통신(Communication): 지리적으로 떨어진 송신자(Sender)와 수신자(Receiver) 간의 정보 이동.

빨리 / 많이 / 정확히 / 멀리 전달하는 것이 중요.

Data: 자료. Analog data / Digital data 로 구분.

Information: 정보. 가공된 Data.

Data Communication: 특정 전송매체를 통한 두 장치 간의 데이터 교환 또는 이동.

전송매체를 통해 2개 이상의 장치 간에 2진 데이터를 전송 및 처리.

데이터 통신 시스템의 필수 특징(요소)

전달성: 원하는 목적지에

정확성: 정확한 데이터를

적시성: 주어진 시간 내에

성공적인 데이터 전송의 2요소

전송되는 신호의 품질(Quality of the signal to be transmitted)

전송 매체의 특성(Characteristics of the transmission medium)

데이터 통신 시스템의 구성 요소

메시지(Message): 전송되는 정보

송신자(Sender): 메시지의 생성 및 송신 장치

수신자(Receiver): 전송된 메시지 수신 장치

전송매체(Medium): 송수신자 간의 메시지 전달의 물리적 경로(통로)

Ex) 꼬임선(UTP 케이블), 동축케이블, 광케이블, 레이저 또는 무선전파 등

프로토콜(Protocol): 통신을 수행, 제어하는 약속 또는 규칙, 규약

데이터 통신의 목표

데이터 전송의 정확성: 신호 감쇄, 잡음 등에 의한 형태 변경 X

Ex) channel 코딩, 에러제어 코딩, 동기 기술, 흐름제어 기술, Switch 기술, Addressing 등

데이터 전송의 효율성: 획득 정보(전송 메시지)의 가치 > 데이터 전송장비의 가치

Ex) Source coding, Multiplexing 기술

데이터 전송의 안전성: 제3자에게 누출 X

Ex) 보안 코딩(secrecy coding)

데이터 통신 시스템의 구성

데이터 처리계

컴퓨터(중앙처리장치(CPU)), 주변장치

데이터 전송계

데이터 단말 장치 DTE (Data Terminal Equipment)

데이터 송수신 장치, 데이터통신 제어 기능의 단말장치 또는 컴퓨터

데이터 통신 장치(데이터 회선종단 장치) DCE:

접속을 설정, 유지, 해제, 부호/신호 변환을 위한 기능 제공(담당)

변복조기(Modulation/Demodulation)

아날로그 통신 회선과 접속을 위한 장치

DSU(Digital Service Unit) / CSU(Channel Service Unit)

디지털 회선용의 회선 종단 장치.

컴퓨터나 DTE를 고속 디지털 전송로에 접속하여

데이터 통신을 하는데 필요

전송 매체(통신 회선, 통신 선로)

통신 제어 장치 CCU

컴퓨터 처리속도와 모뎀 간 속도 차이를 조절, 통신 제어를 담당.

Ex) DTE – DCE <-> DCE – CCU - HOST(Computer) 텍스트, 스크린샷, 도표, 폰트이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

[원천 부호기가 아날로그 신호를 디지털화], [채널 부호기가 에러코드 삽입],

[채널 복호기가 에러 확인 후 에러코드제거], [원천 복호기가 디지털화 된 아날로그 신호를 복원]

프로토콜(Protocol): 송수신측 또는 망 내 정보의 신뢰성, 효율성, 안전성을 위한 사전 규약(규범)

Ex) 회선 접속방식, 정보 형태, 에러 발생 제어, 송수신 측 간 동기방식 등

Protocol의 주요 요소

구문(문법)(Syntax): 데이터 형식과 구조 Ex) 형식(Format), 부호화(Encoding), 신호레벨

의미(Semantics): 각 비트(데이터)가 갖는 의미를 정의

타이밍(Timing): 송수신자 간 데이터 전송 시간과 속도 동기화

Protocol의 주요 기능

단편화와 재결합(Fragmentation and Reassembly)

송신 측에서 긴 메시지의 전송이 용이하도록 전송 블록을 같은 크기의 작은 블록으로 나누어 전송하고 수신 측에서 수신한 블록을 원래의 데이터로 모으는 것

Ex) PDU: message (-> segment) -> packet -> frame (-> bit)

