



Mạng Máy Tính (Computer Networking)

Chương 5: Tầng mạng (Network Layer)

TS. Nguyễn Mạnh Cường
Khoa CNTT, ĐH Nha Trang



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
- Các thành phần bên trong một router?



Nội dung

- **Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng**
- Các nguyên tắc định tuyến
- Định tuyến theo thứ bậc
- Giao thức IP – Internet Protocol
- Định tuyến trên Internet

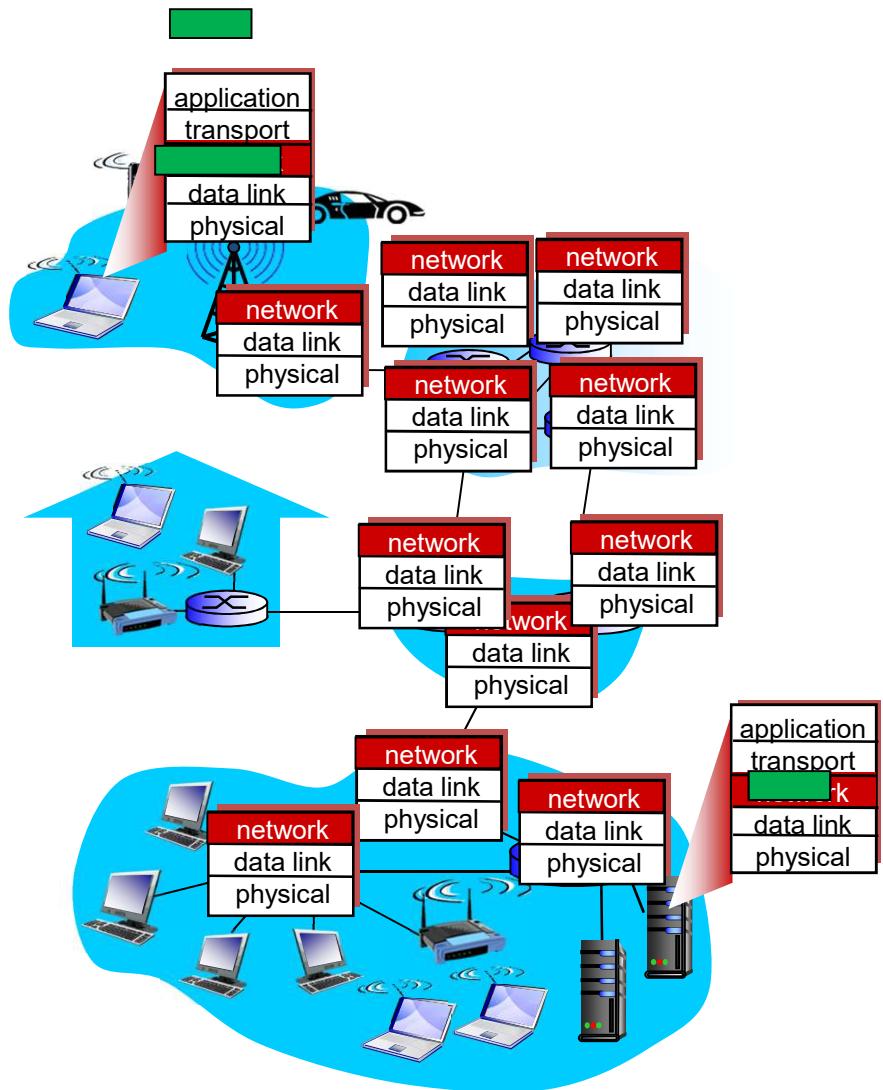


Các chức năng của tầng mạng

- 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 ?
Datagram/gam dữ liệu?



Hai chức năng chính của network layer

Network-layer functions:

- **forwarding:** Chuyển packet từ router nguồn đến chính xác router đích
- **routing:** xác định xem con đường qua các router để chuyển packets từ nguồn đến đúng đích
 - Các giải thuật định tuyến

analogy: taking a trip

- **forwarding:** Quá trình xảy ra trên một router (node) cụ thể
- **routing:** quá trình lên kế hoạch qua nhiều node từ nguồn đến đích



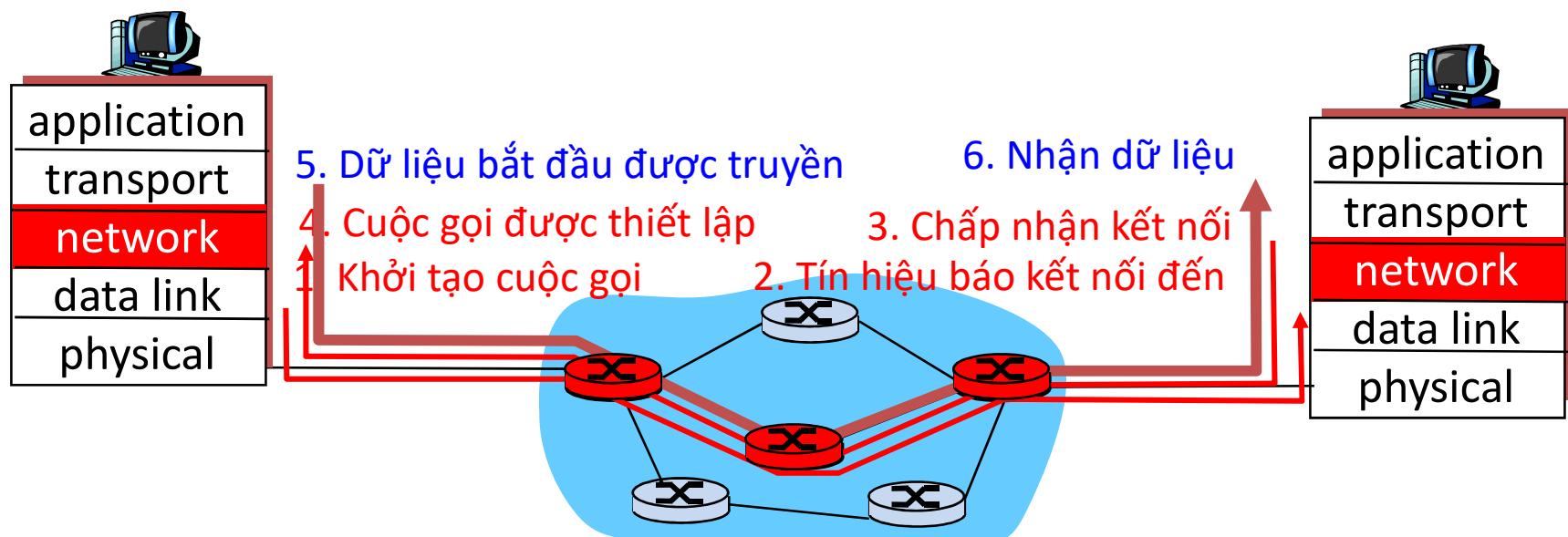
Mạch ảo

- “Đường dẫn từ nguồn đến đích 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 “flow”
- 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

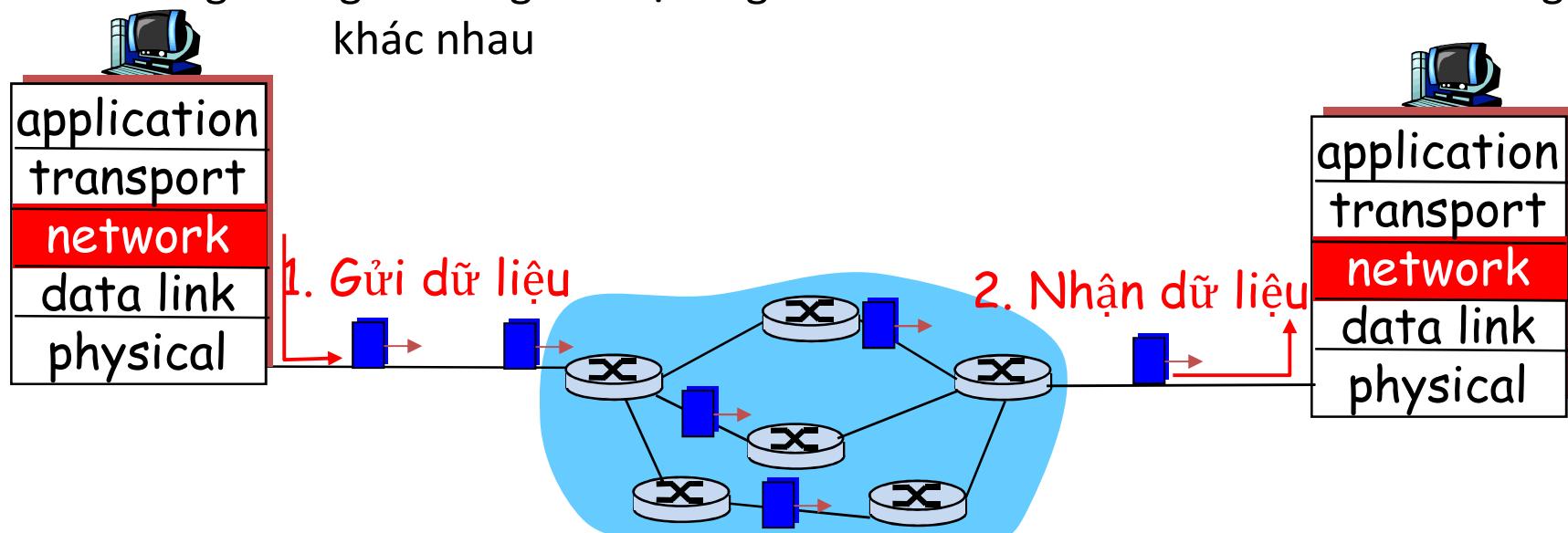
- Được sử dụng để thiết lập, duy trì và kết thúc các mạch ảo
- Được sử dụng trong các công nghệ mạng như **ATM**, **frame-relay**, **X.25**
- Không được sử dụng trong Internet ngày nay





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





Nội dung

- Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng
- Các nguyên tắc định tuyến
 - Định tuyến theo trạng thái liên kết
 - Định tuyến theo vector khoảng cách
- Định tuyến theo thứ bậc
- Giao thức IP – Internet Protocol
- Định tuyến trên Internet



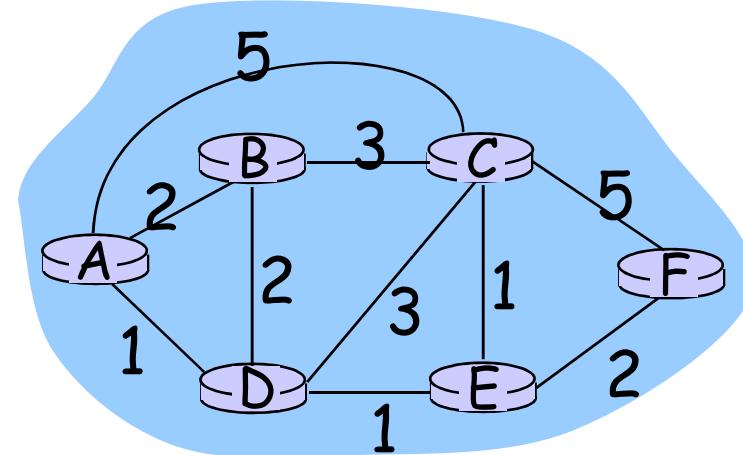
Định tuyến (routing)

■ Giao thức định tuyến

- **Mục tiêu:** xác định đường dẫn “**hợp lý**” qua (chuỗi các routers) 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 “**hợp lý**” :

- 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 liên kết”

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



Nội dung

- Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng
- Các nguyên tắc định tuyến
- **Định tuyến theo thứ bậc**
- Giao thức IP – Internet Protocol
- 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
- Độ lớn: 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!
- Sư 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

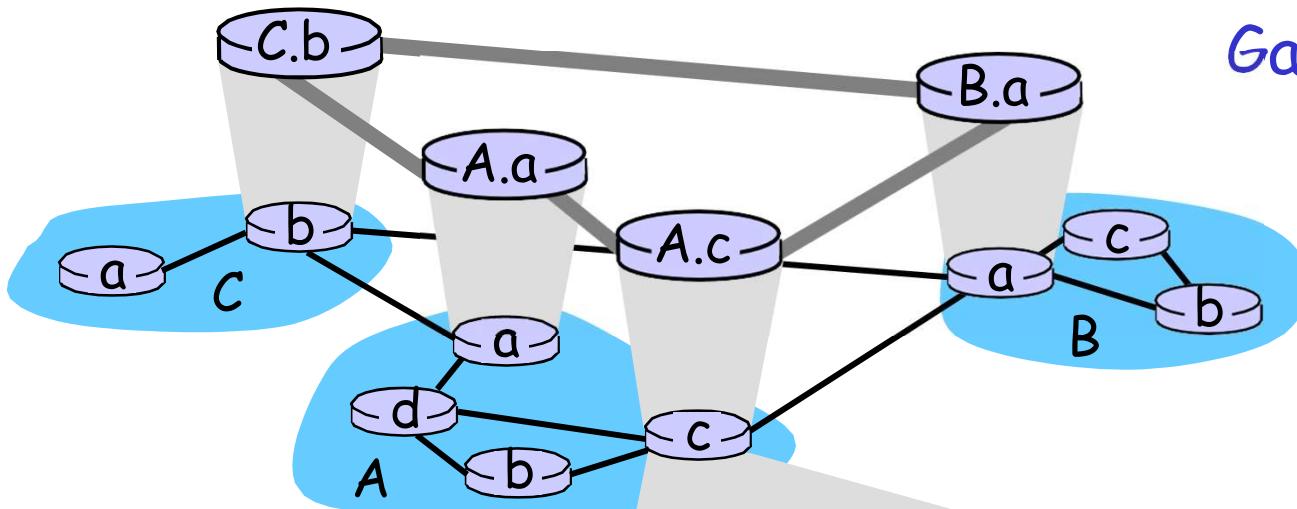


Định tuyến theo thứ bậc

- 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 đó
- **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
 - Chạy inter-AS routing protocol với các gateway routers khác



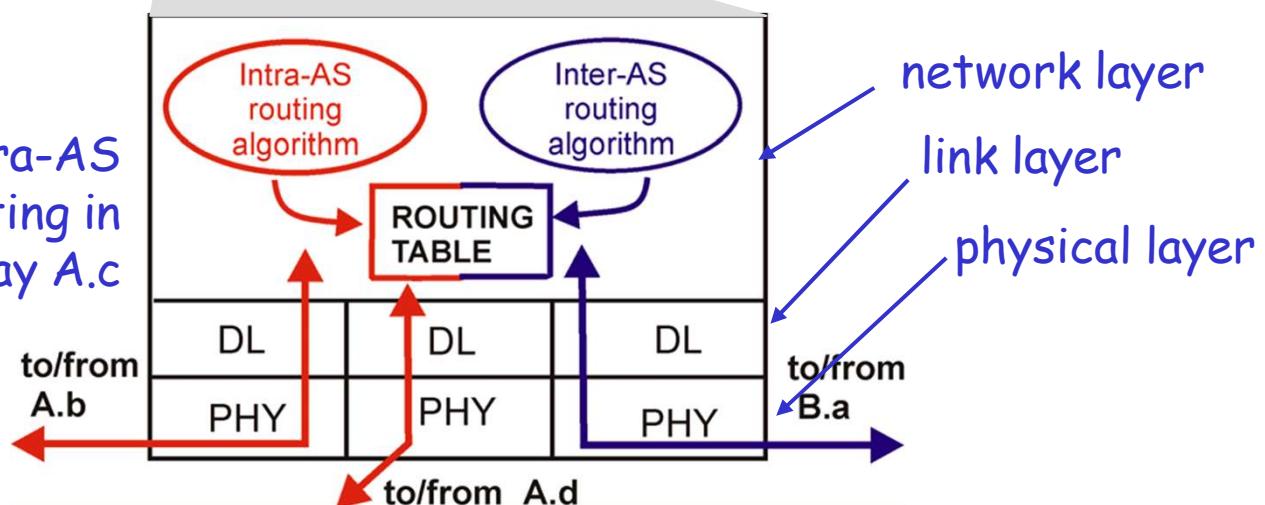
Intra-AS và Inter-AS routing



Gateways:

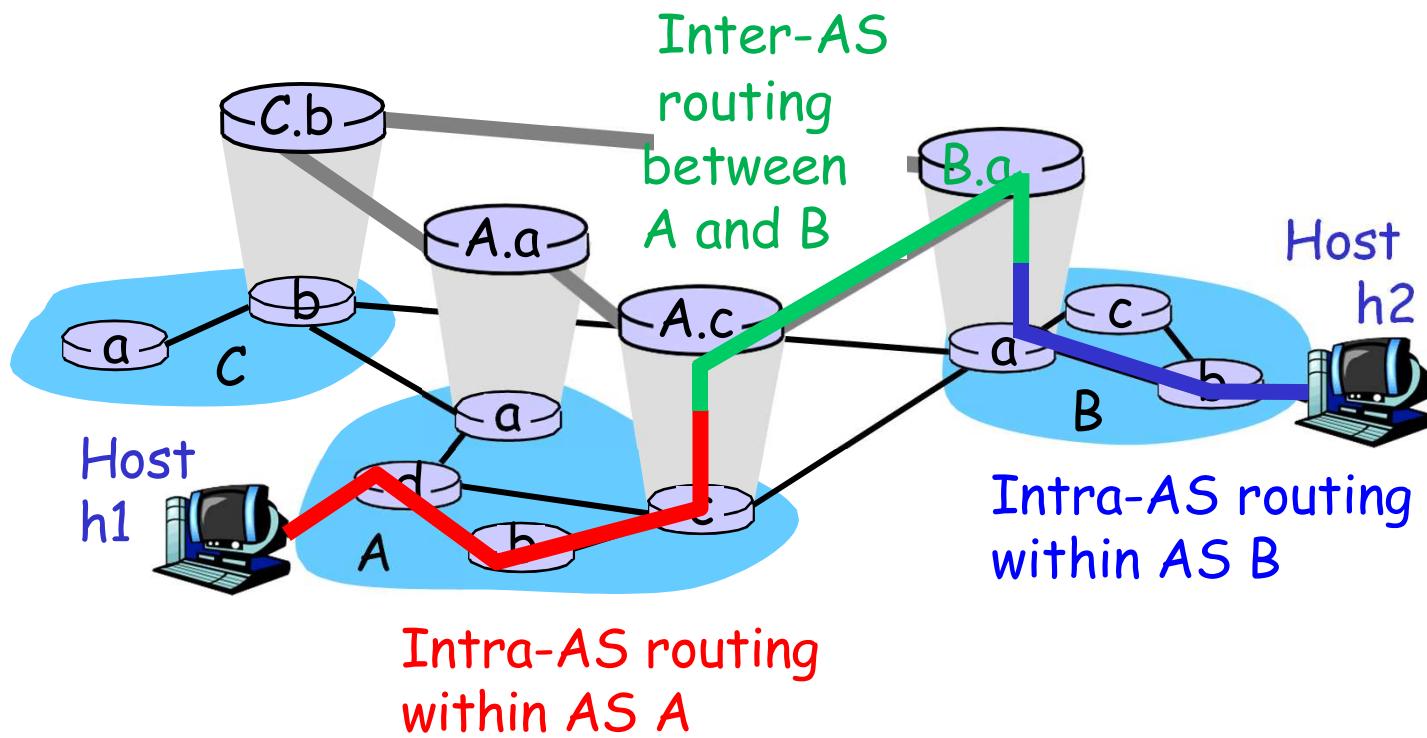
- định tuyến giữa các AS
- định tuyến bên trong AS với các routers khác trong hệ thống

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





Intra-AS và Inter-AS routing



- Minh họa định tuyến giữa các ASs và bên trong các ASs
- Một số giao thức định tuyến bên trong một AS và giữa các AS sẽ được trình bày sau.



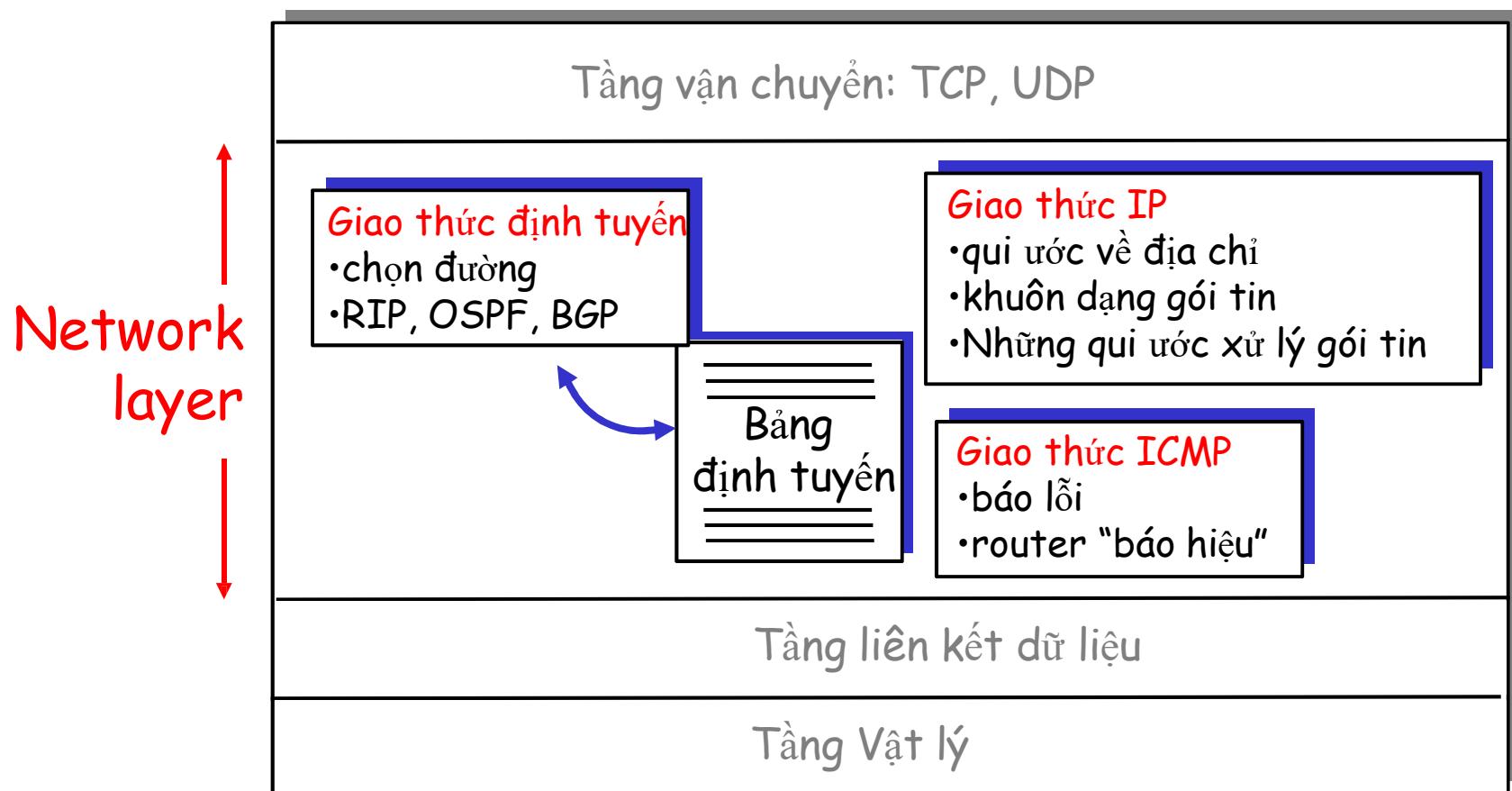
Nội dung

- Giới thiệu về các mô hình dịch vụ mạng
- Các nguyên tắc định tuyến
- Định tuyến theo thứ bậc
- Giao thức IP – Internet Protocol
 - Địa chỉ IPv4
 - Truyền một gói từ nguồn đến đích
 - Khuôn dạng gói IP
 - Sự phân mảnh gói IP
 - ICMP: Giao thức thông điệp điều khiển của Internet
 - DHCP: Giao thức cấu hình host động
- Định tuyến trên Internet



The Internet Network layer

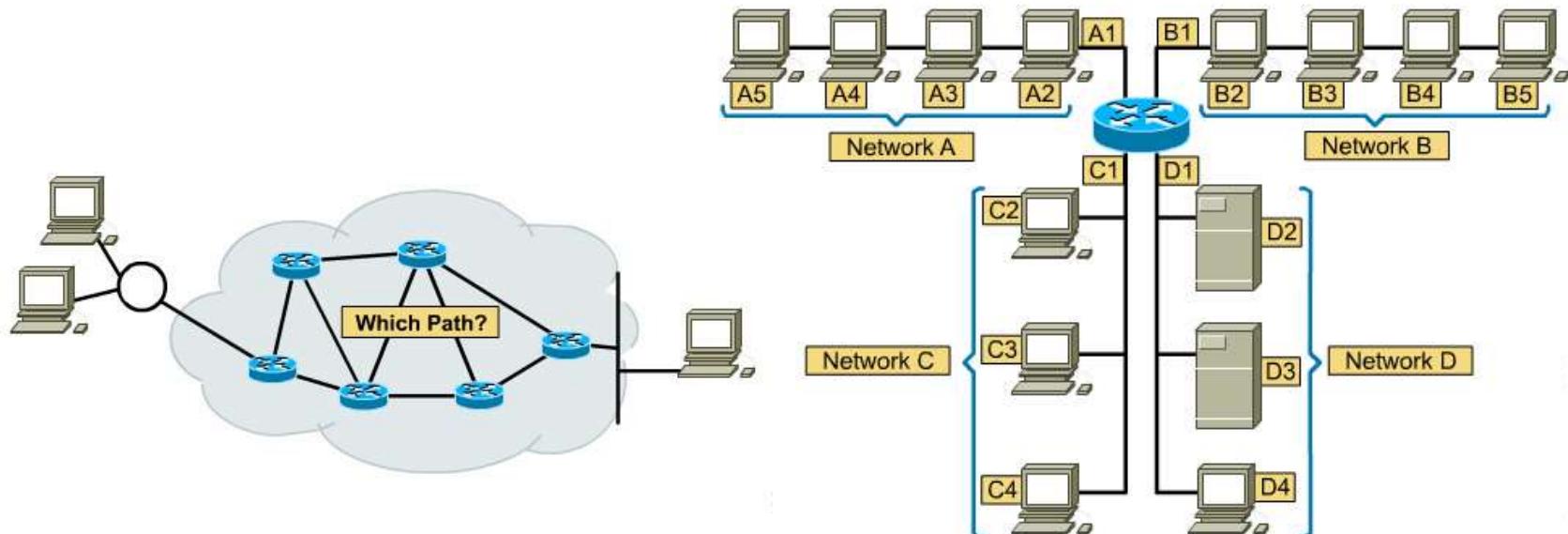
- Các thành phần (chức năng) chính của tầng mạng trên Internet (được thực hiện tại các host và router)





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.

