2026/08/05, 2026 네트워크 기초 세미나

TCP/IP 프로토콜

- 3장 기반 기술 -

김 민 식 (minsik@pel.sejong.ac.kr)
세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- 기반 기술
  - 유선 LAN
  - 무선 LAN
  - 점-대-점 광역 통신망
  - 교환형 광역 통신망
  - 연결장치

목 차

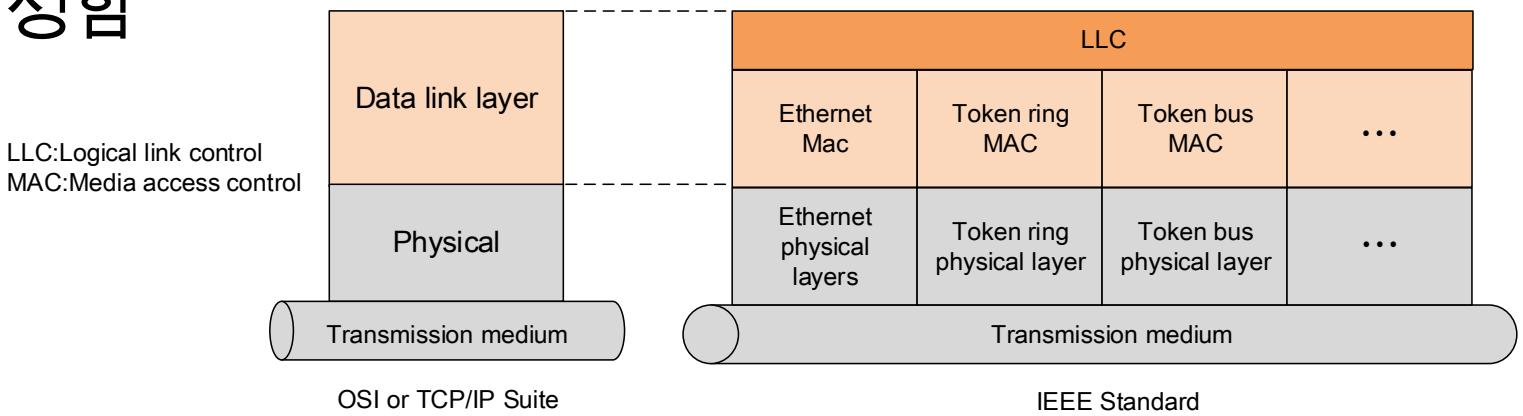
- 기반 기술
  - 유선 LAN
  - 무선 LAN
  - 점-대-점 광역 통신망
  - 교환형 광역 통신망
  - 연결장치

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 정의
    - 물리적 케이블을 사용하여 컴퓨터, 프린터 등 여러 장치를 한정된 지역 안에서 연결하는 네트워크임
  - 요소 기술
    - 이더넷(Ethernet)
      - 데이터를 프레임 단위로 전송하는 데이터 링크 계층 표준 프로토콜
    - 토큰 링(Token Ring)
      - 토큰을 순서대로 전달받아 데이터를 전송하는 LAN 방식
    - 토큰 버스(Token Bus)
      - 논리적 순서에 따라 토큰을 전달하며 통신 순서를 결정하는 LAN 방식
    - FDDI(Fiber Distributed Digital Interface)
      - 광섬유를 기반으로 한 고속 LAN 기술로, 데이터 전송용 링과 장애 대비용 링을 사용함

기반 기술

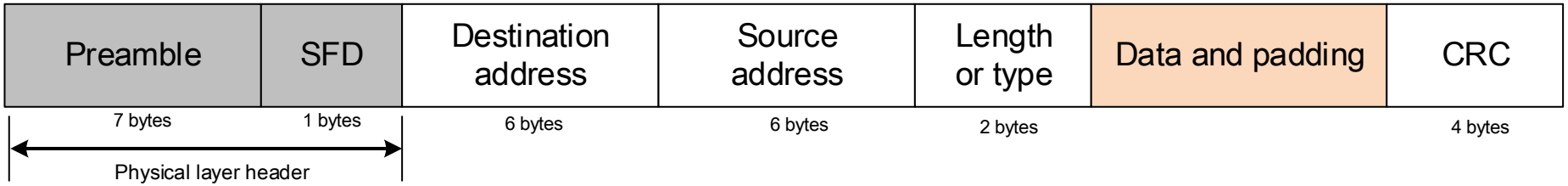
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - IEEE 802 표준
    - 여러 제조업자들이 만든 장치들 간 상호 통신이 가능하게 하는 표준 제정
    - 물리 계층과 데이터 링크 계층의 기능들을 규정
    - 데이터 링크 계층을 2개의 부계층으로 분리
      - LLC(Logical Link Control), MAC(Media Access Control)
    - 서로 다른 LAN 프로토콜에 의해 여러 개의 물리층 표준을 제정함



기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 프레임(Frame)
    - 개요
      - 데이터링크 계층에서 사용하는 전송 단위로, 유선 LAN에서는 목적지 주소, 출발지 주소, 데이터, 오류 검출 정보를 포함하여 장치 간 데이터 전달에 사용됨
    - 필요성
      - 같은 LAN 안에서 데이터를 정확한 장치로 전달하고, 전송 중 오류 발생 여부를 확인하기 위해 필요함

Preamble:56 bits of alternating 1s and 0s
SFD: Start frame delimiter, flag (10101011)



기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 프레임 형식 (1/3)
    - 서문(Preamble)
      - 프레임이 본격적으로 시작되기 전에 수신 장치가 신호를 인식하고 타이밍을 맞추도록 하는 동기화 정보
      - 0과 1이 반복되는 7바이트 값으로 구성됨
      - 물리 계층에서 추가됨
    - 시작 프레임 식별자(SFD, Start Frame Delimiter)
      - 프레임의 실제 시작 지점을 알려 주는 구분자
      - 1바이트 값으로 구성되며, 마지막 두 비트는 다음 필드가 목적지 주소임을 알려 줌
      - Preamble과 SFD는 물리 계층에서 추가되는 동기화 정보이고, 실제 이더넷 프레임의 데이터링크 계층 내용은 Destination Address 부터 시작됨

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 프레임 형식 (2/3)
    - 목적지 주소(DA, Destination Address)
      - 프레임을 받을 장치의 물리 주소가 들어가는 필드
      - 6바이트 값을 가짐
    - 발신지 주소(SA, Source Address)
      - 프레임을 보낸 장치의 물리 주소가 들어가는 필드
      - 6바이트 값을 가짐
    - 길이 또는 유형(Length or Type)
      - 이더넷 프레임 안에 들어 있는 데이터(0~1500바이트)가 얼마나 긴지 또는 어떤 상위 계층 프로토콜인지를 나타내는 2바이트 필드
      - 수신 장치가 프레임 안의 데이터를 어떻게 처리해야 하는지 판단할 수 있도록 함

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 프레임 형식 (3/3)
    - 데이터(Data)
      - 프레임이 실제로 전달하려는 내용을 담는 부분으로, IP 패킷이나 ARP 패킷처럼 상위 계층의 데이터가 캡슐화되어 포함됨
      - 최소 46바이트, 최대 1500바이트 크기를 가짐
      - 데이터 크기가 최소 길이보다 작으면, 프레임 길이를 맞추기 위해 패딩(Padding)이 추가됨
    - CRC(Cyclic Redundancy Checking)
      - 송신 측은 데이터에 대해 계산한 CRC 값을 프레임 끝에 붙이고, 수신 측은 다시 계산하여 오류 여부를 확인함
      - 계산 결과가 맞지 않으면 전송 중 오류가 발생한 것으로 보고 프레임을 폐기함

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 주소 지정 (1/2)
    - 주소 표기법
      - 6바이트 (48비트) 크기를 가짐
      - 16진수 표기법(Hexadecimal Notation)으로 표현됨
      - 바이트 단위를 콜론(:)으로 구분

d: Hexadecimal digit

$$d_1 d_2 : d_3 d_4 : d_5 d_6 : d_7 d_8 : d_9 d_{10} : d_{11} d_{12}$$

6 bytes= 12hexadecimal digits = 48 bits

$$4A : 30 : 10 : 21 : 10 : 1A$$

이더넷 MAC 주소

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 주소 지정 (2/2)
    - 유니캐스트 주소
      - 목적지 주소의 첫 번째 바이트의 최하위 비트가 0인 주소
    - 멀티캐스트 주소
      - 목적지 주소의 첫 번째 바이트의 최하위 비트가 1인 주소
    - 브로드캐스트 주소
      - 목적지 주소가 모두 1로 채워진 주소

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 예제 3.1

다음 목적지 주소의 유형을 나타내어라.

a. 4A: 30: 10: 21: 10: 1A

b. 47: 20: 1B: 2E: 08: EE

c. FF: FF: FF: FF: FF: FF

- 풀이
  a. 4A를 2진수로 변환하면 01001010, 최하위 비트가 0 이므로 a는 유니캐스트
  b. 47을 2진수로 변환하면 01000111, 최하위 비트가 1이므로 b는 멀티캐스트
  c. FF를 2진수로 변환하면 11111111, 모든 비트가 1이므로 c는 브로드캐스트

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 이더넷(Ethernet)
    - 정의
      - 유선 LAN에서 데이터를 프레임 단위로 전송하기 위해 사용되는 데이터 링크 계층의 대표적인 표준 프로토콜
    - 종류
      - 표준 이더넷(Standard Ethernet)
        - 초기 이더넷 표준으로, 최대 10 Mbps의 전송 속도를 제공하는 방식
      - 고속 이더넷(Fast Ethernet)
        - 표준 이더넷보다 10배 빠른 100 Mbps 전송 속도를 제공하는 방식
      - 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet)
        - 최대 1 Gbps 전송 속도를 제공하며, 기존 이더넷과의 호환성을 유지한 방식
      - 10기가비트 이더넷(10 Gigabit Ethernet)
        - 최대 10 Gbps 전송 속도를 제공하는 고속 이더넷 방식

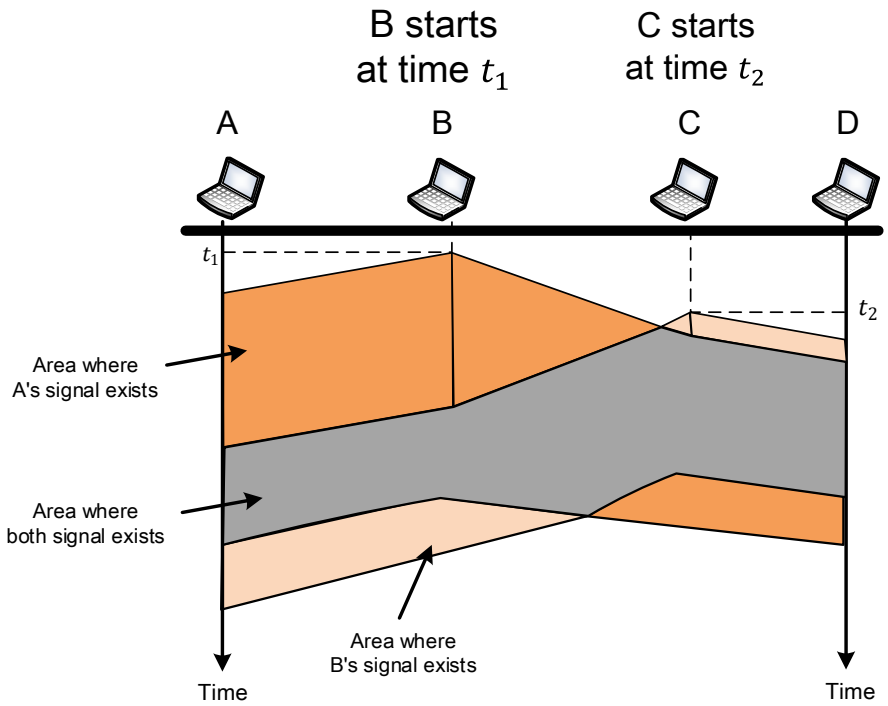
기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 표준 이더넷(Ethernet) (1/6)
    - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
      - 정의
        - 매체 접근 방식으로, 데이터를 보내기 전에 전송 매체가 사용 중인지 확인하고, 전송 중 충돌이 발생하면 이를 감지하여 재전송하는 방식
      - 특징
        - 공유 전송 매체에서 여러 장치가 통신할 때 충돌을 줄이기 위해 사용되지만, 전파 지연으로 인해 충돌을 완전히 방지할 수는 없음
        - 충돌을 감지하기 위해 프레임 전송 시간은 최소한 최대 전파 시간(Maximum Propagation Time)의 2배 이상이어야 함
        - CSMA/CD에서는 충돌 감지를 위한 최소 프레임 길이가 필요함

*충돌: 두 장치가 같은 전송 매체에 거의 동시에 신호를 보내서, 전기 신호가 겹치는 현상

기반 기술

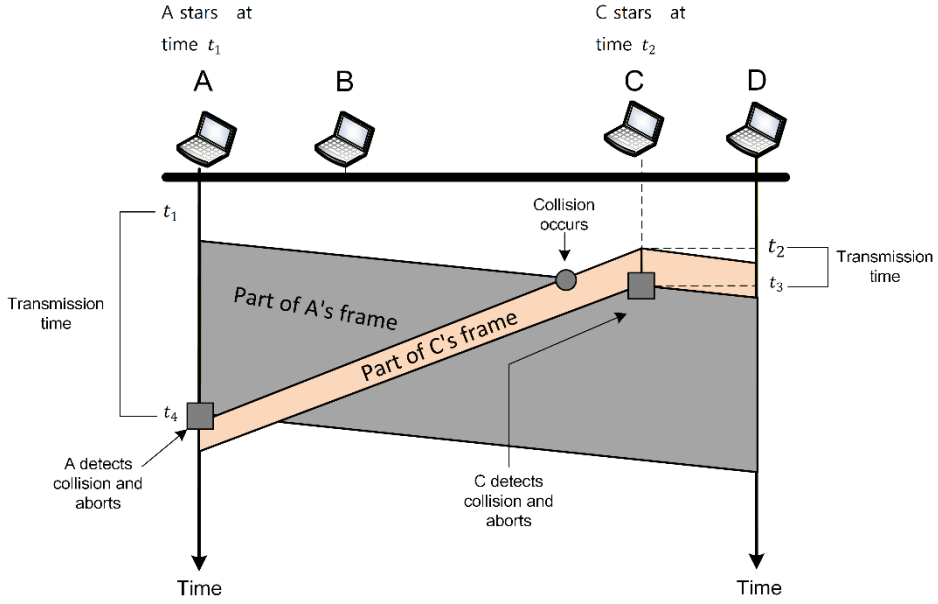
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 표준 이더넷(Ethernet) (2/6)
    - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
      - 전파 지연(Propagation Delay)에 의한 충돌 가능성 예시



1. t_1에서 B가 매체가 비어 있다고 판단하고 프레임을 전송함
2. 하지만 B의 신호가 아직 C까지 도착하지 않음
3. t_2에서 C도 매체가 비어 있다고 판단하고 프레임을 전송함
4. 두 신호가 전송 매체 위에서 만나면서 충돌이 발생함
5. 충돌이 발생하면 두 프레임은 손상되어 정상적으로 전달되지 못함

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 표준 이더넷(Ethernet) (3/6)
    - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
      - 충돌탐지 예시
        - 충돌 감지 조건: 프레임 전송 시간 ≥ 최대 전파 시간의 2배



1. t_1에서 A가 프레임 비트를 전송하기 시작
2. t_2에서 C는 A의 신호를 아직 감지하지 못해 자신의 프레임 비트를 전송함
3. A와 C의 신호가 전송 매체 위에서 만나 충돌이 발생함
4. t_3에서 C가 A의 신호를 받고 충돌을 감지하여 전송을 중지함
5. t_4에서 A가 C의 신호를 받고 충돌을 감지하여 전송을 중지함

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 표준 이더넷(Ethernet) (4/6)
    - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
      - 예제 3.3

표준 이더넷에서 최대 전파 시간(T_p)이 25.6μs라면 프레임의 최소 길이는 얼마인가?

