

TCP/IP 완벽 가이드

- II-3부 인터넷 프로토콜 버전 4(IPv4)-

최창준 (changjun@pel.smuc.ac.kr)

상명대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- 인터넷 프로토콜
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
 - IP 클래스 주소 지정
 - IP 서브넷 주소 지정
 - IP 클래스 비사용 주소 지정
- IPv4 패킷
- IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

인터넷 프로토콜

- 인터넷 프로토콜(IP, Internet Protocol)
- TCP/IP 프로토콜 슈트의 3계층 핵심 프로토콜
- 역사
 - 1970년대 개발된 초창기 TCP가 4계층 TCP와 3계층 IP로 분리되면서 탄생
 - 1981년 9월 RFC 791 “인터넷 프로토콜” 문서 발표
- IP 버전
 - IPv4
 - TCP와 IP가 분리되어 전 세계적으로 널리 사용하기 시작한 첫 번째 IP 버전
 - IPv6
 - IPv4의 주소 공간 부족 등의 이유로 개발

인터넷 프로토콜

- 인터넷 프로토콜(IP)

- 특징

- 전역 주소 지정

- 네트워크를 위한 주소지정을 통해 장비를 고유하게 식별

- 하위 프로토콜에 무관

- TCP/IP 스택과 호환된 어떤 종류의 하위 네트워크에서도 패킷을 전송하도록 설계

- 비연결형

- 송·수신 장비 간의 연결을 수립하지 않고 패킷 전송

- 비승인형

- 패킷 전송 후 패킷이 제대로 전송 되었는지 확인하지 않음

인터넷 프로토콜

- 인터넷 프로토콜(IP)

- 기능

- 주소 지정

- 패킷 전송에 필요한 목적지 정보를 담은 주소를 지정

- 데이터 캡슐화와 포매팅

- 전송 계층에서 받은 데이터를 전송하기 전에 특수 포맷을 이용하여 데이터를 IP 패킷으로 캡슐화

- 단편화와 재조합

- 하위 계층으로 패킷 전달 시 하위 계층의 최대 프레임 크기에 맞춰 패킷 단편화
 - 수신 장비는 단편화된 IP 패킷을 재조합

- 라우팅과 간접 전달

- 다른 네트워크에 있는 장비에게 패킷을 보내고 싶은 경우 라우터를 통하여 간접적으로 패킷 전송

인터넷 프로토콜

- 인터넷 프로토콜(IP)

- 관련 프로토콜

- IP 네트워크 주소 변환(NAT, Network Address Translation)

- 사설 네트워크에 속한 여러 개의 호스트가 하나의 공인 IP 주소를 사용하여 인터넷에 접속하기 위한 인터페이스를 제공

- IPSec(IP Security)

- 안전한 데이터 전송을 위한 방법을 제공하는 하위 프로토콜 모음

- 모바일 IP

- 네트워크를 이동하는 장비에서 IP를 사용하는 것과 관련된 문제점을 해결하는 프로토콜
 - 장비의 IP 주소를 계속해서 할당 받지 않고 모바일 호스트로 데이터가 자동 라우팅 되도록 함

목 차

- 인터넷 프로토콜
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
 - IP 클래스 주소 지정
 - IP 서브넷 주소 지정
 - IP 클래스 비사용 주소 지정
- IPv4 패킷
- IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

IPv4 주소

- IP 주소의 두 가지 기능

1. 네트워크 인터페이스 식별

- 패킷이 올바른 수신자에게 전달되는 것을 보장하기 위해 장비와 네트워크 간의 인터페이스를 식별

2. 라우팅

- IP 주소를 통해 라우터는 패킷의 경로를 결정

IPv4 주소

- 장비별 IP 주소의 수

- IP 주소를 갖지 않는 장비

- 하위 수준 네트워크 연결 장비

- 하드웨어 주소로 동작하기 때문에 IP 주소가 필요하지 않음
 - e.g., 리피터(Repeater), 브리지(Bridge), 스위치(Switch) 등

- IP 주소를 갖는 장비

- 라우터(Router)

- 하나 이상의 IP 주소를 가짐

- 호스트(Host)

- 하나의 IP 주소를 할당 받음
 - 다중 인터페이스(하나 이상의 네트워크에 연결) 방식인 경우
 - 하나 이상의 IP 주소를 가질 수 있음

IPv4 주소

- IP 주소와 MAC 주소 비교

- IP 주소

- 네트워크 계층(3계층)에서 사용하는 주소
- 네트워크에 있는 각 장비에 할당된 식별 번호
- 네트워크 변경 시 IP 주소 또한 변경

- MAC 주소

- 데이터 링크 계층(2계층)에서 사용하는 하드웨어 주소
- 장비의 하드웨어 자체에 부여된 고유한 식별 번호
- 부품을 교체하지 않는 한 MAC 주소는 변경되지 않음

IPv4 주소

- IP 주소의 분류

- 공인 IP 주소(Public IP Address)

- 중복되는 주소를 사용하지 않기 위해 공인 기관에서 부여한 IP 주소
 - IANA(Internet Assigned Number Authority)
 - 인터넷 할당 번호 관리 기관
 - ICANN(Internet Corporation for Assigned Names and Number)
 - 인터넷 이름/번호 할당 기관
 - RIR(Regional Internet Registry)
 - 대륙별 인터넷 레지스트리

- 사설 IP 주소(Private IP Address)

- 공인 기관에 등록되지 않은 사적인 IP 주소
- 하나의 공인 IP를 할당 받은 공유기가 각 네트워크 장비에게 사설 IP를 할당

IPv4 주소

- IP 주소 설정

- 정적 설정

- 고정 IP(Static IP)

- 각 장비마다 고정적으로 IP 주소를 할당
 - 한번 부여된 IP 주소는 변경되지 않음
 - 할당할 수 있는 IP의 개수가 정해져 있음

- 동적 설정

- 유동 IP(Dynamic IP)

- 호스트 설정 프로토콜을 통해서 인터넷에 접속한 장비에게 임의의 IP 주소를 할당
 - 동적 호스트 구성 프로토콜(DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol)
 - 부트 스트랩 프로토콜(BOOTP, Bootstrap Protocol)
 - 부여된 IP 주소는 변경될 수 있음

IPv4 주소

- IP 주소 크기, 표기법
 - IP 주소 크기와 2진 표기법
 - IP 주소 크기는 32bits
 - 32bits 2진수를 8bits 옥텟 단위로 표기
 - e.g., 11100011 - 01010010 - 10011101 - 10110001
 - 부점 10진 표기법(DDN, Dotted Decimal Nomination)
 - 32bits IP 주소를 10진수로 변환하고 마침표(.)로 구분
 - e.g., 227.82.157.117

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

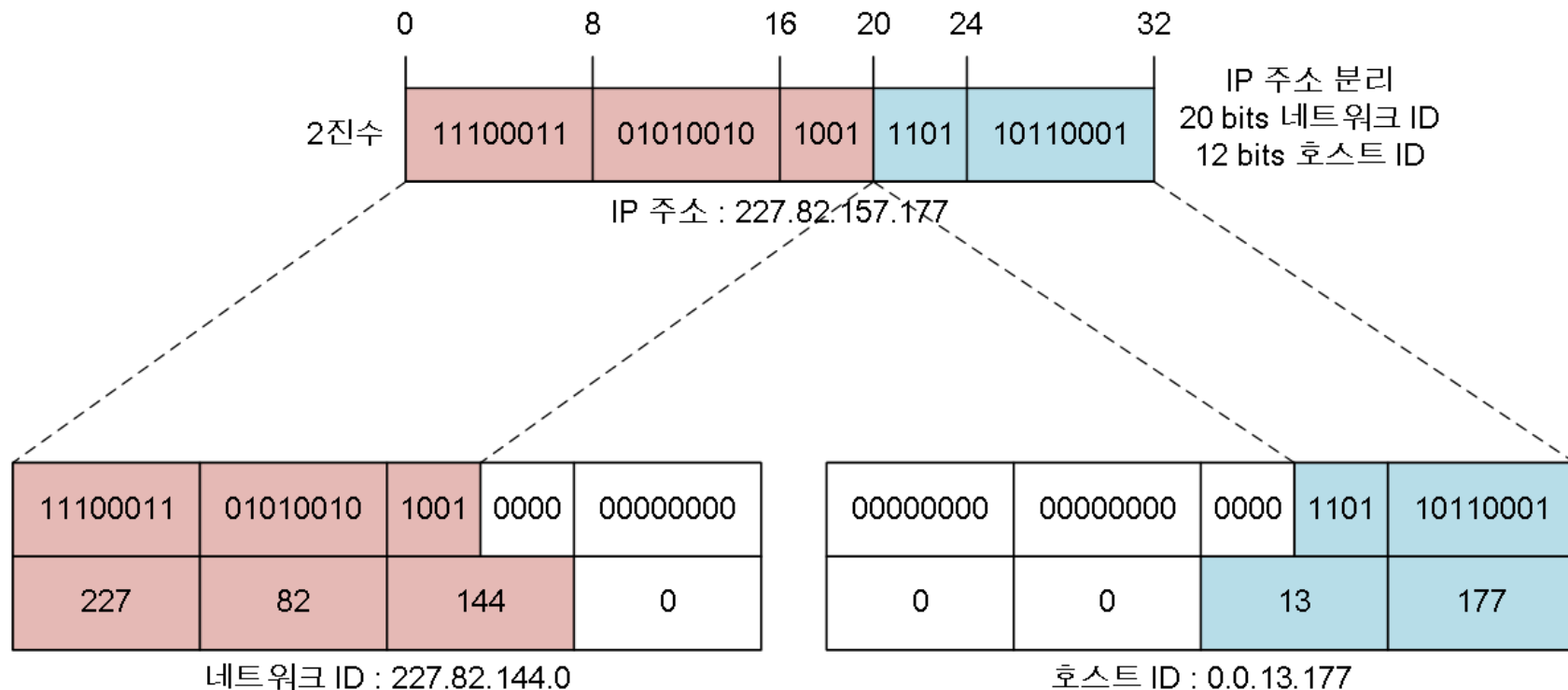
IPv4 주소

- IP 주소 구조의 구성 요소
 - 네트워크 식별자(네트워크 ID)
 - 왼쪽 비트에서부터 시작하는 특정 수의 비트
 - 네트워크 인터페이스가 위치한 네트워크를 식별
 - 네트워크 접두사(Network prefix)라고도 부름
 - 호스트 식별자(호스트 ID)
 - 네트워크 식별자 이외의 나머지 비트
 - 네트워크의 호스트를 식별

