

데이터 통신

컴퓨터공학과 이병문

2025.9, 2주차

01 강의/일정 소개, 평가 소개

02 개요 및 물리계층

03 데이터링크 계층 1

04 데이터링크 계층 2

05 무선통신

06 네트워크 계층 1

07 네트워크 계층 2

08 중간고사

통신/네트워크 개요

- 데이터통신
- 네트워크
- 프로토콜

물리계층

- (유/무선) 전송매체
- 신호처리(신호, 신호변환)
> A2D, D2D, D2A, A2A
- 전송장애
- 물리계층의 장비

(9.25(목) Quiz 1 시험) - 4,5반

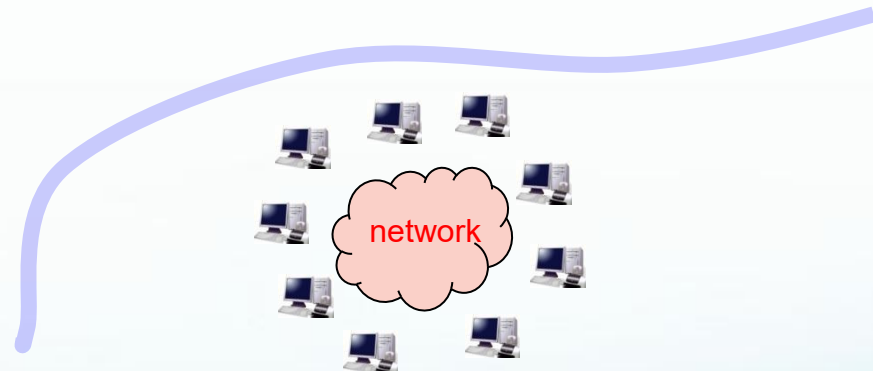
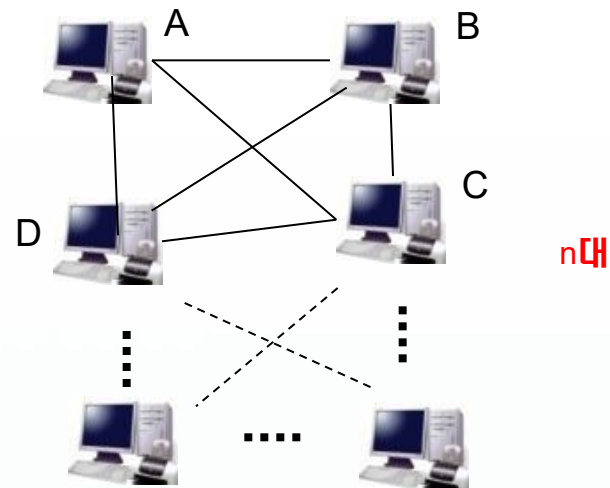
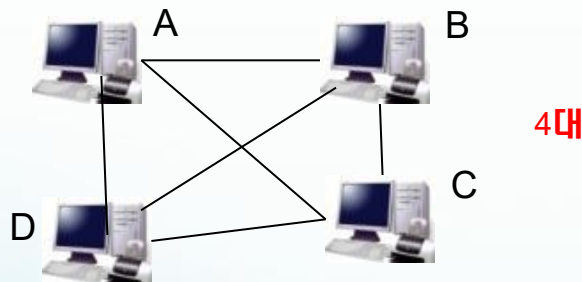
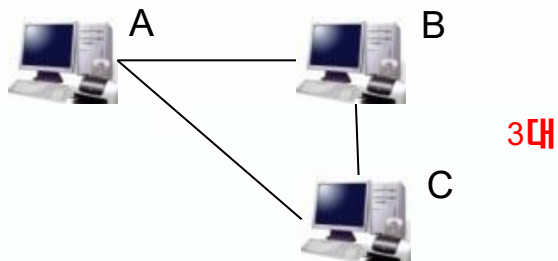
(10.3(목) 개천절, 웹엑스보강) - 5반

(10.6(월) 추석, 웹엑스보강) - 4반

(10.9(목) 한글날, 웹엑스보강) - 4, 5반

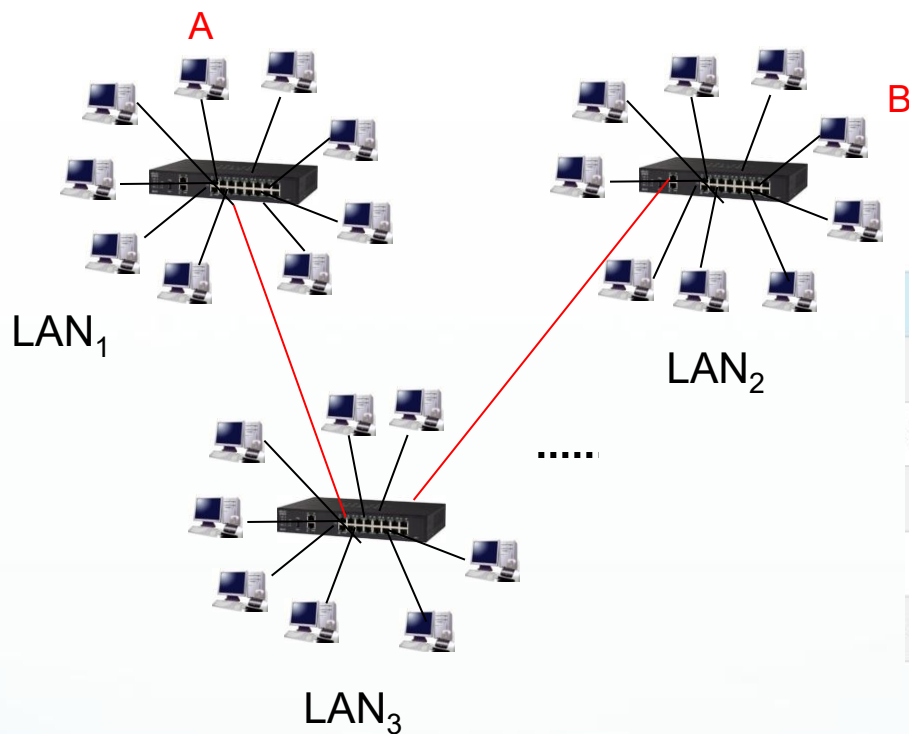
■ 데이터통신(data communication)

- 컴퓨터를 전선(전송매체)으로 연결하고, 이 매체로 데이터를 송신/수신하는 기술
- 통신할 컴퓨터가 점점 많아지면, 송수신 통신기술이 크게 복잡해지는 문제발생!



■ 네트워크(Networks)

- 통신장비(예, 스위치, 라우터 등)로 여러 대의 컴퓨터가 그물같은 통신망 (communication network)을 구성하는 구조를 이룸



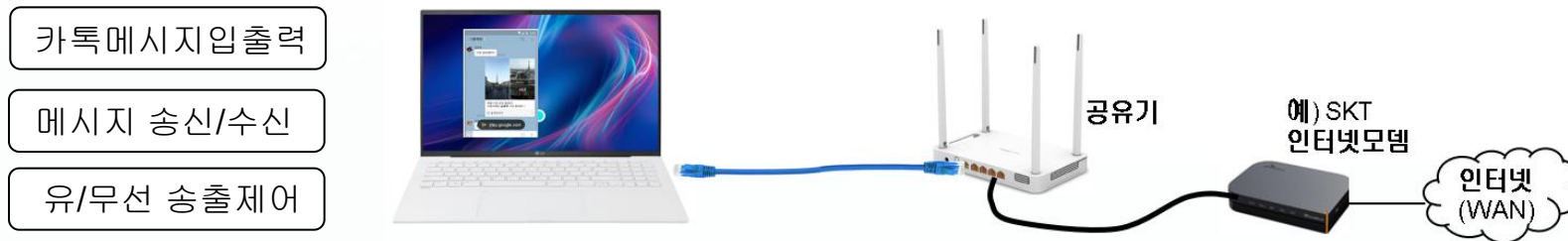
종류	범위
원거리(Wide Area Network; WAN)	100Km 이상
중거리(Metropolitan Area Network; MAN)	1Km ~ 100Km
근거리(Local Area Network; LAN)	10m ~ 1Km
개인(Personal Area Network; PAN)	1m ~ 10m
초근거리(Near Field Communication; NFC)	1m 이내

- 다양한 네트워크(LAN – LAN, LAN – WAN, ...)에서, 정확한 통신을 이루려면, 통신용 약속(rule, 규범, 규칙, 규정)이 필요함 -> **프로토콜(Protocol)**

■ 프로토콜 (Protocol)

☑ Protocol 이란 ?

- 데이터를 송수신기간에 정확히 주고 받기 위해, 정의된 전송규약(rule)
- 프로토콜의 특징
 - > 계층화 복잡한 통신구조를 작은 역할로 분할하고, 각 역할 계층화
 - > 유지보수/변경이 용이 특정계층(역할)이 변경되더라도, 다른 계층은 그대로 유지
 - > 표준화 통신장비/컴퓨터간의 100% 호환성을 위해, 표준화필요



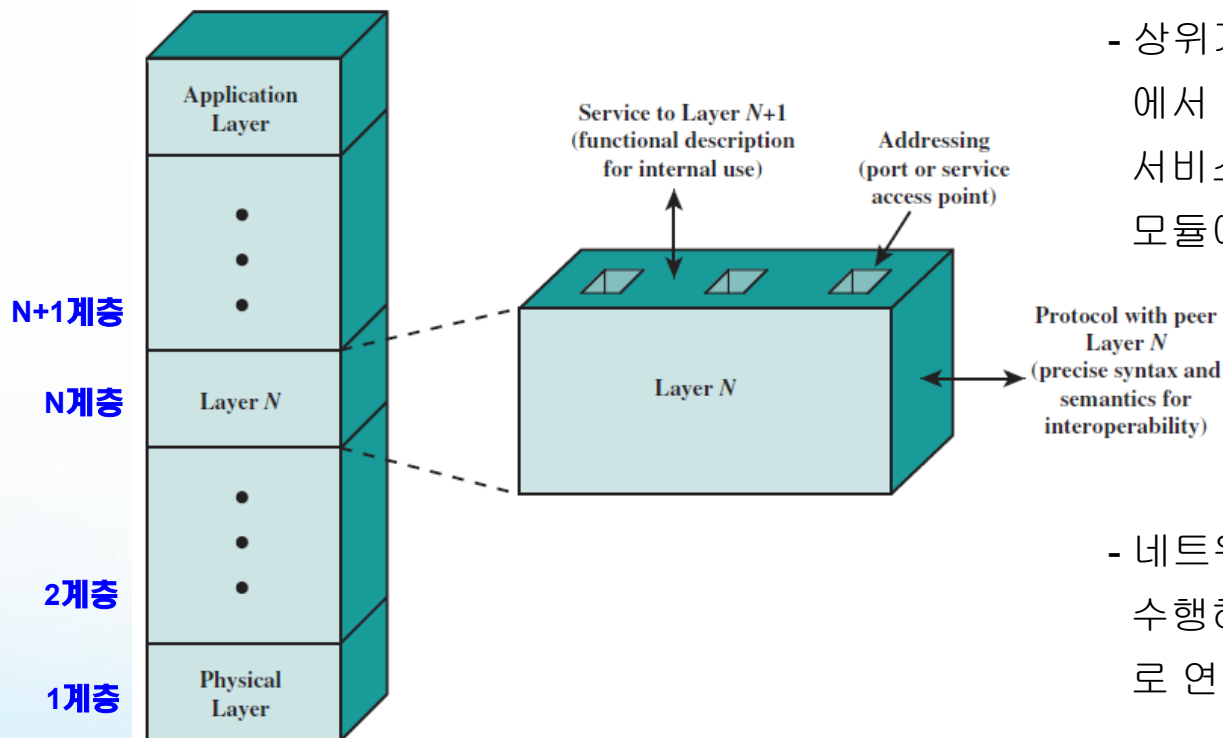
예) 택배시스템에서 물건을 효율적으로 배송하려면
(역할을 명확히, 구조적으로 연결)



