



컴퓨터 네트워크의 이해 및 활용 네트워크 기초 ②

+ 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 데이터 전송 계층 : TCP vs. UDP | |

지난 첫 연재에서는 컴퓨터 네트워크를 이해하기 위해 필요한 클라이언트와 서버 및 프로토콜, 메시지, 전송과 같은 주요 용어와 IP 주소에 기반을 둔 통신을 기술하였습니다. 이번 연재에서는 IP 주소를 사용하여 인터넷에서 서로 통신을 수행하는데 사용하는 프로토콜에 해당하는 TCP/IP 4계층에 대해 주로 설명하고자 합니다.

I. IP 주소 설정 및 사용

TCP/IP를 설명하기 전에, 잠시 IP 주소 설정 및 사용에 대해 설명하고자 합니다. TCP/IP 용어에서 알 수 있듯이, TCP/IP와 IP 주소는 밀접한 관련이 있기 때문입니다.

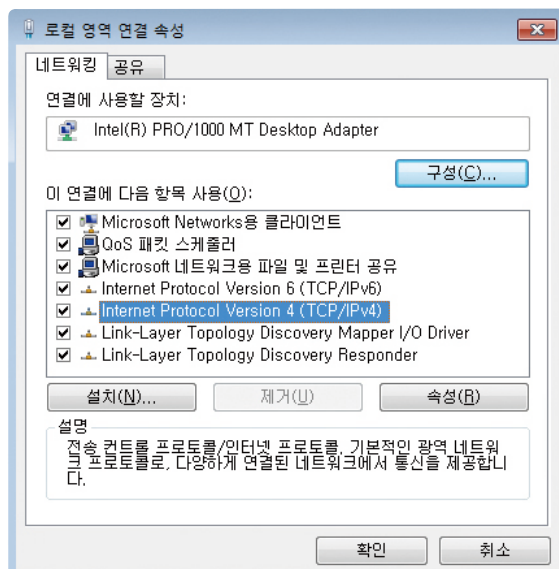


그림 1. Windows 제어판 내 로컬 영역 연결 속성 화면

[그림 1]은 Windows 운영체제에서 한 번쯤은 보셨을 만한 화면으로, 인터넷 연결에 사용하는 유선 네트워크 연결 속성을 살펴보는 화면입니다. Windows 운영체제를 사용하면서 인터넷 연결 상태를 확인하거나 인터넷 연결에 문제가 있는 경우가 있습니다. 이 때, 제어판의 네트워크 연결 속성에서 해당 부분을 찾아 인터넷 문제를 진단하거나 설정을 많이 합니다.

이 화면에서, "Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)"를 마우스로 클릭한 후, 속성 버튼을 클릭하거나 또는 더블클릭을 하면 [그림 2] 또는 [그림 3]과 같이 IP 주소를 설정하는 화면을 볼 수 있습니다. 지난 시간에 언급하였듯이, 우리가 사용하는 인터넷은 IP 주소에 기반을 두어 통신이 이루어지고 있습니다. 따라서 가정 또는 사무실에 있는 PC 또는 노트북 컴퓨터에서 인터넷을 사용하기 위해서는 IP 주소 설정이 필요합니다. 이 IP 주소는

[그림 2]와 같이 자동 설정하거나 [그림 3]과 같이 수동으로 IP 주소를 포함한 여러 주소들을 입력해야 합니다. 자동/수동 설정 여부 및 수동 설정 시 지정하는 여러 주소 값들은 네트워크를 사용하는 환경에 따라 달라집니다. [그림 3]에서 사용하는 192.168.0.102와 같이 지난 연재에서 언급한 사실 IP 주소 체계를 사용할 수도 있으며, 때로는 여러 컴퓨터들이 같은 IP 주소를 설정하여 IP 주소 충돌이 발생하여 인터넷을 이용하는데 문제가 발생하기도 합니다.

