

P a r t

01

인터넷과 통신의 이해

Chapter 1 | 통신

Chapter 2 | 네트워크

Chapter 3 | 인터넷

Chapter 4 | 최신 인터넷 기술

01

통신

* 학습목표

- 통신의 개념을 살펴보고 통신 시스템의 구조를 학습한다.
- 아날로그와 디지털 신호에 대한 개념을 이해하고 전송하는 방법과 종류를 설명한다.
- 전송 매체의 개념과 종류를 살펴보고 각 전송 매체의 특징을 학습한다.

01. 통신의 이해

02. 아날로그 통신 / 디지털 통신

03. 전송 매체

요약

연습문제

1 통신의 이해

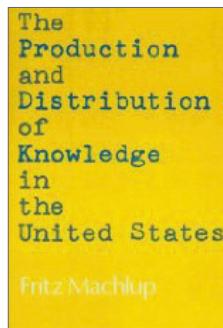
인류 역사가 시작된 이래로 통신은 인간의 삶 속에서 지속적으로 발전해 오고 있다. 특히 정보화 시대를 거치면서 급속도로 발전한 정보 통신은 오늘날 가장 중요한 기반 산업의 면모를 보이고 있으며 이제는 없어서는 안 될 중요한 기술이 되었다. 정보 통신이란 정보를 생산, 관리, 보관, 처리하는 컴퓨터 기술과 정보를 전송하는 네트워크 기술을 포함하는 광범위한 데이터 통신이라고 말할 수 있다.

이 절에서 우리는 정보 통신의 발전상을 확인하기 위해 통신의 탄생부터 현재의 모습까지 그 발자취를 살펴볼 것이다. 이어서 데이터 통신, 컴퓨터 통신, 정보 통신 등 여러 가지 용어로 사용되는 통신에 대해 그 의미를 하나씩 정리해 본다. 통신에 대한 개념적 이해를 통해 우리는 앞으로 공부할 정보 통신과 인터넷에 대한 내용을 유추할 수 있다. 다음으로 통신 시스템에서는 통신을 하기 위해 필요한 장치들을 살펴보고 각 장치의 개념과 기능을 살펴본다.

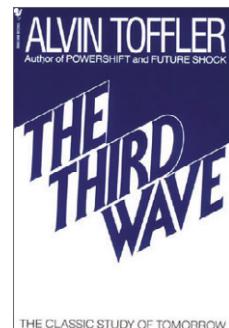
1-1 통신의 개념

1960년경부터 미래학자들은 21세기를 자신이 필요한 정보를 쉽게 찾고 가공하여 여러 사람과 함께 공유할 수 있는 정보화 사회(Information Society)로 규정하였다. 1990년 중반이 되어서야 현실화된 정보화 사회가 매스미디어 사회에서 멀티미디어 사회로 진화하는 과정이었다면, 현재 우리는 이러한 정보화 사회를 거쳐 본격적인 ‘고도 정보화 사회’, ‘지식 정보 사회’의 패러다임에 적응해 가고 있다.

고도 정보화 사회 ‘지식 경제 사회’나 ‘지식 정보 사회’와 혼용하여 사용하는 용어로 정보에 대한 이용이 높아짐에 따라 가치 있는 정보를 재화로 인정하는 사회를 말한다.



(a) 프리츠 마흐 루프가 쓴
『지식산업』(1962)



(b) 엘빈 토플러가 쓴
『제3의 물결』(1980)

[그림 1-1] 미래학자들이 현대 정보화 사회에 관해 쓴 책들

정보화 사회를 거치면서 우리는 일상생활에서 ‘통신’이라는 용어를 쉽게 접하고 있다. 통신은 이미 IT 분야의 전문 용어가 아닌 일반 상식 용어라고 할 수 있을 만큼 우리 생활과 밀접한 관계를 맺고 있다. 실제로 통신 기술의 발달은 정보화 사회의 도래에 큰 역할을 하였다.

통신(Communication)이란 송신자와 수신자가 전송 매체인 통신로를 이용하여 상호 간에 데이터(정보)를 주고받는 행위를 말한다.

■ ‘communication’은 라틴 어의 ‘공유하다’라는 의미를 가진 단어에서 파생되었다.

여기에서 ‘데이터(Data)’란 현실 세계에서 관찰이나 조사를 통해 수집, 생산되는 사실(Facts)이나 측정값(Values)이다. 이러한 데이터는 문자, 기호 등 임의의 형태로 형식화 및 형상화되고 0과 1로 이루어진 2진 형태의 디지털 정보 단위로 저장된다. 반면 ‘정보(Information)’란 현실 세계에서 발생한 여러 데이터를 가공·처리하여 만든 것으로, 약속이나 관습에 따라 의미를 부여한 것이다. 따라서 정보는 그 자체로 의사 결정을 할 수 있는 가공된 데이터이다.

■ 지식(Knowledge) 정보가 축적되어 그 의미가 정보보다 더욱 명확하고 모든 사람들에게 가치가 인정되는 정보이다.

예를 들어 기상 예보에서 기온(온도)이나 강우량, 기압 등의 수치와 변화는 데이터이고, ‘운동하기 좋은 날씨’라든지 ‘비나 눈으로 인해 우산이 필요한 날씨’와 같은 내용은 정보가 된다. 또 다른 예로, 네비게이션에 표시된 지도는 데이터이고 정체 구간에 대한 우회 경로를 알려주는 TPEG(Transport Protocol Expert Group)는 정보라고 볼 수 있다.

■ TPEG(Transport Protocol Expert Group) 디지털 방송 매체(DMB)를 통해 교통 정보와 여행자 정보를 제공하기 위한 프로토콜을 말한다.

② 통신의 역사

통신을 ‘송신자와 수신자가 서로 데이터나 정보를 주고받는 행위’라고 정의한다면 인류 최초의 통신은 바로 말(언어)이다. 그래서 통신의 역사는 바로 인류의 역사라고 할 수 있다. 말이나 몸짓(제스처)을 통해 자신의 의사를 표현하는 것은 인간이 사회를 형성하고 살아가기 위해 반드시 필요한 방법이었다.

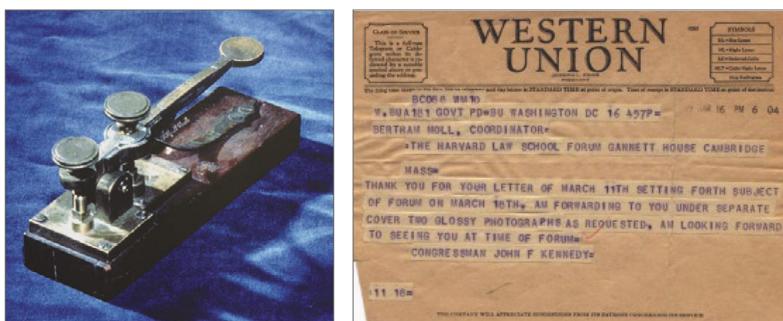
인류 역사가 시작된 아래로 점차 영토가 넓어지고 사회가 발전하면서 원거리 통신이 절실해졌다. 이때부터 인간은 통신을 하기 위해 도구를 이용하기 시작하였다. 청각을 이용한 북, 시각을 이용한 봉화, 비둘기나 말과 같은 동물을 이용한 통신은 도구를 이용한 원거리 통신이다.



[그림 1-2] 북, 봉화, 비둘기, 말을 이용한 통신

인류 최초의 근대적 통신 방법은 모스(Morse) 부호를 이용한 전신이다. 모스 부호는 일종의 전기 통신으로 멀리 떨어져 있는 상대방에게 전기 신호의 길고 짧음, 끊김으로 메시지를 전송하는 방법이다.

전신을 이용한 최초의 통신은 1844년 새뮤얼 F. B. 모스(Samuel F. B. Morse)에 의한 오하이오와 발티모어 간 통신이었다. 이후 미국의 남북전쟁 당시 북군은 전신을 이용한 전보를 적극적으로 활용하였고, 1901년에는 마르코니(Guglielmo Marconi)가 모스 부호를 무선으로 전송하는 무선 송출기를 발명하였다.



[그림 1-3] 모스 기계(왼쪽)와 이를 사용한 전신(오른쪽)



[그림 1-4] 마르코니와 무선 송출기

그다음으로 등장한 것이 전화이다. 전화는 음성을 전기 신호로 바꾸어 전송하고, 이를 다시 음성으로 재생하여 두 사람 사이의 통화를 가능하게 하는 통신 도구이다.

1860년대에 안토니오 무치(Antonio Meucci)는 가장 대중적인 전기 통신 수단인 전화를 발명하였다. 그러나 당시에 그는 특허를 출현할 자금이 없어 자신이 발명한 '텔레트로포노(teletrofono)'를 세상에 알릴 수 없었다. 대부분의 사람들이 전화에 대한 미국 특허(1876년)를 가진 알렉산더 그레이엄 벨(Alexander Graham Bell)을 전화 발명자로 알고 있지만, 미국 의회는 2002년에 진실을 밝히고 안토니오 무치를 발명자로 인정하였다. 벨의 전화기 발명

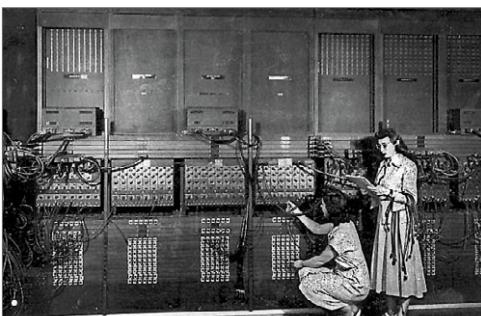
이후 1889년에는 미국인 앤먼 스트로우저(Almon B. Strowger)가 자동 기계식 교환기를 발명했고, 1896년에는 스웨덴인 에릭슨(Ericsson)¹⁾ 다이얼 전화기를 발명했다.



(a) 안토니오 무치가 발명한 텔레트로포노 (b) 알렉산더 그레이엄 벨이 발명한 전화기 (c) 앤먼 스트로우저가 발명한 교환기
[그림 1-5] 전학기와 교환기 발명

그 후 전기 통신의 활용 범위가 점점 넓어지면서 네트워크가 확장되고 기능이 발달하게 되었다. 현재는 다양한 매체를 이용하여 전 세계가 네트워크화되어 있으며 그 길을 따라 초고속 통신이 발달하고 있다.

전기 통신에 이은 또 하나의 큰 혁신은 바로 컴퓨터의 등장이다. 일부 계층에서만 사용하던 컴퓨터가 PC(Personal Computer)의 의미로 확대되면서 거미줄과 같은 네트워크에 컴퓨터가 연결되었다. 컴퓨터를 통해 정보를 창출하고 그 정보가 네트워크를 통해 여러 사람에게 공유되면서 정보 통신의 기초가 만들어졌다.



