네트워크 개론 Part 10 : 네트워크 통신 모델 I

글. 조인준 KBS 미디어기술연구소 차장

지난 '네트워크 개론' 연재들에서는 네트워크의 호스트 디바이스들 사이를 데이터 패킷이 어떻게 이동하는지에 관한 내용에 초점을 맞추었습니다. 네트워크에서 호스트 디바이스들 간 데이터 패킷을 주고받는 이유의 대부분은 특정 작업의 처리를 위해 데이터를 공유하거나, 공유된 데이터를 이용하여 어떤 후속 처리를 해야 할지 등에 관한 내용을 전달하기 위함입니다. 네트워크를 통한 데이터의 전달과 처리라는 두 개의 큰 부분을 볼 때, 이전 연재들은 네트워크를 통한 데이터의 전달을 다루었고, 본 연재 이후의 내용은 전달할 또는 전달된 데이터의 처리에 관련된 설명을 이어가려 합니다. 이를 위해 OSI와 TCP/IP 두 네트워크 통신 모델의 소개를 통해 지금까지 연재된 내용과 앞으로 연재될 내용을 연결하며 전체적 구조를 짚어보는 것이 좋을 것 같습니다.

네트워크 통신 모델

현재 강의나 책 등을 통해 자주 소개되는 네트워크 통신 모델은 OSI(Open Systems Interconnection) 모델이지만, 실제 현실에서 널리 사용되는 네트워크 통신 모델은 TCP/IP 모델이며 TCP는 Transmission Control Protocol의 약자입니다. OSI 모델과 TCP/IP 모델을 설명하기 전에 어떻게 컴퓨터 네트워크 통신 모델이 생겨났는지 간략히 알려드리는 것이 좋을 것 같습니다. 초창기 컴퓨터들은 대형에 이동이 어려운 관계로 한 컴퓨터에 저장된 정보를 다른 컴퓨터에 옮기기 위해 사람이 직접 해당 컴퓨터로 가서 정보를 출력하여 다른 컴퓨터에 다시 입력하거나, 자기테이프 등에 정보를 담아 다른 컴퓨터로 보내야 했습니다. 하지만 1960년대 냉전에 의한 핵전쟁 등의 우려로 미국 국방부는 여러 컴퓨터 시설 가운데 하나가 적의 공격에 의해 파괴되더라도 서로 분리되어 있는 컴퓨터 시설들이 네트워크를 통해 정보를 공유하며 정상적으로 동작할 수 있도록 하는 것이 필요했고 이를 위해 1969년 세계 최초의 패킷 스위칭 네트워크인 아파넷(ARPANET, Advanced Research Projects Agency NETwork)을 만들었습니다.

1969년, 아파넷의 시작 / 출처 : torage.googleapis.com

아파넷은 UCLA, UCSB, 스탠퍼드 연구소(SRI), 유타 대학교 4곳의 서버를 연결하는 것으로 시작했으나 참여를 희망하는 연구기관들이 늘어나면서 점차 확대되었고 연구용과 군용 네트워크를 분리한 후 1983년 연구용 네트워크를 민간에게 공개하며 현재의 인터넷으로 진화되었다고 합니다.

아파넷과는 별도로 컴퓨터의 수가 증가하며 이를 위한 네트워크 구성의 필요성이 높아지면서 1970년대 후반부터 국제 표준화 기구(ISO)와 국제 전신 자문 위원회(CCITT, 현재의 ITU-T)에 의해 이종 컴퓨터 간 네트워크 통신 구성을 위한 모델의 표준화가 시작되었고, 1983년 분리된 두 표준화 활동을 하나

로 병합하여 서로 다른 제조사의 컴퓨터 간 네트워크 통신을 가능케 하는 개방형 시스템 상호연결 참조 모델(Open Systems Interconnection Reference Model)이라는 제목으로 OSI 7 계층 모델을 정의한 표준을 공표하였습니다.
비슷한 시기, 아파넷 또한 점점 규모가 확장되면서 원래 사용하던 NCP(Network Control Program)라는 프로토콜로는 안정적 운용이 어려워지자 안정적 연결을 보장하는 TCP/IP 프로토콜로 시스템 전환을 완료 후 1983년 1월 1일 군용 네트워크를 제외한 연구용 네트워크를 민간에게 공개하며 앞서 언급한 바와 같이 오늘날의 인터넷으로 진화하게 되었다고 합니다. 이 TCP/IP 프로토콜의 기반 네트워크 통신 모델이 TCP/IP 모델입니다.

