

# 전기설비 무정전 AI 위험예측 시스템 및 실시간 모니터링 통합 플랫폼 구현에 관한 연구

이연수\*, 황영익\*, 윤형익\*, 이재윤\*, 박천수\*  
\*한국전기기술인협회

## A Study on the Implementation of an AI-Based Risk Prediction System and a Real-Time Integrated Monitoring Platform for Uninterruptible Operation of Electrical Facilities

Yeon-Su Lee\*, Young-Ik Hwang\*, Hyoung-Ik Yoon\*, ae-Yoon Lee\*, Cheon-Soo Park\*  
\*Korean Electrical Engineers Association

### 요약

본 논문에서는 민간 수용가 전기설비의 안전하고 효율적인 유지보수를 위해 IoT 센싱과 AI 기반 이상 탐지 기술을 결합한 실시간 무정전 진단 시스템을 도입하고 이를 토대로 빅데이터 표준 플랫폼을 구축하여 전기설비의 효율적인 모니터링 환경을 제공함으로써 안전성과 운영 신뢰성 향상에 기여하고자 한다. 주요 설비에 다양한 센서를 설치하여 데이터를 수집하고 AI 분석을 통한 5단계 진단 예측 모델을 구현하였다. 미믹 다이어그램 기반의 Web 플랫폼을 통해 설비별 AI 진단 결과 및 측정 이력을 실시간으로 제공하는 사용자 인터페이스를 구현하였다.

### 1. 서론

다중이용시설 및 에너지 밀집시설에서 발생하는 전기안전 사고는 인명 피해와 재산 피해를 넘어 대형 재난으로 확산될 위험성이 증가하고 있다. 이에 따라 전기설비의 안전성을 확보하고 사고를 사전에 예방할 수 있는 첨단 진단 기술의 필요성이 강조되고 있다. 본 연구는 IoT 및 AI 기반의 환경, 설비 이력, 실시간 센싱 데이터를 종합 분석하여, 무정전 상태에서도 전기설비의 이상 징후를 사전에 탐지하고 위험을 예측할 수 있는 진단 시스템 개발을 목표로 한다. 다중이용시설을 대상으로 현장실증과 수집된 데이터를 활용한 Web기반 플랫폼 구축 대한 내용을 고찰하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1 전기설비 무정전 진단 시스템 데이터 수집

다중이용시설 수용가의 전기설비를 대상으로 각 구역에 진단 장비 및 센서를 설치하여 수집한 실시간 데이터를 이기종 센서 중계모듈을 통해 전송·저장한 뒤 AI 분석 결과를 시각화하는 통합 플랫폼을 개발하였다.

아래 표 1과 같이 ~. 특고압 전기설비를 대상으로 UHF PD 센서·HFCT 센서·IR카메라로 구성된 On-Line Power PD/IR

Monitoring System OPM100과 연기센서·진동센서·전류센서로 구성된 복합센서, 3상 누설전류계, 메인 데이터 수집장치를 설치하였다. 저압 전기설비를 대상으로 단상다회로 계측장치·3상 계측장치·적외선 열화상 계측장치·통신 게이트웨이로 구성된 저압 분전반 진단센서를 설치했다.

판넬명	전기설비	설치 장비 및 센서
SHV1	LA	UHF, HFCT
SHV2	MOF	열화상, UHF, HFCT
SHV4	VCB	열화상, UHF, HFCT
MT1	TR1	열화상, UHF, HFCT
MT2	TR2	열화상, UHF, HFCT, 복합센서 (온도, 초음파, 연기, 전류, 진동)
LV1	MCCB	전력데이터 수집장치
저압분전반	정류기	DC누설전류계
저압분전반	MCCB, ELB	통신게이트웨이, 3상 계측장치, 단상다회로 계측장치, 열화상

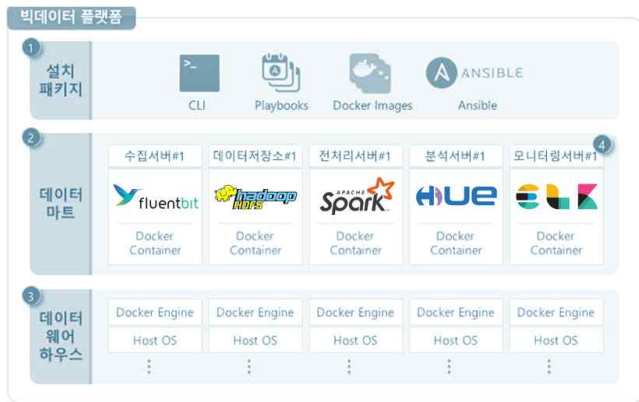
[표 1] 현장실증 개소 내 진단 장비 및 센서 목록

설치한 센서를 통해 UHF 기반 부분방전 신호(dBm), HFCT 기반 고주파 누설전류 신호(dBm), 설비 표면 온도 데이터(°C), 진동(g), 초음파 신호(dBm), 연기 농도(%), 전류(A)와 함께 상별 전압·전류 등 전력데이터를 수집하였다.

