



데이터가 도착할 때 해당 데이터를 나머지 연결된 컴퓨터들에게 모두 전송하는 기능을 수행합니다. [그림 1 (a)]에서와 같이 허브에 4대의 컴퓨터가 연결된 경우 허브에서 동작하는 기능을 살펴보고자 합니다. 컴퓨터B가 컴퓨터C에 데이터를 보내고 싶은 경우, 컴퓨터B는 '컴퓨터B → 컴퓨터C'로 전송하고자 하는 데이터를 허브에 보냅니다. 허브에서 포트 번호 ③번에서 데이터를 수신합니다. 허브는 단순히 수신한 데이터를 나머지 모든 포트 번호에 그대로 보냅니다. 다만 포트 번호 ②, ⑥, ⑦, ⑧번에는 컴퓨터가 연결되어 있지 않기에, 허브는 ①, ④, ⑤번 포트에 '컴퓨터B→컴퓨터C'데이터를 모두 보냅니다. 컴퓨터A와 컴퓨터D는 데이터를 수신하지만 목적지가 컴퓨터C인 것을 확인 후 데이터를 사용하지 않고 버립니다. 컴퓨터C는 데이터를 수신하고, 목적지가 자신인 것을 확인하여 데이터를 수신하고, 컴퓨터C 내부에서 상위 계층으로 보내 해당 데이터를 처리합니다.

이 때, 컴퓨터A~D를 구분하기 위해 사용하는 주소가 MAC 주소(또는, 하드웨어 주소)로, '??-??-??-??-??-??' 또는 '??:??:??:??:??:??' 형식으로 주소를 사용합니다. 각 컴퓨터에서 MAC 주소는 자신의 컴퓨터가 수신해야 하는지 아닌지 판단하기 위한 용도로 사용합니다. 허브 장비는 위 하드웨어 주소와 상관없이 특정 포트에 데이터가 도착하면, 컴퓨터가 연결되어 있는 나머지 포트에 항상 데이터를 그대로 보내고, 각 컴퓨터들은 받은 데이터가 자신이 수신해야 하는지에 대한 여부를 판단하는 식으로 동작합니다.

반면, 스위치는 [그림 1 (b)]의 경우와 같이 원하는 대상 컴퓨터에만 데이터를 보내는 기능이 있습니다. 이러한 기능은 구체적으로 MAC 주소를 학습하는 원리에 의해 동작합니다. [그림 1 (b)]를 살펴보면 스위치 장비에서 포트 번호 ④번에 '컴퓨터C'가 연결되어 있다는 것을 학습한 상태이기에 다른 포트로 데이터가 전송되지 않고 포트 번호 ④번에만 전송됩니다. 즉, 스위치는 컴퓨터C의 MAC 주소가 포트 번호 ④번에서 사용하고 있음이 학습되어 있는 상황에서 [그림 1 (b)]와 같은 과정이 이루어집니다. 학습이 되어 있는 경우, 컴퓨터B가 '컴퓨터B → 컴퓨터C'로 전송하고자 하는 데이터를 스위치에 보내면, 포트 번호 ③번에서 데이터를 수신합니다. 그리고 스위치에서 '컴퓨터C'로 데이터를 보내려면 ④번에만 데이터를 보내면 된다고 이미 알고 있기에, 포트 번호 ④번에만 데이터를 보냅니다.

이와 같이 스위치는 허브보다 똑똑한 기능을 가지고 있어 데이터 전송에 있어 보다 효율적입니다.

## II. 스위치의 기능

이렇게 스위치가 허브보다 똑똑할 수 있는 이유로, 스위치는 허브와 달리 MAC 주소를 학습하는 기능이 있습니다. MAC 주소가 학습되기 위해서는 [그림 2]에서와 같이 스위치에서 데이터가 먼저 흐르는 과정이 진행되어야만 합니다. 즉, 아무리 스위치가 똑똑하더라도 스위치에 연결된 컴퓨터들에서 데이터가 없는 경우에는 학습이 불가능하다는 것입니다. [그림 2]에서는 MAC 학습 과정을 (1)~(4)까지 단계별로 확인할 수 있습니다. 각 단계별로 설명하자면 다음과 같습니다.

