

# Library Technologies\_I:

*Computer, Internet, Database, Networking*

DATA COMMUNICATION AND COMPUTER  
NETWORK

[www.tutorialspoint.com](http://www.tutorialspoint.com)– 2015

## Contents

### 1. OVERVIEW

Classification of Computer Networks

Geographical Span

Inter-Connectivity

Administration

Network Architecture

Network Applications

### 2. TYPES OF COMPUTER NETWORKS

Personal Area Network

Local Area Network

Metropolitan Area Network

Wide Area Network

Internetwork

### 3. NETWORK LAN TECHNOLOGIES

Ethernet

Fast-Ethernet

Giga-Ethernet

Virtual LAN

### 4. COMPUTER NETWORK TOPOLOGIES

Point-to-Point

Bus Topology  
Star Topology  
Ring Topology  
Mesh Topology  
Tree Topology  
Daisy Chain  
Hybrid Topology

## **5. COMPUTER NETWORK MODEL**

Layered Tasks  
OSI Model  
Internet Model

## **6. COMPUTER NETWORK SECURITY**

Secret Key Encryption  
Public Key Encryption  
Message Digest

## **7. PHYSICAL LAYER INTRODUCTION**

Signals

Transmission Impairment

Transmission Media

Channel Capacity

Multiplexing

Switching

## **8. DIGITAL TRANSMISSION**

Digital-to-Digital Conversion

Line Coding

Unipolar Encoding

Polar Encoding

Bipolar Encoding

Block Coding

Analog-to-Digital Conversion

Sampling

Quantization

Encoding

Transmission Modes

## **9. ANALOG TRANSMISSION**

Digital-to-Analog Conversion

Analog-to-Analog Conversion

## **10. TRANSMISSION MEDIA**

Magnetic Media

Twisted Pair Cable

Coaxial Cable

Power Lines

Fiber Optics

## **11. WIRELESS TRANSMISSION**

Radio Transmission

Microwave Transmission

Infrared Transmission

Light Transmission

## **12. MULTIPLEXING**

Frequency Division Multiplexing

Time Division Multiplexing

Wavelength Division Multiplexing

Code Division Multiplexing

## **13. SWITCHING**

Circuit Switching

Message Switching

Packet Switching

## 14. DATA LINK LAYER INTRODUCTION

Functionality of Data-link Layer

## 15. ERROR DETECTION AND CORRECTION

Types of Errors

Error Detection

Error Correction

## 16. DATA LINK CONTROL AND PROTOCOLS

Flow Control

Error Control

## 17. NETWORK LAYER INTRODUCTION

Layer-3 Functionalities

Network Layer Features

## 18. NETWORK ADDRESSING

## **19. NETWORK ROUTING**

Unicast routing

Broadcast routing

Multicast Routing

Anycast Routing

Unicast Routing Protocols

Multicast Routing Protocols

Routing Algorithms

## **20. INTERNETWORKING**

Tunneling

Packet Fragmentation

## **21. NETWORK LAYER PROTOCOLS**

Address Resolution Protocol (ARP)

Internet Control Message Protocol (ICMP)

Internet Protocol Version 4 (IPv4)

Internet Protocol Version 6 (IPv6)

## **22. TRANSPORT LAYER INTRODUCTION**

Functions

End-to-End Communication

## 23. TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL

Features

Header

Addressing

Connection Management

Bandwidth Management

Error Control and Flow Control

Multiplexing

Congestion Control

Timer Management

Crash Recovery

## 24. USER DATAGRAM PROTOCOL

Requirement of UDP

Features

UDP Header

UDP application

## 25. APPLICATION LAYER INTRODUCTION

## 26. CLIENT-SERVER MODEL

Communication



## 27. APPLICATION

### PROTOCOLS

Domain Name System

Simple Mail Transfer Protocol

File Transfer Protocol

Post Office Protocol (POP)

Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)

## 28. NETWORK SERVICES

Directory Services

File Services

Communication Services

Application Services

## 1. OVERVIEW

서로 연결된 컴퓨터들과 프린터와 같은 주변기기의 시스템을 컴퓨터 네트워크라고 부른다. 컴퓨터들간의 이러한 상호연결을 통하여 컴퓨터들은 정보공유를 원활하게 한다. 컴퓨터들은 무선이나 유선 매체에 의하여 서로 연결될 수 있다.

### Classification of Computer Networks

컴넷은 여러 가지 요소를 근거로 분류될 수 있으며, 그 요소들은 다음과 같다:

- . Geographical span 지리적 범위
- . Inter-connectivity 상호 연결성
- . Administration 운영
- . Architecture 구조

### >Geographical Span

지리적으로 넷은 다음과 같은 범주들 중의 하나라고 여겨질 수 있다;

- . 책상위에서 블루투스 사용기기들 간에 이루어지는 2-3 미터의 범위
- . 모든 층을 연결하기 위하여 위한 중계기기의 경우에는 건물 전체.
- . 도시 전체
- . 복수의 도시나 지역
- . 전 세계를 포함하는 하나의 넷.

### >Inter-Connectivity

넷의 구성요소는 어떤 방식에 있어서는 서로 달리 연결될 수 있다. 연결성에 따라, 논리적, 물리적, 또는 두 가지 모두인 방식으로 나눈다.

- . 모든 단일 기기는 넷망을 구성하기 위하여 넷상의 모든 다른 기기에 연결될 수 있다.
- . 지리적으로는 분리되어 있는 경우에는 버스형 구조로 만들어 모든 기기를 단일 매체에 연결할 수 있다.

- . 각 기기는 선형구조를 만들기 위해서는 단지 그것의 왼쪽과 오른쪽에 있는 peers 에 연결되어야 한다.
- . 모든 기기가 단일기기에 함께 연결되면 스타형 구조를 만들 수 있다.
- . 모든 기기는 하이브리드형 구조를 만들기 위해서는 모든 위의 방식으로 서로를 연결되어야 한다.

### >Administration

행정가 입장에서 넷은 하나의 독립적 시스템에 속하는 개인 넷일 수 있으므로, 그것의 물리적 또는 논리적 영역을 벗어나서는 접근되지 않아야 한다. 넷이 모두에 의해 접근 가능하다면 그것은 공용 넷이다.

### >Network Architecture

컴넷은 그것의 구조에 따라서, Client-Server, peer-to-peer or hybrid 와 같이 다양한 종류로 구별할 수 있다.

- . 서버로서 활동하는 하나 이상의 시스템이 있을 수 있다. 클라이언트인 다른 것은 리퀘스트를 처리하기 위하여 서버에 요청한다. 서버는 클라이언트 대신에 그러한 리퀘스트를 받아서 처리한다.
- . 두개의 시스템은 Point-to-Point 또는 back-to-back fashion 으로 연결될 수 있다. 이 두 시스템 모두는 동일한 수준에서 활동하며 peers 라 부른다.
- . 위에서 살펴본 두 가지 모두의 넷 구조를 포함하는 하이브리드형 넷이 존재할 수 있다.

### Network Applications

컴퓨터 시스템과 주변기기들은 하나의 넷을 형성하기 위하여 연결되어야 한다. 이것들의 장점은 다음과 같다

- . 프린터와 저장기기와 같은 자원의 공유
- . 전자우편과 FTP 를 사용하여 정보를 교환
- . 웹이나 인터넷을 사용함으로써 정보를 공유
- . 역동적인 웹 페이지를 사용함으로써 다른 사람과의 상호 교류
- . IP 전화
- . 비디오 회의

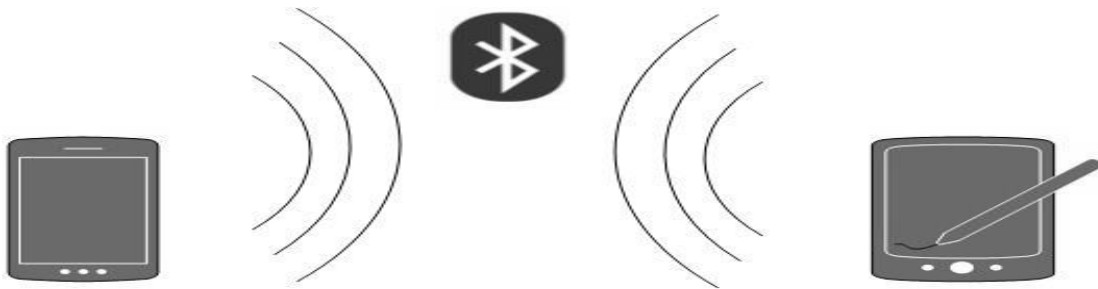
- . 병렬식 컴퓨팅
- . 즉시형 메시지

## 2. TYPES OF COMPUTER NETWORKS

일반적으로, 넷은 지리적 폭을 근거로 구분된다. 넷은 여러분의 휴대폰과 블루투스 헤드폰 사이의 거리만큼 작을 수도 있고 전세계를 포함하는 인터넷처럼 클 수도 있다.

### Personal Area Network

PAN 은 사용자에게 매우 개인적인 가장 작은 넷이다. 이것에는 블루투스 기기나 적외선 기기와 같은 것이 포함될 수 있다. PAN 은 10 미터 정도의 연결 범위를 가지고 있다. PAN 에는 무선 컴퓨터 키보드와 마우스, 블루투스 헤드폰, 무선 프린터, TV 리모콘 등이 포함된다.



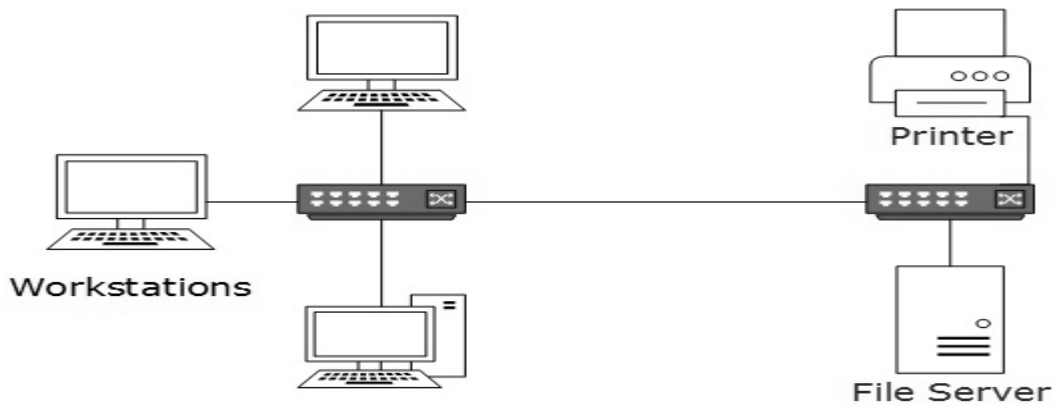
Personal Area Network

예를 들어, Piconet 은 블루투스 PAN 이며, Master-slave fashion 으로 8 개의 기기를 함께 연결시킬 수 있다.

### Local Area Network

어떤 컴넷은 그 범위가 빌딩 내부이며 LAN 이라고 부르는 단일 행정 시스템에서 작동한다. 대체로, LAN 은 사무실, 학교 대학교에서 사용하고 있다. LAN 에 연결된 시스템의 수는 최소한 2 개에서부터 최대한 1600 만개까지 다양하다.

LAN 은 최종이용자들 간에 자원을 공유하는 유용한 방법을 제공한다. printers, file servers, scanners, and internet 과 같은 자원들은 쉽게 컴퓨터들 간에 공유될 수 있다.



Local Area Network

LAN은 저렴한 네트워킹과 라우팅 장비로 구성된다. 여기에는 파일 저장과 기타 지엽적으로 공유된 어플을 다루는 로컬 서버가 포함되기도 한다. 이것들은 대부분이 사실 IP 어드레스에서 운영되며 heavy routing은 이루어지지 않는다. LAN은 그것 자체의 로컬 도메인에 따라 운영되며 중앙식으로 통제된다.

LAN은 Ethernet or Token-ring 기술을 사용한다. 이더넷은 가장 많이 사용되는 LAN 기술이며 별 형태를 갖추고 있으나 Token-ring은 찾아보기가 매우 힘들다.

LAN은 무선, 유선, 또는 이들 두 가지 모두를 사용할 수 있다.

### Metropolitan Area Network

MAN은 일반적으로 케이블 TV 네트워크처럼 한 도시 전체를 대상으로 한다. 이것은 Ethernet, Token-ring, ATM, 또는 Fiber Distributed Data Interface (FDDI)의 형태로 이루어질 수 있다.

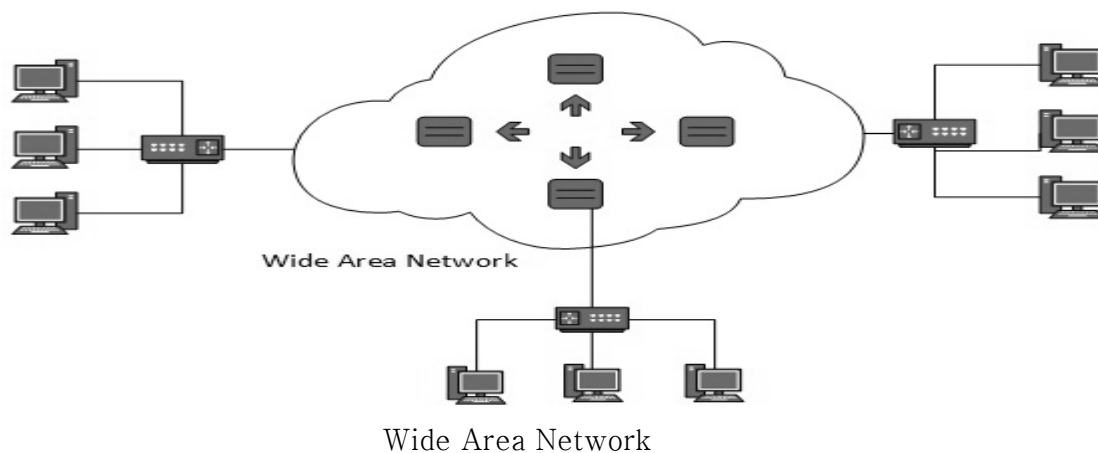
Metro Ethernet은 ISPs에서 제공되는 서비스이다. 이 서비스를 사용하면 이용자는 자신의 LAN을 확대시킬 수 있다. 예를 들어, MAN은 한 도시에 있는 기업의 모든 사무실들을 연결시킬 수 있다.



MAN의 백본은 고용량이면서 고속인 광섬유이다. MAN은 LAN과 WAN 사이에서 활동한다. MAN은 WANs나 인터넷으로 LANs용 uplink를 제공한다.

### Wide Area Network

이 이름이 의미하듯이, WAN은 지역을 넘어 심지어 국가 전체를 그 범위로 설정할 만큼 넓은 지역을 담당한다. 일반적으로 텔레콤 넷은 WAN이다. 이 넷들은 MANs와 LANs를 연결할 수 있다. 이것들은 초고속의 백본을 갖추고 있으므로, WANs는 매우 값비싼 넷 장비를 사용한다.



WAN은 Asynchronous Transfer Mode (ATM), Frame Relay, and Synchronous Optical Network (SONET)와 같은 첨단 기술을 사용하기도 한다. WAN은 복수로 관리되기도 한다.

### Internetwork

넷들의 넷을 인터넷이라 부른다. 이것은 지구상에 존재하는 가장 커다란 넷이다. 인터넷은 대규모로 모든 WANs 를 연결하고 있으며 LANs 와 Home 넷에도 연결될 수 있다. 인터넷은 TCP/IP protocol suite 를 사용하며 자신의 어드레싱 프로토콜로 IP 를 사용한다. 오늘날, 인터넷은 IPv4 를 널리 사용하고 있으나, Address spaces 의 단점으로 인하여, 점차적으로 IPv4 에서 IPv6 로 옮겨가고 있다.

인터넷은 사용자로 하여금 많은 양의 정보를 공유하고 접근할 수 있도록 하고 있다. 이것은 WWW, FTP, email services, audio, and video streaming 등을 사용하고 있다. 크게 보면, 인터넷은 클라이언트-서버 모델로 작동하고 있다.

Internet uses very high speed backbone of fiber optics. To inter-connect various continents, fibers are laid under sea known to us as submarine communication cable.

인터넷은 초고속의 광섬유 백본을 사용한다. 여러 대륙을 서로 연결하기 위하여, 광섬유가 바다 속에 깔려있는데, 이것을 우리는 submarine communication cable 이라 부른다.

인터넷은 HTML linked pages 를 사용하는 WWW 서비스를 널리 채택하고 있으며 웹 브라우저로 알려진 클라이언트 소프트웨어로 접근할 수 있다. 사용자가 전세계의 어디에 있는 어떤 웹 서버에 들어 있는 웹 브라우저를 사용하여 어떤 페이지를 요청할 때, 그 웹 서버는 적합한 HTML 페이지로 응답한다. 이것의 통신 지연을 매우 낮다.

인터넷은 많은 프로포즈를 처리하며 우리의 삶과 많은 관련되어 있다. 이것들 중 몇 가지는 다음과 같다:

- . Web sites
- . E-mail
- . Instant Messaging
- . Blogging
- . Social Media
- . Marketing
- . Networking
- . Resource Sharing
- . Audio and Video Streaming



### 3. NETWORK LAN TECHNOLOGIES

다양한 LAN 기술에 대하여 간단하게 살펴보기로 한다:

#### Ethernet

이더넷은 널리 채택되고 있는 LAN 기술이다. 이 기술은 1970 년에 Bob Metcalfe and D.R. Boggs 에 의해 개발되었다. 이것은 1980 년에 IEEE 802.3 으로 표준화되었다.

이더넷은 미디어를 공유한다. 공유된 미디어를 사용하는 넷은 데이터 충돌에 대한 높은 확률을 갖는다. 이더넷은 Carrier Sense Multi Access/Collision Detection (CSMA/CD) 기술을 사용하여 충돌을 감지한다. 이더넷에서 충돌이 발생하면, 그것의 모든 호스트들이 roll back 하여 무작위로 약간의 시간동안 기다린 다음에 해당 데이터를 재전송한다.

이더넷 코넥터는 48-bits MAC address 로 된 네트워크 인터페이스이다. 이것은 다른 이더넷 기기들이 이더넷에서 원거리 기기를 식별하여 통신하는 것을 도와준다.

전통적인 이더넷은 10BASE-T specifications 을 사용한다. 번호 10 은 10MBPS 속도를 의미하며, BASE 는 baseband 를 뜻하고, T 는 Thick Ethernet 를 뜻한다. 10BASE-T Ethernet 은 10MBPS 까지의 전송속도를 제공하며 RJ-5 코넥터와 더불어 동축케이블이나 Cat-5 twisted pair cable 을 사용한다. 이더넷은 세그먼트 길이가 100 미터까지인 스타형태를 갖는다. 모든 기기들은 스타 모양으로 하나의 허브/스위치에 연결된다.

#### Fast-Ethernet

새로운 소프트웨어와 하드웨어의 기술의 요구에 따라, 이더넷은 Fast-Ethernet 으로 확대되었다. 이것은 on UTP, Optical Fiber, and wirelessly 로도 운영될 수 있다. 이것은 100MBPS 까지의 속도를 제공하며, 이것의 표준은 Cat-5 twisted pair cable 를 사용할 경우에 IEEE 803.2 에서 100BASE-T 로 명명하였다. 이것은 이더넷 호스트들간에 공유하는 유선 미디어를 위한 CSMA/CD 기법과 무선 Ethernet LAN 을 위한 CSMA/CA (CA stands for Collision Avoidance) 기법을 사용하고 있다.

광섬유 상의 Fast Ethernet 는 광섬유 상에서 100MBPS 까지의 속도를 제공하는 100BASE-FX standard 에서 정의하고 있다. 광섬유를 넘어서 이더넷은 half-duplex mode 로 100 미터까지 확대될 수 있으며 multimode fibers 와 관련해서 full-duplex 로는 최대 2000 미터까지 도달할 수 있다.

#### Giga-Ethernet

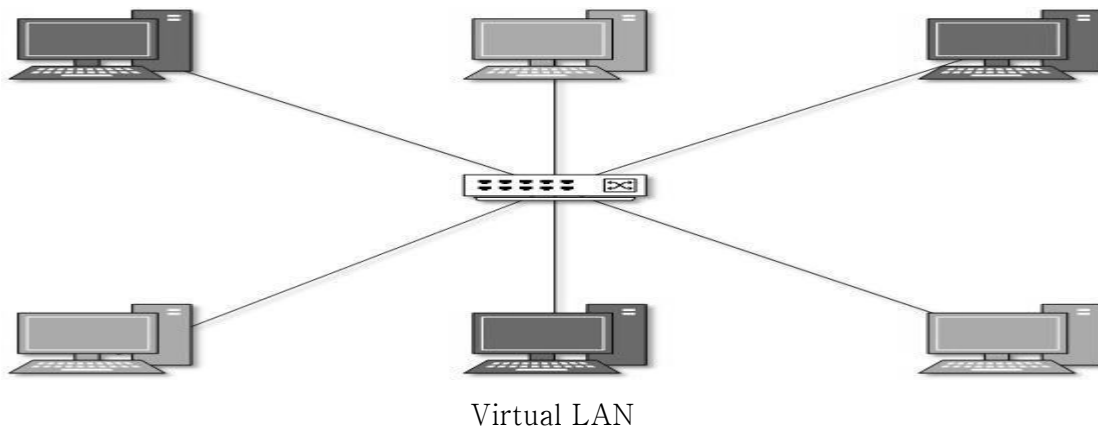
1995 년에 소개된 이래로, Fast-Ethernet 은 Giga-Ethernet 이 소개될 때까지 3 년동안 고속의 지위를 유지하고 있었다. 기가-이더넷은 1000mbit/seconds 까지의 속도를 제공한다.

IEEE 802.3ab 는 Cat-5, Cat-5e and Cat-6 cables 을 사용하는 UTP 용 기가-이더넷의 표준이며, IEEE 802.3ah 는 Fiber 용인 기가-이더넷을 정의하고 있다.

### Virtual LAN

LAN 은 공유된 미디어에서 차례대로 작동하는 이더넷을 사용한다. 이더넷에서 공유된 미디어는 한 개의 단일 Broadcast domain 과 한 개의 단일 Collision domain 을 만든다. 이더넷에 스위치들을 소개하는 것은 단일 collision domain issue 를 제거하며 스위치에 연결된 각 기기는 그것의 분리된 collision domain 에서 작동한다. 그러나 Switches 조차도 넷을 분리된 Broadcast domains 으로 나눌 수 없다.

Virtual LAN 은 a single Broadcast domain 을 multiple Broadcast domains 으로 나누는 해결책이다. 하나의 VLAN 에 있는 호스트는 또다른 VLAN 에 있는 호스트에 말할 수 없다. 초기값에 따라, 모든 호스트들은 동일한 VLAN 에 들어 있어야 한다.

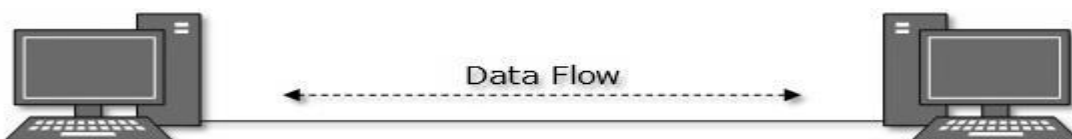


위의 다이어그램에서, 서로 다른 VLAN 이 서로 다른 색깔로 표시되어 있다. 하나의 VLAN 에 있는 호스트들은 비록 동일한 Switch 에 연결되어 있다 하더라도 다른 VLAN 에 있는 다른 호스트들을 보거나 말할 수 없다. VLAN 은 이더넷에서 밀접하게 작동하는 Layer-2 기술이다. 두 개의 서로 다른 VLANs 간에 패킷을 라우트하기 위하여, Router 와 같은 Layer-3 기기가 필요하다.

#### 4. COMPUTER NETWORK TOPOLOGIES

넷 토폴로지란 어떤 컴 시스템이나 넷 기기들이 서로 연결된 배열형태를 말한다. 토폴로지는 넷의 물리적 및 논리적 모습을 정의하기도 한다. 논리적 및 물리적 토폴로지 둘 다는 동일한 넷에서 같거나 다를 수도 있다.

##### Point-to-Point

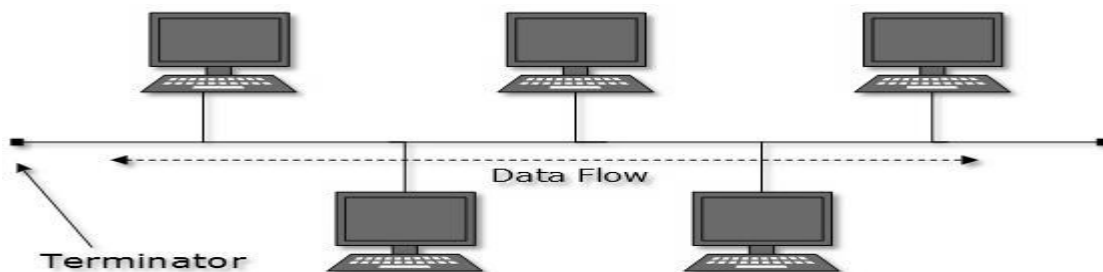


포인트-투-포인트 넷은 정확하게 컴퓨터로 된 두 개의 호스트, 스위치, 라우터 또는 한 조각의 케이블을 사용하여 백 투 백으로 연결된 서버로 구성된다. 종종 한 호스트의 수신부분이 다른 호스트 등의 송신부분에 연결되기도 한다.

만일 호스트들이 논리적으로 포인트-투-포인트로 연결되었다면, 복수의 중계기기들이 포함되기도 한다. 그렇지만, 최종 호스트들은 기초적인 넷을 알지 못하며 마치 서로가 직접적으로 연결된 것처럼 인식한다.

##### Bus Topology

버스 토폴로지의 경우에, 모든 기기들은 단일 통신선이나 케이블을 공유한다. 버스 토폴로지는 복수의 호스트가 동시에 데이터를 전송하는 경우에는 문제가 있을 수 있다. 그러므로, 버스 토폴로지는 CDMA/CD 기술을 사용하거나 그러한 문제를 해결하기 위하여 하나의 호스트를 Bus Master 처럼 인식한다. 이것은 한가지 기기의 잘못이 다른 기기에 영향을 끼치지 않는 가장 간단한 네트워크 형태들 중의 하나이다. 그러나 공유 통신선의 잘못은 모든 다른 기기들의 기능을 멈추게 만들 수 있다.



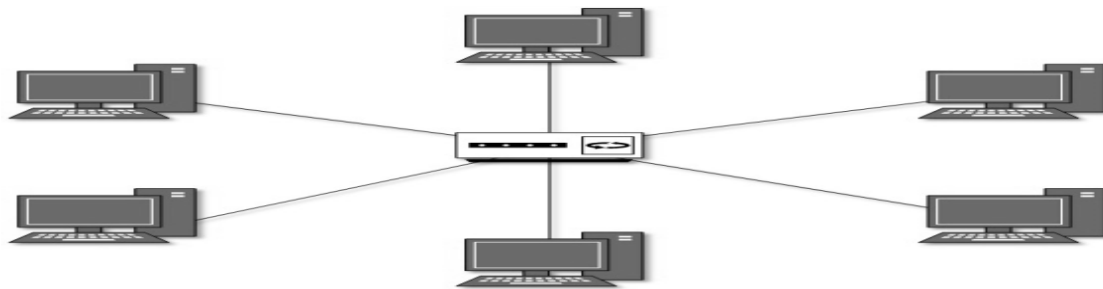
Bus Topology

공유채널의 양쪽 끝에는 line terminator 가 있다. 데이터는 단지 한 방향으로만 보내지며 그것이 양단 끝에 도달하자마자, 터미네이터는 그 선으로부터 온 데이터를 제거한다.

### Star Topology

스타 토폴로지의 모든 호스트들은 포인트-투-포인트 연결방식을 사용하는 hub device 라 부르는 한 개의 중앙 기기에 연결되어 있다. 즉, 호스트들과 허브는 포인트-투-포인트 연결방식으로 존재한다. 이 허브 기기들은 다음과 같은 것들 중의 하나일 수 있다:

- . Layer-1 device such as hub or repeater
- . Layer-2 device such as switch or bridge
- . Layer-3 device such as router or gateway



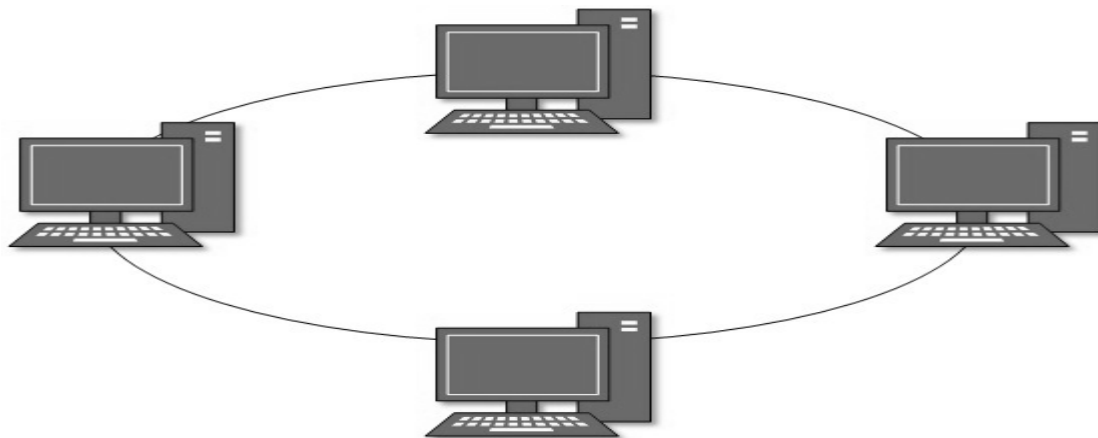
Star Topology

버스 토폴로지에서처럼, 허브는 단일 포인트의 잘못처럼 행동한다. 만일 허브가 잘못한다면, 모든 호스트들이 모든 다른 호스트에 연결되는 것이 잘못된다. 호스트들간의 모든 통신은 허브만을 통해 이루어진다. 스타 토폴로지는 한 개 이상의 호스트에 연결되고 단지 한 개의 케이블만이 필요하며 구성도 간단하므로 비싸지 않다.

