

2. Tránh trường hợp cấu hình bị lỗi. Ví dụ, sử dụng mật khẩu trên mạng trực để đảm bảo nếu một router gắn vào mạng trực bị lỗi, nó không thể tham gia vào định tuyến trong mạng trực.

Cách cấu hình trên Router:

```
hostname NewYork
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface Ethernet1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description Link to Chicago
ip address 172.16.250.1 255.255.255.0
ip rip authentication key-chain EmpireStateBldg
!
interface Serial1
description Link to Ames
ip address 172.16.251.1 255.255.255.0
ip rip authentication key-chain EmpireStateBldg
ip rip authentication mode md5
...
router rip
version 2
```

```
network 172.16.0.0
```

Trong cấu hình này, Serial1 (đến Ames) được cấu hình dùng mã hóa MD5, trong khi đó Serial0 (đến Chicago) được cấu hình chứng thực dạng plain-text. Chứng thực MD5 không thể đọc ở dạng plain text, nhưng một số người có thể chép chuỗi mã hóa và thực thi chứng thực lại. Để tránh điều này, Cisco giới thiệu khái niệm quản lý khóa cho phép chúng ta định nghĩa một số mật khẩu. Mật khẩu được gán bất kì thời gian nào như sau:

```
key chain EmpireStateBldg  
key 1  
key-string 2000feet  
accept-lifetime 13:00:00 Dec 19 1999 13:00:00 Jan 14 2000  
send-lifetime 13:00:00 Dec 19 1999 13:00:00 Jan 14 2000  
key 2  
key-string 1782 feet  
accept-lifetime 12:00:00 Jan 14 2000 infinite  
send-lifetime 12:00:00 Dec 19 2000 infinite
```

Trong ví dụ này, 2000feet là một mật khẩu hợp lệ từ 1:00 P.M., December 19, 1999 đến 1:00 P.M., January 14, 2000.

3.10 Tổng hợp tuyến đường

RIP-2 tổng hợp tuyến đường ngay tại router biên như RIP-1. Tuy nhiên, RIP-2 là một giao thức định tuyến classless và mang thông tin mặt nạ mạng con trong cập nhật của nó. Điều này cho phép chúng ta tắt chức năng tổng hợp tuyến đường để hỗ trợ cho các mạng không liên tục. Cấu hình như sau:

```
router rip  
no auto-summary
```

Chương 4: Open Shortest Path First (OSPF)

OSPF là một giao thức định tuyến phân cấp, nghĩa là một mạng IP sử dụng OSPF có thể chia thành các vùng khác nhau và xử lý thông tin định tuyến một cách cục bộ. Ngược lại, RIP là phẳng nghĩa là không có phân cấp trong mạng, mỗi router tự tính tuyến đường đến tất cả mạng đích trong mạng.

Một khác nhau căn bản giữa RIP và OSPF là OSPF không phải là một giao thức DV. OSPF dựa trên thuật toán Link State, Dijkstra. Thuật toán Link State là gì?

- Link: interface của router; theo nghĩa khác chính là mạng được gán
- State: đặc trưng của liên kết như là địa chỉ IP, mặt nạ mạng con, trọng số và tình trạng của liên kết.

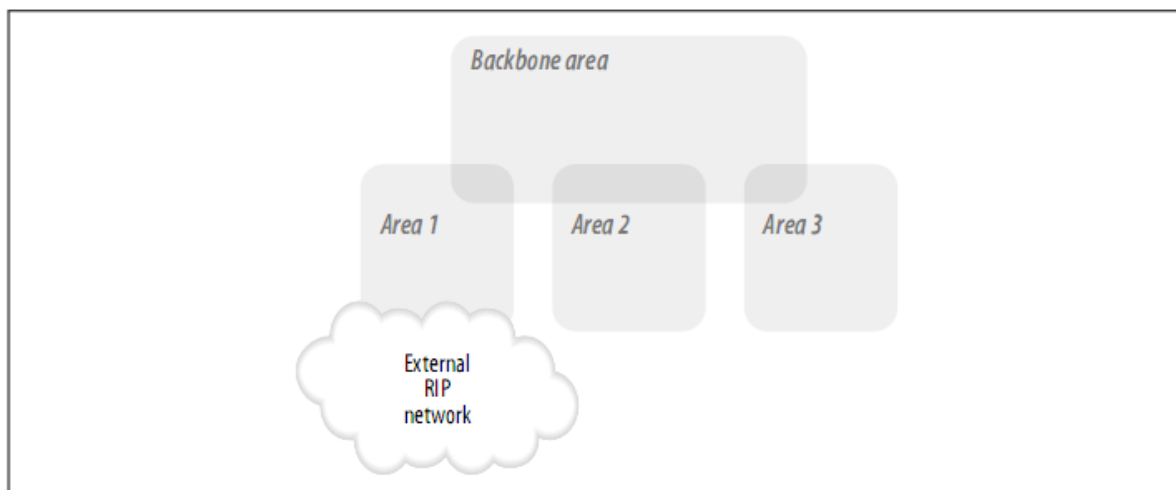
Các Router thực thi OSPF mô tả trạng thái các liên kết nối kết trực tiếp với nó trong các gói LSA, và rồi quảng bá nó đến tất cả các con router khác. Khi các router nhận các LSA từ các con router khác, mỗi con router tự xây một sơ đồ mạng. Sơ đồ mạng được mô tả theo dạng đồ thị.

Cơ sở dữ liệu của sơ đồ mạng là đầu vào của thuật toán Dijkstra-Shortest Path First (SPF). Mỗi router xem nó là gốc và chạy thuật toán SPF để tính tuyến đường ngắn nhất đến từng mạng trong đồ thị. Mỗi router sử dụng cây tuyến đường ngắn nhất để từ đó xây dựng bảng định tuyến.

So sánh với các giao thức DV: giao thức DV truyền các tuyến đường từ router đến router và mỗi router chọn tuyến đường tốt nhất (đến mỗi đích) từ tất cả các tuyến đường mà nó nghe. Trong DV, các giao thức phải cài đặt các kỹ thuật đặc biệt để tránh thông tin định tuyến sai truyền từ router này đến router kia. Ngược lại, các router chạy thuật toán SPF cần đảm bảo chính xác cơ sở dữ liệu Link State của nó. Ngay khi mỗi router có thông tin sơ đồ mạng đúng, nó có thể dùng thuật toán SPF để tìm tuyến đường ngắn nhất.

Thuật toán Dijkstra tiêu tốn nhiều CPU, chi phí chạy thuật toán tăng lên nhanh khi sơ đồ mạng tăng. Đây là một vấn đề nhưng OSPF cung cấp cấu trúc phân cấp cho

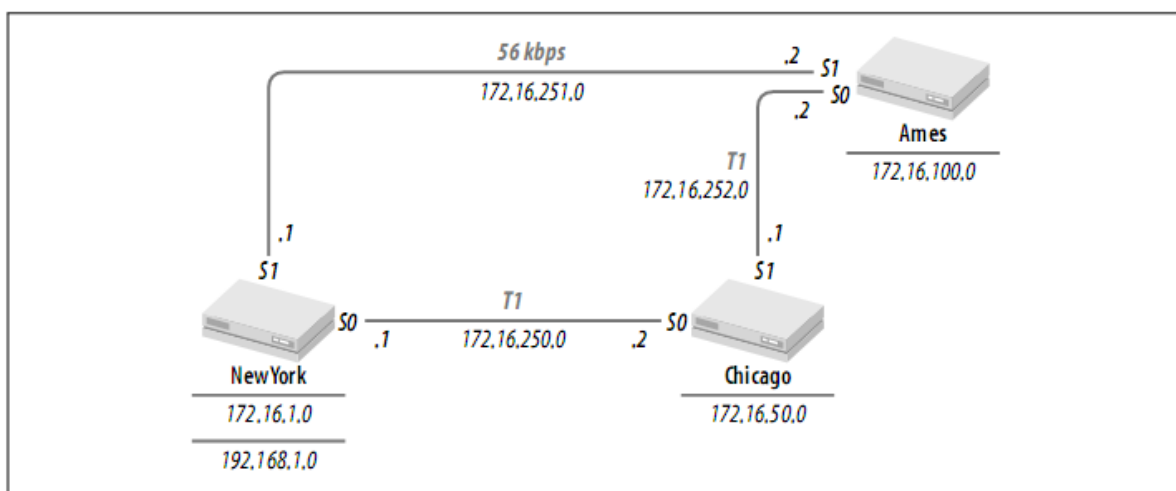
phép chia mạng thành những vùng nhỏ và thuật toán SPF thực thi tại mỗi router chỉ chạy trong vùng cục bộ của nó. Vậy hai router giữa hai vùng khác nhau truyền thông với nhau như thế nào? Tất cả vùng trong mạng thiết kế phân cấp tổng hợp tuyến đường của nó để gửi đến một vùng đặc biệt gọi là vùng lõi hay area 0. Vùng lõi sẽ chuyển các tuyến đường tổng hợp đến tất cả các vùng khác gắn vào nó. Do đó, lưu lượng giữa hai vùng bất kì phải đi qua vùng lõi.



OSPF kế thừa tên của nó từ thuật toán SPF Dijkstra; tiền tố “O” chỉ ra rằng nó là giao thức mở và được hỗ trợ bởi nhiều nhà sản xuất.

4.1 Chạy OSPF

Cấu hình OSPF cho hệ thống mạng sau:



Cấu hình trên các router:

```
hostname NewYork
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description New York to Chicago link
ip address 172.16.250.1 255.255.255.0
!
interface Serial1
description New York to Ames link
bandwidth 56
ip address 172.16.251.1 255.255.255.0
...
router ospf 10
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
```

Lệnh router ospf bắt đầu tiến trình OSPF trên router. Cú pháp:

```
router ospf process-id
```

process-id, là một giá trị giữa 1 và 65,535, được dùng để xác định thể hiện của tiến trình OSPF. Process-id cấu hình trong ví dụ trên là 10. Router Chicago được cấu hình tương tự với process-id:

```
hostname Chicago
...
interface Ethernet0
```

```
ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description Chicago to New York link
ip address 172.16.250.2 255.255.255.0
!
interface Serial1
description Chicago to Ames link
ip address 172.16.252.1 255.255.255.0
...
router ospf 10
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
Router Ames cũng được cấu hình OSPF :
hostname Ames
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.100.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description Ames to Chicago link
ip address 172.16.252.2 255.255.255.0
!
interface Serial1
description Ames to New York link
2 bandwidth 56
```

```
ip address 172.16.251.2 255.255.255.0
```

```
...
```

```
router ospf 10
```

```
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
```

Chúng ta kế tiếp xác định mạng sẽ tham gia tiến trình OSPF và kết hợp area ID với từng mạng. Cú pháp lệnh:

```
network address wildcard-mask area area-id
```

Tham số address và wildcard-mask dùng xác định một mạng, các mạng khớp với tham số address và wildcard-mask sẽ được kết hợp với một area-id. Một địa chỉ mạng như thế nào gọi khớp với address và wildcard-mask?

Wildcard-mask là một chuỗi bit 0 hoặc 1. Sự xuất hiện của bit 0 trong wildcard-mask

chỉ ra rằng một địa chỉ IP được kiểm tra phải khớp chính xác với vị trí bit trong địa chỉ address. Sự xuất hiện của bit 1 không quan tâm đến vị trí bit đó trong địa chỉ IP.

Mệnh đề sau chỉ ra 16 bit đầu tiên của địa chỉ IP phải chính xác là “172.16” và được kết hợp với area 0 và không quan tâm đến giá trị của 16 bit sau cùng:

```
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
```

Bất kì địa chỉ IP như là 172.16.x.y khớp với address/wildcard-mask này và được gán đến area id 0. Bất kì địa chỉ khác như là 10.9.x.y, sẽ không khớp address/wildcard-mask này.

Nếu một địa chỉ IP của interface không khớp với khai báo address/wildcard-mask trong lệnh, OSPF sẽ kiểm tra lệnh network kế tiếp. Do đó thứ tự lệnh network là quan trọng. Nếu địa chỉ IP của interface không khớp với bất kì lệnh network nào, nó sẽ không tham gia vào OSPF.

Có nhiều cách để gán area ID cho mạng to networks. Phương pháp chặt nhất là dùng wildcard chỉ chứa bit 0:

```
hostname NewYork
...
router ospf 10
network 172.16.1.1 0.0.0.0 area 0
network 172.16.250.1 0.0.0.0 area 0
network 172.16.251.1 0.0.0.0 area 0
```

Phương pháp lỏng nhất là dùng wildcard mask chỉ chứa 1:

```
hostname NewYork
...
router ospf 10
network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
```

Tham số area-id có chiều dài 32 bit. Chúng ta có thể chỉ ra area ID theo số thập phân hay như dạng biểu diễn của địa chỉ IP. Area ID 0.0.0.0 tương đương Area ID 0; area ID 0.0.0.100 tương đương 100.

