

Chương 6: Tầng Mạng

Mục tiêu:

- ❑ nắm được các nguyên lý đằng sau các dịch vụ của tầng mạng:
 - định tuyến (lựa chọn đường đi)
 - giải quyết các vấn đề liên quan đến sự phát triển của mạng
 - router làm việc như thế nào
 - các chủ đề nâng cao: IPv6, mobility (read!)
- ❑ Tìm hiểu một số công nghệ và kỹ thuật phổ biến trên Internet

Tổng quan:

- ❑ các dịch vụ của tầng mạng
- ❑ các nguyên tắc định tuyến: lựa chọn đường đi
- ❑ định tuyến theo thứ bậc
- ❑ giao thức IP
- ❑ các giao thức định tuyến trên Internet
 - intra-domain
 - inter-domain

Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

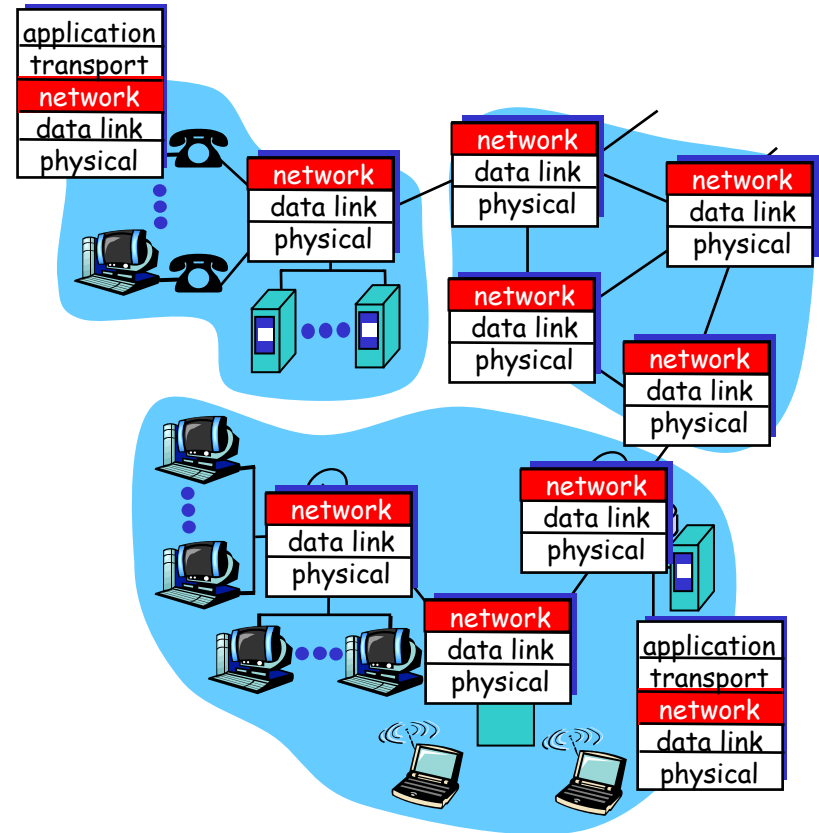
6.5 Định tuyến trên Internet

Các chức năng của tầng mạng

- ❑ chuyển các gói tin từ trạm nguồn đến trạm đích
- ❑ các giao thức thuộc tầng mạng xuất hiện ở mọi trạm và router

ba chức năng quan trọng:

- ❑ *xác định đường đi*: là lộ trình mà các gói tin sẽ đi từ nguồn đến đích. *Các giải thuật định tuyến*
- ❑ *chuyển tiếp*: chuyển các gói tin từ đầu vào của router đến đầu ra thích hợp
- ❑ *thiết lập kênh truyền ảo*: một số kiến trúc mạng yêu cầu router phải thiết lập kênh truyền ảo trước khi dữ liệu được truyền đi



Mô hình dịch vụ mạng

Q: Kênh truyền có thể cung cấp những mô hình dịch vụ gì để chuyển các gói tin từ nguồn đến đích?

- ☐ đảm bảo về dải thông?
- ☐ không bị jitter?
- ☐ phân phát không mất mát?
- ☐ phân phát đúng thứ tự?
- ☐ phản hồi tình trạng tắc nghẽn cho nơi gửi?

Khái niệm trừu tượng quan trọng nhất mà tầng mạng cung cấp:

? mạch ảo
hay
gam dữ liệu?
?

Mạch ảo

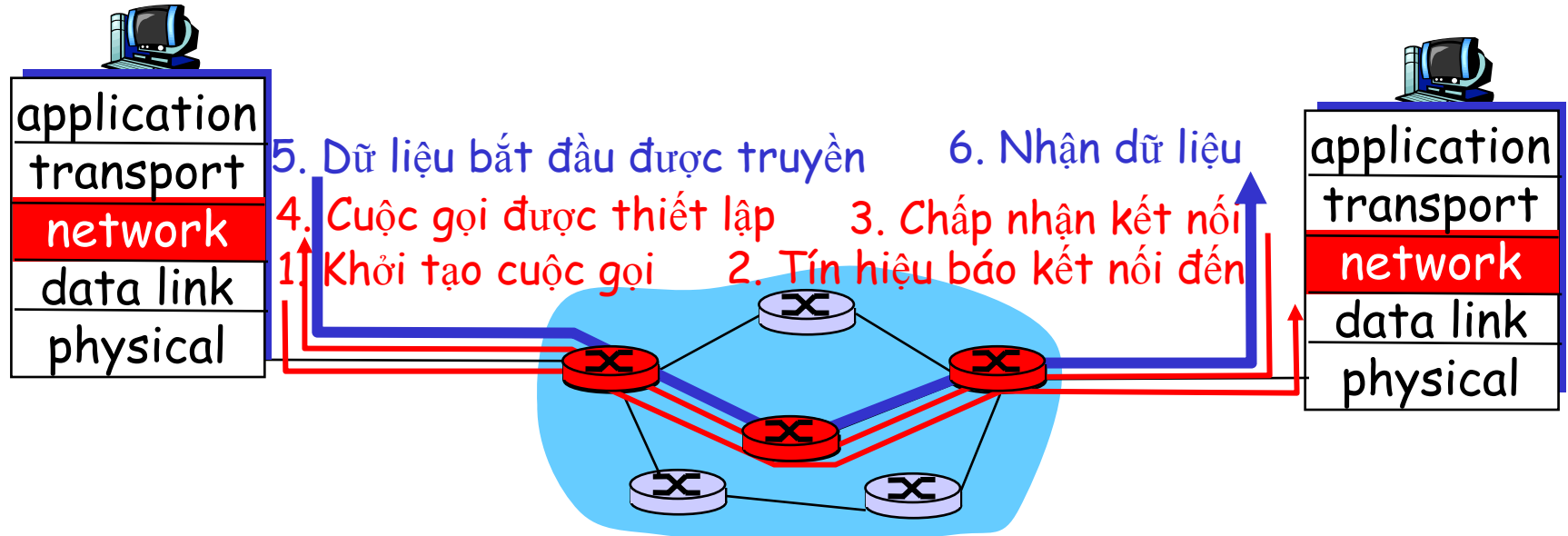
“đường dẫn từ nguồn đến đích hoạt động giống như mạch điện thoại”

- sự thực thi thông minh
- mạng tác động dọc theo đường dẫn từ nguồn đến đích

- ❑ thiết lập và hủy bỏ kênh truyền cho mỗi cuộc gọi trước khi dữ liệu có thể “chảy”
- ❑ mỗi gói tin mang một định danh kênh ảo (không phải là định danh trạm đích)
- ❑ mọi router trên đường dẫn từ nguồn đến đích duy trì “trạng thái” cho mỗi kết nối
 - kết nối ở tầng vận chuyển chỉ bao gồm hai hệ thống đầu cuối
- ❑ các tài nguyên như mỗi kết nối, router (bandwidth, buffers) có thể được cấp phát cho kênh ảo
 - để đạt được hiệu suất như mạng chuyển mạch kênh

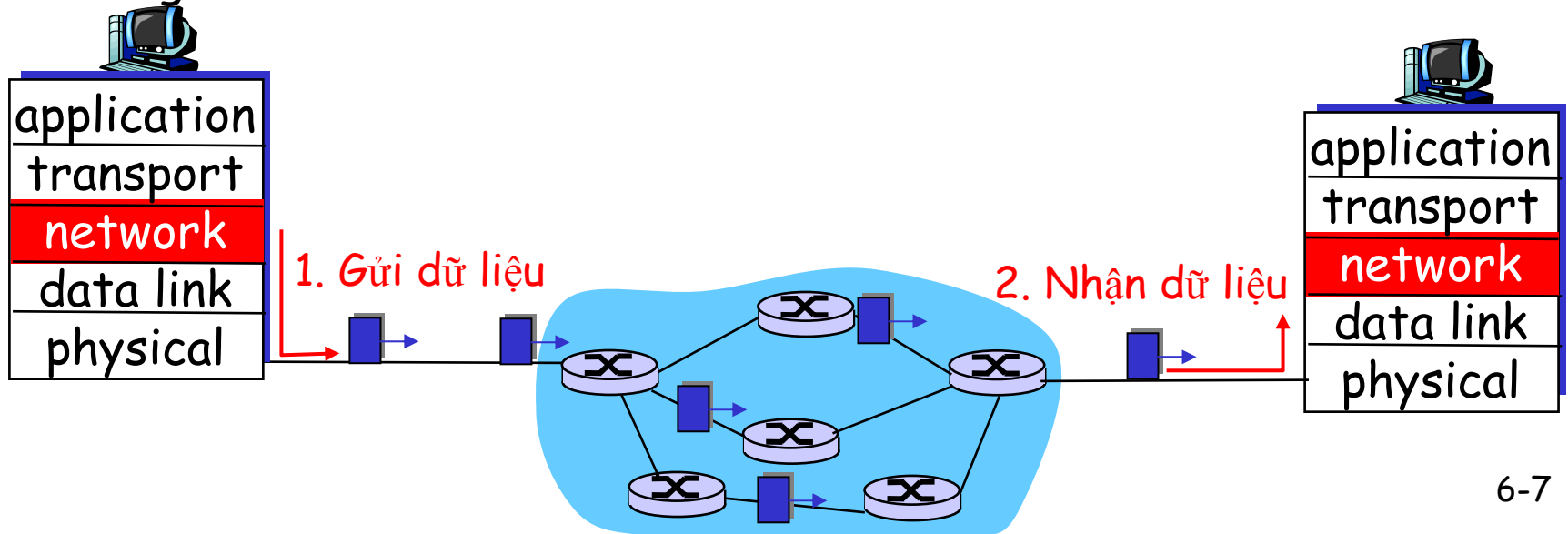
Mạch ảo: các giao thức báo hiệu

- được sử dụng để thiết lập, duy trì và kết thúc các mạch ảo
- được sử dụng trong các công nghệ mạng như ATM, frame-relay, X.25
- không được sử dụng trong Internet ngày nay



Các mạng Datagram: mô hình Internet

- ❑ không thiết lập kết nối tại tầng mạng
- ❑ routers: không lưu giữ trạng thái của các kết nối giữa các thiết bị đầu cuối
 - không có khái niệm "kết nối" tại mức mạng
- ❑ các gói tin được chuyển tiếp bằng cách sử dụng địa chỉ trạm đích
 - các gói tin giữa cùng hai trạm nguồn - đích có thể đi theo các con đường khác nhau



Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

- Định tuyến theo trạng thái kết nối
- Định tuyến theo vector khoảng cách

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

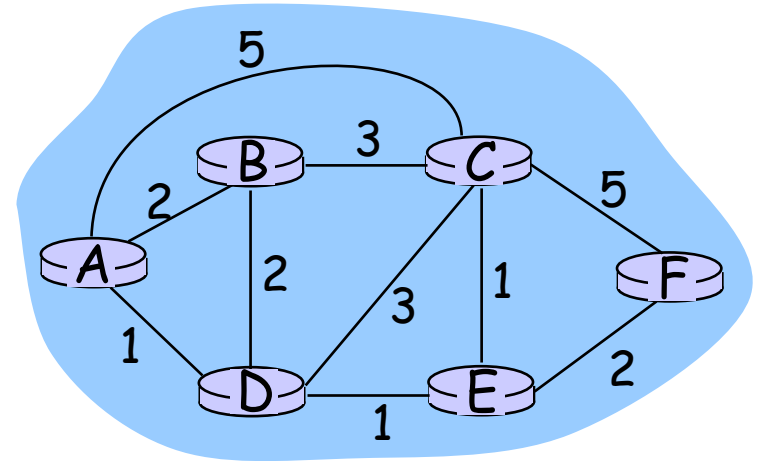
6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

6.5 Định tuyến trên Internet

Định tuyến

Giao thức định tuyến

Mục tiêu: xác định đường dẫn "tốt" (chuỗi các routers) qua mạng từ nguồn đến đích.



Khái niệm trừu tượng về đồ thị cho các giải thuật định tuyến:

- ❑ các nút trên đồ thị là các router
- ❑ các cạnh của đồ thị là các liên kết vật lý
 - chi phí của kết nối/liên kết: độ trễ, giá \$, hay mức độ tắc nghẽn...
- ❑ đường dẫn "tốt":
 - thông thường là đường dẫn với chi phí tối thiểu
 - các chính sách khác có thể được áp dụng

Phân loại các giải thuật định tuyến

Thông tin định tuyến là toàn cục hay phi tập trung?

Toàn cục:

- ❑ tất cả routers có đầy đủ thông tin về chi phí kết nối và hình trạng của mạng
- ❑ các giải thuật "trạng thái kết nối"

Phi tập trung:

- ❑ Mỗi router biết các chi phí liên kết đến các router bên cạnh có kết nối vật lý với nó
- ❑ quá trình tính toán chi phí và trao đổi thông tin với các router hàng xóm được lặp đi lặp lại
- ❑ Các giải thuật "vector khoảng cách"

Tĩnh hay động?

Tĩnh:

- ❑ các đường đi được thay đổi chậm qua thời gian

Động:

- ❑ các đường đi được thay đổi nhanh chóng
 - cập nhật theo chu kỳ
 - đáp lại sự thay đổi về chi phí kết nối

Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

6.5 Định tuyến trên Internet

Định tuyến theo thứ bậc

Các nguyên lý định tuyến mà chúng ta đã đề cập là một sự lý tưởng hóa

- ❑ tất cả các router là như nhau
- ❑ mạng là "bằng phẳng"... *không* đúng trong thực tiễn

mức độ: với khoảng 200 triệu đích đến:

- ❑ không thể lưu trữ tất cả địa chỉ đích trong bảng định tuyến!
- ❑ việc trao đổi thông tin liên quan đến bảng định tuyến đã đủ làm ngập các kết nối!

sự tự trị trong quản trị

- ❑ liên mạng = mạng của các mạng
- ❑ các nhà quản trị mạng có thể muốn kiểm soát việc định tuyến trong mạng của họ

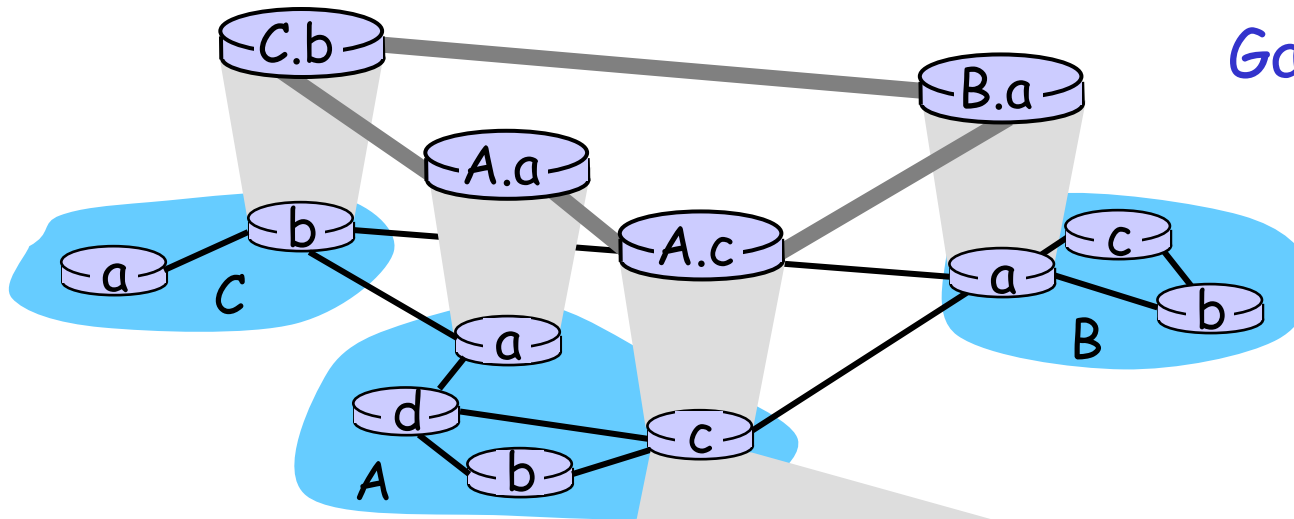
Định tuyến theo thứ bậc

- ❑ Tập hợp các router lại thành các vùng/miền gọi là "các hệ thống tự trị" (AS)
- ❑ Các router trong cùng AS chạy cùng giao thức định tuyến
 - giao thức định tuyến "bên trong-AS"
 - các router thuộc AS khác nhau có thể chạy các giao thức định tuyến "bên trong AS" khác nhau

gateway routers

- ❑ các router đặc biệt trong AS
- ❑ chạy intra-AS routing protocol với tất cả các router khác trong AS
- ❑ *hơn nữa* chịu trách nhiệm định tuyến cho các mạng đích ngoài AS
 - chạy *inter-AS routing* protocol với các gateway routers khác

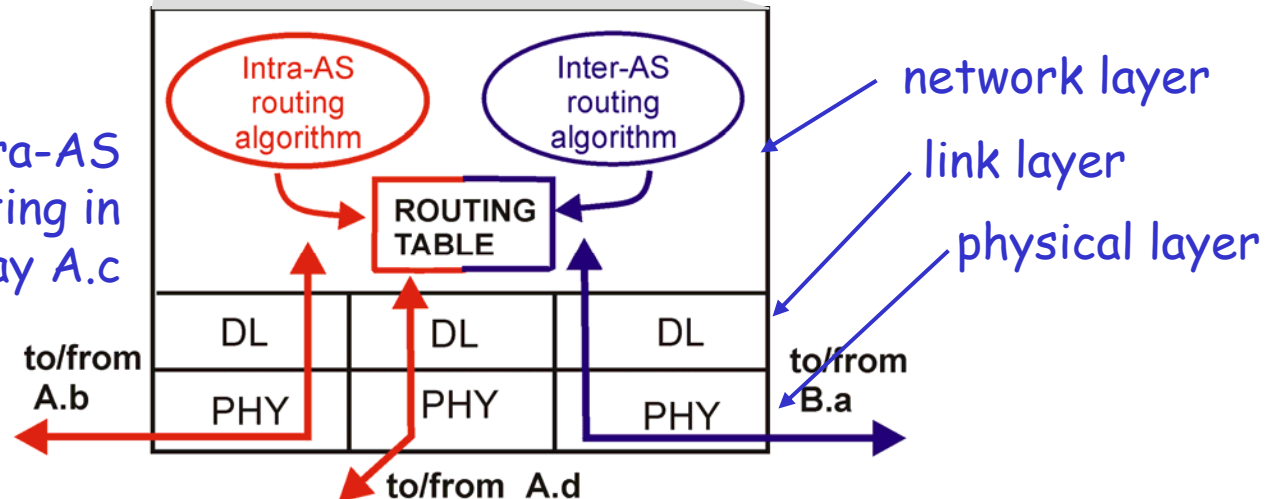
Intra-AS và Inter-AS routing



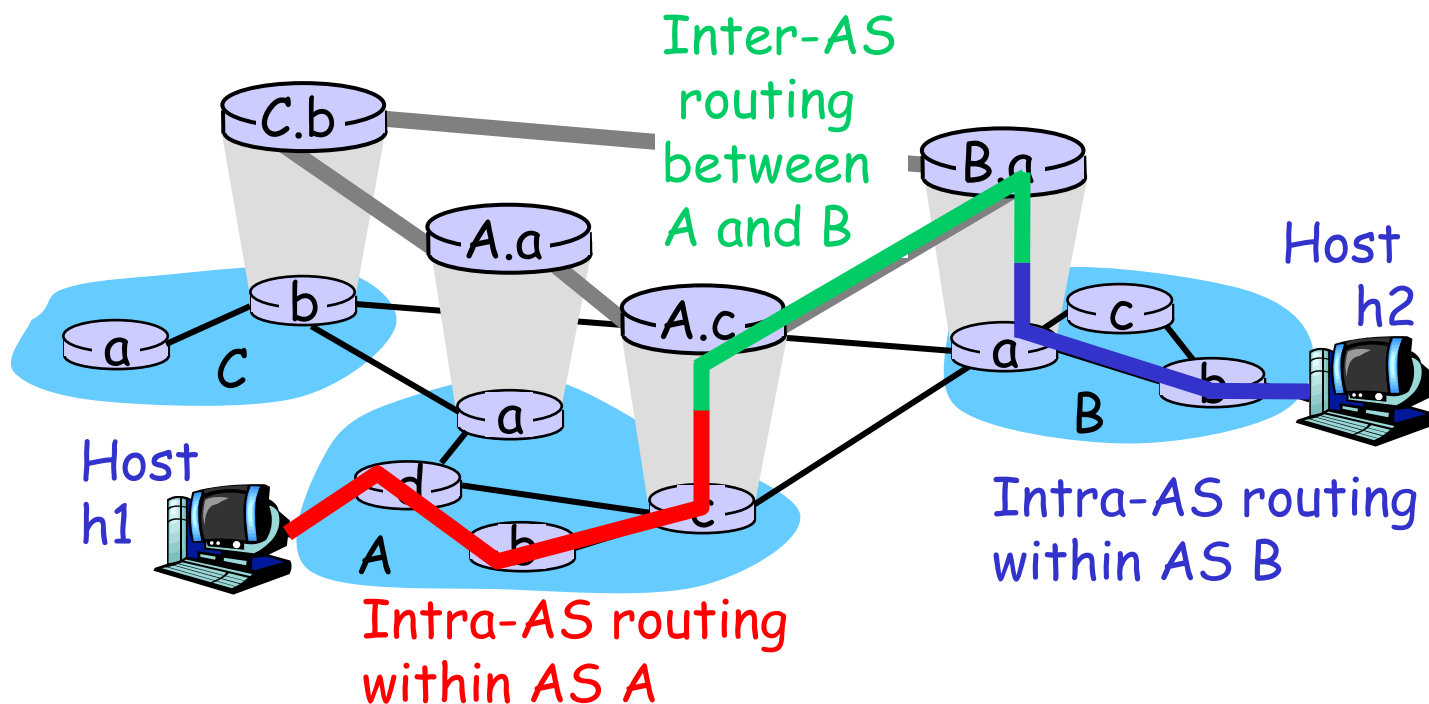
Gateways:

- định tuyến giữa các AS
- định tuyến bên trong AS với các routers khác trong hệ thống

inter-AS, intra-AS routing in gateway A.c



Intra-AS and Inter-AS routing



- Minh họa định tuyến giữa các ASs và bên trong các ASs
- Chúng ta sẽ nghiên cứu một số giao thức định tuyến bên trong một AS và giữa các AS ở phần sau của bài giảng này.

Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

- 6.4.1 Địa chỉ IPv4

- 6.4.2 Truyền một gói từ nguồn đến đích

- 6.4.3 Khuôn dạng gói IP

- 6.4.4 Sự phân mảnh gói IP

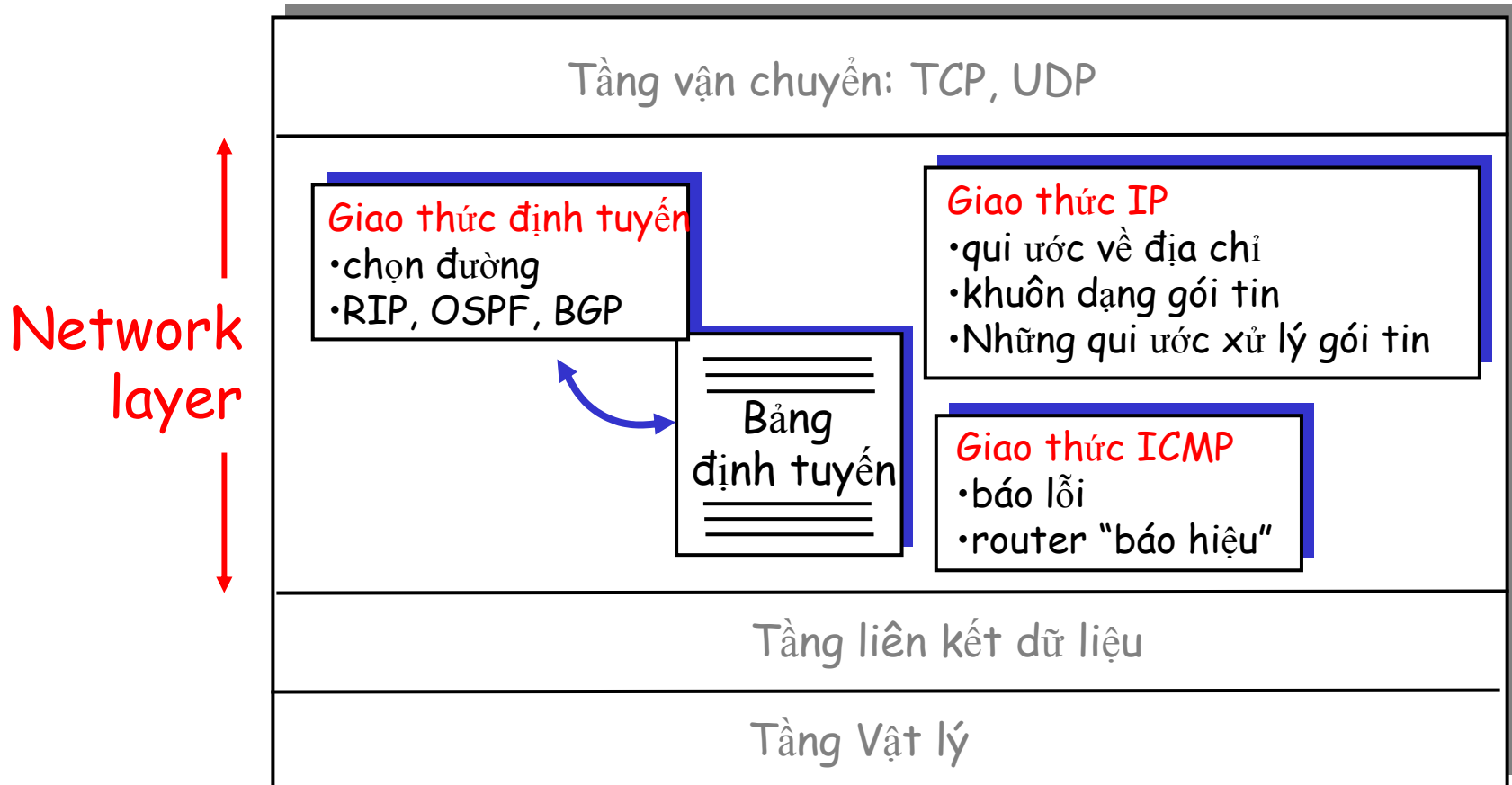
- 6.4.5 ICMP: Giao thức thông điệp điều khiển của Internet

- 6.4.6 DHCP: Giao thức cấu hình host động

6.5 Định tuyến trên Internet

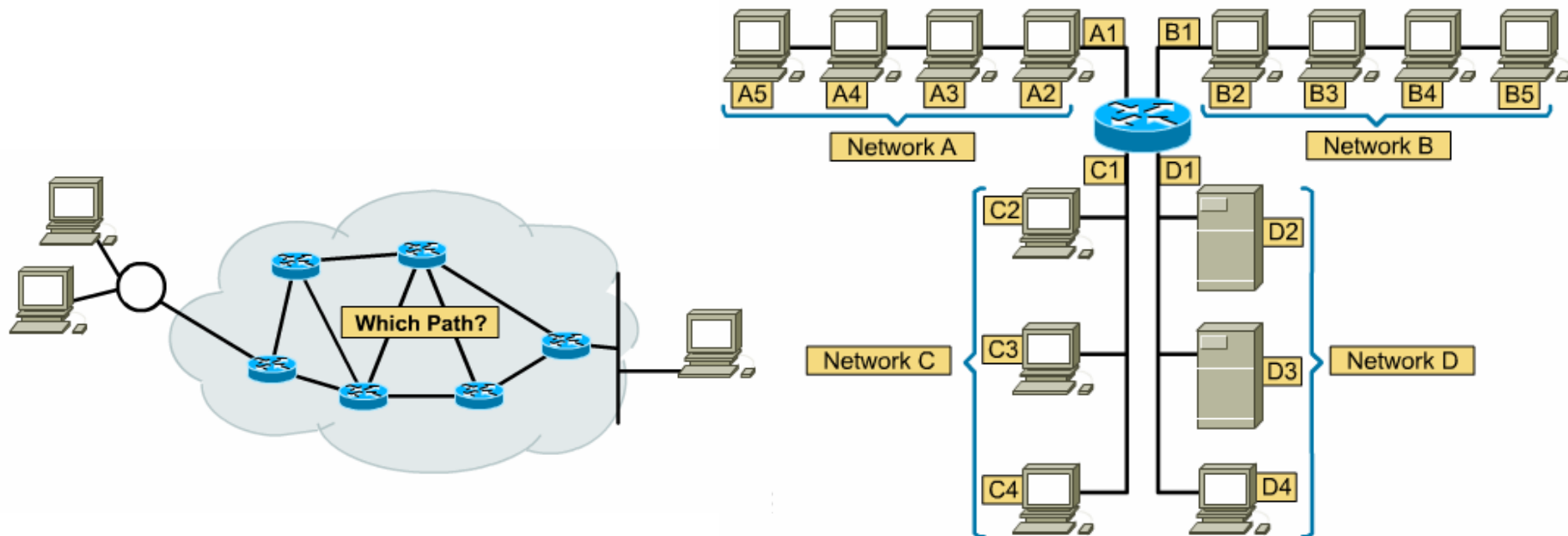
The Internet Network layer

Các thành phần (chức năng) chính của tầng mạng trên Internet
(được thực hiện tại các host và router)



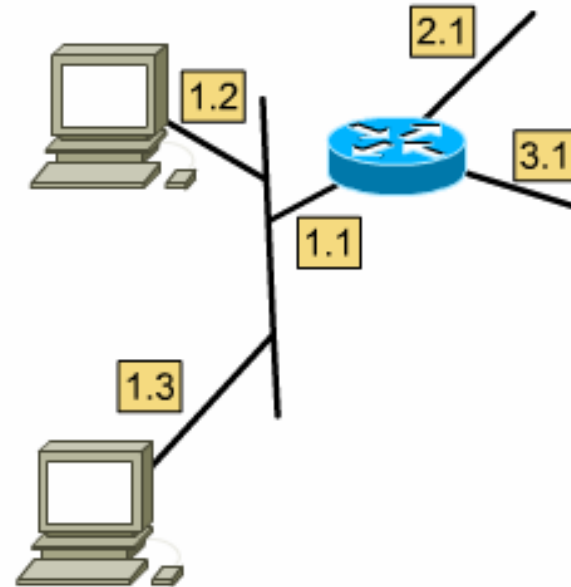
Định danh các nút trên mạng

- ❑ Tầng mạng có trách nhiệm truyền dữ liệu qua một tập các mạng.
- ❑ Các **protocols** hỗ trợ cho *tầng mạng* sử dụng địa chỉ có thứ bậc (*hierarchical addressing*)
- ❑ Các **protocols** (dùng để đánh địa chỉ) không có tầng mạng chỉ làm việc được trong các mạng nội bộ nhỏ.
- ❑ Các **protocols** không có tầng mạng sử dụng kiểu địa chỉ phẳng (*flat addressing scheme*) thì không mở rộng tốt được



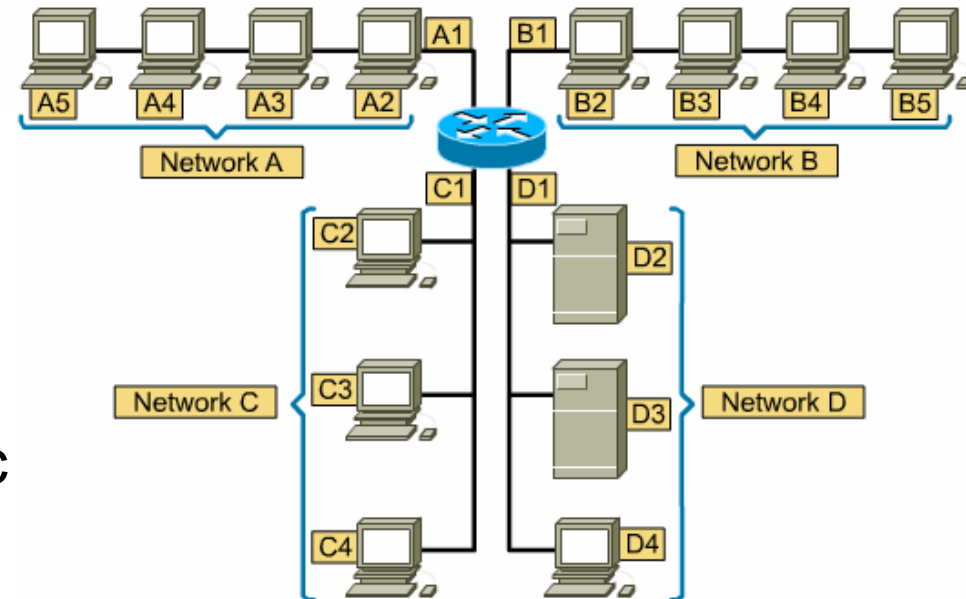
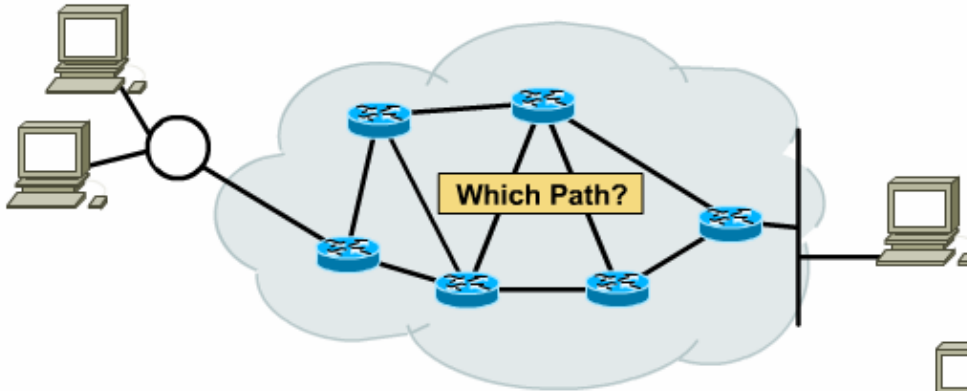
Địa chỉ: Mạng & Trạm

| Network | Host |
|---------|------|
| 1 | 1 |
| | 2 |
| | 3 |
| 2 | 1 |
| 3 | 1 |



- ❑ Địa chỉ mạng giúp xác định đường đi qua liên mạng
- ❑ Địa chỉ mạng được chia làm hai phần:
 - Phần mạng - Network
 - Phần trạm - host
- ❑ Các giao thức mạng khác nhau có cách chia địa chỉ mạng ra thành hai phần mạng và trạm riêng. (ta chỉ thảo luận về IP.)

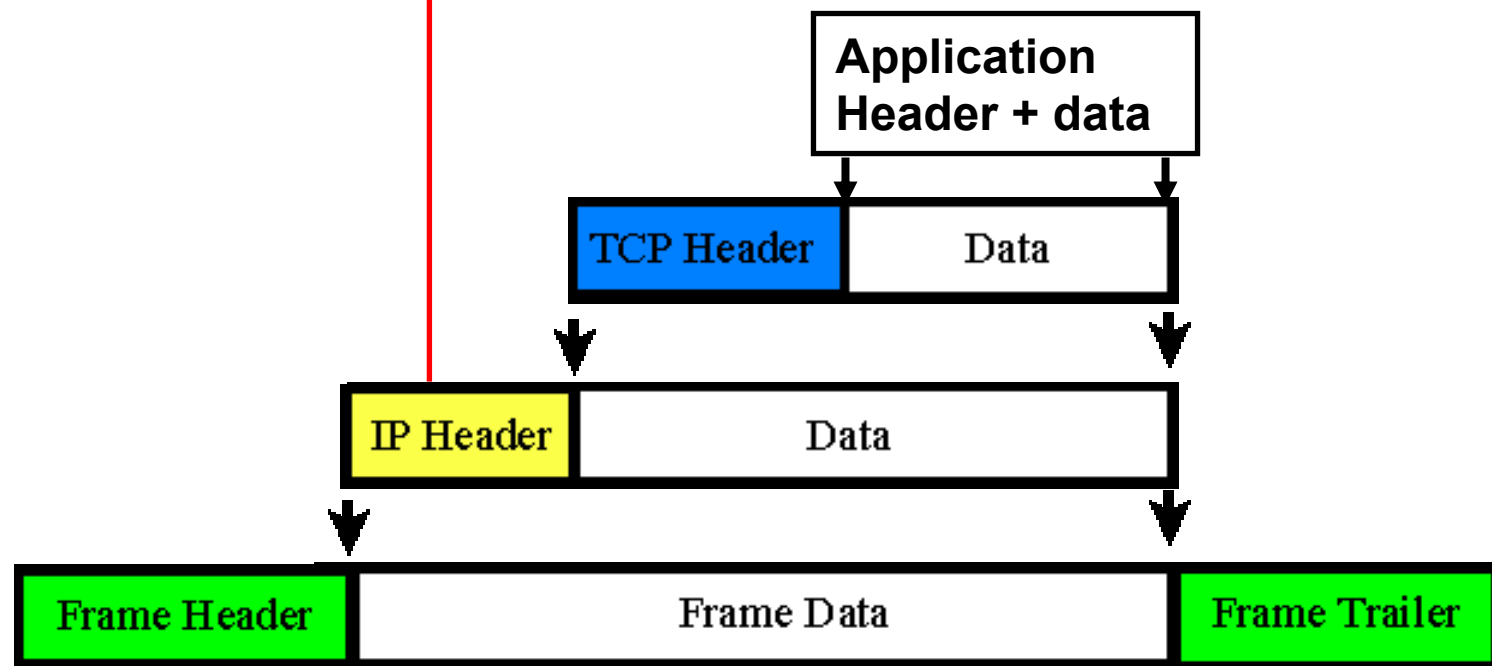
Xác định lộ trình



Đường dẫn để chuyển gói tin từ mạng nguồn đến mạng đích được xác định bởi các giao thức định tuyến (OSPF, EIGRP, RIP, vv...) – more later!

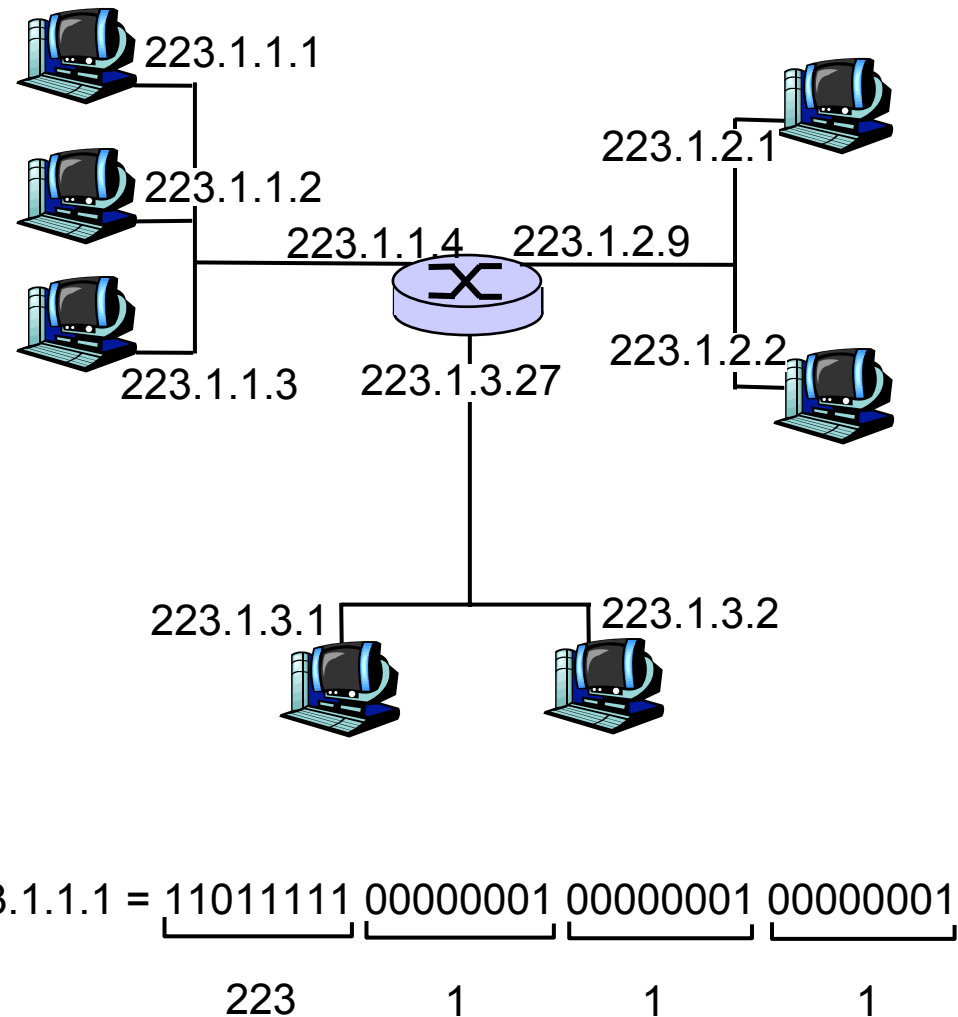
IP - Layer 3

| | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|------------------------|----|--|
| 0 | | 15 | | 16 | | 31 | |
| 4-bit Version | 4-bit Header Length | 8-bit Type Of Service (TOS) | | 16-bit Total Length (in bytes) | | | |
| 16-bit Identification | | | | 3-bit Flags | 13-bit Fragment Offset | | |
| 8 bit Time To Live TTL | | 8-bit Protocol | | 16-bit Header Checksum | | | |
| 32-bit Source IP Address | | | | | | | |
| 32-bit Destination IP Address | | | | | | | |
| Options (if any) | | | | | | | |
| Data | | | | | | | |



Giới thiệu về địa chỉ IPv4:

- ❑ **IPv4 address:** 32-bits dùng để định danh cho host, router *interface*
- ❑ **interface:** kết nối giữa host/router và liên kết vật lý
 - router thông thường có nhiều interface
 - host cũng có thể có nhiều interfaces
 - mỗi địa chỉ IP được kết hợp với một interface



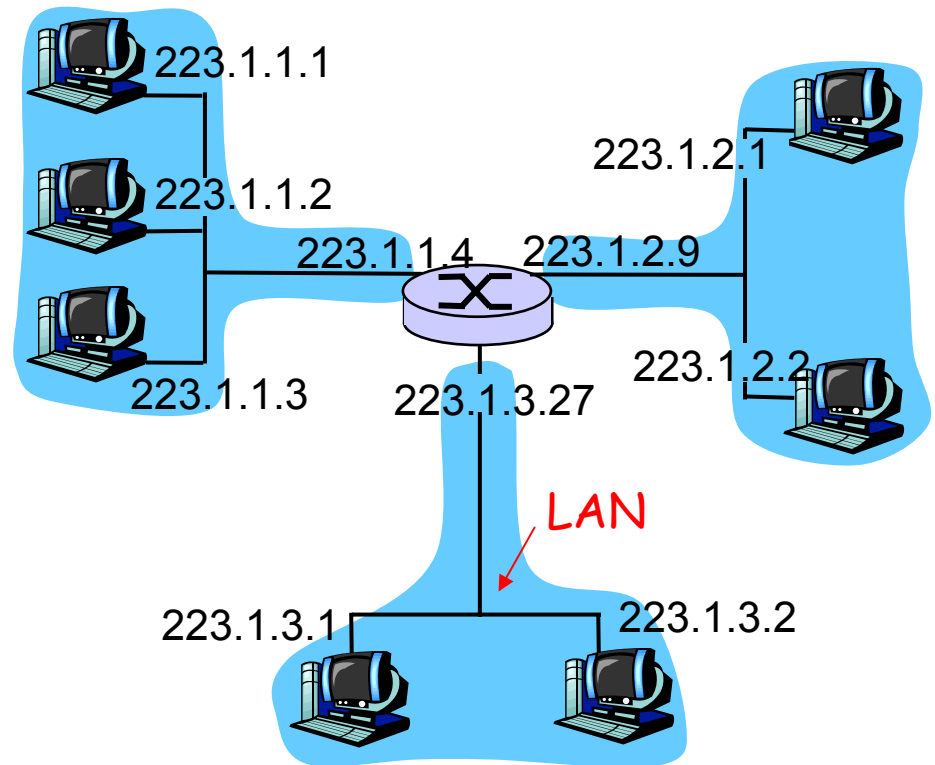
Địa chỉ IP (++)

□ IP address:

- phần địa chỉ mạng (các bits trọng số cao)
- địa chỉ trạm (các bits trọng số thấp)

□ *Địa chỉ mạng là gì?* (nhìn dưới khía cạnh địa chỉ IP)

- interfaces của các thiết bị có cùng phần địa chỉ mạng
- có thể thông nhau về mặt vật lý mà không cần đến sự can thiệp của router

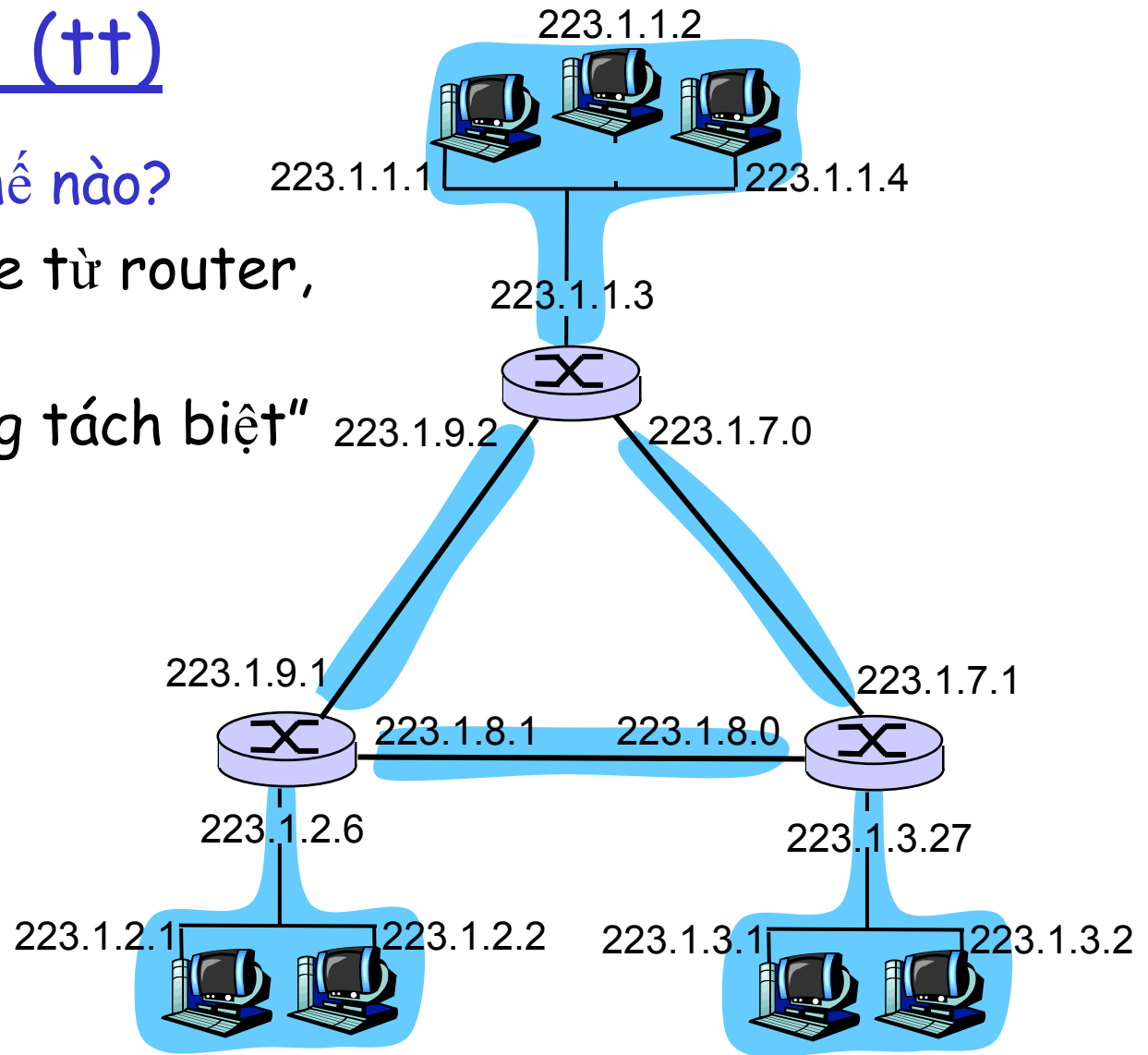


Mạng bao gồm 3 mạng IP
(đối với địa chỉ IP bắt đầu là 223 thì 24 bits đầu tiên làm địa chỉ mạng, more later!)

Địa chỉ IP (++)

Tìm các mạng như thế nào?

- ❑ tách mỗi interface từ router, host
- ❑ tạo các "vùng mạng tách biệt"



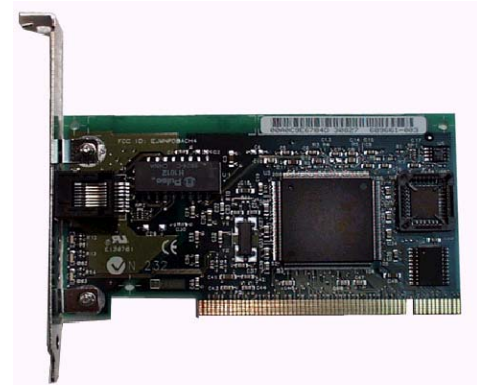
Một hệ thống liên
mạng bao gồm 6 mạng

Tính di động của máy tính

Địa chỉ tầng 2 (Ethernet) và tầng 3 (IP) là cần thiết:

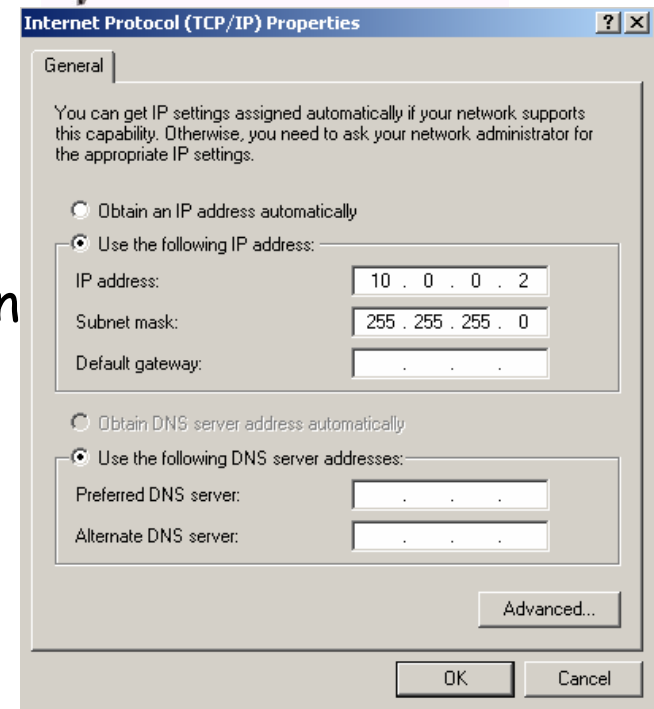
❑ Địa chỉ MAC/tầng 2

- Được đốt (burn) vào trong ROM của NIC
- Không thay đổi được
- Là định danh thực của thiết bị



❑ Địa chỉ IP/tầng 3

- Được đặt qua phần mềm
- Là địa chỉ "thư từ" của thiết bị
- Cần phải thay đổi khi thiết bị dịch chuyển



Xem địa chỉ MAC và IP của máy tính?

