

Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Một g/thuật trạng thái-liên kết

giải thuật Dijkstra

- tất cả nút đều biết đồ hình mạng, chi phí liên kết
 - thực hiện bởi “phát tán trạng thái liên kết”
 - mọi nút có cùng th/tin
- tính tuyến đường rẻ nhất từ 1 nút tới tất cả nút khác
 - tạo **bảng chuyển tiếp** cho nút đó
- lặp: sau k lần lặp, biết được tuyến đường rẻ nhất tới k đích

Kí hiệu:

- $c(x,y)$: chi phí từ nút x tới y; $= \infty$ nếu không phải hàng xóm trực tiếp
- $D(v)$: giá trị hiện tại của chi phí của tuyến đường từ nguồn tới đích v
- $p(v)$: nút liền trước trên đường đi từ nguồn tới v
- N' : tập các nút mà đã biết được đường đi xác định rẻ nhất tới chúng

Giải thuật Dijkstra

1 **Khởi tạo:**

2 $N' = \{u\}$

3 với mọi nốt v

4 nếu v kề với u

5 thì $D(v) = c(u,v)$

6 ngoài ra $D(v) = \infty$

7

8 **Lặp**

9 tìm w không thuộc N' sao cho $D(w)$ là min

10 thêm w vào N'

11 cập nhật $D(v)$ cho tất cả v kề với w và ko thuộc N' :

12 $D(v) = \min(D(v), D(w) + c(w,v))$

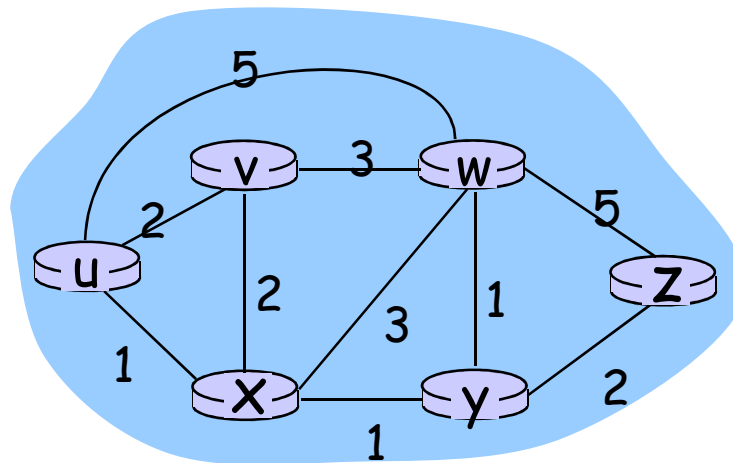
13 /* chi phí mới tới v hoặc là chi phí cũ tới v hoặc là chi phí

14 tuyến ngắn nhất tới w cộng với chi phí từ w tới v */

15 **tới khi tất cả các nốt đều thuộc N'**

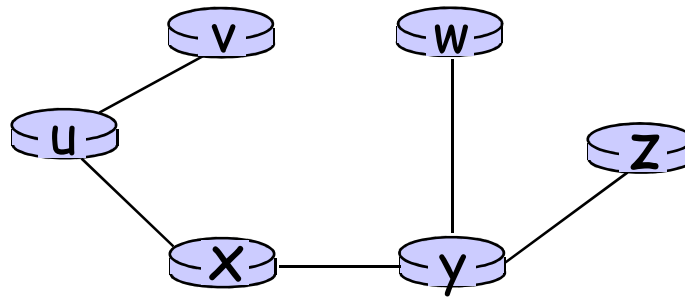
Giải thuật Dijkstra: Ví dụ

Bước	N'	D(v),p(v)	D(w),p(w)	D(x),p(x)	D(y),p(y)	D(z),p(z)
0	u	2,u	5,u	1,u	∞	∞
1	ux	2,u	4,x		2,x	∞
2	uxy	2,u	3,y			4,y
3	uxyv		3,y			4,y
4	uxyvw					4,y
5	uxyvwz					



Giải thuật Dijkstra's algorithm: ví dụ (2)

Kết quả cây đường đi ngắn nhất từ u:



Kết quả bảng chuyển tiếp tại u:

đích	liên kết
v	(u,v)
x	(u,x)
y	(u,x)
w	(u,x)
z	(u,x)

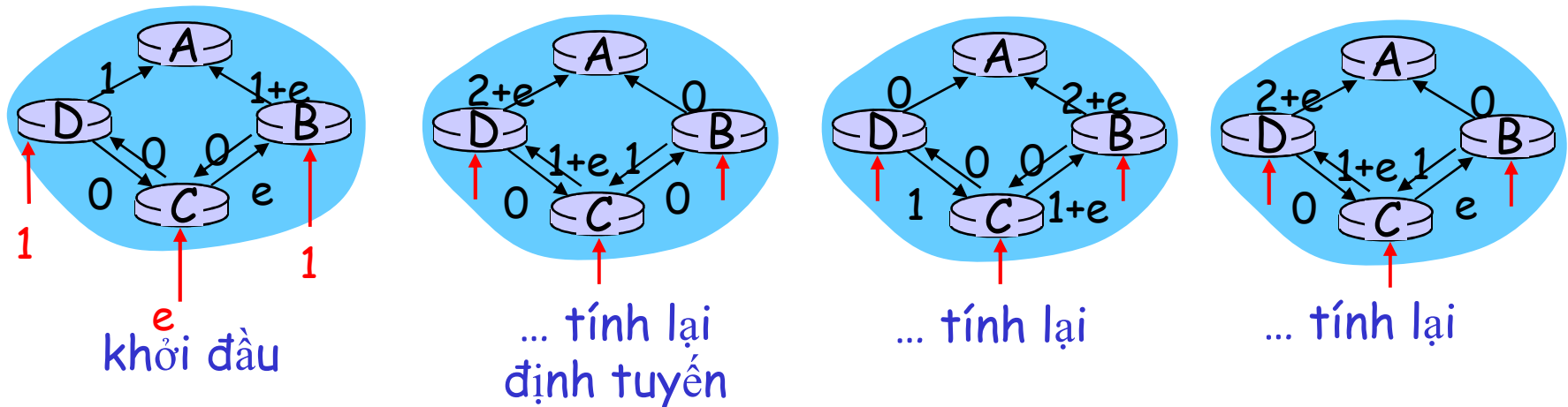
Giải thuật Dijkstra, thảo luận

Độ phức tạp giải thuật: n nốt

- ❑ mỗi lần lặp: phải kiểm tra tất cả n nốt, w, ko thuộc N
- ❑ thực hiện $n(n+1)/2$ lần so sánh: $O(n^2)$
- ❑ có khả năng hiện thực tốt hơn: $O(n \log n)$

Dạng khác:

- ❑ vd, chi phí liên kết = lượng lưu lượng sử dụng



Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Giải thuật Véc tơ-Khoảng cách

Phương trình Bellman-Ford (lập trình động)

Xác định

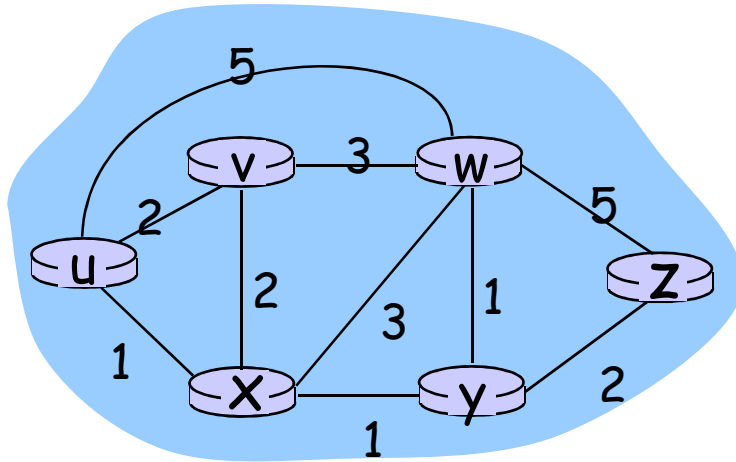
$d_x(y) :=$ chí phí của tuyến đường rẻ nhất từ x tới y

Khi đó

$$d_x(y) = \min_v \{c(x,v) + d_v(y)\}$$

với min được lấy trên tất cả hàng xóm v của x

Ví dụ Bellman-Ford



Rõ ràng, $d_v(z) = 5$, $d_x(z) = 3$, $d_w(z) = 3$

phương trình B-F:

$$\begin{aligned} d_u(z) &= \min \{ c(u,v) + d_v(z), \\ &\quad c(u,x) + d_x(z), \\ &\quad c(u,w) + d_w(z) \} \\ &= \min \{ 2 + 5, \\ &\quad 1 + 3, \\ &\quad 5 + 3 \} = 4 \end{aligned}$$

Nút mà đạt được giá trị min sẽ là nút tiếp theo trong tuyến đường ngắn nhất → bảng chuyển tiếp

Giải thuật Véc tơ-Khoảng cách

- $D_x(y)$ = chi phí thấp nhất từ x tới y
- Nút x biết chi phí tới mỗi hàng xóm v : $c(x,v)$
- Nút x duy trì véc tơ khoảng cách
 $D_x = [D_x(y): y \in N]$
- Nút x cũng duy trì các véc tơ khoảng cách của hàng xóm
 - Cho mỗi hàng xóm v , x duy trì
 $D_v = [D_v(y): y \in N]$

Giải thuật Véc tơ-Khoảng cách

(4)

Ý tưởng căn bản:

- Qua thời gian, mỗi nút gửi đo đặc vtkc của nó tới các hàng xóm
- Không đồng bộ
- Khi một nút x nhận được DV mới từ hàng xóm, nó cập nhật DV của nó sử dụng p/trình B-F:

$$D_x(y) \leftarrow \min_v \{c(x,v) + D_v(y)\} \quad \text{với mọi nút } y \in N$$

- Với vài điều kiện nhỏ, giá trị của $D_x(y)$ sẽ hội tụ tới giá trị chi phí nhỏ nhất thực tế $d_x(y)$

