

Chương 4: Nội dung

4.1 Giới thiệu

4.2 Các mạng mạch ảo và mạng chuyển gói

4.3 Kiến trúc của bộ định tuyến

4.4 IP: Internet Protocol

- Định dạng gói tin
- Định địa chỉ IPv4
- ICMP
- IPv6

4.5 Các giải thuật định tuyến

- Link state
- Distance vector
- Hierarchical routing

4.6 Định tuyến trong mạng Internet

- RIP
- OSPF
- BGP

Tăng mạng 4-97

Hierarchical routing (Định tuyến phân cấp)

Những vấn đề định tuyến được học cho đến lúc này là với môi trường lý tưởng hóa

- ❖ Tất cả các bộ định tuyến là đồng nhất
- ❖ Mạng “phẳng”
- ... *không* đúng trong thực tế!

Quy mô: với 600 triệu
đích:

- ❖ Không thể lưu tất cả các đích trong các bảng định tuyến!
- ❖ Việc trao đổi bảng định tuyến sẽ làm tràn các liên kết!

Tự quản

- ❖ Internet = mạng của các mạng
- ❖ Mỗi nhà quản trị mạng có thể muốn điều hành định tuyến riêng trong mạng của họ

Tăng mạng 4-98

Hierarchical routing

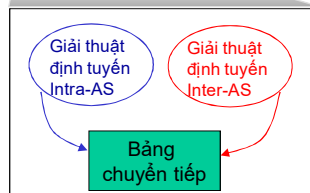
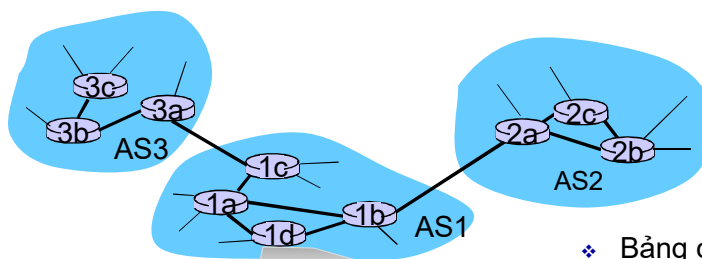
- ❖ Các router được tập hợp lại thành các vùng, “**hệ thống tự trị**” (**autonomous systems - AS**)
- ❖ Các router trong cùng AS sẽ chạy cùng giao thức định tuyến
 - Giao thức định tuyến “**nội vùng-AS**” (**intra-AS**)
 - Các router trong các AS khác nhau có thể chạy các giao thức định tuyến intra-AS khác nhau

Gateway router:

- ❖ Tại “**cạnh**” của AS riêng của nó
- ❖ Có liên kết tới router trong AS khác

Tăng mạng 4-99

Kết nối các AS



- ❖ Bảng chuyển tiếp được cấu hình bởi cả giải thuật định tuyến intra- và inter-AS
 - intra-AS thiết lập các điểm đăng nhập cho các đích nội mạng
 - inter-AS & intra-AS thiết lập các điểm đăng nhập cho các đích ngoại mạng

Tăng mạng 4-100

Nhiệm vụ của Inter-AS

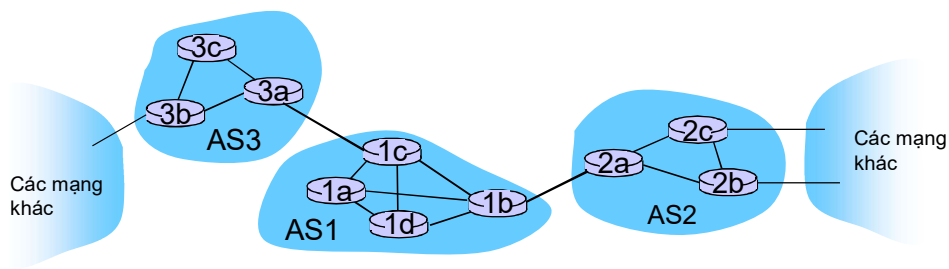
- ❖ Giả sử router trong AS1 nhận datagram có đích ở bên ngoài AS1:

- Router nên chuyển tiếp gói tin đến gateway router, nhưng mà là cái nào?