The image shows a Windows XP desktop with a Windows XP logo on the left. The taskbar at the bottom includes the Start button, a user icon for 'rick graziani's Budd...', and a taskbar icon for 'Doubt...'. A 'Run' dialog box is open, with 'cmd' entered in the 'Open:' field. In the background, a command prompt window titled 'C:\WINNT\System32\cmd.exe' displays the output of two commands. The first command, 'ipconfig', shows the IP address '172.16.22.73' and DNS suffix 'cabrillo.edu'. The second command, 'ipconfig /all', shows the physical address '00-20-E0-6B-17-62' and other network details. Red boxes and arrows highlight the specific information requested in the title.

Run Dialog:

Type the name of a program, folder, document, or Internet resource, and Windows will open it for you.

Open:

OK Cancel Browse...

Command Prompt Output:

```
C:\WINNT\System32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : cabrillo.edu
    IP Address. . . . . : 172.16.22.73
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.224.0
    Default Gateway . . . . . : 172.16.1.1

C:\>ipconfig /all

Windows IP Configuration

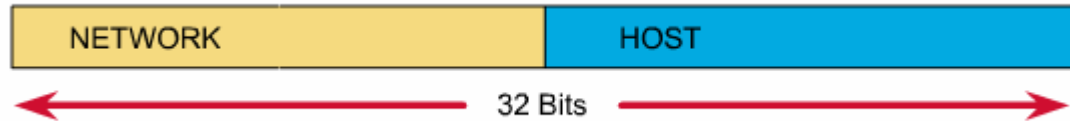
    Host Name . . . . . : RICK-GRAZIANI
    Primary Dns Suffix . . . . . :
    Node Type . . . . . : Hybrid
    IP Routing Enabled. . . . . : No
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : cabrillo.edu
    Description . . . . . : Intel 8255x-based PCI Ethernet Adapt
(100)
    Physical Address. . . . . : 00-20-E0-6B-17-62
    Dhcp Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
    IP Address. . . . . : 172.16.22.73
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.224.0
    Default Gateway . . . . . : 172.16.1.1
    DHCP Server . . . . . : 172.16.1.7
    DNS Servers . . . . . : 207.62.187.53
    : 207.62.187.54
    Primary WINS Server . . . . . : 171.69.2.87
    Secondary WINS Server . . . . . : 171.68.235.228
    Lease Obtained. . . . . : Wednesday, March 10, 2004 9:48:23 AM
    Lease Expires . . . . . : Saturday, March 13, 2004 9:48:23 AM

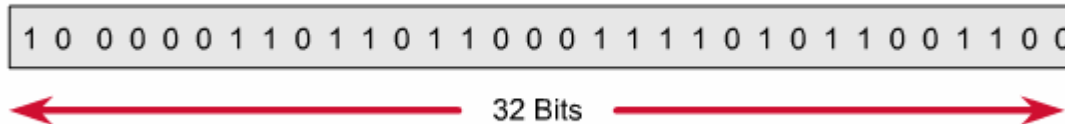
C:\>_
```

Cấu trúc địa chỉ IPv4

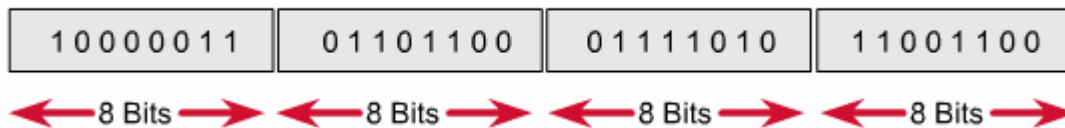


Một địa chỉ IPv4 có **32 bits**, gồm 2 phần: phần địa chỉ mạng và phần địa chỉ trạm trên một mạng.

Phần địa chỉ mạng bao gồm bao nhiêu bit tùy thuộc vào mặt nạ mạng con (phần sau).



Được chia thành 4 octets.



Chuyển đổi từ hệ nhị phân sang thập phân.



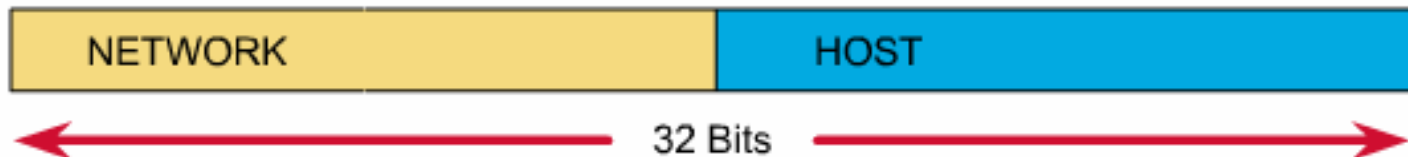
Địa chỉ IP

Một địa chỉ IP có 2 phần:

- phần địa chỉ mạng
- phần địa chỉ trạm (host) trên mạng

Những bits nào đề cập đến địa chỉ mạng?

Những bits nào đề cập đến địa chỉ trạm?



Địa chỉ IP

Trả lời:

❑ Kỹ thuật cũ - **Classful IP Addressing** (kế tiếp)

- **Giá trị octet đầu tiên** xác định phần địa chỉ mạng và phần địa chỉ trạm.
- Được sử dụng với những giao thức định tuyến theo lớp, vd như RIPv1.
- Cấu trúc bảng định tuyến của Cisco cũng có cấu trúc theo kiểu phân lớp.

❑ Kỹ thuật mới - **Classless IP Addressing** (phần sau)

- **Mặt nạ mạng con** xác định phần địa chỉ mạng và địa chỉ trạm.
- Giá trị của octet đầu tiên không có ý nghĩa quyết định (như là trong classful IP addressing)
- Định tuyến liên vùng không phân lớp - Classless Inter-Domain Routing (CIDR).
- Địa chỉ IP không phân lớp được sử dụng trên Internet và trong phần lớn các mạng nội bộ.

Địa chỉ IP phân lớp

| Class A | Network | Host | | |
|---------|---------|------|---|---|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Class B | Network | Host | | |
|---------|---------|------|---|---|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Class C | Network | Host | | |
|---------|---------|------|---|---|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Class D | Host | | | |
|---------|------|---|---|---|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Address Class | First Octet Range | Number of Possible Networks | Number of Hosts per Network |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Class A | 0 to 127 | 128 (2 are reserved) | 16,777,214 |
| Class B | 128 to 191 | 16,348 | 65,534 |
| Class C | 192 to 223 | 2,097,152 | 254 |

- ❑ Trong những ngày đầu của Internet, địa chỉ IP được cấp phát cho các tổ chức dựa trên yêu cầu hơn là nhu cầu thực sự.
- ❑ Khi một tổ chức được cấp phát một địa chỉ mạng IP, địa chỉ đó được kết hợp với một "lớp", **A, B, hoặc C**.
- ❑ Đó chính là **Địa chỉ IP phân lớp - Classful IP Addressing**
- ❑ **Octet đầu tiên** của địa chỉ sẽ xác định mạng đó thuộc lớp nào và bao nhiêu bits trong địa chỉ IP thuộc về địa chỉ mạng.
- ❑ **Không** có mặt nạ mạng con ở đây.
- ❑ Mãi cho đến năm 1992 khi IETF giới thiệu CIDR (Classless InterDomain Routing), làm cho địa chỉ địa chỉ phân lớp mất ý nghĩa.
- ❑ Đó chính là **Địa chỉ IP không phân lớp - Classless IP Addressing**.
- ❑ Hiện tại, tất cả những gì mà ta cần biết đó là **Mạng ngày nay là không phân lớp**, trừ một số thứ như **cấu trúc bảng định tuyến của Cisco** và những mạng vẫn đang còn dùng các **giao thức định tuyến phân lớp**.

Các lớp địa chỉ IPv4

| Class A | Network | Host | | |
|---------|---------|------|---|---|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Class B | Network | | Host | |
|---------|---------|---|------|---|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Class C | Network | | | Host |
|---------|---------|---|---|------|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Class D | Host | | | |
|---------|------|---|---|---|
| Octet | 1 | 2 | 3 | 4 |

| Address Class | First Octet Range | Number of Possible Networks | Number of Hosts per Network |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Class A | 0 to 127 | 128 (2 are reserved) | 16,777,214 |
| Class B | 128 to 191 | 16,348 | 65,534 |
| Class C | 192 to 223 | 2,097,152 | 254 |

- ❑ Không có địa chỉ cho những mạng với số lượng host cỡ trung bình
- ❑ Trong những ngày đầu của Internet, địa chỉ IP được cấp phát cho các tổ chức dựa trên yêu cầu hơn là nhu cầu thực sự.

Mạng được xác định dựa vào giá trị của octet đầu tiên

| Address Class | First Octet Range | Number of Possible Networks | Number of Hosts per Network |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Class A | 0 to 127 | 128 (2 are reserved) | 16,777,214 |
| Class B | 128 to 191 | 16,348 | 65,534 |
| Class C | 192 to 223 | 2,097,152 | 254 |

- ❑ Phần địa chỉ mạng của địa chỉ IP phụ thuộc vào octet đầu tiên.
- ❑ Không có "Mặt nạ mạng cơ sở" - "Base Network Mask" - được cung cấp bởi ISP.
- ❑ Mặt nạ mạng là vốn có ngay trong bản thân của địa chỉ.

Các lớp địa chỉ IPv4 (tt.)

| Address Class | First Octet Range | Number of Possible Networks | Number of Hosts per Network |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Class A | 0 to 127 | 128 (2 are reserved) | 16,777,214 |
| Class B | 128 to 191 | 16,348 | 65,534 |
| Class C | 192 to 223 | 2,097,152 | 254 |

Địa chỉ lớp D

- ❑ Một địa chỉ lớp D bắt đầu với các bits 1110 trong octet đầu tiên.
- ❑ Giá trị octet đầu tiên nằm trong khoảng từ 224 đến 239.
- ❑ Địa chỉ lớp D được sử dụng để đại diện cho một nhóm các trạm được gọi là a host group, or multicast group.

Địa chỉ lớp E

Octet đầu tiên của địa chỉ IP bắt đầu với các bits 1111

- ❑ Các địa chỉ lớp E được dành riêng cho mục đích thí nghiệm và không nên dùng đánh địa chỉ cho các trạm hay các multicast groups.

Các lớp địa chỉ IP

| | 1st octet | 2nd octet | 3rd octet | 4th octet |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Class A | Network | Host | Host | Host |
| Class B | Network | Network | Host | Host |
| Class C | Network | Network | Network | Host |

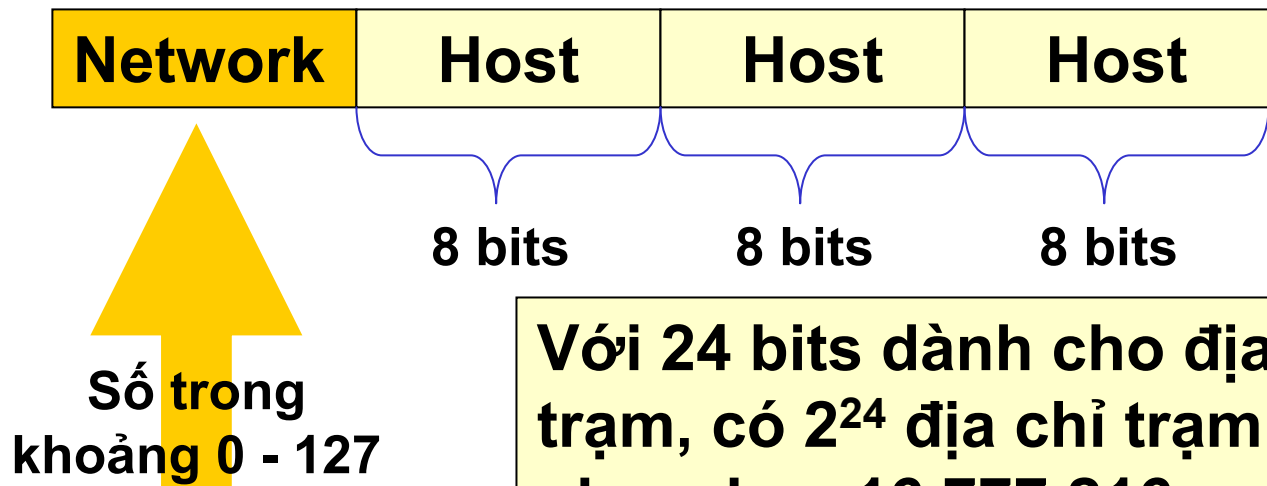
N = Địa chỉ mạng - Network number: được cấp/quản lý bởi ARIN (American Registry for Internet Numbers)

H = Địa chỉ trạm - Host number: được cấp/quản lý bởi các nhà quản trị mạng

Địa chỉ lớp A

Mặt nạ mặc định: 255.0.0.0 (/8)

Giá trị octet đầu tiên: 0 – 127, bắt đầu với bit 0



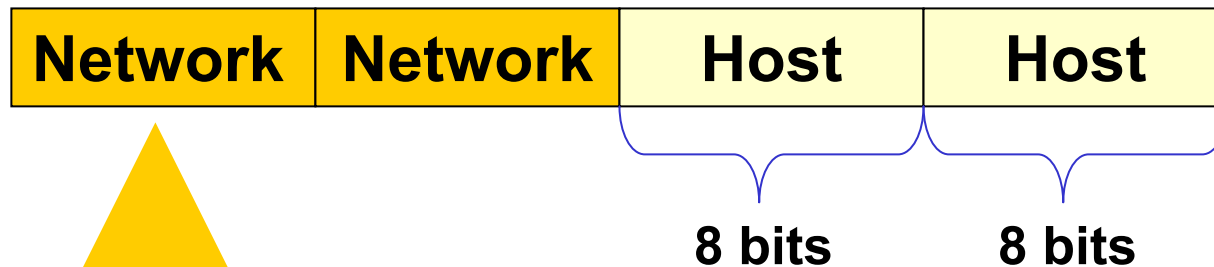
Với 24 bits dành cho địa chỉ trạm, có 2^{24} địa chỉ trạm khác nhau, hay 16,777,216 nodes!

- ❑ Có 126 địa chỉ mạng thuộc lớp A.
 - 0 và 127 có ý nghĩa đặc biệt và không được sử dụng để cấp phát.
- ❑ 16,777,214 địa chỉ trạm/mạng, một địa chỉ chỉ địa chỉ mạng và một địa chỉ quảng bá cho tất cả các trạm trên mạng.
- ❑ Chỉ những tổ chức lớn như quân đội, cơ quan chính phủ, các trường đại học lớn và những tập đoàn lớn mới có địa chỉ lớp A (đang nói đến Mỹ!).
- ❑ Ví dụ như ISPs có địa chỉ 24.0.0.0 và 63.0.0.0
- ❑ Địa chỉ lớp A chiếm tới 2,147,483,648 địa chỉ IPv4.
- ❑ Bằng 50 % không gian địa chỉ đơn hướng, nếu địa chỉ phân lớp vẫn đang được sử dụng trên Internet!

Địa chỉ lớp B

Mặt nạ mặc định: 255.255.0.0 (/16)

Giá trị octet đầu tiên: 128 – 191, bắt đầu với các bits 10



**Số trong
khoảng
128 - 191**

Với 16 bits dành cho địa chỉ trạm, có 2^{16} địa chỉ trạm khác nhau, hay 65,536 nodes!

- ❑ Có 16,384 (2^{14}) địa chỉ mạng thuộc lớp B.
- ❑ Mỗi mạng có 65,534 địa chỉ trạm, một địa chỉ chỉ địa chỉ mạng và một địa chỉ quảng bá cho tất cả các trạm trên mạng.
- ❑ Địa chỉ lớp B chiếm 25% không gian địa chỉ IPv4 đơn hướng.
- ❑ Địa chỉ lớp B được cấp cho những tổ chức lớn như Cisco, các cơ quan chính phủ, trường học cấp vùng.

Địa chỉ lớp C

Mặt nạ mặc định: 255.255.255.0 (/24)

Giá trị octet đầu tiên: 192 – 223, bắt đầu với các bits 110




Số trong
khoảng
192 - 223

8 bits

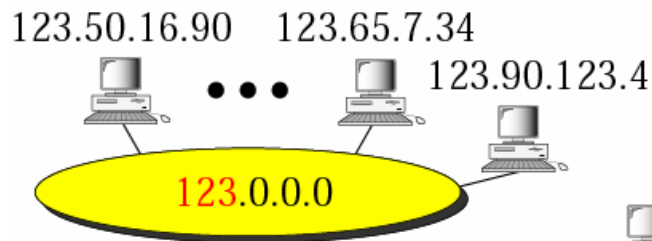
Với 8 bits dành cho địa chỉ trạm, có 2^8 địa chỉ trạm khác nhau, hay 256 nodes!

- ❑ Có 2,097,152 địa chỉ mạng thuộc lớp C.
- ❑ Mỗi mạng có 254 địa chỉ trạm, một địa chỉ chỉ địa chỉ mạng và một địa chỉ quảng bá cho tất cả các trạm trên mạng.
- ❑ Địa chỉ lớp C chiếm 12.5% không gian địa chỉ IPv4 đơn hướng.

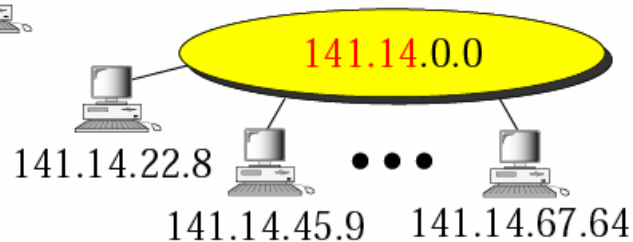
Ví dụ về địa chỉ mạng

Examples of network addresses

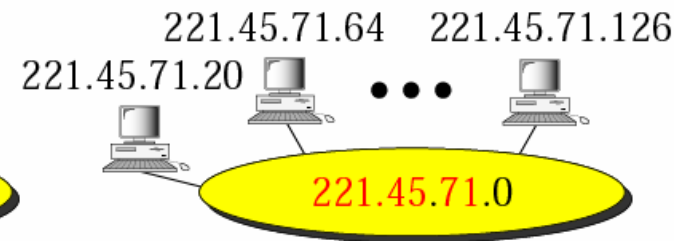
| Netid | Hostid |
|----------|--------|
| Specific | All 0s |



(a) Class A



(b) Class B



(c) Class C

Điền vào chỗ trống...

Fill in the information...

1. 192.168.1.3 Class _____ Default Mask: _____
Network: _____ Broadcast: _____
Hosts: _____ through _____

2. 1.12.100.31 Class _____ Default Mask: _____
Network: _____ Broadcast: _____
Hosts: _____ through _____

3. 172.30.77.5 Class _____ Default Mask: _____
Network: _____ Broadcast: _____
Hosts: _____ through _____

Điền vào chỗ trống...
Fill in the information...

1. 192.168.1.3

Class C

Default Mask:

255.255.255.0

Network: 192.168.1.0

Broadcast: 192.168.1.255

Hosts: 192.168.1.1 through 192.168.1.254

2. 1.12.100.31

Class **A**

Default Mask: 255.0.0.0

Network: 1.0.0.0

Broadcast: 1.255.255.255

Hosts: 1.0.0.1 through 1.255.255.254

3. 172.30.77.5

Class B

Default Mask: 255.255.0.0




Network: 172.30.0.0

Broadcast: 172.30.255.255

Hosts: 172.30.0.1 through 172.30.255.254

Xác định địa chỉ mạng dựa vào lớp

❑ Lớp xác định Mặt nạ mạng cơ sở!

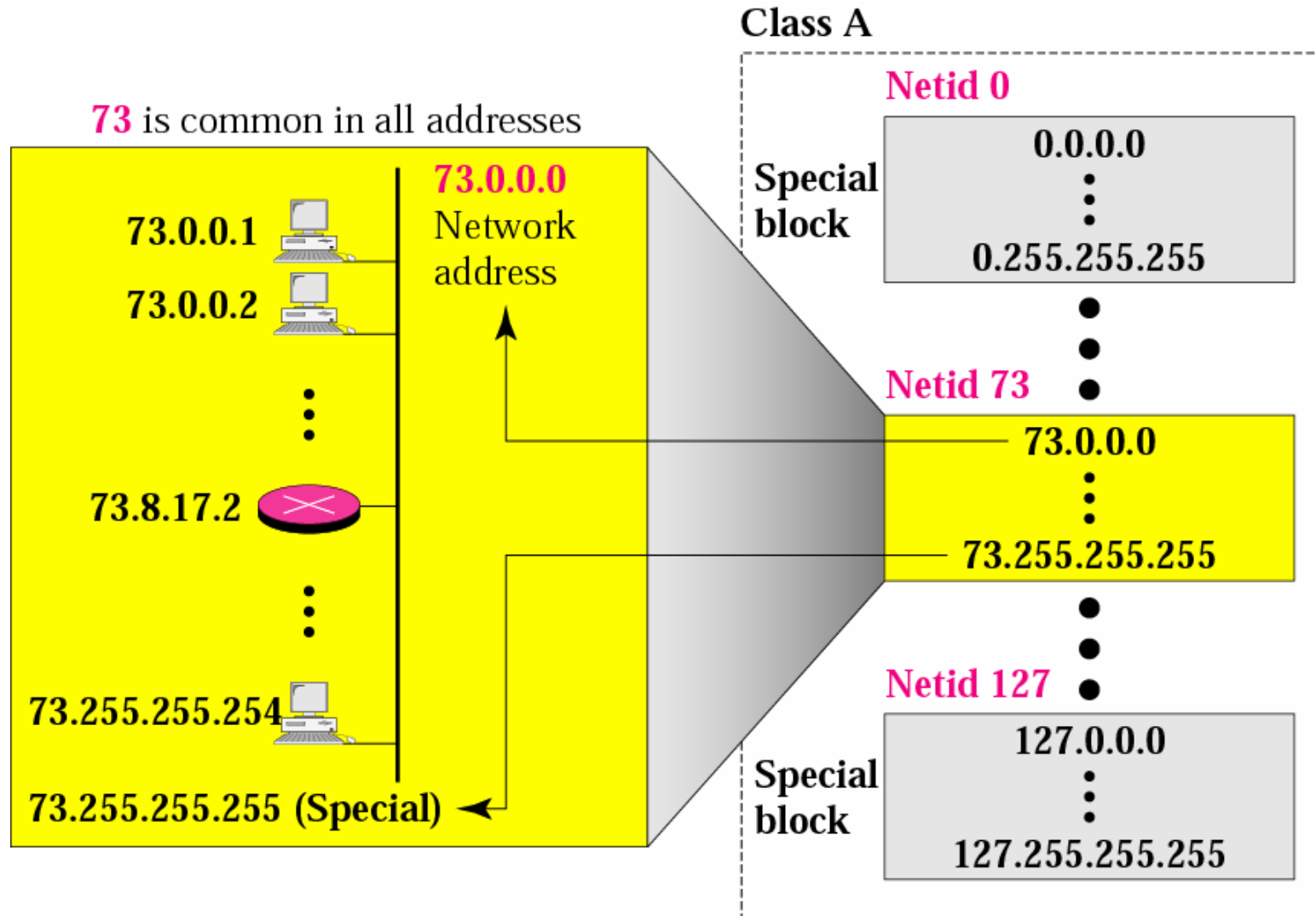
- | | | |
|----------------|--|---|
| 1. 192.168.1.3 | Class C  | Default Mask: 255.255.255.0 Network: 192.168.1.0 |
| 2. 1.12.100.31 | Class A  | Default Mask: 255.0.0.0 Network: 1.0.0.0 |
| 3. 172.30.77.5 | Class B  | Default Mask: 255.255.0.0 Network: 172.30.0.0 |

Ghi nhớ các lớp địa chỉ IPv4!

| <u>Class</u> | <u>First Bits</u> | <u>First Octet</u> | <u>Network Bits</u> | <u>Host Bits</u> |
|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| A | 0 | 0 – 127 | 8 | 24 |
| B | 10 | 128 – 191 | 16 | 16 |
| C | 110 | 192 – 223 | 24 | 8 |
| D | 1110 | 224 – 239 | | |
| E | 1111 | 240 – | | |

Các khối địa chỉ lớp A

Blocks in class A

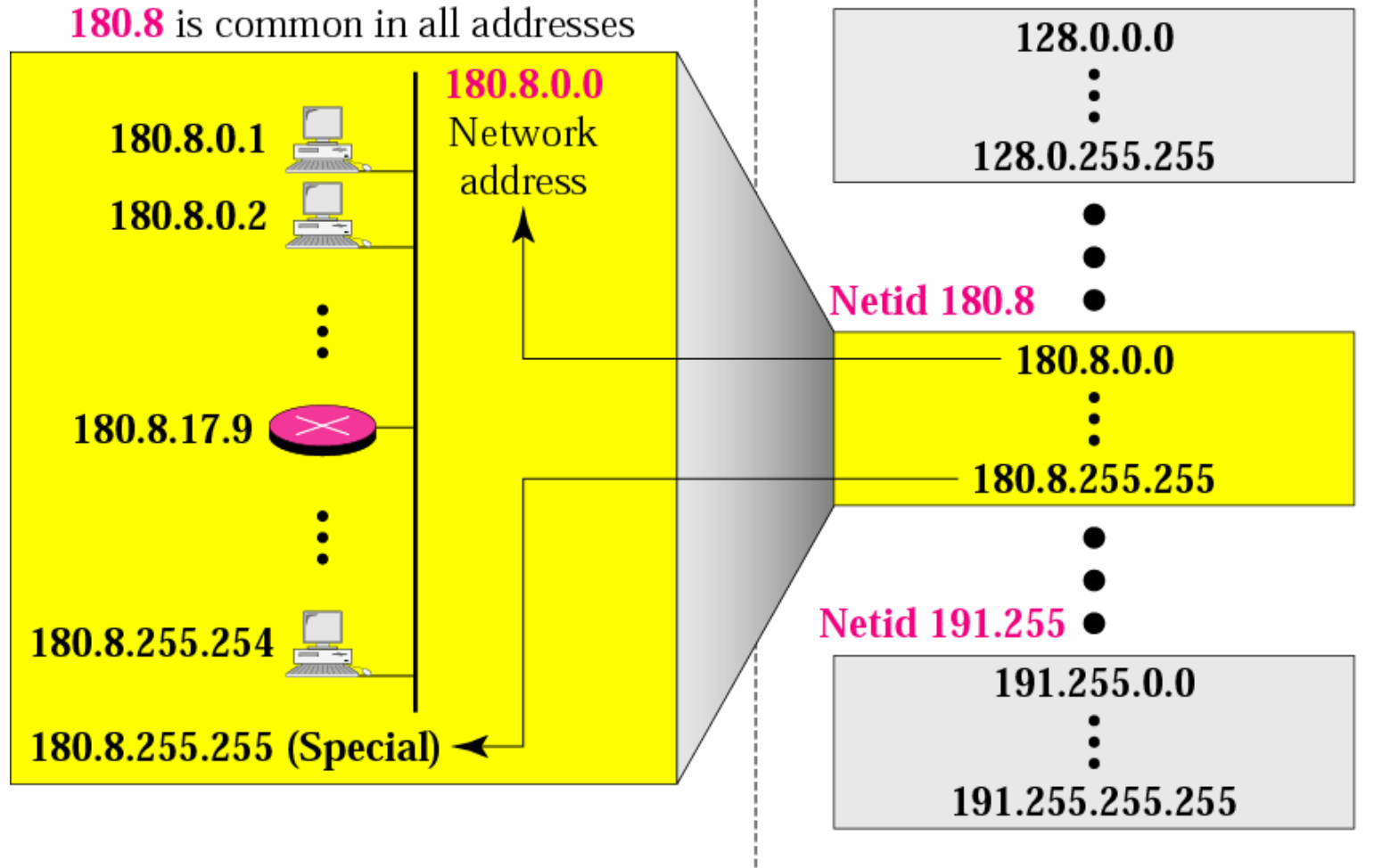


128 blocks: 16,777,216 addresses in each block

Các khối địa chỉ lớp B

Blocks in class B

Class B

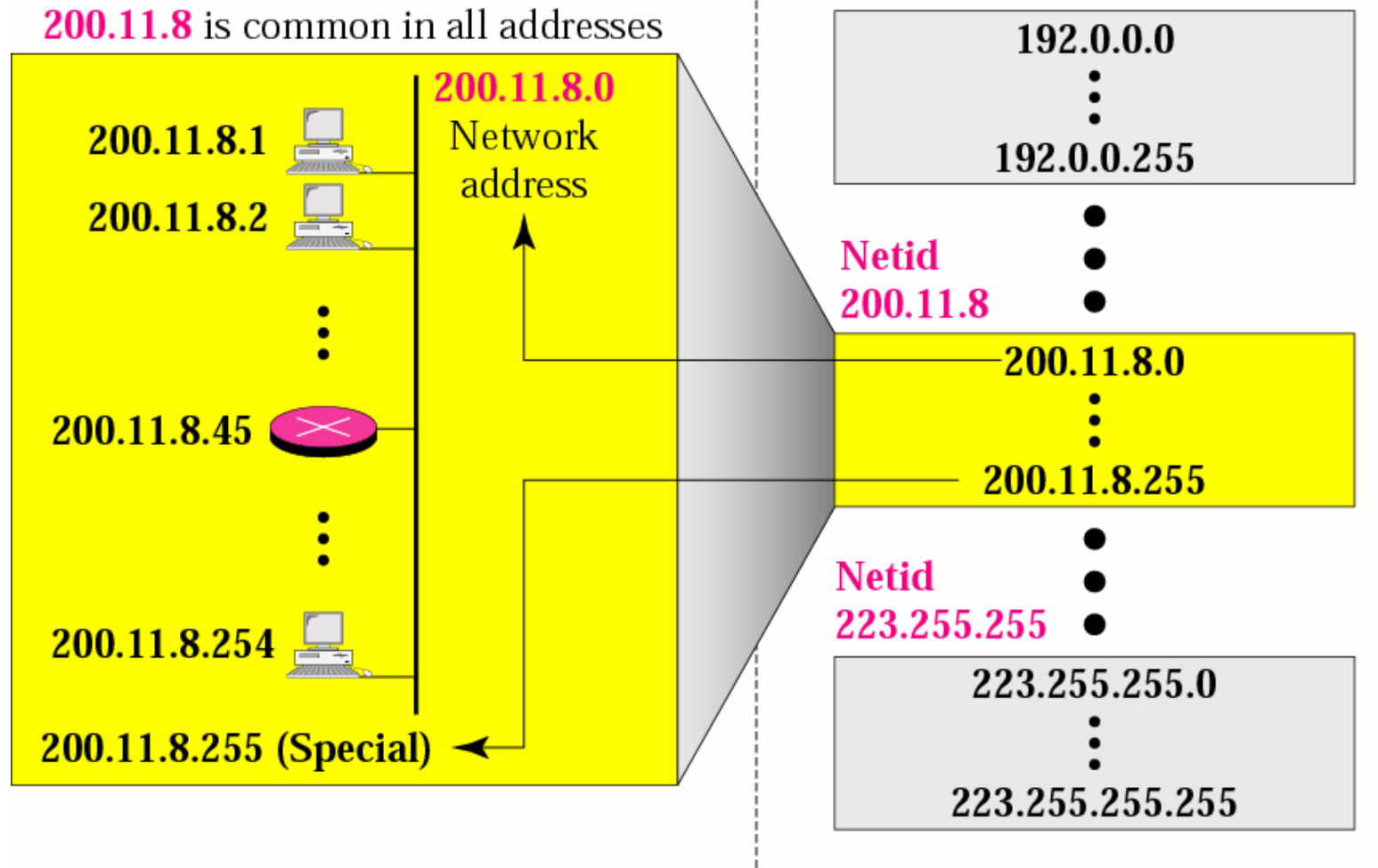


16,384 blocks: 65,536 addresses in each block

Các khối địa chỉ lớp C

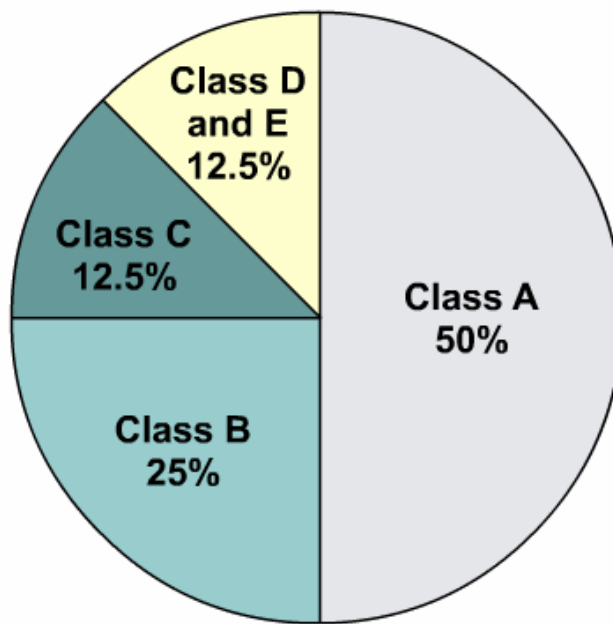
Blocks in class C

Class C



2,097,152 blocks: 256 addresses in each block

Sự khủng hoảng địa chỉ IP



With Class A and B addresses virtually exhausted, Class C addresses (12.5 percent of the total space) are left to assign to new networks.

- ❑ Sự thiếu hụt địa chỉ
- ❑ Sự bùng nổ của bảng định tuyến trên Internet

Một giải pháp cho địa chỉ IPv4

Mặt nạ mạng con - Subnet Mask

- ❑ Một giải pháp cho sự thiếu hụt địa chỉ IP chính là mặt nạ mạng con - subnet mask.
- ❑ Được chuẩn hóa vào năm 1985 (RFC 950), mặt nạ mạng con giúp chia một mạng thuộc lớp A, B hay C thành những phần nhỏ hơn.
- ❑ Điều đó cho phép một nhà quản trị mạng có thể chia mạng của họ ra thành nhiều mạng con.
- ❑ Routers vẫn còn kết hợp một địa chỉ mạng với octet đầu tiên của địa chỉ IP.

Giải pháp dài hạn: IPv6

- ❑ IPv6, hay IPng (IP - the Next Generation) sử dụng một không gian địa chỉ gồm 128 bits, sinh ra số địa chỉ có thể cung cấp là
340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456
- ❑ IPv6 vẫn đang được triển khai một cách chậm chạp
- ❑ IPv6 đòi hỏi phần mềm mới; đội ngũ IT phải được đào tạo lại
- ❑ Trong những năm tới phần lớn khả năng là IPv6 sẽ cùng tồn tại với IPv4.
- ❑ Một số chuyên gia tin tưởng rằng IPv4 vẫn sẽ tồn tại hơn 10 năm nữa (đến khoảng 2015).

Các giải pháp ngắn hạn:

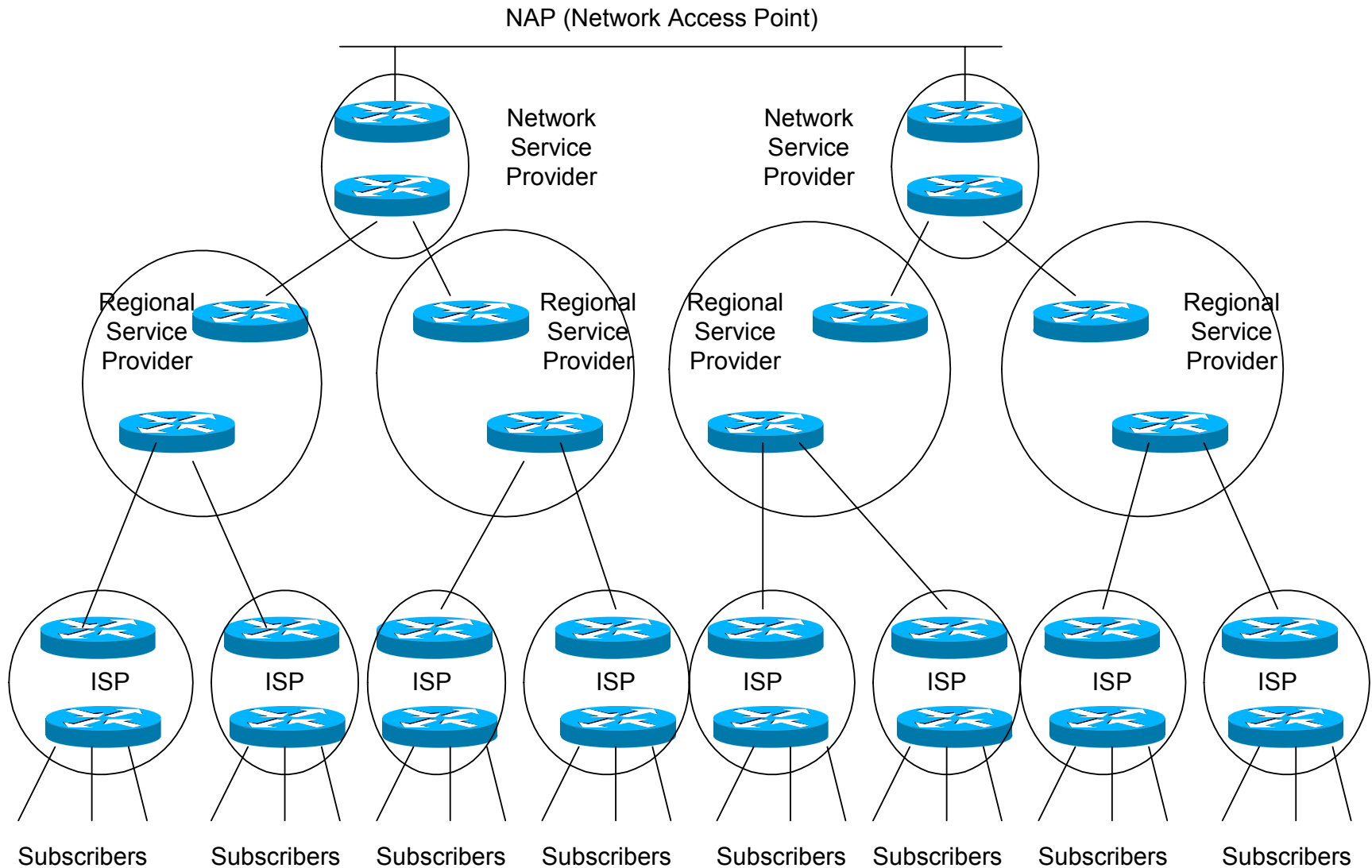
Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- ❑ CIDR (Classless Inter-Domain Routing) - RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- ❑ VLSM (Variable Length Subnet Mask) - RFC 1009
- ❑ Private Addressing - RFC 1918
- ❑ NAT/PAT (Network Address Translation / Port Address Translation) - RFCs 2663, 2993, 3022, 3027, 3235

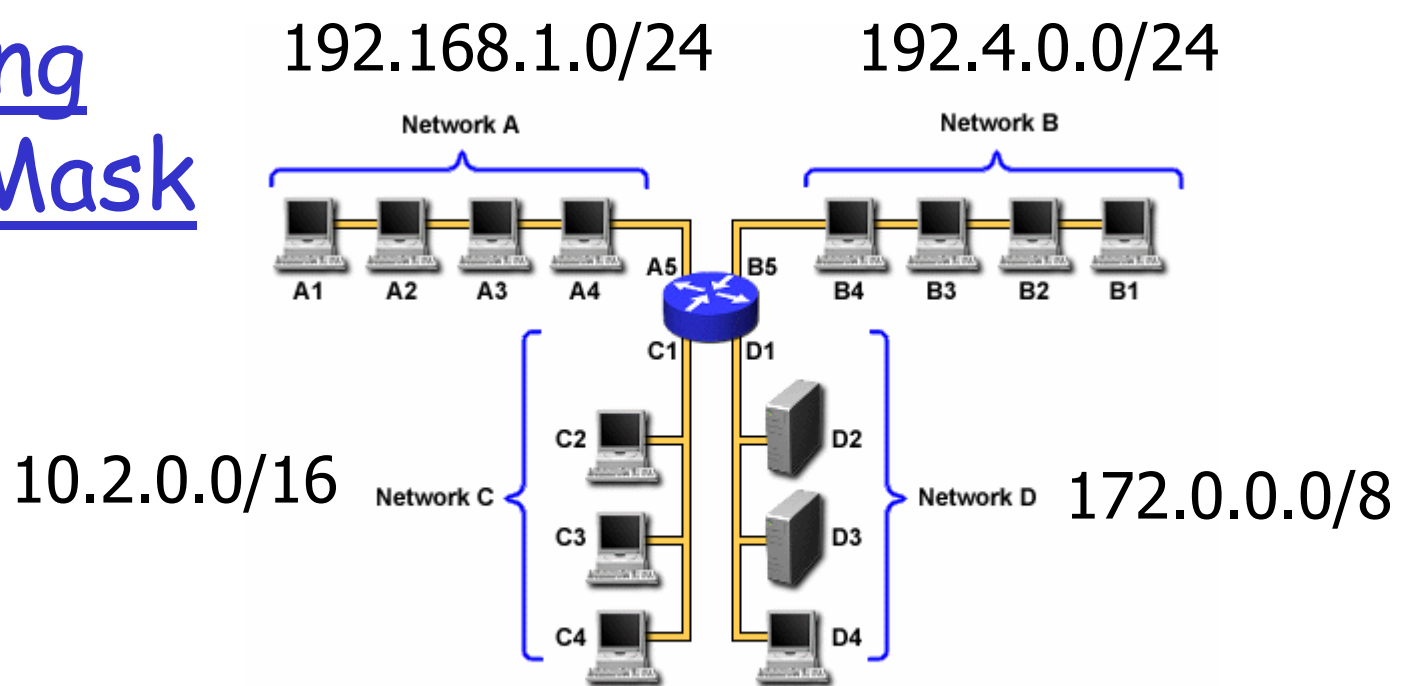
| Class | RFC 1918 Internal Address Range | CIDR Prefix |
|-------|---------------------------------|----------------|
| A | 10.0.0.0 to 10.255.255.255 | 10.0.0.0/8 |
| B | 172.16.0.0 to 172.31.255.255 | 172.16.0.0/12 |
| C | 192.168.0.0 to 192.168.255.255 | 192.168.0.0/16 |

ISP/NAP Hierarchy - “The Internet: Still hierarchical after all these years.”

Jeff Doyle (*Tries to be anyways!*)



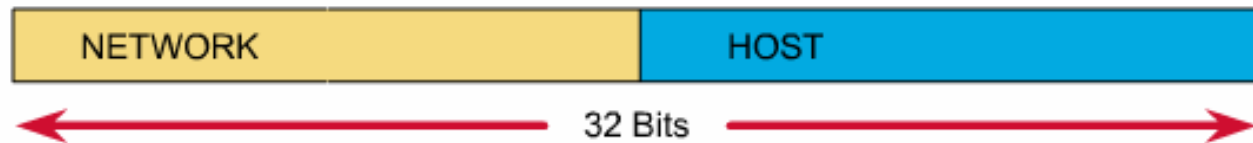
Mặt nạ mạng - Subnet Mask



□ Định danh mạng hay phần địa chỉ mạng

- Trạm trên một mạng chỉ có thể truyền thông trực tiếp với các thiết bị khác nếu như chúng có cùng định danh mạng, chẳng hạn như cùng mạng hay cùng mạng con.
- **Mặt nạ mạng (subnet mask)** xác định phần địa chỉ mạng và phần địa chỉ trạm cho một địa chỉ IP.
- Địa chỉ mạng không thể được sử dụng như là một địa chỉ cho bất kỳ thiết bị nào kết nối vào mạng, ví dụ như hosts, router interfaces₆₋₅₁

Sử dụng mặt nạ mạng - subnet mask



- ❑ **Subnet mask** cho ta biết phần nào của địa chỉ IP thuộc phần địa chỉ mạng và phần nào thuộc địa chỉ trạm trên một mạng.
- ❑ Khi có được một địa chỉ IP, một địa chỉ trạm hay một địa chỉ mạng, từ một ISP (Internet Service Provider), họ cũng sẽ cung cấp cho ta một subnet mask, còn được gọi là **Mặt nạ mạng cơ sở - Base Network Mask**.
- ❑ Ta có thể sửa đổi mặt nạ mạng con này (làm cho nó dài ra), để phân chia mạng con của cơ quan/tổ chức mình.

Subnet Masks - Binary

| | 1st octet | 2nd octet | 3rd octet | 4th octet |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 172.0.0.0 | Network | Host | Host | Host |
| Subnet Mask | 11111111 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |

| | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 192.4.0.0 | Network | Network | Host | Host |
| Subnet Mask | 11111111 | 11111111 | 00000000 | 00000000 |

| | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 192.168.1.0 | Network | Network | Network | Host |
| Subnet Mask | 11111111 | 11111111 | 11111111 | 00000000 |

- Một bit “1” trong subnet mask có nghĩa rằng bit tương ứng trong địa chỉ IP thuộc về địa chỉ mạng
- Một bit “0” trong subnet mask có nghĩa rằng bit tương ứng trong địa chỉ IP thuộc về địa chỉ trạm.

Subnet Masks - dưới dạng dấu chấm thập phân

| | 1st octet | 2nd octet | 3rd octet | 4th octet |
|---|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 172.0.0.0 | Network | Host | Host | Host |
| Subnet Mask: 255.0.0.0 or /8 | 255 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | |
|--|----------------|----------------|-------------|-------------|
| 192.4.0.0 | Network | Network | Host | Host |
| Subnet Mask: 255.255.0.0 or /16 | 255 | 255 | 0 | 0 |

| | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|-------------|
| 192.168.1.0 | Network | Network | Network | Host |
| Subnet Mask: 255.255.255.0 or /24 | 255 | 255 | 255 | 0 |

- /n “slash” cho ta biết bao nhiêu bit “1” trong subnet mask.
- Subnet masks không nhất thiết phải kết thúc tại “ranh giới octet tự nhiên” - “natural octet boundaries”.
- Các địa chỉ mạng có tất cả các bit đều bằng 0 trong phần địa chỉ trạm,

Subnet Masks - dotted decimal

1st octet 2nd octet 3rd octet 4th octet

192.4.0.0

| Network | Network | Host | Host |
|---------|---------|------|------|
|---------|---------|------|------|

**Subnet Mask:
255.255.0.0 or /16**

| | | | |
|-----|-----|---|---|
| 255 | 255 | 0 | 0 |
|-----|-----|---|---|

10.2.0.0

| Network | Network | Network | Host |
|---------|---------|---------|------|
|---------|---------|---------|------|

**Subnet Mask:
255.255.255.0 or /24**

| | | | |
|-----|-----|-----|---|
| 255 | 255 | 255 | 0 |
|-----|-----|-----|---|

- Cần phải kiểm tra mặt nạ mạng con vì một octet trong phần địa chỉ mạng có thể là 0.

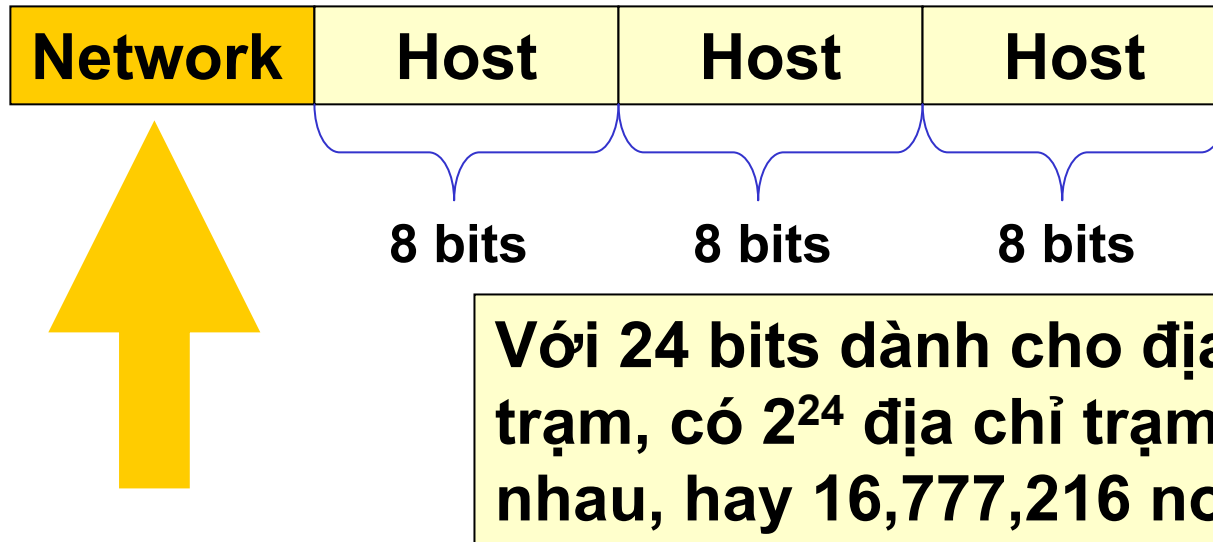
Tại sao cần đến mặt nạ mạng con: Số trạm trên mạng!

Subnet Mask:

| | 1st octet | 2nd octet | 3rd octet | 4th octet |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| 255.0.0.0 or /8 | Network | Host | Host | Host |
| 255.255.0.0 or /16 | Network | Network | Host | Host |
| 255.255.255.0 or /24 | Network | Network | Network | Host |

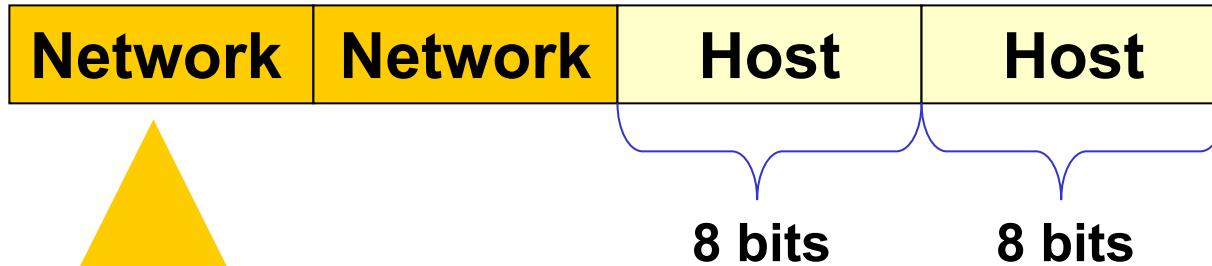
- Subnet masks không nhất thiết phải kết thúc tại “ranh giới octet tự nhiên” - “natural octet boundaries”.

Subnet: 255.0.0.0 (/8)



- ❑ Chỉ những tổ chức lớn như quân đội, cơ quan chính phủ, các trường đại học lớn và những tập đoàn lớn mới có những mạng cần số địa chỉ nhiều như vậy.
- ❑ Ví dụ: Một ISP cung cấp dịch vụ cable modem có đ/c 24.0.0.0 và một ISP cung cấp dịch vụ DSL có đ/c 63.0.0.0

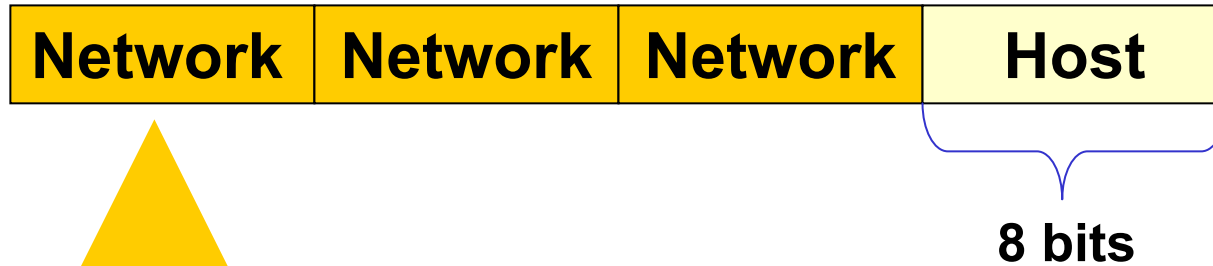
Subnet: 255.255.0.0 (/16)



Với 16 bits dành cho địa chỉ trạm, có 2^{16} địa chỉ trạm khác nhau, hay 65,536 nodes!