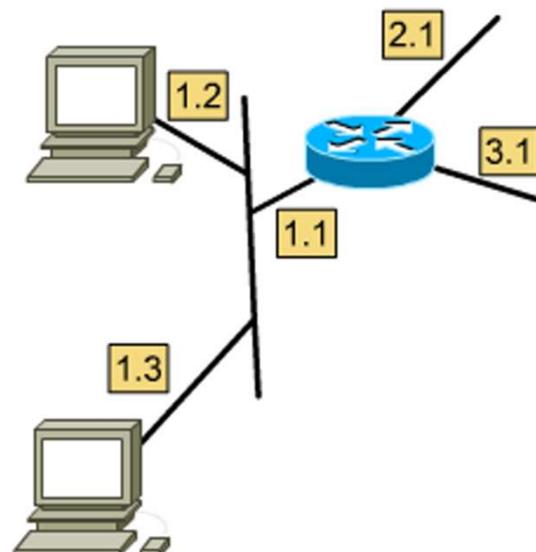




Địa chỉ: Mạng & Trạm

- 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** (chỉ thảo luận về IP).

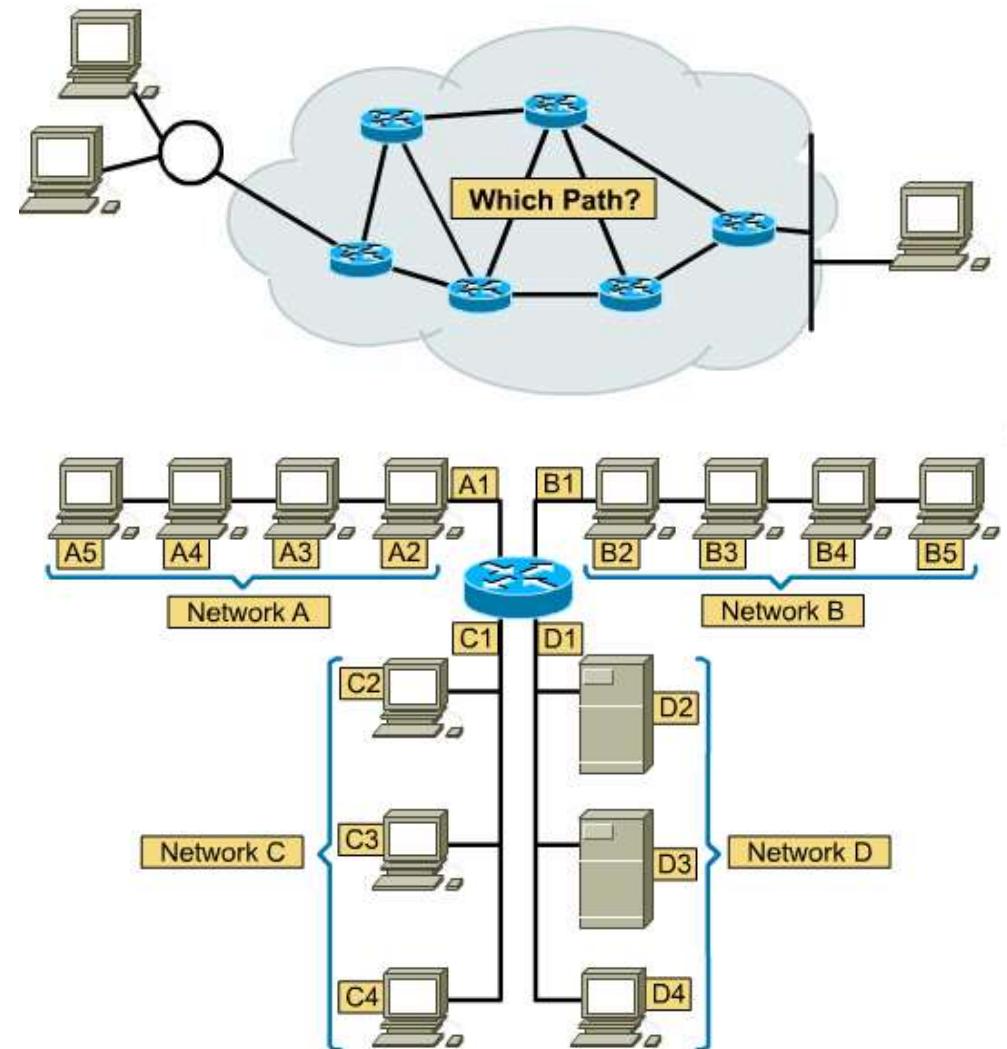
Network	Host
1	1
2	2
3	3
2	1
3	1



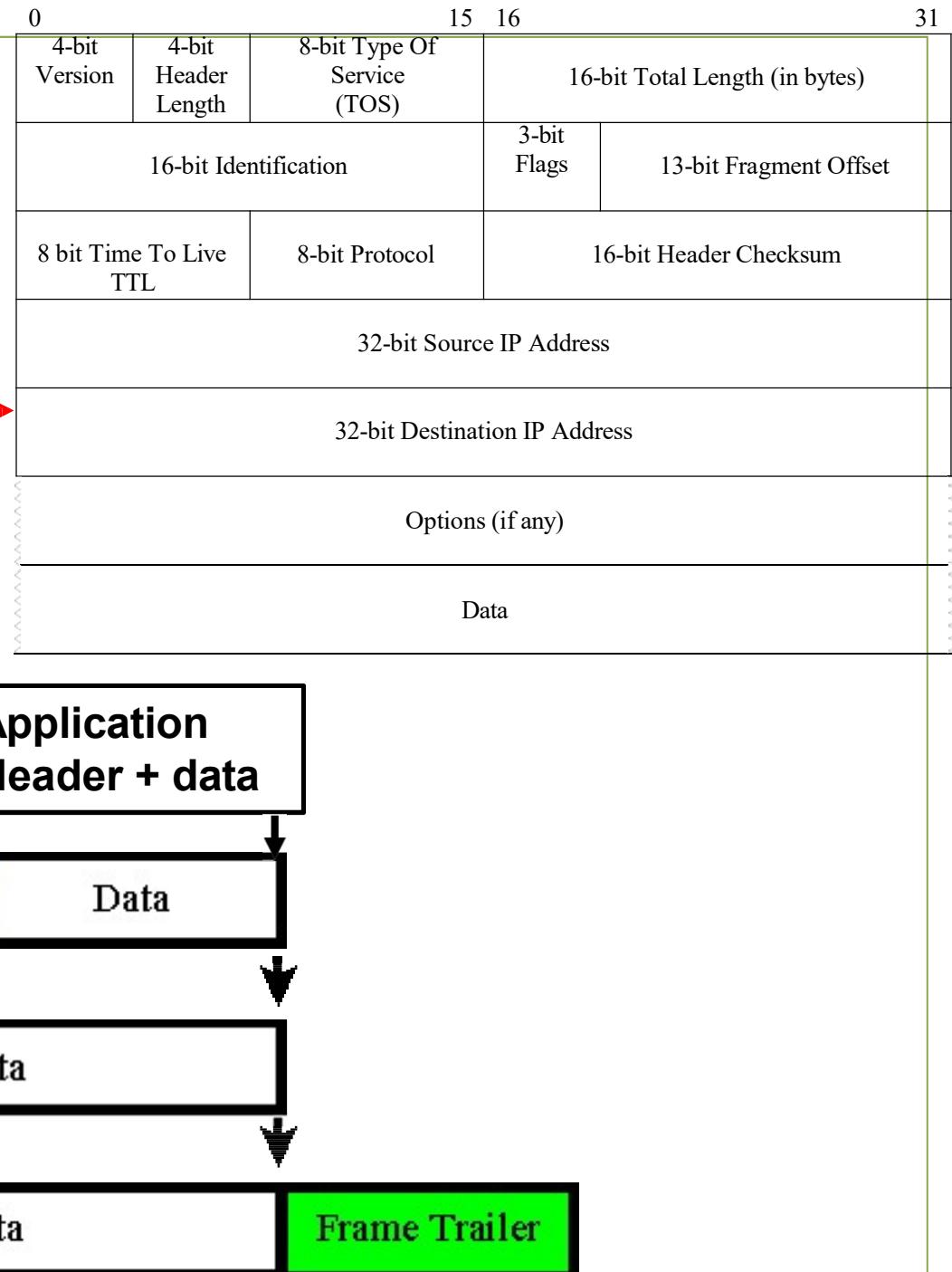


Xác định lộ trình

- 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!



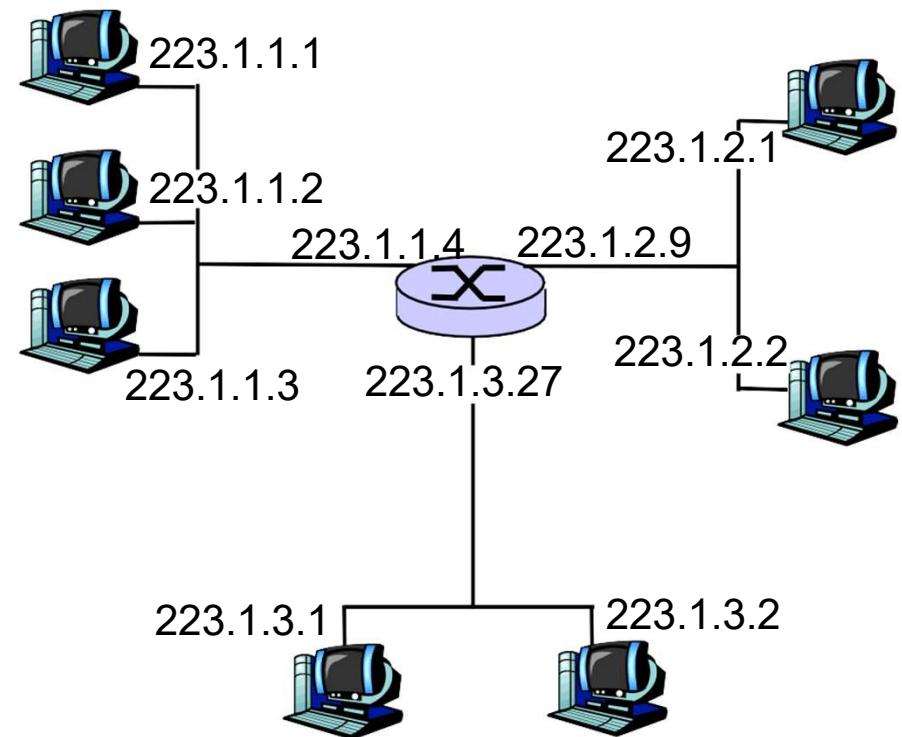
IP - Layer 3





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



223.1.1.1 = 11011111 00000001 00000001 00000001
 223 1 1 1



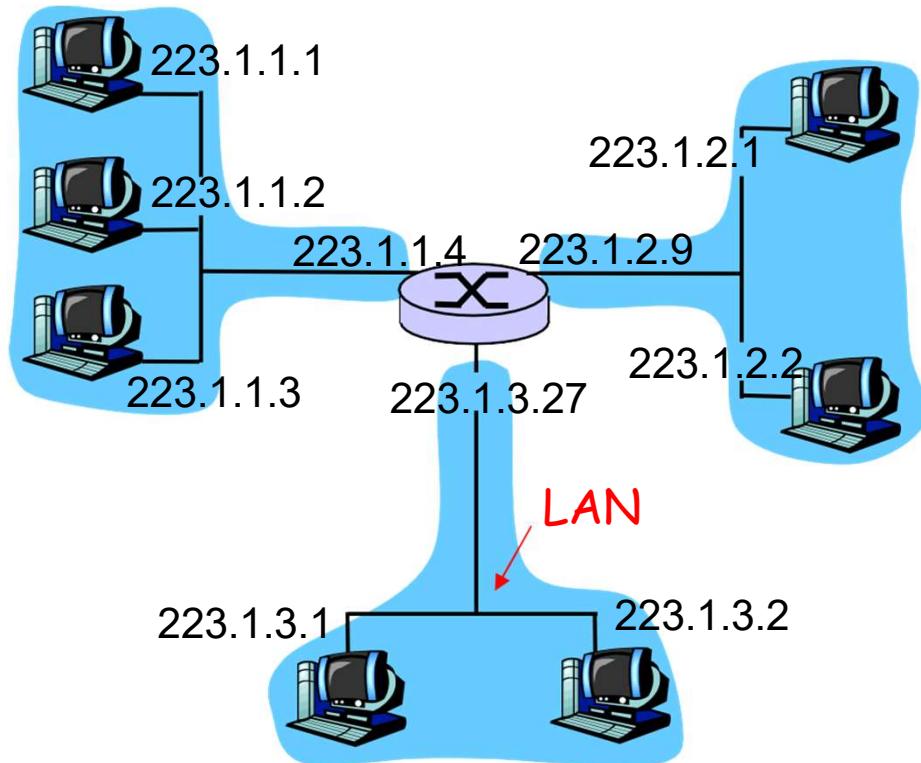
Địa chỉ IP (tt.)

■ 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



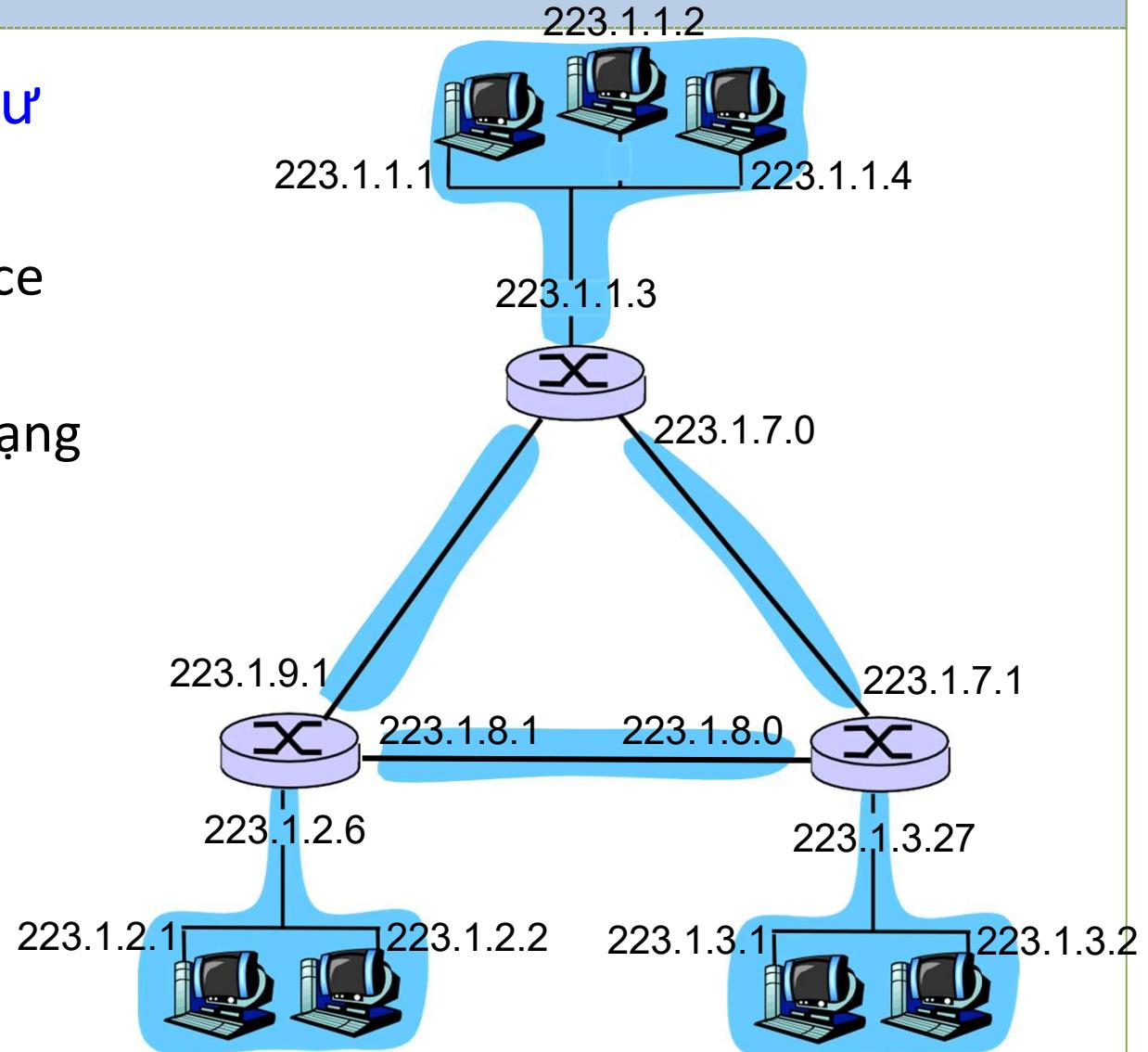
Mạng bao gồm 3 mạng IP
(đối với địa chỉ IP bắt đầu là 223 thì **24 bits đầu tiên làm địa chỉ mạng**)



Địa chỉ IP (tt.1)

- 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

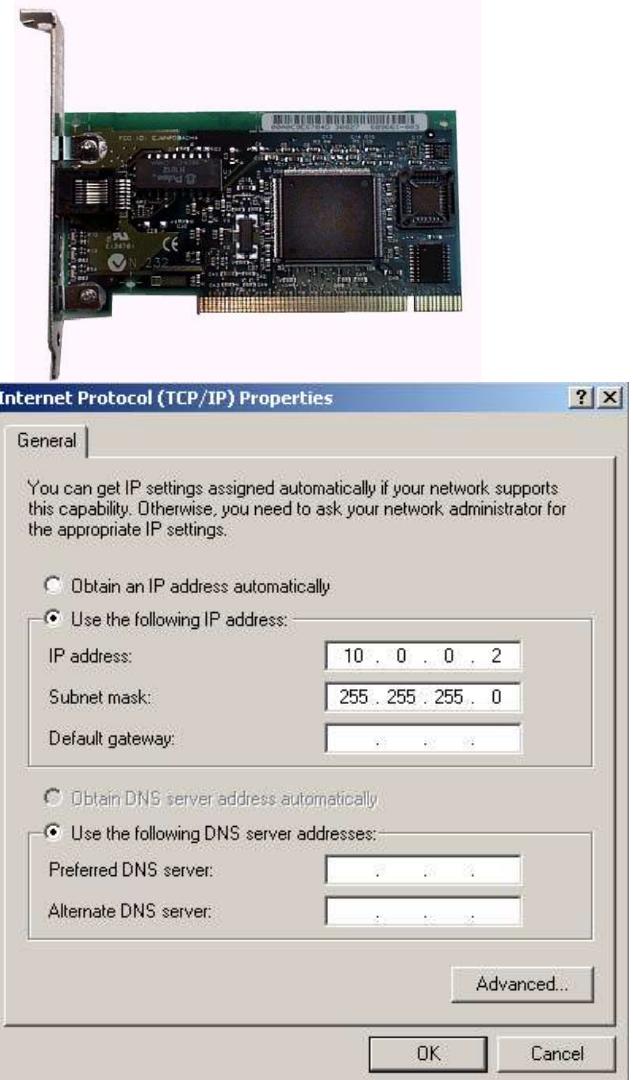




Tính di động của máy tính

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

The screenshot shows a Windows XP desktop with a 'Run' dialog box open in the foreground. The 'Open:' field contains 'cmd'. In the background, a Command Prompt window is running under 'cmd C:\WINNT\System32\cmd.exe'. The window displays the output of the 'ipconfig' command, specifically the 'ipconfig /all' section. The 'IP Address' for the 'Local Area Connection' is highlighted with a red arrow, and the 'Physical Address' for the 'Intel 8255x-based PCI Ethernet Adapter' is also highlighted with a red box.

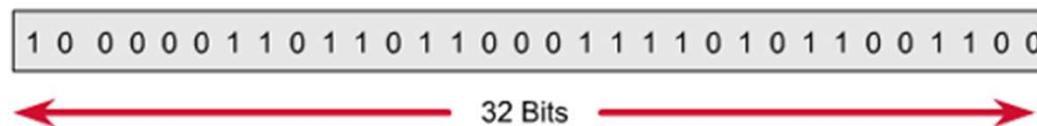
```
C:\>ipconfig  
Windows IP Configuration  
  
Ethernet adapter Local Area Connection:  
  
    Connection-specific DNS Suffix . : cabrillo.edu  
    IP Address . . . . . : 172.16.22.73 ←  
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.224.0  
    Default Gateway . . . . . : 172.16.1.1  
  
C:\>ipconfig /all  
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 Adapter <10/100  
    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
```



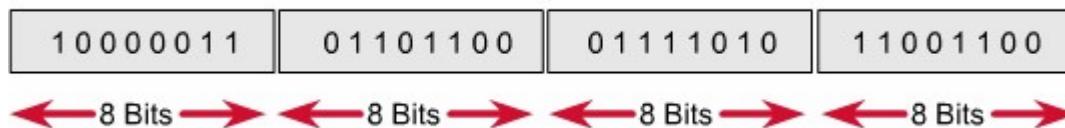
Cấu trúc địa chỉ IPv4



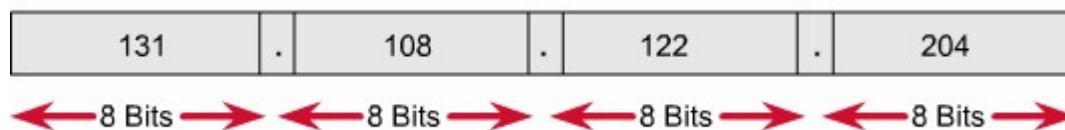
- Một địa chỉ IPv4 có 32 bits, gồm 2 phần: phần địa chỉ mạng và phần địa chỉ trạm trên một mạng.
- Phần địa chỉ mạng bao gồm bao nhiêu bit tùy thuộc vào mặt nạ mạng con (cập nhật sau).



- Được chia thành 4 octets.



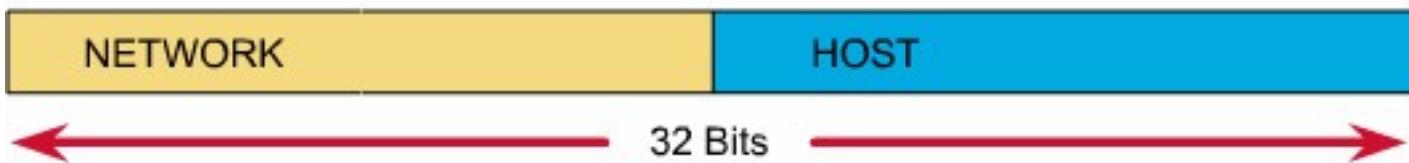
- Chuyển đổi từ hệ nhị phân sang thập phân.





Hai phần của địa chỉ IP

- Một địa chỉ IP có 2 phần:
 - phần **địa chỉ mạng**
 - phần **địa chỉ trạm (host) trên mạng**
- Những bits nào để cập đến **địa chỉ mạng**? Những bits nào để cập đến **địa chỉ trạm**?