	0	8	16	24	32			
2진수	11100011		01010010		10011101		10110001	
10진수	227		82		157		177	
	네트워크 ID				호스트 ID			

IPv4 주소

- IP 주소 구조의 구성 요소
 - 네트워크와 호스트 ID 구분 위치
 - 네트워크와 호스트 ID를 구분하는 지점은 고정돼 있지 않음
 - 주소의 특성, 사용하는 주소지정 방법의 유형, 기타 요인에 의해 달라질 수 있음



IPv4 주소

- IP 멀티 호밍

- 다중 인터페이스(Multihomed) 호스트

- 하나 이상의 IP 주소를 가지는 장비

- 호스트를 다중 인터페이스 구성으로 만드는 두 가지 방법

1. 두 개 이상의 인터페이스를 동일한 네트워크에 연결

- 동일한 네트워크에 연결하여 동일한 네트워크 ID를 갖는 두 개의 IP 주소를 가짐

2. 두 개 이상의 서로 다른 네트워크에 인터페이스를 연결

- 서로 다른 네트워크에 연결하여 서로 다른 네트워크 ID를 갖는 IP 주소를 가짐

IPv4 주소

- IP 주소 지정 종류

- 전통적(클래스 단위) 주소 지정

- 옥텟 단위로 네트워크 ID, 호스트 ID를 구분하는 클래스 사용

- 서브넷을 이용하는 클래스 단위 주소 지정

- 네트워크 ID, 호스트 ID, 서브넷 ID 세 단계로 분리하여 구분
- 클래스 단위에서 호스트 ID의 일부 비트를 서브넷 식별자(서브넷 ID)로 사용

- 클래스 비사용 주소 지정

- 식별자를 구분하는 지점을 IP 주소 뒤에 붙여 네트워크 ID와 호스트 ID를 구분

목 차

- 인터넷 프로토콜
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
 - IP 클래스 주소 지정
 - IP 서브넷 주소 지정
 - IP 클래스 비사용 주소 지정
- IPv4 패킷
- IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정

- 개요

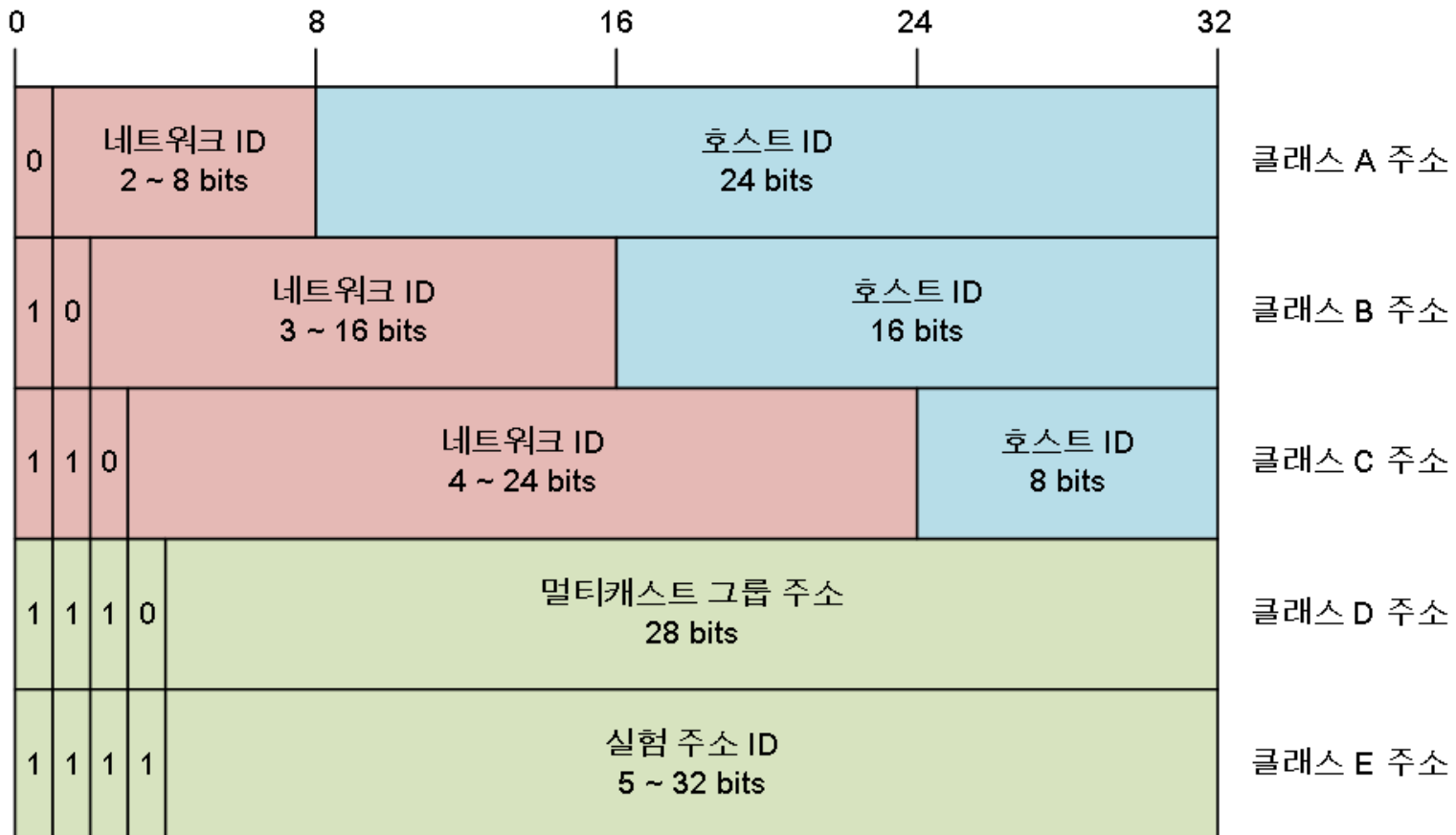
- IP 주소공간을 5개의 서로 다른 크기의 클래스(A,B,C,D,E)로 나누고 기관의 요구에 따라 이들 클래스의 주소 블록을 할당

- IP 주소 클래스 종류, 특성, 용도 표

IP 주소 클래스	전체 IP 주소 공간에서 차지하는 비율	네트워크 ID 비트의 수	호스트 ID 비트의 수	용도
클래스 A	$1/2$	8	24	인터넷에 연결할 호스트가 수백만 개 이상 존재하는 대규모 기관을 위한 유니캐스트 주소 지정
클래스 B	$1/4$	16	16	인터넷에 연결할 호스트가 수천 개 정도 존재하는 중규모 기관을 위한 유니캐스트 주소 지정
클래스 C	$1/8$	24	8	인터넷에 연결할 호스트가 약 250개를 넘지 않는 소규모 기관을 위한 유니캐스트 주소 지정
클래스 D	$1/16$	없음	없음	IP 멀티캐스팅
클래스 E	$1/16$	없음	없음	테스트용으로 예약됨

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정
 - 네트워크/호스트 식별
 - 첫 옥텟 비트 패턴을 통해 주소의 클래스 파악 가능



IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정
 - 비트 패턴, 첫 옥텟 범위, 주소 범위 표

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

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정

- 주요 클래스(A, B, C)의 네트워크/호스트 용량 표

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

- 네트워크 ID에서 처음 1, 2, 3 비트는 클래스를 구별하는 데 사용되기 때문에 네트워크의 수를 결정할 때는 제외
- 클래스 A에서 2비트는 네트워크 ID(0과 127)가 예약되어 있어 사용할 수 없음
- 각 네트워크 ID에 대하여 두 개의 호스트 ID(모두 0 또는 1로 된 비트)를 사용할 수 없음

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정
- 특수 의미를 갖는 IP 주소 패턴 표

네트워크 ID	호스트 ID	특수 의미와 설명
네트워크 ID	호스트 ID	보통 의미 : 특정 장비를 가리킴
네트워크 ID	모두 0	지정된 네트워크
모두 0	호스트 ID	현재 또는 기본 네트워크의 호스트
모두 0	모두 0	자신을 가리킴
네트워크 ID	모두 1	지정된 네트워크의 모든 호스트 (로컬 브로드캐스트)
모두 1	모두 1	네트워크의 모든 호스트 (전역 브로드캐스트)

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정

- 특수한 용도에 사용되는 IP 주소

- 예약 주소

- 향후에 있을 테스트나 인터넷을 관리하기 위한 용도로 예상치 못한 수요에 대비해 제한된 자원의 일부를 예약

- 사설, 비등록 주소

- 중앙 기관이 할당하지 않고 사설에서 원하는 주소를 사용
 - RFC 1918에서 사설 주소에만 사용할 수 있는 라우팅이 불가능한 주소 집합을 정의

