

사물인터넷 기반 전기안전 기술 및 표준화 동향

Trends in Standardization of IoT Based Electrical Safety Technology

안윤영 (Y.Y. An, yyahn@etri.re.kr)

공공국민생활표준연구소 책임연구원

김성혜 (S.H. Kim, shkim@etri.re.kr)

공공국민생활표준연구소 책임연구원

정상진 (S.J. Jeong, sjeong@etri.re.kr)

공공국민생활표준연구소 책임연구원

강현주 (H.J. Kang, hjkang@etri.re.kr)

공공국민생활표준연구소 책임연구원

ABSTRACT

This paper describes an IoT-based electrical safety management system for managing the electrical power distribution systems in factories or buildings and for managing private electrical devices in apartment complex. The IoT-based electrical safety management system collects IoT data from the electrical facilities or devices to provide various electrical safety services. In some cases, it uses an IoT adaptor to collect data from legacy facilities. By monitoring and analyzing the IoT data, it is possible to provide protection from and prevent electrical hazards. In addition, an IoT-based electrical safety management system can benefit from using the IoT identification system and standardized data model of the electrical facilities and devices. An IoT identification system is used to increase manageability of large-scale electrical facilities which consists of numerous IoT devices. A standardized data model is used to support interoperability. This paper also explores some international and Korean standards related to IoT-based electrical safety management.

KEYWORDS 사물인터넷, 전기안전, 수배전 설비, 자가용 전기설비, 공동주택용 전기설비

1. 서론

스마트그리드 환경에서는 수배전 설비, 분산자원 설비, 신재생 설비 등을 포함하는 수용가 전기 설비에 ICT(Information & Communication Technology) 기술을 적용함으로써 전기설비의 실시간 안전관리와 유지보수를 용이하게 한다. 이를 위해 전기안전

관리 시스템은 사물인터넷(IoT: Internet of Things) 기술을 활용하여 전기설비의 상태 데이터와 안전 데이터를 수집하고, 필요에 따라 센서를 설치하여 센싱 데이터를 수집한다.

전력분야의 국제표준화 단체인 IEC(International Electrotechnical Commission)에서는 전기설비에 통신 기능을 가지는 제어기(Controller)인 IED(Intel-

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2020.J.350105>

* 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다[No. 20172210200050].



ligent Electronic Device)를 정의하고 이를 활용하여 상태 데이터를 전송하고 설비를 제어하는 기능을 수행하므로 IoT 장치와 유사한 개념을 정의하고 있다. 전력설비의 IoT 장치는 서로 연결되어 전력 설비망을 구성하고, 전기설비 안전관리 시스템에서는 사물인터넷망으로 연결되어 있는 설비의 데이터를 수집/저장/관리하고, 설비를 제어하는 기능을 수행할 수도 있다. 최근에는 전기설비 사물인터넷망의 통신을 위해 이동통신 기술 및 다양한 무선 기술이 새롭게 도입되고 있다. 전기안전관리 시스템에서는 전기안전 데이터를 수집하기 위해 클라우드 기술을 활용하기도 하고, 수집된 빅데이터를 분석하여 AI(Artificial Intelligence) 기반의 전기안전 알고리즘을 적용함으로써 전기재해나 설비의 고장을 예측 및 예방할 수 있다.

ICT 기반 전기안전 서비스를 제공하기 위한 시스템, 디바이스, 게이트웨이 등은 표준을 기반으로 개발되어야 하며, 표준이 없을 경우에는 해당 기술에 대한 표준화를 반드시 추진하여야 한다. 본 고에서는 전기설비의 안전관리를 위한 시스템의 구조와 관련 표준에 대해 기술한다.

II. 전기안전관리 아키텍처

전기설비는 「전기사업법」에 따라 일반용, 자가용, 전기사업자용으로 구분된다.

- 일반용 전기설비: 소규모(600V 이하¹⁾, 75kW 미만)의 전기설비로서 한정된 구역에서 전기를 사용하기 위해 설치하는 전기설비, 정기적으로 관련 전문 인력을 통해 전기안전 상태를 확인
- 전기사업자용 전기설비: 한전과 같은 전기사

