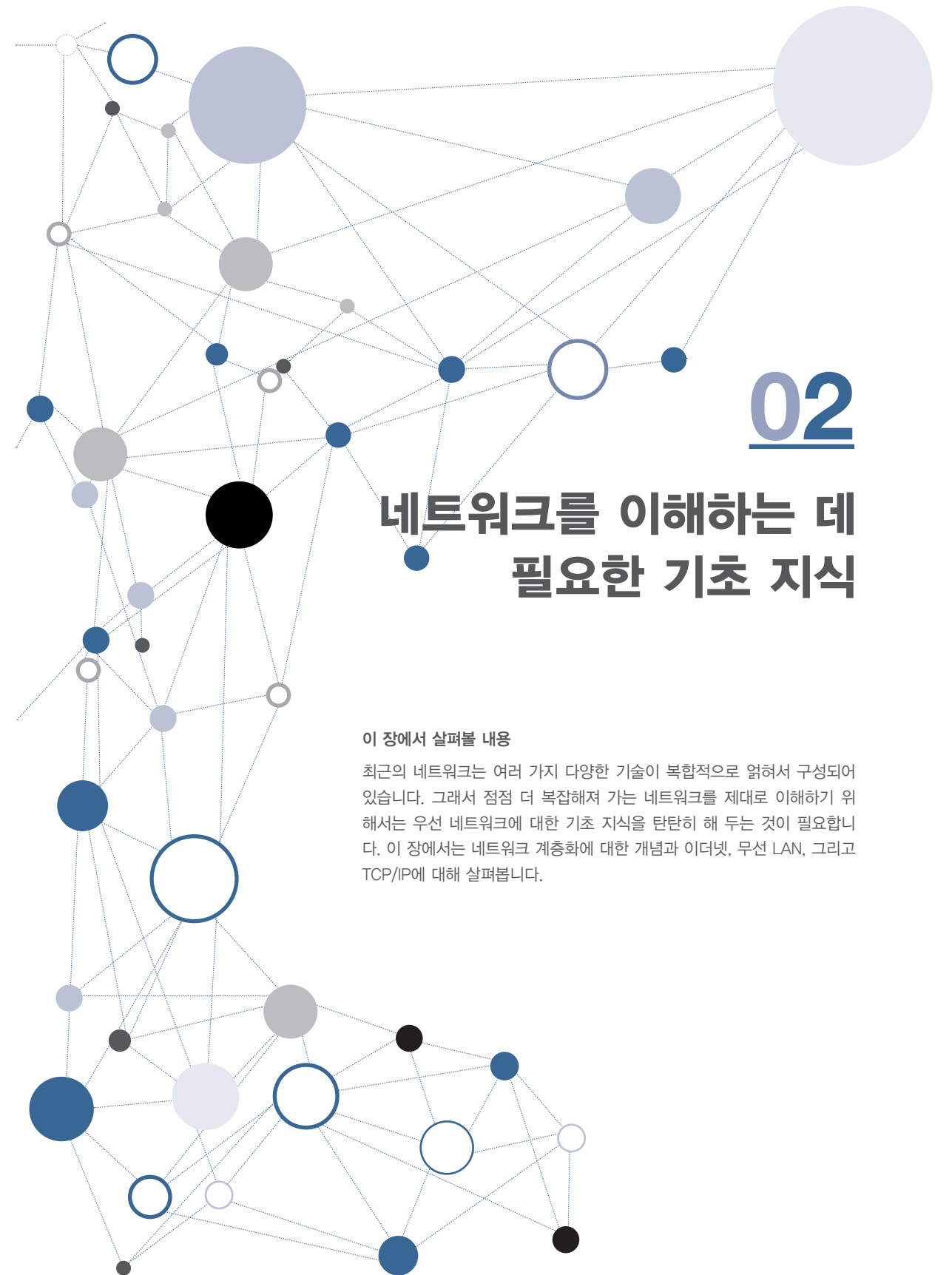


이 책을 집필한 엔지니어들이 근무하는 시스코 테크니컬 어시스턴스 센터(TAC)는 고도의 전문성을 필요로 하는 곳으로 각 분야별로 전문팀을 운영하고 있습니다. 단, 전문 영역이 구분되어 있다고 하더라도 라우터나 스위치, TCP/IP와 같은 공통적인 기반 기술에 대한 내용들은 기본적으로 이해하고 있어야 하고, 특정 전문 분야의 지식과 경험이 있으면 더 좋습니다. 예를 들어 Voice over WLAN과 같은 특정 기술들을 응용한 솔루션들까지 두루 섭렵하고 있으면 해당 분야에서 원활한 업무를 수행하는 데 큰 도움이 됩니다.

결국 네트워크 엔지니어가 갖추어야 할 자질은 네트워크의 기본 기술을 이해한 후, 특정 분야 기술에 대한 전문적인 지식과 경험을 가지고 있어야 하며, 그 밖에도 다양한 방면으로 네트워크 지식의 폭을 넓혀야 한다 정도로 요약할 수 있습니다.



02

네트워크를 이해하는 데 필요한 기초 지식

이 장에서 살펴볼 내용

최근의 네트워크는 여러 가지 다양한 기술이 복합적으로 얽혀서 구성되어 있습니다. 그래서 점점 더 복잡해져 가는 네트워크를 제대로 이해하기 위해서는 우선 네트워크에 대한 기초 지식을 탄탄히 해 두는 것이 필요합니다. 이 장에서는 네트워크 계층화에 대한 개념과 이더넷, 무선 LAN, 그리고 TCP/IP에 대해 살펴봅니다.

