



4장 인터넷 계층

- 4.1 | IP 주소: 개요
- 4.2 | 주소 지정 및 전달
- 4.3 | 인터넷 프로토콜
- 4.4 | 주소 확인 프로토콜
- 4.5 | 역 ARP
- 4.6 | 인터넷 제어 메시지 프로토콜
- 4.7 | 요약
- 4.10 | 핵심 용어

4.1 IP 주소: 개요



- » 이 장에서는 라우터에 의해 연결된 (routed) 대규모 네트워크의 개별 컴퓨터 및 장치에 IP 주소를 할당하기 위한 공식적이고 체계적인 규칙에 관해 설명
- » TCP/IP를 이해하려면 IP 주소 지정을 이해해야 함
- » 오늘날의 네트워크에서 대부분의 컴퓨터는 DHCP 서버를 통해 자동으로 IP 주소를 받음

4.2 주소 지정 및 전달

TCP/IP
교과서

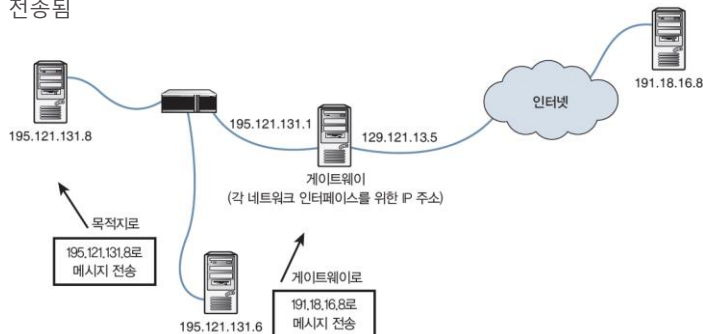
- 네트워크 인터페이스 장치는 고유한 물리 주소를 가지며, 해당 물리 주소로 전송된 데이터를 수신하도록 설계
- 단지 프레임의 수신하면서 자체 물리 주소로 지정된 프레임을 기다리다가 지정된 프레임이 들어오면 해당 프레임의 프로토콜 스택으로 전달
- 물리 주소 지정 체계는 개별 LAN 영역에서 잘 작동
- 네트워크 접근 계층과 관련된 저수준 프로토콜을 사용해 네트워크 어댑터에서 네트워크 어댑터로 데이터를 직접 전달할 수 있음
- 라우터로 연결된 네트워크에서는 물리 주소로 데이터를 전달할 수 없음
- TCP/IP는 논리적, 계층적 주소 지정 체계를 중심으로 네트워크를 구성
- 이 논리 주소 지정 체계는 인터넷 계층의 **IP 프로토콜**에 의해 유지
- 이 논리 주소가 **IP 주소**
- **ARP**라는 프로토콜은 IP 주소를 물리 주소로 매핑

4.2 주소 지정 및 전달

TCP/IP
교과서

» 네트워크에서 패킷을 전송하기 위해 사용하는 전략

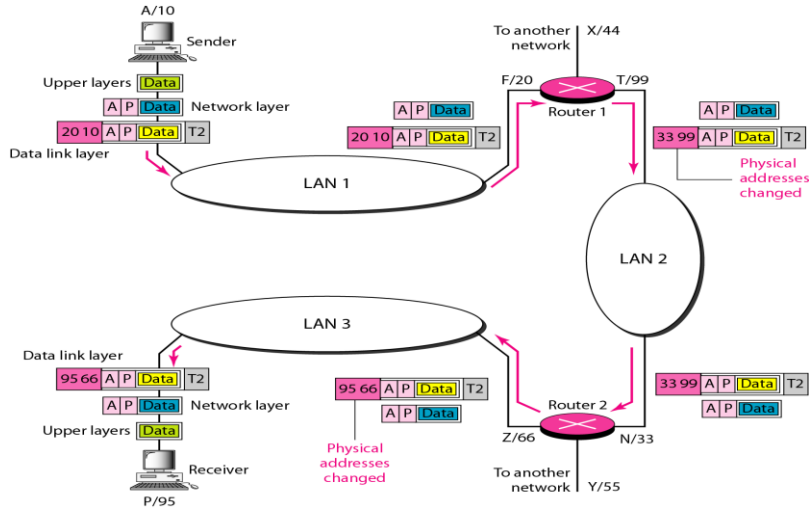
1. 목적지 주소가 소스 컴퓨터와 동일한 네트워크 영역에 있다면 소스 컴퓨터는 목적지에 패킷을 직접 보냄
ARP를 사용해 IP 주소의 물리 주소를 확인하며, 패킷은 목적지 네트워크 어댑터로 전달
2. 목적지 주소가 소스 컴퓨터와 다른 영역에 있으면 패킷은 게이트웨이(라우터)로 전송됨



