

# IoT 센서로 수집한 수전 설비의 온도 데이터를 이용한 오류 빅데이터 분석

주은진\*, 홍장의\*  
\*충북대학교 소프트웨어학과  
e-mail : jehong@chungbuk.ac.kr

## Error Analysis for Temperature Big Data of Hydropower Collected by IoT sensors

Eun-Jin Joo\*, Jang-Eui Hong\*  
\*Dept. of Computer Science, Chungbuk National University

### 요 약

수전 설비 시스템은 전력 회사에서 3 상 전원을 받는 설비로, 전기를 공급받기 위한 설비이다. 정전이나 제품생산설비의 중단은 기업에 있어서는 경제적 손실이 매우 큰 사고일 수 밖에 없다. 요즘은 IoT 센서를 이용한 수전설비 관리 시스템의 활용이 늘어나고 있는 추세이다. IoT 센서를 이용한 수전 설비의 구축에서 정확한 상태 값의 센싱과 수집된 값의 전송, 그리고 정확성 판단에 대한 이슈들이 고려되어야 하며, 또한 기기간 통신을 통해 실시간 상호작용으로 수전설비의 고장을 어떻게 예방할 것인가에 대한 것이 중요하다. 본 연구에서는 수전 설비의 실시간 감지와 모니터링을 위한 목적으로 기존의 고장 및 오류 정보를 기반으로 하는 빅데이터 분석을 통해 발생 가능한 고장 및 오류를 사전 예측할 수 있도록 정보를 제공하는 것에 주안점을 두었다.

### 1. 서론

수전 설비 시스템은 전력 회사에서 3 상 전원을 받는 설비로, 전기를 공급받기 위한 설비이다. 정전이나 제품생산설비의 중단은 기업에 있어서는 경제적 손실이 매우 큰 사고일 수 밖에 없다. 요즘은 IoT 센서를 이용한 수전설비 관리 시스템의 사용이 늘어나고 있는 추세이다[1].

IoT 센서를 이용한 수전 설비의 구축에 있어서는 정확한 상태 값을 센싱(Sensing)하고, 수집된 값을 어떻게 전송하며, 이에 대한 정확성 판단의 기준이 무엇인가를 고려해야 한다. 또한 기기간 통신을 통해 실시간 상호작용으로 수전설비의 고장을 어떻게 예방할 것인가에 대한 이슈도 중요하다[2]. 이를 위한 설비의 실시간 감지와 모니터링 데이터의 축적 및 분석 데이터의 생성을 통해, 수전 설비에 대한 고장 및 오류에 대한 예측 정보를 제공하는 것이다.

본 논문에서는 분석된 데이터를 통해 날씨, 온도, 습도 등과 연관시켜 수전 설비의 고장을 예측하고, 예방할 수 있는 기능을 설계한다. 오류로 감지된 온도 데이터를 분석하여, 오류 분포도를 시각화 하여 보여주고 각각의 원인들을 분석해준다. 기기 별 오류의 원인들의 연관성을 분석하고, 가장 많이 발생하는 오류를 예방하는 대책을 구하는 것이 본 연구의 목표이다.

이를 통해 수전 설비 시스템의 오류를 예방할 수 있으며, 정전 등 생산설비의 중단을 막고, 고객들에게

오류에 관한 정보, 기기의 실시간 온도를 제공할 수 있다. 또한 기기의 온도를 분석하여, 기기의 과부하, 부식 등을 예측할 수 있다.

### 2. 관련 연구

기존의 전력 공급 장치들의 고장 탐지를 위한 방법으로 다양한 연구가 제시되었다.

먼저 인공지능망을 이용한 수변전 설비의 예방 보전을 위한 고장 조기 감지시스템에 대한 연구[3]이다. 이 연구에서는 뉴럴 네트워크기반의 알고리즘을 이용하여 고장의 탐지하기 위한 기법을 제안하고, 이를 통해 조기에 오류를 탐지할 수 있도록 하였다. 그러나 이 연구는 많은 경험을 학습해야 하는 어려움이 있어 초기 적용이 쉽지 않다는 문제점이 있다.

