

3주차 3차시 기가비트 이더넷 및 10G 기가비트 이더넷

【학습목표】

1. 기가비트 이더넷의 구조에 대해 설명할 수 있다.
2. 10G 기가비트 이더넷의 구조에 대해 설명할 수 있다.

학습내용1 : 기가비트 이더넷

1. 등장배경

- 큰 대역폭을 지원할 수 있는 고속의 네트워킹 기술 필요
- 멀티미디어 데이터 활성화로 인한 서비스 품질(QoS: Quality of Service) 지원

10기가비트 이더넷 IEEE 802.3ae(2002년 하반기)

10/100/1000Mbps 이더넷 링크 집합
IEEE 802.3ad(1998~2000)

1000Mbps 이더넷 IEEE 802.3z,
802.3뮬(1995~1999)

100Mbps 이더넷
IEEE 802.3u(1992~1995)

10Mbps 이더넷
IEEE 802.3(1980s)

2. 표준화

- 1996년 5월 IEEE 802.3z 기가 비트 이더넷 태스크포스(Task-Force)가 설치
- GEA (Gigabit Ethernet Alliance): 1996년 5월에 설립된 주요 네트워크 및 서버 업체들의 모임으로 IEEE 802.3 표준화 활동 지원과 기가 비트 이더넷 표준화에 대한 연구
- 표준화된 물리층 규격: ANSI NCITS T11(구 ANSI X3T11) 파이버 채널(Fiber Channel) 규격
 - 예) FC-1(파이버 채널-1): 8B/10B 부호화/복호화
 - FC-0(파이버 채널-0): 전송매체, 커넥터, 신호방식 등

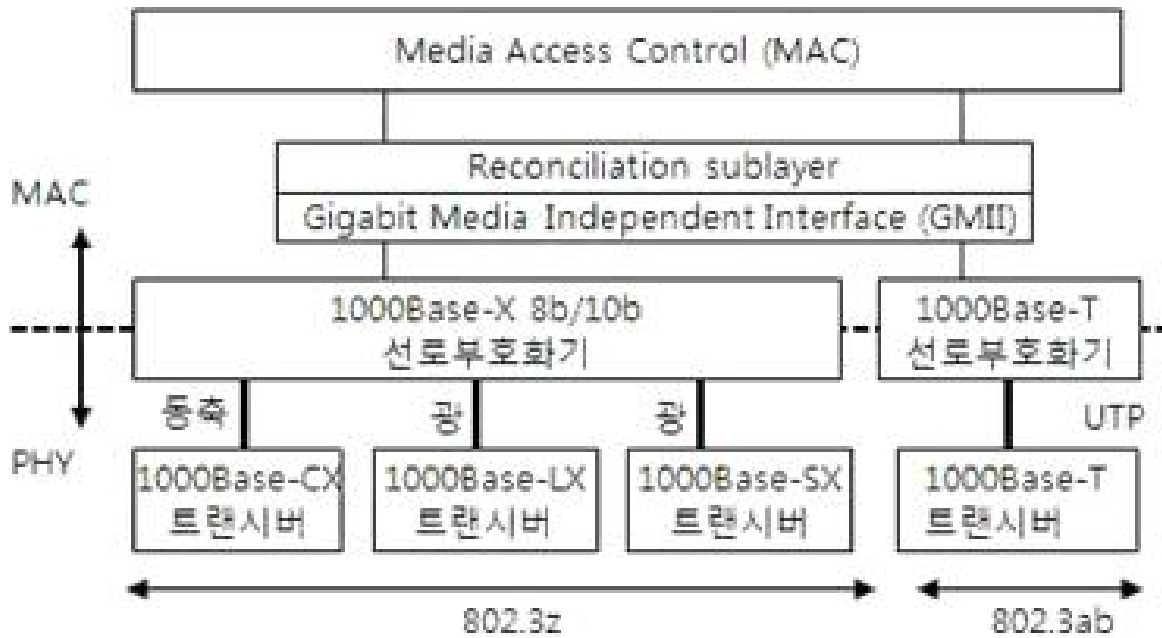


* 3가지 1000BASE-X 표준화

- 1000Base-SX (S: Short Wavelength): 멀티모드 광섬유 상에서 단파장(850nm) 레이저를 사용하여 송수신 한다.
- 1000Base-LX (L: Long Wavelength): 멀티모드 광섬유와 싱글모드 광섬유 상에서 장파장(1300nm) 레이저를 사용하여 송수신 한다.
- 1000Base-CX (C: Coax): 2심 동축케이블을 사용하는 단거리 접속용 구리선 방식이다.
- 1998년 6월 표준화 완료