4.2 주소 지정 및 전달

TCP/IP
교과서

» 패킷 전달 과정에서의 계층별 주소

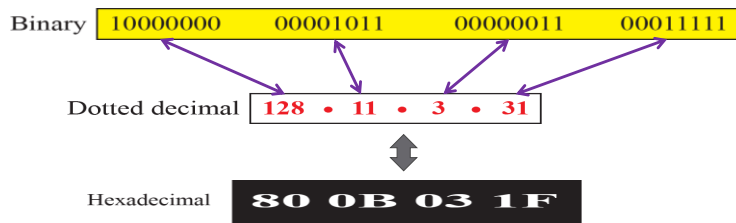


4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» IP 주소

- IP 주소는 호스트나 라우터 등의 연결을 유일하고 유니버설하게 정의하는 32비트 식별자
- 주소 공간: 2^{32} , 4,294,967,296
- IPv4 주소 표기법

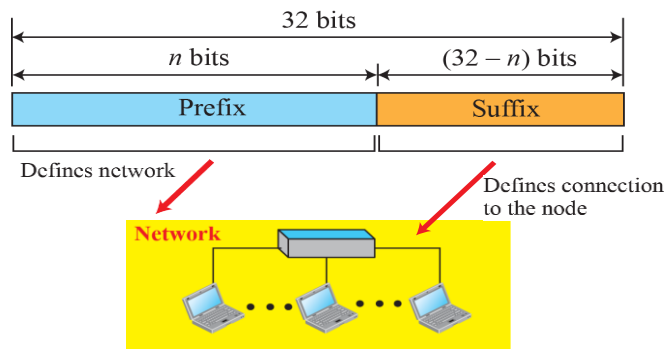


4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» IP 주소

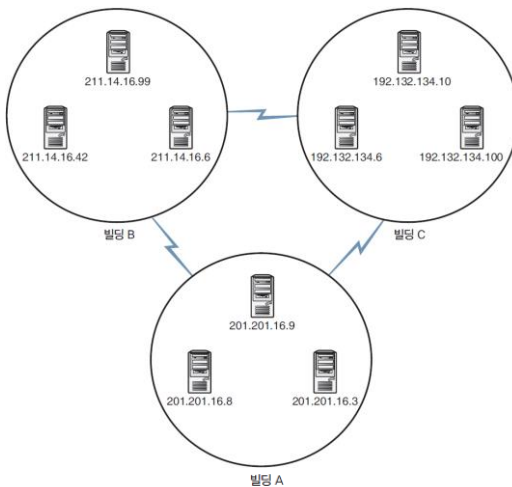
- 계층적 구조를 가짐
 - 네트워크 ID - 네트워크를 식별
 - 호스트 ID - 네트워크 내 호스트를 식별



