

# 네트워크 연동- 인터넷



컴퓨터정보공학전공  
이종찬



# 학습 목표



- 인터넷워킹 개념 이해하기
- TCP/IP 주소 개념 알아보기
- ARP 작동 방법 이해하기
- DNS 작동 방법 이해하기



# OSI 7계층



- 1970년대 중앙 집중식 네트워크에서 분산형 네트워크로 변하면서 중소형 네트워크 발달
- IBM과 DEC가 대기업 네트워크의 대부분 차지, 이들은 SNA, DECnet이라는 각각의 네트워크 구조 모델 사용
- 개인 컴퓨터가 널리 보급되면서 중소형 네트워크의 필요성 제기. 업체마다 자사 제품끼리만 통신이 가능하게 만들어 이기종 통신에 문제 발생
- ISO는 여러 업체가 만든 시스템을 상호 연동 가능하게 하는 표준 네트워크 모델 제정의 필요성 요구를 수용해 1984년 OSI 네트워크 모델 발표



# OSI 7계층



- ISO (International Standard Organization)에서 통신의 효율성을 높이고자 일련의 통신 과정을 7개의 계층으로 구분
- 각 단계의 프로토콜과 서비스를 표준화한 네트워크 모델

## OSI 7 계층

응용 계층
표현 계층
세션 계층
전송 계층
네트워크 계층
데이터링크 계층
물리 계층



# OSI 7계층



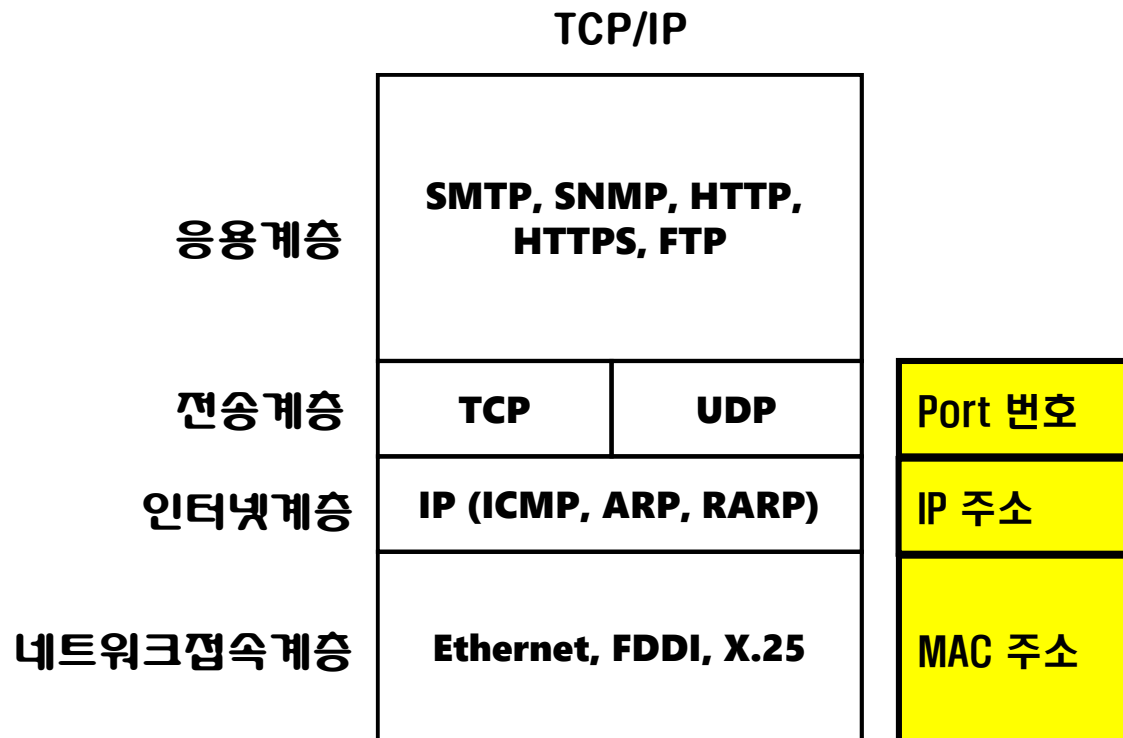
- 응용 계층(L7)
  - 사용자나 응용 프로그램 사이에 데이터 교환을 가능하게 함
- 표현 계층(L6)
  - 응용프로그램 계층 개체 간의 데이터 표현 형태를 통일된 형식으로 제공
- 세션 계층(L5)
  - 프로세스 간의 대화 연결 확립/관리/해제하려고 체크포인트, 재시작, 차단 서비스 수행
- 전송 계층(L4)
  - 양단간에 신뢰성 있는 통신 보장 - 오류 제어, 통신량 제어, 다중화 제공
- 네트워크 계층(L3)
  - 네트워크를 통한 데이터 패킷 전송 담당. 경로 제어(routing) 등 수행
- 데이터 링크(L2)
  - 인접한 노드간의 신뢰성있는 통신을 보장. 즉, 동기화, 오류 제어, 흐름 제어 등
- 물리 계층(L1)
  - 물리적 매체를 통하여 데이터 비트 스트림의 송수신 기능을 제공



# TCP/IP



- TCP/IP는 인터넷의 핵심 프로토콜
- 정보나 파일들이 일정한 크기의 패킷들로 나뉘어 인터넷 상의 경로들을 거쳐 분산적으로 전송되고, 수신지에 도착한 패킷들이 원래의 정보나 파일로 재 조립 가능하게 하는 역할 수행