■ 프로토콜 구조(Protocol Architecture)

☑ Protocol의 구조

- 복잡한 시스템을 기능별로 모듈화하면 시스템 구조가 단순해 짐
- 각 모듈을 수직적 형태로 계층화 (상위계층 – 하위계층)
- 각 계층의 모듈이 변경되더라도 다른 계층에는 영향을 주지 않는 구조



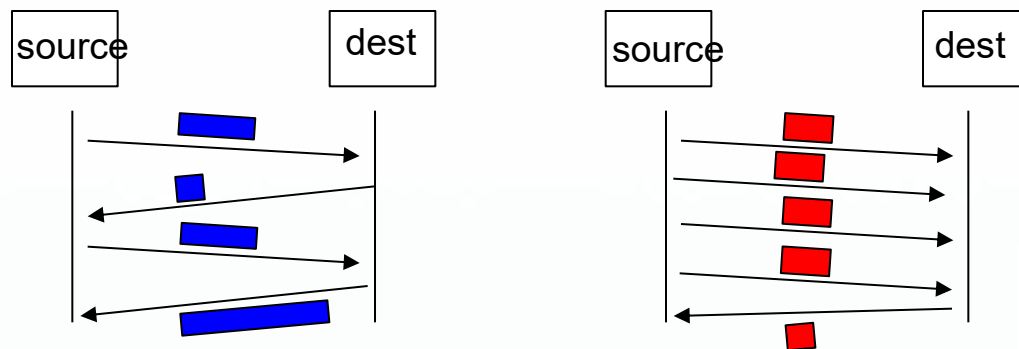
- 상위계층에서 필요한 기능을 하위계층에서 함수(Primitive) 또는 인터페이스로 서비스를 제공 (즉, 특정모듈이 다른 모듈에 서비스를 제공하는 형식)

- 네트워크에서도 독립적인 고유기능을 수행하는 모듈들이 상하 위의 계층구조로 연결되어 동작

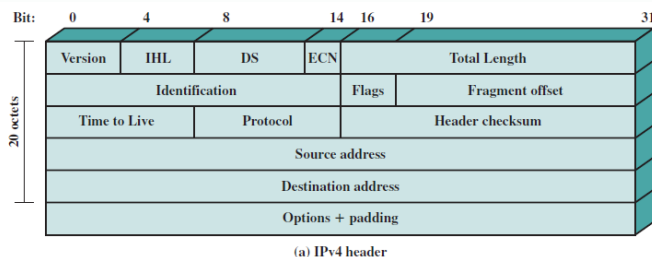
■ 프로토콜 구조(Protocol Architecture)

☑ 프로토콜의 3대요소

- **Syntax(형식)** 송수신기간의 주고받아야 할 “**전송데이터의 포맷**”을 정의해야 함!
- **Semantic(의미)** ... 송수신기간의 상호협력을 위한 “**제어정보**”를 정의해야 함! (예, 오류처리 등)
- **Timing(타이밍)** ... 송수신기간에 전송데이터를 주고 받을때 “**속도와 전송절차**”를 정의해야 함!



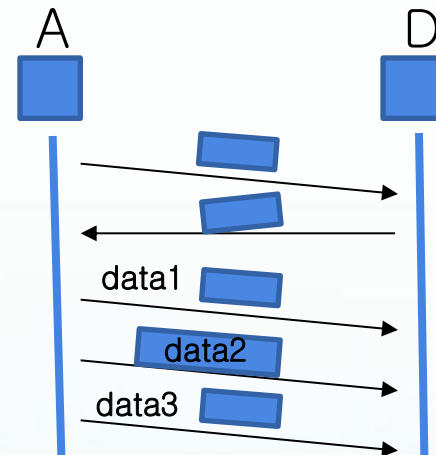
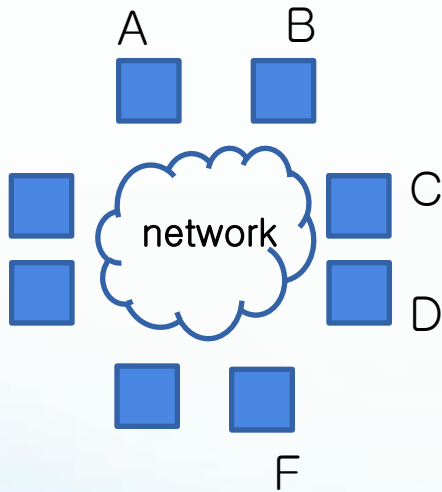
전송데이터의 포맷



■ 프로토콜의 설계

☑ 프로토콜 설계시 고려사항

- 주소설정(Addressing) 네트워크상에서 송신호스트와 수신호스트를 구별하기 위한 식별자
- 오류제어 ... 신호감쇄/왜곡으로 인한 오류발생 -> 오류탐지 -> 오류처리(복구)
- 흐름제어 ... 수신호스트의 버퍼처리속도가 늦어서 송신호스트의 속도를 제어
- 연결제어 데이터를 전송하기 전에 상호 송수신이 가능한 상태로 설정/해제/관리하는 제어
- 순서제어 전송데이터에 순서를 매겨서 메시지의 분실여부, 재전송에 사용하는 방식의 제어



■ 프로토콜의 설계

☑ 프로토콜 설계시 고려사항

- 전송메시지의 단편화/재조합 전송효율을 높이하고자 작은 크기로 전송메시지를 줄여 전송후 수신할때 응용 프로그램에서 원래의 크기로 재조합하는 과정
- 캡슐화 ... 데이터에 제어 정보를 덧붙임
- 동기화 ... 여러 시스템이 동시에 통신할 수 있는 기법

- 전송모드

> 단방향(Simplex) 모드

- 오직 한방향으로만 전송하는 모드



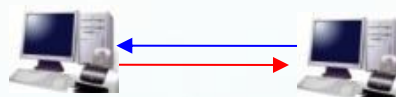
> 반이중(Half duplex) 모드

- 동시에 한방향으로만 전송



> 전이중(Full duplex) 모드

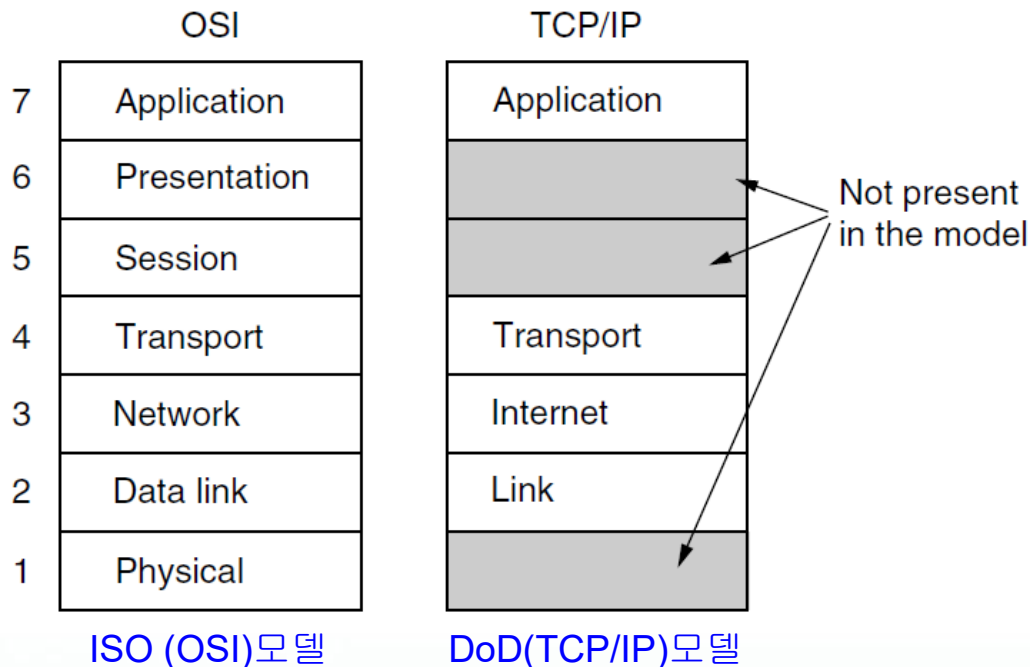
- 동시에 양방향으로 전송



■ 프로토콜 참조모델

☑ OSI 7계층 참조모델

☑ TCP/IP 참조모델



물리계층(Physical Layer)

	OSI		TCP/IP
7	Application		Application
6	Presentation		
5	Session		
4	Transport		Transport
3	Network		Internet
2	Data link		Link
1	Physical		

