

# TCP/IP 4계층 모델

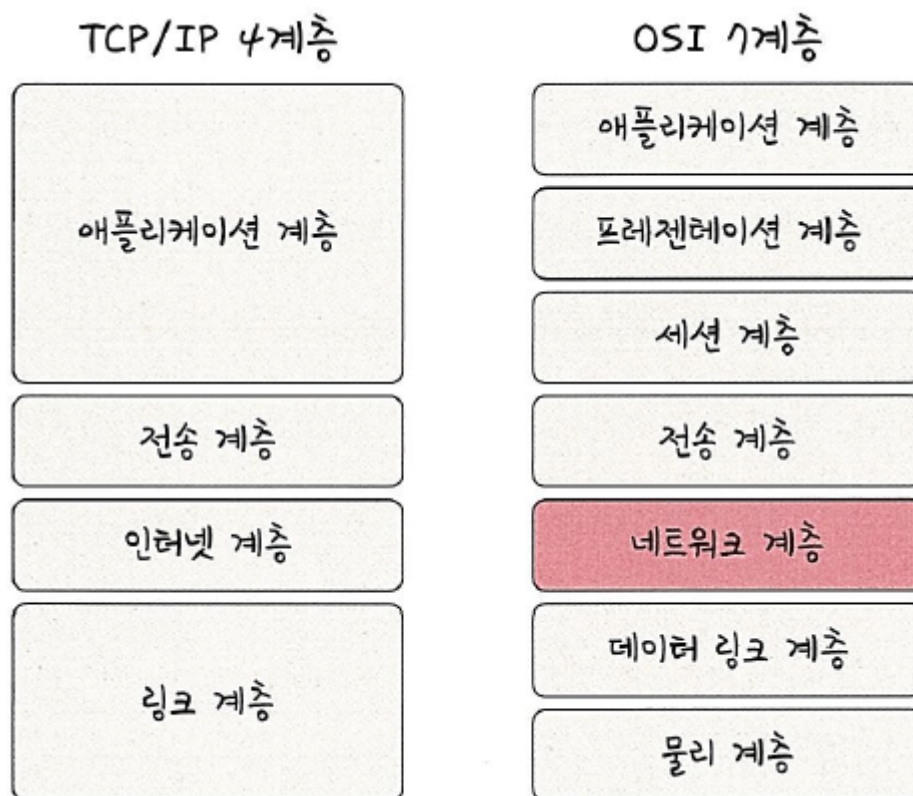
## TCP/IP 4계층 모델

### | 인터넷 프로토콜 스위트 (internet protocol suite)

인터넷에서 컴퓨터들이 서로 정보를 주고 받는 데 쓰이는 프로토콜의 집합

### 계층 구조

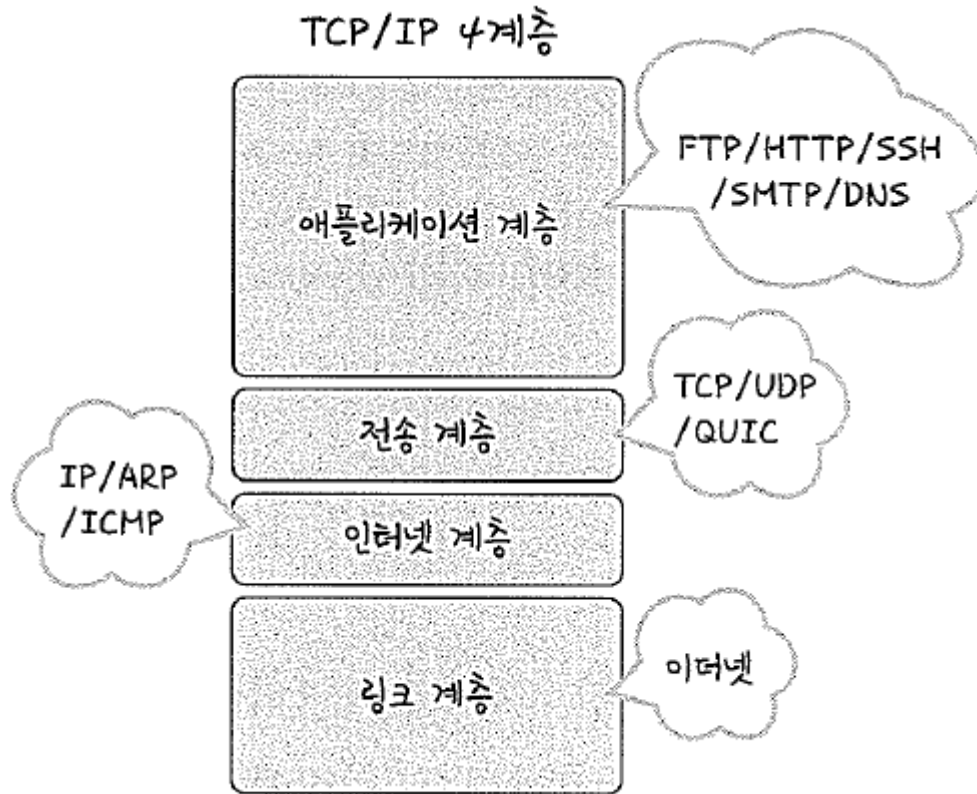
4개의 계층을 가지고 있으며, OSI 7계층과 많이 비교함



계층들은 특정 계층이 변경되었을 때 다른 계층이 영향을 받지 않도록 설계되었음

OSI 7계층과 TCP/IP 4계층 차이

- OSI 는 애플리케이션 계층을 세개로 쪼갬
- 링크 계층을 OSI 에서는 데이터 링크, 물리 계층으로 나눠서 표현
- 인터넷 계층을 OSI 에서는 네트워크 계층으로 표현



