

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

Mạng máy tính căn bản

Bài giảng 9: Tầng Mạng (tt)

Tham khảo:

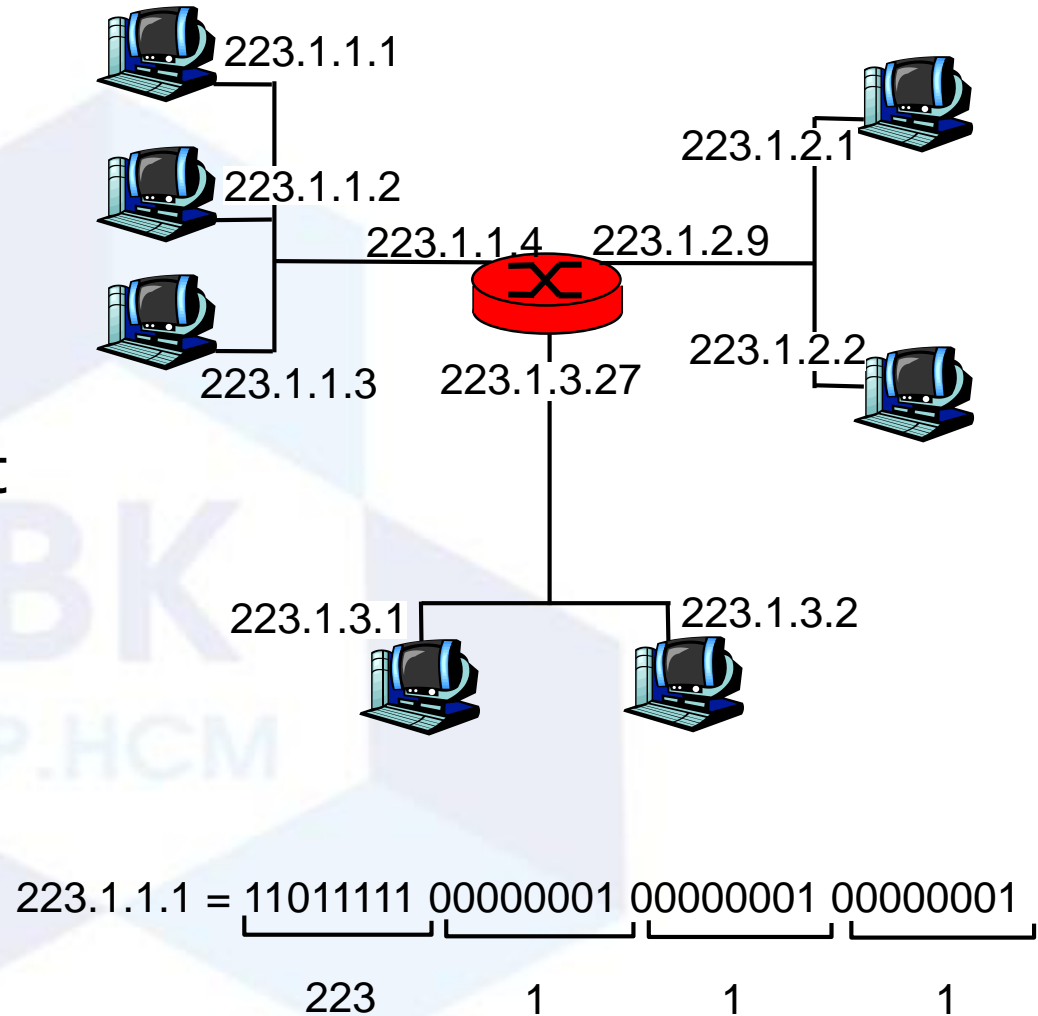
Chương 4: “Computer Networking – A top-down approach”
Kurose & Ross, 5th ed., Addison Wesley, 2010.

Chương 4: Tầng Mạng

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- **4.4 IP: Internet Protocol**
 - Định dạng gói tin
 - **Đánh địa chỉ IPv4**
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Đánh địa chỉ IP: giới thiệu

- **địa chỉ IP:** 32-bit là kí hiệu định danh cho máy, và *giao diện* của bđt
- *giao diện:* liên kết giữa máy/bđt và liên kết vật lý
 - bđt thông thường có nhiều giao diện
 - máy tính thường chỉ có 1 giao diện
 - địa chỉ IP liên kết với mỗi giao diện



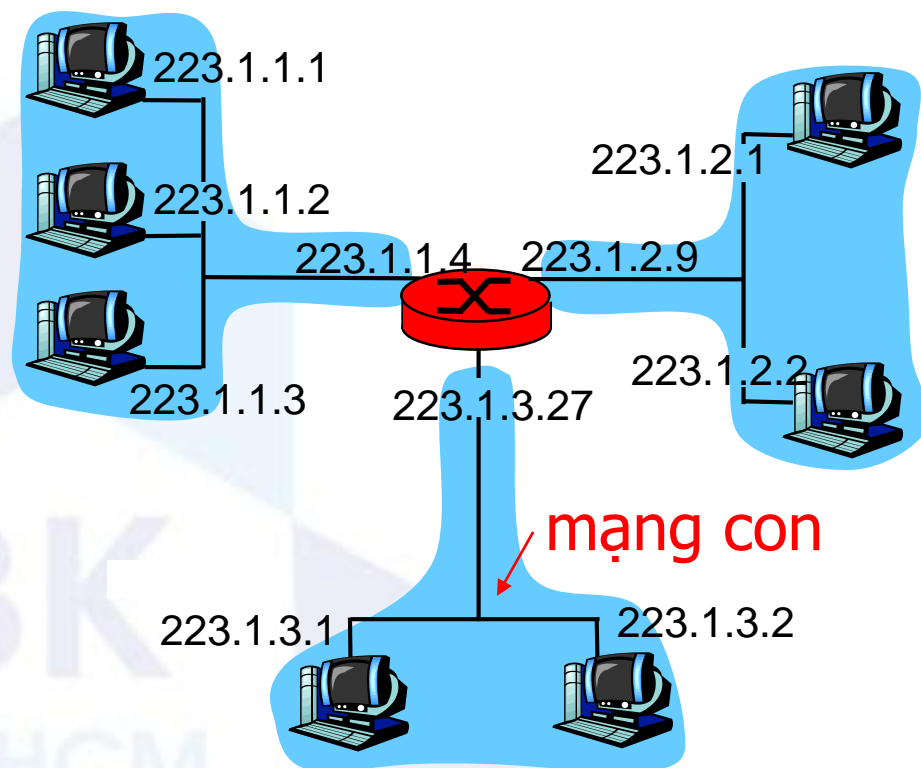
Mạng con (subnet)

■ Địa chỉ IP:

- phần địa chỉ mạng con (các bit bậc cao)
- phần địa chỉ máy (các bit bậc thấp)

■ *Mạng con là gì ?*

- giao diện của thiết bị với cùng phần mạng con trong địa chỉ IP
- có thể giao tiếp với nhau về mặt vật lý mà không cần qua bộ định tuyến

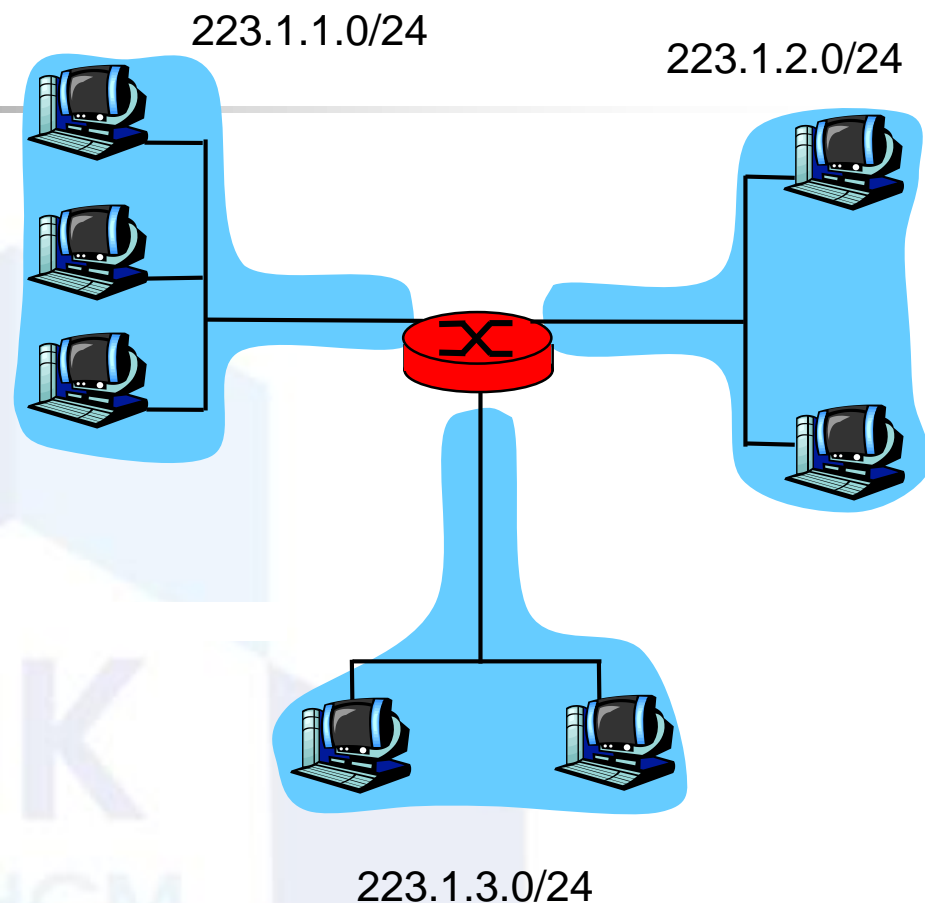


mạng chứa 3 mạng con

Mạng con

Định nghĩa (thực nghiệm)

