



컴퓨터 네트워크의 이해 및 활용 ④ 네트워크 장비 ① 스위치

+ 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 연재에서는 컴퓨터 네트워크에서 사용되는 TCP/IP 4계층 중 물리적인 통신의 기반을 이루는 데이터링크/물리 계층 및 이와 관련된 딜레이에 대해 살펴보았습니다. 이번 연재에서는 데이터링크/물리 계층 위에 존재하는 네트워크 계층을 스위치의 동작 원리와 함께 설명하고자 합니다.

I. 네트워크 계층 개요

네트워크 계층은 지난 연재에서 언급되었던 데이터링크/물리 계층 위에 존재하는 계층입니다. 지난 연재에서 살펴본 데이터링크/물리 계층을 정리해 봅시다. 데이터링크/물리 계층은 데이터링크와 물리 두 계층을 합쳐 부르는 용어로, 물리 계층은 물리적인 전기 또는 빛 신호를 어떤 식으로 전송하는지, 그리고 데이터링크 계층은 한 선에 여러 개의 장비들이 있을 때 각 장비들이 보내는 데이터가 서로 충돌하지 않도록 잘 관리하는 역할을 수행합니다. 물리 계층에서는 데이터를 전달하는 매체와 밀접하게 관련이 있어 일상에서 쉽게 볼 수 있는 LAN 선과 방송 장비 데이터 전송에서 자주 볼 수 있는 광케이블을 위주로 살펴보았고, 데이터링크 계층에서는 컴퓨터에서 확인 가능한 고유 하드웨어 주소에 해당하는 MAC 주소를 살펴보았습니다.

네트워크 계층은 인터넷 계층, 또는 IP 계층이라고도 하는데, 요약하자면, 아래 계층에서 사용하는 인터넷 데이터를 IP 주소를 이용하여 전달하는 역할을 수행하는 계층이라 할 수 있습니다. 지난 시간에 살펴보았던 데이터링크 계층 및 물리 계층은 물리 신호가 충돌하지 않도록 판단하여 신호가 손실되지 않도록 전달하는 역할을 맡았습니다. 네트워크 계층은 해당 두 계층에 컴퓨터가 사용하는 실제 데이터를 보내거나 받는 역할을 맡습니다. 이 때, 데이터를 보내거나 받으려면 어떤 컴퓨터에서 어떤 컴퓨터로 데이터를 보내는지에 대한 정보가 있어야 합니다. 이에 대한 주소 정보가 IP 주소에 해당합니다. 마치, 우체국에서 일하는 집배원께서 우편번호와 번지수를 통해 보내는 사람 및 받는 사람 주소를 파악하는 것처럼, 컴퓨터와 컴퓨터 사이에서 데이터를 주고받기 위해 사용하는 주소는 IP 주소로 이해하시면 편하실 것 같습니다.

[그림 1]에서는 두 컴퓨터가 서로 통신을 수행할 때 네트워크 계층과 데이터링크/물리 계층의 역할을 나타냅니다. 컴퓨터 A와 컴퓨터 B의 IP 주소가 각각 192.168.0.3, 192.168.0.101 이라고 가정합니다. 컴퓨터 A에서 컴퓨터 B로 데이터를 보내기 위해 네트워크 계층의 상위에 있는 계층들에서 네트워크 계층으로 데이터가 도착하고, 네트워크 계층에서는 필요한 처리를 한 후, 그 결과를 데이터링크/물리 계

층에 전달합니다. 데이터링크/물리 계층에서는 물리적인 신호를 통해 컴퓨터 B에 신호를 보냅니다. 컴퓨터 B에서는 컴퓨터 B에 있는 데이터링크/물리 계층에서 컴퓨터 A로부터 신호를 받아 네트워크 계층에 전달하고, 네트워크 계층에서 IP 주소가 맞는지 확인을 한 후 상위 계층에 전달하는 과정을 거칩니다.

해당 과정을 보다 자세히 정리하기 전에, 컴퓨터 통신에서 많이 이야기하는 패킷에 대해 잠시 살펴보려고 합니다.

