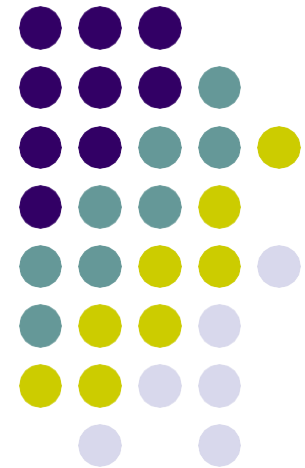


Chương 3: Tầng mạng – Internet Layer

Giảng viên: Nguyễn Đức Toàn

Bộ môn Truyền thông và Mạng máy tính
Viện CNTT&TT - ĐHBK Hà Nội



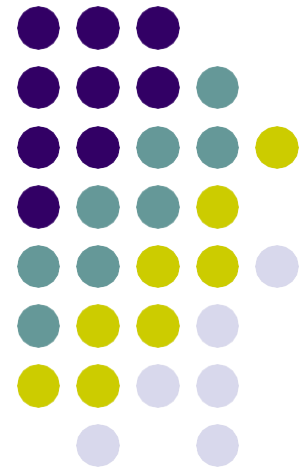


Tổng quan

- Tuần trước...
 - Vì sao phải phân tầng
 - Kiến trúc phân tầng, mô hình OSI/TCP
 - Khái niệm về địa chỉ IP, địa chỉ MAC, số hiệu cổng, tên miền.
- Tuần này
 - Giao thức tầng mạng – Internet Protocol
 - địa chỉ IP và khuôn dạng gói tin IP
 - Giao thức thông báo điều khiển- ICMP

Giới thiệu về giao thức tầng mạng IP

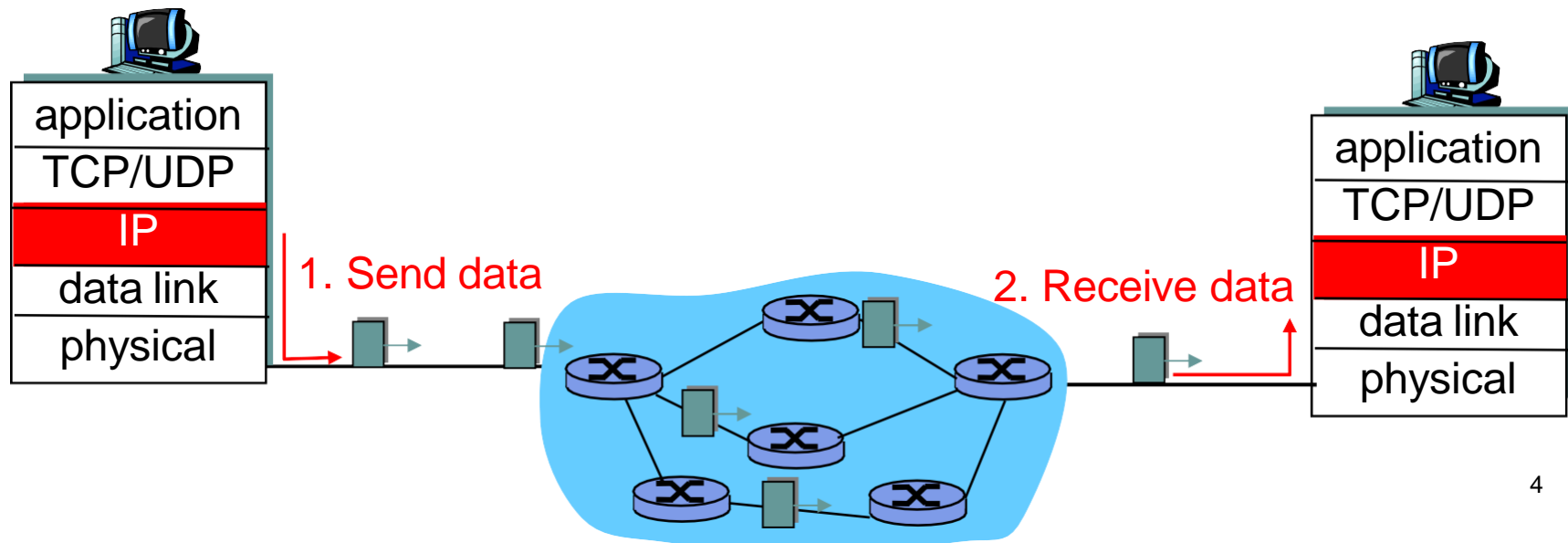
Khái niệm cơ bản
Nguyên lý lưu-và-chuyển tiếp
đặc điểm giao thức IP



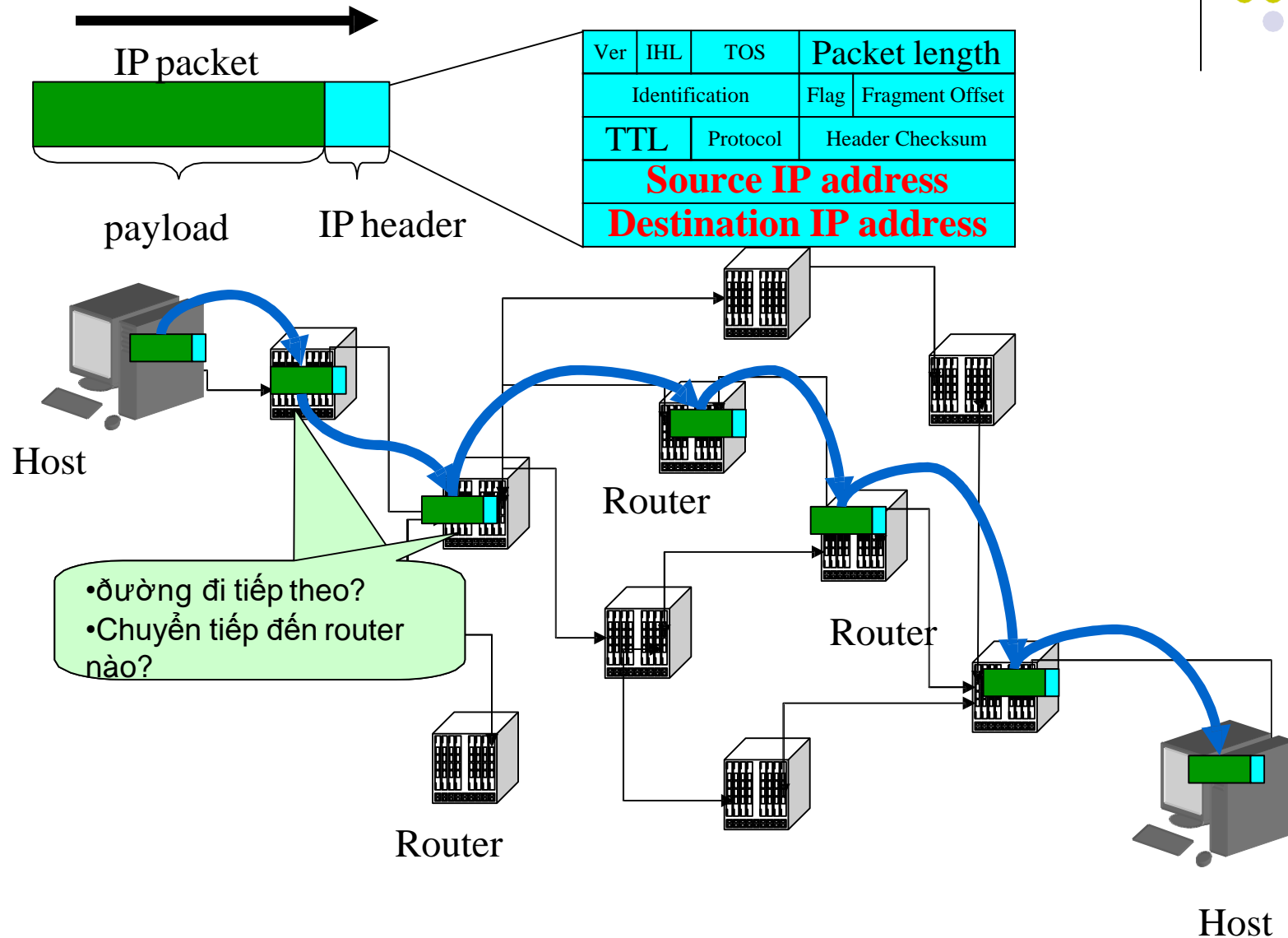


Internet Protocol

- Là một giao thức ở tầng mạng
- Hai chức năng cơ bản
 - Chọn đường (*Routing*): Xác định đường đi của gói tin từ nguồn đến đích
 - Chuyển tiếp (*Forwarding*): Chuyển dữ liệu từ đầu vào tới đầu ra của bộ định tuyến (router)
 - VD



