



3장 네트워크 접근 계층

- 3.1 | 프로토콜과 하드웨어
- 3.2 | 네트워크 접근 계층과 OSI 모델
- 3.3 | 네트워크 아키텍처
- 3.4 | 물리 주소
- 3.5 | 이더넷
- 3.6 | 이더넷 프레임 분석
- 3.7 | 요약
- 3.8 | 핵심용어

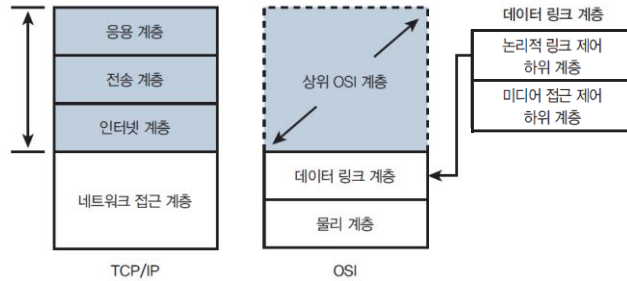
3.1 프로토콜과 하드웨어



» 프로토콜과 하드웨어

- 네트워크 접근 계층은 다음과 같은 역할을 수행
 - 컴퓨터의 네트워크 어댑터와 인터페이스
 - 적절한 매체 접근제어
 - 데이터를 전송 매체를 지나는 전기 또는 아날로그 펄스 스트림으로 변환
 - 수신 데이터의 오류 확인
 - 수신 컴퓨터가 데이터의 오류를 확인할 수 있게 발신 데이터에 오류 검사 정보 추가

3.2 네트워크 접근 계층과 OSI 모델

TCP/IP
교과서

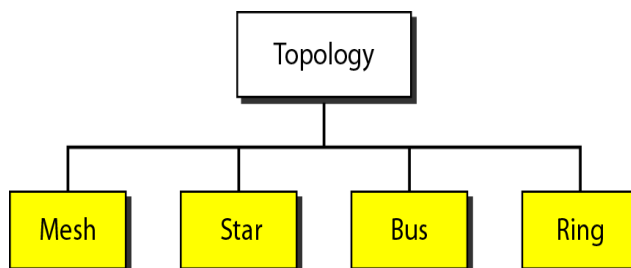
- **논리 링크 제어**(LLC, Logical Link Control): 네트워크를 통해 전달된 프레임의 오류를 검사하고 통신 장치 간의 링크를 관리
- **미디어 접근 제어**(MAC, Media Access Control): 네트워크 어댑터와의 인터페이스를 제공. 공유 매체에 대한 접근 방식을 규정

3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서

» LAN 토폴로지(topology)

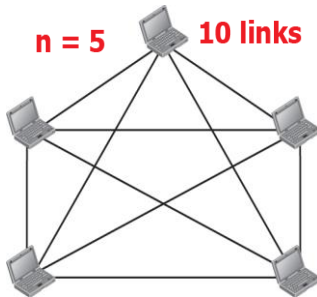
- 물리적 또는 논리적인 네트워크 내 노드(통신장치) 배치 방식
- 2개 이상의 장치가 하나의 링크에 연결되며, 2개 이상의 링크들이 이루는 접속 형태
- 토폴로지에 따라 네트워크 접근 계층의 디자인이 달라짐



3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서

» Mesh(그물형)

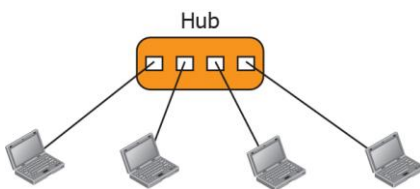


- » 모든 장치는 다른 장치와 점-대-점 링크
- » n 개의 장치를 서로 연결하기 위해 $n(n-1)/2$ 개의 채널이 요구
- » $n-1$ 개의 입출력(I/O) 포트
- » 장점
 - 원활한 자료 전송 보장 : 점-대-점 전용 링크 제공
 - 높은 안정성
 - 비밀 유지와 보안
 - 장애 식별과 분리가 비교적 용이
- » 단점
 - 케이블의 양과 요구되는 I/O 포트 수
 - 설치와 재구성의 어려움