* 1000BASE-T 표준화

- 4쌍(Pair)의 카테고리 5 UTP 케이블(최대 100m) 사용
- IEEE 802.3ab 태스크 포스에서 표준화 진행 → 1999년 3월 완료



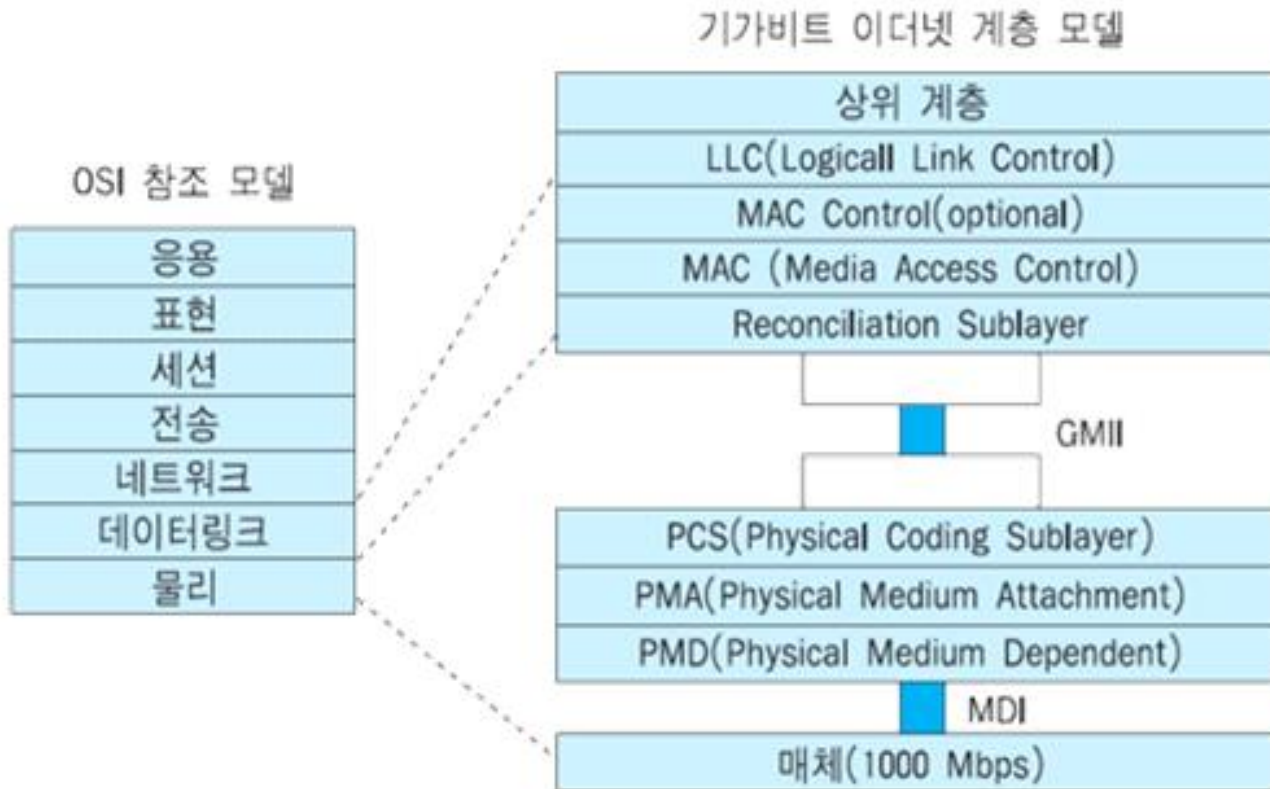
3. 특징

- * 1Gbps 속도에서 전이중, 반이중 통신 방식 지원
 - IEEE 802.3 프레임 형태를 그대로 사용
- * 이더넷 네트워크 상호 운영 시 프레임의 변환이 필요 없음
 - 기가 비트 이더넷 프레임 형식