업자가 사용하는 전기설비, 사업자가 안전관리 수행

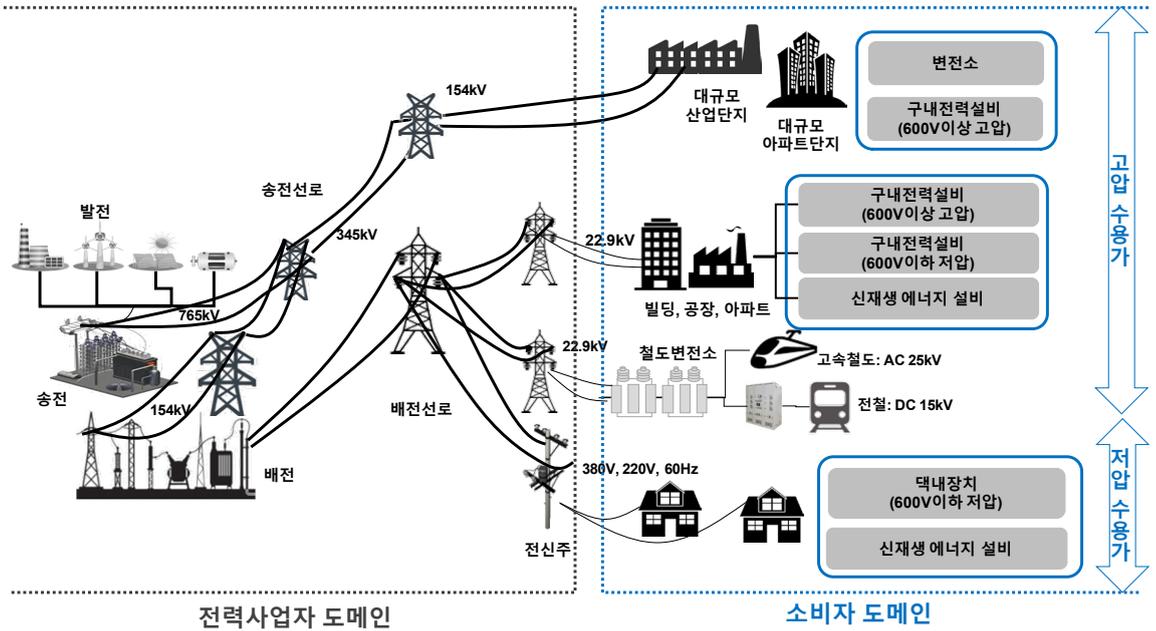
- 자가용 전기설비: 전기사업자용 전기설비와 일반용 전기설비 이외의 전기설비

빌딩이나 공장 등에 설치되는 수배전 고압전기 설비는 자가용 전기설비로 구분되어 자가용 전기설비의 설치 및 변경 공사 법령에 의해 산업통상자원부 고시인 전기설비 기준과 전기설비 판단 기준에 의해 안전점검을 수행한다.

일반용 전기설비는 주로 일반주택에 설치되며 「전기사업법」에 따라 주기적으로 전기안전점검을 받고 있으나 아파트와 같은 공동주택은 고압의 전기를 수전받아 구내 배전을 통해 각 가정에 전력이 공급되므로 자가용 전기설비로 분류되고 있다. 따라서 아파트에 설치되는 수배전 설비는 관련 법에 의해 안전점검을 받고 있지만, 개별 주택에 대한 안전점검은 이루어지지 않고 있어 전기안전에 취약한 상황이다. 특히, 국내에서는 공동주택 형태의 아파트에 거주하는 가정이 많으므로 이에 대한 안전관리가 요구되고 있다.

자가용 전기설비는 법적으로 상시 자가용 전기설비 관리자를 두어야 하고, 전기안전관리기관(국내: 한국전기안전공사)은 자가용 전기설비의 안전관리를 위해 설비의 안전점검을 책임지고 있으며, 이러한 안전점검을 위임받아 대행하는 안전관리 대행 사업자가 있다. 전기안전점검은 주로 인력기반으로 정기점검에 의해 수행되어 왔으며, 상시적인 안전점검은 개별 자가용 전기설비 소유자가 고용한 전기안전 관리자에 의해 인력기반으로 이루어지고 있는 상황이다. 이와 같이 인력기반의 전기안전은 효율성과 정확성이 떨어지므로 사물인터넷 기술과 같은 ICT 기술을 전기설비 안전관리에 도입함으로써 상시적인 안전관리를 강화할 수 있다.

1) 2021년 1월 1일부터 1,000V 이하.



출처 안윤영, "수배전 고압 전기설비 안전관리 시스템-제1부: 요구사항 및 참조모델" TTA.KO-10.1154-Part 1, 2019.

그림 1 전력 계통 구조도

또한 온라인으로 전력설비의 문제가 예측되면 안전관리 진단사업자는 오프라인으로 전력설비의 정밀진단 서비스를 제공하여 전기설비 안전 서비스를 제공할 수 있고, 전기안전관리에 사물인터넷 기술이 적용됨에 따라 수집된 빅데이터를 활용한 전기재해 예측을 통해 다양한 전기안전관리 서비스를 제공할 수 있다.

