

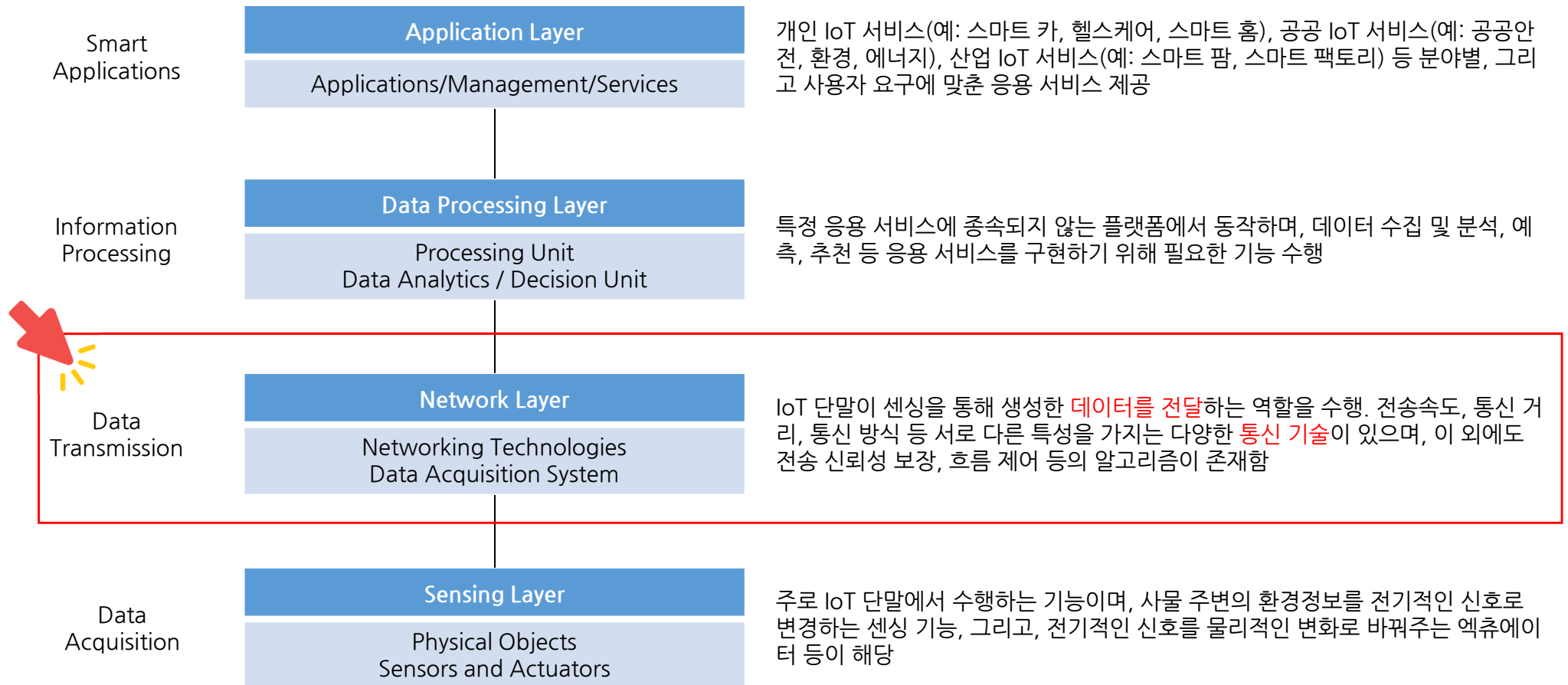
사물인터넷 (Internet of Things)

김태운

목차

- Network Layer
 - 사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개
 - 무선 통신/네트워크 기초

▪ Network Layer



Network Layer: 사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

■ 사물인터넷 통신/네트워크 계층의 기능 및 요구사항

- 네트워크 계층은 사물을 인터넷에 연결하고 원격 데이터 수집/획득을 지원하며, 이를 위한 네트워킹 기술 및 네트워크 인프라 기술을 포함
- 범용적 네트워크 기술 및 사물인터넷에 특화된 네트워크 기술들을 포괄함:
 - 유선 통신 기술
 - 이동 통신(4G/5G) 기술
 - 근거리 및 원거리 통신을 위한 무선통신(Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, LoRa) 기술 등
- 초연결사회의 사물인터넷 네트워크는 서로 다른 종류의 수많은 기기와 사물이 네트워크에 접속되기 때문에 기존의 USN/M2M 네트워크 구조에서 규모의 확장성, 기능의 확장성, 네트워크 모듈화, 이기종 기기/사물간 상호 연동성 등을 지원해야 함

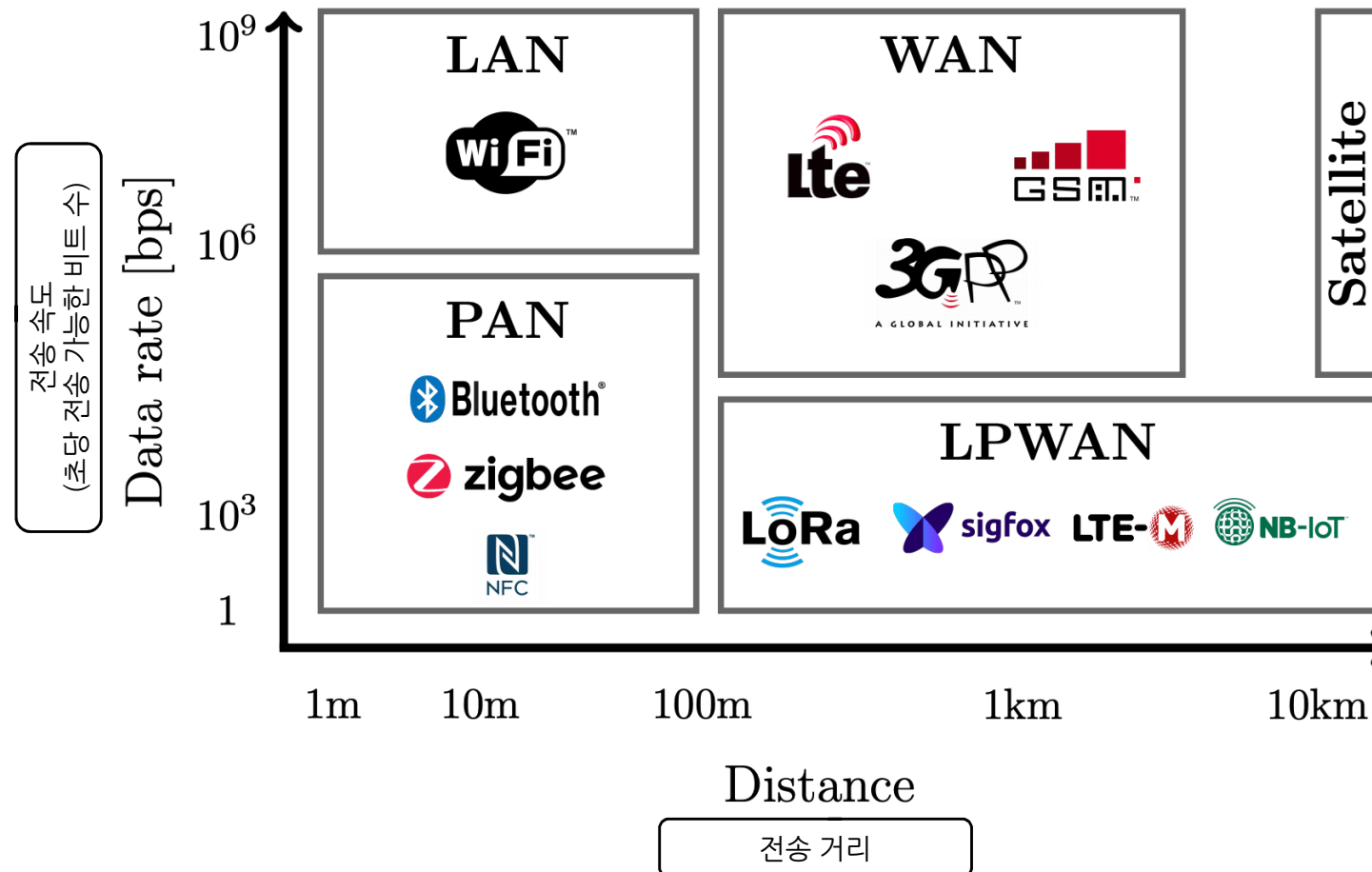
수업에서 다룰 내용!

