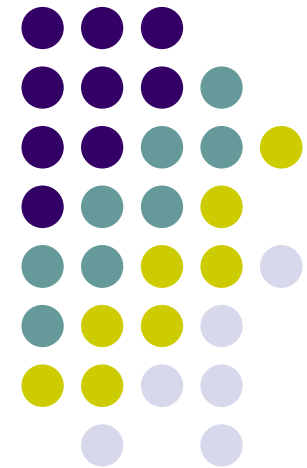


Chương 3: Tầng mạng – Internet Layer

Giảng viên: Ngô Hồng Sơn
Khoa CNTT- ĐHBK Hà Nội
Bộ môn Truyền thông và Mạng
máy tính



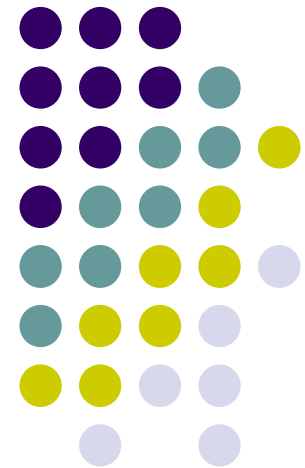


Tổng quan

- 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

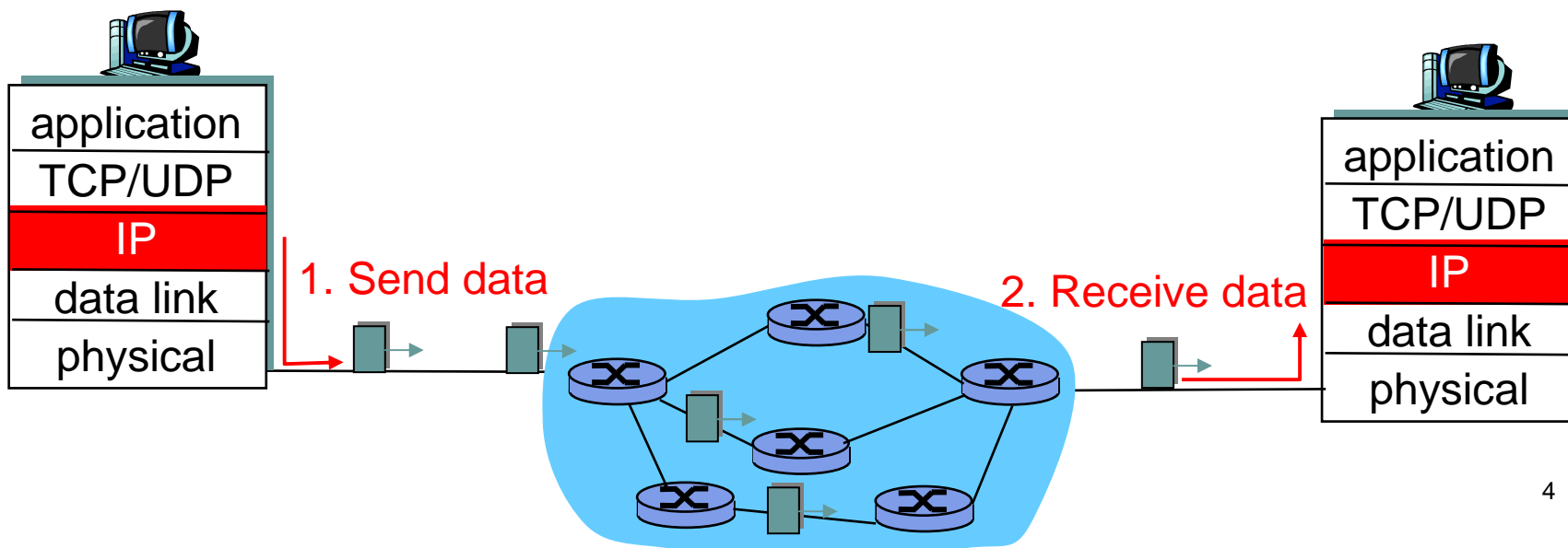
Khái niệm cơ bản
Nguyên lý lưu-và-chuyển tiếp
Đặc điểm giao thức IP



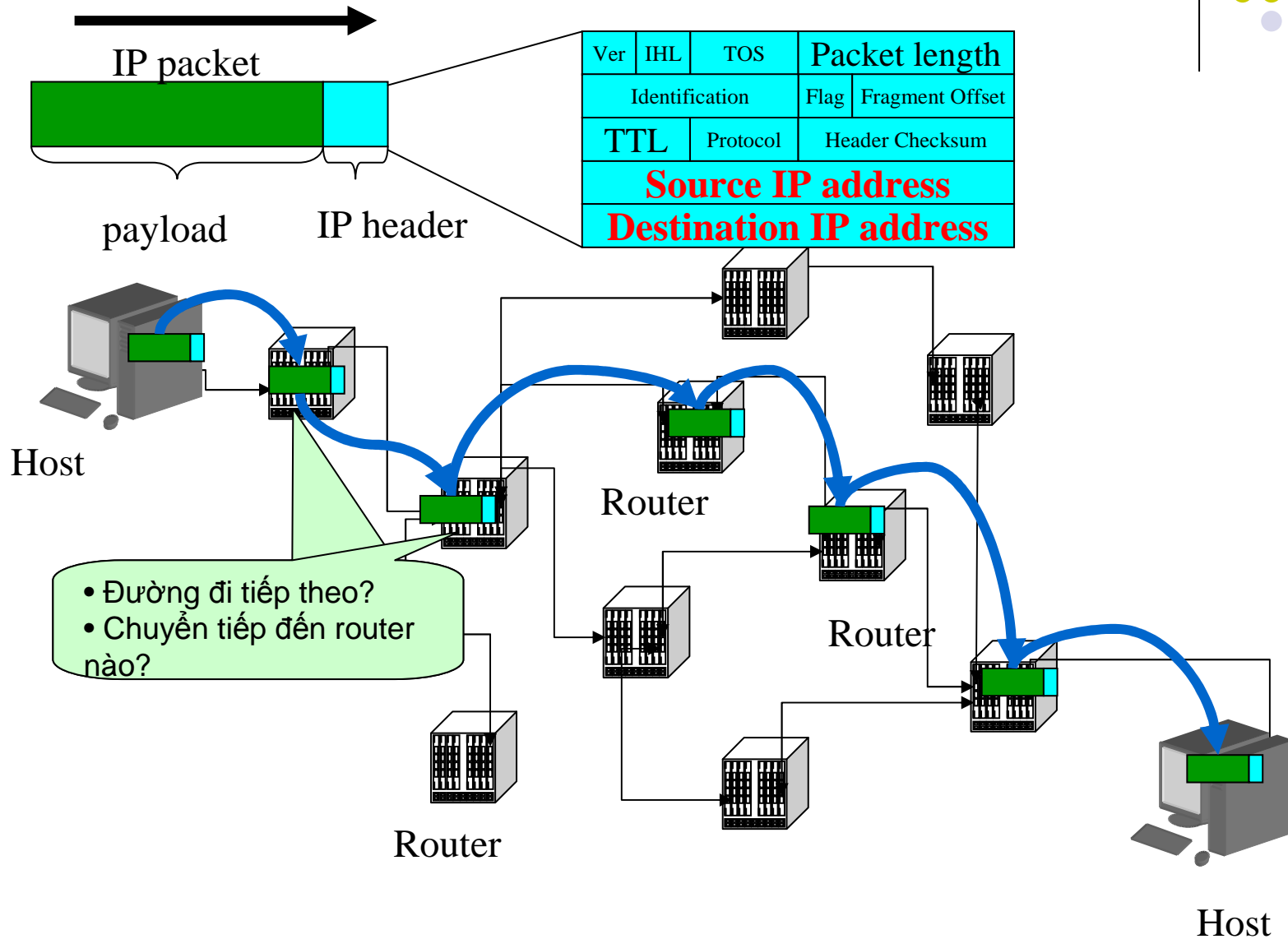


Internet Protocol

- 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)

