

사물인터넷 기술 동향

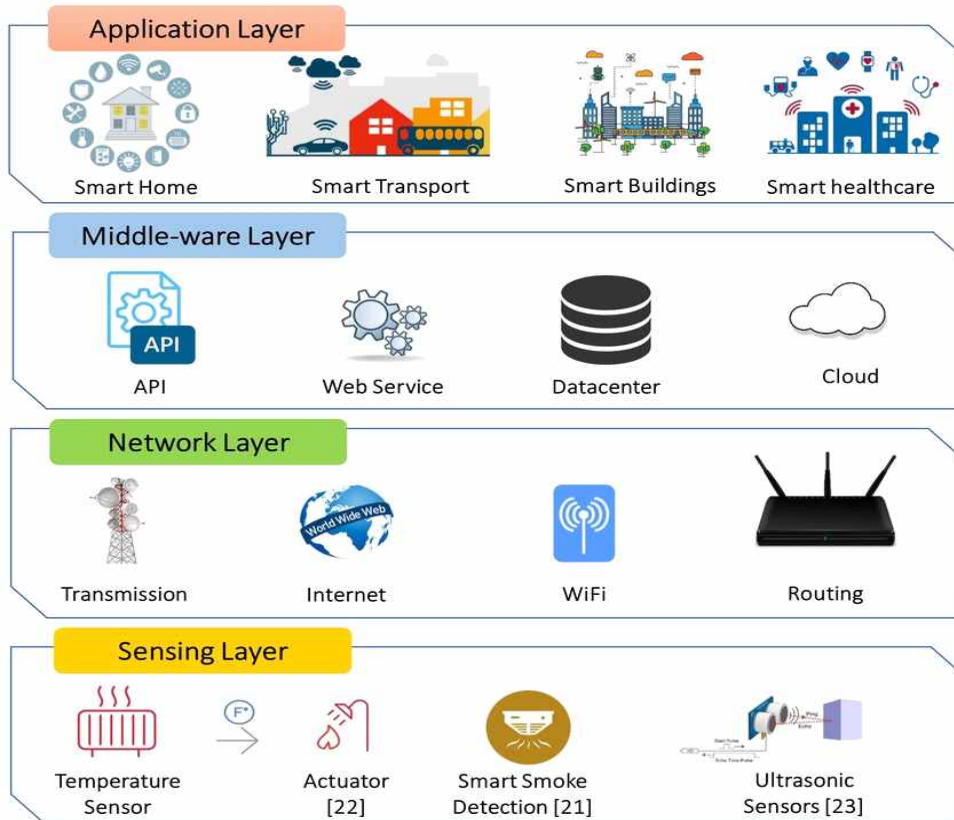
2020년 7월

사물인터넷표준연구실

1. 사물인터넷 기술 개요

사물인터넷 (IoT, Internet of Things)의 개념은 1999년 케빈 애쉬톤 (Kevin Ashton)이 처음으로 사용하였다. 케빈 애쉬톤이 사용하던 사물인터넷이라는 용어는 RFID 태그를 활용한 근거리 통신 시스템을 의미했지만, 지금은 유무선 네트워크로 연결된 모든 사물들의 통신 시스템으로 범주가 넓어졌다.

사물인터넷 서비스는 단순히 사물이 연결되어 정보 공유와 함께 제공되는 서비스이지만 이러한 서비스들을 구성하는 기술들은 복잡하다. 그림 1은 사물인터넷을 구성하는 4 계층을 보여준다.



(https://www.researchgate.net/figure/Layers-in-IoT-System_fig2_333909259)

그림 1. 사물인터넷을 구성하는 4계층

사물인터넷의 시작은 각종 센서들이 포함된 센싱 계층이다. 이러한 센서들은 네트워크 계층에서 제공하는 각종 통신 기술로 연결되어 서로 상호작용하며, 데이터를 생성하여 미들웨어 계층에 있는 플랫폼 서버에 전달한다. 서버는 센서로부터 수집한 데이터를 취합, 분류, 분석하여 의미있는 정보를 생성하고 이를 공유하기 위한 API를 제공한다. 이렇게 가공되어 제공되는 정보들은 우리의 삶을 더욱 편리하게 만들어주는 수많은 사물인터넷 서비스들로 이어진다.

우리는 4차 산업혁명 시대를 맞이하고 있다. 4차 산업혁명은 물리 기술, 디지털 기술, 생물학 기술 등 다양한 첨단 기술들의 융·복합을 통해 주도하는 새로운 산업혁명의 시대를 의미한다. 4차 산업혁명에서 가장 중요한 키워드는 융합과 공유이다. 사물인터넷은 각 분야 데이터의 융합과 공유를 위해 빠질 수 없는 기술이며 각 분야의 기술을 이어주는 근간이다. 이러한 이유에서 클라우드 슈밥 회장은 저서 "The Fourth Industrial Revolution" 에서 4차 산업혁명의 10대 핵심기술에 사물인터넷을 포함시켰다. 본 고에서 우리는 4차 산업혁명의 연결성을 담당하는 사물인터넷의 대표 서비스, 플랫폼, 프로토콜 그리고 표준화 동향을 살펴본다.

2. 사물인터넷 응용/서비스 기술 동향

□ 스마트 홈 (Smart Home)

스마트 홈은 가전제품을 비롯해 에너지 소비장치, 보안기기 등 다양한 분야에서 모든 것을 통신망으로 연결해 모니터링, 제어할 수 있는 기술을 말한다. 스마트폰이나 인공지능 (AI) 스피커가 사용자의 음성을 인식해 집 안의 모든 사물인터넷 (IoT) 기기를 연결하고, 사용자의 특성에 따라 자동으로 작동하거나 원격으로 조종할 수 있다. 스마트 홈은 원격제어에서 발전해 시가 상황과 사용자의 취향을 학습하고, 이에 맞는 결과를 스스로 제공하는 방향으로 발전하고 있다.

현재, 스마트 홈 기술 개발을 활발히 연구 중인 해외기업은 Google, Honeywell International, Amazon, ABB, Apple, General Electrical Company, Sony, Siemens AG가 있다. 국내 기업 현황은 LG전자, Samsung을 비롯하여 SKT, KT와 같은 통신사도 스마트 홈 플랫폼 개발에 많은 투자를 하고 있다. 그중 삼성 SDS의 Smart Home 기술은 방문객 영상통화, 홈 디바이스 제어, 가족 출입 안심, 안전 및 비상 알림, 에너지 절감, 공동주택 생활 편의 등의 기능을 제공한다.

