

IoT를 위한 LPWA 네트워크 기술 및 시험인증 동향



정희진 TTA 정보통신시험인증연구소 ICT융합신산업단 책임연구원
이동호 TTA 정보통신시험인증연구소 ICT융합신산업단 책임연구원

1. 머리말

IoT(Internet of Things)의 상용화는 우리의 삶 전반에 변화를 가져오고 있다. 개인은 언제 어디서나 가전제품을 제어하고 집, 차량 등의 자산 상태를 확인할 수 있게 되었다. 정부, 특히 지방자치단체는 스마트시티 구축에 IoT를 활용하여 교통, 범죄, 환경, 수도·전기·가스 등의 관리, 운영 및 데이터 축적을 위한 기반 체계를 조성하고 있다[1]. 기업은 사옥의 공조, 조명, 전력, 방범, 주차의 효율적인 관제[2] 및 제조공장의 설비, 온도도, 부품 재고 등의 모니터링에 IoT를 활용하고 있으며[3], 농축산업 분야에서 가축, 작물, 토양, 시설 등의 관리까지 적용 범위를 넓혀가고 있다[4].

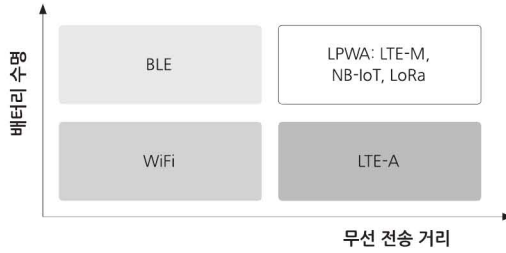
이렇게 다양한 영역에서 활용되고 있는 IoT는 그 활용 범위만큼 다양한 기술이 사용되고 있다. 일반적으로 IoT 시스템은 크게 세 계층으로 나뉜 기술을 통해 구현된다.

- 네트워크: 사물과 인터넷을 물리적으로 연결하는 계층으로서, 다양한 유무선 통신 프로토콜이 존재한다.

- 플랫폼: 네트워크 기술 종류에 의존적이지 않으며 수많은 사물에서부터 데이터를 수집, 관리하며, 사물을 직접 제어할 수 있는 수단을 제공한다.
- 애플리케이션: 각 서비스에 특화된 역할을 수행하며 사용자 인터페이스를 제공한다.

IoT 시스템의 하위 계층에 위치한 네트워크 기술은 IoT 생태계의 근간을 이루고 수많은 사물을 직접 연결시켜 데이터가 전송되고 제어 명령이 전달되는 매개체가 되어준다. 그렇기 때문에 IoT 시스템이 올바르게 동작하기 위해서는 네트워크 계층의 신뢰성이 전제되어야 한다. 네트워크 계층의 신뢰성을 확보하기 위한 최소한의 노력이자 가장 효과적인 방법은 실제 사용된 기술의 시험 표준 및 인증 제도를 활용하여 사물이 올바르게 동작하는지 확인하는 것이다.

본고에서는 IoT 네트워크에 사용되는 기술 중, 무선을 통해 원거리에 떨어져 있으며 저전력의 배터리를 사용하는 사물에 적합한 LPWA(Low Power Wide Area) 네트워크 기술을 소개하고, 이를 적용한 IoT 제품들의 신뢰성 확보를 위한 시험인증 동향을 공유하고자 한다.



[그림 1] IoT 서비스의 무선 전송 거리 및 배터리 수명에 따른 대표 네트워크 기술[5, 수정]

2. LPWA

사물을 인터넷에 연결시키기 위해 어떤 네트워크 기술을 활용할 것인가는 제공하고자 하는 서비스 형태에 따라 결정된다. 사람의 생활권 혹은 인터넷과 같은 인프라와 멀리 떨어진 곳에서 소량의 데이터를 수집하여 정기적으로 플랫폼에 전달하는, 예컨대 전기·수도·가스 검침과 같은 서비스는 LPWA로 분류된 네트워크 기술을 사용하는 것이 효율적이다. LPWA는 사물의 낮은 단가 및 설치 위치의 접근 제한성 때문에 기존의 무선 네트워크 기술을 적용하기 어려웠던 IoT 서비스에 적합한 기술로써, 낮은 모뎀 가격, 저렴한 통신 서비스 비용, 긴 배터리 수명의 장점이 있다. 다만, 낮은 데이터 전송률 및 전송 지연의 단점이 있을 수 있다. [그림 1]은 IoT 서비스의 무선 전송 거리 및 배터리 수명에 따른 대표적인 네트워크 기술을 보여준다.

