

프로토콜의 개념

● 프로토콜의 개념

- ◆ 본래의 의미는 외교에서 의례 또는 의정서
- ◆ 1965년 톰 마릴이 컴퓨터와 컴퓨터 사이에 메시지를 전달하는 과정을 프로토콜이라 부름
 - 컴퓨터가 메시지를 전달하고, 메시지가 제대로 도착했는지 확인하며, 메시지가 제대로 도착하지 않으면 메시지를 재전송하는 일련의 방법을 가리키는 '기술적 은어' 라는 뜻

● 프로토콜의 세 가지 요소

- ◆ 구문(syntax) : 데이터의 형식이나 신호로, 부호화 방법 등을 정의
- ◆ 의미(semantics) : 오류 제어, 동기 제어, 흐름제어 같은 각종 절차에 관한 제어 정보 정의
- ◆ 순서(timing) : 송/수신자 간 혹은 양단(end-to-end)의 통신 시스템과 망 사이의 통신 속도나 순서 등을 정의

프로토콜의 기능

● 주소 설정(Addressing)

- ◆ 각 전송계층에 맞는 송신자와 수신자의 주소 지정

● 순서 제어(Sequence Control)

- ◆ 데이터 단위가 전송될 때 보내지는 순서 명시

● 데이터 대열의 단편화 및 재조합(Fragmentation & Reassembly)

- ◆ 전송 효율이 높은 작은 단위로 단편화 및 응용 프로그램에서 사용하기 위해 재조합

● 캡슐화(Encapsulation)

- ◆ 데이터에 제어 정보를 덧붙임

● 연결 제어(Connection Control)

- ◆ 연결 설정, 데이터 전송, 연결 해제에 대한 통제 수행

● 흐름 제어(Flow Control)

- ◆ 송신측 개체로부터 오는 데이터 양이나 속도 조절

● 오류 제어(Error Control)

- ◆ 데이터를 교환할 때 SDU(Service Data Unit)나 PCI(Protocol Control Information)에 대한 오류 검사

● 동기화(Synchronization)