■ 사물인터넷 통신 및 네트워크 기술의 구분

- 사물인터넷에 사용되는 네트워크 기술은 전송 거리, 전송 속도, 지연시간 민감성 등 다양한 기준으로 구분할 수 있음
- 사물인터넷 서비스 제공자는 사용 목적, 제약조건 등을 고려하여 최적의 네트워크 기술을 선택해야 함

사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

- 사물인터넷 통신/네트워크 기술의 구분
 - 전송 거리 및 전송 속도에 따른 구분



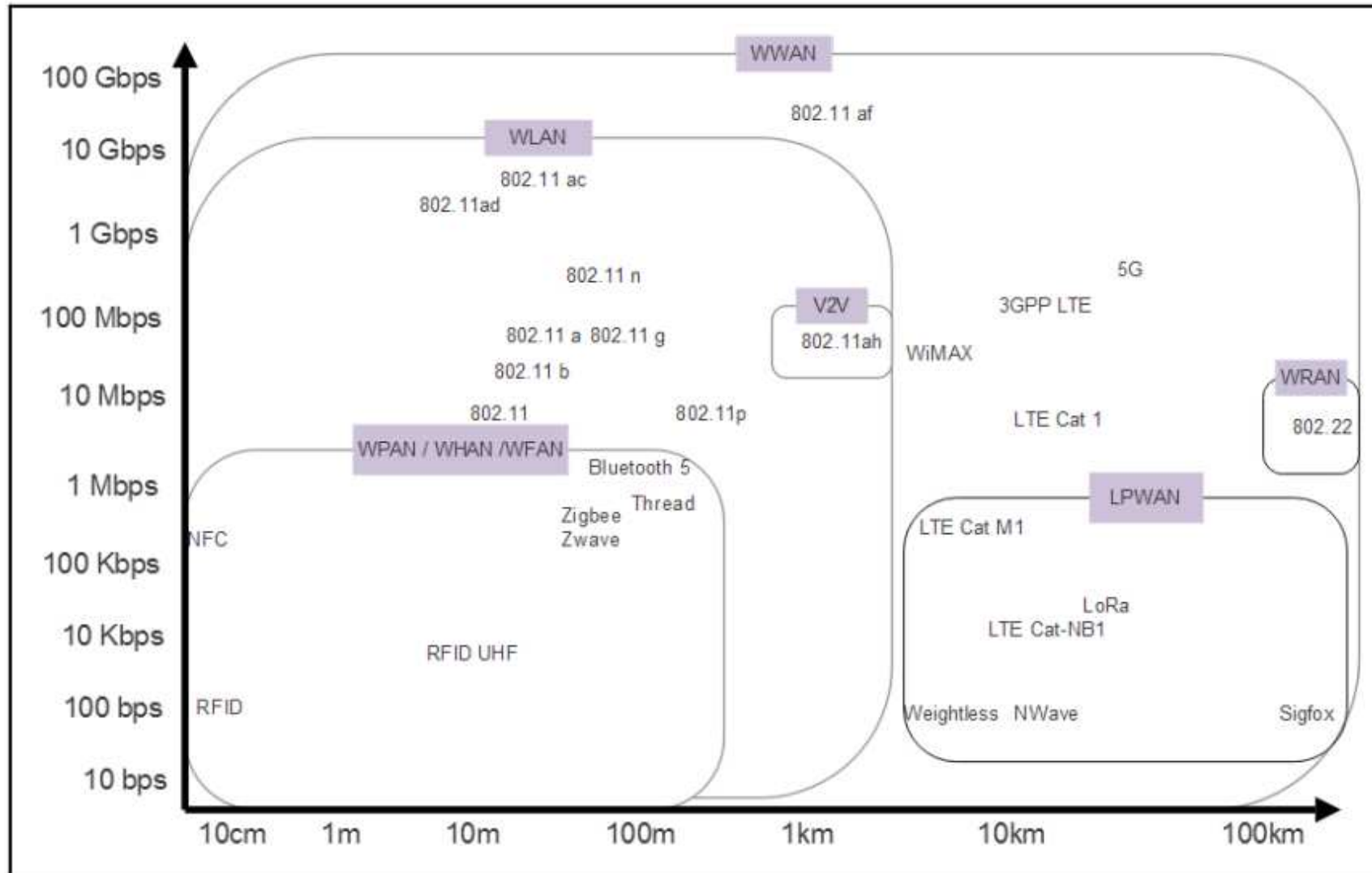
사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

■ 사물인터넷 통신/네트워크 기술의 구분

- 전송 거리 및 전송 속도에 따른 구분
 - PAN(Personal Area Network)
 - 단거리 통신에 주로 사용하며 IP(Internet Protocol) 프로토콜 기반하지 않는 경우가 대부분
 - 예) Bluetooth, Zigbee, Z-Wave 등
 - WLAN(Wireless Local Area Network)
 - 실내 정도 규모의 통신 거리를 제공하며(Home network, office network 등), IP 프로토콜에 기반하는 경우가 대부분
 - 예) IEEE 802.11(Wi-Fi), thread, 6LoWPAN
 - WAN(Wide Area Network)
 - km 수준의 장거리 통신 거리를 제공
 - 예: 이동통신(4G, 5G), LoRaWAN, 위성통신 등

사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

- 사물인터넷 통신/네트워크 기술의 구분
 - 전송 거리 및 전송 속도에 따른 구분(상세)



사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

■ 사물인터넷 통신/네트워크 기술의 구분

- 서비스 범위에 따른 구분

사용 목적	지역 서비스	광역 서비스
네트워크	폐역 네트워크 (proximity network)	광역 네트워크 (wide area network, WAN)
특징	IoT 서비스의 이용이 <u>지역적으로 한정되는 경우</u>	IoT 서비스의 이용이 <u>전국 단위 또는 그 이상으로 확대되는 경우</u>
종류	LAN, PAN, LPWA 등	4G, 5G 등의 WAN 기술

