



MẠNG MÁY TÍNH

Chương 4

LỚP NETWORK (LỚP MẠNG)

Nội dung chương 4

- Các vấn đề thiết kế lớp network
- Giới thiệu về định tuyến
- Các vấn đề liên mạng
- Lớp network trên mạng TCP/IP
- Giới thiệu IPv6

I. Các vấn đề thiết kế lớp network

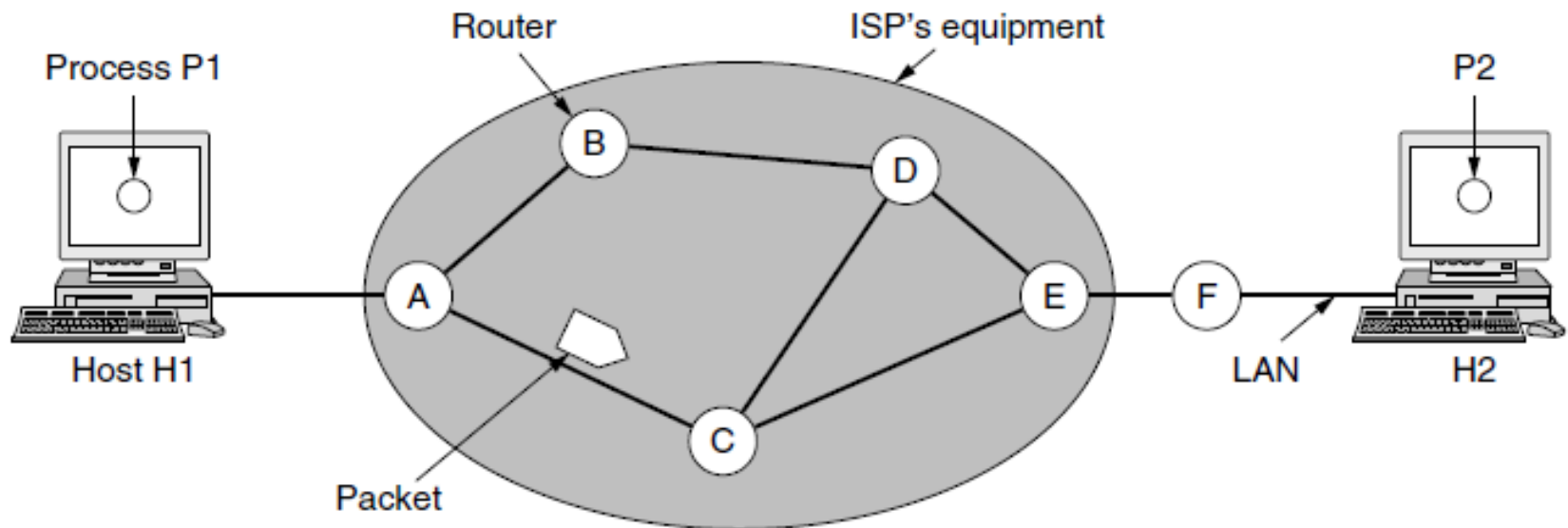
- Nhiệm vụ lớp Network
- Các dịch vụ cung cấp cho lớp transport

1. Nhiệm vụ lớp network

- Cung cấp dịch vụ gửi nhận dữ liệu (packet) giữa hai máy bất kỳ (có thể trên các mạng khác nhau)
- Giải quyết vấn đề định tuyến, liên mạng, định địa chỉ mạng

Môi trường hoạt động lớp network

- Host gửi packet đến router gần nhất
- Các router truyền các packet theo dạng store-and-forward



The environment of the network layer protocols.

2. Các dịch vụ cung cấp cho lớp transport

- Dịch vụ có kết nối (connection-oriented)
- Dịch vụ không kết nối (connectionless)
 - Máy gửi không biết:
 - Sự sẵn sàng của máy nhận
 - Gói dữ liệu có đến nơi hay không
 - Máy nhận có đọc được gói dữ liệu không
 - Máy nhận không biết:
 - Khi nào dữ liệu đến

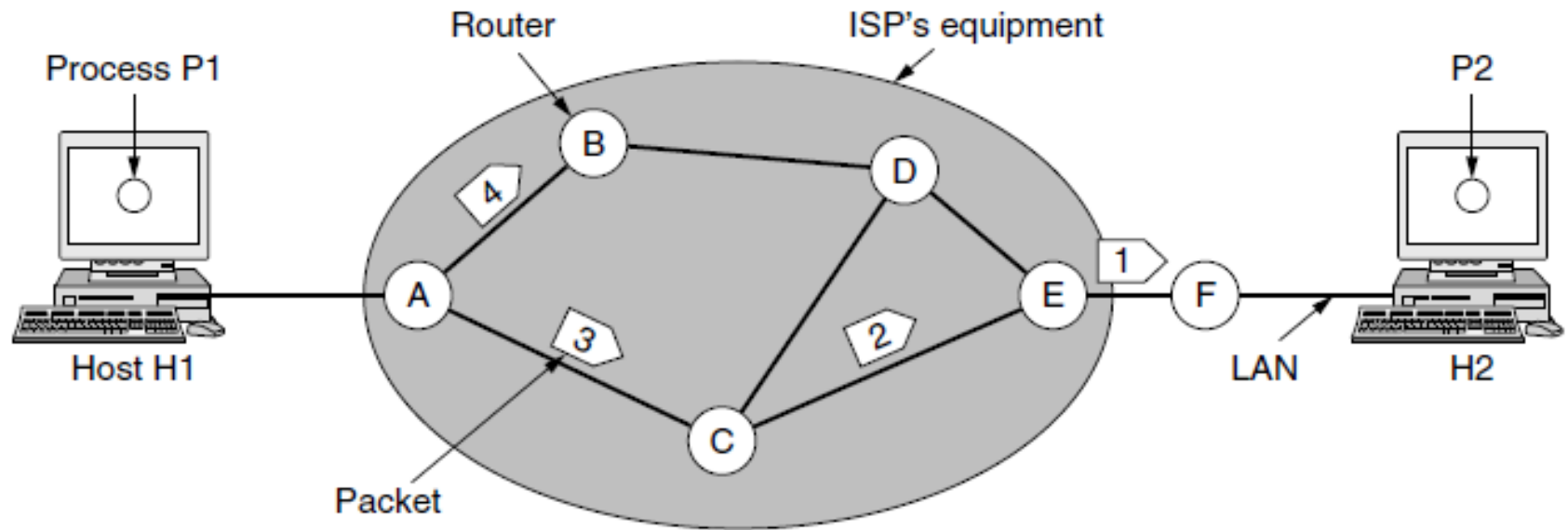
Các đặc điểm hai dạng dịch vụ

Vấn đề	Dịch vụ không kết nối	Dịch vụ có kết nối
Thiết lập kết nối	Không	Thiết lập kết nối giữa bộ định tuyến nguồn đến bộ định tuyến đích (mạch ảo)
Định địa chỉ	Mỗi packet chứa địa chỉ nguồn và địa chỉ đích	Mỗi packet chứa thông tin cho biết nó thuộc mạch ảo nào
Định tuyến	Mỗi packet được định tuyến độc lập (gọi là datagram)	Tuyến được chọn khi thiết lập mạch ảo. Tất cả packet truyền trên tuyến.

Các đặc điểm hai dạng dịch vụ

Vấn đề	Dịch vụ không kết nối	Dịch vụ có kết nối
Thông tin trạng thái	Không có thông tin về trạng thái kết nối	Router có bảng lưu thông tin về mạch ảo cho mỗi kết nối
Ảnh hưởng khi router có sự cố	Không, ngoại trừ các gói mất	Tất cả các mạch ảo đi qua bộ định tuyến không thành công đều chấm dứt
Chất lượng dịch vụ	Khó	Dễ nếu đủ tài nguyên cho mỗi mạch ảo
Điều khiển tắc nghẽn	Khó	Dễ nếu đủ tài nguyên cho mỗi mạch ảo

Ví dụ: định tuyến dạng không kết nối



A's table (initially)

A	-
B	B
C	C
D	B
E	C
F	C

Dest. Line

A's table (later)

A	-
B	B
C	C
D	B
E	B
F	B

C's table

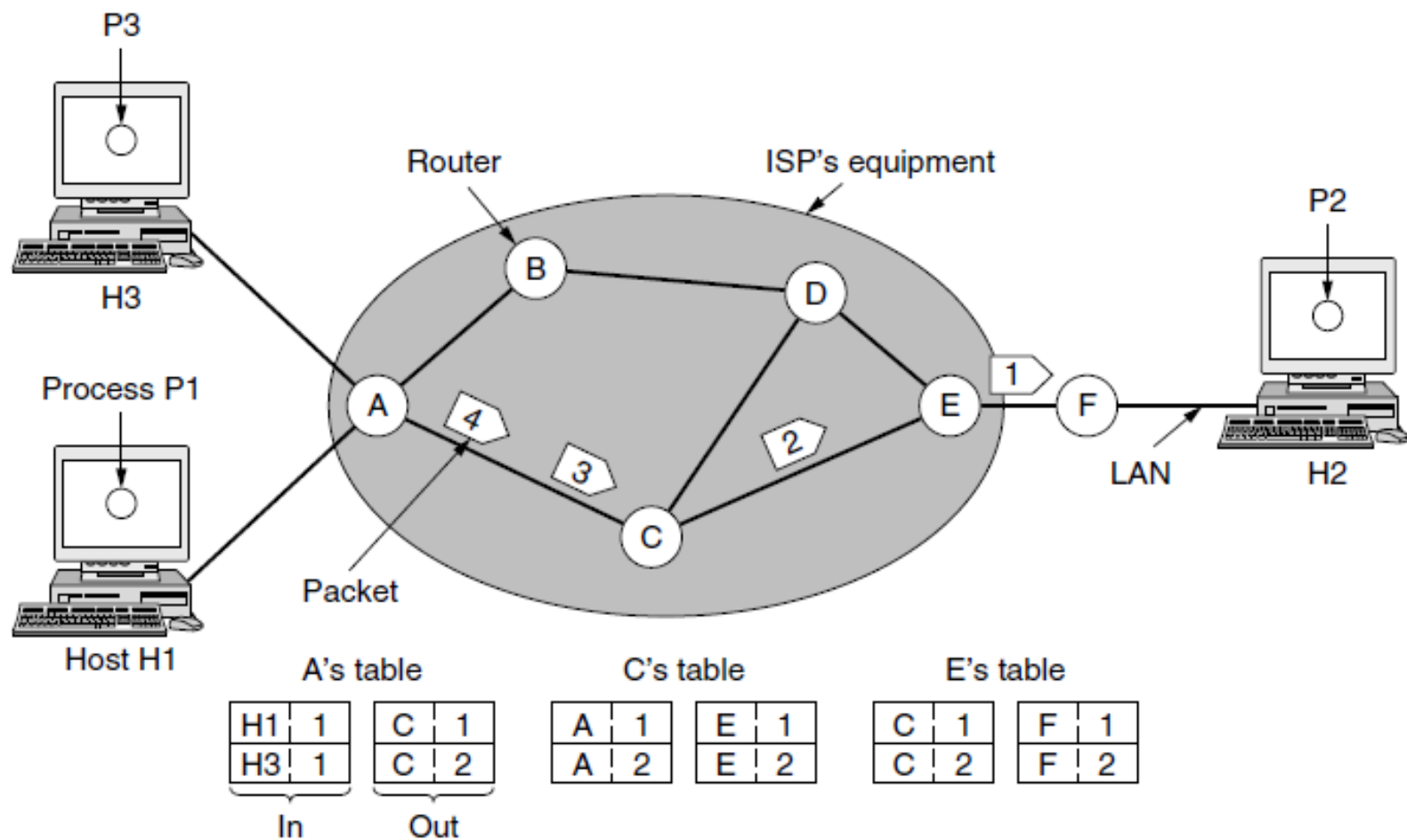
A	A
B	A
C	-
D	E
E	E
F	E

E's table

A	C
B	D
C	C
D	D
E	-
F	F

Routing within a datagram network.

Ví dụ: định tuyến dạng có kết nối



Routing within a virtual-circuit network.

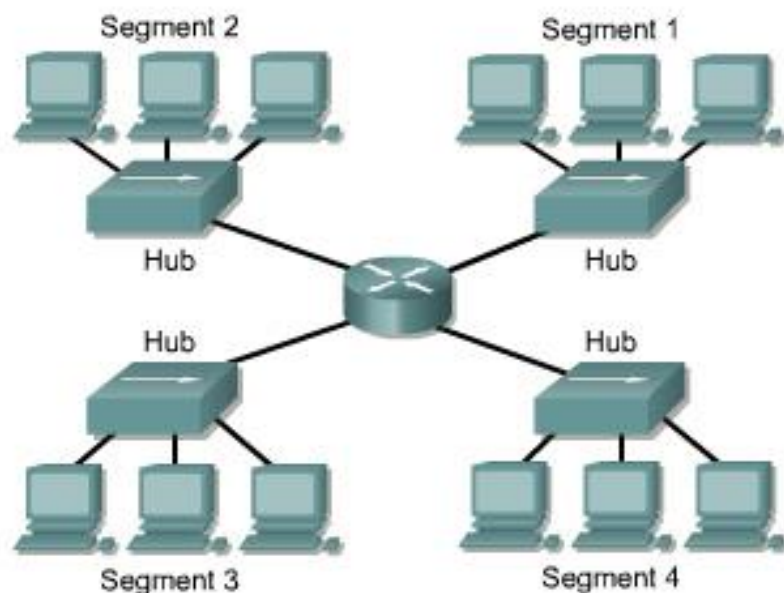
II. Giới thiệu về định tuyến

- Khái niệm định tuyến
- Định tuyến tĩnh
- Định tuyến động

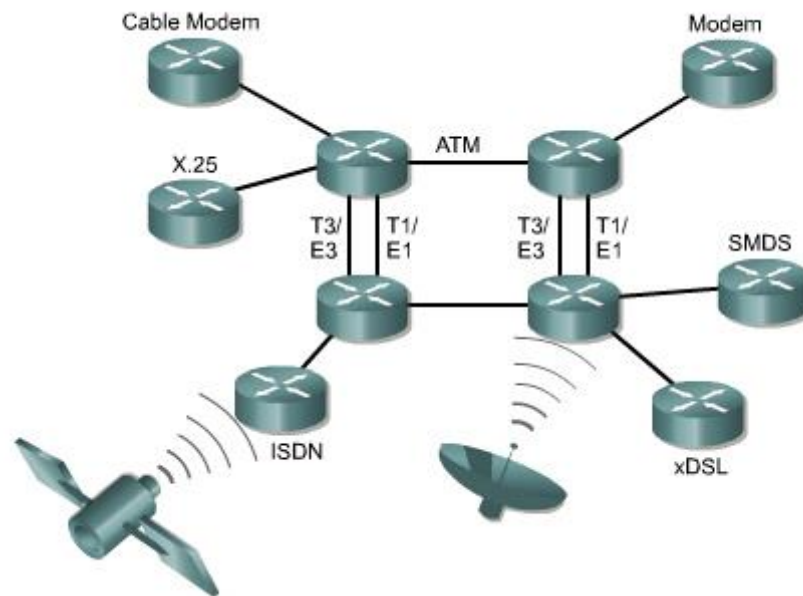
1. Khái niệm định tuyến

- Định tuyến (routing): xác định con đường (tuyến, route) chuyển tiếp dữ liệu từ mạng này sang mạng khác
- Định tuyến là chức năng của lớp network
- Định tuyến được thực hiện tại bộ định tuyến (router)
- Router là thiết bị (hay phần mềm trên một máy tính) kết nối giữa các mạng

