

# 전력 에너지의 효율적 관리를 위한 e-IoT 표준화 동향

명노길 \_ 한전전력연구원 선임연구원

김영현 \_ 한전전력연구원 책임연구원

박명혜 \_ 한전전력연구원 책임연구원



## 1. 머리말

최근 전력시스템에서의 최대 화두는 디지털화(digitalization)이며 이를 추진하기 위해서는 다양한 전력설비로부터 방대한 데이터를 우선적으로 수집하는 것이 필요하다. 한국전력공사는 송·변전 중요설비를 대상으로 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)와 SAS(Substation Automation System)를 이미 구축하여 운영하고 있다. 또한 배전 주요설비에는 DAS(Distribution Automation System)를 구축하여 운영 중이며, 고객 측면에서는 수요반응을 이끌어 전력에너지 사용 최적화에 기여할 수 있는 AMI(Advanced Metering Infrastructure)를 대규모로 구축 중이다[1].

앞에서 언급한 주요 응용 시스템의 현장 디바이스는 상시전원을 사용하고, 데이터 전송량이 크고 중요한 설비이기 때문에 광통신 및 HFC(Hybrid Fiber Coax)와 같은 안정적인 유선 통신방식을 사용하고 있다. 그러나 향후 폭발적인 증가가 예상되는 현장 디바이스는 대부분 배터리로 동작할 것으로 예상됨에 따라, 저전력 및 저속 무선통신을 이용하는 IoT

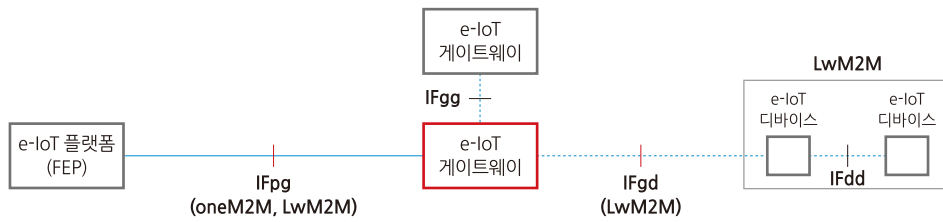
도입이 요구된다. 따라서 한국전력공사는 전력에너지 분야 사물인터넷 규격인 e-IoT(energy IoT) 표준을 제정하고, 핵심 공통 기술 개발 및 다양한 전력분야 응용서비스 발굴과 시험서비스를 시행 중이다[2][3][4][5][6].

본고에서는 e-IoT 표준, 관련 공통기술 개발 현황 및 현장적용 모델에 대해 우선적으로 살펴보고, 전국규모로 구축 중인 AMI와 향후 광목상대할 성장세가 예상되는 e-IoT 간 상호 데이터 연계 및 정합화(harmonization) 방안에 대해 소개하고자 한다.

