2.2 TCP/IP 4계층 모델

- 인터넷 프로토콜 스위트는 인터넷에서 컴퓨터들이 서로 정보를 주고받는 데 쓰이는 프로토콜의 집합이며, 이를 TCP/IP 4계층 모델로 설명하거나 OSI 7계층 모델로 설명하기도 한다.

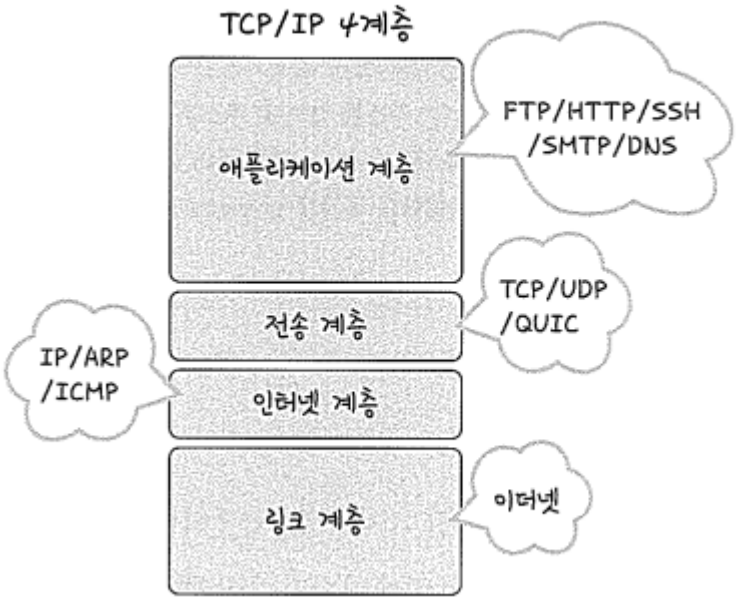
2.2.1 계층 구조

- TCP/IP 계층은 네 개의 계층을 가지고 있으며 OSI 7계층과 많이 비교한다.

▼ 그림 2-18 TCP/IP 4계층과 OSI 7계층 비교

- 위 그림처럼 TCP/IP 계층과 달리 OSI 계층은 애플리케이션 계층을 세개로 쪼개고 링크 계층을 데이터 링크 계층, 물리 계층으로 나눠서 표현하는 것이 다르며, 인터넷 계층을 네트워크 계층으로 부른다는 점이 다르다.
- 이 계층들은 특정 계층이 변경되었을 때 다른 계층이 영향을 받지 않도록 설계되었다.
- 예를 들어 전송 계층에서 TCP를 UDP로 변경했다고 해서 인터넷 웹 브라우저를 다시 설치해야 하는 것은 아니듯 유연하게 설계된 것이다.

▼ 그림 2-19 TCP/IP 4계층



애플리케이션 계층

- 애플리케이션 계층은 FTP, HTTP, SSH, SMTP, DNS등 응용프로그램이 사용되는 프로토콜 계층이며 웹 서비스, 이메일 등 서비스를 실질적으로 사람들에게 제공하는 층이다.

용어

FTP

장치와 장치 간의 파일을 전송하는 데 사용되는 표준 통신 프로토콜

SSH

보안되지 않은 네트워크에서 네트워크 서비스를 안전하게 운영하기 위한 암호화 네트워크 프로토콜

HTTP

World Wide Web을 위한 데이터 통신의 기초이자 웹 사이트를 이용하는 데 쓰는 프로토콜

SMTP

전자 메일 전송을 위한 인터넷 표준 통신 프로토콜

DNS

도메인 이름과 IP 주소를 매핑해주는 서버, 예를 들어 www.naver.com에 DNS 쿼리가 오면 [Root DNS] → [.com DNS] → [.naver DNS] → [.www DNS] 과정을 거쳐 완벽한 주소를 찾아 IP 주소를 매핑한다. 이를 통해 IP 주소가 바뀌어도 사용자들에게 똑같은 도메인 주소로 서비스할 수 있다. 예를 들어 www.naver.com의 IP 주소가 222.111.222.111에서 222.111.222.122로 바뀌었음에도 똑같은 www.naver.com이라는 주소로 서비스가 가능하다.