전력계통의 구조와 소비자 도메인에서의 전기설비의 종류에 대해 그림 1에 나타내었다. 전기사업자용 전기설비는 전력사업자 도메인에 위치하며 전기를 생산하여 전송하기 위한 설비들이고, 일반용 전기설비와 자가용 전기설비는 소비자 도메인에 속한다. 일반적으로 저압 수용가에서 사용되는 전기설비는 일반용으로, 고압 수용가에서 사용되는 전기설비는 자가용으로 분류할 수 있다. 자가용 전기설비로 분류되는 수배전 고압전기설비는 고압의 전기를 수전하고 저압으로 변환하여 구내 배전

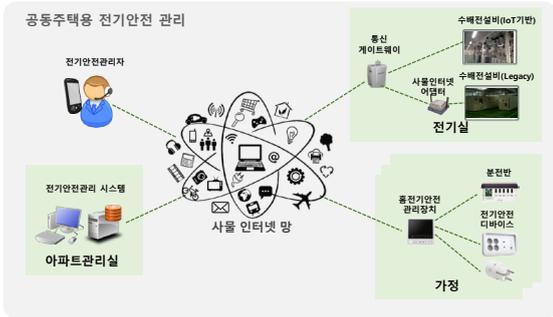
하기 위한 전기설비이며, 고압을 다루므로 안전관리가 무엇보다 중요하나 현재는 인력기반의 전기안전점검이 주로 이루어지고 있는 상황이다.

아파트와 같은 공동주택의 경우 전기설비가 자가용으로 분류되어 저압수용가에 해당하는 각 가정의 전기안전관리가 취약한 상황이다. 또한, 스마트홈과 관련하여 에너지관리시스템 R&D는 다수 이루어진 상황이나 홈에너지관리 시스템에 전기안전 관련 기능은 미비한 상황이다.

고압의 수배전 설비에서의 사고는 인명피해를 동반하는 재해로 발생할 수 있으므로 전기안전관리 기술 분야에서는 ICT 융합을 통한 사전 예방에 대한 필요성이 대두되고 있다.

1. 공동주택용 전기안전관리 기술

아파트와 같은 공동주택은 전력회사로부터 고압



출처 안윤영, "공동주택용 전기안전관리 시스템 참조모델," TTA.KO-10.0984, 2017.

그림 2 공동주택용 전기안전관리 구조

의 전력을 공급받아 저압으로 변전하여 각 가정으로 배전하기 위해 전기실에 수배전 설비를 설치하며, 이를 관리하기 위한 전기안전 관리자를 두어야 한다. 아파트 내에서는 이러한 고압의 수배전 설비 뿐만 아니라 개별 가정의 전기설비에 대한 전기안전이 요구되므로 전기안전관리 시스템에서는 고압 수배전 설비와 가정 내의 전기장치들의 안전관리 기능을 모두 가져야 한다.

그림 2에서는 공동주택용 전기안전관리 구조를 나타내었다[2]. 그림에서 보는 바와 같이 수배전 설비와 홈전기안전 장치들은 사물인터넷망으로 연결되고 공동주택용 전기안전관리 시스템은 전기설비들의 안전관리 데이터를 수집하고 설비를 제어함으로써 아파트 내 전기안전관리 서비스를 제공한다.

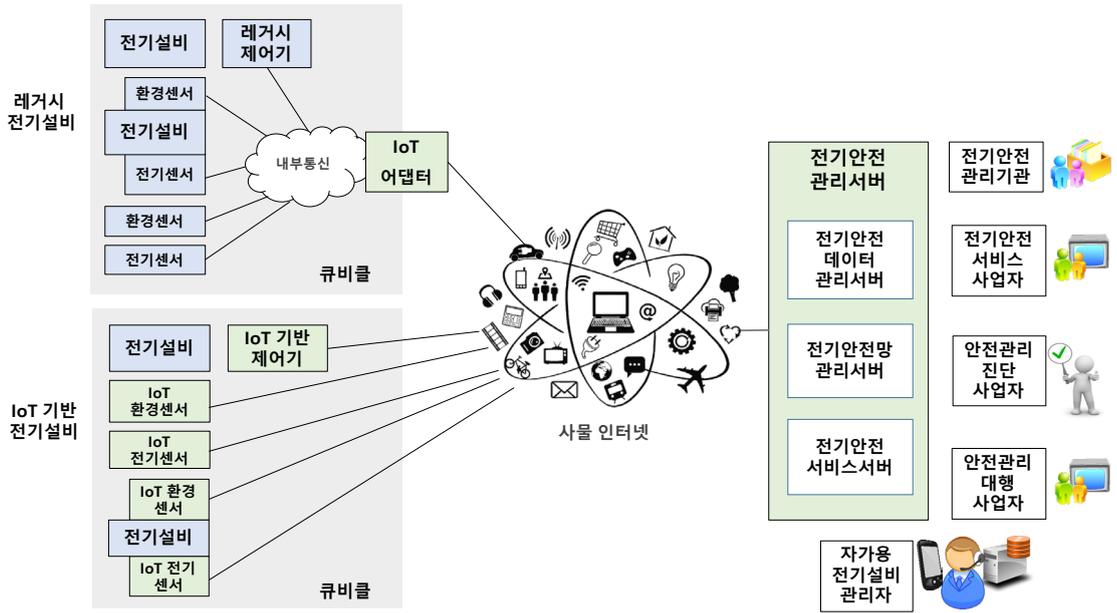
전기실의 수배전 설비 중 사물인터넷 기능이 탑재되어 있지 않은 레거시 설비인 경우는 IoT 어댑터를 통해 전기안전관리 시스템과 연결되어야 상호운용이 가능하다. 공동주택용 전기안전관리 시스템에서는 수배전 설비로부터 수집된 전기안전 정보 및 환경 정보를 모니터링하고 분석하여 전기재해의 위험성이 판단되면 전기안전 관리자에게 알람을 보내어 점검하게 하거나 긴급한 경우에는

