

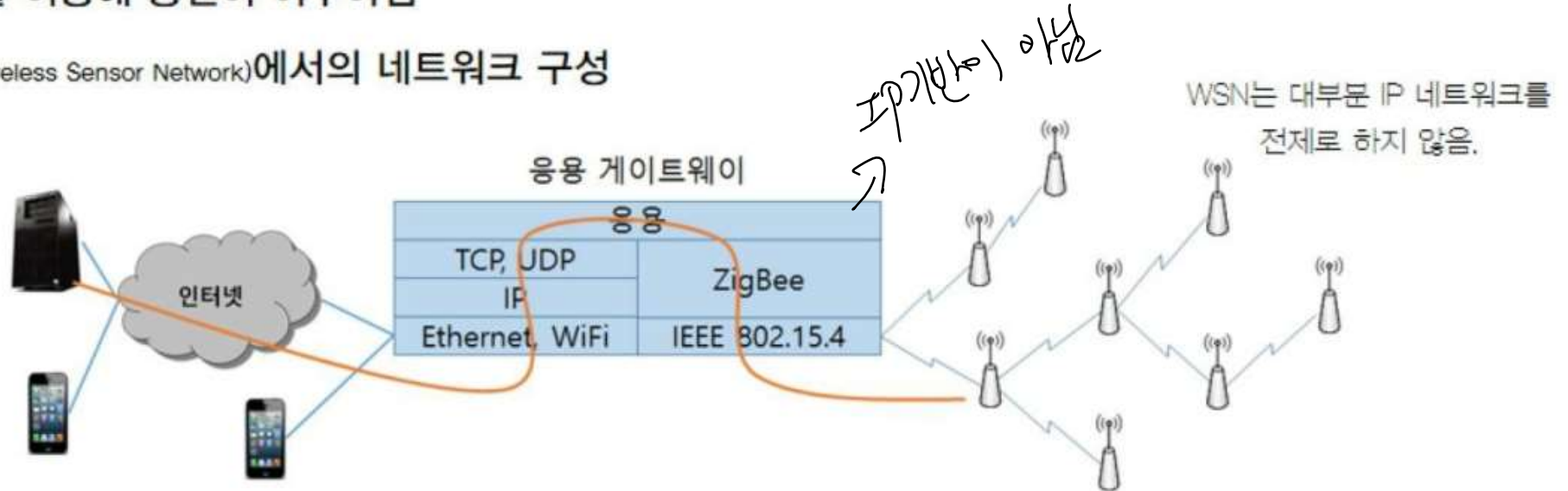
3장. 사물인터넷 네트워크



3.1 사물인터넷 네트워크 개요

◆ WSN의 네트워크 구성

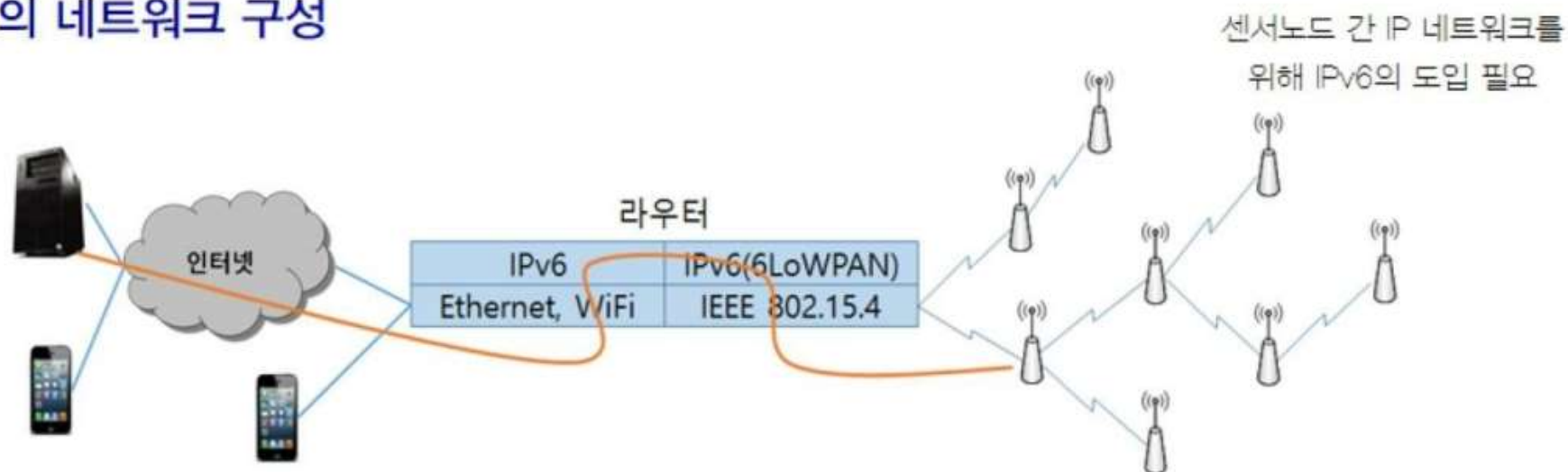
- 사물인터넷 네트워크는 OSI 7계층 모형의 1계층(물리), 2계층(데이터링크), 3계층(네트워크), 4계층(수송)을 이용해 통신이 이루어짐
- WSN(Wireless Sensor Network)에서의 네트워크 구성



- 센서노드 사이의 1, 2 계층은 IEEE 802.15.4를 사용하며, 3계층 이상은 지그비 사용이 일반적임
 - 노드는 센서노드와 통신 관점에서 단대단 통신의 단말이 됨
 - 노드와 센서노드 간의 정보 교환을 위해 노드는 응용레벨에서 데이터를 수신함
 - 노드가 수신한 정보는 다시 반대편 네트워크로 데이터를 송신하는 응용 게이트웨이가 됨

3.1 사물인터넷 네트워크 개요

◆ 사물인터넷의 네트워크 구성



- 사물인터넷에서 디바이스 사이의 네트워크는 대부분 IP 통신을 수용하는 추세임
 - 현재 모든 사물인터넷의 디바이스 네트워크가 IP 네트워크를 수용하는 것은 아니나 대부분의 표준과 오픈소스 개발단체들이 점차 IP 네트워크를 수용하고 있음
- WSN에서 응용 게이트웨이 역할을 하는 노드는 단말의 기능이 없는 네트워크 장비(라우터)가 됨
 - 디바이스의 네트워크는 인터넷의 서브 네트워크가 됨
 - 센서 디바이스인 ASN(또는 ADN)이 직접 IN의 CSE와 통신
- 현재의 IPv4(32비트 체계)는 약 43억 개의 주소 밖에 가지지 못해 IPv6의 도입이 필요함
 - IPv6는 128bit의 주소 체계로 3.4×10^{38} 개의 무제한에 가까운 주소를 가질 수 있음