Khái niệm định tuyến (tt)



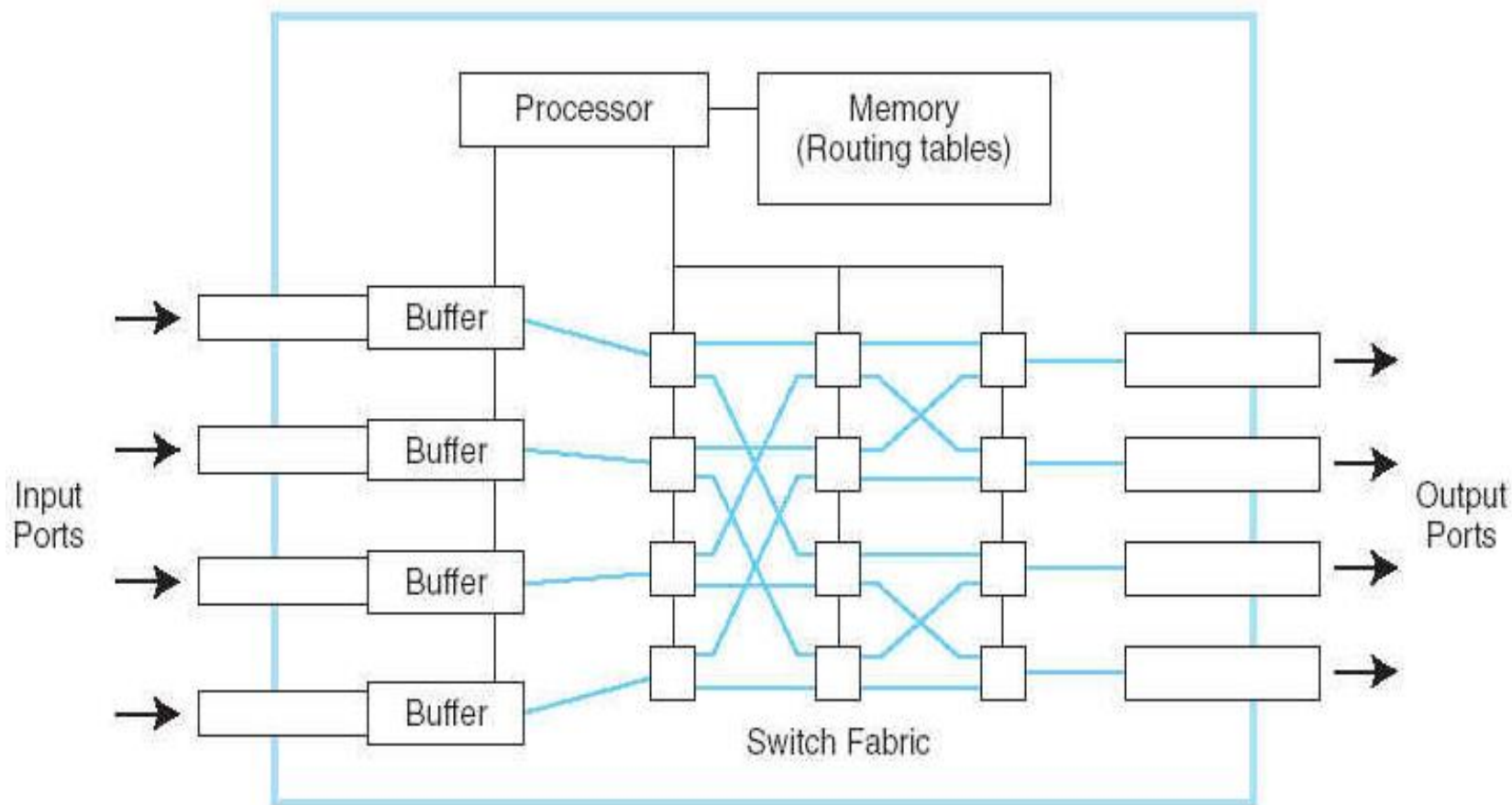
Router kết nối các mạng cục bộ



Router trên mạng miền rộng

Khái niệm định tuyến (tt)

- Cấu trúc cơ bản router

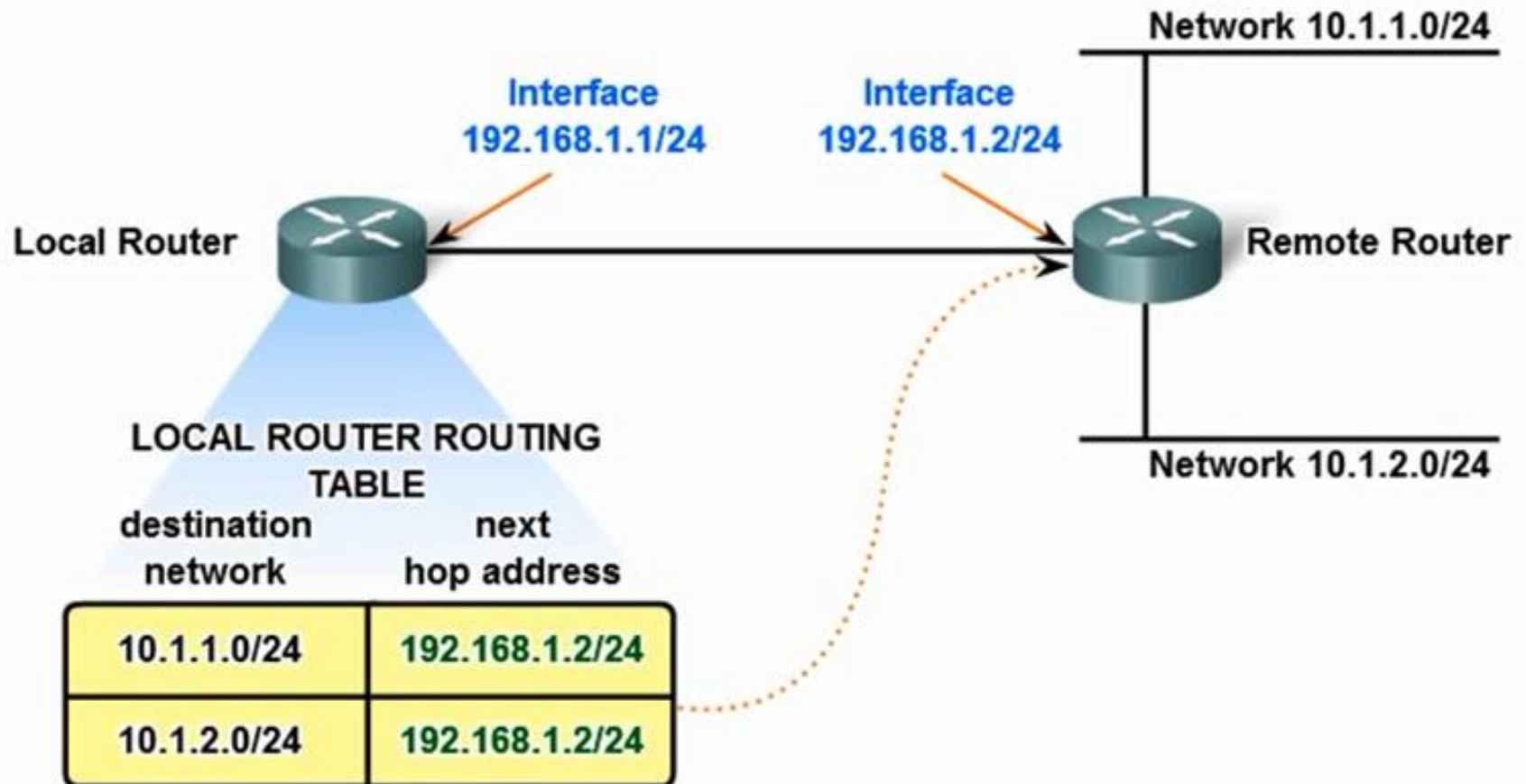


Khái niệm định tuyến (tt)

- Chức năng router
 - Duy trì các bảng định tuyến (routing tables), được xây dựng theo các giao thức định tuyến (routing protocol)
 - Khi nhận dữ liệu thì dùng bảng định tuyến để xác định ngõ ra

Khái niệm định tuyến (tt)

- Ví dụ bảng định tuyến



Khái niệm định tuyến (tt)

- Các dạng định tuyến
 - Định tuyến tĩnh: tuyến do người quản trị mạng thiết lập
 - Định tuyến động: tuyến do các router thiết lập động theo các giao thức định tuyến

2. Định tuyến tĩnh

- Gồm 3 giai đoạn:
 - Người quản trị thiết lập các tuyến
 - Tuyến được cài đặt trên router dưới dạng bảng định tuyến
 - Các packet được định tuyến theo các tuyến cố định
- Khi mạng thay đổi, phải xác định lại các tuyến
- Chỉ dùng cho mạng cố định, quy mô nhỏ
- Giải thuật định tuyến tĩnh:
 - Giải thuật đường dẫn ngắn nhất (Shortest Path Routing) theo Dijkstra, Moore,...

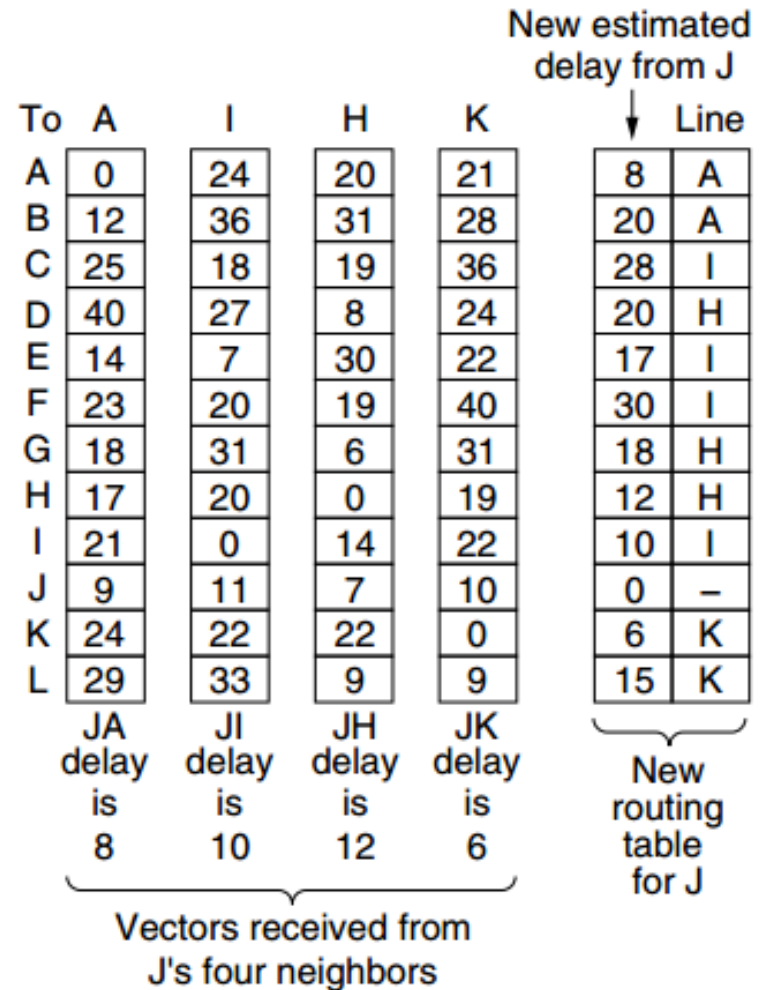
3. Định tuyến động

- Tuyến được thiết lập tự động đáp ứng sự thay đổi của mạng
- Tuyến có dạng tối ưu
- Giao thức định tuyến là cố định, dữ liệu (bảng định tuyến) thay đổi thông qua việc trao đổi giữa các router
- Giải thuật định tuyến có 2 dạng:
 - Distance Vector Routing: Định tuyến vector khoảng cách
 - Link State Routing: Định tuyến trạng thái liên kết

Định tuyến vector khoảng cách

- Còn gọi là giải thuật Bellman-Ford
- Nguyên tắc:
 - Mỗi router lưu bảng định tuyến cung cấp:
 - Khoảng cách tốt nhất đến mỗi đích
 - Đường để đến mỗi đích
 - Các router định kỳ trao đổi bảng định tuyến với các router láng giềng, cập nhật bảng định tuyến
- Trong đó, khoảng cách là số router trên tuyến gọi là *hop count*

- Ví dụ:



Định tuyến vector khoảng cách (tt)

- Ưu điểm:
 - Đơn giản
- Khuyết điểm
 - Thời gian xây dựng bảng định tuyến lớn khi mạng quy mô lớn
 - Dữ liệu trao đổi trên mạng lớn
 - Các tuyến không còn sử dụng có thể tồn tại trên bảng định tuyến

Định tuyến vector khoảng cách (tt)

- Ví dụ RIP

- Dùng trên mạng ARPANET/Internet đến 1979 dưới tên RIP (Routing Information Protocol)

- Đặc điểm RIP

- Dạng định tuyến vector khoảng cách
 - Khoảng cách: số hop
 - Packet bị hủy khi hop > 15
 - Định kỳ cập nhật bảng định tuyến: 30 giây

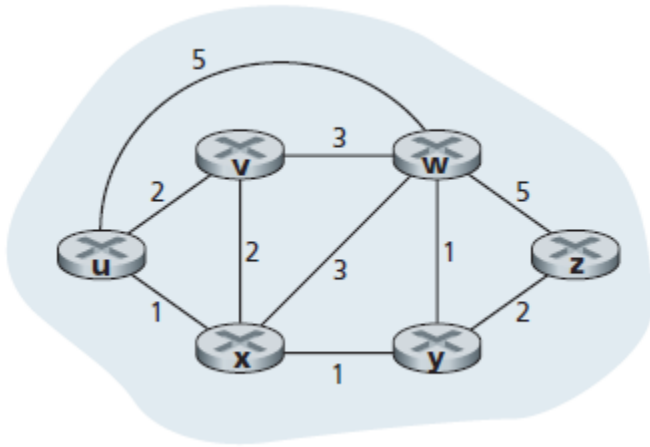
Định tuyến vector khoảng cách (tt)