차단기를 작동하여 설비를 직접 제어할 수도 있다. 또한, 아파트는 유사한 구조의 주택들로 이루어져 있으므로 동일한 홈 전기안전관리 장치가 각 가정에 설치되어 공동주택용 전기안전관리 시스템과 연동된다. 각 가정 내의 전기안전관리 기능을 수행하는 홈 전기안전관리 장치는 분전반 또는 콘센트/플러그 형태의 전기안전 디바이스로부터 전기안전 정보를 수집할 수 있다. 가정용 사용자는 전기안전 상태를 모니터링 또는 제어하기 위해 홈 전기안전관리 장치에 접속할 수 있고, 필요에 따라 홈 전기안전관리 장치에서 자동으로 제어할 수도 있다.

2. 수배전 설비 전기안전관리 기술

수배전 고압전기설비를 위한 전기안전관리 시스템 구조는 그림 3에 나타내었으며, 전기설비의 전기안전 데이터 수집을 위해 설치된 센서와 설비의 제어가 유무선 통신 기술을 사용하여 전기안전관리 서버와 연결되는 사물인터넷망을 구성한다. 사물인터넷 기능을 지원하지 않는 레거시 설비나 센서를 사물인터넷망에 연결하기 위해서는 IoT 어댑터가 필요하게 된다. 전기안전관리기관(예, 전기안전공사)은 전기안전관리 시스템을 통해 전기안전 관련 사업자 및 전기설비 관리자에게 서비스를 제공하며, 이러한 전기안전관리 서비스는 클라우드 플랫폼 형태로도 구현될 수 있다.

기본적으로 자가용 전기설비인 수배전 설비는 법적으로 상시 자가용 전기설비 관리자를 두어야 하고, 전기안전관리 기관은 수배전 설비의 안전관리를 위해 설비의 안전점검을 책임지고 있으며, 이러한 안전점검을 일부 대행하는 안전관리 대행사업자가 있다. 안전관리 진단사업자는 온라인으로 전력설비의 문제가 예측되면 오프라인으로 전력설비의 정밀진단 서비스를 제공하는 사업자이고, 전



출처 안윤영, “수배전 고압 전기설비 안전관리 시스템-제1부: 요구사항 및 참조모델” TTA, KO-10.1154-Part 1, 2019.

그림 3 수배전 설비용 전기안전관리 구조

기설비 안전관리에 사물인터넷 기술이 적용됨에 따라 다양한 전기안전관리 서비스 사업자가 출현할 것이다.

III. 사물인터넷 기반 전기안전관리 표준화

전기안전관리를 위한 사물인터넷 기술은 표준을 기반으로 개발되어야 하며, 표준이 부재한 경우에는 표준화가 요구된다. 본 장에서는 전기안전관리 기술을 위한 국내외 사물인터넷 표준에 대해 기술한다.

1. 식별체계 표준

전기설비의 안전을 효율적으로 관리하기 위해서는 표준화된 식별체계가 반드시 요구된다. 따라서 사물인터넷 융합포럼(IoTF) 산하 융합기술분과

IoT 식별체계 워킹그룹에서는 자가용 전기설비 식별체계에 대한 두 개의 시리즈 표준이 개발되었다 [3,4].

자가용 전기설비 식별체계-제1부-식별체계 요구사항(IoTFS-0140-R1)은 고압 수전설비에 해당하는 자가용 전기설비와 센서 장치의 구성 및 추상화, 설치 장소 정보, 교체의 식별체계와 관리 방법에 대한 요구사항을 정의한 표준이다.

자가용 전기설비 식별체계-제2부-수변전 설비 및 센서 장치 식별체계 표준은 시리즈 표준인 IoTFS-0140-R1 표준에서 정의한 요구사항에 따라 전기설비와 센서 장치를 위한 식별체계를 개발한 표준이다.

가. 수변전 설비와 센서 장치 식별체계

1) 식별체계 구성

표준에서 정의한 수변전 설비의 식별체계는 그



출처 강현주 외, “자가용 전기설비 식별체계-제2부-수변전 설비 및 센서 장치 식별체계,” 사물인터넷포럼 IoTFS-0156, 2018.

그림 4 수변전 설비와 센서 장치 식별체계

림 4에서 보는 바와 같이 고객 번호와 수변전 설비명, 공간 분류명으로 구성된다. 센서 장치는 고객 번호와 센서 장치명, 수변전 설비명, 공간 분류명으로 구성하여, 센서 장치의 위치 정보를 식별자에 포함할 수 있도록 개발되었다.

