

## Chương 4: Nội dung

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Kiến trúc của bộ định tuyến
- 4.3 Giao thức mạng Internet (IP): IPv4 và IPv6
  - 4.3.1. Cấu trúc gói tin IPv4
  - 4.3.2. Định địa chỉ IPv4
  - 4.3.3. NAT: dịch chuyển địa chỉ mạng
  - 4.3.4. IPv6
- 4.4 Các giải thuật định tuyến
  - 4.4.1. Link state
  - 4.4.2. Distance vector
- 4.5 Định tuyến trên mạng Internet:
  - RIP, OSPF, BGP

Tăng mạng 4-92

## 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

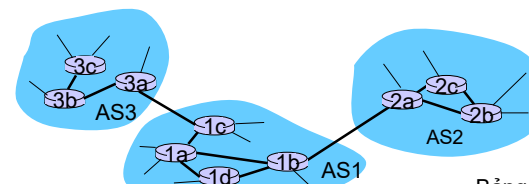
Tăng mạng 4-93

## 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

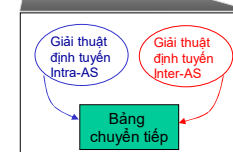
Tăng mạng 4-94

## 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 4-95

## Nhiệm vụ của Inter-AS

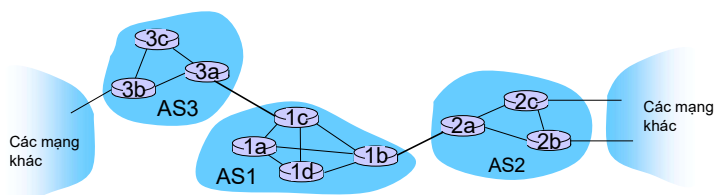
- Giả sử router trong AS1 nhận datagram có đích ở bên ngoài AS1:

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

**AS1 phải:**

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

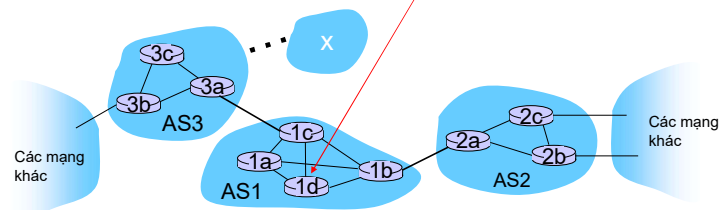
**Đây là nhiệm vụ của định tuyến inter-AS!**



Tăng mạng 4-96

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

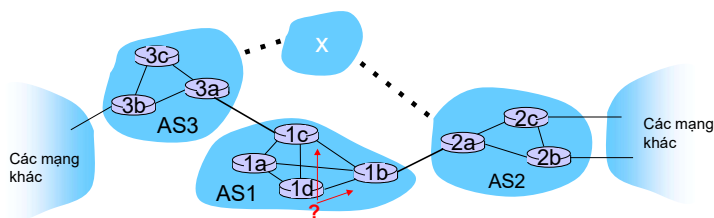
- Giả sử AS1 học (qua giao thức inter-AS) được là subnet **x** có thể đến được qua AS3 (gateway 1c), nhưng không qua AS2
  - Giao thức inter-AS lan truyền thông tin đi được cho tất cả các router nội mạng
- Router 1d biết được từ thông tin định tuyến intra-AS là giao diện **/** của nó thuộc đường đi có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



Tăng mạng 4-97

## Ví dụ: lựa chọn giữa nhiều AS

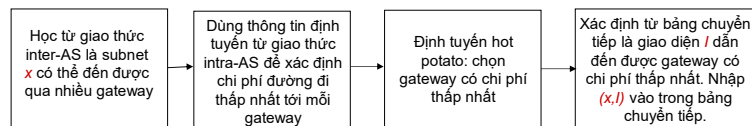
- Bây giờ, giả sử AS1 học từ giao thức inter-AS là subnet **x** có thể đến được từ AS3 và từ AS2.
- Để cấu hình bảng chuyển tiếp, router 1d cần phải xác định gateway nào mà nó nên chuyển tiếp các gói tin đến để tới được đích **x**
  - Đây là nhiệm vụ của giao thức định tuyến inter-AS!



