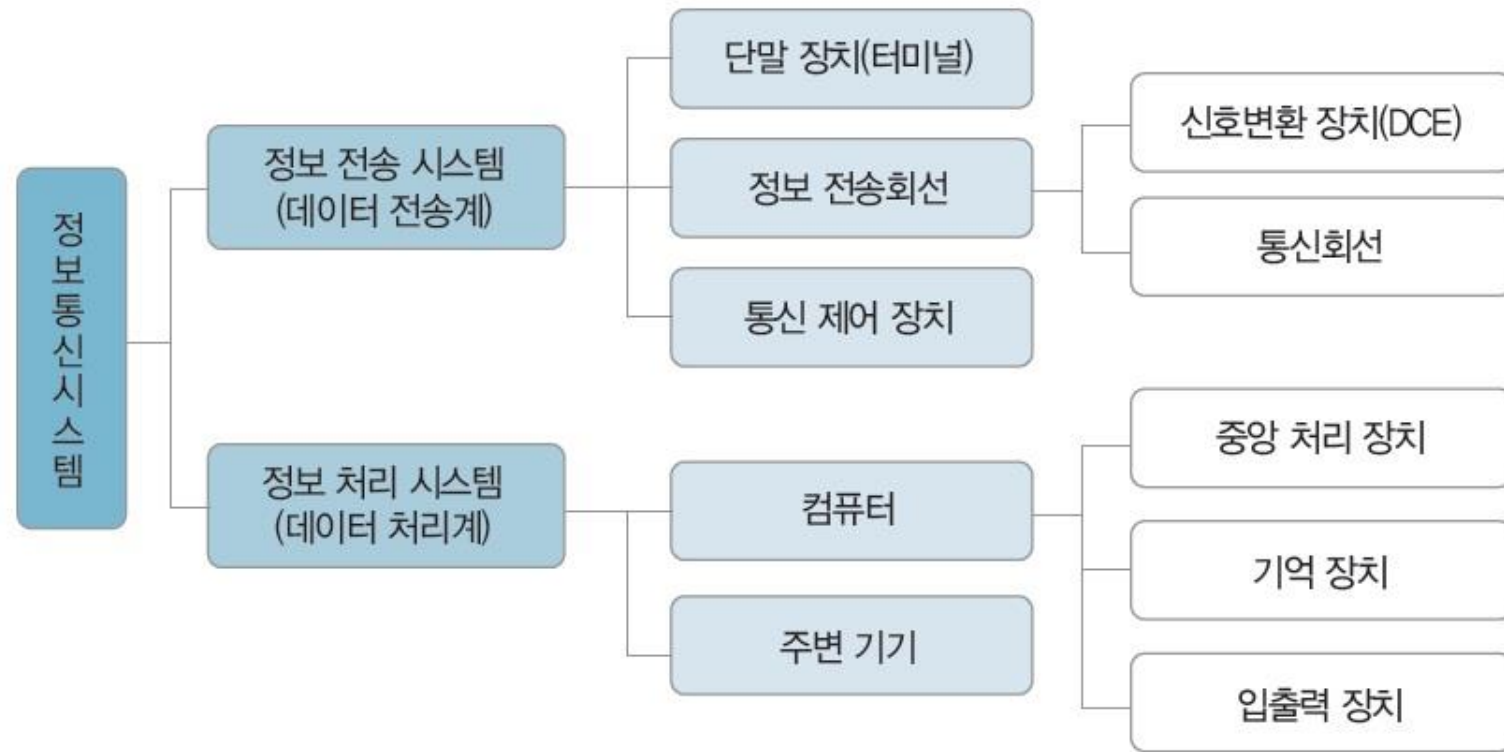


03 정보 전송 방식과 기술

정보통신 시스템의 분류

- 정보 전송 시스템(데이터 전송계) : 데이터를 이동하는 역할
- 정보 처리 시스템(데이터 처리계) : 데이터를 가공하고 처리하며 보관하는 역할



정보 전송 방식과 기술의 분류



정보 전송 시스템의 구성도



정보 전송 시스템의 구성요소와 기능

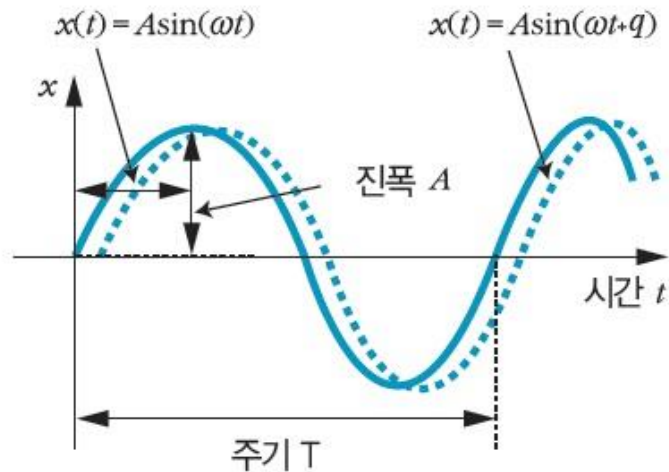
구성요소	기능
단말 장치	정보의 입력과 수신
신호변환 장치	변조와 복조(예 모뎀)
통신회선	변환된 신호의 이동 통로나 통신망
통신 제어 장치	컴퓨터와 모뎀 사이에 위치하여 송수신되는 데이터를 처리하기 좋은 형식으로 변환

정보 전송의 과정

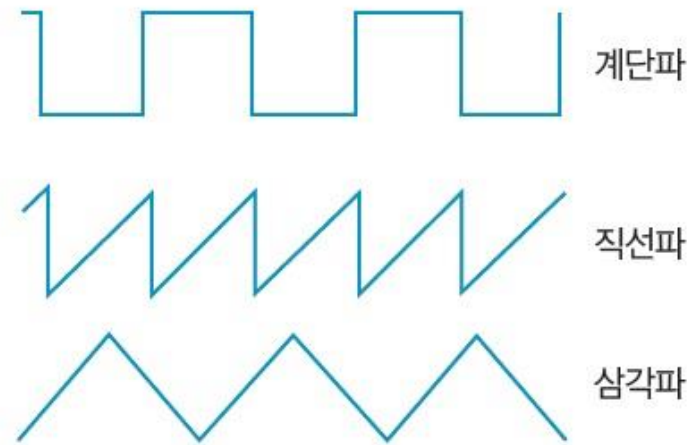
- ① 컴퓨터에서 출력된 디지털 데이터를 아날로그 형태의 전기 신호로 바꿈
- ② 전기신호를 전송선로의 영향을 덜 받도록 고주파수로 변환(변조 과정) 후 송신
- ③ 송신된 신호는 복조 과정을 거쳐 수신부에 디지털 신호로 입력됨

아날로그 신호

- 전압값이 여러 개이면서 연속적으로 변하는 신호
- 주기 신호와 비주기 신호로 분류
 - 주기 신호 : 정현파와 비정현파로 분류
 - 비정현파는 계단파, 직선파, 삼각파가 있음
 - 대표적인 비정현파는 컴퓨터 내부 클럭(Clock)의 파형



(a) 정현파



(b) 비정현파

아날로그 신호

- 정보를 변환한 신호는 주기 신호, 잡음 등은 비주기 신호
- 주기 신호의 표현

$$x(t) = x(T + t)$$

T : 주기

- 정현파: 주기 신호 중에서 가장 기본
- 아날로그 신호 변조의 구성 요소: A (진폭), w (주파수), q (위상)

$$x(t) = A \sin(\omega t + q)$$

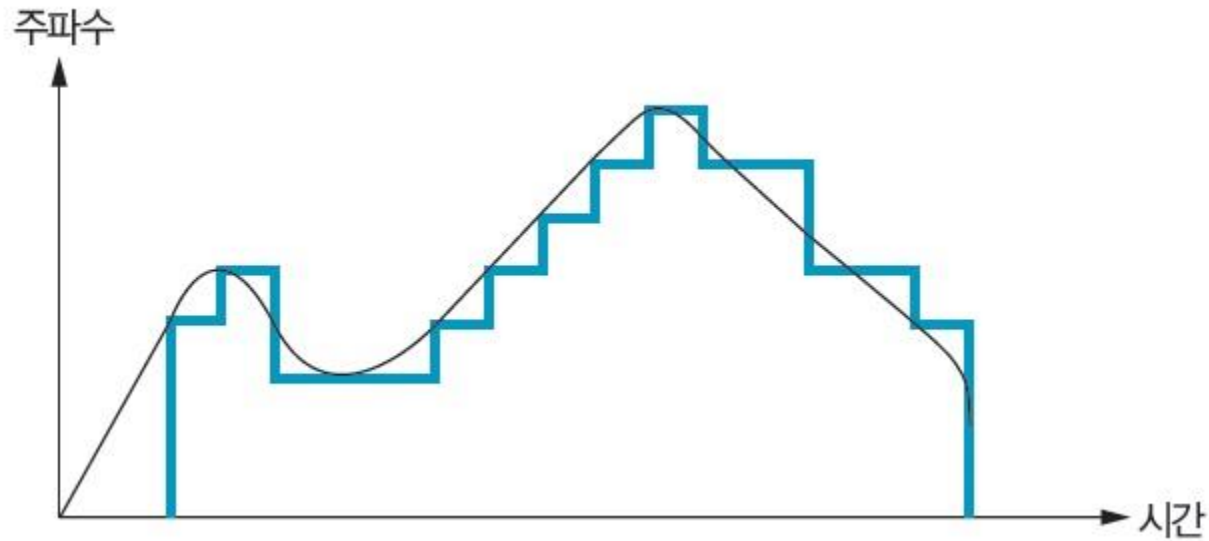
· A : 진폭(Amplitude)

· ω : 주파수(Angular Frequency)

· q : 위상(Phase)

디지털 신호

- 이산 신호로, 물리량을 유한한 숫자로 표현하는 것
- 아날로그 신호를 디지털화하려면 시간도 디지털화해야 함



정보 전송의 기본 요소(신호의 분석)