Chọn đường và chuyển tiếp gói tin



Nhắc lại: Network layer vs. Transport layer



- **network:** Giữa các máy trạm hoặc các bộ định tuyến (Hosts)
- **transport:** Giữa các tiến trình trên máy trạm (Processes)



đặc điểm của giao thức IP

- Không tin cậy / nhanh
 - Truyền dữ liệu theo phương thức “*best effort*”
 - IP không có cơ chế phục hồi lỗi
 - Khi cần, sẽ sử dụng dịch vụ tầng trên để đảm bảo độ tin cậy (TCP)
- Giao thức không liên kết
 - Các gói tin được xử lý độc lập

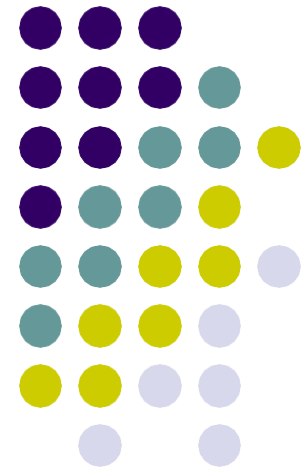
địa chỉ IP

Lớp địa chỉ IP

CIDR – địa chỉ IP không phân lớp

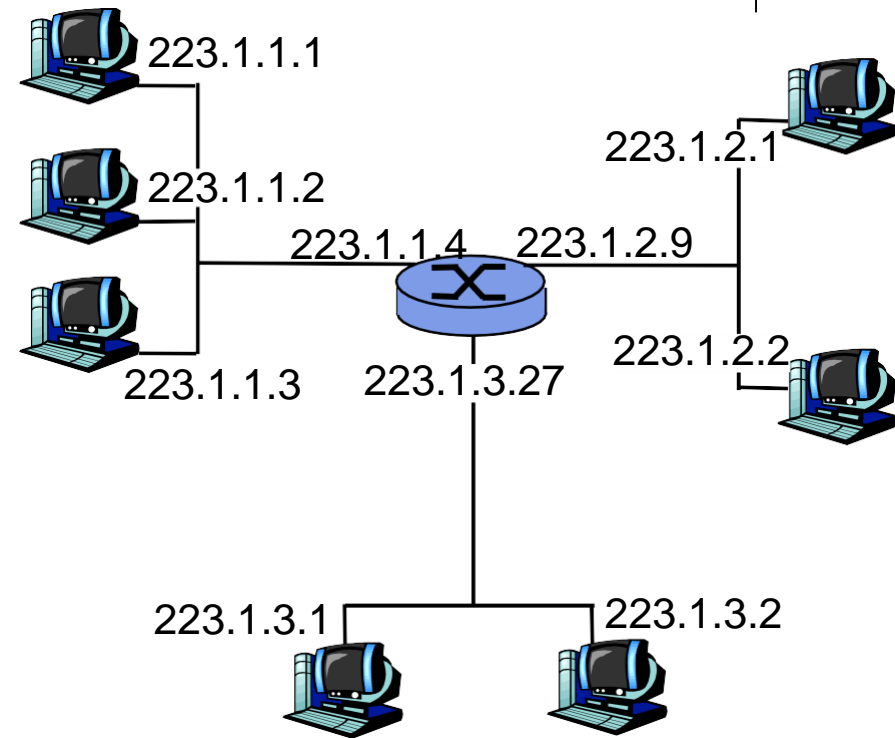
Mạng con và mặt nạ mạng

Các địa chỉ IP đặc biệt



Địa chỉ IP (IPv4)

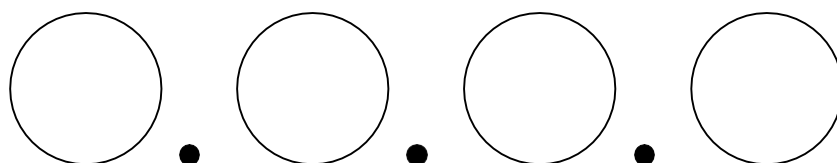
- **Địa chỉ IP** : Một số 32-bit để định danh giao diện máy trạm, bộ định tuyến
- Mỗi địa chỉ IP được gán cho một giao diện
- Địa chỉ IP có tính duy nhất



223.1.1.1 = $\underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_{19}$



Ký hiệu thập phân có chấm



8 bits

0 – 255 integer

Ví dụ:

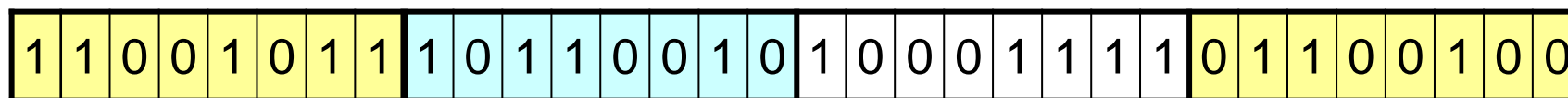
203.178.136.63 o

259.12.49.192 x

133.27.4.27 o

Sử dụng 4 phần 8 bits để miêu tả một địa chỉ 32 bits

3417476964



203

178

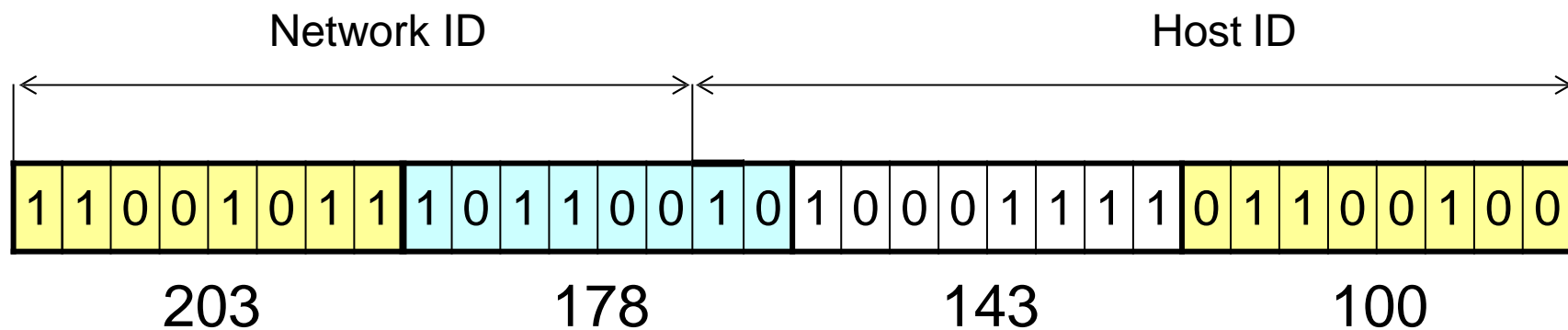
143

100

Địa chỉ máy trạm, địa chỉ mạng



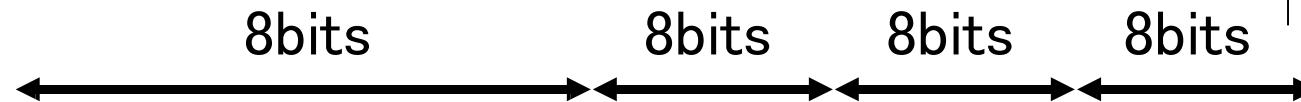
- Địa chỉ IP có hai phần
 - Host ID – địa chỉ máy trạm
 - Network ID – địa chỉ mạng



- Làm thế nào biết được phần nào là cho máy trạm, phần nào cho mạng?
 - Phân lớp địa chỉ
 - Không phân lớp – CIDR



Phân lớp địa chỉ IP



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				

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

Hạn chế của việc phân lớp địa chỉ



- Lãng phí không gian địa chỉ
 - Việc phân chia cứng thành các lớp (A, B, C, D, E) làm hạn chế việc sử dụng toàn bộ không gian địa chỉ

Cách giải quyết ...

