



# 컴퓨터 네트워크의 이해 및 활용 ⑥ 전송 계층, TCP와 UDP

+ 최영락 나임네트웍스 SDN기술팀 매니저

- ① 네트워크 기초 ①
- ⑦ 데이터 응용 계층 예시 : DNS
- ② 네트워크 기초 ②
- ⑧ 네트워크 장비 ③ : 응용 계층
- ③ 데이터 물리 계층
- ⑨ 스트리밍 & 멀티캐스트
- ④ 네트워크 장비 ① : 스위치
- ⑩ IPv6
- ⑤ 네트워크 장비 ② : 라우터
- ⑪ 네트워크 관리 및 SDN
- ⑥ 전송 계층, TCP와 UDP

지난 연재에서는 스위치, 라우터 및 장비 계층에 따른 네트워크 장비 구분과 관련해 살펴보았습니다. 이번 연재에서는 TCP/IP에서 네트워크 계층의 상위 계층에 해당하는 전송 계층을 중심으로 이야기하고자 합니다. 전송 계층에서 자주 접하는 용어가 있다면 아마도 포트 번호, TCP, 그리고 UDP 3가지가 될 것 같습니다. 전송 계층이 무엇인지 살펴보고, 위 용어들에 대해 살펴보면서 전송 계층을 설명하고자 합니다.

## I. 전송 계층이란

전송 계층에서 '전송'은 영어로 Transport에 해당합니다. Transport는 화물을 수송하거나 운반하는데서 전송한다는 의미로 사용되는 영어 단어로, 컴퓨터 네트워크에서는 데이터가 전달될 때 전송한다고 표현합니다. 이 영단어에서 유추할 수 있듯이, 전송 계층은 '데이터를 상대방에게 전달하는 역할'을 하는 계층이라 할 수 있습니다.

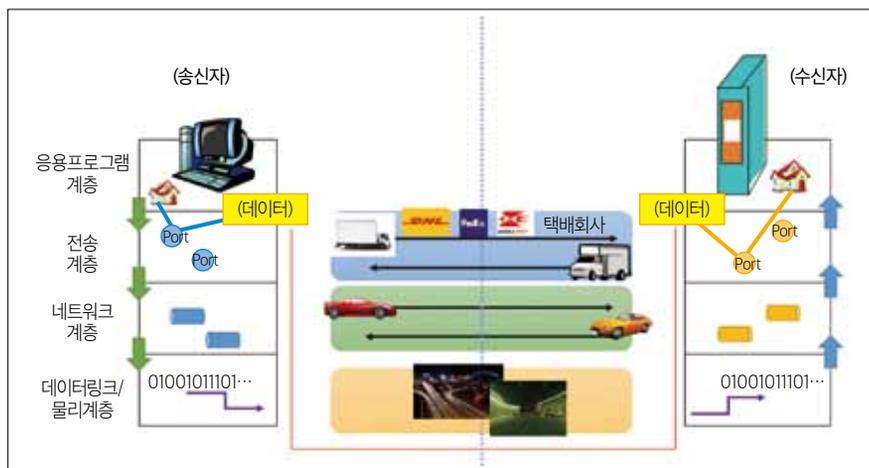


그림 1. 화물 수송 관점에서 살펴본 TCP/IP 4계층

영단어의 의미에 따라, 화물을 수송한다는 관점에서 전송 계층을 보면 어떨까요? 화물 수송의 대표적인 사례로는 우리가 일상생활에서 이용하는 우편/택배 서비스가 있습니다. 택배를 보내기 위해서는 우체국을 방문하거나 또는 요즘에는 편의점이나 사전 예약을 통해 가 정에서도 택배를 보낼 수 있습니다. 여기서, 택배 차량을 이용한 화물 수송 관점에서 본다면 데이터링크/물리 계층은 물리적인 인프라에 해당하는 고속도로에 해당할 것입니다. 네트워크 계층은 네트워크상에서 패킷을 통해 데이터를 교환하는 것처럼, 트럭 또는 자동차를 통해 화물을 주고받는 데에 비유가 됩니다. 이때, 전송 계층은 택배 회사에 의해 화물 수송 작업이 이루어지는 데에 비유가 됩니다. 네트워크 계층에서는 개인과 같은 개별 주체가 직접 배송 작업을 하는 데 반해, 전송 계층은 전문 배송 업체에 의해 체계적으로 배송이 관리 된다는 큰 차이가 있다고 보시면 될 것 같습니다.