프리앰블 (Preamble)	발신지 주소 (6바이트)	목적지 주소 (6바이트)	타입/프레임 길이 (2바이트)	송신 데이터/패딩 (46~1500바이트)	프레임 검사 (4바이트)	확장 (0~448바이트)
--------------------	------------------	------------------	------------------------	---------------------------	------------------	------------------

- * CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 이용
 - 최소한의 충돌 감지를 위하여 프레임 크기를 64바이트에서 512바이트로 확장
 - 캐리어 확장(Carrier Extension) / 패킷 버스팅(Packet Bursting)
- * 예전의 네트워크 관리 객체를 그대로 적용
 - 동일한 MIB(Management Information Base)과 RMON(Remote Network Monitoring) 에이전트를 사용
- * 10BASE-T, 100BASE-T 이더넷 기술과의 호환성 제공

4. 구조



* 구성

- RS(Reconciliation Sublayer) : MAC계층과 물리계층 연결을 위한 인터페이스
- GMII(Gigabit Media Independent Interface) : 1Gbps의 전송속도 실현을 위해 데이터 신호를 송신 8비트, 수신 8비트로 하고 전송 클럭을 125MHz로 증가
- 물리계층은 파이버 채널(FC) 기술 사용
- v 고속 이더넷: FDDI의 세부 기술 사용
- 고속 이더넷에서 변경된 내용
 - v MAC 계층과 물리 계층의 인터페이스인 MII가 GMII로 변경되었다.
 - v 4B5B(FDDI의 물리층) 방식을 사용하지 않고 8B10B(화이버채널의 물리층, FC-0, FC-1)의 부호화/복호화 방식을 사용하고 있다.
 - v MAC층과 LLC층 사이에, 선택사항으로 MAC 제어 계층이 존재 한다. (MAC 제어 계층은 전이중 통신을 수행할 때 흐름 제어를 하는 IEEE 802.3x가 구현되어 있다).

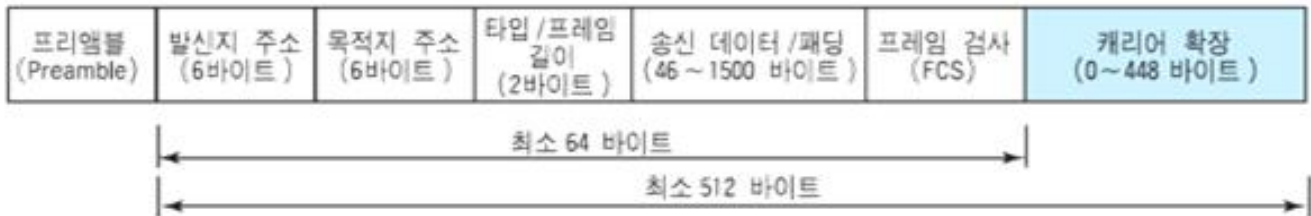
* MAC 계층

- CSMA/CD 프로토콜은 프레임이 완전히 전송을 마치기 전에 공유 전송매체 상에서의 충돌을 감지해야 하기 때문에 이에 필요한 슬롯 타임(Slot Time)에 맞는 슬롯 크기를 설정
- 기가 비트 이더넷에서는 64바이트의 최소 프레임 길이를 사용하여 1Gbps 전송속도를 지원하기 위하여 '캐리어 확장(Carrier Extension)' 과 '프레임 버스팅(Frame Bursting)'을 사용

- 캐리어 확장(Carrier Extension)

- v 최소 캐리어 슬롯 타임을 기존 64바이트 타임에서 512 바이트 타임으로 확장
- v 실제로 전송되는 프레임의 길이는 변함 없음
- v 송신 측에서 일종의 패딩(Padding)을 추가하고, 수신 측에서는 이를 무시

예) 송신할 데이터의 크기가 46바이트인 경우 캐리어 확장으로 448바이트의 패딩을 추가하여 512바이트의 길이로 만들어 전송



- 프레임 버스팅(Frame Bursting)

- v 512바이트 미만의 짧은 프레임 전송시 패딩으로 인한 전송 효율의 저하를 줄이기 위한 방법
- v 여러 개의 짧은 프레임 전송시 짧은 프레임들을 모아서 한번에 보내는 방식
- v 한 호스트가 최초의 프레임을 충돌 없이 송신 완료한 후에 캐리어를 해제하지 않고 다음 프레임을 송신
- v 전송 방법: 처음 전송하는 프레임의 길이가 512바이트가 안될 경우 캐리어 확장을 사용하여 추가 필드를 붙이고, 그 후에는 CSMA/CD의 최소 캐리어 접속시간(65.536μs)이 보장되므로 8192바이트만큼의 데이터를 연속해서 충돌 없이 전송



