JKIICE

Short Paper

한국정보통신학회논문지 Vol. 26, No. 2: 313~316, Feb. 2022

충전데이터를 이용한 이상감지 제어시스템

Abnormality Detection Control System using Charging Data

Sang-Ho Moon*

*Professor, Department of Computer Engineering, Busan University of Foreign Studies, Busan, 46234 Korea

ABSTRACT

In this paper, we implement a system that detects abnormalities in the charging data transmitted from the charger during the charging process of electric vehicles and controls them remotely. Using classification algorithms such as logistic regression, KNN, SVM, and decision trees, to do this, an analysis model is created that judges the data received from the charger as normal and abnormal. In addition, a model is created to determine the cause of the abnormality using the existing charging data based on the analysis of the type of charger abnormality. Finally, it is solved using unsupervised learning method to find new patterns of abnormal data.

Keywords : Anomaly detection, Classification model, Electronic vehicle charging, Charger, Clustering

Ⅰ. 서 론

최근 석유자원 고갈, 지구 온난화, 환경 규제 등으로 친환경 자동차가 대두되고 있으며 이중에 대표적인 것이 전기차이다[1]. 이러한 전기차의 수요는 전세계적으로 기하급수적으로 증가하는 추세이며, 전기차 충전 인프라 구축에 세계 여러 국가들이 박차를 가하고 있다. 우리나라에서도 친환경 대전환 정책으로 2020년 한국판 뉴딜 종합계획을 발표하였는데, 이 계획에는 2025년까지 전기차 113만대보급 및 충전인프라(급속충전기 1만 5천대, 완속충전기 3만대) 계획을 세우고 있다[2].

전기차 충전 방식은 1,000V 표준 교류 공급 전압 이하를 사용하는 저속충전 방식과 직류 1,500 V 이하의 직류 전압을 사용하는 고속충전 방식으로 분류된다[3]. 일반적으로 충전기는 Outlet과 Connector로 구성되어 있는데 충전하는 과정에서 과전류, 통신 오류 등 다양한 오류들이 발생한다. 본 논문에서는 전기차 충전 과정에서 충전기로부터 전송된 충전데이터에 이상을 감지하여 원격으로 제어하는 시스템을 구현한다. 이를 위해서 분류형 알고리즘을 이용하여 충전기에서 수신되는 데이터를 정상과 이상으로 판단하는 분석 모델을 생성한다. 또한, 충전기 이상 현상 종류를 분석하여 이를 기반으로 기존 충전데이터를 이용하여 이상발생 원인을 판단하기 위한 모델을 만든다. 그리고 이상데이터의 새로운 패턴을 찾아내기 위하여 비지도학습을 활용한다.

Ⅱ. 이상감지 제어시스템

2.1. 이상 현상 분석

이상감지 모니터링을 위해서는 충전 과정에서 발생하는 이상 현상을 충전데이터를 기반으로 분석해야 한다. 먼저 충전기로부터 데이터가 미전송되는 경우로, 충전기 사용 중에 정보가 전송되지 않거나 충전 정보가 잘 전송되다가 특정 시점에 정보가 전송되지 않는 경우가 있다. SOC(State of Charge)는 전지차의 배터리팩에서 연료게이지와 같은 역할을 하며, 0~100%로 양을 표시한다. 이러한 SOC에 오류가 발생할 수 있는데 충전 정보 중 시작 SOC가 종료 SOC 보다 큰 경우, 충전 전력량이 0이나 종료 SOC가 증가한 경우, 충전 정보의 전력량, 요금 등은 정상 값이나 종료 SOC 값이 0인 경우가 있다.