[그림 1-6] 최초의 컴퓨터 애니악



[그림 1-7] 현재의 PC

저자 한마디

최초의 컴퓨터인 애니악(ENIAC, Electronic Numerical Integrator and Calculator)에는 스위치가 6천 개나 있었으며, 계산할 때마다 매번 사람이 직접 세팅하였다. 이 일을 한 사람은 과학자들이 아니라 미국 국방부에서 고용한 단순 노무자였다. 특히 여성을 많이 고용하였는데, 애니악과 관련된 사진들을 보면 스위치를 조작하고 있는 여성들의 모습을 확인할 수 있다.

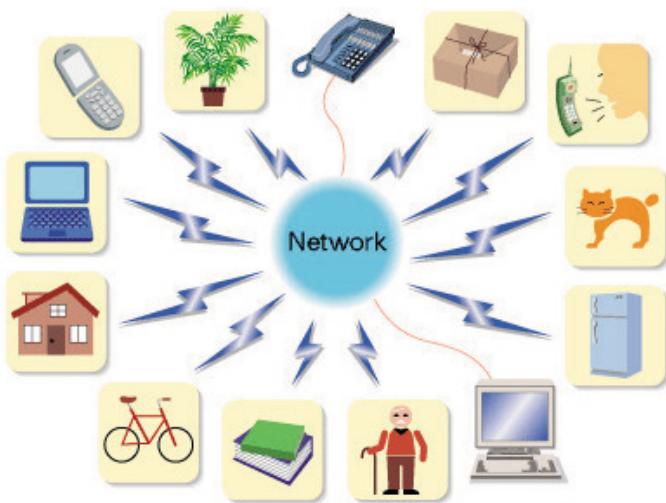
애니악과
여성 노무자

오늘날 정보통신 기술은 사회 기반 시설로 인식되어 정보통신 기술 없이는 산업 활동이나 생활이 불가능할 정도로 고도화되고 있다. 이렇게 통신은 속속 새로운 시스템과 네트워크를 출현시키면서 급속도로 발전되어 왔다.

미국 AT&T 연구소의 발표에 따르면, 사용자 천만 명이 하나의 통신 시스템을 이용하는 데 신문이 41년, 전화는 38년, 케이블 TV는 25년, VCR과 휴대폰은 9년이 걸렸지만 인터넷은 1992년 월드 와이드 웹(WWW)이 활성화된 이후로 겨우 2년이 걸렸다. ITU에서 발간한 2006년 리포트에서도 통신 시스템의 미국 내 점유율 30%를 기준으로 했을 때, 전기는 45년, 전화는 37년, TV는 17년, 인터넷은 7년이 걸렸다. 이러한 예들은 통신 기술의 확산 속도가 점점 더 빨라지고 있음을 말해 주고 있다.

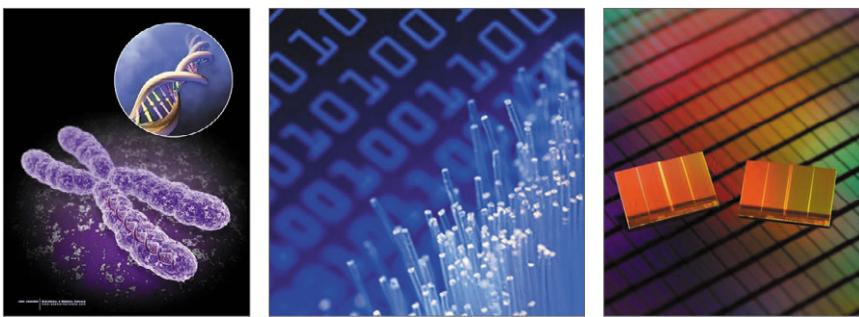
■ ITU(International Telecommunication Union) 국제전기통신연합으로 각종 통신 표준화를 주도하고 있다.

현재 통신은 모바일, 초고속 통신, 유비쿼터스 환경에 맞추어 발전하고 있다. 이는 좀 더 빠르고 편리하게 정보를 공유하고자 하는 인류의 노력으로 볼 수 있다.



[그림 1-8] 유비쿼터스

특히, 미래의 유망한 산업으로 대표되는 생명 기술(BT, Bio Technology), 나노 기술(NT, Nano Technology), 정보 기술(IT, Information Technology) 등의 지식 기반 정보 산업은 정보통신 기술을 바탕으로 하기 때문에 이들 산업과 더불어 통신 기술은 더 빠르게 발전할 것으로 예상된다.



[그림 1-9] 생명 기술, 나노 기술, 정보 기술(왼쪽부터 차례대로)

③ 통신 관련 용어

통신이라는 용어는 기술 형태, 통신 단말기, 전송 데이터에 따라 데이터 통신, 컴퓨터 통신, 정보 통신이라는 이름으로 불리면서 발전하였다. 이러한 용어들은 각각 분명한 의미를 담고 있지만 모두 데이터 통신의 범주 안에 있기 때문에 혼용되기도 한다.

데이터 통신(Data Communication)은 데이터 전송(Data Transmission) 기술과 데이터 처리(Data Processing) 기술을 결합한 통신 기술을 뜻한다. 다시 말해 문자, 기호, 숫자 등으로 이루어진 2진 디지털 텍스트 정보를 송·수신하는 것이다. 일반적으로 광범위하게 적용하면 음성 이외의 모든 정보 전달 형태를 갖고 있는 경우도 있다.

데이터 전송(Data Transmission) 데이터를 발생시키는 단말 장치와 데이터를 처리하는 컴퓨터 간에 데이터를 주고받는 일련의 형식과 절차를 뜻한다.

데이터 처리(Data Processing) 주어진 데이터로 필요한 정보를 얻기 위해 컴퓨터를 이용하는 것을 말한다.

컴퓨터 통신은 데이터 통신의 한 종류로서 특별히 컴퓨터 간의 통신만을 지칭할 때 사용하는 용어이다. 인터넷이 보급되기 시작하면서 발전한 개념으로, 컴퓨터가 개발되던 초기에는 통신 기능이 없었다. 하지만 컴퓨터 사용이 일상화됨에 따라 컴퓨터를 통신의 단말 장치로 이용하게 되었고 네트워크가 확대·발달되면서 컴퓨터 통신이 발달하였다.

정보 통신(Information Communication)이란 데이터 통신보다 발전한 개념으로, 2진 데이터뿐 아니라 음성, 화상, 영상, 멀티미디어 등을 종합적으로 서비스하는 통신을 말한다. 실제로 정보 통신의 개념은 데이터를 처리하기 위한 하드웨어와 소프트웨어, 그리고 데이터를 전송하기 위한 통신 기술의 범위를 모두 포함하기 때문에 훨씬 광범위하다고 할 수 있다.

정보 통신(Information Communication) 은행의 온라인 통신이나 인터넷을 이용한 통신 등이 정보 통신의 대표적인 예이다.

CCITT(International Telegraph and Telephone Consultative Committee, 국제전신 전화자문위원회)에서는 데이터 전송에 대해 “기계에 의해 처리할 정보의 전송, 또는 처리된 정보의 전송”이라고 규정하였다. 여기에서 기계란 정보 처리 장치를 말하며, 이러한 정보의 전송

이란 결국 정보 통신과 거의 같은 개념으로 사용될 수 있다.

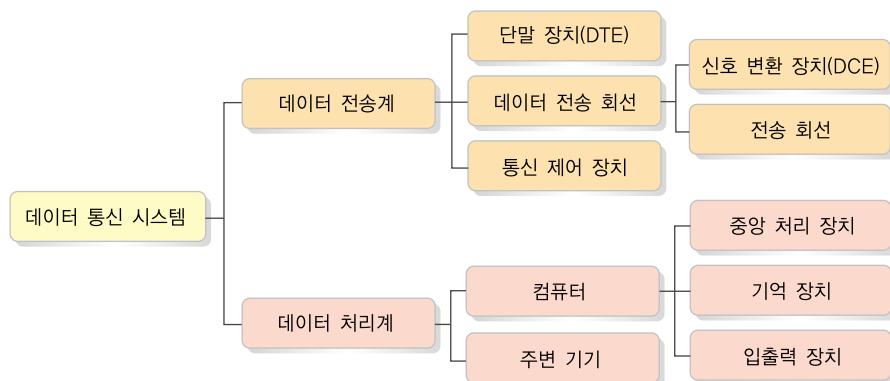
■ 데이터 통신의 3대 목표

- 정확성 : 정보 전송 중 여러 에러에 의해 정보가 변형될 수 있기 때문에 정확성을 유지하는 것이 정보 통신의 가장 중요한 목표이다.
- 효율성 : 전송에 필요한 비용이 정보의 가치보다 크다면 정보 통신의 의미가 상실되기 때문에 정보 전송은 효율적으로 이루어져야 한다.
- 보안성 : 정보가 누출될 수 있기 때문에 정보 전송에는 철저한 보안이 이루어져야 한다.

4. 통신 시스템의 구성과 표준

데이터 통신 시스템(Data Communication System)이란 하나의 단말 장치가 원거리에 있는 다른 단말 장치에 통신 회선을 통해 정보를 전송하는 시스템을 말한다. 데이터 통신 시스템은 크게 두 가지로 나뉘는데, 정보를 처리·가공·저장하는 데이터 처리계와 데이터 전송을 담당하는 데이터 전송계로 나뉜다.

데이터 처리계는 컴퓨터를 말한다. 데이터 전송계는 다시 정보를 관리·저장·처리하는 데이터 단말 장치, 정보를 전송하기 위해 전기적 신호를 변환하는 데이터 전송 회선, 데이터 전송 회선과 컴퓨터를 결합하기 위한 통신 제어 장치로 구분할 수 있다.



[그림 1-10] 데이터 통신 시스템의 구성

DTE(Data Terminal Equipment)라고 불리는 데이터 단말 장치는 컴퓨터 시스템에 접속되어 데이터를 입·출력하는 데 사용하는 장치를 말한다. 이 장치는 데이터의 입·출력 기능, 전송 제어 기능, 기억 기능을 수행한다.

데이터 전송 회선은 전송을 위한 전기 신호로 변환하는 DCE(Data Communication Equipment, Data Circuit termination Equipment; 신호 변환 장치)와 전송 회선(Data Transmission Line)으로 이루어져 있으며 회선 종단 장치라고도 불린다. 이 장치에서는 전송 회선의 접속을 관리하고 전송을 위한 신호 변환 기능을 제공한다.