OSI 7 계층 모델과 TCP/IP 모델의 탄생 배경으로 볼 때, 인터넷의 기반이 된 아파넷에 채용되어 현재까지 꾸준히 사용되어 온 TCP/IP 모델이 우리가 일상적으로 사용하고 있는 네트워크 통신의 모델일 것 같다는 강한 느낌이 눈치 빠른 독자 여러분을 엄습하고 있을 것 같습니다. 맞습니다. 우리가 일상적으로 사용하는 네트워크 통신은 TCP/IP 모델에 기반하고 있습니다. 그렇다면 왜 OSI 7 계층 모델이 자주 언급되는 걸까요? OSI 7 계층 모델은 실제 사용되는 모델은 아니지만 네트워크를 이해하는데 유용한 측면이 많아서 인터넷을 통해 주로 사용되는 TCP/IP 모델이 있음에도 현재까지 교육용으로 널리 쓰이고 있으며 네트워크 통신을 이야기할 때 빠지지 않고 항상 언급되고 있습니다.

OSI 7 계층 모델

OSI 모델은 OSI 7 계층 모델로도 불리며, 이름 그대로 [그림 1]과 같이 7개의 계층으로 구성된 네트워크 통신 모델입니다. [그림 1]의 오른쪽 보라색 블록들은 추상적 개념인 각 계층을 현재 우리가 사용하는 이더넷 기반의 IP 네트워크 기술을 예로 들어 쉽게 이해할 수 있도록 한 것이며, 다른 기술을 사용하여도 각 계층의 개념을 충족하면 OSI 7 계층 모델을 구현한 것이 될 수 있습니다.

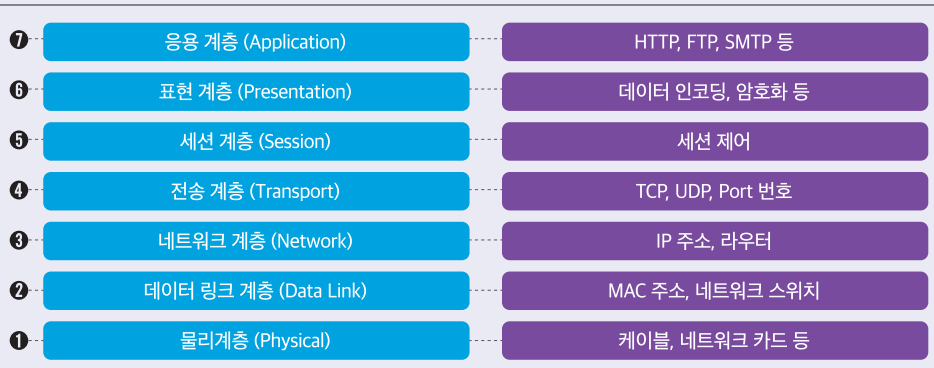

그림 1 . OSI 7 계층 모델 및 실례

제 1 계층 : 물리 계층 물리계층은 OSI 모델의 최하위 계층으로 주된 역할은 컴퓨터 네트워크 카드나 케이블 등과 같은 물리적 장치를 통해 데이터를 전기적 신호로 전달하는 것입니다.

제 2 계층 : 데이터 링크 계층 데이터 링크 계층은 하드웨어(네트워크 카드 등)의 물리적 주소(장치 생산 시 장치에 부여되며 임의변경 불가)인 MAC 주소에 따라 장치 간 데이터의 전송 및 오류 제어를 담당하는 계층으로 데이터를 보내는 장치의 MAC 주소와 데이터를 받는 장치의 MAC 주소에 따라 데이터의 흐름을 제어하는 네트워크 스위치가 이 계층을 대표하는 장치입니다.

제 3 계층 : 네트워크 계층 네트워크 계층은 논리적 주소인 IP 주소를 기반으로 복잡한 네트워크에서 서로 떨어져 있는 장치 간 최적의 데이터 전송 경로를 찾아주는 역할을 담당하는 계층이며, 전송 중에 요구되는 서비스 품질(QoS, Quality of Service)을 보장하기 위한 기능을 제공하기도 합니다. 데이터를 보내는 장치의 IP 주소와 데이터를 받는 장치의 IP 주소에 따라 데이터가 전송되는 경로를 제어하는 라우터가 이 계층을 대표하는 장치입니다.