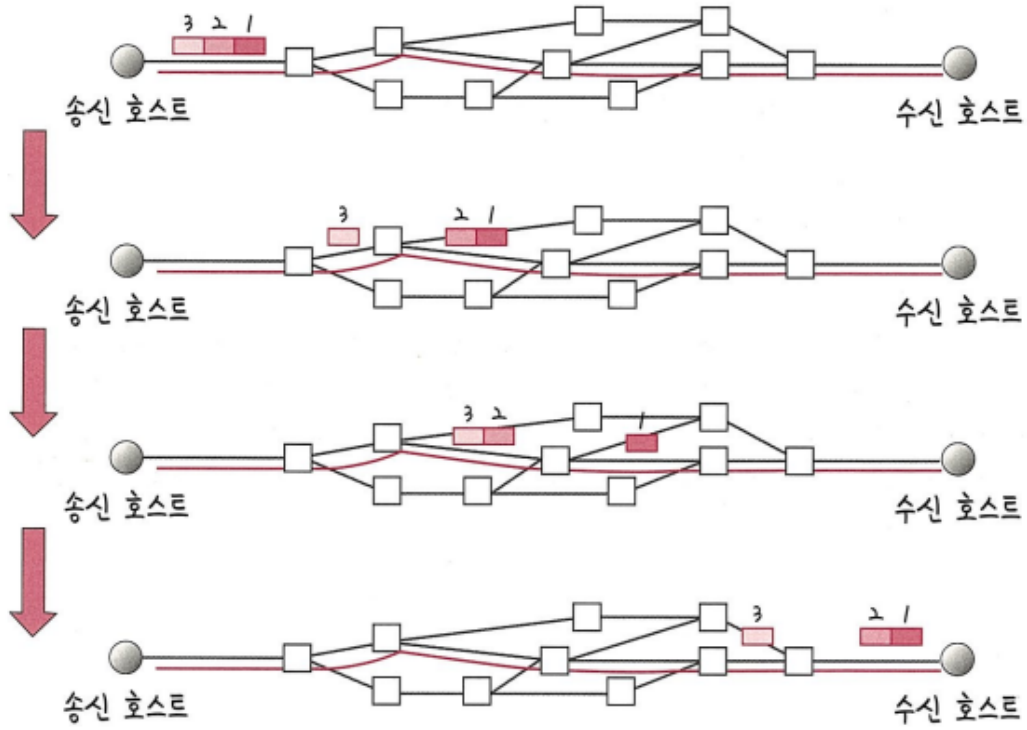
전송 계층

- 전송 계층은 송신자와 수신자를 연결하는 통신 서비스를 제공하며 연결 지향 데이터 스트림 지원 ,신뢰성, 흐름 제어를 제공하며, 애플리케이션과 인터넷 계층 사이의 데이터가 전달될 때의 중계 역할을 한다.
- 대표적으로 TCP와 UDP가 있다.
- TCP는 패킷 사이의 순서를 보장하고 연결지향 프로토콜을 사용해서 연결을 하여 신뢰성을 구축해서 수신 여부를 확인하며 가상회선 패킷 교환 방식을 사용한다.
- UDP는 순서를 보장하지 않고 수신 여부를 확인하지 않으며 단순히 데이터만 주는 데이터프로그램 패킷 교환 방식을 사용한다.

가상회선 패킷 교환 방식

- 가상 회선 패킷 교환 방식은 각 패킷에는 가상회선 식별자가 포함되며 모든 패킷을 전송하면 가상회선이 해제되고 패킷들은 전송된 '순서대로' 도착하는 방식을 말한다.

▼ 그림 2-20 가상회선 패킷 교환 방식

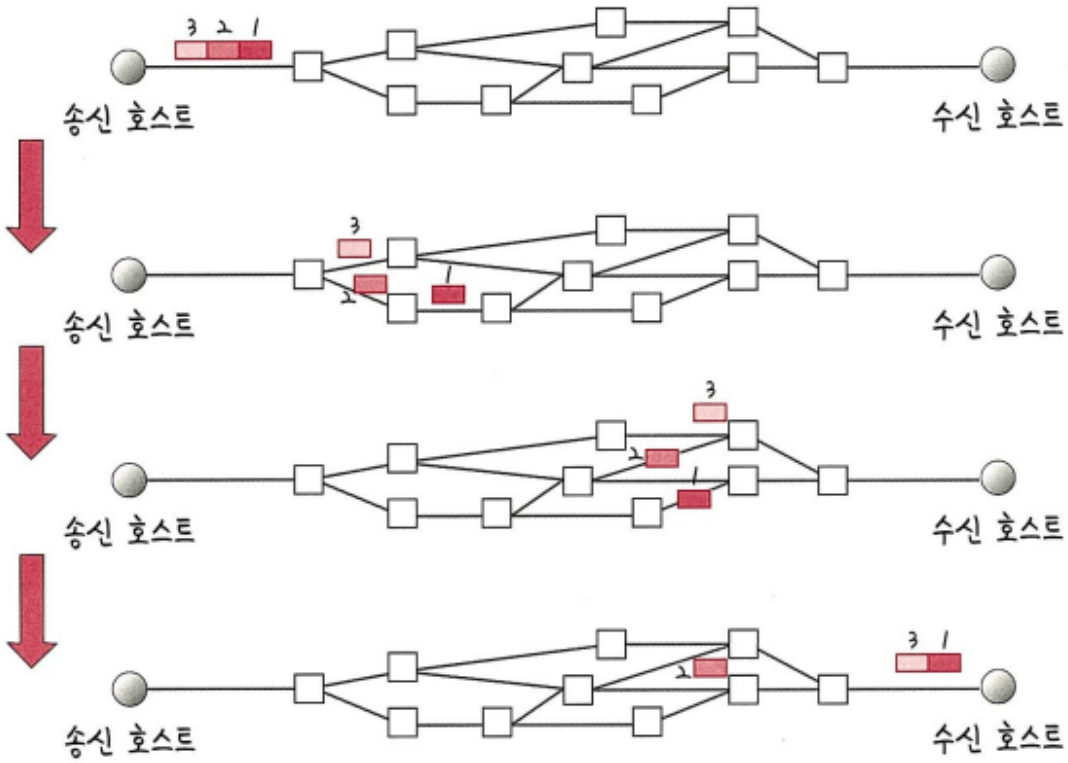


앞의 그림을 보면 3, 2, 1로 이루어진 패킷이 어떠한 회선을 따라 순서대로 도착하는 것을 알 수 있죠?