- 고객 번호: 전력사업자나 전기안전관리 기관에서 서비스에 따라 다양한 종류의 정보를 조합해서 사용하는 관리 번호
- 수변전 설비명: 자가용 전기설비를 이루고

있는 개별 전기설비로, 수변전 설비명은 IEC 61850 전력 장비 자동화 표준의 논리 노드명을 참조하여 정의함으로써 타 전력 시스템과의 연동이 용이

- 센서 장치명: 수변전 설비의 전기안전 및 환경 정보를 측정하는 장치로 IEC 61850의 논리 노드명을 참조하여 명명
- 공간 분류명: 수변전 설비와 센서 장치가 설치된 장소를 명시하는 용어로 공간을 정의하여 식별자를 구분하는 용도로 이용

2) 식별자 관리 방법

수변전 설비와 센서 장치의 식별자를 관리하기 위해 식별자 관리 서버를 두고, 표 1과 같은 별도의 식별자 정의표를 참조하여 식별자의 할당/수정/삭제를 위해 등록, 인증 및 운영을 위한 절차를 수행한다[5].

예를 들어, 큐비클 1에 설치된 3상 승압 변압기 1차 측 A라인에 설치된 온도 센서는 식별자 정의

표 1 식별자 정의표

장치 분류	논리 노드명	대상설비 논리 노드명	공간 분류명	구분자
센서	SPDC(부분 방전 감시) TTMP(온도센서) MFLW(수분측정) MENV(환경 정보 - 수소센서를 위해 차용) GRIS(접지 저항 센서용)	YPTR(변압기) XSWI(자동구간개폐기) ZSAR(피뢰기) TCTR(변류기) XFUS(전력뷰즈) XCBR(차단기) MCCB(배선용 차단기) XFUS(컷아웃 스위치)	큐비클(cubicle), 좌표(coordinate), 공간이름 (locationName), 주소(address), 구역이름 (sectionName)	1A, 1B, 1C, 2R, 2S, 2T, [1-1000], [a~z] up, down
설비	YPTR(변압기) XSWI(자동고장구분개폐기) ZSAR(피뢰기) TCTR(변류기) XFUS(전력 뷰즈) XCBR(차단기) MCCB(배선용 차단기) XFUS(컷아웃 스위치)	해당사항 없음	큐비클(cubicle), 좌표(coordinate), 공간이름 (locationName), 주소(address), 구역이름 (sectionName)	1A, 1B, 1C, 2R, 2S, 2T, [1-1000], [a~z] up, down

출처 강현주, 김성혜, 심태형, 정상진, 안윤영, “IoT 표준 플랫폼 연동을 위한 자가용 전기설비 식별체계와 식별자 관리기술 연구,” 전기학회 논문지 vol. 68, no.10, 2019, pp. 1275-1282.

표에 따라, 센서 장치명은 “TTMP”, 센서 위치 구분자는 “1A”, 대상설비명은 “YPTR”, 장비 구분자는 “up”, 공간 분류명은 “cubicle1”, 설명은 “변압기 1차 측 3상 A라인 온도 측정”이라고 쓸 수 있다. 따라서 고객 번호가 AA1-2019000007인 경우 최종 식별자는 “AA1-2019000007_TTMP1A_YPTR_up_cubicle1”이 된다.

2. 전기안전관리 시스템 표준

전기안전관리 시스템에 대한 표준은 정보통신 표준화위원회(TTA: Telecommunications Technology Association) ICT 융합 기술위원회 산하 스마트 에너지/환경 프로젝트그룹(PG424)에서 발간되었으며, 2019년 12월에 두 개의 시리즈 표준이 개발되었다[1,6].

수배전 고압 전기설비 안전관리 시스템-제1부: 요구사항 및 참조모델(TTAK.KO-10.1154-Part 1) TTA 표준은 22.9kV 고압의 전기를 공급받아 저압으로 변환하여 구내 배전하기 위한 수배전 고압전기설비를 안전하게 관리하고, 전기재해를 예방하기 위한 전기안전관리 시스템 구축을 위해 요구사항과 참조모델을 개발한 표준이다.

TTAK.KO-10.1154-Part 1 표준의 주요 내용은 사물인터넷 기술이 적용된 수배전 고압 전기설비용 전기안전관리 시스템에 대한 일반적인 요구사항을 구성, 기능, 서비스 측면에서 정의하고, IoT 기반 수배전 고압 전기설비용 전기안전관리 시스템 참조모델을 정의하여, 각 참조모델을 구성하는 구성요소들의 역할 및 기능을 기술한다.

수배전 고압 전기설비 안전관리 시스템-제2부: 데이터 모델(TTAK.KO-10.1154-Part 2) TTA 표준에서는 수배전 고압전기설비의 안전관리 및 유지보수 관리를 위해 전기안전관리 시스템과 IoT

단말 사이에서 교환되는 정보를 데이터 모델 표준으로 정의한다.

TTAK.KO-10.1154-Part 2 표준은 시리즈 표준인 TTAK.KO-10.1154-Part 1 표준에서 정의한 참조모델에서 명시한 관리 대상 설비 및 센서에 대한 데이터 모델을 정의한다.