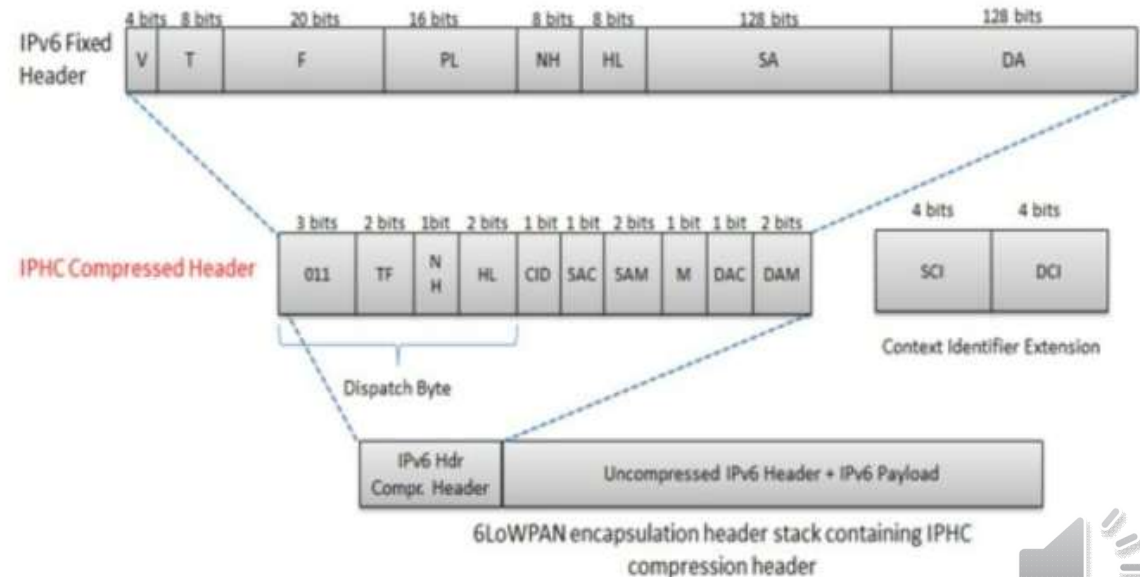
3.1 사물인터넷 네트워크 개요

◆ 사물인터넷과 IPv6

- 사물인터넷 디바이스들은 제한적 환경에서 통신을 위해 저전력 무선 통신기술을 적용함
 - 통신범위, 대역폭(Bandwidth), 비용, 전력소비 등을 고려해 IEEE 802.15.4, Bluetooth LE, NFC 등의 저 전력 무선 근거리 통신 기술을 적용하고 있음
- 저전력 무선 통신기술에 IPv6 적용을 위해 6LoWPAN에서는 127Byte의 MTU(Maximum Transmission Unit)를 가지는 IEEE 802.4 프레임 안에서 IPv6 패킷을 수용하기 위한 기술을 개발함
 - IPv6 헤더 가운데 여러 패킷들이 공동으로 사용하는 필드인 Version, Traffic Class, Flow Label은 고정된 값이므로 전송할 필요가 없음
 - 디바이스 네트워크 안에서 복수개의 홉(hop)을 통해 IP 라우팅이 일어날 경우 기본적으로 40Byte의 IPv6헤드는 7Byte로 압축 가능함

header 크기를 압축하는 기술

< 6LoWPAN에서의 IPv6 헤더의 압축 >



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



3.2.1 와이파이

① WiFi 개요

- WiFi는 사무실처럼 특정한 지역에 존재하는 장치들로 하여금 고품질의 무선 통신 네트워크를 구성해주는 기술로, AP(Access Point) 혹은 핫스팟(Hot Spot)을 통해서 인터넷에 접속함
 - WiFi는 IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n 표준을 준용하며, 2.4GHz 또는 5GHz ISM 대역을 이용함. 최근 3.6GHz나 60GHz 대역을 사용하는 표준도 개발 중임
- 사물인터넷 통신에 WiFi 기술을 많이 이용되는 것은 다른 근거리 무선통신 기술들보다 더 빠른 통신 속도를 제공하고, 다양한 WiFi 표준이 존재해서 다양한 통신 환경을 지원할 수 있기 때문임
- 단점: 파워 소모 => IoT 통신에 적합하지 않을 수 있음



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



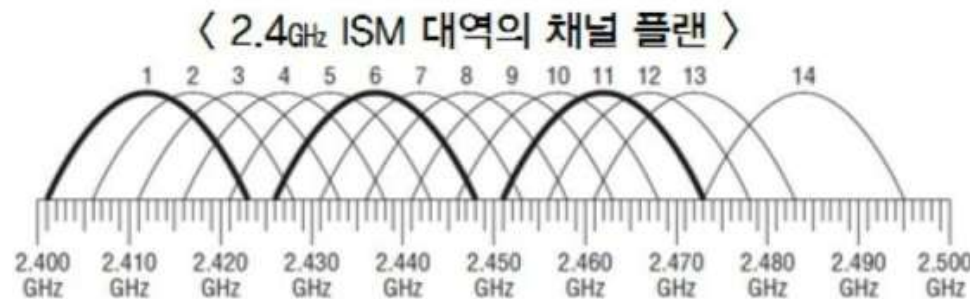
3.2.1 와이파이

② WiFi 연결

- 인프라스트럭처 모드(Infrastructure mode)

- 2.4GHz ISM 대역은 2.400~2.483GHz로, 83MHz 대역에 한 개의 채널폭이 20 혹은 22MHz인 채널들을 5MHz 간격으로 배치를 할 수 있음.(13개의 채널 이용)
- WiFi AP는 13개의 채널을 살핀 후에 간섭(interference)이 가장 적은 채널 중의 하나를 선택함.
- 주변에 와이파이 신호가 거의 없다면, 일반적으로 1번, 6번, 11번 채널 중에 하나를 선택함

→ 하나의 AP당 13개 채널 사용가능



- 애드혹 모드(Ad-Hoc mode)

