

다. 부산항은 국내·외 선사를 대상으로 정기적인 홍보를 실시해야 하며 외국분소 및 대리점을 설치해서 항만이라는 제품을 판매하고 홍보할 필요가 있다. 홍보전시관도 국내·외에 설치해서 항만을 홍보할 필요가 있다.

둘째, 동북아 경쟁항만간(부산, 고베, 상해)의 경쟁속에서 환적화물을 유치하기 위한 가장 중요한 마케팅 요인은 효율과 무료장치기간을 탄력적으로 운영하는 것이다. 경쟁항만의 시뮬레이션을 실시한 결과 환적항만 선호도를 결정하는 가장 중요한 요인은 역시 가격이었다. 해양수산부(1999)의 연구에서도 동북아 경쟁환경 속에서 환적항 선택 시 가장 중요한 요인으로 환적비용을 강조하였는데 이것은 본 연구 결과와 일치함을 보이고 있다. 부산항은 특히 상해항과 고베항의 경쟁적 위치(효율, 무료장치기간의 수준)를 고려하면서 마케팅 전략을 펼치는 것이 중요할 것이다.

셋째, 환적항만 고객 포지셔닝 전략으로서 광양항과 홍콩항을 주로 이용하는 선사들에게는 무료장치기간을 탄력성 있게 적용해야 하며 부산항을 주로 이용하는 복합운송업체에게는 효율을 탄력적으로 적용할 필요가 있으며 부산항을 주로 이용하는 선사에게는 부산항의 입지의 우수성을 적극적으로 홍보할 필요가 있다.

넷째, 환적화물 유치전략을 토대로 각각의 속성에 대한 가치를 가격으로 환산하였다. 속성 수준에 대한 가치를 가격으로 환산함으로써 각각의 속성수준에 대한 중요도를 보다 명확하게 알 수 있게 된다. 부산항의 입지의 가치는 $2,942,983 \times 0.107 = 314,899$ TEU로 계산되었으며 효율(142,000)은 1,247,825 TEU로 무료장치기간(10일)은 1,224,281 TEU로 서비스 강점(신속성)은 153,035 TEU로 계산되었다. 가격으로 환산하면(1TEU 당 150달러로 계산하면) 효율(142,000원)은 187,173,750달러, 무료장치기간(10일)은 183,642,150 달러로 계산되었다.

다섯째, 환적화물 유치전략을 토대로 부산항에 대한 수요함수를 도출함으로써 부산항 환적화물 유치를 위한 마케팅 전략 수립 시 마케팅 매니저는 가격의 변화에 대한 수요량의 변화를 계량적으로 파악할 수 있어 과학적으로 가격 정책을 수립할 수 있게 되었다.

10. 신경회로망과 퍼지추론을 이용한 선박디젤기관의 고장진단 예측시스템

제어계측공학과 천 행 준
지도교수 유 영 호

선박의 추진기관은 증기터빈과 디젤기관으로 양대 근간을 이루어 왔으나 1970년대 이후

1) 2001년도 부산항 환적물동량

두 차례의 석유파동을 겪으면서 효율이 높은 디젤기관 추진시스템으로 급속히 단일화가 이루어지게 되었다. 디젤기관도 또한 소기방법과 배기방법의 단일화와 장 행정기관으로 발전되었다. 따라서 현재의 선박기관실은 대부분 디젤 주추진기관을 중심으로 하여 일반화가 이루어지게 되었다. 그리고 자동제어시스템의 활용도가 점점 높아지게 되었으며 운전자가 관리해야 하는 각종 감시데이터가 많아지게 되었다. 이들 감시데이터는 중요한 정보를 많이 포함하고 있으므로 잘 활용하면 선박기관실의 각종 계통에 대한 고장진단 및 예방정비를 하는데 많은 도움이 된다. 그러나 시스템이 복잡해지면서 관리해야 하는 감시데이터가 방대해지게 되어 운전자가 각종 감시데이터의 경향을 판단하고 있기가 어렵게 되었다. 또한 중요데이터를 모두 다 인지하고 있기에 데이터의 양이 너무 많아지게 되었다. 따라서 이러한 감시데이터를 효과적으로 관리하는 시스템이 필요하나 아직은 초기단계에 머물러 있다.

