

Trường Đại Học Bách Khoa Tp.HCM
Hệ Đào Tạo Từ Xa
Khoa Khoa Học và Kỹ Thuật Máy Tính

Mạng máy tính căn bản

Bài giảng 10: Tầng Mạng (tt)

Tham khảo:

Chương 4: “Computer Networking – A top-down approach”
Kurose & Ross, 5th ed., Addison Wesley, 2010.

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 trạng thái-liên kết

giải thuật Dijkstra

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

Kí hiệu:

- $c(x,y)$: chi phí từ nốt 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
- $p(v)$: nốt liền trước trên đường đi từ nguồn tới v
- N' : tập các nốt 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 nhỏ nhất

10 thêm w vào N'

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

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

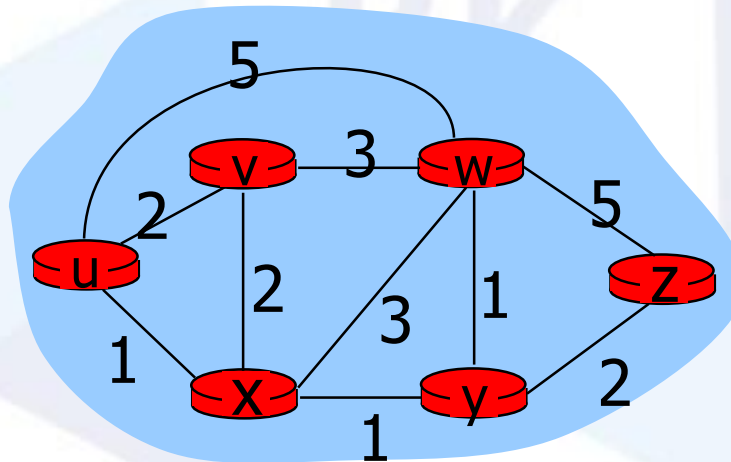
13 /* chi phí mới tới v hoặc là chi phí cũ tới v hoặc là chi phí

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

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

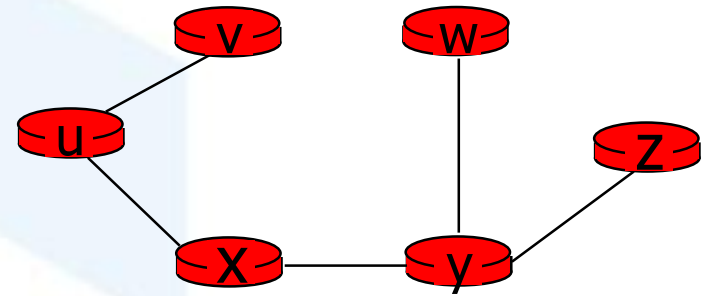
Giải thuật Dijkstra: Ví dụ

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: 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)

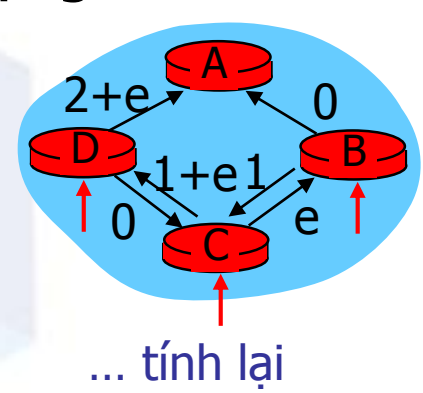
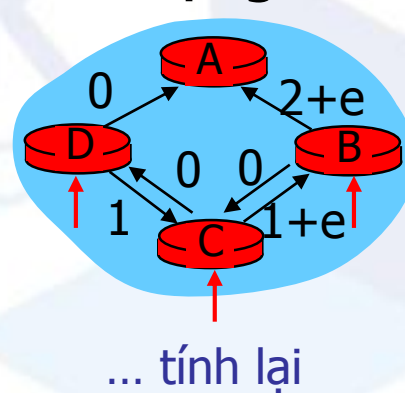
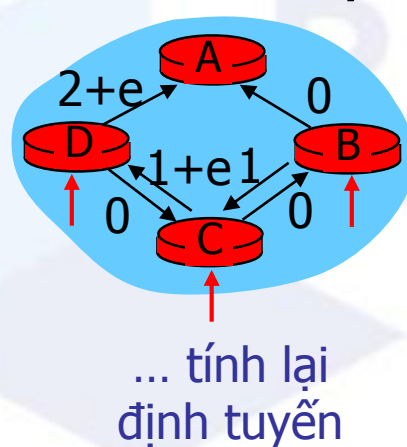
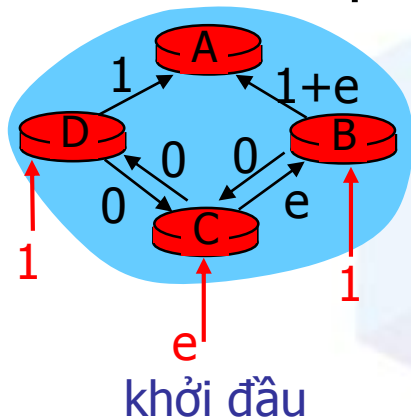
Giải thuật Dijkstra, thảo luận

Độ phức tạp giải thuật: n nốt

- mỗi lần lặp: phải kiểm tra tất cả n nốt, w, không 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

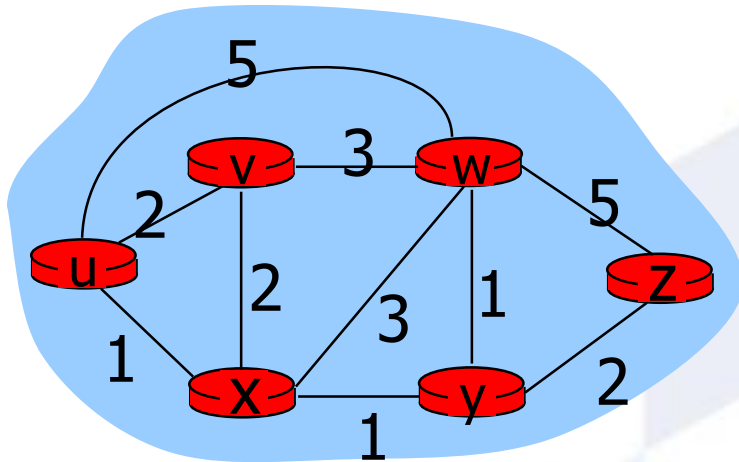
$d_x(y)$ = chi phí của tuyến đường rẻ nhất từ x tới y

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

Giải thuật Véc tơ-Khoảng cách (VTKC)

- $D_x(y)$ = chi phí thấp nhất từ x tới y
- Nốt x biết chi phí tới mỗi hàng xóm v: $c(x,v)$
- Nốt x duy trì véc tơ khoảng cách

$$\mathbf{D}_x = [D_x(y): y \in N]$$

- Nốt x cũng duy trì các véc tơ khoảng cách của hàng xóm
 - Cho mỗi hàng xóm v, x duy trì
$$\mathbf{D}_v = [D_v(y): y \in N]$$

Giải thuật Véc tơ-Khoảng cách

Ý tưởng căn bản:

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

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

- 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 nốt 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 nốt:

chờ cho (thay đổi trong chi phí của liên kết cục bộ hoặc t/điệp từ hàng xóm)

tính lại các đo đạc

nếu DV tới bất kì đích nào thay đổi, *thông báo* cho hàng xóm

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

$$= \min\{2+0, 7+1\} = 2$$

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

$$= \min\{2+1, 7+0\} = 3$$

bảng nốt x

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

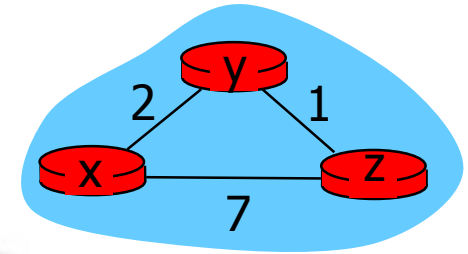
c.phí tới		
x	y	z
0	2	3
2	0	1
7	1	0

bảng nốt y

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

bảng nốt z

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



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

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

bảng nốt x

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

bảng nốt y

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

bảng nốt 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

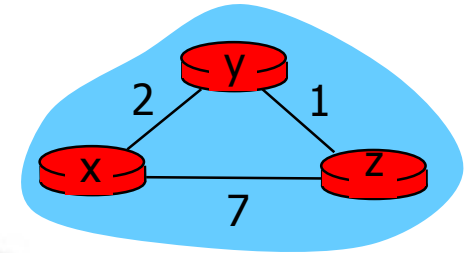
	c.phí tới	x	y	z
từ	x	0	2	7
	y	2	0	1
	z	7	1	0

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

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

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

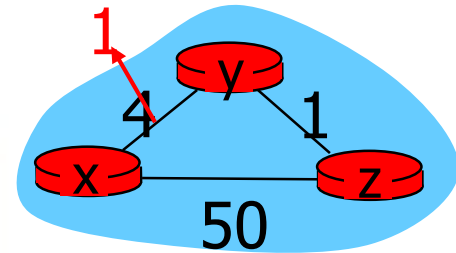
	c.phí tới	x	y	z
từ	x	0	2	3
	y	2	0	1
	z	3	1	0



VTKC: 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 thông tin định tuyến, tính lại véc tơ khoảng cách
- nếu véc tơ khoảng cách thay đổi, thông báo hàng xóm



“tin
tốt
truyền
nhANH”

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

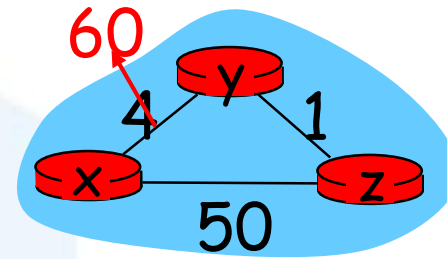
tại t_1 , z nhận được cập nhật của y và cập nhật bảng của nó. Nó tính chi phí thấp nhất tới x và gửi cho hàng xóm DV của nó.