- WiFi AP 없이 디바이스들이 직접 연결되는 경우
- 와이파이 디바이스 중 한 대가 와이파이 AP 역할을 하도록 설정함

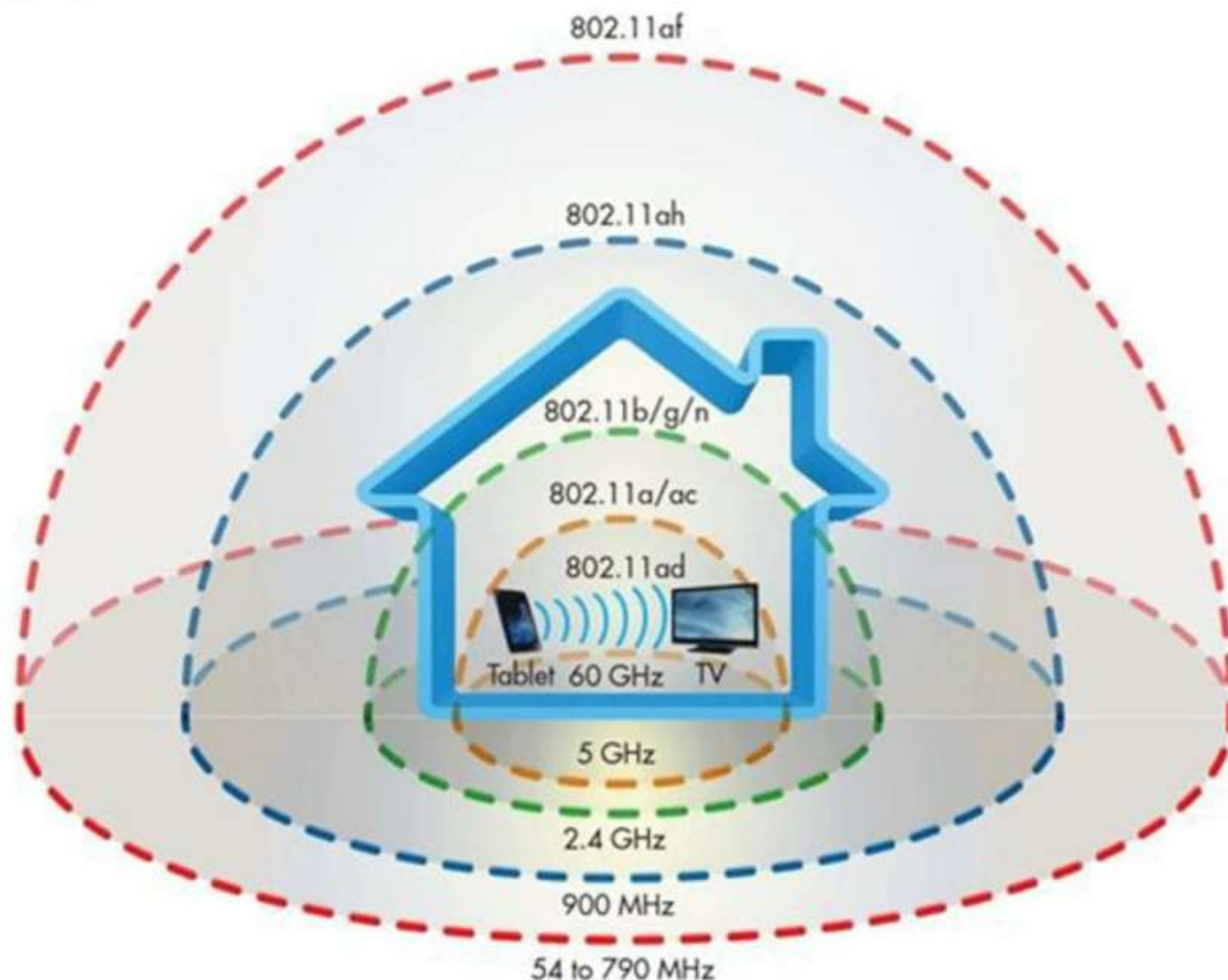


3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



3.2.1 와이파이

② WiFi 연결



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



3.2.1 와이파이

③ WiFi 표준

구분	내용
IEEE 802.11-1997	<ul style="list-style-type: none">• 1997년에 발표된 IEEE 802.11 표준의 최초 버전• 무선 데이터 통신 환경에서 1Mbps 혹은 2Mbps의 전송 속도와 데이터 전송 시 발생하는 에러를 제어하기 위한 FEC(foward error correction)를 정의함.• 물리계층을 위해 발산 적외선(diffuse infrared), 주파수 호핑 스프레드 스펙트럼(frequency-hopping spread spectrum), 그리고 다이렉트 시퀀스 스프레드 스펙트럼(direct-sequence spread spectrum) 기술을 규정함.
IEEE 802.11a	<ul style="list-style-type: none">• 5GHz 대역에서 최대 54Mbps의 데이터 전송 속도를 제공• 혼잡한 2.4GHz 대역 대비 간섭이 적고 기존 표준에 비해 최대 전송속도가 매우 빠름• 높은 캐리어 주파수로 인해 장애물이 많은 환경에서는 서비스 영역이 상대적으로 좁아짐
IEEE 802.11b	<ul style="list-style-type: none">• 최초의 표준에서 정의된 것과 동일한 매체 접근 방법(direct-sequence spread spectrum)을 사용함에도 11Mbps의 최대 데이터 전송 속도를 제공• 관련 제품의 급격한 가격하락은 802.11b를 사실상 무선랜 표준으로 받아들여지게 만들
IEEE 802.11g	<ul style="list-style-type: none">• 2.4GHz 대역에서 최대 54Mbps의 속도로 동작• 물리계층에서 OFDM에 기반한 전송 방식을 이용하고 있으며, FEC 기술을 이용해 802.11b 하드웨어와 호환• 2.4GHz의 간섭 이슈 등 기존의 문제는 상존함



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



3.2.1 와이파이

③ WiFi 표준

구분	내용
IEEE 802.11n	<ul style="list-style-type: none">• 기존의 802.11 표준에 MIMO 기술을 더해 성능을 개선한 표준임• 2.4GHz 및 5GHz 대역 모두에서 동작하며, 빔포밍(beam-forming), 채널결합(channel bonding) 등의 기술을 함께 적용함• 최대 600Mbps의 전송속도를 제공
IEEE 802.11ac	<ul style="list-style-type: none">• 802.11 표준을 개정한 것으로 802.11n을 기반으로 함• 40MHz를 사용하는 802.11n에 비해 더 넓은 채널들을 이용하며, 5GHz대역 에서 동작• 최대 8개까지의 공간 스트림(spatial streams)과 256-QAM에 이르는 고차 변조 기술 등을 이용함• 6.93Gbps의 최대 전송 속도를 지원
IEEE 802.11ad	<ul style="list-style-type: none">• 802.11 표준에 대한 새로운 물리계층을 정의한 표준임• WiGig(Wireless Gigabit Alliance)라는 이름으로도 불리는 이 표준임• 60GHz 주파수 대역을 활용하며, 최대 전송 속도는 7Gbps임



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

3.2.2 블루투스 and 비콘 기술

① 블루투스(Bluetooth) 개요

- 블루투스는 가까운 거리에서 데이터나 음성, 영상 등을 교환할 때 사용하는 무선 기술(2.4GHz)로 1994년 에릭슨이 개발하였으며, 스마트폰, 노트북, PC 주변장치, 이어폰 등에 널리 이용되고 있음
- 저전력의 블루투스 스마트(Bluetooth Smart) 기술 개발과 함께 사물인터넷에 적합한 통신 기술로 주목을 받고 있음



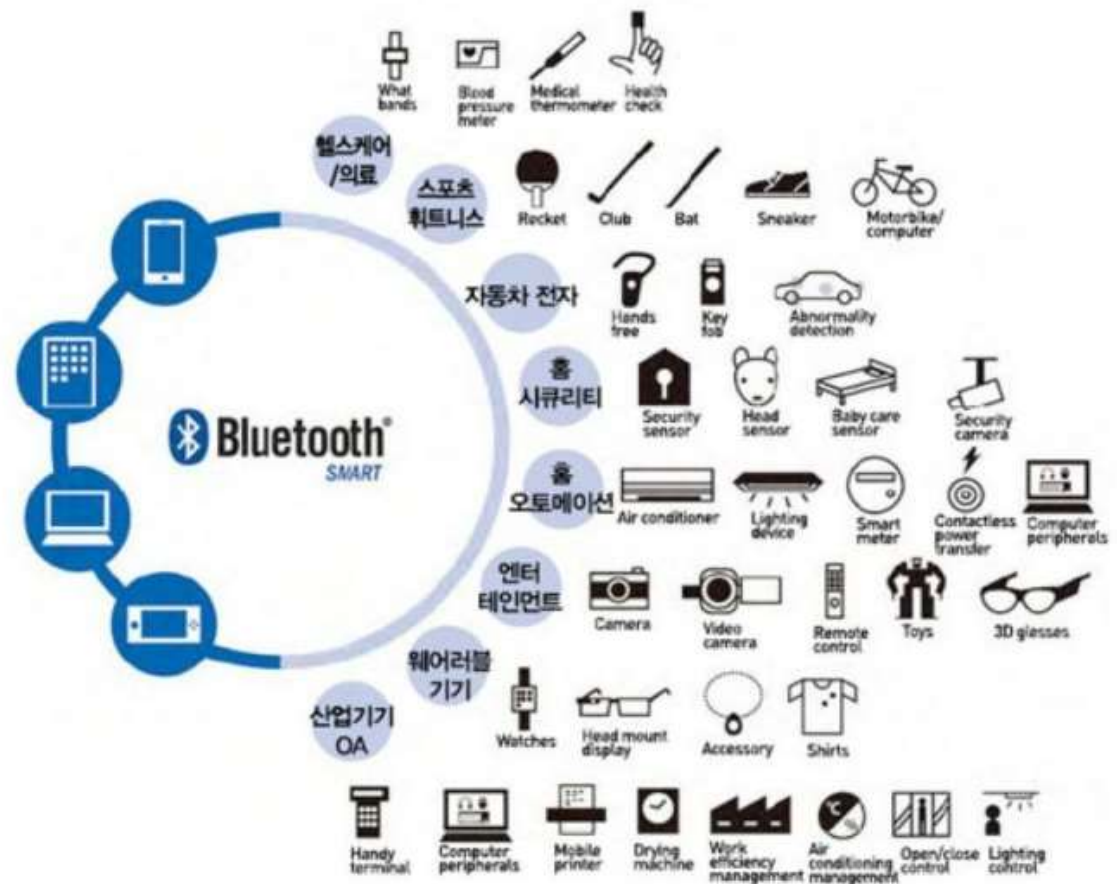
3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



3.2.2 블루투스과 비콘 기술

② 저전력 블루투스(BLE, Bluetooth Low Energy)

- 모바일 디바이스시장의 성장에 따라, 무선 기술의 저전력화 요구가 증가되어 왔으며, 2012년 BT4.0LE이 출시되어 사물인터넷의 확대/확산이 촉진되고 있음
- BLE의 핵심적인 기능
 - BLE are targeted to be run with coin cell batteries (630mA)
 - GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying) modulation for low energy consumption
 - Transmit power between 10~20dBm
 - Range 10~30M
 - 3 Advertising CH, 37 Data CH
 - Power consumption 0.01 ~ 0.5W