- 루프백 주소

- TCP/IP 프로토콜 구현을 테스트하는 주소

- 127.0.0.0 ~ 127.255.255.255

- 루프백 주소로 전송한 IP 패킷은 데이터 링크 계층으로 전송되지 않고 출발지 장비의 IP 계층으로 되돌아옴

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정

- IP 멀티캐스트 주소 지정

- 하나의 출발지 장비에서 여러 장비로 구성된 그룹으로 패킷을 전송

- 클래스 D로 할당

- 처음 4비트가 1110으로 되어 있기 때문에 주소의 첫 번째 옥텟이 224 ~ 239까지의 값을 가짐
- 처음 4비트를 제외한 28비트가 멀티캐스트 그룹 주소로 정의
- 네트워크 ID와 호스트 ID 개념은 존재하지 않음

- IP 멀티캐스트 주소 범위와 용도 표

범위 시작 주소	범위 끝 주소	설명
224.0.0.0	224.0.0.255	유명한 특수 멀티캐스트 주소로 예약
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 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정

- 장점

- 단순성과 명확성

- 클래스 A, B, C에서 네트워크 ID와 호스트 ID를 옥텟 단위로 구분하기 때문에 특정 주소의 네트워크 ID가 무엇인지 파악하기 쉬움

- 유연성

- 클래스 A, B, C는 대형, 중형, 소형 기관에 잘 들어 맞음

- 라우팅 용이성

- 클래스에 관한 정보는 IP 주소에 인코딩 되어 있음
 - 라우터는 특정 주소의 네트워크 ID와 호스트 ID를 쉽게 파악할 수 있음

- 예약 주소

- 일부 클래스(D, E)는 향후에 필요할 수 있는 일부 주소 영역을 예약

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 주소 지정

- 단점

- 내부 주소 유연성 부족

- 대형 기관은 커다란 단일 주소 블록을 할당 받기 때문에 내부 네트워크의 구조를 적절히 반영할 수 없음

- 주소 공간의 비효율적 사용

- 오직 세 가지 블록 크기(클래스 A, B, C) 밖에 없기 때문에 한정된 IP 주소 공간을 낭비

- 라우터 테이블 항목의 거대화

- 인터넷이 성장하면서 IP 패킷을 라우팅하기 위해 점점 더 많은 항목이 라우터에 추가됨으로 인한 성능 저하

목 차

- 인터넷 프로토콜
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
 - IP 클래스 주소 지정
 - IP 서브넷 주소 지정
 - IP 클래스 비사용 주소 지정
- IPv4 패킷
- IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정

- 개요

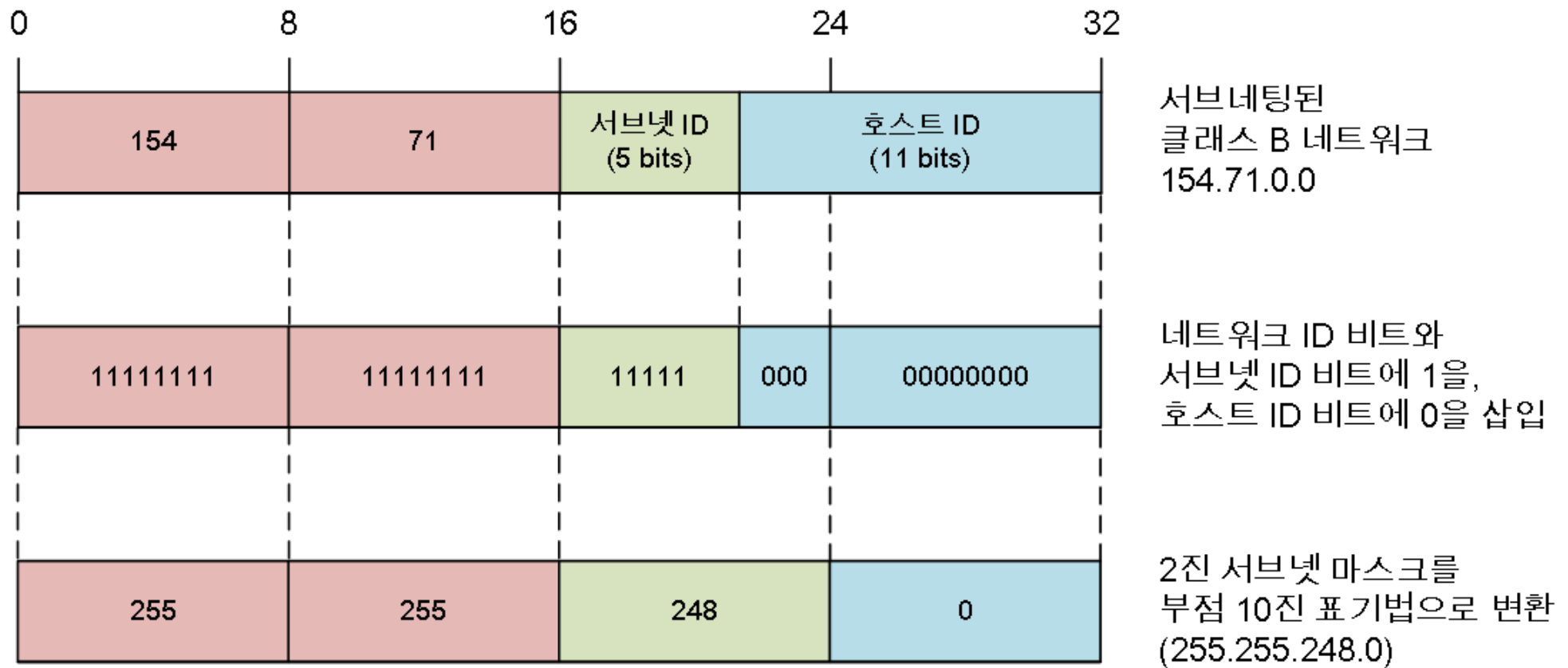
- 1985년 RFC 950에서 서브넷 주소 지정 또는 서브네팅이라고 불리는 새로운 주소 지정 절차 정의
- 네트워크, 서브넷, 호스트의 3단계 계층 구조
- 각 기관이 내부의 네트워크 구조를 반영하여 호스트를 서브넷으로 구성
- 클래스 단위 주소 지정의 호스트 ID를 서브넷 ID와 호스트 ID로 변환
- 서브넷 ID와 호스트 ID를 식별하기 위해 서브넷 마스크 사용

IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정
 - 서브넷 마스크(Subnet mask)
 - 32비트 2진수
 - 부점 10진 표기법으로 표시
 - 네트워크 ID, 서브넷 ID에 해당하는 모든 비트는 1로 설정
 - 호스트 ID에 해당하는 모든 비트는 0으로 설정
 - 네트워크와 서브넷 주소를 알아내기 위해 서브넷 마스크와 IP 주소에 불 AND 연산 적용

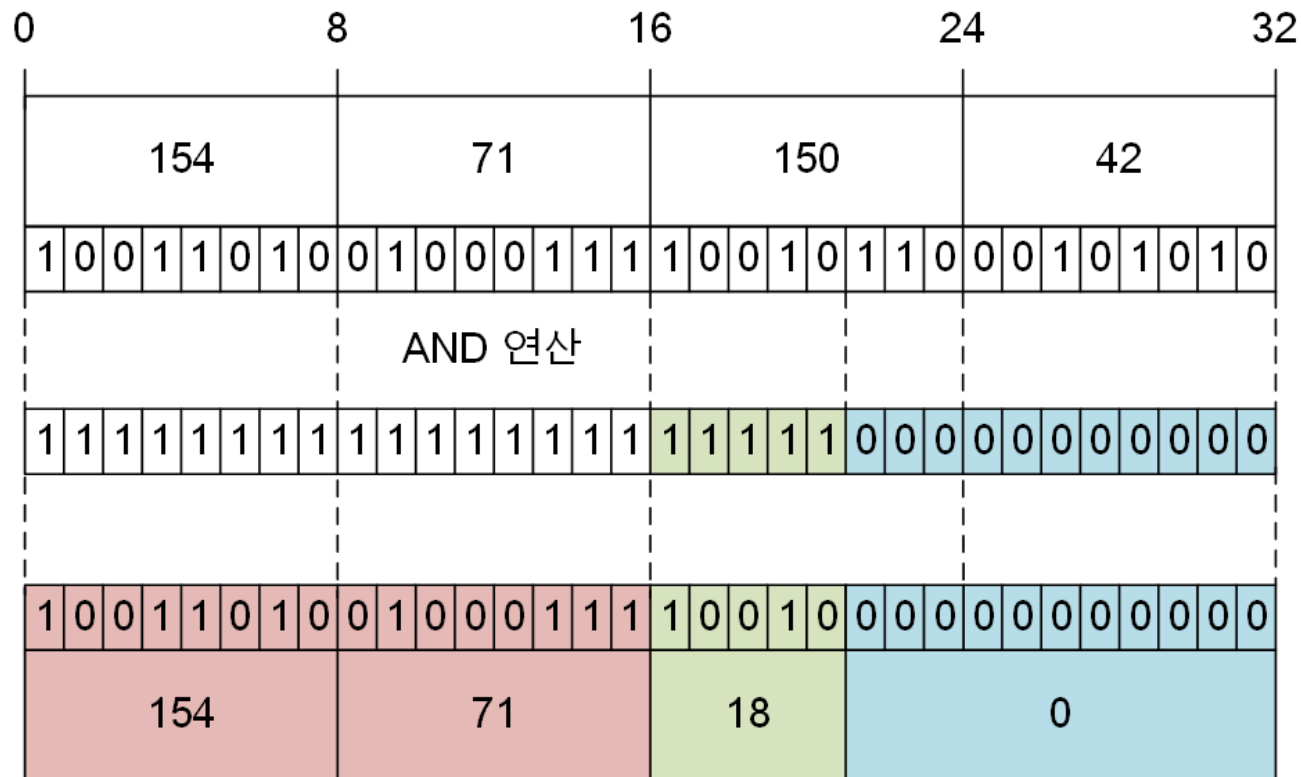
IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정
 - 서브넷 마스크 계산 그림



IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정
 - 서브넷 마스크 적용 예제 그림



IP 주소 154.71.150.42를
10 진법과 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 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정
 - IP 커스텀 서브넷 마스크
 - 서브넷 ID와 호스트 ID를 구분하는 지점을 네트워크에 맞게 선택 가능한 서브네팅
 - 균형 관계(Trade-off)
 - 서브넷 ID에 1비트를 추가할 때마다 서브넷의 수는 2배가 되지만 서브넷별 호스트의 수는 약 1/2로 감소
 - 비트와 서브넷/호스트 수의 관계
 - 네트워크에서 사용 가능한 서브넷의 수
 - $2^{\text{서브넷 ID 비트 수}}$ 개
 - 각 서브넷에서 사용 가능한 호스트의 수
 - $2^{\text{호스트 ID 비트 수}} - 2$ 개
 - 비트가 모두 0인 호스트 ID는 네트워크 자체의 주소
 - 비트가 모두 1인 호스트 ID는 브로드캐스트 주소

IPv4 주소 지정 방법

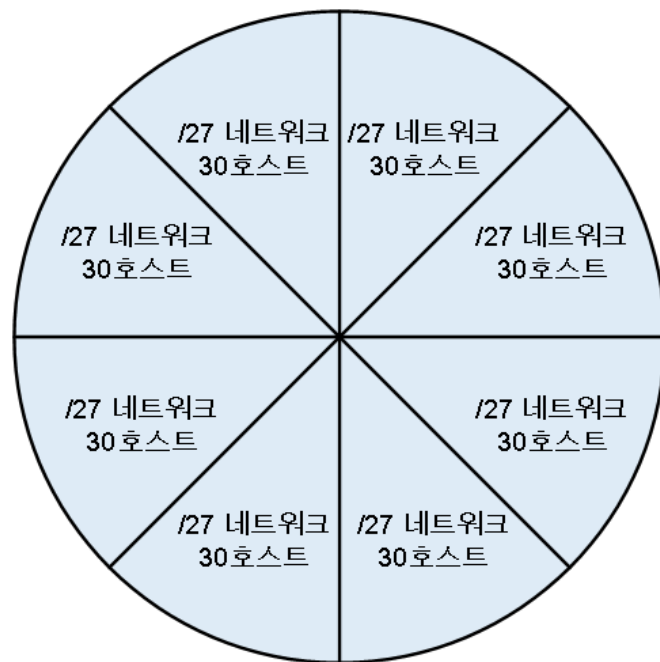
- IP 서브넷 주소 지정
 - IP 서브넷 식별자, 서브넷/호스트 주소
 - 서브넷 식별자
 - 네트워크의 다른 서브넷과 구분될 수 있도록 서브넷을 식별하며 서브넷 ID를 의미
 - 서브넷 주소
 - N번째 서브넷 주소를 찾으려면 서브넷 비트를 2진수로 대체하고 호스트 ID를 0으로 설정
 - 호스트 주소
 - 서브넷 주소를 알면 나머지 호스트 ID 비트에 값을 채워 넣어 주소 할당

IPv4 주소 지정 방법

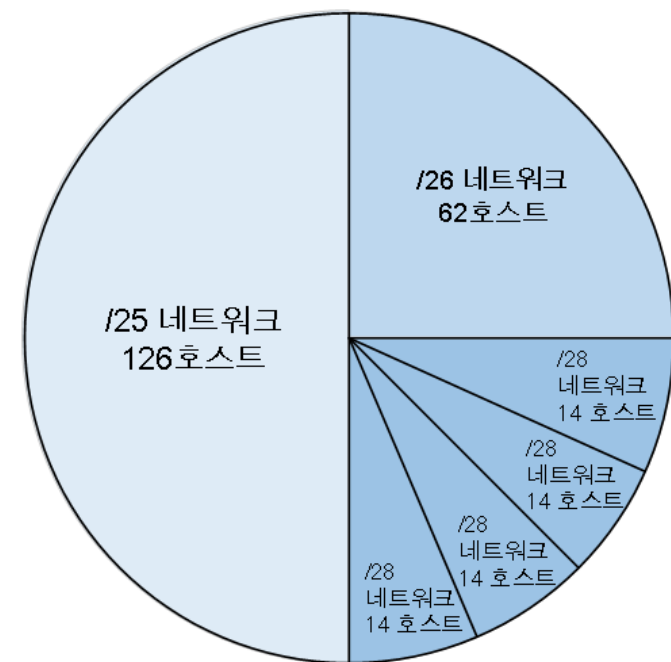
- IP 서브넷 주소 지정

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

- 서브네팅을 여러 번 반복하여 네트워크를 크기가 다른 여러 서브네트워크로 구분하는 기법



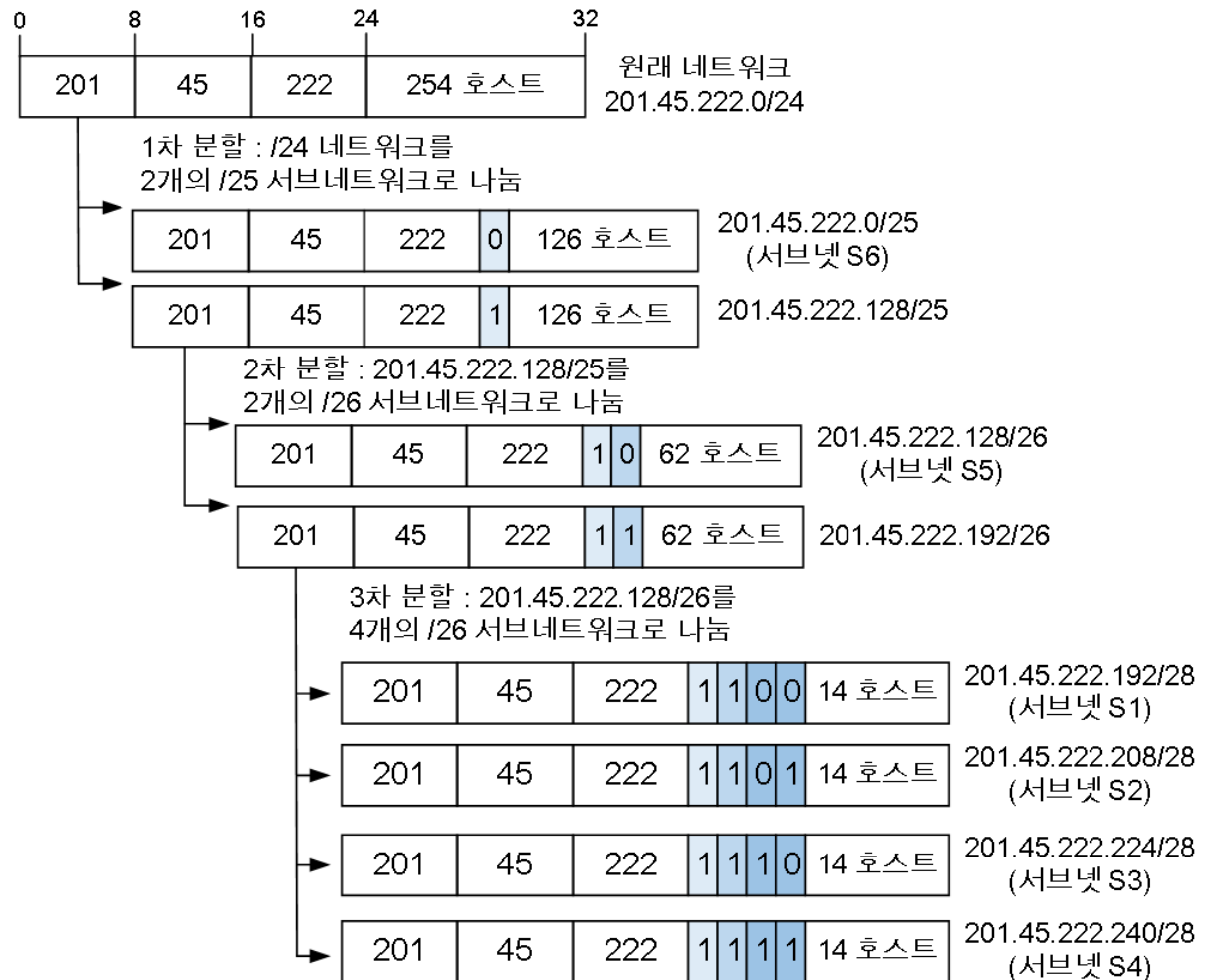
클래스 C 네트워크를
8개의 전통적 서브넷으로 분리



VLSM을 이용하여
클래스 C 네트워크를 분리

IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정
 - IP 가변 길이 서브넷 마스크(VLSM)
 - 동작 과정 그림



IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정

- IP 서브네팅(Subnetting)

- 1단계 – 요구 사항 분석

- 네트워크의 요구 사항 이해 및 분석

- 어떤 클래스를 사용할지 결정

- 네트워크에 필요한 서브넷 수와 각 서브넷별 호스트 수 파악

- 2단계 – 네트워크 주소 호스트 비트 분할

- 서브넷 ID와 호스트 ID로 사용할 비트의 수 결정

- 원본 호스트 ID 중 몇 비트를 서브넷 ID로 사용할지 여부

- 균형 관계(Trade-off)