충전 정보 자체에서 오류가 있는 경우도 있는데, 세부적으로 충전 정보의 전력량, 소요시간, 요금이 0이거나 음수로 표시되는 경우, 충전 정보의 전력량, 소요시간은 정상 값이나 요금이 0인 경우, 충전 정보의 날짜가 데이터 발생 시점의 날짜보다 1일 이상 이전으로 표시되는 경우, 한전에서 공급된 사용 전력량 보다 충전기에 충전 사용 전력량이 큰 경우, 충전 정보의 고객명, 차량번호

Received 14 December 2021, **Revised** 16 December 2021, **Accepted** 3 January 2022

*** Corresponding Author** Sang-Ho Moon (E-mail:shmoon87@bufs.ac.kr, Tel:+82-51-509-6225)
Professor, Department of Computer Engineering, Busan University of Foreign Studies, Busan, 46234 Korea

Open Access http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.2.313 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

등이 없이 표시되는 경우, 충전 정보의 경부하, 중부하, 최대부하의 요금 금액은 있으나 총 충전 요금이 0인 경우, 충전 시간이 지나치게 오래된 경우, 충전 전력량은 있으나 충전 시간이 0이거나 음수인 경우가 있다.

2.2. 제어시스템

본 논문에서 구현한 충전데이터를 이용한 이상감지 제어시스템은 그림 1과 같다. 충전기로부터 전송받은 충전데이터에 이상이 발견되면, 이상데이터를 보정한 후 시스템에 전송하고 운영자가 충전기를 제어한다.

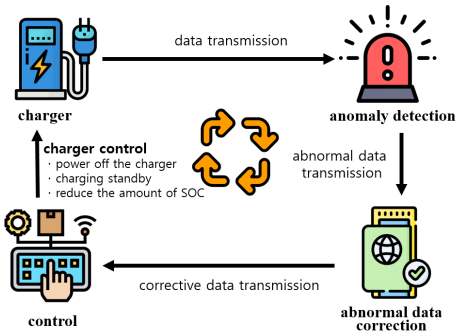

Fig. 1 Charging abnormality detection control system

이상감지 제어시스템의 전체적인 흐름도는 그림 2와 같다. 세부적으로 충전데이터로부터 이상이 감지되면 이상 코드별로 분류한 후에 이상 패턴을 분석하고 새로운 패턴이면 이상 패턴 정보를 변경한다. 그리고 이상데이터는 보정한 후에 정상 데이터로 저장하고 이상 현상을 운영자에게 알려준다. 그러면 운영자가 제어시스템을 통하여 충전기를 모니터링 및 조치를 한다.

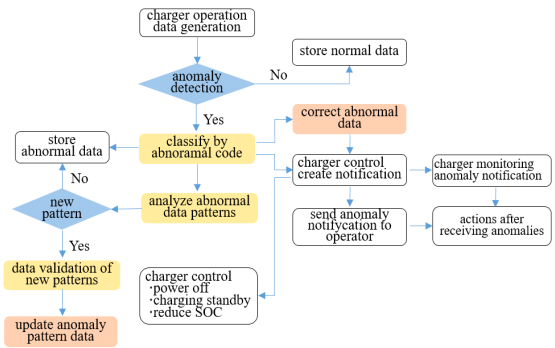

Fig. 2 Flow chart for the system

제어시스템은 기존 충전데이터를 활용하여 충전기를 제어할 수 있다. 세부적으로 그림 3과 같이 전기차가 충전기와 맞물렸을 때 CAN 통신으로 전송되는 데이터를 기존의 정상데이터들과 비교하여 이상 유무를 판단한다. 전압이나 전류가 너무 높거나 낮을 경우 등과 같이 충전데이터에 이상이 있을 때에는 이상 감지로 판단한 후에 경고 알림 발송과 충전 제어를 활성화시킨다.

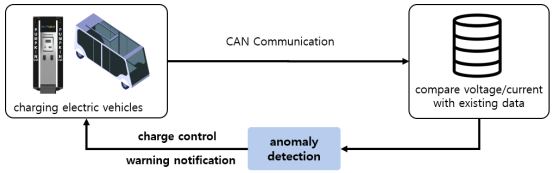

Fig. 3 Charger control through data utilization

충전기에서 발생하는 대표적인 이상은 전압 이상 감지이다. 일반적으로 정상적인 충전데이터의 SOC 그래프는 그림 4의 (a)와 같지만, 충전시 과전압 이상이 발생되는 경우에는 그림 4의 (b)와 같이 비정상 SOC 그래프가 생성된다. 세부적으로 기존의 정상 데이터와 비교하여 기준치 이상 또는 이하를 판단하고 전압의 상한 및 하한을 제어한다. 그리고 이와 같은 방법으로 이상을 감지하고 운영자에게 알림과 충전 제어를 수행한다.