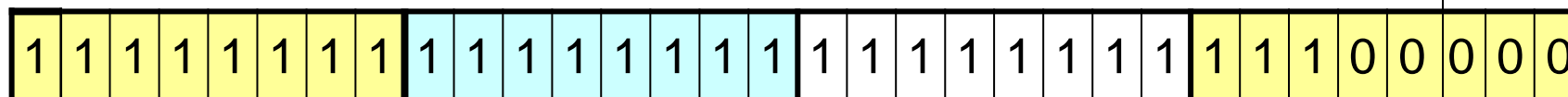
- CIDR: **C**lassless **I**nter **D**omain **R**outing
 - Phần địa chỉ mạng sẽ có độ dài bất kỳ
 - Dạng địa chỉ: **a.b.c.d/x**, trong đó x (mặt nạ mạng) là số bit trong phần ứng với địa chỉ mạng



Mặt nạ mạng

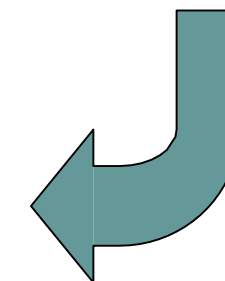
- Mặt nạ mạng chia một địa chỉ IP làm 2 phần
 - Phần ứng với máy trạm
 - Phần ứng với mạng
- Dùng toán tử AND
 - Tính địa chỉ mạng
 - Tính khoảng địa chỉ IP

Mô tả mặt nạ mạng

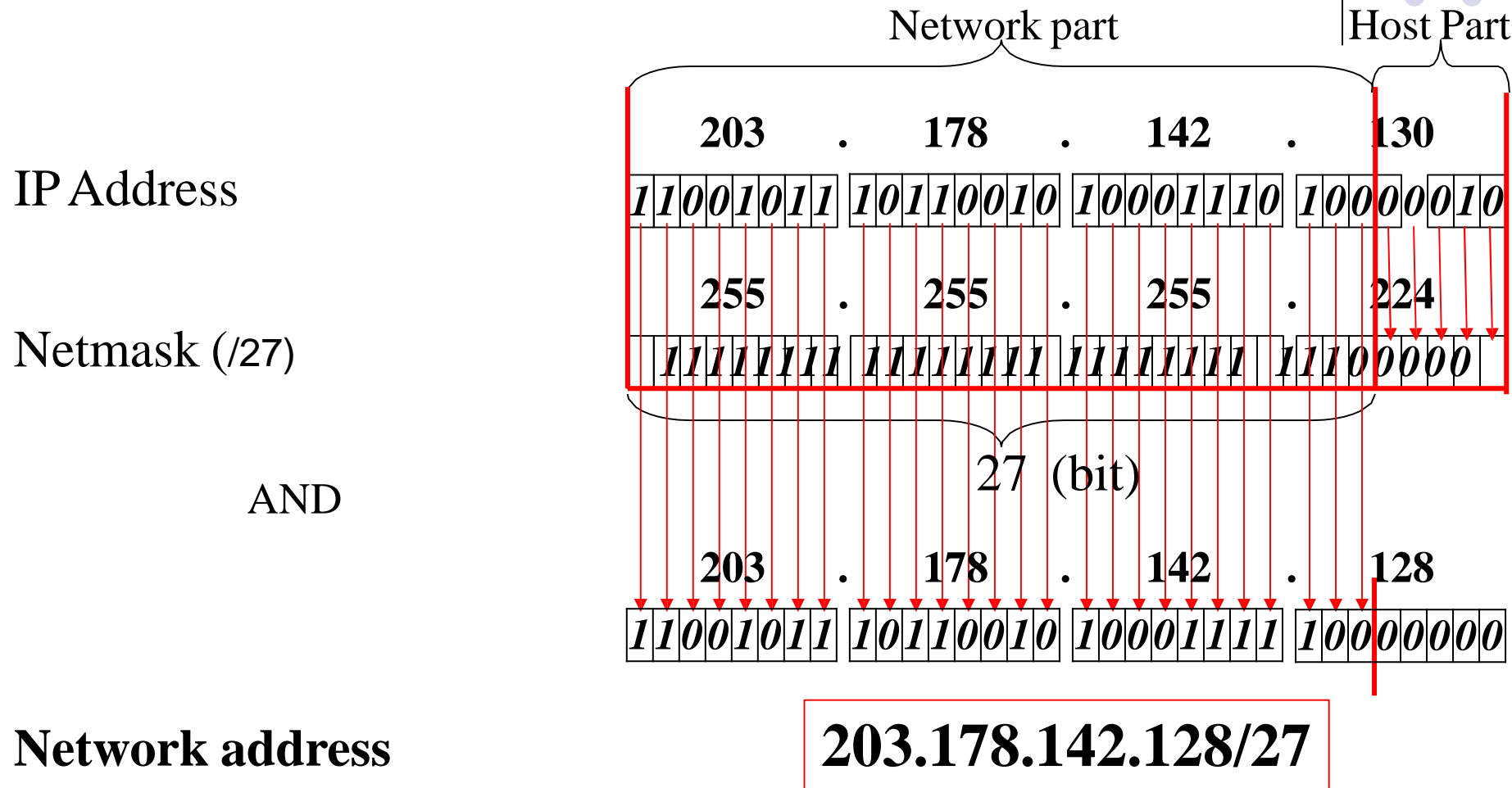
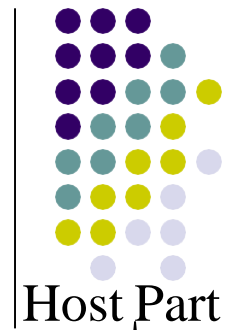


- 255.255.255.224
- /27
- 0xFFFFFfe0

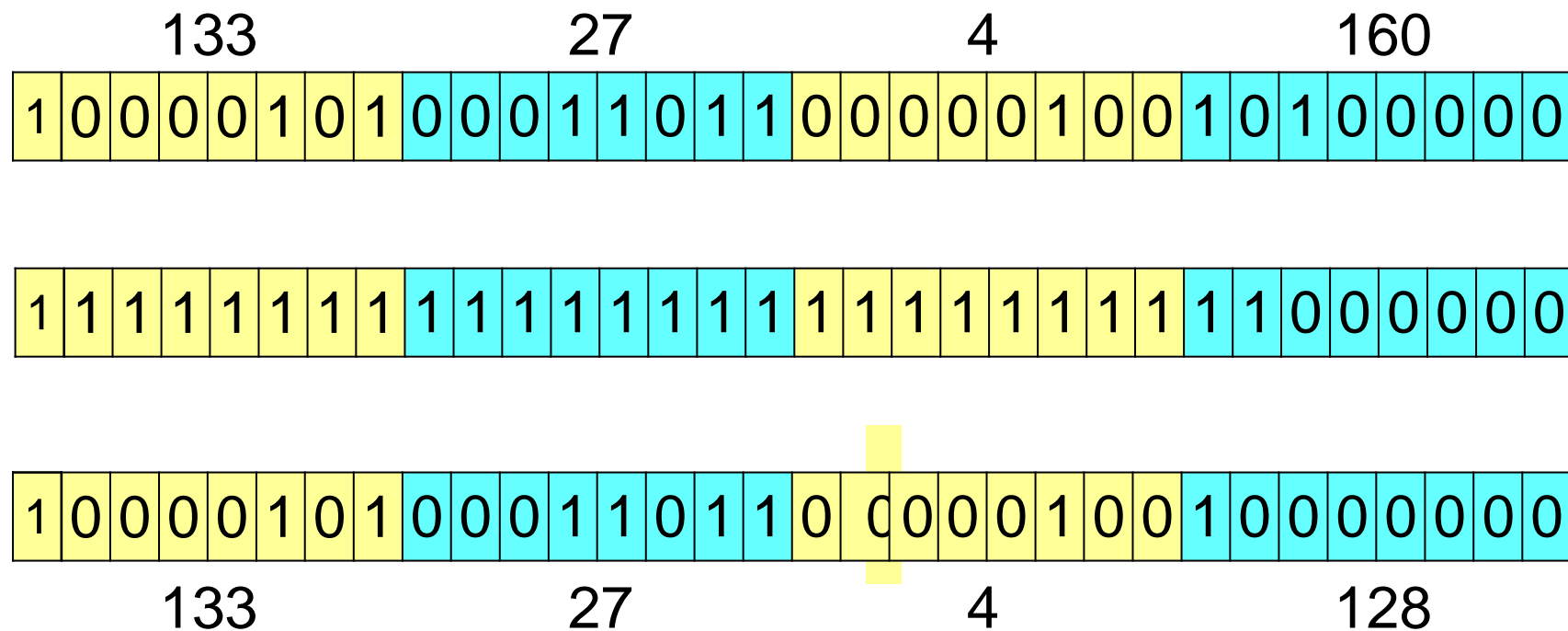
- Sẽ là một trong các số:
0 248
128 252
192 254
224 255
240