- 반이중 전송 방식에서 캐리어 확장은 반드시 구현되어야 하지만 프레임 버스팅은 선택 사항

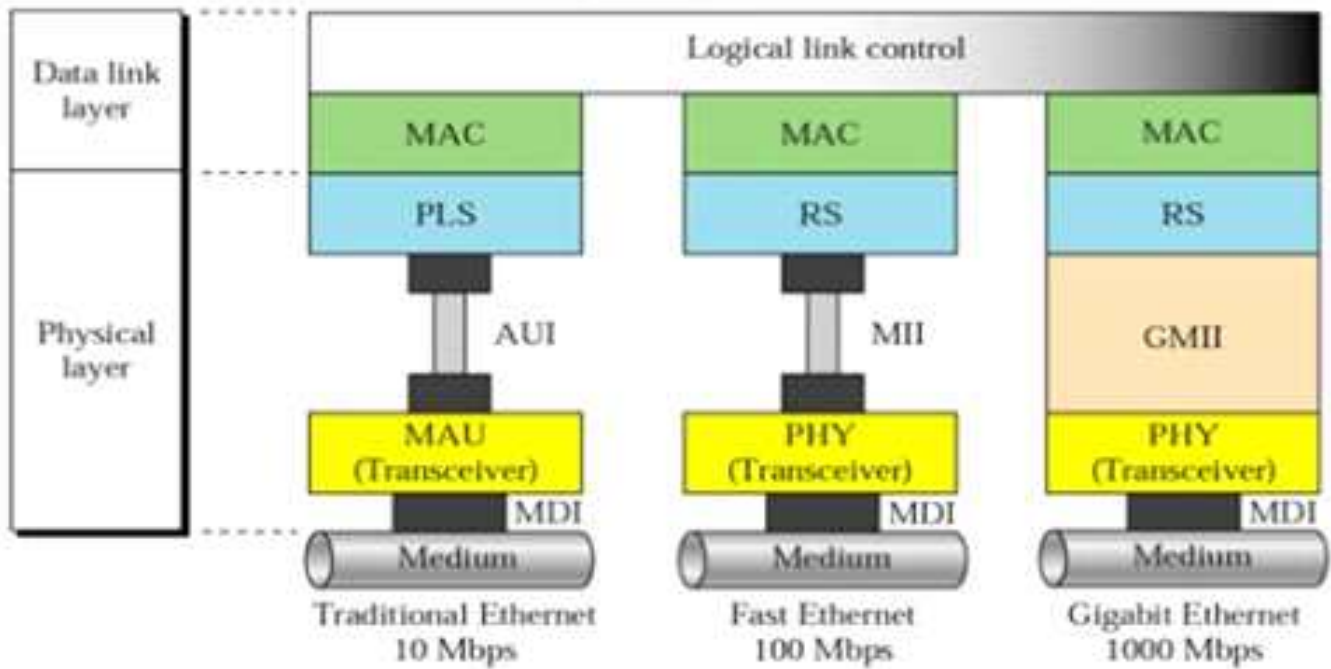
- GMII(Gigabit Media Independent Interface)
- v MAC계층과 물리계층 사이에서 MAC계층이 물리계층에 독립하여 동작할 수 있도록 하는 인터페이스
- v GMII의 하위 부계층: PCS, PMA, PMD
- v PCS (Physical Coding Sublayer)
 - 8B/10B 코딩 사용
 - 캐리어 센스와 충돌 감지
 - 속도(10/100/1000Mbps)에 대한 선택과 전이중/반이중 등의 동작모드에 대한 결정
- v PMA(Physical Medium Attachment)
 - 여러 매체로부터 수신되는 비트 신호를 상위 PCS 부계층과 연결시키는 기능을 수행
 - PCS에서 수신한 10비트의 코드를 연속적인 비트 직렬신호로 변환
- v PMD(Physical Medium Dependent)
 - PMA 부계층에서 전달받은 비트 신호들을 양의 전압과 음의 전압을 갖는 펄스 파로 변환
 - MDI(Medium Dependent Interface) : 다양한 방식의 매체에 대한 실제 물리적 연결을 정의하는 물리계층 인터페이스