Giải thuật Véc tơ-Khoảng cách (5)

Lặp, không đồng bộ: mỗi vòng lặp cục bộ gây ra bởi:

- thay đổi chi phí liên kết cục bộ
- thông điệp cập nhật DV từ hàng xóm

Phân tán:

- mỗi nút thông báo cho hàng xóm *chỉ* khi DV của nó thay đổi
 - hàng xóm khi đó sẽ lại thông báo cho hàng xóm của chúng, nếu cần

Mỗi nút:



$$D_x(y) = \min\{c(x,y) + D_y(y), c(x,z) + D_z(y)\} \\ = \min\{2+0, 7+1\} = 2$$

$$D_x(z) = \min\{c(x,y) + D_y(z), c(x,z) + D_z(z)\} \\ = \min\{2+1, 7+0\} = 3$$

bảng nút x

		c.phí tới		
		x	y	z
từ	x	0	2	7
	y	∞	∞	∞
	z	∞	∞	∞

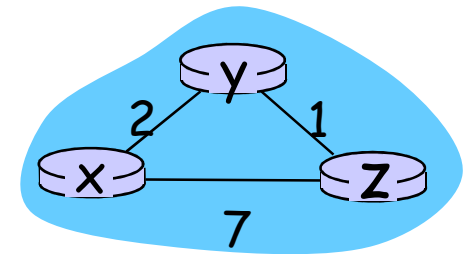
bảng nút y

		c.phí tới		
		x	y	z
từ	x	∞	∞	∞
	y	2	0	1
	z	∞	∞	∞

bảng nút z

		c.phí tới		
		x	y	z
từ	x	∞	∞	∞
	y	∞	∞	∞
	z	7	1	0

		c.phí tới		
		x	y	z
từ	x	0	2	3
	y	2	0	1
	z	7	1	0



time

$$D_x(y) = \min\{c(x,y) + D_y(y), c(x,z) + D_z(y)\} \\ = \min\{2+0, 7+1\} = 2$$

$$D_x(z) = \min\{c(x,y) + D_y(z), c(x,z) + D_z(z)\} \\ = \min\{2+1, 7+0\} = 3$$

bảng nốt x

c.phí tới			
	x	y	z
x	0	2	7
từ y	∞	∞	∞
z	∞	∞	∞

bảng nốt y

c.phí tới			
	x	y	z
x	∞	∞	∞
từ y	2	0	1
z	∞	∞	∞

bảng nốt z

c.phí tới			
	x	y	z
x	∞	∞	∞
từ y	∞	∞	∞
z	7	1	0

c.phí tới			
	x	y	z
x	0	2	3
từ y	2	0	1
z	7	1	0

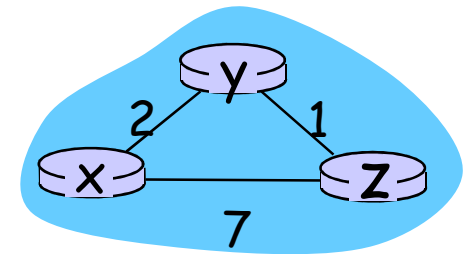
c.phí tới			
	x	y	z
x	0	2	7
từ y	2	0	1
z	7	1	0

c.phí tới			
	x	y	z
x	0	2	7
từ y	2	0	1
z	3	1	0

c.phí tới			
	x	y	z
x	0	2	3
từ y	2	0	1
z	3	1	0

c.phí tới			
	x	y	z
x	0	2	3
từ y	2	0	1
z	3	1	0

c.phí tới			
	x	y	z
x	0	2	3
từ y	2	0	1
z	3	1	0

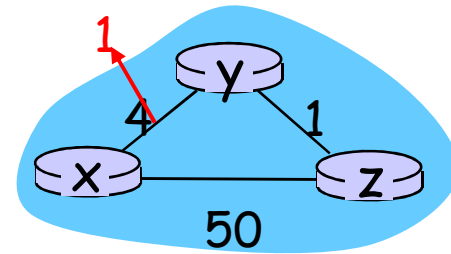


time

Véc tơ KC: chi phí liên kết thay đổi

Chi phí liên kết thay đổi:

- nốt nhận ra sự thay đổi chi phí trong liên kết cục bộ
- cập nhật t/tin định tuyến, tính lại véc tơ KC



- nếu DV thay đổi, thông báo hàng xóm tại t_0 , y phát hiện thay đổi chi phí lk, cập nhật DV của nó, và thông báo hàng xóm.

“tin
tốt
truyền
nhanh”

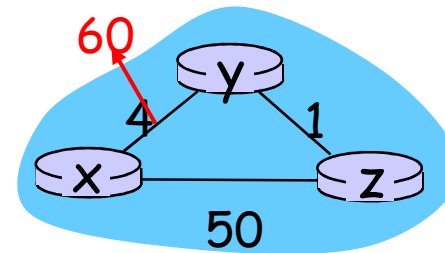
tại t_1 , z nhận được cập nhật của y và cập nhật bảng của nó. Nó tính chi phí thấp nhất tới x và gửi cho hàng xóm DV của nó.

tại t_2 , y nhận được cập nhật của z và cập nhật DV của nó. tuyến đường chi phí thấp nhất của y không đổi vì vậy nó *không* gửi thông điệp nào cho z.

Véc tơ KC: chi phí liên kết thay đổi

Chi phí liên kết thay đổi:

- ❑ tin tốt truyền nhanh
- ❑ tin xấu truyền chậm - vấn đề "đếm tới vô cùng"!
- ❑ 44 vòng lặp trước khi giải thuật ổn định



Sự đảo ngược bị độc:

- ❑ Nếu Z đi qua Y để tới X:
 - Z nói Y khoảng cách của nó tới X là vô tận (vậy Y sẽ không đi qua Z để tới X)
- ❑ liệu cách này có giải quyết hoàn toàn vấn đề đếm tới vô cùng không?

So sánh các giải thuật LS và DV

Sự phức tạp của th/điệp

- LS: với n nút, E liên kết, $O(nE)$ th/đ được gửi
- DV: chỉ trao đổi giữa hàng xóm với nhau
 - t/gian hội tụ thay đổi

Tốc độ hội tụ

- LS: $O(n^2)$ giải thuật cần $O(nE)$ thông điệp
 - có thể có dao động
- DV: thời gian hội tụ thay đổi
 - có thể có vòng lặp định tuyến
 - vấn đề đếm-tới-vô-cùng

Sức chịu đựng: nếu bất trực trặc?

LS:

- nút có thể quảng bá chi phí *liên kết* sai
- mỗi nút chỉ tính toán bảng của *riêng* nó

DV:

- nút DV có thể quảng bá chi phí *tuyến đường* sai
- mỗi bảng của nút được dùng bởi các nút khác
 - lỗi lan truyền trong mạng

Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Định tuyến Phân Cấp

Sự định tuyến từ đầu đến giờ dựa trên điều kiện lý tưởng

- ❑ tất cả bắt đầu giống y nhau
 - ❑ mạng “phẳng”
- ... *không* đúng trong thực tế

kích thước: với 200 triệu
đích đến:

- ❑ không thể lưu tất cả đích trong bảng định tuyến!
- ❑ sự trao đổi bảng định tuyến sẽ làm nghẽn đường truyền!

tự chủ trong quản lý

- ❑ internet = mạng của mạng
- ❑ mỗi quản trị viên có thể muốn kiểm soát sự định tuyến bên trong mạng của họ

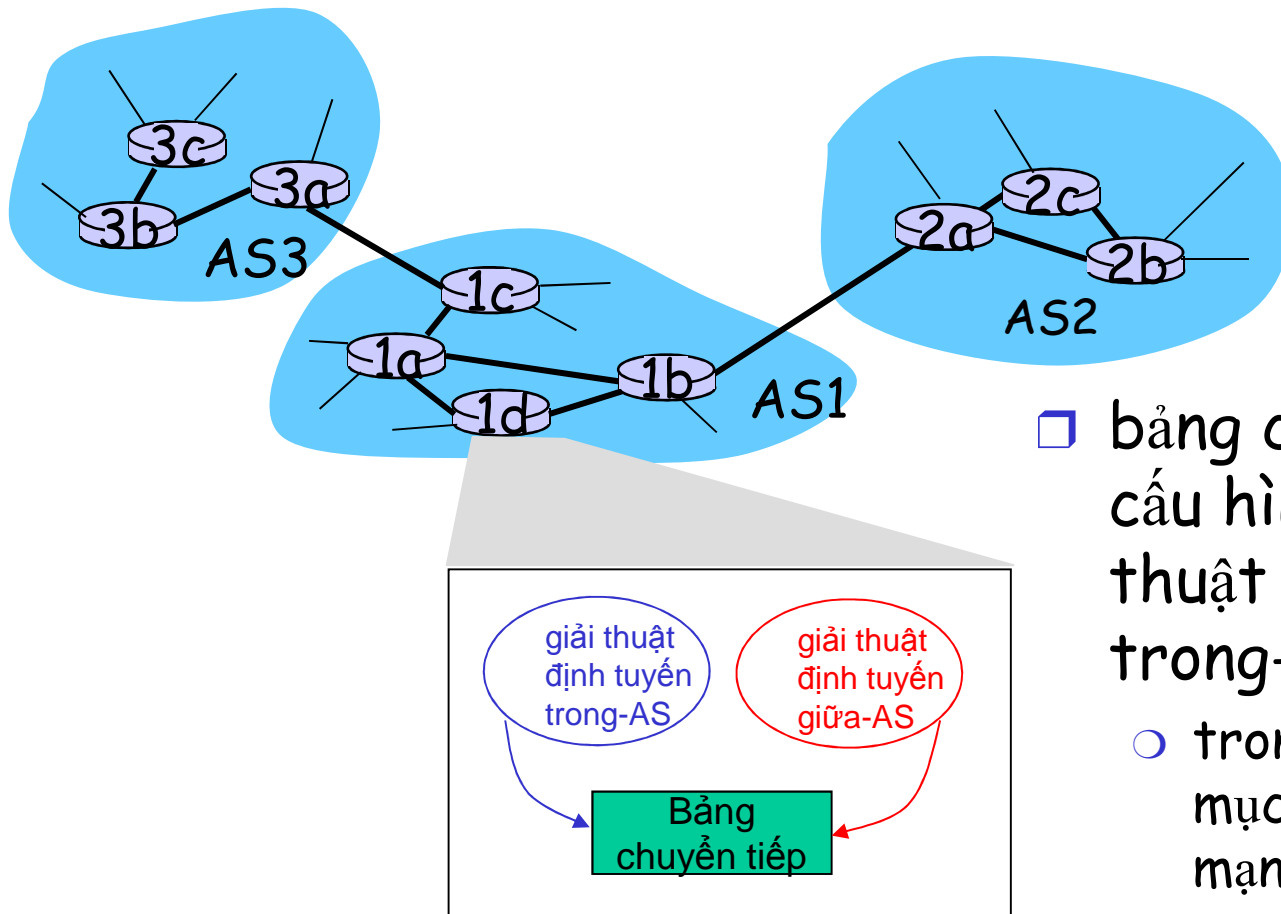
Định tuyến Phân Cấp

- gộp bắt vào những khu vực, "các hệ thống tự trị" (AS)
- các bắt trong cùng AS chạy cùng GTĐT
 - giao thức định tuyến "trong-AS"
 - bắt trong các AS khác nhau có thể chạy những GTĐT trong-AS khác nhau