Cách tính địa chỉ mạng

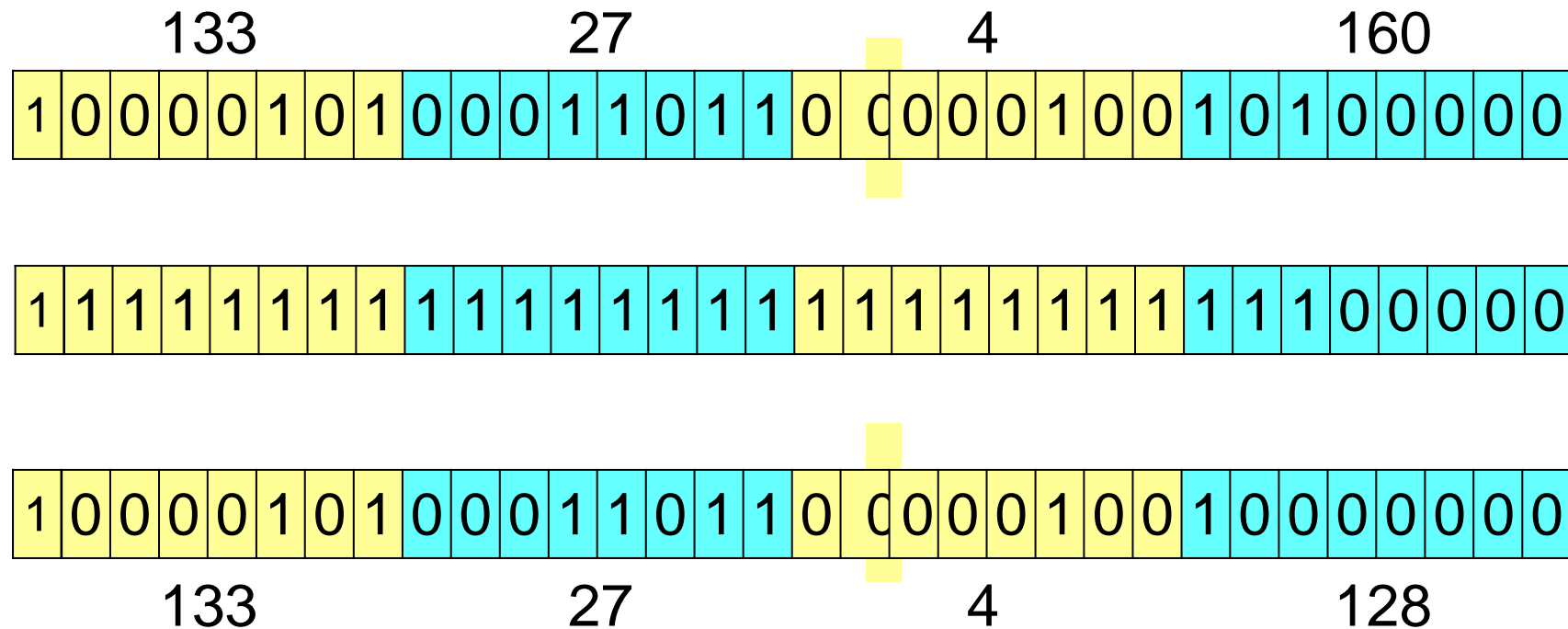


Địa chỉ mạng hay máy trạm (1)





Địa chỉ mạng hay máy trạm (2)





Các dạng địa chỉ

- địa chỉ mạng
 - địa chỉ IP gán cho một mạng
- địa chỉ máy trạm
 - địa chỉ IP gán cho một card mạng
- địa chỉ quảng bá
 - địa chỉ dùng để gửi cho tất cả các máy trạm trong mạng
 - Toàn bit 1 phản ứng với địa chỉ máy trạm

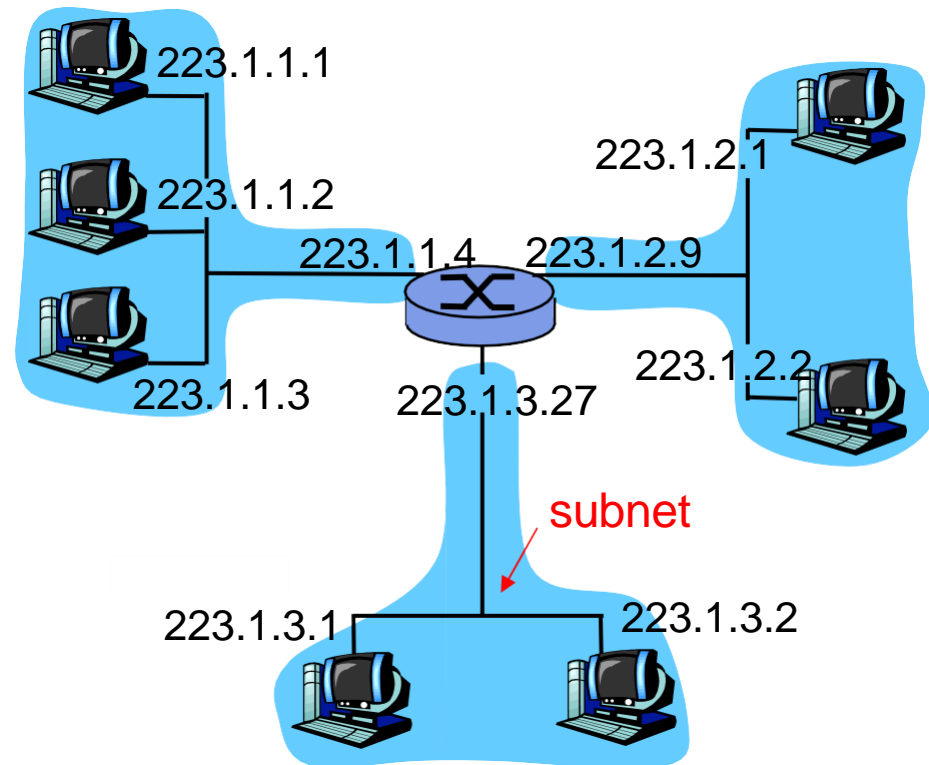


Địa chỉ IP và mặt nạ mạng

- Địa chỉ nào là địa chỉ máy trạm, địa chỉ mạng, địa chỉ quảng bá?
 - (1) 203.178.142.128 /25
 - (2) 203.178.142.128 /24
 - (3) 203.178.142.127 /25
 - (4) 203.178.142.127 /24
- Lưu ý: Với cách địa chỉ hóa theo CIDR, địa chỉ IP và mặt nạ mạng luôn phải đi cùng nhau

Mạng con - subnet

- Là một phần của một mạng nào đó
 - ISP thường được gán một khối địa chỉ IP
 - Một vài mạng con sẽ được tạo ra
- Tạo subnet như thế nào
 - Sử dụng một mặt nạ mạng dài hơn

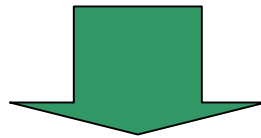


Mạng với 3 mạng con



Ví dụ: Chia làm 2 subnets

11001000 00010111 00010000 00000000
200. 23. 16. 0 /24



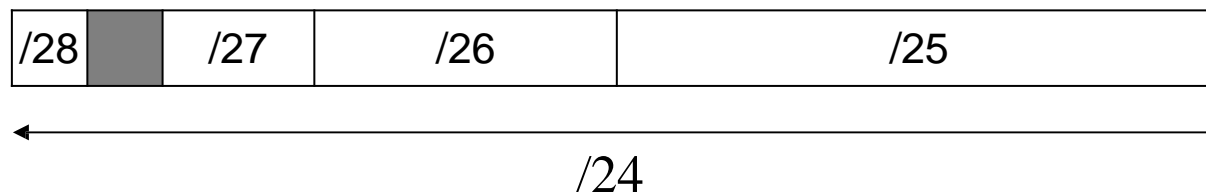
11001000 00010111 00010000 00000000
200. 23. 16. 0 /25

11001000 00010111 00010000 10000000
200. 23. 16. 128 /25



Ví dụ: Chia làm 4 subnets

- Mạng với mặt nạ /24
- Cần tạo 4 mạng con
 - Mạng với 14 máy tính /28
 - Mạng với 30 máy tính /27
 - Mạng với 31 máy tính /26
 - Mạng với 70 máy tính /25





Không gian địa chỉ IPv4

- Theo lý thuyết
 - Có thể là 0.0.0.0 ~ 255.255.255.255
 - Một số địa chỉ đặc biệt
- Địa chỉ IP đặc biệt ([RFC1918](#))

Private address	10.0.0.0/8
	172.16.0.0/12
	192.168.0.0/16
Loopback address	127.0.0.0
Multicast address	224.0.0.0
	~239.255.255.255

- Địa chỉ liên kết nội bộ: 169.254.0.0/16



Lưu ý về địa chỉ IP

- Internet đang sử dụng IPv4: 32 bits
 - 133.113.215.10 (IPv4)
- IPv6 đã và sẽ được sử dụng rộng rãi hơn: 128bits
 - 2001:200:0:8803::53 (IPv6)
- IPv6 sẽ được đề cập kỹ hơn sau.



Gán đ/c IP?

Q: Làm thế nào để máy có địa chỉ IP?