- * 부호화 방식
- 부호화 방식의 필요성
- v 전송 속도가 고속화 됨에 따라 송신 데이터 부호간의 상호 간섭 문제나 전송 손실의 증가에 의한 신호 대 잡음비 저하 등의 문제 발생
- v 직류 성분을 포함한 전송부호는 수신 측에서 정확하게 재생하기 어려움
- v 고속 이더넷: 4B/5B, 기가 비트 이더넷: 8B/10B

- 8B/10B 데이터 부호화
- v 상위 층의 MAC 계층으로부터 입력되는 8비트(8B) 데이터를 하나의 니블(nibble)로 취급하여, 각 니블을 물리 층에서 10비트(10B)의 부호로 변환

- 8B/10B 부호화의 목적
- v 8비트의 데이터를 10비트의 부호로 변환하면서 남는 부호의 여분을 제어부호로 활용하여 사용
- v 기본적인 부호화의 필요성에 부합하여 신호 전송시 클럭 재생을 위한 전송 밀도를 확보

- v 러닝 디스패리티(RD: Running Disparity)
 - 직전의 송신 부호 열의 값에 근거하여 러닝 디스패리티 값(RD 값)을 결정하고, 이 값에 따라 다음에 송신할 부호의 RD 값을 바꾸는 에러 검출 방법
 - 예측과는 다른 RD 값을 갖는 부호를 수신할 경우 이를 송신 에러로 판단



* 물리 계층

- 기존 이더넷 및 ANSI NCITS T11 파이버 채널 기술 모두 수용
- 802.3z(1000BASE-X) 802.3ab(1000BASE-T)

대구분	소구분	물리매체 종류	코어 직경(μm)	밴드폭(MHz)	전송거리(m)
1000BASE-X (802.3z)	1000BASE-LX	멀티모드 광섬유	62.5	500	550
			50	400	550
				500	550
		싱글모드 광섬유	9	제한없음	5000
	1000BASE-SX	멀티모드 광섬유	62.5	160	220
				200	275
			50	400	500
				500	550
1000BASE-CX	STP			25	
1000BASE-T (802.3ab)	1000BASE-T	UTP			100

① 1000BASE-X

v 1000BASE-SX

- 멀티 모드 광섬유로 단파장 레이저(850nm 레이저)를 사용하는 방식
- 주로 수평적이고 짧은 단거리 백본용에서 사용

v 1000BASE-LX

- 멀티 모드 광섬유와 싱글모드 광섬유로 장파장 레이저(1300nm 레이저)를 사용하는 방식
- 주로 멀티모드는 빌딩 백본, 싱글모드는 캠퍼스 백본을 대상으로 함

v 1000BASE-CX

- 25m까지의 단거리 접속용으로 구리선 미디어(Short haul copper STP)를 사용하는 방식
- 배선 연장 거리 25m의 짧은 연결이 필요한 스위칭 장치 등에서 사용
- 저렴하고 설치가 빠르다

