

TCP/IP 프로토콜

- 1장 개요, 2장 OSI모델과 TCP/IP 프로토콜,
3장 기반 기술 -

민 윤 홍(yunhong@pel.sejong.ac.kr)

세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

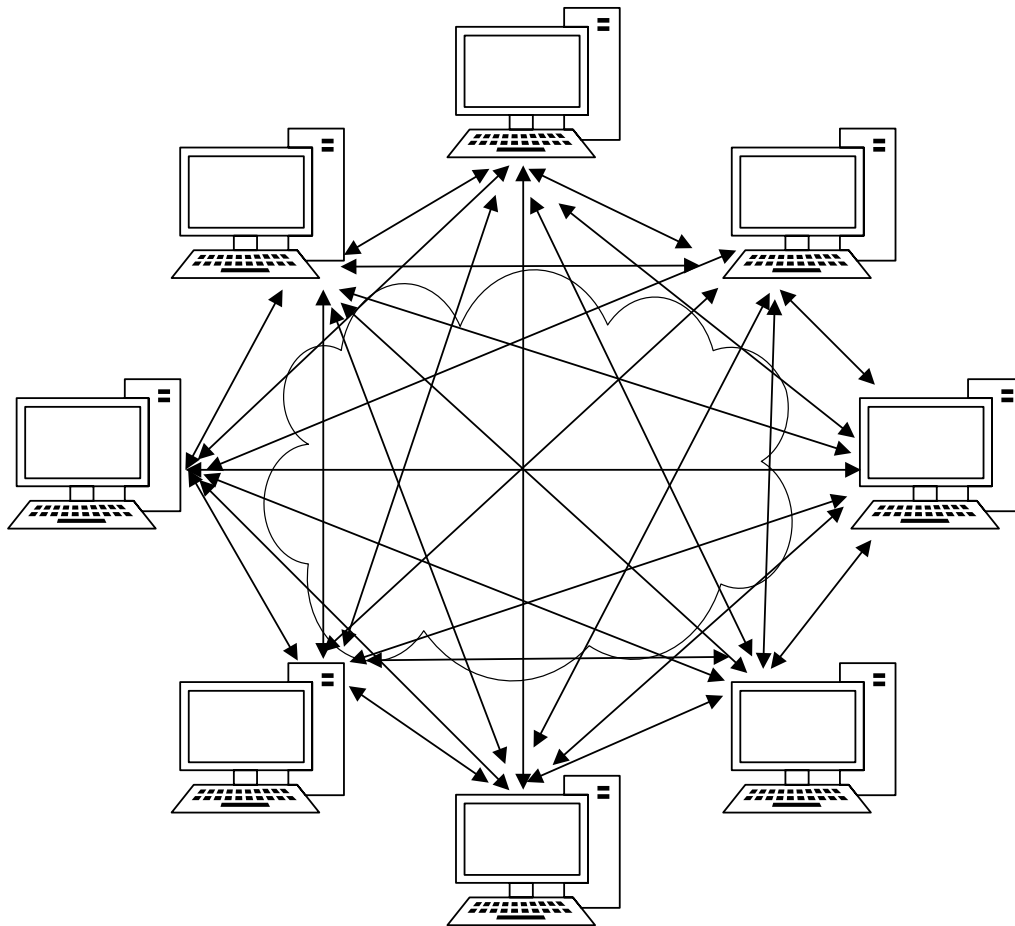
- 인터넷(Internet)
- OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜
- 기반 기술

목 차

- 인터넷(Internet)
- OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜
- 기반 기술

인터넷(Internet)

- 인터넷(Internet)
- TCP/IP로 구성된 전 세계를 연결하는 공공 *네트워크



*네트워크(Network)
컴퓨터나 프린터와 같은 통신하는 장치들을
서로 연결한 그룹

인터넷

- 인터넷의 탄생 (1/11)

*ARPA (Advanced Research Project Agency)
미국 국방부 산하의 방위고등연구계획국

- ARPANET (Advanced Research Project Agency Network) (1/2)

- 정의

- 최초의 패킷 교환 네트워크

- 배경

- 제조업자가 서로 다른 컴퓨터와 통신하기 위해 등장
 - 1967년 ACM (Association for Computing Machinery)에서 *ARPA가 컴퓨터를 연결한 소형 네트워크를 고안

- 특징

- 학술 연구와 기술 실험 목적으로 설립
 - 같은 제조업자가 아닌 각 호스트 컴퓨터를 IMP (Interface Message Processor)라는 특정 컴퓨터에 연결한 후 IMP들을 서로 연결
 - 각 IMP는 다른 IMP와 통신할 수 있는 기능을 보유
 - NCP (Network Control Protocol)를 통해 호스트 간 통신 제공

인터넷

- 인터넷의 탄생 (2/11)

- ARPANET (Advanced Research Project Agency Network) (2/2)

- 변천

- 1969년 IMP를 통하여 4개의 노드인 UCLA, UCSB, 유타 대학교, 스탠포드 연구소를 연결하여 네트워크 구성
 - 1972년 게이트웨이(Gateway) 장비 고안
 - 서로 다른 네트워크를 연결하여 통신이 가능하도록 해주는 장치
 - 1973년 캡슐화(Encapsulation) 개념 정립
 - 하위 계층이 상위 계층으로부터 온 정보를 데이터 취급하는데, 자신의 계층 특성을 담은 헤더를 붙이는 과정
 - 1983년 군사용 MILNET (Military Network)과 민간용 ARPANET으로 분리

인터넷

- 인터넷의 탄생 (3/11)

- TCP/IP (1/2)

- IP (Internet Protocol)

- 데이터를 목적지까지 전달하는 역할을 하는 네트워크 계층 프로토콜

- TCP (Transmission Control Protocol)

- 데이터를 신뢰성 있게 전송하기 위한 전송 계층 프로토콜

- 배경

- Cerf 와 Kahn이 논문에서 end-to-end 프로토콜은 제안

- NCP의 새로운 버전으로 TCP캡슐화, 게이트웨이 기능, 데이터그램 개념 포함
 - Cerf, Vinton, and Robert Kahn. "A protocol for packet network intercommunication." *IEEE Transactions on communications* , vol. 22, no. 5, pp. 637-648, 1974

인터넷

- 인터넷의 탄생 (4/11)

- TCP/IP (2/2)

- 변천

- 1977년 TCP를 2개의 프로토콜인 TCP와 IP로 나누기로 결정
 - TCP는 세그먼트, 재조립, 오류 검출과 같은 기능 담당
 - IP는 데이터그램 전달과 라우팅 기능 담당
 - 1981년 DARPA(구 ARPA)계약에 따라 TCP/IP를 포함시키기 위해 UNIX 운영체제 수정
 - 1983년 기존 ARPANET 프로토콜을 폐지하고 TCP/IP가 ARPANET의 공식 프로토콜로 인정

인터넷

- 인터넷의 탄생 (5/11)

- CSNET (Computer Science Network) (1/2)

- 개요

- DARPA에 동참하지 않아 ARPANET에 접속할 수 없는 대학들에 의해 제안된 네트워크

- 배경

- 미국 국립 과학 재단(NSF, National Science Foundation)에 의해 지원

*Telenet

최초의 상업용 패킷 교환 네트워크

- 특징

- ARPANET보다 비교적 저렴한 네트워크여서 여분의 링크가 거의 없고 전송 속도가 느림
 - ARPANET과 *Telenet으로 연결되어 관련 기관들과 전자메일을 주고 받을 수 있었음
 - 1980년대 중반 전산학과가 있는 미국 대학들은 대부분 CSNET에 속함

인터넷

- 인터넷의 탄생 (6/11)
- CSNET (Computer Science Network) (2/2)
 - 변천
 - 1981년 NSF의 자금 지원으로 구축 시작
 - 1982년 미국의 전국 대학 연결 시작
 - 1984년 가입 기관이 100개를 넘었으나 이후 NSFNET 등장
 - 1991년 기능 종료 및 모든 서비스를 NSFNET (National Science Foundation Network)과 Internet으로 통합

인터넷

- 인터넷의 탄생 (7/11)
- NSFNET (National Science Foundation Network) (1/2)
 - 개요
 - 미국 국립과학재단(NSF, National Science Foundation)이 1985년에 구축한 고속 컴퓨터 통신 *백본 네트워크
 - 배경
 - 미국 전역의 대학, 연구소, 슈퍼컴퓨터 센터 간 고속 통신을 지원하기 위해 설립
 - 특징
 - 1.544Mbps 통신 속도를 가지는 *T1 라인으로 미국 전역을 연결
 - 상업적 트래픽 사용 제한, 연구와 교육 목적으로 활용
 - TCP/IP를 전면 채택

*백본(Backbone)

가장 핵심적이고 중심이 되는 부분
네트워크 백본망은 여러 지역 네트워크를 연결하는
고속, 대용량 중심망으로 안정성과 가용성을 갖춘

*T1 라인

미국에서 개발된 디지털 고속 통신 회선 중 하나

인터넷

- 인터넷의 탄생 (8/11)
- NSFNET (National Science Foundation Network) (2/2)
 - 변천
 - 1985년 ARPANET의 후속으로 등장, 5개의 슈퍼컴퓨터 센터들을 56Kbps의 속도로 연결
 - 1986년 T1 백본망으로 업그레이드, 미국 전역의 대학 및 지역 단위 고속 네트워크 연결 시작
 - 1991년 T3 백본망을 완성해 트래픽 처리 용량 개선, ANSNET (Advanced Network and Service Network)로 명명
 - IBM, Merit, MCI에서 ANS라는 비영리 기관을 구성하여 ANSNET 구축
 - 1992년 상업적 인터넷 트래픽 허용
 - 1995년 기존 의도였던 연구용 네트워크로 전환

인터넷

- 인터넷의 탄생 (9/11)

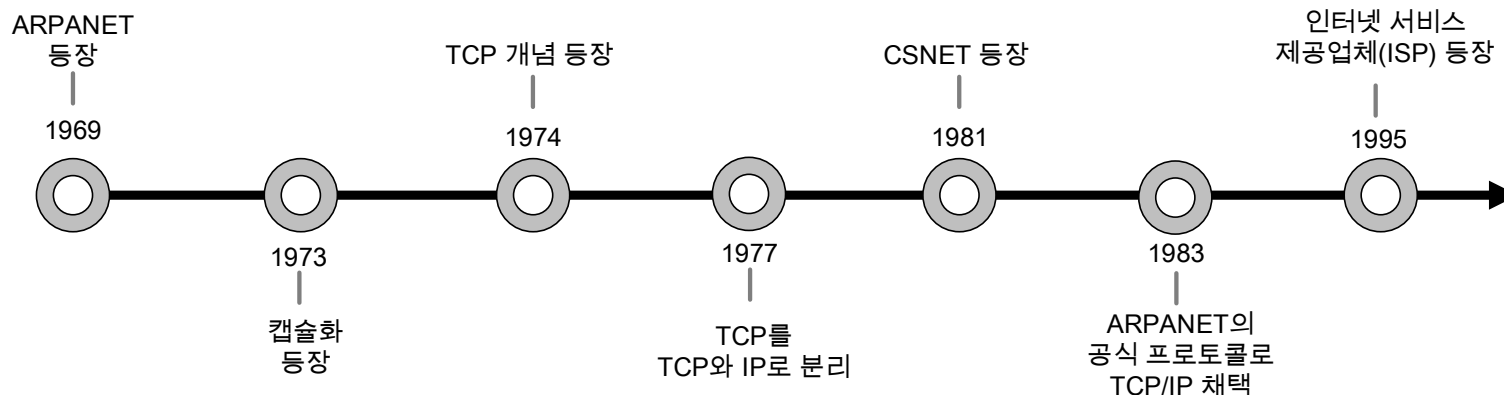
- 현재의 인터넷 (1/3)

- 배경

- ARPANET이 TCP/IP로 전환된 1983년 1월 1일을 기점으로 현재의 인터넷 프로토콜 구조가 시작됨

- 특징

- 연결 장치와 근거리 통신망, 광역 통신망으로 구성
 - 대부분의 종단 사용자들은 ISP (Internet Service Provider) 사용
 - 1990년대 월드 와이드 웹(WWW, World Wide Web)의 등장으로 인터넷의 상업적인 응용 증가



인터넷

- 인터넷의 탄생 (10/11)
- 현재의 인터넷 (2/3)
 - ISP (Internet Service Provider)
 - 정의
 - 인터넷 접속 서비스를 제공하는 기업이나 단체
 - 역할
 - 인터넷 접속 제공
 - 라우팅 및 백본망 연결
 - IP 주소 할당
 - 네트워크 관리
 - 종류
 - 백본 ISP
 - 전 세계 인터넷을 물리적으로 연결하는 핵심 통신망을 소유하거나 운영하는 최상위 수준의 서비스 제공자
 - 보통 100Gbps이상의 데이터 전송률 제공
 - e.g., SprintLink, PSInet, Uunet Technology, AGIS, internet MCI 등

인터넷

- 인터넷의 탄생 (11/11)
- 현재의 인터넷 (3/3)
 - ISP (Internet Service Provider)
 - 종류
 - 지역(Regional) ISP
 - 도시, 군 단위에 인터넷 접속 서비스를 제공하는 서비스 제공자
 - 백본 ISP와 달리 지역 주민, 소기업, 학교 등에게 인터넷 회선 제공
 - 백본 ISP에 비해 낮은 데이터 전송률 제공
 - e.g., 대전의 CMB, 서울/경기의 딜라이브 등 지역 케이블 방송사
 - 로컬(Local) ISP
 - 종단 사용자들에게 직접 인터넷 접속 서비스를 제공하는 서비스 제공자
 - 지역 ISP에 연결되거나 직접 백본 ISP에 연결

인터넷

- 프로토콜(Protocol)

- 정의

- 데이터를 주고 받을 때 따르는 규칙들의 집합

- 구성 요소

- 구문(Syntax)

- 데이터의 구조나 형식을 지칭하며 데이터가 표현된 순서

- e.g., 데이터의 처음 8비트는 송신자의 주소, 두 번째 8비트는 수신자의 주소, 나머지는 메시지를 의미

- 의미(Semantics)

- 비트들의 특정 패턴을 어떻게 해석하고 그걸 기반으로 어떤 동작을 할 것인지 결정

- e.g., 주소는 메시지의 최종 목적지를 알려주고 네트워크는 목적지를 기반으로 선택되어지는 경로 구분

- 타이밍(Timing)

- 언제 데이터를 전송하고 얼마나 빠른 속도로 전송할 것인가를 표현

- e.g., 송신자는 100 Mbps로 보낸다고 표현

인터넷

- 표준(Standard) (1/11)

- 정의

- 공통된 기준이나 규칙을 정하여 사람들이 일정한 방식으로 일관되게 사용할 수 있도록 만든 약속

- 필요성

- 데이터 및 전기 통신기술의 상호 운용성을 보장

- 종류

- 사실 표준(De facto Standard)

- 공인된 기관에서 승인된 건 아니지만 폭넓게 사용됨으로써 채택된 표준
- e.g., MS 오피스, IEEE 802.11(Wi-Fi), W3C HTML(웹페이지 구성)

- 법률 표준(De jure Standard)

- 공인된 기관에 의해 제정된 표준
- e.g., ISO 9001(품질 보증), ITU-T E.164(국제 전화번호 양식)

인터넷

- 표준(Standard) (2/11)
 - 표준제정위원회 (1/7)
 - 국제표준화기구(ISO, International Standards Organization)
 - 개요
 - 각국의 표준제정위원회에서 선정된 위원들로 구성된 다국적 기구
 - 미국은 ANSI가 미국을 대표하여 ISO에 가입
 - 분야
 - 상호 호환성, 품질 개선 생산성 향상, 가격 저하를 위한 모델을 제공함으로써 상품과 서비스의 국제적인 교환을 촉진하는 것을 목표
 - 네트워크 통신을 위한 개방 시스템 상호 연결(OSI, Open Systems Interconnection)모델 개발
 - 표준 문서
 - ISO/IEC 27001
 - 조직이 보유한 정보자산의 기밀성, 무결성, 가용성 유지를 위한 모든 보안관리 활동을 체계화한 표준

인터넷

- 표준(Standard) (3/11)
 - 표준제정위원회 (2/7)
 - 국제전기통신연합-전기통신표준영역(ITU-T, International Telecommunications Union-Telecommunication Standards Sector)
 - 개요
 - 국제연합 (UN, United Nations)이 국제전기통신연합의 부속기구로 CCITT (Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony) 라는 위원회를 만들었고 1993년에 ITU-T로 이름 변경
 - 분야
 - 일반 전기통신과 전화, 데이터 통신 시스템의 표준 연구와 연구 수행
 - 표준 문서
 - ITU-T E.164
 - 국제 전화번호 체계 표준

인터넷

- 표준(Standard) (4/11)
 - 표준제정위원회 (3/7)
 - 미국표준협회(ANSI, American National Standards Institute)
 - 개요
 - 미국 연방정부와 무관한 비영리법인으로 미국 및 미국 시민의 복리를 위해 수행
 - 분야
 - 미국에서 임시 표준의 국가조정기구로서 역할
 - 미국 경제의 증진 방안으로서 표준 채택
 - 공중의 이익에 참여하여 보호할 것을 목표
 - 전문학회, 산업협회, 정부 및 관리기관, 소비자 단체 등을 포함
 - 표준 문서
 - ANSI C
 - C 프로그래밍 언어에 대한 공식 미국 국가 표준

인터넷

- 표준(Standard) (5/11)
 - 표준제정위원회 (4/7)
 - 전기전자공학회(IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 - 개요
 - 세계에서 가장 규모가 큰 공학 전문 학회
 - 분야
 - 전기공학, 전자공학, 무선공학 및 공학의 제반 관련분야에 대한 학술증진, 창안, 제품의 품질 향상을 목표
 - 컴퓨터와 통신의 국제 표준을 개발, 채택하는 것을 감시하는 게 목표 중 하나
 - 표준 문서
 - IEEE 802.11
 - 무선 LAN 기술을 정의한 표준

인터넷

- 표준(Standard) (6/11)
- 표준제정위원회 (5/7)
 - 전자산업학회(EIA, Electronic Industries Assosiation)
 - 개요
 - 전자산업의 발달을 촉진하기 위해 설립된 비영리기관
 - 분야
 - 표준의 제정과 공중의식 교육, 업계 로비 등의 활동
 - 정보기술 분야에서 데이터 통신의 물리적인 연결 인터페이스와 전자 신호의 규격을 규정하는 등 중요한 일 수행
- 표준 문서
 - EIA-568
 - 랜선 규격 등 건물 내 배선 시스템 표준

인터넷

- 표준(Standard) (7/11)
- 표준제정위원회 (6/7)
 - 월드 와이드 웹 컨소시엄(W3C, World Wide Web Consortium)
 - 개요
 - 월드 와이드 웹의 표준을 제정하고 관리하는 국제적인 표준을 만드는 기구
 - 분야
 - 웹 기술의 개방성과 호환성 보장을 위한 기술 표준 개발
- 표준 문서
 - HTML5
 - 웹 페이지 언어, 구조, 폼 등 웹 콘텐츠 구성 표준

인터넷

- 표준(Standard) (8/11)
 - 표준제정위원회 (7/7)
 - 개방형 모바일 연합(OMA, Open Mobile Alliance)
 - 개요
 - 여러 컴퓨터 네트워킹과 무선 기술들의 여러 포럼들을 하나의 공식기관으로 만들기 위해 설립
 - 분야
 - 응용 프로토콜을 위한 단일화된 표준 제공
 - 표준 문서
 - OMA DM (Device Management)
 - 모바일 기기 원격 설정, 제어 표준

인터넷

- 표준(Standard) (9/11)
- 포럼(Forum) (1/2)
 - 개요
 - 현재 진행 중인 협의사항을 수용하고 표준화 작업을 촉진하기 위해 관련 법인대표로 구성된 집단
 - 활동
 - 최소 10개월이상 소요되는 표준위원회의 표준 승인을 고려해 공동 작업을 통하여 신기술을 시험, 평가, 표준 제정
 - 포럼에서 내린 결론은 표준화 기구에 제출

인터넷

- 표준(Standard) (10/11)

*프레임(Frame)

OSI 모델의 2계층인 데이터 링크 계층에서 사용되는 전송 단위

- 포럼(Forum) (2/2)

- 중요 전기통신 포럼

- 프레임 중계 포럼(Frame Relay Forum)

- *프레임 중계 기술의 구현과 기술 개발 촉진을 위해 설립
 - 흐름 제어, 캡슐화, 변환, 멀티캐스팅 등의 개발 안건 논의

- ATM 포럼(Asynchronous Transfer Mode Forum)

- 기술의 사용과 채택을 증진하기 위해 설립
 - 상호 운용성을 위한 서비스의 표준화가 주요 논의 대상

- UPnP 포럼(Universal Plug and Play Forum)

- *영-환경설정(Zero-Configuration) 네트워킹 장치를 만들기 위한 네트워크의 구현을 지원하고 증진하기 위해 설립
 - UPnP 호환 장치는 구성 과정을 거치지 않고 네트워크에 연결 가능

*Zero-Configuration

설정 없이도 자동으로 동작하는 네트워크 연결 기술

인터넷

- 표준(Standard) (11/11)
- 법규 기관
 - 개요
 - 라디오 방송, 텔레비전, 유선/케이블 통신을 조정하여 공중의 이익을 보호하는 것을 목표
- 종류
 - 미국 연방통신위원회 FCC (Federal Communications Commission)
 - 한국 방송통신위원회 KCC (Korea Communications Commission)
 - 일본 총무성 MIC (Ministry of Internal Affairs and Communications)

인터넷

- 인터넷 표준(Internet Standard) (1/5)

- 정의

- 인터넷에서 다양한 시스템과 장비가 서로 통신하고 작동하기 위해 따라야 하는 공식적인 기술 규칙

- 처리 절차

- 인터넷 드래프트(Internet Draft)로 시작
 - 인터넷 기술의 표준화를 위해 제안되는 비공식적 기술 초안 문서
- 6개월 정도의 유효기간을 가지며 인터넷 관련 조직들로부터 받은 권고안에 따라 RFC (Request For Comment)로 발간
- RFC는 완성된 표준이 아니더라도 5개의 요구 단계로 분류

인터넷

• 인터넷 표준 (2/5)

• 완성 단계 (1/2)

• 제안 표준(Proposed Standard)

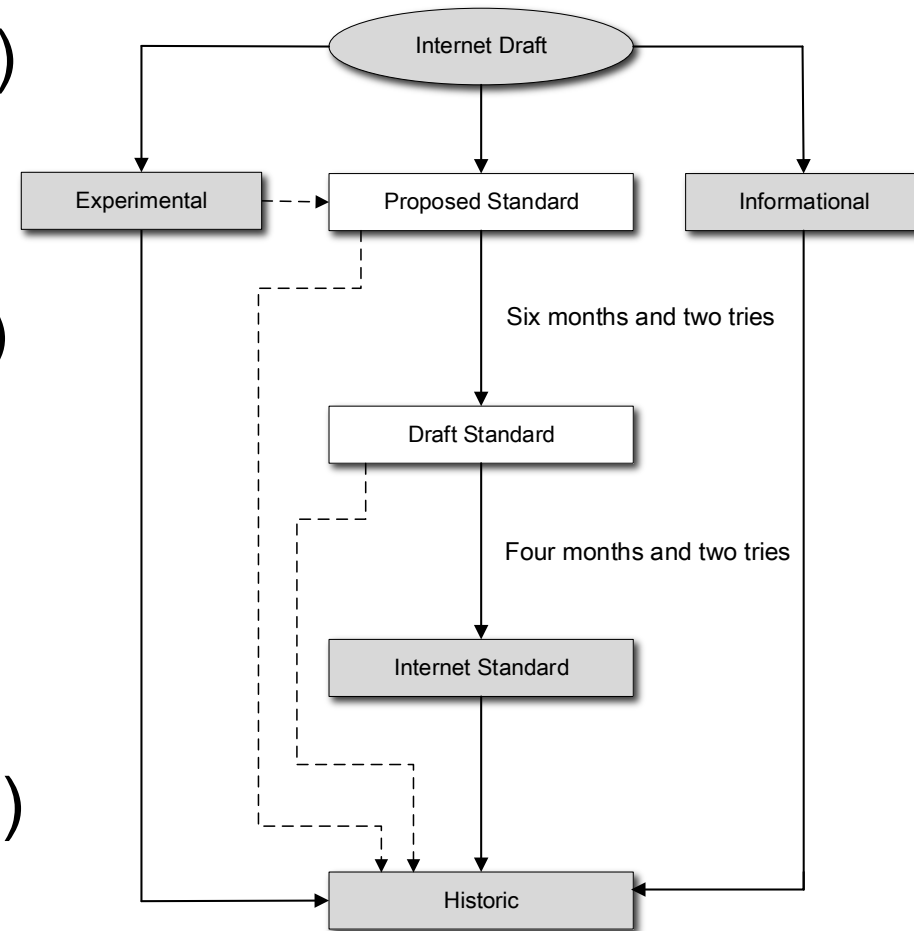
- 인터넷 공동체를 통하여 충분한 논의를 거친 안정된 규격

• 드래프트 표준(Draft Standard)

- 제안 표준에서 최소 2번의 독자적인 성공과 상호 운용성이 이루어진 상태
- 문제점 발생 시 수정, 문제점이 없다면 보통 인터넷 표준으로 발전

• 인터넷 표준(Internet Standard)

- 드래프트 표준에서 구현이 완전하게 이루어진 상태



인터넷

- 인터넷 표준 (3/5)

- 완성 단계 (2/2)

- 기록 단계(Historic)

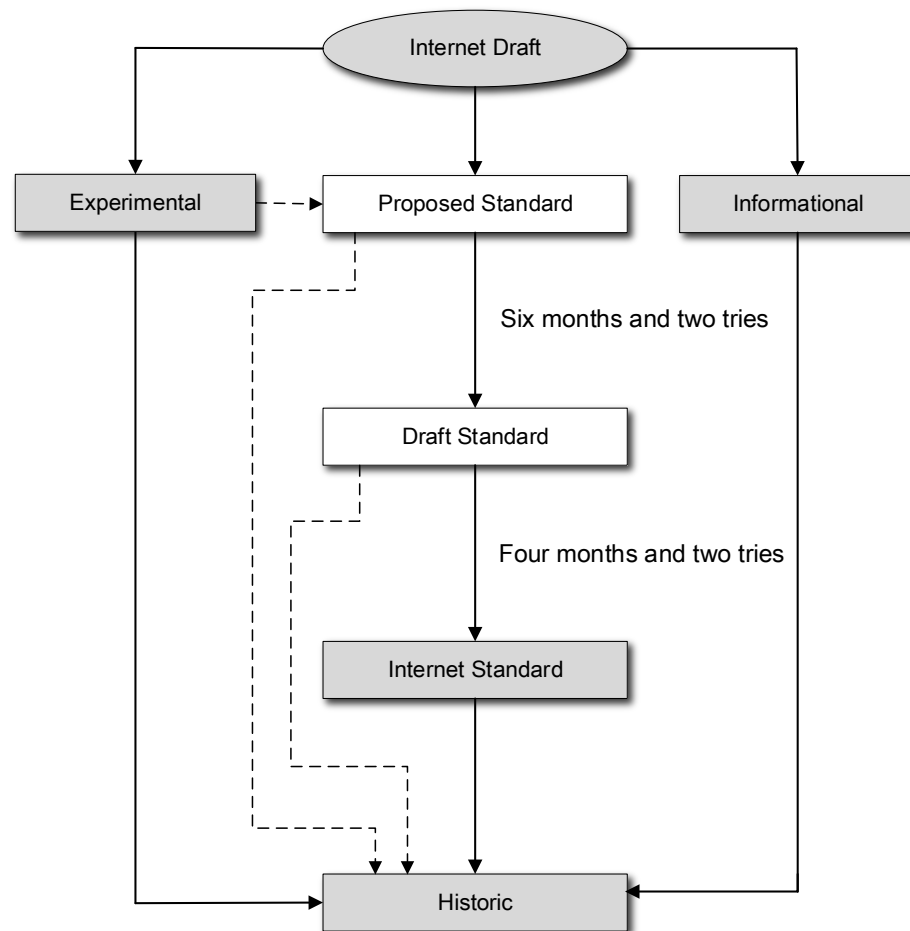
- 최종 규격에 의해 대체되었거나 인터넷표준이 되기 위해 필요한 단계를 통과하지 못함

- 실험 단계(Experimental)

- 인터넷 운영에는 영향을 주지 않고 실험적인 상황과 관련된 작업
 - 인터넷 서비스 기능으로 구현되지 않을 가능성 존재

- 정보 제공(Informational)

- 인터넷과 관련된 일반적이면서 역사적인 튜토리얼 정보
 - 표준화 절차와 독립된 문서



인터넷

- 인터넷 표준 (4/5)

- 요구 단계 (1/2)

- 요구(Required)

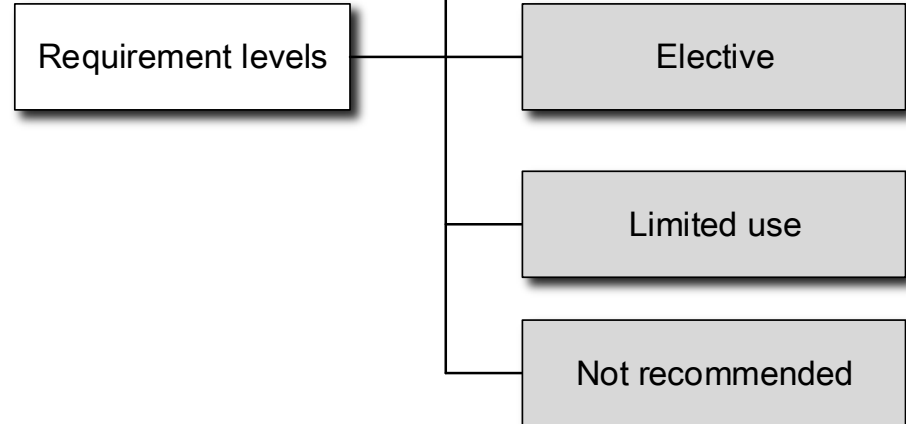
- 해당 시스템이 인터넷 표준을 준수한다고 인정받기 위해 반드시 따라야 하는 RFC

- 권고(Recommended)

- 권장하지만 반드시 따라야 하는 건 아닌 RFC

- 선택(Elective)

- 요구도 권고도 아니나 시스템에 유익하다고 판단된 RFC



인터넷

- 인터넷 표준 (5/5)

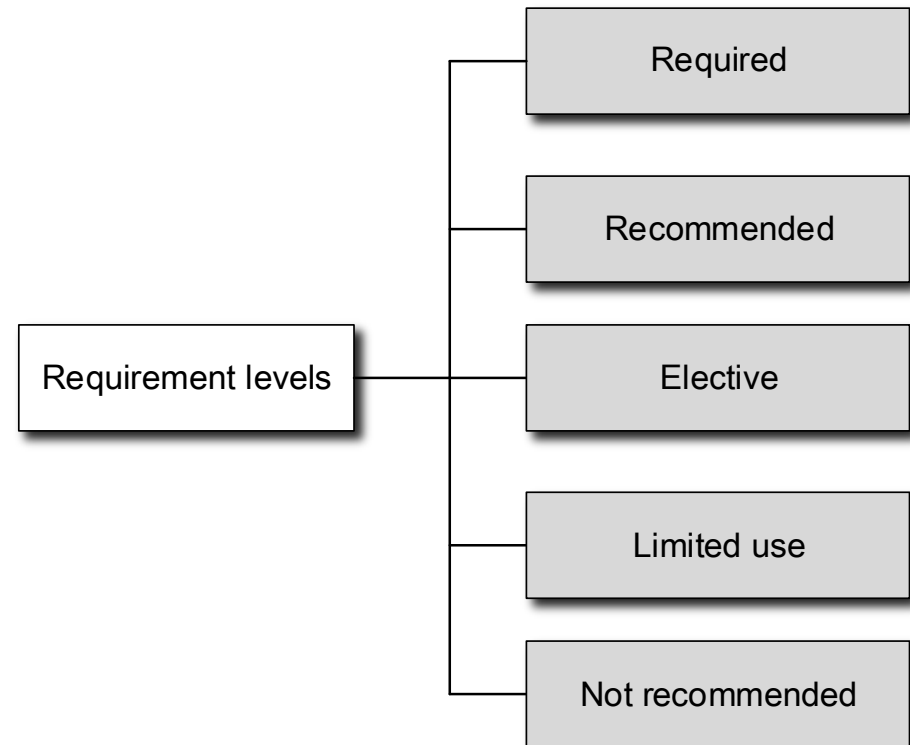
- 요구 단계 (2/2)