Hai phần của địa chỉ IP

- Kỹ thuật cũ - **Classful IP Addressing** (kết 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

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

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	

- 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 → **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



Các lớp địa chỉ IPv4 (tt.)

- 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.

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



Các lớp địa chỉ IPv4 (tt.)

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**

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



Các lớp địa chỉ IPv4 (tt.1)

	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

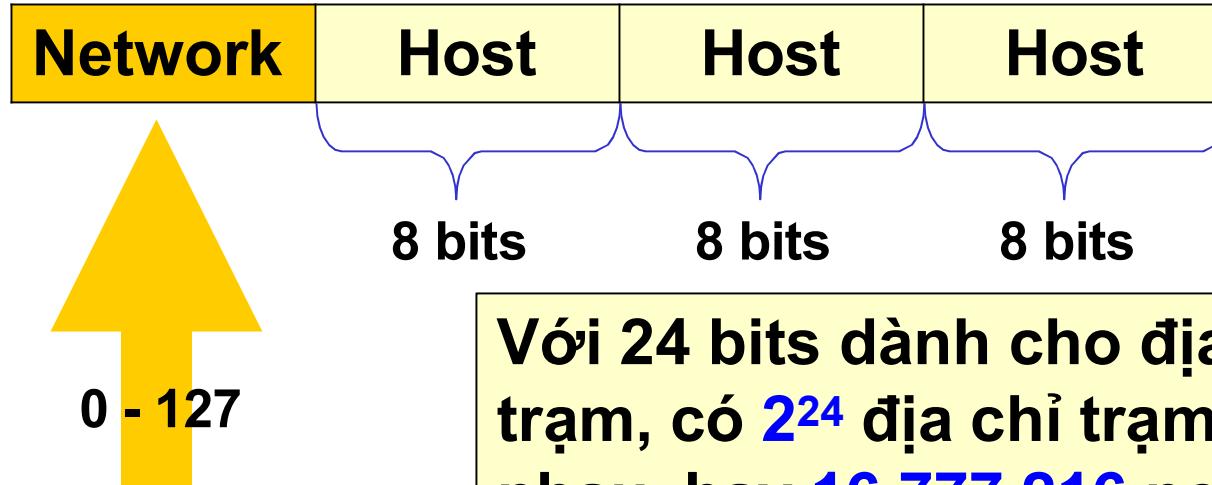
N = Địa chỉ mạng (**Network address**): được cấp/quản lý bởi **ARIN** (American Registry for Internet Numbers)

H = Địa chỉ trạm (**Host address**): 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



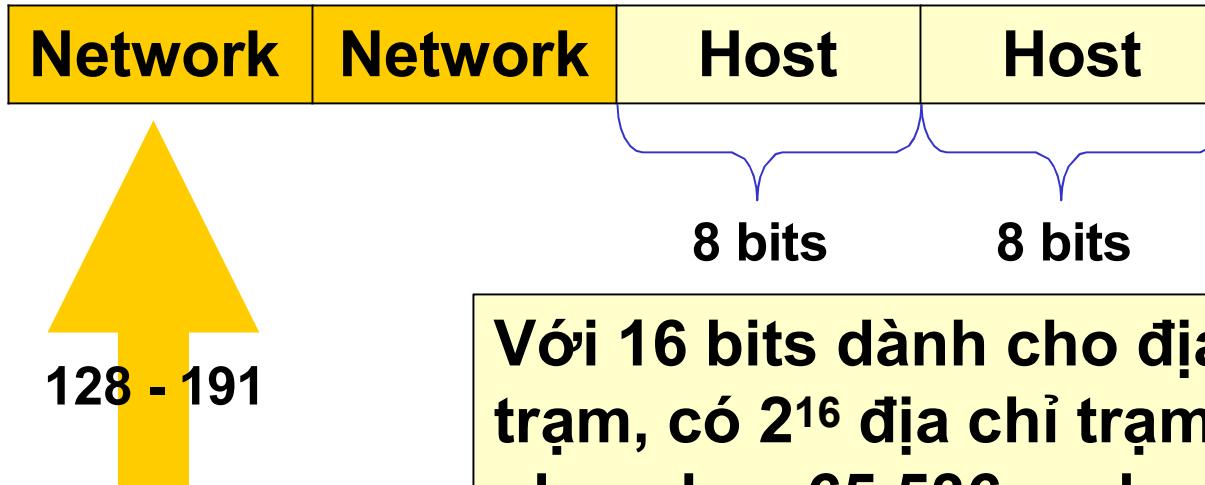
Với 24 bits dành cho địa chỉ trạm, có **2^{24}** địa chỉ trạm khác nhau, hay **16,777,216 nodes!**

- 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

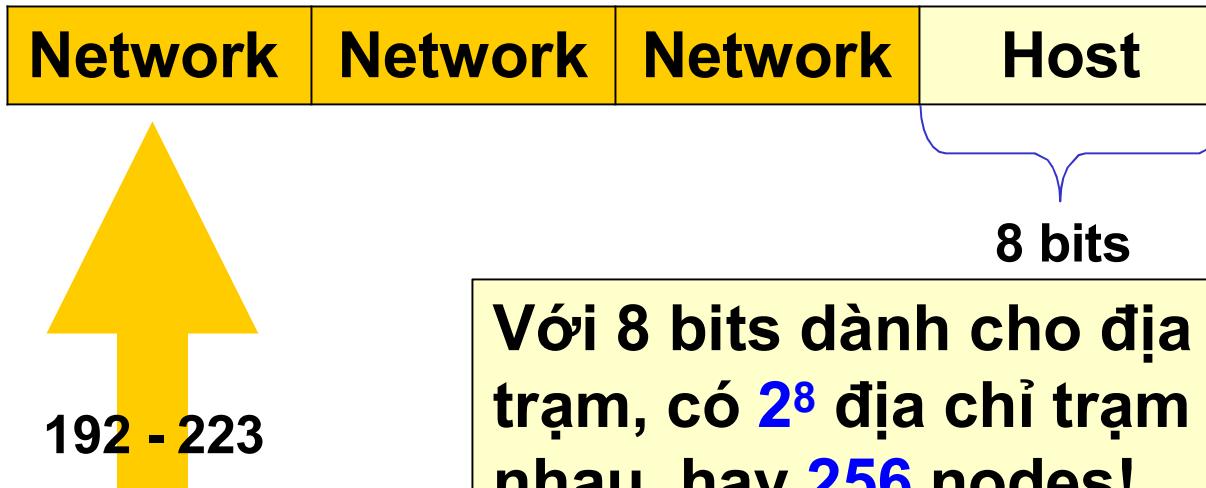


- Có 16,384 (2^{14}) địa chỉ mạng thuộc lớp B.
- Mỗi mạng có 65,534 địa chỉ trạm, một địa chỉ chỉ địa chỉ mạng và một địa chỉ quảng bá cho tất cả các trạm trên mạng.
- Địa chỉ lớp B chiếm 25% không gian địa chỉ IPv4 đơn hướng.
- Địa chỉ lớp B được cấp cho những tổ chức lớn như Cisco, các cơ quan chính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



- 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.

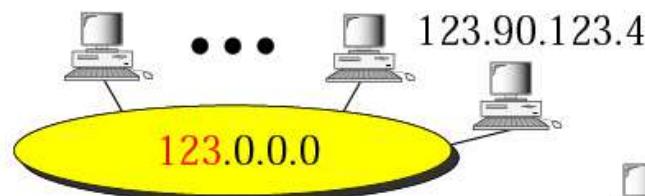


Ví dụ về địa chỉ mạng

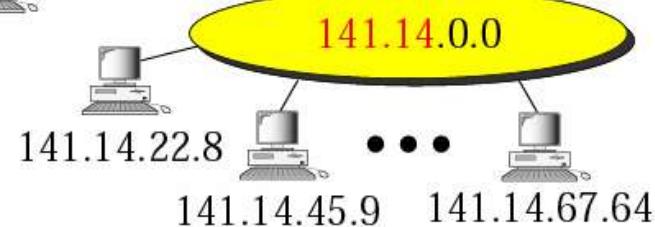
Netid Hostid

Specific	All 0s
----------	--------

123.50.16.90 123.65.7.34

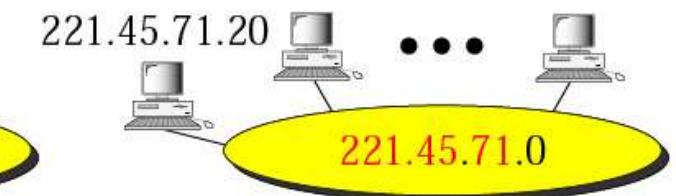


(a) Class A



(b) Class B

221.45.71.64 221.45.71.126



(c) Class C



Bài tập

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 _____



Giải bài tập

1. 192.168.1.3 Class **C**
Network: **192.168.1.0**
Hosts: **192.168.1.1**

2. 1.12.100.31 Class **A**
Network: **1.0.0.0**
Hosts: **1.0.0.1**

3. 172.30.77.5 Class **B**
Network: **172.30.0.0**
Hosts: **172.30.0.1.**

Default Mask: **255.255.255.0**
Broadcast: **192.168.1.255**
through **192.168.1.254**

Default Mask: **255.0.0.0**
Broadcast: **1.255.255.255**
through **1.255.255.254**

Default Mask: **255.255.0.0**
Broadcast: **172.30.255.255**
through **172.30.255.254**



Xác định địa chỉ mạng dựa vào lớp

- Lớp xác định mặt nạ mạng cơ sở!
- 192.168.1.3 Class **C** → Default Mask: **255.255.255.0**
 Network: **192.168.1.0**
- 1.12.100.31 Class **A** → Default Mask: **255.0.0.0**
 Network: **1.0.0.0**
- 172.30.77.5 Class **B** → Default Mask: **255.255.0.0**
 Network: **172.30.0.0**

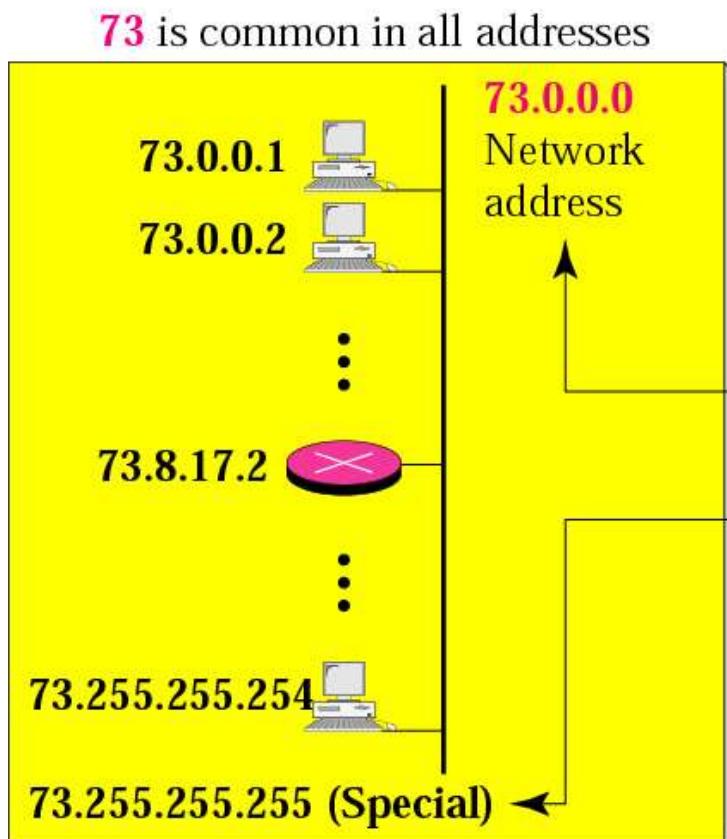


Ghi nhớ các lớp địa chỉ IPv4!

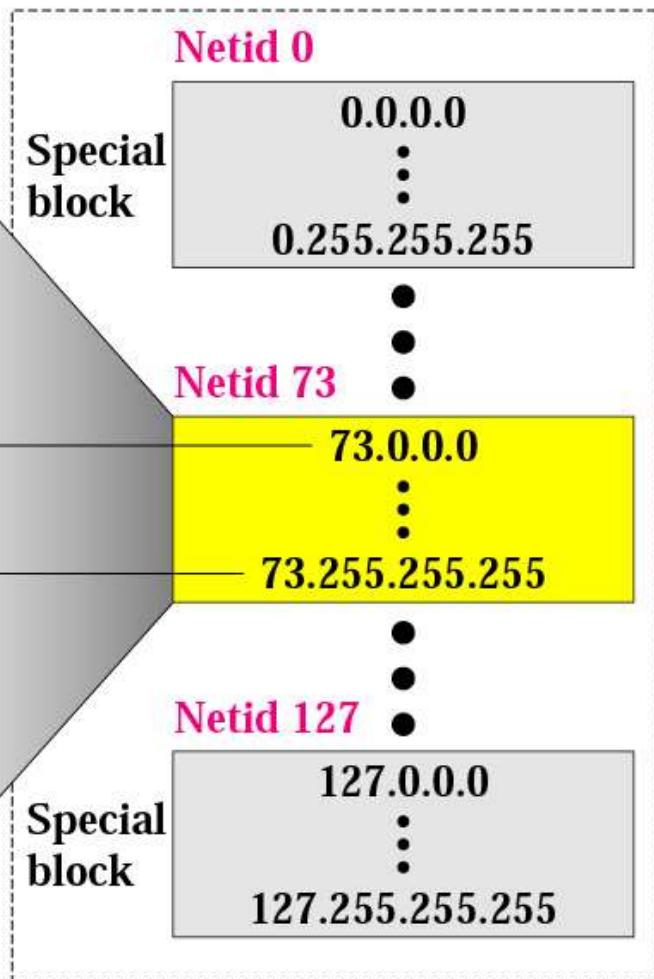
<u>Class</u>	<u>First Bits</u>	<u>First Octet</u>	<u>Network Bits</u>	<u>Host Bits</u>
A	0	0 – 127	8	24
B	10	128 – 191	16	16
C	110	192 – 223	24	8
D	1110	224 – 239		
E	1111	240 –		



Các khối địa chỉ lớp A



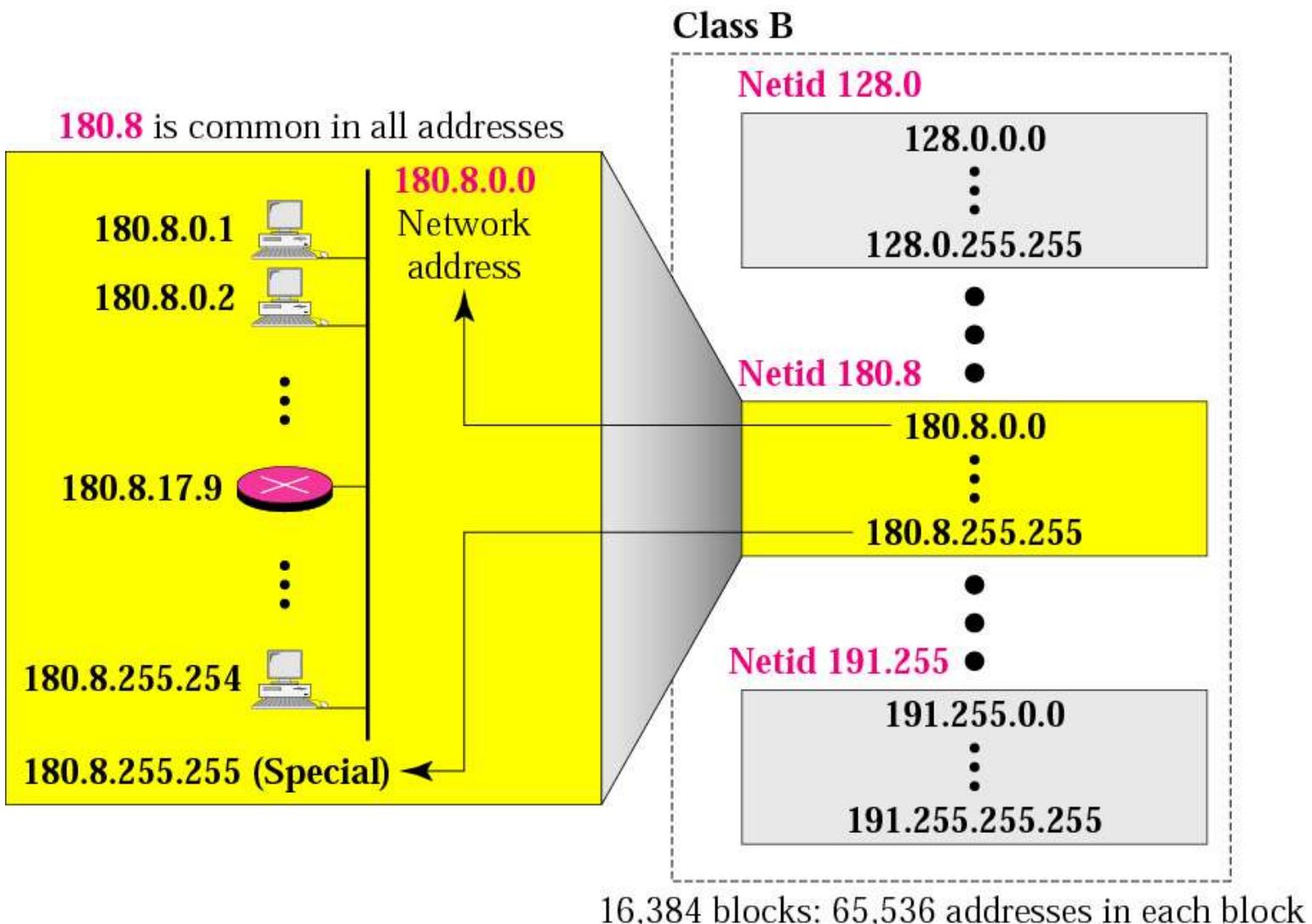
Class A



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

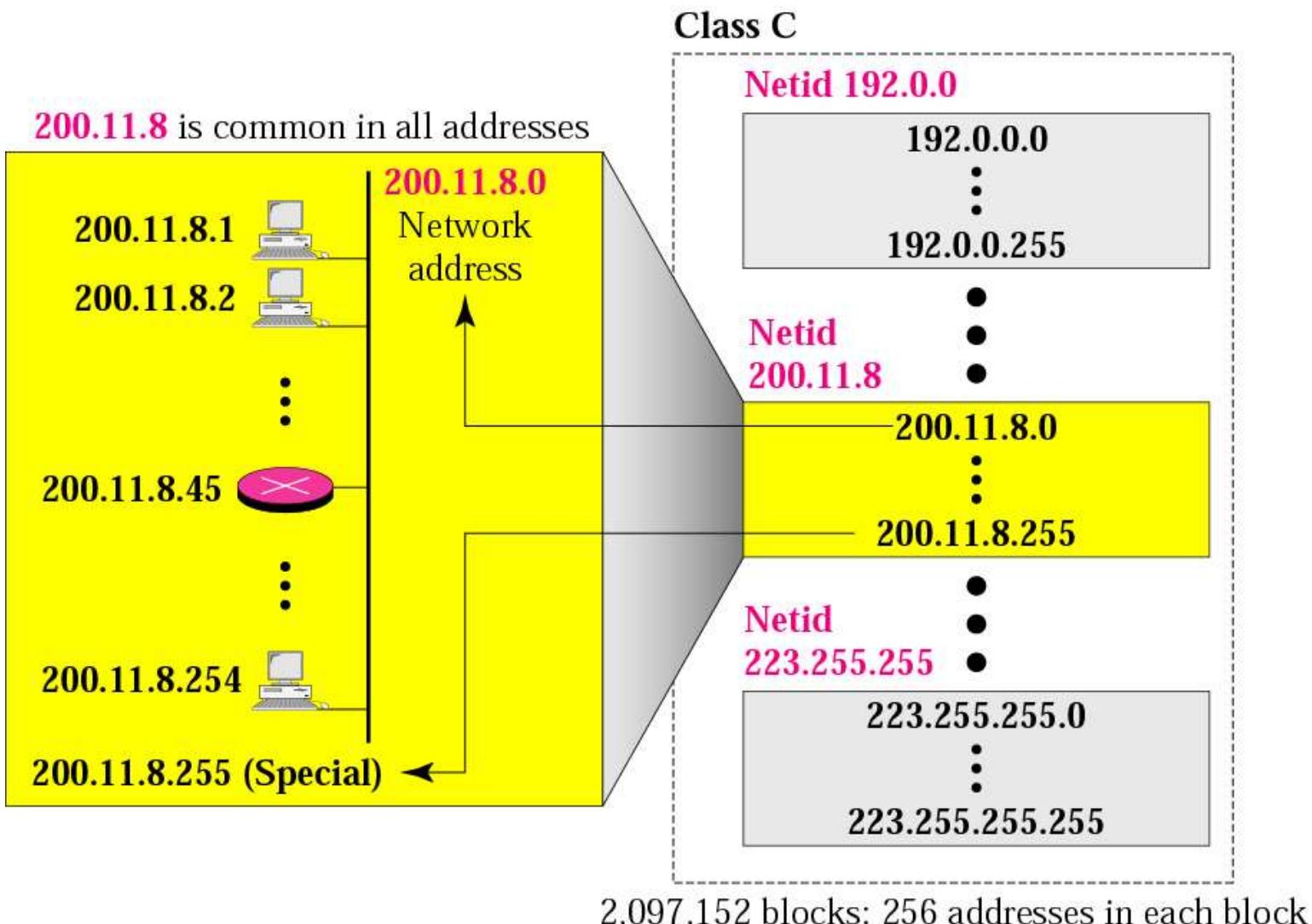


Các khối địa chỉ lớp B





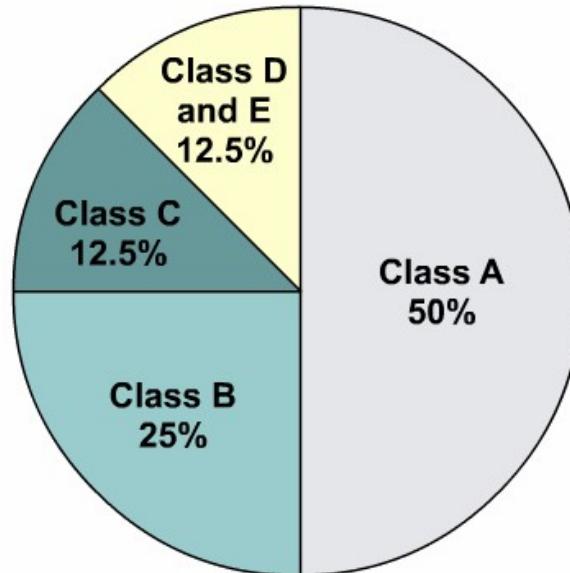
Các khối địa chỉ lớp C





Sự khủng hoảng địa chỉ IP

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



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.



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).