3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서

» Star(스타형)

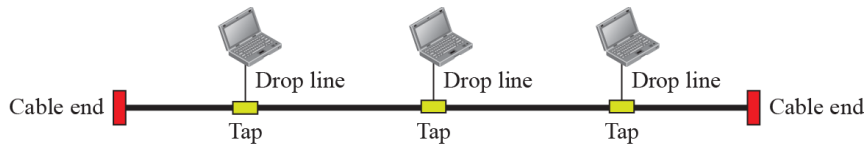


- » 허브(hub)라는 중앙제어장치(central controller)와 전용 점-대-점 링크 구성
- » 각 장치간 직접적인 통신 불가
- » 모든 전송은 제어 장치를 통해 전송
- » 1개의 링크
- » 1개의 I/O 포트가 요구
- » 장점
 - 그물형 접속형태보다 적은 비용
 - 설치와 재구성이 용이
- » 단점
 - 허브가 고장나면 전체 시스템 고장

3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서

» Bus(버스형)

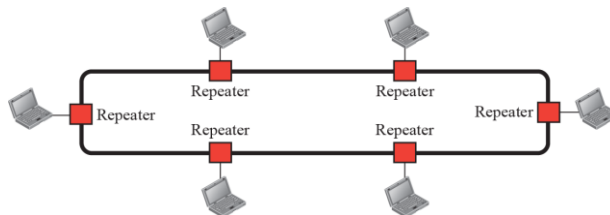


- 다중점 형태
- 탭(tap)과 유도선(drop line)에 의해 버스에 연결
- 장점
 - 설치가 쉽다
 - 가장 적은 양의 케이블 사용
- 단점
 - 재구성이나 장애 분리의 어려움
 - 중추 케이블의 장애 시 다수의 장치에 영향을 줌

3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서

» Ring(링형)



- 자신의 양쪽에 위치한 장치와 전용 점-대-점 링크 구성
- 각 장치는 중계기(repeater) 포함
- 장점
 - 설치와 재구성이 쉽다
 - 신호는 항상 순환
- 단점
 - 단방향의 경우 링의 결함 시 전체 네트워크 마비

3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서



» 네트워크 접근 제어 사양은 다음과 같은 고려 사항을 포함

- **접근 방식:** 컴퓨터가 전송 매체를 공유하는 방법을 정의하는 일련의 규칙. 데이터 충돌을 피하려면 컴퓨터가 데이터를 전송할 때 이 규칙을 따라야 함
- **데이터 프레임 형식:** 인터넷 계층의 IP 데이터그램은 미리 정의된 형식의 데이터 프레임으로 캡슐화됨. 헤더에 포함된 데이터는 실제 네트워크에서 데이터를 전달하는 데 필요한 정보를 제공
- **케이블 연결 유형:** 네트워크에 사용되는 케이블 유형은 어댑터가 전송하는 비트 스트림의 전기적 특성과 같은 특정 기타 설계 매개변수에 영향을 줌
- **케이블 연결 규칙:** 프로토콜, 케이블 유형 및 전기적 특성은 케이블 및 케이블 커넥터 사양의 최대 및 최소 길이에 영향을 미침

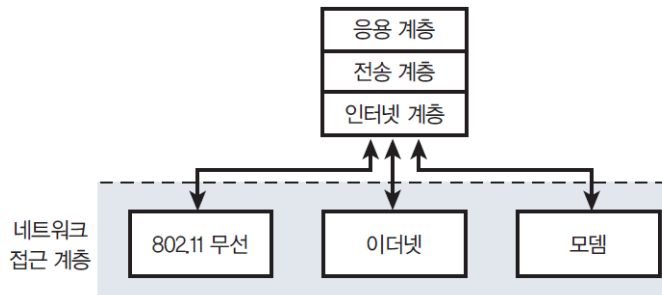
3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서