# 인터넷에서 패킷을 전송하는 과정



## ■ 인터넷에서 데이터를 전송하는 과정

- ① 송신 측의 최상위 계층(응용 계층)에서 메시지(데이터) 생성
- ② 생성된 메시지는 전송계층에서 일정한 크기(1460 Byte)로 분할되어 헤더 정보를 추가한 후 인터넷 계층으로 전달됨 → **패킷 분할**
- ② 인터넷 계층, 네트워크접속 계층을 거치면서 원래 데이터에 헤더를 여러 개 씌운 형태로 존재 → **캡슐화**
- ③ 송신 측 네트워크접속 계층에서는 이 데이터를 전기 신호로 변환하여 전송
- ④ 수신 측 각 계층은 헤더에 해당되는 부분을 벗겨내어 수신 측의 최상위 계층으로 전달 → **캡슐해제**
- ⑤ 수신 측의 전송 계층에서는 분할되어 수신된 패킷을 원래 데이터로 조립 → **패킷 조립**
- ⑥ 최상위 계층에서는 송신 측의 최상위 계층에서 보낸 원래 데이터가 정확하게 전달됨



# 인터넷워킹 (Internetworking)



- 망을 서로 연결하여 통신이 가능하도록 하는 것을 말함
  - 두 개 이상의 망을 연동시켜 놓은 것을 연동망(Internetwork)이라고 함
  - 연동망을 구성하는 각 망은 연동망과 구분하기 위하여 물리적 망(Physical network)이라고 함
  - 연동망은 라우터에 의하여 연결된 논리적인 망(Logical network)을 의미
  - 인터넷워킹으로 구성된 대표적인 네트워크가 바로 인터넷(Internet)
- 논리 망은 IP로 상대방 노드를 인식하고 물리망은 MAC 주소로 상대방을 인식함
- 망은 리피터, 브리지, 라우터, 게이트웨이 등으로 연동 됨





# 인터넷워킹



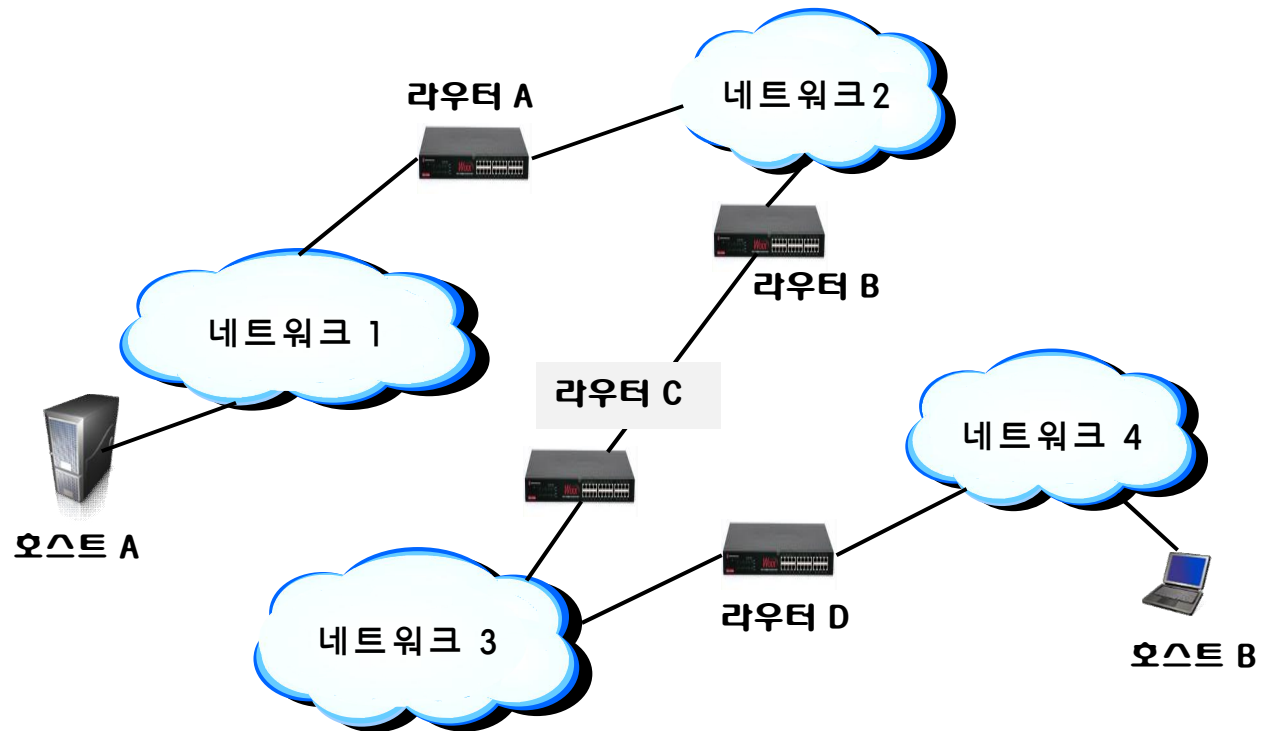
- 리피터나 브리지로 대규모 연동망을 구성하는 것이 불가능함
  - 브로드캐스팅 도메인 (Broadcasting Domain)을 형성하므로 망 내 및 망 간의 부하가 급격히 증가하고 이로 인하여 전송률의 심각한 저하가 발생할 수 있음
  - 망 혼잡, 망의 장애 발생 시에 대처할 방법이 없음



# 연동망 (Internetwork)



- 네트워크 1과 2, 네트워크 3과 4는 동일한 지역(회사, 또는 학교)에 위치하므로 하나의 라우터에 의하여 직접 연결
- 네트워크 2와 3은 원거리에 있으므로 각각 라우터를 각각 가지고 있으며 그 사이를 점대점(Point-to-Point) 링크로 연결
- 연동망은 논리적으로 연결된 하나의 망을 만들므로 호스트 A와 B는 서로 직접 연결된 것과 같이 통신을 할 수 있음





# TCP/IP 주소

## ■ TCP/IP 주소의 구조

### ■ MAC 주소: 물리 주소

- 물리 주소(MAC 주소)는 링크 주소 또는 통신망에서 정의된 노드의 주소, 이더넷 네트워크인터페이스 카드(NIC) 6바이트(48비트) 주소 등을 말함