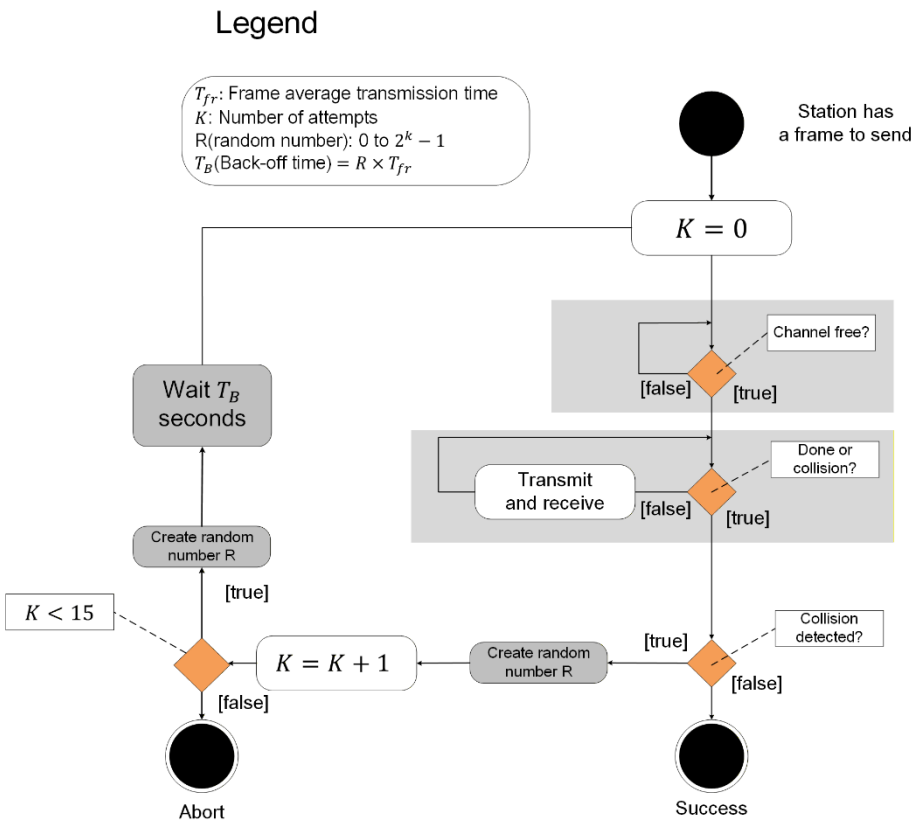
- 풀이
  - 최소 프레임 길이 = 전송 속도 × 최소 프레임 전송 시간
  - 프레임 전송 시간은 $T_{fr} = 2 \times T_p = 51.2\mu s$
  - 10 Mbps에서 프레임의 최소 길이는 10 Mbps × $51.2\mu s = 512$bits
  - 프레임의 최소 길이는 64바이트임

*T_{fr}: 프레임을 모두 전송하는 데 걸리는 시간
*T_p: 신호가 가장 먼 장치까지 가는 최대 전파 시간
*$2T_p$: 충돌을 감지하기 위해 필요한 왕복 전파 시간

기반 기술

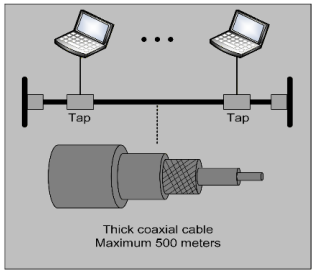
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 표준 이더넷(Ethernet) (5/6)
    - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
      - 충돌 처리절차

1. 데이터를 보내기 전에 전송 매체가 비어 있는지 확인함
2. 매체가 비어 있으면 프레임을 전송하면서 충돌 발생 여부를 계속 감시함
3. 충돌이 감지되면 전송을 중단하고 재밍 신호를 보낸 뒤, 재전송 횟수 K를 증가시킴
4. K가 허용 범위 이내이면 임의의 값 R을 정하고, 백오프 시간만큼 기다림
5. 대기 후 다시 매체 상태를 확인하고 재전송을 시도함
6. 프레임 전송이 끝날 때까지 충돌이 감지되지 않으면 전송에 성공함
7. 재전송 횟수 K가 한계값을 넘으면 전송을 중단함

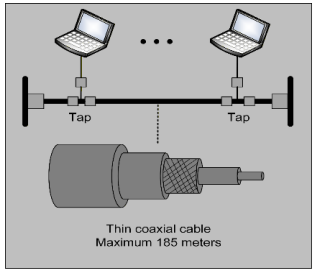


기반 기술

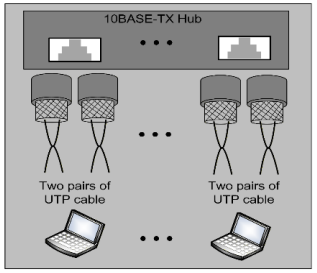
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 표준 이더넷(Ethernet) (6/6)
    - 구현
      - 10 Base-X에서 숫자 10은 데이터 전송률(10 Mbps), Base는 베이스밴드(디지털) 신호, X는 100미터 단위 케이블의 최대 길이 (5는 500 또는 2는 185미터)를 의미함
      - T는 비차폐 꼬임쌍선, F는 광섬유를 의미함



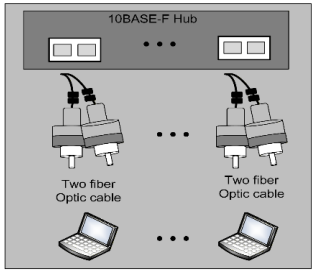
A. 10BASE5



B. 10BASE2



C. 10BASE-T



D. 10BASE-F

<표준 이더넷 구현의 요약>

Characteristics	10 Base 5	10 Base 2	10 Base-T	10 Base-F
Medium	Thick coax	Thin coax	2 UTP	2 Fiber
Maximum length	500 m	185 m	100m	2000m

- 10BASE5: 굵은 동축 케이블(Thick Coaxial Cable) 사용
- 10BASE2: 얇은 동축 케이블(Thin Coaxial Cable) 사용
- 10BASE-T: 2쌍의 비차폐 꼬임쌍선(UTP) 사용
- 10BASE-F: 송신·수신용 2가닥의 광섬유 케이블 사용

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 고속 이더넷(Fast Ethernet) (1/3)
    - 개요
      - 기존 표준 이더넷의 구조와 호환성을 유지하면서 전송 속도를 10Mbps에서 100Mbps로 향상시킨 이더넷 기술
    - 특징
      - 표준 이더넷보다 10배 빠른 속도로 데이터 전송 가능
      - 기존 이더넷과 같은 48비트 주소 체계를 사용
      - 표준 이더넷과 같은 프레임 형식과 최소·최대 프레임 길이를 유지
      - 표준 이더넷과의 호환성을 위해 CSMA/CD 유지
      - 표준 이더넷보다 빠른 100Mbps를 사용하기 위해서는 100Mbps를 지원하는 장비와 전송 매체가 필요

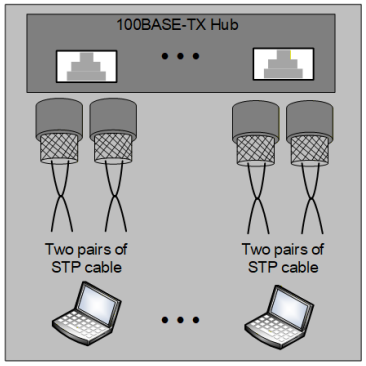
기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 고속 이더넷(Fast Ethernet) (2/3)
    - MAC 부계층
      - 버스형 접속형태는 폐기, 성형 접속형태(반이중, 전이중)만 유지
        - 반이중 접근에서 허브를 통하여 연결
        - 전이중 접근에서 각 포트에 버퍼를 갖는 교환기를 통해 연결
      - 표준 이더넷과 호환성을 갖도록 CSMA/CD를 유지
    - 자동 절충(Autonegotiation)
      - 이더넷 장치들이 서로 연결될 때, 각 장치가 지원하는 전송 속도와 통신 방식을 자동으로 확인하여 가장 적절한 통신 모드를 설정하는 기능
      - 특징
        - 하나의 장치가 여러 속도와 통신 방식을 지원할 수 있게 함
        - 지국이 허브나 스위치의 기능을 확인할 수 있게 함
        - 서로 다른 성능의 장치 간 연결을 가능하게 함

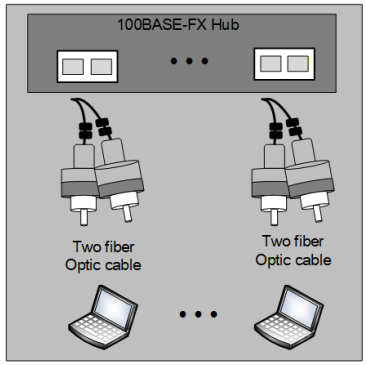
기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 고속 이더넷(Fast Ethernet) (3/3)
    - 구현
      - 두 선 구현
        - 차폐 꼬임쌍선 케이블 STP(100 Base-TX)
        - 광섬유 케이블(100 Base-FX)
      - 네 선 구현
        - 비차폐 꼬임쌍선 케이블 UTP(100 Base-T4)

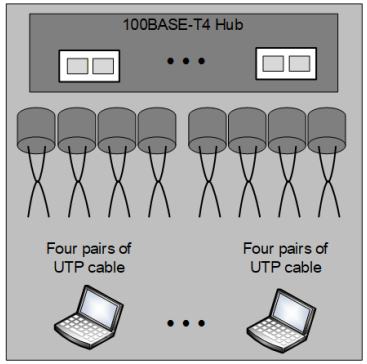
*STP(Shielded Twisted Pair)
차폐막으로 꼬임쌍선을 감싸 외부 전자기 간섭과 잡음을 줄이고, 안정적인 데이터 전송을 지원하는 케이블
*광섬유 케이블(Fiber Optic Cable)
데이터를 빛 신호로 변환하여 전송하며, 전자기 간섭에 강하고 안정적인 고속 데이터 전송을 지원하는 케이블
*UTP(Unshielded TwShielded Twisted Pair)
차폐막 없이 꼬인 구리선을 이용해 신호 간섭을 줄이고, 저렴하고 설치가 쉬운 유선 LAN 통신을 지원하는 케이블



A. 100BASE-T



B. 100BASE-FX



D. 100BASE-T4

Character-istics	100 BASE-TX	100 BASE-FX	100 BASE-T4
Media	STP	Fiber	UTP
Number of wires	2	2	4
Maximum length	100 m	100 m	100 m

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (1/4)
    - 개요
      - 높은 데이터 전송률에 대한 요구가 커지면서 개발된 이더넷 기술로, 기존 이더넷 구조와 호환성을 유지하면서 전송 속도를 1 Gbps까지 향상시킨 유선 LAN 표준
    - 특징
      - 전송 속도 1 Gbps 제공
        - 고속 이더넷보다 10배 빠른 전송 속도를 지원함
      - 기존 이더넷과 호환성 유지
        - 표준 이더넷, 고속 이더넷과의 호환성을 유지함
      - 48비트 MAC 주소 사용, 표준 이더넷과 동일한 프레임 형식 유지
      - 자동 절충 지원
        - 연결된 장치들이 지원하는 속도와 통신 방식을 자동으로 확인하여 최적의 모드를 설정함
      - 전이중·반이중 모드 지원

기반 기술

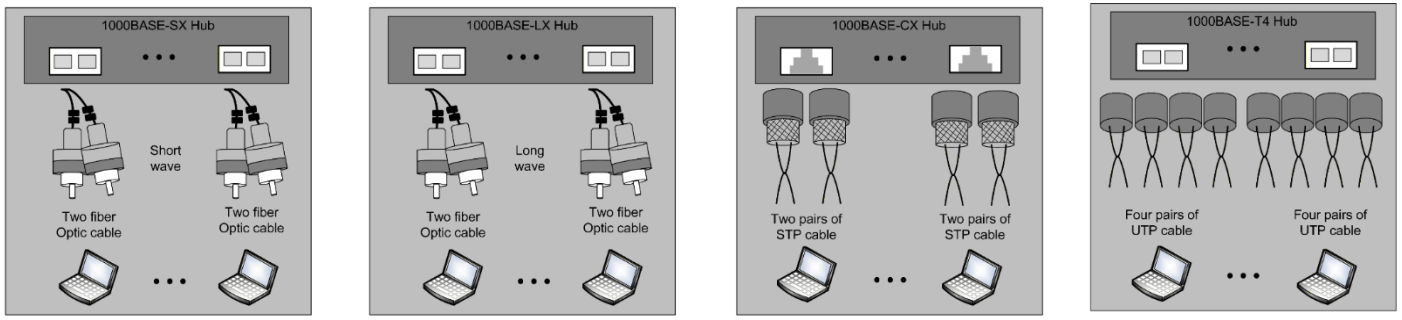
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (2/4)
    - MAC 부계층
      - 개요
        - 데이터 링크 계층의 하위 부계층으로, 실제 전송 매체에 접근하여 프레임을 송수신하는 기능을 담당하는 계층임
      - 전이중 모드
        - 송신과 수신을 동시에 수행할 수 있는 통신 방식
        - 컴퓨터나 스위치들이 중앙 스위치를 통해 연결됨
        - 충돌이 발생하지 않아 CSMA/CD를 사용하지 않음
        - 케이블 최대 길이는 전송 중 발생하는 신호 감쇠와 왜곡 정도에 따라 결정되며, 거리가 길어질수록 수신 장치가 0과 1을 정확히 구분하기 어려워짐

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (3/4)
    - MAC 부계층
      - 반이중 모드
        - 송신과 수신이 모두 가능하지만 동시에 수행할 수 없는 통신 방식
        - 지연시간으로 인해 충돌이 발생할 가능성이 존재함
        - 충돌 감지를 위해 CSMA/CD를 사용함
        - 반이중 기가비트 이더넷에서는 충돌 감지 시간을 확보하기 위해 전통적 방법, 반송파 확장, 프레임 버스팅을 사용함
          - 전통적(Traditional) 방법: 기존 이더넷처럼 최소 프레임 길이 512비트를 유지하는 방식
          - 반송파 확장(Carrier Extension): 최소 프레임 길이를 4096비트로 늘려 충돌을 감지할 시간을 확보하는 방식
          - 프레임 버스팅(Frame Bursting): 프레임 하나하나를 모두 확장하는 대신, 여러 프레임을 연속해서 전송하여 효율을 높이는 방식

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (4/4)
    - 구현
      - 1000BASE-SX와 LX는 광섬유를 사용하며, SX는 짧은 파장, LX는 긴 파장의 빛을 사용함
      - 1000BASE-CX는 STP 케이블을 사용하고, 1000BASE-T4는 Cat(Category) 5 UTP 케이블을 사용함



A. 1000BASE-SX B. 1000BASE-LX C. 1000BASE-CX D. 1000BASE-T4

Characteristics	1000 Base-SX	1000 Base-LX	1000 Base-CX	1000 Base-T4
Media	Fiber short- wave	Fiber long- wave	STP	Cat 5 UTP
Number of wires	2	2	2	4
Maximum length	550 m	5000 m	25 m	100m

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 10 기가비트 이더넷 (1/2)
    - 개요
      - 높은 데이터 전송률 요구에 대응하기 위해 IEEE 802.3ae로 표준화된 이더넷 기술
    - 특징
      - 데이터 전송률 10 Gbps까지 업그레이드
      - 표준, 고속, 기가비트 이더넷과 호환
      - 표준 이더넷과 같은 48비트 주소 사용
      - 표준 이더넷과 같은 프레임 형식과 최소, 최대 프레임 길이 유지
      - 기존의 LAN을 도시통신망(Metropolitan Area Network)이나 광역통신망(WAN)과 상호연결 허용
      - 이더넷이 프레임 중계와 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 같은 기술과 호환성을 갖게 설정

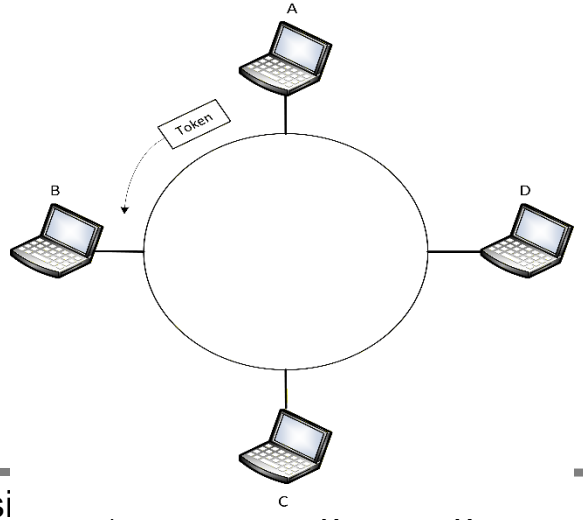
기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 10 기가비트 이더넷 (2/2)
    - 구현
      - 10기가비트 이더넷의 구현은 전이중 모드 기반으로 동작하며, 광섬유 종류에 따라 최대 전송 거리가 달라짐

Characteristics	10GBASE-S	10GBASE-L	10GBASE-E
Media	multi-mode fiber	single-mode fiber	single-mode fiber
Number of wires	2	2	2
Maximum length	300 m	10,000 m	40,000 m