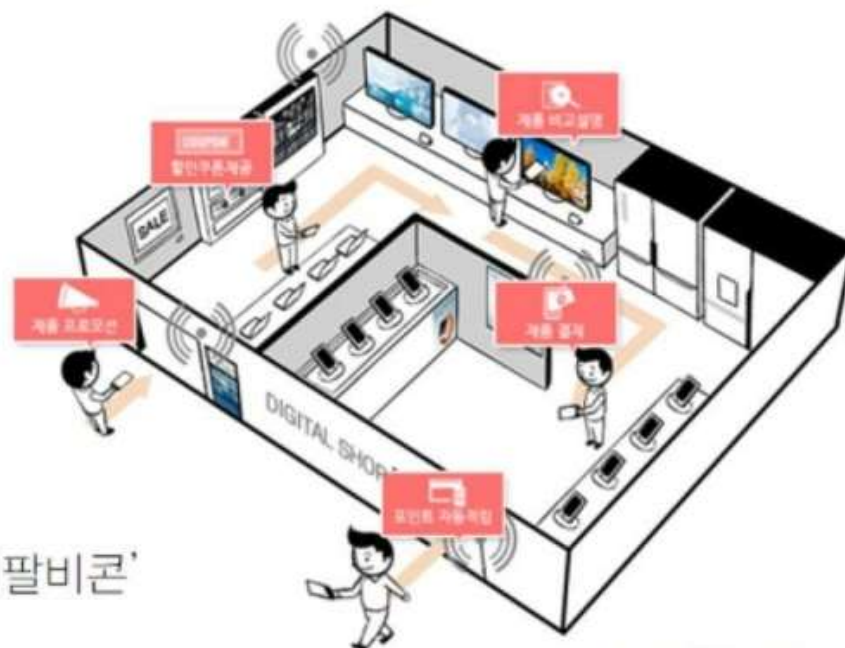
3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

3.2.2 블루투스과 비콘 기술

③ 블루투스 비콘

- ‘비콘’은 선박이나 기차, 비행기의 위치를 확인하거나 특정 목적의 신호를 전달하기 위해 **주기적으로 신호를 보내는 장치를 말함**
- 블루투스 비콘 특징
 - 블루투스 4.0의 BLE 기술 도입으로 전력문제 해결
 - 블루투스 모듈을 아주 작게 만들 수 있음
 - 1~2달러 수준의 저렴한 모듈 가격
 - 비콘의 위치정보 또는 특정 목적의 신호 전달 (어플리케이션 실행, 브라우저에 특정화면 표시)
- 블루투스 비콘 활용 사례
 - 마케팅, 결제, 고객관리 등 다양한 방식으로 활용
 - 애플 ‘아이비콘’ 구글 ‘니어바이’, 페이팔 ‘페이팔비콘’
 - SK플래닛 ‘시럽 비콘’, SK텔레콤 ‘위즈턴’
 - 쿠팡 ‘인페이버’

〈 비콘 활용 시나리오 〉



※ 출처: 쿠팡시스템즈

3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

3.2.2 블루투스과 비콘 기술

④ 블루투스 비콘

- RFID나 NFC와 차이점

- 서비스 영역이 훨씬 넓고 계층화된 서비스를 제공하는 것이 용이함
- UUID, major, minor 값을 이용하거나 수신신호세기를 이용해서 계층화된 서비스 제공 가능
- 애플의 아이비콘은 UUID 앞에 프리픽스를 두고 있음(일반적인 BLE 비콘과의 차이점)
- 구글 안드로이드4.4 이전에서는 아이비콘 신호를 수신하는 것만 가능
- 구글 안드로이드 5.0 Lollipop 부터 애플의 아이비콘 신호의 수신 및 송신도 가능



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

3.2.2 블루투스5와 비콘 기술



⑤ 블루투스 5

- **전송 속도 2배 향상** : 전송 속도의 증가로 응답속도 성능이 향상, 동시에 더 많은 기기와 연결 가능. → 실질적으로 데이터를 전송하는 플랫폼으로 영역을 확장할 전망이다
- **전송 거리 4배 확장** : 저전력 모드에서 약 40m의 전송 거리를 지원함. 개인용 액세서리 외에 다양한 O2O(Online to Offline) 서비스에서 블루투스의 활용폭이 넓어질 것으로 기대
- **브로드캐스트 용량 8배 확장** : 다양한 비콘 서비스 활용 가능
– 위치 정보(GPS활용이 불가능한 건물 내)나 URL 등 더 많은 데이터를 전송할 수 있어 쇼핑이나 무인자동차 같은 부문에서 새로운 서비스의 등장이 예고됨

해나의 배운 coverage

[기타 제공 기능]

- **기기와 인터넷 클라우드를 연결하는 게이트웨이 역할** : 블루투스 게이트웨이 아키텍처는 블루투스 기기와 클라우드를 직접 연결해 스마트폰이나 태블릿 없이도 사물인터넷(IoT) 기기들을 원격으로 제어할 수 있는 기능 제공
- **메시 네트워크 지원은 개선이 필요한 부분** : 전력 소모를 줄이고 벽 같은 장애물의 방해를 덜 받을 수 있는데, 블루투스 SIG도 현재 이를 개발 중임



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

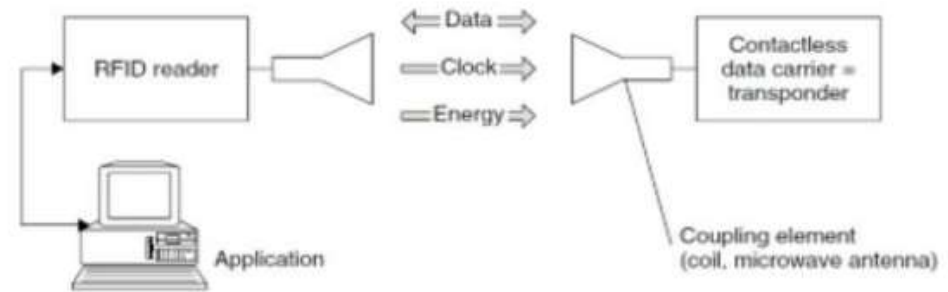


3.2.3 RFID 및 NFC

◆ RFID

• RFID의 기술 핵심

- 리더가 전파를 방사하면 태그는 수신한 에너지를 이용하여 칩에 저장된 데이터를 리더로 반환하여 정보를 전달함(수동형) *data 받은 쪽*
- RFID 시스템은 리더, 태그, 미들웨어로 구성됨
- 에너지의 보유 및 이용 방법에 따라 수동형, 반능동형, 능동형으로 나누어짐
- 반능동형은 데이터를 보낼 때 자체 배터리를 이용해 데이터 전송 거리를 늘임
- 능동형은 배터리가 내장되어 있어 센서를 통한 센싱이 가능하며, 데이터 수신요청이 없이도 능동적으로 데이터를 보낼 수 있음



• RFID 주파수별 특징

주파수	135KHz 이하	13.56 MHz	433MHz	860MHz-960MHz	2.45GHz
주 응용분야	보안/동물관리	교통카드/도서관리	컨테이너/자동차	유통/물류	여권/ID카드
능동/수동	수동형	수동형	능동형	수동형	수동/능동
표준규격	ISO 18000-2	ISO 18000-3	ISO 18000-7	ISO 18000-6	ISO 18000-4

3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

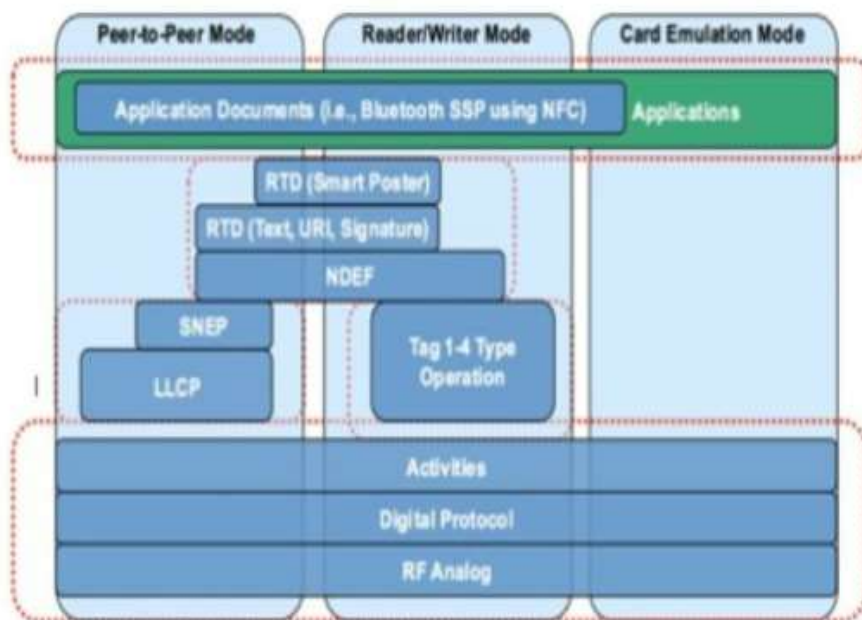


3.2.3 RFID 및 NFC

◆ NFC

- NFC는 13.56MHz대의 RFID 기술을 발전시킨 것으로 비접촉식 양방향 근접 통신 기술임
 - 읽기와 쓰기 모두 가능하며, 10cm 안의 근접거리 통신을 위한 준비 없이 빠르게 통신이 가능함
 - 2002년 일본 Sony와 네덜란드 NXP 반도체가 공동으로 개발했으며, 2004년 NFC Forum이 설립된 후 기술개발 및 상용화가 본격화됨(스마트폰에 NFC를 탑재되면서 대중화됨)