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 .

VTKC: 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 nhiễm độc ngược:

- 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 nốt, E liên kết, $O(nE)$ thông điệp được gửi
- DV: chỉ trao đổi giữa hàng xóm với nhau
 - t/g 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 trắc?

LS:

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

DV:

- nốt DV có thể quảng bá chi phí *tuyến đường* sai
- mỗi bảng của nốt được dùng bởi các nốt 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 bất đều 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 lí

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

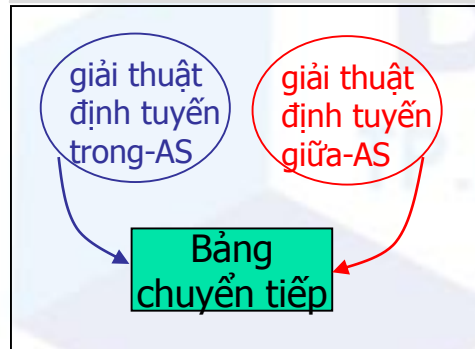
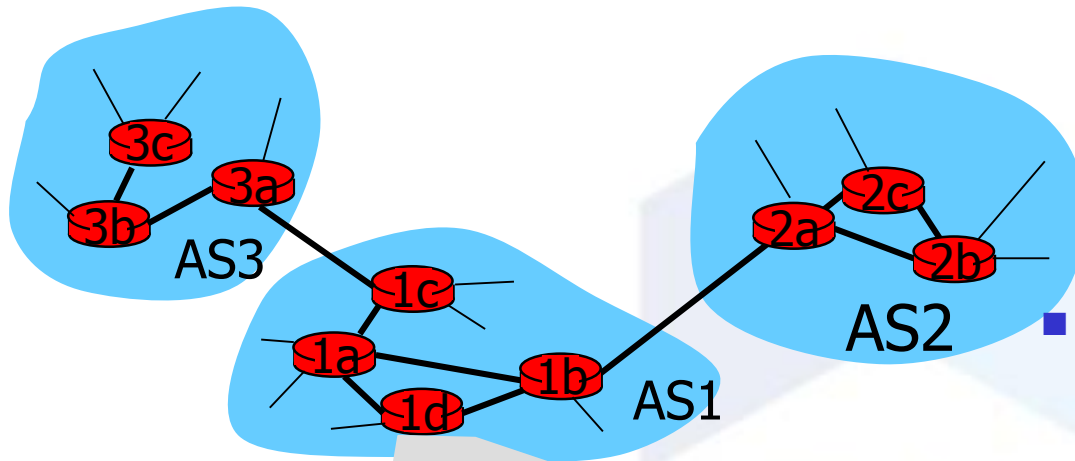
Định tuyến Phân Cấp

- gộp bắt vào những vùng:
“các hệ thống tự trị” (AS)
- các bắt trong cùng AS chạy cùng giao thức định tuyến
 - gọi là giao thức định tuyến “trong-AS”
 - bắt trong các AS khác nhau có thể chạy những giao thức định tuyến trong-AS khác nhau

BĐT Cổng (Gateway router)

- Có đường liên kết trực tiếp tới bắt trong AS khác
- Chạy giao thức định tuyến “giữa-AS”

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

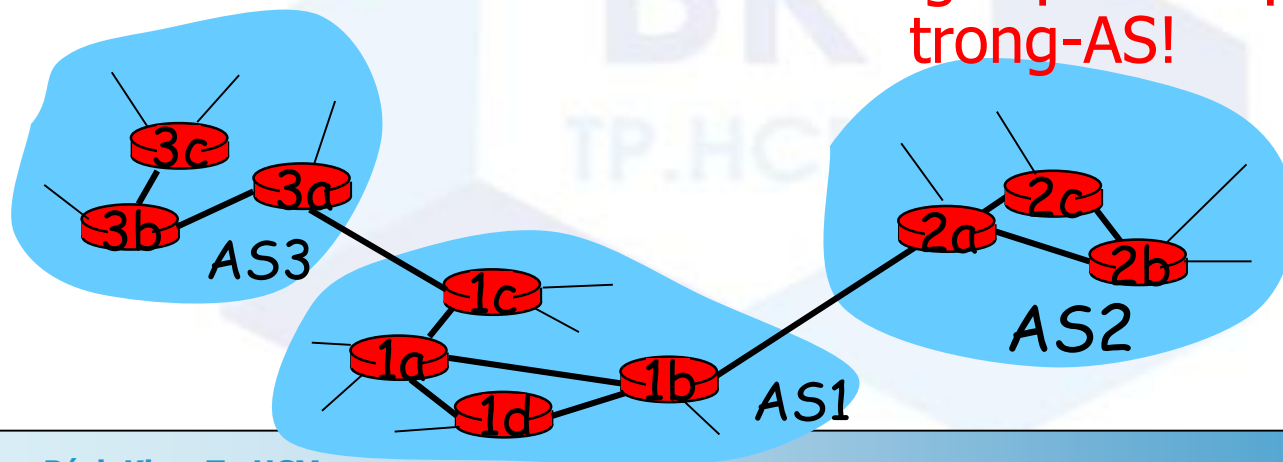
Nhiệm vụ của định tuyến Giữa-AS

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

AS1 phải:

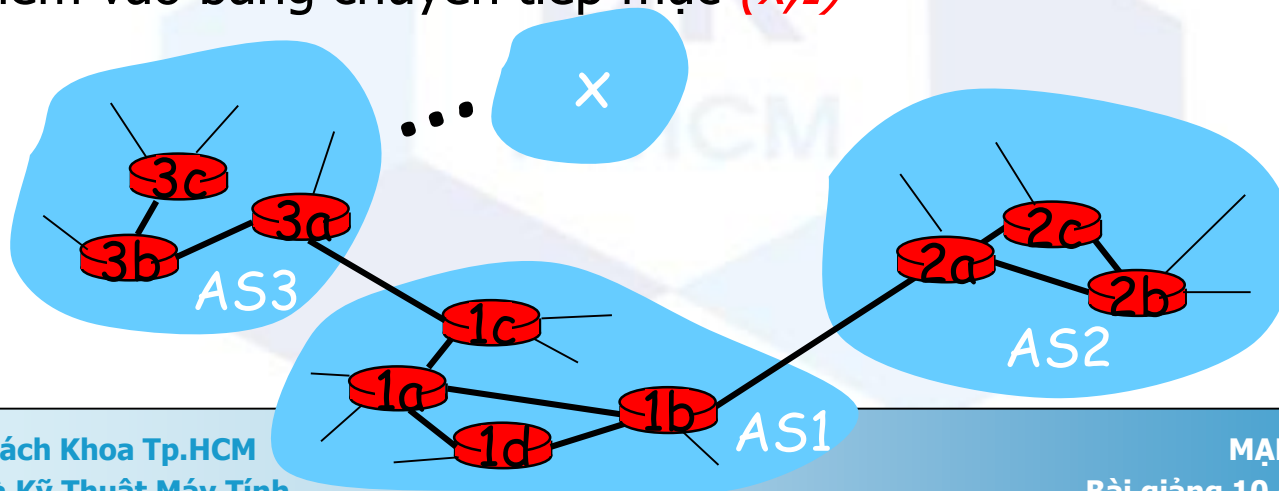
1. học những đích nào mà có thể tới được thông qua AS2, đích nào qua AS3
2. lan truyền thông tin này tới tất cả bất trong AS1

Công việc của định tuyến trong-AS!



