

IP và các giao thức chọn đường

PGS. Trương Diệu Linh

Bộ môn Truyền thông và Mạng máy tính

Tầng mạng của TCP/IP

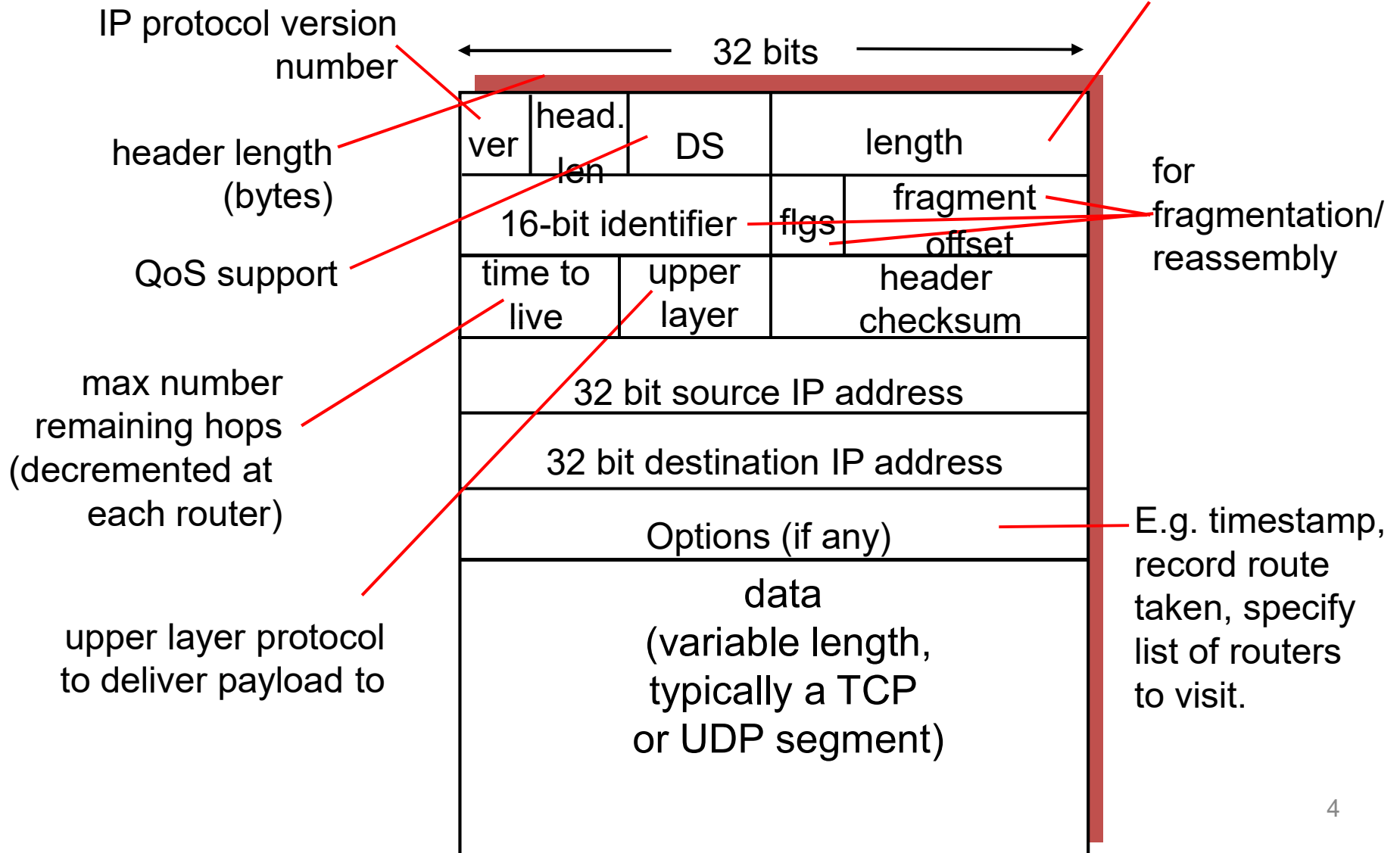
- Tầng mạng (Network layer)
 - Đảm trách chức năng dẫn đường cho dữ liệu từ mạng/ thiết bị nguồn đến mạng/ thiết bị đích. Nhiệm vụ này thường đòi hỏi việc định tuyến cho gói tin qua một mạng lưới các thiết bị trung gian (router).
 - Giao thức gồm:
 - Giao thức xác định đường đi: tính đường, thiết lập đường/bảng định tuyến.
 - Giao thức chuyển tiếp: chuyển dữ liệu theo đường/bảng định tuyến đã định
 - Giao thức xác định đường đi trong TCP/IP
 - OSPF, RIP (Routing information protocol)
 - BGP (Border Gateway Protocol),
 - Chuyển tiếp: IP

Giao thức IP

- ◆ Tầng mạng (Internet layer), giao thức IP (Internet Protocol)
 - ✓ Đơn vị dữ liệu là gói gói (packet hoặc datagram),
 - ✓ Giao thức IP chuyển tiếp dữ liệu không đảm -best effort
 - ✓ IP cung cấp cơ chế quy hoạch địa chỉ mạng,
 - ✓ Giao thức tầng mạng thông dụng nhất ngày nay là IPv4; IPv6

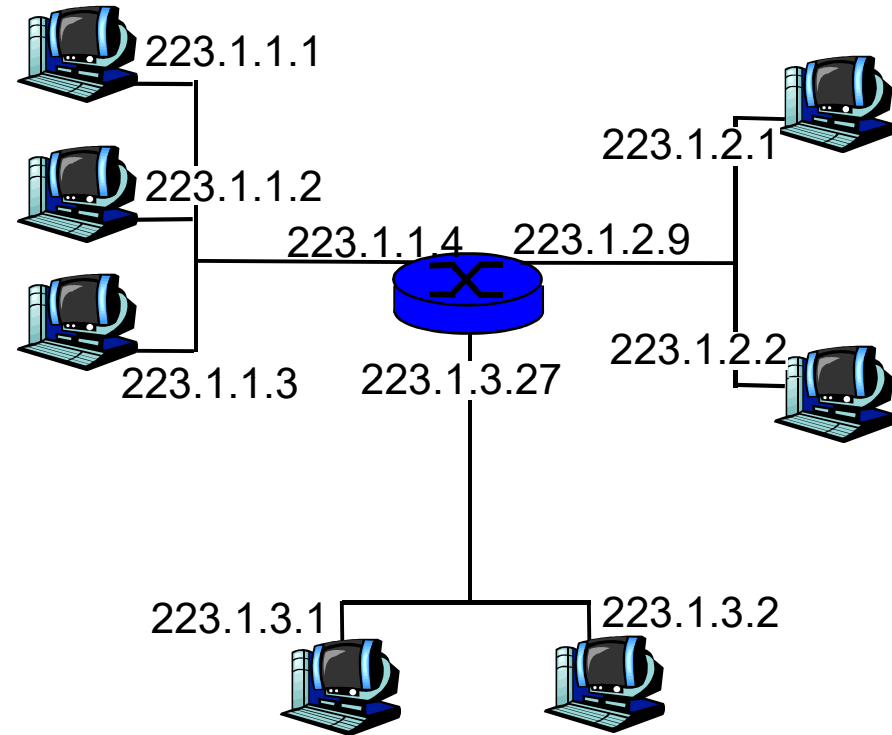
IP packet

total datagram length (words)



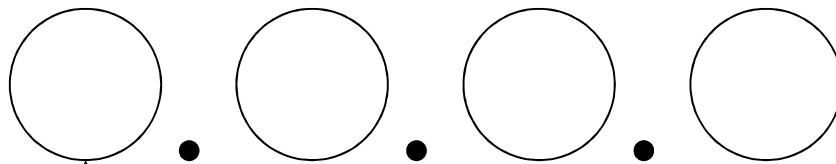
Địa chỉ IP (IPv4)

- Địa chỉ IP : Một số 32-bit để định danh giao diện máy trạm, bộ định tuyến
- Mỗi địa chỉ IP được gán cho một giao diện
- Địa chỉ IP có tính duy nhất



223.1.1.1 = $\underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1$

Ký hiệu thập phân có chấm



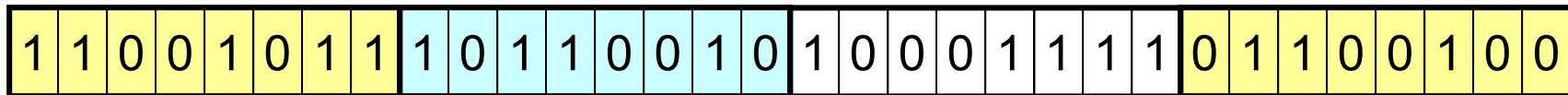
8 bits
0 – 255 integer

Ví dụ:

203.178.136.63 o
259.12.49.192 x
133.27.4.27 o

Sử dụng 4 phần 8 bits để miêu tả một địa chỉ 32 bits

3417476964



203

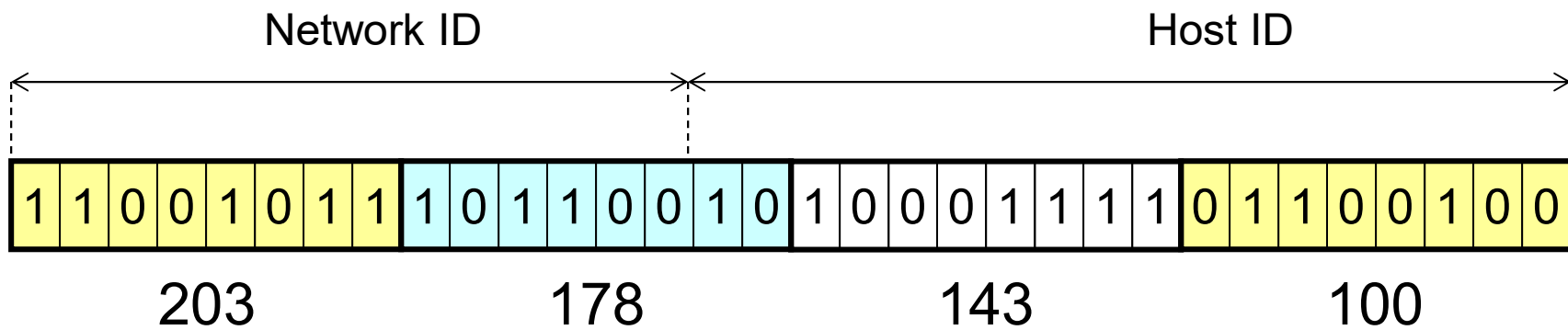
178

143

100

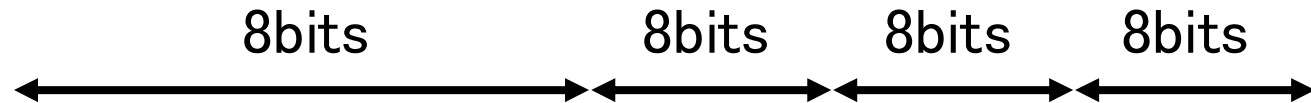
Địa chỉ máy trạm, địa chỉ mạng

- Địa chỉ IP có hai phần
 - Host ID – địa chỉ máy trạm
 - Network ID – địa chỉ mạng



- Làm thế nào biết được phần nào là cho máy trạm, phần nào cho mạng?
 - Phân lớp địa chỉ
 - Không phân lớp – CIDR

Phân lớp địa chỉ IP



Class A	0	7bit	H	H	H
Class B	1 0	6bit	N	H	H
Class C	1 1 0	5bit	N	N	H
Class D	1 1 1 0	Multicast			
Class E	1 1 1 1	Reserve for future use			

	# of network	# of hosts
Class A	128	2^{24}
Class B	16384	65536
Class C	2^{21}	256

Hạn chế của việc phân lớp địa chỉ

- Lãng phí không gian địa chỉ
 - Việc phân chia cứng thành các lớp (A, B, C, D, E) làm hạn chế việc sử dụng toàn bộ không gian địa chỉ

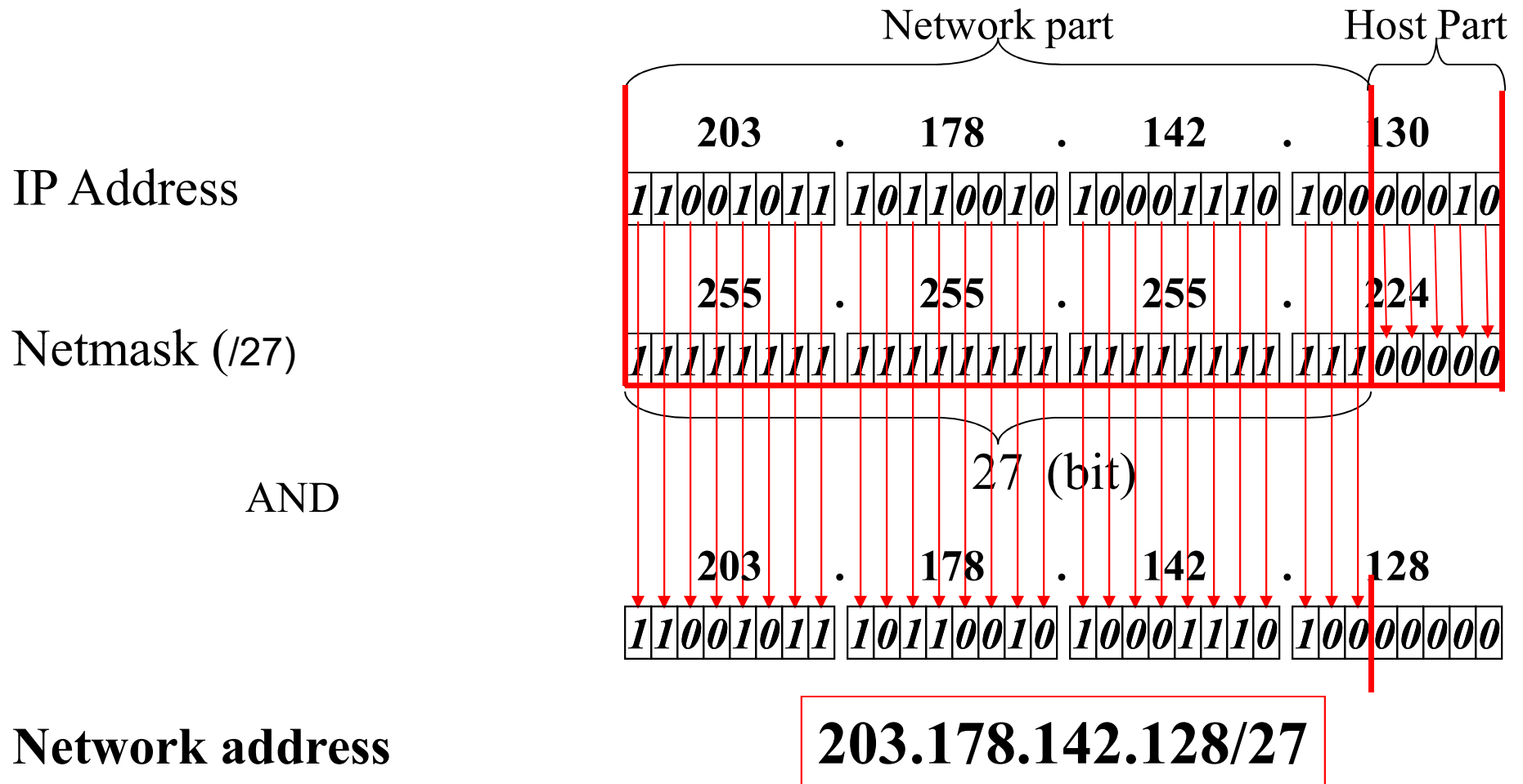
Cách giải quyết ...