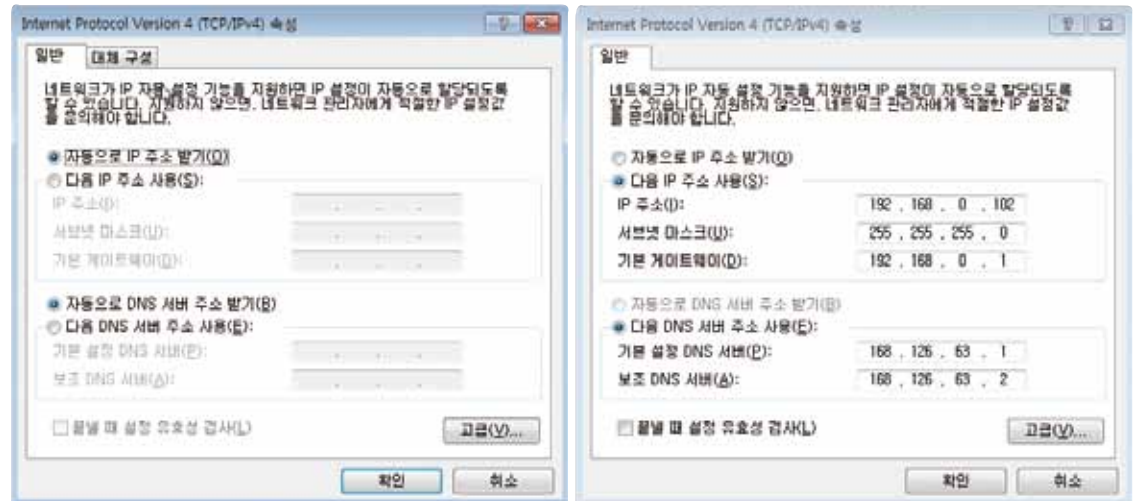


그림 2, 3. Windows IP 주소 자동 또는 수동 설정 화면

위 그림들에서 살펴보면, TCP/IP라는 용어가 나옵니다. [그림 1]에서 항목들을 살펴보면 TCP/IPv6과 TCP/IPv4 2가지가 있는데, 현재 우리가 일반적으로 사용하는 IP 주소 체계는 118.219.253.228과 같은 주소를 사용하는 IPv4 체계를 따르기에, TCP/IPv4 부분을 TCP/IP로 간주하여 설명하고자 합니다. IPv6은 IPv4와 다른 주소 체계를 사용하고 있는데, IPv6에 대해서는 향후 연재에서 개요 및 동향에 대해 기술하고자 합니다.

II. TCP/IP 4계층

지난 연재에서 컴퓨터 통신을 하기 위해서는 두 컴퓨터(클라이언트와 서버) 사이에 서로 주고받는 데이터에 대한 규칙 또는 규약에 해당하는 프로토콜이 필요함을 살펴보았는데, TCP/IP는 IP 주소를 사용하여 인터넷에서 통신을 수행하기 위해 꼭 필요한 프로토콜들을 모아 놓은 것이라 할 수 있습니다.

컴퓨터에서 데이터를 보내거나 받을 때, 컴퓨터 내부에서는 많은 역할들을 필요로 합니다. 몇 가지 예를 들면, 우선 네트워크 선을 통해 데이터를 주고받기에 컴퓨터에서 사용하는 데이터가 네트워크 선을 통해 오갈 수 있도록 변환하는 과정이 필요합니다. 그리고 컴퓨터에서 여러 프로그램들이 실행 중이기에 어떤 프로그램이 어떤 데이터를 만들어 사용했는지 파악하는 과정 또한 필요합니다. 우리가 인터넷 익스플로러를 사용해 웹 서핑을 하고 있는데, 웹 서핑 결과가 인터넷 익스플로러가 아닌 메모장에 표시된다면 매우 이상할 것입니다. TCP/IP는 이와 같이 컴퓨터끼리 통신을 수행하는데 있어 필요한 많은 역할들을 계층별로 구분하여 재배치한 결과로, 오늘날 산업계 표준*으로 받아들여지고 있습니다.