2.1 네트워크의 계층 구조

여러분은 인터넷을 구성하는 여러 다양한 기술에 대해 어디까지 이해하고 있나요? 일단 HTML, FTP, IP와 같은 단어들은 이미 들어보았을 것이라 생각합니다. 인터넷은 여러 다양한 네트워크 기술들의 집합인데, 그 기술들은 나름 체계적인 계층 구조의 개념을 기반으로 만들어졌습니다.

네트워크에는 OSI 참조 모델이라고 부르는 계층 구조 개념이 있는데, 여러 통신 프로토콜들이 이 개념 모델을 근간으로 정의되었습니다. OSI 참조 모델은 아래와 같이 7개의 계층으로 구성됩니다. 1계층의 물리 층에 가까울수록 네트워크 내부에 숨어 있는 저 수준의 기술이 정의되는 계층이고 7계층의 애플리케이션 계층에 가까워질수록 인터넷 사용자가 PC 등에서 체감할 수 있는 고 수준의 애플리케이션 기술이 정의되는 계층입니다.

표 2-1 OSI 참조 모델

계층	OSI	프로토콜의 예
7	애플리케이션 계층	HTTP, DHCP, FTP, Telnet
6	프레젠테이션 계층	ASCII, JPEG
5	세션 계층	TLS, NetBIOS
4	트랜스포트 계층	TCP, UDP
3	네트워크 계층	IP, ARP, RARP, ICMP, IPSec
2	데이터링크 계층	이더넷, PPP, 토큰 링(Token Ring), 프레임 릴레이(Frame Relay)
1	물리 계층	RS-232C, RJ-45, UTP, 광 섬유

그러면 왜 네트워크에는 이런 계층 구조가 필요할까요?

이메일Email이 아닌 일반 편지를 보낸다고 상상해봅시다. 만약 여러분이 누군가에게 연애 편지를 보내야 한다면 우선 편지를 쓴 후, 봉투에 넣고 수취인을 적은 다음 우체

통에 넣습니다. 그러면 우체국 집배원이 그 편지를 수취인에게 전달하는 일련의 절차를 밟게 됩니다. 이번에는 연애 편지가 아닌 비즈니스 레터라고 생각해봅시다 이 경우도 마찬가지로 수취인을 기재하고 우체통에 넣기만 하면 제대로 전달이 될 것입니다. 이렇게 전달할 내용(이 경우는 편지)이 다르더라도 표준화된 방식으로 포장만 해준다면 그 속의 내용에 상관없이 수취인에게 전달이 되므로 연애 편지 전용 집배원이나 비즈니스 레터 전문 집배원을 따로 두지 않아도 됩니다.

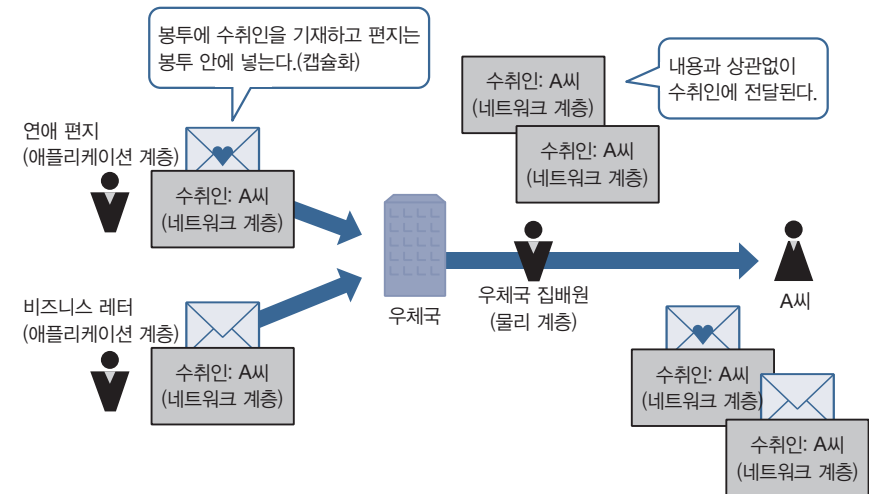


그림 2-1 우편배달과 네트워크의 유사성

이러한 방식은 네트워크에서도 마찬가지로인데, 보내고 싶은 데이터가 문자이든 동영상이든 내용에는 신경 쓸 필요 없이 데이터를 계층적으로 포장(캡슐화)을 해주면 일관된 방식으로 무리 없이 데이터를 주고 받을 수 있습니다.

이 장에서는 이러한 계층적 구조에 대해서 특히, 물리 계층과 데이터 링크 계층에 대해 살펴보겠습니다.

2.2 이더넷 - LAN을 지탱하는 기술

이더넷Ethernet은 사무실이나 가정 내의 근거리 네트워크LAN: Local Area Network에서 널리 사용되는 기술 규격입니다. 여러분의 회사나 학교의 PC는 물론이고 가정용 PC도 인터넷과 LAN으로 연결되어 있는데, 이들은 모두 이더넷 기술을 사용합니다. 이더넷은 1970년대 초에 탄생한 후 뒤이어 등장하는 TCP/IP와 함께 폭 넓게 활용되고 있는 기술입니다. 이더넷이라는 이름은 빛을 전달하는 미지의 물질인 에테르Ether가 어원으로 그 어원의 뜻과 비슷하게 여러 대의 컴퓨터를 연결할 수 있는 전송 통로라는 의미를 가지고 있습니다.