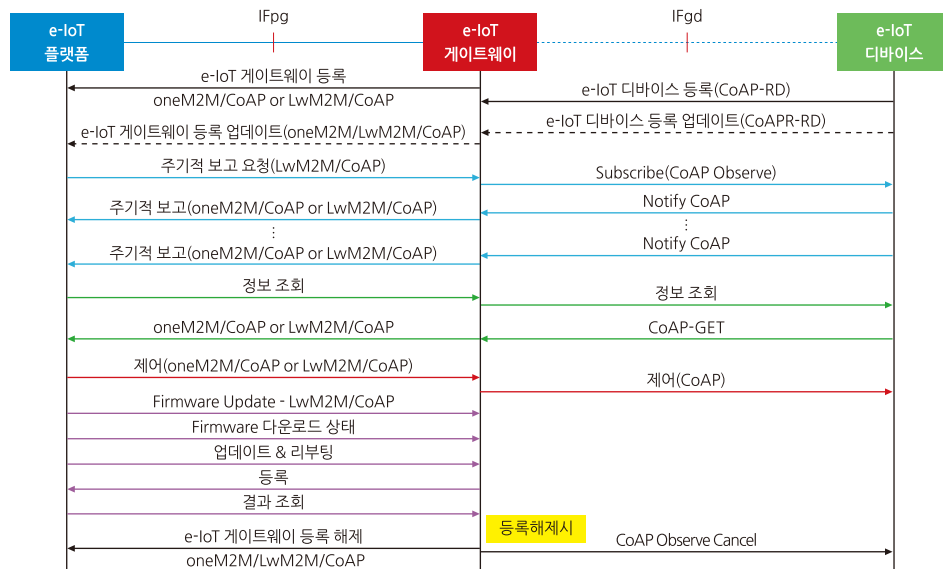
## 2. 전력분야에서 IoT 기술개발 동향

### 2.1 e-IoT 표준제정 및 기술개발 현황

전력분야에서의 IoT 기술 확산을 위해서는 관련 표준을 선제적으로 제정하는 것이 필요했으며, 이는 다수의 제조사 간에 상호호환성을 만족시키고, 신규 사업추진을 용이하게 준비할 수 있도록 한다. e-IoT 표준은 LwM2M(Lightweight Machine to Machine), oneM2M, OCF(Open Connectivity Foundation) 등을 검토하였고, 향후 도입할 전력산



[그림 1] e-IoT 인터페이스 정의



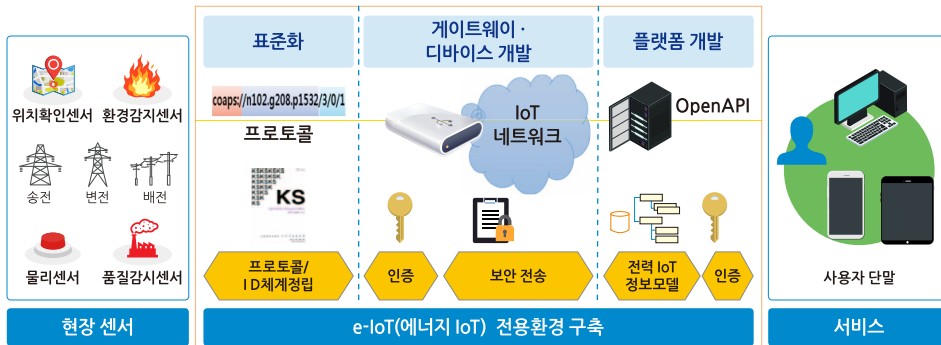
[그림 2] e-IoT 디바이스 등록 및 서비스 시나리오

업용 현장 디바이스 특성과 기술적 지배력을 고려하여 LwM2M 기반으로 표준을 제정하였다.

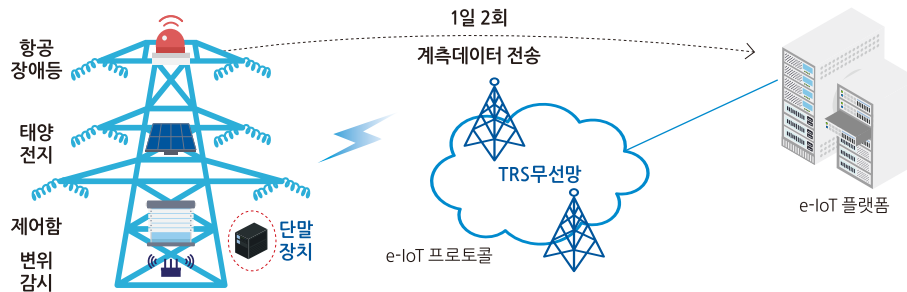
[그림 1], [그림 2]와 같이 e-IoT 표준은 디바이스 (센서 및 액추에이터), 게이트웨이 및 플랫폼 간의 통신인터페이스와 CoAP(Constrained Application Protocol) 기반의 응용 프로토콜을 정의하고, 단말 등록 및 관리절차, 데이터 수집 방법 등의 서비스 절차를 정의하였다[2][4]. 특히 LPWA(Low Power Wide Area) 및 D-TRS(Digital Trunked Radio System)와 같이 대역폭이 작은 네트워크 환경을 고려하여, 단순화된 단말 등록 방식과 다수의 센서 값

들을 하나의 보고 메시지에 통합하여 전달할 수 있는 방식을 제안하여 표준화를 완료하였다[3][4]. 이와 더불어 한국전력공사에서 보유 중인 380MHz D-TRS 면허대역을 이용한 e-IoT 활성화를 위해서, 협대역 주파수를 이용하는 무선통신 물리 계층 규격에 대한 표준화 또한 완료하였다[6].