표 1. 삼성 SDS의 Smart Home 기술

기능	상세 설명
방문객 영상통화	- 외출 중 집 밖에서도 방문객과 자동 연결 - 집안 어디서나 편안하게 방문객과 통화
홈 디바이스 제어	- 귀가 전 외부에서 원격으로 제어 - 집 밖에서 도어락 Open/Lock - 깜빡 잊고 나온 가스밸브 OFF
가족 출입 안심	- 가족 귀가 시 알림 - 가족 귀가, 외출 정보 조회 - 외부인 출입을 위한 임시 출입키 발급 (가사 및 육아 도우미, 교사 등 특정 요일, 시간에만 출입 설정 가능) - 비정상 시간대 출입시 비상알림
안전 및 비상 알림	- 침입 발생시 비상 알림 - 홈 모니터링을 통한 보안 및 안심 귀가 (어린 자녀 혼자 집에 있을 경우) - 장시간 가족의 움직임이 없을 경우 비상 알림 (노인 문제)
에너지 절감	- 에너지 사용량 조회 및 경고 알림 - 사용하지 않는 전기 에너지를 앱으로 한번에 차단 - 조명을 한번에 ON/OFF
공동주택 생활 편의	- 이웃간 층간 소음 양해 요청 서비스 - 스마트폰으로 집 유지보수/하차 신청 - 공동 시설 연동 서비스 (택배보관함, 차량 게이트 등)

□ 스마트 시티

첨단정보통신기술 (ICT)로 인해 발전한 다양한 유형의 전자적 데이터 수집 센서를 사용해서 정보를 취득하고, 이를 자산과 리소스를 효율적으로 관리하는 데 사용하는 도시 지역을 일컫는다. 정보통신기술을 이용하여 도시 생활 속에서 유발되는 교통 문제, 환경 문제, 주거 문제, 시설 비효율 등을 해결하고 시민들이 편리하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 하는 데 목적이 있다. 스마트 시티는 각국 경제 및 발전 수준, 도시 상황과 여건에 따라 매우 다양하게 정의·활용되고, 접근 전략에도 차이가 있다.

표 2. 국내·외 스마트 시티 기술 동향

국가/도시	상세 설명
한국/세종, 부산	<ul style="list-style-type: none"> - 2021년 입주를 목표로 세종과 부산에 스마트 시티 국가 시범도시를 조성 - 총 사업비 1조 4876억원이 투입되는 세종 5-1 생활권은 인공지능, 블록체인 기술을 기반으로 한 도시를 조성해 모빌리티, 헬스케어, 교육, 에너지 환경, 거버넌스, 문화쇼핑, 일자리 등 7대 서비스를 구현 - 자율 주행 셔틀버스, 전기공유차 등을 이용할 수 있고, 개인 맞춤형 의료 서비스 등을 받을 수 있음 - 총 사업비 2조 2083억원이 투입되는 부산 에코델타시티는 고령화, 일자리 감소 등의 도시문제에 대응하기 위해 로봇, 물관리 관련 신사업을 육성 - 일상생활에서 로봇 서비스를 이용할 수 있고, 첨단 스마트 물 관리 기술을 적용해 한국형 물 특화 도시 모델을 구축
스페인/바르셀로나	<ul style="list-style-type: none"> - 2013년 초부터 노후 된 바르셀로나 중심지 Born 지구를 재개발하면서 곳곳에 사물인터넷 기술을 기반으로 한 '스마트 시티' 솔루션을 시범 운영 - 가장 성공적인 프로젝트 중 하나는 센서가 움직임을 감지하여 에너지를 절약하는 스마트 LED 조명을 광범위하게 설치한 것 - 이 스마트 가로등은 무선 인터넷의 공유기 역할을 하는 동시에 소음 수준과 공기 오염도를 분석하여 인구 밀집도까지 파악 할 수 있음 - 원격 관개 제어를 설치해 분수를 원격으로 제어하고, 빌딩을 스마트화해 에너지 모니터링을 시행 하고 있음 - 주차 공간에 차가 있는지 여부를 감지하는 센서를 설치한 '스마트 주차'도 시행 되고 있음
네덜란드/암스테르담	<ul style="list-style-type: none"> - 사회, 경제, 생태 문제에 관한 디지털 솔루션을 개발하는 공공-민간 파트너십인 Amsterdam Smart City (ASC)로 높은 평가를 받고 있음 - 사람들의 생산 및 소비량을 집계하고, 잉여물을 저장하는 가상 발전소와 정전 시 전기자동차가 가정에 전력을 공급할 수 있는 그리드 기술 등 40개 이상의 프로젝트를 지원 - ASC는 암스테르담 응용과학대학교와 파트너 관계를 맺어 스마트 시티 아카데미를 만들었으며, 스마트 시티 아카데미는 교수, 교사, 학생들이 스마트 시티 프로젝트를 위해 협력하고 있음
중국/항저우	<ul style="list-style-type: none"> - 항저우를 비롯한 중국의 여러 도시들은 블록체인 기술을 사물인터넷과 전자지갑 등에 적용하여 paperless 사회를 구현하고 있음 - 알리바바의 알리페이를 통해 항저우 택시의 98%, 편의점의 95% 정도에서 모바일 결제가 가능 - 정부 업무, 차량, 의료 등 60여 종에 달하는 서비스를 알리페이로 이용 가능
영국/런던	<ul style="list-style-type: none"> - 2013년 '스마트 런던 위원회'를 설립하고 스마트 런던 계획을 발표 - 2016년 디지털 수용에 초점을 맞춘 새로운 스마트 시티 전략인 Smart London 2.0을 선포 - 2017년 부임한 신입 최고 디지털 책임자 (CDO) 테오 블랙웰 등이 전략적 지원을 제공하고, 런던 기술 혁신 사무소 (LOTI)가 선도적인 프랙티스를 조사해 적용 - Smart London의 다섯 가지 임무로는 사용자 중심 디자인, 데이터 공유, 도로망을 중심으로 한 기반시설 확충, 디지털 기술 향상과 리더십, 협력

□ 스마트 그리드

스마트그리드는 ‘똑똑한’을 뜻하는 ‘Smart’와 전기, 가스 등의 공급용 배급망, 전력망이란 뜻의 ‘Grid’가 합쳐진 단어다. 차세대 전력망, 지능형 전력망으로 불린다. 한국스마트그리드협회에서는 ‘스마트그리드를 기존 전력망에 정보통신기술(ICT)을 더해 전력 생산과 소비 정보를 양방향, 실시간으로 주고받음으로써 에너지 효율을 높이는 차세대 전력망’이라고 설명한다. 즉, 스마트그리드란 전기 공급자와 생산자에게 전기 사용자 정보를 제공함으로써 보다 효과적으로 전기 공급을 관리할 수 있게 해주는 서비스다. 전기와 정보통신 기술을 활용해 전력망을 지능화고도화해 고품질 전력서비스를 제공하고 에너지 이용 효율을 극대화한다.