〈 NFC Forum Specification 아키텍처 〉



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



3.2.3 RFID 및 NFC

◆ NFC

- NFC 동작모드

모드	내용
피어 투 피어 모드 (Peer-to-Peer)	<ul style="list-style-type: none">• 두 대의 NFC 디바이스가 상호 데이터 송수신이 가능• 각각 독자적인 RF필드를 생성해야 하므로 전력소모량 큼• EX) 명함교환, 개인송금 등의 응용
리더/라이터 모드 (Reader/Writer)	<ul style="list-style-type: none">• RFID 태크를 인식하기 위한 리더• RFID 태그를 인식하기 위한 전력이 필요• EX)광고 관심 보너스를 태그에 주는 옥외광고 등의 응용
카드 에뮬레이션 모드 (Card Emulation)	<ul style="list-style-type: none">• 기존의 RFID 카드처럼 동작• 전력공급이 필요 없다• EX)신용카드, 교통카드, 신분증 등의 응용



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

3.2.4 지그비(ZigBee)

◆ 기술 개요

- 사물인터넷 디바이스들 사이의 통신에 필요한 특수한 요구사항들을 고려하여, 초기부터 꾸준히 발전된 표준 기술로, 소형/저전력/저비용/근거리통신을 지향하며 IEEE 802.15.4 기반으로 구성됨
 - 모토로라, 하니웰 등이 중심이 되어 1998년부터 기술개발, 2002년에 지그비 얼라이언스 설립.
 - 2000년에 저가, 저전력, 소형 네트워크에 관한 표준이 물리계층과 데이터 링크 계층을 위해 IEEE 802.15 워킹그룹에 제안됨
 - 2005년 지그비 1.0 표준 완성 (IEEE802.15.4-2006)

〈 지그비 프로토콜 스택 〉

	RF4CE		PRO							IPv6
Application Profile	ZRC 1.x	ZID	ZLL	ZHA	ZBA	ZTS	ZRS	ZHC	ZSE 1.X	ZSE 2.0
Network Layer	ZigBee RF4CE		ZigBee PRO							ZigBee IP
Media Access Layer (MAC)	IEEE 802.15.4 – MAC									IEEE802.15.4 (or Wi-Fi/HomePlug)
Physical Layer (PHY – Radio)	IEEE 802.15.4 – sub-GHz (specified per region)			IEEE 802.15.4 – 2.4 GHz (worldwide)					IEEE 802.15.4 - 2.4GHz (or Wi-Fi/HomePlug)	

Legend

ZRC ZigBee Remote Control
 ZID ZigBee Input Devices
 ZGP ZigBee Green Power (optional)
 ZigBee IP Internet Protocol
 MAC Media Access Control
 PHY Physical Layer
 RF4CE RF for Consumer Electronics

ZSE ZigBee Smart Energy
 ZHA ZigBee Home Automation
 ZBA ZigBee Building Automation
 ZTS ZigBee Telecom Services
 ZRS ZigBee Retail Services
 ZHC ZigBee Health Care
 ZLL ZigBee Light Link



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술



3.2.4 지그비(ZigBee)

◆ 지그비 통신기술 비교

모드	내용
ZigBee Pro	<ul style="list-style-type: none">• 지그비 스택을 발전• 2006년에 '지그비 2006규격' 발표 후, 2007년 '지그비 프로 규격' 발표• 지그비 프로는 지그비 2006 디바이스들과 완전히 호환• 첫 응용 프로파일 ZHA(ZigBee home Automation)
ZigBee RF4CE	<ul style="list-style-type: none">• 2009년 지그비 얼라이언스와 RF4CE 컨소시엄이 협력가전제품의 원격제어를 위한 규격으로서 스타토폴로지를 위한 간단한 스택을 정의• 2.4GHz 주파수 대역을 사용하고, 128bit AES 암호화 기술을 이용한 보안 적용• 이 스택 위에는 ZRC, ZID 두 개의 프로파일이 존재
ZigBee IP	<ul style="list-style-type: none">• 에너지관리용 응용 프로파일인 Smart Energy Profile 2.0을 수용하기 위해 2013년 발표된 스택• IPv6 기반 완전한 무선 메시 네트워크 솔루션으로 발표된 개방형표준으로 저전력 디바이스들을 인터넷에 직접 연결 시켜줌• IETF의 관련 표준화 결과, 6LoWPAN, RPL, TLS, DTLS 포함



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

3.2.5 기타 통신 기술

① WPAN

- 개인이 활동하는 영역에 있는 다양한 장비를 무선으로 연결하는 네트워크임.
 - 기존의 무선 랜보다 복잡도가 낮고 저전력을 사용하며 개인사무실 또는택내 등의 POS에서 무선 접속이 가능하도록 하는 기술
 - 미국 전기전자학회에서 IEEE 802.15로 표준화를 추진함.
- WPAN의 특징
 - 저가 저전력 소모에 초점을 맞추어 단거리 무선 연결을 제공
 - 사람의 몸에 지니거나 휴대할 수 있는 웨어러블 디바이스에 채용하여 사용



3.2 사물인터넷 근거리 통신 기술

3.2.6 기타 통신 기술

② UWB(ultra wideband)

- UWB는 군사용 레이더 및 원격 탐지용 주파수에 대한 상업적 이용을 허용하면서, 근거리 광대역 통신용 기술로 표준화 됨
- UWB의 특징
 - 초당 400~500Mbit 까지의 전송이 가능한 저전력 고속 무선 통신 기술
 - 매우 짧은 데이터 펄스를 극 저전력 라디오 신호로 데이터를 전달
 - 초 광대역을 활용하면서 동시예출력이 상대적으로 낮음
 - 주파수 대역 3.1~4.8GHz, 722~10.2GHz, 허용출력 -41.3dBm/MHz
 - 임펄스 라디오(Impulse radio), 타임 도메인(Time Domain), 캐리어프리(Carrier Free) 로도 불림.
- FCC
 - UWB 기술을 상용화를 허용하면서 UWB 중심 주파수의 20% 이상의 점유대역폭을 가지거나 또는 500MHz이상의 대역폭을 차지하는 무선 전송 기술
 - UWB 기술을 사용하면 송수신기의 소형화, 저전력화, 저가격화가 가능
 - 실시간위치 인식 시스템 용도로 많이 활용