이더넷은 OSI 참조 모델의 1, 2계층에 해당하는 기술들을 포함하고 있는데 이와 관련하여 IEEE라는 단체에서 다음과 같은 규격을 정의하고 있습니다.

표 2-2 이더넷 규격

규격 이름	명칭
IEEE 802.3	Ethernet
IEEE 802.3u	Fast Ethernet
IEEE 802.3z	Gigabit Ethernet
IEEE 802.3ab	Gigabit Ethernet
IEEE 802.3ae	10 Gigabit Ethernet
IEEE 802.3ba	100 Gigabit Ethernet

2.2.1 물리적 구성

이더넷에서는 PC, 허브Hub, 스위치Switch, 라우터Router와 같은 여러 가지 다양한 장비들이 케이블로 연결됩니다. 현재 주로 사용되는 케이블에는 트위스티드 페어 케이블Twisted Pair Cable과 광 섬유 케이블Optical Fiber Cable 등이 있습니다.

트위스티드 페어 케이블

이더넷에서 트위스티드 페어 케이블Twisted Pair Cable은 전기신호를 사용한 데이터 송수신을 위해 사용됩니다. 전선을 서로 꼬아둠으로써 외부로부터의 신호 간섭이나 잡음을 줄여줄 수 있는 구조를 가지고 있습니다. 여기에 추가적으로 전자파 잡음을 줄여주기 위한 차폐용 쉴드Shield가 있나 없나에 따라 UTPUnshielded Twisted Pair 케이블과 STPShielded Twisted Pair 케이블의 두 종류로 나뉘어집니다. 주변 잡음과 전자파는 고속 통신을 방해하므로 고속 통신을 지원하는 이더넷 규격일수록 STP케이블을 활용하는 빈도가 높아집니다.

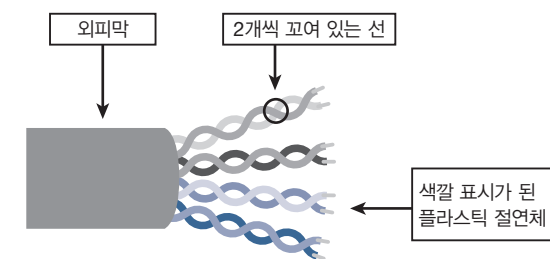


그림 2-2 UTP 케이블의 구조

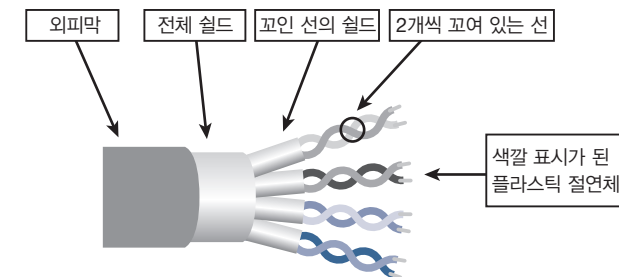


그림 2-3 STP 케이블의 구조

UTP, STP 케이블은 RJ-45라고 부르는 커넥터로 연결됩니다. 커넥터에는 8개의 핀 Pin이 있는데, 이것이 각종 네트워크 장비들과 연결되어 통신을 가능하게 합니다.

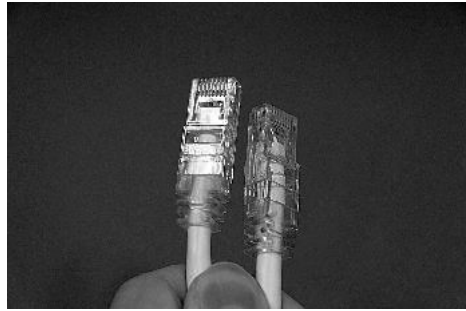


그림 2-4 RJ-45 커넥터



그림 2-5 UTP 케이블

케이블은 만들어지는 재료와 공법에 따라 대역 성능에 차이가 있고 그로 인해 케이블의 종류별로 통신 속도의 제약이 생깁니다. 이렇게 여러 가지 다양한 케이블을 카테고리(Category)라고 부르는 분류 방법으로 구분하는데, 이는 곧 케이블에 대한 전기적 특성의 등급 차이라고 보면 됩니다. 기본적으로 하위 호환성은 보장하지만, 상세한 내용에 대해서는 각 케이블의 사양을 확인할 필요가 있습니다. 카테고리는 줄여서 Cat이라고 표기하기도 합니다(예: 카테고리 5 케이블을 Cat 5라고 표기).

표 2-3 케이블의 카테고리별 설명

카테고리	설명
1	유선 전화 통신에 사용됨 데이터 통신에는 부적합
2	4Mbps까지는 데이터 통신으로 사용 가능
3	10Mbps까지는 데이터 통신으로 사용 가능 10BASE-T 네트워크에서 사용됨
4	16Mbps까지는 데이터 통신으로 사용 가능 토큰 링(Token ring) 네트워크에서 사용됨
5	100Mbps까지는 데이터 통신으로 사용 가능
5e	1000Mbps(1Gbps)까지는 데이터 통신으로 사용 가능 100BASE-TX, 100BASE-T 네트워크에서 사용됨 e는 Enhanced의 약자임
6	1000Mbps(1Gbps)까지는 데이터 통신으로 사용 가능 1000BASE-T, 1000BASE-TX 네트워크에서 사용됨
6a	10Gbps까지는 데이터 통신으로 사용 가능 10GBASE-TX 네트워크에서도 사용 가능 a는 Augmented의 약자임
7	10Gbps까지는 데이터 통신으로 사용 가능 10GBASE 네트워크에서 사용됨

카테고리 정보는 케이블에 다음과 같이 인쇄되어 있습니다.¹



그림 2-6 UTP 및 STP 케이블의 식별 방법

¹역자 주_ 케이블 제조사마다 표기 방법이 조금씩 다를 수 있습니다.