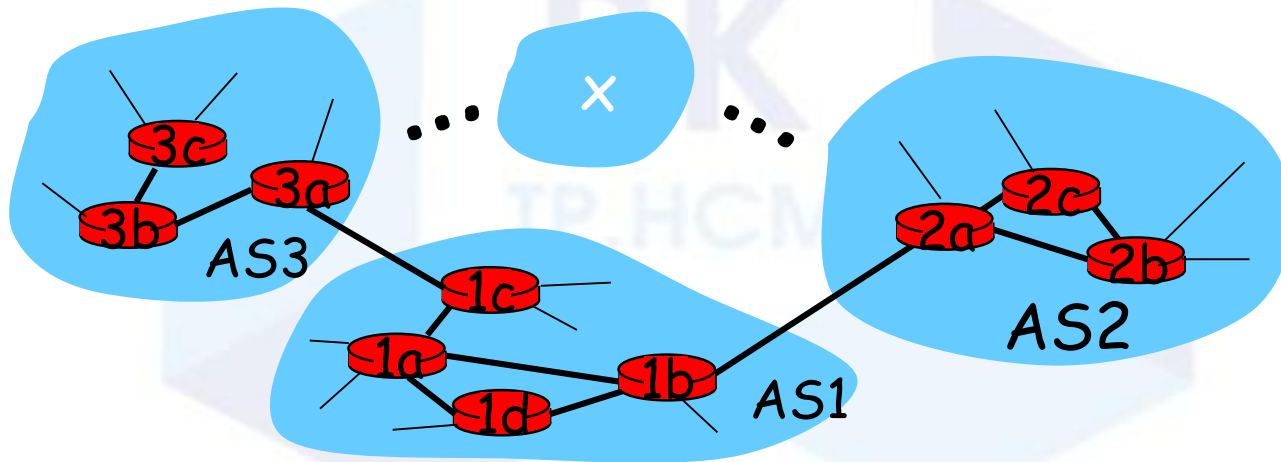
Ví dụ: Thiết lập bảng chuyển tiếp trong bđt 1d

- 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)



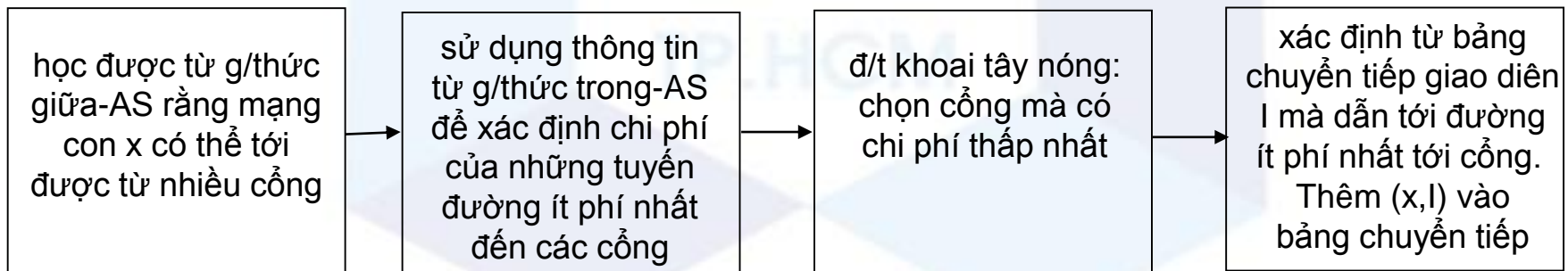
Ví dụ: Lựa chọn giữa nhiều AS

- 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, bđt 1d phải xác định bđt-cổng 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, bđt 1d phải xác định bđt-cổng 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 – hot potato routing”**: gửi gói tin tới bđt 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

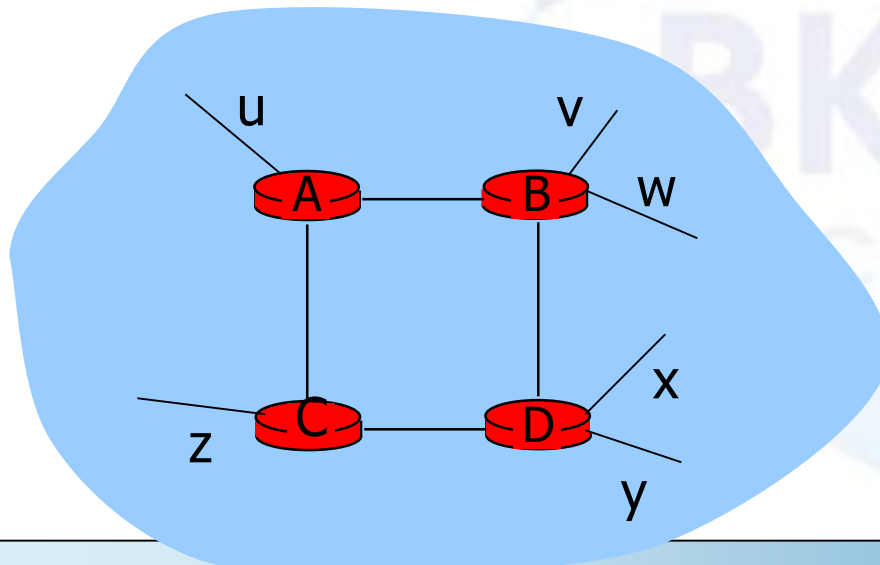
- còn được biết là **Giao thức cổng nối trong (IGP)**
- các giao thức định tuyến Trong-AS phổ biến:
 - RIP: Giao thức thông tin định tuyến
 - OSPF: g/t Mở - Tuyển đường Ngắn nhất Trước tiên
 - IGRP: Giao thức Định tuyến Cổng Nối trong (tài sản sở hữu của Cisco)

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 bước (hop) (max = 15 bước)
(bước - thiết bị mạng mà gói tin đi qua)



Từ bđt A tới mạng con:

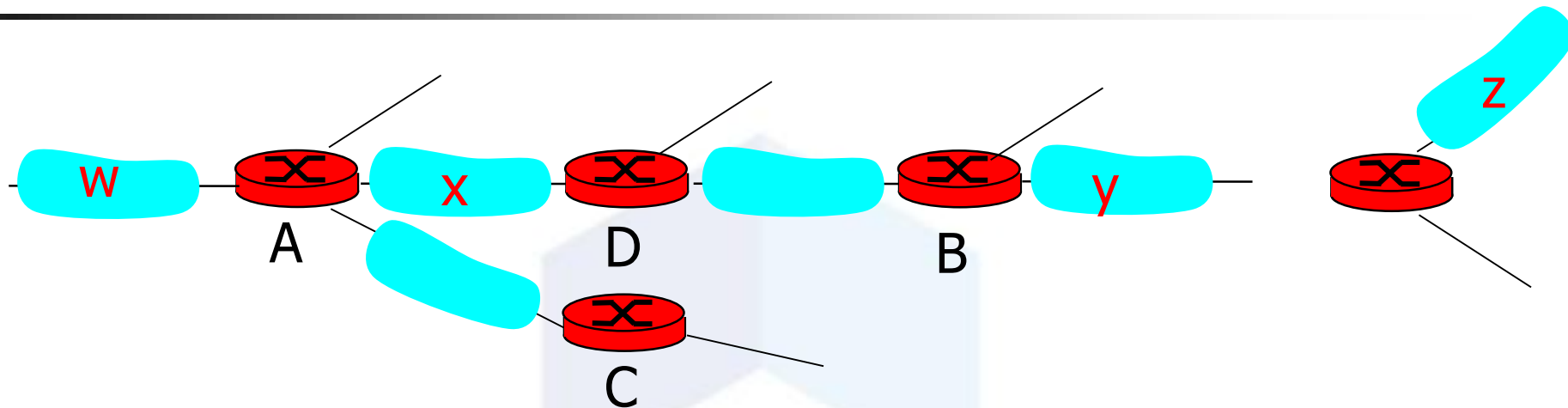
<u>đích</u>	<u>hops</u>
u	1
v	2
w	2
x	3
y	3
z	2

Sự quảng bá trong RIP

- các véc-tơ k/cách: trao đổi giữa những hàng xóm mỗi 30 giây 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 bước tính tới đích
W	A	2
Y	B	2
Z	B	7
X	--	1
....

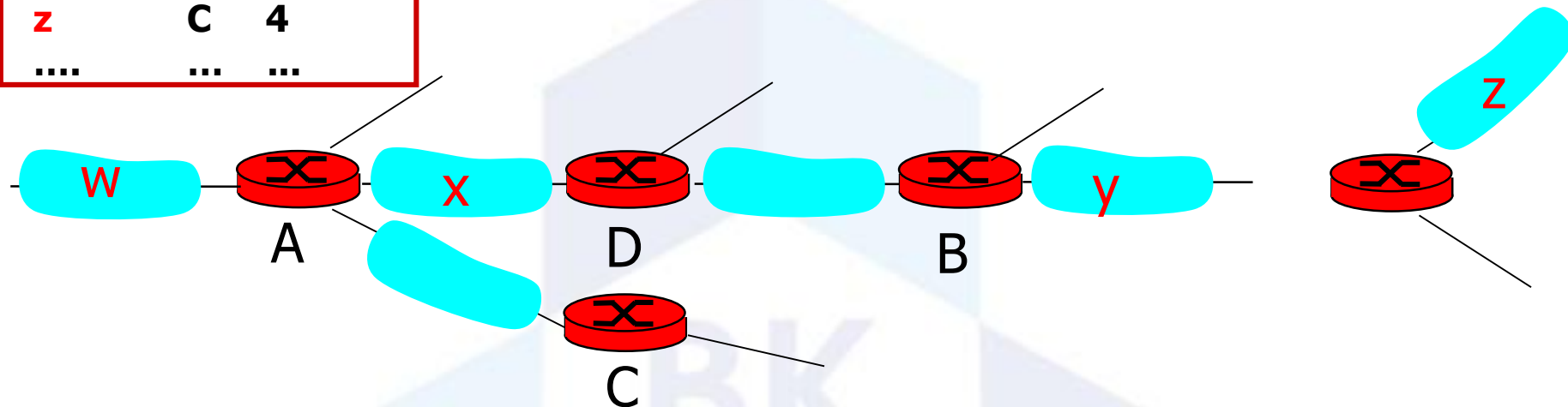
bảng định tuyến/chuyển tiếp trong D

RIP: Ví dụ

Đích tiếp theo bước

w	-	1
x	-	1
z	C	4
....

quảng bá từ
A tới D



Mạng đích

w
y
z
x
....