- Có 65,534 địa chỉ trạm, một địa chỉ mạng và một địa chỉ quảng bá.

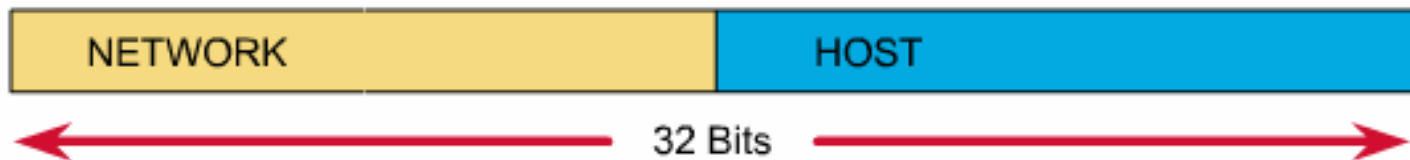
Subnet: 255.255.255.0 (/24)



Với 8 bits dành cho địa chỉ trạm, có 2^8 địa chỉ trạm khác nhau, hay 256 nodes!

- 254 địa chỉ trạm, một địa chỉ mạng và một địa chỉ quảng bá.

Địa chỉ IP



Có một sự cân bằng giữa:

- Số bits địa chỉ mạng hay số mạng mà ta có thể có được...

VÀ

- Số bits địa chỉ trạm hay số trạm trên mỗi mạng mà ta có thể có được.

Ta sẽ xem xét kỹ hơn ở các slides tiếp theo.

- Địa chỉ mạng không thể được sử dụng như là một địa chỉ cho bất kỳ thiết bị nào kết nối vào mạng, ví dụ như hosts, router interfaces...
- Địa chỉ mạng: tất cả các bit ở phần địa chỉ trạm đều bằng 0.
 - Lưu ý: Cần phải xét thêm mặt nạ mạng vì địa chỉ mạng có thể bao gồm các bit 0.

Subnet Masks - Luyện tập!

❑ Gạch dưới phần địa chỉ mạng của mỗi địa chỉ sau:

Network Address

Subnet Mask

172.0.0.0

255.0.0.0

172.16.0.0

255.255.0.0

192.168.1.0

255.255.255.0

192.168.0.0

255.255.0.0

192.168.0.0

255.255.255.0

10.1.1.0

/24

10.2.0.0

/16

10.0.0.0

/16

❑ Phần còn lại của địa chỉ là gì?

Subnet Masks - Đáp án

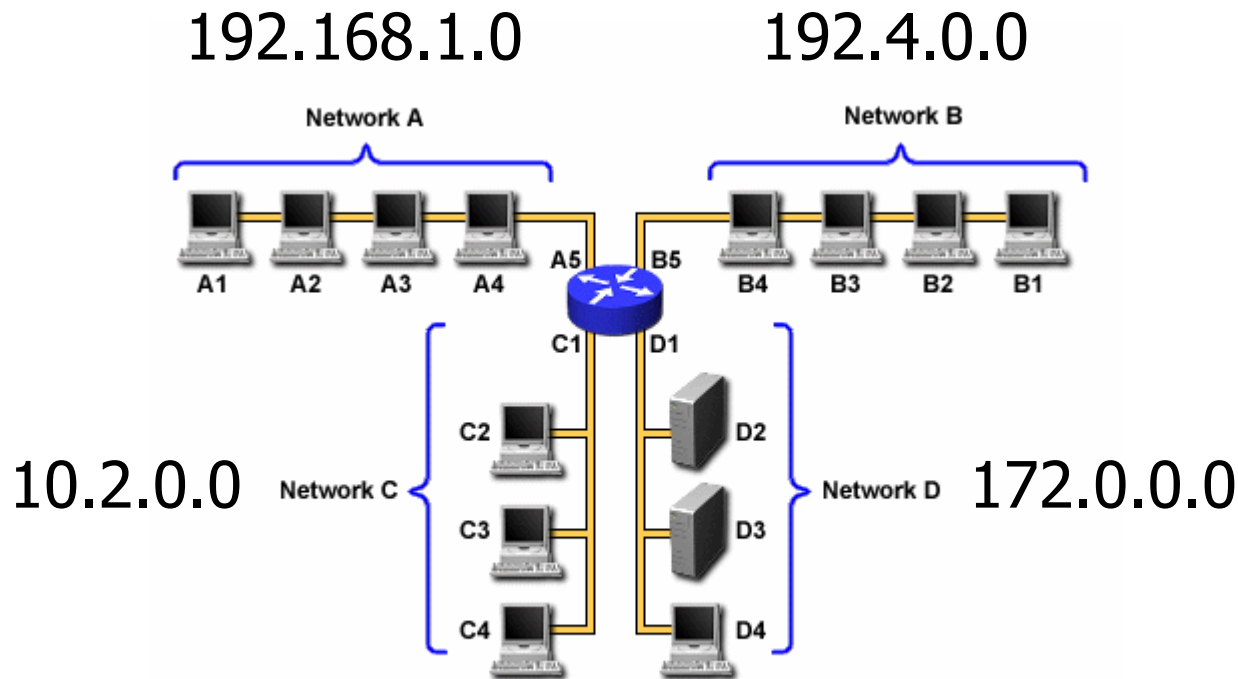
❑ Gạch dưới phần địa chỉ mạng của mỗi địa chỉ:

| <u>Network Address</u> | <u>Subnet Mask</u> |
|------------------------|--------------------|
| <u>172.0.0.0</u> | 255.0.0.0 |
| <u>172.16.0.0</u> | 255.255.0.0 |
| <u>192.168.1.0</u> | 255.255.255.0 |
| <u>192.168.0.0</u> | 255.255.0.0 |
| <u>192.168.0.0</u> | 255.255.255.0 |
| <u>10.1.1.0</u> | /24 |
| <u>10.2.0.0</u> | /16 |
| <u>10.0.0.0</u> | /16 |

❑ Phần còn lại của địa chỉ là gì?

○ Địa chỉ trạm - Host Addresses

Địa chỉ IP (tt.)



□ Địa chỉ quảng bá - Broadcast Address

- Được sử dụng để truyền dữ liệu đến tất cả các thiết bị trong cùng mạng
- **Tất cả các bit trong phần địa chỉ trạm đều bằng 1**
- Tất cả các thiết bị đều lắng nghe gói tin quảng bá
- Địa chỉ quảng bá không thể được dùng để gán cho bất kỳ thiết bị nào kết nối vào mạng.
- **Tìm địa chỉ quảng bá cho một mạng như thế nào?**

Subnet Masks - Luyện tập!

❑ Địa chỉ quảng bá cho mỗi mạng dưới đây là gì?

| <u>Network Address</u> | <u>Subnet Mask</u> | <u>Broadcast Address</u> |
|------------------------|--------------------|--------------------------|
| 172.0.0.0 | 255.0.0.0 | |
| 172.16.0.0 | 255.255.0.0 | |
| 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | |
| 192.168.0.0 | 255.255.0.0 | |
| 192.168.0.0 | 255.255.255.0 | |
| 10.1.1.0 | /24 | |
| 10.2.0.0 | /16 | |
| 10.0.0.0 | /16 | |

Subnet Masks - Đáp án

□ Địa chỉ quảng bá cho mỗi mạng dưới đây là gì?

| <u>Network Address</u> | <u>Subnet Mask</u> | <u>Broadcast Address</u> |
|------------------------|--------------------|--------------------------|
| 172.0.0.0 | 255.0.0.0 | 172.255.255.255 |
| 172.16.0.0 | 255.255.0.0 | 172.16.255.255 |
| 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | 192.168.1.255 |
| 192.168.0.0 | 255.255.0.0 | 192.168.255.255 |
| 192.168.0.0 | 255.255.255.0 | 192.168.0.255 |
| 10.1.1.0 | /24 | 10.1.1.255 |
| 10.2.0.0 | /16 | 10.2.255.255 |
| 10.0.0.0 | /16 | 10.0.255.255 |

Subnet Masks - Luyện tập!

☐ Chuyển các địa chỉ và mặt nạ mạng dưới đây về dạng nhị phân

| | | | | | | | |
|-----------------|-------|---|-------|---|-------|---|-------|
| 172.0.0.0 | _____ | . | _____ | . | _____ | . | _____ |
| 255.0.0.0 | _____ | . | _____ | . | _____ | . | _____ |
| 172.255.255.255 | _____ | . | _____ | . | _____ | . | _____ |
| 172.16.0.0 | _____ | . | _____ | . | _____ | . | _____ |
| 255.255.0.0 | _____ | . | _____ | . | _____ | . | _____ |
| 172.16.255.255 | _____ | . | _____ | . | _____ | . | _____ |

Subnet Masks - Đáp án

- ❑ Chuyển các địa chỉ và mặt nạ mạng dưới đây về dạng nhị phân

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| 172.0.0.0 | 10101100.00000000.00000000.00000000 |
| 255.0.0.0 | 11111111.00000000.00000000.00000000 |
| 172.255.255.255 | 10101100.11111111.11111111.11111111 |
| 172.16.0.0 | 10101100.00010000.00000000.00000000 |
| 255.255.0.0 | 11111111.11111111.00000000.00000000 |
| 172.16.255.255 | 10101100.00010000.11111111.11111111 |

Subnet Masks - Luyện tập (tt.)

☐ Chuyển các địa chỉ và mặt nạ mạng dưới đây về dạng nhị phân

192.168.1.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.255.255.0 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.1.255 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.255.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.255.255 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.255.255.0 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.255 _____ . _____ . _____ . _____

Subnet Masks - Đáp án

❑ Chuyển các địa chỉ và mặt nạ mạng dưới đây về dạng nhị phân

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.0 | 11000000.10101000.00000001.00000000 |
| 255.255.255.0 | 11111111.11111111.11111111.00000000 |
| 192.168.1.255 | 11000000.10101000.00000001.11111111 |
| | |
| 192.168.0.0 | 11000000.10101000.00000000.00000000 |
| 255.255.0.0 | 11111111.11111111.00000000.00000000 |
| 192.168.255.255 | 11000000.10101000.11111111.11111111 |
| | |
| 192.168.0.0 | 11000000.10101000.00000000.00000000 |
| 255.255.255.0 | 11111111.11111111.11111111.00000000 |
| 192.168.0.255 | 11000000.10101000.00000000.11111111 |

Subnet Masks - Luyện tập (tt.)

☐ Chuyển các địa chỉ và mặt nạ mạng dưới đây về dạng nhị phân

10.1.1.0

_____ . _____ . _____ . _____

/24

_____ . _____ . _____ . _____

10.1.1.255

_____ . _____ . _____ . _____

10.2.0.0

_____ . _____ . _____ . _____

/16

_____ . _____ . _____ . _____

10.2.255.255

_____ . _____ . _____ . _____

10.0.0.0

_____ . _____ . _____ . _____

/16

_____ . _____ . _____ . _____

10.0.255.255

_____ . _____ . _____ . _____

Subnet Masks - Đáp án

❑ Chuyển các địa chỉ và mặt nạ mạng dưới đây về dạng nhị phân

10.1.1.0 00001010.00000001.00000001.00000000

/24 11111111.11111111.11111111.00000000

10.1.1.255 00001010.00000001.00000001.11111111

10.2.0.0 00001010.00000010.00000000.00000000

/16 11111111.11111111.00000000.00000000

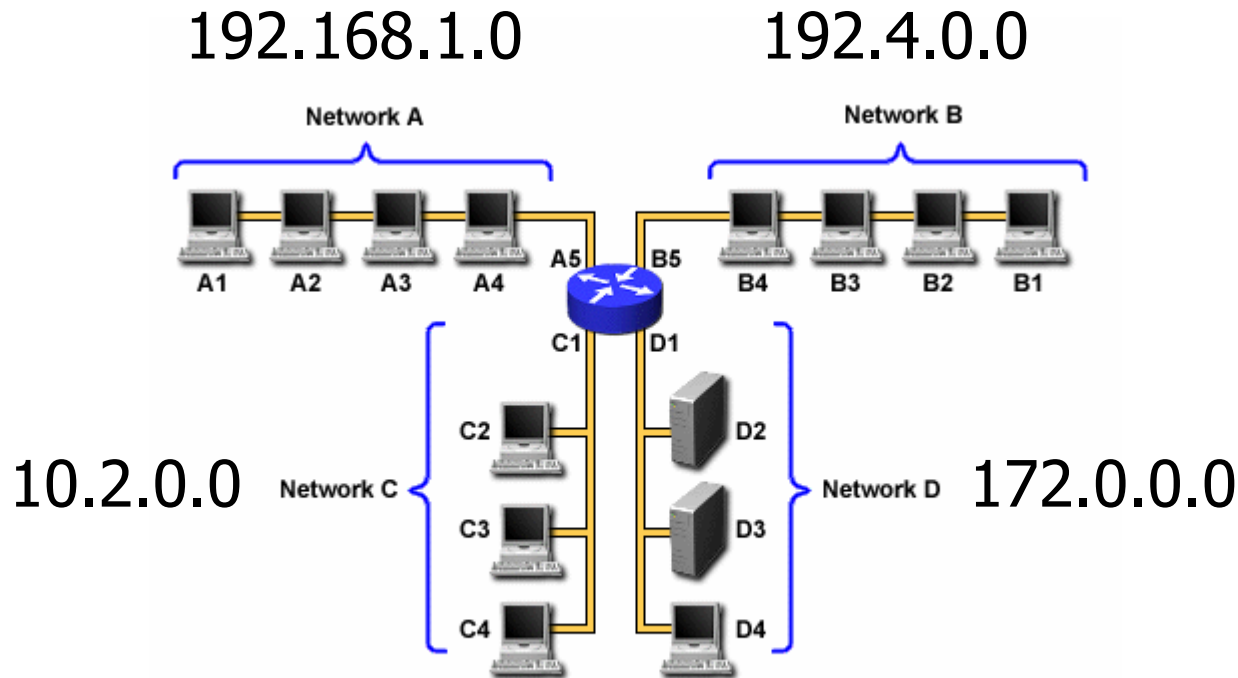
10.2.255.255 00001010.00000010.11111111.11111111

10.0.0.0 00001010.00000000.00000000.00000000

/16 11111111.11111111.00000000.00000000

10.0.255.255 00001010.00000000.11111111.11111111

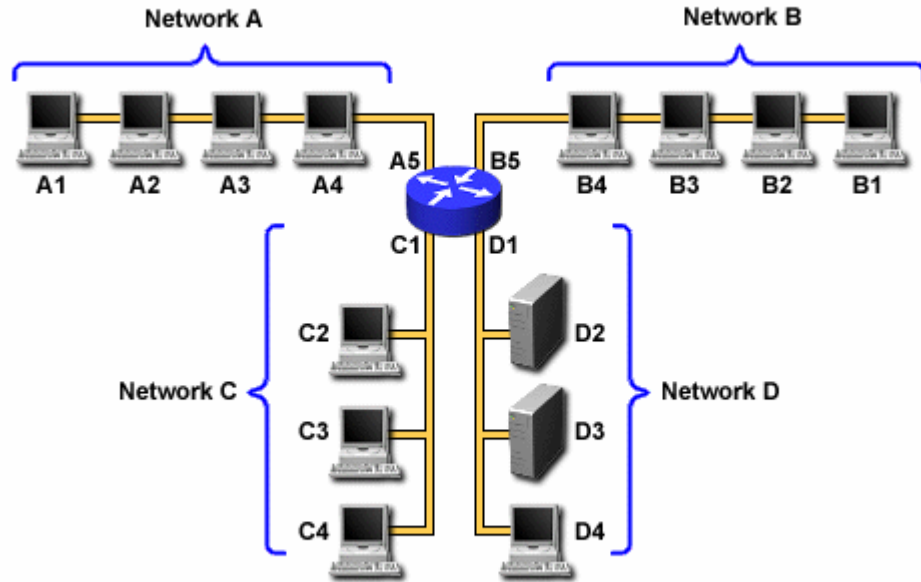
Địa chỉ: Mạng và Trạm



Cần phải có routers khi hai trạm với địa chỉ IP thuộc về hai mạng/mạng con khác nhau cần liên lạc với nhau.

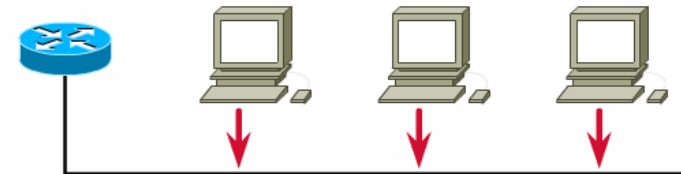
- **Một số ví dụ về địa chỉ trạm?**

Địa chỉ trạm Host Addresses



- ❑ Địa chỉ mạng bao gồm một dải các địa chỉ (IP) trạm
- ❑ Với mỗi mạng (hay mạng con) hai địa chỉ không thể được dùng làm địa chỉ trạm (HOST IP addresses):
 1. Địa chỉ mạng (Network Address) - Địa chỉ đại diện cho mạng đó.
 2. Địa chỉ quảng bá (Broadcast Address) - Địa chỉ được sử dụng để liên lạc với tất cả các thiết bị trên mạng đó.

Đánh địa chỉ cho các trạm



Cho địa chỉ **172.16.0.0** và mặt nạ mạng con là **255.255.0.0**:

| Network | Network | Host | Host |
|---------|---------|------|------|
| 172 | 16 | 0 | 0 |

Một địa chỉ mạng, **65,534** đ/c trạm, **một** địa chỉ quảng bá.

| | | | |
|-----|----|------|------|
| 172 | 16 | 0 | 0 |
| 172 | 16 | 0 | 1 |
| 172 | 16 | Etc. | Etc. |
| 172 | 16 | 255 | 254 |

**1 đ/c
mạng**

**65,534 đ/c
trạm**
 $2^{16} - 2$

| | | | |
|-----|----|-----|-----|
| 172 | 16 | 255 | 255 |
|-----|----|-----|-----|

**1 đ/c
quảng bá**

Dải địa chỉ trạm - Luyện tập!

- ❑ Địa chỉ trạm là tất cả các địa chỉ nằm trong khoảng giữa địa chỉ mạng và địa chỉ quảng bá.
- ❑ Dải địa chỉ trạm cho mỗi mạng dưới đây là gì?

| <u>Network Address</u> | <u>Subnet Mask</u> | <u>Broadcast Address</u> |
|------------------------|--------------------|--------------------------|
| 172.0.0.0 | 255.0.0.0 | 172.255.255.255 |
| 172.16.0.0 | 255.255.0.0 | 172.16.255.255 |
| 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | 192.168.1.255 |
| 192.168.0.0 | 255.255.0.0 | 192.168.255.255 |
| 192.168.0.0 | 255.255.255.0 | 192.168.0.255 |
| 10.1.1.0 | /24 | 10.1.1.255 |
| 10.2.0.0 | /16 | 10.2.255.255 |
| 10.0.0.0 | /16 | 10.0.255.255 |

Dải địa chỉ trạm - Đáp án

| <u>Network Address</u> | <u>Subnet Mask</u> | <u>Broadcast Address</u> |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 172.0.0.0 | 255.0.0.0 | 172.255.255.255 |
| 172.0.0.1 through 172.255.255.254 | | |
| 172.16.0.0 | 255.255.0.0 | 172.16.255.255 |
| 172.16.0.1 through 172.16.255.254 | | |
| 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | 192.168.1.255 |
| 192.168.1.1 through 192.168.1.254 | | |
| 192.168.0.0 | 255.255.0.0 | 192.168.255.255 |
| 192.168.0.1 through 192.168.255.254 | | |
| 192.168.0.0 | 255.255.255.0 | 192.168.0.255 |
| 192.168.0.1 through 192.168.0.254 | | |

Dải địa chỉ trạm - Đáp án (tt.)

| <u>Network Address</u> | <u>Subnet Mask</u> | <u>Broadcast Address</u> |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 10.1.1.0 | /24 | 10.1.1.255 |
| 10.1.1.1 through 10.1.1.254 | | |
| 10.2.0.0 | /16 | 10.2.255.255 |
| 10.2.0.1 through 10.2.255.254 | | |
| 10.0.0.0 | /16 | 10.0.255.255 |
| 10.0.0.1 through 10.0.255.254 | | |

Dải địa chỉ trạm - Luyện tập!

□ Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 172.0.0.0 (net) | 10101100.00000000.00000000.00000000 |
| 255.0.0.0 (SM) | 11111111.00000000.00000000.00000000 |
| 172.0.0.1 | _____. |
| 172.255.255.254 | _____. |
| 172.255.255.255 (broadcast) | 10101100.11111111.11111111.11111111 |

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 172.16.0.0 (net) | 10101100.00010000.00000000.00000000 |
| 255.255.0.0 (SM) | 11111111.11111111.00000000.00000000 |
| 172.16.0.1 | _____. |
| 172.16.255.254 | _____. |
| 172.16.255.255 (broadcast) | 10101100.00010000.11111111.11111111 |

Dải địa chỉ trạm - Đáp án!

□ Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 172.0.0.0 (net) | 10101100.00000000.00000000.00000000 |
| 255.0.0.0 (SM) | 11111111.00000000.00000000.00000000 |
| 172.0.0.1 | 10101100.00000000.00000000.00000001 |
| 172.255.255.254 | 10101100.11111111.11111111.11111110 |
| 172.255.255.255 (broadcast) | 10101100.11111111.11111111.11111111 |

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 172.16.0.0 (net) | 10101100.00010000.00000000.00000000 |
| 255.255.0.0 (SM) | 11111111.11111111.00000000.00000000 |
| 172.16.0.1 | 10101100.00010000.00000000.00000001 |
| 172.16.255.254 | 10101100.00010000.11111111.11111110 |
| 172.16.255.255 (broadcast) | 10101100.00010000.11111111.11111111 |

Dải địa chỉ trạm - Luyện tập!

□ Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.0 (net) | 11000000.10101000.00000001.00000000 |
| 255.255.255.0 (SM) | 11111111.11111111.11111111.00000000 |
| 192.168.1.1 | _____. |
| 192.168.1.254 | _____. |
| 192.168.1.255 | 11000000.10101000.00000001.11111111 |
| (broadcast) | |

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| 192.168.0.0 (net) | 11000000.10101000.00000000.00000000 |
| 255.255.0.0 (SM) | 11111111.11111111.00000000.00000000 |
| 192.168.0.1 | _____. |
| 192.168.255.254 | _____. |
| 192.168.255.255 | 11000000.10101000.11111111.11111111 |
| (broadcast) | |

Dải địa chỉ trạm - Đáp án

□ Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

| | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.0 (net) | 11000000.10101000.00000001.00000000 |
| 255.255.255.0 (SM) | 11111111.11111111.11111111.00000000 |
| 192.168.1.1 | 11000000.10101000.00000001.00000001 |
| 192.168.1.254 | 11000000.10101000.00000001.11111110 |
| 192.168.1.255 (broadcast) | 11000000.10101000.00000001.11111111 |

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 192.168.0.0 (net) | 11000000.10101000.00000000.00000000 |
| 255.255.0.0 (SM) | 11111111.11111111.00000000.00000000 |
| 192.168.0.1 | 11000000.10101000.00000000.00000001 |
| 192.168.255.254 | 11000000.10101000.11111111.11111110 |
| 192.168.255.255 (broadcast) | 11000000.10101000.11111111.11111111 |

Dải địa chỉ trạm - Luyện tập!

□ Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

192.168.0.0 (net) 11000000.10101000.00000000.00000000

255.255.255.0 (SM) 11111111.11111111.11111111.00000000

192.168.0.1 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.254 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.255 11000000.10101000.00000000.11111111

(broadcast)

Dải địa chỉ trạm - Đáp án

□ Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

| | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 192.168.0.0 (net) | 11000000.10101000.00000000.00000000 |
| 255.255.255.0 (SM) | 11111111.11111111.11111111.00000000 |
| 192.168.0.1 | 11000000.10101000.00000000.00000001 |
| 192.168.0.254 | 11000000.10101000.00000000.11111110 |
| 192.168.0.255 (broadcast) | 11000000.10101000.00000000.11111111 |

Dải địa chỉ trạm

Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

| | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| 10.1.1.0 (net) | 00001010.00000001.00000001.00000000 |
| /24 (SM) | 11111111.11111111.11111111.00000000 |
| 10.1.1.1 | 00001010.00000001.00000001.00000001 |
| 10.1.1.254 | 00001010.00000001.00000001.11111110 |
| 10.1.1.255 (broadcast) | 00001010.00000001.00000001.11111111 |

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 10.2.0.0 (net) | 00001010.00000010.00000000.00000000 |
| /16 (SM) | 11111111.11111111.00000000.00000000 |
| 10.2.0.1 | 00001010.00000010.00000000.00000001 |
| 10.2.255.254 | 00001010.00000010.11111111.11111110 |
| 10.2.255.255 (broadcast) | 00001010.00000010.11111111.11111111 |

Mặt nạ mạng con: Ranh giới

- ❑ Subnet masks không cần thiết phải kết thúc ở ranh giới tự nhiên của octet (số bit 1 trong subnet mask không cần thiết phải là một bội số của 8)
- ❑ Chuyển sang dạng nhị phân:

Network Address

172.1.16.0

192.168.1.0

Subnet Mask

255.255.240.0

255.255.255.224

Mặt nạ mạng con: Ranh giới

- ❑ Subnet masks không cần thiết phải kết thúc ở ranh giới tự nhiên của octet

172.1.16.0

10101100.00000001.00010000.00000000

255.255.240.0

11111111.11111111.11110000.00000000

- ❑ Dải địa chỉ trạm dưới dạng thập phân và nhị phân?
- ❑ Địa chỉ quảng bá?
- ❑ Bao nhiêu địa chỉ trạm?

Mặt nạ mạng con: Ranh giới

- Subnet masks không cần thiết phải kết thúc ở ranh giới tự nhiên của octet

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| 172.1.16.0 | 10101100.00000001.00010000.00000000 |
| 255.255.240.0 | 11111111.11111111.11110000.00000000 |

| | |
|------------|-------------------------------------|
| 172.1.16.1 | 10101100.00000001.00010000.00000001 |
| 172.1.16.2 | 10101100.00000001.00010000.00000010 |
| 172.1.16.3 | 10101100.00000001.00010000.00000011 |

...

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| 172.1.16.255 | 10101100.00000001.00010000.11111111 |
| 172.1.17.0 | 10101100.00000001.00010001.00000000 |
| 172.1.17.1 | 10101100.00000001.00010001.00000001 |

...

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| 172.1.31.254 | 10101100.00000001.00011111.11111110 |
|--------------|-------------------------------------|

Mặt nạ mạng con: Ranh giới

- ❑ Subnet masks không cần thiết phải kết thúc ở ranh giới tự nhiên của octet

172.1.16.0 10101100.00000001.00010000.00000000

255.255.240.0 11111111.11111111.11110000.00000000

172.1.16.1 10101100.00000001.00010000.00000001

...

172.1.31.254 10101100.00000001.00011111.11111110

172.1.31.255 10101100.00000001.00011111.11111111

(broadcast)

Số lượng trạm: $2^{12} - 2 = 4,096 - 2 = 4,094$ hosts

Mặt nạ mạng con: Ranh giới

- Subnet masks không cần thiết phải kết thúc ở ranh giới tự nhiên của octet

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.0 | 11000000.10101000.00000001.00000000 |
| 255.255.255.224 | 11111111.11111111.11111111.11100000 |
| 192.168.1.1 | 11000000.10101000.00000001.00000001 |
| 192.168.1.2 | 11000000.10101000.00000001.00000010 |
| 192.168.1.3 | 11000000.10101000.00000001.00000011 |
| ... | |
| 192.168.1.29 | 11000000.10101000.00000001.00011101 |
| 192.168.1.30 | 11000000.10101000.00000001.00011110 |
| 192.168.1.31 | 11000000.10101000.00000001.00011111 |
| (broadcast) | |

Mặt nạ mạng con: Ranh giới

- Subnet masks không cần thiết phải kết thúc ở ranh giới tự nhiên của octet

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.0 | 11000000.10101000.00000001.00000000 |
| 255.255.255.224 | 11111111.11111111.11111111.11100000 |

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.1 | 11000000.10101000.00000001.00000001 |
|-------------|-------------------------------------|

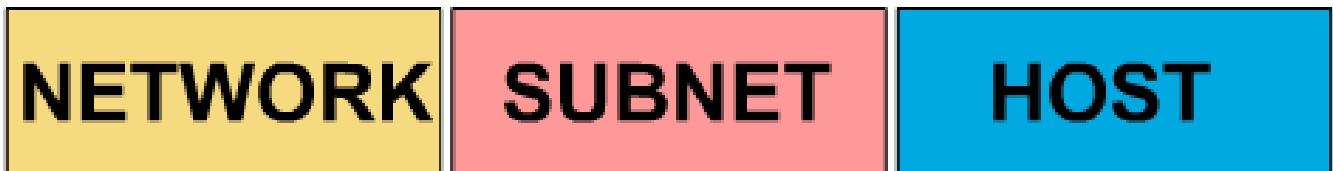
...

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.30 | 11000000.10101000.00000001.00011110 |
|--------------|-------------------------------------|

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 192.168.1.31 (broadcast) | 11000000.10101000.00000001.00011111 |
|-----------------------------|-------------------------------------|

Số lượng trạm: $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$ hosts

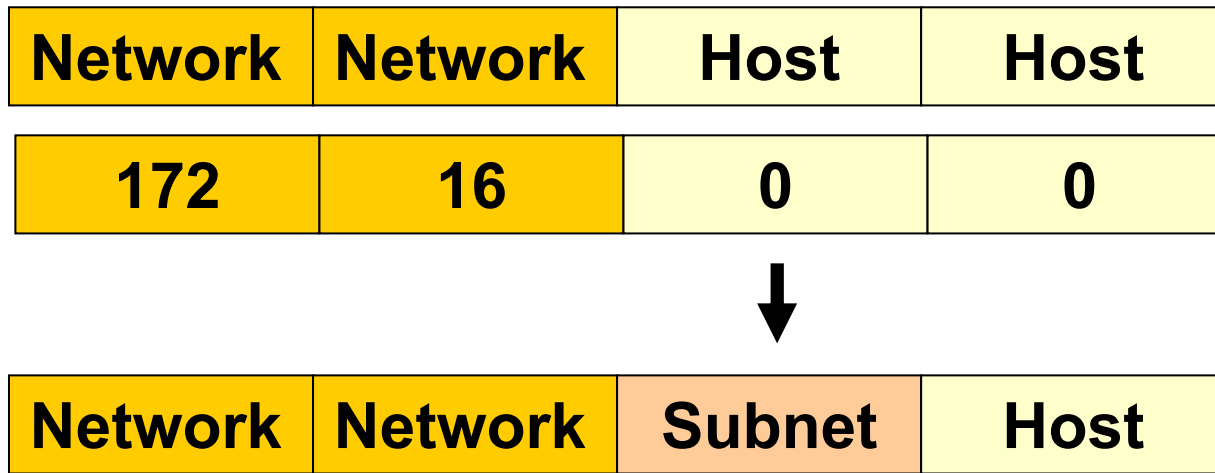
Mạng con và Mặt nạ mạng con



Được chính thức hóa vào năm 1985, mặt nạ mạng con chia một mạng đơn thành nhiều mạng con.

- Một bit “1” trong subnet mask có nghĩa rằng bit tương ứng trong địa chỉ IP thuộc về địa chỉ mạng
- Một bit “0” trong subnet mask có nghĩa rằng bit tương ứng trong địa chỉ IP thuộc về địa chỉ trạm.
- Cho phép các nhà quản trị mạng chia mạng của họ thành những mạng nhỏ hơn hay gọi là các **mạng con**.
- Các ưu điểm sẽ được thảo luận sau.

Subnetting (chia mạng con) là gì?



- ❑ Subnetting là quá trình mượn các bits ở phần địa chỉ trạm để chia một mạng lớn hơn thành nhiều mạng nhỏ.
- ❑ Subnetting **KHÔNG** cho ta nhiều địa chỉ trạm, mà ngược lại làm bớt đi số địa chỉ trạm.
- ❑ Ta sẽ mất 2 đ/c IP cho mỗi mạng con, một cho địa chỉ mạng con và một cho địa chỉ quảng bá của mạng con đó.
- ❑ Ta có thể bị mất subnet cuối cùng và tất cả các địa chỉ trạm của nó do địa chỉ quảng bá của subnet này trùng với địa chỉ quảng bá của mạng (lớn).
- ❑ Trong công nghệ cũ, ta còn bị mất subnet đầu tiên, do địa chỉ mạng con trùng với địa chỉ mạng (lớn). (Ngày nay thì các mạng con này đều có thể được sử dụng.)

Sự tương tự



Trước khi chia mạng con (subnetting):

- ❑ Trong bất kỳ mạng (hay mạng con) nào, ta không thể dùng tất cả địa chỉ IP để đánh đ/c trạm.
 - ❑ Ta mất 2 địa chỉ cho mỗi mạng hay mạng con.
1. Địa chỉ mạng - là địa chỉ dành riêng để chỉ mạng (con) đó. Ví dụ như: 172.16.0.0 /16
 2. Địa chỉ quảng bá - là địa chỉ dành riêng để chỉ tất cả các trạm trên mạng (con) đó. Ví dụ như: 172.16.255.255
- Do đó nó cho ta tổng **65,534** địa chỉ có thể cấp phát được cho các trạm

Sự tương tự

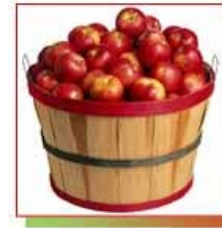
10 barrels x 10 apples = 100 apples



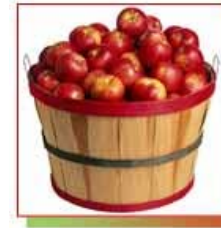
10



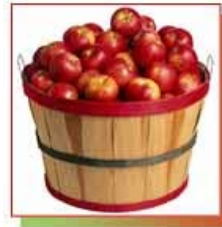
10



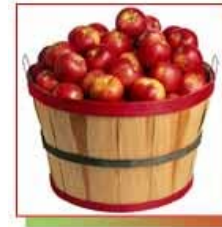
10



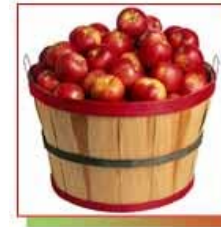
10



10



10



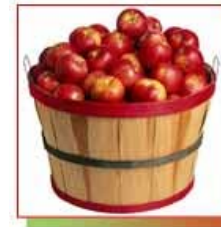
10



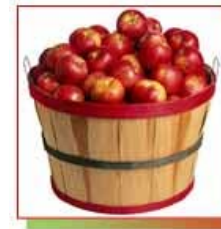
10



10



10



- Tương tự như việc chia 100 trái táo từ một thùng lớn ra 10 thùng nhỏ, mỗi thùng 10 trái.

2 = 1 network address + 1 broadcast address

8 barrels x 8 apples = 64 apples



**98 Apples
(100 - 2)**



10



8



(less 2)

8



(less 2)

8



(less 2)

8



(less 2)

8



(less 2)

8



(less 2)

8



(less 2)

8



(less 2)



10

- ❑ Tuy nhiên, trong việc chia mạng con ta sẽ bị mất 2 quả táo/địa chỉ trên một thùng/mạng con, một cho địa chỉ mạng (con) và một cho địa chỉ quảng bá.
- ❑ Ta có thể bị mất subnet cuối cùng và tất cả các địa chỉ trạm của nó do địa chỉ quảng bá của subnet này trùng với địa chỉ quảng bá của mạng (lớn).
- ❑ Trong công nghệ cũ, ta còn bị mất subnet đầu tiên, do địa chỉ mạng con trùng với địa chỉ mạng (lớn). (Hiện nay thì các mạng con này đều có thể được sử dụng.)

Ví dụ về mạng con

Địa chỉ mạng **172.16.0.0**

Mặt nạ mạng cơ sở **255.255.0.0** hay /16

Mặt nạ mạng cơ sở:
255.255.0.0 hay /16

| Network | Network | Host | Host |
|----------|----------|----------|----------|
| 11111111 | 11111111 | 00000000 | 00000000 |

Mặt nạ mạng con:
255.255.255.0 hay /24

| Network | Network | Subnet | Host |
|----------|----------|----------|----------|
| 11111111 | 11111111 | 11111111 | 00000000 |

- ❑ Áp dụng một mặt nạ lớn hơn mặt nạ mạng chính/cơ sở (mặt nạ mạng con), sẽ chia một mạng của ra thành nhiều mạng con.
- ❑ Mặt nạ mạng chính/cơ sở là 255.255.0.0 hay /16
- ❑ Mặt nạ mạng con được sử dụng ở đây là 255.255.255.0 hay /24

Ví dụ về mạng con

Địa chỉ mạng **172.16.0.0** với /16 Mặt nạ mạng cơ sở

Sử dụng **Mặt nạ mạng con 255.255.255.0 hay /24**

| Network | Network | Subnet | Host |
|----------------|---------------|----------------|--------------|
| 172 | 16 | 0 | 0 |
| 172 | 16 | 1 | 0 |
| 172 | 16 | 2 | 0 |
| 172 | 16 | 3 | 0 |
| 172 | 16 | Etc. | 0 |
| 172 | 16 | 254 | 0 |
| 172 | 16 | 255 | 0 |

Có thể không được
sử dụng subnet
đầu tiên do nó
chứa đ/c
mạng/con

**Địa chỉ
mạng con**

**254 mạng
con**

$2^8 - 2$

Có thể không được
sử dụng subnet
cuối cùng do nó
chứa đ/c quảng bá

Ví dụ về mạng con

Địa chỉ mạng **172.16.0.0** với /16 Mặt nạ mạng cơ sở
Sử dụng **Mặt nạ mạng con 255.255.255.0 hay /24**

Dải địa chỉ trạm và địa chỉ quảng bá cho mỗi subnet là gì?

| Network | Network | Subnet | Host |
|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| 172 | 16 | 0 | Host |
| 172 | 16 | 1 | Host |
| 172 | 16 | 2 | Host |
| 172 | 16 | 3 | Host |
| 172 | 16 | Etc. | Host |
| 172 | 16 | 254 | Host |
| 172 | 16 | 255 | Host |

Có thể không được
sử dụng subnet
đầu tiên do nó
chứa đ/c
mạng/con

Subnets

**255
Subnets**

$2^8 - 1$

Có thể không được
sử dụng subnet
cuối cùng do nó
chứa đ/c quảng bá

Ví dụ về mạng con

Địa chỉ mạng **172.16.0.0** với /16 Mặt nạ mạng cơ sở

Sử dụng **Mặt nạ mạng con 255.255.255.0** hay /24

| Network | Network | Subnet | Hosts |
|---------|---------|--------|-------|
|---------|---------|--------|-------|

| | | | |
|-----|----|------|------|
| 172 | 16 | 0 | Host |
| 172 | 16 | 1 | 1 |
| 172 | 16 | 2 | 1 |
| 172 | 16 | 3 | 1 |
| 172 | 16 | Etc. | 1 |
| 172 | 16 | 254 | 1 |

| | | | |
|-----|----|-----|------|
| 172 | 16 | 255 | Host |
|-----|----|-----|------|

Broadcast

| | |
|-----|-----|
| 254 | 255 |
| 254 | 255 |
| 254 | 255 |
| 254 | 255 |
| 254 | 255 |
| 254 | 255 |

Mỗi subnet có
254 hosts, $2^8 - 2$

Ví dụ về chia mạng con

Nếu KHÔNG phân chia mạng con:

| <u>Network</u> | <u>First Host</u> | <u>Last Host</u> | <u>Broadcast</u> |
|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| 172.16.0.0 | 172.16.0.1 | 172.16.255.254 | 172.16.255.255 |

□ 65,534 địa chỉ trạm, một địa chỉ mạng và một địa chỉ quảng bá.

Với kỹ thuật chia mạng con:

| <u>Network</u> | <u>First Host</u> | <u>Last Host</u> | <u>Broadcast</u> |
|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| 172.16.0.0 | 172.16.0.1 | 172.16.0.254 | 172.16.0.255 |
| 172.16.1.0 | 172.16.1.1 | 172.16.1.254 | 172.16.1.255 |
| 172.16.2.0 | 172.16.2.1 | 172.16.2.254 | 172.16.2.255 |
| 172.16.3.0 | 172.16.3.1 | 172.16.3.254 | 172.16.3.255 |
| 172.16.4.0 | 172.16.4.1 | 172.16.4.254 | 172.16.4.255 |
| 172.16.5.0 | 172.16.5.1 | 172.16.5.254 | 172.16.5.255 |
| 172.16.6.0 | 172.16.6.1 | 172.16.6.254 | 172.16.6.255 |
| 172.16.7.0 | 172.16.7.1 | 172.16.7.254 | 172.16.7.255 |
| ... | | | |
| 172.16.254.0 | 172.16.254.1 | 172.16.254.254 | 172.16.15.255 |
| 172.16.255.0 | 172.16.255.1 | 172.16.255.254 | 172.16.255.255 |

Với kỹ thuật chia mạng con:

| <u>Network</u> | <u>First Host</u> | <u>Last Host</u> | <u>Broadcast</u> | <u>Hosts</u> |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| 172.16.0.0 | 172.16.0.1 | 172.16.0.254 | 172.16.0.255 | 254 |
| 172.16.1.0 | 172.16.1.1 | 172.16.1.254 | 172.16.1.255 | 254 |
| 172.16.2.0 | 172.16.2.1 | 172.16.2.254 | 172.16.2.255 | 254 |
| 172.16.3.0 | 172.16.3.1 | 172.16.3.254 | 172.16.3.255 | 254 |
| 172.16.4.0 | 172.16.4.1 | 172.16.4.254 | 172.16.4.255 | 254 |
| 172.16.5.0 | 172.16.5.1 | 172.16.5.254 | 172.16.5.255 | 254 |
| 172.16.6.0 | 172.16.6.1 | 172.16.6.254 | 172.16.6.255 | 254 |
| 172.16.7.0 | 172.16.7.1 | 172.16.7.254 | 172.16.7.255 | 254 |
| 172.16.8.0 | 172.16.8.1 | 172.16.8.254 | 172.16.8.255 | 254 |
| 172.16.9.0 | 172.16.9.1 | 172.16.9.254 | 172.16.9.255 | 254 |
| ... | | | | |
| 172.16.254.0 | 172.16.254.1 | 172.16.254.254 | 172.16.254.255 | 254 |
| 172.16.255.0 | 172.16.255.1 | 172.16.255.254 | 172.16.255.255 | 254 |

64,516

Tổng số địa chỉ =

$$\begin{aligned} &65,536 - 256 \text{ (first subnet)} - 256 \text{ (last subnet)} = 65,024 \\ &= 65,024 - 508 \text{ (2 hosts trên mỗi subnet của 254 subnets khác)} \\ &= 64,516 \end{aligned}$$

Với kỹ thuật chia mạng con:

| <u>Network</u> | <u>First Host</u> | <u>Last Host</u> | <u>Broadcast</u> |
|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| 172.16.0.0 | 172.16.0.1 | 172.16.0.254 | 172.16.0.255 |
| 172.16.255.0 | 172.16.255.1 | 172.16.255.254 | 172.16.255.255 |

Địa chỉ mạng chính/cơ sở: 172.16.0.0

Mặt nạ mạng chính/cơ sở: 255.255.0.0

Địa chỉ quảng bá của mạng chính/cơ sở: 172.16.255.255

Mặt nạ mạng con: 255.255.255.0

Mạng con đầu tiên (có thể không được dùng) :

Địa chỉ mạng con: 172.16.0.0

Địa chỉ quảng bá của mạng con: 172.16.0.255

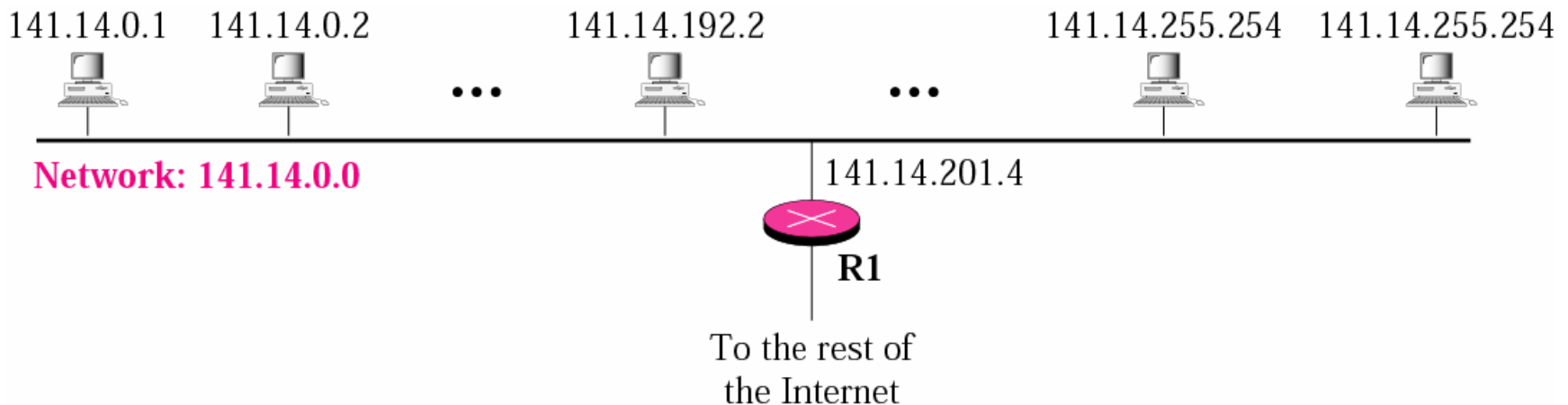
Mạng con cuối cùng (có thể không được dùng) :

Địa chỉ mạng con: 172.16.255.0

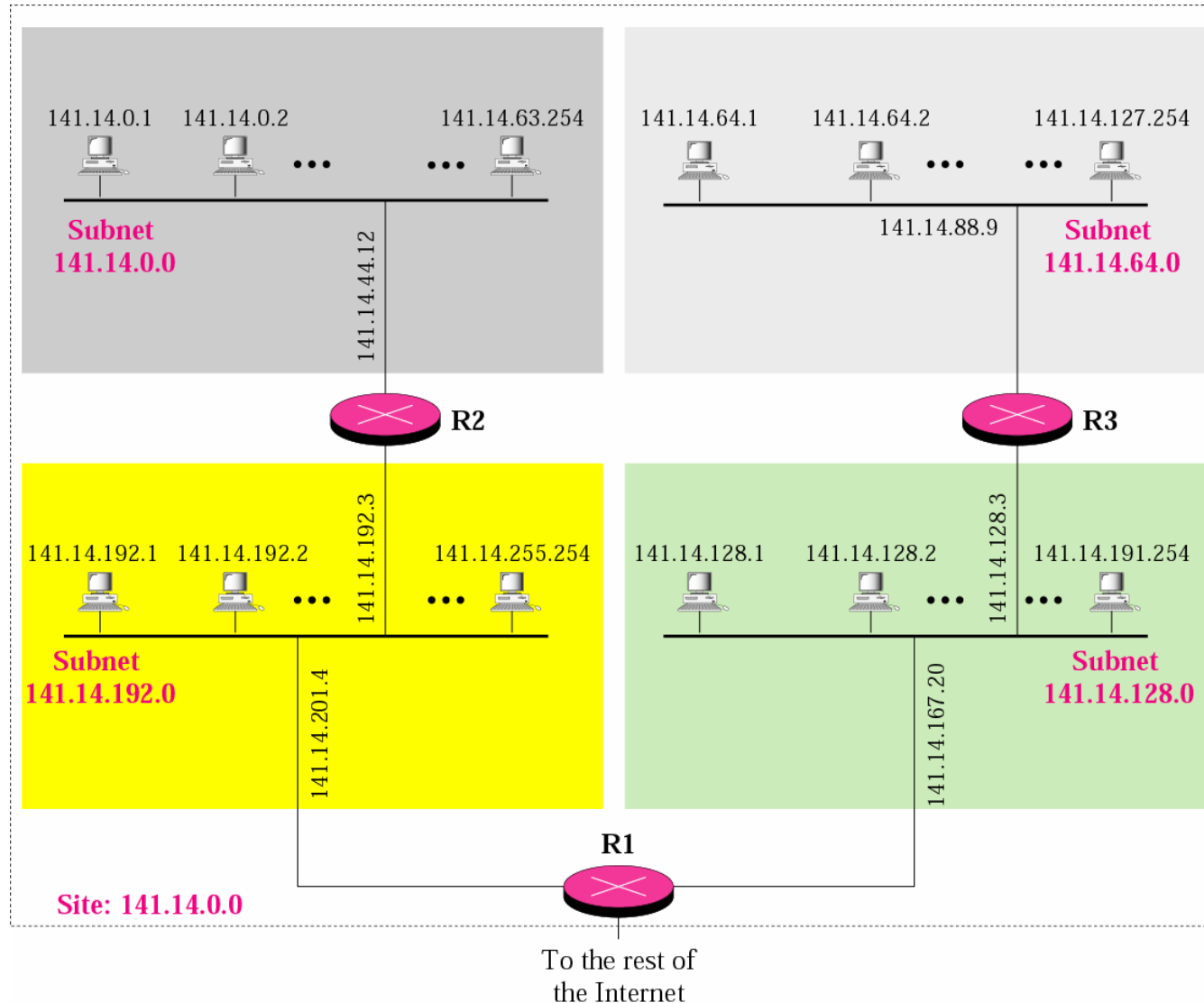
Địa chỉ quảng bá của mạng con: 172.16.255.255

Một mạng với hệ thống phân cấp 2 mức (không bị chia mạng con)

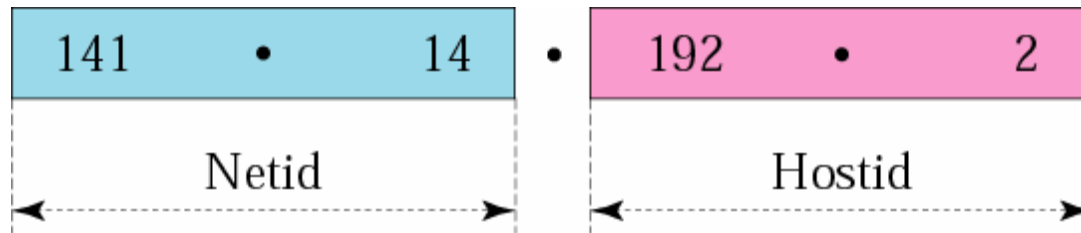
Lưu ý: Địa chỉ IP được thiết kế với hệ thống phân cấp 2 mức.



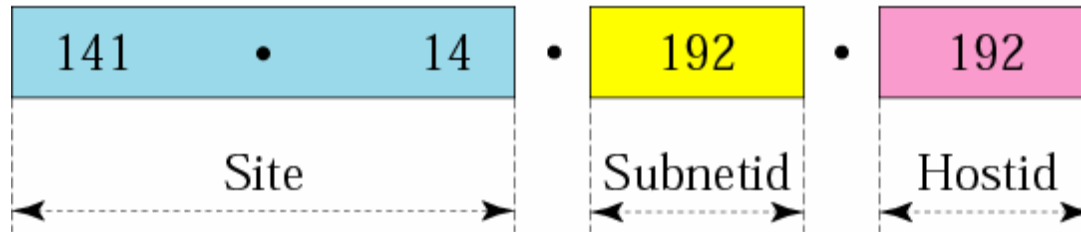
Một mạng với hệ thống phân cấp 3 mức (bị chia mạng con)



Địa chỉ trong một mạng với phân chia mạng con và không...