- 단계(1) : 컴퓨터B → 컴퓨터C로 보내고자 하는 데이터가 포트 ③번으로 도착합니다.
- 단계(2) : 도착한 데이터를 파악하여 컴퓨터B가 MAC 주소 bb:bb:bb:bb:bb:bb이고 ③번 포트를 사용하고 있음을 학습합니다.  
 컴퓨터C의 MAC 주소에 대해서는 학습하고 있지 않으므로 연결된 컴퓨터의 모든 포트에 데이터를 보냅니다. 컴퓨터A와 D는 [그림 1]에서 살펴보았던 상황과 동일하므로 데이터를 처리하지 않고, 컴퓨터C만 데이터를 처리합니다.
- 단계(3) : 컴퓨터C → 컴퓨터B로 보내고자 하는 데이터를 컴퓨터C가 포트 ④번으로 보냅니다. 포트 ④번에 도착한 데이터를 기반으로 스위치는 단계 (1)에서와 같이 컴퓨터C, MAC 주소 cc:cc:cc:cc:cc:cc는 포트 ④번에서 사용하고 있다고 학습합니다. 컴퓨터B는 포트 ③번임을 단계 (2)에서 이미 학습하였으므로, ③번으로만 데이터를 전송하여 컴퓨터B가 해당 데이터를 수신합니다.
- 단계(4) : 이후 컴퓨터 B와 컴퓨터 C가 데이터를 주고받을 때는 스위치가 가진 학습 결과를 토대로 포트 ③번과 ④번만을 사용하여 통신이 이루어집니다.