그런데 택배 회사와 같은 전문 배송 업체에 의해 배송이 이루어지더라도 때로는 택배 회사의 실수로 분실이 되기도 하며, 택배 물량 및 도로 트래픽에 따라 배송 지연이 이루어지기도 합니다. 이와 같은 특성이 실제 컴퓨터 네트워크에서도 발생합니다. 네트워크 계층이나 데이터링크/물리 계층의 문제(예: 신호 감쇄, 장비 고장 등으로 인한 문제)로 인하여 보내야 하는 데이터가 손실되기도 하고, 어떤 때는 보내야 하는 데이터가 매우 느리게 도착하기도 합니다. 이러한 문제들을 관리하는 계층이 바로 '전송 계층'입니다. 이 전송 계층을 컴퓨터 관련 용어로 정의하면 다음과 같습니다.

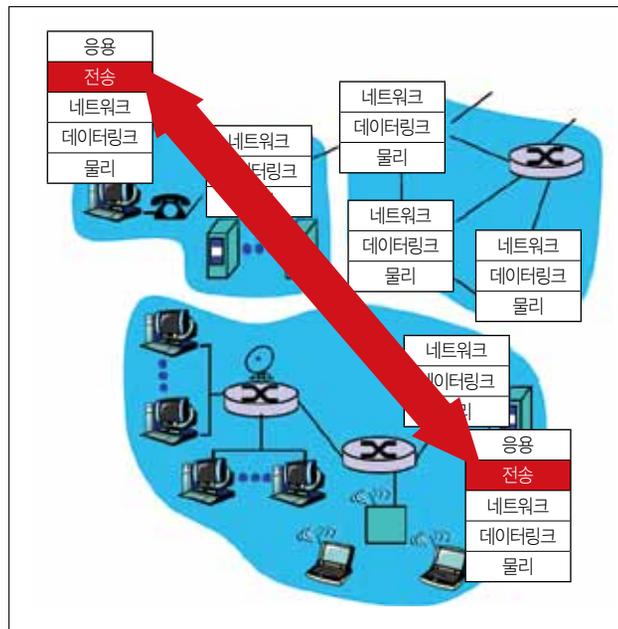


그림 2. 전송 계층을 통한 데이터 전송

: 서로 다른 호스트에서 실행 중인 응용프로그램 사이에 논리적인 연결을 제공하여, 두 응용프로그램 사이에서의 전송을 담당한다.

[그림 2]는 전송 계층을 통해 두 호스트 간 데이터가 전송되는 상황을 그림으로 나타낸 것입니다. 네트워크 계층에서는 IP 주소를 기반으로 어느 경로로 데이터가 이동할 것인지에 대한 라우팅 등을 담당합니다. 그리고 데이터링크 및 물리 계층에서는 해당 데이터가 안전하게 전송될 수 있도록 필요한 역할을 수행합니다. 반면, 전송 계층은 L4 이상의 네트워크 장비를 사용하지 않는 이상 두 호스트 간 통신을 할 때에는 잘 처리되지 않고, 두 호스트 내부에서 일종의 논리적인 연결을 만들어 전송하도록 하는 역할을 담당합니다.

## II. 컴퓨터 응용프로그램에 따른 전송 특성

택배가 배송될 때 때로는 배송 지연 또는 분실이 생기기도 할 것입니다. 이때, 택배를 주문하는 고객 또는 회사에 따라 배송 지연 또는 분실에 매우 민감한 곳이 있고 상대적으로 그렇지 않은 곳이 있을 것입니다. 회사 업무와 관련된 중요한 서류들은 등기로 보내 보내는 쪽에서 상대방이 수신했는지를 확인을 하는 반면, 개인적인 우편엽서들은 단순히 우표를 붙여 배송하기에 때로는 분실되는 일이 더러 발생하기도 합니다. 이와 같이, 어떤 목적으로 어떤 택배 회사 또는 우편 서비스를 선택하느냐에 대해 생각할 수 있을 것입니다.

