

전력·에너지 IoT 기술

박 명 혜 책임연구원 / 한전전력연구원 스마트배전연구소
myunghye.park@kepeco.co.kr

1. 서론

21세기에 접어들면서 전력 수요가 급증하고 환경에 대한 관심이 높아짐에 따라, 기존의 공급 위주의 전력에너지 정책 패러다임에 커다란 변화가 생기고 있다. 기존의 에너지 기술에 ICT 기술을 접목하여 에너지 소비자의 효율적인 에너지 사용을 위한 수요 중심 정책으로 변화하고 있으며, 이를 통해 신산업에 대한 생태계를 창조하려는 노력이 계속되고 있다.

IoT 시대가 본격적으로 도래하면 기존 산업을 중심으로 산업 간에 융복합이 가속화될 것이며, 각종 기기들을 통해 수집한 정보를 분석하여 새로운 기회와 가치를 창출해내는 빅데이터는 필수 요소가 될 것이다. ICT 융합이 전 분야로 확산되고 기기 및 시스템의 지능화가 가속화되는 가운데, 전력 인프라 관련 기업과 기관은 기존 솔루션에 IoT와 빅데이터 기술을 활용함으로써 적극적인 시장 대응 및 제품/시스템의 고부가가치화를 진행 중이다. IoT 및 빅데이터를 접목하여 기존 전력

인프라를 변화하고, 융합 서비스를 통해 전력산업의 새로운 생태계가 만들어질 것이다.

본고에서는 전력·에너지 분야 인프라 개선 및 신사업 창출을 위해 기본적으로 요구되는 표준화와 기술 표준 기반의 플랫폼 개발 현황을 소개하고자 한다.

2. 본론

2020년 14조원의 시장 성장(국내 기준)이 예상되는 사물인터넷 분야는 많은 사물들이 인터넷과 연결되어 데이터를 생성하고 제어되면서 새로운 사용가치를 만드는 ICT 환경 구축을 목표로 진행되고 있다. 이에 반해 그간 폐쇄망으로 운영되던 전력시스템은 스마트그리드를 통해 한 단계 진화하였으나, 정형화된 서비스 중심의 인프라 구축 및 운영으로 인해 정체되어 있는 상황이다. 최근 초연결사회를 지향하는 IoT 기술의 출현은 현 상황을 타계하기 위한 기회로서 평가받고 있으며, 이에 따라 다양

전력·에너지 IoT 기술

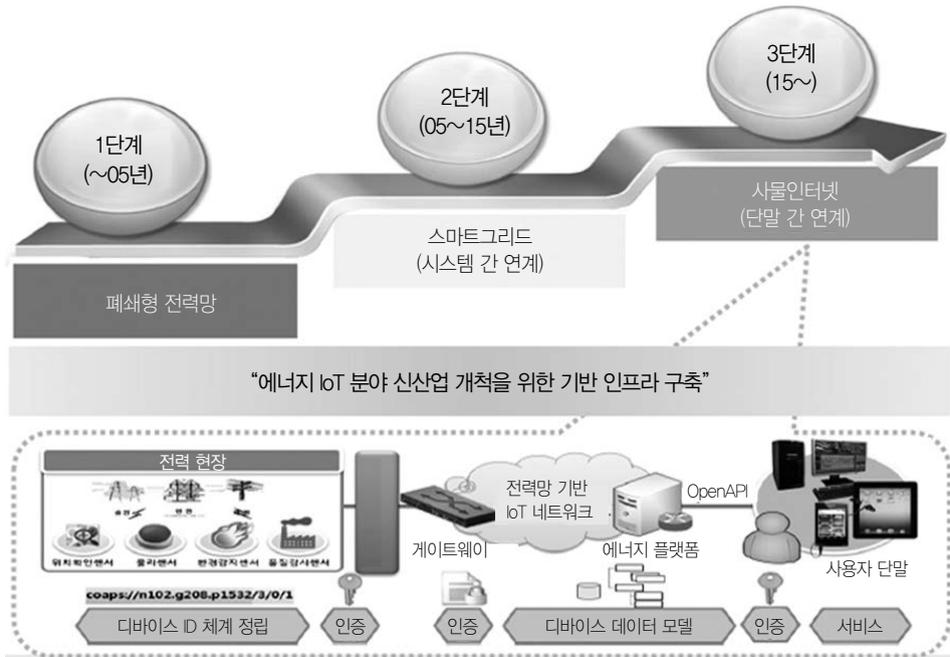


그림 1. 전력·에너지 분야 IoT 인프라 구조

한 연구 및 시범사업이 진행되고 있다.