- Do người quản trị gán trực tiếp
 - Windows: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
 - UNIX: /etc/rc.config
- **DHCP:** Dynamic Host Configuration Protocol: Giao thức cấu hình địa chỉ động
 - “plug-and-play”



DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

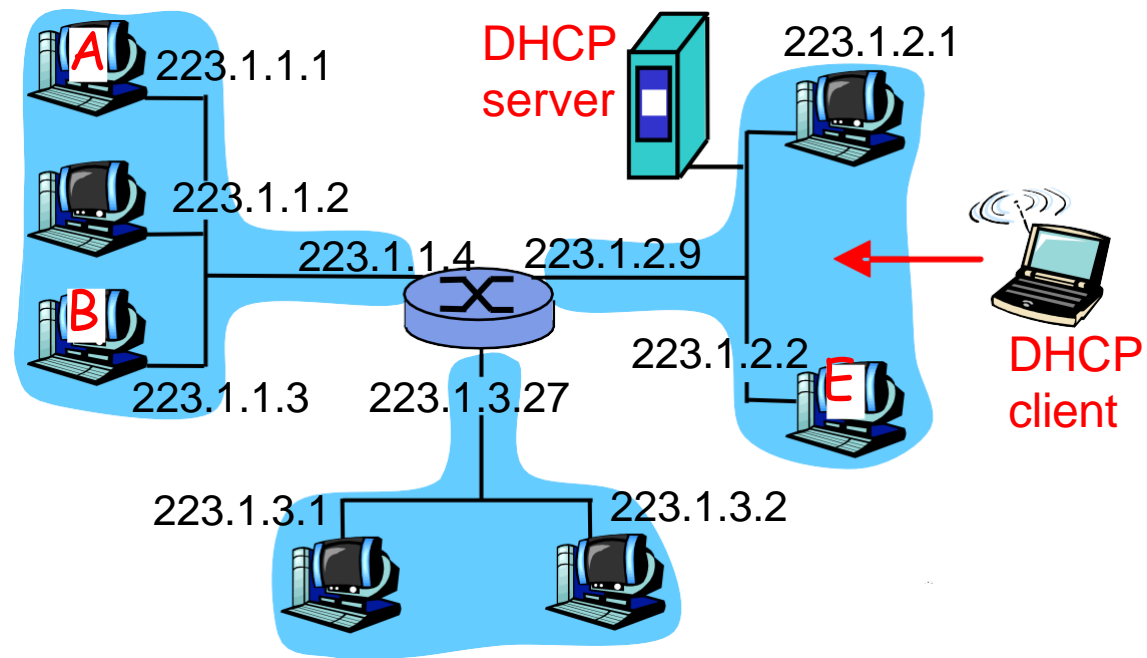
Mục đích: Cho phép máy trạm nhận một địa chỉ IP động khi kết nối vào mạng

- Có thể “renew”, “release”
- Hỗ trợ người dùng hay phải di chuyển (mobile)

Tổng quan về DHCP :

- Máy trạm quảng bá thông điệp “DHCP discover”
- Máy chủ DHCP trả lời với “DHCP offer”
- Máy trạm xin địa chỉ với : “DHCP request”
- Máy chủ DHCP cấp địa chỉ với: “DHCP ack”

Hoạt động của DHCP client-server



DHCP client-server scenario

DHCP server: 223.1.2.5

DHCP discover

src : 0.0.0.0
dest.: 255.255.255.255
yiaddr: 0.0.0.0
transaction ID: 654

arriving
client



DHCP offer

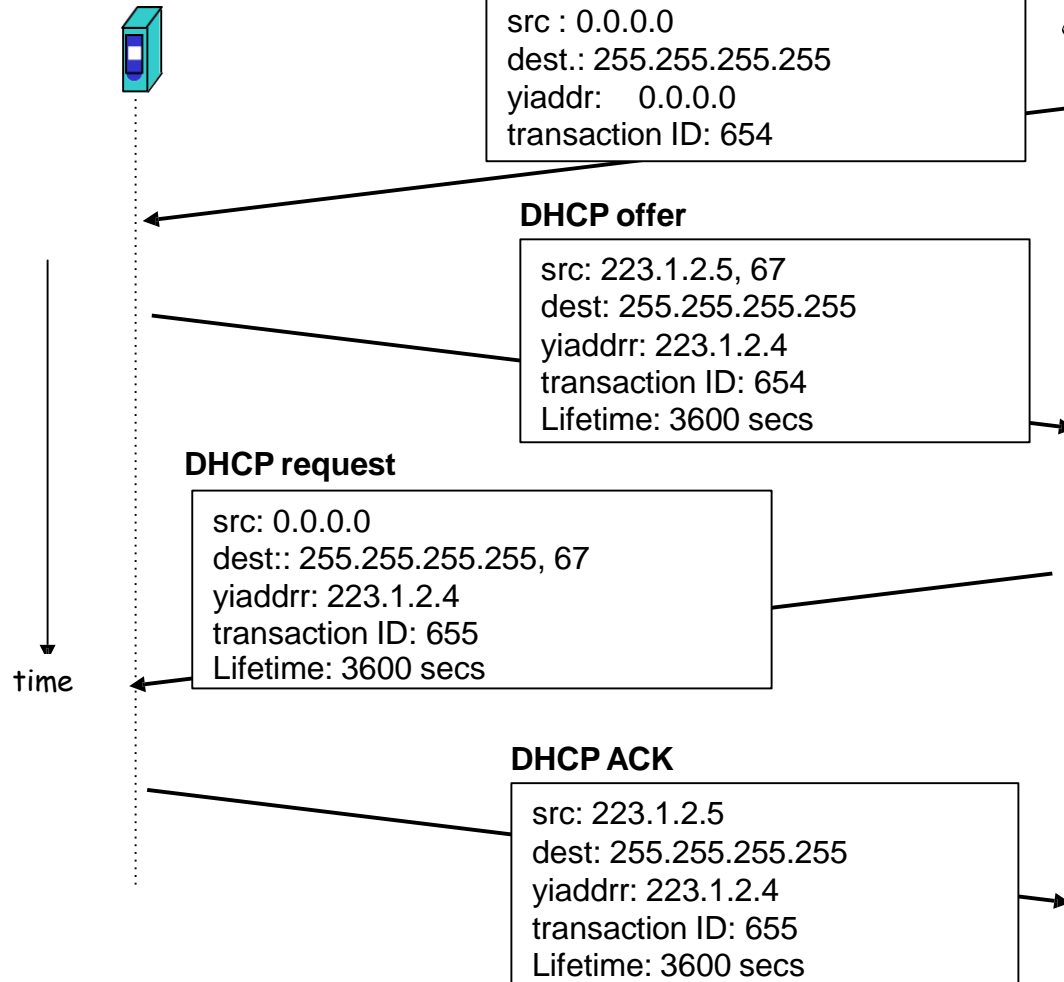
src: 223.1.2.5, 67
dest: 255.255.255.255
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 654
Lifetime: 3600 secs

DHCP request

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

DHCP ACK

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





Cấp địa chỉ IP cho mạng?

Q: Một mạng con lấy địa chỉ IP từ đâu?

A: Chia ra từ không gian địa chỉ của ISP
(Internet Service Provider)

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



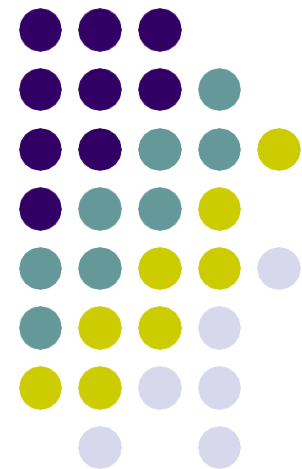
Quản lý đ/c IP

Q: ISP lấy địa chỉ IP từ đâu ?