데이터그램 패킷 교환 방식

데이터그램 패킷 교환 방식이란 패킷이 독립적으로 이동하며 최적의 경로를 선택하여 가는데, 하나의 메시지에서 분할된 여러 패킷은 서로 다른 경로로 전송될 수 있으며 도착한 '순서가 다를 수' 있는 방식을 뜻한다.

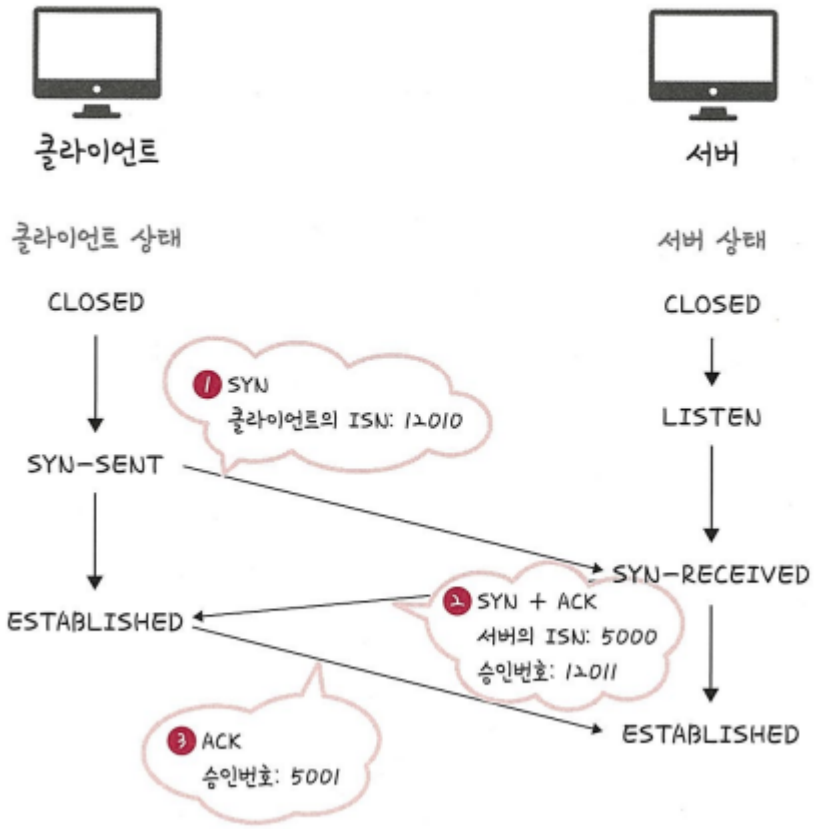
▼ 그림 2-21 데이터그램 패킷 교환 방식



TCP 연결 성립 과정

- TCP는 신뢰성을 확보할 때 '3-웨이 핸드셰이크' 라는 작업을 진행한다.

▼ 그림 2-22 3-웨이 핸드셰이크



1. SYN 단계 : 클라이언트는 서버에 클라이언트의 ISN을 담아 SYN을 보냅니다. ISN은 새로운 TCP 연결의 첫 번째 패킷에 할당된 임의의 시퀀스 번호를 말하며 이는 장치마다 다를 수 있다.
2. SYN + ACK 단계 : 서버는 클라이언트의 SUN을 수신하고 서버의 ISN을 보내며 승인번호로 클라이언트의 ISN + 1 을 보낸다.
3. ACK 단계 : 클라리언트는 서버의 ISN + 1 한 값인 승인번호를 담아 ACK를 서버에 보낸다.

- 이렇게 3-웨이 핸드셰이크 과정 이후 신뢰성이 구축되고 데이터 전송을 시작한다.
- 참고로 TCP는 이 과정이 있기 때문에 신뢰성이 있는 계층이라고 하며 UDP는 이 과정이 없기 때문에 신뢰성이 없는 계층이라고 한다.

용어

— **SYN**

SYNchronization의 약자, 연결 요청 플래그

— **ACK**

ACKnowledgement의 약자, 응답 플래그

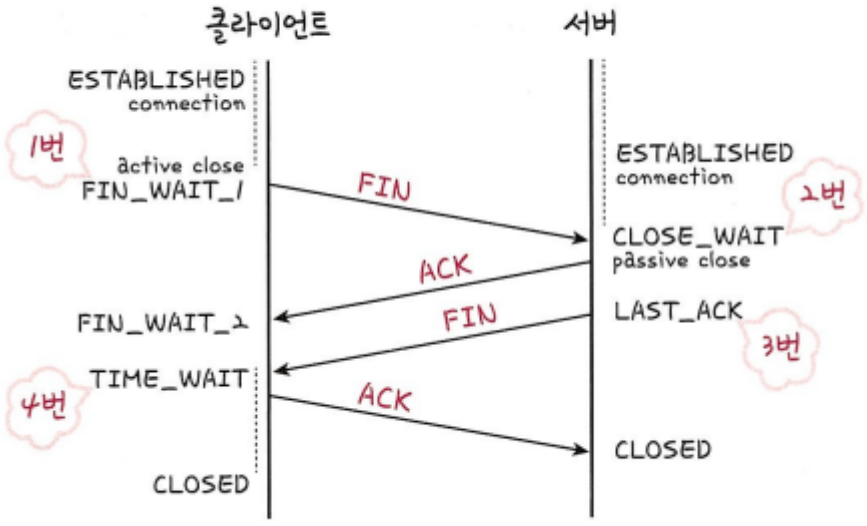
— **ISN**

Initial Sequence Numbers의 약어, 초기 네트워크 연결을 할 때 할당된 32비트 고유 시퀀스 번호이다.