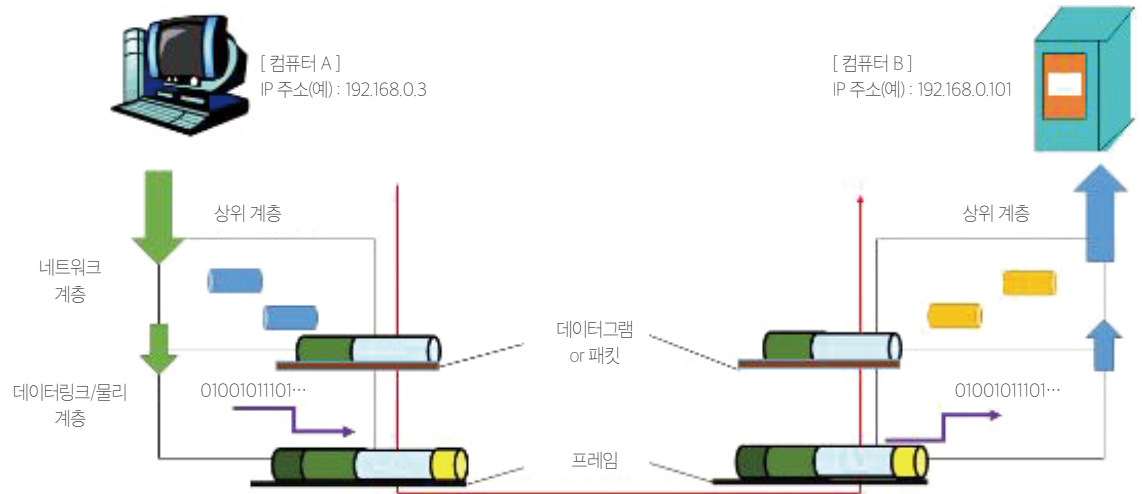


그림 1. 네트워크 계층과 데이터링크/물리 계층

II. 패킷(데이터그램)

컴퓨터 네트워크를 이야기할 때, 가장 많이 언급되는 단어 중 하나가 바로 '패킷'이라는 용어가 아닌가 생각합니다. 패킷이라는 용어는 흔히 컴퓨터 네트워크에서 오가는 데이터를 지칭할 때 사용되지만 엄밀히 이야기할 때는 네트워크 계층에서 처리되는 데이터 단위에 해당하는 용어를 의미하며, '데이터그램', 또는 IP 주소와 관련된 처리를 하기에 'IP 데이터그램'이라는 용어를 사용하기도 합니다.

