

사물인터넷 기반의 자가용 전기설비 안전 관리 구조 연구

강 현 주*, 안 윤 영°, 정 상 진*

Architecture of Electrical Safety Management for High-Voltage Power Installations Based on IoT Platform

Hyunjoo Kang*, Yoon-Young An°, Sangjin Jeong*

요 약

다양한 ICT 기술의 등장에 따라 전력설비와 ICT 기술의 융합 연구가 활발히 진행되고 있다. 고압전기설비에 대한 ICT 기술의 적용은 전력 효율 향상 및 실시간으로 정확한 사용량을 측정하기 위한 측면에서 연구되고 있으며, 전기의 안전도 향상 및 관리 측면에서는 아직 관련 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 주요 자가용 전기설비의 안전관리 방법에 대해 분석해 보고, 사물인터넷 기술을 기반으로 전기설비 안전관리 플랫폼을 실현하기 위한 참조 구조와 참조 인터페이스, 서비스, 데이터 프로파일을 제안한다. 제안된 자가용 전기설비의 전기안전 플랫폼은 OCF에서 개발 중인 범용 IoT 오픈소스 플랫폼인 IoTivity 플랫폼을 이용하여 온습도 정보를 전달하는 시험을 통해 구현 가능성을 제시하였다.

Key Words : high voltage, power equipment, IoT, electrical safety, safety service

ABSTRACT

In this paper, we propose a electrical safety management architecture based on IoT (Internet of things) platform, especially IoTivity which is open source platform organized by OCF. With the advent of various ICT technologies, researches on convergence between power facilities and ICT technology are actively under way. The application of ICT technology to high voltage electrical equipment has been studied in terms of improving power efficiency and measuring accurate usage in real time. We focused on safety data and described the components of the electrical safety architecture, the requirement of reference interface, and available services. We defined the data profile for the electrical facilities subject to electrical safety management and examined feasibility through testing.

1. 서 론

전력망에 ICT 기술을 융합한 스마트그리드는 양방향 실시간 공급·수요 정보 교환을 통해 지능형 수요관리와 신재생 에너지 연계, 전기자동차 충전 등 새로운 서비스가 등장하였고, 에너지 효율 향상을 통해 기후

변화 대응이 가능하고, 탄소배출 절감 효과도 이루었다¹⁾. 이에 비해 빌딩에 들어가는 고압전기설비에 대한 ICT 화는 개별 전기설비에 대한 모니터링과 전력량 측정, 온/습도 조절을 위한 공조 시설 연계 정도로 미흡한 상태이다. 또한, 전기설비에 대한 안전 점검은 인력 기반으로 상시 점검과 시험 장비를 이용하는 정

※ 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행 한 연구 과제입니다. (No. 20162220200010)

♦ First Author : Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI), hjkang@etri.re.kr, 정희원

° Corresponding Author : Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI), yyahn@etri.re.kr, 정희원

* Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI), sjeong@etri.re.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2017-02-050, Received February 23 2017; Revised March 23, 2017; Accepted April 26, 2017

밀 점검을 정기적으로 수행하고 있다. 전기설비에 대한 사고 발생은 재산 손실뿐만 아니라, 인명 피해가 발생할 수 있는 중요한 요소이며, 전기안전 사고가 끊이지 않는 점을 볼 때, ICT를 적용하여 사고를 줄이는데 큰 효과를 기대할 수 있다.

최근 다양한 산업 분야에서 사물인터넷(IoT: Internet of Things) 기술을 적용하기 위한 시도가 이루어지고 있으며, 사물인터넷 플랫폼에 대한 요구사항이 제시되고 있다³⁾. 본 논문에서는 사물인터넷기술을 고압전기설비에 적용함으로써 전기안전 사고를 예측하여 조기에 대처하기 위해²⁾ 전기설비에 대한 감지 데이터뿐만 아니라, 전기설비의 수명에 영향을 미치는 환경데이터를 수집하고 이를 서비스로 연계할 수 있는 통일된 플랫폼 기반의 구조를 제안한다.

I 장 서론에 이어 II 장에서는 고압 자가용 전기설비의 예와 사물인터넷 플랫폼 기술을 소개하고, III 장에서는 사물인터넷 기반 전기설비 안전관리 통신 구조를 제안한다. 또한, IV장에서 변압기를 예로 전기안전데이터 프로파일을 정의하고, IoTivity 플랫폼을 통해 데이터를 교환하는 테스트 결과를 V 장에 소개한다. VI장에는 결론과 추후 진행 상황을 기술하였다.