3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

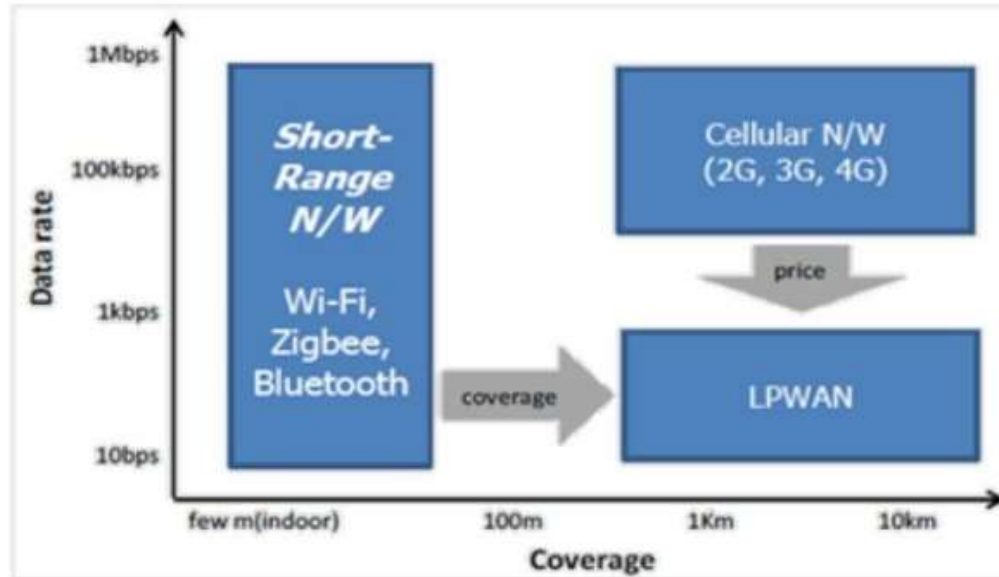
3.3.1 사물인터넷 전용망 개요

- IoT서비스가 빠른 통신 속도를 갖출 필요는 없다는 점에 착안해 개발된 기술이다. 속도를 늦추면 출력이 낮아지고, 또한 배터리 수명이 늘어나고 칩과 디바이스 가격도 낮아진다. 따라서 두 가지 기술 모두 공통적으로 다음과 같은 핵심 요구사항을 가짐
 - 저전력 소모 설계
 - 안정적인 장거리 커버리지 제공
 - 단말기의 저가 공급을 통한 낮은 구축 비용
 - 대규모의 단말기 접속 구현
- 사물 간의 통신을 위해 현재 여러 가지 기술들이 개발, 논의되고 있는데 최근 대표적인 기술로써 LoRa와 LTE-M, NB LTE-M(이하 LTE-M으로 통일)등이 있음



3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.1 사물인터넷 전용망 개요



- 이는 단순한 위치 찾기와 같이 단순한 데이터 전송만을 해주되 오랜 기간 충전 없이 사용해야 하는 IoT 적용 분야에 적합하며, 주요 응용분야로 공원 내 미아방지 서비스, 공공자전거 및 유 휴장비의 위치 확인 서비스, 스마트 주차 서비스, 도시가스·전기·수도 등의 원격 검침 서비스 등의 예를 들 수 있음
- LoRa와 LTE-M은 모두 IoT를 지원하는 기술이지만 그 쓰임에서 약간의 차이점을 보임
 - LoRa는 Long Range IoT에 특화된 저전력, 저비용, 낮은 전송속도를 가지는 장거리 통신에 유리한 기술
 - LTE-M은 LTE 네트워크 기반의 IoT 통신 기술로 실시간성과 이동성이 높은 장점을 가짐
- 국내 이동통신사업자들은 LTE-M, LoRa, NB-IoT 등의 세가지 통신방식으로 서비스하고 있다.

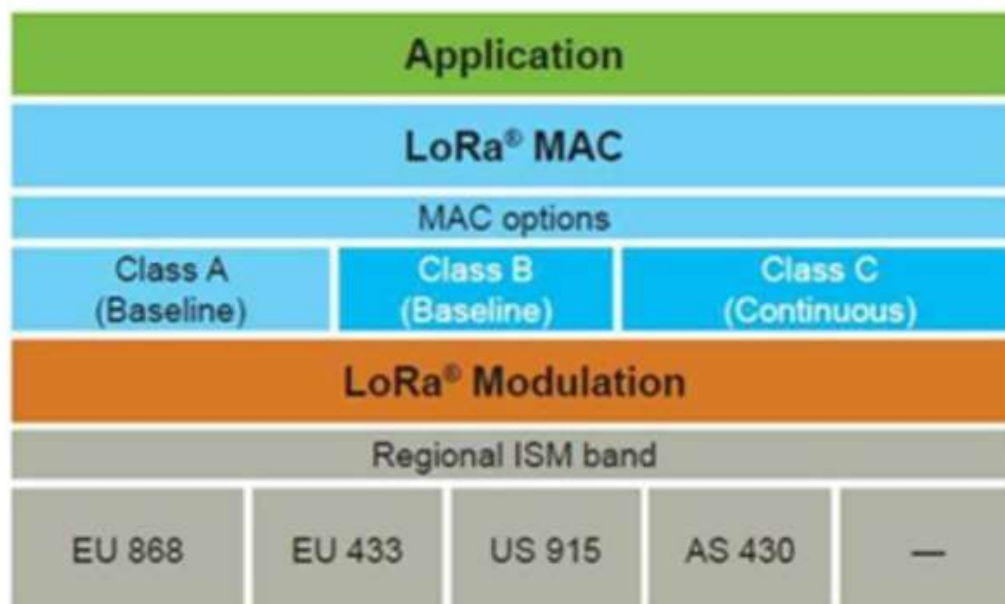
IoT전용망

3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

① LoRa

- LoRa의 이름은 Long Range로부터 이름 지어 졌다. 이를 보면 알 수 있듯 **장거리 통신에 장점을** 가짐
- LoRa는 통신범위를 증가시키기 위해 저전력 특성의 chirp spread spectrum 변조방식 사용
- 상위 계층에서는 battery lifetime과 capacity, QoS 등을 결정짓는 protocol과 architecture를 가짐

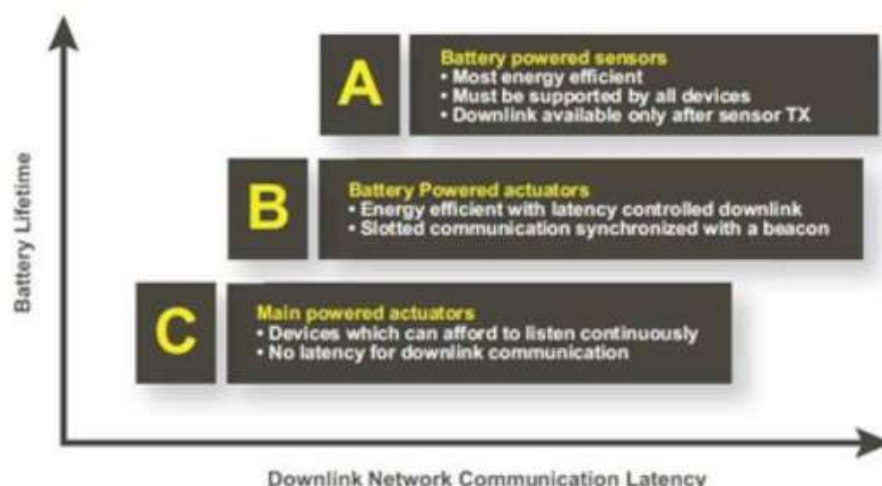


3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

① LoRa

- LoRa는 디바이스의 요구조건에 따라 Class A, Class B, Class C로 나뉘어 각 Class에 해당되는 서비스를 제공받음
- 각 Class는 ^(delay) latency와 battery lifetime의 **트레이드오프 관계**에 따라 분류되는데 Class A는 가장 높은 battery life를 가지지만 제한적인 Uplink 전송을 가지고, Class C는 항상 uplink와 downlink의 전송이 가능하지만 디바이스의 battery life는 가장 짧음
- Class B는 battery life와 latency가 downlink전송에 따라 조절된다.



3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

① LoRa

- Class A : 디바이스의 양방향 통신 가능. uplink전송을 하였을 때 두 개의 짧은 downlink receive window를 활성화 시켜 downlink전송을 하고, 서버로부터 받을 데이터가 아직 남아 있을 때에는 다음 uplink전송을 기다림
- Class B : Class A에 random receive window를 추가한 것으로 디바이스가 downlink 전송이 필요할 경우 extra receive window를 open하며, 이를 위해 디바이스는 게이트웨이로부터 시간-동기화 beacon 신호를 받음
↳ class A보다 타이밍이 바뀜
- Class C는 receive window가 전송 중이 아닐 때 항상 open되어 있다. 그러므로 언제든지 uplink전송과 downlink전송이 가능
- LoRa는 기기간 동기를 맞추는 필요가 없고, 채널에 대한 모니터링이 필요 없다. 또한 Sensitivity 특성이 좋아서 Noise에 강하고, 10Km의 넓은 범위를 갖는다. 전력소모도 매우 적어 10년까지 사용할 수 있는데 원격검침이나 화재 알람 등에 응용할 수 있다.