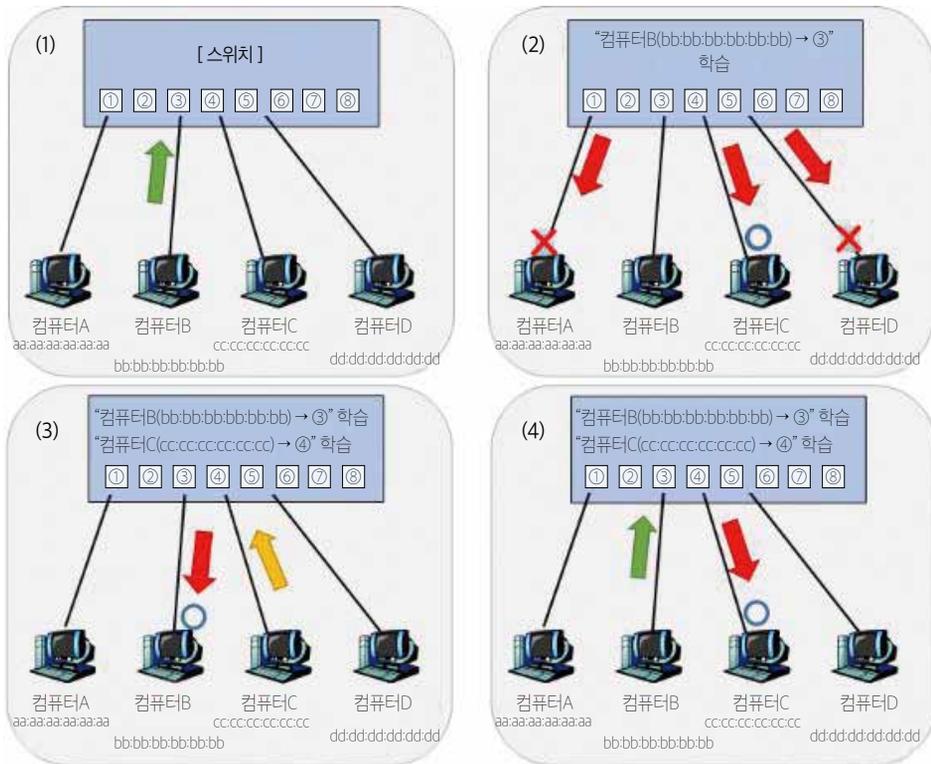


그림 2. 스위치에서의 MAC 주소 학습 과정

스위치가 허브와 비교했을 때 가지는 또 다른 기능으로는 스위치에 해당하는 각 포트에 연결된 장비의 네트워크 매체 또는 속도가 달라도 이를 지원하는 데 있습니다. 허브는 물리적으로 단순히 특정 포트에 데이터가 도착하였을 때, 이를 다른 포트에 그대로 전달하는 기능만을 수행합니다. 그러나 스위치는 각 포트별로 서로 속도가 다르거나 사용하는 물리 매체가 가능하더라도 이를 수용 가능하도록 설계되어 있습니다.

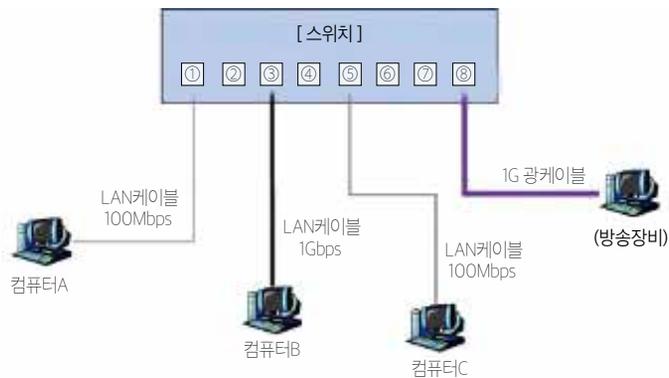


그림 3. 스위치 구성 예시

[그림 3]에서와 같이 어떤 스위치 장비가

100Mbps, 1Gbps LAN 케이블 및 1G 광케이블을 모두 지원하는 포트가 있는 경우 이들을 연결하여 데이터가 서로 흐르는데 문제가 없도록 지원합니다. 그러나 허브는 단순히 물리적으로 데이터를 그대로 전달만 수행하기에 [그림 3]과 같은 구성이 불가능합니다.

### III. 라우팅과 라우터

실제 라우팅은 이와 같이 단순하게 한 마디로 정의하기에는 다소 복잡한 여러 개념들이 있습니다만, 본 연재에서는 패킷의 경로를 결정하고 보내는 역할을 중심으로 라우팅 및 라우터 장비를 살펴보고자 합니다.

IP 주소를 사용하는 컴퓨터 네트워크에서 라우팅(Routing)이란, 어떤 데이터가 있을 때 해당 데이터에 포함된 도착지 IP 주소를 기반으로

어느 경로로 해당 데이터를 보낼지를 결정하는 과정을 이야기합니다. 그리고 이 역할을 수행하는 장비를 라우터라고 합니다. 라우팅에서는 IP 주소를 기반으로 경로를 판단하기에, 라우팅을 설명할 때는 네트워크 계층에서의 데이터를 의미하는 '패킷'이라는 용어를 주로 사용합니다.

그렇다면 라우팅은 왜 필요한 것일까요? 위에서 설명한 허브나 스위치만으로도 컴퓨터 네트워크에서 통신이 이루어지는데 충분하다고 생각하실 수도 있습니다만, 우리가 사용하는 실제 컴퓨터 네트워크 환경은 라우터가 꼭 필요한 환경에 해당합니다. 스위치에서는 MAC 주소를 사용하여 어느 포트로 데이터를 전송할 것인지를 결정합니다. 그러나 [그림 4 (a)]와 같이 여러 개의 네트워크가 서로 연결되어 있는 환경에서는 스위치의 기능만으로는 부족합니다.