통신 제어 장치(CCU, Communication Control Unit)는 전송 회선과 단말 장치를 연결하여 송·수신되는 데이터를 조립이나 분해하여 처리하기 좋은 형태로 바꾼다. 이 장치는 데이터 전송에 대한 전반적인 제어 기능을 수행하고 있으며, 에러 제어와 코드 변환 등의 기능도 수행한다.

역사적인 통신 시스템

■ SAGE(Semi-Automatic Ground Environment)_1958년

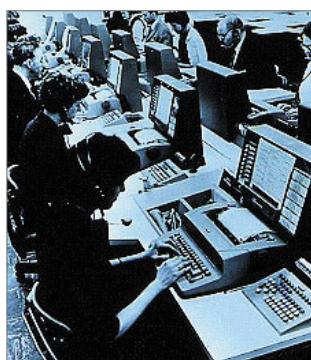
미국에서 군사적인 목적으로 개발된 반자동 지상관제 시스템으로 세계 최초의 데이터 통신이다. SAGE는 센터에 있는 컴퓨터와 항공 레이더망을 연결하고, 항공기로부터 전달된 정보를 컴퓨터로 분석한 다음 다시 항공기에 명령을 전달하는 시스템이었다.



[그림 1-11] SAGE

■ SABRE(Semi-Automatic Business Research Environment)_1963년

세계 최초의 상업용 데이터 통신 시스템으로 항공기 좌석 예약 시스템이다.



[그림 1-12] SABRE

■ CTSS(Compatible Time Sharing System)_1964년

세계 최초의 시분할 시스템으로 호환성 시분할 시스템이다.



[그림 1-13] CTSS

■ ARPANET(Advanced Research Project Agency NETwork)_1969년

미국 국방부의 고등 연구 계획국이 개발한 컴퓨터 네트워크로 최초의 유선 패킷 시스템이자 인터넷의 시초가 된 통신 네트워크 시스템이다.



[그림 1-14] ARPANET

■ ALOHA(Additive Links On-Line Hawaii Area)_1970년

하와이대학교에 실험적으로 설치된 최초의 무선 패킷 교환망으로 라디오 패킷 통신 방식을 적용한 컴퓨터 네트워크 시스템이다.

정보 통신 표준화

정보 통신에서 표준의 의미는 통신 주체(송·수신자, 시스템) 간에 다양한 형태의 정보통신 서비스를 이용하는 데 필요한 내용들을 합의한 규약(Protocol)이다. 그래서 정보통신 표준화란 이러한 규약을 정립하는 활동이라고 정의할 수 있다.

앞서 언급한 것처럼 정보통신은 나날이 급변하고 있기 때문에 표준화 제정은 새로운 제품과 서비스, 응용 분야의 성공과 구축을 위해 반드시 필요하다. 특히 표준화는 국가나 기업에 막대한 영향을 미치기 때문에 선의의 개발 경쟁을 유도하여 더욱 안정성 있고 합리적인 제품이나

서비스를 구현하도록 해야 한다. 또한 통신 관련 업계들 간의 협력을 촉진하여 불필요한 난개발을 막는 것도 중요하다.

정보통신과 관련된 국제적인 표준을 제정하는 기관들은 다음과 같다.

■ ISO(International Organization for Standardization)

1946년에 창설된 국제 표준 기관으로 현재 88개국의 국가 표준 단체로 구성되어 있다. 광범위한 분야(예: 핵, 경제, 통신)에 걸쳐 약 500여 개 이상의 표준안을 제정하였다. 특히 정보통신 분야에서 제정된 OSI(Open System Interconnection)는 다른 기종 간의 상호 접속을 가능하게 하는 표준 개방형 통신망에 대한 제반 사항을 규정한 표준으로 많이 사용되고 있다.



[그림 1-15] ISO

■ ITU-T(International Telecommunication Union Telecommunication)

1956년에 창설된 ITU(International Telecommunication Union; 국제전기통신연합)의 산하 기관으로 CCITT(International Telegraph and Telephone Consultative Committee)가 전신이다. 15개 연구 그룹으로 나뉘어 전화와 전신에 관한 여러 권고안을 제정하였다. 특히, 전화 전송, 전화 교환, 신호 방법, 잡음 등에 관한 표준을 권고하였다.



[그림 1-16] ITU-T

■ IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)

전기전자공학 분야 최대의 전문가 국제 단체로, 1963년에 설립되었다. 2004년 현재 150개국 35만 명의 회원으로 구성되어 있다. 기술 논문을 발표하고 토의하기 위한 회의 개최, 기관지와 논문지 발간, 표준화 등을 추진하는 단체이다. 정보통신 분야에서는 컴퓨터 통신망의 표준화인 IEEE 802 표준안이 있다.



[그림 1-17] IEEE

■ ANSI(American National Standards Institute; 미국표준협회)

1918년에 AESC(American Engineering Standards Consortium; 미국기술자표준위원회)가 창설되어 1969년에 현재의 이름으로 바뀌었다. 미국 내 산업 표준을 제정하는 기관으로, ISO에 가입되어 있고 표준안의 대부분은 IEEE, EIA와 같은 관계 그룹과 함께 만들었다. 대표적인 표준안으로 디지털 문자 코드 표준화인 ASCII(American Standard Code for Information Interchange; 미국정보교환표준부)가 있다.



[그림 1-18] ANSI

■ EIA(Electronic Industries Alliance; 전자산업협회)

1924년에 창설된 미국 내 조직으로, 1997년까지는 EIA (Electronic Industries Association)라는 이름으로 전자 기기의 규격, 측정법 등을 심의하고 조정·통일하는 활동을 했다. 데이터 통신 표준에 대해서는 기술 위원회인 TR-30이 담당한다. RS-232 접속 규격을 만들었으며 이후 보강을 위해 RS-449 접속 규격을 개발하였다.



[그림 1-19] EIA

■ IST(National Institute Standards and Technology)

1988년까지 NBS(National Bureau of Standards)로 불렸으며, 미국 연방 정부에서 구입하는 장비에 대해 FIPS라는 정보 처리 표준안을 발간하였다. 데이터 암호 알고리즘으로 가장 널리 이용되고 있는 DES(Data Encryption Standards)도 이 기관에서 제정한 표준 규격이다.



[그림 1-20] NIST

■ IETF(Internet Engineering Task Force)

1986년 미국 샌디에이고에서 15명이 모여 시작된 단체로, 인터넷 표준 규격을 개발하고 있는 미국 IAB(Internet Architecture Board) 산하의 조사 위원회이다. IESG (Internet Engineering Steering Group)와 함께 인터넷에 대한 새로운 TCP/IP 표준을 개발하는 주요한 활동 그룹으로, IAB의 기술적인 업무를 수행하는 단체다. 인터넷의 성장에 따라 발생하는 문제들을 해결하기 위해 포럼을 개최한다.



[그림 1-21] IETF



2 아날로그 통신/디지털 통신

정보화 사회에서 컴퓨터와 통신의 발전은 정보를 체계적으로 처리, 저장할 수 있는 기술의 진보를 가져왔다. 디지털은 데이터를 처리하고 저장할 때 기존에 사용했던 아날로그보다 편리하고 빠르기 때문에 그 사용 범위가 점점 넓어지고 있다. 현재는 거의 모든 데이터가 디지털화되고 있어 정보의 처리와 저장뿐만 아니라 새로운 정보 창출이 더욱 가속화되고 있다.

통신 분야에서 사용되는 아날로그와 디지털의 의미는 데이터, 신호, 전송의 세 가지 맥락으로 해석할 수 있다. 이 절에서는 아날로그와 디지털의 의미를 이 세 가지 맥락에서 이해하고 아날로그와 디지털의 상호 변환 과정을 학습한다.

데이터 관찰이나 조사를 통해 수집되거나 생산되는 사실(Facts)이나 측정값(Values)을 말한다.

신호 데이터를 전송하기 위해 전송 매체에 실을 수 있게 개조된 파형이다.

전송 송신자가 수신자에게 신호를 보내는 방식이다.

① 아날로그 데이터 / 디지털 데이터

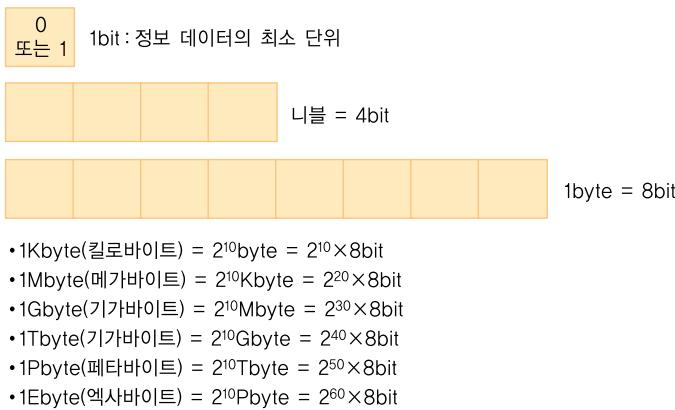
아날로그 데이터(Analog Data)란 주어진 구간에서 연속적인 값을 가지는 데이터로, 전기나 전류처럼 시간에 따라 연속적으로 변화하는 물리량을 그대로 표현한다. 따라서 음성이나 비디오, 기온이나 압력과 같이 자연에 존재하는 거시적이고 물리적인 변화들을 뜻한다. 예를 들어, 음성의 경우 사람이 말을 하면 공기압이 연속적인 진동 파형을 만들고 이러한 파형은 점진적으로 변화된다.

반면 디지털 데이터(Digital Data)는 이산 값(discrete value)을 가지는 데이터로, 아날로그 데이터를 임의의 시간에 대한 물리량으로 정수화하여 나타내는 것이다. 다시 말해 아날로그 데이터가 셀 수 없는 연속적인 값이라면 디지털 데이터는 셀 수 있는 비연속적인 값을 의미한다.

아날로그(analog)라는 용어는 ‘유사한(analogous)’이라는 단어에서 유래했고 디지털(digital)이라는 용어는 사람의 손가락이나 둉을 의 발가락을 의미하는 ‘디지트(digit)’라는 단어에서 유래했다.

디지털이란 데이터를 0과 1의 상태로만 생성, 저장, 처리하는 부호화 기술을 말하는 것으로 각각의 부호 상태를 비트(bit)라는 단위로 표현한다. 그래서 정보를 저장하는 가장 작은 단위가 비트이며 4개의 비트가 모이면 니블(nibble), 8개의 비트가 모이면 바이트(byte) 혹은 옥텟(Octet)이라고 한다.

비트(bit) binary+digit의 약자이다.