- Giải thuật: với mỗi 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  $D_x = [D_x(y): y \text{ in } N]$  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  $D_x = [D_x(y): y \text{ in } N]$  to all neighbors
18
19  forever
```

Ví dụ định tuyến vector khoảng cách

- Ví dụ 1: Bảng định tuyến tại u: $u \rightarrow z$



	U	V	X	Y	Z	W
U		2	1			5
V	2		2			3
X	1	2		1		3
Y			1		2	1
Z				2		5
W	5	3	3	1	5	

Gọi $d_x(y)$ = ước lượng chi phí thấp nhất từ x đến y

$c(x,v)$: chi phí từ x đến lân cận v

$$d_v(Z) = 5, d_x(Z) = 3, d_w(Z) = 3$$

$$d_u(Z) = \min \{ c(u,v) + d_v(Z), c(u,x) + d_x(Z), c(u,w) + d_w(Z) \}$$
$$= \min (2+5, 1+3, 5+3) = 4 \rightarrow \text{Chọn tuyến } u \rightarrow x$$

Ví dụ định tuyến vector khoảng cách

- Ví dụ 2: Bảng định tuyến tại x

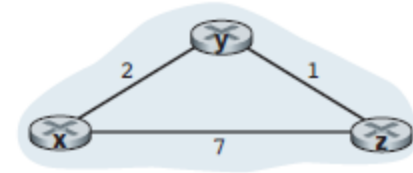
$$-Dx(x) = 0$$

$$-Dx(y) = \min\{c(x,y) + Dy(y), c(x,z) + Dz(y)\}$$

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

$$-Dx(z) = \min\{c(x,y) + Dy(z), c(x,z) + Dz(z)\}$$

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



Node x table

		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	7
	y	∞	∞	∞
	z	∞	∞	∞

Node y table

		cost to		
		x	y	z
from	x	∞	∞	∞
	y	2	0	1
	z	∞	∞	∞

Node z table

		cost to		
		x	y	z
from	x	∞	∞	∞
	y	∞	∞	∞
	z	7	1	0

Định tuyến trạng thái liên kết

- Công việc của router:
 - Tìm các router láng giềng và học địa chỉ mạng của các router láng giềng
 - Xác định thời gian trì hoãn, chi phí truyền dữ liệu đến từng láng giềng
 - Xây dựng 1 gói cho biết các thông tin trên (link state packet)
 - Truyền gói này đến các router khác
 - Tính đường dẫn ngắn nhất đến mỗi router khác

Định tuyến trạng thái liên kết (tt)

- Đặc điểm so với định tuyến vector khoảng cách:
 - Đáp ứng nhanh với sự thay đổi của mạng
 - Duy trì cơ sở dữ liệu phức tạp về hình học của toàn mạng
 - Router cần nhiều bộ nhớ hơn, xử lý nhiều hơn
 - Cập nhật thông tin khi có biến cố trên mạng
 - → sử dụng ít băng thông hơn

Định tuyến trạng thái liên kết (tt)

- Ví dụ: giao thức OSPF (Open Shortest Path First)
 - Dạng định tuyến trạng thái liên kết
 - Dùng giải thuật đường dẫn ngắn nhất để xác định các tuyến (ví dụ giải thuật Dijkstra)
 - Khi mạng thay đổi thì thông tin trạng thái được gửi tràn ngập (flooding) đến các router láng giềng

Định tuyến trạng thái liên kết (tt)

- Giải thuật: xây dựng bảng định tuyến tại u

1 **Initialization:**

2 $N' = \{u\}$

3 for all nodes v

4 if v is a neighbor of u

5 then $D(v) = c(u,v)$

6 else $D(v) = \infty$

7

8 **Loop**

9 find w not in N' such that $D(w)$ is a minimum

10 add w to N'

11 update $D(v)$ for each neighbor v of w and not in N' :

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

13 /* new cost to v is either old cost to v or known

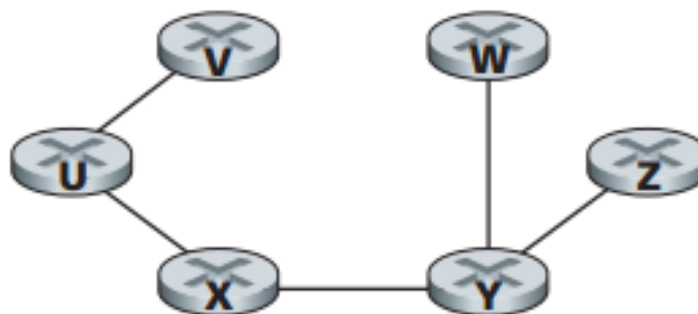
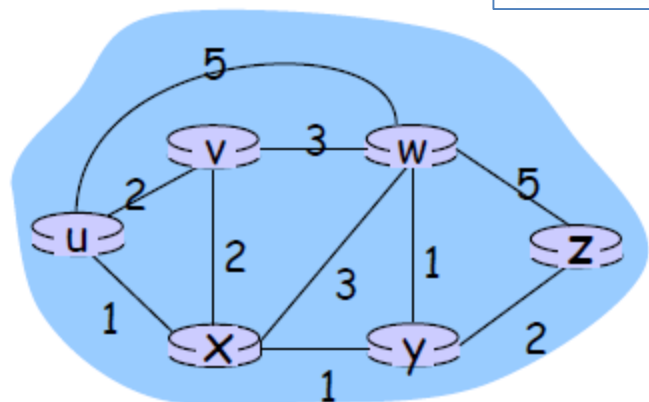
14 least path cost to w plus cost from w to v */

15 **until** $N' = N$

Định tuyến trạng thái liên kết (tt)

- Ví dụ

step	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					

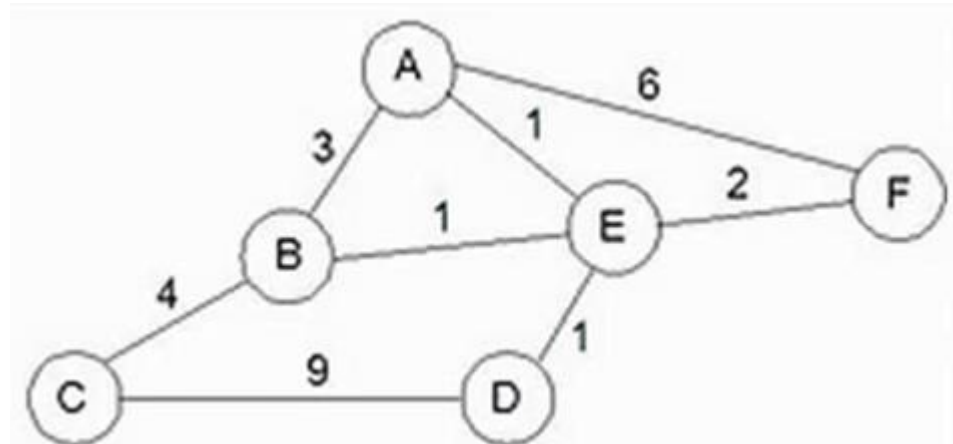
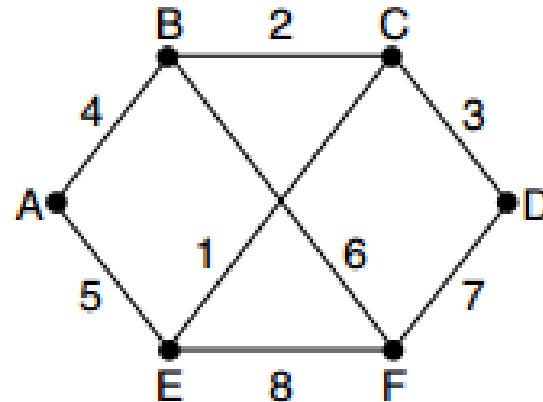


Destination	Link
v	(u, v)
w	(u, x)
x	(u, x)
y	(u, x)
z	(u, x)

Bài tập định tuyến

- Xác định bảng định tuyến tại E:
 - Vector khoảng cách
 - Trạng thái liên kết

	A	B	C	D	E
A		3			1
B	3		4		2
C		4		5	
D			5		1
E	1	2		1	

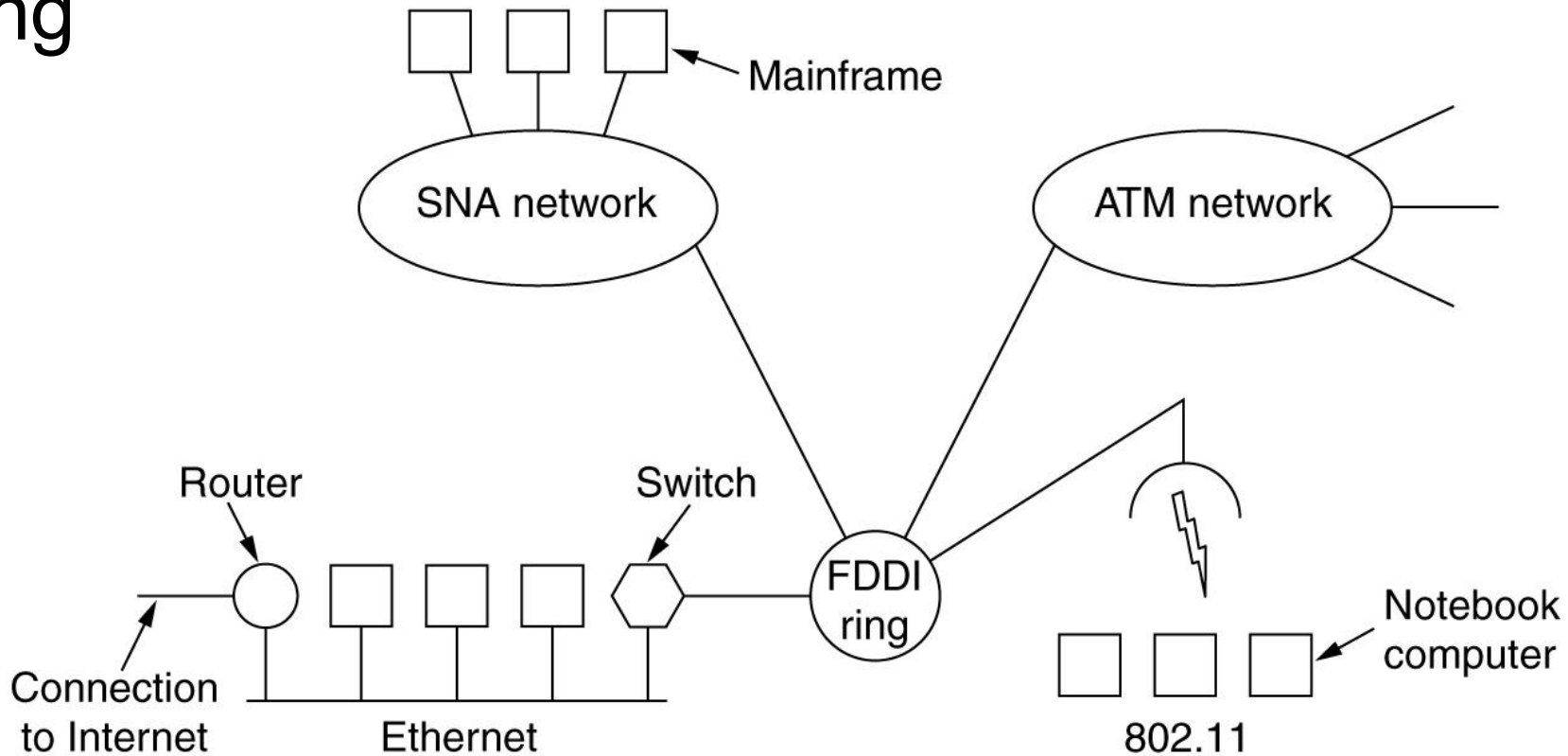


III. Các vấn đề liên mạng

- Khái niệm liên mạng
- Một số thiết bị liên mạng
- Khái niệm về tunneling
- Khái niệm về firewall
- Khái niệm về mạng riêng ảo

1. Khái niệm liên mạng

- Liên mạng (internetwork): sự kết nối của nhiều mạng



Sự khác nhau của các loại mạng