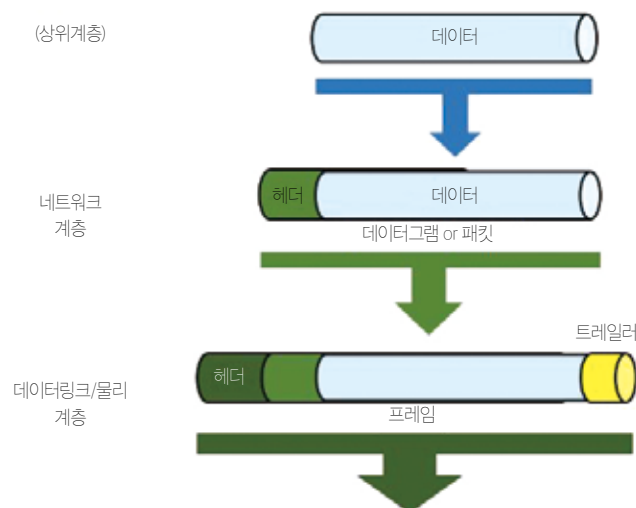


그림 2. 네트워크 계층과 패킷

[그림 2]에서와 같이 상위 계층으로부터 도착한 데이터는 네트워크 계층에서 패킷이라는 단위로 바뀝니다. 이때, 패킷은 상위 계층으로부터 전달 받은 데이터 앞 쪽에 추가적인 정보를 포함하는데, 이를 헤더(Header)라고 합니다. 이 헤더에 보내는 컴퓨터와 받는 컴퓨터의 IP 주소 내용이 추가됩니다. 헤더라는 용어는 사실 네트워크 계층에서만 쓰이는 용어는 아닙니다. 전체 내용의 앞 쪽 부분에 대해 '헤더'라고 보통 이야기를 하는데, 데이터링크/물리 계층에서도 마찬가지로, 패킷이 전달되면 패킷 앞에 헤더를 붙이고, 패킷 뒤에 트레일러를 붙인 뒤, 이를 '프레임'이라고 부릅니다.

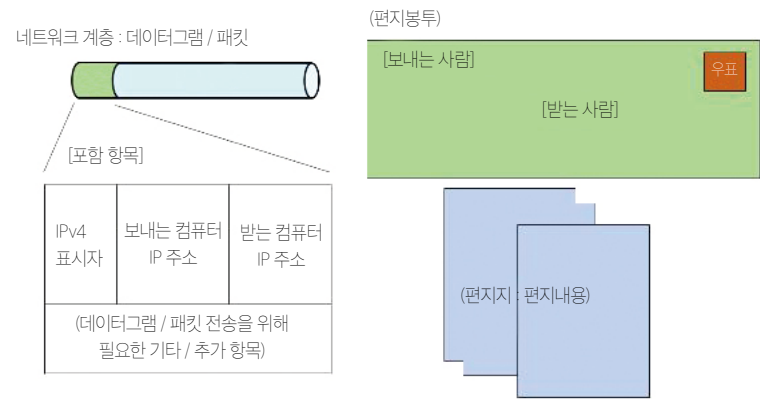


그림 3. 패킷 헤더에 포함되는 항목

니다.

그렇다면 네트워크 계층의 패킷 헤더에는 어떤 정보가 포함될까요? 패킷 헤더에 포함되는 항목은 [그림 3]에서와 같이 마치 편지 봉투를 작성하여 우편을 보낼 때의 과정과 비슷합니다. 편지를 보낼 때, 국가에서 발행한 우표를 사용하여 발송이 되는 것처럼, 패킷 또한 컴퓨터 네트워크에서 사용하는 데이터임을 표시하는 항목이 있습니다. 이에 해당하는 부분이 'IPv4 표시자'입니다. (마치 화폐 개혁이 발생하면 구화폐와 신화폐가 동시에 있듯이, IP 주소에도 종류가 있습니다. 현재 우리가 사용하는 IP 주소 체계는 정확하게 IP Version 4에 해당하며, 이를 줄여 일반적으로 IPv4라고 이야기합니다.) 우표가 없으면 편지가 발송되지 않듯이 IPv4 표시자 또한 마찬가지로 이것이 없을 경우 패킷은 상대방 컴퓨터로 전달되지 않을 것입니다. 네트워크 패킷과 우편을 보낼 때 사용하는 편지와의 포함 항목을 [표 1]과 같이 정리해 보았습니다.

네트워크 패킷		편지	
헤더	IPv4 표시자	편지 봉투	우표
	보내는 컴퓨터 IP 주소		보내는 사람
	받는 컴퓨터 IP 주소		받는 사람
데이터	전송 데이터 (패킷 (IPv4)와 편지와의 포함 항목은 동일함)		편지지 : 편지 내용