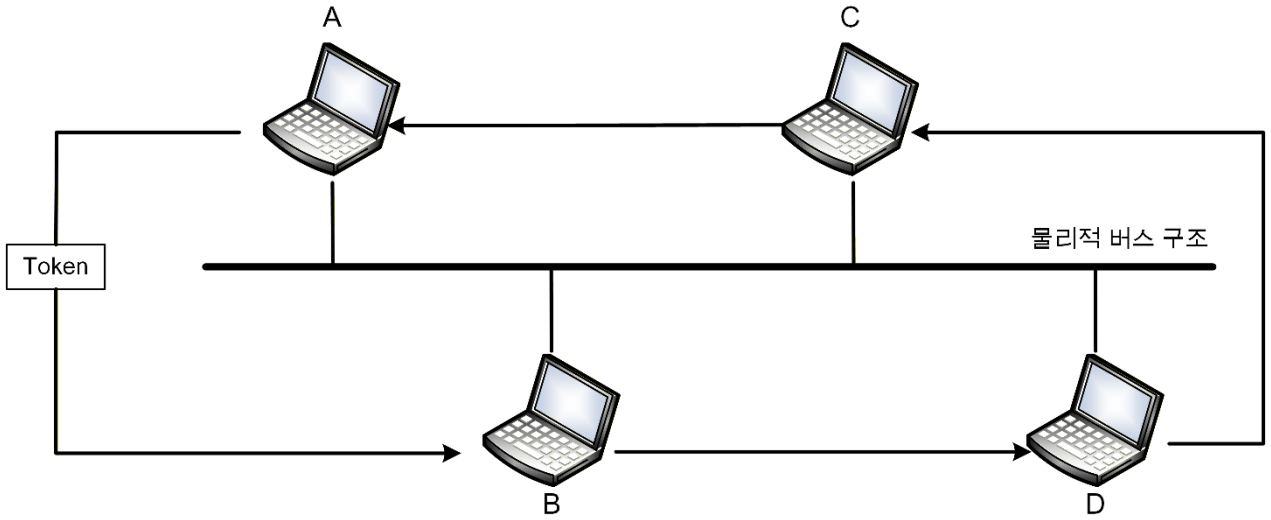
기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 토큰 링(Token Ring)
    - 정의
      - 토큰이 링 형태의 네트워크를 따라 순차적으로 전달되고, 토큰을 가진 장치만 데이터를 전송할 수 있는 LAN 방식임
    - 특징
      - 토큰을 가진 장치만 데이터를 전송할 수 있어 충돌을 줄이고, 정해진 순서에 따라 전송 기회를 제공함



기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network)
  - 토큰 버스(Token Bus)
    - 정의
      - 논리적 순서에 따라 토큰을 전달하며 통신 순서를 결정하는 유선 LAN 방식임
    - 특징
      - 물리적으로는 버스 구조를 사용하지만, 논리적으로는 토큰이 정해진 순서대로 이동하여 전송 권한을 제어함



목 차

- 기반 기술
  - 유선 LAN
  - 무선 LAN
  - 점-대-점 광역 통신망
  - 교환형 광역 통신망
  - 연결장치

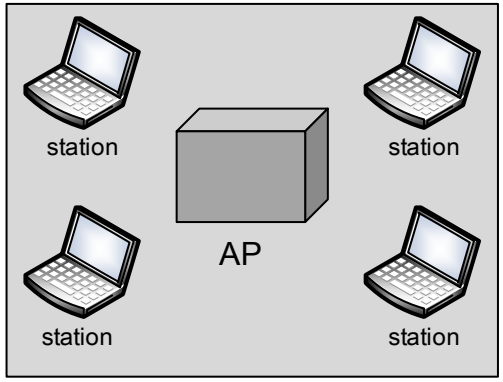
기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 정의
    - 전파와 같은 무선 신호를 이용하여 한정된 지역 내의 장치들을 네트워크에 연결하는 근거리 통신망
  - 종류
    - 무선 이더넷(IEEE 802.11)
    - 블루투스(Bluetooth)(IEEE 802.15)

기반 기술

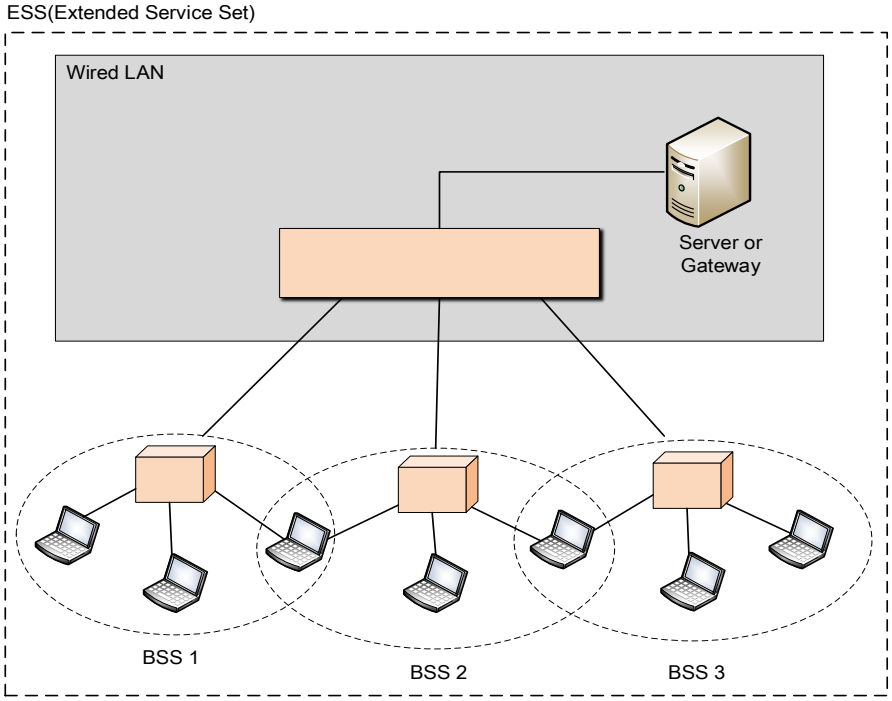
- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 구조
      - 기존 서비스 집합(BSS, Basic Service Set)
        - 고정되거나 이동하는 무선 지국과 액세스 포인트(AP, Access Point)로 알려진 선택적인 중앙 기지국으로 구성됨
        - AP가 없는 BSS는 독립실행형(Stand Alone) 네트워크로 다른 BSS에 데이터를 전송할 수 없음
          - 애드혹(Ad hoc) 구조라고 함
        - AP가 있는 BSS를 기반구조(Infrastructure) 네트워크라고도 함

*애드혹(Ad hoc)
공유기나 AP 없이 노트북, 스마트폰, 게임기 등이 서로 직접 연결되어 파일 공유나 로컬 통신을 수행하는 임시 무선망



기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 구조
      - 확장 서비스 집합(ESS, Extended Service Set)
        - AP를 가지고 있는 두 개 이상의 BSS로 구성됨
        - 항상 유선 LAN인 분산 시스템을 통해 연결됨



기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 지국 유형
      - 개요
        - 무선 LAN에 연결된 장치가 얼마나 이동할 수 있는지에 따라 나눈 종류
      - 유형
        - 비전이(No-Transition)이동성 지국
          - 고정되어 있거나 하나의 BSS 안에서만 이동하는 지국
          - e.g., 강의실 안에서만 사용하는 노트북
        - BSS 전이(BSS-Transition)이동성 지국
          - 하나의 BSS에서 다른 BSS로 이동할 수 있지만, 같은 ESS 안에서만 이동 가능한 지국
          - e.g., 같은 학교 Wi-Fi 안에서 강의실 AP에서 복도 AP로 이동하는 스마트폰ESS 전이(ESS-Transition)이동성 지국
        - ESS 전이(ESS-Transition) 이동성 지국
          - 하나의 ESS에서 다른 ESS로 이동할 수 있는 지국
          - e.g., 학교 Wi-Fi에서 카페 Wi-Fi로 이동해 접속하는 스마트폰

기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
      - 개요
        - 무선 환경에서 데이터 전송 시 발생할 수 있는 충돌을 사전에 방지하기 위해 사용되는 네트워크 프로토콜
        - 무선 LAN에서는 CSMA/CD 구현이 어렵기 때문에 고안된 방식
        - 낮은 전력으로 인해 데이터 송신과 충돌 신호 수신을 동시에 하기 어려움
        - 충돌은 숨겨진 지국 문제로 인하여 충돌을 탐지하지 못 하는 경우가 발생
        - 지국들 간의 거리가 매우 길 경우에 신호 감쇠현상으로 한쪽 끝에 있는 지국이 다른 쪽 끝에서 일어나는 충돌을 못 듣는 경우가 발생

*숨겨진 지국 문제: 무선 LAN에서 두 지국이 서로의 신호는 감지하지 못하지만, 같은 수신 지국에게 동시에 데이터를 보내면서 충돌이 발생하는 문제

기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
      - 주요 기능
        - CTS(Clear To Send)
          - 예약된 시간 동안 데이터를 보내라는 응답 제어 프레임
          - RTS(Ready To Send)를 듣지 못한 노드도 CTS를 듣고 NAV를 설정함
        - NAV(Network Allocation Vector)
          - 예약된 채널에서 다른 장비가 송신하지 못하도록 하는 타이머
          - 다른 지국이 전송을 기다리게 하여 충돌을 줄임

기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
      - 주요 기능
        - DIFS(Distribute Inter-Frame Space)
          - 새로운 전송을 시작하기 전 반드시 기다려야 하는 간격
          - ACK, CTS 등 응답 프레임이 먼저 지나가도록 우선순위를 부여함
        - SIFS(Short Inter-Frame Space)
          - 응답을 보내기 전 대기해야 하는 가장 짧은 간격
          - 수신 측의 즉답 응답에 사용됨
          - 송신자의 전송이 끝나면 수신자가 바로 응답하게 하여 지연과 충돌을 최소화함
        - RTS(Ready To Send)
          - 데이터를 보내기 전 채널을 예약하기 위한 짧은 제어 프레임
          - 큰 프레임이 충돌나는 것을 보호함

기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - CSMA/CA
      - 네트워크 할당 벡터(NAV, Network Allocation Vector)
        - 개요
          - 무선 LAN에서 충돌을 회피하기 위해, 다른 지국이 채널을 사용 중인 시간을 타이머로 설정하여 전송을 미루도록 하는 방식
        - 동작 과정
          1. 데이터를 보내기 전에 채널 점유에 필요한 시간을 포함하여 RTS를 보냄
          2. 수신자는 RTS를 받고, 송신 가능하다는 CTS를 보냄
          3. RTS 또는 CTS를 들은 다른 지국들은 해당 시간 동안 NAV 타이머를 설정함
          4. NAV 타이머가 끝날 때까지 다른 지국들은 채널 사용을 미룸
          5. NAV가 끝나면 다시 채널 사용 가능 여부를 확인함

기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - CSMA/CA
      - 네트워크 할당 벡터(NAV, Network Allocation Vector)
        - 핸드셰이킹 주기(Handshaking Period)에서의 충돌
          - 무선 LAN에서 RTS/CTS 제어 프레임을 주고받는 과정 중 둘 이상의 지국이 동시에 RTS를 전송하면 충돌이 발생할 수 있음
          - 송신자는 수신자로부터 CTS를 받지 못하면 충돌로 판단하고 백오프(Backoff) 후 재전송을 시도함

*백오프:충돌이 발생했거나 채널이 바쁘다고 판단했을 때, 바로 다시 전송하지 않고 임의의 시간 동안 기다리는 과정

        - 단편화(Fragmentation)
          - 큰 데이터 패킷이나 프레임을 전송 환경에 맞게 더 작은 조각으로 나누어 전송하는 과정
          - 무선 LAN은 유선보다 오류나 충돌이 발생하기 쉬운 환경이기 때문에, 큰 프레임이 손상되면 전체를 다시 보내야 해서 비효율적임
          - 그래서 프레임을 작게 나누면, 오류가 발생했을 때 손상된 조각만 재전송하면 되므로 전송 효율을 높일 수 있음

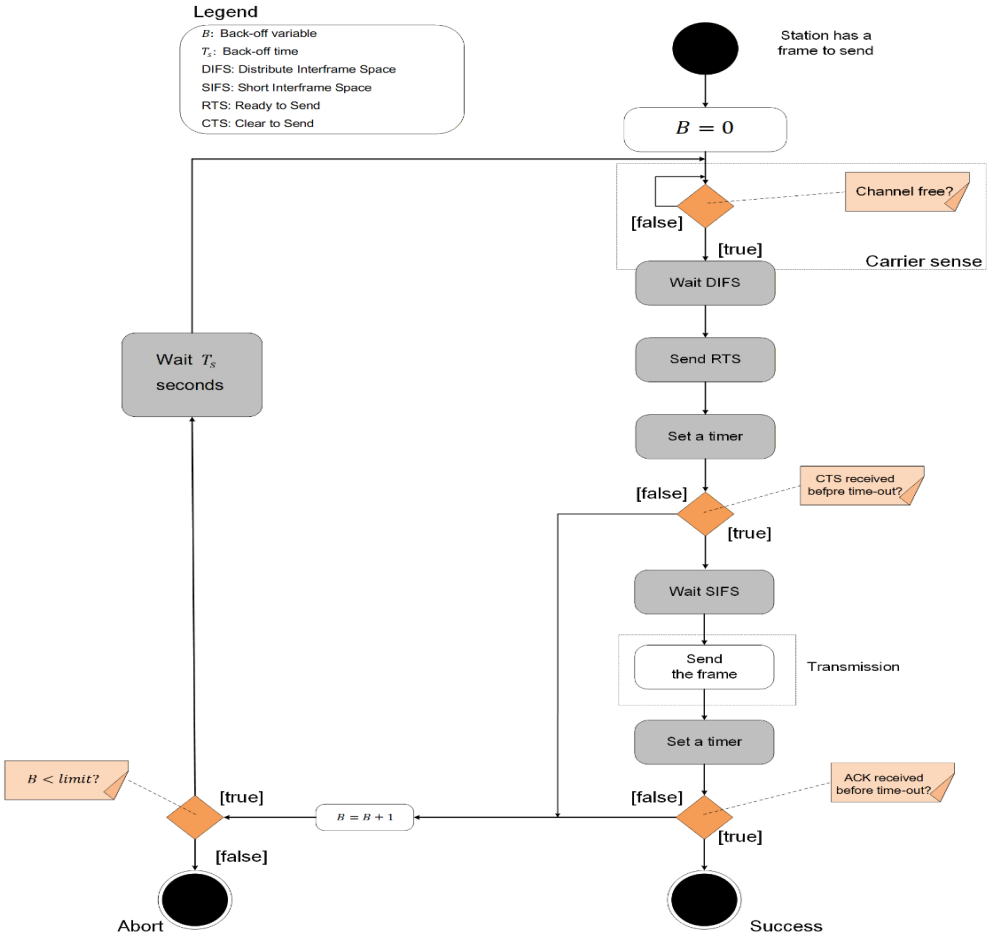
기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - CSMA/CA
      - 동작 흐름

*백오프: 충돌 가능성을 줄이기 위해 전송 전에 임의의 시간 동안 대기한 후 다시 전송을 시도하는 과정

B(Backoff Counter)	충돌이나 전송 실패 후 재전송 시점을 조절하기 위해 무작위로 선택되는 정수값
T_B(Backoff Time)	실제 대기 시간으로, B × SlotTime으로 계산

1. 전송할 프레임이 있는 지국이 채널 상태를 확인함
2. 채널이 비어 있으면 DIFS 시간 동안 대기함
3. RTS를 전송하여 데이터 전송을 요청함
4. CTS를 받으면 SIFS 시간 동안 대기함
5. 데이터 프레임을 전송함
6. ACK를 받으면 전송 성공으로 종료함
7. CTS 또는 ACK를 받지 못하면 백오프 후 재전송을 시도함