표준에서 정의한 관리 대상 전기설비는 다음과 같다.

- 차단기(Circuit Breaker): 부하전류 개폐 시 전기사고(누전, 과전류, 단락 등) 방지하기 위해 회로를 개폐하는 설비
- 변압기(Transformer): 전자기 유도 현상을 이용하여 교류의 전압을 고압에서 저압으로 변화시키는 설비
- 계기용 변성기(Metering Outfit): 고압 회로의 전압, 전류에 비례한 저전압, 소전류로 변성하여 계기나 보호 계전기에 공급하는 설비
- 개폐기(Switch): 전기 회로의 개폐 혹은 접속을 변경하는 설비
- 피뢰기(Lightning Arrester): 번개 및 회로 개폐 등으로 충격 과전압에 따른 전류를 대지에 흘려보내 과전압을 제한하여 전기설비의 절연을 보호하는 설비

표준에서 정의한 관리 대상 전기 센서는 다음과 같다.

- 전압 센서(Voltage Sensor): 회로의 한 지점을 기준으로 양쪽에 걸리는 전압(차이)을 측정하는 센서
- 전류 센서(Current Sensor): 교류전류 및 직류 전류를 감지하는 센서
- 주파수 센서(Frequency Sensor): 전압이나 전류 측정량의 변화를 주파수 변화로 출력하는 센서로 주파수 출력형 센서라고도 함

- 접지저항 센서(Ground Resistance Sensor): 시설 또는 인명 보호 등을 목적으로 시설을 접지시켜 저항값을 측정하는 센서
- 부분방전 센서(Partial Discharge Sensor): 고전압 시험에서 전극 사이의 절연물을 완전하게 교락(bridging)하지 않은 상태에서 발생하는 방전 정보를 측정하는 센서
- 표면방전 센서(Surface Discharge Sensor): 절연물에 두 개의 전극을 주고 인가전압을 가함으로써 전극 사이의 절연물 표면을 따라 불꽃이 발생하여 방전 정보를 측정하는 센서
- 유증 센서(Oil Sensor): 변압기의 오일의 상태를 감지하는 센서

표준에서 정의한 관리 대상 환경 센서는 다음과 같다.

- 물체유무감지 센서(Presence Sensor)
- 온도 센서(Temperature Sensor)
- 습도 센서(Humidity Sensor)
- 풍속 센서(Wind Velocity Sensor)
- 풍향 센서(Wind Direction Sensor)
- 기압 센서 Barometer Sensor)
- 강우감지 센서(Rain Detection Sensor)
- 일사량 센서(Solar Radiation Sensor)

3. 전기설비를 위한 OCF 표준

전기안전관리 시스템에서는 전기설비로부터 데이터를 수집하고, 이를 기반으로 전기재해를 판단하고 예측하여 이를 예방하는 서비스를 제공한다. 그러나 대부분의 전기설비는 통신 기능이 있는 제어기가 탑재되어 있지 않거나, 통신 기능을 지원하지 않더라도 주로 모드버스 통신 프로토콜을 사용하고 있고, 사물인터넷 기능을 지원하지 않는 경우가 대부분이다. 최근에는 사물인터넷 기능을 지원하는 다양한 전기설비들이 개발되고 있으나, 사물인터넷 표준 데이터 교환 방법을 적용하는 설비들은 많지 않은 상태이다.

본 절에서는 전기설비를 사물인터넷 기반 연동하기 위해 OCF(Open Connectivity Foundation) 데이터 모델 표준화 동향을 소개하고, 종래의 모드버스를 사용하는 전기설비를 OCF 표준과 연동하기 위해 필요한 모드버스/OCF 연동 브리지 표준에 대해서도 소개한다.

가. IoT 전기설비의 OCF 기반 연동 표준

본 절에서는 전기설비 중 분산전원 용도로 가장 널리 사용되는 태양광발전 설비에 대하여, 사물인터넷 기반 연동을 위한 OCF 데이터 모델을 기술

표 2 태양광 발전 시스템 설비별 기능

설비 명칭	설비별 역할	필요 리소스 및 리소스 별 기능
Circuit Breaker	태양광 발전 시스템과 전력망과의 차단 및 연결을 위한 차단기	-Circuit Breaker: 태양광 발전 설비의 보호를 위한 차단기 리소스
Battery System	태양광 발전 시스템에서 생산된 전력을 저장하여 피크 저감 등의 용도로 저장된 전력을 방전	-Battery: 에너지 저장을 위한 배터리 리소스
Inverter	태양광 패널에서 생성된 DC 전기를 AC로 변환	-Inverter: DC/AC 변환을 위한 인버터의 규격 및 동작 상태를 정의하는 리소스
PV Array System	태양광 어레이의 출력을 제어	-PV Connection Terminal: PV 어레이가 통합 접속되어 어레이의 상태를 모니터링하기 위한 리소스

출처 정상진, "모드버스(Modbus) 기반의 태양광 발전 설비와 OCF 플랫폼 연동 인터페이스," TTAK.KO-10.1155, 2019-12.