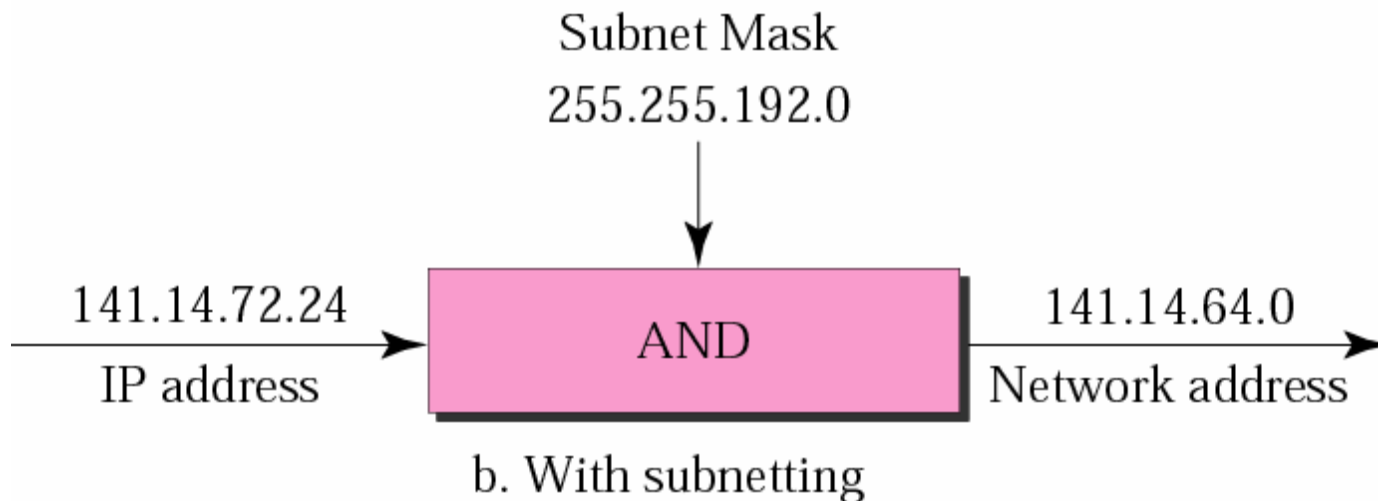
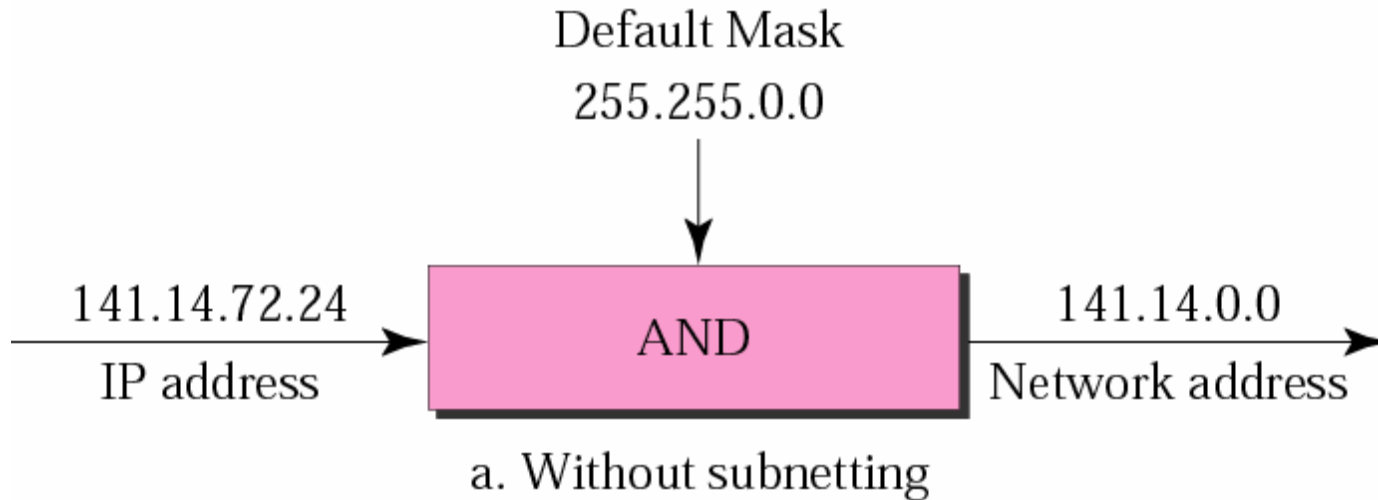


a. Without subnetting

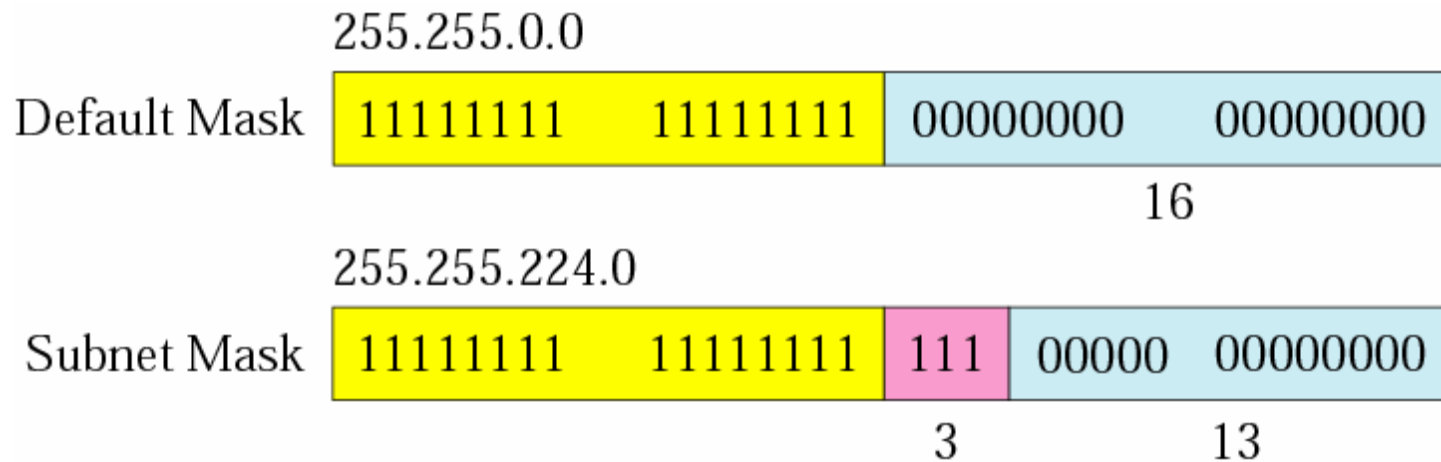


b. With subnetting

Mặt nạ mặc định và Mặt nạ mạng con



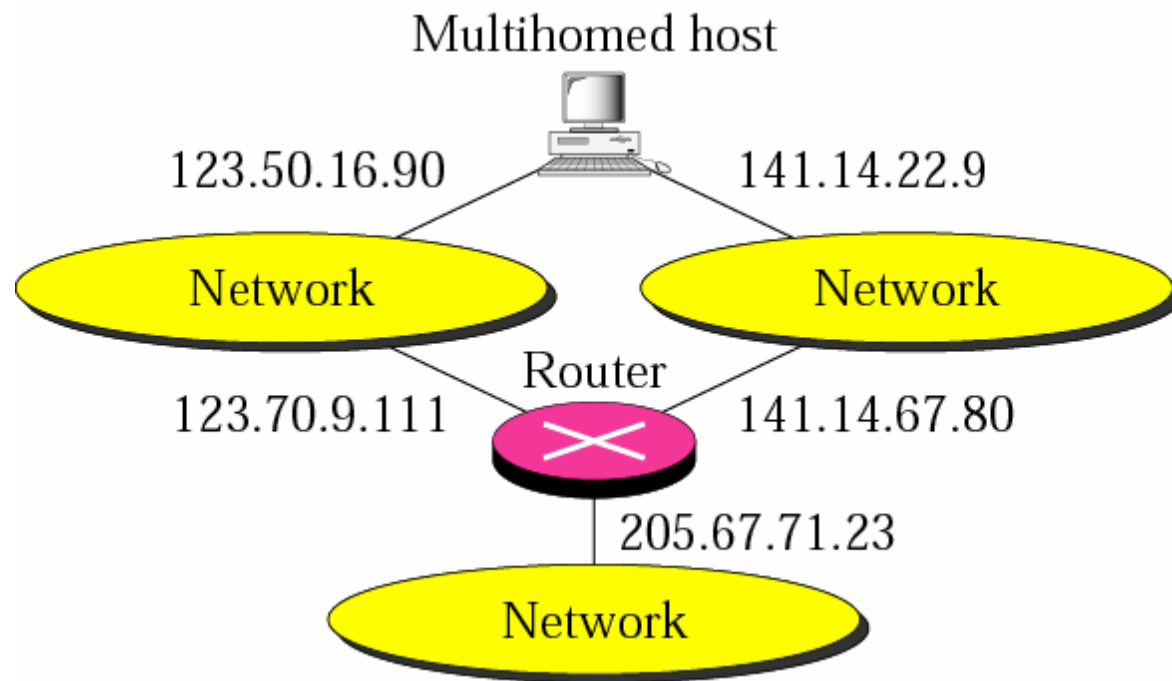
So sánh giữa mặt nạ mặc định và mặt nạ mạng con



Lưu ý: Số mạng con phải là một số lũy thừa của 2.

Các thiết bị thuộc nhiều mạng

Multihomed devices

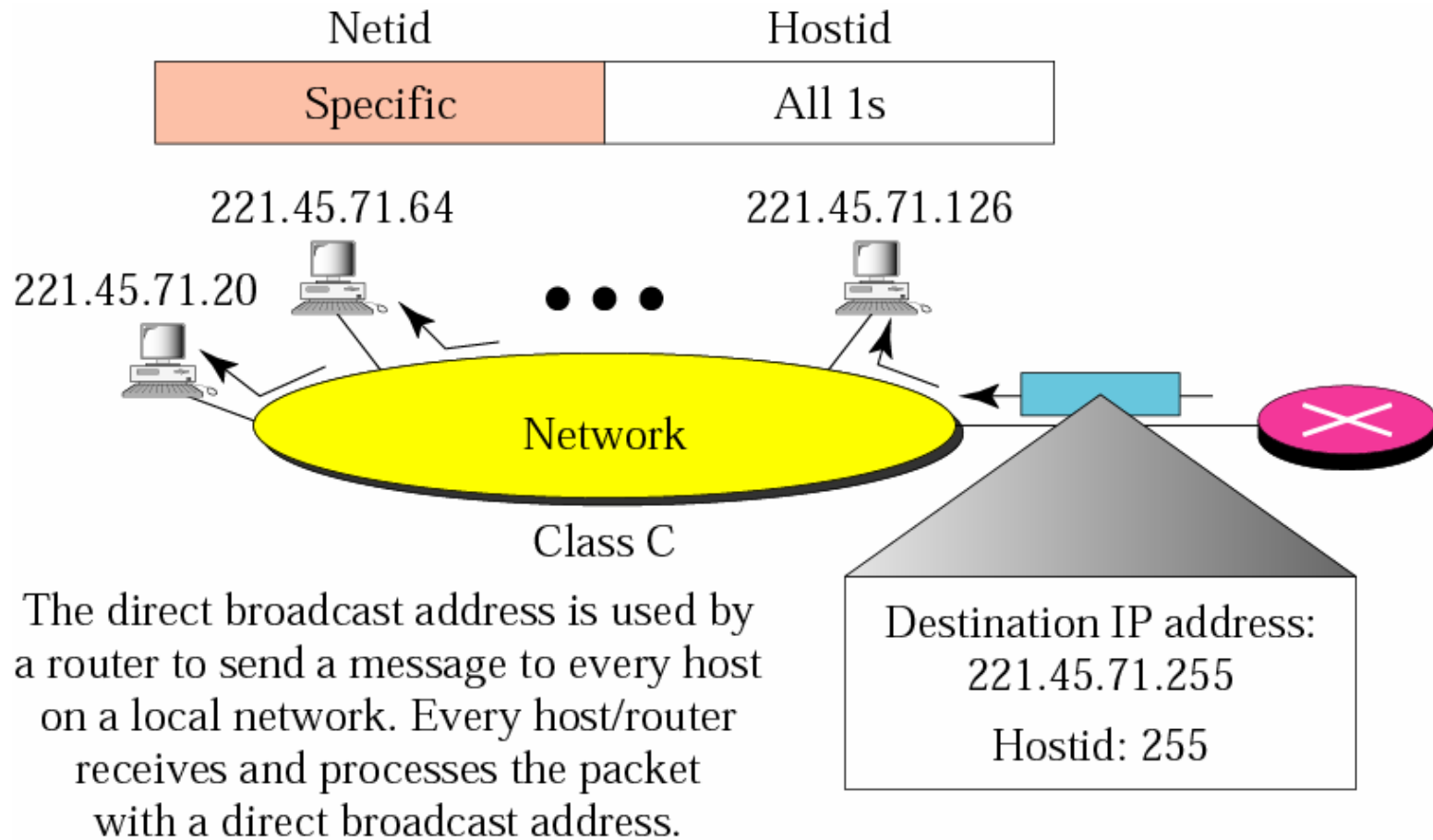


Một số địa chỉ IP đặc biệt

- ❑ Địa chỉ mạng: tất cả các bit ở phần hostId = 0
- ❑ Địa chỉ quảng bá trực tiếp: tất cả các bit ở phần hostId = 1
- ❑ Địa chỉ quảng bá cục bộ: tất cả các bit đều = 1
- ❑ Địa chỉ trạm cục bộ (trạm này): tất cả các bit = 0
- ❑ Một nút cụ thể trên mạng *này*: tất cả các bit ở phần netId = 0
- ❑ Địa chỉ quay ngược
 - network id = 127, bất kỳ hostId nào (vd 127.0.0.1)

Ví dụ về địa chỉ quảng bá trực tiếp

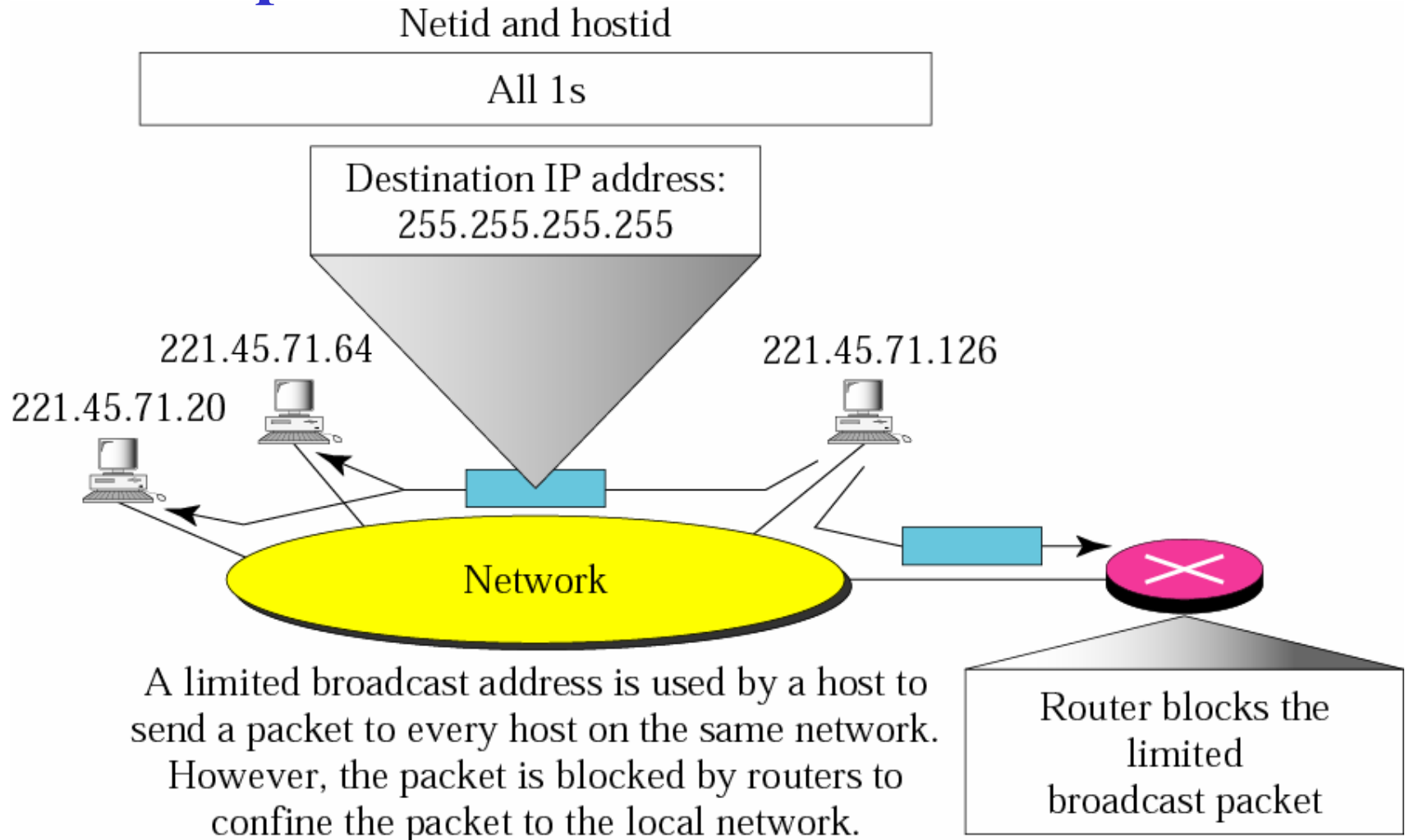
Example of direct broadcast address



Địa chỉ quảng bá trực tiếp được sử dụng bởi router để gửi một thông điệp đến tất cả các trạm trên mạng cục bộ. Mọi trạm/router đều nhận và xử lý gói tin với địa chỉ quảng bá trực tiếp.

Ví dụ về địa chỉ quảng bá cục bộ/giới hạn

Example of limited broadcast address

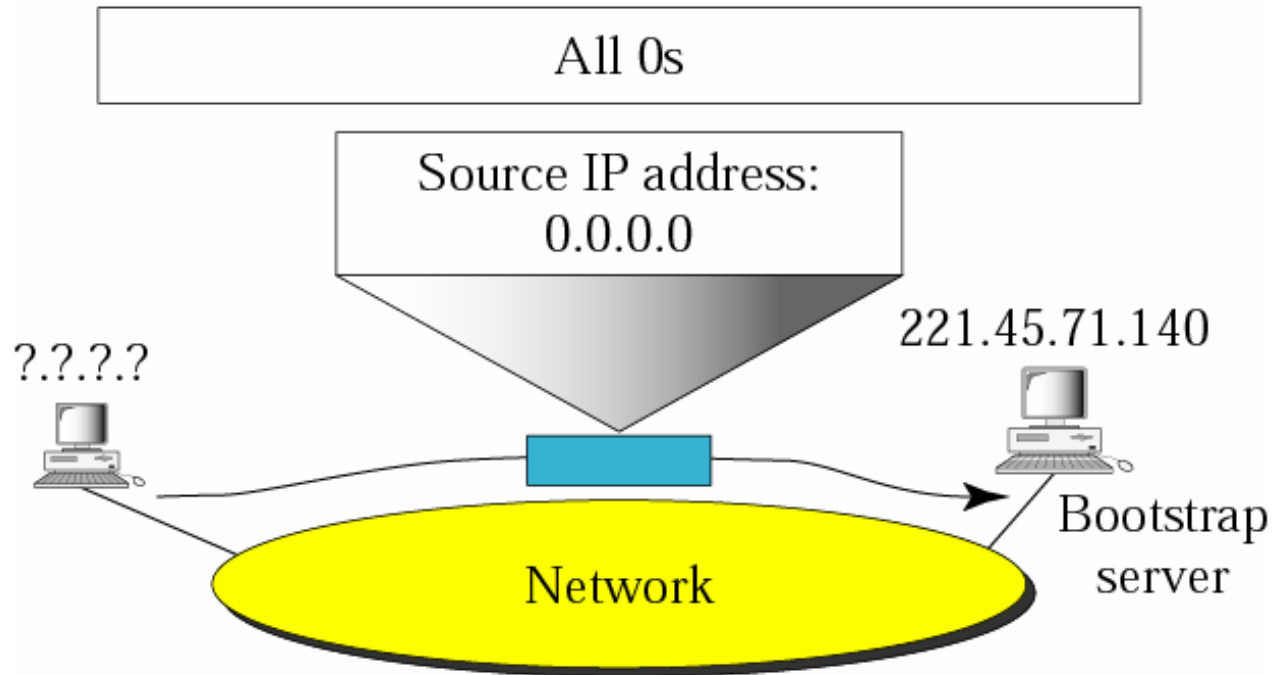


Địa chỉ quảng bá cục bộ/giới hạn được sử dụng bởi một trạm để gửi một gói tin đến tất cả các trạm trong cùng mạng. Tuy nhiên, mặc định thì gói tin sẽ bị chặn bởi router để giới hạn gói tin trong mạng cục bộ đó.

Ví dụ về trạm *này* trên mạng *này*

Example of *this* host on *this* address

Netid and hostid

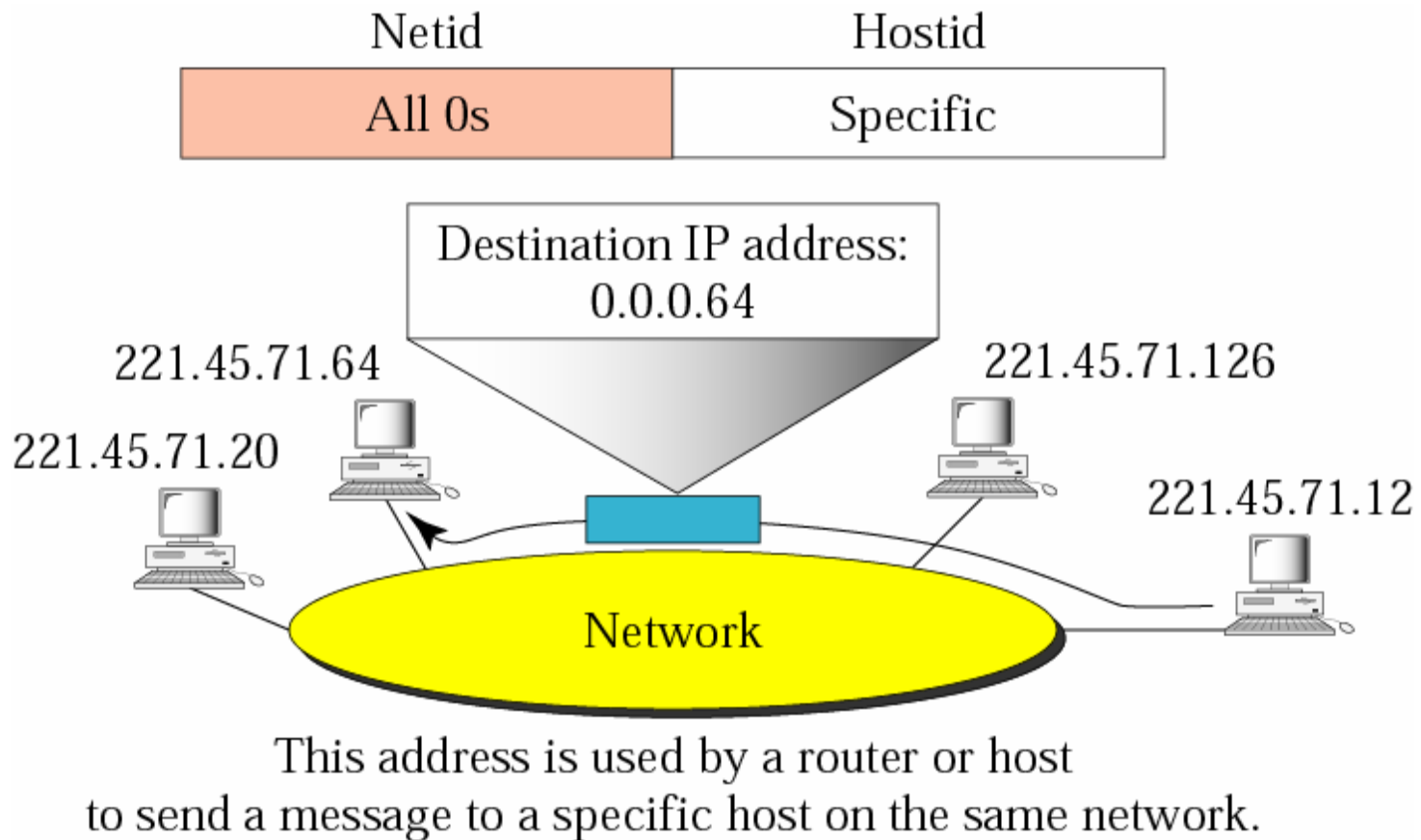


A host that does not know its IP address uses the IP address 0.0.0.0 as the source address and 255.255.255.255 as the destination address to send a message to a bootstrap server.

Một trạm khi nó chưa biết địa chỉ IP của nó sử dụng địa chỉ IP 0.0.0.0 như là địa chỉ nguồn và 255.255.255.255 như là địa chỉ đích để gửi một thông điệp lên bootstrap server (để yêu cầu cấp phát địa chỉ IP).

Ví dụ về một trạm cụ thể trên mạng *này*

Example of specific host on *this* network



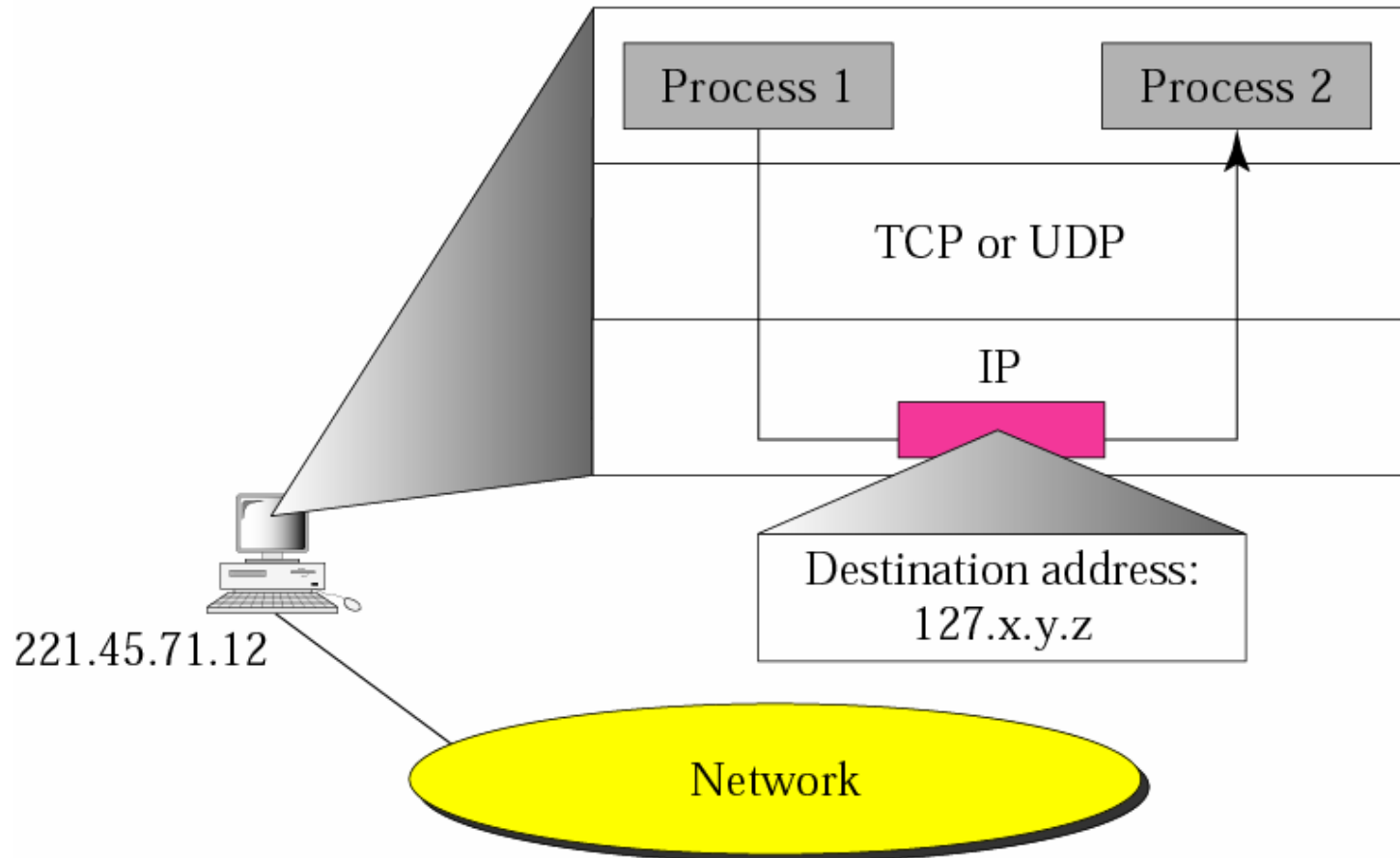
Địa chỉ này được sử dụng bởi một router hoặc một trạm để gửi một thông điệp đến một trạm cụ thể trong cùng một mạng.

Ví dụ về địa chỉ quay ngược

Example of loopback address

Netid and hostid

127.X.Y.Z



A packet with a loopback address
will not reach the network.

Ví dụ 1

Cho địa chỉ mạng 17.0.0.0, tìm lớp, khối, và dải địa chỉ.

Đáp án

Địa chỉ mạng trên thuộc lớp A vì byte đầu tiên có giá trị trong khoảng 0 đến 127. Khối địa chỉ có NetID là 17. Các địa chỉ trải từ 17.0.0.0 đến 17.255.255.255.

Ví dụ 2

Cho địa chỉ mạng 132.21.0.0, tìm lớp, khối, và dải địa chỉ.

Đáp án

Lớp B vì giá trị byte đầu tiên trong khoảng từ 128 đến 191. Khối địa chỉ có NetID là 132.21. Các địa chỉ trải từ 132.21.0.0 đến 132.21.255.255.

Ví dụ 3

Cho địa chỉ mạng 220.34.76.0, tìm lớp, khối và dải địa chỉ.

Đáp án

Lớp C vì giá trị byte đầu tiên trong khoảng từ 192 đến 223. Khối địa chỉ có NetID là 220.34.76. Các địa chỉ trải từ 220.34.76.0 đến 220.34.76.255.

Ví dụ 4

Cho địa chỉ 23.56.7.91 và mặt nạ mạng mặc định lớp A, tìm địa chỉ bắt đầu (địa chỉ mạng).

Đáp án

Mặt nạ mạng mặc định là 255.0.0.0, nghĩa là chỉ có byte đầu tiên là được giữ nguyên và 3 bytes còn lại đều bằng 0.

Địa chỉ mạng là 23.0.0.0.

Ví dụ 5

Cho địa chỉ 132.6.17.85 và mặt nạ mạng mặc định lớp B, tìm địa chỉ bắt đầu (địa chỉ mạng).

Đáp án

Mặt nạ mạng mặc định là 255.255.0.0, nghĩa là 2 bytes đầu tiên là được giữ nguyên và 2 bytes còn lại đều bằng 0.

Địa chỉ mạng là 132.6.0.0.

Ví dụ 6

Cho địa chỉ 201.180.56.5 và mặt nạ mạng mặc định lớp C, tìm địa chỉ bắt đầu (địa chỉ mạng).

Đáp án

Mặt nạ mạng mặc định là 255.255.255.0, nghĩa là 3 bytes đầu được giữ nguyên và byte cuối cùng có giá trị là 0.

Địa chỉ mạng là 201.180.56.0.

Ví dụ 7

Địa chỉ mạng con là gì nếu địa chỉ đích là 200.45.34.56 và mặt nạ mạng con là 255.255.240.0?

Đáp án

11001000 00101101 00100010 00111000

11111111 11111111 11110000 00000000

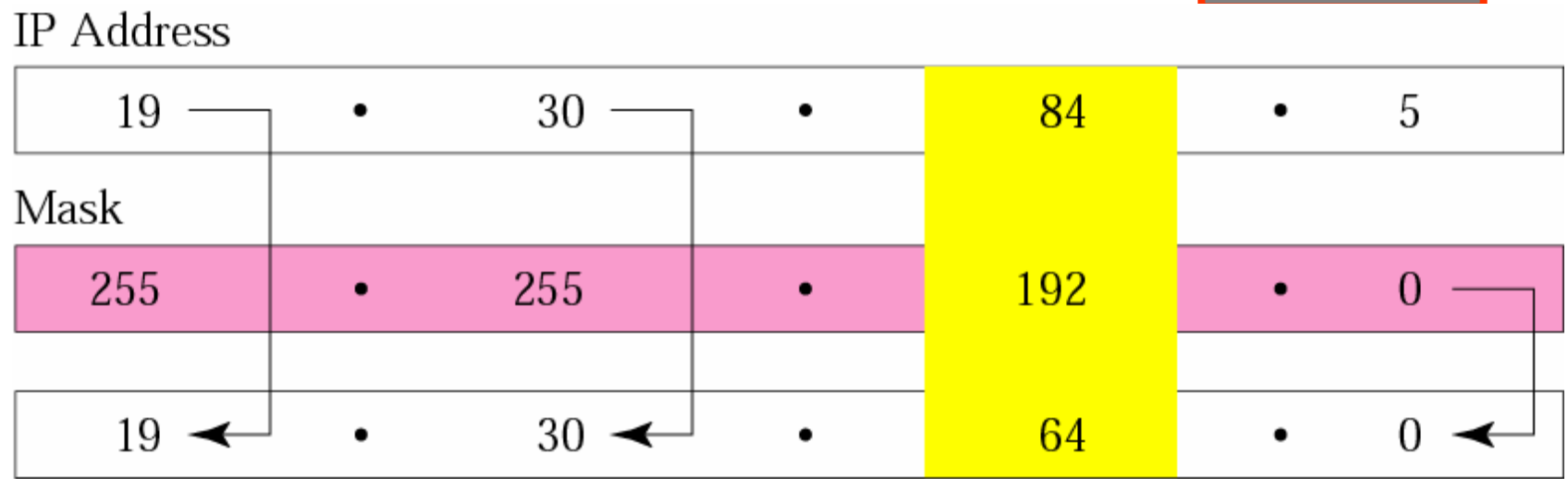
11001000 00101101 00100000 00000000

Địa chỉ mạng con là **200.45.32.0**

Ví dụ 8

Địa chỉ mạng con là gì nếu địa chỉ đích là 19.30.84.5 và mặt nạ mạng con là 255.255.192.0?

Đáp án



↓

| | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 84 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 192 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <hr/> | | | | | | | | |
| 64 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ví dụ 9

Một công ty được cấp cho địa chỉ mạng 201.70.64.0 (lớp C). Công ty đó cần 6 mạng con. Thiết kế các mạng con đó.

Đáp án

Số bit có giá trị bằng 1 trong mặt nạ mặc định là 24 (lớp C).

Đáp án (tiếp theo)

Công ty đó cần 6 mạng con. 6 không phải là một số lũy thừa của 2. Số tiếp theo là lũy thừa của 2 là 8 (2^3). Chúng ta cần thêm 3 bit có giá trị 1 nữa trong mặt nạ mạng con. Tổng số bit 1 trong mặt nạ mạng con là 27 ($24 + 3$).

Tổng số bit 0 là 5 ($32 - 27$). Mặt nạ mạng con là

Đáp án (tiếp theo)

11111111 11111111 11111111 11100000

hay

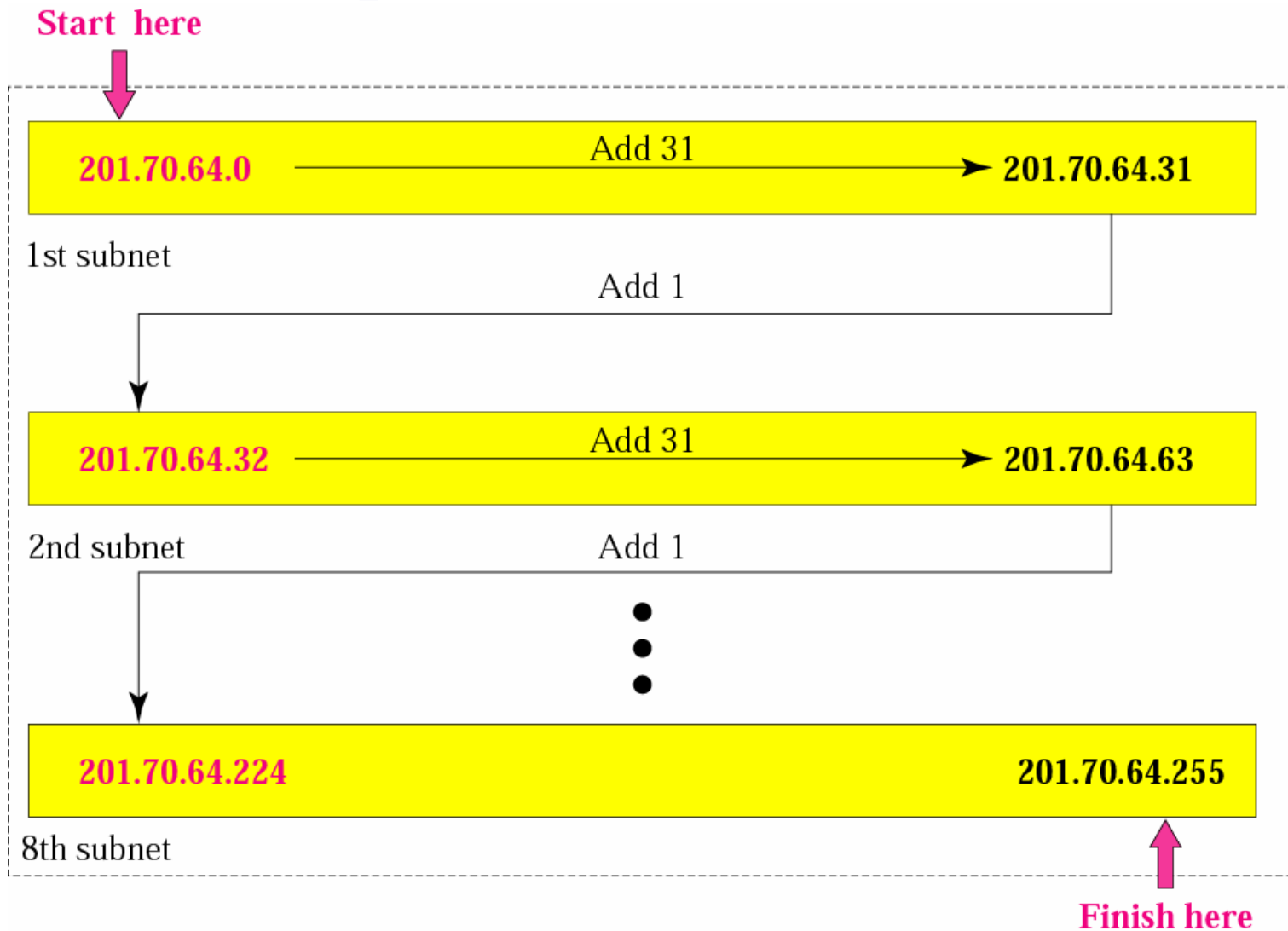
255.255.255.224

Số lượng mạng con là 8.

Số lượng địa chỉ trong mỗi mạng con là 2^5 (5 là số bit 0) hay 32.

Ví dụ 9 (các mạng con được chia)

Example 9



Ví dụ 10

Một công ty được cấp cho địa chỉ mạng là 181.56.0.0 (lớp B). Công ty đó cần 1000 mạng con. Thiết kế các mạng con đó.

Đáp án

Số lượng bit 1 trong mặt nạ mạng mặc định là 16 (lớp B).

Đáp án (tiếp theo)

Công ty đó cần 1000 mạng con. Số này không phải là một số lũy thừa của 2. Số tiếp theo là lũy thừa của 2 là 1024 (2^{10}). Chúng ta cần thêm 10 bit 1 nữa trong mặt nạ mạng con. Tổng số bit 1 trong mặt nạ mạng con là 26 ($16 + 10$).

Tổng số bit 0 là 6 ($32 - 26$).

Đáp án (tiếp theo)

Mặt nạ mạng là

11111111 11111111 11111111 11000000

hay

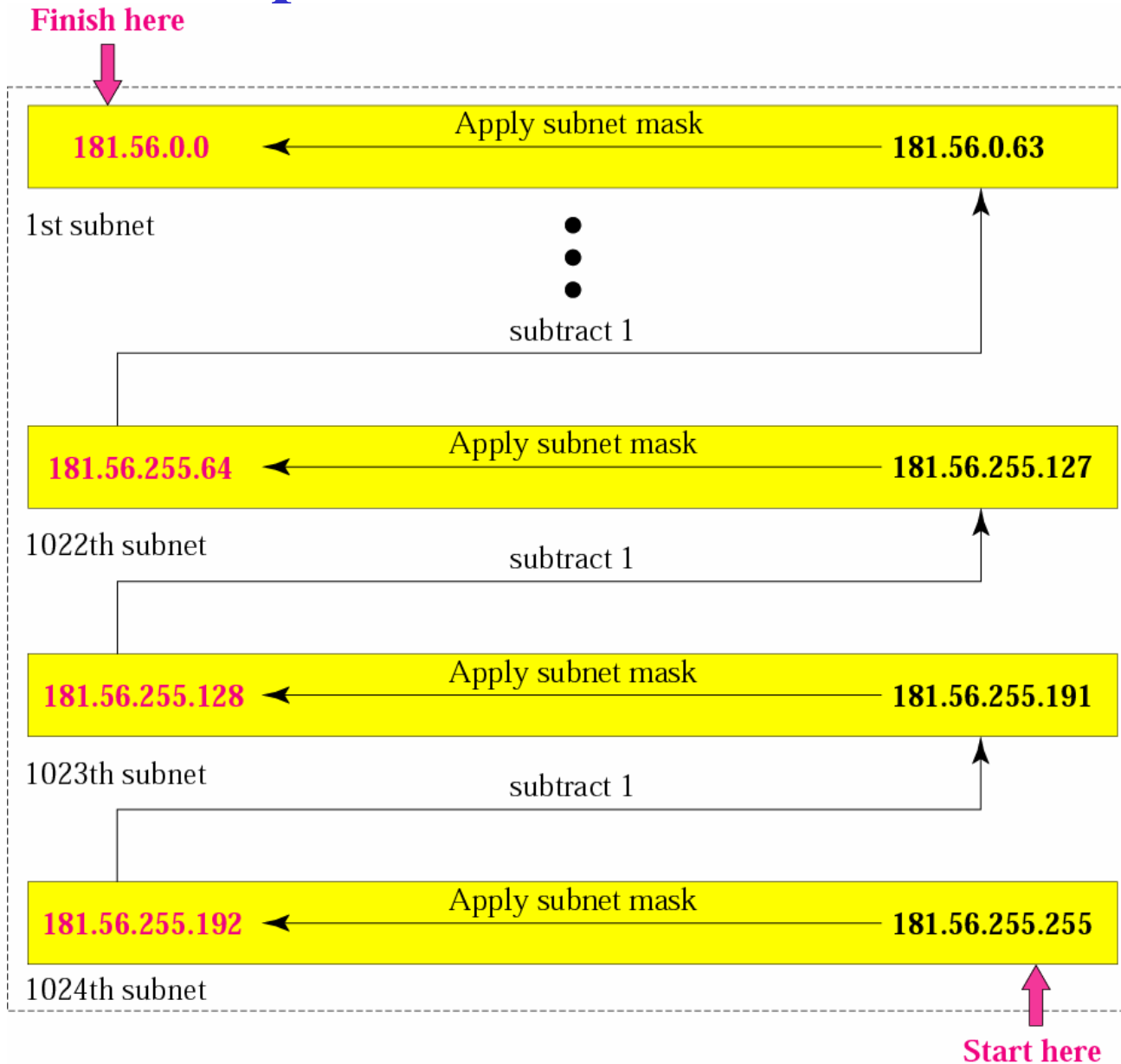
255.255.255.192.

Số lượng mạng con là 1024.

Số lượng địa chỉ trong mỗi mạng con là 2^6 (6 là số lượng bit 0) hay 64.

Ví dụ 10 (các mạng con được chia)

Example 10



Các giải pháp ngắn hạn:

Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- ❑ CIDR (Classless Inter-Domain Routing) - RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- ❑ VLSM (Variable Length Subnet Mask) - RFC 1009
- ❑ Private Addressing - RFC 1918
- ❑ NAT/PAT (Network Address Translation / Port Address Translation) - RFCs 2663, 2993, 3022, 3027, 3235

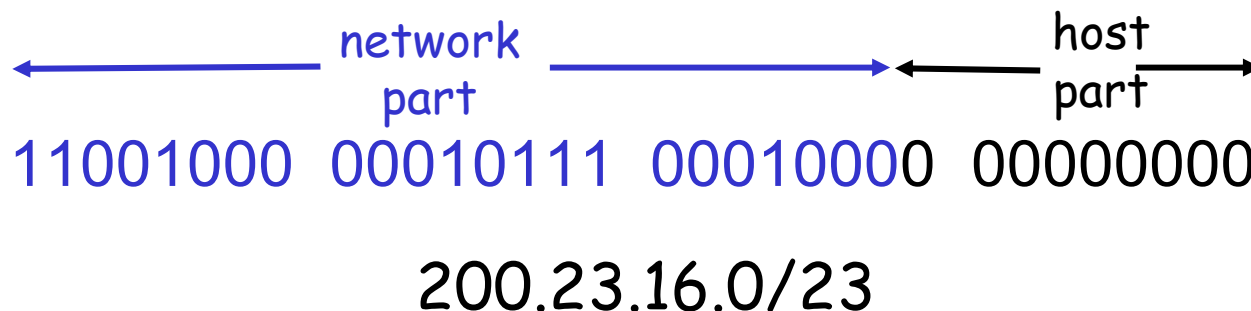
IP addressing: CIDR

❑ Địa chỉ phân lớp(A, B, C...) :

- Sử dụng không hiệu quả khoảng địa chỉ, khoảng địa chỉ bị cạn kiệt nhanh chóng
- Ví dụ: một mạng thuộc lớp B có khả năng cấp đủ địa chỉ cho 65 ngàn trạm khác nhau, mặc dù nhiều trường hợp chỉ có 2 ngàn trạm trong mạng đó

❑ CIDR: Classless InterDomain Routing

- phần mạng của địa chỉ có độ dài tùy ý
- khuôn dạng địa chỉ: **a.b.c.d/x**, trong đó x là số bit ở phần mạng của địa chỉ
- Còn được gọi là ký hiệu gạch chéo (slash)



CIDR - Định tuyến liên vùng không phân lớp

- ❑ Đến năm 1992, các thành viên trong IETF đã rất lo lắng về sự phát triển theo hàm số mũ của Internet và tính mở rộng của bảng định tuyến trên Internet.
- ❑ IETF cũng quan tâm đến sự cạn kiệt của địa chỉ IPv4.
- ❑ Có những dự đoán rằng vấn đề sẽ trở nên đặc biệt nghiêm trọng cho đến năm 1994 hay 1995.
- ❑ IETF đưa ra giải pháp với khái niệm Supernetting hay CIDR, đọc là "cider".
- ❑ Đối với những router hỗ trợ CIDR, địa chỉ phân lớp là không còn nhiều ý nghĩa.
 - Phần địa chỉ mạng được xác định dựa vào mặt nạ mạng con hay độ dài tiền tố (prefix-length), ví dụ như /8, /19,...
 - Octet đầu tiên KHÔNG được dùng để xác định phần địa chỉ mạng và địa chỉ trạm.
- ❑ CIDR đã giúp làm giảm bớt sự bùng nổ của bảng định tuyến trên Internet với supernetting và sự phân chia lại không gian địa chỉ IPv4.

CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- ❑ Được bắt đầu triển khai vào năm 1994, CIDR đã cải thiện đáng kể tính mở rộng và hiệu quả của địa chỉ IPv4 bằng cách cung cấp các đặc tính sau:
 - Loại bỏ các địa chỉ theo lớp A, B, C truyền thống để cho phép cấp phát hiệu quả hơn không gian địa chỉ IPv4.
 - Hỗ trợ sự tập hợp các tuyến đường (summarization), còn được biết đến là supernetting, với kỹ thuật này thì hàng ngàn tuyến đường có thể được đại diện bởi một đường đơn trong bảng định tuyến.
 - Sự tập hợp tuyến đường còn giúp ngăn chặn sự chậm chạp về đường đi cho các router trên Internet sử dụng BGP. Sự chậm chạp về đường đi có thể là một mối quan ngại sâu sắc đối với các router trên lõi của Internet.
- ❑ CIDR cho phép router **tổng hợp**, hay **tóm tắt**, thông tin định tuyến và do đó làm giảm kích cỡ của các bảng định tuyến.
 - Chỉ một sự kết hợp giữa địa chỉ và mặt nạ có thể đại diện cho nhiều tuyến đường đi đến nhiều mạng.
 - Được sử dụng bởi các IGP routers bên trong một AS và EGP routers giữa các ASs.

Không CIDR, một router phải có một mục cho mỗi mạng thuộc lớp B trong bảng định tuyến.

| Network Number | First Octet | Second Octet | Third Octet | Fourth Octet |
|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 172.24.0.0/16 | 10101100 | 00011000 | 00000000 | 00000000 |
| 172.25.0.0/16 | 10101100 | 00011001 | 00000000 | 00000000 |
| 172.26.0.0/16 | 10101100 | 00011010 | 00000000 | 00000000 |
| 172.27.0.0/16 | 10101100 | 00011011 | 00000000 | 00000000 |
| 172.28.0.0/16 | 10101100 | 00011100 | 00000000 | 00000000 |
| 172.29.0.0/16 | 10101100 | 00011101 | 00000000 | 00000000 |
| 172.30.0.0/16 | 10101100 | 00011110 | 00000000 | 00000000 |
| 172.31.0.0/16 | 10101100 | 00011111 | 00000000 | 00000000 |

Với CIDR, một router có thể tóm tắt những tuyến đường này thành một địa chỉ mạng đơn bằng các sử dụng một tiền tố 13-bit:

172.24.0.0 /13

| Network Number | First Octet | Second Octet | Third Octet | Fourth Octet |
|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 172.24.0.0/16 | 10101100 | 00011000 | 00000000 | 00000000 |
| 172.25.0.0/16 | 10101100 | 00011001 | 00000000 | 00000000 |
| 172.26.0.0/16 | 10101100 | 00011010 | 00000000 | 00000000 |
| 172.27.0.0/16 | 10101100 | 00011011 | 00000000 | 00000000 |
| 172.28.0.0/16 | 10101100 | 00011100 | 00000000 | 00000000 |
| 172.29.0.0/16 | 10101100 | 00011101 | 00000000 | 00000000 |
| 172.30.0.0/16 | 10101100 | 00011110 | 00000000 | 00000000 |
| 172.31.0.0/16 | 10101100 | 00011111 | 00000000 | 00000000 |

Các bước:

1. Đếm số bit liên tiếp giống nhau từ trái sang, **/13** (**255.248.0.0**)
2. Các bit còn lại (không khớp) đều cho bằng 0:

172.24.0.0 = 10101100 00011000 00000000 00000000

CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- ❑ Bằng cách sử dụng một địa chỉ tiền tố để tóm tắt các tuyến đường, các nhà quản trị có thể giữ cho bảng định tuyến ở tình trạng có thể quản lý được, điều đó có nghĩa là:
 - Định tuyến hiệu quả hơn
 - Giảm số lượng chu kỳ xử lý của CPU (của router) khi tính toán lại bảng định tuyến, hay khi tìm kiếm các mục trong bảng định tuyến để tìm đường khớp
 - Yêu cầu về bộ nhớ đối với router giảm xuống
- ❑ Sự tóm tắt tuyến đường còn được biết đến là:
 - Sự tổng hợp tuyến đường
 - Supernetting
- ❑ Supernetting về bản chất là *ngược lại với subnetting*.
- ❑ CIDR chuyển trách nhiệm phân phối địa chỉ ra khỏi một quyền lực tập trung (InterNIC).
- ❑ Thay vào đó, các ISPs có thể được cấp cho một số khối nào đó của không gian địa chỉ, và chúng có thể được "chia lô" cho khách hàng theo nhu cầu.