Lệnh show ip ospf interface chỉ ra việc gán area ID đến các interface:

```
NewYork#sh ip ospf interface
...
Ethernet0 is up, line protocol is up
3 Internet Address 172.16.1.1/24, Area 0
4 Process ID 10, Router ID 172.16.251.1, Network Type BROADCAST, Cost: 10
...
Serial0 is up, line protocol is up
Internet Address 172.16.250.1/24, Area 0
```



```
Process ID 10, Router ID 172.16.251.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 64
...
Serial1 is up, line protocol is up
Internet Address 172.16.251.1/24, Area 0
Process ID 10, Router ID 172.16.251.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost:
1785
...
Bảng định tuyến của NewYork, Chicago, và Ames sẽ chỉ ra tất cả mạng con của
172.16.0.0
NewYork#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
Gateway of last resort is not set
5 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
6 O   172.16.252.0/24 [110/128] via 172.16.250.2, 01:50:18, Serial0
C    172.16.250.0/24 is directly connected, Serial0
C    172.16.251.0/24 is directly connected, Serial1
7 O   172.16.50.1/32 [110/74] via 172.16.250.2, 01:50:18, Serial0
C    172.16.1.0/24 is directly connected, Ethernet0
8 O   172.16.100.1/32 [110/138] via 172.16.250.2, 01:50:18, Serial0
```

Nguồn thông tin định tuyến của OSPF được gán là “O”.

4.2 Trọng số OSPF

Mỗi router OSPF thực thi thuật toán SPF Dijkstra để tính cây tuyến đường ngắn nhất đến tất cả mạng trong vùng của nó. Công thức tính trọng số như sau :

$$\text{Cost} = 108/\text{bandwidth}$$

Bảng sau hiển thị chi phí cho các kiểu mạng:

Media type	Default bandwidth	Default OSPF cost
Ethernet	10 Mbps	10
Fast Ethernet	100 Mbps	1
FDDI	100 Mbps	1
T-1 (serial interface) ^a	1,544 kbps	64
56 kbps (serial interface)	1,544 kbps	64
HSSI	45,045 kbps	2

Chúng ta có thể dùng các lệnh sau để thay đổi chi phí cho OSPF:

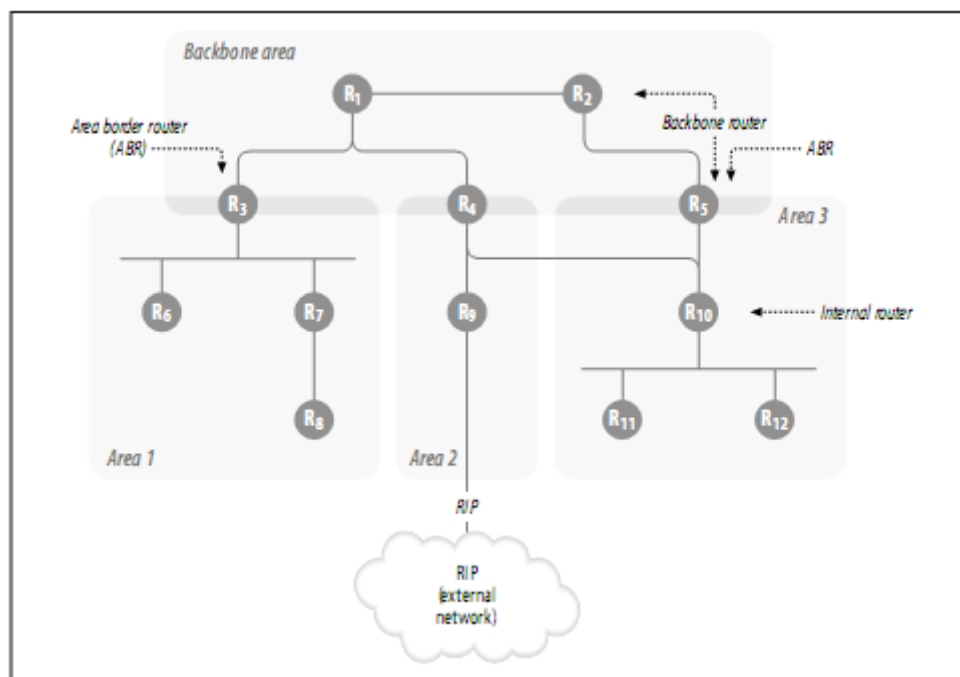
`bandwidth kilobits`

`ip ospf cost value`

`ospf auto-cost reference-bandwidth reference-bandwidth`

4.3 Vùng lỗi

Vùng lỗi là một vùng đặc biệt trong OSPF vì tất cả các vùng khác phải nối đến nó. Area ID 0 (hay 0.0.0.0) được giành cho lỗi. Hình sau chỉ ra một mạng OSPF bao gồm kết hợp của một vùng lỗi và ba vùng khác 1, 2, 3.



4.4 Router lõi - Backbone Router

Một router với một interface trong vùng 0 được xem là một router lõi. Một router lõi có thể có interface nối đến các vùng khác. Router R1, R2, R3, R4, và R5 trong hình trên là router lõi. Các router lõi giữ một cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng mô tả trạng thái của tất cả liên kết lõi, các liên kết tổng hợp mô tả các mạng trong vùng 1, 2, và 3, các các liên kết bên ngoài mô tả các mạng chạy RIP.

4.5 Internal Router

Một internal router có các interface chỉ nằm trong một vùng. Router R6, R7, và R8 trong hình là internal router của vùng 1.

4.6 Area Border Router (ABR)

Một ABR có các interface nằm trong ít nhất vùng. Router R3, R4, và R5 là ABR.

Một ABR có thông tin sơ đồ mạng cho nhiều vùng. Router R3 là một ABR mà nó giữ cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng của vùng 0 và 3. Một ABR có thể tổng hợp cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng cho các vùng của nó. Router R3 có thể tổng hợp cơ sở dữ liệu sơ đồ

mạng cho vùng 1 vào trong vùng 0. Tổng hợp là một nhân tố quan trọng trong việc giảm mức độ tính toán của xử lý OSPF.

4.7 Autonomous System Boundary Router (ASBR)

Một router ASBR có nhiệm vụ chuyển thông tin định tuyến từ các giao thức định tuyến khác vào trong OSPF. Các tuyến đường đưa vào trong OSPF từ các AS khác được gọi là tuyến đường ngoài - external route. Router R9 trong hình trên là một ASBR. R9 đưa các tuyến đường RIP từ mạng bên ngoài vào trong OSPF. Một ASBR có thể được cấu hình để tổng hợp các tuyến đường ngoài vào trong OSPF.

4.8 Stub Area

Xem xét một vùng không có nối kết trực tiếp nào với các mạng bên ngoài. Đưa các tuyến đường ngoài vào trong vùng này có thể là không cần thiết vì tất cả giao thông đến mạng ngoài phải được gửi đến ABR. Một vùng có thể sử dụng tuyến đường mặc định để gửi tất cả giao thông đến mạng bên ngoài qua ABR của nó. Cấu hình một vùng là stub area sẽ chặn tất cả quảng bá các mẫu tin IP bên ngoài tại ABR và thay vào đó ABR tạo một tuyến đường mặc định vào trong stub area.

Các router trong stub area giữ một cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng để mô tả trạng thái của tất cả liên kết cục bộ, tổng hợp liên kết của các vùng khác nhưng không có thông tin mạng ngoài. Điều này giảm kích thước của cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng nhằm tiết kiệm CPU và bộ nhớ.

4.9 Totally Stubby Area-TSA

Một TSA bổ sung khái niệm của stub area bằng cách chặn các mẫu tin tổng hợp mạng IP từ các vùng khác tại ABR. Tất cả giao thông giữa các vùng và giao thức của mạng ngoài được thay bằng tuyến đường mặc định được quảng bá bởi ABR.

4.10 Not So Stubby Area (NSSA)

NSSA là một stub area nhưng ít hạn chế hơn: NSSA có thể hỗ trợ nối kết bên ngoài. Bất kì vùng nào được cấu hình là một stub area nhưng cần hỗ trợ mạng bên ngoài thì cần được chuyển thành NSSA.

4.11 Cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng OSPF

Là một tập hợp các quảng bá Link State-LSA. Các router ban đầu tạo các LSA để mô tả sơ đồ mạng. Những LSA này sau đó được gửi đến tất cả router khác để các router xây dựng một cơ sở dữ liệu các LSA. Có nhiều kiểu LSA khác nhau, mỗi kiểu được tạo bởi các router khác nhau và mô tả các thành phần khác nhau trong sơ đồ mạng. Các kiểu bao gồm:

- **Router LSA (kiểu 1):** mô tả các liên kết của router. Tất cả router khởi tạo LSA riêng của nó và gửi đến tất cả các con router chạy trong cùng một vùng.
- **Network LSA (kiểu 2):** mô tả một mạng broadcast (như là Ethernet) hay mạng non-broadcast multi-access (NBMA) (như là Frame Relay). Tất cả router gắn vào hai kiểu mạng trên được mô tả trong LSA. Một network LSA được gửi đến tất cả các con router chạy trong cùng một vùng.
- **Summary LSA (kiểu 3):** Mô tả các mạng thuộc vùng khác. Summary LSA được khởi tạo bởi ABR và gửi ra bên ngoài vùng. Các Summary LSA được gửi đến tất cả các router trong tất cả các vùng ngoại trừ TSA.
- **ASBR summary LSA (kiểu 4):** mô tả các tuyến đường đến một ASBR. Mặt nạ kết hợp với kiểu LSA này vì địa chỉ của ASBR được quảng bá. Các LSA thuộc kiểu ASBR được khởi tạo bởi các ASBR và được gửi đến tất cả router trong tất cả vùng OSPF ngoại trừ stub area.
- **External LSA (kiểu 5):** mô tả các tuyến đường ngoài trong xử lý OSPF. Một tuyến đường ngoài có thể là tuyến đường mặc định. Các External LSA được khởi tạo bởi ASBR. Và được gửi đến tất cả các router trong mạng OSPF ngoại trừ các router trong stub area.

- **NSSA external LSA (kiểu 7):** mô tả các tuyến đường ngoài nối đến một NSSA. Khác với kiểu 5 external LSA, NSSA external LSA chỉ được gửi bên trong NSSA. Kiểu này có thể được chuyển thành kiểu 5 ở ABR và được gửi đi toàn bộ mạng là kiểu 5 LSA.

4.12 Các kiểu tuyến đường OSPF

Mỗi router trong OSPF, chạy thuật toán SPF với dữ liệu đầu vào là cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng cục bộ. Thuật toán này tìm tuyến đường ngắn nhất cho tất cả các mạng và các tuyến đường OSPF thuộc một trong bốn kiểu sau:

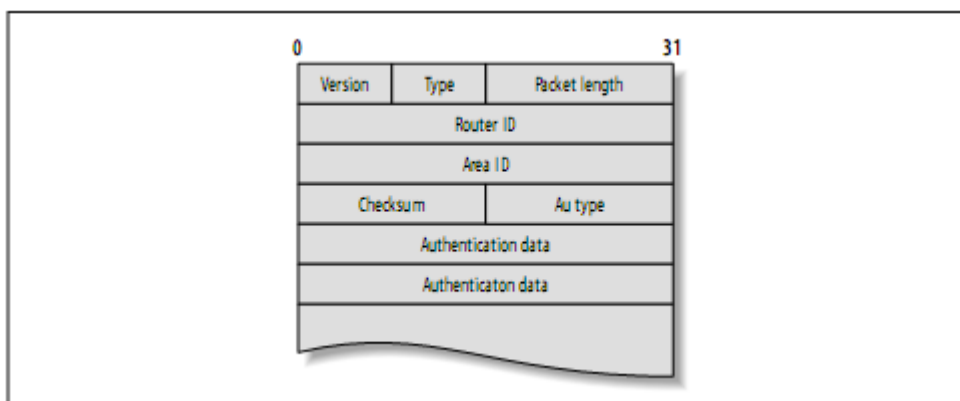
- **Tuyến đường Intra-area:** mô tả tuyến đường đến một đích nào đó bên trong một vùng
- **Tuyến đường Inter-area:** mô tả tuyến đường đến một vùng khác. Lộ trình đến một đích nào đó bao gồm lộ trình trong cùng vùng, lộ trình qua vùng lõi và một lộ trình nội vùng, vùng này chính là vùng của địa chỉ đích. Tuyến đường này cũng được gọi là tuyến đường tổng hợp.
- **Tuyến đường External (kiểu 1):** mô tả tuyến đường đến một đích bên ngoài AS. Chi phí của kiểu 1 là tổng các chi phí đến đích trong mạng bên ngoài cộng với chi phí đến ASBR (router quảng bá tuyến đường).
- **Tuyến đường External (kiểu 2):** mô tả tuyến đường đến một đích bên ngoài AS. Chi phí của kiểu 2 là chi phí đến đích của mạng bên ngoài.

4.13 Cách thức làm việc của OSPF

Các router OSPF đầu tiên phải phát hiện lẫn nhau trước khi chúng có thể trao đổi cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng của chúng. Một khi mỗi con router có cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng hoàn chỉnh, nó có thể sử dụng thuật toán SPF để tìm tuyến đường ngắn nhất đến các mạng.

Bắt đầu, các gói OSPF được đóng gói trực tiếp trong IP với giá trị của trường Protocol là 89. Địa chỉ IP đích trong OSPF tùy thuộc vào kiểu. OSPF dùng hai địa chỉ

IP multicast trên mạng broadcast (224.0.0.6) và point-to-point (225.0.0). Thông tin của OSPF header như sau:



4.14 Khám phá hàng xóm: Giao thức Hello

Mỗi router tạo các gói hello OSPF trên các interface chạy OSPF và gửi các gói này ra mạng mỗi lần cách nhau 10 giây đối với mạng broadcast và 30 giây đối với mạng NBMA. Các router khám phá hàng xóm của chúng bằng cách lắng nghe gói hello. Dùng lệnh `show ip ospf neighbor` để hiển thị danh sách các hàng xóm được phát hiện.