물리계층

■ 물리계층

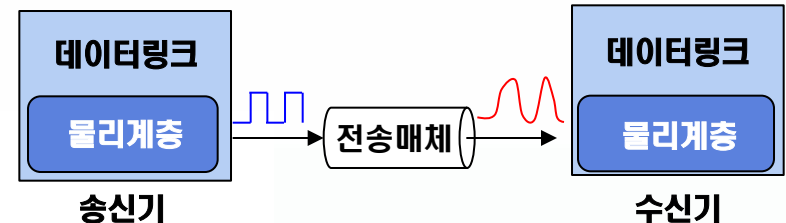
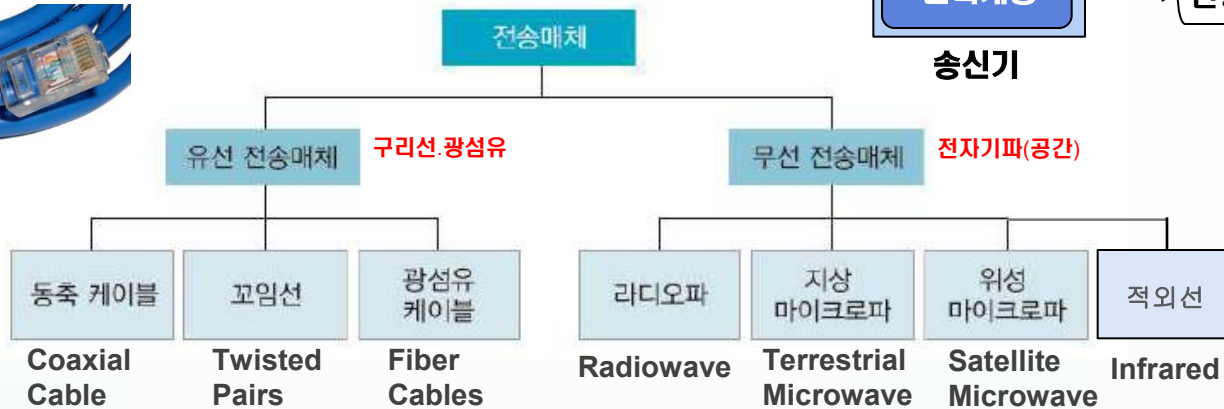
	OSI	TCP/IP
7	Application	Application
6	Presentation	
5	Session	
4	Transport	Transport
3	Network	Internet
2	Data link	Link
1	Physical	

☑ 물리계층의 정의/역할

- 데이터를 전송하기 위한 전송매체의 **기계적 규격**을 정의, **전기적신호의 전송규격**을 정의

☑ 전송매체

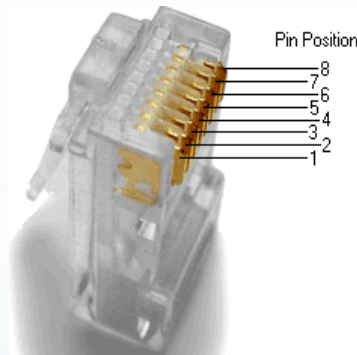
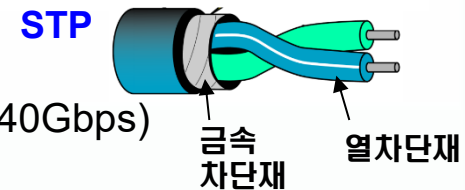
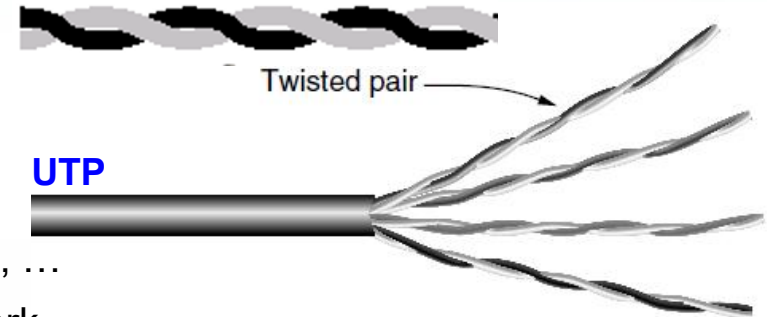
- (데이터를 전송하는데) 전류나 전압을 변화시키는 효과를 이용
- 전류나 전압이 흐르는 매개체
- 유선(전선) vs 무선(전자기파)



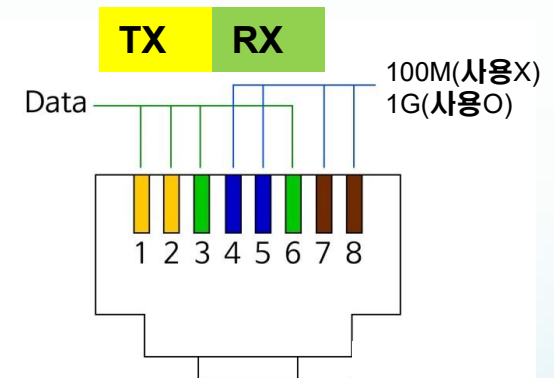
■ 유선전송매체

☑ Twisted Pair (TP)

- 두개의 구리도선을 꼬아서 엮은 전송매체
- 외부 잡음(noise)을 줄여주는 효과
- STP(Shielded) vs UTP(Unshielded)
- 전화선, LAN선, 신용카드결재기, 건물내부통신선, ...
- Low cost, Low data rate, Short range, Easy to work
- UTP1(전화선), UTP2, UTP3(10Mbps), UTP4, UTP5 (100Mbps)
- **UTP5E**(1Gbps), **UTP6** (10Gbps,55m), UTP7(10Gbps,100m), UTP8(40Gbps)



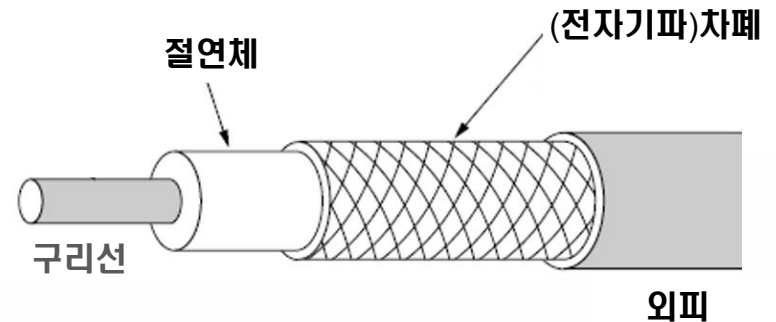
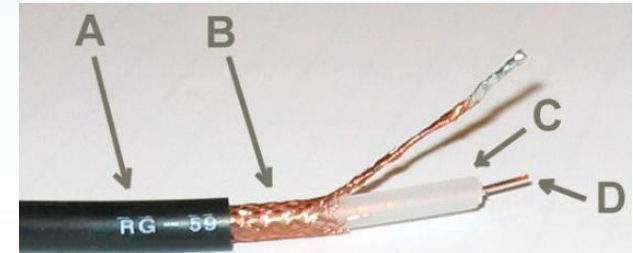
Pin	Pair	Wire	Color
1	3	1	white/green
2	3	2	green
3	2	1	white/orange
4	1	2	blue
5	1	1	white/blue
6	2	2	orange
7	4	1	white/brown
8	4	2	brown



■ 유선전송매체

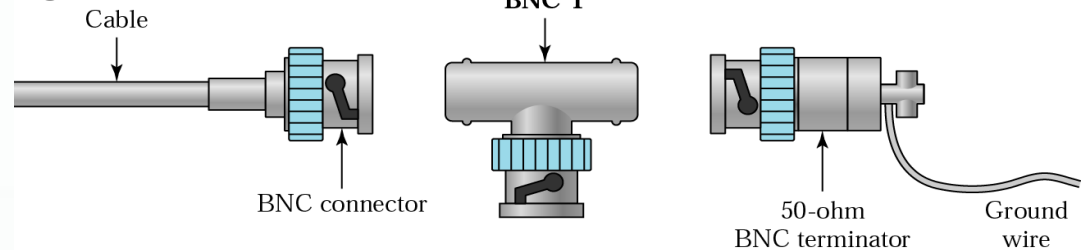
☑ Coaxial Cable

- 장거리 전송용으로 성능이 좋은 전송매체
- TV선, 케이블TV선, CCTV선
- 잡음에 강하며, 좋은 대역폭을 갖는다
- 높은 주파수범위로 긴거리까지 전송
- 신뢰성이 높고, 내구성이 좋음



안테나 TV 동축 케이블

동축케이블



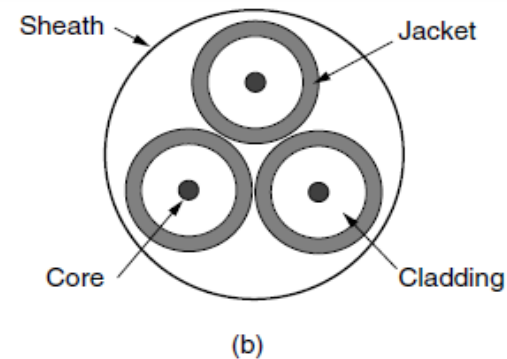
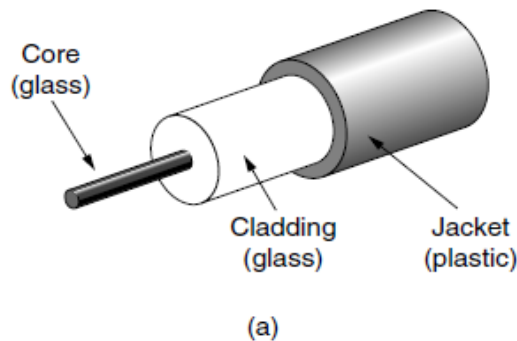
▲ 네트워크에서의 활용

◀ TV에서의 활용

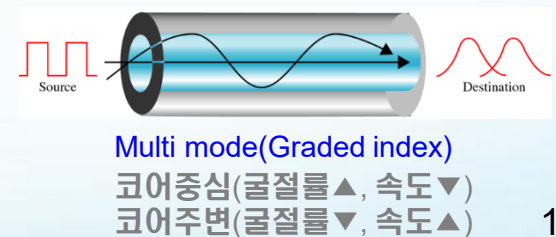
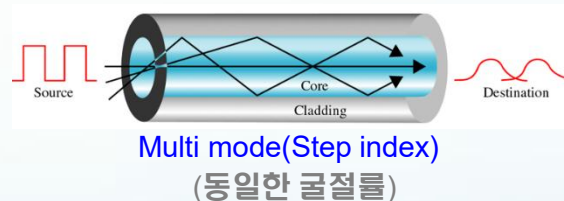
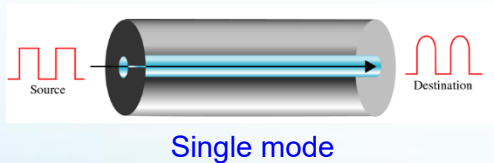
■ 유선전송매체

☑ Fiber (Optics) Cable

- 광섬유(유리 or 플라스틱)를 이용하여, 빛에 데이터를 실어서 전송하는 전송매체
- 빛의 특성 전자기적인 에너지형태, 진공상태에서 전송속도(30만km/s, 30cm/1ns)
- 공기(물)와 같은 밀도가 높은 곳을 통과할 때는 속도가 감소됨
- 잡음에 대한 저항력, 낮은 신호감쇄, 높은 대역폭, 고비용, 설치와 관리가 어려움
- 전파방식 Single mode vs Multi mode



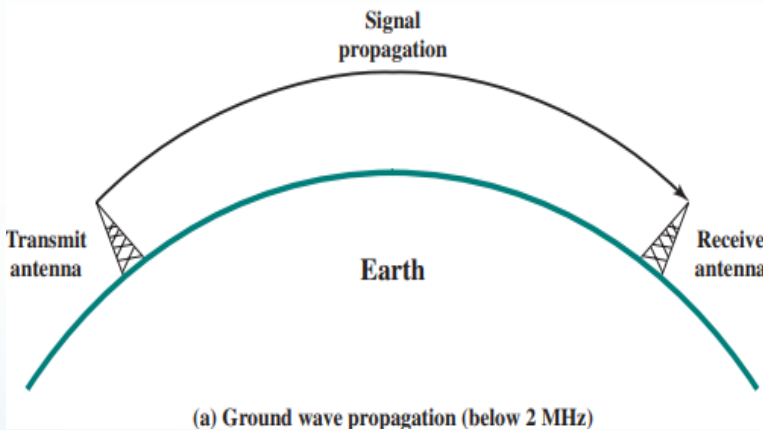
(a) Side view of a single fiber. (b) End view of a sheath with three fibers.