- 사용 제한(Limited use)

- 제한된 상황에서만 사용할 수 있는 RFC

- 미권고(Not recommended)

- 일반적인 용도에 적합하지 않은 RFC



인터넷

- 인터넷 관리 조직 (1/6)

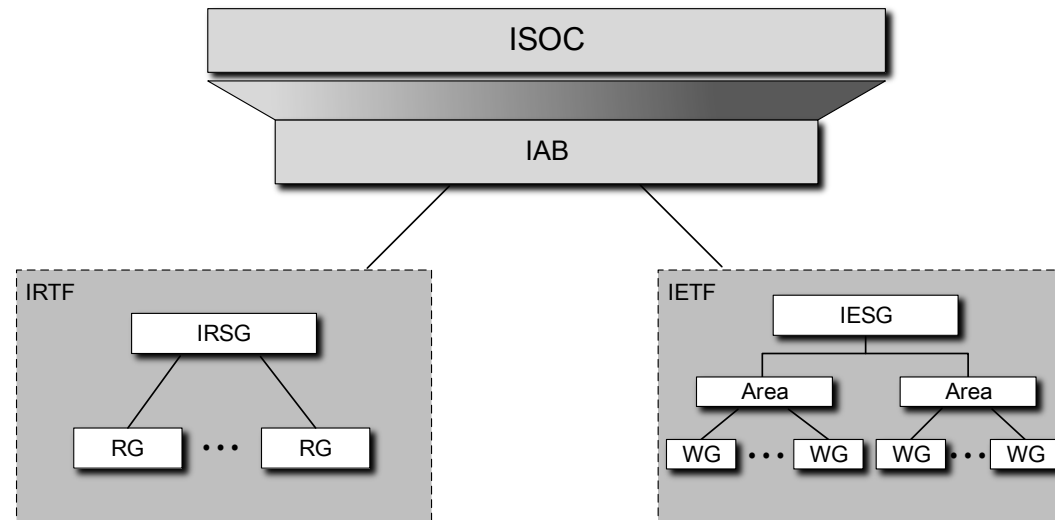
- ISOC (Internet Society)

- 개요

- 1992년 인터넷 표준 제정을 지원하기 위해 결성된 비영리조직

- 역할

- 행정상의 다른 인터넷 단체에 대한 관리와 지원 담당
 - 인터넷과 관련된 학술적인 활동과 연구 담당



인터넷

- 인터넷 관리 조직 (2/6)

- IAB (Internet Architecture Board)

- 개요

- ISOC를 위한 기술적 자문위원회

- 역할

- 인터넷과 다른 표준 기관 및 포럼 사이의 대외적인 접촉 담당
 - 인터넷 공동체의 연구원에게 기술적인 조언 제공
 - TCP/IP 프로토콜 그룹의 지속적인 개발 감독
 - RFC에 대한 편집 관리

인터넷

- 인터넷 관리 조직 (3/6)
 - IETF (Internet Engineering Task Force)
 - 개요
 - IESG (Internet Engineering Steering Group)에 의해 관리되는 작업 그룹의 포럼
 - 역할
 - 인터넷 표준과 같은 계획안의 규격을 개발하고 검토
 - 표준 문서
 - RFC 8818 (Distributed Mobility Anchoring)
 - 분산 모빌리티 앵커링 개념을 제안한 문서

인터넷

- 인터넷 관리 조직 (4/6)
 - IRTF (Internet Research Task Force)
 - 개요
 - IRSG (Internet Research Steering Group)에 의해 관리되는 작업 그룹의 포럼
 - 역할
 - 인터넷 프로토콜과 응용, 구조, 기술과 관련된 장기 연구주제를 중점으로 담당

인터넷

- 인터넷 관리 조직 (5/6)
 - IANA (Internet Assigned Numbers Authority)
 - 개요
 - IEEE 등 표준기구들과 협력하여 프로토콜 자원을 관리하는 조직
 - 역할
 - 인터넷 도메인 네임과 주소 관리 담당
 - 국제 위원회에서 관리된 사설 비영리 법인인 ICANN (Internet Corporation for Assigned Names Number)이 IANA의 운영을 계승

인터넷

- 인터넷 관리 조직 (6/6)
 - NIC (Network Information Center)
 - 개요
 - 1969년에 설립된 도메인 이름, 네트워크 관련 표준 문서 등을 관리하는 조직
 - 역할
 - TCP/IP 프로토콜에 관한 정보 수집과 분배에 대한 책임 담당

목 차

- 인터넷
- OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜
- 기반 기술

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

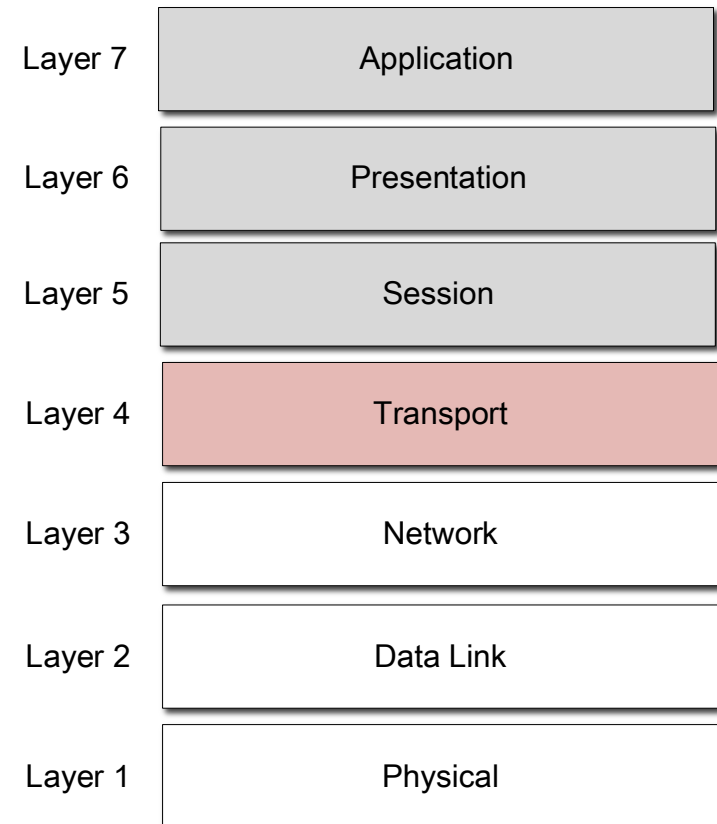
• OSI (Open System Interconnection) 모델 (1/17)

• 정의

- 컴퓨터 네트워크의 통신 과정을 7계층으로 나누어 설명하는 ISO 표준 참조 모델

• 구조

- 응용(Application) 계층
- 표현(Presentation) 계층
- 세션(Session) 계층
- 전송(Transport) 계층
- 네트워크(Network) 계층
- 데이터 링크(Data link) 계층
- 물리(Physical) 계층

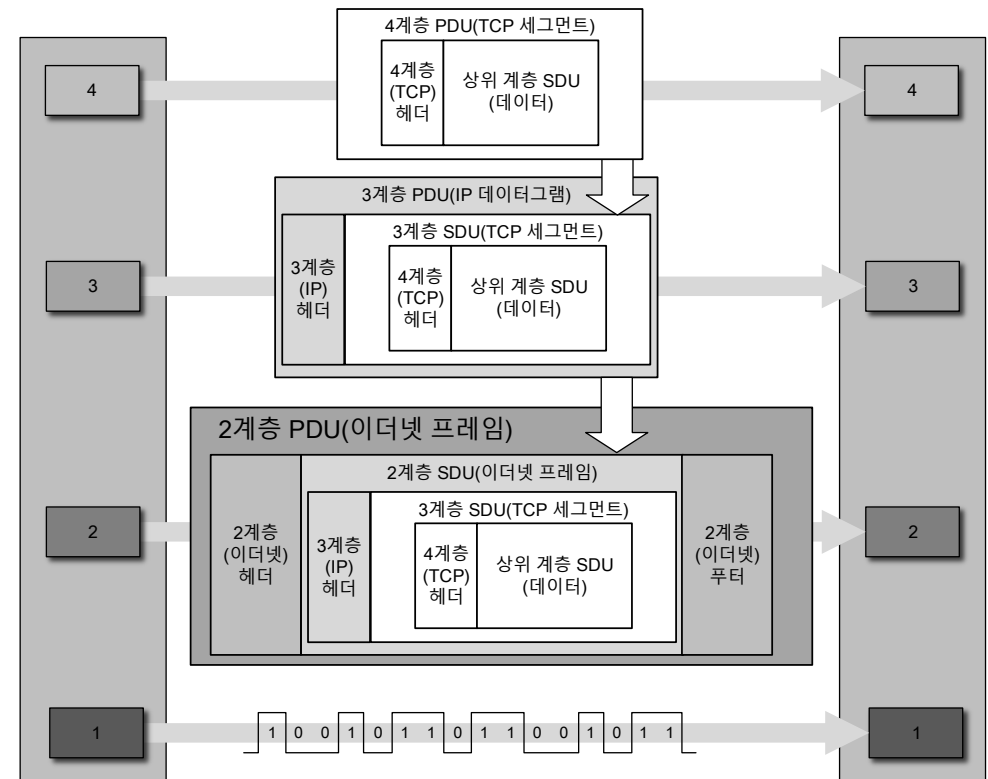
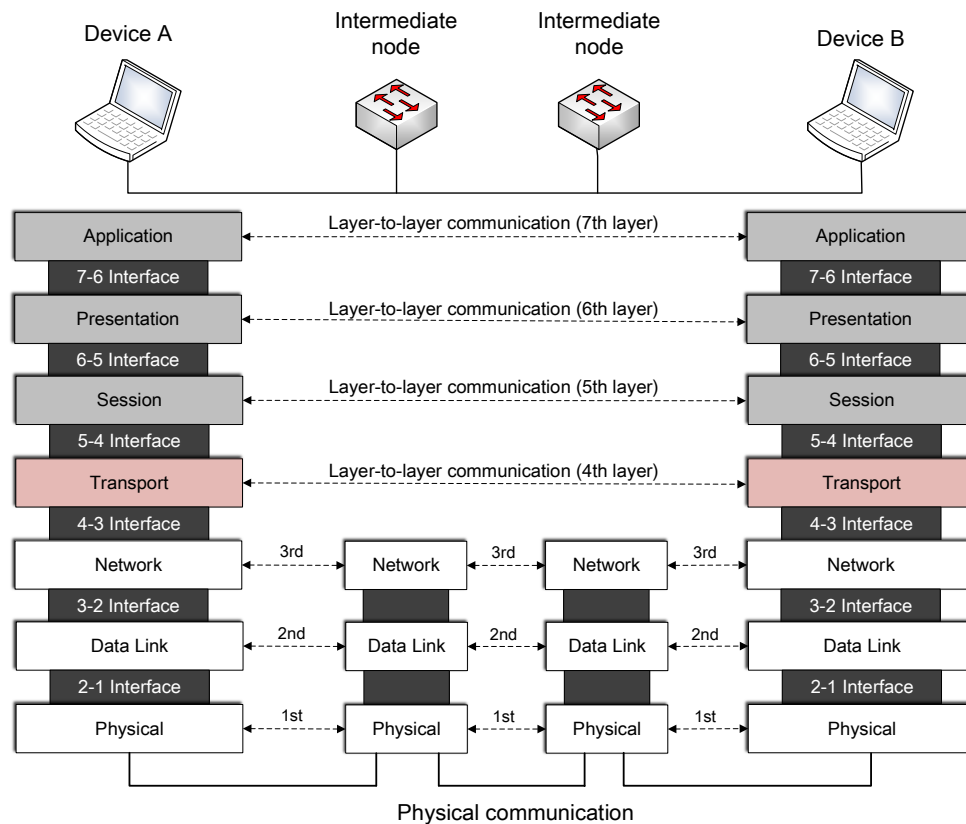


OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

• OSI 모델 (2/17)

• 계층 대 계층 통신 (1/6)

- 송신측: 메시지를 계층 7에서 계층 1까지 아래로 이동
- 수신측: 메시지를 계층 1에서 계층 7까지 위로 이동



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (3/17)

- 계층 대 계층 통신 (2/6)

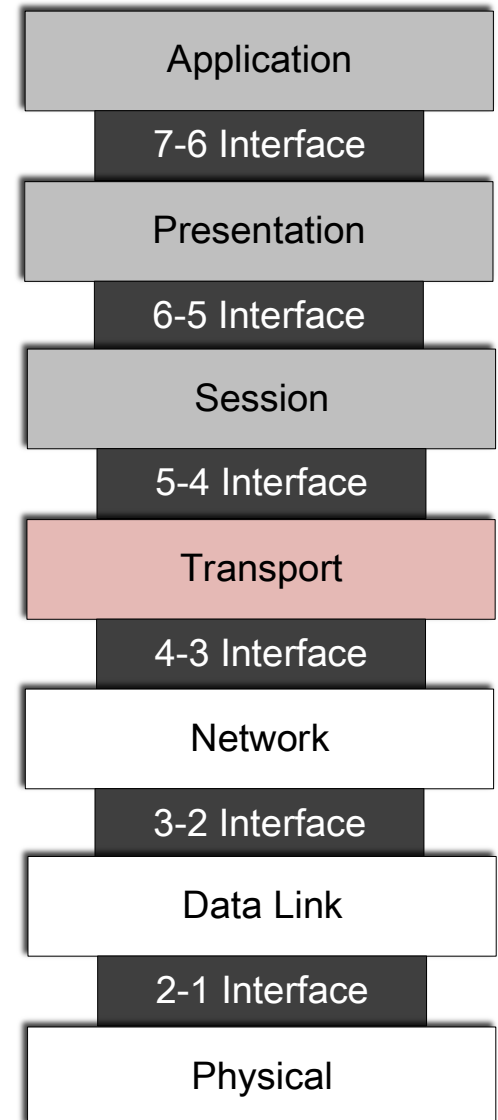
- 인터페이스(Interface)

- 정의

- 네트워크 모델 내에서 인접한 두 계층 간에 정보를 주고 받기 위해 사용하는 규칙

- 역할

- 한 계층이 바로 위의 계층에게 제공해야 하는 정보와 서비스 정의
 - 상위 계층은 인터페이스를 통해 아래 계층의 서비스 요청
 - 하위 계층은 인터페이스를 통해 상위 계층에게 서비스 제공



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (4/17)

- 계층 대 계층 통신 (3/6)

- 분류

- 한 장치에서 다른 장치로 데이터를 전송할 때 필요한 물리적인 정보 (전기적 규격, 물리적 연결, 물리 주소 등)를 처리하는 그룹
 - 제 1, 2, 3 계층(물리, 데이터 링크, 네트워크)
 - 소프트웨어 시스템 간의 상호 연동을 가능하게 하는 그룹
 - 제 5, 6, 7 계층(세션, 표현, 응용)
 - 위 두 그룹을 연결하고 하위 계층에서 전송한 내용을 상위 계층이 사용할 수 있는 형태가 되도록 보장하는 그룹
 - 제 4 계층(전송)

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

• OSI 모델 (5/17)

• 계층 대 계층 통신 (4/6)

• 캡슐화(Encapsulation)

• 정의

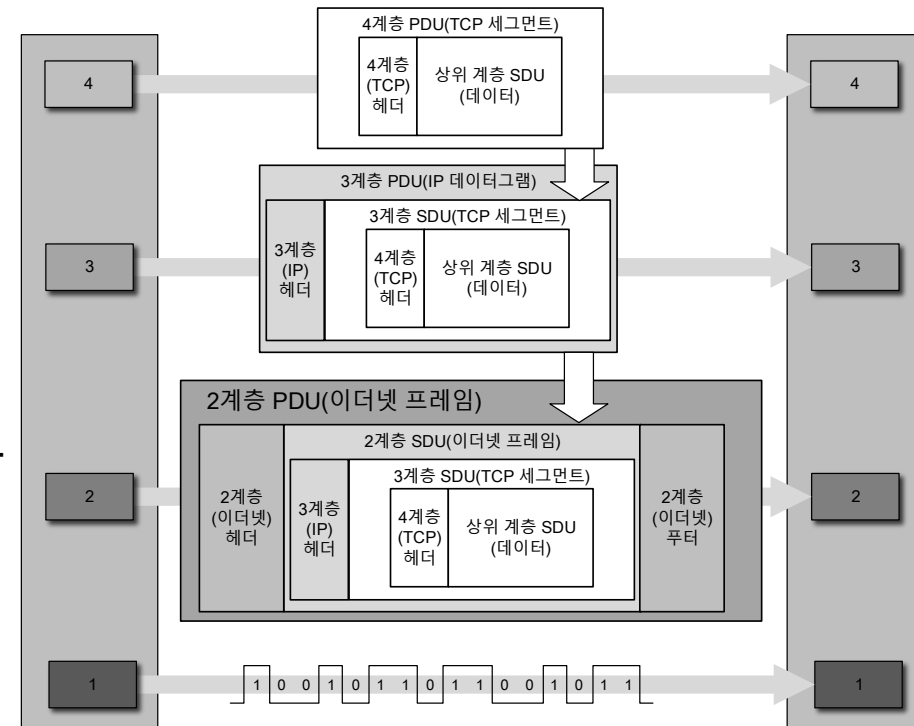
- 상위 계층의 데이터를 하위 계층으로 내려 보내면서 각 계층의 *헤더를 데이터에 추가하는 과정

• 과정

1. N 계층의 전체 패킷은 $N - 1$ 계층 패킷의 데이터 부분으로 전송
2. $N - 1$ 계층은 캡슐화된 패킷이 데이터인지 헤더인지 판단 불가
3. $N - 1$ 계층은 N 계층에서 오는 패킷을 하나의 완전한 단위로 취급

*헤더(Header)

각 계층이 자신의 역할을 수행하기 위해 데이터 앞에 붙이는 제어 정보



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (6/17)

- 계층 대 계층 통신 (5/6)

- 역캡슐화(Decapsulation)

- 정의

- 하위 계층으로부터 받은 데이터를 상위 계층으로 전달하기 위해, 각 계층의 헤더를 제거하며 원래 데이터로 복원하는 과정

- 과정

- 1. N 계층은 $N - 1$ 계층으로부터 받은 전체 패킷에서 자신의 헤더 분석 후 제거
 - 2. 헤더 제거 후 남은 데이터 부분을 상위 계층($N + 1$)으로 전달
 - 3. N 계층은 받은 전체 패킷을 하나의 완전한 단위로 간주하고 상위로 전달

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (7/17)

- 계층 대 계층 통신 (6/6)

- 비연결형 통신

- 데이터를 전송할 때 사전 연결 절차가 없는 통신

- 특징

- 연결 과정이 없으므로 연결형 통신보다 속도가 빠름
 - 전송 중에 데이터의 순서가 바뀌거나 중복, 손실될 수 있으므로 신뢰성 미보장
 - e.g., IP (Internet Protocol), UDP (User Datagram Protocol)

- 연결형 통신

- 데이터를 전송할 때 사전 연결 절차가 있는 통신

- 특징

- 연결 과정이 존재하므로 비 연결형 통신보다 속도가 느림
 - 연결이 설정되면 양쪽 호스트가 상태 유지
 - 전송 중에는 순서 제어, 오류 검출, 재전송, 흐름 제어를 제공하므로 신뢰성 보장
 - e.g., TCP (Transmission Control Protocol)

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

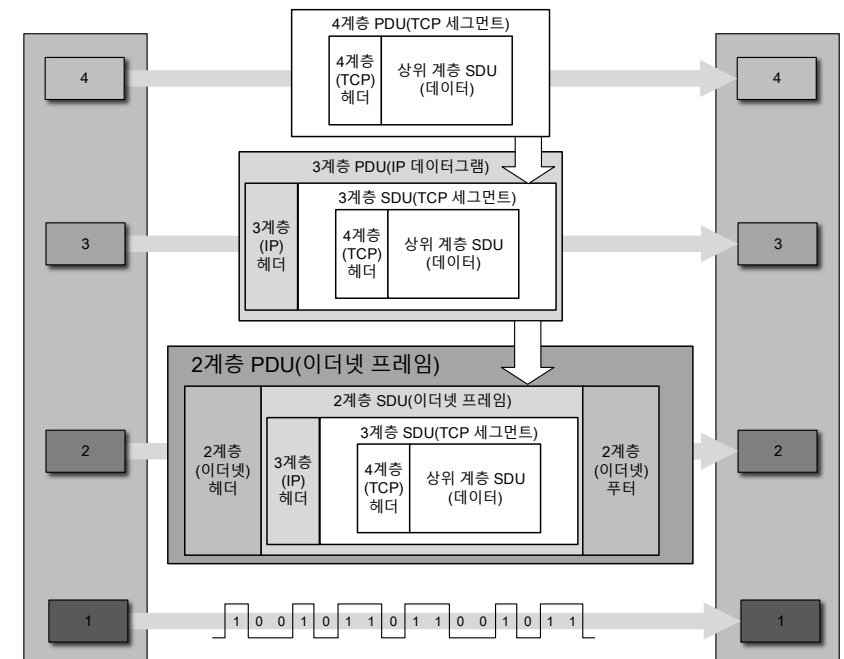
- OSI 모델 (8/17)

- OSI 참조 모델

- 프로토콜 데이터 유닛(PDU, Protocol Data Unit)
 - 두 개 이상 장비의 동일 계층 간 교환되는 메시지

- 서비스 데이터 유닛(SDU, Service Data Unit)

- $N - 1$ 계층 프로토콜이 서비스를 제공해야 할 데이터
- N 계층 PDU를 $N - 1$ 계층 SDU라고 함



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (9/17)

- 계층 구조 (1/7)

- 물리 계층(Physical Layer)

- 개요

- 물리 매체를 통해 비트 스트림을 전달하는 데 필요한 기능들을 조정하는 계층
 - 개개의 비트들을 한 노드에서 다음 노드로 전달하는 계층

- 특징

- 장치와 전송 매체 간에 인터페이스의 특성 규정
 - 해석되지 않은 비트 스트림으로 구성된 데이터를 부호화하는 과정을 규정
 - 초당 보내지는 비트의 수 규정
 - 장치들이 네트워크를 만들기 위해 어떻게 연결되는지를 규정
 - 두 장치 사이의 전송 방향(단방향, *반이중, *전이중) 규정
 - 비트 단위를 사용

*반이중 모드(Half-duplex Mode)

양방향 통신은 가능하지만 동시에는 불가능한
전송 형태

*전이중 모드(Full-duplex Mode)

동시에 양방향 통신이 가능한 전송 형태

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (10/17)

- 계층 구조 (2/7)

- 데이터 링크 계층(Data Link Layer)

- 개요

- 물리 계층을 통해 전달된 비트 스트림을 프레임으로 전환하고, 오류 검출 및 흐름 제어를 통해 서비스를 제공하는 계층

- 특징

- 네트워크 계층으로부터 받은 비트 스트림을 프레임으로 분할
 - 프레임이 네트워크 상에 서로 다른 시스템에 분배되어진다면 프레임의 송신자 혹은 수신자를 지정하기 위해 프레임에 헤더를 추가
 - 수신자와 송신자의 트래픽 처리량이 다르면 흐름 제어 메커니즘 수행
 - e.g., Stop-and-Wait 메커니즘
 - 손상되고 손실된 프레임을 탐지하고 재전송하는 메커니즘 추가
 - e.g., ARQ (Automatic Repeat reQuest) 메커니즘
 - 프레임 단위를 사용

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (11/17)

- 계층 구조 (3/7)

- 네트워크 계층(Network Layer)

- 개요

- 여러 개의 네트워크를 경유하여 발신지에서 목적지까지 데이터가 도달할 수 있도록 경로 설정과 전달을 수행하는 계층

- 특징

- 각 패킷이 발신지에서 최종 목적지까지 갈 수 있도록 보장
 - 상위 계층으로부터 오는 패킷에 송신자와 수신자의 구분을 위해 논리 주소를 포함하는 헤더를 추가
 - 데이터그램 단위 사용

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (12/17)

- 계층 구조 (4/7)

- 전송 계층(Transport Layer)

- 개요

- 송, 수신자 사이에서 흐름 제어, 연결 제어 및 재전송을 통해 데이터가 신뢰성 있게 도착하는 것을 보장하는 계층

- 특징

- 수신 측 컴퓨터의 정확한 프로세스에 전체 메시지를 전달
 - 각 세그먼트가 순서 번호가 들어있는 전송 가능한 세그먼트로 나눠 목적지에 도달한 후 재조립하여 패킷의 손실이나 교체 식별
 - end-to-end 전달에서의 흐름 제어
 - 전체 메시지가 수신측 전송 계층에 오류(손상, 손실, 중복)없이 도착 보장
 - 데이터그램, 세그먼트 단위 사용

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (13/17)

- 계층 구조 (5/7)

- 세션 계층(Session Layer)

- 개요

- 통신 시스템 간에 세션을 설정, 유지, 동기화하는 계층

- 특징

- 두 시스템간의 세션을 설정하여 두 프로세스 간에 반이종이나 전이종 모드로 통신하는 것을 허용
 - 파일을 안전하게 보내기 위해 일정 구간마다 확인점(Synchronization Point)을 추가하여 문제가 생겼을 시 확인점을 기준으로 복구
 - 메시지 단위 사용

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (14/17)
 - 계층 구조 (6/7)
 - 표현 계층(Presentation Layer)
 - 개요
 - 데이터의 형식, 인코딩, 암호화, 압축 등을 담당하는 계층
 - 특징
 - 서로 다르게 표현된 데이터를 통일된 형식으로 변환
 - 정보에 들어있는 비트 수를 줄이기 위해 데이터 압축 진행
 - 데이터를 암호화, 복호화
 - 메시지 단위 사용

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (15/17)

- 계층 구조 (7/7)

- 응용 계층(Application Layer)

- 개요

- 사용자가 네트워크에 접속하는 것을 가능하게 조정하는 계층

- 특징

- 네트워크 가상 터미널을 사용해 원격 호스트의 로그온을 허용
 - 전자우편을 전달하거나 저장하는 걸 허용
 - 분산 데이터베이스 자원과 서비스들에 관한 글로벌 정보에 대한 접근 허용
 - 메시지 단위 사용

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (16/17)

- 계층 구조 정리(1/2)

그룹	#	계층 이름	핵심 역할	데이터 단위	프로토콜과 기술
하위 계층	1	물리 (Physical)	하드웨어 명세 정의, 인코딩과 신호 처리, 데이터 송신과 수신 등	비트	USB, 광섬유 등
	2	데이터 링크 (Data Link)	논리적 연결 제어, 매체 접근 제어, 데이터 프레임링, 주소 지정, 에러 탐지와 처리 등	프레임	IEEE 802 LLC, 이더넷 관련 프로토콜
	3	네트워크 (Network)	논리적 주소 지정, 라우팅, 데이터 캡슐화, 단편화와 재조합, 에러 처리와 진단 등	데이터그램	IP, IPv6, IPsec 등
중간 계층	4	전송 (Transport)	프로세스 수준 주소 지정, 다중화와 역다중화, 단편화와 재조합, 연결, 송인과 재전송, 흐름 제어 등	데이터그램 / 세그먼트	TCP, UDP 등

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- OSI 모델 (17/17)
- 계층 구조 정리(2/2)

그룹	#	계층 이름	핵심 역할	데이터 단위	프로토콜과 기술
상위 계층	5	세션 (Session)	세션 생성, 유지 및 종료, 동기화 등	메시지	RPC, NetBIOS 등
	6	표현 (Presentation)	데이터 인코딩, 압축, 암호화 등	메시지	ASCII, JPEG, RSA 등
	7	응용 (Application)	서비스 제공	메시지	HTTP, DNS, FTP 등

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

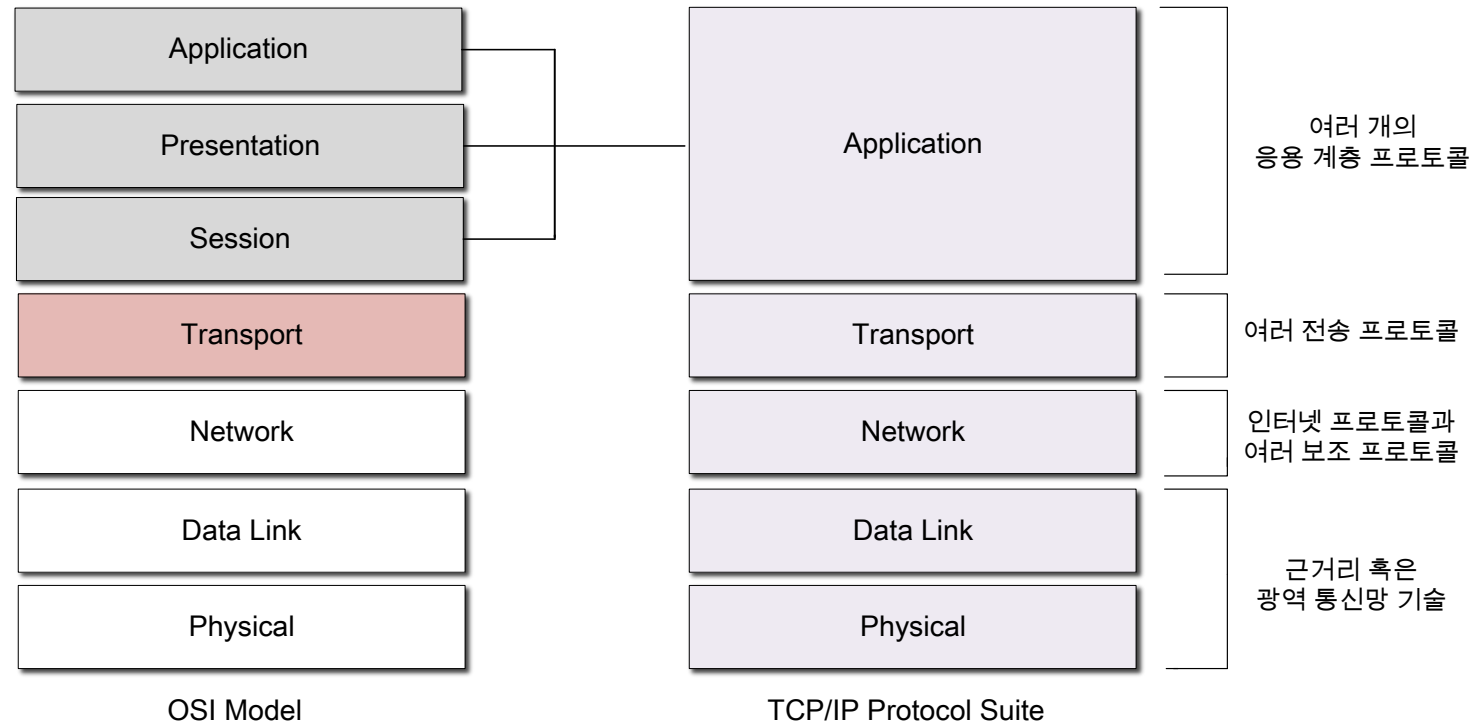
- TCP/IP Protocol Suite (1/17)
 - 정의
 - 인터넷과 대부분의 네트워크에서 사용되는 표준 통신 프로토콜 집합
 - 전송 제어 프로토콜(TCP, Transmission Control Protocol)
 - 네트워크에서 신뢰성 있는 데이터 전송을 제공하는 프로토콜
 - 인터넷 프로토콜(IP, Internet Protocol)
 - 네트워크 계층에서 데이터를 전달하기 위해 주소 지정과 라우팅을 수행하는 프로토콜

