16. 학사논문 지도교수: 윤 병 동

16-1. 해상풍력 시스템의 증속기 센서신호 분석

16-2. 저널베어링 회전체 이상상태 진단 및 예지

16-3. 리튬이온 배터리 수명 예측법 개발

16-4. Energy Harvesting (EH) 기초 연구

교수 연락처 전화: (02) 880-1919, E-mail: bdyoun@snu.ac.kr
실험실: 시스템 건전성 및 리스크 관리 연구실
연락처 전화: (02) 880-1664, 담당조교: 전병철 (puurni@empas.com)
연구실 홈페이지 : shrm.snu.ac.kr

16-1. 해상풍력 시스템의 증속기 센서신호 분석

학사논문 지도교수: 윤 병 동

최근 지구온난화와 이상기후, 유가급등과 같은 에너지문제의 심각성이 대두면서 신재생 에너지 기술이 주목 받고 있다. 그 중 풍력발전은 오랜 기간의 기술 축적에 의한 높은 경제성과 안정성에 힘입어 그 시장이 지속적으로 성장하고 있다. 충분한 부지 확보와 안전을 위해 풍력발전 시스템은 육상에서 해상으로 옮겨져 가고 있는 추세이며, 결과적으로 대용량 해상풍력 시스템의 유지보수에 대한 연구의 필요성이 높아지게 되었다. (그림 1 참조)

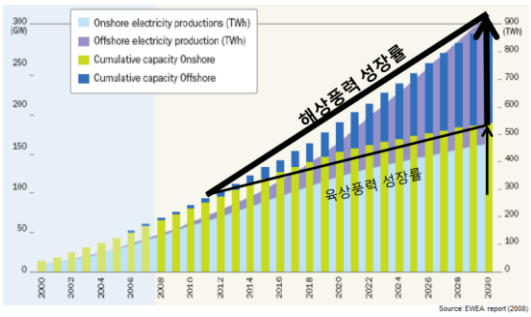


그림 1: 풍력발전 시장전망

해상풍력 시스템은 육상에서보다 가혹한 운전조건에 따른 잦은 시스템 고장과, 낮은 접근성으로 인한 유지보수 비용 증가 등의 과제를 안고 있다. 이로 인해 해상풍력 시스템의 고장 진단 시스템 (Condition Monitoring System: CMS)과 고장 예지 및 건전성 관리 (Prognostics and Health Management: PHM) 기술의 중요성이 증대되었다. 수 MW급의 해상풍력 시스템은 그 규모가 거대하며, 구성 또한 복잡하여 다양한 고장모드가 존재한다. CMS 및 PHM 기술을 위해서는 풍력발전기의 기본적인 동 특성 및 취득 신호의 특성에 대한 이해가 필수적이다. **학부논문 과정에서는 1) 해상풍력 시스템의 주요 부품에 대한 동 특성 파악, 2) 해상풍력 발전 시스템의 주요 부품에 대한 센서 신호 분석**을 수행하여 Drive Train의 다양한 고장모드에 대한 물리적 이해를 목표로 한다. (그림 2 참조)

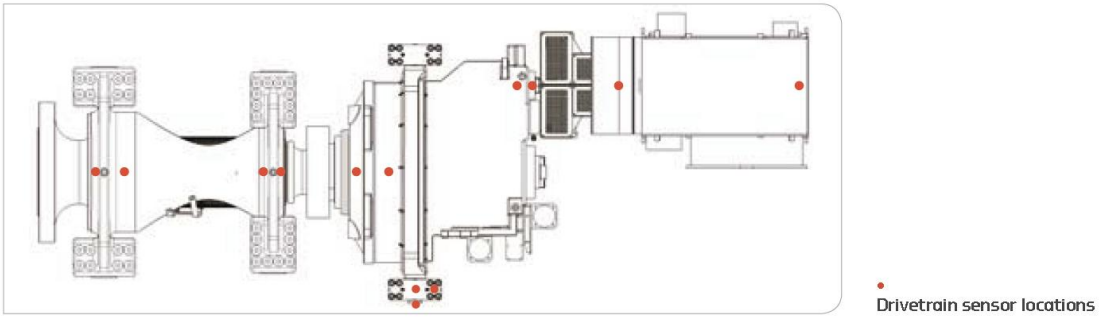


그림 2: 해상풍력발전기 Drive Train 의 CMS 및 센서 부착 위치

(Samsung 2.5 MW wind turbine)

