

# Ethernet

## 이더넷 (Ethernet)

- **LAN** 구간에서 사용되는 네트워킹 방식 중 하나 (**Layer 2**에서 사용되는 프로토콜)
- 다른 방식으로는 **Token ring, FDDI** 방식이 있다.
- **LAN**에서 사용되는 **protocol**, 1980년에 **DEC**, 인텔, 제록스가 공동 개발한 **Ethernet 1**을 기반으로 1985년 **IEEE**에서 **IEEE 802.3**이라는 표준을 발표
- 네트워크 방식에 맞춰서 네트워크 장비들을 구입해야 한다.  
(우리나라의 경우 **90%** 이상이 **Ethernet** 방식으로 네트워킹)

# Ethernet

## CSMA/CD

- **Ethernet**의 가장 큰 특징은 **CSMA/CD** 방식으로 통신한다는 것
- **Ethernet**이 **Frame**을 전송하는 방식은 **full-duplex**와 **half-duplex**에 따라 다르다.
- **CSMA/CD**는 **half-duplex**로 동작하는 링크에서 **Ethernet**이 **Frame**을 전송하는 방식
- **Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection**

# Ethernet

## CSMA/CD

- **CSMA/CD**는 **half duplex**에서 동작하는 링크에서 **Ethernet**이 **Frame**을 전송하는 절차
  - 1) 호스트가 **Frame**을 전송하기 전에 네트워크 상에 다른 **Frame**이 전송되는지 확인 → **Carrier Sense** (네트워크 신호가 있는지 감지)
  - 2) **Ethernet**에 연결된 장비들은 네트워크 상에 **Frame**의 흐름이 없을 때 서로 동시에 **Frame**을 전송할 수 있다 → **Multiple Access**(다중 접근)
  - 3) **Ethernet**은 복수의 장비가 동시에 **Frame**을 전송할 수 있고, 이 경우 충돌이 일어날 수 있기 때문에 전송 후 충돌 발생 여부를 확인  
→ **Collision Detection**(충돌 감지)

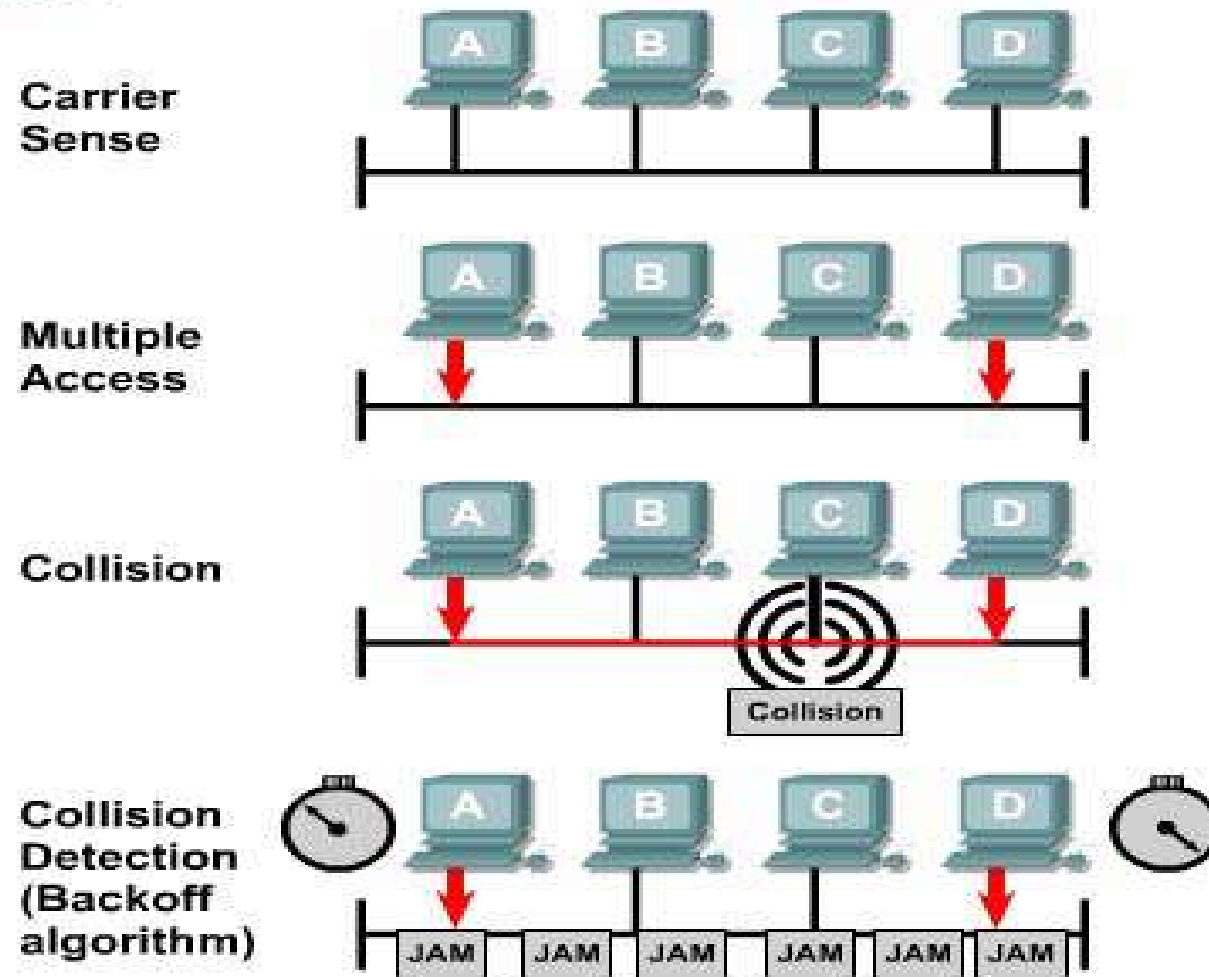
# Ethernet

## CSMA/CD

- 충돌이 발생하면 **Frame**을 전송한 장비들은 서로 랜덤한 시간을 대기했다 다시 재전송
  - **half-duplex** 네트워크에서는 데이터 전송량이 많을 때 **Frame** 충돌이 많이 발생한다.
  - **Ethernet** 장비들은 충돌 발생시 최대 **15회**까지 재전송을 시도, 그래도 실패하면 **Frame** 전송을 포기한다.
- ➔ 이상의 동작방식을 **CSMA/CD**라고 부른다.  
충돌이 발생하는 영역을 **Collision Domain**이라고 한다.

