

기계시스템의 진단결과 3D 가시화 기술 연구

차무현*, 박종원*, 김봉기*

*한국기계연구원 기계시스템안전연구본부
e-mail:mhcha@kimm.re.kr

A Study on 3D Visualization Technology of Mechanical Systems Reliability Analysis Result

Moo-Hyun Cha*, Jong-Won Park*, Bong-Ki Kim*

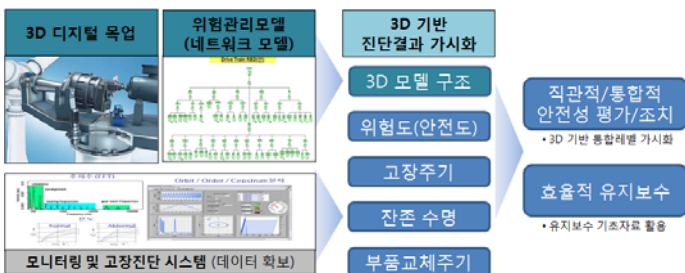
*Korea Institute of Machinery and Materials

요 약

본 연구에서는 기계 시스템의 위험도 진단 및 관리를 위해, 3차원 기반의 진단결과 가시화 기술에 관한 연구를 소개한다. 계층구조와 인과관계에 의한 신뢰성 분석 기술을 3차원 디지털 목업에 적용하여, 요소 부품 및 전체 시스템의 위험도를 직관적으로 파악하고, 이를 유지 보수 과정에 활용할 수 있는 소프트웨어 플랫폼의 설계 및 풍력발전 시스템 적용을 위한 디지털 목업 개발 등을 소개한다.

1. 서론

기계 시스템의 위험도 기반 진단 및 관리 기술은, 개별 설비 및 부품의 위험도를 계량화하고, 이를 통해 검사 및 보수의 우선순위를 결정하는 기술로서, 전체 기계 시스템의 효율적인 안전진단과 수명 연장을 가능케 하는 기술이다. 이때, 각 서브 시스템과 부품들의 논리적인 위험도 전파 관계를 모델링 하는 것이 위험관리 모델인데, RBD(Reliability Block Diagram) 및 FTA (Fault Tree Analysis) 다이어그램이 대표적이다. 이러한 모델은 상하위 계층구조 또는 네트워크 연결관계를 가지고 있으며 고장경로를 추적하고 신뢰도를 계량화 하기위해 사용된다.

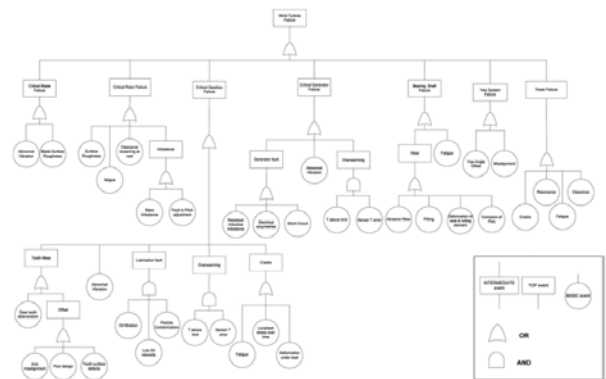


(그림 1) 3D 기반 진단결과 가시화 기술의 개념

본 연구에서는 위험관리의 대상이 되는 설비 및 부품들을 3D 디지털 목업으로 표현하고, 이러한 위험관리모델과 모니터링 및 고장진단 데이터를 연동하여 3차원 기반의 진단결과를 가시화하는 기술을 개발하고자 한다. 이를 통해, 3차원 기반의 모델 구조를 직관적으로 파악하여 효율적인 위험도 기반 설계 및 유지보수가 가능할 수 있다. 그림 1에서는 3D 기반 진단결과 가시화 기술의 개념적으로 도식화 하였다.