- 서브넷 ID에 1비트를 추가할 때마다 서브넷의 수는 2배가 되지만 서브넷별 호스트의 수는 약 1/2로 감소

- 비트와 서브넷/호스트 수의 관계

- 네트워크에서 사용 가능한 서브넷의 수 : $2^{\text{서브넷 ID 비트 수}}$ 개

- 각 서브넷에서 사용 가능한 호스트의 수 : $2^{\text{호스트 ID 비트 수}} - 2$ 개

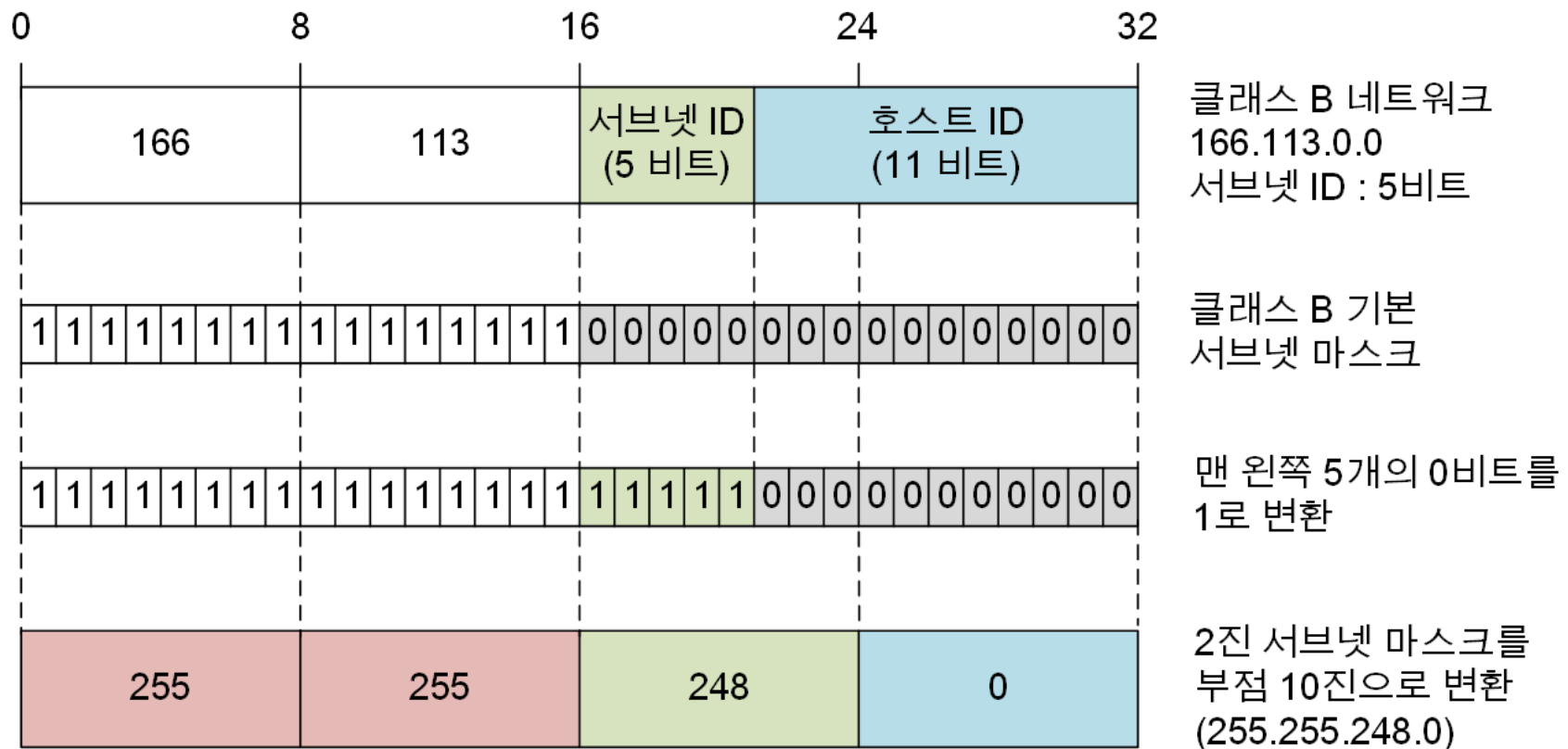
IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정

- IP 서브네팅

- 3단계 – 커스텀 서브넷 마스크 결정

- 클래스 B 네트워크의 커스텀 서브넷 마스크 결정 그림



IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정

- IP 서브네팅

- 3단계 – 커스텀 서브넷 마스크 결정

- e.g., 클래스 B, 서브넷 ID : 5비트, 호스트 ID : 11비트

1. 기본 서브넷 마스크 결정

- 11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000 (255.255.0.0)

2. 서브넷 ID 비트에 해당하는 수 만큼 왼쪽부터 1로 변환

- 11111111 . 11111111 . 11111000 . 00000000

3. 부점 10진 표기로 변환

- 255.255.248.0

4. 슬래시(/) 표기로 표현

- 255.255.248.0/21

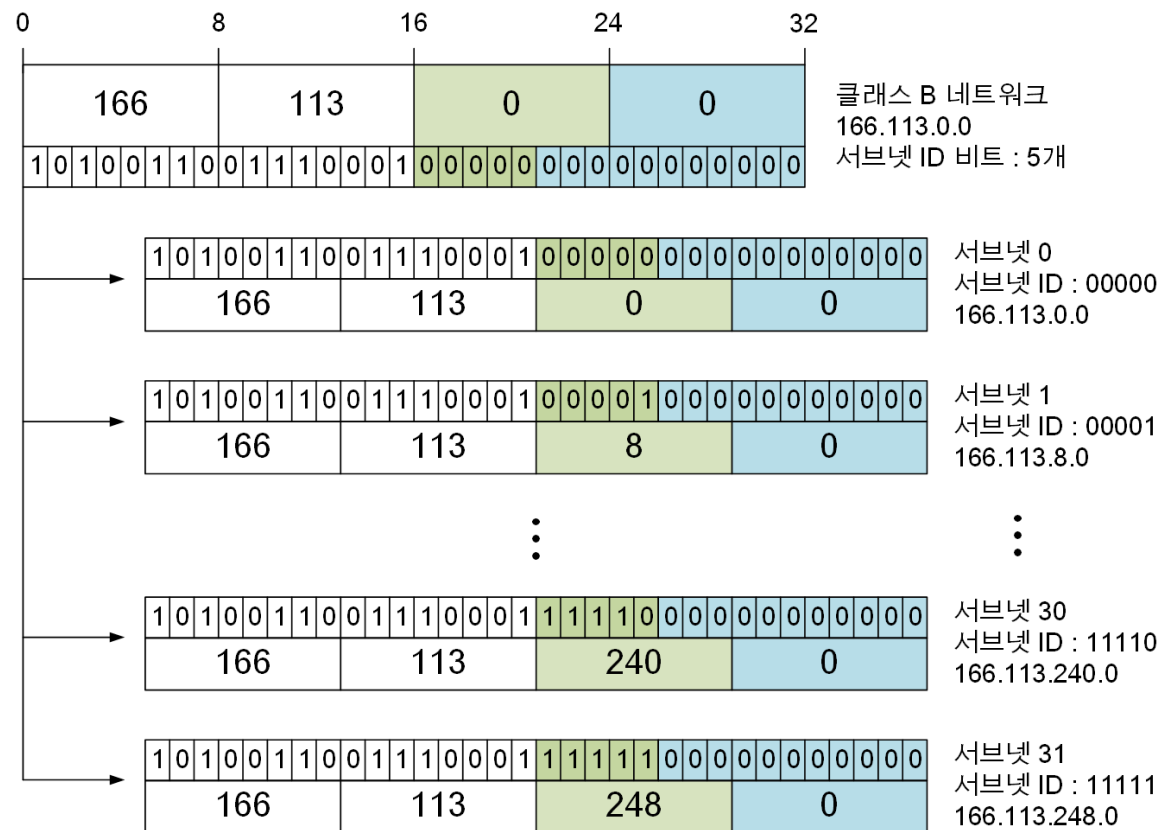
IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정