플랫폼은 최종적으로 현장 디바이스들의 모든 정보를 수집하여 관리하며, 공개 API(Application Programming Interface)를 통해 다양한 e-IoT 서비스를 가능하게 해주는 기능을 수행한다. 게이트웨이와 플랫폼 간에는 확장성을 고려하여 oneM2M



[그림 3] e-IoT 서비스 구조



[그림 4] e-IoT 항공장애등 감시 시범 서비스

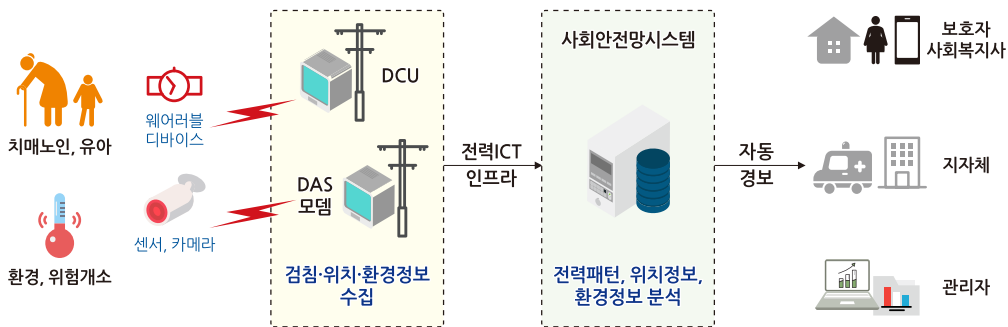
표준으로도 동작할 수 있도록 구성하였다. e-IoT 표준에서 사용하는 식별자는 장치 식별자 및 리소스 (Resource) 프로파일(Profile) 식별자로 구분하고, 장치 식별자는 게이트웨이 및 디바이스를 구별하기 위한 목적으로 사용되며, 리소스 프로파일 식별자는 실제 데이터를 표현하는 리소스를 구분하는 데 사용한다.

[그림 3]은 e-IoT를 활용하여 전력산업분야에서 요구하는 서비스를 지원하고 수용하기 위한 서비스 구조를 보여준다. 식별자 ID체계 정립과 통신네트워크 프로토콜 표준화 및 상기 기능을 탑재한 디바이스/게이트웨이 개발 및 배포, 사전 공유키 및 인증서 기반의 보안 적용, 전력용 IoT 정보모델링 및 이를 수용하고 외부 서버와 연계하여 다양한 응용 서비스를

지원할 수 있는 플랫폼을 개발하였으며, 현장 사업화에 사용 중이다.

## 2.2 현장적용 모델 및 시범서비스

e-IoT 표준을 이용한 다양한 서비스를 개발 중이며, 전력설비로부터 진단 데이터를 수집하고 분석하여 실시간 고장관리와 더 나아가 고장예지를 수행하는 것이 궁극적인 목적이다. 대표적인 서비스는 변압기 이상징후 탐지, 송전철탑 항공장애등 감시 및 전신주 상태 진단 서비스 등을 언급할 수 있다. 아파트 공동변압기에 진동/초음파/온도/부분방전 등의 센서를 설치하고 원격으로 데이터를 수집하여 변압기 예방진단과 교체주기를 분석하는 시범서비스를 아파트 4개 단지를 대상으로 진행 중이다. [그림 4]는



[그림 5] e-IoT 사회안전망 시범 서비스

e-IoT 기술과 D-TRS 통신네트워크를 이용한 송전 철탁 항공장애등 감시 시스템의 구성도이다. 전국 약 7천여 개의 항공장애등을 원격에서 감시할 수 있는 시스템을 구축 중이며, 2019년 상반기 기준으로 5개 철탁, 20개의 항공장애등에 적용하고 있다.