다음으로 과급정전 검출 장치를 이용한 관리 시스템[4]이다. 이는 사용자의 수전설비에 전력을 공급하는 변압기에서 측정된 전류 및 전압을 감지하여 사용자의 수전설비에서의 전기적 고장에 의한 과급 정전의 발생 여부에 관한 신호를 생성한다. 이 시스템은 송출하는 과급 정전 검출 장치로부터의 정보 수신부, 전기적 고장으로 판단된 수전설비 정보 및 사용자 정보로 전달하는 중계부, 그리고 전기적 고장이 발생한 수전설비의 사용자 정보를 관리하는 관리 서버를 포함하는 것을 특징이다.

마지막으로 적외선 열화상 카메라를 이용한 무인

원격 모니터링에 대한 연구[5]이다. 이는 카메라 모듈의 동작에 대한 정확성을 요구하기 때문에 내구성에 대한 요구와 함께 유사 온도를 갖는 물체에 대한 필터링 기능이 요구된다.

위의 두 가지 연구는 검출 장치와 열상 카메라 등을 이용한 데이터 수집 방식을 채택하고 있어서 다양하고 많은 상태 정보를 획득하는데 한계가 있다는 문제점을 갖는다.

### 3. 요구 기술 분석 식별 및 활용

#### 3.1 IoT 기술

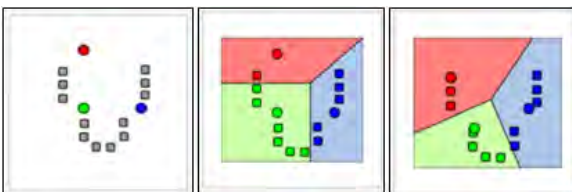
데이터를 수집하기 위해서는 IoT 온도 센서를 이용하여 실시간 감지를 해야 한다. IoT(Internet of Things)는 인간과 사물, 서비스 세 가지 분산된 환경 요소에 대하여 인간의 명시적 개입 없이 상호 협력적으로 센싱, 네트워킹, 정보 처리 등의 지능적 관계를 형성하는 사물 공간 연결망[6]이다.

본 연구에서는 고장 및 오류 예방의 기초 정보로 활용되는 온도 정보의 센싱을 위하여 IoT 기술을 활용한다.

#### 3.2 빅데이터 분석 기술

확보한 데이터를 저장하여 분석하는 기술로써, 빅데이터 분석 기술이 필요하다. 빅데이터 분석 기술은 기존 통계학과 진산학에서 사용되던 데이터 마이닝, 기계 학습, 자연 언어 처리, 패턴 인식 등을 기반으로 하는 데이터 처리 및 가공기술[7]에 해당된다. 그 중에서 텍스트 마이닝 기법은 유효한 정보를 추출, 가공하고 군집 분석을 사용하여 비슷한 특성을 가진 개체를 합쳐가면서 최종적으로 유사 특성의 군집을 발굴할 것이 목적이다.

본 연구에서는 온도 데이터에 대한 변화 수준과 시간을 바탕으로 군집분석을 수행하여 유사 군집의 특성을 파악한다. 그림 1은 수전 설비의 센서로부터 수집되는 방대한 양의 온도 데이터에 대한 군집분석의 개념을 나타낸다.



(그림 1) 온도 데이터로부터의 군집분석 개념

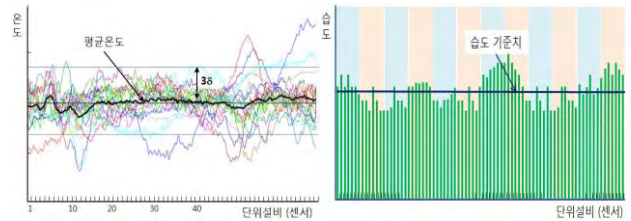
그림 1은 데이터 집합으로부터 임의의 거리로 구별되는 데이터 3개(k=3)를 선택하고, 이로부터 일정 거리에 존재하는 데이터를 그룹핑한 것(가운데)을 보여준다. 그러나 각 그룹의 중심점(Centroid point)을 이용하여 다시 군집화 하면 그림 1의 오른쪽과 같은 결과를 얻을 수 있다.

#### 3.3 데이터 가시화 기술

빅데이터 분석을 통해 추출된 데이터로부터 유효한 사용자 정보를 제공하기 위해서는 데이터 시각화 기

술이 필요하다. 데이터 시각화(data visualization)는 데이터 분석 결과를 쉽게 이해할 수 있도록 시각적으로 표현하고 전달되는 과정을 말한다[8].