- CIDR: **C**lassless **I**nter **D**omain **R**outing
 - Phần địa chỉ mạng sẽ có độ dài bất kỳ
 - Dạng địa chỉ: **a.b.c.d/x**, trong đó x (mặt nạ mạng) là số bit trong phần ứng với địa chỉ mạng

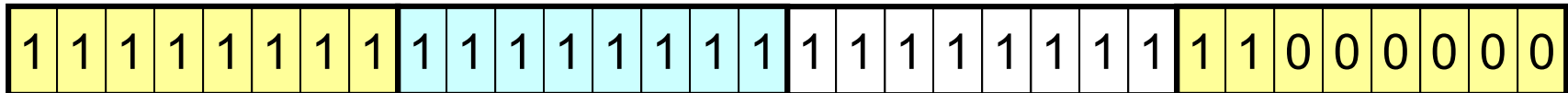
Mặt nạ mạng

- Mặt nạ mạng chia một địa chỉ IP làm 2 phần
 - Phần ứng với máy trạm
 - Phần ứng với mạng
- Dùng toán tử AND
 - Tính địa chỉ mạng
 - Tính khoảng địa chỉ IP

Cách tính địa chỉ mạng



Mặt nạ mạng và kích thước mạng



255

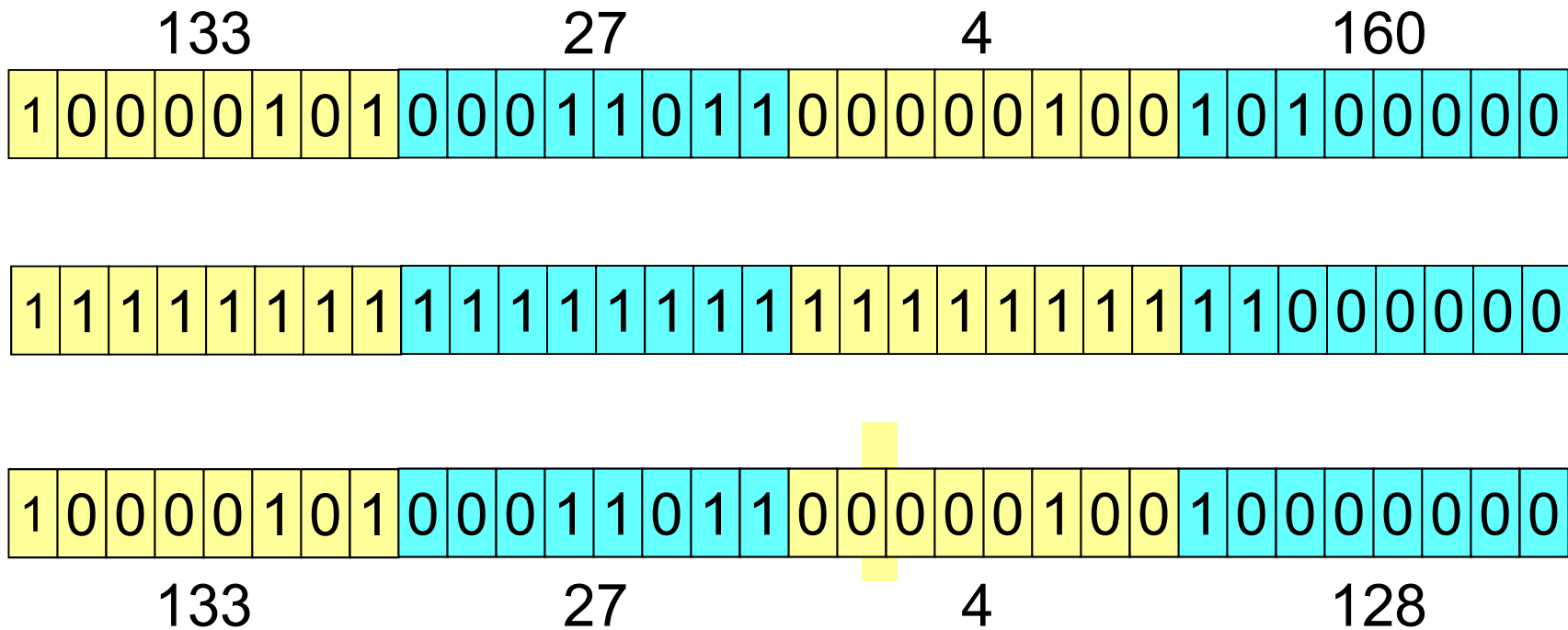
255

255

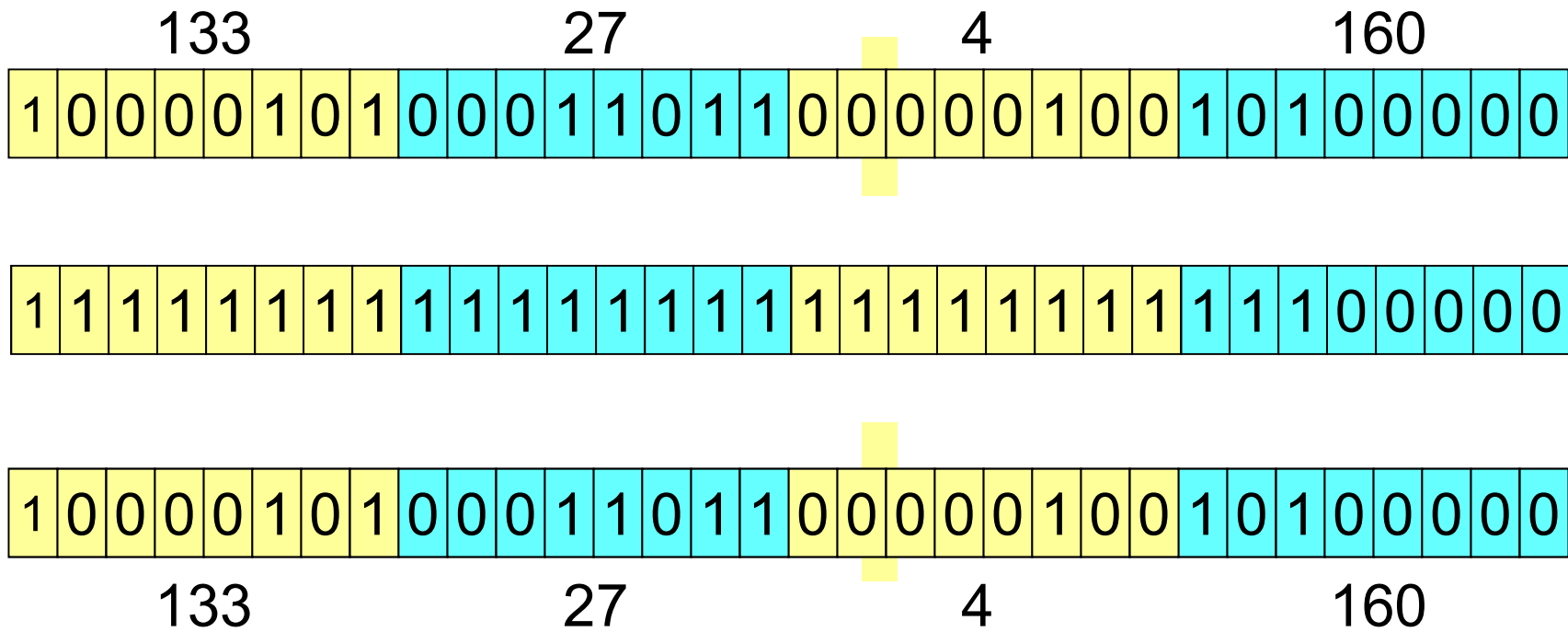
192

- Kích thước
 - Theo lũy thừa 2
- [RFC1878](#)
- Trong trường hợp /26
 - Phần máy trạm = 6 bits
 - $2^6=64$
 - Dải địa chỉ có thể gán:
 - 0 - 63
 - 64 - 127
 - 128 - 191
 - 192 - 255

Địa chỉ mạng hay máy trạm (1)



Địa chỉ mạng hay máy trạm (2)



Các dạng địa chỉ

- Địa chỉ mạng
 - Địa chỉ IP gán cho một mạng
 - Có phần hostID hoàn toàn bằng 0
- Địa chỉ máy trạm
 - Địa chỉ IP gán cho một card mạng
- Địa chỉ quảng bá
 - Địa chỉ dùng để gửi cho tất cả các máy trạm trong mạng
 - Toàn bit 1 phần ứng với phần HostID

Địa chỉ IP và mặt nạ mạng

- Địa chỉ nào là địa chỉ máy trạm, địa chỉ mạng, địa chỉ quảng bá?
 - (1) 203.178.142.128 /25
 - (2) 203.178.142.128 /24
 - (3) 203.178.142.127 /25
 - (4) 203.178.142.127 /24
- Lưu ý: Với cách địa chỉ hóa theo CIDR, địa chỉ IP và mặt nạ mạng luôn phải đi cùng nhau

Không gian địa chỉ IPv4

- Theo lý thuyết
 - Có thể là 0.0.0.0 ~ 255.255.255.255
 - Một số địa chỉ đặc biệt
- Địa chỉ IP đặc biệt ([RFC1918](#))

Private address	10.0.0.0/8
	172.16.0.0/12
	192.168.0.0/16
Loopback address	127.0.0.0
Multicast address	224.0.0.0
	~239.255.255.255

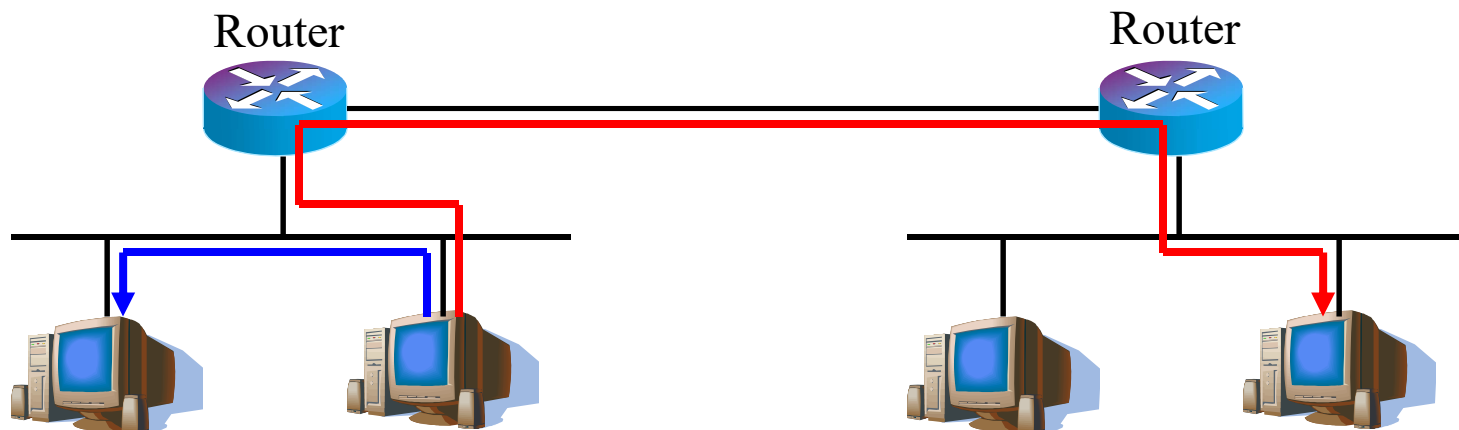
- Địa chỉ liên kết nội bộ: 169.254.0.0/16

Lưu ý về địa chỉ IP

- Internet đang sử dụng IPv4: 32 bits
 - 133.113.215.10 (IPv4)
- IPv6 đã và sẽ được sử dụng rộng rãi hơn: 128bits
 - 2001:200:0:8803::53 (IPv6)
 - Cố định 64 bit đầu thuộc về subnetID, 64 bit sau thuộc về interfaceID.
 - Tích hợp tính năng bảo mật

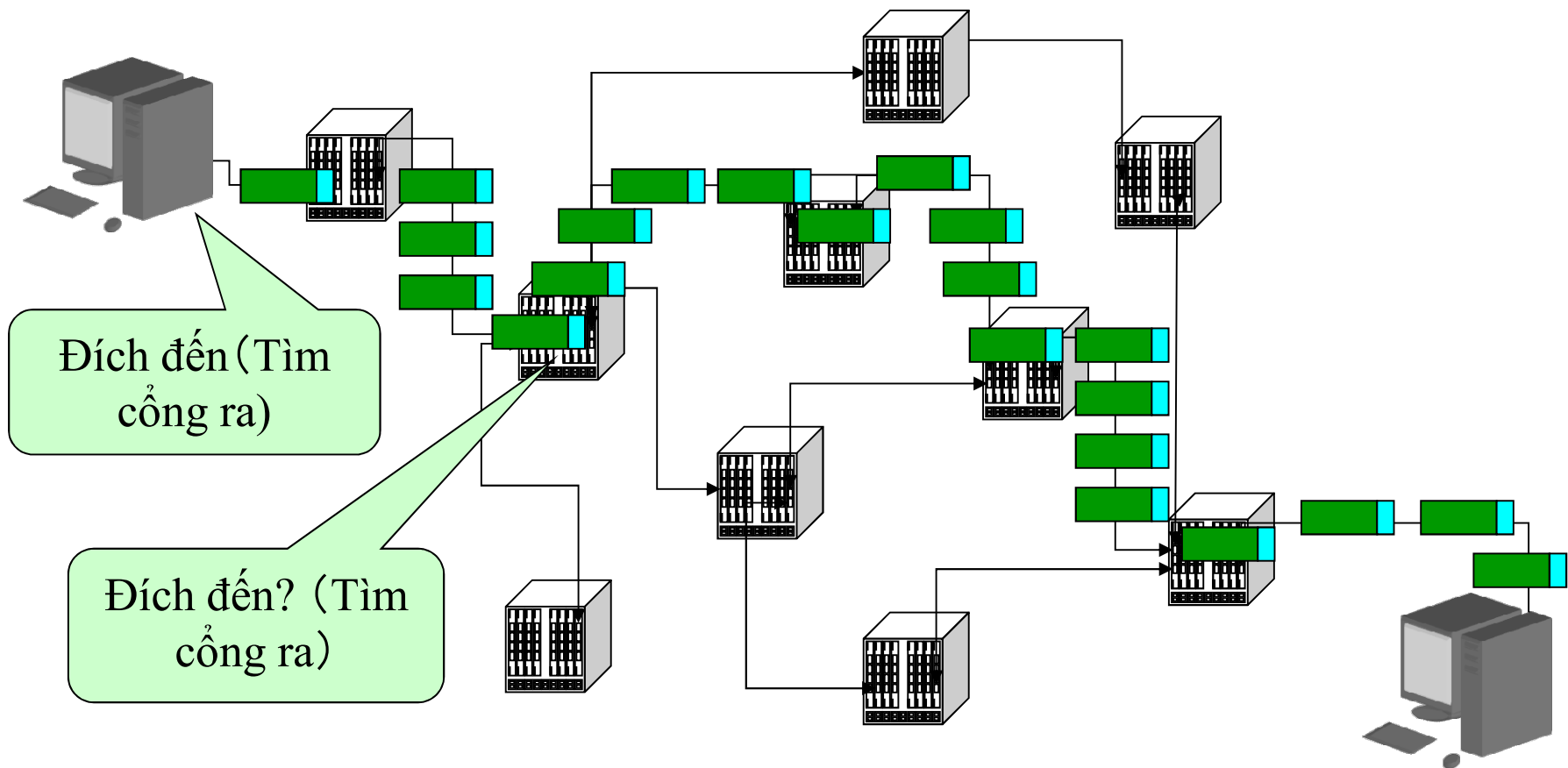
Cơ bản về chuyển tiếp trong IP

- Khi một máy trạm gửi một gói tin IP tới một máy khác
 - Nếu địa chỉ đích nằm trên cùng một đường truyền vật lý: Chuyển trực tiếp
 - Nếu địa chỉ đích nằm trên một mạng khác: Chuyển gián tiếp qua bộ định tuyến (chọn đường)



Cơ bản về chuyển tiếp trong IP

Các router xác định cổng ra cho mỗi gói dựa vào bảng định tuyến.



Chọn đường là gì?