TCP 연결 해제 과정

- TCP가 연결을 해제할 때는 4-웨이 핸드셰이크 과정이 발생한다.

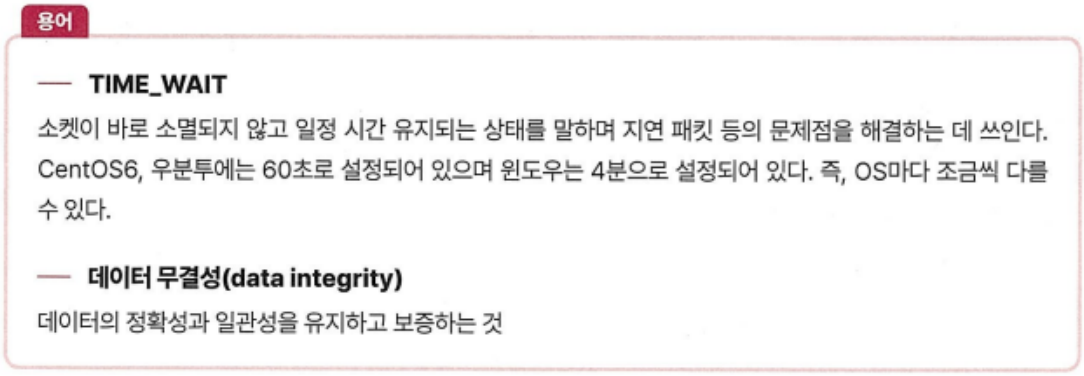
▼ **그림 2-23** TCP 연결 해제 과정



1. 클라이언트가 연결을 닫으려고 할 때 FIN 으로 설정된 세그먼트를 보낸다. 그리고 클라인터는 FIN_WAIT_1상태로 들어가고 서버의 응답을 기다립니다.
2. 서버는 클라이언트로 ACK라는 승인 세그먼트를 보낸다. 그리고 CLOSE_WAIT 상태에 들어간다. 클라이언트가 세그먼트를 받으면 FIN_WAIT_2상태에 들어간다.
3. 서버는 ACK를 보내고 일정 시간 이후에 클라리언트에 FIN이라는 세그먼트를 보낸다.
4. 클라이언트는 TIME_WAIT 상태가 되고 다시 서버로 ACK를 보내서 서버는 CLOSED 상태가 된다. 이후 클라이언트는 어느 정도의 시간을 대기한 후 연결이 닫히고 클라이언

트의 서버의 모든 자원의 연결이 해제된다.

- TIME WAIT을 사용해서 일정 시간 뒤에 연결을 닫는 이유
  - 지연 팩시이 발생할 경우를 대비 - 패킷이 뒤늦게 도달하고 이를 처리하지 못한다면 데이터 무결성 문제가 발생
  - 두 장치가 연결이 닫혔는지 확인하기 위해서 - LAST_ACK상태에서 닫히게 되면 다시 새로운 연결을 하려고 할 때 장치는 줄곧 LAST_ACK로 되어있기 때문에 접속 오류가 나타나게 될것임.



인터넷 계층

- 인터넷 계층은 장치로부터 받은 네트워크 패킷을 IP주소로 지정된 목적지로 전송하기 위해 사용되는 계층
- IP, ARP, ICMP 등이 있으며 패킷을 수신해야 할 상대의 주소를 지정하여 데이터를 전달한다.
- 상대방이 제대로 받았는지에 대해 보장하지 않는 비연결형적인 특징을 가지고 있다.

링크 계층

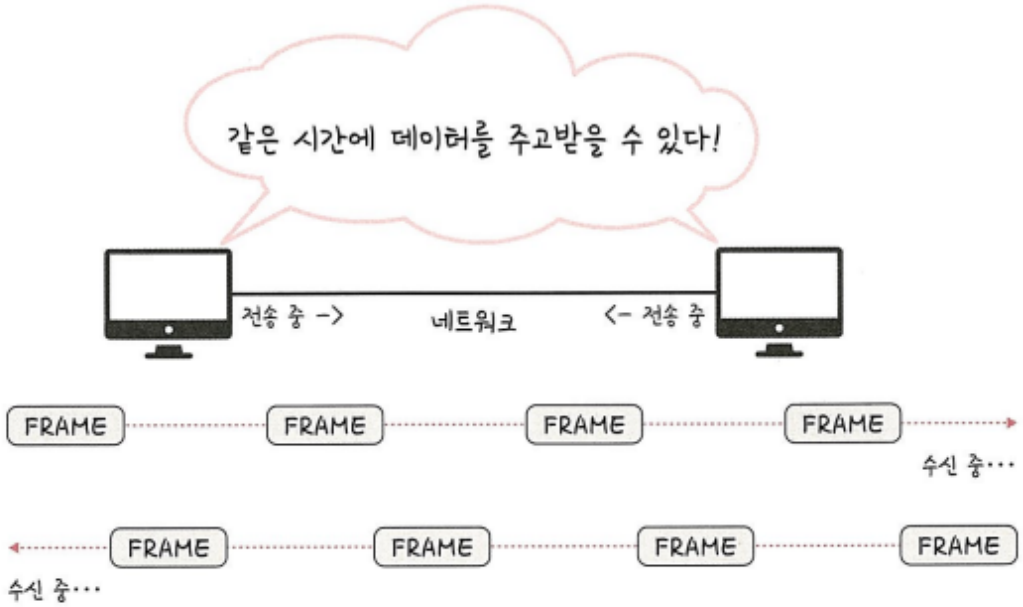
- 링크 계층은 전선, 광섬유, 문선 등으로 실질적으로 데이터를 전달하며 장치 간에 신호를 주고 받는 “규칙” 을 정하는 계층.
- 물리 계층과 데이터 링크 계층으로 나누기도 하는데, 물리 계층은 무선 LAN과 유선 LAN을 통해 0과 1로 이루어진 데이터를 보내는 계층을 말하며, 데이터 링크 계층은 ‘이더넷 프레임’을 통해 에러 확인, 흐름 제어, 접근 제어를 담당하는 계층을 말함