AS1 phải:

1. Học xem có thể đến được đích nào qua AS2, và AS3
2. Lan truyền thông tin này đến tất cả các router trong AS1

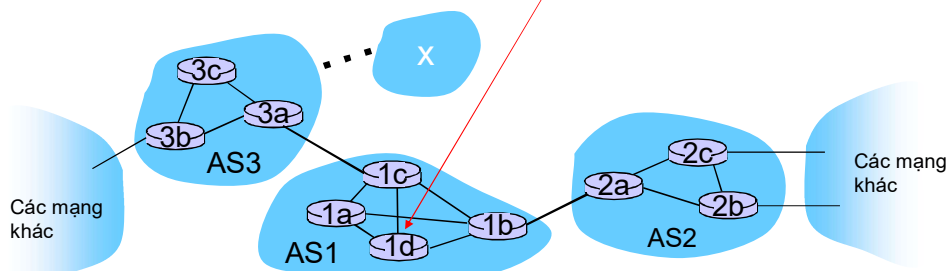
Đây là nhiệm vụ của định tuyến inter-AS!



Tăng mạng 4-101

Ví dụ: thiết lập bảng chuyển tiếp trong router 1d

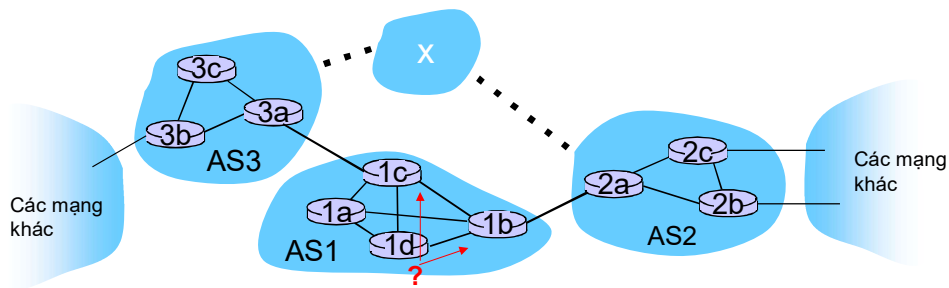
- ❖ Giả sử AS1 học (qua giao thức inter-AS) được là subnet **x** có thể đến được qua AS3 (gateway 1c), nhưng không qua AS2
 - Giao thức inter-AS lan truyền thông tin đi được cho tất cả các router nội mạng
- ❖ Router 1d biết được từ thông tin định tuyến intra-AS là giao diện **/** của nó thuộc đường đi có chi phí thấp nhất tới 1c
 - Đưa giá trị **(x, /)** vào bảng chuyển tiếp



Tăng mạng 4-102

Ví dụ: lựa chọn giữa nhiều AS

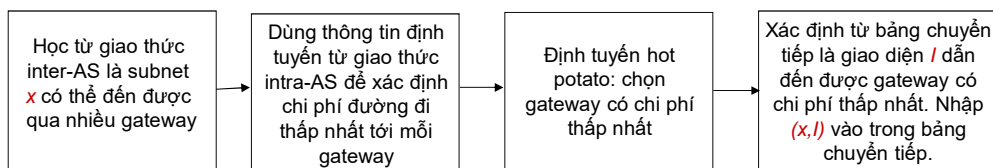
- ❖ Bây giờ, giả sử AS1 học từ giao thức inter-AS là subnet **x** có thể đến được từ AS3 và từ AS2.
- ❖ Để cấu hình bảng chuyển tiếp, router 1d cần phải xác định gateway nào mà nó nên chuyển tiếp các gói tin đến để tới được đích **x**
 - Đây là nhiệm vụ của giao thức định tuyến inter-AS!