II. 관련 연구

2.1 고압 자가용 전기설비

전기설비는 사업용과 일반용, 자가용 전기설비로 구분된다. 일반용 전기에 해당되는 수전전력 기준 전압 1,000V 이하이며, 용량 75kW 미만인 전기설비와 사업용 전기설비를 제외하면, 모두 자가용 전기설비로 구분된다. 즉 고압을 수전하여 변압하고 구내 배전하는 데 필요한 장비를 자가용 전기설비로 통칭한다. 그림 1은 이러한 자가용 전기설비들의 결선도를 나타내었다⁴⁾.

그림 1의 상단과 같이 22.9kV 고압이 인입되면, 계전을 위한 VCT(Voltage, Current Transformer) 혹은 MOF(Metering Out Fit)를 지나, 개폐 기능을 하는 DS(Disconnect Switch)나 CB(Cutout Breaker), LBS(Load Break Switch) 등을 거친다. 또한, 과전압 억제를 위한 피뢰기, 과전류 보호를 위한 OCR(Over Current Relay), CT(Current Transformer), 일반 전기 기기가 사용하는 220V나 110V로 낮추기 위한 단상, 혹은 삼상 변압기, 부하로 들어가는 개폐기에 해당하는 MCCB(Molded Case Circuit Breaker)를 통해 전동 혹은 동력으로 전기를 공급한다.

그림 1에 나타난 다양한 전기설비에 대한 안전관리

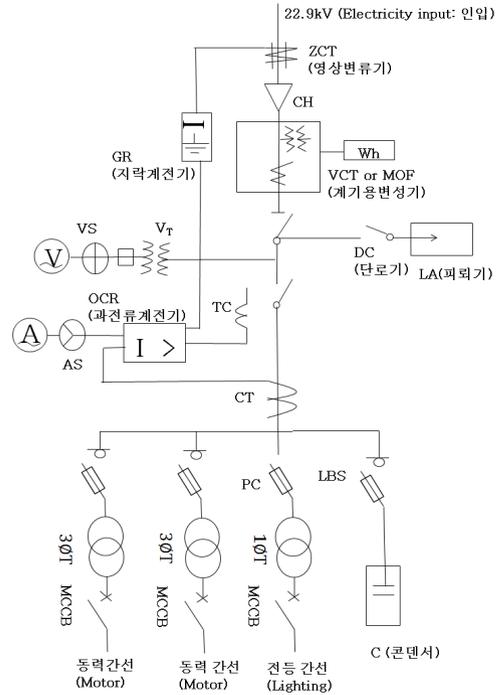


그림 1. 고압 자가용 설비 결선도
Fig. 1. IoT High-voltage equipment wiring diagram

는 전기사업법에 따라 대부분 전문 인력 기반의 수동 점검점으로 이루어지고 있다. 따라서, 사물인터넷 기술을 적용하여 자가용 전기설비에 대한 안전관리를 수행한다면, 설비의 이상 상태에 대한 실시간 대처가 가능하다. 또한, 사물인터넷 기술을 활용한 설비 상태 정보 수집 및 기후 변화, 날씨 등 다양한 전기 안전에 영향을 미치는 요소 기반 빅 데이터를 분석하여 전기설비에 대한 수명 예측 및 전기안전 모니터링을 통한 사전 대책 등과 같은 새로운 서비스 창출도 기대할 수 있다.

2.2 SEP 2.0 기반의 홈네트워크 플랫폼을 이용한 태내 전기 안전관리

자가용 전기설비에 대한 모니터링을 위해서는 스마트그리드 분야에서 사용되는 SEP 2.0(Smart Energy Profile Version 2.0)을 사용할 수 있다. SEP 2.0은 가정 내의 전력 정보를 상호 교환하기 위해 HEMS(Home Energy Management System), 홈 게이트웨이 등에 사용되고 있으며, 스마트 미터, 스마트 가전 외에도 전기자동차나 분산전원 등에도 확장 적용되고 있다. 그러나 SEP 2.0에서 전기안전관리를 위한 정보나 수집 절차 등은 정의되어 있지는 않다.

현재 개발 연구과제로 공동주택에 대한 전기안전관리를 위해, 홈 분전반과 아파트용 전기안전관리 시스템 간에 SEP 2.0을 이용하여, 부하별, 배선별 전기 안전 정보를 수집하고 관리하는 전기안전서비스 기술을 개발 중이다⁵⁾.

