

TCP/IP 완벽 가이드

- Ⅱ-3부 인터넷 프로토콜 버전 4(IPv4) -

발표자 : 이 태 양(taeyang@pel.sejong.ac.kr)

세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- IP (Internet Protocol)
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
- IP 데이터그램
- IP 라우팅과 멀티캐스팅

IP (Internet Protocol)

- 정의

- 네트워크에서 데이터그램을 주고받는 방법에 대한 정보를 담고 있는 프로토콜

- 특징

특징	설명
하위 프로토콜에 무관	<ul style="list-style-type: none">하위 네트워크의 종류와 상관없이 데이터를 전송하도록 설계됨
비연결형	<ul style="list-style-type: none">연결 설정 없이 데이터를 보내고자할 때 즉시 전송
비승인형 전달	<ul style="list-style-type: none">연결 승인 패킷을 전송하지 않음
비신뢰성	<ul style="list-style-type: none">데이터가 성공적으로 전송되었는지에 대한 확인을 하지 않음신뢰성을 위해 안정성 또는 서비스 품질보장 기능이 제공되어야 함<ul style="list-style-type: none">e.g., 에러 예방, 흐름제어, 재전송 등

IP (Internet Protocol)

• 기능

기능	설명
주소 지정	데이터그램을 전달하기 위해 통신 장비의 주소를 지정
데이터 캡슐화	전송 계층으로부터 받은 데이터를 데이터그램으로 캡슐화
단편화	하위계층에서 사용하는 서로 다른 최대 프레임 크기를 고려하여 데이터그램을 조각으로 단편화
재조합	수신 장비에서 단편화된 데이터그램을 재구성함
라우팅과 간접 전달	원거리 네트워크에서 중간 장비를 통해 라우팅하여 간접적으로 데이터그램을 전달

IP (Internet Protocol)

- 관련 프로토콜

프로토콜	설명
IP 네트워크 주소 변환 (NAT, Network Address Translation)	사실 네트워크에 속한 여러 기기가 하나의 공인 IP 주소를 사용할 수 있도록 사실 IP 주소를 공인 IP 주소로 변환
IP Security (IPSec)	네트워크 계층에서 보안을 제공하여 안전한 데이터 전송 방법을 지원하는 프로토콜 모음
모바일 IP	모바일 기기의 네트워크 이동 시 IP를 유지할 수 있도록 지원

IPv4 주소

- 개요
 - TCP 버전 4에서 TCP와 IP로 분리되면서 일관성 유지를 위해 최초의 IP도 버전 4(IPv4)로 칭함
 - IPv4 주소 부족으로 IPv6가 등장
 - 32비트 주소체계의 한계
 - 클래스 기반 주소 할당 방식의 한계

IPv4 주소

- 기능

- 네트워크 인터페이스 식별

- 데이터그램이 올바른 수신자에게 전달될 수 있도록 장비와 네트워크 간 인터페이스를 유일하게 식별할 수 있도록 함

- 라우팅을 지원

- 송/수신 측이 상이한 네트워크에 있는 경우 중간 시스템을 통해 데이터그램을 간접적으로 전달할 수 있도록 함

IPv4 주소

- 장비별 IP 주소의 수

- 일반적으로 호스트는 하나의 IP 주소가 할당됨
- 라우터는 하나 이상의 IP 주소가 할당됨
- 하위 수준 네트워크 연결 장비는 데이터 링크 계층 주소에 근거해 트래픽을 전달하기 때문에 IP 주소가 없어도 됨

IPv4 주소

- IP주소와 MAC (Media Access Control) 주소 비교
 - IP (Internet Protocol) 주소
 - 장치를 네트워크에 연결할 때 할당되는 주소
 - 네트워크에 연결할 때마다 변경됨
 - MAC (Media Access Control) 주소
 - 통신기기의 하드웨어 자체에 부여된 고유한 식별번호
 - 일반적으로 변경되지 않음

IPv4 주소

- 네트워크 종류에 따른 주소지정
 - 사설 IP 주소 (Private IP Address)
 - 가정이나 회사와 같은 사설 네트워크에서 사용되는 유일한 주소
 - 각 기관에서 모든 장비의 주소 할당을 제어
 - 공인 IP 주소 (Public IP Address)
 - 인터넷과 같은 공중 네트워크에서 사용되는 유일한 주소
 - 공인 IP 등록/관리 기관에서 고유한 주소를 할당
 - 인터넷 할당 번호 관리 기관 (IANA, Internet Assigned Number Authority), 인터넷 이름/번호 할당 기관 (ICANN, Internet Corporation for Assigned Names and Number)

IPv4 주소

- 주소 지정 종류

- 정적 지정

- 통신기기에 고정적으로 IP 주소를 부여하는 방식
- 웹사이트나 게임 서버에서 주로 사용됨

- 동적 지정

- 네트워크에 연결할 때마다 IP 주소가 변경되는 방식
- 사용되지 않고 남아 있는 IP 주소를 돌아가면서 부여하는 방식

IPv4 주소

- 표기법

- 2진 표기법

- IP주소는 32비트 2진수로 8비트 옥텟(Octet)으로 표현
 - e.g., 11100011-01010010-10011101-10110001
- 각 옥텟을 16진수로 변환할 수 있음
 - e.g., E3-52-9D-B1

- 부점 10진 표기법

- 8비트 옥텟을 10진수로 변환하고 마침표(.)로 구분한 형태로 표현
 - e.g., 227.82.157.177
- 주소의 각 옥텟은 0~255 값을 가짐
 - 최솟값은 0.0.0.0
 - 최댓값은 255.255.255.255

IPv4 주소

- 표기법

- 2진, 16진, 부점 10진 표기법

	0	8	16	24	32
2진수	11100011	01010010	10011101	10110001	
16진수	E3	52	9D	B1	
10진수	227	82	157	177	

IPv4 주소

- 주소 공간

- 32비트의 크기를 갖는 IP 주소의 전체 주소 공간은 2^{32} (4,294,967,296)임
- IP 주소 공간이 특정 목적으로 예약되어 있는 경우로 인해 IP 주소의 전체 주소 공간을 모두 사용할 수 있는 것은 아님
 - e.g., 루프백 (Loopback) 주소 사설 네트워크 주소

IPv4 주소

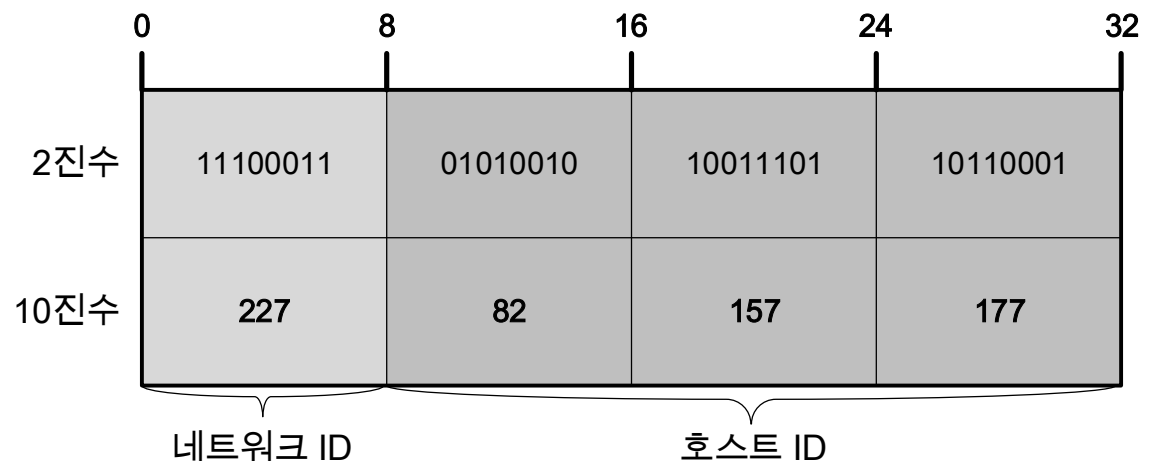
- 구조

- 네트워크 ID

- IP 주소의 맨 왼쪽부터 시작하는 가변 길이의 비트
- 라우터가 IP 데이터그램을 라우팅하는 데 쓰임

- 호스트 ID

- 네트워크 ID를 제외한 나머지 비트
- 네트워크의 호스트를 식별하는 데 쓰임



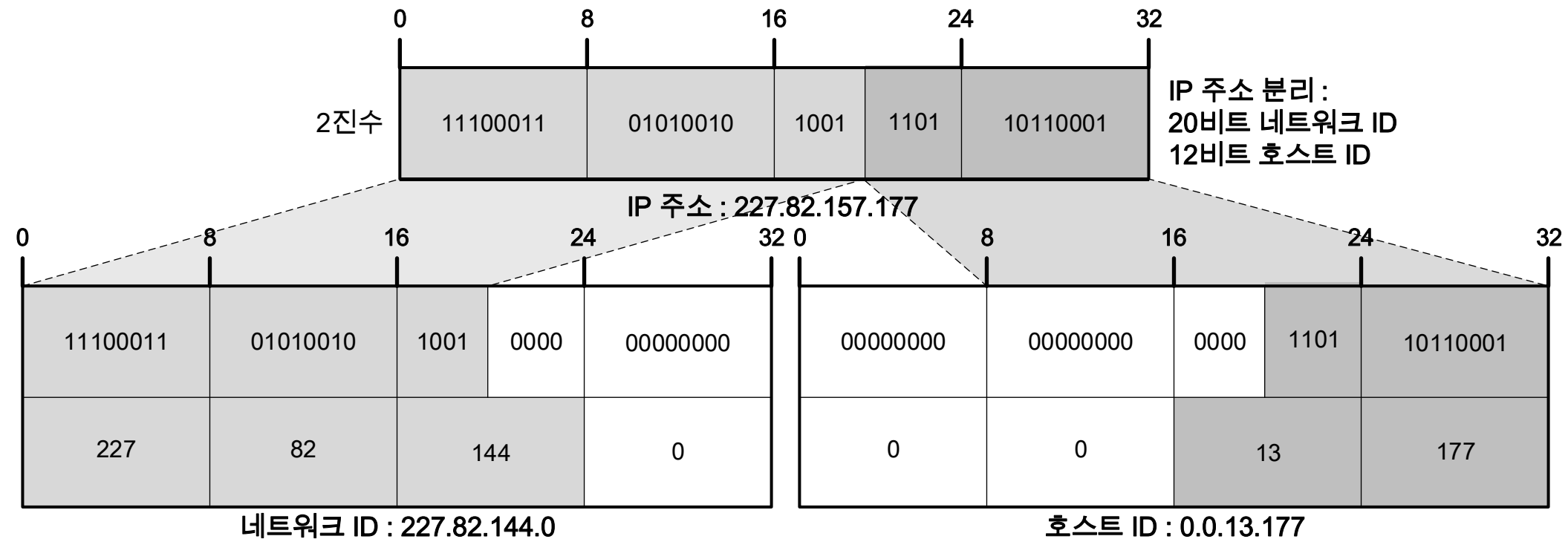
클래스 A 네트워크 IP 주소 : 227.82.157.177

IPv4 주소

- 구조

- 네트워크 ID와 호스트 ID 구분

- 네트워크 ID와 호스트 ID의 구분 지점이 고정되어 있지 않음
 - 주소의 특성, 사용하는 주소지정 방법의 유형 등에 따라 달라짐
 - e.g., 클래스 단위 주소지정, 서브넷을 이용한 주소지정, 클래스 비사용 주소지정



IPv4 주소

- 멀티호밍 (Multihoming)
 - 단일 통신 장비에 여러 네트워크 인터페이스를 구성하는 것
- 다중 인터페이스를 갖는 경우
 - 두 개 이상의 인터페이스를 동일한 네트워크에 연결
 - 동일한 네트워크 ID를 갖는 두 개의 IP 주소를 가짐
 - e.g., 서버, 고성능 워크스테이션 등
 - 두 개 이상의 인터페이스를 서로 다른 네트워크에 연결
 - 서로 다른 네트워크 ID를 갖는 두 개의 IP 주소를 가짐
 - e.g., 라우터 등