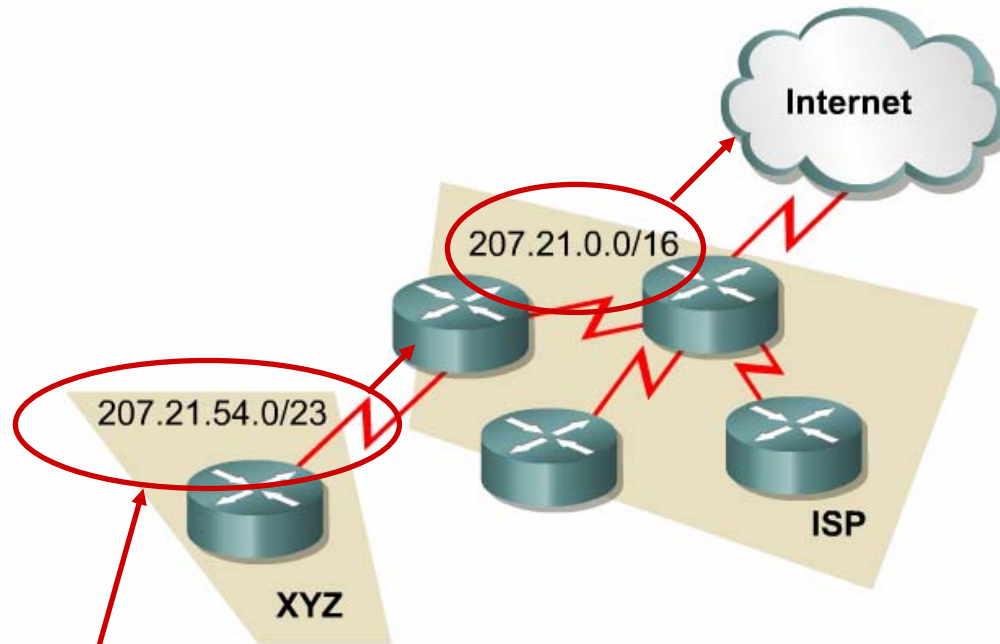
Ví dụ về Supernetting

- ❑ Công ty XYZ cần địa chỉ cho 400 hosts.
- ❑ ISP cấp cho họ hai địa chỉ mạng lớp C liên nhau:
 - 207.21.54.0/24
 - 207.21.55.0/24
- ❑ Công ty XYZ có thể dùng một tiền tố là 207.21.54.0 /23 để supernetting hai mạng liên nhau đó. (sinh ra 510 hosts)
- ❑ **207.21.54.0 /23**
 - 207.21.54.0/24
 - 207.21.55.0/24

| Network Number | First Octet | Second Octet | Third Octet | Fourth Octet |
|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 207.21.54.0 | 11001111 | 00010101 | 00110110 | 00000000 |
| 207.21.55.0 | 11001111 | 00010101 | 00110111 | 00000000 |

23 bits in common

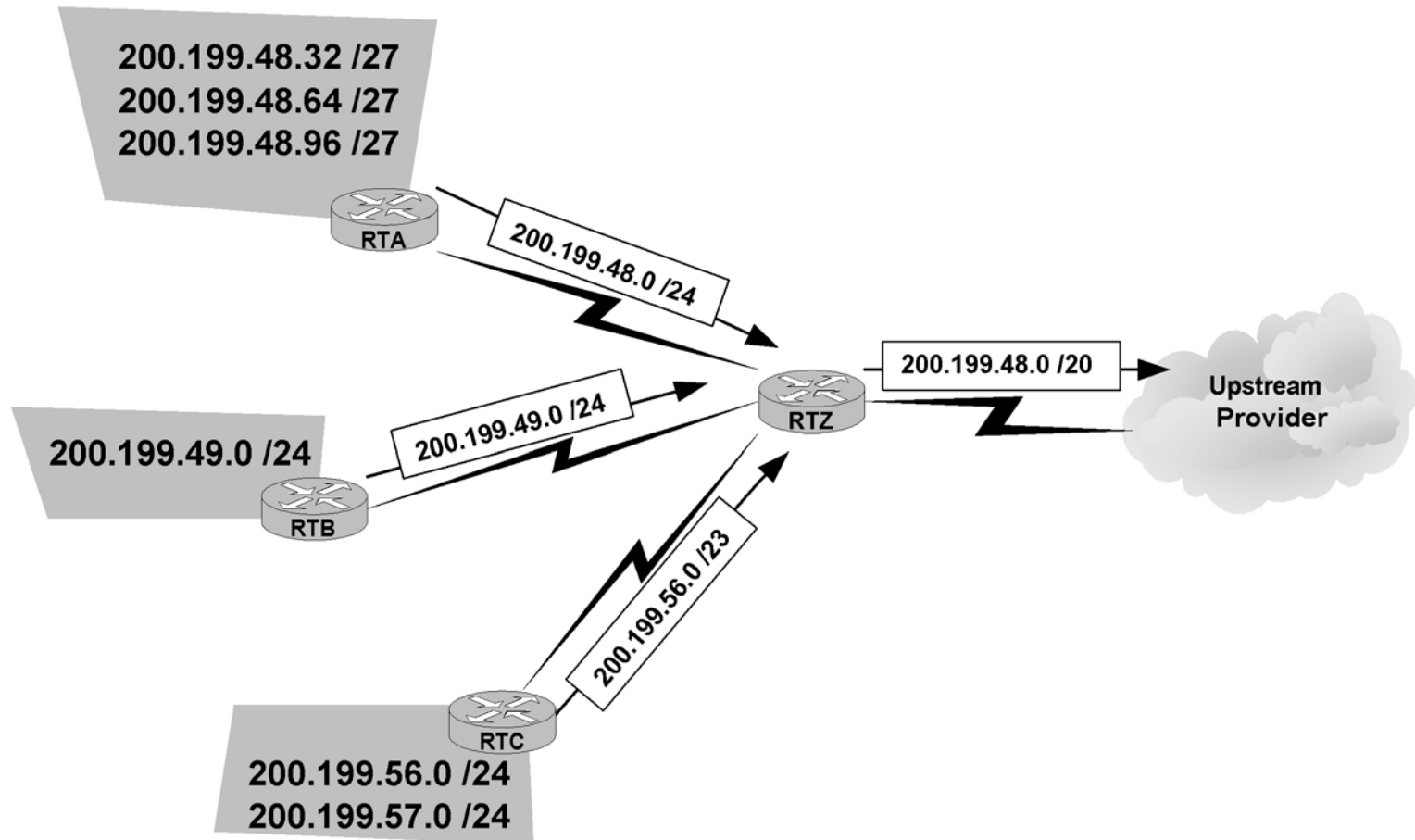
Ví dụ về Supernetting



- Với ISP đóng vai trò là nhà quản lý địa chỉ cho một khối địa chỉ kiểu CIDR, các mạng khách hàng của ISP, bao gồm công ty XYZ, có thể được quảng bá giữa các router trên Internet như là một supernet đơn.

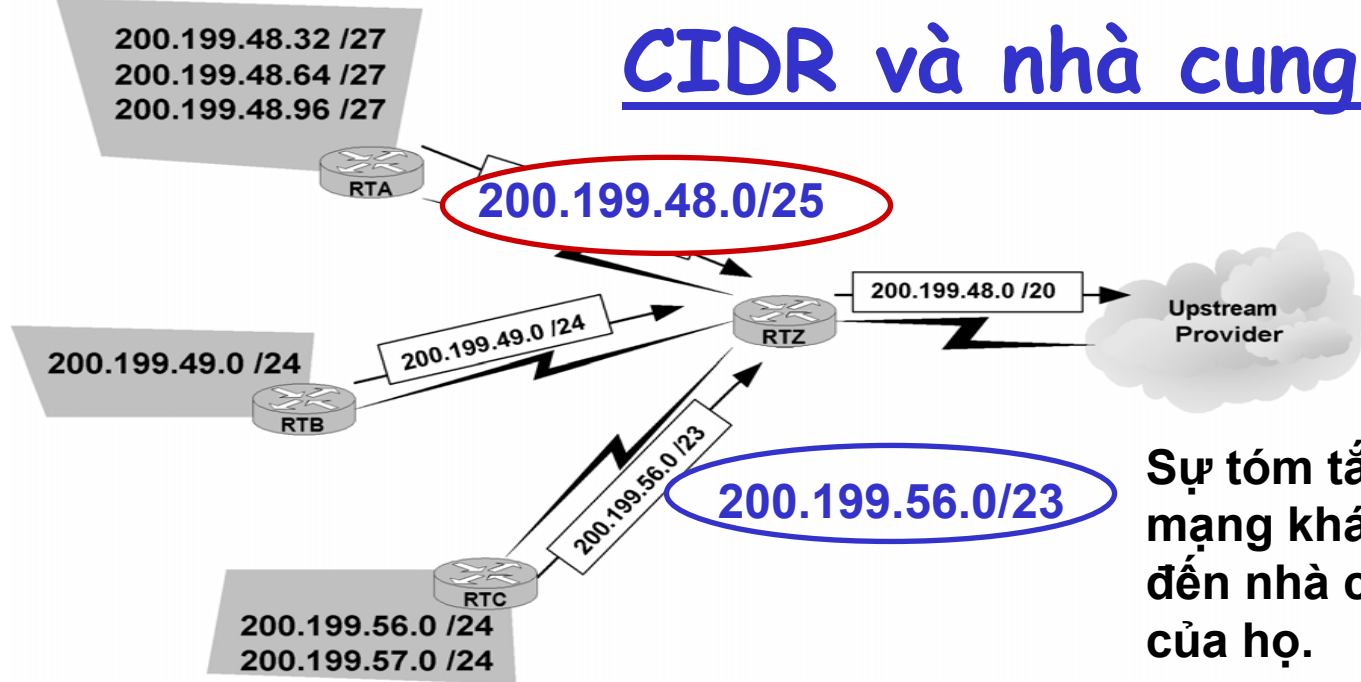
| Network Number | First Octet | Second Octet | Third Octet | Fourth Octet |
|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 207.21.54.0 | 11001111 | 00010101 | 00110110 | 00000000 |
| 207.21.55.0 | 11001111 | 00010101 | 00110111 | 00000000 |

CIDR và nhà cung cấp



Một ví dụ khác về tập hợp tuyến đường.

CIDR và nhà cung cấp



Sự tóm tắt từ các mạng khách hàng đến nhà cung cấp của họ.

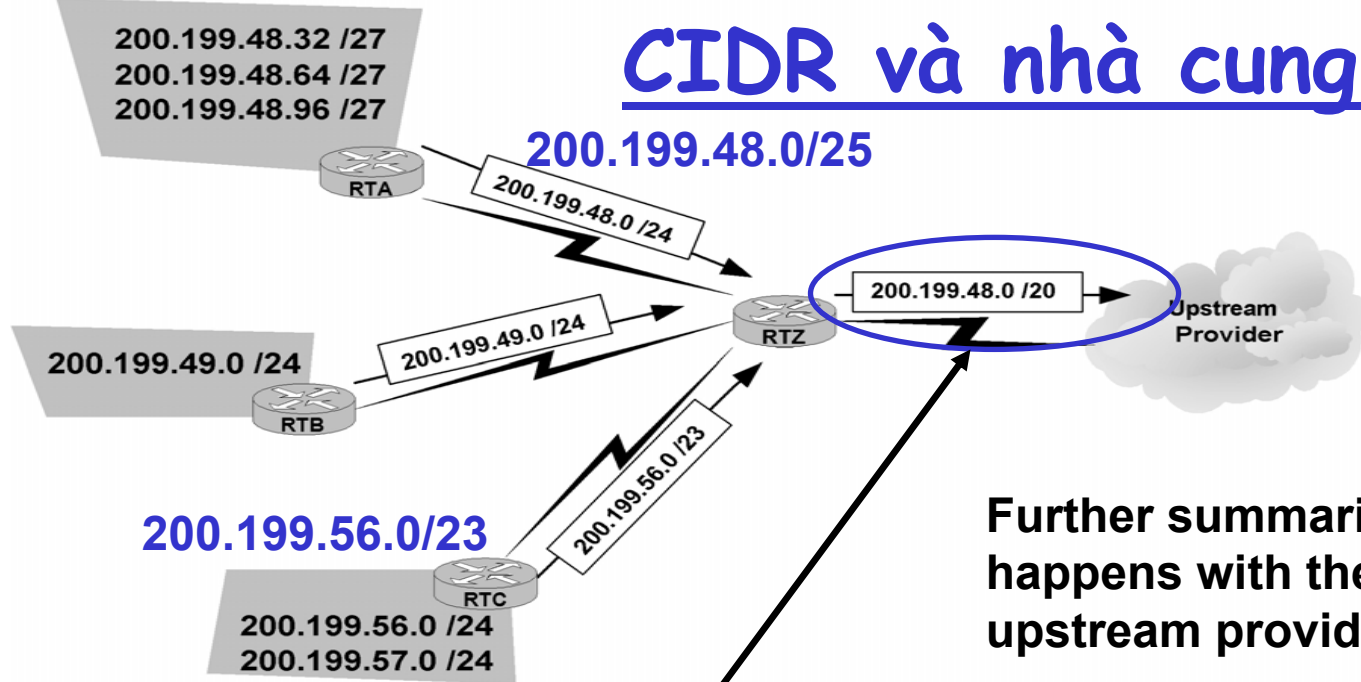
Even Better:

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| 200.199.48.32/27 | 11001000 11000111 00110000 0 01000000 |
| 200.199.48.64/27 | 11001000 11000111 00110000 0 10000000 |
| 200.199.48.96/27 | 11001000 11000111 00110000 0 11000000 |
| 200.199.48.0/25 | 11001000 11000111 00110000 0 00000000 |

(Miễn là không có những tuyến đường khác nằm trong dải này ở những nơi khác...)

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| 200.199.56.0/24 | 11001000 11000111 0011100 0 00000000 |
| 200.199.57.0/24 | 11001000 11000111 0011100 1 00000000 |
| 200.199.56.0/23 | 11001000 11000111 0011100 0 00000000 |

CIDR và nhà cung cấp



| | | |
|-----------------|------------------------|---------------|
| 200.199.48.0/25 | 11001000 11000111 0011 | 0000 00000000 |
| 200.199.49.0/25 | 11001000 11000111 0011 | 0001 00000000 |
| 200.199.56.0/23 | 11001000 11000111 0011 | 1000 00000000 |

| | | |
|-----------------|------------------------|---------------|
| 200.199.48.0/20 | 11001000 11000111 0011 | 0000 00000000 |
|-----------------|------------------------|---------------|

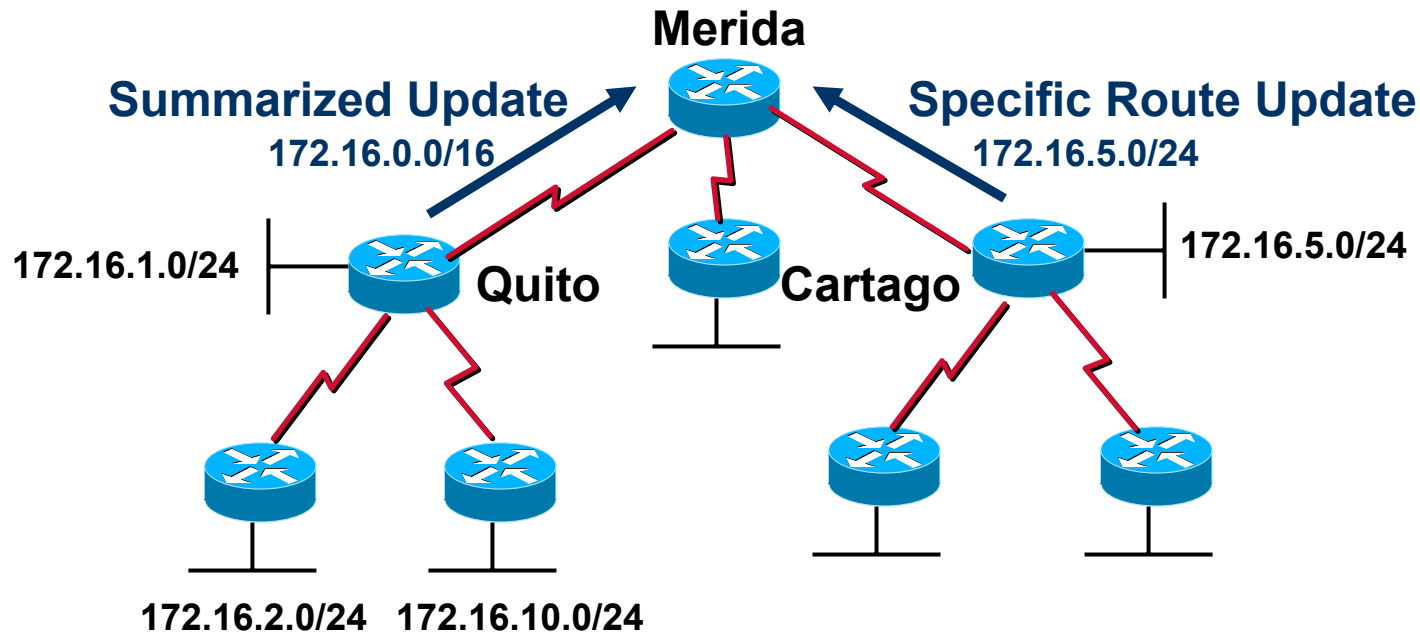
20 bits chung

Các hạn chế của CIDR

- ❑ Các giao thức định tuyến động phải gửi thông tin *mạng và mặt nạ* (độ dài tiền tố) trong các bản cập nhật đường đi.
- ❑ Hay nói cách khác, CIDR yêu cầu các giao thức định tuyến không phân lớp cho việc định tuyến động.
- ❑ Tuy nhiên, ta vẫn có thể cấu hình các tuyến đường tóm tắt tĩnh, sau cùng, đó là những gì của một tuyến đường 0.0.0.0/0.

| Classful Routing Protocols | Classless Routing Protocols |
|----------------------------|-----------------------------|
| RIP version 1 | RIP version 2 |
| IGRP | EIGRP |
| EGP | OSPF |
| BGP3 | IS-IS |
| | BGP4 |

Các tuyến đường cụ thể và được tóm tắt: Khớp nhiều bit nhất (Longest-bit Match)



- ❑ Merida nhận được một cập nhật tóm tắt /16 từ Quito và một cập nhật cụ thể hơn /24 từ Cartago.
- ❑ Merida sẽ bao gồm cả hai tuyến đường trong bảng định tuyến.
- ❑ Merida sẽ forward tất cả các gói khớp ít nhất 24 bits đầu tiên của 172.16.5.0 đến Cartago (172.16.5.0/24), khớp nhiều bit nhất.
- ❑ Merida sẽ forward các packets khác khớp ít nhất 16 bits đầu tiên đến Quito (172.16.0.0/16).

Ví dụ về tóm tắt tuyến đường (Summarizing Examples)

| Addresses | First Octet | Second Octet | Third Octet | Fourth Octet |
|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 192.168.98.0 | 11000000 | 10101000 | 0110.0010 | 00000000 |
| 192.168.99.0 | 11000000 | 10101000 | 0110.0011 | 00000000 |
| 192.168.100.0 | 11000000 | 10101000 | 0110.0100 | 00000000 |
| 192.168.101.0 | 11000000 | 10101000 | 0110.0101 | 00000000 |
| 192.168.102.0 | 11000000 | 10101000 | 0110.0110 | 00000000 |
| 192.168.105.0 | 11000000 | 10101000 | 0110.1001 | 00000000 |

Summary route is 192.168.96.0/20

| | | | | |
|--------------|----------|----------|-----------|----------|
| 192.168.96.0 | 11000000 | 10101000 | 0110.0000 | 00000000 |
|--------------|----------|----------|-----------|----------|

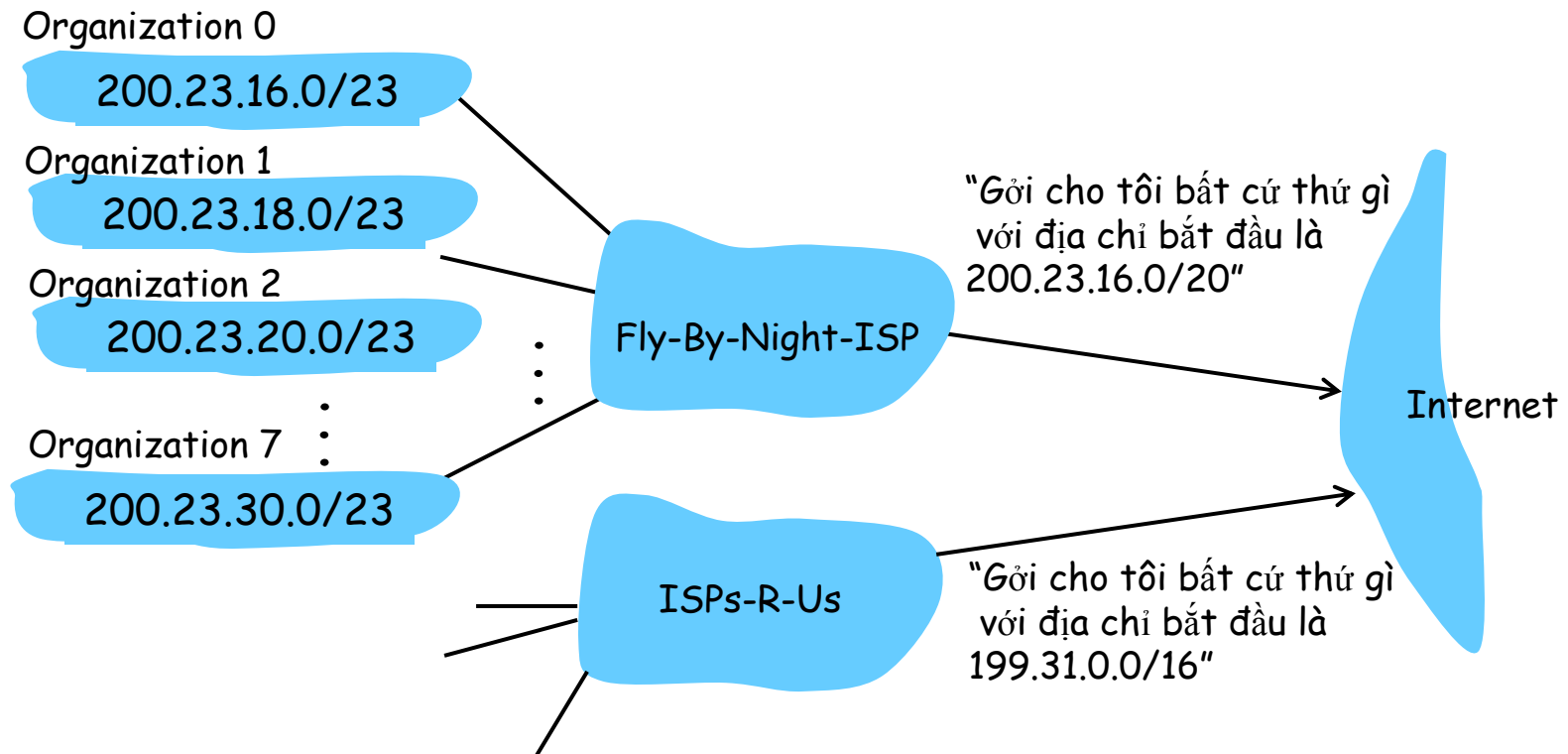
| Addresses | First Octet | Second Octet | Third Octet | Fourth Octet |
|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 172.16.0.0 | 10101100 | 00010000 | 00000 000 | 00000000 |
| 172.16.2.0 | 10101100 | 00010000 | 00000 010 | 00000000 |
| 172.16.3.128 | 10101100 | 00010000 | 00000 011 | 10000000 |
| 172.16.4.0 | 10101100 | 00010000 | 00000 100 | 00000000 |
| 172.16.4.128 | 10101100 | 00010000 | 00000 100 | 10000000 |

Answer:

| | | | | |
|---------------|----------|----------|-----------|----------|
| 172.16.0.0/21 | 10101100 | 00010000 | 00000 000 | 00000000 |
|---------------|----------|----------|-----------|----------|

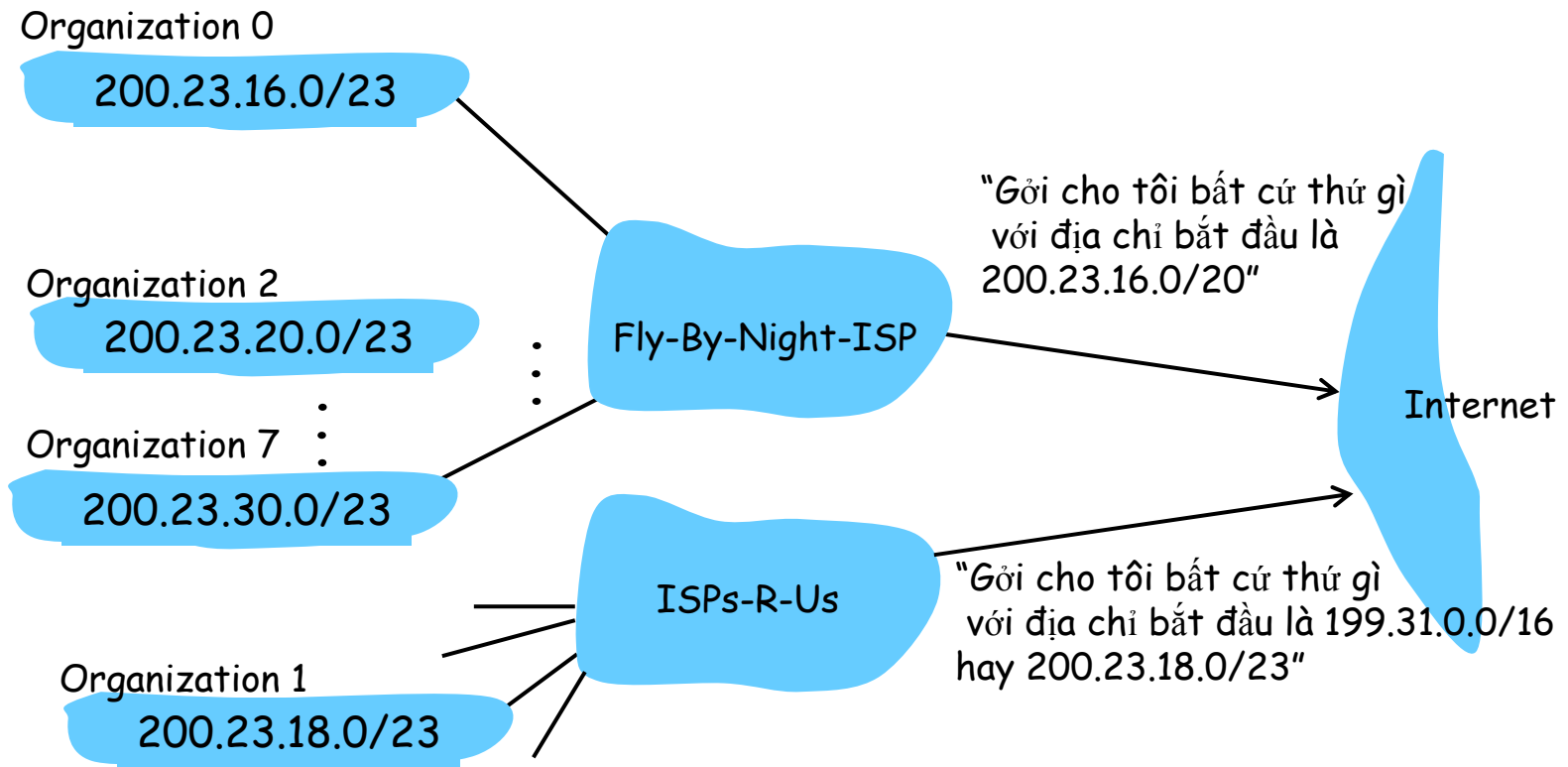
Địa chỉ có thứ bậc và sự tập hợp tuyến đường

Việc cấp phát địa chỉ có thứ bậc cho phép việc quảng bá thông tin định tuyến hiệu quả hơn:



Địa chỉ có thứ bậc: những tuyến đường cụ thể

ISPs-R-Us có một tuyến đường cụ thể đến Organization 1

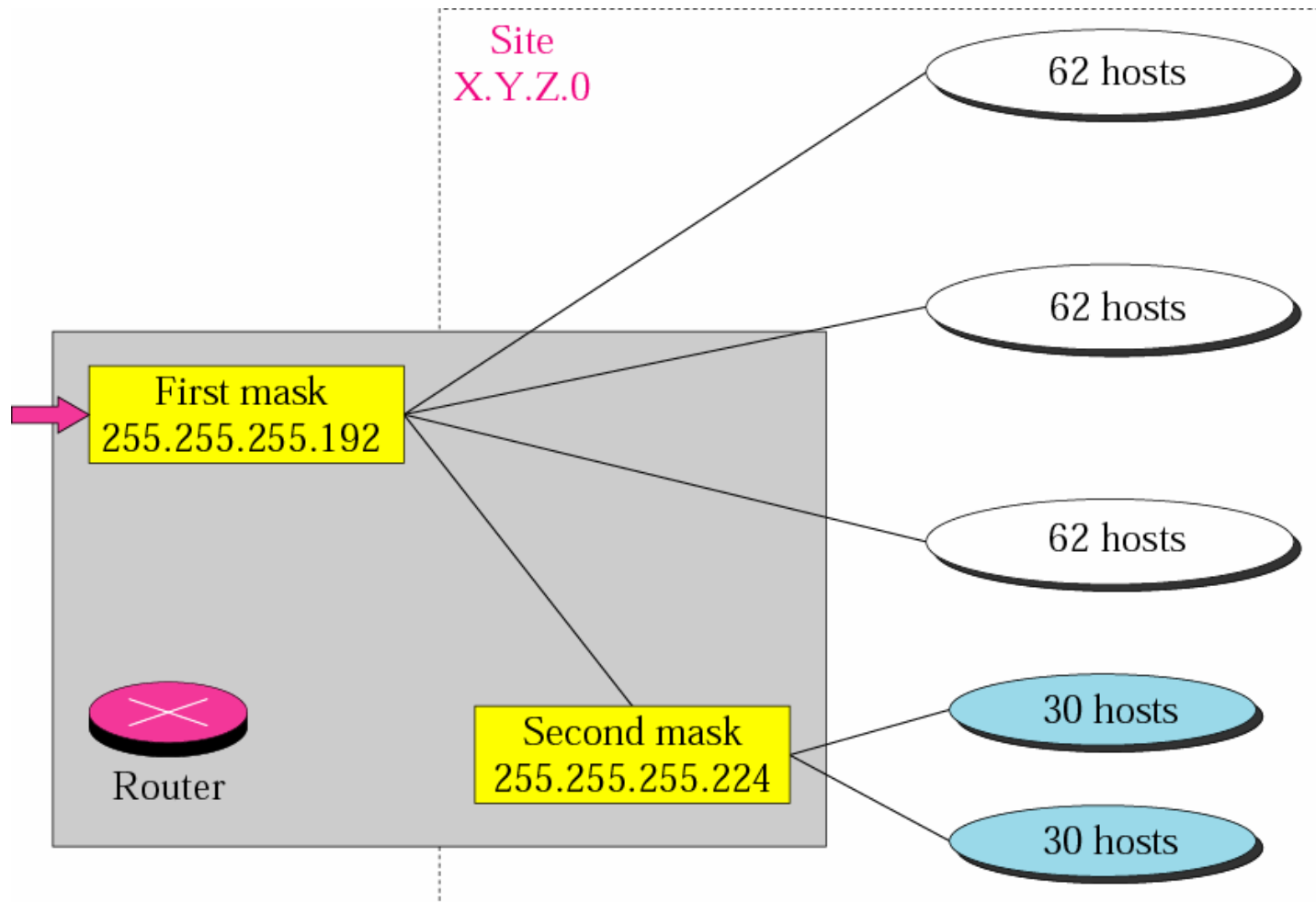


Các giải pháp ngắn hạn: Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- ❑ CIDR (Classless Inter-Domain Routing) - RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- ❑ VLSM (Variable Length Subnet Mask) - RFC 1009
- ❑ Private Addressing - RFC 1918
- ❑ NAT/PAT (Network Address Translation / Port Address Translation) - RFCs 1631, 2663, 2993, 3022, 3027, 3235

Mặt nạ mạng con với độ dài biến đổi

Variable-Length Subnet Mask



VLSM (Variable Length Subnet Mask)

- ❑ Sự hạn chế của việc chỉ sử dụng một mặt nạ mạng con xuyên suốt cho một địa chỉ mạng (*network-prefix*) (số lượng bit 1 trong mặt nạ) đó chính là tổ chức đó bị khóa chặt vào một số cố định các mạng con có kích cỡ cố định.
- ❑ Năm 1987, RFC 1009 chỉ rõ làm thế nào để một mạng được chia mạng con có thể sử dụng nhiều hơn một mặt nạ mạng con.
- ❑ **VLSM = Subnetting a Subnet** (chia nhỏ một mạng con)
 - *"Nếu biết chia subnet, ta có thể thực hiện VLSM!"*

VLSM - Ví dụ đơn giản

| | 1st octet | 2nd octet | 3rd octet | 4th octet |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 10.0.0.0/8 | 10 | Host | Host | Host |
| 10.0.0.0/16 | 10 | Subnet | Host | Host |
| 10.0.0.0/16 | 10 | 0 | Host | Host |
| 10.1.0.0/16 | 10 | 1 | Host | Host |
| 10.2.0.0/16 | 10 | 2 | Host | Host |
| 10.n.0.0/16 | 10 | ... | Host | Host |
| 10.255.0.0/16 | 10 | 255 | Host | Host |

- Chia mạng con một subnet /8 sử dụng một mặt nạ /16 cho chúng ta 256 subnets với 65,536 hosts trên mỗi subnet.
- Lấy subnet 10.2.0.0/16 và tiếp tục chia mạng con cho nó

VLSM - Ví dụ đơn giản

| | Network | Subnet | Host | Host |
|---------------|---------|--------|--------|------|
| 10.2.0.0/16 | 10 | 2 | Host | Host |
| | | | ↓ | |
| 10.2.0.0/24 | 10 | 2 | Subnet | Host |
| 10.2.0.0/24 | 10 | 2 | 0 | Host |
| 10.2.1.0/24 | 10 | 2 | 1 | Host |
| 10.2.n.0/24 | 10 | 2 | ... | Host |
| 10.2.255.0/24 | 10 | 2 | 255 | Host |

- Lưu ý: 10.2.0.0/16 bây giờ là một sự tóm tắt của tất cả 10.2.0.0/24 subnets.

VLSM - Simple Example

10.0.0.0/8 “được chia mạng con sử dụng /16”

| <u>Subnet</u> | <u>1st host</u> | <u>Last host</u> | <u>Broadcast</u> |
|---------------|----------------------------|------------------|------------------|
| 10.0.0.0/16 | 10.0.0.1 | 10.0.255.254 | 10.0.255.255 |
| 10.1.0.0/16 | 10.1.0.1 | 10.1.255.254 | 10.1.255.255 |

10.2.0.0/16 “được tiếp tục chia mạng con sử dụng /24”

| <u>Subnet</u> | <u>1st host</u> | <u>Last host</u> | <u>Broadcast</u> |
|-----------------|----------------------------|------------------|------------------|
| ○ 10.2.0.0/24 | 10.2.0.1 | 10.2.0.254 | 10.2.0.255 |
| ○ 10.2.1.0/24 | 10.2.1.1 | 10.2.1.254 | 10.2.1.255 |
| ○ 10.2.2.0/24 | 10.2.2.1 | 10.2.2.254 | 10.2.2.255 |
| ○ <i>Etc.</i> | | | |
| ○ 10.2.255.0/24 | 10.2.255.1 | 10.2.255.254 | 10.2.255.255 |

10.3.0.0/16 10.3.0.1 10.3.255.254 10.0.255.255

Etc.

10.255.0.0/16 10.255.0.1 10.255.255.254 10.255.255.255

VLSM - Một ví dụ đơn giản

Subnets

10.0.0.0/16

10.1.0.0/16

10.2.0.0/16

10.2.0.0/24

10.2.1.0/24

10.2.2.0/24

Etc.

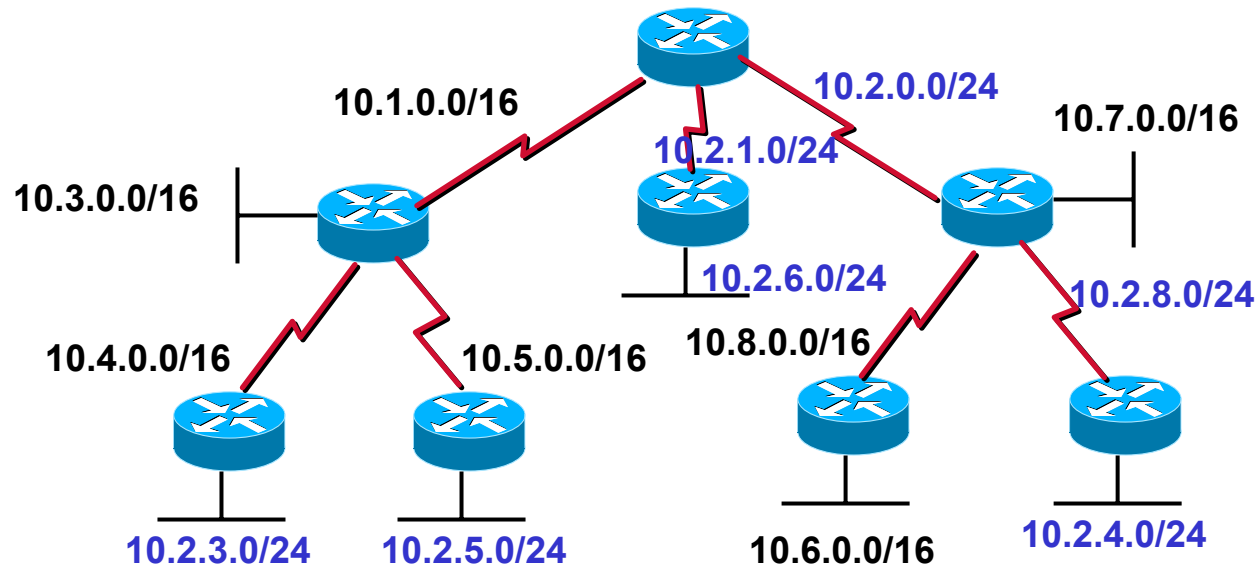
10.2.255.0/24

10.3.0.0/16

Etc.

10.255.0.0/16

Một ví dụ về VLSM, KHÔNG là một thiết kế mạng tốt.



- ❑ Mạng của ta bây giờ có thể có 255 /16 subnets với 65,534 hosts mỗi mạng con VÀ 256 /24 subnets với 254 hosts mỗi mạng con.
- ❑ Tất cả những gì ta cần để làm cho nó hoạt động là một giao thức định tuyến không phân lớp, nó sẽ truyền *mặt nạ mạng* cùng với *địa chỉ mạng* trong các thông điệp cập nhật định tuyến.
- ❑ Một số giao thức định tuyến không phân lớp: RIPv2, EIGRP, OSPF, IS-IS, BGPv4

Ví dụ khác về VLSM sử dụng /30 subnets

Mạng 207.21.24.0/24 được chia mạng con thành tám /27 (255.255.255.224) subnets

| | |
|----------|-------------------|
| Subnet 0 | 207.21.24.0 /27 |
| Subnet 1 | 207.21.24.32 /27 |
| Subnet 2 | 207.21.24.64 /27 |
| Subnet 3 | 207.21.24.96 /27 |
| Subnet 4 | 207.21.24.128 /27 |
| Subnet 5 | 207.21.24.160 /27 |
| Subnet 6 | 207.21.24.192 /27 |
| Subnet 7 | 207.21.24.224 /27 |

| | |
|--------------|-------------------|
| Sub-subnet 0 | 207.21.24.192 /30 |
| Sub-subnet 1 | 207.21.24.196 /30 |
| Sub-subnet 2 | 207.21.24.200 /30 |
| Sub-subnet 3 | 207.21.24.204 /30 |
| Sub-subnet 4 | 207.21.24.208 /30 |
| Sub-subnet 5 | 207.21.24.212 /30 |
| Sub-subnet 6 | 207.21.24.216 /30 |
| Sub-subnet 7 | 207.21.24.220 /30 |

207.21.24.192/27 subnet, được chia mạng con thành 8 /30 (255.255.255.252) subnets

- ❑ **Mạng này có bảy /27 subnets với 30 hosts mỗi mạng con VÀ tám /30 subnets với 2 hosts mỗi mạng con.**
- ❑ **/30 subnets là rất hữu dụng cho các serial networks.**

| | |
|----------|-------------------|
| Subnet 0 | 207.21.24.0 /27 |
| Subnet 1 | 207.21.24.32 /27 |
| Subnet 2 | 207.21.24.64 /27 |
| Subnet 3 | 207.21.24.96 /27 |
| Subnet 4 | 207.21.24.128 /27 |
| Subnet 5 | 207.21.24.160 /27 |
| Subnet 6 | 207.21.24.192 /27 |
| Subnet 7 | 207.21.24.224 /27 |

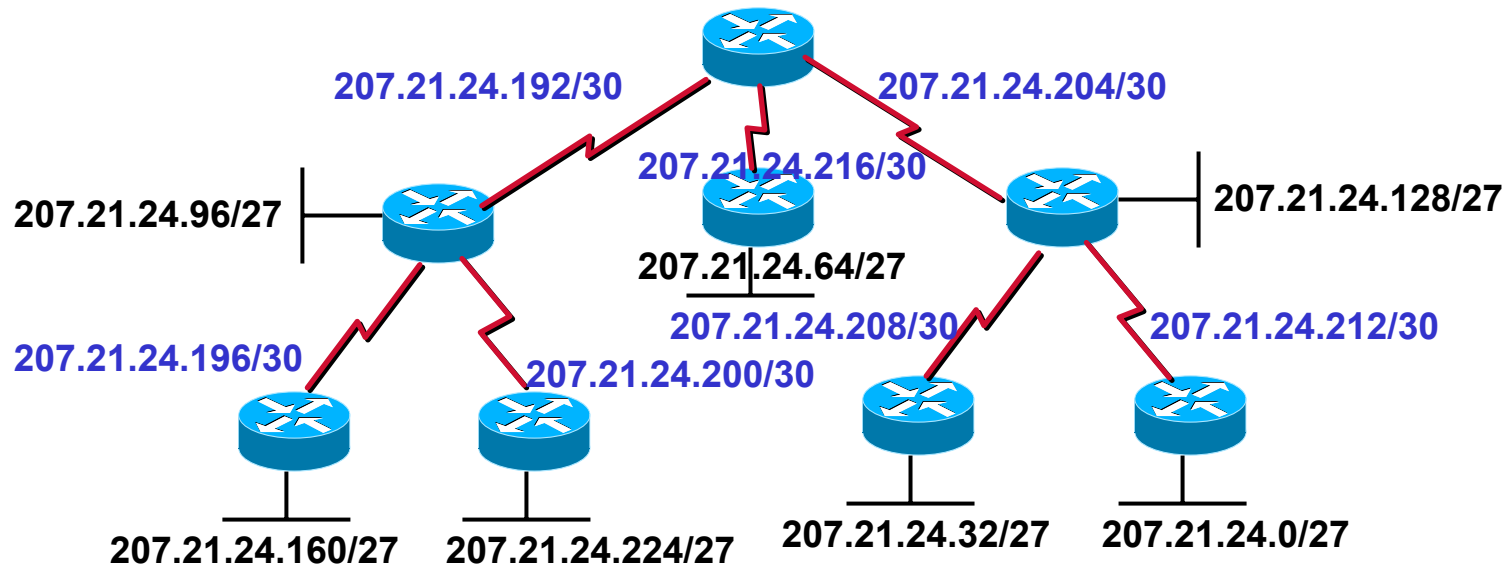
| | |
|--------------|-------------------|
| Sub-subnet 0 | 207.21.24.192 /30 |
| Sub-subnet 1 | 207.21.24.196 /30 |
| Sub-subnet 2 | 207.21.24.200 /30 |
| Sub-subnet 3 | 207.21.24.204 /30 |
| Sub-subnet 4 | 207.21.24.208 /30 |
| Sub-subnet 5 | 207.21.24.212 /30 |
| Sub-subnet 6 | 207.21.24.216 /30 |
| Sub-subnet 7 | 207.21.24.220 /30 |

207.21.24.192/27 207.21.24. 11000000

| | | /30 | Hosts | Bcast | <u>2 Hosts</u> |
|---|------------------|-----------------------------|-------|-------|----------------|
| 0 | 207.21.24.192/30 | 207.21.24. <u>110</u> 00000 | 01 10 | 11 | .193 & .194 |
| 1 | 207.21.24.196/30 | 207.21.24. <u>110</u> 00100 | 01 10 | 11 | .197 & .198 |
| 2 | 207.21.24.200/30 | 207.21.24. <u>110</u> 01000 | 01 10 | 11 | .201 & .202 |
| 3 | 207.21.24.204/30 | 207.21.24. <u>110</u> 01100 | 01 10 | 11 | .205 & .206 |
| 4 | 207.21.24.208/30 | 207.21.24. <u>110</u> 10000 | 01 10 | 11 | .209 & .210 |
| 5 | 207.21.24.212/30 | 207.21.24. <u>110</u> 10100 | 01 10 | 11 | .213 & .214 |
| 6 | 207.21.24.216/30 | 207.21.24. <u>110</u> 11000 | 01 10 | 11 | .217 & .218 |
| 7 | 207.21.24.220/30 | 207.21.24. <u>110</u> 11100 | 01 10 | 11 | .221 & .222 |

| | | |
|----------|---------------|-----|
| Subnet 0 | 207.21.24.0 | /27 |
| Subnet 1 | 207.21.24.32 | /27 |
| Subnet 2 | 207.21.24.64 | /27 |
| Subnet 3 | 207.21.24.96 | /27 |
| Subnet 4 | 207.21.24.128 | /27 |
| Subnet 5 | 207.21.24.160 | /27 |
| Subnet 6 | 207.21.24.192 | /27 |
| Subnet 7 | 207.21.24.224 | /27 |

| | | |
|--------------|---------------|-----|
| Sub-subnet 0 | 207.21.24.192 | /30 |
| Sub-subnet 1 | 207.21.24.196 | /30 |
| Sub-subnet 2 | 207.21.24.200 | /30 |
| Sub-subnet 3 | 207.21.24.204 | /30 |
| Sub-subnet 4 | 207.21.24.208 | /30 |
| Sub-subnet 5 | 207.21.24.212 | /30 |
| Sub-subnet 6 | 207.21.24.216 | /30 |
| Sub-subnet 7 | 207.21.24.220 | /30 |



- ❑ Mạng trên có bảy /27 subnets với 30 hosts mỗi subnet VÀ bảy /30 subnets với 2 hosts mỗi subnet (còn một subnet).
- ❑ /30 subnets với 2 hosts trên mỗi subnet không gây lãng phí địa chỉ trạm trên các serial networks .

VLSM và Bảng định tuyến

Hiển thị một subnet cho tất cả child routes.
Classful mask được áp dụng cho parent route.

Routing Table khi không có VLSM

RouterX#show ip route

207.21.24.0/27 is subnetted, 4 subnets

```
C      207.21.24.192 is directly connected, Serial0
C      207.21.24.196 is directly connected, Serial1
C      207.21.24.200 is directly connected, Serial2
C      207.21.24.204 is directly connected, FastEthernet0
```

Mỗi child routes hiển thị subnet mask của nó.
Classful mask được bao gồm cho parent route.

Routing Table khi có VLSM

RouterX#show ip route

207.21.24.0/24 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks

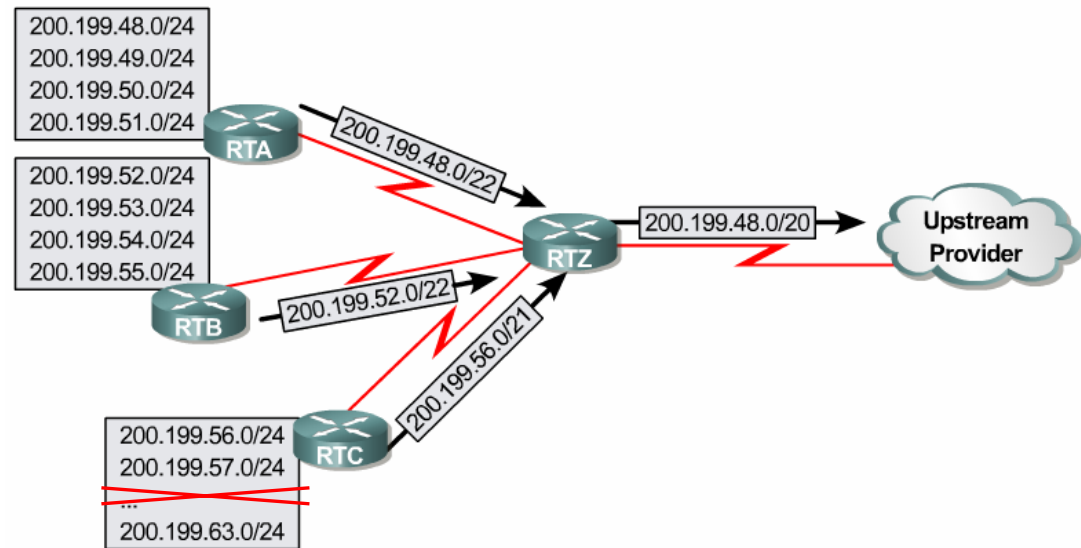
```
C      207.21.24.192 /30 is directly connected, Serial0
C      207.21.24.196 /30 is directly connected, Serial1
C      207.21.24.200 /30 is directly connected, Serial2
C      207.21.24.96  /27 is directly connected, FastEthernet0
```

- Parent Route hiển thị classful mask thay vì subnet mask của child routes.
- Mỗi Child Routes bao gồm subnet mask của riêng nó.

Các lưu ý về VLSM

- ❑ Bất cứ khi nào có thể, tốt nhất là nhóm những tuyến đường tiếp giáp lại với nhau để cho chúng có thể được tóm tắt (tổng hợp) bởi upstream routers.
 - Ngay cả khi nếu như không thể nhóm được tất cả các tuyến đường tiếp giáp lại với nhau, thì router sẽ sử dụng khớp nhiều bit nhất (longest-bit match) khi so khớp trong bảng định tuyến để chọn một tuyến đường cụ thể hơn thay vì một tuyến đường được tóm tắt
- ❑ Ta có thể tiếp tục chia nhỏ mạng (sub-subnetting) "sâu" bao nhiêu lần tùy theo ý muốn.
- ❑ Ta có thể có các subnets với kích cỡ đa dạng khi dùng kỹ thuật VLSM.

Đường chập chờn (Route flapping)



- ❑ Tuyến đường chập chờn xuất hiện khi một interface của router thay đổi liên tục giữa hai trạng thái up và down.
- ❑ Route flapping có thể làm tê liệt một router với việc liên tục tính toán lại và cập nhật tuyến đường.
- ❑ Tuy nhiên, việc cấu hình tóm tắt sẽ ngăn chặn tuyến đường chập chờn xuất phát từ RTC ảnh hưởng đến các router khác.
- ❑ Việc đứt một mạng không làm mất hiệu lực tuyến đường tổng hợp đến supernet.
- ❑ Trong khi RTC có thể bị bận bịu với việc giải quyết tuyến đường chập chờn của nó, RTZ, và tất cả upstream routers, là không biết về vấn đề phía dưới (downstream).
- ❑ Sự tóm tắt tuyến đường cách ly hiệu quả cho các router khác về vấn đề route flapping.

Ví dụ 11

Một tổ chức nhỏ được cấp một khối địa chỉ với địa chỉ bắt đầu có độ dài tiền tố là **205.16.37.24/29**. Dải địa chỉ của khối đó là gì?

Đáp án

Địa chỉ bắt đầu là 205.16.37.24. Để tìm địa chỉ cuối cùng ta giữ nguyên 29 bits đầu tiên và thay đổi 3 bits cuối cùng thành 1s.

Bắt đầu: 11001111 00010000 00100101 00011000

Kết thúc: 11001111 00010000 00100101 00011111

Chỉ có 8 địa chỉ trong khối này.

Ví dụ 12

Chúng ta có thể tìm dải địa chỉ trong ví dụ 11 bằng cách khác. Ta biết rằng độ dài hậu tố (suffix) là $32 - 29$ hay là 3. Do đó có $2^3 = 8$ địa chỉ trong khối này. Nếu địa chỉ đầu tiên là 205.16.37.24, thì địa chỉ cuối cùng là 205.16.37.31 ($24 + 7 = 31$).