## 애플리케이션 계층

FTP, HTTP, SSH, SMTP, DNS 등 응용 프로그램이 사용되는 프로토콜 계층  
 웹 서비스, 이메일 등 서비스를 실질적으로 사람들에게 제공하는 계층

- FTP  
장치와 장치 간의 파일을 전송하는데 사용되는 표준 통신 프로토콜
- SSH  
보안되지 않은 네트워크에서 네트워크 서비스를 안전하게 운영하기 위한 암호화 네트워크 프로토콜
- HTTP

World Wide Web(WWW) 을 위한 데이터 통신의 기초이자 웹 사이트를 이용하는데 쓰는 프로토콜

- SMTP

전자 메일 전송을 위한 인터넷 표준 통신 프로토콜

- DNS

도메인 이름과 IP 주소를 매핑해주는 서버

## | 전송 계층

송신자와 수신자를 연결하는 통신 서비스를 제공함

연결 지향 데이터 스트림 지원, 신뢰성, 흐름 제어를 제공함

애플리케이션과 인터넷 계층 사이의 데이터가 전달될 때의 중계 역할을 함

TCP, UDP 등이 있음

- TCP

패킷 사이의 순서를 보장함

연결지향 프로토콜을 사용해서 연결을 하여 신뢰성을 구축해서 수신 여부를 확인함

가상회선 패킷 교환 방식을 사용함

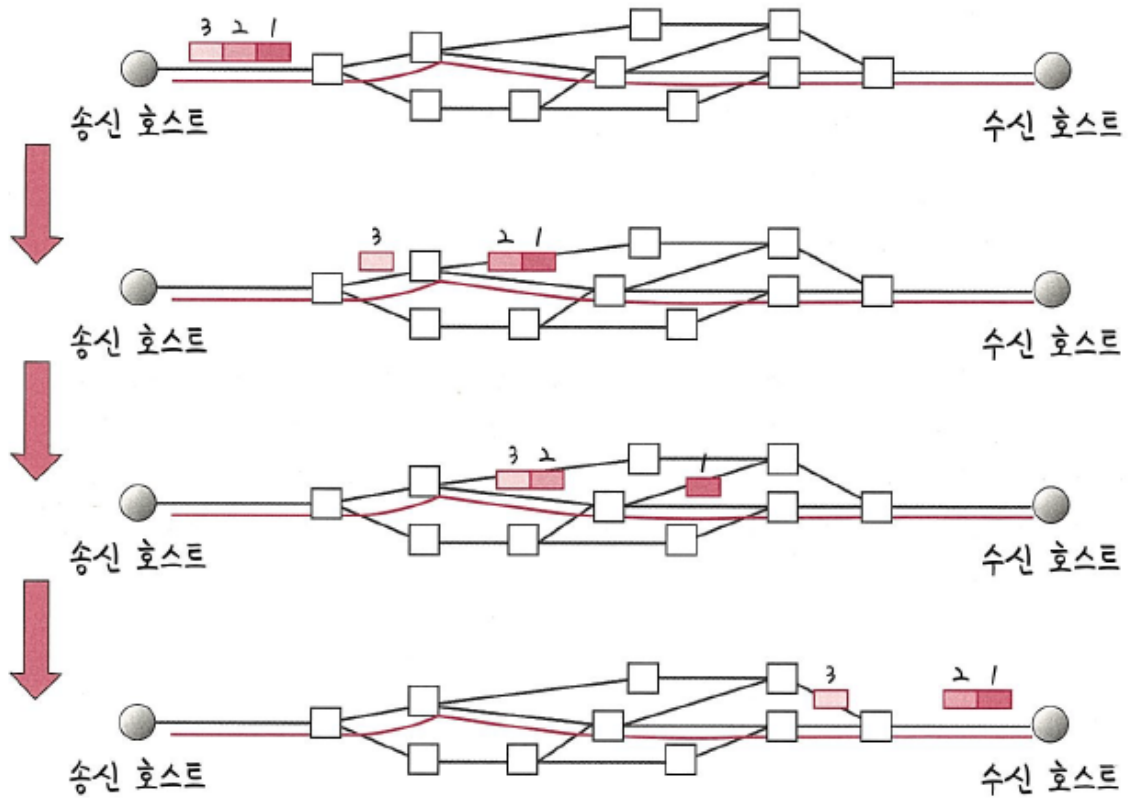