IPv4 주소

- 주소지정 방법

- 클래스 단위 (전통적) 주소지정

- IP 주소를 5개의 클래스(Class)로 나누어 배분하는 방식

- 서브넷 주소지정

- 클래스 단위 주소지정에 기반하여 네트워크를 자체적으로 분할하여 주소 체계를 내부적으로 개편하는 방식

- 클래스 비사용 주소지정

- 클래스를 사용하지 않고 계층구조로 주소를 지정하는 방식

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정

- 개요

- 기관의 규모에 따라 필요한 IP 주소의 수도 다를 거라 생각하여 등장한 주소지정 방식

- 정의

- IP 주소를 5개의 클래스(Class)로 나누어서 배분하는 방식

- 특징

- 각 클래스는 특정한 목적을 두고 있음
- 각 클래스는 네트워크 ID와 호스트 ID의 구분점 위치에 따라 구분됨
- 상위 비트의 시작값으로 클래스를 판별할 수 있음

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정

- 클래스 구분

- 클래스는 네트워크 ID와 호스트 ID를 나누는 구분점의 위치에 따라 구분됨
- 네트워크 ID는 첫 옥텟 비트의 특정 패턴을 가짐



IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정
- 클래스 비교

IP 주소 클래스	전체 IP 주소 공간에서 차지하는 비율	네트워크 ID 비트의 수	호스트 ID 비트의 수	용도
A	1/2	8	24	대규모 기관을 위한 유니캐스트 주소지정으로 약 16,777,214개의 호스트 노드에 주소를 부여할 수 있음
B	1/4	16	16	중규모 기관을 위한 유니캐스트 주소지정으로 약 65,534개의 호스트 노드에 주소를 부여할 수 있음
C	1/8	24	8	소규모 기관을 위한 유니캐스트 주소지정으로 약 254개의 호스트 노드에 주소를 부여할 수 있음
D	1/16	-	-	IP 멀티캐스팅
E	1/16	-	-	테스트용으로 예약됨

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정
 - 클래스별 첫 옥텟의 비트 패턴

IP 주소 클래스	IP 주소의 첫째 옥텟	첫째 옥텟의 최소값 (2진수)	첫째 옥텟의 최대값 (2진수)	첫째 옥텟 값의 범위 (10진수)	네트워크 ID / 호스트 ID에 속한 옥텟 수	이론적 IP 주소 범위
A	0XXX XXXX	0000 0001	0111 1110	1에서 126	1 / 3	1.0.0.0에서 126.255.255.255
B	10XX XXXX	1000 0000	1011 1111	128에서 191	2 / 2	128.0.0.0에서 191.255.255.255
C	110X XXXX	1100 0000	1101 1111	192에서 223	3 / 1	192.0.0.0에서 223.255.255.255
D	1110 XXXX	1110 0000	1110 1111	224에서 239	-	224.0.0.0에서 239.255.255.255
E	1111 XXXX	1111 0000	1111 1111	240에서 255	-	240.0.0.0에서 255.255.255.255

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정

- 클래스 A, B, C의 네트워크와 호스트 용량

- 네트워크 ID 비트의 개수는 클래스 식별에 쓰이므로 네트워크의 수를 결정할 때 제외됨
- 클래스 A는 2개의 네트워크 ID가 예약되어 있어 사용 가능한 네트워크 ID의 수는 2^7 보다 2개 적음
- 각 네트워크 ID에 대하여 두 개의 호스트 ID는 사용할 수 없어 호스트 ID 수는 비트별 2의 거듭제곱보다 2개 적음

IP 주소 클래스	클래스를 식별하는 데 쓰이는 네트워크 ID 비트 수	사용 가능한 네트워크 ID 비트	사용 가능한 네트워크 ID의 수	네트워크 ID별 호스트 ID의 수
A	1	$8 - 1 = 7$	$2^7 - 2 = 126$	$2^{24} - 2 = 16,277,214$
B	2	$16 - 2 = 14$	$2^{14} = 16,384$	$2^{16} - 2 = 65,534$
C	3	$24 - 3 = 21$	$2^{21} = 2,097,152$	$2^8 - 2 = 254$

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정
- 특수 의미를 갖는 예약된 IP 주소

네트워크 ID	호스트 ID	클래스별 예제		의미
네트워크 ID	호스트 ID	A	77.91.215.5	특정 장비를 가리킴
		B	154.3.99.6	
		C	227.82.157.160	
네트워크 ID	모두 0	A	77.0.0.0	지정된 네트워크를 가리킴
		B	154.3.0.0	
		C	227.82.157.0	
모두 0	호스트 ID	A	0.91.215.5	현재 네트워크의 특정한 호스트를 가리킴
		B	0.0.99.6	
		C	0.0.0.160	
모두 0	모두 0	A	0.0.0.0	자신의 IP 주소를 모르는 경우로 자신의 장비를 가리키며 호스트 설정 프로토콜을 통해 자신의 주소를 파악하는 데 쓰임
		B		
		C		
네트워크 ID	모두 1	A	77.255.255.255	지정된 네트워크의 모든 호스트를 가리키며 로컬 브로드캐스트로 쓰임
		B	154.3.255.255	
		C	227.82.157.255	
모두 1	모두 1	A	255.255.255.255	모든 네트워크의 모든 호스트를 가리키며 전역 브로드캐스트로 쓰임
		B		
		C		

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정

- 특수 용도로 예약된 IP 주소

- 예약 주소

- 특정한 용도는 정해지지 않았으나 예약 주소로 정해진 주소
 - 예상치 못한 수요에 대비해 주소의 일부를 예약해 둔 것
 - e.g., 테스트, 인터넷 관리
 - 3대 주요 클래스 (A, B, C) 각각의 첫 부분과 끝 부분에 나타남
 - 클래스 D와 E도 예약 주소에 해당

- 사설 주소 (비등록 주소)

- 사설 주소에만 사용할 수 있는 라우팅이 불가능한 특수 주소 집합
 - 10.0.0.0에서 10.255.255.255 (A 클래스)
 - 172.16.0.0에서 172.31.255.255 (B 클래스)
 - 192.168.0.0에서 192.168.255.255 (C 클래스)
 - 인터넷에 존재하지 않고 공인 주소로 등록되지 않아 비등록 주소라고도 함

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정
- 특수 용도로 예약된 IP 주소
 - 루프백 주소
 - TCP/IP 프로토콜 구현을 테스트하는 데 쓰이는 주소
 - 루프백 주소로 전달된 IP 데이터그램은 데이터 링크 계층으로 전달되지 않고 출발지 장비의 IP 계층으로 되돌아감
 - 127.0.0.0에서 127.255.255.255까지의 주소

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정

- 멀티캐스트 주소지정

- 하나의 출발지 장비에서 여러 장비로 구성된 그룹으로 데이터를 전달하는 멀티캐스트 주소를 지정
- 클래스 D에 해당하는 주소를 지정

- 특징

- 처음 4비트는 1110의 패턴을 가짐
- 주소의 첫 번째 옥텟은 224 ~ 239의 값을 가짐
- 주소의 전체 범위는 224.0.0.0 ~ 239.255.255.255

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정

- 멀티캐스트 주소지정

- 주소 유형과 범위

- IP 주소에서 클래스를 구분하는 처음 4비트를 제외한 나머지 28비트는 멀티캐스트 그룹 주소를 정의함
 - 2^{28} (268,35,456)개의 멀티캐스트 그룹으로 구성됨
 - 클래스 D 주소 공간의 일부분은 특정 용도로 예약되어 있음

범위 시작 주소	범위 끝 주소	설명
224.0.0.0	224.0.0.255	유명한 특수 멀티캐스트 주소로 예약됨
224.0.1.0	238.255.255.255	전역 범위 멀티캐스트 주소
239.0.0.0	239.255.255.255	로컬 범위 멀티캐스트 주소

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정

- 멀티캐스트 주소지정

- 유명 멀티캐스트 주소

- 임의의 장비 그룹을 표현하는 데 쓰이며, 출발지 장비가 미리 정해진 그룹에 메시지를 보낼 때 쓰임

범위 시작 주소	설명
224.0.0.0	예약됨. 쓰이지 않음
224.0.0.1	서브넷의 모든 장비
224.0.0.2	서브넷의 모든 라우터
224.0.0.3	예약됨
224.0.0.4	DVMRP를 사용하는 모든 라우터
224.0.0.5	OSPF를 사용하는 모든 라우터
224.0.0.6	OSPF로 지정된 라우터
224.0.0.9	RIP-2로 지정된 라우터
224.0.0.11	모바일 에이전트(모바일 IP용)
224.0.0.12	DHCP 서버/중계 에이전트

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정
- 장점

장점	설명
단순성과 명확성	클래스가 5개 밖에 되지 않으며, 주소 분리 기준을 이해하는 것이 쉽고 클래스 간 구분이 명확함
라우팅 용이성	주소의 네트워크 ID와 호스트 ID가 무엇인지 쉽게 알 수 있음
예약 주소	일부 주소는 특수 목적으로 예약되어 있음

IPv4 주소지정 방법

- 클래스 단위 주소지정
- 문제점

문제점	설명
내부 주소 유연성 부족	단일 네트워크를 제공하는 주소 블록 할당으로 대형 기관의 내부 네트워크 구조 반영하여 계층 구조를 만드는 데 한계가 있음
주소 공간의 비효율적 사용	네트워크 크기를 선택할 수 있는 옵션으로 크기 간의 차이가 상당한 클래스 A(16,777,214), 클래스 B(65,534), 클래스 C(254) 밖에 없기 때문에 주소 공간 낭비가 발생함
라우터 테이블 항목이 커짐	비효율적인 공간 할당을 줄이기 위해 더 많은 라우터 테이블이 필요하며 테이블의 크기가 커질수록 라우터가 라우팅 결정을 내리는 데 걸리는 시간이 길어짐

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정

- 개요

- 대형 기관의 관리적/기술적 요구사항을 충족시키기 위해 클래스 단위 IP 주소지정 체계를 개선하여 등장

- 정의

- 클래스 단위 주소지정에서 배정받은 네트워크를 자체적으로 분할하여 주소 체계를 내부적으로 개편하는 방법
 - 각 네트워크에 또 다른 네트워크를 구축할 수 있도록 함

IPv4 주소지정 방법

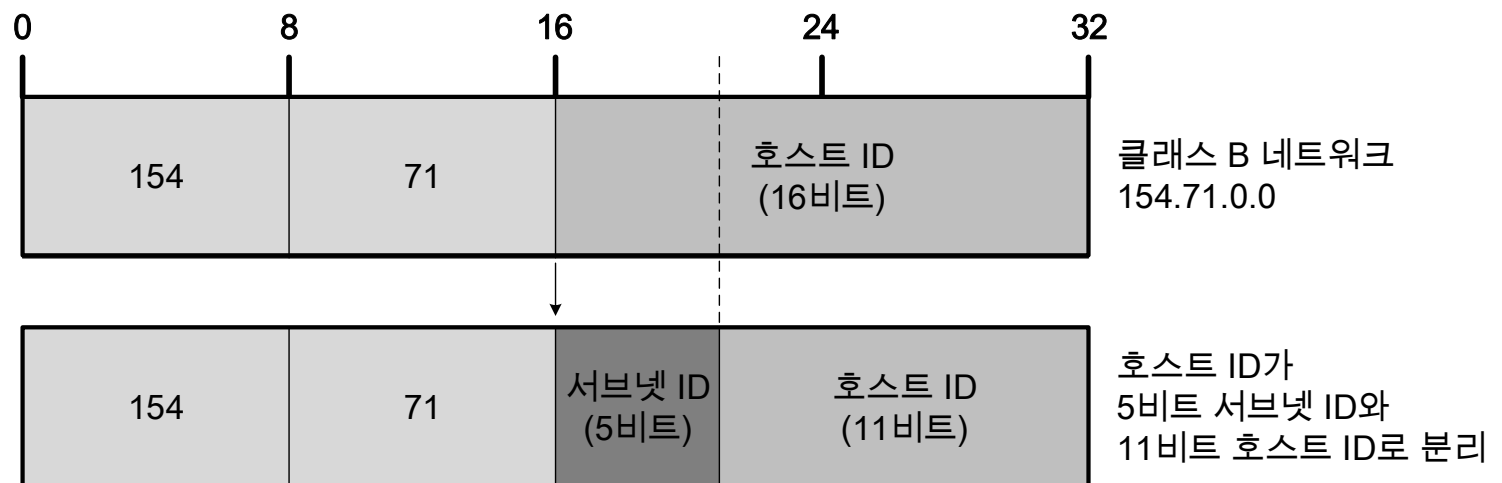
- IP 서브넷 주소지정

- IP 서브네팅

- 3단계 계층적 IP 서브넷 주소지정

- 클래스 단위 주소지정의 기존 네트워크 ID는 그대로 두고 호스트 ID를 서브넷 ID와 호스트 ID로 분리

- 네트워크, 네트워크가 포함하는 서브넷, 서브넷이 포함하는 여러 호스트의 3단계 계층 구조가 생성됨
 - 서브넷 ID는 네트워크 내 각 서브넷을 식별하는 데 쓰임