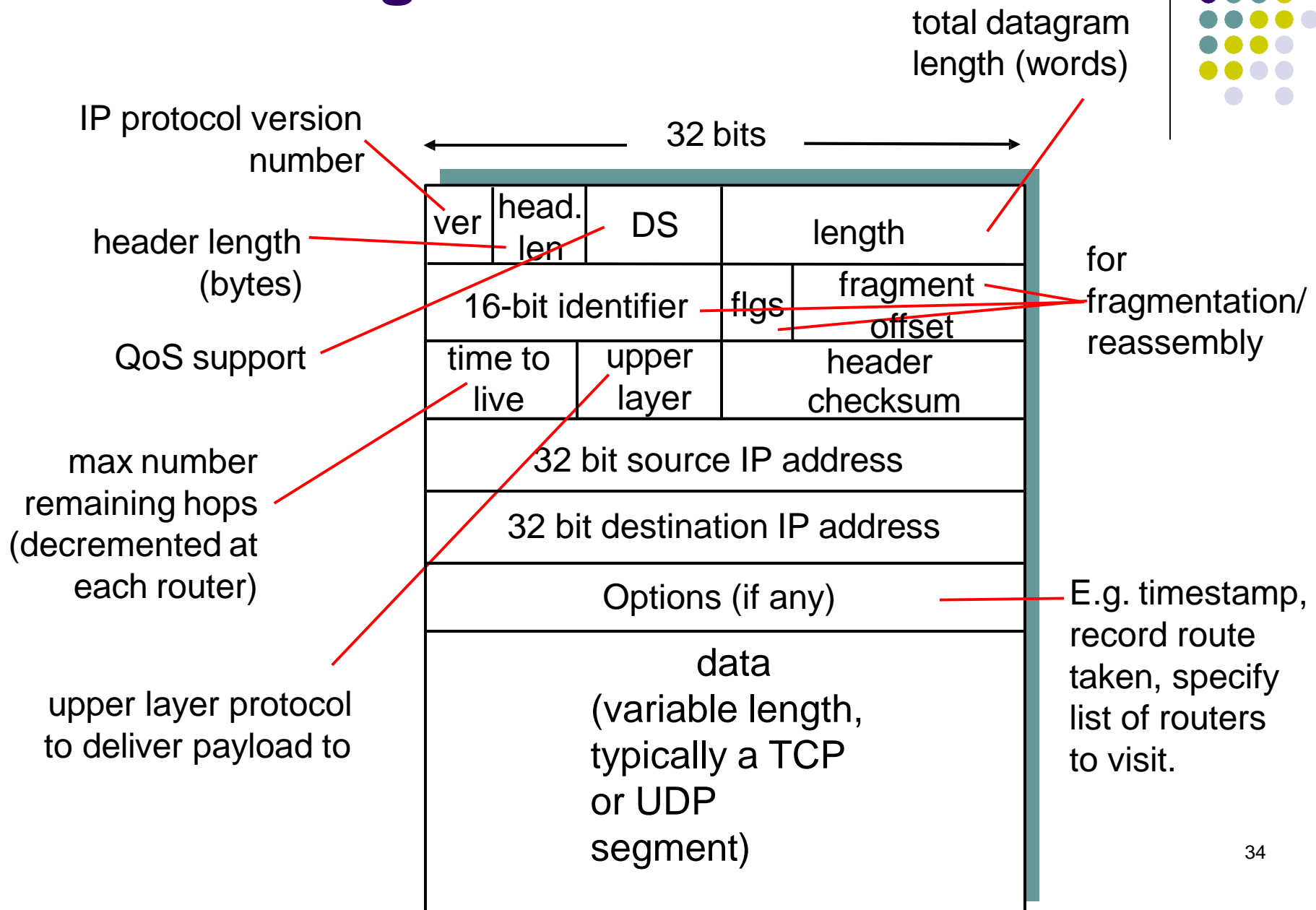
A: **ICANN**: Internet **C**orporation for **A**ssigned
Names and **N**umbers

- Cấp phát địa chỉ
- Quản DNS....

Khuôn dạng gói tin IP



Phần đầu gói tin IP





IP header (1)

- Phiên bản giao thức (4 bits)
 - IPv4
 - IPv6
- Độ dài phần đầu: 4bits
 - Tính theo từ (4 bytes)
 - Min: 5
 - Max: 60



IP header (2)

- DS (Differentiated Service : 8bits)
 - Tên cũ: Type of Service
 - Hiện tại được sử dụng trong quản lý QoS
 - Diffserv



IP header (3)

- Ồộ dài toàn bộ, tính cả phần đầu (16 bits)
 - Theo bytes
 - Max: 65536
- ID – Số hiệu gói tin
 - Dùng để xác định một chuỗi các gói tin của một gói tin bị phân mảnh
- Flag – Cờ
- Fragmentation offset – Vị trí gói tin phân mảnh trong gói tin ban đầu



IP header (4)

- TTL, 8 bits – Thời gian sống
 - độ dài đường đi gói tin có thể đi qua
 - Max: 255
 - Router giảm TTL đi 1 đơn vị khi xử lý
 - Gói tin bị hủy nếu TTL bằng 0
- Protocol – giao thức tầng trên
 - Giao thức giao vận phía trên (TCP, UDP,...)
 - Các giao thức tầng mạng khác (ICMP, IGMP, OSPF) cũng có trường này

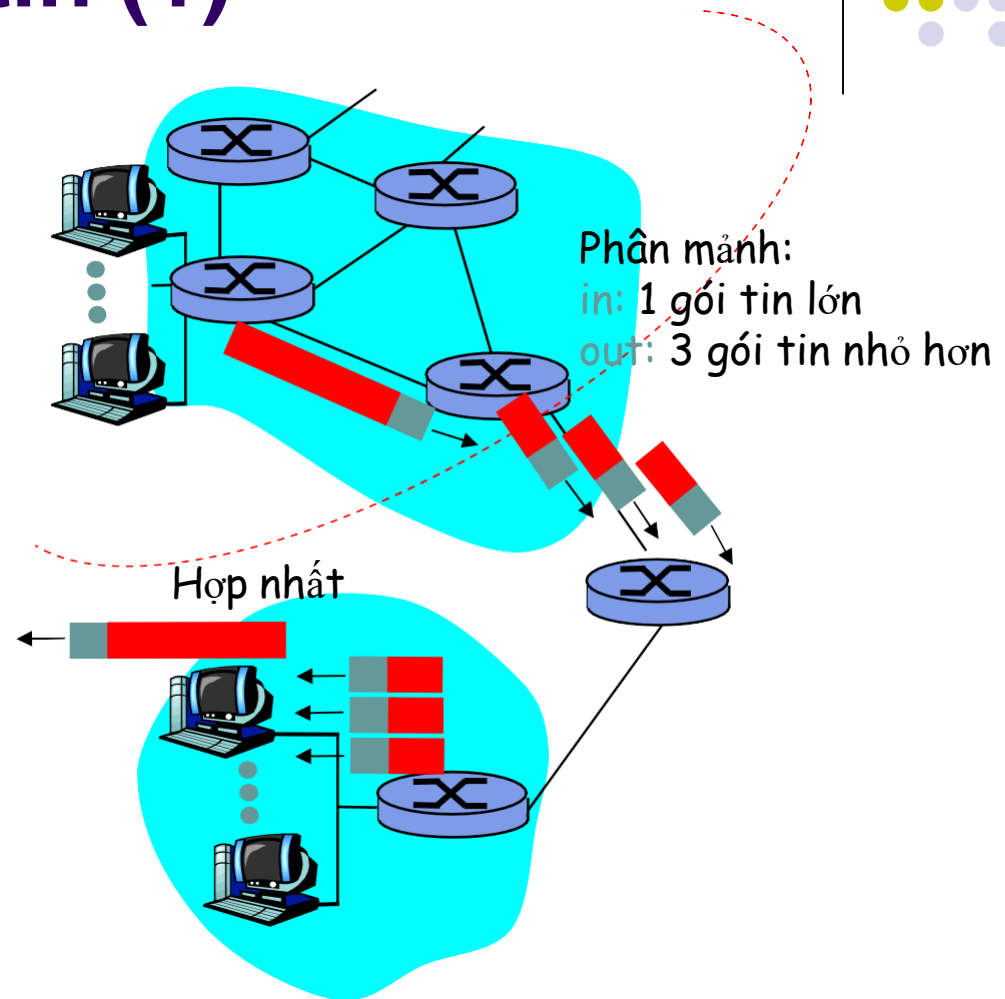


IP header (4)

- Checksum – Mã kiểm soát lỗi
- địa chỉ IP nguồn
 - 32 bit, địa chỉ của trạm gửi
- địa chỉ IP đích
 - 32 bit, địa chỉ của trạm đích

Phân mảnh gói tin (1)

- Đường truyền có một giá trị MTU (Kích thước đơn vị dữ liệu tối đa)
- Các đường truyền khác nhau có MTU khác nhau
- Một gói tin IP lớn quá MTU sẽ bị
 - Chia làm nhiều gói tin nhỏ hơn
 - Được tập hợp lại tại trạm đích





