

마지막으로, 실험의 결과를 신뢰하기 위하여 시스템을 동일하게 겐트리 크레인의 파라미터를 사용하였고, 같은 제동 거리와 강한 구조를 사용하였습니다. MATLAB 프로그램은 최소값에 제곱을 하는 것에 사용되었습니다.

Key words : 겐트리 크레인 시스템, 비선형 유한 요소법, 상호작용, 시스템의 검증.

### 13. 통계적 분석기법을 이용한 선박디젤기관의 고장진단 및 예측시스템에 관한 연구

제어계측공학과 김 영 일  
지도교수 유 영 호

1980년대 이후 선박의 대형화, 신속한 물류 처리 요구와 자동화 시스템의 발전에 따라 선박의 자동화는 급속도로 가속화되고 있다. 이러한 추세에 따라 승조원수가 감소하게 되었으며, 또한 선박운항스케줄이 빨라져 정박시간이 짧아짐으로 인해 정비시간 부족현상도 나타나게 되었다. 따라서 사전 사고방지를 위해 고장진단시스템을 통한 예방정비가 점차 중요시되고 있다. 1980년대 이전의 선박에서는 약 600개 정도의 감시항목이 현재는 10,000개 이상의 감시항목으로 증가함에 따라 시스템의 신뢰성 및 안전성 유지에 대한 관심이 고조되고 있으며, 이를 위한 적절한 고장진단기법에 관한 연구가 필요하다.

기존선박의 감시시스템은 경보점을 설정하여 설정치보다 높거나 낮음에 따라 경보하는 시스템이 대부분이다. 또한 선박의 자동화는 대부분 이상경보감시방법으로 감시하고 시퀀스제어기법과 피드백제어기법으로 제어하는 시스템으로 구성되어 있다. 이러한 시스템은 고장이 발생하였을 때만 확실한 경보를 해주는 반면에 이상의 징후가 발생되어 고장으로 발전되어 가는 과정을 예측할 수 없다. 따라서 고장에 대한 조기대응이나 예방정비계획을 수립하는 데는 부적절하며, 감시항목이 상호 연관되어 복합적으로 발생하는 고장에 대해서 적절한 진단을 행하기가 어렵게 된다. 또한 감시데이터로부터 이상경향을 감지하여 고장진단하고 세부 고장개소를 확정하는 의사결정 분야는 전문가의 판단에 의존하고 있으며, 전문가를 대신하여 감시데이터를 분석함으로써 자동적으로 진단하는 고장진단기법은 거의 도입되고 있지 않다. 일반적으로 고장이 발생한 시점에서 보수 점검을 행하는 것이 대부분이기 때문에 시스템의 규모가 방대해지고 복잡해짐으로 인해 조기대응 및 예방정비를 하지 않으면 고장발생으로 인한 손실을 키지므로 시스템의 안정성과 신뢰성을 높이는 예방정비의 필요성이 확대되고 있다.

오늘날 선박은 다양한 항목들이 감시시스템에 의해 감시되므로 감시된 데이터와 시운전데이터를 비교하고 또한 감시데이터의 상호관계와 통계적 분석기법으로 시스템의 특성을 파악하면 별도의 센서를 추가하지 않고도 고장진단이 가능한 시스템을 설계할 수 있다. 본 논문에서는 기존의 단순 한계치 검사에 의한 고장처리의 한계성과 신경회로망기법 및 퍼지기법에 의한 문제점을 극복하기위해서 숙련된 전문가의 지식을 활용하여 감시데이터의 상호연관성을 검토한다. 또한 검토된 감시데이터 항목사이의 관계를 통계적 분석기법을 이용하여 정량화하고 이상상태를 감지하는 이상감지지식베이스와 이상감지된 데이터와 서로 높은 연관관계를 가지고 있는 다른 데이터를 조사하여 종합적으로 진단할 수 있는 이상진단지식베이스를 구축한다. 이를 이용하여 이상데이터를 자동으로 감지하고 진단하며, 관련항목들을 세부적으로 조사함으로써 고장진단을 수행하는 고장진단모듈과 고장을 예측할 수 있는 고장예측모듈에 관하여 연구한다.