Ví dụ 13

Địa chỉ mạng sẽ là gì nếu biết một địa chỉ như 167.199.170.82/27?

Đáp án

Độ dài tiền tố là 27, có nghĩa là ta phải giữ nguyên giá trị của 27 bits đầu tiên và thay đổi 5 bits còn lại về 0s. 5 bits này chỉ ảnh hưởng đến byte cuối cùng. Byte cuối cùng hiện là 01010010. Thay đổi 5 bits cuối cùng thành 0s, ta có 01000000 hay 64. Vậy địa chỉ mạng là 167.199.170.64/27.

Ví dụ 14

Một tổ chức được cấp phát khối địa chỉ 130.34.12.64/26. Tổ chức này cần có 4 mạng con. Địa chỉ của các mạng con đó là gì và dải địa chỉ của mỗi mạng con?

Đáp án

Độ dài hậu tố là 6. Điều đó có nghĩa tổng số địa chỉ trong khối là 64 (2^6). Nếu chúng ta tạo bốn mạng con, mỗi mạng con sẽ có 16 địa chỉ.

Đáp án (tiếp theo)

Ta hãy tìm tiền tố của mạng con trước (mặt nạ mạng con). Chúng ta cần bốn mạng con, nghĩa là ta cần bổ sung thêm 2 bits 1 vào phần tiền tố của site. Tiền tố của của mạng con sẽ là /28.

Subnet 1: 130.34.12.64/28 to 130.34.12.79/28.

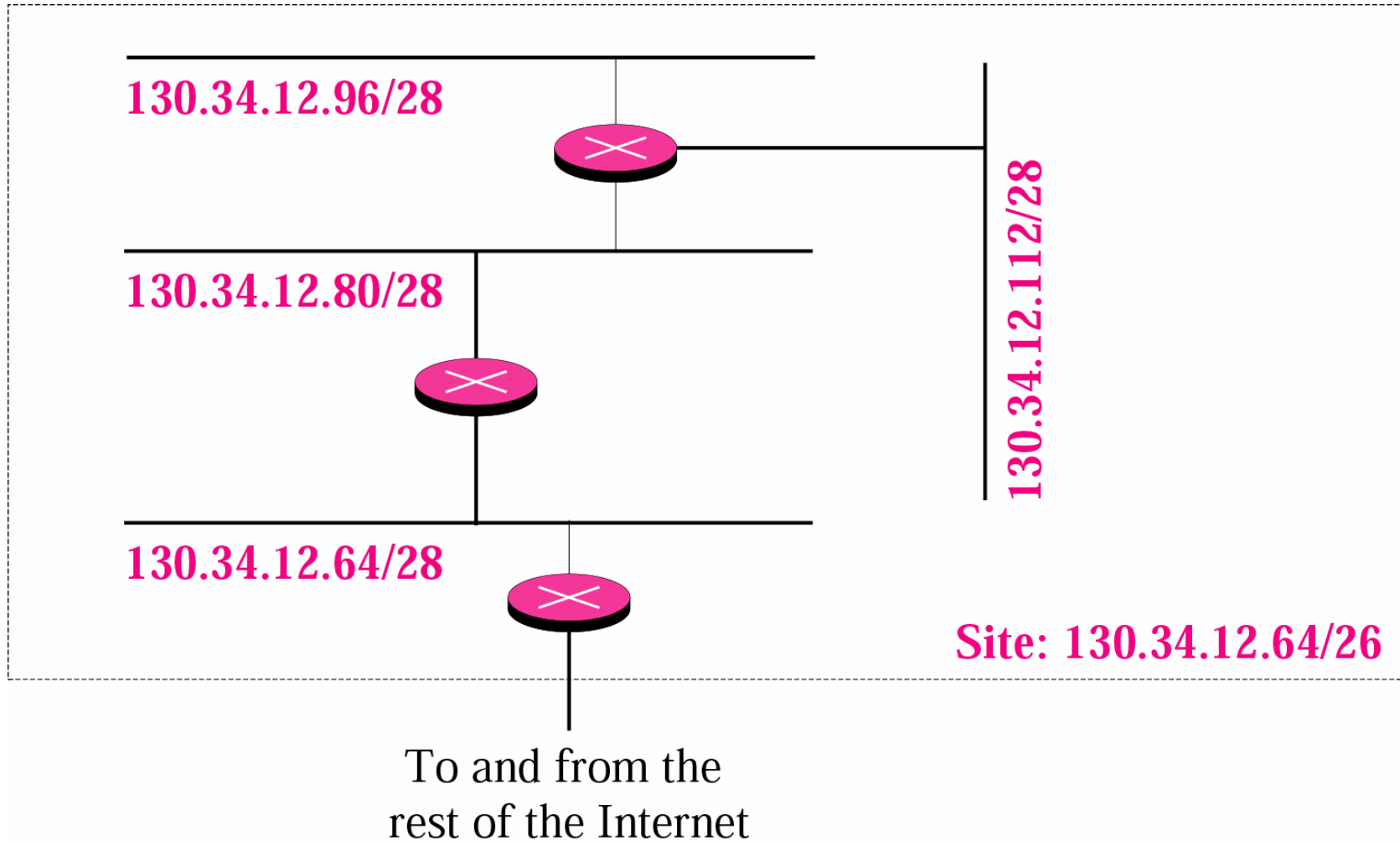
Subnet 2 : 130.34.12.80/28 to 130.34.12.95/28.

Subnet 3: 130.34.12.96/28 to 130.34.12.111/28.

Subnet 4: 130.34.12.112/28 to 130.34.12.127/28.

Minh họa cho Ví dụ 14

Example 14



Ví dụ 15

Một ISP được cấp một khối địa chỉ bắt đầu với 190.100.0.0/16. ISP đó cần phân phối những địa chỉ đó cho các nhóm khách hàng như sau:

1. Nhóm 1 có 64 khách hàng; mỗi khách hàng cần 256 addresses.
2. Nhóm 2 có 128 khách hàng; mỗi khách hàng cần 128 addresses.
3. Nhóm 3 có 128 khách hàng; mỗi khách hàng cần 64 addresses.

Thiết kế các khối con (subblocks) và đưa ra ký hiệu slash cho mỗi subblock. Hãy tìm bao nhiêu địa chỉ còn có thể được dùng để cấp phát.

Đáp án

Nhóm 1

Đối với nhóm này, mỗi khách hàng cần 256 addresses. Điều đó có nghĩa là chiều dài hậu tố là 8 ($2^8 = 256$). Do đó chiều dài tiền tố là $32 - 8 = 24$.

01: 190.100.0.0/24 → 190.100.0.255/24

02: 190.100.1.0/24 → 190.100.1.255/24

.....

64: 190.100.63.0/24 → 190.100.63.255/24

Tổng cộng = $64 \times 256 = 16,384$

Nhóm 2

Đối với nhóm này, mỗi khách hàng cần 128 addresses. Điều đó có nghĩa chiều dài hậu tố là 7 ($2^7 = 128$). Vậy chiều dài tiền tố là $32 - 7 = 25$. Các địa chỉ là:

001: 190.100.64.0/25 ➔ 190.100.64.127/25

002: 190.100.64.128/25 ➔ 190.100.64.255/25

.....

128: 190.100.127.128/25 ➔ 190.100.127.255/25

Tổng cộng = $128 \times 128 = 16,384$

Đáp án (tiếp theo)

Nhóm 3

Đối với nhóm này, mỗi khách hàng cần 64 addresses. Điều đó có nghĩa chiều dài hậu tố là 6 ($2^6 = 64$). Vậy chiều dài tiền tố là $32 - 6 = 26$.

001:190.100.128.0/26 ➔ 190.100.128.63/26

002:190.100.128.64/26 ➔ 190.100.128.127/26

.....

128:190.100.159.192/26 ➔ 190.100.159.255/26

Tổng cộng = $128 \times 64 = 8,192$

Đáp án (tiếp theo)

Số địa chỉ được cấp phát: 65,536

Số địa chỉ đã cấp phát: 40,960

Số địa chỉ còn sẵn có: 24,576

Các giải pháp ngắn hạn:

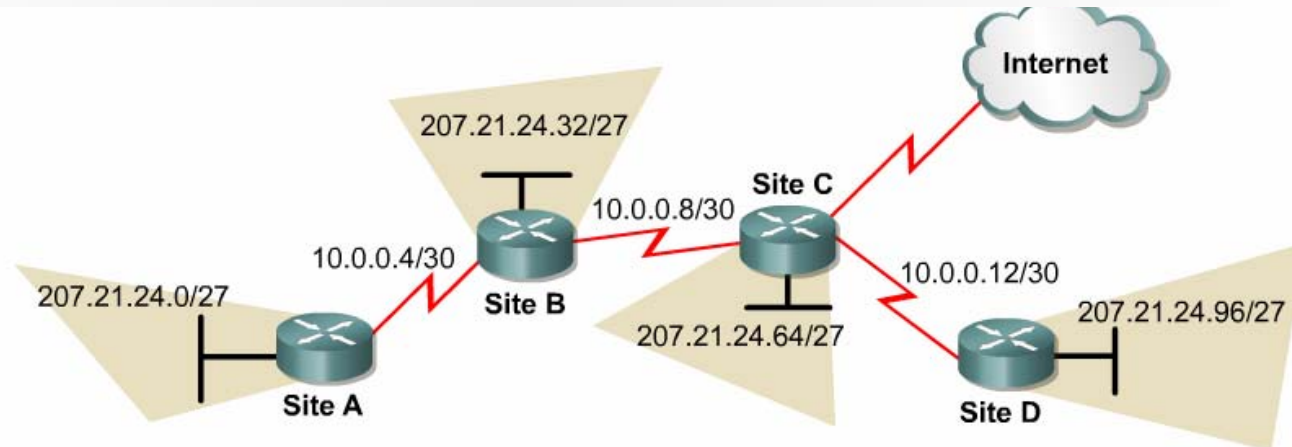
Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- ❑ CIDR (Classless Inter-Domain Routing) - RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- ❑ VLSM (Variable Length Subnet Mask) - RFC 1009
- ❑ Private Addressing - RFC 1918
- ❑ NAT/PAT (Network Address Translation / Port Address Translation) - RFCs 1631, 2663, 2993, 3022, 3027, 3235

Private IP addresses (RFC 1918)

| Class | RFC 1918 Internal Address Range | CIDR Prefix |
|-------|---------------------------------|----------------|
| A | 10.0.0.0 to 10.255.255.255 | 10.0.0.0/8 |
| B | 172.16.0.0 to 172.31.255.255 | 172.16.0.0/12 |
| C | 192.168.0.0 to 192.168.255.255 | 192.168.0.0/16 |

Private addresses can be used to address point-to-point serial links without wasting "real" IP addresses.



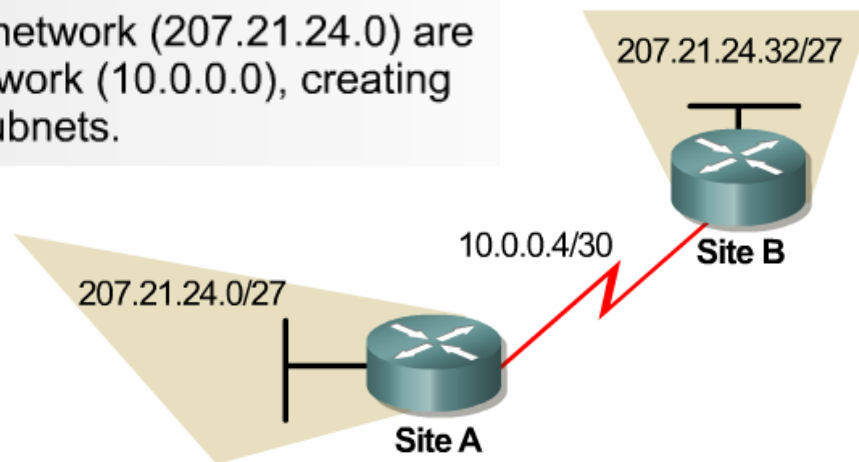
Nếu cần đánh địa chỉ cho những mục đích sau, thì những địa chỉ riêng tư có thể được sử dụng thay vì các địa duy nhất toàn cầu:

- ❑ Một intranet không công khai
- ❑ Một phòng lab để thử nghiệm
- ❑ Một mạng gia đình

Các địa chỉ toàn cầu phải được cấp từ một nhà cung cấp hoặc cơ quan đăng ký nào đó với một số lệ phí.

Các mạng con không liên tục

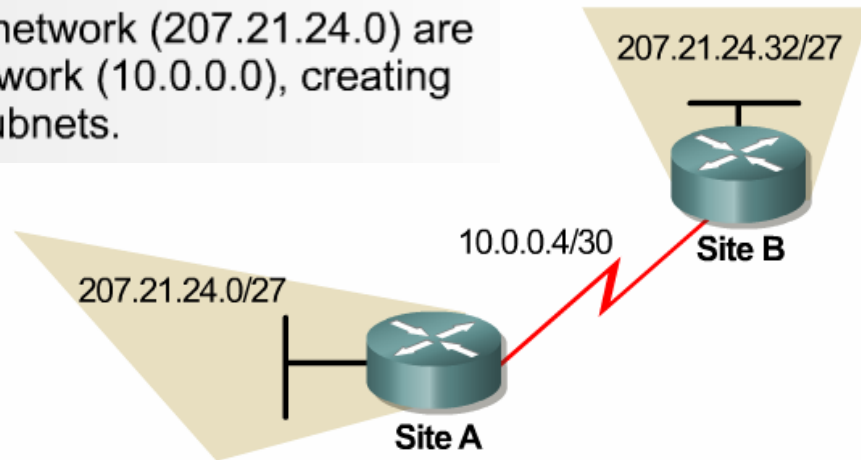
Two subnets from the same major network (207.21.24.0) are separated by a different major network (10.0.0.0), creating discontinuous subnets.



- ❑ “Việc hòa lẫn giữa địa chỉ riêng tư với địa chỉ duy nhất toàn cầu có thể tạo ra những mạng con không liên tục.” - Tuy nhiên nó không phải là nguyên nhân chính...
- ❑ Những mạng con không liên tục là những mạng con từ cùng một mạng chính nhưng chúng bị tách biệt bởi một mạng chính khác biệt hoàn toàn hay mạng con.
- ❑ **Câu hỏi:** Nếu một giao thức định tuyến phân lớp như RIPv1 hay IGRP được sử dụng, cập nhật tuyến đường giữa Site A router and Site B router sẽ hành xử như thế nào?

Các mạng con không liên tục

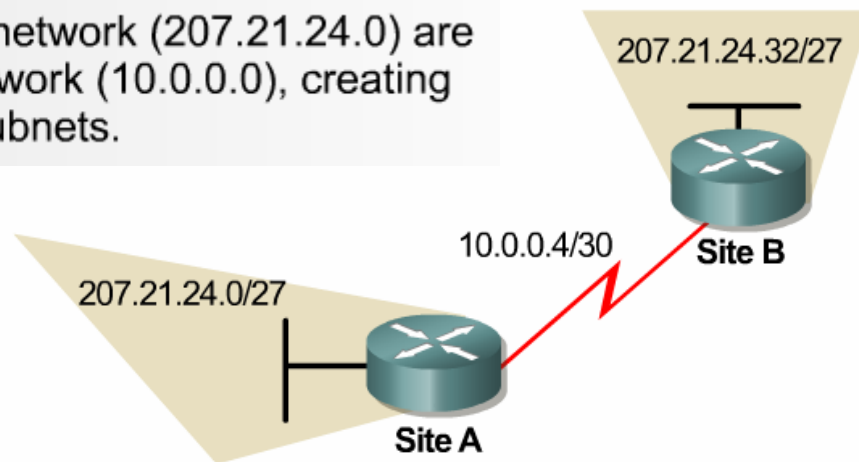
Two subnets from the same major network (207.21.24.0) are separated by a different major network (10.0.0.0), creating discontinuous subnets.



- ❑ Các giao thức định tuyến theo lớp, đáng kể như RIPv1 và IGRP, không thể hỗ trợ các mạng con không liên tục, bởi vì mặt nạ mạng không được bao gồm trong việc cập nhật tuyến đường.
- ❑ RIPv1 và IGRP tự động tóm tắt dựa vào ranh giới phân lớp.
- ❑ Site A và Site B đều gởi cho nhau địa chỉ lớp C **207.21.24.0/24**.
- ❑ Một giao thức định tuyến không phân lớp (RIPv2, EIGRP, OSPF) là cần thiết:
 - để không tóm tắt địa chỉ mạng phân lớp và
 - để bao gồm mặt nạ mạng con trong việc cập nhật tuyến đường.

Các mạng con không liên tục

Two subnets from the same major network (207.21.24.0) are separated by a different major network (10.0.0.0), creating discontinuous subnets.



- ❑ RIPv2 và EIGRP tự động tóm tắt về ranh giới phân lớp.
- ❑ Khi sử dụng RIPv2 và EIGRP, để tắt tính năng tự động tóm tắt (trên cả hai routers):

```
Router (config-router) #no auto-summary
```

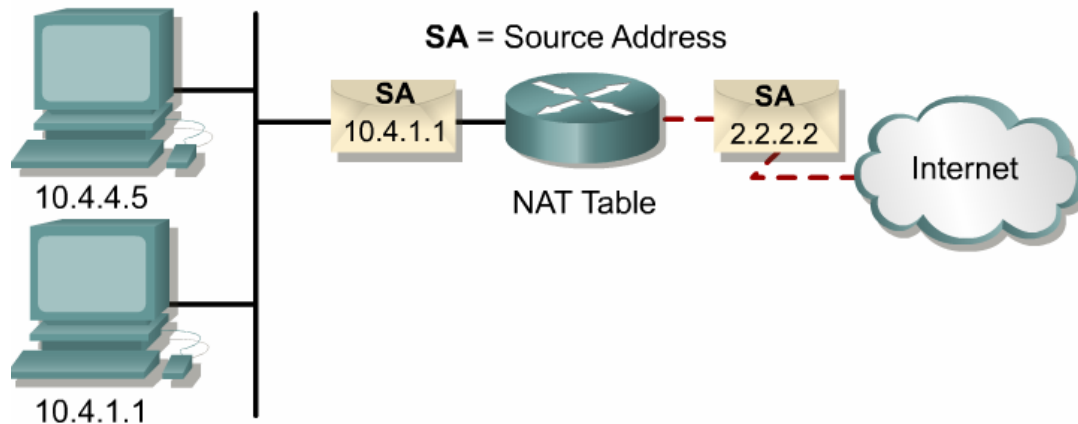
- ❑ Site B bây giờ nhận 207.21.24.0/27
- ❑ Site A bây giờ nhận 207.21.24.32/27

Các giải pháp ngắn hạn:

Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- ❑ CIDR (Classless Inter-Domain Routing) - RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- ❑ VLSM (Variable Length Subnet Mask) - RFC 1009
- ❑ Private Addressing - RFC 1918
- ❑ NAT/PAT (Network Address Translation / Port Address Translation) - RFCs 1631, 2663, 2993, 3022, 3027, 3235

Dịch địa chỉ mạng - NAT

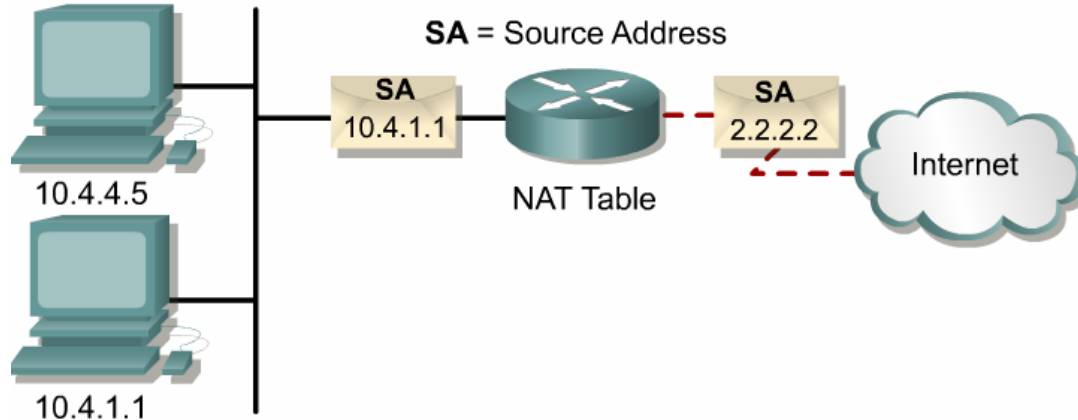


| Inside Local IP Address | Global IP Address |
|-------------------------|-------------------|
| 10.4.4.5 | 2.2.2.3 |
| 10.4.1.1 | 2.2.2.2 |

NAT: Network Address Translation

- ❑ NAT, được định nghĩa trong RFC 1631, là một tiến trình thay một địa chỉ này bằng một địa chỉ khác trong phần điều khiển của gói IP.
- ❑ Trong thực tế, NAT được sử dụng để cho phép các hosts dùng địa chỉ riêng tư truy cập Internet.

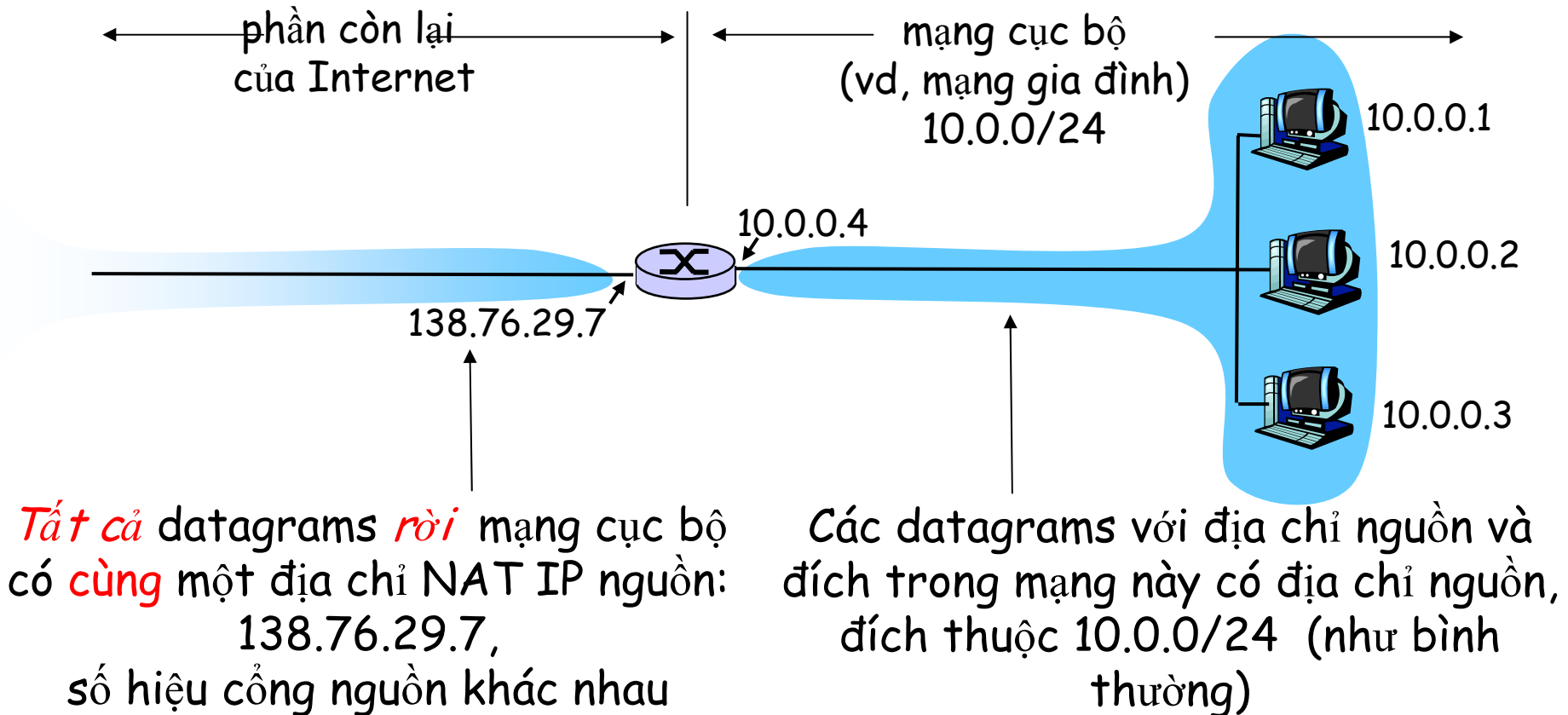
Network Address Translation (NAT)



| Inside Local IP Address | | Global IP Address | |
|-------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|
| 10.4.4.5 | TCP Source Port 1026 | 2.2.2.3 | 2.2.2.2 TCP Source Port 1923 |
| 10.4.1.1 | TCP Source Port 1026 | 2.2.2.2 | 2.2.2.2 TCP Source Port 1924 |

- ❑ Dịch địa chỉ mạng -NAT- có thể xảy ra động hoặc tĩnh.
- ❑ Tính năng mạnh nhất của các router hỗ trợ NAT là khả năng sử dụng cơ chế **dịch địa chỉ cổng - port address translation (PAT)**, nó cho phép nhiều địa chỉ bên trong được ánh xạ đến cùng một địa chỉ toàn cầu.
- ❑ Kỹ thuật đó còn được gọi là việc dịch địa chỉ mạng nhiều -đến-một.
- ❑ Với PAT, hàng trăm nodes sử dụng địa chỉ riêng tư có thể truy cập Internet bằng cách sử dụng duy nhất một địa chỉ toàn cầu.
- ❑ NAT router lưu vết các cuộc hội thoại khác nhau bằng cách ánh xạ các số hiệu cổng TCP và UDP.

NAT: Network Address Translation



NAT: Network Address Translation

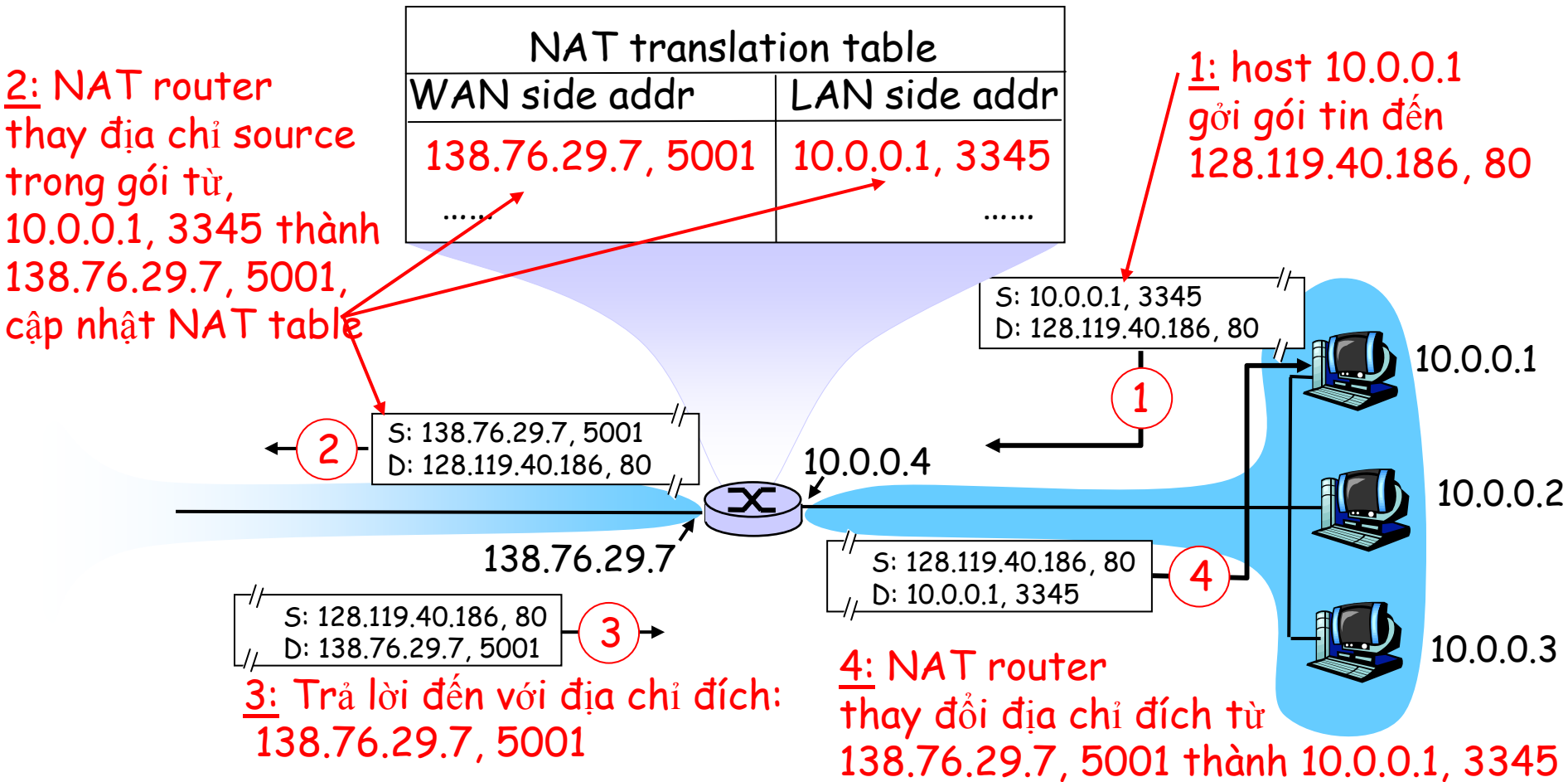
- **Động cơ thúc đẩy:** mạng cục bộ chỉ dùng một địa chỉ IP để đi ra thế giới bên ngoài với những yếu tố được quan tâm:
 - không cần phải được cấp phát một dải địa chỉ IP từ ISP: - chỉ một địa chỉ toàn cầu sử dụng cho tất cả các thiết bị
 - có thể thay đổi địa chỉ của các thiết bị trong mạng cục bộ mà không cần phải báo cho thế giới bên ngoài biết
 - có thể thay đổi ISP mà không cần thay đổi địa chỉ của các thiết bị trong mạng cục bộ
 - Các thiết bị trong mạng cục bộ không bị thấy địa chỉ một cách rõ ràng đối với thế giới bên ngoài (an toàn hơn).

NAT: Network Address Translation

Sự thi hành: NAT router phải:

- *các gói đi ra ngoài: thay* (source IP address, port #) của tất cả các gói đi ra ngoài thành (NAT IP address, new port #)
... clients/servers ở phía kia sẽ đáp ứng sử dụng (NAT IP address, new port #) như là địa chỉ đích.
- *lưu giữ (trong bảng dịch địa chỉ mạng - NAT table)* tất cả các cặp (source IP address, port #) thành (NAT IP address, new port #)
- *các gói đi vào: thay* (NAT IP address, new port #) trong các trường đích của tất cả các gói đi vào với địa chỉ tương ứng (source IP address, port #) đã được lưu trong NAT table

NAT: Network Address Translation



NAT: Network Address Translation

- ❑ trường port-number 16-bit:
 - 60,000 kết nối đồng thời với một địa chỉ công cộng!
- ❑ NAT có thể gây tranh cãi:
 - routers chỉ nên xử lý đến tầng 3
 - vi phạm các thỏa thuận cuối-đến-cuối
 - các nhà thiết kế ứng dụng phải quan tâm đến các vấn đề mà NAT có thể gây ra cho ứng dụng của mình, ví dụ như các ứng dụng dạng P2P
 - sự thiếu hụt địa chỉ về lâu về dài nên được giải quyết bằng IPv6

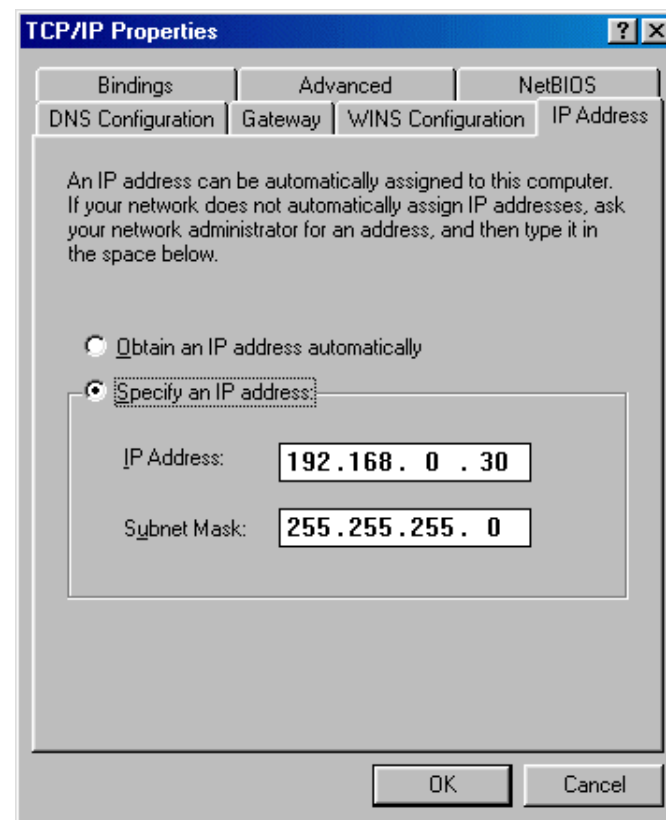
Làm thế nào để có một địa chỉ IP?

Q: Làm thế nào để *host* có được địa chỉ IP?

- được người quản trị hệ thống lưu vào trong một file
 - Wintel: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
 - UNIX: /etc/rc.config
- **DHCP**: **D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol: giao thức này sẽ giúp host lấy địa chỉ động từ DHCP server
 - "plug-and-play"

Đánh địa chỉ IP tĩnh

- ❑ Ta phải đến mỗi thiết bị
 - sổ sách ghi chép địa chỉ được cấp phải được lưu giữ
 - không được trùng địa chỉ IP



Đánh địa chỉ IP động

Công nghệ hiện tại

□ **Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)**

- Kế vị của BOOTP
- Cho phép host nhận IP address động và nhanh chóng
- Sử dụng một dải địa chỉ IP đã được định nghĩa trước
- xem phần sau!

Các công nghệ đã lỗi thời

□ **Reverse Address Resolution Protocol (RARP)**

- Gắn địa chỉ MAC với địa chỉ IP

□ **BOOTstrap Protocol (BOOTP)**

- Dùng UDP để mang các thông điệp
- Sử dụng các gói IP quảng bá
- Địa chỉ MAC đã được khớp với địa chỉ IP từ trước
- Có thể chứa thêm các thông tin (default gateway)

Làm thế nào để có địa chỉ IP?

Q: Làm thế nào để *mạng* có được phần địa chỉ mạng của IP addr?

A: nhận được từ phần địa chỉ được cấp bởi ISP

| | | | |
|----------------|-----------------------------------|----------|----------------|
| ISP's block | <u>11001000 00010111 00010000</u> | 00000000 | 200.23.16.0/20 |
| Organization 0 | <u>11001000 00010111 00010000</u> | 00000000 | 200.23.16.0/23 |
| Organization 1 | <u>11001000 00010111 00010010</u> | 00000000 | 200.23.18.0/23 |
| Organization 2 | <u>11001000 00010111 00010100</u> | 00000000 | 200.23.20.0/23 |
| ... | | | |
| Organization 7 | <u>11001000 00010111 00011110</u> | 00000000 | 200.23.30.0/23 |

Làm thế nào để có địa chỉ IP...

Q: Làm thế nào để một ISP có được khối địa chỉ?

A: **ICANN**: Internet **C**orporation for **A**ssigned
Names and **N**umbers

- cấp địa chỉ
- quản lý DNS
- cấp tên miền, giải quyết các tranh chấp liên quan

Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

- 6.4.1 Địa chỉ IPv4

- 6.4.2 Truyền một gói từ nguồn đến đích

- 6.4.3 Khuôn dạng gói IP

- 6.4.4 Sự phân mảnh gói IP

- 6.4.5 ICMP: Giao thức thông điệp điều khiển của Internet

- 6.4.6 DHCP: Giao thức cấu hình host động

6.5 Định tuyến trên Internet

Truyền một gói tin từ nguồn đến đích

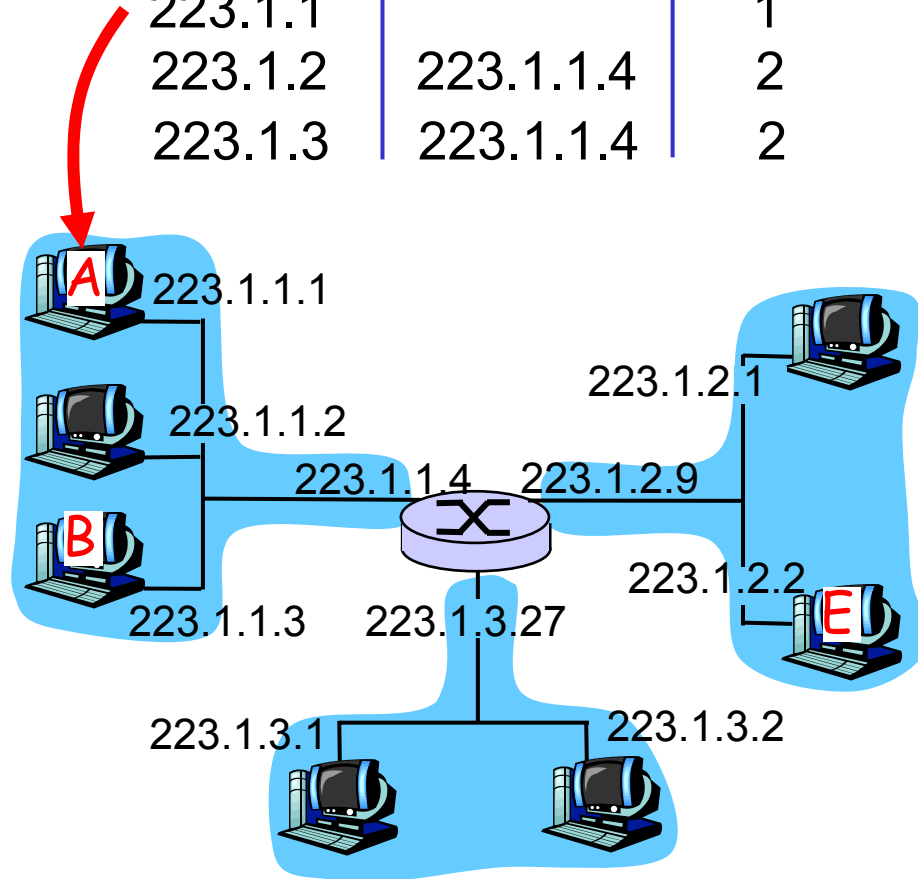
IP datagram:

| misc fields | source IP addr | dest IP addr | data |
|----------------|-------------------|-----------------|------|
|----------------|-------------------|-----------------|------|

- gói dữ liệu **không bị thay đổi**, khi nó đi từ nguồn đến đích
- ở đây ta quan tâm đến các trường địa chỉ

Bảng định tuyến tại A

| Dest. Net. | next router | Nhops |
|------------|-------------|-------|
| 223.1.1 | | 1 |
| 223.1.2 | 223.1.1.4 | 2 |
| 223.1.3 | 223.1.1.4 | 2 |



Truyền một gói tin từ nguồn đến đích

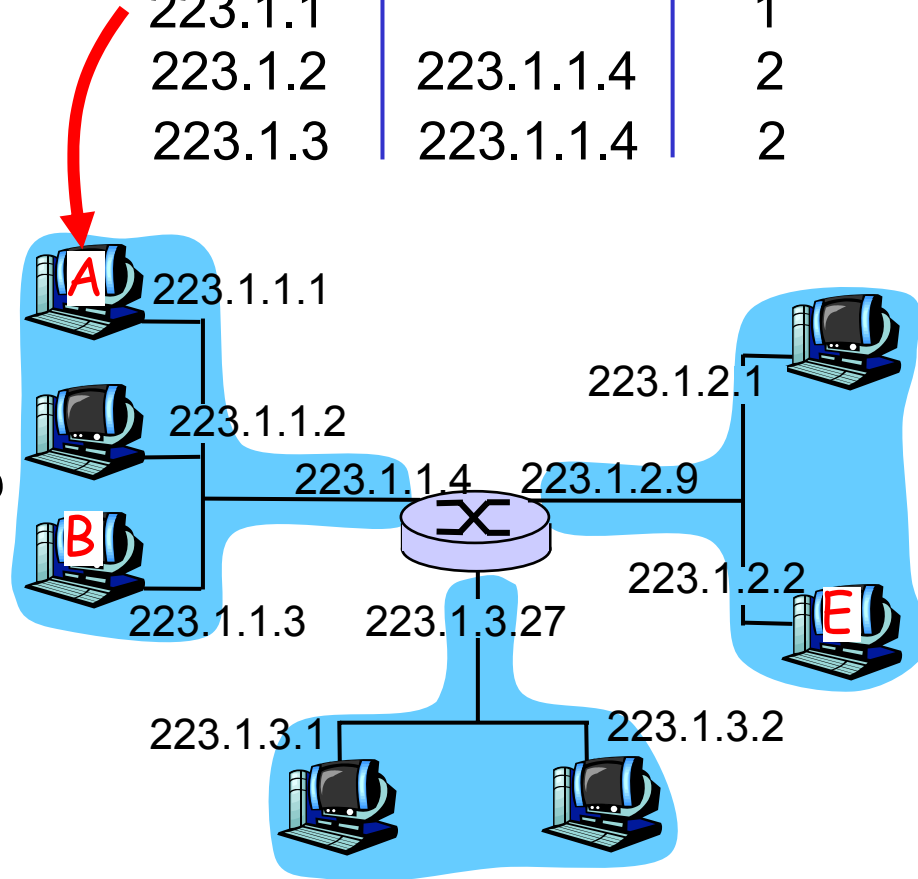
| | | | |
|-------------|-----------|-----------|------|
| misc fields | 223.1.1.1 | 223.1.1.3 | data |
|-------------|-----------|-----------|------|

Xuất phát tại A, gửi gói IP có địa chỉ đích là B:

- ❑ tra địa chỉ mạng của B trong bảng định tuyến
- ❑ thấy rằng B cùng mạng với A
- ❑ tầng LKDL sẽ gửi gói IP trực tiếp đến B bên trong frame của nó
 - B và A là kết nối trực tiếp

Bảng định tuyến tại A

| Dest. Net. | next router | Nhops |
|------------|-------------|-------|
| 223.1.1 | | 1 |
| 223.1.2 | 223.1.1.4 | 2 |
| 223.1.3 | 223.1.1.4 | 2 |



Truyền một gói tin từ nguồn đến đích

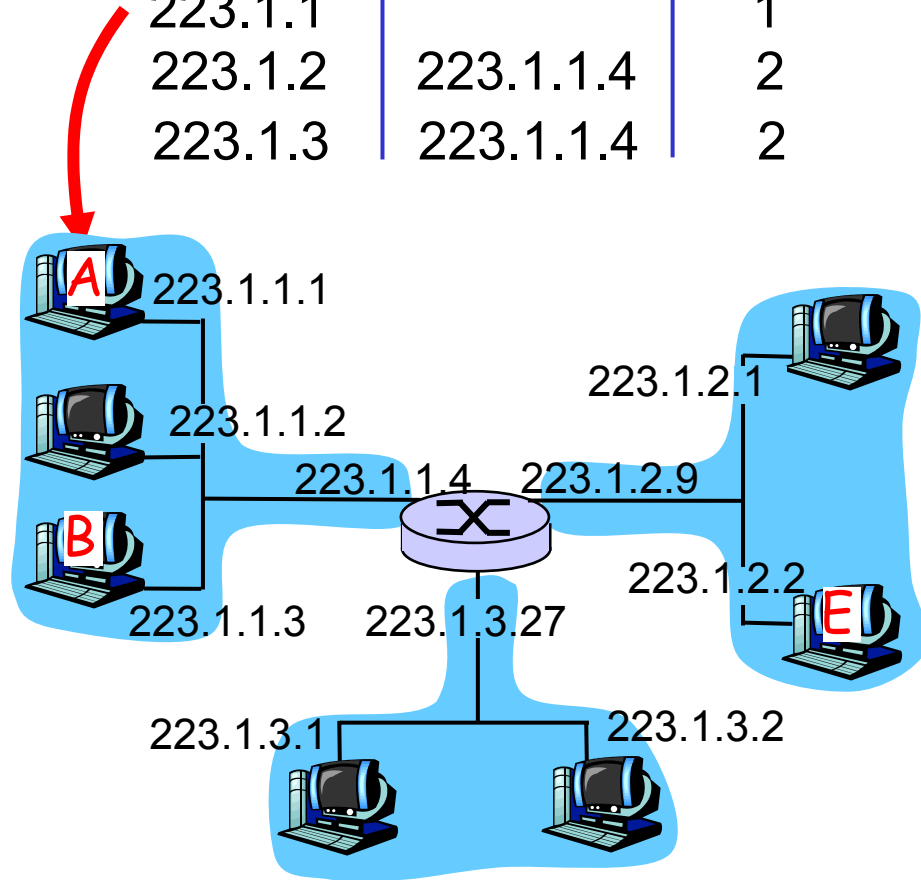
| | | | |
|-------------|-----------|-----------|------|
| misc fields | 223.1.1.1 | 223.1.2.2 | data |
|-------------|-----------|-----------|------|

Bắt đầu tại A, đích đến là E:

- ❑ tra địa chỉ mạng của E trong bảng định tuyến
- ❑ E ở mạng khác
 - A, E không gần trực tiếp cùng một mạng
- ❑ bảng định tuyến: router kế tiếp để đến E là 223.1.1.4
- ❑ Tầng lkd1 gửi gói IP đến router 223.1.1.4 bên trong frame của nó
- ❑ gói IP đến tại 223.1.1.4
- ❑ tiếp tục...

Bảng định tuyến tại A

| Dest. Net. | next router | Nhops |
|------------|-------------|-------|
| 223.1.1 | | 1 |
| 223.1.2 | 223.1.1.4 | 2 |
| 223.1.3 | 223.1.1.4 | 2 |



Truyền một gói tin từ nguồn đến đích

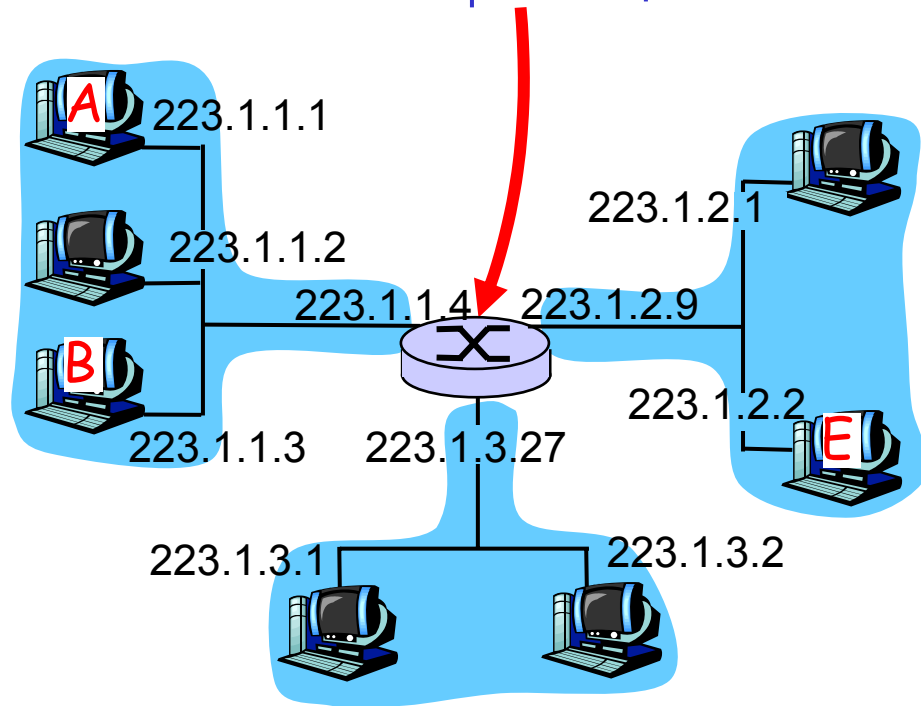
| | | | |
|-------------|-----------|-----------|------|
| misc fields | 223.1.1.1 | 223.1.2.2 | data |
|-------------|-----------|-----------|------|

Đến tại 223.1.1.4, đi đến 223.1.2.2

- ❑ tra cứu địa chỉ mạng của E trong bảng định tuyến của router
- ❑ E nằm cùng mạng với interface 223.1.2.9 của router
 - router, E gắn trực tiếp cùng một mạng
- ❑ tầng lkd1 gửi gói tin đến 223.1.2.2 bên trong frame của nó qua interface 223.1.2.9
- ❑ gói tin đến 223.1.2.2!!!

Bảng định tuyến tại router

| Dest. Net | router | Nhops | interface |
|-----------|--------|-------|------------|
| 223.1.1 | - | 1 | 223.1.1.4 |
| 223.1.2 | - | 1 | 223.1.2.9 |
| 223.1.3 | - | 1 | 223.1.3.27 |



Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

- 6.4.1 Địa chỉ IPv4

- 6.4.2 Truyền một gói từ nguồn đến đích

- 6.4.3 Khuôn dạng gói IP

- 6.4.4 Sự phân mảnh gói IP

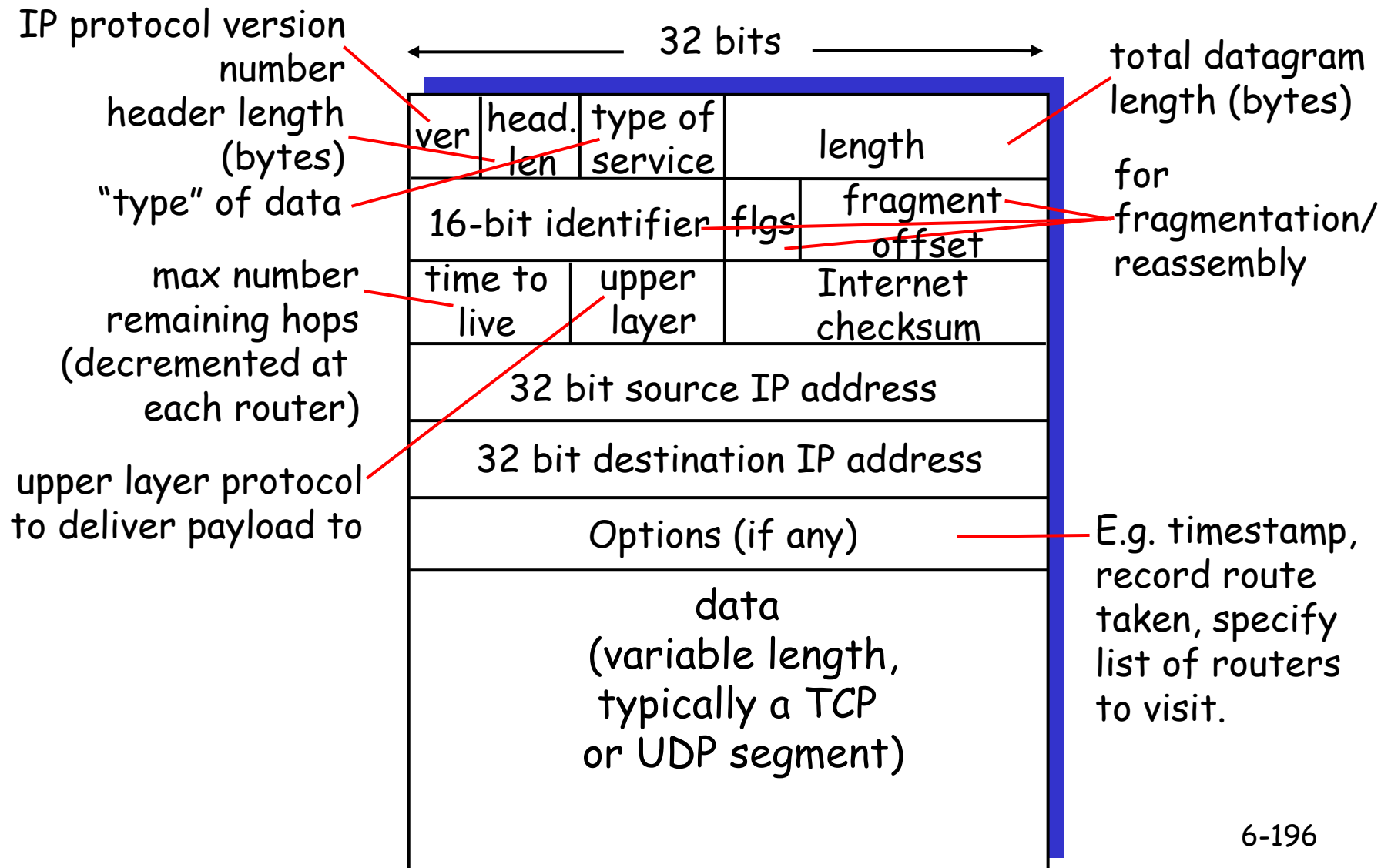
- 6.4.5 ICMP: Giao thức thông điệp điều khiển của Internet

- 6.4.6 DHCP: Giao thức cấu hình host động

6.5 Định tuyến trên Internet

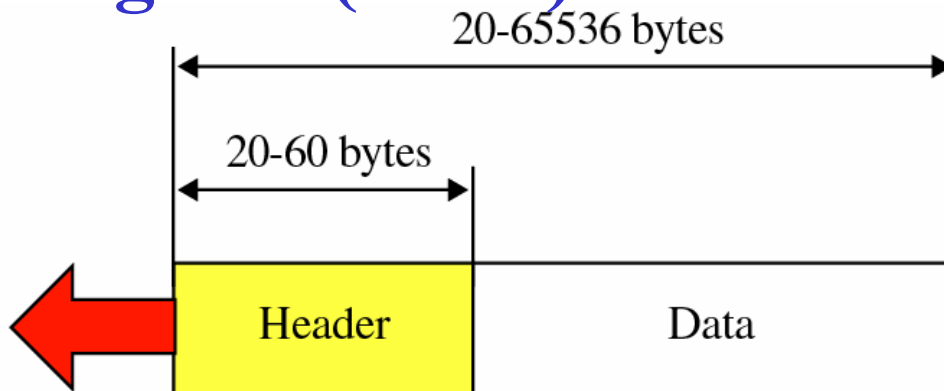
Khuôn dạng của IP datagram

IP datagram format



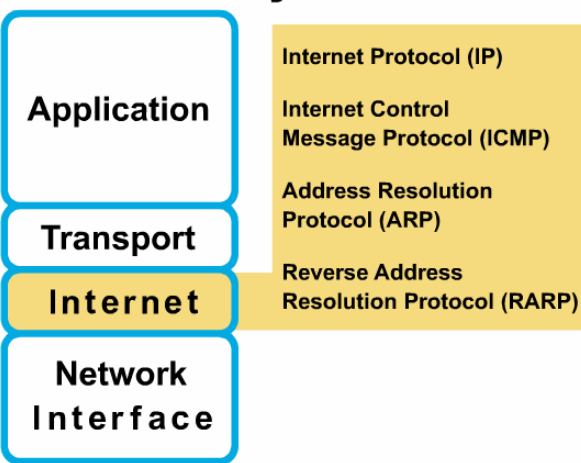
Khuôn dạng của IP datagram (tt.)