### ■ IP 주소: 논리 주소

- 인터넷에서는 기존 물리 주소와는 별도로 각 호스트를 식별할 수 있는 유일한 주소를 지정해야 함

### ■ 포트 주소

- 목적지에서 수신지 컴퓨터까지 전송하려면 IP 주소와 물리 주소가 필요
- 인터넷 통신의 최종 목적은 한 프로세스가 다른 프로세스와 통신할 수 있도록 하는 것임



# 논리주소와 물리주소



## ■ 논리주소(Logical Address)

- 네트워크 계층에서 인식되는 주소
- 모든 인터넷 상에서 유일
  - 인터넷 주소(Internet Address)
- 네트워크 단위로 라우팅
- IP를 말함

## ■ 물리주소(Physical Address)

- 호스트와 라우터는 데이터링크계층에서 물리주소로 인식
- 로컬 네트워크 상에서만 유일하면 주소 충돌이 발생하지 않음
  - 로컬 주소(Local Address)
- TCP/IP에서 MAC 주소를 말함



# IP 주소와 연동망

- IP 주소 : 인터넷에서 네트워크와 호스트 각각의 위치를 구분하기 위해 유일한 주소
- 8비트의 2진수가 할당된 4개의 부분, 즉 총 32비트로 구성되고 각 부분은 "." 으로 구분
- IP 주소는 네트워크의 구분을 위한 네트워크 ID(Net ID)와 네트워크 안의 컴퓨터들을 구분하기 위한 호스트 ID(Host ID)로 구분





# IP 주소와 연동망

- 2대 이상의 컴퓨터가 같은 IP 주소를 가질 수 없음
- 사용자가 임의로 사용할 수 없고 IP 주소를 부여해주는 기관이 따로 존재
  - InterNIC, KRNIC 등
- IP 주소 체계는 네트워크 그룹의 크기에 따라 4클래스로 분류
  - 한국의 경우 클래스 C를 사용함

( )는 비트 수

클래스 A	0	Net ID(7)	Host ID(24)																													
클래스 B	1	0	Net ID(14)										Host ID(16)																			
클래스 C	1	1	0	Net ID(22)										Host ID(8)																		
클래스 D	1	1	1	0	멀티캐스트 주소(28)																											



# IP 주소와 연동망



- 클래스 A, B, C 주소는 네트워크의 크기에 따라 적절한 종류의 주소가 할당됨
- 클래스 D 주소는 멀티캐스트 주소임
- IP 주소의 첫 4 비트를 비교하여 IP주소의 종류를 알 수 있음

4비트	클래스
0000	A
0001	A
0010	A
0011	A
0100	A
0101	A
0110	A
0111	A

4비트	클래스
1000	B
1001	B
1010	B
1011	B
1100	C
1101	C
1110	D
1111	E



# IP 주소와 연동망



- 첫 바이트의 크기에 따라 IP 주소의 종류를 결정함

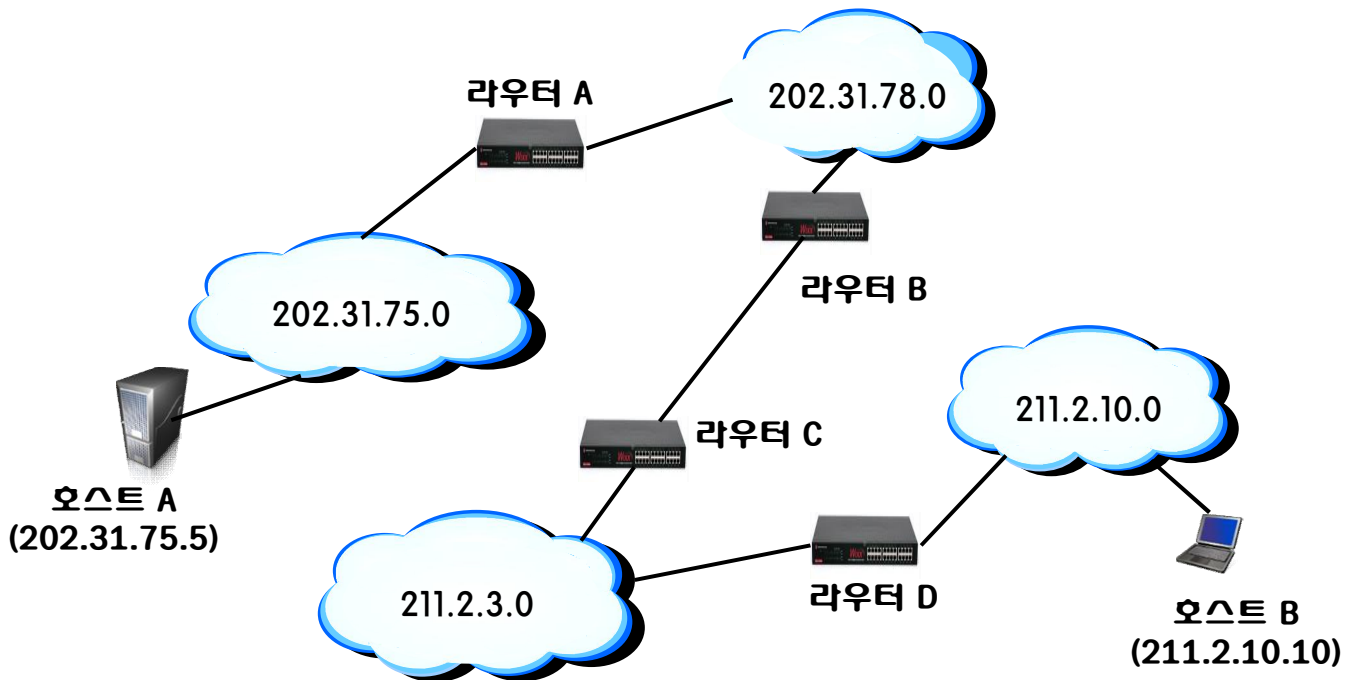
클래스	범위
A	0 - 127
B	128 - 191
C	192 - 223
D	224 - 239
E	240 - 255