- ◆ 여러 시스템이 동시에 통신할 수 있는 기법

● 전송 서비스

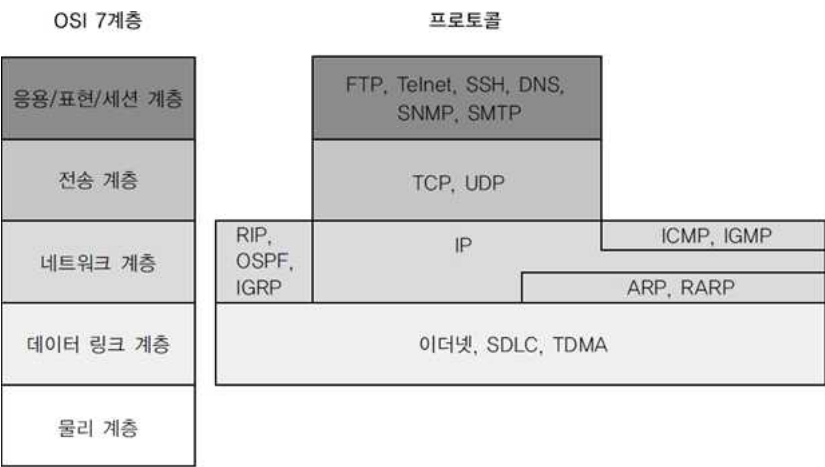
- ◆ 우선순위 결정, 서비스 등급과 보안 요구 등을 제어

프로토콜의 종류

● OSI 7계층

7계층	응용 프로그램 계층 (Application Layer)	사용자나 응용 프로그램 간의 데이터 교환이 가능하게 하는 계층이다. HTTP, FTP, 터미널 서비스, 여러 메일 프로그램, 디렉토리 서비스 등을 제공한다.
6계층	표현 계층 (Presentation Layer)	데이터의 구조를 하나의 통일된 형식으로 표현하고, 데이터의 압축과 암호화 기능을 수행한다.
5계층	세션 계층 (Session Layer)	두 시스템 간의 통신 중 동기화를 유지하고 데이터 교환을 관리한다. 정보 교환을 효과적으로 할 수 있도록 전송 계층에서 설정된 종단 간의 논리적인 연결에 추가 서비스를 제공한다.
4계층	전송 계층 (Transport Layer)	종단 간의 신뢰성 있고, 투명한 데이터 전송을 제공한다. 이를 위해 오류 제어, 통신량 제어, 다중화를 제공하며 응용 프로그램 간 통신을 위해 포트를 사용한다.
3계층	네트워크 계층 (Network Layer)	8비트의 숫자 4개로 구성된 IP 주소 체계로 사용하며, 경로 제어와 통신량 제어 등을 수행한다.
2계층	데이터 링크 계층 (Data Link Layer)	물리적인 링크를 통하여 동기화, 에러 제어, 흐름 제어 등을 통해 패킷을 전송한다. 16진수 12개로 만들어진 MAC 주소를 객체 간 통신에 사용하며, MAC 주소는 고유하다.
1계층	물리 계층 (Physical Layer)	기계적, 전기적, 기능적, 절차적 특성을 정의하며 비트 스트림을 물리적 매체를 통해 전송한다.

● OSI 7계층 구조와 프로토콜

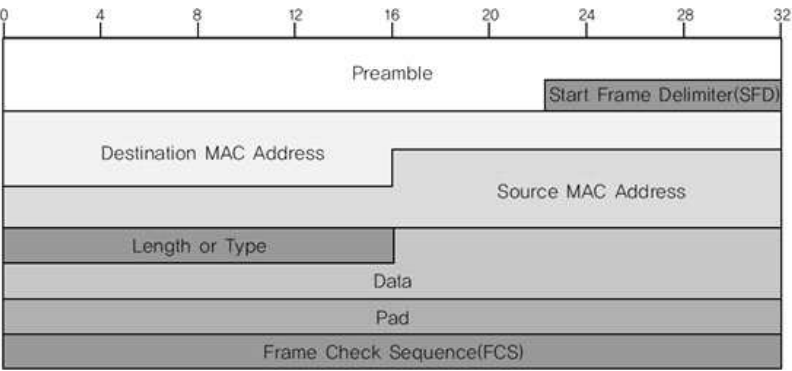


데이터 링크 계층 프로토콜

● 하드웨어에 대한 주소인 MAC(Media Access Control) 주소를 기반으로 하드웨어 간 통신을 위한 프로토콜 제공

● 이더넷 프로토콜

- ◆ 흔히 랜이라고 부르는 네트워크 구간 또는 네트워크 하드웨어 사이에서 MAC 주소를 기반으로 통신을 위한 프로토콜
- ◆ 이더넷 패킷의 최소 길이는 64KBytes, 최대길이는 1,518KBytes



◆ 이더넷 패킷의 내용

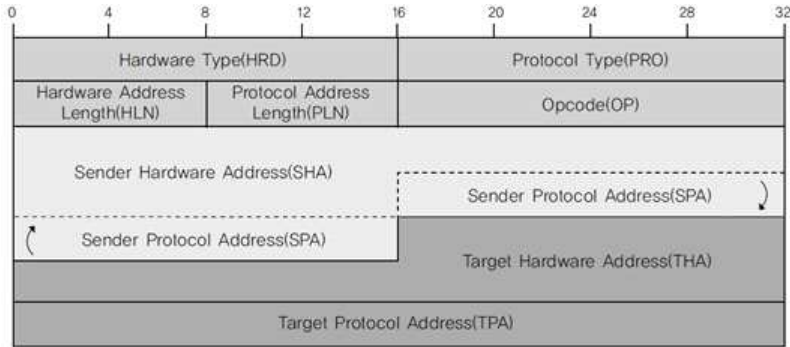
필드 이름	길이	내용
Preamble	7Bytes	패킷이 입력되고 있음을 네트워크 인터페이스에 알리기 위한 부분으로 1과 0이 번갈아 입력된다. 실제 데이터가 들어오니 '이제 정신차려'라고 알려주는 것과 같다.
SFD	1Byte	Start Frame Delimiter, 통신을 위한 최초의 패킷에 10101011을 입력하여, 해당 패킷이 최초 패킷임을 알려준다.
Destination MAC Address	6Bytes	패킷을 받을 네트워크 인터페이스에 대한 MAC 주소를 가리킨다. 해당 주소가 모두 1(FF:FF:FF:FF:FF:FF)이면 브로드캐스팅 패킷이 된다.
Source MAC Address	6Bytes	패킷을 보내는 네트워크 인터페이스에 대한 MAC 주소를 가리킨다.
Length or Type	2Bytes	IEEE 802.3은 길이가, 이더넷 버전 2 등의 프로토콜은 타입이 기록된다.
Data	0~1,500Bytes	전송 데이터가 저장된다. 최대 크기는 1,500Bytes다.
Pad	가변	전송하고자 하는 데이터의 길이가 46Bytes보다 작으면 패킷의 최소 길이인 64Bytes를 맞추기 위해 여기에 임의의 데이터를 쓴다.
FCS	4Bytes	Frame Check Sequence, 전송되는 패킷의 오류 등을 확인하기 위해 4Bytes의 CRC를 계산하여 입력한다.