- 폐역 네트워크

- 디바이스와 애플리케이션 사이를 LAN, PAN 등의 지역 네트워크(Local Area Network, LAN) 기술로 연결

- 광역 네트워크

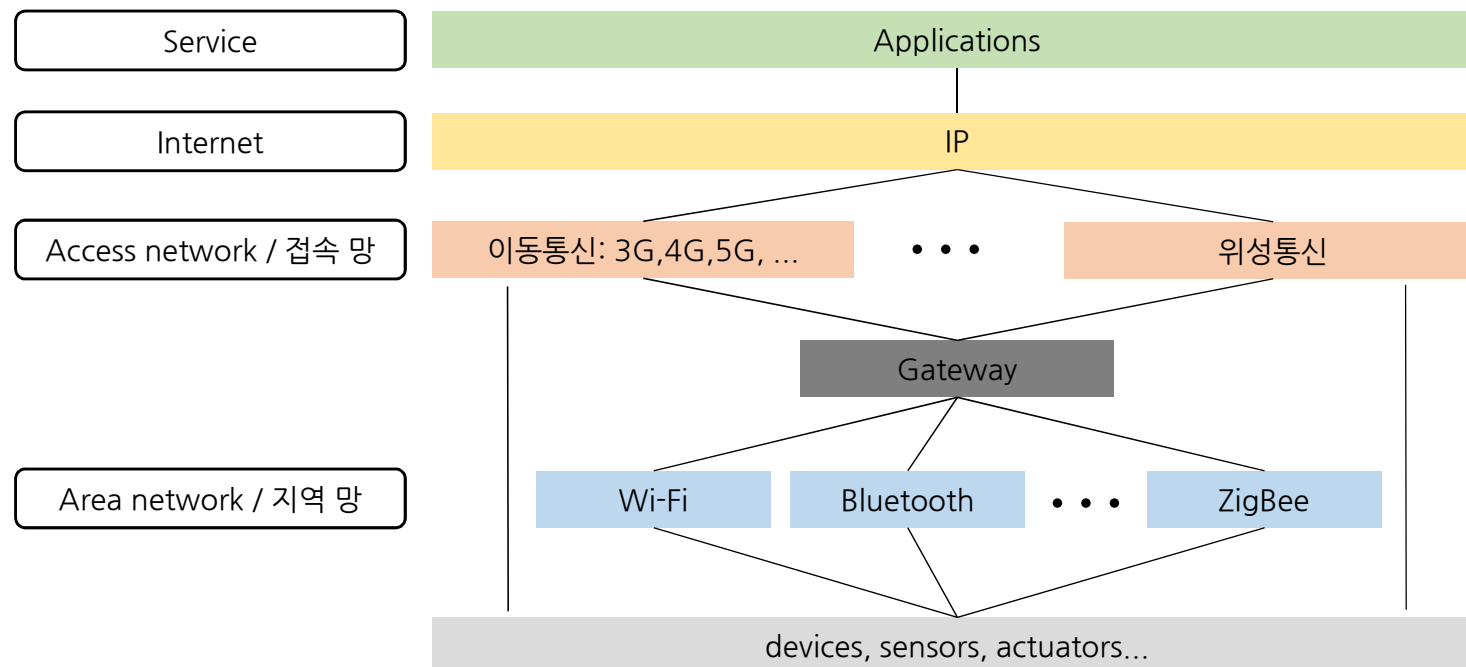
- 디바이스와 애플리케이션 사이를 4G/5G 등 광역 네트워크(WAN)로 연결
 - 디바이스를 직접 WAN에 연결하거나, 또는 폐역 네트워크를 연결하는 게이트웨이를 통해 연결

사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

■ 사물인터넷 통신/네트워크 기술의 구분

• 일반적인 IoT 네트워크의 계층 구조

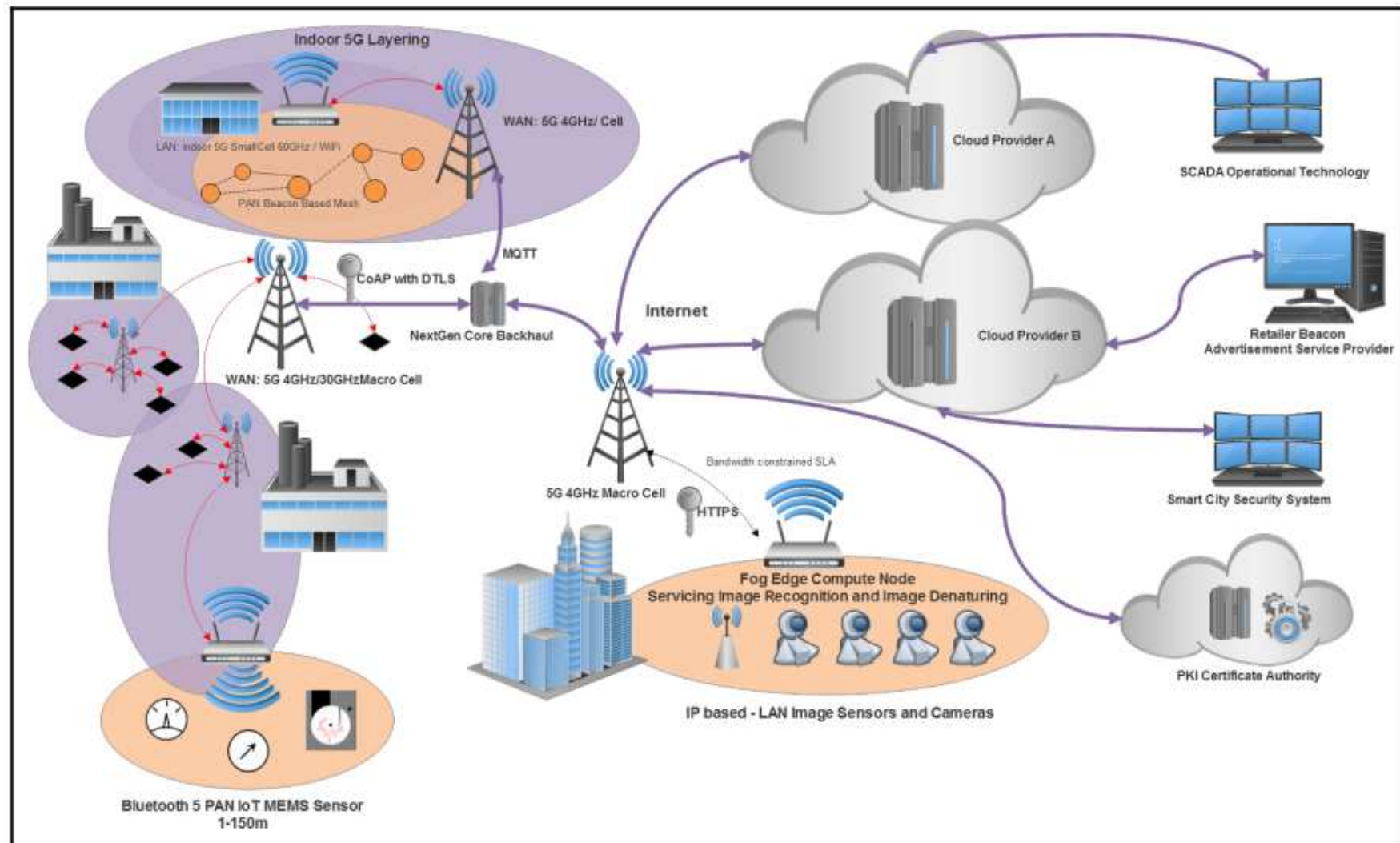
- 디바이스는 자신이 위치한 장소에 구축된 소규모의 지역 망(area network)에 연결/접속함
 - 지역망은 단거리 통신을 위한 PAN(Personal Area Network) 기반의 센서 통신 시스템 또는 IP 기반의 Wi-Fi와 같은 WLAN(Wireless Local Area Network)를 포함함
- 각 지역망은 게이트웨이를 통해 더 큰 규모의 접속 망(access network)에 연결하고, 이를 통해 광역 네트워크(WAN)를 형성
 - 광역 네트워크는 이동통신, 위성통신, LPWAN(Low-Power Wide-Area Network) 등을 포함함
- 접속망은 인터넷을 통해 서비스와 연결됨
 - 일반적으로 사용하는 HTTP 뿐 아니라 IoT 디바이스를 위한 전송 프로토콜(MQTT, CoAP)을 사용할 수 있음



