

## 제 5 장 IPv4 주소

### 5.1 개요

### 5.2 클래스 기반 주소지정 (Classful Addressing)

### 5.3 클래스 없는 주소지정 (Classless Addressing)

### 5.4 특수 주소 (Special Addresses)

### 5.5 NAT

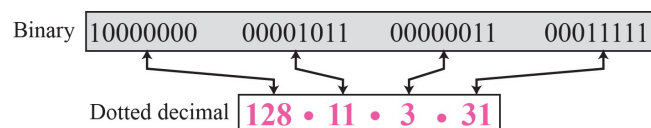
TCP/IP

5-1

## 5.1 개요

### ■ IP 주소

- ➡ 네트워크 계층 (IP 계층)에서 사용하는 논리주소
- ➡ 인터넷에 연결된 각 장치의 (인터페이스) 주소 → 유일 (Unique)
- ➡ IPv4 주소 공간: 32 bits →  $2^{32}$  or 4,294,967,296
- ➡ 표기법 (Notation)
  - 2진 (Base 2), **점 10진 (Base 256)**, 16진 (Base 16) 표기법

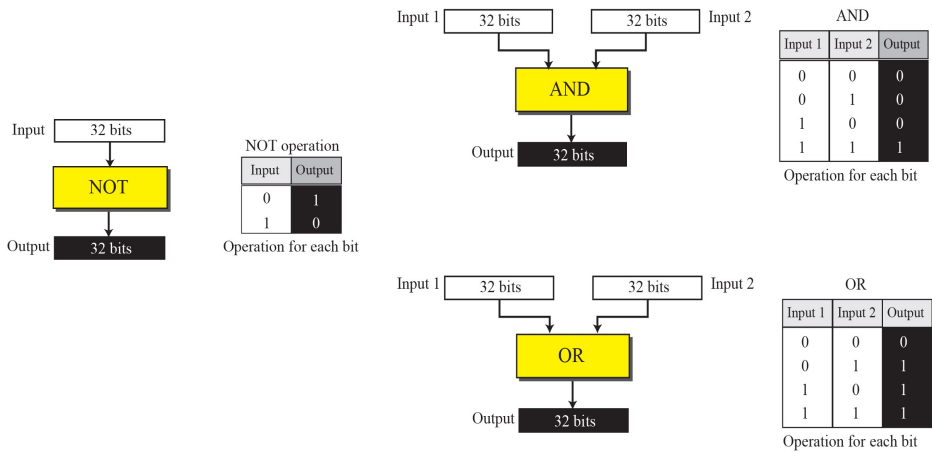


TCP/IP

5-2

## 5.1 개요

### ■ 연산 (Operations)



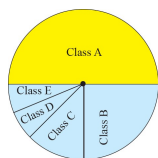
TCP/IP

5-3

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 클래스 (Classes)

5개의 클래스 : A, B, C, D, E



Class A:  $2^{31} = 2,147,483,648$  addresses, 50%  
 Class B:  $2^{30} = 1,073,741,824$  addresses, 25%  
 Class C:  $2^{29} = 536,870,912$  addresses, 12.5%  
 Class D:  $2^{28} = 268,435,456$  addresses, 6.25%  
 Class E:  $2^{28} = 268,435,456$  addresses, 6.25%

	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4		Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Class A	0.....				Class A	0-127			
Class B	10.....				Class B	128-191			
Class C	110.....				Class C	192-223			
Class D	1110....				Class D	224-239			
Class E	1111....				Class E	240-255			

Binary notation

Dotted-decimal notation

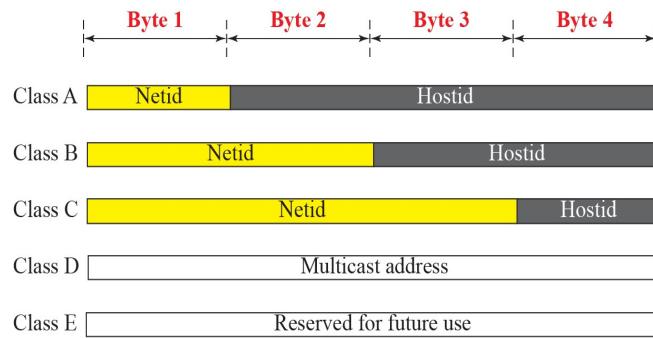
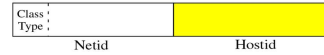
TCP/IP