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

• TCP/IP Protocol Suite (2/17)

• 구조

- 물리 계층
- 데이터 링크 계층
- 네트워크 계층
- 전송 계층
- 응용 계층



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (3/17)

- 계층 구조 (1/10)

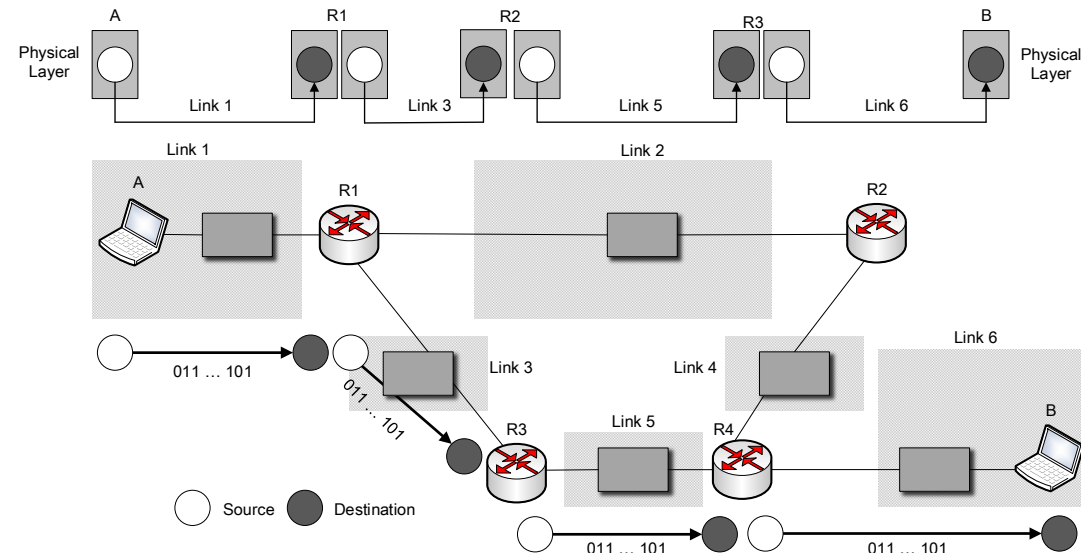
- 물리 계층

- 정의

- 데이터를 실제 물리적 매체를 통해 전송하는 계층

- 특징

- 특정 프로토콜을 규정하지 않고 여러 표준과 기술적 프로토콜을 지원
 - 두 노드나 컴퓨터, 라우터 간 통신에서 사용
 - 각 비트를 개별적으로 처리
 - 대표 표준은 RS-232
 - 비트 단위 사용



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (4/17)

- 계층 구조 (2/10)

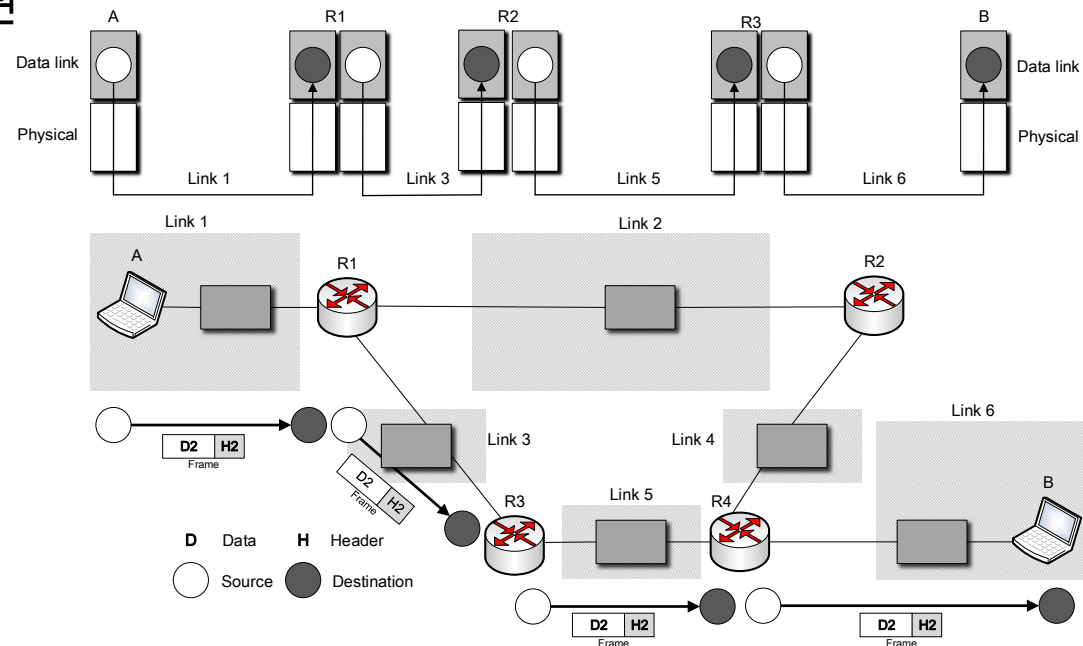
- 데이터 링크 계층

- 정의

- 물리적으로 이어진 두 장치 간에 신뢰성 있게 프레임을 전달하는 계층

- 특징

- 특정 프로토콜을 규정하지 않고 모든 표준과 프로토콜 지원
 - 대표 프로토콜은 Ethernet
 - 프레임 단위 사용



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (5/17)

- 계층 구조 (3/10)

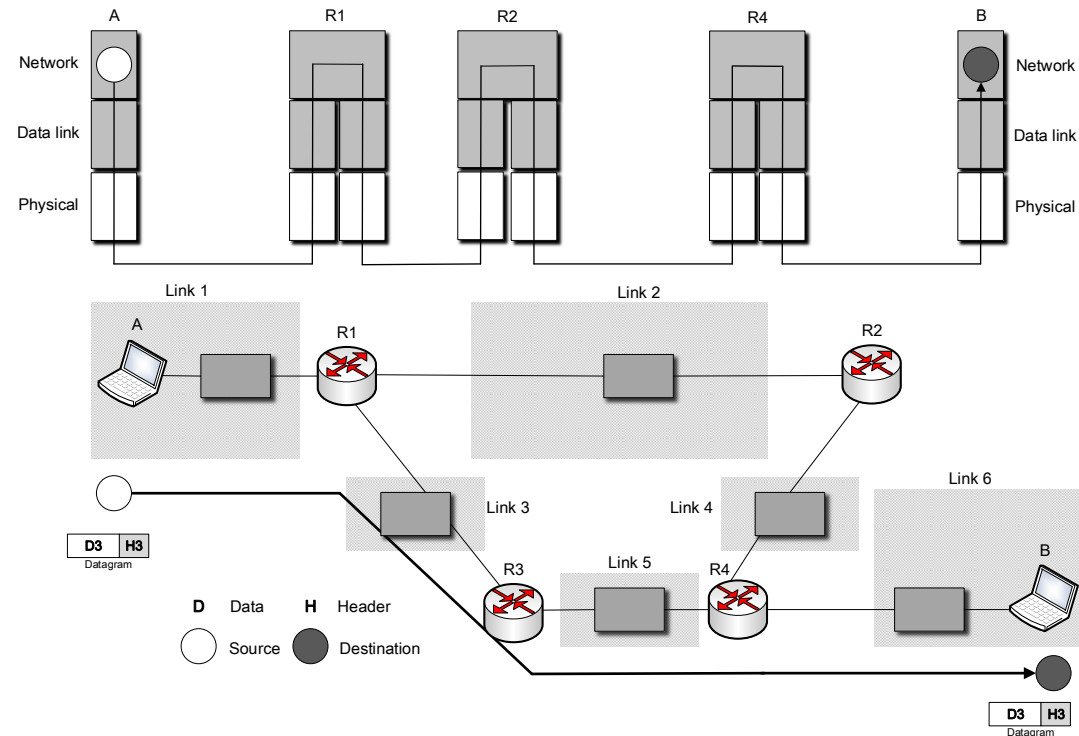
- 네트워크 계층 (1/2)

- 정의

- 인터넷 프로토콜(IP, Internet Protocol)을 활용하는 전송 메커니즘

- 특징

- end-to-end 통신 수행
 - 라우터는 주로 패킷의 목적지 IP 주소를 확인하여 경로를 설정
 - 대표 프로토콜은 IP
 - 데이터그램(Datagram) 단위 사용



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (6/17)
 - 계층 구조 (4/10)
 - 네트워크 계층 (2/2)
 - IP (Internet Protocol)
 - 네트워크 계층에서 동작하는 비연결형 프로토콜
 - 특징
 - IP 주소를 기반으로 경로를 지정
 - 재전송, 순서 제어 같은 데이터의 신뢰성 기능 미제공
 - 데이터가 손상되었으면 폐기
 - 목적지를 식별하기 위해 IP 주소 사용
 - 전송 계층에서 신뢰성을 확보하기에 데이터를 안정적으로 전달 가능

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (7/17)

- 계층 구조 (5/10)

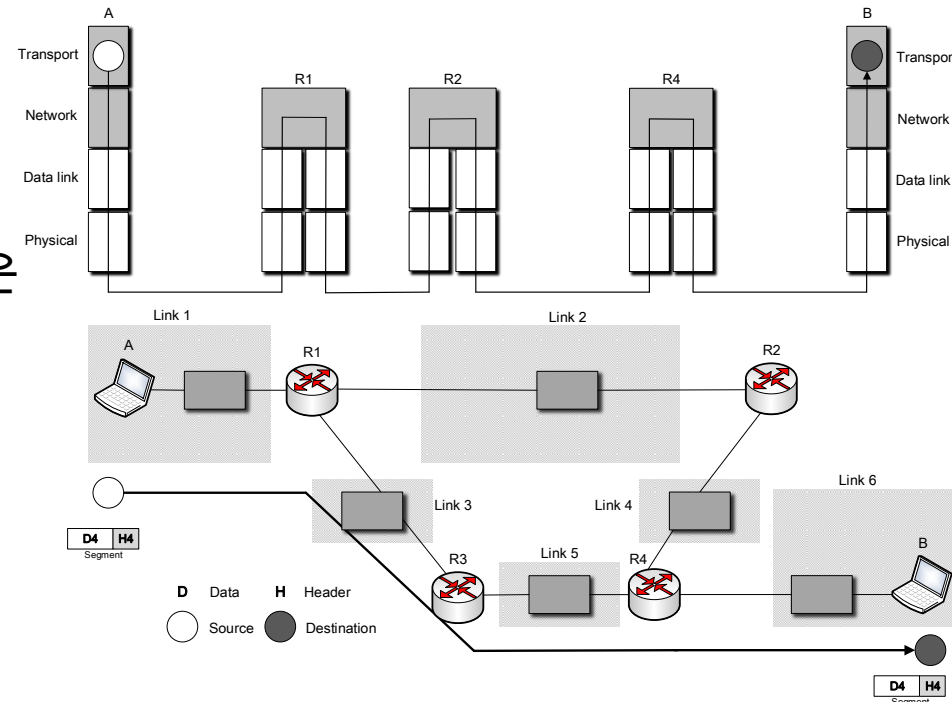
- 전송 계층 (1/4)

- 정의

- 데이터의 오류 검출, 재전송, 순서 제어 등을 통해 신뢰성 있는 전송을 보장하는 계층

- 특징

- 사용자 데이터그램, 패킷, 세그먼트라는 전체 메시지를 전달하는 책임 보유
 - 모든 노드들이 네트워크 계층을 갖는 것은 필요하지만 전송 계층은 두 컴퓨터만 가지고 있어도 동작
 - 대표 프로토콜은 TCP
 - 세그먼트 단위 사용



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (8/17)

*오버헤드(Overhead)

원래 목적의 작업 이외에 추가로 드는 비용
e.g., 시간, 저장 공간, 네트워크 대역폭 등

- 계층 구조 (6/10)

- 전송 계층 (2/4)

- TCP (Transmission Control Protocol)

- 전송 계층에서 동작하는 연결형 프로토콜

- 특징

- 통신 시작 전 논리적 연결 설정

- e.g., 3-Way Handshake

- 패킷이 3계층으로부터 도착하지 않으면 재전송 요구

- 신뢰성 있는 데이터 전달

- 흐름, 혼잡 제어

- 연결 과정과 제어 절차로 인해 *오버헤드 증가

- 안정적인 통신에서 주로 사용

- e.g., 웹페이지

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (9/17)
 - 계층 구조 (7/10)
 - 전송 계층 (3/4)
 - UDP (User Datagram Protocol)
 - 전송 계층에서 동작하는 비연결형 프로토콜
 - 특징
 - TCP에 비해 지연이 낮음
 - 수신 확인 절차 불필요
 - 제어 절차 미존재
 - 헤더가 TCP에 비해 작으므로 오버헤드가 작음
 - UDP 헤더 크기 : 8 바이트
 - TCP 헤더 크기 : 20 ~ 60 바이트
 - 속도와 지연 최소화가 중요한 상황에서 주로 사용
 - e.g., 실시간 게임, 스트리밍

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (10/17)

- 계층 구조 (8/10)

- 전송 계층 (4/4)

- TCP / UDP 비교

구분	TCP	UDP
방식	연결형	비연결형
연결 절차	3-way Handshake 4-way Handshake 등	절차 필요 없음
신뢰성	보장	미보장
오류 제어 알고리즘	체크섬, 재전송 메커니즘, 시퀀스 번호 등	체크섬 메커니즘
혼잡 제어 알고리즘	TCP Reno, TCP Tahoe 등	없음
속도	상대적으로 느림	상대적으로 빠름
헤더 크기	최소 20 바이트	8 바이트
통신 형태	스트림 기반 (데이터를 연속된 바이트 흐름으로 처리)	메시지 기반 (데이터그램 단위 유지)
활용 사례	웹, 이메일, 파일 전송 등	실시간 스트리밍, 온라인 게임 등

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (11/17)

- 계층 구조 (9/10)

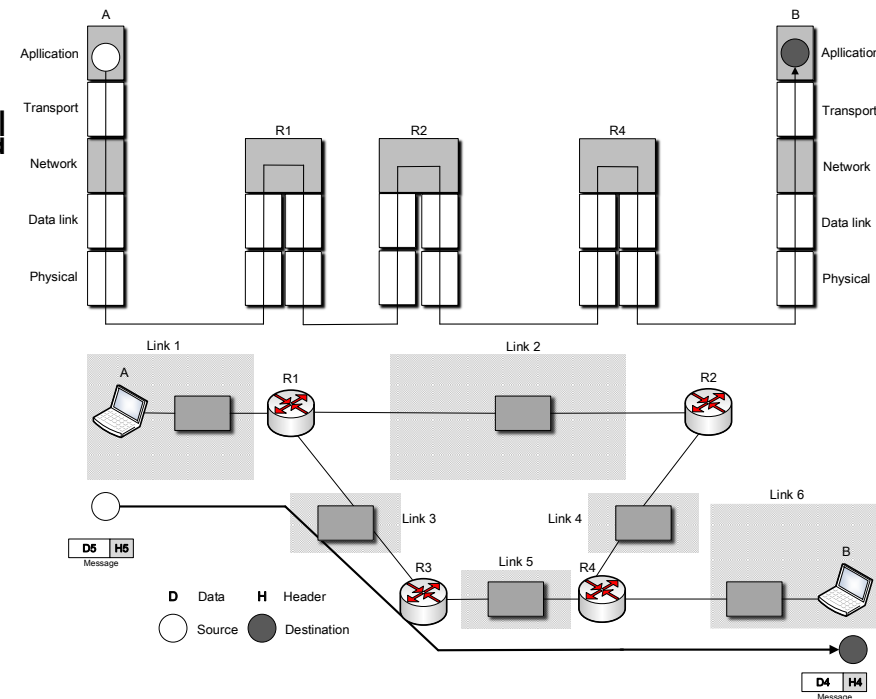
- 응용 계층

- 정의

- 네트워크 서비스와 사용자 간의 연결을 담당하는 계층

- 특징

- 사용자가 사설 인터넷이나 글로벌 인터넷에 접근하는 것을 허용
 - 전자 우편, 파일 전송, 월드 와이드 웹 접속 등 많은 프로토콜이 규정
 - OSI 모델의 세션, 표현, 응용 계층을 합친 것과 동일
 - 대표 프로토콜은 HTTP
 - 메시지 단위 사용



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (12/17)
 - 계층 구조 (10/10)
 - 병목 현상(Bottleneck Phenomenon)
 - 한 경로 상의 특정 링크, 라우터 처리용량이 유입 트래픽을 감당하지 못해 처리 시간이 늘어나는 현상
 - 해결 방안
 - 1계층
 - 장비 및 케이블 교체와 같은 물리적 회선 증설로 해결
 - 2계층
 - 네트워크 분할(VLAN)로 해결
 - 네트워크를 여러 개의 작은 네트워크로 분할
 - 3계층
 - QoS (Quality of Service)을 사용하여 해결
 - 트래픽에 대해 우선순위를 할당
 - 4계층
 - 흐름, 혼잡 제어를 통해 해결

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

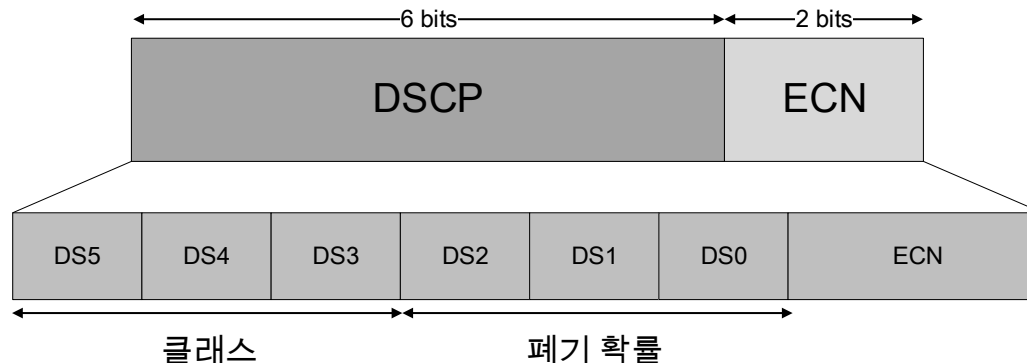
- TCP/IP Protocol Suite (13/17)
- QoS (Quality of Service) (1/5)
 - 개요
 - 네트워크에서 특정 데이터에 우선순위를 부여해서 네트워크 자원 (대역폭, CPU 등)을 배분하여 트래픽에 필요한 성능(지연, 대역폭 등)을 보장하는 메커니즘
 - 특징
 - 2계층부터 7계층까지 종합적으로 작동하여 안정적인 서비스 품질 보장

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (14/17)
- QoS (Quality of Service) (2/5)
 - 2계층에서의 QoS
 - 물리적인 네트워크(LAN, Wi-Fi) 내에서 트래픽의 우선순위를 결정
 - 스위치나 무선 AP 같은 장비에서 처리
 - CoS (Class of Service)
 - 유선 LAN 환경에서 사용
 - 이더넷 프레임의 VLAN 태그 안에 있는 3비트의 PCP(Priority Code Point) 필드를 사용하여 8단계 우선순위 지정
 - WMM (Wi-Fi Multimedia)
 - 무선 LAN(Wi-Fi) 환경에서 사용
 - 데이터를 음성(Voice), 비디오(Video), 최선형(Best Effort), 배경(Background) 4가지 카테고리로 나누어 중요한 데이터가 무선 채널을 먼저 점유하도록 지정

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (15/17)
- QoS (Quality of Service) (3/5)
 - 3계층에서의 QoS
 - DiffServ(Differentiated Services)
 - 네트워크 장비가 들어오는 패킷을 어떤 그룹(Class)에 넣을지 결정
 - 그룹을 바탕으로 우선순위 배정
 - 트래픽을 종류별로 구분하기 위한 라벨
 - 각 비트에 2진수로 순서를 표현
 - IPv4 패킷 헤더 안에 있는 8비트 DS (Differentiated Services) 필드, IPv6는 Traffic Class 필드의 앞 6비트를 사용하여 64개의 클래스를 표현
 - 뒤 2비트는 ECN (Explicit Congestion Notification)으로 혼잡 상태 표현



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- TCP/IP Protocol Suite (16/17)
- QoS (Quality of Service) (4/5)
 - 4계층에서의 QoS
 - 종단 시스템(PC, 서버 등)간의 안정적인 데이터 전송 보장
 - 프로토콜 자체에 QoS를 위한 메커니즘이 내장
 - TCP(Transmission Control Protocol)
 - 흐름 제어 기법을 사용하여 수신 측의 처리 속도에 맞춰 데이터 양 조절
 - 혼잡 제어 기법을 사용하여 데이터 전송 속도를 줄여 네트워크 안정성 유지

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

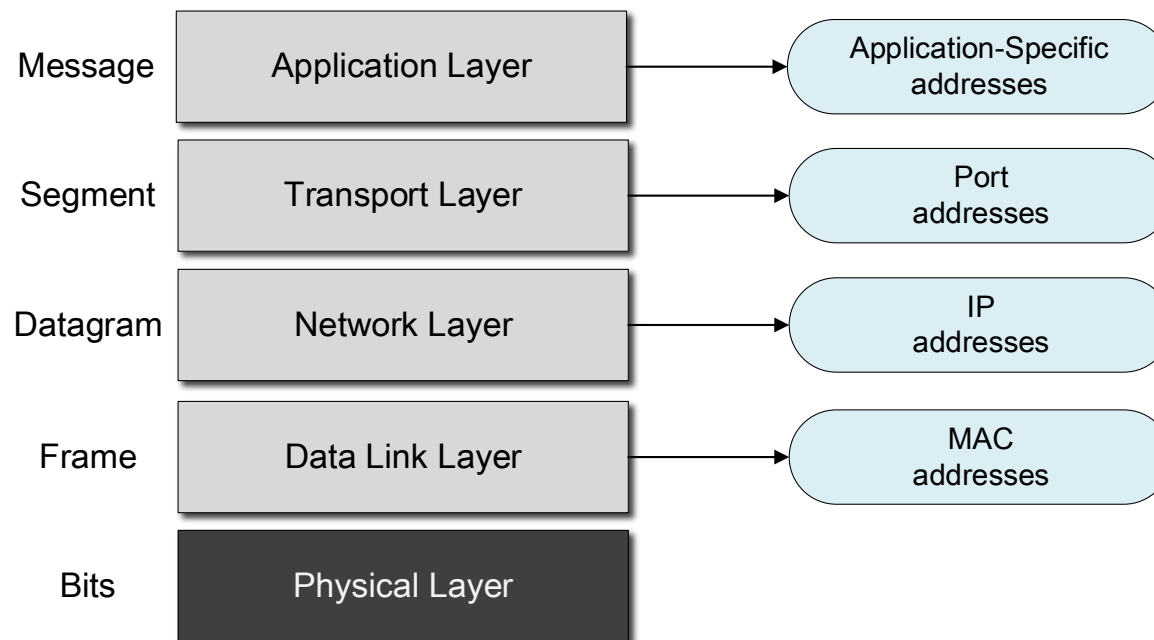
- TCP/IP Protocol Suite (17/17)
- QoS (Quality of Service) (5/5)
 - 응용 계층에서의 QoS
 - RTP (Real-time Transport Protocol)
 - 실시간 전송이 중요한 데이터에 시간 정보와 시퀀스 번호를 부착
 - 수신 측에서 시간 정보와 시퀀스 번호를 바탕으로 순서가 변형된 패킷을 재조립하여 원활한 재생 보장
 - RTCP (RTP Control Protocol)
 - RTP를 통해 전송되는 데이터의 품질을 모니터링하고 세션을 제어
 - 여러 미디어 스트림을 동시에 보낼 때 시간 정보 동기화
 - 세션에 참여하고 있는 사람의 정보 관리
 - 패킷 손실률 확인

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- 계층별 주소 구조 (1/5)

- 종류

- MAC 주소(Media Access Control Address)
- IP 주소(Internet Protocol Address)
- 포트 주소(Port Address)
- 응용 특수 주소(Application Specific Address)



OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- 계층별 주소 구조 (2/5)

- MAC 주소(Media Access Control address)

- 정의

- LAN이나 WAN에서 정의된 노드의 물리적인 구조

- LAN (Local Area Network) : 제한된 지역 내에서 장치들을 연결하는 네트워크

- WAN (Wide Area Network) : 광범위한 지역에 분산되어 있는 근거리 통신망이나 도시권 통신망을 상호 접속하여 형성한 대규모 통신망

- 특징

- 16진수 12자리로 구성된 48비트의 물리 주소 사용

무선 LAN 어댑터 Wi-Fi:

연결별 DNS 접미사 :

설명 : Intel(R) Wi-Fi 6E AX211 160MHz

물리적 주소 : 74-

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- 계층별 주소 구조 (3/5)
 - IP 주소(Internet Protocol address)
 - 정의
 - 기존의 물리적인 네트워크에 관계 없이 각 호스트를 유일하게 식별할 수 있는 전 세계적인 논리적인 구조
 - 특징
 - 32비트 주소 체제를 사용
 - 인터넷상의 두 호스트는 동일한 IP 사용 불가
 - MAC 주소는 라우터를 지나갈 때마다 변경되지만 IP 주소는 같은 상태로 유지

```
링크-로컬 IPv6 주소 . . . . . : fe80:  
IPv4 주소 . . . . . : 192.1
```

정)

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

• 계층별 주소 구조 (4/5)

• 포트 주소

• 정의

- 동시에 발생하는 프로세스들을 사이에서 서로 다른 프로세스를 식별하기 위해 할당된 주소

• 특징

- 포트 주소의 길이는 16비트
 - 0~65,535 범위의 숫자로 표현
- 논리 주소와 마찬가지로 라우터를 지나가도 같은 상태로 유지

```
C:\Users\epahs>netstat -ano | find "ESTABLISHED"
TCP    127.0.0.1:49672    127.0.0.1:49673    ESTABLISHED    4784
TCP    127.0.0.1:49673    127.0.0.1:49672    ESTABLISHED    4784
TCP    127.0.0.1:49674    127.0.0.1:49675    ESTABLISHED    4784
TCP    127.0.0.1:49675    127.0.0.1:49674    ESTABLISHED    4784
TCP    127.0.0.1:49722    127.0.0.1:49723    ESTABLISHED    1656
TCP    127.0.0.1:49723    127.0.0.1:49722    ESTABLISHED    1656
TCP    127.0.0.1:49724    127.0.0.1:49725    ESTABLISHED    2080
TCP    127.0.0.1:49725    127.0.0.1:49724    ESTABLISHED    2080
TCP    127.0.0.1:49726    127.0.0.1:49727    ESTABLISHED    4936
TCP    127.0.0.1:49727    127.0.0.1:49726    ESTABLISHED    4936
TCP    127.0.0.1:58349    127.0.0.1:58350    ESTABLISHED    22728
TCP    127.0.0.1:58350    127.0.0.1:58349    ESTABLISHED    22728
TCP    192.168.50.4:49520  4.213.25.241:443    ESTABLISHED    4980
TCP    192.168.50.4:60995  121.53.203.203:443  ESTABLISHED    22728
```

이름	상태	PID	7% CPU	59% 메모리
앱 (8)				
> Google Chrome(12)			0.2%	349.7MB
> HWP 2022(32비트)		13296	0.1%	242.4MB
> KakaoTalk(32-bit)(32비트)		22728	0.1%	74.2MB
> Microsoft PowerPoint		19364	0.3%	259.1MB

OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜

- 계층별 주소 구조 (5/5)

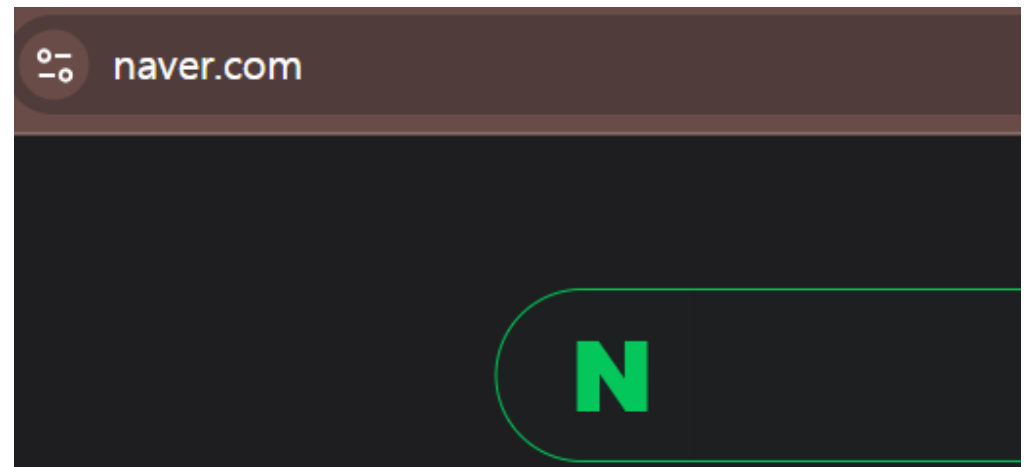
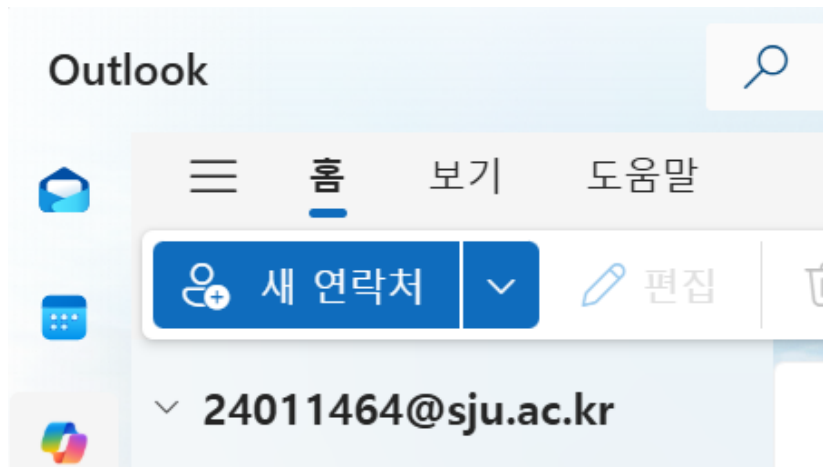
- 응용 특수 주소

- 정의

- 특정한 목적을 위해 예약되거나 고정적으로 사용되는 포트 번호 또는 주소

- 특징

- 특정 애플리케이션 계층 프로토콜에 종속됨
 - e.g., 전자우편 주소, URL (Uniform Resource Locator)



목 차

- 인터넷
- OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜
- 기반 기술

기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (1/27)

• 정의

- 제한된 지역에서 독립적인 장치들이 서로 통신할 수 있게 하는 데이터 통신 네트워크

*링(Ring)

