



## CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh  
Bộ môn Kỹ thuật thông tin  
Viện Điện tử - Viễn thông  
ĐHBK Hà Nội  
Email: [thanhnh@mail.hut.edu.vn](mailto:thanhnh@mail.hut.edu.vn)



### Nội dung

- Tại sao phải kết nối mạng lớp Internetworking?
- Khái niệm kết nối mạng và kiến trúc Internet
- Cấu trúc địa chỉ IP, liên hệ giữa địa chỉ IP, địa chỉ MAC
- IP và các giao thức có liên quan
- Định tuyến trong Internet



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Đặt vấn đề

- Nhu cầu: kết nối nhiều mạng con với nhau thành một mạng toàn cầu
- Kết nối nhiều mạng LAN ở lớp MAC có khả thi?



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Đặt vấn đề (tiếp...)

- Các khó khăn:
  - Do địa chỉ MAC không có cấu trúc nên không thể sử dụng để định tuyến → phải tạo ra một spanning tree
    - ◇ Việc tạo ra spanning tree kết nối hàng chục ngàn nút không khả thi:
      - Chọn nút gốc?
      - Kích thước bảng chuyển tiếp (forwarding table) quá lớn
      - Các bản tin cấu hình quảng bá với số nút lớn → làm mạng bị lụt với các bản tin điều khiển
  - Việc kết nối các mạng vật lý: cấu trúc vật lý khác nhau và cách đánh địa chỉ khác nhau cực kỳ phức tạp (Ethernet, WiFi, ATM, .v.v.)





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

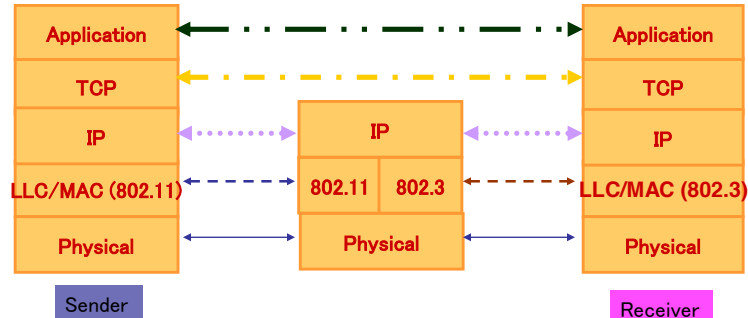
Các giao thức khác

Định tuyến

## Đặt vấn đề (tiếp...)

### ■ Kết luận:

- ❑ Cần phải có một phân lớp chung độc lập với các mạng vật lý → kết nối mạng lớp Internetworking → mạng Internet



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



5



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Yêu cầu thiết kế mạng Internet

### ■ Phải tạo ra một “lớp kết nối liên mạng” (Internetworking)

- ❑ Địa chỉ mạng có cấu trúc: phụ thuộc vào vị trí mạng → thích hợp cho định tuyến
- ❑ Phân lớp chung không phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng và công nghệ mạng phần cứng
- ❑ “Giấu” cơ sở hạ tầng mạng phía dưới với các dịch vụ mạng lớp trên

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



6



Khái niệm

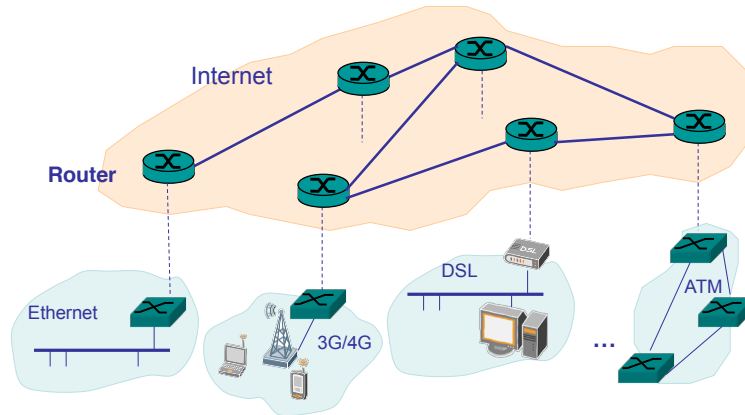
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Yêu cầu thiết kế mạng Internet (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



7



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Lịch sử phát triển của Internet

- 1957: Mỹ thành lập cơ quan ARPA (Advanced Research Projects Agency) trực thuộc Bộ quốc phòng
- 1962: Mỹ tập trung nghiên cứu các phương thức gửi dữ liệu quân sự theo phương thức phân tán → nguyên lý chuyển mạch gói
- 1968: ARPA thành lập dự án ARPANET kết nối UCLA, SRI (tại Stanford), UCSB (Santa Barbara), ĐH Utah. Băng thông 50kbps
- 1972: Email đầu tiên. ARPA đổi tên thành DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency). ARPANET sử dụng NCP (Network Control Protocol) cho phép truyền dữ liệu giữa 2 nút trên cùng mạng
- 1973: Vinton Cerf và Bob Kahn (Stanford) bắt đầu phát triển TCP/IP, cho phép các máy tính liên mạng trao đổi dữ liệu
- 1974: thuật ngữ Internet được sử dụng lần đầu tiên
- 1976: Robert M. Metcalfe phát triển mạng Ethernet. Mạng truyền số liệu qua vệ tinh được phát triển. APARNET đã có hơn 23 nút

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



8



## Lịch sử phát triển của Internet (tiếp...)

### Khái niệm

### Địa chỉ IP

### Internet Protocol

### Các giao thức khác

### Định tuyến

- 1981: NSF quyết định xây dựng mạng CSNET cho nghiên cứu độc lập với ARPANET. Liên kết giữa ARPANET và CSNET. Host: 213
- 1983: thành lập Internet Activities Board (IAB). TCP/IP thay thế hoàn toàn NCP. ĐH Wisconsin đưa ra DNS đầu tiên. Host: 562
- 1985: NSF thành lập mạng NSFNET, dung lượng: 1,55Mbps. Host: 1962
- 1986: IETF (Internet Engineering Task Force) được thành lập. Host: 2308
- 1990: ngôn ngữ html ra đời. Host: 330000
- 1992: sự ra đời của World Wide Web. Băng thông mạng lõi: 45Mbps. Host: 2.000.000
- 1993: Mosaic ra đời: web browser đầu tiên với giao diện đồ họa
- 1996: host: 15.000.000
- 1998: IPv6 được chuẩn hóa bởi IETF
- 1999: 802.11 ra đời



## Đặc điểm của Internet

### Khái niệm

### Địa chỉ IP

### Internet Protocol

### Các giao thức khác

### Định tuyến

- Mỗi gói được định tuyến (tìm đường) một cách độc lập → router không lưu giữ trạng thái của các luồng dữ liệu
  - Cho phép truyền gói qua nhiều mạng vật lý khác nhau
  - Không có cơ chế đảm bảo trễ
  - Không có cơ chế đảm bảo thứ tự gói
  - Không có cơ chế đảm bảo gói sẽ được truyền đến nơi nhận
    - Gói có thể bị mất do tràn hàng đợi ở nút trung gian
  - Các chức năng “thông minh” (truyền lại gói, sắp xếp thứ tự gói, điều khiển luồng, chống tắc nghẽn) được thực hiện bởi thiết bị đầu cuối
- **Giao thức Internet (Internet Protocol – IP) được sử dụng!**





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Chức năng chính của lớp Internetworking

- **Định tuyến (routing)**: tìm đường đi cho một gói tin từ nguồn đến đích → thuật toán vào giao thức định tuyến
- **Chuyển tiếp (forwarding)**: chuyển một gói tin từ một đầu vào router ra đầu ra thích hợp → bảng chuyển tiếp (forwarding/routing table)



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP

- Địa chỉ IP
  - IPv4: 32 bit (chương này chỉ xét IPv4)
  - IPv6: 128 bit
- Yêu cầu: phải có cấu trúc, cho phép định tuyến → địa chỉ IP:
  - Network ID. (địa chỉ mạng)
  - Host ID. (địa chỉ máy trạm)
- Mỗi giao diện mạng có một địa chỉ IP – **địa chỉ IP có tính duy nhất**
- Cấp phát địa chỉ IP:
  - Tĩnh
  - Động (TD qua DHCP)





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Biểu diễn địa chỉ IP

- 4 byte được biểu diễn bởi 4 chữ số thập phân có chấm

X . X . X . X

8 bit (0 - 255)

- TD: địa chỉ DNS của FPT: 210.245.0.10



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Không gian địa chỉ IP:

- Theo lý thuyết

◇ Có thể là 0.0.0.0 ~ 255.255.255.255

◇ Một số địa chỉ đặc biệt (RFC1918)

Private address (không có ý nghĩa toàn cục)	10.0.0.0/8 172.16.0.0/12 192.168.0.0/16
Loopback address	127.0.0.1
Multicast address	224.0.0.0 ~ 239.255.255.255





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Số máy trạm tối đa trong một mạng:

□  $k=2^n - 2$

◇ Trong đó:  $n$  – số bit của Host ID.

### □ 2 địa chỉ còn lại:

◇ Địa chỉ toàn 0 – địa chỉ mạng

– TD: Mạng 171.64.15.0

◇ Địa chỉ toàn 1 – địa chỉ quảng bá trong phạm vi một mạng

– TD: 171.64.15.255 → địa chỉ quảng bá trong phạm vi mạng 171.64.15.0



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

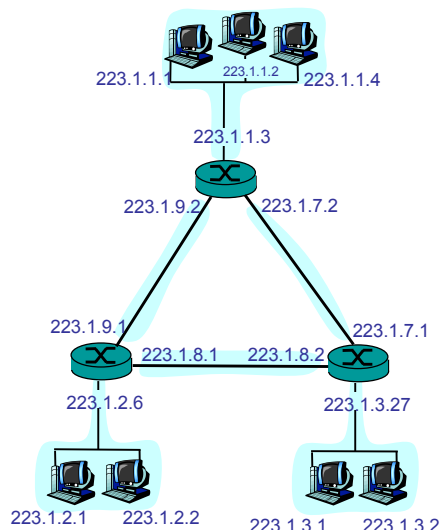
## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Nguyên tắc đánh địa chỉ:

□ Mỗi mạng LAN có địa chỉ mạng riêng biệt và được ngăn cách bởi router

□ Các máy trạm (kể cả router) nằm trong một LAN có chung địa chỉ mạng, còn địa chỉ máy trạm khác nhau

□ Có bao nhiêu mạng LAN trong hình bên?







Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Câu hỏi:

- ❑ Làm sao phân biệt được địa chỉ mạng và địa chỉ máy trạm trong 32 bit địa chỉ IP?

### ■ Phân loại địa chỉ IP:

- ❑ Có phân lớp (classful addressing)
- ❑ Không phân lớp (classless addressing):
  - ◇ Subnetting
  - ◇ Supernetting (CIDR)

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



17



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Địa chỉ IP có phân lớp: 5 lớp (A, B, C, D, E)



Class A	0	7bit	H	H	H
Class B	1 0	6bit	N	H	H
Class C	1 1 0	5bit	N	N	H
Class D	1 1 1 0	Multicast			
Class E	1 1 1 1	Reserve for future use			



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



18



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

	# of network	# of hosts
Class A	128	$2^{24}$
Class B	16384	65536
Class C	$2^{21}$	256

### ■ Địa chỉ IP có phân lớp: (tiếp...)

#### □ Thí dụ:

◇ 18.181.0.31 → class A

◇ 171.64.74.155 → class B

#### □ Nhận xét: địa chỉ có phân lớp gây lãng phí không gian địa chỉ



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Thí dụ:

□ 18.181.0.31 (www.mit.edu) → ?