데이터 시각화의 목적은 도표라는 수단을 통해 정보를 명확하고 효과적으로 전달하여 사용자로 하여금 유효한 의사 결정을 수행할 수 있도록 지원하는 것이다. 본 연구에서는 수전 설비의 온도 데이터 분석에 대한 분석 결과의 가시화를 위하여 그림 2와 같은 방식으로 정보를 표현한다.



(그림 2) 수전설비 온도데이터 분석 가시화 방법

### 4. 수전설비 온도데이터의 오류분석

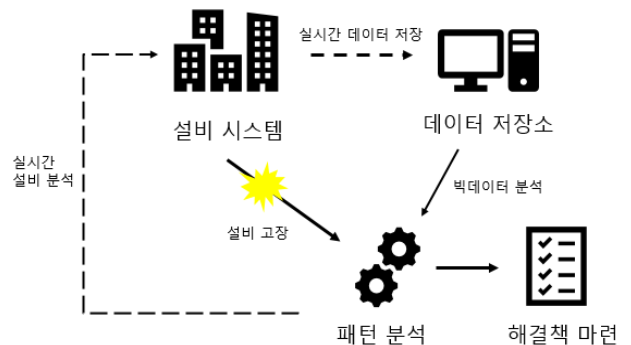
#### 4.1 요구사항

IoT 센서데이터로부터 수집된 온도 데이터에 대한 오류분석을 위하여 개발되어야 하는 시스템은 다음과 같은 요구사항을 생각할 수 있다.

- (1) 수전설비 시스템을 구성하는 핵심적인 기능은 센서로부터 온도데이터를 체계적으로 수집해야 한다.
- (2) 수집된 온도 데이터를 이용하여 노후 된 설비의 평균 온도와 오류도(고장이 얼마나 많이 났는지)를 판단할 수 있어야 한다.
- (3) 부가적인 요인(온도, 습도, 위치)과 연관성을 찾아 오류 가능성을 찾아야 한다.
- (4) 고장난 설비와 비슷한 패턴의 오류를 보이는 설비의 고장을 예측하여 원격 진단을 내린다.
- (5) 분석된 데이터에 대한 적절한 가시화 기법을 통해 사용자의 의사 결정을 지원해야 한다.

#### 4.2 시스템 설계

4.1 절의 요구사항을 기반으로 그림 3과 같은 전체적인 시스템 구성도를 작성할 수 있다.



(그림 3) 수전설비 온도데이터 오류분석 시스템의 전체 구성도

수집된 온도 데이터를 기반으로 노후 설비의 평균 온도 및 오류도를 기반으로 잠재적인 오류(혹은 고장)의 후보 군을 결정한다. 즉, 센서로부터 수집된 평균 온도  $A(S_j) = \sum T(S_i) / N$ , ( $i=1..N$ )이며, 이때  $T(S_i)$ 는 특정 센서로부터 수집된 온도 값이다. 따라서 다음의 조건을 만족한다면 이는 잠재적인 고장 후보군에 속할 수 있다.

$$T(S_k) > A(S_j) \pm 3\delta, \quad k \text{ or } j \in (1..N)$$

잠재적 후보들에 대한 습도와 위치정보를 기반으로 예방 활동이 필요한 수전 설비 장치를 결정할 수 있다. 특히 습도의 경우는 수전설비 장치에 악영향을 끼칠 수 있기 때문에 장비의 노후화를 촉진한다. 따라서 만약 상대적으로 높은 온도로 센싱되는 장비 설치 지역의 습도가 기준치(Threshold Value)를 초과하는 경우라면 고장 예방을 위한 집중적인 모니터링이 요구될 수 있다.

그림 3 에 나타난 시스템은 분석된 데이터를 통해 날씨, 온도, 습도, 지역 등과 연관시켜 수전 설비의 고장을 예측하고, 예방할 수 있는 기능을 제공한다. 오류로 감지된 온도 데이터를 분석하여, 오류 분포도를 시각화 하여 보여주고 각각의 원인들을 분석해준다. 기기 별 오류의 원인들의 연관성을 분석하고, 가장 많이 발생하는 오류를 예방하는 대책을 구해준다.

