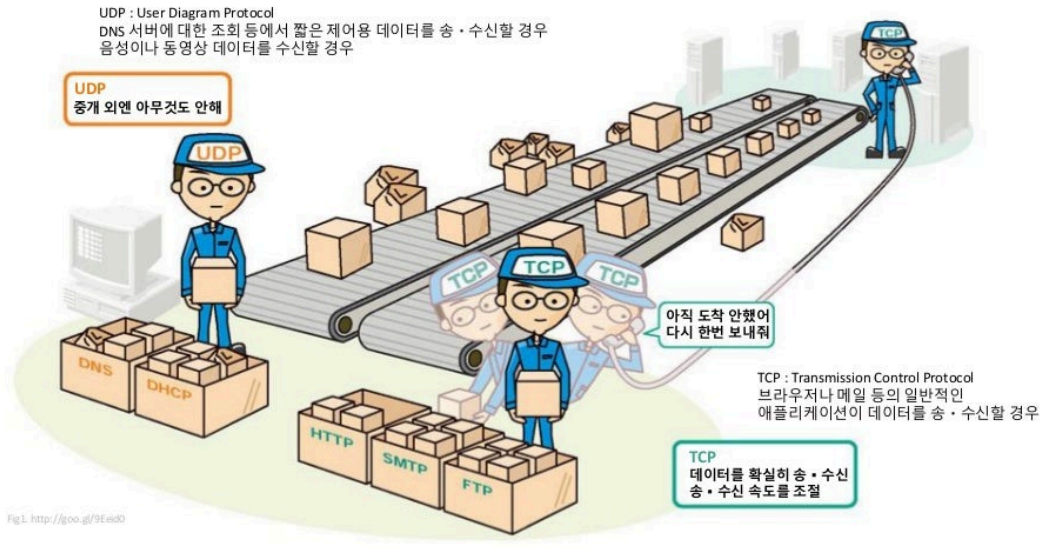
1. 전송계층

TCP 와 UDP 는 TCP/IP 의 전송계층에서 사용되는 프로토콜이다. **전송계층은 IP 에 의해 전달되는 패킷의 오류를 검사하고 재전송 요구 등의 제어를 담당**하는 계층이다.

2. TCP vs UDP

TCP 는 Transmission Control Protocol 의 약자이고, UDP 는 User Datagram Protocol 의 약자이다. 두 프로토콜은 모두 패킷을 한 컴퓨터에서 다른 컴퓨터로 전달해주는 IP 프로토콜을 기반으로 구현되어 있지만, 서로 다른 특징을 가지고 있다.

신뢰성이 요구되는 애플리케이션에서는 TCP 를 사용하고 **간단한 데이터를 빠른 속도로 전송하고자 하는 애플리케이션에서는 UDP 를 사용**한다.



TCP	UDP
Connection-oriented protocol (연결지향형 프로토콜)	Connection-less protocol (비 연결지향형 프로토콜)
Connection by **byte** stream (바이트 스트림을 통한 연결)	Connection by **message** stream (메세지 스트림을 통한 연결)
Congestion / Flow control (혼잡제어, 흐름제어)	NO Congestion / Flow control (혼잡제어와 흐름제어 지원 X)
Ordered, Lower speed (순서 보장, 상대적으로 느림)	Not ordered, Higer speed (순서 보장되지 않음, 상대적으로 빠름)
Reliable data transmission (신뢰성 있는 데이터 전송 - 안정적)	Unreliable data transmission (데이터 전송 보장 X)
TCP packet : Segment (세그먼트 TCP 패킷)	UDP packet : Datagram (데이터그램 UDP 패킷)
HTTP, Email, File transfer 에서 사용	DNS, Broadcasting (도메인, 실시간 동영상 서비스에서 사용)

3. TCP (Transmission Control Protocol)

TCP 는 네트워크 계층 중 전송 계층에서 사용하는 프로토콜로서, 장치들 사이에 논리적인 접속을 성립(establish)하기 위하여 연결을 설정하여 **신뢰성을 보장하는 연결형 서비스** 이다. TCP 는 네트워크에 연결된 컴퓨터에서 실행되는 프로그램 간에 **일련의 옥텟(데이터, 메세지, 세그먼트라는 블록 단위)를 안정적으로, 순서대로, 에러없이 교환**할 수 있게 한다.