사물인터넷 통신 및 네트워크 기술 소개

■ 사물인터넷 통신/네트워크 기술의 구분

- IoT 서비스 제공자는 확장성, 구축/운영 비용, 전송 속도 요구량, 신호 간섭, 전송 손실률 등을 고려하여 어떤 네트워크 기술을 사용할지를 “현명하게(?)” 결정해야 함
 - 단일 네트워킹 기술을 사용하거나 여러 네트워킹 기술을 조합하여 사용할 수 있음



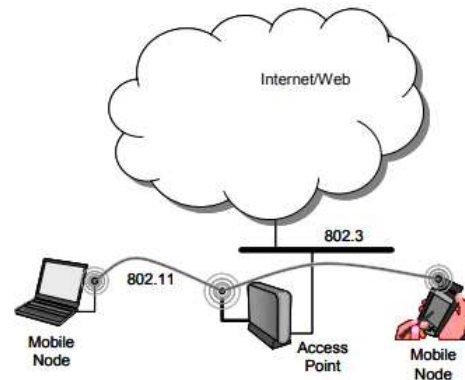
Network Layer: 무선 통신 및 네트워크 기초

무선 통신 및 네트워크 기초

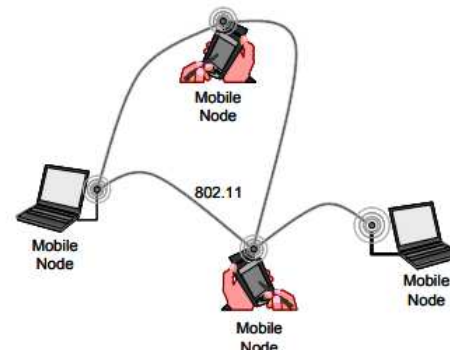
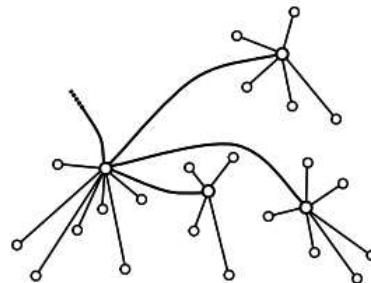
■ 유선 통신 vs 무선 통신 차이

- 통신 기기가 유선(이더넷 케이블 등)으로 연결되어 있는지 여부에 따라 구분되며, 대표적인 차이점은...

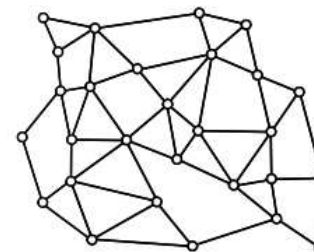
1. 통신 오류	<ul style="list-style-type: none">• 유선 통신: 전송 중 발생하는 오류가 거의 없고, 안정적인 속도로 통신이 가능하며 변동성이 거의 없음• 무선 통신: 통신 매체의 상태가时时刻刻으로 변하며, 통신 단말의 이동으로 인해 토폴로지가 변하는 등 변동성이 크며 이로 인해 통신이 불안정해 질 수 있고 전송 오류가 상대적으로 빈번하게 발생함
	<p>참고: 토폴로지(topology)</p> <ul style="list-style-type: none">• 통신에 참여하는 단말이 서로 연결되어 있는 형태/모양을 말함• 공유기/기지국 등이 송수신 활동을 스케줄링 하는 중앙 집중형 환경에서는 star topology를 주로 사용하고, 통신 단말 각각이 직접 자신이 송수신 활동을 제어하는 분산 환경에서는 mesh topology가 형성됨



각 AP는 star 토폴로지를 구성하고, 다수의 **star topology**가 결합되어 전체 네트워크를 구성



통신 단말이 그물처럼 얹힌 **mesh topology**를 구성



무선 통신 및 네트워크 기초

■ 유선 통신 vs 무선 통신

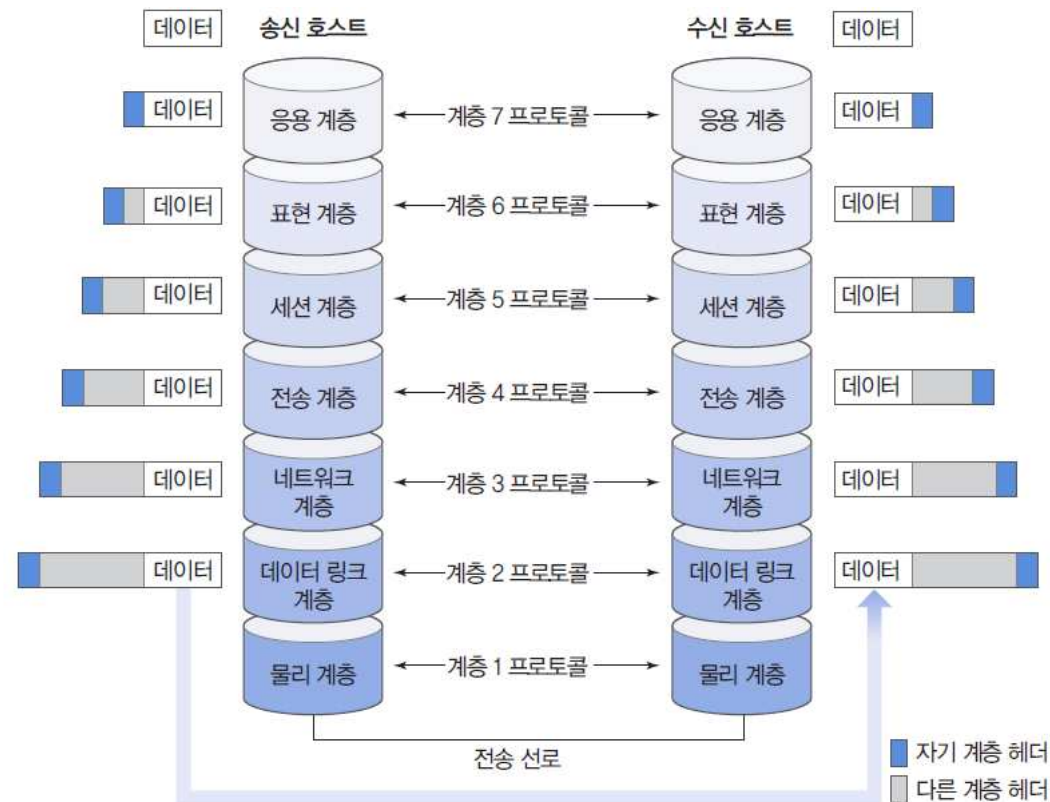
- 통신 기기가 유선(이더넷 케이블 등)으로 연결되어 있는지 여부에 따라 구분되며, 대표적인 차이점은...