□ 171.64.74.155 (stanford) → ?





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

- Nhận xét: đánh địa chỉ có phân lớp có một số nhược điểm
  - ❑ Cứng nhắc, lớp C quá nhỏ, lớp B quá lớn → không tận dụng hiệu quả miền địa chỉ
  - ❑ Các router trong mạng nội bộ cần phải có địa chỉ mạng (network ID.) riêng biệt cho từng giao diện
  - ❑ Thí dụ: một cơ quan có tổng cộng 300 máy tính → tìm cơ chế đánh địa chỉ?

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



21



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

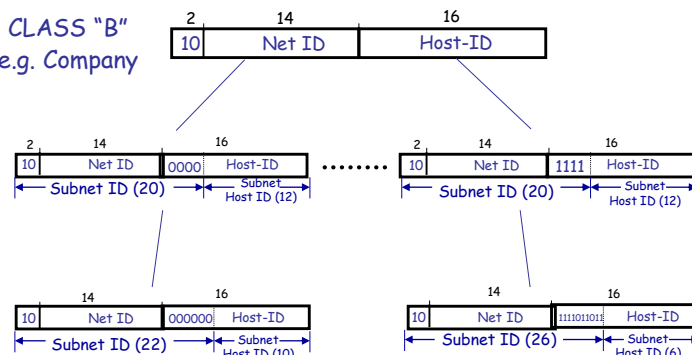
Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

- **Subnetting**: chia nhỏ một mạng thành nhiều mạng con với nhiều địa chỉ mạng con

CLASS "B"  
e.g. Company



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



22



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Subnetting (tiếp...):

- Subnetting thường được biểu diễn bằng địa chỉ IP kèm theo "mặt nạ mạng" (subnet mask)
- Thí dụ:
  - ◇ IP address: 171.64.15.82
  - ◇ Subnet mask: 255.255.255.0
- Subnet mask: 24 bit đầu (3 byte đầu) là địa chỉ mạng, 8 bit cuối là địa chỉ máy trạm
- Cách biểu diễn địa chỉ mạng: a.b.c.d/x, trong đó a.b.c.d là địa chỉ mạng, x là số bit của địa chỉ mạng
  - ◇ 171.64.15.0/24 → mạng có địa chỉ 171.64.15.0 với phần địa chỉ mạng dài 24 bit



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

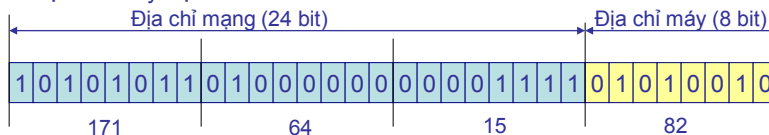
Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Subnetting (tiếp...):

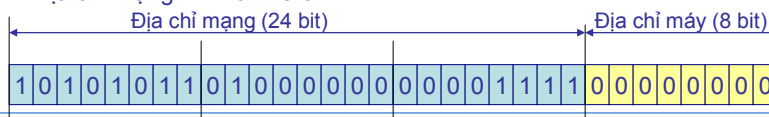
- Địa chỉ máy trạm: **171.64.15.82**



- Mặt nạ mạng: **255.255.255.0**



- Địa chỉ mạng: **171.64.15.0**





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

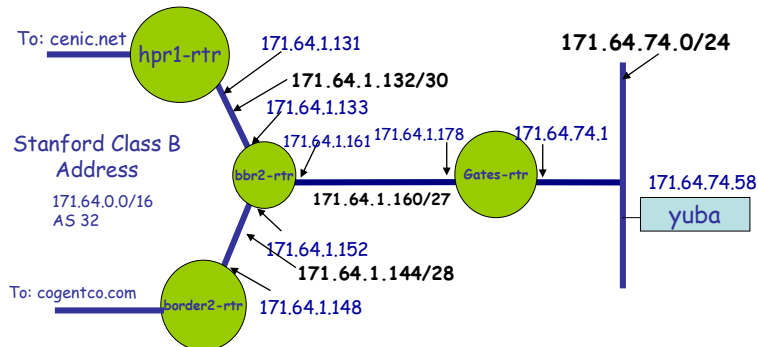
Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Subnetting (tiếp...):

- Thí dụ: subnetting tại Stanford
  - ◇ Giải thích sơ đồ mạng bên dưới?



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



25



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

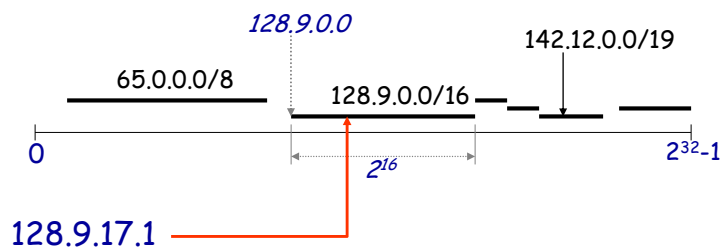
Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Supernetting:

- Classless Inter-Domain Routing (CIDR) addressing:
  - ◇ Toàn bộ vùng địa chỉ IP được chia thành các segment được đặc trưng bởi một *tiền tố* (prefix)
  - ◇ TD: 128.9.0.0/16 thể hiện một segment với vùng địa chỉ từ 128.9.0.0 – 128.9.255.255 ( $2^{16}$  địa chỉ)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



26



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

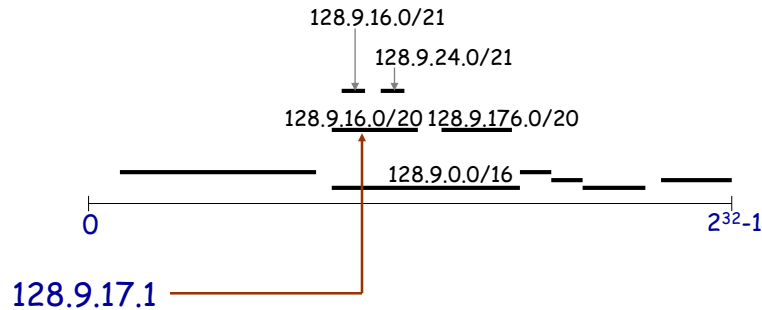
Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Supernetting (tiếp...):

- Đường đi đến một địa chỉ IP xác định → các router định tuyến dựa trên nguyên tắc "*longest prefix match*"
- TD: địa chỉ IP 128.9.17.1 thuộc về mạng nào trong các mạng sau:
  - ◇ 128.9.16.0/20
  - ◇ 128.9.16.0/21
  - ◇ 128.9.24.0/21



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



27



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Supernetting (tiếp...):

- Cho phép nhóm nhiều segment con thành một segment lớn hơn
- Mục đích của supernetting:
  - ◇ Tiết kiệm vùng địa chỉ
  - ◇ Giảm số bản ghi trong bảng định tuyến
- Chú ý: supernetting chỉ được phép khi tất cả các segment con cùng nằm trên một hướng

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



28



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Supernetting (tiếp...):

■ Thí dụ: tại bảng định tuyến của R1 /22

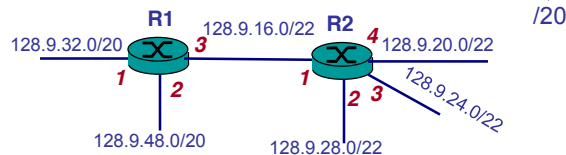
128.9.16.0/22 = 10000000 00001001 00010000 00000000

128.9.20.0/22 = 10000000 00001001 00010100 00000000

128.9.24.0/22 = 10000000 00001001 00011000 00000000

128.9.28.0/22 = 10000000 00001001 00011100 00000000

→ 128.9.16.0/20



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



29



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Địa chỉ IP (tiếp...)

### ■ Mỗi liên hệ giữa giao thức định tuyến và phương thức đánh địa chỉ:

■ Các giao thức định tuyến chỉ hỗ trợ phương thức đánh địa chỉ có phân lớp (classful addressing): RIP-1 (Routing Information Protocol)

■ Các giao thức định tuyến hỗ trợ đánh địa chỉ không phân lớp: RIP-2, OSPF (Open Shortest Path First), EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol), IS-IS

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



30



Khái niệm

Địa chỉ IP

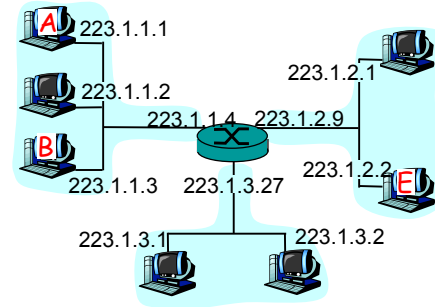
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Liên hệ giữa địa chỉ MAC và địa chỉ IP

- Trong mạng vật lý, các trạm trao đổi dữ liệu thông qua các khung lớp MAC → IP datagram được đóng gói vào MAC frame
- A → B:
  - A gửi 1 gói IP với địa chỉ nguồn là IP addr. của A, địa chỉ đích là địa chỉ IP của B
  - Gói IP được đóng vào một khung MAC với địa chỉ nguồn là A's MAC addr, địa chỉ đích là B's MAC addr
  - Thông thường A chỉ biết địa chỉ IP của B



→ Làm thế nào để A biết địa chỉ MAC của B?

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



31



Khái niệm

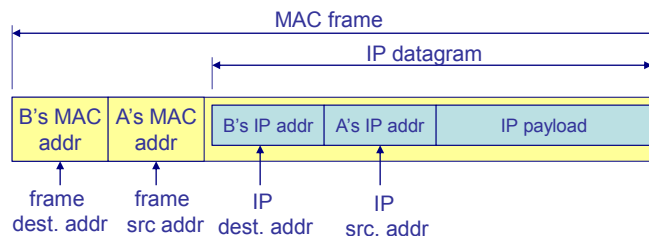
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Liên hệ giữa địa chỉ MAC và địa chỉ IP (tiếp...)



- Giao thức **ARP** (Address Resolution Protocol): Để tìm địa chỉ MAC tương ứng với một địa chỉ IP cho trước
  - Mỗi nút mạng (máy trạm, router) đều chạy giao thức ARP
  - Lưu giữ bảng ARP (ARP table): ánh xạ giữa địa chỉ IP và địa chỉ MAC → {IP addr., MAC addr., TTL}
  - TTL: thời gian sống của một bản ghi (thông thường 20 phút)

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



32





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

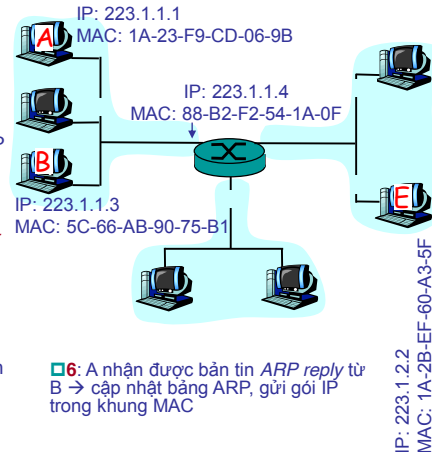
Các giao thức khác

Định tuyến

## Liên hệ giữa địa chỉ MAC và địa chỉ IP (tiếp...)

### A → B:

- ❑ 1: A kiểm tra địa chỉ IP của B → nhận ra B nằm trong cùng một LAN với A
- ❑ 2: A tìm địa chỉ MAC của B trong bảng ARP (tương ứng với địa chỉ IP của B)
- ❑ 3: nếu tìm thấy: A đóng gói IP vào khung MAC với địa chỉ MAC nguồn của A và địa chỉ MAC đích của B
- ❑ 4: nếu không tìm thấy: A quảng bá bản tin *ARP request* với địa chỉ MAC đích là địa chỉ quảng bá (FF-FF-FF-FF-FF-FF) kèm theo địa chỉ IP của máy cần tìm B
- ❑ 5: Các máy trạm trong LAN nhận được bản tin *ARP request*. Chỉ B trả lời bằng bản tin *ARP reply* tới A có chứa địa chỉ MAC của B