Tăng mạng 4-103

Ví dụ: lựa chọn giữa nhiều AS

- ❖ Bây giờ, giả sử AS1 học từ giao thức inter-AS là subnet **x** có thể đến được từ AS3 và từ AS2.
- ❖ Để cấu hình bảng chuyển tiếp, router 1d cần phải xác định gateway nào mà nó nên chuyển tiếp các gói tin đến để tới được đích **x**
 - Đây là nhiệm vụ của giao thức định tuyến inter-AS!
- ❖ **Định tuyến hot potato:** gửi gói tin đến router gần nhất trong hai router



Tăng mạng 4-104

Chương 4: Nội dung

4.1 Giới thiệu

4.2 Các mạng mạch ảo và mạng chuyển gói

4.3 Kiến trúc của bộ định tuyến

4.4 IP: Internet Protocol

- Định dạng gói tin
- Định địa chỉ IPv4
- ICMP
- IPv6

4.5 Các giải thuật định tuyến

- Link state
- Distance vector
- Hierarchical routing

4.6 Định tuyến trong mạng Internet

- RIP
- OSPF
- BGP

Tăng mạng 4-105

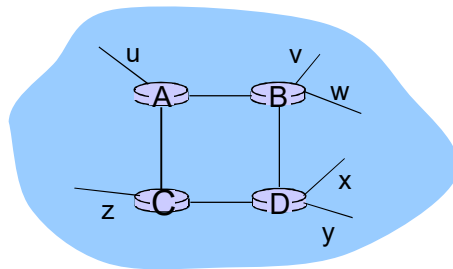
Định tuyến Intra-AS

- ❖ Còn được gọi là các giao thức cổng nội mạng (*interior gateway protocols - IGP*)
- ❖ Các giao thức định tuyến intra-AS phổ biến nhất:
 - RIP: Routing Information Protocol
 - OSPF: Open Shortest Path First
 - IGRP: Interior Gateway Routing Protocol (Cisco độc quyền)

Tăng mạng 4-106

RIP (Routing Information Protocol)

- ❖ Được công bố trong BSD-UNIX distribution năm 1982
- ❖ Giải thuật distance vector
 - Độ đo khoảng cách: số hop (lớn nhất = 15 hop), mỗi liên kết có chi phí là 1
 - Các DV được trao đổi giữa các điểm lân cận sau mỗi 30s bằng một thông điệp đáp ứng (còn được gọi là **thông báo (advertisement)**)
 - Mỗi thông báo: danh sách lên đến 25 **subnet đích**

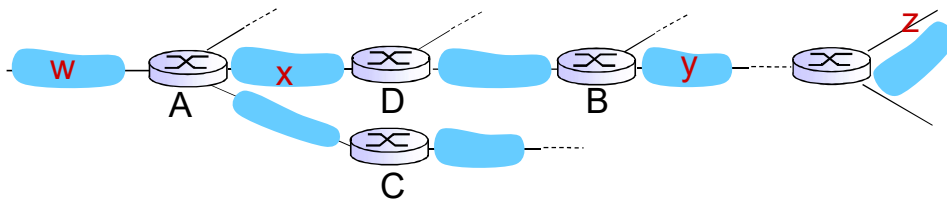


Từ router A đến các **subnet** đích:

subnet	hop
u	1
v	2
w	2
x	3
y	3
z	2

Tăng mạng 4-107

RIP: Ví dụ

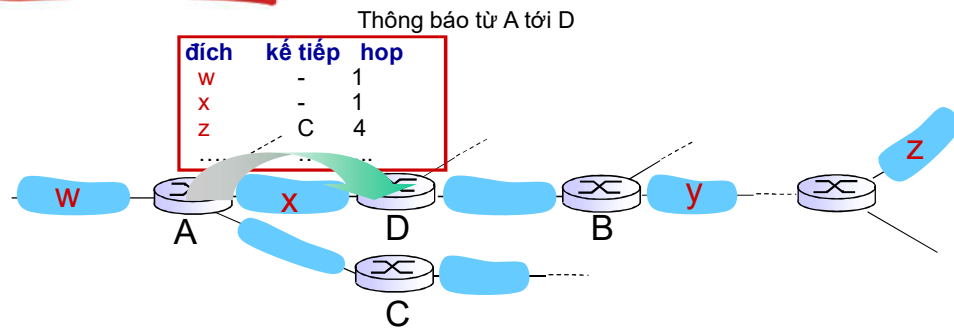


Bảng định tuyến trong router D

Subnet đích	Router kế tiếp	Số hop đến đích
w	A	2
y	B	2
z	B	7
x	--	1
....