네트워크 계층 프로토콜

● 논리적인 주소인 IP 주소를 이용해 통신을 하기 위한 프로토콜 제공

● ARP(Address Resolution Protocol)

- ◆ 통신 대상 시스템에 도달하기 위한 다음 네트워크 인터페이스의 MAC 주소를 알아낼 때 사용
- ◆ 선택된 매체에 브로드캐스트(broadcast)를 통해 특정IP주소를 사용하는 호스트가 응답을 하도록 요구하는 방식 사용
 - 목적지 호스트가 응답하면 송신 호스트는 목적지 호스트와 연결을 맺고 데이터를 전송하기 시작
- ◆ ARP 패킷 구조



◆ ARP 패킷 내용

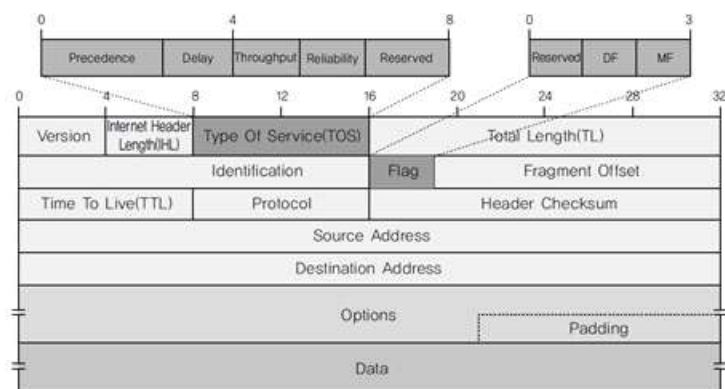
필드 이름	길이	내용
HRD	2Bytes	Hardware Type, ARP 패킷이 사용되는 물리 계층의 네트워크 유형을 정의한다. • 1 : 이더넷(10Mb) • 17 : HDLC • 6 : IEEE802 네트워크 • 18 : 광 채널 • 15 : 프레임 릴레이 • 19 : ATM(Asynchronous Transfer Mode) • 16 : ATM • 20 : 직렬 연결
PRO	2Bytes	Protocol Type, ARP를 위해 사용할 상위 계층 프로토콜의 종류를 지정한다. 일반적으로 IPv4를 사용하고, IPv4에 대한 값은 2048(0800 hex)이다.
HLN	1Byte	Hardware Address Length, 하드웨어 주소 값의 길이로 MAC 주소 값은 6이다.
PLN	1Byte	Protocol Address Length, 상위 계층 프로토콜의 주소 값의 길이로, IPv4의 주소 값 길이를 말한다. 당연히 4다.
OP	2Bytes	Opcode, ARP 패킷 동작의 종류를 나타낸다. • 1 : ARP Request • 3 : RARP Request • 2 : ARP Reply • 4 : RARP Reply
SHA	=HLN	Sender Hardware Address, 패킷 송신자의 MAC 주소다.
SPA	=PLN	Sender Protocol Address, 패킷 송신자의 IP 주소다
THA	=HLN	Target Hardware Address, 패킷 수신자의 MAC 주소다.
TPA	=PLN	Target Protocol Address, 패킷 수신자의 IP 주소다.