*'산업계 표준'이란 용어를 사용한 이유는, ISO와 같은 국제 표준화 단체에서 정해진 표준이 아니기 때문입니다. ISO에서 OSI/70이라 불리는 7계층을 표준으로 정의하였으나, 상대적으로 간단한 4계층인 TCP/IP가 산업계에서 많이 채택하고 확산되었기에, 오늘날 TCP/IP를 산업계 표준(De-facto Standard)이라 부르고 있습니다.



계층화를 하여 통신 역할들을 배치한 이유로는 관리 효율성에 관련됩니다. [그림 4] 왼쪽에서는 TCP/IP 4계층을 보여주고 있는데, (참고: 데이터링크와 물리 계층을 구분하여 5계층으로 구분하기도 합니다.) 마치 인도 카스트제도와 같은 사회 계급 계층을 연상시킵니다. 응용프로그램에서 사용하는 데이터들을 직접 관리하는 부분이 응용프로그램 계층이라면, 하위 계층을 통해 전달되어 실제 디지털 신호를 주고받는 부분은 데이터링크/물리 계층에 해당합니다.

그러나 TCP/IP 계층은 단순히 사회 계급 계층과는 다른 특징들을 갖고 있습니다. 우선, 각 계층은 동등한 관계에 있습니다. 사회 계급 계층의 경우, 피라미드와 같이 수직적인 관계일 뿐만 아니라, 상위 계급 인원이 적고 하위 계급 인원이 많습니다. 반면, TCP/IP 4계층에서는 모든 계층이 동일하게 중요성이 강조됩니다. 그리고 TCP/IP 4계층은 바로 위/아래에 있는 상/하위 계층끼리만 상호 작용을 수행합니다. 사회 계급 계층에서 브라만이 수드라 계층에게 직접 명령을 내릴 수 있겠지만, TCP/IP 계층에서는 네트워크 계층의 경우 바로 상위 계층인 전송 계층, 그리고 바로 하위 계층은 데이터링크/물리 계층과만 상호 작용이 가능합니다.

무엇보다, TCP/IP 계층에서는 각 계층에서 사용하는 방식이 달라지더라도, 상위/하위 계층에 영향을 미치지 않고자 계층화된 구조로 설계되었습니다. 오늘날 인터넷 통신에 사용되는 케이블을 이야기한다면, [그림 5]에서 두 번째에 있는 케이블을 많이 떠올릴 것입니다. 흔히 LAN선이라고도 불리는 UTP 케이블인데, UTP 케이블이 오늘날과 같이 대중화되기 이전에는 모뎀이라는 장비를 통해 전화선을 쓰기도 하였으며, 가정에서 TV를 시청하는데 많이 사용하는 BNC 케이블(동축 케이블) 또한 많이 사용되었습니다. 오늘날, 1Gbps, 10Gbps와 같은 초고속 장비에는 광케이블을 사용하고 있습니다. 이와 같이 다양한 케이블에 따라, 컴퓨터에서 사용하는 데이터들을 보내고 받는 내부 변환 과정은 달라질 수밖에 없는데, 변환 과정이 달라질 때마다 응용프로그램을 다시 만든다는 것은 매우 번거로운 일일 것입니다. 대부분의 컴퓨터에서는 TCP/IP 계층 구조에 따라 통신 방식이 구현되어 있어, 각 계층에서 사용하는 방식만 바꾸어 주면, 다른 계층에서 사용하



그림 5. 네트워크 통신 케이블(전화선, UTP, BNC, 광케이블)

던 방식 그대로 사용하는 것이 가능합니다. 기존의 PC에서 모뎀을 통해 전화선으로 통신하던 방식이, 오늘날 LAN선(UTP 케이블)을 연결하여 통신하는 방식으로 바뀌더라도 기존 응용프로그램을 그대로 사용할 수 있는 환경은 이 계층화를 통해 가능해졌다고 할 수 있습니다.