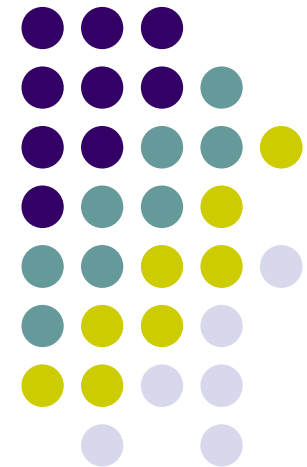


Đặc điểm của giao thức IP

- 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

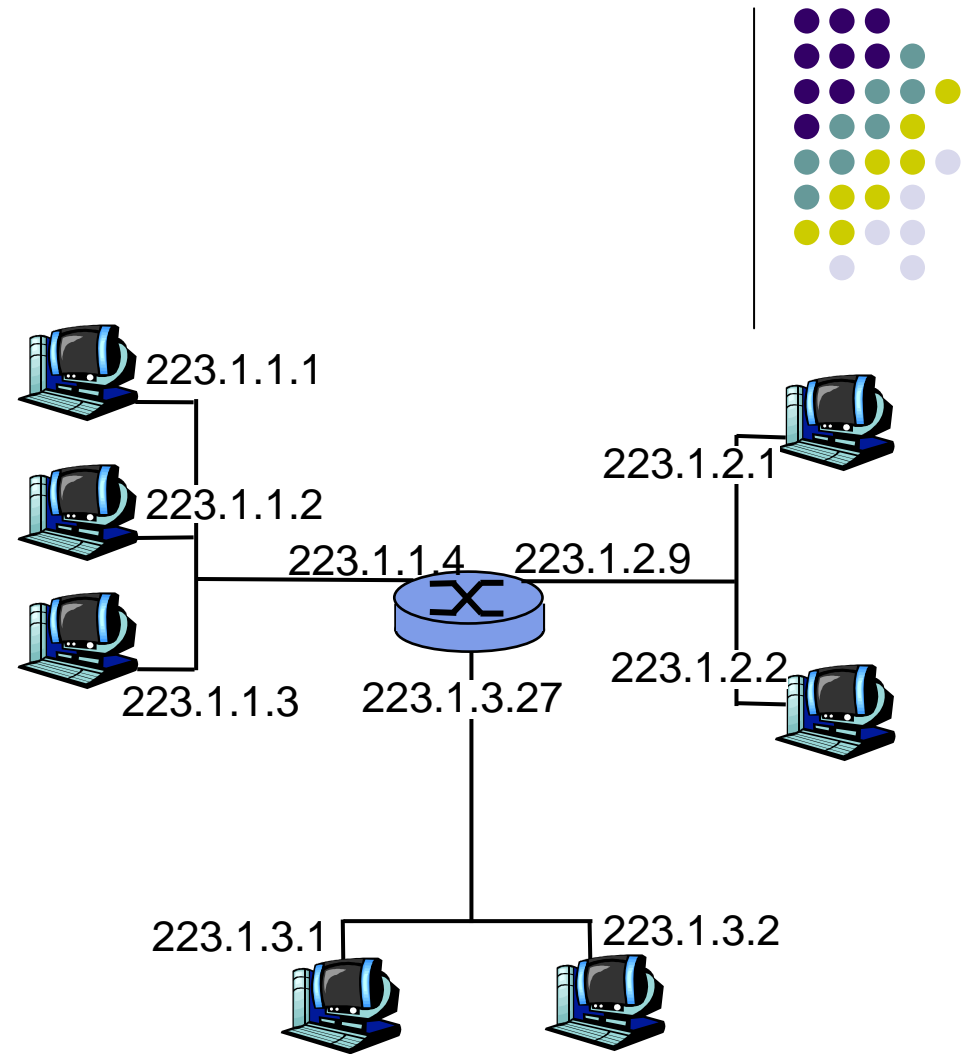
Địa chỉ IP

Lớp địa chỉ IP
CIDR – Địa chỉ IP không phân lớp
Mạng con và mặt nạ mạng
Các địa chỉ IP đặc biệt



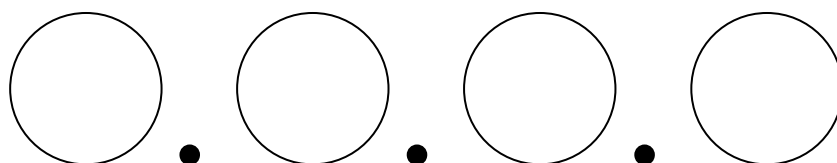
Địa chỉ IP (IPv4)

- 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



$$223.1.1.1 = \underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_{1} \underbrace{00000001}_{1} \underbrace{00000001}_{1}$$

Ký hiệu thập phân có chấm



8 bits

0 – 255 integer

Ví dụ:

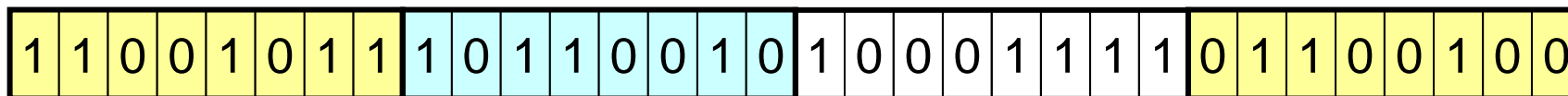
203.178.136.63 0

259.12.49.192 X

133.27.4.27 0

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

3417476964



203

178

143

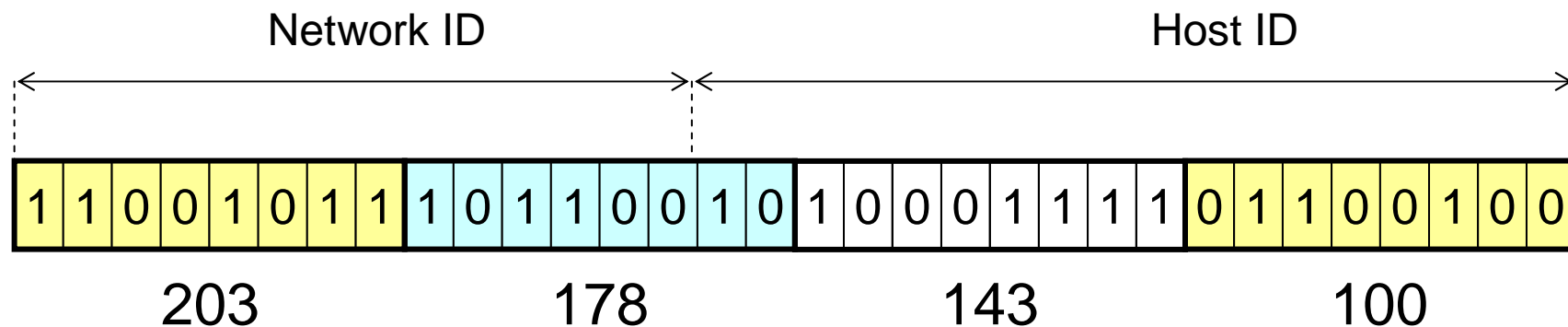
100

10

Địa chỉ máy trạm, địa chỉ mạng



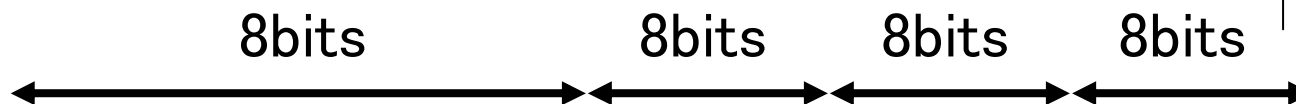
- Địa chỉ IP có hai phần
 - Host ID – địa chỉ máy trạm
 - Network ID – địa chỉ mạng