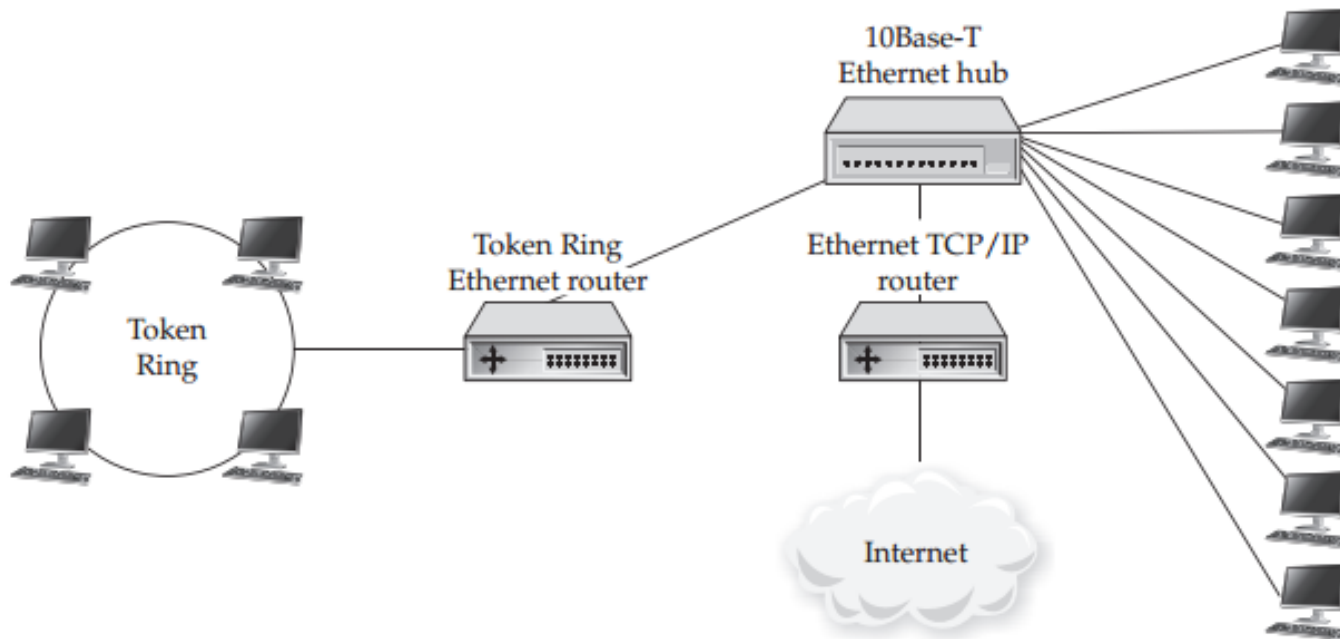
Thông số	Các khả năng
Dạng dịch vụ	Có kết nối, không kết nối
Các giao thức	IP, IPX, ...
Định địa chỉ	Phẳng (IEEE 802), có thứ bậc (IP)
Kích thước gói	Mỗi mạng có max riêng
Kiểm soát lỗi	Truyền tin cậy/không tin cậy, có/không có số thứ tự
Bảo mật	Quy tắc bảo mật, mã hóa
*****	*****

2. Một số thiết bị liên mạng

- Repeater (bộ lặp lại): hoạt động tại lớp physical
- Hub: hoạt động tại lớp physical.
- Bridge (cầu nối): hoạt động tại lớp data link
- Switch (bộ chuyển mạch): hoạt động tại lớp data link
- Router (bộ định tuyến): hoạt động tại lớp network

Một số thiết bị liên mạng (tt)

- Gateway (cổng nối): tên gọi tổng quát thiết bị liên mạng
 - Ví dụ: Router là gateway tại lớp network

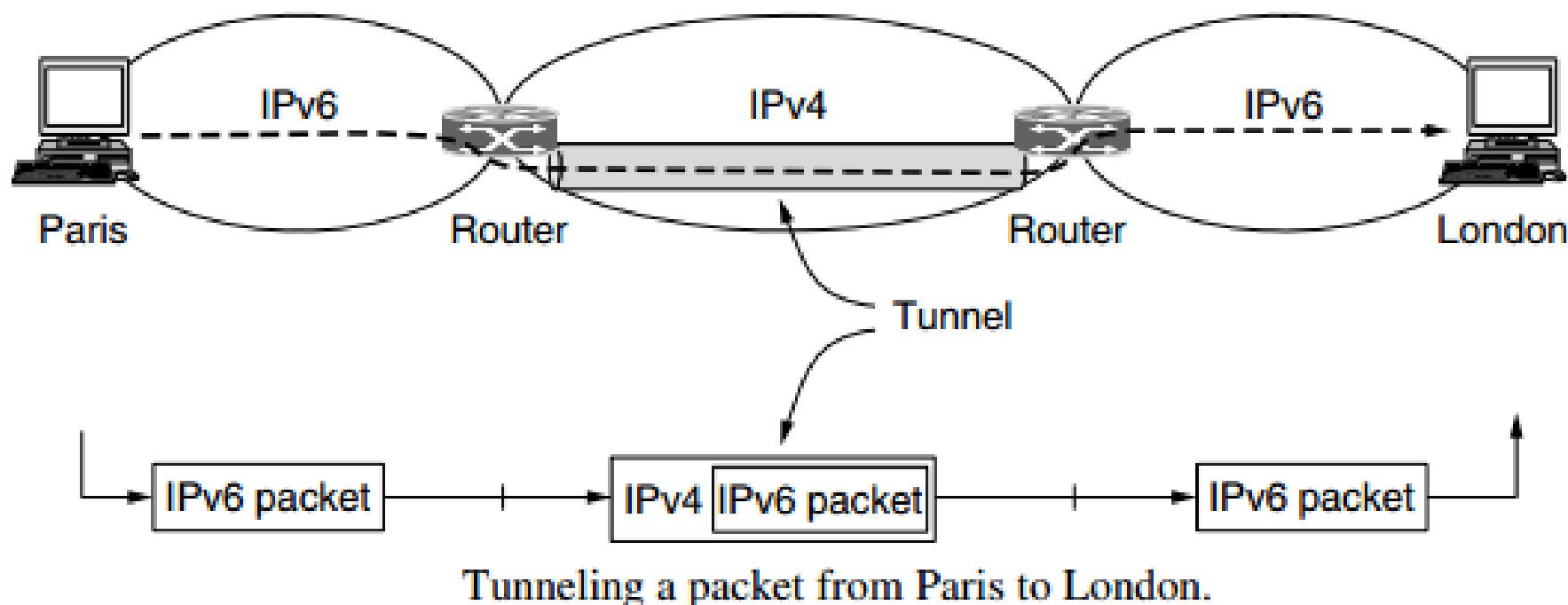


3. Khái niệm về tunneling

- Tunneling (tạo đường hầm) là kỹ thuật xử lý liên mạng tổng quát rất phức tạp
- Trường hợp đơn giản: Máy gửi và máy nhận trên hai mạng cùng loại được kết nối bởi một mạng khác loại
 - ví dụ: dạng LAN-WAN-LAN
 - → sử dụng kỹ thuật tunneling

Khái niệm về tunneling (tt)

- Ví dụ: 2 chi nhánh ngân hàng ở Paris, Luân Đôn sử dụng mạng IPv6 được kết nối nhau thông qua Internet IPv4



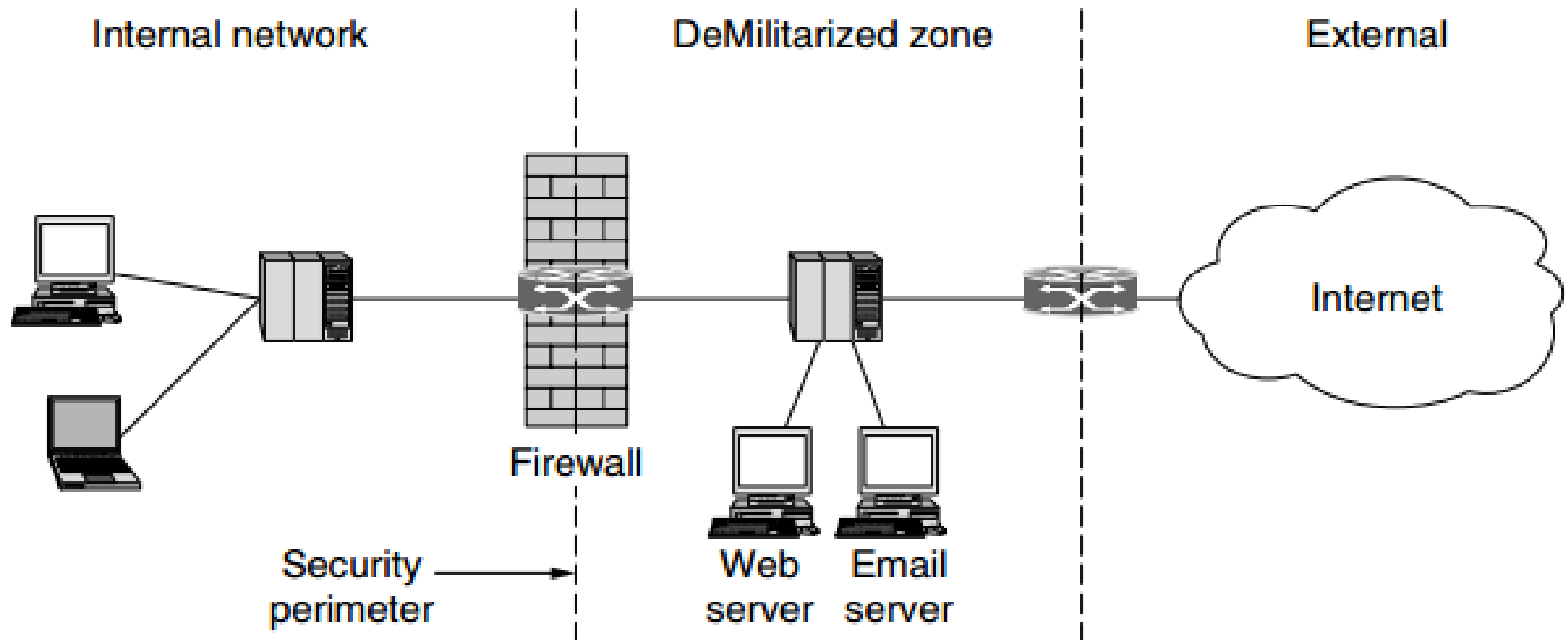
4. Khái niệm về firewall

- Là thiết bị liên mạng, thường được cài đặt với bộ định tuyến.
- Mục đích: kiểm soát việc trao đổi dữ liệu
- Thường được đặt giữa hai mạng
 - LAN - LAN.
 - LAN– Internet

Khái niệm về firewall (tt)

- Có hai loại:
 - Router lọc dữ liệu (packet filtering router): cho phép/ loại bỏ packet theo điều kiện xác định được thiết lập trước:
 - Theo địa chỉ nguồn hoặc đích
 - Theo thời gian trong ngày
 - Theo cổng vào (port) TCP / IP.
 - Cổng nối ứng dụng (application gateway)
 - Hoạt động tại lớp ứng dụng, ví dụ Mail gateway
 - Kiểm tra nội dung dữ liệu
-

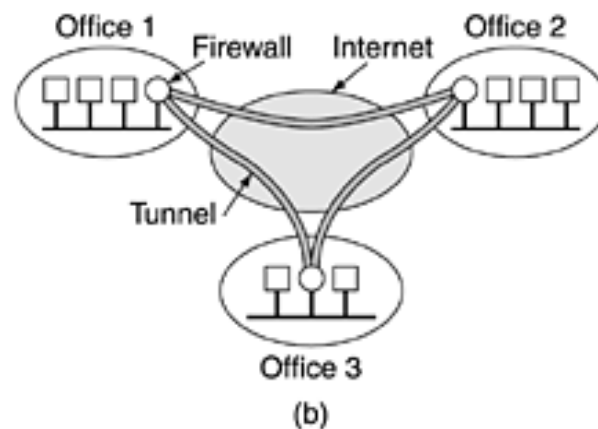
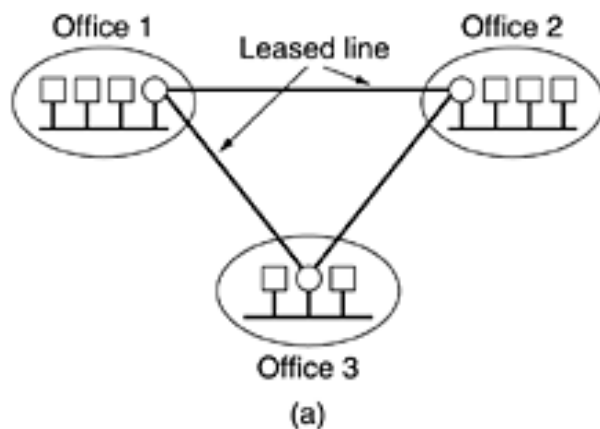
Khái niệm về firewall (tt)



A firewall protecting an internal network.

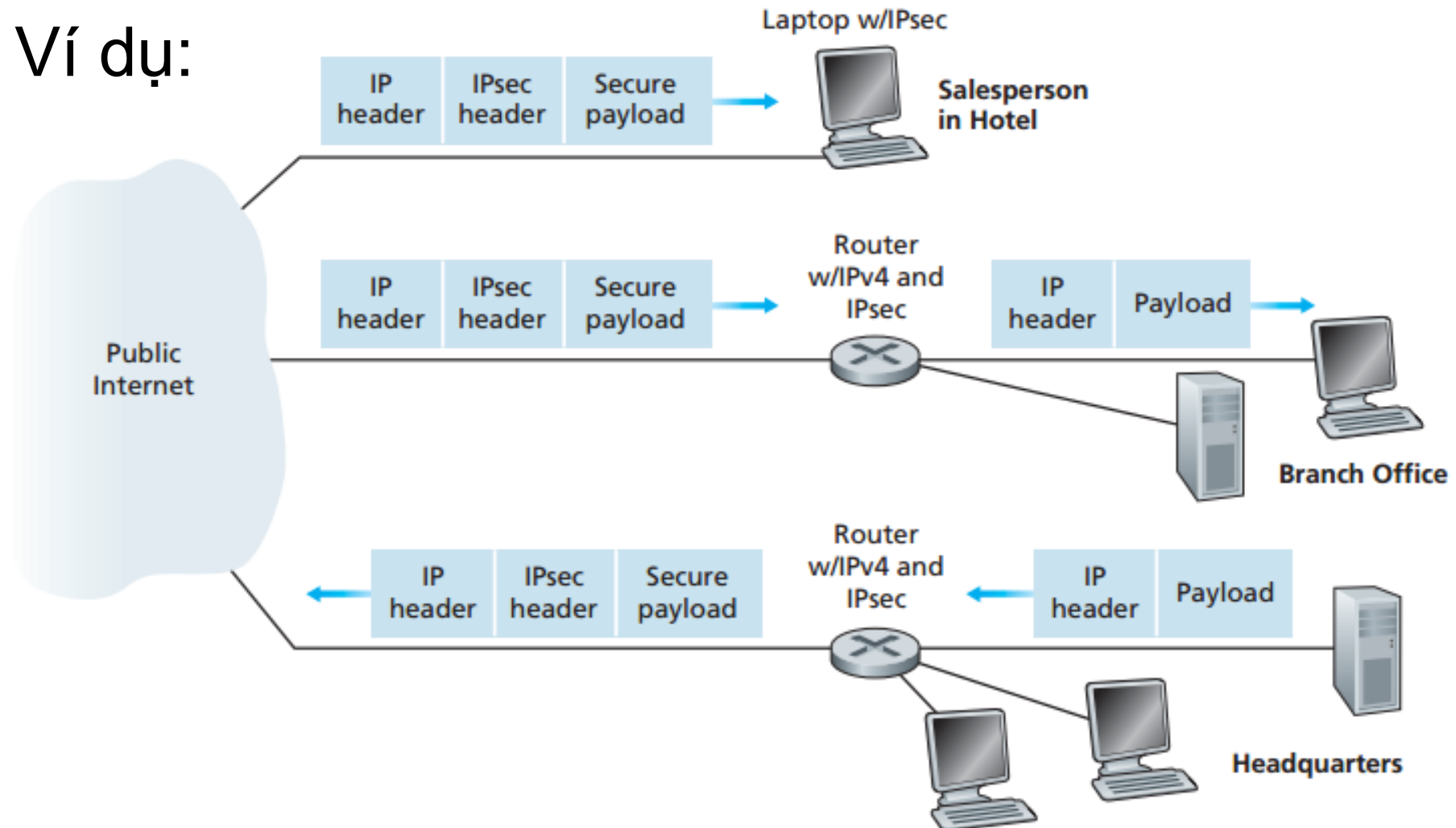
5. Khái niệm VPN (mạng riêng ảo)

- Mạng riêng (Private Network): mạng dùng riêng của một tổ chức
- Mạng riêng ảo (VPN, Virtual Private Network) là mạng riêng thiết lập trên nền tảng mạng công cộng với kỹ thuật tunneling và firewall



Mạng riêng ảo

- Ví dụ:



IV. Lớp network trên mạng TCP/IP

- Giới thiệu
- Giao thức IP
- Địa chỉ IP
- Các giao thức điều khiển
- Định tuyến trên Internet

1. Giới thiệu mạng internet

- Tại lớp network, mạng Internet là sự kết nối của các mạng độc lập
- Lớp network trên mạng TCP/IP gọi là lớp Internet
- Nhiệm vụ lớp Internet: chọn tuyến để truyền dữ liệu (packet) giữa hai máy bất kỳ

Giới thiệu mạng internet (tt)

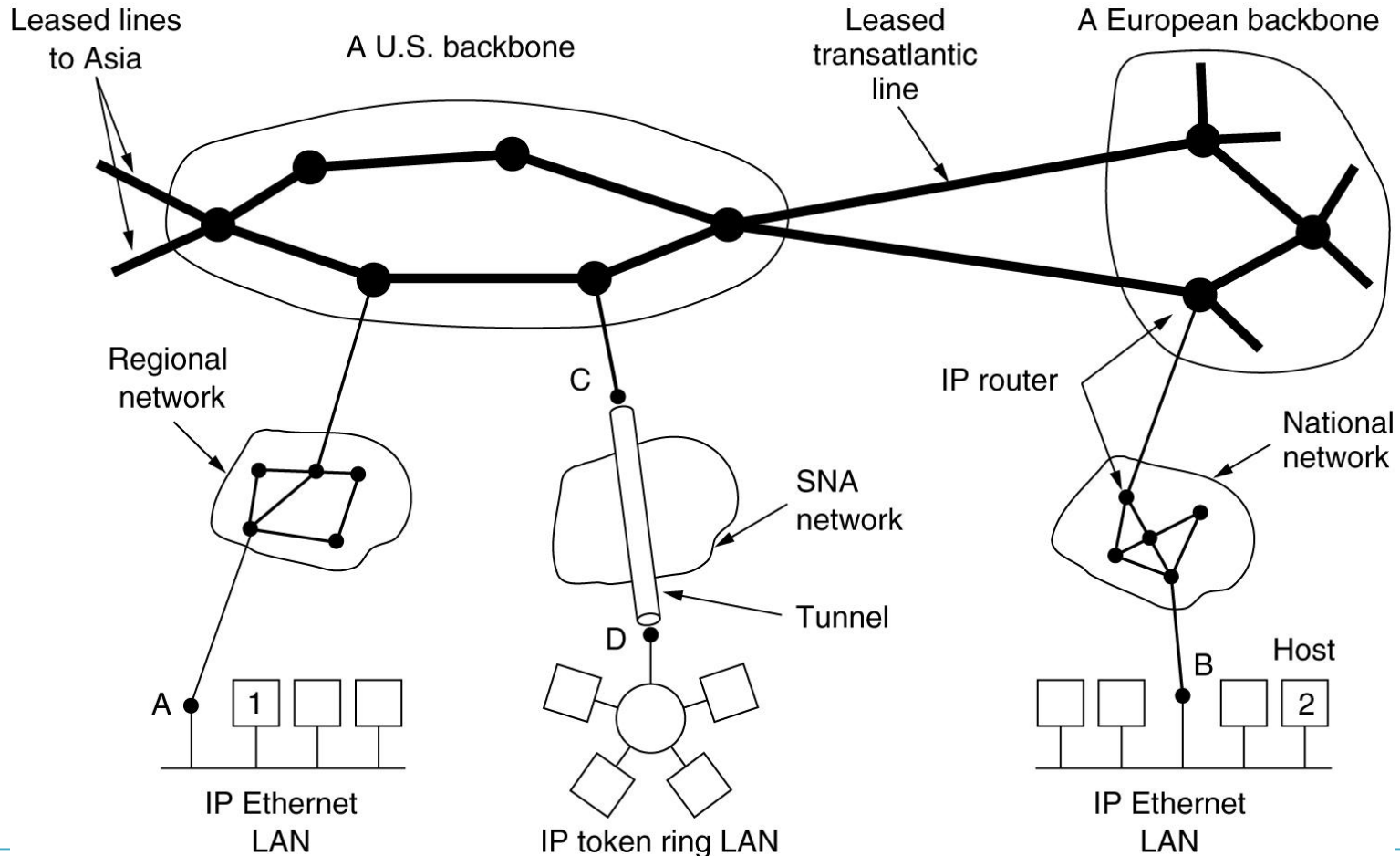
- Nguyên lý thiết kế mạng Internet theo RFC 1958
 1. Phải đảm bảo hoạt động
 2. Đơn giản
 3. Chọn phương pháp tối ưu nhất
 4. Khai thác theo mô đun, mỗi lớp có giao thức riêng và độc lập với tất cả các giao thức khác
 5. Tương thích với mọi phần cứng
 6. Sử dụng các tham số linh hoạt (cho phép tùy chọn)
 7. Cần tìm kiếm cách thiết kế tốt, có thể không hoàn hảo
 8. Dữ liệu gửi phải đảm bảo tiêu chuẩn, dữ liệu nhận được xử lý linh hoạt
 9. Có khả năng mở rộng
 10. Hiệu suất và chi phí hợp lệ

Giới thiệu mạng internet (tt)

- Các giao thức trên lớp Internet
 - IP (Internet Protocol)
 - Truyền các gói dữ liệu dạng không kết nối
 - ARP (Address Resolution Protocol)
 - Chuyển đổi địa chỉ IP thành địa chỉ lớp data link (địa chỉ MAC)
 - ICMP (Internet Control Message Protocol)
 - Truyền các thông tin trạng thái, các thông điệp điều khiển
 -

Giới thiệu mạng internet (tt)

- Mạng Internet: sự kết nối các mạng

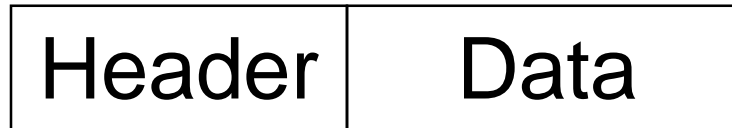