IoT 기반의 에너지 서비스는 대화형/사용자 중심/실시간 데이터 분석을 통한 지능적인 서비스로 진화가 예상된다. 이를 원활히 지원하기 위해서는 초기 단계부터 정보의 효율적 수집·관리·분석을 위한 각 기술의 적용 범위와 특징을 파악하여 기술 표준을 선정하고 이를 포괄하는 보안정책, 운영 정책에 대한 설계 및 검증을 통한 인프라 구축이 필요하다.

한전에서는 전력·에너지 분야 신산업 개척을 위한 기반 인프라 구조로서 다음과 같이 구성, 운영하고 있다.

가. 표준화

IoT 기술은 OneM2M을 근간으로 다수의 표준(IETF CoAP, OMA LWM2M, IPSO)이 융합·연계되는 형태로

논의되고 있으나, 개개 산업 분야별로 적용 분야 특성에 맞는 커스터마이징(디바이스 ID, 데이터 모델 프로파일, 등록 및 운영 절차)이 필요하다. 또한 전력망 기반 IoT 센서에 대한 인증 및 보안 절차는 국제표준에서 디바이스 등록 절차만을 기술하고 있기 때문에, 국제표준과 정합되면서 키 교환과 암호화 기술에 대한 전력·에너지 분야의 특성이 반영된 기술 확보가 필요하다.

따라서, 전력망 기반 IoT 기술에 대한 디바이스ID 및 데이터 모델 프로파일은 OMA LWM2M 및 IPSO의 체계를 따르되, 국제표준과 정합되면서 전력망 IoT 센서의 특성을 반영한 기술을 표준화하였다.

① 시스템 구성도

IoT 시스템은 중단에 전력·에너지 설비에 부착될 eIoT 디바이스 즉 센서 및 액추에이터와 이들을 플랫폼과 연결해주는 eIoT 게이트웨이, 최종적으로 디바이스

전기 및 전력에너지 IoT 기술 동향

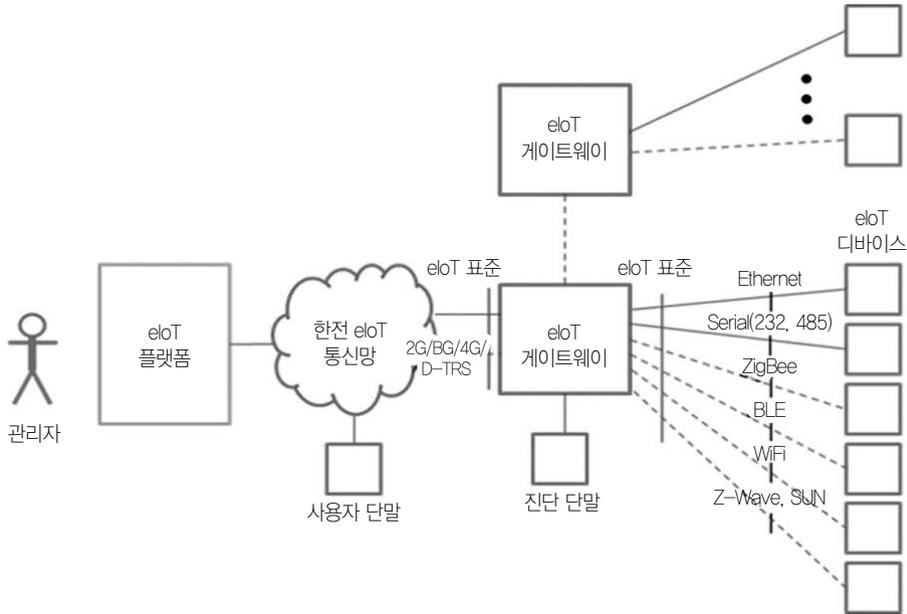


그림 2. eIoT 시스템 구성도(멀티-홈 eIoT 게이트웨이)

들의 모든 정보를 수집하여 디바이스들을 관리할 수 있으며, 다양한 eIoT 서비스를 가능하게 해주는 eIoT 플랫폼으로 구성된다.