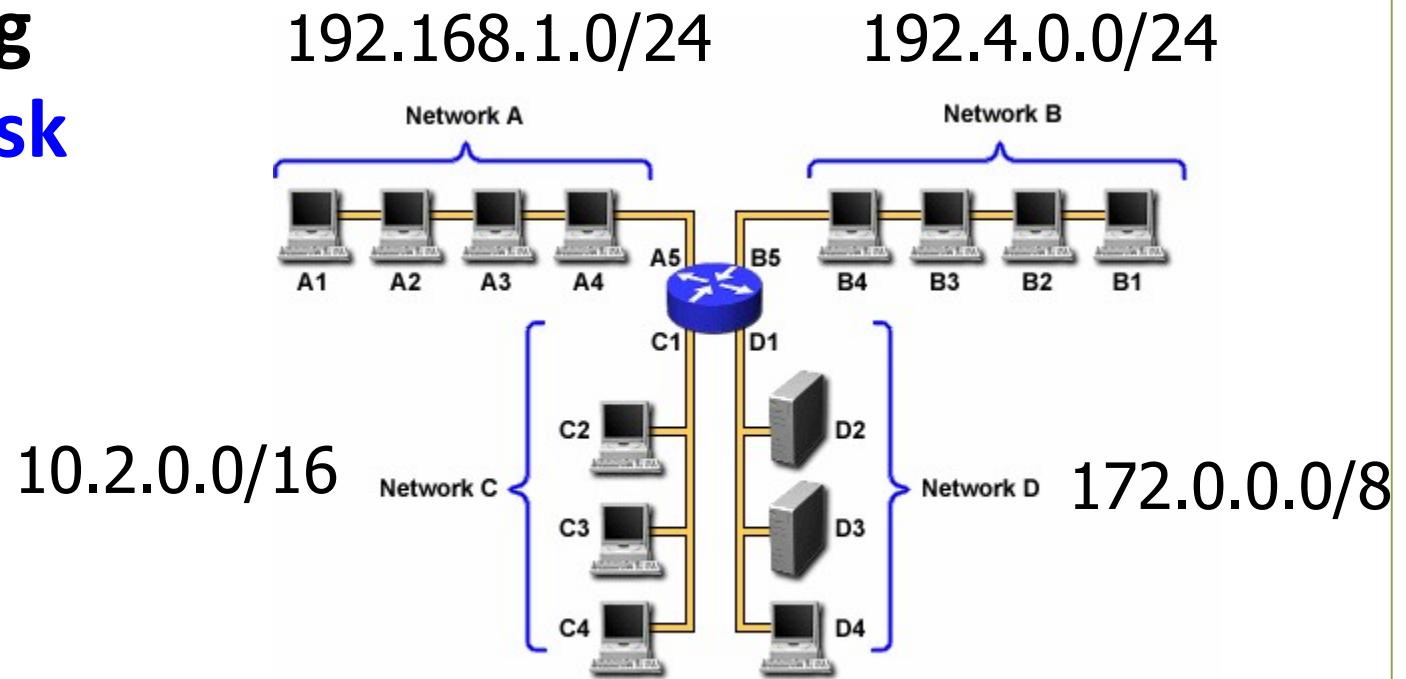


Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- 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

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 mở rộng mặt nạ mạng con này, 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
<hr/>				
192.4.0.0	Network	Network	Host	Host
Subnet Mask	11111111	11111111	00000000	00000000
<hr/>				
192.168.1.0	Network	Network	Network	Host
Subnet Mask	11111111	11111111	11111111	00000000

- bit “1” trong subnet mask có nghĩa rằng bit tương ứng trong địa chỉ IP thuộc về địa chỉ mạng
- 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
<hr/>				
192.4.0.0	Network	Network	Host	Host
Subnet Mask: 255.255.0.0 or /16	255	255	0	0
<hr/>				
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

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

	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

	Network	Network	Network	Host
10.2.0.0	255	255	255	0



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

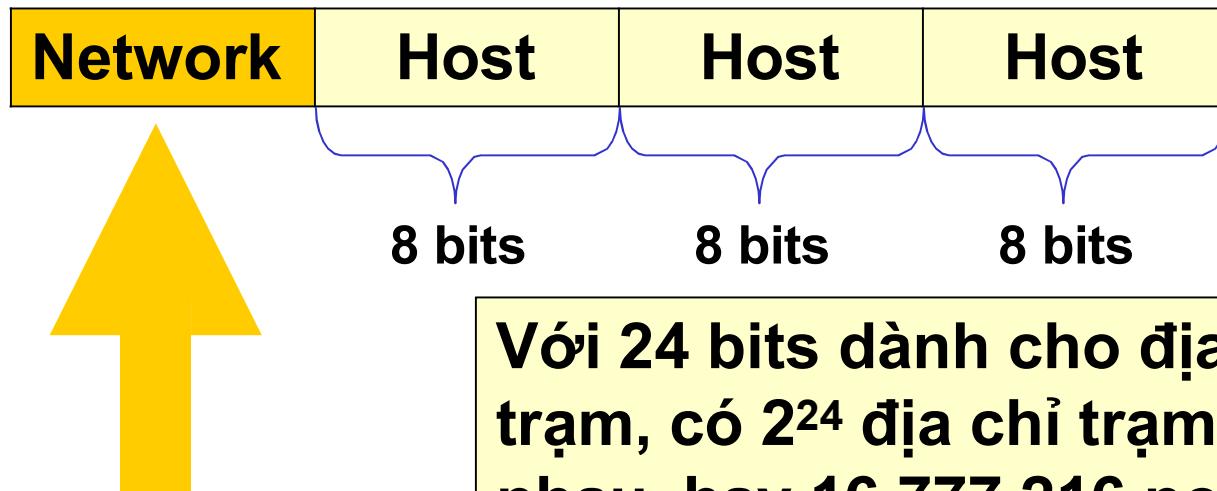
Subnet Mask:

	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”.



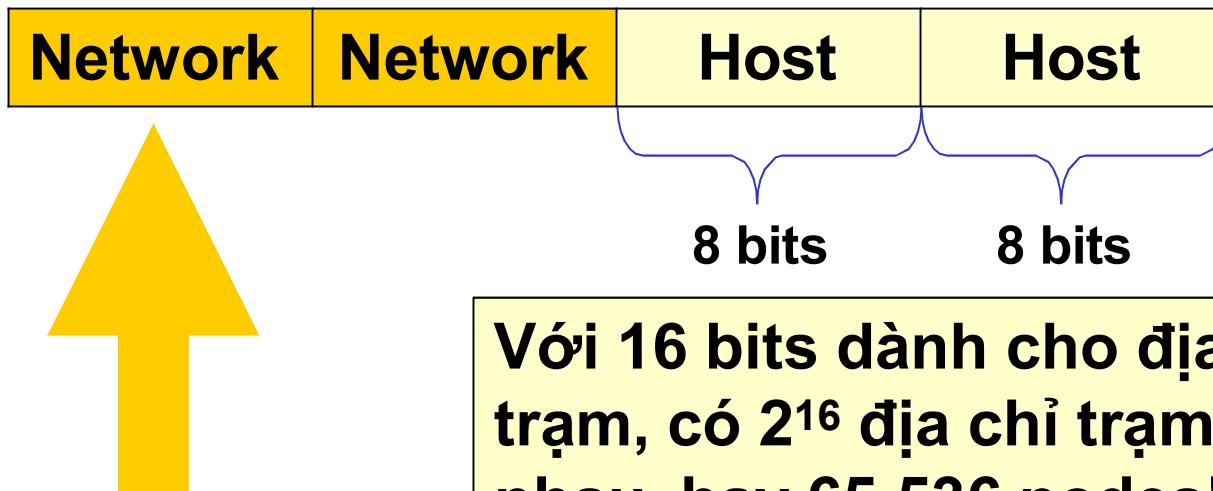
Subnet: 255.0.0.0 (/8)



- 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



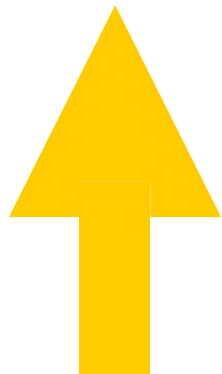
Subnet: 255.255.0.0 (/16)



- 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?
- 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

172.0.0.0

172.16.0.0

192.168.1.0

192.168.0.0

192.168.0.0

10.1.1.0

10.2.0.0

10.0.0.0

Subnet Mask

255.0.0.0

255.255.0.0

255.255.255.0

255.255.0.0

255.255.255.0

/24

/16

/16

- Phần còn lại của địa chỉ là gì?



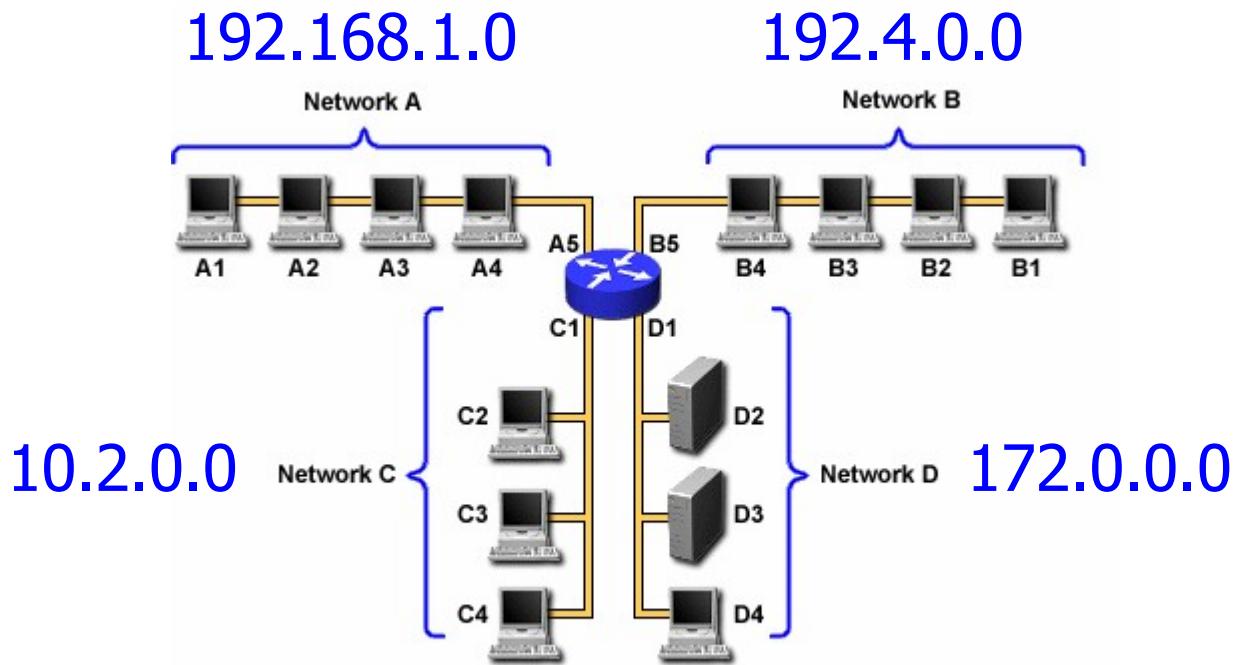
Subnet Masks – Đáp án!

<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 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! (tt.)

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 (tt.)

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! (tt.1)

- 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 (tt.1)

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

172.0.0.0 10101100.0000000.0000000.0000000

255.0.0.0 11111111.0000000.0000000.0000000

172.255.255.255 10101100.1111111.1111111.1111111

172.16.0.0 10101100.0001000.0000000.0000000

255.255.0.0 11111111.1111111.0000000.0000000

172.16.255.255 10101100.0001000.1111111.1111111



Subnet Masks – Luyện tập (tt.2)

- 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 (tt.2)

- 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.3)

- ☐ 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 (tt.3)

- 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

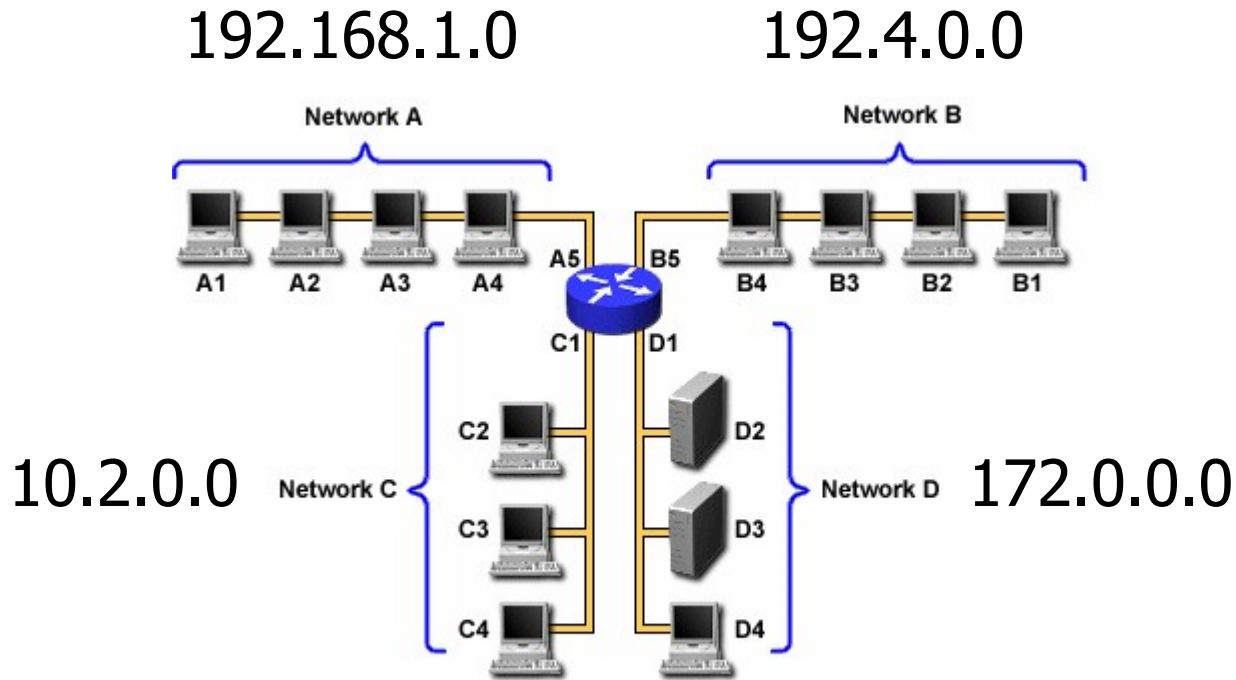
10.0.0.0 00001010.00000000.00000000.00000000

/16 11111111.11111111.00000000.00000000

10.0.255.255 00001010.00000000.11111111.11111111



Địa chỉ: Mạng và Trạm

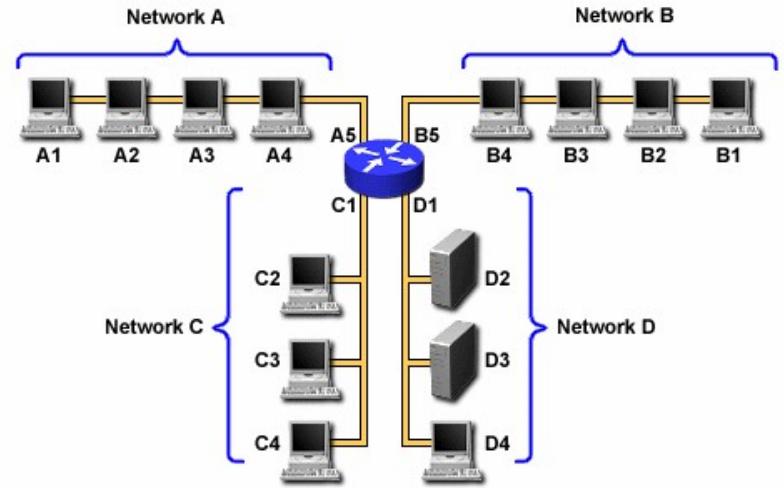


- Cần phải có routers khi hai trạm với địa chỉ IP thuộc về hai mạng/mạng con khác nhau cần liên lạc với nhau.
- Một số ví dụ về địa chỉ trạm?



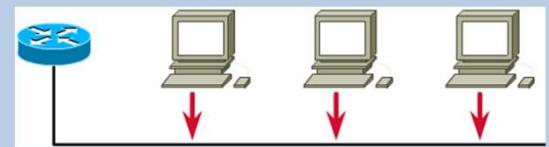
Địa chỉ trạm (Host Addresses)

- 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:
 - Địa chỉ mạng (**Network Address**): Địa chỉ đại diện cho mạng đó.
 - Địa chỉ quảng bá (**Broadcast Address**) – Địa chỉ được sử dụng để liên lạc với tất cả các thiết bị trên mạng đó





Địa chỉ cho các trạm



- Cho địa chỉ **172.16.0.0** và subnet mask 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
-----	----	---	---

1 đ/c
mạng

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

65,534 đ/c
trạm
 $2^{16} - 2$

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

1 đ/c
quảng bá



Miền 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



Miền 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		



Miền 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! (tt.1)

Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

172.0.0.0 (net) 10101100.0000000.0000000.0000000

255.0.0.0 (SM) 11111111.0000000.0000000.0000000

172.0.0.1 _____ . _____ . _____ . _____

172.255.255.254 _____ . _____ . _____ . _____

172.255.255.255 10101100.11111111.11111111.11111111

(broadcast)

172.16.0.0 (net) 10101100.00010000.0000000.0000000

255.255.0.0 (SM) 11111111.11111111.0000000.0000000

172.16.0.1 _____ . _____ . _____ : _____

172.16.255.254 _____ . _____ . _____ . _____

172.16.255.255 10101100.00010000.11111111.11111111

(broadcast)



Dải địa chỉ trạm – Đáp án! (tt.1)

Địa chỉ trạm dưới dạng nhị phân

172.0.0.0 (net)	10101100.0000000.0000000.0000000
255.0.0.0 (SM)	11111111.0000000.0000000.0000000
172.0.0.1	10101100.0000000.0000000.0000001
172.255.255.254	10101100.11111111.11111111.11111110
172.255.255.255 (broadcast)	10101100.11111111.11111111.11111111
172.16.0.0 (net)	10101100.00010000.0000000.0000000
255.255.0.0 (SM)	11111111.11111111.0000000.0000000
172.16.0.1	10101100.00010000.0000000.0000001
172.16.255.254	10101100.00010000.11111111.11111110
172.16.255.255	10101100.00010000.11111111.11111111



Dải địa chỉ trạm–Luyện tập! (tt.2)

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



Dải địa chỉ trạm – Đáp án (tt.2)

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 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 11000000.10101000.00000000.00000001

192.168.255.254 11000000.10101000.11111111.11111110

192.168.255.255 11000000.10101000.11111111.11111111

(broadcast)



Dải địa chỉ trạm–Luyện tập! (tt.3)

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 (tt.3)

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)	00001010.0000001.0000001.00000000
/24 (SM)	11111111.11111111.11111111.00000000
10.1.1.1	00001010.0000001.0000001.00000001
10.1.1.254	00001010.0000001.0000001.11111110
10.1.1.255 (broadcast)	00001010.0000001.0000001.11111111
10.2.0.0 (net)	00001010.0000010.0000000.00000000
/16 (SM)	11111111.11111111.00000000.00000000
10.2.0.1	00001010.0000010.0000000.00000001
10.2.255.254	00001010.0000010.11111111.11111110
10.2.255.255 (broadcast)	00001010.0000010.11111111.11111111



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 1 bội số của 8)
- Chuyển sang dạng nhị phân

Network Address

172.1.16.0

Subnet Mask

255.255.240.0

192.168.1.0

255.255.255.224



Mặt nạ mạng con: Ranh giới (tt.)

- 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?
- Địa chỉ trạm?



Mặt nạ mạng con: Ranh giới (tt.1)

- 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 (tt.2)

- 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
(broadcast) 10101100.00000001.00011111.11111111

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



Mặt nạ mạng con: Ranh giới (tt.3)

- 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 (tt.4)

- 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 11000000.10101000.00000001.00011111
(broadcast)

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



Mạng con và Mặt nạ mạng con

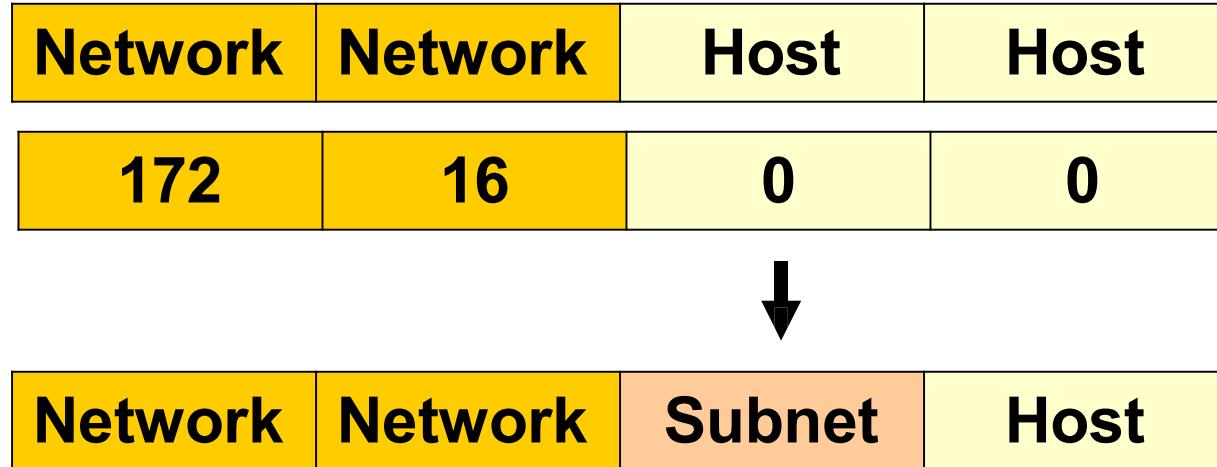
NETWORK

SUBNET

HOST

- 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



**98 Apples
(100 – 2)**



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



- 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.)



XO

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 con:
255.255.255.0 hay /24

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 (tt.)

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	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 (tt. 1)

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	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 (tt.2)

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	Broadcast
172	16	0	Host	
172	16	1	1	254
172	16	2	1	255
172	16	3	1	254
172	16	Etc.	1	255
172	16	254	1	254
				255
				255
				255
				255
				255
172	16	255	Host	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 (tt.)

<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 =

$$65,536 - 256 \text{ (first subnet)} - 256 \text{ (last subnet)} = 65,024$$

$$= 65,024 - 508 \text{ (2 hosts trên mỗi subnet của 254 subnets khác)}$$

$$= 64,516$$

Với kỹ thuật chia mạng con (tt.1)

<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) :

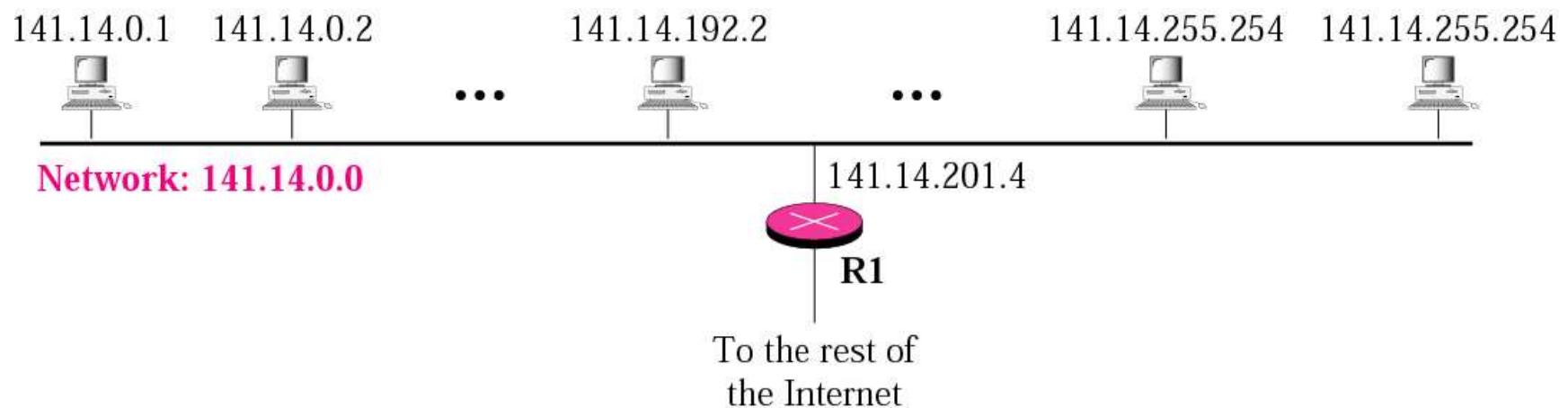
Địa chỉ mạng con: 172.16.255.0

Địa chỉ quảng bá của mạng con: 172.16.255.255



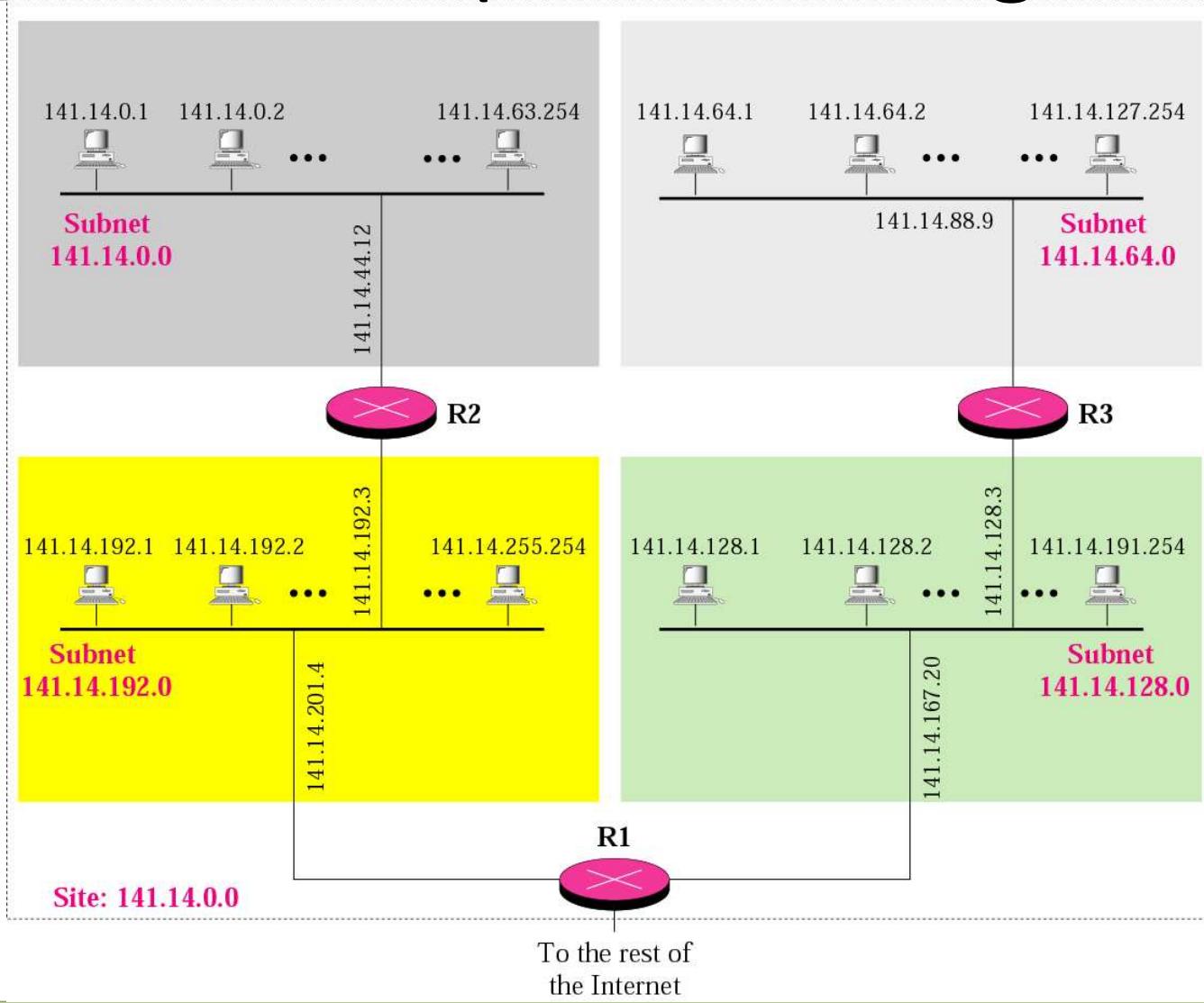
Một mạng với hệ thống phân cấp 2 mức (không bị chia mạng con)

