

4차 산업혁명과 사물인터넷

(사물인터넷 중요 무선통신 기술)

제5강

우 송 대 학 교
철도 전기시스템학과
최 상 성

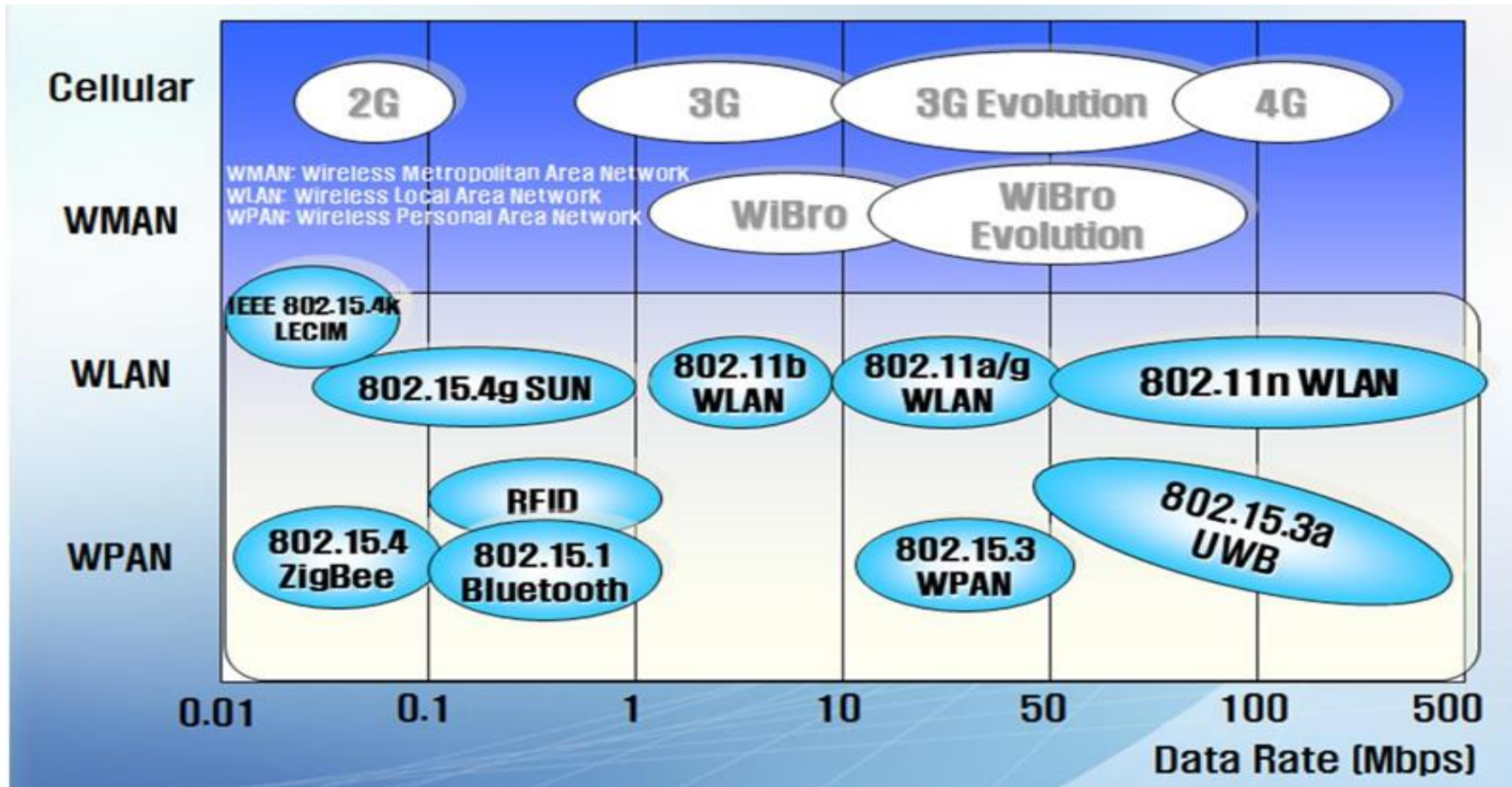
IoT 구성 Architecture



- **Service**
국민 삶의 질 향상을 위한 개인 IOT 서비스, 사회문제 해결을 위한 공공 IoT 서비스, 산업경쟁력 강화를 위한 산업 IoT 서비스, 등
- **Platform**
초연결을 활용하여 다양한 IoT 서비스를 제공하기 위한 개발형 생태계 구성
- **Network**
사물들이 인위적인 개입없이 상호 협력적으로 지능적 관계를 형성하는 사물공간 초연결 네트워크 인프라
- **Device**
주변환경을 감지하고 네트워크와의 연결과 자율판단/행동을 통해 실감, 지능형 서비스를 제공하는 스마트 센서 및 디바이스
- **Security**
사이버 침해 공격과 프라이버시 유출 위험을 차단예방하는 안전하고 신뢰성 높은 IOT 서비스를 제공하기 위한 보안기술
- **Standardization**
사물인터넷이 전세계 시장에서 성공적으로 활성화되기 위하여, ITU-T, ISO 3GPP, ETSI, IEEE, oneM2M, IETF 등 다양한 표준화 기구에서 사물인터넷을 위한 표준화 노력을 진행

IoT 무선통신 인프라

- 3GPP표준 기반의 **Mobile 통신**
- IEEE802 표준 기반의 **비면허 무선통신(WLAN & WPAN)**



IEEE802 LAN/MAN 표준

- **IEEE802.11**: Wireless Local Area Network(**WLAN**)
- **IEEE802.15**: Wireless Personal Area Network(**WPAN**)
(Wireless Specialty Network(**WSN**))



WLAN/WPAN 표준

구분	네트워크 범위	비고
WLAN	사무실, 학교 등의 컴퓨터와 주변 장치간의 통신 네트워크	IEEE802.11
WPAN	개인 영역내에 위치한 정보기술 장치들간의 상호 통신	IEEE802.15



WLAN 기술(1/3)

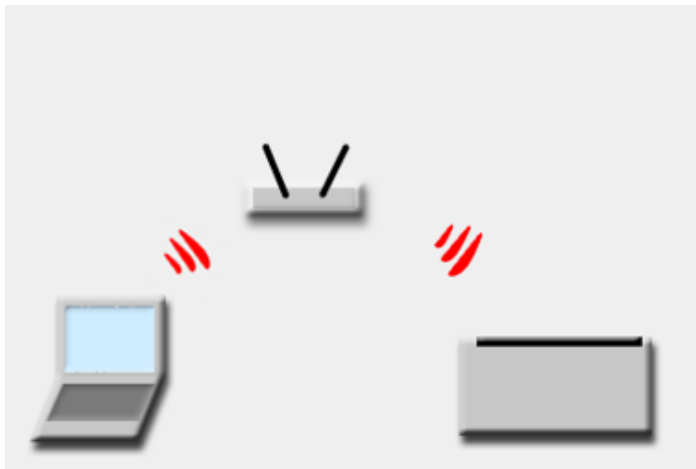
IEEE802.11 WLAN 중요 표준

구분	내용
IEEE802.11a	<ul style="list-style-type: none"> 5GHz 대역에서 54Mbps 데이터 전송 속도 제공 혼잡한 2.4GHz 대역 대비 간섭이 적고 11b에 비해 높은 전송속도 높은 캐리어 주파수로 인한 장애물이 많은 환경에서는 서비스 영역이 좁아짐
IEEE802.11b	<ul style="list-style-type: none"> 최초 표준에 정의된 DSSS방식을 사용하여 11Mbps 전송속도 제공 관련 제품의 급격한 하락으로 사실상 무선랜 표준으로 받아들여 지게 됨
IEEE802.11g	<ul style="list-style-type: none"> 2.4GHz 대역에서 54Mbps 전송속도 제공하나 간섭 이슈는 상존함 OFDM 방식을 채택하였고 FEC 기술을 이용하여 11b H/W와 호환
IEEE802.11n	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 11 표준에 MIMO 기술을 채택하여 성능을 개선한 표준 2.4GHz 및 5GHz 모두 동작하며, Beam-Forming, Channel Bonding 기술 사용 최대 600Mbps 전송속도 제공
IEEE802.11ad	<ul style="list-style-type: none"> 60GHz 대역에서 동작하는 WLAN 표준 최대 7GHz 전송속도 제공
IEEE802.11af	<ul style="list-style-type: none"> TV White Space(TVWS) 대역에서 동작하는 WLAN 표준(Super Wi-Fi) IOT 용 장거리 무선통신에 적합
IEEE802.11ah	<ul style="list-style-type: none"> 1GHz 미만의 서브기가 대역에서 동작하는 WLAN 표준 15~18Kbps 저속 지원(최대 1km 지원)으로 IoT용으로 적합