한다. 사물인터넷 기술의 확산에 따라 전력망의 송배전 설비뿐만 아니라 가입자 환경의 설비인 가정, 건물, 공장 등의 전기설비들을 사물인터넷 환경으로 연동하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 다양한 사물인터넷 기술들 중 사용자 환경의 전기설비들은 표준과 오픈소스의 병행 개발을 추진하는 OCF 플랫폼 기술을 활용하여 연결하기 위한 노력이 활발히 진행 중이다. 그러나 전기설비를 OCF 기반으로 사물인터넷 연결을 제공하는 작업은 아직 초기 단계이다. OCF 데이터 모델을 지원하는 전기설비는 IoT 어댑터와 사물인터넷 통신으로 직접 연결될 수 있다. 태양광발전 설비의 기본 구성 디바이스는 태양광 패널, 배터리 시스템, 인버터, 차단기로 구분될 수 있으며, 각 설비의 기능은 IEC 61850-7-420 국제표준을 참고하여 정의된다[7].

표 2는 본 원고에서 대상으로 하는 태양광 발전 시스템의 각 구성 설비별 역할 및 세부 수행 기능을 나열한 것이다.

표 3은 배터리 설비의 리소스 정의 모델을 나타낸 것이다. 리소스 모델은 리소스를 표현하기 위한 세부 요소별로 요소 명칭, 값, 필수 여부 등을 정

의하고 있다. 배터리 이외의 설비에 대해서도 표와 같은 형태로 리소스 모델이 정의되고 있다[8-10]. 정의된 설비별 리소스 모델을 기반으로 OCF의 다른 장치들에서 태양광발전 설비들과 연동이 가능할 수 있다.

나. 비 IoT 전기설비의 OCF 연동을 위한 게이트웨이 표준

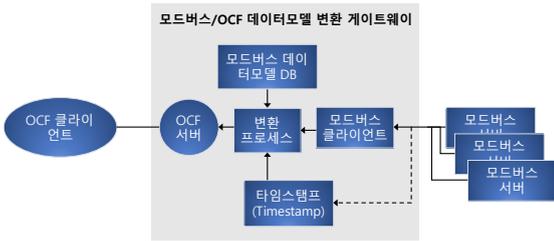
분산전원용 발전설비 중 태양광발전 설비의 주요 디바이스인 태양광 패널, 차단기, 배터리, 인버터에 대한 IEC 61850 모델 송배전 설비의 자동화를 위해 송배전 설비 내 다양한 전기설비들의 데이터 모델링 방법을 정의하는 표준 기반의 OCF 데이터 모델이 OCF 2.0.5 표준 규격으로 제정 완료되었다[9,10]. 그러나 현재까지 모드버스 기반의 전기설비가 널리 사용됨에 따라 모드버스를 사용하는 전기설비를 OCF 기반의 사물인터넷 환경으로 연동하기 위해서는 모드버스 데이터 모델을 OCF 데이터 모델로 변환하는 방법이 필요하다. 이러한 데이터 모델의 변환은 모드버스/OCF 연동 게이트웨이를 통해 지원될 수 있다.

그림 5는 모드버스와 OCF 데이터 모델 간 변

표 3 배터리의 OCF 데이터 모델 리소스 속성 정의[11]

속성명	값의 형식	필수 여부	접근 모드	설명
lowbattery	boolean	선택	읽기	설정값에 따른 배터리 방전 경고 상태
capacity	number	선택	읽기	배터리 셀 용량(Ah)
batterythreshold	integer	선택	읽기/쓰기	배터리 방전 경고 설정값(%)
discharging	boolean	선택	읽기	방전 상태 여부(True=방전상태)
charging	boolean	선택	읽기	충전 상태 여부(True=충전상태)
timestamp	string	선택	읽기	RFC3339 형식에 따른 데이터의 타임스탬프
charge	integer	필수	읽기	현재 충전률(%)
defect	boolean	선택	읽기	배터리 결함 감지 여부(True = 결함)
id	multiple types	선택	읽기/쓰기	리소스 ID
batterythreshold	integer	필수	읽기/쓰기	배터리 방전 경고 설정값(%)

출처 정상진, "모드버스(Modbus) 기반의 태양광 발전 설비와 OCF 플랫폼 연동 인터페이스," TTA.KO-10.1155, 2019-12.



출처 정상진, “모드버스(Modbus) 기반의 태양광 발전 설비와 OCF 플랫폼 연동 인터페이스,” TTA.KO-10.1155, 2019-12.