2.3 개방형 사물인터넷 플랫폼 기술

자가용 전기설비에는 용량별, 용도별 다수의 세부 설비가 존재하며, 설비별 다수의 제조사가 독자적인 관리 기술을 사용하고 있으므로 다양한 장치와 기술 간 연동을 위해서는 공통 플랫폼이 필요하다. 이러한 공통 플랫폼은 다양한 기술을 통합하거나 연동한다는 의미보다는 같은 표준 기반의 개방형 플랫폼에 개별 장치나 서비스를 추가하는 형태로 구현하는 것을 의미하며, 이를 통해 전기설비에 대한 ICT 화를 앞당길 수 있다. 특히 최근 사물인터넷 기술 분야에서는 이러한 추세에 발맞추어 One2M2M과 OCF(Open Connectivity Foundation) 등에서 개방형 IoT 플랫폼을 제공하고 있으며, 전기안전 분야에서도 이에 대한 연계가 요구되고 있다. 본 논문에서는 여러 사물인터넷 플랫폼 기술 중, 사물에 해당하는 센서나 액츄에이터 기능을 연동하기 쉽고, 표준화 단계화 연계된 공식 오픈 소스를 가지고 있는 OCF의 IoTivity 를 시험환경 플랫폼으로 채택하여 전기안전 기능을 추가하였다.

III. 사물인터넷 기반 전기설비 안전관리 구조

고압전기설비의 안전관리에 대한 범용 방법은 IEC 표준에 잘 정의되어 있다⁶⁾. 그러나 최근 기후변화로 인해 전기사용량과 사용패턴이 급격하게 변함에 따라 전기재해 발생 형태도 바뀌고 있다. 또한, 프로슈머의 등장으로 수요자 중심의 전기 사용 환경 변화에 따른 잠재적인 위험성이 증가할 것으로 보인다. 현재의 전기안전 점검은 자가용 전기설비에 대해 소유자가 시공 및 1년 단위 정기 검사, 3년 단위 정밀검사를 받고 있으며, 부적합 유형을 살펴보면 절연 불량, 접지 불량, 시공 불량, 기기 불량, 시험 미필, 경년변화, 미설치, 이격 거리 미달, 동작 불량, 용량 설정 불량 등 총 부적합 사유가 약 1만 5천 건에 달한다. 따라서, ICT 기술을 적용하여 지능적인 안전관리 서비스를 제공하면 전기안전 점검에 대한 부적합 비율을 줄일 수 있을 것이다. 전기설비와 환경 데이터를 이용하면 전기설비 자체에 대한 수명 예측과 사전 교체 및 재고 준비에 도움을 줄 수 있다. 또한, 빌딩을 이용하는 고객이나 건물관리 측면, 혹은 국가 전체의 전기안전망 관리 측

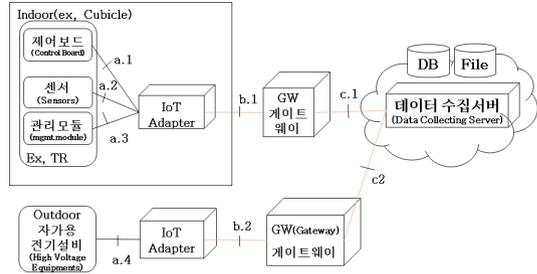


그림 2. 사물인터넷을 이용한 전기설비안전관리 인프라 구조
Fig. 2. IoT based network architecture for electrical safety management

면에서 정보를 공유하므로 서비스화가 가능한 공통의 플랫폼을 실현할 수 있다.

본 논문에서는 사물인터넷 기반으로 공통 플랫폼을 제시하기 위해 그림 2에 사물인터넷 기반의 전기안전 관리 인프라 구조를 나타내었으며, 전기설비와 센서, 관리 모듈 간 참조 인터페이스를 정의하였다.

전기설비는 옥내에 설치될 수도 있고 옥외에 설치될 수도 있으므로 그림 2에서 보너바와 같이 옥내용 참조점(a.1, a.2, a.3)과 옥외용 참조 점(a.4)을 별도로 두었다. 이는 전기환경과 통신환경이 다르고 요구되는 데이터 전송률도 다르므로 적합한 통신 기술을 선택해야 하기 때문이다. 그림에서 명시된 참조 점 (a.1 ~ c.2)는 정보를 교환하는 장치에 따라 알파벳 a, b, c로 구분하였고, 통신 종류와 요구사항에 따라 숫자 1, 2, 3으로 표시하였다. 구성요소와 참조점에 대해서는 다음 절에 상세 기술한다.