본 논문에서는 이러한 고장진단모듈을 구현하기 위하여 우선 실선운항데이터를 기반으로 선박디젤기관 특성 조사하여 연소계통과 열교환기계통 그리고 전동기 및 펌프계통으로 분류하였다. 분류된 계통별 운항데이터의 동특성을 파악하기 위해 실선운항데이터를 이용하여 분석하였다. 선박기관시스템은 주기관을 포함하여 많은 보조기관들로 구성되어 있는 비선형성이 강한 시스템이지만 계측항목별 상관관계를 검토해 본 결과 상관관계가 높은 항목들로 분류할 수 있었다. 이를 바탕으로 상관분석법에 의한 계측항목사이의 상관관계를 이용하여 정량적으로 구하였다. 이를 통해 숙련된 운전자의 지식과 경험으로 이상을 감지하는 과정과 같이 통계적 분석기법 이상감지지식베이스와 이상진단지식베이스를 구축할 수 있었다. 이와 같이 구축된 지식베이스를 이용하여 이상을 감지하고 진단을 행하는 이상감지 알고리즘을 설계하였으며, 또한 전문가지식기반 지식베이스를 설계하여 통계적 분석기법 이상진단모듈과 병행하여 이상상태를 진단할 수 있도록 설계하였다. 설계된 이상감지모듈과 이상진단모듈의 유용성을 확인하기위해 실선운항데이터의 통계적 특징을 가진 정규분포난수를 모집단 전체구간, 임의구간, 그리고 이상감지구간에 각각 발생시켜 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 확인해 본 결과 데이터의 이상상태가 신뢰성 있게 감지됨을 확인할 수 있었다.

또한 선박추진기관의 계통별 계측항목들은 세분화 과정에서 하나의 독립변수와 하나의 종속변수의 관계로 정의될 수 있었으며 상호 연관성이 높은 항목은 높은 선형성을 유지하고 있음을 알 수 있었다. 이를 통해 계측항목 사이의 관계를 단순회귀분석법으로 해석이 가능하였으며, 선박운항데이터로부터 상관관계가 높은 항목사이의 단순회귀분석을 통해 고장예측모듈을 설계할 수 있었다. 고장예측모듈을 통해 새롭게 수집되는 데이터의 회귀분석자료를 기준데이터와 비교 검토함으로써 중·장기적 변화량을 측정하여 이상상태로의 변화정도를 예측할 수 있었다. 그리고 모델선박의 실선운항데이터를 실시간으로 이상상태를 감지하고 이상진단을 수행하며 고장예측결과를 출력할 수 있도록 Visual C++ 6.0을 이용하여 구현하고 그 유용성을 확인 하였다.

이와 같이 이상감지식베이스와 이상진단식베이스 및 의사결정모듈에 의해 수행된 고장진단 결과와 회귀분석으로부터 고장예측결과를 활용하면 선박의 사전 예방정비에 필요한 계획을 수립할 수 있다.

향후 다양한 선박에 대해 시스템을 적용하여 그 유용성과 신뢰성을 확인할 필요가 있으며, 보다 신뢰성이 높은 고장진단모듈 설계와 각종 이상상태에 대한 정비매뉴얼 및 정비일정을 통해 지능적인 이상감지모듈과 이상진단모듈을 구축할 필요가 있다.

## 14. 선박의 자동 항행을 위한 최적 항로 결정과 LOS 가이던스 시스템

제어계측공학과 이 병 결  
지도교수 김 종 화

선박 운항의 주요한 목적은 항해 중 발생할 수 있는 좌초, 침몰, 충돌로부터 선박의 안전성을 확보하는 문제와 정해진 항로를 정확하게 추종하는 문제로 요약할 수 있다. 정확한 항로 추종은 운항 중 추진에너지의 손실을 최소화하고 최단시간에 목적지에 도달하는 것을 목표로 한다. 선박 자동화의 목적 또한 선박 운항의 목적과 동일한 선박의 안전성을 확보하고 선박의 운항 경제성을 향상시키는 것이 된다. 이를 위하여 Sperry와 Minosky의 자동조타 시스템에서 시작된 선박 자동화에 대한 연구는 전기, 전자 기술의 발달에 따라 다양한 방향으로 진행되고 있다.

자동화의 목적을 달성하기 위해서는 최적화된 항로를 결정할 수 있는 항로 결정 알고리즘과 결정된 항로를 선박이 정확하게 추종할 수 있도록 유도하는 가이던스 시스템, 그리고 가이던스 시스템의 유도 명령에 따라 선박을 신속하고 정확하게 제어하는 오토파일럿 시스템이 필요하다. 지금까지 항로를 결정하고 선박이 항로를 추종하도록 유도하는 작업은 항해사들의 경험과 지식을 통하여 이루어져 왔고, 선박을 제어하는 오토파일럿 시스템은 PD형 제어가 사용되어 왔다.

최근 저가의 위성항법장치가 보급되고, 센서, 통신, 컴퓨터 기술이 발전함에 따라 실시간 온라인으로 전자해도 상에서 선박 운항에 관련한 다양한 정보를 취급할 수 있게 되었다. 이러한 선박의 운항환경 변화는 다양한 항법유도제어 시스템을 구축하고 설계하는 것을 가능하게 하고 있다.