- 진폭
 - 신호의 크기나 세기
 - 단위는 V(볼트)를 사용
 - (예) 음성의 크기
- 주파수
 - 단위 시간당 사이클을 반복하는 횟수
 - 단위는 Hz(헤르츠)를 사용
- 위상
 - 임의의 시간에서 반송파 사이클의 상대적인 위치
 - 단위는 °(도)를 사용

데이터 신호속도

- 1초 동안 전달되는 비트(bit) 수로, 전송속도를 나타냄
- 단위는 bit/sec나 bps(bit per second)를 사용
- 데이터 신호를 표시하는 일반식

$$S = \sum_{i=1}^m \frac{1}{T_i} \log_2 n_i$$

- S : 데이터 신호속도(bps)
- m : 병렬 전송에서 전송로의 수, 직렬 전송이면 1
- T : i 번째 전송로의 펄스 1개당 지속 시간
- n : i 번째 전송로의 펄스 1개가 표시할 수 있는 부호의 상태 수

데이터 전송속도

- 단위 시간에 전송되는 데이터양으로 결정됨
- 데이터양으로는 바이트, 문자, 블록, 패킷 등을 사용, 단위 시간으로는 초, 분, 시간을 사용
- 단위는 자/분(Character/Minute)을 많이 사용
- 패킷(Packet) : 메시지를 크기가 일정한 블록 단위로 분할하여 전송하는 것
- 데이터 전송속도를 계산하는 일반식

$$\text{데이터 전송속도} = \frac{\text{데이터 신호속도} \times 60}{\text{전송 프레임을 구성하는 비트수}}$$

변조속도

- 변조된 신호(진폭, 주파수, 위상)는 신호를 변화한 위치(유의 시간)에 정보를 표시하는데, 이 변화점 사이에 있는 간격이 가장 짧은 시간의 역을 뜻함
- 즉, 0 또는 1을 나타내는 펄스의 수를 1초 동안 몇 개 포함했는지를 의미
- 단위는 보(Baud)를 사용 (bps와 baud의 관계 : $\text{baud} = \text{bps} / \text{단위 신호당 비트수}$)
- 변조속도를 표시하는 일반식

$$B = \frac{1}{T}$$

$$B = \frac{S}{N}$$

- B : 변조속도(baud)
- T : 단위 펄스의 시간 길이
- S : 데이터의 신호속도(bps)
- N : 단위 시간당 비트수

전송 효율

- 통신선의 사용 효율
- 동기 전송은 비동기 전송보다 전송 효율이 높는데 비동기 전송에서는 전송된 총 비트수에 시작 비트와 정지 비트가 추가되기 때문

$$\text{전송 효율} = \frac{\text{순수 정보 비트수}}{\text{전송된 총 비트수}} \times 100$$

통신 용량(전송 용량)

- 전송 채널을 이용해 오류 없이 정보를 전송할 수 있는 최대 속도
- 단위는 bps를 사용
- 전송 용량을 표시하는 일반식 (샤논(C. E. Shannon)이 증명하고 정리)

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

- C : 통신 용량(Capacity)
- W : 채널의 대역폭(Bandwidth)
- $\frac{S}{N}$: 신호 대 잡음비(Signal/Noise)

오류 발생 원인

- 통신회선의 순간 절단 현상
- 통신회선의 잡음, 감쇄, 혼선, 찌그러짐, 펄스성 잡음과 에코 현상 등
- 장치의 기계적, 구조적 원인
- 전원의 중단 등 전기적 원인

데이터 전송 시 발생하는 장애의 주요 형태

- 신호 감쇄(Signal Attenuation) : 먼 곳까지 전송할 때 거리가 멀어질수록 전자적 신호의 세기가 점차 약해지는 현상
- 지연 왜곡(Delay Distortion) : 전송매체를 이용해 전달하는 신호의 속도가 주파수에 따라 차이가 나는 현상
- 잡음(Noise) : 전송로에서 전송 신호에 포함되는 불필요한 신호

오류율 구하는 공식

- 보통 공중 전화선의 오류율이 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 정도, 적절한 오류율은 그 이하임
- 오류가 발생할 확률은 아날로그 회선이 디지털 회선보다 더 높음

종류	식	설명
비트 오류율	$\frac{\text{오류가 발생한 비트수}}{\text{전송된 총 비트수}}$	전송된 총 비트수에서 오류가 발생한 비트수의 비율
블록 오류율	$\frac{\text{오류가 발생한 블록수}}{\text{전송된 총 블록수}}$	전송된 총 블록수에서 오류가 발생한 블록수의 비율
문자 오류율	$\frac{\text{오류가 발생한 문자수}}{\text{전송된 총 문자수}}$	전송된 총 문자수에서 오류가 발생한 문자수의 비율

2선식과 4선식

- 물리 매체(전송회선)와 전송 장치(모뎀)에 연결하는 통신회선의 개수에 따라 분류한 방식
- 2선식(2W, 2Wire) : 신호선과 공통 접지선(Ground)이 선 2개로 구성, 양방향 통신에서 위아래로 전송할 때 동일한 전송로 사용
- 4선식(4W, 4Wire) : 신호선과 공통 접지선이 선 4개로 구성, 양방향 통신에서 위아래로 전송할 때 별도의 전송로 사용



(a) 2선식



(b) 4선식

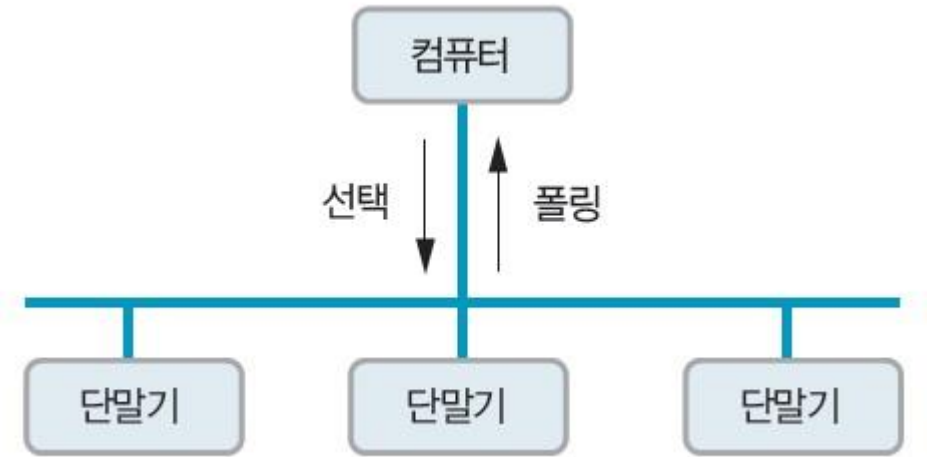
점-대-점 회선 방식 Point to Point, Peer-to-Peer

- 컴퓨터 시스템과 단말기를 전용회선으로 직접 연결
- 응답 속도가 빨라 주로 고속 처리에 이용
- 이 방식은 전화회선을 구성하는 데도 이용



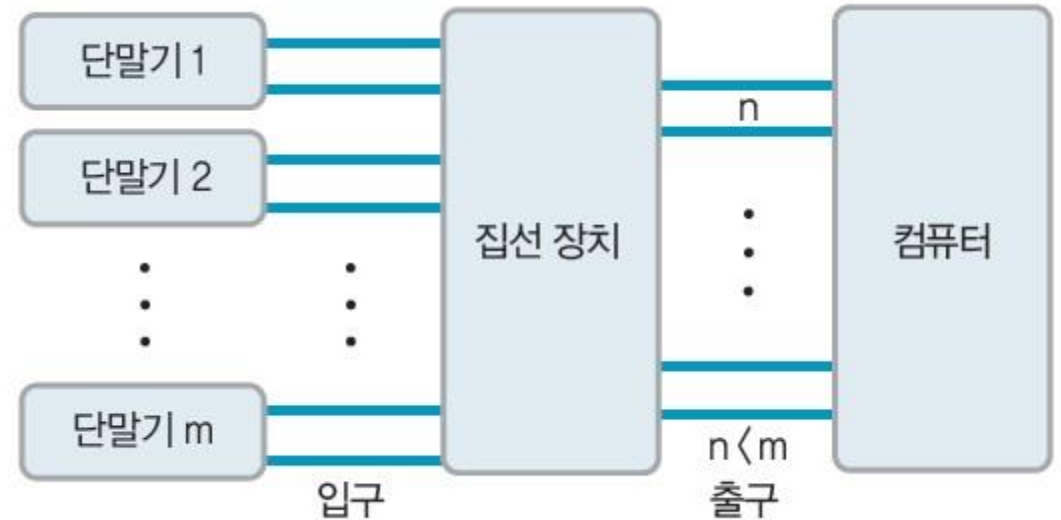
다지점 회선 방식 Multipoint Line, Multidrop Line

- 컴퓨터 시스템에 연결된 전송회선 1개에 단말기를 여러 대 연결
 - 폴링(Polling)
 - 단말기에서 컴퓨터로 데이터를 전송할 때 사용
 - 컴퓨터 감시 프로그램에서 신호를 보내 송신할 데이터가 있는지 주기적으로 검사
 - 선택(Selection)
 - 컴퓨터에서 특정 단말기를 지정하여 데이터를 전송할 때 주로 이용
 - 특정 단말기를 지정하는 제어 문자를 데이터 앞에 포함시켜 전송
 - 경제적, 짧은 시간 동안 회선을 운영하므로 주로 조회 처리할 때 사용
 - 경쟁(Contention)
 - 단말 장치가 서로 경쟁하면서 회선에 접근하는 방법
 - 가장 간단하지만 효율적이진 않음