BĐT tiếp theo

A
B
~~**B A**~~
--
....

Số hop tính tới đích

2
2
~~**7 5**~~
1
....

bảng định tuyến/chuyển tiếp trong D

RIP: Liên kết Hỏng và Phục hồi

Nếu không nghe thấy quảng bá nào sau 180 giây → 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 bước)

Quá trình xử lí bảng RIP

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



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

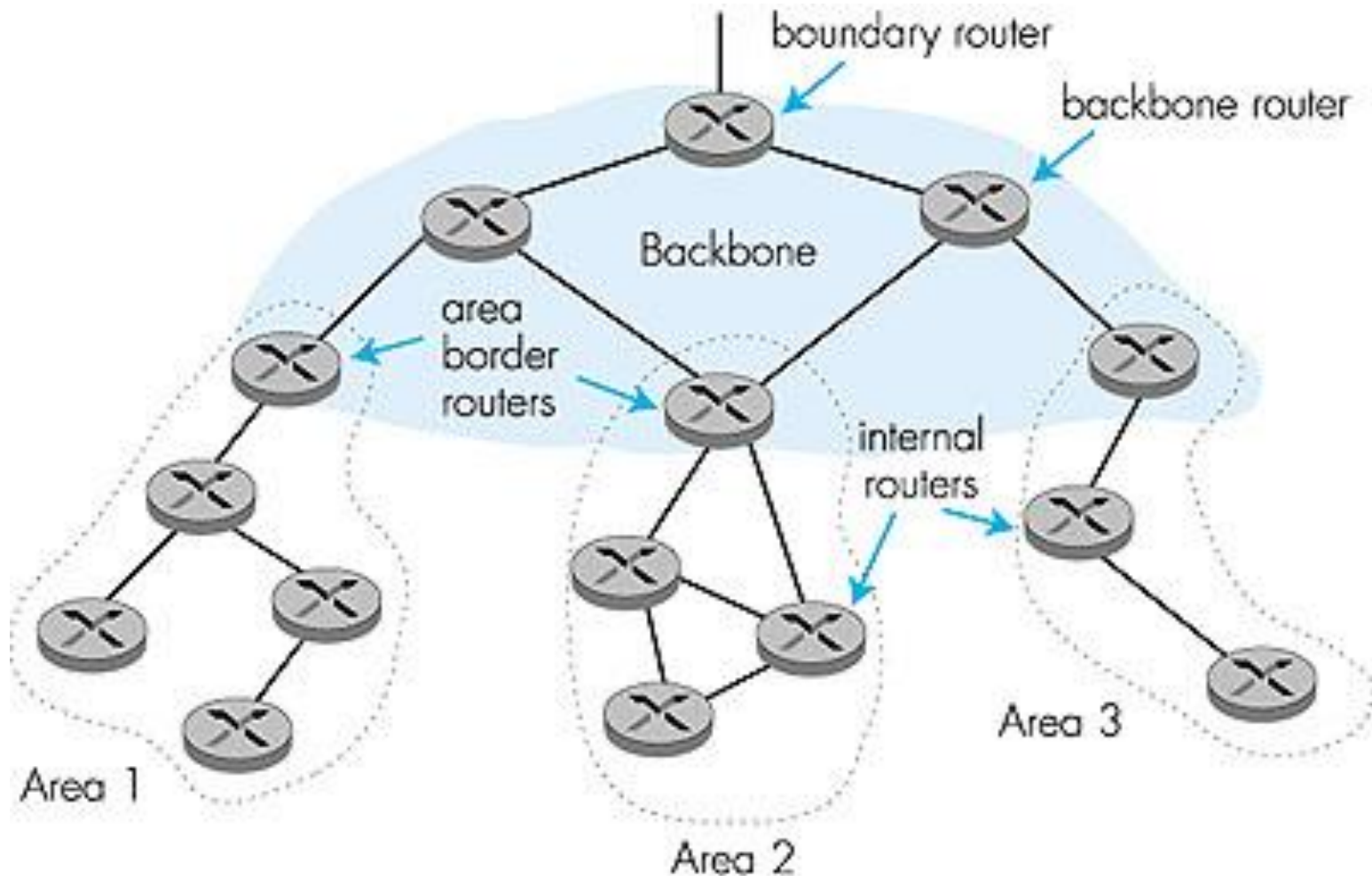
OSPF (Open Shortest Path First)

- “open”: mở, miễn phí (tương tự mã nguồn mở)
- sử dụng giải thuật Trạng thái-Liên kết
 - phổ biến gói tin LS (Link States)
 - 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 bđt 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 **loại dịch vụ** khác nhau (vd, chi phí của liên kết về tính thiết lập “low” cho dịch vụ thông thường; “high” cho dịch vụ thời gian thực)
- tích hợp hỗ trợ truyền đơn và **truyền nhiều đích**: (multicast)
 - Truyền đa Multicast 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

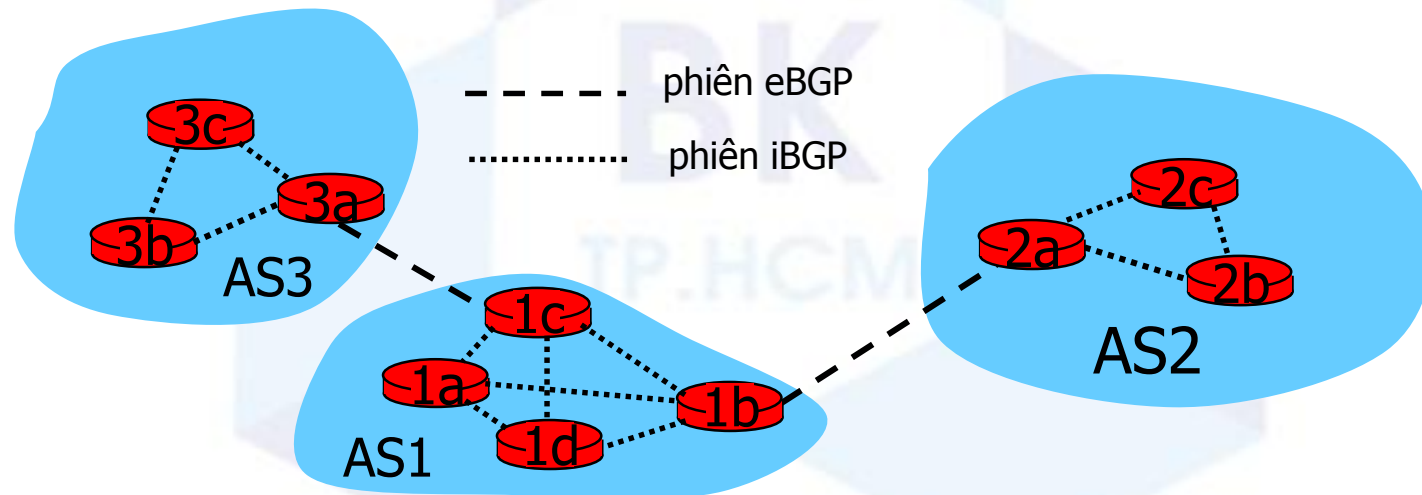
- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- 4.6 Định tuyến trong Internet
 - 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 trong Internet hiện nay
- BGP cung cấp cho mỗi AS một phương tiện để :
 1. Có được thông tin về khả năng tới được (KNTĐ) mạng con từ các AS lân cận.
 2. Lan truyền thông tin KNTĐ cho tất cả các bộ định tuyến nội bộ AS.
 3. Xác định các tuyến đường "tốt" đến mạng con dựa trên thông tin KNTĐ và các chính sách..
- cho phép mạng con quảng bá sự tồn tại của nó tới toàn Internet bằng cách thông báo: *"Tôi ở đây"*