● RARP(Reverse Address Resolution Protocol)

- ◆ Opcode에도 정의되어 있었으나, 데이터 링크 계층의 주소인 MAC 주소를 가진 네트워크 계층의 주소, 즉 IP 확인
- ◆ 디스크가 없는 호스트가 자신의 IP 주소를 서버로부터 얻어내려면 RARP라는 TCP/IP 인터넷 프로토콜 사용

● IP(Internet Protocol)

- ◆ 대표적으로 네트워크 계층의 프로토콜로, 하위 계층의 서비스를 이용하여 주로 두 노드 간의 데이터 전송 경로 확립
- ◆ IP 패킷 구조



프로토콜의 종류

◆ IP 패킷 내용

필드 이름	길이	내용
Version	4bits	IP의 버전 정보로, 값이 0x4일 경우 IPv4를 의미한다.
IHL	4bits	Internet Header Length, IP 헤더의 길이로, 이 필드 값에 4를 곱한 값이 실제 헤더의 바이트 길이이다.
TOS	1Byte	Type of Service, 라우터에서 IP 데이터그램을 처리할 때 우선 순위를 정의한다. 우선순위는 최소 지연(delay), 최대 처리량(MTU), 최대 신뢰성(reliability), 최소 비용(cost)을 설정할 수 있고, 기본 값은 0이다.
TL	2Bytes	Total Length, 헤더를 포함한 데이터그램의 전체 길이를 의미한다.
Identification	2Bytes	데이터그램이 단편화(fragmentation)될 때 모든 단편에 이 값이 복사되고, 단편화된 데이터그램이 생성될 때마다 1씩 증가한다.
Flag	3bits	단편화 여부와 단편화된 조각이 첫 번째 조각인지, 중간 혹은 마지막 조각인지를 알려준다. • RF(Reserved Fragment) : 아직 사용하지 않으므로 항상 0이다. • DF(Don't Fragment) : 1이면 단편화되지 않았음을, 0이면 단편화되었음을 의미한다. • MF(More Fragment) : 0이면 마지막 단편이거나 유일한 단편이고, 1이면 마지막 단편이 아님을 의미한다.

네트워크 계층 프로토콜

◆ IP 패킷 내용

필드 이름	길이	내용
Fragment Offset	13bits	기존 데이터그램 안에서 단편의 상대적 위치를 의미한다.
TTL	1Byte	Time To Live, 라우팅 과정에서 라우터를 몇 개 이상 통과하면 해당 패킷을 버릴 지를 입력한다. 라우터 하나를 지날 때마다 값이 1씩 줄어들고, 0이 되면 해당 패킷은 버려진다.
Protocol	1Byte	IP 계층의 서비스를 사용하는 상위 계층 프로토콜을 정의한다. • 1 : ICMP • 2 : IGMP • 6 : TCP • 17 : UDP
Header Checksum	2Bytes	패킷 전달 중 발생할 수 있는 오류 검사를 위해 사용하며, 송신측에서 체크섬을 계산하여 전송한다.
Source Address	4Bytes	송신측의 IP 주소다.
Destination Address	4Bytes	수신측의 IP 주소다.
Options	가변	해당 패킷에 대한 옵션 사항을 입력할 수 있다.
Padding	가변	옵션 내용이 입력되었을 경우 그 값이 32배수로 데이터가 마무리되도록 0으로 채운다.
Data	가변	IP 패킷을 통해 전송되는 데이터 부분이다.

◆ IP 주소 체계

- IP는 32자리 2진수로 8자리마다 점을 찍어 구분하고, 개수가 제한되어 있기 때문에 체계적으로 사용할 수 있도록 별도의 규칙을 둬
- IP 주소는 A, B, C, D, E 클래스로 구분
- A, B, C 클래스는 맨 앞부분에 시작하는 2진수 숫자에 따라 구분
- A 클래스의 네트워크가 가장 크고, C 클래스의 네트워크가 가장 작음
- 각 클래스마다 다음과 같이 사설 네트워크 대역을 지정해놓음