IPv4 주소지정 방법

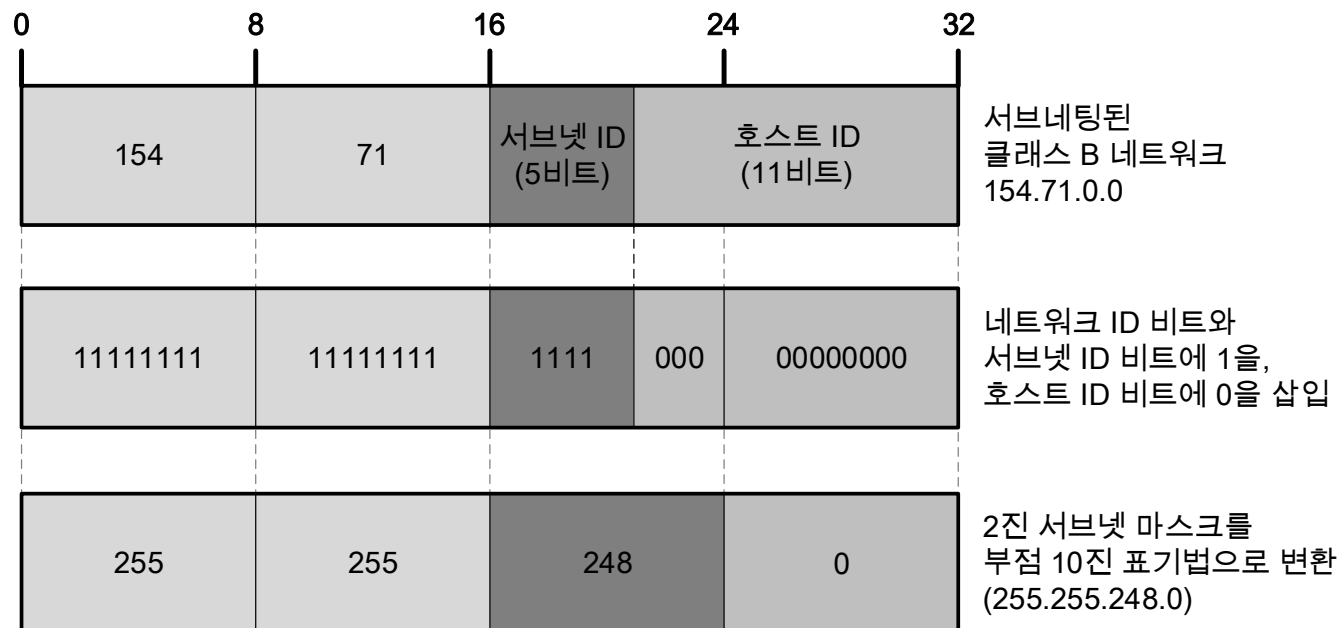
- IP 서브넷 주소지정
 - 서브넷 마스크 (Subnet Mask)
 - IP 주소 중 서브넷 ID 비트와 호스트 ID 비트를 구분하여 알려주는 부가 정보
 - 32비트 2진수로 표현되며 각 비트는 IP 주소의 동일 위치에 있는 비트와 대응됨
 - 표기법
 - 32비트 2진수 형태의 서브넷 마스크를 부점 10진 표기법으로 변환

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정

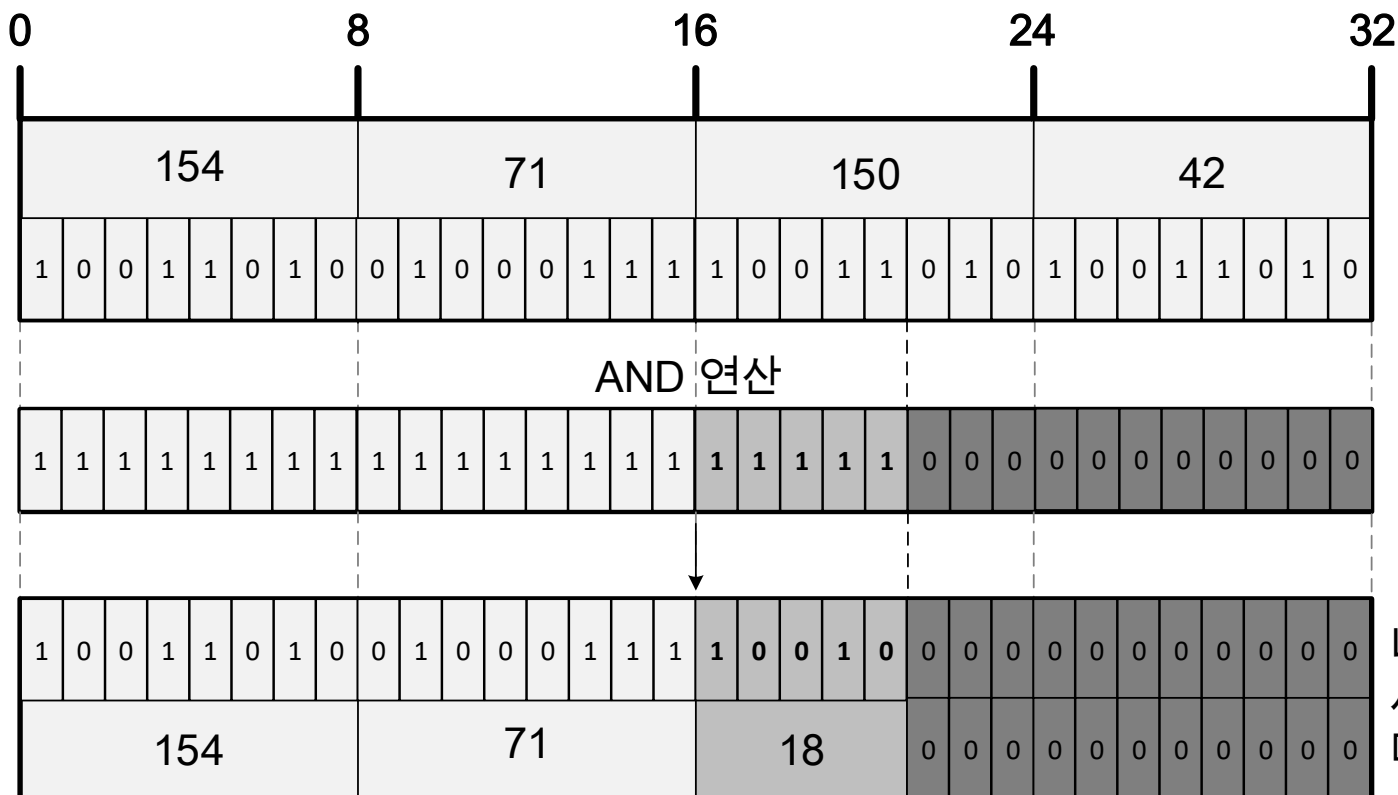
- 서브넷 마스크 (Subnet Mask)

- 네트워크 ID와 서브넷 ID에 속하는 비트를 1로, 호스트 ID에 속하는 비트를 0으로 설정하여 마스크를 생성
 - 서브넷 마스크의 각 비트와 IP 주소의 해당 비트에 논리곱 연산을 적용
 - 호스트 ID 부분을 제거하여 서브넷을 파악



IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
 - 서브넷 마스크 (Subnet Mask)
 - 예제



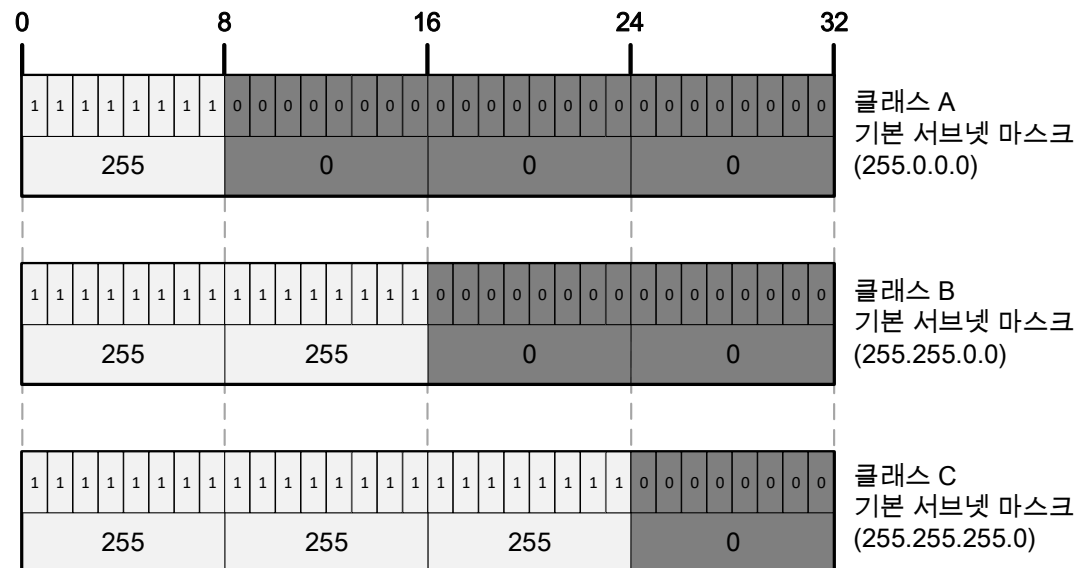
IP 주소 154.71.150.42를
10진법과 2진법으로 표현

서브넷 ID로 5비트를 사용하는
클래스 B 네트워크의 서브넷 마스크

네트워크 ID (154.71.0.0)와
서브넷 ID (18)를 보여주는
마스킹된 IP 주소

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
- IP 기본 서브넷 마스크
 - 별개의 서브넷 마스크를 생성하지 않아도 클래스에 기본적으로 적용되어 있는 서브넷 마스크
 - 호스트 ID는 0비트의 서브넷 ID와 나머지 비트의 호스트 ID로 구분
 - 각 옥텟이 모두 1이나 0으로 채워진 형태로, 네트워크 ID의 비트만 1로 채워져있음



IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
 - IP 커스텀 서브넷 마스크
 - IP 기본 서브넷 마스크를 서브네팅하여 요구사항을 충족하는 서브넷을 만들 때 사용하는 마스크
 - 서브넷 ID와 호스트 ID가 구분되는 지점을 네트워크 장비가 파악할 때 사용됨
 - 균형 관계 (Trade-Off)
 - 서브넷 ID로 한 비트를 할당할 때마다 네트워크에서 사용 가능한 서브넷의 수는 2배로 증가, 서브넷별 호스트의 수는 1/2로 감소