- 네트워크 접근 계층의 상위 계층은 하드웨어 설계에 대해 걱정할 필요가 없음
- TCP/IP 스택은 하드웨어와의 상호 작용에 대한 모든 세부 사항이 네트워크 접근 계층에서 발생하도록 설계
- 이 디자인 덕분에 TCP/IP가 다양한 전송 매체를 통해 작동할 수 있음
- 네트워크 접근 계층에 있는 일부 아키텍처는 다음과 같음
 - **IEEE 802.3(이더넷):** 사무실과 가정에서 많이 사용되는 일반적인 케이블 기반 네트워크
 - **IEEE 802.11(무선 네트워크):** 사무실과 가정, 커피숍에서 사용되는 무선 LAN 네트워크 기술
 - **IEEE 802.16(WiMAX):** 장거리 모바일 무선 연결에 사용되는 네트워크 기술
 - **PPP(Point-to-Point Protocol):** 전화선을 통한 모뎀 연결에 사용되는 프로토콜

3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서

3.3 네트워크 아키텍처

TCP/IP
교과서

- 운영 체제에서 네트워크를 구성하는 대화 상자를 통해 하드웨어 기반 계층과 논리 주소 지정 계층 간의 관계를 엮을 수 있음



3.4 물리 주소

TCP/IP
교과서

- OSI 모델 내에서 물리 주소 지정은 **MAC 하위 계층**이 담당해서 **물리 주소**(physical address)를 종종 **MAC 주소**라고 함
- 네트워크 아키텍처 사양(LAN 프로토콜)에 따라 주소가 다른 형식을 취할 수 있음
- 이더넷에서 물리 주소는 공장 출고 시 네트워크 하드웨어에 입혀지는 경우가 있지만, 일부 최신 네트워크 어댑터는 프로그래밍이 가능한 물리 주소를 제공
- 몇 년 전만 해도 이더넷 하드웨어는 거의 항상 컴퓨터의 확장 슬롯에 삽입된 네트워크 어댑터 카드였지만, 최근에는 공급 업체에서 머더보드에 이더넷 기능을 넣기 시작
- LAN을 통해 전송된 데이터 프레임은 이러한 물리 주소를 사용해 소스 및 대상 어댑터를 식별해야 함
- TCP/IP는 ARP 및 RARP를 사용해 IP 주소를 로컬 네트워크에 있는 네트워크 어댑터의 물리 주소와 연결

3.4 물리 주소

TCP/IP
교과서

» 세 종류의 물리주소

1. 유니캐스트 주소: 일-대-일 통신을 의미하며 유니캐스트 주소 목적지를 갖는 프레임은 링크에서 하나의 장치에만 전달됨
일반적인 LAN과 이더넷에서 유니캐스트 링크계층 주소는 48 bit (6byte)이다.
예를 들어, 이것을 콜론(:)으로 나누어 12개의 16진수로 표현하면 아래와 같이 링크계층 주소로 표현

A3:34:45:11:92:F1

2. 멀티캐스트 주소: 일-대-다 통신을 의미하며 범위는 로컬 링크로 제한됨
3. 브로드캐스트 주소: 일-대-전체 통신을 의미하며 목적지로 브로드캐스트 주소를 가지는 프레임은 링크 내의 모든 장치로 전달됨

FF:FF:FF:FF:FF:FF

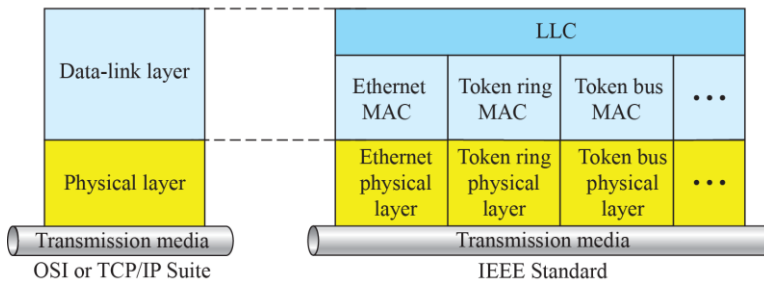
3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» 유선 이더넷은 지배적인 LAN 기술