4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

▼ 그림 4-2 주소로 네트워크를 식별할 수 있다

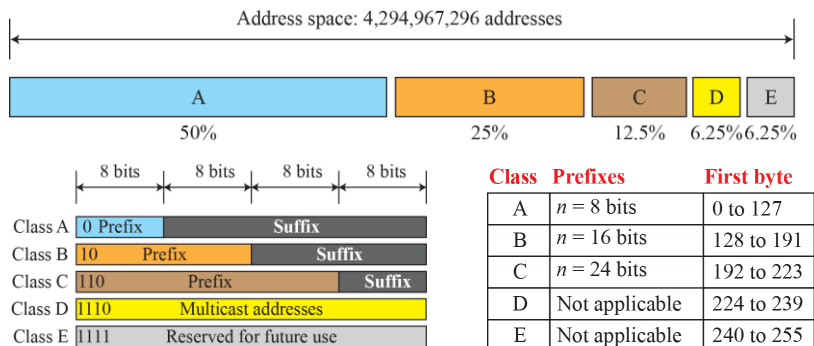


4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» Classful Addressing

- IP 주소 공간을 일련의 주소 클래스(class)로 나누는 것
- 클래스 A 네트워크는 네트워크 ID로 주소의 처음 8비트를 사용
- 클래스 B는 처음 16비트를 사용
- 클래스 C 네트워크는 처음 24비트를 사용

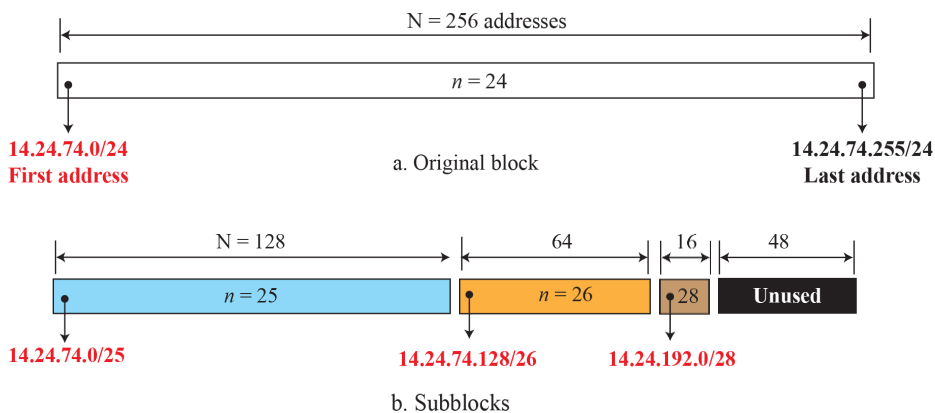


4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» 서브네팅(subnetting)

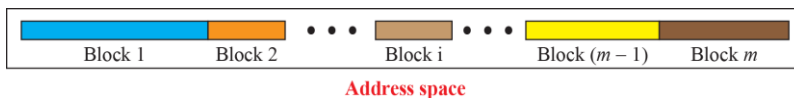
- Class A나 B의 큰 블록을 여러 개의 연속적인 그룹으로 나누어 보다 작은 네트워크 (subnet)에 할당하는 것



1.11

Classless Addressing

- 주소고갈 문제를 해결하기 위한 단기적 대책으로 가변 길이의 블록(네트워크)으로 나누어 주소지정



- CIDR (Classless Inter-Domain Routing) 표기법



Examples:

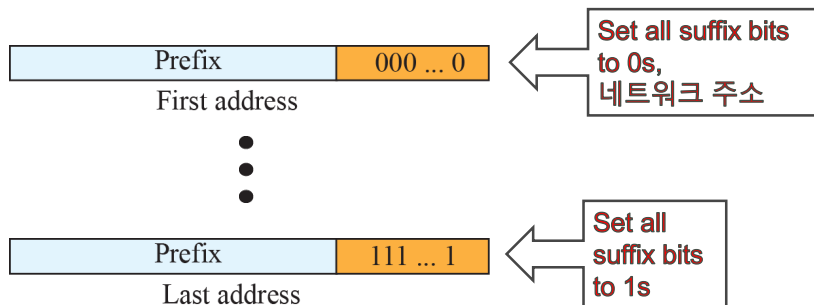
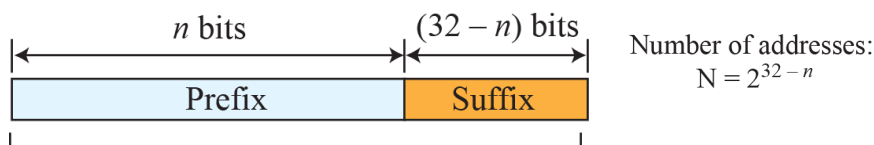
12.24.76.8/8
 23.14.67.92/12
 220.8.24.255/25