- UDP

순서를 보장하지 않음

수신여부를 확인하지 않음

단순히 데이터만 전달하는 데이터그램 패킷 교환 방식을 사용함

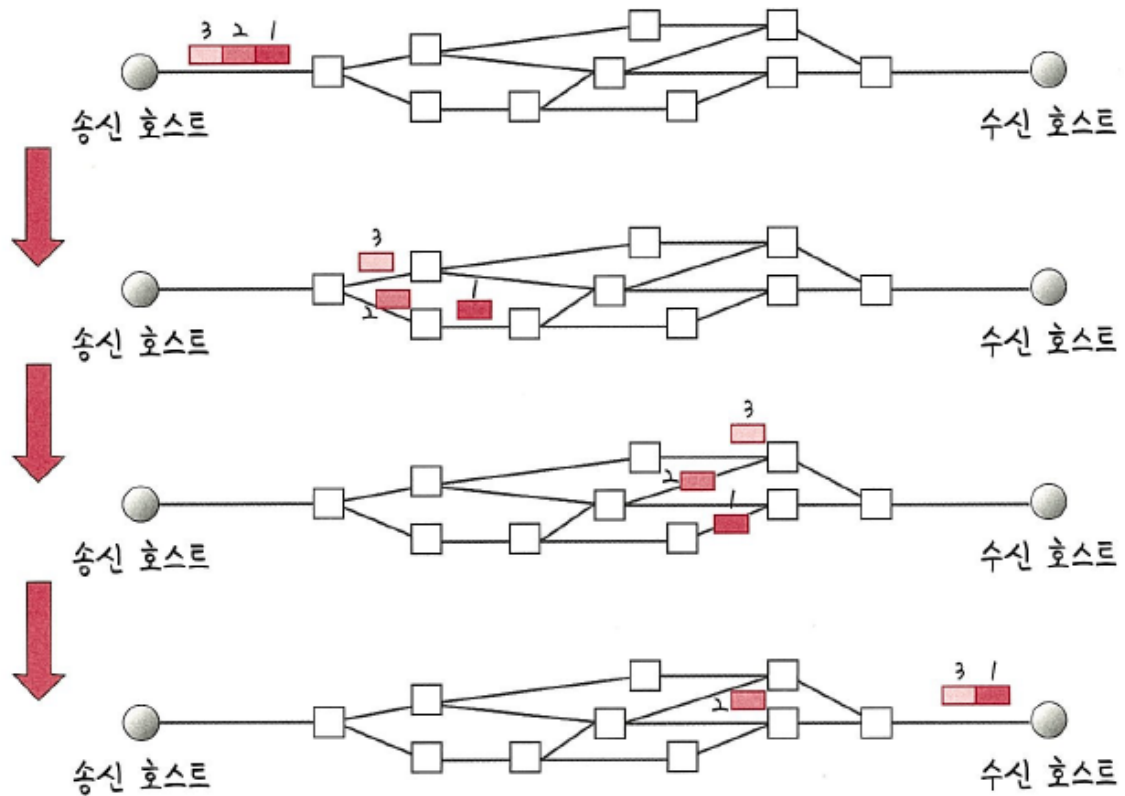
## | 가상회선 패킷 교환 방식



각 패킷에는 가상회선 식별자가 포함됨

모든 패킷을 전송하면 가상회선이 해제되고 패킷들은 전송된 순서대로 도착하는 방식

## 데이터그램 패킷 교환 방식

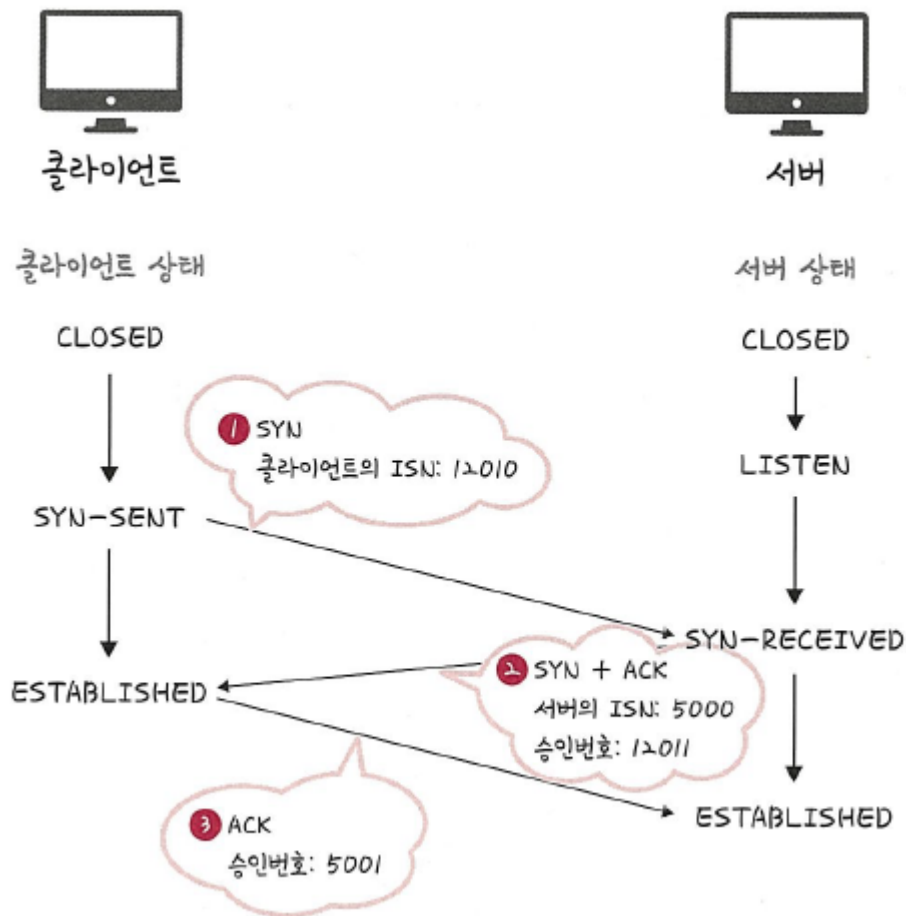


패킷이 독립적으로 이동하며 최적의 경로를 선택하여 이동함

하나의 메시지에서 분할된 여러 패킷은 서로 다른 경로로 전송될 수 있으며 도착한 순서가 다를 수 있는 방식

## | TCP 연결 성립 과정

TCP 는 신뢰성 확보 시 3-way handshake 라는 작업을 진행함



위 그림과 같이 클라이언트와 서버가 통신할 때 아래와 같은 세 단계 과정을 거침

### 1. SYN(Synchronization) 단계

클라이언트는 서버에 클라이언트의 ISN 을 담아 SYN 을 보냄

- ISN(Initial Sequence Number)