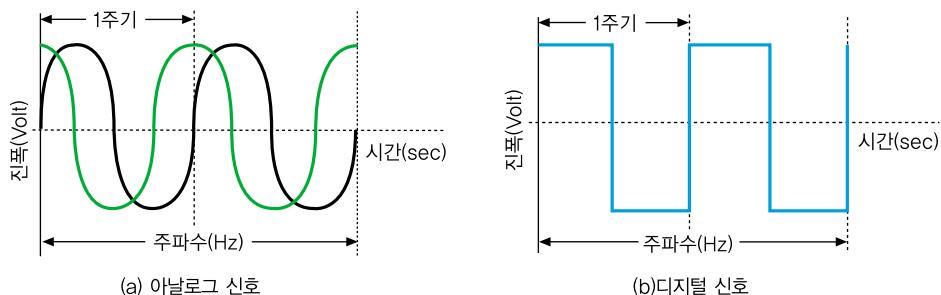
[그림 1-22] 정보의 단위

② 아날로그 신호 / 디지털 신호

정보 통신에서 정보를 상대방에게 전송하기 위해서는 정보를 먼저 전자기적 신호로 변환해야 한다. 신호란 데이터를 통신 회선을 통해 전송할 수 있는 상태로 변환시킨 것을 의미한다. 이 때 전기적 신호는 연속적 신호인 아날로그 신호(Analog signal)와 이산적 신호인 디지털 신호(Digital signal)로 분류할 수 있다.

아날로그 신호는 주파수에 따라 연속적으로 변하는 전자기파를 말한다. 여러 가지 매체를 통해 전송 가능하며 잡음에 민감하다.

반면 디지털 신호는 오로지 트위스티드 페어 케이블이나 동축 케이블 등의 동선 매체를 통해 전송되는, 일련의 전압펄스이다. 아날로그 신호에 비해 잡음에 강하고 여러 형태의 물리적 현상을 이용하여 편의상 전기적인 두 상태(0과 1)로 대응시켜 나타낸다. 디지털 신호는 아날로그 신호에 비해 비용이 저렴하고 전송 에러에 의한 손상을 비교적 쉽게 복구할 수 있다는 장점이 있다.



[그림 1-23] 아날로그 신호와 디지털 신호

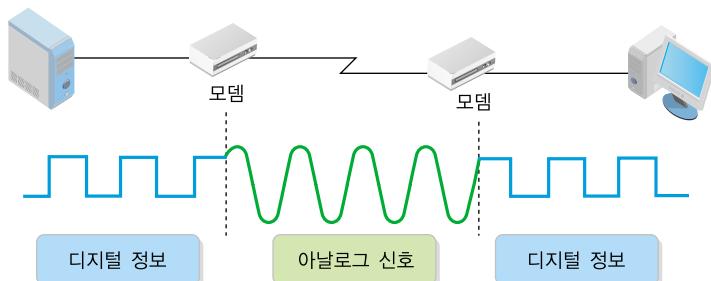
아날로그 데이터나 디지털 데이터를 신호로 바꾸는 과정을 ‘부호화한다’라고 말한다. 부호(Code)화란 데이터 정보 하나하나에 대해 2진 표현으로 바꾸는 방법이고, 부호 체계는 모든 문자 집합에 대한 부호 집합을 의미한다. 부호화 방법에는 아날로그 부호화 2가지 방법, 디지털 부호화 2가지 방법이 있다.

■ 현재 세계적으로 가장 널리 쓰이고 있는 부호 체계는 ANSI에서 권고하고 있는 ASCII(American Standard Code for Information Interchange) 부호이다.

디지털 데이터의 아날로그 부호화(디지털 데이터 ↔ 아날로그 신호)

디지털 데이터는 반송 신호의 세 가지 특성인 진폭, 주파수, 위상 중 하나를 변조하거나 이를 적절히 결합하여 변조함으로써 부호화한다. 이러한 부호화에 주로 사용되는 장치는 모뎀(MODEM, MODulator & DEModulator; 변복조기)으로 PSTN(Public Switched Telephone Network; 공중전화망)에서 주로 사용한다. 모뎀은 컴퓨터에서 발생한 디지털 데이터를 통신 회선에 적합한 아날로그 신호로 변조하여 수신자에게 보내고 수신자는 변조된 신호를 다시 복조하여 본래의 디지털 데이터로 재생시키는 신호 변환 장치를 말한다.

■ PSTN 전화에 의한 음성 신호를 전달할 목적으로 설치된 통신망이다.



[그림 1-24] 모뎀의 기능

■ 진폭 편이 변조(ASK) 방식

진폭 편이 변조(ASK, Amplitude Shift Keying)는 신호의 세기(진폭)를 변경하여 전송하는 방식으로 두 개의 이진 값을 서로 다른 진폭의 신호로 변조한다. 따라서 진폭만 변화를 주기 때문에 주파수와 위상은 일정하게 유지된다. 그러나 잡음 특히 간섭에 민감하여 전송에 큰 영향을 주기 때문에 데이터 전송에는 비효율적이다.

■ 주파수 편이 변조(FSK) 방식

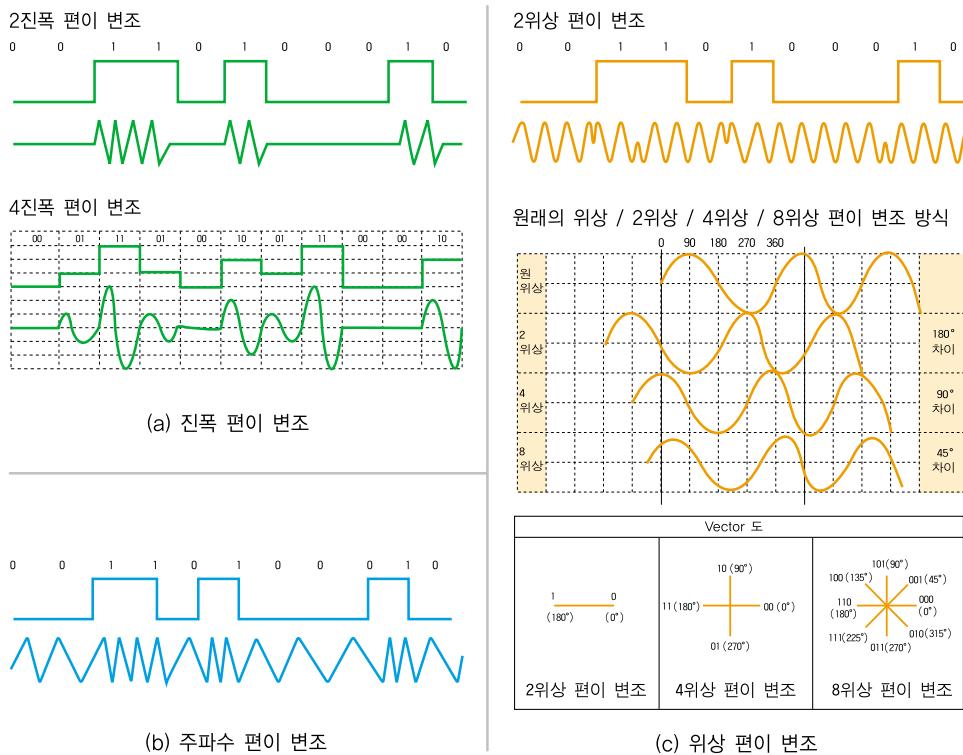
주파수 편이 변조(FSK, Frequency Shift Keying)는 두 개의 이진 값에 서로 다른 주파수를 적용하는 방식이다. 주파수를 변조하여 전송하는 방식이기 때문에 진폭과 위상은 그대로 유지된다. 잡음에 강하고 저속의 데이터 전송에 많이 이용하지만 대역폭 이내의 전송만 가능하기 때문에 대역폭의 제한이 발생한다.

■ 위상 편이 변조(PSK) 방식

위상 편이 변조(PSK, Phase Shift Keying)는 진폭과 주파수를 일정하게 유지하면서 신호의 위상을 변경하여 데이터를 전송하는 방법으로 세 가지 방법 중 가장 신뢰성이 높다. 위상 편이 변조에는 2개의 위상(180° , 1비트)을 이용하는 방법, 4개의 위상(90° , 2비트)을 이용하는 방법, 8개의 위상(45° , 3비트)을 이용하는 방법이 있다.

■ 진폭 위상 편이 변조 방식

진폭 위상 편이 변조는 진폭 편이 변조 방식과 위상 편이 변조 방식을 혼합한 방식이다. 고속으로 데이터를 전송할 수 있는 반면 변조 회로가 복잡하다는 단점이 있다.



[그림 1-25] 디지털 변조 방식의 종류

디지털 데이터의 디지털 부호화(디지털 데이터 \leftrightarrow 디지털 신호)

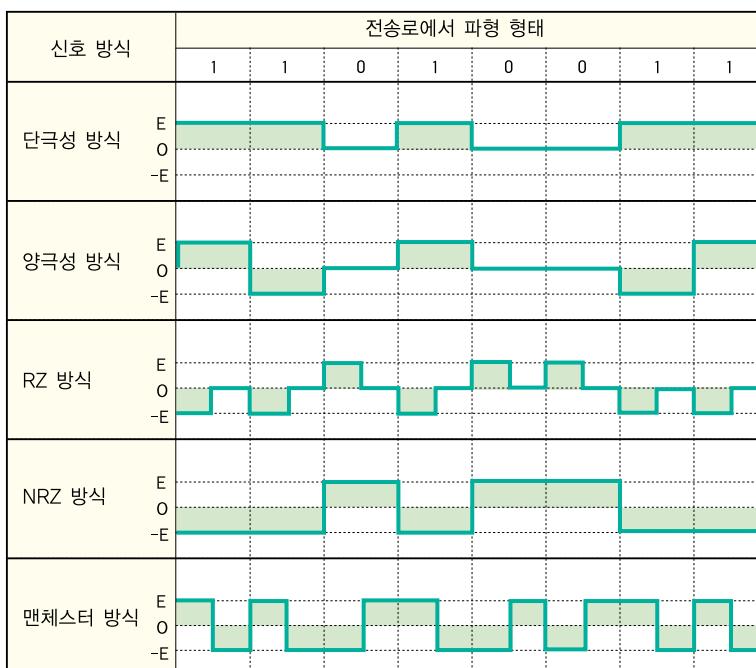
이진 값을 나타내는 두 개의 다른 전압을 사용하여 부호화하는 방식으로 컴퓨터에서 처리된 디지털 데이터를 다른 주파수 대역으로 변조하지 않고 직류 펄스 파형으로 그대로 전송한다. 공중 데이터 교환망(PSDN, Public Switched Data Network)에서 전송하는 방식으로 속도가 빠르고 전송 품질이 우수하지만 장거리 전송에는 부적합하다.