# IP 주소와 연동망

- InterNIC는 각 네트워크에 Net ID 부분을 할당하고 각 네트워크의 관리자는 네트워크 하위의 호스트에게 서로 중복되지 않는 Host ID를 부여함



202.31.75

5



# IP 주소와 연동망



- 동일한 네트워크에 연결된 호스트의 IP 주소 중에서 Net ID 부분은 그 네트워크에 부가된 식별자를 가지고 있어야 함
- 일반적으로 호스트는 하나의 인터페이스만(예를 들어 LAN 카드)을 가지고 있으나 네트워크와 네트워크를 연결하는 기능을 갖는 라우터는 반드시 두 개 이상의 인터페이스를 가짐
- 라우터는 접속하고 있는 네트워크의 Net ID를 주소에 포함해야 함



# IP 주소와 연동망

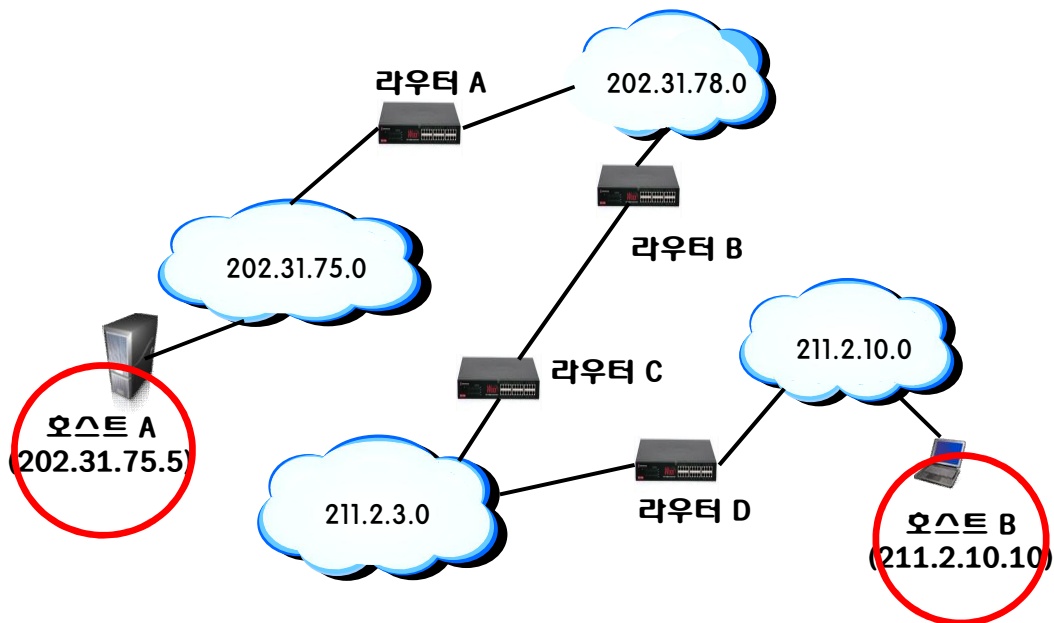


- Net ID와 Host ID가 모두 0인 주소는 이 호스트를 의미함
  - 예) 0.0.0.0
- Host ID가 모두 1인 주소는 Net ID에서 지명한 네트워크의 모든 호스트에 패킷을 발송하는 경우에 사용
  - 예) 202.31.147.255 → 202.31.147.0 네트워크의 모든 호스트에 패킷을 전송하라
- Net ID와 Host ID가 모두 1인 주소는 이 네트워크의 모든 호스트에 패킷을 발송하는 경우에 사용
  - 예) 255.255.255.255 → 자신이 속한 네트워크의 모든 호스트에 패킷을 전송
  - 이 주소를 가진 패킷은 다른 네트워크로 전송되지 못하도록 라우터에서 제거됨
- 127.\*.\* 주소는 호스트에서 인터넷계층을 통하여 loop back할 때 사용됨
  - 예) 127.0.0.1은 호스트 자기 자신을 가르키며 loop back 주소라 칭함



# IP 주소와 연동망

- 호스트 B의 IP(211.2.10.10)는 호스트 A가 자신의 망(202.31.75.0)에서 목적지 호스트(211.2.10.10)가 있는 망(211.2.10.0)까지 가는 경로를 인도함
- TCP/IP 프로토콜에서 응용계층, 전송계층, 네트워크 계층은 IP 주소를 사용하여 상대방을 인식함
- 패킷은 물리 망의 전송 방식에 의해 전달되어야 하는데 물리 망은 논리 망인 인터넷에서 사용하는 IP 주소를 인식하거나 사용하지 않으며 물리 망에 주소 체계인 MAC 주소를 사용함
  - MAC 주소는 NIC(Network Interface Card; 일명 LAN 카드)의 일련번호임





# MAC 주소

- LAN 카드에 할당된 6Byte 물리적 주소
  - MAC (Media Access Control Address) 주소
  - 실제로 네트워크 통신을 할 때 하드웨어가 사용하는 주소는 LAN 카드에 할당된 MAC 주소를 이용
- MAC 주소(물리적 주소)는 OUI(Organizational Unique Identifier)와 HI(Host Identifier)로 구성
- OUI
  - 앞의 3Byte 구성
  - LAN 칩셋 제조사를 의미하는 고유 코드
- HI
  - 뒤의 3Byte로 구성
  - 호스트 식별자로서 제품의 일련번호와 같이 부여되는 것이므로 전 세계에서 유일한 내 컴퓨터만의 LAN 카드 고유 번호