BĐT Cổng (Gateway router)

- Có đường liên kết trực tiếp tới bắt trong AS khác

Các AS kết nối lẫn nhau



□ bảng chuyển tiếp được cấu hình bởi cả giải thuật định tuyến trong- và giữa-AS

- trong-AS thiết lập các mục cho các đích trong mạng
- giữa-AS và trong-AS thiết lập các mục cho các đích bên ngoài

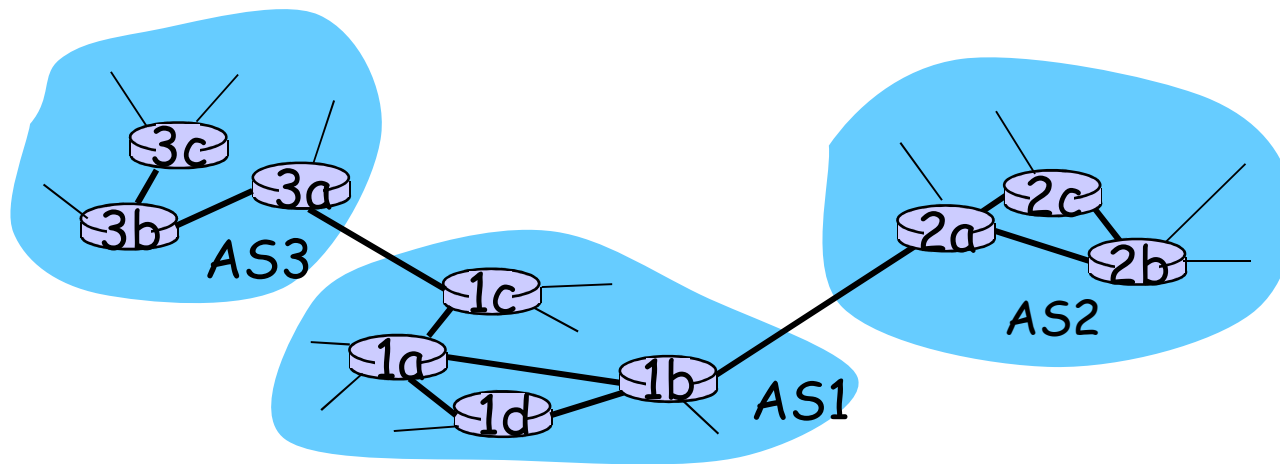
Nhiệm vụ Giữa-AS

- đòi hỏi bất trong AS1 nhận được gói tin hướng ra bên ngoài AS1:
 - bất phải đẩy chuyển gói tin tới bất công, nhưng là cái nào?

AS1 phải:

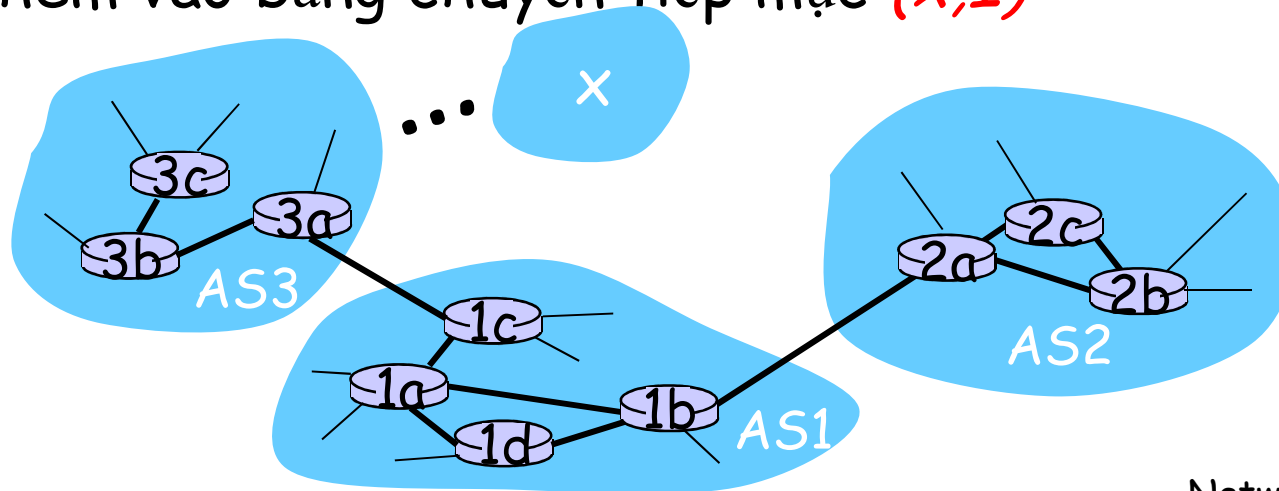
1. học những đích nào mà có thể tới được thông qua AS2, đích nào qua AS3
2. lan truyền thông tin này tới tất cả bất trong AS1

Job of inter-AS routing!



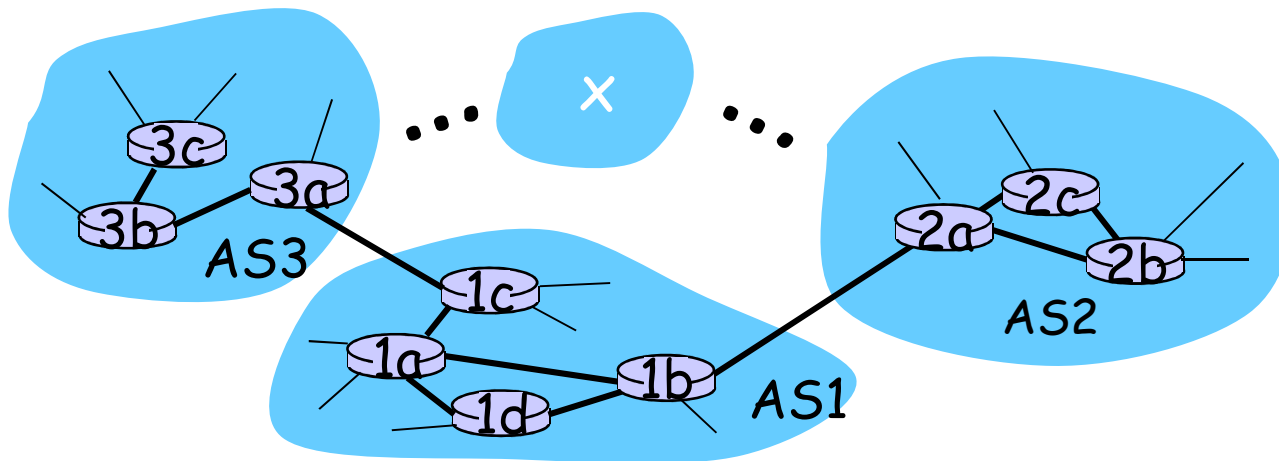
Ví dụ: Thiết lập bảng chuyển tiếp trong bđt 1d

- giả sử AS1 học được (thông qua G/thức giữa-AS) rằng mạng-con x có thể tới được qua AS3 (cổng 1c) nhưng không qua AS2.
- g/thức giữa-AS lan truyền thông tin về khả năng tới được tới tất cả bộ định tuyến bên trong.
- bđt 1d xác định từ thông tin định tuyến trong-AS rằng có thể tới 1c qua đường ngắn nhất đi qua giao diện I .
 - thêm vào bảng chuyển tiếp mục (x, I)



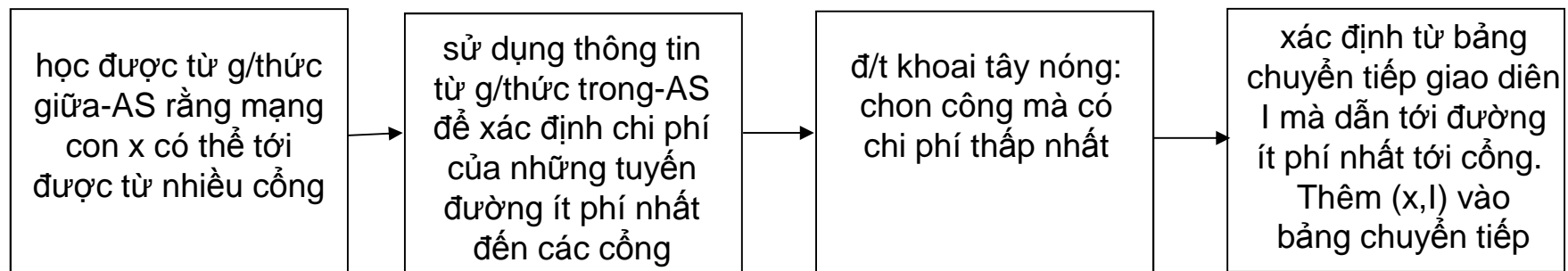
Ví dụ: Lựa chọn giữa nhiều AS

- giả sử AS1 học được từ g/thức giữa-AS rằng mạng con **x** có thể tới được từ AS3 và từ AS2.
- để cấu hình bảng chuyển tiếp, bắt đầu phải xác định bắt-công nào nó sẽ dùng để chuyển tiếp gói tin qua cho đích **x**.
 - đây cũng là nhiệm vụ của giao thức định tuyến giữa-AS!