처음에 클라이언트가 서버로 보내는 SYN

새로운 TCP 연결의 첫번째 패킷에 할당된 임의의 시퀀스 번호

장치마다 다를 수 있음

### 2. SYN + ACK(Acknowledgement) 단계

서버는 클라이언트의 SYN 을 수신하고 서버의 ISN 을 보냄

승인번호로 클라이언트의 ISN + 1 을 보냄

### 3. ACK 단계

클라이언트는 서버의 ISN + 1 값인 승인번호를 담아 ACK 를 서버에 보냄

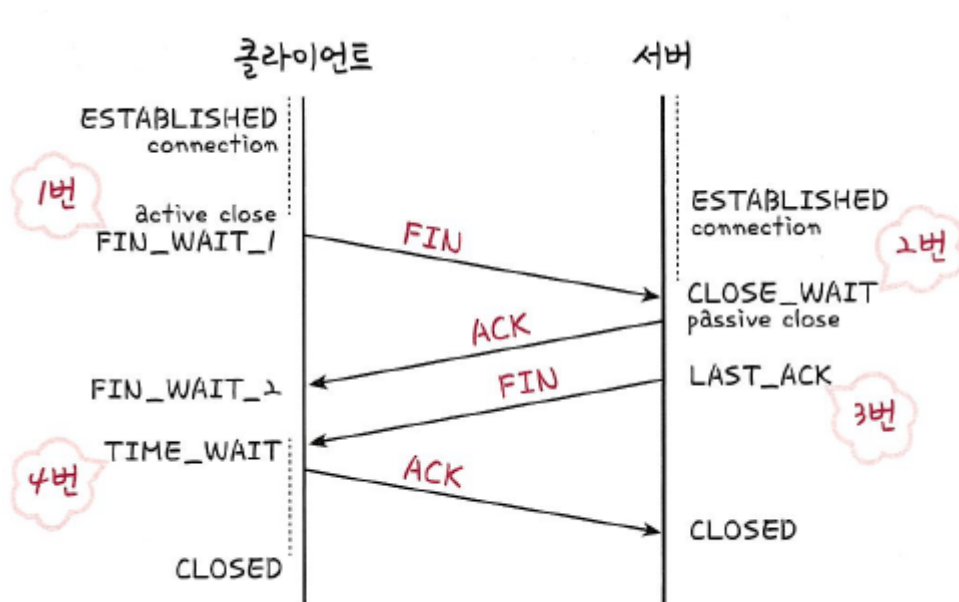
3-way handshake 과정 이후 신뢰성이 구축되고 데이터 전송을 시작함

TCP 는 위 과정이 **있기** 때문에 신뢰성 있는 계층이라고함

UDP 는 위 과정이 **없기** 때문에 신뢰성 없는 계층이라고함

## TCP 연결 해제 과정

연결 해제 시에는 4-way handshake 과정이 발생함



1. 클라이언트가 연결을 닫으려고 할 때 FIN 으로 설정된 세그먼트를 보냄  
클라이언트는 FIN\_WAIT\_1 상태로 들어가고 서버의 응답을 기다림
2. 서버는 클라이언트로 ACK 라는 승인 세그먼트를 보내고 CLOSE\_WAIT 상태에 들어감  
클라이언트가 세그먼트를 받으면 FIN\_WAIT\_2 상태에 들어감
3. 서버는 ACK를 보내고 일정 시간 이후에 클라이언트에 FIN 이라는 세그먼트를 보냄
4. 클라이언트는 TIME\_WAIT 상태가 되고 다시 서버로 ACK를 보내서 서버는 CLOSED 상태가 됨

이후 클라이언트는 어느 정도의 시간을 대기한 후 연결이 닫히고 클라이언트와 서버의 모든 자원의 연결이 해제됨

## TIME\_WAIT

소켓이 바로 소멸되지 않고 일정시간 유지되는 상태

지연 패킷 등의 문제점 해결에 쓰이며, OS 마다 조금씩 다를 수 있음

## TIME\_WAIT 의 이유

1. 지연 패킷이 발생할 경우를 대비하기 위함

패킷이 뒤늦게 도착하고 이를 처리하지 못할 경우 데이터 무결성 문제가 발생함

2. 두 장치가 연결이 닫혔는지 확인하기 위함

LAST\_ACK 상태에서 닫히게 되면 다시 새로운 연결을 하려고 할 때 장치는

LAST\_ACK 로 되어 있기 때문에 접속 오류가 발생함

## 인터넷 계층

장치로부터 받은 네트워크 패킷을 IP 주소로 지정된 목적지로 **전송**하기 위해 사용되는 계층  
IP, ARP, ICMP 등이 있으며 패킷을 수신해야 할 상대의 주소를 지정하여 데이터를 전달함  
상대방이 제대로 받았는지에 대해 보장하지 않는 비연결형적인 특징을 가짐