### Ring Topology

링 토폴로지에서, 각 호스트는 구형 넷 구조를 만들기 위하여 정확하게 두 개의 다른 기계에 연결된다. 한 개의 호스트가 그것에 인접해 있지 않은 하나의 호스트에 메시지를 보내거나 통신하려고 할 때, 그 데이터는 모든 중계 호스트를 거쳐서 전달된다.

기존 구조에 있는 하나 이상의 호스트에 연결하기 위하여, 행정가는 단지 한 개 이상의 추가 케이블이 필요할 경우도 있다.

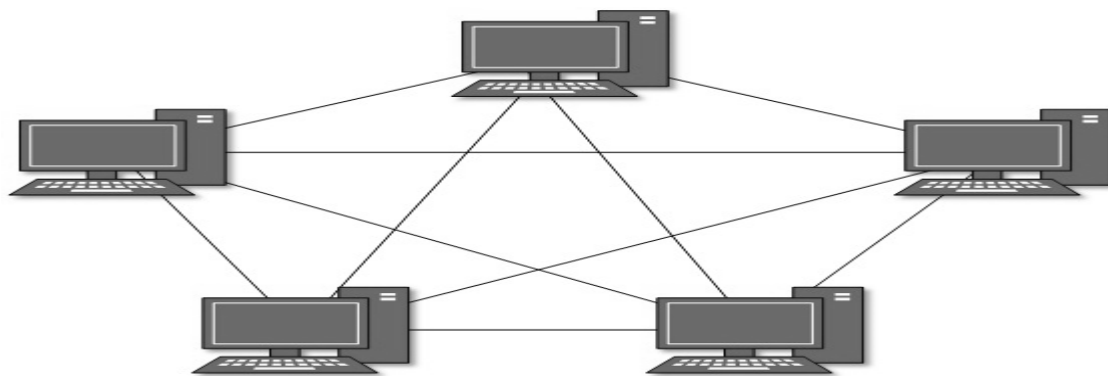


Ring Topology

어떤 호스트의 잘못은 링 전체의 잘못을 초래한다. 그러므로, 링의 모든 접속은 잘못을 발생시키는 하나의 포인트이다. 따라서 한 개 이상의 백업 링을 사용하는 방법이 있다.

### Mesh Topology

이런 종류의 토폴로지에서, 호스트는 하나나 복수의 호스트에 연결된다. 이 토폴로지는 모든 다른 호스트들과 포인트-투-포인트로 연결된 호스트들을 가지고 있거나 단지 few hosts 와 포인트-투-포인트로 연결된 호스트들을 가질 수도 있다.



Full Mesh Topology

메쉬 토폴로지에서 호스트들은 또한 직접적인 포인트-투-포인트 링크를 갖고 있지 않은 다른 호스트를 위하여 릴레이처럼 일을 한다. 메쉬 토폴로지는 두 가지의 유형이 있다:

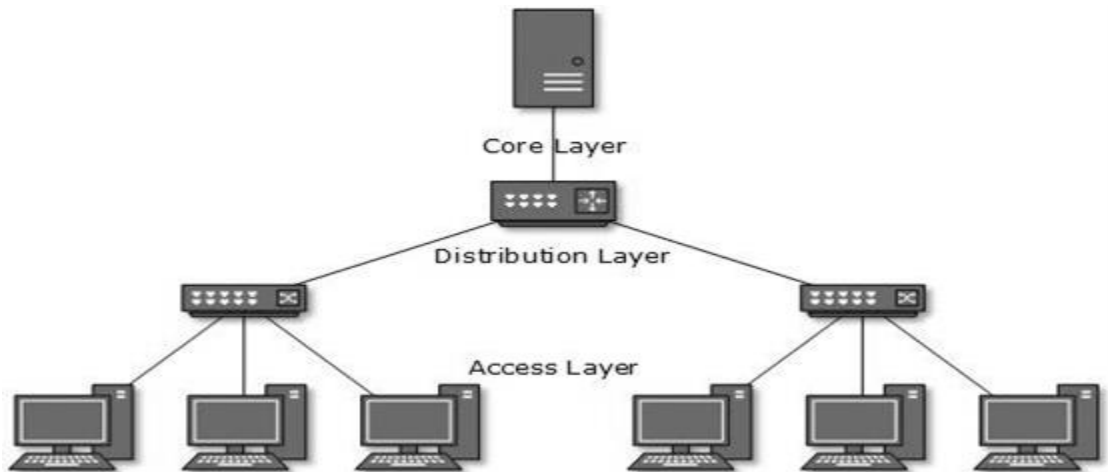
. **Full Mesh**: 완전 메쉬: 모든 호스트가 네트워크에 있는 모든 다른 호스트에 포인트-투-포인트 방식으로 연결되어 있다. 따라서 모든 새로운 호스트를 위하여  $n(n-1)/2$  연결횟수가 필요하다. 이것은 모든 넷 토폴로지 중에서 가장 신뢰할 수 있는 넷 구조이다.

. **Partially Mesh**: 부분 메쉬: 모든 호스트가 모든 다른 호스트에 포인트-투-포인트 방식으로 연결되어 있지는 않다. 호스트들은 약간 임의적인 방식으로 서로 연결된다. 이러한 토폴로지는 구리가 모든 호스트 중에서 몇 개의 호스트들에 신뢰성을 부여하고자 할 경우에 나타난다.

### Tree Topology

계층적 토폴로지로 알려져 있으며, 이것은 현재 사용중에 넷 토폴로지에서도 가장 일반적인 형태이다. 이 토폴로지는 확장형 스타 토폴로지처럼 보이며, 버스 토폴로지의 특성을 가지고 있다.

이 토폴로지는 네트워크를 복수의 levels/layers 로 나눈다. 주로 LANs 에서, 네트워크는 3가지 유형의 네트워크 기기로 나눈다. 가장 낮은 쪽이 컴들이 접속하는 access-layer 이고, 중간 레이어는 distribution layer 로 알려져 있는데 이것은 위쪽 레이어와 아래쪽 레이어 간의 중계자 역할을 한다. 최상의 레이어는 core layer 라 부르며, 네트워크의 중심점이다. 다시 말해서, 모든 노드들이 갈라져 나가는 트리의 뿌리이다.



Tree Topology

모든 이웃 호스트들은 서로 포인트-투-포인트 방식으로 연결된다. 버스 토폴로지와 비슷하므로 만일에 루트가 다운된다면, 모든 네트워크가 비록 그것이 잘못된 단일 포인트가

아니더라도 어려움을 겪는다. 모든 연결은 네트워크를 도달할 수 없는 세그먼트로 나누는 것과 같은 잘못처럼 잘못의 포인트처럼 사용된다.

### Daisy Chain

이 토폴로지는 모든 호스트들이 하나의 선형으로 연결되어 있다. 링 토폴로지와 비슷하게, 모든 호스트들은 단지 두 개의 호스트에 연결되어 있으나 최종 호스트들은 그렇지 않다. 만일 데이터 체인에 있는 최종 호스트가 연결되어 있다면, 그것은 링 토폴로지를 나타낸 것이다.

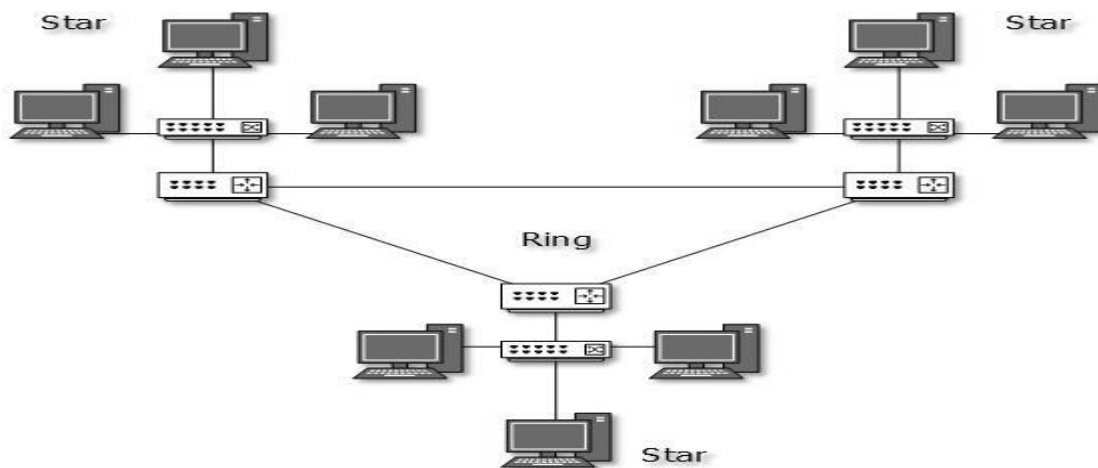


Daisy Chain Topology

데이터 체인 토폴로지의 각 링크는 단일 포인트의 잘못을 나타낸다. 모든 링크 잘못은 넷을 두 개의 세그먼트로 쪼갬다. 모든 중간 호스트들은 그것의 인접 호스트들을 위하여 릴레이처럼 작동된다.

### Hybrid Topology

하나 이상의 토폴로지를 포함하도록 디자인된 넷 구조를 하이브리드 토폴로지라 부른다. 하이브리드 토폴로지는 그 안에 통합된 모든 토폴로지의 장단점을 갖는다.



Hybrid Topology

위의 그림은 임의적인 하이브리드 토폴로지를 나타내고 있다. 결합되어 있는 토폴로지들은 스타, 링, 버스, 그리고 데이터-체인 토폴로지의 속성을 가질 수도 있다. 대부분의 WANs는 Dual-Ring 토폴로지를 사용하여 연결되어 있으며 이것들에 연결된 넷들은 대부분 스타 토폴로지 넷들이다. 인터넷은 가장 커다란 하이브리드 토폴로지의 가장 좋은 예이다.



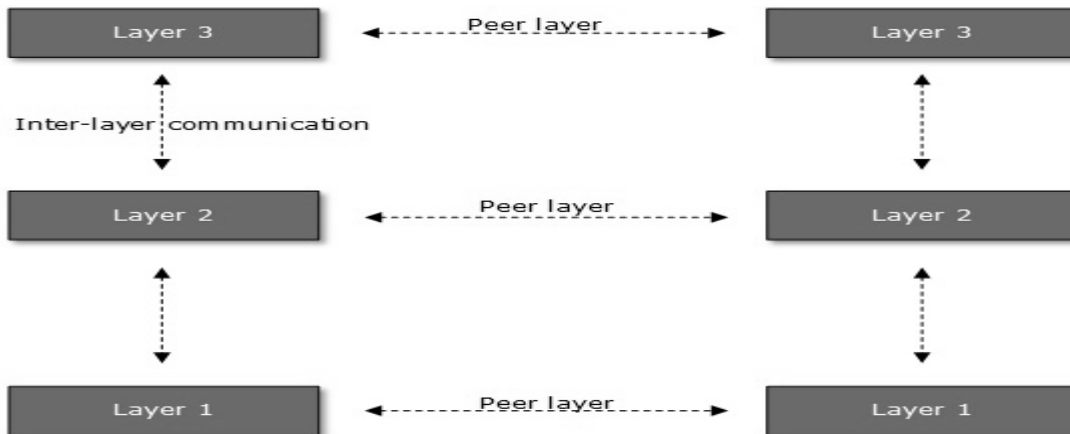
## 5. COMPUTER NETWORK MODEL

넷 공학은 software, firmware, chip level engineering, hardware, and electric pulses 를 포함하는 복잡한 업무이다. 넷 공학을 쉽게 하기 위하여, 네트워킹 개념 전체를 복수의 레이어로 구분한다. 각 레이어는 어떤 특별한 임무를 포함하며 모든 다른 레이어와는 독립적이다 그렇지만, 전체적으로 거의 모든 네트워킹 임무들은 모든 이러한 레이어에 의존하고 있다. 레이어들은 그것들 간에 데이터를 공유하며 단지 그것들은 input 을 받고 output 을 보내는 데만 서로서로 의존한다.

### Layered Tasks

넷 모델의 레이어화 구조에서, 한 개의 모든 넷 프로세서는 작은 임무들로 세분된다. 그런 다음에 각 작은 임무는 단지 그 임무를 전문적으로 처리하는 특별한 레이어에 할당된다.

레이어화된 통신 시스템에서, 호스트의 한 레이어는 원거리 호스트에서 동일한 레벨에 있는 그것의 peer layer 에 의해 수행되거나 수행되어지는 임무를 다룬다. 그 임무는 가장 낮은 레벨에 있거나 그 위 쪽의 대부분의 레벨에 있는 레이어에 의해 시작된다. 만일 그 임무가 최상의 레이어에 의해 시작된다면, 추가적인 처리를 위하여 그것의 아래에 있는 레이어로 전달된다. 보다 낮은 레이어는 동일한 일을 하며 그 임무를 처리하여 보다 낮은 레이어에 전달한다. 만일 그 임무가 가장 낮은 레이어에서 시작된다면 역순의 과정이 이루어진다.



Layered Tasks

각 레이어는 각각의 임무를 수행하는데 필요한 모든 절차, 프로토콜, 그리고 방법을 함께 모은다. 모든 레이어는 encapsulation header and tail 의 방법으로 자신들의 상대를 식별한다.

## OSI Model

Open System Interconnect 는 모든 통신 시스템을 위한 개방형 표준이다. OSI 모델은 ISO 에서 만들었다. 이 모델은 7 개의 레이어로 구성되어 있다:



OSI Model

### **Application Layer:**

이 레이어는 어플리케이션 사용자에게 인터페이스를 제공하는데 책임을 진다. 이 레이어는 직접적으로 이용자와 접속할 수 있는 프로토콜을 가지고 있다.

### **Presentation Layer:**

이 레이어는 원격 호스트의 원래 포맷에 있는 데이터가 호스트의 원래 포맷에서는 어떻게 표현되어야 하는가를 정의한다.

### **Session Layer:**

이 레이어는 원격 호스트들간의 세션을 유지한다. 예를 들어, 일단 사용자/패스워드 인증이 이루어지면, 원격 호스트는 잠시 이 세션을 유지하여 그 시간동안에 다시 인증을 요구하지 않는다.

### Transport Layer:

이 레이어는 호스트들 간에 end-to-end delivery 를 책임진다.

### Network Layer:

이 레이어는 주소 할당과 넷에서 유일한 어드레싱 호스트들에 책임을 진다.

### Data Link Layer:

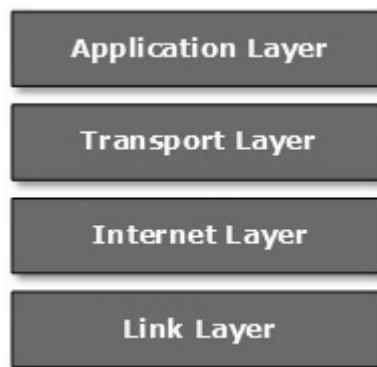
이 레이어는 라인으로부터 온 그리고 라인상에 있는 데이터를 읽고 쓰는데 책임을 진다. 링크 에러는 이 레이어에서 감지된다.

### Physical Layer:

이 레이어는 the hardware, cabling, wiring, power output, pulse rate etc. 을 정의한다.

### Internet Model

인터넷은 인터넷 슈트라 부르는 TCP/IP protocol suite 를 사용한다. 이것은 4 개의 레이어로 구성된 인터넷 모델을 정의한다. OSI 모델은 일반적인 통신 모델이지만, 인터넷 모델은 인터넷이 그것의 모든 통신에서 사용하는 모델이다. 인터넷은 그것의 기저가 되는 넷 구조 즉, 그것의 모델과는 독립적이다. 이 모델은 다음과 같은 레이어를 가지고 있다:



Internet Model

### Application Layer:

이 레이어는 이용자가 넷에서 접속할 수 있는 프로토콜을 정의한다. 예를 들어, , FTP, HTTP etc.

### **Transport Layer:**

이 레이어는 어떻게 데이터가 호스트들 간에서 흐르는지를 정의한다. 이 레이어에 있는 중요한 프로토콜이 Transmission Control Protocol (TCP) 이다. 이 레이어는 호스트들간에 전달된 데이터가 순서에 맞는지 그리고 end-to-end delivery 로 이루어졌는지를 확인한다.

### **Internet Layer:**

IP 는 이 레이어에서 활동한다. 이 레이어는 host addressing and recognition 을 원활하게 한다. 이 레이어는 라우팅을 정의한다.

### **Link Layer:**

이 레이어는 실제적인 데이터를 송수신하는 메커니즘을 제공한다. 그것의 상대인 OSI 모델과 달리, 이 레이어는 기저를 이루고 있는 넷 구조와 하드웨어와는 독립적이다

## 6. COMPUTER NETWORK SECURITY

인터넷 초기기간에 이것의 사용은 연구 개발 목적으로 군대와 대학으로 제한되었다. 그 후에 모든 넷이 서로 통합되어 인터넷을 형성했을 때, 그것의 데이터는 공적인 전송 넷을 통해 전달되었다. 일반인은 자신들의 their bank credentials, username and passwords, personal documents, online shopping details, or confidential documents 와 같은 매우 민감한 데이터를 보낼 수 있게 되었다.

모든 보안상의 위협은 의도적인 것이다. 다시 말해서, 그것들은 단지 고의적으로 목적을 가질 때만 발생한다.

### Interruption

인터럽션은 자원의 이용가능성을 공격하는 보안 위협이다. 예를 들어, 사용자는 웹 서버에 접근할 수 없거나 그 웹서버가 강탈되었다.

### Privacy-Breach

이런 상황에서, 사용자의 프라이버시는 보장받지 못한다. 접근권한을 갖지 못한 사람이 인증된 사용자가 보내거나 그가 받는 데이터에 접근하여 가로챌 수 있다.

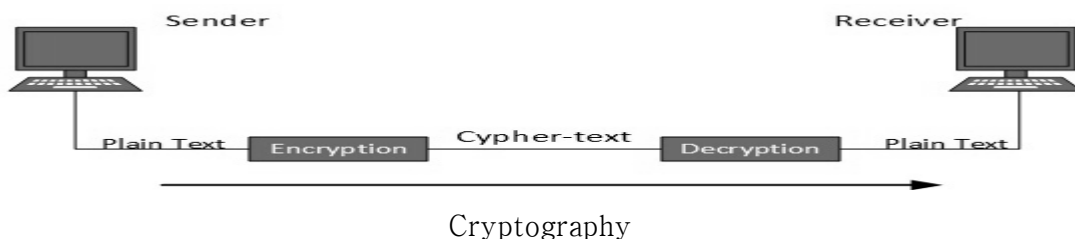
### Integrity

이런 종류의 위협에는 통신의 원 내용을 변경하거나 조정이 포함된다. 공격자는 송신자가 보내온 데이터를 중간에서 가로챌 다음에 잘못된 데이터로 변경하거나 만들어서 수신자에게 보낸다. 수신자는 원래의 송신자가 보내고 있다는 가정하에 그 데이터를 수령한다.

### Authenticity

이러한 위협은 공격자나 보안위반자가 진짜 회원으로 인정받아 자원에 접근하거나 다른 진짜 회원과 통신할 때 발생한다.

오늘날 어떠한 기술도 100% 안전하지 않다. 그러나 데이터가 안전하지 못한 넷이나 인터넷을 돌아다닐 동안 그것을 보호하기 위한 조치들이 취해질 수 있다. 가장 널리 사용되는 기법이 Cryptography 이다.



암호학은 평범한 텍스트의 데이터를 이해하거나 해석하기 어렵게 만드는 암호화하는 기법이다. 오늘날 이용 가능한 여러 가지 암호 알고리즘이 존재하며, 다음과 같다:

- . Secret Key
- . Public Key
- . Message Digest

### 1 )Secret Key Encryption

송신자와 수신자 모두 한 개의 비밀 키를 갖는다. 이 비밀 키는 송신자 쪽에서 데이터를 암호화하는데 사용된다. 데이터가 암호화된 후, 이것은 공식 도메인을 통해 수신자에게 보내진다. 수신자가 비밀 키를 알고 있으므로, 암호화된 데이터 패킷은 쉽게 해독될 수 있다.

비밀 키 암호의 예가 Data Encryption Standard (DES). 비밀 키 암호에서, 넷 상의 각각의 호스트는 다루기 어려운 독립된 키를 가져야 한다.

### 2) Public Key Encryption

이 암호화 시스템에서, 모든 사용자는 자신의 비밀 키를 가지지만 그것을 공유하지 않는다. 이 비밀 키는 결코 공적 영역에 노출되지 않는다. 비밀 키와 더불어, 모든 사용자는 시스템에서만 사용하는 공적인 키를 갖는다. 공적 키는 항상 공적으로만 사용되며 데이터를 암호화하기 위하여 송신자가 사용한다. 사용자가 암호화된 데이터를 접수했을 때, 그는 자신의 비밀 키를 사용하여 그것을 쉽게 해독할 수 있다.

공적 키 암호화의 예는 Rivest-Shamir-Adleman (RSA).

### 3) Message Digest

이 방법에서는 실제 데이터를 보내지 않는다. 대신에 해쉬 값을 계산해서 보낸다. 상대방의 최종 이용자는 자신의 해쉬 값을 계산한 다음에 방금 접수된 것과 비교한다. 양쪽의 값이 동일하다면, 그 데이터는 접수되고 그렇지 않다면 거부된다.

이 방법의 예는 MD5 hashing 이다. 사용자 패스워드가 서버에 저장된 것과 비교대조하여 인증하는데 대부분 이 방법을 사용한다.

## 7. PHYSICAL LAYER INTRODUCTION

OSI 모델에서 물리적 레이어는 실제적인 하드웨어와 신호 메커니즘의 상호작용하도록 하는 역할을 한다. 물리적 레이어는 실제로 두 개의 서로 다른 스테이션을 물리적으로 연결시키는 OSI 넷의 유일한 레이어이다. 이 레이어는 하드웨어 장비, cabling, wiring, frequencies, 이진 신호를 나타내는데 사용되는 pulses 등을 정의한다.

물리적 레이어는 Data-link 레이어에 서비스를 제공한다. Data-link 레이어는 물리적 레이어로 프레임들을 넘겨준다. 물리적 레이어는 그것들을 이진 데이터로 표현되는 전기 펄스로 변경시킨다. 그런 다음에 그 이진 데이터가 유무선 매체를 통해 전달된다.

### Signals

데이터가 물리적 매체로부터 보내질 때, 그것은 전자기 신호로 먼저 바뀌어야 한다. 데이터 그 자체는 인간 음성과 같은 아날로그이거나 디스크의 파일처럼 디지털일 수 있다. 아날로그와 디지털 데이터 모두 디지털이나 아날로그 신호로 표현될 수 있다.

#### >Digital Signals:

디지털 신호는 성질상 이산적이며 연속된 전압 펄스를 나타낸다. 디지털 신호는 컴퓨터 시스템의 회로에서 사용된다.

#### >Analog Signals:

아날로그 신호는 성질이 연속된 파형으로 되어 있으며 연속적인 전자기 파동으로 표현된다.

### Transmission Impairment

신호가 매체로 전달될 때, 그것들은 망가지는 경우가 있다. 이것은 다음과 같은 많은 원인으로 발생하기도 한다:

#### >Attenuation(감쇠):

수신자가 실제로 데이터를 해석하기 위해서는 그 신호가 충분히 강해야 한다. 신호가 매체를 통해 전달될 때, 그것은 약해지는 경향이 있다. 거리가 늘어나면 강도를 잃게 된다.

#### >Dispersion:

신호가 매체를 통해 전달될 때, 그것은 중첩되거나 흩어지는 경향이 있다. 산포의 총량은 사용된 주파수에 따라 결정된다.

### >Delay distortion:

신호는 사전에 정해진 속도와 주파수로 매체간에 보내진다. 만일 신호의 속도와 주파수가 부합되지 않는다면, 그 신호는 임의의 방식으로 목적지에 도달할 가능성이 있다. 디지털 매체에서, 어떤 비트들이 이미 보낸 것들 보다 빨리 도달한다면 이것은 매우 치명적이다.

### >Noise:

아날로그나 디지털 신호에서 임의적 방해와 불안정을 노이즈라고 말하며, 이것은 전달되는 실재정보를 왜곡시킨다. 노이즈는 아래의 유형 중에서 한가지의 특징을 가질 수 있다:

### >Thermal Noise:

열은 노이즈를 유발시킬 수 있는 전도체를 뜨겁게 한다. 어떤 수준까지, 열에 의한 노이즈를 피할 수는 없다.

### >Intermodulation(주파수의 상호변조):

복수의 주파수를 한 매체가 공유할 때, 이것들 간의 간섭이 매체에 노이즈를 발생시킨다. 이런 노이즈는 만일 두 개의 서로 다른 주파수가 하나의 매체를 공유하며 그것들 중의 하나가 너무나 강하거나 구성요소 그 자체가 올바르게 작동하지 않는다면, 그 결과로 발생하는 주파수는 기대한 만큼 전달되지 않을 수 있다.

### >Crosstalk(혼선):

이런 유형의 노이즈는 외래 신호가 매체에 들어올 때 발생한다. 이것은 어떤 매체의 신호가 다른 매체의 신호에 영향을 끼치기 때문이다.

### >Impulse(충격):

이 노이즈는 빛, 전기, 누전, 또는 불량부품과 같은 비정상적인 방해로 인하여 발생한다. 디지털 데이터는 이러한 노이즈에 대부분이 영향을 받는다.

## Transmission Media

두 컴퓨터 시스템 간에 정보를 보내주는 매체를 전송 매체라 부르며, 두 가지 형태가 있다:



### >Guided Media:

모든 통신 와이어/케이블은 UTP, coaxial cables, and fiber Optics 처럼 유도 매체이다. 이 매체에서, 송신자와 수신자는 직접적으로 연결되어 그것을 통해 정보를 전송(유도)한다.

### >Unguided Media:

무선이나 공중파는 비유도 매체라 부른다. 그 이유는 송수신자 간에 어떠한 연결성도 없기 때문이다. 정보는 공중으로 날라가서 수신기를 갖고 있는 누군가에게 그 정보가 수집될 수 있다.

### Channel Capacity

정보전송의 속도를 채널 캐퍼시티라 부른다. 이것을 디지털 분야에서는 데이터 레이트로 계산하며, 다음과 같이 많은 요소에 따라 결정된다:

. Bandwidth(주파수 대역폭): The physical limitation of underlying media.

기저 매체의 물리적 한계.

. Error-rate: Incorrect reception of information because of noise.

노이즈의 원인이 되는 부정확한 정보의 입수

. Encoding: The number of levels used for signaling.

신호용으로 사용된 레벨들의 번호

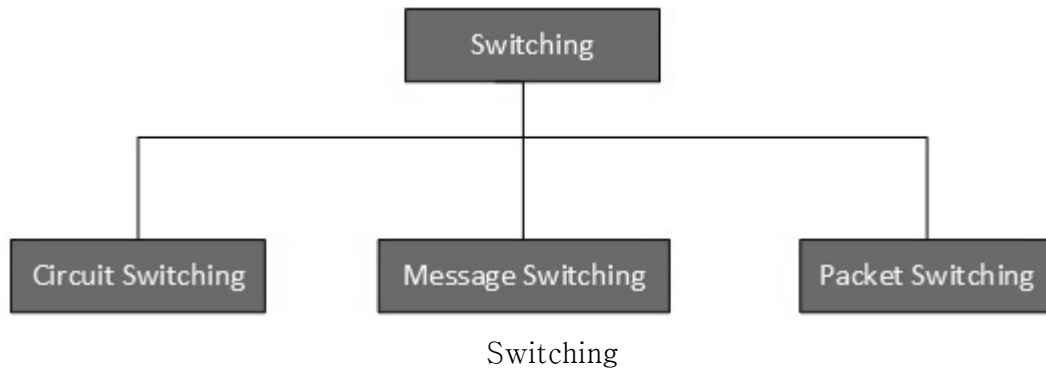
### Multiplexing

멀티플렉싱이란 단일 매체로 복수의 데이터 스트림들을 혼합하여 보내는 기법을 말한다. 이 기법에서는 스트림들을 멀티플렉싱하기 위한 multiplexer (MUX)와 매체로부터 정보를 받아서 서로 다른 목적지로 분산시켜주는 de-multiplexer (DMUX)와 같은 시스템 하드웨어를 필요로 한다.

### Switching

스위칭이란 정보원으로부터 직접 연결되지 않은 목적지로 데이터/정보를 보내는 메커니즘이다. 넷들은 직접 연결된 정보원으로부터 데이터를 받아서 그것을 저장하고 분석한 다음에 목적지에 가장 가까이 있는 두번째의 상호연결 기기로 보내는 상호연결 기기들을 가지고 있다.