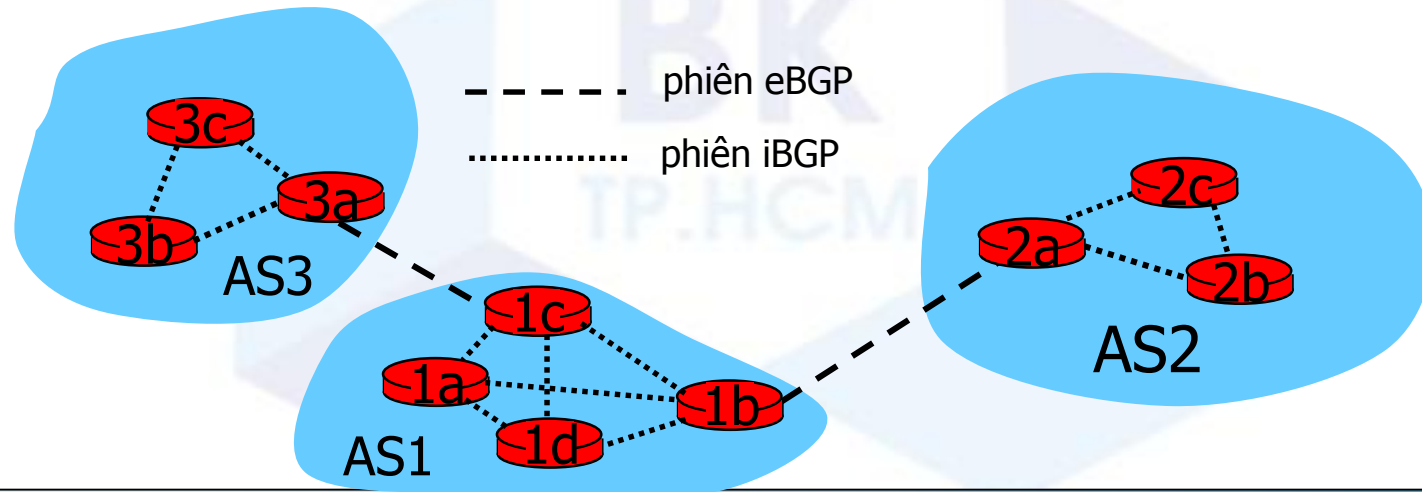
Căn bản của BGP

- 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 tới được

- sử dụng phiên eBGP giữa 3a và 1c, AS3 gửi thông tin KNTĐ 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 bắt 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 + thuộc tính = “tuyến đường”
- hai thuộc tính quan trọng:
 - **Đường đi AS (AS-PATH):** chứa các AS mà những quảng bá tiền tố mạng prefix đã đi qua: vd: AS 67, AS 17
 - **Bước-tiếp theo (NEXT-HOP):** chỉ ra bất AS-nội bộ cụ thể để đến AS bước tiếp theo. (có thể có nhiều liên kết từ AS hiện tại đến AS-bước-tiếp theo)
- khi bất cổng nhận được quảng bá tuyến đường, nó có thể quyết định chấp nhận/từ chối.

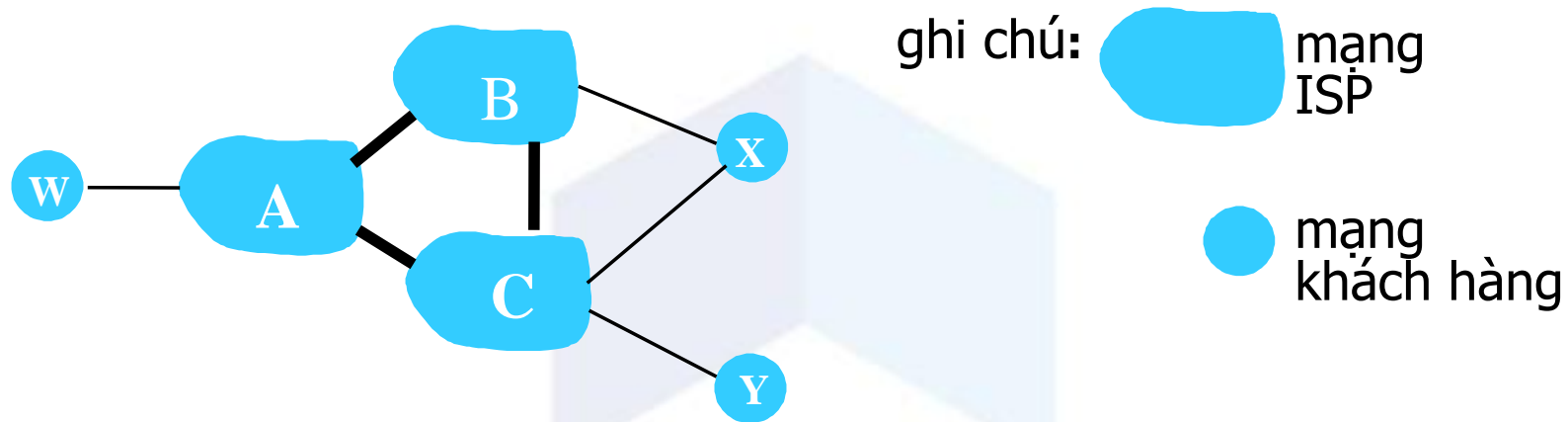
Lựa chọn tuyến đường BGP

- 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 cục bộ: quyết định mang tính chính sách
 2. Tuyến đường-AS ngắn nhất
 3. bđt BƯỚC-TIẾP THEO gần nhất: định tuyến "khoai tây nóng"
 4. những tiêu chuẩn khác

Các thông điệp BGP

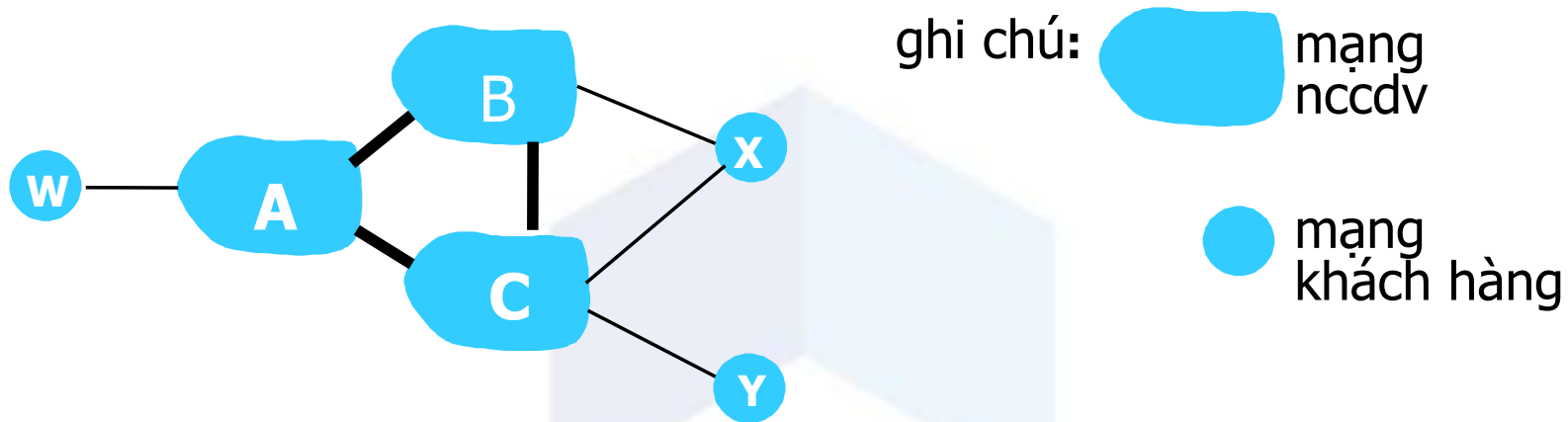
- các t/điệp BGP được trao đổi thông qua kết nối TCP.
- các t/điệp BGP:
 - **OPEN:** mở kết nối TCP tới thành viên và xác thực người gửi
 - **UPDATE:** quảng bá đường đi mới (hoặc hủy đường cũ)
 - **KEEPALIVE:** giữ cho kết nối sống khi không có gói UPDATES; đồng thời xác nhận yêu cầu OPEN
 - **NOTIFICATION:**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

Chính sách định tuyến BGP



- A,B,C là **mạng của các nhà cung cấp dịch vụ (ISP)**
- X,W,Y là khách hàng (của mạng của các ISP)
- X: 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)



- 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 như thế nào, 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:

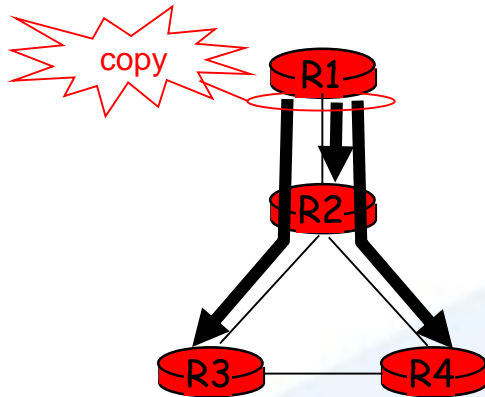
- Trong-AS: có thể tập trung cho hiệu suất
- Giữa-AS: các chính sách có thể lấn át hiệu suất