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



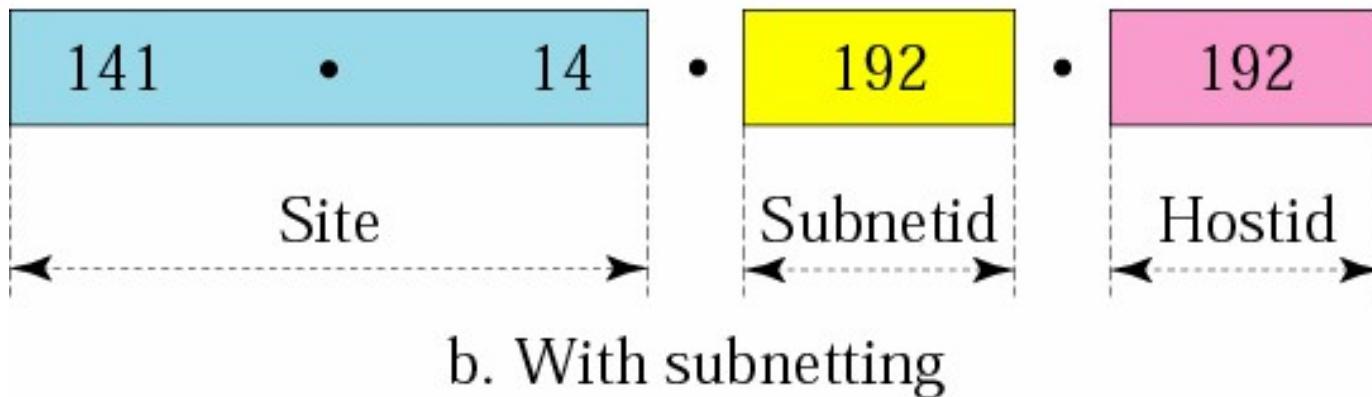
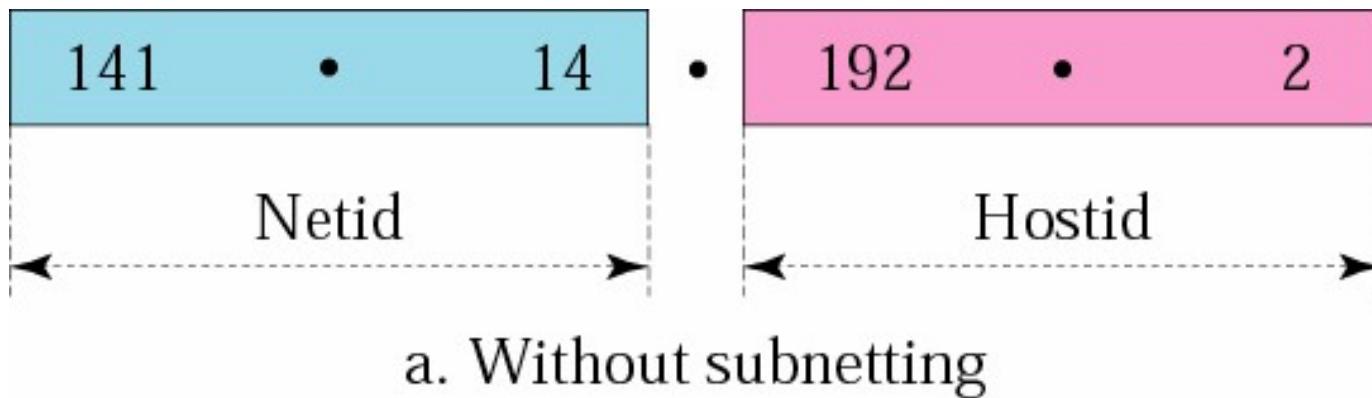


Một mạng với hệ thống phân cấp 3 mức (bị chia mạng con)



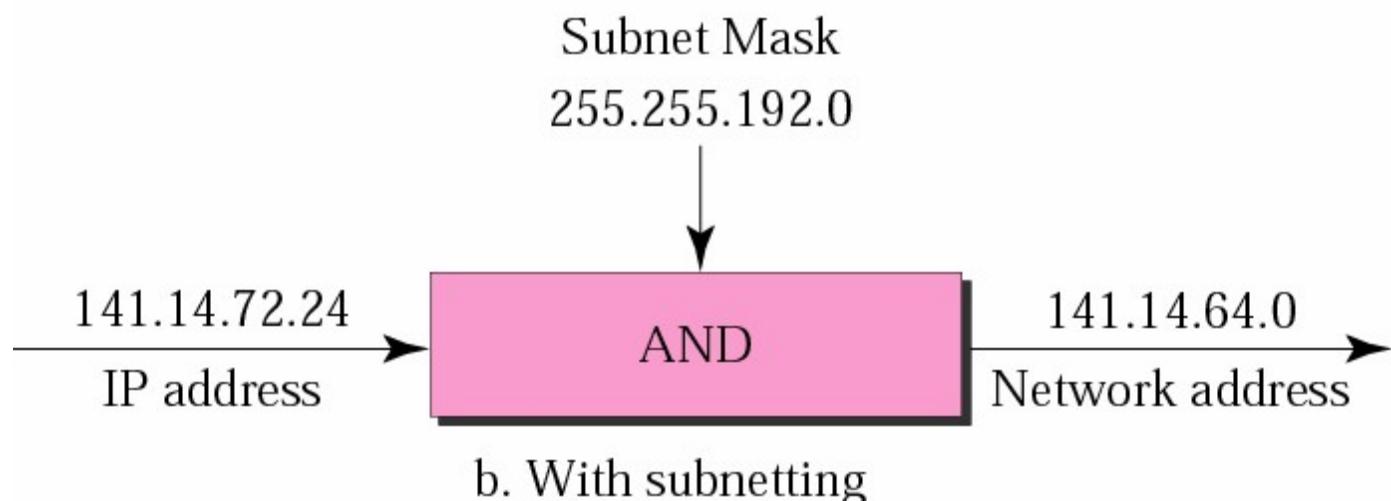
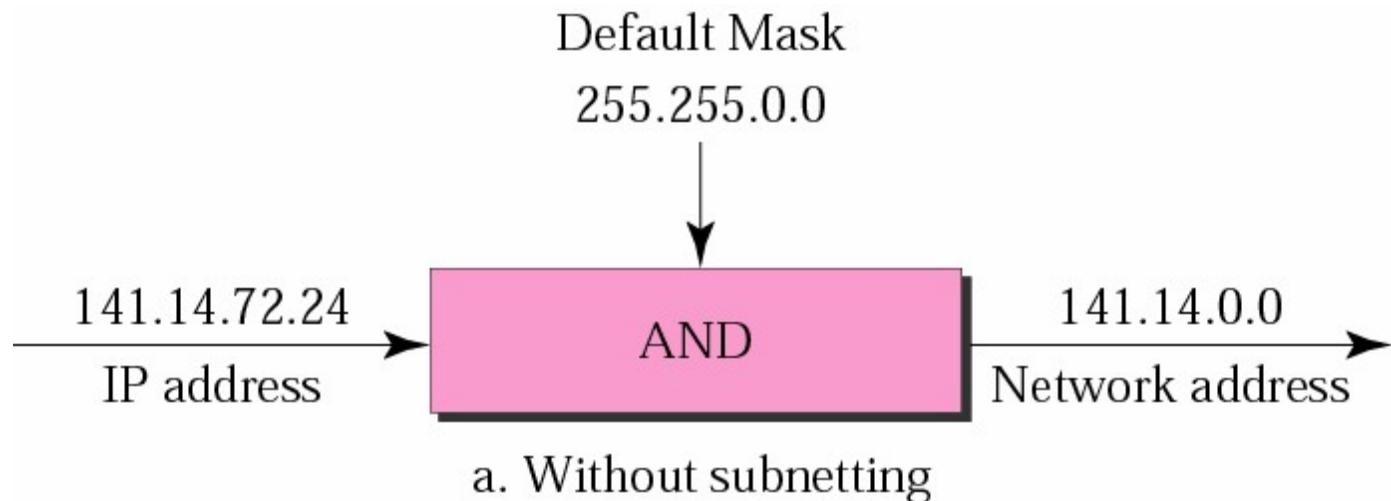


Địa chỉ trong một mạng với phân chia mạng con và không...





Mặt nạ mặc định và Mặt nạ mạng con





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

255.255.0.0

Default Mask

11111111	11111111	00000000	00000000
----------	----------	----------	----------

16

255.255.224.0

Subnet Mask

11111111	11111111	111	00000	00000000
----------	----------	-----	-------	----------

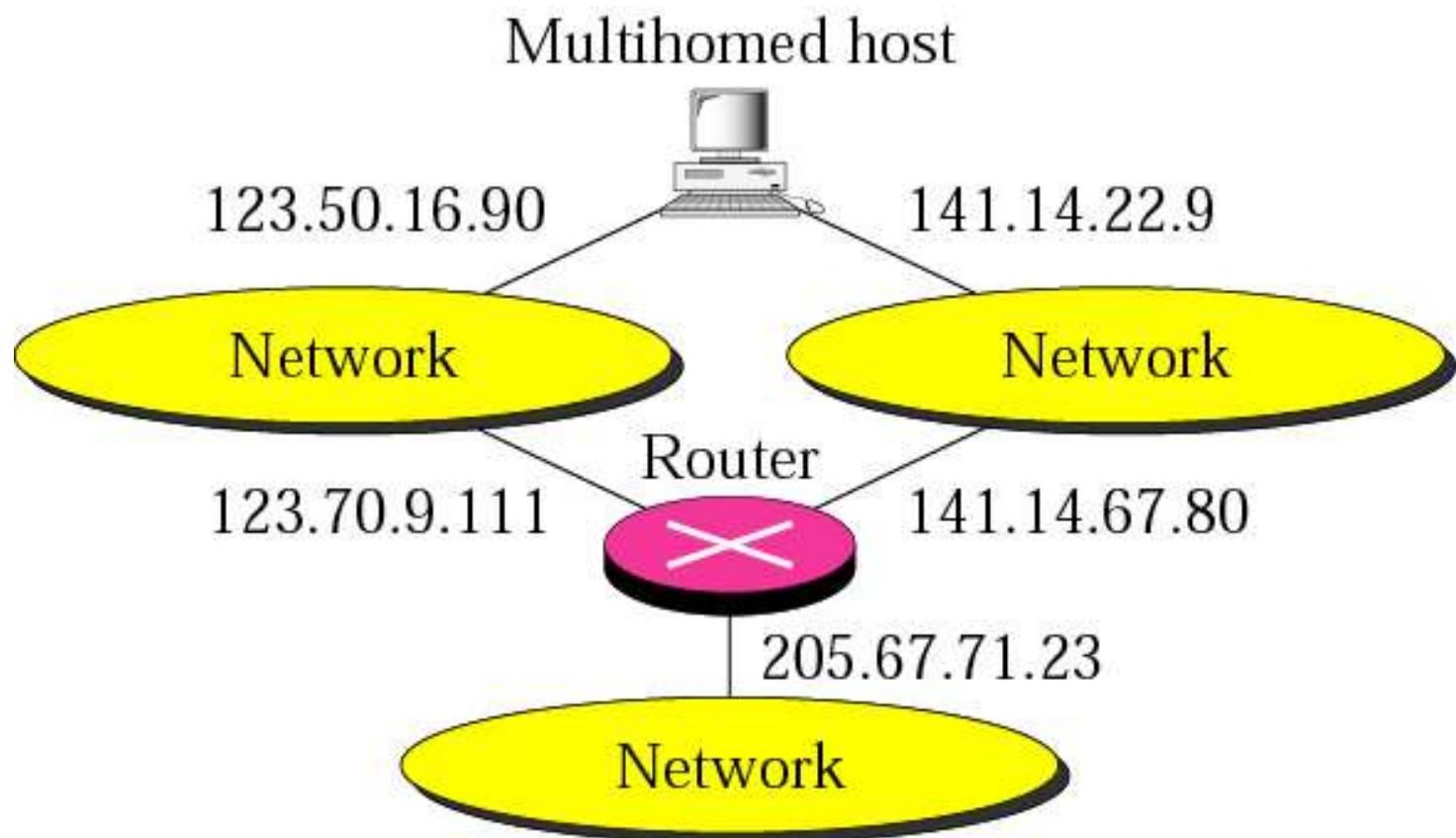
3

13

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



Các thiết bị thuộc nhiều mạng Multihomed devices

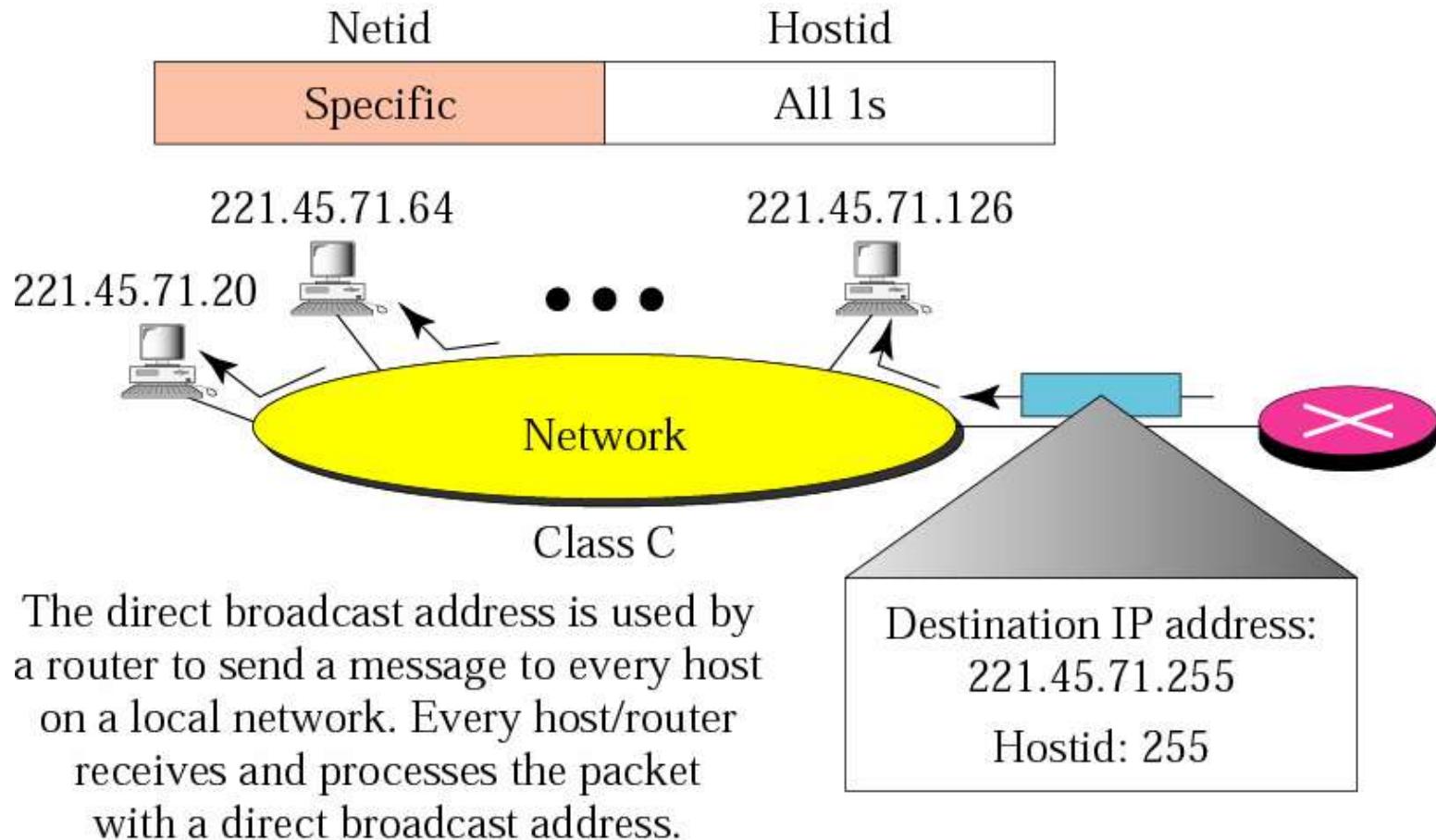




Một số địa chỉ IP đặc biệt

- 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)



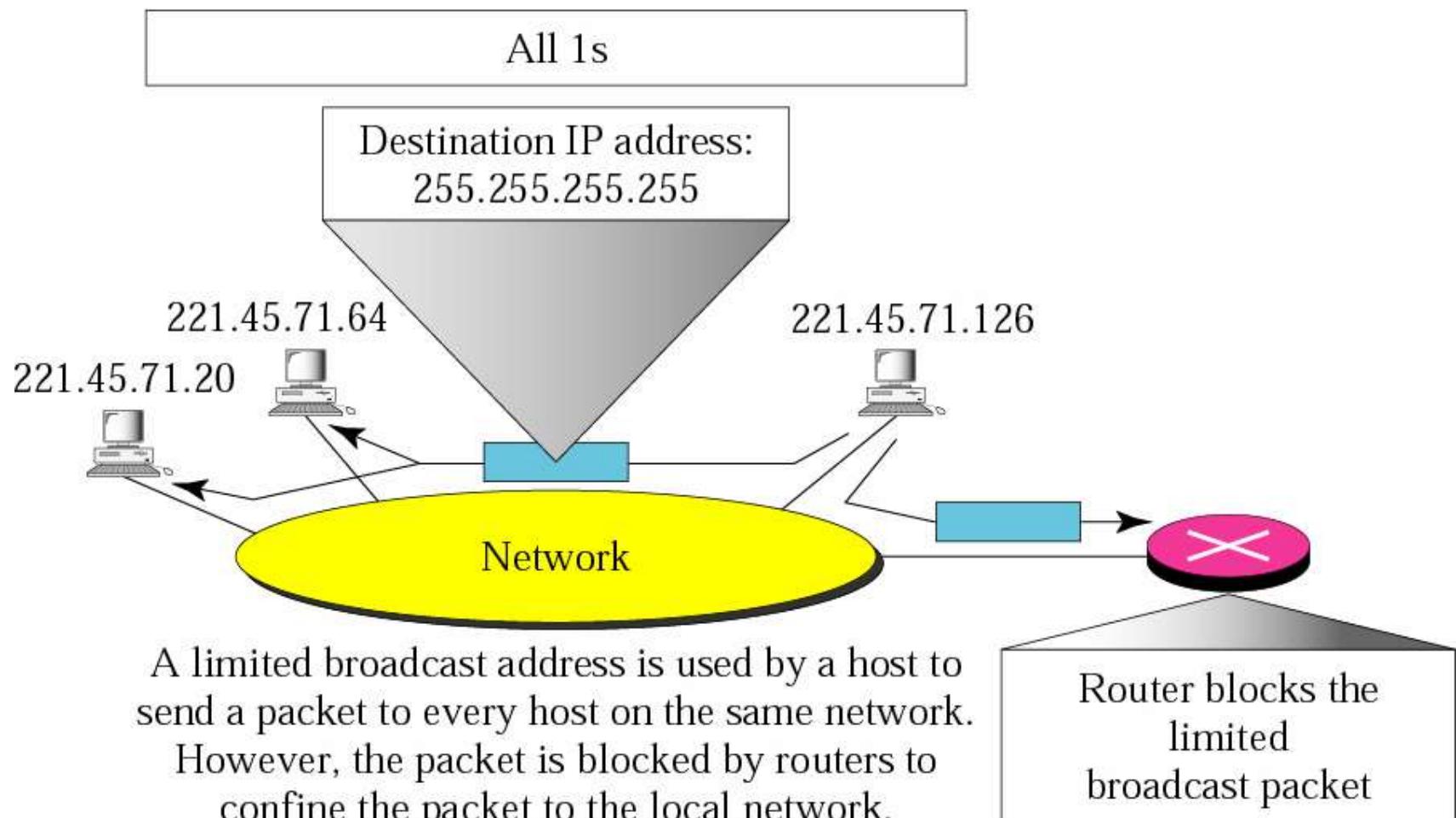
The direct broadcast address is used by a router to send a message to every host on a local network. Every host/router receives and processes the packet with a direct broadcast address.

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

Netid and hostid

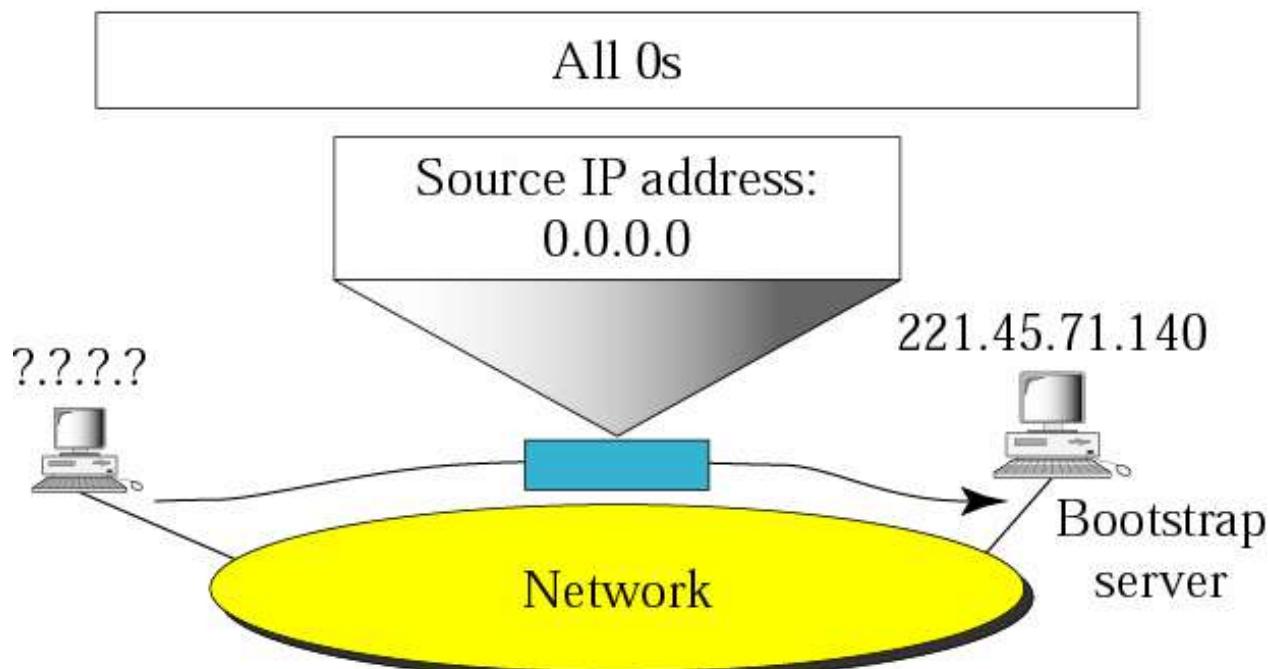


Địa chỉ quảng bá cục bộ/giới hạn được sử dụng bởi một trạm để gửi một gói tin đến tất cả các trạm trong cùng mạng. Tuy nhiên, mặc định thì gói tin sẽ bị chặn bởi router để giới hạn gói tin trong mạng cục bộ đó.