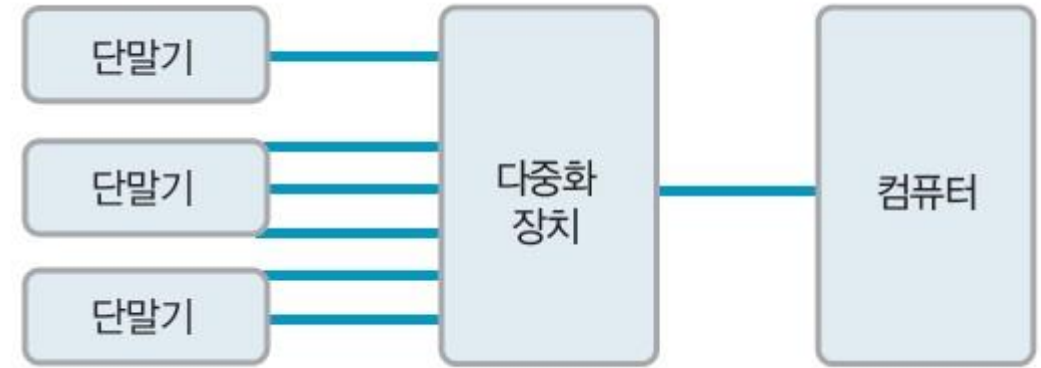
집선 회선 방식 Line Concentration

- 일정한 지역 내에 있는 중심 부분에 집선 장치를 설치한 후 단말기를 여러 대 연결하는 방식
- 집선 장치는 단말기에서 저속으로 전송되는 데이터를 모아 컴퓨터에 고속으로 전송하는 역할을 함
- 통신회선을 효율적으로 사용 가능
- 단말기의 회선 사용률이 낮을 때 적합



회선 다중 방식 Line Multiplexing

- 일정한 지역에 있는 단말기 여러 대를 그 지역의 중심 부분에 설치된 다중화 장치(Multiplexer)에 연결하고, 다중화 장치와 컴퓨터 사이는 대용량 회선으로 연결
- 회선 사용률이 비교적 높은 단말기에서 데이터를 송수신할 때도 적용 가능



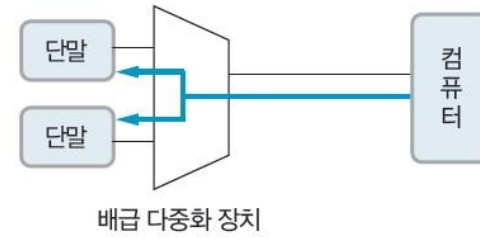
통신회선의 분류

- 비교환회선 방식 : 단말 장치끼리 직통회선을 연결하여 사용

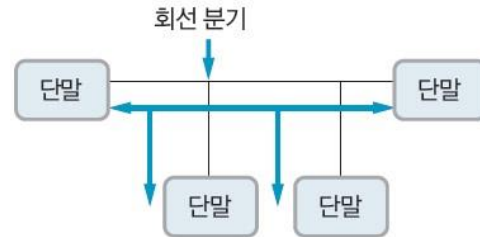
① 직통형



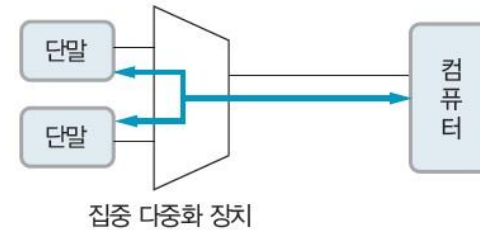
② 배급형



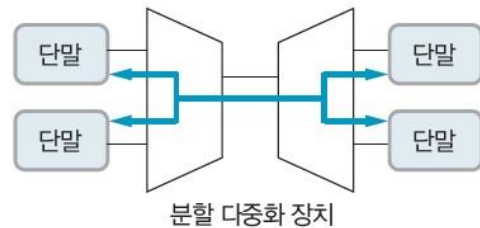
③ 분기형



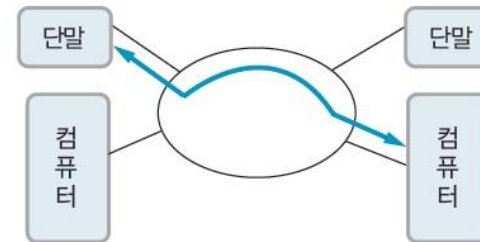
④ 집중형



⑤ 분할 다중형



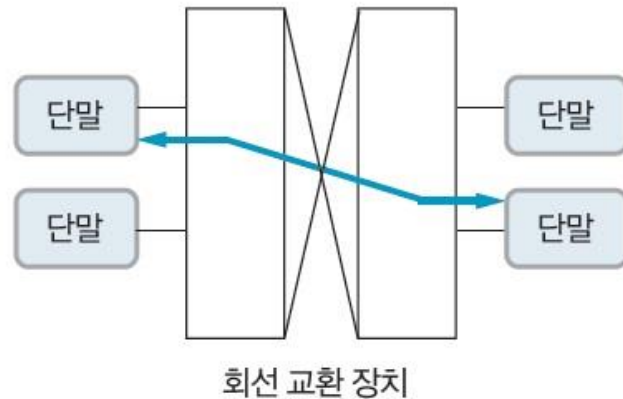
⑥ 루프형



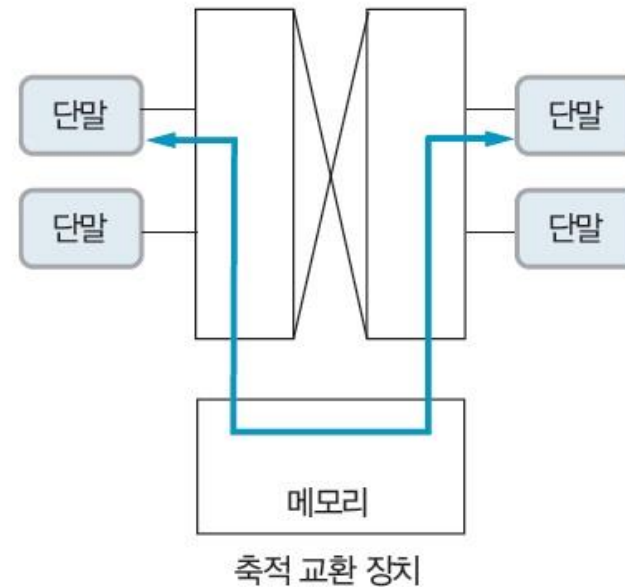
통신회선의 분류

- 교환회선 방식 : 교환기 등을 이용하여 접속
 - 회선 교환 방식 : 사용자가 직접 전화기의 번호판을 눌러 전화망을 이용해 상대방을 호출하고 연결
 - 축적 교환 방식 : 교환기를 이용, 정보를 메시지나 패킷 단위로 저장하고 전송

① 회선 교환형



② 축적 교환형



단일 방식 Simplex

- 데이터를 한쪽 방향으로만 전송
- 주로 단말기에서 컴퓨터 방향으로 데이터를 전송



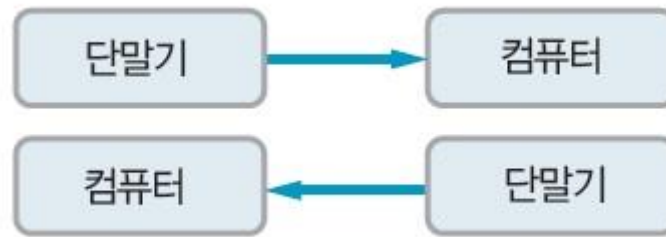
반이중 방식 Half Duplex

- 데이터를 양방향으로 모두 전송할 수 있으나 동시에 양방향은 전송할 수 없음
- 거래지향성 시스템(Transaction Oriented System)에서 주로 사용하는 방식



전이중 방식 Full Duplex

- 데이터를 동시에 양방향으로 전송할 수 있어 고속으로 처리할 수 있음



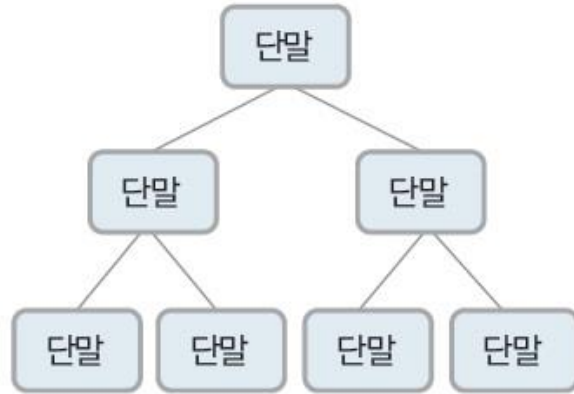
단일, 반이중, 전이중 방식 비교

구분	단일(단방향)	반이중	전이중
방향	한쪽은 송신만, 다른 한쪽은 수신만 가능	양방향 통신 가능하나 동시에 송수신은 불가능	동시에 양방향 송수신 가능
선로	2선식	2선식	4선식
사용 예	라디오, TV, 무선호출 방식, 문자 다중방송(Teletext)	전신, 텔렉스, 팩스, 휴대용 무전기, 휴대용 무선통신 방식(TRS)	비디오텍스(Videotex), 전화

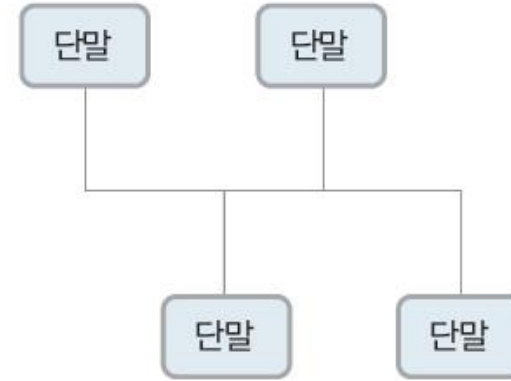
통신회선망(네트워크)의 종류

- 트리(Tree)형 : 데이터 분산처리 시스템에 사용하면 효율적
- 버스(Bus)형 : 통신회선 하나에 각 노드가 분기 접속된 형태
- 성(Star)형 : 하나의 중앙 노드를 중심으로 단말 노드가 일-대-일인 형태, 중앙 노드에 오류 등 장애가 발생하면 전체 시스템에 영향을 미침
- 망(Mesh Loop)형 : 주로 정보통신 네트워크에서 사용, 통신 회선에서 오류가 발생하면 다른 경로를 이용하기 때문에 분산된 자원을 공유하기 쉬움