3.1. TCP 의 특징

연결형 서비스

연결형 서비스로 가상 회선 방식을 제공한다.

- 3-way handshaking 과정을 통해 연결을 설정
- 4-way handshaking 을 통해 연결을 해제.

흐름제어(Flow control)

데이터 처리 속도를 조절하여 수신자의 버퍼 오버플로우를 방지

- 송신하는 곳에서 감당이 안되게 많은 데이터를 빠르게 보내 수신하는 곳에서 문제가 일어나는 것을 막는다.
- 수신자가 윈도우크기(Window Size) 값을 통해 수신량을 정할 수 있다.

혼잡제어(Congestion control)

네트워크 내의 패킷 수가 넘치게 증가하지 않도록 방지

- 정보의 소통량이 과다하면 패킷을 조금만 전송하여 혼잡 붕괴 현상이 일어나는 것을 막는다.

신뢰성이 높은 전송(Reliable transmission)

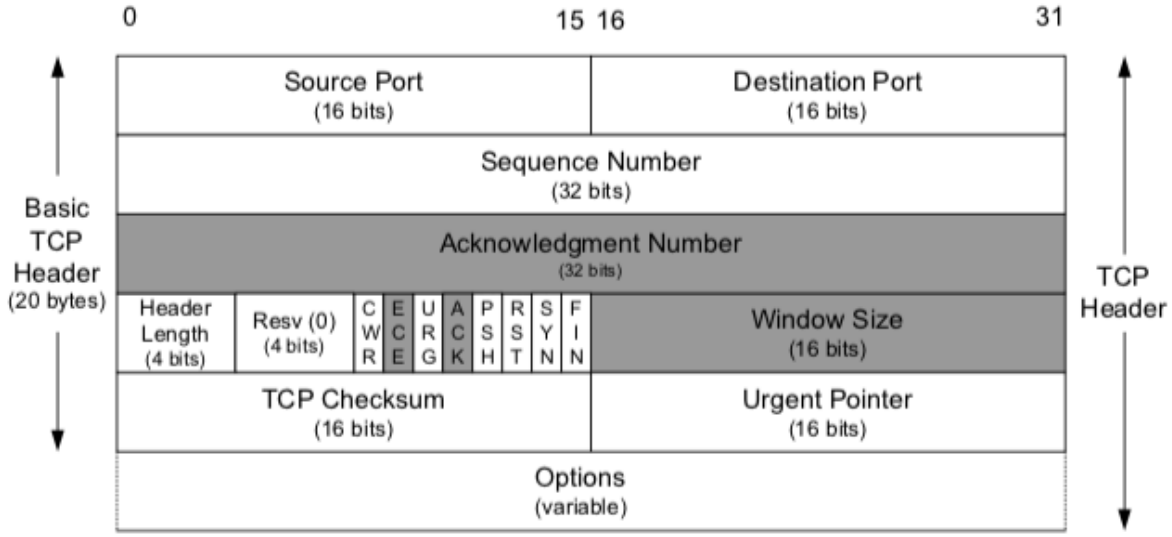
- Dupack-based retransmission
    - 정상적인 상황에서는 ACK 값이 연속적으로 전송되어야 한다.
    - 그러나 ACK 값이 중복으로 올 경우 패킷 이상을 감지하고 재전송을 요청한다.
- Timeout-based retransmission
    - 일정시간동안 ACK 값이 수신을 못할 경우 재전송을 요청한다.

전이중, 점대점 방식

- **전이중 (Full-Duplex)**
  전송이 양방향으로 동시에 일어날 수 있다.
- **점대점 (Point to Point)**
  각 연결이 정확히 2 개의 종단점을 가지고 있다.

=> 멀티캐스팅이나 브로드캐스팅을 지원하지 않는다.

3.2. TCP Header 정보



응용 계층으로부터 데이터를 받은 TCP 는 헤더를 추가한 후에 이를 IP 로 보낸다. 헤더에는 아래 표와 같은 정보가 포함된다.