3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

② LTE-M 기술

- LTE-M이라고 불리는 기술은 IoT를 위한 LTE 기술로, LTE-M의 본 명칭은 LTE-MTC(Machine Type Communication)이며, 3GPP(3rd Generation Partnership Project, 세계이동통신표준화협회)에서 표준화한 기술
- 현재 Rel. 13까지 표준화를 진행하고 있다. 커버리지를 향상시키고, 저전력 기술을 바탕으로 단말기의 복잡도를 낮추는 것을 목표로 Cat. M을 표준화하고 있음
- Rel. 13은 LTE-M과 NB(Narrow Band) LTE-M 두 가지 표준을 포함하고 있음
 - LTE-M (1.4MHz)
 - NB LTE-M (200kHz)
- NB(Narrow Band) IoT는 기존 LTE망의 좁은 대역을 이용해 150 kbps 이하의 데이터 전송 속도와 8km 이상의 장거리 서비스를 지원하기 위한 협대역전파전송기술로 면허 대역 이자 현재 사용 중인 LTE 망을 사용할 수 있다는 큰 장점이 있음

3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

② LTE-M 기술

- LTE-M의 가장 큰 특징은 이동통신사가 구축해놓은 기존 LTE 네트워크를 그대로 활용 할 수 있다는 것
- LoRa의 구축비용이 적게 든다고 하지만 기존 네트워크를 사용하는 것과는 비교할 수 없는 부분이며, LTE 네트워크 사용시 IoT서비스는 매우 짧은 시간에 저용량 데이터를 송수신하기 때문에 기존 트래픽 처리에 거의 영향을 미치지 않음

3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

③ LoRa와 LTE-M 기술 비교

- LoRa는 900MHz의 비면허 대역을 사용하고, LTE-M은 7~900MHz의 면허대역을 사용
- LTE-M은 커버리지 측면에서 전국 서비스가 가능할 뿐 아니라 면허대역의 주파수를 사용하기 때문에 주파수 간섭으로 인한 통신품질의 저하가 없고, 사물과 양방향 통신을 할 수 있어 LoRa에서는 불가능한 디바이스에 대한 제어가 가능함
- 하지만, LTE-M의 통신 모듈 가격이 LoRa의 통신 모듈 가격보다 4배 가량 높은 것으로 나타나 있음
 - LPWA의 요구사항 중 하나는 저가 단말기 공급이며, IoT서비스는 ARPU(Average Revenue Per Unit)라고 일컫는 서비스로 얻는 가입자당 평균 수익이 매우 낮은 것으로 알려져 있어, 통신모듈의 가격을 낮춰야 사업자의 수익을 보장할 수 있음

3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

④ 국내 사물인터넷 전용망 현황

주요 기술	SIGFOX	LoRa	LTE-M	NB-IOT
커버리지	~13Km	~11Km	~11Km	~15Km
주파수 대역	비면허대역 8~900MHz 100MHz	비면허대역 8~900MHz ~500KHz	면허대역 LTE 주파수 1.4MHz	면허대역 LTE 주파수 200KHz
통신 속도	~100bps	~10kps	~1Mbps	~150Kbps
Roaming	No	No	Yes	Yes
배터리 수명	~10년	~10년	~10년	~10년
가용성(한국)	도입 검토 중	2016년 말	2016년 3월말	2016년 말

3.3 사물인터넷 전용망 통신 기술

3.3.2 사물인터넷 전용망 구현기술

④ 국내 사물인터넷 전용망 현황

○ LTE-M + LoRa

- 사업자 : SK텔레콤
- 2016년 LoRa 전국망구축완료/서비스 개시
- LoRa의 주파수 간섭문제 해결방식 : LBT(Listen Before Talk)방식, 채널 hopping, 전송실패시 자동재전송 기능
- LoRa의 단말기 비용경쟁력 : 통신모듈 가격이 LTE-M대비 1/5 수준

○ LTE-M + NB-IoT

- 사업자 : KT, LG U+
- NB-IoT는 2016.6월 표준화 완료, 2017년 NB-IoT 전국망구축완료 후 상용서비스 예정
- NB-IoT는 기존 LTE망 사용으로 구축비용 절감가능
 - 2,3세대 LTE 기지국은 소프트웨어 업그레이드로 NB-IoT 제공가능(1세대는 불가)

3.4 사물인터넷 응용계층 프로토콜

3.4.1 HTTP

◆ 기술 개요

- Hypertext Transfer Protocol의 약자로 웹 상에서 클라이언트와 서버 간 정보를 주고받을 수 있는 어플리케이션 계층 프로토콜로 클라이언트와 서버 사이에 요청/ 응답 기반 데이터 교환 방식임
- 표준 스펙은 1996년 버전 1.0, 1991년 1.1이 각각 발표됨
- 동작방식
 - 클라이언트인 웹 브라우저가 서비스를 요구하고, 서버와 TCP 연결을 생성함
 - 웹 브라우저는 HTTP 표준에 따라 형식화한 요청 메시지를 보냄
 - 웹 서버는 클라이언트의 요청을 읽고 해석한 후 HTTP 응답 메시지를 클라이언트에 돌려보냄
 - 응답 메시지는 요청이 성공/실패했는지 여부를 표시하며,
 - 필요하다면 클라이언트가 요청한 내용을 포함함

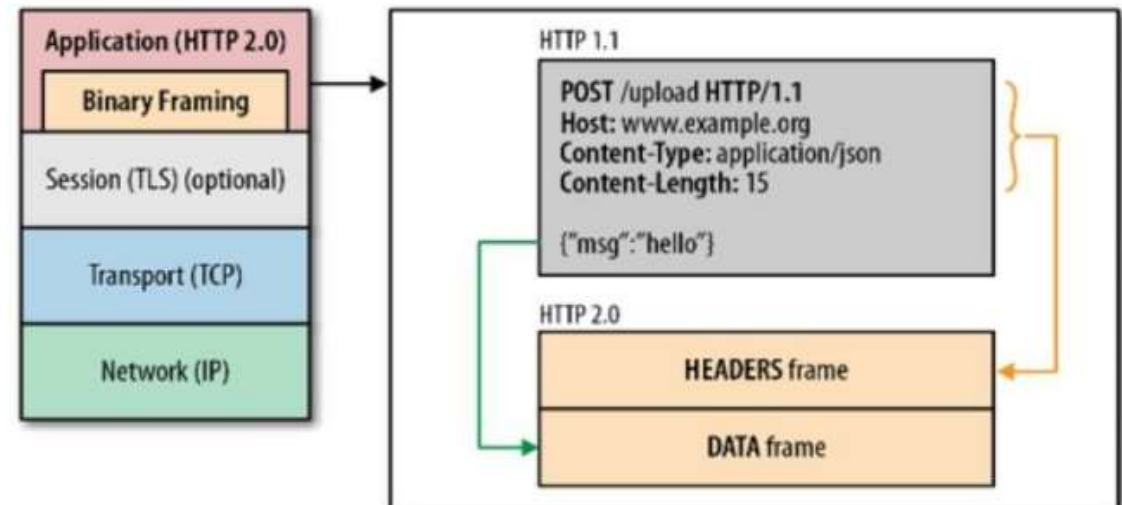
3.4 사물인터넷 응용계층 프로토콜

3.4.1 HTTP

◆ HTTP 2.0

- HTTP 2.0는 IETF를 통해서 2012년부터 개발되어 2015년 2월 승인됨
- 구글이 인터넷을 통해 웹 콘텐츠를 더 빨리 전달하기 위한 방안으로 SPDY를 근간으로 개발함
- 바이너리로 구성하여 대역폭 소모가 심한 실시간 멀티미디어 콘텐츠 전달을 위한 개선내용 포함
- 데이터 전달 시 TCP 연결 기반에서 병렬 전송이 가능하게 하여 속도를 개선함
- 서버가 콘텐츠를 브라우저로 전송하는 Push기능을 포함
- HTTP 1.1과의 하위 호환성, 확장성, 개방성을 고려하여 설계함
- HTTP 프로토콜은 사물인터넷 서비스를 위한 REST 아키텍처 모델에서 사용되는 대표 프로토콜임