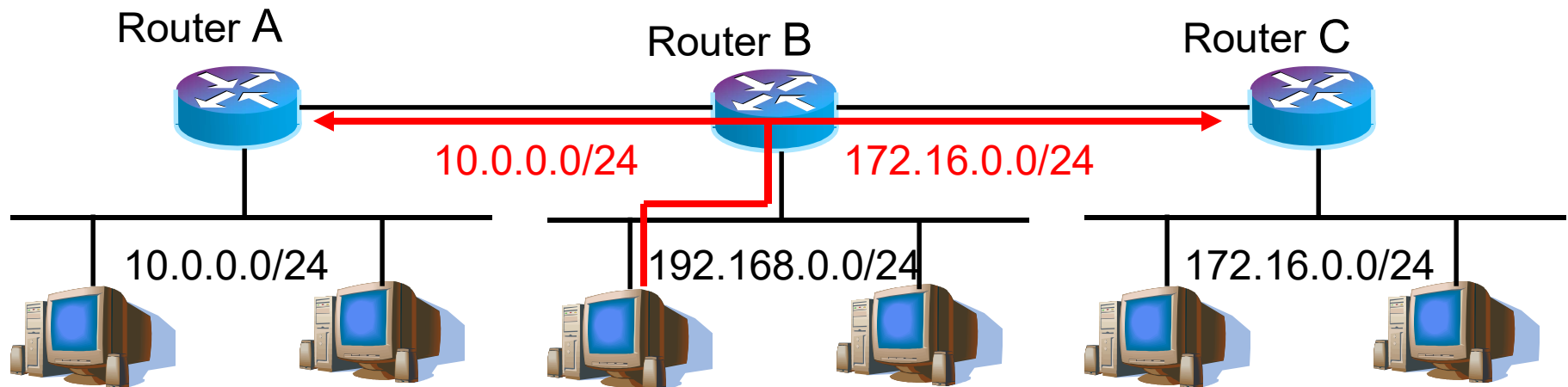
- Cơ chế xác định đường đi cho dữ liệu.
- Bộ định tuyến:
 - Máy tính/thiết bị với phần cứng chuyên dụng
 - Có nhiều giao diện nối với nhiều mạng
 - Chuyển tiếp dữ liệu dựa trên bảng chọn đường.
 - Bảng hướng dẫn bộ định tuyến chuyển tiếp dữ liệu nhận được ra mỗi cổng ra.
- Các công việc trong chọn đường
 - Xây dựng bảng chọn đường bằng
 - Hình thức thủ công, hoặc
 - Bằng các giải thuật chọn đường.

Bảng chọn đường

- Chỉ ra danh sách các đường đi có thể, được lưu trong bộ nhớ của router
- Các thành phần chính của bảng chọn đường
 - Địa chỉ đích/mặt nạ mạng
 - Router kế tiếp

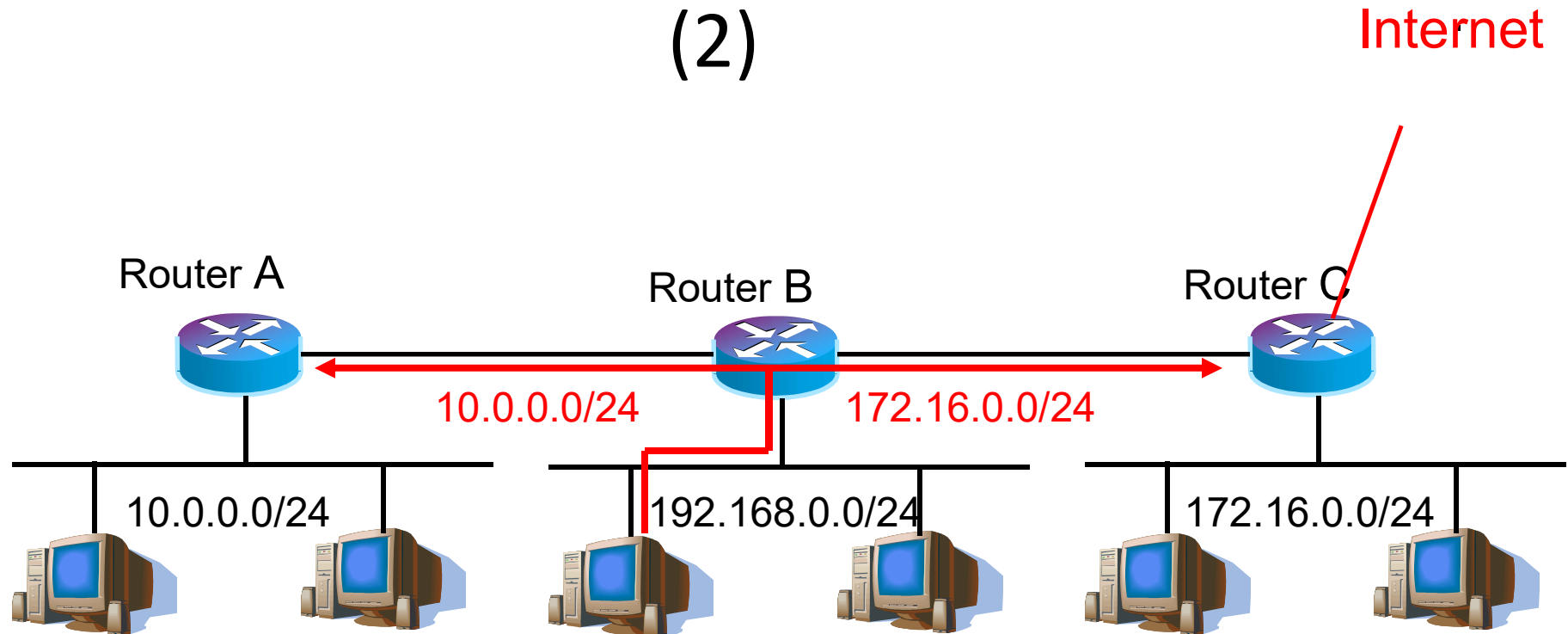
Bảng chọn đường và cơ chế chuyển tiếp (1)

Network	Next-hop
10.0.0.0/24	A
172.16.0.0/24	C



Lưu ý quy tắc: **No routes, no reachability!**

Bảng chọn đường và cơ chế chuyển tiếp (2)



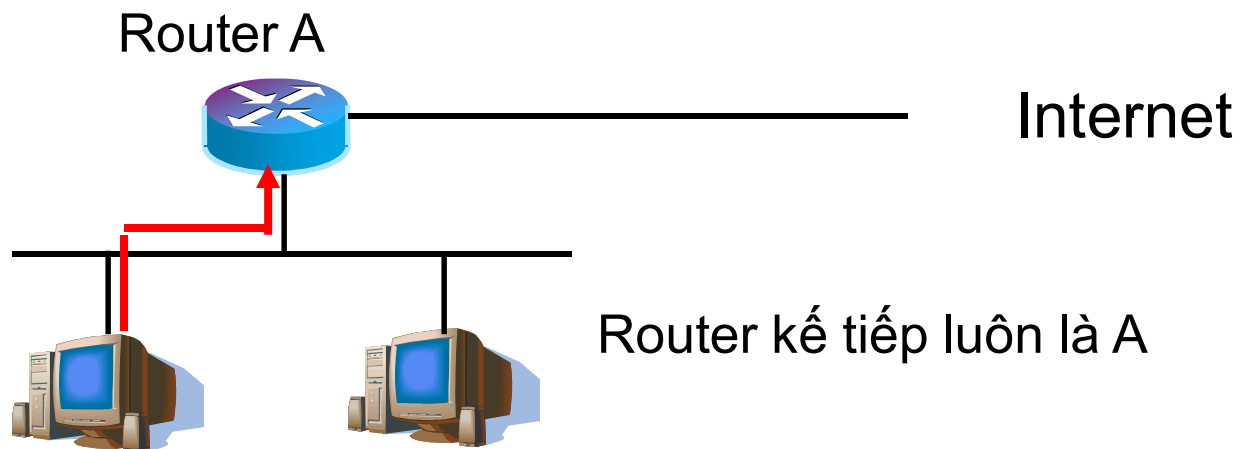
Network	Next-hop
10.0.0.0/24	A
172.16.0.0/24	C
192.168.0.0/24	Direct

Q. Mô tả bảng chọn đường trên C

Nếu C nối vào Internet?

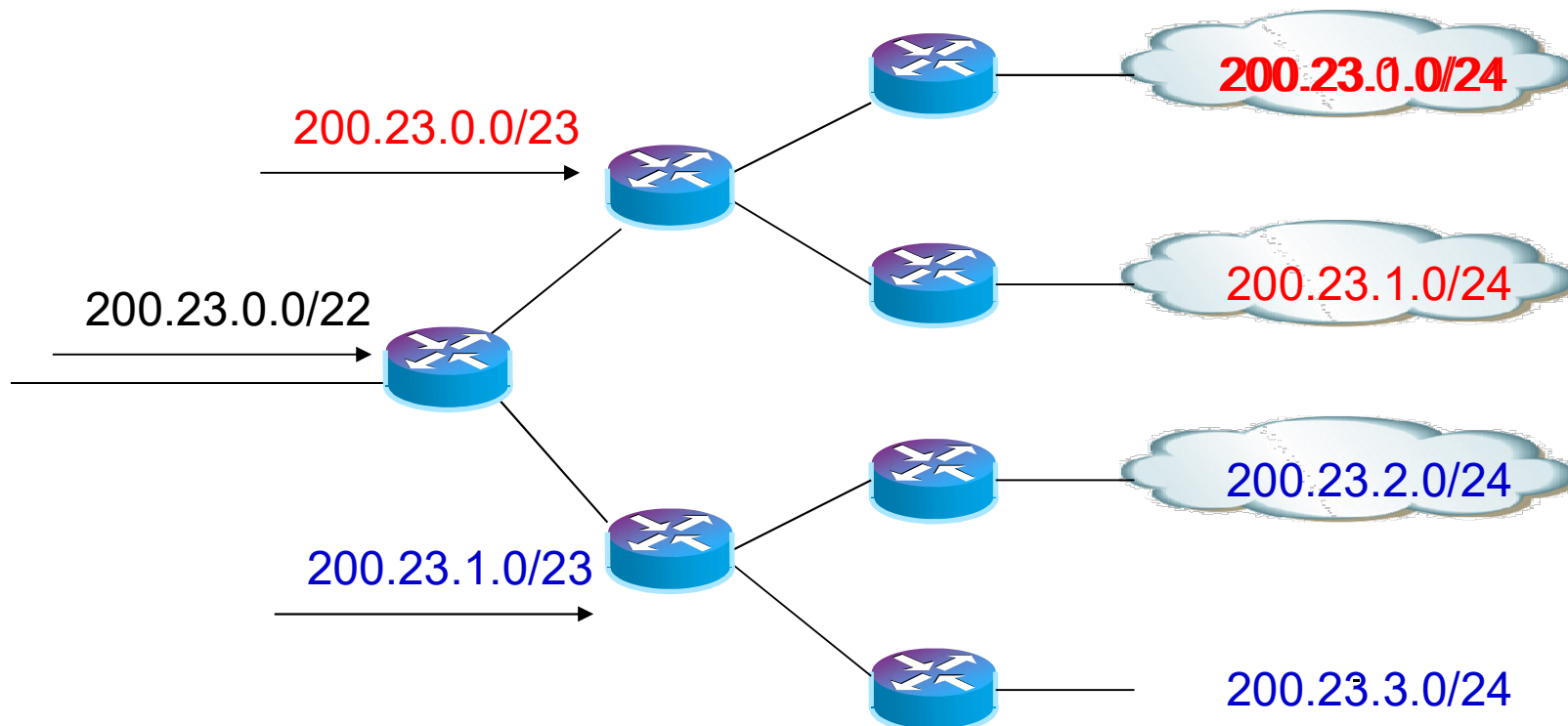
Đường đi mặc định

- Nếu đường đi không tìm thấy trong bảng chọn đường
 - Đường đi mặc định trở đến một router kết tiếp
 - Trong nhiều trường hợp, đây là đường đi duy nhất
- 0.0.0.0/0
 - Là một trường hợp đặc biệt, chỉ tất cả các đường đi



Kết hợp đường đi (Routing aggregation)

- Có bao nhiêu mạng con trên mạng Internet?
- Sẽ có rất nhiều mục trong bảng chọn đường?
- Các mạng con kế tiếp với cùng địa chỉ đích có thể được tổng hợp lại để làm giảm số mục trong bảng chọn đường.



Giao thức định tuyến nội vùng

◆ Các giao thức định tuyến nội vùng:

	Distance Vector Routing Protocol		Link-state vector protocols
IP phân lớp	RIP	IGRP	
IP không phân lớp	RIPv2	EIGRP	OSPFv2 & IS-IS
IPv6	RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3 & IS-IS for IPv6

Hình 1: Phân loại các giao thức định tuyến nội vùng

OSPF

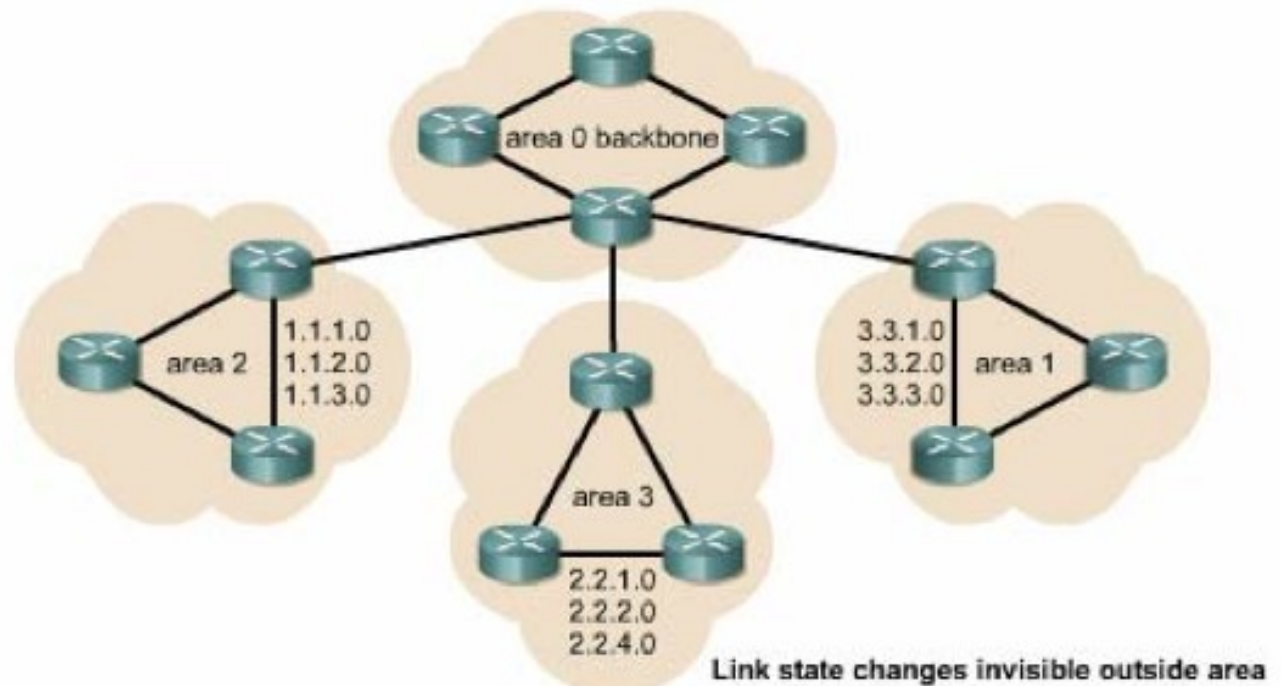
Giao thức định tuyến OSPF

- ◆ OSPF là một giao thức định tuyến theo liên kết trạng thái được triển khai dựa trên các chuẩn mở.
- ◆ Thuật toán đòi hỏi các nút mạng có đầy đủ thông tin về toàn bộ topo của mạng
- ◆ OSPF được mô tả trong nhiều tài liệu của IETF (Internet Engineering Task Force).
 - ◆ OSPF v2: RFC2328
 - ◆ OSPF v3: RFC5340