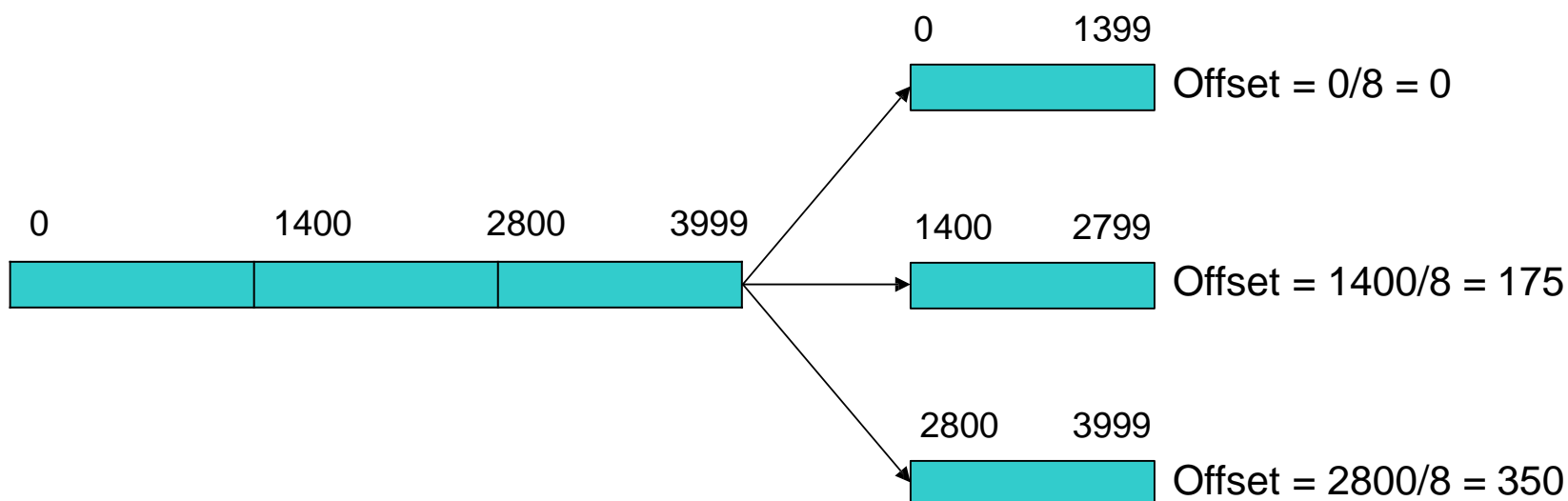
Phân mảnh (2)

- Trường Identification
 - ID được sử dụng để tìm các phần của gói tin
- Flags – cờ (3 bits)
 - Dự phòng
 - Không được phép phân mảnh
 - Còn phân mảnh
 - Dùng để tập hợp gói tin



Phân mảnh (3)

- ồ lệch - Offset
 - Vị trí của gói tin phân mảnh trong gói tin ban đầu
 - Theo đơn vị 8 bytes





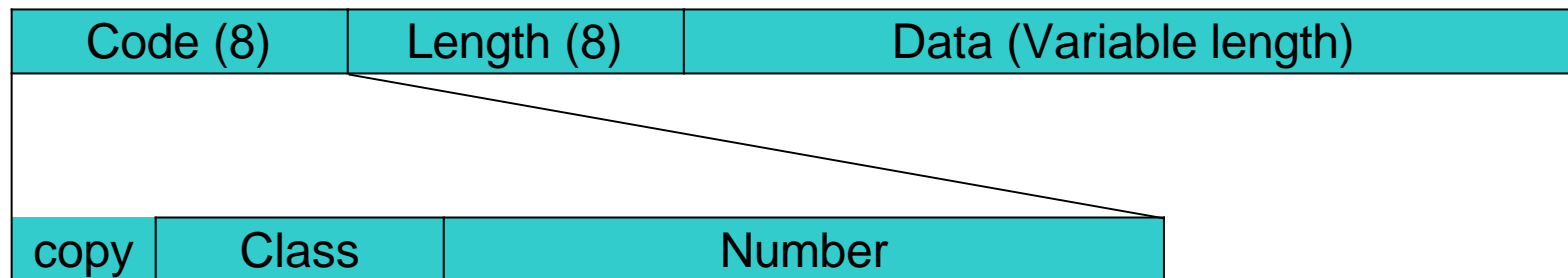
Checksum

- Mã kiểm soát lỗi cho phần đầu
- Tại bên gửi
 - đặt checksum = 0
 - Tổng theo các số 16 bits
 - đảo bit tất cả
- Tại bên nhận
 - Tổng tất cả theo các số 16 bit
 - Phải thu được toàn các bit 1
 - Nếu không, gói tin bị lỗi



Tùy chọn

- Dùng để thêm vào các chức năng mới
 - Có thể tới 40 bytes



Copy:

0: copy only in first fragment

1: copy into all fragment

Class:

00: Datagram control

01: Reserved

10: Debugging and measurement

11: Reserved

Number:

00000: End of option

00001: No operation

00011: Loose source route

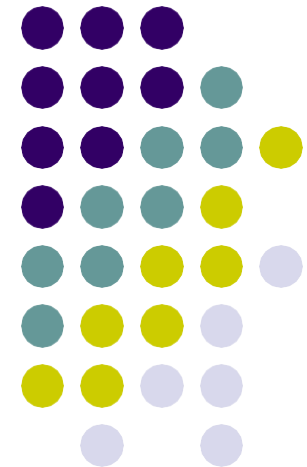
00100: Timestamp

00111: Record route

01001: Strict source route

Internet Control Message Protocol

Tổng quan
Khuôn dạng gói tin
Ping và Traceroute





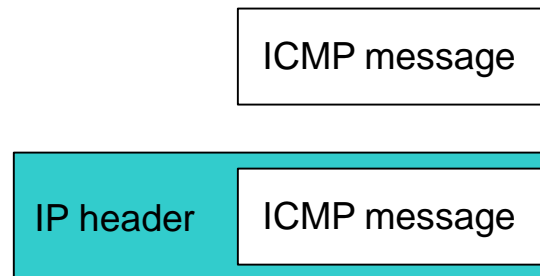
Tổng quan về ICMP (1)

- IP là giao thức không tin cậy, không liên kết
 - Thiếu các cơ chế hỗ trợ và kiểm soát lỗi
- ICMP được sử dụng ở tầng mạng để trao đổi thông tin
 - Báo lỗi: báo gói tin không đến được một máy trạm, một mạng, một cổng, một giao thức.
 - Thông điệp phản hồi



Tổng quan về ICMP (2)

- Cũng là giao thức tầng mạng, song “phía trên” IP:
 - Thông điệp ICMP chứa trong các gói tin IP
- **ICMP message**: Type, Code, cùng với 8 bytes đầu tiên của gói tin IP bị lỗi





Nhắc lại: IP header và trường Protocol

Ver	HLEN	DS	Total Length	
Identification			Flags	Fragmentation offset
TTL	Protocol		Header Checksum	
Source IP address				
Destination IP address				
Option				

Protocol:

1: ICMP

2: IGMP

6: TCP

17: UDP

89: OSPF

Có thể xem số hiệu giao thức tại

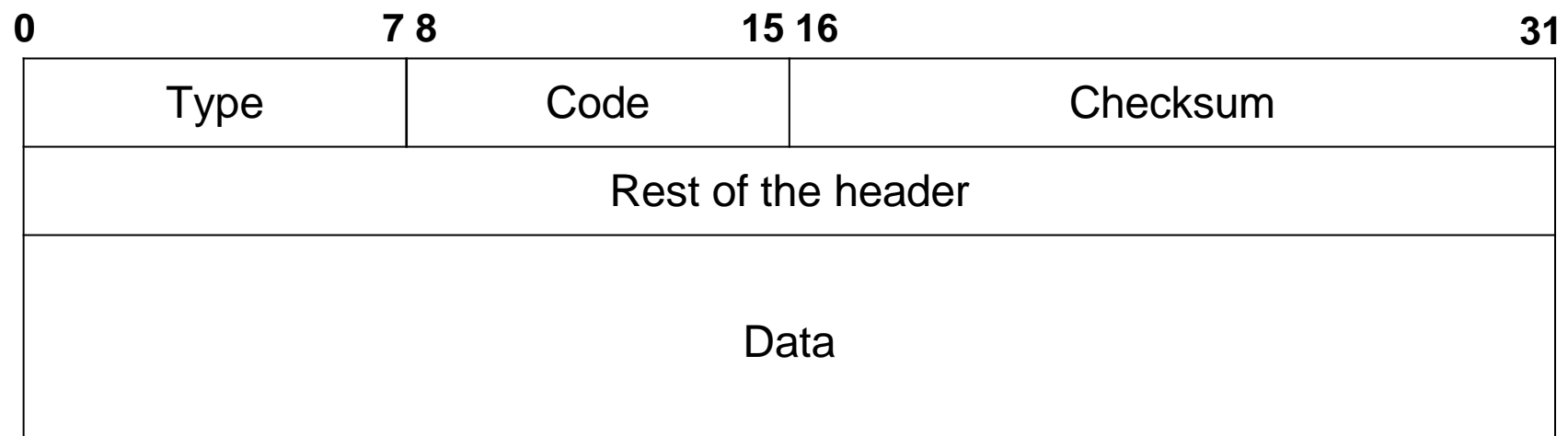
/etc/protocols

C:\WINDOWS\system32\drivers\etc\protocols



Khuôn dạng gói tin ICMP

- Type: dạng gói tin ICMP
- Code: Nguyên nhân gây lỗi
- Checksum
- Mỗi dạng có phần còn lại tương ứng