표 3. 국내·외 스마트 그리드 기술 동향

국가/도시	상세 설명
미국	- 미국 전력중앙연구소 (EPRI)의 인텔리 그리드, Modern Grid Initiative, GridWise 등 10 개가 넘는 기관과 단체에서 전력시스템의 지능화 및 선진화에 대해 지속적인 연구로 구현됨
일본	- 2050년까지 온실가스 감축 50% 달성을 위해 21개 핵심기술을 선정함 - 에너지 안정공급의 확보, 재생 가능 에너지의 원활한 도입과 효과적인 활용, 수용가측과 일체화된 에너지 절약 및 에너지 유효 이용을 실현하기 위한 시스템으로서 스마트 그리드 TIPS (Triple "I" Power Systems)을 추진
중국	- 전 세계에서 전기를 가장 많이 만들고 사용하는 국가로, 석탄 발전 비중이 70% 이상을 차지하기 때문에 대기오염 개선을 위한 재생에너지 확대와 함께 스마트그리드 기술 개발을 추진
한국	- 2012년부터 지능형전력망 기본계획을 수립하고, 인프라 확충에 집중 - 2018년부터는 소비자 활용 가능 서비스 창출을 중심으로 하는 제 2차 기본계획의 실행으로, 신재생에너지, 에너지저장장치(ESS) 및 스마트계량기(AMI) 중심의 내수시장 확대를 추진 중

□ 스마트 리테일

스마트리테일은 소비자가 쇼핑할 때 더 빠르고 안전하며 스마트한 경험을 제공하도록 설계된 일련의 스마트 기술을 뜻한다.

표 4. 국내·외 스마트리테일 기업 현황

기업	상세 설명
신세계 아이앤씨 (셀프스토어)	- 컴퓨터 비전, 딥러닝 기반 AI, SSG페이, 클라우드 기반 POS 등 다양한 리테일 테크가 집약된 미래형 유통매장 - 신세계 아이앤씨가 국내 최초로 선보이는 매장 - 자유롭게 쇼핑 후 결제 없이 매장 밖으로 나오면 SSG페이 앱을 통해 자동으로 결제 되는 시스템 - 경기도 김포시 장기동에 오픈
Amazon (Amazon Go)	- 소비자의 동선을 카메라, 센서가 추적하고, 소비자의 행동을 인식하며, 계산대를 지나갈 때 소비자가 구입 할 물건을 정확하게 소비자의 계정에서 결제 처리까지 한 번에 해결하는 시스템 - 현장에서 수집-처리-완료까지 지연 없이 해결하는 엣지컴퓨팅 기술이 도입

□ 스마트 팜

사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등의 기술을 이용하여 농작물, 가축 및 수산물 등이 생육 환경을 적정하게 유지·관리하고, PC와 스마트폰 등으로 원격에서 자동 관리할 수 있어, 생산의 효율성뿐만 아니라 편리성도 높일 수 있다. ICT 기술을 활용한 스마트팜 기술을 통해 환경 정보(온도 · 상대습도 · 광량 · 이산화탄소 · 토양 등) 및 생육 정보에 대한 정확한 데이터를 기반으로 생육 단계별 정밀한 관리와 예측 등이 가능하여 수확량, 품질 등을 향상시켜 수익성을 높일 수 있다. 또한, 노동력과 에너지를 효율적으로 관리함으로써 생산비를 절감할 수 있다. 스마트 팜은 응용 분야에 따라 스마트 농장, 스마트 온실, 스마트 축사, 스마트 양식장 등의 이름으로 사용되고 있다. 농장 발전 형태에 따라 1.0, 2.0, 3.0 으로 구분된다.

표 5. 발전 형태별 스마트 팜 개요

농장 형태	상세 설명
농장 1.0	<ul style="list-style-type: none"> - 주로 노지 농장 형태로 곡류 (쌀, 보리, 밀, 옥수수)와 면화류 등의 작물 재배가 이루어짐 - 대체로 연중 온화하고 노동력이 저렴한 지역에 주로 위치 - 인공위성과 드론을 활용하여 기후와 작물의 수확시기, 병충해 등을 파악하고, 무인 트랙터로 작물을 수확하는 등의 방식으로 스마트 팜으로의 변화가 이루어지고 있음 - 미국의 FarmLogs, VitalFields가 이러한 노지, 곡류 재배 농장을 데이터 기반의 스마트팜으로 변화시키고 있는 대표적인 기업
농장 2.0	<ul style="list-style-type: none"> - 유리온실/비닐하우스와 같은 형태의 재배시설이며, 주로 과채류 (토마토, 파프리카, 딸기)의 재배가 이루어짐 - 센서를 활용하여 재배 환경을 모니터링하고, 자동관수와 방제 시스템과 같은 농장 제어 기술을 활용 - 최근 국내에서도 통신사들을 중심으로 원격제어와 모니터링이 가능한 형태의 스마트팜 개발 진행 - 네덜란드의 Priva가 대표적 글로벌 기업
농장 3.0	<ul style="list-style-type: none"> - 완전 밀폐형으로 실내에서 LED 등의 인공광원을 활용하고, 외부와 차단하여 여러 층으로 재배효율을 극대화하고 있다. - IoT 센서와 데이터를 기반으로 완전 자동화된 스마트팜으로 업그레이드되고 있다. - 미국의 plenty, CropOne, Aero Farm, Freight Farm, 한국의 N.thing(엔씽) 등이 대표적인 기업

□ 웨어러블

웨어러블 기술, 웨어러블, 패션 기술, 패션 전자 장치는 스마트 전자 장치 (마이크로 컨트롤러가 장착된 전자 장치)로 피부 근처 또는 표면에 부착되어 정보를 감지, 분석 및 전송한다. 예를 들어, 생체 신호 및 주변 데이터와 같은 신체 신호 및 일부 경우 착용자에 즉각적인 생체 피드백을 허용한다. 활동 추적기와 같은 웨어러블 장치는 사물인터넷의 한 예이다. 웨어러블 기술에는 필드 자체가 확장됨에 따라 다양한 응용 분야가 있다. 스마트 워치 및 활동 추적기는 이미 대중화되었으며, 상업적 사용 외에도 웨어러블 기술은 내비게이션 시스템, 고급 직물 및 건강 관리에 통합되고 있다.

웨어러블 기술이 접목된 가장 대표적인 기기로는 스마트 워치와 이어웨어 (Earwear)가 있다. 스마트 워치는 미국의 Apple Watch, 한국의 Galaxy Watch, 중국의 Mi band 등이 있으며, 이어웨어는 Apple Airpod, Galaxy Buds 등이 있다. 2018년, 2019년 기준 웨어러블 기기 점유율 1위는 미국의 Apple이며, 총 1억 650만대로 이는 시장 점유율 31.7%에 해당한다.

□ 커넥티드 헬스케어

커넥티드 헬스케어는 의료 서비스를 원격으로 제공하는 기술을 사용하여 의료 관리 및 전달을 위한 사회·기술적 모델이다. 커넥티드 헬스 기술은 환자의 편의성 및 저비용으로 의료 진단을 제공해 줄 뿐 아니라, 의료진이 병원 내·외적으로 환자 모니터링 데이터를 언제 어디서나 확인할 수 있도록 지원해 효율적인 환자 관리에 기여한다.