스위칭의 범주는 다음과 같다:



### Circuit switching

서킷 스위칭이란 노드들이 통신하기 전에 두 개의 넷 노드가 넷에서 전용 통신 채널(서킷)을 구축하는 텔레커뮤니케이션 넷을 설치하는 방법론을 말한다. 서킷은 full bandwidth 를 보장하며 통신 세션이 이루어지는 동안 접속을 유지한다. 서킷은 그 노드들이 물리적으로 하나의 전기회로처럼 연결된 것처럼 작동한다.

서킷-스위치 넷의 명확한 예로는 초기의 아날로그 전화 넷이다. 한 전화기로부터 다른 전화기로 통화가 이루어질 때, 전화교환기에 있는 스위치들은 가능한 한 오래 통화가 지속되도록 두 전화기 사이에서 계속해서 유선 서킷을 만든다.

서킷 스위칭은 독립적으로 네트워크를 통해 전송되는 패킷으로 데이터를 분할하는 패킷 스위칭과는 대조적이다. 패킷 스위칭에서, 한번에 하나의 통신 세션에 치중하는 대신에, 넷 링크들은 복수의 경쟁하는 통신 세션에서 발생한 패킷에 의해 공유하므로써, 서킷 스위칭에서 제공하는 서비스에 대한 품질 보장이 이루어지지 않는 결과를 발생시킨다.

텔레커뮤니케이션에서, 메시지 스위칭은 한번에 one hop 로 메시지들이 텔레콤 전체로 라우트되는, 패킷 스위칭의 전신이었다. 이것은 대형 항공사, 은행, 철도회사에 판매하기 위하여 1959-1963년 동안 캘리포니아의 Collins Radio Company 에서 가장 먼저 만들었다.

메시지 스위칭 시스템은 현재에도 패킷-스위치 또는 서킷-스위치 데이터 넷의 상대로 대부분이 실행되고 있다. 각 메시지는 독립된 엔티티로 취급된다. 각 메시지에는 어드레싱 정보가 포함되어 있으며, 각 스위치에서 이러한 정보는 읽혀진 다음에 전용선을 통하여 다음 스위치로 전달된다. 넷 조건에 따라, 여러 메시지들의 대화가 동일한 선으로 전달되지 않는다. 각 메시지는 다음 스위치로 전달되기 전에, (RAM 의 한계로 인하여 대체로 하드웨어에) 저장된다. 이러한 이유로 인하여, 이것은 또한 'store-and-forward' network 라고 부르기도 한다. 이메일은 메시지 스위칭을 사용하는 일반적인 어플이다. 두 컴퓨터 간에 실시간 데이터 전송과는 달리, 이메일을 전달하는데 있어서의 딜레이가 허용된다.

### Packet switching

패킷 스위칭은 동시다발적인 통신 세션에 의해 공유될 수 있는 매체를 통하여 전달될 수 있도록 모든 전송 데이터를 패킷이라고 부르는 적당한 크기의 블록으로 집산화시키는 디지털 넷 통신 방법이다. 패킷 스위칭은 넷의 효율성, 건강성을 증대시키며 동일한 넷에서 작동하는 많은 어플의 기술적 컨버전스를 가능케 한다.

패킷은 헤더와 페이로드로 구성된다. 헤더의 정보는 넷 하드웨어에 의해 패킷이 그것의 목적지로 직행하는데 사용되며, 페이로드는 어플 소프트웨어에 의해 발췌되어 사용된다.

패킷 스위칭은 1960년대와 1970년대에 개발되었으며, 초기엔 X.25와 ARPANET에서 널리 사용되었다. 오늘날 이것은 인터넷과 대부분의 LAN에서 사용되는 기본적 기술이다. 웹을 웹이라고 부르는 이유는 이것은 분산식(거미줄처럼)으로 상호 연결된 구조이기 때문이다.

패킷 스위칭은 데이터그램 스위칭으로 [connectionless packet switching](#) 과 버철 서킷 스위칭으로 알려진 [connection-oriented packet switching](#) 으로 구분되기도 한다:

무연결 프로토콜의 예로는 [Ethernet, Internet Protocol \(IP\), and the User Datagram Protocol \(UDP\)](#)이 있고, 연결-지향적 프로토콜로는 [X.25, Frame Relay, Multiprotocol Label Switching \(MPLS\), and the Transmission Control Protocol \(TCP\)](#)가 있다.

Connectionless 모드에서, 각 패킷에는 환전한 주소정보가 포함된다. 이 패킷들은 개별적으로 라우트 되므로, 그 결과 때때로 서로 다른 통로를 사용하고 순서에 따르지 않고 전달된다. 각 패킷은 목적지 주소, 정보원 주소, 포트 번호가 표시되어 있다. 또한 그것에 패킷의 일련 번호가 표시될 수도 있다. 이것은 패킷이 목적지로 가능 길을 발견하는데 도움이 되는 전용선의 필요성을 배제시킨다. 그러나 이것은 더 많은 정보가 패킷 헤더에서 필요로 한다는 것을 의미한다. 그러므로 헤더는 더욱 커지게 되고, 이 정보는 [power-hungry content-addressable memory](#)에서 검사될 필요가 있다. 각 패킷은 발송되며 다양한 라우터를 통하여 전달될 수 있다: 잠재적으로, 그 시스템은 [connection-oriented system](#) 이 [connection set-up](#)에서 해야 하는 것만큼 모든 패킷을 위하여 많은 일을 해야만 하지만 어플의 요구조건과 관련해서는 적은 정보만을 가지고 작업한다. 목적지에서, 본래의 메시지/데이터는 패킷의 순번을 근거로 올바른 순서로 재취합 된다. 그러므로 [virtual circuit or byte stream](#) 으로 알려진 [virtual connection](#) 이 비록 중계 넷 노드들이 단지 [a connectionless network layer service](#) 만을 제공하더라도, [transport layer protocol](#) 에 의해 최종 이용자에게 제공된다.

[Connection-oriented transmission](#) 은 어떤 패킷이 통신 패러미터의 수립을 위하여 전달되기 전에 각각의 관련 노드에 설치단계를 필요로 한다. 패킷들은 주소 정보보다는 연결 식별자를 포함하고 있으며, 엔드 포인트 간에 협정을 맺어서 순서대로 그리고 에러를 체크하여 전달된다. 주소 정보는 목적지로의 라우트는 발견되고, 엔트리가 각 넷 노드에 있는 스위칭 테이블에 추가되는 연결 설정 과정 동안에만 각 노드로 전달된다. 이 때 사용된 시그널링 프로토콜은 어플로 하여금 그것의 요구사항을 특정화하도록 하여 링크 파라미터를 찾도록 한다. 서비스 파라미터로 수용가능한 값들은 타협할 수 있다. 패킷을 라우팅하는 것은 한 테이블에서 연결 아이디를 노드로 하여금 조사하도록 한다. 패킷 헤더는 다른 패킷과 구분하도록 이러한 정보와 [length, timestamp, or sequence number](#) 와 같은 정보만을 단지 포함하는 소규모일 수도 있다.

## 8. DIGITAL TRANSMISSION

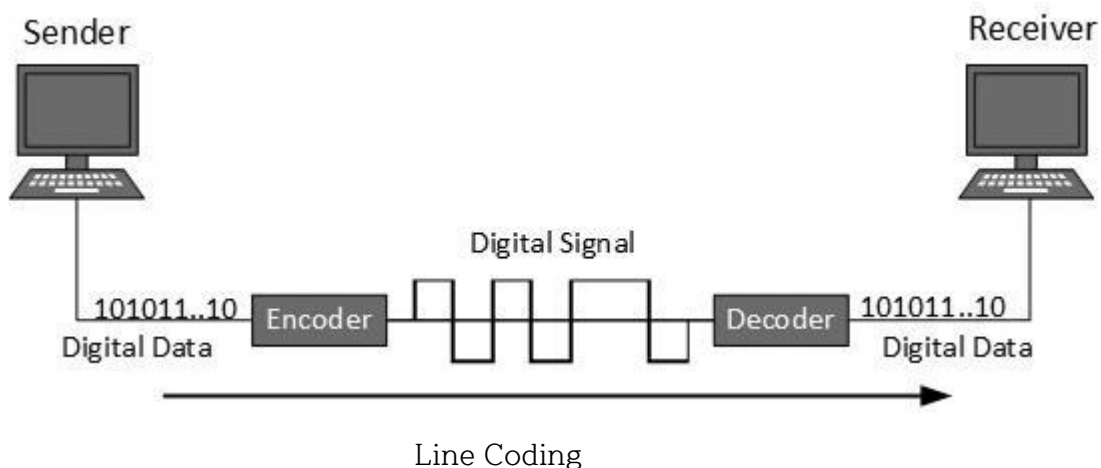
데이터나 정보는 두 가지 방법으로 저장된다: analog and digital. 컴퓨터에서 데이터를 사용하기 위하여는 discrete digital form 로 되어야 한다. 데이터와 비슷하게, signals 또한 analog and digital form 이어야 한다. 데이터를 디지털로 전송하기 위해서, 먼저 디지털 형태로 그것을 변경해야 한다.

### Digital-to-Digital Conversion

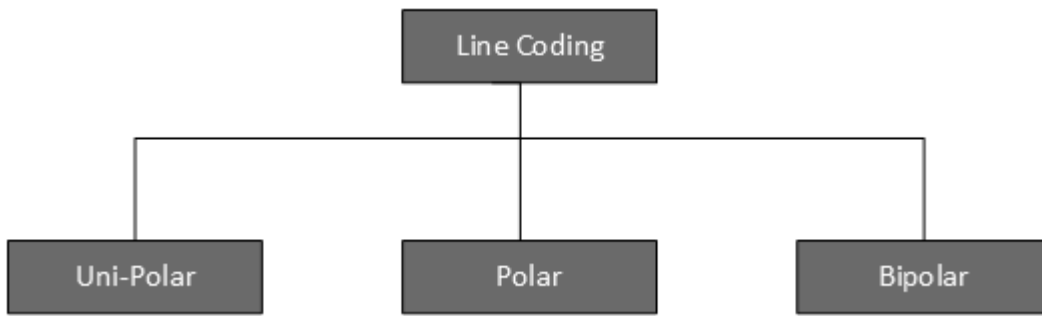
이제 디지털 데이터를 디지털 시그널로 변환시키는 방법에 대해 알아보자. 두 가지 방법이 있다: line coding and block coding. 모든 통신에서 line coding 은 필수적 이지만, block coding 은 선택적이다.

#### >Line Coding

디지털 데이터를 디지털 시그널로 변환시키는 절차를 Line Coding 이라 한다. 디지털 데이터는 2진 형태로 되어 있으므로, 내부적으로 series of 1s and 0s 으로 표현되거나 저장된다.



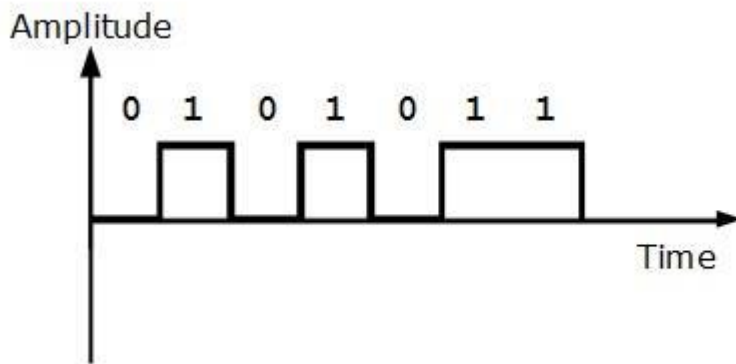
디지털 시그널은 디지털 데이터를 표현하는 discrete signal 로 부르며, 이용할 수 있는 3 가지 종류의 line coding schemes 가 있다:



Line Coding

>>Unipolar Encoding

Unipolar encoding schemes 는 데이터를 표현하기 위하여 single voltage level 을 사용한다. 이 경우에, 바이너리 1 을 표현하기 위하여 high voltage 가 전송되며, 0 을 표현하기 위해서는 no voltage 가 전송된다. 이것은 또한 Unipolar-Non-return-to-zero 라고도 부르는데, 그 이유는 어떠한 기타 조건도 없기 때문이다: 즉, it either represents 1 or 0.



UniPolar NRZ Encoding

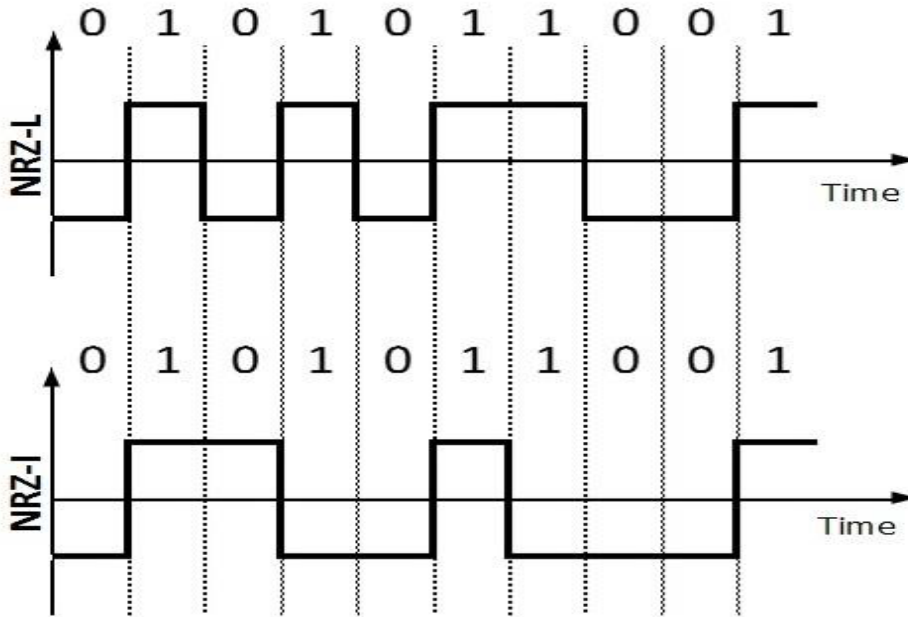
>>Polar Encoding

Polar encoding scheme 은 binary values 를 표현하기 위하여 multiple voltage levels 을 사용한다. Polar encodings 에는 4 가지 종류가 있다:

>>>Polar Non Return to Zero (Polar NRZ):

이진 값을 표현하기 위하여 두 가지의 다른 voltage levels 를 사용한다. 일반적으로, positive voltage 은 1 을 그리고 negative value 은 0 을 표현한다. 이것은 또한 NRZ 인데, 그 이유는 어떠한 나머지 조건도 존재하지 않기 때문이다.

NRZ scheme 에는 두 가지가 있다: NRZ-L and NRZ-I.

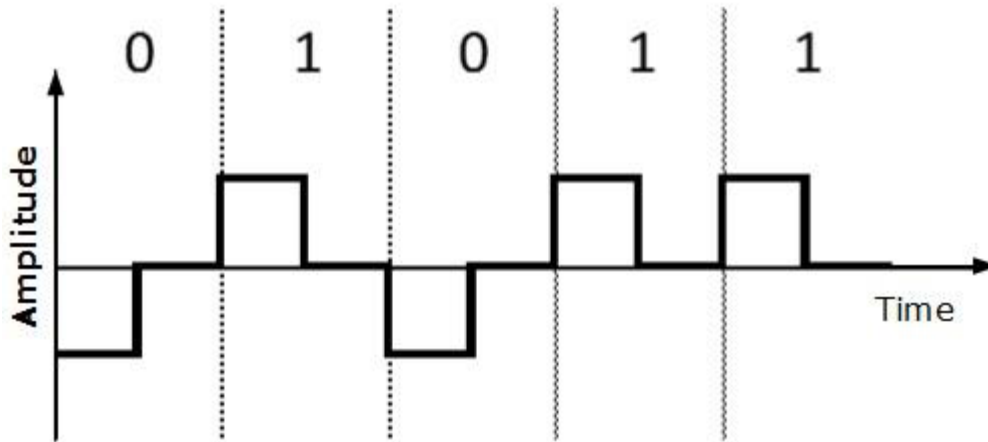


Unipolar NRZ

NRZ-L 은 서로 다른 비트가 만날 때 voltage level 을 변경하는 반면에, NRZ-I 는 1 을 만날 때 voltage 를 변경시킨다.

>>>Return to Zero (RZ):

NRZ 이 갖고 있는 문제는 센더와 리시버의 시계가 동기화되지 않는 경우에 리시버가 비트가 끝날 때와 다음 비트가 시작할 때를 conclude 할 수 없다는 것이다.



Return-to-Zero

RZ 는 3 가지의 voltage levels 을 사용한다: 1 을 표현하는 positive voltage, 0 을 표현하는 negative voltage 그리고 아무 것도 표현하지 않는 zero voltage. Signals change during bits not between bits.

>>>Manchester:

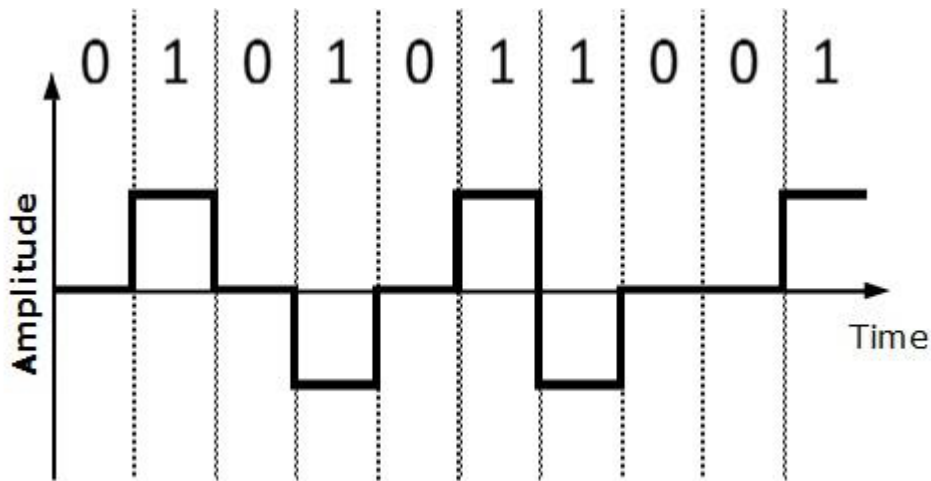
이 encoding scheme 은 RZ and NRZ-L 의 결합한 것이다. Bit time 은 two halves 로 나눈다. 이것은 비트의 중간에 전달되며 다른 비트와 만날 때 phase 가 변한다.

>>>Differential Manchester:

이 encoding scheme 은 RZ and NRZ-I 을 결합한 것이며, 역시 비트 중간에 전송되지만, 1 을 만날 때만 phase 를 변경한다.

>>Bipolar Encoding

Bipolar encoding 은 three voltage levels 을 사용한다: positive, negative, and zero. Zero voltage 는 binary 0 을, 그리고 1 은 positive and negative voltages 를 altering 함으로써 표현된다.



### Block Coding

수신된 data frame 의 정확성을 보장하기 위하여, redundant bits 가 사용된다. 예를 들어, even-parity 에서, one parity bit 가 frame even 에 있는 1 들의 계산에 추가된다.

따라서 비트의 원래의 수가 증가한다. Block Coding 이라 부른다.

Block coding 은  $mB/nB$  으로 표현되는데, 이 뜻은  $n > m$  인 경우에  $m$ -bit block 이  $n$ -bit block 을 대체한다는 것이다. Block coding 에는 three steps 이 있다:

1. Division
2. Substitution
3. Combination.

block coding 이 끝난 다음에, 그것은 전송용으로 암호화된(line coded for transmission)이 된다.

### Analog-to-Digital Conversion

Microphones 은 analog voice 를 그리고 camera 는 analog videos 를 취급한다. 이것을 디지털 데이터로 전송하기 위해서는 디지털 변환이 필요하다.

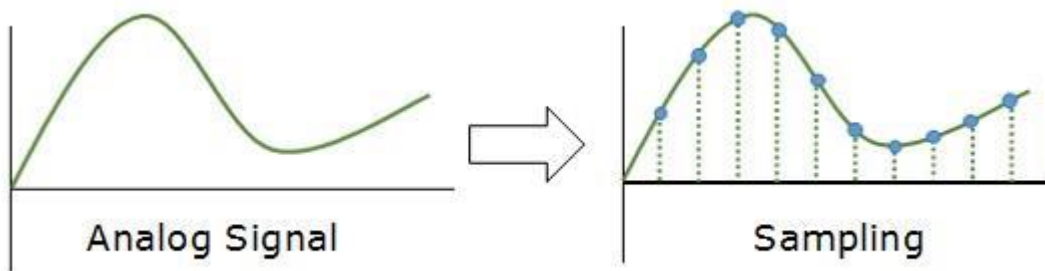


Analog data 는 파도형의 연속 데이터인 반면에 디지털은 이산 데이터이다. 아날로그 파형을 디지털 데이터로 변환시키기 위해서는 Pulse Code Modulation (PCM)을 사용하여야 한다.

PCM 은 가장 일반적인 방법 중의 하나이며, 3 가지의 단계가 있다:

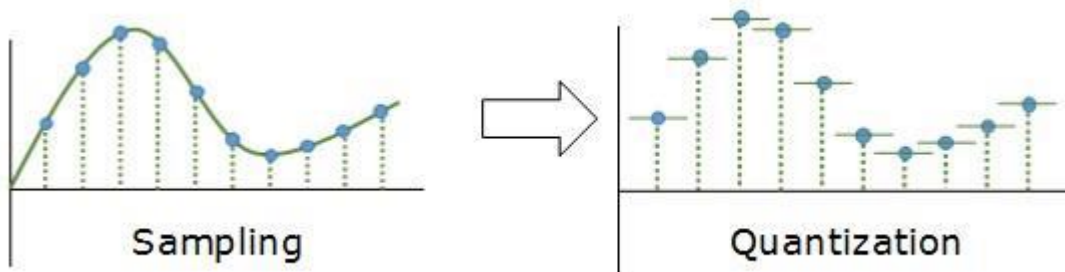
- . Sampling
- . Quantization
- . Encoding.

### >Sampling



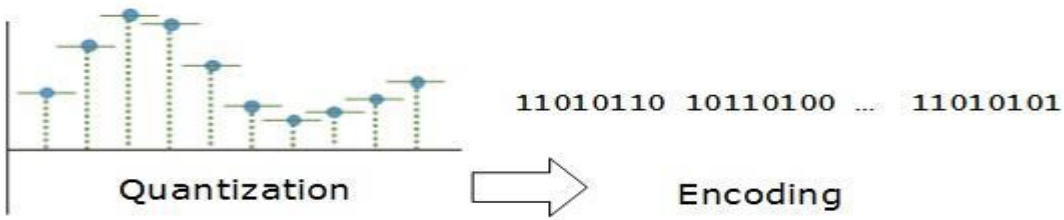
The analog signal 은 모든 모든  $T$  interval 을 샘플한다. 샘플링에서 가장 중요한 요소는 analog signal 을 샘플하는 비율이다. Nyquist Theorem 에 따라, 샘플링 비율은 적어도 signal 의 최고 빈도의 두 배가 되어야 한다.

### >Quantization



Sampling 은 연속적인 아날로그 시그널의 이산적 형태를 제공한다. 이런 경우에, 모든 이산적 패턴은 아날로그 시그널을 증폭시켜 보여준다. Quantization 은 최대의 증폭 값과 최소의 증폭 값 사이에서 이루어진다. Quantization 은 instantaneous analog value 의 근사치 이다.

### >Encoding



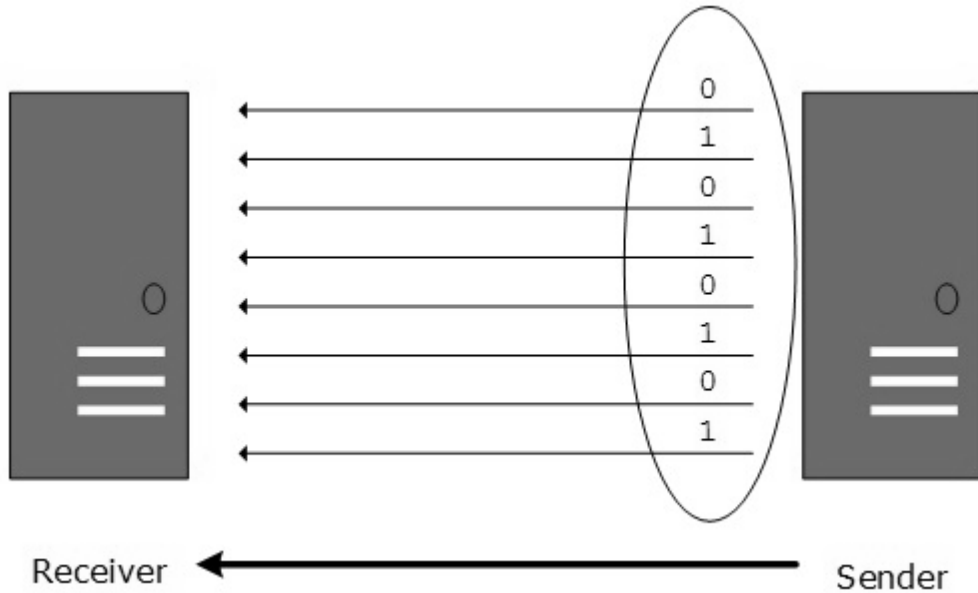
Encoding

기호화하는데 있어서, 각 근사치는 이진 포맷으로 변환된다.

### Transmission Modes

transmission mode 에서는 두 컴퓨터 간에 데이터가 전송되는 방법을 결정한다. 1s 과 0s 로된 이진 데이터는 두 가지 모드로 보내진다: Parallel and Serial.

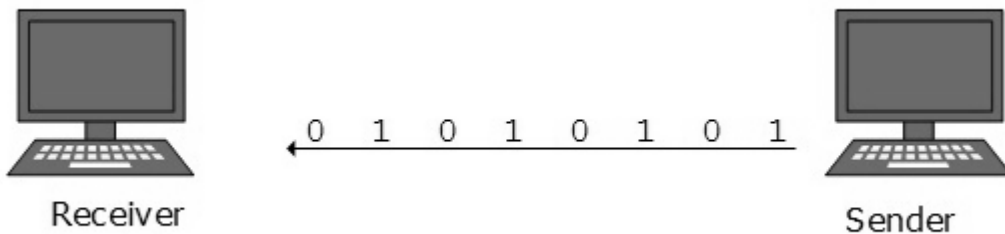
>Parallel Transmission:



이진 비트는 고정된 길이의 그룹들로 조직되어 있다. 센터와 리시버 둘 다 동일한 데이터 라인의 숫자를 갖고 병렬식으로 연결되어 있다. 양쪽 컴퓨터들은 high order and low order data lines 간을 구별한다. 센터는 모든 라인에 한번에 모든 비트를 보낸다. 그 이유는 그룹이나 데이터 프레임에 있는 비트의 수가 동일하기 때문에, 완전한 비트 그룹(데이터 프레임)을 한번에 보낸다. Advantage of Parallel transmission 은 고속이란 것이며, 단점은 병행식으로 보낸 데이터의 수가 같으므로 the cost of wires 이 비싸다는 것이다.

>Serial Transmission:

serial transmission 에, 비트는 순차적으로 나란히 보내진다. Serial transmission 에서는 단지 한 개의 통신 채널만이 필요하다:



Serial Transmission

Serial transmission 은 동기식이나 비동기식으로 이루어진다.

#### >Asynchronous Serial Transmission:

이름이 뜻하는 것처럼, timing 이 중요하지 않는 방식이다. 데이터-비트는 특별한 패턴을 가지고 있으며, 리시버가 시작과 끝 데이터 비트를 읽는데 도움을 준다. 예를 들어, 0 은 모든 데이터 바이트에 prefixed 되며, 한 개 이상의 1s 은 끝부분에 첨가된다.

두 개의 연속적 data-frames (bytes)의 사이에 gap 이 들어갈 수 있다.

#### >Synchronous Serial Transmission:

synchronous transmission 에서 timing 은 중요하다. 왜냐하면 시작과 끝 데이터 비트를 인식하는 메커니즘이 존재하지 않기 때문이다. 어떠한 pattern or prefix/suffix method 이 없다. Data bits 는 bytes (8-bits) 사이의 gap 을 유지하지 않고 burst mode 로 전송된다. burst of data bits 는 바이트의 수를 포함할 수 있으므로, timing 이 매우 중요하다.

바이트에 있는 비트를 인식하고 분리하는 것은 리시버에 달려 있다. synchronous transmission 의 장점은 고속이며, it has no overhead of extra header and footer bits as in asynchronous transmission 에서처럼 extra header and footer bits 에 대한 어떠한 overhead 도 없다는 것이다.

## 9. ANALOG TRANSMISSION

아날로그 미디어로 디지털 데이터를 보내기 위해, 아날로그 시그널을 변환시켜야 한다. 데이터 포매팅에 따라 두 가지 케이스가 있다:

### >Bandpass:

필터들이 관심대상의 주파수를 필터하고 패스시키는데 사용된다. Bandpass 는 필터를 패스할 수 있는 주파수의 밴드이다.

### >Low-pass:

Low-pass 는 low frequencies signals 을 패스하는 필터이다.

디지털 데이터를 bandpass analog signal 로 변경할 때, digital-to-analog conversion 이라 부른다. low-pass analog signal 을 bandpass analog signal 로 변경할 땐 analog-to-analog conversion 이라 부른다.

