

풍력발전기 진동신호를 이용한 상태감시 사례 연구

Case Study for Wind Turbine Condition Monitoring using Vibration Signals

김상렬[†] · 김봉기* · 서운호* · 김재승* · 김현실*

SangRyul Kim, Bong-Ki Kim, Yun-Ho Seo, and Jae-Seung Kim

1. 서 론

풍력발전기의 사전 고장감지를 통한 생산성 향상을 위하여 상태감시시스템의 중요성이 대두되어 왔다. 이에 따라 다양한 형태의 상태감시시스템들이 개발되어 왔으며,⁽¹⁾ 대규모 풍력단지 건설에 관한 보험료 절감 등 안전비용 감소를 위해 인증된 상태감시시스템의 설치에 의무화되고 있는 추세이다. 최근 국내기술로 개발된 상태감시시스템도 독일선급(GL) 인증을 받아 국내 풍력단지에 설치 운영되고 있다.⁽¹⁾

이러한 풍력발전기 상태감시시스템은 그 설치목적상 고장감지를 통한 시스템의 이상 유무를 알려주는 데 최우선 목표를 두고 있기 때문에, 대부분의 상태감시시스템은 특정한 신호 혹은 변수에 대한 알람레벨을 설정하고 측정된 신호(변수)가 알람레벨을 초과하는 지를 감시하는 방식을 기본 알고리즘으로 사용하고 있다.

따라서 상태감시 변수(신호)의 선정 및 관련 알람레벨의 설정은 상태감시시스템의 성능을 좌우하게 되는 중요한 사항이라 각 시스템 개발사에서는 관련 정보의 공개를 매우 꺼리는 경향이 있다. 특히 상태감시변수의 경향분석을 통한 향후 고장발생 유무나 부품의 수리, 교환의 필요성 등 유지관리를 위한 데이터분석을 수행하는 상태감시자(Monitoring Body)로서는 매우 큰 비용을 요구하고 있고, 관련 분석사례 및 데이터 공개 등은 거의 이루어지지 않고 있다.

본 논문에서는 풍력발전기 상태감시 사례를 소개

하고 관련 데이터를 활용하여 개발 상태감시시스템의 성능을 확인하고, 유효성을 검증하고자 한다.

2. 풍력발전기 상태감시 알고리즘 및 사례

Fig. 1은 본 연구에서 개발된 풍력발전기 상태감시시스템의 상태감시/고장진단/알람발생 체계를 보여주고 있다.⁽³⁻⁵⁾ 그림에서 고장진단은 2단계를 통해 이루어지고 있으며, 단계별로 상태감시 신호(변수)에 대한 알람레벨 비교뿐만 아니라 세부 고장진단이 진행된다. 여기서 알람레벨 설정은 일정기간동안의 운영데이터로부터 IEC 61400-25-6에 제시된 bin별로 설정하게 되며,⁽²⁾ 개발된 상태감시시스템의 관련 설정 체계가 Fig. 2에 나타나 있다.

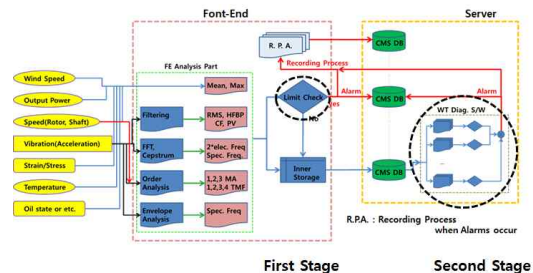


Fig. 1 Diagnosis and alarm generation of CMS for wind turbine

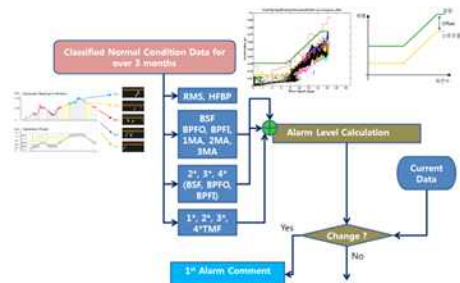


Fig. 2 Flow chart for determination of alarm and warning levels of CMS for wind turbine

[†] 정희원, 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실

E-mail : srkim@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7466, Fax : 042-868-7440

* 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실

4. 결 론

개발된 풍력발전기 상태감시 알고리즘을 소개하고, 풍력발전기 사고 사례로부터 얻은 데이터를 활용하여 상태감시시스템의 동작여부를 검증하였다. 상태감시 분석 결과, 개발 시스템은 적절한 알람레벨 설정 및 고장진단을 수행하였으며 사고 발생 15일 전 풍력발전기의 이상 상태에 대한 알람을 발생하는 등 실제 풍력발전기 사고에서의 유효성을 확인할 수 있었다.

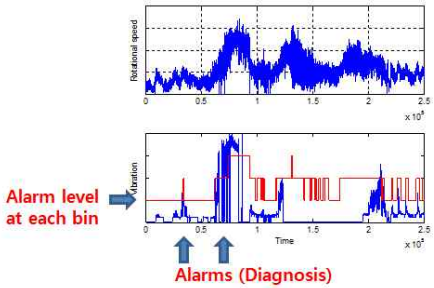
본 연구의 개발 알고리즘은 향후 해상풍력발전기의 상태감시시스템에 적용되어 활용될 예정이다.

후 기

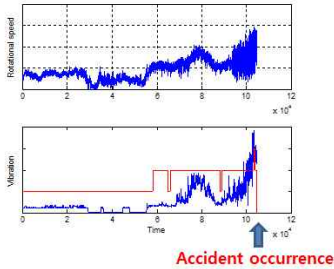
본 연구는 산업통상자원부 신재생에너지기술개발사업(융합원천)인 "서남해2.5GW 해상풍력을 위한 실증단계 연구(과제번호:2011T100100307)"과제의 세부연구 일부 내용임을 밝히는 바이며, 연구수행에 지원해 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) http://www.gl-group.com/pdf/Condition_Monitoring_System.pdf
- (2) IEC 61400-25-6, 2007 Communications for monitoring and control of wind power plants.
- (3) S. R. Kim *et al.*, 2012, Application of statistical technique for condition monitoring variables of wind turbines, Proceedings of the KSNVE Annual Fall Conference, pp 502-503
- (4) S. R. Kim *et al.*, 2013, Vibration Characteristics of Wind Turbines for Condition Monitoring, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp 176-177
- (5) S. R. Kim *et al.*, 2013, Development of Vibration-based Condition Monitoring Algorithm for Fault Diagnosis of Wind Turbine, Proceedings of the KWEA Annual Spring Conference, pp 46



(a) Three-day data on 15 days before the accident



(b) one-day data just before the accident

Fig. 3 Example of condition monitoring using data measured from a wind turbine accident

Fig. 3은 사고가 발생한 풍력발전기에서 측정된 진동데이터(사고 발생 15일 전 약 3일간의 데이터와 사고발생 직전 약 1일간의 데이터)와 상태감시 알고리즘에 따라 수행된 알람레벨, 관련 알람발생 결과를 보여주고 있다. 그림에서 풍력발전기 진동데이터는 풍속에 따라 변화하고 있어 측정레벨이 적절한지에 대한 감시가 이루어질 필요가 있다. 관련 알람레벨은 앞선 fig.2의 체계도에 따라 각 회전수 bin에 대하여 설정되었으며, 그림에서 풍력발전기 회전수에 따라 그 레벨이 변화하고 있는 것을 살펴볼 수 있다.

그림에서 개발된 상태감시시스템은 사고발생 15일전 상태감시시스템은 알람을 발생(측정된 진동데이터가 설정된 알람레벨을 초과하고 있음)하고 풍력발전기의 이상 발생을 공지하고 있음을 알 수 있다. 또한 사고 발생 1시간 전에도 알람을 발생하여 풍력발전기 이상상태 알려주고 있다.

이상의 결과로부터 현재 개발된 상태감시시스템 및 관련 알고리즘은 풍력발전기 이상상태를 사전진단 및 알람을 통해 적절히 감시할 수 있어 실제 풍력발전기 상태감시에 매우 유효할 것으로 판단된다.