OUI	HI
12-20-3C	AD-73-H5



# MAC 주소

- 패킷을 물리 망을 이용하여 전송하려면 IP 주소에 해당하는 NIC의 물리 주소를 알아야 함
- 논리 주소를 바탕으로 이에 대응하는 물리 주소를 찾는 것을 AR(Address Resolution)이라고 하며, AR을 수행하는 프로토콜은 ARP(Address Resolution Protocol)임
  - 논리주소(Logical Address) -> 물리주소(Physical Address) 로 변환

논리주소(202.31.11.30)



물리주소(12-20-3C-AD-73-E5)



# ARP (Address Resolution Protocol)



- 패킷을 전송하기 위해서는 상대방의 논리주소와 물리주소를 알고 있어야 함
- 네트워크 계층 주소(논리주소)와 데이터링크 계층 주소(물리주소) 간의 변환을 위한 프로토콜
  - 즉 IP주소를 MAC 주소로 변환해 주는 프로토콜
- 목적지 IP주소 정보를 사용하여 목적지 MAC 주소를 가져오는 주소 결정(Address Resolution)작업을 수행



# ARP 동작 과정



- ① 자신의 캐쉬에 해당 목적지의 물리 주소가 저장되어 있는 지 확인
- ② 캐쉬에 없다면 ARP패킷을 송신 노드는 링크 계층의 프레임에 캡슐화하고 이를 모든 호스트에 방송
  - ARP 요청 (ARP request)
- ③ ARP질의를 포함하는 프레임은 다른 모든 호스트에 의해 수신
- ④ 각 호스트는 자신의 IP주소가 ARP 패킷에 들어있는 목적지 IP주소와 일치하는지 검사
- ⑤ 일치하는 호스트는 요구된 매핑 정보를 포함하는 응답 ARP패킷을 질의 노드로 돌려보냄
- ⑥ 질의 노드(송신 노드)는 자신의 ARP테이블 갱신하고, 자신의 IP 데이터그램을 링크 계층 프레임으로 캡슐화해서 전송
  - ARP 응답 (ARP reply)





# ARP 포맷

HW Type		Protocol Type
HLEN	PLEN	Operation
Sender Hardware Address		
Sender IP Address		
Target Hardware Address		
Target IP Address		

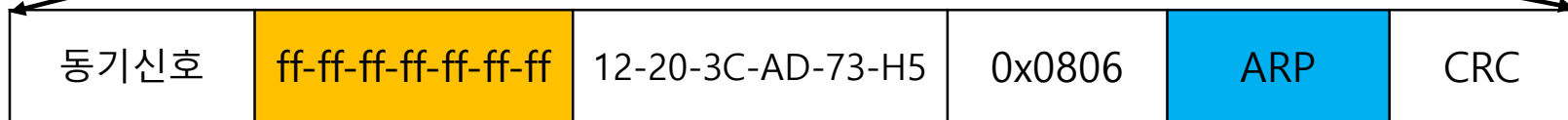
- HW(Hardware Type) (2byte) : 네트워크 유형 정의(1: 이더넷)
- Protocol Type (2byte) : 프로토콜 정의 (IP:0x0800)
- HLEN(Hardware Length) (1byte) : 물리주소의 바이트 단위 길이
- PLEN(Protocol Length)(1byte) : 논리주소의 바이트 단위 길이
- Operation 코드 (2byte) : 패킷유형 (1:ARP 요청 2:ARP 응답)
- SHA(Sender Hardware Address) (6byte) : 송신자 물리 주소
- SPA(Sender Protocol Address) (4byte) : 송신자 논리 주소
- THA(Target Hardware Address) (6byte) : 수신자 물리 주소
- TPA(Target Protocol Address) (4byte) : 수신자 논리 주소



# ARP request

202.31.11.30  
(12-20-3C-AD-73-E5)

210.178.20.15  
(4A-11-B2-78-2D-39)



ARP 요청 패킷

송신자 주소

수신자 주소  
(브로드캐스팅 주소)

0x0001		0x0800
0x06	0x04	0x0001
12-20-3C-AD-73-H5		
202.31.11.30		
00-00-00-00-00-00		
210.178.20.15		



# ARP request



- 동기 신호를 제외한 헤더에서는 모든 노드에 ARP 요청 패킷을 전달하기 위하여 수신지 MAC 주소를 ff-ff-ff-ff-ff-ff로 설정
- 전송자의 MAC 주소는 12-20-3C-AD-73-H5, IP 주소는 202.31.11.30로 설정
- 목적지의 MAC 주소는 현재 상태에서 알 수 없으므로 00-00-00-00-00-00로 설정하고, IP 주소는 210.178.20.15로 설정
- 생성된 패킷을 브로드캐스팅



# ARP reply

202.31.11.30  
(12-20-3C-AD-73-E5)

210.178.20.15  
(4A-11-B2-78-2D-39)



동기신호	12-20-3C-AD-73-E5	4A-11-B2-78-2D-39	0x0806	ARP	CRC
------	-------------------	-------------------	--------	-----	-----

ARP 응답 패킷

수신자 주소

송신자 주소

0x0001		0x0800
0x06	0x04	0x0002
4A-11-B2-78-2D-39		
210.178.20.15		
12-20-3C-AD-73-E5		
202.31.11.30		



# ARP reply



- ARP 패킷을 수신하여, 자신의 IP와 일치하면 이 패킷에 자신의 물리 주소를 기록
- 전송자의 MAC 주소는 4A-11-B2-78-2D-39, IP 주소는 210.178.20.15로 설정
- 수신자의 MAC 주소는 12-20-3C-AD-73-E5, IP 주소는 202.31.11.30로 설정
- 생성된 패킷을 유니캐스트함