Giao thức định tuyến OSPF

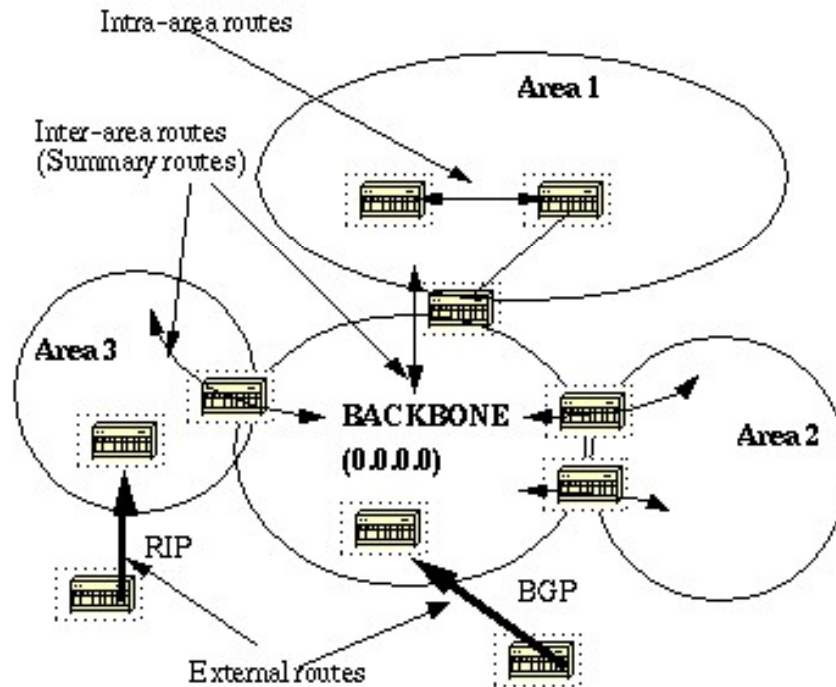
- ◆ OSPF cho mạng lớn được phân cấp:
 - ◆ chia thành nhiều vùng:
 - ◆ một tập hợp liên kết, nút
 - ◆ Thông tin định tuyến chỉ giới hạn trong area, chỉ thông tin tóm tắt được gửi ra ngoài
 - ◆ Các vùng đều được kết nối vào vùng vùng xương sống (backbone) là vùng 0

- ◆ Vùng trong OSPF được định danh bởi 32-bits, cấu trúc giống như địa chỉ IP
- ◆ Vùng 0 có định danh 0.0.0.0



Giao thức định tuyến OSPF

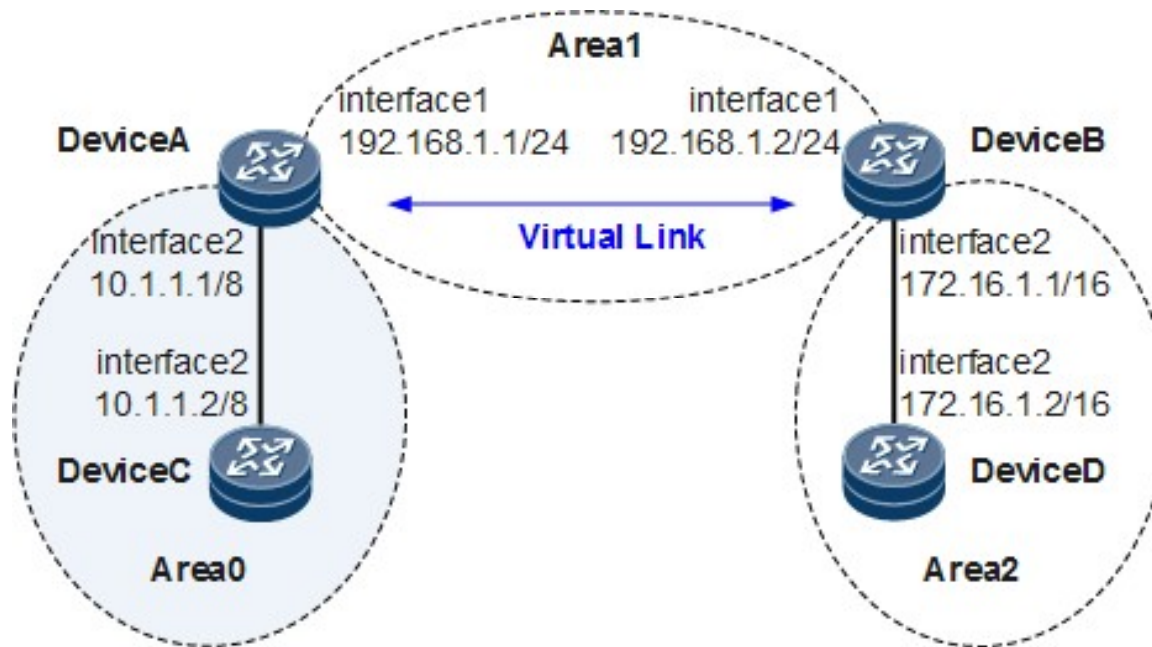
- ◆ Các vùng mạng phải được kết nối vật lý vào mạng backbone.



Mô hình mạng OSPF lớn thực tế

Virtual link

Một area (Area 2) không kết nối trực tiếp với backbone mà thông qua Area 1 (transit area). Có thể cấu hình virtual link (Device A-DeviceB) nối Area 2 với backbone



Các loại Area

- Backbone
- Regular:
 - Tạo ra và nhận thông tin tóm tắt về các liên kết đến/từ bên ngoài
- Transit:
 - Vùng được 2 vùng khác dùng làm trung gian để vận chuyển dữ liệu.
 - Không phải là nguồn, đích dữ liệu.
 - Backbone là một trường hợp transit
- Stub
 - Vùng không nhận thông tin trạng thái liên kết từ bên ngoài
 - Định tuyến trong vùng bằng đường đi mặc định

Các loại router

- Internal Router:
 - Mọi interface đều trong cùng 1 area
- Area border router:
 - Nối một vùng với backbone
- Backbone router
 - Router có ít nhất 1 interface trong vùng backbone
- Autonomous system boundary router (ASBR)
 - Router nối với AS khác và do đó chạy nhiều hơn một giao thức định tuyến
 - Thường có chạy một giao thức định tuyến liên vùng

Giao thức định tuyến OSPF

- ◆ Đặc điểm thiết kế phân cấp:
 - ✓ Thông tin trạng thái liên kết, topo của mỗi vùng không được quảng bá ra vùng ngoài
 - ✓ Router kết nối một vùng và vùng 0 (backbone) là router biên
 - ✓ 2 router biên của cùng 1 vùng được liên kết với nhau trong vùng 0 bằng liên kết ảo
 - ✓ Cost của liên kết ảo là cost đi giữa 2 router biên trong vùng của nó
 - ✓ Các tuyến đường nội vùng gọi là **intra-area routes**.
 - ✓ Các tuyến đường ngoại vùng gọi là **inter-area routes**.
 - ✓ Các tuyến đường học được từ giao thức định tuyến liên vùng gọi là **external routes**.

Giao thức định tuyến OSPF

◆ Ưu điểm của thiết kế phân cấp trong OSPF:

- ✓ Kiểu thiết kế này cho phép kiểm soát hoạt động cập nhật định tuyến.
- ✓ Giảm tải của hoạt động định tuyến, tăng tốc độ hội tụ,
- ✓ Giới hạn sự thay đổi của hệ thống mạng vào từng vùng và tăng hiệu suất hoạt động.

Tìm đường giữa các miền khác nhau

- Bảng định tuyến ở các miền
 - Mỗi router biên tóm tắt cho vùng của nó cost cần thiết để đi đến các đích ở miền ngoài
 - Sau khi các đường đi ngắn nhất được tính cho vùng thì các đường đi ngắn nhất đến các đích ngoài vùng cũng được tính để xây dựng bảng định tuyến đầy đủ.
- Việc tính đường đi được thực hiện ở 2 cấp intra-area và inter-area
 - Đường đi gồm 3 phần
 - Intra-route từ nguồn đến nút biên của vùng có nguồn
 - Backbone route từ vùng nguồn đến vùng đích
 - Intra-route từ nút biên đích đến đích
 - Các đường đi ngắn nhất của 3 phần trên được chọn
 - Nút biên nguồn được chọn là nút cho phép đến đích với đường đi ngắn nhất

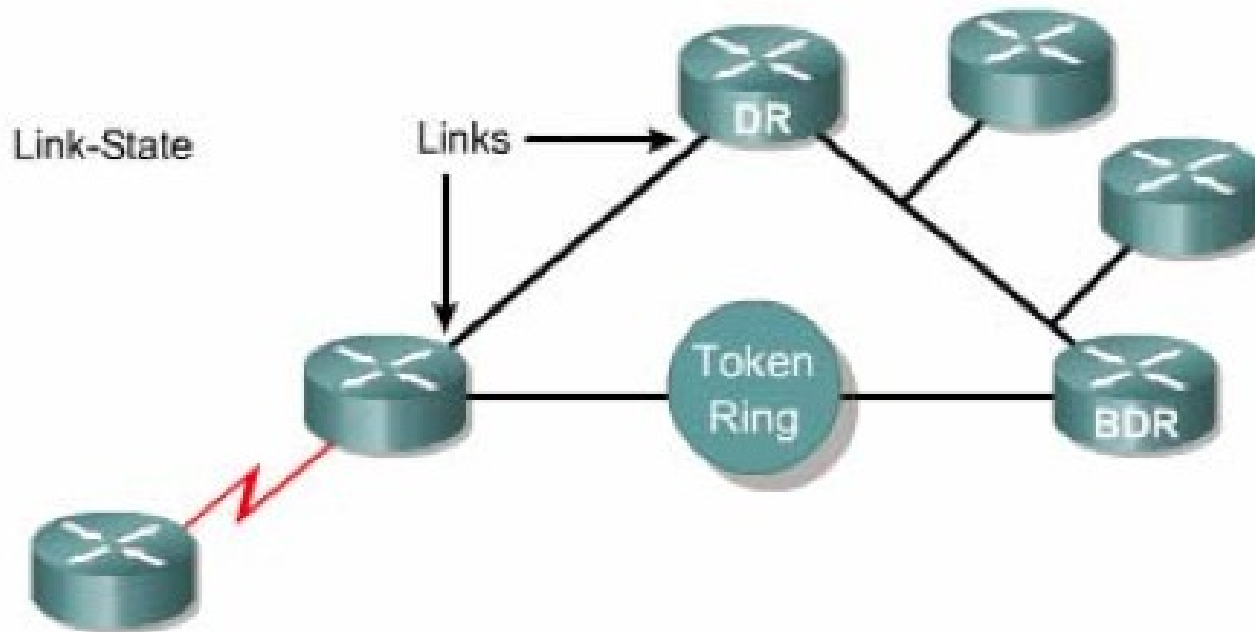
Giao thức định tuyến OSPF

◆ Đặc điểm của giao thức OSPF:

- ✓ Sử dụng giải thuật đường ngắn nhất.
- ✓ Chỉ cập nhật khi có sự kiện xảy ra.
- ✓ Gửi gói thông tin về trạng thái các liên kết cho tất cả các router trong mạng.
- ✓ Mỗi router có cái nhìn đầy đủ về cấu trúc hệ thống mạng.
- ✓ Hội tụ nhanh.
- ✓ Không bị lặp vòng.
- ✓ Phù hợp với các mạng lớn có cấu trúc phức tạp.
- ✓ Đòi hỏi nhiều bộ nhớ và năng lượng xử lý hơn so với định tuyến theo vectơ khoảng cách.
- ✓ Tốn ít băng thông hơn so với định tuyến theo vectơ khoảng cách.
- ✓ Tất cả các gói tin đều được xác thực.
- ✓ Đóng gói gói tin OSPF trực tiếp trong IP.

Giao thức định tuyến OSPF

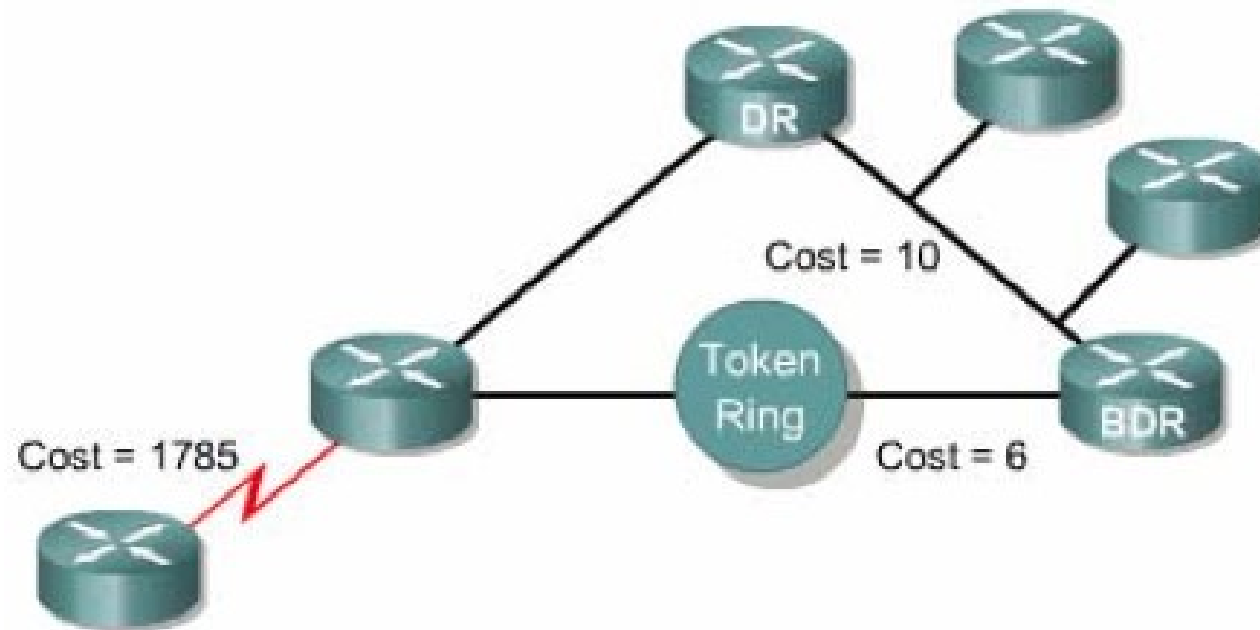
- ◆ OSPF định tuyến theo trạng thái liên kết xác định các router láng giềng và thiết lập mối quan hệ với các láng giềng này.



Link-state: trạng thái của một liên kết giữa hai router, bao gồm trạng thái của một cổng trên router và mối quan hệ giữa nó với router láng giềng kết nối vào cổng đó

Giao thức định tuyến OSPF

- ◆ Mỗi router áp dụng thuật toán đường đi ngắn (chi phí nhỏ nhất) lên cơ sở dữ liệu của nó để tính đường đến tất cả các mạng đích.
- ◆ Mỗi liên kết có chi phí tương ứng. Giá trị có thể được thiết lập bởi quản trị. VD: khoảng cách, throughput v.v...



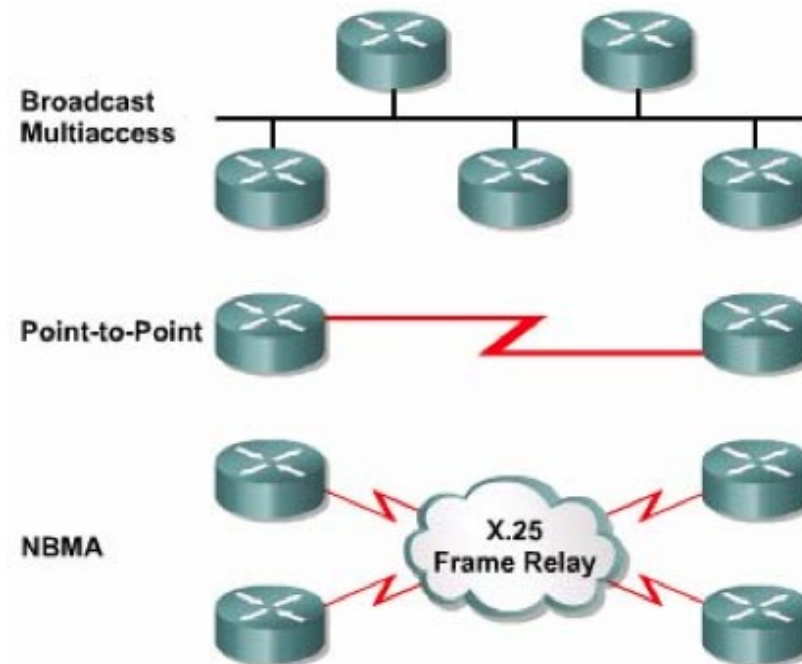
Hình 4: Cost – giá trị chi phí đặt cho mỗi liên kết

Hoạt động chung

- Khi router được bật, nó chạy hello protocol để khám phá topo mạng
 - Gửi bản tin Hello đến các nút hàng xóm và nhận bản tin Hello từ các hàng xóm để thiết lập quan hệ láng giềng 2 chiều.
- Các router thường xuyên gửi thông tin về trạng thái liên kết của nó
- Các router gửi thông tin về trạng thái liên kết của nó khi có thay đổi.
- LSAs được flooding trên toàn vùng để thống nhất mọi nút đều có cùng một cơ sở dữ liệu trạng thái liên kết.
- Các router kề thường xuyên đồng bộ link-state database bằng cách gửi nhau các bản tin Database description, mỗi bản tin chứa một tập các LSA. Các router khi nhận được LSA mới hơn sẽ cập nhật
- Ngoài ra có thể yêu cầu cập nhật bằng LSA request

Các loại liên kết trong OSPF

- ◆ OSPF phân biệt ba loại mạng sau:
 - ✓ Mạng quảng bá đa truy cập, ví dụ như mạng Ethernet.
 - ✓ Mạng điểm-nối-điểm, PPP.
 - ✓ Mạng không quảng bá đa truy cập (NBMA – Nonbroadcast multi-access), ví dụ như Frame Relay.
 - ✓ Mạng này được xử lý như mạng quảng bá nếu các nút đều có thể gửi thông tin trực tiếp đến nhau. Nếu không mạng được chia thành các vùng “giả đa truy cập” trong đó các nút của vùng truyền trực tiếp thông tin cho nhau.