WLAN 기술(2/3)

▪ Wi-Fi 기술

- IEEE802.11 물리계층 표준 기반으로 Wi-Fi Alliance에서 제정한 응용 프로파일을 탑재한 근거리 무선통신 기술
- 사무실 처럼 특정한 지역에 존재하는 장치들로 하여금 고품질의 무선통신 네트워크를 구성해 주는 기술로 AP(Access Point)를 통해 인터넷에 접속
- 다른 근거리 무선통신에 비해 빠른 통신 속도를 제공하고, 다양한 표준이 존재하여 다양한 통신 환경을 지원할 수 있어 사물인터넷에 많이 이용



[Wi-Fi Access Point]

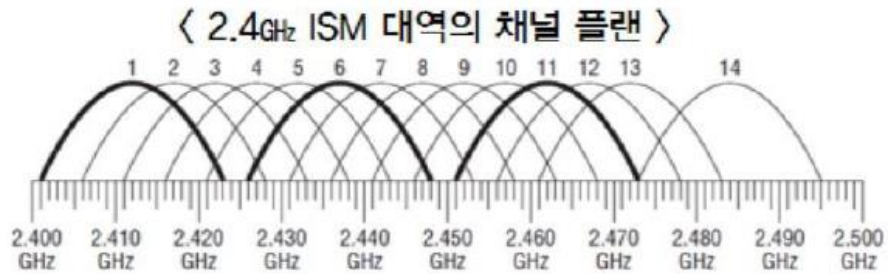


[Wi-Fi Alliance Logo]

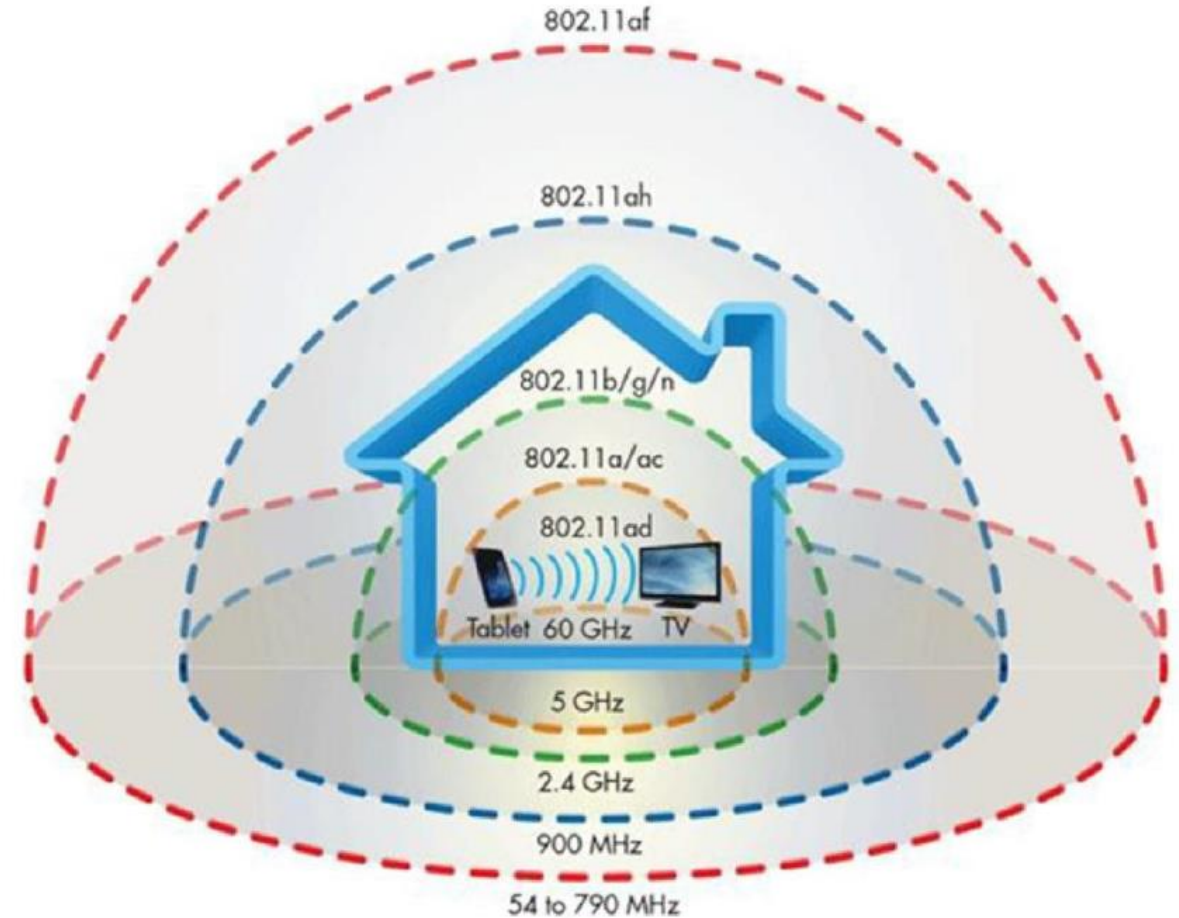
WLAN 기술(3/3)

▪ Wi-Fi 연결

- Infrastructure Mode
- Ad-hoc Mode



[Ad-hoc Network]



[Wi-Fi 주파수와 통신거리]

WPAN 기술(1/16)

▪ WPAN 기술 개념

- 10m 이내의 짧은 거리에 존재하는 컴퓨터와 주변기기, 휴대폰, 가전제품 등을 무선으로 연결하여 이들 기기간의 통신을 지원함으로써 다양한 응용서비스를 하게하는 무선 네트워크
 - 산업용 제어: 장비 모니터링 및 자동화
 - 원격제어: 장난감, 게임분야, 가전제품 원격제어
 - 재난관리: 인식과 위치 결정
 - 자동차 제어: 타이어 압력 센서, 자동차내 통신
 - 홈네트워크 및 정보가전분야: PC 주변기기, 원격검침, 보안기기 등...