스트레이트 케이블(Straight Cable)과 크로스오버 케이블(Cross Over Cable)

네트워크 장비들은 크게 DCE(Data Circuit Equipment)와 DTE(Data Terminating Equipment)로 분류할 수 있습니다. DCE는 리피터(Repeater)와 같은 신호 증폭기나 허브(Hub)와 같은 신호 분기 장치 등이 있고 DTE에는 프레임²을 생성하는 PC나 라우터(Router) 등이 있습니다.

10BASE-T나 100BASE-T인 경우, DTE에는 MDI(Media Dependent Interface)라고 부르는 연결 포트가 있는데 송신 시에 1, 2번 핀을 사용하고 수신 시에 3, 6번 핀을 사용합니다. DCE에는 MDIX(Media Dependent Interface Crossover)라고 부르는 연결 포트가 있는데 송신 시에 3, 6번 핀을 사용하고 수신 시에 1, 2번 핀을 사용합니다.

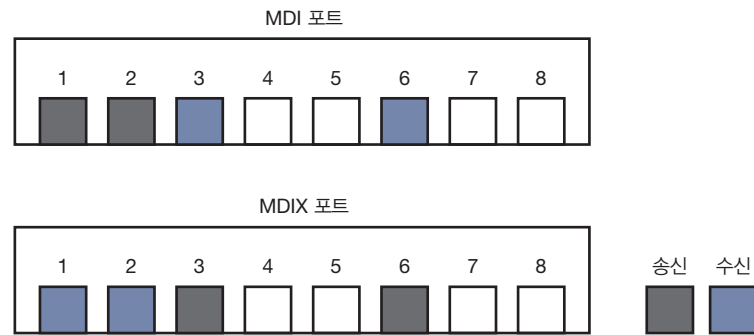


그림 2-7 MDI 및 MDIX 포트

그래서 DTE와 DCE를 연결할 때는 스트레이트 케이블(Straight Cable)이라고 부르는 핀 배열의 케이블을 사용합니다. 한편 DTE와 DTE, 혹은 DCE와 DCE와 같이 동일한 종류의 장비를 연결해야 하는 경우라면 핀 배열이 교차하도록 만들어진 크로스오버 케이블(Cross Over Cable)을 사용해야 합니다. 즉 접속하려는 네트워크 장비에 따라 연결할 케이블을 달리 써야 합니다.

다만 Auto MDI/MDIX 기능을 지원하는 장비라면 접속되는 포트가 MDI인지 MDIX 인지를 자동으로 인식하기 때문에 스트레이트 케이블이나 크로스오버 케이블 상관 없이 둘 중 아무 것이나 연결해도 정상적으로 동작합니다.

²역자 주_ 프레임의 특징은 '2.2.3 이더넷 프레임'에서 설명합니다.

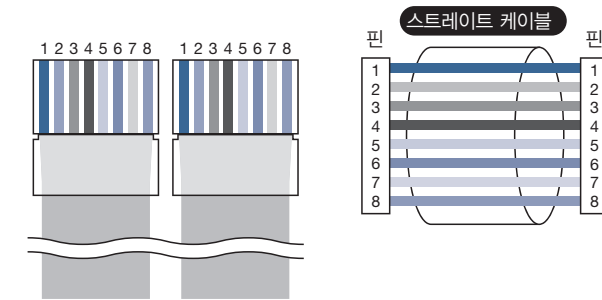


그림 2-8 스트레이트 케이블의 핀 배선

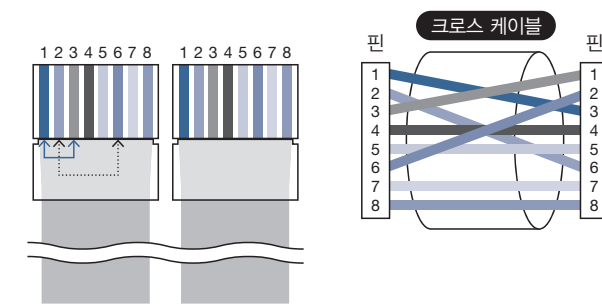


그림 2-9 크로스 케이블의 핀 배선

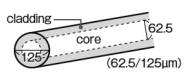
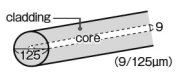
광 섬유 케이블

금속 매체를 사용한 기존 케이블들은 차폐가 되어 있더라도 전기적 잡음의 영향을 받을 수 있기 때문에 최근에는 광 섬유 케이블(Optical Fiber Cable)을 사용한 접속 방식이 많이 활용되고 있습니다. 이더넷에서 주로 사용하는 광 섬유 케이블 방식으로는 멀티 모드 광섬유(MMF: Multi Mode Fiber)와 싱글모드 광섬유(SMF: Single Mode Fiber)의 두 종류가 있습니다. 보통 MMF는 가격이 SMF에 비해 상대적으로 저렴한 편이나 단거리 통신(2Km 범위)에 적합하고 SMF는 가격이 비싼 반면 장거리 통신(10Km 범위)에서도 사용이 가능합니다.