4.15 Router ID

Lúc tiến trình OSPF bắt đầu trên router nó cố gắng thiết lập một router ID. Router ID là tên hay nhãn để gán cho mỗi nút đại diện cho router trong đồ thị sơ đồ mạng SPF. Nếu OSPF không thể thành lập một router ID, xử lý OSPF sẽ bị bỏ qua.

Có hai tình huống chọn Router ID:

- Nếu router có nhiều hơn một interface loopback, nó chọn địa chỉ IP cao nhất trong tất cả các IP được gán cho địa chỉ loopback. Interface loopback thì luôn hoạt động.
- Nếu router không có interface loopback, nó chọn địa chỉ IP cao nhất từ địa chỉ của các interface đang hoạt động. Nếu router không có interface hoạt động với một địa chỉ IP. Nó sẽ không xử lý OSPF.

Router ID được chọn lúc bắt đầu tiến trình OSPF, việc thêm hay xóa interface hay địa chỉ trên một router sau khi router ID được chọn không làm thay đổi router ID.

Ví dụ kiểm tra router ID của router NewYork như sau:

```
NewYork#sh ip ospf
Routing Process "ospf 10" with ID 172.16.251.1
Supports only single TOS (TOS0) routes
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
.....
```

Trong ví dụ này, router ID chính là được IP cao nhất. Thông thường chúng ta cấu hình interface loopback để gán router ID cho các router OSPF. Router ID phải duy nhất trong cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng.

Cấu hình trên NewYork có thể được thay đổi như sau:

```
hostname NewYork
!
interface Loopback0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.255
...
Sau khi khởi động, router ID sẽ thay đổi như sau:
NewYork#sh ip ospf
Routing Process "ospf 10" with ID 192.168.1.1
...
```


4.16 Bầu chọn DR/BDR

Designated router (DR) là router chỉ định trong các mạng multi-access.

Backup designated router (BDR) là router chỉ định dự phòng trong mạng multi-access.

Xem xét trường hợp có n router trên mạng broadcast (như là Ethernet). Nếu router trao đổi cơ sở dữ liệu sơ đồ mạng đến tất cả các router khác trên mạng, sẽ có $(n \times (n - 1)) / 2$ trao đổi liên kết được hình thành trong mạng này. Điều này sẽ tạo ra rất nhiều lưu lượng trong mạng. OSPF giải quyết vấn đề này bằng cách bầu chọn (DR) và (BDR) trên mỗi mạng broadcast. Mỗi router trên mạng broadcast thiết lập liên kết chỉ với DR và BDR. DR và BDR sẽ gửi thông tin sơ đồ mạng đến tất cả các router khác trong đoạn mạng.

Giả sử router R được khởi động trong mạng multi-access:

1. Lúc bắt đầu hoạt động trên mạng multi-access, tiến trình OSPF trên router R bắt đầu nhận các gói hello từ các hàng xóm trên interface nối đến mạng multi-access. Nếu các gói hello chỉ ra thật sự đã có DR và BDR, quá trình bầu chọn kết thúc.
2. Nếu gói hello từ các hàng xóm chỉ ra không có BDR hoạt động trên mạng, router có độ ưu tiên cao nhất được chọn là BDR. Nếu độ ưu tiên giống nhau, router có router ID cao nhất thắng.
3. Nếu không có DR trên mạng, BDR được đề xuất thành DR.

Có thể dùng lệnh sau để thay đổi độ ưu tiên của router:

```
ip ospf priority number
```

number là giá trị giữa 0 và 255

Dùng lệnh show ip ospf interface để xem các thông tin bầu chọn DR và BDR :

```
NewYork#sh ip ospf interface
```

```
Ethernet0 is up, line protocol is up
```

Internet Address 172.16.1.1/24, Area 0

Process ID 10, Router ID 172.16.251.1, Network Type BROADCAST, Cost: 10

Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1

Designated Router (ID) 172.16.251.1, Interface address 172.16.1.1

No backup designated router on this network

Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5

Hello due in 00:00:02

Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0

Suppress hello for 0 neighbor (s)

...

4.17 Trạng thái của interface

Trạng thái của interface có thể thuộc một trong các giá trị sau:

- Down: nguyên nhân là do các giao thức tầng thấp, không có dữ liệu OSPF được gửi hay nhận.
- Loopback: interface bị lặp và sẽ được quảng bá trong LSAs là một tuyến đường đến host.
- Point-to-point: interface được chạy và được nhận là interface serial, hay một virtual link. Sau khi vào trạng thái này, các hàng xóm sẽ thiết lập liên kết.
- Waiting: Chỉ dùng cho mạng broadcast/NBMA khi các router đang cố gắng xác định DR/BDR.
- DR: Router này là DR trong mạng.
- Backup: Router này là BDR trong mạng.
- Drother: Router không phải là DR hay BDR trên mạng. Router này hình thành liên kết với DR và BDR.

Trong ví dụ, trạng thái của interface NewYork nối đến Chicago là point-to-point và giữa NewYork và Chicago đã thiết lập liên kết:

```
NewYork#sh ip ospf interface
...
Serial0 is up, line protocol is up
Internet Address 172.16.250.1/24, Area 0
Process ID 10, Router ID 172.16.251.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 64
12 Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT,
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
Hello due in 00:00:01
13 Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
14 Adjacent with neighbor 69.1.1.1
Suppress hello for 0 neighbor (s)
```

4.18 Quan hệ hàng xóm

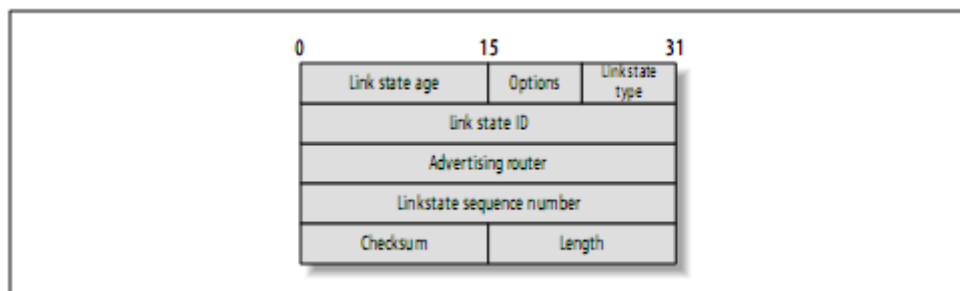
Không phải tất cả hàng xóm đều thiết lập liên kết. Các hàng xóm có thể trong trạng thái “2-way” hay vào một quan hệ “Full”, phụ thuộc vào kiểu mạng, như sau:

- Mạng Point-to-point: Các router trên mạng point-to-point luôn luôn thiết lập liên kết.
- Mạng Broadcast: Các router trong mạng broadcast chỉ thiết lập liên kết chỉ với DR và BDR, duy trì quan hệ 2-way với các router khác trên mạng.
- Mạng Non-broadcast multi-access (NBMA): các router NBMA thiết lập liên kết chỉ với DR và BDR.
- Virtual link: Các router trên virtual link luôn luôn thiết lập liên kết.

4.19 Trao đổi dữ liệu

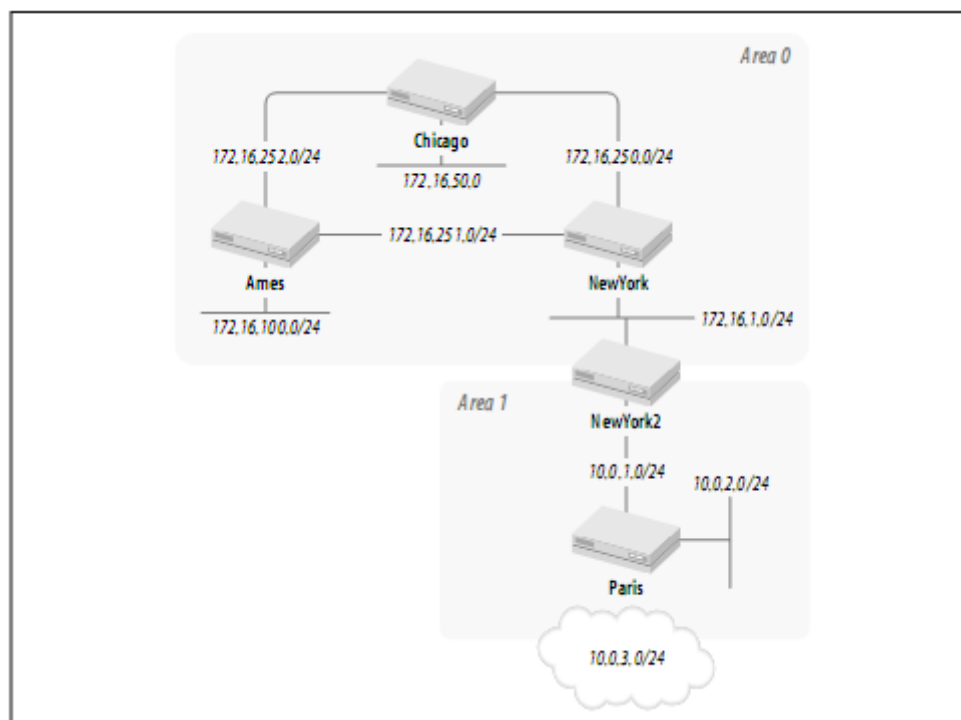
Gói database description (DD) được dùng để mô tả nội dung của cơ sở dữ liệu Link State đến các router ngang hàng. Chỉ các header của LSA được gửi trong các gói

DD; các router ngang hàng trả lời bằng cách gửi header LSA của nó trong gói DD. Header LSA xác định duy nhất một kiểu sơ đồ mạng. Định dạng của header LSA:



Có 6 kiểu LSA, mỗi kiểu biểu diễn một sơ đồ mạng khác nhau.

Cho sơ đồ mạng trong hình sau:



NewYork2 là một ABR với một liên kết serial trong vùng 1 nối đến router Paris và được cấu hình như sau:

```
hostname NewYork2
!
interface Loopback0
```

```
ip address 192.168.1.4 255.255.255.0
!
interface Ethernet0
ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
ip pim sparse-mode
!
interface Serial1
description Paris link
ip address 10.0.1.2 255.255.255.0
bandwidth 56
!
router ospf 10
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
15 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1
Paris là một ASBR và phân phối các tuyến đường RIP vào trong mạng OSPF:
hostname Paris
!
interface Loopback0
ip address 192.168.1.5 255.255.255.255
!
interface Ethernet0
ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
!
interface Serial1
description link to NewYork2
```

```
ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
!
router ospf 10
 redistribute rip metric 100 subnets
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1
!
router rip
 network 10.0.0.0
```

Mạng con của 10.0.0.0 gồm —10.0.1.0, 10.0.2.0, và 10.0.3.0— được biết bởi cả hai tiến trình OSPF và RIP trên router Paris. Hãy xem cách NewYork học những mạng con này. Bảng định tuyến của NewYork:

```
NewYork#sh ip route
...
10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
O IA 10.0.2.0 [110/1805] via 172.16.1.2, 00:07:45, Ethernet0
O E2 10.0.3.0 [110/100] via 172.16.1.2, 00:07:46, Ethernet0
O IA 10.0.1.0 [110/1795] via 172.16.1.2, 00:07:46, Ethernet0
192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
C 192.168.1.1 is directly connected, Loopback0
172.16.0.0/24 is subnetted, 6 subnets
O 172.16.252.0 [110/128] via 172.16.250.2, 00:07:46, Serial0
C 172.16.250.0 is directly connected, Serial0
C 172.16.251.0 is directly connected, Serial1
O 172.16.50.0 [110/74] via 172.16.250.2, 00:07:46, Serial0
C 172.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
```

```
O 172.16.100.0 [110/192] via 172.16.250.2, 00:07:46, Serial0
```

Chú ý bảng định tuyến chỉ ra NewYork học 10.0.3.0 là một tuyến đường ngoài trong khi 10.0.1.0 và 10.0.2.0 được học là tuyến đường inter-area.

Các kiểu LSA:

1. **Router LSA (kiểu 1)**: mô tả quảng bá của các liên kết nối kết trực tiếp với router. Router Chicago, Ames, NewYork, và NewYork2 quảng bá router LSA ra toàn bộ vùng 0. Cơ sở dữ liệu LS của NewYork sẽ nhận lưu trữ router LSA từ tất cả những router trên.

```
NewYork#sh ip ospf database router

  OSPF Router with ID (192.168.1.1) (Process ID 10)

Routing Bit Set on this LSA

LS age: 209

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Router Links

Link State ID: 192.168.1.4

Advertising Router: 192.168.1.4

LS Seq Number: 800000FF

Checksum: 0x2BA1

Length: 36

Area Border Router

AS Boundary Router

Number of Links: 1

  Link connected to: a Transit Network

  (Link ID) Designated Router address: 172.16.1.1

  (Link Data) Router Interface address: 172.16.1.2
```

Number of TOS metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

2. **Network LSA (kiểu 2):** mô tả mạng broadcast/NBMA. Network LSA được khởi tạo bởi DR và mô tả tất cả router nối vào mạng.