## 2.2 전기설비 실시간 모니터링 통합 플랫폼 구현

현장실증 개소에 설치한 각각의 센서로부터 수집한 이기종 데이터를 통합적으로 수집·처리·저장할 수 있는 표준화된 통합 플랫폼을 개발하였다.

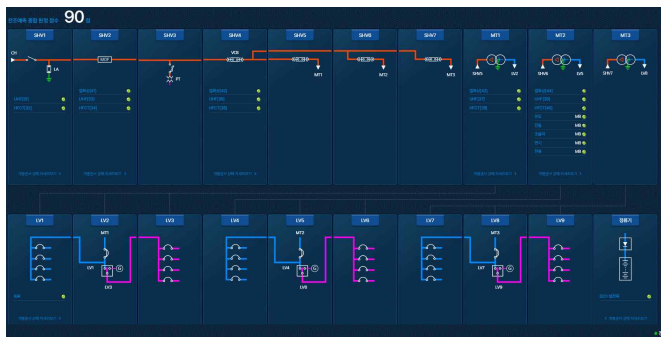
플랫폼은 그림과 같이 구성하였다. 데이터 수집, 저장, 전처리, 분석, 모니터링 서버는 각각의 서버로 구성하여 데이터마트를 구축하였다. Apache Flume을 통한 원본 데이터를 수집, Hive 기반으로 HDFS에 적재하고 Structured Streaming 분석모듈과 Fluent Bit 기반 수집 Agent 경량화를 통해 Apache Hadoop 파일 시스템에 실시간 분석용 데이터를 Apache Flume으로 수집 및 적재하는 기능을 개발했다. 아래 그림 6과 같이 이러한 기능들은 데이터 수집 파이프라인으로 통합하도록 개발하였다.



[그림 1] 예측진단 상세화면

## 2.3 전기설비 실시간 모니터링 통합 플랫폼 사용자 인터페이스 구현

플랫폼은 미믹 다이어그램(Mimic Diagram)을 기반으로 전기계통을 구조적으로 표현하여 주요 설비와 센서의 배치를 사용자가 직관적으로 파악할 수 있고, 설비별 상태 변화와 경보 정보를 즉시 확인할 수 있는 모니터링 기능을 제공한다.



[그림 3] 미믹 다이어그램 기반 전기설비 실시간 모니터링 화면

설비별 상세 화면에서는 AI 진단결과 및 진단시간과 설비의 측정데이터 이력 정보를 제공한다.



[그림 4] AI 진단 결과 시각화

AI 진단 결과는 설비의 과거 운전 이력과 실시간 측정 데이터를 기반으로 아래 표와 같이 5단계로 구분하여 제공한다.

단계	정의
우수	정상 상태, 조치 불필요
양호	경미한 이상 신호, 지속 모니터링
주의	이상 징후 감지, 점검 일정 수립 권고
경고	복합 이상 패턴 감지, 조기 점검 실시
위험	고장 전조 확인, 즉각 점검 및 조치 필요

## 3. 결론

본 논문에서는 다중이용시설의 전기설비를 대상으로 IoT 및 AI 기반의 실시간 무정전 진단과 위험예측 시스템을 개발하고 현장실증을 통해 그 유효성을 검증하였다. 현장에 다양한 센서를 설치하여 실시간 데이터를 수집하고, 이를 통합관리 서버 및 AI 분석 서버를 통해 분석함으로써 Web 기반 플랫폼 상에서 전기설비의 상태를 실시간 모니터링하고 예측진단 결과를 제공하였다. 이를 통해 전기설비의 운영 효율성과 안전성 향상에 기여할 수 있음을 확인하였다.

### 감사의 글

본 연구는 기후에너지환경부(한국에너지기술평가원)지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

### 참고문헌

[1] H. Jung, Y.-T. Kim, S.-K. Lee, and J.-h. Ahn, "Study on Deep-Learning Model for Phase Resolved Partial Discharge Pattern Classification Based on Convolutional Neural Network Algorithm," Journal of Electrical Engineering & Technology, vol. 20, pp. 873-878, 2024.