# Ethernet

## CSMA/CD





# Ethernet

## CSMA/CD

- **full duplex**로 동작하는 링크는 **Frame**의 송신과 수신에 서로 다른 채널을 통해 이루어지기 때문에 충돌이 일어나지 않는다.
- 때문에 충돌 감지도 하지 않는다.
- ➔ 즉, **full duplex** 모드에서 **Ethernet** 동작 방식이 **CSMA/CD**가 아니다.
- 송수신 트래픽 양이 동일하다면 **half duplex**보다 **full duplex** 속도가 **2배** 더 빠르다.

# Ethernet

## 이더넷 (Ethernet) Frame 구조 (1)



### 1) Preamble

- **Frame** 전송의 시작을 나타내는 필드, **10101010**이 반복되는 **7byte** 길이의 필드
- 수신 측에 **Frame**이 전송된다는 것을 알리고 **0**과 **1**을 제대로 구분할 수 있게 **Synchronization(동기)**신호를 제공하는 역할 (때문에 **clock**을 사용않는다.)

### 2) SOF(SFD)

- **10101011**의 값을 가지며 **Frame**의 시작을 알리는데 사용

→ **Ethernet Frame** 크기를 나타낼 때 **Preamble**과 **SOF**를 합친 **8byte**는 제외

# Ethernet

## 이더넷 (Ethernet) Frame 구조 (2)



### 3) 목적지 주소

→ Destination MAC address 즉, 수신지의 MAC address

### 4) 출발지 주소

→ Source MAC address 즉, 출발지의 MAC address

### 5) 타입 or 길이

→ 상위 계층 프로토콜 (Network Layer : IPv4, IPv6, IPX, Appletalk) ,  
데이터 필드의 길이나 MAC 클라이언트 프로토콜의 종류를 표시  
(1500이하이면 데이터 필드의 길이 표시, 1500이상이면 MAC 클라이언트  
프로토콜의 종류, 즉 이더타입 표시)



# Ethernet

## 이더넷 (Ethernet) Frame 구조 (3)



### 6) 데이터

- 상위계층에서 받은 캡슐화 된 데이터 (**packet**)

### 7) FCS (Frame Check Sequence)

- 오류 검출용 필드
- 전송되는 이더넷 프레임의 목적지 **MAC** 주소부터 데이터 필드까지 에러발생 여부를 확인하기 위한 필드.

# Ethernet

## Token Ring (토큰링)

- **Token Ring**은 **Ethernet**과 같은 **LAN** 구간에서 사용되는 네트워킹의 방식 중 하나(**Layer 2** 프로토콜)
- **Token Ring**은 **PC**가 네트워크에 데이터를 전송하고자 할 때 **Ethernet**처럼 남들이 전송하지 않는 것을 보고 막 전송하는 것이 아니다.
- **Token Ring** 방식을 사용하는 네트워크는 오직 한 **PC**, 즉 토큰을 가진 **PC**만이 네트워크에 데이터를 보낼 수 있다.
- 자신의 데이터를 다 보내고 나면 옆 **pc**에게 토큰을 전달, 이렇게 옆으로 토큰을 전달하면서 순차적으로 질서 있게 데이터를 전송
  - 장점은 순서대로 전송하기 때문에 충돌이 발생하지 않는다.  
단점은 다른 **PC**들이 보낼 데이터가 없을 경우에도 자신에게 차례가 올 때까지 계속 기다려야 한다.
- 외국, 특히 **IBM** 대형 컴퓨터들이 있는 곳에서 많이 사용

# 계층 별 사용 장비

## 1) Physical Layer (물리계층)

→ Repeater(리피터), Hub

## 2) Data link Layer (데이터 링크 계층)

→ Switch, Bridge

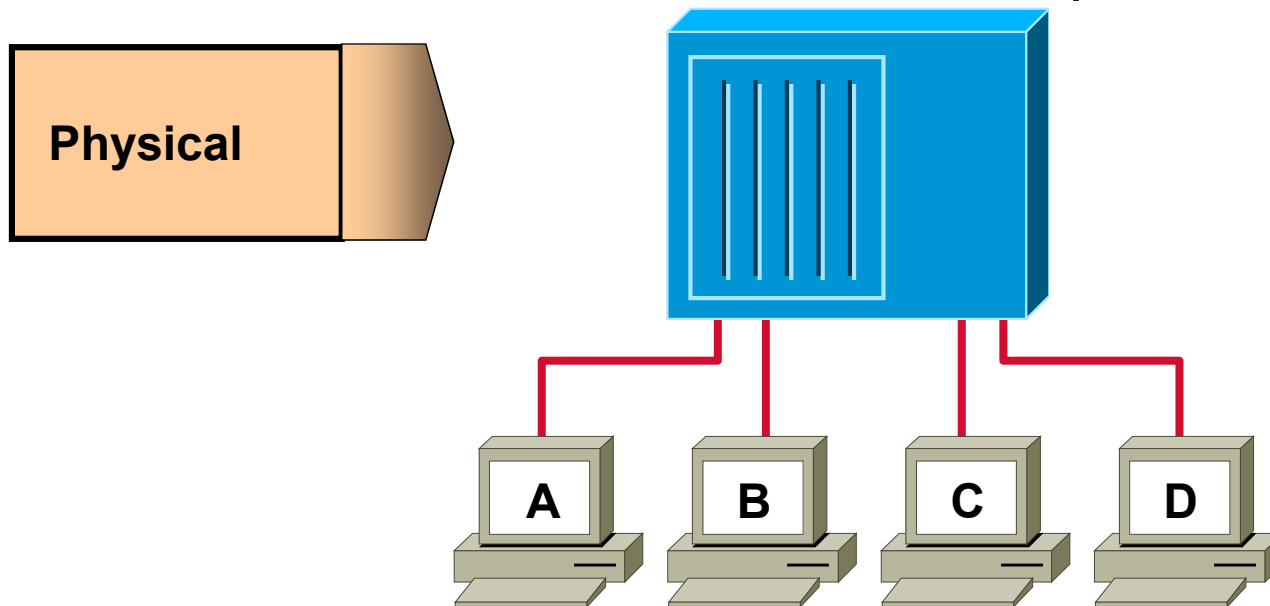
## 3) Network Layer (네트워크 계층)