광 섬유를 절단해서 단면을 살펴보면 빛을 전달할 수 있는 코어(Core) 부분과 그것을 둘러싼 클래드(Clad)의 2개 층을 볼 수 있습니다. 코어와 클래드는 굴절률(屈折率)이라는 물리적 특성이 서로 다른데, 그런 이유로 빛이 코어 내에서 전반사(全反射)를 반복하

면서 케이블 끝으로 이동합니다. 이때 빛의 전달이라고 하더라도 전달 과정에서 손실은 발생하게 되며 조금이라도 더 손실률을 낮추기 위해 장파(長波)를 사용합니다. 광섬유는 전달할 빛의 파장에 따라 코어의 직경이 달라지는데, 그 내용은 다음과 같습니다.

표 2-4 MMF와 SMF의 비교

	MMF	SMF
광 섬유 종류		
광 섬유 직경	50/125 μ m 62.5/125 μ m 10/125 μ m	9/125 μ m 100/140 μ m
사용 파장	850/130nm	1310/1490/1550nm

아래 사진은 이더넷 통신에서 사용되는 실제 광 섬유 케이블입니다. 코어, 클래드 층은 석영(石英) 유리로 만들어지기 때문에 케이블의 휘어짐에 상당히 취약합니다. 그래서 케이블을 보호하기 위해 주변을 피복으로 감싸고 있고 보관할 때는 물론이고 실제로 망을 구축할 때에는 조심스럽게 다루어야 하는 등 상당한 주의가 필요합니다.



그림 2-10 이더넷에 사용되는 광 섬유 케이블

마무리

마지막으로 각 이더넷 규격의 사양과 사용되는 전송 매체Transmission Media에 대해서 다음 표에 정리해 두었습니다. 같은 기가비트 이더넷Gigabit Ethernet이라고 하더라도 물리적인 전송 매체의 차이에 따라 여러 가지 다양한 사양이 존재하는 것을 알 수 있습니다.

표 2-5 이더넷 규격과 매체

사양	비트 레이트 (Mbps)	전송 매체	최장 접속 거리 (m)
10BASE5	10	동축 케이블(Thick)	485
10BASE2	10	동축 케이블(Thin)	185
10BASE-T	10	Cat3, 5 트위스티드 페어 UTP 케이블	100
10BASE-FL	10	멀티모드 광 섬유 케이블	2000
100BASE-TX	100	Cat5 트위스티드 페어 UTP 케이블	100
100BASE-FX	100	멀티모드 광 섬유 케이블	2000
1000BASE-T	1000	Cat5 트위스티드 페어 UTP 케이블	100
1000BASE-SX	1000	멀티모드 광 섬유 케이블	200
1000BASE-LX	1000	싱글모드 광 섬유 케이블	10000
10GBASE-T	10000	트위스티드 페어 UTP, STP 케이블	100

2.2.2 이더넷 어드레스

네트워크 환경에서는 개별 통신 장비를 인식하는 식별자를 어드레스Address라고 부릅니다. 이더넷에도 어드레스가 있는데, 이를 흔히 MAC 어드레스MAC Address라고 합니다. MAC 어드레스는 전체가 48비트 값으로 앞부분 24비트는 OUIOrganizational Unique Identifier라고 하고 네트워크 장비를 생산하는 벤더를 식별하기 위해 사용합니다. 각 벤더는 남은 뒷부분의 24비트를 활용하여 네트워크 장비를 식별하는 값을 부여하는데, 이런 과정을 통해서 각 네트워크 장비는 고유한 MAC 어드레스를 할당받습니다.

MAC 어드레스는 16진수로 표현이 되고, 아래의 같이 여러 가지 다양한 형식으로 표기될 수 있습니다.

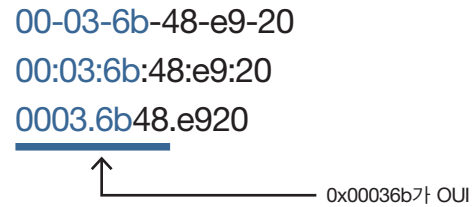


그림 2-11 MAC 어드레스의 표현 방식

2.2.3 이더넷 프레임

이더넷에서는 통신을 하는 최소 단위로 다음과 같은 데이터 배열을 사용합니다. 이 최소 단위의 데이터 구조를 프레임Frame이라고 하고, 이 프레임들이 네트워크 노드 Node 사이에 연속적으로 오고 가며 통신이 이루어집니다.

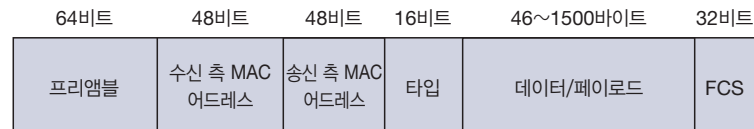


그림 2-12 이더넷 프레임

프리앰블

64비트의 프리앰블Preamble 필드는 데이터 통신이 시작되었음을 알리기 위해 사용됩니다. 처음 7개의 옥텟Octet: 8bits은 비트 패턴으로 10101010이 7개 나열된 것과 같은 형태입니다. 마지막 1개의 옥텟 비트 패턴은 10101011인데 이후부터 프레임의 내용이 이어진다는 것을 의미합니다.

수신 측 MAC 어드레스와 송신 측 MAC 어드레스

48비트의 수신 측 MAC 어드레스와 송신 측 MAC 어드레스 필드에는 프레임을 수신할 네트워크 장비와 송신한 네트워크 장비의 MAC 어드레스 정보가 들어갑니다.

이더넷 타입(Type)

16비트의 타입 필드에는 데이터/페이로드Payload 필드의 데이터를 다룰 프로토콜 정보가 들어갑니다. 주요 타입은 다음과 같습니다.