Tăng mạng 4-98

## 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 4-99

## Chương 4: Nội dung

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Kiến trúc của bộ định tuyến
- 4.3 Giao thức mạng Internet (IP): IPv4 và IPv6
  - 4.3.1. Cấu trúc gói tin IPv4
  - 4.3.2. Định địa chỉ IPv4
  - 4.3.3. NAT: dịch chuyển địa chỉ mạng
  - 4.3.4. IPv6
- 4.4 Các giải thuật định tuyến
  - 4.4.1. Link state
  - 4.4.2. Distance vector
- 4.5 Định tuyến trên mạng Internet:  
RIP, OSPF, BGP

Tăng mạng 4-100

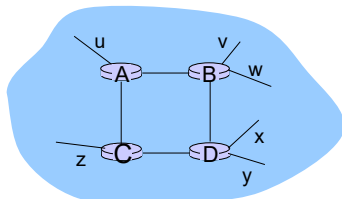
## Định tuyến Intra-AS

- ❖ 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 4-101

## 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**

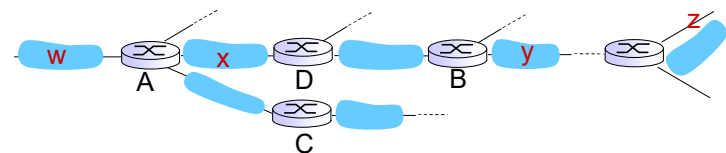


Từ router A đến các **subnet** đích:

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

Tăng mạng 4-102

## RIP: Ví dụ

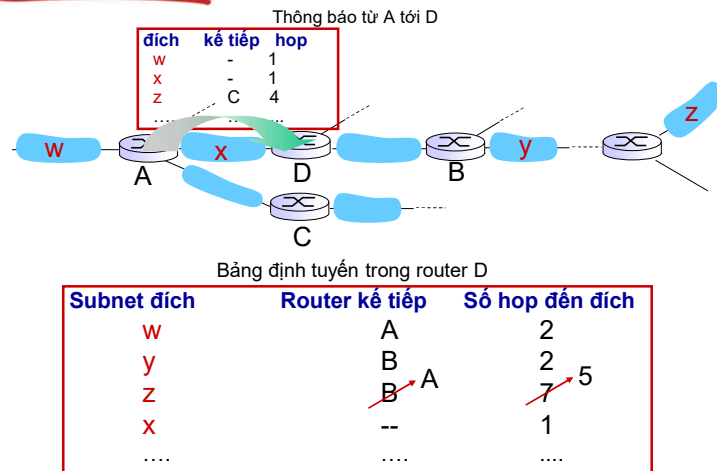


Bảng định tuyến trong router D

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

Tăng mạng 4-103

## RIP: Ví dụ



Tăng mạng 4-104

## RIP: Lỗi liên kết và khôi phục

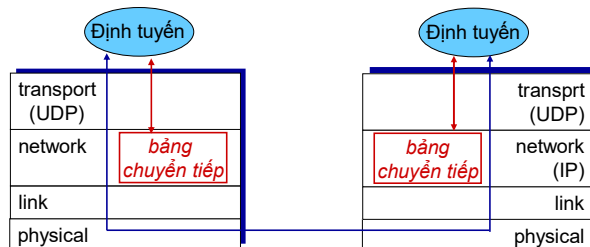
Nếu không thấy có thông báo sau khoảng 180s thì lân cận/liên kết được coi là "đã chết".