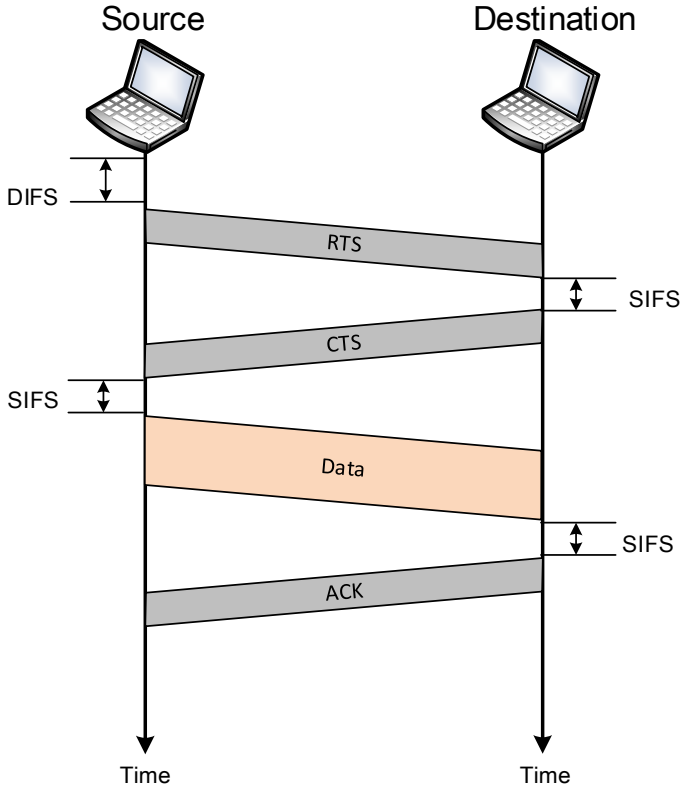


기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - CSMA/CA
      - 프레임 교환 시간선

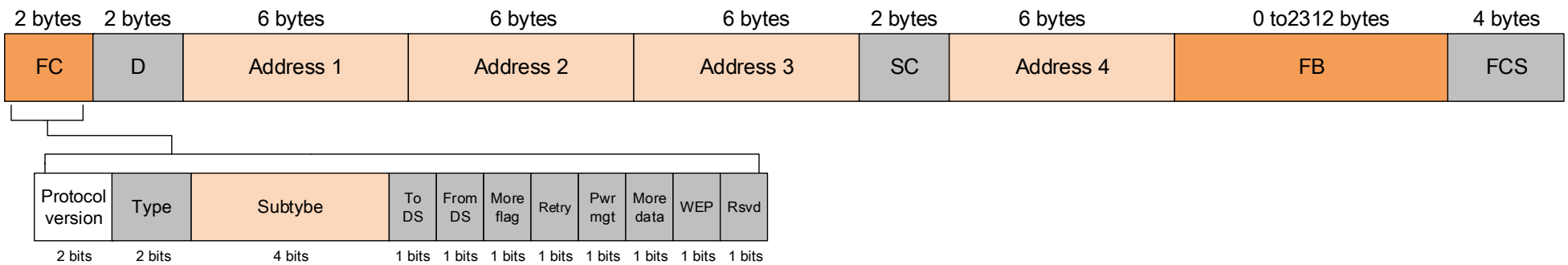
*DIFS: 송신 지국이 새로운 프레임을 전송하기 전에 채널이 비어 있는지 확인하고 기다리는 시간 간격
*SIFS: 우선순위가 높은 응답 프레임을 보내기 전에 짧게 기다리는 시간 간격
*RTS: 송신 지국이 수신 지국에게 데이터 전송을 요청하기 위해 보내는 제어 프레임
*CTS: 수신 지국이 송신 지국에게 데이터 전송이 가능하다고 알려주는 응답 제어 프레임
*ACK: 수신 지국이 데이터를 정상적으로 받았음을 송신 지국에게 알려주는 확인 응답 프레임

1. 송신 지국(Source)이 수신 지국(Destination)에게 보낼 프레임이 있어 채널 상태를 확인함
2. 채널이 비어 있으면 DIFS 시간 동안 대기함
3. 송신 지국은 수신 지국에게 RTS 제어 프레임을 보내 데이터 전송을 요청함
4. 수신 지국은 RTS를 받은 뒤 SIFS 시간 동안 대기하고, 송신 지국에게 CTS 제어 프레임을 보냄
5. 송신 지국은 CTS를 받은 뒤 SIFS 시간 동안 대기하고, 수신 지국에게 데이터 프레임을 전송함
6. 수신 지국은 데이터를 받은 뒤 SIFS 시간 동안 대기하고, 송신 지국에게 ACK 확인 응답을 보냄
7. ACK를 받으면 전송 성공으로 종료함



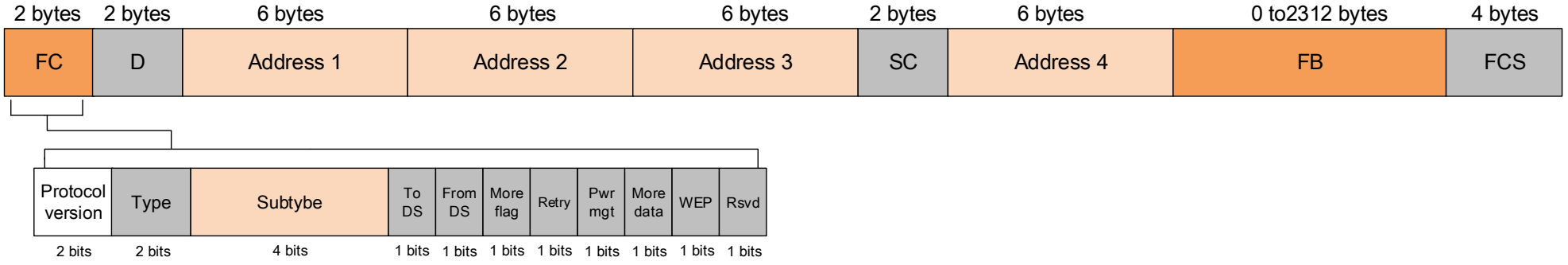
기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 프레임 형식
      - 프레임 제어(FC, Frame Control)
        - 프레임의 종류, 전송 방향, 제어 정보 등을 나타내는 필드
      - 기간(D, Duration)
        - 채널 사용 시간을 나타내어 다른 지국의 전송 대기를 유도하는 필드
      - 주소(Address)
        - 송신 지국과 수신 지국을 식별하기 위한 MAC 주소 필드
        - 최종 목적지 주소, 원래 송신자 주소, 프레임 받고 보내는 AP주소로 총 4개



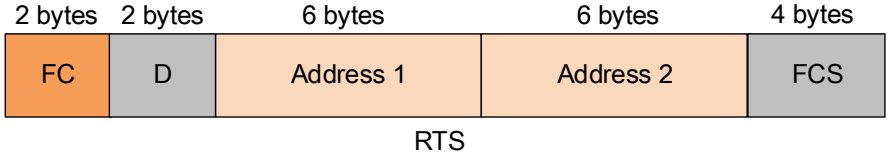
기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 프레임 형식
      - 순서 제어(SC, Sequence Control)
        - 프레임의 순서 번호와 단편 번호를 나타내어 프레임 재조립과 중복 확인에 사용되는 필드
      - 프레임 몸체(FB, Frame Body)
        - 상위 계층에서 전달된 실제 데이터 또는 관리 정보를 담는 가변 길이 필드
      - 프레임 체크 시퀀스(FCS, Frame Check Sequnce)
        - 프레임 전송 중 오류 발생 여부를 검사하기 위한 오류 검출 필드

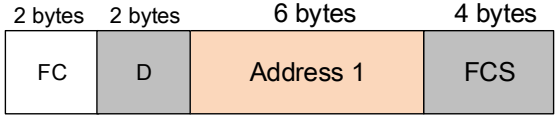


기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 프레임 유형
      - 관리 프레임(Management Frame)
        - 무선 LAN에서 지국의 연결, 인증, 결합, 해제 등 네트워크 접속과 관리를 담당하는 프레임
      - 데이터 프레임(Data Frame)
        - 실제 사용자 데이터나 상위 계층 데이터를 무선 LAN을 통해 전달하는 프레임
      - 제어 프레임(Control Frame)
        - 데이터 전송을 원활하게 하기 위해 채널 사용, 충돌 회피, 수신 확인 등을 제어하는 프레임



RTS



CTS or ACK

Subtype	Meaning
1011	Request to Send(RTS)
1100	Clear to Send(CTS)
1101	Acknowledgment(ACK)

기반 기술

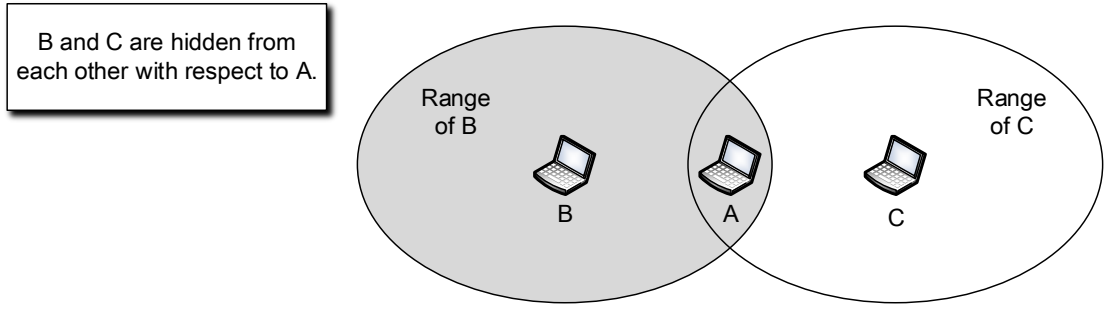
- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 주소 체계(Addressing Mechanism)
      - FC 필드의 To DS와 From DS 2개의 플래그 값에 따라 네 가지 경우가 정의됨

*DS(Distribution System): AP를 통해 무선 LAN과 연결되는 분배 시스템

To DS	From DS	Address 1	Address 2	Address 3	Address 4
0	0	목적지	송신자	BSS ID	없음
1	0	목적지	보내는 AP	송신자	없음
0	1	받는 AP	송신자	목적지	없음
1	1	받는 AP	보내는 AP	목적지	송신자

기반 기술

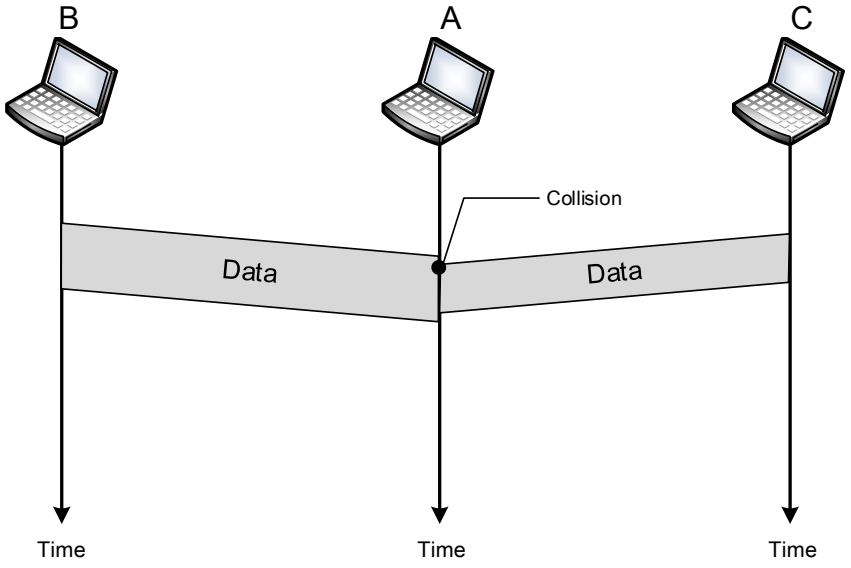
- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 숨겨진 지국 문제(Hidden Station Problem)
      - 정의
        - 서로의 신호를 감지하지 못하는 두 지국이 같은 수신 지국으로 동시에 데이터를 전송하여, 수신 지점에서 충돌이 발생하는 문제
      - 발생 과정
        - B는 A에 데이터를 전송중이라 가정
        - 지국 C도 지국 A에 전송할 데이터를 가지고 있음
        - 지국 C는 B의 영역 밖에 있어서 B가 전송하는 데이터가 C에 도달할 수 없음
        - C는 매체가 사용 중이 아니라고 판단하고 A에게 데이터를 전송
        - A는 B와 C에서 동시에 데이터를 수신해 충돌 발생

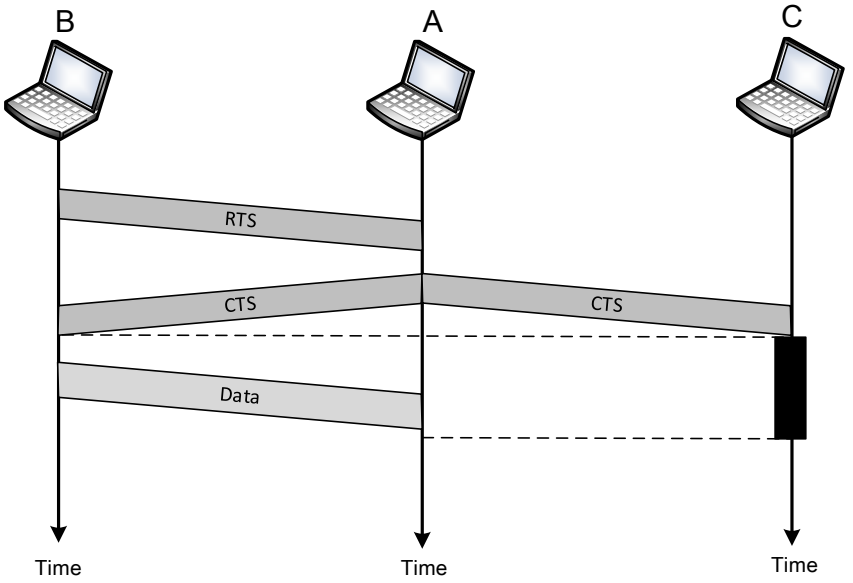


기반 기술

*RTS(Ready To Send): 송신 지국이 데이터를 보내기 전에 채널 사용을 예약하기 위해 수신 지국에게 보내는 제어 프레임
* CTS(Clear To Send): 수신 지국이 송신 가능함을 알리고, 주변 지국들에게 일정 시간 전송을 대기하도록 알리는 응답 제어 프레임

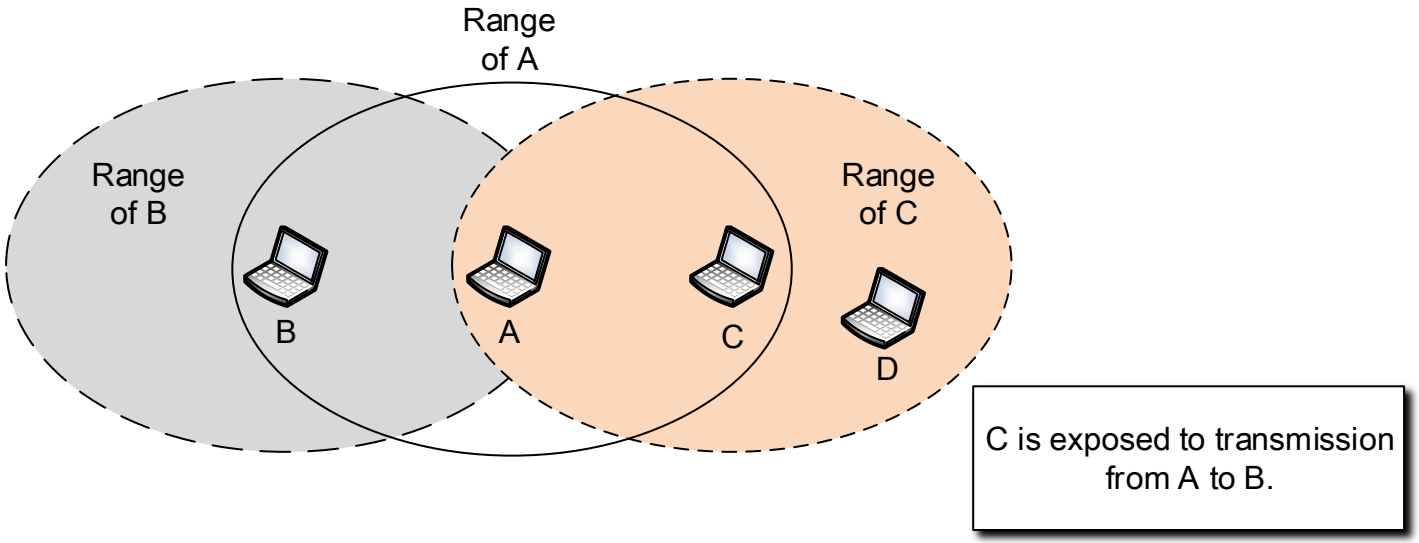
- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 숨겨진 지국 문제(Hidden Station Problem)
      - 해결 방안
        - 핸드셰이크 프레임(RTS, CTS)를 사용하여 방지
        - A가 보낸 CTS를 C가 수신하면, C는 NAV를 설정하고 일정 시간 동안 전송을 대기하여 충돌을 회피함