Ví dụ về trạm *này* trên mạng *này*

Example of *this* host on *this* address

Netid and hostid

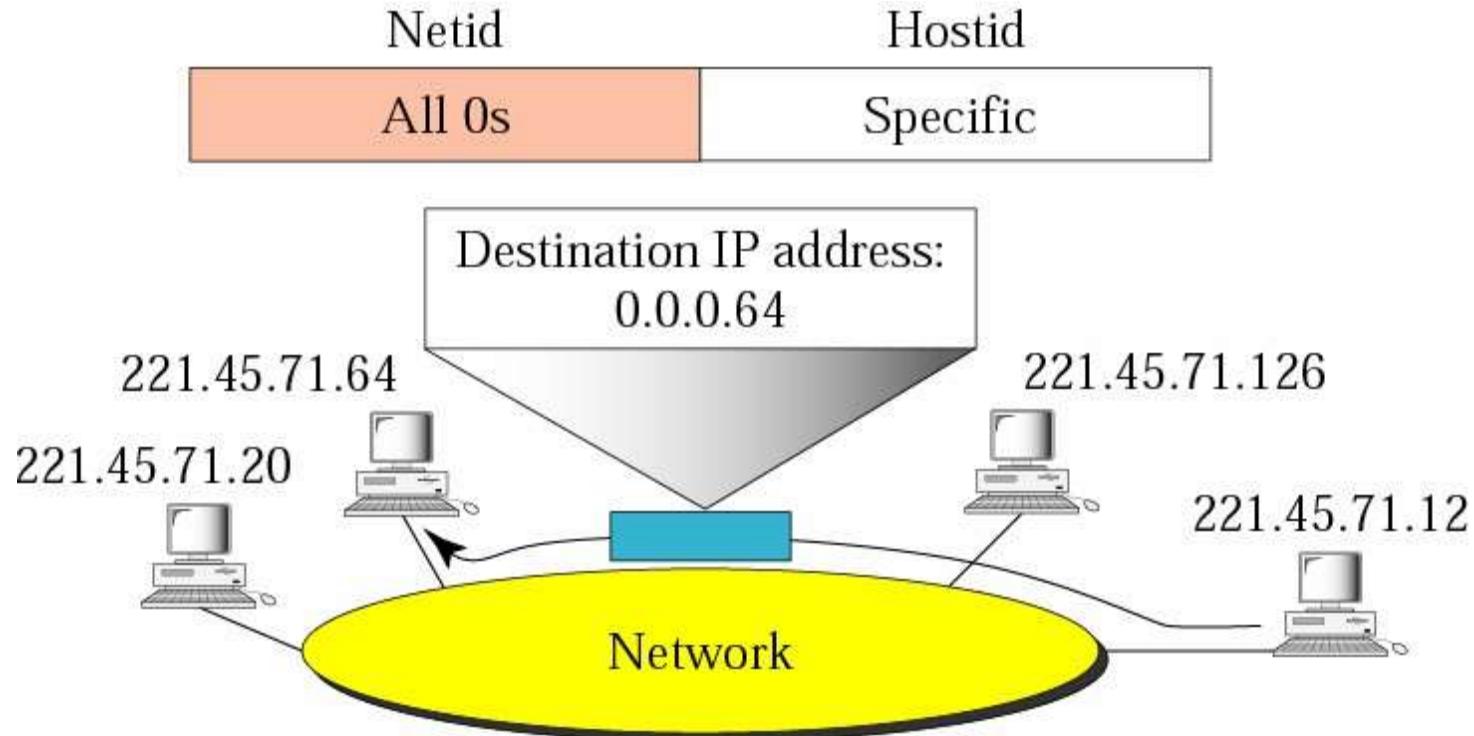


A host that does not know its IP address uses the IP address 0.0.0.0 as the source address and 255.255.255.255 as the destination address to send a message to a bootstrap server.

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



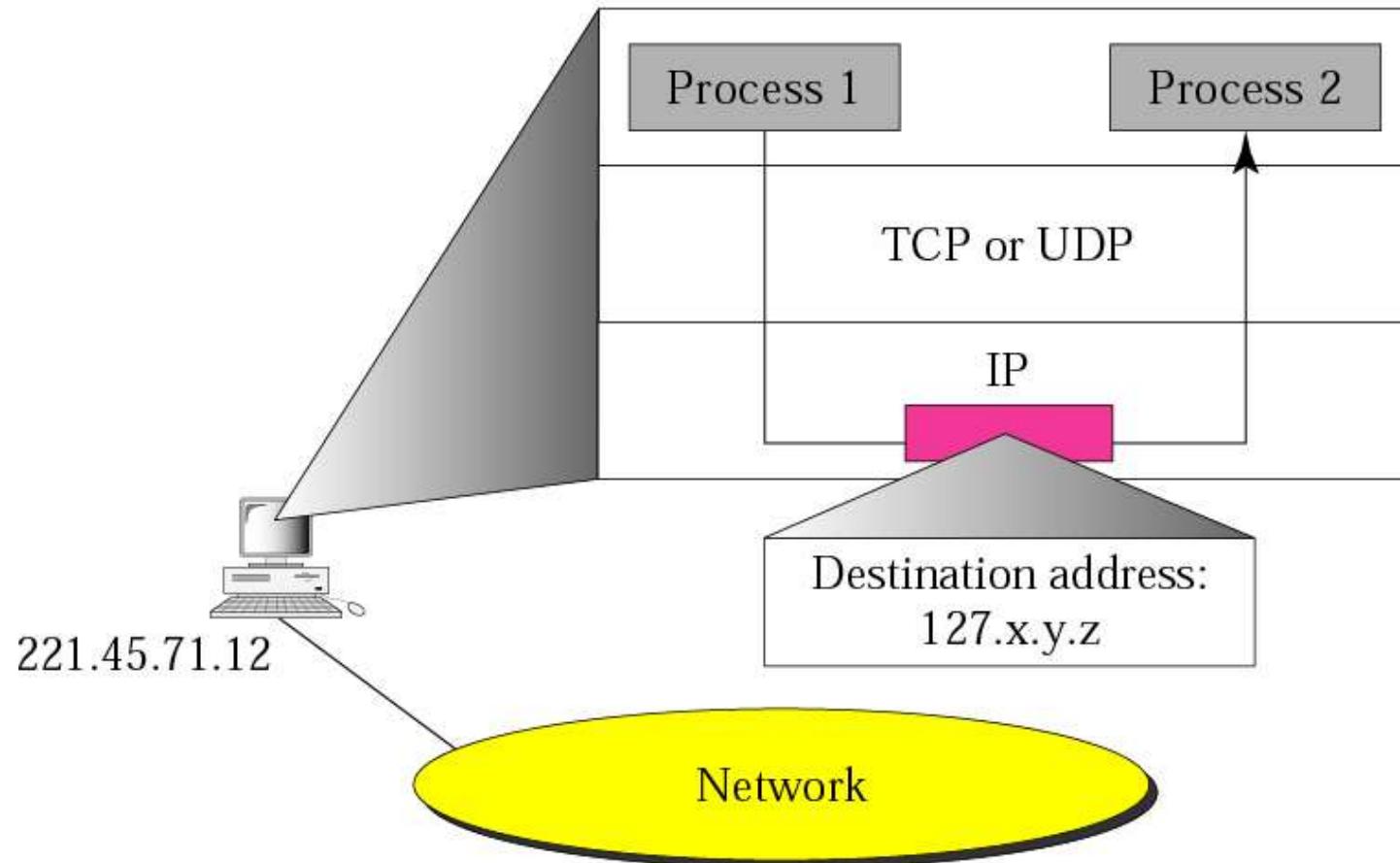
This address is used by a router or host
to send a message to a specific host on the same network.

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 subnet mask 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

IP Address

19	•	30	•	84	•	5
255	•	255	•	192	•	0
19	•	30	•	64	•	0

Subnet Address

84	0	1	0	1	0	1	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
64	0	1	0	0	0	0	0	0

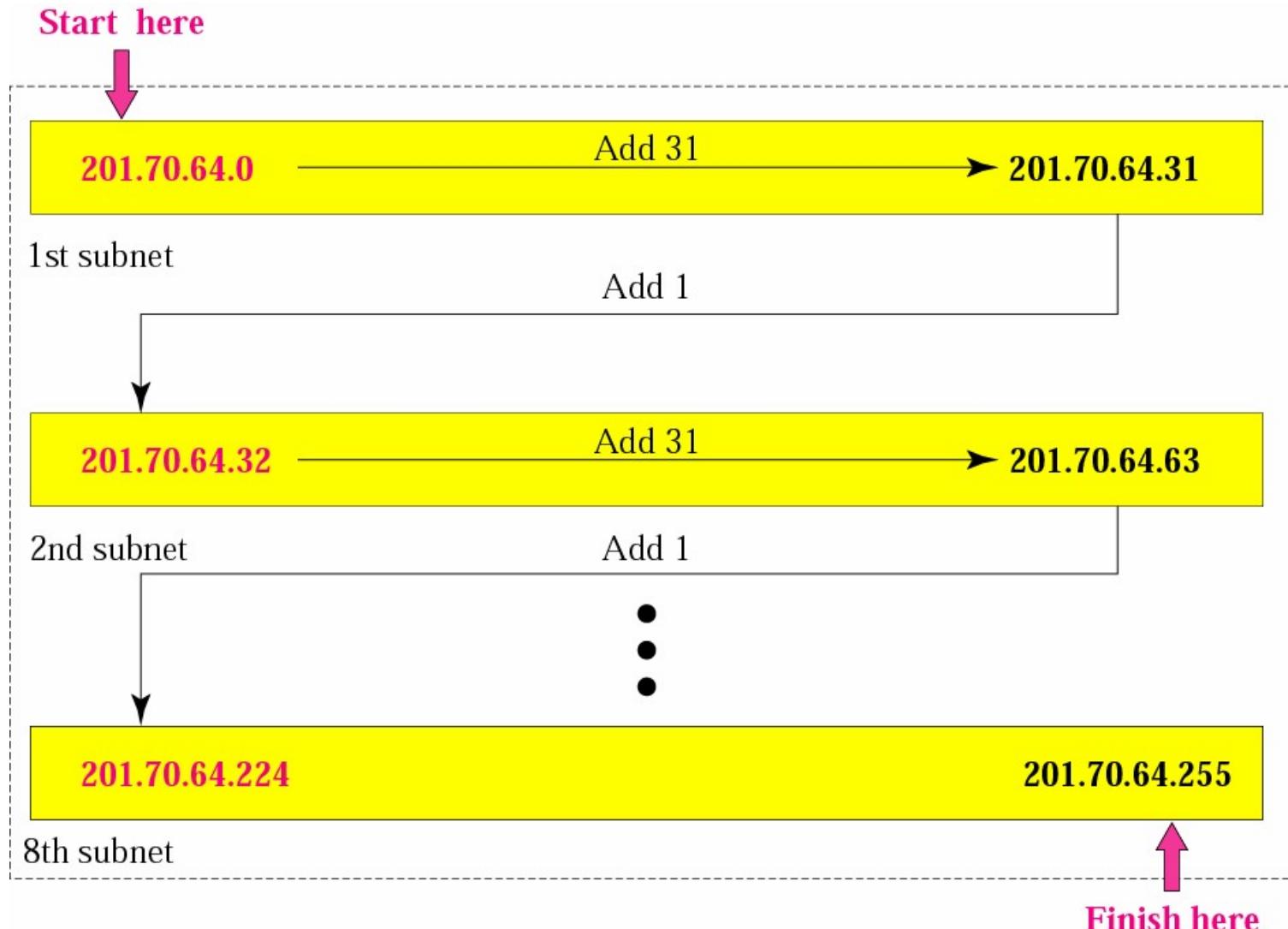


Ví dụ 9

- 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).
- 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 (23). 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:
11111111 11111111 11111111 11100000 hay 255.255.255.224
- Số lượng mạng con là 8.
- Số lượng địa chỉ trong mỗi mạng con là 25 (5 là số bit 0) hay 32.



Ví dụ 9 (các mạng con được chia)



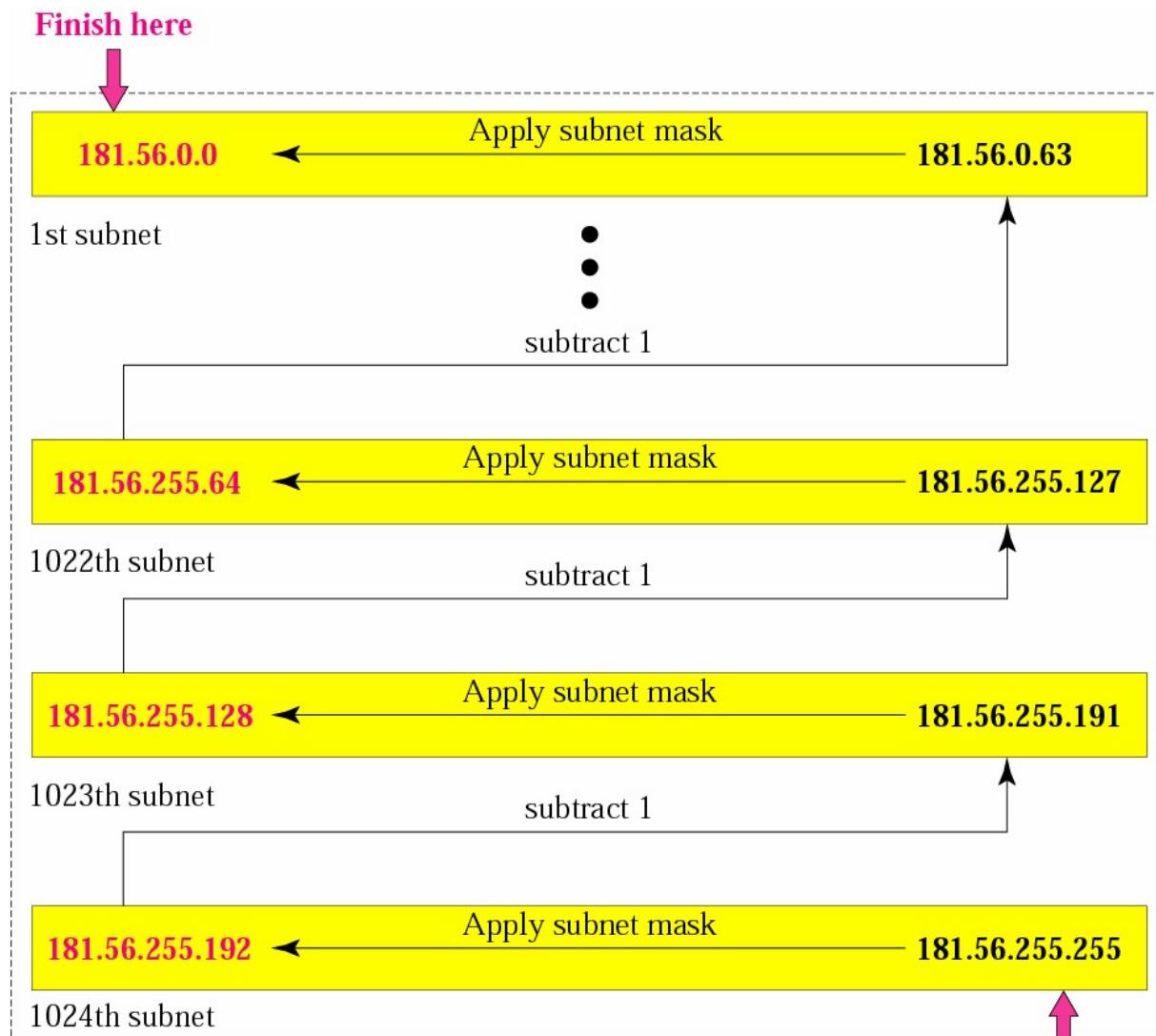


Ví dụ 10

- 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).
- Công ty đó cần 1000 mạng con (không phải là một số lũy thừa của 2). 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 ($32 - 26$).
- 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)





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 miền địa chỉ, 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 “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 đ/c IPv4



CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- Triển khai 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 (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 chập chờn về đường đi cho các router trên Internet sử dụng BGP. Sự chập chờn 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 router giữa các ASs.

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

Với CIDR, một
router có thể
tóm tắt những
tuyến đường
này thành một
địa chỉ mạng
đơn bằng cách
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

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.

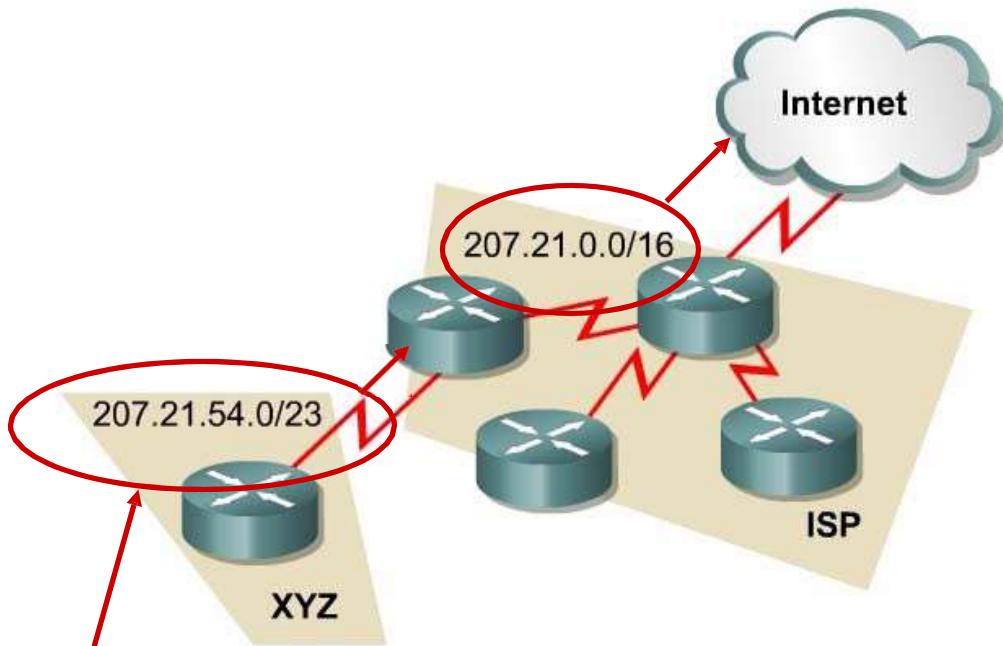
Ví dụ về Supernetting

- Công ty XYZ cần địa chỉ cho 400 hosts.
- ISP cấp cho họ hai địa chỉ mạng lớp C liền 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 liền 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

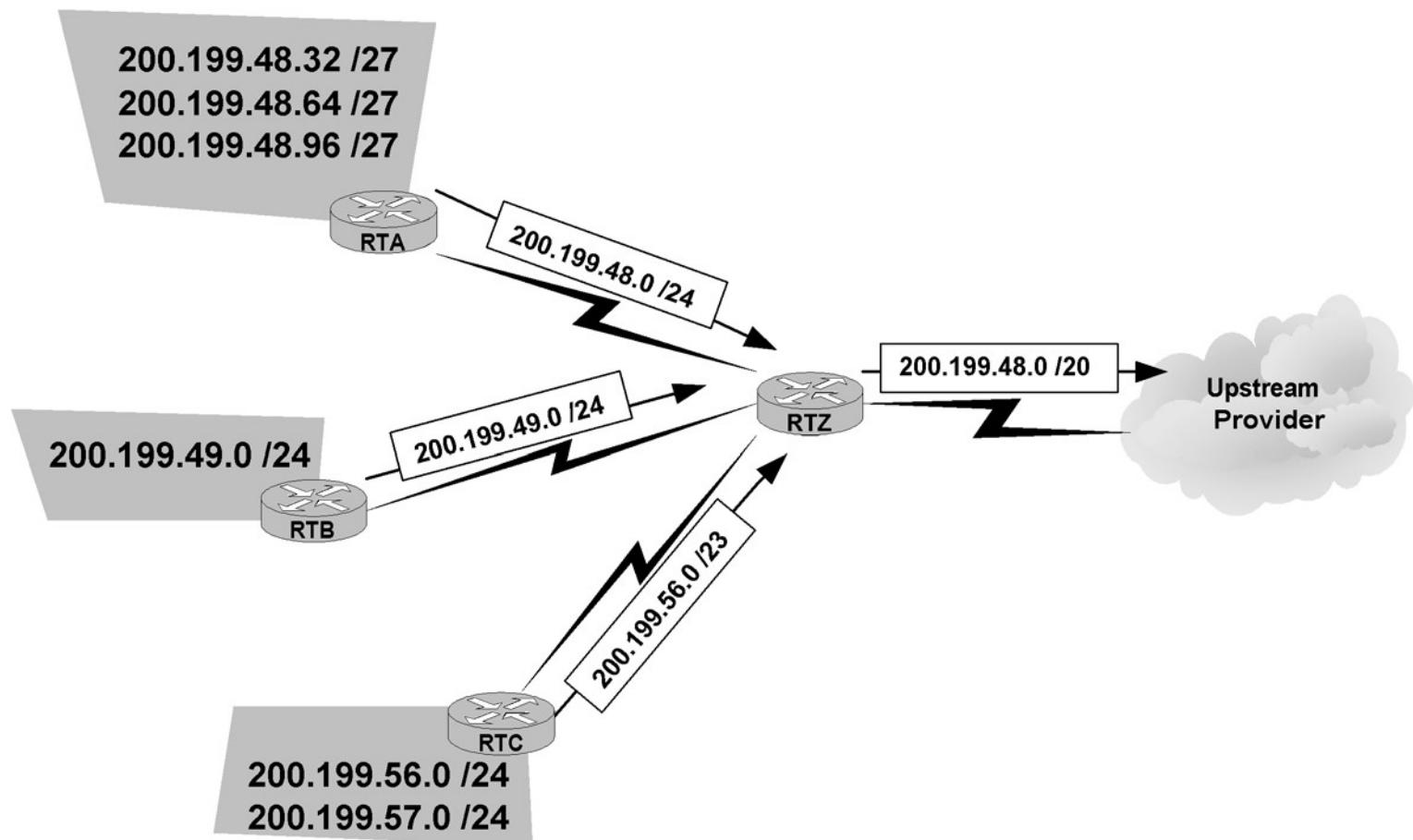


- Wới ISP đóng vai trò là nhà quản lý địa chỉ cho một khối địa chỉ kiểu CIDR, các mạng khách hàng của ISP, bao gồm công ty XYZ, có thể được quảng bá giữa các router trên Internet như là một supernet đơn.