5-4

## 5.2 Classful Addressing

### ■ IPv4 주소 구성

⇒ IPv4 주소 = (            ) + (            )



TCP/IP

5-5

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 클래스와 블록 (Block)

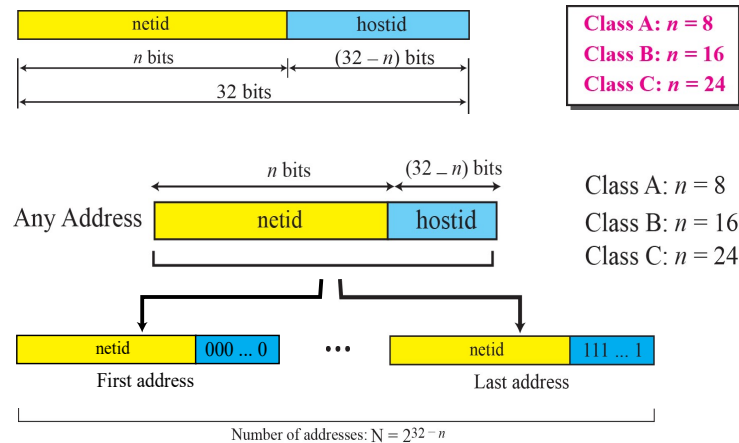
Class	Number of Networks	Number of Hosts
A	$2^7 - 2 = 126$	$2^{24} - 2 = 16,777,214$
B	$2^{14} = 16,384$	$2^{16} - 2 = 65,534$
C	$2^{21} = 2,097,152$	$2^8 - 2 = 254$
D	Not applicable	Not applicable
E	Not applicable	Not applicable

TCP/IP

5-6

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 2-level 주소지정

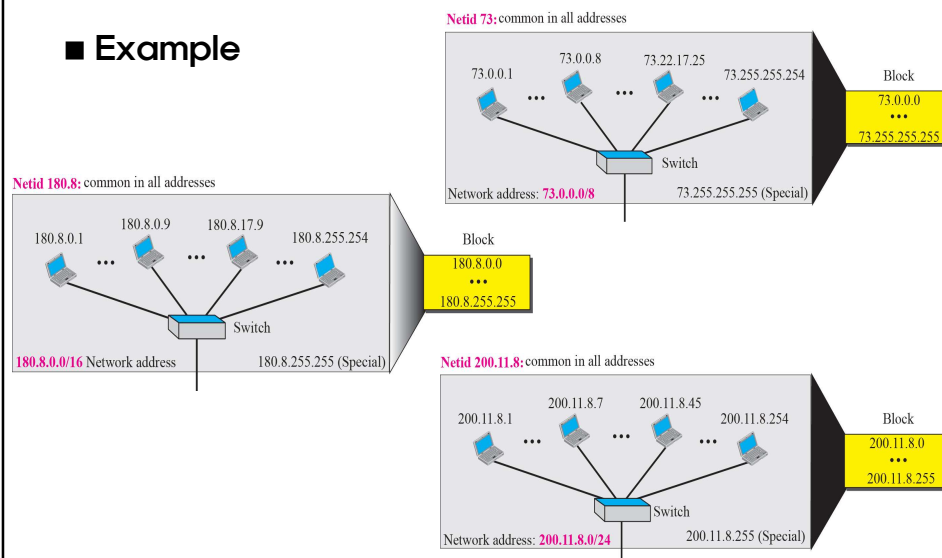


TCP/IP

5-7

## 5.2 Classful Addressing

### ■ Example



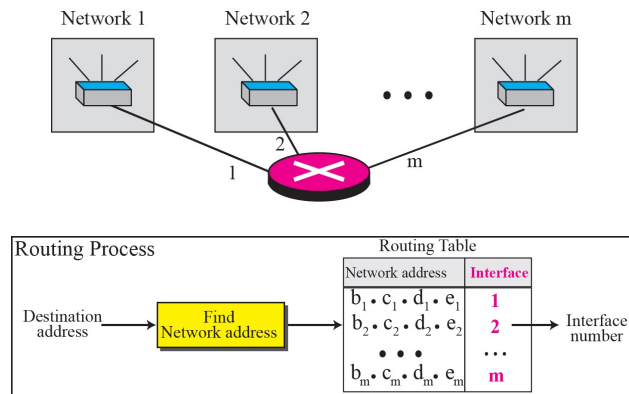
TCP/IP

5-8

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 네트워크 주소 (Network address)