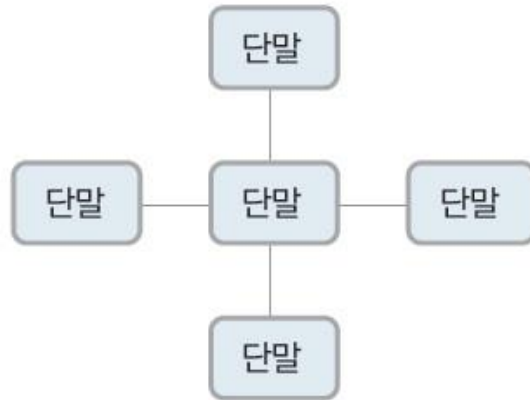
통신회선망(네트워크)의 종류



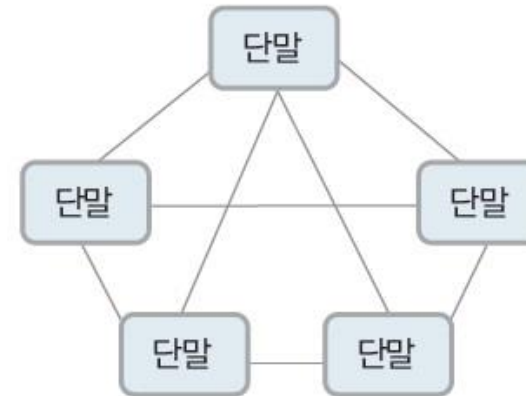
(a) 트리형



(b) 버스형



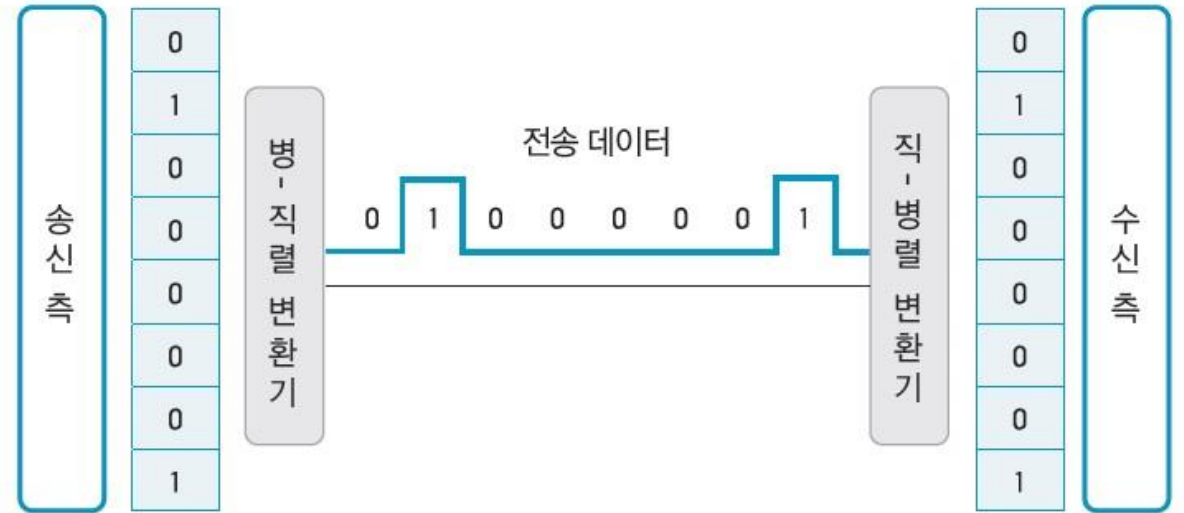
(c) 성형



(d) 망형

직렬 전송 Serial Transmission

- 데이터의 최소 요소인 문자 하나를 구성하는 각 비트를 전송선로 1개를 이용하여 차례로 전송하는 방식
- 전송회선 1개로도 송수신 측이 서로 통신할 수 있어 대부분의 데이터 통신 시스템에서 사용
- 비용이 적게 들고, 설치 방법이 간단해서 장거리 통신에 많이 사용



병렬 전송 Parallel Transmission

- 문자를 구성하는 각 비트를 전송선로 7~8개를 이용해 동시에 전송하는 방식
- 전송속도가 빠르고 단말기와도 쉽게 연결할 수 있어 편리
- 컴퓨터와 하드 디스크를 연결하거나 컴퓨터와 측정 장치를 연결할 때 주로 사용
- 문자와 문자 사이의 간격을 구분할 수 없어 strobe와 busy 신호를 사용

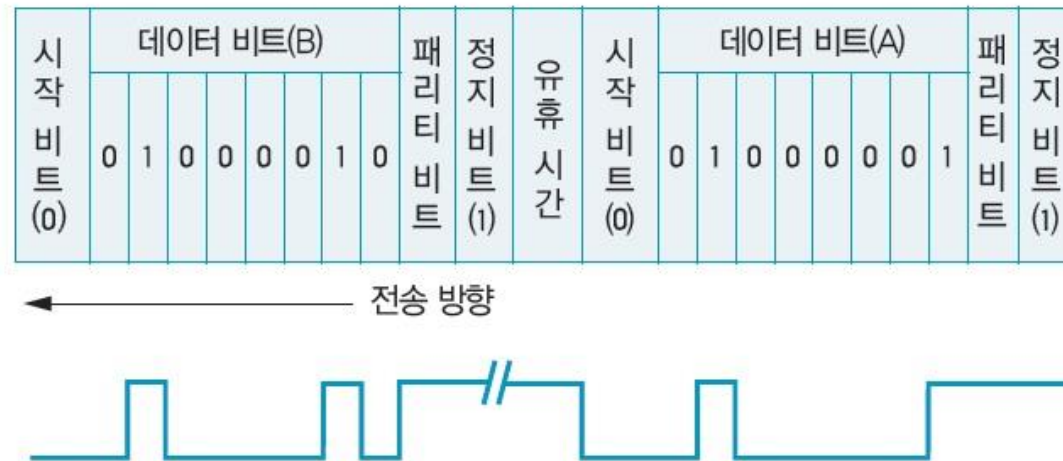


직렬 전송과 병렬 전송의 특징

직렬 전송	병렬 전송
• 전송속도가 느림 • 전송로의 비용이 저렴함 • 주로 원거리 전송에 사용됨 • 직렬과 병렬의 변환 회로가 필요함 • 대부분의 데이터 전송 시스템에서 사용	• 전송속도가 빠름 • 전송로의 비용이 많이 듦 • 주로 근거리 전송에 사용됨 • 직렬과 병렬의 변환 회로가 필요 없음 • strobe와 busy 신호를 사용하여 데이터를 송수신

비동기식 전송 Asynchronous Transmission

- 블록 단위가 아닌 문자 단위로 동기 정보를 부여해서 보내는 방식
- 시작-정지(Start-Stop) 전송이라고도 함



- 시작 비트(Start Bit) : 1비트로 구성되고, 논리는 0
- 데이터 비트(Data Bit) : 5~8비트
- 패리티 비트(Parity Bit) : 짝수나 홀수를 사용하거나 둘 다 사용하지 않아도 됨
- 정지 비트(Stop Bit) : 1비트, 1.5비트, 2비트 중 하나를 사용

동기식 전송 Synchronous Transmission

- 데이터를 문자가 아닌 블록 단위(프레임)로 전송
- 동기 문자 : 송신 측과 수신 측이 서로 동기하는 데 사용
- 한 묶음으로 구성한 문자 사이에는 휴지 간격이 없음
- 타이밍 신호는 변복조기, 단말기 등이 공급(전송속도가 보통 2,000bps를 넘을 때 사용)
- 송신하려는 데이터가 많거나 고속 처리가 필요할 때는 동기식이 훨씬 효율적

동기식 전송 방식의 분류

- 문자 동기 방식 : 전송되는 데이터의 블록 앞에 특정 동기 문자인 SYN(00010110)을 붙여 동기를 맞추고 실제 데이터 블록의 앞에는 STX(00100000), 뒤에는 ETX(00110000)를 추가하여 전송 데이터의 시작과 끝을 나타냄
- 비트 동기 방식 : 전송 단위를 일련의 비트 묶음으로 보고, 비트 블록의 처음과 끝을 표시하는 특별한 비트인 플래그(flag) 비트를 추가해 전송



HDLC High level Data Link Control

- 대표적인 비트 동기 방식
- 플래그 비트(01111110)를 사용해 데이터의 처음과 끝을 나타냄
- 보낼 데이터가 없어도 항상 플래그를 보내 동기를 유지
- 데이터 전송 시 투명성을 보장하기 위해 비트 스템핑(Bit Stuffing) 기법을 사용
 - 비트 스템핑 기법 : 하나의 전송 블록 내에 일반 문자 데이터와 제어문자 데이터(비트 패턴)를 같이 전송할 수 있는 방식

