

TCP/IP 완벽 가이드

- TCP/IP 개요와 배경 정보 -

우 승 찬(tmdcks8520@sju.ac.kr)

세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

네트워킹 소개

- 네트워킹 소개
 - 네트워크(Network)
 - 물리적 또는 논리적으로 연결된 하드웨어 장비의 모음
 - 네트워킹(Networking)
 - 네트워크와 관련 기술을 설계, 구현, 갱신, 관리, 작업하는 것과 관련된 절차

네트워킹 소개

• 네트워킹의 장단점

장점	단점
연결성과 통신이 용이함	구성 비용이 큼
데이터 공유가 용이함	관리 비용이 큼
하드웨어 공유가 용이함	바람직하지 않은 공유
인터넷 접속 공유	불법 행위
데이터 보안과 관리	데이터 보안 염려
성능 향상과 분배	

네트워킹 소개

- 네트워크 특성

- 네트워크 계층

- 네트워크 기술은 하드웨어와 소프트웨어 요소를 포함한 계층으로 나뉨

- 각 계층은 특정한 작업을 수행하며 상위/하위 계층과 서로 교류함

- 하위 계층

- 하드웨어 신호와 하위 수준 통신과 같은 임무를 담당함

- 상위 계층

- 하위 계층의 서비스를 이용하여 사용자 애플리케이션을 구현하는 등의 작업을 수행함

네트워킹 소개

- 네트워크 특성

- 네트워크 모델

- 네트워크에 어떤 계층이 존재하고, 각 계층에서 할 일은 무엇이며 계층이 서로 어떻게 교류하는지를 설명하는 모델
- OSI(Open Systems Interconnection)모델
 - 7계층으로 이루어져 있으며 하위 수준 신호 처리를 담당하는 물리 계층(1계층)에서 최상위 애플리케이션 계층(7계층)으로 구성

네트워킹 소개

- 네트워크 특성

- 네트워크 구조

- 계층을 구성하는 하드웨어 및 소프트웨어의 특정 부분의 기능을 설명하는 규칙 모음

- 특정 기술을 이용하는 장비와 프로그램이 어떻게 동작해야 하는지를 설명하는 명세나 표준의 형태

네트워킹 소개

- 네트워크 특성

- 네트워킹 프로토콜

- 장비와 시스템이 통신하기 위한 언어, 규칙과 절차 모음
 - 장비가 서로 효율적으로 통신하는 것을 보장하는 방법

- 프로토콜의 구성 요소

- 형식(Syntax)
 - 문법 구문
 - e.g., 데이터 형식, 부호화, 신호 레벨 등
- 의미(Semantic)
 - 특정 패턴을 어떻게 해석하고, 어떤 동작을 할 것인가 결정
 - e.g., 전송의 조정 및 오류 처리를 위한 제어 정보 등
- 타이밍(Timing)
 - e.g., 속도 일치 및 속도 제어 등

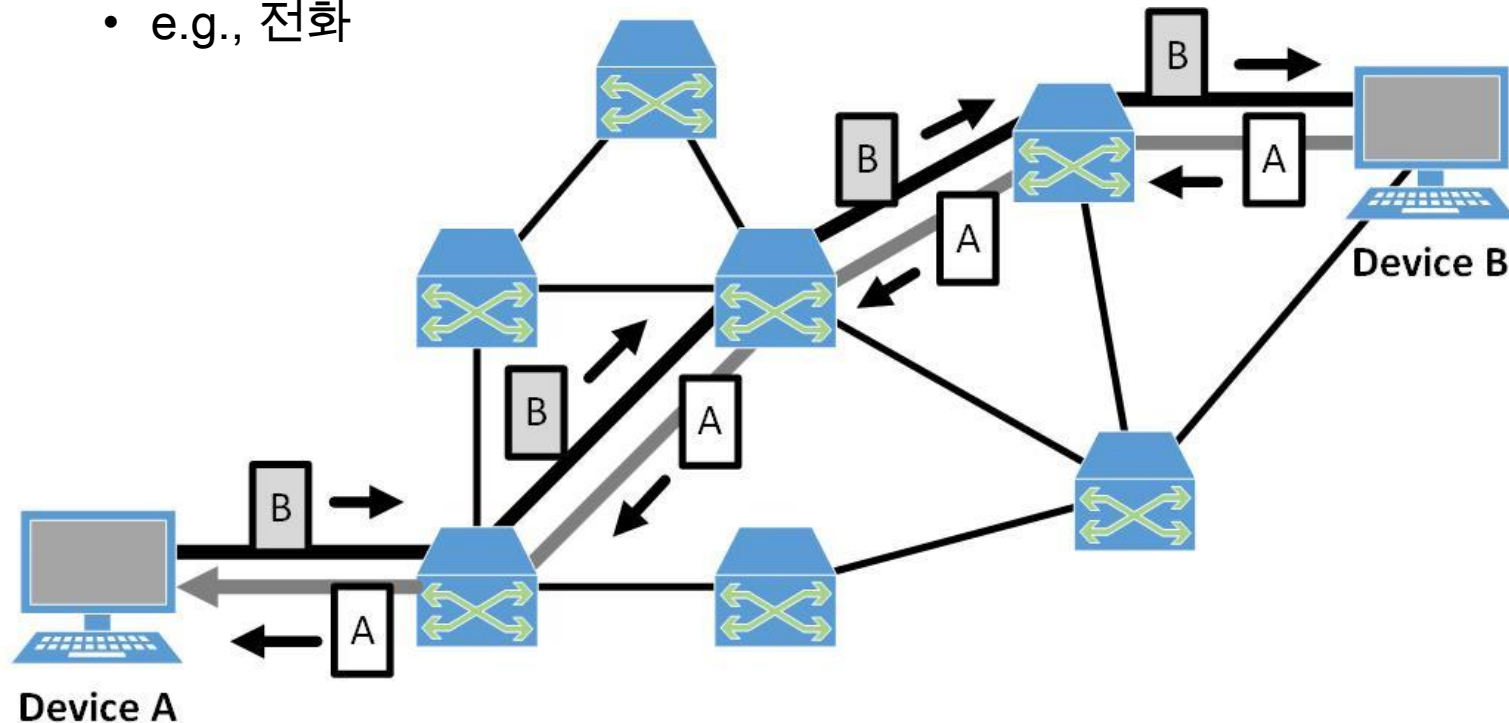
네트워킹 소개

- 네트워크 특성

- 데이터 교환 방식

- 서킷 스위칭(Circuit Switching)

- 두 장비 간에 통신이 일어나기 전에 서킷이 맺어짐
 - 다른 경로가 존재하여도 맺어진 서킷을 통해 통신이 이루어짐
 - e.g., 전화



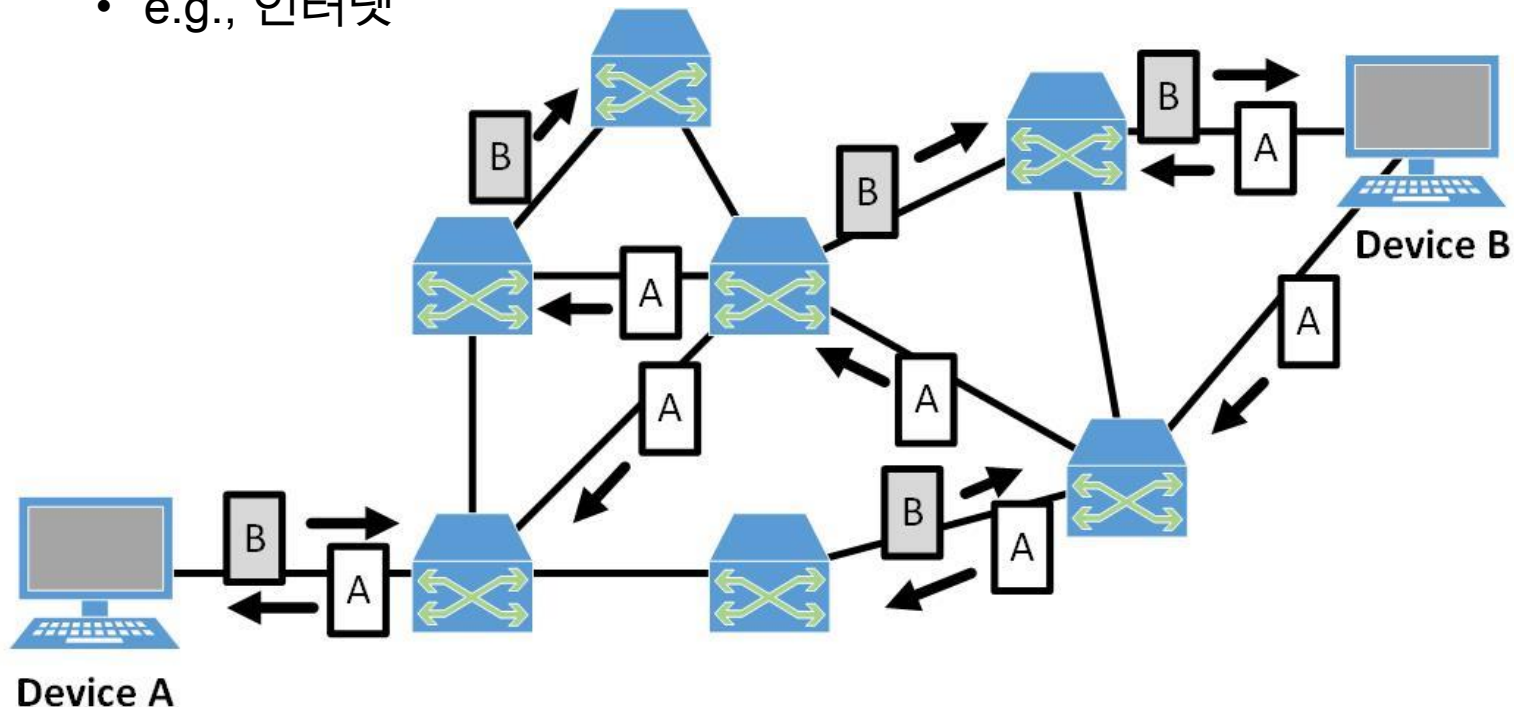
네트워킹 소개

- 네트워크 특성

- 데이터 교환 방식

- 패킷 스위칭(Packet Switching)

- 데이터를 패킷으로 나눈 후 개별적으로 전송하는 방식
 - 고정된 데이터 전송 경로가 존재하지 않음
 - e.g., 인터넷



네트워킹 소개

- 네트워크 특성
 - 데이터 교환 방식
 - 서킷/패킷 스위칭의 장·단점

데이터 교환 방식	장점	단점
서킷 스위칭 (Circuit Switching)	연결이 설정된 통신은 안정적으로 데이터 전송 가능	정해진 경로 외에는 네트워크 통신 불가능
	대량의 자료를 고속으로 전송 가능	통화 단위로 네트워크 자원을 할당하기 때문에 자원 낭비가 상대적으로 큼
패킷 스위칭 (Packet Switching)	전용 데이터 회선 없이 많은 장비가 동시에 통신 가능	모든 데이터가 동일한 경로로 전송되지 않기 때문에 데이터가 유실되는 경우나 순서가 바뀌어서 전송 되는 경우가 있을 수도 있음
	패킷 단위로 네트워크 자원을 할당하기 때문에 자원 낭비가 상대적으로 적음	