Một số dạng gói tin ICMP

ICMP Message Type	Error-reporting messages	3	Destination Unreachable
		4	Source quench
		5	Redirection
		11	Time exceeded
		12	Parameter problem
	Query messages	8 or 0	Echo reply or request
		13 or 14	Time stamp request or reply
		17 or 18	Address mask request or reply
		9 or 10	Router advertisement or solicitation



ICMP và các công cụ debug

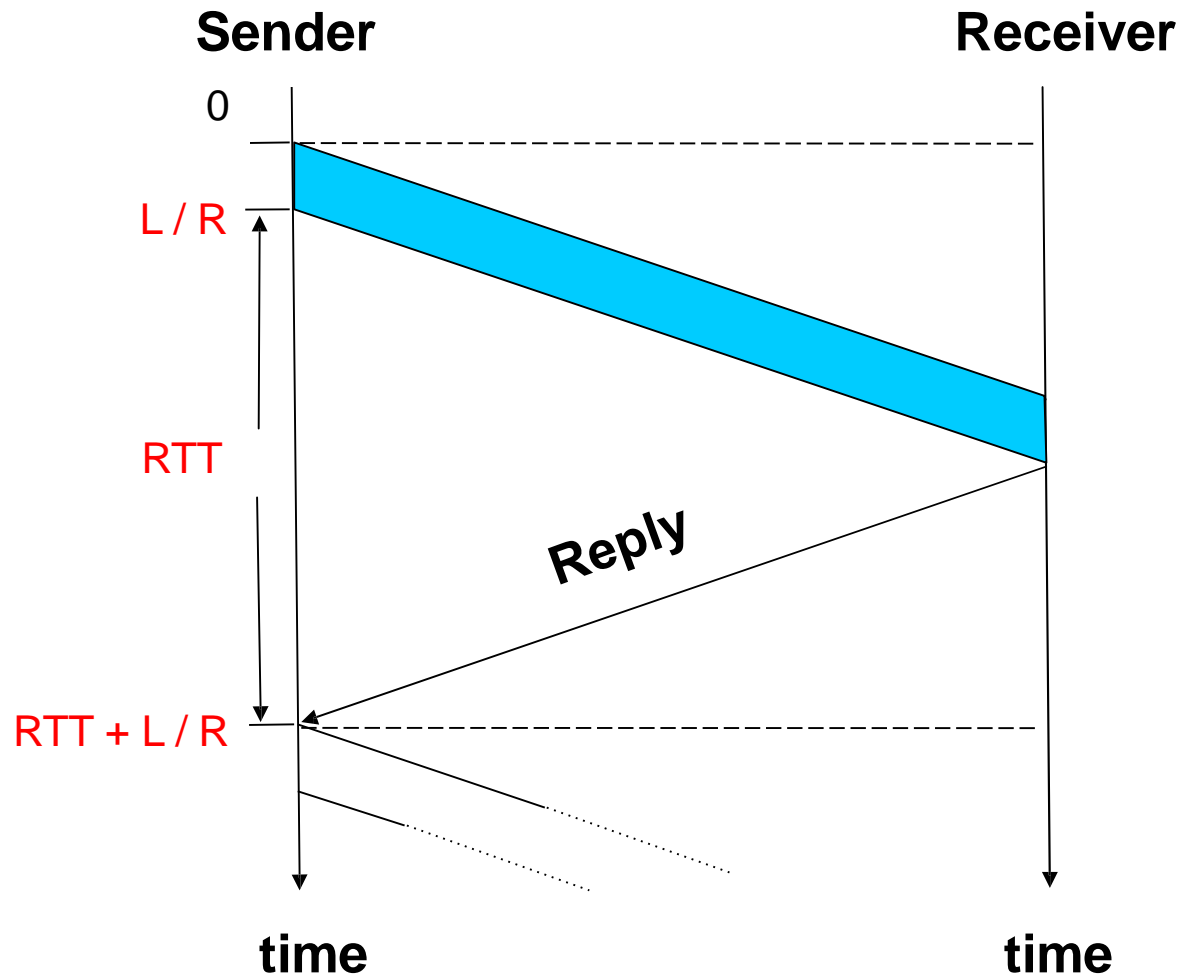
- ICMP luôn hoạt động song song trong suốt với người sử dụng
- NSD có thể sử dụng ICMP thông qua các công cụ debug
 - ping
 - traceroute



Ping và ICMP

- 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)

RTT (Round-Trip Time)





Ping: Ví dụ

```
C:\Documents and Settings\hongson>ping www.yahoo.co.uk
```

```
Pinging www.euro.yahoo-eu1.akadns.net [217.12.3.11] with 32 bytes of data:
```

```
Reply from 217.12.3.11: bytes=32 time=600ms TTL=237
```

```
Reply from 217.12.3.11: bytes=32 time=564ms TTL=237
```

```
Reply from 217.12.3.11: bytes=32 time=529ms TTL=237
```

```
Reply from 217.12.3.11: bytes=32 time=534ms TTL=237
```

```
Ping statistics for 217.12.3.11:
```

```
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
```

```
Approximate round trip times in milli-seconds:
```

```
    Minimum = 529ms, Maximum = 600ms, Average = 556ms
```

Traceroute: Công cụ dò vết đường đi



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

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

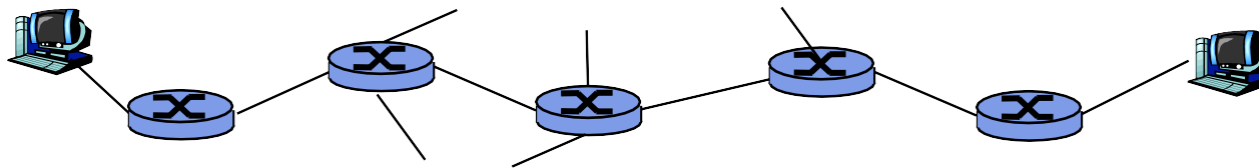
```
 1  1 ms  <1 ms  <1 ms 192.168.1.1  
 2  15 ms  14 ms  13 ms 210.245.0.42  
 3  13 ms  13 ms  13 ms 210.245.0.97  
 4  14 ms  13 ms  14 ms 210.245.1.1  
 5 207 ms 230 ms  94 ms pos8-2.br01.hkg04.pccwbtn.net [63.218.115.45]  
 6  *    403 ms 393 ms 0.so-0-1-0.XT1.SCL2.ALTER.NET [152.63.57.50]  
 7 338 ms 393 ms 370 ms 0.so-7-0-0.XL1.SJC1.ALTER.NET [152.63.55.106]  
 8 402 ms 404 ms 329 ms POS1-0.XR1.SJC1.ALTER.NET [152.63.55.113]  
 9 272 ms 288 ms 310 ms 193.ATM7-0.GW3.SJC1.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.
```

Traceroute và ICMP: Cơ chế hoạt động



- 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 trả lại 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

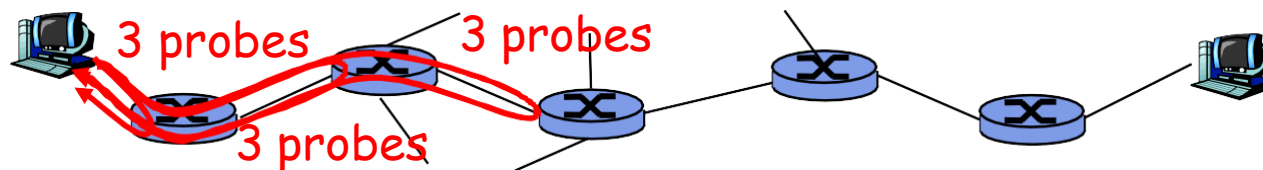




Traceroute và ICMP

Điều kiện kết thúc

- Gói tin đến được đích
- Ích trả về gói tin ICMP “host unreachable” (type 3, code 3)
- Khi nguồn nhận được gói tin ICMP này sẽ dừng lại
- Mỗi gói tin lặp lại 3 lần





Traceroute: Ví dụ

```
C:\Documents and Settings\hongson>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.SJC1.ALTER.NET [152.63.55.106]  
 8 402 ms 404 ms 329 ms POS1-0.XR1.SJC1.ALTER.NET [152.63.55.113]  
 9 272 ms 288 ms 310 ms 193.ATM7-0.GW3.SJC1.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.
```



Tổng kết

- Giao thức IP
 - địa chỉ và khuôn dạng gói tin
 - Mạng con, mặt nạ mạng
- Giao thức ICMP
 - Khuôn dạng gói tin
 - Ping, Traceroute

Tuần tới: tiếp tục về tầng mạng



- Vấn đề chọn đường
- Bộ định tuyến, bảng chọn đường
- Chọn đường tĩnh và chọn đường động