Ví dụ: Lựa chọn giữa nhiều AS

- ❑ giả sử AS1 học được từ g/thức giữa-AS rằng mạng con **x** có thể tới được từ AS3 và từ AS2.
- ❑ để cấu hình bảng chuyển tiếp, bắt đầu phải xác định bắt-công nào nó sẽ dùng để chuyển tiếp gói tin qua cho đích **x**.
 - đây cũng là nhiệm vụ của giao thức định tuyến giữa-AS!
- ❑ **định tuyến "khoai tây nóng"**: gửi gói tin tới bắt gần nhất trong hai.



Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Định tuyến trong-AS

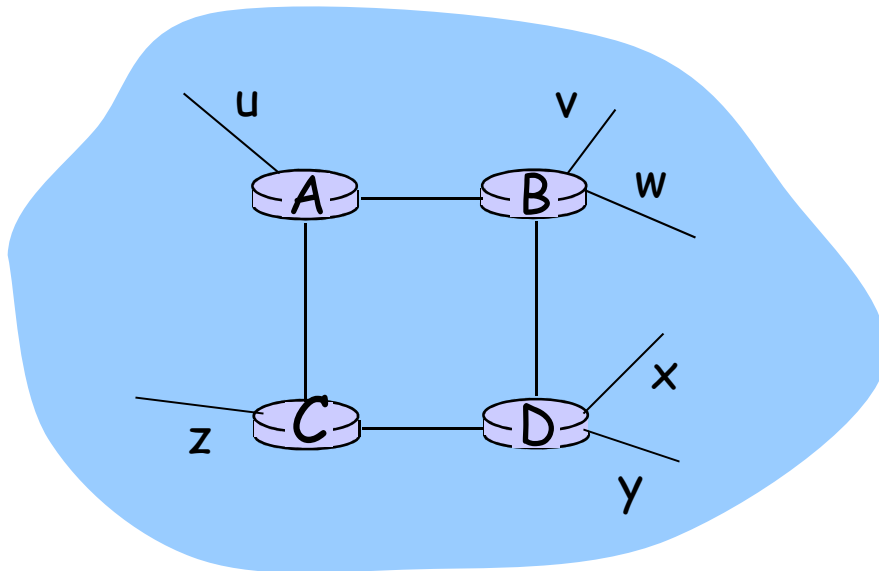
- ❑ còn được biết là **Giao thức cổng nối trong (IGP)**
- ❑ các giao thức định tuyến Trong-AS phổ biến:
 - RIP: Giao thức thông tin định tuyến
 - OSPF: g/t Mở - Tuyến đường Ngắn nhất Trước tiên
 - IGRP: Giao thức Định tuyến Cổng Nối trong (tài sản sở hữu của Cisco)

Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

RIP (Giao thức thông tin định tuyến)

- giải thuật véc tơ khoảng cách
- được tích hợp trong bản phân phối BSD-UNIX 1982
- đơn vị đo khoảng cách: số hộp (max = 15 hop)
(hộp - thiết bị mạng mà gói tin đi qua)



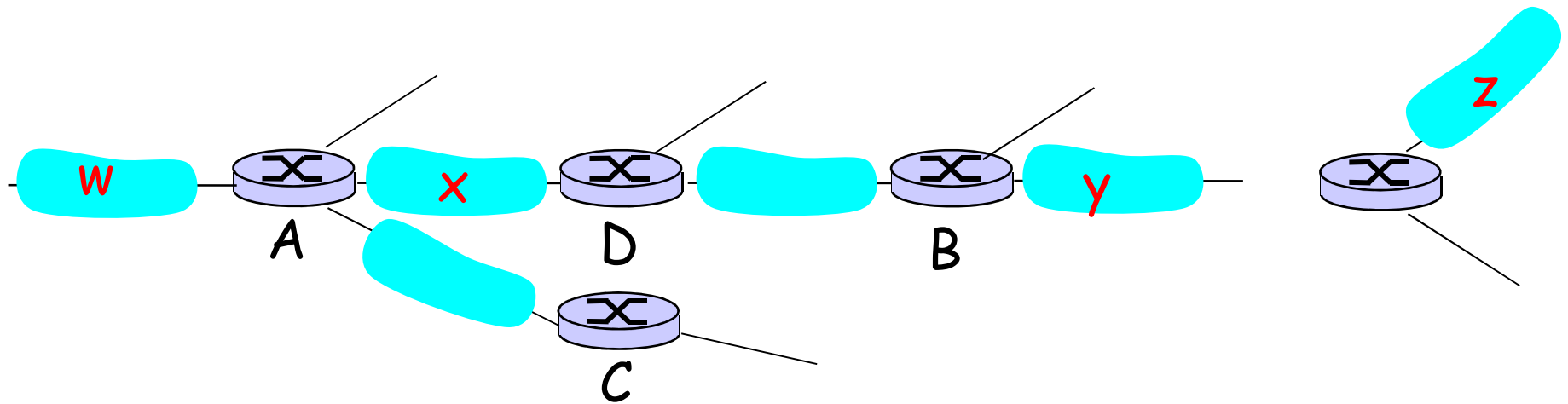
Từ bắt A tới mạng con:

<u>đích</u>	<u>hops</u>
u	1
v	2
w	2
x	3
y	3
z	2

Sự quảng bá trong RIP

- ❑ các véc tơ k/cách: trao đổi giữa những hàng xóm mỗi 30 s thông qua "Thông điệp Phản hồi" (còn gọi là **quảng bá**)
- ❑ mỗi quảng bá: là danh sách lên tới 25 mạng đích trong AS

RIP: Ví dụ



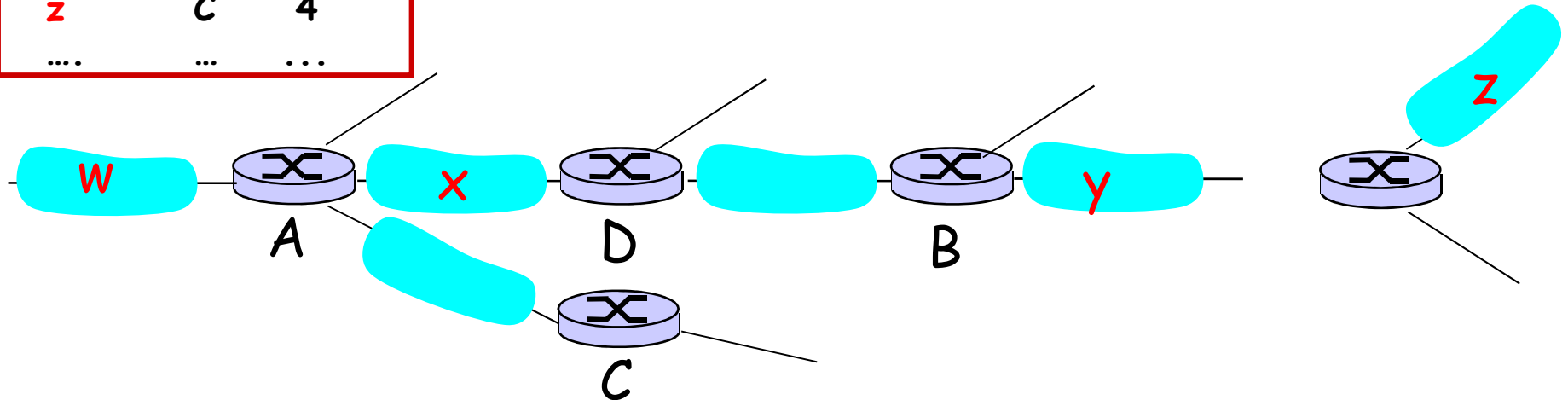
Mạng đích	BĐT tiếp theo	Số hop tính tới đích
w	A	2
y	B	2
z	B	7
x	--	1
...

bảng định tuyến/chuyển tiếp trong D

RIP: Ví dụ

Đích	tiếp theo	hộp
w	-	1
x	-	1
z	C	4
....

quảng bá từ
A tới D



Mạng đích	BĐT tiếp theo	Số hộp tính tới đích
w	A	2
y	B	2
z	B A	7 5
x	--	1
....