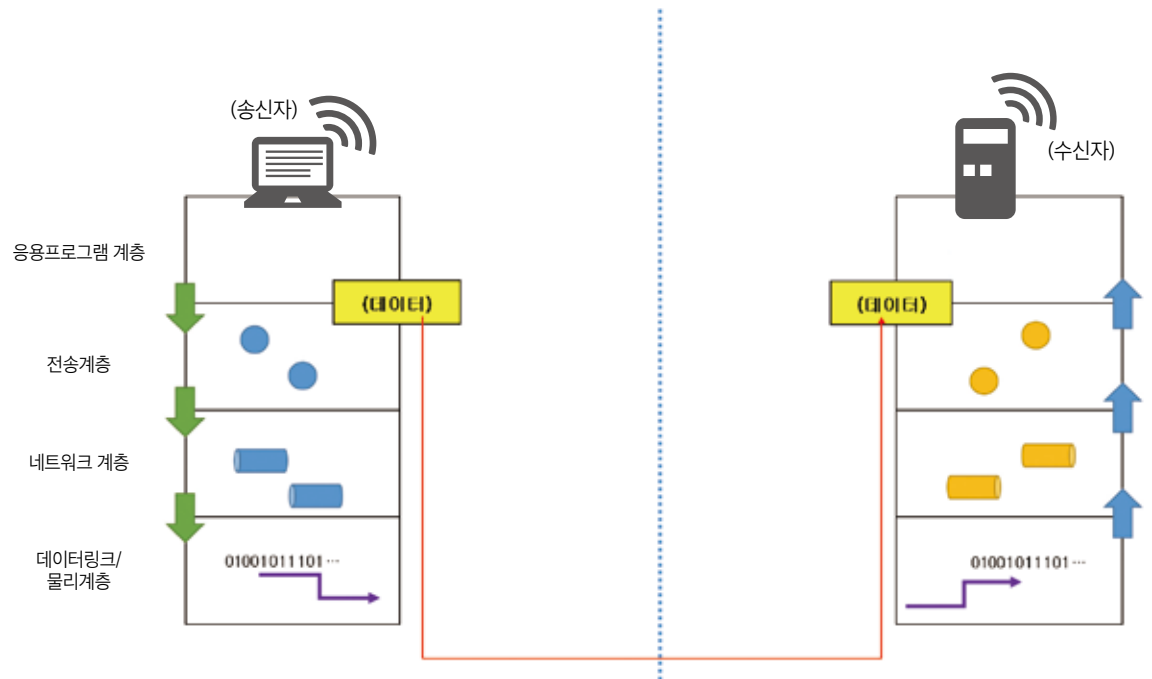


그림 6. TCP/IP 4계층을 통한 데이터 송신 및 수신 과정

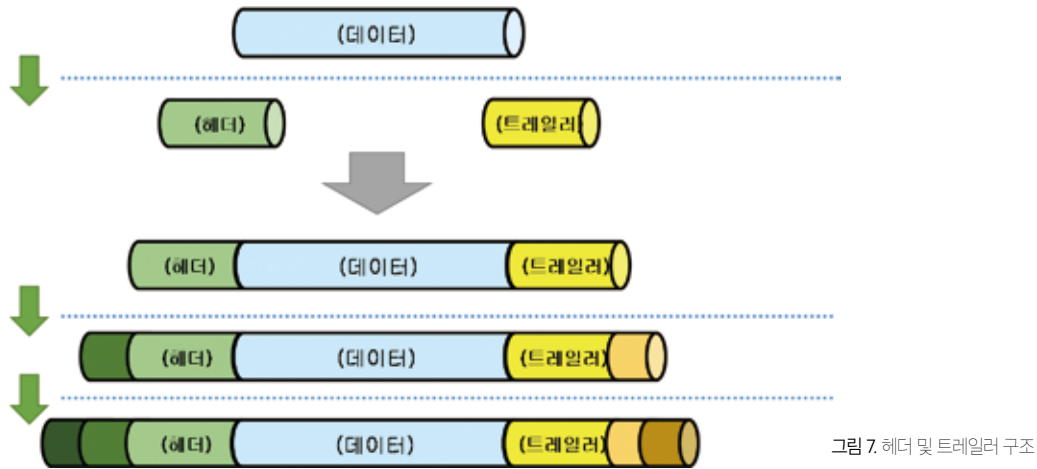
III. TCP/IP를 사용한 데이터 송수신 과정

[그림 6]은 TCP/IP 4계층을 통해 데이터를 송신 및 수신하는 과정을 나타냅니다. TCP/IP에 기반한 통신에서는 데이터를 보내는 송신 측과 데이터를 받는 수신 측 모두 4개의 계층으로 구분되어 있고, 각 계층에서는 각각 수행해야 하는 역할들을 수행하여 올바른 통신이 이루어지도록 구성되어 있습니다. 송신하는 측에서는 응용프로그램에서 보내고자 하는 데이터가 있는 경우, 각 계층에서 처리되어지면서 점차 하위 계층으로 전달됩니다. 그리고 수신하는 측에서는 받은 신호에 대해 하위 계층에서부터 처리되어지면서 점차 상위 계층으로 전달됩니다. 