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정

- IP 서브네팅

- 단계 1 : 요구 분석

- 네트워크의 요구 사항을 파악

- 서브네팅에 사용할 클래스 결정

- 현재와 미래의 네트워크를 고려하여 물리적 서브넷의 수와 서브넷별 최대 호스트의 수를 결정

- 단계 2 : 네트워크 주소 호스트 비트 분할

- 원래 호스트 ID 비트 중에서 몇 비트를 서브넷 ID로 사용할지 결정

- 균형 관계 (Trade-Off)에 따라 결정

- 방법

- 서브넷 ID에 비트를 하나씩 할당해 보면서 결정

- 서브네팅 요약표를 활용하여 결정

IPv4 주소지정 방법

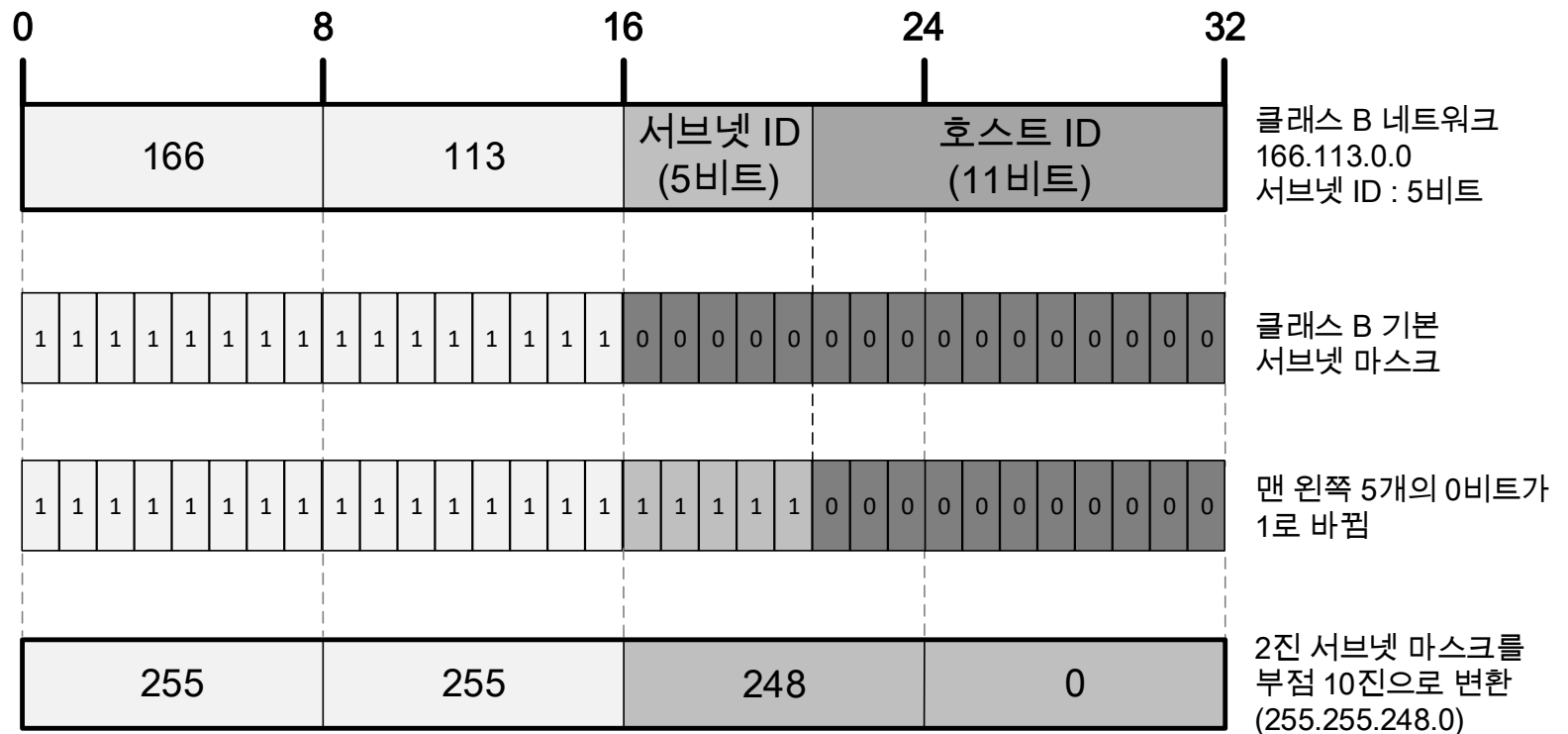
- IP 서브넷 주소지정

- IP 서브네팅

- 단계 3 : 커스텀 서브넷 마스크 결정

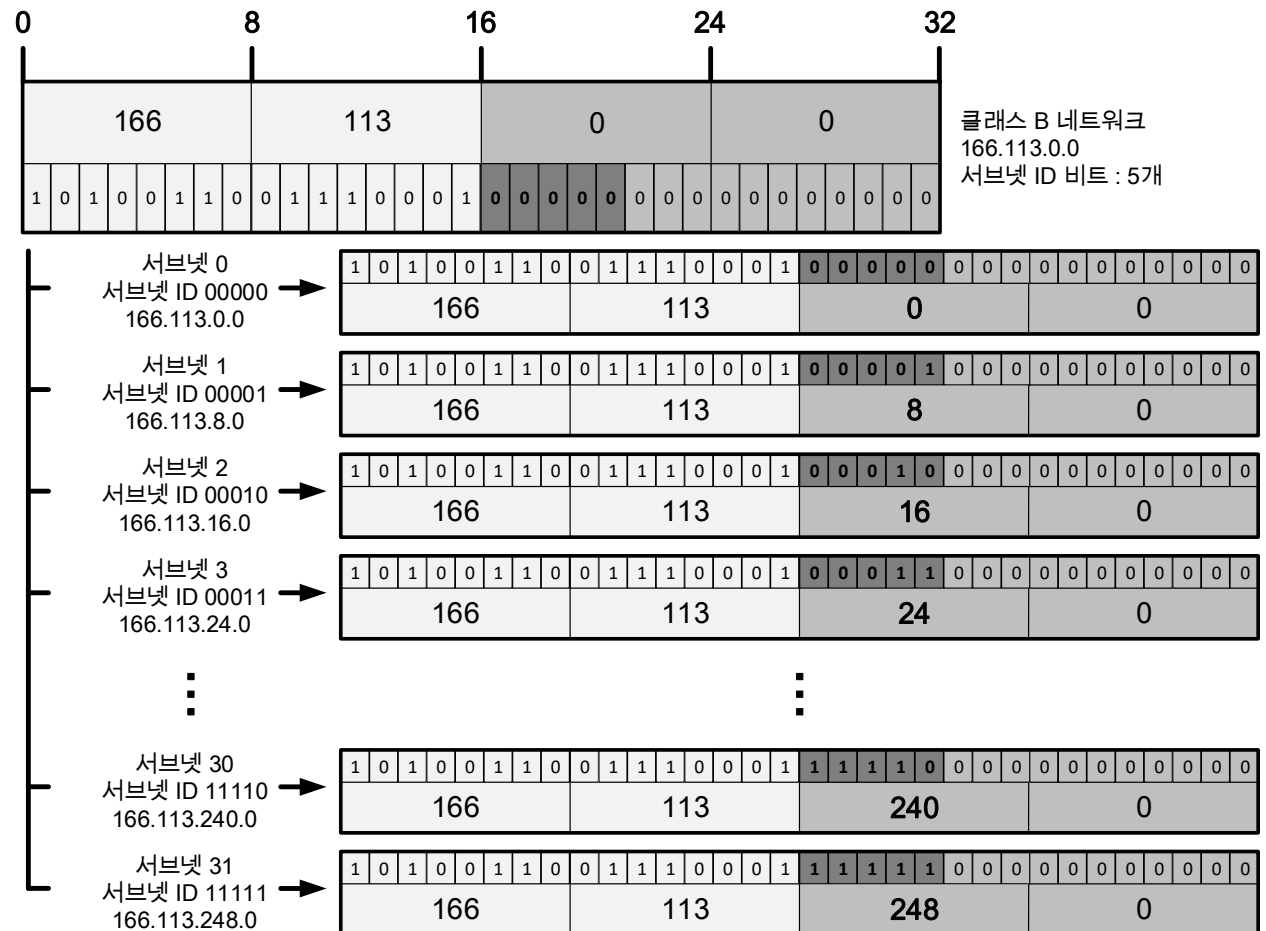
- 커스텀 서브넷 마스크 계산

- 2진수로 서브넷 마스크를 계산한 뒤 10진수로 변환하는 방법



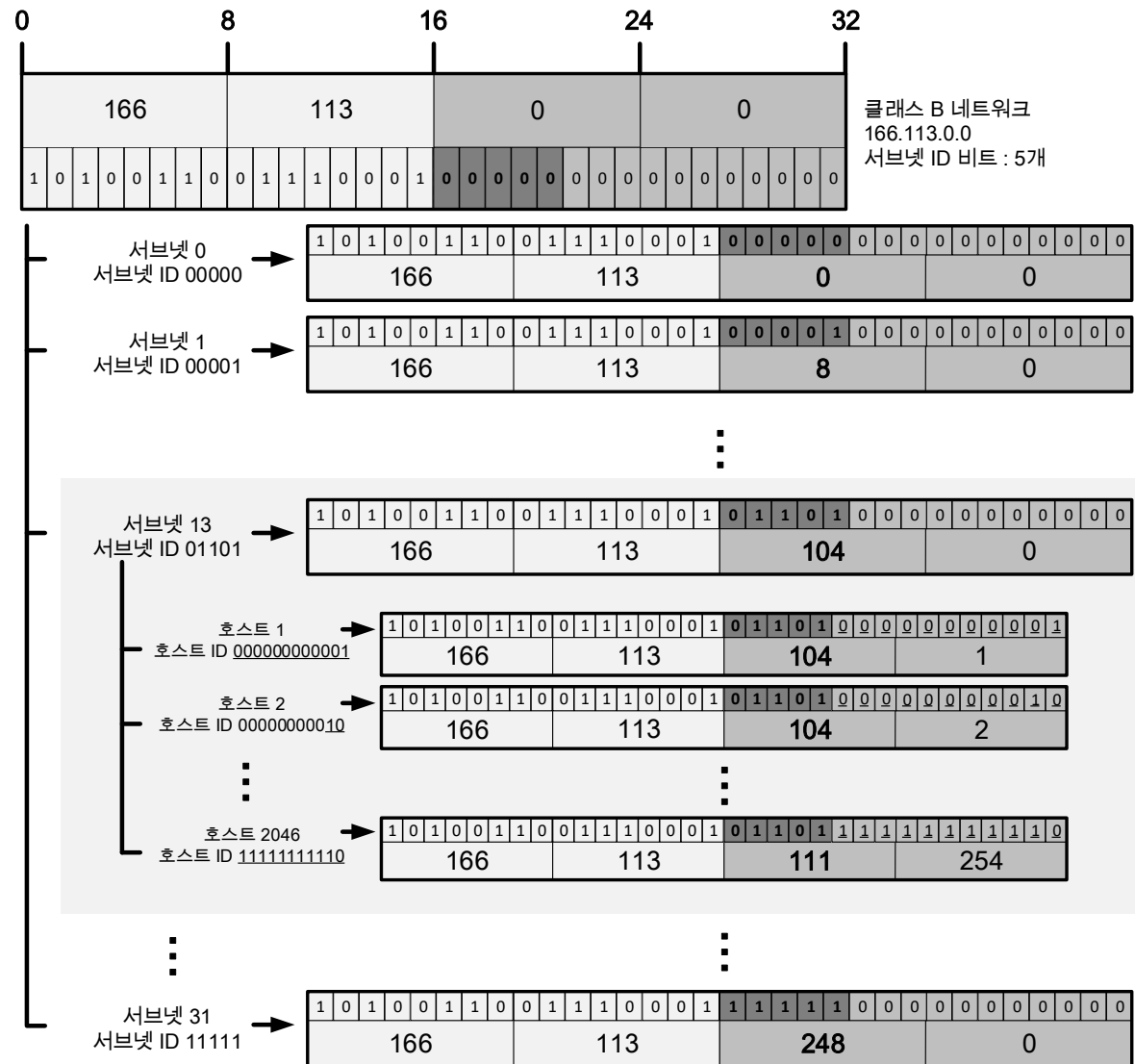
IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
- IP 서브네팅
 - 단계 4 : 서브넷 ID와 서브넷 주소 결정



IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
- IP 서브네팅
 - 단계 5 : 각 서브넷별 호스트 주소 결정