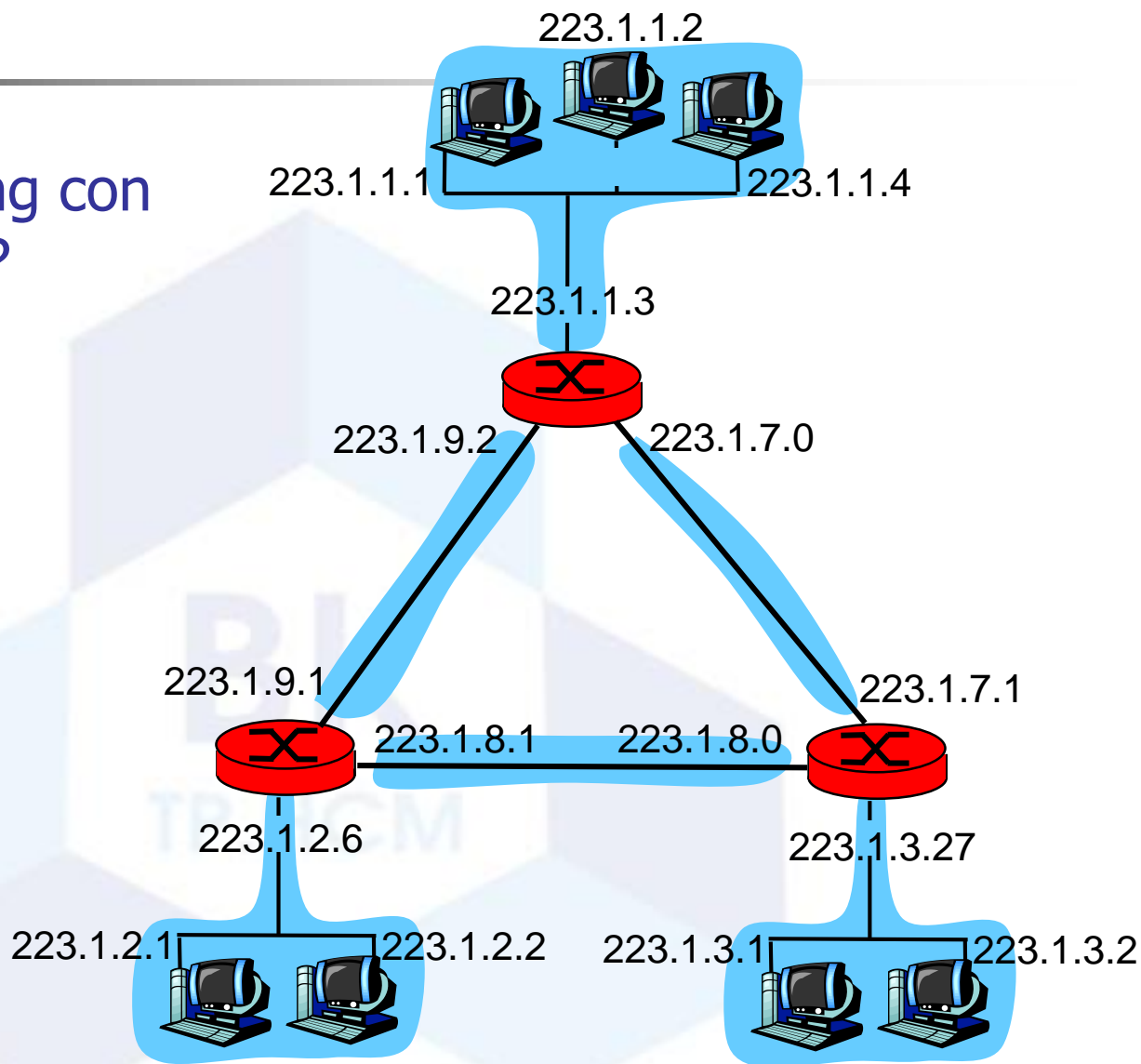
- Để xác định mạng con, tháo mỗi giao diện ra khỏi máy tính hoặc bđt, tạo ra những vùng mạng bị cách ly. Mỗi mạng bị cách ly như vậy được gọi là **mạng con**.



Mặt nạ mạng con: /24

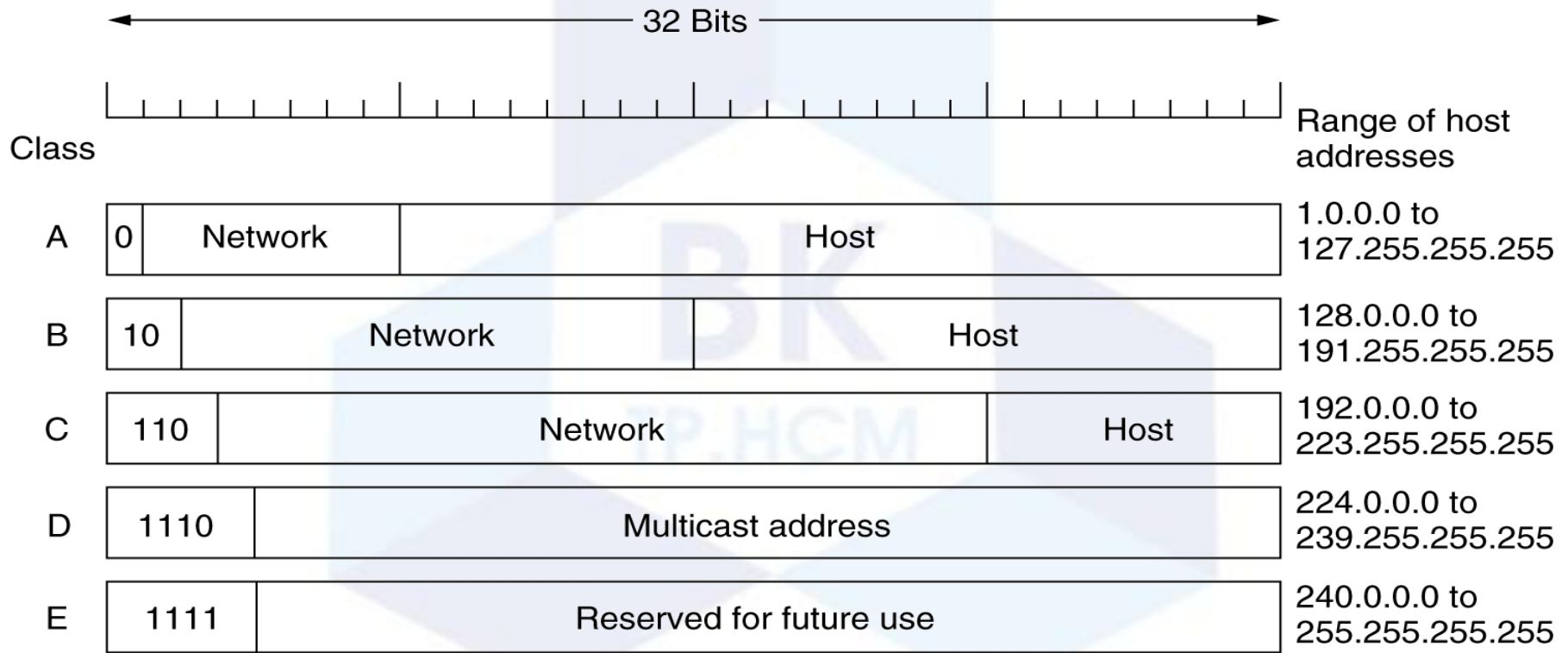
Mạng con

Có bao nhiêu mạng con trong hình bên?



Đánh địa chỉ IP theo lớp (Classful addressing)

- Tất cả các máy và bđt trên Internet có một địa chỉ IP, trong đó chứa địa chỉ mạng con và số máy của chúng.



Các lớp địa chỉ IP

- **Lớp A:** 128 mạng, 16 triệu máy mỗi mạng
- **Lớp B:** 16.384 mạng, 65 ngàn máy
- **Lớp C:** 2 triệu mạng, 256 máy
- **Lớp D:** dùng cho gửi nhiều đích (multicast)
- **Lớp E:** dự trữ
- Các địa chỉ IP được quản lý bởi một tổ chức không lợi nhuận được gọi là **ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) để tránh xung đột.

Các địa chỉ IP đặc biệt

- Địa chỉ IP 32-bit được viết dưới dạng thập phân từng byte một và ngăn với nhau bởi dấu chấm.
- Những giá trị 0 (tất cả bit là 0) và 255 (tất cả bit là 1) có ý nghĩa đặc biệt.