디지털 데이터에 대한 디지털 부호화를 위한 변환 장치인 DSU(Digital Service Unit)는 회선 종단 장치 중 하나로 송신측에서는 단극성 신호를 양극성 신호로 변환하여 전송하고 수신측에서는 반대의 과정을 거쳐 원래의 데이터를 복원한다.

DSU에서는 펄스 파형의 변조 없이 직류 전기 신호를 그대로 보내는 방식인 베이스 밴드(Base Band) 방식을 통해 전송한다. 베이스 밴드(Base Band) 방식에는 단극성, 양극성, RZ, NRZ, 맨체스터 방식 등이 있다.

[표 1-1] 디지털 부호화 방식

종류	설명
단극성(Unipolar) 방식	부호화할 때 동일한 부호의 전압으로 표현한다. 비트 신호 0은 0 전압으로, 비트 신호 1은 양이나 음 전압 중 하나로 표현한다.
양극성(Bipolar) 방식	비트 신호 0일 때에는 0 전압으로 표시하고, 비트 신호 1은 양과 음 전압으로 교차하여 표현한다.
RZ(Return to Zero) 방식	비트 신호 101 전송될 때는 시간 길이의 1/2 시간 동안 양이나 음의 전압을 유지하고 그 나머지 시간은 0 상태로 돌아오는 방식을 말한다.
NRZ(Non Return to Zero) 방식	비트 신호 0과 1의 값을 전압으로 표시한 후에 0 전압으로 돌아오지 않는 방식을 말한다.
맨체스터 부호화(Manchester Encoding) 방식	비트 신호 1일 때 low-high 신호로 부호화되고 비트 신호 0일 때 high에서 low로 부호화되어 표현된다. 항상 각 비트의 중간에서 전이(1→0, 0→1)가 발생한다.



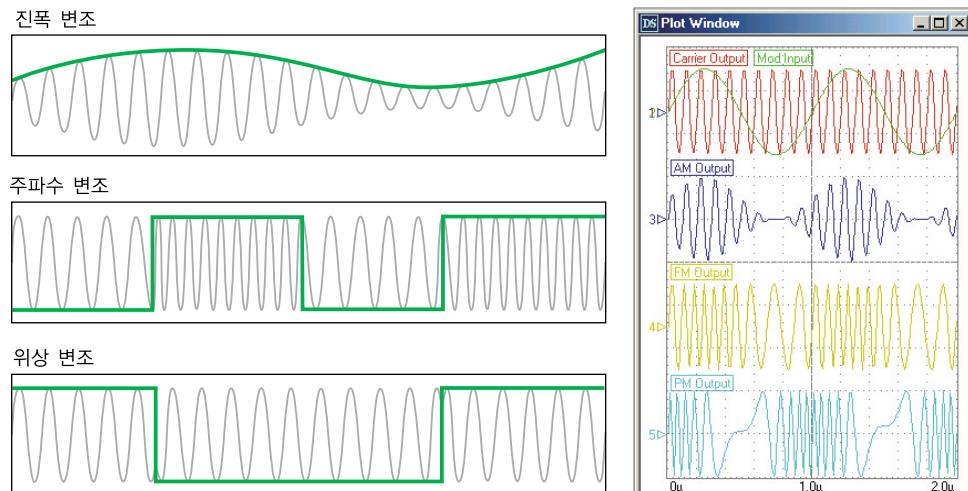
[그림 1-26] 디지털 부호화 방식

아날로그 데이터의 아날로그 부호화(아날로그 데이터 ↔ 아날로그 신호)

아날로그 데이터를 같은 대역폭을 갖는 아날로그 신호로 바꾸거나 다른 주파수대를 사용하는 새로운 아날로그 신호로 만들기 위하여 반송파를 변조한다. 전화기와 방송망 시스템에서 많이 이용한다.

[표 1-2] 아날로그 부호화 방식

종류	설명
진폭 변조 방식(AM, Amplitude Modulation)	아날로그 데이터를 아날로그 신호로 만들기 위해 데이터의 변조 파형에 따라 진폭을 변조한다.
주파수 변조 방식(FM, Frequency Modulation)	음성 신호가 나타내는 변조 파형에 따라 주파수를 변조한다.
위상 변조 방식(PM, Phase Modulation)	음성 신호가 나타내는 변조 파형에 따라 위상을 변조한다.



[그림 1-27] 진폭 변조 방식, 주파수 변조 방식, 위상 변조 방식

아날로그 데이터의 디지털 부호화(아날로그 데이터 ↔ 디지털 신호)

공중 통신망과 사설 교환기의 발전으로 전송과 교환을 디지털 방식으로 하게 됨에 따라 음성 데이터를 디지털 형태로 표현할 필요성이 생겨났다. 이렇게 아날로그 데이터를 디지털 신호로 상호 변환하는 장치가 코덱(CODEC, COder & DECoder)이다. 코덱은 펄스 코드 변조 방식(PCM, Pulse Code Modulation)을 통해 디지털 부호화를 수행한다.

■ 펄스 코드 변조(PCM, Pulse Code Modulation)

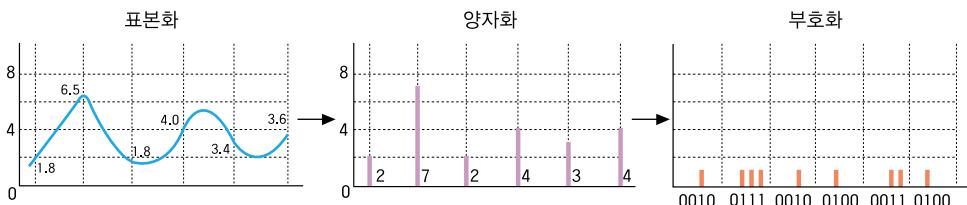
펄스 코드 변조 방식은 다음과 같은 과정을 거친다.

- **표본화(Sampling)** : 연속적인 아날로그 데이터에서 일정 시간마다 신호의 값을 추출하는 과정으로 샘플의 표본화 이론을 바탕으로 한다. 표본화에 의해 추출된 신호를 펄스

진폭 변조(PAM)라고 한다.

- **양자화(Quantization)** : 표본화된 신호 값을 미리 정한 불연속적인 유한 개의 값으로 표시하는 과정이다. 양자화를 수행한 파형은 원래 신호의 파형과 차이가 생기는데, 이를 '양자화 오차' 혹은 '양자화 잡음'이라고 한다.
- **부호화(Encoding)** : 양자화 과정을 통해 나온 결과 값은 정수이고 그 정수 값을 이진 값으로 변환하는 것이 부호화 과정이다.

▣ 사는의 표본화 이론 임의의 아날로그 데이터를 디지털 신호로 만들 때 아날로그 데이터의 최고 주파수보다 2배 이상의 속도로 균일한 시간 간격만큼 표본화하면 원래의 아날로그 데이터에 있는 모든 정보를 포함한다는 이론이다.



[그림 1-28] 펄스 코드 변조 과정

③ 아날로그 전송/디지털 전송

아날로그 전송은 아날로그 신호를 통신 회선을 이용해 전송하는 것이다. 이때 아날로그 신호는 아날로그 데이터일 수도 있고 모뎀 등을 통해 변조된 디지털 데이터일 수도 있다. 아날로그 전송은 거리에 따라 신호 세기가 감소하는 감쇠 현상이 발생하기 때문에 이를 복원하기 위해 증폭기(Amplifier)를 이용하여 신호를 증폭한다. 하지만 잡음도 같이 증폭되므로 왜곡 현상으로 인한 품질 저하를 초래한다. 또한 아날로그 전송에서는 다중화 방법으로 주파수 분할 다중화(FDM, Frequency Division Multiplexing)를 이용하기 때문에 누화 및 잡음에 민감하다. 대표적인 예로 공중 전화망(PSTN, Public Switched Telephone Network)이 있다.

▣ 다중화(Multiplexing) 복수 개의 데이터 터미널 장치(DTE)가 하나의 통신 회선에 연결되어 있는 형태로 DTE에서 발생하는 데이터들을 하나의 통신 회선에 싣기 위한 기술이다.

반면 디지털 전송이란 디지털 신호를 전송하는 것이다. 제한된 거리에서는 별도의 장비 없이 전송이 가능하고 장거리 통신에서는 리피터(Repeater)를 이용하여 에러를 줄일 수 있다. 리피터는 수신된 디지털 신호를 재생하여 새로운 디지털 신호로 재전송하기 때문에 아날로그 전송과는 달리 증폭에 따른 왜곡 현상을 막을 수 있다. 디지털 전송은 시분할 다중화(TDM, Time Division Multiplexing)를 사용



[그림 1-29] Wi-Fi 리피터(Repeater)

하므로 아날로그 전송보다 더 쉽고 저렴하게 전송할 수 있다. 대표적인 예로 공중 데이터망 (PSDN, Public Switched Data Network)이 있다.

[표 1-3] 아날로그 전송과 디지털 전송 비교

구분	FDM	TDM
할당	주파수 분할(대역폭 이용)	시 분할 (Time Slot 이용)
전송	아날로그 전송	아날로그를 디지털로 변환하여 전송
효율	비효율적	효율적
특징	가드 밴드(Guard Band) 필요	동기식, 비동기식으로 분류

■ **가드 밴드** 주파수 분할 다중화 방법에서 주파수를 분할한 채널 간의 상호 간섭을 막기 위해 설정하는 대역폭을 말한다.

디지털 전송의 장점은 다음과 같다.

- 초고밀도 집적 회로(VLSI) 등의 발전으로 디지털 회로의 크기는 작아지고 가격도 점점 낮아지고 있다.
- 아날로그 증폭기와 달리 리피터는 잡음과 다른 신호 장애를 누적시키지 않아서 더 낮은 품질의 회선을 사용하거나 데이터를 더 멀리까지 전송하더라도 데이터의 충실성 (Fidelity)이 유지된다.
- 암호화 기술을 적용하기 쉽다.
- 음성, 영상, 데이터 등 모든 형태의 정보를 통합하여 수용하는 것이 가능하다.

아날로그 전송이든 디지털 전송이든 전송할 때에는 전송 에러가 발생할 수 있다. 전송 에러란 전송하는 과정에서 발생하는 오류를 말하며, 이러한 오류들은 전송의 품질을 저하시키는 원인 이 된다.

■ 감쇠(Attenuation) 현상

감쇠 현상은 데이터의 전기적 전송 신호가 전송 매체를 통과할 때 흡수되거나 산란되면서 신호의 세기가 감소하는 현상이다. 일반적으로 낮은 주파수보다 높은 주파수에서 감쇠가 더 많이 발생하며 전송 거리가 멀수록 왜곡이 더욱 심하다. 감쇠에 의한 왜곡 현상은 어떤 주파수 범위 내에 에너지가 집중되는 디지털 신호보다 아날로그 신호에서 더 큰 문제가 된다. 감쇠 문제는 일정 거리마다 중계기(증폭기나 리피터)를 설치하여 신호를 증폭 혹은 복원함으로써 해결할 수 있다.