Tăng mạng 4-108

RIP: Ví dụ



Bảng định tuyến trong router D

Subnet đích	Router kế tiếp	Số hop đến đích
W	A	2
Y	B	2
Z	B A	7 5
X	--	1
....

Tăng mạng 4-109

RIP: Lỗi liên kết và khôi phục

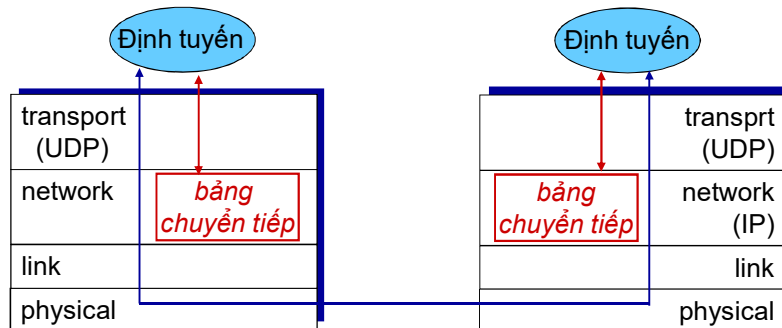
Nếu không thấy có thông báo sau khoảng 180s thì lân cận/liên kết được coi là “đã chết”.

- Các tuyến đường qua lân cận là không còn dùng được
- Các thông báo mới được gửi tới các lân cận
- Các lân cận tiếp tục gửi các thông báo mới (nếu các bảng bị thay đổi)
- Thông báo lỗi liên kết lan truyền nhanh chóng (?) trên toàn bộ mạng
- *Poison reverse* được dùng để ngăn chặn các vòng lặp ping-pong (khoảng cách vô hạn = 16 hop)

Tăng mạng 4-110

Xử lý bảng RIP

- ❖ Các bảng định tuyến RIP được quản lý bởi tiến trình **tầng ứng dụng** được gọi là route-d (daemon)
- ❖ Các thông báo được gửi trong các gói tin UDP, lặp lại định kỳ



Tầng mạng 4-111

OSPF (Open Shortest Path First)

- ❖ “Mở”: sẵn sàng công khai
- ❖ Dùng giải thuật link state
 - Phân phối gói LS
 - Bản đồ cấu trúc mạng tại mỗi nút
 - Tính toán đường đi dùng giải thuật Dijkstra
- ❖ Thông báo OSPF mang một điểm truy nhập vào mỗi lân cận
- ❖ Các thông báo được phân phối đến **toàn bộ** AS (qua cơ chế flooding)
 - Các thông điệp OSPF được mang trực tiếp trên IP (chứ không phải là TCP hay UDP)
- ❖ **Giao thức định tuyến IS-IS**: gần giống với OSPF