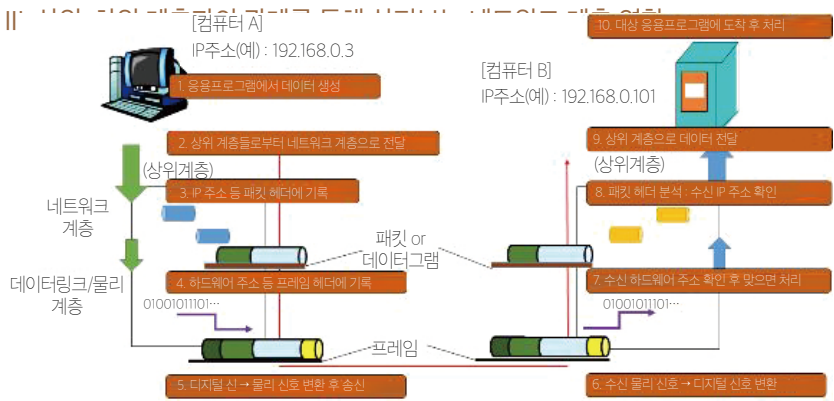


그림 4. 데이터 전송 과정 : 네트워크 및 관련 계층들과의 관계

[그림 4]는 데이터 전송 과정을 네트워크 계층을 중심으로 나타낸 것입니다. 네트워크 계층의 입장에서 볼 때, 데이터를 다른 컴퓨터로 전송할 때에는 상위 계층으로부터 받은 데이터에 IP 주소와 같이 [그림 3]에서 설명했던 여러 항목들을 패킷 헤더에 추가합니다. 이렇게 추가된 전체 내용은 데이터링크/물리 계층으로 전달된 후, 해당 계층에서 필요한 역할을 수행하여 상대방 컴퓨터로 전송됩니다. 데이터를 수신하는 컴퓨터에서는 네트워크 계층에서 하위 계층으로부터 내용 전체를 받은 이후, 패킷 헤더 부분을 분석하고 수신 IP 주소를 확인하여 대상 컴퓨터가 수신해야 하는 IP 주소인 경우, 이를 상위 계층으로 데이터를 전달하는 과정을 거칩니다.

이와 같이, 네트워크 계층은 '패킷'을 사용하여 IP 주소를 통해 상대방 컴퓨터로 데이터를 전달하는 기능을 담당합니다. 실제로 네트워크 계층은 다른 계층들과의 관계를 통해 해당 주 기능을 기반으로 다음과 같은 여러 역할들을 수행합니다.

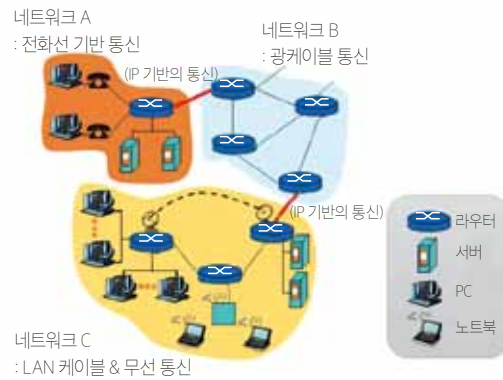


그림 5. 서로 다른 데이터링크/물리 계층 지원

① 여러 데이터링크/물리 계층 지원

네트워크 계층을 통해 IP 주소를 기반으로 통신이 이루어져, 하위 계층이 서로 다른 네트워크 사이에서 통신이 발생하더라도 통일된 IP 주소를 통해 데이터 송수신이 가능합니다. [그림 5]에서와 같이, 전화선 기반의 네트워크, 광케이블 기반의 네트워크, 일반 회사에서와 같은 LAN 케이블 및 무선 기반의 네트워크 이렇게 3개의 네트워크가 있더라도 서로 데이터를 주고받는데 문제가 없어야 할 것입니다. 이때, 모든 장비들은 IP 주소를 갖게 되고, 다른 네트워크와 통신을 할 때에는 항상 네트워크 계층을 기반으로 IP 주소를 통해 통신이 이루어지기 때문에

데이터링크/물리 계층이 다른 네트워크와의 통신에 문제가 없습니다.

② IP 주소를 통한 통신 상대 지정

[그림 3]에서와 같이 네트워크 계층에서 IP 주소를 사용하여 데이터를 보내는 컴퓨터 IP 주소, 받는 컴퓨터 IP 주소를 기재하는 과정을 통해 통신 상대를 명확히 지정합니다.