# 라우팅 (Routing)

- 라우터는 두 개 이상의 물리 망과 접속되어 있으며 각 인터페이스는 접속하고 있는 물리 망의 Net ID를 가지고 있음
- 라우터는 이웃 라우터와 정보를 교환하면서 최적의 라우팅 정보를 유지하고 있음
  - 라우팅 프로토콜 : BGP, OSPF, IGRP, EIGRP
- 호스트는 패킷을 적절한 라우터로 포워딩하여 라우터가 후속 조치를 취하도록 함
  - 호스트는 자신과 동일한 물리 망에 연결된 라우터를 선택하여 라우터에게 패킷을 전송
- 라우터는 라우팅 테이블(Routing table)에 근거하여 수신된 패킷을 적절한 중간 목적지 또는 최종 목적지로 전송해야 함
  - 라우터는 라우팅 테이블을 가지고 있으며 주기적으로 인접 라우터 정보에 근거하여 테이블을 갱신함



# 라우팅



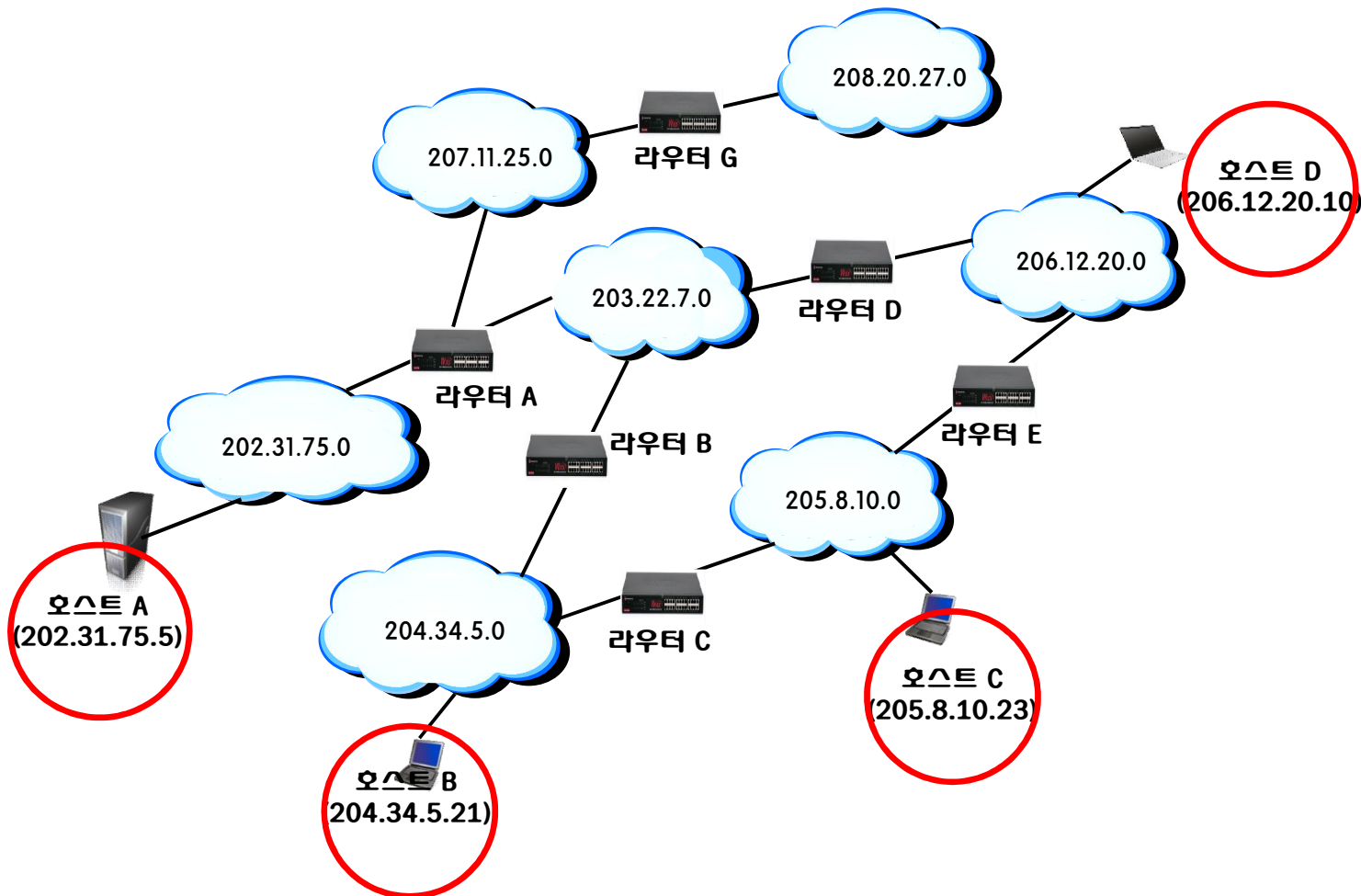
- 호스트 A가 호스트 D를 목적지로 하여 전송하는 경우, 중간 라우터의 도움을 받아 패킷을 전송함
  - 호스트 A는 직접 연결된 라우터 A에게만 직접 전달 방식으로 패킷을 전송
- 목적지 호스트 D는 호스트 A를 목적지로 하는 응답 패킷을 라우터 D 또는 E로 보낼 수 있음
  - 라우터 D는 호스트 D가 보낸 패킷의 목적지 주소를 조사한 후 라우팅 테이블에 의하여 라우터 A로 전송함



# 라우팅

## ■ 라우팅의 예

- 호스트 B가 호스트 D에 패킷을 전송하는 경우







# 라우팅 테이블



- 패킷의 전달(forwarding)은 물리 망 단위로 수행함.
- 물리 망까지만 패킷을 전달하고 물리 망 내부에서의 라우팅은 물리 망 내부에서 처리하도록 함
- 디폴트 경로(Default route)를 사용함.
  - 라우팅 테이블에 등록되어 있는 어떤 주소와도 일치하지 않는 경우에 사용하는 경로
  - 0.0.0.0/0으로 디폴트 경로를 표시함