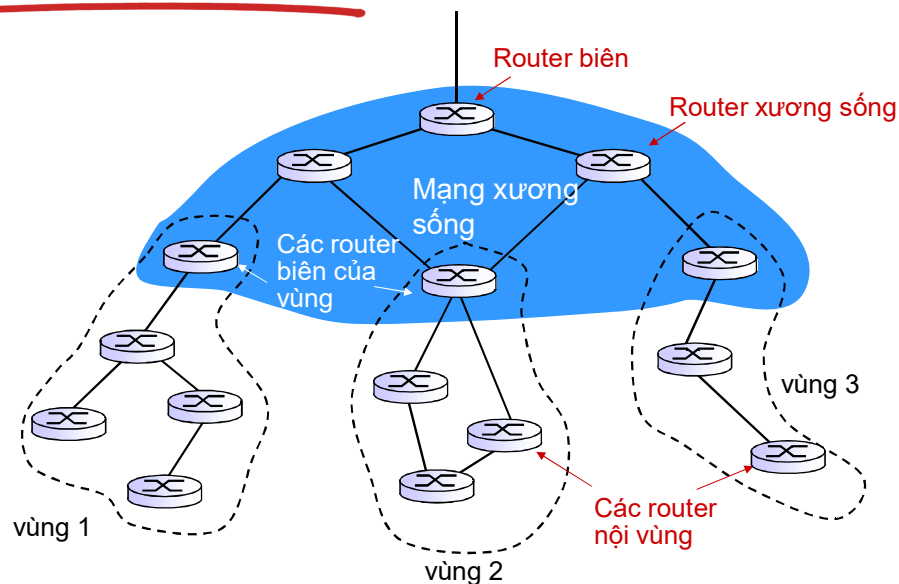
Tầng mạng 4-112

Các đặc tính “cải tiến” trong OSPF (không có trong RIP)

- ❖ **Bảo mật:** Tất cả các thông điệp OSPF đều được chứng thực (để ngăn chặn những xâm nhập xấu)
- ❖ Cho phép có **nhều tuyến đường đi với cùng chi phí** (trong RIP chỉ có một)
- ❖ Với mỗi liên kết, có nhiều độ đo chi phí cho các **TOS** khác nhau. (Ví dụ: chi phí liên kết vệ tinh được thiết lập “thấp” để đạt hiệu quả tốt; “cao” cho thời gian thực).
- ❖ Hỗ trợ tích hợp uni- và **multicast**:
 - Multicast OSPF (MOSPF) dùng cơ sở dữ liệu cùng cấu trúc như OSPF
- ❖ OSPF **phân cấp** trong các miền lớn.

Tăng mạng 4-113

OSPF phân cấp



Tăng mạng 4-114

OSPF phân cấp

- ❖ **Phân cấp 2 mức:** vùng cục bộ, vùng xương sống.
 - Chỉ dùng thông báo link-state bên trong vùng
 - Mỗi nút có cấu trúc vùng chi tiết; chỉ biết hướng (đường đi ngắn nhất) đến các mạng trong các vùng khác.
- ❖ **Các router biên của vùng:** “tổng hợp” khoảng cách đến các mạng trong vùng của nó, thông báo tới các router biên của vùng khác.
- ❖ **Các router xương sống:** chạy định tuyến OSPF hạn chế đến mạng xương sống
- ❖ **Các router biên:** kết nối tới các router biên của các AS khác.

Tầng mạng 4-115

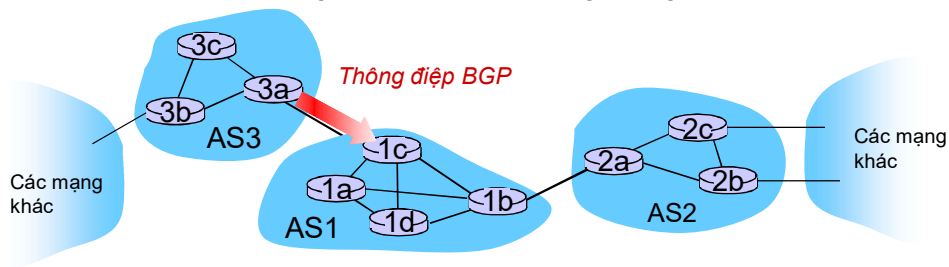
Định tuyến inter-AS trên Internet: BGP

- ❖ **BGP (Border Gateway Protocol):** Giao thức định tuyến liên miền thực tế
 - “gắn kết mọi người lại với nhau trên Internet”
- ❖ BGP cung cấp cho mỗi AS:
 - **eBGP:** lấy thông tin đi đến subnet từ các AS lân cận.
 - **iBGP:** lan truyền thông tin đến tất cả các router bên trong AS.
 - Xác định đường đi “tốt” tới các mạng khác dựa trên thông tin đường đi và chính sách
- ❖ Cho phép subnet thông báo sự tồn tại của nó đến phần còn lại của Internet.