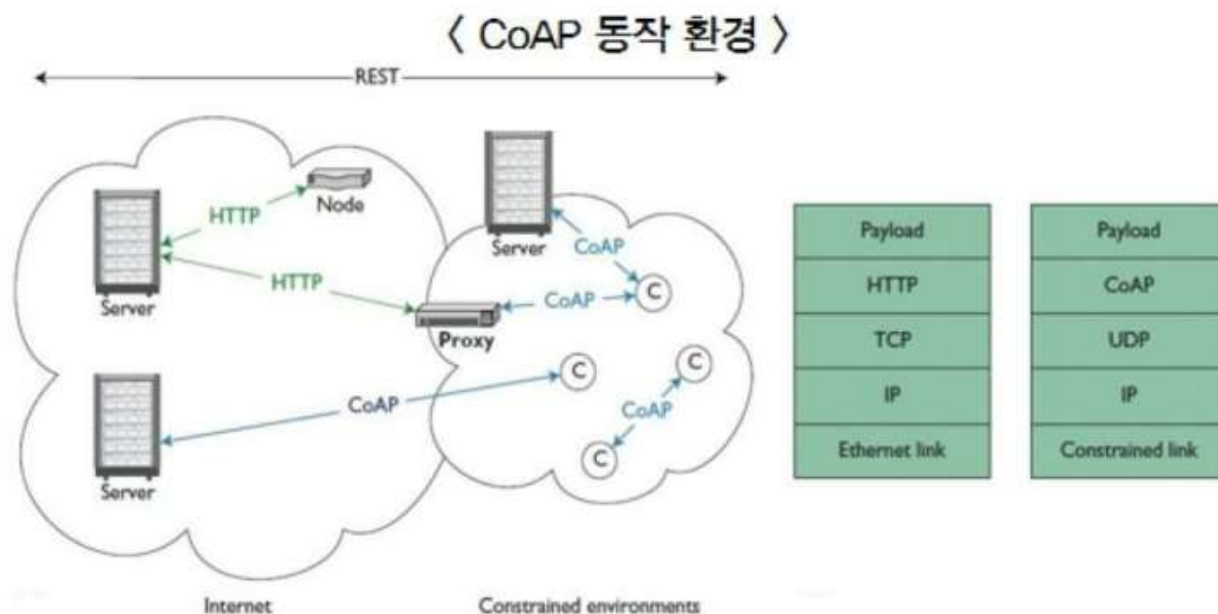
〈 HTTP 2.0 구조 〉



3.4 사물인터넷 응용계층 프로토콜

3.4.2 CoAP(Constrained Application Protocol)

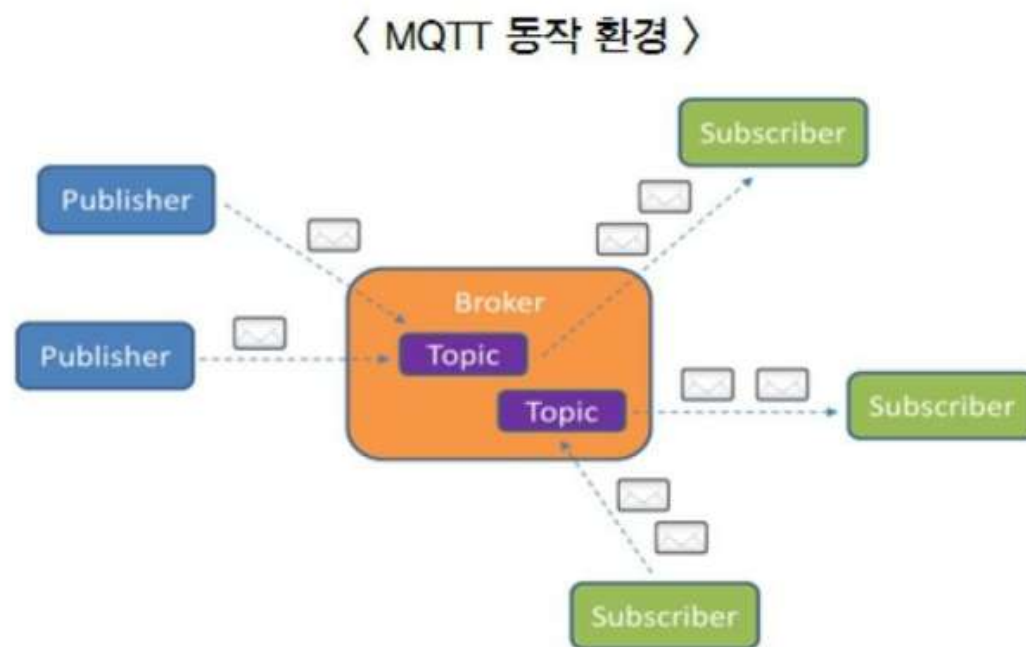
- CoAP는 전송지연과 패킷 손실률이 높은 네트워크 환경에서 저 사양의 하드웨어로 동작되는 센서 디바이스의 RESTful 웹 서비스를 지원하기 위한 경량 프로토콜임
 - 하위프로토콜 스택으로 IEEE 802.15.4 표준을 기반으로 삼고, 네트워크 계층은 IPv6를 사용함
 - 6LoWPAN 프로토콜이 위치 전송과 애플리케이션 계층을 위한 웹 기반 응용 프로토콜임
- CoAP의 특징
 - RESTful 기반의 접근방식을 따르기 때문에 기존 HTTP 프로토콜과 쉽게 변환 및 연동 될 수 있음
 - 메시지 단편화 가능성이 낮음
 - UDP 환경에서 유니캐스트와 멀티캐스트를 지원함
 - 메시지 전달 타입은 확인형, 비확인형, 승인, 리셋의 4가지로 정의됨



3.4 사물인터넷 응용계층 프로토콜

3.4.3 MQTT(Message Queue Telemetry Transport)

- MQTT는 지연 및 손실이 심한 네트워크 환경에서 검침기, 센서 등 작은 기기들의 신뢰성 있는 메시지 전달(원격모니터링)을 위해서 IBM에서 1999년에 개발한 메시지 프로토콜임
 - 동작 시에는 브로커라는 중계서버를 기반으로 사물인터넷 기기들 간의 Publish/Subscribe 관계를 통해서 데이터가 전달함
 - 전달되는 메시지는 손실 복구기능이 지원
- 특징
 - 단순한 메시지 포맷을 바탕으로 네트워크 대역 및 배터리 소비가 작음
 - 저전력으로 동작되며 데이터 전송 지연 및 손실이 발생하는 네트워크 환경을 고려
- QoS 레벨의 정의
 - 레벨0:메시지 최대 1번 전달, 유실 가능성 있음
 - 레벨1:메시지 최소 1번 전달, 중복 가능성 있음
 - 레벨2:메시지 단 한번만 정확하게 전달



3.4 사물인터넷 응용계층 프로토콜

3.4.4 XMPP(Extensible Messaging and Presence Protocol)

- XMPP는 Jabber라는 이름으로 1999년 개발된 XML기반 메신저 프로토콜로서 2004년 IETF를 통해 표준화된 프로토콜로 대표적으로 Google, Yahoo, MSN의 메신저 프로토콜로서 사용함
 - 이메일 주소와 같은 형식을 가진 Jabber ID를 이용하여 서로 구분될 수 있음
 - 도메인 서버를 통한 서버 클라이언트 통신 및 도메인 서버 간 통신을 통해 메시지 전달
 - 메시지 교환방식으로 Publish/Subscribe 방식과 Request/Response 방식 모두 지원
- Core Stanzas(메시지타입)
 - </message>: 메시지를 보내는 기기에서 받는 기기로 대화내용을 담아 전달(푸시방식)
 - </presence>: 기기 통신 가능상태 여부 또는 사용자가 설정한 상태정보 변경 시 subscribe 된 기기에게 전달
 - </ia>:Info/Query: 태그의 약자로서 요청/응답 동작을 지원하며 4가지 type attribute를 지원함 (get/set/result/error)

〈 XMPP 구성 〉