표 6. 국내·외 스마트 헬스케어 기업 현황

기업	상세 설명
필립스 (국내)	<ul style="list-style-type: none"> - Lumify는 앱 기반 모바일 초음파 검사기 - 스마트폰, 태블릿 등 의료진의 모바일 기기에 전용 앱을 실행하고 트랜스듀서를 연결하면 바로 초음파 검사가 가능함 - 트랜스포트 환자 모니터 인텔리뷰 X3는 병실뿐 아니라 환자 이동 중에도 생체 신호를 지속적으로 수집 및 분석
SAP (국외, 독일)	<ul style="list-style-type: none"> - SAP Connected Healthcare Platform - 기존 헬스케어 관련 데이터를 실시간으로 통합, 분석하고 하나의 거대한 '개인별 헬스케어 생태계'를 구축하는 것을 목표로 함 - 개인의 건강 증진과 관련된 다양한 이해관계자 (제약회사, 의료기관, 연구원, 개발자)가 모여 통합된 맞춤형 데이터 생태계를 구축, 보다 혁신적인 환자 중심 솔루션 개발과 구현에 힘씀 - 통합된 데이터 제공으로 환자가 부담하는 헬스케어 서비스 비용 절감 - SAP는 캔서링큐 (CancerLinQ™), 캐스트라이트 (Castlight Health), 다르마 플랫폼 (Dharma Platform) 등과 같은 글로벌 선도기업과 협업

□ 커넥티드 카

커넥티드 카는 ICT 기술과 융합되어 텔레메틱스, 인포테인먼트 등 네트워크 연결 기반 서비스가 가능한 차량을 의미하며, 간단히 무엇인가와 연결된 자동차라 설명할 수 있다. 이와 같은 연결을 통해 우리는 지금까지와는 전혀 다른 서비스를 제공받을 수 있으며, 단순히 차에 부착된 센서가 주변 환경을 감지하여 달리는 자율 주행이 아니라 도로 상황을 통해 목적지까지 더욱 안전하고 효율적인 주행을 가능하게 하는 등 기존 기술 또한 크게 발전할 것이다. 스마트 폰의 대중화와 이동통신의 발달로 시작된 ICT 혁명의 흐름이 자동차 시장에 영향을 끼치면서 커넥티드 카 사업에 대한 기업들의 경쟁이 점차 치열해지고 있다. 국내에서는 기아자동차의 UVO, 현대자동차의 Bluelink가 대표적인 커넥티드 카 서비스이며, 자동차 기업뿐 아니라 구글, 마이크로소프트, 애플, 삼성과 같은 거대 IT 기업들은 이러한 서비스의 플랫폼을 선점하기 위해 치열하게 경쟁하고 있다.

국내 대표 자동차 생산 및 판매 기업인 현대·기아차는 커넥티드 카 개발 콘셉트를 초연결 지능형 자동차 (Hyper-Connected and Intelligent Car)로 명명하고, 자율 주행과 같은 커넥티드 카 기반의 중장기 4대 중점 분야, 스마트 홈과의 연계 서비스와 같은 중단기 서비스 분야 및 4가지 핵심 기술 조기 개발 등에 대한 청사진을 발표했다. 만약 이러한 초연결 지능형 자동차가 실현된다면 자동차는 도로의 인프라 또는 자동차뿐만 아니라 집, 사무실 등에 있는 모든 사물과 연결될 것이다. 현대·기아차는 지능형 원격 지원 서비스, 완벽한 자율 주행, 스마트 트래픽, 모빌리티 허브, 커넥티드 카 기반 중장기 4대 중점 분야를 발표했으며, 중단기적으로 스마트 폰 및 스마트 홈 연계 서비스에 집중할 것이라 밝혔다.

표 7. 국내·외 커넥티드 카 개발 현황

기업	상세 설명
삼성	<ul style="list-style-type: none"> - AI assistant (Bixby) - Smart Things - 사용자 친화적인 맞춤형 노브 및 원형 UX
현대자동차	<ul style="list-style-type: none"> - 원격 시동 및 제어 - 안전 알림 기능 - 자동차 유지보수 - 내비게이션
Google	<ul style="list-style-type: none"> - AI assistant (Google NOW) - 머신러닝 기반 내비게이션 - 자동화 엔터테인먼트 앱 - 사용자 패턴 학습 기반 인포테인먼트 제공
Apple	<ul style="list-style-type: none"> - AI assistant (Siri) - 음성 메시지 - Apple 스마트폰 연동

또한, 현대·기아차는 커넥티드 카를 위한 핵심 기술로 초고속 통신을 위한 차량 네트워크, 데이터 수집 및 연산 처리를 위한 클라우드 서비스, 방대한 정보의 분석 및 재가공을 위한 빅 데이터 및 통합적인 보안 시스템을 선정하였다. 현대·기아차는 기술 개발을 위해 세계 최대 네트워크 장비 제작업체인 Cisco와 협업을 하고 있으며, 커넥티드 카를 위한 자체 운영체제를 개발하고 있다.

3. 사물인터넷 플랫폼 기술 동향

□ 사물인터넷(IoT) 플랫폼

많은 기업들이 IoT 비즈니스 시장에서 성공하기 위해 빠른 주기로 새로운 센서 및 디바이스, 참신한 앱, 데이터 분석 기법, 인공지능 등 다양한 신기술들을 선보이고 있다. 이러한 기술들은 IoT 플랫폼과 연결되어 서비스로 이어진다. 그림 2에서 보이듯이, **IoT 플랫폼은 IoT 서비스의 기술적인 기반을 제공하는 플랫폼으로 IoT 비즈니스 (서비스) 와 기술 (하드웨어 및 소프트웨어) 을 연결할 수 있는 기반을 제공**해주며 스마트 시티, 스마트 홈, 스마트 빌딩, 스마트 미터링, 에너지 등의 많은 분야에서 활용되고 있다.

그림 2. IoT 플랫폼의 위치와 역할



(<https://medium.com/schaffen-softwares/part-4-iot-platforms-b8f2c4e4639b>)

최근 IoT 플랫폼 개발 업체들은 개인, 개발자, 기업 등 IoT 기술과 서비스를 개발하는 사용자들에게 다양한 장치들을 연결하여 테스트하고, 서비스를 개발해볼 수 있도록 자신들의 플랫폼을 오픈하였다. 이러한 개방형 플랫폼들은 사용자들이 쉽게 사용할 수 있는 인터페이스를 제공하기에 개발자들은 플랫폼에 연결된 다양한 디바이스와 앱을 상호 공유할 수 있고, IoT 디바이스에서 수집된 정보를 기반으로 다양한 이벤트, 룰 처리가 가능한 애플리케이션을 개발할 수 있다. 이처럼 IoT 플랫폼 개발 업체들은 개발자들을 위해 SDK, Open API 등을 제공하여 **자신들의 IoT 플랫폼을 기반으로 한 서비스를 손쉽게 개발할 수 있도록 지원하는 등 플랫폼 사용량을 늘리기 위해 많은 노력을 하고 있다.**

□ 국내 IoT 플랫폼 기술 동향

국내에서는 삼성, LG, KT, SKT 등의 여러 대기업에서 IoT 서비스를 제공하기 위해 자체 IoT 플랫폼을 개발하고 지원하고 있으며, KETI와 같은 연구소 측에서도 사물인터넷 표준에 맞춰 IoT 플랫폼을 개발하고 있다. 표 8은 국내에서 개발되고 있는 IoT 플랫폼들과 그 특징들을 보여준다.