Chương 4: Tầng Mạng

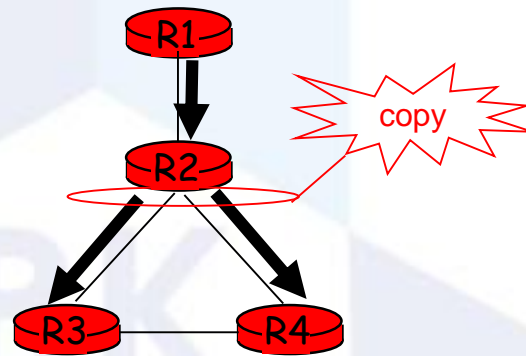
- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- 4.6 Định tuyến trong Internet
 - 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 nốt khác
- tạo bản sao tại nguồn sẽ không hiệu quả:



tạo bản sao
tại nguồn



tạo bản sao
trong mạng

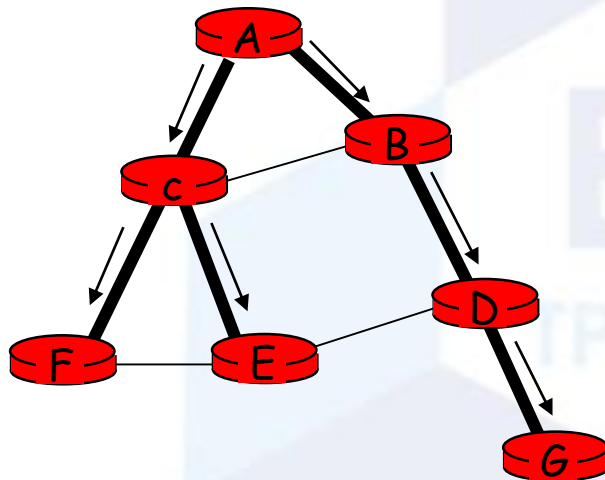
- tạo bản sao tại nguồn: làm sao nguồn biết được địa chỉ của những người nhận?

Tạo bản sao Trong-Mạng

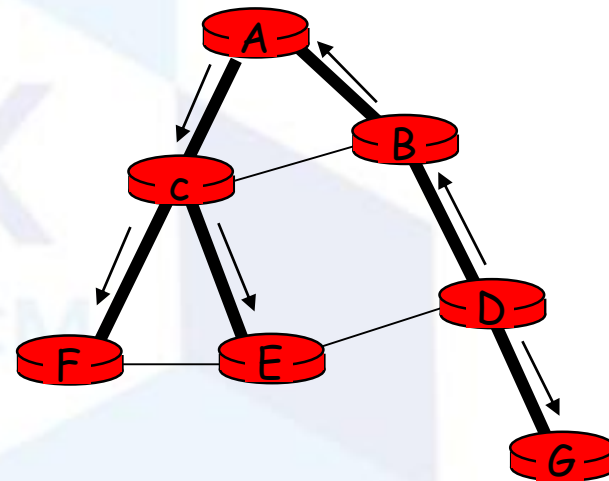
- gửi tràn: khi nốt nhận được gói quảng bá, gửi bản sao cho tất cả hàng xóm
 - Vấn đề: vòng lặp & bão quảng bá (broadcast storm)
- gửi tràn có kiểm soát: nốt chỉ quảng bá gói tin nếu nó chưa quảng bá gói tin đó trước đó
 - Nốt sẽ theo dõi các gói đã được quảng bá
 - Hoặc "Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược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

Cây bao phủ

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



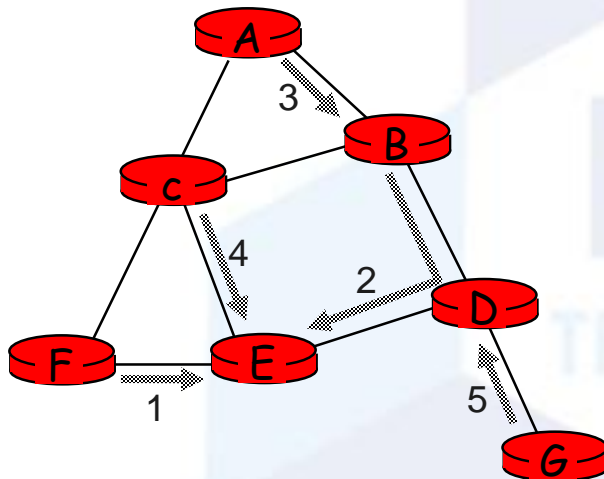
(a) quảng bá từ A



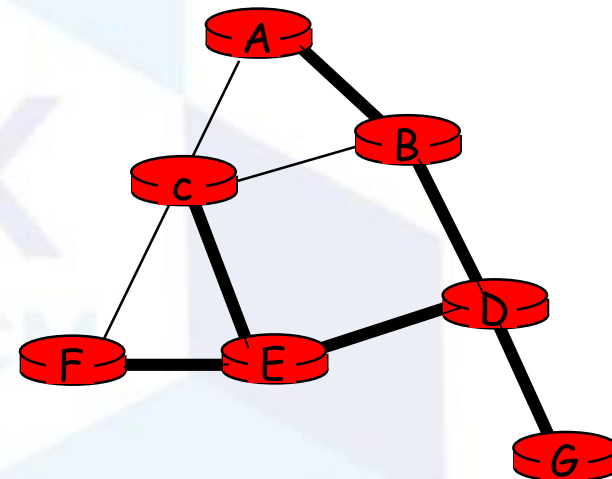
(b) quảng bá từ D

Cây bao phủ: Khởi tạo

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



(a) Kiến thiết từng bước một cây bao phủ

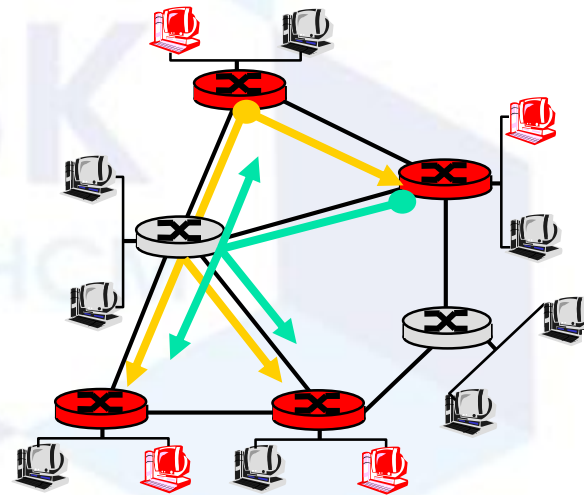
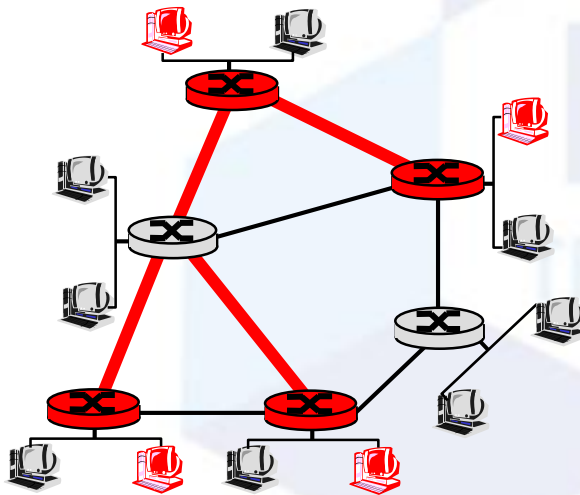


(b) Cây bao phủ hoàn hành

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 các bđt được sử dụng
 - **dựa-trên-nguồn:** mỗi bđt có một cây khác nhau
 - **cây-chia-sẻ:** một cây cho tất cả các nhóm