IP datagram (more)



| | | | | |
|---------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| VER 4 bits | HLEN 4 bits | Service type 8 bits | Total length 16 bits | |
| Identification 16 bits | | | Flags 3 bits | Fragmentation offset 13 bits |
| Time to live 8 bits | | Protocol 8 bits | Header checksum 16 bits | |
| Source IP address | | | | |
| Destination IP address | | | | |
| Option | | | | |

Network Layer Overview



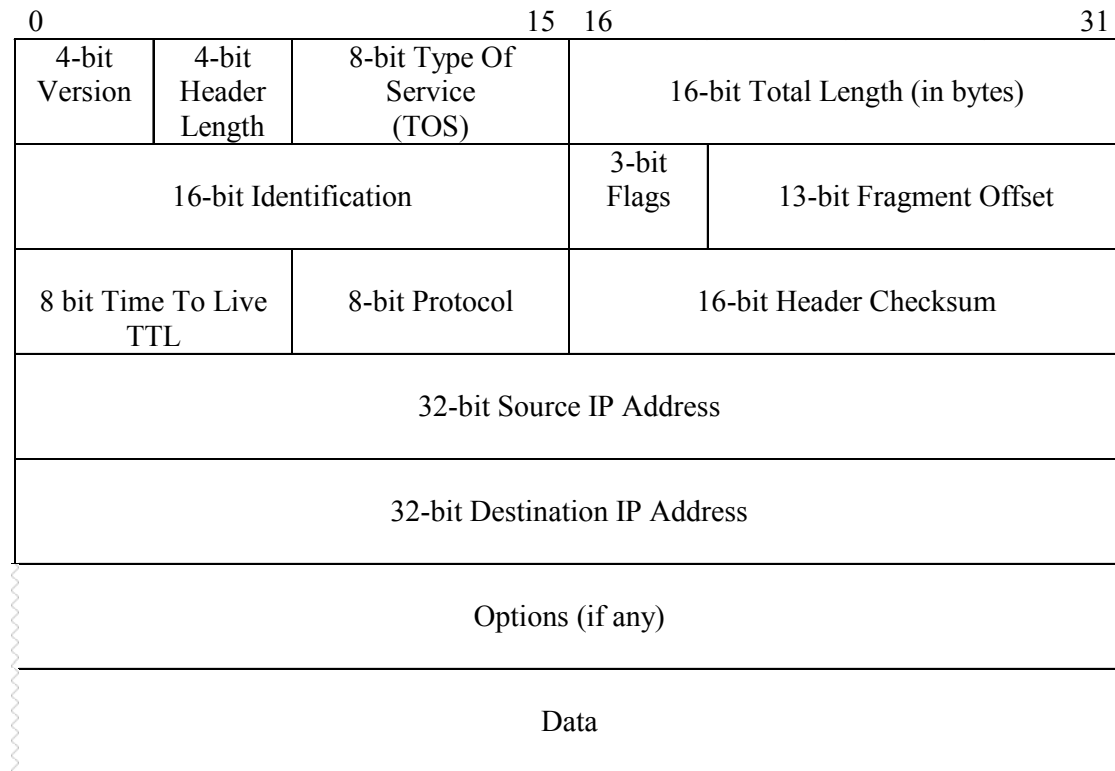
| | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 0 | 15 | 16 | 31 |
| 4-bit Version | 4-bit Header Length | 8-bit Type Of Service (TOS) | 16-bit Total Length (in bytes) |
| 16-bit Identification | | | 3-bit Flags |
| 13-bit Fragment Offset | | | |
| 8 bit Time To Live TTL | | 8-bit Protocol | 16-bit Header Checksum |
| 32-bit Source IP Address | | | |
| 32-bit Destination IP Address | | | |
| Options (if any) | | | |
| Data | | | |

Phần thông tin điều khiển của gói IP

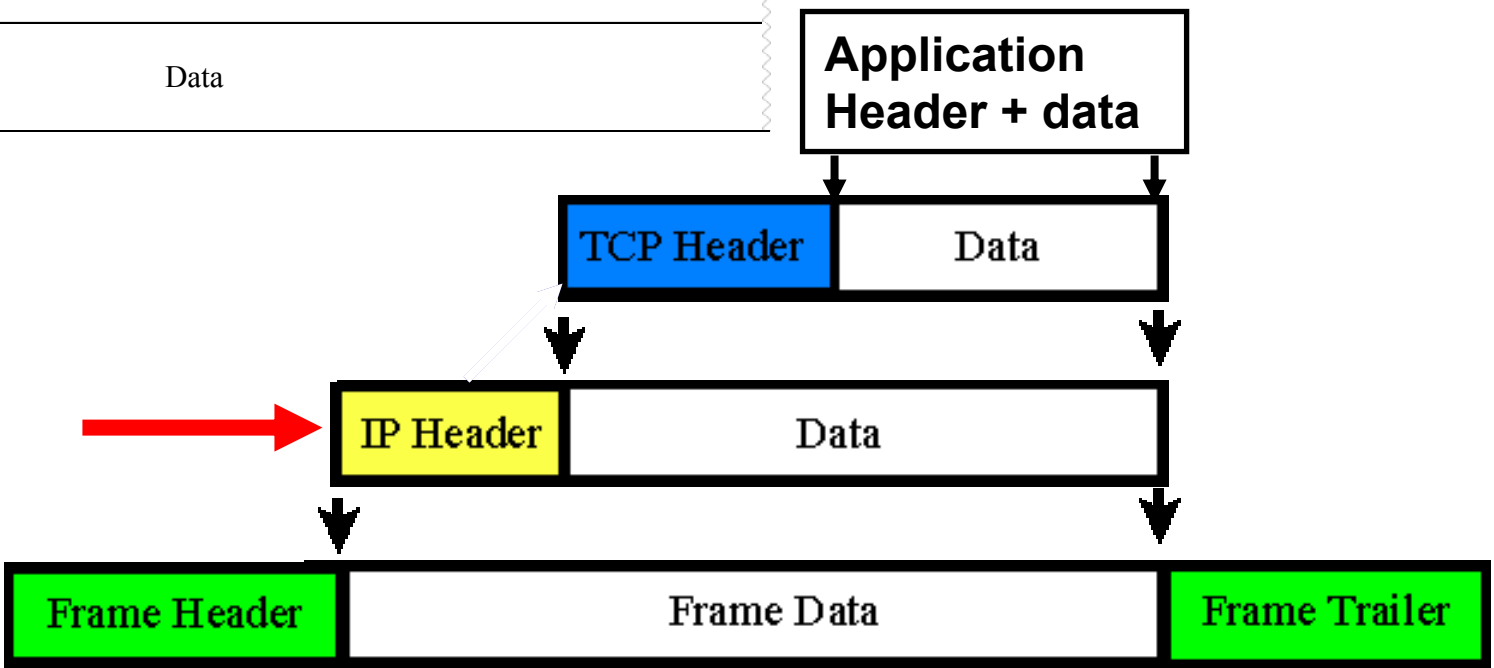
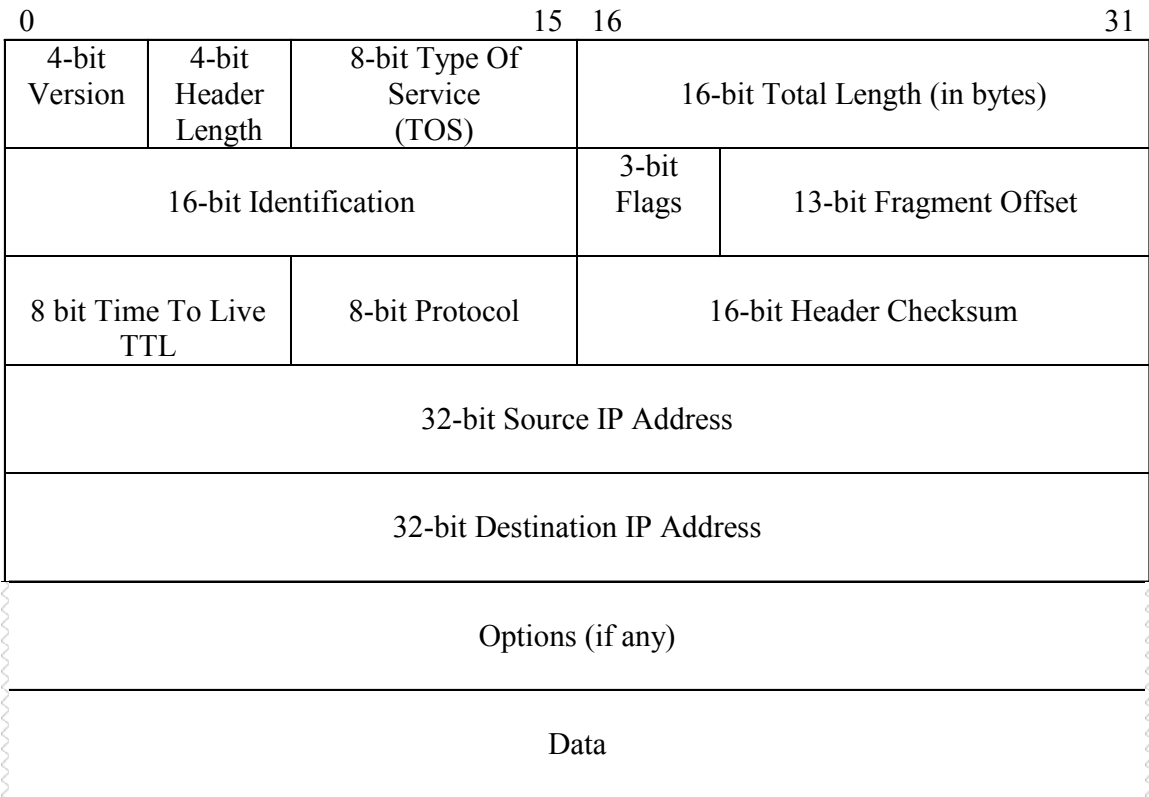
- ❑ **VERS** (4bits) -- chỉ version hiện hành của IP được cài đặt
- ❑ **HLEN** (4bits) - chỉ độ dài phần đầu (header), tính theo đơn vị từ (word = 32 bits)
- ❑ **type of service** (8 bits) - "loại" dịch vụ: gam dữ liệu nên được "đối xử" như thế nào
- ❑ **total length** (16 bits) - chỉ độ dài toàn bộ gói IP (thông tin điều khiển + dữ liệu)
- ❑ **identification, flags, fragment offset** - cung cấp sự phân đoạn cho các datagram để cho phép nhiều MTU khác nhau trên liên mạng

Phần thông tin điều khiển của gói IP (tt.)

- ❑ **TTL** -- Time-To-Live: quy định thời gian tồn tại của datagram trên liên mạng
- ❑ **protocol** - chỉ giao thức tầng trên kế tiếp sẽ nhận vùng dữ liệu ở trạm đích
- ❑ **header checksum** - mã kiểm soát lỗi 16 bits theo phương pháp CRC, chỉ cho phần header
- ❑ **source IP address**: địa chỉ trạm nguồn và **destination IP address** - địa chỉ trạm đích
- ❑ **IP options** (độ dài thay đổi) - khai báo các options về network testing, debugging, security... do bên gửi yêu cầu
- ❑ **Data** - vùng dữ liệu, tối đa là 65535 bytes



IP Header



Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

- 6.4.1 Địa chỉ IPv4

- 6.4.2 Truyền một gói từ nguồn đến đích

- 6.4.3 Khuôn dạng gói IP

- 6.4.4 Sự phân mảnh gói IP

- 6.4.5 ICMP: Giao thức thông điệp điều khiển của Internet

- 6.4.6 DHCP: Giao thức cấu hình host động

6.5 Định tuyến trên Internet

Phân mảnh gói IP và ráp lại

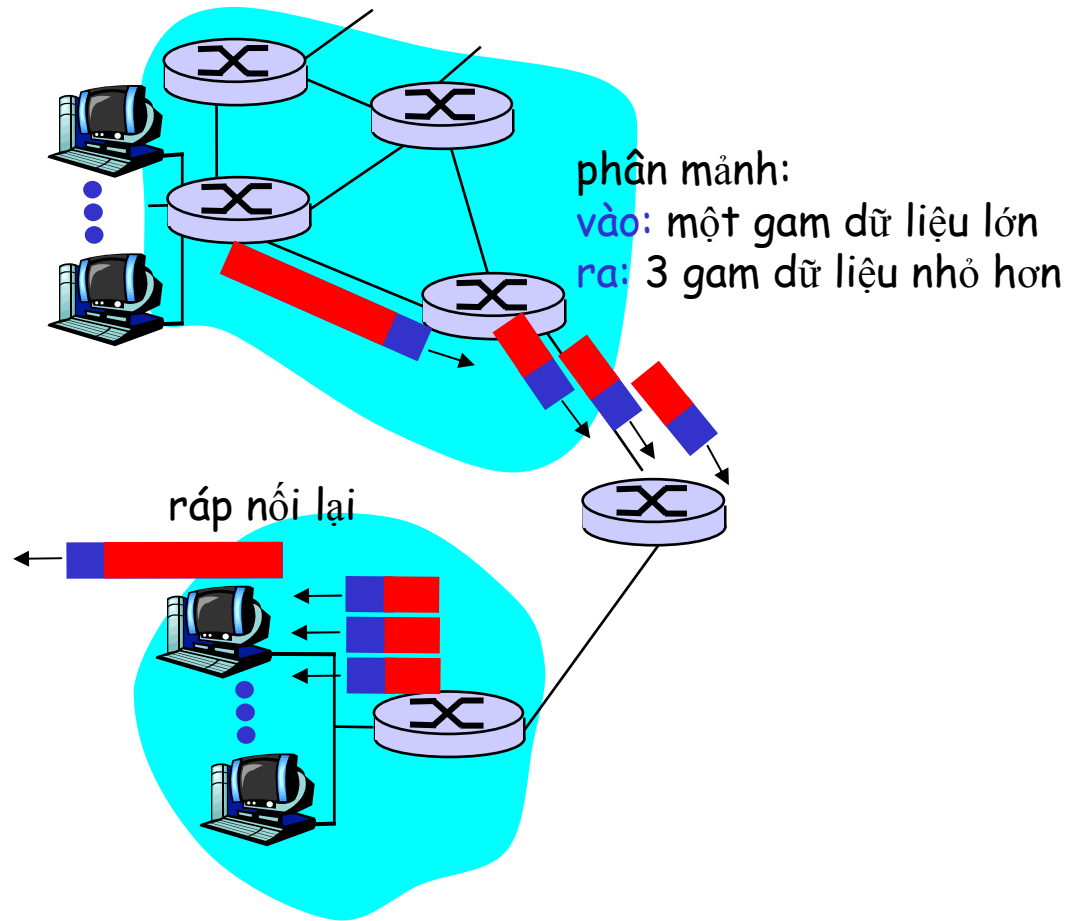
- ❑ Mỗi mạng (con) có một đơn vị truyền dữ liệu tối đa (MTU) riêng
 - Maximum Transmission Unit
- ❑ Một gói IP bị chẻ ra thành nhiều mảnh nhỏ hơn nếu
 - Kích cỡ của gói lớn hơn MTU của mạng
 - Cờ *Don't fragment* (không phân mảnh) không được bật
- ❑ Mỗi gam dữ liệu có một **identification - định danh** duy nhất
 - Tất cả các đoạn (fragments) đều mang số **định danh** gốc của gói IP
- ❑ Tất cả các đoạn trừ đoạn cuối cùng đều có cờ **more** được bật

Phân mảnh gói IP và ráp lại (2)

- ❑ Việc ráp lại thành gam dữ liệu ban đầu chỉ được thực hiện ở đích đến của gói tin (bên nhận)
 - Tại sao không ráp lại tại router?
- ❑ Sử dụng định danh của gam dữ liệu (datagram id) để ráp các mảnh lại với nhau
 - Mảnh cuối cùng được chỉ bởi giá trị bit **more** là 0
 - Địa chỉ Offset cùng với độ dài cho ta biết
 - Có bị mất đoạn nào của gói hay không
- ❑ Thiết lập một **reassembly timer** (đồng hồ ráp nối) sau khi nhận đoạn/mảnh đầu tiên
 - nếu tất cả các mảnh đến và được ráp nối trong khoảng thời gian cho phép, gói sẽ được chuyển lên cho tầng cao hơn
 - nếu một số mảnh không đến kịp giờ, tất cả các mảnh sẽ bị hủy bỏ
- ❑ Không phục hồi các đoạn/mảnh bị mất (tại sao?)

Phân mảnh gói IP và ráp lại (3)

- ❑ Các liên kết mạng có MTU - khung lkd lớn nhất có thể.
 - loại liên kết khác nhau, MTUs khác nhau
- ❑ Gói IP lớn sẽ được chia nhỏ ("phân mảnh") bên trong mạng
 - một gam dữ liệu trở thành nhiều gam dữ liệu
 - "ráp nối lại" chỉ thực hiện tại bên nhận
 - các bits trong IP header sẽ được dùng để định danh, chỉ thứ tự của các mảnh liên quan (các trường *identification*, *flags*, *fragment offset*)



Phân mảnh gói IP và ráp lại (4)

Ví dụ

- ❑ Một gam dữ liệu 4000 bytes
- ❑ MTU = 1500 bytes

| | length | ID | fragflag | offset | |
|--|--------|----|----------|--------|--|
| | =4000 | =x | =0 | =0 | |

Một gam dữ liệu lớn được chia thành nhiều gam dữ liệu nhỏ hơn

| | | | | | |
|--|--------|----|----------|--------|--|
| | length | ID | fragflag | offset | |
| | =1500 | =x | =1 | =0 | |

| | | | | | |
|--|--------|----|----------|--------|--|
| | length | ID | fragflag | offset | |
| | =1500 | =x | =1 | =1480 | |

| | | | | | |
|--|--------|----|----------|--------|--|
| | length | ID | fragflag | offset | |
| | =1040 | =x | =0 | =2960 | |

Lưu ý: offset ở đây nói đến offset của dữ liệu trong gam dữ liệu ban đầu. Đó là lý do vì sao có số 1480 trong mảnh thứ 2 (20 bytes là phần IP header)

Trường TTL trong gói IP – Time To Live (1)

IP's TTL – Time To Live field (1)

IP Header

| | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 0 | | 15 | 16 | 31 |
| 4-bit Version | 4-bit Header Length | 8-bit Type Of Service (TOS) | 16-bit Total Length (in bytes) | |
| 16-bit Identification | | | 3-bit Flags | 13-bit Fragment Offset |
| 8 bit Time To Live TTL | 8-bit Protocol | | 16-bit Header Checksum | |
| 32-bit Source IP Address | | | | |
| 32-bit Destination IP Address | | | | |
| Options (if any) | | | | |
| Data | | | | |

Trường TTL trong gói IP – Time To Live (2)

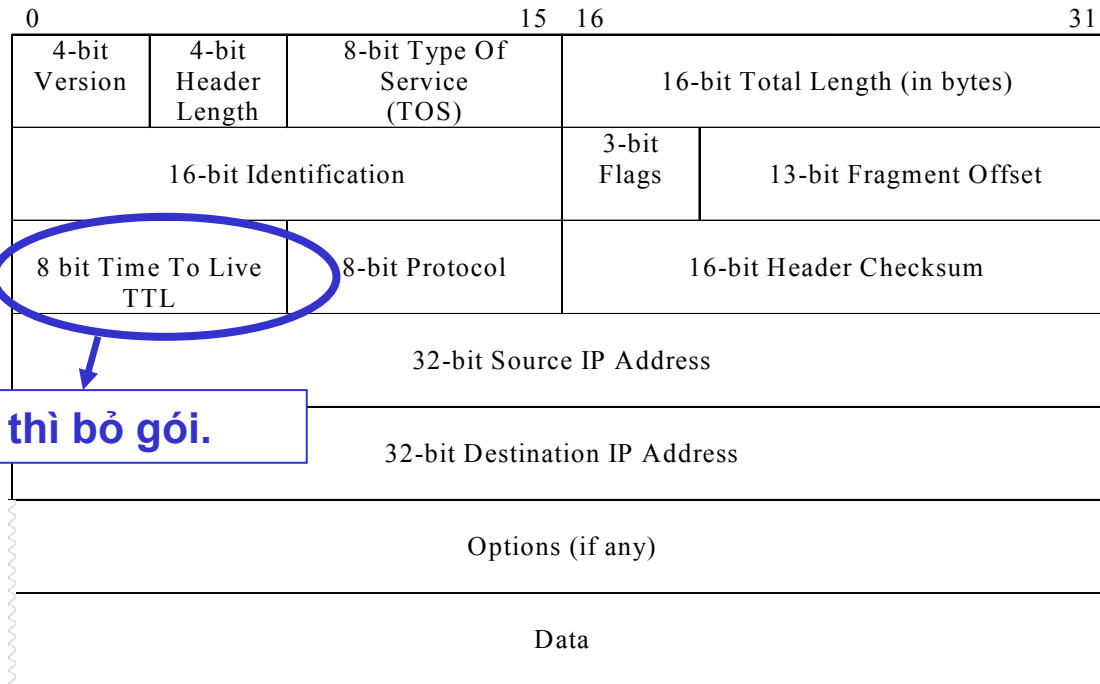
IP Header

| | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|----|
| 0 | | 15 | 16 | | 31 |
| 4-bit Version | 4-bit Header Length | 8-bit Type Of Service (TOS) | 16-bit Total Length (in bytes) | | |
| 16-bit Identification | | | 3-bit Flags | 13-bit Fragment Offset | |
| 8 bit Time To Live TTL | 8-bit Protocol | | 16-bit Header Checksum | | |
| 32-bit Source IP Address | | | | | |
| 32-bit Destination IP Address | | | | | |
| Options (if any) | | | | | |
| Data | | | | | |

- ❑ Khi gói mới được tạo ra, một giá trị được gán cho trường TTL.
- ❑ Ban đầu, trường TTL được đặt là số giây, nhưng điều này khó để thi hành/cài đặt và được hỗ trợ rất ít.
- ❑ Hiện nay, trường TTL được đặt một giá trị cụ thể và nó sẽ được trừ đi một bởi mỗi router.

Trường TTL trong gói IP – Time To Live (3)

IP Header

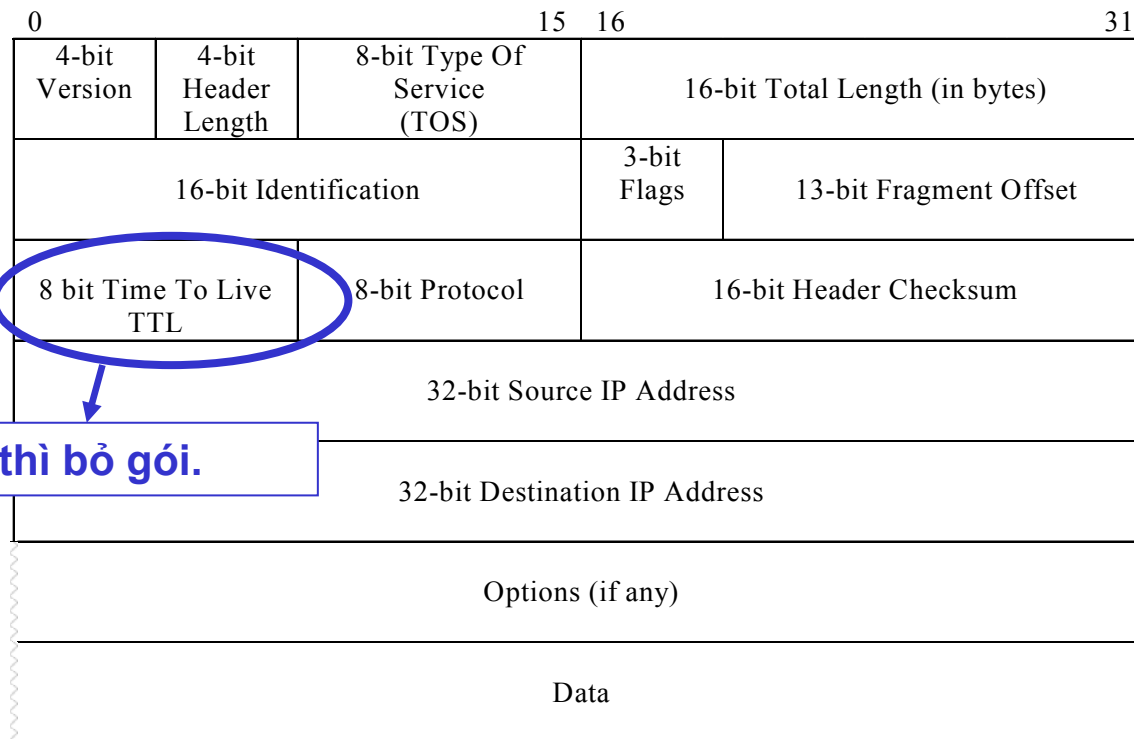


Trừ đi 1, nếu 0 thì bỏ gói.

- ❑ Nếu một router giảm trường TTL về 0, nó sẽ bỏ gói đó (trừ khi gói đó được chỉ định cụ thể cho router đó, ví dụ như ping, telnet, ...).
- ❑ Giá trị trường TTL được đặt bởi một số hệ điều hành phổ biến:
 - UNIX: **255**
 - Linux: **64 hay 255** tùy thuộc vào vendor và version
 - Microsoft Windows 95: **32**
 - Các hệ điều hành Microsoft Windows khác: **128**

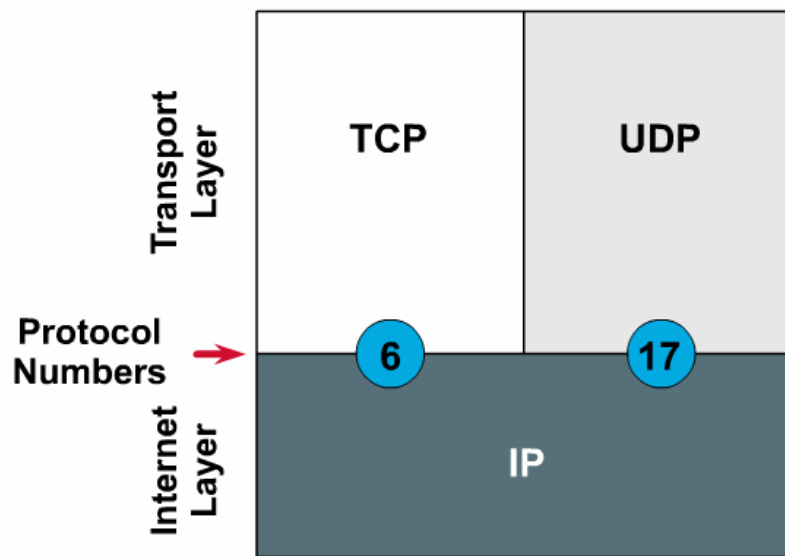
Trường TTL trong gói IP – Time To Live (4)

IP Header

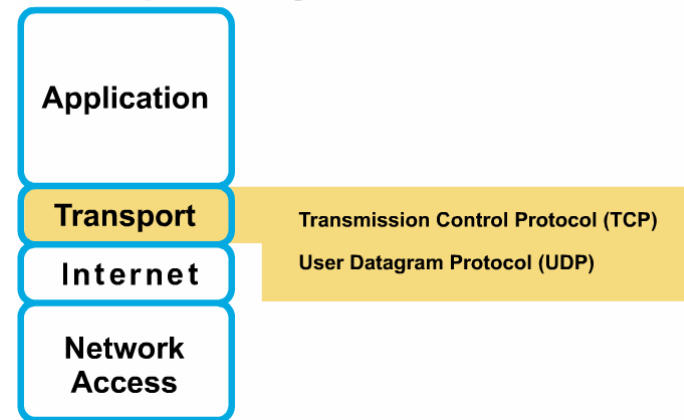


- ❑ Ý tưởng đằng sau trường TTL đó là các gói IP không thể di chuyển loanh quanh Internet mãi được, từ router này đến router khác.
- ❑ Cuối cùng là, các gói với trường TTL bằng 0 và bị bỏ bởi router, ngay cả khi lập định tuyến xuất hiện đâu đó trên mạng.

The Protocol Field

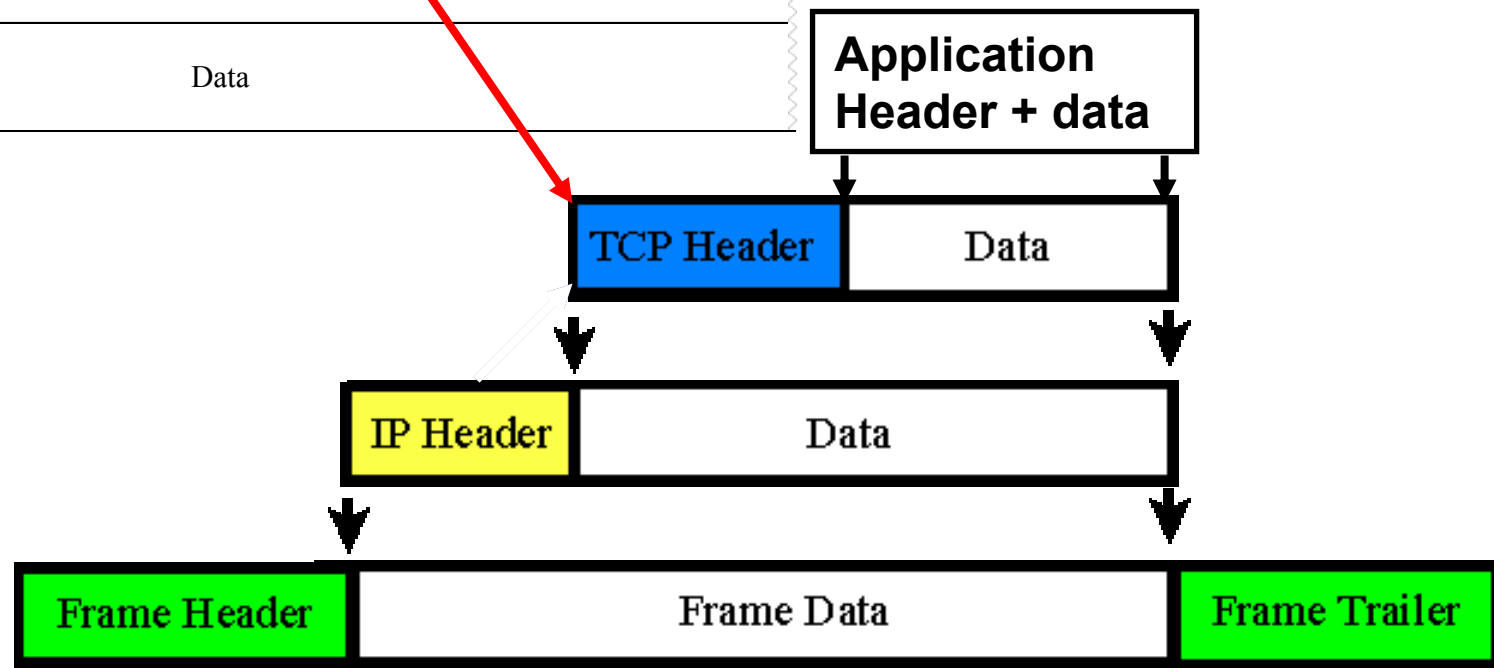
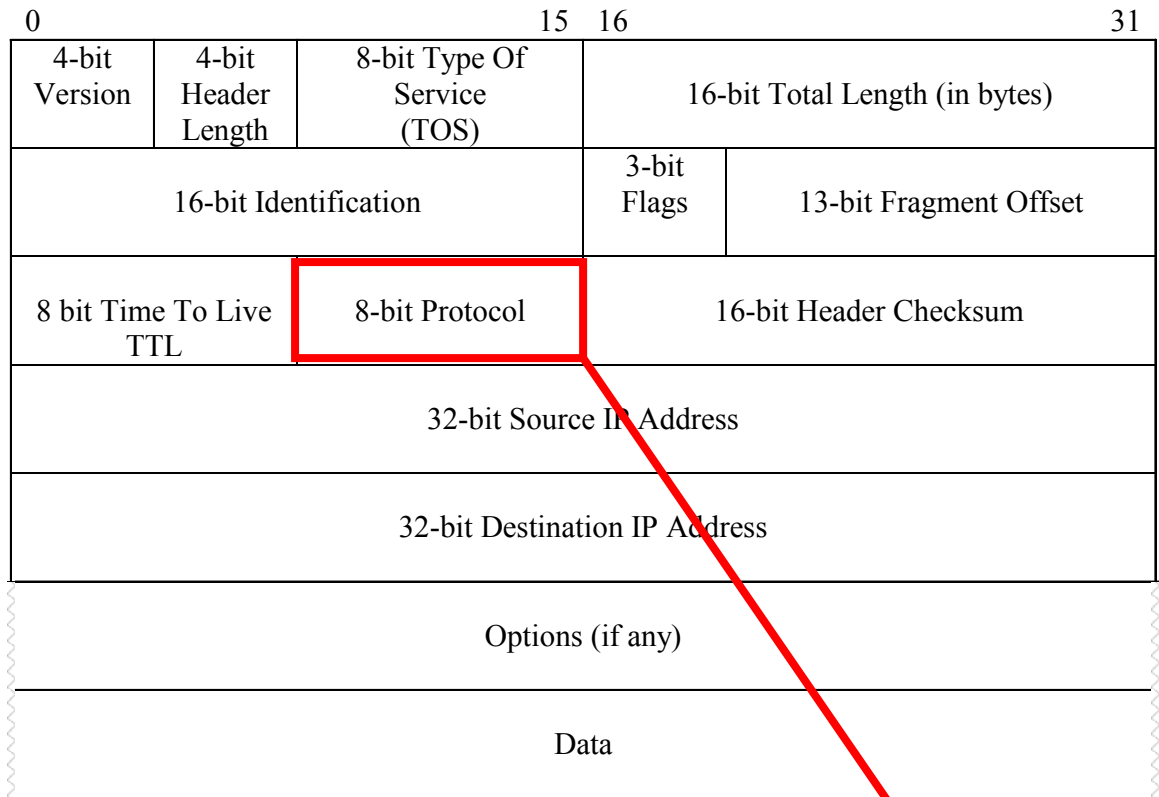


Transport Layer Overview

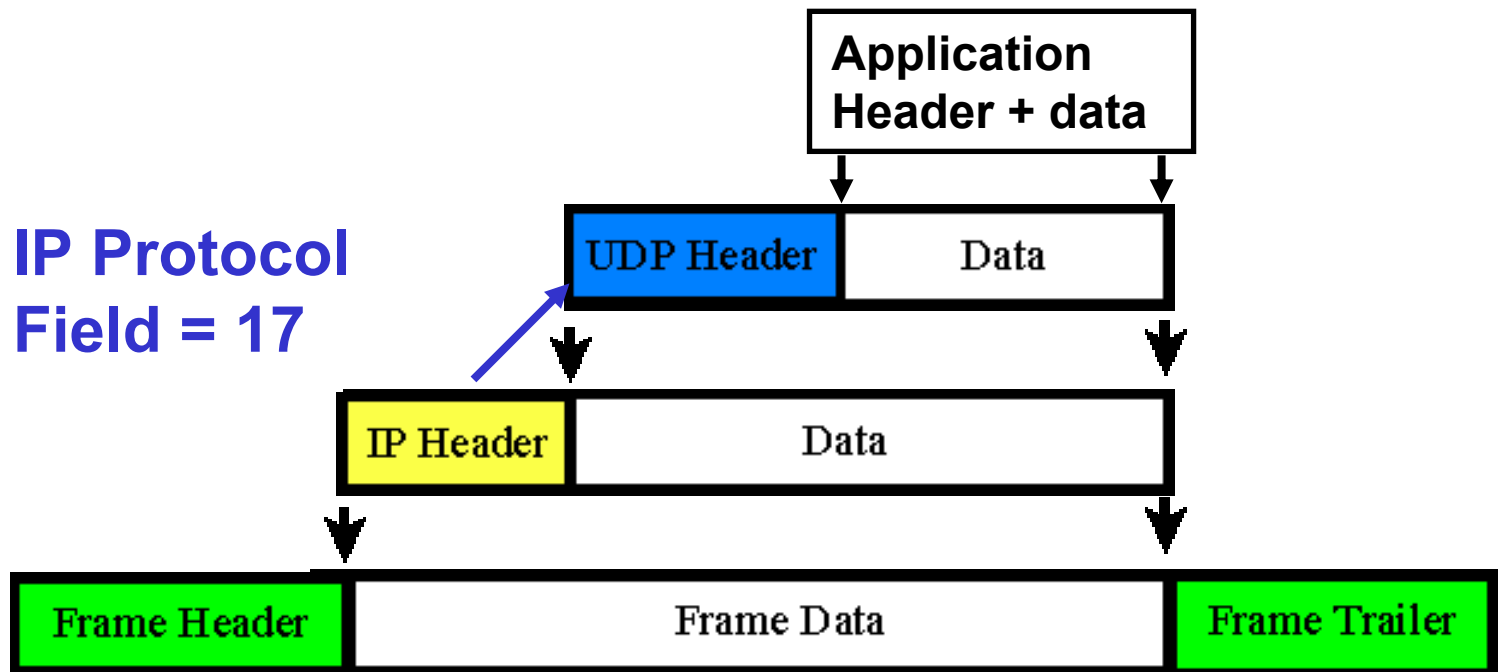


- ❑ Trường giao thức (The protocol field) xác định giao thức tầng 4 (tầng vận chuyển) đang được mang đi trong gói IP.
- ❑ Mặc dù phần lớn lưu lượng IP sử dụng giao thức TCP, giao thức UDP cũng có thể được dùng tại tầng vận chuyển.
- ❑ Mỗi IP header phải định danh giao thức tầng 4 của bên nhận cho gam dữ liệu.
- ❑ Các giao thức tầng vận chuyển được đánh số, tương tự như là số hiệu cổng - **port numbers**.
- ❑ Gói IP bao gồm protocol number trong trường protocol.⁶⁻²¹⁰

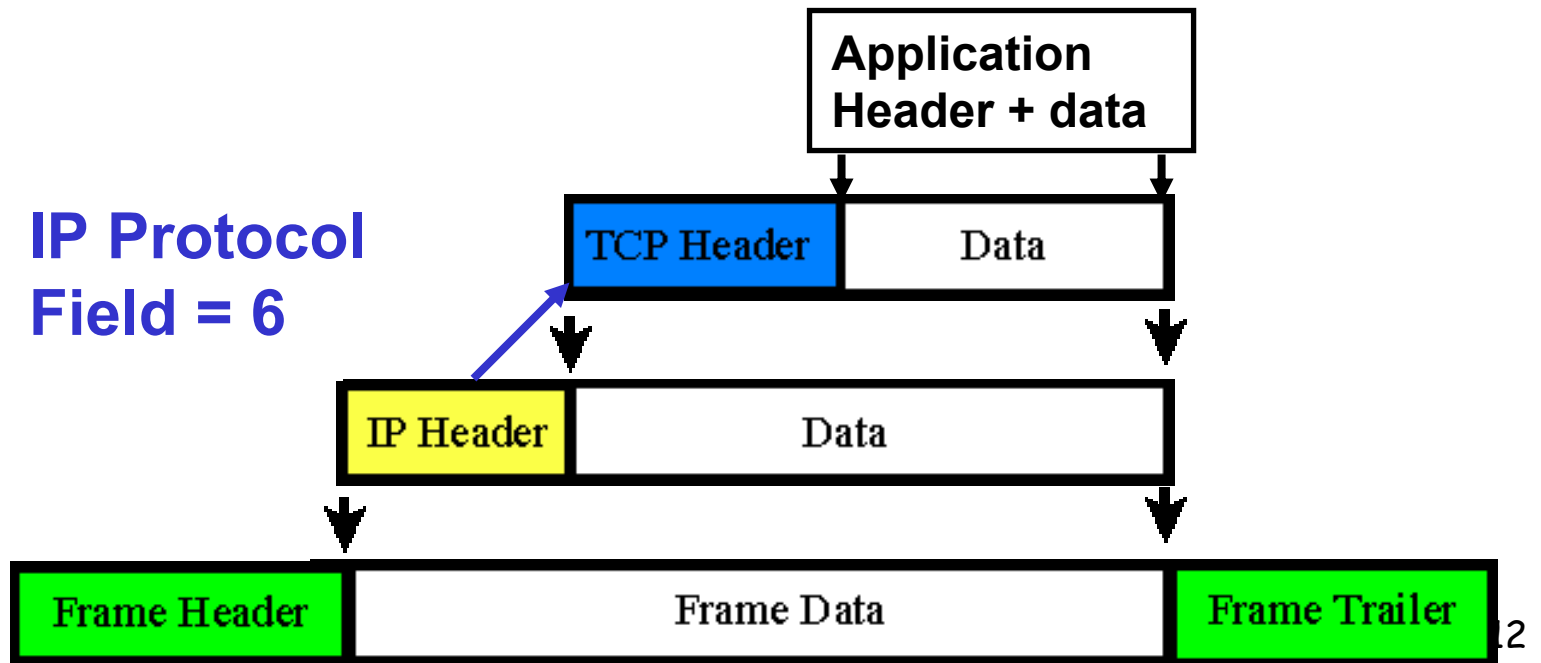
IP Header



**IP Protocol
Field = 17**



**IP Protocol
Field = 6**



Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

- 6.4.1 Địa chỉ IPv4

- 6.4.2 Truyền một gói từ nguồn đến đích

- 6.4.3 Khuôn dạng gói IP

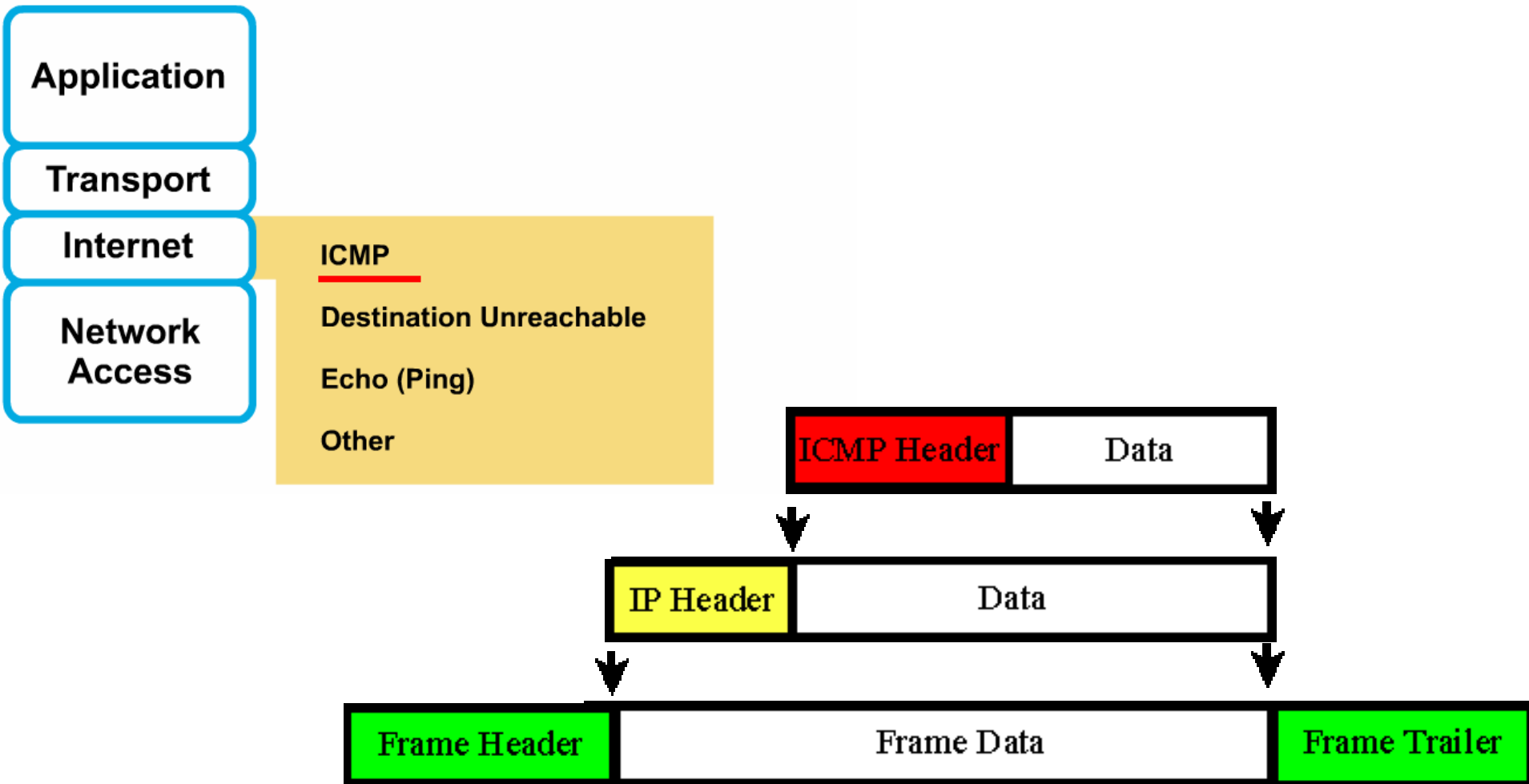
- 6.4.4 Sự phân mảnh gói IP

- 6.4.5 ICMP: Giao thức thông điệp điều khiển của Internet

- 6.4.6 DHCP: Giao thức cấu hình host động

6.5 Định tuyến trên Internet

Internet Control Message Protocol



- ❑ Tất cả các TCP/IP hosts đều thực thi ICMP. Thông điệp ICMP được chở đi trong các gói IP và được dùng để gửi thông báo lỗi và các thông điệp điều khiển.