- 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

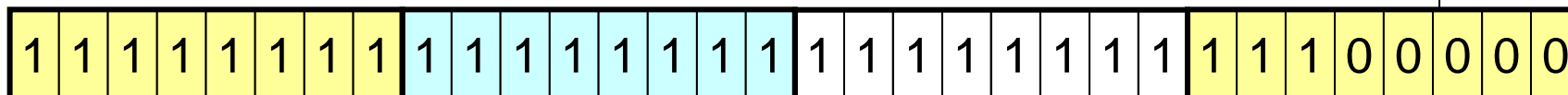


Mặt nạ mạng

- 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

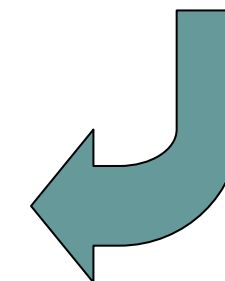
255

255

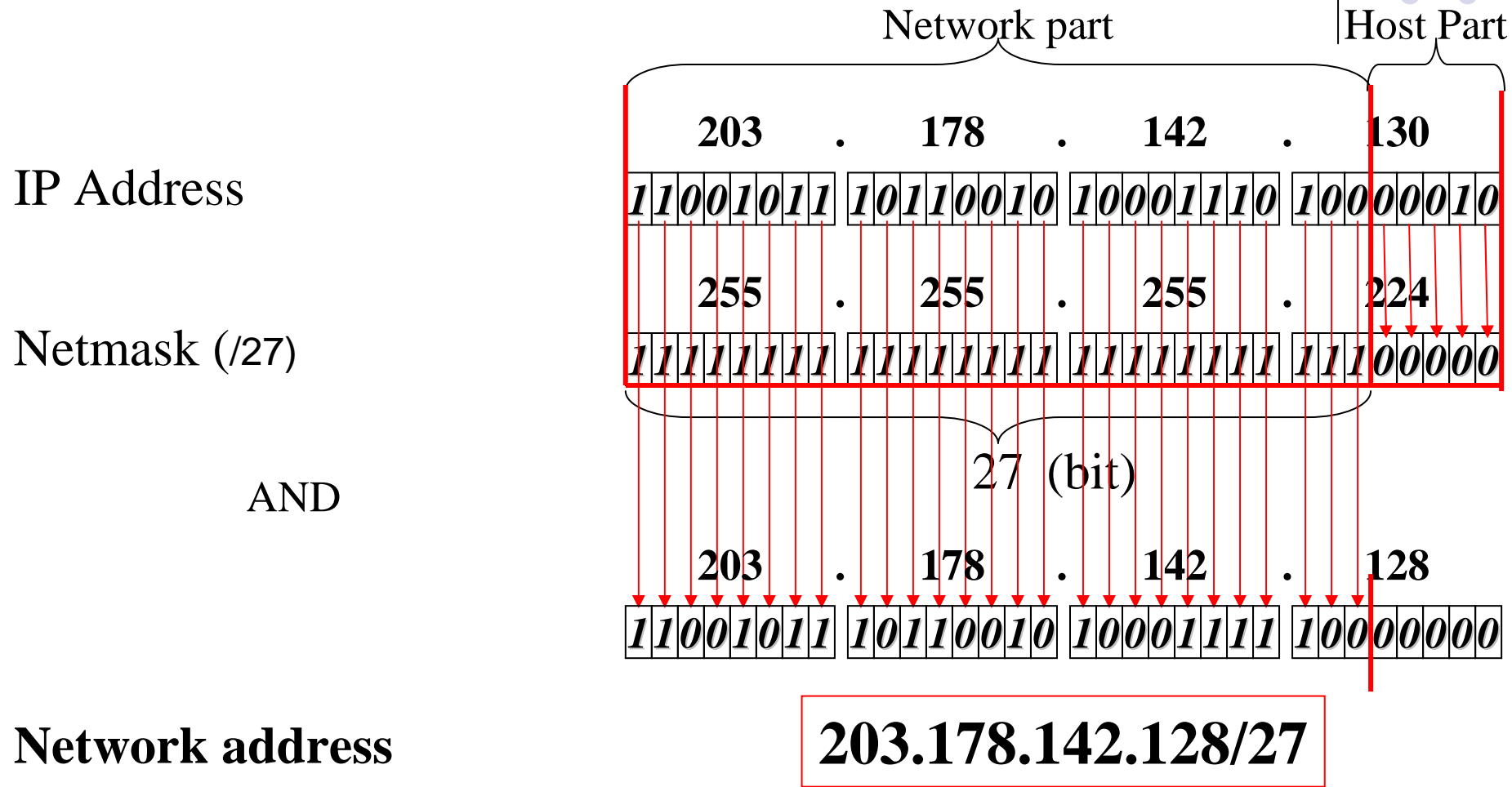
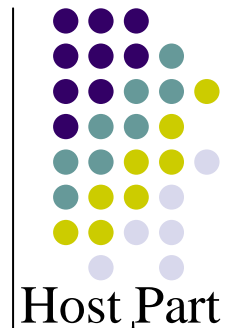
224

- 255.255.255.224
- /27
- 0xFFFFFe0

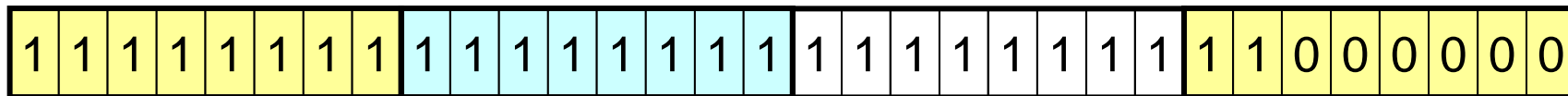
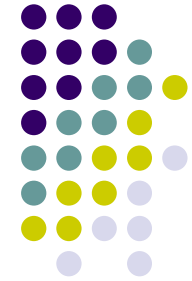
- Sẽ là một trong các số:
0 248
128 252
192 254
224 255
240