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

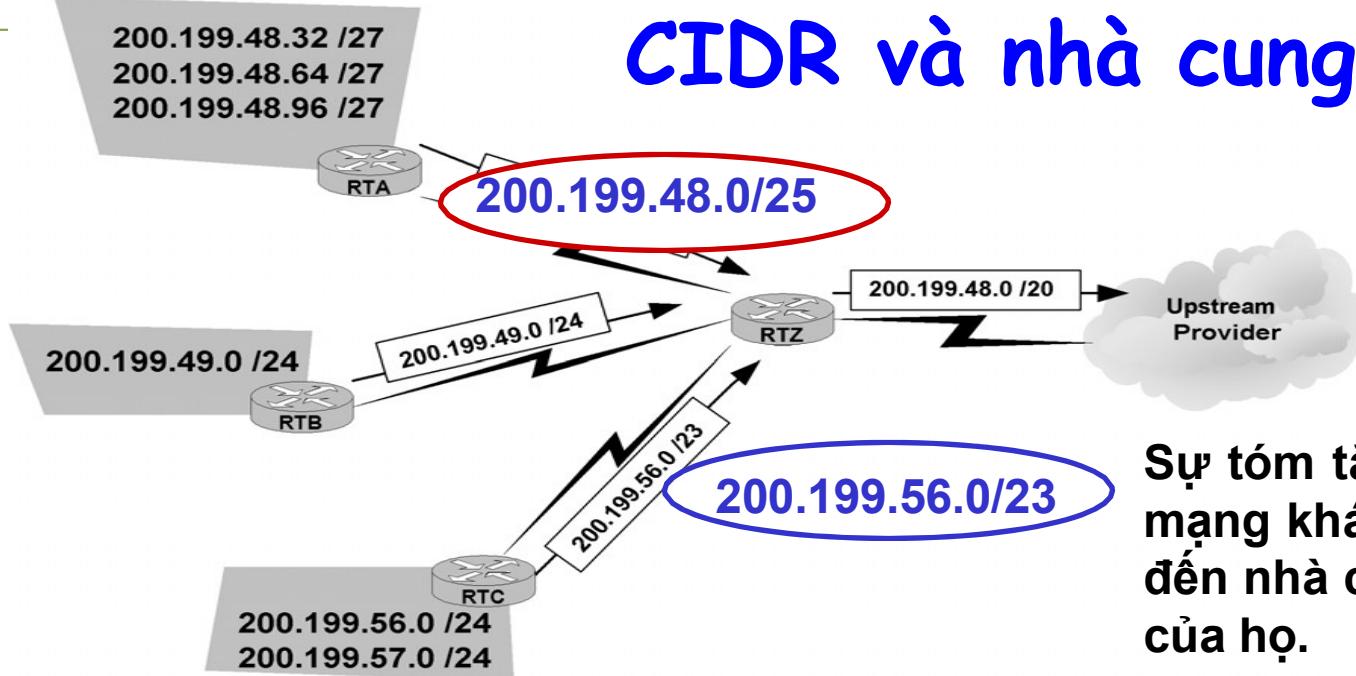


CIDR và nhà cung cấp



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

200.199.48.64/27

200.199.48.96/27

200.199.48.0/25

11001000 11000111 00110000 0 0100000
11001000 11000111 00110000 0 1000000
11001000 11000111 00110000 0 1100000
11001000 11000111 00110000 0 0000000

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

200.199.56.0/24

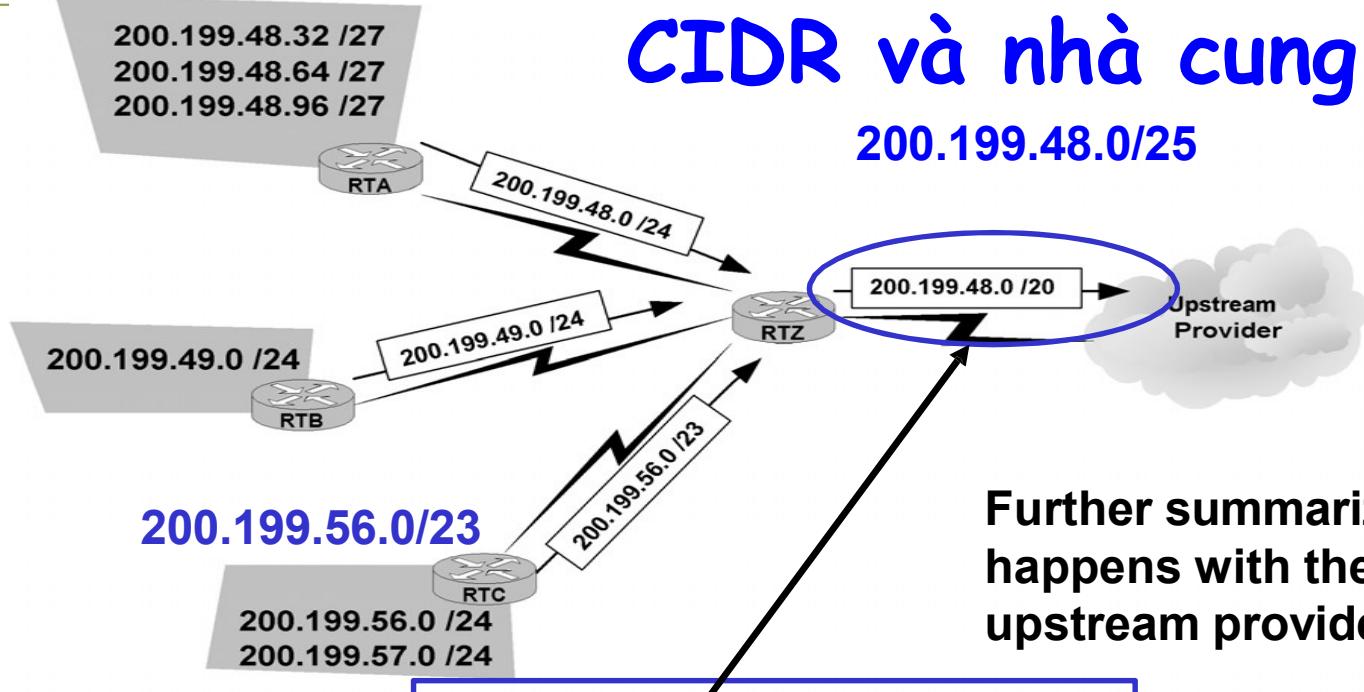
200.199.57.0/24

200.199.56.0/23

11001000 11000111 0011100 0 00000000
11001000 11000111 0011100 1 00000000
11001000 11000111 0011100 0 00000000

CIDR và nhà cung cấp

200.199.48.0/25



Further summarization happens with the next upstream provider.

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

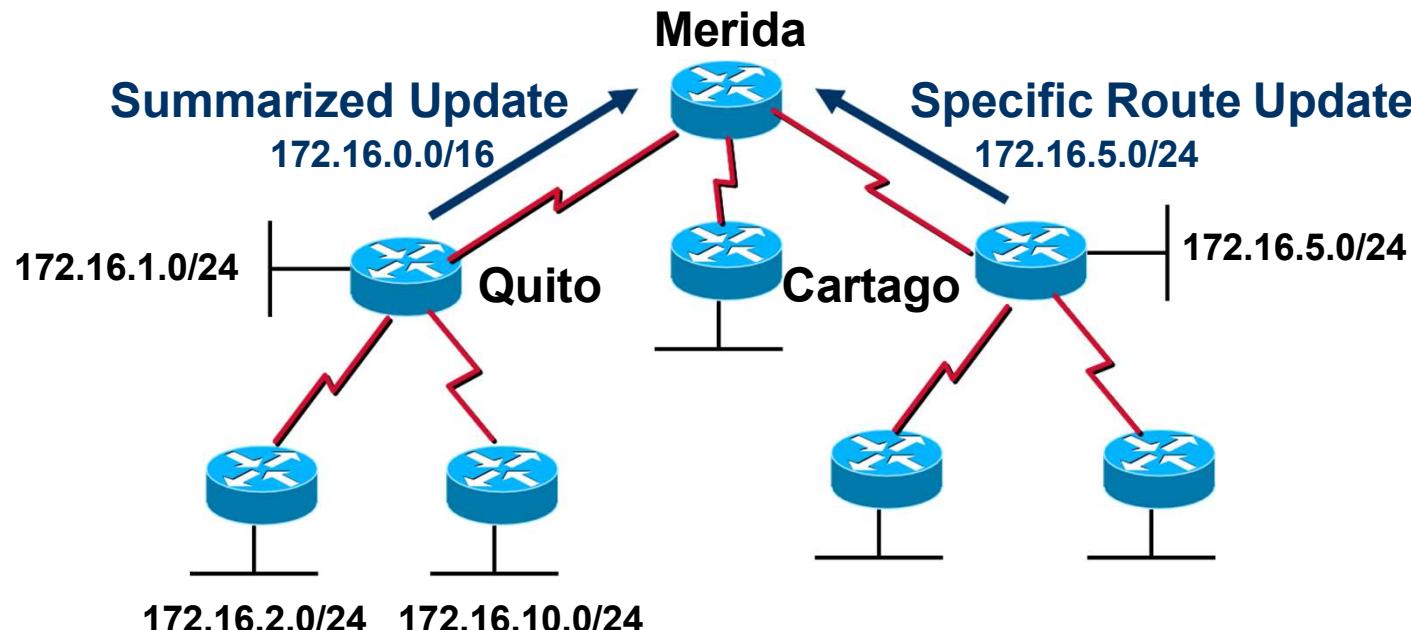


Các hạn chế của CIDR

- 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 tuyên 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

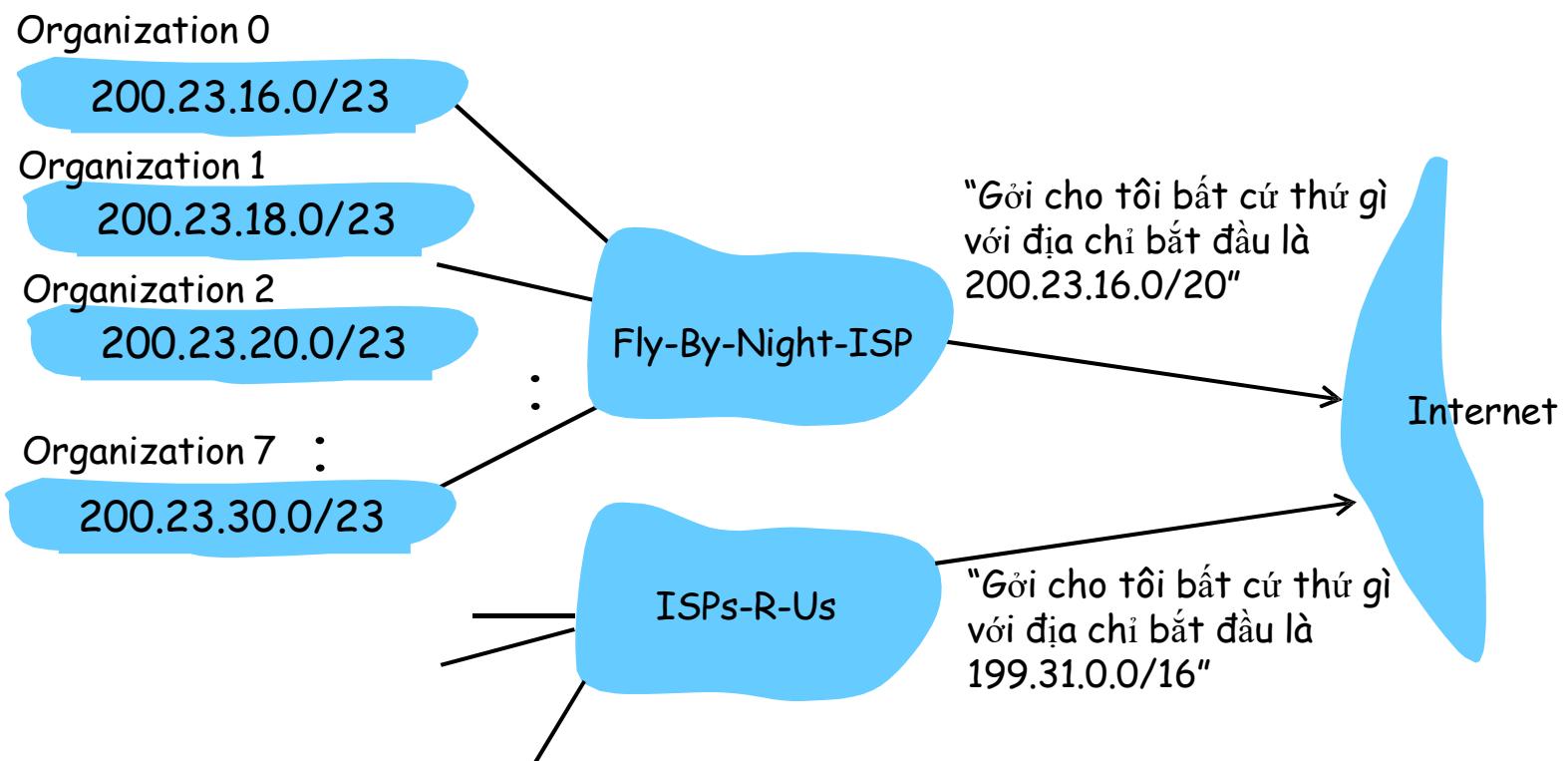
Answer:

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



Địa chỉ có thứ bậc và sự tập hợp tuyến đường

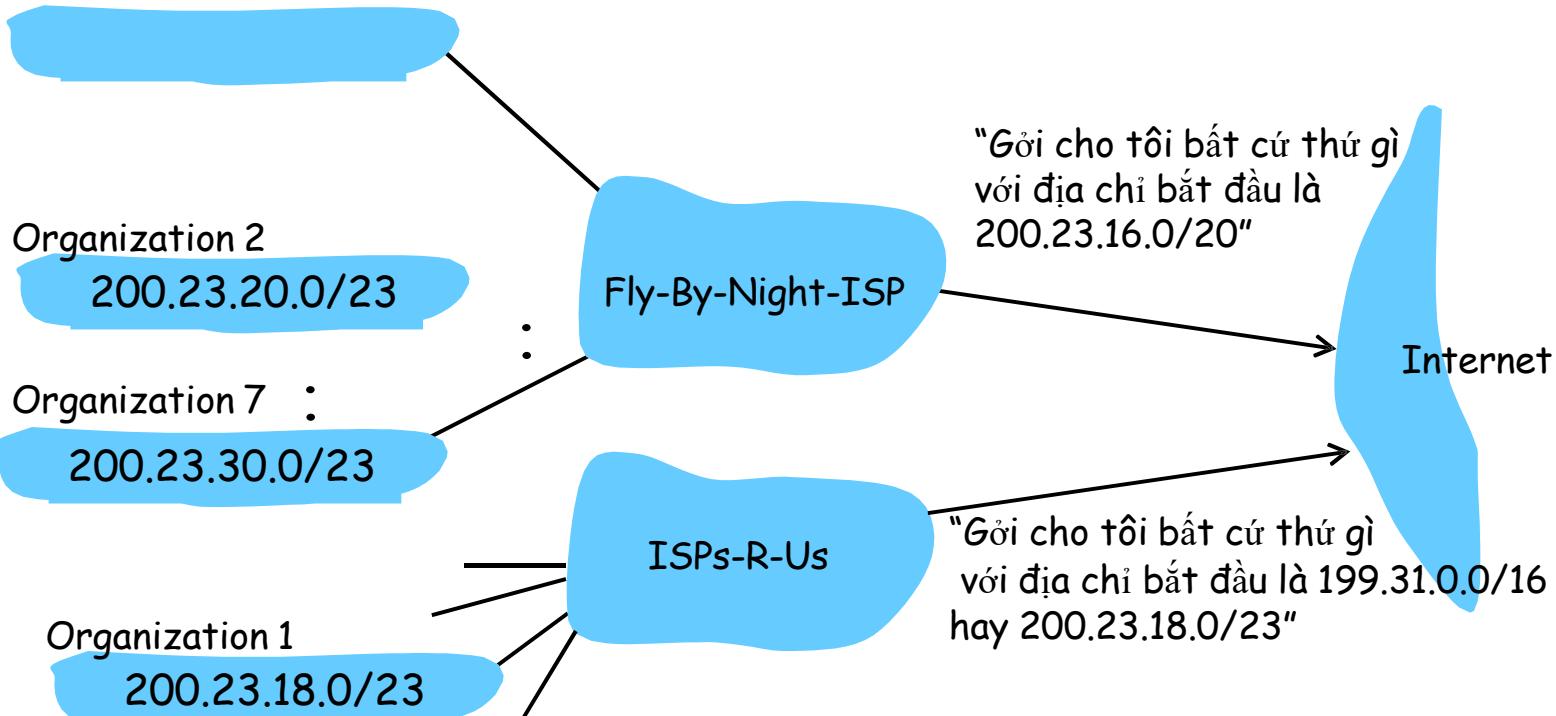
- Việc cấp phát địa chỉ có thứ bậc cho phép việc quảng bá thông tin định tuyến hiệu quả hơn:





Địa chỉ có thứ bậc: những tuyến đường cụ thể

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



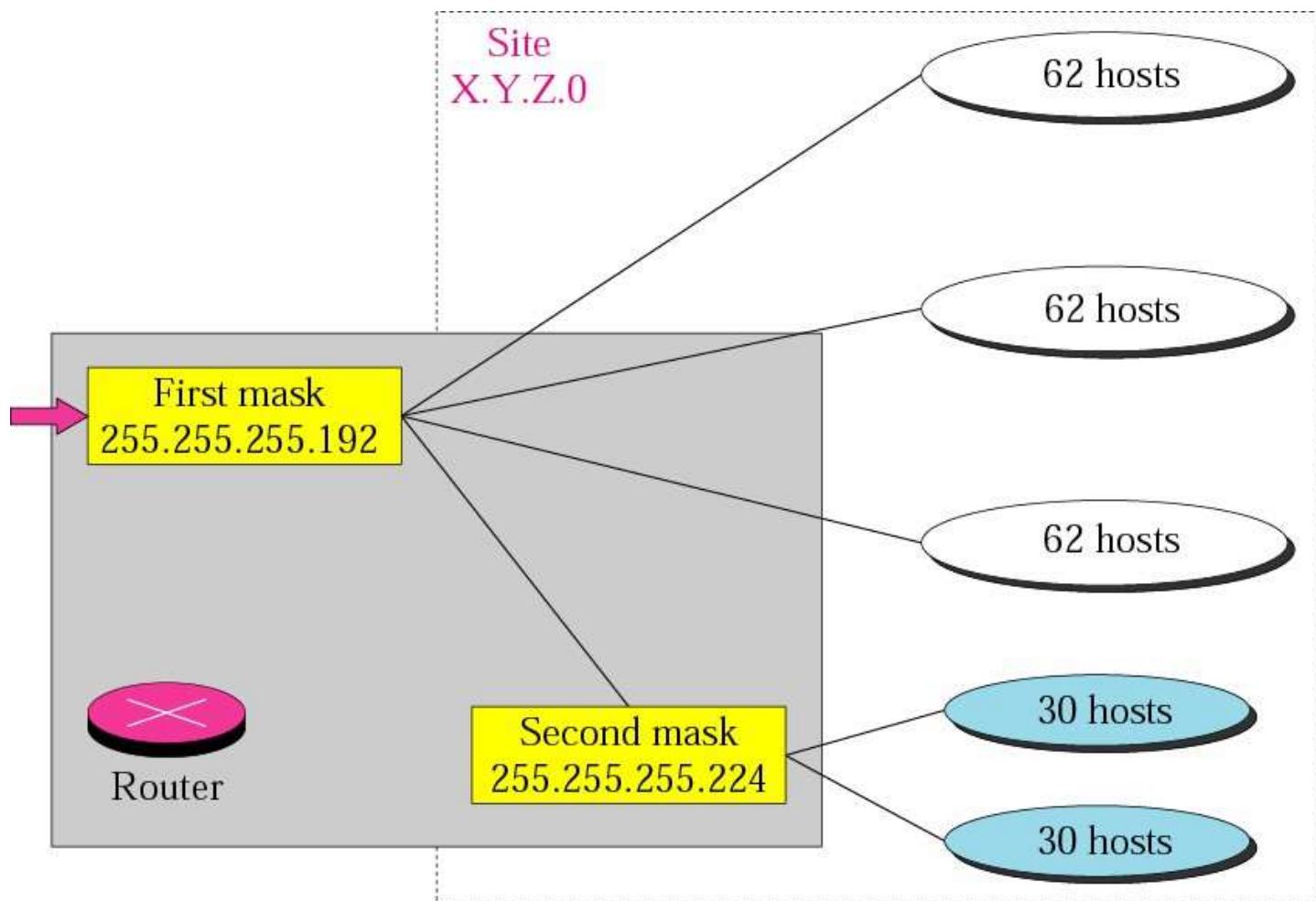


Các giải pháp ngắn hạn: Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- 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 (tt.)

	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

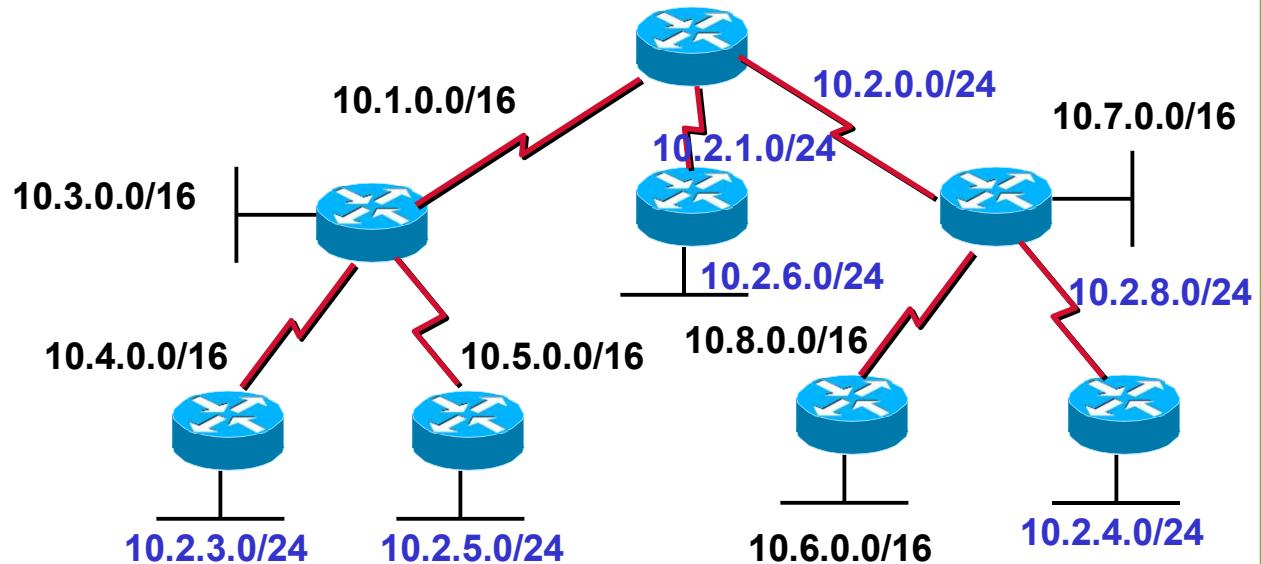


VLSM – Một ví dụ đơn giản

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.