마찬가지로 컴퓨터 응용프로그램에 따라 컴퓨터 네트워크와 관련된 전송 특성에 상대적으로 민감한 응용프로그램 및 그렇지 않은 응용 프로그램으로 구분될 것입니다. 전송과 관련해, 응용프로그램에서 다소 민감할 수 있는 특성으로는 다음과 같은 것들이 있습니다.

- 데이터 손실

- 오디오, 비디오와 같은 응용프로그램들은 약간의 손실이 있더라도 서비스에 큰 지장은 없습니다.
- 파일 전송이나 금융 프로그램 등에서 주요 명령어를 전송하는 데 사용하는 응용프로그램들은 데이터 손실이 없는 100% 안정적인 전송을 보장해야 합니다.

- 대역폭

- 실시간 스트리밍과 같은 멀티미디어 응용프로그램들은 최소한의 대역폭이 보장되어야 서비스에 지장이 없습니다.
- 단순 파일 전송과 같은 일반적인 응용프로그램들은 대역폭이 다소 적더라도 실행되는 시간이 오래 걸릴 뿐, 서비스에는 큰 지장이 없습니다.

- 딜레이 (지연)

- 인터넷 전화, 온라인 게임과 같은 응용프로그램들은 서로 간 상호 작용이 실시간으로 이루어져야 할 필요가 있기에 딜레이 또는 지연이 해당 응용프로그램을 수행하는데 지장이 없을 정도로만 있어야 서비스에 큰 지장이 없습니다.

응용프로그램	데이터 손실	대역폭	딜레이 (지연) 중요
파일 전송			
이메일	없어야 함	중요하지 않음	중요하지 않음
모바일 오피스			
실시간 오디오/비디오	일부 손실에 대처 가능	오디오 : 5Kb~1Mb 비디오 : 10Kb~5Mb	중요함, 약 100ms 이내
저장된 오디오/비디오 재생			중요함, 몇 초 이내
온라인 게임	게임 : 일부 손실 대처 가능 거래 : 민감	몇 Kbps 이상	중요함, 약 100ms 이내
금융	없어야 함	중요하지 않음	경우에 따라 중요

표 1. 응용프로그램에 따른 전송 관련 서비스 요구 조건 (예시)

이와 같은 특성들을 고려할 때, 컴퓨터 네트워크를 사용하는 몇몇 주요 응용프로그램 종류에 따른 요구 조건에 대해 [표 1]과 같이 정리해 보았습니다. (대략적으로 표시한 수치이며, 구체적인 수치는 상황에 따라 다를 수 있습니다.)

### III. TCP와 UDP

전송 계층에서 실제 전송이 이루어지는 방식은 TCP와 UDP라는 2가지 방식으로 나누어집니다. (택배 회사들은 많이 있지만, 전송 계층에서 거의 대부분 불리는 방식은 두 가지만 해당되지 않습니다.) 택배 회사마다 배송 기간 및 분실률 등에 있어 차이가 있는 것처럼, TCP와 UDP 2가지도 이와 비슷한 차이가 있다고 보시면 될 것 같습니다. TCP와 UDP를 컴퓨터 네트워크에서는 공식 용어로 '전송 계층 프로토콜'이라고 이야기합니다.

TCP는 Transmission Control Protocol의 약자로, 데이터를 안정적으로, 그리고 확실하게 전달하고자 하는 목표를 위해 여러 내부 처리 방식을 사용하는 프로토콜입니다. 반면, UDP는 User Datagram Protocol의 약자로, 데이터를 최대한 빠르게 전달해야 함을 목표로 하기

에, 특별한 내부 처리 방식들을 사용하지 않는 프로토콜입니다. 두 프로토콜을 택배 회사에 비유하면, TCP는 매우 신뢰성 있는 고급 택배 회사에 비해, UDP는 화물 분실에 대해서는 전혀 책임을 지지 않고 최대한 빠르게 배송만 하고자 하는 택배 회사에 해당할 것입니다. 따라서 큰 관점에서 보자면 TCP 프로토콜은 신뢰성 있고 안정적인 통신을 하는 상황에 적합하고, UDP 프로토콜은 빠르게 전달할 때 적합한 통신 방식으로 볼 수 있습니다. 구체적으로, 네트워크 전송과 관련해 TCP와 UDP의 차이에 대해 살펴보면 다음과 같습니다.