## 링크 계층

전선, 광섬유, 무선 등으로 실질적으로 데이터를 전달함

장치 간에 신호를 주고받는 **규칙** 을 정하는 계층

네트워크 접근 계층 이라고도 함

물리 계층과 데이터 링크 계층으로 나누기도 함

- 물리 계층 : 무선 LAN 과 유선 LAN 을 통해 0 과 1 로 이루어진 데이터를 보내는 계층

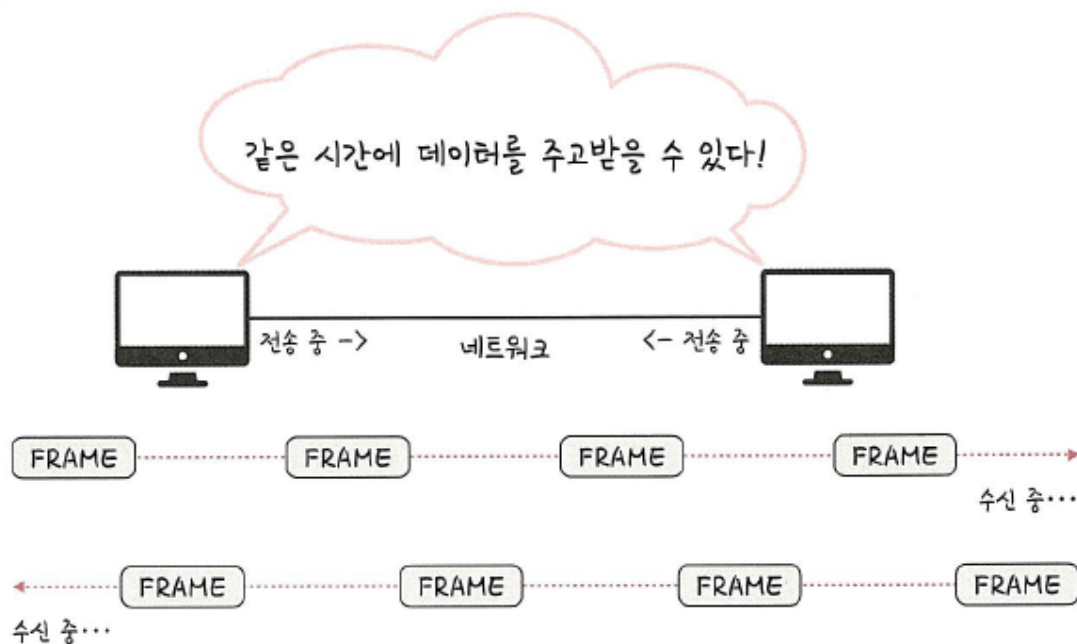


- 데이터 링크 계층 : 이더넷 프레임을 통해 에러 확인, 흐름 제어, 접근 제어를 담당하는 계층

## 유선 LAN (IEEE802.3)

유선 LAN 을 이루는 이더넷은 IEEE802.3 이라는 프로토콜을 따르며 전이중화 통신을 사용함

### 전이중화(Full Duplex) 통신



양쪽 장치가 동시에 송수신할 수 있는 방식을 말함

송신로와 수신로로 나뉘서 데이터를 주고 받으며, 현대의 고속 이더넷은 이 방식을 기반으로 통신하고 있음

### CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)

이전에는 유선 LAN에 반이중화 통신 중 하나인 CSMA/CD 방식을 사용함

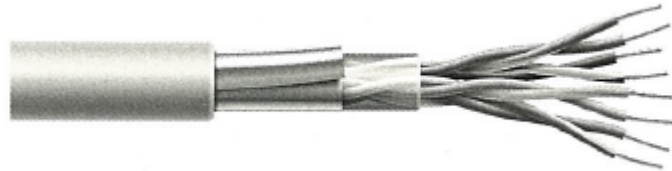
데이터를 보낸 이후 충돌이 발생한다면 일정 시간 이후 재전송하는 방식을 말함