1. 통신 오류	<ul style="list-style-type: none">• 유선 통신: 전송 중 발생하는 오류가 거의 없고, 안정적인 속도로 통신이 가능함• 무선 통신: 통신 매체의 상태가时时刻刻으로 변하며, 통신 단말의 이동으로 인해 토폴로지가 변하는 등 변동성이 크며 이로 인해 통신이 불안정하고 전송 오류가 빈번하게 발생함
2. 매체 접근 제어	<ul style="list-style-type: none">• 유선 통신: 직접 연결된 두 통신 단말은 다른 단말에 방해받지 않고 데이터 송수신을 할 수 있으며, 송신과 수신을 동시에 수행할 수 있는 전 이중(Full-Duplex) 통신인 경우가 대부분• 무선 통신: 주파수 대역을 다수의 통신 단말이 공유하고, 데이터 전송 시 방송(broadcast)되며, 반 이중(Half-Duplex) 통신인 경우가 대부분임. 다른 단말과 동시에 전송하는 충돌(collision) 현상을 방지하기 위해, 공유 매체에 접근시에는 정교하게 고안된 매체 접근 제어(MAC, medium access control) 알고리즘을 사용함
3. 라우팅	<ul style="list-style-type: none">• 유선 통신: 통신 단말이 고정되어 토폴로지가 거의 변하지 않는 경우가 대부분이며, 라우팅 경로가 정해지면 동일한 전송 경로를 장기간 사용할 수 있음• 무선 통신: 통신 단말의 이동 및 링크 단절로 인해 토폴로지가 계속 변화하여, 반복적인 토폴로지/연결여부 확인 및 라우팅 경로 업데이트가 필요
4. 전력 소모	<ul style="list-style-type: none">• 유선 통신: 일반적으로 유선 통신 단말은 고정되어 있고 안정적인 전력을 공급받기 때문에, 통신에 사용하는 전력(즉, 전송 전력 세기)에 별다른 제약이 없음• 무선 통신: 배터리를 기반으로 동작하는 경우가 대부분이며, 배터리 소모량을 줄이기 위해 통신을 위한 전력 사용량을 최적화(최소화)하는 기법이 필요(예: 전송 전력을 높이면 전송 거리가 늘어나고, 전송 속도를 높일 수 있지만 배터리 사용량도 증가)

무선 통신 및 네트워크 기초

■ 유/무선 네트워크 프로토콜 계층

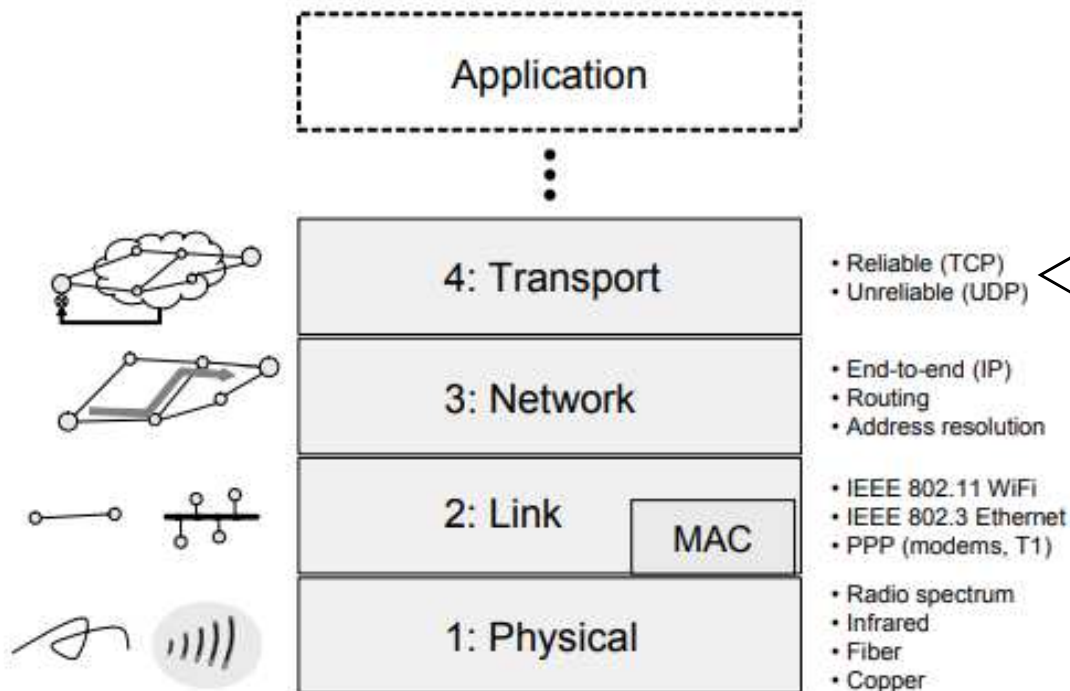
- OSI 7 계층: 서로 연결된 시스템간 데이터 송수신을 수행하기 위해 필요한 기능을 7개의 계층으로 추상화 및 구분 한 모델
- 실제 데이터 송수신은 물리 계층에서 네트워크 인터페이스 카드(NIC)를 통해 신호 파형으로 전달되지만, 프로토콜 계층화 덕분에 송신 단말의 n번째 계층은 수신 단말의 동일 계층과 통신하는 것만 고려하면 됨
 - n번째 계층은 n+1 또는 n-1번째 계층의 프로토콜/동작방식/알고리즘을 알 필요 없음



무선 통신 및 네트워크 기초

■ 무선 네트워크 프로토콜 계층

- 무선 통신 및 네트워크 기술을 이해하기 위해서는 OSI 7계층 중, 하단의 3개 계층을 이해하는 것이 중요
 - 물리(Physical) 계층: 신호 파형의 물리적 전송을 담당
 - 링크(Link) 계층: 무선 자원 관리(전송 전력 제어, 전송률 제어, 오류 제어), 네트워크 자원 관리(상/하위계층 간 서비스 스케줄링, 흐름제어) 등의 기능 수행
 - 매체 접근 제어(MAC, medium access control) 계층: 공유 통신 매체의 접근 및 사용을 제어하여 충돌을 방지하고, 충돌 발생 시 전송 오류 복구를 위한 기능을 수행
 - 충돌(collision): 같은 전송매체(= 주파수)를 공유하는 두 개 이상의 통신 단말이 동시에 송신하는 경우 충돌이 발생하고, 수신 단말은 메시지 수신에 실패함
 - 네트워크(Network) 계층: 핸드오프(다른 기지국/공유기로 접근), 위치 관리, 트래픽 관리 및 제어 등의 기능 수행

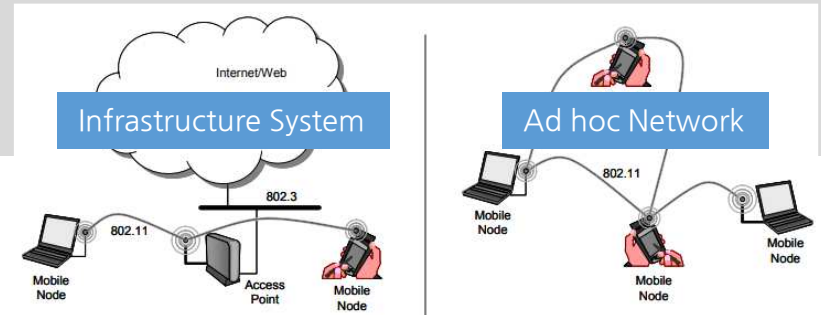


일반적인 TCP, UDP 등의 프로토콜 사용

- TCP: 3-way handshake(가상의 연결 수립), ACK, Sequence Number, Congestion Control (TCP Reno, Tahoe, ...), ...
- UDP: 헤더 및 로직이 단순

무선 통신 및 네트워크 기초

■ 무선 네트워크 아키텍처



- 고정된 Infrastructure(예: 기지국, 공유기 등)의 제어를 받는지 여부에 따라 Infrastructure system 또는 ad hoc network로 구분
- Infrastructure System
 - Base Station(BS) 또는 Access Point(AP)가 존재하며, 연결된 단말의 데이터 송수신 및 라우팅을 제어함
 - 각 BS/AP는 송수신 거리 등을 고려하여 하나의 cell을 구성하며, cell에 소속된 무선 단말의 데이터 송수신을 관리함
 - 일반적으로, BS/AP는 고정되어 위치가 변하지 않고, 안정적인 전력을 공급받음 (단, 통신 단말은 이동할 수 있음)
 - 무선 단말은 직접 서로 통신하지 않고, BS/AP와 통신함
 - 무선 단말로부터 메시지를 수신한 BS/AP는 메시지 수신 단말의 위치에 따라, 직접 broadcasting 하거나(수신 단말이 동일 네트워크 소속인 경우) 또는 수신 단말이 연결된 BS/AP로 메시지를 전달함
- Ad hoc Network
 - 데이터 송수신 및 라우팅을 제어하는 BS/AP가 존재하지 않는 네트워크
 - BS/AP가 존재하지 않기 때문에, 통신 단말은 목적지까지 메시지를 전달하기 위해 이웃하는 단말과의 직접 통신을 반복적으로 수행함
 - 고정된 BS/AP가 없고 통신 단말이 이동할 수 있으므로, 네트워크 토폴로지 및 전송 경로(routing path)가 시시각각 변할 수 있음
 - (참고) Ad hoc network와 wireless mesh network의 차이점?
 - 일반적으로, wireless mesh network는 대부분의 라우팅 경로가 변하지 않는(static) ad hoc 네트워크를 의미함