3.1 구성요소

본 논문에서 대상으로 하는 자가용 전기설비는 빌딩이나 아파트에 있는 인입선이나 차단기, 단로기, 스위치, 변압기, 발전기, 계전기, 선로 등 고압 및 저압 전기설비가 모두 해당한다. 또한 자가용 전기설비에 추가 설치하게 되는 사물인터넷 센서도 전기안전을 위한 관리 대상이다.

IoT 어댑터는 자가용 전기설비와 센서로부터 데이터를 받아, 정보를 요구하는 IoT 클라이언트나 데이터 수집 서버로 전달하는 기능을 수행하는데, 기존의 전기설비의 경우 사물인터넷 기술을 바로 탑재할 수 없으므로, 어댑터 기능을 두었다. IoT 어댑터는 사물인터넷 플랫폼 기반으로 만들어져야 하며, 자원에 대한 상태 정보뿐만 아니라, 장치에 대한 가상화 기능을 수행해야 한다. IoT 어댑터는 전기설비 실에 여러 대 설치될 수 있으며, 고압전기설비인 점을 고려하여, 주파수 간섭이 약한 큐비클(배전반) 내에 1:1로 설치될 수

도 있다.

게이트웨이(G/W)는 IoT 어댑터로부터 정보를 수신하여 데이터수집 서버로 전달해주는 기능을 수행하는데, 보안 정보나 보안이 필요한 실행 정보에 대해서는 실제 수집된 데이터가 아닌 정책이나 조건을 처리하여 전달할 수 있으므로 IoT 에지(Edge) 시스템으로 확장할 수 있다. 또한, 게이트웨이는 서로 다른 통신 프로토콜을 사용하는 IoT 어댑터가 연결된 경우 통신 프로토콜을 변환하는 기능을 수행할 수도 있다.

마지막으로 **데이터수집 서버**는 IoT 클라이언트 기능이 탑재되어 장치에 대한 검색, 정보수집, 장치 및 그룹 관리, 수집 데이터 관리용 DB 혹은 파일, 보안 서비스를 수행하는 시스템이다. 이 시스템은 클라우드 기반으로 구현될 수도 있고, 빅 데이터 플랫폼으로 만들어질 수도 있다. 전기설비에 대한 수명 예측과 안전도 분석, 위치 기반의 정보 서비스를 위해서는 빅 데이터 분석이 포함된 서버로 확장이 필요하다.

3.2 통신 참조점

IoT 어댑터가 전기안전 데이터를 수집하는 경로는 그림 1에서와 같이 a.1과 a.2, a.3가 있는데, 전기설비의 수명에 영향을 미치는 온도과 습도, 진동과 같은 환경 데이터와 전기설비 자체의 내부 온도나 전압/전류 측정값, 절연상태나 알람상태, 설정된 데이터 정보 등이 있다.

표 1은 그림 2에서 정의한 IoT 어댑터에서 전기설비 간 참조점에 대해 데이터를 수집하는 환경과 요구 사항을 정리한 것이다. a.1 참조점은 통신 모듈이 있는 제어 보드와 IoT 어댑터 사이의 인터페이스를 정의하고, a.2 참조점은 온/습도 센서나 압전 센서, 진동 센서처럼 아날로그 혹은 디지털 시리얼 통신이 가능한 경우의 인터페이스이다. 마지막으로 a.3 참조점은 전기설비 자체 시스템 제어 인터페이스가 있어 이미 관리 정보를 관제할 수 있는 구조로 되어 있는 전기설비와 IoT 어댑터 간의 인터페이스를 정의하며, 현재 가장 많이 사용하는 프로토콜은 SNMP나 Modbus, Backnet 등이 있다. 이 경우 확장성과 호환을 위해 표준화된 인터페이스를 따르는 것이 주요 선택 안이 될 수 있다.

표 1에서처럼 전기설비가 설치된 환경이 고조파와 고주파가 있는 환경이므로 유선을 통한 설치보다는 연결성에 문제가 없는 무선을 제안하며, 간섭이 적고, 전기설비실에 적용할 수 있는 거리에서 통신이 가능한 기술을 예로 들었다. b.1은 1:N의 상태가 유지되므로 무선기술을 이용하는 것이 적절하며, b.2는 옥외용

표 1. 참조점에 적용 가능한 통신 기술 및 특징
Table 1. Feature and protocol example for reference point