WPAN 기술(2/16)

■ IEEE802.15 표준 WPAN 기술

Task Group	Status	Contents of the Draft
802.15.1	Done (2002)	The lower transport layers of the Bluetooth wireless technology (short range RF-based connectivity)
802.15.2	Done (2003)	Coexistence of WPAN with other wireless devices operating in unlicensed frequency band
802.15.3	Done (2004)	High rate WPAN for 20Mbps or greater
802.15.3a	Withdrawn (2007)	UWB PHY for high data rate
802.15.3b	Done (2007)	IEEE 802.15.3 MAC enhancement to improve implementation and interoperability of the MAC
802.15.3c	Done (2009)	Millimeter-wave-based alternative PHY for IEEE 802.15.3
802.15.4	Done (2003)	Low rate WPAN with multi-month to multi-year battery life and very low complexity
802.15.4a	Done (2007)	Alternative PHY for providing communications and high precision ranging/location capability
802.15.4b	Done (2007)	Enhancements and clarifications to the IEEE 802.15.4-2003 standard
802.15.4c	Done (2009)	IEEE 802.15.4-2006 and 802.15.4a-2007PHY amendment to address the Chinese regulatory changes
802.15.4d	Done (2009)	PHY/MAC to support a new frequency allocation (950-956MHz)in Japan
802.15.4e	Done (2012)	MAC amendment to the 802.15.4-2006 for better support the industrial market and compatibility
802.15.4f	Done (2012)	Low cost, low energy consumption and reliable communications for active RFID and sensor applications
802.15.4g	Done(2012)	PHY/MAC for large scale process control applications such as Smart Utility Networks (SUN)
802.15.4j	Done(2013)	PHY for IEEE 802.15.4 in the 2360 to 2400MHz band which complies with FCC MBAN rule
802.15.4k	Done(2013)	PHY/MAC for point to multi-thousands of points communications for critical infrastructure monitoring networks
802.15.4m	Done(2014)	40Kbps~2Mbps PHY/MAC for command & control applications using TV white space
802.15.4n	Going	PHY for IEEE 802.15.4 utilizing the approved 174-216Mhz, 407-425MHz and 608-630MHz medical bands in China
802.15.4q	Going	The desired peak power consumption for the PHY should be typically less than 15 mW.
802.15.4p	Done(2014)	PHY/MAC for Sensor, control and information transfer applications specific to rail and rail transit
802.15.5	Done(2009)	Mesh networking for WPAN (full mesh topology or partial mesh topology)
802.15.6	Done(2011)	PHY/MAC for Low power devices and operation on, in or around the human body
802.15.7	Done(2011)	PHY/MAC for optical wireless communications using visible light (audio/video multimedia service)
802.15.8	Going	PHY/MAC optimized for P2P and infrastructureless communications with fully distributed coordination
802.15.9	Going	Key management protocols for 802.15.4 and 802.15.7
802.15.10	Going	Layer 2 Routing of Dynamically Changing 802.15.4 Mesh Networks

WPAN 기술(3/16)

▪ Bluetooth 기술 개요

- IEEE802.15.1 표준을 기반으로 2.4GHz ISM 대역을 사용하는 무선통신 기술로 1994년 **에릭슨(ERICSSON)**에서 개발
- **Bluetooth SIG** 에서 다양한 응용 프로파일 개발

→ 가까운 거리에서 데이터나 음성, 영상 등을 교환할 때 사용하는 무선 기술로 저전력의 블루투스 스마트 기술 개발과 함께 사물인터넷 통신 기술로 주목 받음



WPAN 기술(4/16)

■ Bluetooth Low Energy(BLE) 기술

- 모바일 디바이스 시장의 성장으로 저전력 무선기술의 요구가 급증함에 따라 2012년 BT4.0LE 출시되어 사물인터넷에 사용 시작

- BLE 핵심 기능

→ Coin Cell Battery(630mA) 사용을 목표

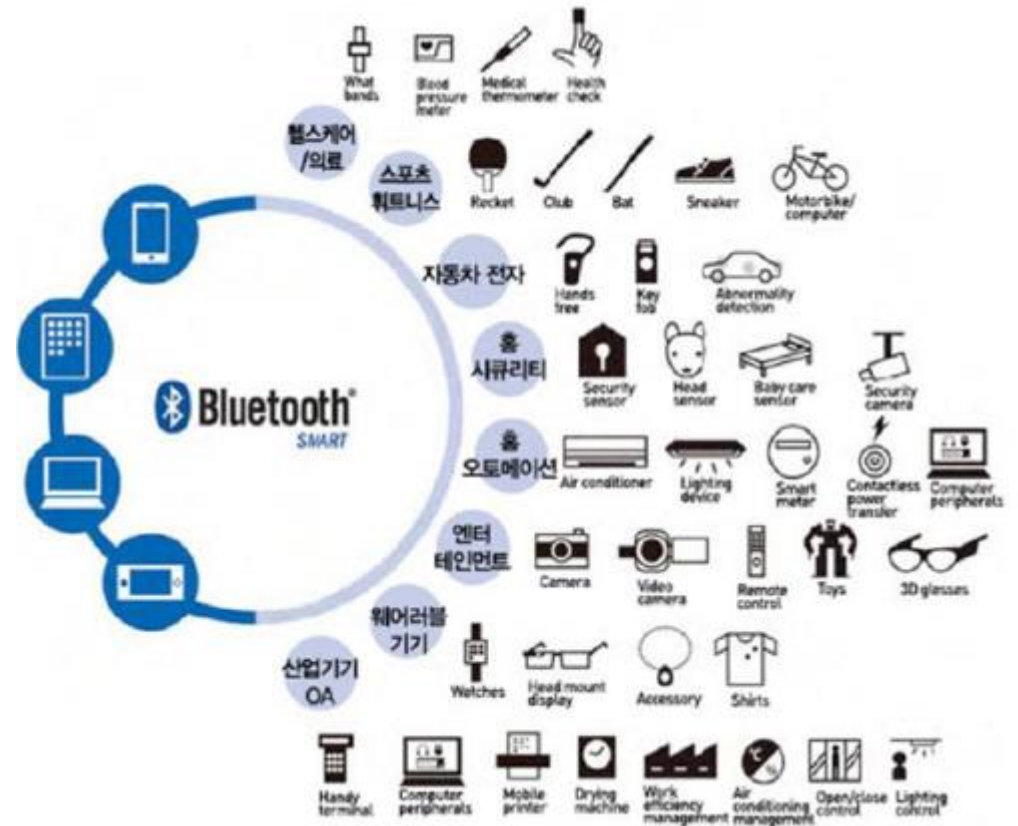
→ 저전력을 위해 GFSK 변조 방식 사용

→ 송신전력 10~20dBm

→ 통신거리 10~30m

→ 3 Advertising CH. 37 Data CH.

→ 소비 전력 0.01~0.5W



[Bluetooth 활용분야]

WPAN 기술(5/16)

▪ Bluetooth Beacon 기술

- Beacon 기술은 특정 목적의 신호를 전달하기 위해 주기적으로 신호를 보내는 장치
- Bluetooth 4.0의 BLE 기술 도입으로 저전력 문제 해결 및 **단방향 통신** 가능
- Bluetooth Module 소형화 및 저렴한 모듈 가격 가능(\$1~\$2 수준)

- Bluetooth Beacon 활용 사례

- 애플 “iBeacon”
- 구글 “Nearby”
- 페이팔 “PayPal Beacon”
- SK플래닛 “Syrup Beacon”
- SK 텔레콤 “Wizturn”
- 퀴넷시스템즈 “Infavor”



[애플 iBeacon 탑재 IOS7 기기]



[Syrup Beacon 서비스]

WPAN 기술(6/16)



▪ ZigBee 기술 개요

- 무선 센서 및 제어 분야에서 사용되는 WPAN의 대표기술
- **IEEE802.15.4**: PHY & MAC 계층 정의/ZigBee Alliance: 네트워크 & APS 계층 정의
- 저전력소모, 시스템 구성의 저비용, 많은 네트워크 노드의 수용, 비교적 간단한 프로토콜 구조
- 최근 **IOT 무선통신 기술로 한계 노출**(통신거리 & 전송속도)