Giới thiệu mạng internet (tt)

- Hoạt động mạng Internet
 - Lớp transport tại máy gửi nhận dữ liệu từ lớp application, cắt nhỏ dữ liệu thành các datagram, giao cho lớp network
 - Lớp network tạo và truyền các gói dữ liệu đến máy nhận, các gói ban đầu có thể được chia thành các gói nhỏ hơn.
 - Tại máy nhận: khi nhận tất cả các gói dữ liệu, lớp network tạo lại các datagram ban đầu, chuyển lên đưa cho lớp transport, lớp transport xử lý và chuyển lên lớp application

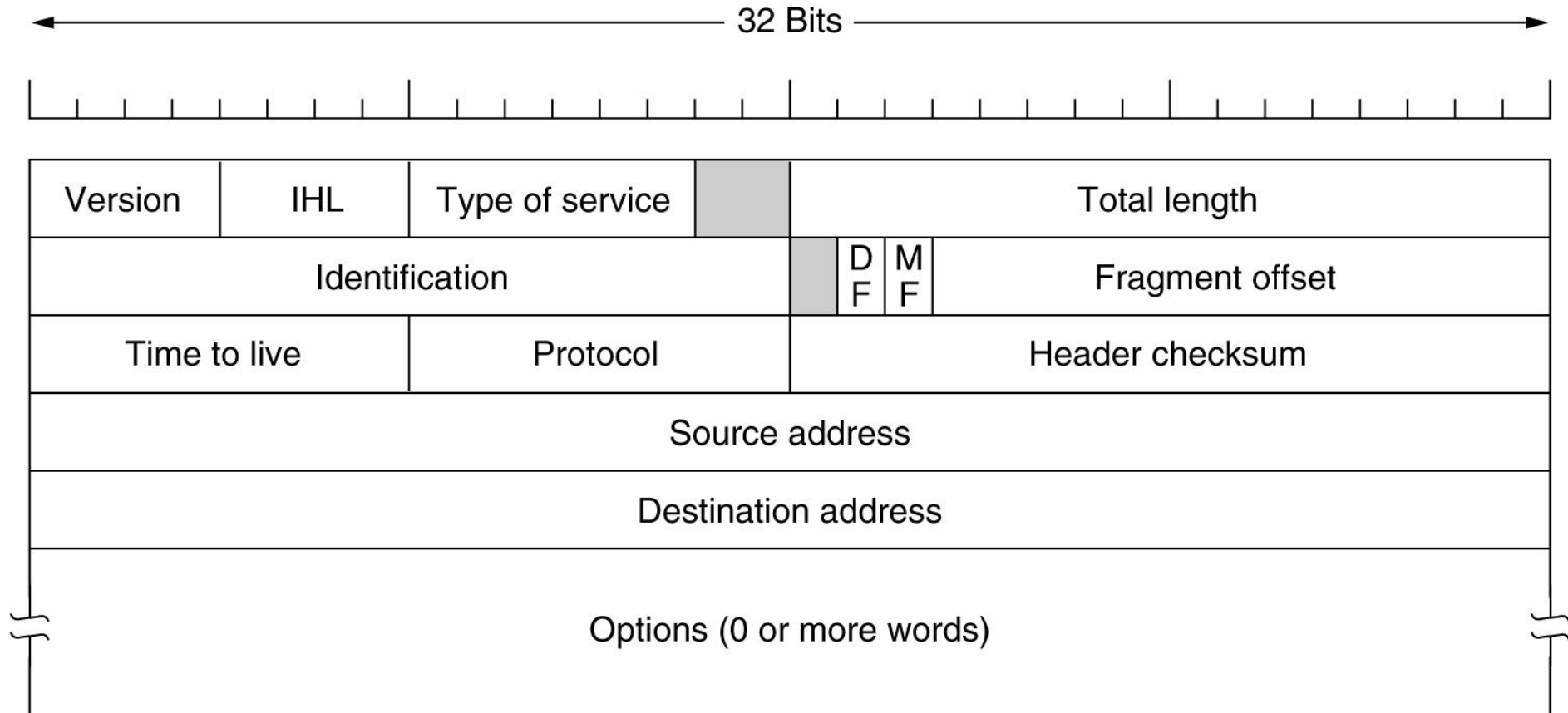
2. Giao thức IPv4

- Truyền dữ liệu dạng không kết nối
- Đơn vị dữ liệu: gói IP (IP packet)
 - IP Header ≥ 20 bytes
 - IP Data



- Khi chuyển sang mạng khác, gói IP có thể bị chia thành các gói nhỏ hơn

IP header



3. Địa chỉ IP

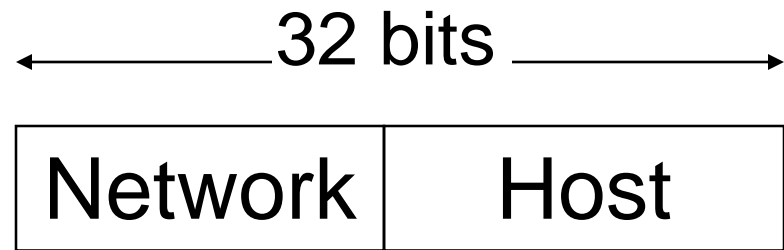
- Khái niệm
- Các lớp địa chỉ IP
- Địa chỉ dành riêng, địa chỉ riêng
- Subnet
- CIDR (Classless InterDomain Routing)
- Đặt địa chỉ IP
- Dùng chung kết nối Internet

a. Khái niệm

- Mỗi máy, bộ định tuyến có một địa chỉ luận lý lớp network, địa chỉ IP (IP address)
- Hai máy không thể có cùng địa chỉ IP
- Một máy có thể có nhiều địa chỉ IP nếu kết nối vào nhiều mạng

Địa chỉ IP

- Giá trị nhị phân 32 bit, viết dưới dạng dotted-decimal
- Ví dụ:
- 11000000.10101000.00000001.00001000
- 192.168.1.8
- Gồm 2 phần
 - Network address
 - Host address



Địa chỉ IP (tt)

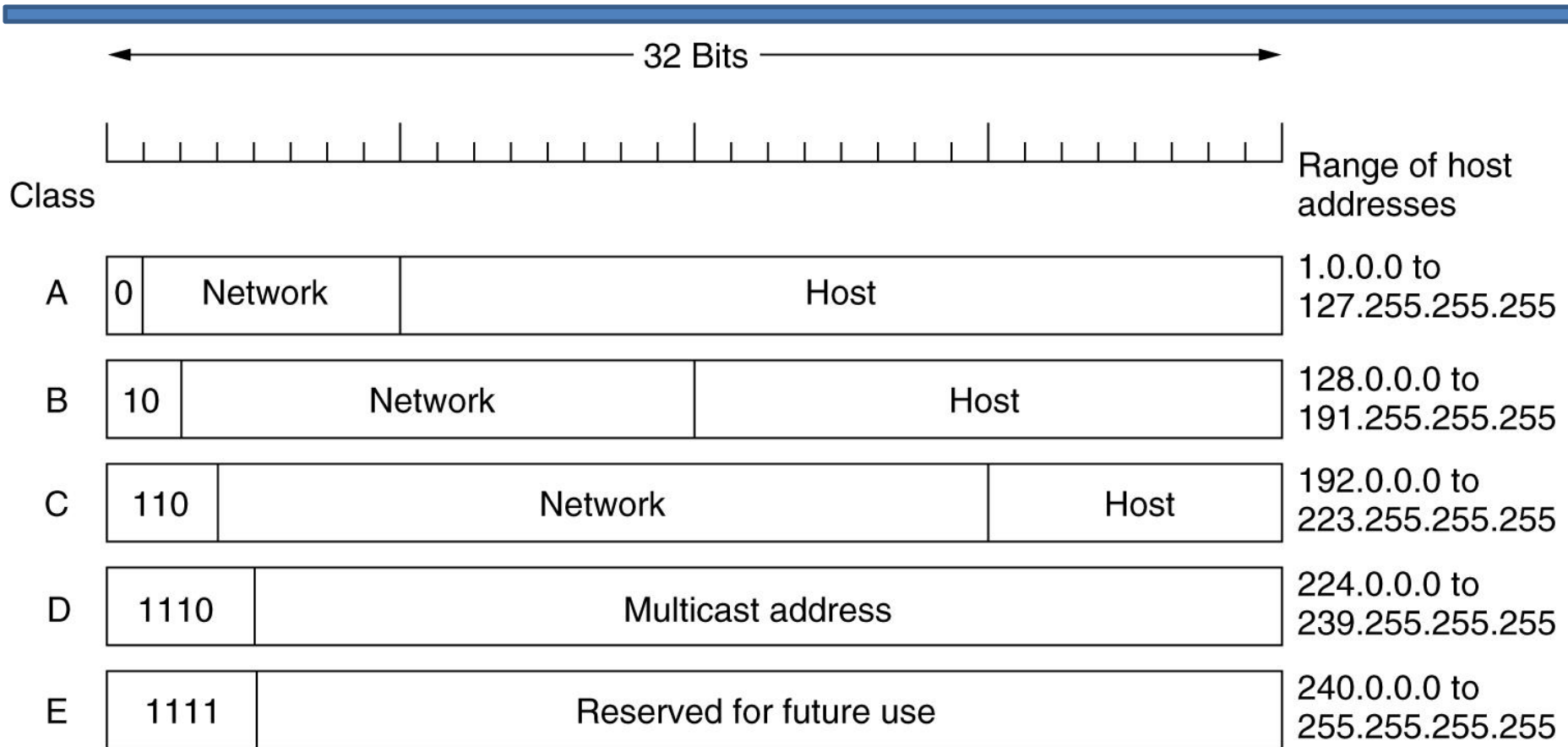
- Network addresses do ICANN (Internet Corporation for **A**ssigned **N**ames and **N**umbers) cấp phát để tránh trùng địa chỉ
- ICANN phân quyền cho các vùng, quốc gia, ví dụ VNNIC (VN Network Information Center), và ISPs

Global	IANA				
Regional Internet Registries	AfriNIC Africa Region	APNIC Asia/ Pacific Region	LACNIC Latin America And Caribbean Region	ARIN North America Region	RIPE NCC Europe, Middle East, Central Asia Region

Các dạng địa chỉ IP

- Theo lớp (classful addressing)
 - → các lớp địa chỉ IP (A, B, C, D, E)
 - → không còn sử dụng
- Không theo lớp (classless addressing)
 - → dạng CIDR (Classless Inter Domain Routing)

b. Các lớp địa chỉ IP



Các lớp địa chỉ IP

- Lớp A:

- Sử dụng 8 bit (1 octet) đầu làm phần mạng, 24 bit (3 octet) sau làm phần host
- Bit đầu = 0 → các địa chỉ mạng lớp A gồm:
1.0.0.0 - 127.0.0.0 (00000001 - 01111111)

- Lớp B:

- Sử dụng 16 bit (2 octet) đầu làm phần mạng, 2 octet sau làm phần host
- Hai bit đầu = 10 → các địa chỉ mạng lớp B gồm:
128.0.0.0 - 191.255.0.0 (10000000-10111111)

Các lớp địa chỉ IP

- Lớp C:
 - Sử dụng 24 bit (3 octet) đầu làm phần mạng, 8 bit (1 octet) sau làm phần host
 - Ba bit đầu = 110 → các địa chỉ mạng lớp C gồm:
192.0.0.0 - 223.255.255.0 (**11000000-11011111**)
- Lớp D:
 - Bốn bit đầu = 1110 → các địa chỉ mạng lớp D từ
224.0.0.0 → 239.255.255.255
- Lớp E:
 - Năm bit đầu = **11110** (11110xxxx) → địa chỉ mạng lớp E từ 240.0.0.0 trở đi.
 - Chỉ dùng cho mục đích nghiên cứu

c. Địa chỉ dành riêng, địa chỉ riêng

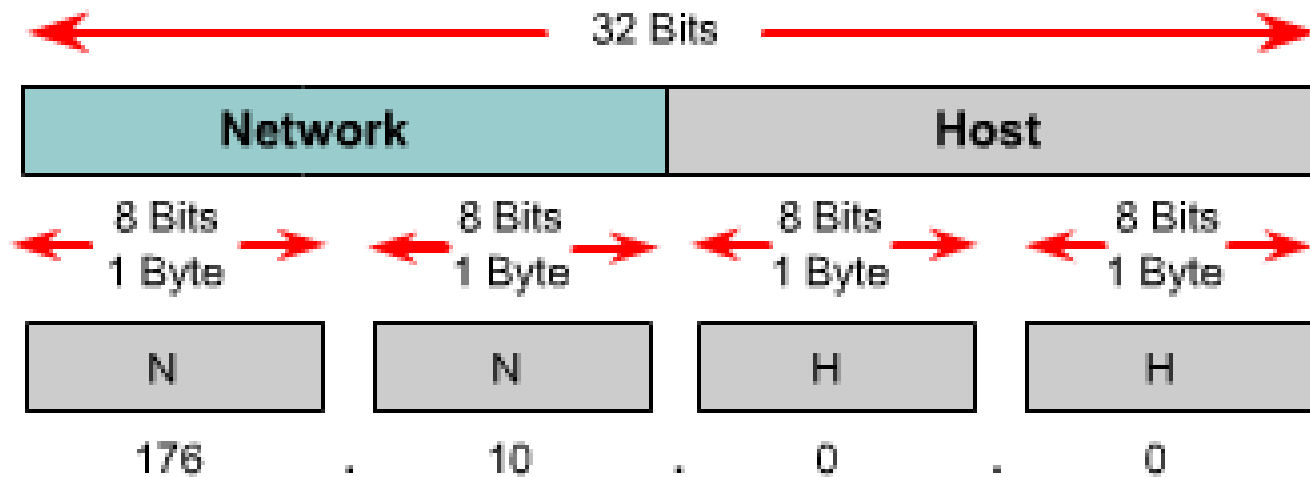
- Địa chỉ dành riêng (reserved addresses): không dùng làm địa chỉ máy
- Địa chỉ riêng (private addresses) dùng trên mạng riêng, không cấp phát trên Internet
 - Lớp A: 10.0.0.0 → 10.255.255.255
 - Lớp B: 172.16.0.0 → 172.31.255.255
 - Lớp C: 192.168.0.0 → 192.168.255.255
 - Dùng cho các máy:
 - Trên mạng intranet
 - Mạng dùng riêng

Địa chỉ dành riêng

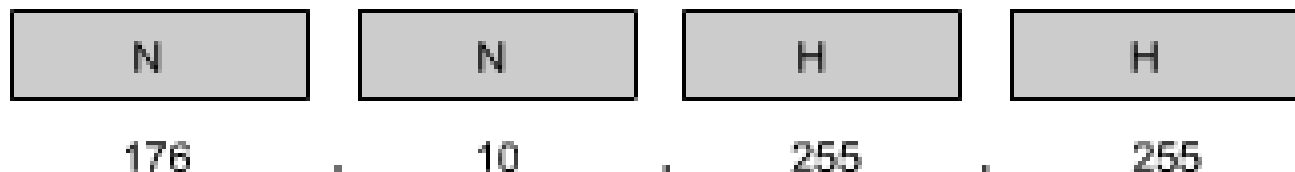
- Địa chỉ mạng – Network address
 - Dùng xác định mạng
 - Vùng host toàn bit 0
- Địa chỉ quảng bá – Broadcast address
 - Dùng để gửi packet đến tất cả các máy trên một mạng
 - Vùng host toàn bit 1
- Địa chỉ vòng – Loopback
 - Dùng để kiểm tra
 - 127.x.y.z, giá trị thông dụng 127.0.0.1