- IP 서브네팅

- 4단계 – 서브넷 식별자와 서브넷 주소 결정

- 클래스 B 네트워크의 서브넷 주소 결정 그림



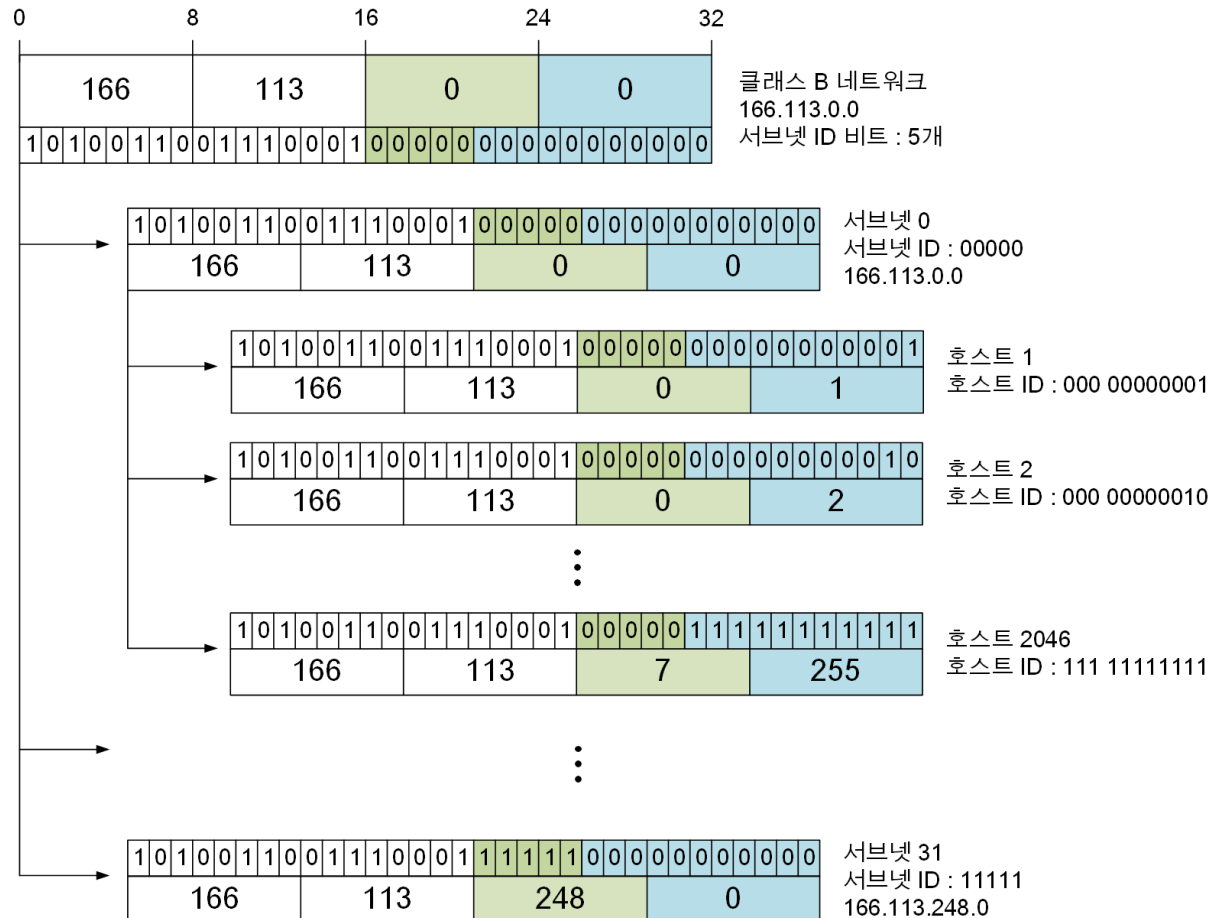
IPv4 주소 지정 방법

- IP 서브넷 주소 지정

- IP 서브네팅

- 5단계 – 각 서브넷별로 호스트 주소 결정

- 클래스 B 네트워크의
각 서브넷별 호스트
주소 결정 그림



목 차

- 인터넷 프로토콜
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
 - IP 클래스 주소 지정
 - IP 서브넷 주소 지정
 - IP 클래스 비사용 주소 지정
- IPv4 패킷
- IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소 지정

- 개요

- 클래스 단위 주소 지정의 주요 문제점

- 비효율적인 주소 공간 사용

- 3000개의 IP 주소를 필요로 하는 기관이 클래스 B 블록을 요구한 경우, 나머지 약 62000개가 넘는 주소를 낭비

- 라우팅 테이블의 항목 관리 증가

- 하나의 클래스 B 네트워크를 10개의 클래스 C 네트워크로 대체하면 라우터는 10배의 라우팅 테이블 항목을 관리

- 고정 주소 클래스를 제거함으로써 클래스 단위 주소 지정 방법의 근본적인 문제점을 보완한 주소 지정 방법

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소 지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅(CIDR, Classless Inter-Domain Routing)
 - 특징
 - 효율적인 주소 공간 할당
 - 임의의 2의 지수 승 크기의 주소 블록 할당
 - 클래스 불균형 제거
 - 클래스 A, B, C 네트워크가 존재하지 않기 때문에 클래스 간의 네트워크 크기 차이를 해결
 - 일부 주소 공간이 다른 공간에 비해 훨씬 많이 쓰이는 문제가 발생하지 않음
 - 효율적인 라우팅 항목 관리
 - 소수의 라우팅 항목이 다수의 네트워크를 표현

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소 지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅(CIDR)
 - 주소 지정과 표기법
 - 주소 클래스가 없기 때문에 주소만으로 네트워크 ID의 크기를 파악할 수 없음
 - 네트워크 ID와 호스트 ID를 구분하기 위해 서브넷 마스크 사용
 - 슬래시 표기법(/N)
 - IP 주소 뒤에 네트워크 ID로 사용할 비트의 수를 덧붙여 표기
 - N : 네트워크 ID의 길이

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소 지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅(CIDR)
 - 슈퍼네팅(Supernetting)
 - 공통된 네트워크 주소의 비트 수를 AND 연산하여 여러 개의 네트워크를 하나의 네트워크로 합치는 기법
 - 라우팅 정보량이 줄어들기 때문에 라우팅 테이블을 최적화시킴

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소 지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅(CIDR)
 - 클래스 단위 주소 지정과의 공통점
 - 사설 주소 블록
 - 사설 네트워크 주소를 위해 예약된 주소 블록 사용
 - 특수 의미를 갖는 주소
 - 네트워크 자체를 가리키는 모두 0으로 된 호스트 ID
 - 브로드캐스트를 가리키는 모두 1로 된 호스트 ID
 - 루프백 주소
 - 루프백 기능으로 예약된 127.0.0.0/8 주소

IPv4 주소 지정 방법

- IP 클래스 비사용 주소 지정
 - 클래스 비사용 도메인간 라우팅(CIDR)
 - /15 CIDR 주소 블록을 계층적으로 나누는 예제

서브네트워크 0 71.94.0.0/16 65,534 호스트	서브서브네트워크 1-0, 71.95.0.0/18 16,382 호스트, 각각 호스트 510개를 포함한 32개의 /23 블록으로 나뉨
	서브서브네트워크 1-1, 71.95.64.0/18 16,382 호스트, 각각 호스트 254개를 포함한 64개의 /24 블록으로 나뉨
	서브서브네트워크 1-2, 71.95.128.0/18 16,382 호스트, 각각 호스트 126개를 포함한 128개의 /25 블록으로 나뉨
	서브서브네트워크 1-3, 71.95.192.0/18 16,382 호스트, 각각 호스트 62개를 포함한 256개의 /26 블록으로 나뉨

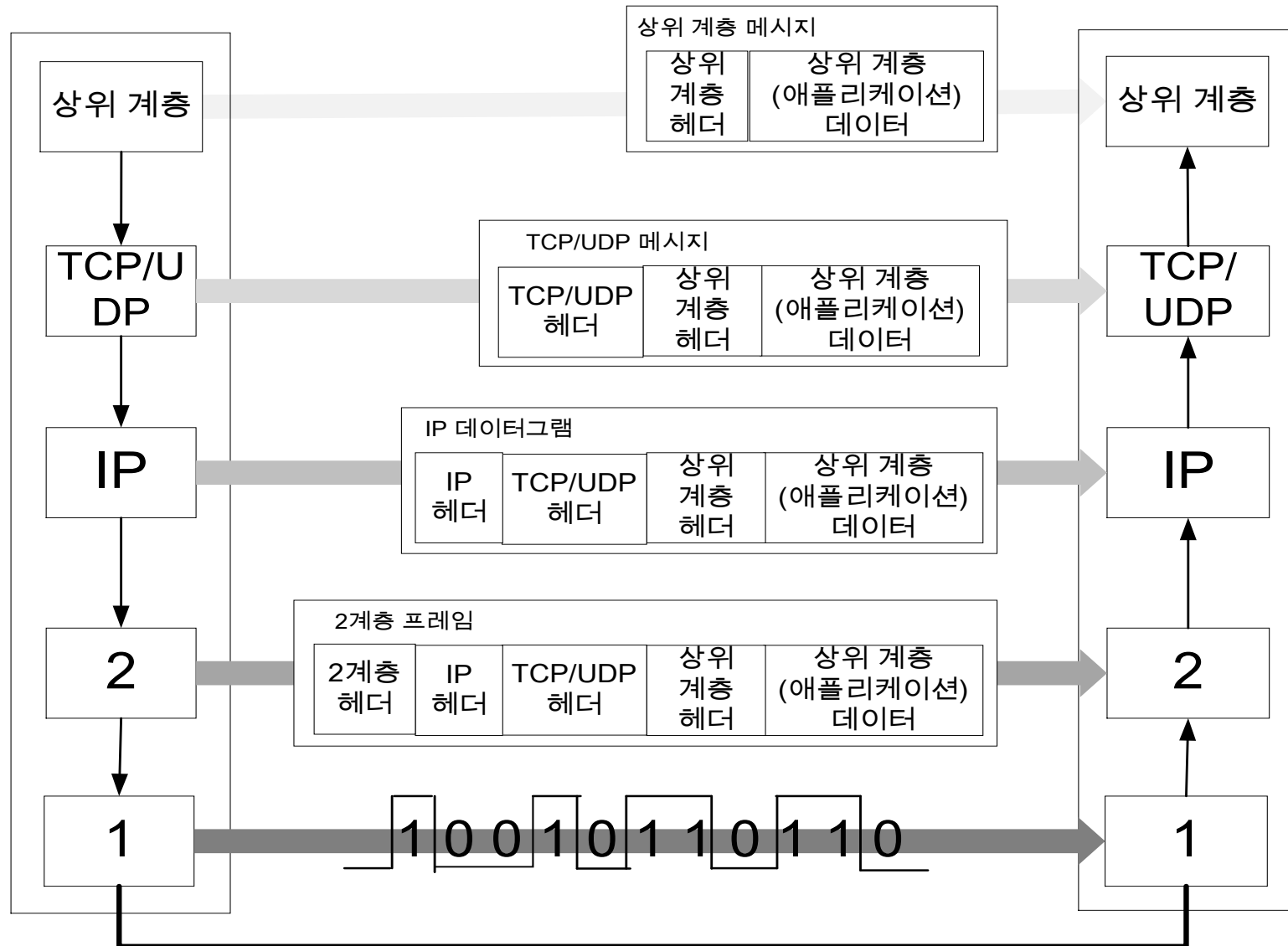
전체 네트워크
71.94.0.0/15
131,070 호스트

목 차

- 인터넷 프로토콜
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
 - IP 클래스 주소 지정
 - IP 서브넷 주소 지정
 - IP 클래스 비사용 주소 지정
- IPv4 패킷
- IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