필 드	내 용	크기
송수신자의 포트 번호	TCP 로 연결되는 가상 회선 양단의 송수신 프로세스에 할당되는 **포트 주소**	16
시퀀스 번호(Sequence Number)	송신자가 지정하는 순서 번호, **전송되는 바이트 수**를 기준으로 증가. SYN = 1 : 초기 시퀀스 번호가 된다. ACK 번호는 이 값에 1 을 더한 값.	32

필 드	내 용	크기
	SYN = 0 : 현재 세션의 이 세그먼트 데이터의 최초 바이트 값의 누적 시퀀스 번호	
응답 번호(ACK Number)	수신 프로세스가 제대로 **수신한 바이트의 수**를 응답하기 위해 사용.	32
데이터 오프셋(Data Offset)	TCP 세그먼트의 시작 위치를 기준으로 **데이터의 시작 위치**를 표현(TCP 헤더의 크기)	4
예약 필드(Reserved)	사용을 하지 않지만 나중을 위한 예약 필드이며 0 으로 채워져야한다.	6
제어 비트(Flag Bit)	SYN, ACK, FIN 등의 제어 번호 -> 아래 추가 설명 참조	6
윈도우 크기(Window)	**수신 윈도우의 버퍼 크기**를 지정할 때 사용. 0 이면 송신 프로세스의 전송 중지	16
체크섬(Checksum)	TCP 세그먼트에 포함되는 프로토콜 헤더와 **데이터에 대한 오류 검출** 용도	16
긴급 위치(Urgent Pointer)	긴급 데이터를 처리하기 위함, URG 플래그 비트가 지정된 경우에만 유효	16

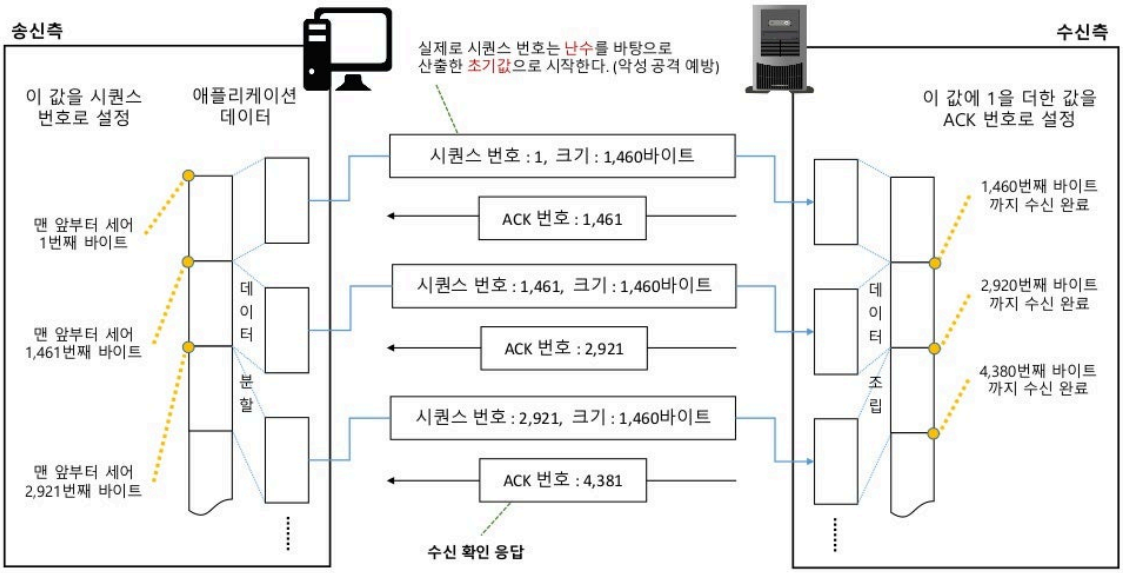
제어 비트(Flag Bit) 정보

종류	내 용
URG	긴급 위치를 필드가 유효한지 설정
ACK	응답 번호 필드가 유효한지 설정. 클라이언트가 보낸 최초의 SYN 패킷 이후에 전송되는 모든 패킷은 이 플래그가 설정되어야 한다. 자세한 내용은 아래 추가 설명 참조
PSH	수신 애플리케이션에 버퍼링된 데이터를 상위 계층에 즉시 전달할 때
RST	연결의 리셋이나 유효하지 않은 세그먼트에 대한 응답용
SYN	연결 설정 요구. 동기화 시퀀스 번호. 양쪽이 보낸 최초의 패킷에만 이 플래그가 설정되어 있어야 한다.
FIN	더 이상 전송할 데이터가 없을 때 연결 종료 의사 표시