표 8. 국내 IoT 플랫폼 기술 동향

국내 IoT 플랫폼	주 관	특 징
SmartThings	삼성전자	<ul style="list-style-type: none"> - 기존에 제공하던 삼성 커넥트, 아틱 등의 플랫폼들을 SmartThings 클라우드로 통합한 플랫폼 - 스마트폰의 SmartThings 앱 하나로 모든 IoT 디바이스들을 연동하여 조작할 수 있음 - 빅스비를 연계하여 각종 IoT 디바이스들을 음성 인식을 통해 제어할 수 있음
INFIoT	LG CNS	<ul style="list-style-type: none"> - 디지털 트윈 기술을 지원함 - 디바이스 연결 및 서비스 개발 비용을 최소화할 수 있음 - HTTP, MQTT, CoAP 등의 프로토콜부터 Modbus, BACnet, SNMP 프로토콜까지 다양하게 지원함 - LWM2M 어댑터를 통한 NB-IoT를 지원함 - HTML5 기반의 UI Builder 제공함
IoTmakers	KT	<ul style="list-style-type: none"> - KT Cloud를 활용한 서비스를 지원할 수 있음 - 기업 전용으로 사용할 수 있는 IoT 플랫폼 서비스를 구축할 수 있음 - 중, 대규모 사업을 구축하고 운영 및 관리하는 솔루션을 제공함 - 국제 표준 프로토콜과 KT 표준인 I/F 프로토콜을 지원 - GUI 기반 에디터로 워크플로우를 쉽게 설정할 수 있도록 지원
ThingPlug	SKT	<ul style="list-style-type: none"> - SKT 인프라와 누적 데이터를 기반으로 IoT 서비스를 지원 - 앱 빌딩 솔루션, 데이터 분석 도구를 활용 - LoRA 디바이스와 연동 기능 지원 - 네트워크 통신 구조에 관한 기술 개발 지원
Mobius	KETI	<ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초 oneM2M 표준 기반 오픈소스 플랫폼 - 산업현장 및 드론의 모니터링 관리등에 활용될 수 있는 신뢰성과 실시간성 지원 - 수많은 카메라를 동시에 관리하는 스트리밍 서비스 연계 기능 지원 - OCF, LWM2M 등 타 표준 및 레거시 장치 연동성 확대

□ 해외 IoT 플랫폼 기술 동향

해외에서는 Google, Amazon, Microsoft 등의 기업들이 IoT 플랫폼을 개발하여 자신들의 타 플랫폼과 연계한 여러 종류의 서비스를 이미 제공하고 있다. 표 9는 해외에 있는 여러 기업에서 개발된 IoT 플랫폼들과 그 특징들을 보여준다.

표 9. 해외 IoT 플랫폼 기술 동향

해외 IoT 플랫폼	주 관	특 징
Cloud IoT	Google	<ul style="list-style-type: none"> - 에지와 클라우드를 활용한 데이터를 연결, 처리, 저장, 분석하여 지능형 IoT 서비스를 제공 - Google Big query를 사용하여 비즈니스민첩성 및 의사결정 속도 향상 - Google 지도를 활용한 위치 기반의 IoT 솔루션을 제공 - TensorFlow를 활용한 머신러닝 서비스 제공
AWS IoT	Amazon	<ul style="list-style-type: none"> - Pub/Sub 모델을 채용하여 낮은 전력, 낮은 대역폭 환경에서의 성능 향상 - AWS IoT Rule 엔진을 활용하여 디바이스 데이터를 저장, 분석하여 예측할 수 있음 - Amazon CloudWatch, Amazon DynamoDB 등의 아마존에서 제공하는 클라우드 및 DB와 연계하여 서비스 제공 가능 - 로컬 이벤트에 신속히 반응할 수 있으며, 오프라인 운영이 가능
Azure IoT	Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> - IoT 업계의 유일한 엔드투엔드 보안 솔루션을 사용하여 더 안전한 애플리케이션 빌드 가능 - Azure Sphere를 활용하여 MCU 기반 IoT 디바이스의 보안성 강화 - 검증된 결과가 포함된 사례의 템플릿을 사용하여 맞춤형 IOT 솔루션 빌드 가능 - Azure IoT Edge를 활용한 에지 디바이스로 데이터를 분산 처리하여 지연시간 개선
Kinetic	Cisco	<ul style="list-style-type: none"> - Cisco Kinetic Edge 모듈을 통해 머신 데이터를 추출 및 변환하고 데이터를 정규화하여 사용 가능함 - Cisco Kinetic for Manufacturing을 통해 높은 가치의 물리적 자산에서 얻은 머신 데이터를 의미 있는 비즈니스 결과로 변환하도록 지원함 - 모든 생산과 관련된 디바이스에서 생성된 IoT 데이터를 집계하여 데이터 시각화 분석을 하고 기업 및 제조업체의 사설/공용 클라우드로 전송할 수 있음
IoTivity	OCF	<ul style="list-style-type: none"> - 인텔, 삼성전자 등이 공동으로 설립하여 사물인터넷 미들웨어 표준을 개발하는 OCF 단체에서 개발한 IoT 플랫폼 - IoT 네트워크상에서 이종 OS 및 플랫폼을 사용하는 경량형 디바이스를 연결하기 위한 상호운용성을 보장함 - RESTful 구조 모델을 바탕으로 개발되어 CoAP과 HTTP간의 높은 호환성을 가짐 - 모든 운영체제와 연결 플랫폼의 미들웨어로 동작하며 여러 프로그래밍 언어와 OS를 지원함

4. 사물인터넷 메시징 프로토콜 기술 동향

오직 Hypertext 교환을 위해 고안된 프로토콜인 HTTP는 지금까지 꾸준한 개발을 통해 현재 독보적인 웹 프로토콜이 되었다. 초기 HTTP는 매우 단순한 프로토콜이었다. 오직 GET 메서드만 있었으며, 헤더라는 개념이 딱히 존재하지도 않았다. 하지만 HTTP의 수요가 증가할수록 다양한 서비스들을 지원하기 위해 HTTP는 방대한 기능을 제공하기 시작하면서 매우 복잡한 프로토콜이 되었다. 이러한 복잡성은 HTTP를 사물인터넷 환경 및 기기에 적합하지 않은 프로토콜로 만들었다. CoAP과 MQTT는 사물인터넷 환경 및 저전력 기기를 위한 HTTP를 대체할 수 있는 대표적인 프로토콜이다. 표 10에서 우리는 MQTT, CoAP 그리고 HTTP의 특성 비교 결과를 정리하였다.