제 4 계층 : 전송 계층 전송 계층은 데이터 전송의 신뢰성이나 효율성 등을 고려한 사용자 요구에 따라 전송 작업을 처리할 수 있는 기반을 제공합니다. 이 계층에서 흔히 사용되는 프로토콜 중 TCP 프로토콜은 연결지향의 프로토콜로써 장치 간 데이터 전송의 성공 여부를 확인하고 실패 시 해당 데이터를 다시 전송하여 완전한 데이터 전송을 구현하며, UDP 프로토콜은 장치 간 데이터 전송의 성공 여부를 확인하지 않고 데이터를 전송하여 TCP 대비 빠른 전송을 구현할 수 있습니다. 이렇듯 사용자는 신뢰성이 요구되는 상황에서는 TCP 프로토콜을 사용하고 다소 전송 실패가 있더라도 빠른 속도로 데이터를 전송하고자 하는 상황에서는 UDP 프로토콜을 사용할 수 있습니다. TCP, UDP 프로토콜과 함께 이 계층을 대표하는 요소로는 송수신된 데이터를 처리하는 프로그램을 식별하기 위해 사용하는 포트 번호가 있습니다.

제 5 계층 : 세션 계층 세션 계층은 장치 간 데이터 전송의 시작, 유휴 및 재개, 종료 등의 제어를 담당하는 계층입니다. 현재 상업적으로 사용 중인 TCP/IP 모델에는 정의되지 않은 계층으로서 보안을 위한 프로토콜인 SSH, TLS 등이 제 5 계층에 속한다는 의견과 그렇지 않다는 의견이 갈리는 것 같습니다. OSI 모델의 각 계층이라는 것은 개념적 모델을 구성하는 부분들일 뿐이고, 이 개념을 근거로 현실 세계의 구현을 분석하다 보면 모호한 부분이 생기게 되는 것이 원인인 것 같습니다. 이런 이유로 적절한 구현 예를 들어 독자 여러분의 개념 확립에 도움을 드리지 못하는 점 양해 부탁드립니다.

제 6 계층 : 표현 계층 표현 계층은 데이터를 이진 코드로 변환하고 암호화하는 역할을 담당하는 계층으로서 문자를 EBCDIC 또는 ASCII로 인코딩하거나 이를 다시 암호화하는 등의 역할을 수행합니다.

제 7 계층 : 응용 계층 응용 프로그램과 네트워크 통신 간의 인터페이스를 제공하며 인터넷 웹서비스 구현을 위한 HTTP 프로토콜, 이메일 구현을 위한 SMTP 프로토콜, 파일 전송을 위한 FTP 프로토콜 등이 이 계층에 속합니다.

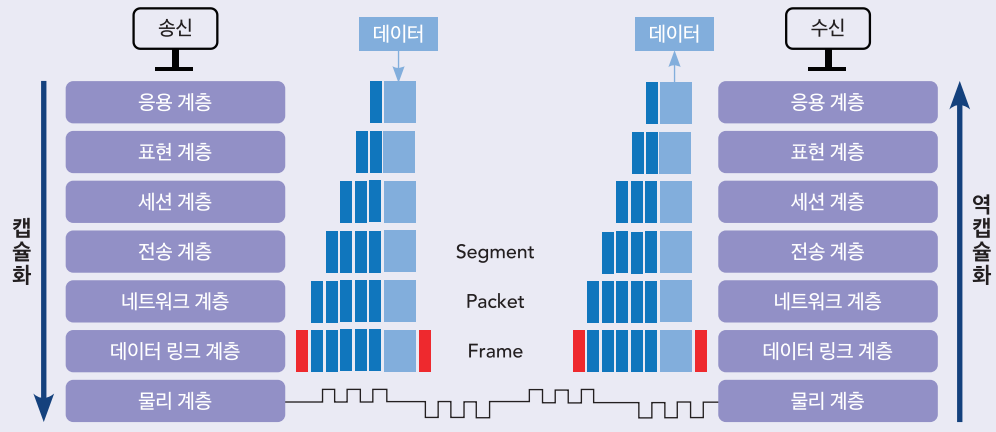

그림 2 . OSI 7 계층 모델에서의 캡슐화 및 역캡슐화
※ [그림 2]의 연한 파란색 블록은 전송되는 데이터, 진하고 얇은 파란색 블록은 각 계층을 거치며 추가되는 헤더