Cây chia sẻ



các cây dựa trên nguồn

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

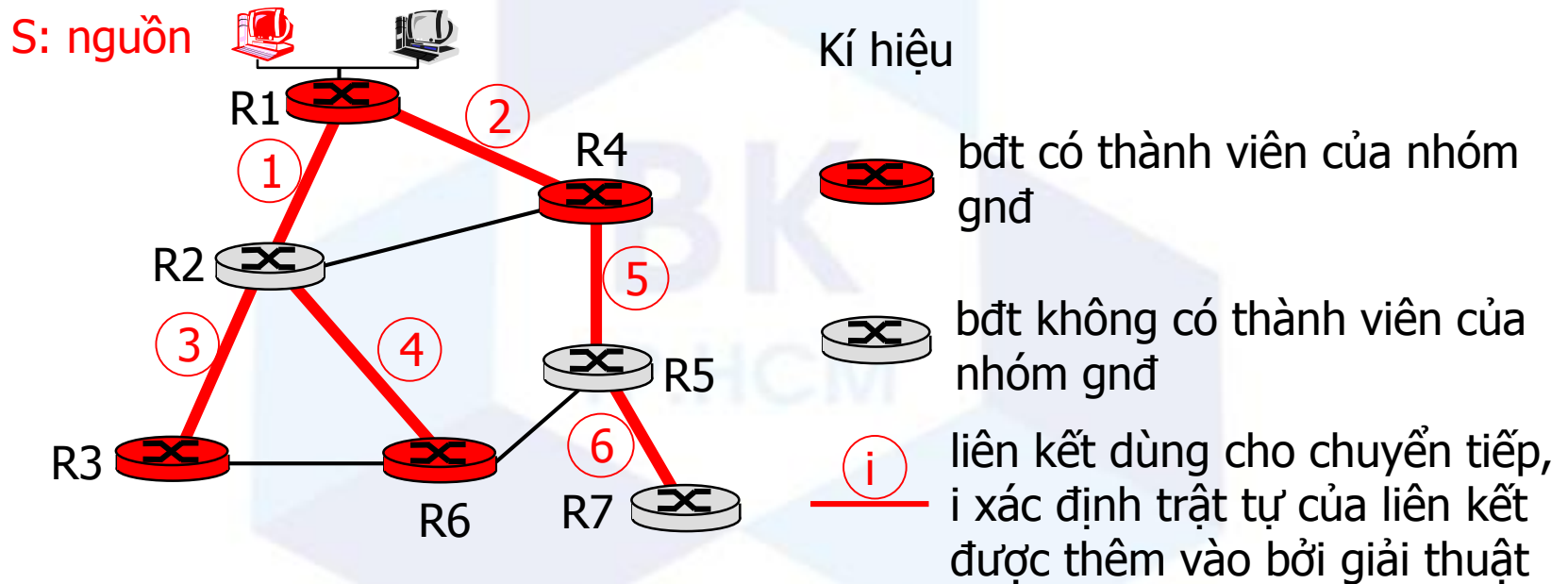
Phương pháp:

- **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: cây của những tuyến đường đi ngắn nhất từ nguồn tới mọi người nhận
 - Giải thuật Dijkstra

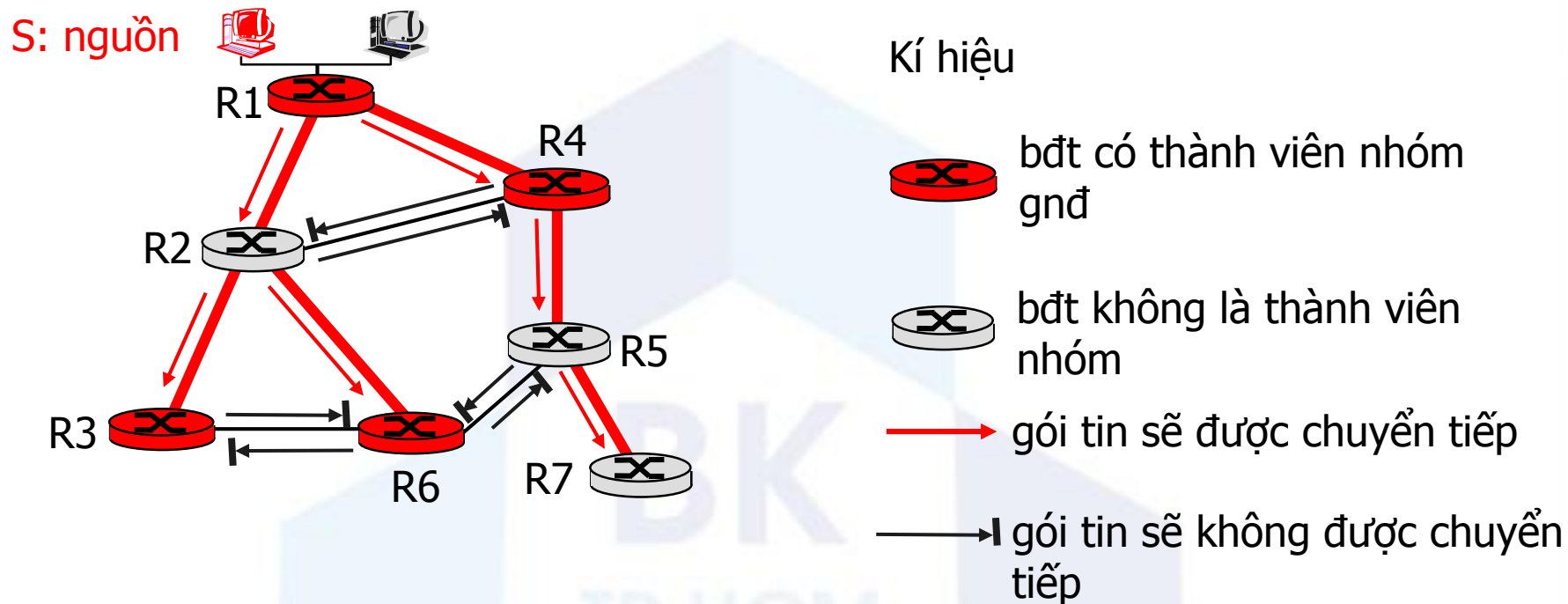


Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược (Reverse Path Forwarding)

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

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

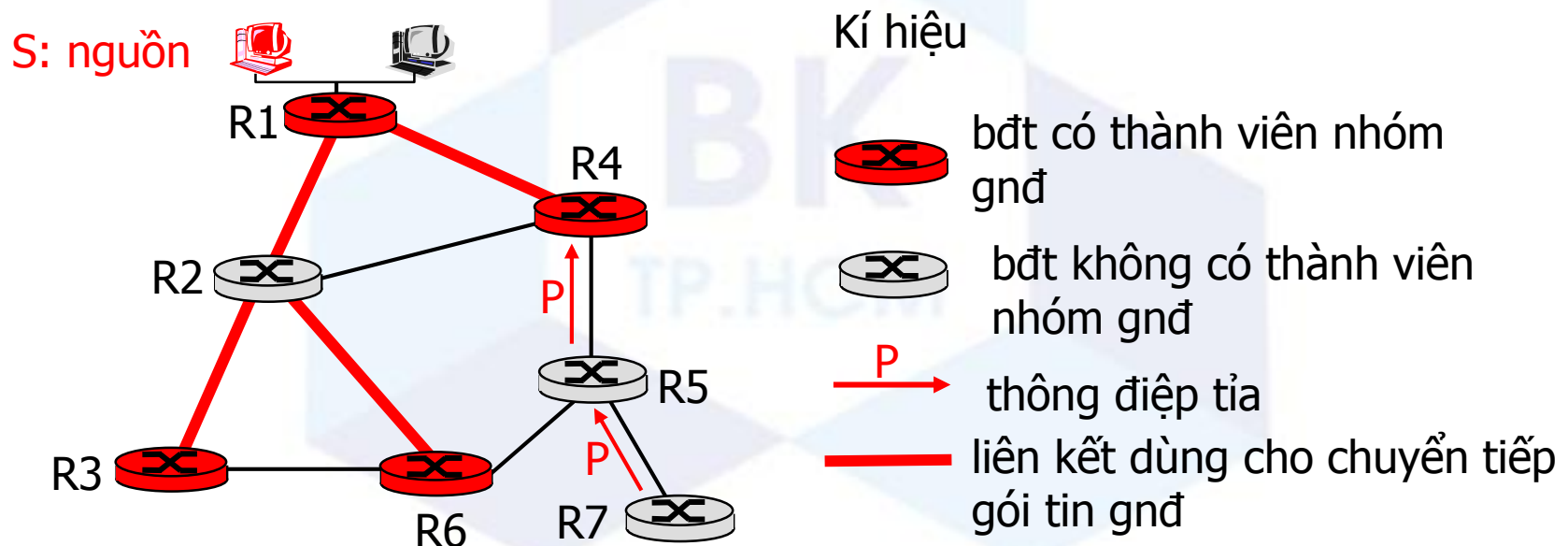
Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược: ví dụ