	8	16	24	32
A 클래스	네트워크 주소		호스트 주소	
B 클래스	네트워크 주소		호스트 주소	
C 클래스	네트워크 주소			호스트 주소

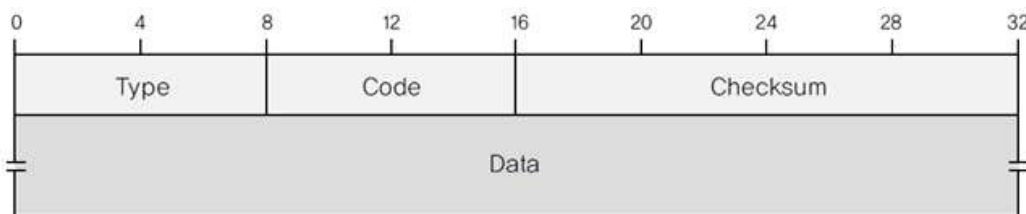
◆ 네트워크 클래스의 구분과 클래스별 네트워크 범위

시작 주소	구분	내용
0	A 클래스	<ul style="list-style-type: none"> • 00000000(0)번 ~ 01111111(127)번 네트워크다. • 2⁸(128)개가 가능하고, 한 A 클래스 안에 256³(16,777,216)개 호스트가 존재할 수 있다.
10	B 클래스	<ul style="list-style-type: none"> • 10000000(128)번 ~ 10111111(191)번 네트워크다. • 2⁸*256(16,384)개가 가능하고, 한 B 클래스 안에 256²(66,536)개 호스트가 존재할 수 있다.
110	C 클래스	<ul style="list-style-type: none"> • 11000000(192)번 ~ 11011111(223)번 네트워크다. • 2⁸*256(2,097,152)개가 가능하고, 한 C 클래스 안에 256개 호스트가 존재할 수 있다.
1110	D 클래스	<ul style="list-style-type: none"> • 11100000(224)번 ~ 11101111(239)번 네트워크다. • 멀티미디어 방송을 할 때 자동으로 부여된다.
E 클래스		<ul style="list-style-type: none"> • 11110000(240)번 ~ 11111111(255)번 네트워크다. • 테스트를 위한 주소 대역으로 사용하지 않는다.

구분	지정된 사설 네트워크
A 클래스	10.0.0.0 ~ 10.255.255.255
B 클래스	172.16.0.0 ~ 172.31.255.255
C 클래스	192.168.0.0 ~ 192.168.255.255

● ICMP(Internet Control Message Protocol)

- ◆ 호스트 서버와 인터넷 게이트웨이 사이에서 메시지를 제어하고 오류를 알려줌
- ◆ ICMP를 사용하는 대표 물은 ping
- ◆ IP는 비연결형 프로토콜로, 패킷이 확실히 전송된다는 보장이 없기 때문에 라우터나 노드(호스트) 등에서 오류가 생겨 목적지까지 도달하지 못할 수 있으므로 송신측의 상태를 알려줘야하는데, 이때 필요한 것이 ICMP
- ◆ 송신측의 상황과 목적지 노드의 상황을 진단하는 프로토콜
- ◆ IP 계층 위에서 동작하지만 TCP, UDP의 전송 계층 프로토콜과는 별개
- ◆ ICMP 패킷 구조



◆ ICMP 패킷 내용

필드 이름	길이	내용
Type	1Byte	ICMP 메시지의 타입을 가리킨다. 다음과 같은 값이 있다. <ul style="list-style-type: none"> • 0 : Echo Reply • 4 : Source Quench • 5 : Redirect • 8 : Echo Request • 11 : Time Exceeded
Code	1Byte	각 타입별로 세부적인 값들을 적는다.
Checksum	2Bytes	패킷의 무결성을 위한 오류 보정 값이다.
Data	가변	ICMP를 통해 보내는 데이터다. 보통 의미 없는 문자열로 채워진다.

- ◆ ICMP는 크게 오류 통지를 위한 오류메시지와 진단용 문답 메시지 두 종류로 구분
- ◆ ICMP Echo Request 메시지
 - 송신측의 전송 패킷이 목적지 노드나 라우터에 도착했는지를 확인하는 데 사용
 - 송신측 노드는 목적지 노드에 대해 'ICMP Echo Request 메시지'를 송신하고, 목적지 노드로부터 'ICMP Echo Reply 메시지'가 회신되면 패킷이 무사히 전송된 것으로 인식
- ◆ ICMP Destination Unreachable 메시지
 - 라우터가 특정 노드의 패킷을 목적지에 보내지 못할 경우, 송신 노드에 대해 'ICMP Destination Unreachable 메시지'를 보내고(목적지까지 전송되지 못한 이유를 나타내는 정보 포함) 목적지 노드의 IP 주소의 경로를 찾아내지 못한 라우