비동기식 전송, 동기식 전송, 혼합형 동기식 전송 방식

분류	정의	특징
비동기식 전송	송수신을 위해 사용되는 클록이 상대 측과 서로 독립적으로 운용되는 전송 방식	• 정보 전송 형태는 문자 단위 • 송신 측과 수신 측이 항상 동기 상태에 있을 필요 없음(문자 전송 시에만 동기 유지) • 전송 문자마다 시작 비트와 정지 비트를 지님(그 이유는 송수신 간의 동기 유지를 위해서) • 전송 문자 사이에 일정하지 않은 휴지 간격(Idle Time)이 존재 • 전송속도는 보통 2,000bps 이하 • 전송 성능이 나쁘고 전송 대역이 넓어짐
동기식 전송	송수신을 위해 사용되는 클록이 상대 측과 서로 계속 같은 주파수(또는 타이밍)로 동작하며 일정 시간 간격으로 위상을 조절 또는 보완하는 전송 방식	• 정보 전송 형태는 블록 단위 • 송신기와 수신기는 동기 상태를 유지하고 있어야 함 • 블록과 블록 사이에 휴지 간격이 없음 • 전송속도는 보통 2,000bps 이상 • 전송 성능이 좋고 전송 대역이 좁음 • 시작 비트와 정지 비트 없이 출발과 도착 시간이 정확한 방식 • 비트열이 하나의 블록 또는 프레임의 형태로 전송됨 • 모뎀이 단말기에 타이밍 펄스를 제공하여 동기가 이루어짐 • 사용 단말기가 버퍼 기능이 있어야 하며 장비가 복잡함
혼합형 동기식 전송	비동기식 전송의 특성과 동기식 전송의 특성을 혼합한 방식(송신 측과 수신 측이 동기 상태를 유지하고 있어야 한다는 점을 제외하고는 비동기식 전송과 동일)	• 정보 전송 형태는 문자 단위 • 시작 비트와 정지 비트가 존재함 • 문자와 문자 사이에 휴지 간격이 있을 수 있음 • 비동기식 전송보다 빠르고 동기식 전송보다 느림 • 송신기와 수신기는 동기 상태를 유지하고 있어야 함

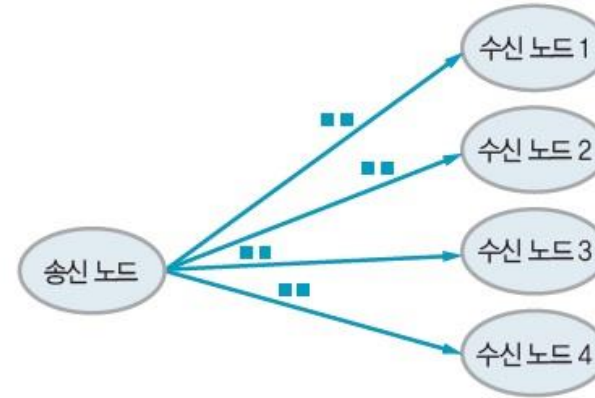
캐스팅 모드 Casting Mode

- 통신에 참여하는 송신자(송신 노드)와 수신자(수신 노드)의 수
 - 유니캐스트(Unicast) : 송신 노드 하나가 수신 노드 하나에 데이터를 일-대-일 방식
 - 브로드캐스트(Broadcast) : 송신 노드 하나가 네트워크에 연결된 수신 가능 모든 노드에 데이터를 전송하는 방식(일-대-모두 방식), (예) 라디오, TV 방송
 - 멀티캐스트(Multicast) : 송신 노드 하나가 네트워크에 연결된 하나 이상의 수신 노드에 데이터를 전송하는 방식, 송신 노드는 수신 노드를 미리 정해둠(일-대-다 방식), (예) 전자우편 서비스
 - 애니캐스트(Anycast) : 송신 노드가 네트워크에 연결된 수신 가능한 노드 중에서도 한 노드에만 데이터를 전송하는 것

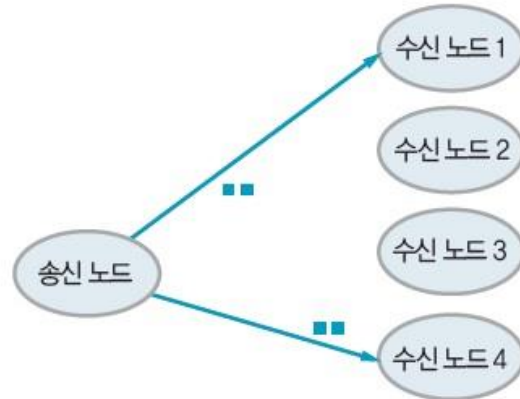
캐스팅 모드 Casting Mode



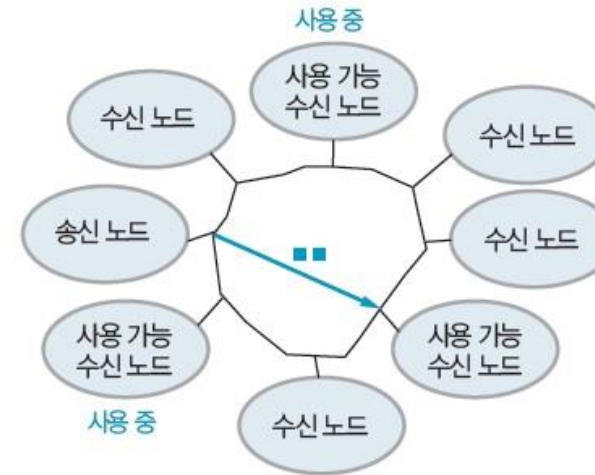
(a) 유니캐스트



(b) 브로드캐스트



(c) 멀티캐스트



(d) 애니캐스트

부호화

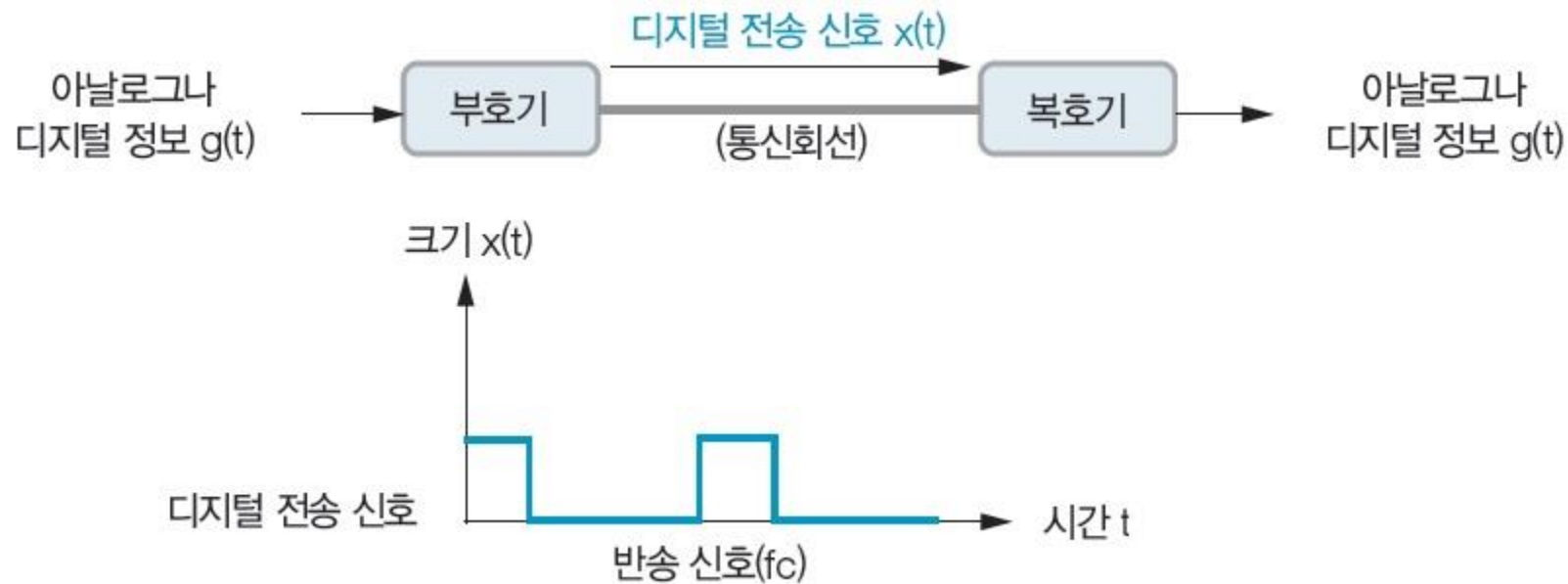
- 서로 떨어진 송신자와 수신자가 정보 전송 시스템을 이용해 데이터를 전송할 때 정보나 신호를 전송이 가능한 다른 정보나 신호로 변환하는 것
- 부호(Code) : 전송하려는 정보를 1바이트의 2진수로 표현하는 것
- 부호 체계 : 부호의 집합

부호 체계의 종류

- ASCII(American Standard Code for Information Interchange)
 - 미국에서 만든 표준 코드
 - 원래는 통신용
 - 7비트로 구성되어 총 $128(2^7)$ 가지의 문자를 표현할 수 있음
 - 개인용 컴퓨터는 대부분 ASCII를 사용
- EBCDIC(Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)
 - 8비트로 구성되어 총 $256(2^8)$ 가지의 문자를 나타낼 수 있음
 - IBM에서 만든 모든 장비에 사용
- BCD(Binary Coded Decimal Code)
 - 2진화 10진 코드라고도 함
 - 숫자, 영문자, 특수문자를 코드로 만든 것
 - 10진수를 나타내는 4비트의 BCD에 2비트를 추가