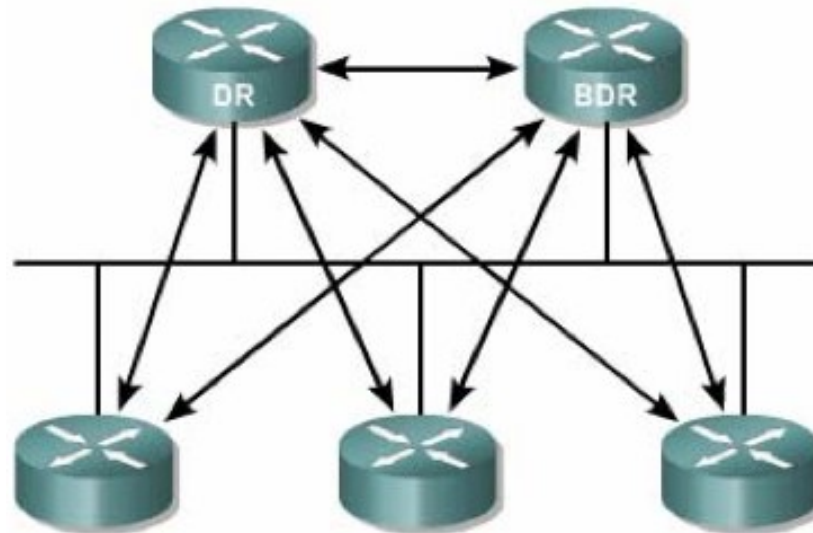


DR cho đoạn mạng đa truy nhập

- ◆ Một vùng OSPF có thể bao gồm nhiều đoạn mạng đa truy nhập
- ◆ Trong đoạn mạng quảng bá đa truy cập có rất nhiều router kết nối, nếu mỗi router đều thực hiện trao đổi thông tin thì sẽ quá tải.
- ◆ Giải pháp cho vấn đề quá tải trên là bầu ra một router làm đại diện (DR – Designated Router). Router này sẽ thiết lập mối quan hệ kề với mọi router khác trong mạng quảng bá.
- ◆ Mọi router còn lại sẽ chỉ gửi thông tin về trạng thái liên kết cho DR. Sau đó DR sẽ gửi các thông tin này cho mọi router khác trong mạng bằng địa chỉ multicast 224.0.0.5.
- ◆ DR đóng vai trò như một người phát ngôn chung của đoạn mạng đa truy nhập. Nó sẽ lưu giữ topo mạng và thường xuyên gửi update.

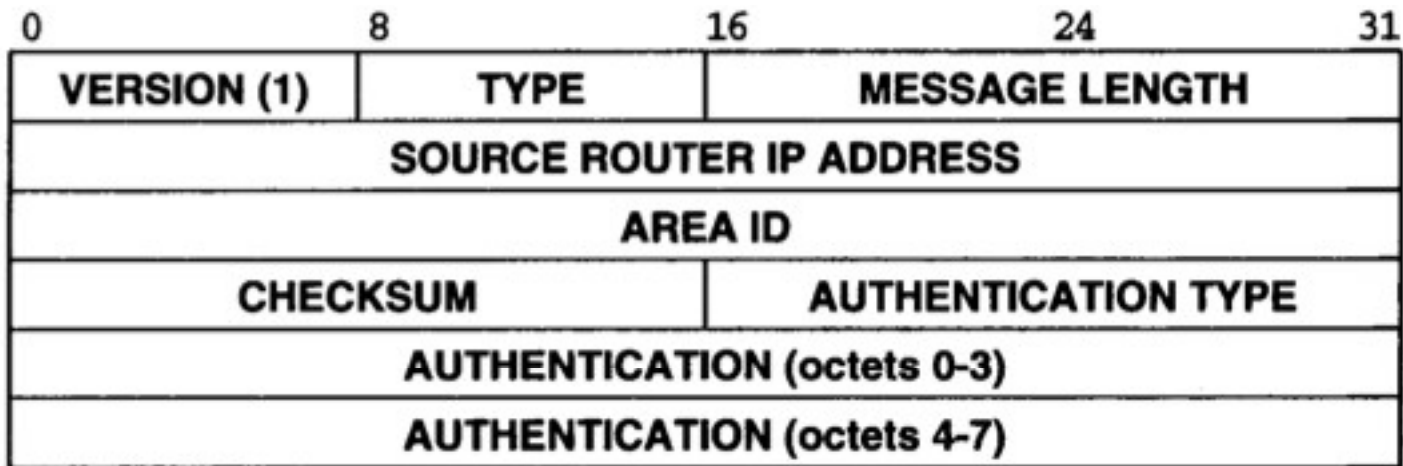
DR cho đoạn mạng đa truy nhập

- ◆ Cần có một router thứ hai được bầu ra để làm router đại diện dự phòng (BDR – Backup Designated Router), router này sẽ đảm trách vai trò của DR nếu DR bị sự cố.
- ◆ Để đảm bảo cả DR và BDR đều nhận được các thông tin về trạng thái đường liên kết từ mọi router khác trong cùng một mạng, người ta sử dụng địa chỉ multicast 224.0.0.6 cho các router đại diện.



Giao thức định tuyến OSPF

◆ Khuôn dạng gói tin OSPF:



Type	Meaning
1	Hello (used to test reachability)
2	Database description (topology)
3	Link status request
4	Link status update
5	Link status acknowledgement

Hình 4: Gói tin OSPF

Giao thức định tuyến OSPF

◆ Các loại bản tin trong OSPF:

- ✓ Các bản tin trong OSPF có cùng một thông tin header
- ✓ Gói tin OSPF được đóng gói trong gói IP
- ✓ Các gói tin phục vụ cho thông tin định tuyến luôn mang trường ToS (Type of Service) là 0
- ✓ Có 5 loại bản tin trong OSPF:
 - ***Gói tin HELLO***
 - ***Gói tin Database description***
 - ***Gói tin Link-state request***
 - ***Gói tin Link-state update***
 - ***Gói tin Link-state acknowledgment***

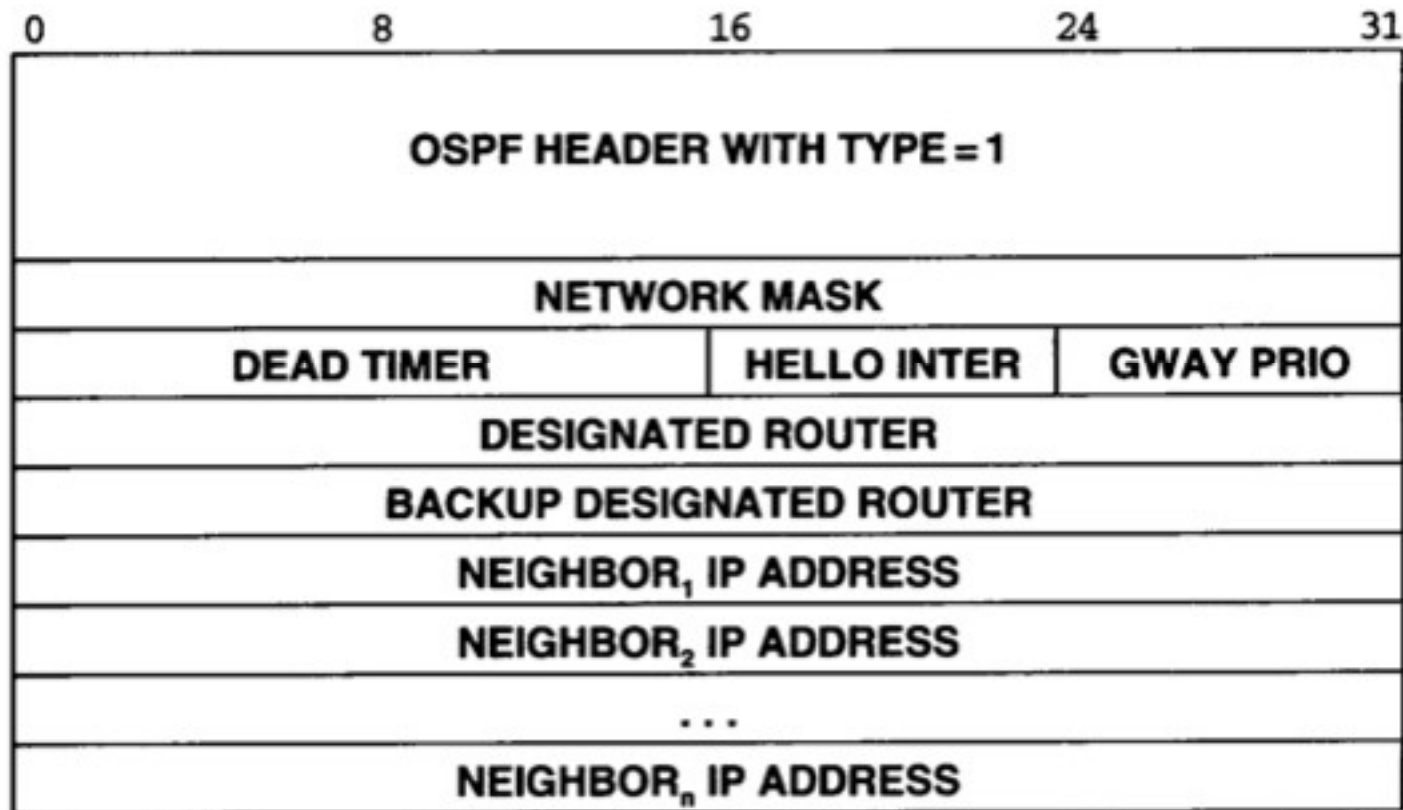
Giao thức định tuyến OSPF

◆ Các loại bản tin OSPF:

- ✓ **Hello**: dùng để thiết lập và duy trì mối quan hệ hàng xóm với những router khác .
- ✓ **DBD**: Bản tin được dùng để trao đổi toàn bộ link-state Database phục vụ cho việc đồng bộ các router kề
- ✓ **LSR**: Link state request, yêu cầu một thông tin liên kết cập nhật hơn
- ✓ **LSU**: Link-state update được sử dụng để trả lời LSRs cũng như công bố thông tin mới.
- ✓ **LSAck**: khi 1 LSU được nhận,router gửi 1 Link-State Acknowledgement (LSAck) để xác nhận LSU.

Gói tin Hello

◆ Định dạng thông điệp bản tin Hello



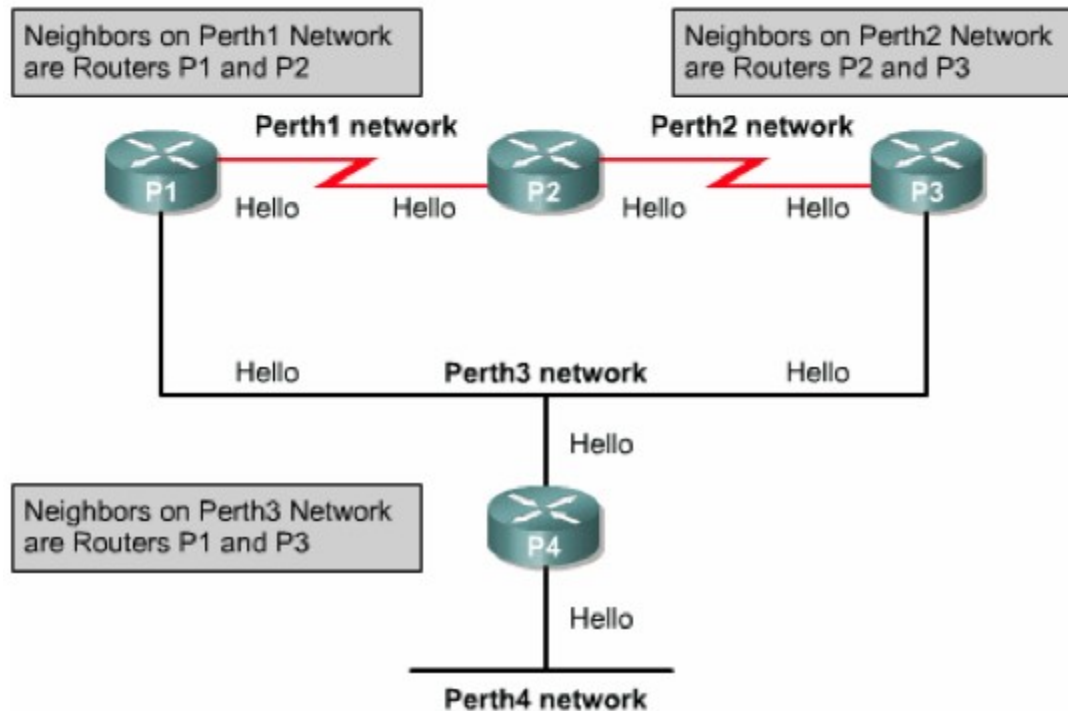
Hình 4: Gói tin Hello của OSPF

Gói tin Hello

- ◆ Định dạng thông điệp bản tin Hello của OSPF:
 - ✓ Network mask chứa mặt nạ của mạng mà qua đó thông điệp được gửi đi.
 - ✓ Dead Timer cho giá trị thời gian (s), sau thời gian này nếu máy lân cận không trả lời thì được xem như đã “chết” (VD: Gấp 4 lần chu kỳ hello)
 - ✓ Hello Inter khoảng cách thời gian (s) giữa các thông điệp Hello. Mặc định với mạng multiaccess và point-to-point là 10s và 30s với mạng non-broadcast multiaccess (NBMA)
 - ✓ Gway Prio là độ ưu tiên của bộ định tuyến này, tính theo số nguyên và được sử dụng trong việc chọn máy dự phòng cho bộ định tuyến được chỉ định.
 - ✓ Designated Router và Backup Designated Router chứa địa chỉ của bộ định tuyến của router DR và BDR.
 - ✓ Neighbor IP Address chứa địa chỉ IP của tất cả các máy lân cận mà nơi gửi vừa mới nhận các thông điệp Hello từ đó.

Giao thức Hello

- ◆ **Hoạt động:** Mỗi router gửi multicast gói hello để giữ liên lạc với các router láng giềng. Gói **hello** mang thông tin về các mạng kết nối trực tiếp vào router.