② 1000BASE-T

- 카테고리 5 UTP 케이블 사용
- 통신 부하 분산을 위해 4쌍을 사용
- 100m의 배선 거리

학습내용2 : 10G 기가비트 이더넷

1. 등장배경

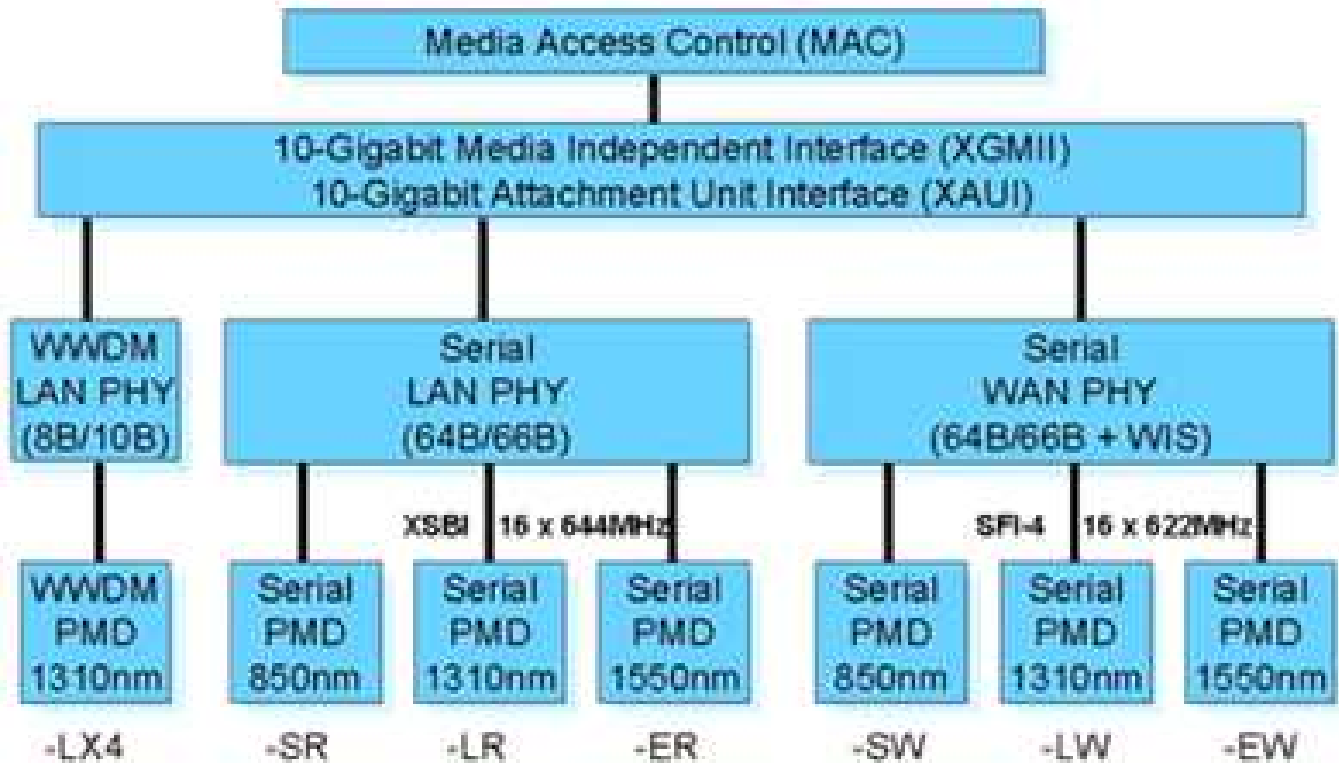
- 서버의 지속적인 성능 향상, 고성능의 SSD 장착, 가상화 솔루션 도입 그리고 클라우드와 빅데이터 등의 업무 적용으로 대역폭의 요구 증가
- 저 비용으로 구축이 가능하고, 유지, 보수 및 관리가 가능한 10G/40G/100G 등의 솔루션 등장

인터페이스	전송매체	전송거리
10GBase-SX	MMF (멀티모드 광케이블)	100~300m
10GBase-LX	SMF &MMF (싱글/멀티모드 광케이블)	5~15 km
10GBase-EX	SMF (싱글모드 광케이블)	> 40 km
10GBase-CX	동축케이블 (Twinax)	< 20 m
10GBase-T	동축케이블 (Cat.6a / 7)	100 m