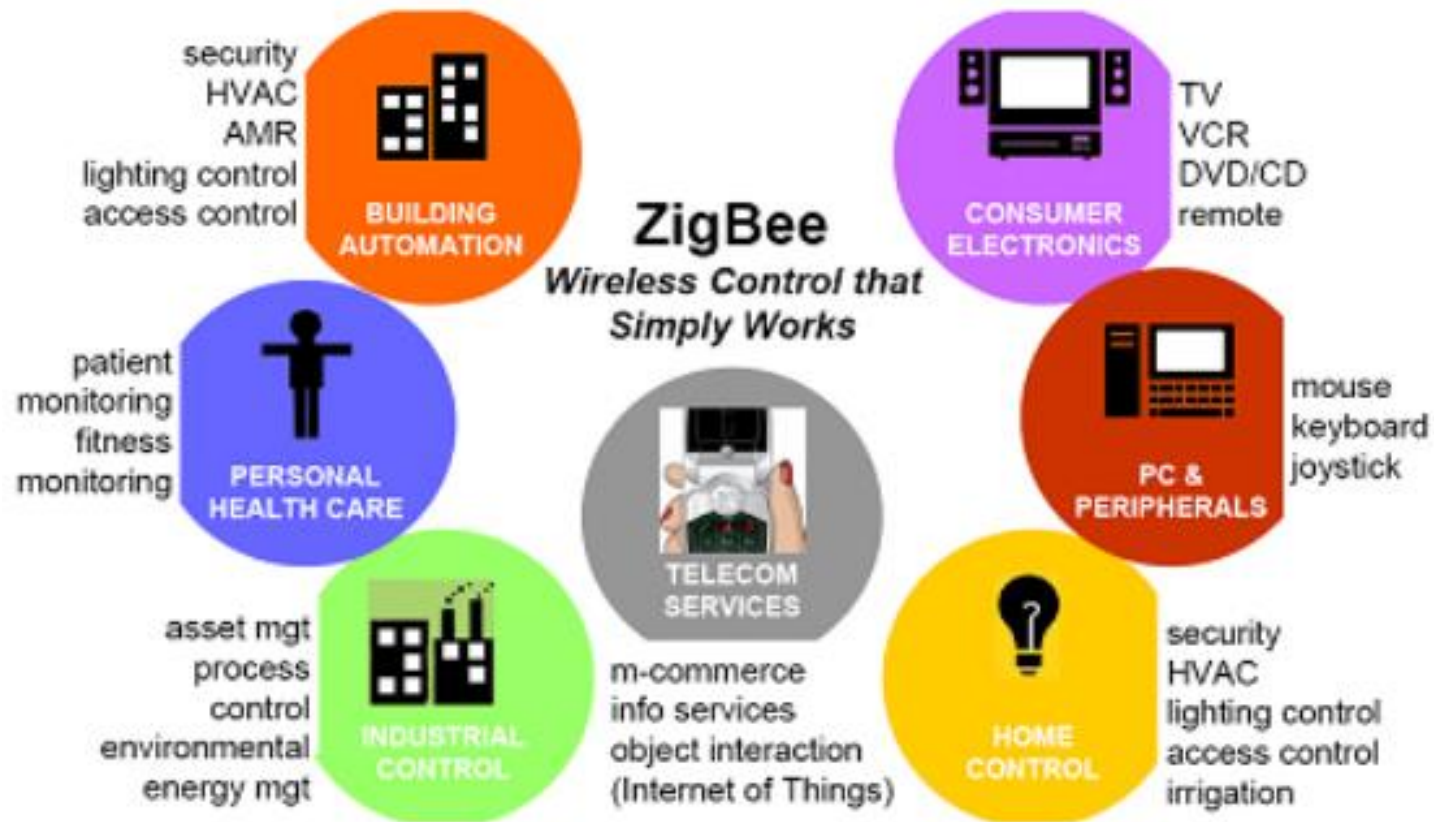
구분	규격
변조 방식	DSSS/Q-QPSK
사용 주파수	2400~2483.5MHz
최대 송신 속도	250Kbps
칩 율(Chip rate)	2000Kchips/s
최대 출력 파워	10dBm
최저 수신 감도	-94dBm
채널 수	16
채널 간격	5MHz

The diagram compares three protocol stacks from top to bottom:

- Simple Wireless Connectivity:** Consists of SMAC and PHY Layer.
- 802.15.4 Solution:** Consists of 802.15.4 MAC and PHY Layer.
- ZigBee Solution:** Consists of ZigBee Solution (containing P31, P1, and ZDO), APS, ZigBee NWK, 802.15.4 MAC, and PHY Layer.

WPAN 기술(7/16)

- ZigBee 기술 활용 분야



WPAN 기술(8/16)

■ 광역 WPAN 기술의 출현

M2M/IoT 요구 사항과 부합하는 통신 기술 부재		
<ul style="list-style-type: none"> - ZigBee PHY/MAC 문제점 검토 <ul style="list-style-type: none"> : 통신거리 및 전송속도의 한계 : 장애물/간섭에 의한 통신품질 저하 : 음영지역 발생 : 저전력화의 어려움 		<ul style="list-style-type: none"> - 저전력 광역 WPAN 기술 요구 사항 <ul style="list-style-type: none"> : 1Km 이상의 통신거리 : 음영지역에서 신뢰성 있는 통신 : 저전력화 : 최소 인프라

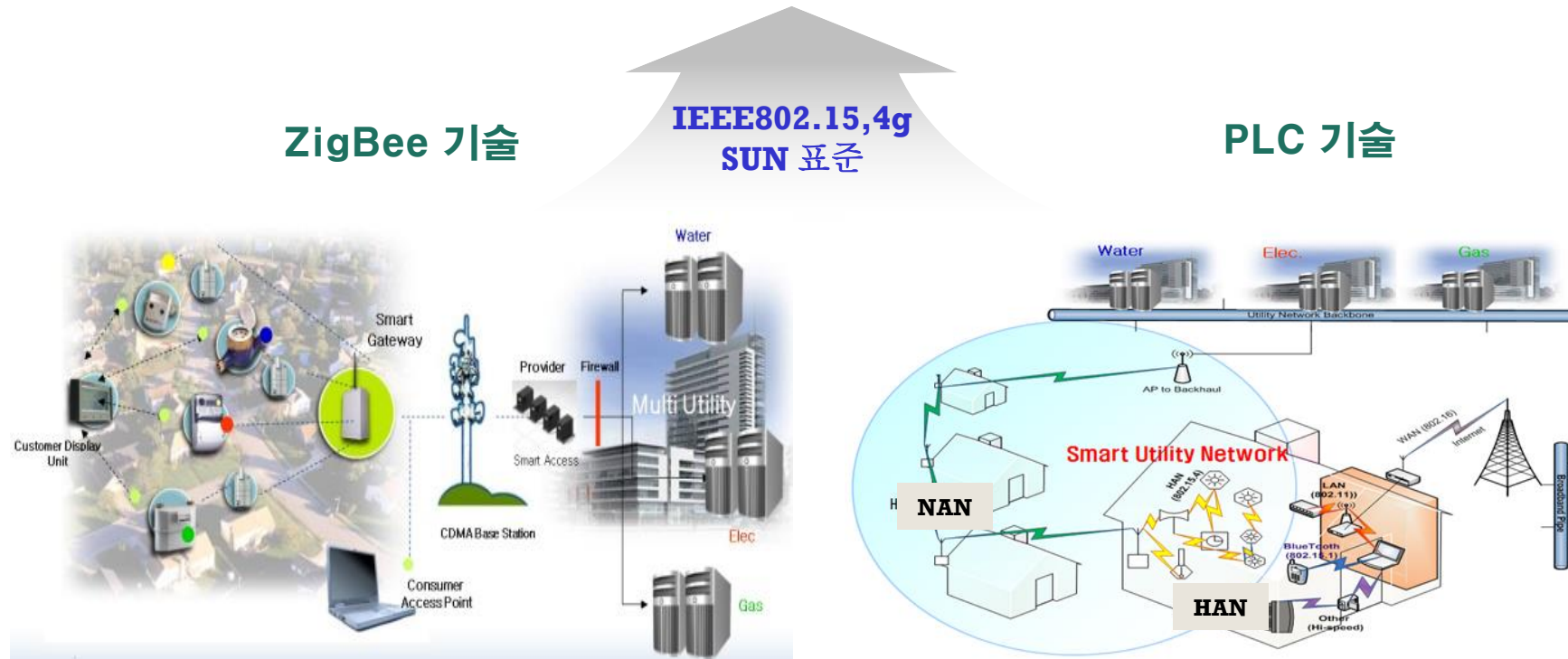
기존 센서네트워크: ZigBee (IEEE 802.15.4) PHY/MAC