Hình 4: Sử dụng hello để xác định router láng giềng

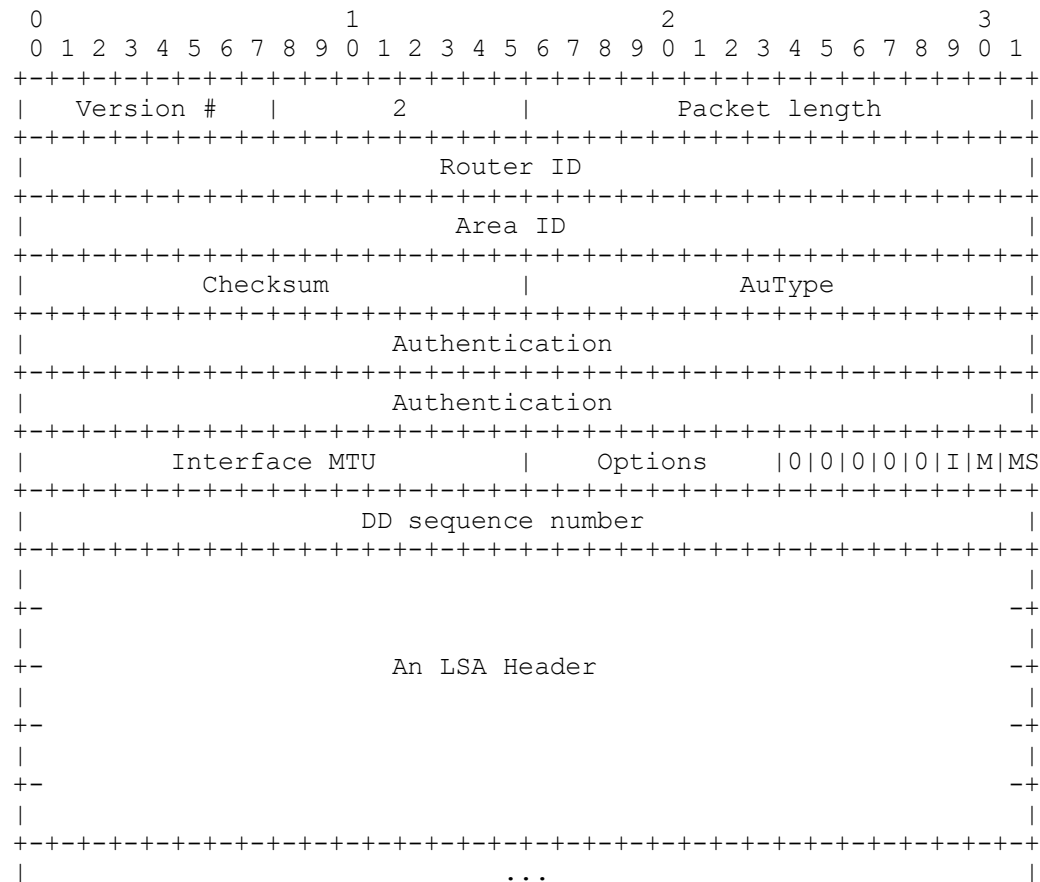
Giao thức Hello

◆ Hoạt động của gói tin HELLO:

- ✓ Gửi gói tin multicast đến địa chỉ 224.0.0.5 trên tất cả các interfaces
- ✓ Gửi gói tin unicast trên các liên kết ảo
- ✓ Các gói tin HELLO có chu kỳ 10s trên LAN và 30s trên NBMA
- ✓ Sử dụng để thành lập quan hệ kết nối với các láng giềng liền kề
- ✓ Quan hệ láng giềng được lập khi 1 routeur thấy tên mình trong bản tin hello của láng giềng

Gói tin Database description

◆ Dùng khi các router đồng bộ với nhau:



Giao thức định tuyến OSPF

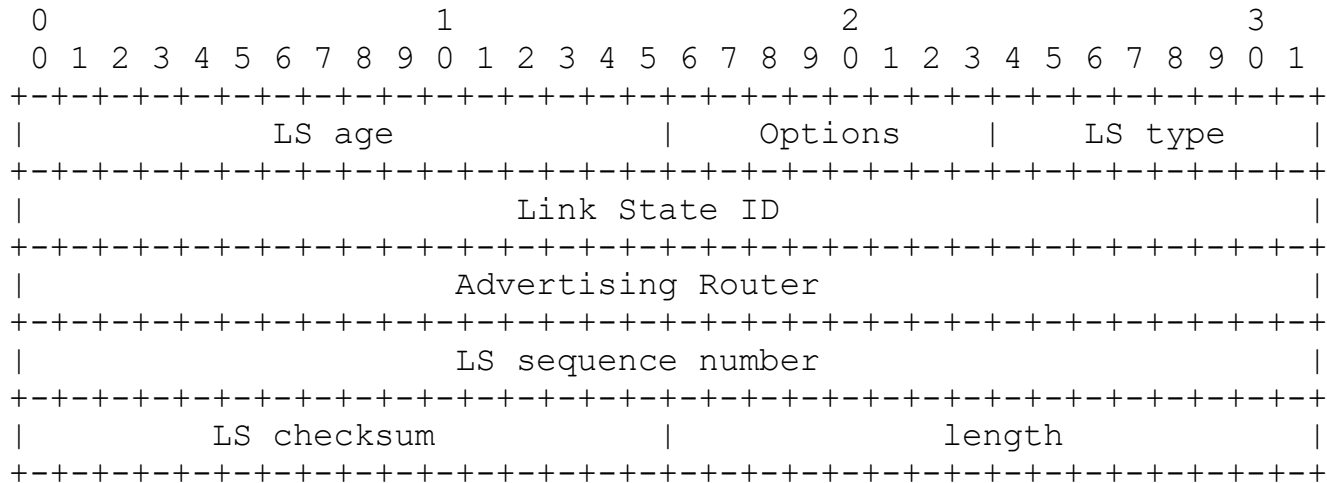
- ✓ Các bộ định tuyến dùng gói tin “database description” đồng bộ cơ sở dữ liệu cấu hình mạng của chúng.
- ✓ Khi trao đổi, một router đóng vai trò là chủ, các router khác đóng vai trò tớ và đáp trả lại mỗi thông điệp “database description” này.
- ✓ Bit I được set là 1 với gói đầu tiên.
- ✓ Bit M được set là 1 nếu có thêm các gói tiếp theo sau.
- ✓ Bit S để chỉ ra rằng thông điệp được gửi đi bởi máy chủ (1) hay máy tớ (0).

Giao thức định tuyến OSPF

◆ Định dạng gói tin “database description” của OSPF:

- ✓ Vùng Database sequence number được dùng để đánh số thứ tự các thông điệp giúp nơi nhận có thể biết được cái nào bị mất.
- ✓ Phần còn lại của gói tin bao gồm danh sách các phần của CSDL link-state. Mỗi phần là một header của một LSA riêng.
- ✓ Một LSA là một bản tin chứa thông tin về các liên kết của một router.
- ✓ Tập hợp các LSA tạo thành CSDL link-state
- ✓ Các loại LSA:
 - ✓ Router LSA: Mô tả các trạng thái liên kết của một router (đến các router hoặc đoạn mạng khác).
 - ✓ Network LSA: Mô tả danh sách các router thuộc mạng đa truy cập. Thông tin xuất phát từ Designated router.
 - ✓ Summary LSA: Mô tả các đường đi inter-area. Xuất phát từ một router biên của một vùng, chứa thông tin tóm tắt về vùng.
 - ✓ AS external LSA: Mô tả các đường đi đến một AS bên ngoài. Thông tin này xuất phát từ các router biên AS.
- ✓ Thông tin cụ thể về 1 LSA được trao đổi giữa các router bằng LSRequest và LSUUpdate

LSA



- LSA: Link state advertisement, mô tả một liên kết với một router hay một đoạn mạng
- Tiêu đề chung của các LSA bao gồm:
 - LS age: thời gian sống (giây) kể từ khi LSA được sinh ra
 - LS type: Kiểu của LSA
 - Link state ID: Địa chỉ IP xác định phần mạng đang được mô tả trong LSA, tùy theo LS type.
 - Advertising router: địa chỉ router gửi LSA này
 - LS sequence number, checksum, length

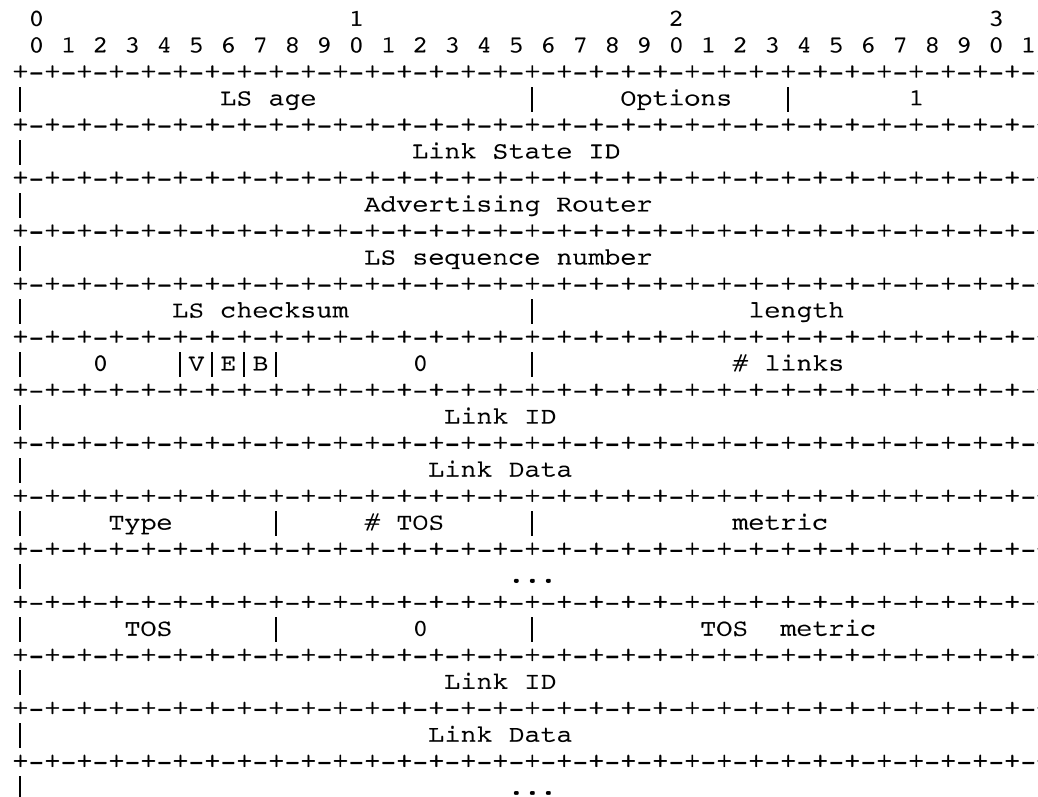
LSA

LS Type	Description
1	Router-LSAs
2	Network-LSAs
3	Summary-LSAs (IP network)
4	Summary-LSAs (ASBR)
5	AS-external-LSAs

LS Type	Link State ID
1	The originating router's Router ID.
2	The IP interface address of the network's Designated Router.
3	The destination network's IP address.
4	The Router ID of the described AS boundary router.
5	The destination network's IP address.

Router-LSA

- Được dùng để 1 router thông báo về các liên kết của nó đến các router khác trong cùng một Area
- #link: số giao diện được đặc tả trong LSA



Router-LSA

- Mỗi LSA có thể mô tả nhiều liên kết. Với mỗi liên kết:
 - Type:
 - 1 Point-to-point: router đến router
 - 2 đến mạng transit: router đến mạng transit-mạng có liên kết vào, ra.
 - 3 đến mạng stub: router đến mạng stub-mạng chỉ có liên kết vào.
 - 4 link ảo: liên kết inter-area.
 - Link Data: Giá trị khác nhau tùy thuộc loại link, địa chỉ IP giao diện của router, mặt nạ của stub v.v..
 - Link ID : Địa chỉ router/designated router/mạng được router gửi LSA này kết nối đến
 - Metrics: đơn vị định tuyến
 - #TOS: số lượng metrics TOS có thể có kèm theo với 1 liên kết, không kể metrics chính
 - Mỗi liên kết có thể có nhiều thông tin về các metrics TOS

Network-LSA

- Network-LSA được một Designated Router dùng để mô tả một đoạn mạng broadcast mà nó đại diện (VD đoạn mạng Ethernet).
- Liệt kê tất cả các router của đoạn mạng
- Khoảng cách từ mỗi router đến mạng coi như =0 vì thế không có trường metrics
- Network mask: mặt nạ của đoạn mạng
- Tiếp theo là danh sách các router kết nối vào đoạn mạng

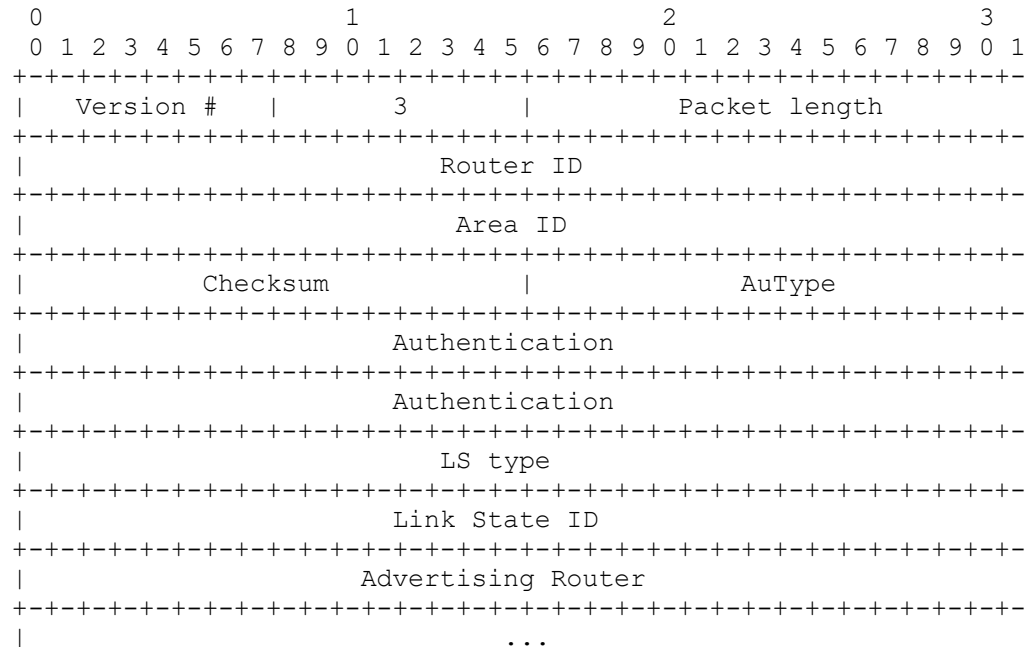
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
LS age										Options										2											
Link State ID																															
Advertising Router																															
LS sequence number																															
LS checksum																length															
Network Mask																															
Attached Router																															
...																															

Summary-LSA

- Summary-LSA sinh ra bởi Border router
- Mô tả một vùng đích ở mức inter-area
- Trường Type= 3 nếu đích là 1 mạng IP
- Trường type =4 nếu đích là 1 router biên của 1 vùng

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
LS age										Options										3 or 4											
Link State ID																															
Advertising Router																															
LS sequence number																															
LS checksum																length															
Network Mask																															
0								metric																							
TOS								TOS metric																							
...																															

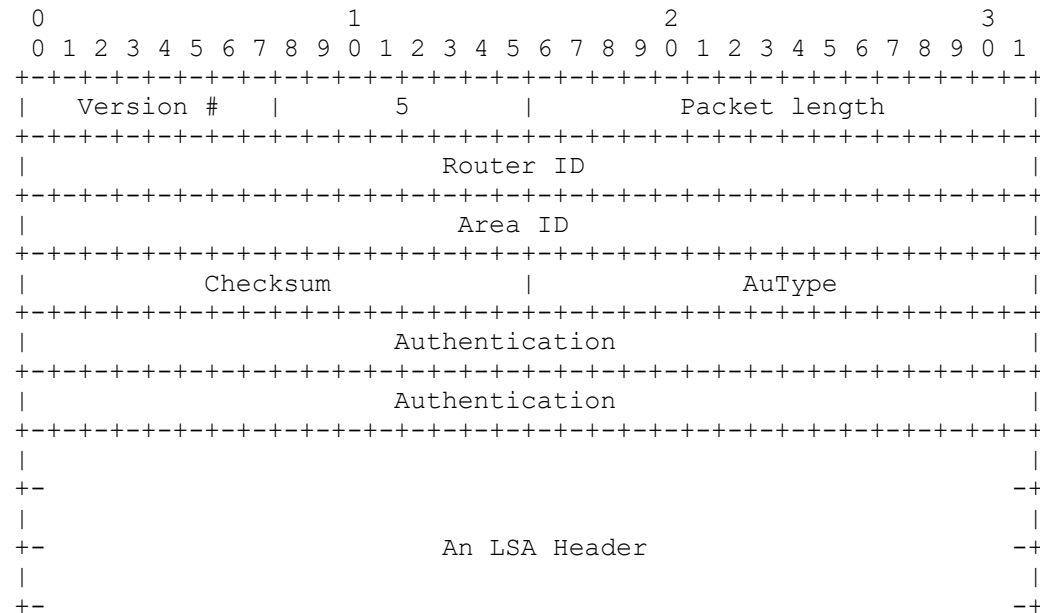
Gói tin “link state request”



- Gói tin này để yêu cầu các router lân cận cập nhật trạng thái liên kết của các link cụ thể.
- Mỗi yêu cầu đặc trưng bởi: LS type, Link state ID, router đã quảng cáo thông tin link-state.
- Các máy lân cận sẽ trả lời với thông tin mới nhất mà nó có được về các liên kết đó.