# 라우팅 테이블



■ 라우터는 연결점마다 IP 주소를 가짐

■ 예) 각 라우터 인터페이스의 주소

■ 라우터는 두 개 이상의 물리 망과 접속되어 있으며 각 인터페이스는 접속하고 있는 물리 망의 Net ID를 가지고 있음





# 라우팅 테이블



- 라우팅 테이블은 [Network ID, Next Hop]의 쌍을 가진 레코드로 구성됨
- 각 레코드는 수신처가 Network ID인 패킷은 Next Hop로 전달하라는 것을 지시함
- 라우터 A의 라우팅 테이블

NID	NextHop
202.31.75.0	Direct delivery
203.22.7.0	Direct delivery
206.12.20.0	203.22.7.3
204.34.5.0	203.22.7.2
205.8.10.0	203.22.7.2
0.0.0.0	207.11.25.1



# 라우팅 절차



- ① 라우터는 패킷을 받으면 패킷의 목적지 IP 주소를 추출
- ② 라우팅테이블의 NID와 패킷의 목적지 IP 주소가 일치하면 NextHop에서 지시한 목적지로 전송
- ③ 패킷의 목적지 IP 주소와 일치하는 NID가 있는 엔트리가 발견될 때까지 테이블을 순차적으로 조사
- ④ 일치하는 엔트리가 없으면 패킷은 디폴트 경로로 전송된다.

NID	NextHop
202.31.75.0	Direct delivery
203.22.7.0	Direct delivery
206.12.20.0	203.22.7.3
204.34.5.0	203.22.7.2
205.8.10.0	203.22.7.2
0.0.0.0	207.11.25.1



# DNS (Domain Name Service)



- 도메인명(domain name)은 호스트의 이름이나 조직의 이름을 식별하기 위한 계층적인 이름을 말함
- 예) 군산대학교의 도메인명

**kunsan.ac.kr**

- kunsan : 군산대학교(Kunsan national university) 고유의 도메인 명
- ac : 대학교(academy)나 전문 대학과 같은 교육기관
- kr : 한국(Korea)을 의미

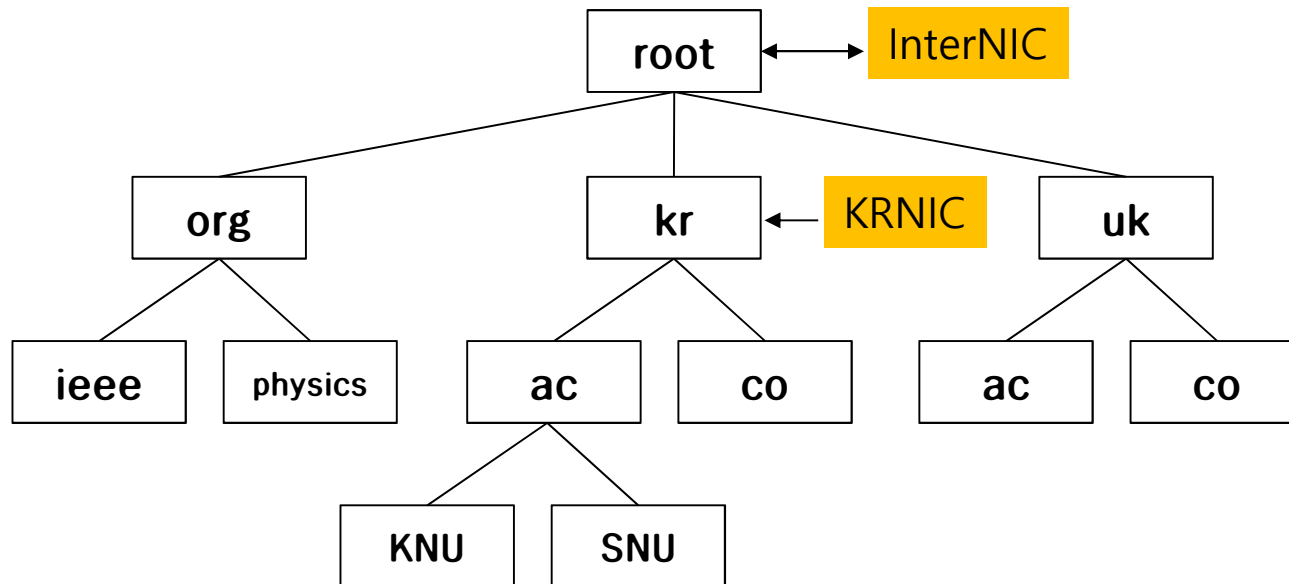


# DNS



## ■ 도메인 계층구조

- 도메인 네임 관리는 IANA(Internet Assigned Number Authority)의 관할 하에 있는 InterNIC (<http://www.internic.org>)에서 수행
- 한국은 InterNIC 하부의 KRNIC(Korea Network Information Center)에서 관리





# DNS



## ■ kr 도메인 아래의 도메인 종류

ac	대학 / 대학원
co	영리 기업
hs, ms, ps	학교(유치원, 초중고, 각종 학교)
go	정부 기관
or	비영리 법인(재단 법인, 사단 법인 등)
ne	네트워크 운영 기관
pe	법인 자격을 갖지 않고 있는 임의 단체, 개인
re	연구 기관
lg	지방 공공 단체