참조점 (Ref.Point)	통신 기술 (Comm.Technology)	특징 (Considerations)
a.1	WiFi, ZigBee	고주파/고조파 간섭에 강한 무선 (High freq./Harmonic Interference Tolerance)
a.2	Serial	신뢰성, 비용, 다양성 (reliability, cost, various supporting)
a.3	SNMP, Modbus, Backnet	표준 채택 (Standardization)
a.4	Wi-SUN, LPWA	무선, 거리, 대역폭 (Wireless, distance, bandwidth)
b.1	WiFi, ZigBee	무선, 대역폭, Endpoint 수 (wireless, bandwidth, the number of endpoints)
b.2	Wi-SUN, LPWA	무선, 대역폭, Endpoint 수 (wireless, bandwidth, the number of endpoints)
c.1	WiFi, Ethernet, 3G/LTE	표준 채택, 대역폭, 거리 (Standardization, bandwidth, distance)
c.2	WiFi, Ethernet, 3G/LTE	표준 채택, 대역폭, 거리 (Standardization, bandwidth, distance)

전기설비에 대해 같은 통신기술을 이용한다. c.1과 c.2는 인터넷을 통해 연결되므로 요구하는 대역폭과 통신 거리를 만족하면서 표준 기반의 유/무선 기술을 제시하였다.

IV. 전기안전 서비스와 데이터 수집

전기안전 데이터를 수집하고 관리하는 데이터 수집 서버에서는 센서 모듈과 전기설비 제어보드 혹은 관리 소프트웨어로부터 수집한 정보를 관리할 뿐만 아니라, 각 구성 요소와 그룹에 대한 관리 기능을 수행하고 자원을 모델링하고 식별 및 주소 관리 등 구성관리를 담당한다. 또한, CRUDN(Create, Retrieve, Update, Delete, Notification)을 통해 운용기능을 수행하고 트레이스/로깅을 통해 유지 관리 기능 및 시나리오 기반의 이벤트 관리를 수행한다.

4.1 전기안전 관리 서비스

본 논문에서 제안하고 있는 구조에서 전기안전관리 플랫폼은 범용기능을 담고 있으며, 서비스 플랫폼에서는 전기안전을 위한 접근권한 보안 서비스와 원격모

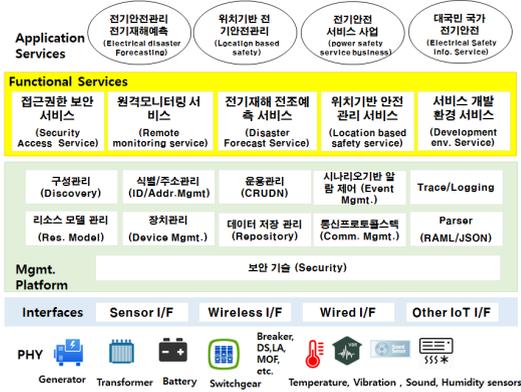


그림 3. 전기안전 데이터 관리 서버 기능 구조
Fig. 3. The functional architecture for data collecting server

니터링 서비스, 전기재해 전조 예측서비스, 위치기반 안전 관리 서비스, 서비스 개발 환경 서비스를 제안한다. 그림 3은 이와 같은 다섯 가지 서비스를 제공하기 위한 플랫폼과 인터페이스 구조 예시이다.

4.1.1 접근권한 보안 서비스

전기안전관리를 위해서는 전기안전 데이터에 접근하는 권한을 계층적으로 둘 필요가 있다. 예를 들어 전기안전관리자의 경우 관리 대상 설비에 대해 사용량이나 안전도와 같은 일반 공개 정보뿐만 아니라, 설비 자체에 대한 점검 정보에 접근할 수 있어야 한다.

4.1.2 원격모니터링 서비스

현재 전기안전관리는 상시근무자가 순시를 통해 시각적으로 전기설비의 상태와 온도, 분진, 진동, 냄새, 균열, 파손 등을 확인한다. 또한, 정밀 검사는 정전 혹은 무정전 상태에서 시험 장비를 통해 점검이나 검사를 정기적으로 실시한다. 하지만, 사물인터넷을 사용하는 가장 큰 장점은 현재 상태를 실시간으로 감시할 수 있다는 것이다. 또한, 서로 관련성 있는 문제에 대해 예를 들면 변압기 온도가 올라가면, 부하가 과하게 발생하는 것으로 판단할 수 있으므로, 변압기 내 설정 온도를 높여 가동률을 높이거나, 부하를 줄이는 방법이 있다. 내부 온도가 변압기의 수명에 영향을 미치기 때문에 수명을 단축하는 데이터를 얻게 되고, 내부 온도가 높은 이유로 에어컨이나 공조시설의 고장 등을 한눈에 확인할 수도 있다. 따라서 원격 모니터링은 단순히 전기설비의 상태 정보뿐만 아니라, 관련된 정보로 예측 및 추론할 수 있는 기능이 포함되므로 이를 활용하여 새로운 서비스를 만들 수 있다.