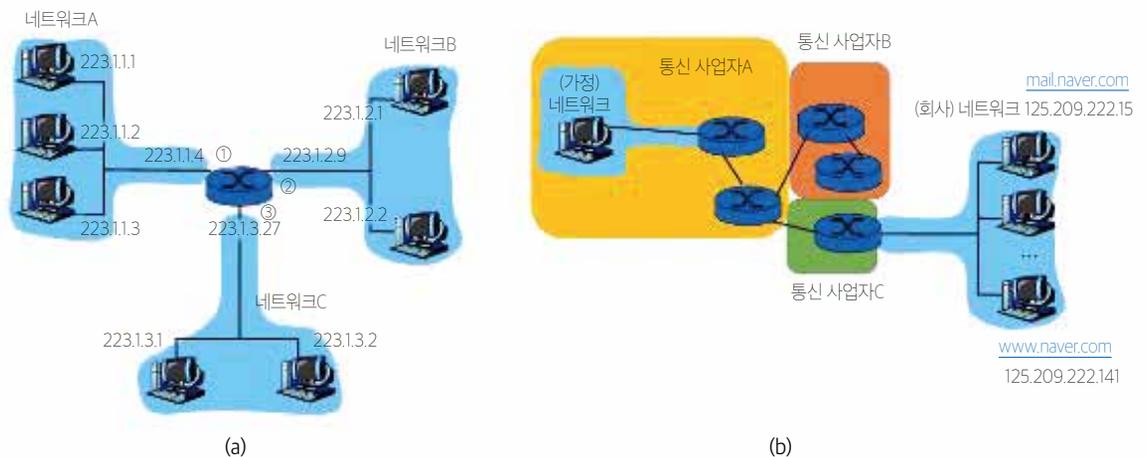


그림 4. 라우팅이 필요한 여러 네트워크로 구성된 환경

[그림 4 (a)]에서는 A, B, C 3개의 네트워크가 존재하는 환경입니다. 네트워크 A에 있는 223.1.1.X IP 주소를 가진 컴퓨터의 패킷을 네트워크 B에 있는 223.1.2.Y에 보내고 싶을 때, 가운데에 위치한 라우터 장비는 ①번 포트에 패킷이 도착하였을 때, 경로를 판단해 ②번 포트로 전송해 주어야 합니다. 실제 해당 라우터 장비는 '라우팅 테이블'을 통해 223.1.1.X에 해당하는 IP 주소에 대해 ②번 포트로 패킷을 보내도록 구성이 가능합니다. 이 때 [그림 4 (a)]에서 라우터 대신 스위치로 대체하면 통신이 가능할 것으로 보이지만 그렇지 않습니다. 통신이 가능하지 않은 이유는 스위치의 경우 IP 주소를 기반으로 어느 포트로 보내야 할지에 대한 기능이 없기 때문이라는 데 있습니다. [그림 4 (b)]는 라우팅을 사용하는 다소 복잡한 환경을 보여주고 있습니다. 실제 우리가 가정에서 인터넷을 사용할 때는 가정에서 통신 사업자에 인터넷 서비스를 가입하여 사용합니다. 실제 인터넷은 여러 통신 사업자들이 제공하는 네트워크가 서로 얽혀 있으며, 네이버, 다음, 구글 등과 같은 주요 인터넷 서비스 제공 업체들의 네트워크 역시 국내 및 해외 통신 사업자들이 제공하는 네트워크와 연결되어 있습니다. 이렇게 서로 연결되어 있는 환경에서 IP 주소를 통해 패킷이 전달되는 경로가 결정되어지고 패킷이 전송되어 인터넷에서 데이터 통신이 성공적으로 이루어집니다.

실제 인터넷에서 라우팅을 통해 패킷이 흐르는 경로를 직접 확인하실 수 있습니다. Windows 운영체제에서 시작→보조 프로그램→명령 프롬프트를 선택한 후, (참고 : Windows 8 이상에서는 Windows+X 키를 누른 후 나타나는 메뉴에서 명령 프롬프트를 선택합니다) "tracert www.facebook.com" 명령어를 입력하면 www.facebook.com 으로 패킷이 흐르는 경로를 추적 가능합니다.