Địa chỉ dành riêng (tt)

- Ví dụ: địa chỉ mạng, địa chỉ quảng bá của một mạng lớp B



Network Address (host bits = all zeros)



Broadcast Address (host bits = all ones)

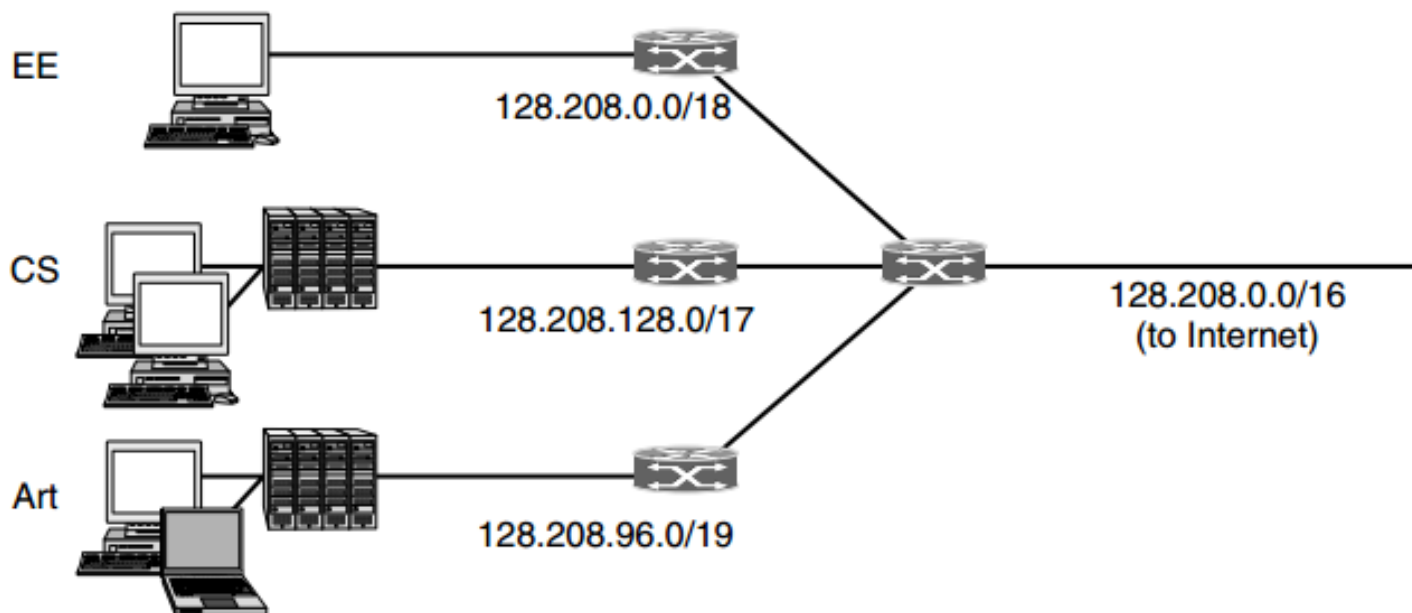
d. Subnet

- Địa chỉ mạng trong địa chỉ IP là mạng luận lý
- Các máy trên cùng một mạng phải có cùng phần địa chỉ mạng (network) trong địa chỉ IP
- Mạng luận lý không tương ứng với một mạng cục bộ
- Subnetting là kỹ thuật chia mạng nhiều máy thành các mạng nhỏ hơn (subnet)

Subnet (tt)

- Ví dụ: ba subnet trong network 128.208.0.0/16

Computer Science:	10000000	11010000	1 xxxxxxx	xxxxxxx
Electrical Eng.:	10000000	11010000	00 xxxxxx	xxxxxxx
Art:	10000000	11010000	011 xxxxx	xxxxxxx



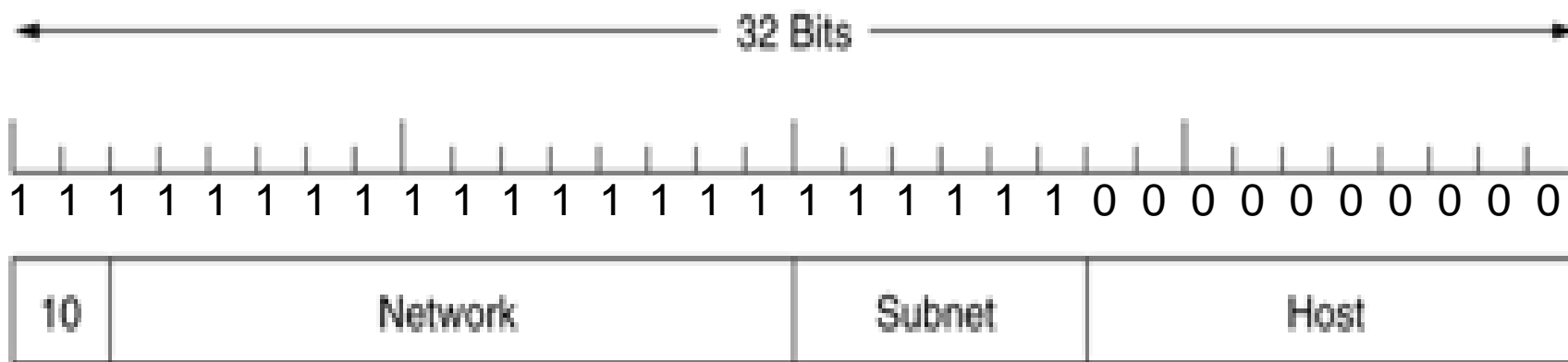
Splitting an IP prefix into separate networks with subnetting

Subnet mask

- Trong địa chỉ IP cần có thêm vùng subnet được lấy từ vùng host
- Subnet mask là giá trị xác định số bit của vùng network + vùng subnet trong địa chỉ IP
- Hình thức subnet mask:
 - Dotted-decimal, ví dụ 255.255.252.0
 - Slash: /n, với n là số bit network+subnet
 - ví dụ /22

Ví dụ

- Một mạng lớp B được chia thành 64 mạng nhỏ
- Subnet mask : 255.255.252.0 /22



Xác định giá trị subnet từ địa chỉ IP và subnet mask

- Dùng hàm AND
- Ví dụ: địa chỉ IP 192.168.1.1 với subnet mask tương ứng là 255.255.255.0

	Dạng thập phân	Dạng nhị phân
Địa chỉ IP	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001
Subnet mask	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Địa chỉ mạng	192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000

Địa chỉ mạng là phép AND từng bit một giữa địa chỉ IP và Subnet mask

- Gợi ý: địa chỉ mạng được xác định như sau:
 - Các bit tương ứng với các bit phần mạng của địa chỉ IP (các bit của subnet mask = 1): giống với địa chỉ IP
 - Các bit tương ứng với các bit phần host (các bit của subnet mask = 0): toàn bộ = 0

Cách chia subnet

- Nguyên tắc: lấy n bit phần host làm bit mạng
→ chia được 2^n mạng con
- m bit còn lại cho phần host → mỗi mạng con có $2^m - 2$ host

Cách chia subnet (tt)

- Đối với mỗi mạng con:
 - Địa chỉ mạng: giá trị của octet bị chia cắt là bội số của bước nhảy

Số bit mượn	1	2	3	4	5	6	7	8
Bước nhảy	128	64	32	16	8	4	2	1

- Địa chỉ host đầu = địa chỉ mạng + 1
- Địa chỉ broadcast = địa chỉ mạng kế tiếp – 1
- Địa chỉ host cuối = địa chỉ broadcast – 1

Cách chia subnet (tt)

- Ví dụ: mạng 192.168.1.0/26.
 - Mạng trên thuộc lớp C (192-223), 3 octet đầu là phần mạng
 - Số bit mượn: 2 \rightarrow chia được $2^2 = 4$ subnet
 - Bước nhảy: 64
 - Số bit host còn lại: 6 bit \rightarrow mỗi mạng con có $2^6 - 2 = 62$ host.
 - Các địa chỉ mạng sẽ có octet bị chia cắt (octet thứ 4) là bội số của 64

Cách chia subnet (tt)

- Ví dụ: mạng 192.168.1.0/26.

–Các mạng: 192.168.1.0/26 -> địa chỉ mạng
192.168.1.1/26 -> địa chỉ host đầu.

....

192.168.1.62/26 -> địa chỉ host cuối.
192.168.1.63/26 -> địa chỉ broadcast.

192.168.1.64/26 -> địa chỉ mạng
192.168.1.65/26 -> địa chỉ host đầu

.....

192.168.1.126/26 -> địa chỉ host cuối
192.168.1.127/26 -> địa chỉ broadcast.

Cách chia subnet (tt)

- Ví dụ: mạng 192.168.1.0/26.

–Các mạng (tt): 192.168.1.128/26 -> địa chỉ mạng
192.168.1.129/26 -> địa chỉ host đầu.
....
192.168.1.190/26 -> địa chỉ host cuối.
192.168.1.191/26 -> địa chỉ broadcast.

192.168.1.192/26 -> địa chỉ mạng
192.168.1.193/26 -> địa chỉ host đầu.
....
192.168.1.254/26 -> địa chỉ host cuối.
192.168.1.255/26 -> địa chỉ broadcast.

Cách chia subnet (tt)

- Xác định địa chỉ mạng: cho địa chỉ host → xác định địa chỉ mạng
 - Xác định số bit mạng
 - Xác định octet bị chia cắt
 - Xác định số bit mượn → bước nhảy