Gói tin Link-state ACK

- Chỉ chứa các LSA header của các LSA cần ACK



RIP

TS. Trương Diệu Linh
Bộ môn Mạng thông tin & Truyền thông
Viện Công nghệ thông tin & truyền thông

Chương : Giao thức định tuyến RIP

- Giới thiệu

- RIP v1

- RIP v2

Giới thiệu

- RIP (Routing Information Protocol)
 - Giao thức định tuyến bên trong các hệ tự trị
 - Sử dụng thuật toán tìm đường distance-vector,
 - Mỗi router thường xuyên cập nhật bảng định tuyến của nó sang hàng xóm
 - Khi một router nhận được vector khoảng cách, nó xử lý cập nhật đường đi tốt hơn theo thuật toán Bellman-Ford
 - chọn đường đi theo metrics cố định: số nút mạng đi qua (hop count). Giới hạn đường đi dài nhất ở 15 nút
 - Ngược lại với các metrics thay đổi theo thời gian thực: độ tin cậy, độ trễ đo được, tải...

Giới thiệu

- RIP được dùng trên Internet
 - RIP có thời gian hội tụ chậm, nên ít được sử dụng hơn so với Link-state protocol
 - Được sử dụng nhiều những năm 199x nhưng nay ít hơn.
- RIP sử dụng UDP để chuyển các gói tin update
- RIP có 2 phiên bản, RIPv1 và RIPv2
- Tài liệu đặc tả RIPv1: RFC-1058

Giới thiệu

- ◆ RIP phiên bản 1 RIPv1 (RIP version 1):
 - ✓ RIPv1 sử dụng địa chỉ IP phân lớp (A,B,C,...)
 - ✓ RIPv1 không có thông tin về mặt nạ mạng con và không hỗ trợ định tuyến liên vùng không phân lớp CIDR (Classless Interdomain Routing), chiều dài mặt nạ mạng con thay đổi.
 - ✓ RIP v2 có chứa thông tin chiều dài mặt nạ nên hỗ trợ địa chỉ không phân lớp
 - ✓ RIPv1 được mô tả trong RFC 1058 "Routing Information Protocol" năm 1988.

RIPv1

- Khi một router xuất hiện nó gửi Request Message đến mọi nút khác
- Các nút khi nhận được sẽ gửi lại Response Message với bảng định tuyến của nó
- Bảng định tuyến gồm nhiều bản ghi, mỗi bản ghi lưu: Đích, khoảng cách đến đích, nút tiếp theo cần đi qua.
- Mỗi nút xử lý bảng định tuyến của mình khi nhận được 1 bảng định tuyến theo luật sau:
 - Nếu không có đích nào trong bảng định tuyến của nút tương ứng với các đường đi nhận được → thêm đích mới vào bảng định tuyến, kèm nút đã cung cấp thông tin (làm next hop)

RIPv1

- Mỗi nút xử lý bảng định tuyến của mình khi nhận được 1 bảng định tuyến theo luật sau (tiếp):
 - Nếu đã có đích nhận được trong bảng định tuyến và đường đi mới tốt hơn (ít hop hơn) → cập nhật khoảng cách mới theo Bellman-ford.
 - Nếu đã có đích nhận được trong bảng định tuyến và đường đi mới nhận được không tốt bằng đường đã biết → cập nhật bản ghi cho đích này với khoảng cách = 16 nút (tương đương vô cùng). Tuy vậy các gói tin vẫn tiếp tục được vận chuyển theo đường đi cũ.
 - **Holddown timer** được khởi tạo để bỏ qua tất cả các cập nhật từ các router khác cho đích này
 - Sau khi **Holddown** timer hết hạn các thông tin từ các router khác cho đường đi này mới được cập nhật

RIPv1: Trao đổi vector khoảng cách

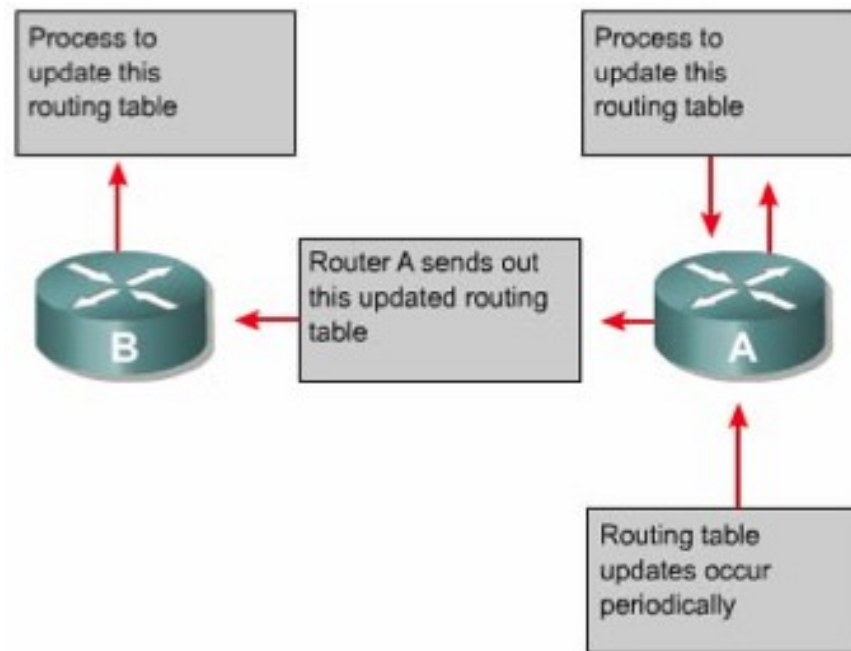
– Định kỳ:

- ✓ Các routers chạy RIP sẽ gửi đến các hàng xóm thông điệp cập nhật việc định tuyến thường xuyên (30s).
- ✓ Mỗi thông điệp lấy thông tin từ bảng định tuyến
 - ✓ Một tập hợp các cặp, trong đó mỗi cặp chứa một địa chỉ mạng đích IP và một số nguyên là khoảng cách hop đến mạng đó,
 - ✓ <IP đích, hop>

RIPv1: Trao đổi vector khoảng cách

– Sự kiện.

- ✓ Mỗi khi có thay đổi sẽ gửi thông điệp sang nút hàng xóm.
- ✓ Nút hàng xóm sẽ cập nhật bảng định tuyến của nó



Hình 2: Cập nhật bảng định tuyến

RIPv1: Timer

- RIP sử dụng một số bộ đếm thời gian kiểm soát việc cập nhật các gói tin. Các bộ đếm đều giảm dần đến 0:
 - Update timer
 - Chu kỳ tự động gửi gói tin cập nhật đến các nút khác. Mặc định 30 giây.
 - Invalid timer
 - Thời gian tối đa mà một đường đi trong bảng định tuyến không được cập nhật mà vẫn là hợp lệ. Mặc định 180 giây.
 - Sau Invalid timer (giảm về 0), đường đi được đánh dấu là unreachable (16 hop)

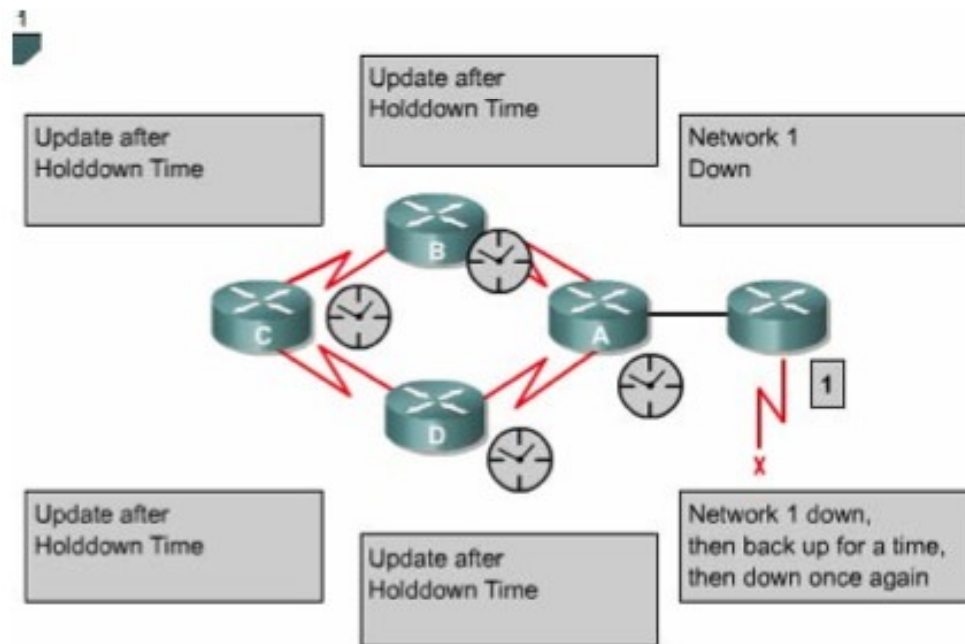
RIPv1: Timer

- Hold-down timer: không có trong giao thức gốc mà chỉ có trong bản cài đặt của CISCO
 - Khi một mạng đang là unreachable, router sẽ giữ KHÔNG nhận cập nhật thông tin mới (để trở thành reachable) về mạng này trong một khoảng thời gian chỉ ra trong hold-down timer.
 - Khi nào hold-down timer về 0 thì mới cập nhật đường đi đối với đích này.
 - Tránh tình trạng cập nhật thông tin chưa ổn định từ router khác khi mạng mới thay đổi trạng thái
- Garbage-collection Timer (mặc định 120 giây)
 - Thời gian xóa một đường đi không hợp lệ (unreachable) khỏi bảng định tuyến
 - Đường đi không hợp lệ tiếp tục được quảng bá trong thời gian thông báo đến các nút khác để các nút khác biết. Hết hạn thời gian, đường đi bị xóa.

RIPv1: Timer

◆ Minh họa hold down timer:

- ✓ Trong suốt thời gian holddown, router nhận được thông tin cập nhật từ một router láng giềng khác
- ✓ Mặc dù thông tin này cho biết có đường đến mạng X với thông số định tuyến tốt hơn con đường mà router biết trước đó nhưng nó sẽ bỏ qua, không cập nhật thông tin này.



Hình 3: Kỹ thuật hold down

RIPv1: Lỗi đếm vô hạn

- Liên kết B-D bị đứt, các routers nên sử dụng liên kết C-D. Quá trình diễn ra bắt đầu từ khi B phát hiện ra đường đi đến D không sử dụng được nữa.

Thời gian ----->

D: dir, 1 dir, 1 dir, 1 dir, 1 ... dir, 1 dir,1

B: unreachable C, 4 C, 5 C, 6 C, 11 C, 12

C: B, 3 A, 4 A, 5 A, 6 A, 11 D, 11

A: B, 3 C, 4 C, 5 C, 6 C, 11 C, 12

dir = directly connected

unreach = unreachable

- Ban đầu B phát hiện không đi được đến đích
- Nhưng A và C vẫn chưa được cập nhật
- B lại nghĩ là có thể đi đến đích qua C. Và quảng bá đường đi đó.
- ...

Quá trình này có thể lặp vô hạn đối với một số trường hợp.

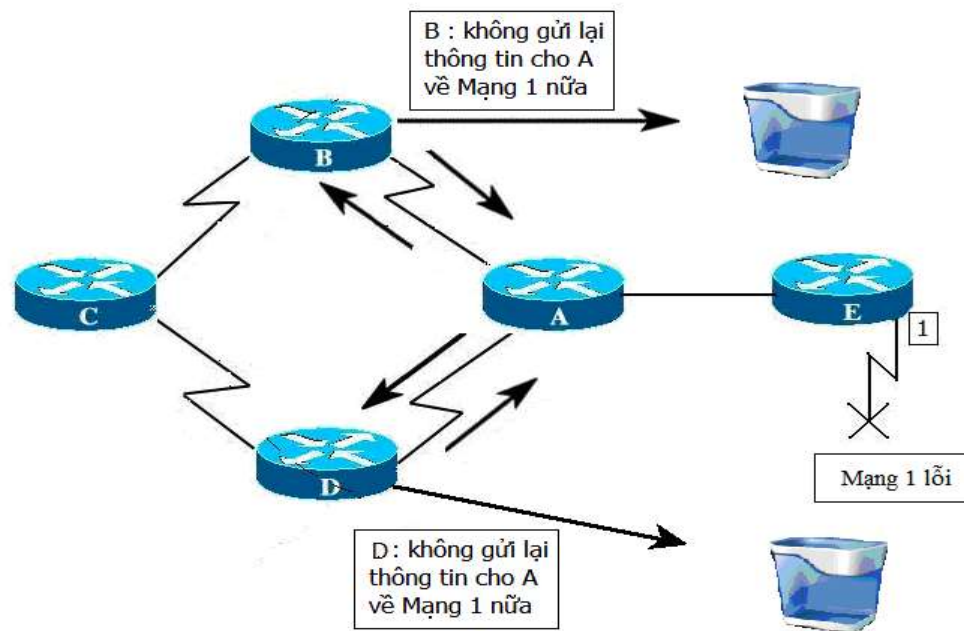
RIPv1: Lỗi đếm vô hạn

- ✓ **Đếm vô hạn:** Với các giao thức định tuyến vector khoảng cách sử dụng routing metric là số hop thì mỗi khi router chuyển thông tin cập nhật cho router khác, chỉ số hop sẽ tăng lên 1.
- ✓ Việc cập nhật sai về bảng định tuyến như trên sẽ bị lặp vòng như vậy mãi cho đến khi nào có một tiến trình khác cắt đứt được quá trình này.
- ✓ Một số phương pháp xử lý trong RIP:
 - ✓ RIP sử dụng một giá trị vừa đủ nhỏ, 16 hop để gán cho khoảng cách tối đa có thể có.
 - ✓ Kỹ thuật cắt hàng ngang (split horizon update): router sẽ không cập nhật thông tin định tuyến về tuyến đường ngược trở về router từ đó đã học được thông tin về tuyến đường.
 - ✓ Kỹ thuật route poisoning có thể dùng để update thông tin định tuyến lỗi một cách trực tiếp.

RIPv1: Kỹ thuật cắt hàng ngang

◆ Tránh lỗi lặp vô hạn:

- ✓ **Kỹ thuật cắt hàng ngang** (split horizon update): router sẽ không cập nhật thông về tuyến đường ngược trở router mà từ đó nó đã nhận được thông tin về tuyến đường .

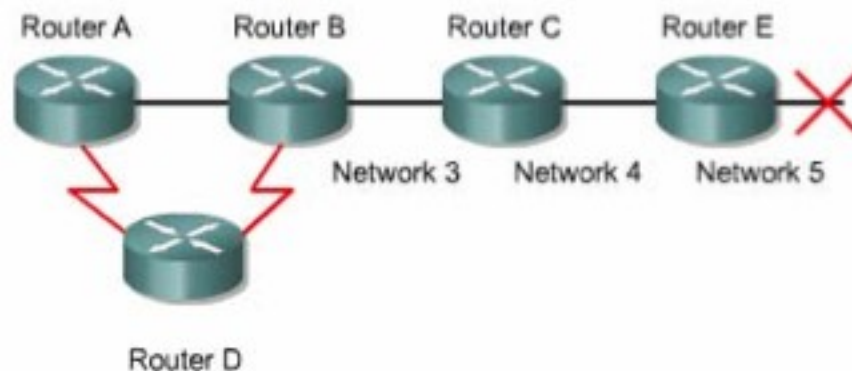


Hình 3: Kỹ thuật cắt hàng ngang

RIPv1: Kỹ thuật cắt hàng ngang

✓ Split horizon update with Poison reverse

- ✓ được sử dụng để tránh xảy ra các vòng lặp lớn
- ✓ Với trường hợp một mạng không truy cập được nữa, router thông báo thẳng thông tin này bằng cách đặt giá trị cho thông số định tuyến lớn hơn giá trị tối đa (VD: 16 trong RIP)
- ✓ quảng bá ngược lại (poison) thông tin này đến cả giao diện mà từ đó học được thông tin → Khác biệt với Split horizon.
- ✓ Router nhận được tiếp tục phá vỡ luật Split Horizon và gửi thông tin tuyến đường vô hạn ngược đến router mà nó từng nhận thông tin về tuyến đường.