Giao thức thông điệp điều khiển của Internet Internet Control Message Protocol (ICMP)

❑ Một cơ chế để báo lỗi

○ Time exceeded

- Gói bị bỏ vì trường TTL bằng 0

○ Destination unreachable

- Router không thể định vị được đích đến của gói

○ Source quench

- Vùng đệm bị tràn, yêu cầu nguồn giảm tốc độ gửi

○ Redirect

- Đề nghị một router tốt hơn

ICMP: Internet Control Message Protocol

- ❑ được sử dụng bởi hosts, routers, gateways để trao đổi thông tin tầng mạng
 - báo lỗi: unreachable host, network, port, protocol
 - echo request/reply (được sử dụng bởi ping)
- ❑ thuộc tầng mạng "trên" IP:
 - thông điệp ICMP được mang trong các gói IP
- ❑ thông điệp ICMP bao gồm: type, code cùng với 8 bytes đầu tiên của gói IP gây ra lỗi

| <u>Type</u> | <u>Code</u> | <u>description</u> |
|-------------|-------------|---|
| 0 | 0 | echo reply (ping) |
| 3 | 0 | dest. network unreachable |
| 3 | 1 | dest host unreachable |
| 3 | 2 | dest protocol unreachable |
| 3 | 3 | dest port unreachable |
| 3 | 6 | dest network unknown |
| 3 | 7 | dest host unknown |
| 4 | 0 | source quench (congestion control - not used) |
| 8 | 0 | echo request (ping) |
| 9 | 0 | route advertisement |
| 10 | 0 | router discovery |
| 11 | 0 | TTL expired |
| 12 | 0 | bad IP header |

Vận chuyển thông điệp ICMP

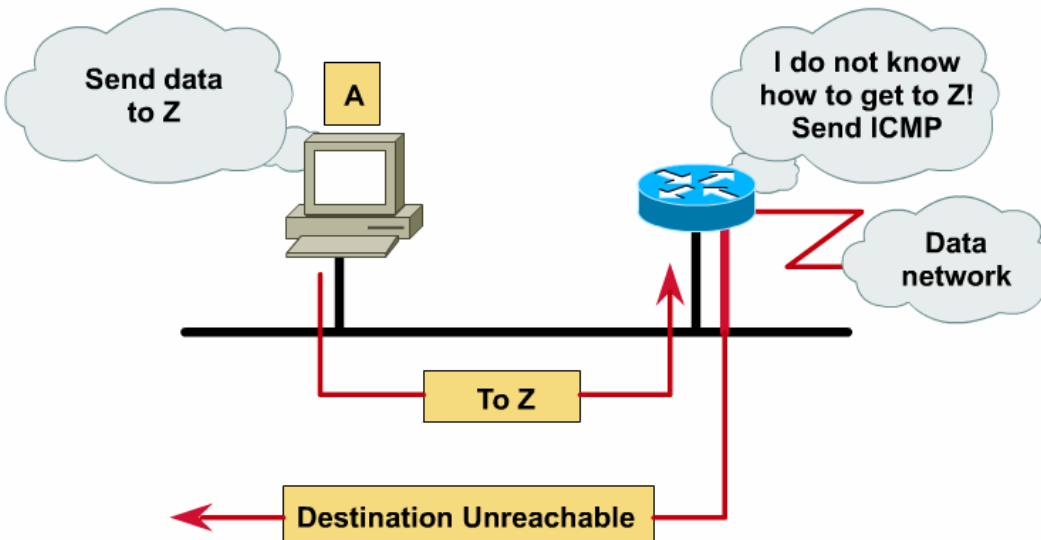
- ❑ Các thông điệp ICMP được chở trong các IP datagrams
- ❑ Được đối xử như các gói IP khác
 - Nhưng không có thông điệp báo lỗi được gửi nếu
 - Thông điệp ICMP gây ra lỗi
- ❑ Thông điệp được gửi tới nguồn (source)
 - 8 bytes đầu tiên của phần thông tin điều khiển của gói IP gây ra lỗi được bao gồm

Sử dụng ICMP

- ❑ Kiểm tra thông mạng
 - ICMP echo request/reply
 - ping
- ❑ Dò vết lộ trình đi đến một đích nào đó
 - sử dụng trường Time-to-live
 - Traceroute or Tracert
- ❑ Khám phá MTU của đường dẫn (path)
 - sử dụng *Don't fragment bit*

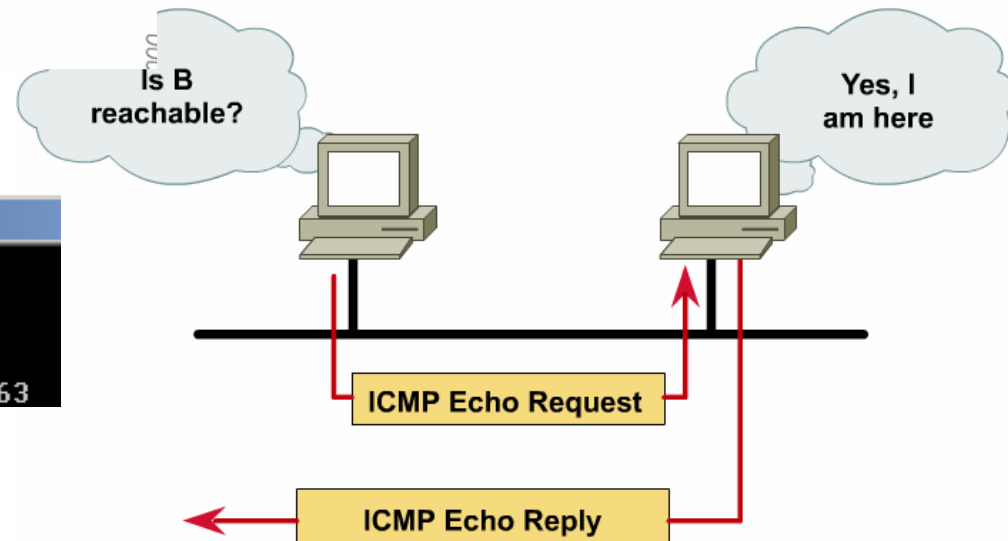
Ping: ICMP Echo Request and Echo Reply

ICMP Testing



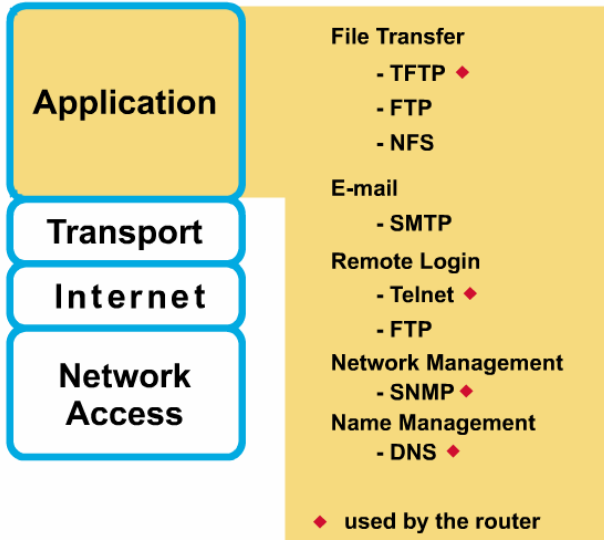
```
C:\ C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>ping 192.168.100.1
Pinging 192.168.100.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time=2ms TTL=63
```

P Testing



Ping - A TCP/IP Application

Application Layer



ping

Command Output

```
C:\WINDOWS\Desktop>ping cisco.netacad.net

Pinging cisco.netacad.net [4.22.32.50] with 32 bytes of data:

Reply from 4.22.32.50: bytes=32 time=53ms TTL=4
Reply from 4.22.32.50: bytes=32 time=38ms TTL=4
Reply from 4.22.32.50: bytes=32 time=44ms TTL=4
Reply from 4.22.32.50: bytes=32 time=33ms TTL=4

Ping statistics for 4.22.32.50:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 33ms, Maximum = 53ms, Average = 42ms

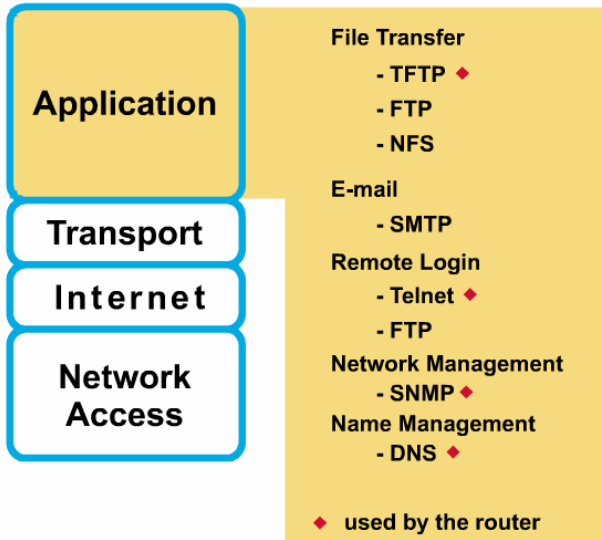
C:\WINDOWS\Desktop>_
```

❑ **PING** (Packet Internet Groper) là một tiện ích chẩn đoán được sử dụng để xác định xem một máy tính được kết nối đúng cách đến các thiết bị/liên mạng hay không.

Traceroute - A TCP/IP Application

Application Layer

tracert



Command Output

```
C:\WINDOWS\Desktop>tracert cisco.netacad.net
```

```
Tracing route to cisco.netacad.net [4.22.32.50]  
over a maximum of 30 hops:
```

| Hop | Source | Destination | Source IP | Destination IP |
|-----|--------|-------------|-----------|--|
| 1 | 1 ms | 1 ms | <10 ms | two-little.cisco.com [171.70.134.3] |
| 2 | 1 ms | <10 ms | <10 ms | b2-bomber.cisco.com [171.68.2.217] |
| 3 | 1 ms | 1 ms | 1 ms | gsr-knoc.cisco.com [171.68.2.33] |
| 4 | 1 ms | 1 ms | 1 ms | gaza-gw2.cisco.com [171.68.2.254] |
| 5 | 1 ms | 2 ms | 1 ms | sj-wall-1.cisco.com [198.92.1.137] |
| 6 | 2 ms | 2 ms | 3 ms | barrnet-gw.cisco.com [192.31.7.37] |
| 7 | 5 ms | 4 ms | 4 ms | s2-1-1.paloalto-cr18.bbnplanet.net [4.1.142.237] |
| 8 | 5 ms | 4 ms | 8 ms | p3-2.paloalto-nbr2.bbnplanet.net [4.0.3.85] |
| 9 | 6 ms | 6 ms | 5 ms | p4-0.sanjosel-nbr1.bbnplanet.net [4.0.1.2] |
| 10 | 14 ms | 11 ms | 12 ms | p4-2.lsaicai-nbr2.bbnplanet.net [4.0.1.18] |
| 11 | 13 ms | 12 ms | 16 ms | p5-0.lsaicai-nbr1.bbnplanet.net [4.24.4.21] |
| 12 | 15 ms | 13 ms | 15 ms | p10-0-0.lal-br1.bbnplanet.net [4.24.4.93] |
| 13 | 29 ms | 27 ms | 24 ms | s0-0-0.phnyaz2-cr1.bbnplanet.net [4.0.3.186] |
| 14 | 30 ms | 26 ms | 27 ms | s0.unicon.bbnplanet.net [4.1.110.10] |
| 15 | * | * | * | Request timed out. |
| 16 | * | * | * | Request timed out. |
| 17 | * | * | * | Request timed out. |
| 18 | | | | |

```
C:\WINDOWS\Desktop>
```

- ❑ Traceroute là một chương trình, có sẵn trên nhiều hệ thống, tương tự như PING, tuy nhiên traceroute cung cấp nhiều thông tin hơn so với PING.
- ❑ Traceroute lưu vết đường đi mà một gói đi đến đích, và được dùng để gỡ rối các vấn đề về định tuyến.

Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

- 6.4.1 Địa chỉ IPv4

- 6.4.2 Truyền một gói từ nguồn đến đích

- 6.4.3 Khuôn dạng gói IP

- 6.4.4 Sự phân mảnh gói IP

- 6.4.5 ICMP: Giao thức thông điệp điều khiển của Internet

- 6.4.6 DHCP: Giao thức cấu hình host động

6.5 Định tuyến trên Internet

Giao thức cấu hình host động

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

Much đích: cho phép trạm có được địa chỉ IP *động* từ máy chủ mạng khi nó gia nhập mạng

Có thể làm mới hợp đồng sử dụng địa chỉ đang sử dụng

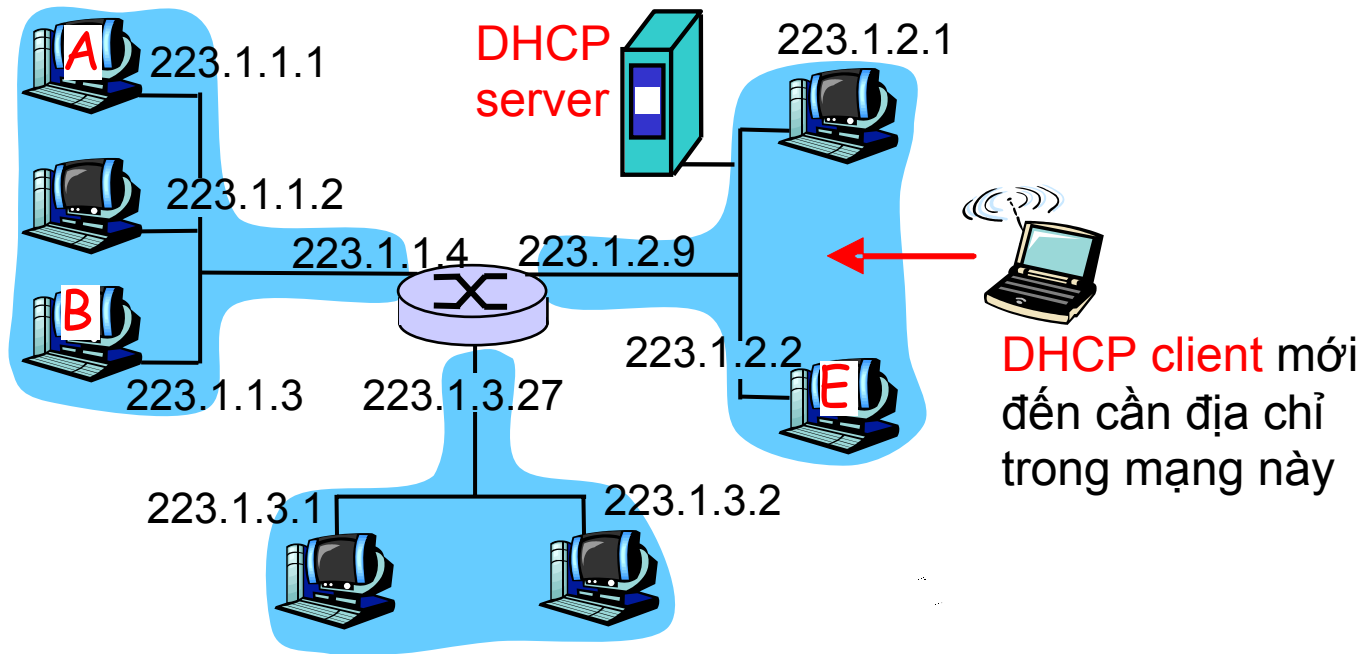
Cho phép sử dụng lại địa chỉ (chỉ giữ địa chỉ trong khi kết nối)

Hỗ trợ mobile users muốn gia nhập mạng

Tổng quan về DHCP :

- host quảng bá thông điệp "DHCP discover"
- DHCP server trả lời bằng thông điệp "DHCP offer"
- host yêu cầu IP address: thông điệp "DHCP request"
- DHCP server gởi địa chỉ: thông điệp "DHCP ack"

Ví dụ về hoạt động của DHCP client-server



Ví dụ về hoạt động của DHCP client-server

DHCP server: 223.1.2.5

DHCP discover

src : 0.0.0.0, 68
dest.: 255.255.255.255, 67
yiaddr: 0.0.0.0
transaction ID: 654

arriving
client



DHCP offer

src: 223.1.2.5, 67
dest: 255.255.255.255, 68
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 654
Lifetime: 3600 secs

DHCP request

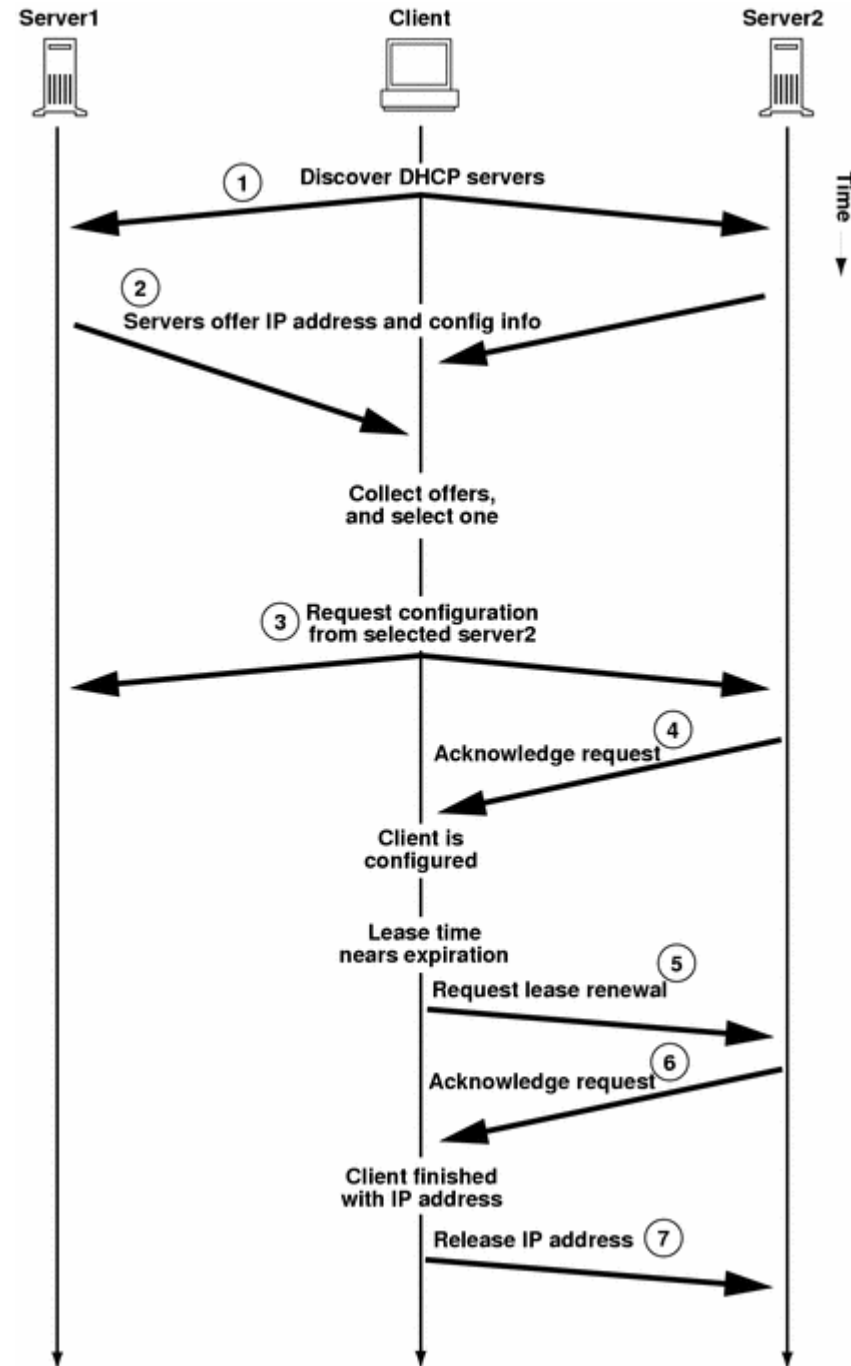
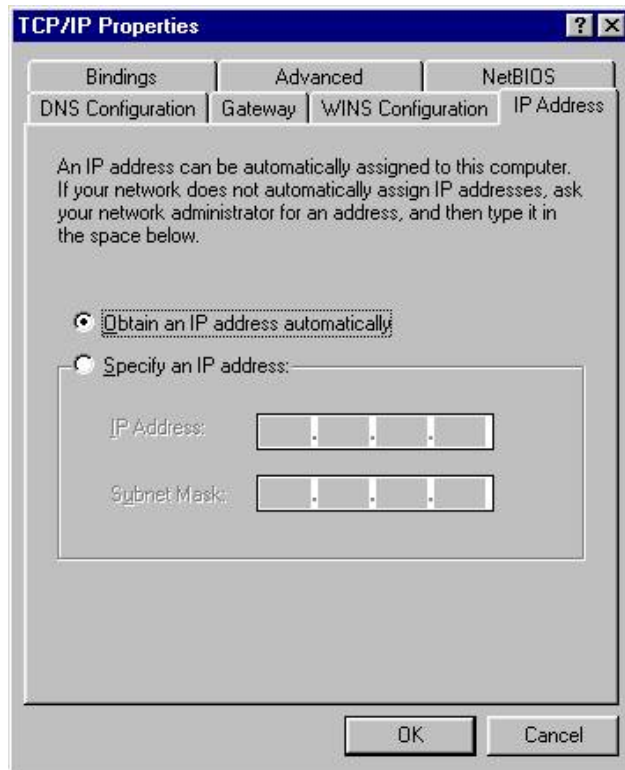
src: 0.0.0.0, 68
dest.: 255.255.255.255, 67
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs

DHCP ACK

src: 223.1.2.5, 67
dest: 255.255.255.255, 68
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs

time

DHCP



DHCP - Lấy các thông tin mạng khác

DHCP - Getting more than the IP Address

```
C:\ Command Prompt
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : csumb.edu
    IP Address. . . . . : 198.189.232.174
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 198.189.232.1

C:\>_
```

```
C:\ Command Prompt
C:\>ipconfig /all

Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : RICK-GRAZIANI
    Primary Dns Suffix . . . . . :
    Node Type . . . . . : Peer-Peer
    IP Routing Enabled. . . . . : No
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : csumb.edu
    Description . . . . . : Intel 8255x-based PCI Ethernet Adapt
er (10/100)
    Physical Address. . . . . : 00-20-E0-6B-17-62
    Dhcp Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
    IP Address. . . . . : 198.189.232.174
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 198.189.232.1
    DHCP Server . . . . . : 198.189.232.4
    DNS Servers . . . . . : 198.189.237.222
                           198.189.237.180
                           198.189.5.3
    Primary WINS Server . . . . . : 171.69.2.87
    Secondary WINS Server . . . . . : 171.68.235.228
    Lease Obtained. . . . . : Monday, April 14, 2003 7:09:23 AM
    Lease Expires . . . . . : Friday, April 18, 2003 7:09:23 AM

C:\>
```

Chương 6 - Nội dung

6.1 Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng

6.2 Các nguyên tắc định tuyến

6.3 Định tuyến theo thứ bậc

6.4 Giao thức IP - Internet Protocol

6.5 Định tuyến trên Internet

- 6.5.1 Intra-AS routing: RIP và OSPF

- 6.5.2 Inter-AS routing: BGP

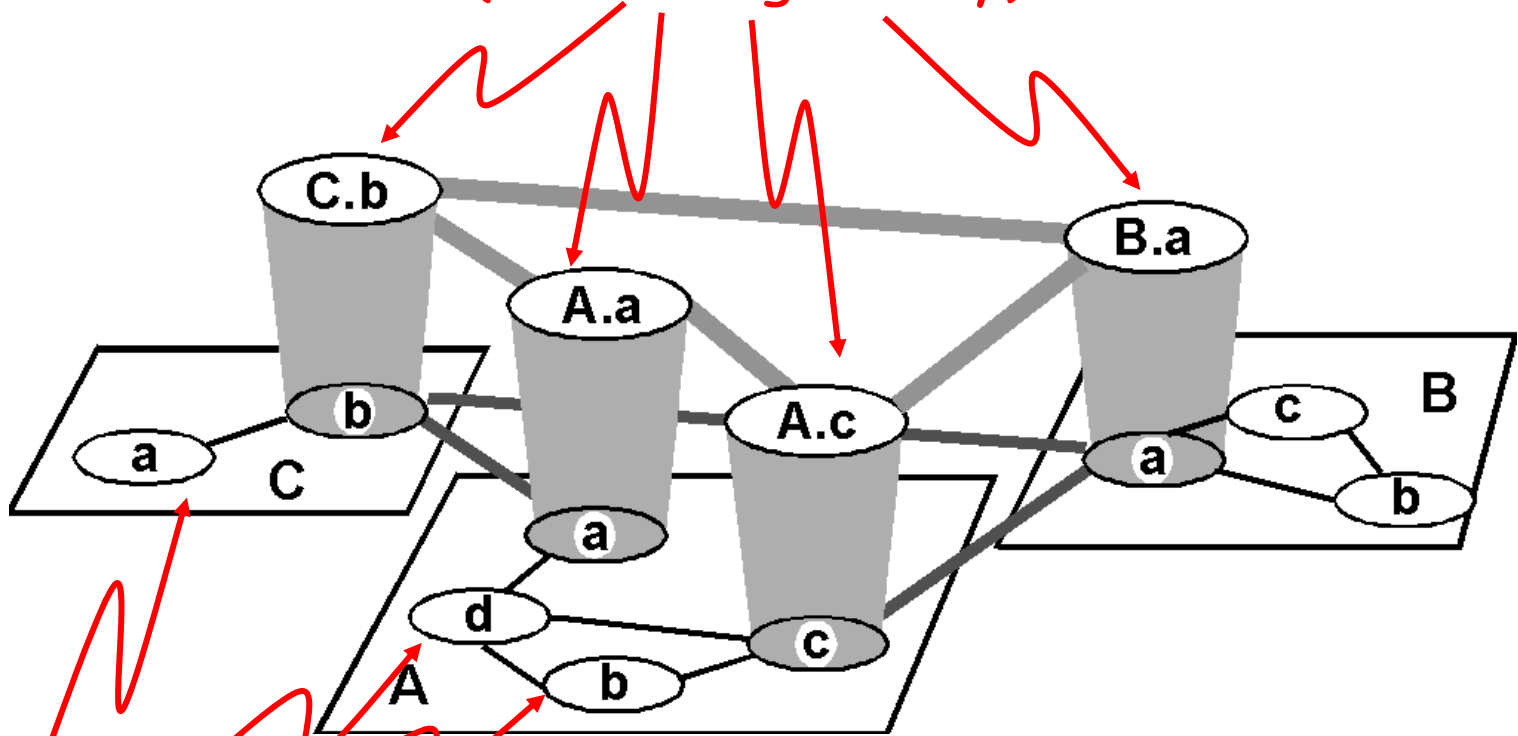
Định tuyến trên Internet

- ❑ Internet toàn cầu bao gồm các hệ thống tự trị **Autonomous Systems (AS)** liên kết với nhau:
 - **Stub AS**: tập đoàn nhỏ chỉ bao gồm một kết nối đến các AS khác
 - **Multihomed AS**: tập đoàn lớn (không transit): có nhiều kết nối đến các ASs khác
 - **Transit AS**: nhà cung cấp, móc nối nhiều ASs lại với nhau
- ❑ Định tuyến hai mức (Two-level routing):
 - **Intra-AS**: người quản trị mạng chịu trách nhiệm lựa chọn giao thức định tuyến bên trong mạng
 - **Inter-AS**: giao thức định tuyến chuẩn duy nhất cho inter-AS routing là BGP

Hệ thống cấp bậc các AS của Internet

Internet AS Hierarchy

Inter-AS border (exterior gateway) routers



Intra-AS interior (gateway) routers

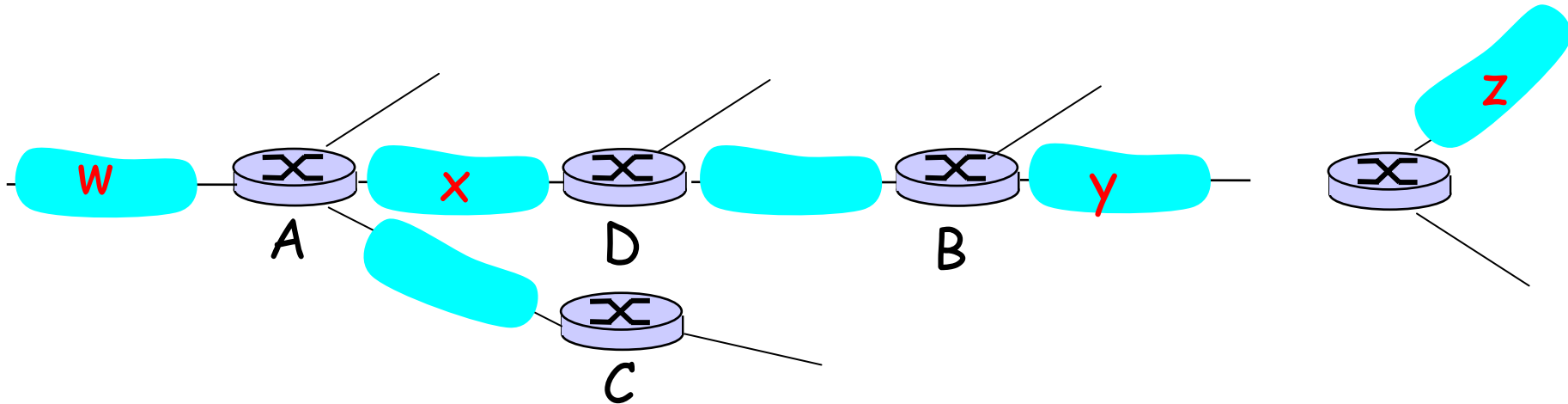
Định tuyến bên trong hệ thống tự trị (Intra-AS Routing)

- ❑ Còn được xem là **Interior Gateway Protocols (IGP)**
- ❑ Các giao thức định tuyến bên trong hệ thống tự trị phổ biến:
 - RIP: Routing Information Protocol
 - OSPF: Open Shortest Path First
 - IGRP: Interior Gateway Routing Protocol (Cisco proprietary)

RIP (Routing Information Protocol)

- ❑ Giao thức định tuyến theo vector khoảng cách
- ❑ Được bao gồm trong bản phân phối BSD-UNIX vào năm 1982
- ❑ Thông số khoảng cách: số hops (max = 15 hops)
 - *Lý do vì sao?*
- ❑ Vector khoảng cách: được trao đổi giữa các hàng xóm cứ mỗi 30 giây qua Response Message (còn được gọi là **quảng cáo - advertisement**)
- ❑ Mỗi quảng cáo: danh sách lên đến 25 mạng đích bên trong hệ thống tự trị

RIP: Example



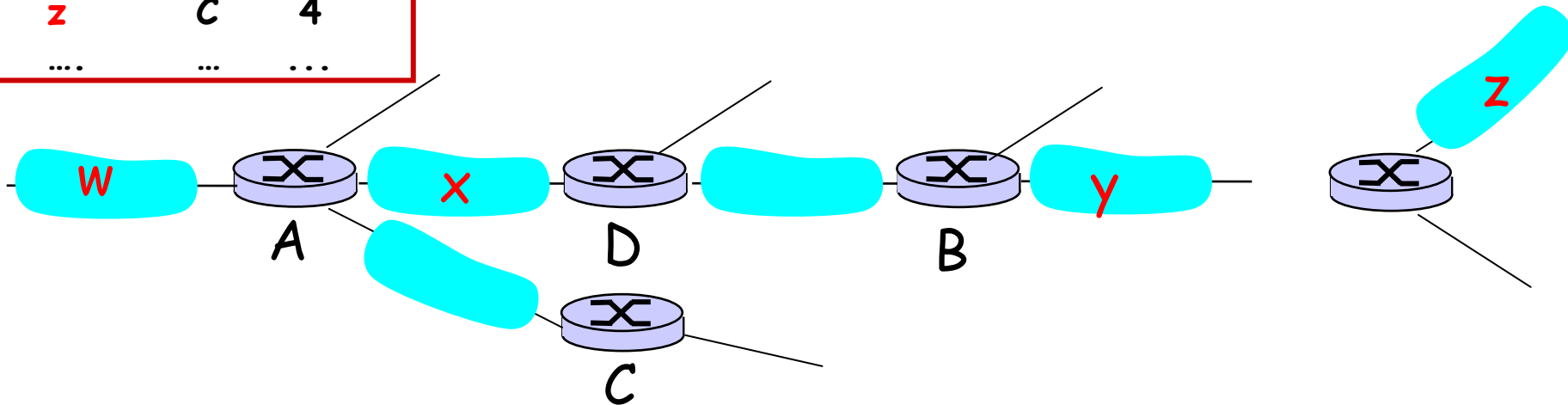
| Destination Network | Next Router | Num. of hops to dest. |
|---------------------|-------------|-----------------------|
| W | A | 2 |
| Y | B | 2 |
| Z | B | 7 |
| X | -- | 1 |
| | | |

Routing table in D

RIP: Example

| DstN | Next | hops |
|------|------|------|
| w | - | - |
| x | - | - |
| z | C | 4 |
| ... | ... | ... |

Advertisement
from A to D



| Destination Network | Next Router | Num. of hops to dest. |
|---------------------|----------------|-----------------------|
| w | A | 2 |
| y | B | 2 |
| z | B A | 7 5 |
| x | -- | 1 |
| | | |

Routing table in D

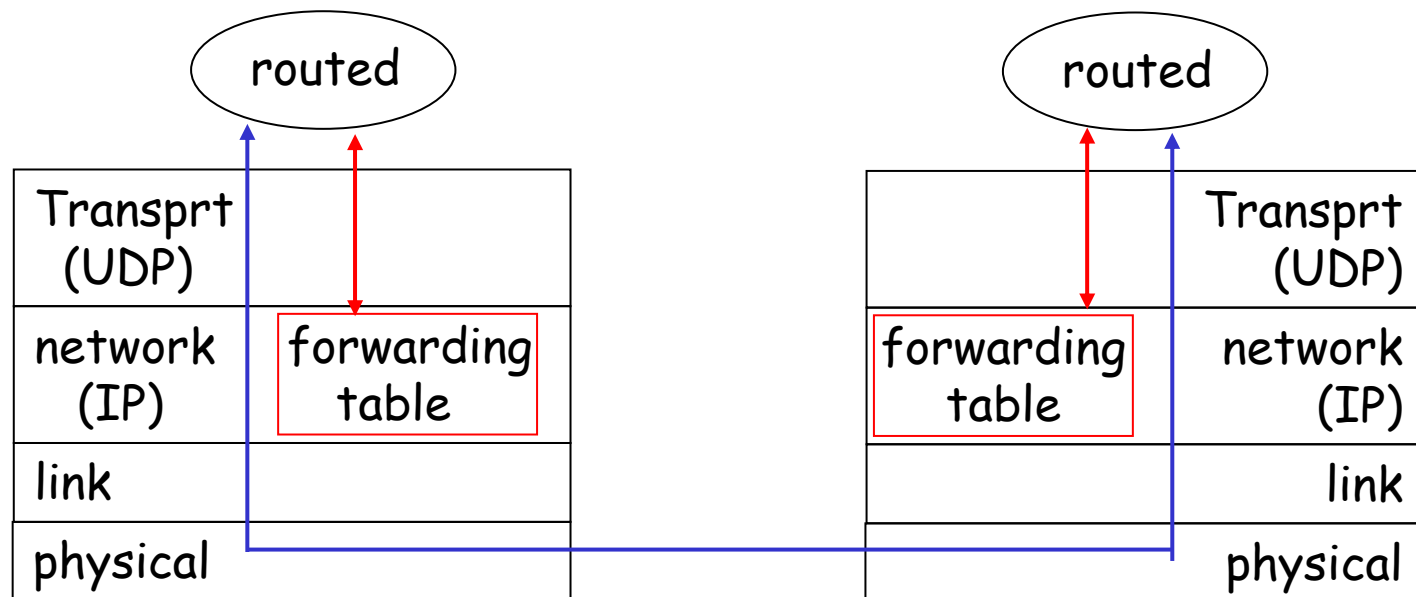
RIP: liên kết bị hỏng và sự khôi phục

Nếu không có quảng cáo nào được nghe sau 180 giây --> hàng xóm/liên kết được xem là chết

- các tuyến đường qua hàng xóm này bị mất hiệu lực
- các quảng cáo mới được gửi đến các hàng xóm khác
- đến lượt mình, các hàng xóm gửi quảng cáo mới (nếu bảng định tuyến bị thay đổi)
- thông tin về liên kết bị hỏng sẽ nhanh chóng được lan truyền ra toàn mạng
- kỹ thuật poison reverse được sử dụng để ngăn chặn các ping-pong loops (infinite distance = 16 hops)

Tiến trình xây dựng bảng định tuyến của RIP

- ❑ Bảng định tuyến của RIP được quản lý bởi một tiến trình thuộc tầng ứng dụng gọi là route-d (daemon) (đang nói về RIP implementation nguyên bản)
- ❑ Các quảng cáo được gửi trong các gói UDP, và được lặp lại theo chu kỳ



Ví dụ về RIP Table

Router: *giroflee.eurocom.fr*

| Destination | Gateway | Flags | Ref | Use | Interface |
|-------------|----------------|-------|-------|--------|-----------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UH | 0 | 26492 | lo0 |
| 192.168.2. | 192.168.2.5 | U | 2 | 13 | fa0 |
| 193.55.114. | 193.55.114.6 | U | 3 | 58503 | le0 |
| 192.168.3. | 192.168.3.5 | U | 2 | 25 | qaa0 |
| 224.0.0.0 | 193.55.114.6 | U | 3 | 0 | le0 |
| default | 193.55.114.129 | UG | 0 | 143454 | |

- ❑ Ba mạng thuộc lớp C được kết nối vào (LANs)
- ❑ Router chỉ biết các tuyến đến các LANs được kết nối vào
- ❑ Default router được sử dụng để "đi lên"
- ❑ Địa chỉ multicast để quảng bá tuyến đường: 224.0.0.0
- ❑ Loopback interface (cho mục đích gỡ rối)
- ❑ Thử dùng câu lệnh: *netstat -rn*

Giao thức OSPF (Open Shortest Path First)

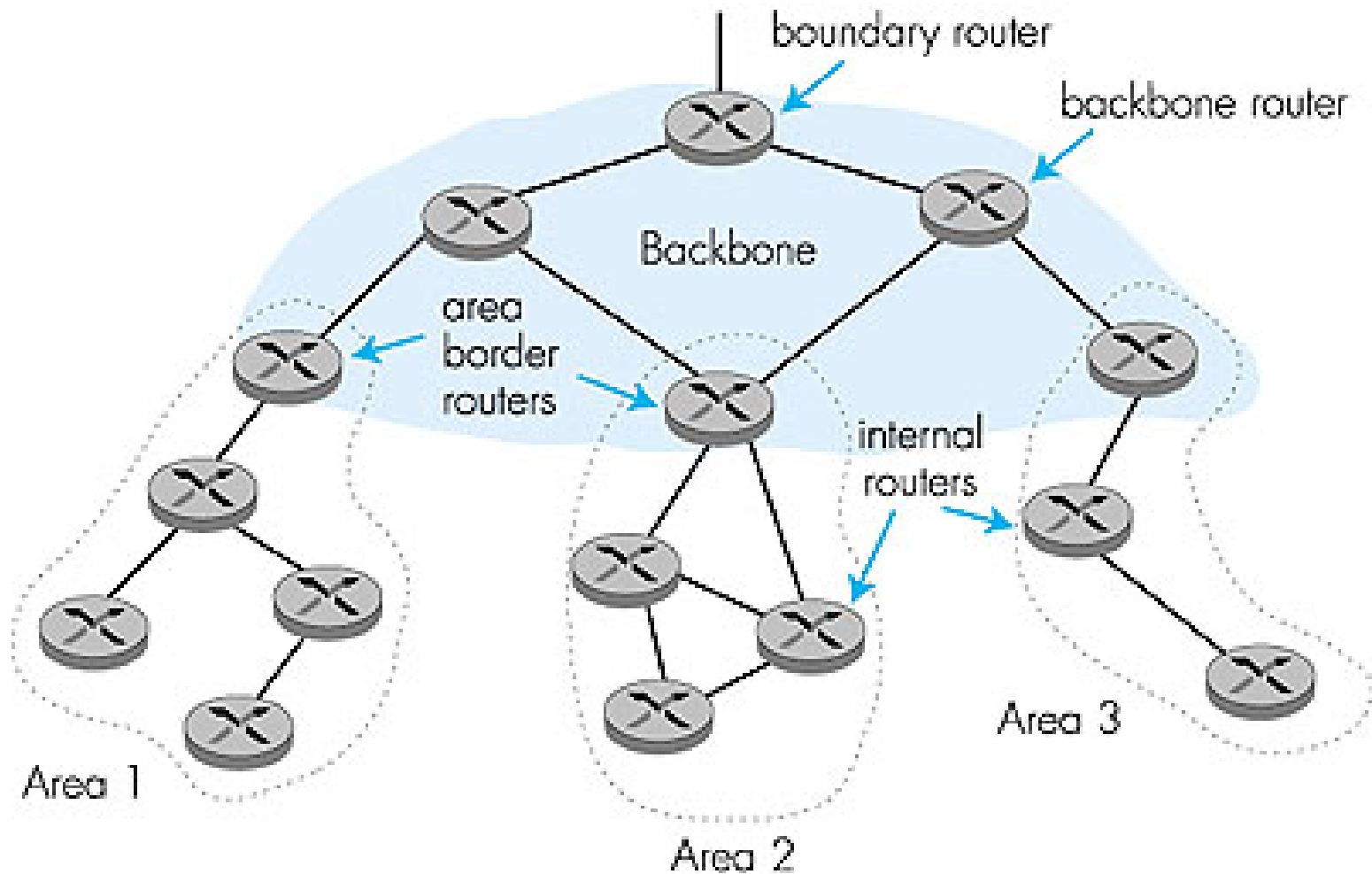
- ❑ “open”: hoàn toàn mở đối với công cộng
- ❑ Sử dụng giải thuật trạng thái đường liên kết
 - phổ biến các gói chứa thông tin về trạng thái đường liên kết
 - mỗi nút đều có bản đồ hình trạng mạng (topology map)
 - tính toán tuyến đường sử dụng giải thuật Dijkstra
- ❑ quảng cáo OSPF mang thông tin một mục / router
- ❑ Các quảng cáo được phổ biến ra **toàn bộ** hệ thống tự trị -AS (qua địa chỉ multicast)
 - được mang trong các thông điệp OSPF một cách trực tiếp qua gói IP (không dùng TCP hay UDP)

Các tính năng "tiên tiến" của OSPF (không có trong RIP)

- ❑ **An toàn/bảo mật:** tất cả các thông điệp OSPF đều có thể được xác thực (để ngăn chặn sự xâm phạm gây hại)
- ❑ Cho phép **nhiều đường dẫn/tuyến đường** có cùng "giá" để đi đến một mạng đích (chỉ một đường dẫn trong RIP)
- ❑ Với mỗi liên kết, nhiều thông số về giá cho **loại dịch vụ** khác nhau (ví dụ, giá liên kết satellite được đặt là "thấp" cho nỗ lực tối đa; cao cho thời gian thực)
- ❑ Hỗ trợ kết hợp giữa đơn hướng và **đa hướng (multicast)**:
 - Multicast OSPF (MOSPF) sử dụng cùng cơ sở dữ liệu về hình trạng mạng như OSPF
- ❑ Sử dụng OSPF **có thứ bậc** trong các miền lớn.

OSPF có thứ bậc

Hierarchical OSPF

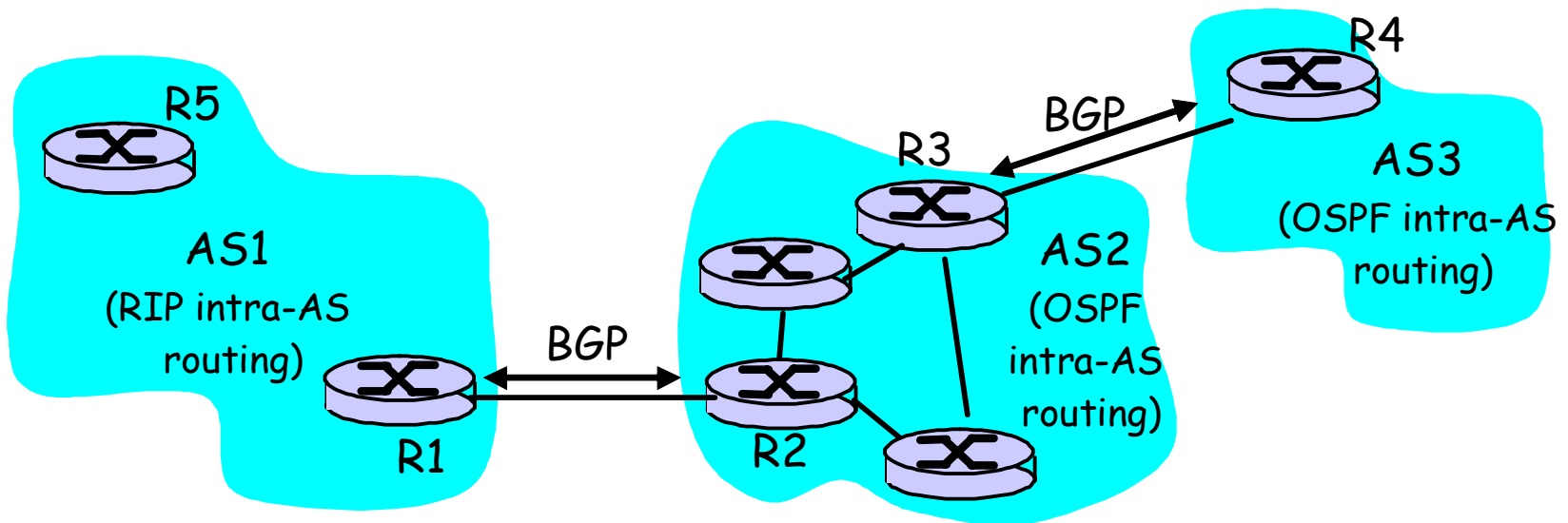


OSPF có thứ bậc

- ❑ **Hệ thống cấp bậc 2 mức:** local area, backbone.
 - Chỉ quảng cáo về trạng thái liên kết bên trong vùng (area)
 - Mỗi nút có thông tin chi tiết về topology của vùng; chỉ biết hướng (đường dẫn ngắn nhất) đi đến các mạng thuộc các vùng khác.
- ❑ **Area border routers (router biên của vùng):** “tóm tắt” các khoảng cách đến các mạng bên trong vùng của nó, quảng cáo cho các router biên của các vùng khác.
- ❑ **Backbone routers:** chạy định tuyến OSPF được giới hạn trong backbone.
- ❑ **Boundary routers:** kết nối đến các hệ thống tự trị (AS) khác.

Định tuyến giữa các AS trên Internet: BGP

Inter-AS routing in the Internet: BGP



Định tuyến giữa các AS trên Internet: BGP

- ❑ **BGP (Border Gateway Protocol):** một chuẩn trên thực tế *the de facto standard*
- ❑ Giao thức **Vector đường dẫn:**
 - Tương tự như giao thức Vector khoảng cách
 - Mỗi Border Gateway quảng bá đến các hàng xóm (peers) *toàn bộ đường dẫn* (ví dụ, chuỗi các hệ thống tự trị) để đi đến đích
 - BGP định tuyến đến các hệ thống tự trị (ASs), chứ không phải đến các trạm riêng lẻ
 - Ví dụ, Gateway X có thể gởi đường dẫn của nó để đến đích Z:

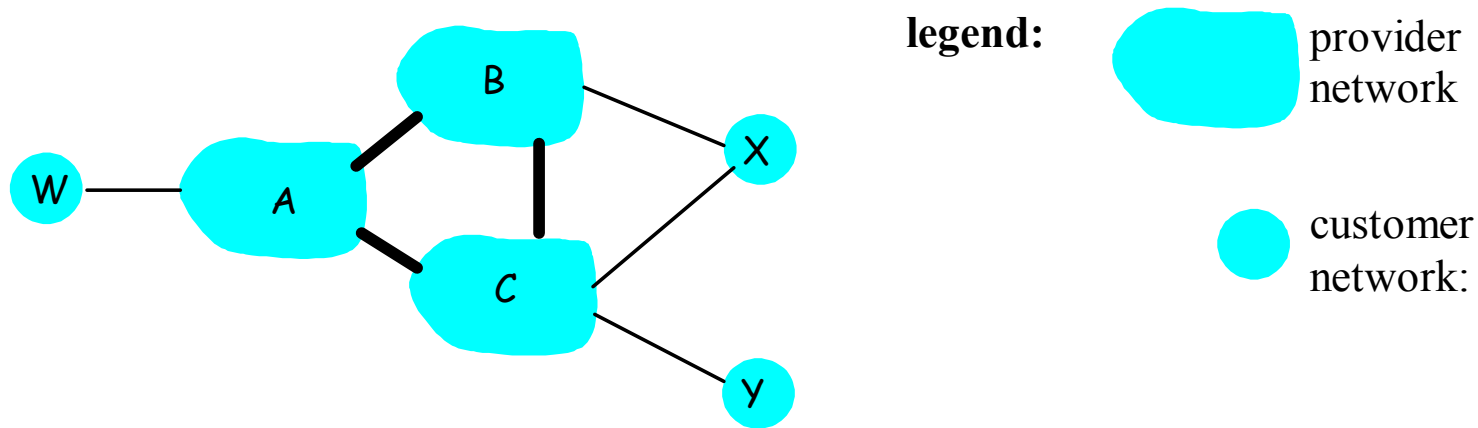
$$\text{Path (X,Z)} = X, Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Z$$

Định tuyến giữa các AS trên Internet: BGP

Giả sử: gateway X gửi đường dẫn của nó đến peer gateway W

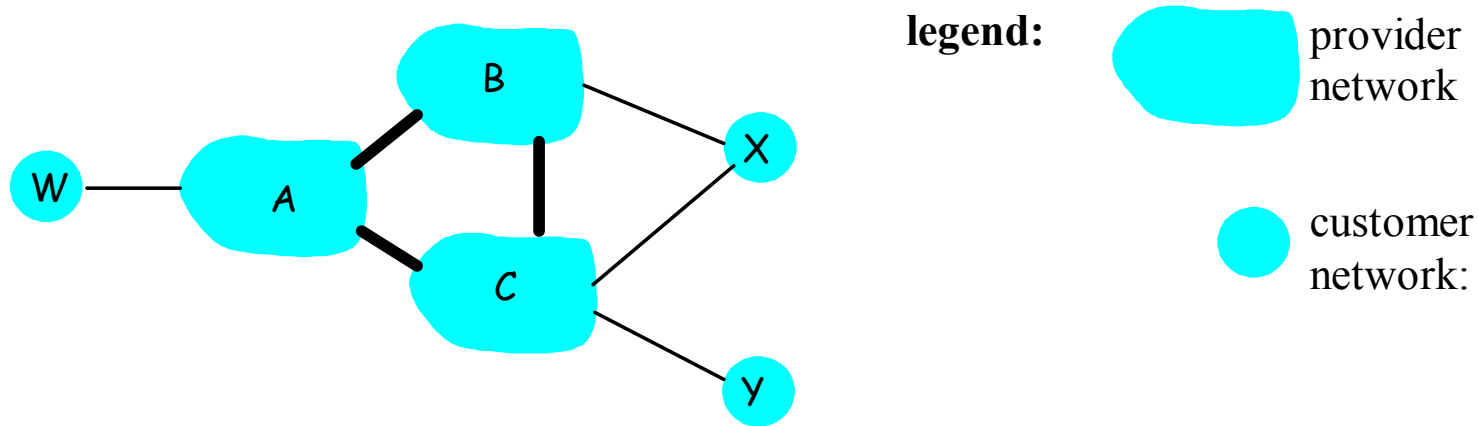
- W có thể hoặc không tuyên chọn đường dẫn cung cấp bởi X
 - vì các lý do như cost (chi phí), policy (chính sách) (không định tuyến qua các AS cạnh tranh), ngăn chặn vòng lặp định tuyến.
- Nếu W tuyên chọn đường dẫn được quảng cáo bởi X, thì:
$$\text{Path}(W,Z) = w, \text{Path}(X,Z)$$
- Lưu ý: X có thể kiểm soát lưu lượng đến bằng cách kiểm soát các quảng cáo tuyên đường đến các peers:
 - Ví dụ: không muốn chuyển lưu lượng đến Z -> không quảng bá bất kỳ tuyên đường nào đến Z

BGP: kiểm soát ai gửi lưu lượng đến



- A,B,C là **mạng của các nhà cung cấp**
- X,W,Y là các khách hàng (của các mạng của nhà cung cấp)
- X là **dual-homed**: kết nối đến hai mạng
 - X không muốn chuyển lưu lượng từ B qua X đến C
 - .. do đó X sẽ không quảng cáo đến B tuyến đường đến C

BGP: kiểm soát ai gửi lưu lượng đến (2)



- ❑ A quảng cáo đến B đường dẫn AW
- ❑ B quảng cáo đến X đường dẫn BAW
- ❑ B có nên gửi đến C đường dẫn BAW?
 - Không! B không có "thu nhập" cho việc chuyển lưu lượng CBAW do W và C đều không phải là khách hàng của B
 - B muốn bắt C phải chuyển lưu lượng đến w qua A
 - B *chỉ* muốn chuyển lưu lượng đến/từ khách hàng của nó!

Hoạt động của BGP

Q: Một BGP router làm gì?

- ❑ Nhận và lọc các quảng cáo tuyến đường từ các hàng xóm kết nối trực tiếp.
- ❑ Lựa chọn tuyến đường.
 - Để đi đến đích X, đường dẫn nào (giữa nhiều đường dẫn được quảng cáo) sẽ được lựa chọn?
- ❑ Gởi quảng cáo tuyến đường đến các hàng xóm.

Các thông điệp BGP

- ❑ Các thông điệp BGP được trao đổi sử dụng TCP.
- ❑ Các thông điệp BGP:
 - **OPEN**: mở kết nối TCP đến các peer và xác thực người gửi
 - **UPDATE**: quảng cáo đường dẫn mới (hoặc rút lại các đường cũ)
 - **KEEPALIVE** giữ cho kết nối sống trong trường hợp không gửi các thông điệp UPDATES; cũng là ACKs cho các yêu cầu OPEN
 - **NOTIFICATION**: thông báo các lỗi trong thông điệp trước; còn được dùng để đóng kết nối

Tại sao có sự khác nhau về định tuyến giữa Intra-AS và Inter-AS?

Chính sách:

- ❑ Inter-AS: người quản trị muốn kiểm soát lưu lượng của họ được định tuyến như thế nào, ai được truyền lưu lượng qua mạng của nó.
- ❑ Intra-AS: cùng một nhà quản trị, chính sách quản trị là không cần thiết

Qui mô (Scale):

- ❑ Định tuyến theo thứ bậc giúp làm giảm kích cỡ bảng định tuyến, giảm lưu lượng cập nhật thông tin định tuyến

Hiệu năng:

- ❑ Intra-AS: có thể tập trung vào hiệu năng
- ❑ Inter-AS: chính sách có thể có ảnh hưởng lớn hơn so với hiệu năng

Tầng Mạng: tóm tắt

Những gì chúng ta đã đề cập:

- ❑ các dịch vụ của tầng Mạng
- ❑ các nguyên tắc định tuyến: link state và distance vector
- ❑ định tuyến có thứ bậc
- ❑ giao thức IP
- ❑ các giao thức định tuyến trên Internet RIP, OSPF, BGP