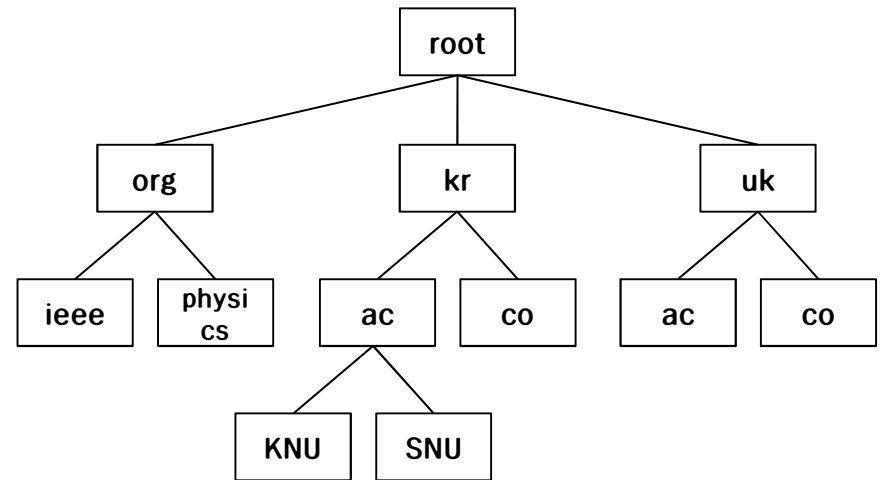


# DNS



## ■ 네임 서버(Name Server)

- 도메인명을 관리하는 호스트와 소프트웨어를 말함
- 해당 네임 서버가 설치된 계층의 도메인과 관련된 정보를 관리함
- 각 도메인 계층마다 네임 서버가 배치됨
- 각 네임 서버는 하위 계층의 네임 서버의 IP 주소를 알고 있으며, 루트로 부터 네임 서버가 트리 구조로 연결되어 있음
- 모든 네임 서버는 루트 네임 서버의 IP 주소를 알고 있기 때문에 루트로 부터 순서대로 거슬러 올라가면 전 세계에 있는 네임 서버에 액세스 할 수 있음





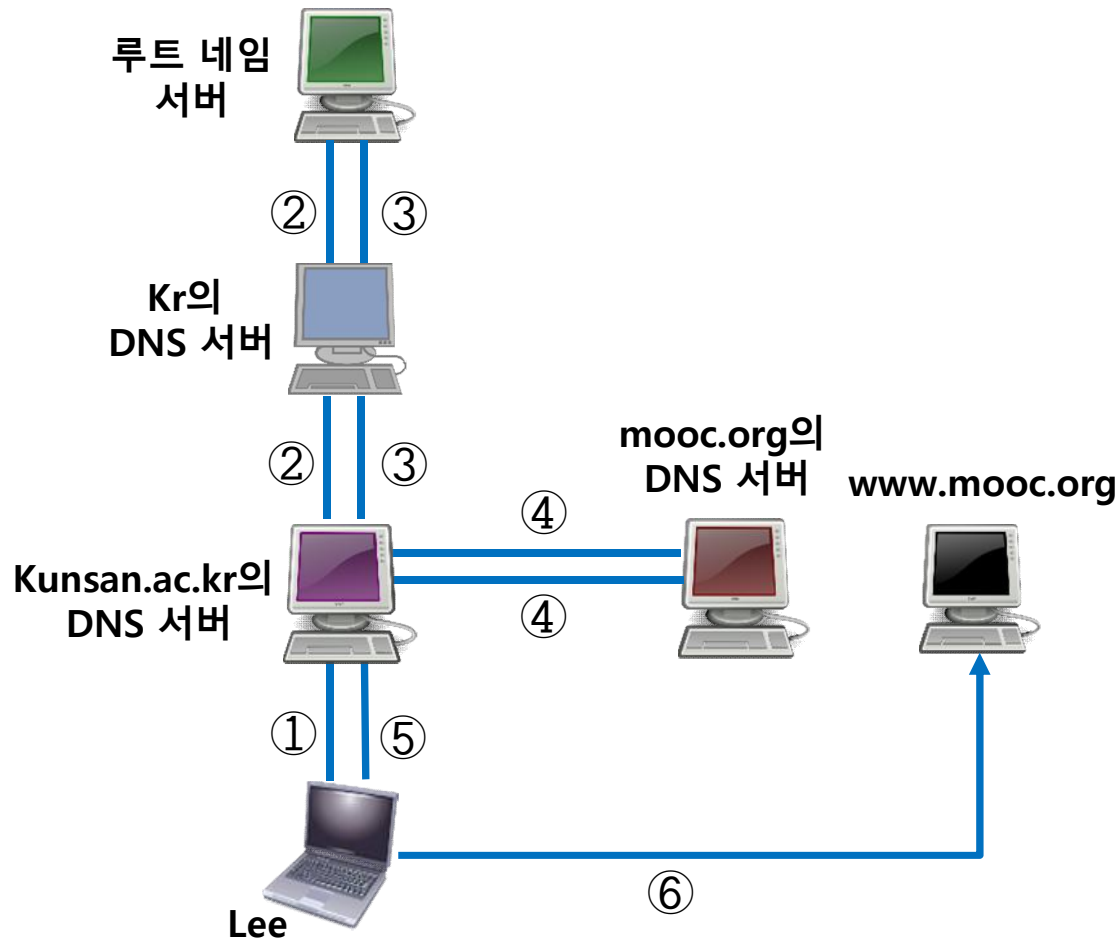


# DNS



## DNS 조회

- ① DNS 서버에 IP 주소를 조회
- ② "kunsan"의 DNS 서버는 www.google.com의 주소를 모르기 때문에 루트네임 서버에게 IP 주소를 조회
- ③ 루트네임서버는 mooc.org의 네임 서버의 IP 주소를 알고 있기 때문에 그 주소를 반환한다.
- ④ mooc.org 의 네임 서버에 조회하여 www.mooc.org의 IP 주소를 얻는다.
- ⑤ 클라이언트에 그 IP 주소를 전달한다.
- ⑥ Lee와 www.mooc.org의 통신이 시작된다.





# DNS



## ■ DNS 사용 예

- ① 클라이언트가 DNS 서버에게 접속하고자 하는 IP 주소 (google.com)를 물어봄.
  - 이 때 보내는 패킷은 **DNS Query**
- ② DNS 서버가 해당 google.com에 대한 IP 주소를 **DNS Reply**로 클라이언트에게 보내줌.
- ③ 클라이언트가 받은 IP 주소를 바탕으로 웹 서버(www.google.com)를 찾아감.