유선 LAN(IEEE802.3)

유선 LAN을 이루는 이더넷은 IEEE802.3이라는 프로토콜을 따르며 전이중화 통신을 쓴다.

- 전이중화 통신
  - 전이중화 통신(FULL duplex)통신은 양쪽 장치가 동시에 송수신할 수 있는 방식을 말한다.
  - 이는 송신로와 수신로로 나눠서 데이터를 주고 받으며 현대의 고속 이더넷은 이 방식을 기반으로 통신하고 있다.

▼ 그림 2-24 전이중화 통신



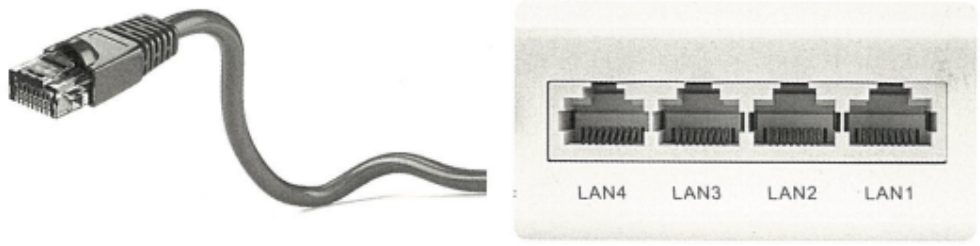
CSMA/CD

- 참고로 이전에는 유선 LAN에 '반이중화 통신' 중 하나인 CSMA/CD방식을 썼다.
- 이 방식은 데이터를 '보낸 이후' 충돌이 발생한다면 일정 시간 이후 재전송하는 방식을 말한다.
- 이는 수신로와 송신로를 각각 둔 것이 아니고 한 경로를 기반으로 데이터를 보내기 때문에 데이터를 보낼 때 충돌에 대해 대비해야 했기 때문이다.

유선 LAN을 이루는 케이블

- 유선 LAN을 이루는 케이블로는 TP 케이블이라고 하는 트위스트 페어 케이블과 광섬유 케이블이 대표적이다.
- 트위스트 페어 케이블
  - ㅈ트위스트 페어 케이블은 하나의 케이블처럼 보이지만 실제로는 여덟개의 구리선을 두개씩 꼬아서 묶은 케이블을 지칭한다.
  - 케이블은 구리선을 실드 처리하지 않고 덮은 UTP 케이블과 실드 처리하고 덮은 STP로 나눠진다.
  - 우리가 많이 볼 수 있는 케이블은 UTP 케이블로 흔히 LAN 케이블이라고 한다.

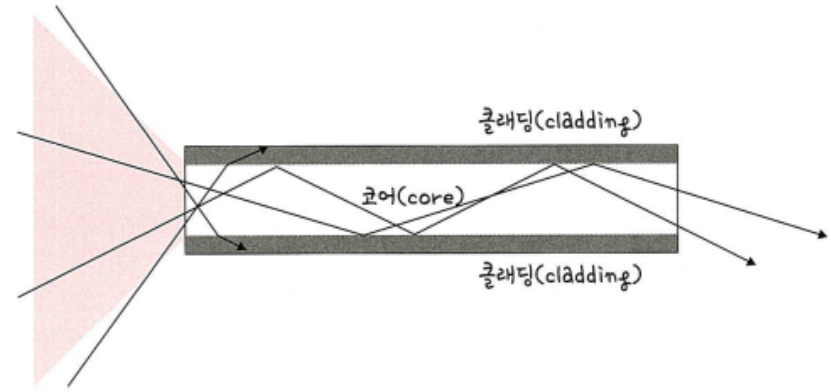
▼ 그림 2-26 LAN 케이블과 RJ-45 커넥터



참고로 이 LAN 케이블을 꽂을 수 있는 커넥터를 RJ-45 커넥터라고 합니다.

- 광섬유 케이블
  - 광섬유 케이블은 광섬유로 만든 케이블
  - 레이저를 이용해서 통신하기 때문에 구리선과는 비교할 수 없을 만큼의 장거리 및 고속 통신이 가능
  - 보통 100Gbps 의 데이터를 전송하며 광섬유 내부와 외부를 다른 밀도를 가지는 유리나 플라스틱 섬유로 제작해서 한번 들어간 빛이 내부에서 계속적으로 반사하며 전지하여 반대편 끝까지 가는 원리를 이용한 것

▼ 그림 2-27 광섬유 케이블



참고로 빛의 굴절률이 높은 부분을 코어(core)라고 하며 낮은 부분을 클래딩(cladding)이라고 합니다.