수신로와 송신로를 각각 두지 않고 한 경로를 기반으로 데이터를 보내기 때문에 데이터를 보낼 때 충돌에 대해 대비해야 했기 때문

## | 유선 LAN 을 이루는 케이블

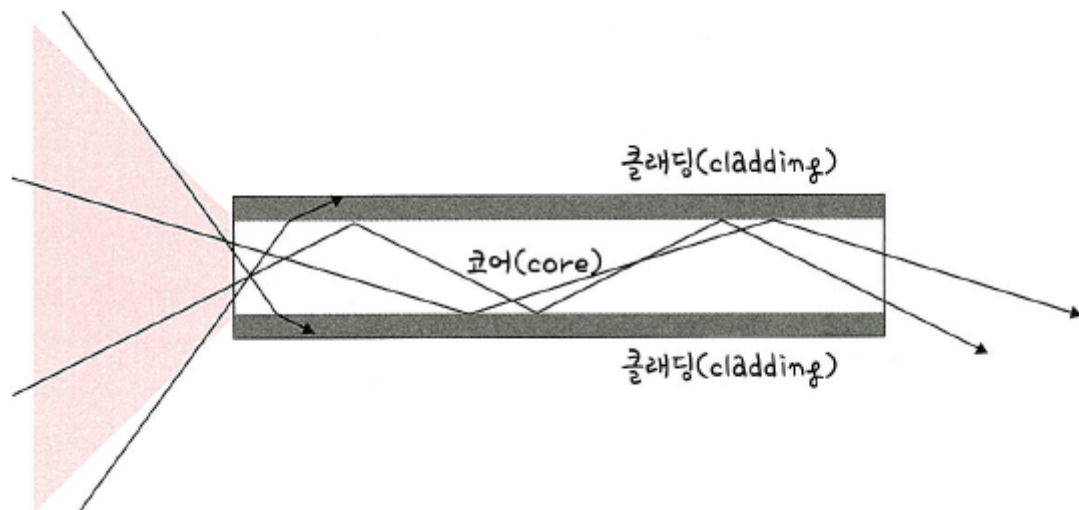
TP 케이블이라고 하는 트위스트 페어 케이블과 광섬유 케이블이 대표적임

### 트위스트 페어 케이블 (twisted pair cable)



하나의 케이블처럼 보이지만 실제로는 여덟개의 구리선을 두개씩 꼬아서 묶은 케이블

### 광섬유 케이블



광섬유로 만든 케이블

레이저를 이용해서 통신하므로 구리선보다 훨씬 장거리 및 고속 통신이 가능함

보통 100Gbps 의 데이터를 전송

광섬유 내부와 외부의 밀도를 가지는 유리나 플라스틱 섬유로 제작해서 한번 들어간 빛이 내부에서 계속적으로 반사하며 전진하여 반대편 끝까지 가는 원리를 이용한 것

빛의 굴절률이 높은 부분은 코어라고하며, 낮은 부분은 클래딩이라고 함

## | 무선 LAN(IEEE802.11)

### 무선 LAN(WLAN, Wireless Local Area Network)

무선 신호 전달 방식을 이용하여 2대 이상의 장치를 연결하는 기술

무선 LAN 장치는 수신과 송신에 같은 채널을 사용하기 때문에 반이중화 통신을 사용함

### 반이중화 통신 (half duplex)

양쪽 장치는 서로 통신할 수 있으나, 동시에는 통신할 수 없으며 단방향 통신만 가능한 방식

일반적으로 장치가 신호를 수신하기 시작하면 응답하기 전에 전송이 완료될 때까지 기다려야함

둘 이상의 장치가 동시에 전송하면 충돌이 발생하여 메시지가 손실되거나 왜곡될 수 있음

→ 충돌 방지 시스템이 필요함

### CSMA/CA

장치에서 데이터를 보내기 전에 캐리어 감지등으로 사전에 가능한 한 충돌을 방지하는 방식 사용

과정은 아래와 같이 이루어짐

1. 데이터 송신 전에 무선 매체를 살핌
2. 캐리어 감지 : 회선이 비어있는지를 판단함
3. IFS(Inter FrameSpace)  
랜덤 값을 기반으로 정해진 시간만큼 기다림  
만약 무선매체가 사용 중이면 점차 그 간격을 늘려가며 기다림
4. 이후에 데이터를 송신함

전이중화 통신은 양방향 통신이 가능하므로 충돌 가능성이 없음

→ 충돌을 감지하거나 방지하는 매커니즘이 불필요함

## | 무선 LAN을 이루는 주파수

비유도 매체인 공기에 주파수를 쏘아 무선 통신망을 구축함

주파수 대역은 2.4GHz 대역 또는 5GHz 대역 중 하나를 써서 구축함

- 2.4GHz

장애물에 강한 특성을 가짐

전파 간섭이 일어나는 경우가 많음(전자레인지, 무선 등)