네트워킹 소개

- 네트워크 특성

- 네트워크 연결 방식

- 연결형(Connection-Oriented) 프로토콜

- 두 장비가 데이터를 전송하기 전에 논리적 연결을 맺는 방식
 - e.g., TCP 등

- 비연결형(Connectionless) 프로토콜

- 두 장비가 연결을 설정하지 않고 데이터를 전송하는 방식
 - e.g., UDP 등

연결 방식	장점	단점
연결형 프로토콜 (Connection-Oriented)	오류 발생 시 데이터를 재전송	연결 수립 절차가 필요하기 때문에 상대적으로 전송 속도가 느림
비연결형 프로토콜 (Connectionless)	연결 수립 절차가 필요 없기 때문에 상대적으로 전송 속도가 빠름	전송된 데이터가 유실될 수 있음
		데이터의 순서가 일정하지 않을 수 있음

네트워킹 소개

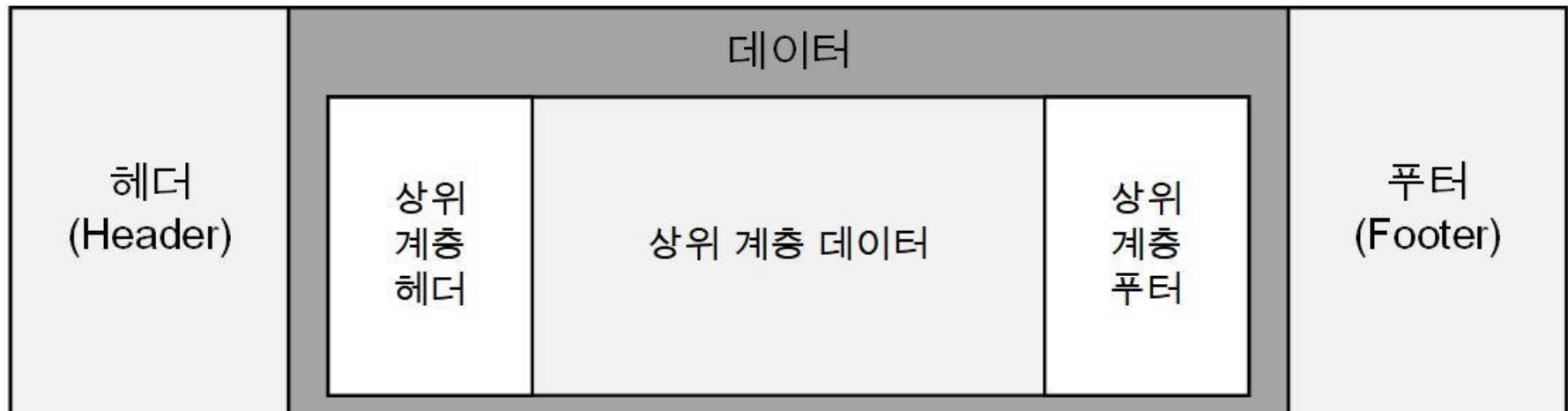
- 메시지
 - 계층별 데이터 단위
 - 메시지(Message)
 - OSI 참조 모델의 상위 계층(5,6,7계층)에서 사용되는 데이터 단위
 - 세그먼트(Segment)
 - OSI 참조 모델의 전송 계층(4계층)에서 사용되는 데이터 단위
 - 패킷(Packet)
 - OSI 참조 모델의 네트워크 계층(3계층)에서 사용되는 데이터 단위
 - 데이터 그램(Datagram)
 - 패킷과 같은 의미, 네트워크 계층(3계층)에서 사용되는 데이터 단위

네트워킹 소개

- 메시지
 - 계층별 데이터 단위
 - 프레임(Frame)
 - OSI 참조 모델의 데이터 링크 계층(2계층)에서 사용되는 데이터 단위
 - 비트(Bit)
 - OSI 참조 모델의 물리 계층(1계층)에서 사용되는 데이터 단위
 - 프로토콜 데이터 유닛(PDU, Protocol Data Unit)
 - OSI 참조 모델에서 동일한 계층 사이에서 전송되는 메시지
 - 서비스 데이터 유닛(SDU, Service Data Unit)
 - OSI 참조 모델에서 상/하 계층 사이에서 전송되는 메시지

네트워킹 소개

- 메시지
- 포매팅(Formatting)
 - 메시지는 전송될 데이터 페이로드를 헤더와 푸터가 감싸고 있는 형태로 구성되어 있음



네트워킹 소개

- 메시지
 - 포매팅
 - 헤더(Header)
 - 데이터의 다른 속성, 제어 정보 바이트를 포함
 - 서로 다른 장비의 프로토콜 요소간 통신/제어 링크 역할
 - 데이터(Data)
 - 전송되는 실제 데이터(Payload)
 - 데이터를 가지고 있지 않은 경우도 있음
 - e.g., 데이터를 전송하기 전 논리적 연결을 맺는 경우
 - 푸터(Footer)
 - 헤더와 동일하게 데이터의 제어 정보를 포함
 - 일부 제어 정보 중 오류를 검사해야 할 경우 사용됨
 - e.g., 순환 중복 검사(CRC, Cyclic Redundancy Check)

네트워킹 소개

- 메시지

- 전송 방법과 주소 지정

- 유니캐스트(Unicast)

- 한 장비에서 다른 특정 장비로 전송하는 방식
 - 주소 지정
 - 메시지의 목적지 주소를 지정된 수신자의 주소로 지정

- 브로드캐스트(Broadcast)

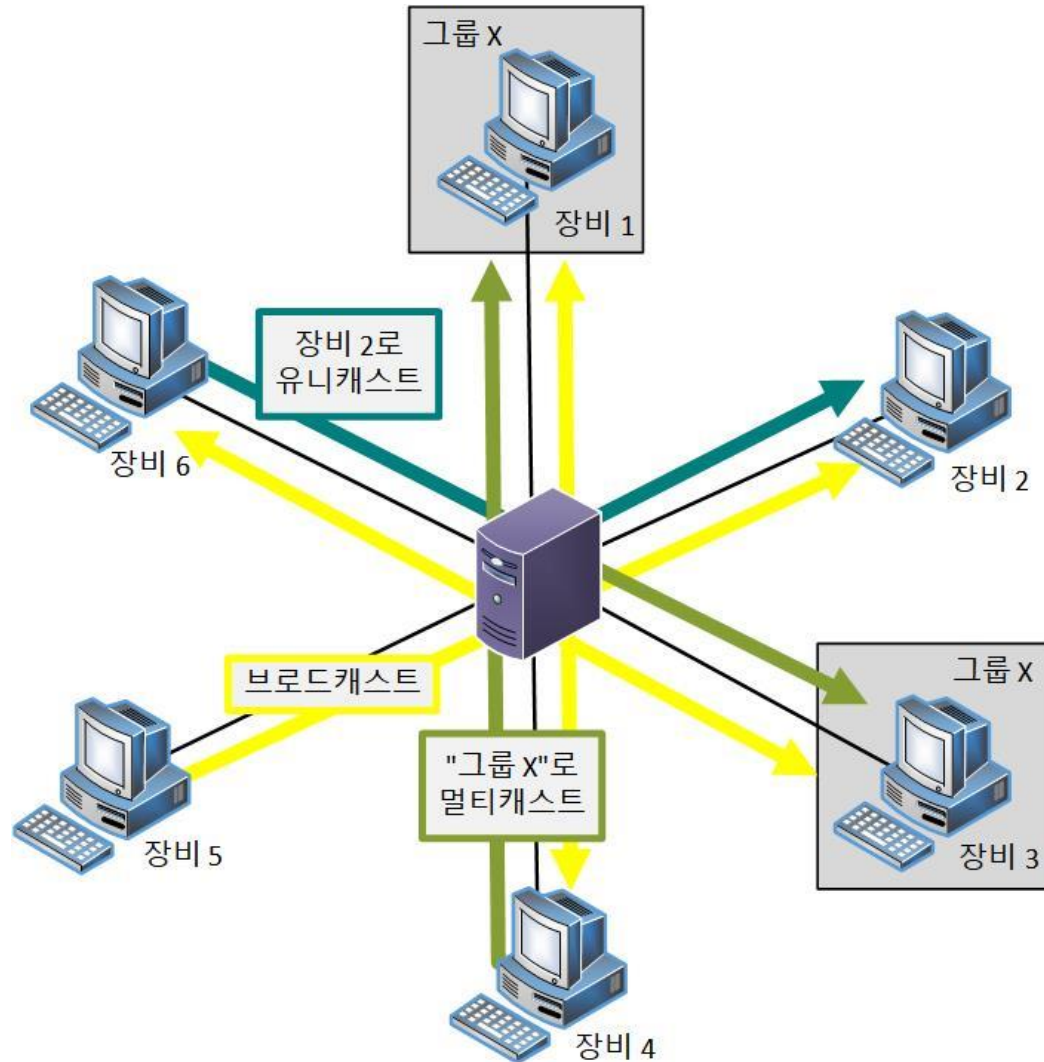
- 한 장비에서 네트워크에 연결된 모든 장비로 전송하는 방식
 - 주소 지정
 - 브로드캐스트를 위해 예약된 특수 주소로 지정

- 멀티캐스트(Multicast)