표 10. HTTP, MQTT 및 CoAP의 특성 비교

프로토콜	관련 단체	요청/응답	게시/구독	전송 계층	보안
HTTP	IETF HTTP WG	지원		TCP, QUIC	TLS
CoAP	IETF CoRE WG	지원	부분 지원	TCP, UDP	TLS, DTLS
MQTT	OASIS		지원	TCP	TLS
MQTT-SN	OASIS		지원	UDP, Zigbee	DTLS

□ MQTT

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) 는 M2M과 사물인터넷에서 사용하기 위해 IBM에서 개발한 Publish-Subscribe 기반 경량화 메시지 전송 프로토콜이다. HTTP 등 기존 프로토콜과 비교하여 작은 고정 헤더를 가지며, 적은 오버헤드로 패킷을 처리할 수 있으므로 낮은 대역폭 환경에서 저전력 디바이스에 사용될 수 있다.

MQTT의 통신 구조는 브로커 기반의 구독/게시 모델이다. MQTT 시스템에서 클라이언트는 구독 또는 게시 메시지를 브로커에 전달한다. 예를 들어 특정 토픽에 관심이 있는 클라이언트 (Subscriber)는 브로커에 해당 토픽의 구독 메시지를 브로커에 전달한다. 이후 또 다른 클라이언트 (Publisher)가 해당 토픽으로 데이터 메시지를 전달하면 브로커는 토픽을 구독하고 있는 모든 클라이언트 (Subscriber)에게 토픽과 함께 데이터를 전달한다. 그림 3은 MQTT를 사용하여 메시지를 교환할 때 데이터 흐름을 보여준다.

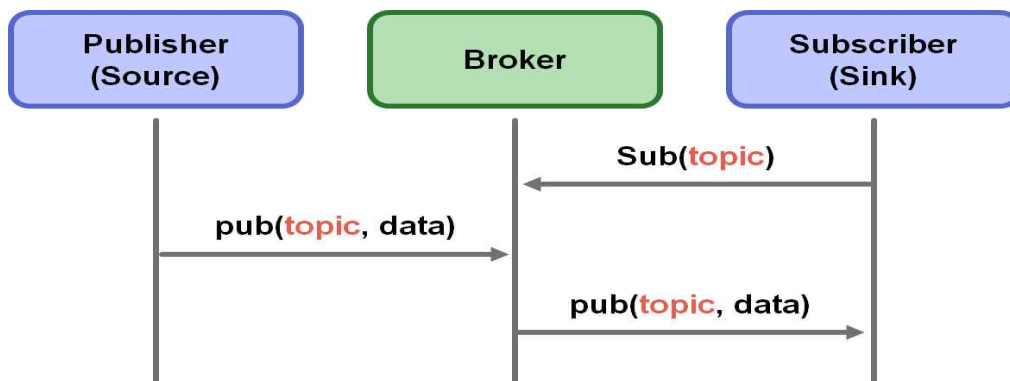


그림 3. MQTT 기반 메시징 데이터 흐름

MQTT에서 topic은 Resource ID로 볼 수 있다. 이러한 통신 구조에서 클라이언트는 브로커와 연결을 유지해야 한다는 단점이 있지만 리소스 별로 변동사항이 없는지 확인할 필요가 없기 때문에 여러 개의 토픽을 구독해야 하는 경우 좋은 성능을 기대할 수 있다. **이러한 특성은 서버의 개입 없이 사물 사이에 정보 공유를 통해 새로운 서비스를 생성하는 M2M 기반 사물인터넷 서비스에 매우 적합한 구조이다.**

하지만 MQTT는 TCP를 전송계층 프로토콜로 사용하기 때문에 재전송 재연결이 많이 수행되는 무선 이동통신 환경에 적합하지 않다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 전송 계층으로 TCP를 사용하지 않는 MQTT-SN이 개발되었다. MQTT-SN 시스템은 Client, Gateway, Forwarder로 구성되는데 Gateway는 Client로부터 수신한 메시지를 MQTT 서버에 전달하는 역할을 수행한다. 즉, MQTT-SN은 MQTT와 독립적인 관계가 아니라 상호보완적인 관계이다.

□ CoAP

IETF CoRE 워킹그룹에 의해 개발된 CoAP은 저전력, 고손실 네트워크 및 소형 노드에 사용될 수 있는 경량 프로토콜이다. **CoAP은 HTTP와 유사한 메시지 구조를 가지며, RESTful 구조와 요청/응답 모델을 지원한다.** CoAP은 경량화를 위해 UDP 기반으로 설계되었으며, 신뢰성과 같이 사물인터넷 서비스 개발에 요구되지만 UDP가 지원하지 않는 필수 기능들을 제공한다. 초기에 CoAP은 오직 UDP 위에서만 작동하였으나 웹 서비스와의 융합 연구가 활발히 진행되어 TCP 지원 요구가 커지면서, CoRE WG은 TCP 기반 CoAP을 표준화하였다.

CoAP은 기본적으로 요청/응답 모델만을 지원하지만 사물 사이 메시징이 중요한 사물인터넷 서비스를 지원하기 위해 **확장 옵션을 통해 부분적으로 게시/구독 모델을 지원한다.** 그림 4는 CoAP의 요청/응답 모델과 게시/구독 모델 데이터 흐름을 보여준다.