- ❑ 6: A nhận được bản tin *ARP reply* từ B → cập nhật bảng ARP, gửi gói IP trong khung MAC

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



33



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

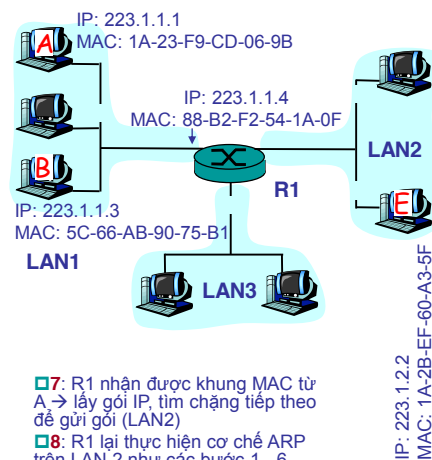
Các giao thức khác

Định tuyến

## Liên hệ giữa địa chỉ MAC và địa chỉ IP (tiếp...)

### A → E:

- ❑ 1: A kiểm tra địa chỉ IP của B → nhận ra B nằm trên mạng khác (LAN2) → quyết định gửi gói tới default router (R1)
- ❑ 2: A tìm địa chỉ MAC của R1 trong bảng ARP (tương ứng với địa chỉ IP của B)
- ❑ 3: nếu tìm thấy: A đóng gói IP vào khung MAC với địa chỉ MAC đích là R1
- ❑ 4: nếu không tìm thấy: A quảng bá bản tin *ARP request* với địa chỉ MAC đích là địa chỉ quảng bá (FF-FF-FF-FF-FF-FF) kèm theo địa chỉ IP của máy cần tìm R1
- ❑ 5: Các máy trạm trong LAN nhận được bản tin *ARP request*. Chỉ R1 trả lời bằng bản tin *ARP reply* tới A có chứa địa chỉ MAC của R1
- ❑ 6: A nhận được bản tin *ARP reply* từ R1 → cập nhật bảng ARP, gửi gói IP trong khung MAC



- ❑ 7: R1 nhận được khung MAC từ A → lấy gói IP, tìm chặng tiếp theo để gửi gói (LAN2)
- ❑ 8: R1 lại thực hiện cơ chế ARP trên LAN 2 như các bước 1 - 6

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



34



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Liên hệ giữa tên miền và địa chỉ IP

- Tên miền – Domain Name System
  - Là một hệ thống đặt tên cho máy trạm, dịch vụ, router, các loại tài nguyên khác nhau trên mạng
  - Mục đích: dễ nhớ và thuận tiện
    - ◇ Địa chỉ mạng → tên miền (**domain name**)
    - ◇ Địa chỉ máy trạm → tên máy (**host name**)
      - mail.hut.edu.vn → 202.191.57.199
  - Đặc điểm của DNS:
    - ◇ Tên máy hoặc tên miền có cấu trúc phân lớp: một tên có thể thuộc về một tên miền cấp cao hơn
      - mail.hut.edu.vn thuộc về hut.edu.vn
    - ◇ Những tên miền hay sử dụng:
      - Theo lĩnh vực: .com, .edu, .net, .gov., .org ...
      - Theo địa lý: .us, .vn, .ru, .au, .de ...
    - ◇ Tên miền cấp cao nhất được cấp phát bởi ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
    - ◇ Tên miền .vn được cấp phát bởi VNNIC
    - ◇ Một tên miền sẽ tương ứng với một tổ chức duy nhất

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



35



Khái niệm

Địa chỉ IP

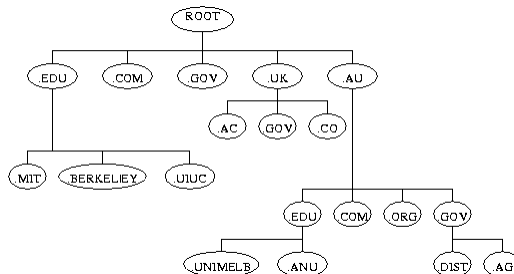
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Liên hệ giữa tên miền và địa chỉ IP (tiếp...)

- Mô hình truy vấn DNS:
  - Client – server
  - Cơ sở dữ liệu tên miền được lưu tại DNS server
  - DNS server
    - ◇ Phân tán
    - ◇ Có cấu trúc phân tầng
    - ◇ Mỗi miền đều có một server gốc



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



36



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Liên hệ giữa tên miền và địa chỉ IP (*tiếp...*)

### ■ Mô hình truy vấn DNS (*tiếp...*):

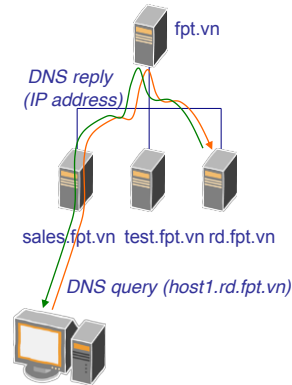
#### □ DNS query:

- ◇ Ứng dụng gửi một DNS query đến DNS server gần nhất (local DNS server) – TD: web browser gửi DNS server về địa chỉ IP của [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- ◇ DNS server kiểm tra, nếu không có thông tin cần tìm thì sẽ chuyển tiếp DNS query đến DNS server cấp cao hơn .v.v.
- ◇ Khi nhận được DNS reply, ứng dụng lưu giữ địa chỉ IP trong cache.

### ■ Phương thức gửi bản tin DNS query:

- Linux/Unix: `host [tên miền]`
- Windows: `nslookup [tên miền]`
- C/C++: `gethostbyname()`
- TD: `host vnexpress.net`

### ■ Chú ý: DNS có thể được sử dụng với nhiều mục đích – TD: cân bằng tải: cùng với một DNS query – DNS server có thể trả lời với các địa chỉ IP khác nhau



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



37



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

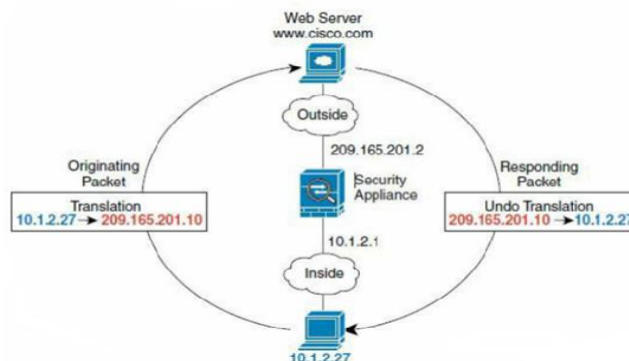
Các giao thức khác

Định tuyến

## Network Address Translation

### ■ Khái niệm: NAT (Network Address Translation) là phương thức ánh xạ địa chỉ IP private thành địa chỉ IP public, cung cấp sự trao đổi số liệu trong suốt giữa các host.

### ■ Ví dụ:





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## NAT (tiếp...)

### ■ Phân loại:

□ Static NAT

□ Dynamic NAT

□ NPAT: phổ biến nhất hiện nay, khắc phục được nhược điểm của Dynamic NAT

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET  
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



39



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

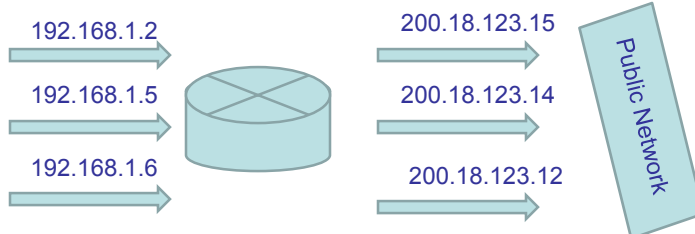
Định tuyến

## NAT (tiếp...)

■ Static NAT: là quá trình ánh xạ 1-1 từ địa chỉ IP private thành địa chỉ IP public.

□ Sử dụng khi số lượng IP trong LAN bằng số lượng NAT-IP.

□ Đơn giản.



Trong static NAT, địa chỉ 192.168.1.2 sẽ luôn luôn ánh xạ sang địa chỉ 200.18.123.15





Khái niệm

Địa chỉ IP

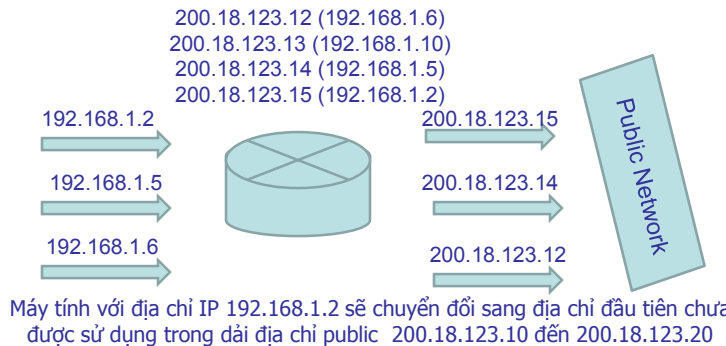
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## NAT (tiếp...)

- Dynamic NAT: là quá trình ánh xạ một địa chỉ IP private thành một địa chỉ IP public từ một dải các địa chỉ IP đã được đăng kí.
  - Mỗi kết nối từ bên trong muốn ra ngoài sẽ được cung cấp một địa chỉ trong dải.
  - Nếu dải địa chỉ này đã được cấp phát hết thì các kết nối sẽ không thể ra ngoài nữa.



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## NPAT (tiếp...)

- NPAT (Network Port Address Translation) các địa chỉ IP trong mạng LAN được dấu dưới một địa chỉ NAT-IP.
  - Mỗi gói tin được gửi ra ngoài bằng địa chỉ NAT-IP và port nguồn được thay thế bằng một cổng nào đó chưa được dùng ở NAT (thường lớn hơn 1204).
  - Khi nhận được gói tin, router sẽ kiểm tra địa chỉ IP và port trong bảng NAT và chuyển nó đến host.

→ tiết kiệm địa chỉ IP thực





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## NAT (tiếp...)

### ■ Công dụng:

- Các máy bên trong LAN có thể chia sẻ kết nối internet với 1 địa chỉ IP duy nhất của WAN.
- Dấu tất cả các IP bên trong LAN, tránh sự dòm ngó của các attacker.
- Tránh được sự chồng chéo địa chỉ IP.
- Linh hoạt và sự dễ dàng trong quản lý.