Prefix
length

1.12

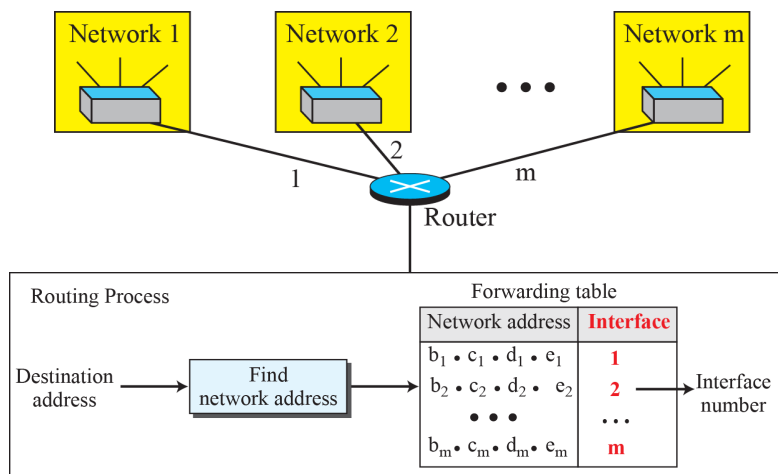
Classless addressing에서의 정보 추출

Any address



1.13

네트워크 주소의 활용

TCP/IP
교과서

4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» 특수 주소

0 0		This host	
0 0	... 0 0	Host	A host on this network
1 1			Broadcast on the local network
Network	1 1 1 1	... 1 1 1 1	Broadcast on a distant network
127	(Anything)		Loopback

» 사설 IP 주소

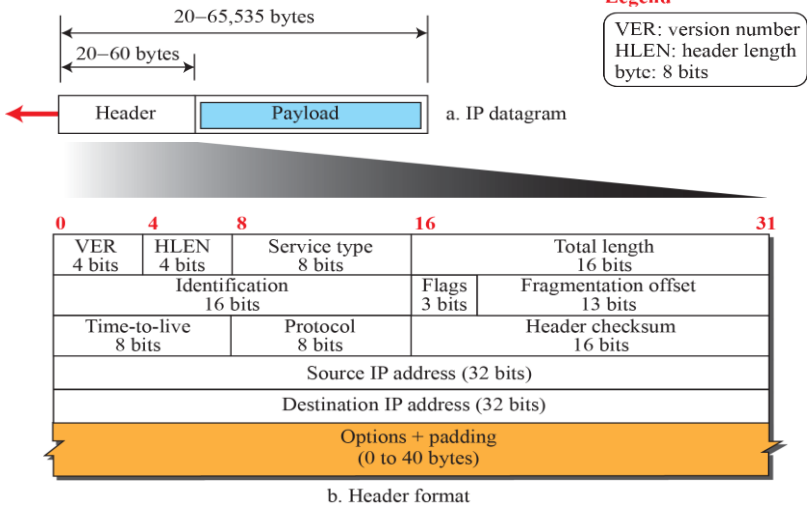
Range		Total
10.0.0.0	to 10.255.255.255	2^{24}
172.16.0.0	to 172.31.255.255	2^{20}
192.168.0.0	to 192.168.255.255	2^{16}

