

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI  
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

# Mạng máy tính

ThS. Đoàn Thị Quế  
Email: dtque@tlu.edu.vn

1

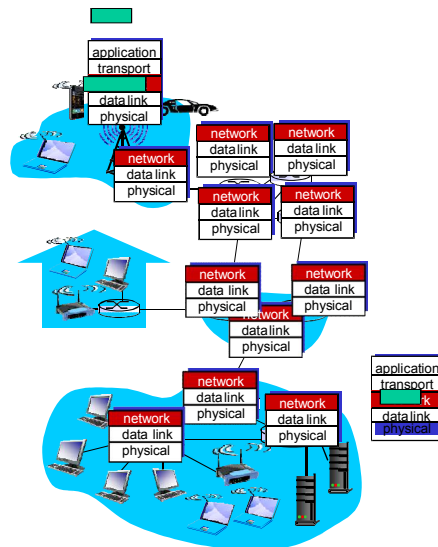
## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - IPv4
  - Cấu trúc datagram
  - ICMP
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - Phân loại định tuyến
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

2

## Tầng mạng

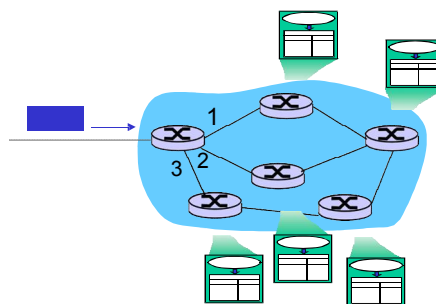
- Tầng mạng chuyển Segment của tầng giao vận từ nút gửi tới nút nhận
  - Phía gửi, đóng segment trong các datagram
  - Phía nhận, chuyển segment tới tầng giao vận
- Giao thức của tầng mạng có trong mọi host và router



3

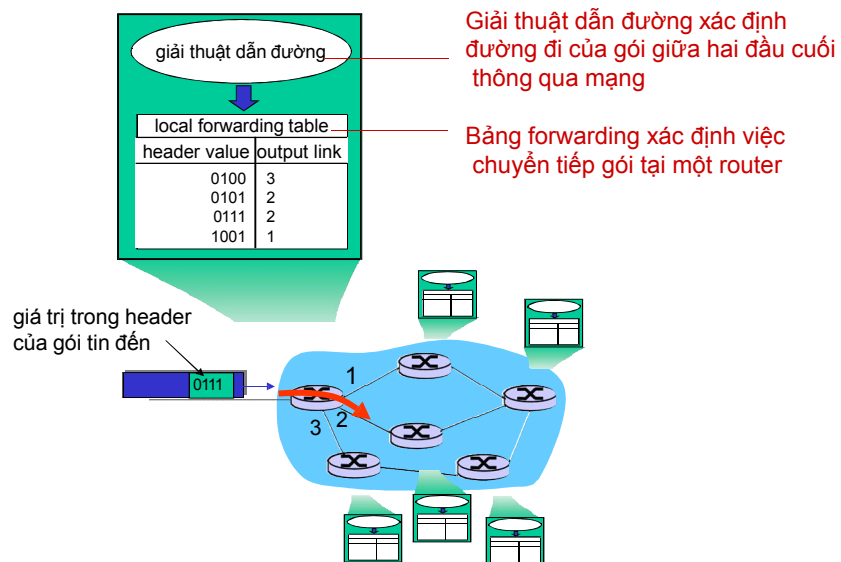
## Hai chức năng cơ bản của tầng mạng

- **Định tuyến/ Dẫn đường (routing):** xác định đường đi của gói tin từ nguồn tới đích
  - giải thuật dẫn đường
- **Chuyển tiếp (forwarding):** chuyển gói tin từ đầu vào của router ra đầu ra thích hợp của router



4

## Dẫn đường và chuyển tiếp

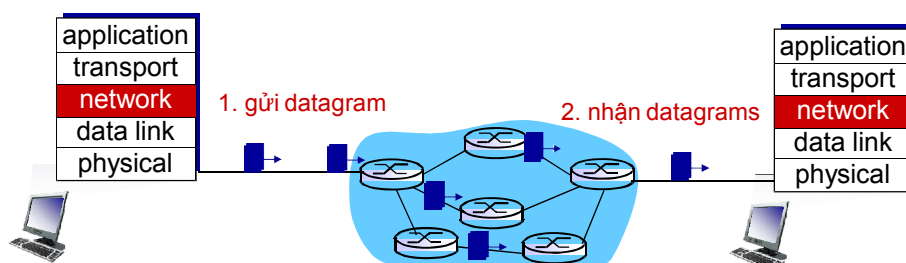


5

## Mạng chuyển mạch gói

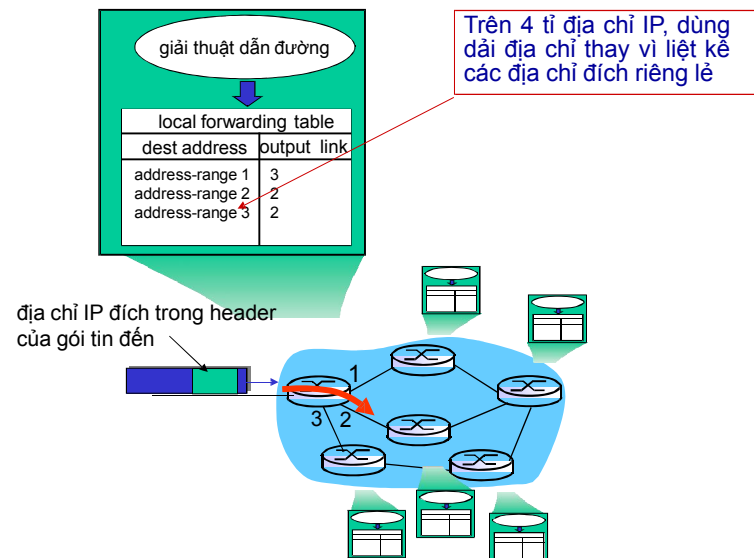
Mạng chuyển mạch gói (Datagram network)

- Gói tin được chuyển đi dựa vào địa chỉ của destination host



6

## Bảng chuyển tiếp (forwarding table)



7

## Bảng chuyển tiếp

Dải địa chỉ đích	Liên kết ra
11001000 00010111 00010000 00000000 through 11001000 00010111 00010111 11111111	0
11001000 00010111 00011000 00000000 through 11001000 00010111 00011000 11111111	1
11001000 00010111 00011001 00000000 through 11001000 00010111 00011111 11111111	2

DA: 11001000 00010111 00010110 10100001

8

## Longest prefix matching

### *longest prefix matching*

khi tìm kiếm một dòng của bảng chuyển tiếp cho một địa chỉ IP đích, dùng dòng địa chỉ mà phần đầu (*prefix*) địa chỉ dài nhất giống với địa chỉ đích

prefix	Liên kết ra
11001000 00010111 00010*** *****	0
11001000 00010111 00011000 *****	1
11001000 00010111 00011*** *****	2

ví dụ:

DA: 11001000 00010111 00010110 10100001

liên kết ra?

DA: 11001000 00010111 00011000 10101010

liên kết ra?

9

## Chương 4: Tầng mạng

### 1. Giới thiệu

### 2. IP: Internet Protocol

- IPv4
- Cấu trúc datagram
- ICMP
- IPv6

### 3. Định tuyến

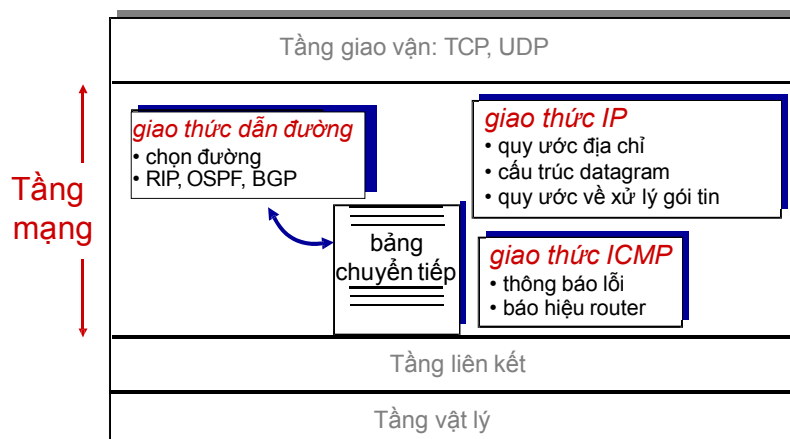
- Định tuyến là gì?
- Phân loại định tuyến
- Thuật toán định tuyến

### 4. Dẫn đường trong Internet

- RIP
- OSPF
- BGP

10

## Internet Protocol



11

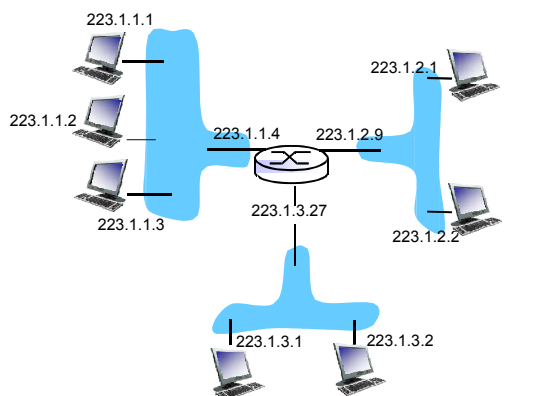
## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - **IPv4**
  - Cấu trúc datagram
  - ICMP
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - Phân loại định tuyến
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