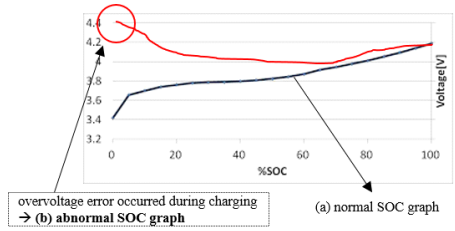

Fig. 4 Voltage anomaly detection by SOC graph

Ⅲ. 충전데이터 이상 감지 알고리즘

3.1. 데이터 분석 모델

그림 5의 충전데이터 이상을 감지하기 위한 데이터 분석 모델은 충전기에서 전송되는 데이터를 정상과 이상으로 판단 및 분류하는 분류형 알고리즘을 사용한다.

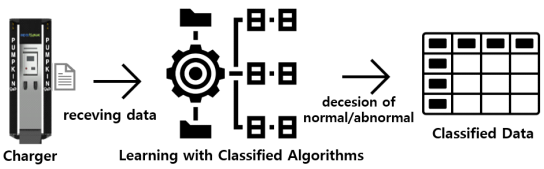

Fig. 5 Data analysis model

분류형 알고리즘은 먼저 충전기에서 전송된 데이터에 이상 유무를 정상은 0, 이상은 1 값으로 설정한다. 그리고 이 충전데이터를 logistic regression[4], KNN[5],

SVM[6], decision trees[7]와 같은 분류형 알고리즘을 사용하여 학습시킨다. 이 과정을 거치면 그림 6과 같이 알고리즘을 통해 정상/이상 유무를 판단할 수 있는 데이터 분석 모델을 생성하고, 이 모델에 충전기에서 발생한 데이터를 넣어주면 정상 또는 이상을 판단할 수 있다.

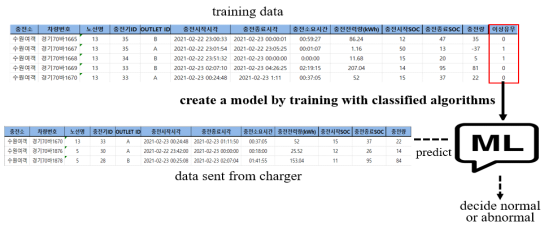

Fig. 6 Data analysis model process

3.2. 이상 원인 분석 모델

그림 7과 같이 충전기에서 전송된 이상데이터에서 발생 원인을 판단하기 위해 분류형 알고리즘을 사용한다. 충전 이상 현상들을 기반으로 기존의 충전데이터를 이용하여 이상 발생 원인을 판단하는 모델을 생성한다. 이때 분류 모델 평가 지표로 정확도, 정밀도, 재현율, F1 Score 등을 활용하여 의미 있는 분류인지를 확인한다.

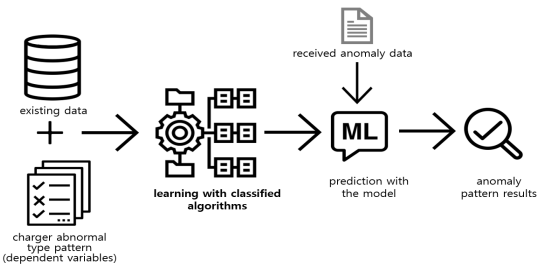

Fig. 7 Anomaly cause analysis model

이상 원인을 분석하기 위하여 충전 이상 현상들을 기반으로 그림 8과 같이 이상코드 별로 분류한 후에, 이상코드로 분류된 이상데이터를 학습을 시켜서 모델을 생성한다. 그리고 이 모델에 이상데이터로 분류된 새로운 데이터를 넣게 되면 이상코드를 결과값으로 부여한다.