4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서



» IP 헤더 포맷



4.3 인터넷 프로토콜

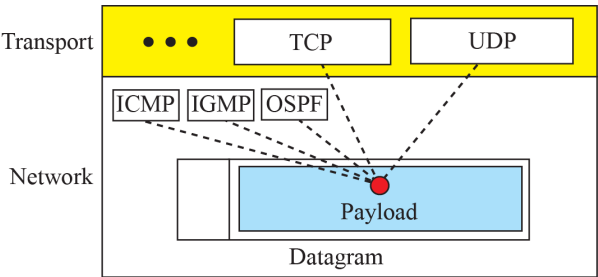
TCP/IP
교과서



» IP 헤더 필드 - 프로토콜

ICMP: 01 UDP: 17
IGMP: 02 OSPF: 89
TCP: 06

Some protocol values



4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» IP 헤더 필드

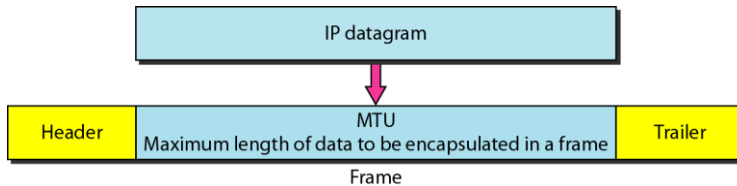
- **헤더 체크섬:** 이 필드는 16비트의 계산된 값을 가지며 헤더의 유효성만 검증
이 필드는 모든 라우터에서 TTL 필드가 감소하면서 재계산됨

4	5	0	28			
49.153			0	0		
4	17	0				
10.12.14.5						
12.6.7.9						
4, 5, and 0	→	4	5	0	0	
28	→	0	0	1	C	
1	→	C	0	0	1	
0 and 0	→	0	0	0	0	
4 and 17	→	0	4	1	1	
0	→	0	0	0	0	
10.12	→	0	A	0	C	
14.5	→	0	E	0	5	
12.6	→	0	C	0	6	
7.9	→	0	7	0	9	
Sum	→	1	3	4	4	E
Wrapped sum	→	3	4	4	F	
Checksum	→	C	B	B	0	

4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» IP 데이터그램 단편화



Maximum transfer unit (MTU)

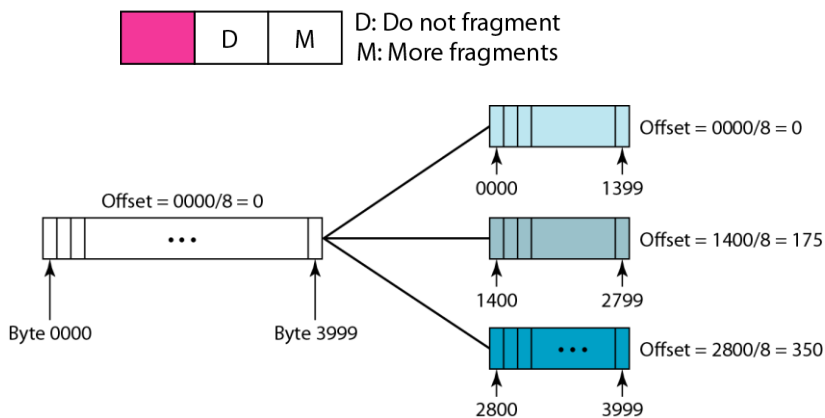
- ✓ 단편화는 소스 호스트와 라우터에서 수행
- ✓ 조립은 목적지 호스트에서 수행

Protocol	MTU
Hyperchannel	65,535
Token Ring (16 Mbps)	17,914
Token Ring (4 Mbps)	4,464
FDDI	4,352
Ethernet	1,500
X.25	576
PPP	296