노드들이 일방향 또는 양방향으로 연결되어 순환하는 구조

• 종류

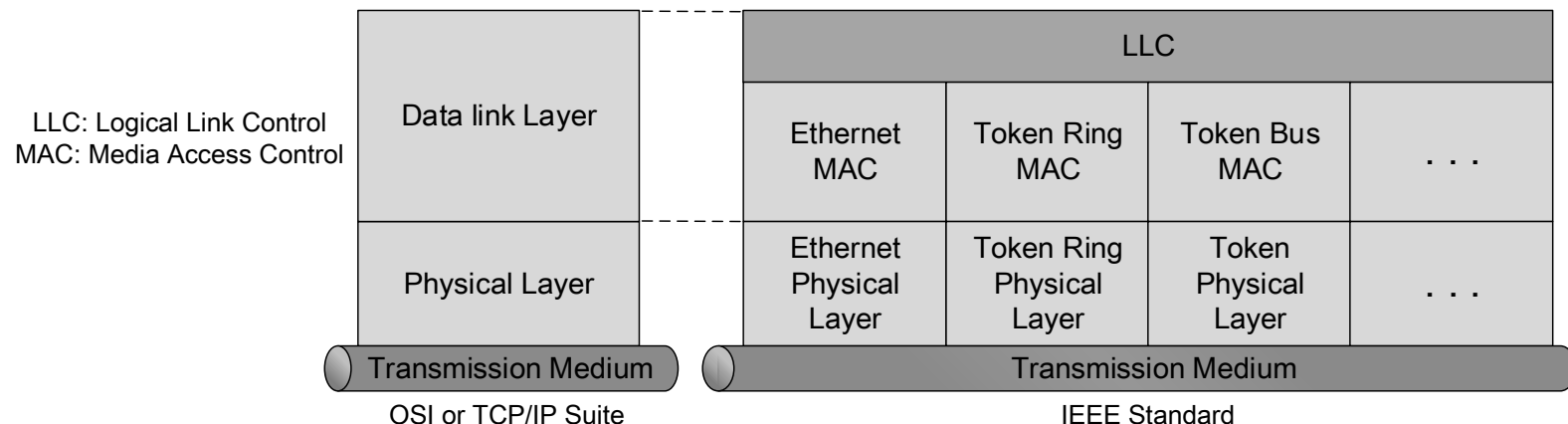
- 이더넷(Ethernet)
 - 현재 가장 널리 사용되는 LAN 방식
- 토큰 링(Token Ring)
 - 순차적으로 토큰을 전달해서 통신 순서 결정
- 토큰 버스(Token Bus)
 - 논리 순서에 따라 토큰을 전달하며 통신 순서 결정
- FDDI (Fiber Distributed Digital Interface)
 - 광섬유 기반 고속 LAN 기술
 - 데이터 전송용 *링, 장애 대비용 링을 기반으로 동작

기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (2/27)

• IEEE 802 표준

- 여러 제조업자들이 만든 장치들 간 상호 통신이 가능하게 하는 표준 제정
- 물리 계층과 데이터 링크 계층의 기능들을 규정
- 데이터 링크 계층을 LLC와 MAC라는 2개의 부계층으로 분리
 - LLC (Logical Link Control, 논리 링크 제어)
 - MAC (Media Access Control, 매체 접근 제어)
- 서로 다른 LAN 프로토콜에 대해 여러 개의 물리층 표준 제정



기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (3/27)

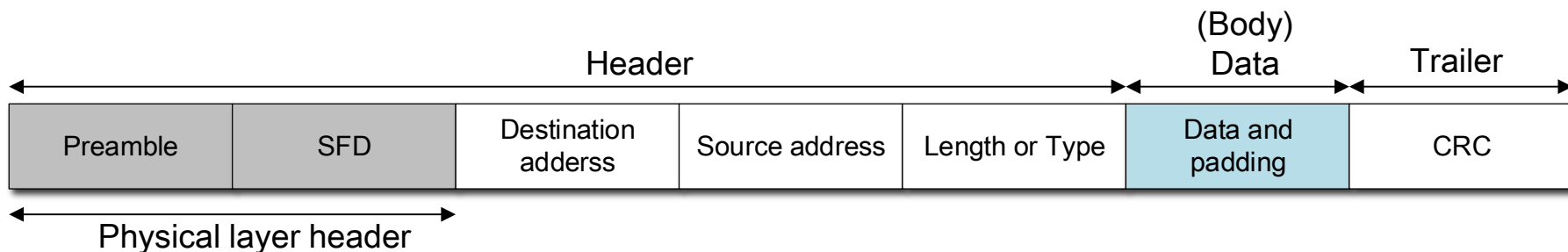
• 프레임

• 개요

- 네트워크에서 데이터를 전송하고 식별하기 위해 고정된 형식
- LAN에서 보내지는 패킷

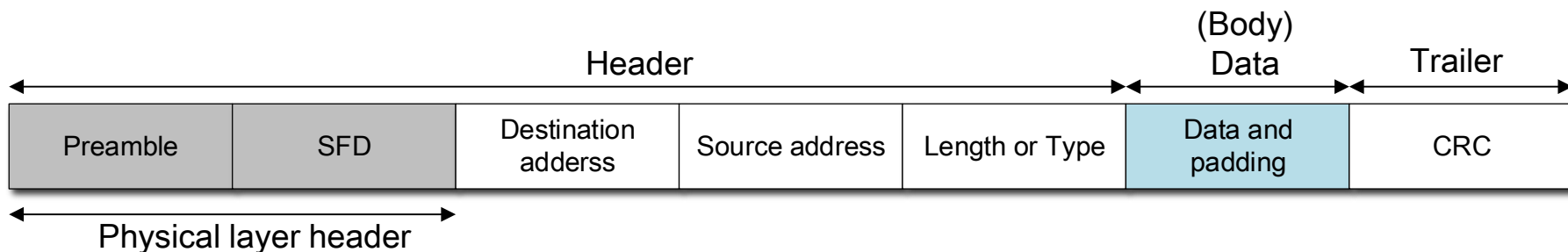
• 특징

- 형식이 올바르지 않으면 프레임을 무시하거나 폐기
- 7개의 필드로 구성



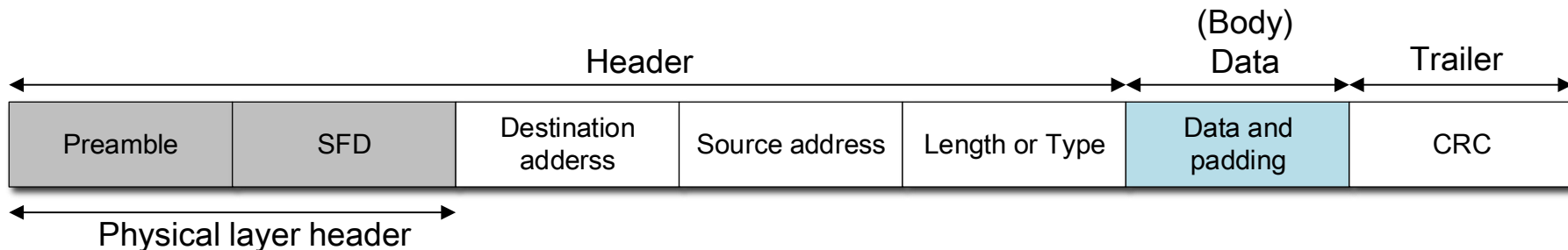
기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (4/27)
 - 프레임-형식 (1/5)
 - 서문(Preamble)
 - 물리 계층 헤더
 - 0과 1을 반복하는 7바이트 값
 - 시스템이 들어오는 프레임을 수신, 입력 타이밍을 조정
 - 시작 프레임 식별자(SFD, Start Frame Delimiter)
 - 물리 계층 헤더
 - 프레임의 두 번째 필드이자 시작
 - 마지막 두 비트는 다음 필드가 목적지 주소임을 고지



기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (5/27)
- 프레임-형식 (2/5)
 - 목적지 주소(DA, Destination Address)
 - 6바이트 값을 가짐
 - 패킷을 수신하는 목적지 장비의 MAC 주소가 포함
 - 발신지 주소(SA, Source Address)
 - 6바이트 값을 가짐
 - 패킷 송신자의 MAC 주소가 포함



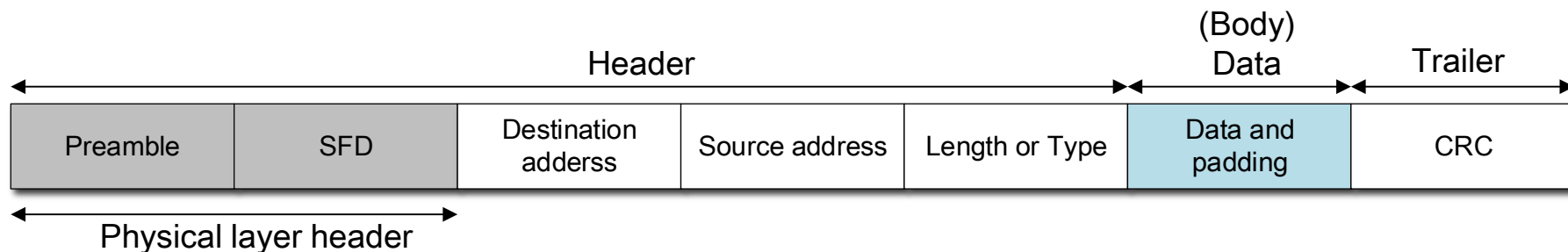
기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (6/27)

• 프레임-형식 (3/5)

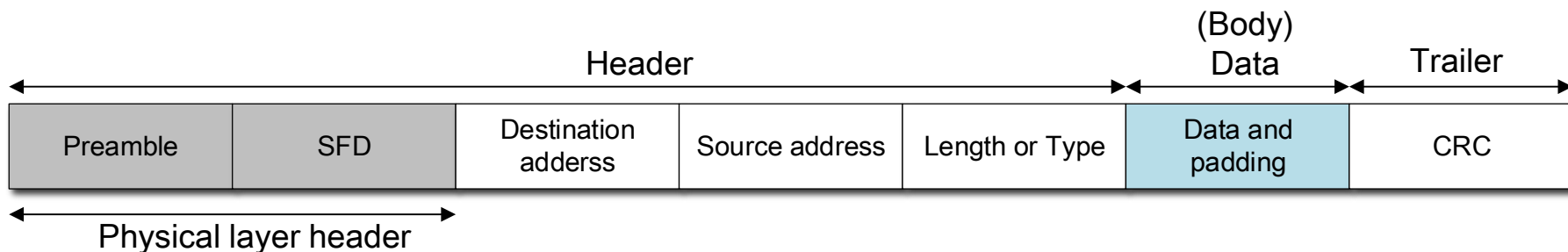
• 길이 또는 유형(Length or Type)

- 이더넷에선 MAC 프레임을 이용한 상위 계층 프로토콜을 표시
- IEEE 표준에선 데이터 필드에 있는 2바이트의 수를 길이로 표시
 - 길이 값의 범위는 0부터 65,565
- 값이 1500 이하일 경우 Length로 해석
 - 이 필드 뒤에 오는 MAC 클라이언트 데이터의 바이트 수를 나타냄
- 값이 1536 이상일 경우 Type으로 해석
 - 뒤에 오는 상위 프로토콜의 종류를 나타냄
- 그 사이 값은 Length와 Type을 구분하기 위한 범위
 - 1501~1535의 값을 가지면 오류라고 판단



기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (7/27)
- 프레임-형식 (4/5)
 - 데이터(Data)
 - 상위 계층 프로토콜로부터 캡슐화된 데이터 전달
 - 최소 46바이트 최대 1500바이트
 - 프레임의 길이가 최소 기준보다 작으면 임의의 데이터인 패딩(Padding) 추가
 - CRC (Cyclic Redundancy Checking)
 - 마지막 필드로 오류 검출 정보를 포함



기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (8/27)
- 프레임-형식 (5/5)
 - CRC (Cyclic Redundancy Checking)
 - 전송 시 CRC-32 동작 과정
 1. 데이터 뒤에 0을 32개 추가
 2. 확장된 비트열을 $*G(x)$ 로 이진 나눗셈(XOR) 시행
 3. 나머지(32비트)를 원래 데이터 뒤에 추가
 4. 계산 후 한 비트 오른쪽으로 이동하며 반복
 - 수신 시 CRC-32 동작 과정
 1. 수신한 전체 비트열을 같은 $G(x)$ 로 나눗셈 시행
 2. 나머지가 0이면 오류 없음
 3. 만약 나머지가 0이 아니면 프레임 폐기

$*G(x)$ (제너레이터 다항식)

CRC에서 사용하는 고정된 이진 다항식

여기선 $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1$

기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (9/27)

• 주소 지정 (1/3)

• 주소 표기

- 16진수 표기법(Hexadecimal Notation)으로 표현
- 바이트 단위를 콜론(:)으로 구분
- 6바이트(48비트)의 크기

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 = 12 hexadecimal digits = 48 bits



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

이더넷 MAC 주소

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (10/27)

- 주소 지정 (2/3)

- 유니캐스트 주소

- 목적지 주소의 첫 번째 바이트의 최하위 비트가 0인 주소

- e.g., 74 : 13 : EA : A6 : B0 : EE (74는 2진수로 나타내면 01110100)

- 멀티캐스트 주소

- 목적지 주소의 첫 번째 바이트의 최하위 비트가 1인 주소

- e.g., 01 : 00 : 5E : 00 : 00 : 01 (01은 2진수로 나타내면 00000001)

- 브로드캐스트 주소

- 목적지 주소 48비트가 모두 1

- e.g., FF : FF : FF : FF : FF : FF (FF는 2진수로 11111111)

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (11/27)
 - 주소 지정 (3/3)
 - 예제 3.1

다음 목적지 주소의 유형을 나타내라

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

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

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

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

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (12/27)

- 이더넷

- 정의

- LAN에서 데이터를 프레임 단위로 전송하기 위해 사용되는 데이터 링크 계층의 표준 프로토콜

- 종류

- 표준 이더넷(Standard Ethernet)
 - 초기 이더넷 표준, 전송 속도는 최대 10 Mbps
 - 고속 이더넷(Fast Ethernet)
 - 표준 이더넷보다 10배 빠른 100 Mbps 제공
 - 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet)
 - 최대 1 Gbps의 전송 속도를 가지는 이더넷 표준
 - 10기가비트 이더넷(10 Gigabit Ethernet)
 - 최대 10 Gbps의 전송속도를 제공하는 최신 이더넷 표준

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (13/27)
- 표준 이더넷 (1/6)
 - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
 - 정의
 - 데이터를 전송할 때 충돌을 방지하기 위해 전송 매체의 상태를 확인하는 방식
 - 특징
 - 전송 전에 네트워크의 사용 여부를 확인하여 충돌을 방지
 - 충돌 가능성을 줄일 순 있으나 전파 지연 때문에 없애는 건 불가능

기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (14/27)

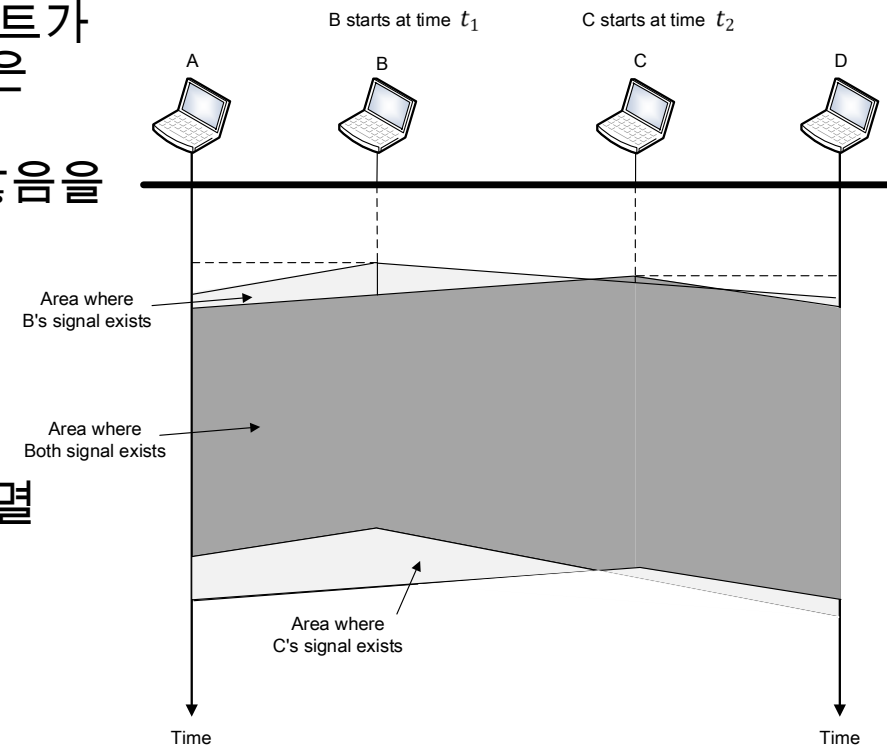
• 표준 이더넷 (2/6)

• CSMA/CD (1/4)

• 전파 지연(Propagation Delay)에 의한 충돌 가능성 예시

- 장비가 프레임을 보낼 때 첫 번째 비트가 모든 지점에 도달할 때까지 매우 짧은 시간일지라도 시간이 걸림

1. t_1 에서 B는 매체가 사용되고 있지 않음을 알고 프레임을 전송
2. 아직 B로부터 오는 첫 번째 비트가 C에 도착하지 않았기 때문에 t_2 에서 C는 매체가 사용하고 있지 않음을 알고 프레임을 전송
3. 두 신호가 충돌되고 양 프레임이 소멸



기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (15/27)

• 표준 이더넷 (3/6)

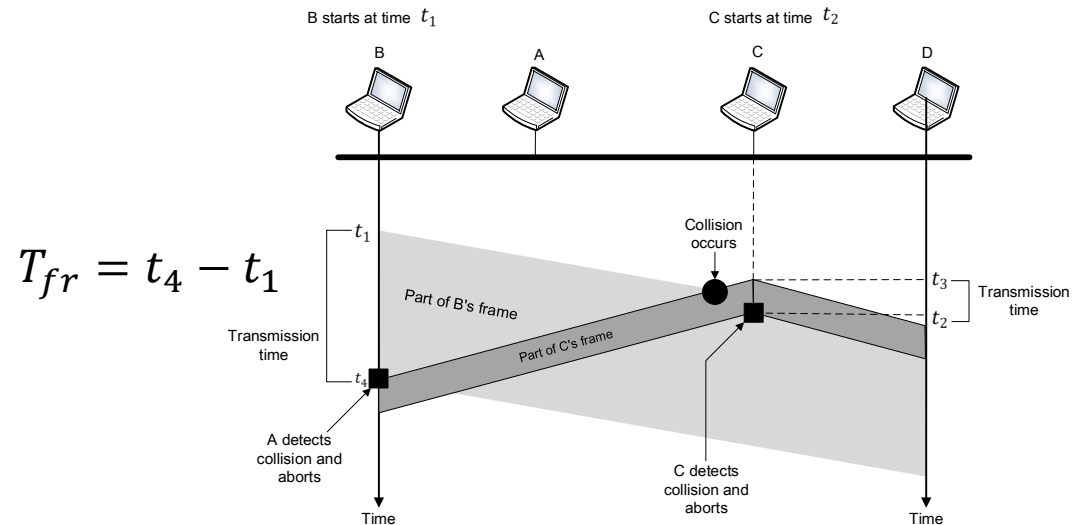
- CSMA/CD (2/4)

- **충돌 탐지| 예시**

1. t_1 에서 B가 프레임 비트들을 전송
 2. t_2 에서 C는 아직 B가 보낸 첫 번째 비트를 감지하지 못하고 자신의 비트 전송
 3. C는 B의 첫 번째 비트를 받을 때인 t_3 에서 충돌을 탐지하고 전송 중지
 4. B는 C의 첫 번째 비트를 받을 때인 t_4 에서 충돌을 탐지하고 전송 중지
- ∴ 최악의 상황을 대비해 프레임 전송시간 T_{fr} 은 적어도 *최대 전파시간 T_p 의 2배가 되어야 함

 ${}^*T_p(\text{최대 전파 시간})$

네트워크 내에서 가장 멀리 떨어진 두 노드 간 신호가 전파 매체를 통해 전달되는 데 걸리는 가장 긴 시간

 $\frac{d_{max}}{v}$ 로 계산되며 상황마다 값이 다름

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (16/27)
 - 표준 이더넷 (4/6)
 - CSMA/CD (3/4)
 - 예제 3.3

표준 이더넷에서 최대 전파 시간(T_p)이 $25.6 \mu s$ 라면 프레임의 최소 길이는 얼마인가?

- 풀이
 - 프레임 전송 시간은 $T_{fr} = 2 \times T_p = 51.2 \mu s$
 - 표준 이더넷 10 Mbps에서 프레임의 최소 길이는 $10 \text{ Mbps} \times 51.2 \mu s = 512 \text{ bit}$

∴ 프레임의 최소 길이는 64바이트

기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (17/27)

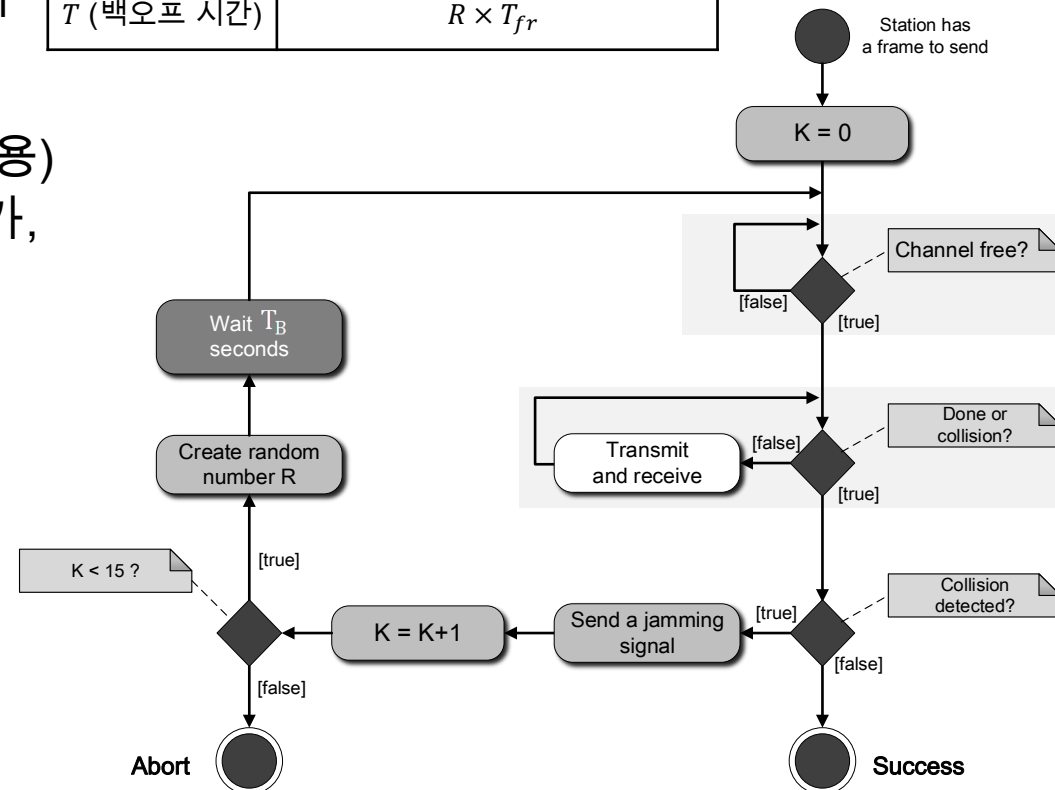
• 표준 이더넷 (5/6)

• CSMA/CD (4/4)

• 충돌 처리 절차

1. 프레임을 보내기 전 채널의 사용여부 확인
2. 장비는 연속적으로 동시에 전송 및 수신(다른 포트 사용)
3. 재전송 시도 횟수(K)를 증가, 임의의 시간동안 대기
4. 루프를 벗어날 때 충돌이 탐지되지 않는다면 전송이 완료되었음을 의미

T_{fr}	프레임의 평균 전송 시간
K	전송 시도 횟수
R	$0 \sim 2^k - 1$ 사이의 임의의 값
T (백오프 시간)	$R \times T_{fr}$



기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (18/27)

• 표준 이더넷 (6/6)

• 구현

• 10 Base-X

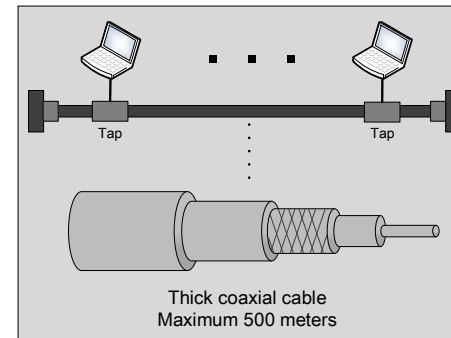
- 10은 데이터 전송률인 10 Mbps
- Base는 베이스밴드(디지털) 신호
- X는 100미터단위의 케이블의 최대 길이

- e.g., X=5 이면 500m
X=2 이면 185m

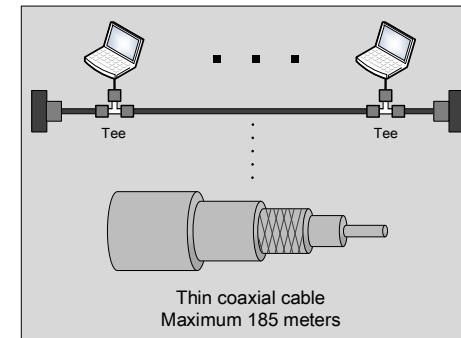
• T는 비차폐 꼬임쌍선

- 두 개의 구리선을 꼬아서 만든 선
- 하나는 송신, 하나는 수신용

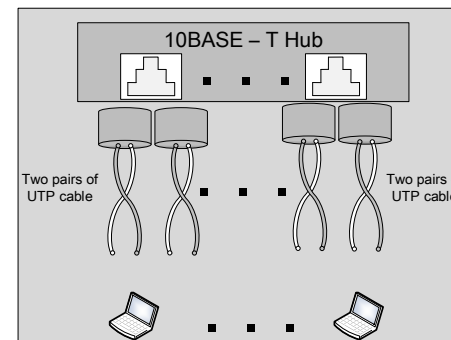
• F는 광섬유



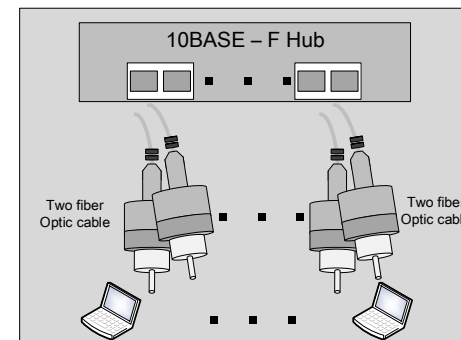
A. 10BASE5



B. 10BASE2



C. 10BASE-T



D. 10BASE-F

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

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (19/27)
- 고속 이더넷(Fast Ethernet) (1/3)
 - 개요
 - 광채널을 이용하여 LAN 프로토콜을 달성하기 위해 설계
 - 특징
 - 표준 이더넷과 완전하게 호환되지만 전송률이 100 Mbps로 데이터를 10배 더 빠르게 전송 가능
 - 표준 이더넷과 동일한 48비트 주소를 사용
 - 표준 이더넷과 동일한 프레임 형식을 사용
 - 표준 이더넷과 동일한 최소, 최대 프레임 길이를 사용

기반 기술

• 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (20/27)

• 고속 이더넷(Fast Ethernet) (2/3)

• MAC 부계층

• 개요

- *버스형 접속형태는 폐기, 성형 접속형태(전이중, 반이중)만 유지
 - 전이중 접근에서 연결은 교환기를 통해 연결
 - 반이중 접근에서 지국은 허브를 통해 연결
- 표준 이더넷과 호환성을 가지도록 CSMA/CD를 유지

• 자동 협정(Autonegotiation)

• 개요

- 이더넷 장치끼리 연결될 때 서로 지원하는 최고 속도 및 통신 방식을 자동으로 설정하는 기술

• 특징

- 호환성 없는 장치 간 연결 허용
 - e.g., 최대 성능이 10 Mbps 인 장치가 100 Mbps의 성능을 갖는 장치와 통신 가능
- 하나의 장치가 다중 기능을 갖는 것을 허용

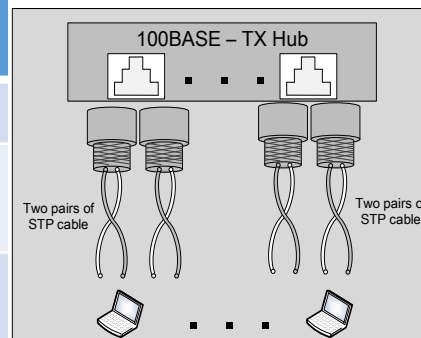
*Bus Topology

하나의 긴 테이블에 여러 지국이 공유 케이블에 연결하여 사용한 방식

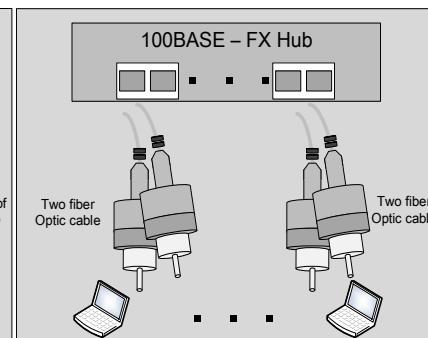
기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (21/27)
 - 고속 이더넷(Fast Ethernet) (3/3)
 - 구현
 - 두 선 구현
 - 차폐 꼬임쌍선 케이블(100 Base-TX)
 - 광섬유 케이블(100 Base-FX)
 - 네 선 구현
 - 비차폐 꼬임쌍선 케이블(100 Base-T4)

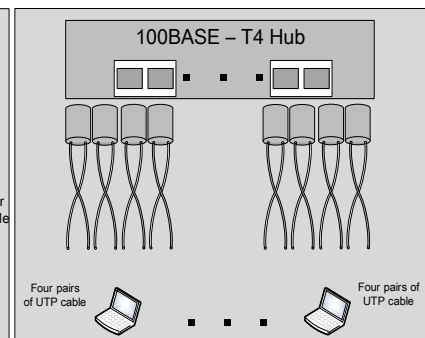
Character-istics	100 BASE-TX	100 BASE-FX	100 BASE-T4
Media	STP	Fiber	UTP
Number of wires	2	2	4
Maximum length	100 m	100 m	100 m



A. 100BASE-TX



B. 100BASE-FX



C. 100BASE-T4

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (22/27)
- 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (1/4)
 - 개요
 - 높은 데이터 전송률에 대한 요구로 전송률 1000Mbps의 기가비트 이더넷 프로토콜이 개발
 - IEEE에선 표준 802.3z 라고 명명
 - 특징
 - 데이터 전송률 1 Gbps로 업그레이드
 - 표준, 고속 이더넷과 호환성 보유
 - 표준 이더넷과 같은 48비트 사용
 - 표준 이더넷과 같은 프레임 형식과 최소 최대 길이 유지
 - 고속 이더넷에서 규정된 자동절충 지원

기반 기술

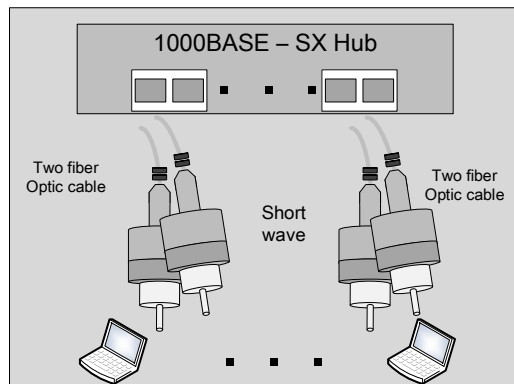
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (23/27)
- 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (2/4)
 - MAC 부계층
 - 개요
 - 데이터 링크 계층의 하위 계층으로 네트워크 매체에 접근하고 데이터를 프레임 단위로 전송하는 부계층
 - 전이중 모드
 - 모든 컴퓨터나 교환기들로 연결된 중앙 교환기 존재
 - 전이중 모드에서 충돌은 존재하지 않음(CSMA/CD 미사용)
 - 케이블의 최대 길이가 신호 왜곡에 의해 결정