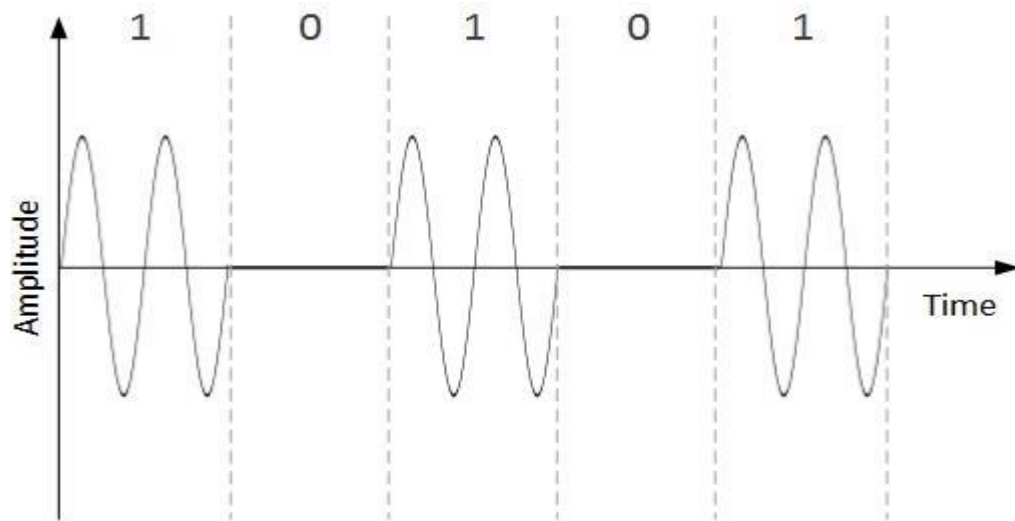
### >Digital-to-Analog Conversion

컴퓨터의 data 를 아날로그 캐리어를 통해 다른 컴퓨터로 보낼 때, 먼저 아날로그 시스널로 변환시켜야 한다. Analog signals 은 디지털 데이터를 반영하도록 변경되어야 한다.

analog signal 은 amplitude, frequency, and phase 로 구성되며, 여기에는 3 종류의 digital-to-analog conversions 이 있다:

### >>Amplitude Shift Keying:

이 conversion technique 에서, the amplitude of analog carrier signal 이 이진 데이터에 영향을 끼치도록 변경된다.

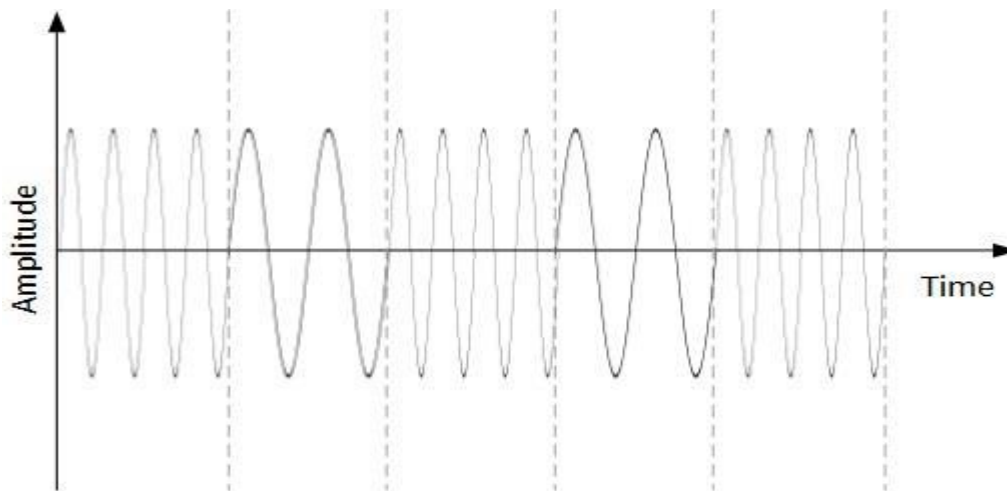


Amplitude Shift Keying

binary data 가 digit 1 을 나타낼 때, the amplitude 가 유지되지만, 그렇지 않다면, 0 으로 설정된다. frequency and phase 양쪽 다 최초의 carrier signal 과 똑같이 유지된다.

>>Frequency Shift Keying:

이 conversion technique 에서, the frequency of the analog carrier signal 은 binary data 에 영향을 끼치도록 변경된다.

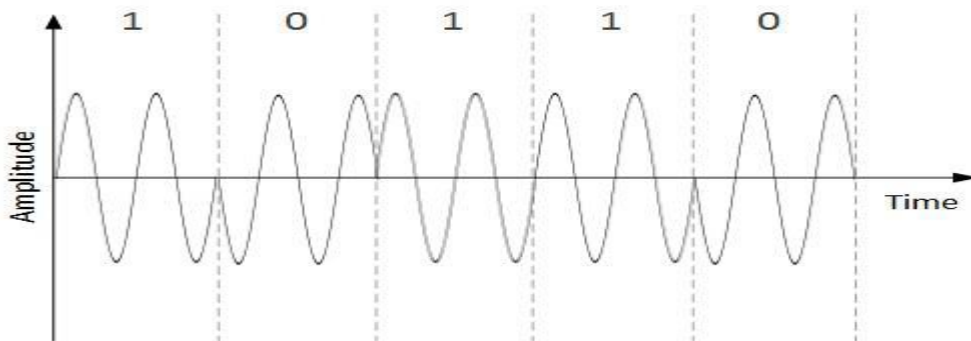


Frequency Shift Keying

이 기법에서는 두 가지 주파수인  $f_1$  and  $f_2$  이 사용된다. 예를 들어, 이것들 중의 하나인  $f_1$  은 binary digit 1 을 표현하기 위하여 선택되며, 나머지 하나는 binary digit 0 을 표현하기 위하여 사용된다. amplitude and phase of the carrier wave 둘 다 원형을 유지한다.

### >>Phase Shift Keying:

이 conversion scheme 에서, the phase of the original carrier signal 은 이진 데이터에 영향을 끼치기 위하여 변경된다.



Phase Shift Keying

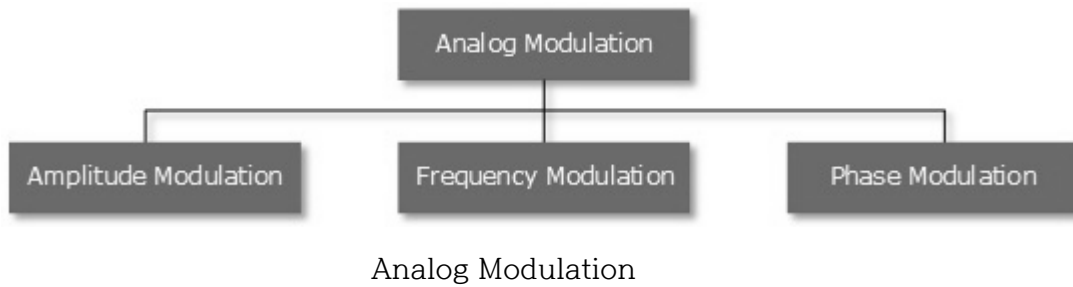
새 binary symbol 을 만날 때, the phase of the signal 이 바뀐다. Amplitude and frequency of the original carrier signal 은 원형을 유지한다.

### Quadrature Phase Shift Keying:

QPSK 는 한 번에 두 개의 이진 디지털을 반영하도록 phase 를 변경한다. 이것은 두 가지 서로 다른 phase 에서 이루어진다. The main stream of binary data 는 two sub-streams 에서 동일하게 나뉘어진다. serial data 가 both sub-streams 에서 병렬식으로 변환된 다음에 each stream 는 NRZ technique 을 사용하여 디지털 시그널로 변환된다. 그 후에, 두 digital signals 이 서로 통합된다.

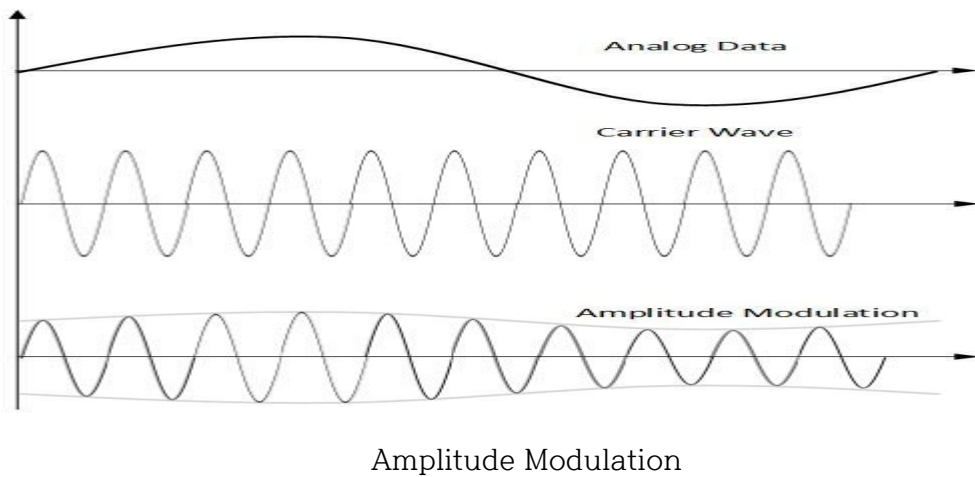
**>Analog-to-Analog Conversion:**

Analog signals 은 analog data 를 표현하기 위하여 변경되어야 한다. 이러한 conversion 을 Analog Modulation 이라 부른다. Analog modulation 은 bandpass 를 사용할 때 필요하다. Analog to analog conversion 은 3 가지 방법으로 이루어진다:



**>>Amplitude Modulation:**

이 modulation 에서, the amplitude of the carrier signal 은 analog data 에 영향을 끼치도록 변경된다.

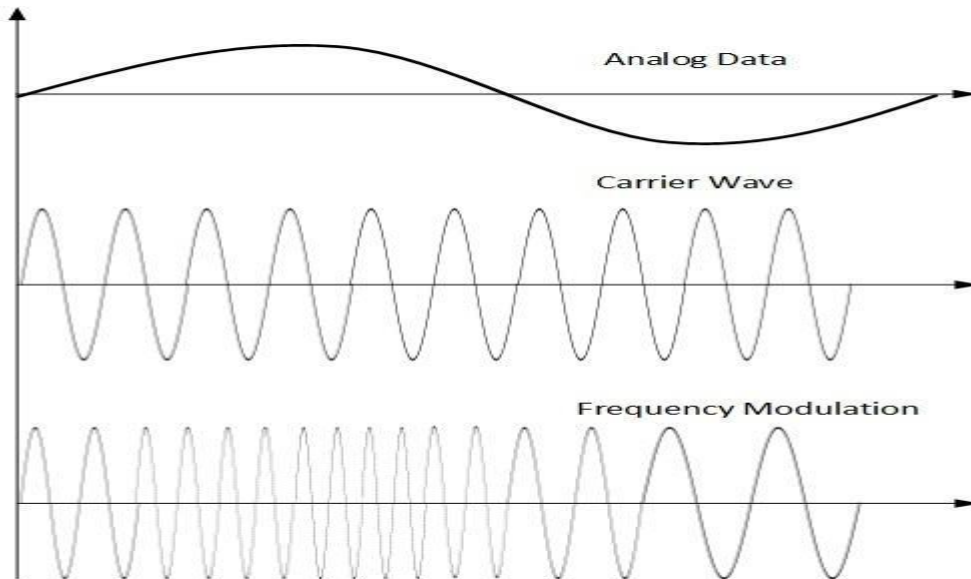


Amplitude modulation 은 multiplier 에 의해 실행된다. amplitude of modulating signal (analog data)는 amplitude of carrier frequency 에 의해 증폭되어, analog data 에 영향을 끼친다. frequency and phase of carrier signal 는 변하지 않는다.



**>>Frequency Modulation:**

이 modulation technique 에서, the frequency of the carrier signal 은 the voltage levels of the modulating signal (analog data)의 변화를 반영하도록 변경된다.

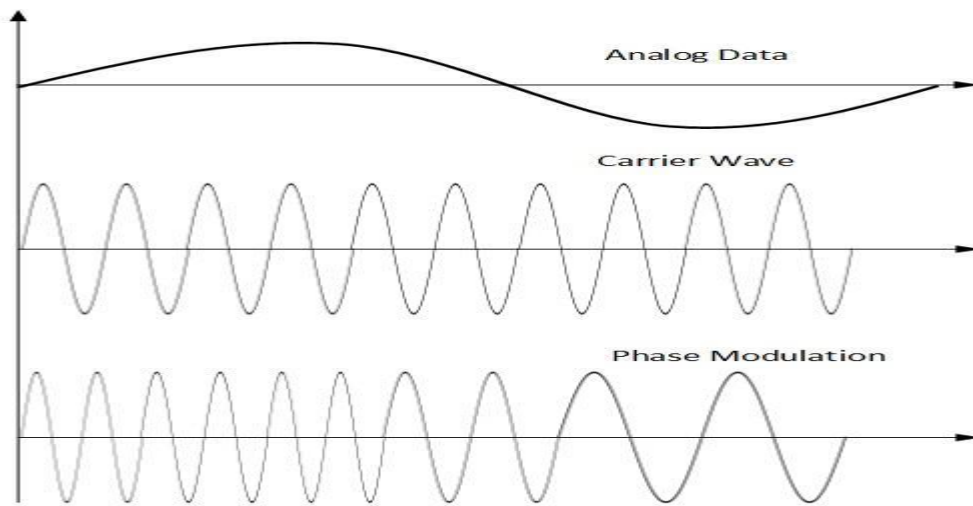


Frequency Modulation

The amplitude and phase of the carrier signal 는 변하지 않는다.

**>>Phase Modulation:**

이 modulation technique 에서, the phase of carrier signal 은 voltage (amplitude) of analog data signal 의 변화를 반영하기 위하여 변경되어야 한다.



### Phase Modulation

Phase modulation 은 실제로 Frequency Modulation 과 비슷하지만, Phase modulation frequency of the carrier signal 는 증가하지 않는다. Frequency of carrier signal 은 the amplitude of modulating signal 에서 voltage 변화를 반영하기 위하여 변경(made dense and sparse) 된다.

## 10. TRANSMISSION MEDIA

The transmission media 는 컴넷 통신이 이루어지는 단지 physical media 이다.

### Magnetic Media

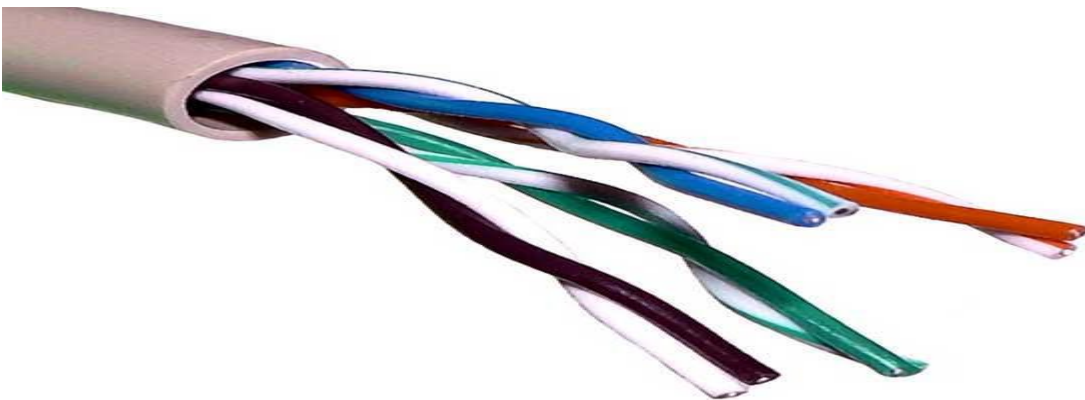
컴퓨터 간에 데이터를 전송하는 가장 편리한 방법 중의 하나는 넷이 탄생하기 전에도 저장 매체에 그것을 저장하여 한 스테이션에서 다른 곳으로 물리적으로 전송하는 것이다. 고속의 인터넷 시대인 오늘날 입장에서 비록 구식이라 하더라도, 데이터의 규모가 클 땐, 마그네틱 매체를 사용한다.

예를 들어, 은행은 고객에 대한 커다란 데이터를 취급하면서, 지리적으로 멀리 떨어져 있는 장소에 그것을 백업하여 안전하게 보관함으로써 재난을 예방할 수 있다. 은행에서 대용량의 백업 데이터가 필요하다면, 인터넷을 통해 그것을 전송하는 것은 쉽지 않다. WAN links 은 그 같은 고속을 지원하지 않는다. 그것들이 그렇게 한다면, 비용이 무척 비싸다.

이럴 경우에, data backup 이 magnetic tapes or magnetic discs 에 저장된 다음에, 원격지에서 물리적으로 바뀐다.

### Twisted Pair Cable

A twisted pair cable 은 두 개의 프라스틱으로 감싼 동선으로 되어 있으며, 두 개가 꼬여서 하나의 형태를 이루고 있다. 이 두 전선으로부터, 단지 하나만 실제 시그널을 전송하고, 나머지는 ground reference 용으로 사용된다. 전선 간의 twists 는 noise (electro-magnetic interference) and crosstalk 를 줄이는데 도움이 된다.



두 종류의 twisted pair cables 이 있다:

- . Shielded Twisted Pair (STP) Cable
- . Unshielded Twisted Pair (UTP) Cable

STP cables 은 금속막으로 덮인 twisted wire pair 로 되어 있으며, noise and crosstalk 에 대해 무반응하다.

UTP 는 7 개의 카테고리를 갖고 있으며, 각각은 특별한 용도에 맞춰져 있다. computer networks 에서, Cat-5, Cat-5e, and Cat-6 cables 이 가장 많이 사용되며, UTP cables 은 RJ45 connectors 에 연결된다.

### Coaxial Cable

Coaxial cable 은 two wires of copper 이다. 중심에는 core wire 가 있으며, 고체의 도체로 되어 있다. Core 는 절연되는 sheath 로 감싸여 있다. 두 번째 wire 는 sheath 로 감싸져 있으며, 또한 절연 sheath 로 다시 감싸여 있다. 이것 모두는 플라스틱 피복으로 덮여 있다.



Coaxial Cable

이러한 구조로 인하여, coax cable 은 높은 주파수의 시스널을 전달할 수 있어서, twisted pair cable 의 그것보다 우수하다. 이것의 피복 구조는 noise and cross talk 에 대한 우수한 방어막을 제공하며, Coaxial cables 은 고속의 bandwidth rates of up to 450 mbps 이 가능하다.

coax cables 에는 3 종류가 있다: RG-59 (Cable TV), RG-58 (Thin Ethernet), and RG-11 (Thick Ethernet). RG 란 Radio Government 의 줄인 말이다.

Cables 은 BNC connector and BNC-T 를 사용하여 연결되며, BNC terminator 는 양쪽 끝에 있는 와이어를 마감하는데 사용된다.

### Power Lines

Power Line communication (PLC)는 데이터 시스널을 전송하기 위하여 전선을 사용하는 Layer-1 (Physical Layer) technology 을 사용한다. PLC 에서, modulated data 는 케이블로 보내진다. 다른 끝에 있는 리시버는 그 데이터를 de-modulates and interprets 한다.

power lines 이 널리 사용되었기 때문에, PLC 는 모든 전기 기기를 통제하여 모니터할 수 있다. PLC 는 half-duplex 로 사용된다.

2 종류의 PLC 가 있다:

. Narrow band PLC

. Broad band PLC

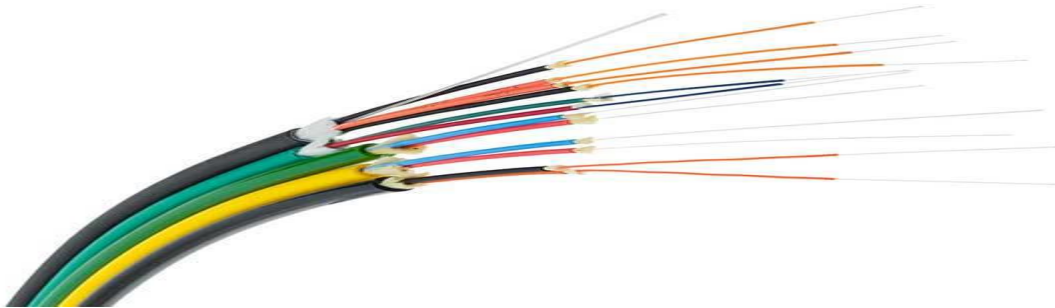
>Narrow band PLC 는 lower data rates up to 100s of kbps 를 제공하며, lower frequencies (3-5000 kHz)에서 작동한다. 수 키로 이상으로 확산될 수 있다.

>Broadband PLC 는 higher data rates up to 100s of Mbps 를 제공하며, higher frequencies (250 MHz)에서 작동한다. 이것들은 Narrowband PLC 만큼 확대될 수는 없다.

## Fiber Optics

Fiber Optic 는 the properties of light 로 작동한다. light ray 가 critical angle 에 비칠 때, 그것을 90 도 굴절시킨다. 이러한 성질이 광섬유에서 사용되고 있다. The core of fiber optic cable 은 고순도의 glass or plastic 으로 만든다. 한 쪽 끝에서 빛이 방사되면, 선을 따라 여행한 다음에 다른 쪽 끝에 있는 light detector 에서 light stream 을 탐지한 다음에 전기 데이터로 변환시킨다.

Fiber Optic 는 초고속을 제공하며, 두 모드로 되어 있다: 하나는 single mode fiber 이고, 또 하나는 multimode fiber. Single mode fiber 는 a single ray of light 을 운반하는 반면에, multimode 는 multiple beams of light 를 전송한다.



Fiber Optics

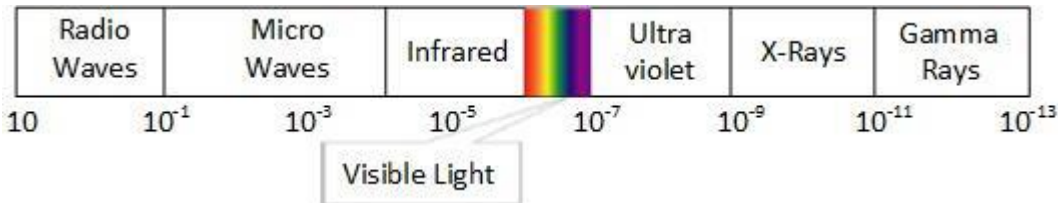
Fiber Optic 또한 일방향과 양방향 기능을 갖고 있다. To connect and access fiber optic 에 접근하기 위해서는 special type of connectors 가 사용되며, 이러한 것들로는 Subscriber Channel (SC), Straight Tip (ST), or MT-RJ 가 있다.

## 11. WIRELESS TRANSMISSION

Wireless transmission 은 a form of unguided media 이다. Wireless communication 은 두 개이상의 기기 사이에 설정된 어떠한 물리적 링크도 이루어지지 않는다. 무선 시그널은 공중으로 퍼지며, 적절한 안테나에 의해 수집되고 해석된다.

antenna 가 electrical circuit of a computer or wireless device 에 접속할 때, digital data 는 무선 시그널로 바뀐 다음에 주파수 범위 내로 퍼져 나간다. 상대방에 있는 receptor 가 이 시그널을 받아서 다시 디지털 데이터로 변환시킨다.

electromagnetic spectrum 의 조그만 부분이 wireless transmission 에 사용된다.



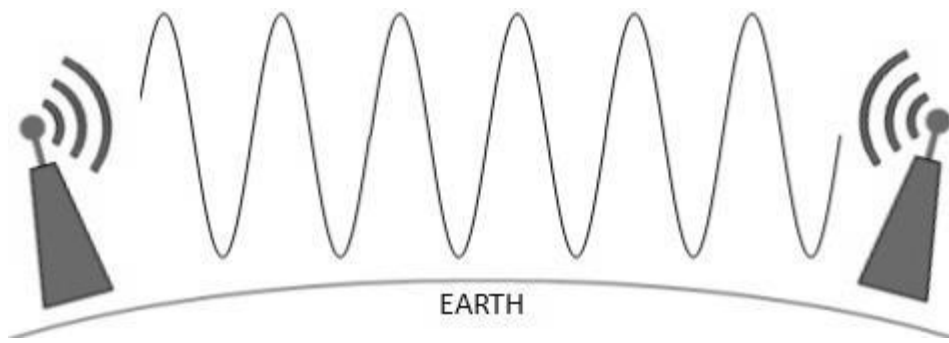
Electromagnetic Spectrum

### Radio Transmission

Radio frequency 는 생산하기 쉬운데, 그것의 커다란 wavelength 가 벽 같은 구조물을 관통할 수 있기 때문이다. Radio waves 의 범위는 1mm 에서 100,000km 정도이며, 3Hz (Extremely Low Frequency) to 300 GHz (Extremely High Frequency) 정도의 주파수 범위를 갖는다. Radio frequencies 는 six bands 로 다시 나뉜다.

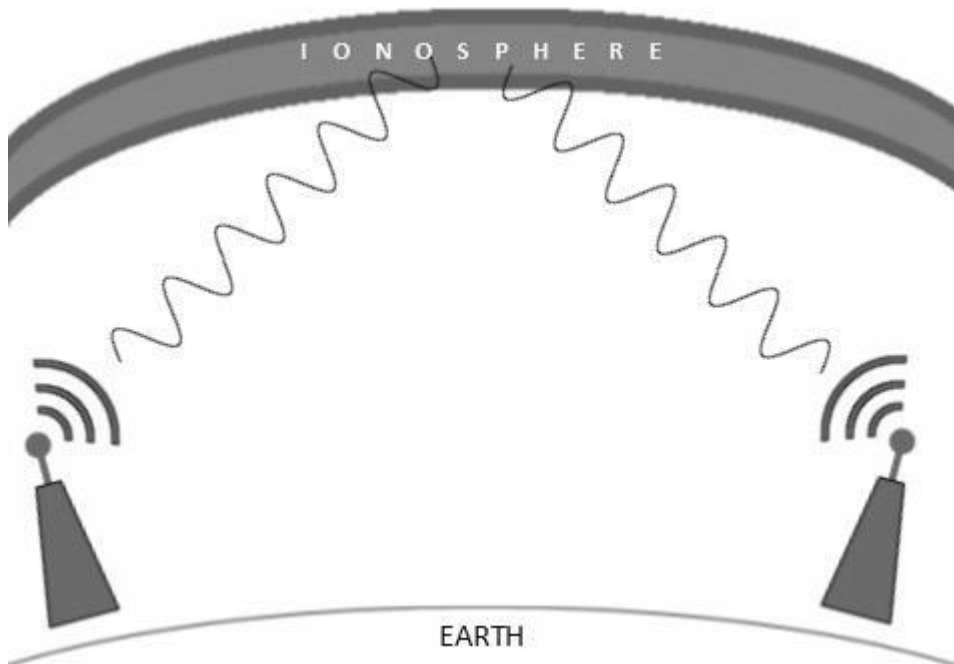
저 주파수인 Radio waves 는 벽을 통과할 수 있는 반면에, 높은 RF 는 직선으로 가며 벽에서 다시 튕겨 나온다. 저 주파수의 힘은 거리가 늘어나면 급격하게 줄어든다. High frequency radio waves 는 더 많은 파워를 갖고 있다.

VLF, LF, MF bands 와 같은 저 주파수들은 지상에서 1000 kilometers 까지 전달된다.



Radio wave - grounded

고주파의 Radio waves 는 빗물이나 기타 장애물에 흡수되기 쉽다. 이것들은 전리층(ionosphere)을 이용한다. 고주파 radio waves(HF and VHF bands 와 같은)는 위로 쪽으로 확산된다. 이것들이 전리층에 도달 하면, 지상으로 다시 반사된다.



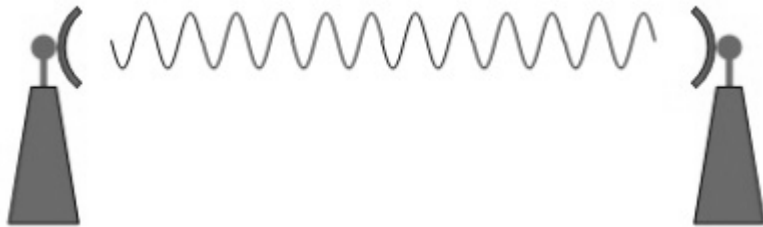
Radio wave - Ionosphere



### Microwave Transmission

Electromagnetic waves above 100MHz 이상의 전자기파는 직선으로 퍼지는 경향이 있으며, 이것의 시그널은 어떤 특별한 스테이션을 향해 보내지는 전파 빔에 의해 전송된다. Microwaves 가 직선으로 전파되기 때문에, 센터와 리시버 둘 다 엄격하게 line-of-sight 으로 정렬되어야 한다.

Microwaves 의 길이는 1mm 에서부터 1meter 이고, 주파수는 300MHz to 300GHz 까지 이다.



Personal Area Network

Microwave antennas 는 빔을 만드는 그 주파수를 모은다. 위의 그림에서처럼, 다수의 안테나들이 보다 멀리 도달하기 위하여 정렬될 수 있다. Microwaves 는 고주파이며 장애물인 벽을 뚫을 순 없다.

Microwave transmission 은 날씨와 사용 주파수에 크게 의존한다.