Tầng mạng 4-116

Các cơ sở của BGP

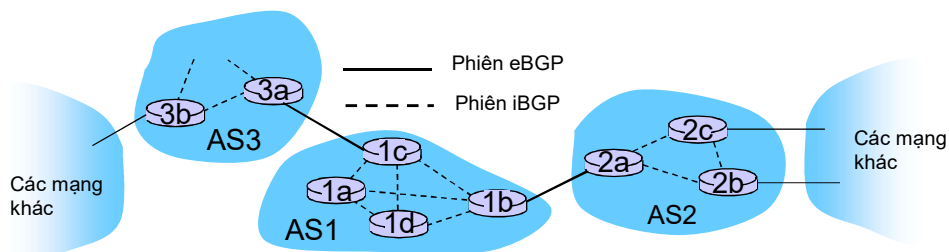
- ❖ **Phiên BGP:** Hai router BGP (“các peer”) trao đổi các thông điệp BGP:
 - Thông báo **đường đi** tới các tiền tố (prefix) mạng đích khác nhau (giao thức “path vector” (véc-tơ đường))
 - Được trao đổi qua các kết nối TCP bán bền vững
- ❖ Khi AS3 thông báo một prefix đến AS1:
 - AS3 **hứa hẹn** nó sẽ chuyển tiếp các datagram hướng tới prefix đó
 - AS3 có thể tổng hợp các prefix trong thông báo của mình



Tăng mạng 4-117

Các cơ sở của BGP: phân phối thông tin đường đi

- ❖ Dùng phiên eBGP giữa 3a và 1c, AS3 gửi thông tin đường đi (prefix) cho AS1.
 - Tiếp theo, 1c có thể dùng iBGP để phân phối thông tin prefix mới cho tất cả các router trong AS1
 - Sau đó, 1b có thể thông báo thông tin đường đi mới tới AS2 qua phiên eBGP từ 1b-đến-2a.
- ❖ Khi router học được prefix mới, nó sẽ tạo ra điểm truy nhập cho prefix trong bảng chuyển tiếp của nó.



Tăng mạng 4-118

Các thuộc tính đường và định tuyến BGP

- ❖ Prefix được thông báo chứa các thuộc tính BGP
 - Prefix + các thuộc tính = “định tuyến”
- ❖ Hai thuộc tính quan trọng:
 - **AS-PATH**: chứa các AS qua đó thông báo prefix nào được truyền. Ví dụ: AS 67, AS 17
 - **NEXT-HOP**: xác định router AS nội vùng nào là AS kế tiếp. (Có thể có nhiều liên kết từ AS hiện tại tới AS kế tiếp).
- ❖ Gateway router nhận thông báo định tuyến bằng cách dùng **import policy (chính sách nhập)** để chấp nhận/từ chối
 - Ví dụ: không bao giờ định tuyến qua AS x
 - Định tuyến *dựa trên chính sách*.

Tăng mạng 4-119

Chọn định tuyến BGP

- ❖ Router có thể học được nhiều đường đi đến AS đích, và việc chọn tuyến đường được dựa trên:
 1. Thuộc tính giá trị ưu tiên cục bộ: quyết định chính sách
 2. AS-PATH ngắn nhất
 3. Router NEXT-HOP gần nhất: định tuyến hot potato
 4. Tiêu chuẩn bổ sung