12

## Địa chỉ IPv4

- ❑ **Địa chỉ IPv4:** 32 bit để định danh giao diện (interface) của host hay router
- ❑ **interface:** kết nối giữa host/router và liên kết vật lý
  - router thường có nhiều interface
  - host thường có 1 hoặc 2 interface (ví dụ: wired Ethernet, wireless 802.11)
- ❑ Mỗi địa chỉ IP gán cho một interface
- ❑ Địa chỉ IP có tính duy nhất



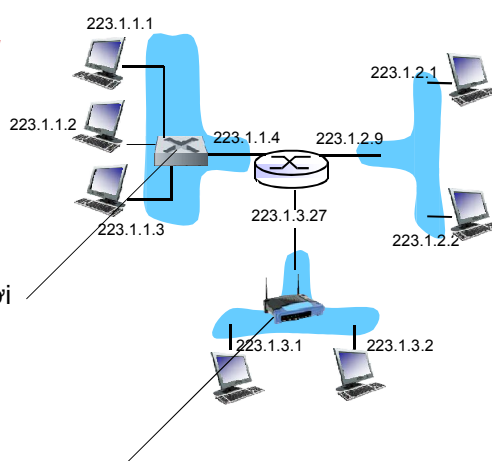
223.1.1.1 =  $\underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1$

Chia làm 4 octet, mỗi octet là 8 bit có giá trị chạy từ 0 đến 255

13

## Địa chỉ IPv4

**Các interface kết nối với nhau như thế nào?**



Các Ethernet interface kết nối với nhau qua Ethernet switches

Các interface cũng có thể kết nối trực tiếp với nhau

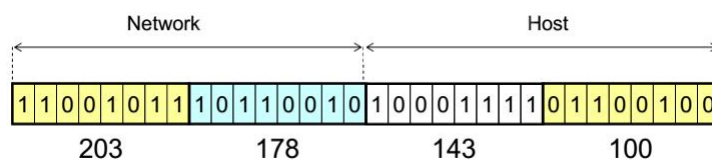
Các WiFi interface kết nối với nhau qua WiFi base station

14

## Địa chỉ IP v4

### □ Địa chỉ IP có hai phần

- Host – địa chỉ host
- Network – địa chỉ mạng



### □ Làm thế nào biết được phần nào là cho host, phần nào dành cho mạng?

- Phân lớp địa chỉ
- Không phân lớp – CIDR (Classless interdomain routing)

15

## Phân lớp địa chỉ IP

Lớp	Octet1	Octet2	Octet3	Octet 4	Octet1 Thập phân	Số mạng	Số host
A	0nnn nnnn	hhhh hhhh	hhhh hhhh	hhhh hhhh	0-127	$2^7$ (128)	$2^{24}-2$ (16.777.214)
B	10nn nnnn	nnnn nnnn	hhhh hhhh	hhhh hhhh	128-191	$2^{14}$ (16384)	$2^{16}-2$ (65.534)
C	110n nnnn	nnnn nnnn	nnnn nnnn	hhhh hhhh	192-223	$2^{21}$ (2.097.152)	$2^8-2$ (254)
D	1110 xxxx	Multicast			224-239		
E	1111 xxxx	Dự phòng			240-255		

Địa chỉ mạng: phần host =0

Địa chỉ Broadcast trong một mạng: Phần host =1

16



## Địa chỉ IPv4

### Địa chỉ IP Public

- Duy nhất
- Phải trả phí
- Được định tuyến

### Địa chỉ IP Private

- Được sử dụng lặp
- Miễn phí
- Không được định tuyến (kết hợp NAT)

Lớp A: 10.0.0.0 - 10.255.255.255

Lớp B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255

Lớp C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255

17

## Địa chỉ nào sử dụng trong mạng nội bộ?

- 1) 150.100.255.255
- 2) 172.19.255.18
- 3) 195.234.253.0
- 4) 10.10.110.23
- 5) 192.168.221.176
- 6) 127.34.25.189
- 7) 203.162.217.73

18

## Các dạng địa chỉ

### □ Địa chỉ mạng

- Địa chỉ IP gán cho một mạng (các bit phần host bằng 0). Ví dụ: 172.29.0.0

### □ Địa chỉ host (địa chỉ máy trạm)

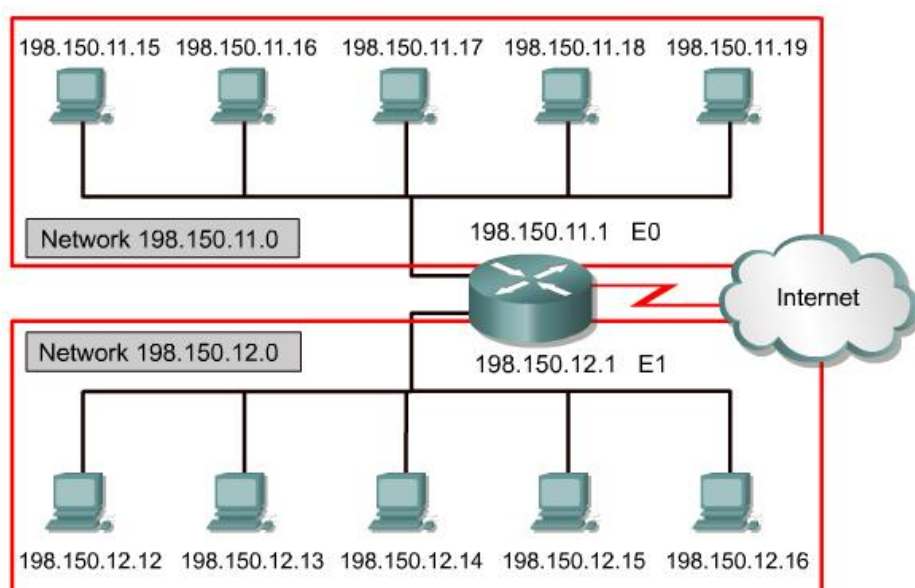
- Địa chỉ IP gán cho interface của host

### □ Địa chỉ quảng bá

- Địa chỉ dùng để đại diện cho tất cả các host trong mạng (các bit phần host bằng 1). Ví dụ: 172.29.255.255.

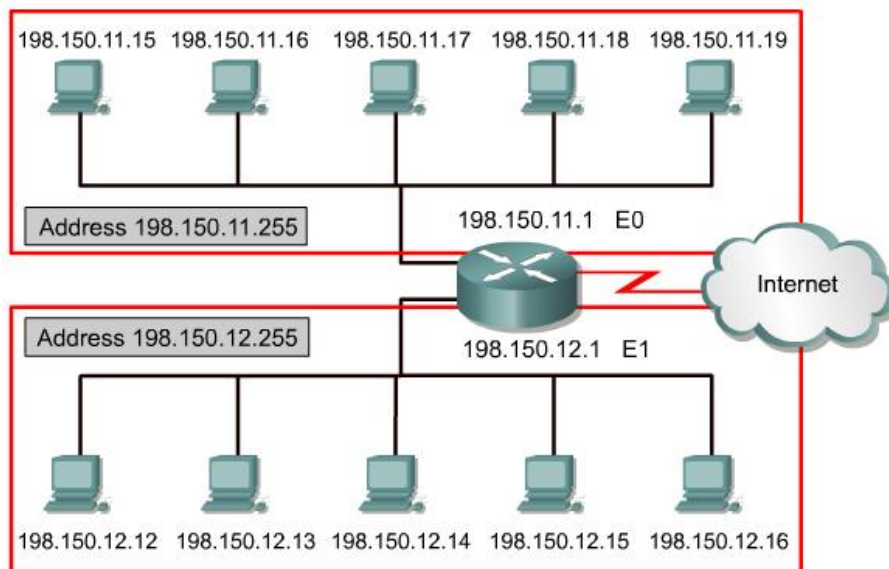
19

## Địa chỉ mạng (Network Address)



20

## Địa chỉ quảng bá Broadcast



21

## 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

#### ❑ Không phân lớp

- Phần địa chỉ mạng sẽ có độ dài tùy ý
- Dạng địa chỉ không phân lớp:
  - ✓ a.b.c.d/x
  - ✓ /x (subnet mask - mặt nạ mạng) là số bit trong phần ứng với Network ID
  - ✓ Ví dụ địa chỉ IPv4: 144.28.16.17/20

22

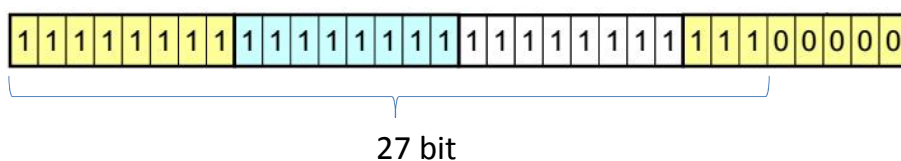
## Mặt nạ mạng

### □ Mặt nạ mạng chia một địa chỉ IP thành 2 phần

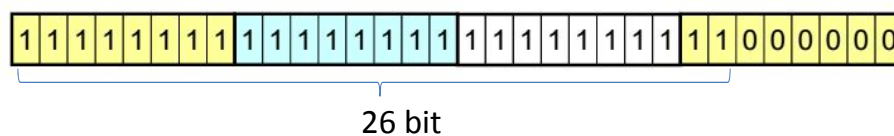
- Phần ứng với phần Network: các bit bằng 1
- Phần ứng với host: các bit bằng 0