터는 이를 다시 송신측 라우터로 이 메시지를 되돌려 보냄

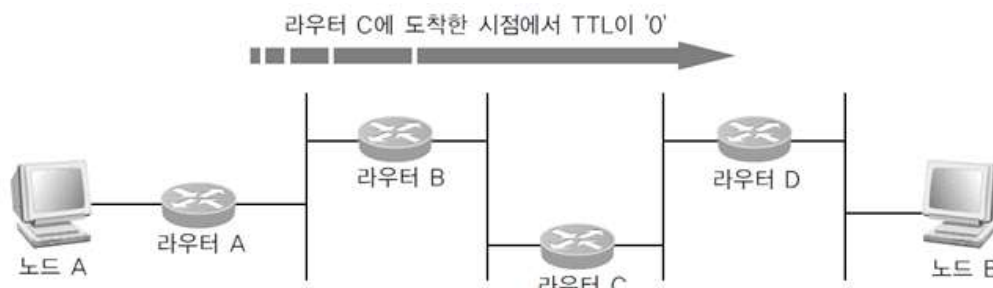
- 송신측 노드는 이 메시지를 해석하여 패킷이 목적지에 도착하지 못했음을 알 수 있음

● ICMP Redirect 메시지

- ◆ 라우터가 송신측 노드에 적합하지 않은 경로를 설정되어 있을 경우 그 노드에 대한 최적화된 경로를 다시 지정해주는 ICMP Redirect 메시지를 보냄

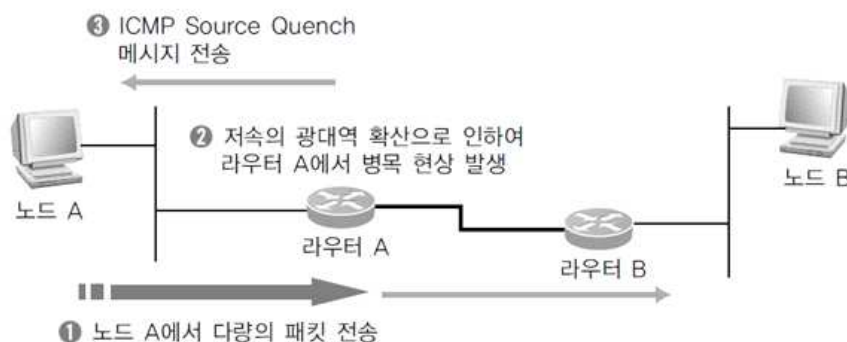
● ICMP Time Exceeded 메시지

- ◆ 패킷이 네트워크 사이에서 무한정 돌아가지 않게 하기 위해 각 라우터가 패킷을 처리할 때마다 TTL(Time To Live)을 감소시키다가 그 값이 '0'이 되면 패킷을 폐기하기 위해 송신측 라우터에 'ICMP Time Exceeded 메시지'를 되돌려 보냄으로써 패킷이 폐기된 사실을 알림



● ICMP Source Quench 메시지

- ◆ 저속 광역 회선 등을 사용할 경우에는 IP 라우터의 WAN 쪽에서 집중이 발생할 수 있는데, 이 집중을 완화하기 위해, 송신측 큐 값이 '0'으로 남아 송신 불능 상태가 되면 'ICMP Source Quench 메시지'를 송신측 노드에 보내고, 송신측은 이 메시지의 정보를 해석하여 회선의 어딘가가 혼잡하다는 것을 인식하고 송신 패킷 양 제어



● IGMP(Internet Group Management Protocol)

- ◆ 멀티캐스트에 관여하는 프로토콜로, 멀티캐스트 그룹 관리

◆ 유니캐스트

- 한 호스트에서 다른 호스트로 전송(송/수신단이 1:1로 대비)
- 일반적인 IP 데이터의 전송은 모두 유니캐스트 사용

◆ 브로드캐스트

- 호스트에서 IP 네트워크에 있는 전체 호스트로 데이터 전송
- TCP/IP에서 브로드캐스트용 주소는 IP 호스트 대역 주소가 모두 '1(2진수로 표현할 시에)'인 경우
- 일반적인 브로드캐스트는 255.255.255.255
- 특정 네트워크에 브로드캐스팅하는 것을 다이렉트 브로드캐스팅(예> C클래스의 211.32.34.0 네트워크에 대해 브로드캐스팅 하고자 하는 경우 목적지 주소는 211.32.34.255로 지정)

◆ 멀티캐스트

- 유니캐스트와 브로드캐스트의 중간 형태
- 송신하는 하나의 특정한 호스트를 묶어서 전송
- 지정한 주소로 패킷을 한 번만 전달하면 멀티캐스트 그룹에 속한 모든 호스트에 전달되기 때문에 효율이 높음
- IP 멀티 캐스트 주소는 Class D 주소 대역(244.0.0.1~239.255.255.255)으로 규정