표 2-6 타입

값	프로토콜 타입
0x0800	IP: Internet Protocol
0x0806	ARP: Address Resolution Protocol
0x8037	IPX: Internetwork Packet Exchange
0x86DD	IPv6: Internet Protocol version 6

데이터/페이로드

최소 46, 최대 1500바이트의 데이터/페이로드Payload 필드에는 보다 상위 계층의 데이터가 캡슐화되어 들어갑니다. 만약 데이터가 46바이트보다 적은 경우 송신 장비에서 남은 영역을 0으로 채워 46바이트 크기로 만들어서 보내는데, 이 과정을 패딩Padding이라고 부릅니다.

FCS

32비트의 FCS 필드에는 프레임의 비트 패턴에서 계산된 CRCCyclic Redundancy Check 값이 들어갑니다. 수신 장비에서는 프레임 정보를 사용하여 CRC 값을 계산한 후, FCSFrame Check Sequence 필드의 값과 비교하는데, 만약 두 값이 다르다면 프레임 송신 중에 에러가 발생한 것으로 간주합니다.

2.2.4 CSMA/CD

이더넷에서는 같은 데이터가 전달되는 망의 범위를 세그먼트(Segment)라고 부릅니다. 같은 세그먼트 내에 있는 네트워크 장비들은 서로 데이터를 주고 받으며 통신을 할 수 있습니다. 하지만 한 번에 여러 장비가 데이터를 전송하면 통신 경로상에서 신호가 서로 충돌이 날 수 있으며, 이로 인해 일부 장비에서는 정상적으로 신호를 받지 못하는 상황이 발생할 수 있습니다. 이런 경우 신호가 충돌이 나지 않게 처리해줄 필요가 있는데, 이때 사용하는 충돌 회피 기법을 액세스 제어(Access Control)라고 부릅니다. 이더넷에서는 액세스 제어를 위해 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)라는 방식을 사용합니다.

CSMA/CD에서는 자신이 데이터를 보내기 전에 다른 네트워크 장비가 데이터를 송신하고 있는지를 먼저 확인한 후(Carrier Sense), 전송 매체를 사용하는 방식으로 여러 장비가 같은 전송 매체를 공유(Multiple Access)할 수 있게 하며, 만약 신호가 충돌이 날 경우 충돌 사실을 감지(Collision Detection)해서 재전송하는 방식으로 동작합니다.

2.2.5 전이중 통신과 반이중 통신

이더넷에서는 같은 세그먼트 내에서 여러 대의 네트워크 장비를 연결하기 위해 허브(Hub)라는 장비를 사용합니다. 여러 장비가 연결된 환경에서 CSMA/CD와 같은 액세스 제어를 사용할 경우 통신 방식은 반이중 통신(Half Duplex)이 됩니다. 반이중 통신은 송신과 수신을 동시에 할 수 없으며, 이 때문에 통신 효율이 좋지 않아 최근에는 네트워크 장비를 연결할 때 허브를 사용하는 빈도가 줄어들고 있습니다.

대신 스위치(Switch)라는 네트워크 장비를 사용하면 세그먼트를 분할하는 것이 가능해지고 하나의 세그먼트에는 두 개의 장비만 연결하여 동시에 양방향 통신을 할 수 있게 만들 수 있습니다. 이러한 통신 방식을 전이중 통신(Full Duplex)이라고 합니다. 최근에는 전이중 통신 방식인지 반이중 통신 방식인지를 자동으로 감지하여 자동으로 통신 방식을 결정하는 오토 네고시에이션(Auto Negotiation) 기능이 일반적으로 사용되고 있습니다.

2.3 무선 LAN을 구성하는 하드웨어

무선 LAN은 이름 그대로 LAN 케이블과 같은 유선 전송 매체를 사용하지 않고 무선 환경에서 LAN을 구성하는 기술입니다. LAN 케이블 대신 사용하는 전송 매체는 전파인데 송신 측에서는 전달하고 싶은 정보를 전기 신호로 변환한 후 전파에 실어 공간에 날리면 그 전파를 수신한 네트워크 장비가 변환된 전기 신호를 복원해서 원래 정보를 추출합니다. 이와 같이 무선 LAN에는 전파를 주고 받을 수 있는 송신기와 수신기가 필요하고 이들 네트워크 장비들은 무선 LAN 액세스 포인트, AP(Access Point), 무선 LAN 클라이언트, 무선 단말, 무선 중계기, 무선 스테이션 등의 이름으로 불립니다.