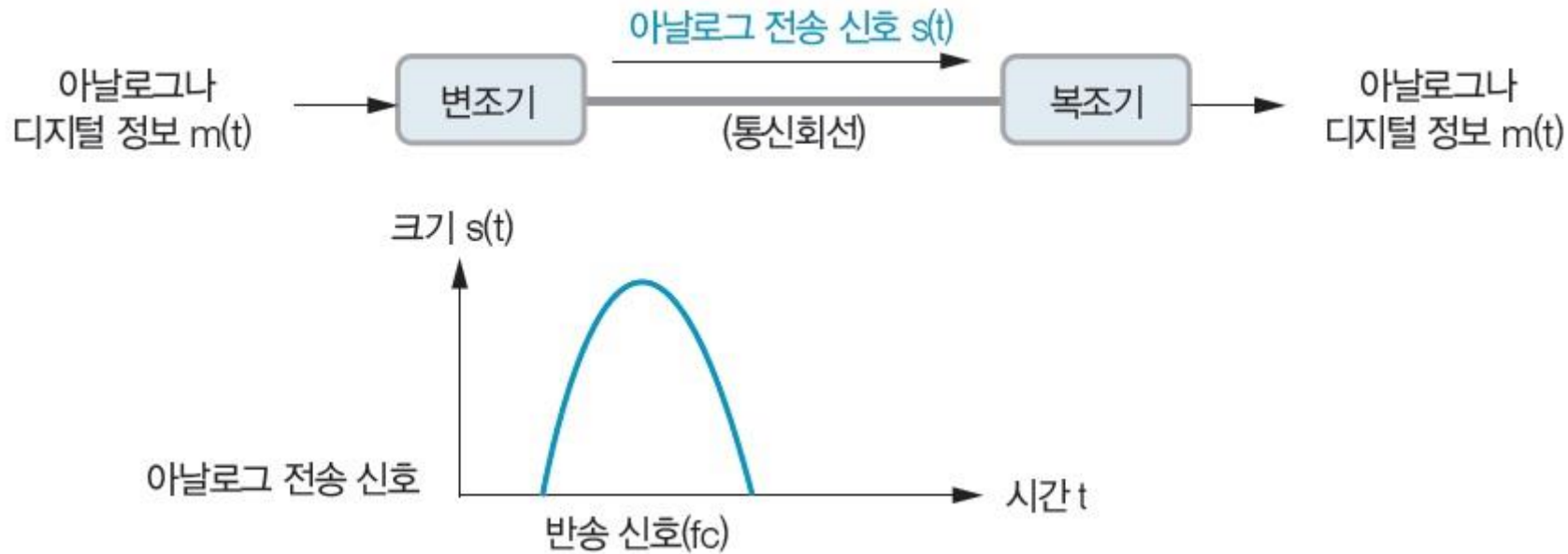
디지털 전송 방식

- 아날로그나 디지털 정보를 부호기를 이용해 디지털 전송 신호로 변환해 전송한 후 복호기를 이용해 다시 원래 정보로 변환
- 직류 전송 방식이라고도 함



아날로그 전송 방식

- 아날로그나 디지털 정보를 변조기를 이용해 아날로그 전송 신호로 변환해 전송한 후 복조기를 이용해 다시 원래 정보로 변환
- 교류 전송 방식이라고도 함

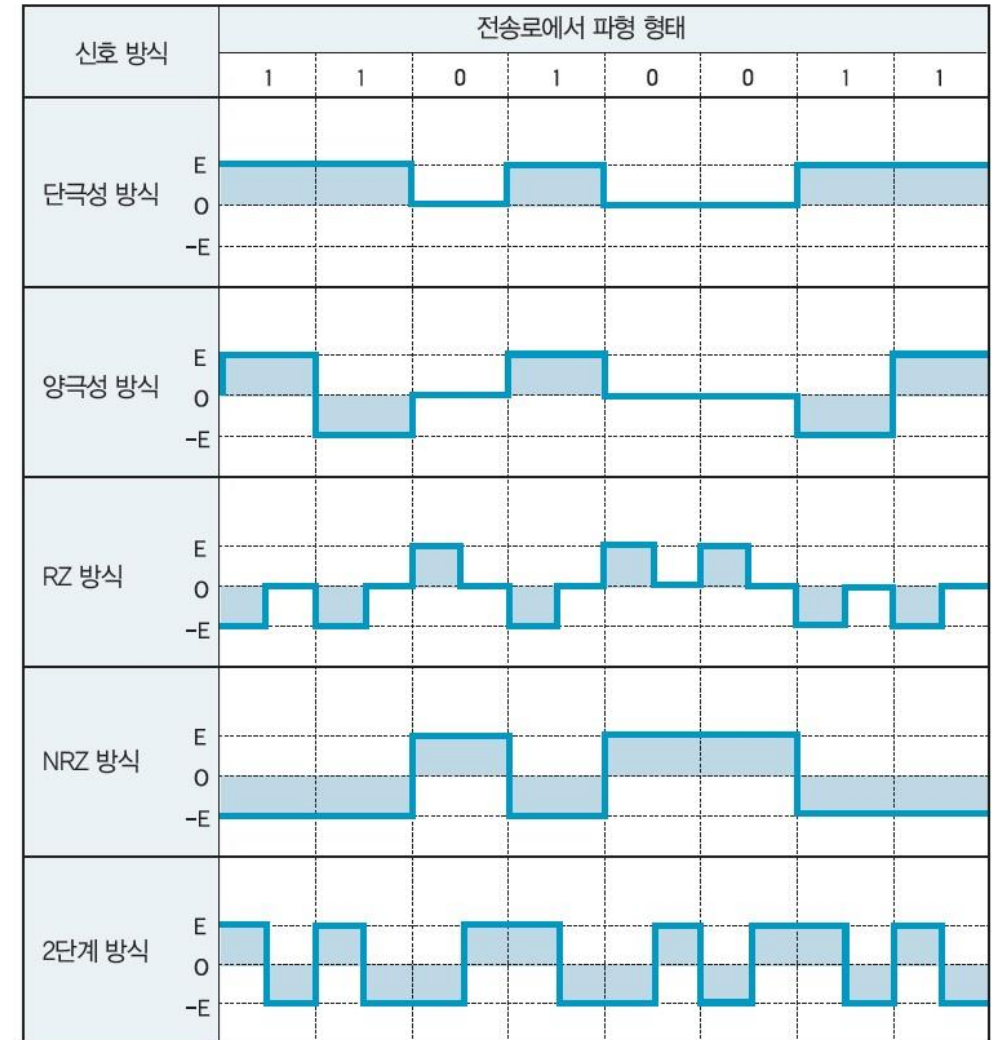


정보를 전송하는 네 가지 변조 방식

전송 형태	신호변환 방식	변조 방식
디지털 전송	디지털 정보 → 디지털 신호	베이스밴드
	아날로그 정보 → 디지털 신호	펄스 부호 변조(PCM)
아날로그 전송	디지털 정보 → 아날로그 신호	브로드밴드 대역 전송
	아날로그 정보 → 아날로그 신호	아날로그 변조

디지털 정보 → 디지털 신호 : 베이스밴드 Base Band

- 디지털 형태인 0과 1로 출력되는 직류 신호를 변조하지 않은 채 그대로 전송
- 컴퓨터와 단말기 통신, 근거리 통신에 사용



2진수 0과 1비트를 전압값에 대응하는 방법

- 단극성(Unipolar) 방식 : 신호를 동일한 부호의 전압(양이나 음)으로 부호화하여 표현
- 극성(Polar) 방식 : 0비트를 -전압값에, 1비트를 +전압값에 대응하는 것, 복류 방식이라고 함
- 양극성(Bipolar) 방식 : 신호를 부호화할 때 양과 음의 전압을 모두 사용, 베이스밴드에서 주로 사용, RZ 형태와 함께 사용하므로 AMI(Alternate Mark Inversion) 방식이라고도 함

→ 보통 데이터 전송속도가 느리면 극성 방식, 빠르면 양극성 방식 사용

RZ와 NRZ 방식

- RZ(Return to Zero) 방식

- 1비트를 전송할 때 비트 시간 길이의 약 1/2은 양이나 음의 전압을 유지하고, 그 나머지 시간은 0 상태로 되돌아오는 방식
- NRZ 방식보다 변조율이 2배 더 높으나, 단점이 많아 많이 사용하지 않음

- NRZ(None Return to Zero) 방식

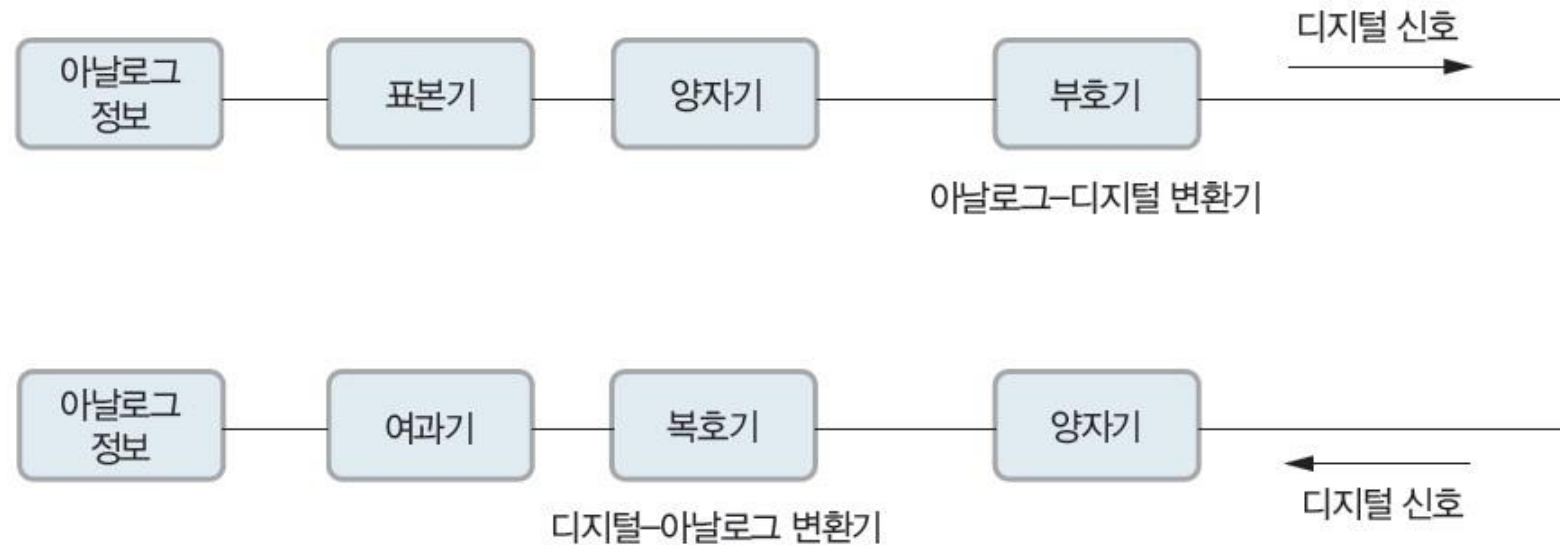
- 0과 1비트의 값을 전압으로 표시한 후 다시 0V로 되돌아오지 않는 방식
- 컴퓨터 주변 기기인 단말기, 프린터 등에서 많이 사용