기반 기술

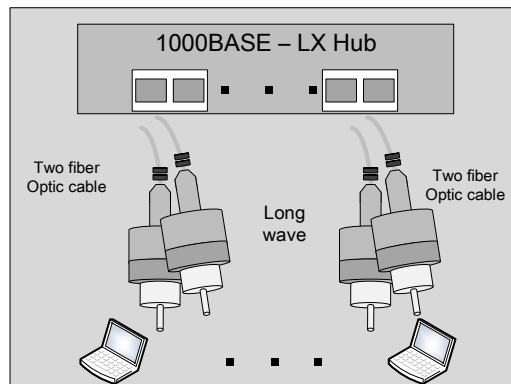
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (24/27)
- 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (3/4)
 - MAC 부계층
 - 반이중 모드
 - 기가비트 이더넷에서도 지연시간은 여전히 존재해 CSMA/CD 을 사용하면 충돌이 일어날 가능성 존재
 - 해결 방안
 - 전통적(Traditional) 방법
 - 전통적 이더넷(512 비트)만큼 최소 프레임 길이 유지
 - 반송파 확장(Carrier Extension)
 - 최소 프레임 길이를 4096비트로 증가
 - 프레임 버스팅(Frame Bursting)
 - 각 프레임을 확장하는 대신 다중 프레임을 전송

기반 기술

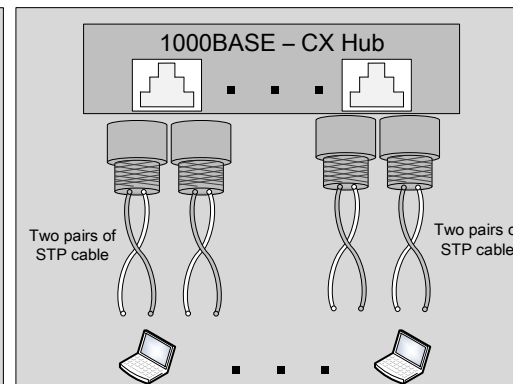
- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (25/27)
- 기가비트 이더넷(Gigabit Ethernet) (4/4)
 - 구현



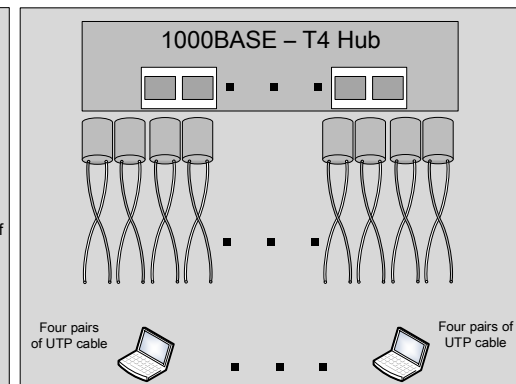
A. 1000BASE-SX



B. 1000BASE-LX



C. 1000BASE-CX



C. 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) (26/27)
- 10 기가비트 이더넷 (1/2)
 - 개요
 - IEEE는 표준 802.3ae라는 10 기가비트 이더넷을 발명
- 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(MAN)이나 광역통신망(WAN)과 상호연결
 - 이더넷이 프레임 중계와 ATM 같은 기술과 호환성을 갖게 설정

기반 기술

- 유선 근거리 통신망(Local Area Network) (27/27)
- 10 기가비트 이더넷 (2/2)
 - 구현
 - 전이종 모드에서만 동작

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	10,000m	40,000m

기반 기술

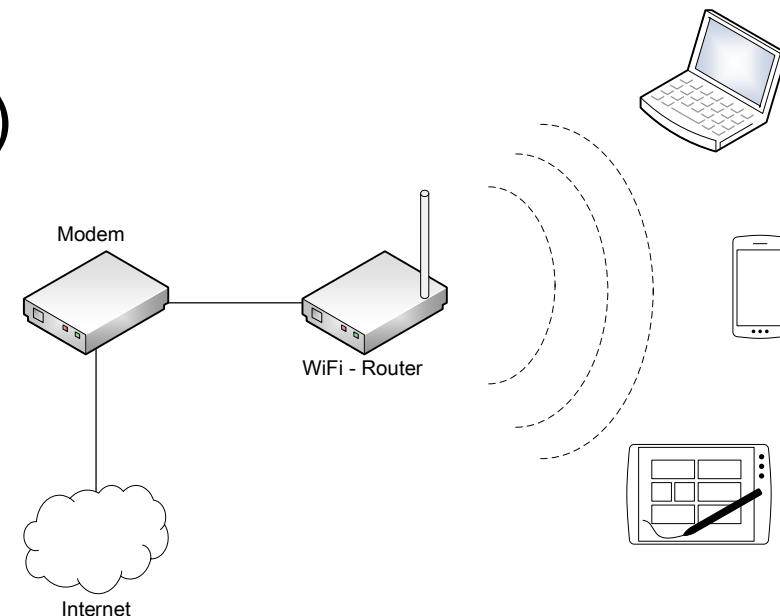
- 무선(Wireless) LAN (1/27)

- 정의

- 물리적 케이블 없이 무선 신호로 근거리 장치들 간에 데이터를 전송하는 네트워크

- 종류

- Wi-Fi(IEEE 802.11)
- 블루투스(Bluetooth) (IEEE 802.15)



기반 기술

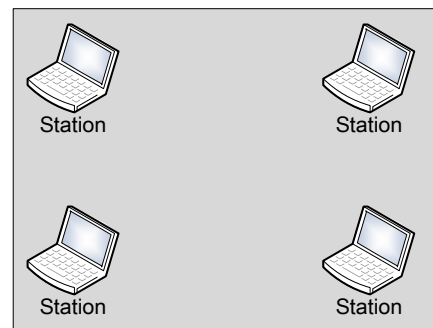
- 무선 LAN (2/27)

- 무선 이더넷 (1/22)

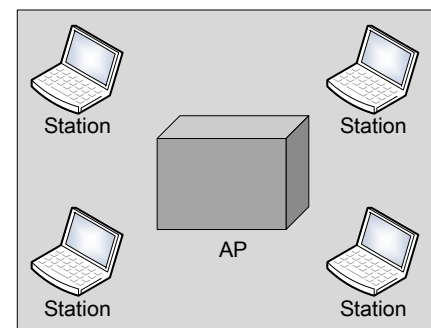
- 구조

- 기본 서비스 집합 (BSS, Basic Service Set)

- 고정되거나 이동하는 무선 지국과 액세스 포인트(AP, Access Point)로 알려진 선택적 중앙 기지국으로 구성됨
 - AP가 없는 BSS는 독립실행형(Stand Alone)네트워크이고 다른 BSS에 데이터를 전송할 수 없음
 - 이를 애드혹(Ad hoc)구조라고 함
 - 이러한 구조에서 지국(Station)들은 AP가 필요 없는 네트워크를 형성할 수 있음
 - 지국들은 BSS의 일부분으로 서로 다른 위치에 놓일 수 있음
 - AP가 있는 BSS를 기반구조(Infrastructure)라고도 함



Ad hoc network (BSS without an AP)



Infrastructure (BSS with an AP)

기반 기술

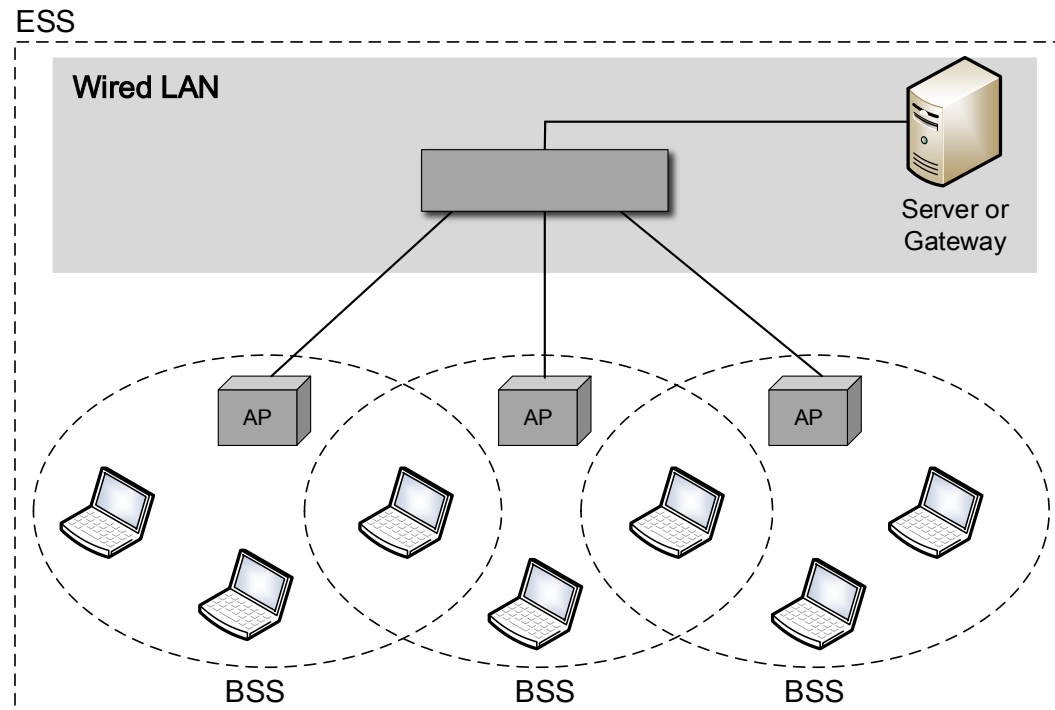
- 무선 LAN (3/27)

- 무선 이더넷 (2/22)

- 구조

- 확장 서비스 집합(ESS, Extended Service Set)

- AP를 가지고 있는 두 개 이상의 BSS로 구성됨
 - 유선 LAN(Wired LAN)을 통해 연결됨



기반 기술

- 무선 LAN (4/27)
- 무선 이더넷 (3/22)
 - 구조
 - 확장 서비스 집합(ESS, Extended Service Set)
 - 교집합 영역에 있어도 동시에 두 AP에는 연결 불가능
 - 장비가 최근 연결된 AP를 유지하다 신호 품질이 임계값 아래로 내려가면 핸드오버 진행
 - 현재 AP와의 연결을 종료하고 동일한 ESS 안의 다른 AP에 연결되는 과정
 - 장비가 다중 무선 칩/인터페이스를 탑재한 경우 다중 연결 가능
 - 장비가 Multi-Link 기능을 사용할 때에도 여러 AP와 동시에 연결 가능

기반 기술

- 무선 LAN (5/27)
- 무선 이더넷 (4/22)
 - 지국 유형
 - 개요
 - 무선 LAN에서 이동성(Mobility)을 기반으로 세 가지 유형을 규정
 - 비전이(No-Transition)이동성 지국
 - 고정이거나 한 BSS내에서만 이동
 - BSS 전이(BSS-Transition)이동성 지국
 - 하나의 BSS에서 다른 BSS로 이동이 가능하지만 동일한 ESS 내에서만 가능
 - ESS 전이(ESS-Transition)이동성 지국
 - 하나의 ESS에서 다른 ESS로 이동 가능

기반 기술

- 무선 LAN (6/27)

*숨겨진 지국 문제

무선 네트워크에서 두 장치가 서로의 신호를 감지하지 못해 동시에 데이터를 전송하는 문제

- 무선 이더넷 (5/22)

- MAC 부계층

- PCF (Point Coordination Function), CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 가 있지만 구현이 복잡하고 호환이 잘 되지 않아 대부분 CSMA/CA 만 사용

- CSMA/CA

- 무선 LAN에서는 CSMA/CD 구현이 어렵기 때문에 고안된 방식
 - 지국들 간의 거리가 매우 길 경우에 신호 감쇄현상으로 한쪽 끝에 있는 지국이 다른 쪽 끝에서 일어나는 충돌을 못 듣는 경우가 발생
 - 전력이 낮아 데이터 송신과 충돌 신호 수신을 동시에 못 하는 경우가 발생
 - *숨겨진 지국 문제로 인하여 충돌을 탐지하지 못 하는 경우가 발생

기반 기술

- 무선 LAN (7/27)

*ACK(ACKnowledgment)

통신 과정에서 데이터 또는 메시지를 성공적으로 수신했음을 알리는 신호

- 무선 이더넷 (6/22)

- CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) (1/8)

- 무선 환경에서 데이터 전송 시 발생할 수 있는 충돌을 사전에 방지하기 위해 사용되는 네트워크 프로토콜
 - 동작 흐름
 - DIFS (Distribute Inter-Frame Space)
 - 새로운 전송을 시작하기 전 반드시 기다려야 하는 간격
 - 응답 프레임(*ACK, *CTS 등) 같은 급한 프레임이 먼저 지나가도록 우선 순위를 부여
 - SIFS (Short Inter-Frame Space)
 - 응답을 보내기 전 대기해야 하는 가장 짧은 간격
 - 수신 측의 즉답 응답에 사용
 - 송신자의 전송이 끝나면 수신자가 응답하게 하여 지연과 충돌 최소화

기반 기술

- 무선 LAN (8/27)
- 무선 이더넷 (7/22)
 - CSMA/CA (2/8)
 - 동작 흐름
 - RTS (Ready To Send)
 - 데이터를 보내기 전 채널을 예약하기 위한 짧은 프레임
 - 송신자 RTS를 AP가 들으면 CTS를 주변에 알려 NAV를 세팅
 - 큰 프레임이 충돌나는 것을 보호
 - CTS (Clear To Send)
 - 예약된 시간 동안 데이터를 보내라는 응답 제어 프레임
 - RTS를 듣지 못한 노드도 CTS를 듣고 NAV를 설정
 - NAV (Network Allocation Vector)
 - 예약된 채널에서 다른 장비가 송신하지 못하도록 하는 타이머

기반 기술

- 무선 LAN (9/27)
- 무선 이더넷 (8/22)
 - CSMA/CA (3/8)
 - 동작 흐름
 - B (Backoff Counter)
 - 전송을 시도할 때 무선 매체가 한꺼번에 붐비지 않도록 무작위로 뽑는 정수
 - 랜덤 지연을 주어 동시 발사 확률 감소
 - T_B (Backoff Time)
 - 실제 대기 시간
 - $B \times \text{*SlotTime}$ 으로 계산

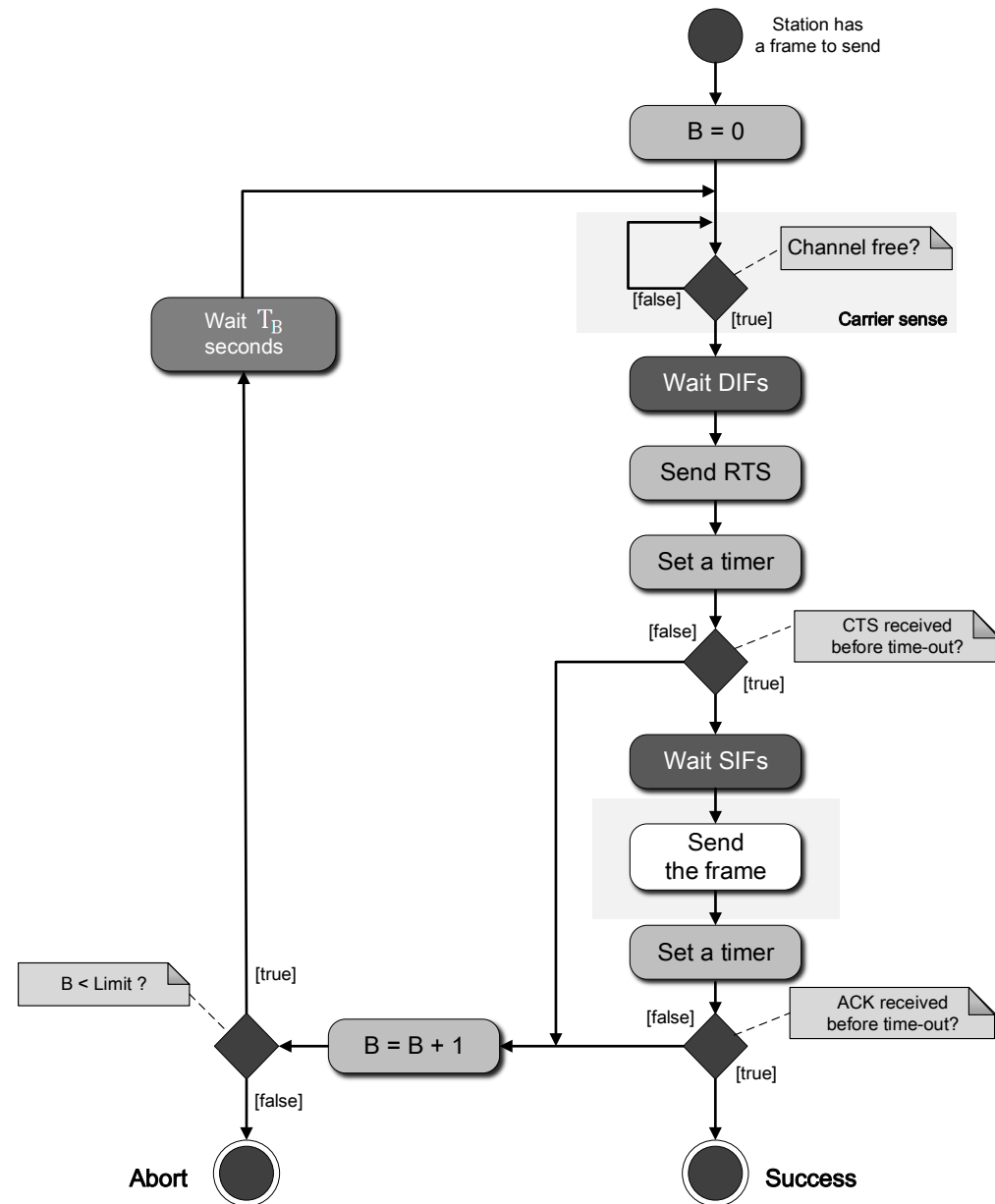
*SlotTime

충돌을 탐지할 수 있는 최소 안정 단위 시간
물리 계층 특성에 따라 표준에서 결정

기반 기술

- 무선 LAN (10/27)
 - 무선 이더넷 (9/22)
 - CSMA/CA (4/8)
 - 동작 흐름

B	백오프 변수(충돌 시 재전송을 위한 임의의 변수)
T_B	백오프 시간(랜덤 지연 시간)
DIFS (Distributed Inter Frame Space)	분산 간격 대기 시간 (프레임 전송 전 대기 시간)
SIFS (Short Inter Frame Space)	ACK 전송 등 우선순위가 높은 대기 시간
RTS (Ready To Send)	전송 요청
CTS (Clear To Send)	전송 허가



기반 기술

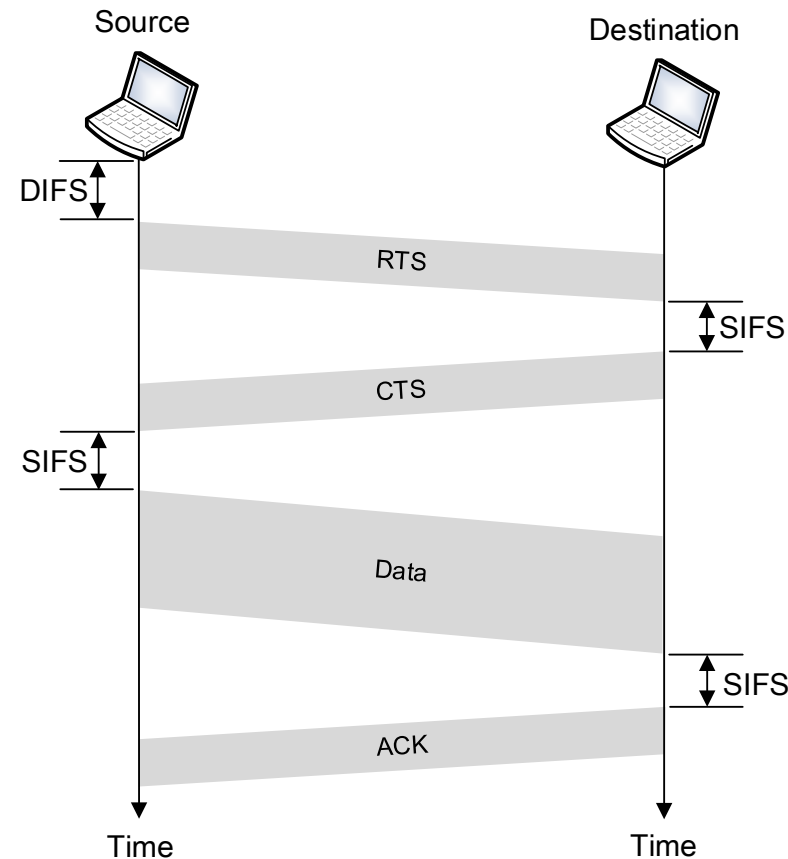
- 무선 LAN (11/27)

- 무선 이더넷 (10/22)

- CSMA/CA (5/8)

- 프레임 교환 시간선

1. 송신자는 프레임을 보내기 전 채널이 사용 가능한지 확인
2. DIFS 시간 동안 대기
3. 채널이 비어 있다면 RTS 프레임을 수신자에게 전송
4. 수신자는 RTS 프레임을 수신 후 송신자에게 CTS 전송
5. 송신자는 CTS 프레임을 수신 후 SIFS 시간 동안 대기
6. 송신자는 데이터 프레임을 수신자에게 전송
7. 수신자는 SIFS 시간 만큼 대기한 후 ACK 전송



기반 기술

- 무선 LAN (12/27)
- 무선 이더넷 (11/22)
 - CSMA/CA (6/8)
 - 네트워크 할당 벡터(NAV, Network Allocation Vector)
 - 개요
 - 충돌을 회피할 방법으로 한 지국이 접근권한을 가지고 있어 다른 지국들이 전송할 데이터를 뒤로 미루게 하는 방법
 - 과정
 1. 송신자가 RTS 프레임을 보낼 때 채널 점유에 필요한 시간을 포함해 전송
 2. 전송에 영향을 받는 모든 지국은 NAV 생성
 3. 새로운 송신자가 시스템에 접근하고 RTS를 전송할 때마다 다른 지국은 NAV시작, 채널 사용 유무를 확인하기 전에 NAV 타이머가 끝났는지 검사

기반 기술

- 무선 LAN (12/27)

*백오프 (Backoff)

충돌을 방지하거나 충돌 후 재전송을 조절하기 위해 사용하는 대기 메커니즘

- 무선 이더넷 (11/22)

- CSMA/CA (7/8)

- 네트워크 할당 벡터(NAV, Network Allocation Vector)

- 핸드셰이킹 주기(Handshaking Period)에서의 충돌

- 둘 이상의 지국에서 같은 시간에 RTS를 전송할 때 충돌 가능성 발생
 - 충돌을 감지할 수 있는 방법이 없어서 CTS 프레임을 받지 못하면 충돌이 발생했다고 가정
 - *백오프(Backoff)전략을 사용해 방지

기반 기술

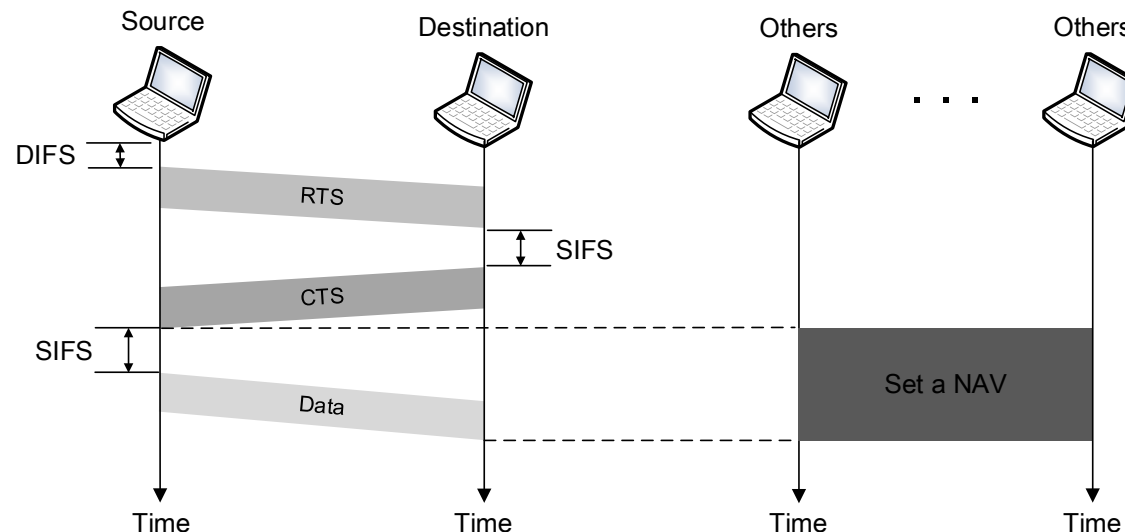
- 무선 LAN (13/27)

- 무선 이더넷 (12/22)

- CSMA/CA (8/8)

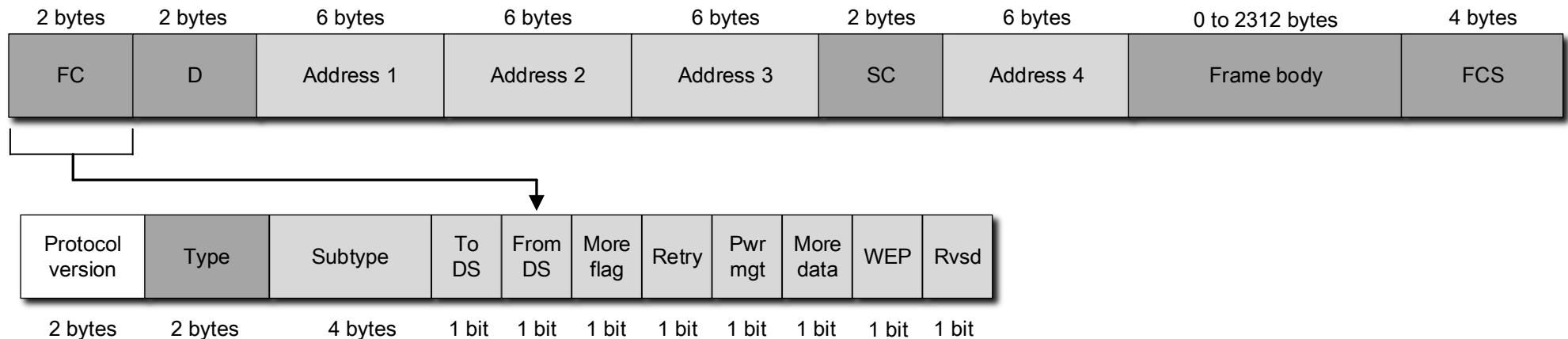
- 네트워크 할당 벡터

1. 다른 장비들은 CTS 수신 시에 CTS에 포함된 시간 타이머 동안 NAV를 설정
2. NAV가 켜진 장비들은 전송 불가
3. 타이머가 종료되면 NAV는 자동으로 소멸



기반 기술

- 무선 LAN (14/27)
- 무선 이더넷 (13/22)
 - 프레임 형식 (1/4)
 - 프레임 제어(FC, Frame Control)
 - 프레임의 종류 및 일부 제어 정보 정의
 - 기간(D, Duration)
 - 한 유형을 제외하고 NAV 값을 설정하는데 사용되는 전송 기간 정의
 - 주소(Addr., Address)
 - 6바이트 길이의 주소 필드가 4개 존재



기반 기술

- 무선 LAN (15/27)

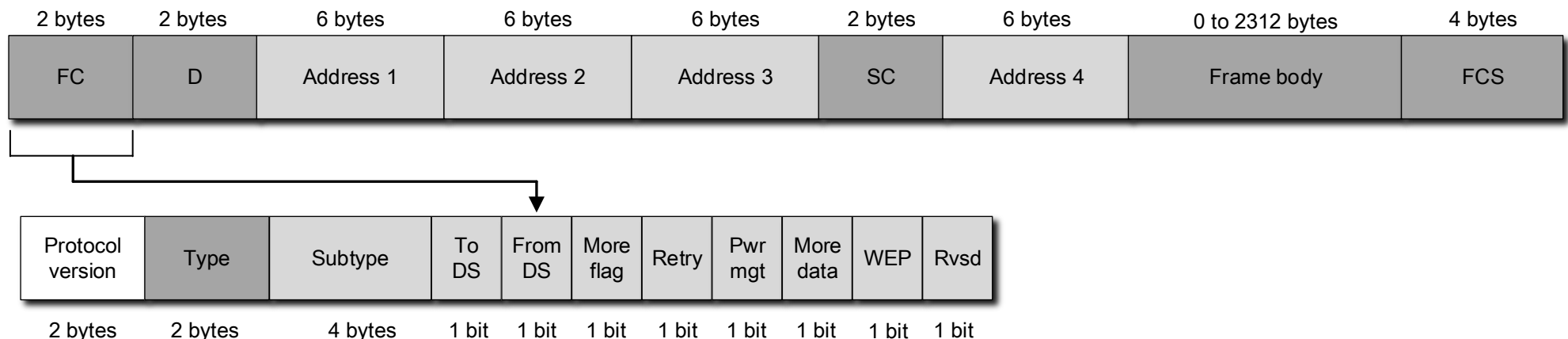
- 무선 이더넷 (14/22)

- 프레임 형식 (2/4)

- 순서 제어(SC, Sequence Control)
 - 흐름 제어에 사용되는 프레임의 순서 번호 정의
 - 프레임 몸체(FB, Frame Body)
 - FC 필드의 유형과 *부유형에서 정의한 정보 포함
 - 프레임 체크 시퀀스(FCS, Frame Check Sequence)
 - 4바이트 길이로 CRC-32 오류 검출 순서 포함

*부유형 (Subtype)

FC 필드 안에서 프레임의 세부 유형을 정하는 데이터



기반 기술

- 무선 LAN (16/27)

- 무선 이더넷 (15/22)

- 프레임 형식 (3/4)

- 프레임 제어(FC)의 세부 필드 (1/2)

*부유형 (Subtype)

FC 필드 안에서 프레임의 세부 유형을 정하는 데이터

필드	기능	설명
Version	버전 표기	현재 00으로 설정
Type	프레임의 유형을 결정	관리(00), 제어(01), 데이터(10), 예약(11)
Subtype	Type에 따라 정의되는 세부 유형	-
To DS	전송 방향 표시	DS로 향함(1), DS로 향하지 않음(0)
From DS	수신 방향 표시	DS에서 장비로 향함(1), DS에서 온 것이 아님(0)
More fla	조각 여부	뒤에 더 많은 조각이 있으니 기다려야 함(1)

기반 기술

- 무선 LAN (17/27)

*부유형 (Subtype)

FC 필드 안에서 프레임의 세부 유형을 정하는 데이터

- 무선 이더넷 (16/22)

- 프레임 형식 (4/4)

- 프레임 제어(FC)의 세부 필드 (2/2)

필드	기능	설명
Retry	재전송 표시	이전에 보낸 프레임 재전송(1)
Power Management	절전 모드 여부	송신자가 절전 모드로 들어감(1)
More data	추가 데이터 여부	수신자에게 전송할 데이터가 더 있음(1)
WEP	암호화 방식 활용 여부	프레임이 암호화되어 있음(1)
Order	순서보장 여부	수신 측은 상위 계층에 순서대로 전달해야함(1)

기반 기술

- 무선 LAN (18/27)

- 무선 이더넷 (17/22)

- 프레임 유형

- 관리 프레임(Management Frame)

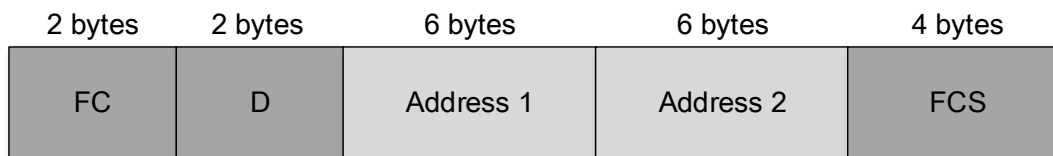
- 지국들과 접근점 간에 초기 통신에 사용

- 제어 프레임(Control Frame)