4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

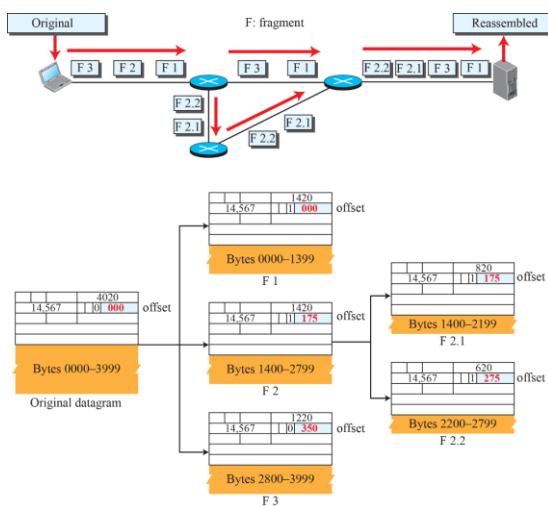
» IP 데이터그램 단편화 - 예



4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

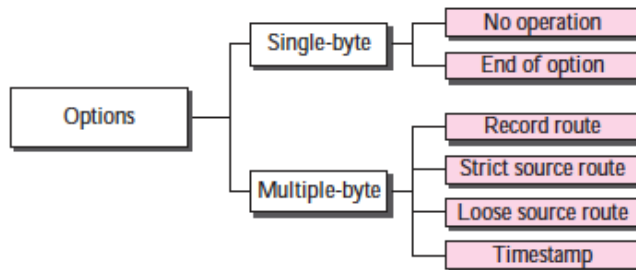
» IP 데이터그램 단편화 - 예



4.3 인터넷 프로토콜

TCP/IP
교과서

» IP 데이터그램 옵션



4.4 주소 확인 프로토콜

TCP/IP
교과서

» ARP: Address Resolution Protocol

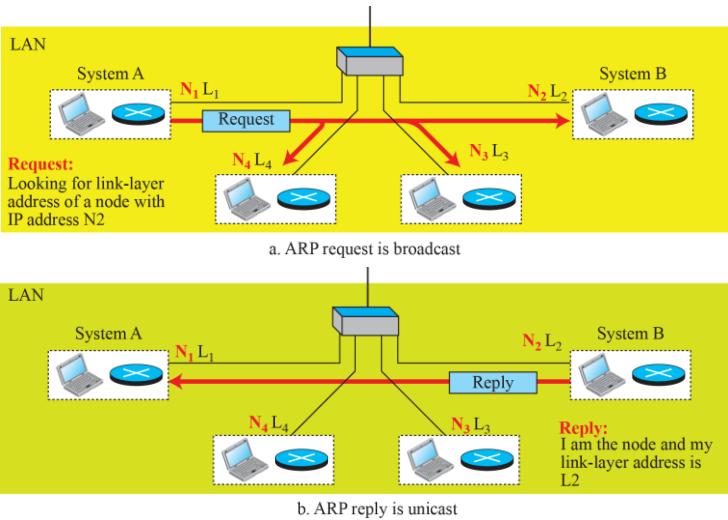
- IP 주소에 매핑되는 물리 주소를 확인하는데 사용되는 프로토콜
- 데이터를 보내려면 호스트는 목적지 네트워크 어댑터의 물리 주소를 알아야 함
- 네트워크의 각 호스트는 ARP 테이블 또는 ARP 캐시(cache)라는 메모리상의 테이블을 유지하고 관리
- ARP 캐시는 네트워크에 있는 다른 호스트의 IP 주소를 물리 주소와 연결
- 호스트가 네트워크의 다른 호스트로 데이터를 보낼 때는 호스트는 ARP 캐시를 검사해 수신자의 물리 주소를 결정
- ARP 캐시는 동적으로 갱신됨
- 데이터를 수신할 주소가 현재 ARP 캐시에 없으면 호스트는 ARP 요청 패킷을 네트워크 내로 브로드캐스트