WPAN 기술(9/16)

▪ SUN 기술 개요

- 전기, 수도, 가스와 같은 **유틸리티의 효율적인 관리**를 위한 **무선 네트워크**
 - 유틸리티 사업자와 사용자 간의 정보 공유로 **에너지 비용 절감** 및 **더 높은 품질의 서비스 제공**
 - **SUN(Smart Utility Network) = NAN(Neighborhood Area Network) + HAN(Home Area Network)**
 - 유틸리티 서비스 사업자 중심으로 IEEE802.15.4g에서 **SUN 무선통신 표준** 제정



WPAN 기술(10/16)

▪ MR-FSK SUN 기술

- Mandatory 데이터 전송률/대역폭: 각 주파수 대역별 4.8~50Kbps/12.5~200KHz
- **저전력화**: 성능 향상 블록(Data Whitening, Channel Code, Interleaver)을 선택사항으로 규정
- 국내 RFID/USN 주파수(917.5~923MHz)

Freq. band (MHz)	Parameters	Operating mode #1	Operating mode #1	Operating mode #1
450-470	Data rate (kb/s)	4.8	9.6	-
	Modulation	Filtered 2FSK	Filtered 4FSK	-
	Channel spacing (kHz)	12.5	12.5	-
470-510 (China)	Data rate (kb/s)	50	100	200
	Modulation	Filtered 2FSK	Filtered 2FSK	Filtered 4FSK
	Channel spacing (kHz)	200	400	400
863-870 (Europe)	Data rate (kb/s)	50	100	200
	Modulation	Filtered 2FSK	Filtered 2FSK	Filtered 4FSK
	Channel spacing (kHz)	200	400	400
902-928 (ISM) 2400-2483.5 (Worldwide)	Data rate (kb/s)	50	150	200
	Modulation	Filtered 2FSK	Filtered 2FSK	Filtered 2FSK
	Channel spacing (kHz)	200	400	400
896-901 901-902 928-960 1427-1518	Data rate (kb/s)	10	20	40
	Modulation	Filtered 2FSK	Filtered 2FSK	Filtered 2FSK
	Channel spacing (kHz)	25	25	25

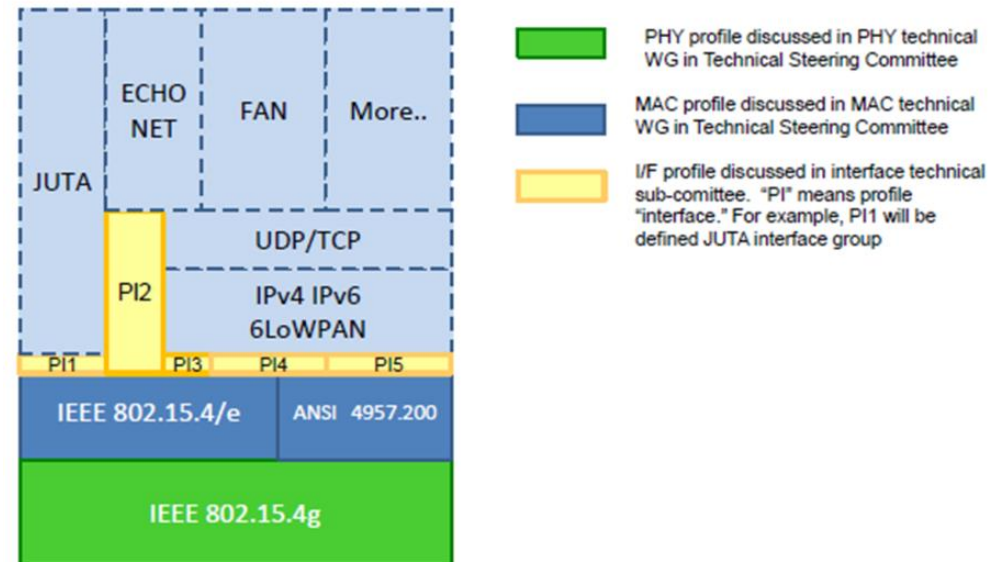
WPAN 기술(11/16)

▪ Wi-SUN 기술

- IEEE802.15.4g 물리계층 표준 기반으로 Wi-SUN Alliance에서 제정한 응용 프로파일을 탑재한 근거리 무선통신 기술
- Japan, Singapore, Europe, India 지역에 지원
- 현재 110개 이상의 회원사 가입



[Wi-SUN Alliance Logo]



[Wi-SUN Certification Scope]

WPAN 기술(12/16)

LECIM 기술

- IEEE802.15.4k 표준 (Low Energy Critical Infrastructure Monitoring)
- 수 Km의 서비스 반경 및 지하·음영 지역에서의 무선 모니터링 요구사항 증대
- 열악한 무선 환경에서의 통신 품질 보장과 저전력·저가격을 동시에 만족하는 무선기술 필요

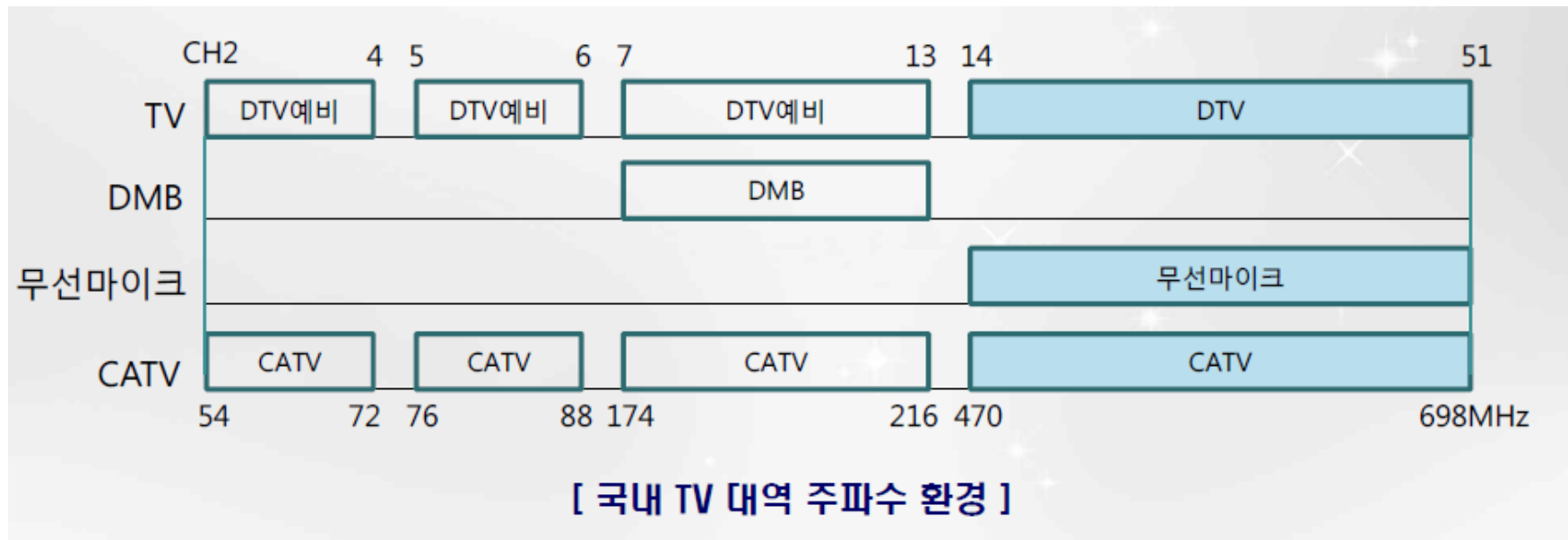


Band identifier	Frequency range (MHz)	Bandwidth (kHz)	Modulation	Bit rate (kbits/s)
169	169.400-169.475	25	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	25
		12.5		12.5
433	433.050-434.790	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
470	470-510	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
780	779-787	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
863	863-870	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
915	902-928	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
922	915-928	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
917	917.1-923.5	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
920	920-928	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5
921	921-928	37.5	FSK/GFSK/ P-FSK/P-GFSK	37.5
		25		25
		12.5		12.5