2. 진단결과 가시화 방법론

각 서브시스템들의 계층구조와 인과관계에 의한 고장 분석과 신뢰성 해석의 대표적인 모델로서, 정성적 분석 위주의 신뢰성 블록도(RBD)와 정량적 분석 위주의 FTA 모델이 있다. 이들은 시스템을 각 하위 모듈로 분류하고 각각의 물리적, 논리적 연결관계를 도식적으로 표현하여 전체 시스템의 신뢰성을 가시화 한다. 그림 2는 풍력발전 시스템의 Fault Tree Analysis 도식화 예를 보여주는 것으로서, FTA의 경우 서브 시스템 간의 결합관계를 논리적인 기호로 표현하여 개별 고장율 데이터를 이용한 확률 계산법을 통해 각 서브 시스템과 전체 시스템의 신뢰성을 정량적으로 분석할 수 있다.



(그림 2) 풍력발전 시스템의 FTA 분석 예

한편, 신뢰성 기반의 시스템 계층구조 분석과 운영 유지보수 의사결정을 위해, 다양한 소프트웨어 툴들이 존재한다^[1]. 대표적으로는 Relx Reliability Studio, ITEM Toolkit, Isograph Reliability Workbench, ReliaSoft BlockSim 등이 있다. 이들은 모두 RBD/FTA 등의 위험

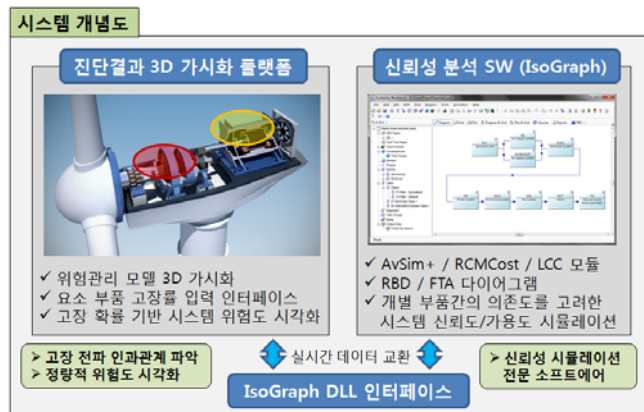
관리 모델의 생성과 관리, 각 기기의 고장률 분포 등이 반영된 시스템 신뢰도 추정, 진단결과에 대한 가시화 등을 수행할 수 있지만, 2D 기반의 인터페이스로 인해 각 서버 시스템과 부품들의 물리적 형상이나 결합 관계 등을 직관적으로 파악하기에는 한계가 존재한다.

한편, 3차원 그래픽스 분야에서는 디지털 목업을 가시화 하기 위해, 전체 씬에 표현되는 각 구성요소 들을 Tree형태의 계층구조로 연결하여 관리하는 SceneGraph 데이터구조를 사용하여 렌더링한다. 각 Node들은 부모 Node와의 공간상의 이동과 회전값을 가지며, Polygon으로 표현되는 렌더링 구성요소의 레퍼런스를 저장하게 된다. 즉, SceneGraph를 사용하여 복잡한 씬 구성요소들의 물리적인 구성관계를 표현할 수 있다. 본 연구에서는, RBD 및 FTA의 물리적 구성 요소와를 SceneGraph와 매핑하여 가시화 할 수 있는 기술을 개발하고자 한다.