■ 무선전송매체

☑ 무선 전송매체의 전파유형

- 지면전파 대기권의 낮은 부분으로 전자기파를 전파하는 방식
- 공중전파 안테나로 전파하거나,
전리층에서 반사(굴절)하는
방식으로 전파
- 가시선전파 ... 안테나간 높은 주파수로
전파



AM라디오

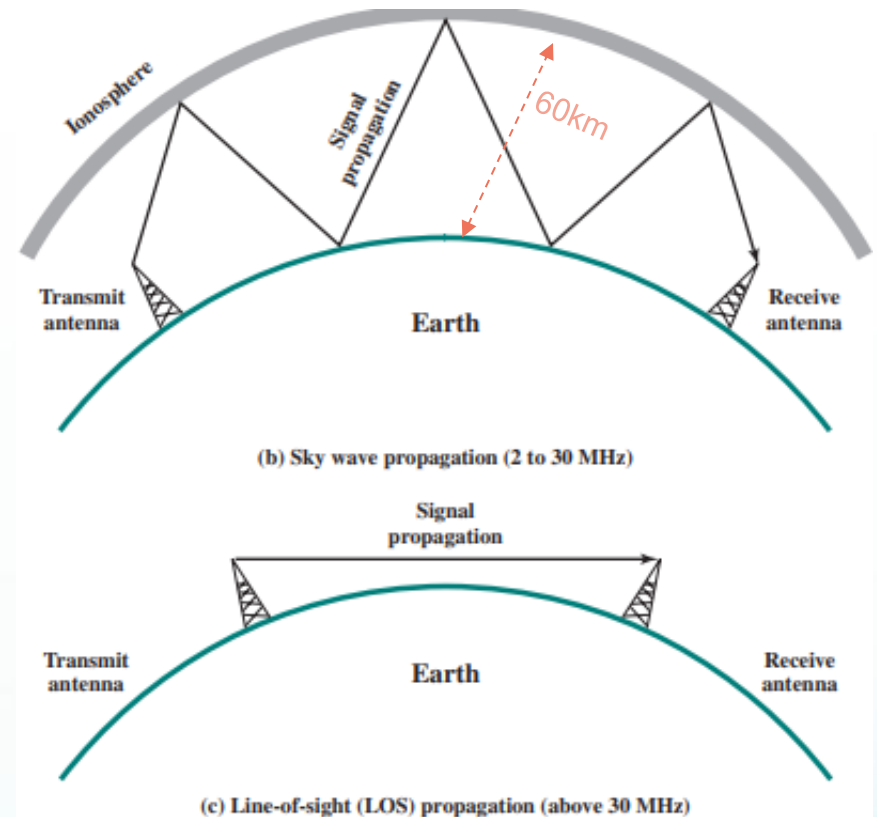
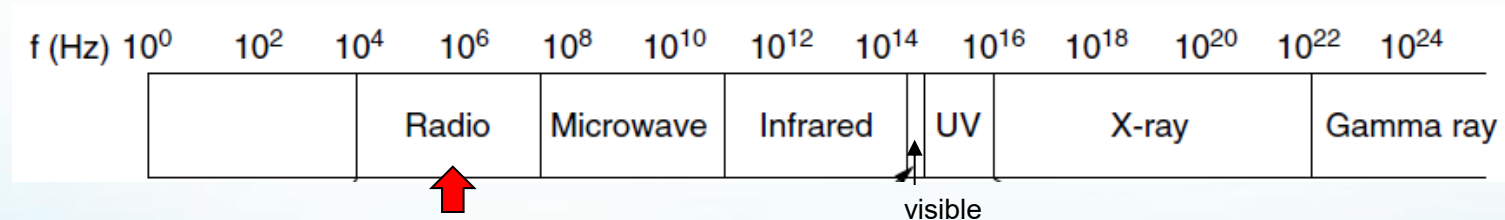
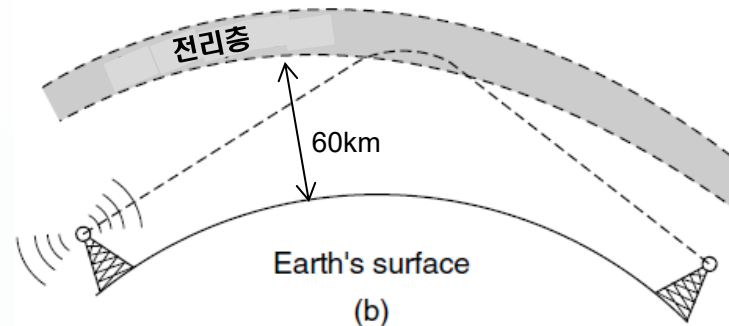
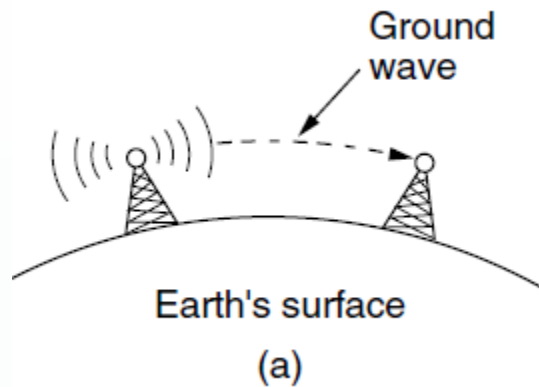


Figure 4.11 Wireless Propagation Modes

■ 무선전송매체

☑ Radiowave

- 마이크로파에 비해 낮은 대역이며, 고체, 진공, 대기를 모두 통과하여 전파됨
- 3KHz ~ 300MHz, 전방향 전파, 벽을 통과, **다향성**
- 같은 주파수를 사용하여 전송하는 안테나에 방해 받음
- **라디오방송**, TV방송, 호출기, Broadcasting(1:N)에 활용

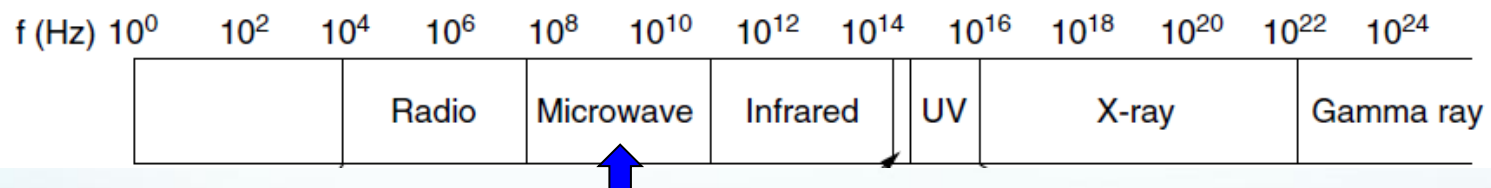
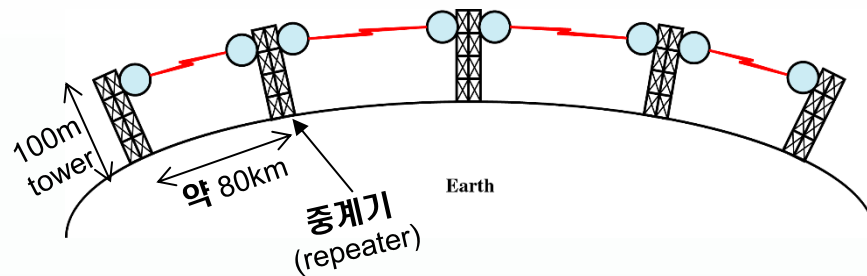


주파수 스펙트럼

■ 무선전송매체

☑ Microwave

- 300Mhz ~ 300GHz의 주파수를 갖는 전자기파
- **지향성**, 단방향 전파, 가시선 전파, 벽을 통과 못함
- **접시형 안테나**로 전파를 집중시켜 전송할 수 있음(SNR ▲, 전파정확성 ▲)
- 지향성 동시에 여러 전송기가 여러 수신기에서 간섭없이 전송할 수 있게 해줌
- 지상마이크로파, 위성통신, **GPS**, 전자레인지

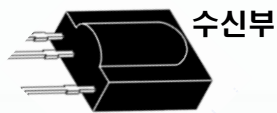
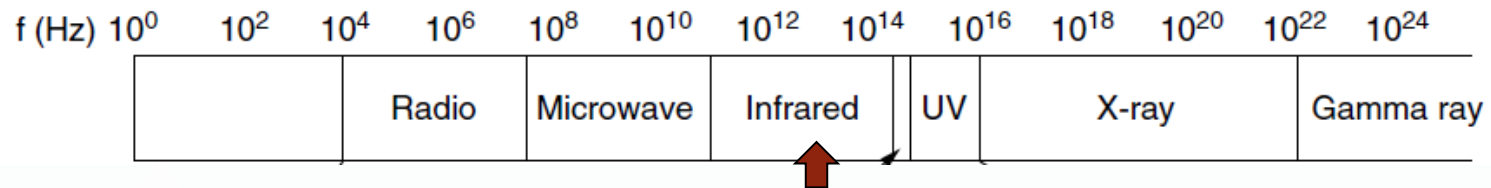


■ 무선전송매체

→ 무선(1계층, 2계층)은 5주차에 좀더 상세히 강의할 예정

☑ Infrared (적외선)