### □ Ví dụ:

**/27**



**/26**



23

## Tính địa chỉ mạng từ địa chỉ IP

### □ Tính địa chỉ mạng từ địa chỉ IP

- Dùng toán tử AND

### □ Ví dụ: Tính địa chỉ mạng của địa chỉ IP sau:

144.28.16.17/20

	144	.	28	.	16	.	17
IP address:	10010000		00011100		00010000		00010001
Subnet mask:	11111111		11111111		11110000		00000000
Network address:	10010000		00011100		00010000		00000000
	144	.	28	.	16	.	0

Địa chỉ mạng: 144.28.16.0/20

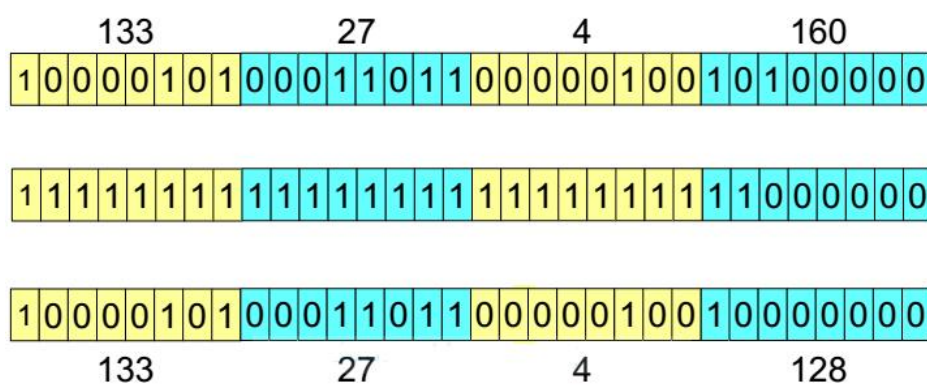
24

## Bài tập áp dụng

- Cho địa chỉ IP: 203.178.142.130/27
- Tính địa chỉ mạng?

25

## Địa chỉ mạng, địa chỉ máy trạm?



26

## Địa chỉ máy trạm, địa chỉ mạng, địa chỉ quảng bá?

- 1) 203.178.142.128/25      Mạng
- 2) 203.178.142.128/24      Trạm
- 3) 203.178.142.127/25      Quảng bá
- 4) 203.178.142.127/24      Trạm

27

## Mạng con - Subnet

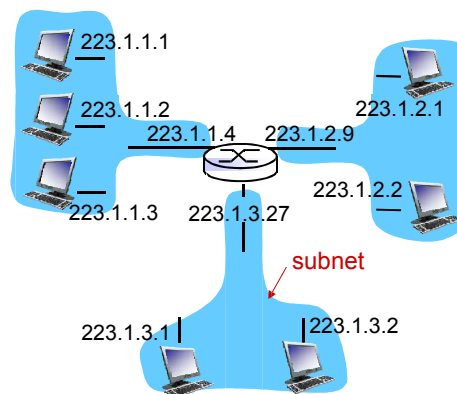
### Sự cần thiết phải phân chia mạng con

- Mỗi mạng ở lớp A có đến  $2^{24} - 2 = 16.777.214$  địa chỉ IP.  
Mỗi mạng ở lớp B có  $2^{16} - 2 = 65534$  địa chỉ IP.
- Trong một hệ thống mạng, số host nhỏ hơn số lượng địa chỉ trong một mạng lớp B rất nhiều.
- Việc quản trị trên một mạng có quá nhiều host gặp khó khăn lớn.

28

## Mạng con - Subnet

- ❑ Mạng con là một phần của một mạng nào đó
  - ISP thường được gán một khối địa chỉ IP
  - Chia khối địa chỉ IP thành các mạng nhỏ hơn được gọi là mạng con

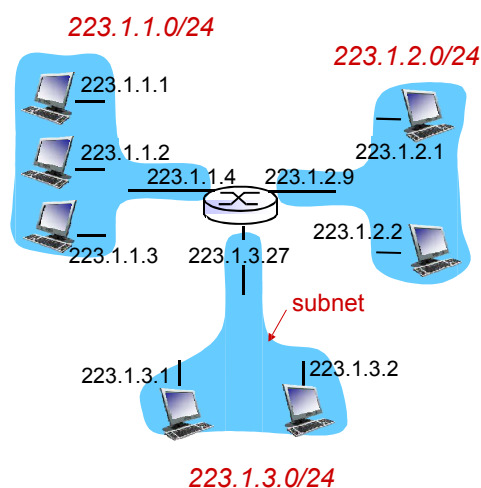


Mạng với 3 mạng con

29

## Mạng con - Subnet

- ❑ Địa chỉ IP:
  - Phần subnet: các bit cao
  - Phần host: các bit thấp
- ❑ Trong một subnet
  - các interface có cùng phần subnet
  - có thể giao tiếp với nhau không cần qua router

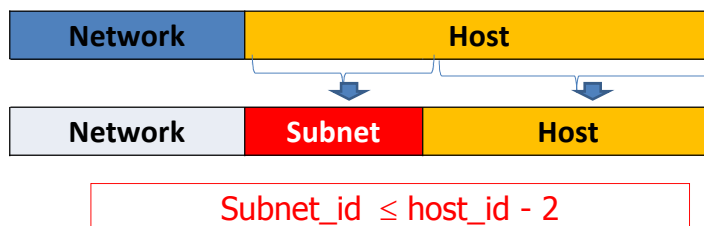


subnet mask: /24

30

## Kỹ thuật chia mạng con

- ❑ Mượn một số bit trong phần host\_id ban đầu để đặt cho các mạng con
- ❑ Cấu trúc của địa chỉ IP lúc này sẽ gồm 3 phần: network\_id, subnet\_id và host\_id



Số lượng bit tối đa có thể mượn:

- Lớp A: **22** (= 24 – 2) bit -> chia được  $2^{22} = 4194304$  mạng con
- Lớp B: **14** (= 16 – 2) bit -> chia được  $2^{14} = 16384$  mạng con
- Lớp C: **6** (= 8 – 2) bit -> chia được  $2^6 = 64$  mạng con

31

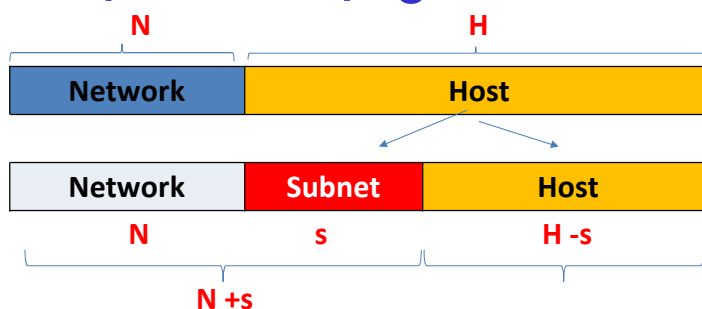
## Một số khái niệm mới

- ❑ Địa chỉ mạng con (địa chỉ đường mạng): gồm cả phần network\_id và subnet\_id, phần host\_id chỉ chứa các bit 0
- ❑ Địa chỉ broadcast trong một mạng con: tất cả các bit trong phần host\_id là 1.
- ❑ Mặt nạ mạng con (subnet mask): tất cả các bit trong phần host\_id là 0, các phần còn lại là 1.

32



## Kỹ thuật chia mạng con



<b>Bước 1</b>	Xác định Subnet mask ban đầu: $N$ (bit) Xác định Host_ID ban đầu: $H$ (bit)
<b>Bước 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subnet_ID (số bit cần mượn): <math>s</math> (bit)</li> <li>- Subnet mask mới: <math>N + s</math> (bit)</li> <li>- Số lượng mạng con chia được: <math>2^s</math></li> <li>- Host_ID mới: <math>H - s</math> (bit)</li> <li>- Số lượng host thực sự có được: <math>2^{H-s} - 2</math> (2, trong đó 1 là địa chỉ mạng, 1 là địa chỉ quảng bá)</li> </ul>
<b>Bước 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định các mạng con: địa chỉ mạng con, vùng địa chỉ host, địa chỉ quảng bá của mỗi mạng con</li> <li>- Chọn mạng con muốn dùng</li> </ul>

33

## Ví dụ 1

- Cho một địa chỉ IP lớp B, 139.12.0.0, với subnet mask là 255.255.0.0.
- Hãy chia network thành 5 mạng con.