■ 왜곡(Distortion)

왜곡은 신호가 전송되면서 찌그러지는 현상이다. 왜곡에는 감쇠 왜곡, 지연 왜곡, 상호 변조 왜곡 등이 있다.

- **감쇠 왜곡(Attenuation distortion)** : 전송로 상에서 감쇠로 인해 발생되는 왜곡으로 특히 아날로그 데이터 전송에서 많이 발생한다.
- **지연 왜곡(Delay Distortion)** : 주파수에 따른 서로 다른 전송 지연 때문에 원래의 신호가 다른 형태로 일그러지는 현상을 말한다.
- **상호 변조 왜곡(Intermodulation distortion)** : 전송로에 2개 이상의 신호가 입력되는 경우 주파수끼리 상호 간섭 작용으로 입력 주파수와는 다른 주파수가 발생되는 현상이다.

■ 잡음(Noise)

잡음은 통신 시스템에서 전송 신호에 부가되는 불필요한 신호이다. 이것은 통신 시스템의 성능을 결정하는 주요 요소가 된다.

- **열잡음(Thermal Noise)** : 시스템이나 전송 매체의 저항에 의한 열에너지의 영향 때문에 발생하는 잡음으로 모든 전기 장치나 전송 매체에서 발생하기 때문에 완벽하게 제거할 수는 없다.
- **누화(Crosstalk)** : 인접 전송로의 상호 간섭에 의해 발생되어 통신의 품질을 저하시키는 요인을 말한다.
- **충격성 잡음(Impulse Noise)** : 짧은 시간 동안 평균치보다 큰 세기로 발생하는 잡음으로 비연속적이고 불규칙적인 진폭 특성을 가지고 있다. 전송로의 전기적 충격에 의해 발생하며 디지털 데이터 전송에서 주요한 에러 발생 요인이 된다.

■ 간섭(Interference)

간섭은 어떤 통신 회선의 정보 전달을 방해하는 에너지로, 혼신을 야기하는 잡음 또는 외부 신호를 의미한다. 간섭의 원인을 보면 전기 장치에서 발생하는 전자파 신호나 고주파 이용 설비에서 전달된 에너지 때문인 경우도 있고, 무선 통신에서 수신을 목적으로 하지 않는 불요 전파의 혼입 때문인 경우도 있다.

3 전송 매체

전송 매체란 통신을 수행하는 송신기과 수신기 사이에서 실제적으로 정보를 전송하는 물리적인 통로를 말한다. 전송 매체는 크게 Hardwire 또는 Guided 전송 매체라고 불리는 유선 매체와 Softwire 또는 Unguided 전송 매체라고 불리는 무선 매체로 나뉜다. 이 절에서는 전송 매체의 정의와 종류, 각 전송 매체의 특징을 살펴본다.

① 유선 매체

유도 매체라고도 하는 유선 매체는 우리 주변에서 가장 많이 사용하는 매체이다. 물리적인 특성에 따라 트위스티드 페어(TP, Twisted Pair), 동축 케이블(Coaxial Cable), 광케이블(Optical Fiber) 등으로 분류할 수 있다.

트위스티드 페어

트위스티드 페어(TP, Twisted Pair)는 두 개의 절연된 도선이 서로 꼬인 선으로, 보통 꼬임선 또는 와선이라고 한다.

물리적 구조를 보면 트위스티드 페어는 외부 선로와의 전파 간섭을 줄이기 위해 두 선이 일정한 간격으로 꼬여 있고 플라스틱 케이블로 피복되어 있다. 두 가닥의 도선이 평행 상태에서 전기가 통할 경우 전자기적 간섭에 의해 잡음이 발생하지만 두 선이 직각으로 놓이게 되면 간섭에 대한 영향을 받지 않는다는 물리적 사실에 근거해 만든 매체로, 될 수 있는 한 규칙적으로 두 선을 꼬아서 직교 상태로 만든다.

현재 가장 보편적으로 사용되는 케이블로 전화국에서 가입자를 연결하는 전화 선로나 건물 내의 통신 선로로 사용된다. 디지털 신호와 아날로그 신호를 둘 다 전송하며 단거리용으로 적합

저자 한마디

전송 매체의 선택

일반 사용자는 데이터를 전송하고자 할 때 어떤 전송 매체를 사용할 것인지 고려할 필요 없이 이용하는 서비스에 구성된 전송 매체를 사용하면 된다. 그러나 통신망을 새로 구축하거나 새로운 서비스를 실시하려는 정보통신 제공자 입장에서는 전송 매체 선정 시 주로 사용되는 데이터의 형태나 특성, 경제성 등을 고려해야 한다.

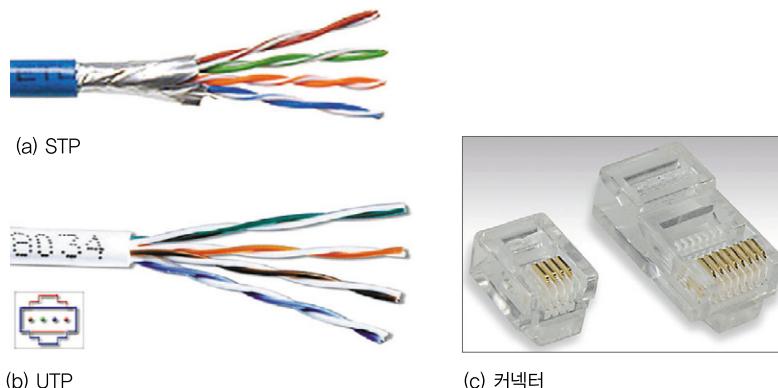
하여 전화 시스템의 근간을 형성하였다. 또한 건물 내의 근거리망을 구성할 때 적은 비용으로 사용할 수 있다.

[표 1-4] 트위스티드 페어의 장·단점

장점	<ul style="list-style-type: none"> 가격이 저렴하고 설치가 간편하다. 비교적 안정성이 좋다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> 일반적으로 짧은 거리, 좁은 대역폭, 낮은 전송률을 갖는다. 높은 비율의 감쇠 현상이 존재한다. 신호 잡음에 민감하고 태핑(Tapping)에 약하다.

▣ **태핑(Tapping)** 부정한 목적으로 회선을 연결하여 통신 내용을 도청하는 것을 뜻한다.

트위스티드 페어는 외부의 전자계 영향을 차단하기 위해 얇은 금속막으로 둘러싸는데, 이 금 속막의 유무에 따라 STP와 UTP로 나눈다.



[그림 1-30] 트위스티드 페어(STP, UTP)와 커넥터

■ 차폐 트위스티드 페어(STP, Shielded Twisted Pair)

얇은 금속막으로 차폐 처리가 되어 있어 UTP보다 잡음이 적고 품질이 우수하다. 하지만 가격이 비싸고 다루기 어렵다는 단점이 있다.

■ 비차폐 트위스티드 페어(UTP, Unshielded Twisted Pair)

통신 매체 중 가장 많이 사용되는 유형으로 8개의 구리선으로 이루어져 있고 각각 2개씩 절연된 도선이 꼬여 있는 형태이기 때문에 꼬임 쌍선이라고도 한다. 아날로그 전송과 디지털 전송에 모두 사용되며, 주로 이더넷 랜에 많이 사용된다. 현재 가정에서나 직장에서 인터넷과 연결된 모뎀과 컴퓨터 간에 가장 쉽게 볼 수 있는 케이블이다. 보안 수준은 보통이며 설치와 유지, 보수가 쉽고 비용이 저렴하지만 전자파 간섭이 심하다. 미국 전자산업협회(EIA)는 품질에 따른 UTP 케이블의 등급을 규정하는 표준을 마련하였다. UTP 케이블 등급은 [표 1-5]와 같다.

[표 1-5] UTP 케이블 등급

구분	내용
카테고리 1(Category 1)	전화 시스템 및 저속 데이터 통신에 적합하다.
카테고리 2(Category 2)	4Mbps 속도를 지원하며 디지털 데이터 전송과 음성에 적합하다.
카테고리 3(Category 3)	16Mbps 속도를 지원하는 데이터 전송에 적합하다.
카테고리 4(Category 4)	20Mbps 속도를 지원하는 데이터 전송에 적합하다.
카테고리 5(Category 5)	100Mbps 속도를 지원하는 데이터 전송에 적합하다.
카테고리 6(Category 6)	1Gbps 속도를 지원하며 고속의 데이터 전송에 적합하다.

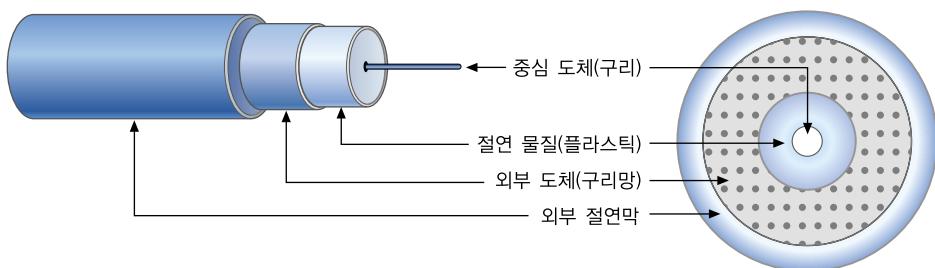
[표 1-6] STP와 UTP 비교

구분	STP	UTP(Category 5 기준)
금속막	있음	없음
속도	최대 155Mbps	최대 100Mbps
길이	100m	100m
간섭	영향 없음	영향 있음
설치	어려움	쉬움
비용	많음	적음

동축 케이블

동축 케이블(Coxial Cable)은 디지털 신호와 아날로그 신호를 둘 다 전송할 수 있으며, 내부의 단일 전선과 그를 감싸는 원통형의 외부 도체로 구성되어 있는 케이블이다.

내부 도체는 단일선 형태이고 균일 간격으로 존재하는 절연체 링이나 혹은 고체 유전체로 감싸여 고정된다. 외부 도체는 매끈한 원통형이나 철망형의 형태이며 표피나 보호막으로 감싸여 있다. 전송 신호는 내부 도선을 따라 흐르며, 외부 도선은 외부의 전파 간섭을 차단하는 역할을 한다. 따라서 외부 전파에 의한 간섭 현상이 적다. 대부분의 동축 케이블의 지름은 0.4~1inch 정도이다.