2단계 Biphase 방식

- 0비트는 전압이 낮은 곳에서 높은 곳으로 상태가 변할 때, 1비트는 전압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 상태가 변할 때 표시하는 방식
- RZ와 NRZ방식의 단점을 보완한 것으로 맨체스터(Manchester) 방식이라고도 함

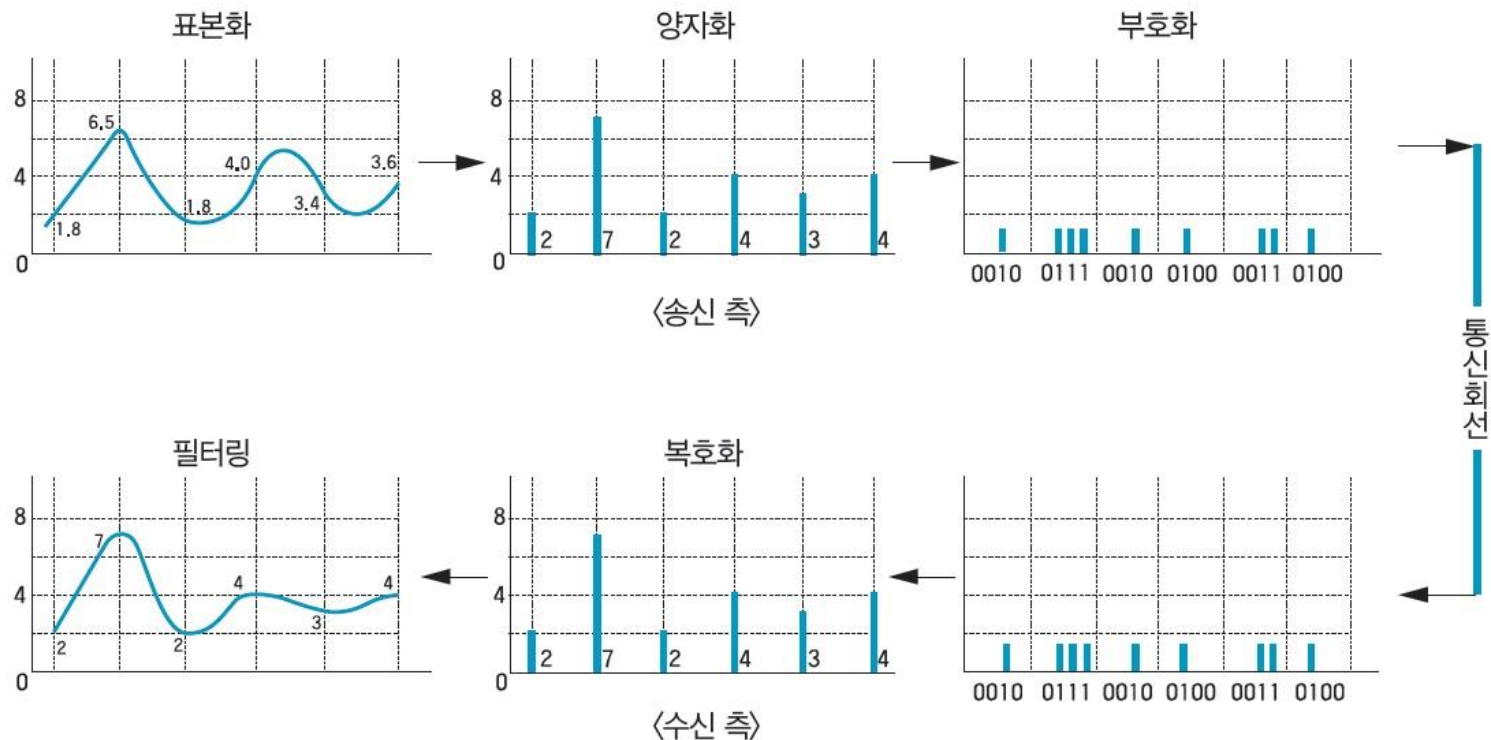
아날로그 정보 → 디지털 신호 : 펄스 부호 변조(PCM)

- 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 전송
- 아날로그 정보를 표본화, 양자화, 부호화하는 과정을 거쳐 디지털 신호(펄스 부호)로 변환하여 전송한 후 이를 다시 받아 원래의 아날로그 정보로 복원
- 무선통신에 주로 사용



표본화Sampling

- 연속적인 아날로그 정보에서 일정 시간마다 신호값을 추출하는 과정
- 표본화 주기가 길면 원래의 아날로그 신호를 재생하는 능력이 떨어지고, 주기를 짧게 하면 원래의 아날로그 신호를 재생하는 능력이 높아짐



양자화Quantization

- 표본화된 신호값을 미리 정해 둔 불연속한 유한 개의 값으로 표시하는 과정
- 양자화 잡음(Quantization Noise): 원래의 신호 파형과 양자화된 파형 사이에 차이가 있는 현상(양자화 오차라고도 함)
- 판독된 값은 보통 128단계나 256단계로 구분하여 표시
- 양자화 잡음을 최소한으로 줄이려면 양자화 레벨을 진폭에 따라 다르게 조절
- 양자화 비트수와 양자화 계단수의 관계

$$M=2^n$$

· M : 양자화 계단수

· n : 양자화 비트수

부호화Encoding

- 양자화 과정에서 얻은 결과 정수값을 2진수로 변환하는 것

디지털 정보 → 아날로그 신호 : 대역 전송(브로드 밴드)

- 디지털 정보를 아날로그 신호로 변환하는 것(디지털 변조 방식이라고도 함)
- 송신 측에서는 직류 신호를 교류 신호로 변환하여 데이터를 전송하고, 수신 측에서는 교류 신호를 직류 신호로 변환하여 전송
- 전화망을 이용하여 컴퓨터 통신할 때 사용하는 모뎀의 신호변환이 대표적인 예
- 반송파(Carrier) : 사용하는 대역 내의 주파수
- 반송파의 일반식 표현

$$v(t) = A(t)\sin(\omega t + q)$$

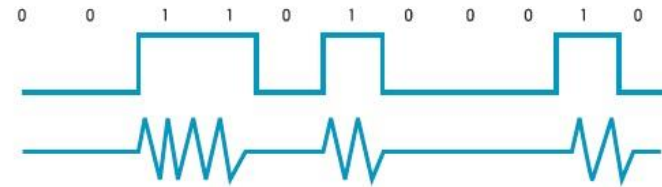
· $A(t)$: 반송파의 진폭

· ω : 반송파의 각 주파수($\omega = 2\pi f$, f 는 반송 주파수)

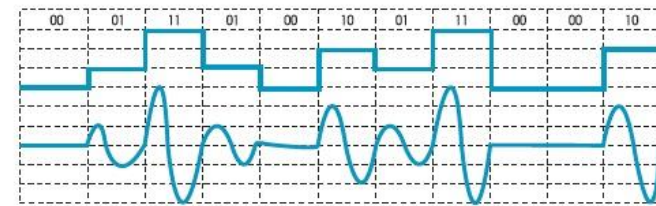
· q : 반송파의 위상

디지털 변조 방식의 종류

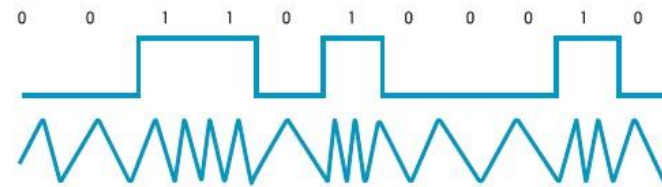
▼ 2진폭 편이 변조



▼ 4진폭 편이 변조

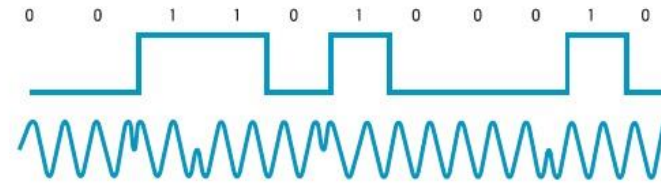


(a) 진폭 편이 변조

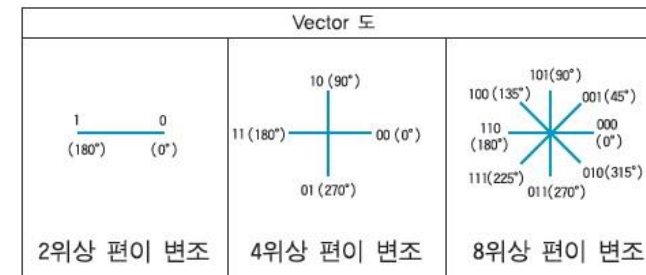
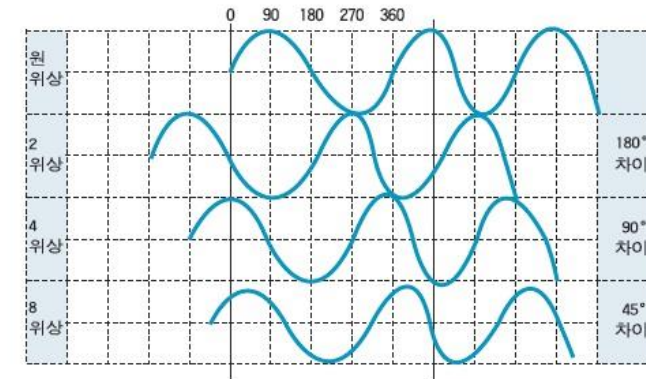


(b) 주파수 편이 변조

▼ 2위상 편이 변조



▼ 원래의 위상 / 2위상 / 4위상 / 8위상 편이 변조 방식



(c) 위상 편이 변조

진폭 편이 변조ASK, Amplitude Shift Keying

- 반송파의 진폭을 2개나 4개로 정해 놓고, 데이터가 1 또는 0으로 변하면 미리 약속된 진폭의 반송파를 수신 측으로 전송하는 방식
- 다른 변조 방식보다 오류가 많고 전송 효율이 떨어져 디지털을 전송할 때는 거의 사용하지 않음