WPAN 기술(13/16)

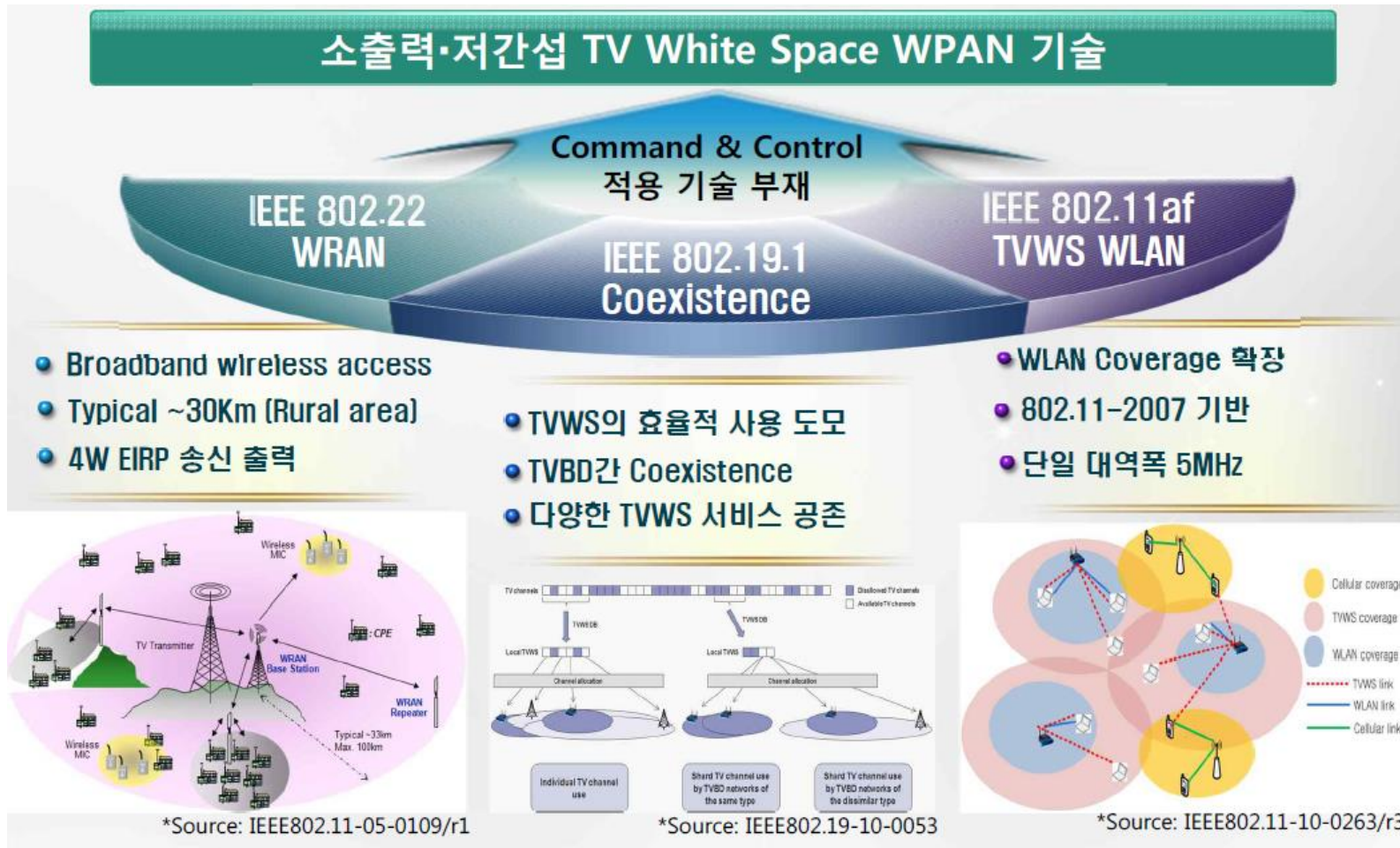
▪ TVWS(TV White Space) 개요

- TV 방송용으로 할당된 주파수대역에서 지역적으로 미사용 중인 대역
 - 국내: 470~698MHz 대역 (CH14~51, 채널당 6MHz 대역폭)이 TVWS 후보군에 해당
 - 무선마이크와 CATV 등이 공유
- 전파특성 우수한 황금 주파수대역
 - 적은 망 구축 비용으로 넓은 서비스 커버리지 구현 가능



WPAN 기술(14/16)

▪ TVWS 무선통신 표준



WPAN 기술(15/16)

▪ TVWS WPAN 기술 개요

- IEEE802.15.4m 표준
- TV 방송용으로 할당된 주파수대역에서 지역적으로 미사용 중인 대역
- 전파특성 우수한 황금 주파수대역

Parameter	FSK PHY
● Data Rate	50, 100, 200, 300, 400 Kbps
● SFD Sequence	SUN 호환 16-bit SFD Sequence, Reliability enhancing 24-bit SFD Sequence
● PHR Sequence	SUN FSK 호환 유지, Parity 및 Ranging Bit 추가
● Reliability Features	Optional
- Whitening	SUN FSK PHY 방식
- FEC & Interleaving	LECIM FSK PHY 방식
- Spreading	LECIM FSK PHY 방식

Description	Mandatory mode	Optional mode (4 times over-clock mode)
Nominal bandwidth (kHz)	1064.5	4258
Channel spacing (kHz)	1250	4*1250
Subcarrier spacing (kHz)	1250/128	4*1250/128
DFT Size	128	128
Number of pilot tones	8	8
Number of data tones	100	100
BPSK ½ rate (kbps)	390.625: MCS0 Mode	1562.5: MCS3 Mode
QPSK ½ rate (kbps)	781.250: MCS1 Mode	3125: MCS4 Mode
16-QAM ½ rate (kbps)	1562.5: MCS2 Mode	6250: MCS5 Mode

WPAN 기술(16/16)

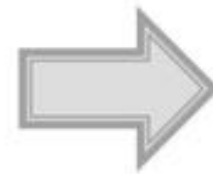
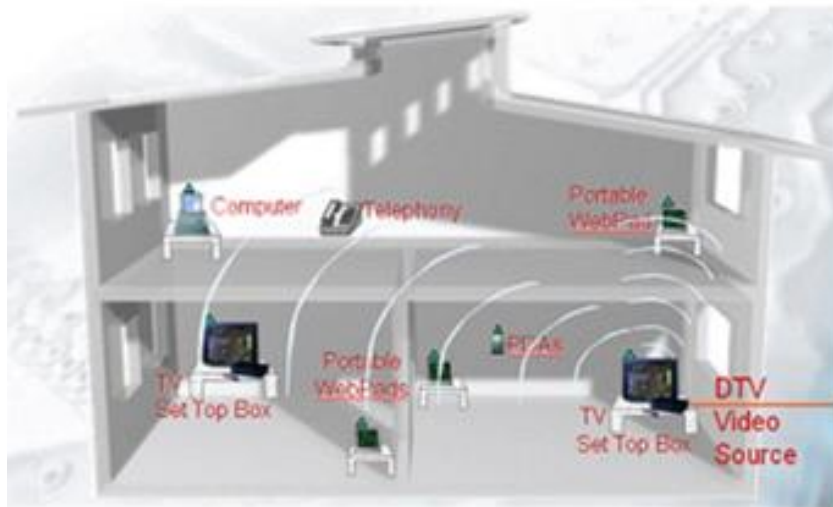
▪ WPAN 기술의 변화

- 개인 중심 중심으로 10m 내외 서비스 반경으로 구성되는 무선 네트워크

→ Bluetooth, ZigBee, ...