34

## Bước 1

❑ Bước 1: Địa chỉ mạng 139.12.0.0/16

⇒ Subnet mask ban đầu:  $N = 16$  (bit)

Host\_ID ban đầu:  $H = 16$  (bit)

$$\begin{array}{ccccccc} \text{139} & . & \text{12} & . & \text{0} & . & \text{0} \\ \text{10001011} & & \text{00001100} & & \text{00000000} & & \text{00000000} \end{array}$$
  

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Network\_ID}}$$

35

## Bước 2

$$\begin{array}{ccccccc} \text{139} & . & \text{12} & . & \text{0} & . & \text{0} \\ \text{10001011} & & \text{00001100} & & \text{00000000} & & \text{00000000} \end{array}$$
  

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Network\_ID}}$$

- Subnet\_ID (số bit cần mượn):  
cần chia 5 mạng con  $\Rightarrow s = 3$  (bit)
- Số lượng mạng con chia được:  $2^s = 2^3 = 8$   
Subnet\_ID: 000  $\rightarrow$  111
- Subnet mask mới:  $N + s = 16 + 3 = 19$  (bit)
- Host\_ID mới:  $H - s = 16 - 3 = 13$  (bit)

$$\begin{array}{ccccccc} \text{10001011} & & \text{00001100} & & \text{ssshhhhh} & & \text{hhhhhhhh} \\ \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Network\_ID}} & & \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{subnet\_ID}} & & \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{host\_ID}} & & \end{array}$$

36

## Bước 2: Địa chỉ mạng của tám Subnet mới

TT	Dạng nhị phân	Dạng thập phân
1	10001011 00001100 00000000 00000000	139.12.0.0/19
2	10001011 00001100 00100000 00000000	139.12.32.0/19
3	10001011 00001100 01000000 00000000	139.12.64.0/19
4	10001011 00001100 01100000 00000000	139.12.96.0/19
5	10001011 00001100 10000000 00000000	139.12.128.0/19
6	10001011 00001100 10100000 00000000	139.12.160.0/19
7	10001011 00001100 11000000 00000000	139.12.192.0/19
8	10001011 00001100 11100000 00000000	139.12.224.0/19

37

## Bước 3: Vùng địa chỉ host của các mạng con

TT	Dạng nhị phân	Dạng thập phân
1	10001011 00001100 00000000 00000001 10001011 00001100 00011111 11111110	139.12.0.1/19 - 139.12.31.254/19
2	10001011 00001100 00100000 00000001 10001011 00001100 00111111 11111110	139.12.32.1/19 139.12.63.254/19
3	10001011 00001100 01000000 00000001 10001011 00001100 01011111 11111110	139.12.64.1/19 139.12.95.254/19
4	10001011 00001100 01100000 00000001 10001011 00001100 01111111 11111110	139.12.96.1/19 139.12.127.254/19
5	10001011 00001100 10000000 00000001 10001011 00001100 10011111 11111110	139.12.128.1/19 139.12.159.254/19
6	10001011 00001100 10100000 00000001 10001011 00001100 10111111 11111110	139.12.160.1/19 139.12.191.254/19
7	10001011 00001100 11000000 00000001 10001011 00001100 11011111 11111110	139.12.192.1/19 139.12.223.254/19
8	10001011 00001100 11100000 00000001 10001011 00001100 11111111 11111110	139.12.224.1/19 139.12.255.254/19

38

### Bước 3: Địa chỉ quảng bá của các mạng con

TT	Dạng nhị phân	Dạng thập phân
1	10001011 00001100 00011111 11111111	139.12.31.255/19
2	10001011 00001100 00111111 11111111	139.12.63.255/19
3	10001011 00001100 01011111 11111111	139.12.95.255/19
4	10001011 00001100 01111111 11111111	139.12.127.255/19
5	10001011 00001100 10011111 11111111	139.12.159.255/19
6	10001011 00001100 10111111 11111111	139.12.191.255/19
7	10001011.00001100 11011111 11111111	139.12.223.255/19
8	10001011 00001100 11111111 11111111	139.12.255.255/19

39

### Bài tập áp dụng

Cho địa chỉ mạng 139.12.0.0/16:

- Chia mạng trên thành 4 mạng con
- Xác định địa chỉ mạng và địa chỉ quảng bá của mỗi mạng con
- Xác định dải địa chỉ host cho mỗi mạng con
- Tính số lượng địa chỉ host trong mỗi mạng con

40

## Cho địa chỉ mạng 139.12.0.0/16:

TT	Địa chỉ mạng con	Địa chỉ host/ địa chỉ quảng bá
1	139.12. <b>00</b> 000000. 0000 0000/18	139.12. <b>00</b> 000000. 0000 0001/18 ... 139.12. <b>00</b> 111111. 1111 1110/18 139.12. <b>00</b> 111111. 1111 1111 /18
2	139.12. <b>01</b> 000000. 0000 0000/18	139.12. <b>01</b> 000000. 0000 0001/18 ... 139.12. <b>01</b> 111111. 1111 1110/18 139.12. <b>01</b> 111111. 1111 1111/18
3	139.12. <b>10</b> 000000. 0000 0000/18	139.12. <b>10</b> 000000. 0000 0001/18 ... 139.12. <b>10</b> 111111. 1111 1110/18
4	139.12. <b>11</b> 000000. 0000 0000/18	139.12. <b>11</b> 000000. 0000 0001/18 ... 139.12. <b>11</b> 1111 1111. 1111 1110/18 139.12. <b>11</b> 1111 1111. 1111 1111/18

41

## Ví dụ tính nhanh vùng địa chỉ IP của các host

Cho địa chỉ: 192.168.0.0/24 Chia thành 16 mạng con

Giải:

/24 => N=24, H=8

16 mạng con => s = 4, H'=8-4=4

Số lượng địa chỉ host trong một mạng con  $M = 2^{H'} = 2^4 = 16$

Số lượng host thực sự có được:  $16 - 2 = 14$

Network 1: 192.168.0.0 Host range: 192.168.0.1 - 192.168.0.14

Broadcast: 192.168.0.15

Network 2: 192.168.0.16. Host range: 192.168.0.17–192.168.0.30

Broadcast: 192.168.0.31

Network 3: 192.168.0.32. Host range: 192.168.0.33–192.168.0.46

Broadcast: 192.168.0.47

Network 4: 192.168.0.48. Host range: 192.168.0.49–192.168.0.62

Broadcast: 192.168.0.63

....

42

## Tính nhanh vùng địa chỉ host

Địa chỉ mạng thuộc lớp C

s – số bit làm subnet

Số mạng con:  $2^s$

Số địa chỉ host trong mạng con:  $M = 2^{8-s}$

Số lượng host thực sự có được:  $M - 2$

- Byte cuối của địa chỉ IP mạng:  $(i-1)*M$  (với  $i=1,2,\dots$ )
- Byte cuối của địa chỉ IP host đầu tiên:  $(i-1)*M + 1$  (với  $i=1,2,\dots$ )
- Byte cuối của địa chỉ IP host cuối cùng:  $i*M - 2$  (với  $i=1,2,\dots$ )
- Byte cuối của IP broadcast, ví dụ lớp C:  $i*M - 1$  (với  $i=1,2,\dots$ )

43

## Kỹ thuật chia mạng con

192.168.1.0 - 255 /24

192.168.1.0 - 127 /25

192.168.1.128 - 255 /25

192.168.1.0000 0000  
192.168.1.0000 0001  
192.168.1.0000 0010  
192.168.1.0000 0011  
192.168.1.0000 0100  
192.168.1.0000 0101  
192.168.1.0000 0110  
192.168.1.0111 1111

192.168.1.1000 0000  
192.168.1.1000 0001  
192.168.1.1000 0010  
192.168.1.1000 0011  
192.168.1.1000 0100  
192.168.1.1000 0101  
192.168.1.1000 0110  
192.168.1.1111 1111

44

## Kỹ thuật chia mạng con

192.168.1.0 - 255 /24

192.168.1.0 - 63 /26

192.168.1.64 - 127 /26

192.168.1.128 - 191 /26

192.168.1.192 - 255 /26

192.168.1.0000 0000  
192.168.1.0000 0001  
192.168.1.0000 0010  
192.168.1.0000 0011

...  
192.168.1.0011 1111

192.168.1.0100 0000  
192.168.1.0100 0001  
192.168.1.0100 0010  
192.168.1.0100 0011

...  
192.168.1.0111 1111

192.168.1.1000 0000  
192.168.1.1000 0001  
192.168.1.1000 0010  
192.168.1.1000 0011

...  
192.168.1.1011 1111

192.168.1.1100 0000  
192.168.1.1100 0001  
192.168.1.1100 0010  
192.168.1.1100 0011

...  
192.168.1.1111 1111

45

## Kỹ thuật chia mạng con

192.168.1.0 - 255 /24

192.168.1.0 - 31 /27

192.168.1.32 - 63 /27

192.168.1.64 - 95 /27

192.168.1.96 - 127 /27

192.168.1.128 - 159 /27

192.168.1.160 - 191 /27

192.168.1.192 - 223 /27

192.168.1.224 - 255 /27

192.168.1.0000 0000  
192.168.1.0001 1111

192.168.1.0010 0000  
192.168.1.0011 1111

192.168.1.0100 0000  
192.168.1.0101 1111

192.168.1.0110 0000  
192.168.1.0111 1111

192.168.1.1000 0000  
192.168.1.1001 1111

192.168.1.1010 0000  
192.168.1.1011 1111

192.168.1.1100 0000  
192.168.1.1101 1111

192.168.1.1110 0000  
192.168.1.1111 1111

46

## Kỹ thuật chia mạng con

192.168.1.0 - 255 /24

192.168.1.0 - 15 /28  
 192.168.1.16 - 31 /28  
 192.168.1.32 - 47 /28  
 192.168.1.48 - 63 /28

