

## 저널베어링 시스템의 강건한 상태 진단과 이상상태 수준 예측

정준하<sup>†</sup> · 전병철\* · 윤병동\* · 김연환\*\* · 배용채\*\*

<sup>†</sup>서울대학교 기계항공공학부, \*서울대학교 기계항공공학부, \*\*한국전력 전력연구원

### Robust Diagnosis Method and Anomaly Index Prediction for Journal Bearing Systems

Joonha Jung<sup>†</sup>, Byungchul Jeon\*, Byeng D. Youn\*, Yeonwhan Kim\*\*, and Yong-Chae Bae\*\*

<sup>†</sup>Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University

\*Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University

\*\*Power Generation Laboratory, KEPCO Research Institute

**Key Words:** Journal Bearing(저널 베어링), Diagnostics (진단), Anomaly Index(이상상태 수준), Vibration(진동)

**Abstract:** Current diagnosis of a journal bearing system exclusively relies on the vibration magnitude. But for a stable operation and efficient maintenance of the system, the current diagnosis method must be revised to incorporate the systems' various characteristics. This research suggests an algorithm that robustly diagnoses the anomalies and predicts the severity of the anomaly.

First, the vibration data were acquired for a normal case and three different anomaly cases, each anomaly case being tested by three severity degrees for the development of the anomaly index. Then, an appropriate signal processing is conducted on the acquired vibration data, and 19 time and frequency features representing the physical characteristics of the system are extracted. Next, all the data are divided into the training and the testing data. The training data are used to train the classifier (supervised learning), while the testing data are used to evaluate the performance of the trained classifier by actually predicting the classes of the testing data. Upon the predicted results of the testing data, the anomaly index is developed by quantifying the severity of the anomaly and scaling the range between 0 and 1.

A journal bearing system can guarantee safe operation and efficient maintenance by the developed real-time robust algorithm and by the developed anomaly index that shows the severity of the anomaly.

**초록:** 현재 저널 베어링 시스템의 상태 진단은 단순히 진동 크기에만 의존하고 있으나, 시스템의 안정적인 운영과 효율적인 유지보수를 위해서는 다양한 특징을 고려하여 시스템의 상태를 정확히 진단할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 진동신호를 기반으로 저널베어링 시스템의 동특성을 고려한 강건한 상태진단과 이상상태의 수준을 예측할 수 있는 진단 알고리즘을 개발하였다.

먼저 저널 베어링 모사 시험기에서 정상상태와 3 가지 이상상태(오정렬, 접촉, 오일 뒤틀)에 대한 진동신호를 측정하였으며, 각 이상상태의 수준 예측연구가 가능하도록 각 이상상태는 3 가지 수준으로 인가하였다. 획득한 진동신호는 저널 베어링 시스템에 적합한 신호처리 방법을 적용하고, 각 이상상태의 물리적 특징을 표현해주는 20 개의 특성인자들을 추출하였다. 각 이상상태 수준별 데이터의 50%를 기계학습(감독학습)의 훈련 데이터로 사용하여 이상상태 분류기를 설계하였고, 나머지 50%의 데이터는 학습된 분류기의 정확도를 평가 및 검증하는데 사용하였다. 상태분류가 진행된 결과를 바탕으로 이상상태의 수준을 예측하기 위해 각 상태를 대표할 수 있는 특성인자를 선정하였다. 또한 각 이상상태를 대표하는 특성인자를 통해 이상상태의 수준은 0 과 1 사이의 비정상 지수를 개발하여 정량화를 수행하였다.

본 연구에서 개발된 알고리즘을 통해 강건한 이상상태 진단이 실시간으로 이루어지고, 해당 이상상태의 심각성을 나타낼 수 있는 이상상태 수준을 정량화 함으로써 저널 베어링 시스템의 안정적인 운영과 효율적인 유지보수가 가능하다.

#### 후 기

본 논문은 2012 년도 지식경제부 한국에너지기술평가원의 전력산업원천기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었음 (2012101010001C).

#### 참고문헌

- (1) Jeon, B. C., Jung, J. H., Youn, B. D., Kim, Y. H. and Bae, Y. C., 2014, "Statistical Approach to Diagnostic Rules for Various Malfunctions of Journal Bearing System Using Fisher Discriminant Analysis," *European Conference of the Prognostics and Health Management Society*.
- (2) Chu, F. and Lu, W., 2005, "Experimental Observation of Nonlinear Vibrations in a Rub-impact Rotor System," *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 283, pp. 621-643.
- (3) Lees, A. W., 2007, "Misalignment in Rigidly Coupled Rotors," *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 305, pp. 261-271.

<sup>†</sup>Joonha Jung, reallibero@gmail.com

© 2015 The Korean Society of Mechanical Engineers