관리자는 eIoT 플랫폼 센터에서 위치하며, 원격에 있는 eIoT 디바이스와 게이트웨이를 관리하며, 저장되는 정보를 모니터링하거나 제어할 수 있는 관리 주체이며, 사용자 단말은 관리자 혹은 권한을 위임받은 사용자가 자유롭게 eIoT 플랫폼에 안전하게 접속하여 eIoT 서비스를 사용할 수 있는 장치이다. 진단 단말은 시설 현장에서 부착되어 있는 eIoT 게이트웨이 및 eIoT 디바이스를 직접 모니터링할 수 있는 장치를 의미한다.

기술 규격의 범위는 eIoT 디바이스와 연결되어 정보를 수집하고 eIoT 플랫폼에 표준화된 형태의 데이터를 전달 해주며, 플랫폼의 제어 메시지를 전달받아 eIoT 디바이스를 표준화된 형태로 제어하는 eIoT 게이트웨이 표준 모델을 정의한다. 좀 더 구체적으로 알아보면, eIoT 디바이스와 eIoT 게이트웨이 사이 인터페이스(IFgd)와 eIoT

게이트웨이와 eIoT 플랫폼 사이 인터페이스(IFpg)로 구분되며, 구간별 통신 프로토콜 메시지 규격과 데이터 형식, 리소스 모델에 대해 정의하였다. 이때 기본 모델은 OneM2M과 LWM2M으로 정의하나, IFgd 구간의 저속의 무선통신기술을 고려하여 이 구간에서는 LWM2M으로 한정하여 운영한다.

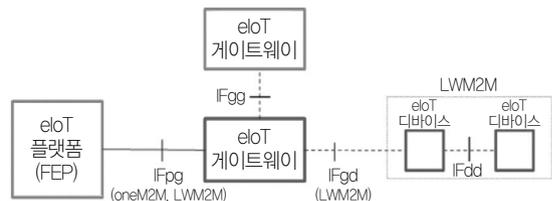


그림 3. 프로토콜 측면에서 표준 규격 범위

② 식별체계

다양한 센서 디바이스를 현장에 설치 운영하기 위해서는 설치 위치와 무관하게 전역적으로 유일성을 보장



할 수 있는 OID 기반의 식별자가 필요하다. OID 체계는 ITU-T와 ITU-R, ISO, IEC 등 많은 표준화 기구에서 공식적으로 채택하고 있으며, 거의 모든 조직이나 표준에서 사용하고 있는 공신력 있는 식별체계이다. 이를 토대로 전력·에너지 분야 OID 기반의 식별자는 eIoT 장치를 식별하기 위한 목적과 eIoT 장치 내의 리소스의 의미를 표현한 리소스 프로파일을 식별하는 식별자로 구분하여 운영한다.

한국전력 eIoT Device Indication ID는 다음과 같이 구성된다.

① 1st Arc : ISO에 해당하는 1

Higher arc (1 st ~5 th arc)	6 th arc	7 th arc	8 th arc	9 th arc	10 th arc
eIoT Device Indication ID	KEPCO Service ID	Standard ID	Manufacturer ID	Model ID	Serial No ID

그림 4. eIoT Device ID 체계

- ② 2nd Arc : ISO의 Member-Body에 해당하는 2
- ③ 3rd Arc : 대한민국 국가 코드에 해당하는 410
- ④ 4th Arc : 한국전력을 의미하는 번호 200073
- ⑤ 5th Arc : eIoT 장치를 의미하는 번호
- ⑥ 6th Arc : 대상 서비스 영역(예 - 배전, 송전, 발전, 변전, 통신, 공공서비스 등) 구분하는 ID
- ⑦ 7th Arc : eIoT 표준으로서 채택되는 oneM2M, OCF, LWM2M를 구분하는 ID
- ⑧ 8th~10th Arc: 나머지 ID는 장치의 식별자로서, 순서대로 제조사 ID, 모델 ID, 시리얼 ID로 구성된다. 이중 제조사 ID는 eIoT에 납품하는 회사의 식별자로 한국전력에서 부여하며, 한국전력 내에서 유일성이 보장되도록 관리되는 번호이다. 별도의 체계나 DB를 이용하여 관리하여야 한다. 모델 ID와 시리얼 ID는 제조사에서 부여하는 번호다. 예를 들어, eIoT 플랫폼의 경우는 Kepeco Service ID는

'0'으로 한국전력 범용에 해당하며, 기본적으로 oneM2M 표준체계를 따르고(Standard ID : 1), 한국전력 제조사 ID는 '0'으로, 모델 ID, 시리얼 ID를 각각 1, 1로 정의할 수 있다. 이를 통해 정의된 eIoT 플랫폼의 OID는 1.2.410.200073.1.1.0.0.1.1로 표현할 수 있다.