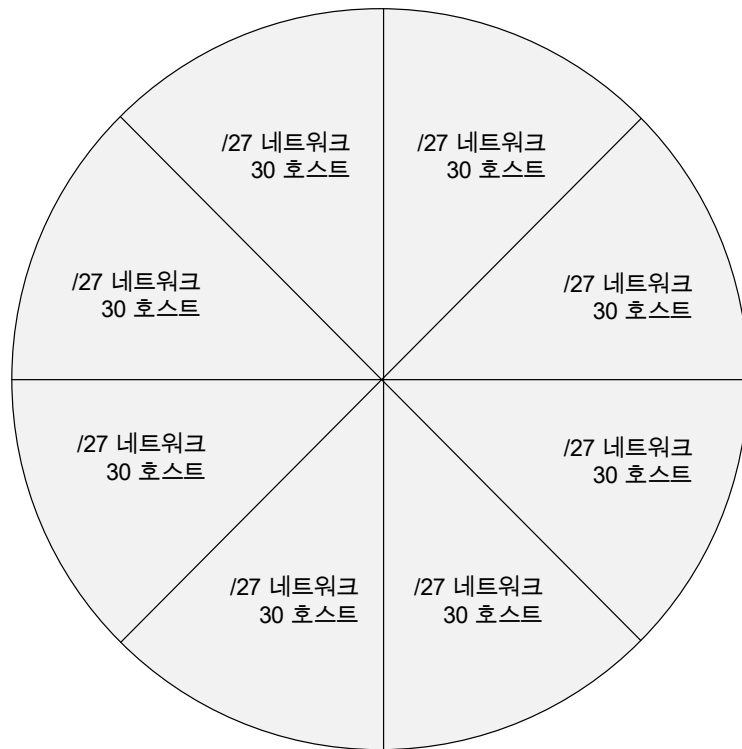


IPv4 주소지정 방법

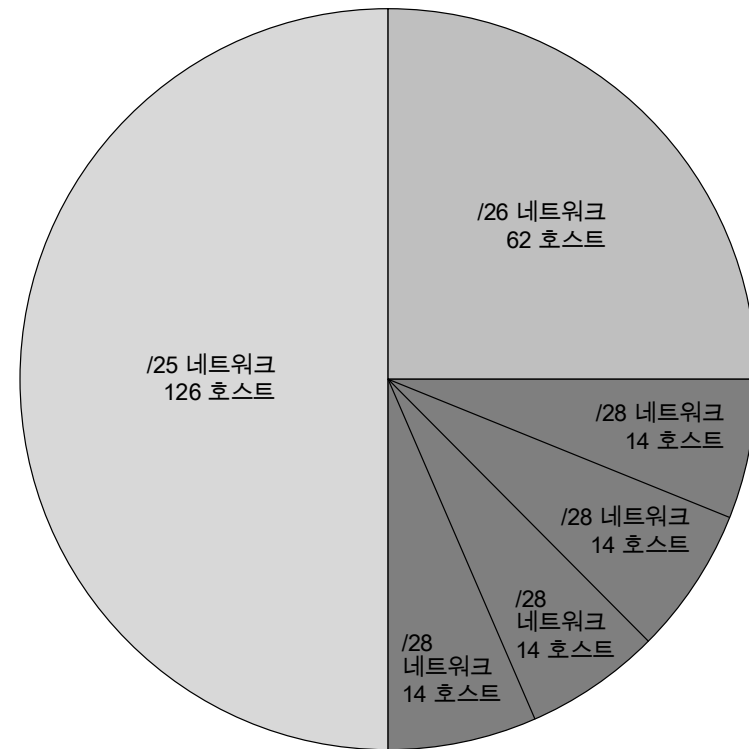
- IP 서브넷 주소지정
 - IP 가변 길이 서브넷 마스크 (VLSM, Variable Length Subnet Masking)
 - 개요
 - 기존 서브네팅에서 서브넷의 크기가 다른 경우 발생하는 주소의 초과와 부족 문제를 해결하기 위해 등장
 - 정의
 - 서브네팅을 여러 번 반복하여 네트워크를 크기가 다른 여러 서브네트워크 계층으로 구분하는 기법
 - 특징
 - 네트워크의 실제 요구 사항에 맞게 서브넷의 크기를 조절하여 호스트의 수를 유연하게 결정할 수 있음
 - 사설 기관의 단일 네트워크에서의 서브넷을 다룸

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
 - IP 가변 길이 서브넷 마스크 (VLSM, Variable Length Subnet Masking)
 - 클래스 C의 고정 길이 서브넷 마스크와 비교



고정 길이 서브넷으로 분리



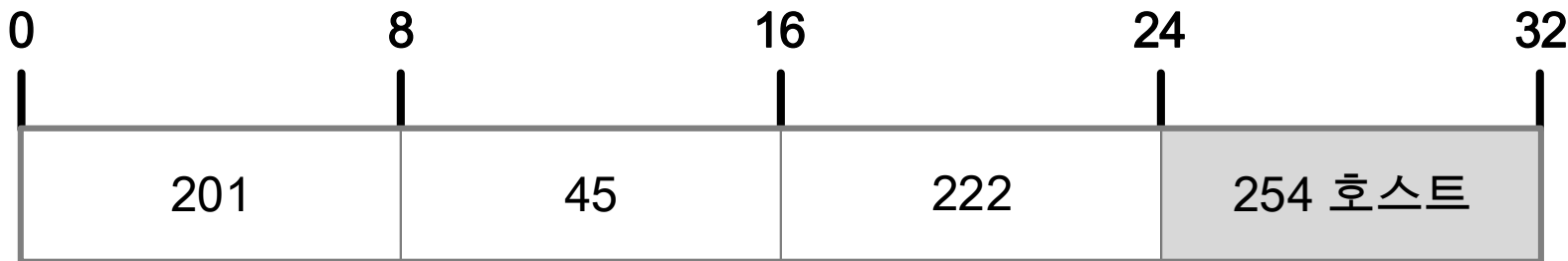
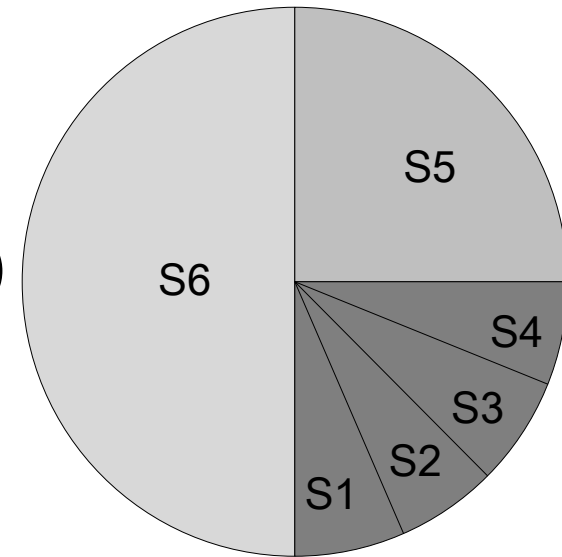
가변 길이 서브넷으로 분리

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정

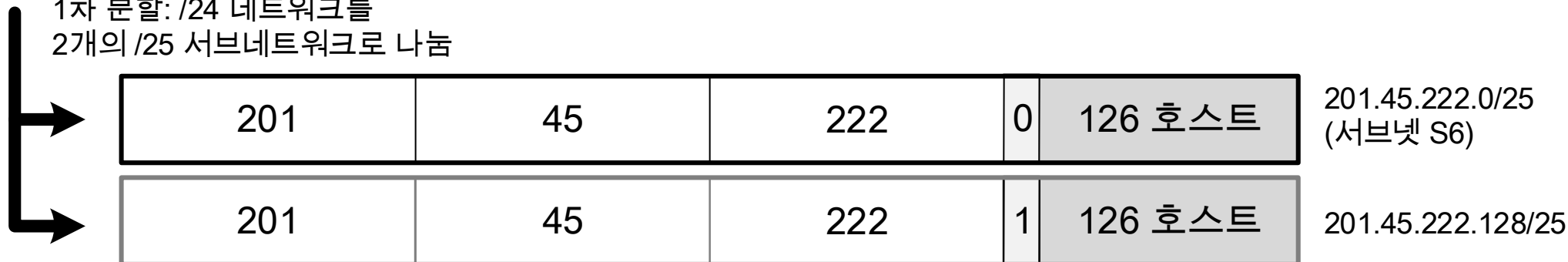
- IP 가변 길이 서브넷 마스크
(VLSM, Variable Length Subnet Masking)

- 다중 단계 서브네팅
 - 1차 분할



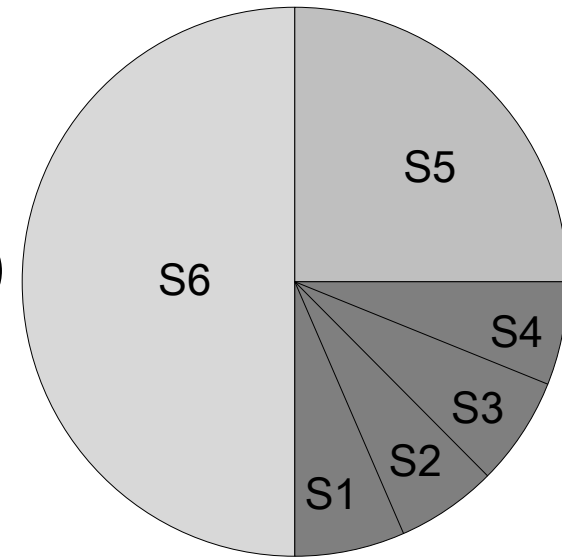
원래 네트워크
201.45.222.0/24

1차 분할: /24 네트워크를
2개의 /25 서브네트워크로 나눔



IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
 - IP 가변 길이 서브넷 마스크
(VLSM, Variable Length Subnet Masking)
 - 다중 단계 서브네팅
 - 2차 분할



201	45	222	1	126 호스트
-----	----	-----	---	---------

201.45.222.128/25

2차 분할: 201.45.222.128/25를
2개의 /26 서브네트워크로 나눔

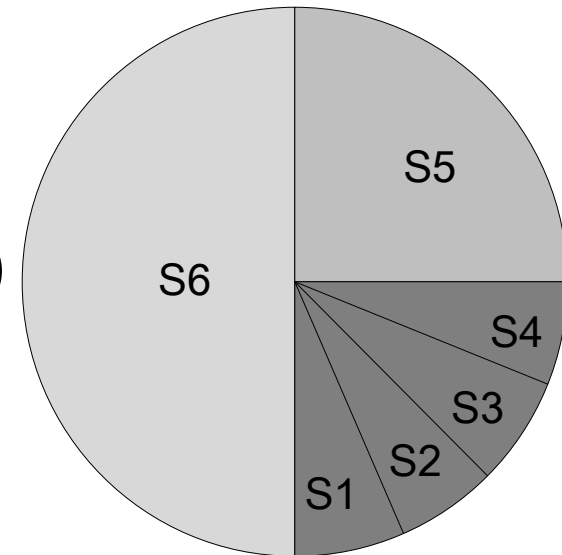
201	45	222	1	0	62 호스트	201.45.222.128/26 (서브넷 S5)
201	45	222	1	1	62 호스트	201.45.222.192/26

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정

- IP 가변 길이 서브넷 마스크
(VLSM, Variable Length Subnet Masking)