- 5GHz

사용 가능한 채널 수도 많고 동시에 사용할 수 있음

→ 상대적으로 깨끗한 전파 환경 구축 가능

⇒ 일반적으로 5GHz 대역을 사용하는 것이 좋음

### 와이파이 (wifi)

전자기기들이 무선 LAN 신호에 연결할 수 있게 하는 기술

이를 사용하려면 무선 접속 장치(AP, Access Point) 가 필요. 흔히 공유기 라고함

유선 LAN 에 흐르는 신호를 무선 LAN 신호로 바꿔 신호가 닿는 범위 내에서 무선 인터넷을 사용할 수 있게됨

이 외에 무선 LAN 활용 기술로는 지그비, 블루투스 등이 있음

### BSS(Basic Service Set)

기본 서비스 집합

단순 공유기를 통해 네트워크에 접속하는 것이 아닌 동일 BSS 내에 있는 AP 들과 장치들이 서로 통신이 가능한 구조

근거리 무선 통신을 제공

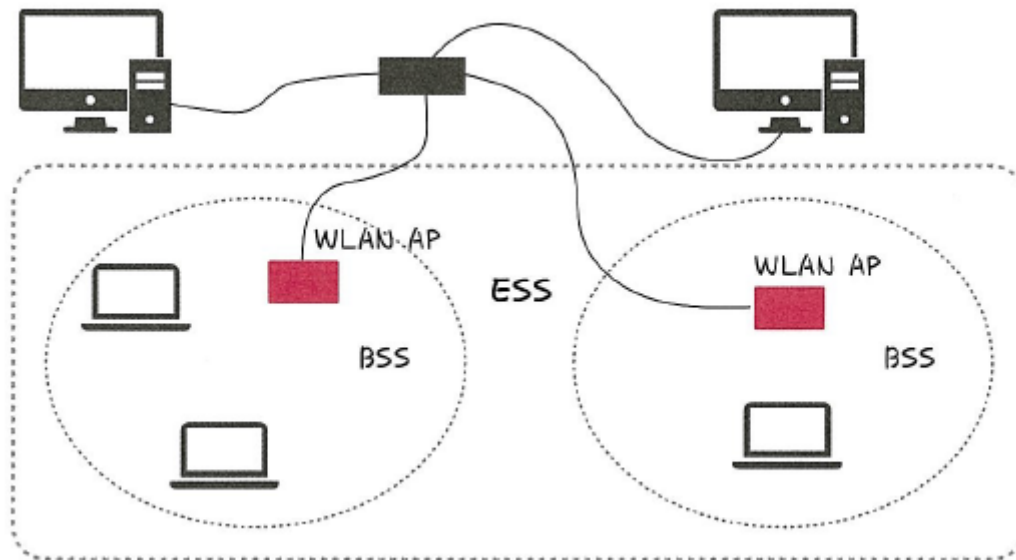
하나의 AP 만을 기반으로 구축이 되어 있어 사용자가 한곳에서 다른곳으로 자유롭게 이동하며 네트워크에 접속하는 것은 불가능

### ESS (Extended Service Set)

하나 이상의 연결된 BSS 그룹

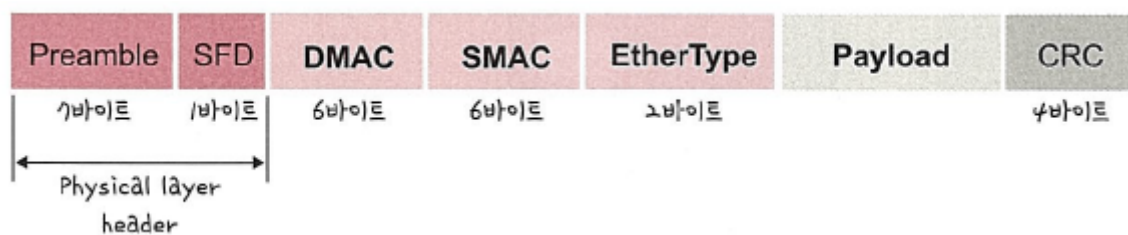
장거리 무선 통신을 제공하며 BSS 보다 많은 가용성과 이동성을 지원함

사용자는 한 장소에서 다른 장소로 이동하며 중단 없이 네트워크에 계속 연결할 수 있음



## 이더넷 프레임

데이터 링크 계층 : 이더넷 프레임을 통해 전달받은 데이터의 에러를 검출하고 캡슐화함  
아래와 같은 구조를 가짐

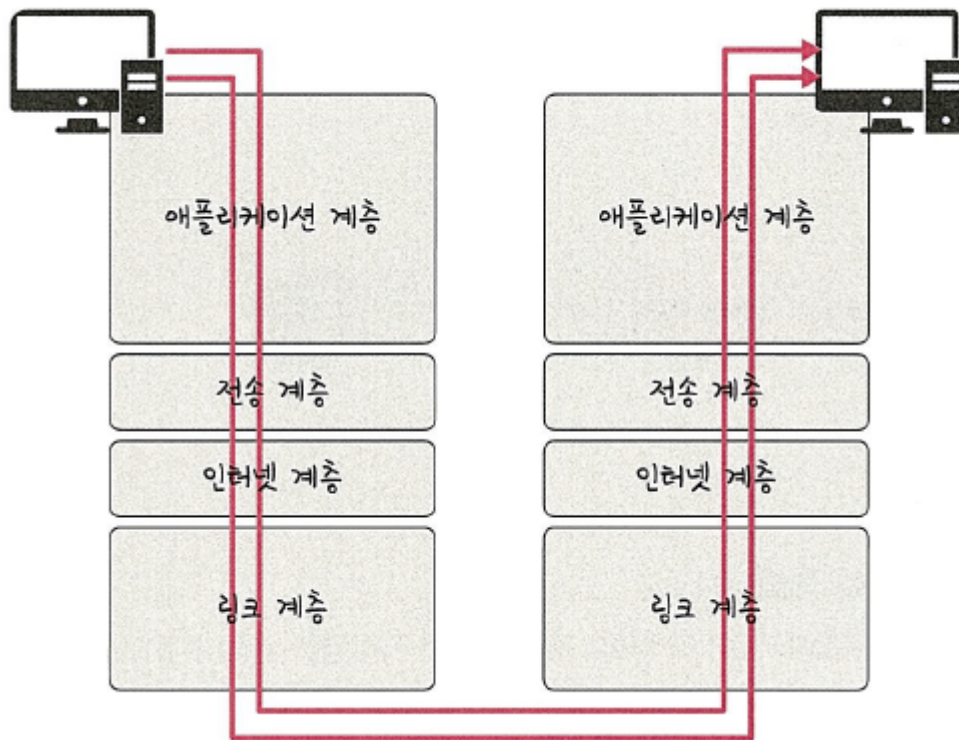


- Preamble : 이더넷 프레임이 시작임을 알림
- SFD (Start Frame Delimiter) : 다음 바이트부터 MC 주소 필드가 시작됨을 알림
- DMAC, SMAC : 수신, 송신 MAC 주소
- EtherType : 데이터 계층 위의 계층인 IP 프로토콜을 정의함 (ex. IPv4, IPv6)
- Payload : 전달받은 데이터
- CRC : 에러 확인 비트