IPv4 패킷

• IP 패킷 캡슐화 그림



IPv4 패킷

- 일반 포맷
- 헤더(Header)와 페이로드(Payload)로 나뉨

필드 이름	크기(바이트)	설명
버전	1/2 (4비트)	IP버전, IPv4에서는 4
IHL (IP Header Length)	1/2 (4비트)	IP 헤더 길이를 32비트 워드 단위로 지정
TOS (Type of Service)	1	서비스 품질 기능을 제공하기 위한 정보를 전달하는 필드 (우선순위 및 선호하는 전달방법까지 나타냄)
TL (Total Length)	2	IP 패킷의 전체 길이를 바이트 단위로 지정
식별자	2	단편화된 패킷 구별
플래그	3/8 (3비트)	3개의 제어 플래그 중 2개는 단편화 관리, 1개는 예약된 비트
단편화 오프셋	1 5/8 (13비트)	단편화시 각 패킷의 위치

IPv4 패킷

• 일반 포맷

필드 이름	크기(바이트)	설명
TTL (Time to Live)	1	패킷의 수명, 패킷의 최대 홉 수를 나타냄 패킷을 처리 할 때마다 값을 1만큼 감소, 0이 되면 패킷이 버려지며 최초 송신자에게 시간 초과 메시지 전송
프로토콜	1	상위계층 프로토콜 식별
헤더 체크섬	2	전송 중 오류 방지, 오류 발생시 패킷 버림
출발지 주소	4	패킷을 처음 송신한 장비의 32비트 IP 주소
목적지 주소	4	패킷의 목적지 장비의 32비트 IP 주소
옵션	가변적	일부 IP 패킷에서 표준 헤더 뒤에 올 수 있는 하나 이상의 옵션 유형
패딩	가변적	하나 이상의 옵션이 IP 헤더에 포함됐는데 비트 수가 32의 배수가 아닐 경우 0비트 패딩 추가
데이터	가변적	전체 상위 계층 메시지이거나 단편화된 메시지 일부

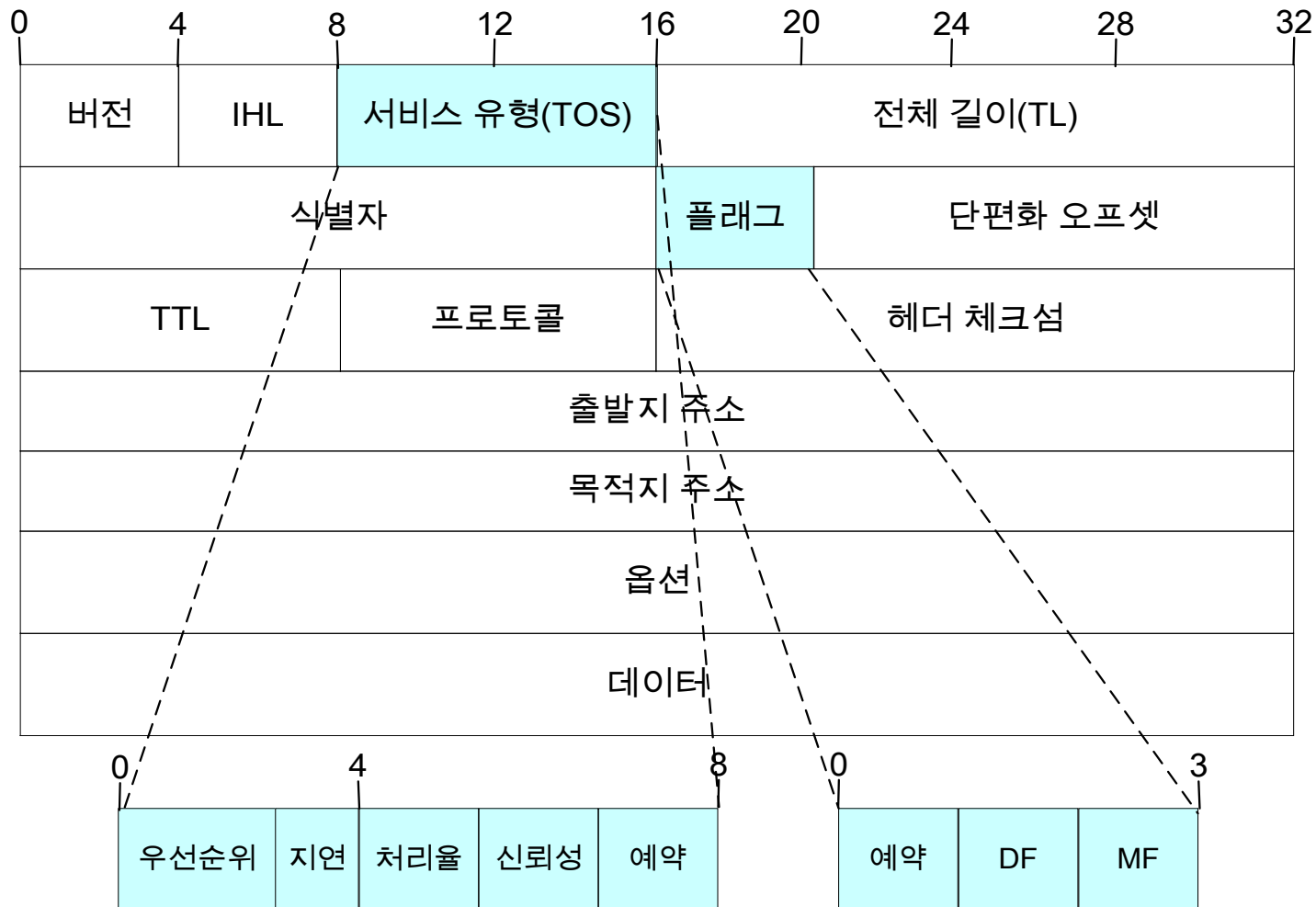
IPv4 패킷

- 일반 포맷
- IPv4 플래그 하위 필드

필드 이름	크기(바이트)	설명
예약	1/8 (1비트)	쓰이지 않음
DF (Don't Fragment)	1/8 (1비트)	1로 설정되면 패킷을 단편화하지 말라는 의미
MF (More Fragment)	1/8 (1비트)	0으로 설정되면 메시지의 마지막 단편이라는 것을 의미 1로 설정되면 단편화 부분이 아직 남아있다는 것을 의미

IPv4 패킷

- 일반 포맷
- 포맷 그림



IPv4 패킷

- 일반 포맷
- 옵션 포맷 그림



IPv4 패킷

- 옵션 포맷

- 옵션 포맷 표

하위 필드 이름	크기(바이트)	설명
옵션 유형	1	3개의 하위 필드로 세분화
옵션 길이	0 또는 1	가변 길이 옵션의 경우, 전체 옵션의 길이를 바이트로 나타냄
옵션 패킷	0 또는 가변적	가변 길이 옵션의 경우, 옵션의 일부로 전달할 패킷 포함

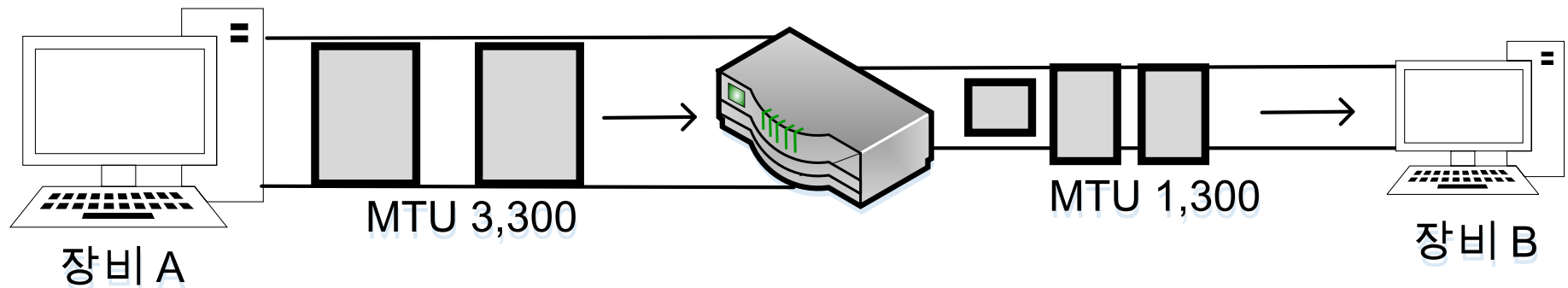
- 옵션 유형 하위 필드 표

하위 필드 이름	크기(바이트)	설명
복사 플래그	1/8 (1비트)	단편화시 모든 옵션을 모든 단편에 복사할 경우 1로 설정, 복사가 필요 없는 경우 0으로 설정
옵션 클래스	2/8(2비트)	4개 값 중 하나 지정, 0(제어 옵션), 2(디버깅과 측정)
옵션 번호	5/8(5비트)	옵션의 종류 지정