무선 통신 및 네트워크 기초

■ Addressing

- 사물 인터넷 네트워크에는 수 많은 단말이 연결되어 있고, 원하는 목적지로 정확하게 메시지를 전달하기 위해서는 “주소” 및 주소 체계가 필요함
- “주소” 는 중복이 없이 고유해야 하며, “주소”를 통해 목적지 단말을 명확하게 구분할 수 있어야함
- 일반적으로 “주소”는 고정길이를 가지고 지정된 포맷을 따르도록 설계함. 또한, 계층 구조를 가지도록 주소 체계를 설계함(예: IPv4의 A, B, C 클래스 등)
- 일반적인 컴퓨터 네트워크에서 가장 널리 사용되는 주소는 링크 계층의 MAC 주소(media access control address) 및 네트워크 계층의 IP 주소(Internet protocol address)를 사용함
 - MAC 주소: 제조 시 네트워크 인터페이스 카드(NIC)에 할당되는 주소이며, 48비트 길이를 가짐
 - IP 주소:
 - 동적(DHCP) 또는 정적(static)으로 할당되며, 공인(public) 또는 사설(private) 주소를 사용할 수 있음
 - 각 공인 IP는 중복이 불가능 하고(즉, 전세계적으로 유일), 사설 IP는 중복이 가능(NAT, Port Forwarding)
 - IPv4는 32비트 길이를 가지며, IPv4 주소 공간의 부족으로 인해 128비트 길이의 IPv6 주소의 사용이 점차 확산되는 추세

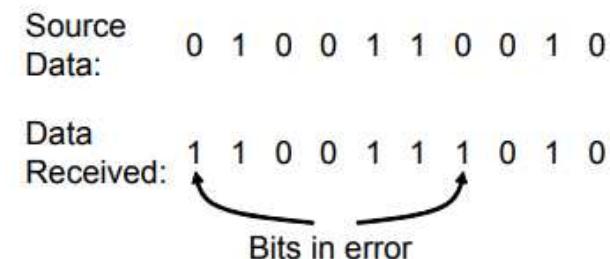
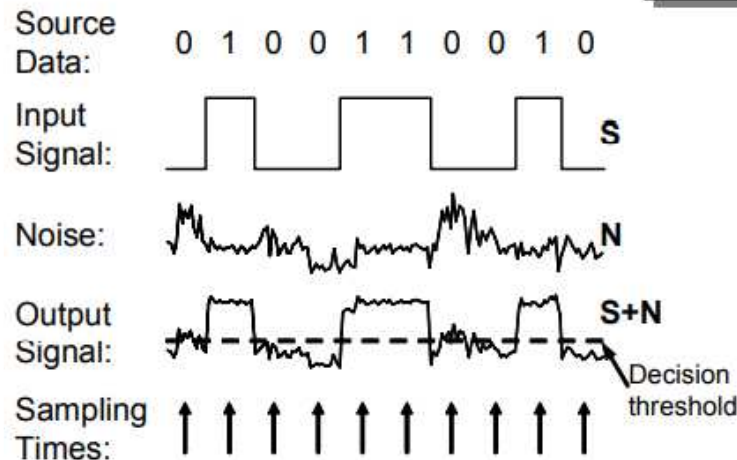
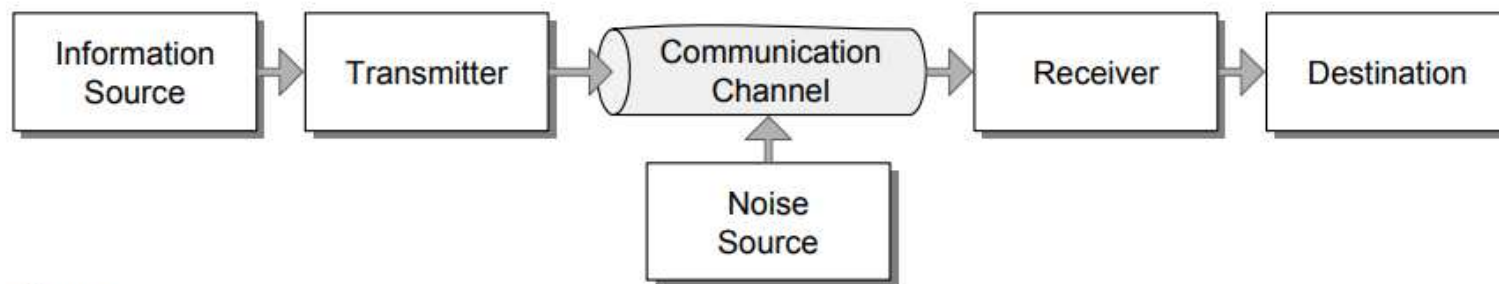
Windows 호스트에서
ipconfig /all 명령 실행
결과

```
연결별 DNS 접미사. . . . . :  
설명. . . . . : Intel(R) Ethernet Connection (17) I219-V  
물리적 주소. . . . . : D8-5E-D3-D4-88-DB  
DHCP 사용. . . . . : 아니요  
자동 구성 사용. . . . . : 예  
링크-로컬 IPv6 주소. . . . . : fe80::814f:3ed4:c78c:6fc3%8(기본 설정)  
IPv4 주소. . . . . : 10.125.34.61(기본 설정)  
서브넷 마스크. . . . . : 255.255.255.0  
기본 게이트웨이. . . . . : 10.125.34.1
```

무선 통신 및 네트워크 기초

■ 무선 통신 기초

- 통신은 전자파(electromagnetic wave)의 전파(propagation)에 기반하며, 전류의 변화를 통해 전자파를 생성함
- 무 지향성 안테나(omni-directional antenna)를 사용하는 일반적인 경우, 송신 전자파는 빛의 속도로 전 방위로 퍼져 나가고, **주변의 모든 통신 단말은 해당 신호를 수신할 수 있음(broadcasting nature)**
- 수신 단말은 잡음 및 간섭신호의 영향을 받은 신호를 수신하고, 수신 신호 샘플링 및 디지털 신호(0/1)로의 복원 과정에서 오류가 발생할 수 있음 => 전송 오류(Transmission Error: bit or packet error)