담당조교 : 하종문 (billyhjm@snu.ac.kr)

16-2. 저널베어링 회전체 이상상태 진단 및 예지

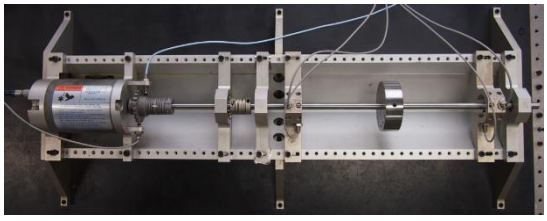
학사논문 지도교수: 윤 병 동

회전체(로터)는 대형 플랜트나 공작기계, 운송수단 등에 쓰이는 핵심 구성 요소이며 회전체의 파손은 기계시스템 전체의 파손으로 이어져 막대한 손실을 초래할 수 있다. 특히 대형회전체에 주로 사용되는 저널베어링 시스템은 파손에 의해 발생할 수 있는 손실이 매우 크기 때문에, 이를 방지할 수 있는 모니터링 시스템에 대한 연구가 널리 진행되고 있다. 회전체의 신호를 분석하여 이상상태 및 고장에 대한 진단을 정확히 내리고, 더나아가 예지할 수 있는 모니터링 시스템은 파손에 의한 사고를 방지하는 역할과 함께 기계의 유지보수비용 효율적으로 바꾸어 비용을 절감할 수 있게 해준다. 이런 시스템을 개발 하기 위해서는 가장 먼저 회전체의 동역학적 특성을 학습하고, 다양한 이상상태에 대해서 물리적인 이해가 필수적이다. 또한 회전체에서 획득한 신호를 분석하고 해석할 수 있는 알고리즘 설계과정 또한 필요하다.

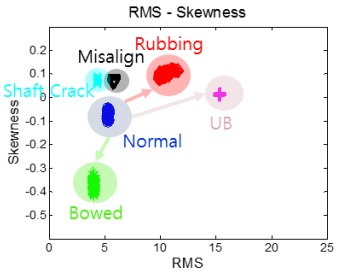
(a) 터빈 블래이드 파손 (b) 축 균열

그림 1: 파손의 예

모니터링시스템을 개발하는 시작단계로 회전체 시스템에 대한 데이터가 필요하다. 하지만 실제 시스템에서 이런 데이터를 얻는 것을 현실적으로 불가능하기 때문에 RK4 로터시험기 회전체 모사시스템을 이용하여 질량불균형(mass unbalance), 정렬불량(misalignment)등 이상상태를 인가하여 유용한 데이터를 추출하고, 정상신호와 이상신호를 구분할 수 있는 알고리즘 제작에 기초를 제공한다. **본 학사 논문에서는 1) 정상상태와 이상상태 데이터 추출, 2) RK4 이상상태 간의 분류 알고리즘 설계를 목표로 한다.**



(a) RK4 로터시험기



(b) 로터 시험기 특성 분석

그림 2: RK4 로터시험기와 시험기 특성 그래프

담당조교 : 정준하 (reallibero@gmail.com)

16-3. 리튬이온 배터리 수명 예측법 개발

학사논문 지도교수: 윤 병 동

리튬이온 배터리는 고전압, 고전력, 높은 에너지 밀도, 경량성, 긴 수명 등으로 인해 다양한 산업 분야에서 이용되고 있는 2차 전지이다. 휴대용 기기뿐 아니라, 최근에는 전기자동차 및 스마트 그리드 등 다양한 분야에서 수요 확대와 대용량화가 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고, 드물게 일어나는 리튬이온 배터리의 폭발 사고는 자칫 인명과 막대한 재산피해로 이어질 수 있을 뿐만 아니라 해당 제품의 대량 리콜 사태를 초래하는 등 그 경제적 손실이 만만치 않다. 배터리의 폭발은 주로 배터리의 노화에 따른 성능저하로 인해 발생하므로, 배터리 용량이나 임피던스와 같은 배터리 노화에 따른 배터리의 성능 지수(capacity 또는 impedance)를 분석하는 것이 배터리 안정성 검사를 위한 첫 단계가 된다. 그러나 배터리 용량 및 임피던스는 직접 측정하는 것이 어렵거나 측정을 위해서는 매우 정교한 실험환경과 고가의 실험장비가 필요하므로 실제 운용되는 배터리에 적용하는데는 어려움이 따른다. 따라서 일반적으로 배터리의 운용 중에도 쉽게 측정할 수 있는 전압 및 전류 등의 정보를 이용하여 배터리 성능지수를 추정하는 방법을 사용한다. 본 학부 논문 과정에서는 1) 기존의 성능 지수 추정방법을 알아보고, 2) 개선된 성능 지수 추정법을 개발하는 것을 그 목표로 한다.