Cách tính địa chỉ mạng



Mặt nạ mạng và kích thước mạng



255

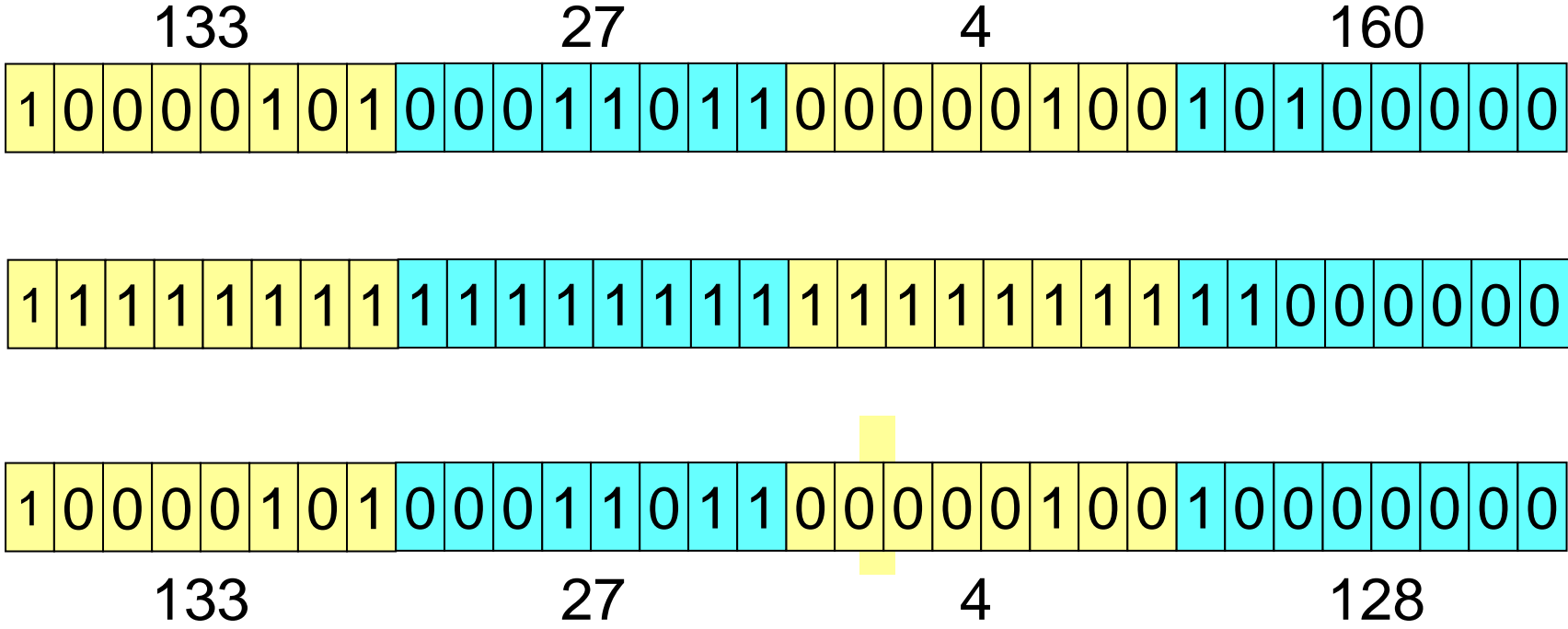
255

255

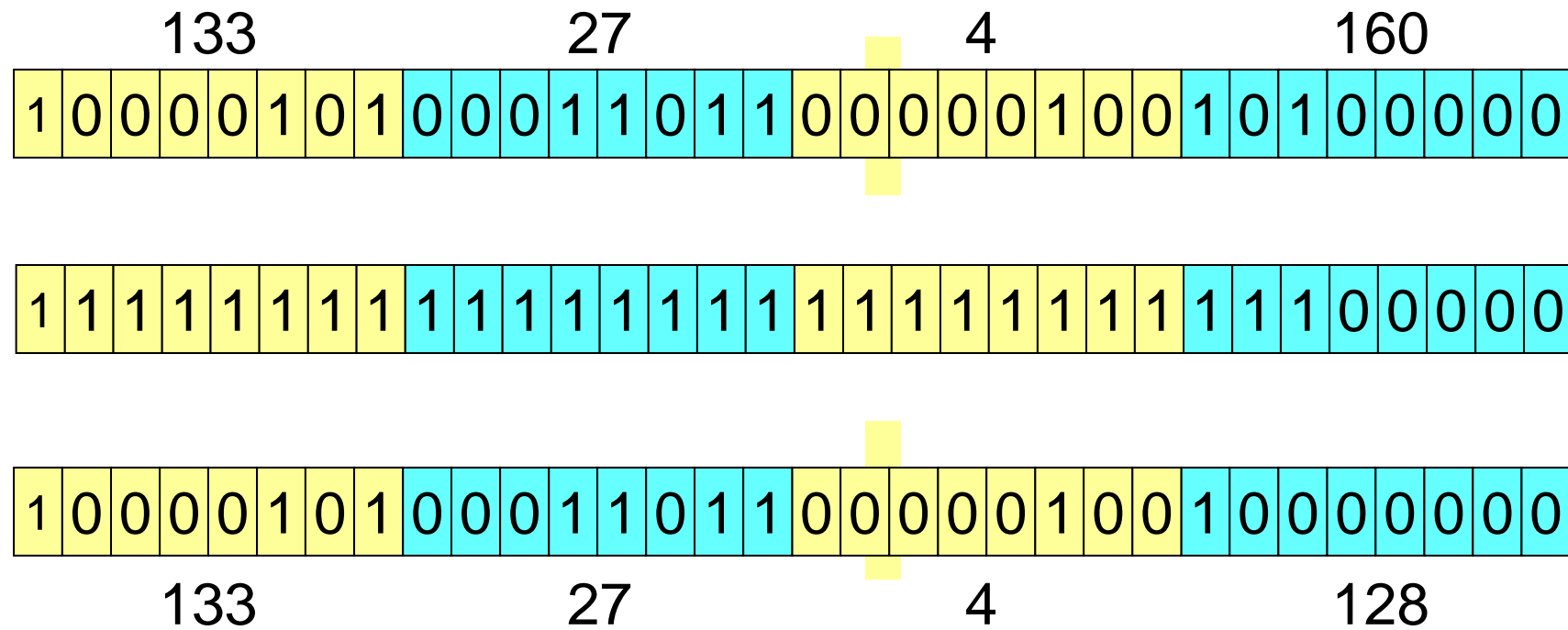
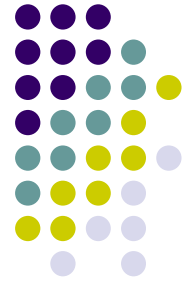
192

- Kích thước
 - Theo lũy thừa 2
- [RFC1878](#)
- Trong trường hợp /26
 - Phần máy trạm = 6 bits
 - $2^6=64$
 - Dải địa chỉ có thể gán:
 - 0 - 63
 - 64 - 127
 - 128 - 191
 - 192 - 255

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 phần ứng với địa chỉ máy trạm