⇒ 패킷 포워딩 (라우팅)은 네트워크 주소 기반



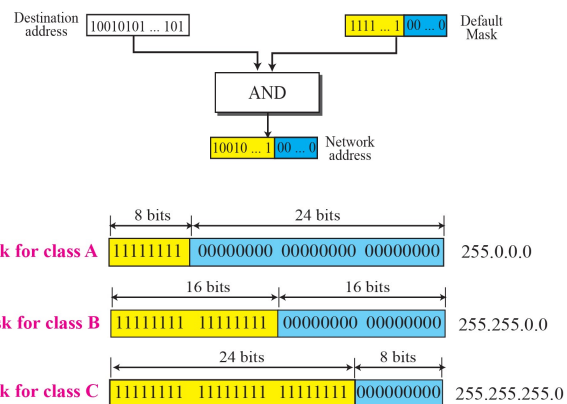
TCP/IP

5-9

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 네트워크 마스크 (Network Mask)

⇒ 목적지 주소의 네트워크 주소를 찾는데 사용 cf. Default mask



TCP/IP

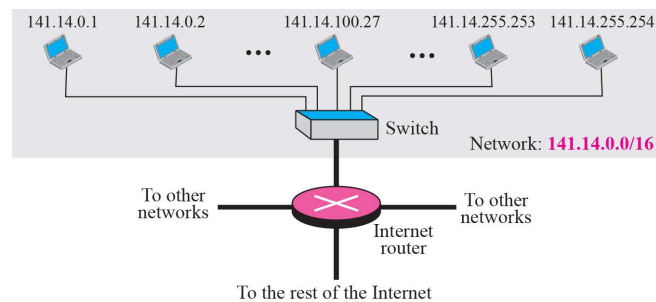
5-10

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 3-level 주소지정: \_\_\_\_\_

⇒ Why?

⇒ 2-level example (No subnetting)



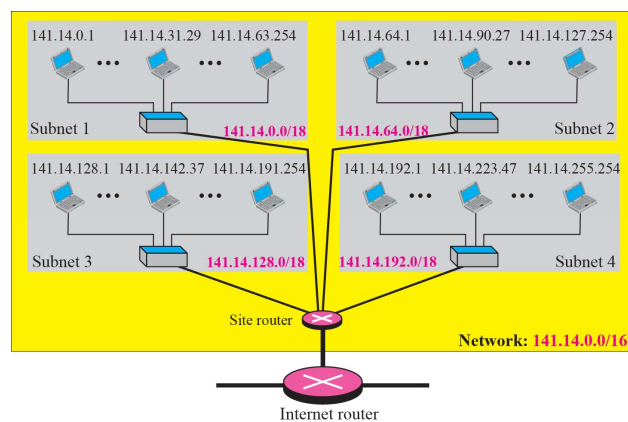
TCP/IP

5-11

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 3-level 주소지정: 서브네팅 (Subnetting)

⇒ 3-level example (Subnetting)



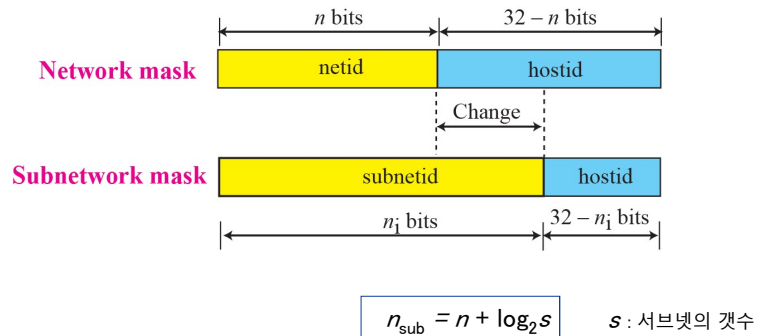
TCP/IP

5-12

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 3-level 주소지정: 서브네팅 (Subnetting)