→ Router(라우터), L3 Switch

# 계층 별 사용 장비

## Physical Layer (물리계층)

- 인접장비간 적용되는 물리적 **protocol** (신호 변환 방식, 속도, **LAN**에 사용되는 **connector** 및 **cable** 종류 등)를 정의



- All devices in the same collision domain
- All devices in the same broadcast domain
- Devices share the same bandwidth

# 계층 별 사용 장비

## Physical Layer (물리계층)

### 1) 리피터

- **cable** 전송으로 약화된 신호를 초기화, 증폭, 재전송의 기능을 수행
- 리피터와 허브는 상위 계층에서 사용하는 **MAC** 주소나 **IP**주소를 이해하지 못하고 단지 전기 신호만을 증폭시키는 역할을 한다.
- 이제 리피터 대신 허브를 사용

### 2) 허브

- 리피터와 마찬가지로 전기적 신호를 증폭
- **LAN** 전송거리를 연장시키고 여러 대의 장비를 **LAN**에 접속할 수 있도록 한다. (멀티 포트 리피터)



# 계층 별 사용 장비

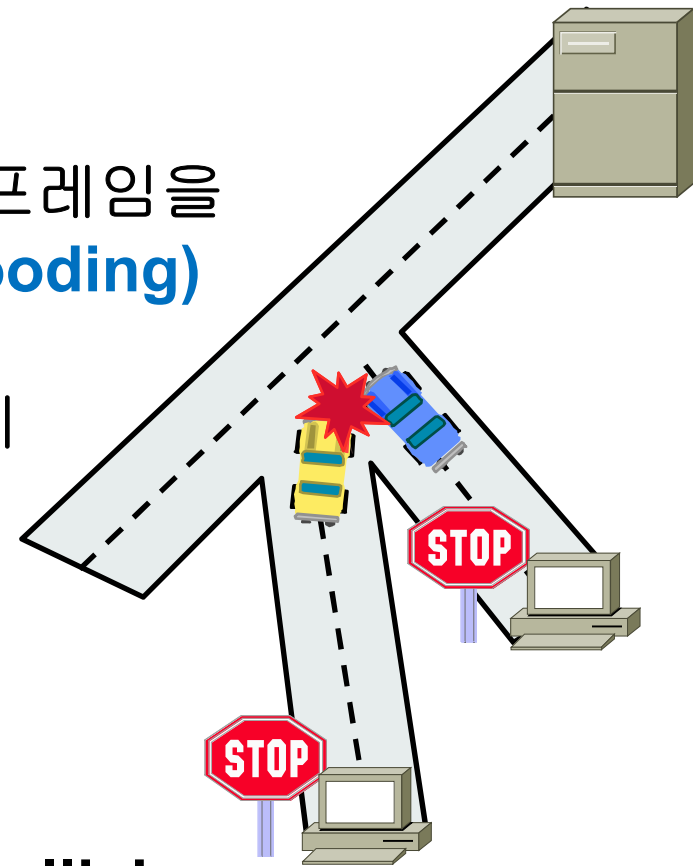
## Physical Layer (물리계층)

- 만약 허브가 없다면 **10Base-T**나 **100Base-T** 장비들은 **cable**을 사용하여 **2대만** 연결 가능.  
허브를 사용하면 여러 대의 장비를 연결할 수 있다.
- **100Mbps** 허브에 **20대의 PC**를 연결하면 실제 속도는 각 **PC가 5Mbps**의 속도를 사용하는 것
- **LAN**에서 주로 사용되는 **UTP cable**은 최대 전송거리가 **100M**.  
허브나 리피터를 사용하면 전송거리가 연장.
- **Intellisent** 허브와 **Dummy** 허브가 있다.

# 계층 별 사용 장비

## Physical Layer (물리계층)

- 허브는 한 장비에서 전송된 데이터 프레임을 허브에 연결된 모든 장비에 전송 (**flooding**)
- 충돌이 많이 발생하여 하나의 허브에 많은 장비를 연결할 수 없다.
- 허브에 연결된 장비들은 하나의 **Collision domain** 안에 있다.
- **More end stations means more collisions**



# 계층 별 사용 장비

## Data link Layer (데이터 링크 계층)

- **MAC address**를 사용하는 계층

### 1) LLC (Logical Link Control)

- **Data link**의 부 계층 중 하나로 물리적 매체 상에서 흐름제어와 에러제어 등의 트래픽 관리에 관여
- 두 장비간에 **link**를 설정하고 **Frame**을 송수신하는 방식과 상위 레이어 **protocol**의 종류를 알리는 역할

### 2) MAC (Media Access Control)

- **Frame**의 포맷, **Ethernet** 동작 방식, 충돌감지 및 재전송 방식 등을 정의

# 계층 별 사용 장비

## Data link Layer (데이터 링크 계층)

### 1) 브리지

- 브리지, 스위치도 허브와 마찬가지로 **Ethernet** 장비를 물리적으로 연결하고 **Frame**의 전송거리를 연장.
- 단순히 전기적 신호만을 증폭시키는 것이 아니라 **Frame**을 다시 만들어서 전송.
- 허브와는 달리 **Layer 2** 주소인 **MAC** 주소를 보고 **Frame** 전송 포트를 결정.
- 따라서 **Layer 2** 장비라고 한다.
- 이제는 브리지 대신 스위치를 사용한다.