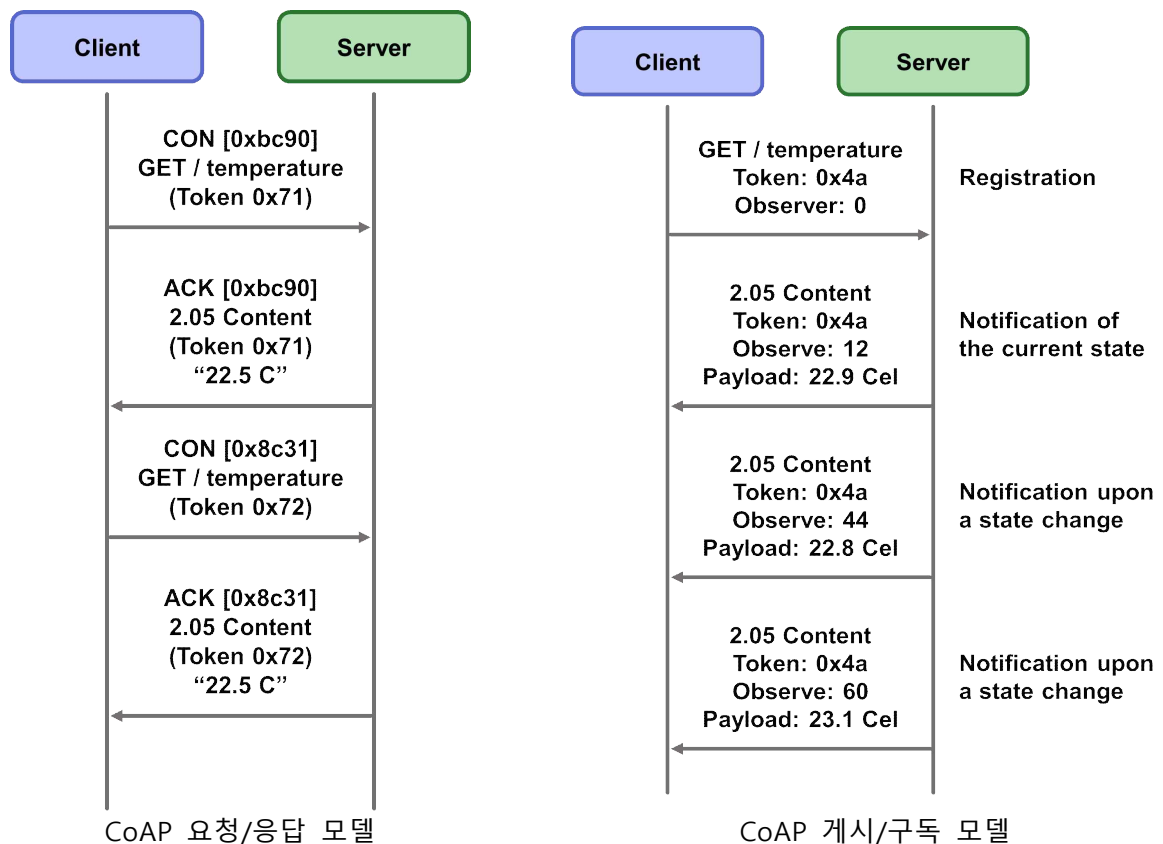





그림 4. CoAP 기반 메시징 데이터 흐름

5. 사물인터넷 관련 표준화 동향

사물인터넷 서비스에서 사물들 사이의 상호운용성은 매우 중요한 요소이며, **서로 다른 벤더에 의해 개발된 사물들 사이의 상호운용성을 위해서 표준은 필수적이다.** 사물인터넷 표준은 크게 네트워크, 플랫폼 그리고 서비스 분야로 나뉘어 개발되고 있다. 그림 5는 분야별 대표 표준 기술을 보여준다.

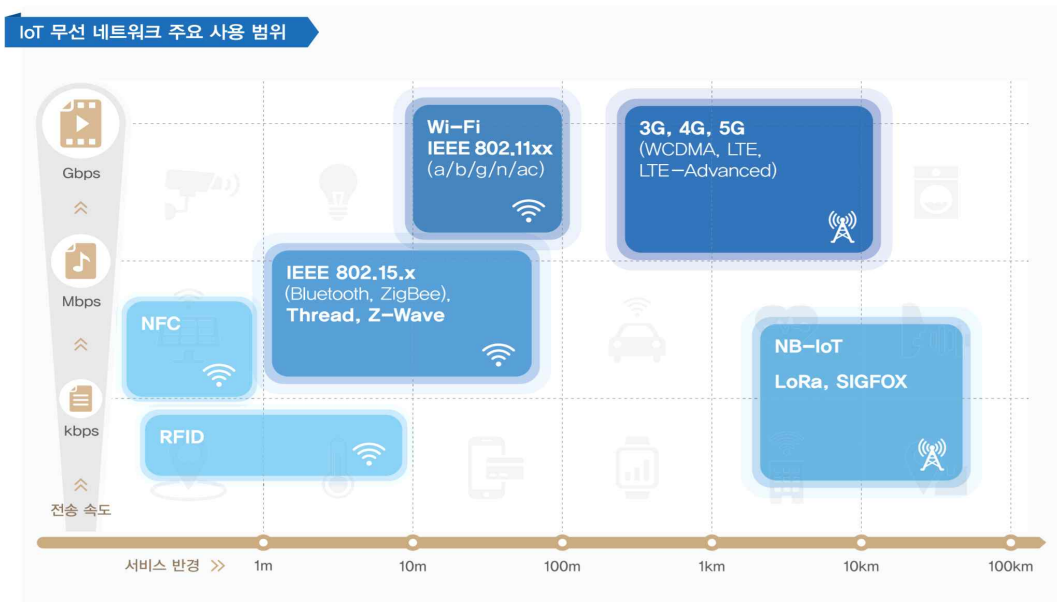
그림 5. 사물인터넷 분야별 표준 동향

분류	항목	관련 국제 표준	관련 단체 / 기술 내용	관련 TTA 표준
 무선 네트워크	2G/3G/4G/5G 이동통신망	3GPP TS 36.101, 3GPP TS 23.003 등 (2,990여 개)	3GPP 이동통신 국제 표준화 단체 ^{***} · GSM, GPRS, EGPRS, CDMA, WCDMA, HSDPA, HSUPA, HSPA+, LTE, LTE-Advanced 등	TTAT_3G-36.101, TTAE_IR-M,2083 (IMT-2020비전)
	LoRa 로라	LoRaWAN R1.0 등	LoRa Alliance [*] · 저전력 광대역, 비면허 sub-GHz 대역, CSS(Chirp Spread Spectrum) 방식	-
	NB-IoT 협대역 IoT	3GPP Release 13 등	3GPP [*] · stand-alone, guard band, in-band 운용모드 지원	TTAR-06.0170 (3GPP Rel.13 분석)
	Wi-Fi 와이파이	IEEE 802.11a/b/g/n/ac, IEEE 802.11ah 등	Wi-Fi Alliance ^{**} · 저전력 장거리 전송, 고효율	TTAK_KO-04.0215 (스마트전원)
	Bluetooth 블루투스	Bluetooth spec., IEEE 802.15.1, IETF RFC7668 등	Bluetooth SIG ^{***} · IPv6, 6LoWPAN 기반, A2DP, AVRCP, DI, HFP, HID, HOGP, HSP, MAP, OPP, PAN, PBAP · 블루투스 5.0 400m까지 지원	TTAE_IF-RFC7668, TTAE_OT-12.0018 (저전력 블루투스)
	ZigBee 지그비	ZigBee PRO specification 등	ZigBee Alliance ^{***} · IEEE 802.15.4 PHY&MAC기반 저전력, 저비용	TTAK_KO-04.0216 (홈에너지관리)
	Z-Wave 지웨이브	Z-Wave specification	Z-Wave Alliance · ITU-T G.9959 기반, Sub 1GHz, 저전력 양방향, 무선 메시, GFSK(가우시안 주파수 편이 방식) 사용	TTAE_IF-RFC7428 (IPv6패킷전송)
NFC 근거리무선통신	NFC Forum tech spec., ISO/IEC 18092 등	NFC(Near Field Communication) forum ^{***} · NFC 기반 사물 인터넷	TTAK_KO-10.0968 (NFC기기간 연속성)	
 IoT 플랫폼	OCF	OIC core spec. 등	OCF(Open Connectivity Foundation) ^{**} · 개방형 IoT 플랫폼 표준화, OIC 핵심구조, 인터페이스, 프로토콜, 서비스 등 정의	-
	OMG	OMG data distribution service spec. 등	OMG(Object Management Group) · 데이터통신, 보안, IFML(상호작용 흐름 모델링 언어) 등 정의	-
	oneM2M	oneM2M technical spec. (0001, 0003, 0004, 0008, 0009, 0010 등)	oneM2M ^{***} · 프레임워크, 보안, 메시지 프로토콜(CoAP, HTTP, MQTT) 등 정의	TTAT_MM-TS, 0001, 0003, 0004, 0008, 0009, 0010 등
	OASIS	MQTT ver3.1.1 등	OASIS MQTT 기술위원회 · 클라이언트-서버 게시/구독형 경량 프로토콜	-
	Thread	Thread specification	Thread Group · 6LoWPAN기반 네트워크 프로토콜, AES(고급암호표준) 적용	-
	IEEE P2413	IEEE P2413 standard	IEEE P2413 워킹그룹 · IoT 아키텍처 프레임워크, 참조 모델 등 정의	-
 IoT 서비스	감시/안전	FIDO 2.0 등	OCF, oneM2M, FIDO Alliance · 원격 접속 필요사항, 인증, 보안 등	TTAK_KO-10.0945 (스마트온실)
	홈	ITU-T X.1111, OIC smart home device 등	ITU-T [*] , OCF, Thread Group, HomeGrid forum 등 · 스마트홈기기 호환, 보안 등 정의	TTAK_KO-10.0963 (스마트홈 보안)
	제조	IEC 62541(OPC UA) 등	OPC foundation, IIC(OMG산하) · 기기간 공통 아키텍처, 상호운용성 등	TTAK_KO-11.0201 (ICT 제조 융합)
	자동차	AUTOSAR R4.2, CCC MirrorLink, GENIVI 등	AUTOSAR, CCC [*] , GENIVI alliance · 차량용 인포테인먼트 표준화	TTAK_KO-11.0216 (자동차 영상 속성)