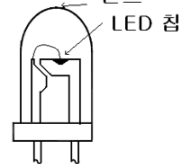
- 단거리 전파에 적합 (예, 가전제품 리모콘<->가전제품, 적외선 CCTV, 적외선 열치료기)
- 지향성, 저가, 소형화, 설치가 용이함
- **열에너지**를 포함하고있어 물체를 따뜻하게 만듦
- 초고주파 주파수 대역 (300 Ghz ~ 400THz)
- **고체물체를 통과하지 못함** (실내, 방안 내에서만 전파하므로 단점 및 장점(보안성,간섭))



적외선

송신부

렌즈
LED 칩



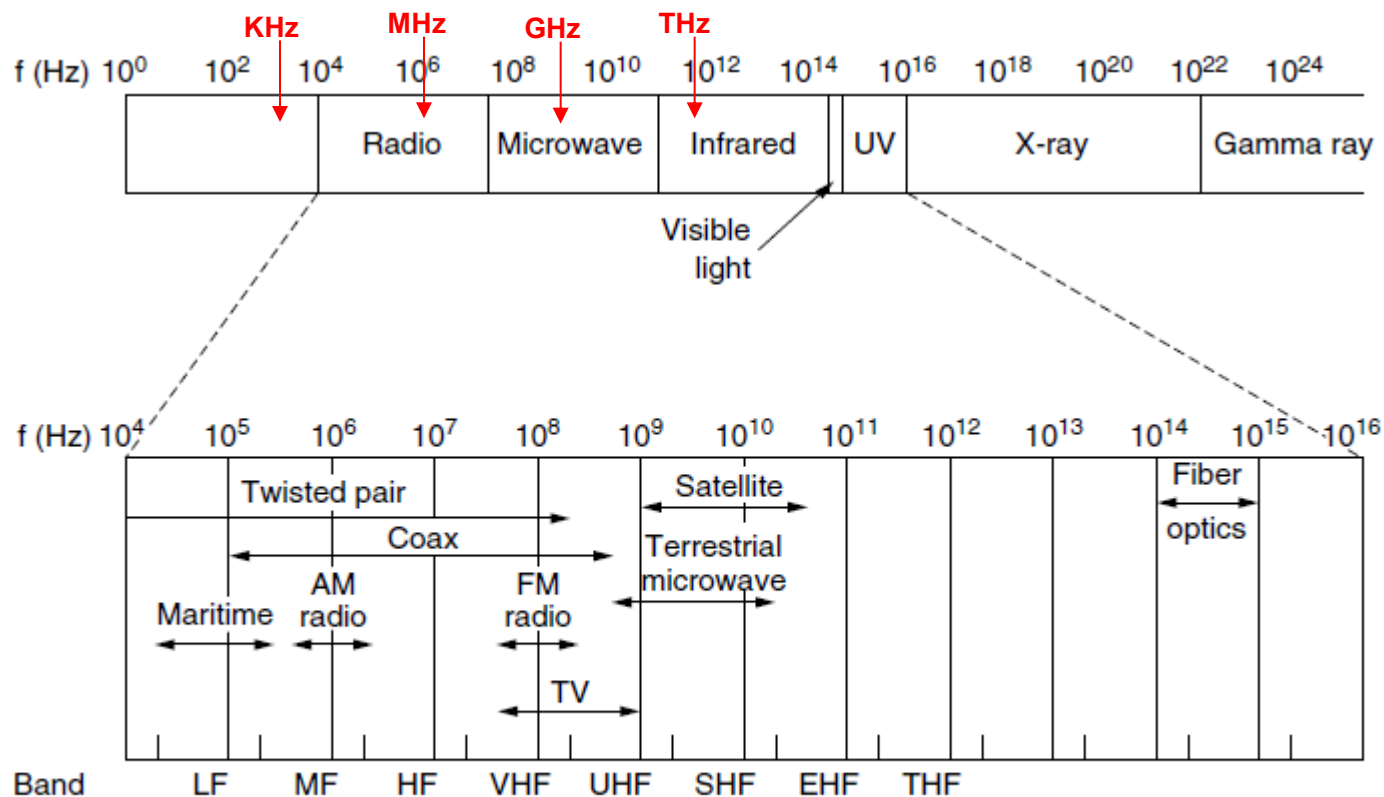
- 송신부
 - > 리모콘, 적외선LED로 발광
- 수신부
 - > 집광렌즈를 통해 적외선수신



■ 전송매체

☑ 주파수대에 따른 전파구간과 전송매체

- 유선통신 & 무선통신용 주파수 스펙트럼



(각 전송매체에서 사용하는) 전자기파의 주파수대역

신호처리 (신호와 신호변환)

■ 데이터 전송과 신호처리(변환)

☑ 전기적 신호와 데이터의 표현

- 데이터 전송: 이진 데이터를 전기적 신호로 변환하고, 전파시킴

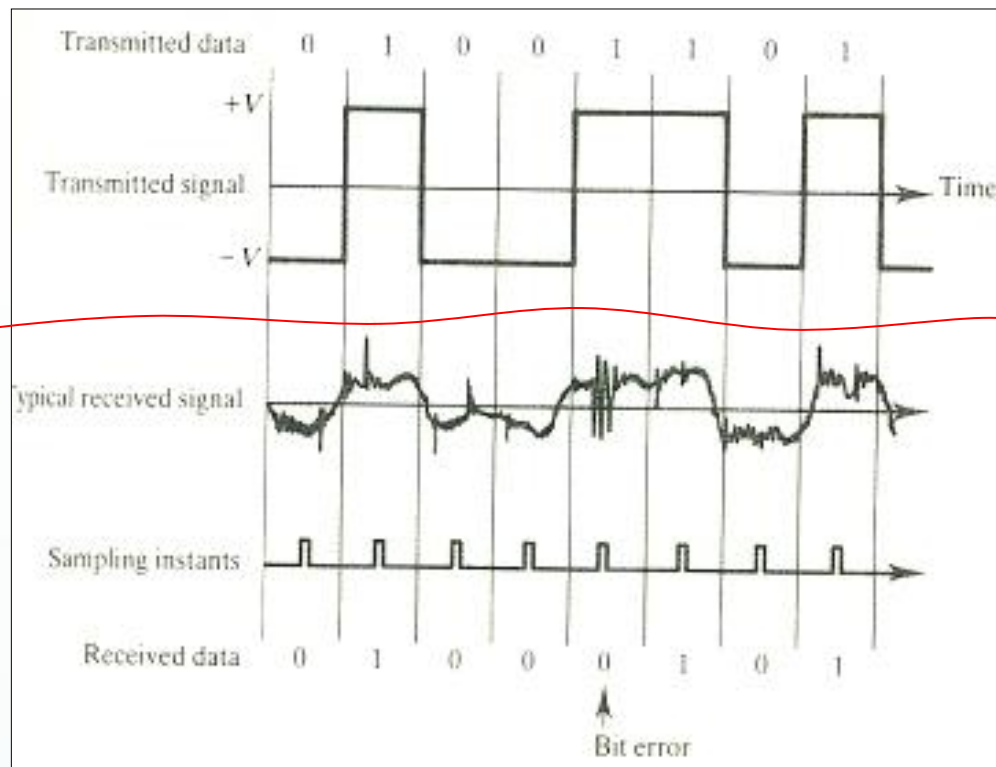
송신할 데이터



신호(Signal)



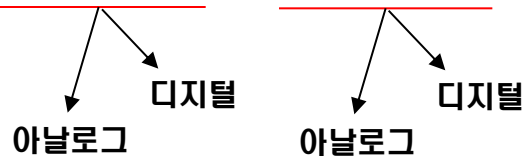
수신할 데이터



■ 신호처리(=신호변환)기술

☑ 신호와 전송

- 신호(Signal) -> 데이터(Data)로 변환

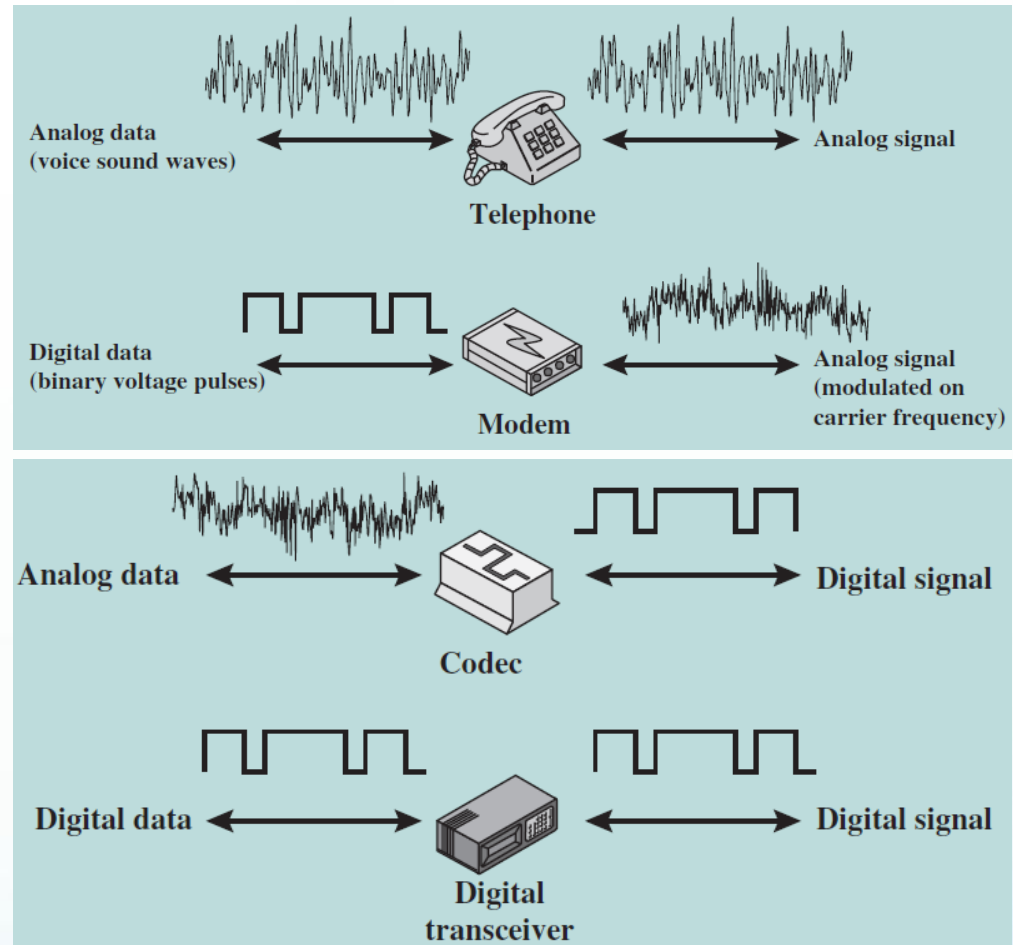


☑ 신호변환

- 아날로그신호 <--> 아날로그데이터
- 아날로그신호 <--> 디지털데이터
- 디지털신호 <--> 아날로그데이터
- 디지털신호 <--> 디지털데이터