bảng định tuyến/chuyển tiếp trong D

Network Layer 4-110

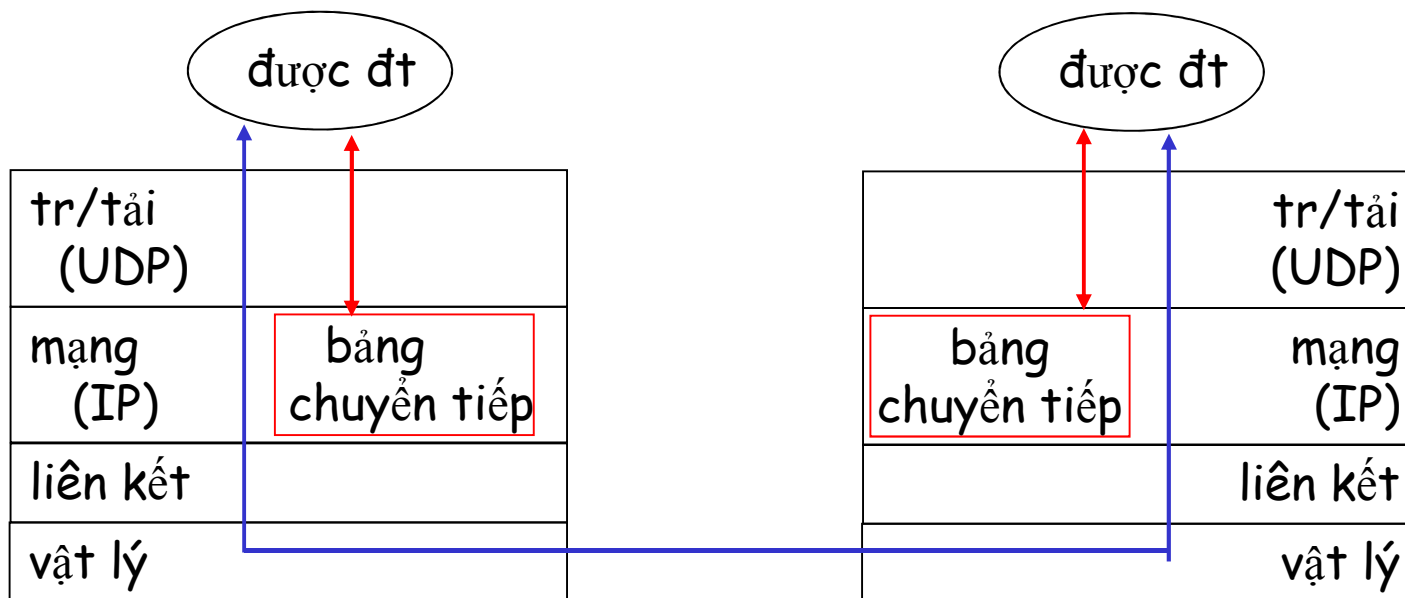
RIP: Liên kết Hỏng và Phục hồi

Nếu không nghe thấy quảng bá nào sau 180 s → hàng xóm/liên kết xem như đã chết

- tuyến đường đi qua hàng xóm bị hủy
- gửi quảng bá mới cho các hàng xóm khác
- những hàng xóm theo lượt lại gửi quảng bá mới đi (nếu bảng đt thay đổi)
- thông tin về liên kết bị hỏng sẽ nhanh chóng (?) lan truyền trong toàn mạng
- "*đầu độc ngược*" sử dụng để ngăn chặn vòng lặp ping-pong (khoảng cách vô tận = 16 hóp)

Quá trình xử lý bảng RIP

- ❑ bảng định tuyến RIP được quản lý bởi tiến trình ở **tầng-ứng dụng** gọi là route-d (daemon)
- ❑ quảng bá được gửi trong các gói UDP, lặp lại theo chu kỳ



Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

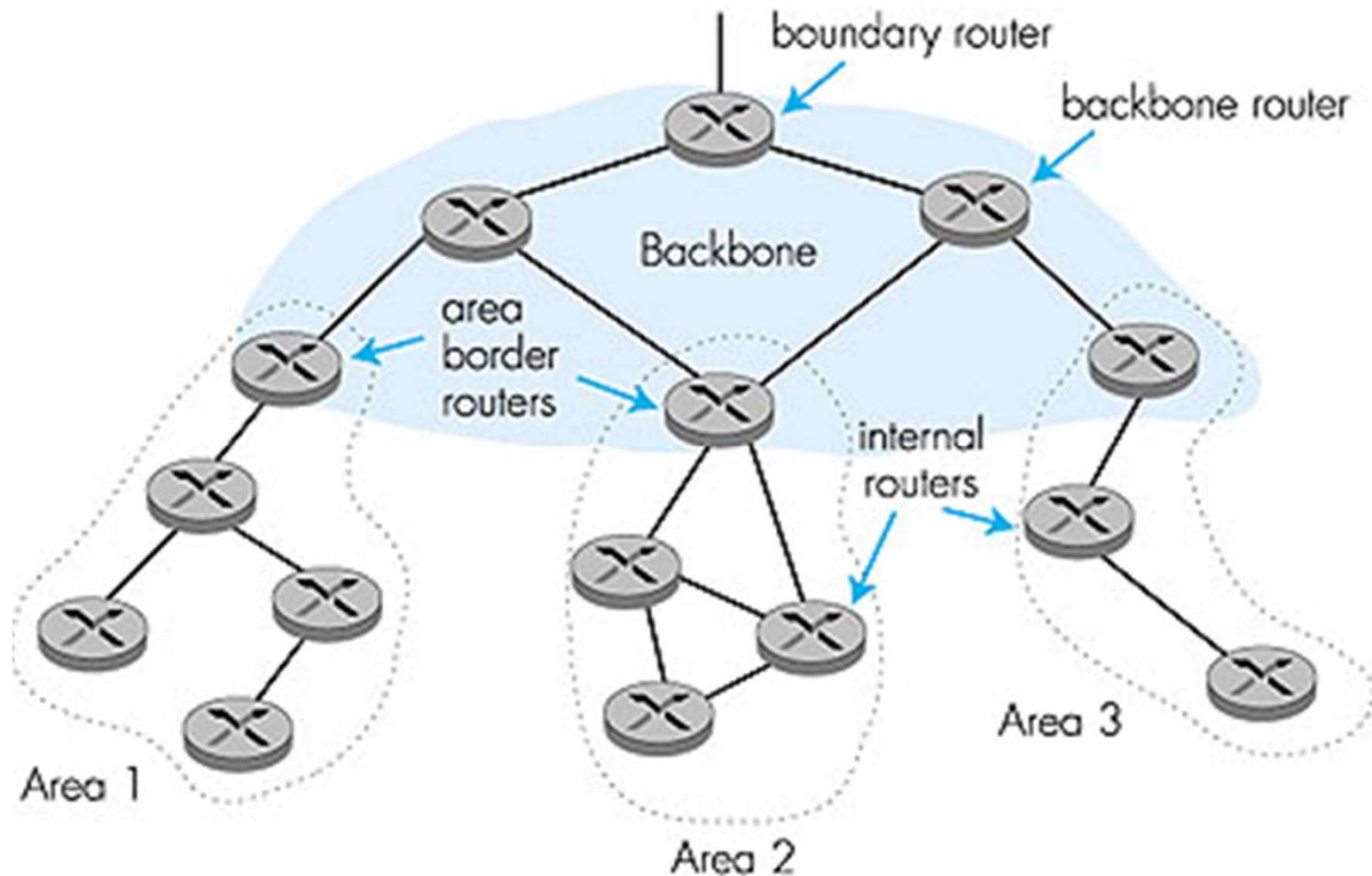
OSPF (Open Shortest Path First)

- ❑ “open”: mở, miễn phí (tương tự mã nguồn mở)
- ❑ sử dụng giải thuật Trạng thái-Liên kết
 - phổ biến gói tin LS
 - bản đồ mạng nằm ở mỗi nút
 - sử dụng giải thuật Dijkstra để tính tuyến đường
- ❑ Gói quảng bá OSPF chứa một mục cho mỗi bất hàng xóm
- ❑ các quảng bá được phổ biến ra **toàn** AS (bằng cách gửi tràn - flooding)
 - thông điệp trong OSPF được truyền trực tiếp trong IP (thay vì TCP hoặc UDP)

Những đặc điểm “đặc biệt” của OSPF (không có RIP)

- ❑ **bảo mật:** tất cả thông điệp OSPF đều được xác thực (để phòng ngừa phá hoại)
- ❑ cho phép **nhiều tuyến đường** cùng chi phí (RIP chỉ có 1)
- ❑ đối với mỗi liên kết, nhiều đơn vị chi phí cho những **TOS** khác nhau (vd, chi phí của liên kết vệ tinh set “low” for best effort; high for real time)
- ❑ tích hợp hỗ trợ truyền một (unicast) và **truyền nhiều đích:** (multicast)
 - Truyền đa OSPF (MOSPF) sử dụng cùng một cơ sở dữ liệu đồ hình như OSPF
- ❑ OSPF **phân tầng** trong những vùng lớn.

OSPF phân tầng



OSPF Phân tầng

- ❑ **hệ thống phân cấp 2-cấp:** khu vực cục bộ, xương sống.
 - Các quảng bá trạng thái-liên kết chỉ lan truyền trong khu vực này
 - mỗi nốt đều có sơ đồ mạng cụ thể của khu vực; chỉ biết được hướng (tuyến đường ngắn nhất) tới những mạng trong những vùng khác.
- ❑ **bắt Biên Vùng:** "tổng hợp" các khoảng cách tới các mạng trong vùng của nó, quảng bá cho những bắt Biên Vùng khác.
- ❑ **bắt Xương-Sống:** chạy OSPF giới hạn trong Xương Sống.
- ❑ **bắt Biên giới:** kết nối tới các AS khác.

Chương 4: Tầng Mạng

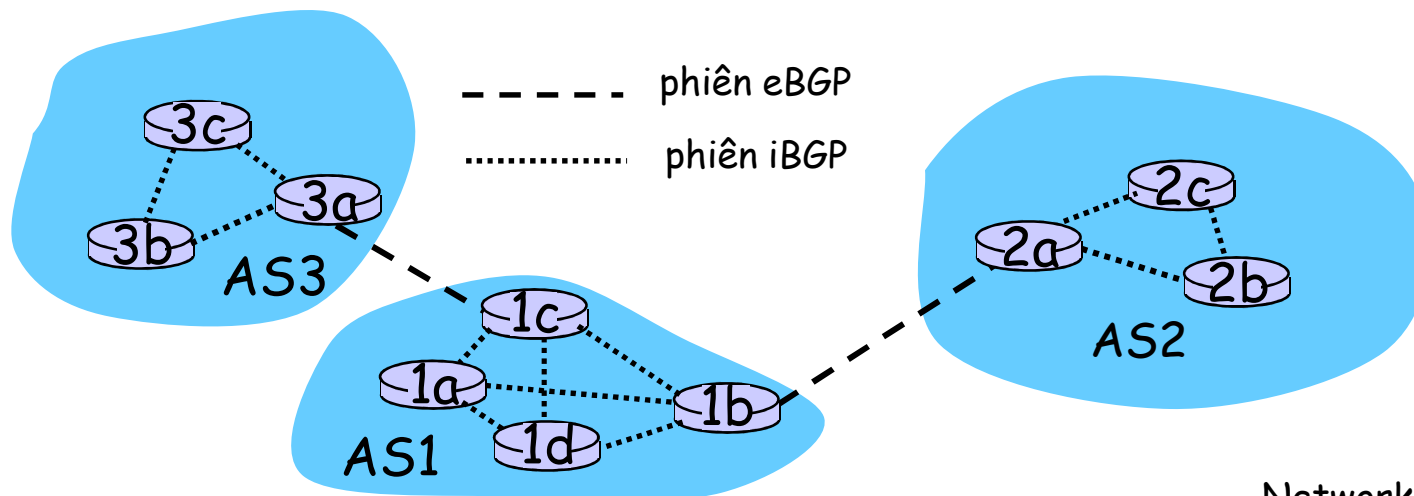
- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Định tuyến giữa-AS trong Internet : BGP