그림 5 모드버스/OCF 데이터 모델 변환 게이트웨이 개념도

환 기능을 수행하는 게이트웨이의 개념도를 나타낸 것이다. 일반적으로 모드버스 장치는 타임스탬프 정보를 지원하지 않지만 OCF 데이터는 타임스탬프 정보를 필수로 가지고 있다. 따라서 모드버스 서버로부터 수신한 데이터에 타임스탬프 정보를 추가해 주어야 한다. 모드버스 서버로부터 수신된 정보가 OCF 데이터로 변환될 때 타임스탬프 처리 모듈을 통해 OCF 데이터 모델에서 사용하는 타임스탬프 형식으로 타임스탬프를 생성하여 변환 프로세스로 전달한다. OCF에서 정의된 태양광 발전 설비는 OCF 서버에서 OCF 클라이언트로 단방향 읽기 동작만을 지원하고 있으므로, 게이트웨이에서도 모드버스 서버로부터 전송되는 데이터를 OCF 데이터 모델로 변환하여 OCF 클라이언트로 전달하는 단방향 읽기 동작만 지원한다.

게이트웨이 내 모드버스 클라이언트는 모드버스 마스터 기능을 수행하며, 모드버스 서버는 모드버스 슬레이브 기능을 수행한다. 모드버스 클라이언트는 모드버스 서버로부터 수신된 데이터를 변환 프로세스로 전달한다. 변환 프로세스는 모드버스 프레임 내 포함된 데이터를 OCF 데이터 모델 형식으로 변환하여 OCF 서버로 전달한다. 데이터 모델 변환 시 타임스탬프 정보는 별도의 타임스탬프 모듈을 통해 전달받는다. 모드버스 데이터 모델을 변환하기 위해서는 모드버스 데이터 정

보가 필요하며, 모드버스 데이터 정보 및 모드버스 서버가 지원하는 서비스는 사용자를 통해 입력받아 모드버스 데이터 모델 데이터베이스에 저장된다. 저장된 모드버스 데이터 모델 정보를 기반으로 모드버스 서버에서 전송된 데이터를 참고문헌 [11]에서 정의된 절차에 따라 OCF 데이터 모델로 변환한다.

IV. 결론

본 고에서는 자가용 전기설비에 해당하는 공동주택용 전기설비와 공장이나 빌딩 등의 수배전 전기설비의 안전관리를 위해 사물인터넷 기반의 전기안전관리 시스템 기술과 이와 관련된 국내외 표준화 동향에 대해 기술하고 있다.

국내에서는 2009년부터 스마트그리드 R&D를 통해 한전을 중심으로 전력계통의 디지털화 및 효율화가 지속적으로 이루어지면서 안전관리 기술이 동시에 개발되어 왔으나 수용가의 고압 설비인 자가용 설비에 대한 안전관리 R&D는 아직 초기 단계이다. 전기안전공사를 중심으로 최근 몇 년간 ICT 융합 연구가 이루어져 왔으나 아직 테스트 베드 구축 정도에 머물고 있고, 사업화는 초기 단계에 있다. 또한, 전기재해에 대한 데이터는 아직 많지 않은 상황이라 이에 대한 분석이 미비하고 AI 기반의 재해 판단 알고리즘 연구가 요구되고 있으므로 추후 지속적인 R&D 투자가 요구된다.

약어 정리

AI	Artificial Intelligence
ICT	Information & Communication Technology
IEC	International Electrotechnical Commission

IED	Intelligent Electronic Device
IoT	Internet of Things
OCF	Open Connectivity Foundation
TTA	Telecommunications Technology Association

참고문헌

[1] 안윤영, “수배전 고압 전기설비 안전관리 시스템-제1부: 요구사항 및 참조모델” TTA.KO-10.1154-Part 1, 2019

[2] 안윤영, “공동주택용 전기안전관리 시스템 참조모델” TTA.KO-10.0984, 2017.

[3] 강현주 외, “자가용 전기설비 식별체계-제1부-식별체계 요구사항,” 사물인터넷포럼 IoTFS-0140-R1, 2018.

[4] 강현주 외, “자가용 전기설비 식별체계-제2부-수변전 설비 및 센서 장치 식별체계,” 사물인터넷포럼 IoTFS-0156, 2018.

[5] 강현주, 김성혜, 심태형, 정상진, 안윤영, “IoT 표준 플랫폼 연동을 위한 자가용 전기설비 식별체계와 식별자 관리기술 연구,” 전기학회 논문지 vol. 68, no. 10, 2019, pp. 1275-1282.

[6] 김성혜, “수배전 고압 전기설비 안전관리 시스템-제2부: 데이터 모델,” TTA.KO-10.1154-Part 2, 2019.

[7] IEC, “Communication networks and systems for power utility automation-Part 7-420: Basic communication structure-Distributed energy resources logical nodes,” IEC 61850-7-420 Edition 1.0, 2009-03.

[8] 안윤영, 정상진, “전기설비의 안전관리를 위한 OCF 표준 기술 동향,” 전기의 세계, vol. 68, no. 5, 2019, pp. 4-9.

[9] OCF, “OCF Device Specification,” OCF 2.0.5, 2019-09.

[10] OCF, “OCF Resource Type Specification,” OCF 2.0.5, 2019-09.

[11] 정상진, “모드버스(Modbus) 기반의 태양광 발전 설비와 OCF 플랫폼 연동 인터페이스,” TTA.KO-10.1155, 2019-12.