0 0																																This host
0 0 0 0																Host																A host on this network
1 1																																Broadcast on the local network
Network																1 1 1 1 ... 1 1 1 1																Broadcast on a distant network
127								(Anything)																								Loopback

Địa chỉ IP cục bộ (Private IP)

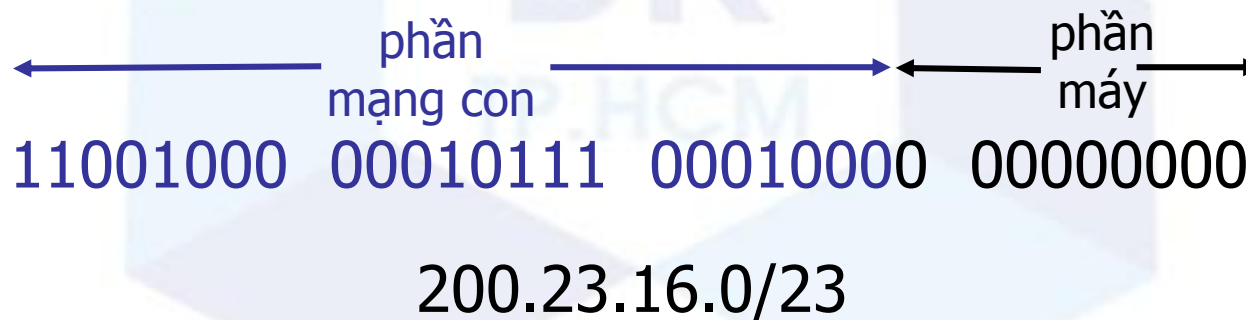
tên RFC1918	dải địa chỉ	số lượng đ/c	subnet lớn nhất
khối 24-bít	10.0.0.0- 10.255.255.255	16,7 triệu	/8
khối 20-bít	172.16.0.0- 172.31.255.255	1 triệu	/12
khối 16-bít	192.168.0.0- 192.168.255.255	65536	/16

Đánh địa chỉ IP: CIDR

CIDR: Classless InterDomain Routing

Định tuyến liên miền không phân lớp

- phần mạng con có độ dài bất kì
- định dạng của địa chỉ: **a.b.c.d/x**, với x là số bit của phần mạng con trong địa chỉ



Địa chỉ IP: làm sao để lấy?

Hỏi: Làm thế nào *máy tính* lấy được địa chỉ IP?

- lưu cứng bởi quản trị viên hệ thống trong một tệp
 - Windows: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
 - UNIX: /etc/rc.config
- **DHCP: D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol: lấy địa chỉ IP động từ một máy chủ
 - “Cắm và chạy (plug-and-play)”

DHCP: Giao thức cấu hình máy động

Mục đích: cho phép máy lấy địa chỉ IP *tự động* từ máy chủ trong mạng khi nó tham gia vào mạng

Có thể làm mới địa chỉ

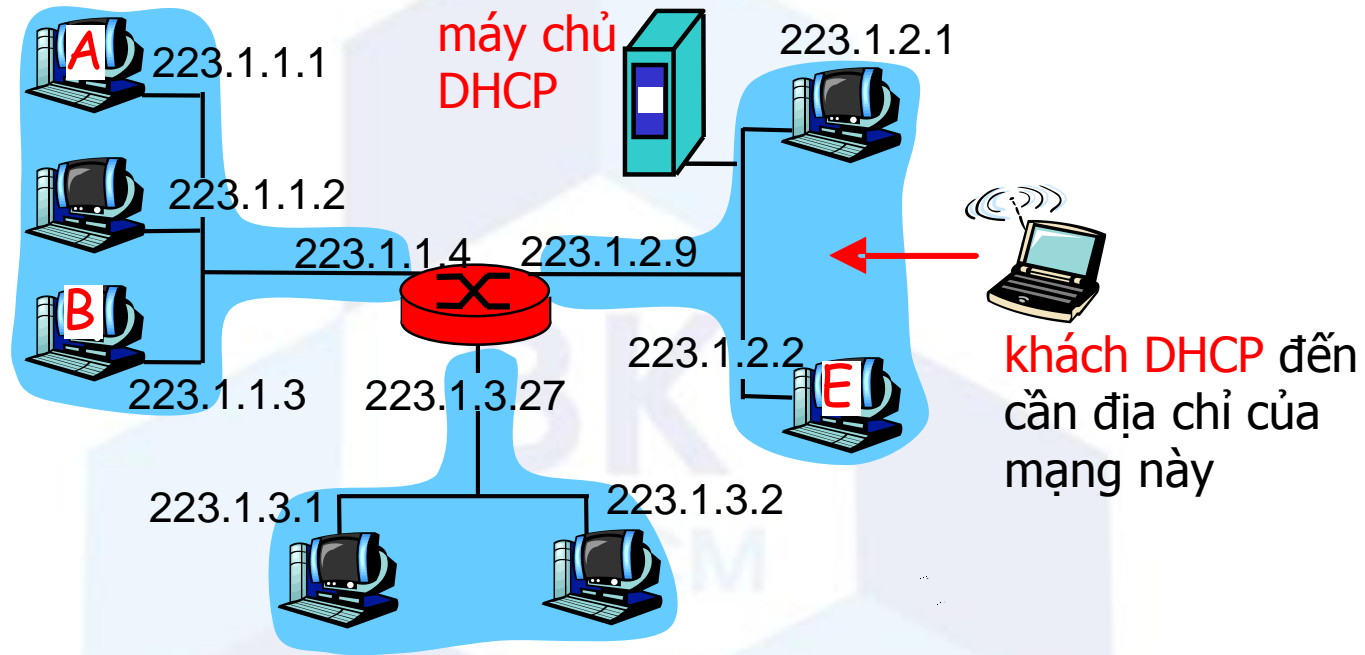
Cho phép sử dụng lại địa chỉ

Hỗ trợ người dùng di động (laptop) khi họ muốn tham gia vào mạng

Tổng quan DHCP:

- máy khách phát tán thông điệp “DHCP discover”
- máy chủ DHCP trả lời với thông điệp “DHCP offer”
- khách yêu cầu địa chỉ IP: thông điệp “DHCP request”
- máy chủ DHCP gửi địa chỉ: thông điệp “DHCP ack”

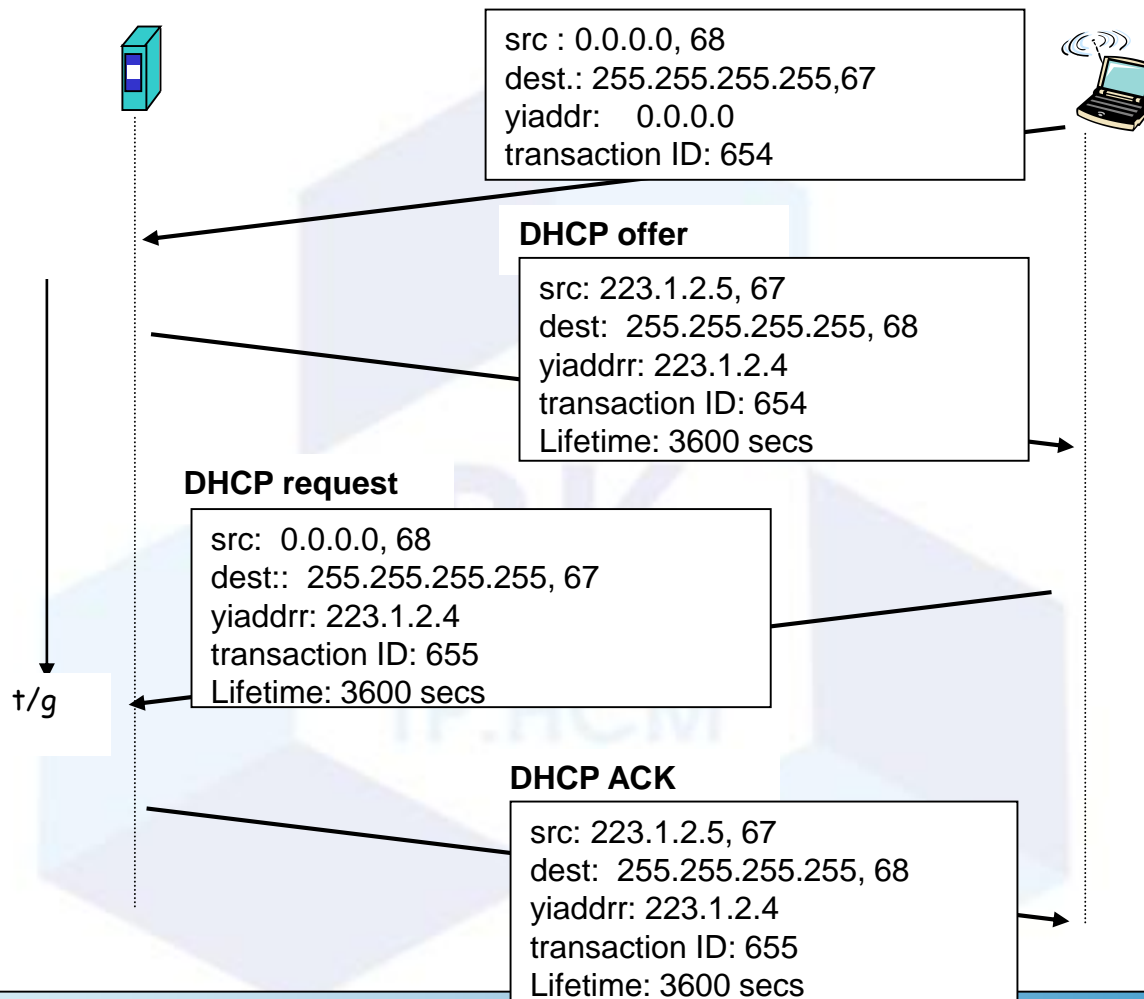
Kịch bản khách-chủ DHCP



Kịch bản khách-chủ DHCP

máy chủ DHCP: 223.1.2.5

khách



Địa chỉ IP: phân phối địa chỉ.