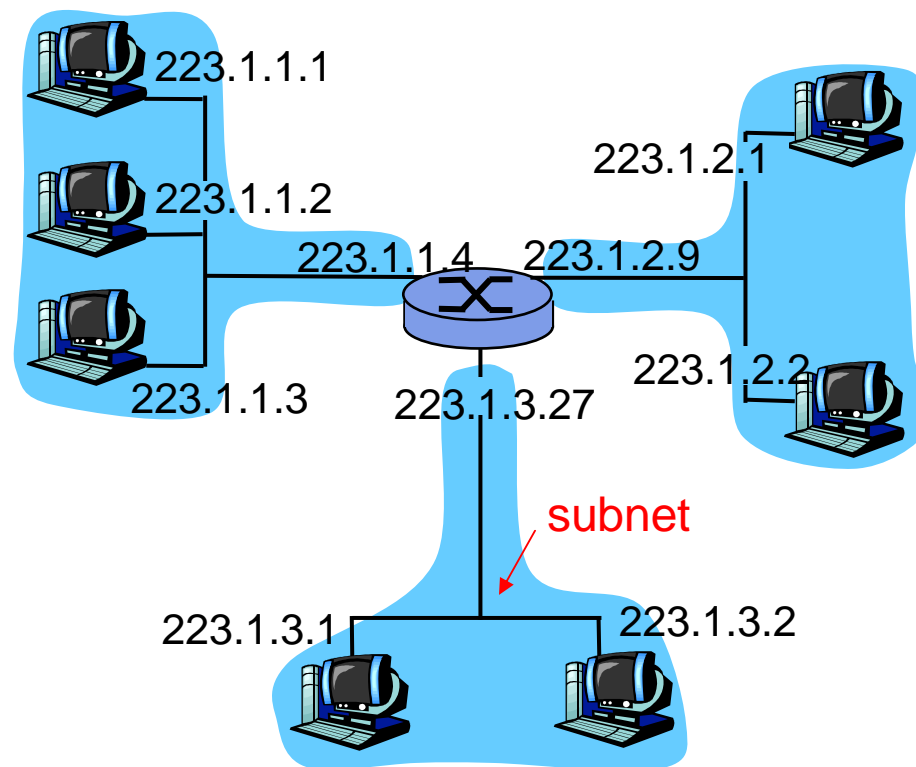
Địa chỉ IP và mặt nạ mạng

- 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

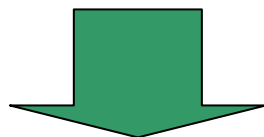


Mạng với 3 mạng con



Ví dụ: Chia làm 2 subnets

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



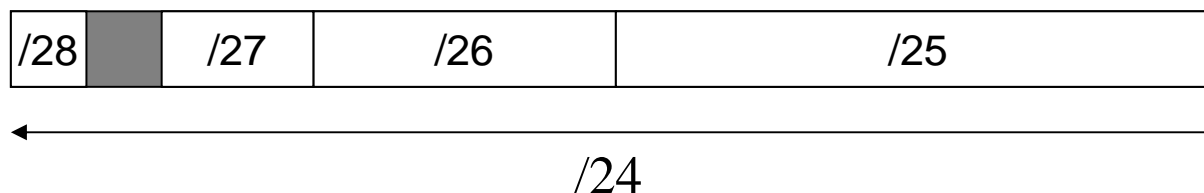
11001000 00010111 00010000 **0**0000000
200. 23. 16. 0 /25

11001000 00010111 00010000 **1**0000000
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

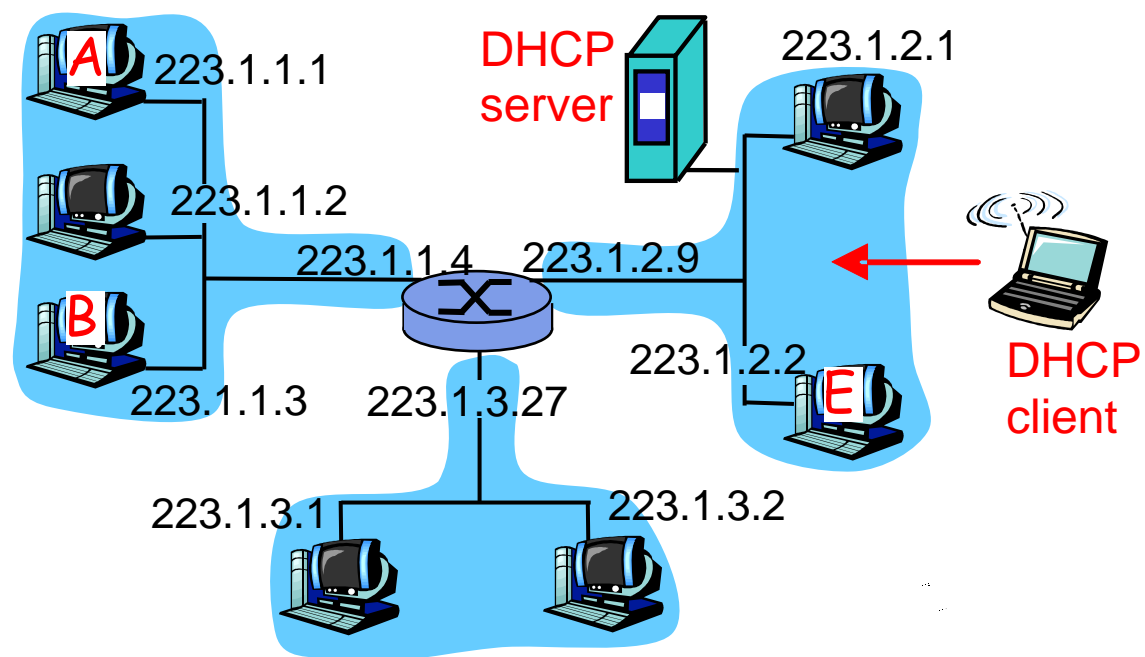
- Có thể “renew”, “release”
- Hỗ trợ người dùng hay phải di chuyển (mobile)

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”



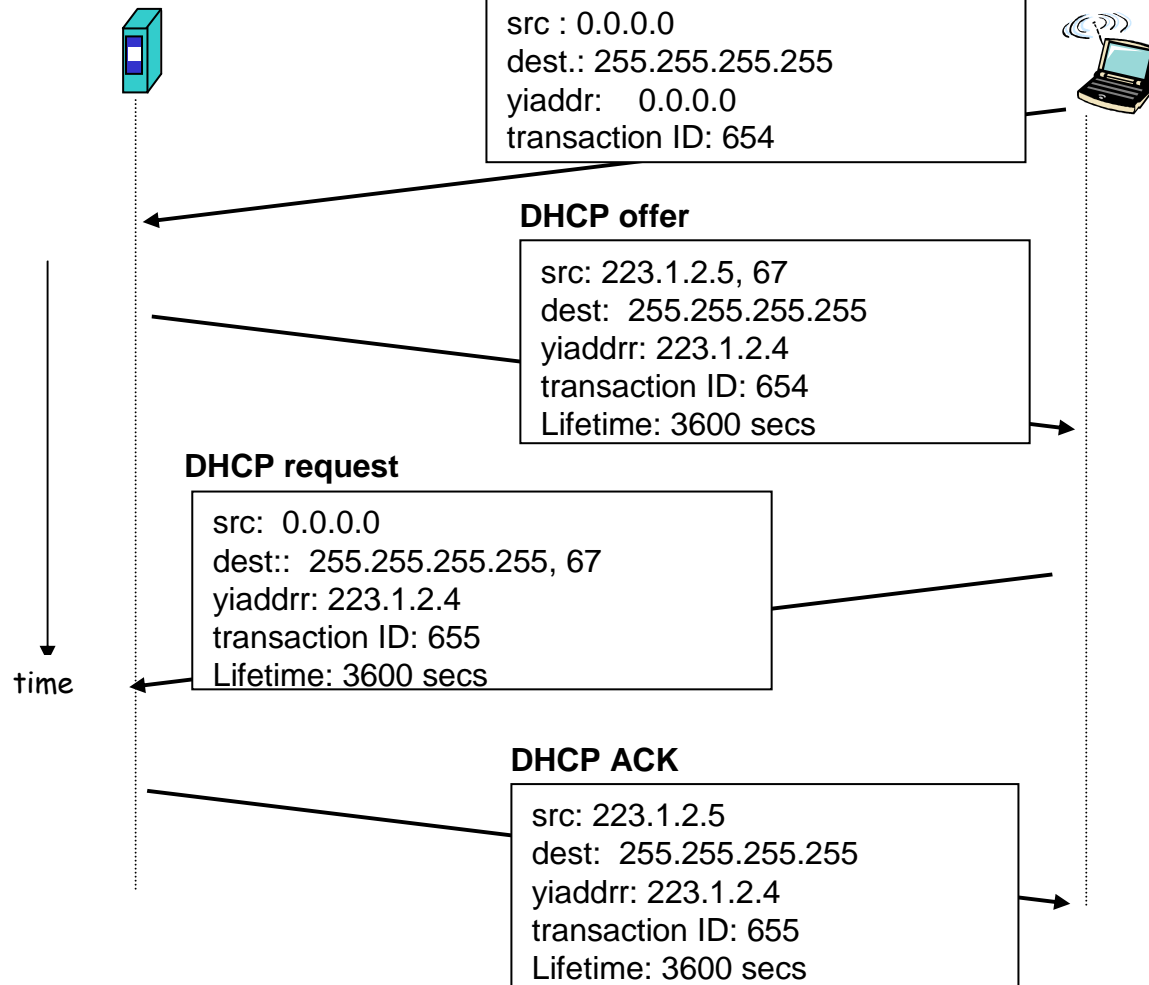
Hoạt động của DHCP client-server



DHCP client-server scenario

DHCP server: 223.1.2.5

arriving client





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



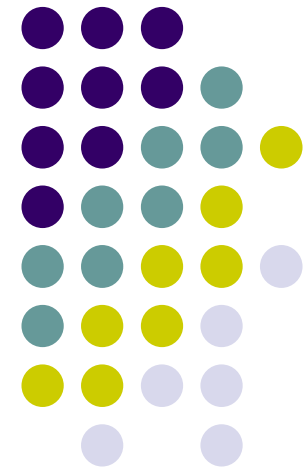
Quản lý đ/c IP

Q: ISP lấy địa chỉ IP từ đâu ?