네트워크 전송 관련 사항	TCP	UDP
연결성	연결 지향	비 연결 지향
안정성	데이터 전송 문제시 재전송	빠르게 전송함을 목표로 데이터 안정성을 검사하지 않음
전송 순서	전송 순서를 보장함	전송 순서를 보장하지 않음
기타	트래픽 혼잡에 따른 전송 제어	

표 2. 네트워크 전송과 관련한 TCP와 UDP 비교

우선, TCP는 데이터를 보내는 측에서 데이터를 보내면 데이터를 받은 측에서 보내는 측에 데이터를 잘 받았다고 알려주어 신뢰성을 보장합니다.(마치, 이메일을 상대방에게 보낼 때 상대방이 수신을 하였는지 수신 확인하는 상황으로 생각하시면 될 것 같습니다.) 이를 위해, TCP는 데이터를 보내는 측과 받는 측 사이에 일종의 연결(Connection)을 맺고 통신을 수행한다고 이야기합니다. 이때 초기 연결을 맺는 방식을 3-way Handshaking이라고 이야기합니다. 반면, UDP는 데이터를 보내는 측에서 데이터를 받는 측으로 보내기만 하고, 이후 받은 측에서 보내는 측에 잘 받았다는 신호를 전혀 보내지 않습니다. 이를 TCP와 비교하여 비 연결 지향 방식이라고 이야기합니다. TCP는 데이터를 하나하나 보낼 때마다 받은 측에서 잘 받았다고 다시 보내주고, 이를 다시 데이터를 보내는 측에서 확인해야 하기에 아무래도 UDP보다 전체 데이터 전송 시간이 길어질 수밖에 없겠죠. [그림 3]과 같이, TCP는 데이터를 보낸 후 보낸 데이터가 제대로 도착했는지 확인하는 과정이 있어 총 전송에 걸린 시간은 UDP보다 길어집니다. (실제로는, 보다 빠른 전송을 위해 첫 번째 데이터 수신 완료가 없더라도 두 번째 데이터를 보낼 수 있는데 여기서는 그렇지 않다고 가정하고 설명하고자 합니다.)