# 계층 별 사용 장비

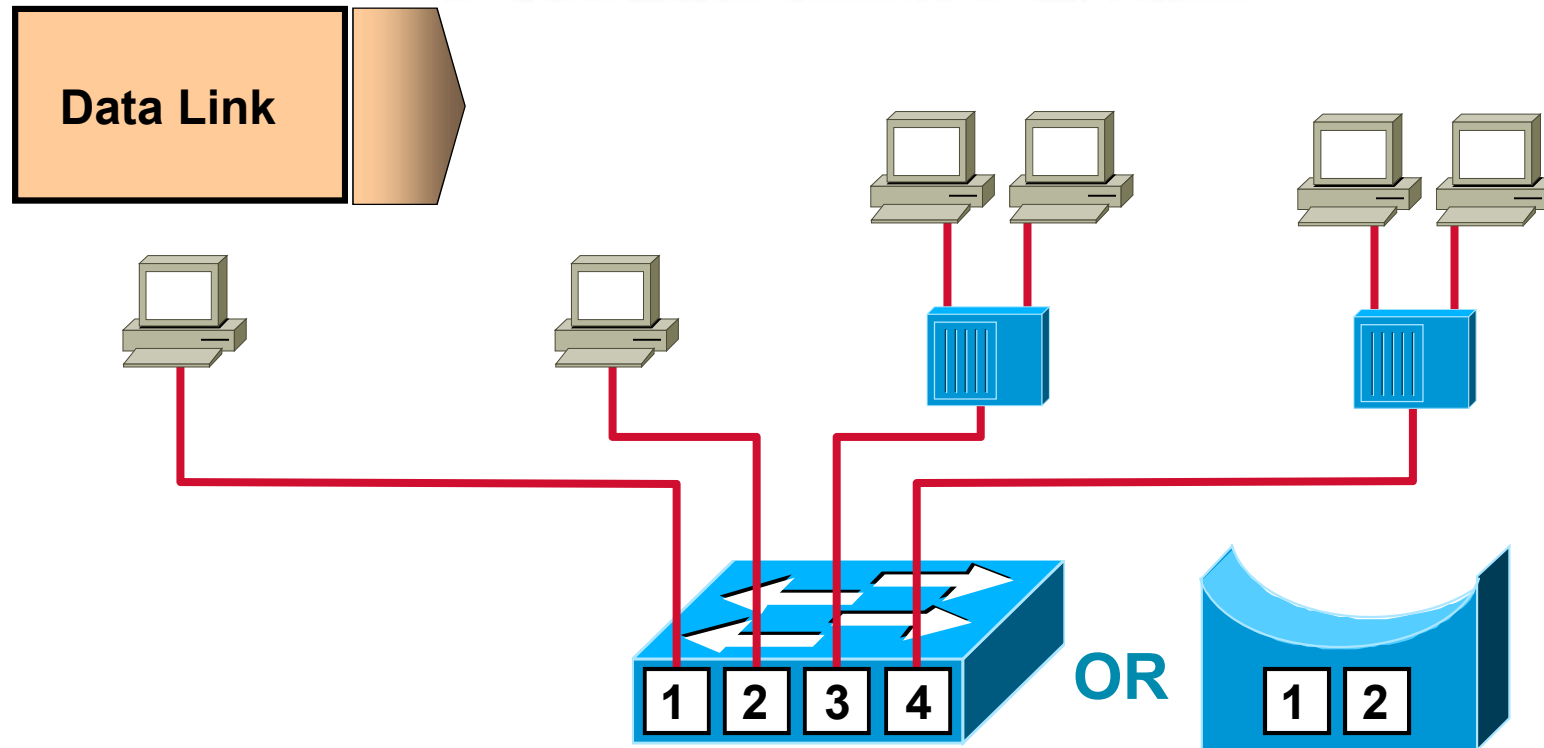
## Data link Layer (데이터 링크 계층)

### 2) Switch

- 브리지와 스위치는 **MAC** 주소와 해당 장비의 포트번호가 기록된 **MAC address table**을 보고 목적지에게만 **Frame**을 전송.
  - 스위치는 한 포트에서 전송되는 **Frame**이 **MAC address table**에 있는 특정 포트로만 전송하기 때문에 다른 포트가 전송하는 **Frame**과 충돌이 발생하지 않는다.
- ➔ 즉, ‘스위치는 각각의 포트가 하나의 **Collision domain**에 있다’고 표현한다.
- ➔ 허브는 1차선 도로, 스위치는 다 차선 도로