캡슐화(Encapsulation

제어 정보를 사용자 데이터(메시지)에 덧붙이는 것

Ex) 주소, 에러 검출 코드, 제어 정보 등

연결제어(Connection control)

데이터 전송의 두 개체 간 연결의 설정, 해제, 조정기능을 하는 것

Ex) 비연결형 데이터 전송(connectionless data transfer): 데이터그램

각 전송 패킷을 미리 정해진 경로 없이 독립적 처리하여 교환

각 전송 패킷이 다른 경로를 통해 목적지에 도달

망의 한 부분이 혼잡하면 전송 패킷에 다른 경로를 배정

짧은 메시지의 패킷 전송에 효과적, 재정렬 기능 필요

특정 교환기(경로) 고장 시 다른 경로로 전송 가능하여 신뢰도 ⭡

Ex) 연결형 데이터 전송(connection-oriented data transfer): 가상회선

3단계 연결 과정(연결 확립, 데이터 전송, 연결 해제)을 가짐

패킷 전송 전 논리적인 연결을 먼저 수행

송신자는 호출을 하고, 호출 수신 패킷을 주고받아 연결함

이미 확립된 접속을 끝내기 위해서 Clear Request 패킷을 이용

비교적 긴 메시지의 전송 시 더 효과적

특정 교환기 고장 시 모든 패킷을 잃어버림

회선 교환처럼 사용하지만, 교환기에 패킷이 일시적으로 저장하여 일정한 전송률 보장 X

흐름제어(Flow control)

송수신 개체 간의 데이터양이나 속도 등을 조정하는 기능

Ex) 정지-대기(stop-and-wait), 슬라이딩 윈도우(sliding window) 기법 등

오류제어(Error control)

데이터 전송 중 발생하는 오류를 검출하고 정정하는 기능

Ex) 패리티 검사 코드(Parity Check), 순환 잉여도 검사 등

동기화(Synchronizaton)

정보를 송수신하는 두 개체 사이에서 초기화 및 종료 상태 등의 동기를 맞춤

순서화(Sequencing)

전송되는 데이터 블록(PDU)에 전송 순서를 부여, 연결형 데이터 전송에 주로 사용되며 흐름제어, 오류제어와 관련됨

주소지정(Addressing)

데이터가 목적지까지 정확히 전송되도록 목적지의 이름, 주소, 경로를 부여

다중화(Multiplexing)

하나의 통신 회선을 여러 가입자가 동시 이용할 수 있게 함

라우팅(Routing)

출발지부터 목적지까지 최적의 경로를 지정

프로토콜 구성

프로토콜의 계층화: 상위계층 – 하위계층

계층적 독립성: 각각의 계층의 변화가 서로 영향을 주지 않음

프로토콜 모델

OSI (7 Layer): 국제 표준화 기구(ISO) 개발

TCP/IP (4/5 Layer): 미 국방부 개발, 현재 실사용 多

SNA (7 Layer): IBM사 개발, OSI와 호환성은 없음

프로토콜 모델 등장배경

복잡한 통신 기능을 각각의 계층으로 모듈화하여 이해하기 쉽고 다루기 용이하게 한 것

각각의 계층은 독립적이며, 한 모듈이 다른 모듈에 미치는 영향을 최소화

텍스트, 스크린샷, 폰트, 번호이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

[OSI 7 Layer : 물데네전세표응], [TCP/IP 4 Layer(5 Layer): 네인전응(물데인전응)]

텍스트, 스크린샷, 폰트, 번호이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

[같은 계층은 같은 프로토콜에 동작(p2p), 전송 데이터에 주소를 지정하여 통신(Hop by Hop)]

텍스트, 스크린샷, 폰트, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

[아래 계층으로 내려갈 때마다 헤더와 트레일러가 추가됨]

캡슐화와 역캡슐화

아래 계층으로 내려가면서 헤더와 트레일러가 추가되는 것이 캡슐화이고 윗계층으로 올라가면서 이것들을 떼어내는 것이 역캡슐화임

OSI 7계층의 계층별 특징

물리 계층: 물리매체를 통한 전송 기능 등을 제어

기계적 특성: 어떤 케이블을 사용할 것인지

전기적 특성: 어떤 신호 또는 신호형식이나 전송방식을 사용할 것인지

기능적 특성: 어떤 핀이 어떤 역할을 할 것인지

절차적 특성: 어떤 핀을 작동하여 어떻게 절차적으로 처리할 것인지

데이터링크 계층: 인접한 노드 간 신뢰성 있는 데이터 전송 제공(node-to-node)