- 채널에 접근하고 프레임을 확인응답하는 데 사용

- 데이터 프레임(Data Frame)

- 데이터와 제어 정보를 보내는 데 사용



RTS



CTS or ACK

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

기반 기술

- 무선 LAN (19/27)
- 무선 이더넷 (18/22)
 - 주소체계(Addressing Mechanism)
 - FC 필드의 To DS와 From DS 2개의 플래그 값에 따라 네 가지 경우 정의
 - 같은 단말기끼리 직접 통신할 때 사용되는 경우
 - 단말이 무선 공유기로 데이터를 보내는 경우
 - 무선 공유기가 단말에게 데이터를 보내는 경우
 - 무선 공유기들끼리 데이터를 주고받는 경우

To DS	From DS	Address 1	Address 2	Address 3	Address 4
0	0	Destination	Source	BSS ID	N/A
0	1	Destination	Sending AP	Source	N/A
1	0	Receiving AP	Source	Destination	N/A
1	1	Receiving AP	Sending AP	Destination	Source

기반 기술

- 무선 LAN (20/27)

- 무선 이더넷 (19/22)

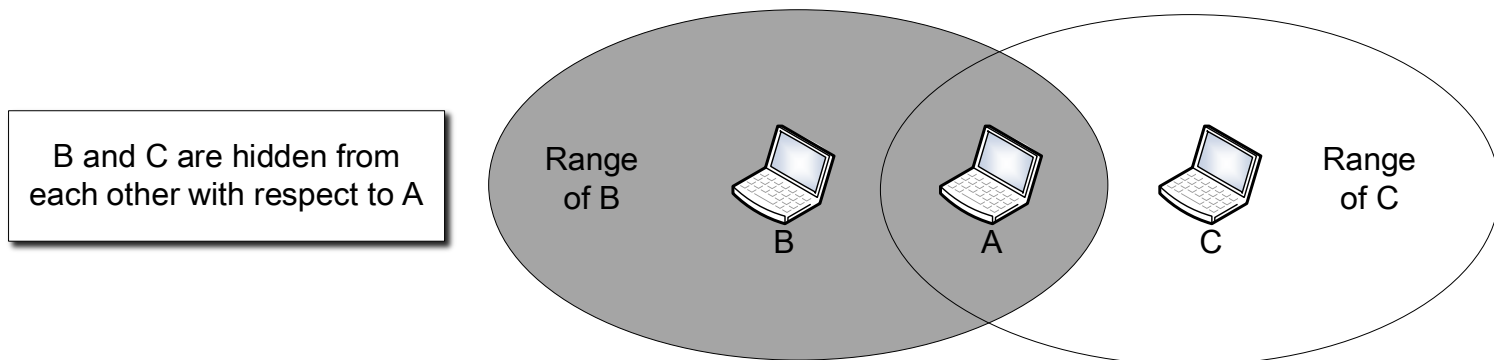
- 숨겨진 지국 문제(Hidden Station Problem) (1/2)

- 정의

- 두 무선 장치가 서로의 존재를 감지하지 못해 동시에 데이터를 전송해 충돌이 발생하는 문제

- 발생 과정 (1/2)

1. B는 A에 데이터를 전송중인 상황
2. C는 B의 영역 밖에 있어서 B가 전송하는 데이터를 수신 불가
3. C는 매체가 사용 중이 아니라고 판단하고 A에게 데이터를 전송
4. A는 B와 C에서 동시에 데이터를 수신해 충돌 발생



기반 기술

- 무선 LAN (21/27)

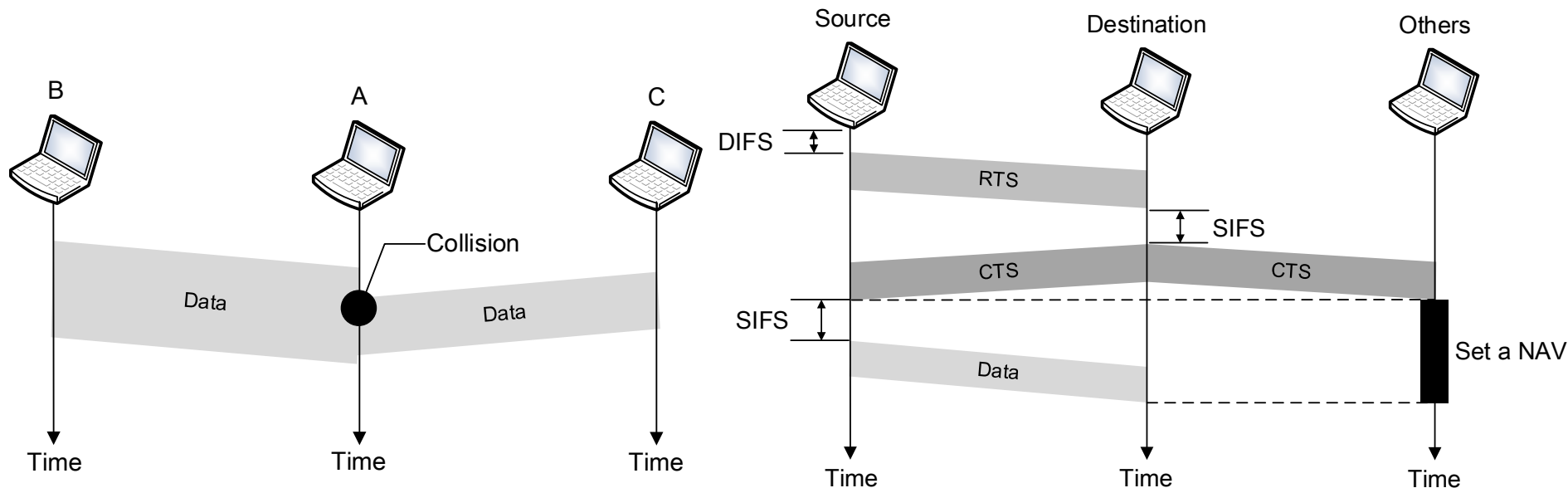
- 무선 이더넷 (20/22)

- 숨겨진 지국 문제(Hidden Station Problem) (2/2)

- 해결 방안

- 핸드셰이크 프레임(RTS, CTS)를 사용하여 방지

- B가 A에게 메시지를 전송, C는 A에게 전송된 CTS 메시지를 보고 충돌 회피



기반 기술

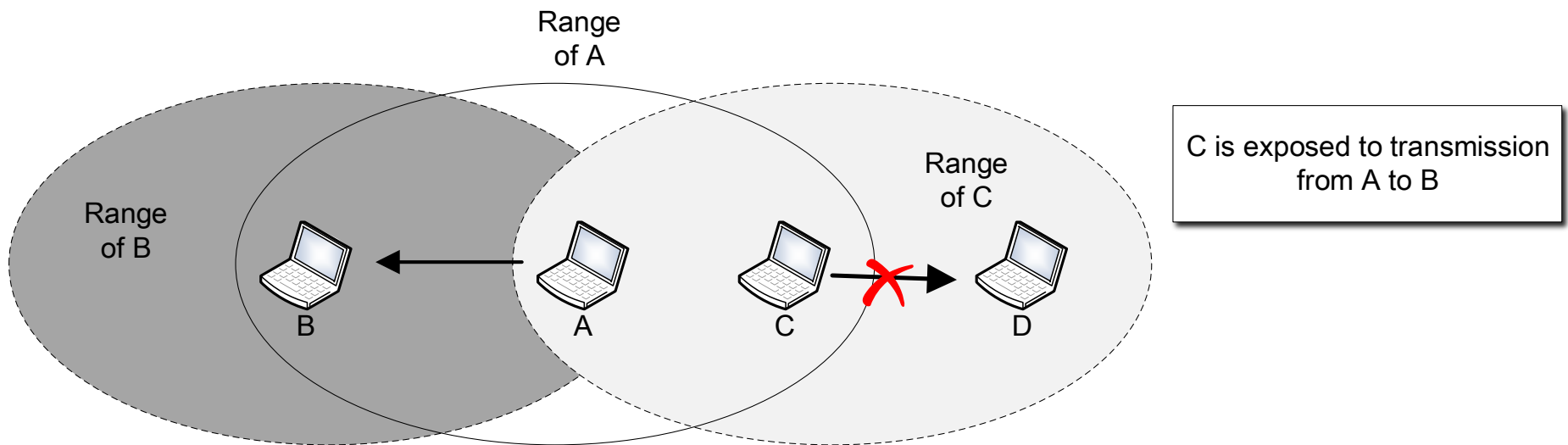
- 무선 LAN (22/27)

- 무선 이더넷 (21/22)

- 노출된 지국 문제(Exposed Station Problem) (1/2)

- 정의

- 한 장치가 데이터 전송을 시작하면 다른 장치가 전송을 감지하고 본인의 전송을 자제하여 채널의 용량이 낭비되는 문제
 - 핸드셰이킹 메시지로 해결 불가



기반 기술

- 무선 LAN (23/27)

*RTS (Ready To Send)
데이터를 보내기 전 채널을
예약하기 위한 짧은 프레임

*CTS (Clear To Send)
예약된 시간 동안 데이터를
보내라는 응답 제어 프레임

- 무선 이더넷 (22/22)

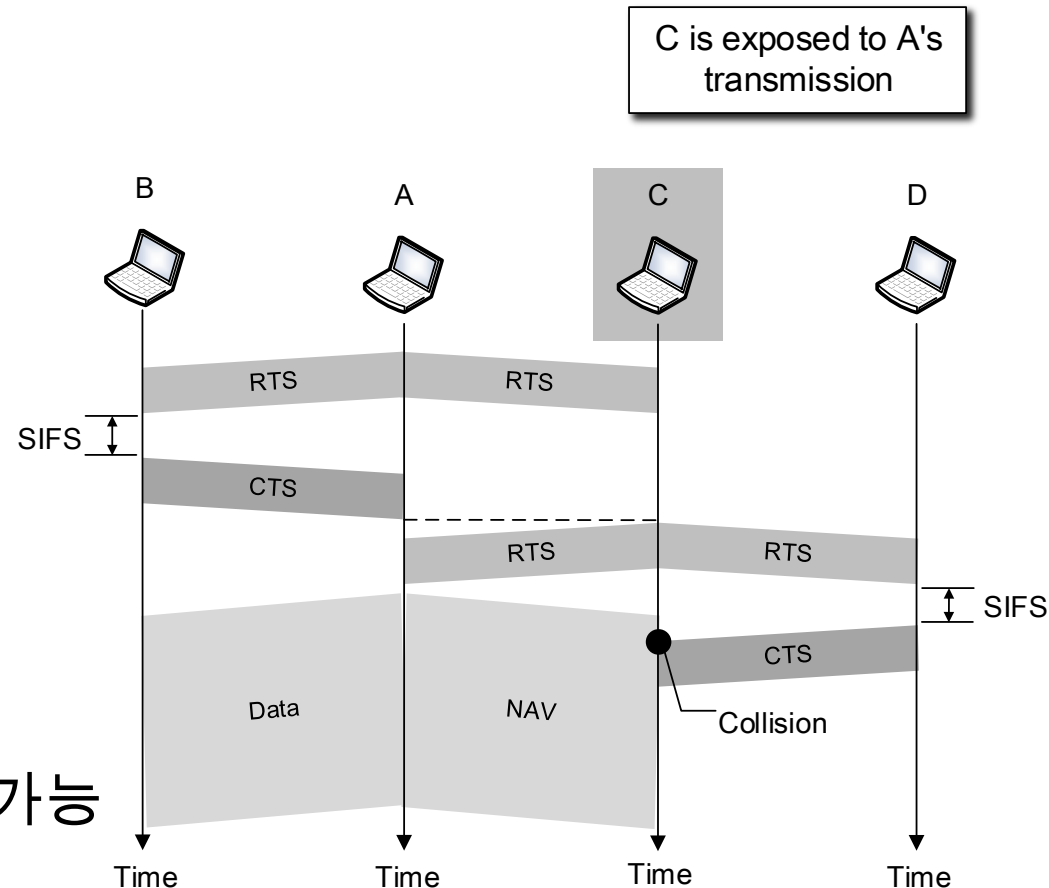
- 노출된 지국 문제(Exposed Station Problem) (2/2)

- 발생 과정

1. A가 B에게 RTS 전송 후,
데이터 전송 시작
2. C는 A의 범위 안에서
*RTS를 감지
3. 이후 C도 D에게
RTS 전송
4. D가 C에게 *CTS를 보내는
과정에서 충돌 발생
5. C의 데이터 전송 실패

- 해결 방안

- 우선순위가 낮은 프레임만
억제되도록 조정하면 완화 가능



기반 기술

- 무선 LAN (24/27)

- 블루투스(Bluetooth) (1/4)

- 정의

- 전화기, 노트북, 컴퓨터 등 서로 다른 장치를 연결하기 위해 설계된 무선 LAN 기술

- 특징

- 네트워크가 자발적으로 형성되는 애드혹(Ad Hoc)구조
 - 가젯(Gadget)이라는 장치들이 서로 찾아 피코넷(Piconet)네트워크 형성
 - 가젯 중 하나가 연결 기능이 있다면 인터넷에 연결 가능
 - IEEE 802.15 표준안으로 규정된 프로토콜 구현

- 구조

- 피코넷(Piconet)
 - 스캐터넷(Scatternet)

기반 기술

- 무선 LAN (25/27)

- 블루투스(Bluetooth) (2/4)

- 피코넷(Piconet)

- 블루투스 기기들이 임시로 만든 네트워크

- 특징

- 지국을 8개까지 보유 가능

- 1개의 주국(Primary), 7개의 종국(Secondary)으로 구성

- 모든 종국은 클럭과 도약 순서를 주국과 동기화

- 클럭(Clock): 통신 시간의 기준, 보통 0.625ms 단위의 타임 슬롯 사용

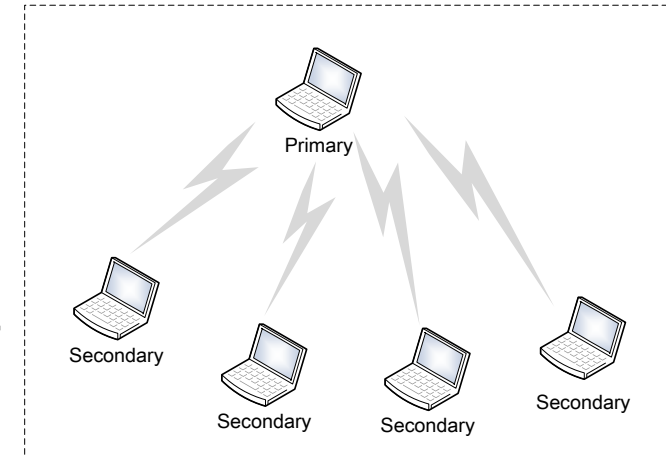
- 도약 순서(Hopping Sequence): 간섭을 피하기 위해 주파수 채널을 빠르게 이동

- 주국과 종국은 일-대-일 혹은 일-대-다 통신을 사용

- 8번째 종국은 머무는 상태(Parked State)로 대기

- 주국과 동기화되지만 통신은 불가능

- 머무는 상태의 종국이 활성화가 되면 활동 중인 종국 하나가 머무는 상태로 전환



기반 기술

- 무선 LAN (26/27)

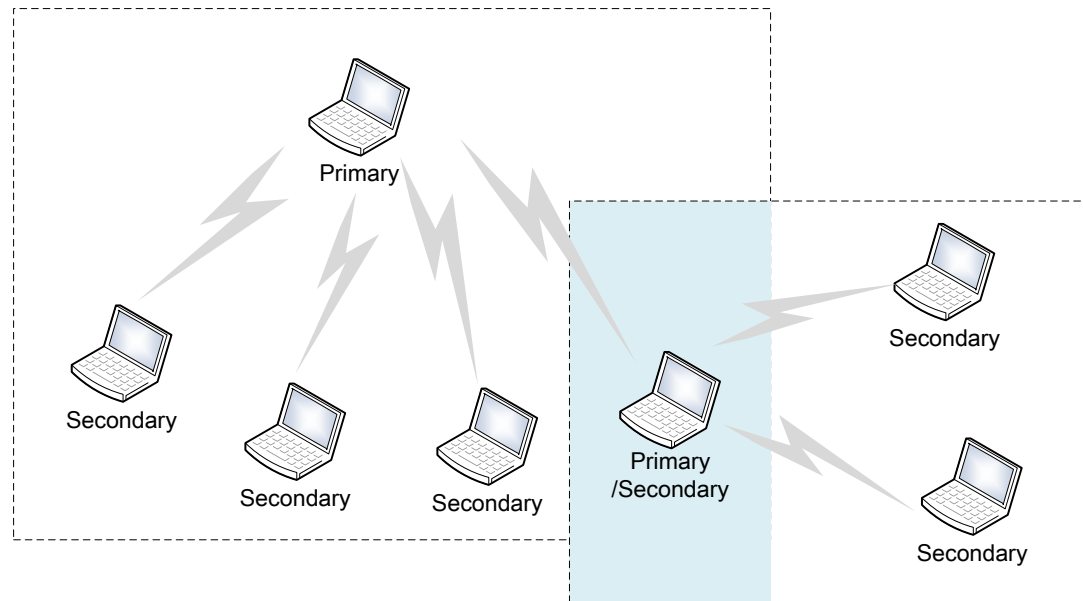
- 블루투스(Bluetooth) (3/4)

- 스캐터넷(Scatternet)

- 두 개 이상의 피코넷으로 구성된 네트워크

- 특징

- 한 피코넷에 있는 종국이 다른 피코넷에서 주국이 될 수 있음
 - 종국으로써 메시지를 전달받고, 주국으로써 메시지를 전달할 수도 있음



기반 기술

- 무선 LAN (27/27)

- 블루투스(Bluetooth) (4/4)

- 프레임 형식 유형

- 접근 코드(Access Code)

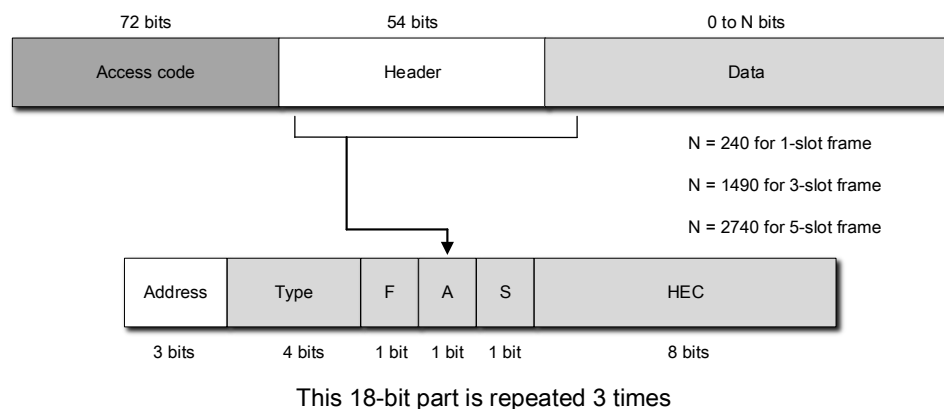
- 동기 비트와 피코넷의 프레임을 다른 피코넷 프레임과 구별하는 식별자

- 헤더(Header)

- 3개의 반복되는 18비트를 보유
 - 수신되는 비트를 비교하여 오류 제어

- 데이터(Data)

- 상위 계층으로부터 오는 데이터나 제어 정보 포함



Header Subfields	설명
Address	1부터 7까지 종국의 주소 정의
Type	상위 계층의 데이터 유형 정의
F	버퍼가 가득 참을 의미하는 필드
A	확인 응답을 위해 사용되는 필드
S	시퀀스 번호를 나타내는 필드
HEC	오류 감지를 위한 체크섬 필드

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (1/32)
 - 정의
 - 전화망과 같은 공중망에서 이용 가능한 회선을 사용하여 두 개의 원격 장치를 연결하는 통신망
 - 종류
 - 전통적 56K 모뎀
 - DSL (Digital Subscriber Line) 회선
 - 케이블 모뎀
 - T-회선
 - SONET (Synchronous Optical Network)

기반 기술

• 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (2/32)

• 전통적 56K 모뎀

*샘플링(Sampling)

아날로그 음성 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정

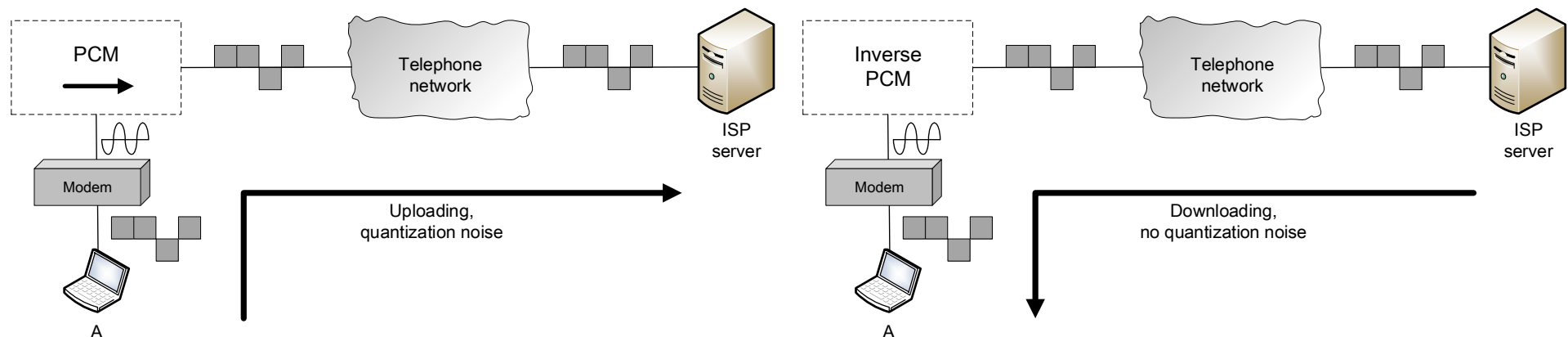
• 업로딩(Uploading)

- 교환국에서 아날로그 신호를 *샘플링해야 하기에 업로딩 속도는 33.6kbps가 한계

• 다운로드(Downloading)

- 샘플링이 필요 없으므로 56kbps가 한계

- 전화 회사에서는 샘플 당 8비트를 사용하여 매초 8000번 샘플링 가능
- 이 중 1비트는 제어용으로 사용, 따라서 샘플 당 7비트 사용

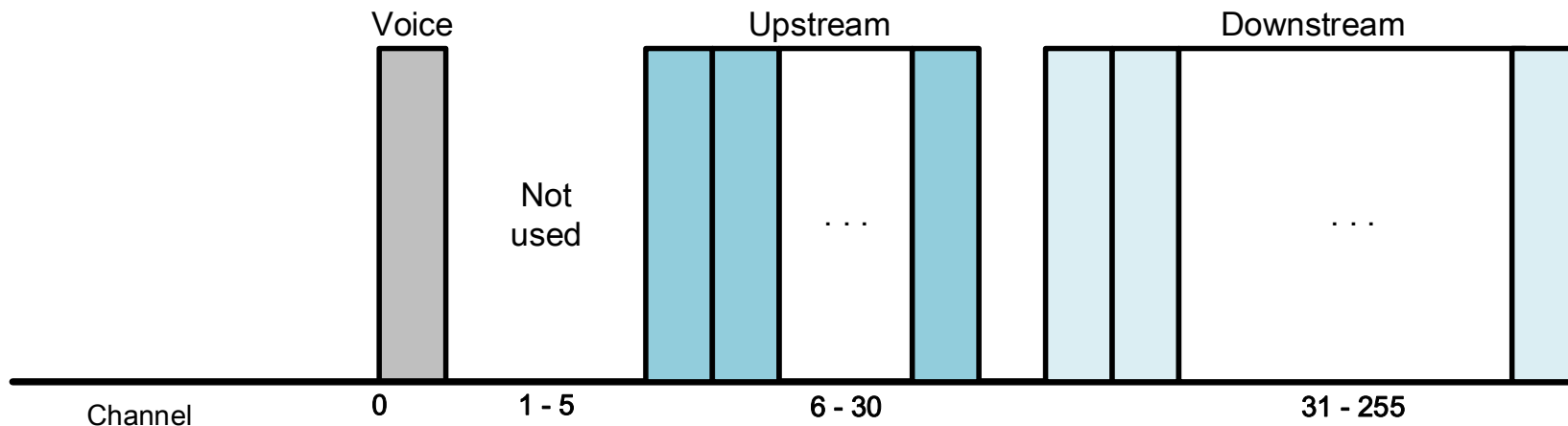


기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (3/32)
- DSL (Digital Subscriber Line)기술 (1/4)
 - 개요
 - 전통적 모뎀이 최고 데이터 전송속도에 도달한 후 개발된 접속 기술
 - 지역 루프(전화 회선)상에서 고속 디지털 통신을 지원
 - 특징
 - 하나의 기술이 아닌 여러 가지 기술의 집합체
 - ADSL (Asymmetric DSL)
 - SDSL (Symmetric DSL)
 - HDSL (High Bit Rate DSL)
 - VDSL (Very High Bit Rate DSL)

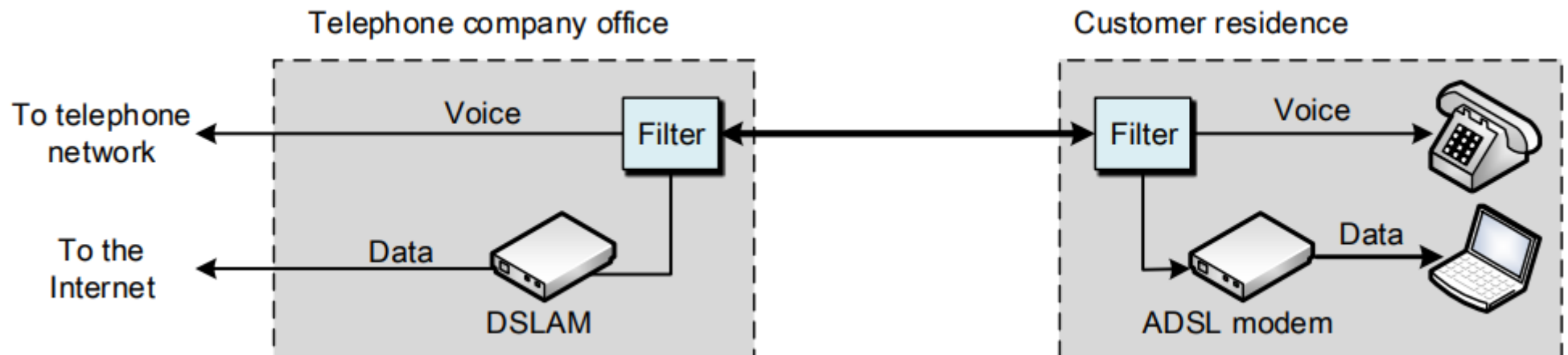
기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (4/32)
- DSL 기술 (2/4)
 - 비대칭 DSL(Asymmetric DSL)
 - 특징
 - 하향 방향의 속도가 상향 방향보다 높은 속도 제공
 - 하향 속도는 500 kbps ~ 8 Mbps
 - 상향 속도는 64 kbps ~ 1 Mbps
 - 가정 사용자들에게 지역 루프의 대역폭을 불균등하게 분배
 - 양 방향으로 높은 대역폭이 필요한 직장에는 부적절



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (5/32)
- DSL 기술 (3/4)
 - 비대칭 DSL(ADSL)
 - 장비
 - ADSL 모뎀
 - 기존 전화선을 활용해 받은 데이터를 디지털 신호로 변환
 - DSLAM (DSL Access Multiplex)
 - 통신사 측 전화국에 있는 장비로 데이터를 패킷으로 만들어 인터넷에 전송



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (6/32)
- DSL 기술 (4/4)
 - 기타 DSL 기술
 - SDSL
 - 상향과 하향 방향의 대역폭을 고르게 분배하는 기술
 - HDSL
 - T-1 회선의 대안으로 고안된 기술
 - VDSL
 - 300m~1,800m 사이의 짧은 거리에서 동축, 광섬유, 꼬임쌍선 케이블 등을 이용

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (7/32)
- 케이블 모뎀 (1/5)
 - 개요
 - DSL 기술은 가정 가입자들에게 고속 데이터 전송률을 제공하지만 방해전파에 취약하기에 고안한 해결책
 - 종류
 - 전통적 케이블 네트워크
 - 광섬유-동축 혼합(HFC, Hybrid Fiber-Coaxial) 네트워크
 - 공유
 - 장치

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (8/32)
- 케이블 모뎀 (2/5)
 - 전통적 케이블 네트워크
 - 개요
 - 동축 케이블을 이용해 TV 방송, 비디오 신호, 인터넷 등의 서비스를 제공하는 방식
 - 동작 방식
 - 지역 안테나 TV(CATV, Community Antenna TV)가 방송국의 신호를 수신하여 동축 케이블을 통해 공동체에 분배
 - 특징
 - 신호의 감쇠와 많은 수의 증폭으로 인해 단방향 통신

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (9/32)
- 케이블 모뎀 (3/5)
 - HFC 네트워크
 - 개요
 - 광섬유와 동축 케이블을 혼합한 방식
 - 특징
 - 케이블 TV 사무실에서 광섬유 노드(Fiber Node)까지는 광섬유 사용
 - 광섬유 노드에서 가정까지는 동축 케이블 사용
 - 양방향 통신 가능

기반 기술

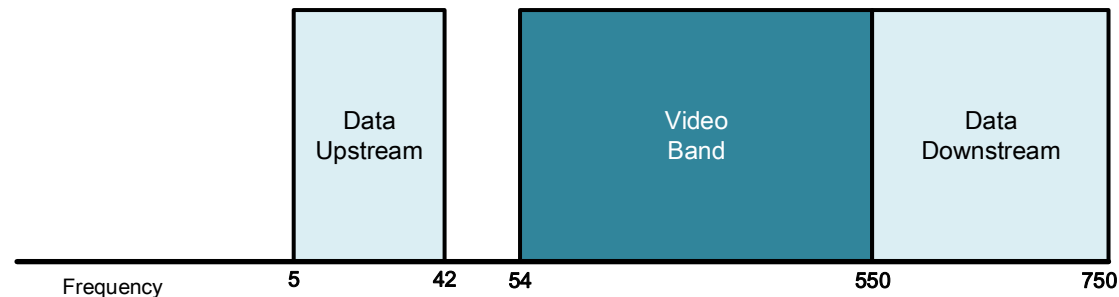
- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (10/32)

- 케이블 모뎀 (4/5)

- HFC 네트워크

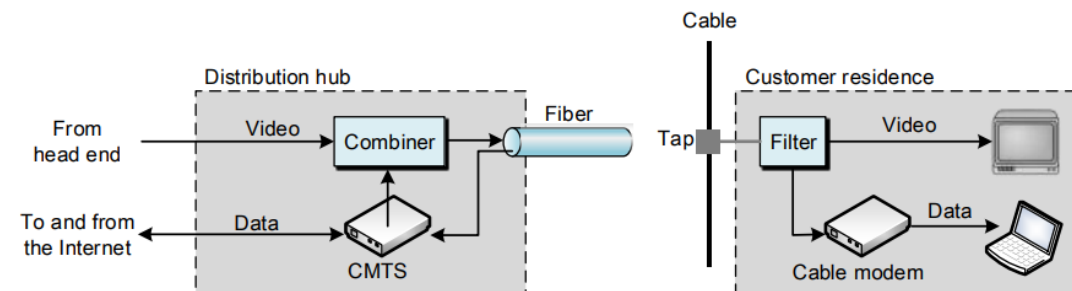
- 대역폭

- 약 5~750MHz의 대역폭 보유
 - 동영상 대역(Video Band)
 - 54~550 MHz의 주파수 차지
 - TV채널 하나가 6MHz를 차지, 총 80개 이상의 채널을 보유 가능
 - 하향 데이터 대역(Downstream Data Band)
 - 550~750MHz의 상위 대역 사용
 - 케이블 모뎀이 10base-T케이블을 사용해 데이터 전송률은 10Mbps
 - 상향 데이터 대역(Upstream Data Band)
 - 5~42MHz의 하위 대역 사용