[그림 5]는 e-IoT 기술과 운용 중인 AMI/DAS 통신 인프라를 백홀(Backhaul)로 활용한 취약계층 사회안전망 서비스 구성도이며, 광주광역시와 시범 서비스를 협의 중이다.

### 3. AMI와 e-IoT 간 연계 방안

AMI와 IoT는 사실상 동일한 구성과 기능을 가짐에도 불구하고 현장 디바이스인 센서의 특수성과 서로 상이한 데이터 모델링 방식 및 응용계층 프로토콜 사용 때문에 이질적인 시스템으로 인식되고 있다. 그러나 향후에는 IoT 지배력 강화에 따른 통합화가 예상됨에 따라 e-IoT 플랫폼에서의 스마트미터 수용방안에 대해서 언급하고자 한다.

#### 3.1 AMI 자원관리 구조

AMI를 데이터 모델링 및 응용 프로토콜은 IEC 62056 시리즈 규격인 DLMS/COSEM(Device

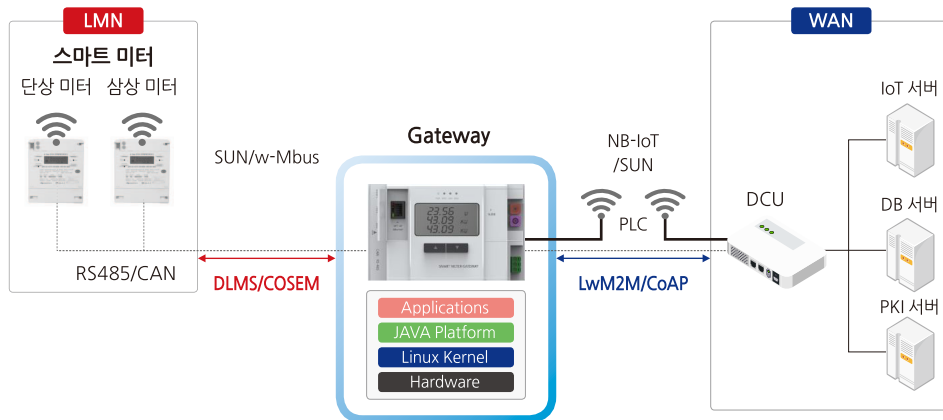
Language Message Specification/Companion Specification of Energy Metering)을 사용한다. DLMS/COSEM은 전기, 가스, 열량 등 모든 에너지에 대한 데이터 모델링과 응용계층에서의 서비스를 제공하며, 기본적으로 서버-클라이언트 방식으로 동작한다[7]. 계량 데이터 및 각종 파라미터는 사전에 정의된 IC(Interface Class)를 이용하여 객체 모델링을 수행하고, 고유한 ID를 부여하는데 이를 OBIS(OBJECT Identification System) 코드로 부른다[8]. 결국 DLMS/COSEM의 자원관리 구조는 Class ID, OBIS 및 속성(Attribute)의 조합으로 요약할 수 있다.

#### 3.2 e-IoT 자원관리 구조

e-IoT 표준은 LwM2M 모델링과 가볍고 간결하고 동작하는 CoAP 프로토콜을 응용 계층에서 사용한다. LwM2M은 서버-클라이언트 구조로 동작하며 효율적인 자원관리 모델링을 위해 계층적인 URI(Uniform Resource Identifier) 구조를 사용하는 것이 특징이다. URI의 계층적인 구조는 [그림 6]과 같이 'Object + Instance + Resource' 또는 'Object + Instance + Resource + Resource Instance'의 조합으로 구성된다[9].