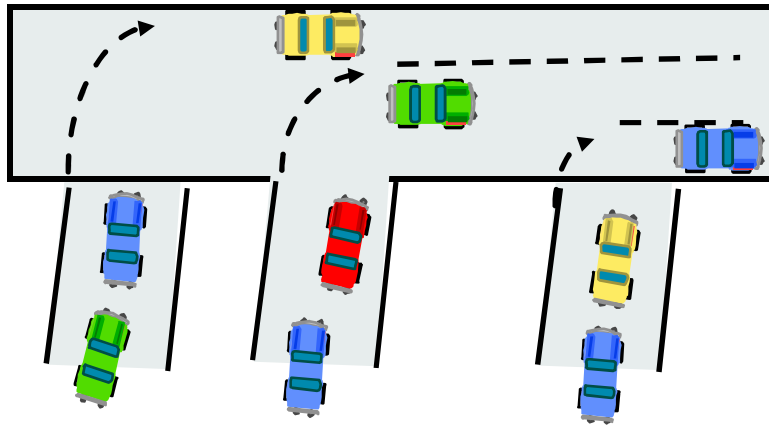


# 계층 별 사용 장비

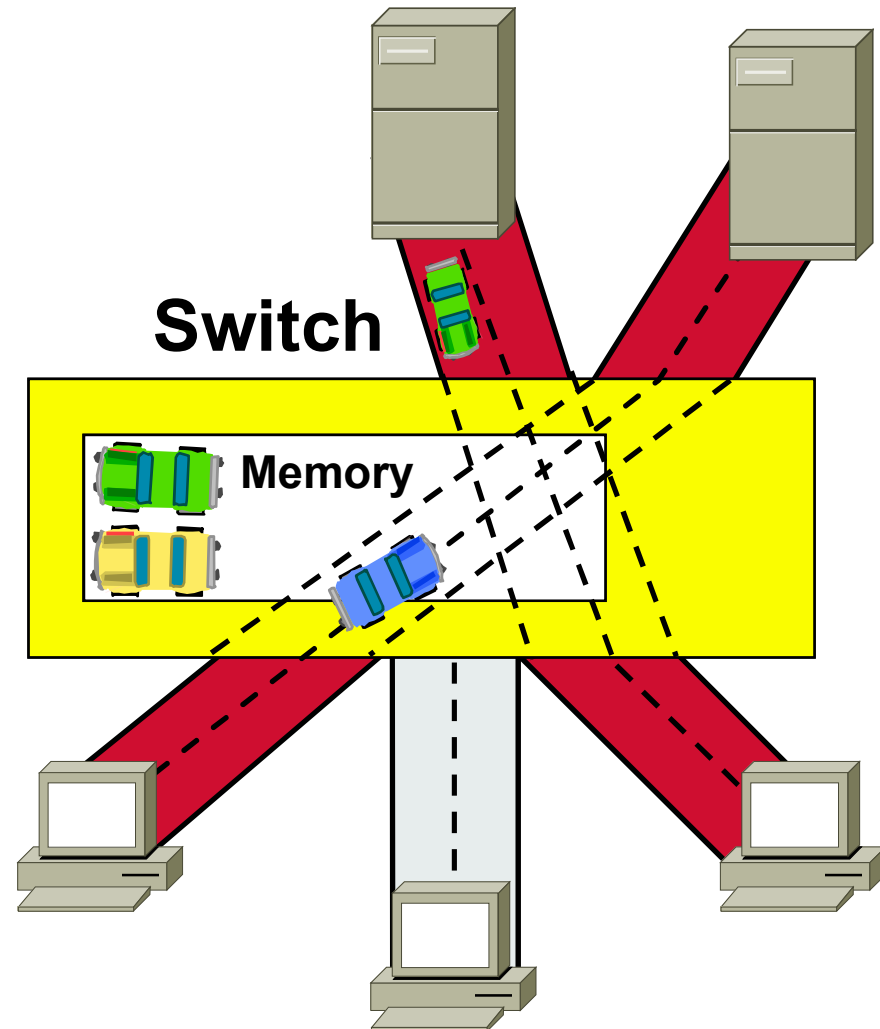


- Each segment has its own collision domain
- All segments are in the same broadcast domain

# 계층 별 사용 장비



- Each segment has its own collision domain
- Broadcasts are forwarded to all segments



# 계층 별 사용 장비

## Network Layer (네트워크 계층)

- **IP 주소**(논리적인 주소)를 사용하는 계층

### 1) Router

- 라우터와 **L3 스위치**는 **IP**주소 등 **Layer 3 header**에 있는 주소를 참조하여 목적지와 연결되는 포트로 **packet**을 전송.
- 따라서 라우터와 **L3** 스위치를 **Layer 3** 장비라고 한다.
- 다른 네트워크(**LAN**) 구간의 장비와 통신을 하려면 반드시 **Layer 3** 장비를 거쳐야 한다.

즉, **LAN**과 **LAN**이 통신을 하려면 **IP** 주소를 보는 **L3** 장비가 있어야 한다.

# 계층 별 사용 장비

## Network Layer (네트워크 계층)

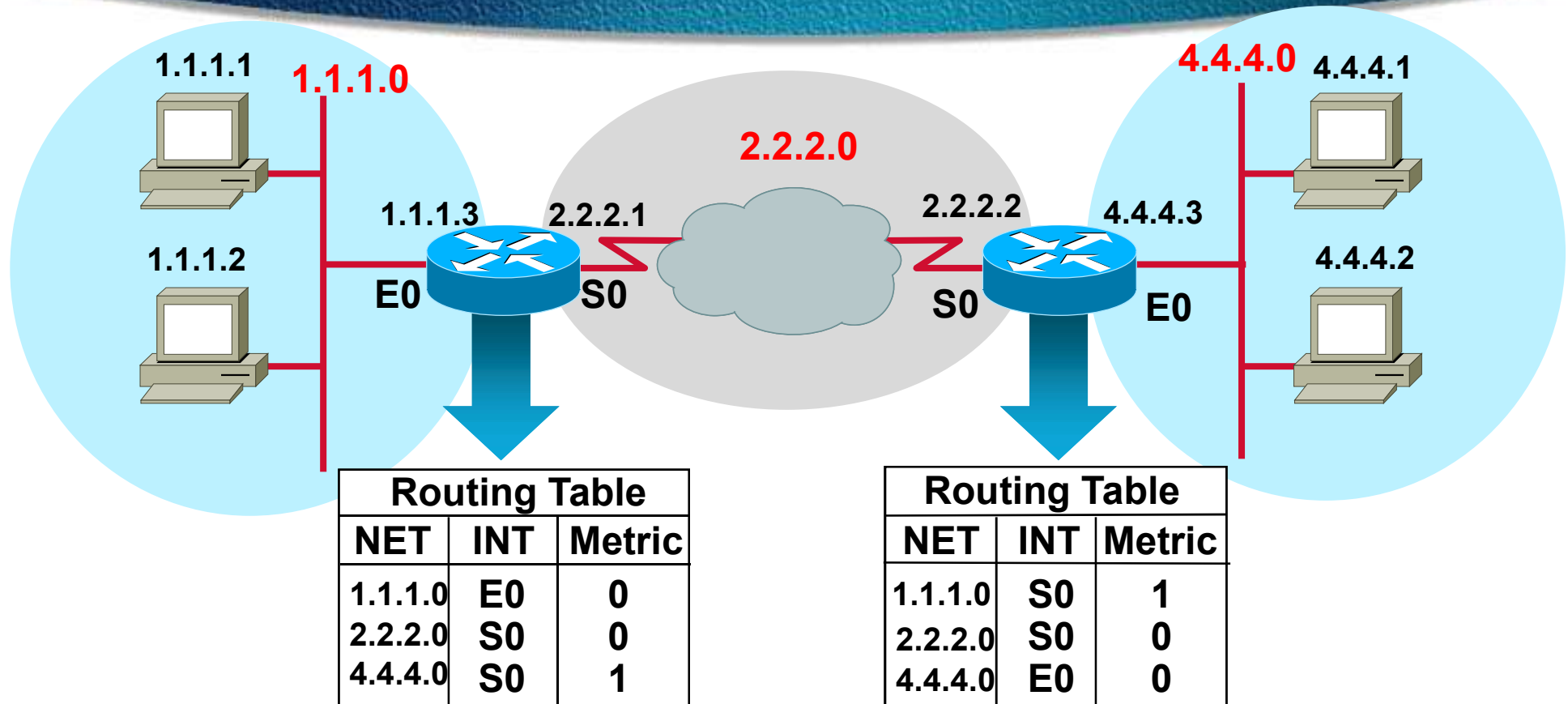
### 1) Router

- 라우터는 특정 인터페이스를 통하여 수신한 **packet**의 목적지 **IP** 주소를 보고 목적지와 연결된 인터페이스를 통하여 전송할 것을 결정.