[그림 1-31] 동축 케이블

동축 케이블은 용도가 가장 다양한 전송 매체로 컴퓨터 통신 시스템 간의 연결(short-run system link)이나 근거리 통신망(Local Area Network), 장거리 전화망(long-distance telephone), 유선 방송(CATV) 등에 많이 사용되는 전송 매체이다. 트위스티드 페어에 비해 우수한 주파수 특성을 갖고 있기 때문에 대역폭이 넓고 전력 손실이 적어 고속 데이터 전송이 가능하다.

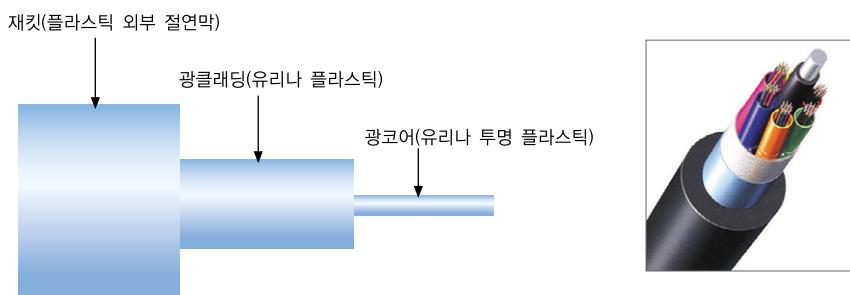
[표 1-7] 동축 케이블의 장·단점

장점	<ul style="list-style-type: none"> 외부 간섭을 덜 받으며 전력 손실이 적어 고속 통신회선에 많이 이용된다. 설치가 쉽고 트위스티드 페어에 비해 큰 대역폭을 가지며 최대 전송 속도가 빠르다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> 카테고리 3의 UTP보다 비싸다. 설치 기술에 따라 관리, 재구성이 어렵다. 광케이블에 비해 높은 감쇠를 보인다. 경우에 따라 전자기적 간섭과 도청에 민감하다.

광케이블

광케이블(Optical Fiber)은 전기적 신호를 광원에 의해 광 신호로 변화시킨 후 이를 유리 도체 내로 반사시키는 빛의 전반사 특성을 이용하여 데이터를 전송하는 케이블이다.

매우 가늘고(2~125mm) 구부릴 수 있는 석영(유리섬유)을 케이블 안에 여러 가닥 넣어 빛이 투과할 수 있게 하였다. 광케이블은 중앙에 전송로 역할을 하는 유리 혹은 플라스틱으로 만든 코어(Core)가 있고 그 바깥에 클래딩(cladding)이라고 하는 반사막이 있으며, 그 바깥을 재킷(Jacket)이라는 보호 피복이 감싸고 있다. 코어는 클래딩에 비해 굴절률이 높은 것이 일반적이며, 재킷은 습기, 마모, 기타 위험으로부터 케이블을 보호하기 위해 플라스틱을 주로 이용한다.



[그림 1-32] 광케이블

광케이블은 전달되는 신호가 빛이므로 단연 속도가 뛰어나고 전송 손실이 매우 낮다. 또한 전자파나 라디오파의 유도 장애를 받지 않기 때문에 기존의 전력선과 함께 설치가 가능하다. 트위스티드 페어나 동축 케이블에 비해 높은 주파수를 사용하고 잡음에 강하기 때문에 전송 대

역폭이 넓어 장거리 전송이나 근거리 통신 등의 다양한 분야에 사용되고 있다. 그래서 보통 100MHz 이상의 대역폭을 갖는 네트워크나 대도시 네트워크의 백본으로 많이 사용된다. 기존의 전송 매체에 비해 가볍고 작으며 비전도성을 띤다. 하지만 광섬유를 전송 매체로 사용하는 경우에는 전기와 광 신호 사이에 고가의 변환 장치가 필요하며 설치가 까다롭다.

[표 1-8] 광케이블의 장·단점

장점	<ul style="list-style-type: none"> 높은 대역폭을 지원하고 신호의 보안성이 우수하다. 절연성이 좋아서 전자 유도의 영향을 받지 않기 때문에 누화 방지가 가능하다. 신호 감쇠 현상이 적고 넓은 범위에 적용된다. 외부의 간섭이나 도청에 강하다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> 구축비가 많이 듦다. 설치가 복잡하고 분기를 하거나 접속을 할 때 쉽지 않다.

2 무선 매체

무선 통신이란 눈에 보이는 전송로를 이용하여 정보를 송·수신하는 유선 통신과는 달리 대기 혹은 진공 상태를 통과하는 전파를 이용하여 정보를 전달하는 통신을 말한다.

1888년 독일의 하인리히 루돌프 헤르츠(Heinrich Rudolf Hertz)가 증명한 전파는 물질적인 매개체 없이 자유 공간(대기, 우주 공간 등)을 통해 전달되는 3kHz~3,000GHz 주파수를 띤 전자파를 의미한다. 현재 사용하는 주파수의 범위는 국제전기통신연합ITU)이 정하였다. 하지만 전파가 점유하는 주파수 범위는 매우 넓고 주파수에 따라 파장이나 전파되는 특성이 다르기 때문에 현재 국제전기통신연합ITU)과 전파법에 의해 관리되고 있는 것은 일부분에 불과하다.

▣ **안테나** 전파를 공기라는 매체를 향해 방사하고(송신) 공기 중에 있는 전파를 받는(수신) 도체를 의미한다.

무선 매체는 보통 전송 주파수 대역에 따라 나누고 상황에 따라 파형 대역을 기준으로 나눌 수 있다. 이렇게 구분하는 이유는 응용 프로그램에 따라 적절한 대역을 사용해야 하기 때문이다. 사용할 수 있는 무선 대역은 한정되어 있으므로 다음과 같이 구분하여 대역들의 사용을 통제한다.



[그림 1-33] 헤르츠의 실험 장치

[표 1-9] 무선 주파수 대역에 따른 범위와 용도

파형	대역	주파수 범위	주요 용도
장파	VLF(Very Low Frequency) LF(Low Frequency)	3~30KHz 30~300KHz	항해
중파	MF(Medium Frequency)	300~3000KHz	AM 라디오 방송
단파	HF(High Frequency)	3~30MHz	단파 라디오, CB 라디오
초단파	VHF(Very High Frequency)	30~300MHz	VHF TV, FM 라디오
극초단파	UHF(Ultra High Frequency) SHF(Super High Frequency) EHF(Extreme High Frequency)	300~3000MHz 3~30GHz 30~3000GHz	UHF TV, 지상 마이크로파, 위성 마이크로파, 실험적 단거리 P-to-P

전파의 용도 차원에서 보면 현재 우리가 사용하는 전파는 라디오파, 지상 마이크로파, 위성 마이크로파이다. 라디오파나 마이크로파 등의 전파도 전송 영역이 겹치면 간섭이 발생할 수 있기 때문에 유선 매체처럼 일정한 규칙에 의해 질서를 유지하면서 엄격히 조정되는 유한한 차원이다.

라디오파

라디오파(radio wave)는 방향성이 없는 무선파(AM, FM, VHF, UHF)를 이용하기 때문에 마이크로파처럼 꼭 접시형(파라볼라) 안테나를 사용할 필요가 없다. 라디오파에서 사용하는 주파수 범위는 30MHz~1GHz이고 안테나 내부에 있는 전자를 가속시켜 전파를 발생한다. 진공, 대기 및 금속을 제외한 어떤 고체도 통과할 수 있기 때문에 무선 패킷 시스템에 주로 이용한다.

지상 마이크로파

지상 마이크로파(Terrestrial Microwave)는 접시형(파라볼라) 안테나를 이용하는데, 유선 전송 매체 설치가 곤란한 지역(예 습지대, 사막)에 유용하며 주로 장거리 통신 서비스용으로 쓰인다.



[그림 1-34] 파라볼라 안테나

지상 마이크로파로 장거리 전송을 할 때에는 수Km마다 중계소가 필요하다. 비교적 빌딩 사이의 거리가 짧은 지점을 연결할 때 사용되며 CCTV나 LAN을 서로 연결하기 위한 용도로도 사용된다. 마이크로파의 대역폭은 대략 2~40GHz 정도이다.

지상 마이크로파는 직진성이 강하기 때문에 장거리 통신을 위한 TV나 음성 전송용 동축 케이블 대용으로 사용된다. 장애물을 없애기 위해 높은 지역에 안테나를 설치하고 접시형 안테나는 10피트 내외의 크기를 사용한다.

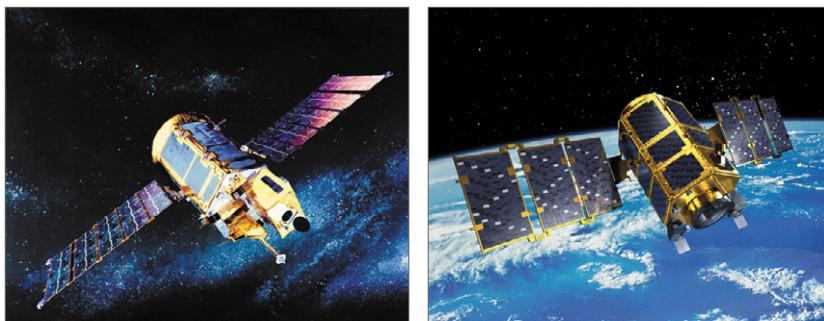
[표 1-10] 지상 마이크로파의 장·단점

장점	<ul style="list-style-type: none">동축 케이블에 비해 리피터나 증폭기가 적게 필요하다.장거리 전송을 위해 마이크로파 중계탑이 필요하다.
단점	<ul style="list-style-type: none">가시거리 내에서만 전송 가능하다.높은 구조물이나 기상 조건에 영향을 받는다.

위성 마이크로파

위성 마이크로파(Satellite Microwave)는 통신 위성이 통신의 중계 역할을 하여 지상에 위치한 두 개 이상의 송·수신국을 연결하기 위해 사용되는 주파수를 말한다.

위성 통신 시스템에서 통신 위성은 임의의 주파수 대역을 수신(Uplink)하여 이를 다른 주파수로 송신(Downlink)하는 역할을 담당한다. 통신 위성의 하나인 정지 궤도(Geostationary Earth Orbit) 위성은 지상 35,860Km 상공에서 시간당 10,000Km의 속도로 지구 궤도를 돌면서 지상의 지구국들과 교신한다.



[그림 1-35] 우리 나라의 아리랑 1호 위성(왼쪽)과 아리랑 2호 위성(오른쪽)

궤도 위성은 여러 주파수 대역을 사용하는데 이러한 주파수 대역을 트랜스폰더(Transponder) 채널이라고 한다. 보통 임계 주파수 이상으로서 감쇠가 적은 1~10GHz대의 주파수를 사용한다.