- 1985년에 IEEE 컴퓨터 분회에서 다양한 제조업자의 장치들 사이의 상호 연결이 가능하도록 하는 표준을 만들기 위해 프로젝트를 시작
- 주요 LAN 프로토콜의 물리 계층과 데이터링크 계층의 기능을 명세화
- LAN을 위한 IEEE 표준

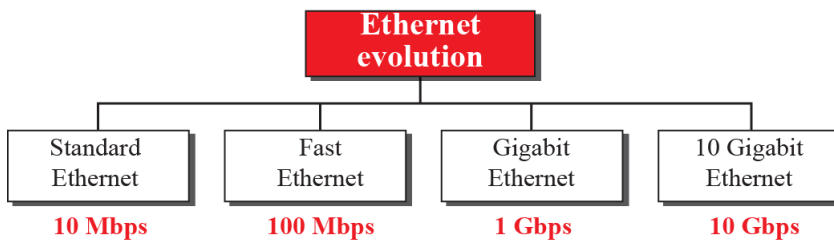
LLC: Logical link control **MAC**: Media access control



3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» 이더넷의 진화



3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» 표준 이더넷

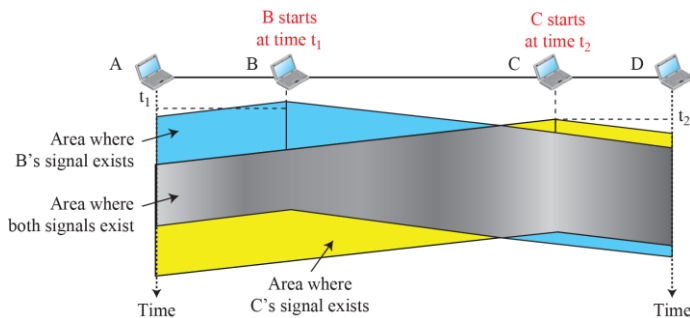
- 모든 컴퓨터가 전송 매체를 공유
- 컴퓨터가 접근 매체로 데이터를 전송할 수 있는 시점을 결정하기 위해 **반송파 감지 다중 접속/충돌탐지(CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)**라는 접근 방법을 사용
- CSMA/CD를 사용해서 모든 컴퓨터는 전송 매체를 모니터에 전송하기 전에 사용 가능한 회선이 있을 때까지 대기
- 두 대의 컴퓨터가 동시에 전송을 시도하면 충돌이 발생하는데, 이때 컴퓨터는 중지되어 임의의 시간 동안 대기했다가 다시 전송

3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» CSMA(Carrier Sense Multiple Access)

- 충돌의 기회를 최소화하여 성능을 높이는 방법
- 각 지국은 전송 전 매체의 상태를 점검
- 충돌 가능성을 줄일 수는 있지만 제거는 할 수 없음
- 전파 지연 때문에 충돌 가능성은 존재

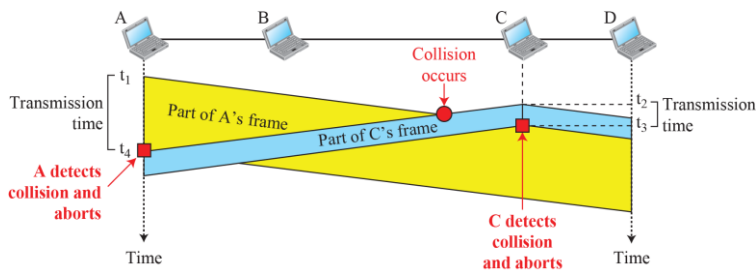


3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» CSMA/CD(CSMA/Collision Detection)

- 충돌을 감지하여 처리하는 절차를 더함
- 충돌 발생시 재전송을 요구
- 두 번째 충돌을 줄이기 위해 대기(backoff)
- 지속적인 백오프 방법에서 대기 시간
 - 0과 $(2^N-1) \times \text{최대전송시간}$ 사이만큼 대기(N:전송 시도 회수)