프레임 구성, 주소 지정, 흐름제어, 오류제어, 접근 제어, 동기화 등

네트워크 계층: 개방형 시스템 간 네트워크 연결을 설정, 유지, 해제하는 기능

발신지-목적지 간 패킷 전달(end-to-end)

논리적 링크 구성 및 경로 배정: 스위칭 & 라우팅

다중화(Multiplexing)

전송 계층: 하위계층(네트워크 서비스)와 상위계층(사용자 서비스) 간 인터페이스 기능

프로세스에서 프로세스로 전체 메시지의 전송(end-to-end / process-to-process)

분할 및 재조합: 메시지를 세그먼트로 분할, 패킷을 세그먼트로 재조합

포트 주소 지정: 헤더의 포트 주소로 수신 컴퓨터의 프로세스에 전달

연결제어: 패킷 전달 전 연결 설정 → 데이터 전송 → 연결 해제

흐름제어 및 오류제어: 단일링크가 아닌 종단 간 수행(end-to-end)

세션계층: 특정 프로세스 간 가상연결(세션)을 확립하고 유지, 동기화 기능

세션관리: 프로세스 간 세션을 연결 및 관리

대화제어: 전이중 / 반이중 등의 전송 방향 결정

동기화: 전송계층으로의 전송을 위해 데이터 단위의 순서 결정 및 동기점 제공

표현계층: 정보를 송수신자가 공통적으로 이해할 수 있도록 데이터 표현 방식을 변환

변환: ASCII, EBCDIC, Unicode 등 메시지의 형식을 변환

암호화: 암호화와 복호화를 통해 보안성 제공

압축: 효율적 전송을 위해 데이터를 압축/해제

보안: 패스워드 및 로그인 코드

응용계층: 사용자 또는 응용프로세스가 네트워크에 접근하는 수단을 제공, 정보교환

파일전송,접근과 관리: HTTP

우편서비스: 전자우편의 메일 전송 및 저장 기능, SMTP, POP

디렉토리서비스: 분산 데이터베이스의 다양한 자원 이용을 제공

패킷: 프로토콜 스택의 모든 계층에서 사용되는 데이터의 단위

허브: 연결된 호스트들을 감지하고 연결, MAC 주소가 없어 모든 호스트에게 데이터 전송

스위치: 특정 호스트를 감지하고 연결, MAC 주소가 있어 특정 호스트에게만 데이터 전송 가능

라우터: IP 주소를 바탕으로 한 네트워크에서 다른 네트워크로 데이터를 전달

게이트웨이: 데이터 패킷 수신 시 IP 주소를 검사하여 수신하거나 다른 라우터로 전송

텍스트, 번호, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

텍스트, 영수증, 폰트, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

네트워크: 링크된 노드들의 집합

링크: 물리적 통신경로

노드: 데이터를 송수신할 수 있는 모든 장치

회선구성(Line Configurations)

점대점 방식(Point-to-point)

메인프레임과 터미널이 독립적 회선을 통해 1:1 연결

전용링크 제공하지만 비용 ↑

다중점 방식(Multi-point)

중앙컴퓨터에 연결된 하나의 회선에 다수의 터미널이 연결되어 데이터를 송수신

데이터 양이 적을 때 효과적임

하나의 회선을 공유하여 비용↓ 하지만 회선 고장 시 이후 열결된 장치 기능 X

폴링: 단말장치가 중앙컴퓨터로 데이터를 전송

셀렉션: 중앙컴퓨터가 특정 단말장치로 데이터를 전송

교환 방식(Switching)

회선교환(Circuit switching)

정보 전송 시 물리적인 연결 설정 / 유지 (할당된 고정 대역폭 이용)

메시지교환(Message switching)

메시지 단위로 전송, 대역폭 공유

버퍼를 통한 축적 후 교환, 순서대로 전송

패킷교환(Packet switching)