☞ 서브넷 마스크 (Subnet Mask) → Subnetwork address



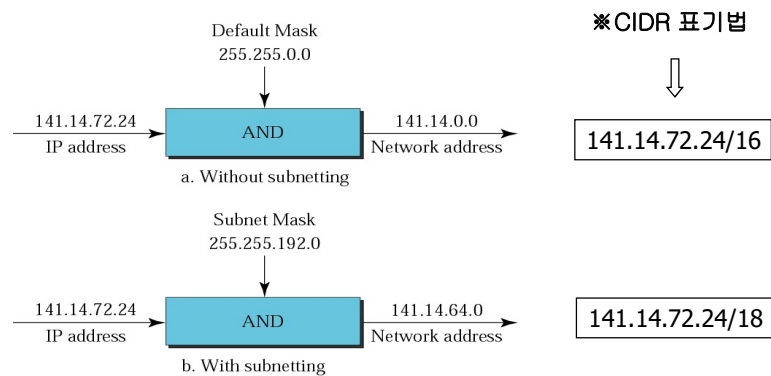
TCP/IP

5-13

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 3-level 주소지정: 서브네팅 (Subnetting)

☞ 서브넷 마스크 (Subnet Mask) → Subnetwork address



TCP/IP

5-14

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 서브네팅 (Subnetting) 例 : 클래스 B

0 subnet → 65534 hosts/subnet (default subnet)

**255.255.0.0** (0000 0000 0000 0000)

2 subnets → 16382 hosts/subnet

**255.255.192.0** (1100 0000 0000 0000)

62 subnets → 1022 hosts/subnet

**255.255.252.0** (1111 1100 0000 0000)

254 subnets → 254 hosts/subnet

**255.255.255.0** (1111 1111 0000 0000)

16382 subnets → 2 hosts/subnet

**255.255.255.252** (1111 1111 1111 1100)

TCP/IP

5-15

## 서브네팡 예

■ A 클래스 서브네팡

■ B 클래스 서브네팡

■ C 클래스 서브네팡

TCP/IP

5-16



## 서브네팡 예(계속)

### ■ A 클래스 서브네팡

- ➡ A 클래스 주소 : netid(1 바이트), hostid(3 바이트)
- ➡ 주소 공간 :  $2^{24} - 2(16,777,214)$

### ■ 예제 1

- ➡ A 클래스 주소를 가진 기관이 1,000개의 서브네팡을 필요로 한다. 서브네팡 마스크와 서브네팡 구성을 찾아 보라

TCP/IP

5-17

## 서브네팡 예(계속)

### ■ 풀이

- ➡ 1,000 개지만 1,002 개가 필요(subnetid가 모두 1인 것과 0인것)
- ➡ 서브네팡팅에 할당하기 위한 최소 비트수 : 10개( $2^9 < 1,002 < 2^{10} = 1,024$ )
- ➡ 14개 비트는 hostid( $2^{14} = 16,382$ 개) 지정