Ví dụ khác về VLSM sử dụng /30 subnets

Mạng 207.21.24.0/24 được chia thành tám /27 mạng con (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 network

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

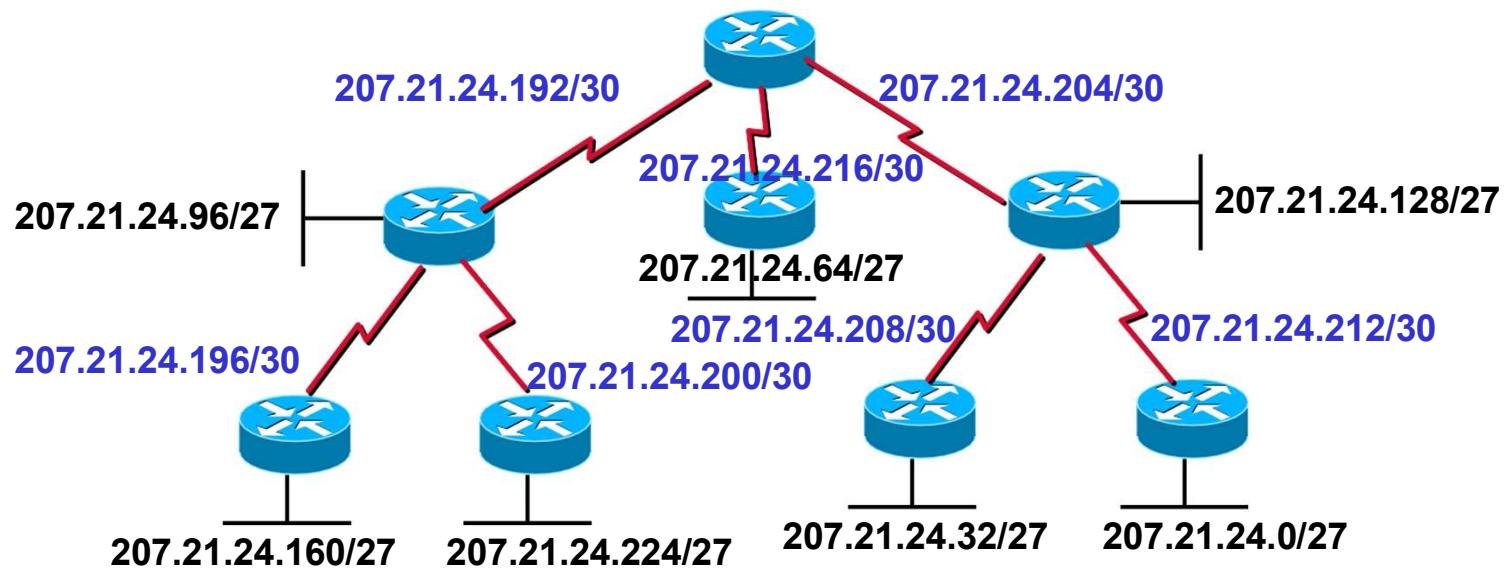
Bcast

2 Hosts

0	207.21.24.192/30	207.21.24. <u>11000000</u>	01	10	11	.193 & .194
1	207.21.24.196/30	207.21.24. <u>11000100</u>	01	10	11	.197 & .198
2	207.21.24.200/30	207.21.24. <u>11001000</u>	01	10	11	.201 & .202
3	207.21.24.204/30	207.21.24. <u>11001100</u>	01	10	11	.205 & .206
4	207.21.24.208/30	207.21.24. <u>11010000</u>	01	10	11	.209 & .210
5	207.21.24.212/30	207.21.24. <u>11010100</u>	01	10	11	.213 & .214
6	207.21.24.216/30	207.21.24. <u>11011000</u>	01	10	11	.217 & .218
7	207.21.24.220/30	207.21.24. <u>11011100</u>	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
```

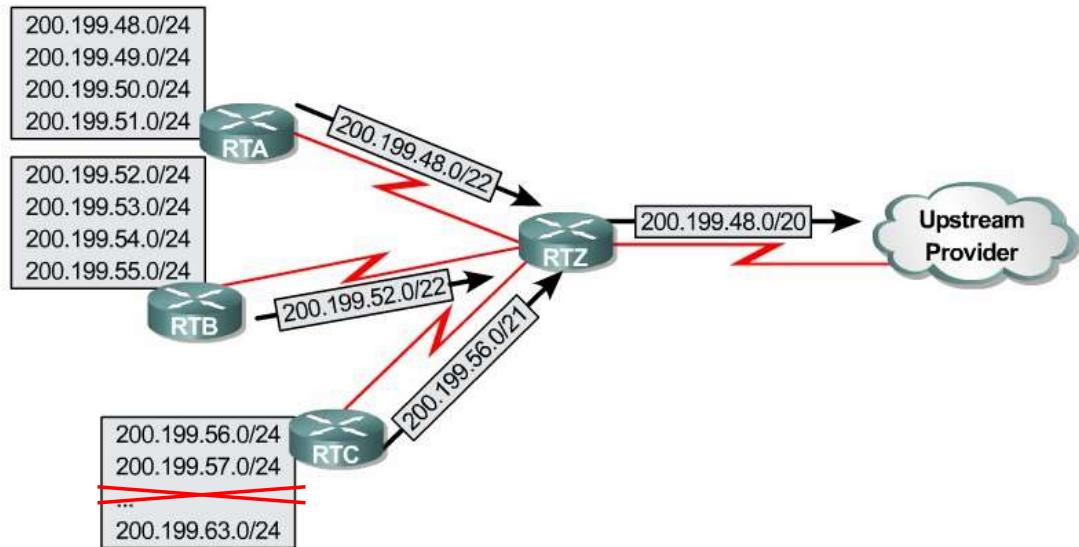
- Parent Route hiển thị classful mask thay vì subnet mask của child routes.
- Mỗi Child Routes bao gồm subnet mask của riêng nó.



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 rộn 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 $32 - 29 \rightarrow 3$. 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, nghĩa là 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**.

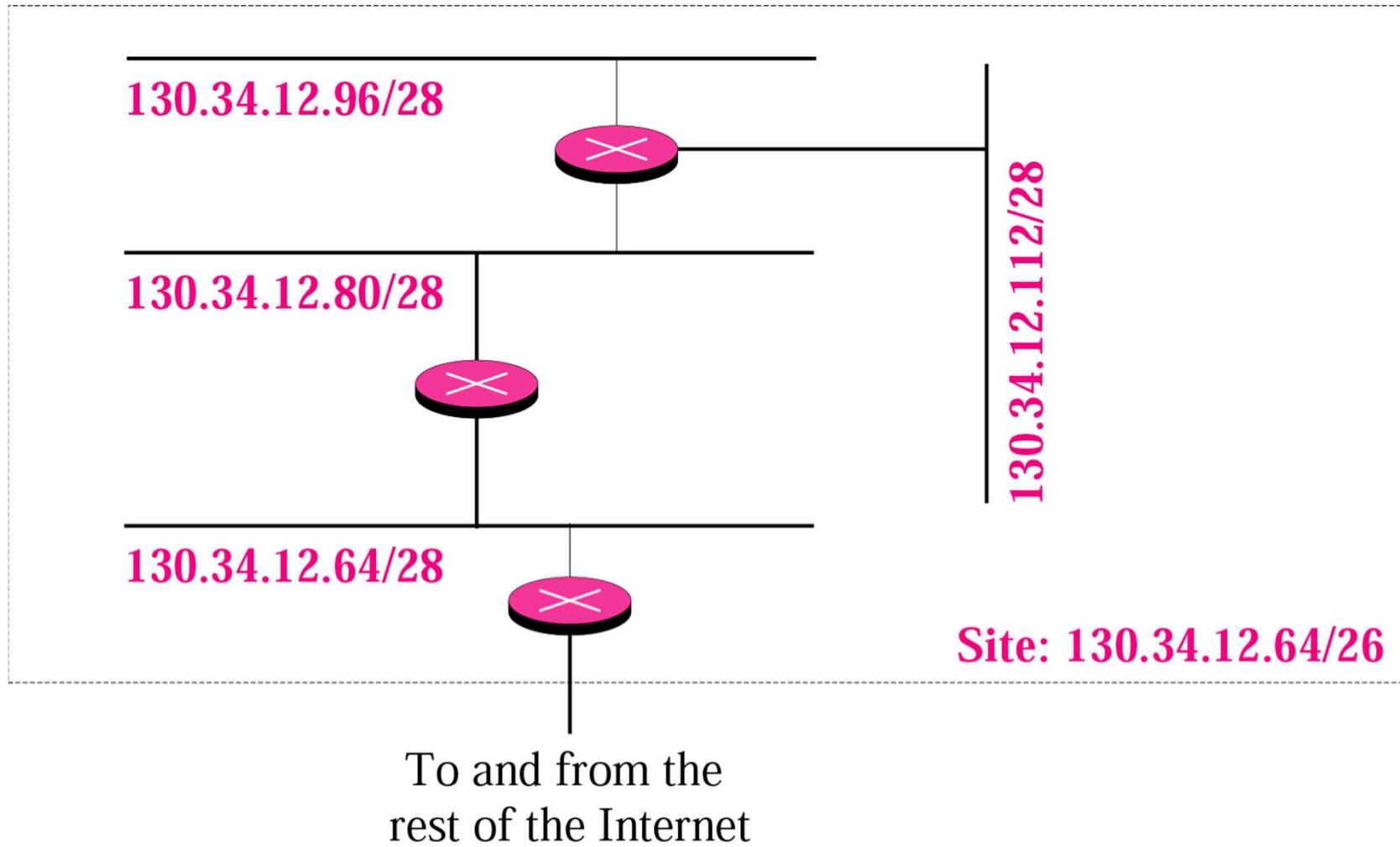


Ví dụ 14

- 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 dài 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 (26). Nếu chúng ta tạo bốn mạng con, mỗi mạng con sẽ có 16 địa chỉ.
- Ta hãy tìm tiền tố của mạng con trước (subnet mask). Ta cần bốn mạng con, nghĩa là ta cần bổ sung thêm 2 bits 1 vào phần tiền tố của site. Tiền tố của subnet mask là **/28**.
 - Subnet 1: **130.34.12.64/28 → 130.34.12.79/28**.
 - Subnet 2 : **130.34.12.80/28 → 130.34.12.95/28**.
 - Subnet 3: **130.34.12.96/28 → 130.34.12.111/28**.
 - Subnet 4: **130.34.12.112/28 → 130.34.12.127/28**.



Minh họa cho Ví dụ 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 địa chỉ
 2. Nhóm 2 có 128 khách hàng; mỗi khách hàng cần 128 địa chỉ
 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 ví dụ 15

- **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 = $64 \times 256 = 16,384$



Đáp án ví dụ 15 (tt.)

- **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 ví dụ 15 (tt.1)

- 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 ví dụ 15 (tt.2)

- Số địa chỉ được cấp phát: 65,536
- Số địa chỉ đã cấp phát: 40,960
- Số địa chỉ còn sẵn có: 24,576



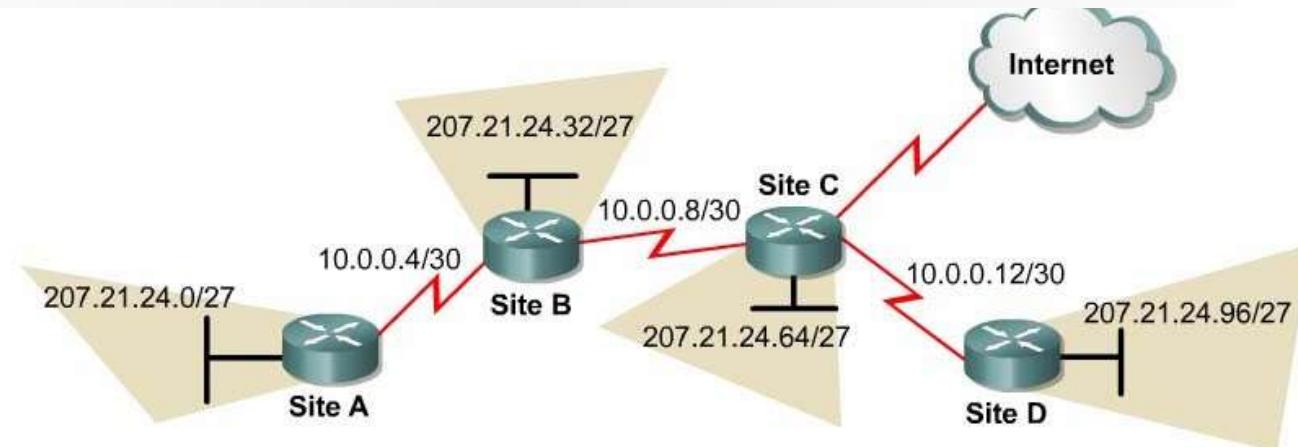
Các giải pháp ngắn hạn: Sự cải tiến địa chỉ IPv4

- 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.



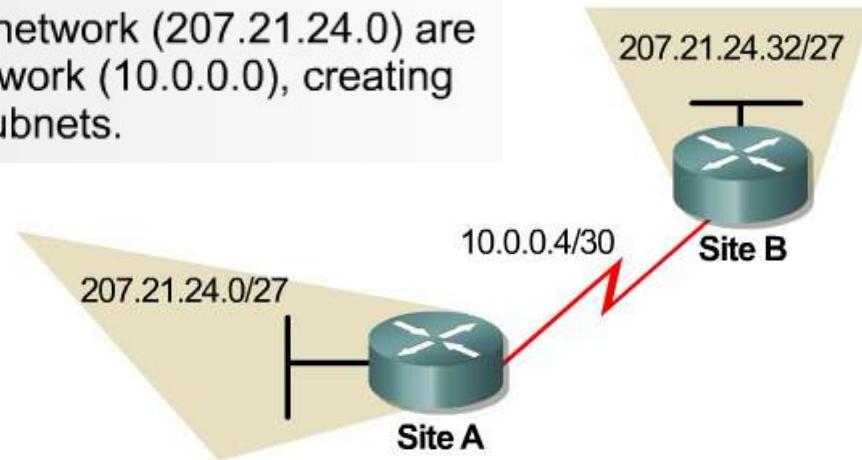
Nếu cần đánh địa chỉ cho những mục đích sau, thì những địa chỉ riêng tư có thể được sử dụng thay vì các địa chỉ duy nhất toàn cầu:

- 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

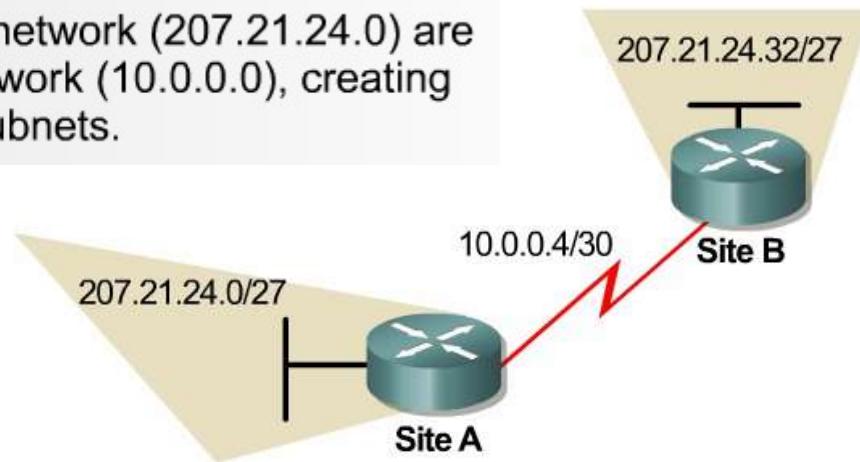
Two subnets from the same major network (207.21.24.0) are separated by a different major network (10.0.0.0), creating discontiguous subnets.



- “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 (tt.)

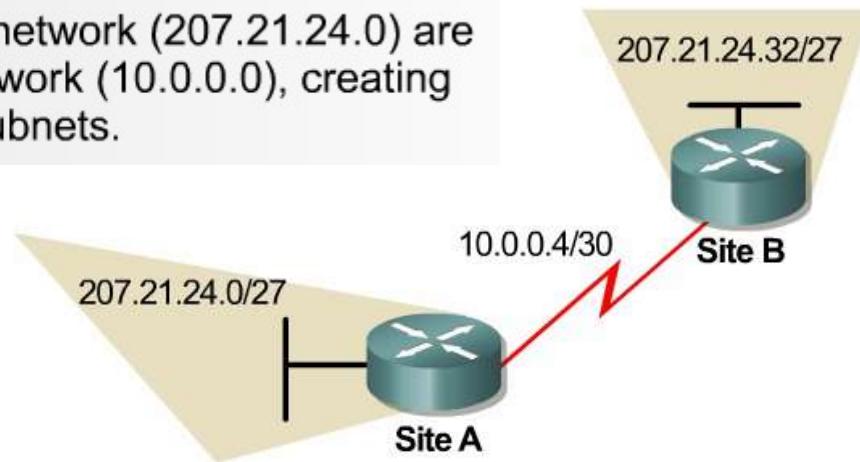
Two subnets from the same major network (207.21.24.0) are separated by a different major network (10.0.0.0), creating discontiguous subnets.



- 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 đường.
- RIPv1 và IGRP tự động tóm tắt dựa vào ranh giới phân lớp.
- Site A và Site B đều gửi 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 đường.

Các mạng con không liên tục (tt.)

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

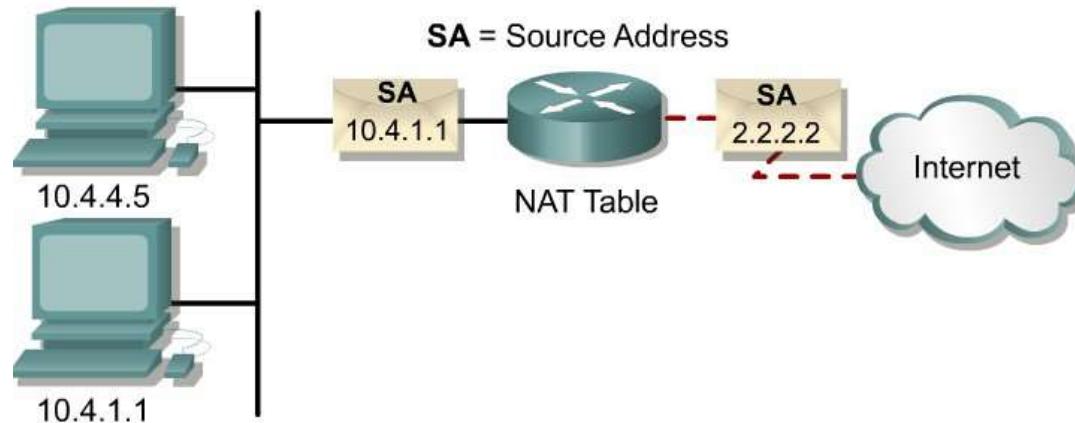
- Site B bây giờ nhận 207.21.24.0/27
- Site A bây giờ nhận 207.21.24.32/27



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

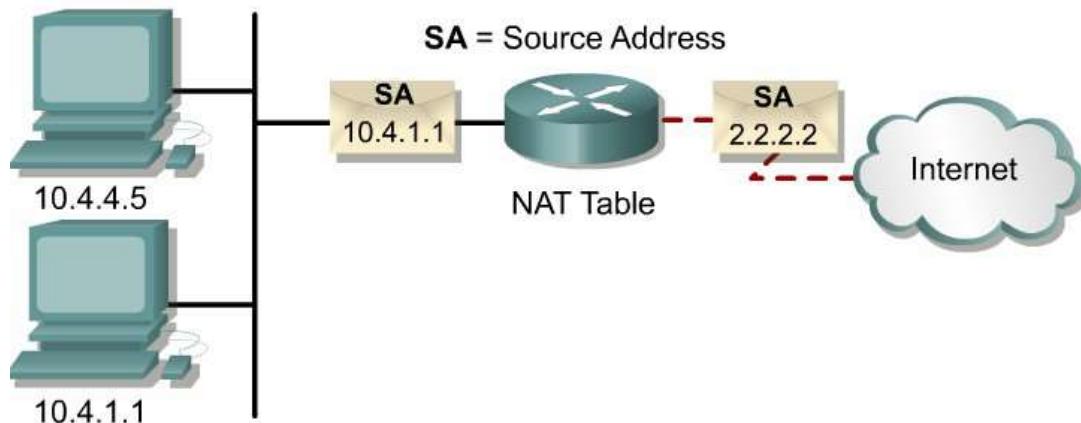


Inside Local IP Address	Global IP Address
10.4.4.5	2.2.2.3
10.4.1.1	2.2.2.2

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

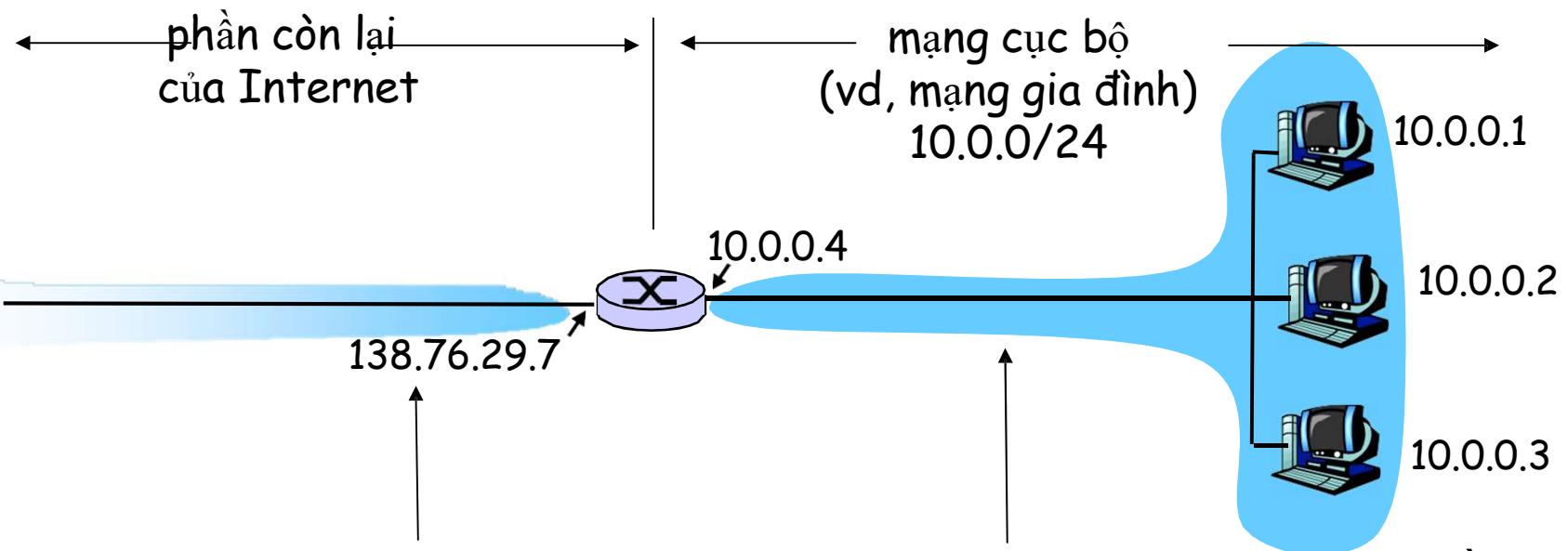


Inside Local IP Address	Global IP Address
10.4.4.5 TCP Source Port 1026	2.2.2.3 2.2.2.2 TCP Source Port 1923
10.4.1.1 TCP Source Port 1026	2.2.2.2 2.2.2.2 TCP Source Port 1924

- 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



Tất cả datagrams rời mạng cục bộ có cùng một địa chỉ NAT IP nguồn: $138.76.29.7$, số hiệu cổng nguồn khác nhau

Các datagrams với địa chỉ nguồn và đích trong mạng này có địa chỉ nguồn, đích thuộc $10.0.0/24$ (như bình thường)



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 (tt.)

- **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 (tt.1)

2: NAT router
thay địa chỉ source
trong gói tin
10.0.0.1, 3345 thành
138.76.29.7, 5001,
cập nhật NAT table

NAT translation table	
WAN side addr	LAN side addr
138.76.29.7, 5001	10.0.0.1, 3345
.....

S: 10.0.0.1, 3345
D: 128.119.40.186, 80

1: host 10.0.0.1
gởi gói tin đến
128.119.40.186, 80

2: S: 138.76.29.7, 5001
D: 128.119.40.186, 80

3: Trả lời đến với địa chỉ đích:
138.76.29.7, 5001

10.0.0.4

S: 128.119.40.186, 80
D: 138.76.29.7, 5001

4: NAT router
thay đổi địa chỉ đích từ
138.76.29.7, 5001 thành 10.0.0.1, 3345



NAT: Network Address Translation (tt.2)

- 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



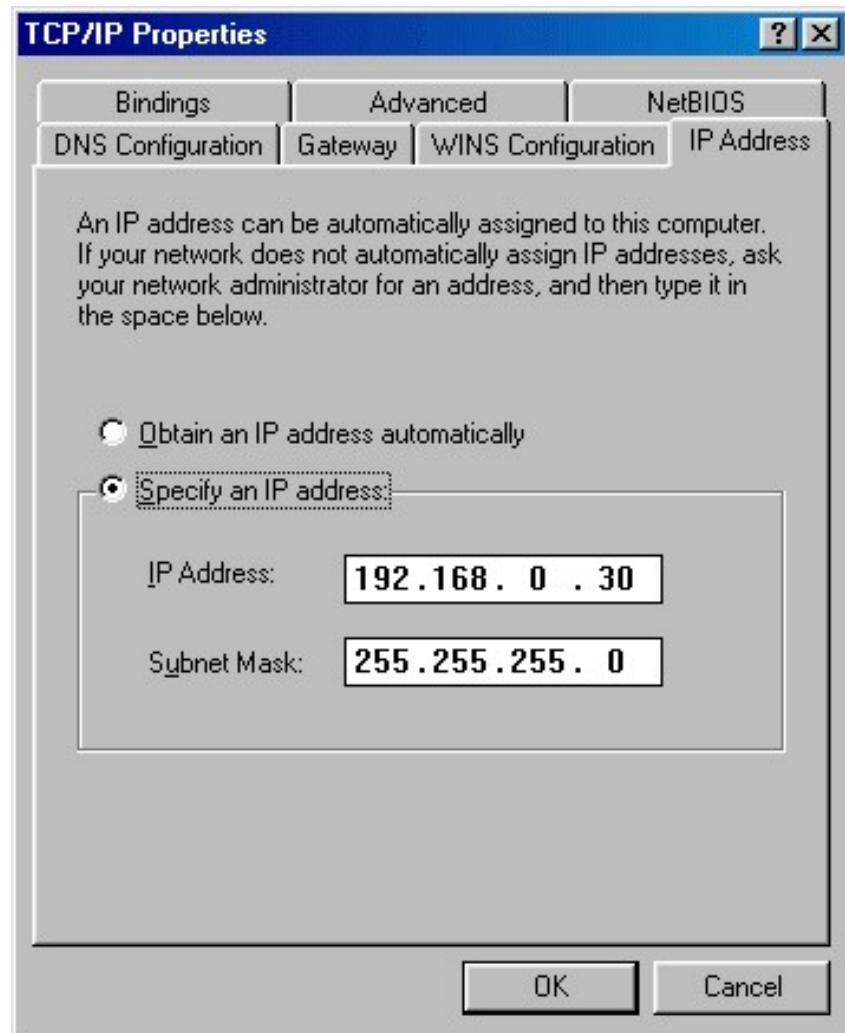
Làm thế nào để có một địa chỉ IP?

- **Q:** Làm thế nào để host có được địa chỉ IP?
- được người quản trị hệ thống lưu vào trong một file
 - Win: control-panel→network→configuration→tcp/ip→properties
 - UNIX: /etc/rc.config
- **DHCP:** Dynamic Host Configuration Protocol: 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</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/20
Organization 0	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/23
Organization 1	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010010</u>	00000000	200.23.18.0/23
Organization 2	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010100</u>	00000000	200.23.20.0/23
...
Organization 7	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>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 Corporation for Assigned

Names and Numbers

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



Tham khảo

- Kurose, Keith Ross, Pearson, 2020, Computer Networking: A Top-Down Approach 8th edition
- Mạng Máy Tính-Phan Văn Nam- ĐH Nha Trang
- Mạng Máy Tính-Trương Diệu Linh-Bách Khoa Hà Nội