- ❑ **Giao thức cổng biên - BGP:** là chuẩn đang được dùng trên thực tế
- ❑ BGP c/cấp cho mỗi AS một phương tiện để :
 1. Có được thông tin về k/năng tới được mạng con từ các AS lân cận.
 2. Lan truyền thông tin k/n tới được cho tất cả các bộ định tuyến nội bộ AS.
 3. Xác định các tuyến đường "tốt" đến mạng con dựa trên thông tin k/n tới được và chính sách..
- ❑ cho phép mạng con quảng bá sự tồn tại của nó tới toàn Internet: "*Tôi ở đây*"

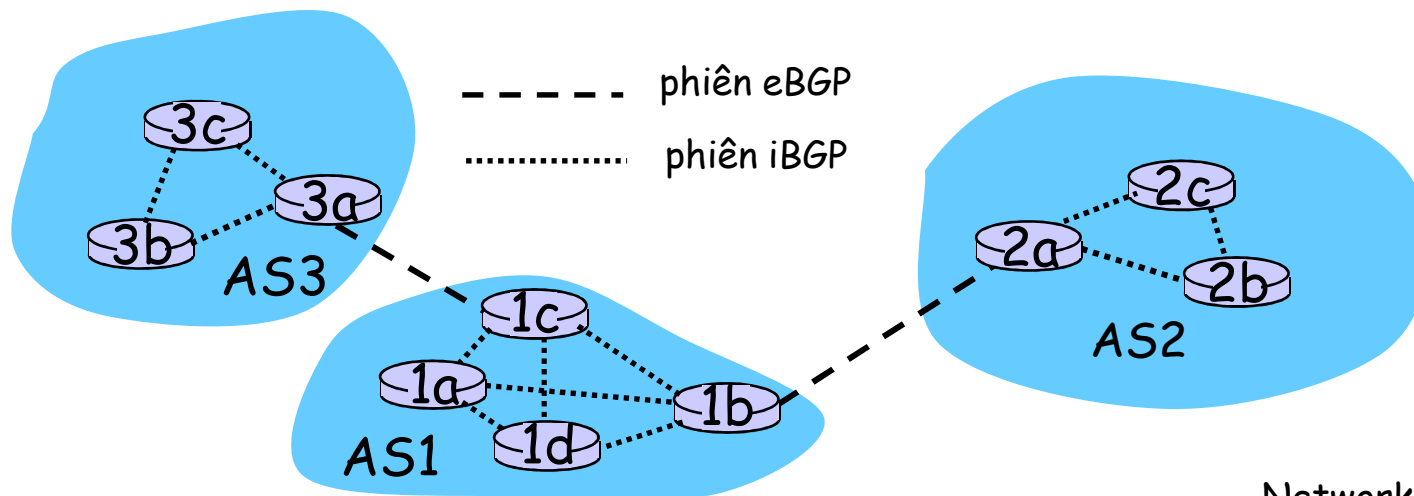
Căn bản của BGP

- ❑ những cặp bắt (thành viên của BGP) trao đổi thông tin định tuyến thông qua kết nối TCP bán-thường trực: **phiên BGP**
 - phiên BGP không cần phải tương ứng với liên kết vật lý.
- ❑ khi AS2 quảng bá một mạng con cho AS1:
 - AS2 **hứa** là nó sẽ chuyển tiếp dữ liệu tới mạng đó.
 - AS2 có thể gộp các mạng con lại trong gói quảng bá của nó



Sự phân tán thông tin về khả năng tối được

- ❑ sử dụng phiên eBGP giữa 3a và 1c, AS3 gửi ttkntđ của mạng con tới AS1.
 - 1c sau đó có thể sử dụng iBGP để phân tán thông tin mạng con mới này tới tất cả bất trong AS1
 - 1b có thể quảng bá tiếp t/tin tới AS2 thông qua phiên eBGP 1b-tới-2a
- ❑ khi bất học được mạng con mới, nó tạo ra mục mới và thêm vào bảng chuyển tiếp.



Thuộc tính đường đi & tuyến đường BGP

- ❑ những tiền tố mạng (prefix) được quảng bá có chứa những thông số BGP.
 - tiền tố mạng + thông số = "tuyến đường"
- ❑ hai thuộc tính quan trọng:
 - **Đường đi-AS**: chứa các AS mà những quảng bá tiền tố mạng prefix đã đi qua: vd: AS 67, AS 17
 - **Hộp-tiếp theo**: chỉ ra bất AS-nội bộ cụ thể để đến AS hộp-tiếp theo. (có thể có nhiều liên kết từ AS hiện tại đến AS-hộp-tiếp theo)
- ❑ khi bất cổng nhận được quảng bá tuyến đường, nó dùng **chính sách nhập khẩu** để quyết định chấp nhận/từ chối.

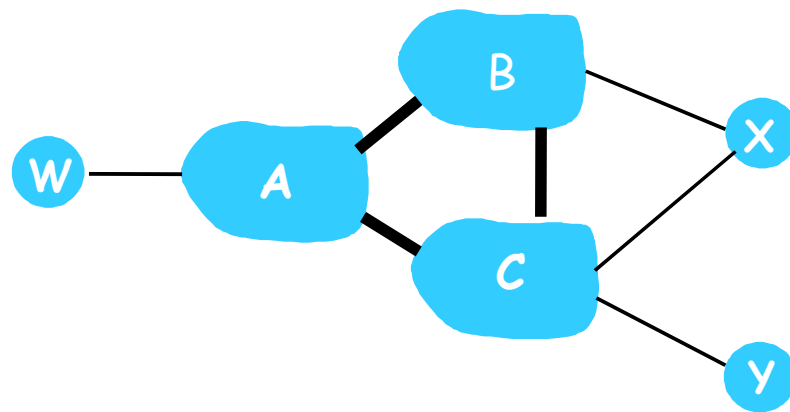
Lựa chọn tuyến đường BGP

- ❑ bđt có thể học được nhiều đường tới những tiền tổ mạng. BĐT phải lựa chọn tuyến đường.
- ❑ các qui tắc loại trừ:
 1. giá trị thuộc tính địa phương: quyết định mang tính chính sách
 2. Tuyến đường-AS ngắn nhất
 3. bđt HỘP-TIẾP THEO gần nhất: định tuyến "khoai tây nóng"
 4. những tiêu chuẩn khác

Các thông điệp BGP

- ❑ các t/điệp BGP được trao đổi thông qua TCP.
- ❑ các t/điệp BGP:
 - **OPEN**: mở kết nối TCP tới thành viên và xác thực người gửi
 - **UPDATE**: quảng bá đường đi mới (hoặc hủy đường cũ)
 - **KEEPALIVE**: giữ cho kết nối sống khi không có gói UPDATES; đồng thời xác nhận yêu cầu OPEN
 - **NOTIFICATION**: báo lỗi có trong thông điệp trước đó; cũng được dùng để đóng kết nối

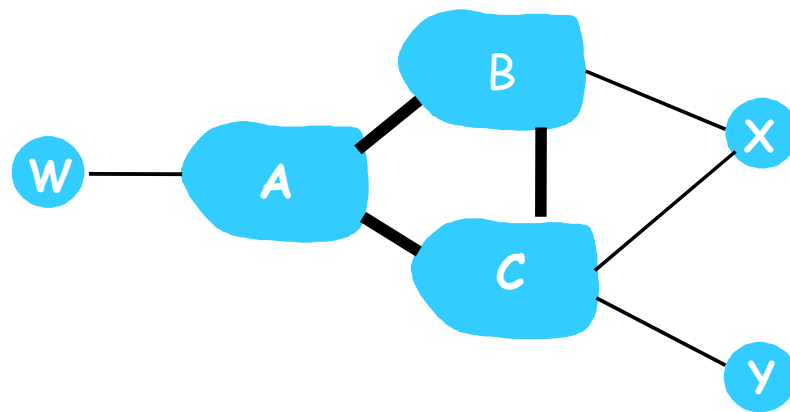
chính sách định tuyến BGP



ghi chú:  mạng nccdv
 mạng khách hàng

- ❑ A,B,C là **mạng của nccdv**
- ❑ X,W,Y là khách hàng (của mạng của nccdv)
- ❑ X là **nhà-2-mạng**: nối với hai mạng
 - X không muốn định tuyến gói tin từ B đi qua X để tới C
 - .. vì vậy X sẽ không quảng bá cho B đường đi tới C

chính sách định tuyến BGP (2)



ghi chú:  mạng nccdv
 mạng khách hàng

- ❑ A quảng bá đường AW cho B
- ❑ B quảng bá đường BAW cho X
- ❑ B có nên quảng bá đường BAW cho C?
 - Không đời nào! B không nhận được "lợi lộc" gì từ việc định tuyến CBAW bởi cả W và C đều không phải khách hàng của B
 - B muốn buộc C định tuyến tới w qua A
 - B *chỉ* muốn định tuyến tới/từ khách hàng của nó

Tại sao phải tách biệt sự định tuyến Trong- và Giữa-AS?