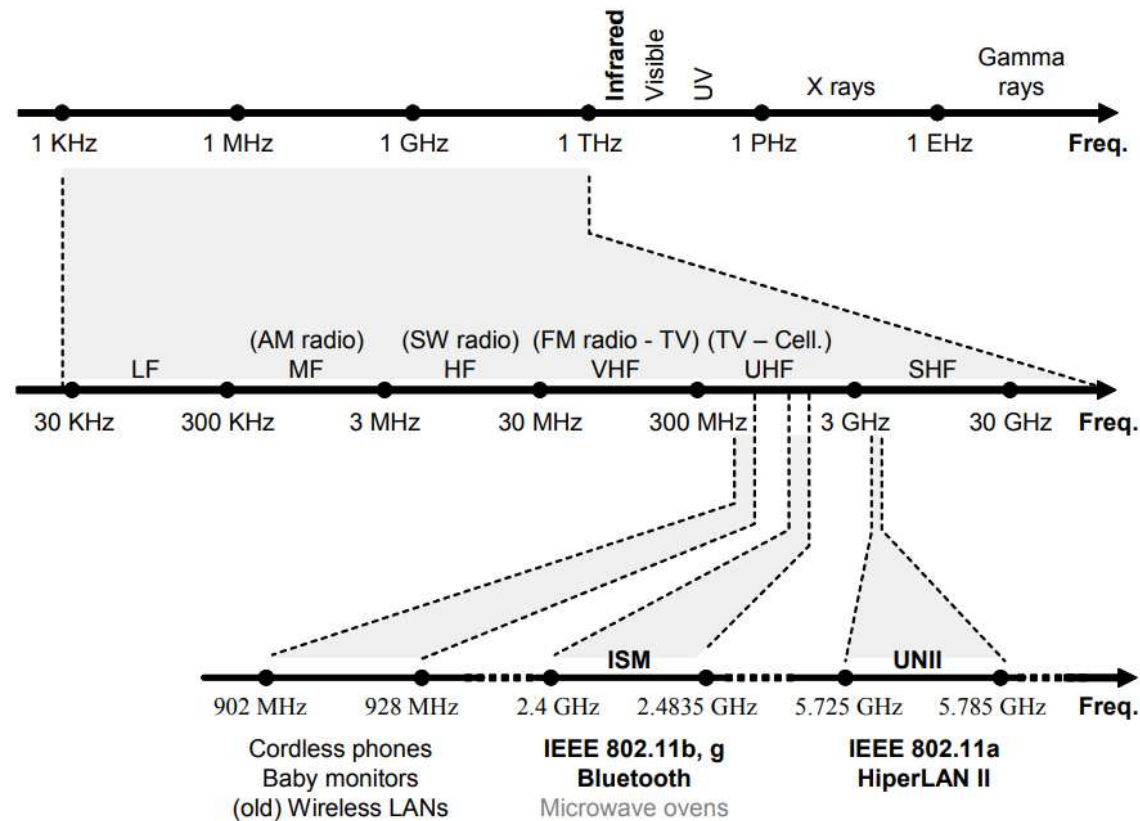
- BER(bit error rate): 수신한 비트 전체에서 오류가 발생한 비율
- PER(packet error rate)은 BER 및 패킷 길이를 이용해서 계산할 수 있음

무선 통신 및 네트워크 기초

■ 무선 통신 기초

• 무선 단말은 주파수 대역을 전송 매체로 사용함

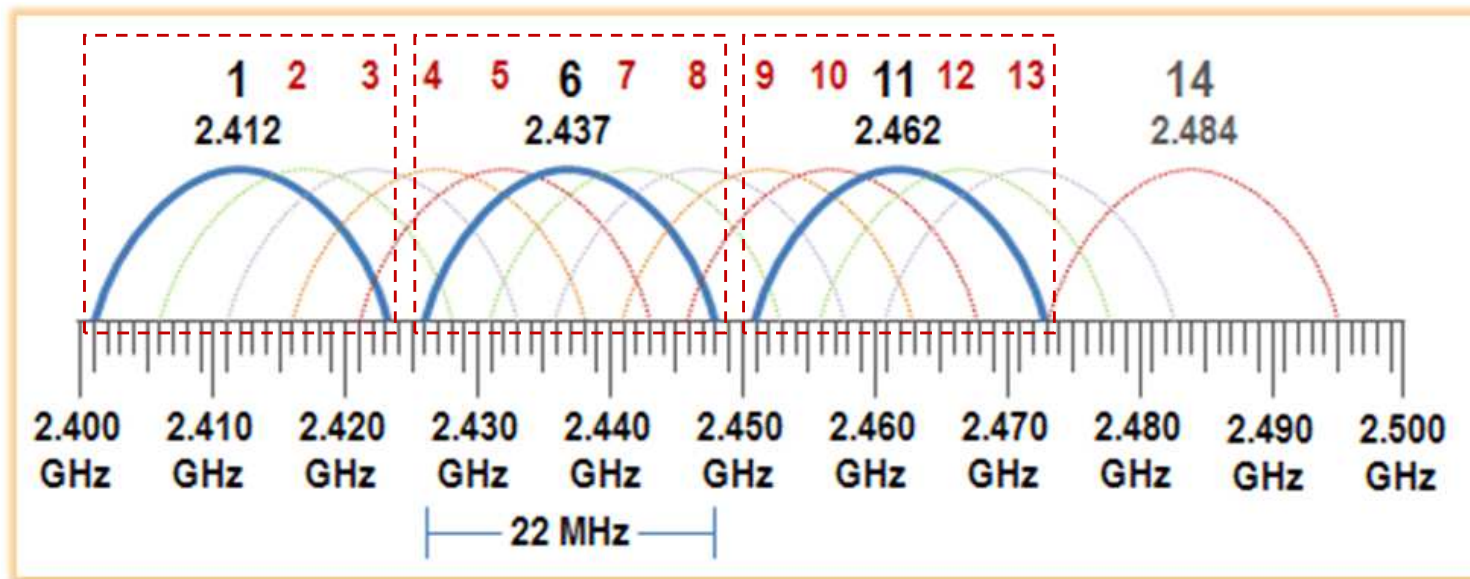
- 30KHz~3GHz 주파수 신호는 건물을 통과하고, 낮은 송신 전력으로 장거리 통신이 가능한 장점이 있어, 다양한 형태의 통신 분야에 널리 사용됨
- 주파수 대역은 비 면허 대역(unlicensed band) 및 면허 대역(licensed band)으로 구분되고, 국가 또는 지정된 기관이 주파수 대역의 사용을 관리함.
- ISM, UNII 등의 비 면허 대역은 누구나 무료로 사용할 수 있는 대역이며(예: Wi-Fi), 라디오/TV/이동통신을 위한 주파수 대역은 면허 대역으로 허가된 사업자만 사용 가능함



무선 통신 및 네트워크 기초

■ 무선 통신 기초

- 무선 단말은 주파수 대역을 전송 매체로 사용함
 - Wi-Fi의 경우, 사용이 허가된 주파수 대역을 다수의 sub-carrier (부 반송파)로 나눈 뒤, 서로 간섭이 없는 sub-carrier를 데이터를 송수신에 사용함
 - 각 Wi-Fi 공유기는 간섭이 없거나 또는 최소한으로 낮은 sub-carrier 중에서 하나를 선택하여 데이터 통신에 사용함



Wi-Fi (2.4GHz 대역): 사용 가능한 14개 sub-channel 중, 서로 간섭이 없는 3개 sub-carrier (1, 6, 11)을 사용

<https://www.data-alliance.net/wifi-channels-guide>

무선 통신 및 네트워크 기초

■ 전송률

- Transmission rate 또는 data rate으로 부르며 단위는 bits per second (bps 또는 b/s)
- 즉, 유무선 전송매체를 통해 초당 전송 가능한 bit 수로 정의함

■ 채널 용량(Channel Capacity)