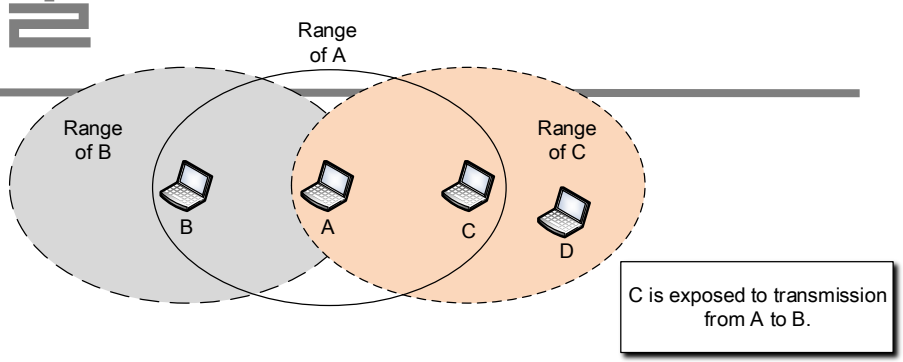


기반 기술

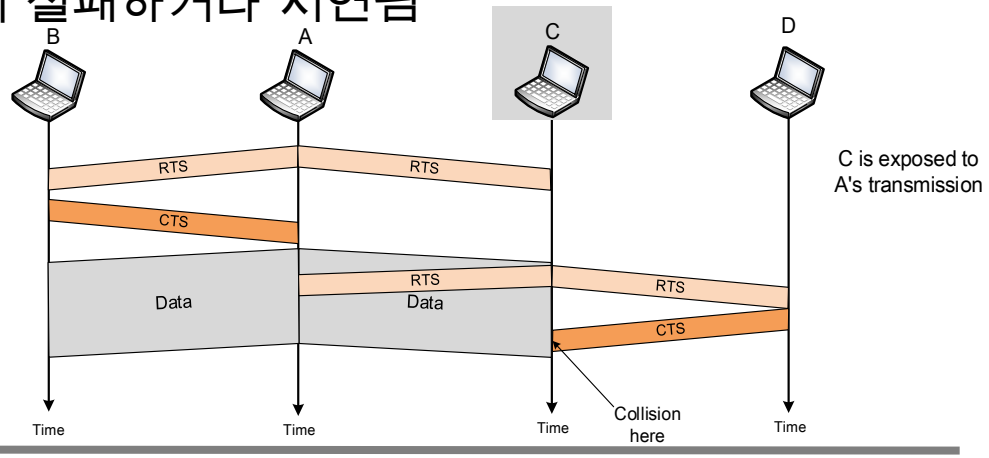
- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 노출된 지국 문제(Exposed Station Problem)
      - 정의
        - 전송해도 충돌이 나지 않는 상황인데, 다른 지국의 신호를 감지해 불필요하게 전송을 대기하는 문제



기반 기술



- 무선(Wireless) LAN
  - 무선 이더넷
    - 노출된 지국 문제(Exposed Station Problem)
      - 발생 과정
        1. A가 B에게 RTS를 전송한 후 데이터 전송을 시작함
        2. C는 A의 전송 범위 안에 있어 A의 RTS 또는 전송 신호를 감지함
        3. C는 D에게 데이터를 보낼 수 있는 상황이지만, A의 전송을 감지하여 채널이 사용 중이라고 판단함
        4. C가 D에게 전송을 시도하면, D가 C에게 보내는 CTS가 A의 기존 전송 신호와 겹쳐 충돌이 발생할 수 있음
        5. 결과적으로 C의 데이터 전송이 실패하거나 지연됨
      - 해결 방안
        - 우선순위가 낮은 프레임만 전송을 억제하도록 조정하여 불필요한 대기를 줄임

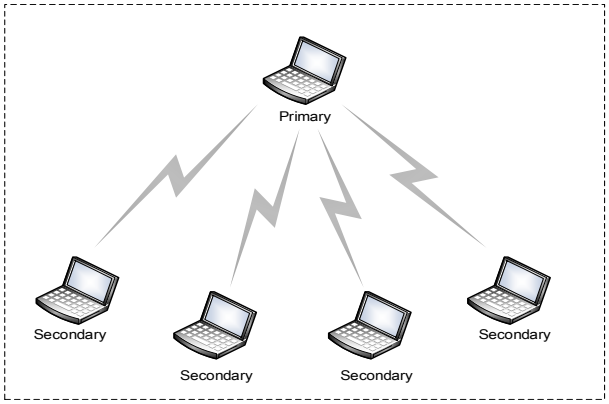


기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 블루투스(Bluetooth)
    - 정의
      - 짧은 거리에서 스마트폰, 이어폰, 키보드 등 다양한 장치들이 무선으로 데이터를 주고받을 수 있도록 하는 근거리 무선 통신 기술
    - 특징
      - 네트워크가 자발적으로 형성되는 애드혹(Ad Hoc)구조
      - 가젯(Gadget)이라는 장치들이 서로를 찾아내어 피코넷(Piconet) 네트워크를 형성함
      - IEEE 802.15 표준안으로 규정된 프로토콜 구현
    - 구조
      - 피코넷(Piconet)
      - 스캐터넷 (Scatternet)

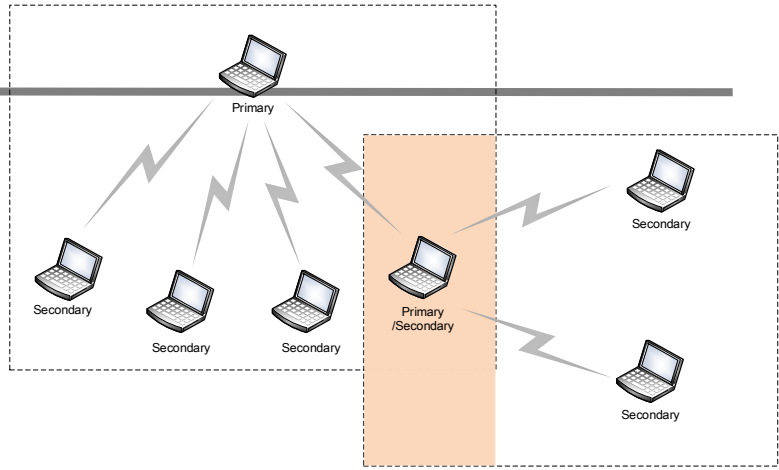
기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 블루투스(Bluetooth)
    - 피코넷
      - 정의
        - 블루투스 기술을 사용하는 장치들이 임시로 형성하는 소규모 무선 네트워크
          - e.g., 스마트폰을 주국으로 하고, 블루투스 이어폰·스마트워치·키보드가 종국으로 연결되어 형성되는 소규모 블루투스 네트워크
      - 특징
        - 하나의 주국(Primary)과 최대 7개의 종국(Secondary)으로 구성됨
        - 총 8개의 지국까지 활성 상태로 포함할 수 있음
        - 모든 종국은 주국의 클록과 도약 순서에 동기화됨
        - 주국과 종국은 일대일 또는 일대다 방식으로 통신함
        - 8번째 이후의 종국은 머무는 상태로 대기하며, 활성화 시 기존 종국 하나가 머무는 상태로 전환



*클록(Clock): 통신 시간을 맞추기 위한 기준, 보통 0.625ms 단위의 타임 슬롯 사용
*도약 순서(Hopping Sequence): 간섭을 줄이기 위해 여러 주파수 채널을 빠르게 이동

기반 기술

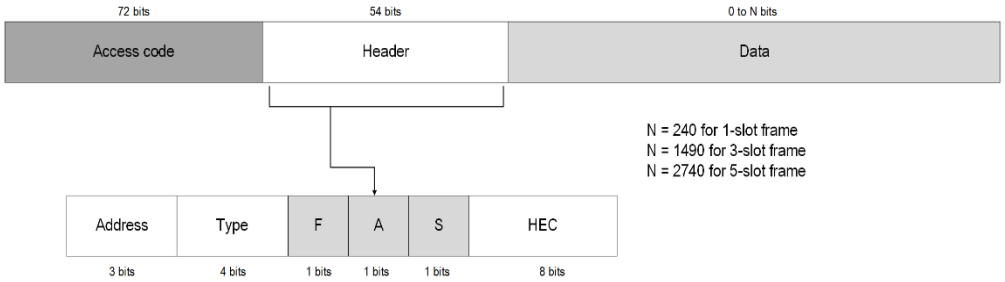


- 무선(Wireless) LAN
  - 블루투스(Bluetooth)
    - 스캐터넷(Scatternet)
      - 정의
        - 두 개 이상의 피코넷이 서로 연결되어 구성되는 블루투스 기반의 임시 무선 네트워크
          - e.g., 스마트폰을 주국으로 하고, 블루투스 이어폰·스마트워치·키보드가 종국으로 연결되어 형성되는 소규모 블루투스 네트워크
      - 특징
        - 한 장치가 종국(Secondary) 으로 메시지를 전달받고,
          다른 피코넷에서는 주국(Primary) 으로 메시지를 전달할 수 있음
        - 여러 피코넷을 연결해 블루투스 통신 범위를 확장할 수 있음

기반 기술

- 무선(Wireless) LAN
  - 블루투스(Bluetooth)
    - 프레임 형식
      - 접근 코드(Access Code)
        - 동기 비트와 피코넷을 구별하기 위한 주국의 식별자를 포함하는 필드
      - 헤더(Header)
        - 주소, 데이터 유형, 흐름 제어, 확인 응답, 순서 번호, 오류 검출 정보를 포함하는 제어 필드
      - 데이터(Data)
        - 상위 계층에서 전달된 데이터나 제어 정보가 들어 있는 필드

*체크섬: 데이터가 전송 중에 손상됐는지 확인하기 위해 데이터 값을 계산해서 붙이는 오류 검출 값



Header subfields	설명
Address	1부터 7까지 종국의 주소를 정의함
Type	상위 계층의 데이터 유형을 정의함
F	버퍼가 가득 참을 의미하는 필드
A	확인 응답을 위해 사용되는 필드
S	시퀀스 번호를 나타내는 필드
HEC (Header Error Control)	오류 감지를 위한 체크섬 필드

목 차

- 기반 기술
  - 유선 LAN
  - 무선 LAN
  - 점-대-점 광역 통신망
  - 교환형 광역 통신망
  - 연결장치

기반 기술

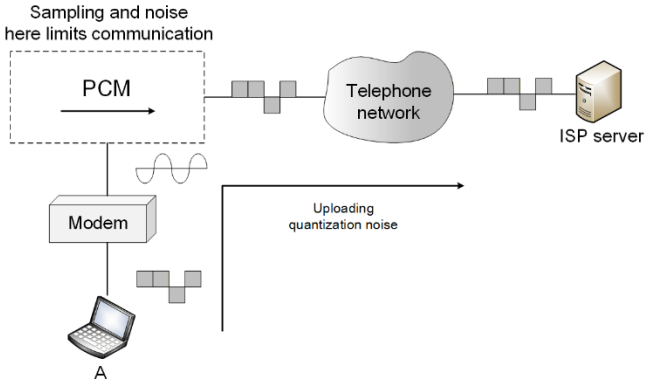
- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - 정의
    - 두 지점을 전용 통신 링크로 직접 연결하여 데이터를 전송하는 WAN 방식
  - 접속 방식
    - 전통적 56K 모뎀
    - DSL(Digital Subscriber Line) 기술
    - 케이블 모뎀
    - T-회선
    - SONET(Synchronous Optical Network)

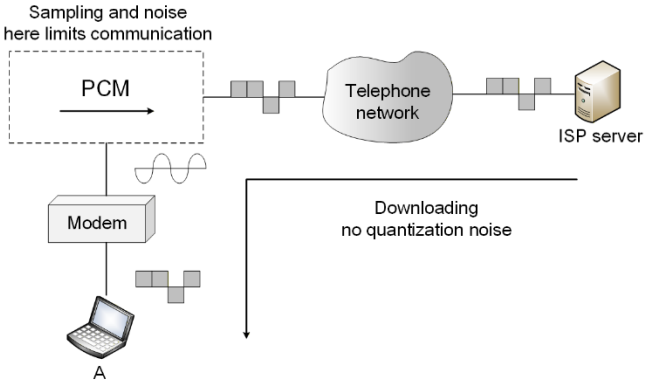
기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - 전통적 56K 모뎀
    - 정의
      - 기존 전화망을 이용하여 아날로그 신호와 디지털 데이터를 변환하고, 최대 56kbps 수준의 다운로드 속도로 인터넷 접속을 제공하던 모뎀 방식
    - 특징
      - 기존 전화망을 이용해 인터넷에 접속하는 방식임
      - 다운로드 속도는 최대 56kbps가 한계임
      - 다운로드와 업로드 속도가 서로 다른 비대칭적 특성을 가짐

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - 전통적 56K 모뎀
    - 성능
      - 업로딩(Uploading)
        - 교환국에서 아날로그 신호를 샘플링해야 하기 때문에, 업로딩 속도는 33.6 kbps가 한계임
      - 다운로딩(Downloading)
        - 샘플링이 필요 없으므로 56kbps가 한계
          - 전화 회사에서 샘플 당 8비트를 사용하여 매초 8000번 샘플링을 수행하는데, 이 중 1비트는 제어용으로 사용하므로 샘플당 7비트를 사용함



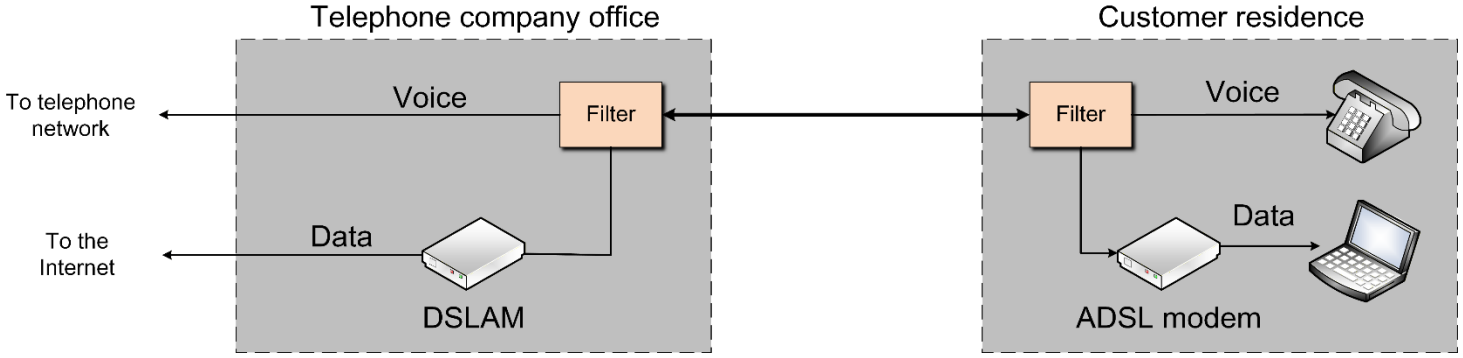


기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - DSL(Digital Subscriber Line) 기술
    - 개요
      - DSL은 기존 전화 회선을 이용하여 고속 디지털 통신을 지원하는 접속 기술로, 여러 DSL 기술을 포함하는 기술 집합체
    - 종류
      - ADSL(Asymmetric DSL)
      - SDSL(Symmetric DSL)
      - HDSL(High Bit Rate DSL)
      - VDSL(Very High Bit Rate DSL)

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - DSL(Digital Subscriber Line) 기술
    - ADSL(Asymmetric DSL)
      - 장비
        - ADSL 모뎀
          - 기존 전화선을 통해 들어온 DSL 신호를 디지털 데이터로 변환해 컴퓨터나 라우터에 전달하는 장비
        - DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer)
          - 통신사 전화국이나 ISP 중앙 사무실에 설치되어, 여러 가입자의 DSL 신호를 모아 패킷으로 변환한 뒤 인터넷망으로 전달하는 장비