192.168.1.64 - 79 /28  
 192.168.1.80 - 95 /28  
 192.168.1.96 - 111 /28  
 192.168.1.112 - 127 /28

192.168.1.128 - 159 /28  
 192.168.1.144 - 191 /28  
 192.168.1.160 - 223 /28  
 192.168.1.176 - 223 /28

192.168.1.192 - 255 /28  
 192.168.1.208 - 255 /28  
 192.168.1.224 - 255 /28  
 192.168.1.240 - 255 /28

192.168.1.0000 0000  
 192.168.1.0001 0000  
 192.168.1.0010 0000  
 192.168.1.0011 0000

192.168.1.0100 0000  
 192.168.1.0101 0000  
 192.168.1.0110 0000  
 192.168.1.0111 0000

192.168.1.1000 0000  
 192.168.1.1001 0000  
 192.168.1.1010 0000  
 192.168.1.1011 0000

192.168.1.1100 0000  
 192.168.1.1101 0000  
 192.168.1.1110 0000  
 192.168.1.1111 0000

47

## Kỹ thuật chia mạng con

192.168.1.0/29



192.168.1.0000 0000 / 29  
 192.168.1.0000 0001 / 29  
 192.168.1.0000 0010 / 29  
 192.168.1.0000 0011 / 29  
 192.168.1.0000 0100 / 29  
 192.168.1.0000 0101 / 29  
 192.168.1.0000 0110 / 29  
 192.168.1.0000 0111 / 29

192.168.1.0/30



192.168.1.0000 0000 / 30  
 192.168.1.0000 0001 / 30  
 192.168.1.0000 0010 / 30  
 192.168.1.0000 0011 / 30

48



Subnet	Network	Host
192.168.1.0 0000000 /25	2 mạng	128 IP
192.168.1.00 000000 /26	4 mạng	64 IP
192.168.1.000 00000 /27	8 mạng	32 IP
192.168.1.0000 0000 /28	16 mạng	16 IP
192.168.1.00000 000 /29	32 mạng	8 IP
192.168.1.000000 00 /30	64 mạng	4 IP
192.168.1.0000000 0 /30	128 mạng	2 IP

49

## Làm thế nào để một host có địa chỉ IP?

- Khai báo cố định bởi người quản trị hệ thống
  - Windows: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
  - UNIX: /etc/rc.config
    - Cấp phát địa chỉ IP cố định (cấp phát tĩnh) cho các host sẽ dẫn đến tình trạng lãng phí địa chỉ IP
- Dịch vụ cấp phát địa chỉ động cho host (DHCP-Dynamic Host Configuration Protocol)

50

## DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

**DHCP:** cho phép host lấy địa chỉ IP động từ network server khi tham gia vào mạng

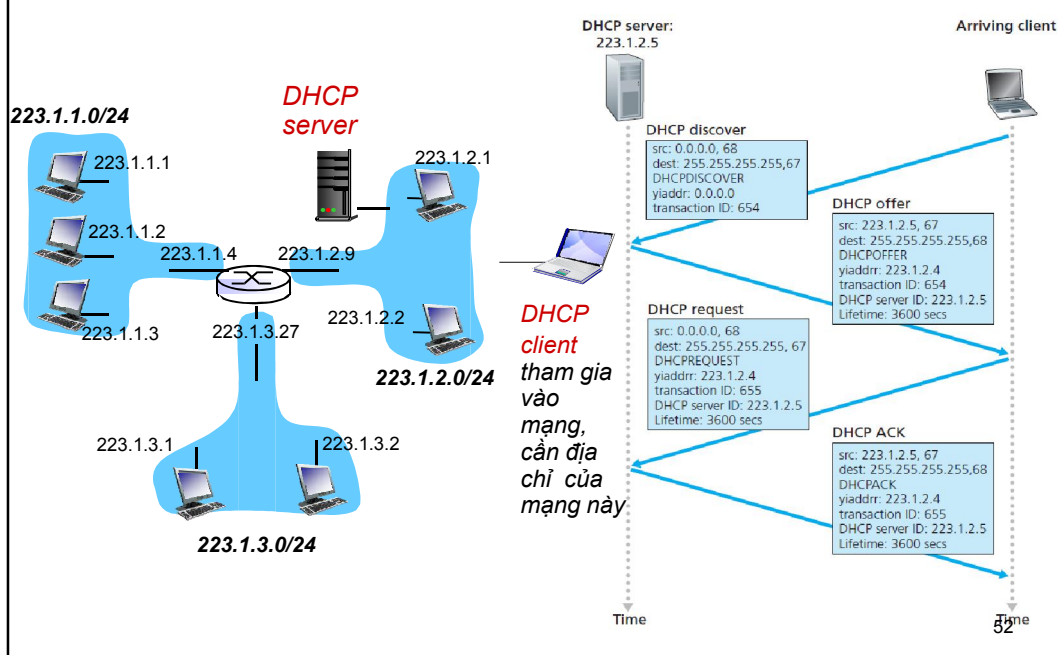
- có thể làm mới địa chỉ đang dùng
- có thể sử dụng lại các địa chỉ (chỉ giữ địa chỉ khi kết nối)
- cho phép thiết bị di động tham gia vào mạng (thời gian kết nối ngắn)

**Cơ bản về hoạt động của DHCP:**

- Host quảng bá bản tin “**DHCP discover**”
- DHCP server trả lời bằng bản tin “**DHCP offer**”
- Host yêu cầu địa chỉ IP bằng bản tin “**DHCP request**”
- DHCP server gửi địa chỉ: bản tin “**DHCP ack**”

51

## Kịch bản DHCP client-server



## Cấp phát địa chỉ IP cho mạng?

Q: Một mạng con lấy địa chỉ IP từ đâu?

A: Lấy phần đã cấp của không gian địa chỉ của nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP)

Khối địa chỉ của ISP      11001000 00010111 00010000 00000000      200.23.16.0/20

Tổ chức 0	<u>11001000 00010111 00010000</u>	00000000	200.23.16.0/23
Tổ chức 1	<u>11001000 00010111 00010010</u>	00000000	200.23.18.0/23
Tổ chức 2	<u>11001000 00010111 00010100</u>	00000000	200.23.20.0/23
...	....	....	....
Tổ chức 7	<u>11001000 00010111 00011110</u>	00000000	200.23.30.0/23

53

## Quản lý địa chỉ IP?

Q: ISP lấy địa chỉ IP từ đâu?

A: ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (<http://www.icann.org/>)

- cấp phát địa chỉ
- quản lý DNS
- gán tên miền, giải quyết tranh chấp

54

## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - IPv4
  - Cấu trúc datagram
  - ICMP
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - Phân loại định tuyến
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

55

## Cấu trúc của IPv4 datagram

VER	IHL	Type of services	Datagram length	
Identification			Flags	Fragment offset
Time to live		Protocol	Header checksum	
Source address				
Destination address				
Options + Padding				
Data				

56

## Chức năng các trường

- VER (4 bits): Version hiện hành của IP được cài đặt.
- IHL(4 bits): Internet Header Length của Datagram, tính theo đơn vị word (32 bits).
- Type of service (8 bits): Thông tin về loại dịch vụ và mức ưu tiên của gói IP:
- Datagram Length (16 bits): Chỉ độ dài toàn bộ Datagram (bytes),
- Identification (16bits), Flags (3 bits), Fragment Offset (13 bits): được sử dụng khi phân mảnh gói IP
- Time To Live (TTL-8 bits): Thời gian sống của một gói dữ liệu (số hop tối đa còn).

57

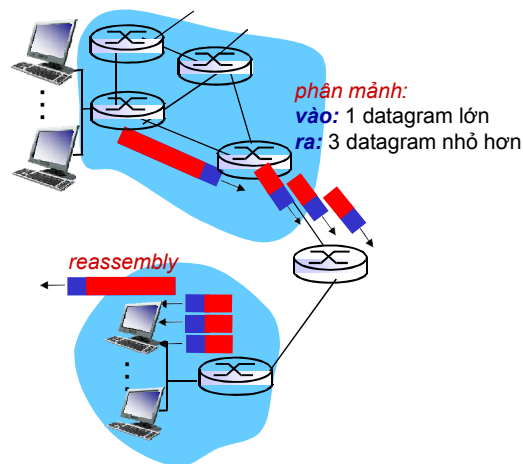
## Chức năng các trường

- Protocol (8 bits): Chỉ giao thức sử dụng TCP hay UDP.
- Header Checksum (16 bits): giá trị checksum của trường tiêu đề.
- Source Address (32 bits): địa chỉ của trạm nguồn.
- Destination Address (32 bits): Địa chỉ của trạm đích.
- Option (có độ dài thay đổi): Sử dụng trong trường hợp bảo mật, định tuyến đặc biệt.
- Padding (độ dài thay đổi): Vùng đệm cho phần Header luôn kết thúc ở 32 bits
- Data (độ dài thay đổi): Độ dài dữ liệu tối đa là 65.535 bytes, tối thiểu là 8 bytes.