- 다중 단계 서브네팅
 - 3차 분할



201	45	222	1	1	62 호스트
-----	----	-----	---	---	--------

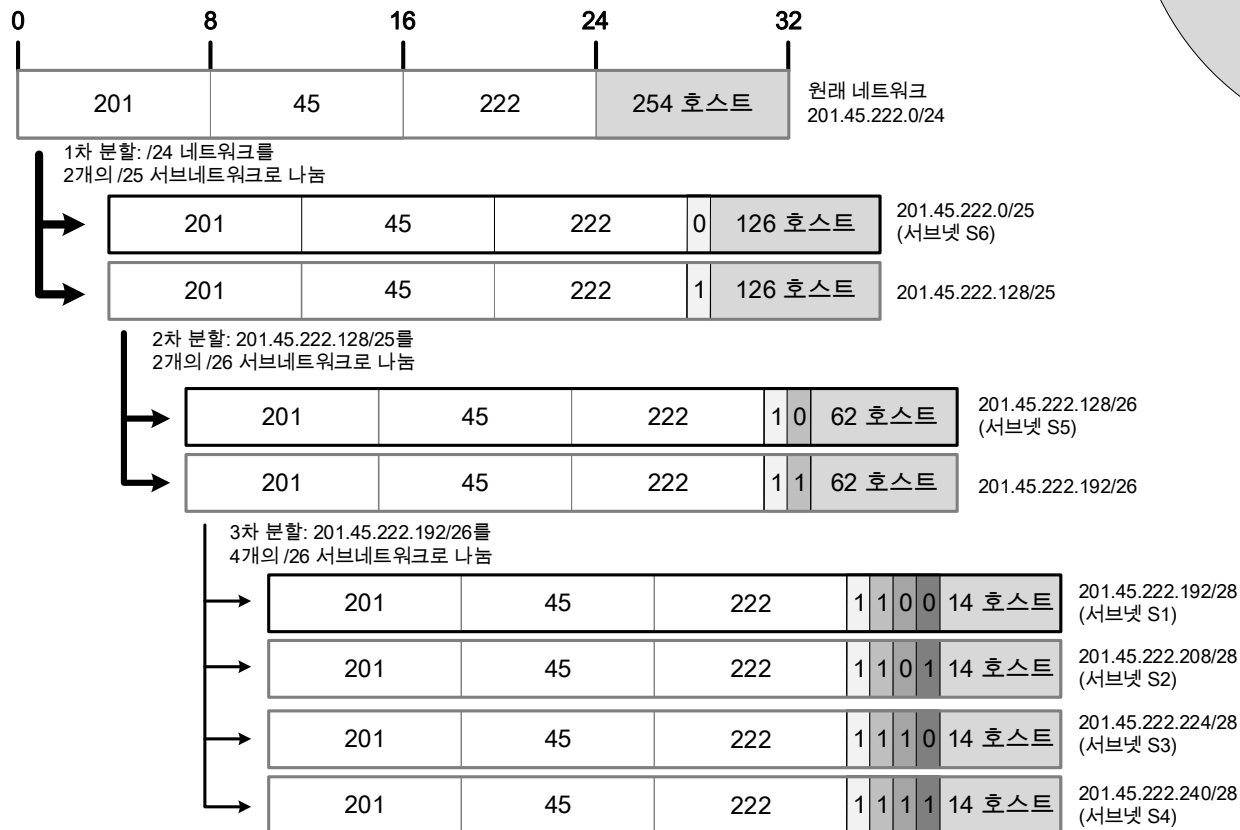
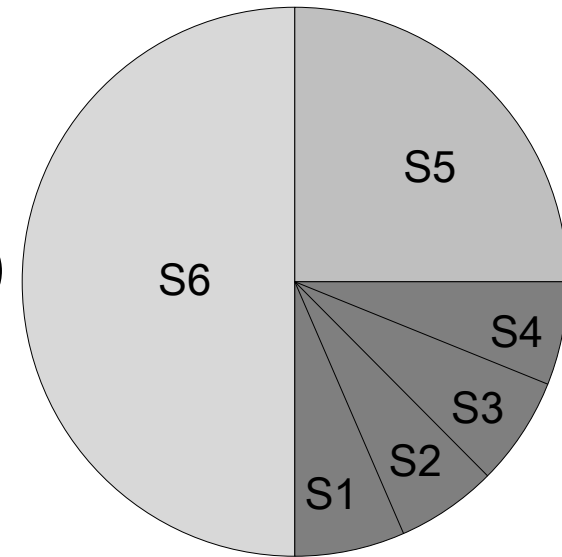
201.45.222.192/26

3차 분할: 201.45.222.192/26를
4개의 /28 서브네트워크로 나눔

→	201	45	222	1	1	0	0	14 호스트	201.45.222.192/28 (서브넷 S1)
→	201	45	222	1	1	0	1	14 호스트	201.45.222.208/28 (서브넷 S2)
→	201	45	222	1	1	1	0	14 호스트	201.45.222.224/28 (서브넷 S3)
→	201	45	222	1	1	1	1	14 호스트	201.45.222.240/28 (서브넷 S4)

IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정
 - IP 가변 길이 서브넷 마스크 (VLSM, Variable Length Subnet Masking)
 - 다중 단계 서브네팅



IPv4 주소지정 방법

- IP 서브넷 주소지정

- 한계

- 클래스에 기반한 주소 블록을 할당받기 때문에 클래스 단위 주소지정의 근본적인 문제를 해결하지 못함
 - 주소 공간 비효율적 사용 문제
 - 라우터 테이블의 거대화

IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정

- 개요

- 인터넷 라우팅 테이블의 확장 문제를 해결하기 위해 등장
- 단일 네트워크 서브네팅의 개념을 전체 인터넷으로 확장하기 위해 등장
 - 클래스를 제거하는 방법을 채택함

- 정의

- 네트워크에서 주소가 필요한 만큼 네트워크 ID 비트를 할당하는 방식

IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅
(CIDR, Classless Internet-Domain Routing)
 - IP 주소를 클래스로 구분하지 않고 비트 단위의 서브넷 마스크 정보도 네트워크 정보로 라우팅하는 것
- 슈퍼네팅
 - 동일한 네트워크 ID가 되도록 서브넷을 결합하는 것
 - 라우팅 테이블의 항목 수를 줄일 수 있음

IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅
(CIDR, Classless Internet-Domain Routing)
 - 표기법
 - 슬래시 표기법
 - IP 주소 뒤에 네트워크 ID로 사용할 비트의 수를 덧붙이는 표기법
 - 서브넷 ID 비트가 연속적이어야 함
 - e.g., 184.13.152.0/22에서 22는 네트워크 ID로 22비트, 호스트 ID로 10비트를 사용한다는 것을 의미

IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅
(CIDR, Classless Internet-Domain Routing)
 - 특징

특징	설명
효율적인 주소 공간 할당	고정 크기 블록으로 주소를 할당하는 대신 임의의 2의 지수 승 크기의 주소 블록을 할당하여 이전 주소지정의 비효율성을 해결
클래스 불균형 제거	클래스 개념을 제거한 방식으로 클래스 간 주소 공간의 불균형 문제를 해결
효율적인 라우팅 항목 관리	다중 수준 계층 구조로 상위 수준 네트워크의 라우팅 항목이 다수의 하위 수준 네트워크를 표현할 수 있도록 함
별도의 서브네팅 방법 제거	인터넷 자체에서 서브네팅 개념을 구현하므로 각 기관에서 별도의 네트워크 분할 방법을 갖지 않아도 됨

IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅
(CIDR, Classless Internet-Domain Routing)
 - 클래스 단위 주소지정과의 공통점

공통점	설명
사설 주소 블록	사설 네트워크 주소를 위해 예약된 주소 블록을 사용
특수 의미를 갖는 주소	네트워크 ID와 호스트 ID 된 특수 의미를 사용 e.g., 네트워크 전체를 가리키는 모두 0으로 된 호스트 ID, 브로드캐스트를 가리키는 모두 1로 된 호스트 ID
루프백 주소	127.0.0.0 (127.0.0.0/8)은 루프백 기능으로 예약됨

IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정

- 클래스 비사용 도메인간 라우팅
(CIDR, Classless Internet-Domain Routing)

- 예제

- 전체 네트워크 71.94.0.0/15를 계층적으로 분할

- 71.94.0.0/15의 2진 표현은 01000111 01011110 00000000 00000000

1. 1단계 분할



IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅
(CIDR, Classless Internet-Domain Routing)

2. 2단계 분할



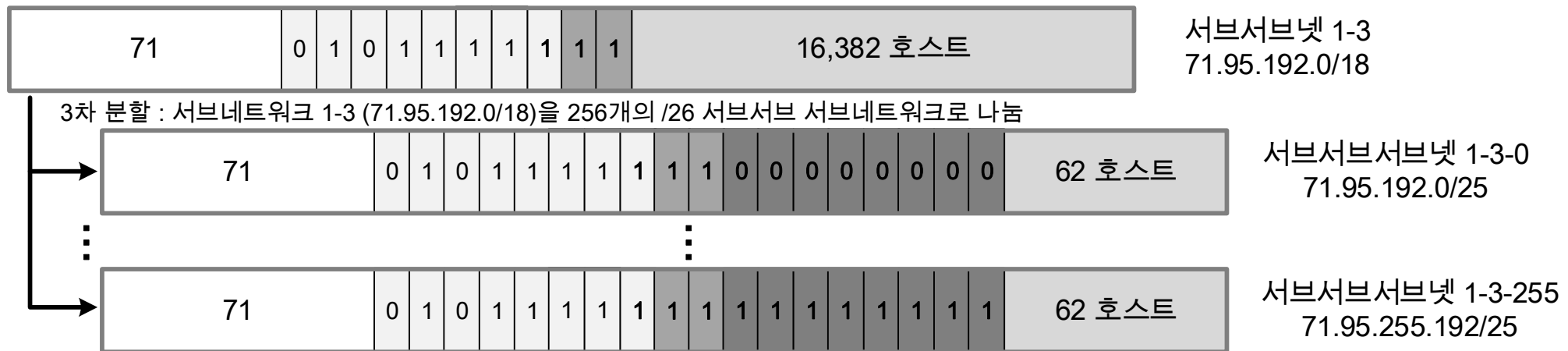
IPv4 주소지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소지정

- 클래스 비사용 도메인간 라우팅
(CIDR, Classless Internet-Domain Routing)

3. 3단계 분할

- 최대 60개의 호스트를 필요로 하는 기관을 위해 서브서브넷 1-3을 분할



IP 데이터그램

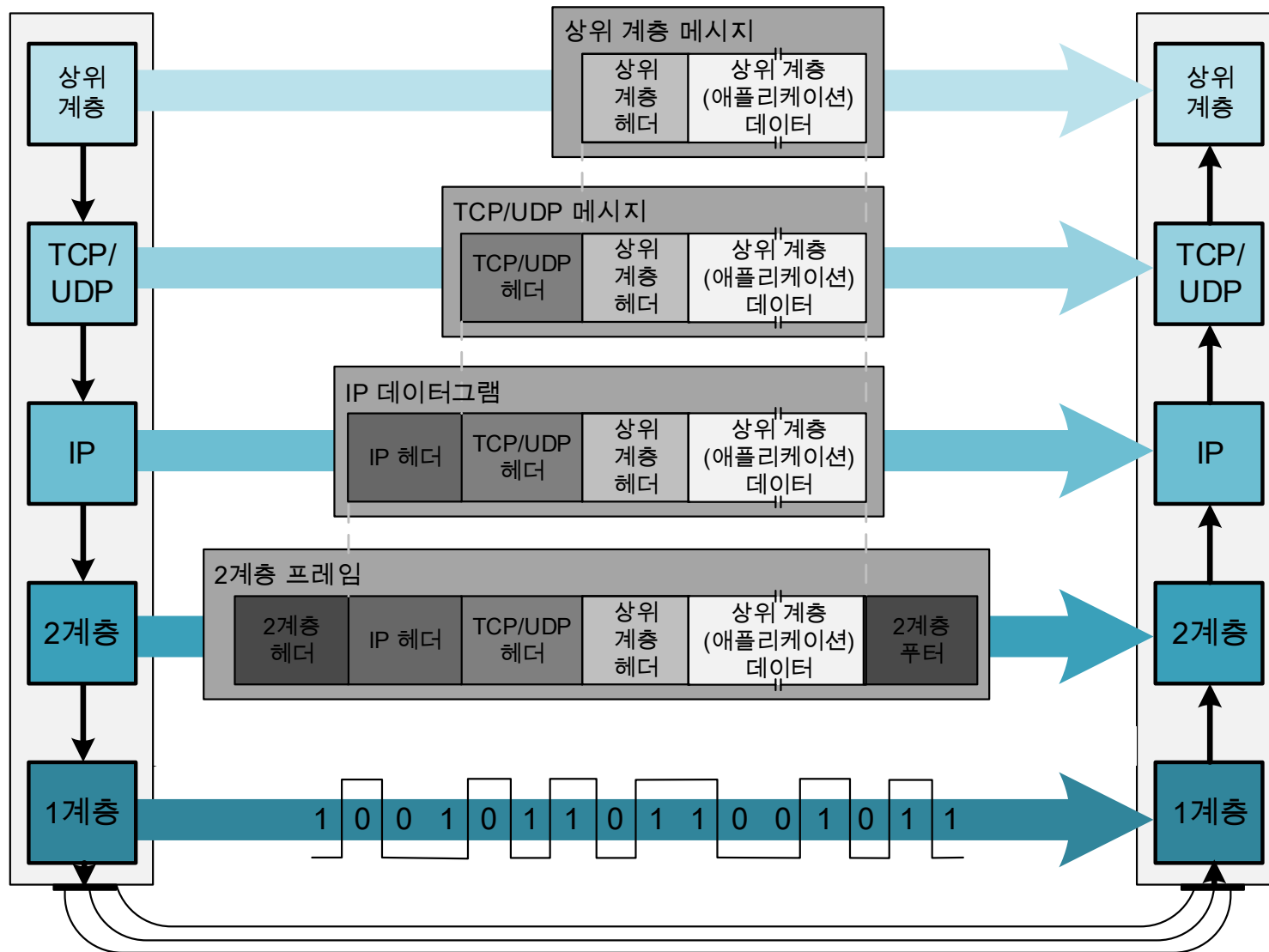
- 캡슐화

- 정의

- OSI 계층 모델에서 데이터가 각 계층을 지나면서 하위계층은 상위 계층에서 전달받은 데이터에 자신의 계층 특성을 담은 제어정보를 헤더에 넣어 그 데이터에 붙이는 과정