4.1.3 전기재해 전조 예측 서비스

전기재해가 발생하기 전에는 관련한 전조 현상이 발생하는데 예를 들어 MOF가 터지기 전에는 진동과 냄새, 균열이 발생할 수 있으므로 사물인터넷 기술을 통해 전조 징후를 감지하는 서비스가 필요하다. 특히 전기 재해가 발생하면, 정전과 화재, 인명 사고 등 피해가 크게 발생한다. 또한 전기설비 장비는 대부분 고가이고 15년~20년의 주기를 가지기 때문에 재고를 기대하기가 어렵다. 따라서 전기재해 전조 예측을 통해 전기 재해를 대비하고, 미리 예방할 수 있는 서비스가 필요하다.

4.1.4 위치기반 안전 관리 서비스

전기설비는 주변 환경에 영향을 많이 받는데, 예를 들어 변압기는 주변 온도 및 습도에 따라 수명이 달라지며, 옥외용 전기설비의 경우, 특히, 바람과 온도, 습도 영향을 많이 받게 된다. 경주 지진과 같이 지진이 나 폭설, 폭염 등 기후변화 영향을 받기도 한다. 따라서 전기설비에 대한 전기안전망 구축 시 설비의 식별 정보에 위치 정보를 포함하여, 위치기반 서비스가 가능한 구조를 갖추고, 전기설비 통합모니터링을 할 필요가 있다.

4.1.5 서비스 개발 환경 서비스

현재 전기안전관리는 공공기관과 대행기관을 통해 정기점검을 수행하는 것이 전부이다. 하지만 전기설비 안전 정보 관리에 클라우드 기술이 도입되고, 빅 데이터 분석이 이루어지면, 실사용자들이 건물에 대한 전기안전 신뢰도를 검색한다거나, 전기안전 재난에 대해 알람을 받고, 전기안전도에 따른 보상제도 등 다양한 서비스 개발이 가능해진다. 따라서 전기안전데이터 애플리케이션에 의한 전기안전 서비스 개발을 가능하게 하기 위한 서비스 개발 환경을 제공할 수 있는 계층적 보안 정책과, 데이터 접근 권한 정책, 서비스 개발 도구를 제공하는 것이 필요하다.

4.2 전기안전 데이터 프로파일

전기안전 데이터 프로파일의 첫 번째 예는 유입변압기로 변압기 내부와 외부 온도, 습도, 부분방전, 주파수 차와 수분 분석이 필요하다. 현재 전류와 전압, 주파수, 역률은 변압기의 효율성과 관련한 현재 상태를 직접적으로 알 수 있는 인자들로 상태 관리에 필요한 인자들이다. 유증 가스분석을 통해 수소와 일산화탄소, 메테인, 아세틸렌, 에틸렌, 에테인과 같이 변압기 사용 시 발생하는 과부하 또는 고장으로 발생하는

표 2. 유입변압기 데이터 프로파일 예 (CFK* Celsius, Fahrenheit, Kelvin)
Table 2. Example of Data profile for oil transformer

Variables	Type	Unit	Description
TempInnor	float	CFK*	현재변압기 내부 온도 (innor temperature)
TempOutter	float	CFK	현재 주위 온도 (ambient temperature)
Humidity	float	%	습도 (humidity)
UHFfrequency	integer	MHz	부분방전 (partial-discharge)
FrequencyResponse	float	Hz	주파수 차 (frequency difference)
Moisture	float	%	수분분석 (moisture analysis)
Voltage	integer	V	현재 전압 (present voltage)
Current	integer	A	현재 전류 (present current)
Frequency	integer	Hz	현재 주파수 (present frequency)
PowerFactor	float	kVA	현재 역률 (present power factor)

표 3. 고압교류 부하개폐기 데이터 프로파일 예
Table 3. Example of Data profile for load break switch

Variables	Type	Unit	Description
Insulation resistance	float	MΩ	절연저항 (insulation resistance)
NumSwitch	integer	회	동작횟수 (the number of switching)
Temperature	float	CFK	온도 (temperature)
Humidity	float	%	습도 (humidity)
Camera Image	-	-	카메라 이미지 (camera image)

가스(Fault gas)가 유중에 녹아 있는 농도는 변압기 수명에 많은 영향을 미친다. 변압기에서 수분은 절연물의 내전압을 감소시키고, 절연열화를 가속시켜 수명을 단축시킨다⁷⁾. 표 2는 유입변압기의 데이터 프로파일을 예로 정의한 것이다.