Chính sách:

- ❑ Giữa-AS: quản trị viên muốn kiểm soát lưu lượng của họ được định tuyến ntn, ai định tuyến qua mạng của họ.
- ❑ Trong-AS: chỉ có một quản trị viên, vì vậy không cần phải có chính sách quyết định

Sự mở rộng:

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

Hiệu suất:

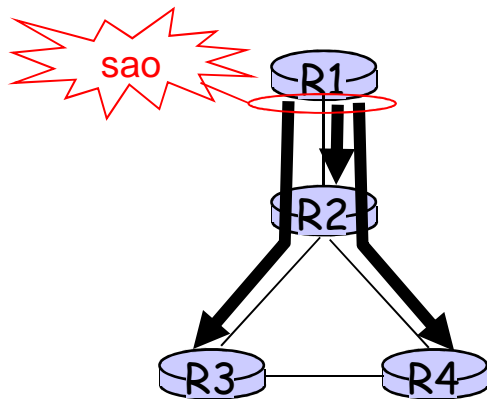
- ❑ Trong-AS: có thể tập trung cho hiệu suất
- ❑ Giữa-AS: các chính sách có thể làm giảm hiệu suất

Chương 4: Tầng Mạng

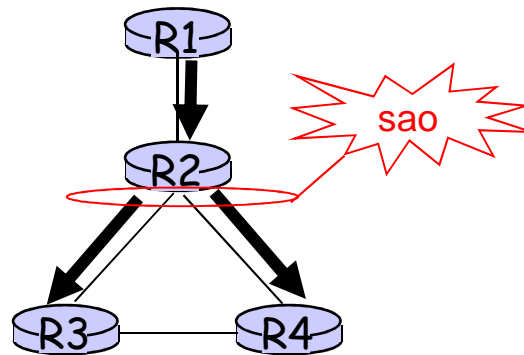
- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Định tuyến Quảng Bá

- ❑ phát gói tin từ nguồn tới tất cả các nút khác
- ❑ tạo bản sao tại nguồn sẽ không hiệu quả:



tạo bản sao
tại nguồn



tạo bản sao
trong mạng

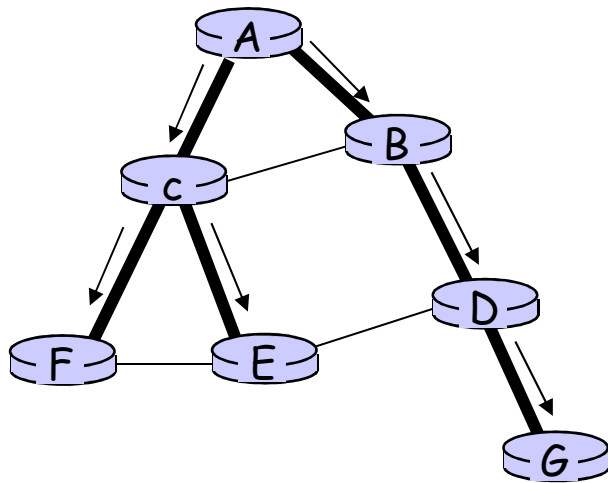
- ❑ tạo bản sao tại nguồn: làm sao nguồn biết được địa chỉ của những người nhận?

Tạo bản sao Trong-Mạng

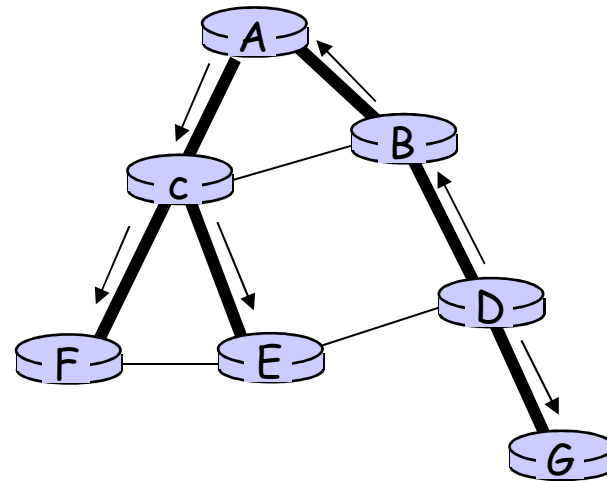
- ❑ sự làm ngập(flooding): khi nút nhận được gói QB, gửi bản sao cho tất cả hàng xóm
 - Vấn đề: vòng lặp & bão QB
- ❑ sự làm ngập có kiểm soát: nút chỉ quảng bá gói tin nếu nó chưa q/b gói tin đó trước đó
 - Nút sẽ theo dõi các gói đã được QB
 - Hoặc "Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược (RPF): chỉ chuyển tiếp nếu như gói tin tới trên đường đi ngắn nhất giữa nút và nguồn
- ❑ cây bao phủ
 - Không có nút nào nhận được gói tin dư thừa nào

Cây bao phủ

- ❑ Đầu tiên phải xây dựng một cây bao phủ
- ❑ Nút chuyển tiếp các bản sao theo cây bao phủ



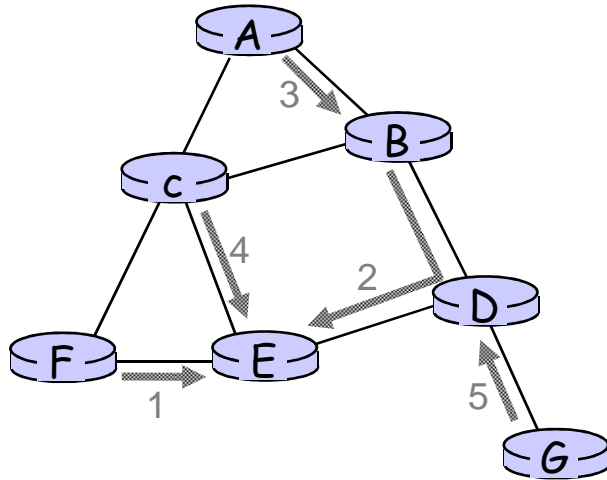
(a) QB khởi đầu tại A



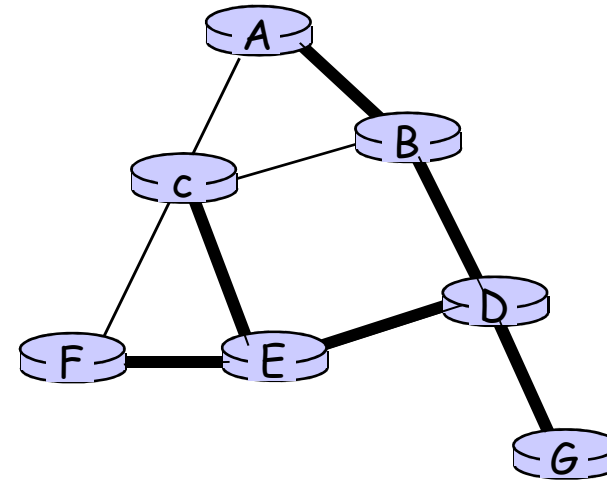
(b) QB khởi đầu tại D

Cây bao phủ: Khởi tạo

- Nút trung tâm
- Mỗi nút gửi thông điệp unicast gia nhập cho nút trung tâm
 - Th/điệp được chuyển đi đến khi nó tới được một nút thuộc cây bao phủ



(a) Kiến thiết từng bước một cây bao phủ

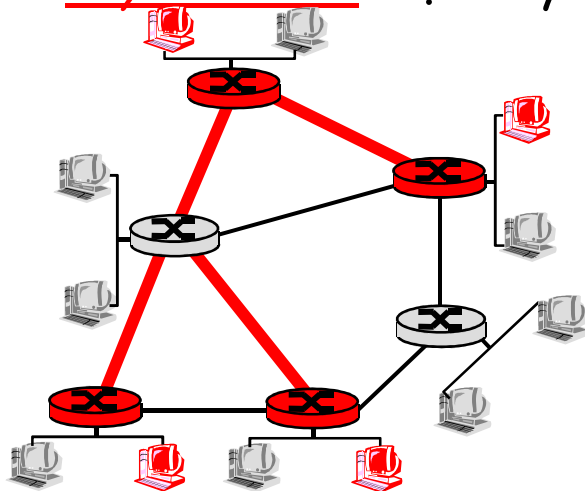


(b) Cây bao phủ hoàn hành

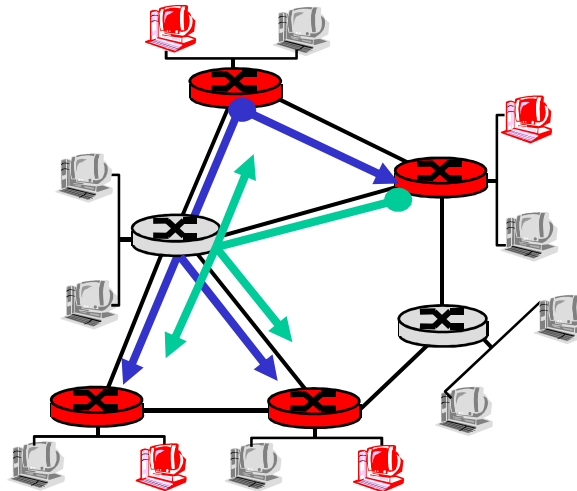
Định tuyến gửi-nhiều-đích (multicast):

Xác định vấn đề

- **Mục tiêu:** tìm ra một cây (hoặc nhiều cây) kết nối các bộ định tuyến mà có các thành viên của nhóm gửi-nhiều-đích liên kết với nó
 - **cây:** không phải tất cả đường đi giữa bất được sử dụng
 - **dựa-trên-nguồn:** mỗi bất có một cây khác nhau
 - **cây-chia-sẻ:** một cây cho tất cả các nhóm



Cây chia sẻ



Những cây dựa trên nguồn

Các p/p xây dựng cây truyền-nhiều-đích

Phương pháp:

- ❑ **cây dựa-trên-nguồn:** một cây mỗi nguồn
 - cây đường đi ngắn nhất
 - Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược
- ❑ **cây chia sẻ nhóm:** một nhóm dùng 1 cây
 - cây bao phủ tối thiểu (Steiner)
 - cây dựa-trên-tâm