NewYork#sh ip ospf database network

OSPF Router with ID (192.168.1.1) (Process ID 10)

Net Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA

LS age: 1728

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Network Links

Link State ID: 172.16.1.1 (address of Designated Router)

Advertising Router: 192.168.1.1

LS Seq Number: 800000F4

Checksum: 0x172B

Length: 32

Network Mask: /24

Attached Router: 192.168.1.1

Attached Router: 192.168.1.4

3. **Summary LSA (kiểu 3):** được quảng bá bởi ABR và mô tả các tuyến đường inter-area.

NewYork#sh ip ospf database summary

OSPF Router with ID (192.168.1.1) (Process ID 10)

Summary Net Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA

LS age: 214

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Summary Links (Network)

Link State ID: 10.0.1.0 (summary Network Number)

Advertising Router: 192.168.1.4

LS Seq Number: 80000062

Checksum: 0x85A

Length: 28

Network Mask: /24

TOS: 0 Metric: 1785

Routing Bit Set on this LSA

LS age: 214

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Summary Links (Network)

Link State ID: 10.0.2.0 (summary Network Number)

Advertising Router: 192.168.1.4

LS Seq Number: 80000061

Checksum: 0x62F5

Length: 28

Network Mask: /24

TOS: 0 Metric: 1795

4. **ASBR summary LSA (kiểu 4):** mô tả tuyến đường đến ASBR. Nó được khởi tạo bởi ABR.

NewYork#sh ip ospf database asbr-summary

OSPF Router with ID (192.168.1.1) (Process ID 10)

Summary ASB Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA

LS age: 115

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Summary Links (AS Boundary Router)

Link State ID: 192.168.1.5 (AS Boundary Router address)

Advertising Router: 192.168.1.4

LS Seq Number: 80000061

Checksum: 0x9A63

Length: 28

Network Mask: /0

TOS: 0 Metric: 1785

5. **External LSA (kiểu 5):** khởi tạo bởi ASBR và mô tả các tuyến đường ngoài đưa vào trong tiến trình OSPF.

NewYork#sh ip ospf database external

OSPF Router with ID (192.168.1.1) (Process ID 10)

Type-5 AS External Link States

LS age: 875

Options: (No TOS-capability, No DC)

LS Type: AS External Link

Link State ID: 10.0.1.0 (External Network Number)

Advertising Router: 192.168.1.5

LS Seq Number: 80000060

Checksum: 0x6F27

Length: 36

```
Network Mask: /24
```

```
Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
```

```
TOS: 0
```

```
Metric: 100
```

```
Forward Address: 0.0.0.0
```

```
External Route Tag: 0
```

```
...
```

NSSA external LSA (kiểu 7): mô tả các tuyến đường ngoài vào trong tiến trình OSPF.

```
NewYork#sh ip ospf database nssa-external
```

```
OSPF Router with ID (192.168.1.1) (Process ID 10)
```

Các LSA được tạo mỗi lần 30 phút hoặc sớm hơn nếu có sự thay đổi trạng thái của một liên kết nào đó. LSAs được trao đổi giữa các router có thiết lập quan hệ liên kết.

4.20 Tổng hợp tuyến đường

OSPF không tự động tổng hợp tuyến đường, nó phải được cấu hình bằng tay tại ABR hay ASBR.

1. Tổng hợp tại ABR (Inter-Area Summarization)

Trong sơ đồ mạng trên, mạng 10.0.0.0 thuộc vùng 1, và mạng 172.16.0.0 thuộc vùng 0. Để tổng hợp tuyến đường dùng lệnh sau:

```
area area-id range address mask
```

Cấu hình OSPF trên NewYork2 có thể được thay đổi để tổng hợp các tuyến đường 172.16.0.0 vào trong vùng 1 và các tuyến đường 10.0.0.0 vào trong vùng 0:

```
hostname NewYork2
```

```
...
```

```
router ospf 10
```

```
redistribute static metric 10

network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0

network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1

area 0 range 172.16.0.0 255.255.0.0

area 1 range 10.0.0.0 255.0.0.0
```

Bảng định tuyến của Paris như sau:

```
Paris#show ip route

...

10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C   10.0.2.0 is directly connected, Ethernet0
C   10.0.1.0 is directly connected, Serial1
    192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
C   192.168.1.5 is directly connected, Loopback0
O IA 172.16.0.0/16 [110/74] via 10.0.1.2, 1d23h, Serial1
```

Bảng định tuyến của NewYork như sau:

```
NewYork#sh ip route

...

O IA 10.0.0.0/8 [110/1795] via 172.16.1.2, 1d23h, Ethernet0
    192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
C   192.168.1.1 is directly connected, Loopback0
    172.16.0.0/24 is subnetted, 6 subnets
O   172.16.252.0 [110/128] via 172.16.250.2, 1d23h, Serial0
C   172.16.250.0 is directly connected, Serial0
C   172.16.251.0 is directly connected, Serial1
O   172.16.50.0 [110/74] via 172.16.250.2, 1d23h, Serial0
```

```
C 172.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
```

```
O 172.16.100.0 [110/192] via 172.16.250.2, 1d23h, Serial0
```

2. Tổng hợp tại ASBR (External Route Summarization)

Paris là một ASBR phân phối RIP vào trong OSPF. Chú ý trong hình, mạng RIP chứa các tuyến đường trong mạng 10.3.0.0/24 (Các mạng con của RIP có thể là 10.3.1.0/24, 10.3.2.0/24, 10.3.3.0/24,... 10.3.255.0/24). Nó mong muốn tổng hợp 10.3.0.0/16 vào trong mạng OSPF hơn là mang từng mạng con khác nhau.

Các tuyến đường được phân phối trong OSPF có thể được tổng hợp ở ASBR dùng lệnh sau:

```
summary-address address mask
```

Router Paris có thể được cấu hình như sau để tổng hợp 10.3.0.0/16 vào trong mạng OSPF:

```
hostname Paris
!
interface Loopback0
 ip address 192.168.1.5 255.255.255.255
!
interface Ethernet0
 ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
!
interface Serial1
 ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
!
router ospf 10
 summary-address 10.3.0.0 255.255.252.0
```

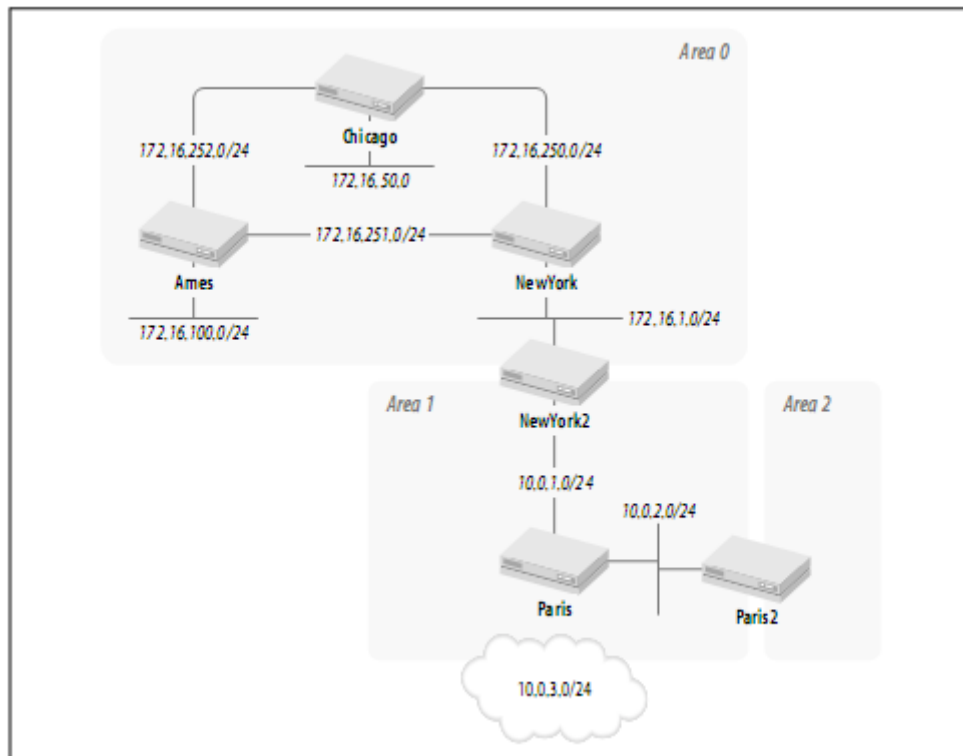
```
redistribute rip metric 100 subnets  
  
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1  
  
!  
  
router rip  
  
network 10.0.0.0
```

4.21 Tuyến đường mặc định

NewYork2 được cấu hình sử dụng tuyến đường mặc định. Metric-value là trọng số kết hợp với tuyến đường mặc định (mặc định là 10). Metric-type có thể là kiểu 1 hay 2, mặc định là 2.

```
hostname NewYork2  
  
!  
  
interface Serial2  
  
description Connection to the ISP  
  
ip address 146.146.1.1 255.255.255.0  
  
!  
  
router ospf 10  
  
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0  
  
default-information originate always metric-value 20 metric-type 1  
  
!  
  
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 interface serial2
```

4.22 Virtual Link



Khi thiết kế phân cấp mạng OSPF, các vùng bắt buộc phải nối kết trực tiếp với vùng lõi. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp, một số vùng không thể kết nối đến vùng lõi, do đó chúng ta có thể virtual link để kết nối các vùng không kết nối trực tiếp tới vùng lõi vào vùng lõi.

Trong hình trên để cấu hình một virtual link giữa Paris2 và NewYork2 qua vùng một như sau:

```
hostname Paris2
!
interface Loopback1
 ip address 192.168.1.6 255.255.255.255
!
interface Loopback2
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

```
!  
interface Ethernet0  
 ip address 10.0.2.2 255.255.255.0  
!  
router ospf 10  
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1  
 network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 2  
 area 1 virtual-link 192.168.1.4  
hostname NewYork2  
!  
interface Loopback0  
 ip address 192.168.1.4 255.255.255.255  
!  
interface Ethernet0  
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0  
!  
interface Serial1  
 ip address 10.0.1.2 255.255.255.0  
 bandwidth 56  
!  
router ospf 10  
 redistribute static metric 10  
 network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0  
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1  
 area 1 virtual-link 192.168.1.6
```


Kiểm tra trạng thái của virtual link như sau:

```
Paris2#sh ip ospf virtual-link
```

```
Virtual Link to router 192.168.1.4 is cập nhật
```

```
Transit area 1, via interface Ethernet0, Cost of using 74
```

```
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT,
```

```
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
```

```
Hello due in 0:00:00
```

```
Adjacency State FULL
```

```
NewYork2#show ip ospf virtual-link
```

```
Virtual Link OSPF_VL0 to router 192.168.1.6 is up
```

```
Run as demand circuit
```

```
DoNotAge LSA not allowed (Number of DCbitless LSA is 8).
```

```
Transit area 1, via interface Serial1, Cost of using 1795
```

```
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT,
```

```
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
```

```
Hello due in 00:00:05
```

```
Adjacency State FULL
```

4.23 Cấu hình các kiểu mạng

1. Stub, Totally Stubby, và Not So Stubby Areas

External LSA được gửi qua vùng lõi OSPF cũng như tất cả các vùng khác.

Trong ví dụ, một tuyến đường tĩnh cho mạng 192.168.3.0 được định nghĩa trên Chicago và phân phối vào trong OSPF. Router Chicago quảng bá một LSA với link state ID của 192.168.3.0:

```
hostname Chicago
```

```
!
```

```
router ospf 10

 redistribute static metric 100 metric-type 1 subnets

 network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0

!

 ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 Null0
```

LSA được gửi đến tất cả router trong mạng.

```
Paris#sh ip ospf database external

  OSPF Router with ID (192.168.1.5) (Process ID 10)

    AS External Link States

Routing Bit Set on this LSA

LS age: 158

Options: (No TOS-capability)

LS Type: AS External Link

Link State ID: 192.168.3.0 (External Network Number )

Advertising Router: 192.168.1.3

LS Seq Number: 80000001

Checksum: 0x8F67

Length: 36

Network Mask: /24

Metric Type: 1 (Comparable directly to link state metric)

TOS: 0

Metric: 100

Forward Address: 0.0.0.0

External Route Tag: 0
```

Tuyến đường đến 192.168.3.0 cũng xuất hiện trong bảng định tuyến:

```
Paris#sh ip route
```

```
...
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
...
```

```
O E1 192.168.3.0/24 [110/302] via 10.0.1.2, 00:02:08, Serial1
```

```
...
```

Gửi external LSA ra toàn bộ mạng OSPF có thể lãng phí tài nguyên. Stub area sẽ chặn các quảng bá này.

2. Stub Area

Trong hình trên, router kết nối đến mạng RIP trong vùng 1 gửi các external LSA vào trong mạng. Các external LSA sẽ xuất hiện trong vùng 2 và 3 nhưng chúng sẽ không hiệu quả, các tuyến đường này nên thay thế bằng tuyến đường tĩnh trong vùng 2 và 3 bằng cách sử dụng stub area. Lúc một vùng được định nghĩa là stub area, tất cả external LSA bị chặn tại ABR và ABR tự động tạo một tuyến đường tĩnh vào trong stub area.

Tất cả router trong một stub area phải được cấu hình là stub router. Stub router hình thành liên kết chỉ với các stub router khác và không truyền external LSA.

Vùng 1 có thể cấu hình thành stub area như sau:

```
hostname NewYork2
```

```
...
```

```
router ospf 10
```

```
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
```

```
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1
```

```
area 1 stub
```

```
hostname Paris
```

```
...  
router ospf 10  
redistribute rip  
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1  
area 1 stub
```

Bảng định tuyến cho Paris bây giờ hiển thị một tuyến đường tĩnh chỉ đến ABR (NewYork2) nhưng không hiển thị tuyến đường ngoài đến 192.168.3.0.