OSI 7 계층 모델의 개념적 구조를 파악했으니 OSI 7 계층 모델을 따른 네트워크 통신 과정을 묘사한 [그림 2]를 통해 모델의 구체적 그림을 그려보겠습니다. 이해를 돕기 위해 가장 간단한 예로 컴퓨터 메시지를 보내는 상황을 가정해 보겠습니다. 사용자가 메시지를 송신할 컴퓨터에서 "가나다라마바사....."와 같은 내용을 메시지 통신 프로그램을 통해 작성합니다. 그리고 보내기 버튼을 누르면 [그림 2]의 OSI 7 계층 모델을 따라서 캡슐화(Encapsulation) 과정을 통해 각 계층을 거치며 물리 계층에 이르러 전기적 신호로 변환됩니다. 각 과정에서의 처리 내용은 다음과 같습니다.

① 송신 컴퓨터 측의 응용계층에서는 작성된 메시지에 관련 프로토콜(수신 컴퓨터 측의 응용계층이 메시지를 처리하는데 필요한 규약) 헤더를 붙임
② 표현 계층에서는 메시지에 적용된 문자 인코딩 방식(예를 들면 ASCII) 및 암호화 처리가 되었다면 암호화 관련 정보가 담긴 헤더를 추가
③ 세션 계층에서는 세션 제어(메시지를 주고받는 과정의 연결 확인 및 송신/수신 시스템 동기화 등)에 필요한 헤더를 추가
④ 전송 계층에서는 TCP 프로토콜을 사용한다고 가정하면 TCP 헤더가 붙게 되며 송신 및 수신 컴퓨터가 사용할 포트번호도 이 헤더에 같이 포함됨. 이 단계의 헤더까지 포함된 데이터를 세그먼트(Segment)라고 부름
⑤ 네트워크 계층에서는 송신 컴퓨터의 IP 주소와 수신 컴퓨터의 IP 주소를 포함하는 헤더가 추가됨. 이 단계의 헤더까지 포함된 데이터를 패킷(Packet)이라고 부름
⑥ 데이터 링크 계층에서는 이더넷을 사용한 경우 송신 컴퓨터의 MAC 주소와 라우터의 MAC 주소(수신 컴퓨터가 다른 네트워크에 존재) 또는 수신 컴퓨터의 MAC 주소(수신 컴퓨터가 같은 네트워크에 존재)를 포함한 헤더가 추가되고, 전송 오류 제어를 위한 추가 정보가 트레일러로 붙음. 이것이 데이터 링크 계층에서 데이터의 앞뒤로 두 개의 붉은색 블록(하나는 헤더, 다른 하나는 트레일러)이 붙는 이유임. 이 단계의 헤더와 트레일러를 포함한 데이터를 프레임(Frame)이라고 부름
⑦ 물리 계층에서는 앞서 여러 헤더 등이 추가된 데이터가 전기신호로 바뀌어 네트워크를 타고 전달됨

수신 컴퓨터에서는 역캡슐화(De-encapsulation)를 통해 송신 컴퓨터가 보낸 메시지가 추출됩니다. 역캡슐화에서는 캡슐화 과정의 반대 프로세스를 거치며 [그림 2]의 우측에 보이는 것과 같이 헤더를 한 단계 한 단계 떼어내며 헤더의 내용을 통해 송신 컴퓨터를 식별하거나 메시지를 복호화하거나 메시지의 인코딩 방식에 따라 이진 데이터를 사용자가 읽을 수 있게 문자로 변환하는 등의 처리를 합니다.

지금까지 부족하지만 간단한 예를 통해 OSI 7 계층 모델이 어떤 모습으로 구현되고 동작할 수 있는지에 관한 대략의 설명을 드렸습니다.

다음 연재에서는 현재 상업화되어 일반적으로 사용되는 TCP/IP 모델과 TCP 프로토콜에 관한 설명을 이어가겠습니다.