이를 **Routing**이라고 한다.

- 라우터의 기본 기능은 경로 결정, 경로에 따른 **packet** 전송이다.  
(그 외에도 네트워크 보안, **QoS** 등의 기능도 있다.)

# 계층 별 사용 장비



- Logical addressing allows for hierarchical network
- Configuration required
- Uses configured information to identify paths to networks



# 계층 별 사용 장비

## Network Layer (네트워크 계층)

- 스위치는 **멀티캐스트, 브로드캐스트, 목적지를 모르는 유니캐스트**를 수신할 경우 수신포트를 제외한 모든 포트에 **flooding**.
- **L3** 장비들은 이런 **Frame**을 모두 차단  
(즉, 브로드캐스트 전송을 막는다.)
- **L3** 스위치는 전통적인 **Router** 속도의 한계를 극복하고 **VLAN** 간 고속 라우팅을 위해 사용하는 경우가 많다.

동일한 **VLAN** 포트간에는 스위칭 기능을 제공하고 서로 다른 **VLAN** 포트간에는 라우팅 기능을 제공.

라우터에 비하면 속도가 빠른 반면 장거리 통신망을 연결하는 포트가 없는 것이 많다.

# Network Media

-케이블 정의

**100BASE-T**

**LAN SPEED (단위 : Mbps)**  
즉, 100Mbps

**T → Twisted pair cable (케이블 종류)**  
숫자일 경우에는 최대 통신 거리

**BASE → Baseband용 cable (디지털 방식)**  
**BROAD → Broadband용 cable(아날로그 방식)**

Ex) 10BASE-T  
10BASE 2  
10BASE 5

# Network Media

## -케이블 종류

Twisted-Pair  
10BaseT



Unshielded (UTP)  
Shielded (STP)

Coaxial



10Base2, 10Base5

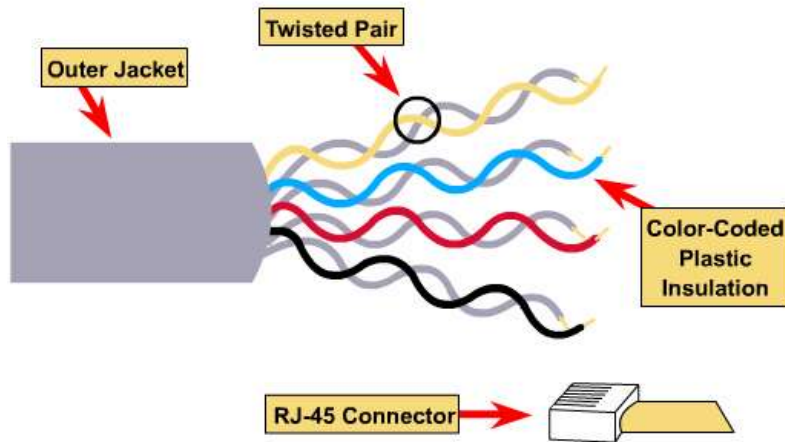
ThinNet  
ThickNet

Fiber-Optic



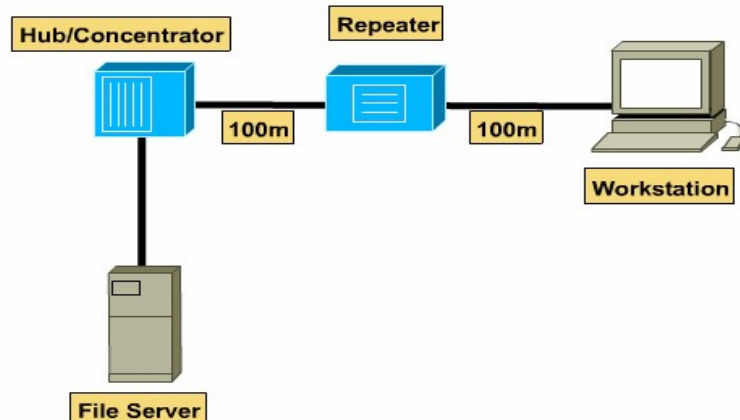
# Network Media

## Unshielded Twisted Pair (UTP)



- 대표적인 **LAN Cable : UTP** 케이블
- 장점 : 설치가 쉽고 다른 매체에 비해 저렴  
작은 외부 직경
- 단점 : 다른 매체와 비교해 외부 간섭과  
전기적인 간섭에 약하다.

## LAN Cabling



**Coaxial cable, Fiber optic cable**보다  
전송거리가 짧다.

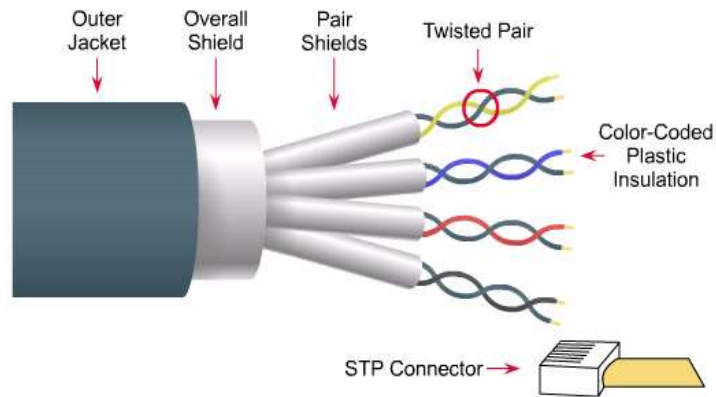
상대적으로 속도가 느렸었다.