### Infrared Transmission

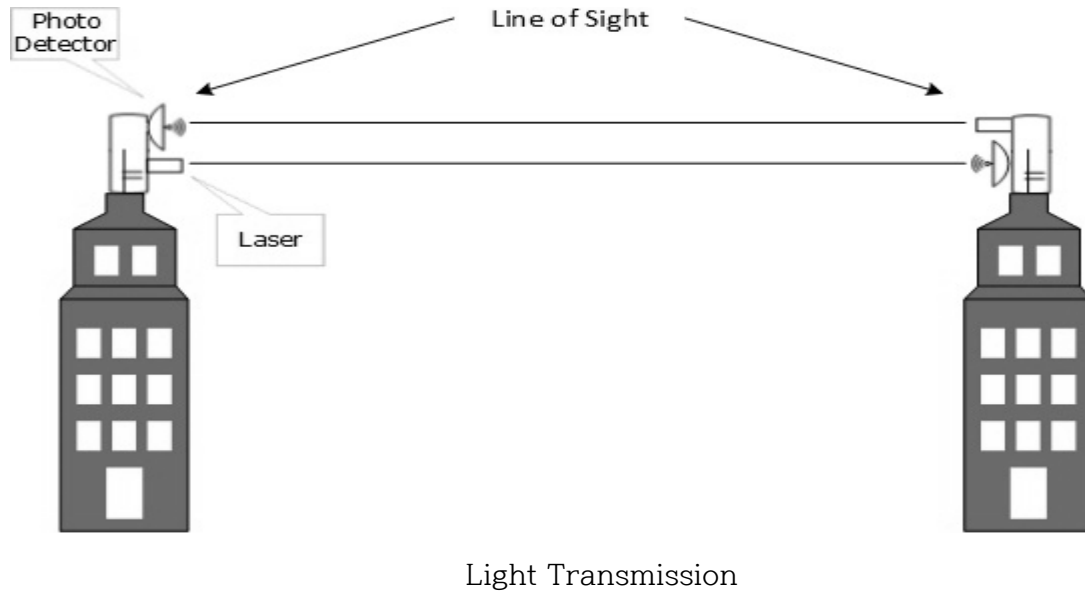
Infrared wave 는 가시광선 스펙트럼과 microwaves 사이에 있다. 이것의 wavelength 는 700nm to 1mm 이며, 주파수 범위는 300GHz to 430THz 이다.

Infrared wave 는 텔레비전과 리모콘과 같이 초단거리 통신에서 사용한다. 직선적인 Infrared 은 자연스럽게 직진한다. 높은 주파수의 범위로 인하여 벽을 투과하진 못하다.

### Light Transmission

데이터 통신에 사용되는 Highest most electromagnetic spectrum 은 light or optical signaling 이며, LASER 가 사용된다.

frequency light uses 로 인하여, 이것은 엄격한 직진성을 갖는다. 그러므로 sender and receiver 는 line-of-sight 에 있어야 한다. laser transmission 이 일방성이므로, 양쪽 끝에는 the laser and the photo-detector 가 있어야 한다. Laser beam 은 일반적으로 폭이 1mm 이므로, 두 개의 receptors 가 레이저 소스에 정확하게 맞춰져 있어야 정확하게 작동하게 된다.



Laser 는 Tx (transmitter)로 작동하고 photo-detectors 는 Rx (receiver)로 작동한다.

Lasers 는 walls, rain, and thick fog 을 관통할 수 없다. 추가로 laser beam 은 진행과정에 있는 wind, atmosphere temperature, or variation in temperature 에 의해 왜곡되기도 한다.

Laser 는 안전한 data transmission 이지만, communication channel 을 방해하지 않고 1mm 폭으로 레이저를 맞추는 것은 매우 어렵다.

## 12. MULTIPLEXING

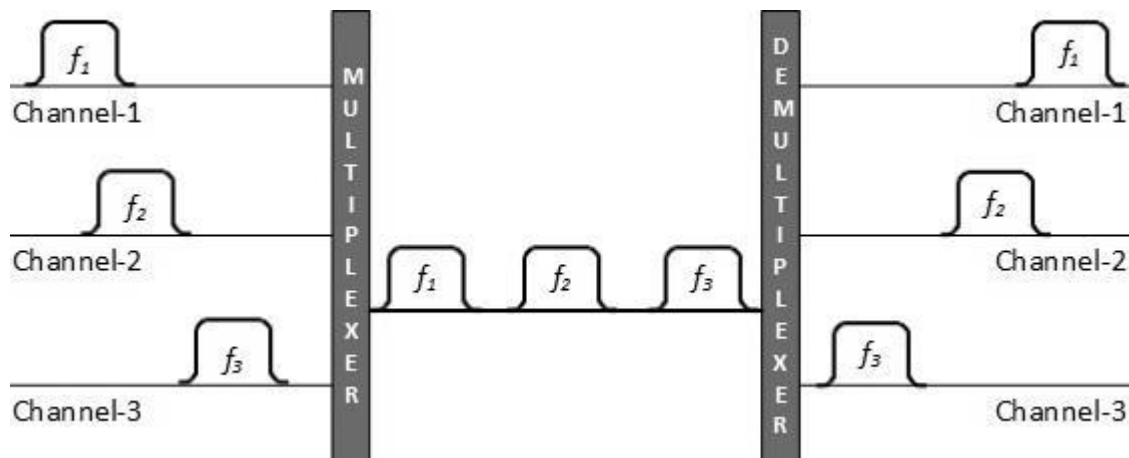
Multiplexing이란 shared link를 통하여 서로 다른 아날로그와 디지털의 전송 스트림을 동시에 처리하는 기법이다. Multiplexing은 고성능의 medium을 서로 다른 스트림에 의해 저성능의 논리적 medium으로 나눈다.

Communication은 physical media (cable), and light (optical fiber)을 사용하여 공기(radio frequency)를 통해 이루어진다. 모든 매체는 multiplexing이 가능하다.

다수의 센터가 단일 매체로 보낼 때, Multiplexer라는 기기가 물리적 채널로 나누어 각각에 하나씩 할당한다. 통신의 다른 쪽에 있는 De-multiplexer가 단일 매체로부터 온 데이터를 받아서, 판별한 다음에 다른 리시버로 보낸다.

### Frequency Division Multiplexing

the carrier가 주파수일 때, FDM을 사용한다. FDM이란 아날로그 기술이다. FDM은 논리적 채널로 스펙트럼이나 캐리어를 나눈 다음, 하나의 사용자를 각 채널에 할당한다. 각 사용자는 독립적으로 channel frequency를 사용할 수 있으며, 그것에 독립적으로 접근할 수 있다. 모든 채널은 서로 중복되지 않게 나뉘어진다. 채널들은 guard bands에 의해 나뉘는데, Guard band란 either channel에 의해 사용되지 않는 frequency이다.



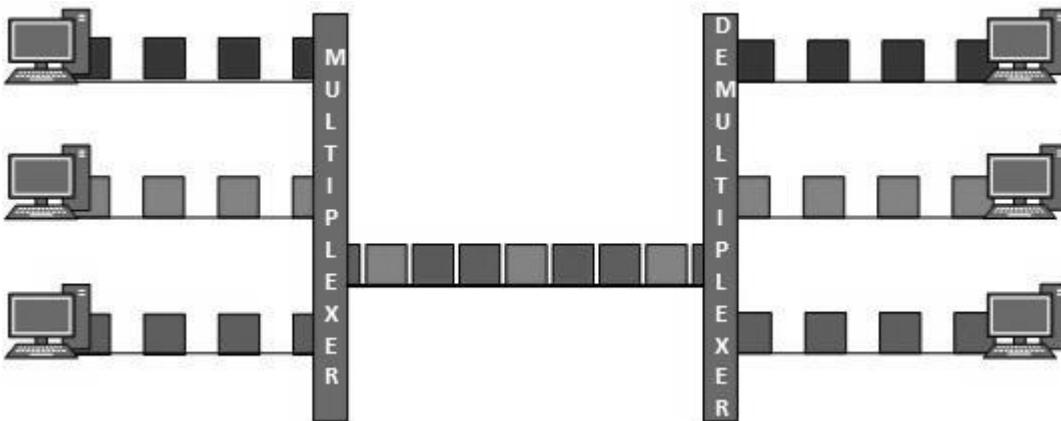
Frequency Division Multiplexing

## Time Division Multiplexing

TDM 은 기본적으로 디지털 시그널에 적용되지만, 아날로그 시그널에도 적용될 수 있다.

TDM 에서 공유 채널은 time slot 라는 방식으로 사용자들 사이에서 나눈다. 각 사용자는 단지 제공된 time slot 내에서만 데이터를 전송할 수 있다. Digital signals 는 time slot 과 동등한 frames, 즉 특정한 time slot 에서 전송할 수 있는 최적의 크기의 프레임으로 나눈다.

TDM 은 동기식 모드로 작동한다. 양쪽 끝의 Multiplexer and De-multiplexer 는 정확하게 동기식으로 작동하며, 둘 다 동시에 다음 채널에서 교체된다.



Time Division Multiplexing

channel A 가 한 쪽 끝에 있는 프레임에 전송할 때, De-multiplexer 는 다른 쪽 끝에 있는 채널에 미디어를 제공한다. channel A's time slot 이 만료되자 마자, 이 쪽은 channel B 로 바뀐다. 반대쪽에서, De-multiplexer 도 동기식으로 작동하여, channel B 에 미디어를 제공한다. 서로 다른 채널에서 온 Signals 는 interleaved 방식으로 그 통로를 사용한다.

### Wavelength Division Multiplexing

Light 은 다양한 wavelength (colors)을 갖고 있다. fiber optic mode 에서, 다수의 optical carrier signals 은 서로 다른 파장을 사용함으로써 광섬유를 multiplexed 한다. 이것은 analog multiplexing technique 이며, 개념적으로는 FDM 과 동일한 방식으로 진행되지만, 빛을 시그널처럼 사용한다.



Wavelength Division Multiplexing

더구나 각 wavelength time division 과 관련해서 multiplexing 은 더 많은 데이터 시그널을 제공하도록 합칠 수 있다.

### Code Division Multiplexing

Multiple data signals 은 Code Division Multiplexing 을 사용함으로써, 단일 주파수로 전송될 수 있다. FDM 은 주파수를 보다 작은 채널로 나누지만, CDM 은 이용자로 하여금 full bandwidth 를 사용해서 언제든지 독특한 코드를 이용하여 시그널을 전송할 수 있도록 한다. CDM 은 직교코드(orthogonal codes)를 사용하여 시그널을 전파한다.

각 스테이션에는 chip 이라 부르는 유일 코드가 할당된다. 시그널은 독립적으로 이러한 코드와 함께 whole bandwidth 내에서 돌아다닌다. 리시버는 그것에 도착해야 하는 chip code signal 에 대하여 미리 알고 있다.

## 13. SWITCHING

Switching이란 포트에서 포트로 패킷을 목적지로 보내는 과정이다. 데이터가 한 포트에서 올 때, 그것을 ingress라 부르고, 데이터가 나갈 때, egress라 부른다. 통신 시스템에는 스위치와 노드의 수가 포함되어 있다. 넓은 수준으로 switching은 두 개의 major categories로 나눈다:

### . Connectionless:

The data is forwarded on behalf of forwarding tables. No previous handshaking is required and acknowledgements are optional.

### . Connection Oriented:

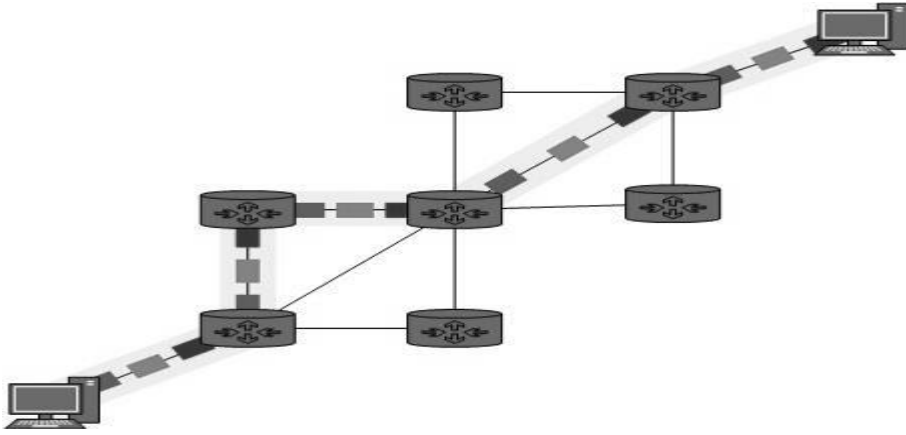
Before switching data to be forwarded to destination, there is a need to pre-establish circuit along the path between both endpoints. Data is then forwarded on that circuit. After the transfer is completed, circuits can be kept for future use or can be turned down immediately.

### Circuit Switching

두 노드가 전용통신선으로 서로 통신할 때, circuit switching이라 부른다. 데이터가 다닐 미리 정해진 루트가 필요하며, 그 밖의 어떠한 데이터도 허용하지 않는다. 데이터를 전송하는 circuit switching에서, circuit는 데이터 전송이 이루어지도록 설치되어야 한다.

Circuits는 영원할 수도 일시적일 수도 있다. circuit switching을 사용하는 어플들은 다음과 같은 3가지의 phase를 경험하게 될 것이다:

- . Establish a circuit
- . Transfer the data
- . Disconnect the circuit



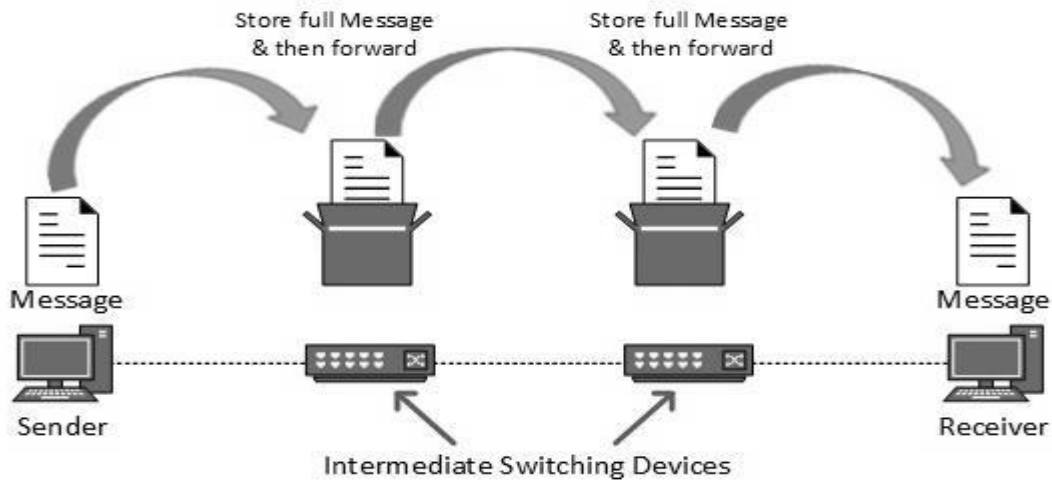
Circuit Switching

Circuit switching 은 voice applications 용으로 설계되었다. 전화는 가장 좋은 예의 circuit switching 이다. 이용자가 전화를 하기 전에, caller and callee 간의 가상 통로가 넷 전체에 설치되어야 한다.

### Message Switching

이 기법은 circuit switching and packet switching 의 중간 어디쯤에 해당된다. message switching 에서, 모든 message 는 data unit 로 취급되며, 전체가 스위칭되고 전송된다.

message switching 에서 작동하는 스위치는 먼저, 전체 메시지를 받고, 다음 단계로 전송할 수 있는 자원이 있을 때까지 그것을 buffer 한다. 대량의 메시지를 받기에 자원이 충분하지 않다면, 그 메시지는 저장되어 스위치를 기다린다.



Message Switching

이 기법은 circuit switching 에서처럼 모든 통로가 단지 두 개의 엔티티로 막혀있으므로, circuit switching 의 대체기법으로 여겨졌다. Message switching 은 packet switching 을 대신한 것이다. Message switching 의 단점은 다음과 같다:

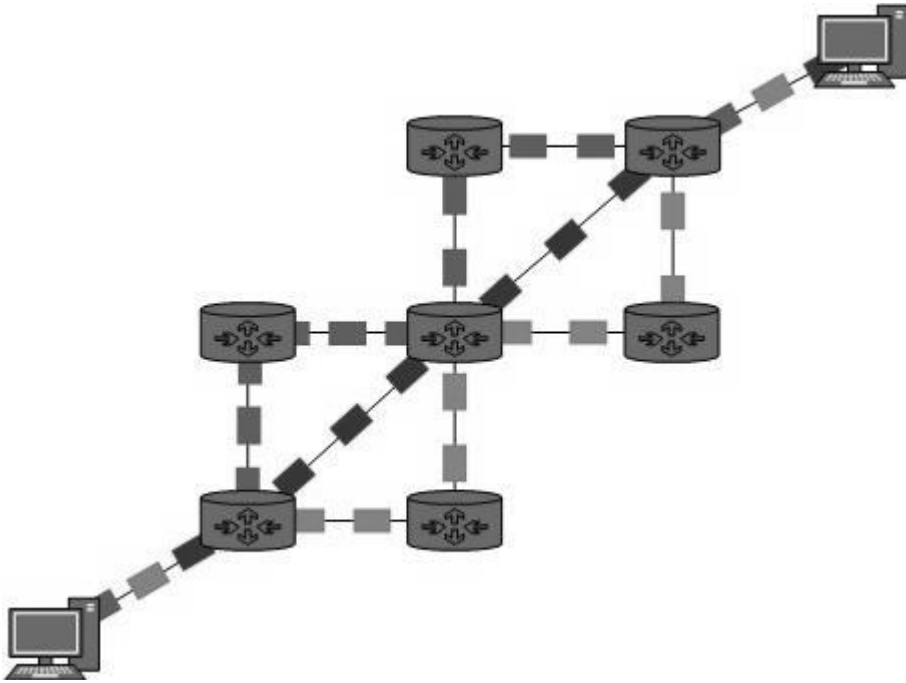
- . Every switch in transit path needs enough storage to accommodate entire message.
- . Because of store-and-forward technique and waits included until resources are available, message switching is very slow.
- . Message switching was not a solution for streaming media and real-time applications.

### Packet Switching

message switching 의 단점이 packet switching 에 대한 아이디어를 발생시켰다. 전체 메시지를 패킷이라고 부르는 보다 작은 chunks 로 쪼개진다. switching information 가 각 패킷의 헤더에 추가되어 독립적으로 전송된다.

intermediate networking devices 에서 작은 크기의 패킷을 저장하는 것은 보다 편하며, 이것들은 carrier path 에서나 internal memory of switches 에서나 많은 자원을 필요로 하지 않는다.





Packet Switching

Packet switching은 다수의 어플에서 발생한 packets이 carrier에서 multiplex 되는 것처럼, line efficiency 를 높인다. internet 은 packet switching technique 을 사용한다. Packet switching 은 이용자가 data streams 를 속성에 따라 차별화하는 것을 가능하게 한다. Packets 는 service 의 품질을 제공하는 우선순위에 따라 저장되고 포워딩 된다.

## 14. DATA LINK LAYER INTRODUCTION

Data Link Layer 는 OSI Layered Model 의 두 번째 layer 이다. 이 레이어는 가장 복잡한 레이어들 중의 하나이며, 복잡한 기능과 의무를 가지고 있다. Data link layer 는 중요한 하드웨어의 내역을 감추고 있고 통신 매체로서 보다 상위 레이어에 스스로를 묘사하고 있다.

Data link layer 는 어떤 의미에서 직접 연결된 두 개의 호스트 사이에서 작동한다. 이러한 직접적인 연결은 point to point or broadcast 일 수 있다. broadcast network 상의 시스템은 동일한 링크에 있다고 말할 수 있다. data link layer 가 하는 일이 single collision domain 에서 복수의 호스트를 다룰 때 더욱 복잡하게 만드는 경향이 있다.

Data link layer 는 data stream 을 비트 별로 시그널로 변환시켜서 기본 하드웨어에 그것을 보낼 책임이 있다. 접수하는 끝에서, Data link layer 는 하드웨어에서 전기시그널 형태로 되어 있는 데이터를 뽑아낸 다음에, 인식할 수 있는 프레임 포맷으로 모아, 상위 레이어에 넘겨준다.

Data link layer 는 두 가지의 sub-layers 를 갖는다:

- . Logical Link Control: It deals with protocols, flow-control, and error control.
- . Media Access Control: It deals with actual control of media.

### Functionality of Data-link Layer

Data link layer 는 상위 레이어들 대신하여 많은 임무를 수행하는데, 다음과 같다:

#### >Framing:

Data-link layer takes packets from Network Layer and encapsulates them into Frames. Then, it sends each frame bit-by-bit on the hardware. At receiver end, data link layer picks up signals from hardware and assembles them into frames.

### >Addressing:

Data-link layer provides layer-2 hardware addressing mechanism. Hardware address is assumed to be unique on the link. It is encoded into hardware at the time of manufacturing.

### >Synchronization:

When data frames are sent on the link, both machines must be synchronized in order to transfer to take place.

### >Error Control:

Sometimes signals may have encountered problem in transition and the bits are flipped. These errors are detected and attempted to recover actual data bits. It also provides error reporting mechanism to the sender.

### >Flow Control:

Stations on same link may have different speed or capacity. Data-link layer ensures flow control that enables both machine to exchange data on same speed.

### >Multi-Access:

When host on the shared link tries to transfer the data, it has a high probability of collision. Data-link layer provides mechanism such as CSMA/CD to equip capability of accessing a shared media among multiple Systems.

## 15. ERROR DETECTION AND CORRECTION

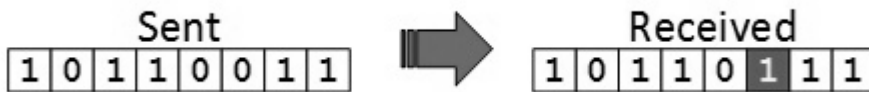
전송되는 동안 데이터를 망가뜨리는 많은 원인이 있다: noise, cross-talk etc. 상위 레이어들은 일반적인 네트워크 구조에 맞춰 작동한다. 상위 레이어들은 시스템 간에 error-free transmission 을 기대한다. 대부분의 어플들은 에러 데이터가 접수될 때 기대한 만큼 작동하지 않는다. voice and video 와 같은 어플들은 영향을 받지 않지만, 어떤 에러에 대해서는 잘 작동하기도 한다.

Data-link layer 는 프레임(data bit streams)들이 정확하게 전송되었는지를 확인하기 위하여 error control mechanism 을 사용한다. 그러나 에러 통제법을 이해하기 위하여, 발생하는 에러의 종류가 무엇인지에 대하여 아는 것이 절대적이다.

### Types of Errors

3 종류의 에러가 있다:

>Single bit error:



Single bit error

In a frame, there is only one bit, anywhere though, which is corrupt.

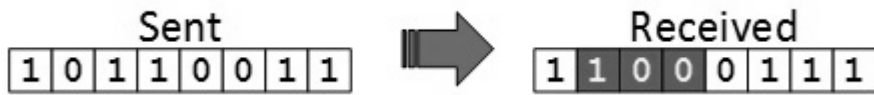
>Multiple bits error:



Multiple bits error

Frame is received with more than one bits in corrupted state.

>Burst error:



Burst error

Frame contains more than 1 consecutive bits corrupted.

Error control mechanism 은 2 가지가 있다:

- . Error detection
- . Error correction

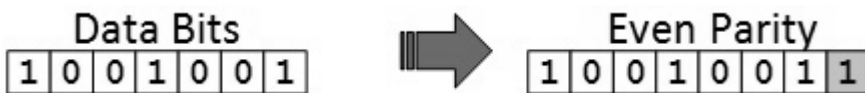
>Error Detection

접수된 프레임의 에러들은 Parity Check and Cyclic Redundancy Check (CRC)를 사용하여 탐지된다. 두 경우에, 극소수의 추가 비트를 실제 데이터와 함께 보내서 반대쪽에서 접수된 데이터가 보낸 것과 같은지를 확인한다. 리시버에서 counter-check 가 틀리면, 그 비트들은 부패한 것으로 간주된다.

>>Parity Check:

한 개의 예외 비트를 초기 비트와 함께 보내서 even parity 의 경우에는 even 을, odd parity 의 경우에는 odd 를 만들도록 한다.

프레임을 만드는 동안 센터는 그 속에 있는 1 의 숫자를 계산한다. 예를 들어, even parity 를 사용하고, 1 의 숫자가 even 이라면, 0 인 값의 한 개 비트가 추가된다. 이 방법은 1 의 숫자를 even 으로 유지한다. 만일 1 의 숫자가 odd 라면, 1 의 값인 비트를 추가하여 even 을 만든다.



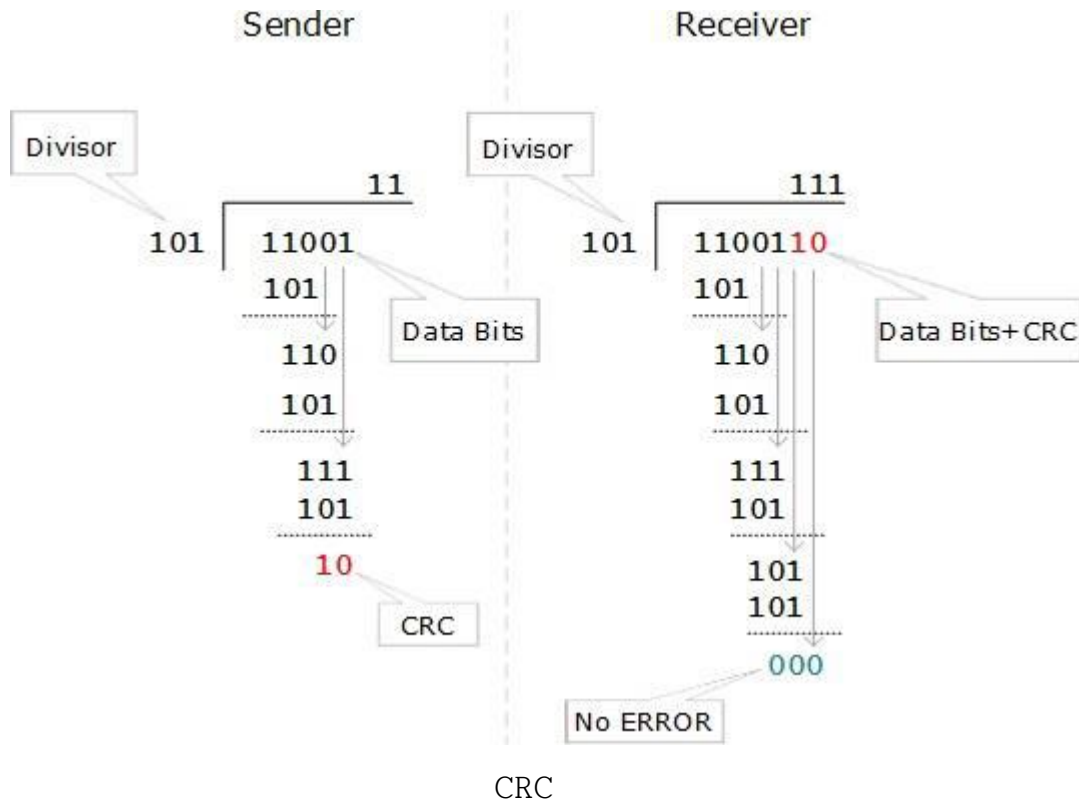
Even Parity

리시버는 단지 프레임에서 1 의 숫자만 계산한다. 1 의 숫자가 even 이고 even parity 를 사용한다면, 그 프레임은 오염되지 않은 것으로 간주되어 접수된다. 만일 1 의 숫자가 odd 이고 odd parity 를 사용한다면, 그 프레임은 아직 오염되지 않았다.

만일 싱글 비트가 전송 중에 flip 한다면, 리시버는 1 의 숫자를 계산함으로써 그것을 감지할 수 있다. 그러나, 1 개 이상의 비트가 에러라면, 그 리시버가 에러를 탐지하기가 쉽지 않다.

>>Cyclic Redundancy Check (CRC):

CRC 는 접수된 프레임에 유효한 데이터가 포함되어 있는지를 탐지하는 또 다른 방법이다. 이 기법에는 전송된 데이터 비트의 이진적 분리를 포함한다. divisor 는 polynomials 을 사용하여 생산된다. 센더는 보낸 비트에 대한 division operation 을 수행하여, 나머지를 계산한다. 실제의 비트를 보내기 전에, 센더는 실제의 비트 끝에 그 나머지를 첨가한다. Actual data bits plus the remainder 를 codeword 라 부르며, 센더는 codewords 처럼 데이터를 전송한다.



반대쪽 끝에, 리시버는 똑 같은 CRC divisor 를 이용하여 codewords 에 관한 division operation 을 수행한다. 만일 remainder 가 모두 zeros 라면, 그 데이터는 접수된다. 그렇지 않다면, 어떤 데이터가 전송 중에 데이터 오염이 발생한 것으로 간주된다.

### >Error Correction

디지털 세상에서, error correction 에는 두 가지 방법이 있다:

#### >>Backward Error Correction:

리시버가 접수된 데이터에서 에러를 감지하면, 센터에게 다시 보내도록 요청한다.

#### >>Forward Error Correction:

리시버가 접수된 데이터에서 에러를 감지하면, error-correcting code 를 실행시켜서 자동으로 회복하는 것과 어떤 종류의 에러는 수정하는 것을 돕는다.