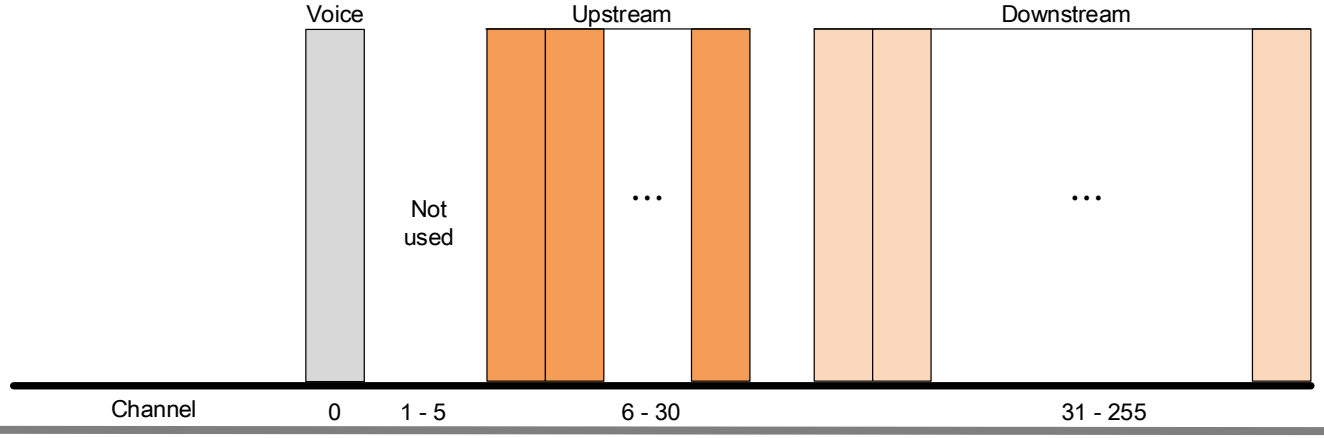


기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)

*지역 루프: 통신사 전화국과 가입자 사이를 연결하는 기존 전화선 구간

  - DSL(Digital Subscriber Line) 기술
    - ADSL(Asymmetric DSL)
      - 특징
        - 하향 속도가 상향 속도보다 빠른 DSL 방식임
          - 하향 속도: 500 kbps ~ 8 Mbps
          - 상향 속도: 64 kbps ~ 1 Mbps
        - 지역 루프를 이용해 고속 인터넷 접속을 제공함
        - 양방향 고속 전송이 필요한 환경에는 적합하지 않음



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - DSL(Digital Subscriber Line) 기술
    - 기타 DSL 기술
      - SDSL
        - 정의
          - 상향과 하향 방향의 대역폭을 고르게 분배하여 업로드와 다운로드 속도가 동일한 대칭형 DSL 기술
        - 장비
          - SDSL 모뎀: 가입자 측에서 상향·하향 속도가 동일한 DSL 신호를 처리하는 장비
          - DSLAM: 통신사 측에서 여러 가입자의 SDSL 신호를 모아 인터넷망으로 전달하는 장비

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - DSL(Digital Subscriber Line) 기술
    - 기타 DSL 기술
      - HDSL
        - 정의
          - 기존 T-1 회선의 대안으로 고안된 고속 대칭형 DSL 기술
        - 장비
          - HDSL 모뎀/회선 종단 장치: T-1 회선을 대체하기 위해 고속 대칭형 DSL 신호를 처리하는 장비
          - 통신사 측 DSL 집선 장비: HDSL 회선을 모아 상위 네트워크로 연결하는 장비

*T1: 1.544 Mbps의 데이터 전송률을 제공하는 표준 디지털 전화 회선

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - DSL(Digital Subscriber Line) 기술
    - 기타 DSL 기술
      - VDSL
        - 정의
          - 짧은 거리에서 높은 전송 속도를 제공하는 비대칭 DSL 기술
        - 장비
          - VDSL 모뎀: 가입자 측에서 짧은 거리의 고속 DSL 신호를 데이터로 변환하는 장비
          - VDSLAM: 아파트 통신실이나 통신사 측에서 여러 VDSL 회선을 모아 인터넷망으로 전달하는 장비

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - 케이블 모뎀
    - 정의
      - 기존 케이블 TV망의 동축 케이블을 이용하여 가정 가입자에게 인터넷 데이터 서비스를 제공하는 접속 기술
    - 종류
      - 전통적 케이블 네트워크
      - HFC(Hybrid Fiber-Coaxial) 네트워크

컴캐스트 케이블 모뎀

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - 케이블 모뎀
    - 전통적 케이블 네트워크

*CATV: 지역 안테나 TV 기반의 케이블 방송 구조

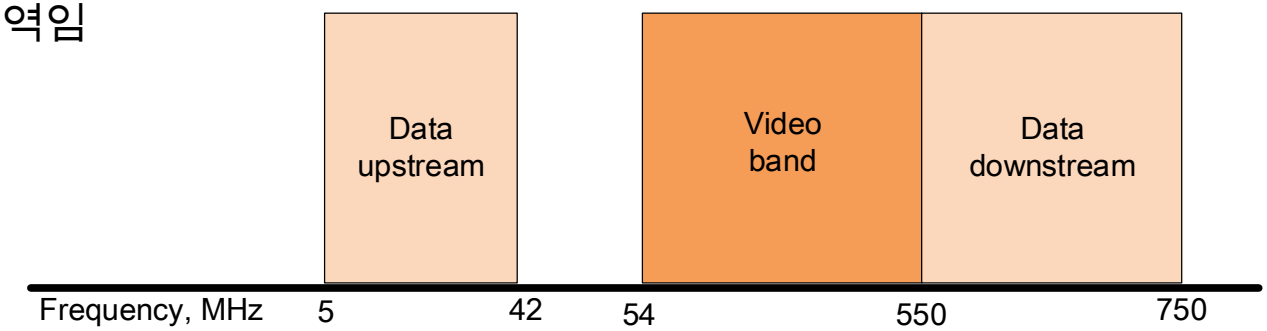
      - 정의
        - 동축 케이블을 이용해 TV 방송, 비디오 신호, 인터넷 등의 서비스를 제공하는 케이블망 방식
      - 특징
        - 지역 안테나 TV (CATV, Community Antenna TV)가 방송국의 신호를 수신하여 동축 케이블을 통해 공동체에 분배함
        - CATV(Community Antenna TV)가 방송국의 신호를 수신한 뒤 동축 케이블을 통해 가입자에게 분배하는 구조임
        - 신호가 방송국에서 가입자 방향으로 전달되는 단방향 통신 중심의 구조임

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - 케이블 모뎀
    - HFC(Hybrid Fiber-Coaxial) 네트워크
      - 정의
        - 광섬유와 동축 케이블을 함께 사용하여 데이터 및 방송 신호를 제공하는 케이블망 방식
      - 특징
        - 케이블 TV 사무실에서 광섬유 노드(Fiber Node)까지는 광섬유를 사용함
        - 광섬유 노드에서 각 가정까지는 동축 케이블을 사용함
        - 전통적 케이블 네트워크와 달리 데이터 송수신이 가능함
        - 동영상 대역, 하향 데이터 대역, 상향 데이터 대역을 나누어 사용함

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - 케이블 모뎀
    - HFC(Hybrid Fiber-Coaxial) 네트워크
      - 대역폭
        - 동영상 대역(Video Band)
          - 54~550MHz 주파수 대역을 사용하며, TV 방송 채널을 전달하는 영역임
        - 하향 데이터 대역(Data Downstream)
          - 550~750MHz의 상위 대역을 사용하며, 인터넷에서 가입자 방향으로 데이터를 전달하는 영역임
        - 상향 데이터 대역(Data Upstream)
          - 5~42MHz의 하위 대역을 사용하며, 가입자에서 인터넷 방향으로 데이터를 전달하는 영역임

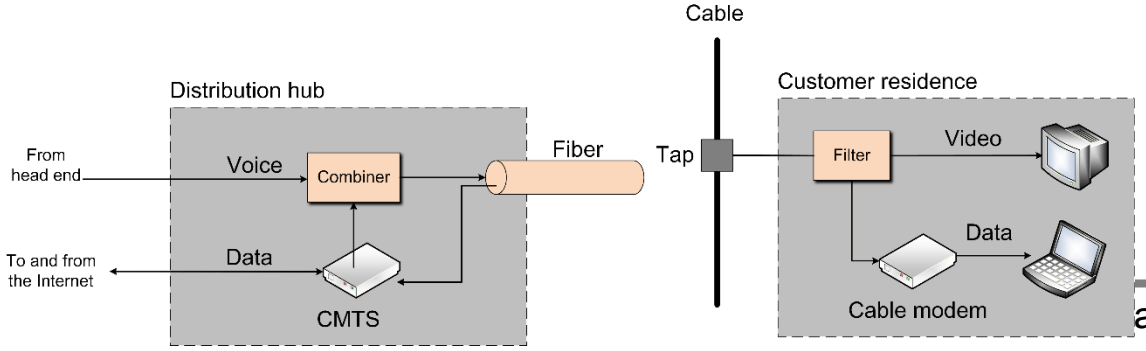


기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)

*시분할 공유:시간 단위로 잘라 여러 사용자가 번갈아 가며 사용하는 방식

  - 케이블 모뎀
    - HFC(Hybrid Fiber-Coaxial) 네트워크
      - 공유(Sharing)
        - 여러 가입자가 하나의 케이블망 채널을 함께 사용한다는 뜻
        - 시분할 공유(Time-sharing)을 통해 가입자들 간 채널을 공유함
      - 장치(Device)
        - 케이블 모뎀(Cable Modem): 가입자 가정에 설치되어 케이블망의 신호를 데이터 신호로 변환하는 장치
        - CMTS(Cable Modem Transmission System): 배전 허브에 설치되어 여러 가입자의 케이블 모뎀을 인터넷망과 연결하는 장치



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - T 회선(T Lines)
    - 정의
      - 다중화된 음성 채널을 전송하기 위해 설계된 표준 디지털 전화 설비
    - 특징
      - 주택이나 기관에서 인터넷으로 데이터를 전송할 때 사용될 수 있음
      - 광역 통신망의 노드 사이를 물리적으로 연결하는 데 사용됨
      - 두 지점 사이에 안정적인 통신 경로를 제공하는 점-대-점 WAN 방식에 활용됨
    - 종류
      - T-1 회선
      - T-3 회선

Line	Rate (Mbps)
T-1	1.544
T-3	44.736

기반 기술

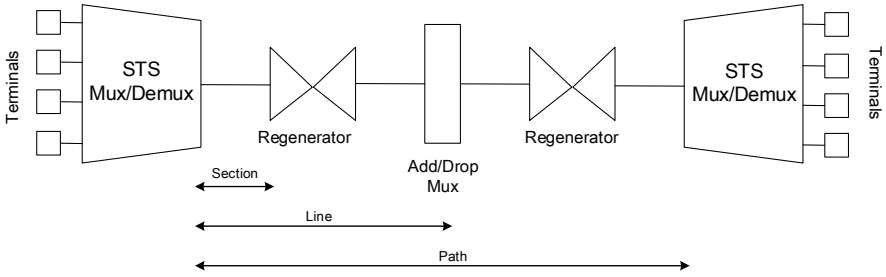
- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - T 회선(T Lines)
    - T-1 회선
      - 정의
        - 미국에서 정의된 디지털 전송 계층의 일부로, 1.544 Mbps의 데이터 전송률을 가지는 디지털 회선
      - 특징
        - 24개의 음성 채널을 디지털화하여 전송함
        - 음성 신호를 일정한 시간 간격으로 샘플링하고, 각 샘플 값을 8비트 디지털 데이터로 변환함
        - 초당 8,000개의 프레임을 전송함

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - T 회선(T Lines)
    - T-3 회선
      - 정의
        - 28개의 T-1 회선을 묶어 44.736 Mbps의 데이터 전송률을 제공하는 디지털 회선
      - 특징
        - 여러 T-1 회선을 묶어 더 높은 전송 속도를 제공함
        - 여러 가입자의 전송을 다중화하여 한 회선을 공유할 수 있음
        - 대용량 데이터 전송이나 기관·통신망 간 고속 연결에 사용됨

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - SONET(Synchronous Optical Network)
    - 정의
      - 고속 광섬유 케이블을 기반으로 디지털 데이터를 전송하기 위한 표준 통신 프로토콜
    - 동작 과정
      1. 데이터를 전송하기 위해 STS(Synchronous Transport Signal)라는 전기 신호 집합을 정의함
      2. STS 전기 신호를 OC(Optical Carrier)라는 광 신호로 변환함
      3. 변환된 광 신호를 광섬유 케이블을 통해 고속으로 전송함



STS	OC	Rate (Mbps)	STS	OC	Rate (Mbps)
STS-1	OC-1	51.840	STS-24	OC-24	1244.160
STS-3	OC-3	155.520	STS-36	OC-36	1866.230
STS-9	OC-9	466.560	STS-48	OC-48	2488.320
STS-12	OC-12	622.080	STS-96	OC-96	4976.640
STS-18	OC-18	933.120	STS-192	OC-192	9953.280

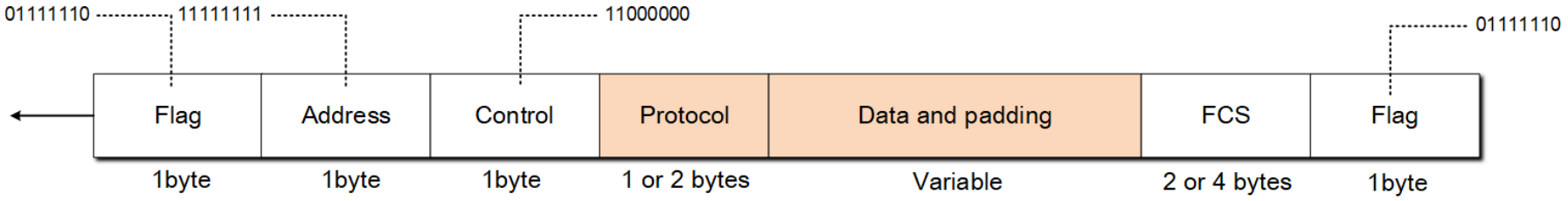
기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - PPP(Point-to-Point Protocol)
    - 정의
      - 두 네트워크 장치 간 점-대-점 링크에서 데이터 전송을 설정·제어·관리하는 데이터 링크 계층 프로토콜임
    - 특징
      - 데이터 링크 계층에서 데이터를 전송하기 위한 프레임 형식을 정의함
      - 캡슐화된 상위 계층 프로토콜의 종류를 구분할 수 있음
      - 물리 계층과 데이터 링크 계층의 역할을 일부 함께 수행하여 1.5계층이라고도 불림
      - IP만 지원하고 인증 기능이 부족한 SLIP(Serial Line Internet Protocol)을 대체하기 위해 사용됨
      - 통신 연결 과정에서 인증 기능과 압축 기능을 지원할 수 있음

*T1: 직렬 회선을 통해 IP 패킷을 전송하기 위해 사용되던 초기 점-대-점 데이터 링크 프로토콜임

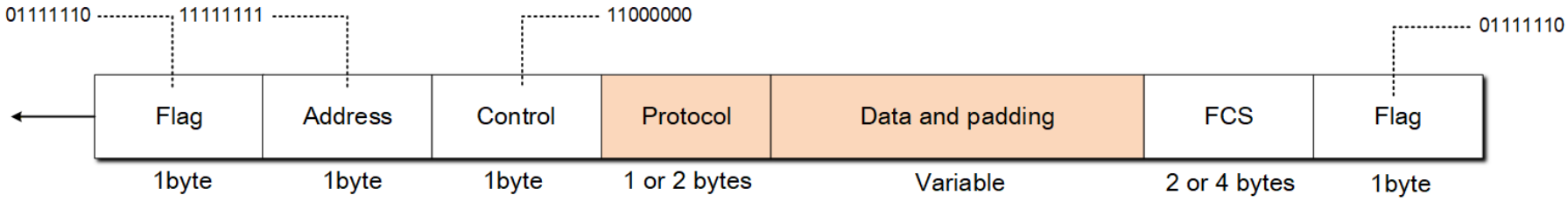
기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - PPP(Point-to-Point Protocol)
    - 프레임 형식
      - 플래그
        - PPP프레임의 경계(Boundary)를 나타내며, 이 값은 01111110임
      - 주소
        - 점-대-점 연결에 사용하기 때문에 데이터링크 주소를 피하기 위해 브로드캐스트 주소 11111111을 사용함
      - 제어
        - PPP 프레임이 순서 번호 없이 독립적으로 처리되도록 하며, 값은 11000000으로 고정해두고 사용됨



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - PPP(Point-to-Point Protocol)
    - 프레임 형식
      - 프로토콜
        - 데이터 필드에서 전송하고자 하는 데이터 유형(사용자 데이터 또는 다른 정보)을 정의함
      - 데이터
        - 전송할 데이터를 담고, 필요 시 길이를 맞추기 위한 padding을 포함함
      - 프레임 검사
        - 프레임 전송 중 발생한 오류를 검출하기 위해 사용하는 2바이트 혹은 4바이트 CRC