패킷 단위로 전송, 대역폭 공유

버퍼를 통한 축적 후 교환

가상회선(Virtual circuit), 데이터그램(Datagram)

텍스트, 스크린샷, 폰트, 번호이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

신호형태

아날로그 신호

장거리 전송 가능, 거리가 멀면 증폭기 사용, 잡음과 신호왜곡에 약함

디지털 신호

장거리 전송에 제한, 중계기를 통한 전송거리 극복, 신호왜곡에 강함

전송방식

병렬전송(Parallel Transmission)

복수개의 전송로를 통해 복수개의 비트를 동시에 전송

속도 빠름, 인터페이스 단순

가격 ↑, 단거리전송, 컴퓨터 주변장치 등

직렬전송(Serial Transmission)

한 개의 전송로를 통해 한 비트씩 순차적 전송

한 개의 채널, 가격 ↓, 장거리전송

호환을 위한 인터페이스 변환기가 필요

동기화 필요 (동기식 / 비동기식)

비동기식 전송(asynchronous transmission)

한 번에 한 문자를 전송

문자의 시작과 끝을 알리는 start bit와 stop bit 존재

전송할 데이터(문자)가 없으면 휴지기(idle period)를 가짐

오류 검출을 위한 패리티 비트 존재(홀수 패리티 / 짝수 패리티)

휴지기에는 비트 1을 계속 전송

큰 오버헤드(문자를 제외한 추가적인 비트)

LSB(Least Significant Bit)부터 전송됨, 시작비트는 LSB 앞에 붙음

프레임의 구성

start bit + 전송할 문자 + (parity bit) + stop bit

동기식 전송(synchronous transmission)

전송하는 문자들 사이에 휴지기 X, 오버헤드 적음

비동기식 전송보다 빠르고 효율적

문자동기방식(Character-oriented)

data block: 8bit 문자들의 stream(문자 형식, 8bit의 배수)

동기문자 사용

SYN(00010110): 데이터 블록의 시작

STX(00000010): 텍스트의 시작

ETX(00000011): 텍스트의 끝

프레임동기방식(Bit-oriented)

data block: bit stream(반드시 8bit의 배수가 아님)

동기문자 사용

Flag(01111110): 프레임의 시작과 끝을 표시

Bit stuffing

비트를 삽입/제거, 동기화 유지 및 충돌 방지

텍스트, 스크린샷, 폰트, 번호이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

신호: 디지털 신호(이산적) / 아날로그 신호(연속적)

신호의 구분

연속신호(시간과 값이 연속적) ↔ 이산신호(이산적, 디지털적 표현)

주기신호(연속적 패턴의 신호) ↔ 비주기신호(불규칙하게 변화하는 신호)

결정신호(수학적 명확한 표현의 신호) ↔ 불규칙신호(시간에 따른 값이 예측불가한 신호)

신호

라인, 그래프, 도표이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

정현파: (수학적 그래프: 진폭=1/2, 주기=1, 주파수=1, 위상=0=2π)



진폭(A): 신호의 세기, 전압 또는 전류 등

주기(T): 하나의 사이클을 완성하는데 걸리는 시간

주파수(f): 1초당 사이클의 반복 횟수 (1/T: 주기의 역수)

위상(θ): 단일 주기 내 시간에 대한 상대적 위치 (0°=360°=2π)

신호에 전혀 변화가 없으면 주파수는 0, 그래프상 신호가 수직적으로 변하면 주파수는 ∞

대역폭(Bandwidth): 신호가 차지하는 주파수의 범위

절대대역폭: 최대주파수 – 최소주파수

유효대역폭: 신호의 대부분의 에너지(진폭)이 밀집되어 있는 주파수 영역

디지털 신호

비트주기(Bit Interval): 한 bit를 전송하는데 필요한 시간

비트율(Bit Rate): 1초 동안 전송되는 비트 수

비트율이 증가하면 대역폭도 넚어진다

채널용량(Channel Capacity): 채널로 전송 가능한 초당 최대 정보비트의 양

나이퀴스트 이론(Nyquist limit)



C=채널용량, W=채널대역폭(최대주파수의 두배로 샘플링), M=신호레벨

하틀리-샤논 법칙(Hartley-Shannon)