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET  
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



43



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

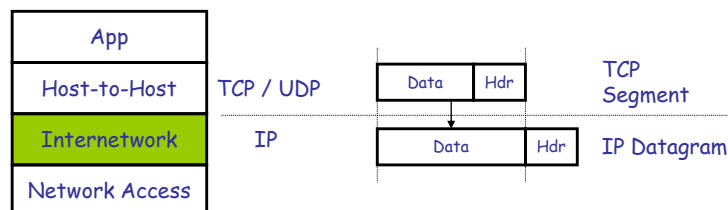
Định tuyến

## Internet Protocol

### ■ IP:

- Version 4 – hiện tại đang được sử dụng rộng rãi
- Version 6 – là giao thức của tương lai
- Phiên bản IP được thể hiện trong trường “version” của IP header

Protocol Stack



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



44



Khái niệm

Địa chỉ IP

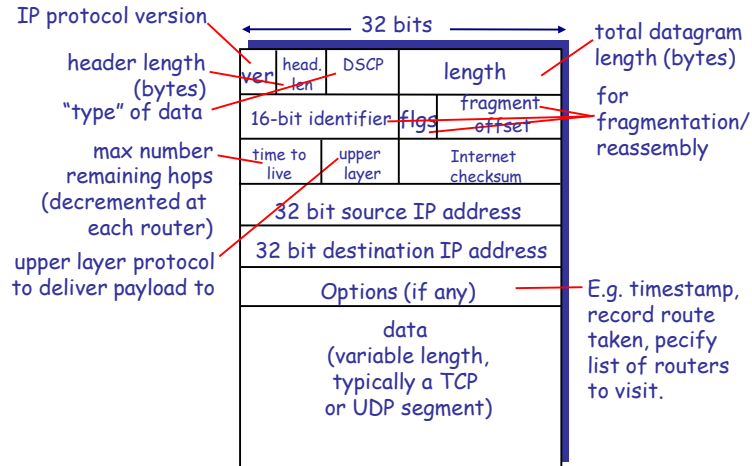
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Internet Protocol (*tiếp...*)

### Tiếp đầu IP (IP header)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



45



Khái niệm

Địa chỉ IP

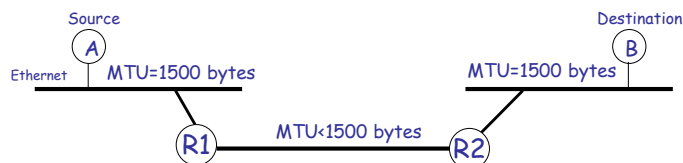
Internet Protocol

Các giao thức khác

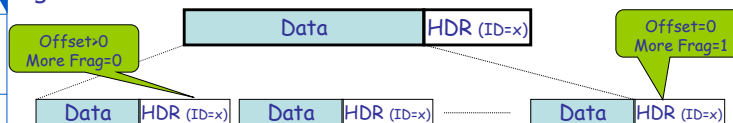
Định tuyến

## Phân mảnh gói tin

- Vấn đề:** truyền IP datagram qua nhiều mạng với kích thước gói cho phép lớn nhất khác nhau (TD: Ethernet: 1500byte)
- Phân mảnh (Fragmentation)**



**Giải pháp:** R1 phân mảnh IP datagram thành nhiều datagram ngắn hơn



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



46



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Phân mảnh gói tin (*tiếp...*)

- Việc ghép mảnh (assemble) chỉ được thực hiện ở thiết bị đầu cuối
  - Nên tránh phân mảnh trong mạng → thiết bị đầu cuối có thể ước lượng chiều dài gói nhỏ nhất (Maximum Transmission Unit - MTU) cho phép trên đường đi
- Bên phát có thể gửi các gói có kích thước khác nhau, không phân mảnh để tìm path MTU
- `tracert -F www.hut.edu.vn 1500`
  - `tracert -F www.hut.edu.vn 1501` (DF=1 trong IP header; router gửi bản tin "ICMP lỗi")



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Phân mảnh gói tin (*tiếp...*)

- Phân mảnh sử dụng các trường: identification, flags, fragment offset
  - **Identification**: 16 bit - các offset của cùng 1 gói lớn có cùng một ID.
  - **Flags**: 3 bit
    - ◇ #1 bit: không sử dụng
    - ◇ #2 bit – Don't fragment (DF) bit:
      - DF=1: Không được phép phân mảnh
      - DF=0: Được phép phân mảnh
    - ◇ #3 bit – More fragment (MF) bit: nếu DF=0
      - MF=1: hãy còn phân mảnh tiếp theo
      - MF=0: phân mảnh cuối cùng
  - **Offset**: 13 bit
    - ◇ Vị trí của gói tin phân mảnh trong gói tin ban đầu
    - ◇ Theo đơn vị 8 bytes

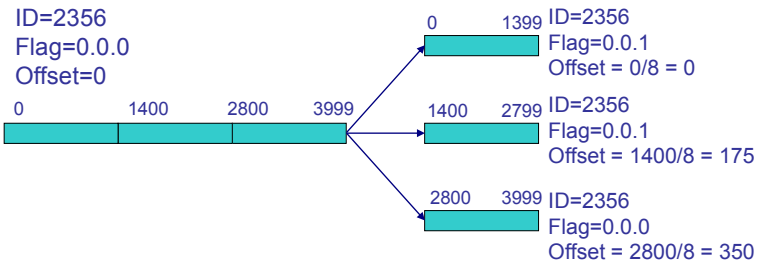






## Phân mảnh gói tin (tiếp...)

### ■ Ví dụ:



## Các trường khác

- **Version:** 4 bit
  - 4: IPv4
  - 6: IPv6
- **IHL** (Internet Header Length): 4 bit – thể hiện chiều dài của header theo đơn 1 dword (32bit)
- **DSCP** (Differentiated Service Code Point): 8 bit
  - Tên cũ: type of service (TOS)
  - Hiện tại được sử dụng trong quản lý chất lượng dịch vụ (Quality-of-Service: QoS) (VD: các dịch vụ thời gian thực .v.v.)
  - DiffServ (RFC2474)
- **ECN** (Explicit Congestion Notification): 2 bit – báo hiệu mạng bị tắc nghẽn, chỉ dùng khi thiết bị đầu cuối hỗ trợ cơ chế này
- **Total length:** 16 bit - Độ dài toàn bộ, tính cả phần đầu
  - Tính theo bytes
  - Max: 65536





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Các trường khác (*tiếp...*)

- **TTL (Time-To-Live):** 8 bit – “thời gian sống”
  - Độ dài đường đi gói tin có thể đi qua
  - Max: 255
  - Router giảm TTL đi 1 đơn vị khi nhận và chuyển tiếp gói tin
  - Gói tin bị hủy nếu TTL bằng 0
- **Protocol:** 8 bit – cho biết các giao thức được đóng gói vào IP datagram:
  - Giao thức tầng host-to-host: TCP (6), EGP (8), IGP (9), UDP (17), OSPF (89), SCTP (132)
  - Giao thức tầng internetworking: ICMP (1), IGMP (2), IP (IP in IP) (4)



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Các trường khác (*tiếp...*)

- **Header Checksum:** 16 bit – Kiểm tra lỗi cho header
- **Options:**
  - Độ dài thay đổi, có thể lên đến 40 byte
  - Được sử dụng để thêm các chức năng mới





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

# ICMP

- ICMP – Internet Control Message Protocol
- RFC 792
- ICMP được sử dụng ở tầng mạng để trao đổi thông tin
  - Báo lỗi: báo gói tin không đến được một máy trạm, số chẵn vượt quá giới hạn cho phép (TTL=0), kích thước gói tin quá dài .v.v.
  - Thông tin phản hồi
- Định dạng bản tin ICMP: Type, Code, cùng với 8 bytes đầu tiên của gói tin IP bị lỗi

Type	Code	Checksum
Rest of the header		
Data		



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

# ICMP (tiếp...)

- Một số dạng bản tin ICMP:

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





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## ICMP (tiếp...)

### ■ Ping:

- ❑ Sử dụng để kiểm tra kết nối
- ❑ Gửi gói tin "ICMP echo request"
- ❑ Bên nhận trả về "ICMP echo reply"
- ❑ Mỗi gói tin có một số hiệu gói tin
- ❑ Trường dữ liệu chứa thời gian gửi gói tin
  - ◇ Tính được thời gian đi và về - RTT (round-trip time)
- ❑ Cú pháp: **ping [địa chỉ IP/tên host]**
  - ◇ ping www.google.com



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## ICMP (tiếp...)

### ■ Traceroute

- ❑ Tìm đường đi (các router trung gian) từ nguồn tới đích
- ❑ Cú pháp:
  - ◇ Linux: **traceroute [địa chỉ IP/tên host]**
  - ◇ Windows: **tracert [địa chỉ IP/tên host]**

C:\Documents and Settings\trnh>tracert www.jaist.ac.jp

Tracing route to www.jaist.ac.jp [150.65.5.208]  
over a maximum of 30 hops:

```

 1  1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.1.1
 2  15 ms  14 ms  13 ms  210.245.0.42
 3  13 ms  13 ms  13 ms  210.245.0.97
 4  14 ms  13 ms  14 ms  210.245.1.1
 5  207 ms  230 ms  94 ms  pos8-2-br01.hkg04.pccwbtn.net [63.218.115.45]
 6  *  403 ms  393 ms  0 so-0-1-0.XT1.SCL2.ALTER.NET [152.63.57.50]
 7  338 ms  393 ms  370 ms  0 so-7-0-0.XL1.SJCL.ALTER.NET [152.63.55.106]
 8  402 ms  404 ms  329 ms  POS1-0.XR1.SJCL.ALTER.NET [152.63.55.113]
 9  272 ms  288 ms  310 ms  193.ATM7-0.GW3.SJCL.ALTER.NET [152.63.49.29]
10  205 ms  206 ms  204 ms  wide-mae-gw.customer.alter.net [157.130.206.42]
11  427 ms  403 ms  370 ms  ve-13.foundry2.otemachi.wide.ad.jp [192.50.36.62]
12  395 ms  399 ms  417 ms  ve-4.foundry3.nezu.wide.ad.jp [203.178.138.244]
13  355 ms  356 ms  378 ms  ve-3705.cisco2.komatsu.wide.ad.jp [203.178.136.193]
14  388 ms  398 ms  414 ms  c76.jaist.ac.jp [203.178.138.174]
15  438 ms  377 ms  435 ms  www.jaist.ac.jp [150.65.5.208]
```

Trace complete.





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

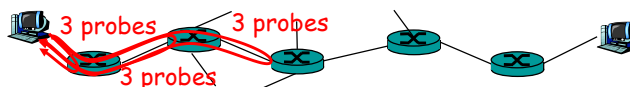
Các giao thức khác

Định tuyến

## ICMP (tiếp...)

### ■ Traceroute (tiếp...):

- Bên gửi truyền gói tin cho bên nhận
  - ◇ Gói thứ nhất có TTL = 1
  - ◇ Gói thứ 2 có TTL = 2, ...
- Khi gói tin thứ n đến router thứ n:
  - ◇ Router hủy gói tin
  - ◇ gửi một gói tin ICMP (type 11, code 0)
  - ◇ có chứa tên và địa chỉ IP của router
- khi nhận được gói tin trả lời, bên gửi sẽ tính ra RTT
- Khi nguồn nhận được gói tin ICMP này sẽ dừng lại
- Mỗi gói tin lặp lại 3 lần



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



57



Khái niệm

Địa chỉ IP

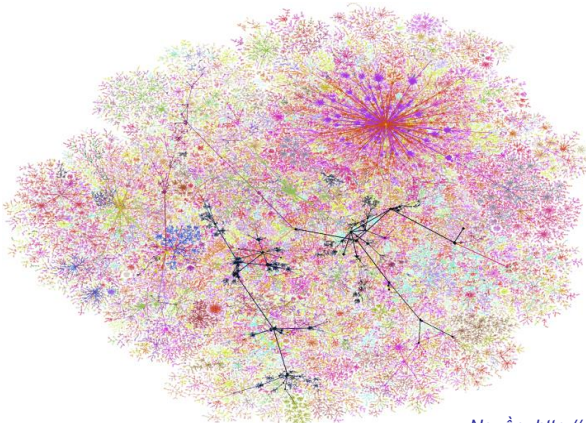
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến

### ■ “Bản đồ Internet” 1999:



Nguồn: <http://www.lumeta.com>

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh

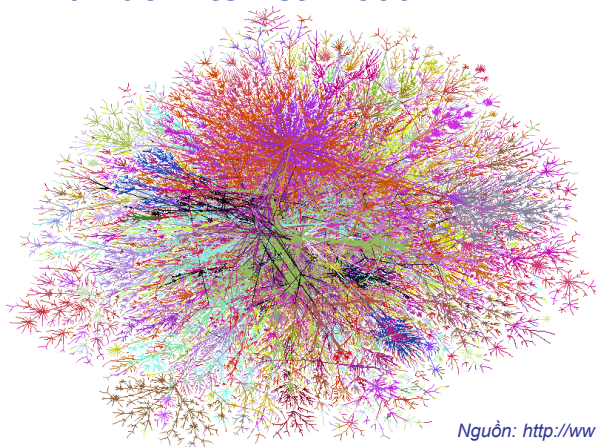


58



## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### ■ "Bản đồ Internet" 2006:



Nguồn: <http://www.lumeta.com>

Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành

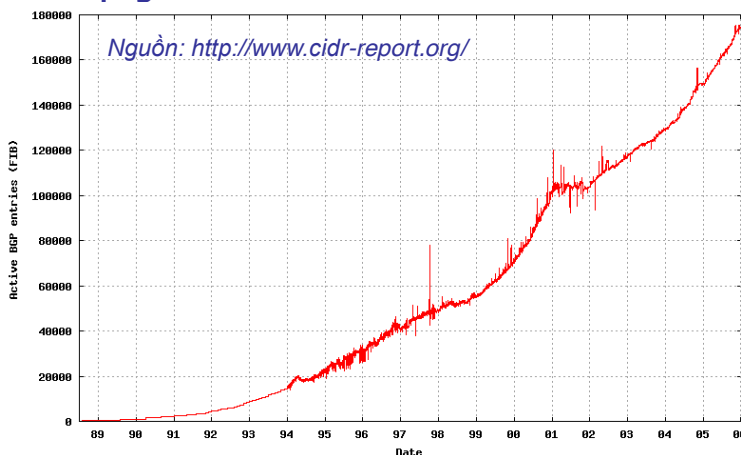


59



## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### ■ Số bản ghi trong bảng định tuyến tại mạng lõi Internet



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



60



Khái niệm

Địa chỉ IP

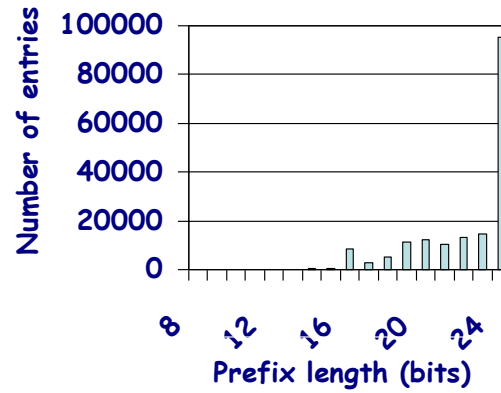
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### ■ Phân bố các bản ghi



Khái niệm

Địa chỉ IP

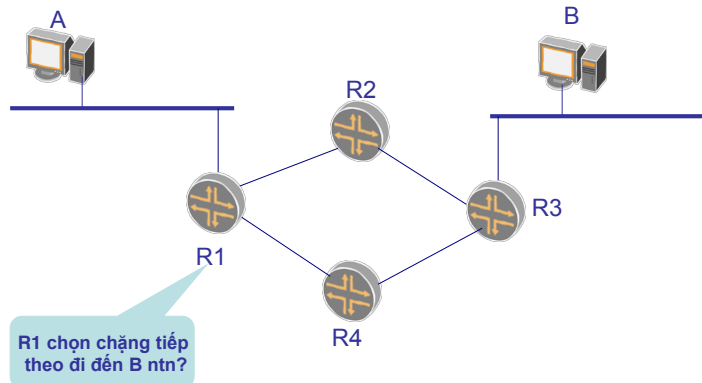
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### ■ Vấn đề: A → B





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### ■ Bảng định tuyến (routing table) :

- Bảng định tuyến nằm trong các router
- Cho phép với một địa chỉ mạng đích thì phải gửi gói tin ra giao diện mạng nào của router
- Bảng định tuyến được tạo ra do các router trao đổi bản tin định tuyến thông qua các **giao thức định tuyến** (routing protocols)
- Nguyên lý định tuyến của router: "*longest prefix match*"



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

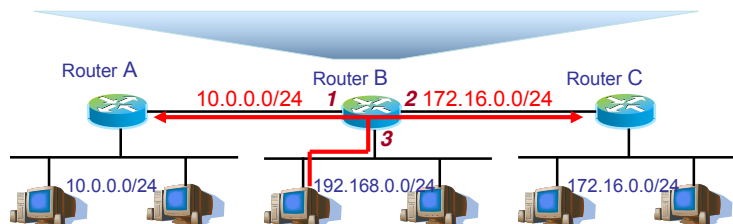
Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### ■ Bảng định tuyến (tiếp...)

dest. network	net. mask	next hop	interface	metrics
10.0.0.0	255.255.255.0	A' IP addr.	1	1
172.16.0.0	255.255.255.0	C' IP addr.	2	1







Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### Mục tiêu:

- Tìm đường đi ngắn nhất từ một nút gốc tới các nút còn lại → xây dựng **cây theo đường ngắn nhất** (shortest path tree - SPT)
- Các thuật toán xây dựng cây SPT:
  - ◇ Thuật toán Bellman-Ford → distance vector routing (RIP, IGRP)
  - ◇ Thuật toán Dijkstra → link state routing (OSPF)

### Câu hỏi:

- Sự khác nhau giữa cây bắc cầu tối thiểu (Minimum Spanning Tree) và cây theo đường ngắn nhất?
- Tại sao nguyên tắc định tuyến trong Internet lại tuân theo cây SPT?

### Chú ý:

- Xem lại môn "**Cơ sở truyền số liệu**" để hiểu chi tiết về lý thuyết định tuyến



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

### Các giao thức định tuyến:

- Các giao thức định tuyến nội miền (Intra-AS routing):
  - ◇ OSPF, RIP-1, RIP-2
  - ◇ IS-IS, EIGRP, IGRP
- Các giao thức định tuyến liên miền (Inter-AS routing):
  - ◇ BGP





Khái niệm

Địa chỉ IP

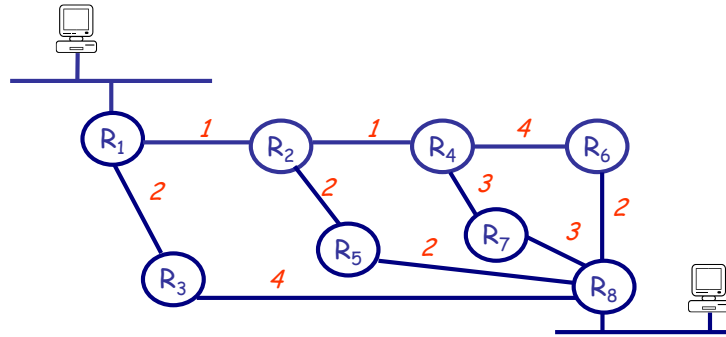
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Tổng quan về định tuyến (tiếp...)

- Cho  $R_8$  là nút gốc, tìm đường đi ngắn nhất từ  $R_8$  đến các nút còn lại



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



67



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Bellman-Ford phân tán

- 1: Gọi  $X_n = (C_1, C_2, \dots, C_7)$  là các khoảng cách từ  $R_i \rightarrow R_8$  ( $i=1-7$ ),  $n$  – số bước lặp
- 2:  $X_0 = (\infty, \infty, \dots, \infty)$
- 3: Router  $i$  gửi  $X_k$  tới các nút hàng xóm của  $i$  theo chu kỳ  $T \rightarrow$  vector khoảng cách (distance vector)
- 4: Nếu router  $i$  nhận được bản tin với khoảng cách  $C_i$  nhỏ hơn khoảng cách hiện tại  $\rightarrow R_i$  cập nhật  $X_n$
- 5: Lặp lại bước 3 cho đến khi  $X_{n+1} = X_n$
- 6: Dừng

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



68



Khái niệm

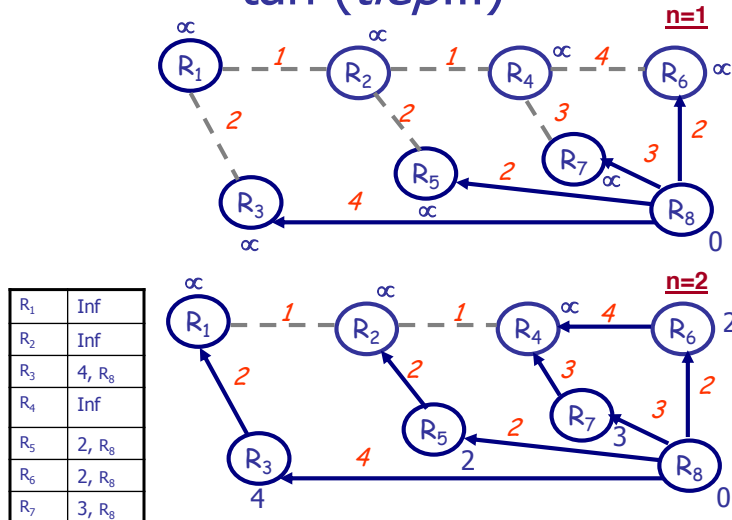
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Bellman-Ford phân tán (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



69



Khái niệm

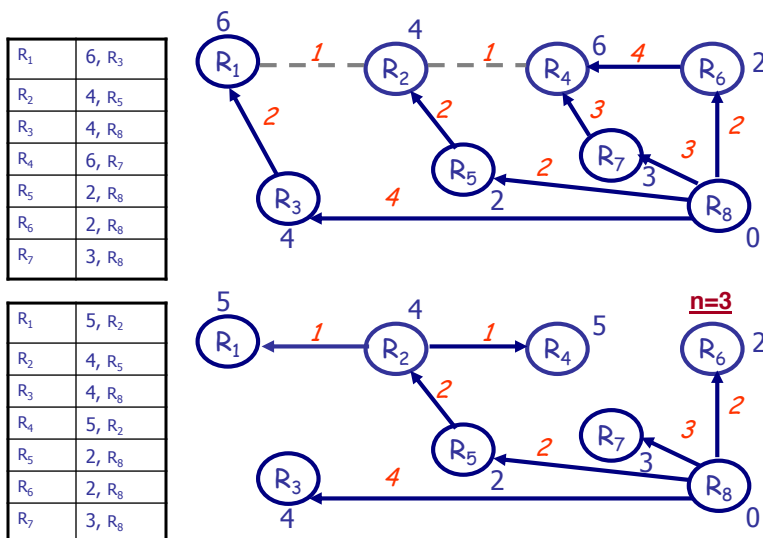
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Bellman-Ford phân tán (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



70



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Bellman-Ford phân tán (tiếp...)

### ■ Nhận xét:

- Các bản tin DS được gửi theo chu kỳ, không phụ thuộc vào trạng thái đường truyền

### ■ Các vấn đề:

- Số bước lặp của thuật toán? (thuật toán sẽ chạy bao lâu)
- Thuật toán có luôn hội tụ hay không ( $n < \infty$ )?
- Điều gì sẽ xảy ra khi một nút/liên kết bị hỏng hoặc khi khoảng cách thay đổi?



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Bellman-Ford phân tán (tiếp...)

### ■ Tính khoảng cách đến $R_4$ :



Bước lặp	$R_1$	$R_2$	$R_3$
0	3, $R_2$	2, $R_3$	1, $R_4$
1	3, $R_2$	2, $R_3$	3, $R_2$
2	3, $R_2$	4, $R_3$	3, $R_2$
3	5, $R_2$	4, $R_3$	5, $R_2$
...	"Counting to infinity" ...		

$R_3 \rightarrow R_4$  hỏng





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Bellman-Ford phân tán (tiếp...)