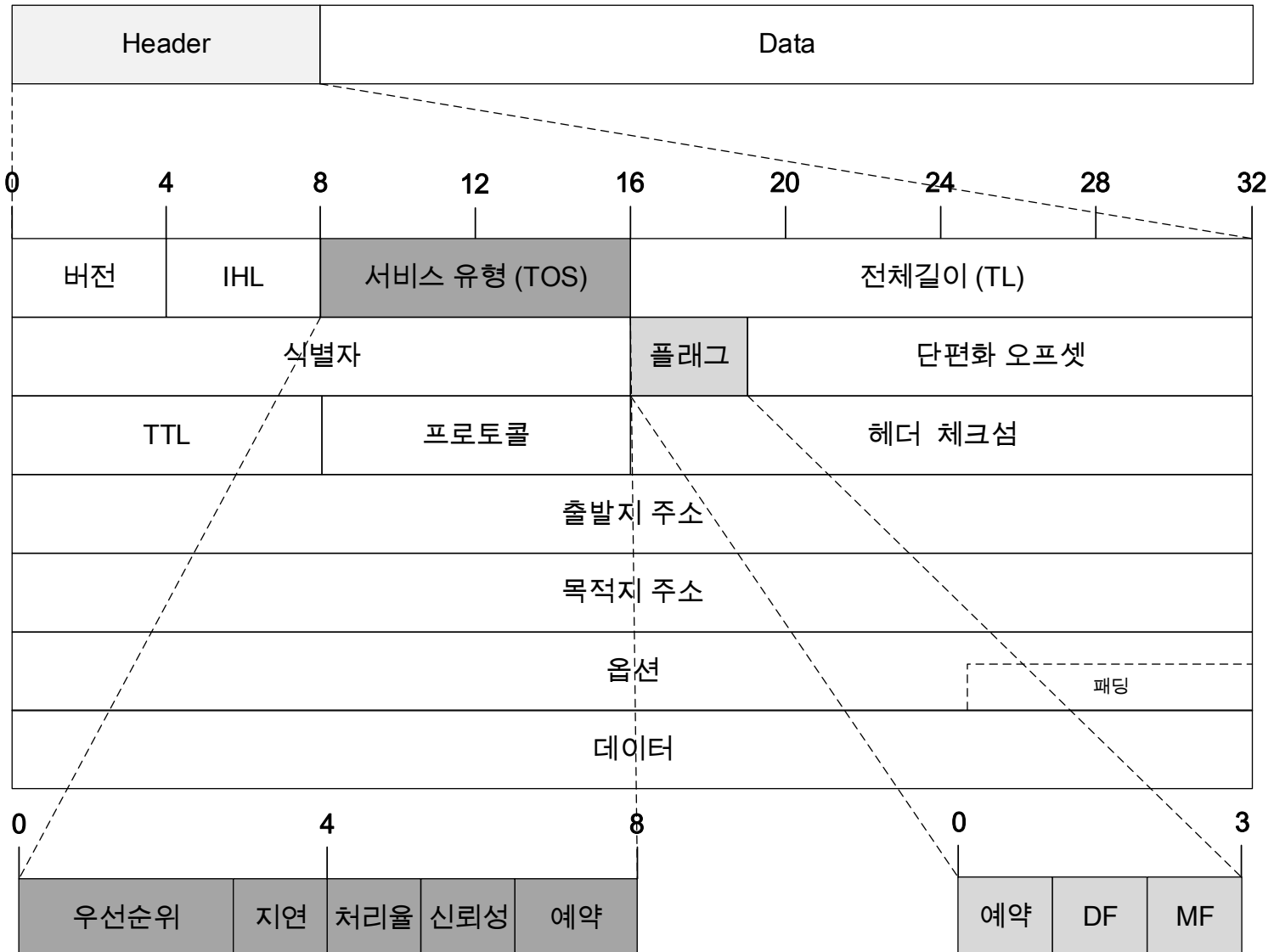
IP 데이터그램

• 캡슐화



IP 데이터그램

• 일반 포맷



IP 데이터그램

• 일반 포맷 필드

필드 이름	크기 (바이트)	설명
버전	1/2 (4비트)	IP 버전을 나타내며, 장비 간의 호환성을 보장함 IPv4에서는 4 값을 가짐
IHL (IP Header Length)	1/2 (4비트)	IP 헤더 길이를 나타내며, 32비트 워드 단위로 지정함 기본 값은 5 (5개의 32비트 워드 = $5 \times 4 = 20$ 바이트)
TOS (Type Of Service)	1	서비스 품질 기능을 제공하기 위한 정보를 전하는 필드 e.g., IP 데이터그램의 우선 순위를 부여, 전달 방법
TL (Total Length)	2	헤더와 데이터 길이를 더한 IP 데이터그램의 전체 길이를 바이트 단위로 지정
식별자	2	데이터그램을 식별하기 위해 할당되는 유일한 값으로 단편화시 참조되며 원본 데이터그램을 식별할 수 있음
플래그	3/8 (3비트)	데이터그램의 상태를 나타내기 위한 값으로 3개의 제어 플래그로 구성되며 DF, MF 는 단편화를 관리하는데 쓰이고 남은 하나는 예약되어 있음
단편화 오프셋	15/8 (13비트)	단편화 시 단편의 위치를 나타내며 8바이트 단위로 나타냄

IP 데이터그램

• 일반 포맷 필드

필드 이름	크기 (바이트)	설명
TTL (Time To Live)	1	라우터 루프 방지를 위해 고안된 필드로 데이터그램의 수명을 라우터 홉 수로 나타냄
프로토콜	1	데이터그램에서 운반하는 상위 계층 프로토콜을 식별함
헤더 체크섬	2	수신한 데이터그램 내의 에러 여부 확인을 위한 필드로 헤더부분의 오류 검사 값
출발지 주소	4	데이터그램을 송신한 장비의 32비트 IP 주소
목적지 주소	4	데이터그램의 최종 목적지 장비의 32비트 IP 주소
옵션	가변적	헤더 뒤에 올 수 있는 옵션 유형
패딩	가변적	비트 수가 32의 배수가 아닌 옵션이 헤더에 포함된 경우 헤더 길이를 32 배수로 맞추기 위해 패딩을 추가
데이터	가변적	데이터그램에서 전송한 데이터로 전체 상위 계층 메시지이거나 단편화된 메시지의 일부

IP 데이터그램

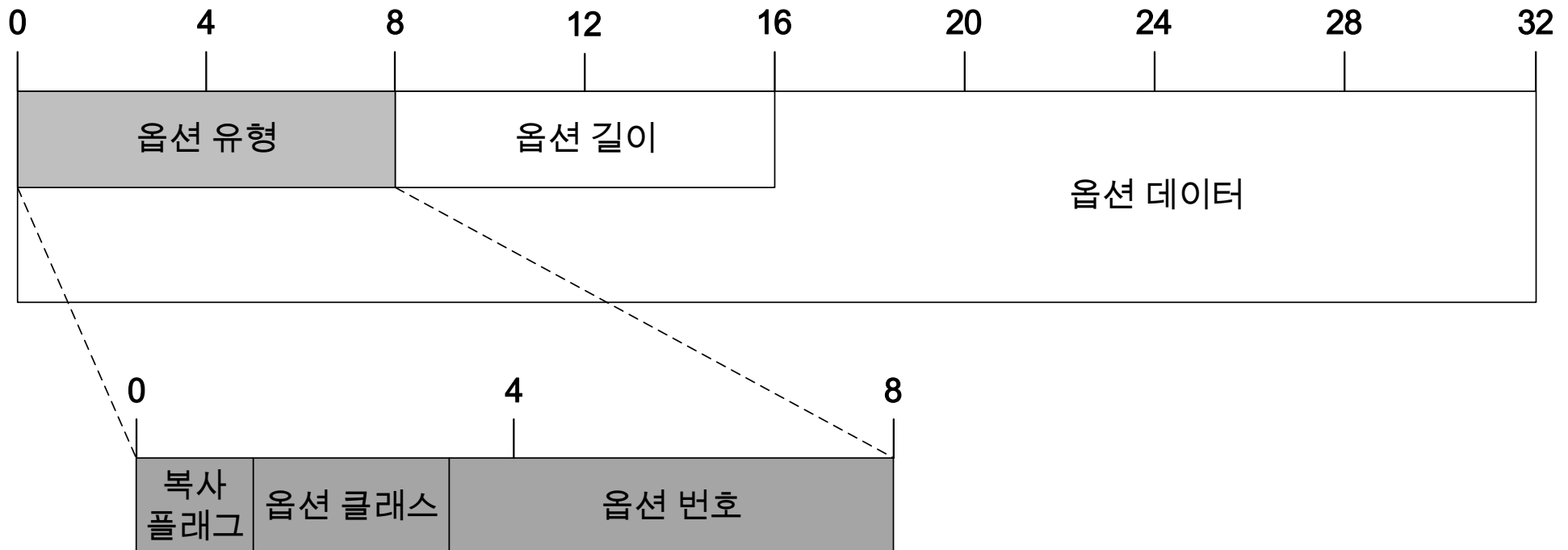
- 일반 포맷
 - 플래그 하위 필드

하위 필드 이름	크기 (바이트)	설명
예약	1/8 (1비트)	쓰이지 않음
DF (Don't Fragment)	1/8 (1비트)	1 : 데이터그램 단편화 불가능 링크의 최대 전송 단위 (MTU)를 검사하는 데 쓰임
MF (More Fragment)	1/8 (1비트)	0 : 메시지의 마지막 단편을 의미 1 : 단편화된 메시지가 남았음을 의미

IP 데이터그램

- 옵션 포맷

- IP 데이터그램을 더 유연하게 처리할 수 있도록 선택적으로 사용할 수 있는 옵션이 추가됨



IP 데이터그램

• 옵션 포맷

하위 필드 이름	크기 (바이트)	설명
옵션 유형	1	복사 플래그, 옵션 클래스, 옵션 번호로 세분화됨
옵션 길이	0 또는 1	가변 길이 옵션의 경우, 전체 옵션의 길이를 바이트로 나타냄
옵션 데이터	0 또는 가변적	가변 길이 옵션의 경우, 옵션의 일부로 전달할 데이터를 포함

• 옵션 유형 하위 필드

하위 필드 이름	크기 (바이트)	설명
복사 플래그	1/8 (1비트)	단편화 시 모든 단편에 옵션을 복사해야 할 경우 1로 설정, 복사할 필요가 없을 경우 0으로 설정
옵션 클래스	2/8 (2비트)	옵션이 속한 일반 범주를 명시하는 값을 지정 실제로는 0 (제어 옵션)과 2 (디버깅과 측정) 두가지가 쓰임
옵션 번호	5/8 (5비트)	옵션의 종류를 지정 e.g., 옵션 목록 끝, 동작 없음, 보안, 경로 기록 등