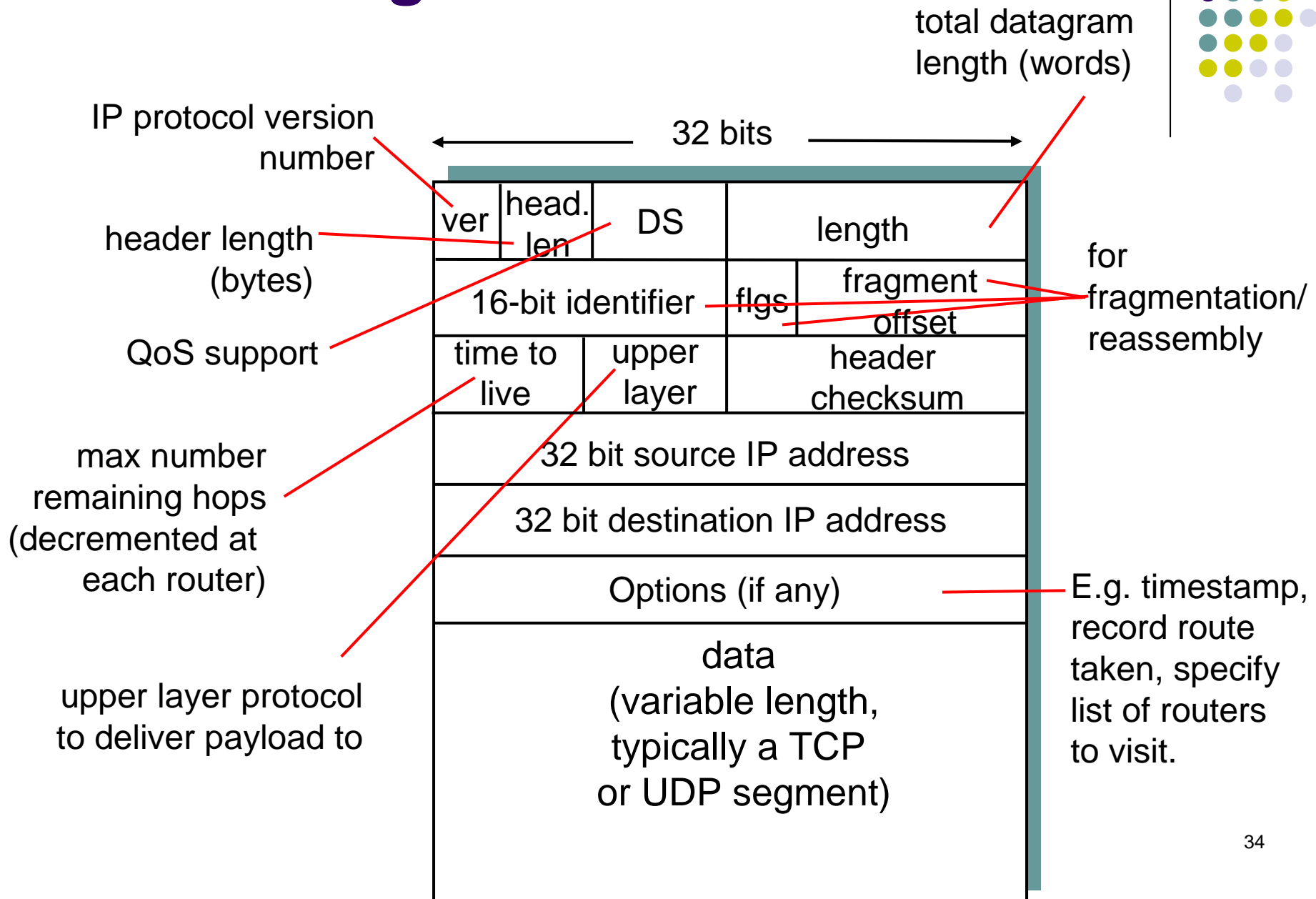
A: **ICANN**: Internet **C**orporation for **A**ssigned
Names and **N**umbers

- 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



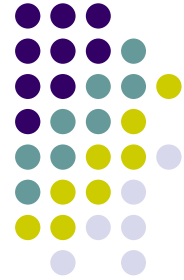
IP header (2)

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



IP header (3)

- Độ 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

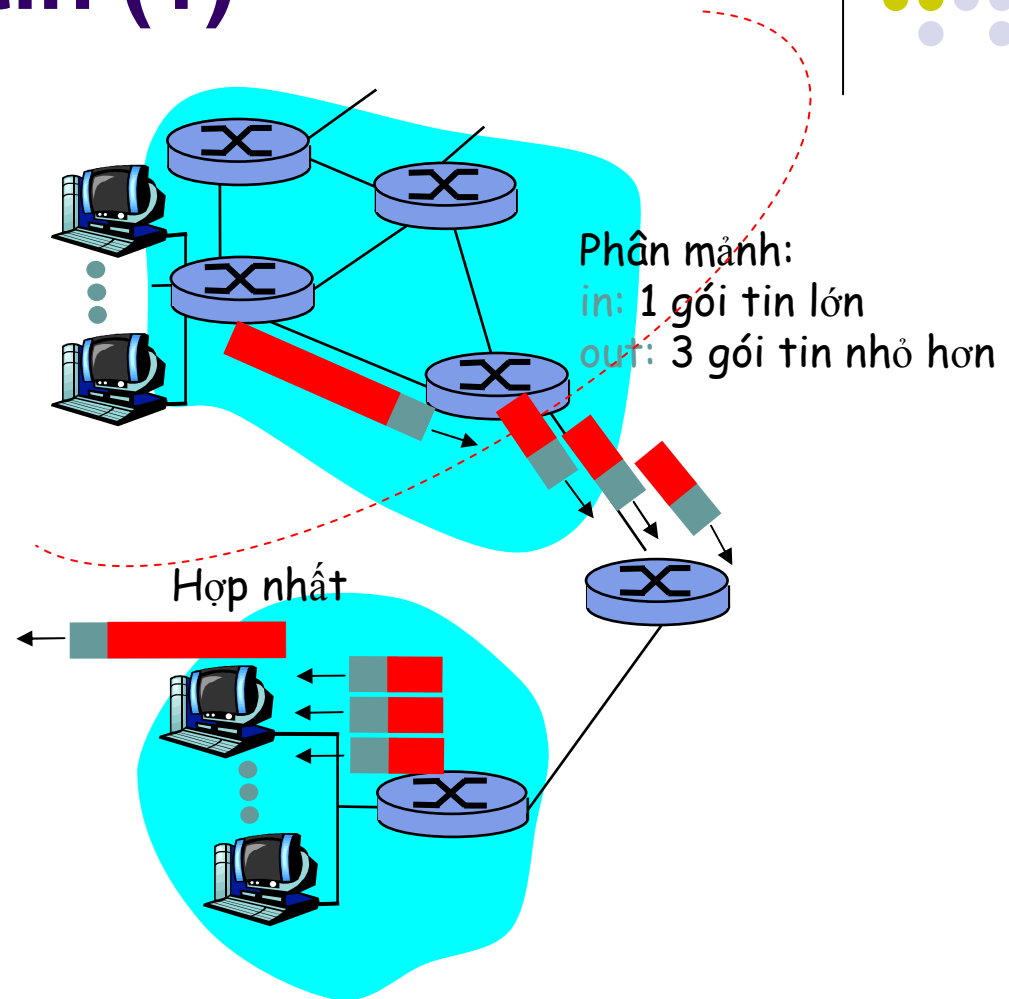


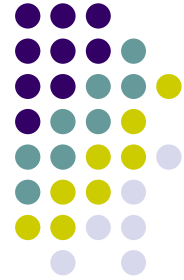
IP header (4)