③ 데이터 전송 경로 판단

[그림 6]에서는 네트워크 구성도 예시 하나와 함께, 이에 따른 가능한 여러 경로들을 설명하고 있습니다. (파란색으로 표시된 장비는 '라우터'라고 하는 장비인데, 해당 장비에 대해서는 차후 연재에서 살펴볼 예정입니다.) 여러 장비들로 구성이 되어 있어 다양한 네트워크 경로가 생길 수 있습니다. 모든 장비에 연결된 회선 속도는 같다고

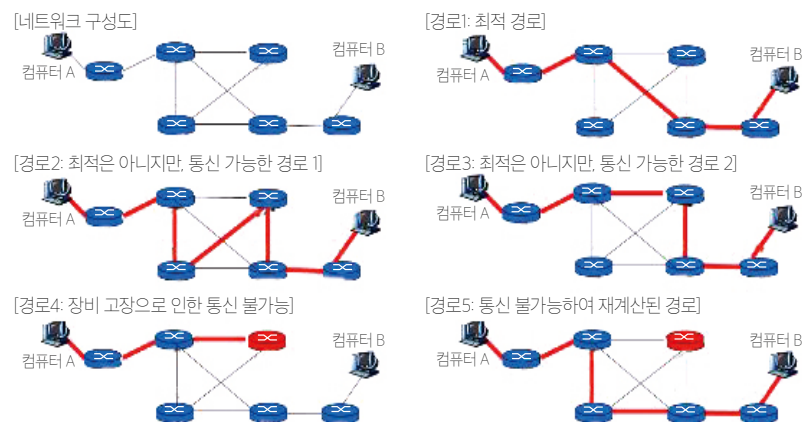


그림 6. 네트워크 구성에 따른 통신 경로

가정하고 설명하고자 합니다.

경로1의 경우에는 그림으로 보았을 때 가장 최적의 경로가 될 수 있을 것입니다. 경로2나 경로3에 비해서 거치는 장비 수가 가장 적기 때문입니다. 지난 연재에서 언급하였듯이, 거치는 장비 수가 많아질수록 네트워크 딜레이가 생겨 전송 속도에 영향을 미칩니다. 경로2와 경로3은 최적의 경로까지는 아니지만 컴퓨터 A와 컴퓨터 B가 통신을 수행하는 기능 자체는 문제가 없을 것입니다. 경로4와 경로5는 경로3과 같이 통신을 수행하던 중 가운데 장비 1대가 고장난 경우에 해당합니다. 이 경우 통신이 불가능한 상태가 지속되면 안될 것입니다. 네트워크 장비들은 별도의 관리를 통해 경로를 재계산하기도 합니다. 따라서 경로4처럼 통신이 불가능한 상황에도 비교적 빠른 시간 내에 경로5와 같이 자동으로 경로가 바뀌기도 하며, 때로는 자동으로 경로가 바뀌지 못하고 경로4의 상태로 남아있는 경우도 생깁니다.

이와 같이 네트워크 계층은 상위 계층으로부터 데이터를 받아 이를 데이터링크/물리 계층을 통해 전송하고, 전송받은 컴퓨터에서 또한 네트워크 계층에서 수신 주소를 판단하여 상위 계층으로 전송하는 주 기능을 수행합니다. 해당 주 기능을 수행하기 위해 위와 같은 3가지 주요 역할을 수행하며, 특히 데이터 전송 경로를 판단하는 역할은 어떤 장비를 얼마나 사용하여 네트워크를 구성하는지와도 밀접한 관련이 있습니다. 전산실에 가보면 컴퓨터뿐만 아니라 네트워크 장비들도 많이 있는 것을 볼 수 있는데, 이와 같이 여러 네트워크 경로를 지원하여 특정 장비가 고장나는 경우에도 다른 네트워크 장비를 통해 데이터 전송에 문제가 없도록 여러 장비들을 설치하는 경우가 많습니다. 그리고 이렇게 여러 장비들을 잘 설정하고 관리 가능한 네트워크 엔지니어의 역할 또한 중요하다고 할 수 있습니다.