C=채널용량, W=채널대역폭, S=신호전력, N=잡음이 포함된 신호전력

SNR이 데시벨(db) 단위로 주어지면 S/N 대입 전 일반비율로 변환 필요

텍스트, 폰트, 화이트, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

signal power/noise power을 샤논 법칙 S/N에 대입

부호화(Encoding)

정보를 전송매체에서 전송이 가능한 신호요소로 변환하는 것

전송방식

기저대역 전송(Baseband transmission)

변조과정 없이 원 신호의 주파수대역으로 전송

광대역 전송(Broadband transmission)

반송파에 실어 전송하는 변조과정을 거쳐 아날로그 신호로 변환하여 전송

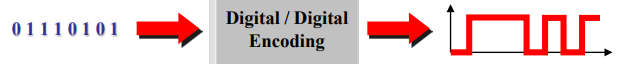
변복조기 필요

Digital-to-digital Encoding

텍스트, 스크린샷, 폰트, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

회선 부호화(Line coding)



0과 1의 디지털 정보를 디지털 신호 형태로 표현

비트율(bit rate) = 신호율(baud rate) \* 신호요소당 비트 수

신호요소당 비트 수가 커지면 신호율이 작아지고

신호율이 작아지면 필요 대역폭도 작아짐(신호율=초당 신호변화가 몇번)

Unipolar(단극형): (+V), (0) 2개의 신호준위

비용 저렴, 전력 소비 큼

기준선 표류 문제 / 직류 성분 발생 / 동기화 문제

Unipolar RZ(0일 때 0→0, 1일 때 1→0)

Polar(극형): (+V), (-V) 2개의 신호준위

NRZ(Non-Return to-Zero)

직류 성분 발생 / 동기화 문제

NRZ-L(0일 때 위, 1일 때 아래)

NRZ-I(0일 때 유지, 1일 때 반전)

Polar RZ(0일 때 -1→0, 1일 때 1→0)

동기화 상실문제 해결

Biphase

맨체스터(Manchester)(0일 때 1→-1, 1일 때 -1→1)



차동맨체스터(Differential Manchester)(0일 때 전이가 2번, 1일 때 전이가 1번)

폰트, 그래픽, 상징, 로고이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

Bipolar(양극형): (+V), (0), (-V) 3개의 신호준위

Bipolar RZ(0일 때 0→0, 1일 때 1→0 / -1→0 번갈아서)

AMI(Alternate Mark Inversion)(0일 때 0, 1일 때 +1 / -1 번갈아서)

직류성분 없음, 동기화 상실문제 발생, 데이터 최고속도 56Kbps

7개 비트가 연속적으로 0이면 8번째 비트를 1로 바꿈, 동기화 상실예방

B8ZS(Bipolar with 8 Zero Substitution)(0일 때 0, 1일 때 +1 / -1 번갈아서)

데이터 최고속도 64Kbps

8개 비트가 연속적으로 0이면 000VB0VB 적용(V는 이전 1 값과 같게, B는 반대)

HDB3(High Density Bipolar-3 Zeros) (0일 때 0, 1일 때 +1 / -1 번갈아서)

4개 비트가 연속적으로 0이면 000V(홀), B00V(짝) 적용

000V(홀), B00V(짝) 적용 방식은 연속적 4개의 0 전 1의 개수로 판단

Pseudo-ternary(0일 때 +1 / -1 번갈아서, 1일 때 0)

mB/nB 블록코드형

전이를 발생시켜 비트동기화 상실문제 해결

사용되지 않는 코드가 전송되면 오류

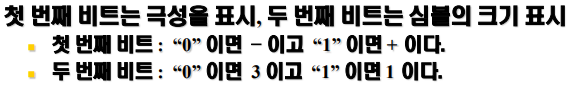
4B/5B, 8B/10B 등

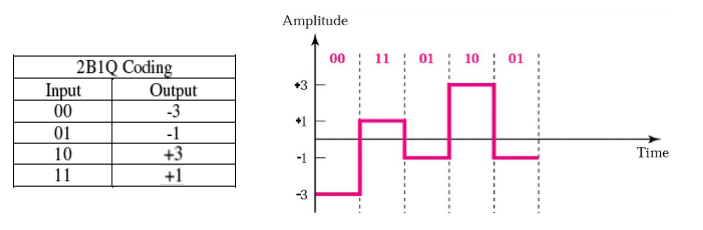
다준위(Multilevel)