첫 번째인 Backward Error Correction 가 단순하며, 반송이 비싸지 않는 경우에 효율적으로 사용된다. 예를 들어, fiber optics 이다. 그러나 무선 전송의 반송인 경우에 비용이 엄청날 수 있다. 후자의 경우에는 Forward Error Correction 의 사용이 바람직 하다.

data frame 에서 에러를 수정하기 위하여, 리시버는 그 프레임의 어떤 비트가 오염되었는지를 정확하게 알아야 한다. 에러 비트를 찾기 위하여, 에러 탐지용인 패리티 비트 처럼 사용되는 잉여비트를 사용한다. 예를 들어, ASCII words (7 bits data)를 받을 때, 8 kind of information 가 필요하다: 처음 7 개는 어떤 비트가 에러인지를 말해주고, 에러가 없다는 것을 알려주는 1 개 이상의 비트.

For  $m$  data bits,  $r$  redundant bits are used.  $r$  bits can provide  $2^r$  (2 의 제곱) combinations of information. In  $m+r$  bit codeword, there is possibility that the  $r$  bits themselves may get corrupted. So the number of  $r$  bits used must inform about  $m+r$  bit locations plus no-error information, i.e.  $m+r+1$ .

$$2^r \geq m+r+1$$

Required bits

## 16. DATA LINK CONTROL AND PROTOCOLS

Data-link layer 는 point-to-point flow and error control mechanism 의 실행에 책임이 있다.

### Flow Control

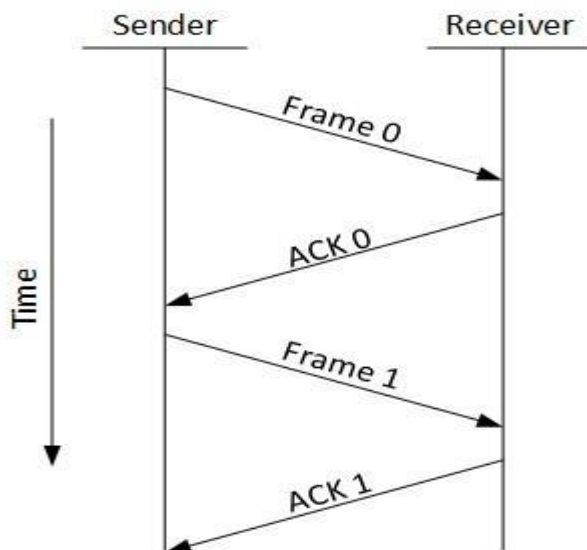
data frame (Layer-2 data)이 싱글 매체를 통해 한 호스트에서 다른 호스트로 보내졌을 때, sender and receiver 는 같은 속도로 작업해야 한다. 즉,

sender 는 리시버가 접수하여 처리할 수 있는 속도로 데이터를 보내야 한다. sender or receiver 의 속도가 다르면 어떻게 되는가? 센더가 너무 빨리 보내서 리시버에 과부하가 걸리면(swamped), 데이터 손실이 발생할 수 있다.

데이터 통제를 위한 두 종류의 메커니즘이 있다:

#### >Stop and Wait :

이 flow control mechanism 은 데이터 전송이 이루어진 다음에 보내온 데이터-프레임이 접수된 것을 인식할 때까지 센더가 멈춰서 기다리도록 한다.



Stop and Wait



### >Sliding Window:

이 flow control mechanism 에서, sender and receiver 둘 다 the acknowledgement 를 보낸 다음에 데이터-프레임의 수가 일치하여야 한다. 위에서 배웠듯이, stop and wait flow control mechanism 은 자원을 낭비하므로, 이 protocol 은 가능한 한 많이 기본 자원을 이용하려고 한다.

### Error Control

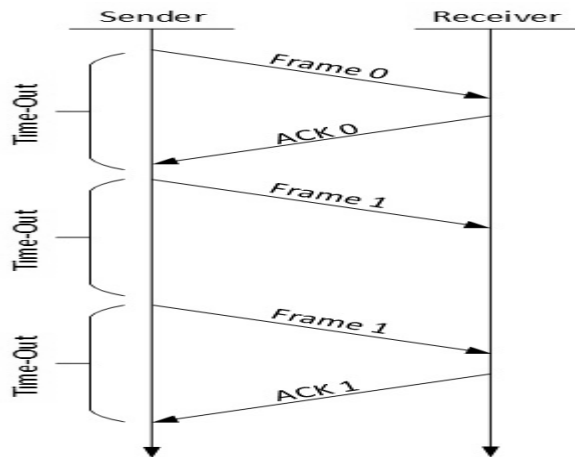
data-frame 이 전송될 때, 전송 중에 데이터를 잃거나 오염되서 받을 수도 있다. 두 경우 모두, 리시버는 정확한 데이터-프레임을 받지 못하고, 센더는 어떤 손실이 있다는 것을 알지 못한다. 이런 경우에, sender and receiver 모두 transit errors such as loss of data-frame 과 같은 전송 에러를 탐지할 수 있는데 도움이 되는 프로토콜을 마련해야 한다. 그러므로, sender 쪽에서 data-frame 을 다시 보내거나 receiver 쪽에서 이전의 데이터-프레임을 재전송하도록 요구할 수도 있다.

error control mechanism 의 필요조건은 다음과 같다:

- . **Error detection:** The sender and receiver, either both or any, must ascertain that there is some error in the transit.
- . **Positive ACK:** When the receiver receives a correct frame, it should acknowledge it.
- . **Negative ACK:** When the receiver receives a damaged frame or a duplicate frame, it sends a NACK back to the sender and the sender must retransmit the correct frame.
- . **Retransmission:** The sender maintains a clock and sets a timeout period. If an acknowledgement of a data-frame previously transmitted does not arrive before the timeout, the sender retransmits the frame, thinking that the frame or its acknowledgement is lost in transit.

Automatic Repeat Requests (ARQ)로 에러를 통제할 수 있는 Data-link 에서 이용할 수 있는 3 가지 종류의 기법이 있다:

>Stop and wait ARQ:



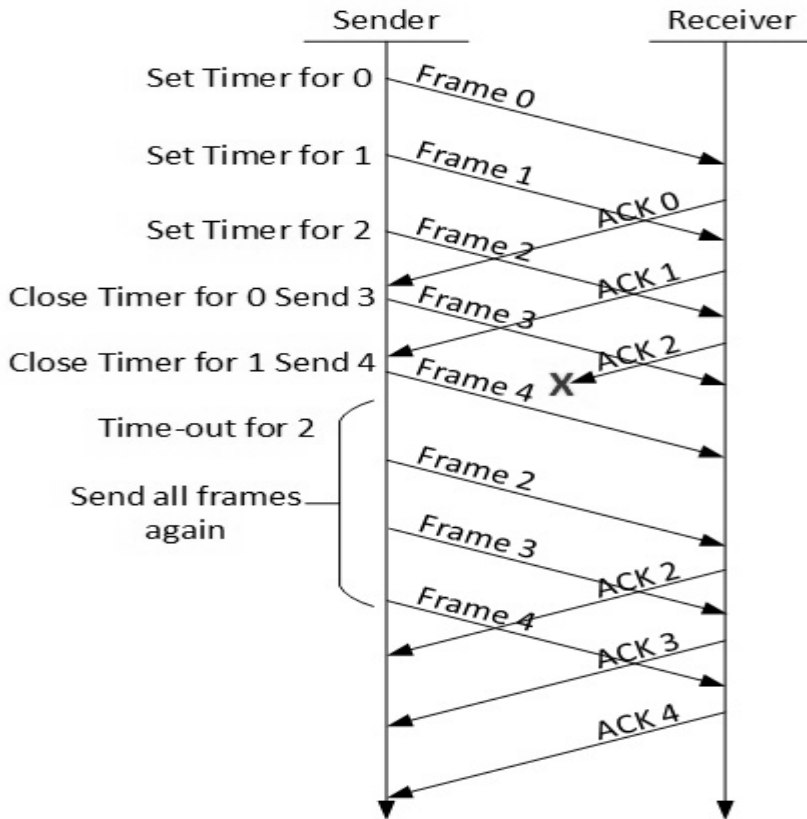
Stop and Wait ARQ

다음과 같은 변환이 Stop-and-Wait ARQ 에서 발생한다:

- . The sender maintains a timeout counter.
- . When a frame is sent, the sender starts the timeout counter.
- . If acknowledgement of frame comes in time, the sender transmits the next frame in queue.
- . If acknowledgement does not come in time, the sender assumes that either the frame or its acknowledgement is lost in transit. Sender retransmits the frame and starts the timeout counter.
- . If a negative acknowledgement is received, the sender retransmits the frame.

>Go-Back-N ARQ:

Stop and wait ARQ mechanism 은 자원을 최상으로 활용하지 못한다. acknowledgement 가 접수될 때, 센더는 빈들거리면서 아무 것도 하지 않는다. Go-Back-N ARQ method 에서, sender and receiver 모두 window 를 유지하고 있다.



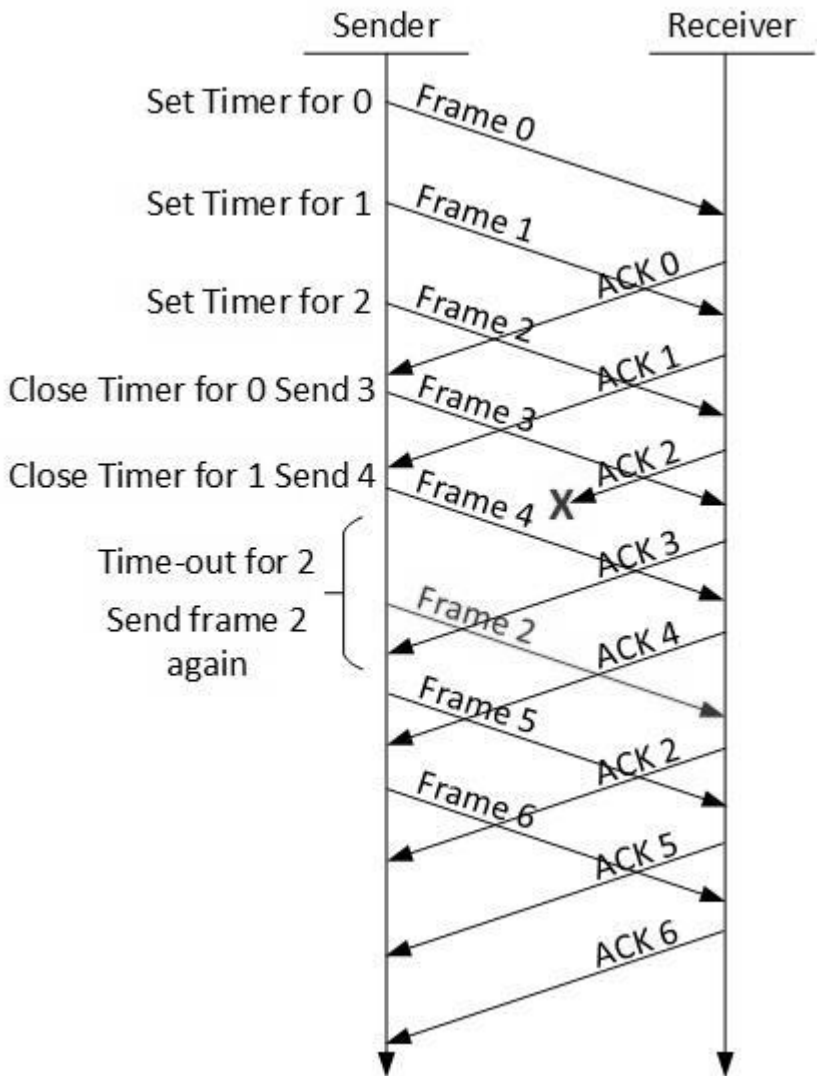
Go-back-n ARQ

sending-window size 는 센더가 이전의 것에 대한 acknowledgement 를 받지 않고도 복수의 프레임을 보낼 수 있도록 한다. receiving-window 는 리시버가 복수의 프레임을 접수하고 그것을 acknowledge 할 수 있게 한다. Receiver 는 접수된 프레임의 순서 번호를 추적한다.

sender 가 윈도우에 있는 모든 프레임을 보낼 때, 어떤 접수된 순번까지가 positive acknowledgement 인지 체크한다. 모든 프레임이 긍정적인 것으로 인정된다면, sender 는 다음 세트의 프레임을 보낸다. 만일 센더가 NACK 을 접수했거나 특별한 프레임용으로 어떤 ACK 를 받지 못했다면, 어떠한 긍정적인 ACK 도 받지 못했으므로 모든 프레임이 반송된다.

>Selective Repeat ARQ:

Go-back-N ARQ 에서, 리시버가 윈도우 크기를 위해 어떤 버퍼 공간도 갖고 있지 않다고 가정한다. 따라서 접수될 때마다 각 프레임을 처리해야 한다. 이것은 센더에게 인정받지 못한 모든 프레임을 반송하도록 한다.



Selective-Repeat ARQ 에서, receiver 는 순번을 추적하는 동안, 메모리에 프레임을 버퍼한 다음에 빠지거나 손상된 프레임 만을 대상으로 NACK 를 보낸다. 이런 경우에, 센더는 NACK 접수용 패킷만을 보낸다.

## 17. NETWORK LAYER INTRODUCTION

Layer-3 in the OSI model 의 Layer-3 를 Network layer 라 부른다. Network layer 는 sub-networks, and internetworking 을 관리하는 호스트와 network addressing 에 관한 옵션을 관리한다.

Network layer 는 subnet 안팎으로 소스로부터 목적지로 패킷을 라우팅하는 책임을 가지고 있다. 두 가지 서로 다른 서브넷은 서로 다른 addressing schemes or non-compatible addressing types 을 가질 수 있다. protocols 와 똑같이, 두 개의 다른 서브넷은 서로 호환되지 않는 다른 프로토콜에서 운영할 수 있다. Network layer 는 서로 다른 addressing schemes and protocols 를 mapping 하여 소스로부터 목적지까지 패킷을 라우팅할 책임을 가지고 있다.

### Layer-3 Functionalities

Devices which work on Network Layer 에서 작동하는 기기들은 주로 라우팅에 초점을 맞추고 있다. Routing 에는 단일 목표를 달성하기 위한 다음과 같은 여러 가지가 임무가 포함될 수 있다.

- . Addressing devices and networks.
- . Populating routing tables or static routes.
- . Queuing incoming and outgoing data and then forwarding them according to quality of service constraints set for those packets.
- . Internetworking between two different subnets.
- . Delivering packets to destination with best efforts.
- . Provides connection oriented and connection less mechanism.

### Network Layer Features

표준 기능과 더불어, Layer 3 는 다양한 특징을 제공할 수 있다:

- . Quality of service management
- . Load balancing and link management
- . Security
- . Interrelation of different protocols and subnets with different schema.
- . Different logical network design over the physical network design.
- . L3 VPN and tunnels can be used to provide end to end dedicated connectivity.

Internet protocol 은 인터넷에서 end-to-end 디바이스가 통신하는 것을 돕는 Network Layer protocol 을 참조하였다. 두 가지에서 이러한 냄새가 난다. 수 십년 동안 세상을 지배했지만 지금은 뒤쳐진 address space 를 다루는 IPv4 그리고 이것을 대체하여 만들어 이것의 문제점을 약화시키려는 목적의 IPv6 가 그것이다.

## 18. NETWORK ADDRESSING

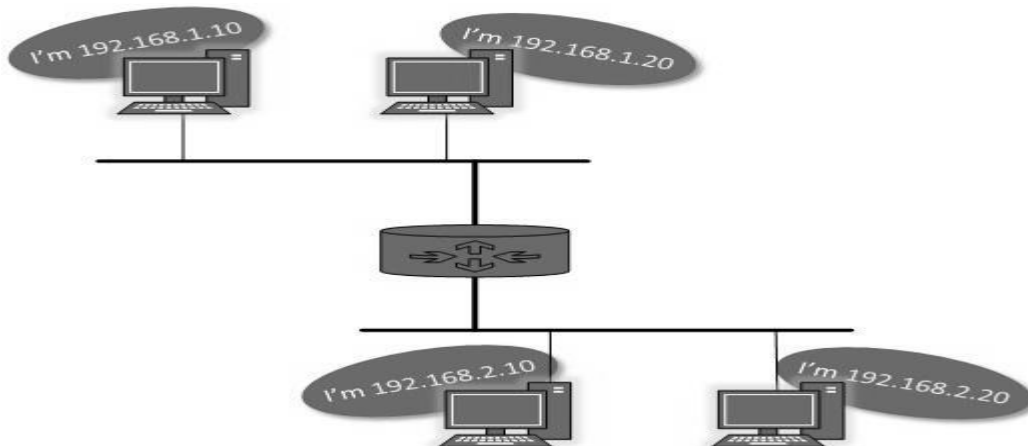
Layer 3 network addressing 은 Network Layer 의 주요 업무들 중의 하나이다. Network Addresses 는 항상 논리적이다. 다시 말해서, 이것들은 적합한 configurations 로 변경 가능한 소프트웨어 의존형 어드레스이다.

A network address 는 항상 host / node / server 에 포인트하거나, 전체 넷을 묘사할 수 있다. Network address 는 항상 network interface card 에서 configured 하며, 일반적으로 the MAC address (hardware address or layer-2 address) of the machine for Layer-2 communication 을 갖춘 시스템에 의해 mapped 된다.

현존하는 다양한 network addresses 는 다음과 같다:

- . IP
- . IPX
- . AppleTalk

이 글에서는 현재 실제로 사용되는 IP 에 대해 알아보기로 한다.



Network Addressing

IP addressing 은 hosts and network 를 차별화시키는 메커니즘을 제공한다. IP addresses 가 계층방식으로 할당되기 때문에, host 는 항상 특별한 넷에 소속된다. 자신의 섭넷 외부로

통신하려고 하는 호스트는 packet/data 를 보내는 destination network address 를 알아야 한다.

다른 섬넛의 Hosts 는 서로 위치를 확인하는 메커니즘이 필요하다. 이러한 업무는 DNS 가 하는데, DNS 란 mapped 된 원격 호스트의 Layer-3 address 에 그것의 domain name or FQDN 을 제공하는 서버이다. host 가 원격 호스트의 Layer-3 Address (IP Address)를 얻을 때, gateway 로 그것의 모든 패키츠를 포워드 한다. Gateway 란 destination host 로 패키츠를 라우트하도록 이끄는 모든 정보를 갖고 있는 라우터이다.

Routers 는 다음과 같은 정보를 갖고 있는 routing tables 의 도움을 받는다:

- . Address of destination network

- . Method to reach the network

forwarding request 를 받자마자 라우터는 목적지를 향해 다음의 hop (adjacent router)로 패키츠를 포워드 한다.

통로에 있는 그 다음의 라우터도 동일한 일을 하므로, 결과적으로 데이터 패키츠가 목적지에 도달한다.

Network address 는 다음 중 하나이다:

- . Unicast (destined to one host)

- . Multicast (destined to group)

- . Broadcast (destined to all)

- . Anycast (destined to nearest one)

Router 는 결코 초기 값으로 broadcast traffic 을 포워드하지 않는다. Multicast traffic 은 대부분이 최고의 priority 를 갖춘 video stream or audio 에서 처럼 특별한 조치가 필요하다. Anycast 는 unicast 와 비슷하지만, 복수의 목적지를 사용할 때 packets 가 가장 가까운 목적지로 전달된다는 차이가 있다.



## 19. NETWORK ROUTING

device 가 목적지에 도달하는 복수의 통로를 가지고 있을 때, 항상 다른 것보다 선호하는 한 통로를 선택한다. 이런 선택 과정을 Routing 이라 한다. Routing 은 routers 라 부르는 특별한 넷 기기에 의해 이루어지거나 software processes 에 의해 이루어진다. 소프트웨어 의존형 라우터는 기능성과 범위가 제한적이다.

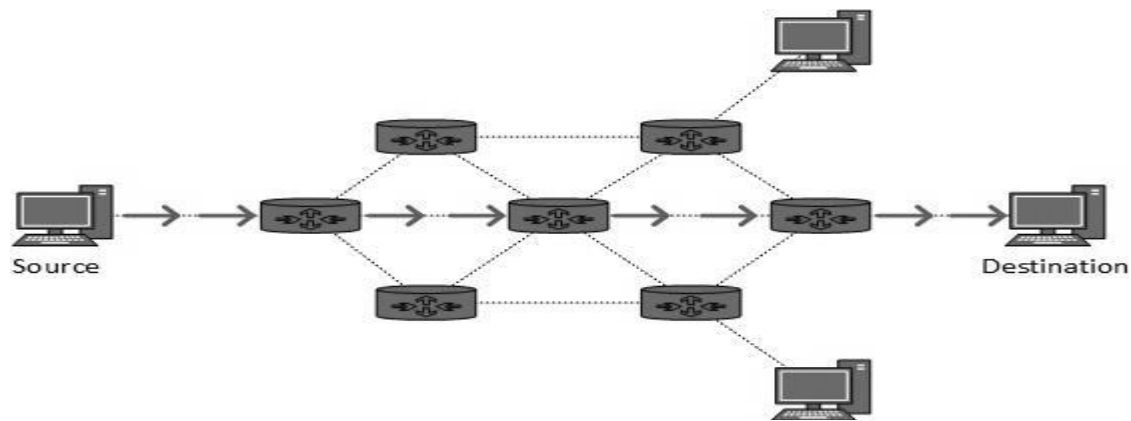
Router 는 항상 어떤 디폴트 라우트와 같이 configure 된다. default route 는 특별한 목적지용의 라우터를 발견할 수 없을 때, 패킷을 포워드할 라우터를 알려준다. 같은 목적지에 도달할 수 있는 복수의 통로가 존재한다면, 라우터는 아래의 정보에 따라 결정한다:

- . Hop Count
- . Bandwidth
- . Metric
- . Prefix-length
- . Delay

Routes 는 statically configured or dynamically learnt 할 수 있다. Route 는 다른 것보다 우선적으로 configure 할 수 있다.

### Unicast routing

인터넷과 인트라넷에서 대부분의 트래픽이란 unicast data or unicast traffic 이라 부르며, 특별한 목적지로 보내는 것이다. 인터넷에서 unicast data 를 라우팅하는 것을 unicast routing 이라 한다. 이것은 가장 간단한 라우팅 형태인데, 그 이유는 목적지가 이미 잘 알려져 있기 때문이다. 그러므로 라우터는 단지 라우팅 테이블을 조사하여 다음 hop 로 패킷을 포워드하면 된다.



Unicast routing

### Broadcast routing

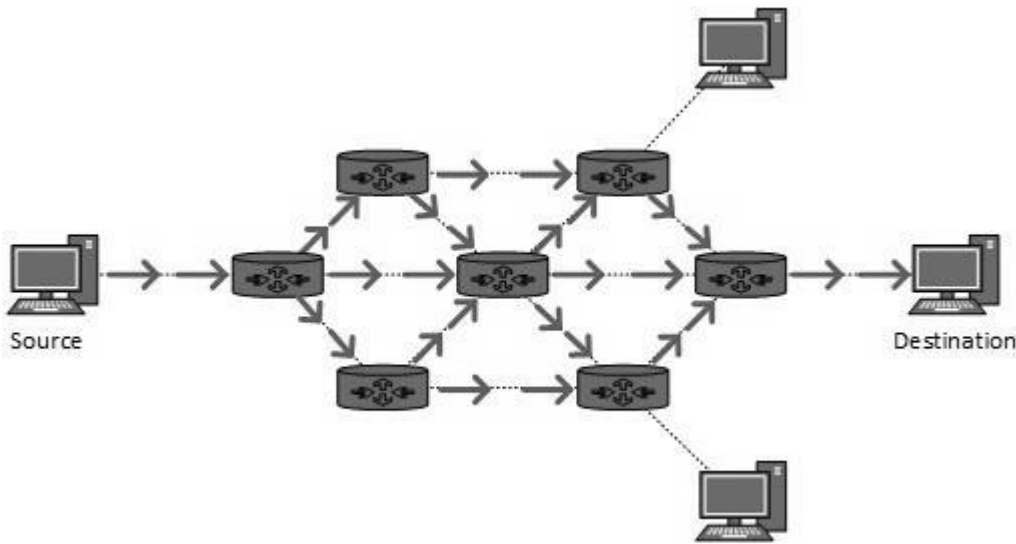
초기값에 의해, broadcast packets은 어떤 넷의 라우터로는 라우트되거나 포워드 되지 않는다. Routers 는 broadcast domains 을 만든다. 그러나 어떤 특별한 경우에 broadcast 를 포워드하도록 configured 할 수 있다.

Broadcast routing 은 두 가지 방법(algorithm)으로 이루어진다:

. A router creates a data packet and then sends it to each host one by one. In this case, the router creates multiple copies of single data packet with different destination addresses. All packets are sent as unicast but because they are sent to all, it simulates as if router is broadcasting.

. This method consumes lots of bandwidth and router must destination address of each node.

Secondly, when router receives a packet that is to be broadcasted, it simply floods those packets out of all interfaces. All routers are configured in the same way.



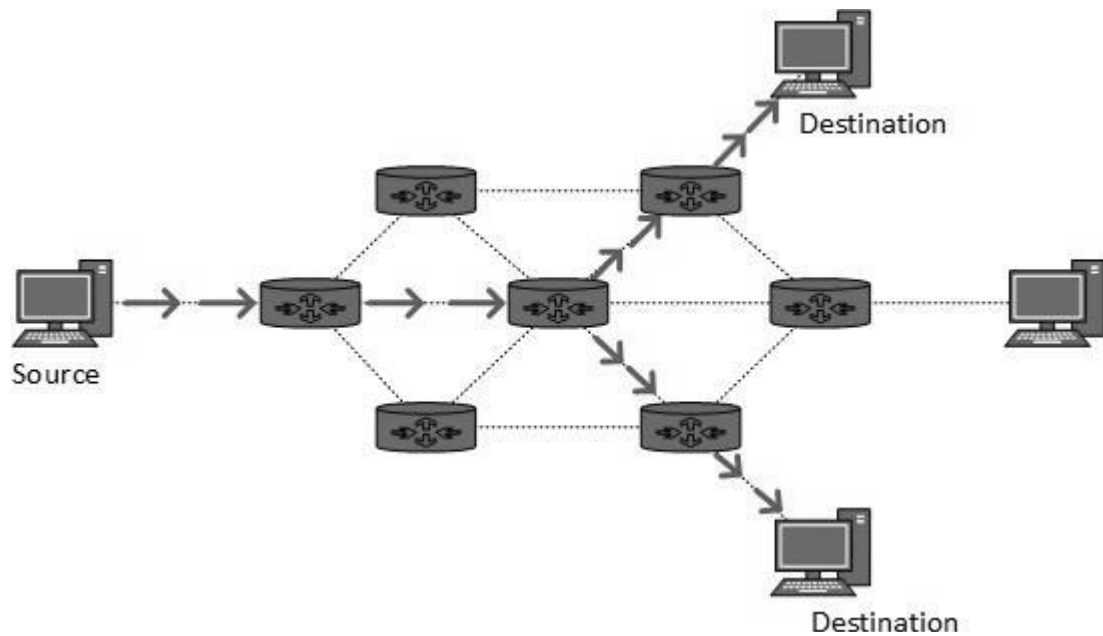
Broadcast routing

. This method is easy on router's CPU but may cause the problem of duplicate packets received from peer routers.

. Reverse path forwarding is a technique, in which router knows in advance about its predecessor from where it should receive broadcast. This technique is used to detect and discard duplicates.

### Multicast Routing

Multicast routing 은 broadcast 의 특별한 경우이며, broadcast 의 커다란 차이와 도전이다. broadcast routing 에서, packets 는 만일 원치 않는다면 모든 노드에 전송된다. 그러나 Multicast routing 에서 그 데이터는 단지 그 패킷츠를 받기 원하는 노드에만 전달된다.



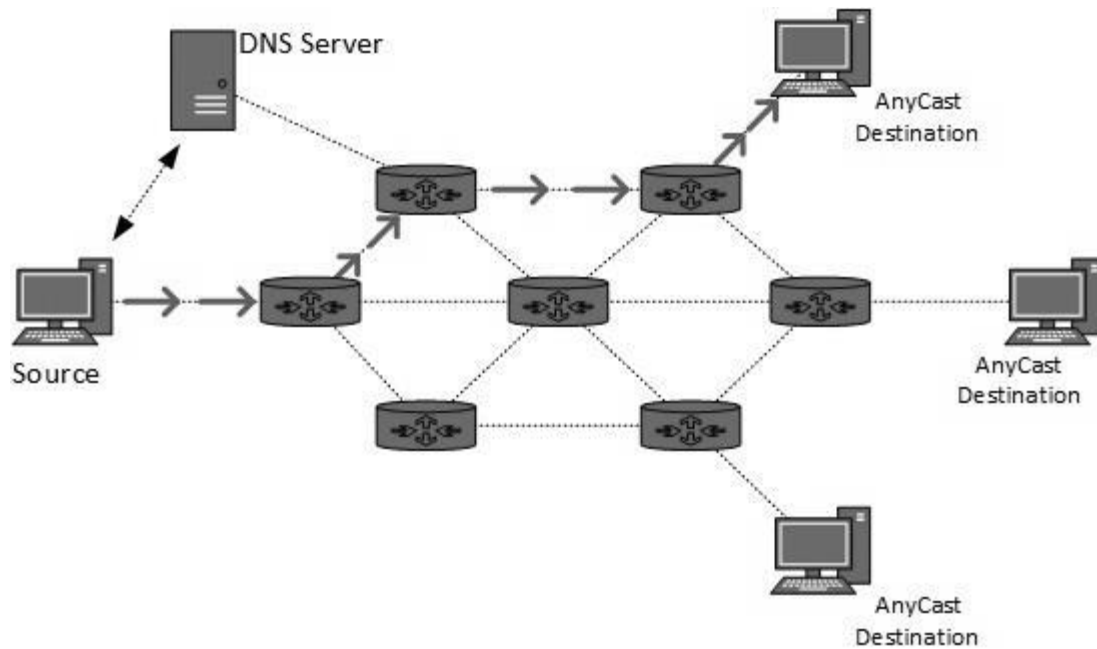
Multicast routing

Router 는 multicast packets (or stream)을 받기 원하는 노드가 있고, 단지 그곳에만 보내야 한다는 것을 알아야 한다. Multicast routing 은 looping 을 피하기 위하여 spanning tree protocol 을 사용한다.