```
Paris#sh ip route  
  
...  
Gateway of last resort is 10.0.1.2 to network 0.0.0.0  
  
...  
O*IA 0.0.0.0/0 [110/65] via 10.0.1.2, 00:00:35, Serial1  
O IA 172.16.0.0/16 [110/74] via 10.0.1.2, 1d23h, Serial1  
  
...
```

Một nhược điểm khi cấu hình một vùng là stub area là lúc nhiều ABR vùng quảng bá tuyến đường tĩnh, các router trong stub area có thể không nhận thấy tuyến đường ngắn nhất đến mạng đích. Điều này có thể giúp chúng ta chọn vùng là bình thường hay stub area khi thiết kế.

3. Totally Stubby Area

Sử dụng khái niệm của stub area nhưng cấm tất cả summary LSA cùng với external LSA. Trong cấu hình mục trước, Paris được cấu hình là một stub area, cơ sở dữ liệu LS của Paris không hiển thị external LSA nhưng vẫn hiển thị summaryLSA, vì vậy, bảng định tuyến của Paris vẫn hiển thị tuyến đường tổng hợp inter-area đến 172.16.0.0/16. Nếu NewYork2 không tổng hợp mạng con 172.16.0.0, Paris sẽ hiển thị sáu mạng con 172.16.0.0: 172.16.1.0/24, 172.16.50.0/24, 172.16.100.0/24, 172.16.250.0/24, 172.16.251.0/24, và 172.16.252.0/24. Totally stubby area, khác với

stub area, sẽ thay thế tất cả các tuyến đường inter-area và tuyến đường external bằng tuyến đường mặc định.

Area 1 có thể được cấu hình là totally stubby area như sau:

```
hostname NewYork2
!
router ospf 10
 redistribute static metric 10
 network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 area 1 stub no-summary
```

Bảng định tuyến Paris không chứa bất kì tuyến đường IA nào:

```
Paris#sh ip route
...
Gateway of last resort is 10.0.1.2 to network 0.0.0.0
 10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
 C   10.0.2.0 is directly connected, Ethernet0
 C   10.0.1.0 is directly connected, Serial1
 192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
 C   192.168.1.5 is directly connected, Loopback0
 O*IA 0.0.0.0/0 [110/65] via 10.0.1.2, 00:00:23, Serial1
```

4. NSSA

Điều gì xảy ra khi một stub area cần học các tuyến đường từ một giao thức định tuyến khác? Ví dụ, Paris—trong vùng 1—cần học một số tuyến đường RIP từ các mạng khác.

NSSAs— cho phép các tuyến đường ngoài được nhúng vào trong một vùng mà không mất đi đặc trưng của một stub area, nghĩa là không nhúng bất kì tuyến đường ngoài từ vùng lõi.

NSSA nhúng tuyến đường ngoài qua OSPF theo kiểu 7 LSA. Kiểu này được gửi đến tất cả router trong NSSA. Kiểu này có thể được gửi toàn bộ vùng OSPF là kiểu 5 hay chặn lại tại các ABR.

Tất cả router trong NSSA phải được cấu hình với từ khóa nssa:

```
hostname NewYork2
!
router ospf 10
 redistribute static metric 10
 network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 area 1 nssa
```

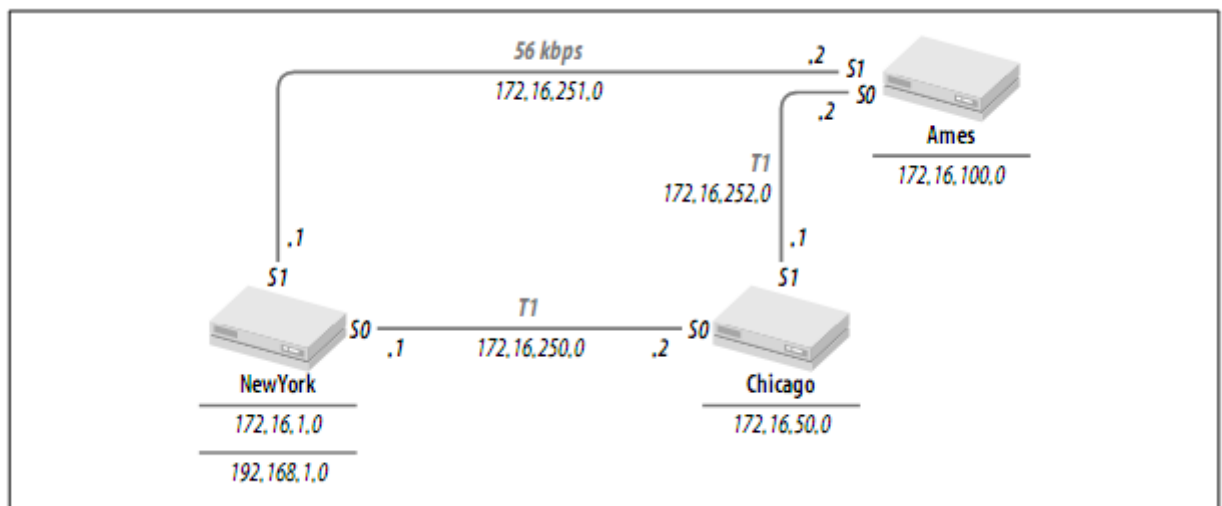
Chương 5: Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) là một giao thức cải tiến của giao thức Distance Vector, các giao thức DV như RIP trao đổi cập nhật định tuyến định kì với hàng xóm của nó, lưu khoảng cách tốt nhất và chặng kế cho mỗi mạng.

EIGRP tiếp cận khác với kĩ thuật trên:

- EIGRP không chỉ lưu tuyến đường tốt nhất mà còn lưu những tuyến đường khác. Điều này cho phép EIGRP hội tụ nhanh hơn.
- Các cập nhật EIGRP được gửi chỉ khi có sự thay đổi trong sơ đồ mạng, không phải được gửi theo định kì.
- Trọng số của EIGRP dựa trên băng thông, độ trễ, độ tin cậy, tải và MTU.
- EIGRP sử dụng thuật toán Diffusing Update Algorithm(DUAL)
- Cập nhật EIGRP mang thông tin mặt nạ mạng con, cho phép tổng hợp tuyến đường theo độ dài của mặt nạ mạng con bất kì, hỗ trợ classless và VLSM.

5.1 Cấu hình EIGRP



Giống như RIP, EIGRP phải được cấu hình trên tất cả các router chạy trong mạng:

```
hostname NewYork
```

```
...  
interface Ethernet0  
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0  
!  
interface Ethernet1  
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0  
!  
interface Serial0  
description New York to Chicago link  
ip address 172.16.250.1 255.255.255.0  
!  
interface Serial1  
description New York to Ames link  
bandwidth 56  
ip address 172.16.251.1 255.255.255.0  
...  
router eigrp 10  
network 172.16.0.0  
hostname Chicago  
...  
interface Ethernet0  
ip address 172.16.50.1 255.255.255.0  
!  
interface Serial0  
description Chicago to New York link
```



```
ip address 172.16.250.2 255.255.255.0
```

```
!
```

```
interface Serial1
```

```
description Chicago to Ames link
```

```
ip address 172.16.252.1 255.255.255.0
```

```
...
```

```
router eigrp 10
```

```
network 172.16.0.0
```

```
hostname Ames
```

```
...
```

```
interface Ethernet0
```

```
ip address 172.16.100.1 255.255.255.0
```

```
!
```

```
interface Serial0
```

```
description Ames to Chicago link
```

```
ip address 172.16.252.2 255.255.255.0
```

```
!
```

```
interface Serial1
```

```
description Ames to New York link
```

```
bandwidth 56
```

```
ip address 172.16.251.2 255.255.255.0
```

```
...
```

```
router eigrp 10
```

```
network 172.16.0.0
```

Cú pháp của lệnh EIGRP:

```
router eigrp autonomous-system-number
```

Các mạng tham gia tiến trình EIGRP sẽ được đưa vào trong lệnh network:

```
network 172.16.0.0
```

Ý nghĩa của lệnh mạng trên:

- Router NewYork sẽ chèn các mạng con nối kết trực tiếp thuộc mạng 172.16.0.0 vào trong cập nhật của nó để gửi đến các router hàng xóm. Ví dụ, 172.16.1.0 bây giờ sẽ được thêm vào trong cập nhật để đến router Chicago và Ames.
- NewYork sẽ nhận và xử lý cập nhật EIGRP trên các interface thuộc mạng 172.16.0.0 từ những con router khác chạy EIGRP 10. Ví dụ, NewYork sẽ nhận cập nhật EIGRP từ Chicago và Ames.
- Mạng 192.168.1.0, nối đến NewYork, sẽ không được quảng bá đến Chicago hay Ames, và NewYork sẽ không xử lý bất kì cập nhật EIGRP nào nhận trên Ethernet0

Bảng định tuyến của NewYork, Chicago, và Ames sẽ hiển thị tất cả mạng con 172.16.0.0. Bảng định tuyến của NewYork:

```
NewYork#sh ip route
```

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is not set

1 172.16.0.0/24 is subnetted, 6 subnets

D 172.16.252.0 [90/2681856] via 172.16.250.2, 00:18:54, Ethernet0/0

C 172.16.250.0 is directly connected, Ethernet0/0

- C 172.16.251.0 is directly connected, Ethernet0/1
- D 172.16.50.0 [90/2195456] via 172.16.250.2, 00:18:54, Ethernet0/0
- C 172.16.1.0 is directly connected, Loopback0
- D 172.16.100.0 [90/2707456] via 172.16.250.2, 00:18:54, Ethernet0/0
- C 192.168.1.0/24 is directly connected, Loopback1

Các tuyến đường EIGRP sẽ được gán nhãn là “D”. Chú ý dòng 1 chứa thông tin mặt nạ mạng con (24 bits, hay 255.255.255.0) và địa chỉ mạng là 172.16.0.0.

Bên cạnh bảng định tuyến, EIGRP xây dựng một bảng khác gọi là bảng sơ đồ mạng:

```
NewYork#sh ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for process 10
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status
P 172.16.252.0/24, 1 successors, FD is 2681856
    via 172.16.250.2 (2681856/2169856), Serial0
    via 172.16.251.2 (46738176/2169856), Serial1
P 172.16.250.0/24, 1 successors, FD is 2169856
    via Connected, Serial0
P 172.16.251.0/24, 1 successors, FD is 46226176
    via Connected, Serial1
P 172.16.50.0/24, 1 successors, FD is 2195456
    via 172.16.250.2 (2195456/281600), Serial0
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 128256
    via Connected, Ethernet0
2 P 172.16.100.0/24, 1 successors, FD is 2707456
```

- | | |
|---|---|
| 3 | via 172.16.250.2 (2707456/2195456), Serial0 |
| 4 | via 172.16.251.2 (46251776/281600), Serial1 |

Bảng sơ đồ mạng hiển thị hai mạng con của Ames, 172.16.100.0 (dòng 2). Chỉ tuyến đường chi phí thấp hơn được cài vào trong bảng định tuyến, nhưng mục thứ 2 trong bảng sơ đồ mạng (dòng 4) cho phép NewYork hội tụ nhanh chóng khi tuyến đường sơ cấp bị lỗi.

Chú ý mạng 192.168.1.0, định nghĩa trên interface Ethernet1 của NewYork, không xuất hiện trong bảng định tuyến của Chicago và Ames. Để mạng 192.168.1.0 được truyền đi, chúng ta phải khai báo trong lệnh network của cấu hình EIGRP tại router NewYork:

```
hostname NewYork
...
router eigrp 10
network 172.16.0.0
network 192.168.1.0
```

Mỗi tiến trình EIGRP được xác định bởi một AS. Các router trong cùng AS sẽ trao đổi thông tin định tuyến với nhau và được gọi là vùng định tuyến. Các router có AS không giống nhau mặc định không trao đổi thông tin định tuyến với nhau. Tuy nhiên, các tuyến đường từ một vùng định tuyến nào đó có thể truyền qua vùng khác dùng lệnh redistribution.

5.2 Trọng số EIGRP

Trọng số của EIGRP được tính bằng công thức sau:

Default Composite Formula:
 $\text{metric} = [K1 * \text{bandwidth} + K3 * \text{delay}]$

Complete Composite Formula:
 $\text{metric} = [K1 * \text{bandwidth} + (K2 * \text{bandwidth}) / (256 - \text{load}) + K3 * \text{delay}] * [K5 / (\text{reliability} + K4)]$
 (Not used if "K" values are 0)

Default Values:

K1 (bandwidth) = 1
 K2 (load) = 0
 K3 (delay) = 1
 K4 (reliability) = 0
 K5 (reliability) = 0

"K" values can be changed with the **metric weights** command.