③ 데이터 리소스 모델

eIoT 시스템에서의 데이터 리소스 모델을 oneM2M과 LWM2M 표준에 따라서 기술한다. IFpg 인터페이스에는 oneM2M 기반의 데이터 리소스 모델 구조와 LWM2M 기반의 데이터 리소스 모델을 지원한다. IFgd 인터페이스는 CoAP RD 기반으로 정의하나, 구체적인 데이터 리소스 모델은 LWM2M 기반의 데이터 리소스 모델을 따른다.

리소스와 리소스들의 관계를 부모리소스, 자식리소스로 표현한다. 상위에 정의된 리소스를 부모리소스라 하고, 하부에 연결된 리소스를 자식리소스라 한다. 각 리소스는 속성(Attribute, 어트리뷰트)이라는 값을 갖으며, Object 및 Resource 정의는 oneM2M 및 LWM2M 표준을 기반으로 정의함으로써 다양한 디바이스를 수용, 운영할 수 있는 환경을 제공할 수 있다.

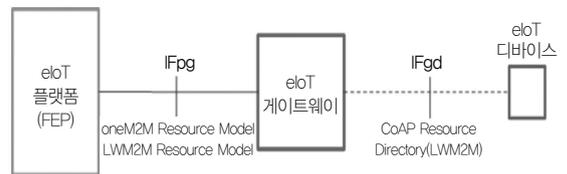


그림 5. eIoT 표준 인터페이스별 데이터 모델

④ 통신 인터페이스

IFpg 및 IFgd 인터페이스 구간을 효율적으로 연계하기 위한 통신 방식으로는 IFpg 단에서는 Ethernet을 기반으로 LTE, 광통신망 등이 연계될 수 있는 형태로 정의하였으며, 통신 인프라 제공이 어려운 일부 서비스를 위해 D-TRS 기술이 접목될 수 있도록 구성하였다.

전기 및 전력에너지 IoT 기술 동향

현장에 설치된 eIoT 디바이스는 서비스에 따라 저속(상태정보 감시) 또는 중속(상태변화 추이 실시간 감시 - 예, PQ)의 기술을 필요로 하며, 더 나아가 시스템 설계 시 장거리·저전력·저비용 관점에서의 고려가 필요하다. 이를 위해 IFgd 구간의 경우 무선통신을 근간으로 하며, 900MHz 대역에 활용 가능한 50kbps의 Wi-Sun 및 5kbps의 LPWA(Chirp SS) 방식을 기본 통신기술로 선정하였다. 더 나아가 IFgg 구간 연계를 위해서는 RPL 기술을 이용 확장이 가능하도록 하였다.

⑤ 표준 인증

한전은 상기에서 언급한 바와 같이 한전의 네트워크와 인프라를 통하여 다양한 IoT 서비스를 제공할 수 있는 에너지 IoT 서버 플랫폼 및 게이트웨이를 개발하였으며, 2016년 oneM2M TTA 인증, 2017년에는 OneM2M 국제인증증을 획득하였다. 이를 토대로 한전의 IoT 서비스가 구축 중에 있으며, 「디바이스 - 게이트웨이 - 플랫폼」전 구간의 LWM2M 표준 기술의 상호 운영성 확보를 위해 전력·에너지 분야 LWM2M 인증 시스템을 개발, 운영 중이다.

LWM2M 인증 시스템에서는 IFpg와 IFgd 간 구간 검증을 위해 39개, 14개 시험 항목을 정의하였으며, 이를 통해 제조사가 상이한 단말 간 상호 운영성을 확보하고 생태계를 조성하고자 한다.

나. 플랫폼

전력·에너지 분야 IoT 서비스 환경 구축을 위해 필요한 수집, 관리, 분석, 시각화의 기능에 중점을 둔 에너지 플랫폼의 구조는 다음과 같다.