표 3은 고압 교류 부하 개폐기(LBS: Load Break Switch)에 대한 전기안전 데이터 프로파일 예이다. IEC 265⁸⁾와 IEC 694⁹⁾에서 요구하는 부하 개폐기 규격은 개폐기 자체의 정격 전압/전류, 단락 투입용량, 최대전류, 단시간 전류, 차단용량, 충격 내압, 극 간격, 최대 회전력, 작동앵글, 개로, 소호 시간 등에 대해 정의되어 있고, 전기안전 데이터에 대한 것은 표준으로 정해져 있지 않다.

표 3에서 보여주는 부하 개폐기에 대한 상시 점검 항목은 대부분 시각적인 부분으로 직접 전기 설비실에 가서 확인하는 방식을 채택하고 있었기 때문에, 녹이나 변형, 파손이 발생하였는지, 패키지에 균열이나 노화가 보이는지, 방수는 되는지, 접촉부 이상 변형은 없는지 제어 회로는 동작하고 있는지 등을 검사하였다. 제시한 데이터 프로파일은 절연저항과 온도/습도, 개폐횟수(약 200회로 제한되어 있음)가 있으며, 카메라 영상(Camera Image)은 시각적 점검을 대신하여 부하 개폐기에 녹과 변형, 변색, 손상, 균열, 탈락, 등을 확인할 수 있다.

전기설비에 사물인터넷 기술을 적용함으로써 상시 순시 동안 확인할 수 없는 부분이나 상태가 변경되었을 때, 알람을 띄워 확인할 수 있도록 할 수 있다. 하지만, 중국에는 부하량에 따라 전기설비가 안전한 범위 내에서 가동 시간을 조절하고, 특정 부분에 문제가 발생했을 때, 연관된 설비를 확인하고, 동작을 자동 조절할 수 있도록 하는 것이 목표이다.

V. 시험 결과

본 장에서는 사물인터넷 기반의 전기설비에 대한 안전데이터 수집 가능성을 보기 위한 시험결과이다. 시험 구성은 전기설비를 대신해, 온도/습도 센서(DHT-11)를 연결하고, IoT 어댑터 기능을 하는 장치

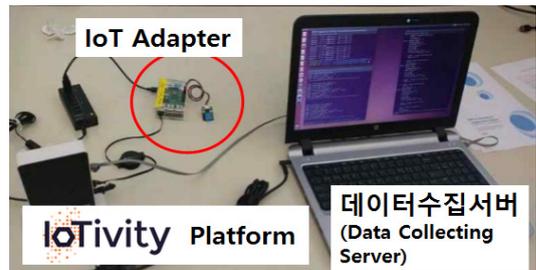


그림 4. 사물인터넷 기반의 센서 연동 환경
Fig. 4. Server test environment for connecting temperature/humidity sensor based on IoT platform

로 오픈 하드웨어인 Raspberry Pi2를 이용하였다. Raspberry Pi2에 OCF의 오픈소스 플랫폼인 IoTivity 1.1.0를 설치하였으며, 데이터 수집 서버는 Linux OS(Ubuntu 16.04)이다.

데이터 수집서버에서 IoT 어댑터로 IoTivity 사물인터넷 플랫폼을 통해 장치 탐색(Discovery)을 한다. 장치가 발견되면, Retrieve 메시지를 통해 데이터 요청을 하고, IoT 어댑터는 온도/습도 센서로부터 받은 디지털 정보를 패킷으로 만들어 데이터 수집 서버로 전달한다. 이때, IoT 어댑터는 주기적으로 센서 데이터를 읽어 Notification 메시지를 통해 전달할 수 있는데, 본 논문의 시험에서는 주기적인 확인을 통해 온도가 변경되었을 때만, 데이터 수집서버로 Notification을 통해 데이터를 보내고, 데이터 수집서버에서는 추가로 사용자가 설정하는 주의 온도/습도와 경고 온도/습도를 Event 형태로 화면에 보여주도록 구현하였다.

그림 5는 고압차단기의 안전 데이터인 온도와 습도 정보를 받아 IoTivity 를 통해 모니터링 서버로 전달하는 데이터를 확인한 것이다. 온도/습도 센서의 정보는 JSON 파일을 공유하는 방식을 사용했으며, IoTivity는 이더넷 통신으로 시험하였다.