4.4 주소 확인 프로토콜

TCP/IP
교과서



▼ ARP 동작



4.4 주소 확인 프로토콜

TCP/IP
교과서



▼ ARP 패킷

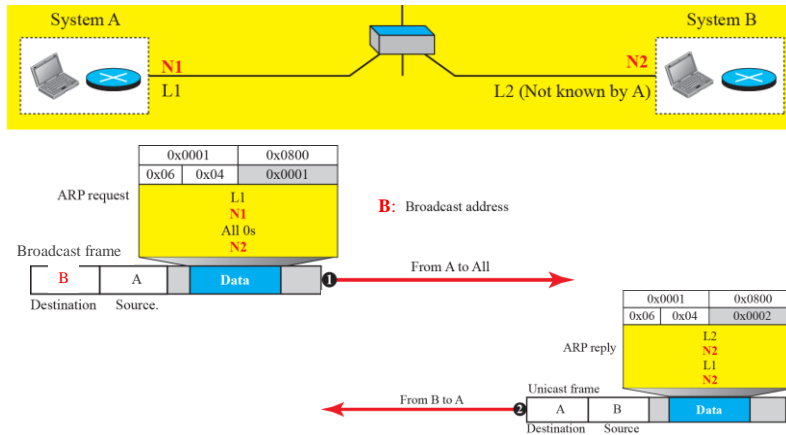
Hardware: LAN or WAN protocol
Protocol: Network-layer protocol

0		8	16	31
Hardware Type		Protocol Type		
Hardware length	Protocol length	Operation Request:1, Reply:2		
Source hardware address				
Source protocol address				
Destination hardware address (Empty in request)				
Destination protocol address				

4.4 주소 확인 프로토콜

TCP/IP
교과서

✓ 같은 네트워크에서의 주소 확인



목적지가 다른 네트워크에 있는 경우는 라우터가 ARP 요청을 처리함

4.5 역 ARP

TCP/IP
교과서

» Reverse ARP(RARP)

- 자신의 물리 주소는 알지만 IP 주소는 알 수 없을 때 사용
- RARP 요청을 수신하면 게이트웨이가 물리주소에 대응되는 IP 주소를 알려 줌
- 디스크가 없는 새로운 장치가 네트워크에 설치될 때 BOOTP 프로토콜과 함께 사용됨

» Inverse ARP(InARP)

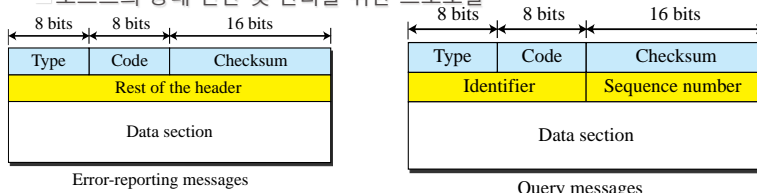
- ARP 프로토콜과 반대 동작을 수행
- 즉, 목적지의 물리주소를 이용하여 IP 주소를 찾을 때 사용

4.6 인터넷 제어 메시지 프로토콜

TCP/IP
교과서

» 인터넷 제어 메시지 프로토콜(ICMP: Internet Control Message Protocol)

- 원격 컴퓨터로 전송되는 데이터는 종종 하나 이상의 라우터를 통해 전송 IP 프로토콜의 취약점을 보완하기 위한 네트워크 계층의 프로토콜
 - IP 데이터그램의 전달 과정의 오류를 소스 호스트에 알리고,
 - 호스트의 상태 진단 및 관리를 위한 프로토콜



Error-reporting messages

Query messages

Type and code values

Error-reporting messages

03: Destination unreachable (codes 0 to 15)
 04: Source quench (only code 0)
 05: Redirection (codes 0 to 3)
 11: Time exceeded (codes 0 and 1)
 12: Parameter problem (codes 0 and 1)