① eIoT Connectivity

Connectivity 플랫폼은 현장의 디바이스 및 게이트웨이와 통신을 수행하고, 이를 통해 정보 수집을 한다. 이때 사용되는 표준으로는 앞서 정의된 LWM2M 및 one

구 분	기 능
IoT Connectivity	- 가상게이트웨이(수집), 보안 - 「센서-게이트웨이-플랫폼」 표준기반 데이터수집 - 인증서/암호화 기법 이용 단말 관리
IoT Data Governance 기술 개발	- 사물데이터분석, 시멘틱 - 수집데이터를 토대로 빅데이터 처리 및 분석 - 전력IoT/AMI/사회안전망/ SCADA(웹)/공공정보 등 데이터간 연관관계 정의를 통한 활용기반 제공
IoT EcoSystem 기술 개발	- 시각화, 서비스API, 클라우드, 증강현실 - 수집 및 보유데이터 이용 활용 서비스 제공 (시각화) 및 OpenAPI 이용 데이터 제공 - 모바일/AR 이용 연계·어디서든 서비스 제공

표 1. eIoT 플랫폼 구조

M2M을 근간으로 하며, 이를 토대로 관리(Device 등록, 데이터 저장/관리, 리소스 관리, 위치정보 수집, API 이력 관리, 로그 관리), 운영(Device 관리, Device 제어, Device 모니터링, 형상 관리), 보안(인증서 관리, 키 관리, LDAP, 이력 관리)의 기능을 제공한다.

② eIoT Governance

Governance 플랫폼은 현장에 수집된 정보와 Legacy 시스템으로 구분되는 기존 시스템에서 보유한 정보, 외부에 공개된 정보를 하나의 플랫폼에 연계하여, 분석함으로써 새로운 서비스를 제공하는 역할을 수행한다. 이를 위해 분산저장·복구·병렬처리 아키텍처를 구성하여 수집되는 정보를 실시간/배치 분석(기초 통계, Data Mining, 분류, 군집, 회귀, Deep Learning 등)을 수행하고, 더 나아가 분석된 정보에 대한 검색 및 배포하는 기능을 제공한다.

