

풍력 발전기 정상 운행조건의 정량적 정의를 통한 선택적 진동기반 상태감시 전략수립

하중문[†] · 박정호* · 오현석* · 윤병동*¹

[†] 서울대학교 기계항공공학부, *서울대학교 기계항공공학부

Development of an adaptive condition monitoring strategy of wind turbine by quantitative definition of stationary operating condition

1st author name[†], 2nd author name* and 3rd author name**

[†]1st author affiliation

*2nd author affiliation

**3rd author affiliation

Key Words: Wind turbine (풍력 발전기), Condition monitoring (상태감시), Fault diagnostics (고장진단), Classification of operating condition (운행 환경 분류), Stationary condition (정상 상태)

Abstract: Condition monitoring system (CMS) has been widely developed to reduce the economic loss occurs from an unexpected failure of wind turbines. Frequency or order analysis of vibration signal are the conventional signal processing techniques which are typically used for most of CMSs. These conventional signal processing techniques, however, can produce lots of uncertainties when they are used for condition monitoring of wind turbines which are exposed to significant time-variant operating condition. Some of advanced CMSs proposed to classify the operating condition into multiple regions in which respective condition monitoring is performed. This classification procedure would reduce the effect of varying operating condition on the signal processing results by limiting the range of variation of operating condition. However, it is still challenging for operators of wind farm to use it in practice because of 1) lack of a physical evidence for the classification method, and 2) absence of quantitative classification criteria. In this paper, classification rule based on physical phenomenon is proposed. Furthermore, a method to define quantitative classification criteria for stationary operating condition of wind turbine is presented to effectively use the conventional signal processing techniques for the condition monitoring of wind turbines. For this purpose, empirical probability density function for the operating condition of wind turbines was developed, and a cluster formed around the rated rotor speed and power were effectively separated using quantitative criteria. The proposed classification method and condition monitoring strategy were demonstrated by testbed which simulates a planetary gearbox of a wind turbine.

초록: 풍력 발전기의 상태감시 시스템은 갑작스러운 고장에 의한 경제적 손실을 줄이기 위하여 활발하게 개발되어 왔다. 진동 신호에 기반을 둔 주파수 분석 및 오더분석 기법은 이러한 풍력 발전기의 상태감시 시스템에 가장 대표적으로 활용되는 고전적 신호분석 기법이다. 하지만 가변적인 운행속도 및 토크 운행환경에 항상 노출되어있는 풍력발전기의 경우 이러한 고전적 신호분석기법을 적용할 경우 결과에 많은 불확실성이 내포될 수 있다는 문제를 갖고 있다. 이를 해결하기 위해 소수의 선진 상태감시 시스템은 운행 데이터를 여러 구간으로 나누어 구간 별로 개별적 상태감시를 수행함으로써 운행 데이터의 변화에 의한 영향을 줄이고자 하는 방법을 제시하고 있다. 하지만, 이들은 운행 구간을 나누는 데에 물리적 근거가 부족하며 각 구간에 대한 정량적 기준이 제공되지 않아 실제로 사용하기가 힘들다는 문제가 있다. 이 논문에서는 고전적인 회전체 상태감시기법을 풍력 발전기 상태감시에 효과적으로 적용하기 위해 물리적 현상에 기반한 풍력 발전기의 운행 데이터 분류기법을 제안하였으며, 나아가 정상 (stationary) 운행조건을 정량적으로 정의하였다. 이를 위해 경험적 확률밀도함수가 구축되었으며 물리적 현상에 기반하여 정상 운행조건의 밀집군을 효과적으로 분리하는 절차를 마련하였다. 정의된 정상 운행조건의 기준을 활용하여 풍력 발전기의 선택적 진동기반 상태감시 전략을 수립하였으며, 풍력 발전기 유성 기어박스의 모사시험을 통해 그 타당성을 검증하였다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 에너지 국제공동연구사업 (20118520020010)으로 수행되었습니다.

참고문헌

- (1) Crabtree, C. J., Zappalá, D., & Tavner, P. J., 2014, "Survey of commercially available condition monitoring systems for wind turbines," Supergen Wind Energy Technologies Consortium and Durham University School of Engineering and Computing Sciences.

[†] Presenting author, Jong M. Ha, billyhjm@snu.ac.kr

© 2015 The Korean Society of Mechanical Engineers