IV. 스위치와 허브

컴퓨터 네트워크에서는 각 컴퓨터에서 LAN 케이블과 연결되는 LAN 카드라 불리는 네트워크 인터페이스 카드도 중요하지만 [그림 5]와 [그림 6]에서와 같이 실제 네트워크 통신을 수행하도록 연결되는 여러 네트워크 장비들 또한 중요합니다. 이번 연재에서는 여러 네트워크 장비들 중 스위치와 허브에 대해 살펴보고, 다음 연재에서 라우터를 살펴보고자 합니다.

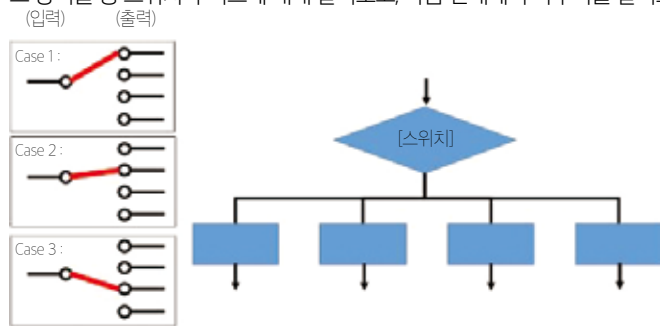


그림 7. 컴퓨터 네트워크에서의 스위치 개념

먼저 장비들을 살펴보기 전에, 스위치와 허브 용어에 대해 잠깐 살펴보고자 합니다. 스위치(Switch)라는 용어 자체는 여러분들께서 이미 잘 알고 있듯이, 어떤 장치를 켜거나 끌 때 우리는 스위치라는 용어를 사용합니다. 컴퓨터 네트워크에서 스위치라는 용어를 사용할 때에는 단순히 켜거나 끄는 스위치보다는 여러 상태를 결정 가능한 다소 똑똑한 스위치를 일컫습니다.

다. [그림 7]에서와 같이 왼쪽에서 오른쪽으로, 또는 위에서 아래로 데이터가 이동하는 경우 스위치에서 입력과 출력을 어떻게 연결하느냐에 따라 어떤 부분으로 데이터가 전송될지가 스위치를 통해 결정됩니다. [그림 7]의 왼쪽은 회로도와 비슷하게 도식화한 부분입니다. 빨간 부분이 출력 4개 중 어느 것에 연결되느냐에 따라 출력되는 방향이 달라집니다. 일종의 4가지 상태를 선택 가능한 스위치가 되는 것이죠. 오른쪽 부분은 순서도라는 그림에 맞게 도식화한 부분입니다. 마름모 모양의 부분에서 아래 4개의 상자 중 어느 방향으로 가는 것이 좋을지 정해진 후, 4개의 상자 중 하나를 선택하여 해당 상자로 흐름이 결정됩니다.

반면, 허브(Hub)란 용어는 본래, 어떤 장소나 어떤 활동에 있어 중심 또는 중추가 되는 지점을 지칭합니다. 한 예로, 거점 공항을 허브 공항이라고도 하는데, 우리나라에 인천국제공항을 비롯해, 김포공항, 청주공항, 대구공항, 제주공항 등 여러 공항이 있지만 아무래도 세계 여러 나라들을 이어주는 주 역할을 하는 공항은 인천국제공항이겠지요? 따라서 우리나라의 허브 공항은 인천국제공항입니다. 마찬가지로,

네트워크 장비에서 허브라 불리는 장비는 일종의 중심 또는 중추가 되는 어떤 역할을 수행하기에 허브라는 용어를 사용하지 않을까요? [그림 8]은 허브와 스위치의 기능에 대한 차이점을 나타냅니다. 네트워크 장비가 어떤 것이더라도 여러 컴퓨터들을 서로 연결하여 서로 통신이 가능하도록 일종의 거점 역할을 수행한다면 허브 기능을 수행한다고 이야기할 수 있습니다. 그리고 이때, 여러 장비들이 서로 통신을 수행할 때 오른쪽 빨간 색과 같이 별도의 연산을 하여 장비끼리만 통신이 가능하도록 수행하는 기능이 있는 장비에 대해서는 스위치 기능을 수행한다고 이야기합니다. 그리고 이와 같은 주 기능을 포함하는 장비에 대해 각각 ‘허브’, ‘스위치’라는 용어를 사용합니다.