☑ 전송

- 아날로그전송
- 디지털전송



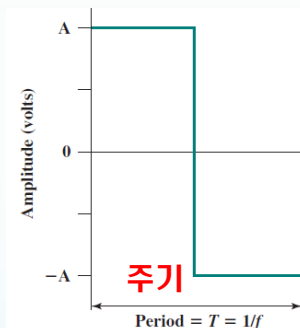
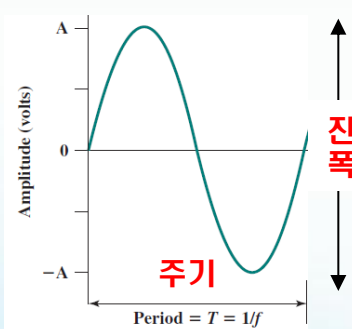
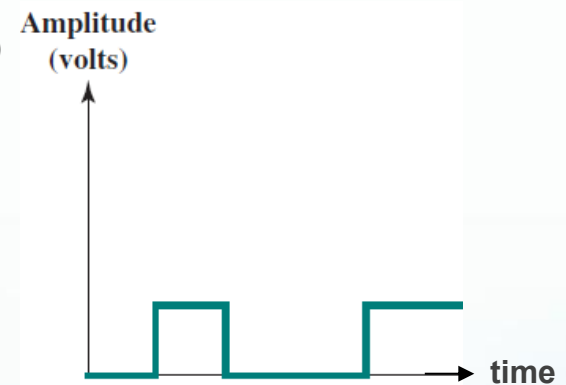
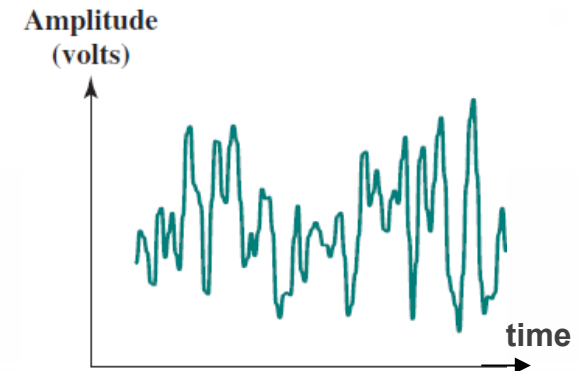
■ 신호(Signal)이해하기

☑ 개요

- 신호는 송신기에서 생성되며, 전송매체를 통해서 전송됨
- 신호의 표현(분석)
 - 시간관점(Time domain)
 - 주파수관점(Frequency domain)

☑ 시간관점에서의 신호분석(Time domain)

- Analog signal Continuous (연속성)
- Digital signal Discrete (불연속성)
- 주기성 신호 같은 패턴이 주기적으로 반복, 반복주기(T)
- peak amplitude (**A**), frequency (**f**), phase (**Φ**).
- **주파수**(f) ... 1초당 주기의 반복횟수, 단위는 Hz.

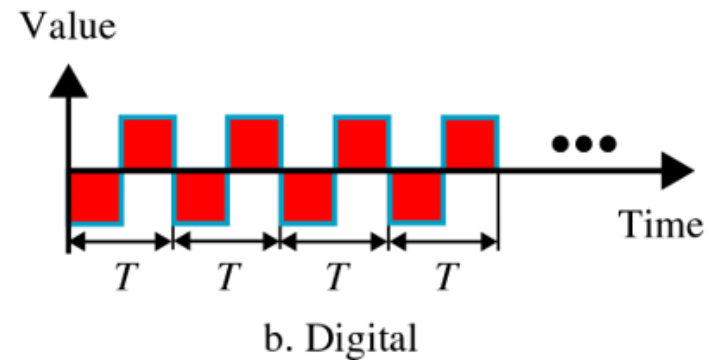
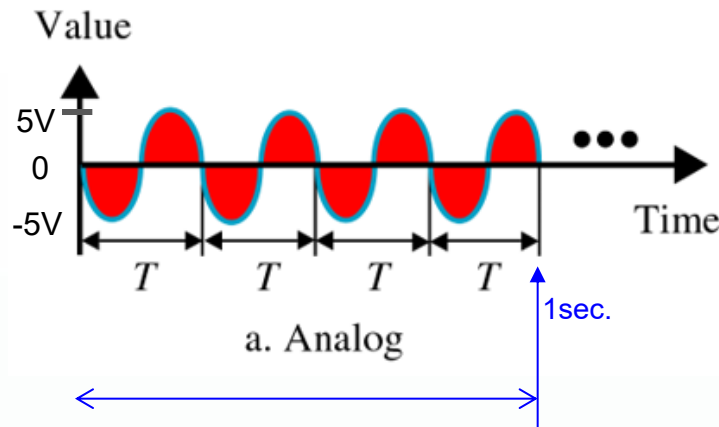


예) 5Hz
10Hz
1KHz
1MHz

☑ 신호

= 최대값-최소값

- **진폭** ... 신호의 높이. (전압(volt), 전류(amperes), 전력(watts)) 예) 3V, 0.7W, 1.5mA
- **주기** ... 반복되는 패턴(싸이클)을 완성하는데 걸리는 시간(단위: 초). 예) 1s 100ms 300 μ s
- **주파수** ... 1초당 주기의 반복횟수(단위:Hz). 예) 1Hz 3Hz 1KHz 310Mhz



문제1) 위의 아날로그 정현파(sine wave)에서 진폭은 ? 주파수는 ? 주기는 ?

문제2) 정현파의 주파수에 맞는 주기를 구하시요.... 10Hz 의 주기 ? 4KHz 의 주기 ?

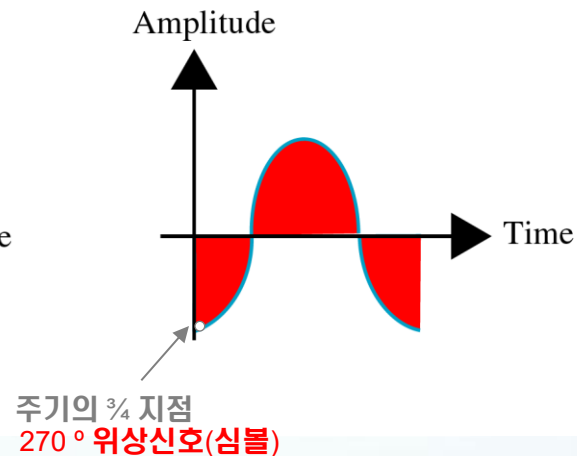
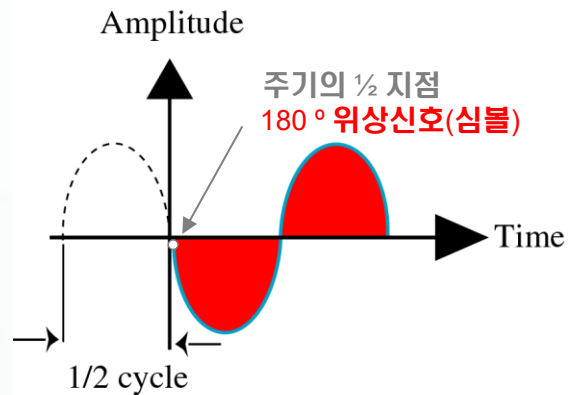
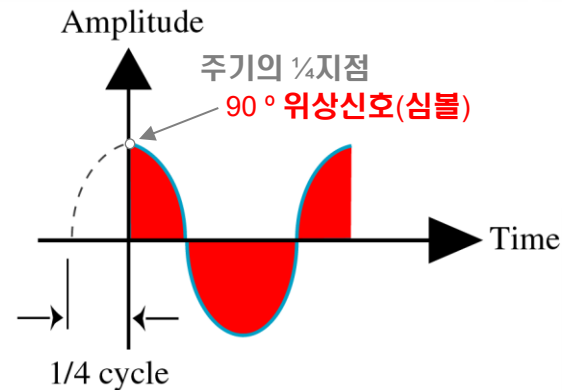
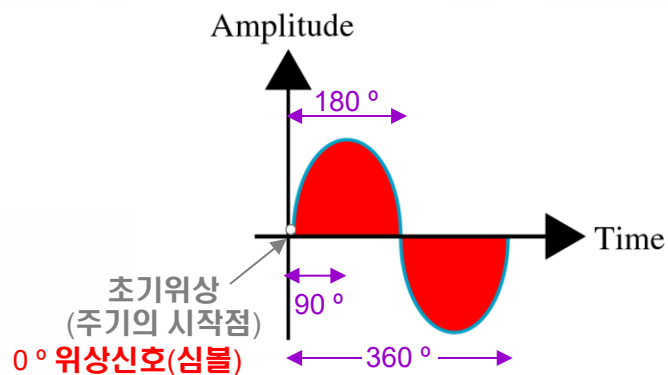
문제3) 정현파의 주기에 맞는 주파수를 구하시요 25ms 의 주파수는 ? 0.004 초의 주파수 ?