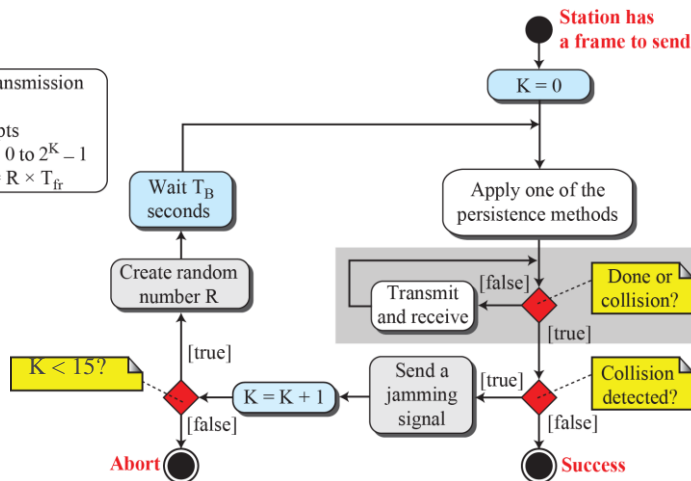
3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» CSMA/CD 흐름도

Legend

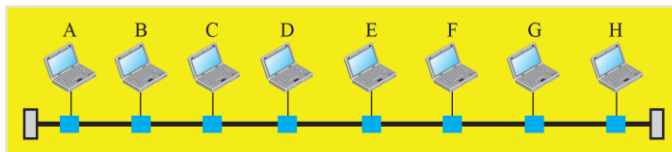
T_{fr} : Frame average transmission time
 K : Number of attempts
 R : (random number): 0 to $2^K - 1$
 T_B : (Back-off time) = $R \times T_{fr}$



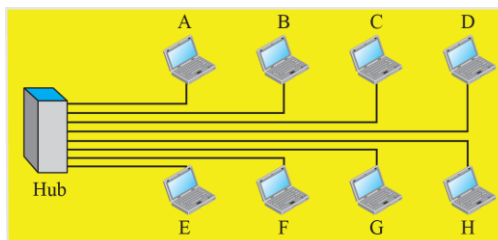
3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» 표준 이더넷의 구현



a. A LAN with a bus topology using a coaxial cable



b. A LAN with a star topology using a hub

Legend

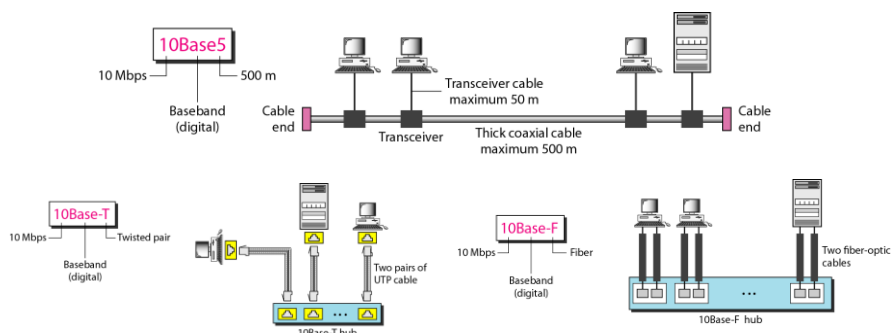
- A host (of any type)
- A hub
- A cable tap
- A cable end
- Coaxial cable
- Twisted pair cable

3.5 이더넷

TCP/IP
교과서

» 표준 이더넷의 구현

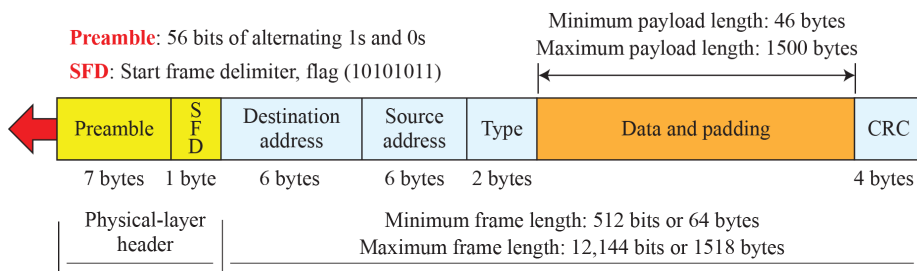
Implementation	Medium	Medium Length	Encoding
10Base5	Thick coax	500 m	Manchester
10Base2	Thin coax	185 m	Manchester
10Base-T	2 UTP	100 m	Manchester
10Base-F	2 Fiber	2000	Manchester



