

타음검사를 통한 발전기의 고정자 웨지 체결강도 추정방법

윤덕규, 김영근*
유진기술, *유진기술

deokkyuyun@gmail.com, *kimyg@ujintech.net

Method for estimating stator wedge tightness of generator based on acoustic signal

Deokgyu Yun, Young Geun Kim*
Ujin Technology, Inc., * Ujin Technology, Inc.

요약

발전기의 고정자는 웨지를 사용하여 권선을 보호하고 지지한다. 발전기의 연속가동에 따른 진동의 이유로 웨지의 체결강도가 약화된다면 절연 파괴나 웨지의 이탈 등이 발생하면 심각한 사고 및 손해로 이어진다. 이를 예방하기 위하여 발전소에서는 주기적으로 회전자를 인출하여 작업자들이 두드리고 소리를 들어보는 형식으로 안전 점검을 진행한다. 본 논문에서는 이를 기계적인 장치로 타격하고 타격 음향을 수집하여 분류한다. 이를 통해 작업자의 주관적인 판단에서 벗어나 보다 객관적이고 정확한 타격음 분류를 통해 웨지의 체결강도를 추정하고자 한다.

I. 서론

본 논문은 발전기의 안전점검을 위한 것이다. 현재 발전소에서는 작업자들이 직접 스패너 등의 공구로 웨지를 두드려 보고 두드리는 소리로 웨지의 체결강도를 판단한다. 이는 작업자의 컨디션 등에 따라 결과가 바뀔 수도 있으며, 주관적인 판단하에 체결강도 상태가 결정된다. 따라서 본 논문은 기계장치를 통해 일정한 힘과 속도로 타격을 진행하며, 타격음을 마이크로 수집하여 누구나 객관적으로 비교할 수 있도록 한다. 분류 방식은 비지도 분류의 일종인 GMM(Gaussian mixture models)[1]을 사용하며, 고정이가 잘 된 물체일수록 고주파 음향이 발생하는 것[2]을 기초로 한다.

II. 타격 장치와 음향 수집

그림 1 과 같이 타격기와 마이크를 통해 타격신호를 수집한다. 타격은 모터의 회전으로 이루어지며, 일정한 힘과 속도로 타격할 수 있다. 발전소는 잡음이 심한 환경이므로 지향성 마이크를 사용하여 타격지점 외의 방향에서 들어오는 잡음신호를 억제한다.

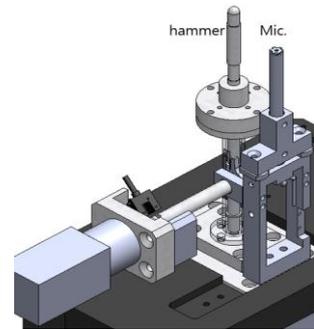


그림 1. 타격기 모듈

Fig. 1. Impacting module

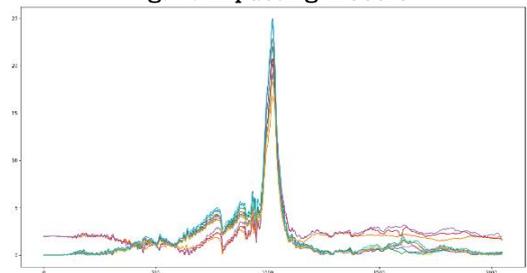


그림 2. 동일지점 타격음향의 스펙트럼

Fig. 2. Spectrum of acoustic signals

그림 2 는 타격기로 동일한 지점을 약간의 오차를 주어가며 타격한 신호들의 스펙트럼이다. 스펙트럼간의 상관도를 계산하면 0.95 이며, 이를 통해 균일한 타격이 이루어졌음을 알 수 있다.

III. 타격 신호의 분류

타격음의 분류는 GMM[1]을 통해 군집을 생성하여 분류한다. 생성된 군집들의 평균 스펙트럼은 그림 3 과 같으며, 체결강도가 높을수록 미세진동인 고주파 성분이 주로 검출된다. 실제 발전기의 웨지에서 타격신호 4 천여개를 수집하여 실험을 진행하였으며, 군집의 평균 스펙트럼은 육안으로도 확연히 구분 가능할 정도로 체결강도에 따라 신호들이 수집되었다.

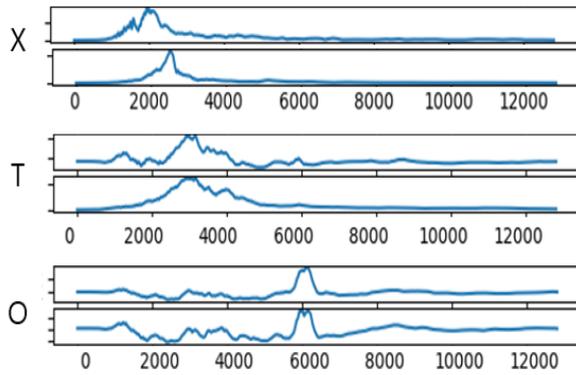


그림 3. 군집의 평균 스펙트럼
Fig. 3. Average spectrum of cluster

IV. 결론

본 논문은 발전기의 안전점검을 위해 현행되고 있는 작업자의 주관적 평가가 아닌 타격장치를 통한 균일한 타격과 신호수집을 통해 객관적이고 정확한 체결강도 분류방법을 제안했다. 실제 발전기의 경우 체결강도의 명확한 수치를 알 수 없으나, 물체가 단단히 고정될수록 고주파 음향이 나오는 것에서 접근하여 수집음향들을 비지도 방법으로 분류하고 육안으로도 구분될 정도의 평균 스펙트럼을 보임으로써 누구나 동의할 수 있을 정도로 분류됨을 증명했다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 한국전자통신연구원 기본사업의 일환으로 수행되었음. [24ZB1200, 인간중심의 자율지능시스템 원천기술 연구]

참 고 문 헌

- [1] Reynolds, Douglas A. "Gaussian mixture models," Encyclopedia of biometrics 741, pp. 659-663, 2009.
- [2] Toh, G., Gwon, J., and Park, J., "Determination of clamping force using bolt vibration responses during the tightening process," Applied Sciences, vol. 9, no. 24, pp. 5379, Dec. 2019.