문제4) 다음의 파형중에서 고주파와 저주파를 고르시오



☑ 신호

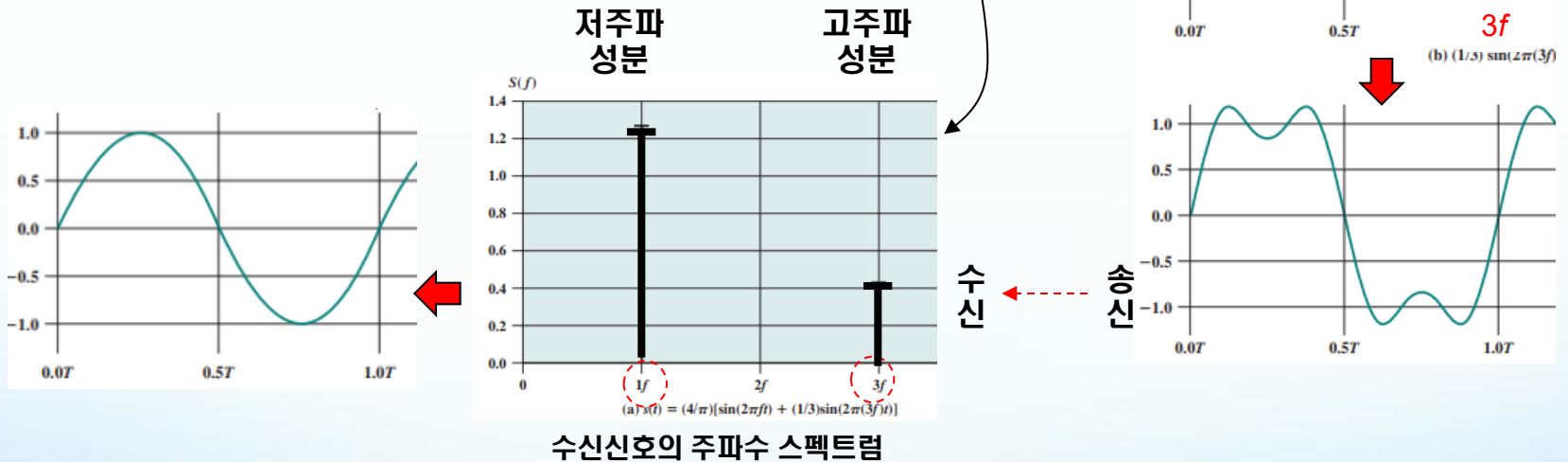
- 위상 : 신호의 파형이 한 주기내에서 얼마나 진행되었는지를 각도(degree, °)로 표현



☑ 주파수관점에서의 신호분석(Frequency Domain)

- 저주파신호 데이터를 멀리, 많이 보낼 수 없는 한계점
(예, 가청주파수 20Hz~20KHz, 일반 디지털신호, 0,1)
- 고주파신호 데이터를 많이 보낼 수 있다. (예, 반송파)
- 송신기: 입력신호를 반송파로 만들어 전송하는 기술필요
(즉, 저주파를 고주파에 혼합)
- 수신기: 수신된 반송파에서 원래신호를 분리해내는 기술필요
(즉, 고주파 성분을 제거함)

→ Fourier transform (푸리에변환 함수를 이용)



■ 신호변환

☑ 디지털변환(Digital Modulation) 기법

- 디지털데이터 -> 디지털신호 변환

- RZ, NRZ, NRZI, Manchester, Differential Manchester, Bipolar, ...

↓
USB에서 사용

↘ Ethernet 물리계층에서 사용하는 방식

(a) Bit stream

(b) Non-Return to Zero (NRZ)

1 : high, 0 : low

(c) NRZ Invert (NRZI)

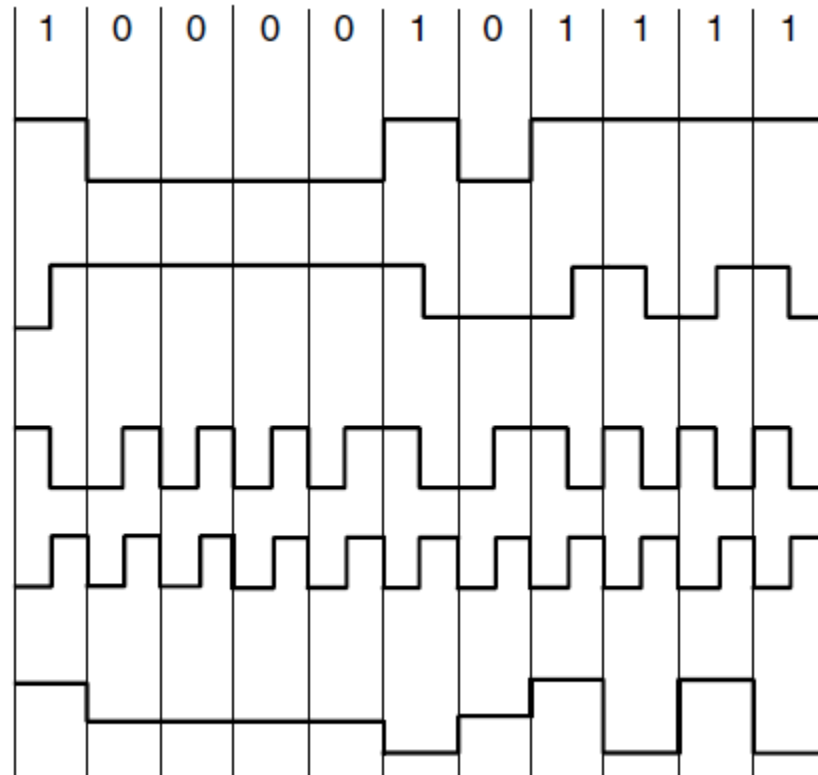
1 : (신호중간지점) Invert
0 : (신호중간지점) No change

(d) Manchester

1 : (신호중간지점) high->low
0 : (신호중간지점) low->high
(Clock that is XORed with bits)

(e) Bipolar encoding
(also Alternate Mark Inversion, AMI)

1 : +V -> -V 또는 -V -> +V 0 : 0



디지털
데이터

디지털
신호

■ 신호변환

☑ 아날로그 변환(Analog Modulation) 기법

- 디지털데이터 -> 디지털신호 -> 아날로그신호 변환

- ASK (Amplitude Shift Keying) ... 1 -> 진폭 high, 0 -> 진폭 low

- FSK (Frequency Shift Keying) ... 1 -> 고주파, 0 -> 저주파

- PSK (Phase Shift Keying)

- BPSK(Binary PSK)

1 -> 0°

0 -> 180°

- QPSK(Quadrature PSK)

00 -> 45°

01 -> 135°

11 -> 225°

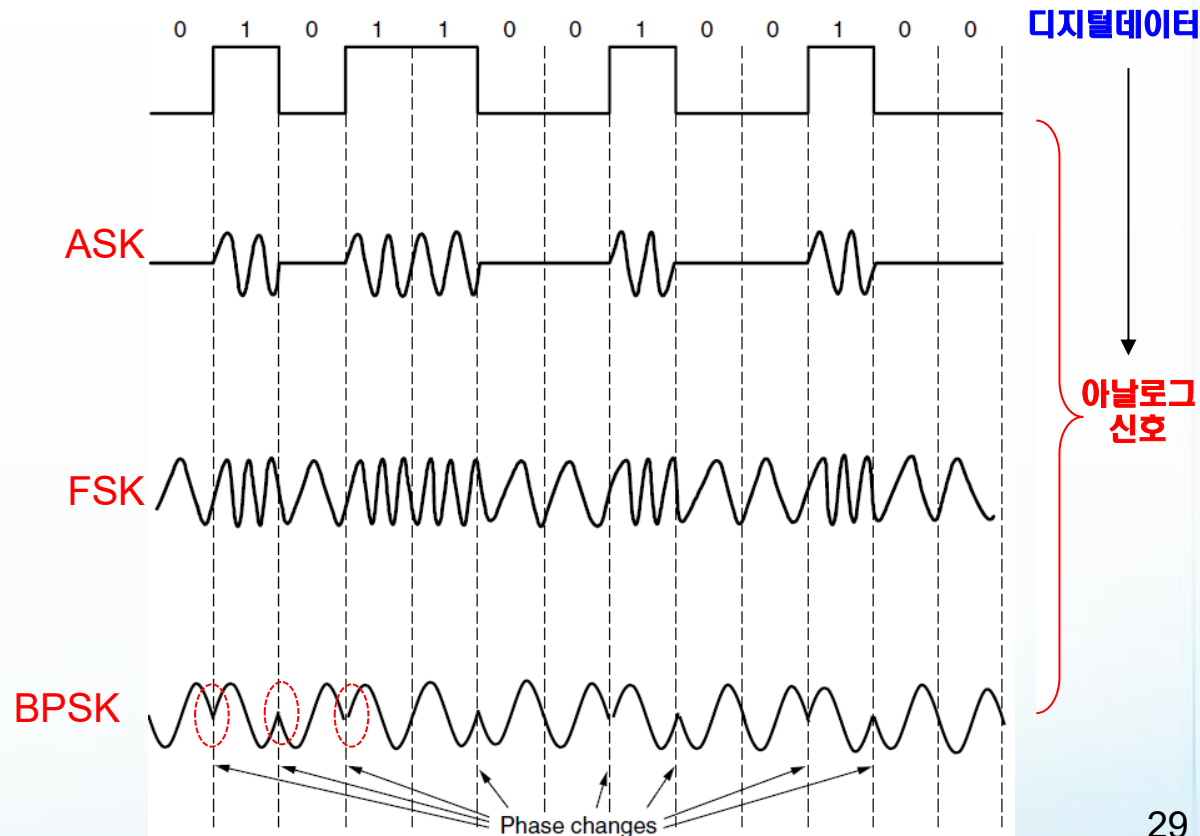
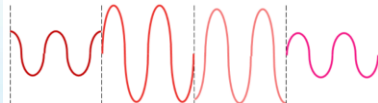
10 -> 315°

- 8-PSK

- 16-PSK

- QAM(Quadrature AM)