- 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)

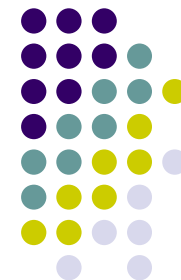
- Đường truyền có một giá trị MTU (Kích thước đơn vị dữ liệu tối đa)
- Các đường truyền khác nhau có MTU khác nhau
- Một gói tin IP lớn quá MTU sẽ bị
 - Chia làm nhiều gói tin nhỏ hơn
 - Được tập hợp lại tại trạm đích





Phân mảnh (2)

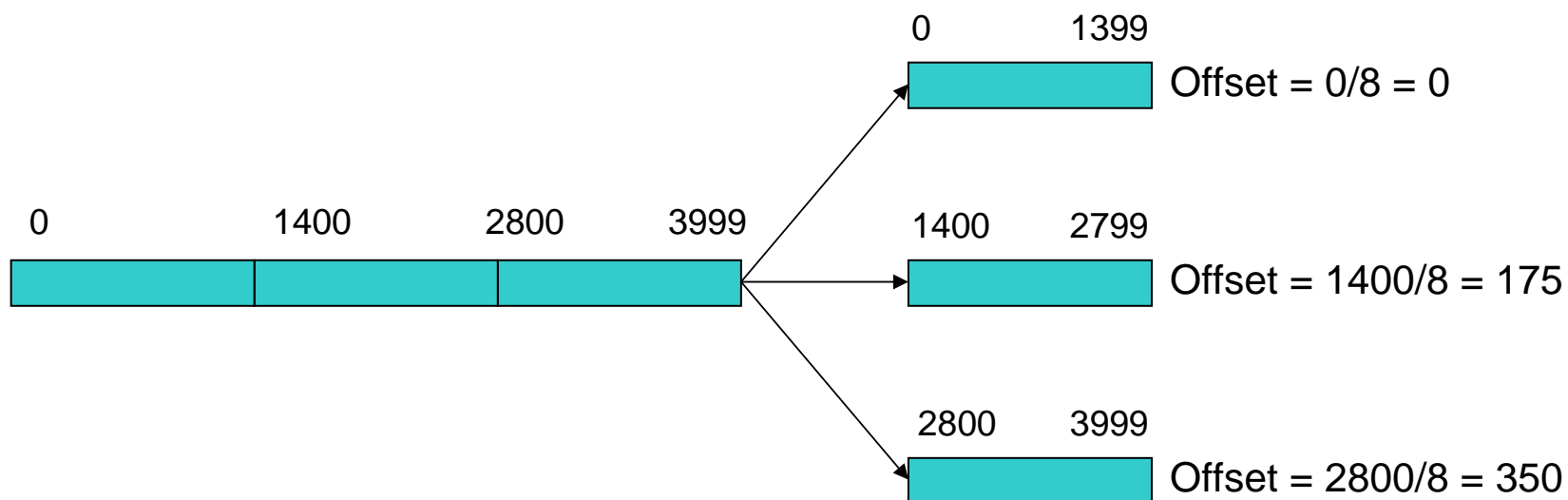
- Trường Identification
 - ID được sử dụng để tìm các phần của gói tin
- Flags – cờ (3 bits)
 - Dự phòng
 - Không được phép phân mảnh
 - Còn phân mảnh
 - Dùng để tập hợp gói tin



Phân mảnh (3)

- Độ lệch - Offset

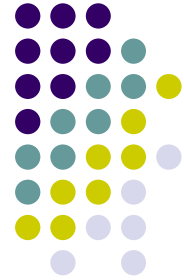
- Vị trí của gói tin phân mảnh trong gói tin ban đầu
- Theo đơn vị 8 bytes





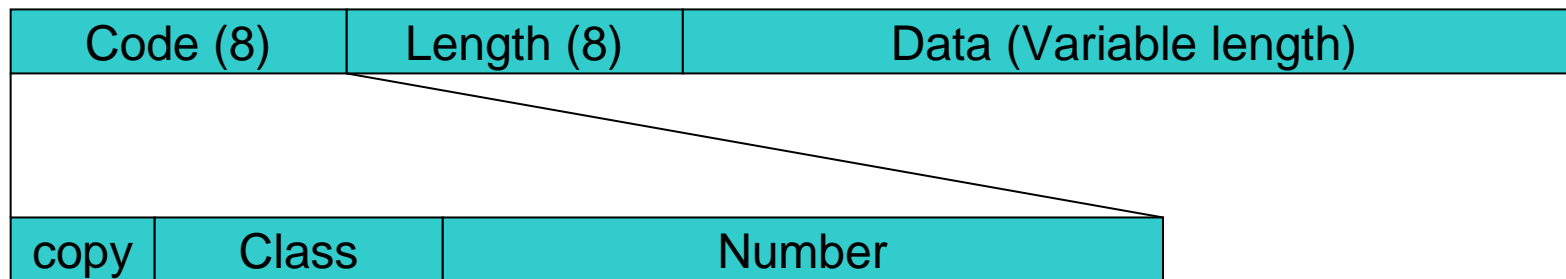
Checksum

- 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

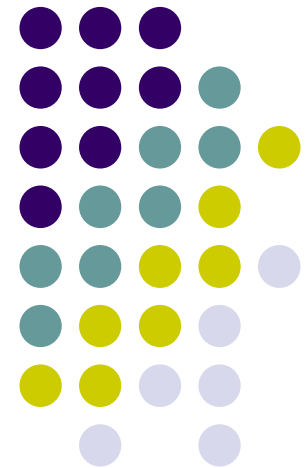
00100: Timestamp

00111: Record route

01001: Strict source route

Internet Control Message Protocol

Tổng quan
Khuôn dạng gói tin
Ping và Traceroute





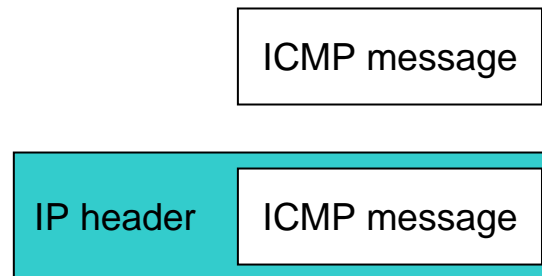
Tổng quan về ICMP (1)