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

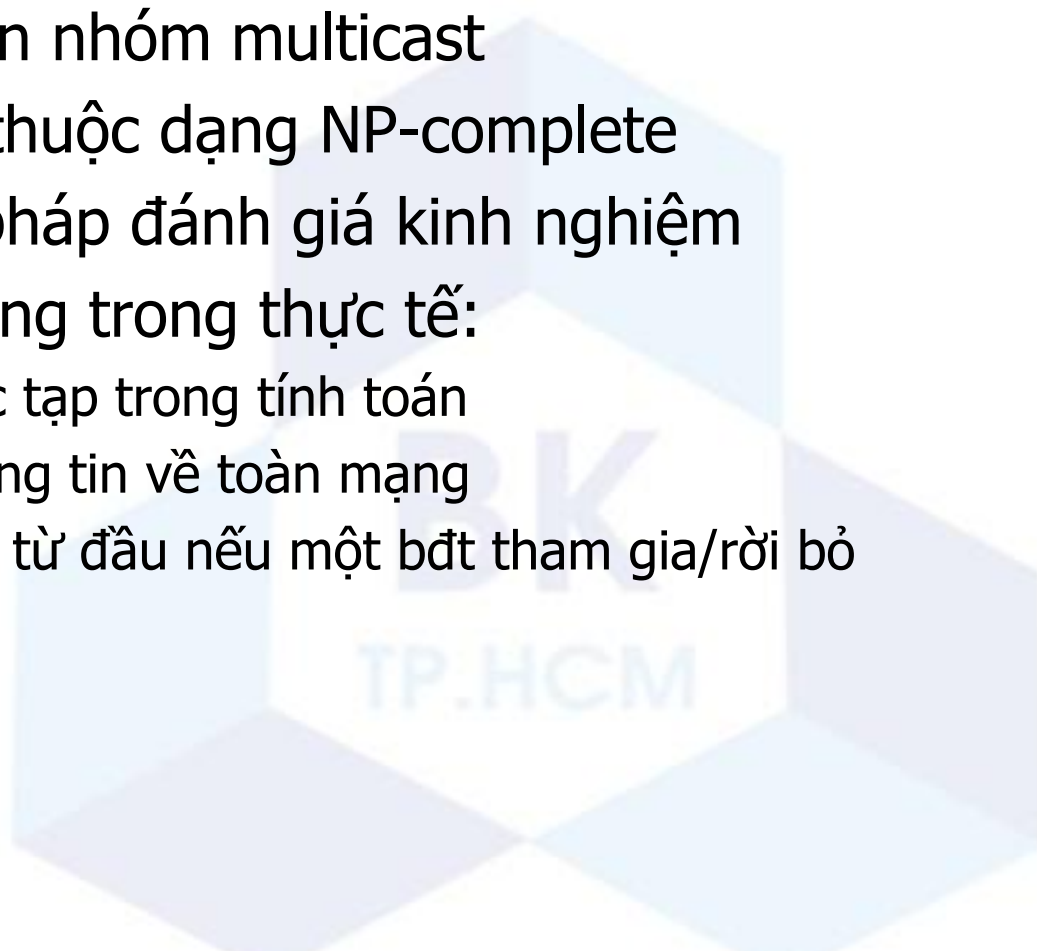
Chuyển tiếp kiểm tra đường ngược: sự tỉa

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



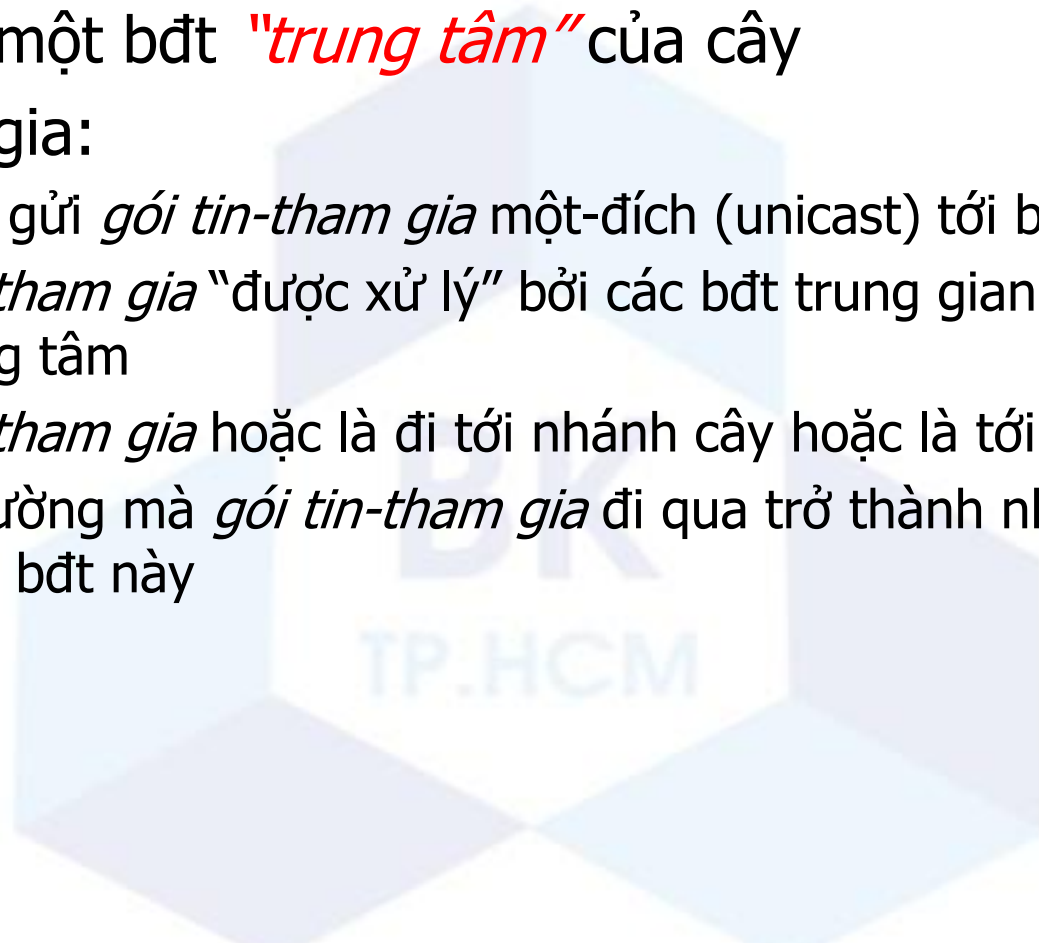
Cây-chia-sẻ: Steiner

- **Cây Steiner:** cây chi phí tối thiểu, kết nối tất cả các nút có thành viên nhóm multicast
- 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 nút tham gia/rời bỏ



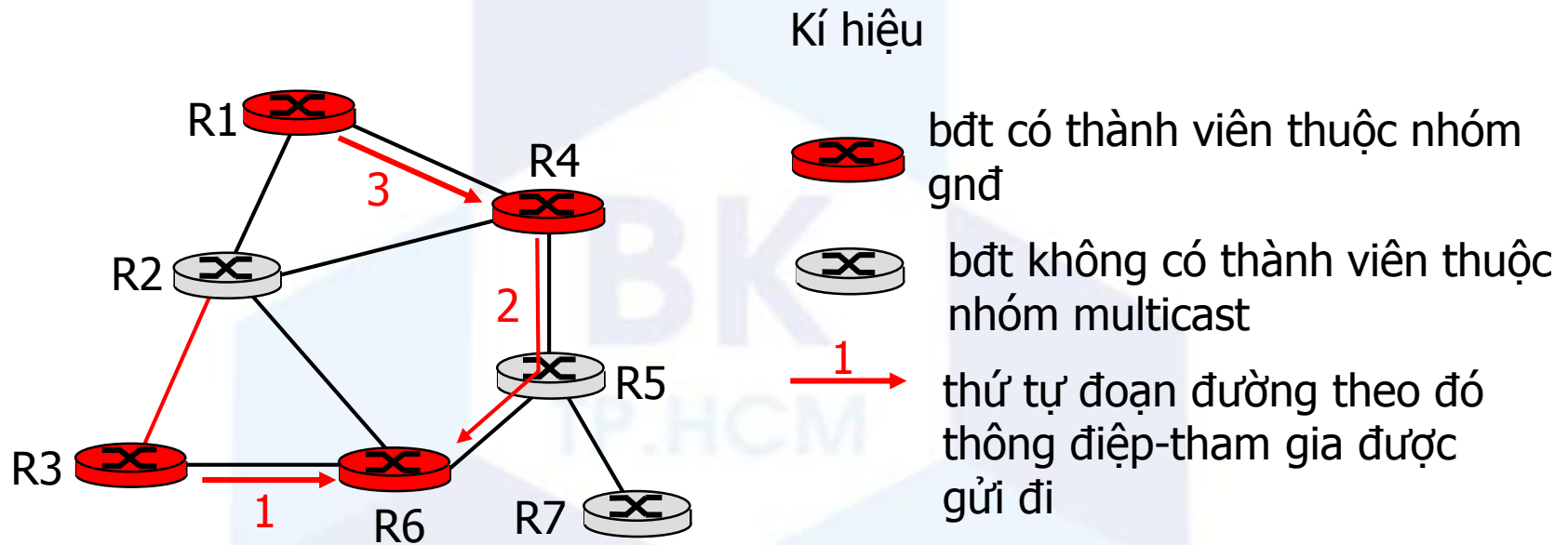
Cây dựa trên trung tâm

- 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:



Định tuyến Multicast trong Internet: DVMRP

- **DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol):** giao thức định tuyến dùng véc tơ khoảng cách, RFC1075
- ***gửi tràn và tia:*** 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 tia 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 (Internet Group Management Protocol) tại lá
- ứng dụng
 - hiện thực phổ biến trong các bắt thương mại
 - định tuyến Mbone sử dụng DVMRP

Chương 4: Tầng Mạng – Tóm lược

- 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