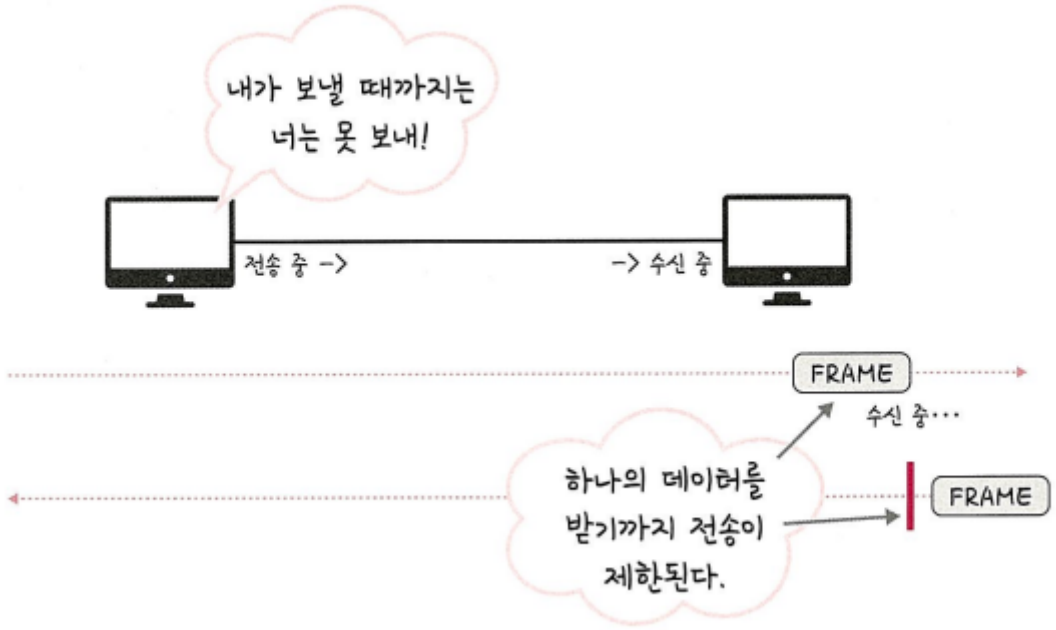
무선 LAN(IEEE802.11)

- 무선 LAN장치는 수신과 송신에 같은 채널을 사용하기 때문에 반이중화 통신을 사용한다.

반이중화 통신

- 반이중화 통신은 양쪽 장치는 서로 통신할 수 있지만, 동시에는 통신할 수 없으며 한번에 한 방향만 통신할 수 있는 방식을 말한다.

▼ 그림 2-28 반이중화 통신 방식



- 일반적으로 장치가 신호를 수신하기 시작하면 응답하기 전에 전송이 완료될 때까지 기다려야 한다.
- 둘 이상의 장치가 동시에 전송하면 충돌이 발생하여 메시지가 손실되거나 왜곡될 수 있기 때문에 충돌 방지 시스템이 필요하다.

- CSMA/CA
  - CSMA/CA는 반이중화 통신 중 하나로 장치에서 데이터를 보내기 전에 캐리어 감지 등으로 사전에 가능한 한 충돌을 방지하는 방식을 사용하며 과정은 다음과 같이 이루어진다.

  1. 데이터를 송신하기 전에 무선 매체를 살핀다.
  2. 캐리어 감지 : 회선이 비어 있는지를 판단.
  3. IFS(Inter Frame Space): 랜덤 값을 기반으로 정해진 시간만큼 기다리며 ,만약 무선 매체가 사용 중이면 점차 그 간격을 늘려가며 기다림
  4. 이후에 데이터를 송신

무선 LAN을 이루는 주파수

- 무선 LAN(WLAN)은 무선 신호 전달 방식을 이용하여 2대 이상의 장치를 연결하는 기술
- 비유도 매체인 공기에 주파수를 쏘아 무선 통신망을 구축하는데, 주파수 대역은 2.4GHz 대역 또는 5GHz 대역 중 하나를 써서 구축
- 2.4는 장애물에 강한 특성을 가지고 있지만 전자레인지, 무선 등 전파 간섭이 일어나는 경우가 많고 5 대역은 사용할 수 있는 채널 수 도 많고 동시에 사용할 수 있기 때문에 상대적으로 깨끗한 전파 환경을 구축할 수 있다.

와이파이

- 와이파이 전자기기들이 무선 LAN 신호에 연결할 수 있게 하는 기술로, 이를 사용 하려면 무선 접촉 장치(AP)가 있어야 한다.
- 흔히 이를 공유기라고 하며, 이를 통해 유선 LAN에 흐르는 신호를 무선 LAN 신호로 바꿔주어 신호가 닿는 범위 내에서 무선 인터넷을 사용할 수 있게 된다.
- 참고로 무선 LAN을 이용한 기술로는 와이파이만 있는 것이 아니고 지그비, 블루투스 등이 있다.