현재 상용화된 LPWA 네트워크 기술은 사용하는 주파수 대역의 면허/비면허 여부에 따라 구분할 수 있다. 면허 대역을 사용하는 LPWA 네트워크 기술은 LTE-M(Long Term Evolution for Machines)과 NB-IoT(Narrow Band IoT)가 있다. 면허 대역 사용 및 인프라 구축에 따른 비용의 상대적 부담이 있지만,

통신 사업자를 통한 네트워크 관리, USIM(Universal Subscriber Identification Module)을 이용한 사용자 또는 사물 인증이 가능하여 안전하게 서비스를 이용할 수 있다. 비면허 대역을 사용하는 대표적인 기술은 LoRa(Long Range)가 있다. 주파수 사용 비용이 발생하지 않고 네트워크 구축이 단순하여 비교적 저렴하게 서비스를 이용할 수 있으며 통신 사업자와 독립된 LoRa 네트워크를 구축하여 별도의 서비스를 운영할 수 있다. <표 1>은 상용화된 LPWA 기술들의 특징을 보여준다. 3장에서는 LTE-M, NB-IoT, LoRa 각 기술들의 개요와 시험인증 현황을 소개한다.

3. LTE-M 및 NB-IoT

3.1. LPWA를 위한 3GPP의 기술 개발

3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 LTE 개발 초창기부터 MTC(Machine Type Communication) 및 그 변형된 이름으로 사물을 위한 네트워크 기술 개발에 노력해 왔으며, Release 13 표준을 통해 처음으로 LTE-M¹⁾ 기술을 발표하였다. LTE-M은 1.08MHz의 주파수 대역폭을 사용하여 1Mbps의 데이터 전송 속도를 제공한다. 한편, IoT를 위한 협대역 통신 기술의 필요성이 대두되면서,

1) LTE-M은 3GPP의 공식 기술명은 아니다. LTE-M의 명칭 및 로고는 GSMA에서 LTE 기반의 IoT 기술 활성화를 위해 정의하였다. LTE-M은 3GPP Release 13부터 포함된 eMTC(UE Category M1), Release 14에 새롭게 추가된 FeMTC(UE Category M2) 및 이후에 적용될 같은 계열의 기술을 포함한다. 한때 LTE-M은 Machine Type 통신에 사용될 수 있는 UE Category 1, 0, M1을 두루 가리키는 용어로 사용되었으나 본고에서는 GSMA의 정의를 따르기로 한다.

<표1> 국내에 상용화된 LPWA 네트워크 기술

로고			
기술명	LTE-M	NB-IoT	LoRa
표준명	3GPP Release 13 and later (Cat. M1)	3GPP Release 13 and later (Cat. NB1)	LoRa Alliance LoRaWAN TM
주파수 대역	면허대역	면허대역	비면허대역
최대 데이터 전송률 (상하향)	1Mbps	50kbps	50kbps
최대 배터리 수명 (5Wh 기준)	10년	10년	10년
최대 전송 거리 (Coverage in dB)	155.7dB	164dB	157dB
국내 상용화	KT, SKT 2018년 예정	KT, LGU+ 2017년	SKT 2016년
표준 개발 단체	3GPP	3GPP	LoRa Alliance
인증 단체	GCF/PTCRB	GCF/PTCRB	LoRa Alliance
국내 공인시험소	KTL, SGS	TTA, KTL, SGS	TTA, TUV
출시 서비스	-	위치 알림, 배관망 모니터링, 차량 충격 알림, 전력 원격 검침, 태양열발전 모니터링, LPG 원격 관제 등	미야방지 서비스, 공공자전거 서비스, 가스/수도/전력 검침, 스마트파킹 서비스 등

LTE-M보다 작은 주파수 대역폭을 사용하는 통신 기술을 논의해 왔으며, 제안된 다양한 협대역 기술을 토대로 NB-IoT²⁾를 표준화 하였다. NB-IoT는 180kHz의 주파수 대역폭을 사용하여 50kbps의 데이터 전송 속도와 더욱 확장된 통신 거리를 제공한다.