- 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 4-105

## Xử lý bảng RIP

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



Tăng mạng 4-106

## 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

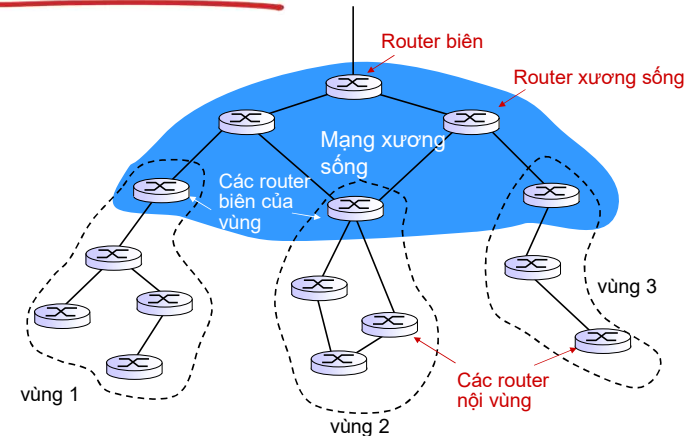
Tăng mạng 4-107

### 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 4-108

### OSPF phân cấp



Tăng mạng 4-109

### 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.

Tăng mạng 4-110

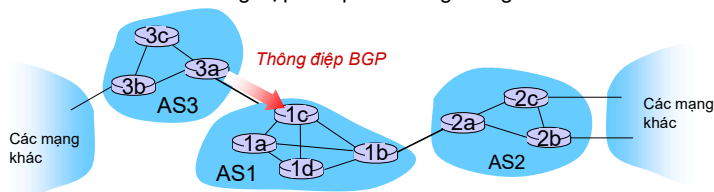
### Định tuyến inter-AS trên Internet: BGP

- ❖ **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.

Tăng mạng 4-111

## Các cơ sở của BGP

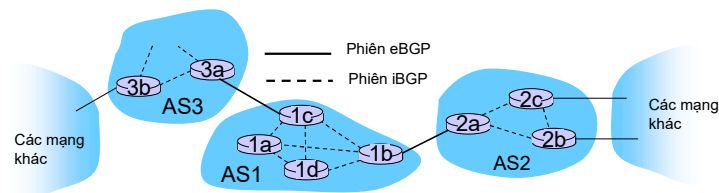
- ❖ **Phiên BGP:** Hai router BGP (“các peer”) trao đổi các thông điệp BGP:
  - Thông báo **đường đi** tới các tiền tố (prefix) mạng đích khác nhau (giao thức “path vector” (véc-tơ đường))
  - Được trao đổi qua các kết nối TCP bền bền vững
- ❖ Khi AS3 thông báo một prefix đến AS1:
  - AS3 **hứa hẹn**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



Tăng mạng 4-112

## 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 4-113

## 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 4-114

## 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

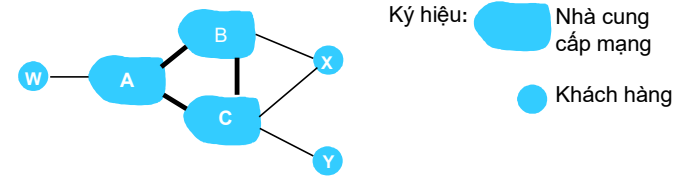
Tăng mạng 4-115

## 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 4-116

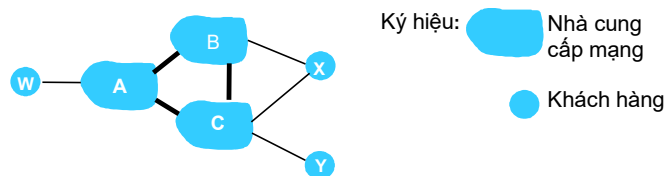
## Chính sách định tuyến BGP



- ❖ 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 4-117

## 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 4-118

## 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 năng

Tăng mạng 4-119

## Chương 4: Hoàn thành!

- 4.1 Giới thiệu
  - 4.2 Kiến trúc của bộ định tuyến
  - 4.3 IP: Internet Protocol
    - Cấu trúc datagram, định địa chỉ IPv4, NAT, IPv6
  - 4.4 Các giải thuật định tuyến
    - link state, distance vector
  - 4.5 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

Tầng mạng 4-120

## Tham khảo

- Jim Kurose, Keith Ross, “*Computer Networking: A Top-Down Approach*” 8<sup>th</sup> edition, Pearson, 2020.

Tầng mạng 1-121