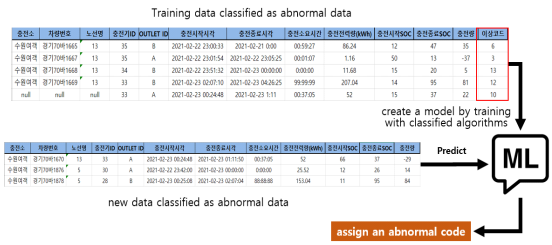

Fig. 8 Anomaly data analysis process

3.3. 이상 패턴 검색 모델

충전기에서 발생하는 이상데이터의 새로운 패턴을 찾아내기 위해서 그림 9와 같이 비지도학습을 이용한다. 이를 위해서 이상데이터들을 elbow method와 같은 외부평가를 활용하여 군집화된 적절한 분류 수를 도출한다. 그리고 기존의 이상데이터를 분류하는 패턴과 비교하여 분류 수에 차이가 생기면 새로운 패턴이 생긴 것을 알 수 있다. 이 경우에는 새로운 패턴에 대한 데이터를 확인 및 분석하여 새로운 패턴 정보에 변경 반영한다.

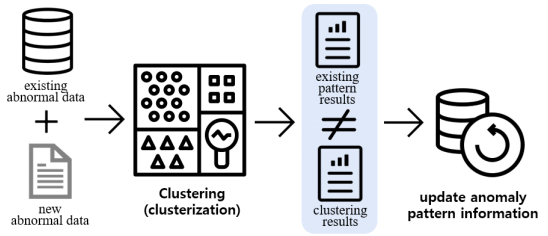

Fig. 9 Anomaly pattern search model

세부적으로 먼저 다른 모델에서 얻어낸 이상데이터들을 클러스터링(군집화)을 통하여 이상현상의 종류를 나타내는 클러스터의 수를 알고리즘을 통해 도출한다. 그리고 알고리즘에서 도출된 클러스터 수가 기존의 충전기 이상 현상 종류의 개수와 맞지 않으면 새로운 충전기 이상 현상이 발생한 것으로 판단한다. 즉, 기존 이상 코드보다 보다 많은 수의 이상 코드들이 분류되었다면 새로운 이상 패턴이 발견된 것으로 인지할 수 있다. 이 경우에는 그림 10과 같이 새로운 분류를 발견한 것을 분석하여 이상 현상 종류에 반영하여 처리한다.

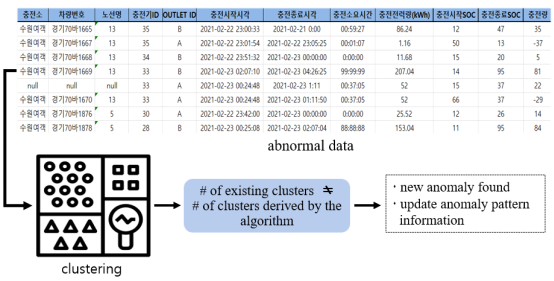

Fig. 10 Anomaly information update process

이상데이터의 새로운 패턴을 찾아내기 위한 비지도학습을 위하여 K-Means 알고리즘을 이용한 클러스터링을 적용한다. K-Means 알고리즘에서 중요한 가장 적절한 K를 고르기 위하여 Elbow Method를 사용한다. 세부적으로 그림 11과 같이 특정 포인트 이후 변하지 않는 부분을 elbow point로 선택한 후에 급격히 떨어지는 포

인트의 수치를 비교하여 K를 선택한다.

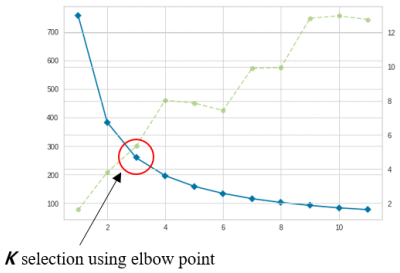

Fig. 11 K selection using the Elbow Method

세부적으로 먼저 K개의 클러스터 중심점을 임의(random)의 위치에 생성한다. 그리고 각 샘플에 대해 K개의 중심점 사이의 거리를 계산하고 샘플을 가장 가까운 중심점의 클러스터에 할당한 후에, 중심점을 해당하는 클러스터의 평균으로 이동시킨다. 이 과정을 더 이상 클러스터 소속이 바뀌지 않을 때 까지 반복하여 클러스터 수를 산출한다. 마지막으로 도출된 클러스터 수를 원본 데이터에 컬럼(column)으로 붙여 행마다 이상데이터의 분류를 알 수 있게 처리한다.