Multicast routing 또한 duplicates and loops 을 탐지하여 폐기하는 reverse path Forwarding technique 을 사용한다.

### Anycast Routing

Anycast packet forwarding 은 multiple hosts 가 동일한 논리적 어드레스를 가질 수 있도록 하는 메카니즘이다. 이러한 논리적 어드레스를 목표로 하는 패킷이 접수될 때, routing topology 에서 가장 가까이 있는 호스트로 보낸다.



Anycast routing

Anycast routing 은 DNS server 의 도움을 받는다. Whenever an Anycast packet 가 접수될 때마다, 그것을 보낼 DNS 를 요구한다. DNS 는 그것에 콘피겨되어 있는 가장 가까운 IP 의 IP address 를 제공한다.

### Unicast Routing Protocols

unicast packets 을 라우트할 때 사용할 수 있는 두 가지 종류의 라우팅 프로토콜이 있다:

#### >Distance Vector Routing Protocol:

Distance Vector is simple routing protocol which takes routing decision on the number of hops between source and destination. A route with less number of hops is considered as the best route. Every router advertises its set best routes to other routers. Ultimately, all routers build up their network topology based on the advertisements of their peer routers, for example, Routing Information Protocol (RIP).

### >Link State Routing Protocol:

Link State protocol is slightly complicated protocol than Distance Vector. It takes into account the states of links of all the routers in a network. This technique helps routes build a common graph of the entire network. All routers then calculate their best path for routing purposes, for example, Open Shortest Path First (OSPF) and Intermediate System to Intermediate System (ISIS).

### Multicast Routing Protocols

Unicast routing protocols 은 그래프를 사용하지만, Multicast routing protocols 은 trees 를 사용한다. 다시 말해서, loops 를 피하기 위한 spanning tree 를 사용한다. 최적의 트리는 shortest path spanning tree 이다.

- . **DVMRP**: Distance Vector Multicast Routing Protocol
- . **MOSPF**: Multicast Open Shortest Path First
- . **CBT**: Core Based Tree
- . **PIM**: Protocol independent Multicast

Protocol Independent Multicast 는 현재 일반적으로 사용되며, 두 가지가 선호된다:

- . PIM Dense Mode:

This mode uses source-based trees. It is used in dense environment such as LAN.

- . PIM Sparse Mode:

This mode uses shared trees. It is used in sparse environment such as WAN.

## Routing Algorithms

routing algorithms 은 다음과 같다:

### **Flooding:**

Flooding 은 가장 단순한 packet forwarding 방법이다. 패킷이 접수될 때, 라우터들은 모든 인터페이스에 그것을 보내지만, 이미 접수된 것은 제외시킨다. 이것은 넷에 너무나 많은 부담을 주며, 많은 중복 패킷들이 넷에서 방황하게 된다.

Time to Live (TTL)는 패킷의 무한 루핑을 피하기 위하여 사용될 수 있다. Selective Flooding 이라 부르는 또 다른 flooding 방법이 있는데, 이것은 넷의 overhead 를 감소시킨다. 이 방법에서, 라우터는 선택된 것을 제외하고는 모든 인터페이스에 flood out 하지 않는다.

### **Shortest Path:**

넷의 Routing decision 은 대체로 소스와 목적지 간의 비용을 근거로 발생한다. 이 때 Hop count 는 중요한 역할을 한다. Shortest path 란 최소한의 hops 를 가진 통로를 결정하기 위하여 다양한 알고리즘을 사용하는 기법이다.

일반적인 shortest path algorithms 은 다음과 같다:

. Dijkstra's algorithm

. Bellman Ford algorithm

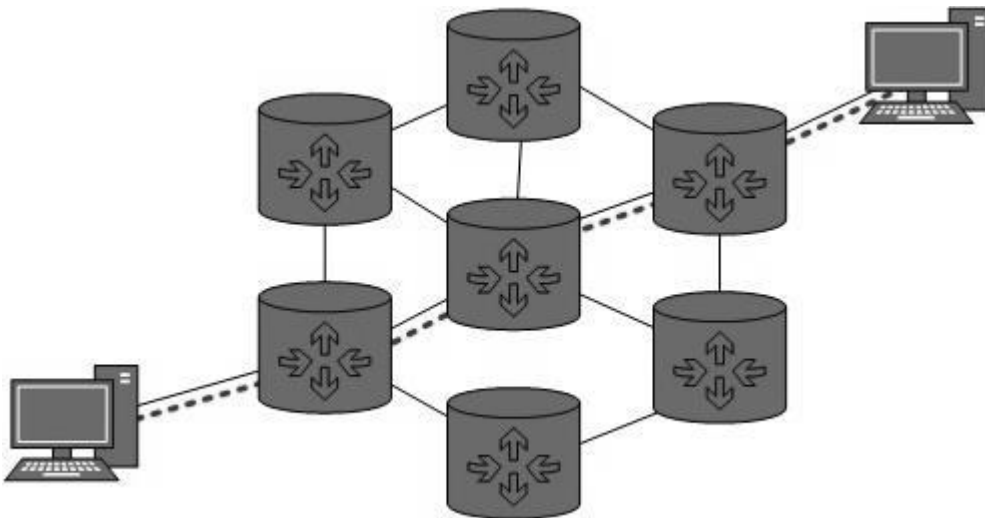
. Floyd Warshall algorithm

## 20. INTERNETWORKING

실 세계에서, 동일한 행정하의 넷들은 일반적으로 말해서 지리적으로 산재되어 있다. 서로 같은 또는 서로 다른 두 가지의 넷을 연결하기 위한 조건이 있다. 두 넷 간의 Routing 을 internetworking 이라 한다.

Networks 은 Protocol, topology, Layer-2 network and addressing scheme 와 같은 다양한 parameters 에 따라 다른 것으로 여겨진다.

internetworking 에서, 라우터는 서로의 주소에 대한 지식을 가지고 있다. 이것들은 정적으로 다른 넷으로 가도록 콘피거되거나 internetworking routing protocol 을 사용하여 배울 수 있다.



Routing

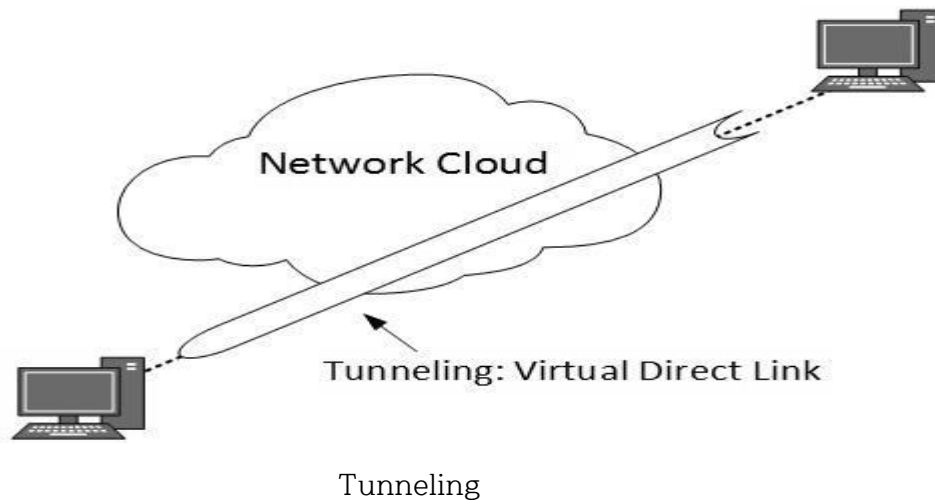
기관이나 행정기관 내에서 사용하는 Routing protocols 을 Interior Gateway Protocols or IGP. RIP 라 하며, OSPF 는 IGP 의 한 예이다. 다른 기관 간의 Routing 에서는 Exterior Gateway Protocol 을 사용할 수도 있으며, 단지 하나만의 EGP 인 Border Gateway Protocol 이 존재한다.



## Tunneling

지리적으로 떨어져 있는 두 개의 넷이 있다면, 이들 간에 전용선을 깔거나, 중개 넷을 통해 데이터를 전달하여야 한다.

Tunneling이란 by passing intermediate networking complexities를 패싱함으로써, 두 개 이상의 동일한 넷이 서로 통신하는 메카니즘이다. Tunneling은 양쪽 끝에 콘피겨 된다.



데이터가 터널의 한 끝으로부터 들어올 때, 그것은 tagged 된다. 이런 tagged data는 그 다음에 the intermediate 내로 라우터되거나 터널 반대 끝에 전달하도록 넷에 전송한다. 데이터가 터널에 존재할 때, 그 태그는 제거되어 넷의 상대방으로 전달 된다.

양쪽 끝은 직접적으로 연결된 것처럼 여겨지며, 태깅은 변경없이 transit network로 전달되도록 한다.

## Packet Fragmentation

대부분의 이더넷 세그먼트는 1500 바이트에 고정된 자신들의 maximum transmission unit (MTU)를 가지고 있다. data packet은 어플에 따라 패킷 길이가 크기도 하고 작기도 한다. Transit path에 있는 기기들은 자신들의 hardware and software capabilities을 가지고 있으며, 이것들은 데이터의 처리량과 처리할 수 있는 패킷의 크기를 결정한다.

data packet size 가 transit network 가 처리할 수 있는 크기보다 작거나 같다면, 중립적으로 처리된다. 패킷이 크다면, 작은 조각으로 분해한 다음에 포워드 한다. 이러한 것을 packet fragmentation 이라 부르며, 각 fragment 에는 동일한 목적지와 소스 어드레스가 들어있어 transit path 를 통해 쉽게 전달된다. 접수 끝 단계에서 이것은 다시 모인다.

만일 packet with DF (do not fragment) bit set to 1 가 그 패킷을 다룰 수 없는 라우터에 들어온다면, 그것은 dropped 된다.

라우터에 의해 수집된 패킷이 has its MF (more fragments) bit set to 1 를 가질 때, 그 라우터는 그것이 fragmented packet 이며 초기 패킷의 일부라는 것을 알게 된다.

만일 패킷이 너무 작게 fragmented 된다면, overhead 가 늘어난다. 만일 그 패킷이 너무 크게 쪼개진다면, intermediate router 는 그것에 접근할 수 없으므로 dropped 될 수도 있다.

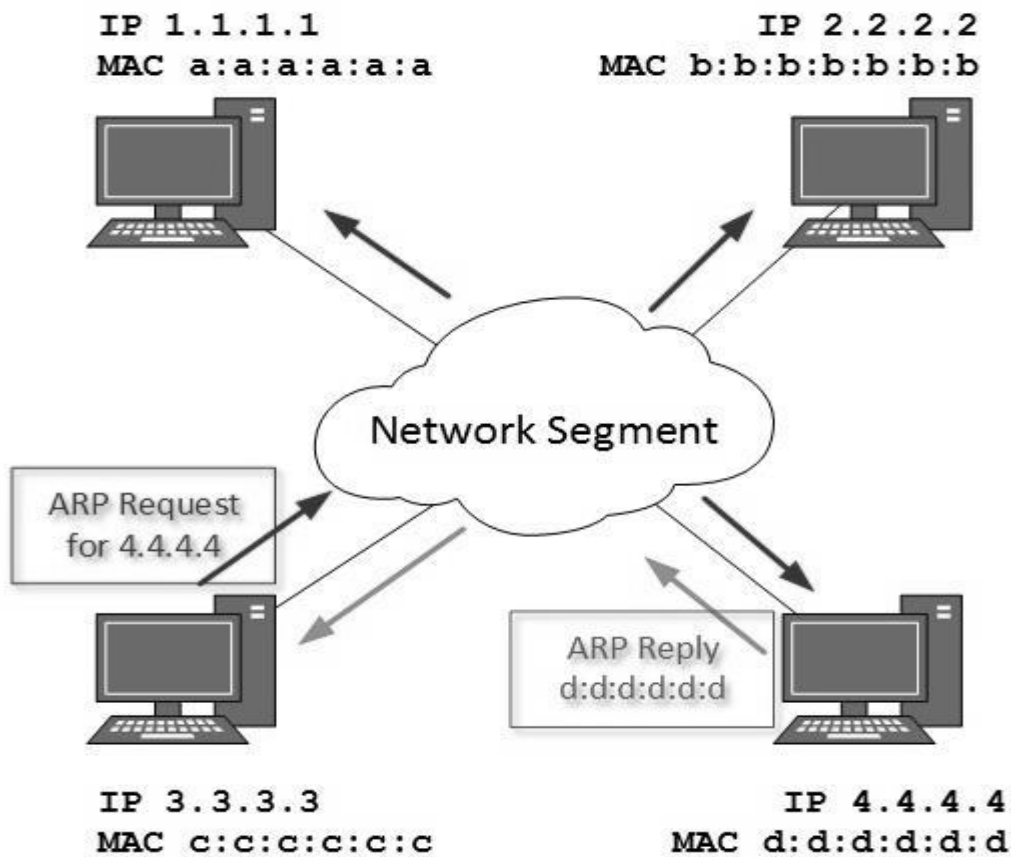
## 21. NETWORK LAYER PROTOCOLS

넷 상의 모든 컴퓨터들은 유일하게 식별하여 어드레스할 수 있는 IP address 를 가지고 있다. IP address 란 Layer-3 (Network Layer) logical address 이다. 이 어드레스는 컴퓨터가 재가동될 때마다 바뀔 수 있다. 컴퓨터는 한 타임에 하나의 IP 를, 그리고 다른 타임에는 다른 IP 를 갖는다.

### Address Resolution Protocol (ARP)

통신하는 동안, 호스트는 동일한 브로드캐스트 도메인이나 넷에 속해 있는 목적지 컴퓨터의 Layer-2 (MAC) address 가 필요하다. MAC address 는 물리적으로 컴퓨터의 Network Interface Card (NIC)에서 소비(burnt) 되며, 결코 변하지 않는다.

또 한편으로, 공적 도메인상의 IP address 는 드물지만 변한다. 만일 NIC 가 어떤 잘못으로 변한다면, 그 MAC address 역시 변한다. 이러한 방식으로 Layer-2 communication 이 이루어지기 때문에, 양자간의 mapping 이 필요하다.



### ARP Mechanism

broadcast domain 에 있는 원격 호스트의 MAC 어드레스를 알기 위하여, 통신을 시작하려는 컴퓨터는 “Who has this IP address?”라고 물으면서 ARP broadcast message 보낸다. 그것이 브로드캐스트이기 때문에, network segment (broadcast domain)에 있는 모든 호스트들은 이 패킷을 받아 처리한다. ARP packet 에는 destination host 의 IP 어드레스를 포함하고 있으며, 송신 쪽 호스트는 이야기 걸길 원한다. 호스트가 자신을 목적으로 한 ARP 패킷을 접수할 때, 자신의 MAC 어드레스와 함께 되돌아 응답한다.

일단 호스트가 destination MAC address 을 얻으면, Layer-2 link protocol 을 사용하여 원격 호스트와 통신할 수 있다. This MAC to IP mapping 을 위한 이 MACs 은 송수신 호스트 양쪽 모두의 ARP cache 에 저장되어, 다음에 만일 통신이 필요하다면, 직접적으로 자신들 각자의 ARP cache 를 참조한다.

Reverse ARP 란 호스트가 원격 호스트의 MAC address 를 알지만, 통신을 위해 IP 어드레스를 알도록 요구하는 메커니즘이다.

### Internet Control Message Protocol (ICMP)

ICMP 는 network diagnostic and error reporting protocol 이다. ICMP 는 IP protocol suite 에 속하며, carrier protocol 로 IP 를 사용한다. After constructing ICMP packet 이 만들어진 다음에, 그것은 IP packet 속에 봉해진다. IP 자체가 a best-effort non-reliable protocol 이기 때문에, ICMP 역시 마찬가지다.

넷에 대한 어떤 feedback 은 시작한 host 에 다시 보내진다. 넷에 어떤 에러가 발생하면, ICMP 에 의해 보고된다. ICMP 에는 수십 가지의 diagnostic and error reporting messages 가 포함되어 있다

ICMP-echo and ICMP-echo-reply 는 end-to-end hosts 의 도달여부(reachability)를 체크하기 위하여 가장 일반적으로 사용되는 ICMP messages 이다.

host 가 ICMP-echo request 를 접수할 때, ICMP-echo-reply 를 되돌려 보낸다. transit network 에 어떤 문제가 있다면, the ICMP 이 그 문제를 보고할 것이다.

### Internet Protocol Version 4 (IPv4)

IPv4 는 32-bit addressing scheme 이며, TCP/IP host addressing mechanism 으로 사용된다.

IP addressing 으로 TCP/IP network 의 모든 호스트를 유일하게 식별할 수 있다.

IPv4 는 계층적 hierarchical addressing scheme 을 제공하므로 넷을 서브넷으로 나눌 수 있으며 각각은 well-defined number of hosts 를 가지고 있다. IP addresses 는 다양한 카테고리로 세분된다:

. **Class A:** It uses first octet for network addresses and last three octets for host addressing.

. **Class B:** It uses first two octets for network addresses and last two for host addressing.

- . **Class C:** It uses first three octets for network addresses and last one for host addressing.
- . **Class D:** It provides flat IP addressing scheme in contrast to hierarchical structure for above three.
- . **Class E:** It is used as experimental.

IPv4 또한 잘 정의된 어드레스 스페이스를 가지고 있어서 private addresses (not routable on internet), and public addresses (provided by ISPs and are routable on internet)에서 사용될 수 있다. 비록 IP 를 신뢰하지 못하더라도, 그것은 'Best-Effort-Delivery' mechanism 을 제공한다.

### Internet Protocol Version 6 (IPv6)

Exhaustion of IPv4 addresses 이 차세대 Protocol version 6 를 탄생시켰다. IPv6 는 미래를 위해 풍부한 어드레스를 제공하기 위하여, 128-bit 폭의 노드를 어드레스 한다.

IPv6 에서 Anycast addressing 을 소개하고 있지만, broadcasting 의 개념은 제거하였다. IPv6 는 기기들이 스스로 IPv6 address 를 얻어서 서브넷과 통신하도록 한다. 이러한 auto-configuration Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) servers 의 의존성을 무력화 시킨다. 따라서, 비록 서브넷의 DHCP server 가 다운되더라도, 호스트 끼리는 서로 통신할 수 있다.

IPv6 의 새로운 기능은 IPv6 mobility 이다. Mobile IPv6-equipped machines 는 자신들의 IP 어드레스를 바꿀 필요 없이 돌아다닌다.

IPv6 는 아직까지 transition phase 에 있으며, 조만간 IPv4 를 완벽하게 대체할 것으로 기대되고 있다. 현재, 극소수 넷만이 IPv6 로 운영되고 있다. IPv6-enabled networks 용으로 이용할 수 있는 어떤 transition mechanisms 은 IPv4 에서도 쉽게 서로 다른 넷에 말하고 돌아다닐 수 있다. 이러한 것들은 다음과 같다:

- . Dual stack implementation
- . Tunneling
- . NAT-PT

## 22. TRANSPORT LAYER INTRODUCTION

OSI Model의 다음 레이어는 Transport Layer (Layer-4)로 인정 받고 있다. All modules and procedures pertaining to transportation of data or data stream 에 관한 모든 모듈과 프로시저는 이 레이어에서 범주화 된다. 모든 다른 레이어처럼, 이 레이어는 원격 호스트의 동료 Transport layerj 와 통신한다.

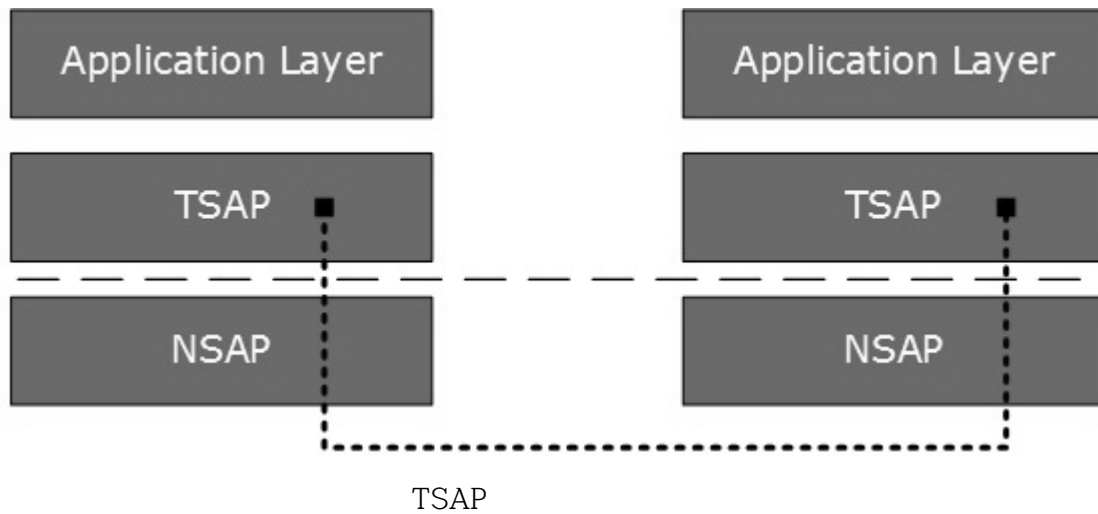
Transport layer 는 원격 호스트의 두 프로세서들 간에 peer-to-peer and end-to-end connection 을 제공한다. Transport layer 는 상위 레이어(i.e. Application layer)로 부터 데이터를 취한 다음에 보다 작은 크기의 세그먼트로 쪼개고, 각 바이트에 번호를 매기고, 전달하도록 하위 레이어(Network Layer)로 넘긴다.

### Functions

- . 이 Layer 는 세그먼트라고 하는 보다 작은 유니트로 Application layer 에서 공급된 정보 데이터를 쪼개는 첫 번째 것이다. 이것은 세그먼트에 있는 모든 바이트에 번호를 붙이며 이것들의 accounting 을 유지관리 한다.
- . 이 레이어는 데이터가 보낸 것과 똑 같은 순서로 접수되도록 보장한다.
- . 이 레이어는 똑 같은 서브 넷에 속해있든 아니든 호스트 간의 데이터를 end-to-end 방식으로 전달한다.
- . 넷에서 통신하려는 모든 서버 프로세스는 잘 알려진 Transport Service Access Points (TSAPs), 또한 port numbers 로 알려진 것을 갖추어야 한다.

### End-to-End Communication

한 호스트의 프로세스는 Port numbers 로 알려진 TSAPs 에 의해 원격 넷의 동료 호스트를 식별한다. TSAPs 는 매우 잘 정의되어 있으며, 동료와 통신하려는 프로세스는 이미 이것에 대해 알고 있다.



예를 들어, DHCP client 가 원격 DHCP server 와 통신하고자 할 때, 그것은 항상 port number 67 에서 리퀘스트 한다. DNS client 가 원격 DNS server 와 통신하고자 할 때, 그것은 항상 port number 53 (UDP)에서 리퀘스트 한다.

두 개의 주요한 Transport layer protocols 은 다음과 같다:

1. Transmission Control Protocol

It provides reliable communication between two hosts.

2. User Datagram Protocol

It provides unreliable communication between two hosts.



## 23. TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL

The transmission Control Protocol (TCP) Internet Protocols suite 에서 가장 중요한 프로토콜들 중의 하나이다. internet 처럼, 통신 넷에서 데이터 전송용으로 가장 널리 사용되는 프로토콜 이다.

### Features

.TCP 는 신뢰할 수 있는 protocol 이다. 즉, 리시버는 항상 데이터 패킷에 대하여 센터에게 positive or negative acknowledgement 를 보낸다. 그렇게 함으로써 센터는 항상 데이터 패킷이 목적지에 도달했는지 또는 다시 보내야 하는지에 대한 분명한 단서를 얻게 된다.

.TCP 는 보낼 때와 똑 같은 순서로 원하는 목적지에 도착했는지를 확인한다.

.TCP 는 connection oriented 이다. TCP 는 두 개의 원격 포인트들이 실재의 데이터가 보내지기 전에 연결이 설치될 것을 요구한다.

.TCP 는 error-checking and recovery mechanism 을 제공한다.

.TCP 는 end-to-end communication 을 제공한다.

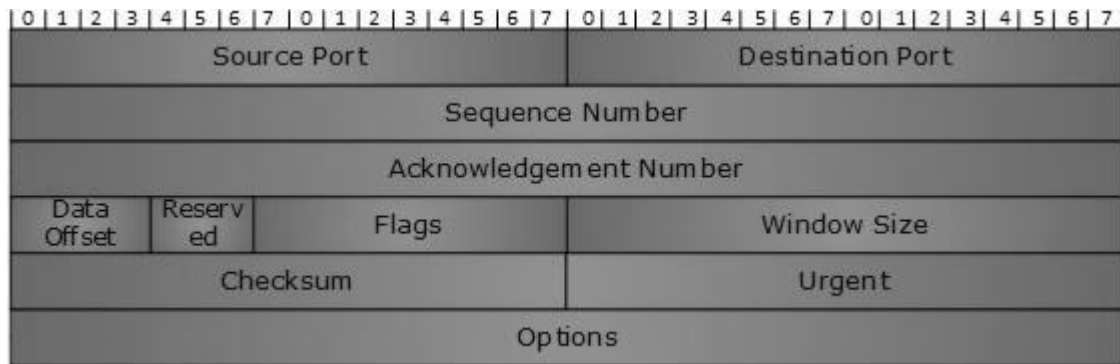
.TCP 는 flow control and quality of service 를 제공한다.

.TCP 는 Client/Server point-to-point mode 에서 운영된다.

.TCP 는 full duplex server 를 제공한다. 즉, 그것은 receiver and sender 양쪽 모두의 역할을 수행할 수 있다.

### Header

The length of TCP header 의 길이는 최소 20 bytes 에서 최대 60 bytes 이다.



TCP Header

- . **Source Port (16-bits):** 센딩 디바이스에 있는 어플 프로세서의 source port 를 식별한다.
- . **Destination Port (16-bits):** 리시버 디바이스에 있는 어플 프로세서의 destination port 를 규명한다.
- . **Sequence Number (32-bits):** session 에 있는 세그먼트의 데이터 바이트에 부친 sequence number.
- . **Acknowledgement Number (32-bits):** ACK flag 가 설정될 때, 이 번호에는 예상되는 데이터 바이트의 다음 순번을 포함하고 있고, 접수한 이전 데이터의 acknowledgement 로 활동한다.
- . **Data Offset (4-bits):** 이 필드는 the size of TCP header (32-bit words)와 전체 TCP segment 에서 현 패킷에 있는 데이터의 offset 둘 다를 의미한다.
- . **Reserved (3-bits):** 미래용으로 예약되어 있으며 초기값은 0 으로 세트되어 있다.
- . **Flags (1-bit each):**
  - > **NS:** Nonce Sum bit is used by Explicit Congestion Notification signaling process.
  - > **CWR:** When a host receives packet with ECE bit set, it sets Congestion Windows Reduced to acknowledge that ECE received.
  - > **ECE:** It has two meanings:
    - . If SYN bit is clear to 0, then ECE means that the IP packet has its CE (congestion experience) bit set.
    - . If SYN bit is set to 1, ECE means that the device is ECT capable.

- > **URG**: It indicates that Urgent Pointer field has significant data and should be processed.
- > **ACK**: It indicates that Acknowledgement field has significance. If ACK is cleared to 0, it indicates that packet does not contain any acknowledgement.
- > **PSH**: When set, it is a request to the receiving station to PUSH data as soon as it comes to the receiving application without buffering it.
- > **RST**: Reset flag has the following features:
  - . It is used to refuse an incoming connection.
  - . It is used to reject a segment.
  - . It is used to restart a connection.
- > **SYN**: This flag is used to set up a connection between hosts.
- > **FIN**: This flag is used to release a connection and no more data is exchanged thereafter. Because packets with SYN and FIN flags have sequence numbers, they are processed in correct order.

. **Windows Size**: 이 필드는 used for flow control between two stations 간의 flow control 용으로 사용되며, 리시버가 세그먼트용으로 할당한 버퍼(bytes)의 크기를 나타낸다. 즉, 리시버가 얼마나 많은 데이터를 기대하고 있는가를 나타낸다.

. **Checksum**: 이 필드에는 the checksum of Header, Data, and Pseudo Headers 가 포함되어 있다.

. **Urgent Pointer**: 이 필드에서는 만일 URG flag가 1로 세트되어 있다면, 긴급한 data byte를 포인트 한다.