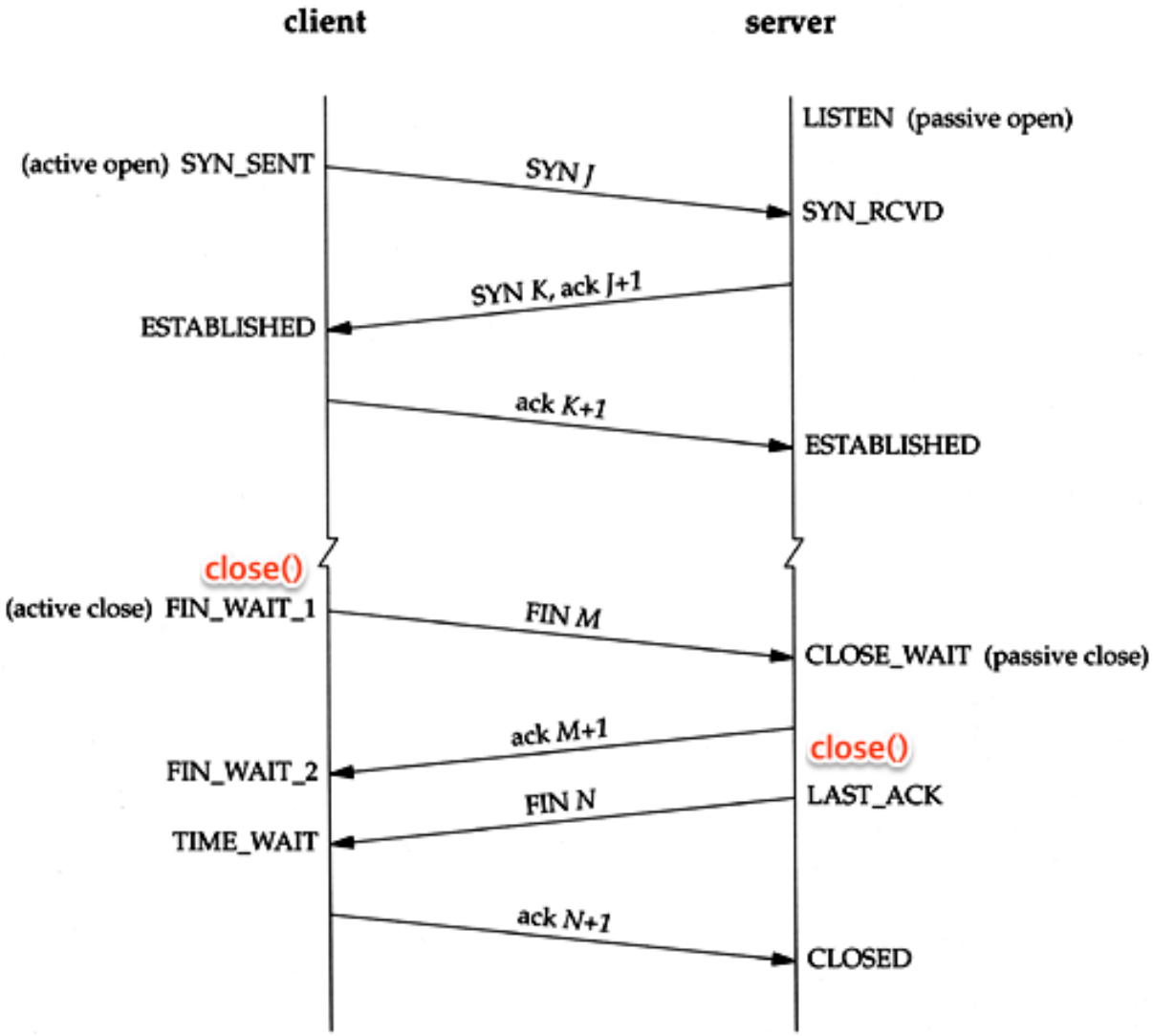
ACK 제어비트

- ACK 는 송신측에 대하여 **수신측에서 긍정 응답**으로 보내지는 전송 제어용 캐릭터
- ACK 번호를 사용하여 패킷이 도착했는지 확인한다.