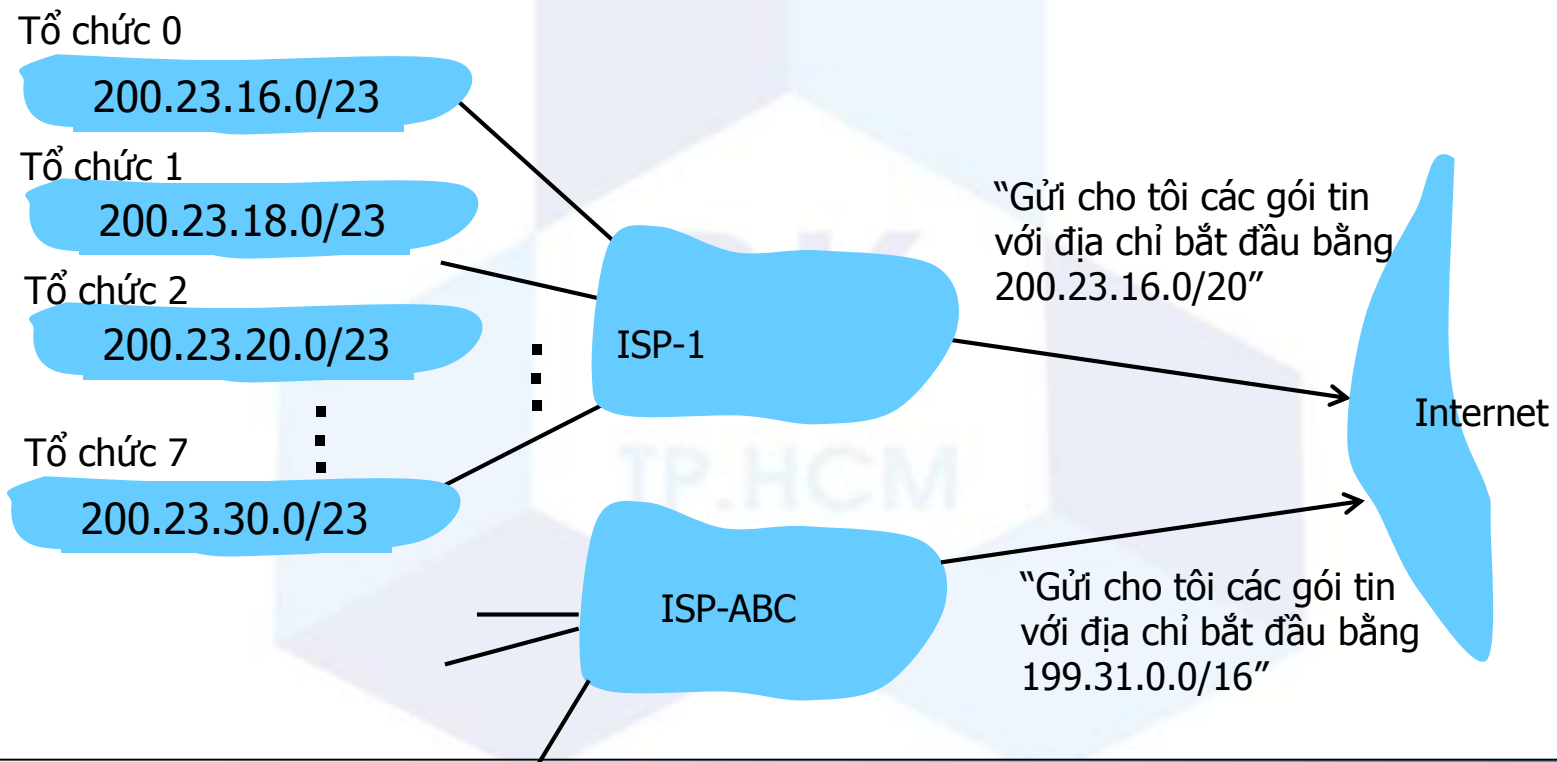
Hỏi: Làm thế nào mà ISP phân chia địa chỉ IP cho các mạng con?

Đáp: Phân chia không gian địa chỉ của nó thành những “phần” nhỏ hơn bằng cách lấy bằng cách lấy mặt nạ mạng con (subnet mask) dài hơn.

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

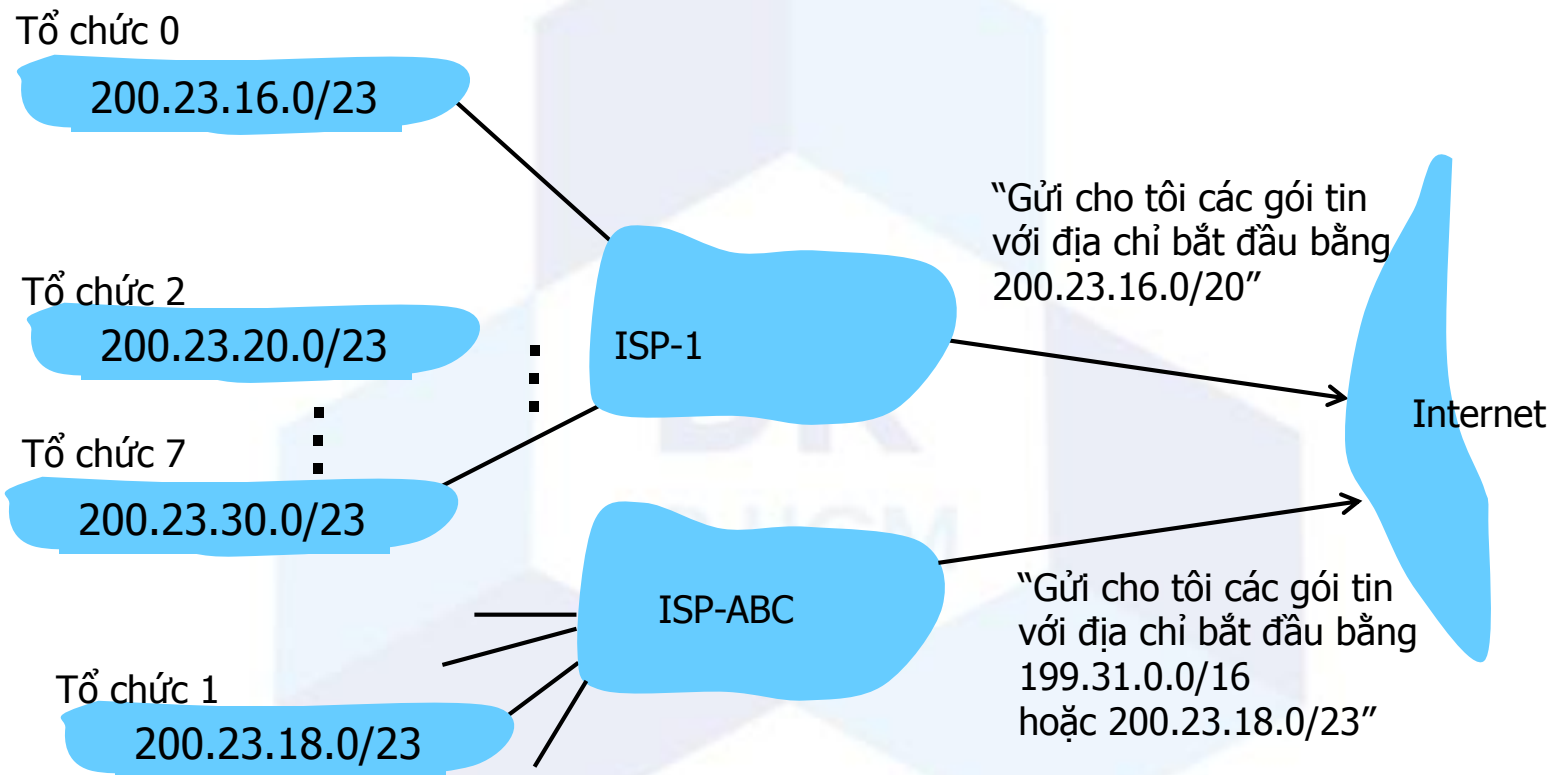
Đánh địa chỉ phân cấp: gộp tuyến đường (route aggregation)

Đánh địa chỉ phân cấp cho phép quảng bá thông tin định tuyến một cách hiệu quả:



Đánh địa chỉ phân cấp: những tuyến đường cụ thể hơn

ISP-ABC có đường đi cụ thể hơn tới Tổ chức 1



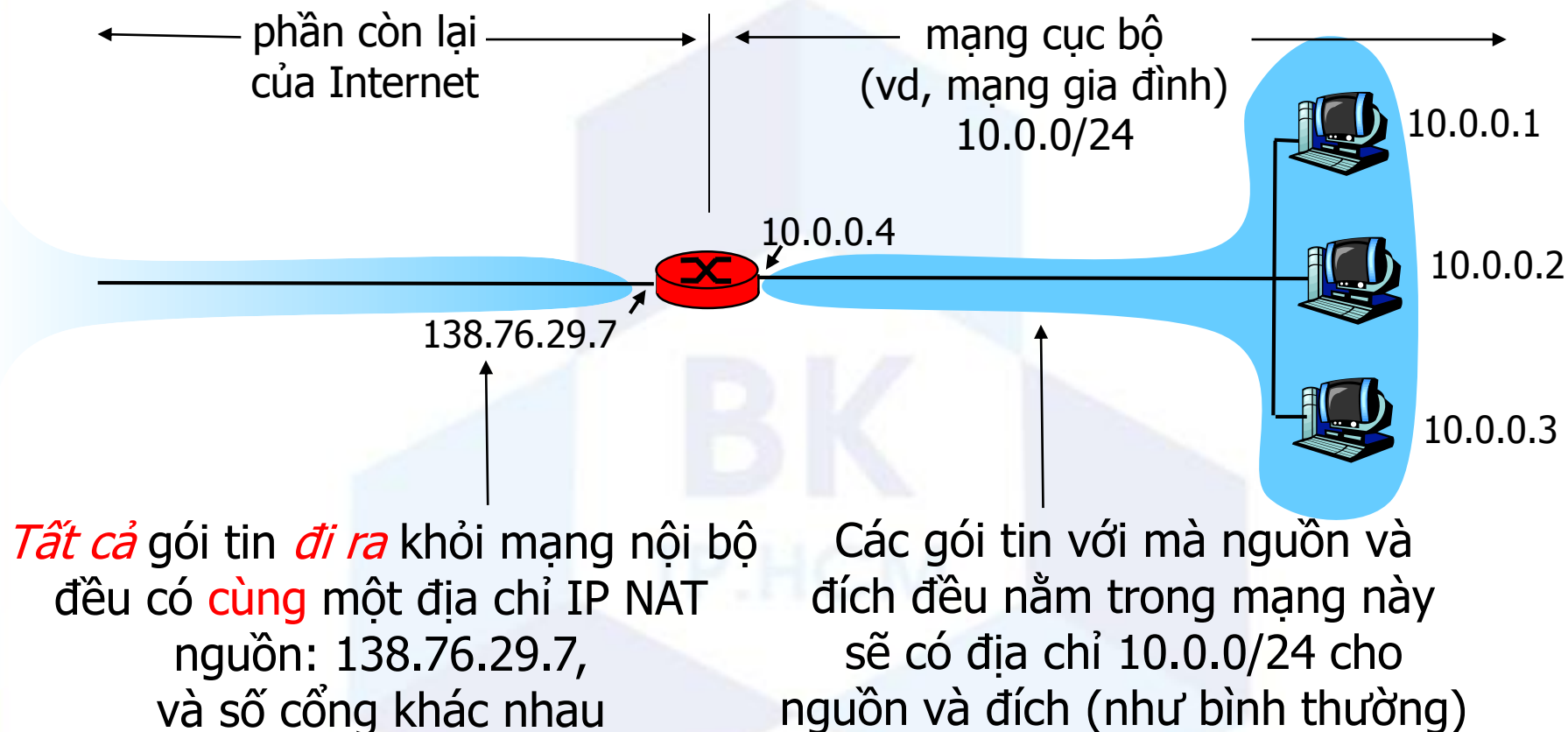
Đánh địa chỉ IP: Làm sao để có IP?

H: Làm sao ISP lấy được một khối địa chỉ?

Đ: **ICANN**: **I**nternet **C**orporation for **A**ssigned
Names and **N**umbers

- cấp phát địa chỉ
- quản lí DNS
- đăng kí tên miền, giải quyết tranh chấp

NAT: Sự dịch địa chỉ mạng



NAT: Sự dịch địa chỉ mạng

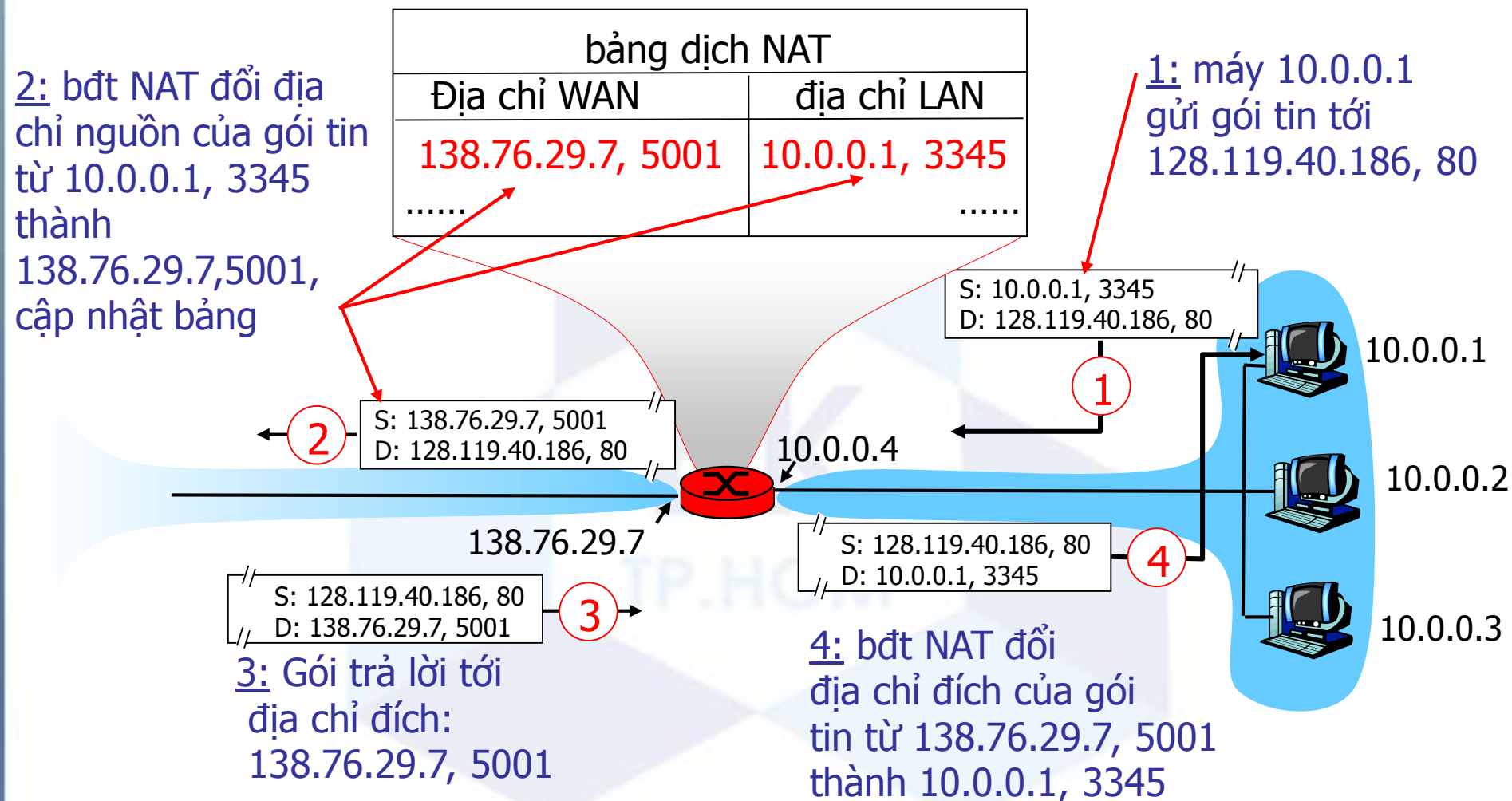
- **Động lực:** mạng nội bộ sử dụng chỉ một địa chỉ IP cho việc liên lạc với bên ngoài:
 - không cần một dải địa chỉ từ ISP: chỉ một địa chỉ IP cho tất cả các thiết bị
 - có thể thay đổi địa chỉ của thiết bị trong mạng cục bộ mà không ảnh hưởng đến thế giới bên ngoài
 - có thể thay đổi ISP mà không thay đổi địa chỉ của thiết bị trong mạng cục bộ
 - các thiết bị trong mạng cục bộ không được đánh địa chỉ công cộng, có thể thấy được bởi mạng ngoài (một điểm cộng cho bảo mật).

NAT: Sự dịch địa chỉ mạng

Hiện thực: bộ định tuyến NAT phải:

- **gói tin đi ra: thay thế** (IP nguồn, số cổng) của mọi gói tin đi ra thành (IP NAT, số cổng mới)
... khách/chủ từ xa sẽ trả lời sử dụng (IP NAT, số cổng mới) làm địa chỉ đích.
- **ghi nhớ (trong bảng dịch NAT)** mọi cặp dịch từ (IP nguồn, số cổng) tới (IP NAT, số cổng mới)
- **gói tin đi vào: thay thế** (IP NAT, số cổng mới) trong trường đích của mọi gói tin đi vào bằng (IP nguồn, số cổng) tương ứng lưu trong bảng NAT

NAT: Sự dịch địa chỉ mạng

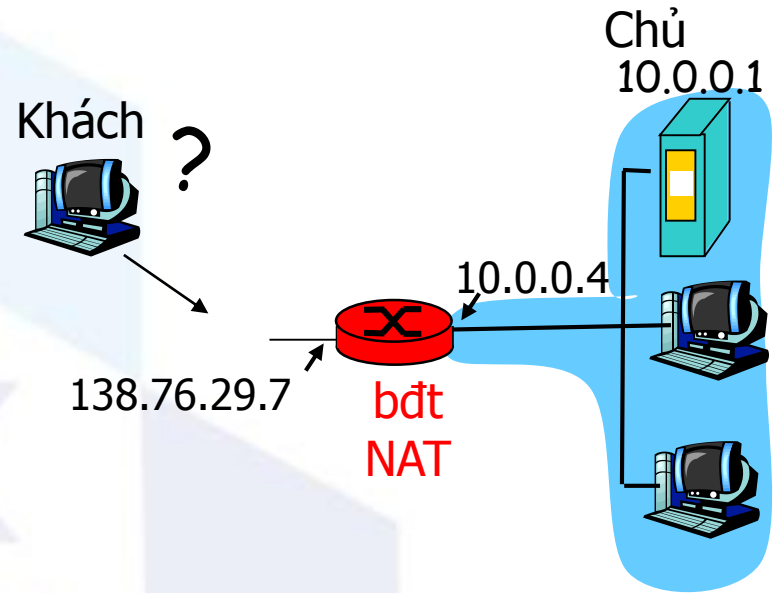


NAT: Sự dịch địa chỉ mạng

- trường số-cổng 16-bit:
 - 60,000 kết nối đồng thời với một địa chỉ LAN!
- NAT đang bị tranh cãi:
 - BĐT nên chỉ làm việc ở lớp 3 (nhắc lại BĐT là thiết bị lớp 3)
 - vi phạm nguyên lý đầu cuối-tới-đầu cuối
 - NAT phải được xem xét khi thiết kế các ứng dụng, ví dụ: ứng dụng P2P
 - sự thiếu địa chỉ nên được giải quyết bằng IPv6