IP 데이터그램

- 단편화

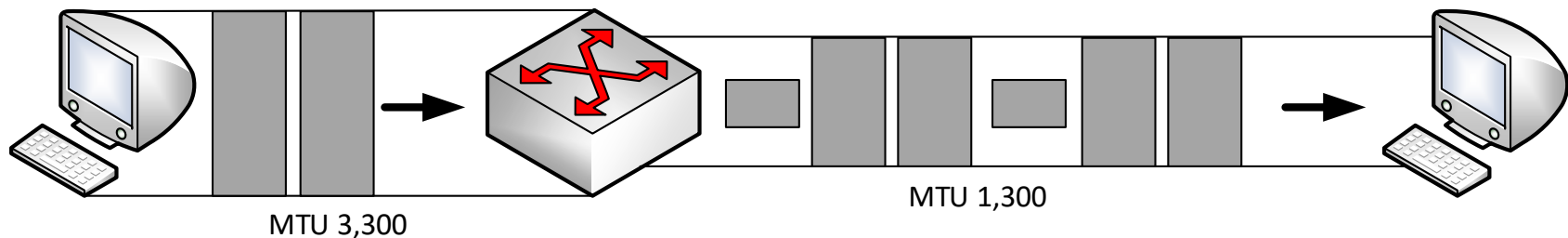
- 정의

- 캡슐화된 데이터그램을 데이터 링크 계층의 프레임 크기에 맞도록 메시지의 크기를 조정할 필요가 있음

- 네트워크의 최대 전송 단위

(MTU, Maximum Transmission Unit)

- 물리 네트워크로 전달될 수 있는 최대 IP 데이터그램의 크기
- MTU가 큰 네트워크에서 MTU가 작은 네트워크로 데이터그램을 전달하는 경우 MTU가 작은 쪽에 맞춰 단편화가 필요



IP 데이터그램

- 단편화

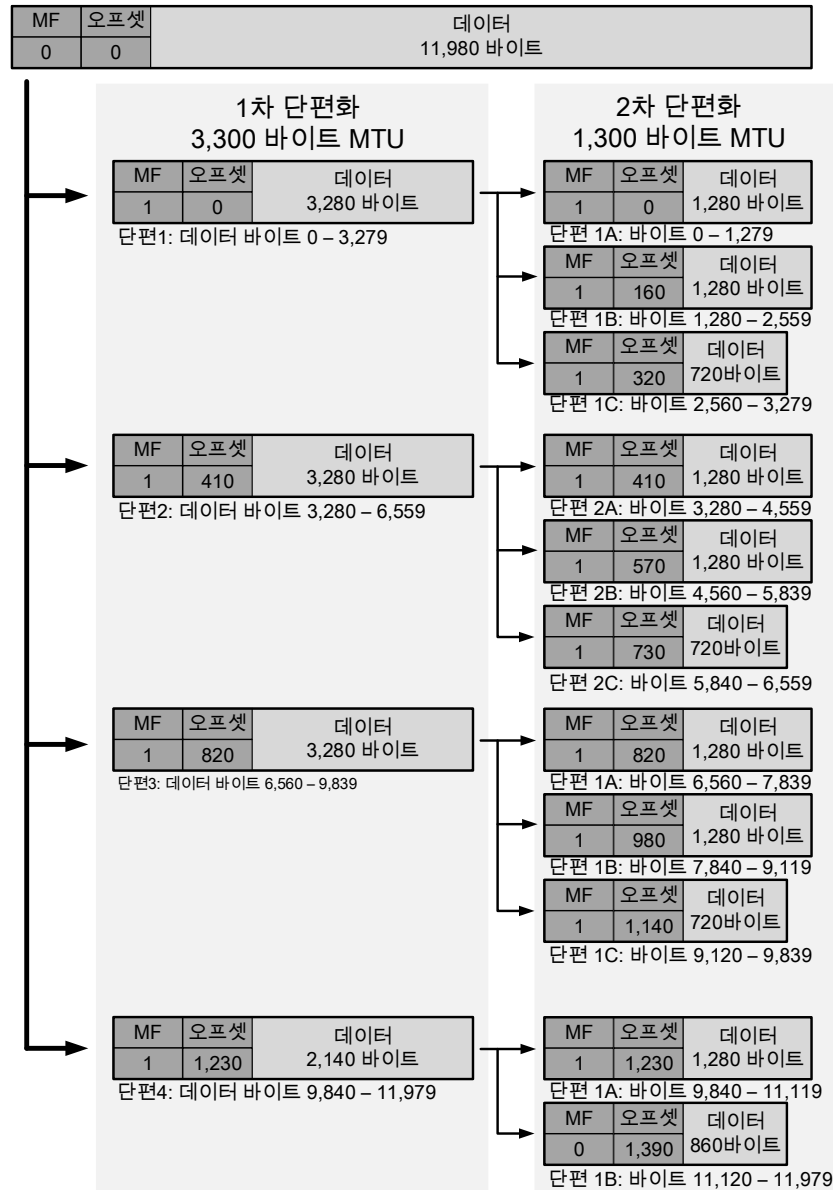
- 네트워크의 최대 전송 단위
(MTU, Maximum Transmission Unit)

- 특징

- 최소 MTU는 576 바이트로 지정됨 (RFC 791)
 - 데이터그램이 이동하는 전체 경로의 MTU 파악에 사용됨
 - 출발지에서 DF (Don't Fragment) 플래그가 설정된 데이터그램이 MTU보다 크기가 큰 경우 목적지까지 도달하지 못함
 - 목적지 접근 불가 (Destination Unreachable) 메시지가 출발지 장비로 반환되고 출발지에서 크기를 줄여 DF가 설정된 데이터그램을 재전송
 - 위 과정의 반복으로 전체 경로의 MTU를 파악할 수 있음

IP 데이터그램

- 단편화
- 과정



IP 데이터그램

- 재조합

- 수신된 IP 데이터그램을 헤더필드의 정보를 이용하여 조합하는 과정
 - 최종 목적지 장비에서만 이루어짐
 - 단편이 목적지까지 가는 동안 다양한 경로를 거치기 때문
 - 라우터가 단편 재조합을 처리할 경우 복잡도가 증가하기 때문
 - 재조합을 처리하는 시간으로 라우팅이 느려지기 때문

IP 데이터그램

- 재조합

- 수신된 IP 데이터그램을 헤더필드의 정보를 이용하여 조합하는 과정

- 과정

1. 단편 인식과 단편화된 메시지 식별

- MF 값과 오프셋 값으로 단편을 인식하고 식별자 필드 등을 통해 메시지를 식별

2. 버퍼 초기화

- 단편을 받아 저장할 공간 확보

3. 타이머 초기화

- 재조합을 위한 타이머 설정

4. 단편 수신과 처리

- 버퍼에 단편화 오프셋 값을 보고 순서에 맞게 단편 삽입

IP 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 데이터그램 전달 방식
 - 직접 데이터그램 전달 방식
 - 동일한 물리 네트워크의 두 장비 간의 송/수신에서 데이터그램이 전달 되는 방식
 - 간접 데이터그램 전달 방식 (라우팅)
 - 상이한 물리 네트워크의 두 장비 간의 송/수신에서 데이터그램이 전달되는 방식
 - 출발지 장비는 로컬 네트워크에서 목적지 장비를 볼 수 없기 때문에 하나 이상의 중간 장비를 통해 데이터그램을 전달
 - 라우터를 통해 데이터그램이 전달됨
 - 데이터그램을 최종 목적지에 도착하도록 경로에 대한 정보를 관리하는 장치

IP 라우팅과 멀티캐스팅

- 데이터그램 라우팅과 주소지정의 관계
 - 전통적 클래스 단위 주소지정
 - 라우터가 IP 주소의 처음 몇 비트를 통해 클래스를 파악하고 네트워크 ID를 식별하여 라우팅을 결정
 - 서브넷 클래스 단위 주소지정
 - 라우터가 서브넷 마스크를 통해 네트워크 ID와 서브넷 ID를 식별하여 라우팅을 결정
 - 클래스 비사용 주소지정
 - 라우터가 슬래시 표기를 통해 네트워크 ID를 식별하여 라우팅을 결정

IP 라우팅과 멀티캐스팅

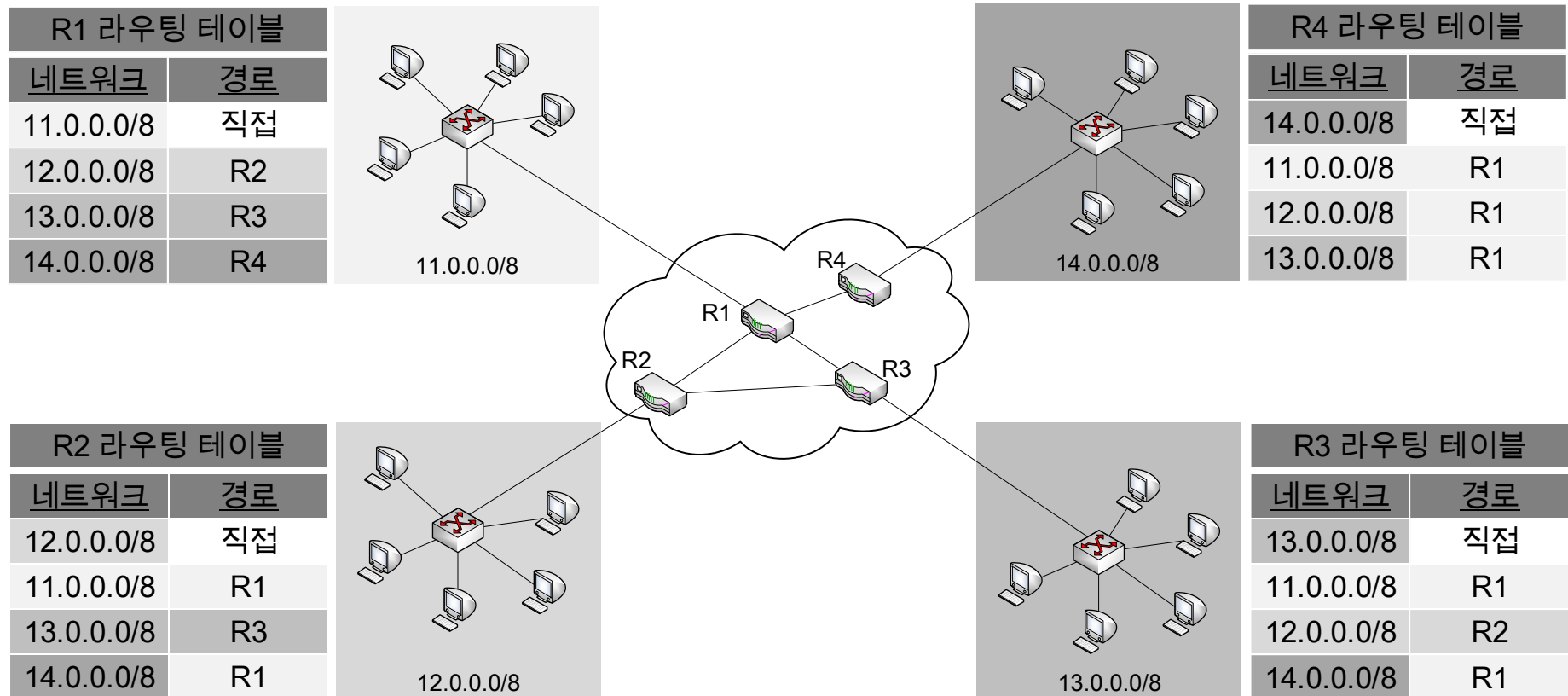
- IP 라우팅과 홉 라우팅
 - 다음 홉 라우팅 (Next-Hop Routing)
 - 데이터그램이 목적지 장비가 있는 물리 네트워크에 도달할 때까지 한 라우터에서 다음 라우터로 전달되는 것
 - 장점
 - 각 라우터는 데이터그램의 다음 목적지만 알면 됨

IP 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 경로와 라우팅 테이블

- 라우팅 테이블

- 네트워크 ID 와 상호 연결된 라우터 간의 매핑 정보를 관리하는 테이블



IP 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 멀티캐스팅

- 한 장비가 여러 수신자에게 메시지를 보내는 기능

- 주요 기능

- 주소지정

- 멀티캐스트 주소로 여러 장비가 있는 그룹을 식별

- 그룹 관리

- 장비가 그룹에 동적으로 참여할 수 있도록하고 그룹 정보를 IP 인터넷워크로 전파될 수 있도록 관리
 - IGMP (Internet Group Management Protocol)을 사용하여 장비와 라우터들이 그룹에 대한 정보를 교환할 수 있도록 포맷을 정함

- 데이터그램 처리와 라우팅

- 라우터가 데이터그램 사본을 만들어야 하는지 파악하고 하나의 장비에서 여러 장비로 라우팅
 - 라우터는 데이터그램의 효율적인 전송을 위해 라우팅

Thanks!

이 태 양 (taeyang@pel.sejong.ac.kr)