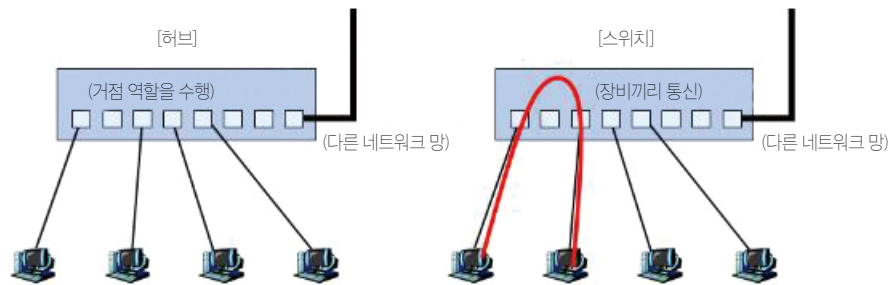


그림 8. 허브와 스위치

[그림 9]는 허브, 스위치, 그리고 공유기 장비 사진입니다. 그런데, 그림에서 허브와 스위치 장비는 육안으로 볼 때 포트(케이블을 연결 가능한 부분)수가 적고 많은 차이만 보입니다. 그렇다면 포트 수가 적으면 허브, 포트 수가 많으면 스위치라 부를 수 있을까요? 그리고 공유기를 살펴보면 무선 공유가 가능해야 하기에 안테나도 있지만, 허브처럼 역시 뒷부분에 4~5개의 포트가 있습니다. 이와 같이 현재 시중에 있는, 그리고 방송에서 사용하는 다양한 네트워크 장비들은 단순히 육안으로 보고 허브, 스위치를 구분하기는 어렵습니다.

예전에는 여러 컴퓨터 장비들을 단순히 거점 형태로 연결 가능한 장비를 허브라 부르고, 허브에 위에서 설명한 스위치와 같은 기능을 담은 값비싼 장비를 스위치라고 이름을 붙였으며, 장비에 포함된 포트(케이블을 연결 가능한 부분)의 개수에 따라 8포트-허브, 16포트-허브 등의 용어를 사용했었습니다. 현재 또한 이와 같은 용어를 많이 사용합니다. 그러나 이후 첫 연재에서 언급했던 인터넷 공유기 등과 같은 여러 장비들이 등장하면서 점차 네트워크 장비에 대해 허브와 스위치라고 명확하게 구분하기 힘든 경우가 생겼습니다. 한 예로, 집에서 사용하는 많은 인터넷 공유기들은 스위치와 허브의 기능을 모두 담고 있습니다.

따라서 오늘날에는 실제 스위치와 허브의 차이는 장비에서 수행하는 위에서 설명한 용어에 따른 주력 기능이 무엇인가에 따라 정해지며, [그림 9]의 (b)와 같은 많은 포트를 지원하는 스위치 장비들은 스위치의 안정성 등을 위한 여러 부가 기능들을 포함하고 있습니다. [그림 9]의 (c)에 해당하는 인터넷 공유기 장비들은 여러 장비들에 대해 공유기 기능을 수행해야 하기에 허브 기능을 기본적으로 포함하고 있으며, 장비들끼리만 전용으로 통신 가능한 스위치 기능을 포함하는 공유기 장치 또한 많습니다.



그림 9. 허브(a), 스위치(b), 공유기(c)

이번 호에서는 TCP/IP에서 데이터링크/물리 계층 위에 있는 네트워크 계층에 대해 살펴보고, 스위치와 허브에 대해서도 살펴보았습니다. 다음 호에서는 스위치에 대한 설명에 이어 네트워크 계층에서 수행하는 또 다른 역할 중 하나인 라우팅, 그리고 이를 수행하는 장비인 라우터를 중심으로 이야기를 계속 진행할 예정입니다. 📡