TCP/IP

5-18

## 서브네팅 예(계속)

### ■ 예제 1 의 마스크

Mask **255.0.0.0**

Netid Hostid

**11111111** 00000000 00000000 00000000

a. Without subnetting

Mask **255.255.192.0**

Netid Subnetid Hostid

**11111111** **11111111 11** 000000 00000000

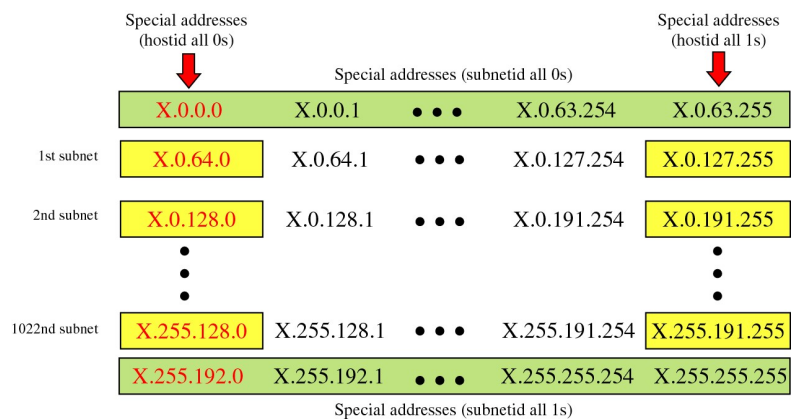
b. With subnetting

TCP/IP

5-19

## 서브네팅 예(계속)

### ■ 예제 1 의 주소 범위

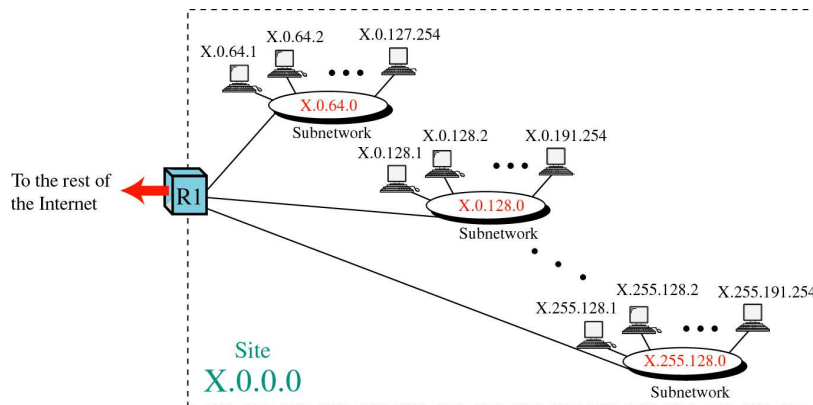


TCP/IP

5-20

## 서브네팡예(계속)

### ■ 예제 1 의 서브네트워크



TCP/IP

5-21

## 서브네팡예(계속)

### ■ B 클래스 서브네팡

- ➡ B 클래스 주소 : netid(2 바이트), hostid (2 바이트)
- ➡ 주소공간( $2^{16} - 2 = 65,534$ )

### ■ 예제 2

- ➡ B 클래스 주소를 가진 기관이 12개의 서브네트워크를 필요로 한다. 서브넡 마스크와 서브네트워크 구성을 찾아보라

TCP/IP

5-22

## 서브네팅 예(계속)

### ■ 풀이

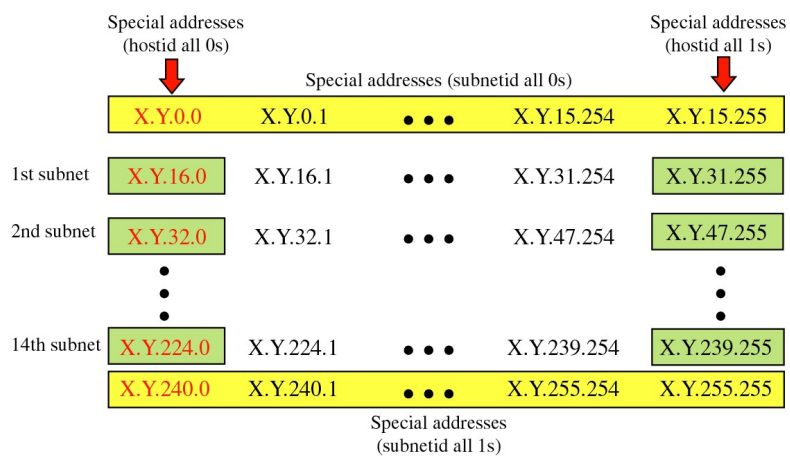
- ➡ 12개지만 14개 필요(subnetid가 모두 1인 것과 0인 것 포함)
- ➡ 서브네팅 할당을 위한 최소 비트 수 : 4개( $2^3 < 14 < 2^4$ )
- ➡ 12개 비트는 hostid( $2^{12} = 4,096$ ) 지정, 실제로는 4,094 개

TCP/IP

5-23

## 서브네팅 예(계속)

### ■ 예제 2 의 주소 범위

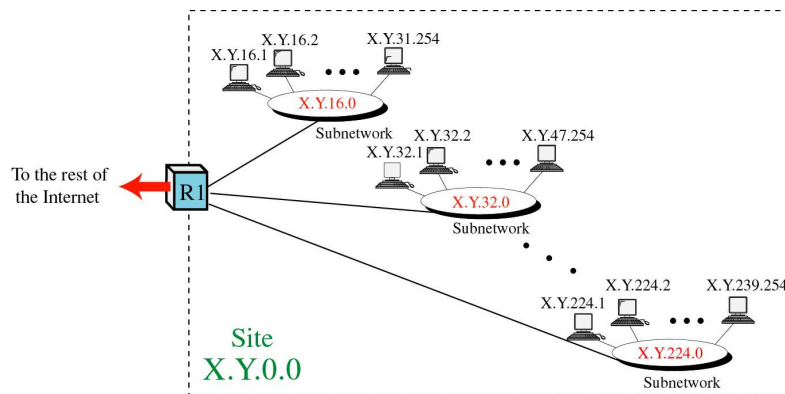


TCP/IP

5-24

## 서브네팡 예(계속)

### ■ 예제 2 의 서브네트워크



TCP/IP

5-25

## 서브네팡 예(계속)

### ■ C 클래스 서브네팡

- ➡ C 클래스 주소 : netid(3 바이트), hostid(1 바이트)
- ➡ 주소공간 ( $2^8 - 2 = 254$ )