- 한 장비에서 특정 기준을 만족하는 그룹에게 전송하는 방식
 - 주소 지정
 - 어떤 장비가 어떤 그룹에 속해 있는지를 식별 후 주소 지정

네트워킹 소개

- 메시지
- 전송 방법

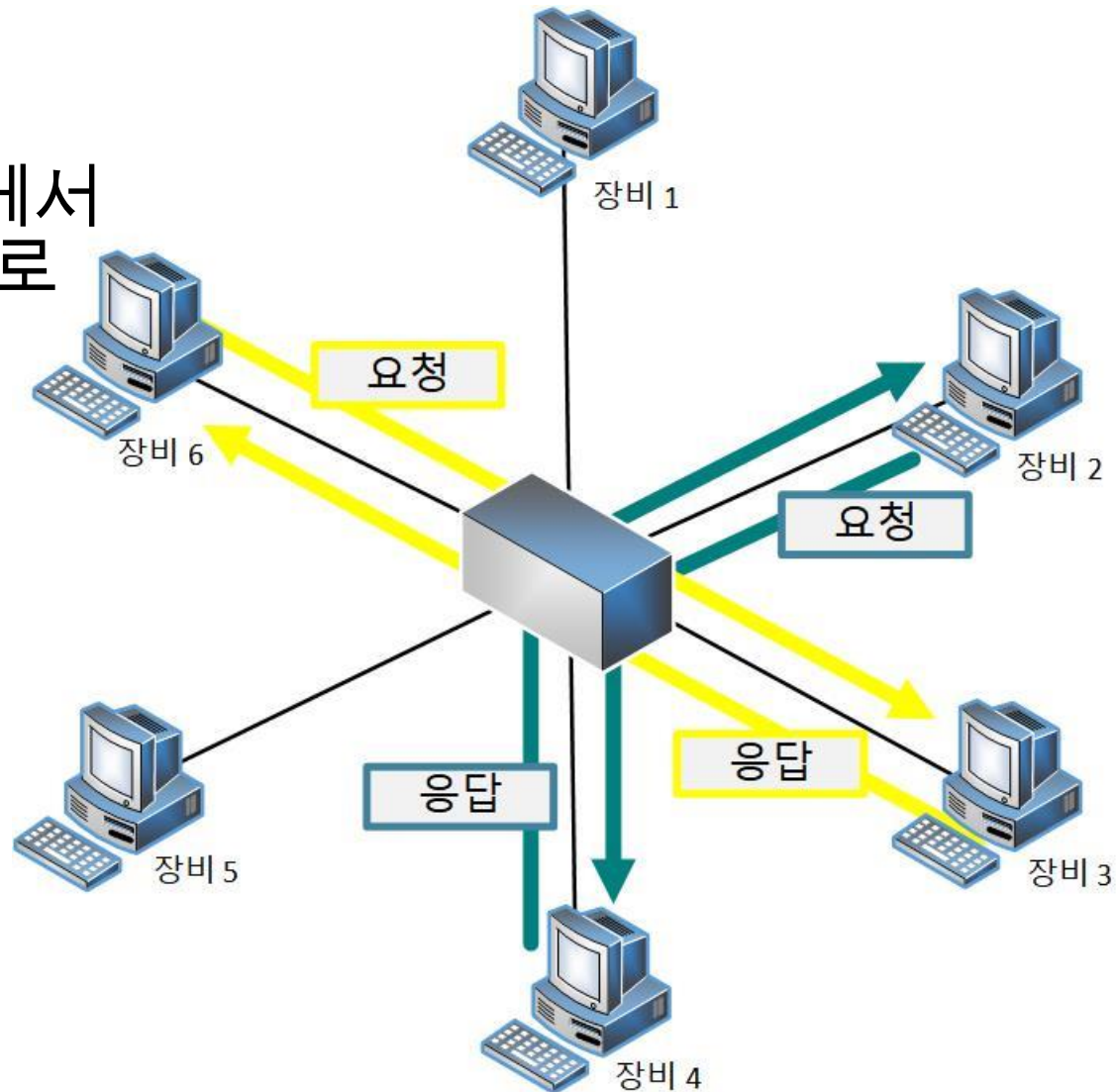


네트워킹 소개

- 네트워크 구조 모델

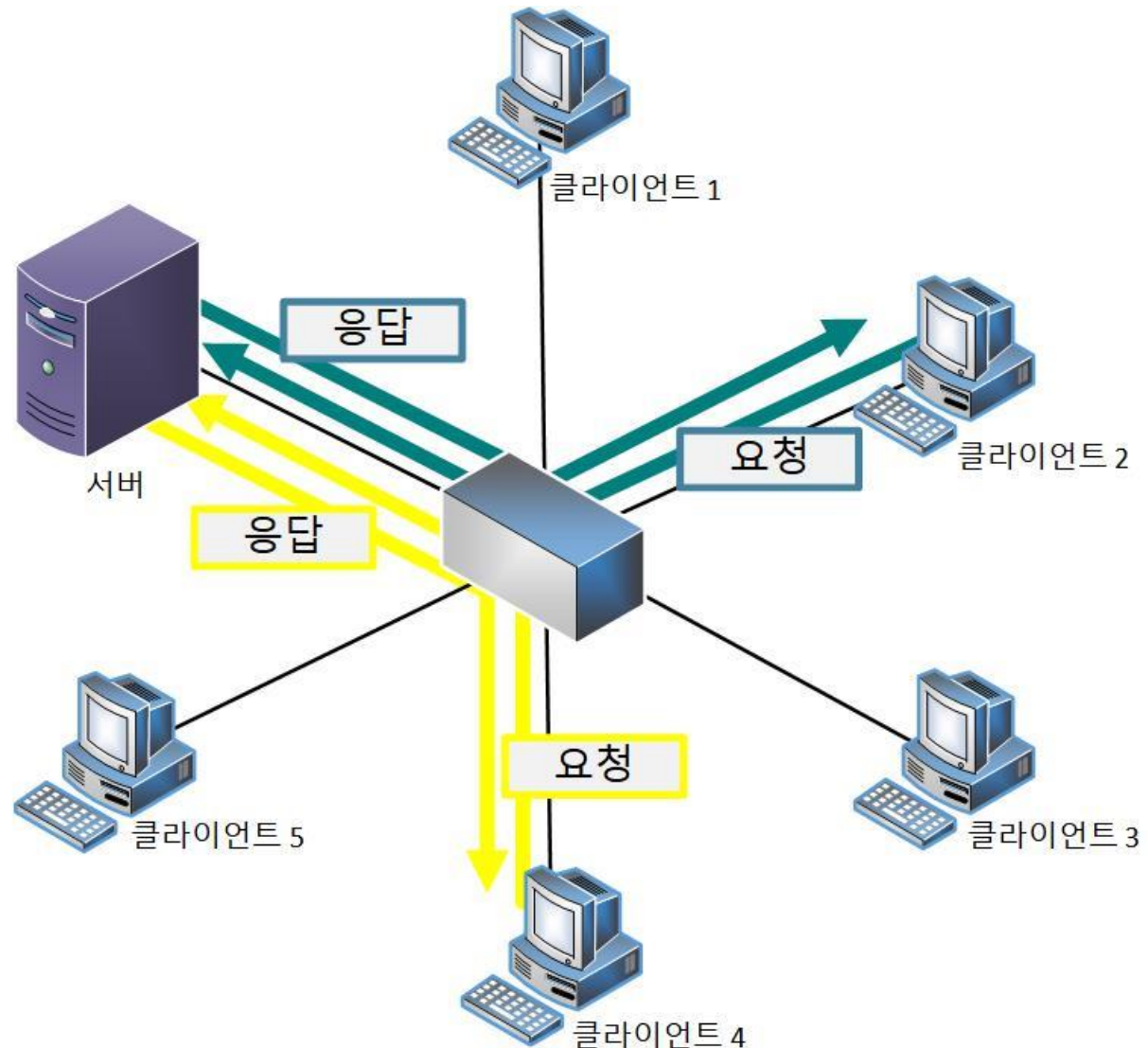
- P2P(Peer to peer) 모델

- 각 컴퓨터가 네트워크에서 동등한 상대방(peer)으로 인식되며, peer끼리 서비스를 요청하거나 제공하는 방식



네트워킹 소개

- 네트워크 구조 모델
 - Client-Server 모델
 - 소수의 중앙 서버가 다수의 클라이언트에게 서비스를 제공하는 방식



네트워킹 소개

- 네트워크 구조 모델
 - Client-Server/P2P 모델 장·단점

네트워크 모델	장점	단점
P2P 모델	따로 서버를 구축하거나 관리하지 않기 때문에 구조가 단순하고 비용이 상대적으로 저렴함	고정된 통신 상대가 없고 연결요청을 할 때마다 IP할당이 필요함
Client-Server 모델	다수의 클라이언트와 서버가 효율적으로 동시에 통신 가능	P2P 모델에 비해 복잡하고 구성, 관리 비용이 상대적으로 비쌈

네트워킹 소개

- 네트워크의 유형

- 근거리 네트워크(LAN, Local Area Networks)

- 라우터나 스위치를 통해 비교적 가까이 있는 장비를 케이블로 연결하는 네트워크
 - e.g., 같은 방이나 건물

- 특징

- 통신 거리가 짧음
- 데이터 전송 속도가 빠름
- 가정이나 회사에서 주로 사용

네트워킹 소개

- 네트워크의 유형

- 무선 LAN(WLAN, Wireless LANs)

- 라디오 주파수나 빛을 이용하여 선 없이 장비를 연결하는 LAN
- 무선 장비 뿐만 아니라 유선 장비와도 연결
 - e.g., 공유기 등

- 특징

- 편의성
- 휴대성
- 생산성
- 배치
- 확장성

네트워킹 소개

- 네트워크의 유형

- 원거리 네트워크(WAN, Wide Area Networks)

- LAN과 LAN 사이를 광범위한 지역 단위로 구성하는 네트워크

- 특징

- 지역성에 제한이 없음
- LAN에 비해 복잡한 데이터 구조를 가지고 비용이 많이 들음
- 상대적으로 전송 속도가 느림
- ISP(Internet Service Provider)업체의 네트워크 망을 통하여 접속

네트워킹 소개

- 네트워크의 유형

- LAN과 WAN 중간에 위치한 네트워크

- 캠퍼스 네트워크(CAN, Campus Area Networks)

- 대학 캠퍼스와 같이 동일한 지역의 여러 건물에 걸친 네트워크

- 도시권 네트워크(MAN, Metropolitan Area Networks)

- 특정 지역 또는 도시에 걸친 네트워크

- 일반적인 LAN보다 더 큰 영역에 걸쳐 있는 LAN으로 간주할 수 있음

- 개인 영역 네트워크(PAN, Personal Area Networks)

- 한 사람이 사용하는 장비를 연결하는 네트워크

- e.g., Bluetooth 등

네트워킹 소개

- 네트워크의 상대적 크기
 - 네트워크(Network)
 - 가장 일반적인 용어
 - 크기는 정해져 있지 않음
 - 서브네트워크(Subnetwork)
 - 네트워크의 일부분, 인터넷워크를 구성하는 네트워크
 - 세그먼트(Segment)
 - 서브 네트워크보다 작은 네트워크
 - 서로 연관되어 있거나 동일한 그룹에 속한 사람들이 사용하는 네트워크
 - 인터넷워크(Internetwork)
 - 작은 네트워크를 서로 연결하여 이룬 큰 네트워킹 구조

네트워킹 소개

- 네트워크 용어

- 인터넷(Internet)

- 전 세계적으로 연결된 컴퓨터 뿐만 아니라 컴퓨터와 관련된 서비스와 기능을 포함하는 개념

- 인트라넷(Intranet)

- 특정 내부 사용자에게 개방된 사설 네트워크

- 엑스트라넷(Extranet)

- 인트라넷과 인트라넷을 연결하는 네트워크
- 사적인 네트워크지만 접근 허용 대상을 결정하는 확장 인트라넷

목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

네트워크 성능 문제와 개념

• 네트워크 성능 향상의 고려사항

고려사항	설명
설계와 구현 비용	비용과 성능은 트레이드 오프 관계에 있기 때문에 적절히 맞춰줘야 함
품질	구성 요소에 대해 안정성과 용이성을 제공
표준화	표준을 따르도록 설계하여 개량, 지원을 용이하게 함
안정성	데이터 유실이 안되도록 안정성을 고려해야 함
확장성과 개량성	고성능 네트워크는 확장하기가 힘들고 비용이 많이 들어 네트워크 설계를 할 때 고려해야 함
관리와 유지의 편의성	고성능 네트워크일수록 관리와 유지에 더 많은 작업과 자원이 필요함
공간과 설비	공간 문제로 고성능 네트워크 구현이 제한됨 속도가 빠를수록 기반 시설을 설치하는 경우가 많음

네트워크 성능 문제와 개념

- 네트워크의 성능 측정

- 최대 속도(Speed)

- 네트워크에서 일어날 수 있는 최대 데이터 전송 능력

- 대역폭(Bandwidth)

- 데이터 전송 매체의 데이터 운반 능력
- 일정 시간 동안 네트워크를 통해 전송할 수 있는 최대 데이터양을 의미함

네트워크 성능 문제와 개념

- 네트워크의 성능 측정

- 처리율(Throughput)

- 일정 시간 동안 네트워크를 통해 실제 데이터가 얼마나 많이 전송되었는지를 측정하는 기준
 - 대역폭 등에 제한을 받음

- 지연 시간(Latency)