```
Router(config-router)#metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5
```

Bandwidth được tính bằng cách lấy băng thông nhỏ nhất từ tất cả các interface đi ra đến đích. Delay là tổng tất cả các giá trị delay đến mạng đích (tính bằng mili giây).

Giá trị của các tham số có thể xem bằng lệnh sau:

```
NewYork#sh ip route 172.16.50.0
```

```
Routing entry for 172.16.50.0 255.255.255.0
```

```
Known via "eigrp 10", distance 90, metric 2195456, type internal
```

```
Redistributing via eigrp 10
```

```
Last update from 172.16.250.2 on Serial0, 00:00:21 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 172.16.50.0, from 172.16.250.2, 00:00:21 ago, via Serial0
```

```
Route metric is 2195456, traffic share count is 1
```

```
Total delay is 21000 microseconds, minimum bandwidth is 1544 Kbit
```

```
Reliability 255/255, minimum MTU 1500 bytes
```

```
Loading 1/255, Hops 1
```

5.3 Cách thức làm việc của EIGRP

Không giống các giao thức DV cũ như là RIP, EIGRP không dựa trên cập nhật định kì, nó chỉ gửi khi có sự thay đổi trong mạng. EIGRP dùng kĩ thuật gói hello để thiết lập quan hệ hàng xóm và phát hiện hàng xóm bị mất.

Trong RIP bị xảy ra tình trạng lặp vì thông tin về một cập nhật không đến được tất cả các router đích vì gói cập nhật có thể bị mất hay hỏng. Những router không nhận được cập nhật có thể chèn thông tin định tuyến sai vào trong mạng. EIGRP dùng kĩ thuật truyền tin cậy cho tất cả các cập nhật giữa các hàng xóm bằng cách các hàng xóm hỏi báo khi nhận một cập nhật; nếu không nhận được hỏi báo EIGRP truyền lại cập nhật.

EIGRP dùng thuật toán Diffusing Update Algorithm (DUAL) cho việc tính toán tất cả các tuyến đường. Thời gian hội tụ của DUAL nhỏ hơn so với thuật toán DV bởi vì EIGRP duy trì một bảng tuyến đường không có lặp đến mọi đích.

DUAL có thể hỗ trợ IP, IPX, và AppleTalk. DUAL yêu cầu:

1. Một phương thức để phát hiện hàng xóm mới hay hàng xóm bị mất.
2. Truyền các gói cập nhật tin cậy giữa các hàng xóm.
3. EIGRP có thể đóng gói các giao thông DUAL trong IP, IPX, hay AppleTalk.

5.4 Quan hệ hàng xóm

Một router khám phá một hàng xóm khi nó nhận gói hello trên mạng nối kết trực tiếp của nó. Router yêu cầu DUAL gửi một cập nhật tuyến đường đầy đủ đến hàng xóm mới. Tương ứng, hàng xóm gửi lại cập nhật tuyến đường đầy đủ của nó. Thật vậy, một quan hệ hàng xóm mới được thiết lập qua các bước sau:

1. Khi router A nhận một gói hello từ hàng xóm mới B, A gửi bảng sơ đồ mạng của nó đến B theo kiểu cập nhật.
2. Khi router B nhận được một cập nhật, nó cũng gửi ngược lại bảng sơ đồ mạng đến router A.

Khoảng cách giữa các lần gửi hello của các router chạy EIGRP là 5 giây trên hầu hết các kiểu môi trường truyền. Mỗi gói hello quảng bá hold-time—mặc định là

15s. Nếu không có gói hello được nhận trong suốt hold-time, DUAL nghĩ rằng hàng xóm đó bị tắt. Khi có một router mới được thêm vào, các gói hello được dùng để phát hiện hàng xóm bị mất.

hello-interval có thể được thay đổi dùng lệnh cấu hình sau:

```
ip hello-interval eigrp autonomous-system-number seconds
```

Nếu hello-interval bị thay đổi, hold-time nên được thay đổi và giá trị của nó gấp 3 lần hello-interval.

```
ip hold-time eigrp autonomous-system-number seconds
```

Thông tin sau hiển thị các hàng xóm của NewYork. Cột đầu tiên nhãn H là thứ tự hàng xóm được học. Hold-time cho 172.16.251.2(Ames) là 10 giây(chúng ta có thể suy luận là hello sau cùng được nhận cách đây 5 giây). Hold-time cho 172.16.250.2 (Chicago) là 13 giây(chúng ta có thể suy luận là hello sau cùng được nhận cách đây 2 giây). Hold-time cho một hàng xóm không nên quá 15 giây hay dưới 10.

```
NewYork#sh ip eigrp neighbor
```

```
IP-EIGRP neighbors for process 10
```

H	Address	Interface	Hold	Uptime	SRTT	RTO	Q	Seq
		(sec)	(ms)		Cnt	Num		
1	172.16.251.2	Se0/1	10	00:17:08	28	2604	0	7
0	172.16.250.2	Se0/0	13	00:24:43	12	2604	0	14.

5.5 Reliable Transport Protocol-RTP

Kỹ thuật vận chuyển của EIGRP sử dụng trộn lẫn giữa các gói multicast và unicast dùng cơ chế truyền tin cậy. Tất cả vận chuyển dùng IP với trường protocol là 88. Địa chỉ IP multicast là 224.0.0.10.

DUAL yêu cầu phân phối tin cậy và đảm bảo thứ tự truyền bằng cách dùng hồi báo và số thứ tự. Ví dụ, gói cập nhật (chứa dữ liệu bảng định tuyến) được truyền tin

cậy (với số thứ tự) đến tất cả hàng xóm dùng multicast. Gói Ack—được mong chờ gửi lại từ các hàng xóm. Nếu không nhận được ACK, cập nhật được truyền lại.

Một số vận chuyển trong EIGRP không yêu cầu độ tin cậy. Ví dụ, gói hello được gửi multicast đến tất cả hàng xóm trên đoạn mạng Ethernet, trong khi hồi báo dùng unicast.

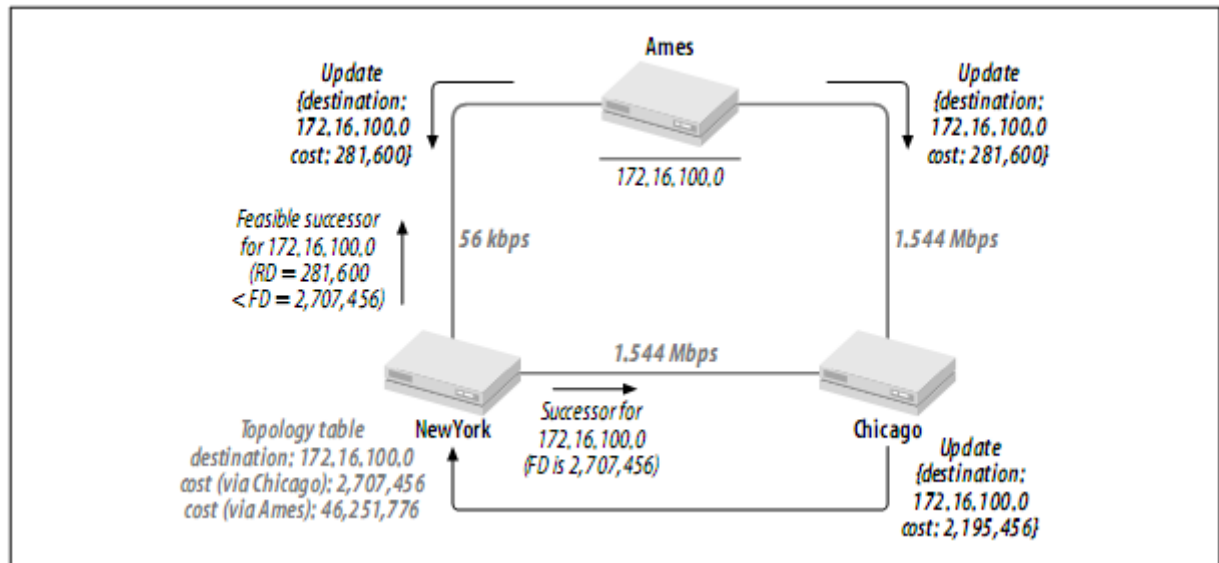
EIGRP cũng sử dụng truy vấn và hồi đáp là một phần của DUAL. Các truy vấn được gửi theo dạng multicast hay unicast sử dụng truyền tin cậy, trong khi hồi đáp luôn sử dụng truyền unicast tin cậy.

5.6 Thuật toán Diffusing Update Algorithm (DUAL)

Tất cả tính toán các tuyến đường trong EIGRP được quản lý bởi DUAL. Một nhiệm vụ của DUAL là quản lý một bảng đường đi tới tất cả các đích mà không bị lặp. Bảng này gọi là bảng sơ đồ mạng. Khi trong mạng xuất hiện lỗi, bảng sơ đồ mạng cho phép mạng hội tụ rất nhanh nếu có sẵn một tuyến đường không lặp trong bảng sơ đồ mạng. Nếu không có tuyến đường này trong bảng, việc tính toán tuyến đường phải được thực hiện. Lúc này đòi hỏi DUAL phải cần truy vấn đến các hàng xóm để lấy thông tin cần cho việc tính toán.

1. Reported distance

Không giống RIP, EIGRP tính chi phí thấp nhất đến các mạng đích dựa trên các cập nhật từ hàng xóm. Một cập nhật từ router R sẽ chứa chi phí đến mạng đích N từ R. Chi phí này gọi là reported distance (RD). NewYork nhận một cập nhật từ Ames với chi phí là 281,600 (đây là chi phí Ames đến mạng 172.16.100.0. Nghĩa là RD cho Ames đến 172.16.100.0 được thông báo bởi NewYork là 281,600. Tương tự Ames, Chicago sẽ thông báo chi phí đến 172.16.100.0 là 2,195,456 như hình sau:



2. Feasible distance và successor

NewYork sẽ tính chi phí của nó đến 172.16.100.0 qua Ames và Chicago. NewYork sau đó sẽ so sánh trọng số giữa hai đường đi. Chi phí qua Ames là 46,251,776 và qua Chicago là 2,707,456. Chi phí thấp nhất đến đích gọi là feasible distance (FD) cho đích đó. FD của NewYork đến 172.16.100.0 là 2,707,456 (BandW = 1,544 và Delay = 4,100). Router chặn kế trong đường đi chi phí thấp nhất gọi là successor. Successor của NewYork cho mạng 172.16.100.0 là 172.16.50.1 (Chicago).

3. Feasibility condition và feasible successor

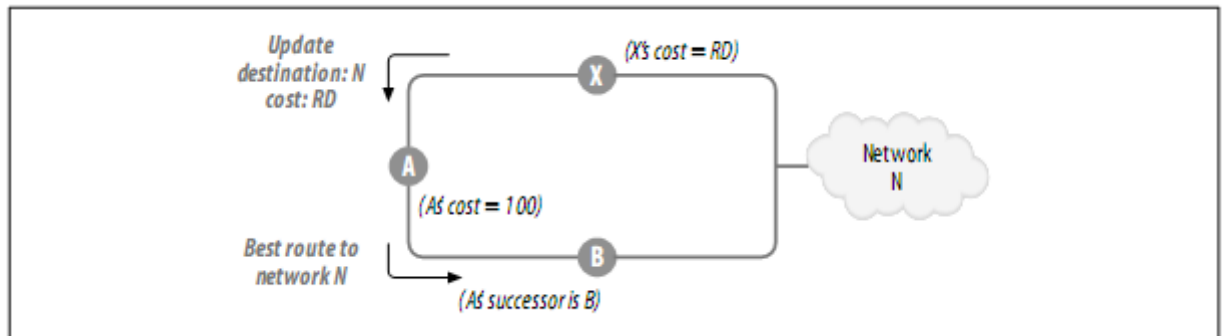
Nếu một RD của một đích nhỏ hơn FD của nó, thì router quảng bá RD nói nó thỏa mãn điều kiện feasibility condition (FC) và router này được gọi là feasible successor (FS). NewYork nhìn RD là 281,600 qua Ames, nó thấp hơn FD của NewYork là 2,707,456. Ames thỏa điều kiện FC. Vì vậy, Ames là một FS của NewYork đến mạng 172.16.100.0.

4. Tránh lặp

FC là một kiểm tra cho không có lặp trong mạng: nếu FC được thỏa, router quảng bá

RD phải có một đường đi đến đích thông qua router kiểm tra. Nếu nó thực hiện điều này, RD phải lớn hơn FD.

Xem minh họa hệ thống mạng trong hình sau:



Tuyến đường tốt nhất của Router A đến mạng N là qua router B, và chi phí cho đường đi này là 100 (FD của A đến N là 100). Router X cũng biết cách đến N; X quảng bá N đến A trong một gói cập nhật (A chép thông tin này vào trong bảng sơ đồ). Giả sử liên kết từ A đến B lỗi, A có thể dùng tuyến đường đến N qua X nếu X không sử dụng A để đến N (vậy là không có lặp).

5.7 Bảng sơ đồ mạng

Tất cả đích quảng bá bởi hàng xóm được chép vào trong bảng sơ đồ mạng. Mỗi đích bao gồm: các hàng xóm quảng bá đích, RD và trọng số đến đích qua hàng xóm đó. Xem bảng sơ đồ mạng của NewYork và xem mạng đích 172.16.100.0. Có hai hàng xóm gửi cập nhật với mạng đích này: Chicago (172.16.250.2) và Ames (172.16.251.2):