Vấn đề truy cập vào trong NAT

- khách muốn truy cập vào máy chủ với địa chỉ 10.0.0.1
 - máy chủ địa chỉ 10.0.0.1 chỉ dùng trong LAN (khách không thể dùng nó làm địa chỉ đích)
 - chỉ có một địa chỉ nhìn thấy từ bên ngoài là địa chỉ NAT: 138.76.29.7
- giải pháp 1: cấu hình NAT tĩnh, để chuyển tiếp yêu cầu kết nối tới cổng nhất định nào đó sang máy chủ
 - vd: (123.76.29.7, cổng 2500) luôn luôn được chuyển tới 10.0.0.1, cổng 25000

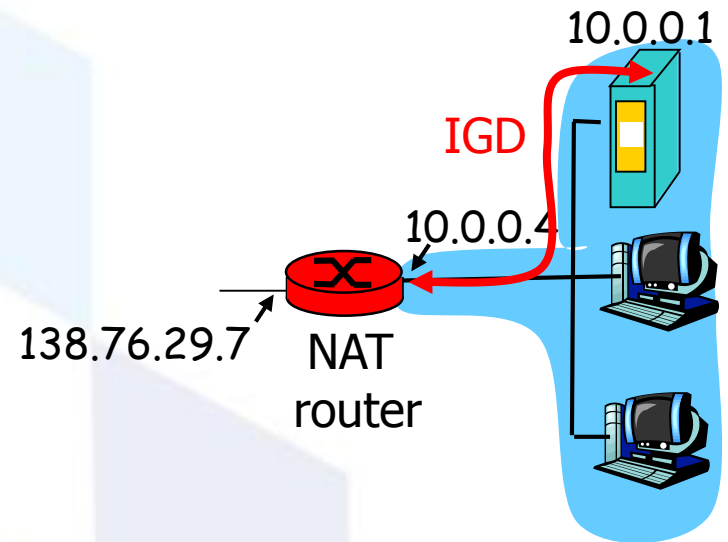


Vấn đề truy cập vào trong NAT

- giải pháp 2: Giao thức Universal Plug and Play (UPnP) Internet Gateway Device (IGD). Cho phép máy trong mạng NAT:

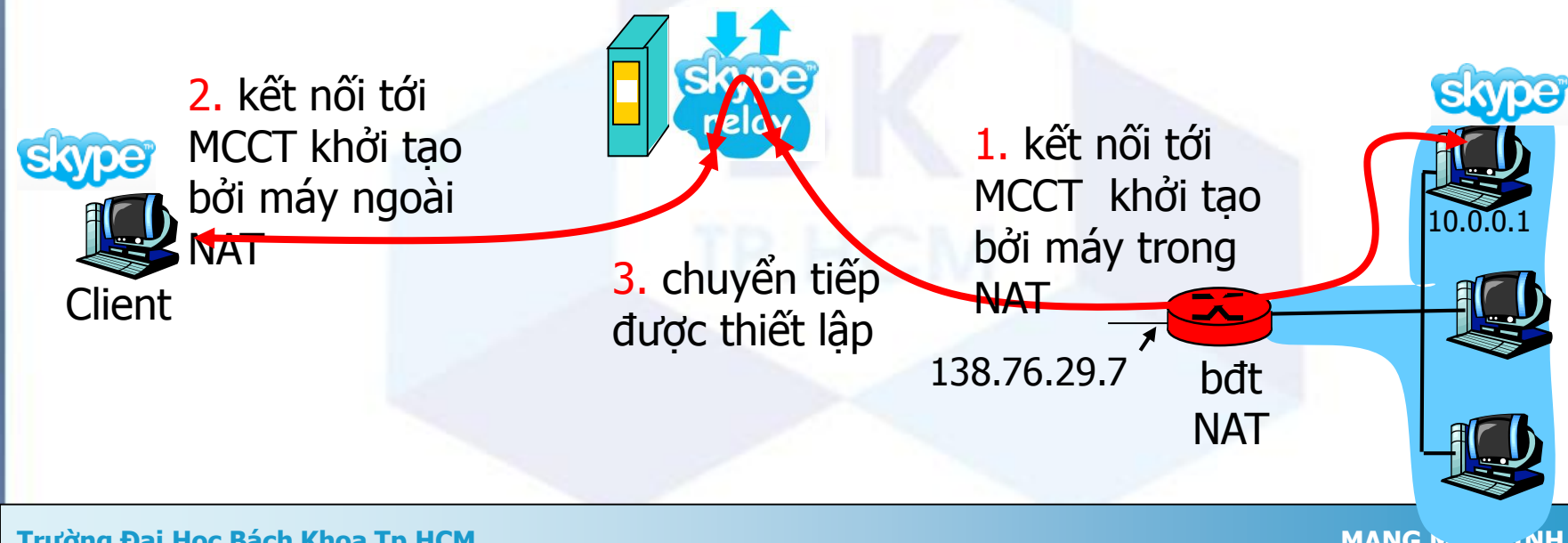
- ❖ học địa chỉ IP công cộng (138.76.29.7)
- ❖ thêm/xóa các ánh xạ cổng (với thời gian cho thuê)

vd, cấu hình ánh xạ cổng NAT tự động, tĩnh



Vấn đề truy cập vào trong NAT

- giải pháp 3: chuyển tiếp gói (dùng trong Skype)
 - khách trong NAT thiết lập kết nối tới máy chủ chuyển tiếp
 - khách bên ngoài kết nối tới MCCT
 - MCCT tạo cầu nối gói tin giữa 2 kết nối



Chương 4: Tầng Mạng

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

ICMP: Giao thức thông điệp kiểm soát Internet

- sử dụng bởi máy tính và bđt để liên lạc thông tin tầng-mạng
 - báo cáo lỗi: máy, mạng, cổng, giao thức không liên lạc được
 - yêu cầu/phản hồi gói echo (sử dụng bởi ping)
- nằm ở tầng "trên" IP:
 - th/điệp ICMP được mang trong gói tin IP
- **thông điệp ICMP:** loại, mã cùng với 8 byte đầu của gói tin IP mà gây ra lỗi

<u>Loại</u>	<u>Mã</u>	<u>Chú giải</u>
0	0	phản hồi echo (ping)
3	0	mạng đích ko liên lạc được
3	1	máy đích ko liên lạc được
3	2	g/thức đích ko liên lạc được
3	3	cổng đích ko liên lạc được
3	6	mạng đích không biết
3	7	máy đích không biết
4	0	giảm tốc độ nguồn (kstp – không dùng)
8	0	truy vấn echo (ping)
9	0	quảng bá tuyến đường
10	0	tìm tuyến đường
11	0	TTL hết hạn
12	0	mào đầu IP bị lỗi

Traceroute và ICMP

- Nguồn gửi một loạt khúc UDP cho đích
 - khúc đầu tiên có TTL = 1
 - khúc thứ 2 có TTL=2, v.v.
 - số cổng không cố định
- Khi gói tin thứ n đến BĐT n:
 - BĐT loại bỏ gói tin
 - Và gửi lại nguồn một thông điệp ICMP (loại 11, mã 0)
 - Thông điệp bao gồm cả tên và địa chỉ IP của BĐT
- Khi thông điệp ICMP tới, nguồn sẽ tính RTT
- Traceroute thực hiện việc này 3 lần

Điều kiện để ngừng lại

- Đoạn UDP đến được máy đích
- Máy trả về gói ICMP “máy đích không tới được” (loại 3, mã 3)
- Khi nguồn nhận được những ICMP này, nó sẽ dừng lại.