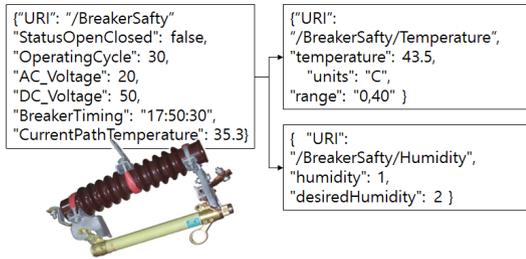


그림 5. 고압차단기에 대한 센서 정보 시험 결과 json 파일
Fig. 5. json file of high voltage breaker with temperature and humidity sensor

VI. 결 론

본 논문에서는 전기설비에 대한 자가용 전기설비에 대한 안전정보를 수집하여, 전기안전관리 서비스를 제공하기 위한 구조를 만들기 위해, 사물인터넷 기반의 전기안전 인프라 구조와 각 전기설비의 전기안전데이터 프로파일을 정의해 보았다. 실제 많이 사용하고 있는 IoT 개방형 플랫폼을 이용하여, 전기안전 데이터를 수집하고 이를 활용하여 새로운 전기안전 서비스의 가능성을 시험을 통해 확인하였다. 앞으로 실제 전기설비로부터 들어오는 정보와 전기설비 내부의 센싱

정보를 연동해서, 데이터를 수집하고 빅 데이터화 하는 작업과 전기설비별 수명예측을 통한 전기안전 서비스를 계속해서 연구할 계획이다.

References

- [1] S. I. Hwang, T. J. Park, and G. P jeon, "Smart grid use case and service requirement based on M2M : Energy management system for public buildings," *J. KICS*, vol. 38C, no. 07, Jul. 2013.
- [2] W. S. Jeong and S. K, Kim, "Relations between ICT and productivity : An empirical analysis on SMEs in Korea," *J. KICS*, vol. 40, no. 11, Nov. 2015.
- [3] J. Y. Kim, Y. S. Song, Y. K. Kim, and S. W. Choi, "The requirements of internet of thing platform for railway environments," *J. KICS*, vol. 41, no. 07, Apr. 2016.
- [4] O. Shoji, *Electrical equipment repair and control -Introduction Edition*, Seongandang, p. 26, 1995.
- [5] *Development of Autonomous Electrical Safety Management Technoques for Nano-grids of Multi-Unit Dwellings* : 20151210000050, Annual Report, 2016.
- [6] IEC 61936-1, *Power installations exceeding 1 kV a.c. Part 1: Common rules*, 2nd Ed., Aug. 2010.
- [7] J. H. Sun and H. I. Kim, *Oil transformer maintenance technology*, Monthly of Electrical Technology & Information, Oct. 2009, http://www.energy.co.kr/atl/view.asp?a_id=3204
- [8] IEC-265-1, *High-voltage switches, Part 1: High-voltage switches for rated voltages above 1kV and less than 52 kV*, 2nd Ed., Oct. 1986.
- [9] IEC-694, *Common Specifications for High-Voltage Switchgear & Controlgear Standards*, IEC-60694, 2.1 Ed., May 2001.

강 현 주 (Hyunjoo Kang)



1999년 8월 : 안동대학교 컴퓨
터공학과 학사
2002년 2월 : KAIST 정보통신
공학 석사
2002년 1월~현재 : ETRI 표준
연구본부 선임연구원
<관심분야> 전기안전을 위한
ICT 기술 분야, LED 시스템 조명 유선 프로토
콜 기술, 유무선 통신 네트워크 기술

안 윤 영 (Yoon-Young An)



1991년 2월 : 경북대학교 전자
공학 학사
1993년 2월 : 경북대학교 전자
공학 석사
2006년 8월 : 경북대학교 전자
공학 박사
1993년 3월~현재 : ETRI 표준
연구본부 책임연구원
<관심분야> 스마트그리드/마이크로그리드 기술 분
야, 전기안전을 위한 ICT 기술 분야, 유무선 통
신 네트워크 기술

정 상 진 (Sangjin Jeong)



1999년 2월 : KAIST 전산학
학사
2001년 8월 : KAIST 정보통신
공학 석사
2014년 2월 : KAIST 정보통신
공학 박사
2003년 2월~현재 : ETRI 표준

연구본부 선임연구원
<관심분야> 데이터센터 에너지 효율 향상 기술, 전
기설비 위험도 평가 기술