이 때, 각 계층에서 송신 및 수신 측에서 수행하는 역할은 [표 1]과 같습니다. ①~⑧ 순서를 거쳐 응용프로그램 데이터가 한 컴퓨터에서 다른 컴퓨터로 전송됩니다. 그리고 데이터를 수신한 컴퓨터에서 데이터를 보내고 싶은 경우에는 기존 수신 측이 송신 측으로 변경되어 ①~⑧ 과정이 다시 진행되어 데이터를 전에 보냈던 곳에 데이터를 전송하는 것이 가능해집니다.

프로토콜 계층	송신 측 역할	수신 측 역할
응용프로그램	① 수신 측 응용프로그램에서 처리 가능한 데이터 생성	⑧ 응용프로그램에서 수신하여 데이터에 따른 결과 표시
전송	② 수신 가능한 일종의 공통된 형태로 전송 데이터 생성	⑦ 데이터에 문제가 있는 경우 재전송 요청 및 수신해야 하는 응용프로그램 파악
네트워크	③ IP 주소 체계를 사용해 데이터 송신이 가능한 형태로 생성	⑥ IP 주소를 확인하여 수신할 데이터인지 확인
데이터링크 / 물리	④ 비트 단위로, 물리 장치에 따라 신호를 변환하여 송신	⑤ 수신한 신호를 변환하여 비트 단위 신호를 송신 데이터 단위로 상위 계층에 전달