[그림 6] LwM2M의 URI 구조



[그림 7] AMI 시스템과 IoT 응용시스템 간 연동구조



[그림 8] DLMS/COSEM과 LwM2M/CoAP 자원관리 간 연동방식

### 3.3 연계 및 정합화 표준화 방안

DLMS/COSEM 프로토콜은 설계 당시 IoT 기기와 같은 저전력 및 저사양 기기를 고려한 프로토콜이 아니기 때문에 패킷 전송관점에서 트랜잭션이 많고 오버헤드가 매우 크다. 따라서 DLMS/COSEM APDU를 LwM2M의 'BinaryAppDataContainer'를 이용하여 단순히 캡슐화(Encapsulation)하여 전송하는 방식은 비효율적이다. [그림 7]은 IoT 기술을 이

용하여 스마트미터를 수용하기 위해 제안한 게이트웨이 기반의 연동 방안을 나타내며, [그림 8]은 게이트웨이에서 수행할 자원관리 모델의 특성을 반영한 DLMS/COSEM과 LwM2M/CoAP 간 상호 변환 방식을 보여준다. DLMS/COSEM의 모든 자원은 하나의 LwM2M Object ID로 표현한다. 스마트미터를 구분하기 위해 구분 번호를 Object Instance에 매칭하고, 각 스마트미터의 Class ID, OBIS 코드, 속성번호

<표 1> DLMS/COSEM과 LwM2M/CoAP 자원관리 간 변환 방법

DLMS/COSEM 자원관리					LwM2M/CoAP 자원관리
미터 구분자	Class ID	OBIS	속성 (Attribute)	의미	URI
0	8	0.0.1.0.0.FF	2	시간정보	/xxxx/0/8/0000010000FF?att=2
1	3	1.0.1F.7.0.FF	2	순시 전류값	/xxxx/1/3/01001F0700FF?att=2

를 LwM2M의 Resource ID, Resource Instance ID 및 LwM2M 속성에 각각 매칭한다. <표 1>은 스마트 미터에서 표현하고 있는 시간정보와 순시 전류값을 [그림 8]에서 제시한 방식을 이용하여 LwM2M URI로 표현하는 예시이다.

#### 4. 맺음말

전력산업 분야에서 IoT 기술을 도입하기 위해 한 국전력공사는 LwM2M/CoAP 기반의 e-IoT 표준을 제정하고, 관련 공통 기술개발과 상호운용성 시험지원, 시범 서비스 발굴과 현장 사업화를 통해서 IoT 생태계 확산과 조성에 기여하고 있다. 향후 AMI와 IoT 간 경계가 허물어질 것으로 예상됨에 따라, DLMS/COSEM 프로토콜과 LwM2M/CoAP 프로토콜 간 상호 변환 방식을 제안하였다. 이는 AMI 시스템에 국한되어 있던 전력 계량데이터를 IoT 인프라를 이용해서 손쉽게 처리하고 다양하게 활용할 수 있는 기반을 마련할 것으로 기대한다.

#### [참고문헌]

- [1] <http://www.cnews.co.kr/uhtml/read.jsp?idxno=201703081108105630571>
- [2] 에너지 전력분야 사물인터넷(e-IoT): 시스템 규격(TTAK.KO-10.1121-part1)
- [3] 에너지 전력분야 사물인터넷(e-IoT): 단순 등록 규격(TTAK.KO-10.1121-part2)
- [4] 에너지 전력분야 사물인터넷(e-IoT): 데이터 보고 규격(TTAK.KO-10.1121-part3)
- [5] 에너지 전력분야 사물인터넷(e-IoT): 현장단말 서비스 규격(TTAK.KO-10.1121-part4)
- [6] 에너지 전력분야 사물인터넷(e-IoT): 협대역 무선통신 물리계층 규격(TTAK.KO-10.1121-part5)
- [7] DLMS UA Green Book Edition 12.2, <https://www.dlms.com/>
- [8] DLMS UA Blue Book Edition 12.2, <https://www.dlms.com/>
- [9] OMA LwM2M Technical Specification(OMA-TS-LwM2M-V1\_0\_2-20180209-A), [http://www.openmobilealliance.org/release/LightweightM2M/V1\\_0\\_2-20180209-A/OMA-TS-LightweightM2M-V1\\_0\\_2-20180209-A.pdf](http://www.openmobilealliance.org/release/LightweightM2M/V1_0_2-20180209-A/OMA-TS-LightweightM2M-V1_0_2-20180209-A.pdf)