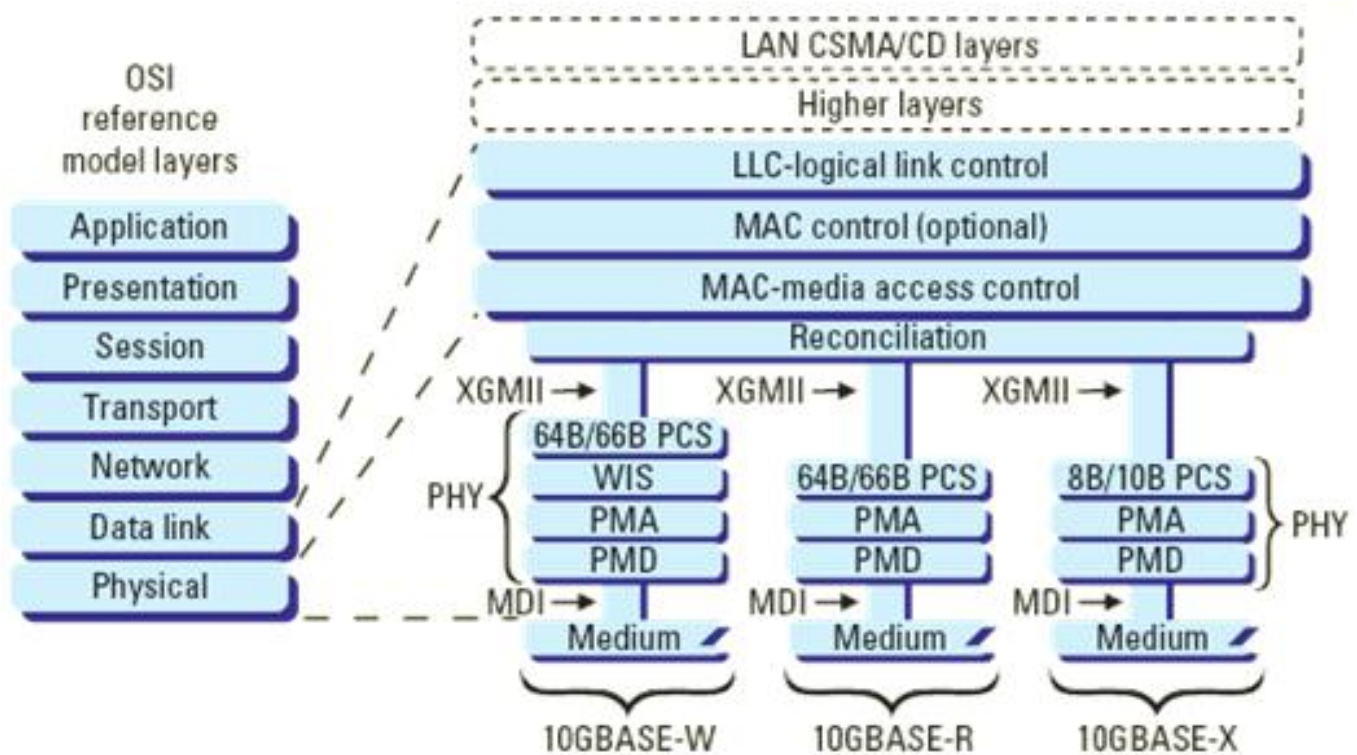


2. 특징

- IEEE 802.3ae-2002 표준에서 시작되어 전 이중 방식 (Point-to-Point Full Duplex) 만 지원하도록 정의
- 10×10^9 또는 10Gb/s 전송 속도를 지원하기 위해 광케이블과 동축케이블(Cat. 6a, Cat. 7/Class F급)을 사용하도록 권장
- 기존의 이더넷과의 호환을 위해 8B/10B, SONET/SDH과의 호환을 위해서는 15B/16B, MB810, PAM-5 등의 인코딩 기술도 지원



3. 구조



MDI - Medium dependent interface
PCS - Physical coding sublayer
PHY - Physical layer device
PMA- Physical medium attachment

PMD - Physical medium dependent
WIS - WAN interface sublayer
XGMII - 10 Gigabit media independent interface

* MAC 계층

- 이전 이더넷 기술의 MAC 계층과 유사한 역할을 담당
- LAN에서의 10Gb/s의 속도와 OC-192의 9.584640Gb/s의 속도 밸런스를 맞춰주기 위하여 페이싱 메커니즘을 사용

* 물리 계층

- 10GMII (XGMII, 매체 독립 인터페이스)가 MAC 계층과 물리 계층 간의 인터페이스를 제공

* 코딩 기법

- 8B/10B
- 스트래블링
- MB810
- PAM-5
- 16B/18B
- 오류 정정 (Forward Error Correction)

【학습정리】

1. 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet)의 등장배경은 큰 대역폭을 지원할 수 있는 고속의 네트워킹 기술 필요하고, 멀티미디어 데이터 활성화로 인해 QoS를 지원하는 기술 및 속도가 필요했기 때문이다.
2. 10G 기가비트 이더넷(10G Gigabit Ethernet)의 등장배경은 서버의 지속적인 성능 향상, 고성능의 SSD 장착, 가상화 솔루션 도입 그리고 클라우드와 빅데이터 등의 업무 적용으로 대역폭의 요구가 증가되어 저 비용으로 구축이 가능하고, 유지, 보수 및 관리가 가능한 10G/40G/100G 등의 솔루션 등장하면서 그에 대한 기술 및 속도가 필요했기 때문이다.