전력·에너지 IoT 기술

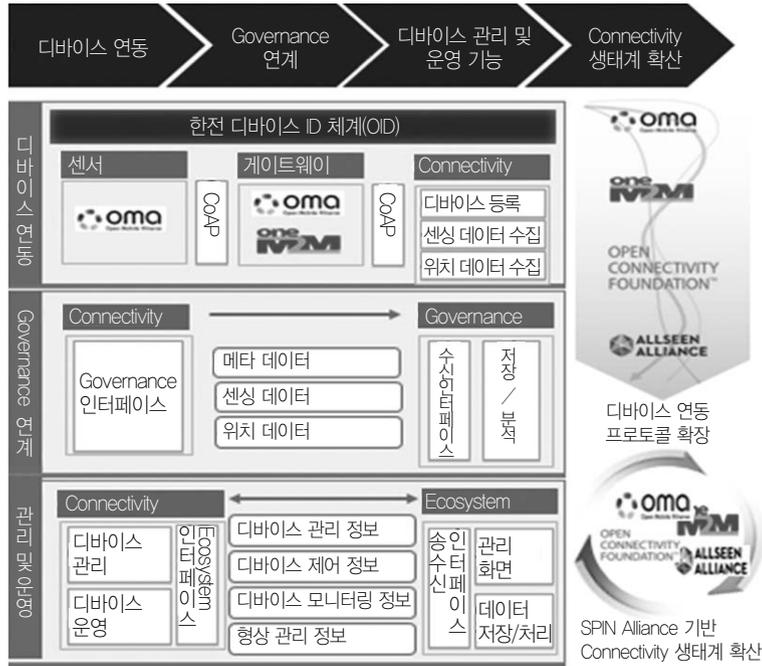


그림 6

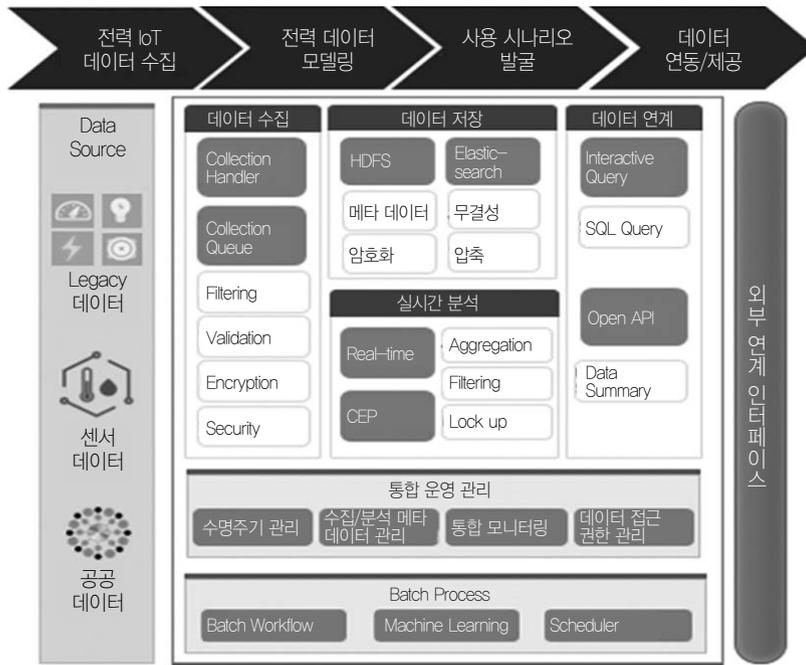


그림 7

전기 및 전력에너지 IoT 기술 동향

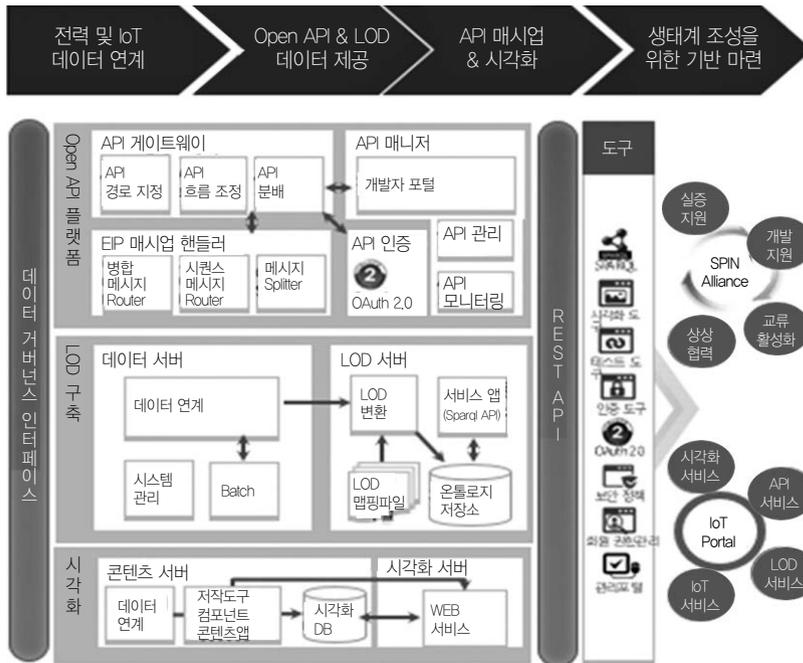


그림 8

③ eIoT Ecosystem

Ecosystem 플랫폼은 수집 및 분석된 정보를 표출 또는 제공을 목표로 서비스 모델링 → LOD&API → Mashup → 시각화 프로세스로 구성된다. Governance 단에서 수행된 데이터 분석(센싱 정보 모델링, 온톨로지 분석)을 토대로 데이터 중계 시스템(REST API, 비동기 메커니즘 적용, 분석 및 캐싱 기법), 데이터 부가가치 창출(연계 데이터 검증, 데이터 연계 도구), 데이터 바로미터(적응형 아키텍처, 웹 표준 수용, 전력 시각화 컴포넌트 구축) 제공을 통해 사용자가 IoT 서비스를 직관적으로 인지하고, 더 나아가 이를 활용하고자 하는 타 시스템에 손쉽게 정보 제공 환경을 제공할 수 있다.

다. 생태계 확산

전력·에너지 분야에서는 IoT 표준 선정 및 플랫폼, 인프라 구축을 통해 다양한 서비스 환경을 구축하고 있다.