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (11/32)
 - 케이블 모뎀 (5/5)
 - HFC 네트워크
 - 공유(Sharing)
 - 시분할 공유(Time-Sharing)
 - 시간 단위로 잘라 여러 사용자가 번갈아 가며 사용하는 방식
 - 장치(Device) 종류
 - 케이블 모뎀(CM, Cable Modem)
 - 각 가입자 가정에 설치
 - 케이블 모뎀 전송 시스템(CMTS, Cable Modem Transmission System)
 - 배전 허브 안에 설치



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (12/32)
 - T 회선(T Lines) (1/2)
 - 정의
 - 다중화 음성 채널을 위해 설계된 표준 디지털 전화 설비
 - 특징
 - 주택 또는 기관에서 인터넷으로 데이터를 전송하기 위해 사용
 - 교환기능을 가진 광역 통신망의 노드들 사이에서 물리적인 연결을 제공하기 위해서도 사용 가능
 - 종류
 - T-1 회선
 - T-3 회선

< T 회선 데이터 전송속도 >

Line	Rate (Mbps)
T-1	1,544
T-3	44,736

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (13/32)
- T 회선(T Lines) (2/2)
 - T-1 회선
 - 정의
 - 미국에서 정의된 디지털 전송 계층의 일부로 1.544 Mbps의 데이터 전송률을 보유한 회선
 - 특징
 - 각 표본을 8비트로 디지털화 되도록 샘플링
 - 여분의 비트가 동기화를 위해 추가 제공
 - 초당 8,000프레임 전송
 - T-3 회선
 - 정의
 - 28개의 T-1 회선을 묶어 44.736 Mbps의 데이터 전송률을 보유한 회선
 - 특징
 - 여러 명의 가입자가 한 회선을 공유하도록 허용

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (14/32)
- SONET (Synchronous Optical Network)
 - 정의
 - 고속 광섬유 케이블 기반 디지털 전송을 위한 표준
 - 동작 과정
 1. 동기 전송 신호(STSs, Synchronous Transport Signals)라는 전기 신호의 집합 정의
 2. 신호를 광 전송(OCs, Optical Carriers)라는 광 신호로 변환

< SONET 데이터 전송속도 >

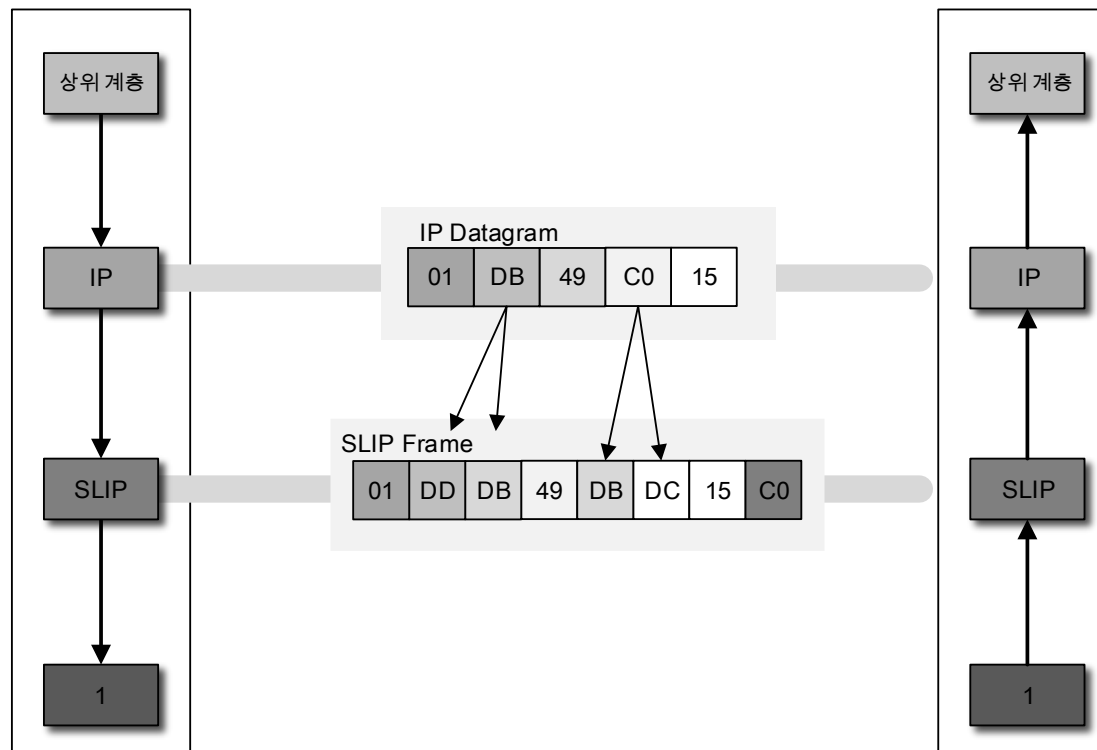
STS	OC	Rate (Mbps)	STS	OC	Rate (Mbps)
STS-1	OC-1	51.840	STS-24	OC-24	1244.160
STS-3	OC-3	155.520	STS-36	OC-36	1866.230
STS-9	OC-9	466.560	STS-48	OC-48	2488.320
STS-12	OC-12	622.080	STS-96	OC-96	4976.640
STS-18	OC-18	933.120	STS-192	OC-192	9953.280

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (15/32)
- 직렬 회선 인터넷 프로토콜(SLIP, Serial Line Internet Protocol) (1/3)
 - 정의
 - IP 패킷을 직렬 통신 회선을 통해 전송하기 위해 만든 프로토콜
 - 특징
 - 네트워크 계층에서 전달받은 IP 패킷을 그대로 직렬 회선에 전송
 - 주소 지정, 흐름 제어, 압축 등의 기능은 없음
 - 오버헤드가 1바이트 정도로 거의 없음
 - IP 패킷만 전송 가능

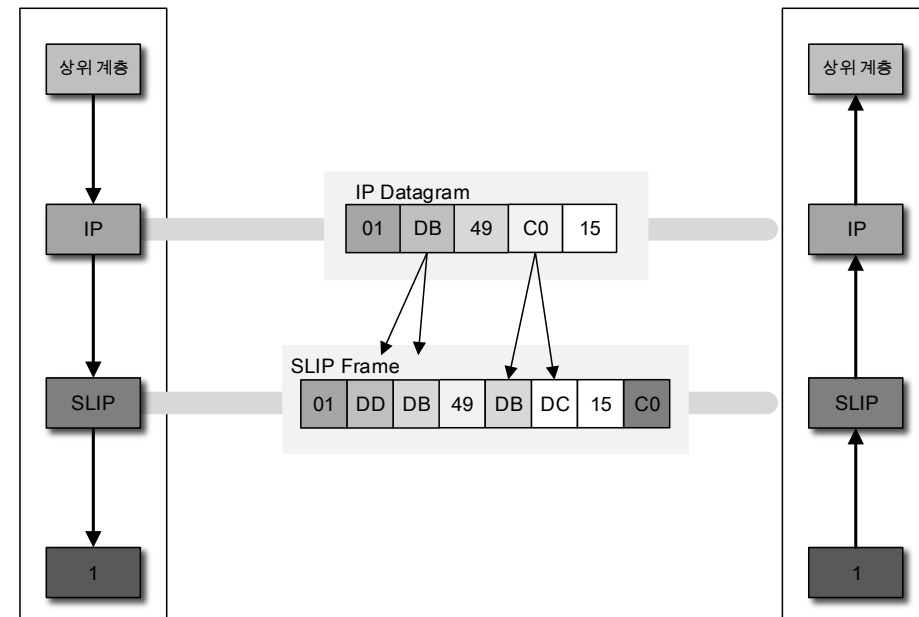
기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (16/32)
- 직렬 회선 인터넷 프로토콜(SLIP, Serial Line Internet Protocol) (2/3)
 - 동작 과정 (1/2)
 1. 네트워크 계층에서 전달받은 IP 패킷을 그대로 직렬 회선에 전송



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (17/32)
- 직렬 회선 인터넷 프로토콜(SLIP, Serial Line Internet Protocol) (3/3)
 - 동작 과정 (2/2)
 2. 전송 완료 직후 END 구분자 (16진수 0xC0)를 추가 전송
 - 만약 데이터에 0xC0 값이 있으면, 0xDB 0xDC 로 변경
 - 0xC0는 패킷 끝을 의미
 - 만약 데이터에 0xDB 값이 있으면, 0xDB 0xDD 로 변경
 - 0xDB는 뒤에 오는 값이 원래 데이터임을 의미
 - 한계
 - 하나의 END로만 패킷 경계를 표시하기에 신호가 왜곡되거나 잘못 삽입된 비트나 바이트를 구분을 하지 못함

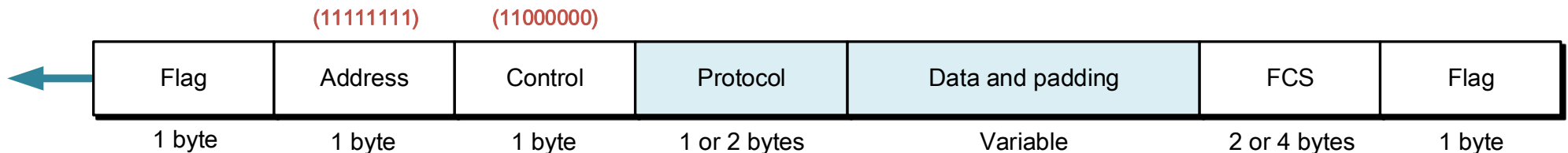


기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (18/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (1/15)
 - 정의
 - 두 개의 통신 노드 간에 직접적인 데이터 링크를 설정하고, 링크를 통해 상위 계층 프로토콜을 캡슐화하여 데이터를 전송하는 네트워크 통신
 - 특징
 - 데이터 링크 계층에서 프레임 형식과 프로토콜을 규정
 - 물리 계층과 데이터 링크 계층 사이의 역할을 일부 겹쳐 수행해서 1.5계층이라고도 불림
 - 대부분의 직렬 연결에서 SLIP를 대체함
 - SLIP는 IP 프로토콜만 지원, 인증 기능 부재
 - 인증 및 압축 등의 기능을 지원

기반 기술

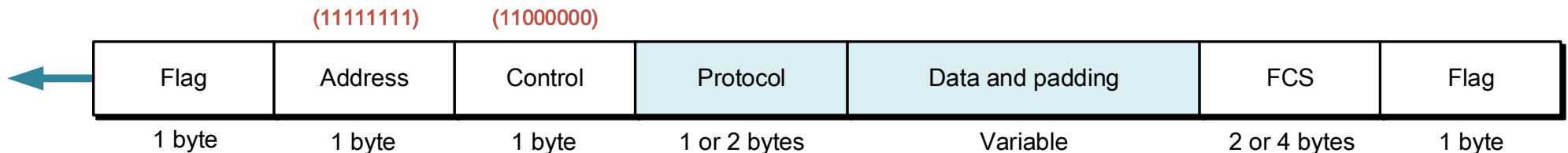
- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (19/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (2/15)
 - 프레임 형식 (1/2)
 - 플래그(Flag)
 - 프레임의 경계를 나타내며 값은 01111110
 - 주소(Address)
 - 프로토콜에서 데이터 링크 주소를 피하기 위해 대부분의 LAN에서 사용하는 브로드캐스트 주소인 11111111을 사용
 - 제어(Control)
 - 대부분의 LAN과 같이 11000000로 할당
 - 프레임에 순서 번호를 가지고 있지 않고 각 프레임은 독립적임



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (20/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (3/15)
 - 프레임 형식 (2/2)
 - 프로토콜(Protocol)
 - 전송하고자 하는 데이터의 유형 정의
 - 데이터(Data)
 - 사용자 데이터 등을 전달
 - FCS(Frame Check Sequence)
 - 오류 검출을 위해 사용되는 2바이트 혹은 4바이트 *CRC

*CRC (Cyclic Redundancy Check)
프레임 전송 시 오류를 검출하기
위한 코드



기반 기술

• 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (21/32)

• PPP (Point-to-Point Protocol) (4/15)

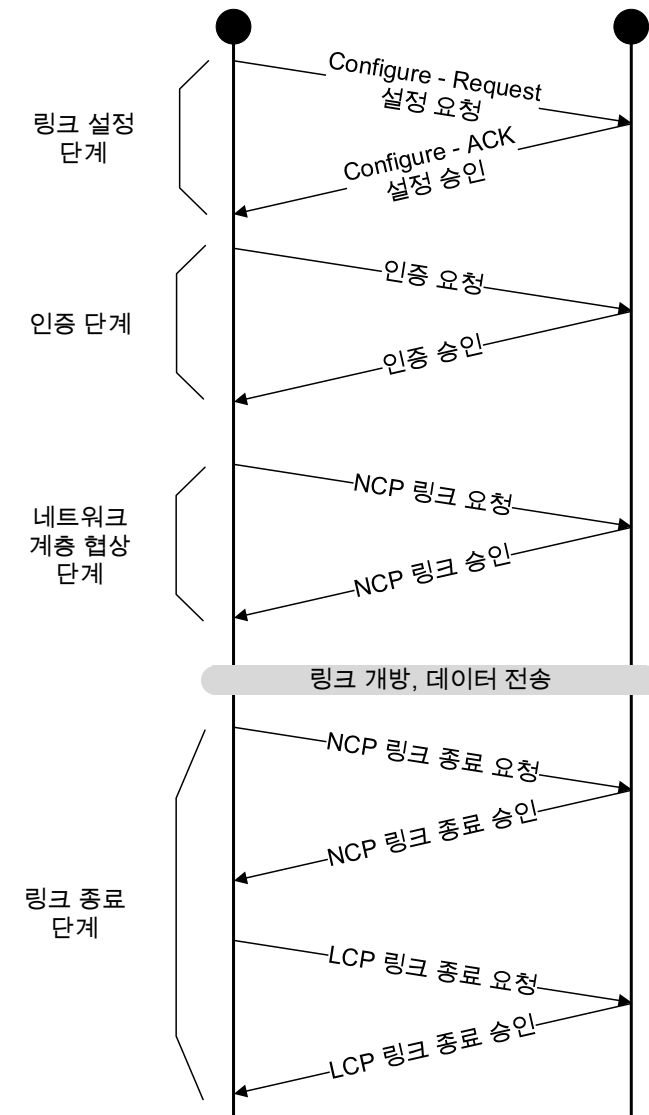
• 동작 과정 (1/2)

1. 링크 설정

- LCP (Link Control Protocol)를 활용해 진행
- 송신 측이 확인 요청 프레임을 전송
- 수신 측 응답
- 합의되면 링크 설정

2. 인증(Authentication)

- PAP (Password Authentication Protocol) 방식
 - 단순히 ID와 비밀번호를 전송하여 인증
- CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) 방식
 - 난수를 전송해 상대방이 공유된 비밀키로 해시 계산



기반 기술

• 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (22/32)

• PPP (Point-to-Point Protocol) (5/15)

• 동작 과정 (2/2)

3. 네트워크 계층 협상

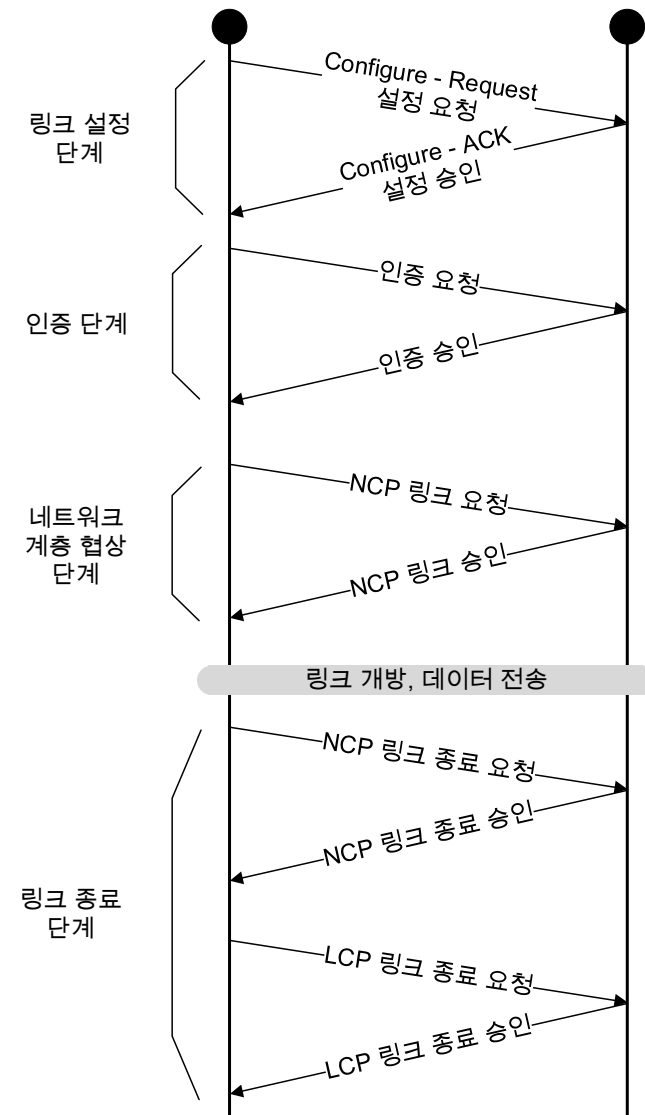
- 어떤 네트워크 계층 프로토콜을 사용할지 결정
- NCP (Network Control Protocol)을 활용

4. 데이터 전송(Data Transfer)

- 설정에 따라 네트워크 계층 데이터를 전송
- PPP 프레임을 활용

5. 링크 종료(Termination)

- 한쪽이 Terminate-Request 전송
- 상대방이 Terminate-Ack 응답
- 링크 해제
- LCP를 활용

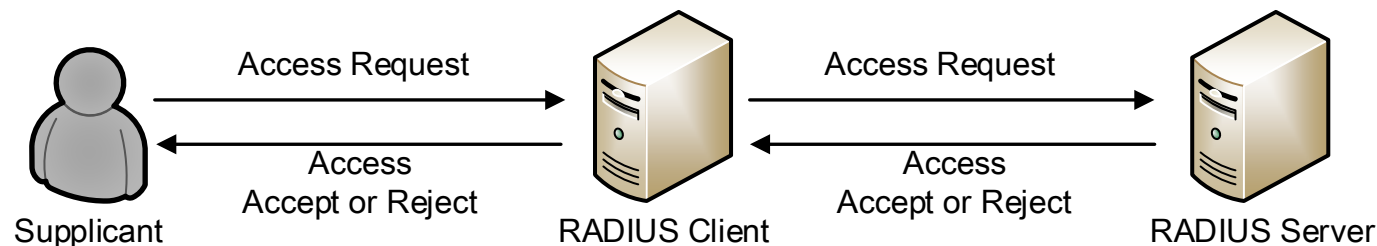


기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (23/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (6/15)
 - CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) 방식 (1/3)
 - 개요
 - 난수를 전송해 상대방이 공유된 비밀키로 해시값을 계산하여 인증하는 방식
 - 특징
 - 인증 때마다 난수를 전송하여 인증 해야함
 - 단순 비밀번호만 전송하는 PAP 방식보다 안전함
 - 사전 공유 비밀키 기반 프로토콜로, 세션 시작 전에 네트워크 운영자가 양쪽 장비에 똑같은 비밀키를 미리 설정함
 - 구성 파일이나 사용자 데이터베이스(RADIUS/AAA) 안에 저장
 - 소규모 환경에서는 라우터끼리, 대규모 환경에서는 중앙 서버에서 관리

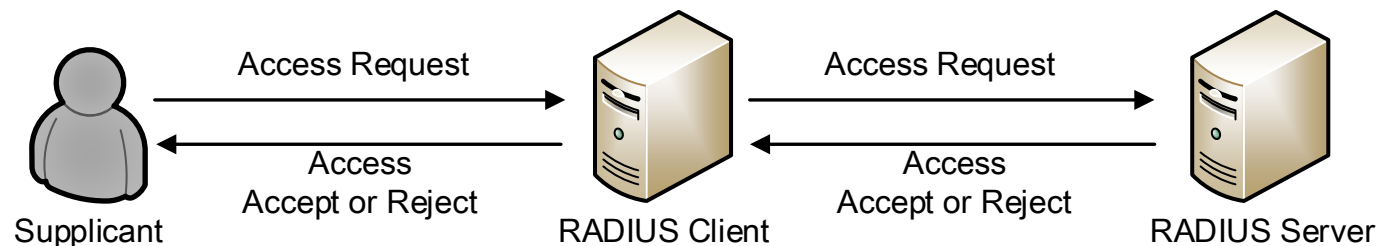
기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (24/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (7/15)
 - CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) 방식 (2/3)
 - RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service)
 - AAA 프레임워크를 구현하기 위해 사용되는 프로토콜
 - Supplicant(요청자), RADIUS Client, RADIUS Server로 구성
 - Supplicant(요청자)
 - 네트워크에 접속하려는 사용자
 - 자신의 자격 증명(아이디/비밀번호, 인증서 등)을 RADIUS Client로 전달
 - RADIUS Client
 - 사용자의 접속 요청을 받아서 RADIUS 프로토콜로 캡슐화해 서버로 전달
 - AP, 스위치, 라우터 등 네트워크 장비가 수행



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (25/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (8/15)
 - CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) 방식 (3/3)
 - RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service)
 - RADIUS Server
 - 사용자의 자격 증명을 검증
 - 검증 결과에 따라 RADIUS Client로 응답 전달
 - 중앙 데이터베이스에 저장된 사용자의 비밀번호를 이용해 CHAP 인증 수행



기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (26/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (9/15)
 - 프로토콜 유형
 - 링크 제어 프로토콜(LCP, Link Control Protocol)
 - PPP 연결이 시작될 때 링크를 설정, 구성, 유지, 종료하는 프로토콜
 - 네트워크 제어 프로토콜(NCP, Network Control Protocol)
 - 다양한 네트워크 계층 프로토콜을 하나의 PPP연결 안에서 동시에 사용할 수 있게 하는 프로토콜
 - PPPoE (PPP over Ethernet)
 - 인터넷에 연결된 호스트의 이더넷 주소를 찾기 위한 프로토콜

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (27/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (10/15)
 - 링크 제어 프로토콜(LCP, Link Control Protocol) (1/3)
 - PPP의 제어 프로토콜
 - 링크 설정, 구성, 시험, 종료하는 기능을 담당
 - 특징
 - 두 장비의 통신 규칙을 설정
 - 연결된 장치의 신원을 확인
 - 링크 품질 확인을 통한 안정성 보장

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (28/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (11/15)
 - 링크 제어 프로토콜(LCP, Link Control Protocol) (2/3)
 - 링크 설정
 - 두 장치가 PPP 링크를 어떻게 사용할지 초기에 협상하는 단계
 - 협상 옵션
 - 최대 전송 단위
 - 압축 방식
 - 오류 검출 방법
 - 인증 프로토콜 선택
 - 링크 유지
 - 링크가 정상적으로 동작하는지 확인하기 위해 주기적으로 메시지를 주고 받음
 - 상대방이 응답하지 않으면 링크 장애로 간주
 - 장애 발생 시 정상 통신 상태에서 종료 절차로 전환

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (29/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (12/15)
 - 링크 제어 프로토콜(LCP, Link Control Protocol) (3/3)
 - 링크 품질 모니터링
 - 연결을 맺을 때 양쪽 장치 간에 품질 검사와 기준을 수립
 - 링크 활성화시 주기적으로 품질 패킷을 교환하여 링크 상태 감시
 - 기준 미달이 반복되면 링크 장애로 판정하고 종료 절차 실행
 - 링크 종료
 - 데이터 전송이 완료되었거나 문제가 생겼을 때 Terminate-Request/ACK 메시지를 통해 종료

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (30/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (13/15)
 - 네트워크 제어 프로토콜(NCP, Network Control Protocol)
 - 네트워크 계층 프로토콜을 설정, 협상, 해제하기 위한 제어 프로토콜의 집합
 - 어떤 네트워크 프로토콜을 사용할지 설정
 - e.g., IP 패킷은 IPCP (Internet Protocol Control Protocol), IPv6은 IPv6CP (IPv6 Control Protocol) 사용
 - 각 프로토콜마다 필요한 옵션 협상
 - e.g., IPCP에서 자신과 상대방의 IP 주소, DNS 서버 주소, 압축 방식 등
 - 특정 네트워크 계층 프로토콜을 사용하지 않으면 NCP Terminate 메시지 교환으로 연결 해제

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (31/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (14/15)
 - PPPoE (PPP over Ethernet) (1/2)
 - PPP 프레임을 이더넷 프레임 속에 캡슐화에서 전송하는 방법
 - 특징
 - 발견, 세션 2단계로 구성
 - PPP의 장점을 Ethernet 환경에서 구현
 - ISP 입장에서 사용자 인증 용이
 - 캡슐화 과정에서 오버헤드 증가
 - IPoE (IP over Ethernet)로 대체되는 추세

기반 기술

- 점-대-점 광역 통신망(Point-to-Point WAN) (32/32)
- PPP (Point-to-Point Protocol) (15/15)
 - PPPoE (PPP over Ethernet) (2/2)
 - 발견 단계 (Discovery Stage)
 - 브로드캐스트 기반 Ethernet 환경에서 PPP 링크를 맺을 상대방을 찾아야 함
 - PADI (PPPoE Active Discovery Initiation)
 - 클라이언트가 연결할 대상을 찾기 위해 브로드캐스트 전송
 - PADO (PPPoE Active Discovery Offer)
 - 상대방이 응답
 - PADR (PPPoE Active Discovery Request)
 - 클라이언트가 응답 중 하나를 선택하고 연결 요청
 - PADS (PPPoE Active Discovery Session-confirmation)
 - 상대방이 세션 ID를 할당하고 연결 확정
 - 세션 단계 (Session Stage)
 - PPP 프레임이 PPPoE 세션 안에서 교환
 - 링크 설정부터 종료까지 똑같이 실행

기반 기술

- 교환형 광역 통신망(Switched Wide Area Network) (1/15)
 - 정의
 - 국가 같은 넓은 지역에 걸쳐 구축되고 사용자에게 여러 개의 접속 지점을 제공하는 광역 통신망
 - 특징
 - 스위치는 여러 개의 경로 생성
 - 연결 지향 서비스 기반
 - 송신자가 패킷을 보내기 전에 수신자와 송신자 간 연결 확립 필요
 - 종류
 - X.25
 - 프레임 중계(Frame Relay)
 - ATM (Asynchronous Transfer Mode)

기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (2/15)

- X.25

- 개요

- 1970년대에 소개된 최초의 교환형 WAN
 - 개인 컴퓨터 또는 LAN에 접속하기 위한 공중망에 사용

- 특징

- end-to-end 서비스 제공
 - IP 프로토콜과 항상 충돌이 발생
 - 현재는 거의 사용되지 않음

기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (3/15)

- 프레임 중계(Frame Relay)

- 개요

- X.25를 대체하기 위해 설계

- 특징

- 44.763 Mbps 높은 데이터 전송률 보유
 - 버스티 데이터(Bursty Data)가능
 - 다른 시간에 서로 다른 대역폭 할당을 하는 기능
 - *오버헤드 감소
 - 확장된 오류검사와 흐름 제어를 통해 이중 검사를 위한 시간 불필요

*오버헤드(Overhead)

데이터를 전송하거나 처리할 때, 실제 유효한 데이터 외에
부가적으로 필요한 제어 정보나 관리 정보

기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (4/15)
- 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode) (1/12)
 - 개요
 - ATM 포럼에서 설계하고 ITU-T에 의해 채택된 셀 중계 기술
 - 설계 목표
 - 높은 전송률의 전송 매체를 활용하기 위한 전송시스템
 - 기존 시스템과의 조화 및 교체 없이 광역 연결 가능
 - 저렴한 비용
 - 기존 원격 통신 계층들을 지원
 - 정확하고 예측 가능한 전달을 보장하는 연결 지향성
 - 소프트웨어가 수행하는 기능을 하드웨어로 이전

기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (5/15)
 - ATM (2/12)
 - 셀 네트워크(Cell Network)
 - ATM이 작동하는 방식
 - 모든 데이터는 완전한 예측성과 균일성을 가지고 동일한 셀에 적재
 - 각 셀이 동일한 크기이기에 서로 다른 크기의 패킷을 다중화 하는데 필요한 여러 가지 문제 해결 가능

기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (6/15)

- ATM (3/12)

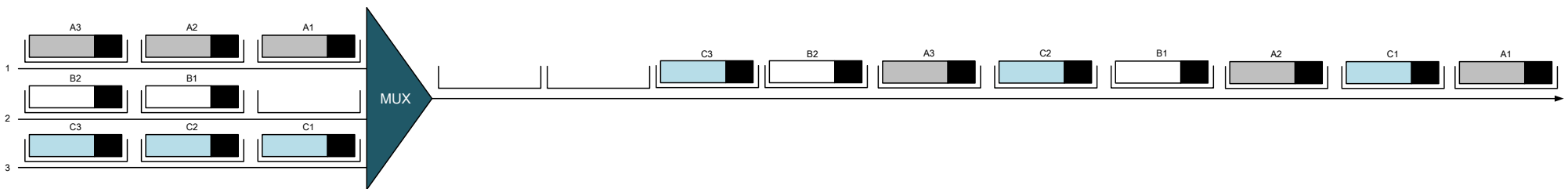
- 비동기 시간 분할 다중화(ATDM, Asynchronous Time-Division Multiplexing) (1/3)

- 개요

- 여러 송신기가 데이터를 공유된 전송선을 통해 보낼 수 있게 해주는 기술

- 특징

- 다른 채널로부터 들어오는 셀을 다중화하기 위해 사용
 - 셀 크기의 고정된 슬롯을 사용



기반 기술

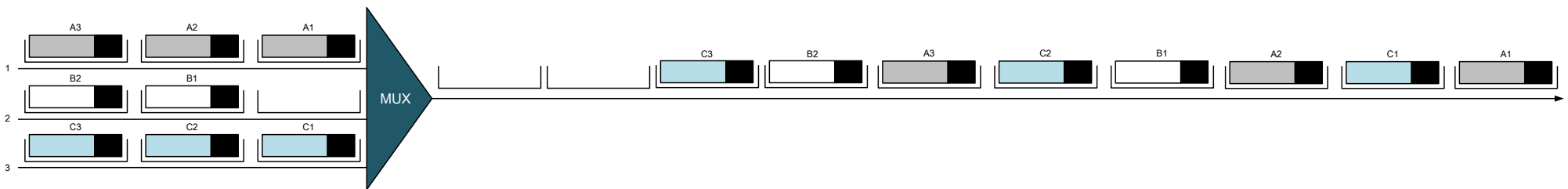
- 교환형 광역 통신망 (7/15)

- ATM (4/12)

- 비동기 시간 분할 다중화(ATDM, Asynchronous Time-Division Multiplexing) (2/3)

- 다중화기 (MUX, Multiplexer)

- 여러 채널의 데이터를 하나의 전송선으로 전송
 - 들어오는 데이터를 버퍼에 저장했다가 빈 슬롯이 있으면 순서대로 전송선에 배치
 - 고정된 셀 단위 유지