- 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

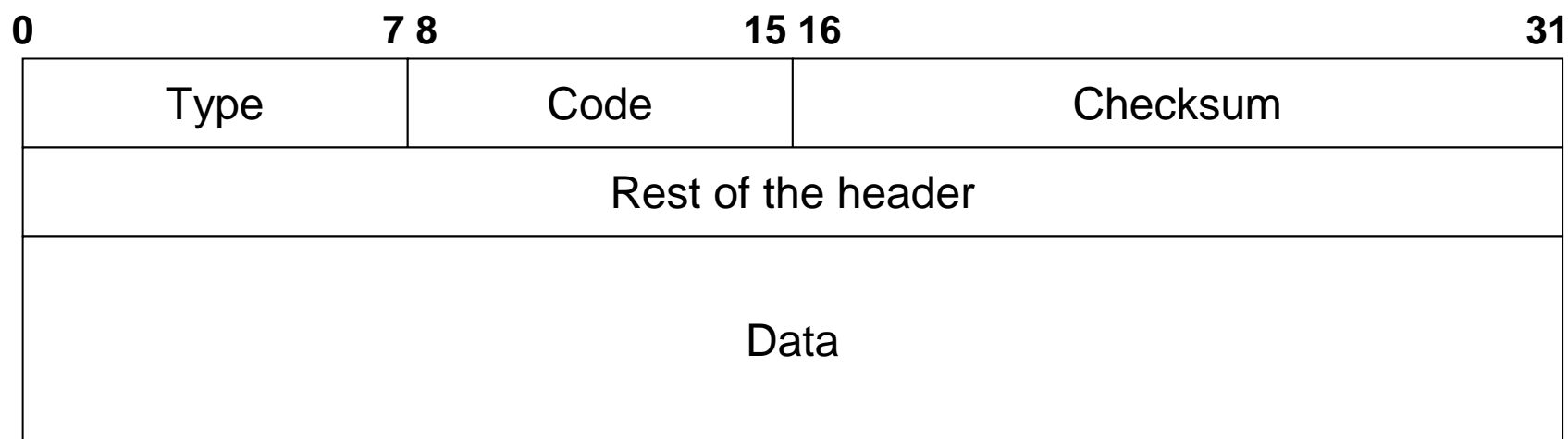
`/etc/protocols`

`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 suốt với người sử dụng
- NSD có thể sử dụng ICMP thông qua các công cụ debug
 - ping
 - traceroute

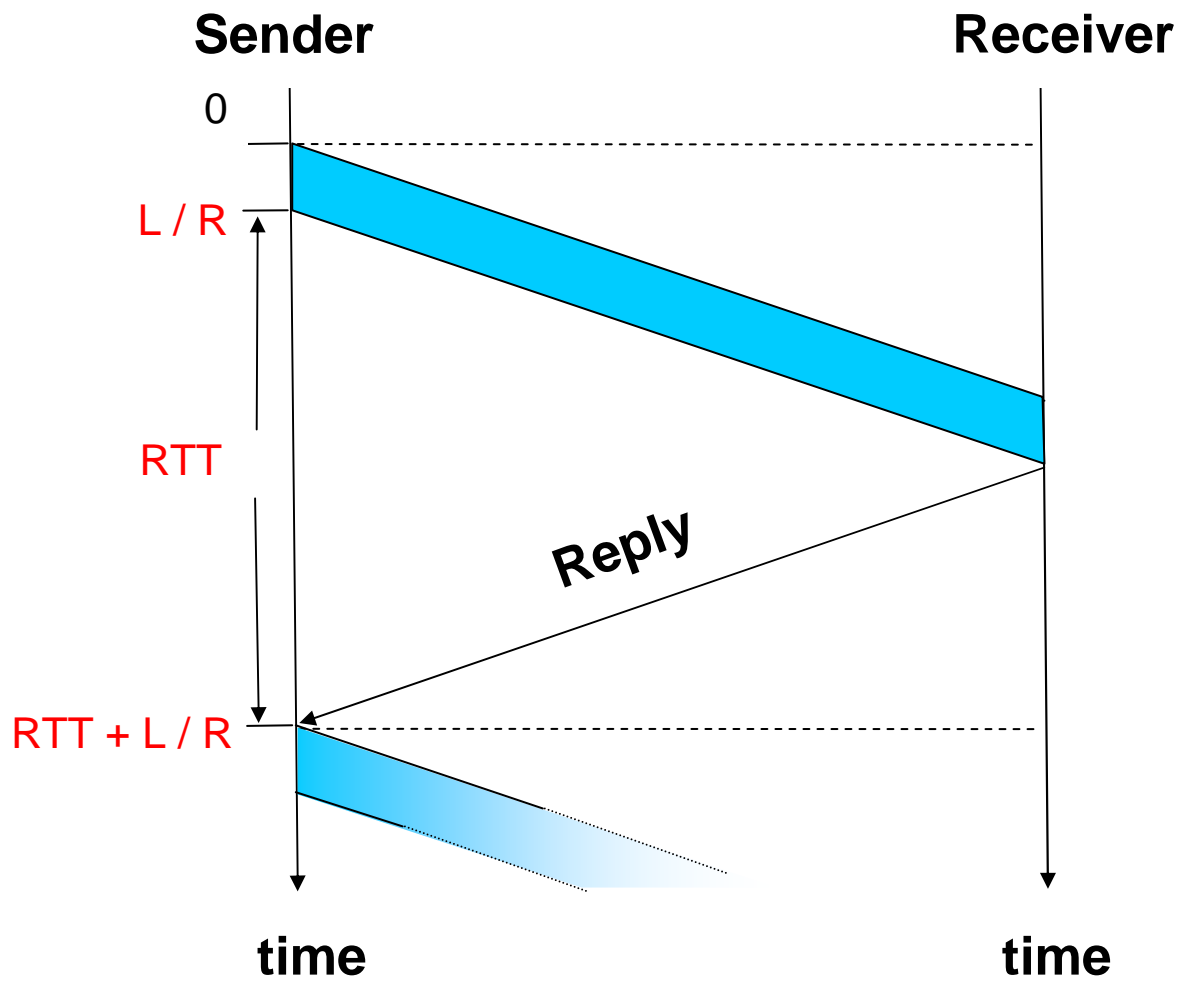


Ping và ICMP

- 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:
```

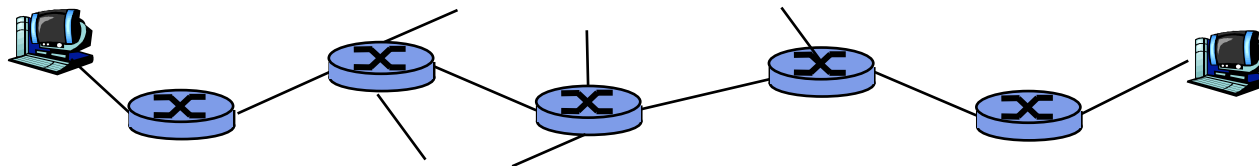
```
 1  1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.1.1  
 2  15 ms  14 ms  13 ms  210.245.0.42  
 3  13 ms  13 ms  13 ms  210.245.0.97  
 4  14 ms  13 ms  14 ms  210.245.1.1  
 5  207 ms  230 ms  94 ms  pos8-2.br01.hkg04.pccwbtn.net [63.218.115.45]  
 6  *    403 ms  393 ms  0.so-0-1-0.XT1.SCL2.ALTER.NET [152.63.57.50]  
 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

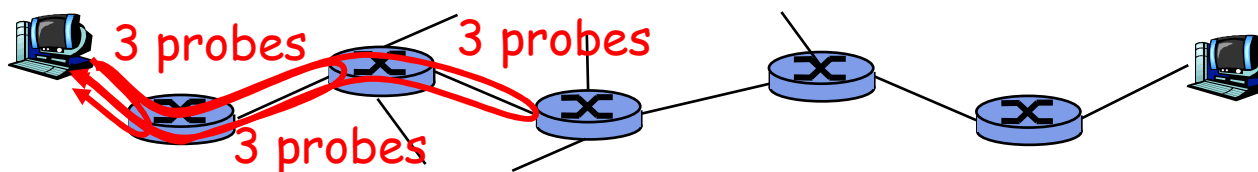




Traceroute và ICMP

Điều kiện kết thúc

- Gói tin đến được đích
- Đích 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

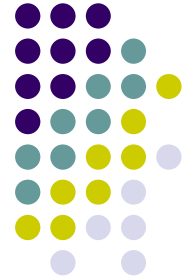
```
C:\Documents and Settings\hongson>tracert www.jaist.ac.jp
```

```
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