RIP v1: Kỹ thuật triggered update

- Split horizon có thể xử lý được trường hợp chỉ có 2 router liên quan đến việc lặp vô hạn
- Nếu có từ 3 router trở lên??
- Triggered update yêu cầu các router phải **quảng bá ngay bảng định tuyến** (mà không chờ đến chu kỳ update) mỗi khi một tuyến đường có sự thay đổi metric

RIPv1: khuôn dạng gói tin

- ◆ Sử dụng UDP để trao đổi các gói tin update.
- ◆ Cổng 520 cả bên gửi và bên nhận.
- ◆ Định dạng gói tin RIP:
 - ✓ Các thông điệp RIP có thể được chia thành 2 loại:
 - ✓ gói tin trả lời
 - ✓ gói tin yêu cầu.
 - ✓ Cả 2 loại gói tin đều sử dụng chung một định dạng

RIPv1: khuôn dạng gói tin

- ✓ Trường COMMAND xác định các thao tác thực hiện và cũng phân biệt gói tin request hay response.
 - 1- Request: gói tin yêu cầu bảng định tuyến.
 - 2- Response: Nội dung gói tin bao gồm toàn bộ bảng định tuyến của nút gửi. Gói tin này trả lời cho một request trước đó hoặc có thể là gói tin update được sinh ra bởi người gửi.
 - 3 –traceon: Không dùng nữa
 - 4-traceoff: Không dùng nữa
 - 5-reserved: Dùng riêng cho Sun Microsystems
 - Nếu các lệnh mới được bổ sung, nó sẽ dùng các mã lệnh từ 6 trở đi.

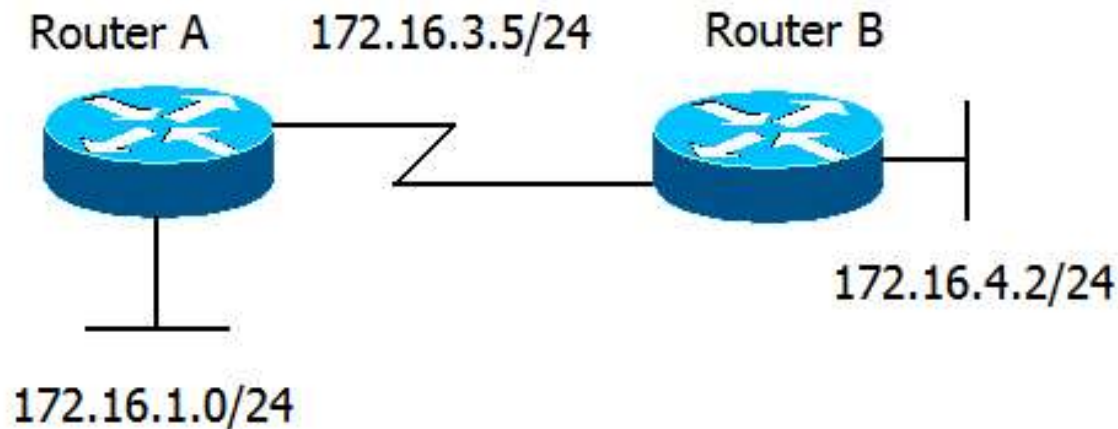
RIPv1: khuôn dạng gói tin

- ✓ Trường VERSION chứa phiên bản đang hoạt động của RIP,
- ✓ Trường ZERO, không được đặc tả theo RFC-1058 được đặt theo chính giá trị mặc định của nó là 0. Trường này được thêm vào để cung cấp sự tương thích với các phiên bản RIP khác nhau.
- ✓ Trường Address-family identifier (AFI) được sử dụng để đặc tả giao thức được định tuyến được sử dụng. Ví dụ giá trị của AFI cho giao thức IP là 2
- ✓ Trường ADDRESS chỉ địa chỉ IP của đích/mạng đích
- ✓ Trường METRIC chỉ số hop cần phải nhảy để tới đích. Giá trị cho đường đi hợp lệ từ 1-15, và 16 cho poisoning route.
- ✓ Đọc thêm đặc tả trong **RFC-1058**

RIPv1

◆ Vấn đề khi thiết kế RIPv1:

- ✓ RIPv1 không hỗ trợ các mạng con có độ dài mặt nạ khác nhau.
- ✓ Phân hoạch địa chỉ IP với RIPv1 yêu cầu mặt nạ mạng con giống nhau cho mỗi mạng con.
- ✓ Giới hạn số hop trong RIPv1 là 15. Vì vậy kích thước mạng không thể vượt quá số giới hạn đó.



Hình 4: Các địa chỉ mạng phải có cùng subnet mask

- RIP v2

Giao thức định tuyến RIP

- ◆ RIP phiên bản 2 RIPv1 (RIP version 2):
 - ✓ RIPv2 là giao thức định tuyến dùng địa chỉ IP không phân lớp,
 - ✓ RIPv2 có thông tin về mặt nạ mạng con và hỗ trợ các mạng con có độ dài mặt nạ khác nhau.
 - ✓ RIPv2 sử dụng địa chỉ đa hướng.
 - ✓ RIPv2 được mô tả trong
 - RFC1387 "RIP Version 2 Protocol Analysis" năm 1993,
 - RFC1388 "RIP Version 2 Carrying Additional Information" năm 1993
 - RFC2453: RIP v2, thay thế RFC1723, 1388.
 - RFC1389 "RIP Version 2 MIB Extensions" năm 1993.

Giao thức định tuyến RIPv2

- ◆ RIPv2 là bản được phát triển từ RIPv1 nên có các đặc điểm như RIPv1:
 - ✓ Là một giao thức định tuyến theo véctor khoảng cách, sử dụng số lượng hop làm thông số định tuyến.
 - ✓ Giá trị hop tối đa là 15.
 - ✓ Thời gian giữ chậm (hold-down) cũng là 180 giây.
 - ✓ Sử dụng cơ chế split horizon, triggered update, reverse poison để chống lặp vòng.
- ◆ RIPv2 đã khắc phục được những điểm giới hạn của RIPv1.
 - ✓ RIPv2 có gửi mặt nạ mạng con đi kèm với các địa chỉ mạng trong thông tin định tuyến. Nhờ đó mà RIPv2 có thể hỗ trợ IP không phân lớp và các mạng con có mặt nạ khác nhau.
 - ✓ RIPv2 có hỗ trợ việc xác minh thông tin định tuyến.
 - ✓ RIPv2 gửi thông tin định tuyến theo địa chỉ đa hướng 244.0.0.9.

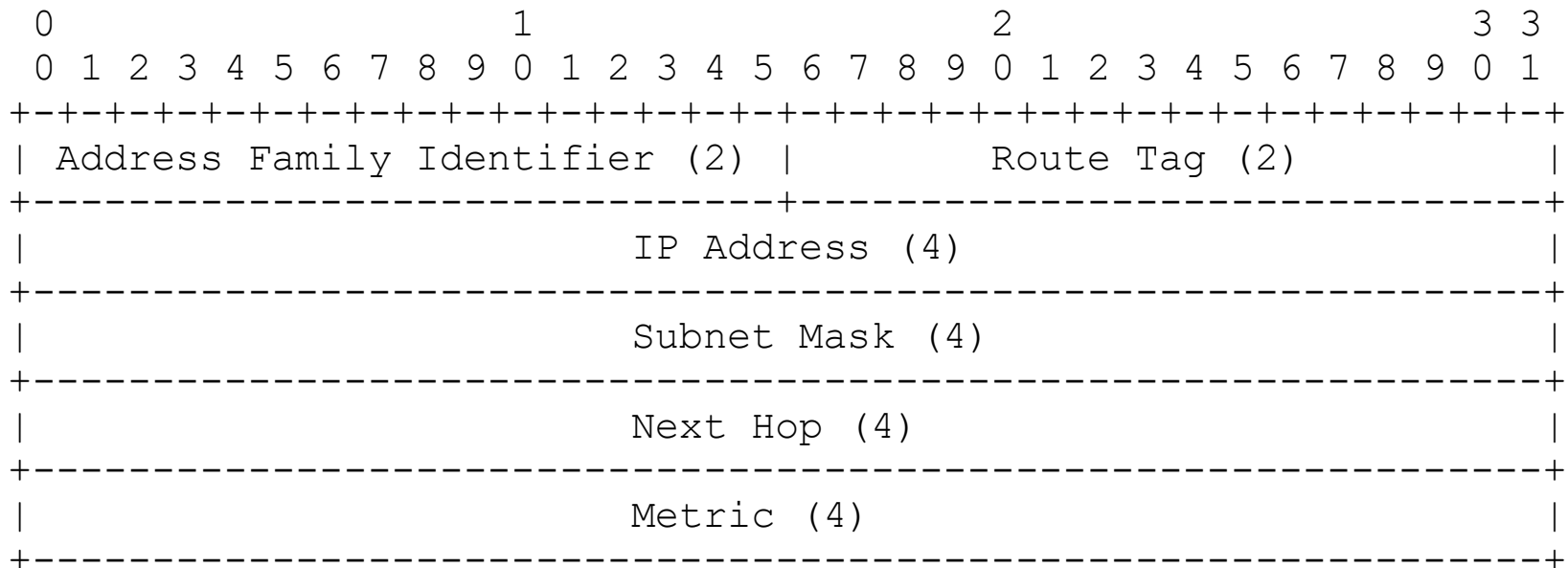
Giao thức định tuyến RIPv2

- ◆ Cấu trúc bản tin của RIPv2 cho phép mang nhiều thông tin hơn RIPv1
- ◆ Một số đặc tính sau đây là những dấu hiệu lớn nhất được bổ sung vào RIPv2:
 - ✓ Xác thực các gói tin RIP với router.
 - ✓ Hỗ trợ mặt nạ con.
 - ✓ Địa chỉ IP bước kế tiếp.
 - ✓ Bản tin quảng bá nhờ địa chỉ multicast.

Hình 4: Cấu trúc bản tin RIPv2

RIPv.2: Khuôn dạng gói tin

- Phần header giống RIPv1
- Khuôn dạng của các route entry:

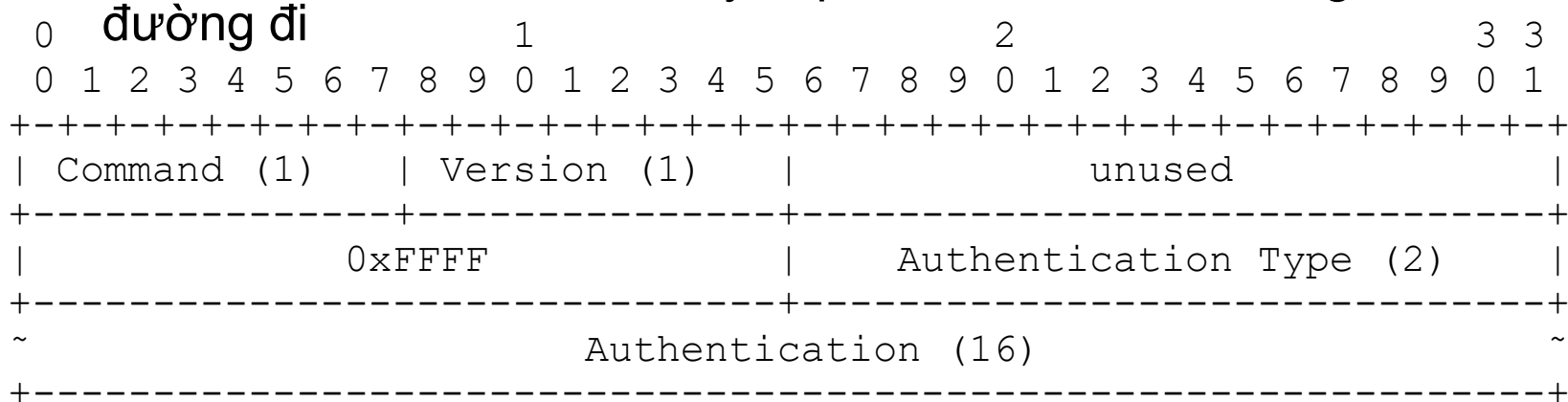


Giao thức định tuyến RIPv2

- ◆ Các trường trong định dạng bản tin IP RIPv2:
 - ✓ Command, Version number, AFI, Address, Metric: Chức năng của chúng cũng giống như trong bản tin RIPv.1.
 - ✓ Unused: Có giá trị được thiết lập mặc định là 0.
 - ✓ Route tag (Nhãn đường đi): Cung cấp một phương thức phân biệt giữa bộ định tuyến nội bộ (sử dụng giao thức RIP) và các bộ định tuyến ngoài (sử dụng các giao thức định tuyến khác).
 - ✓ Subnet mask: Chứa đựng mặt nạ mạng con cho các bộ định tuyến.
 - ✓ Next hop: Cho biết địa chỉ IP của router tiếp theo mà gói tin có thể được chuyển tiếp đến.

RIPv2: Thông báo có xác thực

- ◆ Thông báo có xác thực có khuôn dạng hơi khác
- ◆ Toàn bộ Route entry đầu tiên được dùng để mang thông tin xác thực
 - ◆ AFI = 0xFFFF
 - ◆ Authentication type: Loại xác thức. Hiện tại giá trị là 2
 - ✓ Authentication: Mật khẩu ở dạng không mã hóa.
 - ✓ Authentication với mật khẩu mã hóa MD5 được đưa ra vào 1997
 - ✓ Còn lại tối đa 24 Route entry tiếp theo để lưu các thông tin



RIPv2: multicast

◆ Hỗ trợ multicast trong RIPv2:

- ✓ RIPv2 còn hỗ trợ phát multicast so với phiên bản 1.
- ✓ Trong RIPv1, Khi một router mới tham gia vào mạng, nó sẽ gửi broadcast gói tin Request yêu cầu bảng định tuyến.
- ✓ RIPv2 sử dụng địa chỉ đa hướng 224.0.0.9 để phát multicast các thông báo chỉ tới các bộ định tuyến sử dụng giao thức RIPv2 trên một mạng mà thôi.
 - ➔ Giảm tải cho các nút không hỗ trợ RIPv2 (ví dụ các nút chỉ chạy RIPv1).

RIPv2: timer

◆ Các timer trong RIPv2 cũng tương tự RIPv1

- Update timer định kỳ điều khiển việc gửi thông báo,
- Invalid timer quản lý tính hợp lệ của một tuyến đường sau một thời gian không được cập nhật ,
- Garbage collection timer: Quản lý thời gian một tuyến đường không còn hợp lệ còn lưu lại trong bảng định tuyến để thông báo cho các nút khác.

RIPv2

- ◆ Vấn đề khi thiết kế mạng với RIPv2:
 - ✓ RIPv2 hỗ trợ VLSM bên trong mạng và CIDR.
 - ✓ RIPv2 cho phép tóm tắt các lộ trình trong cùng 1 mạng.
 - ✓ RIPv2 vẫn có giới hạn số hop là 16.
 - ✓ RIPv2 gửi bảng định tuyến 30s mỗi lần đến các máy để gửi địa chỉ IP là 224.0.0.9.
 - ✓ RIPv2 thường có giới hạn khi truy nhập vào mạng nơi mà giao thức này có thể hoạt động liên kết với các máy chủ được thực hiện định tuyến.
 - ✓ RIPv2 cũng cung cấp xác thực thông tin định tuyến

So sánh RIPv1 và RIPv2

◆ Những điểm khác nhau giữa RIPv1 & RIPv2:

RIP version 1 – RIPv1	RIP version 2 – RIPv2
Định tuyến theo lớp địa chỉ.	Định tuyến không theo lớp địa chỉ.
Không gửi thông tin về mặt nạ mạng con trong thông tin định tuyến.	Có gửi thông tin về mặt nạ mạng con trong thông tin định tuyến.
Không hỗ trợ VLSM. Do đó tất cả các mạng trong hệ thống RIPv1 phải có cùng mặt nạ mạng con.	Có hỗ trợ VLSM. Do vậy các mạng trong hệ thống RIPv2 có thể có chiều dài mặt nạ mạng con khác nhau.
Không hỗ trợ CIDR	Có hỗ trợ CIDR.
Không có cơ chế xác minh thông tin định tuyến.	Có cơ chế xác minh thông tin định tuyến.
Gửi quảng bá thông tin định tuyến theo địa chỉ : 255.255.255.255	Gửi thông tin định tuyến theo địa chỉ đa hướng 224.0.0.9 nên hiệu quả hơn.
Cùng giữ những thông tin giống nhau về đích nhưng RIPv1 không giữ được thông tin về mặt nạ mạng con còn RIPv2 giữ được thông tin về mặt nạ mạng con.	