- Khắc phục vấn đề phân kỳ của Bellman-Ford (counting to infinity problem):
  - Đặt số bước tối đa, TD:  $C_f < 16$
  - "Split horizon": Do  $R_2$  nhận được khoảng cách nhỏ nhất từ  $R_3$ ,  $R_2$  không gửi giá của mình đến  $R_3$  nữa
  - "Split horizon with poison reverse":  $R_2$  gửi khoảng cách  $\infty$  tới  $R_3$



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Dijkstra

- Router gửi bản tin cập nhật khi liên kết nối với nó thay đổi trạng thái → bản tin "*Link State Advertisement*" (LSA)
- Dựa vào bản tin cập nhật, mỗi router tự tính khoảng cách nhỏ nhất từ chính nó đến tất cả các router khác → sử dụng thuật toán Dijkstra





Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Dijkstra (tiếp...)

### ■ Cơ chế quảng bá trong Dijkstra:

#### ■ Gói tin trạng thái liên kết (Link State Packet - LSP) bao gồm:

- ◇ ID của router  $R_i$  gửi bản tin LSP
- ◇ Danh sách các hàng xóm của  $R_i$  cùng với khoảng cách tương ứng từ  $R_i$
- ◇ Số thứ tự
- ◇ TTL

#### ■ Khi router $R_j$ nhận được bản tin LSP:

- ◇ Nếu số thứ tự chỉ ra bản tin mới nhất → gửi LSP trên tất cả các giao diện còn lại (quảng bá)
- ◇ Nếu không → hủy gói tin

#### ■ Các router gửi bản tin "hello" đến các nút hàng xóm → nhận biết được trạng thái kênh truyền

### ■ Xây dựng cây SPT:

- Dựa trên bản tin LSA → các router tự xây dựng cây SPT dựa trên thuật toán Dijkstra

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



75



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Dijkstra (tiếp...)

Bước	{S}	P(R1), d(R1)	P(R2), d(R2)	P(R3), d(R3)	P(R4), d(R4)	P(R5), d(R5)	P(R6), d(R6)	P(R7), d(R7)
0	R8	$\infty$	$\infty$	4, R8	$\infty$	2, R8	2, R8	3, R8
1	R8, R5	$\infty$	4, R5	4, R8	$\infty$	-	2, R8	3, R8
2	R8, R5, R6	$\infty$	4, R5	4, R8	6, R6	-	-	3, R8
3	R8, R5, R6, R7	$\infty$	4, R5	4, R8	6, R6	-	-	-
4	R8, R5, R6, R7, R2	5, R2	-	4, R8	5, R2	-	-	-
5	R8, R5, R6, R7, R2, R3	5, R2	-	-	5, R2	-	-	-
6	R8, R5, R6, R7, R2, R3, R1	-	-	-	5, R2	-	-	-
7	R8, R5, R6, R7, R2, R3, R1, R4	-	-	-	-	-	-	-

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



76



Khái niệm

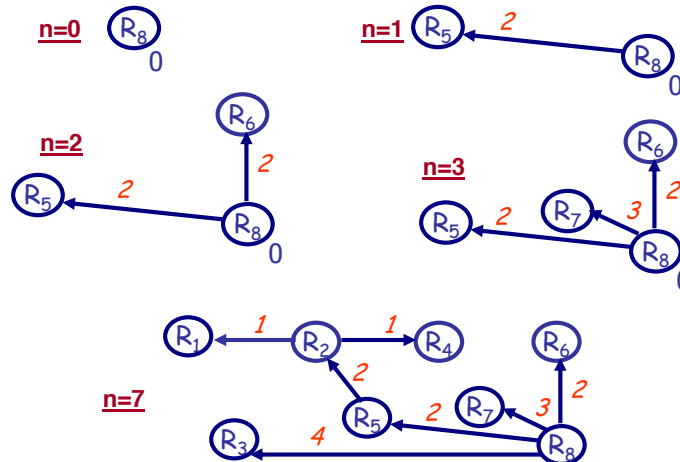
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thuật toán Dijkstra (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



77



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## So sánh

- Bản tin định tuyến:
  - Kích thước
  - Số lượng bản tin trao đổi
- Lượng thông tin cần lưu tại router
- Độ ổn định (khi các bản tin bị lỗi)
- Thời gian hội tụ
  - Gợi ý: trong LS có hiện tượng "counting-to-infinity" không?

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



78



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## So sánh (tiếp...)

### ■ Bản tin định tuyến:

#### ■ Kích thước:

- ◇ DV: lớn (gửi toàn bộ thông tin về kết nối từ 1 router tới tất cả các router khác)
- ◇ LS: nhỏ (chỉ có thông tin từ 1 router tới các router hàng xóm của nó)

#### ■ Số lượng bản tin trao đổi

- ◇ DV: ít (chỉ gửi đến các nút hàng xóm)
- ◇ LS: nhiều (quảng bá tới toàn mạng)

### ■ Lượng thông tin cần lưu tại router:

#### ■ DV: chỉ lưu giữ trạng thái các router hàng xóm

#### ■ LS: lưu giữ đồ hình toàn mạng



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## So sánh (tiếp...)

### ■ Độ ổn định:

- DV: 1 router có thể gửi các bản tin với khoảng cách không đúng tới các hàng xóm → lan ra toàn mạng
- LS: 1 router có thể quảng bá các bản tin LSA không đúng/lỗi cho toàn mạng
  - ◇ Tuy nhiên các router khác vẫn có thể xây dựng được đồ hình mạng dựa vào các bản tin LSA tới từ các router khác

### ■ Thời gian hội tụ:

- DV: các bản tin DV được gửi có chu kỳ, không phụ thuộc vào trạng thái đường truyền → thời gian hội tụ lâu, ngoài ra có thể tạo vòng lặp (routing loop) (nhớ lại giải pháp split horizon!)
- LS: các bản tin LSA được gửi chỉ khi trạng thái đường truyền thay đổi → thời gian hội tụ nhanh hơn







Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Định tuyến trong mạng Internet

- Internet thực hiện định tuyến có phân tầng (hierarchical routing):
  - Internet được phân thành các **hệ tự trị** - AS (Autonomous System)
  - Mỗi AS do được quản trị riêng biệt bởi các quản trị mạng
  - Trong một AS: sử dụng một giao thức định tuyến nội miền (interior gateway protocol)
  - Giữa các AS: sử dụng giao thức định tuyến liên miền (exterior gateway protocol)

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



81



Khái niệm

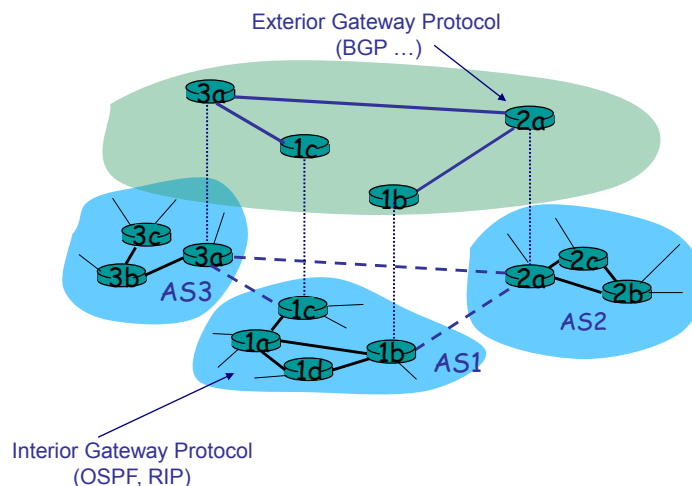
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Định tuyến trong mạng Internet (*tiếp...*)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



82



Khái niệm

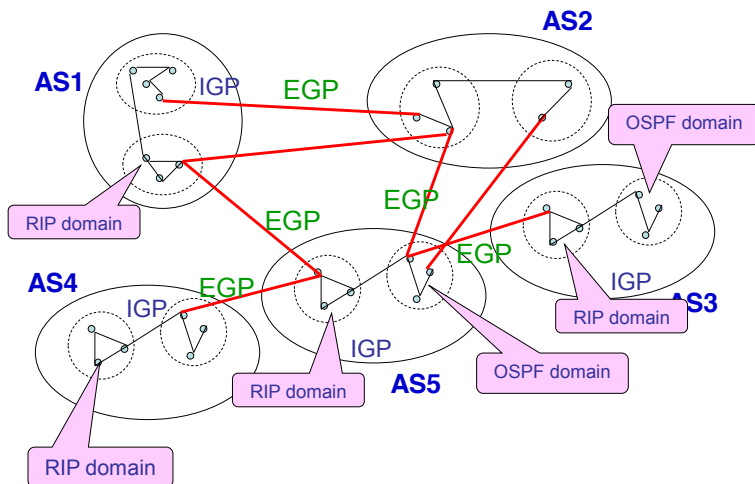
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## EGP và IGP



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



83



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Hệ tự trị

- Mỗi hệ tự trị có một số hiệu riêng – AS number (ASN - 16 bits hay 32 bits)

[2914](#) NTT-COMMUNICATIONS-2914 - NTT America, Inc.  
[3491](#) BTN-ASN - Beyond The Network America, Inc.  
[4134](#) CHINANET-BACKBONE No.31,Jin-rong Street  
[6453](#) GLOBEINTERNET Teleglobe America Inc.  
[24087](#) VNGT-AS-AP Vietnam New Generation Telecom  
[24066](#) VNNIC-AS-VN Vietnam Internet Network Information Center  
[17981](#) CAMBOTECH-KH-AS ISP Cambodia  
.....

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



84



Khái niệm

Địa chỉ IP

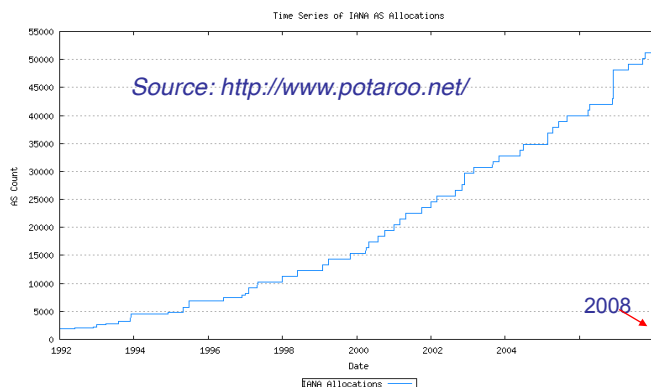
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Hệ tự trị (tiếp...)