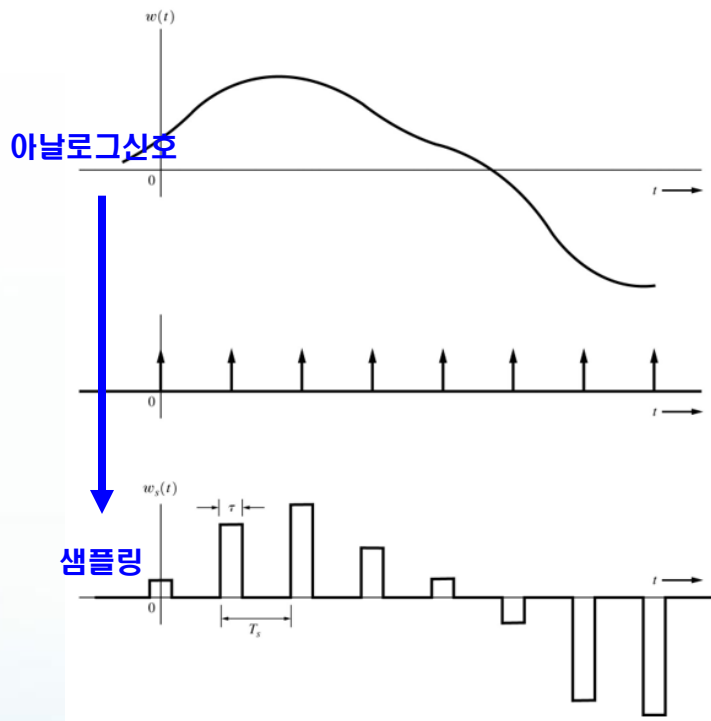
진폭과 위상을 동시에 변조하는 방식



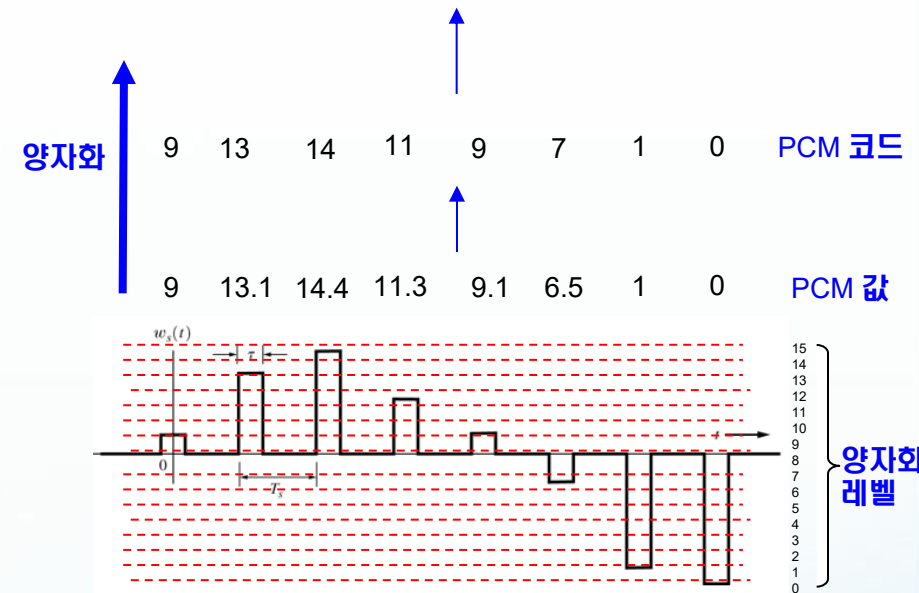
■ 신호변환

☑ PCM(Pulse Code Modulation) 기법

- 아날로그신호 -> 디지털데이터 : PCM, Delta Modulation
- 변환과정 : 1) **샘플링** -> 2) **양자화** -> 3) **인코딩**



인코딩 1001 1101 1110 1001 0111 0001 0000

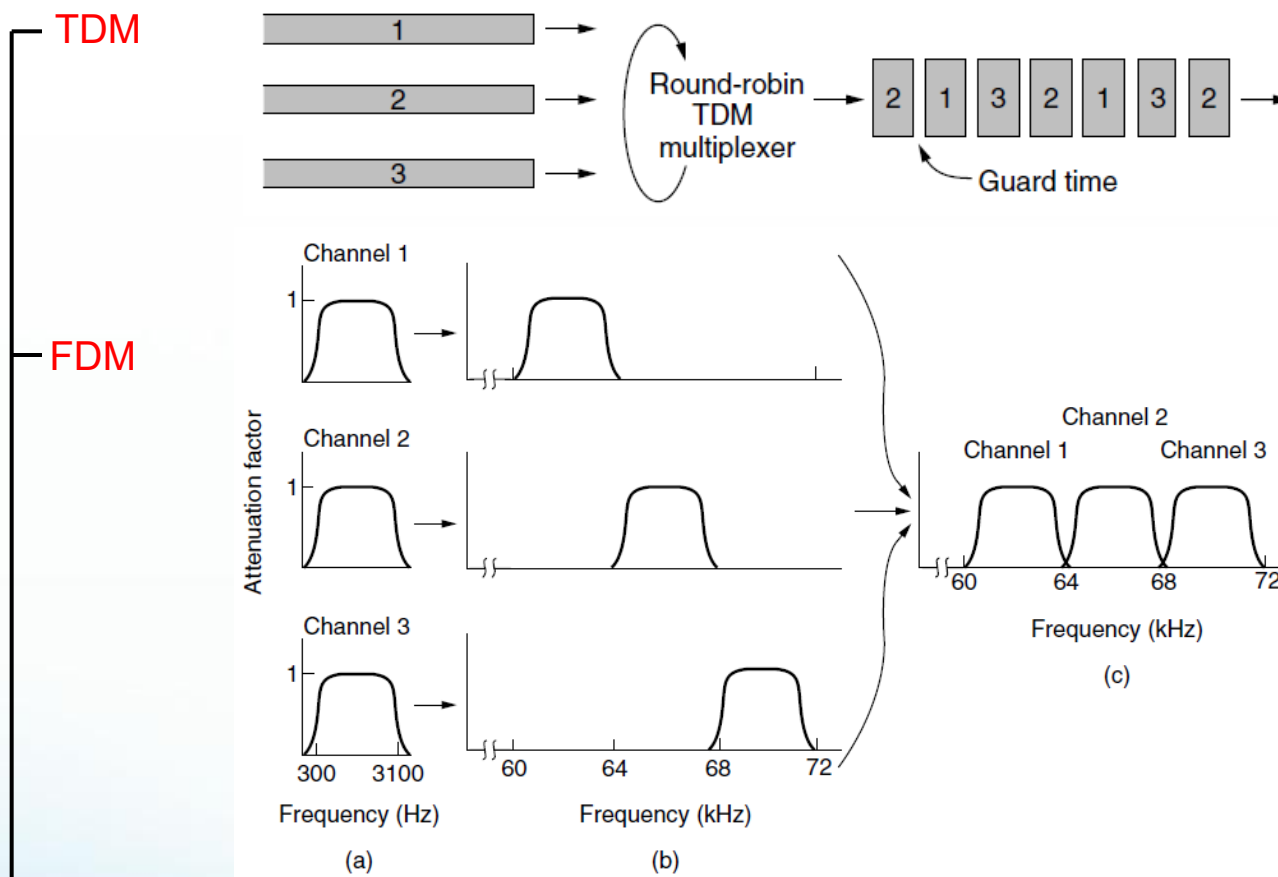


- 양자화레벨 ▲ -> 정밀도 ▲, 인코딩비트수 ▲, 전송량 ▲

■ 신호변환

☑ 다중화 (Multiplexing), 다중접속 방법

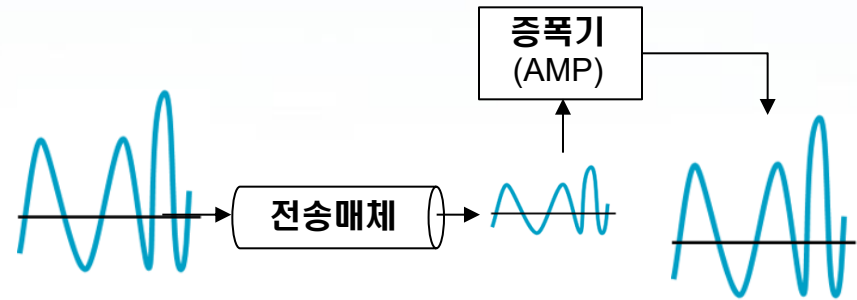
- 전송매체의 효율적 이용을 위해 동시에 여러신호를 전송하는 기법



■ 전송장애(전송오류) 아래의 원인이 오류를 유발

☑ 신호감쇄(Attenuation)

- 신호전력(=신호세기)의 손실
- 증폭기/리피터로 신호증폭
- 감쇄 측정단위: dB



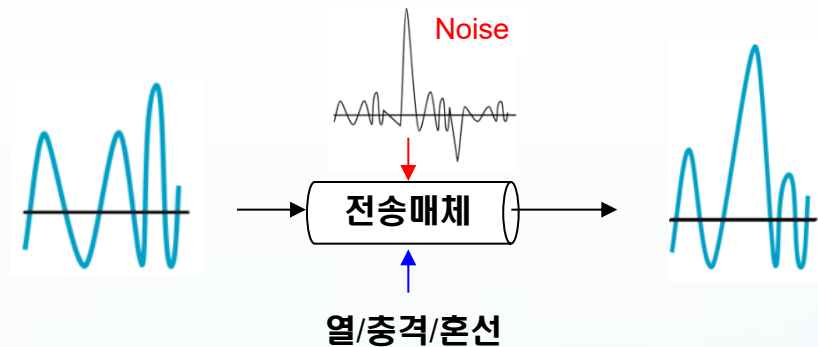
☑ 왜곡(Distortion)

- 신호모양/형태가 변화되어 뒤틀어짐



☑ 잡음(Noise)

- 열잡음, 유도선잡음, 혼선, 충격잡음



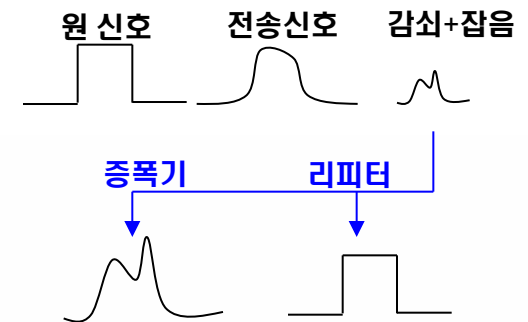
☑ 간섭

- 신호의 수신을 방해하는 에너지로 인한 장애

■ 물리계층의 대표장비

☑ 증폭기(Amplifier)

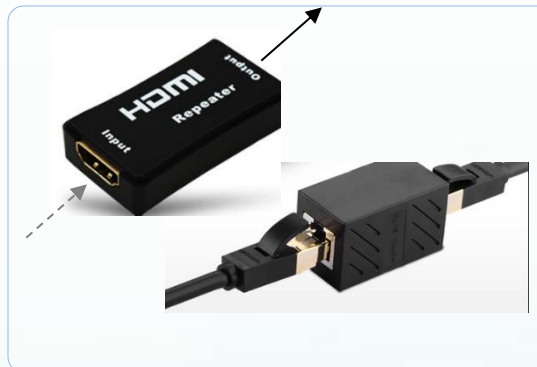
- 감쇄된 신호크기를 증폭시켜 원래의 신호크기로 키워주는 장치
- 증폭기로 신호증폭
- 감쇄 측정단위: dB



☑ 리피터(Repeater)

- 수신한 신호를 다시 인코딩(재생)하여 송신하는 장치
- 리피터로 신호재생

Repeater (digital only)



Amplifier (analog only)



강의 Q&A

■ 용어 및 기타사항

☑ Metric unit (측정 단위)

표 2-1 큰 용량을 표현하는 단위

용량 단위	표기	2진 크기	10진 크기	바이트 대비 크기	10진 단위
바이트(Byte)	B	1	1	1B	일
킬로바이트(Kilo Byte)	KB	2^{10}	10^3	1,000B	일천
메가바이트(Mega Byte)	MB	2^{20}	10^6	1,000,000B	일백만
기가바이트(Giga Byte)	GB	2^{30}	10^9	1,000,000,000B	일십억
테라바이트(Tera Byte)	TB	2^{40}	10^{12}	1,000,000,000,000B	일조
페타바이트(Peta Byte)	PB	2^{50}	10^{15}	1,000,000,000,000,000B	일천조