58

## Phân mảnh IP datagram

- liên kết mạng có MTU (max.transfer size)
  - kiểu liên kết khác nhau có MTU khác nhau
- IP datagram lớn được chia nhỏ trong mạng
  - 1 datagram thành nhiều datagram
  - được ghép lại tại đích
  - Các bit trong IP header dùng để ghép các phân mảnh



59

## Ghép phân mảnh

**ví dụ:**

- ❖ datagram kích thước 4000 byte
- ❖ MTU = 1500 byte

1480 byte phần dữ liệu

offset =  
1480/8

length	ID	fragflag	offset
=4000	=x	=000	=0

1 datagram lớn được chia thành nhiều datagram nhỏ hơn

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=001	=0

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=001	=185

length	ID	fragflag	offset
=1040	=x	=000	=370

60

## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - IPv4
  - Cấu trúc datagram
  - **ICMP**
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - Phân loại định tuyến
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

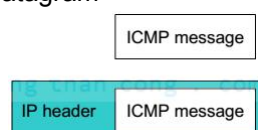
61

## ICMP: internet control message protocol

- Dùng bởi các host và router để giao tiếp thông tin ở mức mạng

- thông báo lỗi: unreachable host, network, port, protocol
- echo request/reply (dùng bởi ping)

- Gói tin ICMP chứa trong các IP datagram



- **ICMP message:** type, code và 8 byte đầu tiên của IP datagram gây ra lỗi

Type	Code	Mô tả
0	0	echo reply (ping)
3	0	không tới được mạng đích
3	1	không tới được host đích
3	2	không tới được giao thức đích
3	3	không tới được cổng đích
3	6	không biết mạng đích
3	7	không biết host đích
4	0	source quench (điều khiển tắc nghẽn, không dùng)
8	0	echo request (ping)
9	0	route advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL quá hạn
12	0	IP header không hợp lệ

62

## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - IPv4
  - Cấu trúc datagram
  - ICMP
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - Phân loại định tuyến
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

63

## IPv6

- **Lý do ban đầu:** Không gian địa chỉ 32-bit của IPv4 sẽ nhanh chóng dùng hết
- Lý do khác:
  - Đơn giản hóa header để tăng tốc độ xử lý/ chuyển tiếp
  - thay đổi header để hỗ trợ chất lượng dịch vụ (QoS - Quality of Service)

### **Cấu trúc của IPv6 datagram:**

- header có chiều dài cố định 40 byte
- không cho phép phân mảnh

64



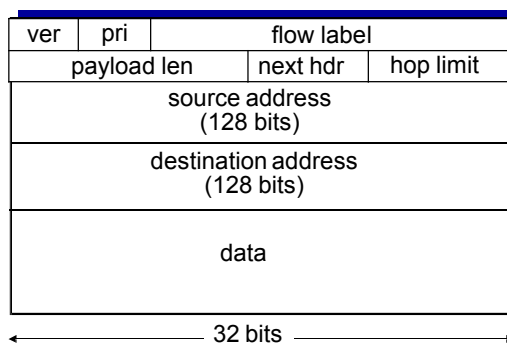
## Cấu trúc IPv6 datagram

**priority:** xác định ưu tiên giữa các datagram trong flow

**flow Label:** xác định các datagram trong cùng flow  
(khái niệm “flow” không định nghĩa rõ)

**Payload length:** độ dài của gói datagram

**next header:** xác định giao thức của tầng cao hơn cho data



65

## Cấu trúc IPv6 datagram

**Địa chỉ IPv6:** 128 bit, biểu diễn ở hệ hex

Ví dụ:

2001:0ABC:00AB:000A:0000:0000:0000:1001

2001:ABC:AB:A:0:0:0:1001

2001:ABC:AB:A::1001

66

## Các thay đổi khác so với IPv4

- ❑ **checksum**: loại bỏ để giảm thời gian xử lý tại mỗi hop
- ❑ **options**: cho phép, nhưng ở ngoài phần header, xác định bởi trường “Next Header”
- ❑ **ICMPv6**: phiên bản mới của ICMP
  - thêm kiểu bản tin, ví dụ “Packet Too Big”
  - chức năng quản lý nhóm multicast

67

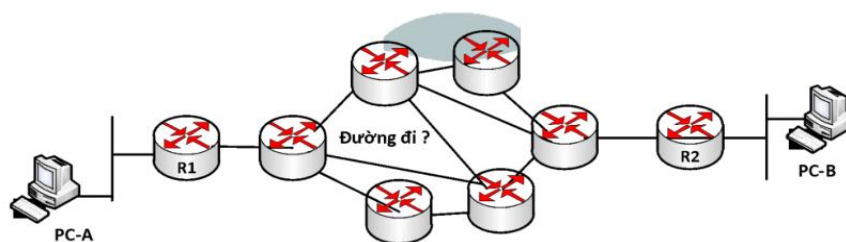
## Chương 4: Tầng mạng

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Giới thiệu</li> <li>2. IP: Internet Protocol           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cấu trúc datagram</li> <li>○ IPv4</li> <li>○ Cấu trúc datagram</li> <li>○ ICMP</li> <li>○ IPv6</li> </ul> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Định tuyến           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Định tuyến là gì?</li> <li>○ Phân loại định tuyến</li> <li>○ Thuật toán định tuyến</li> </ul> </li> <li>4. Dẫn đường trong Internet           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ RIP</li> <li>○ OSPF</li> <li>○ BGP</li> </ul> </li> </ol> |
|---|--|

68

## Định tuyến là gì?

- ❑ Khi một host gửi một gói tin IP tới một host 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 Router
- ❑ Định tuyến là quá trình xác định đường đi **tốt nhất** của gói tin từ nút gửi đến nút nhận



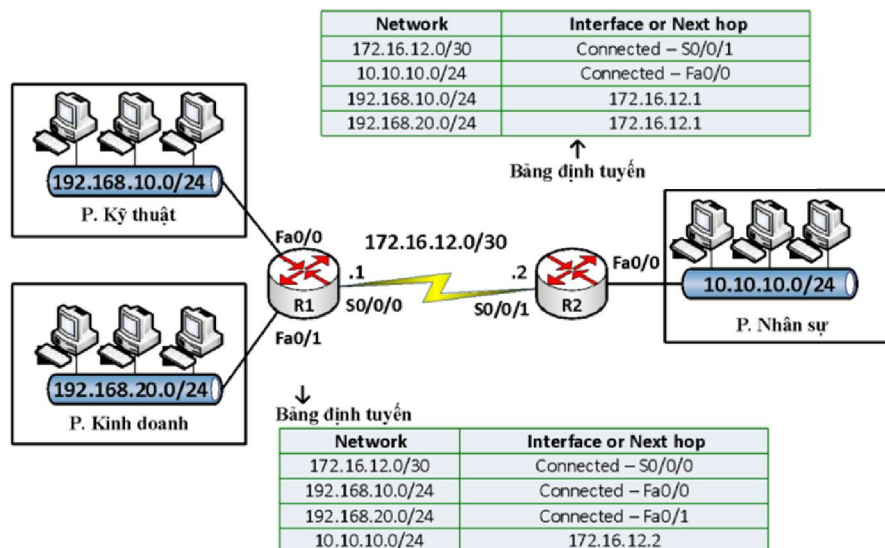
69

## Thông tin định tuyến được lưu trữ ở đâu?

- ❑ Thông tin về tuyến đường đi được lưu trữ trong bảng định tuyến (routing table)
- ❑ Bảng định tuyến thường gồm những thông tin sau:
  - ✓ Địa chỉ đích của mạng, mạng con/mặt nạ mạng
  - ✓ Địa chỉ IP của router chặng kế tiếp phải đến
  - ✓ Giao tiếp vật lý phải sử dụng để đi đến Router kế tiếp
  - ✓ Số lượng chặng để đến đích

70

## Ví dụ bảng định tuyến



- ❑ **Lưu ý:** Khi có sự thay đổi như thêm mạng mới, một nút mạng nào đó bị mất điện thì phải cập nhật bảng định tuyến

71

## Nhiệm vụ của Router

- ❑ Router thực hiện các việc sau:

- Kiểm tra tiêu đề lớp 3 của gói nhận được (địa chỉ IP đích)
- Chọn đường tốt nhất cho gói dữ liệu
- Chuyển gói dữ liệu ra cổng tương ứng

72

## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - Cấu trúc datagram
  - IPv4
  - Cấu trúc datagram
  - ICMP
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - **Phân loại định tuyến**
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

73

## Phân loại định tuyến

- ❑ Định tuyến tĩnh (Static Routing):
  - Các thông tin trong bảng định tuyến được sửa đổi thủ công bởi người quản trị
- ❑ Định tuyến động (Dynamic Routing):
  - Các thông tin trong bảng định tuyến được tự động cập nhật bằng các giao thức định tuyến

74

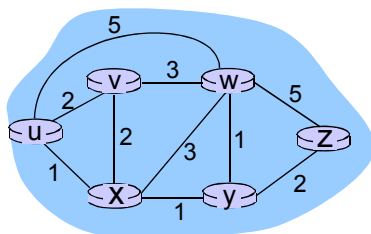
## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - Cấu trúc datagram
  - IPv4
  - Cấu trúc datagram
  - ICMP
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - Phân loại định tuyến
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