LTE-M 및 NB-IoT는 네트워크 기술의 경량화와 더불어 배터리 수명 증가와 통신 거리 확대에 노력하였다. eDRX(Extended Discontinuous Reception) 기능은 단말이 기지국의 호출을 기다리는 주기를 조절하여 전력 소모를 줄일 수 있으며, PSM(Power Saving Mode) 기능은 약속된 기간 동안 단말과 기지국이 통신하지 않도록 하여 전력 소모를 더욱 줄일 수 있다. CE(Coverage Enhancement) Mode는 신호의 재전송 횟수를 늘려 통신 가능 거리를 증가시켜 준다[6].

3.2. 신뢰성 향상을 위한 노력

3GPP는 기술 표준 뿐만 아니라, 올바른 동작 확인을 위한 시험 방법의 개발도 같이 진행한다. 기술 표준에 정의된 LTE-M 및 NB-IoT의 요구사항대로 단말이 동작하는지 확인하기 위한 절차를 정리하고 판단 기준을 명시하여 시험 표준으로 제정한다. 이렇게 마련된 시험 표준을 토대로 통신 사업자들은 GCF(Global Certification Forum), PTCRB(PCS Type Certification Review Board) 등의 인증 단체를 구성하고 시험인증 제도를 만들어 자신들의 네트워크에 접속할 단말의 동작을 사전에 점검하고 있다.

GCF는 유럽을 중심으로 하는 전세계 통신 사업자들을, PTCRB는 북미 통신 사업자들을 주축으로 운영되고 있다. 인증 단체들은 통신 사업자들이 필요

2) NB-IoT는 3GPP Release 13의 NB-IoT(UE Category NB1) 및 Release 14의 eNB-IoT(UE Category NB2) 및 이후 개발될 동일 계열의 기술을 포함한다.

로 하는 시험 항목을 시험 표준으로부터 채택하여 인증 제도에 포함시키고, 시험을 수행하기 위한 시험기의 검증을 진행하여 공인 시험기로 지정한다. 시험 항목과 공인 시험기가 준비되면 인증 제도를 가동하게 되는데, 현재 GCF는 중국 통신 사업자들의 적극적인 추진으로 NB-IoT 및 LTE-M의 인증 제도를 가동 중에 있으며, PTCRB는 북미 통신 사업자의 수요가 높은 LTE-M를 우선적으로 가동하고 있다. 전세계에는 인증 단체의 기준을 충족하는 공인 시험소가 마련되어 있으며, 이들을 통해 인증 시험을 진행할 수 있다. 국내 공인 시험소는 <표 1>과 같다.

4. LoRa

4.1. 비면허 대역 LPWA 기술개발

LoRa Alliance는 LPWA 기술의 표준화를 위하여 통신사업자 및 네트워크 기업 주도하에 2015년에 설립되었다[7]. LoRaWAN(LoRa Wide Area Network)의 물리계층 기술인 LoRa는 CSS(Chirp Spread Spectrum) 기반의 변조 기법을 사용하여 전송 범위의 증대가 가능하며 국가별 비면허 주파수 규정에 따라 800~900MHz 대역에서 다양하게 사용될 수 있도록 개발되었다.

LoRaWAN은 단말, LoRa 게이트웨이, LoRa 네트워크 서버로 구성된 Star-of-Stars 토폴로지를 사용하며 ADR(Adaptive Data Rate) 기법 사용으로 배터리 수명을 최적화할 수 있다. 또한 보안 강화를 위하여 네트워크 레벨, 애플리케이션 레벨, 디바이스 키 보안의 3단계 보안을 적용하였으며 데이터 전송 주기 및 배터리 소모를 고려하여 단말을 3개 클래스로 구분하여 사용하고 있다.

LoRa Alliance는 2015년 6월에 최초의 LoRaWAN 기술 규격을 배포하였으며 그 해 11월에 공인인

증 프로그램을 개시하였다. 현재 500개 이상의 회원사가 활동을 하고 있으며 전세계 100개국에 LoRaWAN 네트워크가 구축되어 운영되고 있다.