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point Wide Area Network)
  - PPP(Point-to-Point Protocol)
    - 프로토콜 유형
      - 링크 제어 프로토콜
        - 링크의 연결설정, 유지, 종료를 담당함
      - 네트워크 제어 프로토콜
        - PPP에 유연성을 제공하도록 규정되어 IP를 포함한 다른 네트워크 프로토콜로부터 오는 데이터를 전송할 수 있음
      - PPPoE(PPP over Ethernet)
        - 단일 사용자가 전통적인 모뎀과 전화선을 통하여 인터넷에 접속하기 위하여 설계됨
        - 인터넷에 연결된 호스트의 이더넷 주소를 찾기 위해 사용하는 프로토콜

목 차

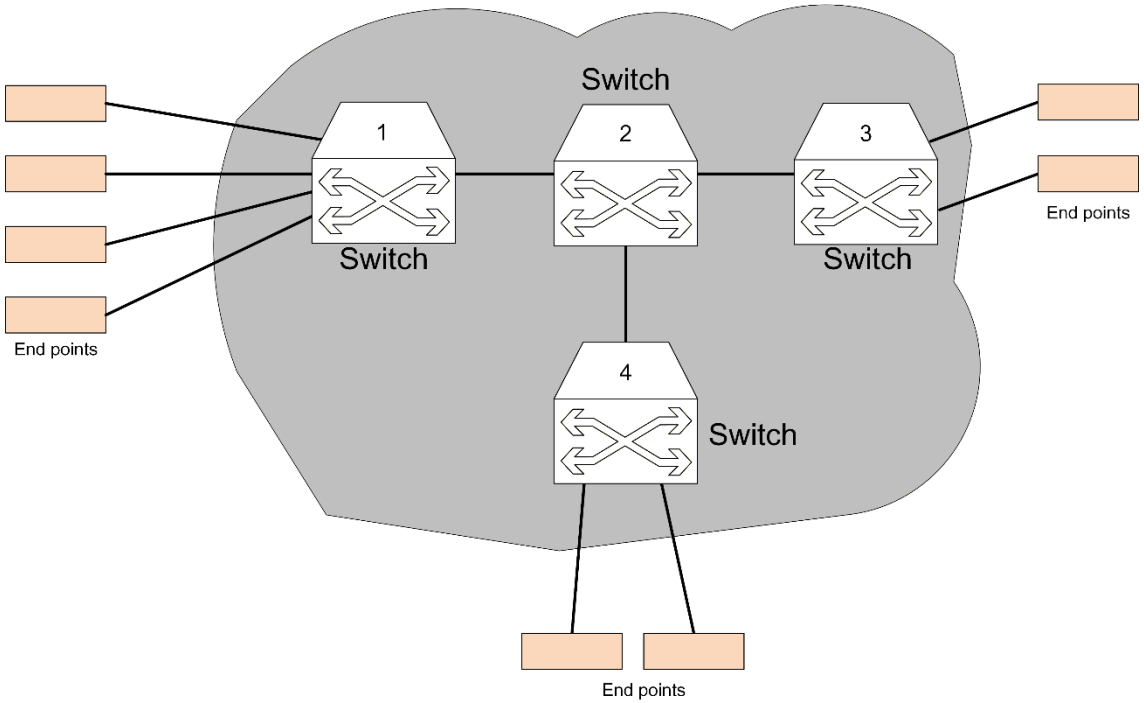
- 기반 기술
  - 유선 LAN
  - 무선 LAN
  - 점-대-점 광역 통신망
  - 교환형 광역 통신망
  - 연결장치

기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 정의
    - 넓은 지역에 구축된 WAN에서 여러 접속 지점을 스위치로 연결하고, 송신자와 수신자 사이에 연결을 설정한 뒤 데이터를 전송하는 광역 통신망
  - 특징
    - 여러 접속 지점이 스위치를 통해 연결되어 다양한 경로를 생성함
    - 전체 주소를 사용하는 대신 설정된 연결을 구분하는 식별자를 사용함
    - 데이터를 보내기 전에 송신자와 수신자 사이의 연결을 먼저 설정함

기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 종류
    - X.25
    - 프레임 중계(Frame Relay)
    - ATM(Asynchronous Transfer Mode)



기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - X.25
    - 개요
      - 1970년대에 개발된 최초의 교환형 WAN 기술로, 개인 컴퓨터나 LAN을 공중망(Public Network)에 접속시키기 위해 사용된 패킷 교환 방식의 광역 통신망 기술

*오버헤드: 데이터를 전송하거나 처리할 때 실제 데이터 외에 추가로 필요한 제어 정보나 관리 정보

    - 특징
      - 종단 대 종단(End-to-End) 서비스 제공
      - 전송 과정에서 광범위한 오류 제어를 제공함
      - 오류 제어와 제어 정보가 많아 다른 WAN 기술보다 오버헤드가 큼

기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 프레임 중계
    - 개요
      - X.25를 대체하기 위해 설계된 교환형 WAN 기술로, 오류 제어 기능을 줄여 오버헤드를 낮추고 더 빠른 데이터 전송을 지원하는 방식
    - 특징
      - 높은 데이터 전송률
        - T-3 회선까지 제어 가능하여 최대 44.736 Mbps까지 지원함
      - 버스티 데이터(Bursty Data)사용 가능
        - 서로 다른 시간에 서로 다른 대역폭을 할당할 수 있음
      - 오버헤드 감소
        - 확장된 오류 검사와 흐름 제어를 줄여 X.25보다 전송 효율이 높음

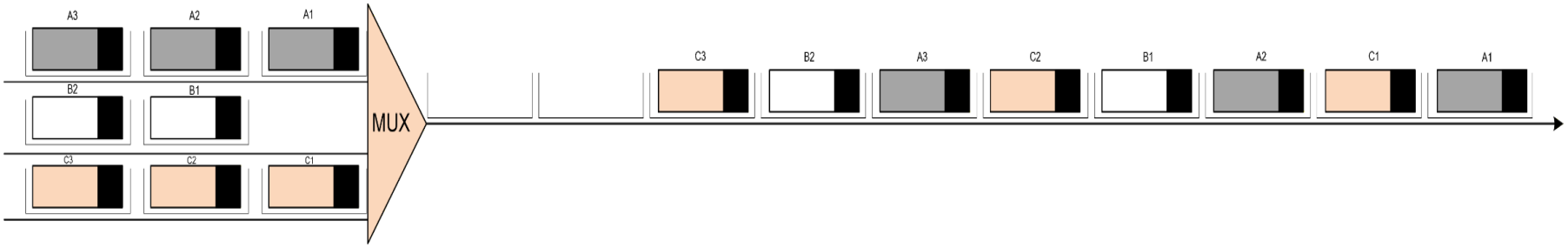
*버스티 데이터: 데이터가 일정하게 계속 흐르는 것이 아니라, 필요할 때 한꺼번에 몰려서 전송되는 데이터
*오버헤드: 데이터를 전송하거나 처리할 때 실제 데이터 외에 추가로 필요한 제어 정보나 관리 정보

기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
    - 개요
      - ATM 포럼에서 설계하고 ITU-T에 의해 채택된 셀 중계 프로토콜
    - 특징
      - 데이터를 고정된 크기의 작은 셀 단위로 나누어 전송함
      - 모든 데이터를 동일한 크기의 셀에 실어 전송하여 예측성과 균일성을 높임
      - 여러 채널에서 들어오는 셀을 하나의 전송선에 효율적으로 배치함
      - 데이터를 전송하기 전에 경로를 설정하고, 설정된 경로를 통해 셀을 전달함

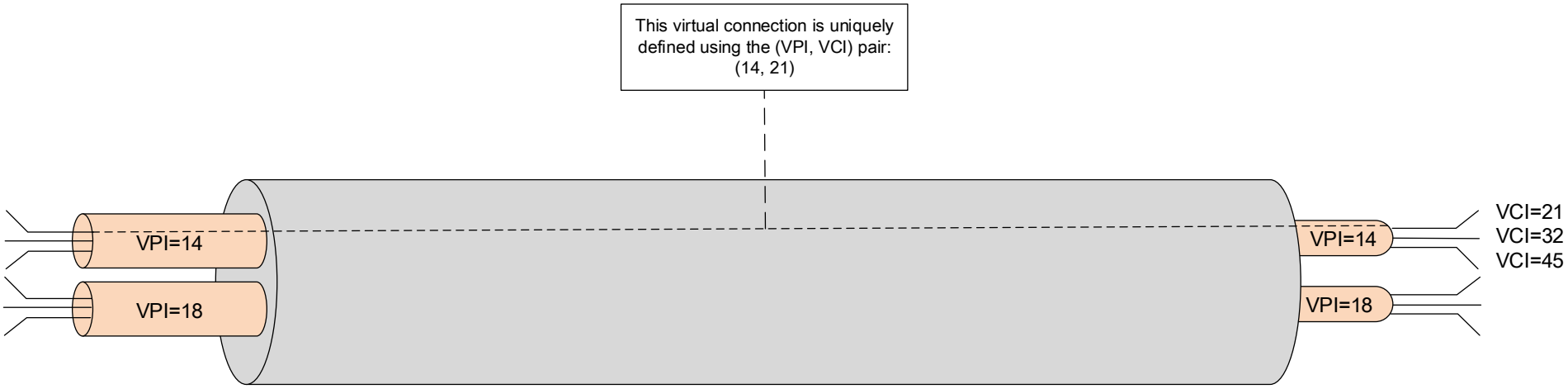
기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
    - 비동기 시간 분할 다중화(Asynchronous Time-Division Multiplexing)
      - 여러 채널에서 들어온 데이터를 고정된 크기의 셀 단위로 나눔
      - MUX(Multiplexer)는 각 채널의 셀을 버퍼에 저장한 뒤, 빈 전송 슬롯에 순서대로 배치함
      - 전송할 셀이 있는 채널만 슬롯을 사용하므로 대역폭을 효율적으로 활용함
      - 셀들은 하나의 전송선 위에 섞여서 전송되지만, 각 셀의 식별 정보를 통해 목적지에서 다시 구분됨



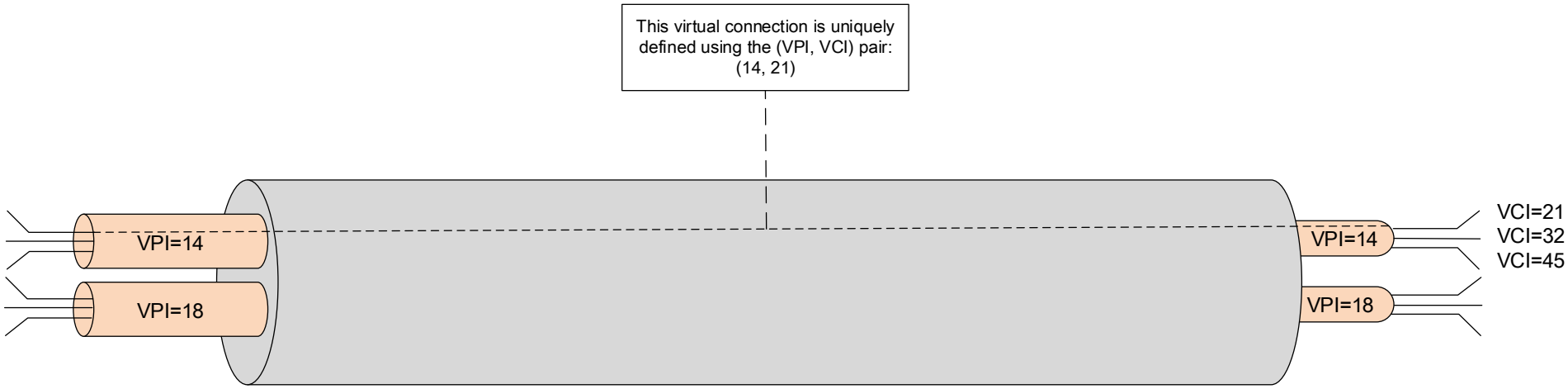
기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
    - 가상 연결
      - 전송 경로(TP, Transmission Path)
        - 종단과 스위치 사이 또는 스위치와 스위치 사이의 물리적인 연결
      - 가상 경로(VP, Virtual Path)
        - 여러 가상 회선을 묶어 관리하는 논리적인 데이터 경로
      - 가상 회선(VC, Virtual Channel)
        - 사용자 양 단말 사이에서 데이터를 운반하는 개별적인 가상 채널



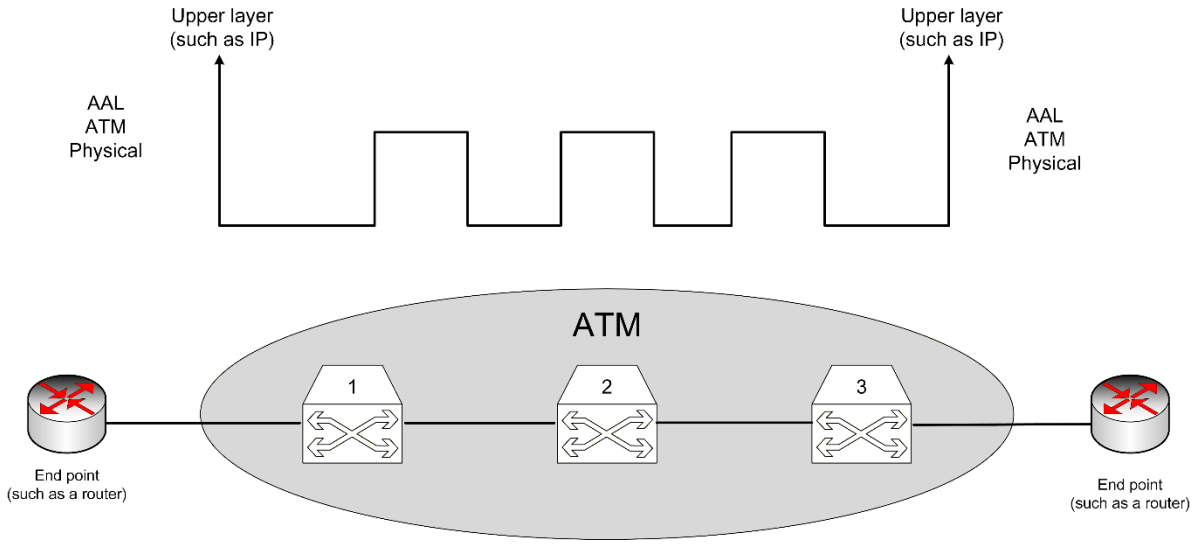
기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
    - 가상 연결
      - 가상 경로 식별자(VPI, Virtual Path Identifier)
        - 가상 경로인 VP를 구별하고 특정 VP를 선택하기 위해 사용하는 식별자
      - 가상 회선 식별자(VCI, Virtual Channel Identifier)
        - 가상 회선인 VC를 구별하기 위해 사용하는 식별자
      - 가상 연결은 VPI와 VCI 번호에 의해 결정



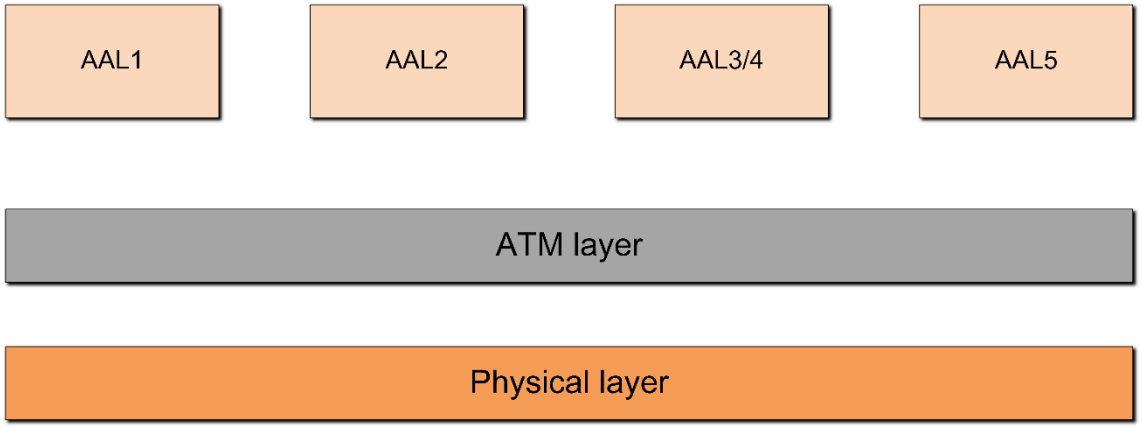
기반 기술

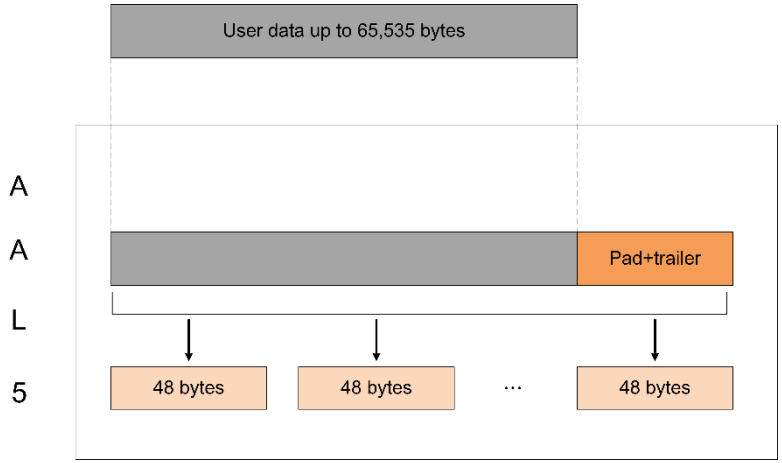
- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
    - 계층 구조
      - AAL 계층(AAL, Application Adaptation Layer)
      - ATM 계층
      - Physical 계층