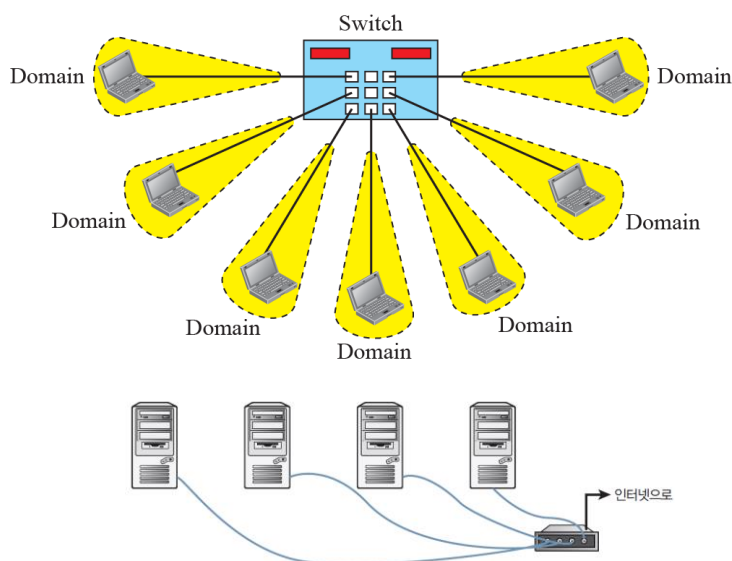
3.6 이더넷 프레임 분석

TCP/IP
교과서

- 프리앰블(Preamble): 수신자 시스템에게 프레임이 도착하는 것과 동기화할 수 있게 함
- 시작 프레임 구분자(SFD, Start Frame Delimiter): 1바이트(10101011)로 프레임의 시작을 알림
- 목적지 주소(DA, Destination address)
- 발신지 주소(SA, Source address)
- 유형(Type): 프레임 내에 캡슐화된 패킷에 대한 상위계층 프로토콜을 정의
- 데이터(Data): 상위 계층의 프로토콜로부터 전달된 데이터
- CRC - CRC-32형태의 오류 검출 정보



스위치형 이더넷

TCP/IP
교과서

TCP/IP
교과서

고속 이더넷

- »고속 이더넷(Fast Ethernet)
- 1) 전송률 100 Mbps
 - 2) 표준 이더넷과 호환: MAC 부계층, 프레임 형식 및 길이가 변하지 않음
 - 3) 자동협상: 2개의 장비들이 동작모드 또는 데이터율을 협상
- »접근 방법
- 1) 버스형 토폴로지를 배제하고 수동형 허브와 성형 토폴로지 사용
 - 표준 이더넷과의 호환성 고려
 - 2) 전이중 연결이 존재하는 링크계층 스위치 사용
 - 충돌의 여지가 없음(CSMA 불필요)

Implementation	Medium	Medium Length	Wires	Encoding
100Base-TX	UTP or STP	100 m	2	4B5B + MLT-3
100Base-FX	Fiber	185 m	2	4B5B + NRZ-I
100Base-T4	UTP	100 m	4	Two 8B/6T

TCP/IP
교과서

기가비트 이더넷

- »기가비트 이더넷
- 1) 802.3z
 - 2) 데이터 전송률을 1Gbps 상향
 - 3) 주소길이와 프레임 형식, 최소/최대 프레임 길이를 유지
 - 4) 거의 모든 구현은 전이중 양방향 방법을 사용

»기가비트 이더넷 형식의 요약

Implementation	Medium	Medium Length	Wires	Encoding
1000Base-SX	Fiber S-W	550 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-LX	Fiber L-W	5000 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-CX	STP	25 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-T4	UTP	100 m	4	4D-PAM5