```
NewYork#sh ip eigrp topology
```

```
IP-EIGRP Topology Table for process 10
```

```
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
```

```
       r - Reply status
```

```
...
```

```
P 172.16.100.0/24, 1 successors, FD is 2,707,456
```

via 172.16.250.2 (2,707,456/2,195,456), Serial0

via 172.16.251.2 (46,251,776/281,600), Serial1

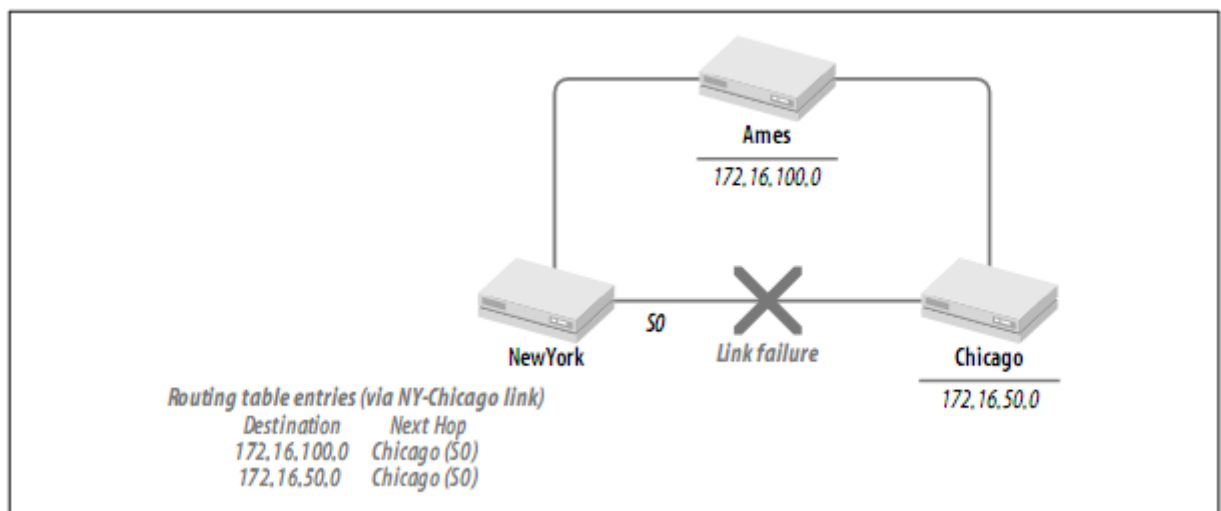
Chicago gửi một cập nhật với RD là 2,195,456, và Ames gửi một cập nhật với RD là 281,600. NewYork tính riêng trọng số của nó đến 172.16.100.0 là 2,707,456 qua Chicago và 46,251,776 qua Ames. NewYork sử dụng đường đi chi phí thấp nhất qua Chicago. FD của NewYork đến 172.16.100.0 là 2,707,456, và Chicago là successor. Kế tiếp NewYork kiểm tra xem Ames là một FS hay không.

RD của Ames là 281,600. Vì $RD < FD$ ($281,600 < 2,707,456$), nên Ames là một FS.

Bất kì sự kiện sau xuất hiện có thể làm cho DUAL tính toán lại FS:

- Chuyển trạng thái của các liên kết nối kết trực tiếp.
- Thay đổi trọng số của liên kết nối kết trực tiếp.
- Một cập nhật từ hàng xóm.

5.8 Hội tụ trong DUAL— Tính toán cục bộ



Giả sử liên kết từ NewYork → Chicago lỗi.

Bảng định tuyến của NewYork cho thấy 172.16.100.0 và 172.16.50.0 được học qua liên kết này (Serial0):

```
NewYork#sh ip route
```

```
...
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 6 subnets
```

```
...
```

```
D 172.16.50.0 [90/2195456] via 172.16.250.2, 00:18:54, Serial0
```

```
D 172.16.100.0 [90/2707456] via 172.16.250.2, 00:18:54, Serial0
```

```
...
```

Những tuyến đường này trở thành không hợp lệ. DUAL cố gắng tìm các successor mới cho cả hai mạng đích—172.16.50.0 và 172.16.100.0.

Bắt đầu với 172.16.100.0. DUAL kiểm tra bảng sơ đồ mạng cho 172.16.100.0:

```
NewYork#sh ip eigrp topology
```

```
...
```

```
P 172.16.100.0/24, 1 successors, FD is 2707456
```

```
via 172.16.250.2 (2707456/2195456), Serial0
```

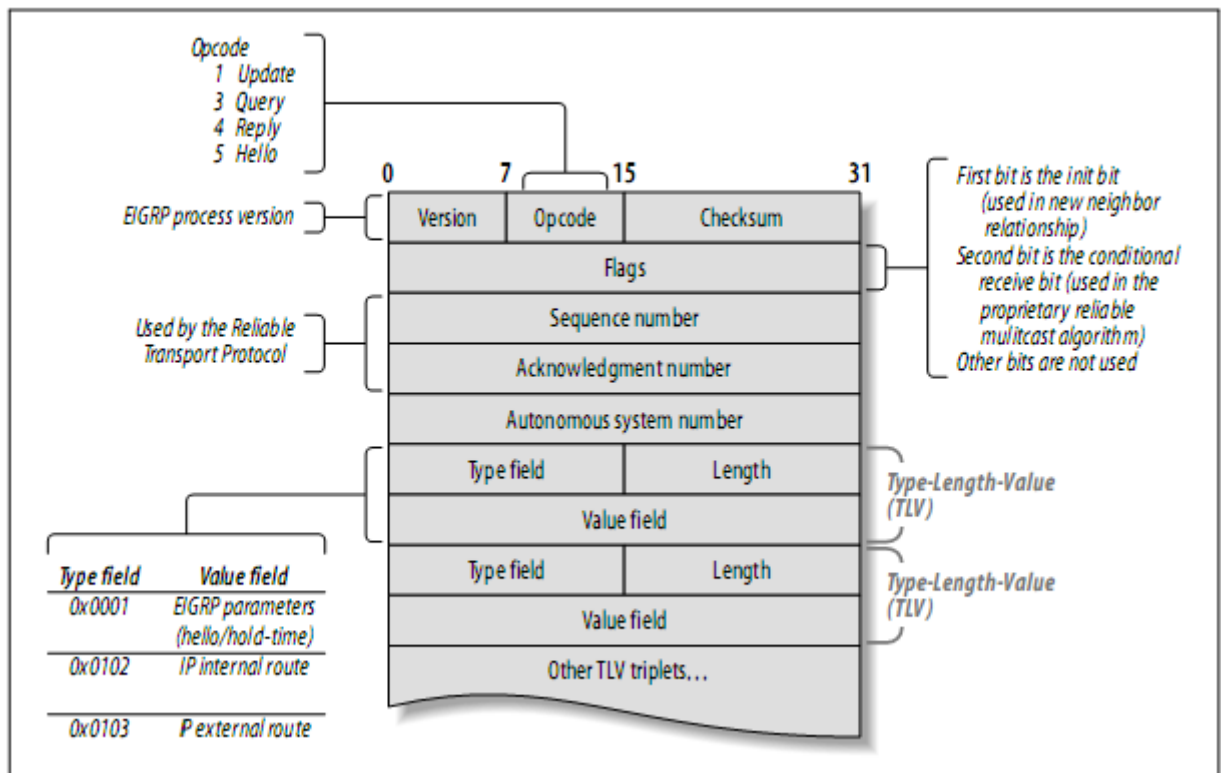
```
via 172.16.251.2 (46251776/281600), Serial1
```

Khi Serial0 bị tắt. Kiểm tra Ames có phải là một FS hay không ?

- $RD < FD$.
- $D=281,600$.
- $FD=2,707,456$.
- Vì $281,600 < 2,707,456$, Ames là một FS.

Vì Ames là một FS nên NewYork có thể ngay lập tức chèn tuyến đường mới đến Ames vào trong bảng định tuyến.

5.9 Định dạng của EIGRP



5.10 Variable Length Subnet Mask

Khác với RIP, cập nhật EIGRP mang thông tin về mặt nạ mạng con. Sử dụng mặt nạ 255.255.255.0 trên liên kết serial gây lãng phí địa chỉ IP bởi vì chỉ có hai thiết bị trên liên kết này vì vậy sẽ lãng phí tới 252 địa chỉ. Một mặt nạ 30-bit (255.255.255.252) cho phép 2 địa chỉ IP cho mỗi mạng con và nó khớp đúng với mạng serial.

Chúng ta chia 172.16.250.0 dùng mặt nạ 30-bit để có thể gán tới 64 mạng con. Mạng con được chia là:

1. 172.16.250.0
2. 172.16.250.4
3. 172.16.250.8
4. ...

64. 172.16.250.252

Các mạng trong hệ thống mạng trên có thể được gán lại như sau:

```
hostname NewYork
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface Ethernet1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description New York to Chicago link
ip address 172.16.250.1 255.255.255.252
!
interface Serial1
description New York to Ames link
bandwidth 56
ip address 172.16.250.5 255.255.255.252
...
router eigrp 10
network 172.16.0.0
hostname Chicago
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
```

```
!  
interface Serial0  
description Chicago to New York link  
ip address 172.16.250.2 255.255.255.252  
!  
interface Serial1  
description Chicago to Ames link  
ip address 172.16.250.9 255.255.255.0  
...  
router eigrp 10  
network 172.16.0.0  
hostname Ames  
...  
interface Ethernet0  
ip address 172.16.100.1 255.255.255.0  
!  
interface Serial0  
description Ames to Chicago link  
ip address 172.16.250.10 255.255.255.0  
!  
interface Serial1  
description Ames to New York link  
bandwidth 56  
ip address 172.16.250.6 255.255.255.0  
...
```

```
router eigrp 10
network 172.16.0.0
```

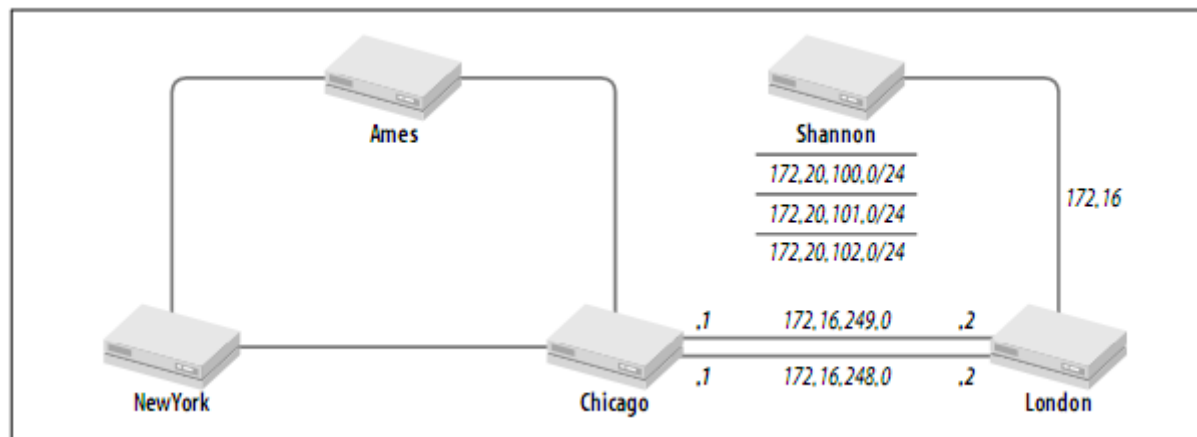
Bảng định tuyến của NewYork như sau:

```
NewYork#sh ip route
...
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D    172.16.250.8/30 [90/2681856] via 172.16.250.2, 00:18:54, Serial0
C    172.16.250.0/30 is directly connected, Serial0
C    172.16.250.4/30 is directly connected, Serial1
D    172.16.50.0/24 [90/2195456] via 172.16.250.2, 00:18:54, Serial00
C    172.16.1.0/24 is directly connected, Ethernet0
D    172.16.100.0/24 [90/2707456] via 172.16.250.2, 00:18:54, Serial0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet1
```

5.11 Tổng hợp tuyến đường

Mặc định EIGRP sẽ tổng hợp tuyến đường ngay tại các con router biên trong mạng tương tự như là RIP nhằm giảm số lượng tuyến đường được truyền giữa các router. Tuy nhiên EIGRP cung cấp một số các cải tiến trong quá trình tổng hợp tuyến đường:

1. Tự động tổng hợp



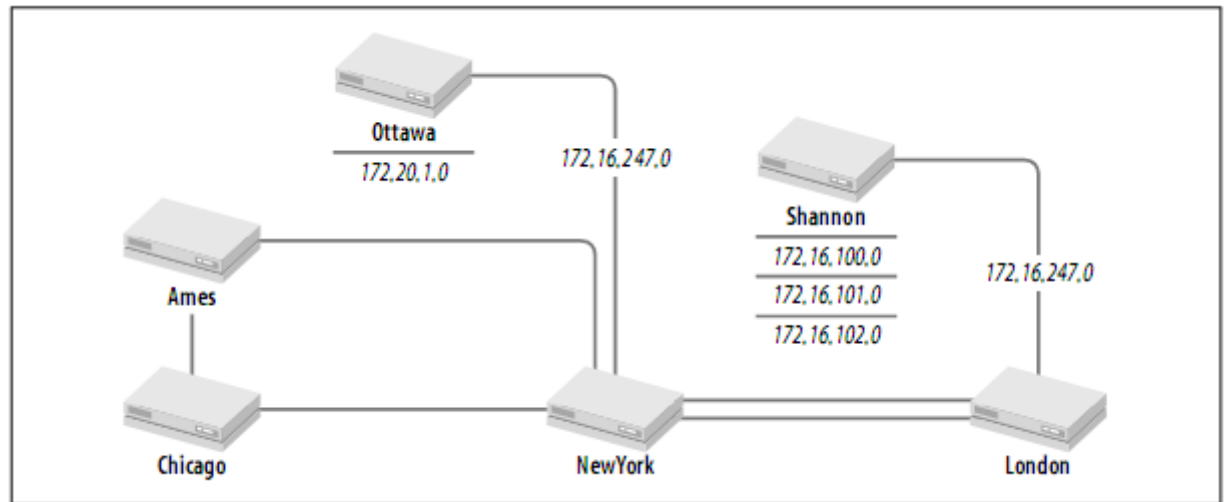
Trong sơ đồ mạng trên, Shannon nối đến văn phòng London qua liên kết 56-kbps. Shannon có ba đoạn Ethernet với các mạng con là: 172.20.100.0/24, 172.20.101.0/24, và 172.20.102.0/24. Các router London và Shannon được cấu hình chạy EIGRP 10. Shannon sẽ quảng bá 172.20.0.0/16 tới London vì liên kết serial từ London đến Shannon biểu diễn một mạng biên (172.20.0.0/172.16.0.0). Shannon chính nó sẽ nhìn thấy tất cả các mạng con 172.16.0.0 (không cần tổng hợp) vì nó nối trực tiếp đến mạng 172.16.0.0.

Trong EIGRP, router thực hiện tổng hợp sẽ xây dựng một tuyến đường đến null0 cho địa chỉ tổng hợp. Bảng định tuyến của Shannon:

```
Shannon#sh ip route 172.20.0.0
...
172.20.0.0/16 is subnetted, 6 subnets
C    172.20.100.0/24 is directly connected, Ethernet0
C    172.20.101.0/24 is directly connected, Ethernet1
D    172.20.0.0/16 is a summary, 00:12:11, Null0
C    172.20.102.0/24 is directly connected, Ethernet2
```

Tuyến đường đến null0 đảm bảo rằng nếu Shannon nhận một gói mà nó không có tuyến đường (ví dụ: 172.20.1.1), nó sẽ định tuyến gói dùng null interface, do đó nó

sẽ xóa gói hơn là sử dụng một tuyến đường khác cho gói (như là tuyến đường mặc định). Trong hệ thống mạng một công ty nhỏ ở Ottawa cũng sử dụng mạng con 172.20.0.0—172.20.1.0 như sau:



Ottawa cũng được cấu hình chạy EIGRP 10 với một liên kết từ New York. Vì địa chỉ IP trên liên kết là 172.16.0.0, Ottawa sẽ gửi một cập nhật của 172.20.0.0 đến New York. Có hai nguồn quảng bá 172.20.0.0, do đó phức thuộc vào vị trí chúng ta trên mạng, chúng ta có thể định tuyến đến Ottawa hay Shannon. Thực tế, New York sẽ chèn 172.20.0.0 đi qua Ottawa, và router London sẽ chèn 172.20.0.0 đi qua Shannon.

Khác với RIP, EIGRP cho phép cấm tổng hợp tuyến đường. Chúng ta có thể cấu hình Shannon và Ottawa như sau:

```
hostname Shannon
...
router eigrp 10
network 172.16.0.0
network 172.20.0.0
no auto-summary
hostname Ottawa
...
```

```
router eigrp 10
network 172.16.0.0
network 172.20.0.0
no auto-summary
```

Lúc auto-summary được bật lên, Shannon và Ottawa sẽ quảng bá các mạng con của nó đến phần còn lại của mạng.

2. Tổng hợp thủ công

EIGRP cho phép tổng hợp tuyến đường với chiều dài mặt nạ mạng con bất kì. Tổng hợp thủ công cho phép giảm kích thước của bảng định tuyến. Trong hệ thống mạng trên NewYork được cấp phát miền địa chỉ từ 172.16.1.0 đến 172.16.15.0. Miền này có thể được biểu diễn là 172.16.0.0/20.

```
hostname NewYork
...
interface Ethernet0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface Ethernet1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
interface Ethernet2
ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
!
interface Serial0
description New York to Chicago link
ip address 172.16.250.1 255.255.255.0
```

```
ip summary-address eigrp 10 172.16.0.0 255.255.240.0

!

interface Serial1

description New York to Ames link

bandwidth 56

ip address 172.16.251.1 255.255.255.0

ip summary-address eigrp 10 172.16.0.0 255.255.240.0

...

router eigrp 10

network 172.16.0.0
```

NewYork có hai đoạn Ethernet được gán từ miền trên và cũng được cấu hình để gửi một tuyến đường tổng hợp cho miền này đến các hàng xóm. Bảng định tuyến NewYork như sau:

```
NewYork#sh ip route

...

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks

D    172.16.252.0/24 [90/2681856] via 172.16.250.2, 00:01:44, Serial0
C    172.16.250.0/24 is directly connected, Serial0
C    172.16.251.0/24 is directly connected, Serial1
D    172.16.0.0/20 is a summary, 00:03:22, Null0
C    172.16.1.0/24 is directly connected, Ethernet0
C    172.16.2.0/24 is directly connected, Ethernet2
D    172.16.50.0/20 [90/2195456] via 172.16.250.2, 00:01:45, Serial0
D    172.16.100.0/20 [90/2707456] via 172.16.250.2, 00:01:45, Serial0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet1
```

Chú ý: NewYork chèn một tuyến đường đến một null interface cho địa chỉ tổng hợp (172.16.0.0/20). Hơn nữa, router Ames và Chicago chèn tuyến đường tổng hợp chứ không phải các tuyến đường riêng lẻ 172.16.1.0/24 và 172.16.2.0/24:

```
Chicago#sh ip route
```

```
...
```

```
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
```

```
C    172.16.252.0/24 is directly connected, Serial1
```

```
C    172.16.250.0/24 is directly connected, Serial0
```

```
D    172.16.251.0/24 [90/2681856] via 172.16.250.1, 00:02:30, Serial0  
      [90/2681856] via 172.16.252.2, 00:02:30, Serial1
```

```
C    172.16.50.0/24 is directly connected, Ethernet0
```

```
D    172.16.0.0/20 [90/2195456] via 172.16.250.1, 00:02:12, Serial0
```

```
D    172.16.100.0/20 [90/2195456] via 172.16.252.2, 00:02:10, Serial1
```

Trong ví dụ trước, NewYork cấp phát khối địa chỉ gồm 16 mạng con:

```
Từ 172.16.64.0 đến 172.16.95.0
```

Ames có thể cấp phát khối địa chỉ gồm 16 mạng con:

```
Từ 172.16.96.0 đến 172.16.111.0
```

Chicago có thể cấp phát khối địa chỉ gồm 16 mạng con:

```
172.16.48.0 đến 172.16.63.0
```

Ames có thể được cấu hình để tổng hợp tuyến đường của nó dùng lệnh trên interface serial:

```
ip summary-address eigrp 10 172.16.0.0 255.255.240.0
```

Chicago có thể được cấu hình để tổng hợp tuyến đường của nó dùng lệnh trên interface

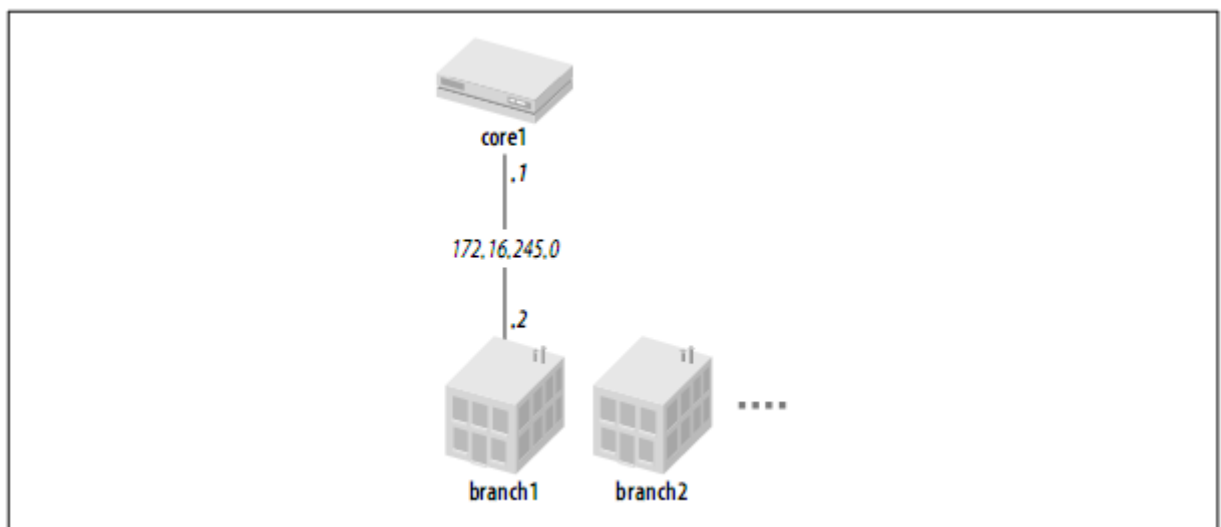
serial:

```
ip summary-address eigrp 10 172.16.0.0 255.255.240.0
```

5.12 Tuyến đường mặc định

EIGRP lần vết tuyến đường mặc định trong các cập nhật định tuyến bên ngoài của nó và nó đánh dấu tuyến đường mặc định bằng cách gán trường flag thành 0x02.

Tuyến đường mặc định thường được dùng để hỗ trợ các văn phòng chi nhánh chỉ có một hay hai nối kết đến mạng lõi như hình sau:



Router core được cấu hình như sau:

```
hostname core1
!
interface Ethernet0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
...
interface Serial0
 ip address 172.16.245.1 255.255.255.0
...
```

```
router eigrp 10

redistribute static metric 56 100 255 1 255

network 172.16.0.0

!

ip classless

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Null0
```

Các router chi nhánh được cấu hình như sau :

```
hostname branch1

...

interface Serial0

ip address 172.16.245.2 255.255.255.0

...

router eigrp 10

network 172.16.0.0
```

Bảng định tuyến của branch1 :

```
branch1#sh ip route

...

Gateway of last resort is 172.16.251.1 to network 0.0.0.0

    172.16.0.0/24 is subnetted, 6 subnets
C       172.16.245.0 is directly connected, Serial0

...

D*EX 0.0.0.0/0 [170/46251776] via 172.16.245.1, 00:01:47, Serial0
```

Vì tuyến đường mặc định là một tuyến đường ngoài, nó được đánh dấu với khoảng cách là 170

Các bước sau để tạo tuyến đường mặc định:

1. Mạng 0.0.0.0 là một tuyến đường tĩnh trên core1.
 2. Mạng 0.0.0.0 được phân phối vào trong EIGRP 10.
 3. Trọng số mặc định được gán cho các tuyến đường phân phối.
 4. EIGRP 10 được chạy ở branch1.
-

Hướng dẫn phần thực hành

- Sinh viên có thể sử dụng phần mềm mô phỏng mạng packettracer hay GNS3 để thiết kế các sơ đồ mạng và cấu hình
- Sinh viên hoàn thành các chương trình mẫu được minh họa trên lớp.
- Sinh viên hoàn thành các bài lab với mục tiêu như sau:
 - ✓ Lab 1: Làm quen với cách cấu hình Router, cấu hình telnet, console, cách lưu và phục hồi các tập tin cấu hình, cấu hình interface, kiểm tra hoạt động router.
 - ✓ Lab 2: Cấu hình định tuyến tĩnh, cấu hình tuyến đường mặc định, cấu hình tổng hợp tuyến đường, xem thông tin bảng định tuyến.
 - ✓ Lab 3: Cấu hình RIP-1.
 - ✓ Lab 4: Cấu hình RIP-2, cấu hình RIPv2 có sử dụng VLSM, chứng thực, phân hoạch mạng con IP không liên tục.
 - ✓ Lab 5: kiểm tra mô hình tích hợp gồm static route, RIP-1 và RIP-2.
 - ✓ Lab 6 : Cấu hình OSPF, các kiểu mạng trong OSPF, cấu hình multi-area OSPF, chứng thực, VLSM, CIDR
 - ✓ Lab 7 : Cấu hình EIGRP
 - ✓ Lab 8 : Kiểm tra mô hình tích hợp gồm RIP, OSPF, multi-area OSPF, EIGRP....

Tài liệu tham khảo

- 1) Bài giảng môn Hạ tầng Internet và các dịch vụ.
- 2) Tài liệu online của chương trình CCNA v3.1 và 4.1 và CCNP.
- 3) Cisco Press – Routing TCP-IP Volume 1 2nd Edition. NXB: Cisco Press, 2005.
- 4) Cisco TCP-IP Routing Professional Reference, NXB: MCGraw Hill, 2006.
- 5) Tài nguyên học tập tại \\192.168.6.1\tranthong\kythuatrouting\