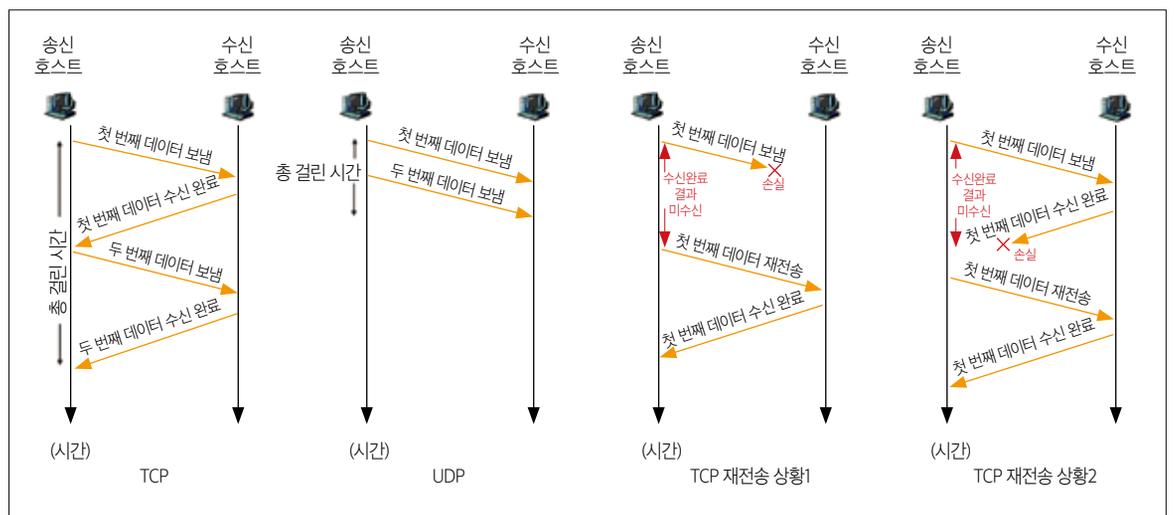


그림 3. TCP 및 UDP : 데이터 전송 확인

그림 4. 상황에 따른 TCP 재전송

TCP는 신뢰성 있는 데이터 전송을 위해 데이터가 올바르게 도착했는지 확인하는 과정을 거치는데, 크게 '보내는 데이터 자체가 손실되는 경우'와 '데이터 도착 완료를 알리는 신호가 손실되는 경우'로 나눌 수 있을 것입니다. 이때, 송신 호스트에서는 일정 시간 동안 수신 완료되었다는 신호를 기다리는데 두 경우 모두 해당 신호가 도착하지 않을 것입니다. 따라서 송신 호스트에서는 수신 호스트로 데이터를 재전송하여 신뢰성 있는 데이터 전송을 보장합니다. UDP의 경우 이러한 과정이 없기에 UDP를 사용하는 프로그램에서 별도로 확인을 해 주어야 하지만, 대신 이러한 과정이 없어 빠른 전송이 가능하다는 이점이 있죠.

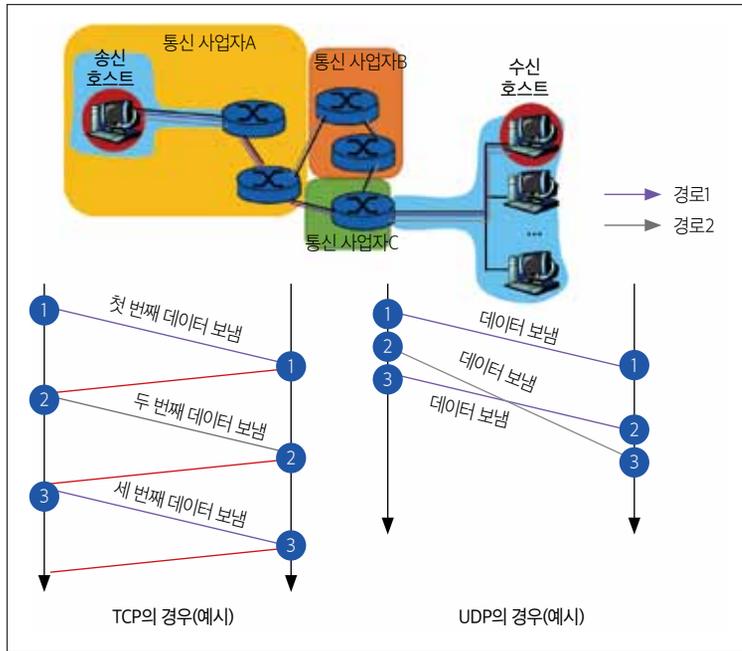


그림 5. TCP와 UDP : 전송 순서

또한 TCP는 전송 순서를 보장합니다. [그림 5]에서와 같이 다소 복잡한 네트워크 환경에서 송신 호스트와 수신 호스트 사이에서 데이터를 주고받는 경로는 경로 1(보라색)과 경로 2(회색) 2가지가 있습니다. 이때, 보내는 데이터별로 경로가 다르게 선택될 수도 있습니다. 3개의 데이터를 보내는데, 첫 번째와 마지막 데이터는 경로 1을, 두 번째 데이터는 경로 2로 전송된다고 가정해 봅시다. 경로 2가 경로 1보다 더 길기에 아무래도 전송되는 시간이 더 많이 걸리겠죠. 이때, TCP는 보내는 데이터별로, 일종의 번호가 지정되어 있고, 각 보낸 데이터에 대해 수신을 확인하므로 보낸 데이터 순서가 받는 쪽에서도 동일한 순서로 확인 가능합니다. 반면, UDP는 데이터를 보내기만 하고 받는 쪽에서 어떠한 확인도 하지 않기 때문에 두 번째 데이터와 세 번째 데이터 순서가 뒤바뀌는 경우가 생길 수 있습니다.