75

## Thuật toán định tuyến

- ❑ Thuật toán định tuyến: xác định đường đi có chi phí nhỏ nhất giữa hai nút bất kỳ
- ❑ Sử dụng đồ thị để xây dựng thuật toán định tuyến



Đồ thị:  $G = (N, E)$

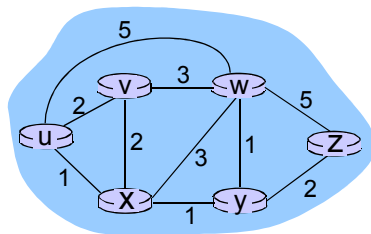
$N$  = tập các router =  $\{ u, v, w, x, y, z \}$

$E$  = tập các liên kết =  $\{ (u,v), (u,x), (v,x), (v,w), (x,w), (x,y), (w,y), (w,z), (y,z) \}$

Chi phí cho việc gửi gói tin qua mỗi liên kết:  $c(x,y), c(w,z), \dots$

76

## Chi phí của liên kết



$c(x, x')$  = chi phí của liên kết  $(x, x')$   
ví dụ  $c(w, z) = 5$

Chi phí có thể phản ánh thời gian trễ trung bình hoặc có thể phản ánh khoảng cách thực sự giữa hai router

Chi phí của đường đi  $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_p) = c(x_1, x_2) + c(x_2, x_3) + \dots + c(x_{p-1}, x_p)$

**Giải thuật định tuyến:** Giải thuật tìm đường có chi phí nhỏ nhất

77

## Phân loại thuật toán định tuyến

### Thuật toán tập trung:

- ❑ Mọi router có mô hình đầy đủ, thông tin chi phí của các liên kết trong mạng
- ❑ Thuật toán "link state"

### Thuật toán phân tán

- ❑ Router chỉ biết các láng giềng có liên kết vật lý tới nó và chi phí liên kết tương ứng
- ❑ Liên tục lặp lại việc tính toán và trao đổi thông tin với láng giềng
- ❑ Thuật toán "distance vector"

78

## Thuật toán kiểu Link-State

### Thuật toán Dijkstra

- Mọi nút mạng có đầy đủ thông tin về sơ đồ mạng và chi phí các liên kết
  - Quảng bá "link state"
  - Mọi nút có cùng thông tin
- Tính toán đường đi có chi phí thấp nhất từ một nút tới các nút khác
  - Gửi *forwarding table* cho nút đó
- Lặp: sau *k* bước lặp, tính được đường đi có chi phí thấp nhất tới *k* đích

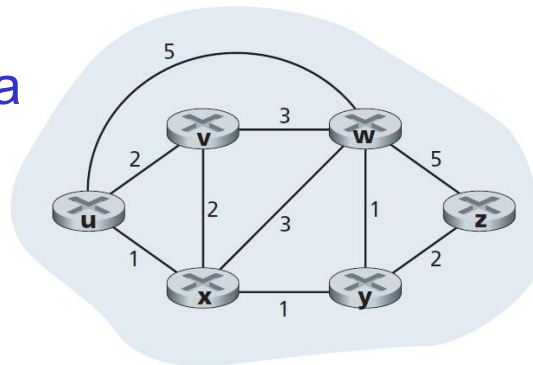
### Ký hiệu:

- $c(x,y)$ : chi phí liên kết từ nút *x* tới nút *y*;  $= \infty$  nếu không là nút kề
- $D(v)$ : giá trị hiện tại thấp nhất của chi phí đường đi từ nguồn tới nút *v*
- $p(v)$ : nút trước *v* trên đường đi có giá thấp nhất từ nguồn tới *v*
- $N'$ : tập các nút mà đường đi với chi phí nhỏ nhất tới nút đã được xác định

79

## Thuật toán Dijkstra

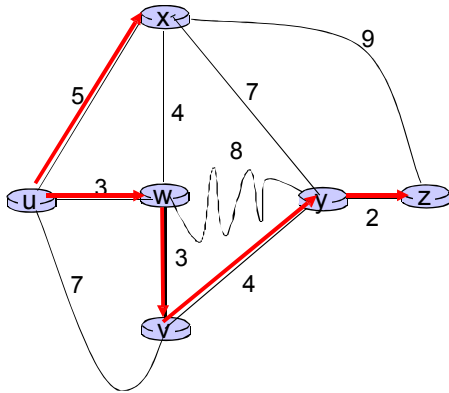
1. **Khởi tạo:**
2.  $N' = \{u\}$
3. for all nodes *v*
4. if *v* kề *u* then  
 $D(v) = c(u,v), P(v) = u$
5. else
6.  $D(v) = \infty$
7. **Loop**
8. tìm *w* không trong  $N'$  mà  $D(w)$  nhỏ nhất
9. thêm *w* vào  $N'$
10. cập nhật  $D(v)$  cho mọi *v* kề với *w* và không trong  $N'$  :  
 $D(v) = \min(D(v), D(w) + c(w,v))$
11.  $P(v) = w$  nếu  $D(w) + c(w,v) < D(v)$
12. /\* chi phí mới tới *v* sẽ hoặc là chi phí cũ tới *v* hoặc là chi phí đường đi ngắn nhất tới *w* cộng với chi phí từ *w* tới *v* \*/
13. **until mọi nút nằm trong  $N'$**



80



## Thuật toán Dijkstra: Ví dụ 1



Bước	N'	D(v) p(v)	D(w) p(w)	D(x) p(x)	D(y) p(y)	D(z) p(z)
0	u	7,u	3,u	5,u	∞	∞
1	uw	6,w		5,u	11,w	∞
2	uwx		6,w		11,w	14,x
3	uwxv				10,v	14,x
4	uwxvy					12,y
5	uwxvyz					

U->v:6, v,w,u -> u,w,v

U->w: 3, w,u->u, w

U->x:5: x,u -> u,x

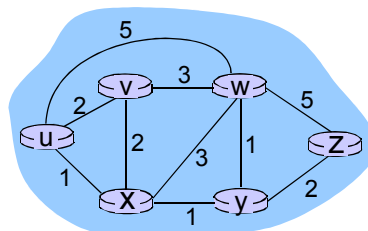
U->y:10: y,v,w,u-> u,w,v,y

U->z: 12: z,y,v,w,u -> u,w,v,y,z

81

## Thuật toán: Ví dụ 2

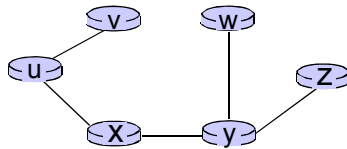
Bước	N'	D(v),p(v)	D(w),p(w)	D(x),p(x)	D(y),p(y)	D(z),p(z)
0	u	2,u	5,u	1,u	∞	∞
1	ux	2,u	4,x		2,x	∞
2	uxy	2,u	3,y			4,y
3	uxyv		3,y			4,y
4	uxyvw					4,y
5	uxyvwz					



82

## Thuật toán Dijkstra: Ví dụ 2

Kết quả cây đường đi ngắn nhất từ u:



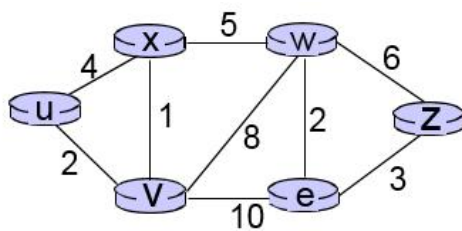
Kết quả forwarding table tại u:

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

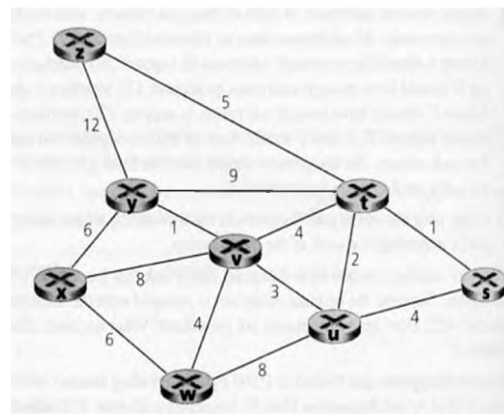
83

## Bài tập áp dụng

Dùng giải thuật Dijkstra trong định tuyến link state để xác định đường đi ngắn nhất từ một nút tới các nút còn lại trong các sơ đồ mạng dưới đây.



a) Từ nút u tới các nút còn lại



b) Từ nút s tới các nút còn lại

84

## Đáp án

a)

85

## Đáp án

b)

86

## Thuật toán Distance vector

### Công thức Bellman-Ford (quy hoạch động)

let

$d_x(y)$  := chi phí của đường đi có chi phí nhỏ nhất từ  $x$  tới  $y$

then

chi phí từ nút  $v$  tới đích  $y$

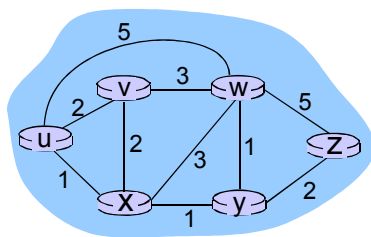
$$d_x(y) = \min_v \{ c(x,v) + d_v(y) \}$$

chi phí từ  $x$  tới nút  $v$

Cho tất cả các  $v$  là nút liền kề với  $x$

87

## Ví dụ Bellman-Ford



Dễ thấy,  $d_v(z) = 5$ ,  $d_x(z) = 3$ ,  $d_w(z) = 3$

Công thức 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 nào làm giá trị trên nhỏ nhất  $\Rightarrow$  lựa chọn là nút kế tiếp trong bảng chọn đường (forwarding table)