Chương 4: Tầng Mạng

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- **4.4 IP: Internet Protocol**
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - **IPv6**
- 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

IPv6

- **Động lực ban đầu:** không gian địa chỉ 32-bit sẽ được cấp phát hết trong t/g ngắn.
- **Động lực khác:**
 - định dạng mào đầu sẽ giúp tăng tốc xử lý/chuyển tiếp gói tin
 - thay đổi mào đầu để hỗ trợ QoS

Định dạng gói tin IPv6:

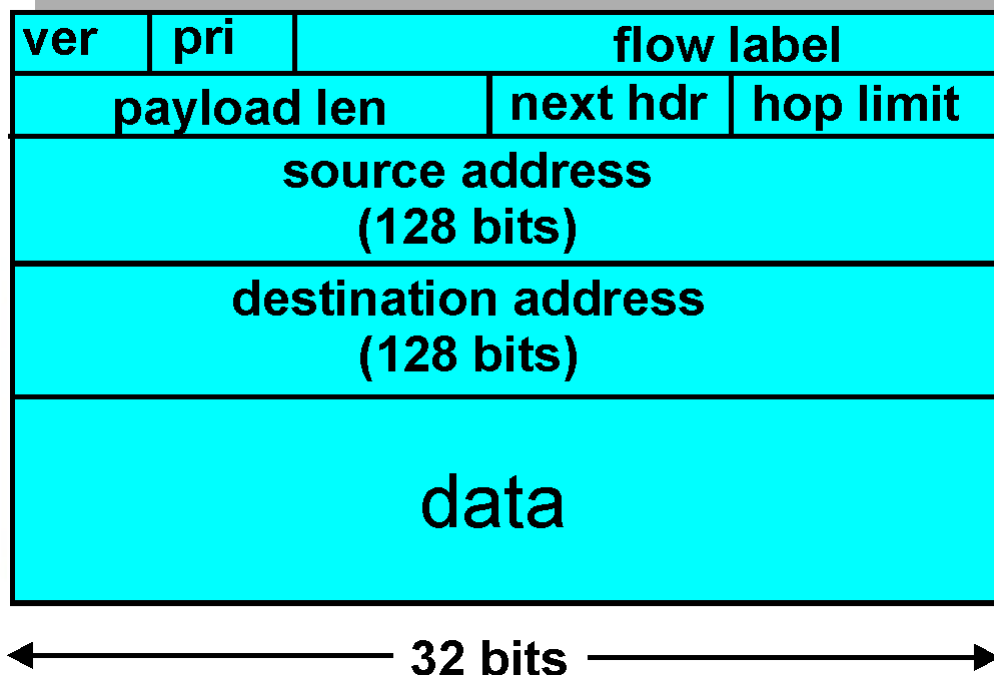
- mào đầu có độ dài cố định 40 byte
- không cho phép phân khúc

Mào đầu IPv6 (tt)

Mức ưu tiên: xác định mức ưu tiên giữa các gói tin

Nhãn luồng: xác định các gói tin trong cùng “luồng”.
(khái niệm “luồng” chưa thực sự chuẩn).

Mào đầu tiếp theo: xác định dữ liệu của giao thức tầng trên

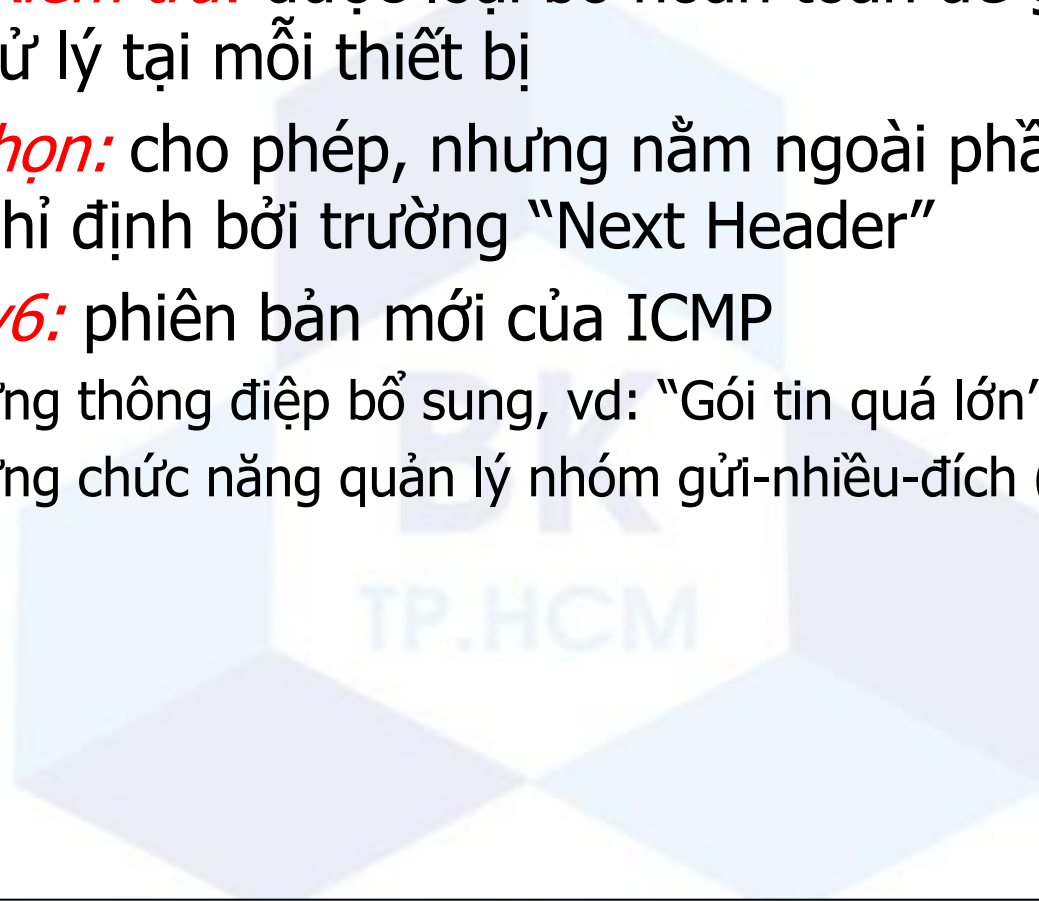


Địa chỉ IPv6

- Có độ dài 16-byte
- được ghi dưới dạng 8 nhóm 4 số hex với dấu hai chấm ngăn cách giữa các nhóm
 - 8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
- Những số 0 ở đầu có thể được rút gọn.
- Một nhóm (hoặc hơn) 16 bit “0” có thể thay bằng một cặp dấu hai chấm:
 - 8000::123:4567:89AB:CDEF
- Các địa chỉ IPv4 có thể được viết dưới dạng một cặp dấu hai chấm và sau đó là cách viết thông thường:
 - ::192.31.20.46

Những thay đổi khác từ IPv4

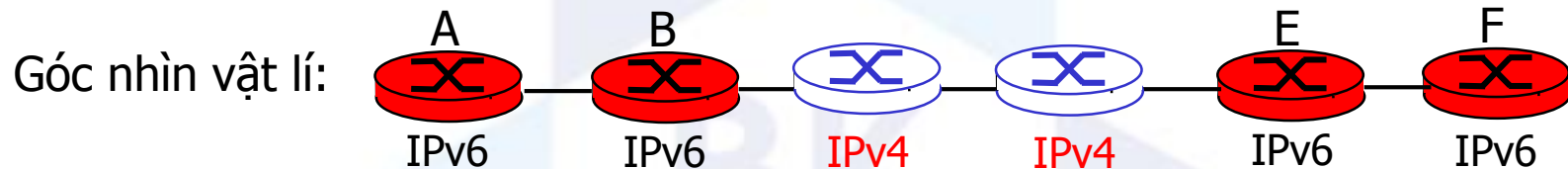
- **Tổng kiểm tra:** được loại bỏ hoàn toàn để giảm thời gian xử lý tại mỗi thiết bị
- **Tùy chọn:** cho phép, nhưng nằm ngoài phần mào đầu, chỉ định bởi trường "Next Header"
- **ICMPv6:** phiên bản mới của ICMP
 - những thông điệp bổ sung, vd: "Gói tin quá lớn"
 - những chức năng quản lý nhóm gửi-nhiều-đích (multicast)