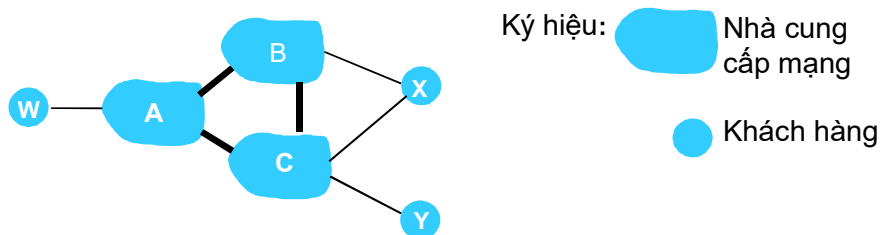
Tăng mạng 4-120

Các thông điệp BGP

- ❖ Các thông điệp BGP được trao đổi giữa các peer qua kết nối TCP
- ❖ Các thông điệp BGP:
 - **OPEN**: Mở kết nối TCP tới peer và xác thực bên gửi
 - **UPDATE**: thông báo đường đi mới (hoặc xóa bỏ đường cũ)
 - **KEEPALIVE**: giữ kết nối tồn tại khi UPDATES thiếu; cũng có thể yêu cầu ACKs OPEN
 - **NOTIFICATION**: báo cáo lỗi trong thông điệp trước; cũng được dùng để đóng kết nối.

Tăng mạng 4-121

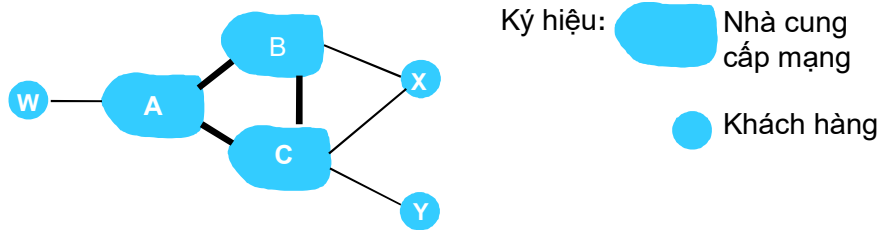
Chính sách định tuyến BGP



- ❖ A, B, C là *các nhà cung cấp mạng*
- ❖ X, W, Y là khách hàng (của nhà cung cấp mạng)
- ❖ X là *dual-homed*: được gắn vào hai mạng
 - X không muốn định tuyến từ B đến C qua X
 - ...do vậy, X sẽ không thông báo tới B về đường đi đến C

Tăng mạng 4-122

Chính sách định tuyến BGP



- ❖ A thông báo đường đi AW đến B
- ❖ B thông báo đường đi BAW đến X
- ❖ B sẽ thông báo đường đi BAW đến C?
 - Không! B không nhận “thu thập” cho định tuyến CBAW vì W và C đều không phải là khách hàng của B
 - B muốn buộc C phải định tuyến tới w qua A
 - B *chỉ* muốn định tuyến từ/tới khách hàng của nó!

Tăng mạng 4-123

Tại sao định tuyến Intra-, Inter-AS khác nhau?

Chính sách:

- ❖ Inter-AS: nhà quản trị muốn điều hành định tuyến lưu lượng và ai định tuyến qua mạng của họ.
- ❖ Intra-AS: Quản trị riêng, vì vậy không cần các quyết định chính sách

Quy mô:

- ❖ Định tuyến phân cấp tiết kiệm kích thước bảng, giảm lưu lượng cập nhật

Hiệu năng:

- ❖ Intra-AS: có thể tập trung vào hiệu năng
- ❖ Inter-AS: chính sách quan trọng hơn hiệu suất

Tăng mạng 4-124

Chương 4: *Hoàn thành!*

4.1 Giới thiệu

4.2 Các mạng mạch ảo và mạng chuyển gói

4.3 Kiến trúc của router

4.4 IP: Internet Protocol

- Định dạng datagram, định địa chỉ IPv4, ICMP, IPv6

4.5 Các giải thuật định tuyến

- link state, distance vector, hierarchical routing

4.6 Định tuyến trên Internet

- RIP, OSPF, BGP

- ❖ Hiểu được các nguyên lý bên trong các dịch vụ tầng mạng:
 - Các mô hình dịch vụ tầng mạng, tác động qua lại giữa định tuyến và chuyển tiếp, cách router hoạt động, định tuyến (chọn đường).
- ❖ Cài đặt, hiện thực trên mạng Internet