- 데이터 송수신 시 달성할 수 있는 최대 전송률을 의미하며, 단위는 bps
- 채널 용량은 대역폭(Bandwidth, Hz)에 제한을 받음

■ Shannon's capacity formula: $C = B \times \log_2(1 + S/N)$

- 채널 용량의 한계치를 정의하는 이론적 수단으로, 아래와 같이 해석할 수 있음
 - 최대 채널 용량(C)은 사용 대역폭(B), 수신 신호 세기(S), 신호 잡음(N)의 함수로 정의됨
 - 채널 용량은 사용 대역폭(B)의 크기에 비례함
 - (일반적으로 수신 신호 세기 S 는 송신 신호 세기에 비례하므로) 데이터를 송신할 때 더 많은 전력을 소모하면 채널 용량을 높일 수 있음
 - 채널 용량(C)은 잡음 반비례함. 추가로, 주변 통신 기기로 부터의 간섭(Interference, I)을 반영한 $S/(N + I)$ 를 사용할 수 있으며 간섭(I)은 동일한 통신 채널을 사용하는 주변 단말의 수에 비례함

무선 통신 및 네트워크 기초

▪ 1-hop 으로 연결된 두 단말간 통신

- 유선 케이블로 직접 연결된 두 단말간 데이터 전송 시, 데이터 분실은 (거의) 발생하지 않지만 Bus 토폴로지와 같이 케이블을 공유하는 CSMA/CD 통신 프로토콜의 경우, 충돌(collision)이 발생할 수 있음
 - CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection): 공유 케이블이 유헤 상태인지를 확인한 후 데이터를 전송하고, 데이터 전송 중 충돌이 발생하면 이를 감지하고 대처하는 로직을 실행(= 전송 취소 및 재전송)
 - **충돌: 두 개 또는 그 이상의 단말이 동시에 데이터를 송신하는 경우에 발생**
 - 전 이중(full-duplex) 통신을 수행하는 CSMA/CD 유선 통신 단말은 데이터 전송 중에 충돌을 감지할 수 있고, 충돌 발생 시 오류 복구 로직을 실행
- 일반적인 무선 통신 단말은 반 이중(half-duplex)통신 특성을 가지는 무선 인터페이스를 사용함
 - 무선 단말은 송신 중에 충돌 발생 시 이를 탐지할 수 없음
 - 무선 신호는 전송 거리가 늘어남에 따라 수신 신호의 감도가 크게 떨어져 데이터 분실/변형 오류를 유발함. 따라서 멀리 떨어진 두 단말간 통신 시 데이터 오류가 발생할 가능성이 높음

$$P_R(d) \propto \frac{G \cdot P_T}{f_c^2 \cdot d^\alpha}$$

Free space propagation model:

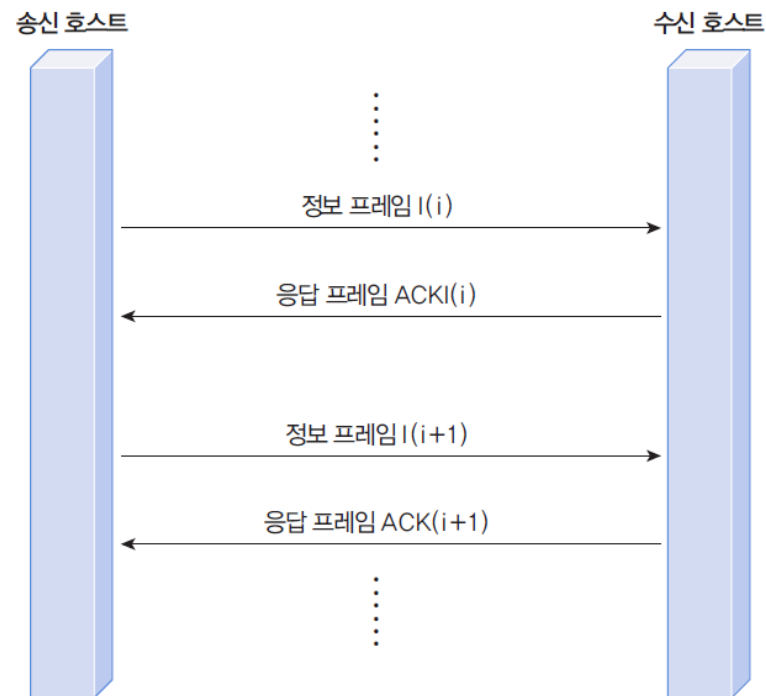
수신 신호의 세기(P_R)는 전송 거리(d)의 지수승에 반비례함. 즉, 송수신 단말간 거리가 멀어지면 수신 단말이 수신하는 신호의 세기는 크게 감소함

- 즉, 송신 단말이 전송한 데이터는 신호 감도 저하로 전송이 실패할 수 있고, 충돌 발생으로 인해 전송이 실패할 수 있음

무선 통신 단말은 어떻게 전송 실패를 탐지할 수 있을까?

무선 통신 및 네트워크 기초

- ACK (Acknowledgement) : 긍정 응답 (데이터 링크 계층(직접 연결된 두 단말간 통신))
 - 수신 단말은 메시지를 수신하고 메시지에 오류가 없다는 것을 확인한 후 송신 단말에게 긍정 응답을 의미하는 ACK 메시지를 보냄
 - 송신 단말은 ACK 메시지가 도착하면 직전에 보낸 메시지가 정상적으로 전송되었음을 확인하고 다음 메시지 전송을 시작함



수신 단말이 메시지를 수신하긴 했는데, 메시지에 오류가 있다면?

무선 통신 및 네트워크 기초

- NACK 또는 NAK (Negative Acknowledgement) : 부정 응답 데이터 링크 계층(직접 연결된 두 단말간 통신)
 - 수신 단말은 메시지를 수신하고 메시지에 오류가 없는지를 확인하는데, 수신 메시지에 오류가 있으면 이를 알리기 위해 송신 단말에 NACK/NAK 신호를 보냄
 - NACK/NAK 메시지를 받은 송신 단말은 직전에 보낸 메시지를 재전송

수신 단말이 메시지 수신 자체를 못했다면? (ACK/NACK 전송 불가)

수신 단말이 ACK 또는 NACK를 보냈는데, 이 응답 메시지가 분실 되었다면?

무선 통신 및 네트워크 기초

- 타이머 기반 재전송 데이터 링크 계층(직접 연결된 두 단말간 통신)
 - 수신 단말이 메시지 수신을 하지 못한 경우, 또는 수신 단말이 보낸 ACK 또는 NACK/NAK 응답 메시지를 송신 단말이 수신하지 못한 경우를 대비하여 타이머 및 타이머 기반 재전송 기법 ARQ를 사용
- Stop-and-Wait ARQ(Automatic Repeat Request): SW ARQ
 - 타이머 및 NACK/NAK 메시지를 통해 전송 오류(변형 오류 및 분실 오류)에 대처하는 기법
 - 전송 실패가 감지된 경우 직전 메시지를 자동으로 재전송하는 방법으로 전송 실패에 대처함
 - 동작 방식:
 - 송신 단말은 메시지를 보낸 이후, 일정 시간동안 ACK/NACK를 기다림
 - 타이머 만료 이전에 ACK 수신: 메시지 정상 수신 확인 ==> 다음 메시지 전송
 - 타이머 만료 이전에 NACK 수신: 메시지 전달 실패 확인 ==> 직전 메시지 재전송
 - 타이머 만료까지 ACK/NACK 미수신: 메시지 전달이 실패했다고 가정 ==> 직전 메시지 재전송
 - 용어 설명
 - Stop-and-Wait : 메시지를 전송한 후, 다음 메시지 전송을 중단(stop)하고 수신 단말로 부터의 응답 또는 타이머 만료를 기다림(Wait)
 - ARQ(Automatic Repeat Request): 자동 재전송에 기반하여 전송 오류를 해결하는 기법
 - 단, SW ARQ는 전송 속도 저하 문제로 인해 거의 사용되지 않으며, 이를 개선한 Go-Back-N ARQ, Selective-Repeat ARQ, Hybrid ARQ 등의 재전송 기법이 주로 사용됨

감사합니다.