- MAC 주소

컴퓨터나 노트북 등 각 장치에 있는 네트워크에 연결하기 위한 장치 (LAN 카드)를 구별하기 위한 식별번호. 6바이트로 구성됨

## | 계층 간 데이터 송수신 과정



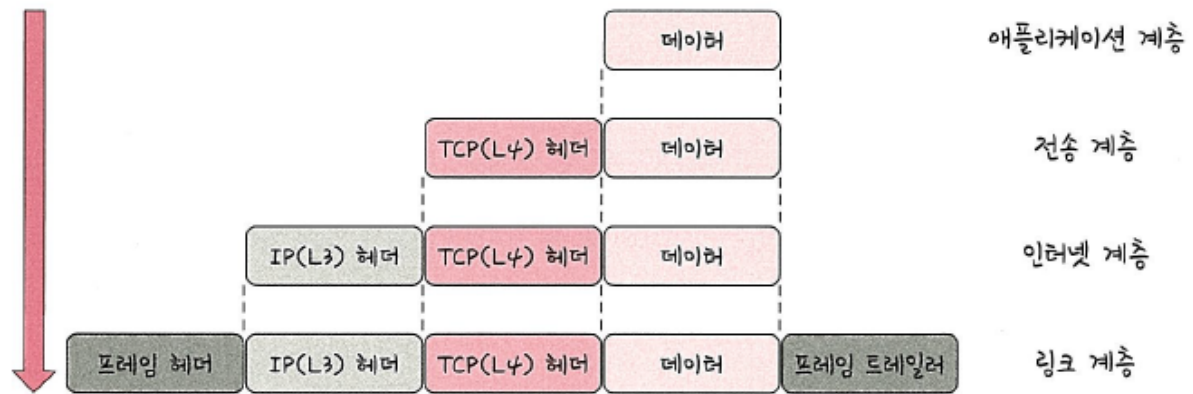
애플리케이션 계층에서 전송 계층으로 보내는 요청(request) 값들이 캡슐화 과정을 거쳐 전달됨

다시 링크계층을 통해 해당 서버와 통신을 함

해당 서버의 링크 계층으로부터 애플리케이션까지 비캡슐화 과정을 거쳐 데이터가 전송됨

### 캡슐화 과정

상위 계층의 헤더와 데이터를 하위 계층의 데이터 부분에 포함시키고 해당 계층의 헤더를 삽입하는 과정



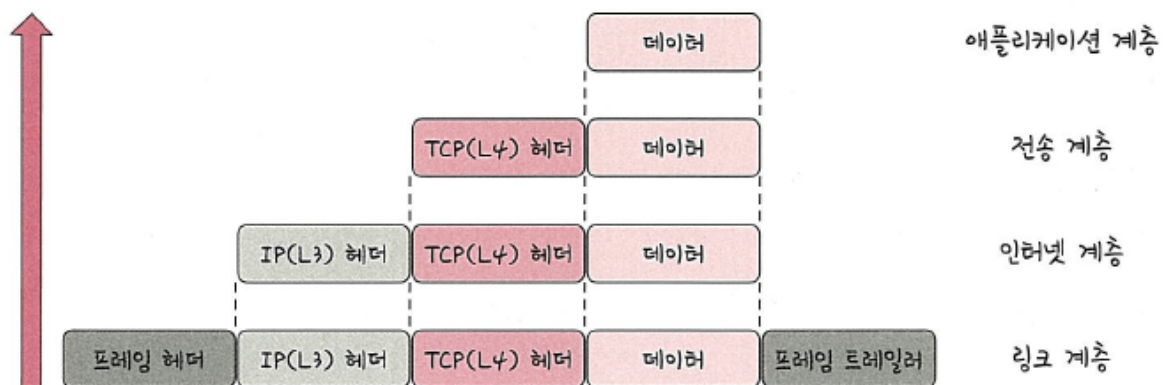
애플리케이션 계층의 데이터가 전송 계층으로 전달되면서 세그먼트 또는 데이터그램화 되며 TCP(L4) 헤더가 붙여지게 됨

인터넷 계층으로 가면서 IP(L3) 헤더가 붙여지게 되며 패킷화가 됨

링크 계층으로 전달되면서 프레임 헤더와 프레임 트레일러가 붙어 프레임화가 됨

## 비캡슐화 과정

하위 계층에서 상위 계층으로 가며 각 계층의 헤더부분을 제거하는 과정



캡슐화된 데이터를 받게되면 링크계층에서부터 타고 올라오면서 프레임화된 데이터는 다시 패킷화를 거쳐 세그먼트, 데이터그램화를 거쳐 메시지화가 됨

이후 최종적으로 사용자에게 애플리케이션의 PDU 인 메시지로 전달됨

## PDU (Protocol Data Unit)

네트워크의 어떠한 계층에서 계층으로 데이터가 전달될 때 한 덩어리의 단위

구성

- 헤더 : 제어 관련 정보들이 포함됨
- 페이로드 : 데이터

계층마다 부르는 명칭이 다름

- 애플리케이션 계층 : 메시지
- 전송 계층 : 세그먼트(TCP), 데이터그램(UDP)
- 인터넷 계층 : 패킷
- 링크 계층 : 프레임(데이터 링크 계층), 비트(물리 계층)

PDU 중 아래 계층인 비트로 송수신하는 것이 모든 PDU 중 가장 빠르고 효율성이 높음

헤더에 authorization 값 등 다른 값들을 넣는 확장이 쉽기 위해서 애플리케이션 계층에서는 문자열을 기반으로 송수신함