3.4. 이상데이터 보정

충전기에서 이상데이터가 발생한 경우에는 보정 과정을 거친 후에 저장을 해야 한다. 세부적으로 각 행의 이상데이터를 분석하여 정상적인 범주의 값을 기준으로 정상 데이터의 값 중에서 비슷한 행들의 데이터의 평균값으로 치환한다. 예를 들어, 그림 12에서 이상데이터의 유형은 시작 SOC가 종료 SOC보다 큰 경우인데, 이 경우에는 정상데이터의 범주에 들어가는 충전 소요시간과 충전전력량을 비슷한 수치의 정상 데이터의 행들의 평균값으로 치환시켜서 값을 보정한다. 그리고 보정시킨 데이터를 정상데이터로 저장시킨다.

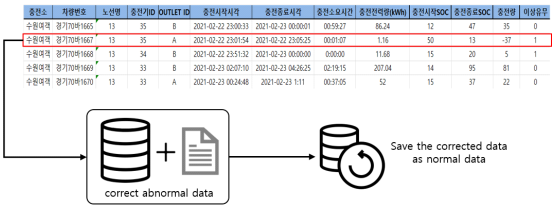

Fig. 12 Correction process for abnormal data

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 전기차 충전 과정에서 충전기로부터 전송되는 충전데이터에 이상을 감지하여 원격으로 제어하는 시스템을 구현하였다. 세부적으로 분류형 알고리즘을 이용하여 충전기에서 수신되는 데이터를 정상과 이상으로 판단하는 분석 모델을 생성하였다. 또한, 충전기 이상 현상 종류를 분석하여 이를 기반으로 기존 충전데이터를 이용하여 이상발생 원인을 판단하기 위한 모델을 만든다. 그리고 이상데이터의 새로운 패턴을 찾아내기 위하여 비지도학습을 활용하였다.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by Ministry of Science and ICT/National Information Society Agency (Convention No. 2021-Data-We 144).

REFERENCES

[1] H. Kim, H. Park, and W. Lee, “Novel System Modeling and Design by using Electric Vehicle Charging Infrastructure based on Data-centric Analysis,” *Journal of Internet Computing and Services*, vol. 20, no. 2, pp. 51-59, Apr. 2019.

[2] J. Jang and Y. Choi, “Strategy for using Electric Bus Charging History Information in Gyeonggi-do,” *Transportation Technology and Policy*, vol. 18, no. 6, Jun. 2021.

[3] Y. Sum, Y. Hwang, I. Sim, and J. Kim, “Deep Learning Based Error Control in Electric Vehicle Charging Systems Using Power Line Communication,” *Journal of the Korean Institute of Intelligent Transportation Systems*, vol. 17, no. 4, pp. 150-158, Aug. 2018.

[4] S. Jin and J. Lee, “Study on Accident Prediction Models in Urban Railway Casualty Accidents Using Logistic Regression Analysis Model,” *Journal of The Korean Society for Railway*, vol. 20, no. 4, pp. 482-490, Aug. 2018.

[5] Y. Yu, S. Moon, and S. Park, “Analysis of KNN Algorithm for Speed Prediction in Urban Roads,” *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, vol. 7, no. 2, pp. 245-253, Feb. 2017.

[6] S. Kim and J. Lee, “A Study on Face Recognition using Support Vector Machine,” *Journal of the institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 16, no. 6, pp. 183-190, Dec. 2016.

[7] K. Kim, “Oriental Medicine-based Health Pre-Diagnosis System using Fuzzy Decision Tree,” *Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 25, no. 11, pp. 1519-1524, Nov. 2021.