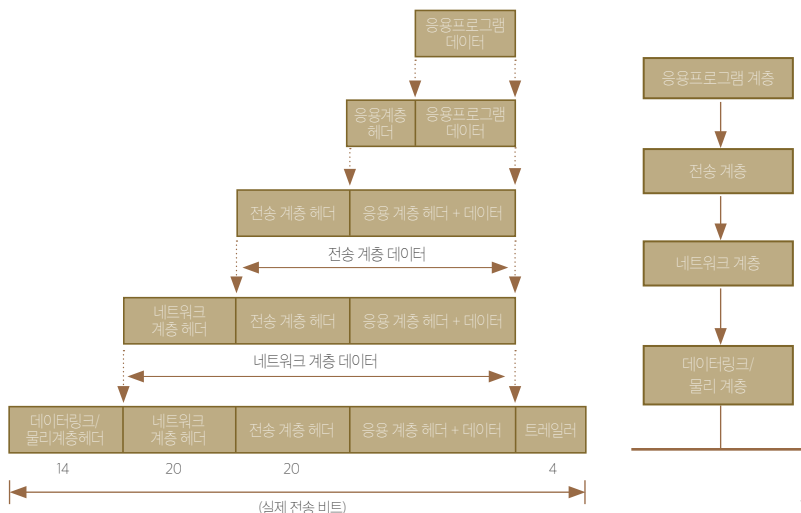
표 1. TCP/IP 계층에 따른 송신/수신 측 역할

IV. 데이터 캡슐화 / 언캡슐화



TCP/IP를 사용한 송수신 과정에서 각 계층에서는 각 역할을 수행하는데 필요한 추가 정보가 있습니다. 예를 들어, 네트워크 계층에서는 IP 주소를 사용해 송신을 수행하고, 수신 측에서는 IP 주소를 확인해야 하므로 IP 주소 정보가 필요합니다. 이렇게 각 계층에서 필요한 정보들을 관리하기 위해 헤더 및 트레일러 구조를 사용하여 필요한 정보를 관리합니다. 헤더란 데이터의 앞부분에 필요한 정보를 추가하는 구조이고, 트레일러란 데이터의 뒷부분에 필요한 정보를 추가하는 구조입니다. [그림 7]과 같이, 상위 계층에서의 데이터는 하위 계층에서 처리될 때 해당 계층에서 필요한 데이터를 헤더 또는 트레일러에 추가합니다. 이후, 해당 데이터 전체를 하위 계층에 전달하여, 하위 계층에서는 필요한 정보를 추가합니다.

TCP/IP 4계층에서는 [그림 8]에서와 같이 헤더 및 트레일러를 사용합니다. [그림 7]과 달리, 트레일러는 데이터링크/물리 계층에서만 사용하고 있습니다. 대부분 계층에서 필요한 정보는 헤더에 추가됩니다. 헤더에 추가되는 이유는 컴퓨터에서는 데이터를 앞에서 뒤로 순차적으로 해석하기에 앞부분에 필요한 정보가 있으면 뒷부분 데이터를 해석하지 않고도 빠른 처리가 가능하기 때문입니다. 그렇다면, 데이터링크/물리 계층에 트레일러가 존재하는 이유는 무엇일까요? 데이터링크/물리 계층에서는 다른 계층과 달리 데이터가 비트 단위로 물리/



전기 신호로 변환되어 송수신이 됩니다. 이 때, 데이터를 송수신하는 측에서는 포함된 데이터 내용보다는 보내야 하는 데이터를 비트 단위로 신호 변환하여 전송하고 수신하는 역할을 더 우선시합니다. 따라서 송신하는 헤더 부분에는 전송하는 데이터 비트 양을 포함한 여러 정보를 포함하고, 트레일러에 전송 단위가 끝났음을 알리는 특수한 비트 조합 정보를 포함하여 데이터를 송수신한다고 볼 수 있습니다. 송신 측 상위 계층에서 하위 계층에 데이터를 전달하는 과정을 캡슐화(Encapsulation), 그리고 수신 측 하위 계층에서 상위 계층에 데이터를 전달하는 과정을 언캡슐화(Decapsulation)라는 용어를 사용하기도 합니다. 각 계층에서는 상위 계층에서 어떤 헤더 또는 트레일러가 추가되었는지 분석할 필요 없이, 해당 계층에서 필요한 정보를 추가하거나 분석하는 역할만 수행합니다.