 - Lấy phần nguyên của phép chia của octet bị chia cắt và bước nhảy nhân với bước nhảy

Cách chia subnet (tt)

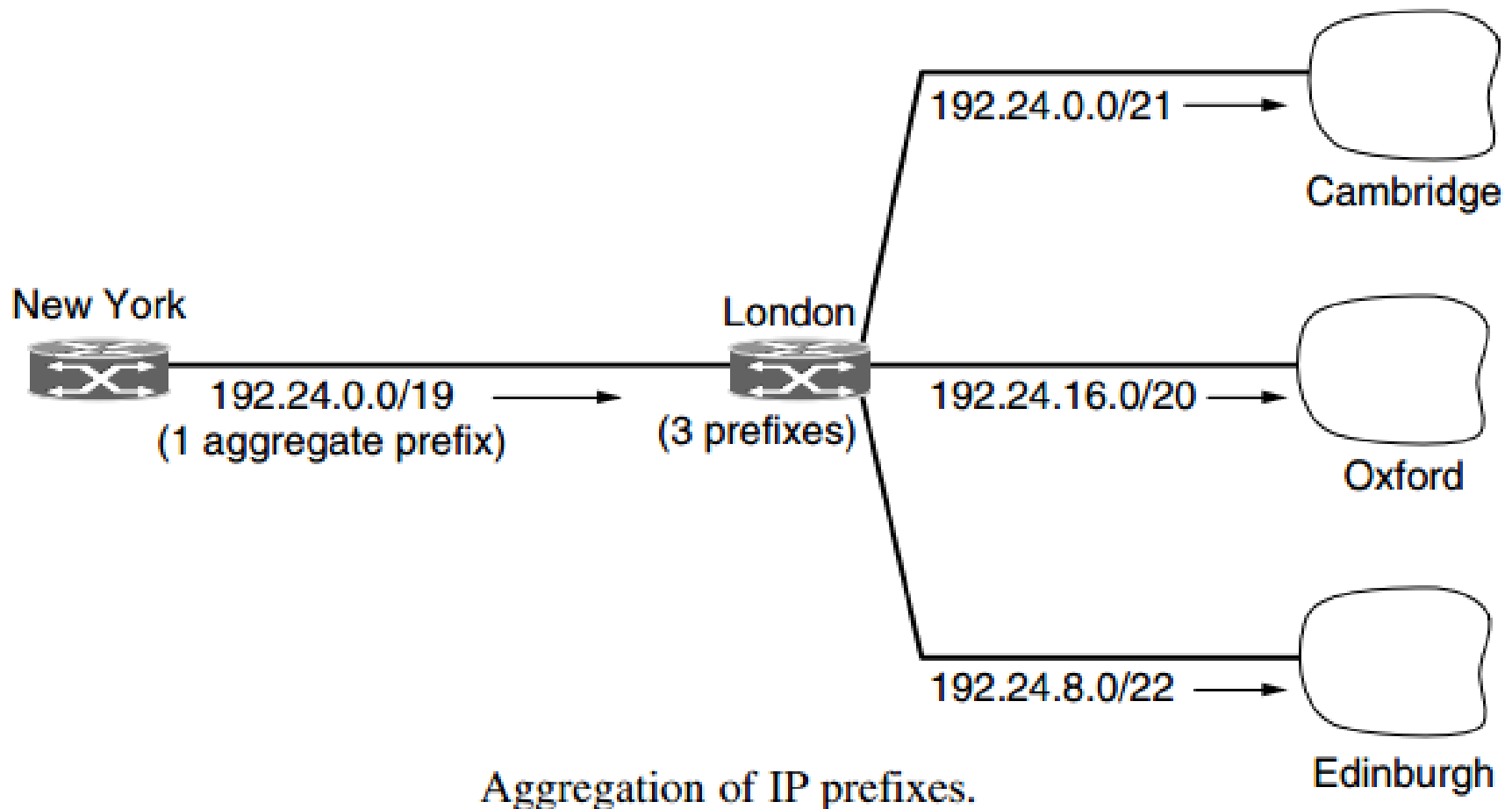
- Xác định địa chỉ mạng - Ví dụ: xét địa chỉ host 192.168.1.158/28
 - Số bit mạng: 28
 - Octet bị chia là octet thứ 4
 - Số bit mượn: 4
 - Bước nhảy: 16
 - Thương: $158/16 = 9$
 - Octet thứ 4 của mạng: $9 \times 16 = 144$
 - Host này thuộc mạng 192.168.1.144/28

e. CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- Cấp phát các khối địa chỉ IP:
 - có kích thước thay đổi
 - không theo lớp địa chỉ
 - tồn tại như một mạng trên Internet
- Ví dụ

University	First address	Last address	How many	Written as
Cambridge	194.24.0.0	194.24.7.255	2048	194.24.0.0/21
Edinburgh	194.24.8.0	194.24.11.255	1024	194.24.8.0/22
(Available)	194.24.12.0	194.24.15.255	1024	194.24.12/22
Oxford	194.24.16.0	194.24.31.255	4096	194.24.16.0/20

CIDR (tt)



CIDR (tt)

- Cambridge:
 - 11000010.00011000.00000000.00000000
 - mask 11111111.11111111.11111000.00000000
- Edinburgh:
 - 11000010.00011000.00001000.00000000
 - mask 11111111.11111111.11111100.00000000
- Oxford:
 - 11000010.00011000.00010000.00000000
 - mask 11111111.11111111.11110000.00000000

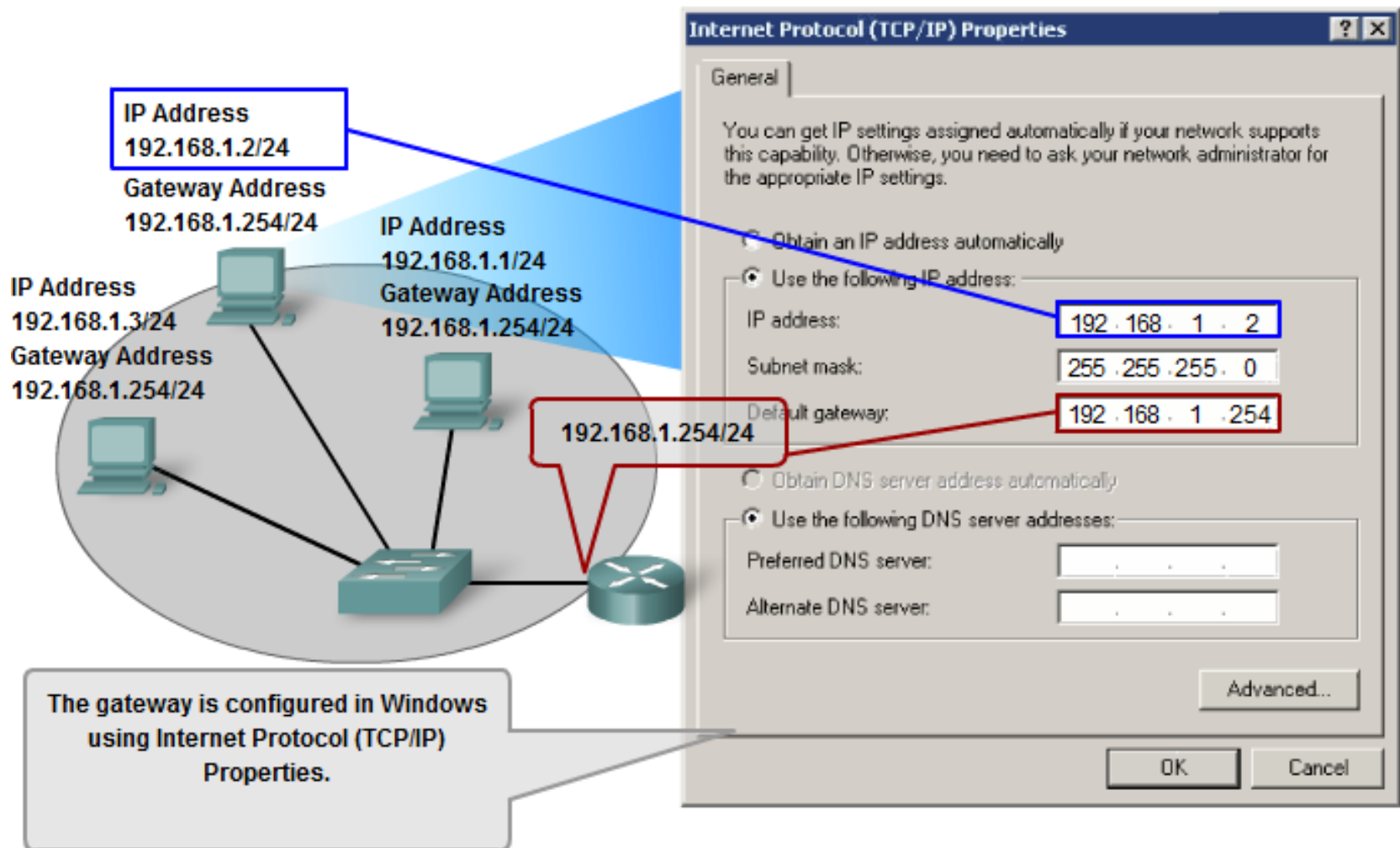
CIDR (tt)

- Ví dụ: xét địa chỉ 194.24.17.4
 - 11000010.00011000.00010001.00000100
 - → Thực hiện AND với các mask của 3 mạng trên
 - → 194.24.17.4 thuộc mạng Oxford
- Hiệu quả của CIDR:
 - Sử dụng hiệu quả không gian địa chỉ IP
 - Giảm số lượng mạng
 - Nhiều mạng lớp C tồn tại như một mạng
 - Có thể kết hợp nhiều mạng thành một mạng
 - Ví dụ: 3 mạng trong ví dụ trên có thể được kết hợp thành một mạng 194.24.0.0/19

f. Đặt địa chỉ IP

- Địa chỉ tĩnh
 - Do administrator đặt
- Địa chỉ động
 - Do DHCP server cấp phát
- Các thành phần
 - IP address
 - Subnet mask
 - Default gateway address,

Ví dụ: default gateway



Kiểm tra địa chỉ IP

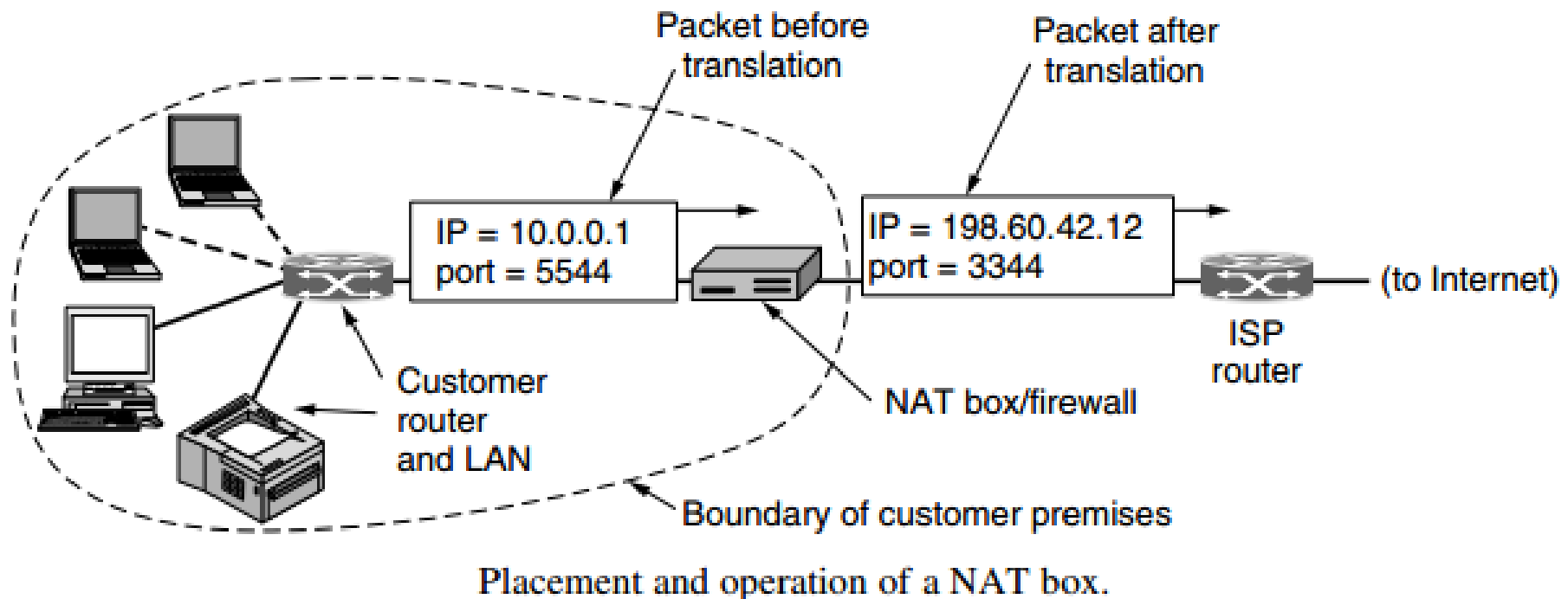
- Các công cụ:
 - ipconfig, winipcfg (windows 9x): cung cấp các thông tin ip address, subnet mask, default gateway, ...
 - ping: kiểm tra kết nối theo IP

g. Dùng chung kết nối Internet (Internet Connection Sharing)

- Vấn đề:
 - Các máy trên một LAN, sử dụng địa chỉ IP riêng
 - Có một kết nối Internet, sử dụng địa chỉ IP toàn cục
- Cần khối chuyển đổi địa chỉ NAT (Network Address Translation). NAT có thể là:
 - Thiết bị
 - Phần mềm
- Tại khối NAT phải có duy trì một bảng lưu thông tin chuyển đổi (IP – Port)

Dùng chung kết nối Internet

- Ví dụ NAT:



Hoạt động của khối NAT

- Khi một máy X gửi dữ liệu ra ngoài mạng thì gửi đến khối NAT
- Khối NAT thay thế địa chỉ máy gửi trên gói IP bằng địa chỉ toàn cục
- Khi có hồi đáp từ bên ngoài, khối NAT:
 - Nhận dữ liệu
 - Kiểm tra bảng chuyển đổi địa chỉ
 - Thay thế địa chỉ máy nhận trên gói IP bằng địa chỉ máy X

4. Các giao thức điều khiển

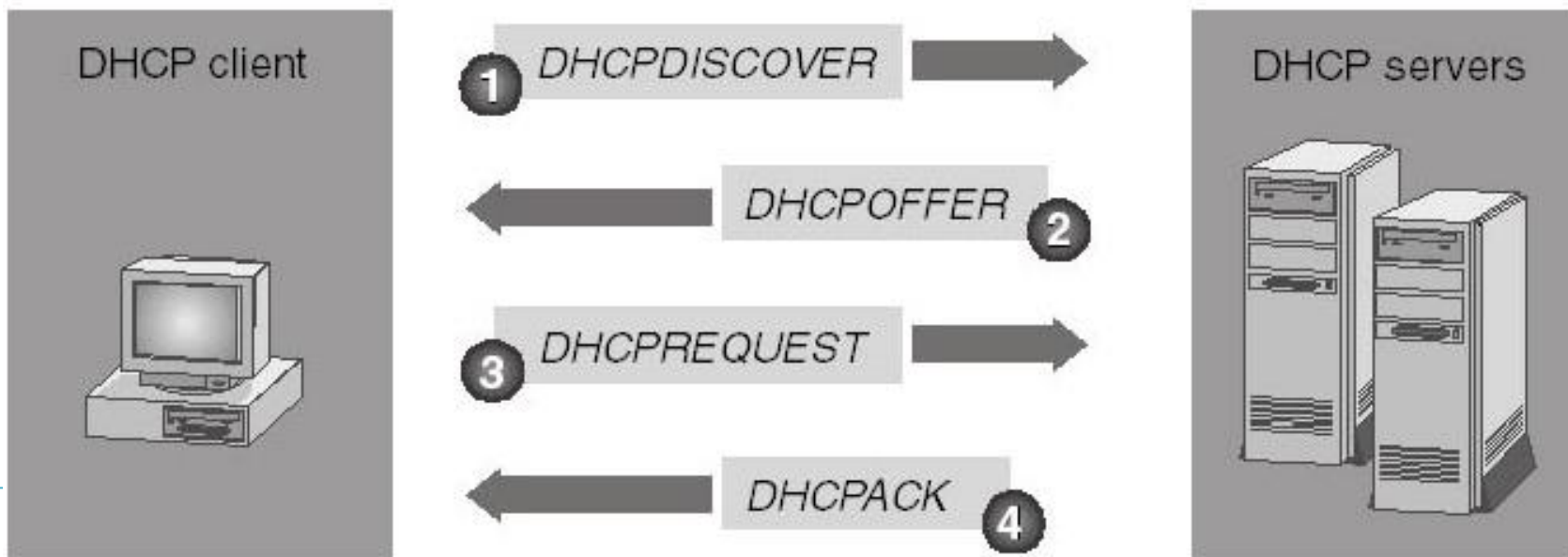
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
- ARP (Address Resolution Protocol)
- ICMP (Internet Control Message Protocol)

a. DHCP

- DHCP server cấp các thông số địa chỉ IP cho DHCP Client:
 - IP address
 - Subnet mask
 - Options: gateway address, DNS Server, ...
- Mục đích:
 - Đơn giản công việc quản trị mạng
 - Sử dụng hiệu quả địa chỉ IP

Các giai đoạn cấp địa chỉ IP động

- DHCPDISCOVER: client tìm server
- DHCPOFFER: server cung cấp thông số IP
- DHCPREQUEST: client thông báo đã nhận
- DHCPACK: server chấp nhận



b. ARP

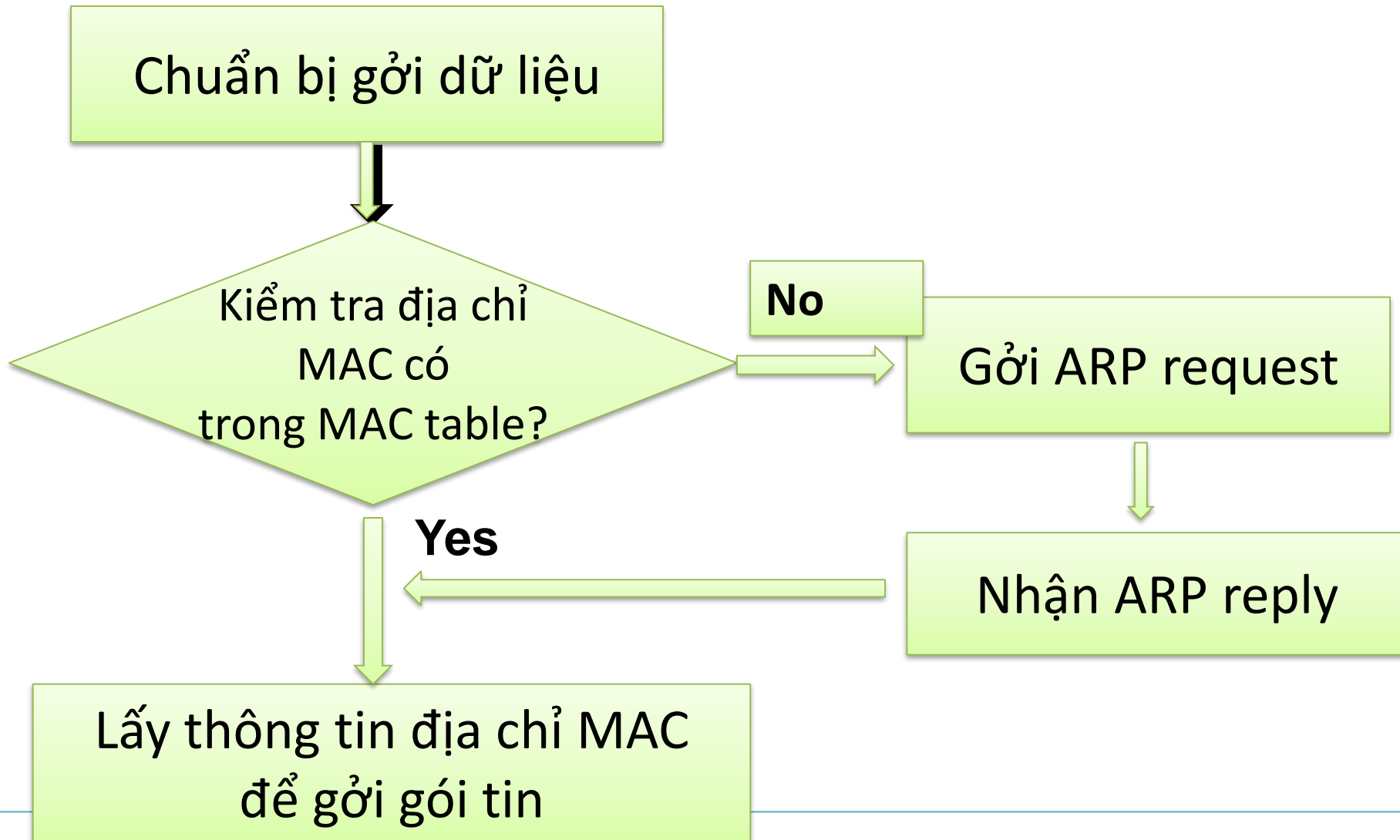
- Chuyển đổi địa chỉ IP thành địa chỉ MAC để truyền thông bên trong một mạng
- Cần khối thực hiện giao thức ARP
- Khối ARP xây dựng và duy trì một bảng chứa các phần tử (IP address – MAC address)