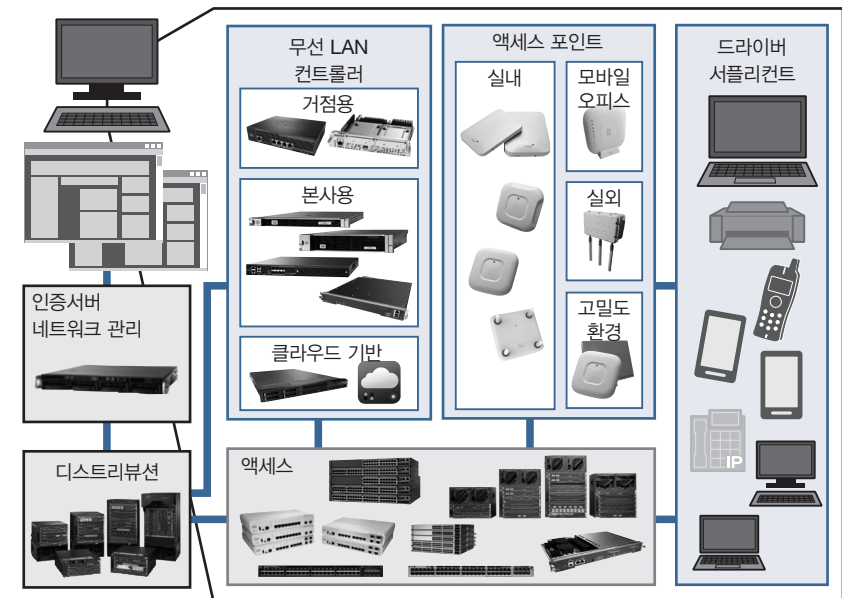


그림 2-13 무선 LAN 구성도

무선 AP가 송신기로 작동하고 있다면 무선 클라이언트는 수신기가 됩니다. 거꾸로 무선 클라이언트가 송신기로 작동하고 있다면 이번에는 무선 AP는 수신기가 됩니다. 즉 무선 LAN 환경에서는 유선 LAN에서 스위치를 사용하는 것과 같이 전이중 통신은 하지 못하고 유선 LAN에서 허브를 사용하는 것과 같이 반이중 통신을 합니다. 무

선 AP와 무선 클라이언트에는 안테나Antenna라고 부르는 전자 부품이 내장되어 있거나 외장으로 연결이 가능하며, 이 안테나에 전류를 흘려주면 신호가 전파를 타고 공간으로 날아갈 수 있습니다. 전파를 송신하는 것을 ‘전파를 날린다’, ‘전파를 쏜다’와 같이 표현하기도 하는데, 영어권에서는 ‘transmit’, ‘send’라고 표현합니다.

전송한 전파는 수신 측의 안테나에 도달한 후, 수신 장비의 전자 회로에서 전기 신호로 변환되어 정보가 추출됩니다. 무선 AP에는 보통 유선 LAN 포트가 함께 제공되는데 여기에 LAN 케이블로 유선 스위치와 연결하면 유선 상에 흐르고 있는 정보를 무선으로 보낸다거나 반대로 무선 상에 흐르고 있는 정보를 유선 상에 보낼 수도 있습니다. 이렇게 유선과 무선 사이에서 정보를 교환하는 역할을 하기 때문에 무선 AP를 무선 브리지Wireless Bridge라고 부르기도 합니다.

무선 LAN 컨트롤러

무선 LAN 컨트롤러WLC: Wireless LAN Controller는 여러 개의 무선 AP를 중앙에서 관리하기 위한 서버와 같은 장비입니다. 최근의 업무용 무선 LAN 환경에서는 무선 AP를 설치할 때 함께 설치하기도 합니다. WLC를 사용하게 되면 뒤에서 설명할 여러 가지 다양한 전파의 물리적 특성을 제어하거나 시스템을 관리하는 것이 한결 수월해집니다. 여기에 더 추가하여 WLC나 무선 AP를 감시하는 네트워크 관리 시스템NMS: Network Management System까지 갖추면 무선 환경을 관리하는 것이 더욱 쉬워지는데 그런 이유에서 무선 환경 구축 시 NMS까지 함께 도입하는 사례가 점점 많아지고 있습니다.

만약 무선 환경을 업무용으로 사용한다면 중요한 영업 정보나 기술 정보와 같이 민감한 대외비 정보는 외부에 유출되지 않도록 보안을 철저히 해야 할 필요가 있습니다. 몇 가지 방법으로는 미리 정해진 사용자 계정과 비밀번호를 사용하여 네트워크 사용을 제한하거나 디지털 증명서 혹은 인증서 등을 사용하여 무선 구간에서 흐르는 정보를 암호화하여 전송할 수 있을 것입니다. 이때 사용자 인증 서버로는 RADIUSRemote Authentication Dial-In User Service 서버(예: Cisco Secure Access Control System)나 Cisco Identity Service Engine)가 필요하거나 사용자 데이터 베이스로는 LDAPLightweight Directory Access Protocol 서버나 도메인 관리 시스템(예: Microsoft Active Directory) 등이 필요할 수 있습니다.

2.3.1 소프트웨어

앞에서 살펴본 무선 AP나 무선 클라이언트와 같은 네트워크 장비를 동작시키기 위해서는 소프트웨어가 필요한데, 이 소프트웨어를 오퍼레이팅 시스템OS이라고 부릅니다. 오퍼레이팅 시스템에는 드라이버Driver나 서플리컨트Supplicant라고 부르는 작은 소프트웨어들이 탑재되는데, 그중에서도 드라이버는 비교적 하위 계층의 물리적 동작을 제어하는 데 사용되는 소프트웨어들입니다. 드라이버는 하드웨어 제어와 같은 저수준의 제어를 하므로 사용자가 드라이버를 직접 설정하거나 조작하는 경우는 극히 드뭅니다. 무선 LAN 장비에 사용되는 IC 칩에는 소프트웨어 보다는 하드웨어에 좀 더 가까운 드라이버가 설치되는데, 이러한 드라이버를 펌웨어Firmware라고 부릅니다.

드라이버는 무선 LAN에서 사용하는 각종 프로토콜들을 다루며 주로 국제 표준 규격인 IEEE 802.11b/g/a/n/ac나 네트워크 장비 제작업체들의 연합체인 Wi-Fi 얼라이언스alliance에서 정한 내용에 따라 하드웨어를 제어합니다.

서플리컨트는 디지털 증명서 혹은 인증서와 같은 인증 정보나 그 밖에 무선 LAN 접속에 필요한 정보 등을 관리하며 하위의 드라이버와 정보를 주고 받는 소프트웨어입니다. 흔히 무선 LAN을 사용하기 위해 서비스 세트 식별자SSID: Service Set ID를 선택하는 데 사용되거나 사용자 인증 시 패스워드를 입력할 때 사용되는데, 드라이버가 사용자 눈에 보이지 않게 동작되는 것에 반해 서플리컨트는 사용자의 눈에 보이고 조작이 가능한 인터페이스를 가지는 경우가 많습니다.