  -> 송신한 패킷이 제대로 도착하지 않았으면 **재송신**을 요구한다.



3.3. TCP 의 연결 및 해제 과정



TCP Connection (3-way handshake)

1. 먼저 open()을 실행한 클라이언트가 SYN 을 보내고 SYN_SENT 상태로 대기한다.
2. 서버는 SYN_RCVD 상태로 바꾸고 SYN 과 응답 ACK 를 보낸다.
3. SYN 과 응답 ACK 을 받은 클라이언트는 ESTABLISHED 상태로 변경하고 서버에게 응답 ACK 를 보낸다.
4. 응답 ACK 를 받은 서버는 ESTABLISHED 상태로 변경한다.

TCP Disconnection (4-way handshake)

1. 먼저 close()를 실행한 클라이언트가 FIN 을 보내고 FIN_WAIT1 상태로 대기한다.

2. 서버는 CLOSE_WAIT 으로 바꾸고 응답 ACK 를 전달한다. 동시에 해당 포트에 연결되어 있는 어플리케이션에게 close()를 요청한다.
3. ACK 를 받은 클라이언트는 상태를 FIN_WAIT2 로 변경한다.
4. close() 요청을 받은 서버 어플리케이션은 종료 프로세스를 진행하고 FIN 을 클라이언트에 보내 LAST_ACK 상태로 바꾼다.
5. FIN 을 받은 클라이언트는 ACK 를 서버에 다시 전송하고 TIME_WAIT 으로 상태를 바꾼다. TIME_WAIT 에서 일정 시간이 지나면 CLOSED 된다. ACK 를 받은 서버도 포트를 CLOSED 로 닫는다.

주의

- 반드시 서버만 CLOSE_WAIT 상태를 갖는 것은 아니다.
- 서버가 먼저 종료하겠다고 FIN 을 보낼 수 있고, 이런 경우 서버가 FIN_WAIT1 상태가 됩니다.
- 누가 먼저 close 를 요청하느냐에 따라 상태가 달라질 수 있다.

4. UPD Header 정보

응용 계층으로부터 데이터 받은 UDP 도 UDP 헤더를 추가한 후에 이를 IP 로 보낸다.

필 드	크 기	내 용
송신자의 포트 번호	16	데이터를 보내는 애플리케이션의 포트 번호
수신자의 포트 번호	16	데이터를 받을 애플리케이션의 포트 번호
데이터의 길이	16	UDP 헤더와 데이터의 총 길이
체크섬(Checksum)	16	데이터 오류 검사에 사용

TCP 헤더와 다르게 UDP 헤더에는 포함된 정보가 부실한 느낌마저 든다. UDP 는 수신자가 데이터를 받는지 마는지 관심이 없기 때문이다. 즉, 신뢰성을 보장해주지 않지만 간단하고 속도가 빠른 것이 특징이다.

5. 정리

공통점

TCP(Transfer Control Protocol) | UDP(User Datagram Protocol)
포트 번호를 이용하여 주소를 지정
데이터 오류 검사를 위한 체크섬 존재

차이점

TCP(Transfer Control Protocol)	UDP(User Datagram Protocol)
연결이 성공해야 통신 가능(연결형 프로토콜)	비연결형 프로토콜(연결 없이 통신이 가능)
데이터의 경계를 구분하지 않음(Byte-Stream Service)	데이터의 경계를 구분함(Datagram Service)
신뢰성 있는 데이터 전송(데이터의 재전송 존재)	비신뢰성 있는 데이터 전송(데이터의 재전송 없음)
일 대 일(Unicast) 통신	일 대 일, 일 대 다(Broadcast), 다 대 다(Multicast) 통신