- 최대 전송 길이 : **100M**

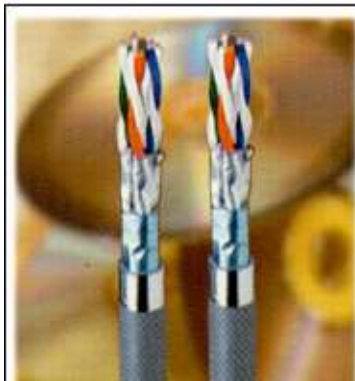


# Network Media

## STP (Shielded Twisted Pair)



- **Cable** 주위를 절연체로 감싸서 만든 것
- **STP**가 **UTP** 보다 좀 더 비싸고 성능이 좋다.  
(EMI 감소)
- 장점 : 모든 외부 간섭에서 탁월한 보호성
- 단점 : 비용이 비싸며 **UTP**보다 설치가 까다롭다.
- 최대 전송 거리 : **100M**





# Network Media

## - UTP cable 구분

- 1) 카테고리 (CAT 1) – 아날로그 음성 (전화)에 사용, 데이터 전송에 적합하지 않다.
- 2) 카테고리 (CAT 2) – 4Mbps 데이터 전송 가능. 주로 Token ring에 사용된다.
- 3) 카테고리 (CAT 3) – 10BASE-T ethernet 네트워크에 사용. 10Mbps까지 데이터 전송이 가능.
- 4) 카테고리 (CAT 4) – Token ring에 사용. 16Mbps까지 데이터 전송 가능.
- 5) 카테고리 (CAT 5) – Fast ethernet 네트워크에서 사용. 100Mbps까지 데이터 전송이 가능.
- 6) 카테고리 (CAT 6) – Gigabit ethernet 네트워크에서 사용. 1000Mbps (1Gbps)까지 데이터 전송이 가능.

\* 10Gigabit ethernet (10Gbps)이 조만간 상용화 될 예정이다. (CAT 7)

\* cable만 바꾼다고 속도가 빨라지지 않는다.

# Network Media

## LAN Cable – UTP (Unshielded Twisted Pair)



- 명칭 : 10/100BASE-T
- connector : RJ-45
- 연결 거리 : 100M
- 종류 : **Straight-through Cable**  
**Crossover Cable**  
**Rollover Cable**

# Network Media

## 1) UTP Straight-through cable (Direct cable)

Cable 10BaseT/  
100BaseT Straight-through



Hub/Switch



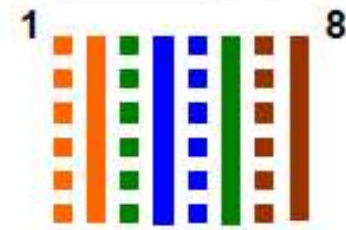
Server/Router

Pin Label

1	RD+
2	RD-
3	TD+
4	NC
5	NC
6	TD-
7	NC
8	NC

Pin Label

1	TD+
2	TD-
3	RD+
4	NC
5	NC
6	RD-
7	NC
8	NC



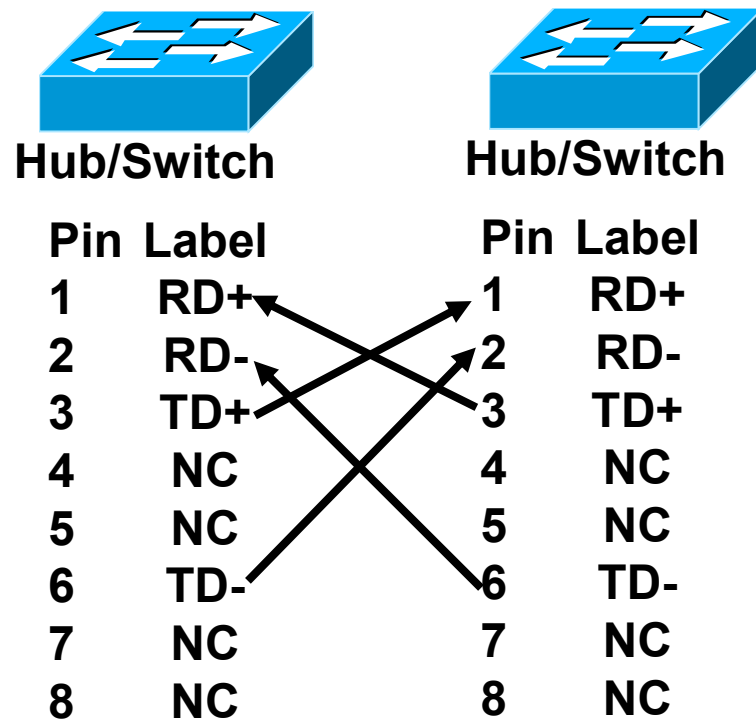
Wires on cable ends  
are in same order



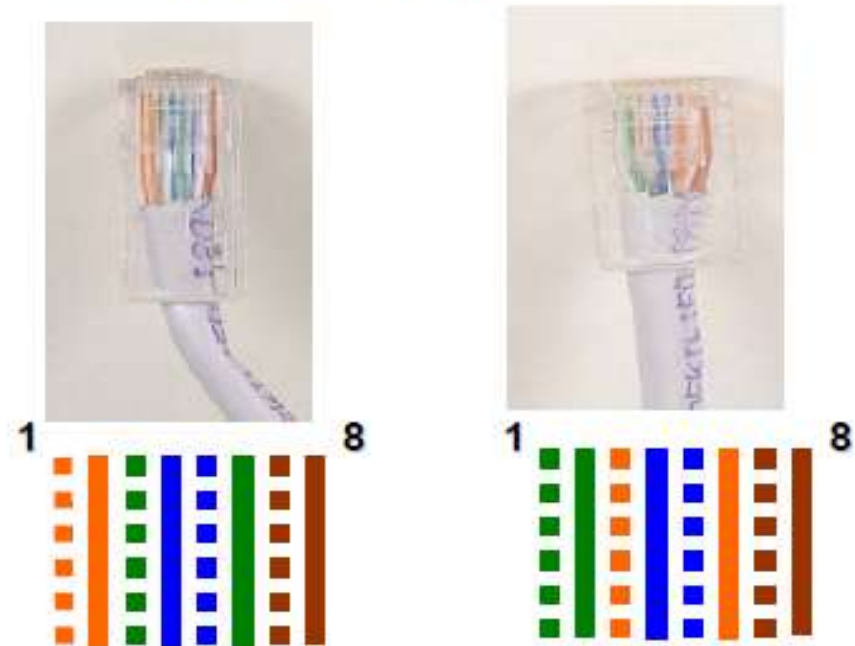
# Network Media

## 2) UTP Crossover cable

### Cable 10BaseT/ 100BaseT Crossover



### Crossover Cable



1 → 3, 2 → 6 wire를 크로스 시킨다.