2B1Q(2 Binary 1 Quaternary)

2비트(00, 01, 10, 11)을 4진 펄스(-3, -1, +1, +3) 신호로 변환

NRZ 대비 절반의 대역폭 필요





mBnL

m비트의 데이터를 n개의 신호패턴과 L개의 신호레벨을 사용하여 표현

2개 이상의 전압레벨(신호레벨)을 사용, 필요 대역폭도 줄어듬

8B6T(8 Binary 6 Ternary)

8비트를 6트리트로 변환

6트리트로 변환된 신호는 평균이 0 또는 +, (평균= 모든 성분 값의 합/6)

평균이 +인 값이 연속으로 2번 나오면 2번째 패턴을 반전

텍스트, 라인, 도표, 그래프이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

MLT-3(0일 때 그대로, 1일 때 준위를 번갈아서 변화 / 3개의 준위를 사용)

텍스트, 라인, 도표, 폰트이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

4D-PAM5(4-dimensional 5-level pulse amplitude modulation)

데이터를 4개의 회선으로 5개 준위를 사용하여 전송

8B4Q와 유사, 준위 5개 중 0은 오류검출용

4회선에 1클럭(1 신호율) 당 2비트(신호요소 비트 수) 전송

>>총 1클럭 당 8비트 전송 효과

Digital-to-Analog Encoding

텍스트, 스크린샷, 폰트, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

변조(Modulation)

원거리 통신을 위해 정현파(반송파: Carrier wave)에 데이터를 싣는 과정

디지털변조(진폭, 주파수, 위상 중 하나 이상을 변화시킴)텍스트, 폰트, 스크린샷, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

진폭편이변조(ASK / Amplitude Shift-Keying)

반송파의 진폭 변화로만 0, 1을 표현



회로구성 간단, 저렴, 진폭은 잡음과 신호의 변화에 약함, 저속 데이터 전송

진폭을 여러 레벨로 분리하면 신호구분이 어려움

텍스트, 폰트, 라인, 그래프이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

ASK에서 대역폭은 = 보오율 = 비트율

라인, 스크린샷, 도표, 그래프이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

Roll-off 계수 값이 0에(그래프 상 직각에) 가까울수록 필요 대역폭은 작아짐

라인, 그래프, 도표, 스크린샷이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

텍스트, 폰트, 화이트, 타이포그래피이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

반이중(Half-Duplex)

양방향 통신, 동시 송수신 불가, 하나의 대역폭을 온전히 사용함

전이중(Full-Duplex)

양방향 통신, 동시 송수신 가능, 하나의 대역폭을 나눠서 사용함

주파수편이변조(FSK / Frequency Shift-Keying)

반송파의 주파수 변화로만 0, 1을 표현



ASK에 비교적 잡음에 강하고 오류확률 작음, 저속 데이터 전송

텍스트, 폰트, 라인, 그래프이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

대역폭 = 두 주파수의 차 + 보우율(=비트율)

라인, 스크린샷, 도표, 그래프이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

위상편이변조(PSK / Phase Shift-Keying)



ASK에 비교적 잡읍에 강하고 FSK보다 대역폭에 강점(ASK와 대역폭이 같음)

위상에 대한 잡음의 영향은 진폭보다 작음, 오류확률은 PSK가 가장 작음

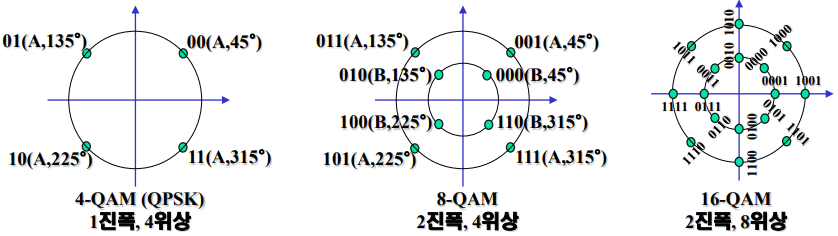
ASK / FSK에 비교적 고속 데이터 전송

DPSK(차동PSK / Differential PSK)(0이면 전 비트 위상, 1이면 180)