4.2. LoRaWAN 인증 프로그램


LoRa Alliance는 LoRaWAN 제품의 품질 보장을 위하여 인증 프로그램을 운영하고 있다. 인증 프로그램은 LoRaWAN 단말의 프로토콜 적합성 여부를 판단하는 LoRa Alliance End-Device Certification 과 RF(Radio Frequency) 성능 검증을 위한 LoRa Alliance End-Device RF Performance, 그리고 기존 인증 제품으로부터 파생된 제품의 인증을 위한 Certification by Similarity로 나뉜다.

LoRa Alliance End-Device Certification은 LoRaWAN 기술 규격을 기반으로 하며 유럽, 북미, 아시아, 한국과 같이 지역 규격에 따라 분리되어 각각의 시험 규격을 관리하고 있다. 시험 항목은 초기 셋업 및 네트워크 개통 절차를 확인하는 Initial Setup Tests와 LoRaWAN 기초 동작 여부를 확인하는 Default Setting Tests, 그리고 MAC Command 송수신을 확인하는 MAC Command Tests로 나뉜다.

LoRa Alliance의 인증 시험은 공인받은 ATH(Authorized Test House)에서만 수행 가능하다. 현재 ATH는 2018년 6월 신규로 자격을 획득한 TTA, Allion을 포함하여 IMST, Etteplan, DEKRA, 7Layers, TUV Rheinland로 전세계 7개 시험소가 운영중이다.

5. 맺음말

본고에서는 LPWA 네트워크 기술의 개념을 소개하고 면허 대역의 대표 기술인 LTE-M, NB-IoT와 비면허 대역의 대표 기술인 LoRa의 특징을 간단히 살펴보았다. 또한 신뢰성 향상을 위한 각 인증 단체의

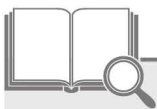
활동을 알아보았다. LPWA 네트워크 기술을 활용하는 IoT 사물은 한번 설치 후 사람이 직접 사물에 접근하여 관리하는 경우가 드물다. 따라서 사물을 설치하기 전 각 기술마다 마련된 인증 제도를 활용하여 사물의 신뢰성을 확보한다면 IoT 시스템이 약속하는 서비스를 안정적으로 오래도록 제공 받을 수 있을 것이다. 

참고문헌

- [1] 정부 보도자료, '5년내 세계 최고 수준 스마트시티 조성한다', 2018.1.29
- [2] 디지이코 보고서, '갈수록 똑똑해지는 스마트 빌딩: 스마트 빌딩의 트렌드와 국내외 사례', 2017.10.12
- [3] <http://www.k-smartfactory.org>, 'IoT 사례연구'
- [4] 한국농촌경제연구원, '4차산업혁명에 대응한 스마트농업 발전 방안', 2018.3.14
- [5] Orange White Paper, 'IoT and LPWA connectivity', 2018
- [6] GSMA Mobile IoT, 'LTE-M Deployment Guide to Basic Feature Set Requirements', 2017.9.19
- [7] LoRa Alliance, <https://www.lora-alliance.org/>

주요용어풀이

- LPWA(Low-Power Wide-Area, 저전력 광역 통신기술): 사물인터넷(IoT) 분야에서 사용하는 기술 가운데 하나다. 기존 가정용 근거리 무선통신이나 일반 이동통신과는 다른 필요에 의해 등장했다. 저전력 소모, 저가 단말기, 낮은 구축 비용, 안정적 커버리지, 대규모 단말기 접속 등 조건을 충족해야 한다.



✓ 진화된 패킷 핵심망 Evolved Packet Core, EPC

엘티이(LTE) 이동 통신의 핵심망(core network). 국제 표준화 단체 3GPP에서 정의한 공식 명칭이다.

EPC는 무선 접속망인 E-UTRAN과 패킷 데이터 망(PDN: Packet Data Network)을 연결하며 사용자의 음성 및 데이터 패킷 처리 및 전송, 이동성 관리 기능 등을 제공한다.

일반적으로 이동 통신망은 단말에 이동 환경을 제공하는 무선 접속망(RAN: Radio Access Network)과 단말 데이터를 처리하고 다른 망과의 상호 연결 등을 제공하는 핵심망(CN: Core Network)으로 구성된다. 3GPP는 LTE 망의 RAN 이름을 E-UTRAN, E-UTRAN에 연결되는 핵심망(CN)을 EPC(Evolved Packet Core), E-UTRAN과 EPC를 합친 전체 시스템은 EPS(Evolved Packet System)라 명명하였다.