* : 한국정보통신기술협회(TTA) 표준화 활동 참여
** : TTA에서 시험인증 서비스 제공

(https://www.tta.or.kr/data/handbook/17.04.04_TTA_infographic.pdf)

무선 네트워크 분야에서는 기기가 언제 어디서나 연결된 상태를 유지할 수 있도록 하기 위한 통신 기술들이 표준화되고 있다. 그림 6은 전송 속도 및 서비스 환경에 따른 무선 네트워크 표준 기술들을 보여준다.



(https://www.tta.or.kr/data/handbook/17.04.04_TTA_infographic.pdf)

그림 6. 전송 속도 및 서비스 반경에 따른 무선 네트워크 표준 기술

스마트 폰을 통해 우리가 가장 많이 사용하는 WiFi 와 이동통신 기술은 매우 빠른 속도와 HTTP 기반 서버에 손쉬운 접근을 제공한다. 하지만 WiFi의 경우 서비스 반경이 좁으며, 이동통신의 경우 배터리 소비가 심각하므로 저전력 장비에 적합하지 않다. 반면에 Bluetooth, Zigbee, Z-Wave와 같은 저전력 통신 기술들은 상대적으로 서비스 반경이 좁으며, 서버에 접근성이 떨어진다. **사물인터넷 서비스 및 플랫폼들은 각 단점을 보완하기 위해 다수의 통신 기술을 지원하기 위해 노력해왔다.**

하지만 시간이 지나면서 점점 더 많은 기기들이 개발되었으며, 매우 적은 데이터 처리에서 불필요한 비용이 소모되고 있음이 발견되었다. 이러한 문제를 보완하기 위해 소물인터넷 (IoST, Internet of Small Things)을 위한 NB-IoT (Narrowband IoT), LoRaWAN과 같은 **저전력 장거리 (LPWA, Low Power Wide Area) 통신 기술이 주목받기 시작했다.** 이러한 기술들은 이름에서 알 수 있듯이 **넓은 커버리지와 저전력으로 매우 적은 양의 데이터 전송이 가능하여 계량기 상태 측정과 같은 서비스에 효율적**이다.

이렇듯 각 무선통신 표준 기술들은 서로 다른 특징을 가지기 때문에 장단점이 명백히 나누어진다. 따라서 서비스 개발에 앞서 서비스에 적합한 통신 기술을 선별하기 위한 연구가 선행되어야 한다.

사물인터넷 플랫폼 표준은 다양한 사물인터넷 장치에 포함된 센서를 통해 수집된 데이터를 장치 상호간에 손쉽게 공유할 수 있도록 하기 위한 표준으로, 장치 간의 융합 처리 및 분산 협업을 편리하게 할 수 있도록 도와준다. 이를 위해 OCF, oneM2M, OASIS 등의 많은 단체에서 사물인터넷 플랫폼 표준화 활동을 진행하고 있으며, 그 중 oneM2M과 OCF 단체에서 발표한 국제 표준 기술은 이미 많은 플랫폼에서 활용되고 있는 가장 주목받고 있다.

oneM2M은 상호운용성을 보장하는 M2M/IoT 서비스 표준 플랫폼 개발을 위해 설립되었으며, 수직적 서비스 구조를 탈피하여 **수평적 서비스 플랫폼을 지향**하는 단체이다. 현재 이동통신사, 벤더, 솔루션 업체 등 200여 업체가 가입하여 표준화를 진행하고 있다. 주로 **공통서비스 기능을 제공하기 위한 사용자**

시나리오 및 핵심 요구사항을 정의하거나, 다양한 이종 네트워크 연동을 위해 프로토콜 바인딩 규격을 정의하는 등의 활동이 이루어지고 있다.

OCF는 이종 OS 및 플랫폼을 사용하는 경량형 장치를 연결하는 데 필요한 요구사항을 정의하고 장치 간 상호운용성을 보장하기 위해 삼성, 인텔 등의 기업들이 설립한 단체이다. OCF 표준에서 제공하는 주요 기능으로는 장치관리, 권한설정, 모니터링, 진단 및 유지보수 기능이 있으며, 네트워크 객체 그룹을 관리하는 데 유용한 추가적인 기능도 제공한다.

참고 문헌

- [1] Research Gate, 'Layers-in-IoT-System (https://www.researchgate.net/figure/Layers-in-IoT-System_fig2_333909259)'
- [2] Medium, 'IoT Platforms (<https://medium.com/schaffen-softwares/part-4-iot-platforms-b8f2c4e4639b>)'
- [3] Techword, 'IoT 서비스 산업별 특화 기술과 적용 사례 (<http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=96176>)'
- [4] OCF (2020), 'OCF Core Specification v2.1.2'
- [6] oneM2M (2018), 'oneM2M-TS-0004-V1.13.0 – Service Layer Core Protocol Specification'
- [7] IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS (2020), 'A Survey of IoT Management Protocols and Frameworks'
- [8] IETF CoRE WG (2014), 'RFC 7252 – The Constrained Application Protocol (CoAP)'
- [9] IETF CoRE WG (2018), 'RFC-8323 – CoAP (Constrained Application Protocol) over TCP, TLS, and WebSockets'
- [10] IETF CoRE WG (2015), 'RFC 7641 – Observing Resources in the Constrained Application Protocol (CoAP)'
- [11] IBM (2010), MQTT v3.1 Protocol Specification
- [12] IBM (2013), 'MQTT For Sensor Networks (MQTT-SN) – Protocol Specification v1.2'
- [13] TTA, '내 손안의 표준 (https://www.tta.or.kr/data/handbook/17.04.04_TTA_infographic.pdf)'