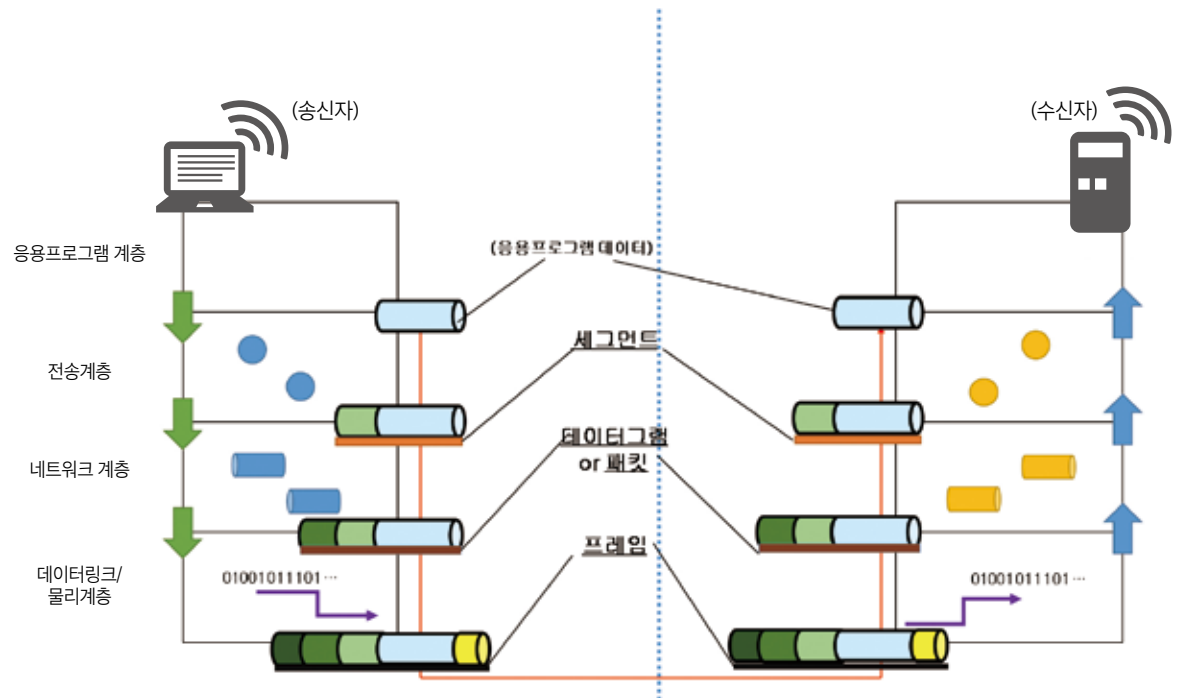


그림 9. TCP/IP 4계층에서의 캡슐화 및 언캡슐화

[그림 9]는 TCP/IP 4계층에서 캡슐화 및 언캡슐화하는 전반적인 과정을 데이터 중심으로 표현하였습니다. 응용프로그램에서 보내고자 하는 데이터는 응용프로그램 헤더를 포함한 응용프로그램 데이터 형태로 전달된다고 가정했을 때, 해당 응용프로그램 데이터는 TCP/IP 계층들을 거치면서 캡슐화가 이루어져 전송되고, 언캡슐화가 이루어져 상위 계층에 전달되어 수신자 측의 대상 응용프로그램에 전달됩니다. 이 때, 전송 계층에서 전송 계층 헤더가 추가된 덩어리 전체를 세그먼트, 네트워크 계층에서 네트워크 계층 헤더까지 추가된 덩어리 전체를 데이터그램 또는 패킷, 그리고 데이터링크/물리 계층에서 관련 헤더 및 트레일러까지 추가된 덩어리 전체를 프레임이라는 용어를 사용합니다. 각 계층마다 부르는 용어가 조금씩 차이가 있어 혼란이 생길 수 있지만 어떤 용어를 사용하는지에 따라 어떤 계층의 데이터를 언급하는지가 달라지므로, 정확히 용어를 이해하고 사용할 필요가 있습니다.

이번 호에서는 지난 호에 이어 TCP/IP 계층에 대한 전반적인 개요 및 계층화에 따른 캡슐화 및 언캡슐화에 대해 살펴보았습니다. 다음 호부터는 TCP/IP 하위 계층인 데이터링크/물리 계층부터 시작해 점차 상위 계층 쪽을 살펴보면서 관련된 기술 및 장비를 중심으로 이야기 기할 예정입니다. 📡