트랜스폰더(Transponder) 위성에 탑재되는 위성 중계기를 지칭하는 용어로 지구국으로부터 전파를 수신한 후 주파수를 바꾸어 지구국에 재송신하는 주파수 변환 장치를 말한다.

[표 1-11] 위성 통신의 장·단점

장점	<ul style="list-style-type: none"> 넓은 지역을 중계할 수 있는 광역성이 있으며 광대역 통신이 가능하다. 지구국을 이동시켜 자유롭고 신속한 회선 구성이 가능하다. 광대역 주파수의 동시 전송이 가능하고 대용량, 고품질의 정보 전송이 가능하다. 지상 재해에 강하여 신뢰성과 내구성을 추구할 수 있다. 지상 무선 통신보다 에러율이 현저히 감소된다. 통신 거리에 관계없이 비용이 일정하다. (유선 매체의 경우 거리에 비례)
단점	<ul style="list-style-type: none"> 태양열에 의한 잡음 문제가 발생한다. 동시성으로 인해 데이터의 보안성이 떨어질 수 있다. 유지 보수에 어려움이 있다. 가까운 거리에서 전송할 경우에도 장거리 통신 방식으로 동작하므로 전파 지연 (Propagation Delay)이 발생한다.

위성을 이용한 서비스에는 다음과 같은 것들이 있다.

■ 고정 위성 서비스(FSS, Fixed Satellite Service)

하나 이상의 위성을 이용하여 지구 표면의 고정된 지점 간의 통신 서비스를 제공하는 것으로 대부분의 위성 통신 사업자가 제공하는 서비스이다.

■ 이동 위성 서비스(MSS, Mobile Satellite Service)

고정 지구국과 이동체 간 또는 이동체와 이동체 간의 신호 교환에 위성을 이용하는 통신 서비스로서 기존의 지상 위성 통신에 비하여 광범위한 통신 영역, 짧은 접속 시간, 기존 통신망과의 용이한 접속, 거리에 무관한 통신 비용 등의 이점이 있다.

■ 직접 위성 서비스(DBS, Direct Broadcast Satellite)

위성을 이용하여 각 가정의 TV 프로그램을 직접 방송하는 서비스로서 최근에 디지털 전송 기술과 압축 기술의 발달로 기존의 아날로그 방식보다 훨씬 많은 채널과 높은 해상도를 제공할 수 있는 디지털 방식이 도입되었다.



요약

1 통신(Communication)

송신자와 수신자가 전송 매체인 통신로를 이용하여 상호 간에 데이터(정보)를 주고받는 행위를 말한다.

2 데이터와 정보

- ① 데이터(Data) : 현실 세계에서 관찰이나 조사를 통해 수집, 생산되는 사실(Facts)이나 측정값(Values)이다.
- ② 정보(Information) : 현실 세계에서 발생한 여러 데이터를 가공·처리하여 만든 것으로, 약속이나 관습에 따라 의미를 부여한 것이다.

3 데이터 통신(Data Communication)

데이터 전송(Data Transmission) 기술과 데이터 처리(Data Processing) 기술을 결합한 통신 기술을 뜻한다.

4 정보 통신(Information Communication)

데이터 통신보다 발전한 개념으로, 2진 데이터뿐 아니라 음성, 화상, 영상, 멀티미디어 등을 종합적으로 서비스하는 통신을 말한다.

5 데이터 통신 시스템

크게 정보를 처리하고 가공, 저장하는 기능을 담당하는 데이터 처리계와 데이터의 전송을 담당하는 데이터 전송계로 나뉜다.

6 아날로그 데이터와 디지털 데이터

- ① 아날로그 데이터(Analog Data) : 주어진 구간에서 연속적인 값을 가지는 데이터로, 전기나 전류처럼 시간에 따라 연속적으로 변화하는 물리량을 그대로 표현하는 방법이다.
- ② 디지털 데이터(Digital Data) : 이산 값(discrete value)을 가지는 데이터로, 아날로그 데이터를 임의의 시간에 대한 물리량으로 정수화하여 나타내는 것이다.

7 디지털 데이터의 아날로그 부호화(디지털 데이터 ↔ 아날로그 신호)

모뎀(MODEM, MODulator & DEModulator)에서 이루어지며 진폭 편이 변조(ASK) 방식, 주파수 편이 변조(FSK) 방식, 위상 편이 변조(PSK) 방식, 진폭 위상 편이 변조 방식이 있다.



8 디지털 데이터의 디지털 부호화(디지털 데이터 ↔ 디지털 신호)

DSU(Digital Service Unit)에서 이루어지며 단극성(Unipolar) 방식, 양극성(Bipolar) 방식, RZ(Return to Zero) 방식, NRZ(Non Return to Zero) 방식, 맨체스터 부호화(Manchester Encoding) 방식 등이 있다.

9 아날로그 데이터의 아날로그 부호화(아날로그 데이터 ↔ 아날로그 신호)

전화기에서 이루어지며 진폭 변조 방식(AM, Amplitude Modulation), 주파수 변조 방식(FM, Frequency Modulation), 위상 변조 방식(PM, Phase Modulation) 등이 있다.

10 아날로그 데이터의 디지털 부호화(아날로그 데이터 ↔ 디지털 신호)

코덱(CODEC, COder & DECoder)에서 이루어지며 펄스 코드 변조(PCM, Pulse Code Modulation)를 이용한다.

11 다중화(Multiplexing)

복수 개의 데이터 터미널 장치(DTE)가 하나의 통신 회선에 연결되어 있는 형태로 DTE에서 발생하는 데이터들을 하나의 통신 회선에 실기 위한 기술이다.

12 전송 에러

전송하는 과정에서 발생하는 오류를 말하며, 이러한 오류들은 전송의 품질을 저하시키는 원인이 된다. 감쇠(Attenuation) 현상, 왜곡(Distortion), 잡음(Noise), 간섭(Interference) 등이 있다.

13 전송 매체

통신을 수행하는 송신기와 수신기 사이에서 실제적으로 정보를 전송하는 물리적인 통로를 말한다.

14 유선 매체

우리 주변에서 가장 많이 사용하는 매체로, 물리적인 특성에 따라 트위스티드 페어(TP, Twisted Pair), 동축 케이블(Coaxial Cable), 광케이블(Optical Fiber) 등으로 분류할 수 있다.

15 무선 통신

눈에 보이는 전송로를 이용하여 정보를 송·수신하는 유선 통신과는 달리 대기 혹은 전공 상태를 통과하는 전파를 이용하여 정보를 전달하는 통신이다. 무선 통신에는 라디오파, 지상 마이크로파, 위성 마이크로파가 있다.



★ 연습문제

- 1** 송신자와 수신자가 전송 매체인 통신로를 이용하여 상호 간에 데이터(정보)를 주고받는 행위이며, 라틴 어의 ‘공유하다’라는 의미를 가진 단어에서 파생된 용어는 무엇인가?
- 2** 데이터(Data)와 정보(Information)의 차이점을 기술하시오.
- 3** 정보 통신(Information Communication)의 개념을 정의하시오.
- 4** 데이터 통신의 3대 목표가 아닌 것을 모두 고르시오.
 ① 정확성 ② 효율성 ③ 지속성 ④ 보안성 ⑤ 대량성
- 5** 다음은 정보 통신 시스템 장치들이다. 각 장치에 대해 설명하시오.
 - (1) 데이터 단말 장치(DTE)
 - (2) 신호 변환 장치(DCE)
 - (3) 통신 제어 장치(CCU)
- 6** 아날로그 데이터와 디지털 데이터를 비교하여 설명하시오.
- 7** 다음은 4가지 형태의 부호화를 나타낸다. 각 부호화에 필요한 장치와 그 장치에서 이루어지고 있는 부호화의 방식을 기술하시오.
 - (1) 디지털 데이터의 아날로그 부호화 (디지털 데이터 ↔ 아날로그 신호)
 - (2) 디지털 데이터의 디지털 부호화 (디지털 데이터 ↔ 디지털 신호)
 - (3) 아날로그 데이터의 아날로그 부호화 (아날로그 데이터 ↔ 아날로그 신호)
 - (4) 아날로그 데이터의 디지털 부호화 (아날로그 데이터 ↔ 디지털 신호)
- 8** 펄스 코드 변조(PCM, Pulse Code Modulation)의 변조 과정이 올바른 것을 고르시오.
 - ① 표본화 – 양자화 – 부호화
 - ② 양자화 – 표본화 – 부호화
 - ③ 양자화 – 부호화 – 표본화
 - ④ 부호화 – 양자화 – 표본화
 - ⑤ 표본화 – 부호화 – 양자화
- 9** 다중화(Multiplexing)의 개념을 설명하고 다중화에는 어떤 방법들이 있는지 기술하시오.



10 다음은 전송 에리에 대한 설명이다. 맞지 않는 것을 고르시오.

- ① 지연은 주파수에 따른 서로 다른 전송 지연 때문에 원래의 신호가 다른 형태로 일그러지는 현상을 말한다.
- ② 누화는 인접 전송로의 상호 간섭에 의해 발생되어 통신의 품질을 저하시키는 요인을 말한다.
- ③ 간섭은 어떤 통신 회선의 정보 전달을 방해하는 에너지로, 혼선을 야기하는 잡음 또는 외부 신호를 의미한다.
- ④ 열잡음은 시스템이나 전송 매체의 저항에 의한 열에너지의 영향 때문에 발생하는 잡음으로 모든 전기 장치나 전송 매체에서 발생하기 때문에 완벽하게 제거할 수는 없다.
- ⑤ 감쇠는 전송로 상에서 감쇠로 인해 발생되는 왜곡으로 특히 디지털 데이터 전송에서 많이 발생한다.

11 유선 전송 매체의 종류를 기술하시오.

12 광케이블의 장점이라고 볼 수 없는 것을 모두 고르시오.

- ① 높은 대역폭을 지원하고 신호의 보안성이 우수하다.
- ② 가격이 저렴하고 설치가 간편하다.
- ③ 일반적으로 짧은 거리, 좁은 대역폭, 낮은 전송률을 갖는다.
- ④ 절연성이 좋아서 전자 유도의 영향을 받지 않기 때문에 누화 방지가 가능하다.
- ⑤ 신호 감쇠 현상이 적고 넓은 범위에 적용된다.

13 다음은 지상 마이크로파에 대한 설명이다. 맞지 않는 것을 모두 고르시오.

- ① 동축 케이블에 비해 리피터나 증폭기가 많이 필요하다.
- ② 가시거리 밖에서도 전송이 가능하다.
- ③ 장거리 전송을 위해 마이크로파 중계탑이 필요하다.
- ④ 높은 구조물이나 기상 조건에 영향을 받는다.