기반 기술

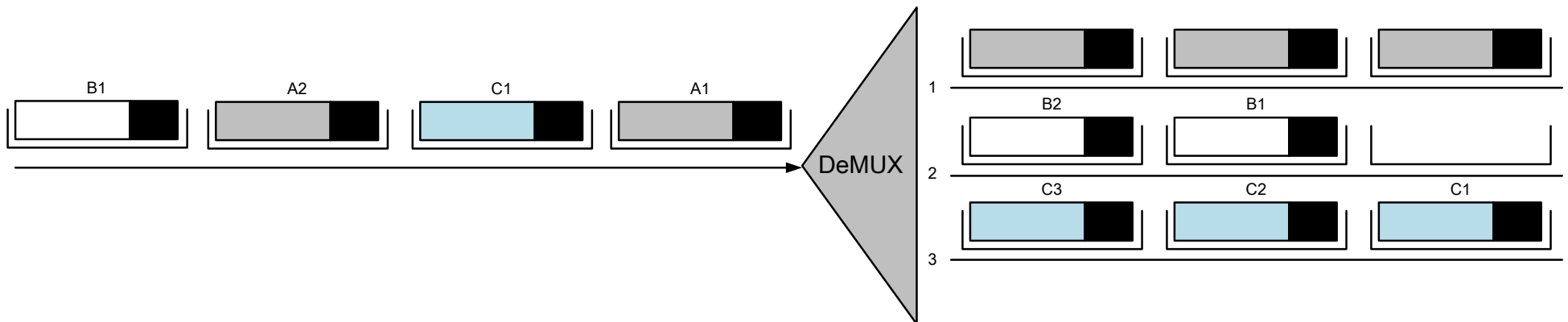
- 교환형 광역 통신망 (8/15)

- ATM (5/12)

- 비동기 시간 분할 다중화(ATDM, Asynchronous Time-Division Multiplexing) (3/3)

- 역다중화기 (DeMUX, DeMultiplexer)

- 다중화된 신호를 다시 원래의 여러 신호로 분리하는 장치
 - 수신 측에서 DeMUX가 단일 신호를 해석해서 개별 채널로 분리
 - MUX에서 사용한 다중화 기법에 따라 동작 방식이 다름



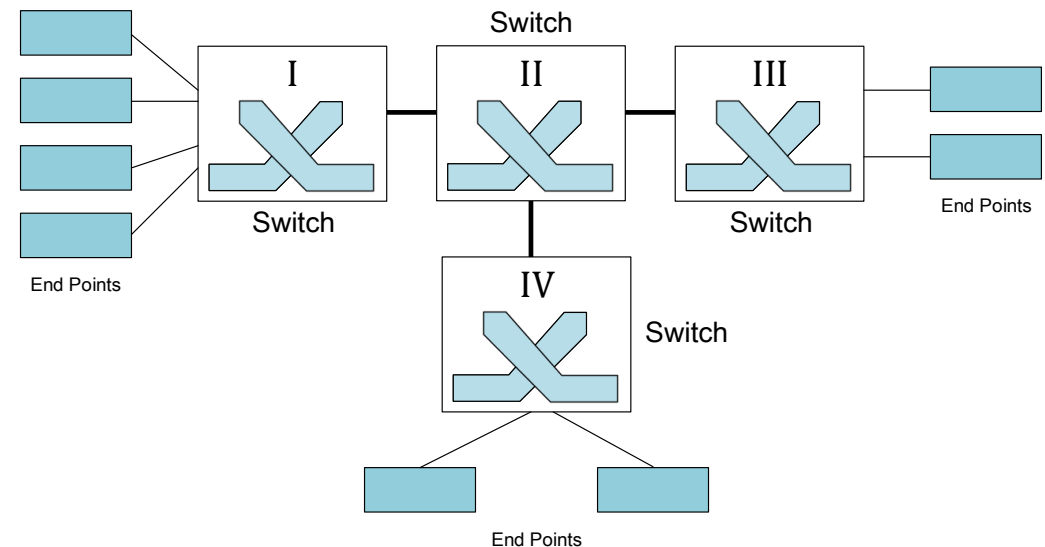
기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (9/15)

- ATM (6/12)

- 구조

- ATM은 교환형 네트워크로, 종단 장치는 네트워크 내부에 있는 스위치들을 통하여 연결
 - 스위치들은 고속 통신 채널을 이용하여 서로 연결
 - 경로가 설정되면 해당 경로는 지속적으로 점유
 - 전용 회선처럼 사용 가능



기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (10/15)

- ATM (7/12)

- 가상 연결 (1/2)

- 가상 회선(VC, Virtual Channel)

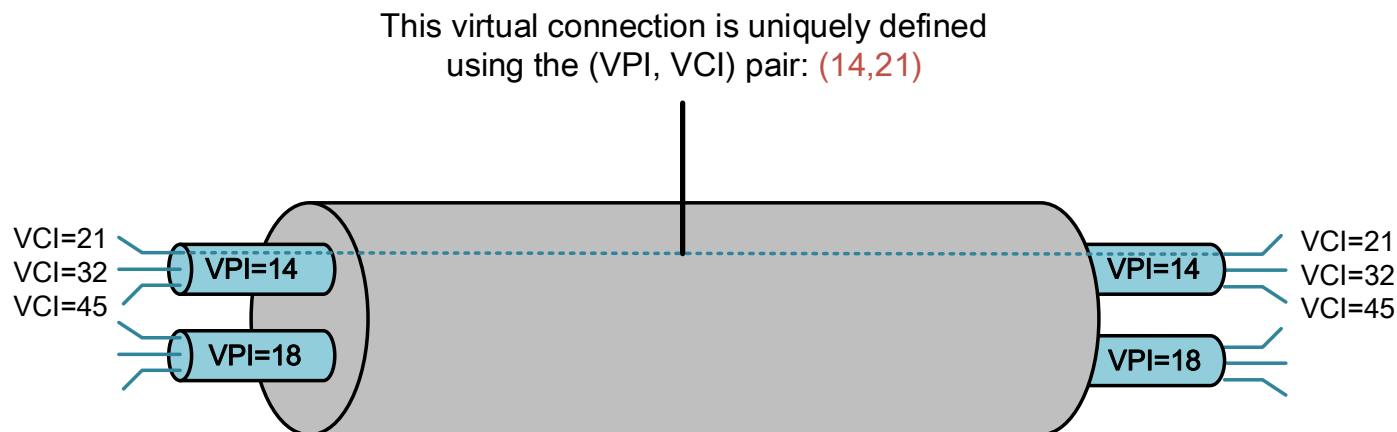
- 사용자 양 단말간에 데이터를 운반하는 가상적인 채널

- 전송 경로(TP, Transmission Path)

- 종단과 스위치 사이 또는 스위치와 스위치간의 물리적인 연결

- 가상 경로(VP, Virtual Paths)

- 여러 가상 회선을 묶어 관리하는 데이터 경로



기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (11/15)

- ATM (8/12)

- 가상 연결 (2/2)

- 가상 경로 식별자(VPI, Virtual Path Identifier)

- VP를 구별하기 위한 식별자

- 특정 VP를 선택하기 위해 8비트의 정수값을 가짐

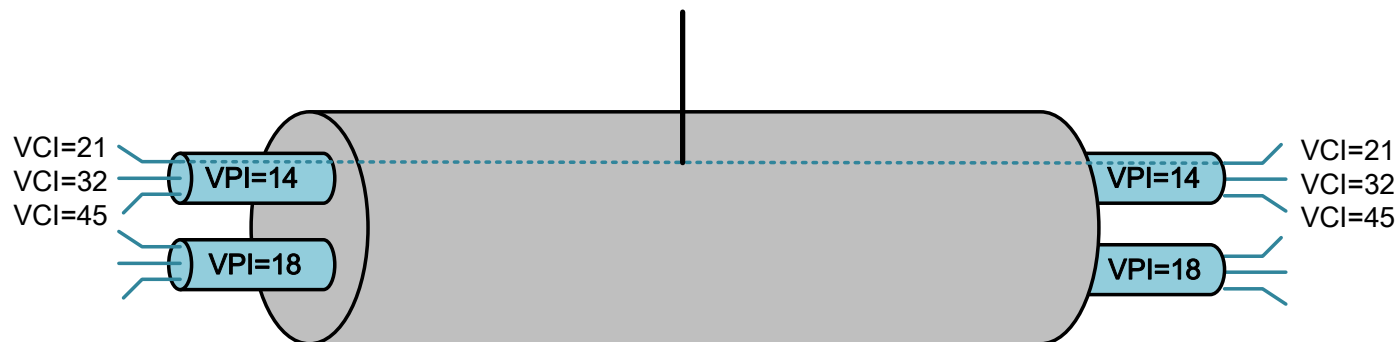
- 가상 회선 식별자(VCI, Virtual Channel Identifier)

- VC를 구별하기 위한 식별자

- 16비트로 구성되어 있음

- 가상 연결은 VPI와 VCI 번호에 의해 결정

This virtual connection is uniquely defined
using the (VPI, VCI) pair: (14,21)



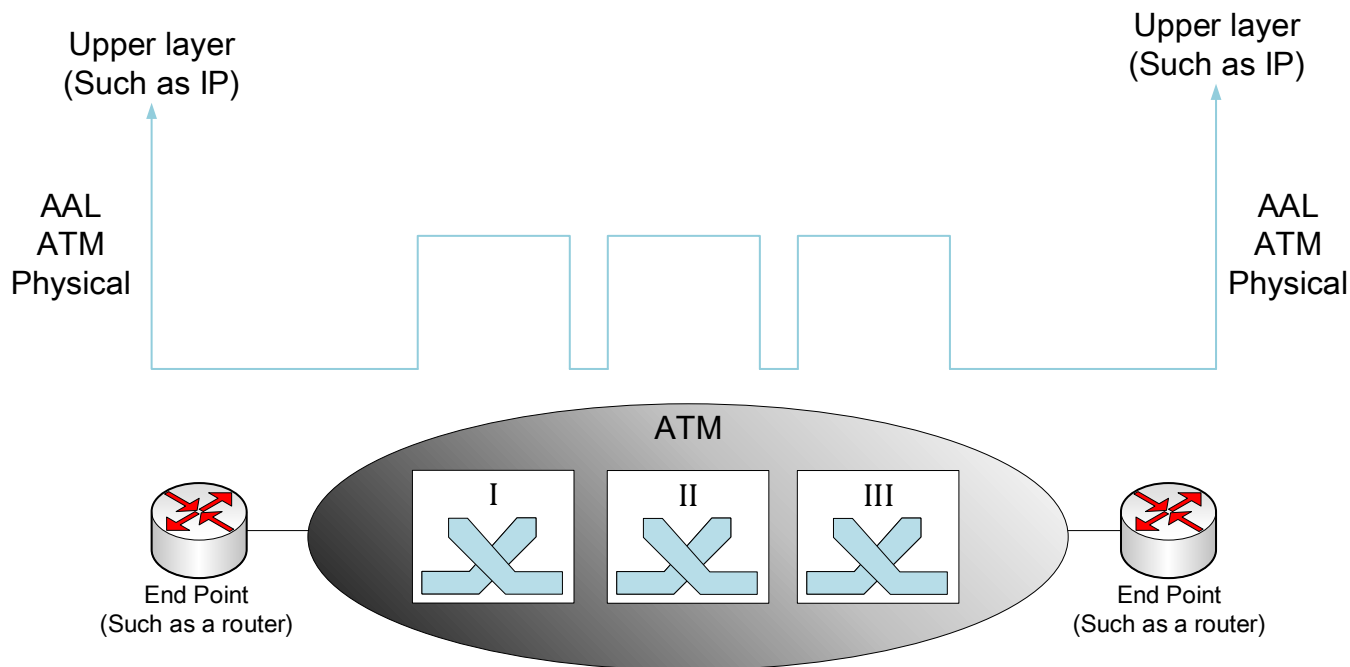
기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (12/15)

- ATM (9/12)

- 계층 (1/4)

- 응용 적응 계층 (AAL, Application Adaptation Layer)
 - ATM 계층
 - 물리 계층



기반 기술

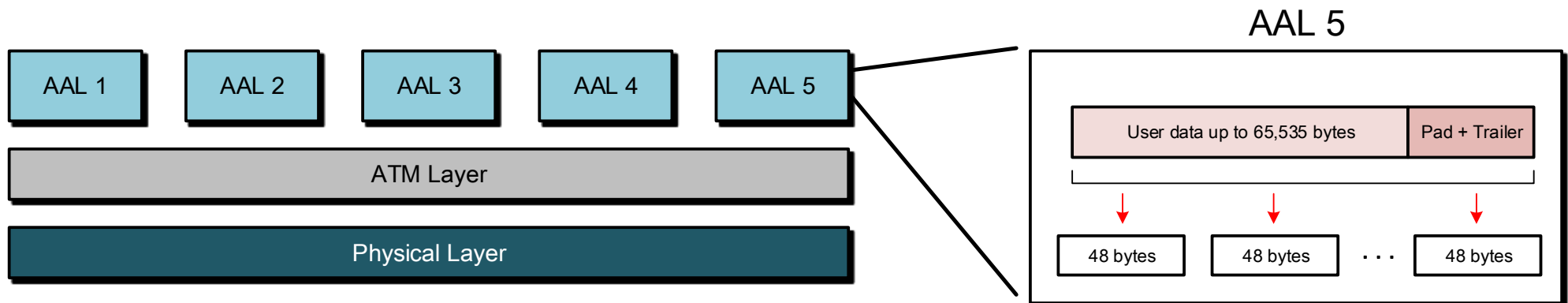
- 교환형 광역 통신망 (13/15)

- ATM (10/12)

- 계층 (2/4)

- 응용 적응 계층

- 상위 계층으로부터 전송을 받아 고정된 크기의 ATM 셀로 매핑
 - AAL5는 인터넷에서 IP 패킷은 전달
 - SEAL (Simple and Efficient Adaptation Layer)라고도 불림
 - 65,535바이트보다 적은 IP 패킷을 받아 마지막 셀을 8로 나누어 떨어지도록 패딩한 후 48바이트 단위 세그먼트로 ATM 계층에 전달



기반 기술

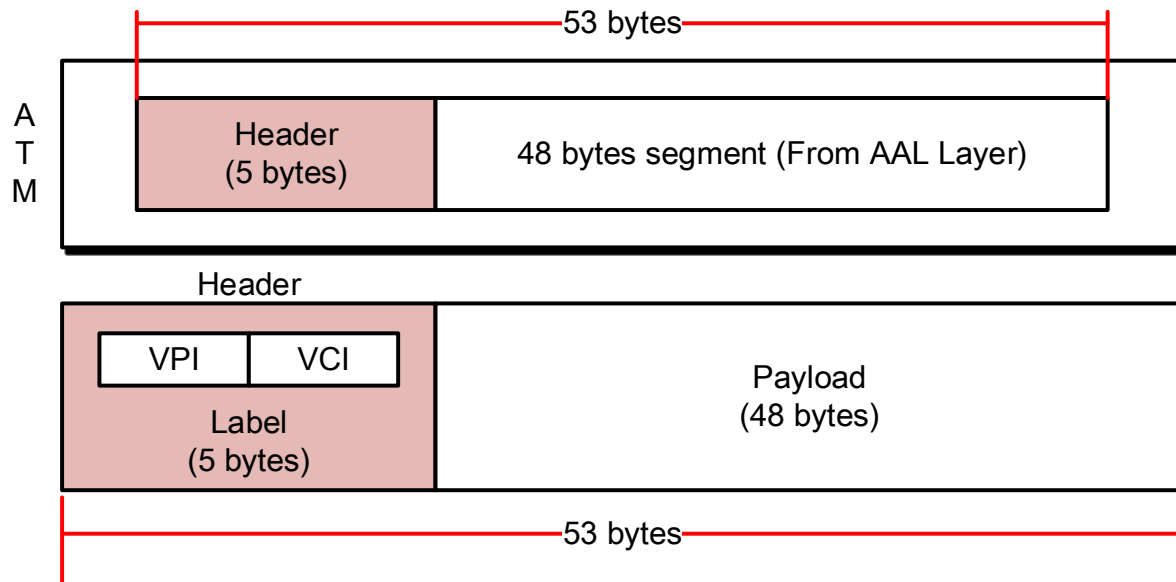
- 교환형 광역 통신망 (14/15)

- ATM (11/12)

- 계층 (3/4)

- ATM 계층

- 라우팅, 트래픽 관리, 교환, 다중 서비스 제공
 - AAL로부터 48바이트 세그먼트를 받아 5바이트 헤더를 추가, 53바이트 셀로 변환한 후 외부로 전송
 - 헤더의 대부분은 VCI와 VPI가 차지



기반 기술

- 교환형 광역 통신망 (15/15)
 - ATM (12/12)
 - 계층 (4/4)
 - 물리 계층
 - 전송 매체 결정, 비트 전송, 부호화, 전기/광 신호 변환
 - SONET과 T-3 회선 같은 물리적 전송을 하나로 모으는 융합 제공
 - 비트의 흐름을 셀로 변환하기 위한 메커니즘 제공

기반 기술

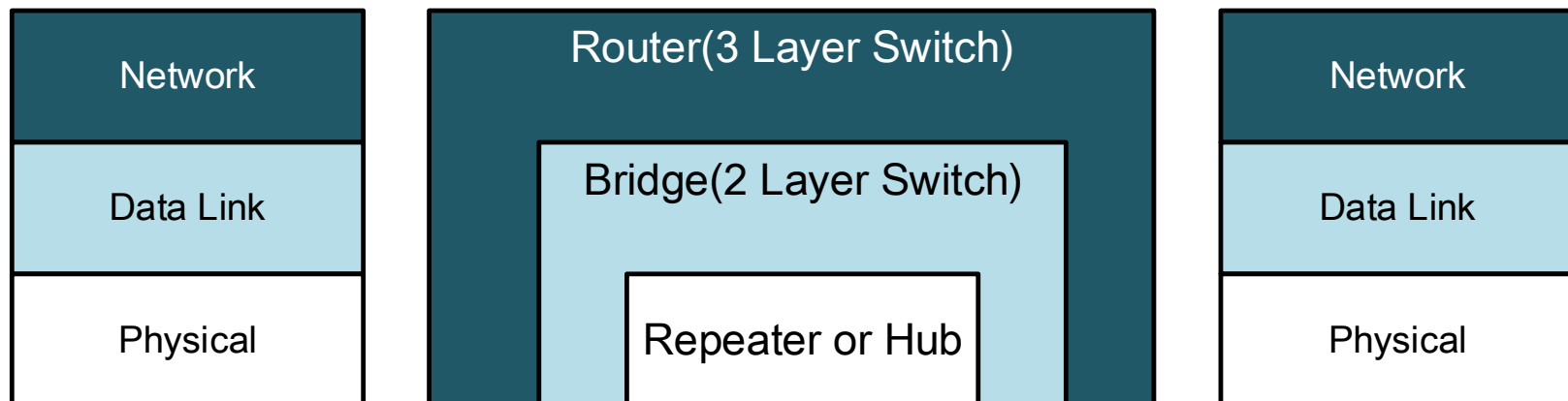
- 연결 장치 (1/9)

- 개요

- LAN 또는 WAN에 네트워크를 연결하기 위한 장치

- 종류

- 리피터 또는 허브(Repeater or Hub)
- 브릿지 또는 2계층 스위치(Bridge or Two-Layer Switch)
- 라우터 또는 3계층 스위치(Router or Three-Layer Switch)



기반 기술

- 연결 장치 (2/9)

- 리피터

- 정의

- 훼손되기 전 신호를 수신하여 원래의 비트로 재생하는 장치

- 특징

- 물리 계층에서만 동작
 - 이더넷 LAN에서 동축 케이블의 길이 제한을 극복하기 위해 과거에 사용됨



Gigabit PoE+ Repeater
(ref: <https://a.co/d/cEiKWiB>)

기반 기술

• 연결 장치 (3/9)

• 허브

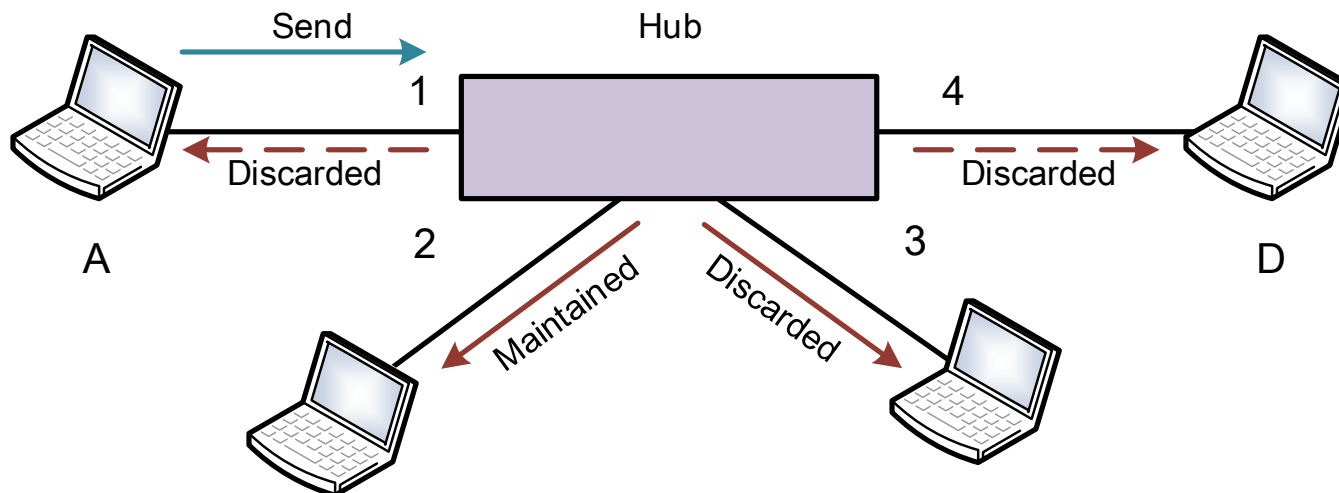
• 정의

- 이더넷 LAN의 성형 접속상태에서 *리피터의 역할을 하는 다중포트 장치

• 특징

- 물리 계층에서만 동작
- 프레임 신호의 잡음을 모두 제거하고 브로드캐스트

*리피터(Repeater)
신호를 재생, 전송하는 장치



기반 기술

• 연결 장치 (4/9)

• 브릿지 (1/3)

• 정의

- 네트워크를 연결하고 프레임을 필터링 및 *포워딩 하는 장치

• 특징

- 물리 계층과 데이터 링크 계층에서 동작

- 물리 계층에서는 수신하는 신호를 재생
- 데이터 링크 계층에서는 프레임 내에 포함되어 있는 발신지와 목적지의 물리 주소 검사 가능

- 필터링 기능 보유

- 목적지 주소를 검사해서 어느 포트에 보내야 하는지 결정

• 종류

- 투명 브릿지(Transparent Bridge)
- 학습 브릿지(Learning Bridge)

*포워딩(Forwarding)

수신한 데이터를 목적지 방향으로 보내주는 과정

*플러딩(Flooding)

수신한 데이터를 들어온 포트를 제외한 모든 포트에 뿌리는 행위

기반 기술

- 연결 장치 (5/9)

- 브릿지 (2/3)

- 투명 브릿지

- 개요

- 브릿지의 존재 여부를 각 지국이 모르게 만드는 브릿지
 - 브릿지가 추가되거나 없어지더라도 지국들을 재구성할 필요 없음

- 원리

- 포트별 MAC 주소를 기억해서 어느 포트에 어떤 MAC가 있는지 학습함
 - 프레임을 수정하지 않고 목적지 MAC 주소만 보고 포트로 전달함
 - 호스트나 라우터가 존재를 인식할 필요가 없음

- 조건(IEEE 802.1d 규격에 의거)

- 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

기반 기술

• 연결 장치 (6/9)

• 브릿지 (3/3)

• 학습 브릿지

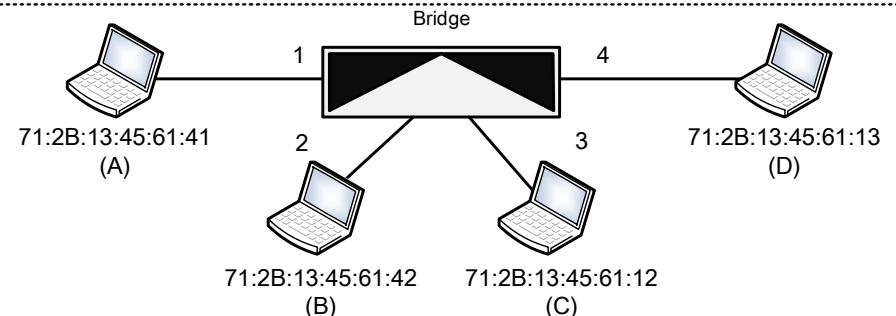
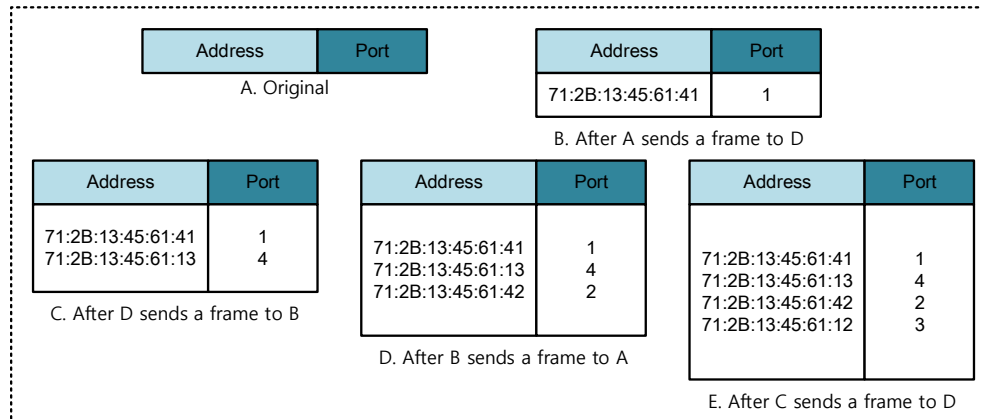
• 개요

- 주소를 포트에 자동적으로 변환해주는 동적 테이블을 만들기 위해 프레임의 이동을 보고 배워가는 브릿지

• 원리

1. A가 D로 프레임을 전송하면 브릿지는 A가 포트 1에 연결되어 있다는 정보를 저장
2. D가 B로 프레임을 전송하면 브릿지는 D가 포트 4에 연결되어 있다는 정보를 저장
3. 모든 포트에 대한 정보를 가질 때까지 반복

Gradual Building of Table



기반 기술

- 연결 장치 (7/9)

- 라우터 (1/2)

- 정의

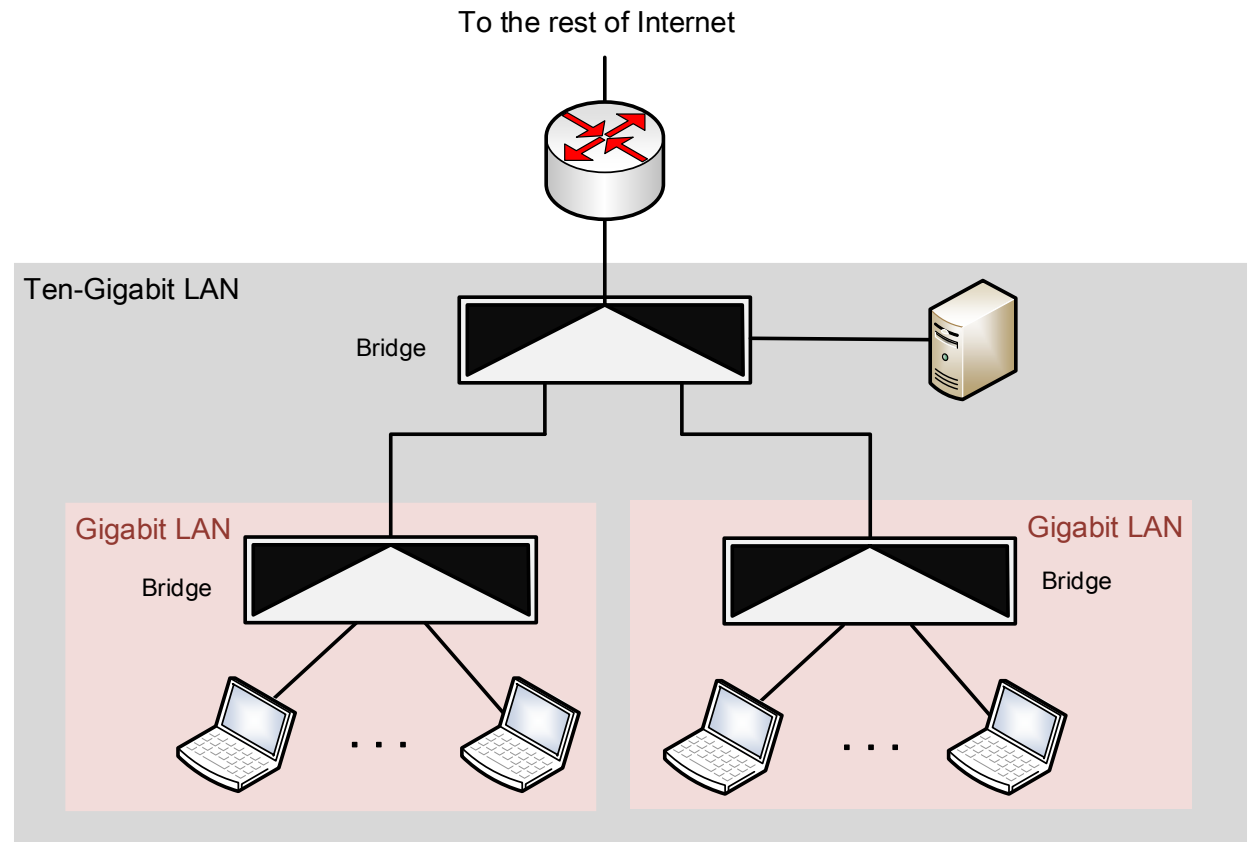
- 서로 다른 네트워크 간에 최적의 경로를 결정하여 패킷을 전송하는 장비

- 특징

- 물리, 데이터 링크, 네트워크 계층에서 동작
 - 브로드캐스트 도메인 제한
 - 네트워크 부담 완화, 보안적 측면 강화
 - 네트워크 간 연결장치로 LAN과 WAN을 서로 연결 가능
 - 패킷을 전달할 때, 패킷(발신지와 목적지)의 MAC 주소를 변경
 - 목적지 MAC주소가 패킷이 도착하는 인터페이스의 주소와 일치하는 패킷에서만 동작

기반 기술

- 연결 장치 (8/9)
 - 라우터 (2/2)
 - 환경 구성



- 기관은 2개의 각 LAN에 브릿지 이용
- 두 개의 LAN은 기관 서버와 이더넷에 대한 연결 속도를 높이기 위해 10기가비트 이더넷 기술 사용, 라우터는 전체 시스템을 인터넷에 연결 가능
- 라우터는 수신한 MAC 주소를 변경

기반 기술

- 연결 장치 (9/9)
 - 허브, 브릿지, 라우터 비교

구분	허브(Hub)	브릿지(Bridge)	라우터(Router)
OSI 계층	1계층(물리)	2계층(데이터링크)	3계층(네트워크)
역할	들어온 신호를 그대로 재생, 전송	네트워크 연결, 프레임을 필터링 및 포워딩	IP 계층의 주소 검사
동작 원리	수신된 신호를 모든 호스트로 브로드캐스트	MAC 주소를 학습하여 목적지 포트만 선택해 전달	IP 주소를 기반으로 경로를 탐색 후 다른 네트워크로 패킷 전달
특징	충돌 발생 잦음	MAC 학습이 가능해 충돌 발생 감소, 네트워크 성능 개선	경로 제어, 보안 강화, 네트워크 간 연결 가능

Thanks!

민 윤 홍 (yunhong@pel.sejong.ac.kr)