- 저전력으로 1Km 이상의 통신 거리로 구성되는 **광역 무선 네트워크**로 변화

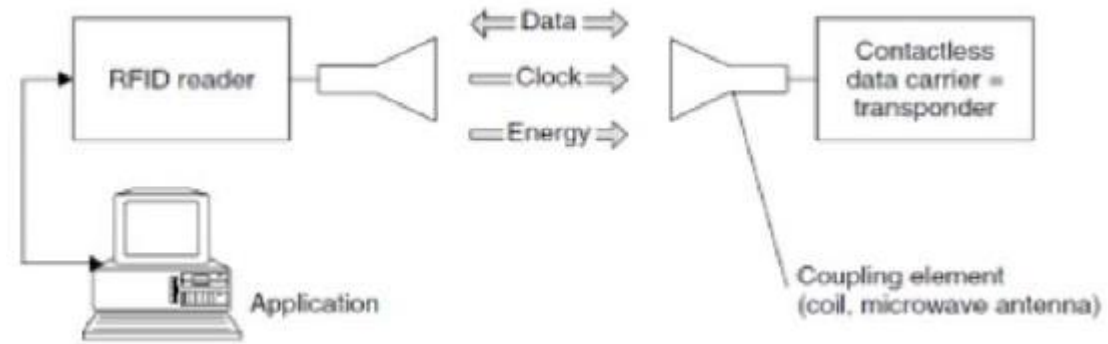
→ SUN, LECIM, TVWS, ...



기타 WPAN 기술(1/2)

RFID 기술

- 사물에 전자태그를 부착하여 무선 기술을 통해 사물과 주변 상황 정보를 인식하는 기술
- 용도 : 물류, 유통분야 추적 관리, M2M 통신 및 M-Commerce 등
- 주파수대역 : 135kHz, 13.56MHz, 433.92MHz, 908.5~915MHz, 2.45GHz
- 전송속도 : 30Kbps
- 전송거리 : 2m 이내



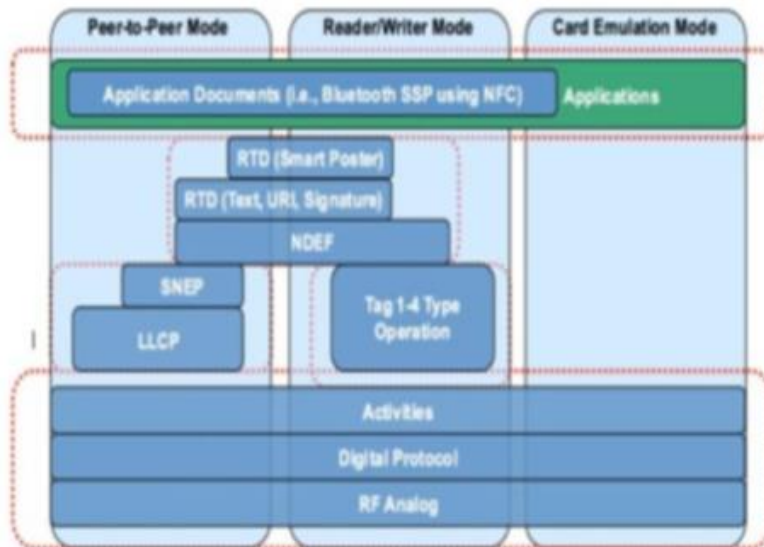
주파수	135KHz 이하	13.56 MHz	433MHz	860MHz-960MHz	2.45GHz
주 응용분야	보안/동물관리	교통카드/도서관리	컨테이너/자동차	유통/물류	여권/ID카드
능동/수동	수동형	수동형	능동형	수동형	수동/능동
표준규격	ISO 18000-2	ISO 18000-3	ISO 18000-7	ISO 18000-6	ISO 18000-4

기타 WPAN 기술(2/2)

▪ NFC 기술

- 13.56MHz 대의 RFID 기술을 발전시킨 비접촉식 양방향 근접 통신 기술
 - 읽기와 쓰기 모두 가능하며, 10Cm안의 근거리 통신으로 준비 없이 빠르게 통신함
 - 2002년 일본 Sony 네덜란드 NXP 반도체가 공동으로 개발
 - 2004년 NFC forum 이설립된후 기술개발 및 상용화가 본격화됨
(스마트폰에 NFC 탑재 되면서 대중화)

〈 NFC Forum Specification 아키텍처 〉



LPWAN 기술(1/9)

▪ LPWAN(Low Power Wide Area Network) 개요

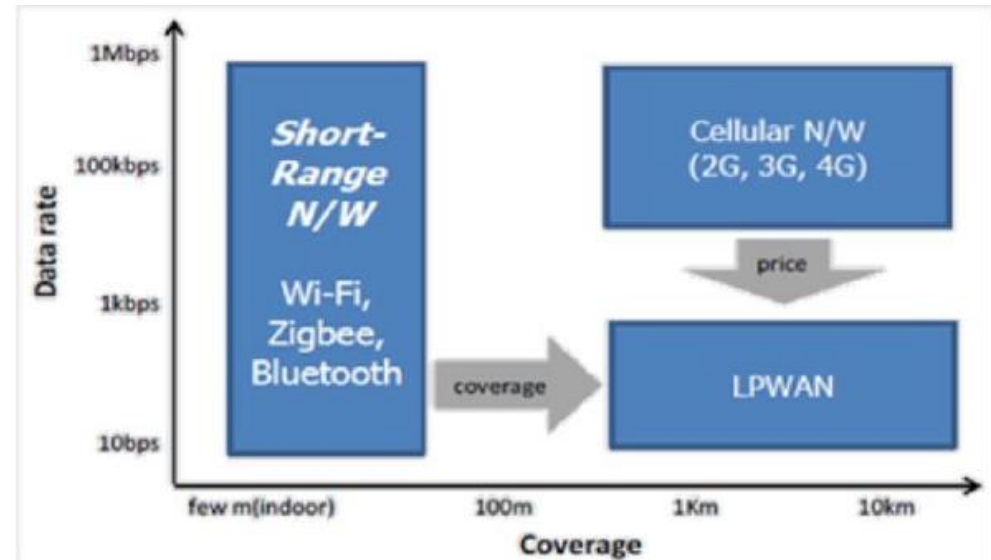
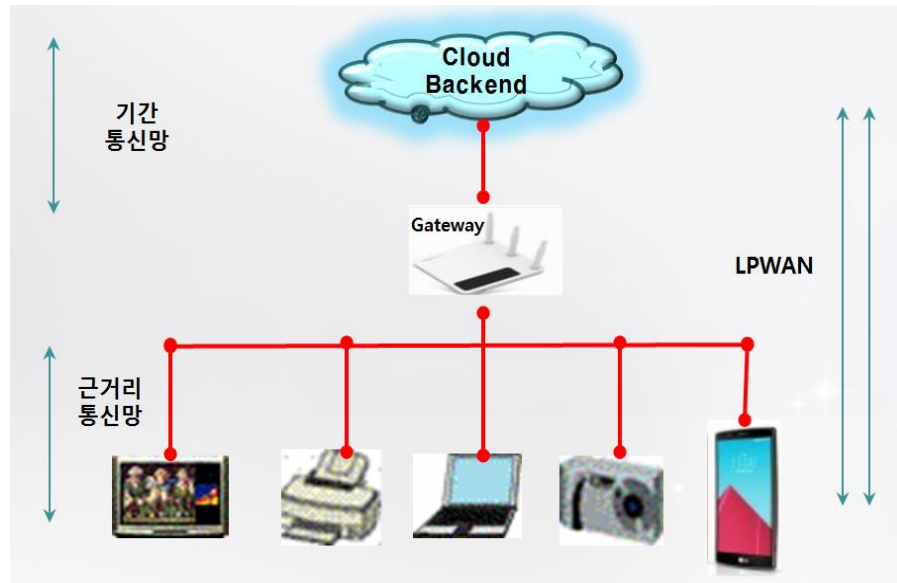
- 저성능 컴퓨팅 및 저전력 중심의 IOT 네트워크 선호