88

## Thuật toán Distance vector

- $D_x(y)$  = đánh giá chi phí thấp nhất từ x tới y
  - x duy trì véc tơ khoảng cách  $D_x = [D_x(y): y \in N]$
- nút x:
  - biết chi phí tới nút kề v:  $c(x,v)$
  - duy trì véc tơ khoảng cách của các nút kề.  
Với mỗi nút kề v, x duy trì  
 $D_v = [D_v(y): y \in N]$

89

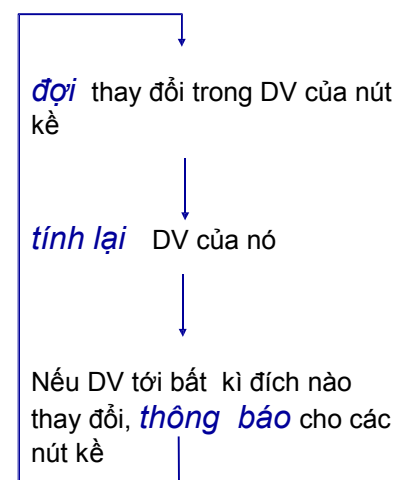
## Thuật toán Distance vector

### Ý tưởng:

- DV: vector khoảng cách, tạm gọi là đường đi ngắn nhất từ một nút tới những nút khác
- Định kì, mỗi nút gửi DV của nó tới các nút kề
- Khi nút x nhận được một DV, nó cập nhật DV của nó theo công thức B-F:  

$$D_x(y) \leftarrow \min_v \{c(x,v) + D_v(y)\} \text{ với } y \in N$$
- ❖ Với một số điều kiện,  $D_x(y)$  sẽ dần hội tụ tới chi phí thấp nhất  $d_x(y)$

### mỗi nút:



90

## Distance-Vector (DV) Algorithm

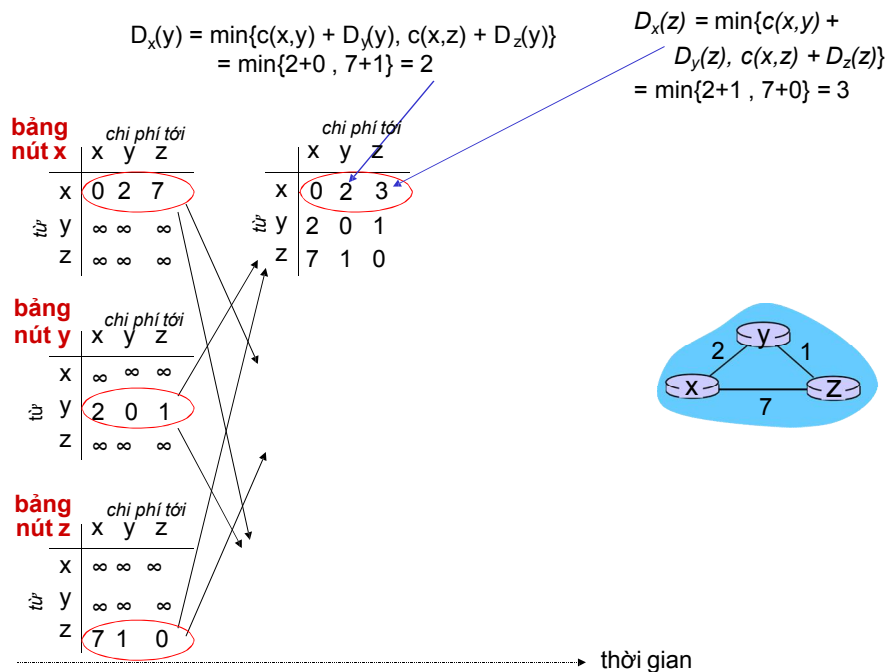
At each node,  $x$ :

```

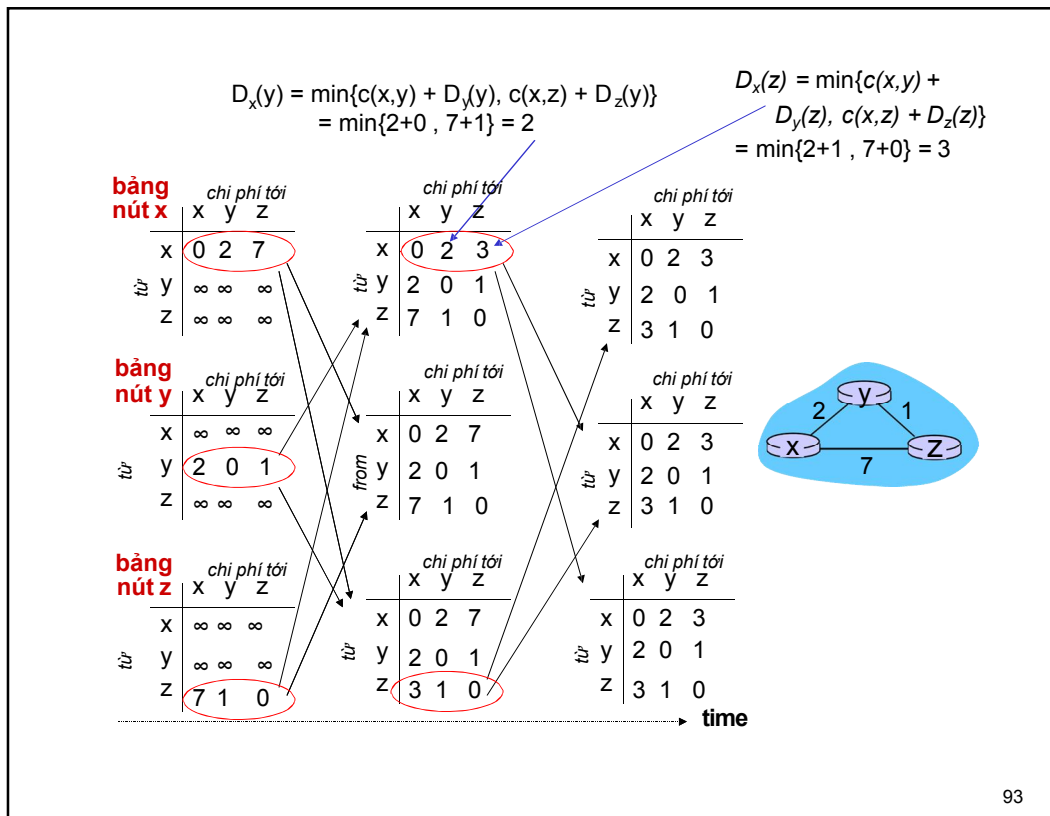
1  Initialization:
2    for all destinations  $y$  in  $N$ :
3       $D_x(y) = c(x,y)$  /* if  $y$  is not a neighbor then  $c(x,y) = \infty$  */
4    for each neighbor  $w$ 
5       $D_w(y) = ?$  for all destinations  $y$  in  $N$ 
6    for each neighbor  $w$ 
7      send distance vector  $\mathbf{D}_x = [D_x(y) : y \text{ in } N]$  to  $w$ 
8
9  loop
10   wait (until I see a link cost change to some neighbor  $w$  or
11         until I receive a distance vector from some neighbor  $w$ )
12
13   for each  $y$  in  $N$ :
14      $D_x(y) = \min_v \{c(x,v) + D_v(y)\}$ 
15
16   if  $D_x(y)$  changed for any destination  $y$ 
17     send distance vector  $\mathbf{D}_x = [D_x(y) : y \text{ in } N]$  to all neighbors
18
19 forever

```

91



92



93

## Chương 4: Tầng mạng

1. Giới thiệu
2. IP: Internet Protocol
  - Cấu trúc datagram
  - IPv4
  - Cấu trúc datagram
  - ICMP
  - IPv6
3. Định tuyến
  - Định tuyến là gì?
  - Phân loại định tuyến
  - Thuật toán định tuyến
4. Dẫn đường trong Internet
  - RIP
  - OSPF
  - BGP

94

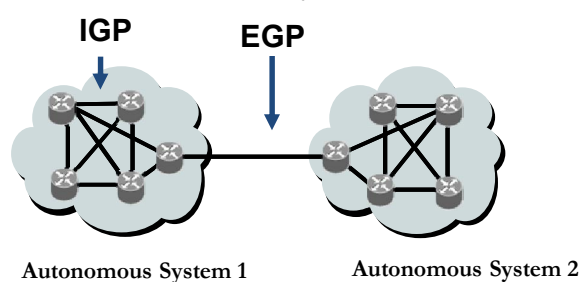
## Định tuyến trong Internet

❑ **Định tuyến trong IGP (Interior Gateway Protocol):** là giao thức định tuyến bên trong một hệ thống tự quản (AS - Autonomous System)

- Phổ biến là RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)

❑ **Định tuyến ngoài EGP (Exterior Gateway Protocol):** là giao thức trao đổi thông tin giữa các AS khác nhau.

- Phổ biến là BGP (Border Gateway Protocol)



95

## Hết chương 4

96