- 네트워크에서 데이터를 요청한 시간부터 응답 받는 시간까지의 간격
- 스트리밍 오디오/비디오, 실시간 어플리케이션에서 중요한 고려사항

네트워크 성능 문제와 개념

- 네트워크의 성능 측정 단위

- 비트와 바이트

- 1 Byte = 8 bits 이며, 주로 바이트는 대문자B, 비트는 소문자b로 표기
- 속도는 항상 바이트가 아닌 비트로 표현됨
- 처리율에서는 비트와 바이트가 모두 쓰임
 - 하드웨어의 처리율
 - 비트수로 표기
 - 소프트웨어 애플리케이션의 처리율
 - 초당 바이트 수로 표기

네트워크 성능 문제와 개념

- 네트워크의 성능 측정 단위
 - 비트와 바이트
 - 초당 비트 수(bps, bit per second)
 - bps, bit/s, b/s
 - 초당 바이트 수(Bps, Byte per second)
 - Bps, bytes/s, B/s
 - 초당 문자 수(cps, character per second)
 - 각 문자는 1Byte 를 차지하기 때문에 초당 바이트 수와 동일
 - cps, Bps, bytes/s, B/s

네트워크 성능 문제와 개념

- 네트워크의 성능 측정 단위

- 비트와 바이트

- 네트워킹에서 단위 숫자는 항상 10진수로 표기

단위	값
킬로(K, Kilo)	$10^3 = 1,000$
메가(M, Mega)	$10^6 = 1,000,000$
기가(G, Giga)	$10^9 = 1,000,000,000$
테라(T, Tera)	$10^{12} = 1,000,000,000,000$

- 보(Baud)

- 신호 변화율을 측정하는 단위
 - 신호 변화율
 - 매 초마다 신호가 변하는 횟수

네트워크 성능 문제와 개념

- 네트워크의 성능에 영향을 주는 요인
 - 상시 네트워크 부하
 - 데이터를 전송할 때 모든 대역폭을 사용하는 것은 불가능함
 - 일부 비트는 데이터를 포장하고 주소를 지정하는 데 대역폭 사용
 - 외부 성능 제한
 - 하드웨어의 데이터 처리 능력 한계
 - 많은 용량의 데이터를 네트워크 인터페이스로 보낼 수 있는 일반 PC는 존재하지 않음
 - e.g., 전화선 품질, 웹서버의 문제

네트워크 성능 문제와 개념

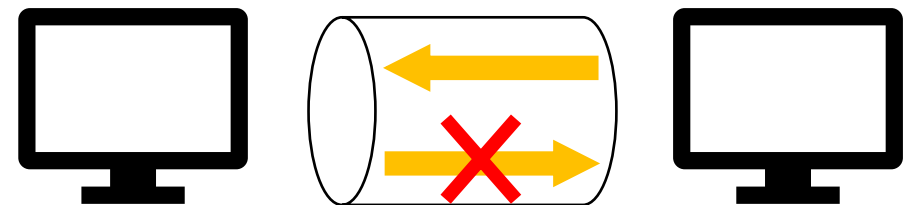
- 네트워크의 성능에 영향을 주는 요인
 - 네트워크 설정 문제
 - 하드웨어나 소프트웨어가 제대로 구성되지 않아 네트워크 속도가 느려짐
 - 비대칭 구조
 - 대부분의 네트워킹 기술은 한 방향 대역폭이 다른 방향 대역폭보다 훨씬 큰 구조
 - 네트워크에서 사용자로 향하는 쪽의 대역폭이 크게 구성되어 있기 때문에 속도 차이가 남
 - e.g., 다운로드, 업로드

네트워크 성능 문제와 개념

- 연결 동작 방식

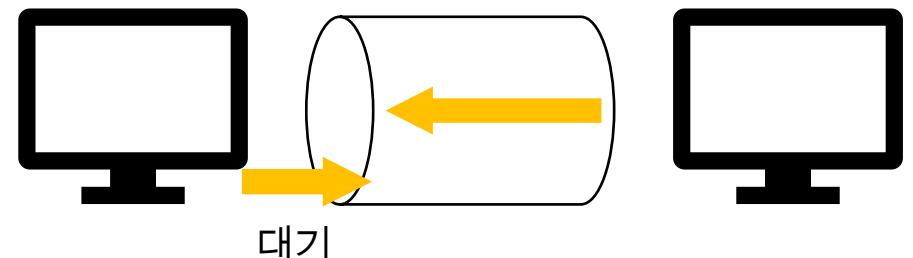
- 단방향(Simplex) 동작

- 네트워크 케이블이나 통신 채널에서 데이터를 한 방향으로만 전송할 수 있음
 - e.g., 위성 통신 채널



- 반양방향(Half-duplex) 동작

- 양방향으로 데이터를 전송할 수 있지만 일정 시점에서 한 방향으로만 전송
 - e.g., 무전기

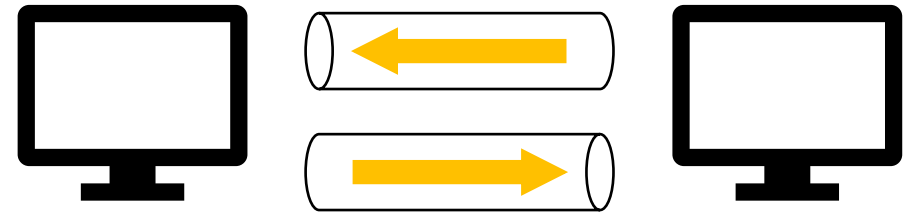


네트워크 성능 문제와 개념

- 연결 동작 방식

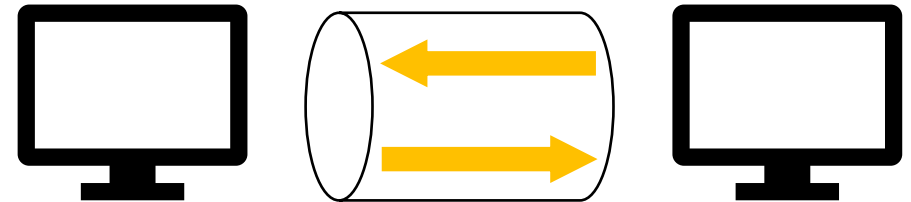
- 양방향(Full-duplex) 동작

- 두 장비가 양방향으로 동시에 데이터 전송



- 단방향 채널의 쌍 또는 동시 전송이 가능한 단일 채널로 구성 가능

- e.g., LAN



네트워크 성능 문제와 개념

- 서비스 품질(QoS, Quality of Service)
 - 장비 간 데이터의 처리 성능 향상을 위해 어떤 방식으로 보내는지 설명
- 대역폭 예약
 - 네트워크나 대역폭 일부분을 일정 시간 동안 예약하여 특정 작업을 수행할 때 해당 대역폭 사용하도록 함
 - 자원 예약(Resource reservation)이라고 부르기도 함
- 대기 시간 관리
 - 데이터 처리속도의 한계로 인한 전송대기 시간을 줄임

네트워크 성능 문제와 개념

- 서비스 품질(QoS)
 - 트래픽 우선순위 조정
 - 트래픽 우선 순위에 따른 패킷 처리
 - 트래픽 셰이핑(Shaping)
 - 버퍼와 속도 제한을 이용해 트래픽 전송율을 미리 정해 놓은 값 이하로 유지하는 것
- 네트워크 혼잡 예방
 - 특정 연결들을 모니터링하여 혼잡 연결이 일어날 경우 데이터 경로 재설정

네트워크 성능 문제와 개념

- 서비스 품질(QoS)
- QoS 기술
 - 등시성 전송(Isochronous Transmissions)
 - 일정 기간 동안 특정 대역폭을 예약하여 실시간으로 데이터를 전송
 - 비동기 전송 방식(ATM, Asynchronous Transfer Mode)
 - 데이터를 일정한 크기로 정하여 순서대로 전송하는 방식
 - QoS의 트래픽 관리 기능을 제공하기 위해 설계됨

목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

네트워크 표준과 기구

- 네트워크 표준

- 사유 표준(Proprietary standard)

- 한 회사나 개인이 소유한 표준
- 다른 회사의 표준을 사용한 제품들과는 호환되지 않음

- 공개 표준(Open standard)

- 여러 회사가 서로 호환되는 제품을 설계하고 개발할 수 있도록 표준 승인 단체로부터 검증 받은 공개된 표준
 - 표준 승인 단체
 - 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union)
 - 국제표준화기구(ISO, International Organization for Standardization)

- 실질 표준(de facto standard)