- ASN được cấp phát bởi IANA (Internet Assigned Numbers Authority)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



85



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Định tuyến nội vùng

- Intra-AS routing = Interior Gateway Routing (IGP)
- Các giao thức định tuyến nội vùng thông dụng:
  - RIP (Routing Information Protocol)
  - OSPF (Open Shortest Path First)
  - IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) – Chỉ sử dụng cho các router của Cisco

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



86



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

# RIP

## ■ Đặc điểm:

- ❑ **RIP – Routing Information Protocol**
- ❑ Là giao thức định tuyến theo vector khoảng cách – sử dụng thuật toán Bellman-Ford phân tán
- ❑ Được phát triển lần đầu dưới hệ điều hành BSD Unix năm 1982
- ❑ Trước đây được sử dụng rộng rãi, hiện nay ít được sử dụng
- ❑ Khoảng cách là số chặng tới mạng đích
- ❑ Số chặng tối đa: 15 chặng



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

# RIP (tiếp...)

## ■ Trao đổi thông tin:

- ❑ Định kỳ
  - ◇ Các vector khoảng cách được trao đổi định kỳ - 30s
  - ◇ Mỗi thông điệp chứa tối đa 25 mục
  - ◇ Trong thực tế, nhiều thông điệp được sử dụng

## ❑ Sự kiện

- ◇ Gửi thông điệp cho nút hàng xóm mỗi khi có thay đổi
- ◇ Nút hàng xóm sẽ cập nhật bảng chọn đường của nó

## ■ Các bộ đếm thời gian:

- ❑ Update timer
  - ◇ Dùng để trao đổi thông tin cứ 30s
- ❑ Invalid timer
  - ◇ Khởi tạo lại mỗi khi nhận được thông tin chọn đường
  - ◇ Nếu sau 180s không nhận được thông tin -> trạng thái hold-down
- ❑ Hold down timer
  - ◇ Giữ trạng thái hold-down trong 180s
  - ◇ Chuyển sang trạng thái down
- ❑ Flush timer
  - ◇ Khởi tạo lại mỗi khi nhận được thông tin chọn đường
  - ◇ Sau 240s, xóa mục tương ứng trong bảng chọn đường





Khái niệm

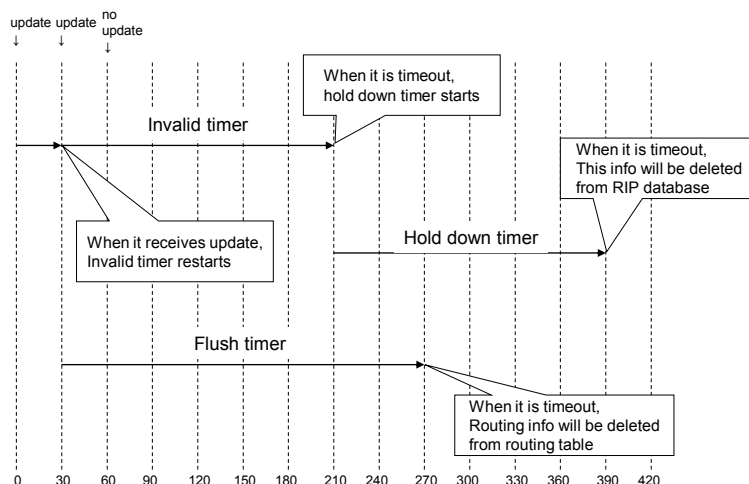
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## RIP (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



89



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## RIP (tiếp...)

### ■ RIP

- **RIPv1**: chỉ hỗ trợ định tuyến trong các mạng đánh địa chỉ IP có phân lớp (classful)
  - ◇ Bản tin cập nhật: thông tin mạng đích, khoảng cách tới mạng đích
- **RIPv2**: hỗ trợ định tuyến trong cả mạng đánh địa chỉ không phân lớp (classless)
  - ◇ Bản tin cập nhật: thông tin mạng đích, *subnet mask của mạng đích*, khoảng cách tới mạng đích

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



90



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

# OSPF

## ■ Đặc điểm:

- ❑ **OSPF – Open Shortest Path First**
- ❑ Thông tin về trạng thái liên kết - LSA (link state advertisement) được quảng bá trên toàn AS
- ❑ Với các AS lớn: OSPF được phân cấp thành nhiều miền OSPF nhỏ
- ❑ Các router sử dụng thuật toán Dijkstra để thiết lập bảng định tuyến
- ❑ Khoảng cách (giá): 100Mbps/dung lượng kênh



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

# OSPF (*tiếp...*)

## ■ Phân vùng trong OSPF:

- ❑ Trong việc chọn đường, tại sao phải chia mạng thành các vùng nhỏ hơn?
- ❑ Nếu có quá nhiều router
  - ◇ Thông tin trạng thái liên kết được truyền nhiều lần hơn
  - ◇ Phải liên tục tính toán lại
  - ◇ Cần nhiều bộ nhớ hơn, nhiều tài nguyên CPU hơn
  - ◇ Lượng thông tin phải trao đổi tăng lên
  - ◇ Bảng chọn đường lớn hơn





Khái niệm

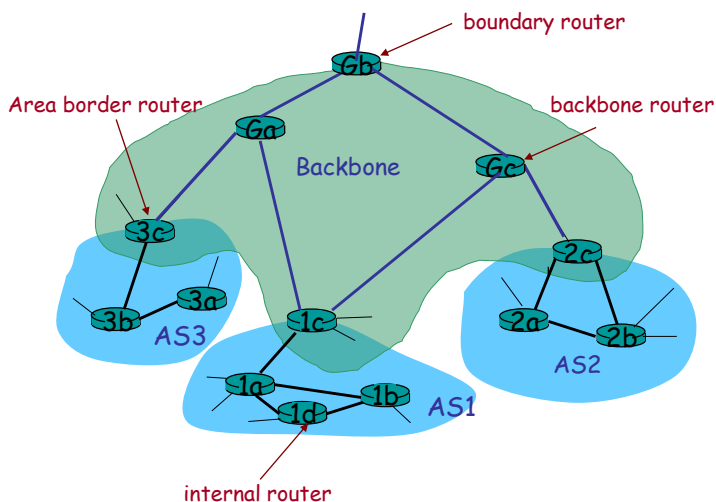
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## OSPF (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



93



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## OSPF (tiếp...)

- **ABR - Area border routers:** Quản lý 1 vùng và kết nối đến các vùng khác
- **ASBR - Autonomous system boundary router:** Nối đến các AS khác
- **BR - backbone routers:** thực hiện OSPF routing trong vùng backbone
- **Internal Router** – Thực hiện OSPF bên trong một vùng

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



94



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## RIP và OSPF – So sánh

	RIP	OSPF
Đặc điểm	<ul style="list-style-type: none"><li>Router bình đẳng</li><li>Cấu hình dễ dàng</li><li>Mạng cỡ nhỏ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Phân cấp</li><li>Cấu hình phức tạp</li><li>Mạng cỡ vừa và lớn</li></ul>
Khả năng mở rộng	Không	Có
Độ phức tạp tính toán	Nhỏ	Lớn
Hội tụ	Chậm	Nhanh
Trao đổi thông tin	Bảng chọn đường	Trạng thái liên kết
Giải thuật	Distant vector	Link-state
Cập nhật hàng xóm	30s	10s (Hello packet)
Đơn vị chi phí	Số nút mạng	Bảng thông



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Định tuyến liên miền

- **BGP (Border Gateway Protocol):** giao thức định tuyến liên miền thông dụng nhất hiện nay → BGP-4
- Vấn đề nảy sinh trong định tuyến liên miền:
  - **Đồ hình:** mạng Internet có đồ hình phức tạp, không cấu trúc
  - **Tính tự trị của các AS:** các AS định nghĩa khoảng cách hoặc giá khác nhau → khó tìm được đường đi thực sự tối ưu
  - **Độ tin cậy (trust):** một số AS không muốn gửi lưu lượng của mình tới một số AS xác định
  - **Chính sách (policy):** Mỗi AS có một chính sách định tuyến khác nhau







Khái niệm

Địa chỉ IP

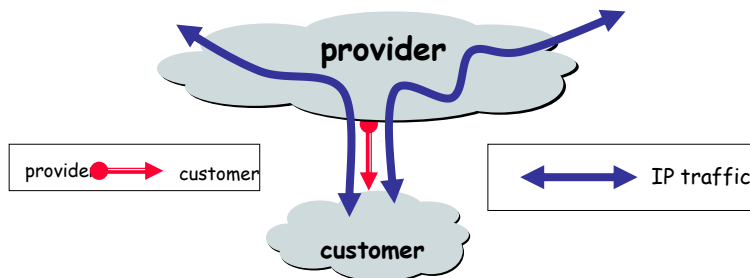
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Quan hệ khách hàng – nhà cung cấp

- Khách hàng (customer) – Nhà cung cấp (provider)
- Khách hàng trả tiền cho nhà cung cấp Internet để được truy nhập vào mạng



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



97



Khái niệm

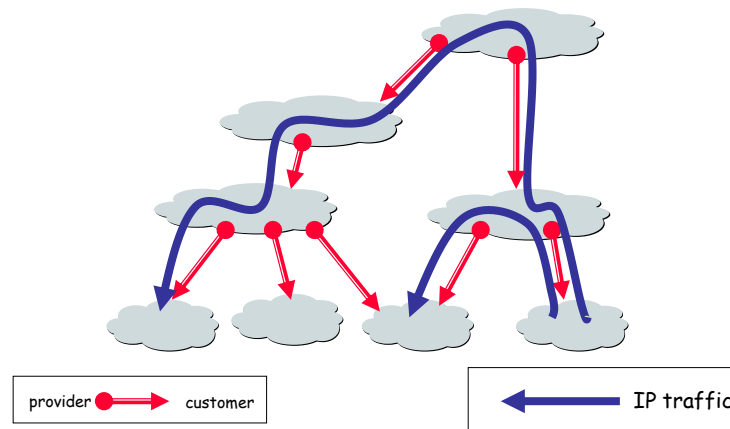
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Quan hệ khách hàng – nhà cung cấp (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



98



Khái niệm

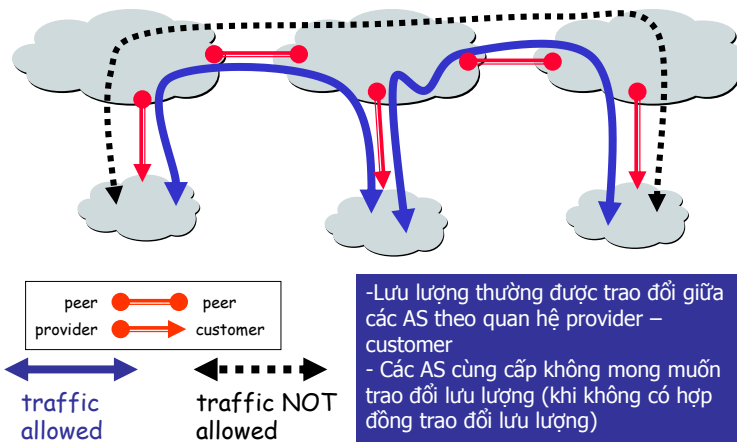
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Quan hệ khách hàng – nhà cung cấp (*tiếp...*)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



99



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## BGP

### ■ Đặc điểm:

- ❑ Không sử dụng phương thức vector khoảng cách và trạng thái kênh truyền → sử dụng **vector đường dẫn** (path vector)
  - ◇ Cho phép một AS biết được thông tin đi đến AS khác
  - ◇ BGP trao đổi các bản tin path vector: **AS\_PATH**
- ❑ Gửi thông tin này vào bên trong AS đó
- ❑ Xác định đường đi tốt nhất dựa trên thông tin đó và các chính sách chọn đường
- ❑ Cho phép thiết lập các chính sách
  - ◇ Chọn đường ra
  - ◇ Quảng bá các đường vào

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



100



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

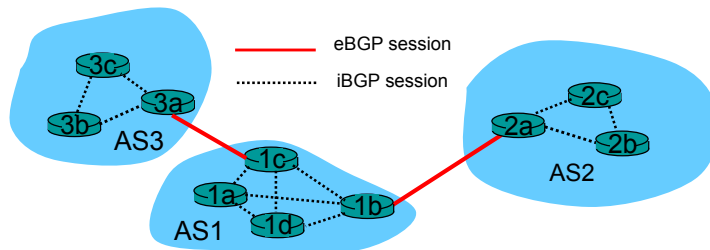
Các giao thức khác

Định tuyến

## BGP (tiếp...)

### ■ eBGP và iBGP:

- External BGP vs. Internal BGP
- Phân tán thông tin chọn đường
  1. 3a gửi tới 1c bằng eBGP
  2. 1c gửi thông tin nội bộ tới (1b, 1d, ...) trong AS1 bằng iBGP
  3. 2a nhận thông tin từ 1b bằng eBGP



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



101



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## BGP (tiếp...)