# Network Media

## - 장비 별 **UTP Cabling**

### 1) **Straight-through cable (Direct cable)**

- **Switch와 Router**
- **Switch와 PC**
- **Switch와 Server**
- **Hub와 PC**
- **Hub와 Server**

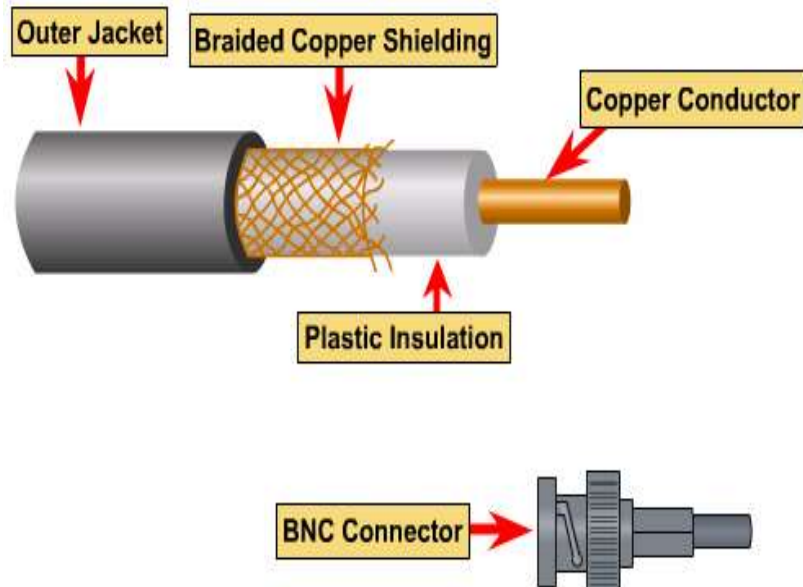
### 2) **Crossover cable**

- **Switch와 Switch**
- **Switch와 Hub**
- **Hub와 Hub**
- **Router와 Router**
- **PC와 PC**
- **Router와 PC**



# Network Media

## - Coaxial cable (동축 케이블)



- 중심은 도체, 도체 주변은 유연한 플라스틱 절연체
- 망구조의 구리 혹은 금속 호일 절연체
  - **cab**le내에서 두 번째 전선 역할, 중심 도체와 외부저항을 감소
- 최대 전송길이 : **500M**
- 장점 : **STP**나 **UTP** 보다 전송거리가 길다. 광케이블보다 저렴하다.
- 단점 : 취급이 어렵다.  
**TP** 케이블보다 취급이 어렵다.

# Network Media

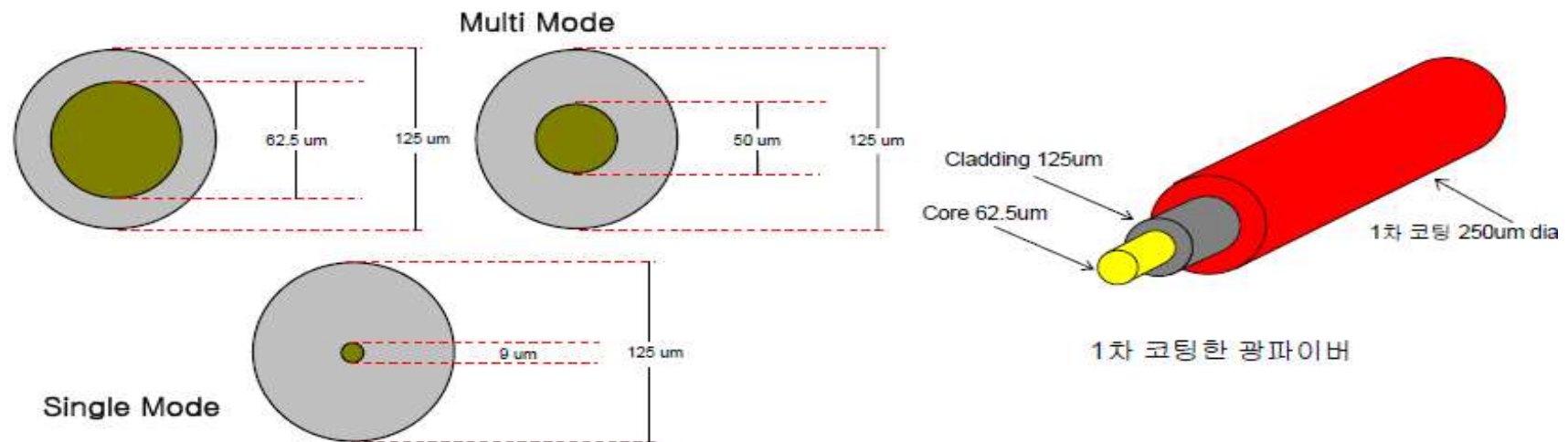
## - Fiber Optic (광 케이블)



- 전기 신호보다 빛을 통해 데이터를 전송하는 가장 효과적인 전송매체
- 장점 : 매우 높은 대역 용량 제공  
빛을 통한 전송이기 때문에 신호 감쇠에 영향이 없다.  
**EMI** 영향을 받지 않는다. 내구성이 좋다.
- 단점 : 설치가 어렵다.  
**cable** 가격이 비싸다.  
**connector** 가격이 비싸다.

# Network Media

## - Fiber Optic (광 케이블)



- 1) **Single mode** : **Core**가 좁기 때문에 하나의 광 신호만 통과할 수 있다.  
가장 큰 정밀도를 갖는다. 신호의 감쇄가 적기 때문에 원거리 용.  
**Multi mode** 보다 비싸다. 이론상 **50Gbps**까지 전송 속도 가능.
- 2) **Multi mode** : **Core**가 넓기 때문에 복수의 광신호가 통과할 수 있다.