- 사실 표준이 아닌 널리 쓰인다는 이유로 표준이 된 것
 - e.g., AT 명령 집합

네트워크 표준과 기구

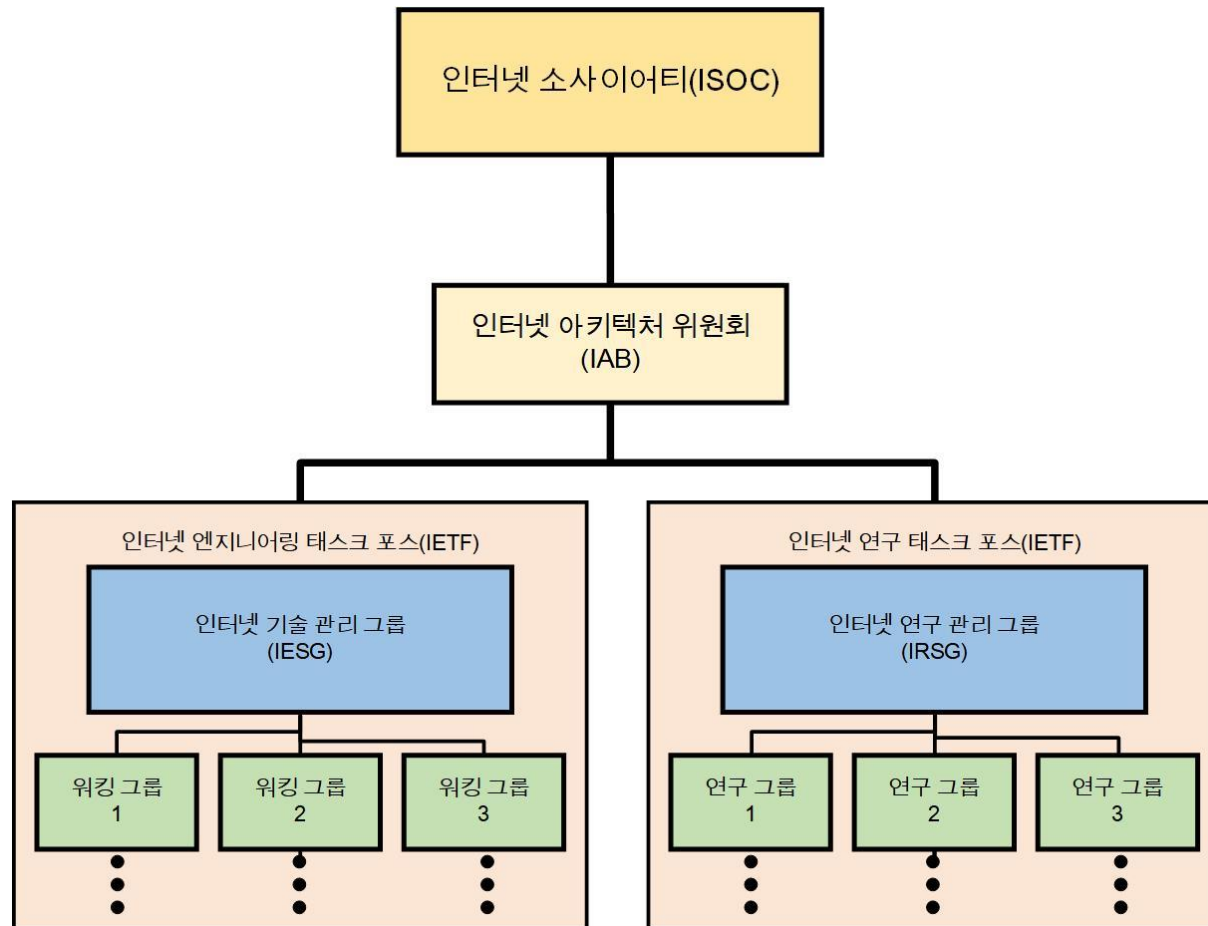
• 국제 네트워킹 표준 기구

기관명	역할
국제 표준화 기구 (ISO, International Organization for Standardization)	각 나라의 표준 제정 단체들로 이루어진 국제 표준화 기구 국제적으로 통용되는 표준 개발
미국 표준 협회 (ANSI, American National Standards Institute)	미국의 컴퓨터와 정보 기술 표준을 조정, 출판하는 기구 표준을 만드는 기구에게 자격 부여 및 감독
정보 기술 산업 협의회 (ITIC, Information Technology Industry Council)	ANSI가 승인한 표준 개발 기구 컴퓨터 관련 주제의 표준 개발
국가 정보 기술 위원회 (NCITS, National Committee for Information Technology)	ITIC가 만든 위원회 정보 기술 분야와 관련된 표준을 개발하고 관리
미국 전기 전자 학회 (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers)	전기, 전자, 컴퓨터 기술 분야의 전문 기구 IEEE 802 프로젝트로 여러 네트워킹 기술 개발
미국 전자 공업 협회 (EIA, Electronic Industries Alliance)	전기 결선과 전송 표준 출판
국 통신 산업 협회 (TIA, Telecommunications Industry Association)	EIA의 통신 부문으로 통신 표준 개발
국제 전기통신 연합·통신 표준 부문 (ITU-T, International Telecommunication Union- Telecommunication Standardization Sector)	통신 산업 표준을 개발하는 국제 기구 전기 통신 분야에 적용되는 표준 개발
유럽 전기 통신 표준 협회 (ETSI, European Telecommunications Standards Institute)	유럽 내부/외부 국가들이 참여하는 기구 유럽 시장을 위한 통신 표준 개발

네트워크 표준과 기구

- 인터넷 표준 기구

- 표준 개발 절차를 관리하여 사람들이 인터넷 통신에 쓰이는 하드웨어와 소프트웨어 규격에 동의하도록 하는 기구



네트워크 표준과 기구

• 인터넷 표준 기구

기관명	역할
인터넷 소사이어티 (ISOC, Internet Society)	인터넷의 관리, 개발, 홍보와 관련된 활동을 담당 표준 개발 측면에서 IAB를 감독
인터넷 아키텍처 위원회 (IAB, Internet Architecture Board)	인터넷 기술 개발에 대한 상위 수준 결정을 내림 IETF와 IRTF를 감독
인터넷 엔지니어링 태스크 포스 (IETF, Internet Engineering Task Force)	인터넷, TCP/IP 기술과 관련된 표준을 개발 라우팅이나 보안과 같은 특정 영역의 기술을 개발하는 여러 워킹 그룹으로 구성
인터넷 기술 관리 그룹 (IESG, Internet Engineering Steering Group)	IETF 워킹 그룹을 관리
인터넷 연구 태스크 포스 (IRTF, Internet Research Task Force)	IETF의 연구 협력 기구 인터넷, TCP/IP 기술과 관련된 장기 연구를 담당 IRSG가 이끄는 연구 그룹으로 구성
인터넷 연구 관리 그룹 (IRSG, Internet Research Steering Group)	IRTF 연구 그룹을 관리

네트워크 표준과 기구

- 인터넷 등록 기관
- 인터넷 표준화
 - 인자 표준화
 - 대부분의 프로토콜은 동작 방식을 제어하는 인자를 포함
 - 장비들이 원활하게 통신하려면 프로토콜의 인자로 어떤 값을 사용할지 정해야 함
- 전역 차원 할당과 식별자 유일성
 - 인터넷에서 사용되는 자원 중에서 고정된 값을 할당
 - ex) 호스트가 유일한 IP 주소를 가지는 것

네트워크 표준과 기구

- 인터넷 등록 기관
 - 인터넷 중앙 등록 기관
 - 프로토콜 인자와 인터넷 자원을 조정하는 기관
 - 인터넷 이름 및 번호 할당 기관 (ICANN, Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
 - 중앙 등록 작업을 공식적으로 책임지는 기관
 - 중앙 등록 작업: IP 주소 할당, 도메인 네임 할당, 프로토콜 인자 관리 등
 - 과거의 인터넷 번호 할당 관리 기관(IANA, Internet Assigned Numbers Authority)을 관리

네트워크 표준과 기구

- 인터넷 표준과 RFC
 - RFC(Request For Comments)
 - 인터넷 기술에 적용 가능한 새로운 연구, 제안, 기법 등을 아우르는 문서
 - 자신의 새로운 생각 및 정보에 대해 전문가의 비평을 구하는 요청
 - IETF의 워킹 그룹이 새로운 프로토콜과 기술, 표준을 개발하여 그 내용을 RFC로 공식화

네트워크 표준과 기구

- 인터넷 표준과 RFC

- RFC 분류

- 제안(Proposed)표준 / 초안(Draft)표준 / 표준(Standard)
 - 표준 트랙에 있는 기술을 설명
 - 제안하는 기술이 이미 표준으로 공인 받았거나 미래에 승인 받을 가능성이 있는 기술
- 현재 최고 사례(Best Current Practice)
 - 공식 표준이 아닌 IETF에서 제공하는 지침 정보나 권고 문서
- 정보 제공(Informational)
 - 정보나 주석을 제공하는 문서
- 실험적(Experimental)
 - 표준 트랙에 있지 않은 실험적 표준 제안
- 역사적(Historic)
 - 더 이상 쓰이지 않는 예전 표준

네트워크 표준과 기구

- 인터넷 표준과 RFC

- 인터넷 표준 생성 절차

1. 새로운 기술이나 기존 기술의 개선 아이디어를 출판
2. 검토와 피드백을 거쳐 많은 사람의 지지를 받은 문서는 표준 트랙에 올라가며 상태가 제안 표준으로 바뀜
3. 충분히 인식된 문서는 제안 표준에서 초안 표준으로 격상
 - 요구 조건
 - 최소 2개의 독립적이고 상호 호환성이 있는 구현에서 동작하는 것을 증명
4. 최종적으로 널리 구현된 문서에게만 표준(STD, Standard) 번호를 부여하여 공식 인터넷 표준 생성

목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

데이터 표현 방식 및 컴퓨팅 수학

- 데이터 표현 방식

- 컴퓨터는 모든 데이터를 0과 1의 모음인 2진(binary) 디지털 형태로 저장

- 2진 정보의 표현법

비트 수	표현 용어
1	비트(bit) / 숫자(number) / 플래그(flag)
4	니블(nibble)
8	바이트(byte) / 옥텟(octet) / 문자(character)
16	더블 바이트(double byte) / 워드(word)
32	더블 워드(double word) / 롱 워드(long word)
64	확장 롱 워드(extend long word)

데이터 표현 방식 및 컴퓨팅 수학

- 데이터 표현 방식

- 불 논리(Boolean logic)

- 2진 디지털 형태인 0과 1을 참(1) 또는 거짓(0)으로 표현

- 불 논리 함수

- 하나 이상의 입력 값에 근거하여 출력 값을 계산

- 진리 표

- 논리 함수의 입력과 출력을 보여주는 표

- 논리곱(AND)

- 모든 입력 값이 참일 때만 참

- 논리합(OR)

- 입력 값 중 하나만 참 이어도 참

- 배타적 논리합(XOR)

- 입력 값이 같으면 거짓, 다르면 참

A	B	AND	OR	XOR
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	1	0

데이터 표현 방식 및 컴퓨팅 수학

- 비트 마스킹(bit masking)
 - AND, OR, XOR 불 함수의 특성을 이용하여 특정 데이터 비트를 켜거나 끄는 것
- 서브넷 마스크(Subnet mask)
 - 커다란 네트워크를 서브넷으로 나누는 기법
 - 할당 받은 IP 주소의 호스트와 네트워크 부분을 구분 지어 줄 때 사용
 - IP 주소와 서브넷 마스크를 AND 연산하여 네트워크 주소를 얻음

데이터 표현 방식 및 컴퓨팅 수학

- 비트 마스킹

- OR 연산을 이용한 비트 켜기

입력	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
마스킹	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
OR 연산 결과	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0

- AND 연산을 이용한 비트 끄기

입력	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
마스킹	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
AND 연산 결과	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

- XOR 연산을 이용한 비트 반전

입력	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
마스킹	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
AND 연산 결과	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0

목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI(Open Systems Interconnection) 참조 모델
 - 개요
 - 1970년대 후반, ISO와 CCITT에서 관리하는 두 개의 프로젝트가 네트워킹 시스템 구조를 위한 통합 표준을 만들기 위해 독자적으로 시작
 - 1983년, 두 문서가 병합되어 표준 문서 OSI 참조 모델이 출판됨
 - 인터넷이 성장하기 시작하면서 네트워킹의 전반적인 동작을 설명하는 도구로 자리 잡음
 - 현재는 교육용으로 널리 쓰이고 있음

OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- 정의

- 네트워크 통신 기능을 7계층으로 분류하여 각 계층마다 프로토콜을 규정한 모델

- 계층 구조

- 7개의 계층으로 구성

- 계층이 높아질수록 논리적 개념과 소프트웨어를 더 많이 다룸

- 하위 계층(1 ~ 4 계층)

- 하위 수준 신호 및 데이터 전송과 하드웨어 구현

- 상위 계층(5 ~ 7 계층)