IPv4 패킷

- IP 패킷 단편화

- 하부 네트워크의 전송 가능 최대 패킷 크기 제한이 있음
- 최대 전송 단위(MTU, Maximum Transmission Unit)
 - 물리 네트워크로 전달될 수 있는 최대 IP 패킷의 크기
- IP 패킷을 작은 MTU를 가진 네트워크로 전달되려면 작은 MTU에 맞게 단편화



IPv4 패킷

- IP 패킷 단편화
- MTU 경로 발견(Path Discovery)
 - 중간 단편화가 일어나지 않는 한 최대 MTU를 가질 시 효율적으로 패킷 전송 가능
 - 목적지 접근 불가(Destination Unreachable) 메시지를 이용하여 DF 플래그를 1로 설정해 MTU를 확인하는 방식

IPv4 패킷

- IP 패킷 단편화

- 문제점

- 순서와 위치 지정

- 송신은 순서대로 하지만 수신은 순서대로 되지 않음
 - 재조합을 위해 순서 파악해야 함

- 단편화 메시지 분리

- 하나 이상의 단편화 메시지를 보내는 경우
 - 전송 도중 단편화될 메시지를 보내는 경우

- 재조합 종료

- 목적지 장비가 재조합하거나 재조합을 포기하기 위해 단편을 전부 수신하지 못할 경우 포기

IPv4 패킷

- IP 패킷 단편화

- 단편화 관련 IP 패킷 헤더 필드

- 전체 길이(TL, Total Length)

- 단편화가 일어난 뒤, 원본 메시지의 전체 길이가 아닌 각 단편의 길이를 나타냄
 - 길이는 8의 배수

- 식별자(Identifier)

- 각 조각이 동일한 패킷에 속하면 같은 일련번호를 공유

- MF(More Fragments)

- 마지막 단편은 0, 나머지는 1로 설정

- 단편화 오프셋(Fragmentation Offset)

- 전체 메시지에서 각 단편이 어디에 위치해야 하는지를 알려줌
 - 단편의 순서 지정 문제를 해결, 8바이트 단위로 지정

IPv4 패킷

- IP 메시지 재조합

- 최종 목적지에서만 이루어짐

- 중간 라우터가 재조합을 시도할 경우 라우팅 효율이 저하됨

- 재조합 과정

- 단편 인식과 단편화된 메시지 식별

- MF가 1이고, 단편화 오프셋이 0이 아닌 패킷을 보고 단편이라는 것을 인식

- 버퍼 초기화

- 단편을 받아 저장할 버퍼를 초기화

- 타이머 초기화

- 재조합을 위한 타이머를 설정

- 단편 수신과 처리

- 버퍼에 단편화 오프셋 값을 보고 그 단편을 삽입

목 차

- 인터넷 프로토콜
- IPv4 주소
- IPv4 주소 지정 방법
 - IP 클래스 주소 지정
 - IP 서브넷 주소 지정
 - IP 클래스 비사용 주소 지정
- IPv4 패킷
- IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 패킷 전달

- 직접 패킷 전달

- 패킷이 동일한 물리 네트워크의 두 장비간에 송수신될 때는 출발지 장비에서 목적지 장비로 직접 패킷 전달

- 간접 패킷 전달(라우팅)

- 동일한 물리 네트워크에 있지 않을 경우의 패킷 전달
 - 출발지 장비는 로컬 네트워크에서 목적지 장비를 볼 수 없기 때문에 하나 이상의 중간 장비를 통해 전달

IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 패킷 전달
 - 패킷 라우팅과 주소 지정의 관계
 - 클래스 단위 주소 지정
 - 클래스를 파악하고 네트워크 ID를 확인하여 라우팅 결정
 - 서브넷 클래스 단위 주소 지정
 - 서브넷 마스크를 통해 네트워크 ID, 서브넷 ID를 확인하여 라우팅 결정
 - 클래스 비사용 주소 지정
 - 서브넷 ID가 존재하지 않음
 - 슬래시 숫자를 이용하여 네트워크 ID 확인 후 라우팅 결정

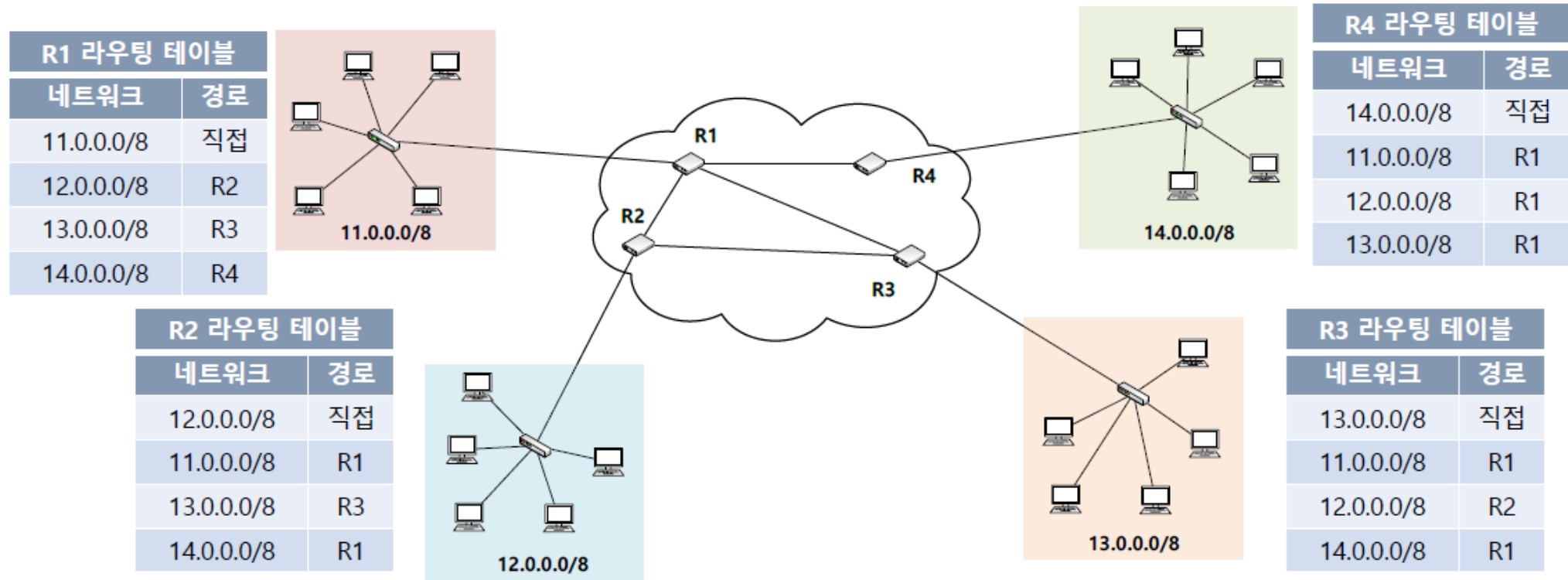
IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 라우팅과 홉
 - 라우팅(Routing)
 - 목적지로 가는 경로를 설정해주는 과정
 - 한 번에 한 홉씩 수행
 - 다음 홉 라우팅(Next-Hop Routing)
 - 한 라우터에서 다음 라우터로의 전달 과정
 - 홉 수(Hop Count)
 - 라우터의 수

IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

• IP 경로와 라우팅 테이블

- IP 주소가 로컬 장비가 아닐 경우 다음 라우터를 결정하는데 어떤 장비로 보내야 할지를 결정해야 함
 - 자신과 연결된 라우팅들과 라우팅 매핑 정보를 관리



IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

- 서브넷 또는 CIDR 환경에서의 IP 라우팅
 - 서브넷 환경
 - 서브네팅은 기관 내부에서 분할된 것이므로 대량의 트래픽을 처리하는 주요 라우터는 서브넷을 검사하지 않음
 - 기관 내부 라우터가 서브넷 마스크 검사하여 라우팅 분배
 - CIDR 환경
 - 모든 라우터는 자신을 나타낼 하나의 상위 계층 네트워크로 표현
 - 경로 병합(Route Aggregation)으로 라우팅 테이블의 크기를 줄임

IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 멀티캐스팅

- 한 장비가 여러 특정 그룹의 수신자 장비에게 패킷을 전송하는 것

- 주요 기능

- 멀티캐스트 주소 지정

- 클래스 D 블록은 멀티캐스트 주소로 예약되어 있음
 - 자신에게 수신될 패킷을 기다리는 장비의 멀티캐스트 그룹을 식별

- 멀티캐스트 그룹 관리

- 동적으로 그룹에 참여하거나 탈퇴할 수 있음
 - 그룹 정보는 IP 인터넷워크로 전파되어야 함
 - IGMP(Internet Group Management Protocol) 사용
 - 인터넷의 장비와 라우터들이 서로 그룹과 그 그룹 가입 정보를 교환할 수 있도록 하는 메시지 포맷

IPv4 라우팅과 멀티캐스팅

- IP 멀티캐스팅

- 주요 기능

- 멀티캐스트 패킷 처리와 라우팅

- 하나의 장비에서 여러 장비로 송신하기 때문에 패킷의 사본 필요
 - 라우터는 언제 사본을 만들어야 하는지 파악

- 패킷을 포워딩할 특수 알고리즘 사용

- 여러 사본을 생성하기 때문에 불필요한 트래픽 처리를 감소 시켜야 함
 - 거리 벡터 멀티캐스트 라우팅 프로토콜(DVMRP, Distance Vector Multicast Routing Protocol)
 - 최단 경로 우선 알고리즘(Shortest Path First Algorithm)

- 라우터는 최초 송신 장비가 그룹의 구성원이 아니더라도 멀티캐스트 그룹으로 송신된 패킷을 처리할 수 있어야 함

감사합니다!