Query messages

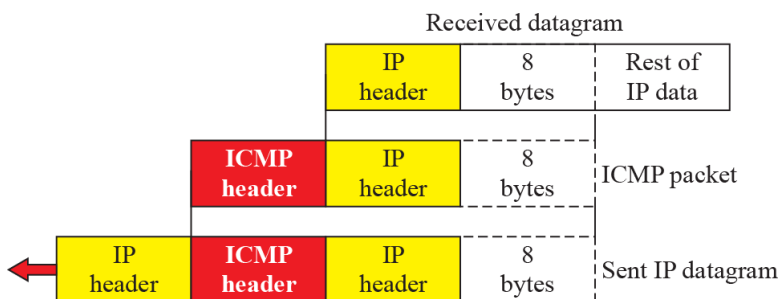
08 and 00: Echo request and reply (only code 0)
 13 and 14: Timestamp request and reply (only code 0)

Note: See the book website for more explanation about the code values.

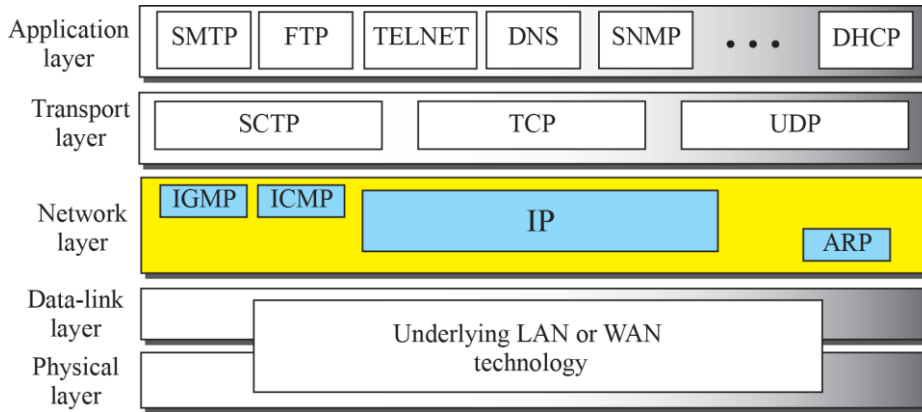
4.6 인터넷 제어 메시지 프로토콜

TCP/IP
교과서

» ICMP 메시지의 캡슐화



네트워크 계층 프로토콜

TCP/IP
교과서

4.7 요약

TCP/IP
교과서

- » 인터넷 계층 프로토콜인 IP 헤더 형식 및 각 필드의 의미
- » IP 주소의 형식, 지정 방식(classful/classless addressing)
- » ARP는 IP 주소에 대응되는 물리주소를 찾을 때 이용
- » InARP는 ARP와 반대의 경우 사용
- » ICMP는 오류보고, 진단 및 테스트에 사용되는 프로토콜

4.10 핵심 용어

TCP/IP
교과서



- **네트워크 ID:** 네트워크를 식별하는 IP 주소의 일부
- **호스트 ID:** 네트워크 내 호스트를 식별하는 IP 주소가의 일부
- **ICMP(인터넷 제어 메시지 프로토콜):** 라우팅 문제가 발생했을 때 라우터가 소스 IP에 알리는 메시지를 보내는 데 사용하는 주요 인터넷 계층 프로토콜. ICMP는 ping 명령에서 네트워크의 다른 호스트 상태를 확인하는 데 사용
- **IP(인터넷 프로토콜):** 데이터그램의 주소 지정, 전달 및 라우팅에 사용되는 주요 인터넷 계층 프로토콜
- **멀티캐스트:** 데이터그램을 호스트 그룹에 동시에 전송하는 방식
- **ARP(주소 확인 프로토콜):** IP 주소와 관련된 물리 주소를 얻는 데 사용되는 주요 인터넷 계층 프로토콜
- **RARP(역 ARP):** 물리 주소가 제공되면 IP 주소를 반환하는 TCP/IP 프로토콜. 이 프로토콜은 일반적으로 네트워크 어댑터에 원격 부팅 PROM이 설치된 디스크 없는 워크스테이션에서 사용
- **서브넷:** TCP/IP 주소 공간의 논리적 부분