- 사용자와 네트워크에서 운영되는 애플리케이션 구현

7계층	애플리케이션	상위 계층
6계층	프레젠테이션	
5계층	세션	
4계층	전송	하위 계층
3계층	네트워크	
2계층	데이터 링크	
1계층	물리	

OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

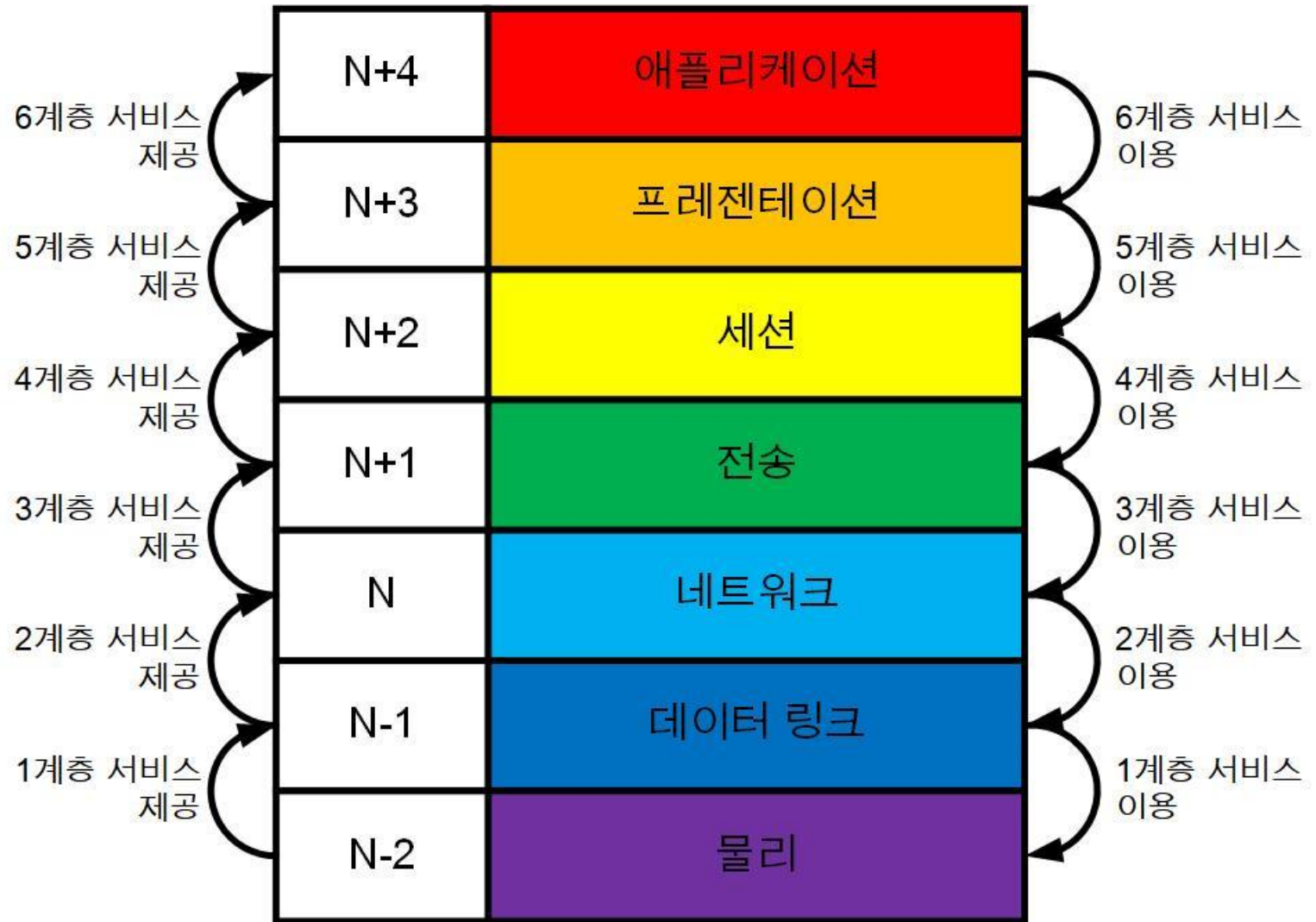
- N 표기법

- 문자 N은 일반적인 개별 계층을 언급할 때 사용
- 특정 계층에서 제공하는 기능과 서비스를 의미
 - N계층 기능, N계층 서비스
- 각 계층(N)은 하위 계층(N-1)의 서비스를 이용하고, 상위 계층(N+1)에게 서비스를 제공함

OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- N 표기법



OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- 계층 용어

- 프로토콜(Protocol)

- 네트워크 장비의 동일한 계층의 소프트웨어나 하드웨어 구성 요소 간의 통신을 설명하는 통신 규칙이나 절차 모음
 - 상위 계층 프로토콜은 데이터를 하위 계층으로 전달하여 물리 계층 (1계층)에서 실제 데이터를 송신
 - 송신된 데이터는 네트워크를 통해 수신 장비의 동일한 계층에 존재하는 프로토콜로 전달됨
 - 물리적인 통신이 없더라도 논리적으로 통신이 가능함

OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- 계층 용어

- 프로토콜(Protocol)



OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- 계층 용어

- 인터페이스(Interface)

- 수직적으로 인접한 계층 간의 통신 방식

- 데이터와 제어 정보를 전달하기 위해 사용

- 상위 계층은 하위 계층의 세부 구현에 대한 지식이 없어도 여러 하위 계층 서비스를 이용할 수 있음

OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- 계층 용어

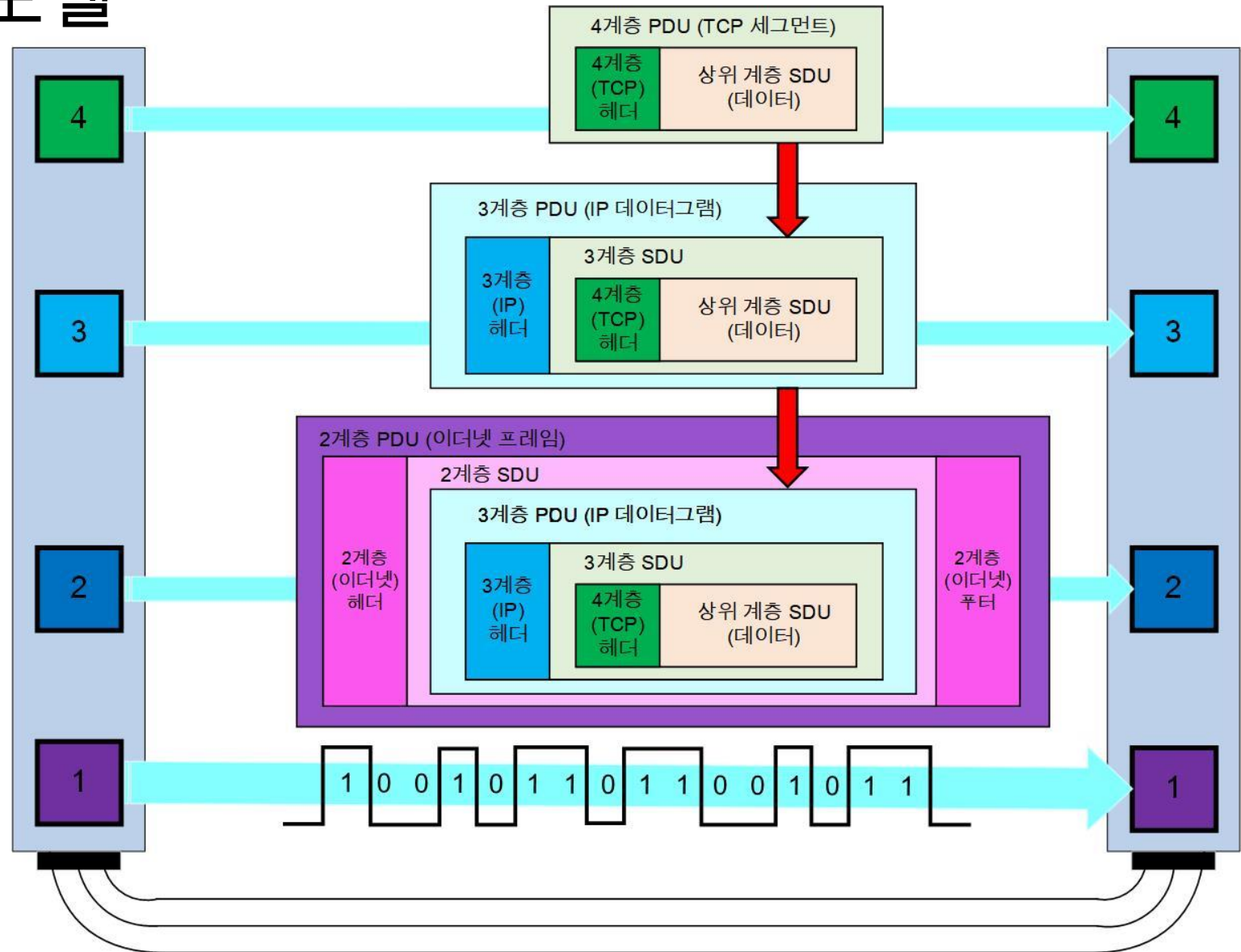
- 인터페이스(Interface)



OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- 계층 용어
 - PDU와 SDU 캡슐화



OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델

- 메시지 라우팅

- 간접 장비 연결 전송

- 메시지가 다른 네트워크로 전송될 때, 최종 목적지에 도달하기 위해 중간 네트워크를 거치는 과정

- 포워딩(Forwarding)

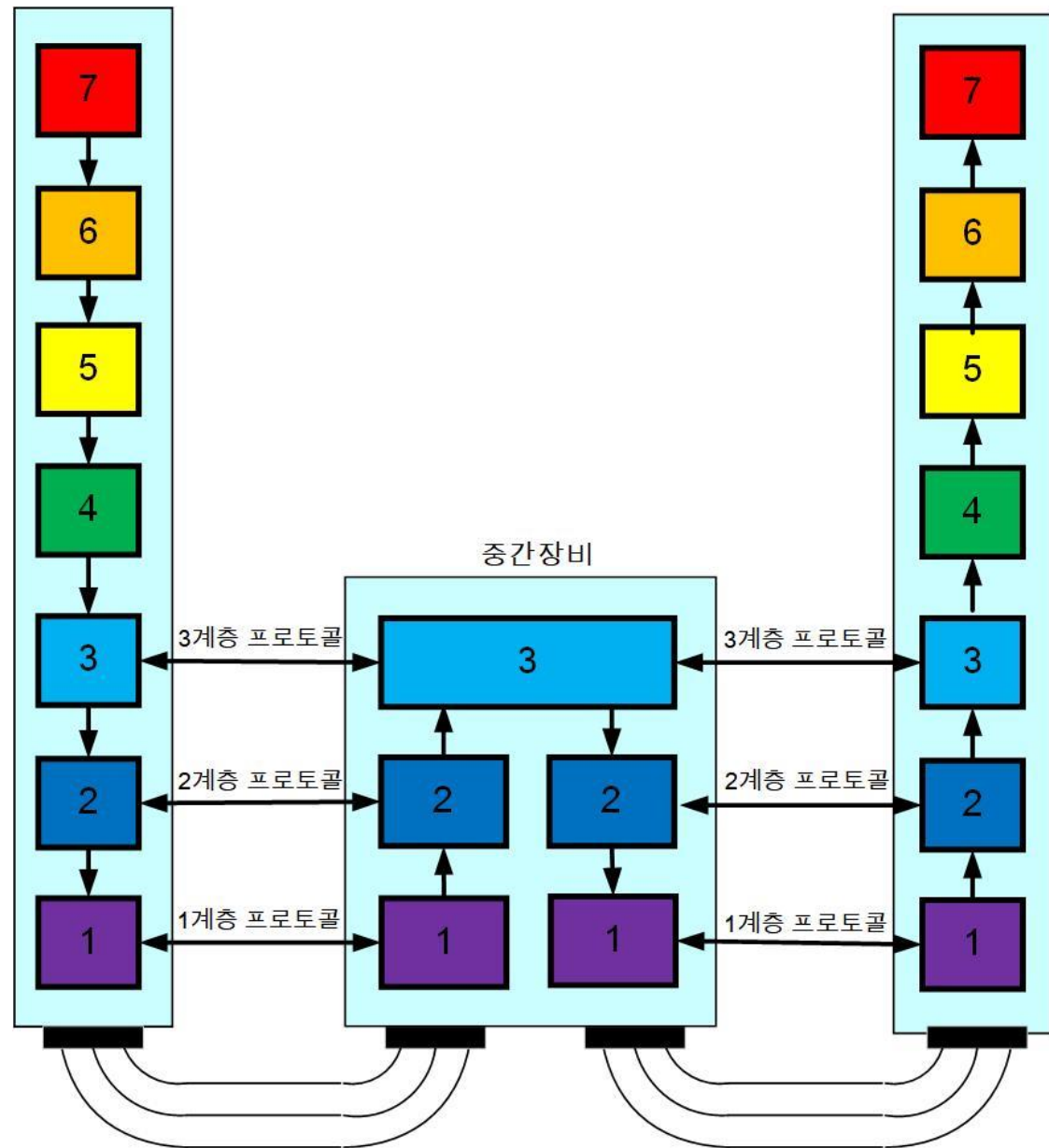
- 라우터의 입력 포트에서 출력 포트로 패킷을 이동시키는 것

- 라우팅(Routing)