10-기가비트 이더넷

TCP/IP
교과서

» 10-기가비트 이더넷

- 1) 802.3ae
- 2) 이더넷을 LAN이나 MAN(도시 통신망)에서 사용
- 3) 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-EW, 10GBase-X4

» 10-기가비트 이더넷 형식의 요약

Implementation	Medium	Medium Length	Number of wires	Encoding
10GBase-SR	Fiber 850 nm	300 m	2	64B66B
10GBase-LR	Fiber 1310 nm	10 Km	2	64B66B
10GBase-EW	Fiber 1350 nm	40 Km	2	SONET
10GBase-X4	Fiber 1310 nm	300 m to 10 Km	2	8B10B

3.7 요약

TCP/IP
교과서

» 요약

- 이 장에서는 TCP/IP 프로토콜 스택에서 다양하면서 복잡한 계층인 네트워크 접근 계층을 알아보았음
- 네트워크 접근 계층은 네트워크 하드웨어와 인터페이스하고 전송 매체에 접근하는 절차를 정의
- LAN 아키텍처에는 여러 가지 유형이 있으며, 따라서 네트워크 접근 계층에도 다양한 사양이 있음
- 네트워크 접근 계층이 데이터 전송을 처리하는 방법의 예로 이더넷을 자세히 살펴보았음
- 이더넷 기술은 흔히 사용되지만, 컴퓨터를 연결하는 다른 방법도 많이 있음
- 모든 네트워킹 기술에는 실제 네트워크에 대한 데이터를 준비시킬 수 있는 수단이 있어야 함
- 모든 TCP/IP 기술에는 네트워크 접근 계층이 있어야 함
- 나중에 모뎀, 무선 LAN, 모바일 네트워킹 및 WAN 기술 같은 다른 물리적 네트워크 시나리오에 관해서도 자세히 알아보겠음

3.10 핵심 용어

TCP/IP
교과서

- **매체 접근 방식:** 전송 매체에 대한 접근을 조절하는 절차
- **CRC:** 데이터 프레임의 내용을 확인하는데 사용되는 체크섬 계산
- **CSMA/CD(반송파 감지 다중 접속/충돌 감지):** 이더넷에서 사용하는 네트워크 접근 방법
- **이더넷:** CSMA/CD 네트워크 접근 방법을 사용하는 가장 인기 있는 LAN 프로토콜
- **FCS(프레임 검사 순서):** 데이터를 확인하는데 사용되는 CRC 기반 체크섬 값을 포함하는 이더넷 프레임 내의 필드
- **LLC(논리 링크 제어) 하위 계층:** 서브넷의 장치간 오류 확인 및 관리를 담당하는 데이터 링크 계층의 하위 계층
- **MAC(미디어 접근 제어) 하위 계층:** 네트워크 어댑터와의 인터페이스를 담당하는 데이터 링크 계층의 하위 계층
- **물리 주소(또는 MAC 주소):** 물리적 네트워크의 네트워크 어댑터를 식별하는 주소
- **물리 계층:** 데이터 프레임을 전송 매체에 적합한 비트 스트림으로 변환하는 계층
- **프리앰블:** 데이터 프레임 전송의 시작을 표시하는 일련의 비트

3.10 핵심 용어

TCP/IP
교과서

» 핵심 용어

- **MAC(미디어 접근 제어) 하위 계층:** 네트워크 어댑터와의 인터페이스를 담당하는 OSI
 - 데이터 링크 계층의 하위 계층
- **물리 주소(또는 MAC 주소):** 물리적 네트워크의 네트워크 어댑터를 식별하는 주소
 - 이더넷의 경우 실제 주소는 일반적으로 제조업체에서 할당하지만 일부 최신 네트워크 어댑터는 실제 주소 구성을 허용
- **물리 계층:** 데이터 프레임을 전송 매체에 적합한 비트 스트림으로 변환하는 첫 번째 OSI 계층
- **프리앰블:** 데이터 프레임 전송의 시작을 표시하는 일련의 비트