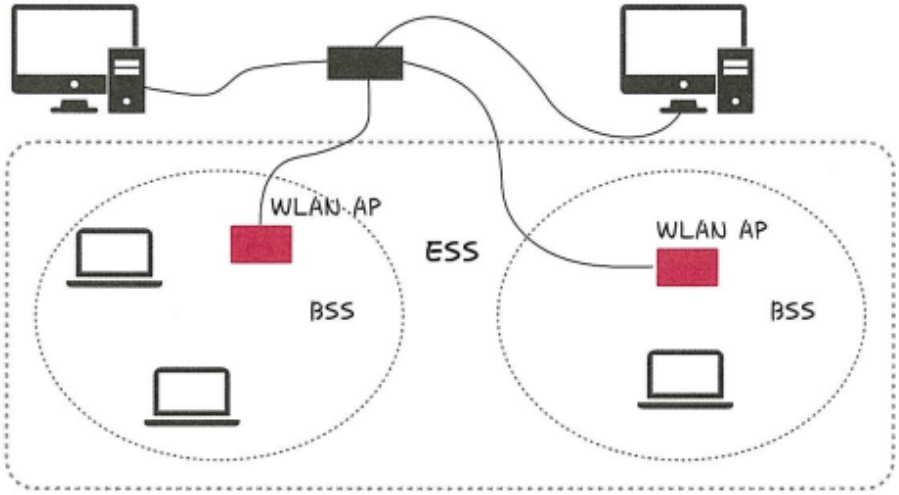
BSS

- BSS(Basic Service Set)은 기본 서비스 집합을 의미하며, 단순 공유기를 통해 네트워크에 접속 하는 것이 아닌 동일 BSS내에 있는 AP들과 장치들이 서로 통신이 가능한 구조를 말한다.
- 근거리 무선 통신을 제공하고, 하나의 AP만을 기반으로 구축이 되어 있어 사용자가 한 곳에서 다른 곳으로 자유롭게 이동하며 네트워크에 접속 하는 것은 불가능하다

ESS

- ESS는 하나 이상의 연결된 BSS 그룹이다.
- 장거리 무선 통신을 제공하며 BSS 보다 더 많은 가용성과 이동성을 지원
- 사용자는 한 장소에서 다른 장소로 이동하며 중단 없이 네트워크를 계속 연결할 수 있다.
- BSS와 ESS를 설명한 그림

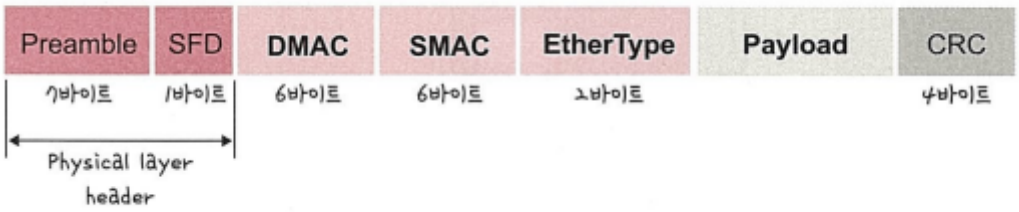
▼ 그림 2-29 BSS와 ESS



이더넷 프레임

- 참고로 데이터 링크 계층은 이더넷 프레임을 통해 전달받은 데이터의 에러를 검출하고 캡슐화하며 다음과 같은 구조를 가진다.

▼ 그림 2-30 이더넷 프레임

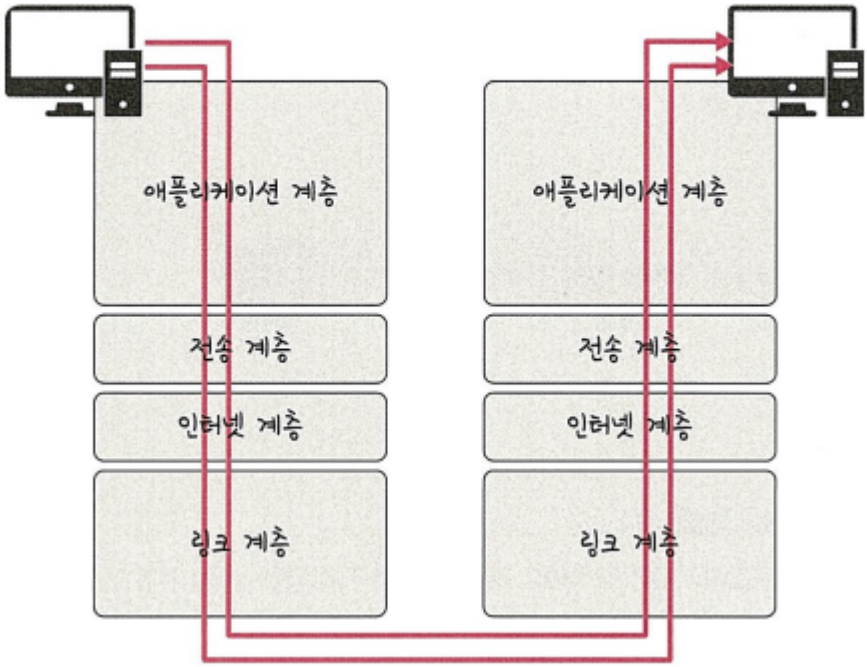


- Preamble : 이더넷 프레임이 시작임을 알린다.
- SFD : 다음바이트부터 MAC 주소 필드가 시작됨을 알린다.
- DMAC, SMAC : 수신 ,송신 MAC 주소를 말한다.
- EtherType : 데이터 계층 위의 계층인 ip 프로토콜을 정의한다. ex) IPv4 IPv6
- Payload : 전달받은 데이터
- CRC : 에러 확인 바이트

계층간 데이터 송수신 과정

- HTTP를 통해 웹 서버에 있는 데이터를 요청한다면 ?