이에 반해 현장에서는 제조사 기술 미성숙에 따라 IoT 표준 제품 개발이 어려운 실정에 있다. 이에 오픈소스 기반 IoT 기술·서비스 확대 도입 전략(개방·협업·생태계)의 일환으로 센서, 게이트웨이 등 제품개발을 위한 통신 전용 모듈 및 개발용 라이브러리(프로토콜 스택)를 제공하고 있다. 이를 통해 제조업체의 개발 용이성 및 편의성을 제공하고, 개방형 서비스 생태계 조성을 추진하고 있다.

3. 결론

최근 4차 산업혁명 및 IoT 관심 증대에 따라 IoT 기술 관련 다양한 아이디어를 기반으로 테스트베드 구축 및 시범사업 등을 기획하고 있으나, 충분하지 않은 기술 표준 문제와 기존의 전력시스템에 연계하고자 하였을 때 발생할 수 있는 보안 정책, 운영 정책 등이 확립되지 않

전력·에너지 IoT 기술

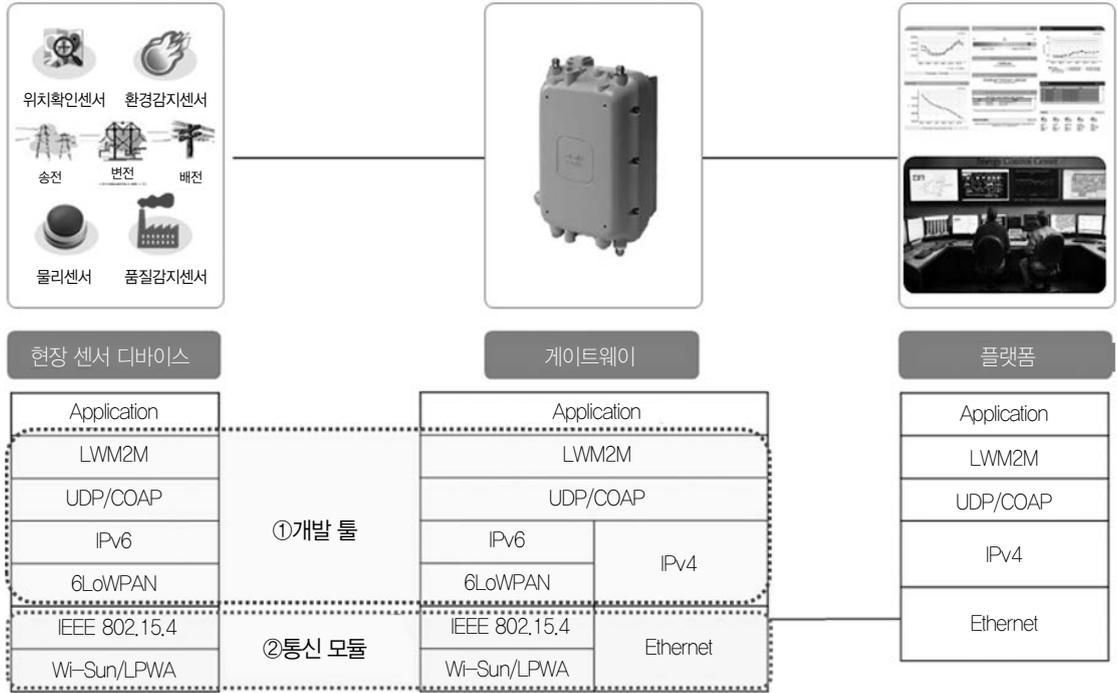


그림 9

은 상태에서 사업 추진 시 많은 시행착오를 겪을 수 있다. 이에 따라 향후 IoT 시장 확산을 위해서는 초기인 현 시점에서부터 IoT 체계 정립이 무엇보다도 중요하다.

한전에서는 전력·에너지 분야에서 IoT 기술의 안정적인 활용 환경 제공을 위해 사전 기술 검토 및 검증, 연구를 통하여 IoT 기술을 이용한 전력시스템의 적용 대상 정의, 적용 및 운영 방법 등에 대한 기본적인 틀 정립을

수행하였다. 이를 토대로 활용 가능한 표준, 플랫폼, 인프라 구축을 완료하였으며, 더 나아가 IoT 산업 활성화를 위해 개방형 산업협의체(SPIN, Smart Power IoT Network)를 구성하고, 관련 기술을 지속적으로 공개하고 있다. 무엇보다도 향후 전력·에너지 분야의 IoT 산업은 크게 활성화될 수 있을 것으로 예상된다.