주파수 편이 변조 FSK, Frequency Shift Keying

- 반송파의 주파수를 높은 주파수와 낮은 주파수로 미리 정해 놓은 후 데이터가 0이면 낮은 주파수를, 1이면 높은 주파수를 전송하는 방식
- 진폭 편이 변조에 비해 잡음 등의 영향을 받지 않고, 회로가 단순해 많이 사용함

위상 편이 변조 PSK, Phase Shift Keying

- 송신 측에서 반송파의 위상을 2등분, 4등분, 8등분 등으로 나누어 각각 다른 위상에 0 또는 1을 할당하거나, 2나 3비트로 한꺼번에 할당하여 수신 측에 전송
- 2위상(180°) 편이 방식, 4위상(90°) 편이 방식, 8위상(45°) 편이 방식으로 분류

진폭 위상 편이 변조

- 진폭 편이 변조 방식과 위상 편이 변조 방식을 혼합한 방식
- 고속으로 데이터를 전송할 수 있는 반면 변조회로가 복잡하다는 단점이 있음

직교 위상 편이 변조(QPSK)와 직교 진폭 변조(QAM)

QPSK	QAM
• 위상 편이 변조(PSK)의 하나 • 전송하고자 하는 두 값(0 또는 1)의 전송 신호를 반송파의 0위상과 π위상에 대응시켜서 전송하는 2진 위상 편이 변조(BPSK)와는 달리, 0과 1 두 비트를 반송파의 네 개 위상(4진 위상)에 대응시켜서 전송하는 방식	• 다치 변조(Multi-level Modulation) 방식의 하나 • 피변조(반송파)의 진폭과 위상의 쌍방을 조합하여 이용하는 변조 방식 • 아날로그 전화회선을 사용하여 디지털 전송할 때의 고속 변조기로 많이 사용됨

아날로그 정보 → 아날로그 신호 : 아날로그 변조

- 아날로그 정보를 아날로그 신호로 변환하는 방식
- 라디오나 텔레비전 등 방송에서 많이 사용

진폭 변조 AM, Amplitude Modulation

- 반송파를 0과 1로 on, off하는 방식
- 설계가 간단하며, 전송로의 주파수 변동에 강하나 전송로의 레벨 변동에 영향을 받아 왜곡이 발생하므로 수신 측에 보상회로가 필요

주파수 변조 FM, Frequency Modulation

- 2진 부호이면 FSK 방식으로 0과 1에 해당하는 각 주파수를 전송하는 방식
- 전송로의 레벨 변동과 잡음에 영향을 적게 받지만 전송로의 주파수 변동에 약함
- 국제전신전화자문위원회(CCITT)에서 데이터를 전송하는 표준 방식으로 권고

위상 변조 PM, Phase Modulation

- 0과 1에 따라 반송파의 위상을 각각 0° , 180° , 90° , 45° 로 변환하는 방식

다중화 Multiplexing

- 전송로 하나에 데이터 신호 여러 개를 중복시켜 고속 신호 하나를 만들어 전송하는 방식
- 전송로의 이용 효율이 매우 높음
- 다중화 장치(MUX, MULTipleXer)
 - 여러 개의 신호를 동시에 하나의 채널(하나의 물리적 회선)을 통해 직렬로 전송하는 장치(또는 시스템)이며, 정적인(단순히 여러 개의 신호를 묶는다는 의미) 공동 이용 장치



주파수 분할 다중화 FDM, Frequency Division Multiplexing

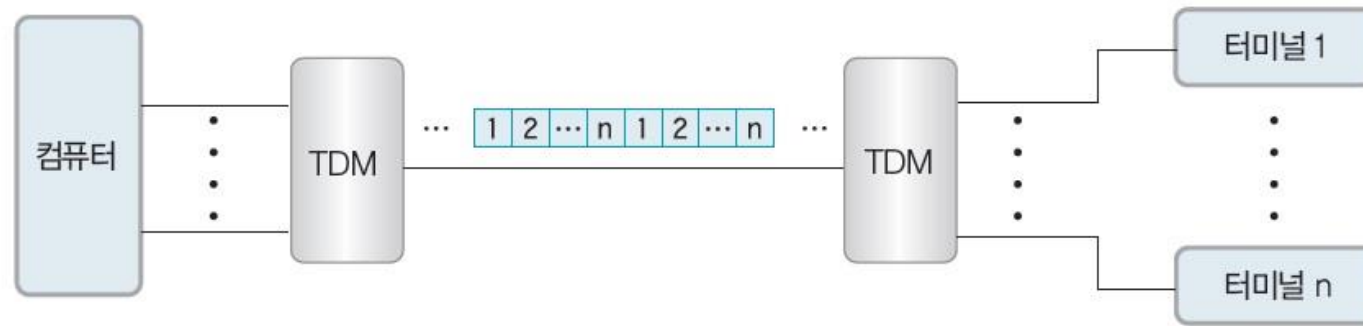
- 하나의 전송로 대역폭을 작은 대역폭(채널) 여러 개로 분할하여 여러 단말기가 동시에 이용할 수 있게 하는 방식
- 정보를 똑같은 시간에 전송하려고 별도의 주파수 채널을 설정해 이용
- 채널 간에 상호 간섭을 막으려면 보호 대역(Guard Band, 보호밴드)이 필요
- 구조가 간단하므로 비용이 저렴하고, 사용자가 추가하기 쉬우며, 각 사용자의 단말기에서 사용하는 코드와는 상관없이 다중화가 가능
- TV 방송이나 CATV 등에서 주로 사용

주파수 분할 다중화 FDM, Frequency Division Multiplexing



시분할 다중화 TDM, Time Division Multiplexing

- 전송로 대역폭 하나를 시간 슬롯(Time Slot)으로 나눈 채널에 할당하여 채널 몇 개가 한 전송로의 시간을 분할해서 사용



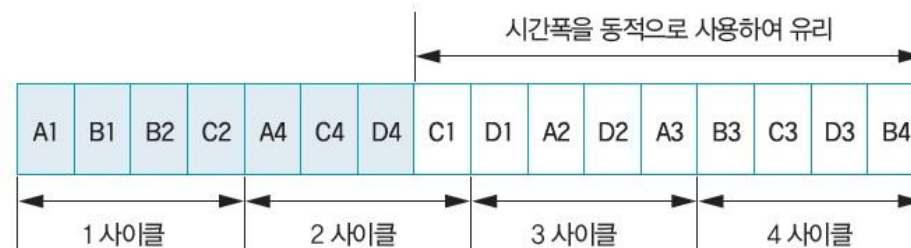
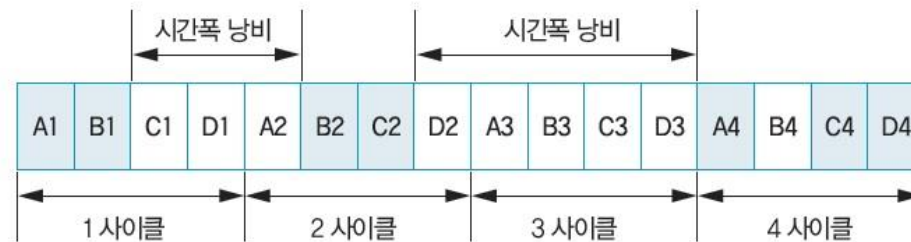
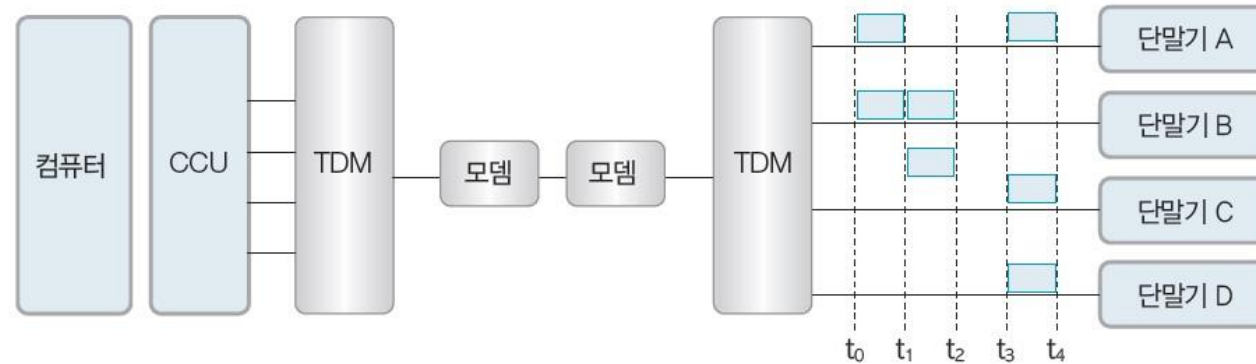
동기식 시분할 다중화 Synchronous TDM

- 전송로 대역폭 하나를 시간 슬롯으로 나눈 채널에 할당함으로써 채널 몇 개가 전송로 1개의 시간을 분할하여 사용
- 비트 단위의 다중화에 사용
- 시간 슬롯의 낭비가 심한 단점이 있음(전송할 데이터가 없어도 채널에 할당 시간폭을 배정하기 때문)

비동기식 시분할 다중화Asynchronous TDM

- 통계적 시분할 다중화 방식 또는 지능형 다중화 방식이라고도 함
- 실제로 전송 요구가 있는 채널에만 시간 슬롯을 동적으로 할당하여 전송 효율을 높이는 방법
- 접속에 필요한 시간이 길고, 버퍼 기억 장치와 주소 제어 장치 등 다양한 기능이 필요하여 가격이 비쌈

동기식 시분할 다중화와 비동기식 시분할 다중화 방식



- CCU : 통신 제어 장치
- TDM : 시분할 다중화 장치

코드 분할 다중화 CDM, Code Division Multiplexing

- 스펙트럼 확산(SS, Spread Spectrum) 다중화라고도 함