또한 TCP는 트래픽이 혼잡한 경우 데이터 보내는 속도를 조절하는 등의 여러 내부 네트워크 기능들이 있으며, 이러한 여러 기능들을 통해 신뢰성 있는 데이터 전송이 가능해집니다. 반면, UDP는 TCP와 비교할 때 간단하게 데이터를 보내는 역할을 위주로 수행하나 대신 전송 속도는 빠릅니다. 이에 따라 컴퓨터 통신을 필요로 하는 응용 프로그램 유형에 따라 TCP 또는 UDP를 선택하는데, [표 3]에서 보면 파일 전송, 이메일, 모바일 오피스 등은 빠른 데이터 전송보다 정확한 데이터 전송이 상대적으로 중요할 것입니다. (예를 들어, 중요한 업무 이메일이 몇 초 늦게 도착하더라도 이메일이 전송되지 않으면 안 될 것입니다.) 실시간 비디오 스트리밍의 경우 TCP보다는 UDP를 주로 활용하며, 온라인 게임의 경우 결재 등은 TCP로 통신을 하며, 모바일 게임 등은 TCP를 활용하더라도 전송 속도에 많은 영향을 미치지 않습니다. 다만, FPS와 같은 게임의 경우 실시간적인 게임 요소가 게임 성공에 중요한 역할을 하는 경우가 많아 UDP 또는 UDP를 기반으로 응용프로그램에서 개선하여 사용하기도 합니다. 금융 쪽에서는 금전적인 문제가 생길 수 있어 신뢰성이 높은 TCP를 사용합니다.

응용프로그램	프로토콜 선택 (예)
파일 전송	TCP
이메일	
모바일 오피스	
실시간 오디오/비디오	UDP
저장된 오디오/비디오 재생	
온라인 게임	거래 : TCP 게임 : TCP 또는 UDP 기반 개선
금융	TCP

표 3. 응용프로그램에 따른 전송 계층 프로토콜 선택

#### IV. 포트 번호

본 글에서 앞부분에서 언급하였던 [그림 1]을 다시 살펴보면, 전송 계층 부분에 '포트(Port)'라 되어 있는 부분이 있습니다. TCP와 UDP 모두 포트 번호를 사용하는데, 이 포트 번호는 IP 주소와 같이 사용되어 응용프로그램에 전달되는 정확한 주소를 지정하는데 사용됩니다. 택배 회사를 통해 운송하는 경우를 통해 IP 주소와 포트 번호를 비유하자면, IP 주소를 국가에서 정한 건물 또는 아파트의 도로명 또는 번지수까지를 언급한다면 포트 번호는 해당 건물/아파트의 정확한 호수(예 : 205호, 1302호)라고 볼 수 있습니다. 그리고 건물에 없는 경우도 있지만, 경비실, 통신실 등이 갖추어진 경우가 많은데 컴퓨터 네트워크에서는 이러한 위치들을 '잘 알려진 포트 번호(Well-known Port)'라고 합니다. 단, 경비실이나 통신실 등은 건물에 따라 어떤 건물에서는 지하에 있거나 1층에 있을 수 있는 등 건물 호수가 다를 수도 있지만 컴퓨터 네트워크에서는 아무래도 확실한 숫자를 좋아하기에 포트 번호가 고정되어 있는 경우가 많고, 이렇게 고정된 포트 번호들은 특정 응용프로그램에서 사용하는 경우가 많습니다. 일반적으로 많이 사용되는 '잘 알려진 포트 번호'를 예를 들면 [표 4]와 같습니다.

포트 번호	전송 계층 프로토콜	사용 응용 프로그램
80	TCP	웹 브라우저를 사용하여 웹 서버 (예 : 네이버, 다음 등)에 접속할 때 사용
443	TCP	웹 브라우저 사용 시 ID, 비밀번호 등 보안에 민감한 정보를 암호화하여 주고받을 때 사용
53	UDP	www.naver.com, www.daum.net 등 도메인 주소를 통해 IP 주소를 알아낼 때 사용
22	TCP	Linux/Unix 운영체제에 명령 기반으로 실행하는 CLI(Command Line Interface) 환경에 안전하게 접속하는 방식에서 사용
3389	TCP	Microsoft Windows 운영체제에 원격으로 접속해서 사용하는 원격 데스크톱에서 사용
554	TCP, UDP (상황에 따라 사용)	실시간 스트리밍 데이터를 주고받을 때 사용하는 규약인 RTSP라고 불리는 프로토콜 방식에서 이용

표 4. 잘 알려진 포트 번호 예시

이와 같이 전송 계층과 전송 계층 프로토콜인 TDP 및 UDP, 그리고 포트 번호에 대해 살펴보았습니다. 다음 호부터는 TCP/IP 계층에서 아직 살펴보지 못했던 마지막 계층인 응용프로그램 계층에 대해 간략히 살펴본 후, 컴퓨터 네트워크를 활용하는 여러 사례들을 중심으로 연재를 진행할 예정입니다. 