2.3.2 무선 LAN 환경의 표준 규격

이 책의 발행 시점³ 기준으로 2.4GHz 대역의 무선 LAN 관련 국제 표준 규격에는 IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11n이 있고 5GHz 대역에서는 IEEE 802.11a, 802.11n, 802.11ac가 있습니다. 이들 중 802.11n은 두 주파수 대역 모두에서 사용할 수 있습니다.

³역자 주_ 원서 발행 시점인 2015년 9월 기준입니다.

변조(變調)와 복조(復調)

앞의 규격들은 전파를 전송하는 방식과 전파를 사용하는 방식에서 차이가 있습니다. 전파를 송신할 때 이루어지는 일련의 전기적인 작업 과정을 변조(變調)라고 하고, 수신할 때 이루어지는 일련의 작업 과정을 복조(復調)라고 합니다. 달리 말하면 규격의 차이는 변조와 복조 방식의 차이로, 기술이 발전하면서 전송 속도가 빨라지고 그에 발맞춰 계속해서 새로운 규격이 만들어지는 것입니다. 그래서 802.11b나 802.11g 등은 점점 사용 빈도가 줄어들고 있고, 최근 출시되는 무선 LAN 제품 대부분이 802.11n에 대응하고 있습니다. 한편 5GHz 대역에서는 802.11n보다 고속 전송이 가능한 802.11ac로의 이행이 가속화되고 있습니다. 주파수 대역 역시 2.4GHz 대역 중심이었던 것이 5GHz 대역으로 무게 중심이 옮겨가고 있는데, 2015년에는 이미 5GHz 대역을 사용하는 무선 제품 수가 2.4GHz 대역을 사용하는 무선 제품 수를 상회하게 되었습니다. 그래서 앞으로는 2.4GHz와 5GHz 대역 모두 사용 가능한 802.11n이 규격으로 언급되었다면 5GHz 대역을 의미한다고 생각해도 될 것입니다.

IEEE 802.11의 태스크 그룹

IEEE 802.11b, g, a, n, ac는 보다 상위의 IEEE 802.11이라는 국제 표준 규격에 정의되어 있습니다. IEEE 802.11에는 1990년 발족 이래 A4 용지 분량으로 약 300여 페이지에 달하는 기술 항목이 기재되어 있습니다. 주된 내용은 물리 계층과 데이터 링크 계층, 즉 OSI 참조 모델 중 1계층과 2계층에서의 동작에 대한 규격들에 해당됩니다. IEEE 802.11은 기술적인 요구사항에 따라 몇 개의 태스크 그룹(Task Group)으로 나뉘어 관리되고 있는데 b, g, a, n, ac와 같은 접미어는 이들 태스크 그룹의 이름을 의미합니다. 최종적으로는 각 태스크 그룹이 작성한 초안들이 상위의 IEEE 802 위원회에 모여져 투표에 의해 결정되고 IEEE 802.11이라는 국제 표준 규격으로 공개됩니다. 각 태스크 그룹의 표준화 작업 진척도는 그룹마다 차이가 있기 때문에 IEEE 802.11은 이제까지 몇 차례의 보완 과정을 거쳤고 앞으로도 계속해서 진화해 나갈 것입니다.

IEEE 802.11에서 정의한 내용

그럼 IEEE 802.11은 어떤 내용을 정의하고 있을까요? 예를 들어 802.11b는 a, b, g, n, ac 중에서 802.11a와 더불어 가장 오래된 태스크 그룹으로 사용 가능한 통신 속도는 1, 2, 5.5, 11Mbps의 4가지입니다. 여기서 유선 LAN과 비교되는 큰 차이를 볼 수 있는데, 무선 LAN은 유선 LAN과 달리 통신을 하는 과정에서 통신 속도를 변경할 수 있도록 정의되어 있습니다. 유선 LAN의 경우 10, 100, 1000Mbps의 3가지 중 하나를 선택하는 것이 일반적이라 LAN 케이블을 연결한 후, 일단 통신이 시작되고 나면 기본적으로는 계속 같은 속도를 유지하게 되어 있습니다.

그럼 이 속도의 차이는 어떻게 결정되는 것일까요? 그것은 전파를 송신할 때의 변조 방식과 대역폭, 그리고 공간 스트림의 개수라는 3가지 요소의 조합으로 결정됩니다. 그래서 이들 각 요소에 대해 이해하는 것이 802.11의 규격을 파악하기 위한 주요 키워드가 됩니다. 6장에서는 이러한 규격, 즉 표준을 결정하는 요소인 전파의 특성에 대해 다루게 될 것입니다. 참고로 이러한 표준 및 규격들은 기본적으로 '어떻게 하면 더 좋은 효율로 더 좋은 성능을 낼 수 있는 무선 LAN을 만들 수 있을까'에 목표를 두고 만들어진다고 이해하면 될 것입니다.

수식 2-1 전송 속도 산정 방식

전송 속도 = 변조 방식 * 대역폭 * 공간 스트림 개수

2.3.3 무선 LAN의 프레임 포맷

참조 모델

IEEE 802.11의 참조 모델은 다음 그림과 같습니다. 자세히 보면 OSI 참조 모델의 1계층과 2계층에 해당되는 규격을 정의하고 있다는 것을 알 수 있습니다.