### ■ 예제 3

- ➡ C 클래스 주소를 가진 기관이 5개의 서브네트워크를 필요로 한다. 서브넡 마스크와 각 서브네트워크 구성을 찾아보라

TCP/IP

5-26

## 서브네팅 예(계속)

### ■ 풀이

- ➡ 5개지만 7개 필요(subnetid가 모두 1인 것과 0인 것 포함)
- ➡ 서브네팅 할당을 위한 최소 비트 수 : 3개( $2^2 < 7 < 2^3$ )
- ➡ 5 개의 비트 hostid( $2^5 = 32$ 개), 실제로는 30개

TCP/IP

5-27

## 서브네팅 예(계속)

### ■ 예제 3 의 주소 범위

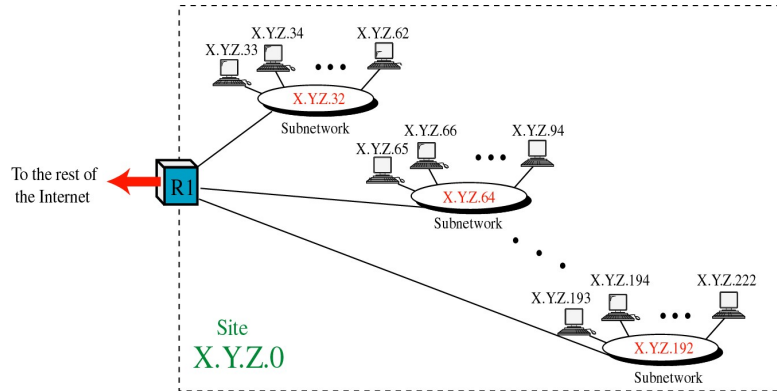


TCP/IP

5-28

## 서브네팅 예(계속)

### ■ 예제 3 의 서브네트워크



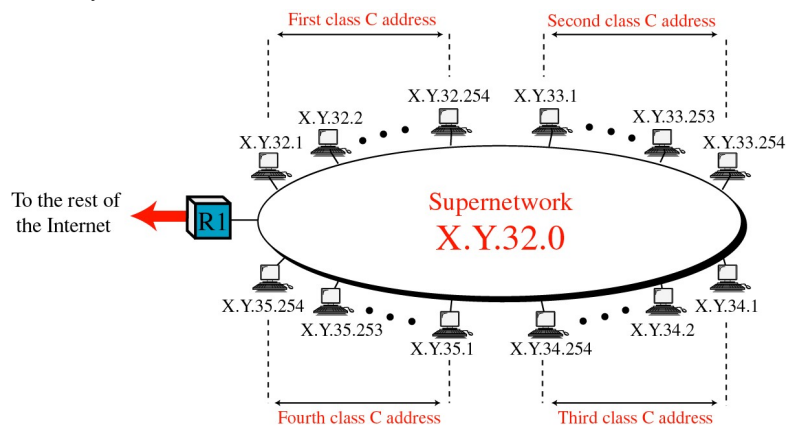
TCP/IP

5-29

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 슈퍼네팅 (Supernetting)

⇒ Why?