- 한 장비에서 다른 장비로 모든 경로를 결정하고 포워딩하는 종합적인 과정

OSI 참조 모델 관련 개념 및 이슈

- OSI 참조 모델
 - 메시지 라우팅



목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

OSI 참조 모델 계층

- 물리 계층(1계층) (Physical Layer)
 - 데이터가 네트워크 인터페이스를 통해 물리적으로 전송되는 유일한 계층
- 기능
 - 하드웨어 명세 정의
 - 케이블, 커넥터, 무선 라디오 송·수신기, 네트워크 인터페이스 카드 등 하드웨어 장비 동작의 세부 사항을 정의
 - 인코딩과 신호처리
 - 비트 데이터를 네트워크를 통해 전송하기 위한 신호로 인코딩, 변환 후 전송
 - 데이터 송·수신
 - 인코딩 또는 변환한 데이터를 송·수신

OSI 참조 모델 계층

- 데이터 링크 계층(2계층) (Data Link Layer)
 - 물리적 링크를 이용하여 신뢰성 있는 데이터를 네트워크를 통해 전송하는 계층
 - 논리적 연결, 매체접근 제어, 하드웨어 주소지정, 에러탐지와 처리를 담당
- 기능
 - 논리적 연결 제어(LLC, Logical Link Control)
 - 네트워크의 로컬 장비 간 논리적으로 연결을 수립하고 제어
 - 상위에 있는 네트워크 계층에게 서비스를 제공
 - 서로 다른 기술의 상위 계층과 쉽게 결합될 수 있도록 함
 - 매체 접근 제어(MAC, Media Access Control)
 - 네트워크에 사용되는 공유 매체의 충돌을 피하기 위한 제어 방식

OSI 참조 모델 계층

- 데이터 링크 계층(2계층) (Data Link Layer)

- 기능

- 데이터 프레임(Data Framing)

- 상위 수준 메시지에 데이터 링크 계층 헤더를 붙여 최종 캡슐화하여 프레임이라는 데이터 단위로 구성
 - 프레임 구성: 헤더, 데이터, 트레일러

- 물리적 주소 지정

- 특정 장비로 데이터를 보내기 위해 프레임 헤더에 물리적 로컬 장비의 목적지 주소를 추가

- 에러 탐지와 처리

- 프레임 트레일러에 오류를 검출하는 특정 비트를 추가하여 데이터에 발생하는 에러를 탐지 및 처리

OSI 참조 모델 계층

- 네트워크 계층(3계층) (Network Layer)
 - 최적의 경로를 선택하여 네트워크에 있는 장비에게 데이터를 전송하는 계층
- 기능
 - 논리적 주소 지정
 - 네트워크에서 통신하는 모든 장비를 물리적 위치와 상관없이 식별하기 위해 논리적 주소(3계층 주소)를 지정
 - 논리적 주소는 유일해야 함
 - e.g., 인터넷(IP 주소) 등
 - 라우팅(Routing)
 - 데이터의 최종 목적지를 파악하여 데이터를 효율적으로 보내기 위해 목적지까지의 최적의 경로를 결정

OSI 참조 모델 계층

- 네트워크 계층(3계층) (Network Layer)

- 기능

- 데이터그램 캡슐화

- 상위 계층에서 받은 메시지에 네트워크 계층 헤더를 붙여 캡슐화하여 데이터그램을 만듦

- 단편화와 재조합

- 송신 측에서 패킷을 단편화 하여 전송하고, 수신 측의 네트워크 계층에서 단편화 된 패킷을 재조합
 - 일부 장비는 송신할 수 있는 데이터의 길이가 제한적

- 에러 처리와 진단

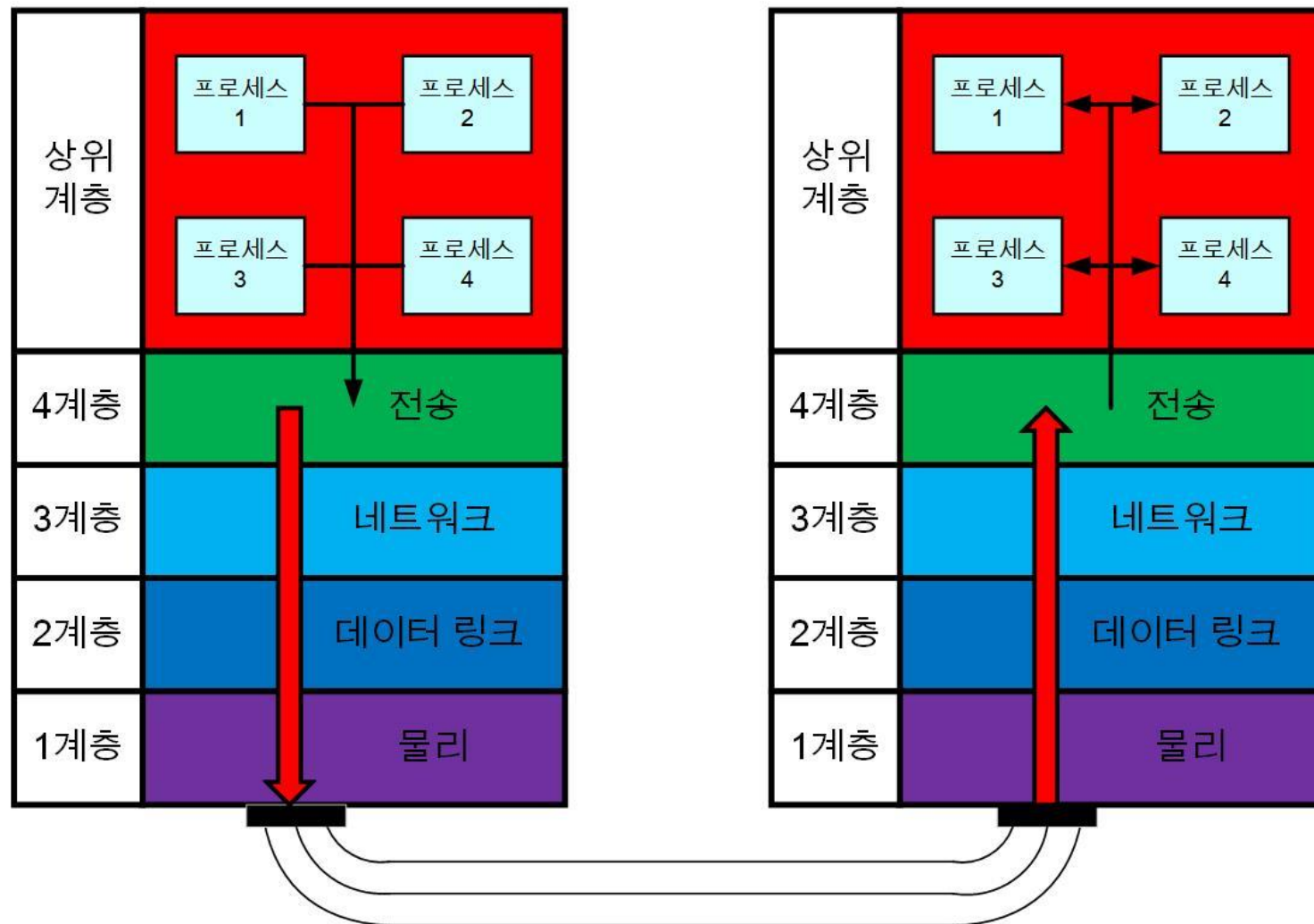
- 논리적으로 연결된 장비들이 네트워크나 장비 상태 정보를 교환
 - e.g., ICMP(Internet Control Message Protocol)

OSI 참조 모델 계층

- 전송 계층(4계층) (Transport Layer)
 - 두 시스템 간에 신뢰성 있는 데이터를 전송하기 위해 시스템 종단 간의 데이터를 양방향으로 전송하는 계층
- 기능
 - 프로세스 수준 주소 지정
 - 소프트웨어 프로그램을 구분하고, 각 프로세스가 동시에 네트워크 계층 프로토콜을 이용할 수 있게 Port 주소를 지정
 - 다중화(Multiplexing)와 역다중화(De-multiplexing)
 - 다중화
 - 애플리케이션 프로그램이 보내고자 하는 데이터를 하나의 데이터 스트림으로 결합하는 것
 - 역다중화
 - 수신된 데이터 스트림을 수신 애플리케이션 프로세스로 전달

OSI 참조 모델 계층

- 다중화(Multiplexing)와 역다중화(De-multiplexing)



OSI 참조 모델 계층

- 전송 계층(4계층) (Transport Layer)

- 기능

- 단편화와 재조합

- 대량의 데이터를 송신할 때, 송신 측에서 데이터를 단편화
 - 수신 측은 데이터를 재조합

- 연결, 수립, 유지, 종료

- 전송 계층의 연결형 프로토콜은 연결을 수립
 - 데이터를 전송하는 동안 연결을 유지
 - 더 이상 연결이 필요 없는 경우 연결을 끊음

OSI 참조 모델 계층

- 전송 계층(4계층) (Transport Layer)

- 기능

- 송인과 재전송

- 송인과 재전송 타이머를 이용하여 안정적인 데이터 전달을 보장
 - 송신장비는 데이터를 보낼 때마다 타이머를 시작
 - 성공적인 전송일시 수신장비는 송인 정보를 보냄
 - 타이머까지 송인이 오지 않을 경우 재전송

- 흐름 제어(Flow control)

- 전송률이 낮은 장비의 속도에 맞춰 데이터 흐름을 제어함
 - 속도 차이에 의한 에러를 예방

OSI 참조 모델 계층

- 세션 계층(5계층) (Session Layer)

- 애플리케이션 프로세스 간에 세션을 구축하고 관리함
 - 세션 : 애플리케이션 프로세스 간 지속적인 논리적 연결로 데이터를 교환 할 수 있도록 하는 것

- 기능

- 세션 연결 설정 및 해제
 - 세션 생성, 유지, 종료

- 동기화(Synchronization)

- 데이터 전송 시 동기점(Synchronization point)을 삽입함으로써 데이터의 오류를 감지 및 복구
 - 동기점 : 자신과 상대의 정보(주파수, 시간, 코드 등)를 일치시킴