기반 기술

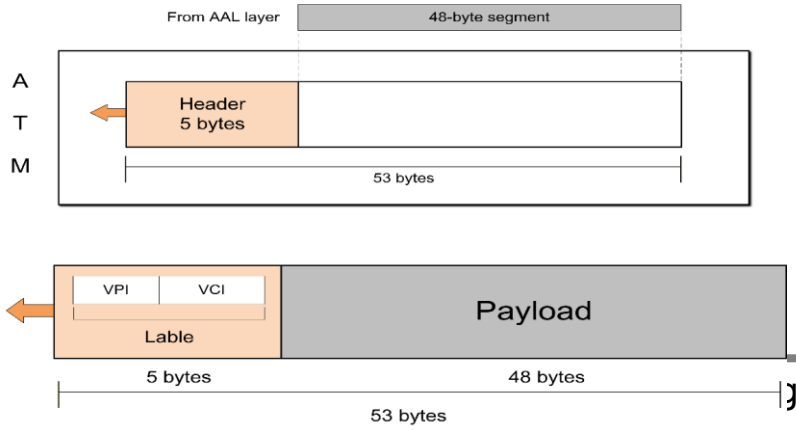
- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
    - 계층 구조
      - 응용 적응 계층(AAL, Application Adaptation Layer)
        - 상위 계층에서 받은 데이터를 ATM 계층이 처리할 수 있도록 48바이트 단위 세그먼트로 나누어 전달하는 계층
        - AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5는 서비스 종류에 따라 사용되는 AAL 유형
          - AAL5는 최대 65,535바이트 이하의 사용자 데이터를 받고, 필요하면 패딩과 트레일러를 붙임
          - 이후 데이터를 48바이트 단위 세그먼트로 나누어 ATM 계층에 전달함





기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network)
  - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
    - 계층 구조
      - ATM 계층
        - AAL 계층에서 전달받은 48바이트 세그먼트에 5바이트 헤더를 붙여 53바이트 ATM 셀을 생성하는 계층
        - 헤더의 VPI와 VCI를 이용해 가상 연결을 식별하며, 생성된 셀을 물리 계층으로 전달함
      - 물리 계층
        - ATM 계층에서 전달받은 53바이트 ATM 셀을 실제 물리 매체를 통해 전송할 수 있도록 신호로 변환하고 전달하는 계층
        - 전송 매체 결정, 비트 전송, 부호화, 전기신호의 광신호 변환

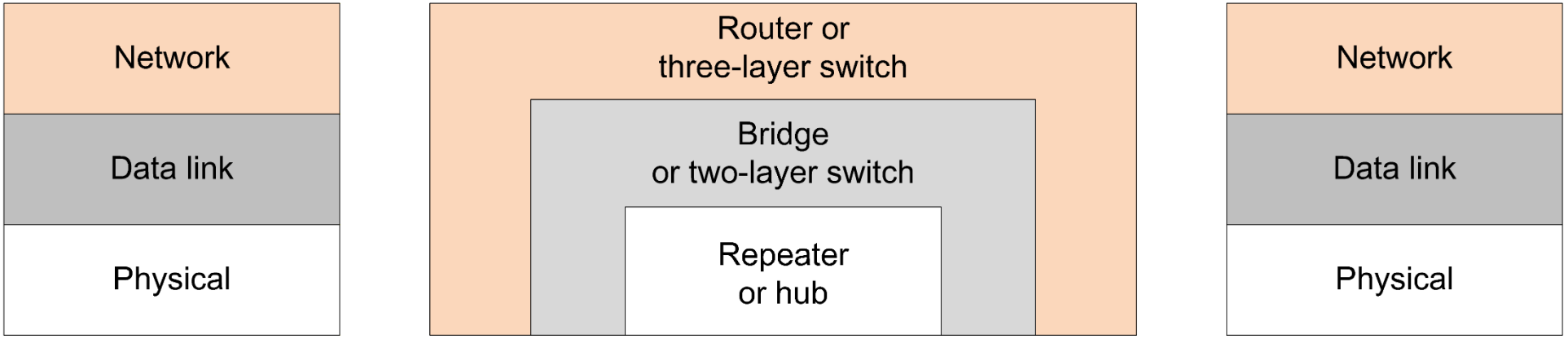


목 차

- 기반 기술
  - 유선 LAN
  - 무선 LAN
  - 점-대-점 광역 통신망
  - 교환형 광역 통신망
  - 연결장치

기반 기술

- 연결 장치
  - 개요
    - LAN 또는 WAN에 네트워크를 연결하기 위한 장치
  - 종류
    - 리피터 또는 허브(Repeater or Hub)
    - 브리지 또는 2계층 스위치(Bridge or Two-Layer Switch)
    - 라우터 또는 3계층 스위치(Router of Three-Layer Swtich)



기반 기술

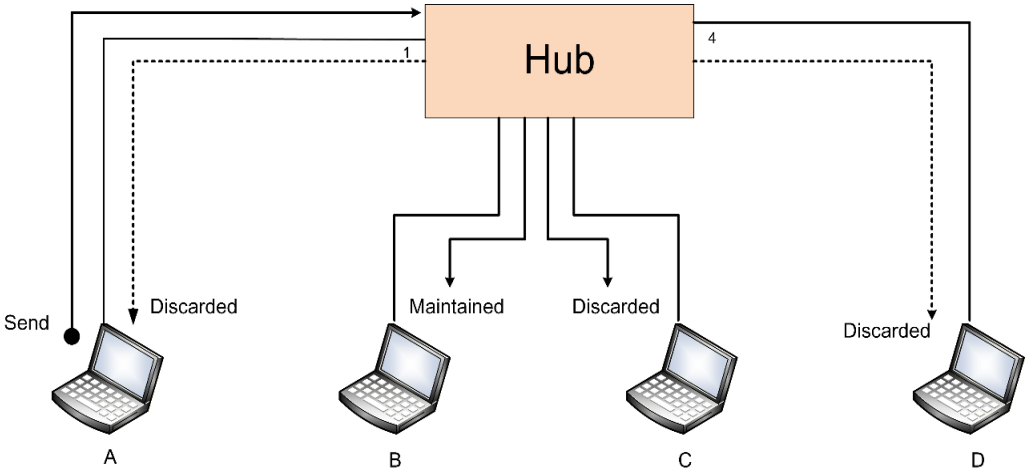
- 연결 장치
  - 리피터
    - 정의
      - 약해진 신호를 다시 재생하여 같은 네트워크 세그먼트에서 신호를 더 멀리 전송할 수 있게 하는 물리 계층 장치
    - 특징
      - 신호를 재생해 전송 거리를 확장하지만 필터링 기능은 제공하지 않음
      - 이더넷 LAN에서 동축케이블 길이 제한을 극복하기 위해 과거에 사용됨

<리피터>

기반 기술

- 연결 장치
  - 허브
    - 정의
      - 여러 장치를 하나의 네트워크로 연결하고, 들어온 신호를 모든 포트로 재생하여 전송하는 물리 계층 장치
    - 특징
      - 물리 계층에서 동작하며, 수신한 신호를 모든 호스트로 브로드캐스트 하기 때문에 필터링 기능이 없고 충돌이 발생하기 쉬움

<https://saeronjangteo.com/goods/view?no=3475>



기반 기술

<https://kkkore.blogspot.com/2025/04/nas.html>

- 연결 장치
  - 브릿지
    - 정의
      - 네트워크를 서로 연결하고, 프레임의 목적지 주소를 검사하여 필요한 포트로만 전달하는 데이터링크 계층 장치
    - 특징
      - 물리 계층과 데이터링크 계층에서 동작함
        - 물리 계층에서는 수신한 신호를 재생함
        - 데이터링크 계층에서는 프레임의 출발지·목적지 MAC 주소를 검사함
      - 목적지 주소를 확인하여 어느 포트로 보낼지 결정함
      - 필요한 프레임만 전달하는 필터링 기능을 가짐
    - 종류
      - 투명 브릿지(Transparent Bridge)
      - 학습 브릿지(Learning Bridge)

기반 기술

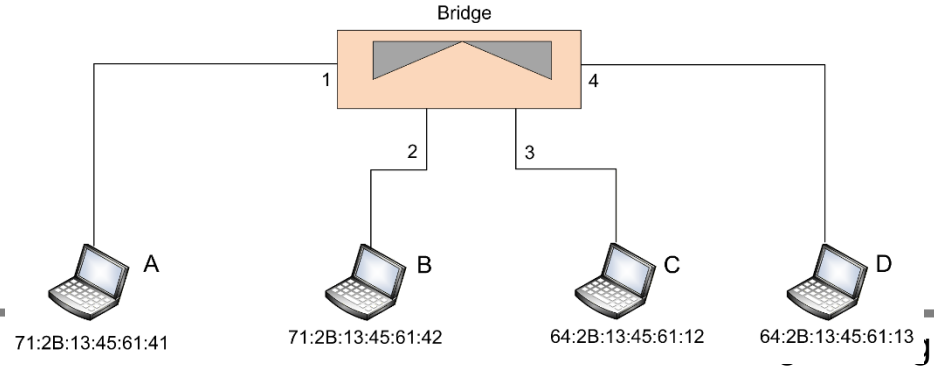
- 연결 장치
  - 브릿지
    - 투명 브릿지(Transparent Bridge)
      - 개요
        - 각 지국이 브릿지의 존재를 인식하지 못하게 하면서 네트워크를 연결하는 브릿지
        - 브릿지가 추가되거나 제거되어도 각 지국을 다시 설정할 필요가 없음
      - 원리
        - 프레임의 이동을 보고 포트별 MAC 주소를 학습한 뒤, 목적지 MAC 주소를 기준으로 해당 포트로만 프레임을 전달함
          - 이때 프레임 자체는 수정하지 않으며, 호스트나 라우터는 브릿지의 존재를 알 필요가 없음
      - 조건
        1. 프레임들은 한 지국에서 다른 지국으로 보내져야 함
        2. 네트워크 상의 프레임 이동을 통한 학습으로 프레임 전달 테이블은 자동적으로 만들어져야 함
        3. 시스템 내 루프(Loop)는 반드시 방지되어야 함

*루프: 네트워크 안에서 데이터가 빠져나가지 못하고 계속 도는 현상

기반 기술

- 연결 장치
  - 브릿지
    - 학습 브릿지(Learning Bridge)
      - 개요
        - 학습 브릿지는 프레임의 이동을 보고 MAC 주소와 포트 정보를 자동으로 학습하여, 주소를 포트로 변환하는 동적 테이블을 만드는 브릿지
      - 원리
        1. A가 D로 프레임을 보내면, 브릿지는 A가 포트 1에 연결되어 있다는 정보를 저장함
        2. D가 B로 프레임을 보내면, 브릿지는 D가 포트 4에 연결되어 있다는 정보를 저장함
        3. 이 과정을 반복하면서 모든 포트의 MAC 주소 정보를 학습함

*루프: 네트워크 안에서 데이터가 빠져나가지 못하고 계속 도는 현상



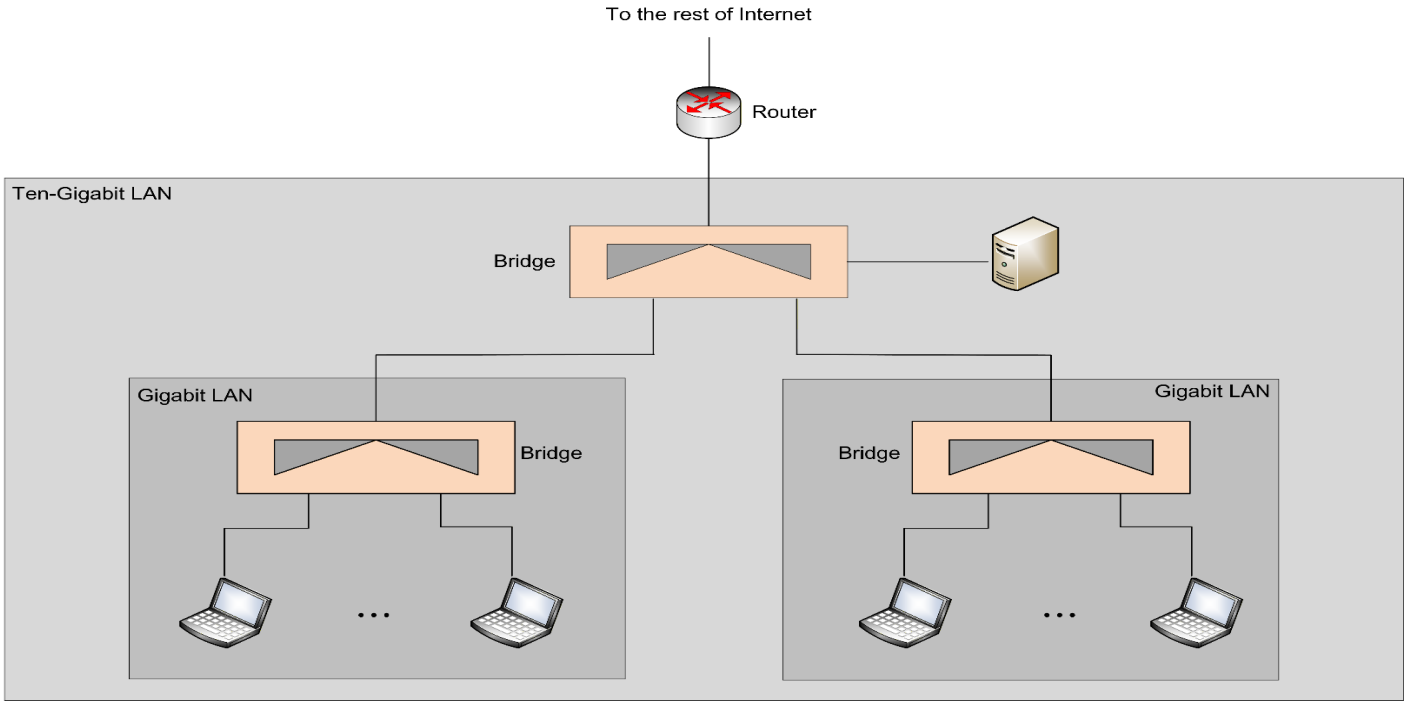
기반 기술

- 연결 장치
  - 라우터
    - 정의
      - 서로 다른 네트워크 간에 최적의 경로를 결정하여 패킷을 전달하는 네트워크 계층 장치
    - 특징
      - 물리 계층, 데이터링크 계층, 네트워크 계층에서 동작함
      - IP 주소를 기반으로 목적지까지의 경로를 결정함
      - 패킷을 전달할 때 다음 네트워크에 맞게 MAC 주소 정보를 변경함
      - LAN과 WAN처럼 서로 다른 네트워크를 연결할 수 있음

<https://ko.linksys.com/blogs/tech-briefs/wifi-routers>

기반 기술

- 연결 장치
  - 라우터
    - 구성 예시



- 기관 내부에는 두 개의 Gigabit LAN이 존재하며, 각 LAN은 브리지를 통해 호스트들을 연결함
- 상위 Ten-Gigabit LAN은 두 개의 Gigabit LAN과 서버를 연결하여 내부 네트워크를 구성함
- 라우터는 내부 LAN을 외부 인터넷과 연결하며, 패킷 전달 시 다음 네트워크에 맞게 MAC 주소 정보를 변경함

Thanks!

김 민 식(minsik@pel.Sejong.ac.kr)