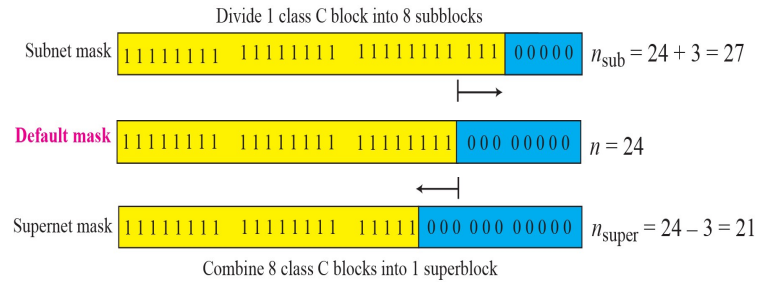
TCP/IP

5-30

## 5.2 Classful Addressing

### ■ 슈퍼네팅 (Supernetting)

☞ 슈퍼넷 마스크 (Supernet Mask) → Supernetwork address



$$n_{\text{super}} = n - \log_2 c$$

$c$  : 결합된 클래스 c 블록 갯수

TCP/IP

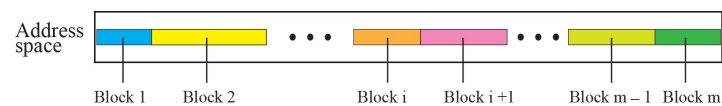
5-31

## 5.3 Classless Addressing

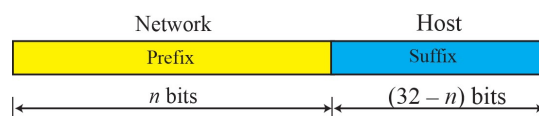
### ■ 1996년

### ■ \_\_\_\_\_ 블록 (\_\_\_\_\_ blocks)

☞ 각 기관에  $2^n$  ( $0 \leq n \leq 32$ ) 개의 주소를 갖는 블록을 할당



### ■ 2단계 주소체계



TCP/IP

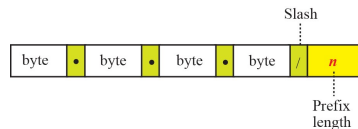
5-32



## 5.3 Classless Addressing

### ■ 슬래시 표기법 (Slash notation)

⇒ CIDR (Classless Interdomain Routing) 표기법



### ■ 블록 정보 추출

⇒ 블록에 속하는 주소의 개수:  $N = 2^{32-n}$ ,  $n = \text{prefix length}$

⇒ 첫 번째 주소 = (임의의 주소) AND (네트워크 마스크)

⇒ 마지막 주소 = (임의의 주소) OR [NOT (네트워크 마스크)]

Ex. 예제 5.27: 167.199.170.82/27

## 5.3 Classless Addressing

### ■ 블록 할당

⇒ ICANN이 ISP에 할당

⇒ 블록 할당 조건 (CIDR 동작 조건)

1. 요구 주소의 수  $N$ 은 2의 거듭제곱이어야 한다.
2. 블록에 속한 주소의 개수로부터 프리픽스 길이의 값을 알 수 있다.  

$$N = 2^{32-n} \rightarrow n = \log_2(2^{32}/N) = 32 - \log_2 N$$
3. 블록에 속한 주소들은 연속적인 숫자일 것  
 블록의 시작 주소는 블록의 주소 개수로 나누어질 수 있어야 한다.

⇒ Classful addressing 과의 관계

Table 5.1 Prefix length for classful addressing

Class	Prefix length	Class	Prefix length
A	/8	D	/4
B	/16	E	/4
C	/24		

## 5.3 Classless Addressing

### ■ 서브네팅

#### ➡ 서브넷 설계

1. 각 서브네트워크에 속하는 주소의 개수는 2의 거듭제곱이어야 한다.
2. 각 서브네트워크를 위한 프리픽스 길이는 다음 공식을 이용한다.

$$n_{\text{sub}} = n + \log_2(N/N_{\text{sub}})$$

3. 각 서브네트워크의 시작 주소는 해당 서브네트워크에 속한 주소의 개수로 나누어질 수 있어야 한다.

#### ➡ 각 서브넷의 정보 추출 : 시작 주소, 마지막 주소

Ex. 예제 5.32 – 5.36

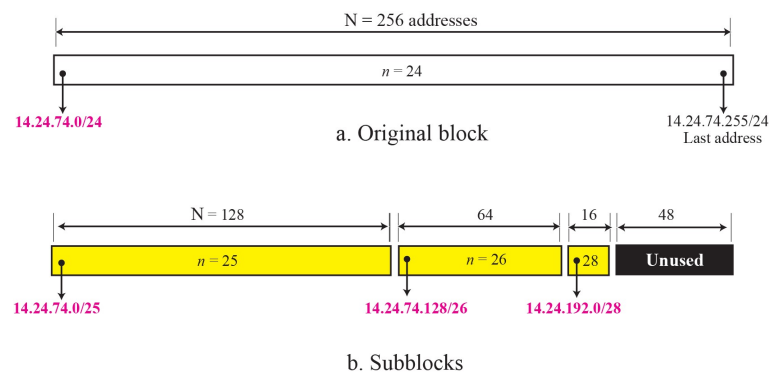
TCP/IP

5-35

## 5.3 Classless Addressing

[예제 5.33]

- ♦ 14.24.74.0/24의 시작 주소를 갖는 하나의 주소 블록이 기관에게 할당되었다.  
각각 120, 60, 10개의 주소를 갖는 3개의 부 블록을 구성하고자 한다.