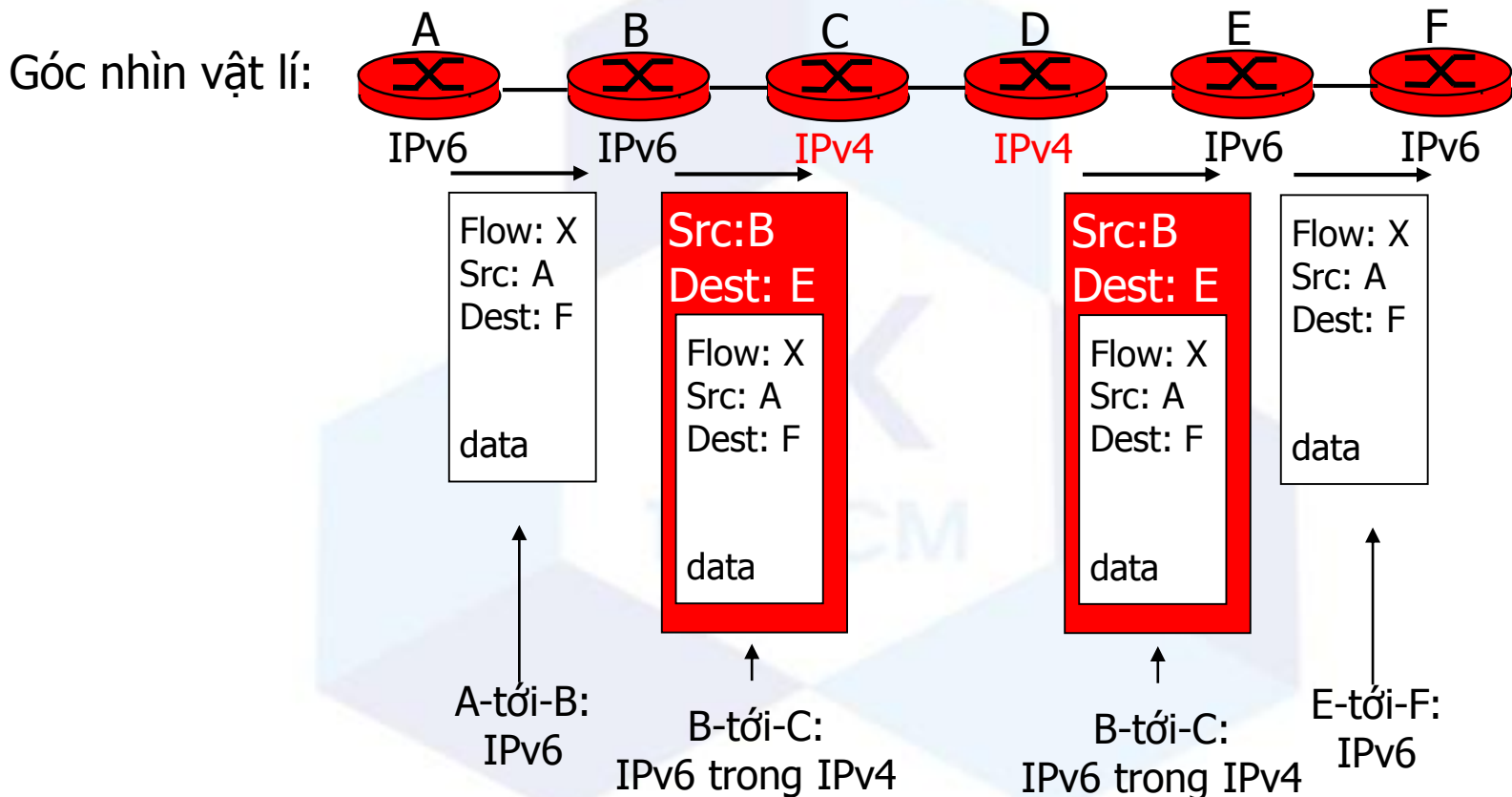
Chuyển tiếp Từ IPv4 Tới IPv6

- Không thể nâng cấp tất cả BĐT trong thời gian ngắn được
 - Làm sao để mạng có thể làm việc với cả các bộ định tuyến IPv4 và IPv6?
- *Tạo đường hầm:* IPv6 được mang như là dữ liệu của gói tin IPv4 giữa các bđt IPv4

Tạo đường hầm



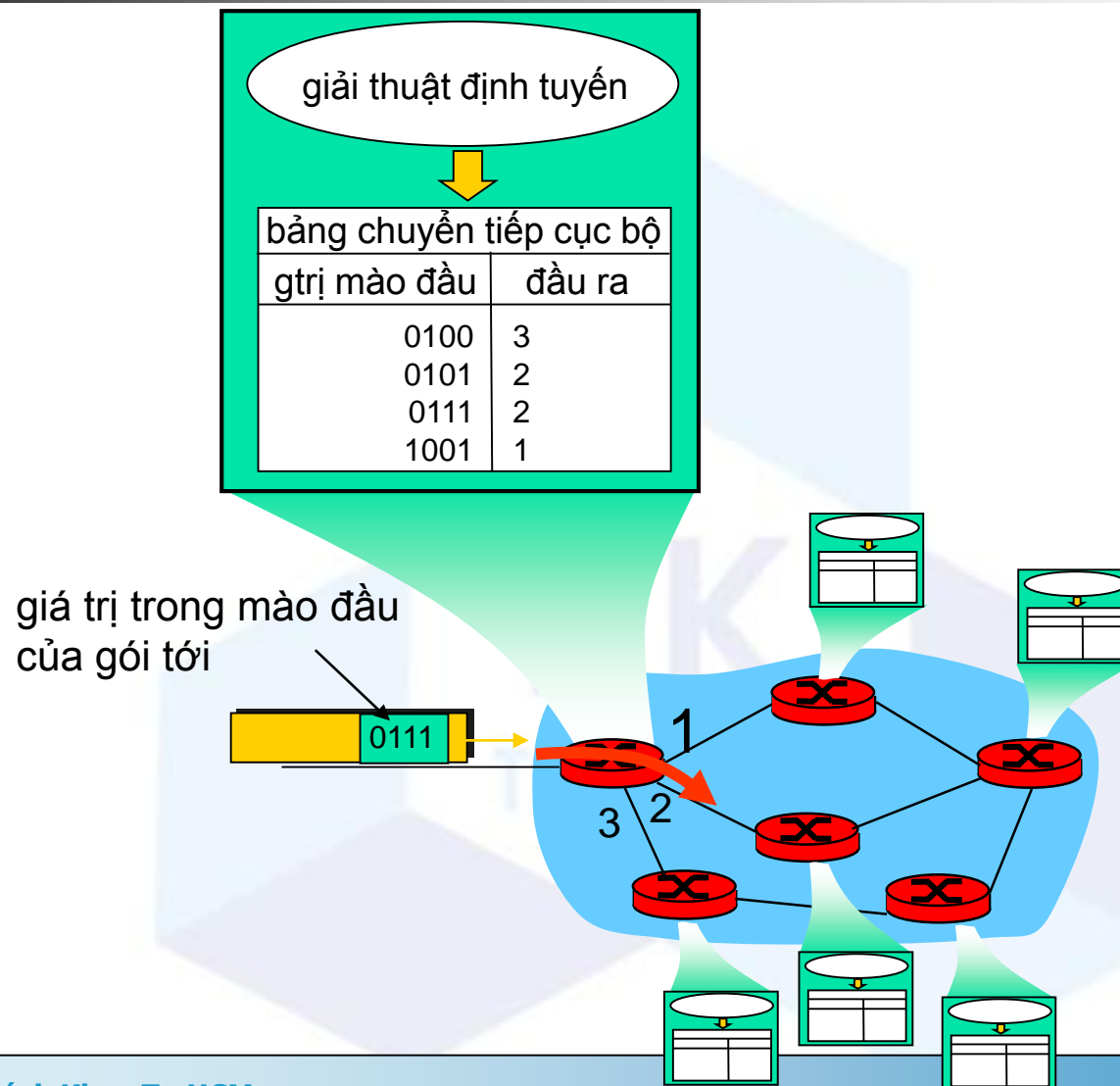
Tạo đường hầm



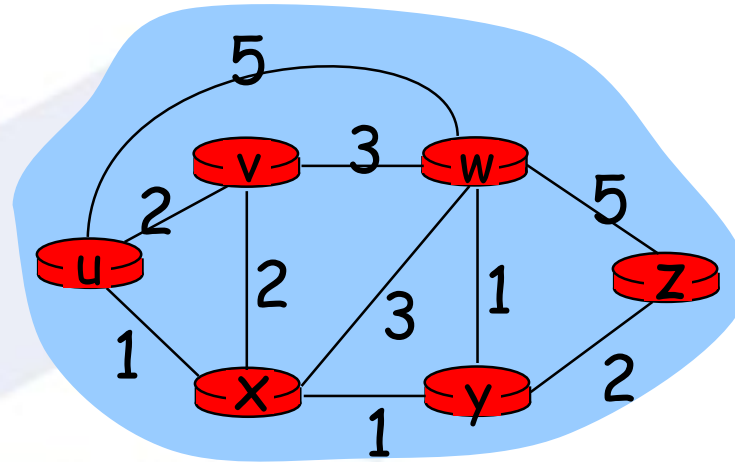
Chương 4: Tầng Mạng

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Tương tác giữa định tuyến, chuyển tiếp



Trừu tượng hóa bằng đồ thị



Đồ thị: $G = (N, E)$

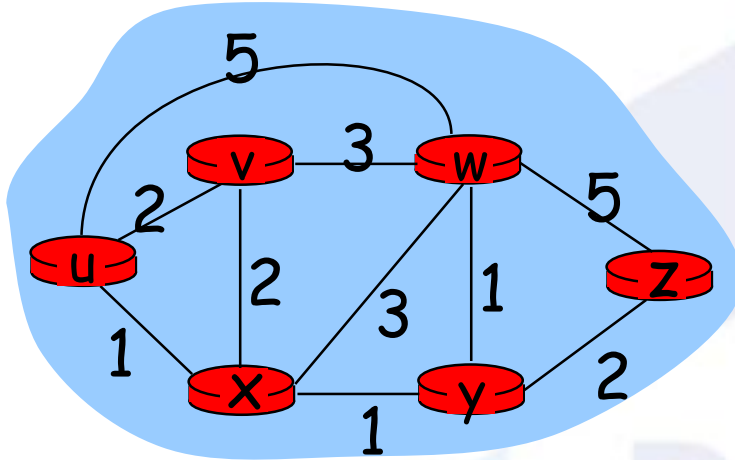
N = tập các nút = $\{ u, v, w, x, y, z \}$

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

Lưu ý: Trừu tượng hóa bằng đồ thị cũng hữu dụng trong những phạm trù mạng khác

Ví dụ: P2P, với N là tập các thành viên và E là tập các kết nối TCP

Trừu tượng hóa bằng đồ thị: chi phí



- $c(x, x')$ = chi phí của đường (x, x')
 - vd: $c(w, z) = 5$
- chi phí có thể luôn bằng 1, hoặc nghịch đảo với băng thông, hoặc nghịch đảo với tắc nghẽn

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

Câu hỏi: Đường đi nào ít chi phí nhất giữa u và z ?

Giải thuật định tuyến: tìm ra đường đi ít tổn kém nhất

Phân loại giải thuật định tuyến

Thông tin tổng quát hay phân tán?

Tổng quát:

- tất cả bắt đầu có thông tin đầy đủ về đồ hình mạng và chi phí liên kết
- g/thuật "trang thái kết nối"

Phân tán:

- bắt biết hàng xóm kết nối vật lý tới nó, chi phí tới họ
- quá trình tính toán, trao đổi thông tin với hàng xóm được lặp đi lặp lại
- g/thuật "véc tơ khoảng cách"

Tĩnh hay động?

Tĩnh:

- tuyến đường chậm thay đổi theo t/gian

Động:

- tuyến đường thay đổi nhanh hơn
 - cập nhật theo chu kì
 - để phản ánh lại sự thay đổi trong chi phí đường liên kết