▼ 그림 2-31 계층 간 데이터 송수신 과정

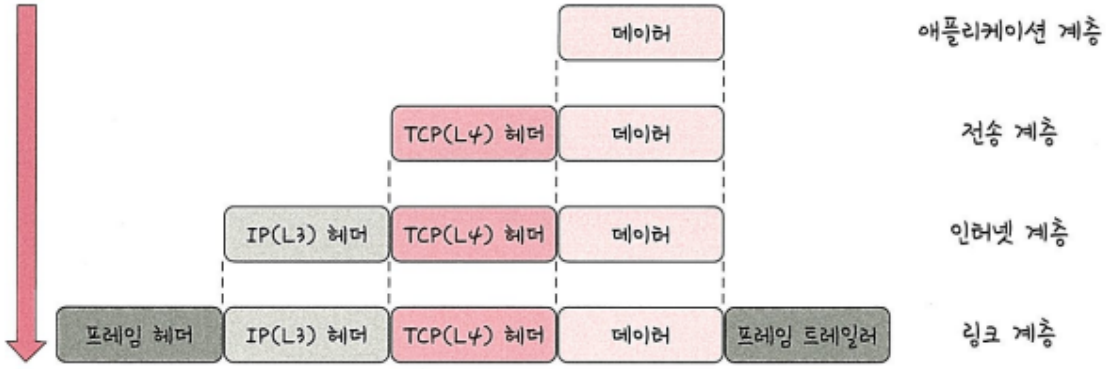


- 애플리케이션 계층에서 전송 계층으로 보내는 요청(request)값들이 캡슐화 과정을 거쳐 전달되고, 다시 계층을 통해 해당 서버와 통신을 하고, 해당 서버의 링크 계층으로부터 애플리케이션까지 비캡슐화 과정을 거쳐 데이터가 전송된다.

캡슐화 과정

- 캡슐화 과정은 상위 계층의 헤더와 데이터를 하위 계층의 데이터 부분에 포함시키고 해당 계층의 헤더를 삽입하는 과정을 말한다.

▼ 그림 2-32 캡슐화 과정

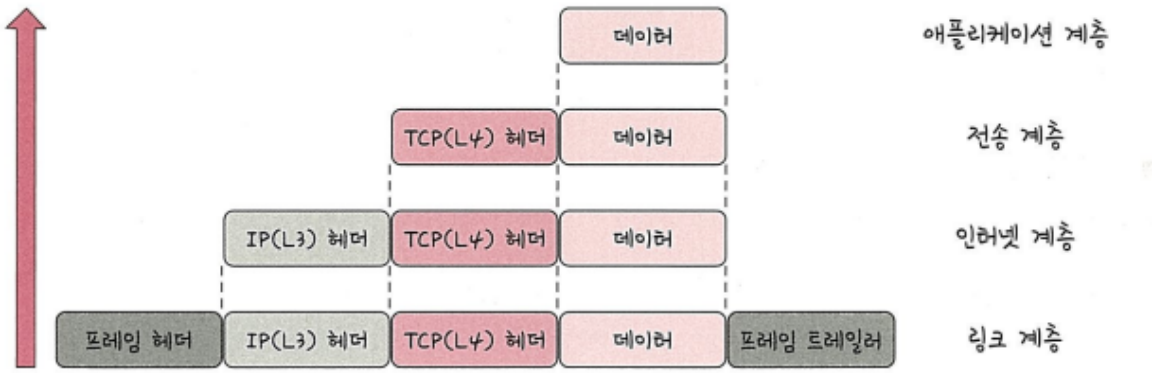


- 애플리케이션 계층의 데이터가 전송 계층으로 전달되면서 '세그먼트' 또는 '데이터그램'화 되며 TCP(L4) 헤더가 붙여지게 된다.
- 이후 인터넷 계층으로 가면서 IP(L3) 헤더가 붙여지게 되며 "패킷" 화가 되고, 이후 링크 계층으로 전달되면서 프레임 헤더와 프레임 트레일러가 붙어 "프레임" 화가 된다.

비캡슐화 과정

- 비캡슐화 과정은 하위 계층에서 상위 계층으로 가며 걱 계층의 헤더 부분을 제거하는 과정을 말한다.

▼ 그림 2-33 비캡슐화 과정



- 캡슐화된 데이터를 받게 되면 링크 계층에서부터 타고 올라오면서 프레임화된 데이터는 다시 패킷화를 거쳐 세그먼트, 데이터그램화를 거쳐 메시지화가 되는 비캡슐화 과정이 일어난다.
- 그 이후 최종적으로 사용자에게 애플리케이션의 PDU인 메시지로 전달 된다.

2.2.2 PDU

- 네트워크의 어떠한 계층에서 계층으로 데이터가 전달될 때 한덩어리의 단위를 PDU라고 한다.
- PDU는 제어 관련 정보들이 포함된 헤더, 데이터를 의미하는 페이로들 구성되어 있으며 계층마다 부르는 명칭이 다르다.
- 애플리케이션 계층 : 메시지
- 전송계층 : 세그먼트(TCP), 데이터그램(UDP)
- 인터넷 계층 : 패킷

- 링크 계층 : 프레임(데이터 링크 계층), 비트(물리 계층)
- 예를들어 애플렉이션 계층은 메시지를 기반으로 데이터를 전달하는데, HTTP의 헤더가 문자열인 것을 예로 들 수 있다.