### ■ Áp dụng chính sách định tuyến với BGP:

- Khi các router gửi và nhận thông tin chọn đường:
  - ◇ BGP có thể đặt các chính sách
    - Cho đường vào
    - Cho đường ra

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



102



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## BGP (tiếp...)

### ■ Các bản tin BGP:

- ❑ **Open**: Thiết lập một phiên BGP giữa 2 router.
- ❑ **Keep Alive**: Bắt tay theo chu kỳ.
- ❑ **Notification**: Hủy bỏ phiên BGP sau khi trao đổi thông tin.
- ❑ **Update**: cập nhật các tuyến mới hoặc hủy bỏ các tuyến cũ

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



103



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## BGP (tiếp...)

- Bản tin cập nhật: chứa các thuộc tính của tuyến
- Thuộc tính của tuyến: → được sử dụng để chọn đường tối ưu khi có nhiều tuyến cùng đi đến một đích
  - ❑ ORIGIN
    - ◇ Nguồn của thông tin (IGP/EGP/incomplete)
  - ❑ AS\_PATH
  - ❑ NEXT\_HOP
  - ❑ MED (MULTI\_EXIT\_DISCRIMINATOR)
  - ❑ LOCAL\_PREF
  - ❑ ATOMIC\_AGGREGATE
  - ❑ AGGREGATOR
  - ❑ COMMUNITY

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



104



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## BGP (tiếp...)

### ■ Các mức ưu tiên khi chọn tuyến

#### Highest Local Preference

Enforce relationships  
E.g. prefer customer routes  
over peer routes

#### Shortest AS PATH

#### Lowest MED

i-BGP < e-BGP

Lowest IGP cost  
to BGP egress

traffic engineering

#### Lowest router ID

Throw up hands and  
break ties

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



105



Khái niệm

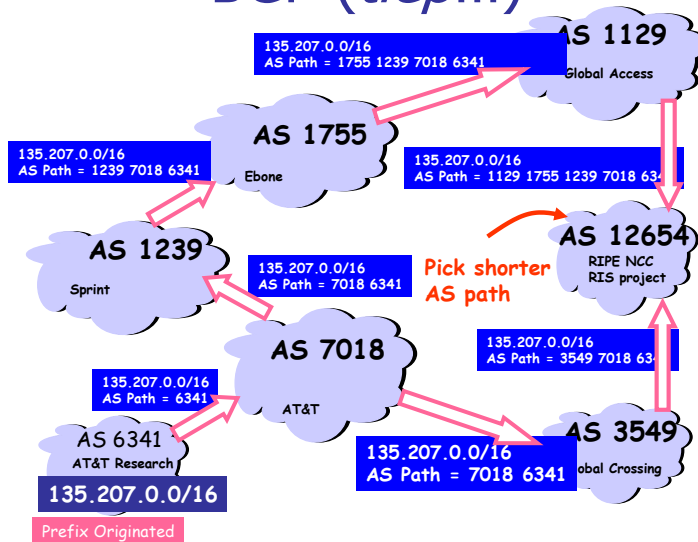
Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## BGP (tiếp...)



CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



106



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Các giao thức định tuyến

■ Các giao thức định tuyến được thực hiện ở lớp mấy?

□ BGP và RIP được truyền tải qua TCP (lớp ứng dụng)

◇ RIP:

– UDP port: 520

◇ BGP:

– TCP port: 179

□ OSPF được truyền tải trực tiếp trong gói tin IP

◇ Protocol type: 89

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET  
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



107



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Các thuật toán tìm bản ghi trong bảng định tuyến

■ Các vấn đề liên quan đến tìm bản ghi trong bảng định tuyến (table lookup):

□ Trong đánh địa chỉ có phân lớp:

◇ “Exact prefix match”: hashing

□ Trong đánh địa chỉ không phân lớp: “longest prefix match”:

◇ Binary trie

◇ Patricia tree

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET  
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



108



## Các thuật toán tìm bản ghi trong bảng định tuyến (*tiếp...*)

### ■ Đặt vấn đề:

- Số bản ghi trong bảng định tuyến trong mạng lõi Internet tăng theo hàm mũ
- Phân bố chiều dài của network prefix (CIDR) thay đổi bất kỳ

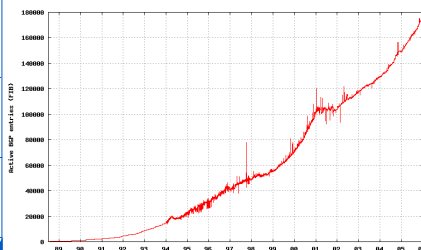
Khái niệm

Địa chỉ IP

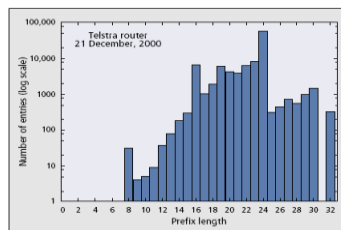
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến



Số bản ghi trong router lõi  
(Nguồn: <http://www.cidr-report.org/>)



Phân bố độ dài network prefix trong router lõi

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET  
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



109



## Các thuật toán tìm bản ghi trong bảng định tuyến (*tiếp...*)

### ■ Đặt vấn đề (*tiếp...*):

- Router lõi tiếp nhận luồng bit có tốc độ Gbit/s, cần phải gửi khoảng 1 triệu gói/s/port → **tốc độ xử lý nhanh**
- Bảng định tuyến thay đổi liên tục:
  - ◇ 100 lần/s → vài chục ms phải cập nhật bảng định tuyến 1 lần

Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

CHƯƠNG 4 – KẾT NỐI MẠNG INTERNET  
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thành



110



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Các thuật toán tìm bản ghi trong bảng định tuyến (*tiếp...*)

### ■ Yêu cầu:

- Các bản ghi trong bảng định tuyến phải được sắp xếp sao cho:
  - ◇ Cập nhật các bản ghi (table entry) nhanh và dễ dàng
  - ◇ Tốc độ tìm kiếm nhanh (table lookup)
  - ◇ Kích thước bộ nhớ chứa bảng định tuyến nhỏ
  - ◇ Thích hợp với cơ chế đánh địa chỉ không phân lớp (classless addressing - CIDR) → "longest prefix match"

### ■ Gọi:

- $W$ : Độ dài của địa chỉ IP
  - ◇ IPv4:  $W=32$
- $N$ : Số bit địa chỉ mạng (prefix)
  - ◇ Trong CIDR:  $N$  thay đổi



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Các thuật toán tìm bản ghi trong bảng định tuyến (*tiếp...*)

### ■ Các thuật toán lookup (longest prefix match) cho CIDR:

- ◇ Binary trie
- ◇ Patricia tree







Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thí dụ

### ■ Xét bảng định tuyến:

dest. network (bin.)/subnet mask	next hop
a: 0/1	...
b: 01000/5	...
c: 011/3	...
d: 1/1	...
e: 100/3	...
f: 1100/4	...
g: 1101/4	...
h: 1110/4	...
i: 1111/4	...

- Địa chỉ mạng:
- ♦ P1 = 010011110
  - ♦ P2 = 111000110
- thuộc về prefix nào ở bảng trên?



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Thí dụ (tiếp...)

### ■ Giải đáp:

- P1 = 010011110 → a
- P2 = 111000110 → h





Khái niệm

Địa chỉ IP

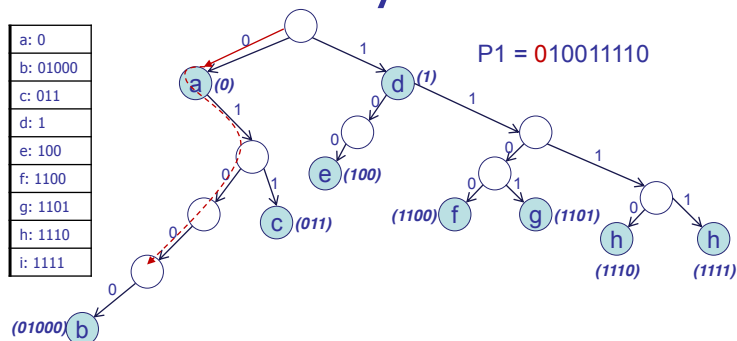
Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Binary Trie

a: 0
b: 01000
c: 011
d: 1
e: 100
f: 1100
g: 1101
h: 1110
i: 1111



- Nút mức  $L$  thể hiện chiều dài  $L$  bit
- Các prefix trong bảng định tuyến được đánh dấu bằng nút màu xám
- Thuật toán tìm kiếm:
  - Đi theo cây nhị phân theo nhánh phù hợp
  - Ghi nhớ nút prefix vừa đi qua ( $a$ )
  - Đi cho tới khi không gặp nút phù hợp nữa thì dừng → prefix cuối cùng đi qua là bản ghi thích hợp



Khái niệm

Địa chỉ IP

Internet Protocol

Các giao thức khác

Định tuyến

## Binary Trie (tiếp...)

- Đánh giá hiệu năng của thuật toán Binary Trie:





## Bài tập

### ■ Bài tập 1:

- Cho bảng định tuyến tại router R1
- R1 sẽ gửi gói đến mạng nào khi nhận được các gói tin có địa chỉ đích như sau:
  - ◇ 192.138.32.1
  - ◇ 192.138.32.100

dest. network/subnet mask	next hop
192.138.32.0/26	10.1.1.1
192.138.32.0/24	10.1.1.2
192.138.32.0/19	10.1.1.3



## Bài tập (tiếp...)

### ■ Bài tập 2:

- Công ty A xây dựng một mạng LAN bao gồm 1000 host được nhóm theo kiểu supernet. Trước tiên quản trị mạng của công ty này phải yêu cầu ISP B cung cấp một dải địa chỉ IP thuộc lớp C. Công ty A có thể chọn một vài địa chỉ nằm trong dải sau:
  - ◇ Lựa chọn 1 gồm 5 địa chỉ: dải 200.1.15.0, 200.1.16.0, 200.1.17.0, 200.1.18.0, 200.19.0.
  - ◇ Lựa chọn 2 gồm 5 địa chỉ: 215.3.31.0, 215.3.32.0, 215.3.33.0, 215.3.34.0, 215.3.35.0
- Hãy trình bày cách thực lựa chọn địa chỉ và tìm supernet mask tương ứng



## Bài tập (*tiếp...*)

### ■ Bài tập 3:

- Cho một mạng cục bộ thuộc công ty A được phân địa chỉ 220.130.15.0. Mạng này được chia thành 7 mạng nhỏ:
  - ◇ Mạng thứ nhất và 2 có 62 host.
  - ◇ Mạng thứ 3 và 4 có 30 host
  - ◇ Mạng thứ 5, 6, 7 mỗi mạng có 14 host
- Hãy thiết kế mạng này.



## Tài liệu tham khảo

- *Internetworking with TCP/IP, Vol 1*, Douglas Comer, Prentice Hall Computer
- *Networking: a top-down approach featuring the Internet*, James F. Kurose, Keith W. Ross, Addison Wesley, 4<sup>th</sup>ed, 2006
- *Computer Networks*, Andrew S. Tanenbaum, Prentice Hall, 4<sup>th</sup> Edition
- *Computer Networks*, Nick McKeown, Stanford University
- M. Sanchez, E. Biersack, and W. Dabbous, "Survey and Taxonomy of IP address lookup algorithms," IEEE Network, 15(2):8-23, 2001.
- M. Waldvogel, G. Varghese, J. Turner, and B. Plattner, "Scalable High Speed IP Routing Lookups," *Proc. ACM SIGCOMM '97, Sept. 1997, pp.25–36.*