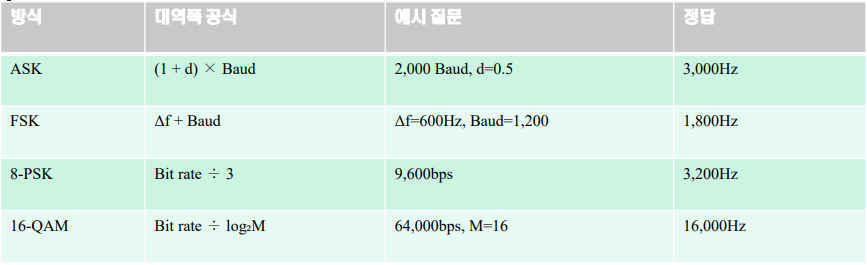
구상진폭변조(QAM / Quadrature Amplitude Modulation / APSK )

변조 방식이 복잡할수록(위상과 진폭이 많을수록) 비트효율 증가

고속 데이터 전송, 위상과 진폭이 많다고해서 모두 유효하진 않음



Digital-to-Analog 대역폭 계산



Analog-to-Digital Encoding

무한한 연속적 정보를 어떻게 정보의 손실 없이 이산적인 값의 정보로 변환하나

펄스진폭변조(PAM)

표본화 후의 실제 샘플값으로 이루어짐, 아날로그 신호 -> 이산적 샘플

펄스코드변조(PCM)

실제 샘플값을 정량화 시킨 값으로 이루어짐, 이산적 샘플 -> 코드

표본화율(Sampling rate)

최소 원래 신호의 최고주파수 2배 이상 속도로 샘플링

샘플 간 간격은 최소 1/2f 이상 되어야 함

양자화(Quantization)

표본화된 PAM펄스를 특정 범위 값으로 정량화

k-bit 양자화





양자화 잡음 발생, 표본값과의 오차

균일양자화(Uniform Quantization)





균일양자화 간격↓하면 원래 신호에 근접, 잡음↓

불균일양자화(Non-uniform Quantization)

텍스트, 폰트, 스크린샷, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

비선형 장치를 통한 압축과 확장

라인, 그래프이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

Analog-to-Digital Encoding Process

텍스트, 스크린샷, 도표, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

DM(Delta Modulation)

각 생플 값을 독립적으로 처리, 현재 샘플과 이전 샘플의 차이를 이용

차이가 +면 1, 차이가 -면 0 (PCM보다 구현이 쉬움)

잡음 라인, 도표, 그래프, 폰트이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.step size와 sampling rate를 적절히 선택해야함

ADM(Adaptive Delta Modulation)

DM의 Fixed step size를 보완

Variable step size

텍스트, 폰트, 화이트, 타이포그래피이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

Song algorithm

텍스트, 폰트, 화이트, 스크린샷이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다. 텍스트, 폰트, 그래픽, 화이트이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

Space-shuttle algorithm

텍스트, 폰트, 스크린샷, 화이트이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다. 텍스트, 폰트, 상징, 그래픽이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

DPCM(Differential PCM)

예측값을 사용한 PCM의 변형, PCM의 성능개선, 변조기 구조가 복잡함\

Analog-to-Analog Encoding

효율적 전송을 위해 보다 높은 주파수의 반송파 필요 (멀리 보내고 다중화를 위해)

텍스트, 폰트, 스크린샷, 라인이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

진폭변조(AM / Amplitude Modulation)

반송파의 진폭을 변화시켜 전송

AM 대역폭 : 정보신호 대역폭의 2배 

라인, 그래프, 도표, 경사이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

AMSC / AMTC(라디오 AM방송)

텍스트, 폰트, 스크린샷, 번호이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

각변조(Angle Modulation)

대역폭이 큼, 비선형적 시스템, 시스템이 복잡함, 신호대잡음비(SNR), 잡음에 강함

텍스트, 폰트, 화이트, 그래픽이(가) 표시된 사진

AI가 생성한 콘텐츠는 부정확할 수 있습니다.

FM(Frequency Modulation) 반송파의 주파수를 변화시킴

PM(Phase Modulation) 반송파의 위상을 변화시킴