(a) UPS항공기 전소 (b) HEV전소

그림 1: 배터리 파손에 의한 피해

이때 아래 장비들을 사용하게 된다. (그림 2 참조)

(a) 배터리 충방전기 (b) 열, 습도환경 Chamber (c) 데이터 수집·처리 장비

그림 2: 가속 수명 시험을 위한 장비

담당조교 : 김현재 (secutus07@snu.ac.kr)

16-4. Energy Harvesting (EH) 기초 연구

학사논문 지도교수: 윤 병 동

최근 들어 새로운 형태의 신 에너지 기술인 에너지 하베스팅(Energy Harvesting, EH)이 많은 각광받고 있다. 에너지 하베스팅이란, 우리 주변에서 버려지는 에너지를 수확하여 전기 에너지로 변환해서, 소형 전자기기 및 무선 센서 네트워크 등에 반영구적으로 전력을 공급하여 기존의 배터리 교체 비용을 혁신적으로 절감할 수 있는 기술이다. 특히 별도의 에너지원 공급이 필요 없이 진동, 폐 열 등의 버려지는 주변 에너지를 사용하기 때문에, 에너지 효율을 크게 향상 시킬 수 있을 뿐만 아니라, 궁극적으로는 전자기기의 자가 발전화를 가능하게 한다.

따라서 본 학사논문 과정에서는 **진동과 같은 외력에 의해 기계적 변형이 일어나면 전기가 발생하는 에너지 하베스터(Piezoelectric Energy Harvester)를 이용하여, 수확 가능한 전력 예측을 목표**로 하며, 세부 연구 단계는 아래와 같다.

1. 시스템의 진동 특성 분석

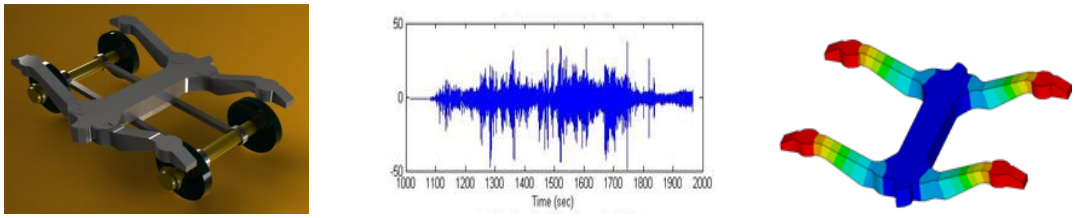
1) 대상 시스템 선정

2) FFT를 통한 진동의 가속도 및 주파수 정보 추출

2. 수확 가능한 전력 정량화

1) 압전 에너지 하베스터의 기초 해석 모델 선정

2) 에너지 변환 식(Voltage Prediction Model)을 이용해 수확 가능한 전력 예측



(a) 시스템 선정 (b) 진동 신호 FFT 분석 (c) 수확 가능 에너지 맵 구축

그림 1: 진동 데이터를 이용한 수확 가능 전력 예측

또한 본 학사논문에서 다뤄지는 에너지 하베스팅 기초 연구는 향후 모바일 기기의 전원 장치, 가로등이나 비상계단의 전원 발생기, 인공 장기 및 건강 진단 장치, 무선 센서를 이용한 스마트 빌딩의 원격 조정 시스템 및 구조물 건전성 진단 등의 폭넓은 분야에 적용이 가능할 것이다.

담당조교 : 신용창 (yongchang88@snu.ac.kr)