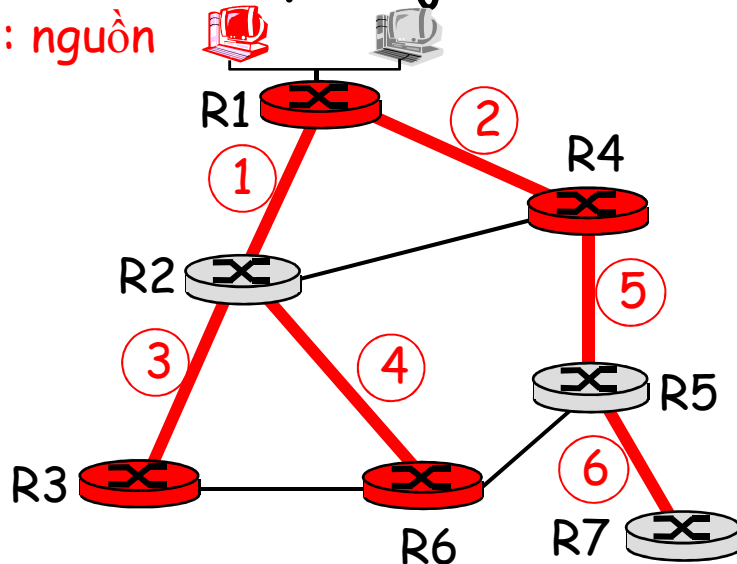
... đầu tiên, chúng ta sẽ tìm hiểu những pp cơ bản, sau đó là những giao thức sử dụng các pp này

Cây đường đi ngắn nhất

- cây chuyển tiếp gnd: cây của những tuyến đường đi ngắn nhất từ nguồn tới mọi người nhận

○ Giải thuật Dijkstra

S: nguồn



Kí hiệu



bđt có thành viên của nhóm gnd



bđt không có thành viên của nhóm gnd



liên kết dùng cho chuyển tiếp, i xác định trật tự của liên kết được thêm vào bởi giải thuật

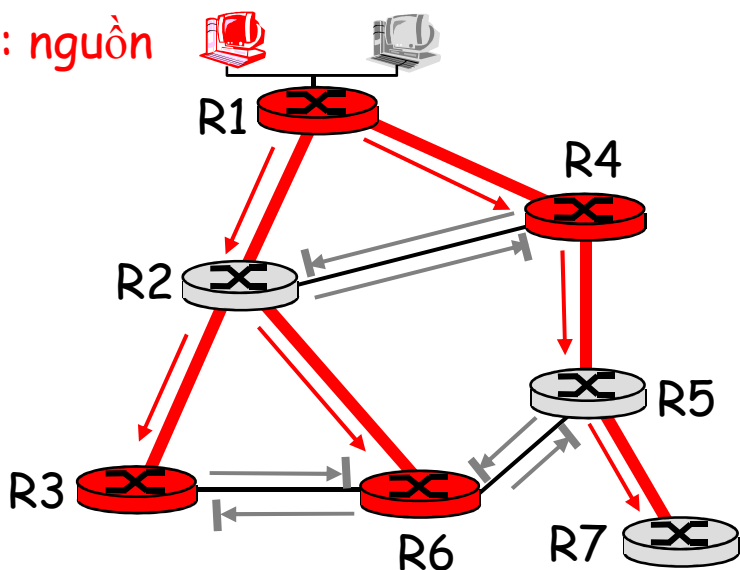
Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược

- ❑ dựa vào kiến thức của bất về đường đi ngắn nhất cho gói truyền-một-đích (unicast) từ nó tới người gửi
- ❑ mỗi bất có hành vi chuyển tiếp đơn giản:

nếu (gói tin gnd đến trên liên kết thuộc đường đi ngắn nhất ngược tới trung tâm)
thì gửi đầy gói tin cho tất cả đường ra
ngoài ra bỏ gói tin

Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược: ví dụ

S: nguồn



Kí hiệu



bắt có thành viên nhóm
gỡ



bắt ko có thành viên
nhóm gỡ



gói tin sẽ được chuyển tiếp



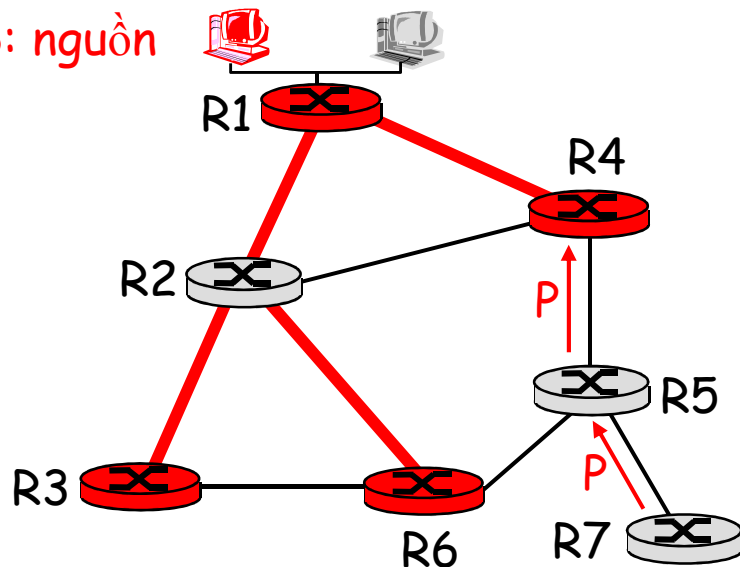
gói tin sẽ ko được chuyển
tiếp

- kết quả là *SPT ngược* cho một nguồn cụ thể
 - có thể là một cách ko tốt với các đường liên kết không đối xứng





Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược: sự tĩa

- cây chuyển tiếp chứa những nhánh mà không có thành viên nhóm gnd
 - ko cần phải chuyển tiếp gói tin xuống nhánh đó
 - các th/điệp "tĩa" được gửi ngược lên bởi các bđt mà không có thành viên nhóm gnd nào dưới nó

S: nguồn



Kí hiệu

-  bđt có thành viên nhóm gnd
-  bđt ko có thành viên nhóm gnd
-  thông điệp tĩa
-  liên kết dùng cho chuyển tiếp gói tin gnd

Cây-chia-sẻ: Cây X-ten-nờ (Steiner)

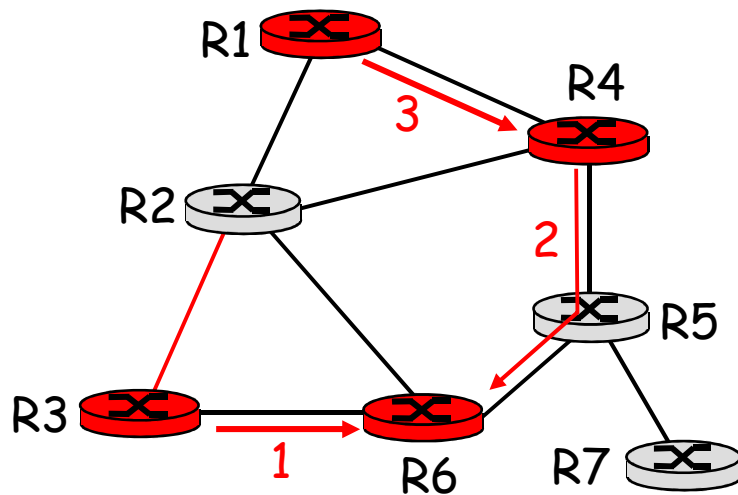
- ❑ **Cây Steiner:** cây chi phí tối thiểu, kết nối tất cả các bđt có thành viên nhóm gnd
- ❑ bài toán thuộc dạng NP-complete
- ❑ phương pháp đánh giá kinh nghiệm
- ❑ không dùng trong thực tế:
 - sự phức tạp trong tính toán
 - cần thông tin về toàn mạng
 - chạy lại từ đầu nếu một bđt tham gia/rời bỏ

Cây dựa trên trung tâm

- ❑ một cây được chia sẻ bởi tất cả
- ❑ xác định một bất *"trung tâm"* của cây
- ❑ để tham gia:
 - các bất gửi *gói tin-tham gia* một-đích (unicast) tới bất trung tâm
 - *gói tin-tham gia* "được xử lý" bởi các bất trung gian và chuyển tiếp tới trung tâm
 - *gói tin-tham gia* hoặc là đi tới nhánh cây hoặc là tới trung tâm
 - đoạn đường mà *gói tin-tham gia* đi qua trở thành nhánh mới của cây cho bất này

Cây dựa trên trung tâm: ví dụ

Giả sử R6 được chọn làm trung tâm:



Kí hiệu



bắt có thành viên thuộc nhóm gnd



bắt ko có thành viên thuộc nhóm gnd



thứ tự đoạn đường theo đó thông điệp-tham gia được gửi đi

Định tuyến gnd trong Internet: DVMRP

- ❑ **DVMRP**: giao thức định tuyến dùng véc tơ khoảng cách, RFC1075
- ❑ *gửi tràn và tỉa*: chuyển tiếp kiểm tra đường ngược, cây dựa trên nguồn
 - cây RPF dựa vào bảng định tuyến của riêng DVMRP hình thành bởi liên lạc với bất DVMRP
 - không có giả định về sự gửi-một-đích bên dưới
 - gói tin khởi đầu tới nhóm gnd được gửi tràn khắp nơi thông qua RPF
 - những bất không thuộc nhóm gnd: gửi thông điệp tỉa ngược lại

DVMRP: tiếp theo...

- ❑ trạng thái mềm: bắt DVMRP theo chu kì (1 ph.) “quên đi” các nhánh được tĩa:
 - dữ liệu gnd lại chảy xuống những nhánh chưa tĩa
 - bắt chiều xuống: tĩa lại hoặc tiếp tục nhận dữ liệu
- ❑ bắt có thể nhanh chóng ghép lại vào cây
 - bằng cách sử dụng gói tin gia nhập IGMP tại lá
- ❑ odds and ends
 - hiện thực phổ biến trong các bắt thương mại
 - định tuyến Mbone sử dụng DVMRP

Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích