산업기계

⑩

풍력발전기 드라이브트레인 상태감시, 결함진단 및 고장예지 기술

연구자. 김상렬
소속. 가상공학연구센터 Ⓣ 042-868-7466

기술 개요

- 풍력발전기 주요 부품에서 측정한 신호분석을 통해 실시간으로 부품의 건전성을 분석/평가하고 운영 및 유지보수에 필요한 정보를 제공할 수 있는 알고리즘
- 풍력발전기의 실시간 이상진단을 위한 상태감시시스템(Condition Monitoring System, CMS)을 기반으로 하고 있으나, 기존의 CMS들이 현시점에서의 결함발생 유무만을 감지하는데 비해 주요 부품의 결함진단과 더불어 향후 고장 발생시점을 예측하여 부품의 잔존수명을 추정하여 표시
- 본 기술의 결함진단 및 수명예측에는 빅데이터 처리 및 인공지능/기계학습 기법(신경망, 확장형 은닉마르코프 모델)을 적용하여 결함진단율을 99%까지 향상시켰으며, 베이지안 통계기법 및 몬테카를로 시뮬레이션 등 통계적 접근법을 통해 수명예측 오차를 10% 이내로 저감
- 시시각각 변화하는 바람에 의해 변동 하중이 존재하더라도 주요 부품의 결함진단과 수명예측이 가능

고객 · 시장

- 풍력발전기 등 동력전달계통이 사용되는 대형 플랜트, 발전, 항공 및 철도차량 등

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

- 풍력시스템은 경제성을 고려해 대단지, 대용량화 되며, 고출력을 위한 블레이드의 길이 증가는 타워 높이와 블레이드 자체에 작용하는 하중 상승으로 이어져 풍력발전 시스템의 파손 가능성이 높아지고 있어 풍력시스템 고장 시간을 단축시켜 높은 가동률을 유지하고 단지의 경제성을 확보하기 위해 기기 신뢰성 향상과 유지보수기술 개발이 매우 중요
- 풍력단지의 통합 운전과 감시가 가능한 SCADA 시스템과 연계하여 블레이드, 증속기, 발전기 등 주요 기기의 상태를 감시하고, 사전 진단 및 고장 분석을 통해 기기 가동률을 최대화하기 위한 상태감시와 고장진단 기술 개발 필요성 대두
- 지난 20년간 유럽에 설치된 풍력발전기 고장원인의 40% 이상이 기기와 부품의 고장에 의한 것으로 알려져 있으나, 국내에 이미 도입된 풍력발전기 중 상당수가 계약적 또는 기술적인 문제 등에 의해 O&M에 상당한 어려움을 겪고 있으며, 이는 풍력발전기 운영경험 미숙과 상태감시 · 고장진단 기술 미확보에 따른 결과로 판단
- 기존의 CMS는 측정신호의 크기로부터 기준치 초과 여부 또는 현시점에서의 결함발생 유무만을 감지하는데 머물러 있어, 대상 시스템의 능동적인 위험관리를 위한 고장예지 부분이 필요

기술의 차별성

- 차별화된 2단계 알람 체계를 통한 신뢰성 있는 상태감시 및 고장진단 가능
- 기 구축된 국내 산업단지들은 20년 이상 운영되어 안전관리가 시급하므로, 체계화된 위험관리를 통하여 고효율 저비용 유지정비와 수명 연장이 가능한 능동형 위험관리 기술 적용이 가능하므로 관련 분야로 기술의 확대 적용이 가능함
- 장기적인 관점에서 시스템 건전성 및 신뢰성 확보를 위한 고장진단, 예지보전(Predictive maintenance) 및 상태기반 정비(CBM : Condition-based maintenance) 기술이 요구되므로, 관련 분야에 확대 적용하는 것이 가능함
- 국제기준(DNV·GL, IEC 61400-25)에 부합하는 알고리즘 및 신호 체계 적용

기술완성도(TRL)

자료조사 기초설명	프로젝트 개념 또는 아이디어 개발	기술개념 검증	프로토타입 개발	유사환경 시작품 제작 · 평가	파일럿 현장실증	상용모델의 개발 및 최적화	상용데모	양산 및 초기시장 진입

희망 파트너쉽

기술이전 | 라이센싱 | 공동연구 | 기타

기술의 우수성

- 풍력발전기 시뮬레이터를 이용하여 결함진단 및 고장예지 알고리즘 검증
- 결함진단율 99% 이상, 수명예측 오차 10% 이내
- 시시각각 변화하는 바람에 의해 변동 하중이 존재(풍력발전기 운영 특성)하더라도 주요 부품의 결함진단과 수명예측이 가능하며, 실제 풍력발전기 데이터로부터 본 기술의 적용성과 성능을 확인
- 국내/외 인증기관으로부터 상태감시시스템(CMS) 및 감시자(monitoring body) 인증 획득
- 남동발전의 영흥풍력 1단지와 2단지 총 17기에 CMS 설치 운용
- 한국해상풍력의 서남해상풍력 실증 단지 총 20기에 CMS 설치 운용

〈한국기계연구원 풍력발전기 시뮬레이터〉

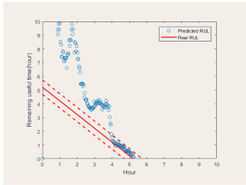
〈한국기계연구원 베어링 시뮬레이터〉

풍력발전기 시뮬레이터 시험용 기어박스

결함모드 진단 결과

	Data case 개수 (개)	진단 정확도 (진단성공 개수 / %)
1 (정상)	100	100 / 100
2 (균열)	100	100 / 100
3 (부분 손상)	100	95 / 95
4 (균등 손상)	100	98 / 98
5 (이 절손)	100	100 / 100
총 계	500	493 / 98.6

〈시험에 사용된 기어박스 및 결함모드 진단결과 사례〉

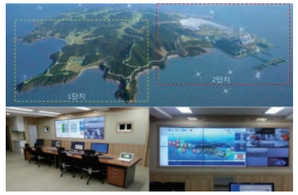


〈수명예측 사례〉

〈CMS GL (독일선급) 인증서〉

〈감시자 GL 인증서〉

〈감시자 KR (한국선급) 인증서〉



〈영흥풍력발전단지 및 상태감시제어실〉

지식재산권 현황

특허

- 기계시스템 상태감시장치 및 상태감시방법(KR1166871)
- 액티브 빈을 이용한 풍력 발전기 고장 진단 방법(KR1420846)
- 풍력발전기의 이상진단을 위한 알람설정 방법(KR1599210) 등 총 5건

노하우

- 풍력발전기 운전 패턴을 고려한 지능형 감지 기술
- 국내 운영 풍력발전기 실제 운영 데이터에 기반한 감시 진단 기반 예지 기술