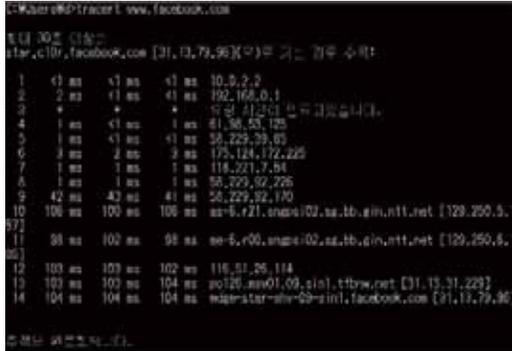


그림 5. "tracert www.facebook.com"명령어 실행 결과

[그림 5]는 앞장의 명령어를 실행한 결과입니다. 여러 개의 네트워크를 거쳐 www.facebook.com으로 가는 경로가 추적되었습니다.(명령어 실행 결과는 사용하는 네트워크 환경에 따라 다를 수 있습니다) 이와 같이, 여러 개의 네트워크를 통해 패킷이 전송되는 환경에서 IP 주소를 기반으로 패킷이 도착하는 라우팅이 필요하고, 라우팅은 라우터라는 장비에서 동작하는 역할에 해당합니다.

#### IV. OSI 7 계층과 L1~L3 장비

네트워크 장비들을 이야기할 때 간혹 L2, L3 등으로 이야기를 합니다. 여기서 L은 영어로는 Layer, 즉 계층을 의미하며, 일반적으로 네트워크 장비들을 지칭할 때, 'L2 장비', 'L3 장비'와 같이 이야기를 합니다. 예를 들어, 'L3 장비'를 풀어서 이야기한다면 '네트워크 계층 장비'가 되는데 아무래도 용어가 길어지다보니 네트워크에 종사하시는 많은 분들께서 'L2 장비', 'L3 장비' 등과 같이 이야기를 합니다.

이때, L2, L3 등에서 붙는 숫자 번호는 국제 표준화 기구인 ISO에서 네트워크 및 통신에 대한 각 계층에 대해 숫자를 1번부터 7번까지 표준으로 지정한 숫자를 사용합니다. 이를, OSI(Open Systems Interconnection) 7계층이라고 합니다. [그림 6]은 OSI 7의 각 계층을 나타냅니다. L1은 가장 하위에 있는 물리 계층을, 그리고 L7은 가장 상위에 있는 응용 계층을 지칭합니다.



그림 6. OSI 7 계층

그런데, OSI 7 계층에서 각 계층을 보면 지난 몇 번의 연재에서 언급되었던 계층 이름과 비슷합니다. 컴퓨터 네트워크에서는 TCP/IP 4계층을 이야기하는데, 이는 OSI 7계층과 비슷한 측면이 있으면서도 계층을 다르게 구분 짓고 있습니다. [그림 7]에서는 OSI 7 계층과 TCP/IP 4계층을 각각 나타냅니다.