→ 근거리 연결: ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi 등 WPAN/WLAN 기술로 연결

→ 중장거리 연결: LPWAN(Low-Power, Wide Area Network) 기술로 연결

➢ SUN, LECIM, TVWS WPAN (중거리)

➢ SIGFOX, LoRaWAN, WEIGHTLESS(장거리)



LPWAN 기술(2/9)

■ SIGFOX



- 2009년 설립된 프랑스 기업으로 **사물 인터넷 망의 호시**가 된 기업
 - **UNB(Ultra Narrow Band)** 기술을 사용하며, 저전력 기반의 사물 인터넷 망 서비스를 제공
 - 비면허 주파수 대역(License-Free Frequency Band)을 사용
 - 하루 **최대 12바이트짜리 메시지**를 최대 140회까지 사용하도록 제공
 - (12바이트면 기기 위치, 에너지 소비량, 알람 및 간단한 센서 정보를 전달하는데 충분)
 - Low transmission Power 및 no continuous network synchronization로 운용
 - (Modem emission consumption 20mA ~ 70mA)
 - 실제 energy consumption은 메시지 빈도에 따라 emission power -20dBm ~ 20dBm
- Silicon and module vendor에게 무료로 **SIGFOX IP**를 허용하는 전략
- 스페인의 텔레포니카, **한국의 SK 텔레콤**, 일본의 NTT Docomo 벤처스 등에서 2015년 2월 1억 1500만 달러 투자
 - 영국 방송 송출기업인 아퀴바(Arquiva)와 이들 망을 활용한다는 협력을 통해 1년 내 영국 10대 도시에 서비스 제공하였고, 2015년 현재 프랑스, 스페인, 네덜란드 및 영국 내 10개 도시에서 서비스를 제공
 - 미국은 2014년 샌프란시스코 지역에서 시작해 2015년 10개 도시에 1,300개 기지국을 만들고, 2016년에 30개 도시에 4천개 기지국 설립을 목표

LPWAN 기술(3/9)

▪ Weightless

- 영국 캠브리지 주변의 **암(ARM)**, **뉴엘(Neul)**, **CSR(Cambridge Silicon Radio)** 등이 주축이 되어 만든 개방형 표준 기반의 LPWAN 기술을 개발한 표준 협의체
- 뉴엘이 중국 통신 장비기업인 화웨이에 인수되었고, CSR이 미국 퀄컴사에 인수되는 등 핵심 참여자들의 분포를 보면 영국, 중국, 미국의 연합군으로도 볼 수 있음
- **Weightless-N**과 **Weightless-W**를 제공하여 ISM 대역과 TV 화이트 스페이스 대역을 모두 사용할 수 있는 대역대 선택의 자율성을 가짐
 - 도시 지역에서는 5km(3 마일)을 커버
 - 넓은 범위와 침투성을 갖기 위해서 비면허 주파수 대역대인 ISM 대역을 쓰는 Weightless-N과 TV의 화이트밴드(White Band)를 사용할 수 있는 Weightless-W 등 상황에 맞는 기술을 제공
- 저렴한 모듈가격과 사업자 입장에서 낮은 운영 비용으로 **저렴한 서비스를 제공할 수 있는** 기반 제공
 - 소량의 데이터 전송에 최적화
 - 모듈 가격은 Weightless-N은 2 달러이하, Weightless-W은 1~2달러 수준
- **뉴엘은 영국의 BT(British Telecom)와 함께 밀톤 케인즈시에 시범 사업**
 - 비어 있는 주차 공간을 알려주고 쓰레기통이 찼는지 확인해 쓰레기 차가 필요한 곳만 가서 서비스
 - 향후 쥐덫, 공중 화장실의 물비누, 수도관 및 중앙 난방 시스템에 적용할 예정

LPWAN 기술(4/9)

▪ LoRa

- 반도체 기업인 **셈테크(Semtech)**가 **IBM** 리서치와 함께 개발하여, 2015년 초 모바일 월드 콩그레스를 통해 소개
- **LoRaWAN(Long Range Wide Area Network)**은 **DSSS CDMA** 기술을 활용하여 매우 적은 전력으로 넓은 대역으로 데이터를 분산하여 동시에 송신이 가능
 - 비면허 주파수 대역(License-Free Frequency Band)을 사용
 - UNB에 비해 더 많은 전력소모를 하나, 전파 간섭이 적은 장점
 - IBM에 따르면 **최대 100km**까지, 밀도가 낮은 교외 지역에서는 15km, 도시에서는 2km까지 통신
 - 전송속도는 100~300Kbps
- LoRaWAN을 이끄는 **셈테크**(미국 캘리포니아)는 파워IC, 센싱·통신IC 등을 개발하는 반도체 기업으로 **사물 인터넷 칩셋 시장** 장악을 위해 진입한 것으로 보이며, **IBM**은 LoRaWAN에서 수백만 기기들의 연결 및 관리하는 **소프트웨어**(Long Range Signaling and Control)와 **클라우드**를 제공
- LoRaWAN 기술 확산을 위해서 **LoRa Alliance**를 만들었으며 프랑스 통신사업자(Bouygues Telecom), 네덜란드 통신사업자(KPN), 싱가포르 통신사업자(SingTel), 벨기에 통신사업자(Proximus), 스위스 통신사업자(Swisscom), 남아프리카 통신사업자(FastNet) 등과 협력을 하고 확대를 모색

LPWAN 기술(5/9)

▪ LoRa Alliance

	
<p>Member 구성</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ `15.3월 창립 후 6개월 동안 130개 회원사 확보▪ N/W 사업자, 칩 벤더, 단말/기지국/서버 제조사, 솔루션/서비스 개발 사 등 다양한 Eco 확보▪ 사업자 중에서 KPN, bouygues, Proximus, Swisscomm이 적극적으로 활동 중▪ 국내에서는 SKT, 콘텔라, 이도링크, 누리텔레콤, TTA 참여 중
<p>운영 방식</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ 11월 미팅에서는 총 430명 이상 참여하였으며, 비회원사를 위한 Open House 열어 Solution 소개 및 전시▪ `15.1월 규격 v1.0 Release 후 업그레이드(Global Roaming, Localization 등)▪ Strategy/Marketing/Tech./Certification Committee 운영하여 Roadmap 작성

LPWAN 기술(6/9)

▪ LTE-M

- 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
- 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

LPWAN 기술(7/9)

- 중요 LPWAN 기술 비교

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

LPWAN 기술(8/9)

▪ 소물인터넷

【 무거운 연결 】



- 사람과 스마트 기기 중심
- 스크린 위주
- 고성능 대용량 콘텐츠
- 융합/집적화
- **고속 N/W 필요**

【 가벼운 연결 】



- 사물 중심
- 스크린 필요 없음
- 소량의 메시지
- 전문 영역별 다변화
- **저속/저가의 N/W**

Source: SK 텔레콤

LPWAN 기술(9/9)

▪ 국내 LPWAN 동향

○ 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)

감사합니다 !



for details about this presentation, please email to choi6722@gmail.com