OSI 참조 모델 계층

- 표현 계층(6계층) (Presentation Layer)
 - 애플리케이션 프로세스 간에 전송되는 메시지의 표현 방법을 통일시키는 계층
- 기능
 - 번역(Translation)
 - 서로 다른 방법으로 표현된 데이터를 송신 측과 수신 측 사이에서 표준화된 데이터 형식으로 변환
 - 압축(Compression)
 - 처리율을 향상 시키기 위해 데이터를 압축
 - 암호화(Encryption)
 - 데이터의 보안을 보장하기 위해 암호화

OSI 참조 모델 계층

- 응용 계층(7계층) (Application Layer)
 - 사용자 애플리케이션이 네트워크를 통해 이용할 수 있는 서비스를 제공하는 계층
- 기능
 - 서비스 제공
 - 파일 전송, 원격 접속, 이메일 전송 등 응용 서비스를 네트워크에 접속시켜 서비스를 제공함

OSI 참조 모델 계층

• OSI 참조 모델 계층 요약 표

그룹	계층	계층이름	핵심역할	데이터 단위	유형 범위	프로토콜과 기술
하위 계층	1	물리 (Physical)	하드웨어 명세, 인코딩과 신호처리, 물리적 데이터 전송	비트	로컬 장비 간에 전송되는 전기 또는 광 신호	대부분의 데이터 링크 계층 기술을 위한 물리 계층
	2	데이터 링크 (Data Link)	논리적 연결 제어, 매체 접근 제어, 데이터 프레임링, 물리적 주소 지정	프레임	로컬 장비 간에 전송된 하위 수준 데이터 메시지	IEEE 802.2 LLC, 이더넷 관련 프로토콜(WLAN, WIFI 등)
	3	네트워크 (Network)	논리적 주소 지정, 라우팅, 데이터그램 캡슐화, 단편화와 재조합, 에러 탐지	데이터그램, 패킷	로컬, 원격 장비 간의 메시지	IP, IPv6, IPsec 등
	4	전송 (Transport)	프로세스 수준 주소 지정, 다중화와 역다중화, 단편화와 재조합, 연결, 송인과 재전송, 흐름 제어	데이터그램, 세그먼트	소프트웨어 프로세스 간의 통신	TCP, UDP 등

OSI 참조 모델 계층

• OSI 참조 모델 계층 요약 표

그룹	계층	계층이름	핵심역할	데이터 단위	유형 범위	프로토콜과 기술
상위 계층	5	세션 (Session)	세션 연결 설정 및 해제, 동기화	메시지	로컬 또는 원격 장비 간의 세션	소켓, NetBIOS 등
	6	표현 (Presentation)	번역, 압축, 암호화	메시지	애플리케이션 데이터 표현	SSL 등
	7	응용 (Application)	서비스 제공	메시지	애플리케이션 데이터	HTTP, DNS, FTP 등

목 차

- 1-1부 네트워킹 기본
 - 네트워킹 소개
 - 네트워크 성능 문제와 개념
 - 네트워크 표준과 기구
 - 데이터 표현 방식과 컴퓨팅 수학
- 1-2부 OSI 참조 모델
 - OSI 참조 모델 관련 이슈와 개념
 - OSI 참조 모델
- 1-3부 TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조
 - TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP 등장 배경

- 1968년 미국 국방부 고등 연구 계획국(DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency)에서 네트워크 통신망 알파넷(ARPAnet)을 구축
- 1973년 알파넷의 단점을 보완할 전송 제어 프로토콜(TCP) 개발
- TCP의 역할이 분리되면서 1982년 지금의 TCP/IP 탄생

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP 개요

- 패킷 통신 방식의 인터넷 프로토콜과 전송 제어 프로토콜로 이루어진 프로토콜 슈트
- 전송 제어 프로토콜(TCP, Transmission Control Protocol)
 - 네트워크에서 데이터를 신뢰성 있게 전달하기 위한 프로토콜
 - 연결 수립 및 관리, 소프트웨어 프로세스 간의 신뢰성 있는 데이터 전송을 책임짐
- 인터넷 프로토콜(IP, Internet Protocol)
 - 인터넷 상의 주소 프로토콜
 - 주소 지정, 패킷 라우팅 등 여러 기능을 제공

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP의 장점

- 통합 주소 지정 체계

- 소형과 대형 네트워크 모두에서 사용할 수 있는 장비를 식별할 수 있는 주소 지정 체계를 가짐
- 각 장비가 유일한 주소를 갖는 것을 보장하기 위해 중앙에서 관리함

- 라우팅을 위한 설계

- 정보의 효율적인 흐름을 관리할 수 있음

- 하부 네트워크와의 독립성

- 다양한 네트워크를 혼합하여 TCP/IP로 연결할 수 있다는 것을 의미

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP의 장점
 - 표준과 개발 절차 공개
 - 사유 표준이 아닌 공개 표준
 - RFC 절차에 따라 개발 및 수정되며 누구나 참여 가능함
 - 보편성
 - 대부분 모든 사람들이 TCP/IP 프로토콜을 이용

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP 서비스

- TCP/IP는 OSI 모델과 유사한 방식으로 한 계층이 상위 계층에게 서비스를 제공
- 다른 프로토콜에 제공하는 서비스
 - TCP/IP 프로토콜이 구현하는 핵심 기능 제공
 - 상위 계층이 TCP/IP 서비스를 이용함으로써 자신의 기능에 집중할 수 있음
 - e.g., 네트워크 계층의 IP, 전송 계층의 TCP, UDP
- 최종 사용자 서비스
 - 사용자가 인터넷과 기타 TCP/IP 네트워크를 이용하기 위해 실행하는 애플리케이션의 동작을 도움
 - e.g., 응용 계층의 HTTP

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP에서 클라이언트/서버 구조
 - 하드웨어 역할
 - 장비가 클라이언트 또는 서버로 동작하는지 여부
 - 소프트웨어 역할
 - 프로토콜 소프트웨어 구성 요소가 클라이언트 또는 서버로 동작하는지 여부
 - 트랜잭션 역할
 - 장비와 프로그램이 특정 데이터를 교환할 때 클라이언트 또는 서버 역할을 하는지 여부

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP 모델

- 네트워크 인터페이스 계층(2계층) (Network Interface Layer)
 - 네트워크와 하드웨어를 연결하는 역할
 - OSI 참조 모델의 데이터 링크 계층에 해당
- 인터넷 계층(3계층) (Internet Layer)
 - 논리적 장비 주소 지정, 데이터 패키징, 조작과 전달, 라우팅과 같은 작업 수행
 - OSI 참조 모델의 네트워크 계층에 해당

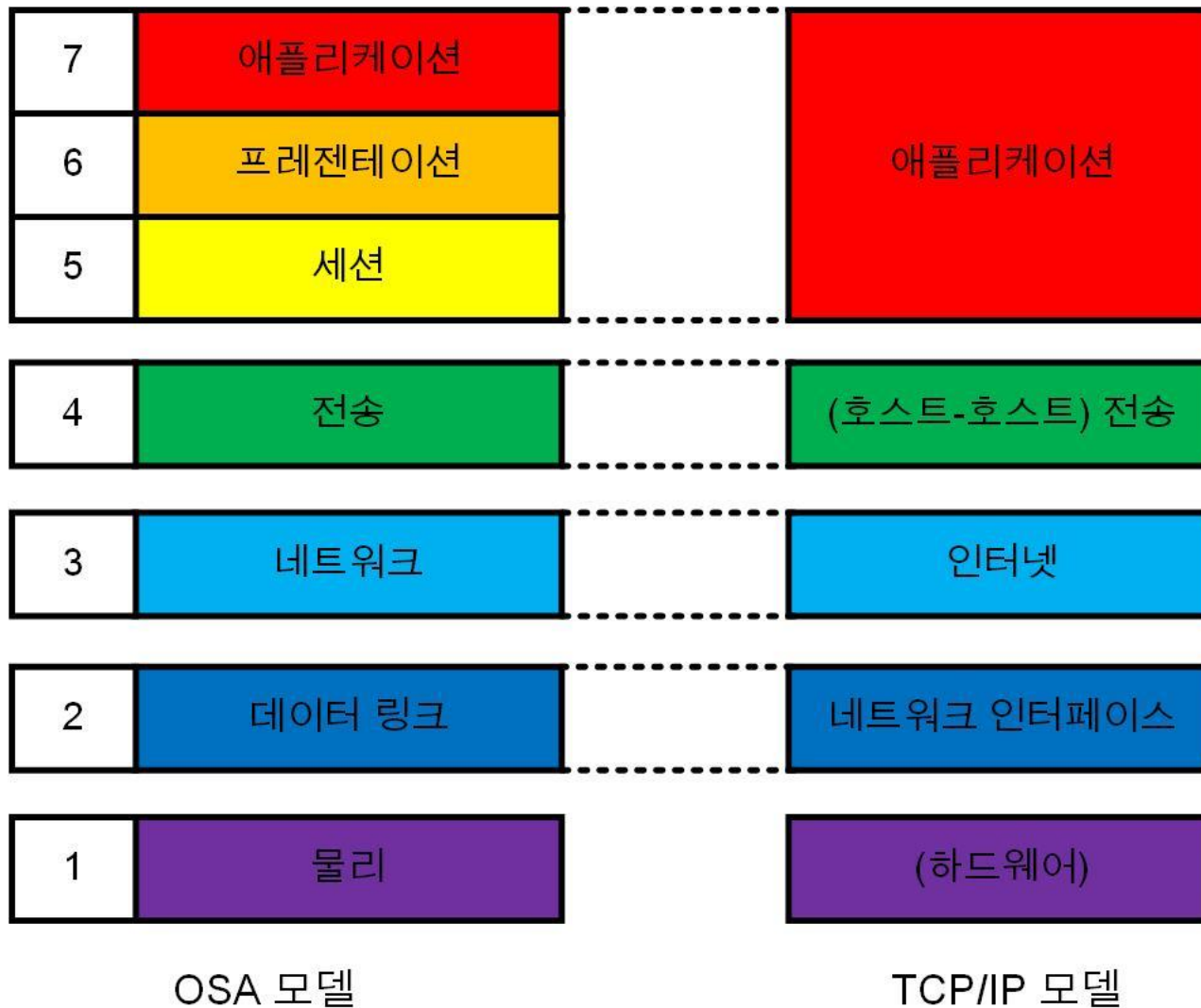
TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP 모델

- 전송 계층(4계층) (Transport Layer)
 - 장비 간의 연결을 관리하고 안정적인 통신을 보장
 - OSI 참조 모델의 전송 계층에 해당
- 응용 계층(5계층) (Application Layer)
 - 최종 사용자에게 서비스를 제공
 - OSI 참조 모델의 세션, 표현, 응용 계층에 해당

TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

- TCP/IP 모델과 OSI 모델 비교



TCP/IP 프로토콜 슈트와 구조

• TCP/IP 모델 요약 표

계층	설명	프로토콜
네트워크 인터페이스	물리적 하드웨어의 인터페이스 역할	이더넷, PPP, SLIP 등
인터넷	장비 주소지정, 기본 데이터그램 통신, 라우팅 수행	IP, ICMPv4, IP NAT, RIP 등
호스트 간 전송	연결을 관리하고 안정적인 통신 보장	TCP, UDP 등
애플리케이션	최종 사용자 애플리케이션에게 서비스 제공	HTTP, Telnet, FTP, DNS, DHCP, RFC 822 등

Thanks!

우 승 찬 (tmdcks8520@sju.ac.kr)