[그림 7]에서와 같이 서로 다른 2가지의 계층 구분이 있어 다소 복잡해 보이지만, OSI 7계층의 경우 ISO에서 제정한 공식 국제 표준에

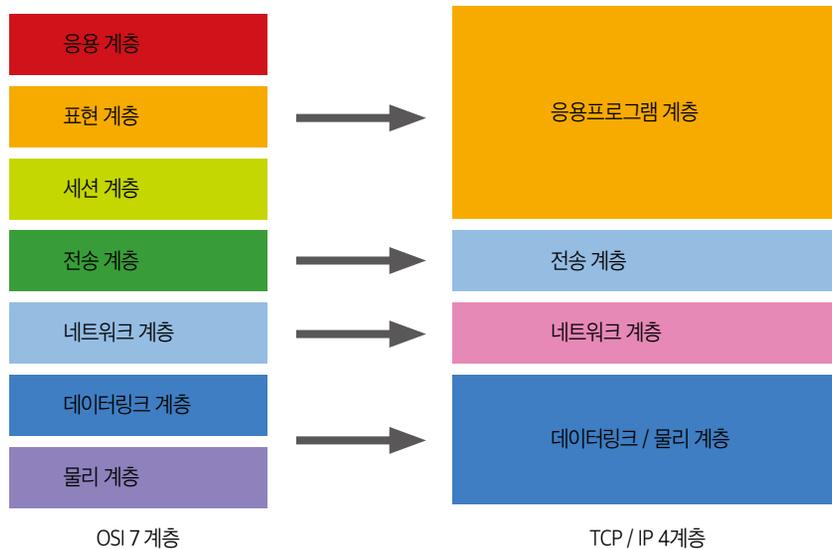


그림 7. OSI 7계층과 TCP/IP 4계층

해당하는 반면, TCP/IP 4계층은 실제 컴퓨터 네트워크에서 사용되는 일종의 산업계 표준에 해당합니다. 따라서 비록 컴퓨터 네트워크에서는 TCP/IP 4계층을 기반으로 데이터 송수신이 이루어지지만, 장비들을 이야기할 때는 L2 장비, L3 장비와 같이 ISO에서 제정한 계층 번호를 사용합니다.

지난 연재에서 허브와 스위치, 그리고 공유기에 대해 장비 관점에서 간략히 살펴보았습니다. 허브는 일종의 거점 역할을 하여 데이터를 연결된 모든 장비들이 물리적으로 데이터를 수신 가능하도록 구성합니다. 이때, 허브는 단순히 물리적으로 포트를 연결하는 역할만을 수행하고 이는 TCP/IP 4계층에서 가장 하위 계층인 '데이터링크/물리 계층'에서 굳이 구분하자면 물리 계층의 역할만 수행합니다. 이 물리 계층은 OSI 7 계층에서 이야기하는 물리 계층과 동일합니다. 따라서 허브는 'L1 장비'로 구분합니다. 그리고 스위치는 데이터링크 계층에서 사용하는 하드웨어 주소, 즉 MAC 주소를 학습하는 기능을 갖고 있으며, 물리 계층이 서로 다르더라도 동작하는 기능을 갖고 있습니다. 즉, 스위치 포트에 연결된 장비 속도 및 회선 종류가 다르더라도 동작하며, 이는 물리 계층 자체에서 동작하는 장비가 아니라 데이터링크 계층까지 고려하는 장비임을 의미할 것입니다. 따라서 스위치는 우선 'L2 장비'로 구분하며, 일부 스위치 장비들은 IP 주소를 고려하는 기능을 가지고 있으며 해당 스위치에 대해서는 L3 장비로 지칭하여 'L3 스위치'라는 용어를 사용하기도 합니다. 그리고 라우팅을 수행하는 라우터 장비는 IP 주소를 사용하는 네트워크 계층을 고려해야 하기에 'L3 장비'로 구분됩니다.

장비 계층	주요 장비 기능
Layer 1 (L1)	데이터를 전체로 보내는 Flooding (예 : 허브)
Layer 2 (L2)	MAC 주소 학습, 필터링, 포워딩, 다른 물리 계층 지원 (예 : 스위치)
Layer 3 (L3)	라우팅 기능, NAT, IP 주소를 이용한 트래픽 제어 (예 : 라우터)
Layer 4 (L4)	포트 번호를 이용한 트래픽 제어 (예 : 로드 밸런싱)
Layer 7 (L7)	응용프로그램 계층을 이용한 트래픽 관리 (예 : DPI, VPN)

표 1. 장비 계층에 따른 주요 장비 기능 및 장비 예시

[표 1]은 각 장비 계층에 따른 주요 장비 기능 및 해당 장비 예시를 정리한 것입니다. 실제로 각 장비 계층의 기능들은 본 연재에서 다루지 못한 기능들도 포함되어 있습니다. [표 1]과 같이 L4 장비, L7 장비 또한 존재하지만 상위 계층에 대한 소개 및 포트 번호, 응용 프로그램 계층을 이용했을 때의 제어, 그리고 트래픽 개념을 추후 연재를 통해 점차적으로 살펴보려 합니다.

다음 호에서는 네트워크 계층의 상위 계층인 전송 계층을 중심으로 이야기를 계속 진행할 예정입니다. 📡