. **Options**: 이것은 정규 헤더에서 커버하지 못하는 추가 옵션을 원활하게 한다. 옵션 필드는

항상 32-bit words 로 묘사된다. 만일 이 필드가 32-bit 미만의 데이터를 포함한다면, 32-bit boundary 에 도달하기 위하여 나머지 비트를 커버하기 위하여 padding 을 사용한다.

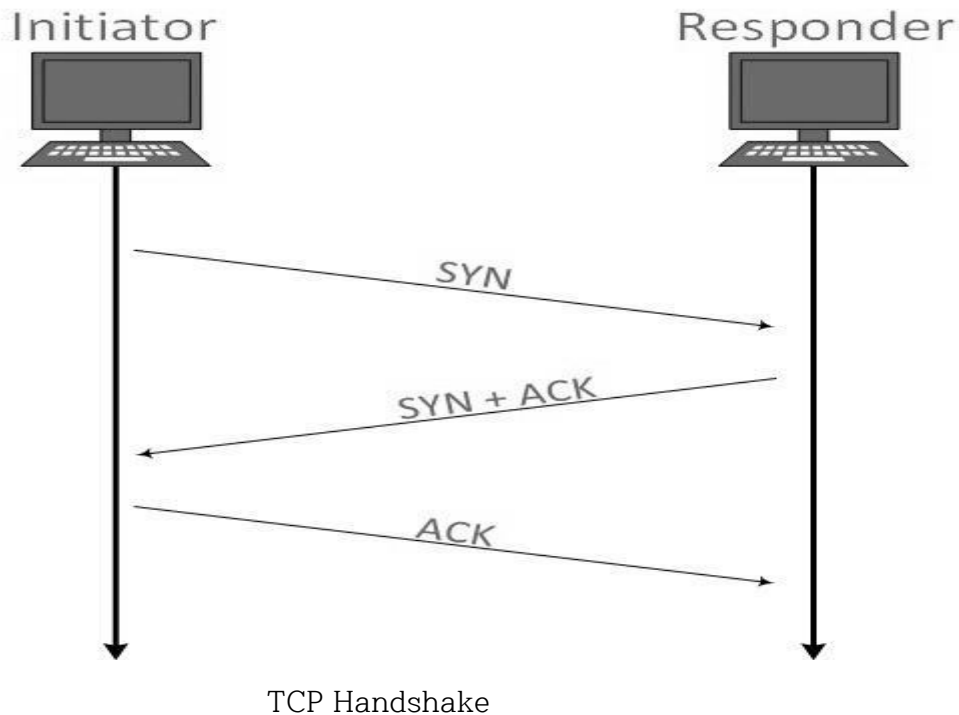
### Addressing

두 원격 호스트 간의 TCP communication 은 port numbers (TSAPs)에 의해 이루어진다. Ports numbers 는 0 에서부터 65535 까지 이며, 다음과 같이 나눈다:

- . System Ports (0 에서 1023)
- . User Ports (1024 에서 49151)
- . Private/Dynamic Ports (49152 에서 65535)

### Connection Management

TCP communication 은 Server/Client model 에서 이루어진다. Client 가 connection 을 시작하고, 서버는 그것을 접수하거나 거절한다. connection management 를 위해 three-way handshaking 이 사용된다.



## **Establishment**

Client 가 connection 을 시작하고 segment 를 Sequence number 와 같이 보낸다. Server 는 acknowledges it back with its own Sequence number and ACK of client's segment which is one more than client's Sequence number. 세그먼트의 ACK 를 접수한 다음에, Client 는 Server's response 의 acknowledgement 를 보낸다.

## **Release**

server 나 client 나 1 로 세트된 FIN flag 와 함께 TCP 세그먼트를 보낼 수 있다. the receiving end 에서 FIN 을 ACKnowledging 함으로써 되반응할 때, that direction of TCP communication 이 closed 되고 connection 은 released 된다.

## **Bandwidth Management**

TCP 는 Bandwidth management 의 요구를 수용하기 위하여 window size 의 개념을 이용한다. Window size 는 tells the 원격지에 있는 sender 에게 이쪽 끝에 있는 리시버가 받을 the number of data byte segments 를 알려준다. TCP 는 window size 1 을 사용함으로써 slow start phase 를 사용하며, 각 통신이 성공적으로 이루어진 다음엔 the window size 가 지수적으로 증가한다.

예를 들어, 클라이언트는 windows size 2 를 사용하여 2 bytes of data 를 보낸다. 이 세그먼트에 대한 인정이 접수될 때 윈도우사이즈는 4 의 곱이 될 것이며, 그 다음에 보내진 세그먼트는 길이가 4 data bytes 가 될 것이다. 4-byte data segment 의 인정이 접수될 때, 클라이언트는 windows size 를 8 등에 세트 시킨다.

만일 인정이 없으면, 즉 데이터가 transit network 에서 분실되거나 NACK 를 받으면, the window size 는 반으로 줄어들고 slow start phase 가 다시 시작된다.

## **Error Control and Flow Control**

TCP 는 port numbers 를 사용하여 어떠한 어플 프로세스가 데이터 세그먼트를 넘기는데 필요한지를 안다. 따라서 이것은 순번을 이용하여 원격 호스트와 자신을 동기화 시킨다. 모든 데이터 세그먼트는 순번과 함께 송수신된다. 센터는 ACK 가 접수될 때 리시버가 접수한

마지막 데이터 세그먼트를 안다. 리시버는 최근에 접수된 패킷의 순번을 참고함으로써  
센더가 보낸 마지막 세그먼트에 대해 안다.

최근에 접수된 세그먼트의 순번이 리시버가 기대한 순번과 일치하지 않는다면, 그것은  
폐기되고 NACK 가 되보내진다. 만일 두 개의 세그먼트가 같은 순번으로 도달한다면 TCP  
timestamp value 을 비교하여 결정한다.

### Multiplexing

한 세션에서 두 개 이상의 데이터 스트림을 결합하는 기법을 Multiplexing 이라 부른다. TCP  
client 가 서버와 연결을 시작할 때, 그것은 항상 잘 정의된 port number 를 참고하는데, 이  
번호는 application process 를 의미한다. client 스스로는 private port number  
pools 에서부터 무작위로 생산된 port number 를 사용한다.

TCP Multiplexing 를 사용하면, 클라이언트는 수 많은 어플과 통신할 수 있다.

예를 들어, 클라이언트는 다양한 종류의 데이터(HTTP, SMTP, FTP etc.)를 포함하고 있는 a  
web page 를 요청하면, TCP session timeout 이 증가하고 그 세션은 보다 오랫동안 열려  
있는데, 왜냐하면 three-way handshake overhead 를 피하려 하기 때문이다.

이것은 클라이언트 시스템으로 하여금 단일 가상의 연결로 복수의 연결을 접수하도록 한다.  
이러한 가상 연결은 그 timeout 이 너무 길다면 서버에 좋지 않다.

### Congestion Control

대량의 데이터가 그것을 취급할 수 없는 시스템에 공급될 때, congestion(정체)이 발생한다.  
TCP 는 Window mechanism 을 사용하여 정체를 통제한다. TCP 는 반대쪽에게 얼마나 많은  
데이터 세그먼트가 보내졌는지에 대해 말하도록 window size 를 설정하고 있다. TCP 는 정체를  
통제하기 위한 3 가지 알고리즘을 사용하기도 한다:

- . Additive increase, Multiplicative Decrease
- . Slow Start
- . Timeout React

## Timer Management

TCP 는 여러 가지 업무를 수행하기 위하여 다양한 종류의 timers 를 사용한다.

### >Keep-alive timer:

- . This timer is used to check the integrity and validity of a connection.
- . When keep-alive time expires, the host sends a probe to check if the connection still exists.

### >Retransmission timer:

- . This timer maintains stateful session of data sent.
- . If the acknowledgement of sent data does not receive within the Retransmission time, the data segment is sent again.

### >Persist timer:

- . TCP session can be paused by either host by sending Window Size 0.
- . To resume the session a host needs to send Window Size with some larger value.
- . If this segment never reaches the other end, both ends may wait for each other for infinite time.
- . When the Persist timer expires, the host resends its window size to let the other end know.
- . Persist Timer helps avoid deadlocks in communication.

### >Timed-Wait:

- . After releasing a connection, either of the hosts waits for a Timed-Wait time to terminate

the connection completely.

. This is in order to make sure that the other end has received the acknowledgement of its

connection termination request.

. Timed-out can be a maximum of 240 seconds (4 minutes).

### Crash Recovery

TCP 는 매우 신뢰할 수 있는 프로토콜 이다. 이것은 세그먼트로 보내진 각각의 바이트에 순번을 정해준다. 이것은 feedback mechanism 을 제공한다. 다시 말해서, 호스트가 패킷을 받을 때, 그것이 마지막 세그먼트가 아니라면, 다음 순번의 패킷이 접수될 거라는 ACK(확신)을 갖는다.

TCP Server 가 통신 중간에 crashes 하여 그 과정의 다시 시작할 때, 그것은 모든 호스트에 TPDU broadcast 를 보낸다. 호스트들은 그러면 결코 불인정 되지 않는 마지막 데이터 세그먼트를 보내고 계속 진행할 수 있다



## 24. USER DATAGRAM PROTOCOL

User Datagram Protocol (UDP) 는 가장 간단한 Transport Layer communication protocol 이며, TCP/IP protocol suite 에 속한다. 이것에는 최소량의 communication mechanism 이 포함되어 있다. UDP 는 믿을 수 없는 운송 프로토콜이라고 말하지만, 최상의 결과를 전달하는 메커니즘을 제공하는 IP services 를 이용한다.

UDP 에서, 리시버는 접수된 패킷의 인정을 생산하지 않으며, 반대로 센더는 보낸 패킷의 어떠한 인정도 기다리지 않는다. 이러한 단점이 이 프로토콜을 신뢰하지 못하게 만들었지만, 프로세싱은 보다 쉬워졌다.

### Requirement of UDP

한 가지 의문이 생긴다. 왜 데이터를 전송하는데 신뢰할 수 없는 프로토콜이 필요한가? 우리는 acknowledgement packets 가 실제적 데이터에 수반되는 상당한 양의 bandwidth 를 공유하는 UDP 를 사용한다. 예를 들어, video streaming 경우에, 수 천 개의 패킷이 이용자에게 포워드 된다. 모든 패킷을 인정하는 것은 문제가 있으며 거대한 양의 bandwidth wastage 를 포함하게 된다. IP 프로토콜의 최상의 전달 메커니즘은 그런 패킷을 전달하는데 최상이라는 것이 보장되었지만, 비록 비디오 스트림의 어떤 패킷이 손실되더라도 그 충격이 재앙적인 것은 아니므로, 쉽게 무시할 수 있다. Loss of few packets in video and voice traffic 에서 약간의 패킷 손실은 때때로 무시된다.

### Features

- . UDP is used when acknowledgement of data does not hold any significance.
- . UDP is good protocol for data flowing in one direction.
- . UDP is simple and suitable for query based communications.
- . UDP is not connection oriented.
- . UDP does not provide congestion control mechanism.
- . UDP does not guarantee ordered delivery of data.

. UDP is stateless.

. UDP is suitable protocol for streaming applications such as VoIP, multimedia streaming.

### UDP Header

UDP header 는 기능이 간단하다:



UDP Header

UDP header 는 4 가지의 중요한 parameters 가 있다:

1. Source Port: This 16 bits information is used to identify the source port of the packet.
2. Destination Port: This 16 bits information is used identify application level service on destination machine.
3. Length: Length field specifies the entire length of UDP packet (including header). It is 16-bits field and minimum value is 8-byte, i.e. the size of UDP header itself.
4. Checksum: This field stores the checksum value generated by the sender before sending. IPv4 has this field as optional so when checksum field does not contain any value, it is made 0 and all its bits are set to zero.

### UDP application

UDP 를 데이터 전송에 사용하는 몇 가지의 어플이 있다:

. Domain Name Services

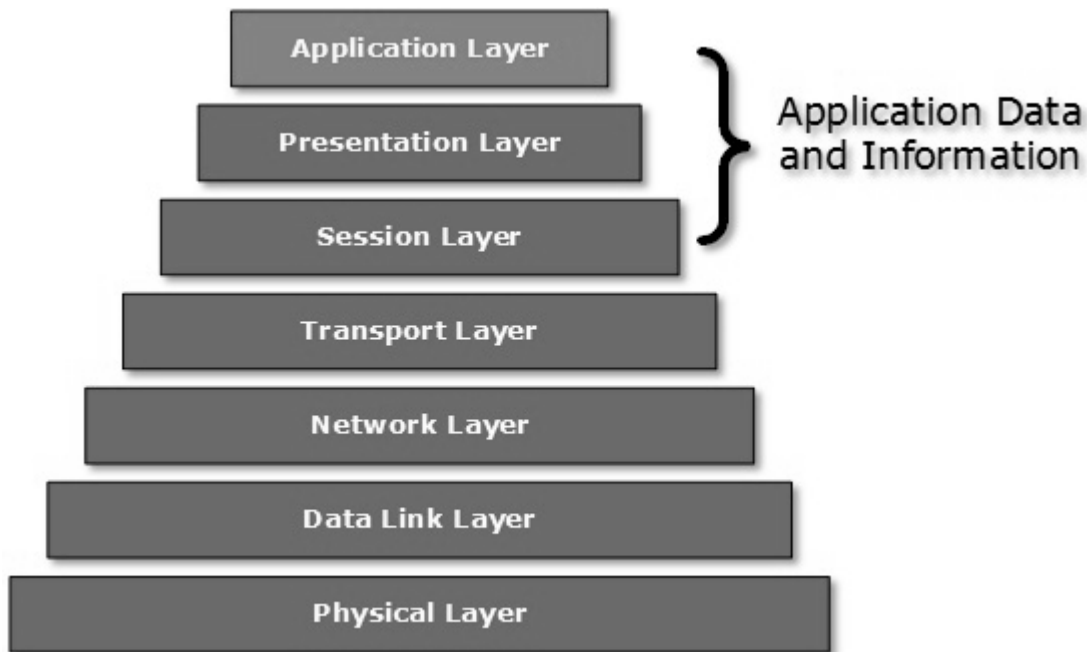
- . Simple Network Management Protocol
- . Trivial File Transfer Protocol
- . Routing Information Protocol
- . Kerberos

## 25. APPLICATION LAYER INTRODUCTION

Application layer 는 OSI and TCP/IP layered model 의 맨 꼭대기에 있다. 이 레이어는 양 쪽 레이어 모델에 존재하는데, 그것의 중요성 때문이다. 다시 말해서, 이용자와 이용자 어플 간의 상호작용을 위해 존재한다. 이 레이어는 통신 시스템에 참여하고 있는 어플을 위한 것이다.

user 는 어플과 직접 상호작용할 수도 있고 안 할 수도 있다. Application layer 는 실제로 통신이 시작되고 이루어지는 곳이다. 이 레이어가 맨 꼭대기에 있기 때문에, 어떤 다른 레이어에 도움을 주지 못한다. Application layer 는 원격 호스트에 데이터를 전송하거나 통신하기 위하여 Transport 와 그것의 밑에 있는 모든 레이어로부터 도움을 받는다.

application layer protocol 이 원격에 있는 동료 application layer protocol 과 통신하고자 할 때, Transport layer 에 데이터나 정보를 양도한다. transport layer 는 그것 밑에 있는 모든 레이어의 나머지 도움을 받는다.



Application Layer

Application Layer and its protocol 을 이해하는 데는 모호함이 있다. 이 어플들이 통신시스템과 상호작용하는 어플인 경우를 제외하고는 모든 이용자 어플을 Application Layer 에 갖다 놓지 않는다. 예를 들어, designing software or text-editor 는 application layer programs 으로 간주될 수 없다.

또 한편으로, 넷과 상호작용하기 위하여 실재적으로 Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)를 사용하는 웹 브라우저를 사용할 때, HTTP 는 Application Layer protocol 이다.

또 다른 예는 File Transfer Protocol 인데 이것은 넷으로 text based or binary files 을 전송하는데 도움을 준다. 이용자는 FileZilla or CuteFTP 와 같은 GUI 의존형 소프트웨어에서 이 프로토콜을 사용할 수 있으며, 같은 이용자가 Command Line mode 에서 FTP 를 사용할 수도 있다.

그러므로 우리가 사용하는 소프트웨어와는 관계없이, 이것은 그 같은 소프트웨어에서 사용된 Application Layer 에서 고려할 프로토콜이다. DNS 는 프로토콜이며, 이것은 HTTP 와 같은 이용자 어플 프로토콜이 자신의 일을 완수하도록 돕는 프로토콜이다.

## 26. CLIENT-SERVER MODEL

두 가지의 원격 어플 프로세서는 주로 2 가지 서로 다른 모습으로 통신할 수 있다:

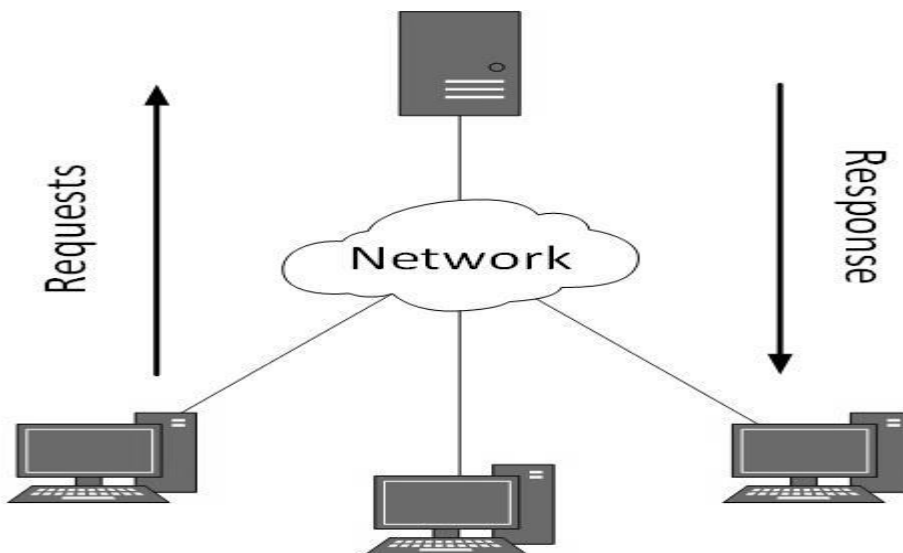
### . Peer-to-peer:

Both remote processes are executing at same level and they exchange data using some shared resource.

### . Client-Server:

One remote process acts as a Client and requests some resource from another application process acting as Server.

client-server model 에서, 어떤 프로세서는 Server or Client 처럼 행동한다. 이것은 기계의 종류, 기계의 크기, 또는 그것을 서버로 만드는 컴퓨팅 파워가 아니다: 이것은 기계를 서버로 만드는 요청을 서빙하는 능력이다.



[http://localhost/data\\_communication\\_computer\\_network/images/client\\_server.jpg](http://localhost/data_communication_computer_network/images/client_server.jpg)

시스템은 동시에 Server and Client 로 활동한다. 즉, 한 프로세스는 서버로, 나머지는 클라이언트로 활동한다. 이것은 동일한 기계에 클라이언트와 서버 프로세서가 reside 할 때 발생하기도 한다.

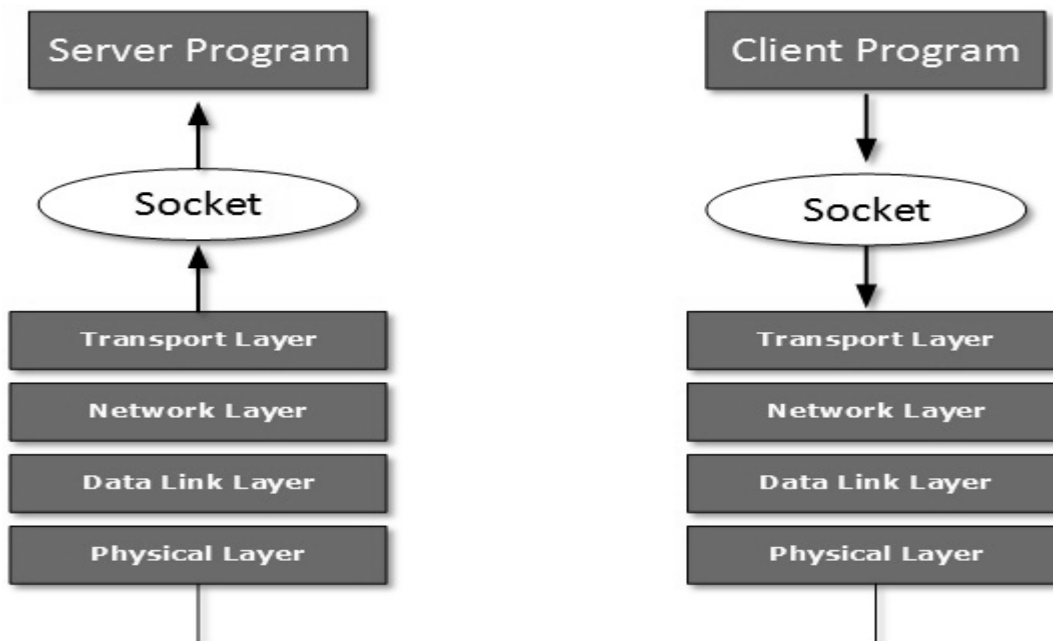
## Communication

client-server model 에서 두 가지의 프로세서들이 다양한 방식으로 상호작용할 수 있다:

- . Sockets
- . Remote Procedure Calls (RPC)

### >Sockets

이 패러다임에서, 서버로 활동하는 프로세스는 잘 알려진 또는 클라이언트에 의해 알려진 포트를 사용하여 socket 을 연 다음에, 어떤 클라이언트 리퀘스트가 올 때까지 기다린다. 클라이언트로 활동하는 두 번째 프로세스 역시 socket 를 열지만, 리퀘스트를 기다리는 대신에, 클라이언트가 'requests first'를 프로세스 한다.



[http://localhost/data\\_communication\\_computer\\_network/images/sockets.jpg](http://localhost/data_communication_computer_network/images/sockets.jpg)

request 가 서버에 도달할 때, 그것은 served 되며, information sharing 이거나 resource request 일 수 있다.

### >Remote Procedure Call

이것은 한 메커니즘이 procedure calls 에 의해 다른 프로세스와 상호작용하는 메커니즘이다. One process (client)는 원격 호스트에 있는 procedure 를 부른다. 원격 호스트의 process 를 서버라 한다. 양 쪽 프로세스들은 stubs 을 할당한다. 이런 통신은 다음과 같은 방식으로 일어난다:

- . The client process 가 client stub 를 부른다. 그것에 있는 모든 프로그램과 관련된 파라미터를 전달한다.
- . 그러면 모든 parameters 가 packed(marshalled) 되고 시스템 콜이 넷의 반대쪽으로 그것을 보내도록 한다.
- . Kernel 이 넷 전체에 the data 를 보내고, 반대쪽에선 받는다.
- . 원격 호스트가 unmarshalled 된 server stub 에 데이터를 패스한다.
- . The parameters 가 procedure 에 패스되고 the procedure 가 수행된다..
- . The result 가 동일한 방법으로 클라이언트에게 다시 보내진다.



## 27. APPLICATION PROTOCOLS

Application Layer 에서 이용자용인 여러 개의 프로토콜이 있으며, Application layer protocols 은 크게 두 개의 범주로 나눌 수 있다:

- . Protocols which are used by users. For example, eMail.
- . Protocols which help and support protocols used by users. For example, DNS.

몇 가지 Application layer protocols 은 다음과 같다:

### Domain Name System

The Domain Name System (DNS)는 Client Server model 에서 활동한다. 이것은 UDP protocol for transport layer communication 을 사용한다. DNS 는 hierarchical domain based naming scheme 을 사용한다. The DNS server 는 각자 IP 어드레스로 mapped 된 Fully Qualified Domain Names (FQDN) and email addresses 로 구성된다.

A DNS server 는 FQDN 을 리퀘스트하며, 그것에 mapped 된 IP 어드레스와 함께 다시 응답한다. DNS 는 UDP port 53 을 사용한다.

### Simple Mail Transfer Protocol

The Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)은 서로 전자 메일을 전달하는데 사용된다. This task is done by means of email client software (User Agents) the user is using. User Agents help the user to type and format the email and store it until internet is available. When an email is submitted to send, the sending process is handled by Message Transfer Agent which is normally comes inbuilt in email client software.

Message Transfer Agent uses SMTP to forward the email to another Message Transfer Agent (Server side). While SMTP is used by end user to only send the emails, the Servers normally use SMTP to send as well as receive emails. SMTP uses TCP port number 25 and 587.

Client software 는 이메일을 받기 위하여 Internet Message Access Protocol (IMAP) or POP protocols 을 사용한다.

### File Transfer Protocol

The File Transfer Protocol (FTP) 는 넷으로 파일을 전송하는데 가장 널리 사용되는 프로토콜이다. FTP uses TCP/IP for communication and it works on TCP port 21. FTP works on Client/Server Model where a client requests file from Server and server sends requested resource back to the client.

FTP uses out-of-band controlling i.e. FTP uses TCP port 20 for exchanging controlling information and the actual data is sent over TCP port 21.

The client requests the server for a file. When the server receives a request for a file, it opens a TCP connection for the client and transfers the file. After the transfer is complete, the server closes the connection. For a second file, client requests again and the server reopens a new TCP connection.

### Post Office Protocol (POP)

The Post Office Protocol version 3 (POP3)은 메일 서버로부터 메일을 검색하기 위하여 User Agents (client email software)에 의해 사용되는 간단한 메일 검색 프로토콜이다.

When a client needs to retrieve mails from server, it opens a connection with the server on TCP port 110. User can then access his mails and download them to the local computer. POP3 works in two modes. The most common mode, the delete mode, is to delete the emails from remote server after they are downloaded to local machines. The second mode, the keep mode, does not delete the email from mail server and gives the user an option to access mails later on mail server.

### Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)

The Hyper Text Transfer Protocol (HTTP) is the foundation of World Wide Web. Hypertext is well organized documentation system which uses hyperlinks to link the

pages in the text documents. HTTP works on client server model. When a user wants to access any HTTP page on the internet, the client machine at user end initiates a TCP connection to server on port 80. When the server accepts the client request, the client is authorized to access web pages.

To access the web pages, a client normally uses web browsers, who are responsible for initiating, maintaining, and closing TCP connections. HTTP is a stateless protocol, which means the Server maintains no information about earlier requests by clients.

## 28. NETWORK SERVICES

Computer systems and computerized systems 은 인간을 도와서 효율적으로 일을 하고 생각할 수 없는 것을 탐험하도록 한다. 이러한 기기들이 넷을 형성하도록 서로 연결될 때, 그 능력은 몇 배가 증가한다. 컴 넷에서 제공할 수 있는 몇 가지 기본적인 서비스는 다음과 같다:

### Directory Services

These services are mapping between name and its value, which can be variable value or fixed. This software system helps to store the information, organize it, and provides various means of accessing it.

#### >Accounting

In an organization, a number of users have their user names and passwords mapped to them. Directory Services provide means of storing this information in cryptic form and make available when requested.

#### >Authentication and Authorization

User credentials are checked to authenticate a user at the time of login and/or periodically. User accounts can be set into hierarchical structure and their access to resources can be controlled using authorization schemes.

#### >Domain Name Services

DNS is widely used and one of the essential services on which internet works. This system maps IP addresses to domain names, which are easier to remember and recall than IP addresses. Because network operates with the help of IP addresses and humans tend to remember website names, the DNS provides website's IP address which is mapped to its name from the back-end on the request of a website name from the user.

## File Services

File services include sharing and transferring files over the network.

### >File Sharing

One of the reason which gave birth to networking was file sharing. File sharing enables its users to share their data with other users. User can upload the file to a specific server, which is accessible by all intended users. As an alternative, user can make its file shared on its own computer and provides access to intended users.

### >File Transfer

This is an activity to copy or move file from one computer to another computer or to multiple computers, with help of underlying network. Network enables its user to locate other users in the network and transfers files.

## Communication Services

### >Email

Electronic mail is a communication method and something a computer user cannot work without. This is the basis of today's internet features. Email system has one or more email servers. All its users are provided with unique IDs. When a user sends email to other user, it is actually transferred between users with help of email server.

### >Social Networking

Recent technologies have made technical life social. The computer savvy peoples, can find other known peoples or friends, can connect with them, and can share thoughts, pictures, and videos.

### **>Internet Chat**

Internet chat provides instant text transfer services between two hosts. Two or more people can communicate with each other using text based Internet Relay Chat services. These days, voice chat and video chat are very common.

### **>Discussion Boards**

Discussion boards provide a mechanism to connect multiple peoples with same interests. It enables the users to put queries, questions, suggestions etc. which can be seen by all other users. Other may respond as well.

### **>Remote Access**

This service enables user to access the data residing on the remote computer. This feature is known as Remote desktop. This can be done via some remote device, e.g. mobile phone or home computer.

### **Application Services**

These are nothing but providing network based services to the users such as web services, database managing, and resource sharing.

### **>Resource Sharing**

To use resources efficiently and economically, network provides a mean to share them. This may include Servers, Printers, and Storage Media etc.

### **>Databases**

This application service is one of the most important services. It stores data and information, processes it, and enables the users to retrieve it efficiently by using queries. Databases help organizations to make decisions based on statistics.

## >Web Services

World Wide Web has become the synonym for internet. It is used to connect to the internet, and access files and information services provided by the internet servers.