### 4.3 사례 적용

수전 설비의 빅데이터 분석을 수행하는 중소기업으로부터 실험을 위한 데이터를 확보하여 오류 분석을 수행하였다. 오류 분석을 위해 사용한 데이터는 <센서 식별자, 검출 날짜, 온도, 습도>로 구성되어 있으며, 대략 센서별로 500 개 의 데이터를 갖는다. 대표적인 데이터 값은 표 1 과 같다.

표 1. 수전설비의 센서로부터 수집된 온도데이터

No.	S_ID	Date	Temp	Humidity
1	LK-001	1504010515	23	67
2	LK-001	1504011015	25	64
3	LK-001	1504011515	24	45
4	LK-001	1504012015	65	57
:	:	:	:	:
500	LK-001	1508022015	28	83

표 1 과 같이 주어진 값에 대하여 x 축을 온도로, Y 축을 습도로 정하여 2 차원 평면에 데이터를 표시하고  $k=2$  값을 이용하여 클러스터링 한다.  $K=2$  의 경우는 평면상의 데이터가 표준 벡터 (즉, 정상적인 온도와 습도를 보이는 선정된 대표 값)와 비교했을 때, 유사도 값에 따라 정상의 클러스터 영역인가, 비 정상적인 클러스터 영역인가로 나누는 것이다. 이것은 앞의 4.2 절에서 간략히 설명하였다.

$K=2$  에 의한 클러스터링을 통해서 비정상적인 범주에 속하는 데이터가 전체 데이터 집합의 5%를 넘는다면 잠재적인 오류 발생 후보 군으로 분류한다. 이때 온도 정보의 중요도에 따라 5%로 정의된 기준 값은 변경될 수 있다.

### 5. 결론

본 논문에서는 IoT 센서를 이용하여 수집한 수전 설비의 방대한 온도 데이터로부터 오류 데이터를 분석하기 위한 시스템을 제안한다.

수전 설비 시스템에서 발생할 수 있는 오류 및 고장을 사전에 진단 예측하고, 이를 기반으로 하는 설비의 예방 활동을 통해 정전 등 생산설비의 중단을 막을 수 있으며, 또한 고객들에게 오류에 관한 정보, 기기의 실시간 온도 등과 같은 정보를 제공한다. 본 논문에서 제시하는 시스템은 기기의 온도를 분석하여, 기기의 과부하, 부식 등을 예측하는 효과를 발휘할 것이다.

향후에는 보다 다차원적인 데이터 정보를 근간으로 보다 정밀하고 정확한 진단을 통해, 군집단위가 아닌 개체 단위의 정확한 정보를 추출하기 위한 방법을 연구할 것이다.

### Acknowledgement

본 논문은 교육부가 지원하고 충북대학교가 수행하는 지역선도대학육성사업의 지원을 받아서 수행되었 습니다.

### 참고문헌

- [1] 김동욱, “전력 분야를 위한 IoT 소프트웨어 기술 발전,” 계장 기술: 기획특집 I, 2016년 1월, pp. 88-95
- [2] 배성환, 김자희, 임한승, “특별고압 수전설비 관리에 데이터 마이닝 기법을 적용한 과급고장 발생가능고객 예측시스템 구현,” 전기학회 논문지 제 58 권 제 12 호, 2009년 12월, pp. 2453-2461
- [3] 이정기, “인공신경망을 이용한 수변전 설비의 예방 보전을 위한 고장 조기 감지시스템에 관한 연구” 한국산업응용학회 논문지, 2011년 8월 pp.95-100
- [4] 조상영, “수배전반 시스템의 신뢰성 향상을 위한 오류 예측 시스템,” 보안공학연구 논문지, 제 8 권 제 6 호 2011년 12월, pp. 705-713
- [5] FLIR, “Application Story: 변전소 모니터링용 적외선 카메라,” FlirKorea 매거진, 2017년 2월 참조
- [6] T. Kramp, R. Kranenburg, and S. Lange, Introduction to the Internet of Things, Springer, 2013
- [7] N. Marz, and J.Warren, Big Data: Principles and best practices of scalable realtime data systems, 1st Edition, Manning Publications, 2015
- [8] M. Yuk, and S. Diamond, Data Visualization For Dummies, Publisher: For Dummies, 2014