3. 시스템의 설계

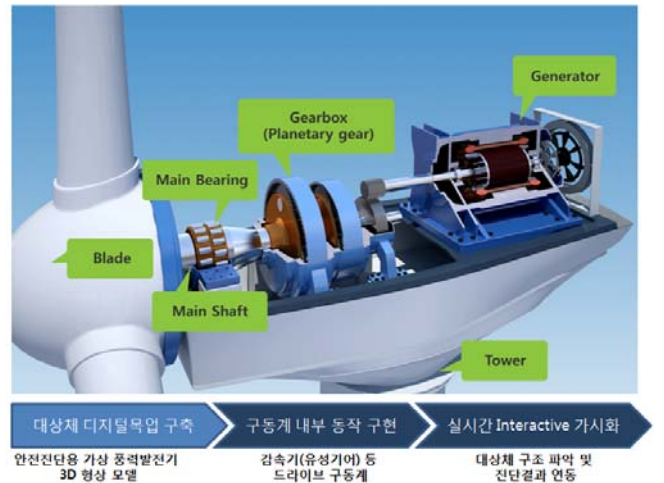
먼저, 진단결과 3D 가시화 플랫폼은 앞서 언급한 위험 관리 모델의 3D 가시화를 담당하며, 요소 부품에 대한 고장을 입력 인터페이스를 제공하여 시스템의 정량적 위험도를 시각화 할 수 있는 기능을 가져야 한다. 또한, 시스템의 신뢰성을 시뮬레이션하고 분석하기 위해, 그 기능과 성능이 검증된 범용 신뢰성 분석 SW를 이용하고자 하였다. 이를 통해 시스템의 신뢰성 분석 기능과 유저 인터페이스 기능에 대한 분리가 가능하며, 해석결과에 대한 신뢰성 확보가 가능하다.

또한 두 기능의 연동을 위해 내부 API에 의한 데이터 교환이 필요한데, 본 연구에서는 신뢰성 분석 SW 중, DLL 커스터마이제이션 기능을 통해 내부 신뢰성 계산 함수의 접근이 가능한 ISOGRAPH^[2] 제품을 선정하였다. 이를 통해, 3D 유저 인터페이스를 통한 개별 부품 및 시스템에 대한 신뢰도와 진단결과 분석이 가능하다. 그림 3에서는 이러한 3D 기반 진단결과 가시화 시스템의 개념을 도식화 하였다.



(그림 3) 3D 기반 진단결과 가시화 시스템 개념도

본 연구에서는 신뢰성 분석 및 진단결과 가시화 대상으로 풍력발전 드라이브 트레인을 선정하였다. 이는 풍력 블레이드에서 발전기까지 전달되는 회전축계, 증속기 등을 포함하는 시스템이며, 풍력발전 시스템의 기계 신뢰성에 있어 많은 영향을 미치는 부분이다. 먼저 풍력발전 드라이브 트레인의 3D 디지털 목업을 구축하였으며, 현재 이에 대한 구동계 내부동작 및 실시간 인터랙티브 가시화 기능을 구현 중이다. 그림 4는 본 연구에서 선정된 풍력발전 드라이브 트레인의 디지털 목업 구축 결과를 나타낸다.



(그림 4) 풍력 드라이브 트레인 3D 디지털 목업 구축

4. 결론

본 연구에서 제시된 시스템을 통해, 유지보수사용자는 어느 부품/서브시스템이 위험하며 집중적인 관리가 필요한 대상인지 한눈에 파악할 수 있으며, 실시간 모니터링 시스템과 연동할 경우, 고장 확률을 지속적으로 업데이트 할 수 있으며, 더 나아가 삼차원 기반의 운영 SW 플랫폼으로도 활용 할 수 있을 것이다. 현재 연구 단계에서는 3D기반 가시화 플랫폼을 개발 중이며, 추후 신뢰성 분석 SW와의 연동 모듈 개발 및 사용자 요구사항에 기반한 유저 인터페이스 개발을 수행할 예정이다.

후기

본 연구는 산업기술연구회의 지원을 받아 한국기계연구원에서 수행 중인 "능동형 위험관리 기반기술 개발(NK174E)" 연구사업의 결과이며, 관련 지원에 감사드립니다.

참고문헌

[1] László Sikos, Jiří Kleměš, 2012, "Evaluation and assessment of reliability and availability software for securing an uninterrupted energy supply", Clean Technologies and Environmental Policy, 12(2):137-146

[2] ISOGRAPH AWB(Availability WorkBench)
<http://www.isograph-software.com>