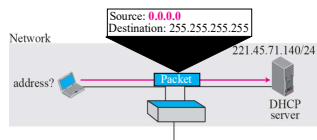
TCP/IP

5-36

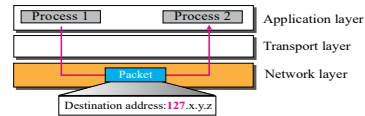
## 5.4 특수주소 (Special addresses)

### ■ 특수블록

#### ➡ 모두-0인 주소



#### ➡ 루프백 주소 (Loopback address)



#### ➡ 모두-1인 주소

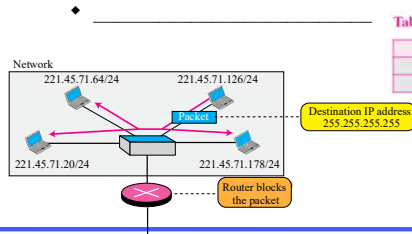


Table 5.2 Addresses for private networks

Block	Number of addresses	Block	Number of addresses
10.0.0.0/8	16,777,216	192.168.0.0/16	65,536
172.16.0.0/12	1,047,584	169.254.0.0/16	65,536

#### ➡ 멀티캐스트 주소 (Multicast address)

- 224.0.0.0/24 블록

TCP/IP

5-37

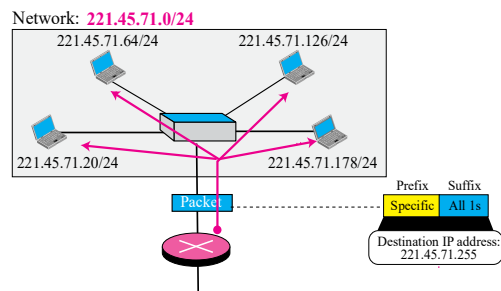
## 5.4 특수주소 (Special addresses)

### ■ 블록에 속하는 특수 주소

#### ➡ 네트워크 주소

- 블록의 시작 주소 (Suffix가 모두 0인 주소)

#### ➡ 직접 브로드캐스트 주소 (Direct broadcast address)

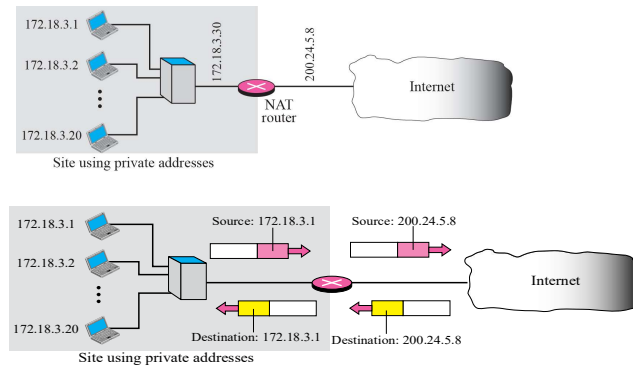


TCP/IP

5-38

## 5.5 NAT (Network Address Translation)

### ■ 주소 변환



- ➡ 사설 네트워크는 외부 클라이언트를 위한 서버 프로그램을 실행할 수 있는가?

TCP/IP

5-39

## 5.5 NAT (Network Address Translation)

### ■ 변환 테이블 (Translation table)

- ➡ 하나의 IP 주소 사용
- ➡ IP 주소 풀(Pool) 사용
- ➡ IP 주소와 포트번호 사용

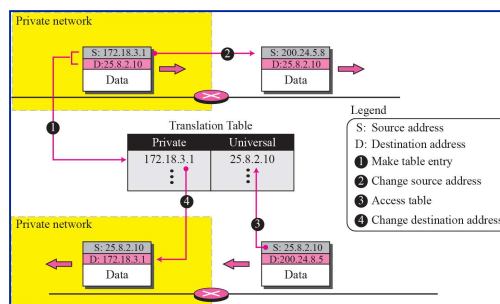


Table 5.3 Five-column translation table

Private Address	Private Port	External Address	External Port	Transport Protocol
172.18.3.1	1400	25.8.3.2	80	TCP
172.18.3.2	1401	25.8.3.2	80	TCP
...	...	...	...	...

TCP/IP

5-40