```
C:\Users\SU.A51>arp -a
```

```
Interface: 192.168.1.54 --- 0xc
```

Internet Address	Physical Address	Type
192.168.1.1	60-e3-27-59-69-5a	dynamic
192.168.1.2	78-2b-cb-3c-bb-7a	dynamic
192.168.1.5	70-71-bc-e8-5e-3b	dynamic
192.168.1.10	00-1c-25-37-d5-03	dynamic
192.168.1.12	00-1c-25-37-d4-f5	dynamic
192.168.1.13	54-04-a6-6f-7e-cf	dynamic

ARP (tt)



c. ICMP

- Giao thức IP dùng để gửi dữ liệu
- Giao thức ICMP dùng để gửi các thông báo lỗi và các thông tin điều khiển
- Ví dụ:
 - Thông báo không đến được máy nhận
 - Kiểm tra một máy có tồn tại
- Thông điệp ICMP được gửi trên gói IP

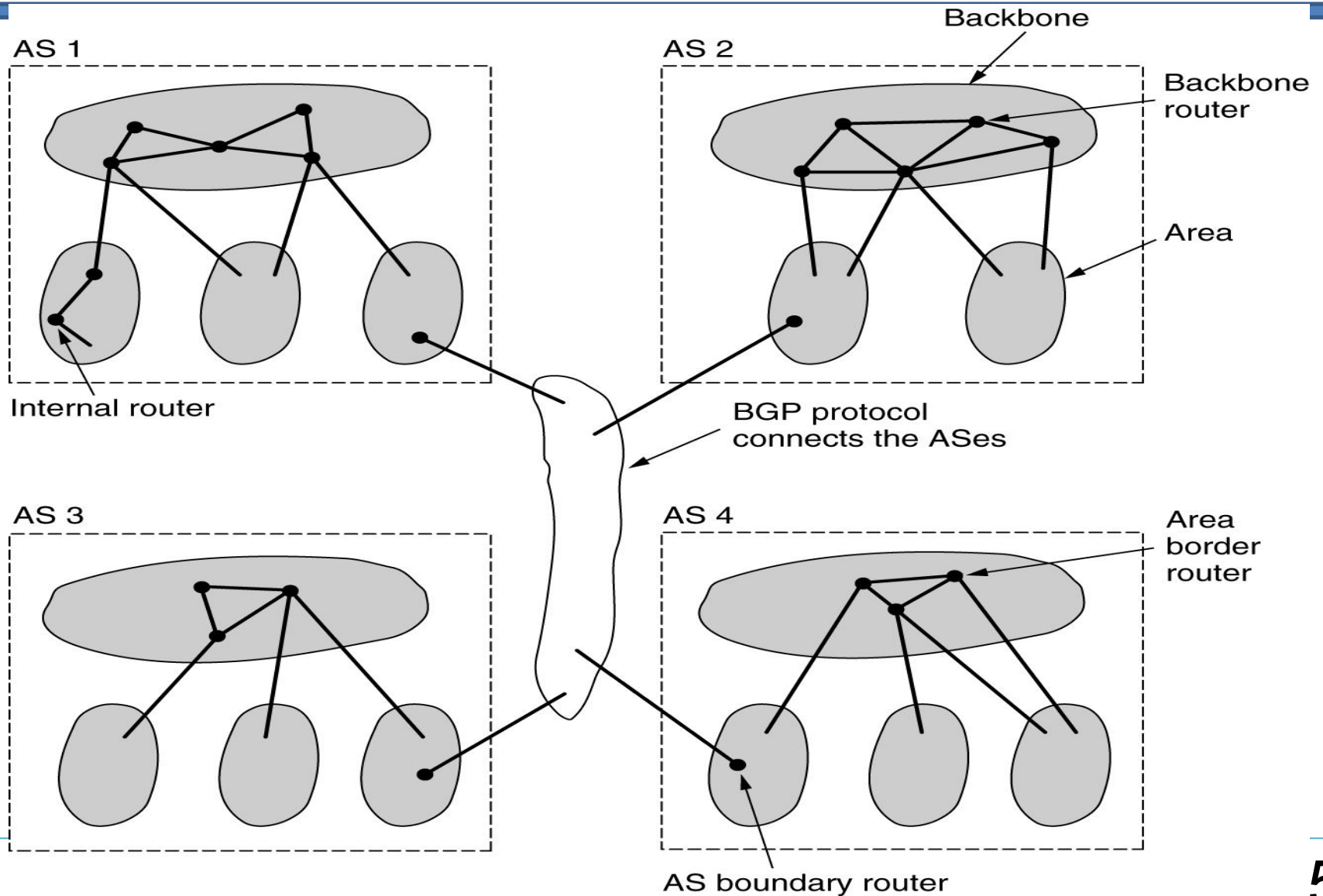
Một số dạng thông điệp ICMP

Message type	Description
Destination unreachable	Packet could not be delivered
Time exceeded	Time to live field hit 0
Parameter problem	Invalid header field
Source quench	Choke packet
Redirect	Teach a router about geography
Echo request	Ask a machine if it is alive
Echo reply	Yes, I am alive
Timestamp request	Same as Echo request, but with timestamp
Timestamp reply	Same as Echo reply, but with timestamp

5. Định tuyến trên Internet

- Tại lớp Network, mạng Internet là tập hợp các mạng độc lập (Autonomous System)
- Có 2 dạng giao thức định tuyến:
 - Interior Gateway Protocol
 - thực hiện bên trong AS, ví dụ OSPF (Open Shortest Path First)
 - Exterior Gateway Protocol
 - thực hiện giữa các AS, ví dụ BGP (Border Gateway Protocol)

Ví dụ



V. Giới thiệu IPv6

- RFC 1883 (1990), RFC 2460 (1998)
- Giải quyết vấn đề cạn kiệt IPv4, dùng 128 bit địa chỉ, viết dưới dạng colon-hexadecimal
- Các đặc điểm chính, so với IPv4:
 - Không gian địa chỉ lớn
 - Giảm kích thước của các bảng định tuyến.
 - Đơn giản hóa giao thức, phần header đơn giản hơn → xử lý các gói nhanh hơn
 - Hỗ trợ tốt hơn các tùy chọn (options)
 - Bảo mật tốt hơn (authentication and privacy).
 - Chất lượng dịch vụ tốt hơn (đặc biệt đối với dữ liệu thời gian thực)

Giới thiệu IPv6 (tt)

- Cách hiển thị địa chỉ IPv6
 - Chia thành 8 nhóm, mỗi nhóm 4 chữ số hexa, phân cách bởi dấu “:”
 - Full:
8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
 - Zero compression, dropping leading zeros:
8000::0123:4567:89AB:CDEF