본 논문에서는 선박기관실의 각종 계통을 감시데이터별로 분류하고, 각 계통별로 감시되는 데이터 중에서 정상적인 데이터와 이상데이터를 찾아내는 방법과 분류된 이상데이터로부터 각 계통의 고장진단을 행할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

선박기관실의 각종 계통은 주기관을 중심으로 한 추진계통과 화물에 필요한 계통 그리고 주거에 필요한 계통으로 나눌 수 있다. 특히 선박의 운항중 주로 고장진단이 필요한 계통은 추진계통이므로 본 논문에서는 추진계통을 중심으로 고장진단을 행한다. 선박기관실의 추진계통을 감시데이터별로 분류하면 크게 디젤기관의 연소계통과 열교환기계통 그리고 전동기 및 펌프계통으로 나눌 수 있다. 이들 계통의 감시데이터는 대부분 온도데이터와 압력데이터 그리고 기타데이터로 분류할 수 있으며 분류된 계통별로 같은 방법으로 처리하는 것이 가능하다.

선박기관실의 각종 감시데이터는 단일데이터 그 자체만의 높고 낮음으로 정상데이터와 이상데이터의 구분이 가능한 경우보다 해당계통의 다른 데이터와의 연관관계를 조사한 후에 정상데이터와 이상데이터의 구분이 가능한 경우가 더 많다. 즉 각 계통의 데이터들은 상호 연관성이 있으므로 연관성을 고려하여 데이터의 이상여부를 판정해야 한다. 본 논문에서는 각종 감시데이터에서 연관데이터의 연관관계를 고려하여 이상데이터를 분류해내는 방법으로 신경회로망을 이용한다. 감시된 데이터로부터 신경회로망을 이용한 데이터 이상감지시스템을 구성하여 이상데이터를 구분해낸다. 이 방법은 기존의 참조값을 이용하여 이상데이터를 분류하는 방법과 차이가 있다. 즉 기존의 방법은 데이터를 각각 참조값과 절대적으로 비교하여 정상데이터와 이상데이터를 구분하는데 비해 제안된 방법은 연관성이 있는 다른 데이터의 가중치를 부가한 후에 참조값과 비교하여 이상데이터를 구분해낸다.

연소계통의 경우는 연관데이터의 수가 많은 계통의 대표적인 경우이고 이에 비해 열교환기 계통이나 전동기 및 펌프계통은 연관데이터의 수가 적은 계통이다. 연관데이터의 수가 적은 계통은 이상데이터를 가지고 몇 가지 조사를 행하면 고장여부를 쉽게 판단할 수 있다. 그러나 연소계통과 같이 연관데이터가 많은 계통은 연소량에 비례하여 각 데이터가 나타나지 않고 여러 연관데이터가 복합적으로 영향을 받는다. 이와 같이 연관데이터의 수가 많은 계통

은 1~2개의 이상데이터 자체로 고장여부를 판단하기 어렵다. 따라서 연소계통의 이상데이터는 다른 데이터와의 연관관계를 검사해 보아야한다. 즉 각종데이터들의 연관관계를 상호 검토하고 복합적인 관계에 의한 고장을 추론해 내야한다. 본 논문에서는 이상데이터로부터 연관관계를 고려한 고장을 추론하기 위하여 퍼지시스템을 이용한 고장진단 예측시스템을 구성한다. 구성된 시스템은 연소계통의 이상데이터를 이용하여 각 실린더별로 고장을 예측해 내도록하였다. 연관데이터의 수가 많아지면 연관성검토를 위한 경우의 수도 많아지게 되어 추론이 복잡해지므로 공통되는 연관관계를 단일화하여 규칙을 축소시키는 방법도 제안하였다.

데이터 이상감지시스템에서 출력된 이상데이터는 바로 해당계통의 고장을 진단할 수 있는 경우도 있지만 몇 가지 조사를 통해서 실제로 이상데이터가 확실하며 해당계통의 고장여부를 판단할 수 있는 경우가 있다. 또 고장진단 예측시스템의 출력도 각 실린더별로 고장가능성을 출력하므로 해당실린더의 고장조사를 행할 필요가 있다. 이러한 고장조사는 고장진단의 의사결정트리를 이용한다.

연관데이터가 많은 연소계통은 데이터 이상감지시스템으로부터 출력된 이상데이터를 가지고 고장진단 예측시스템에서 처리한 후에 출력된 고장가능성의 출력결과를 가지고 고장확정조사를 하고, 연관데이터가 적은 열교환기계통과 전동기 및 펌프계통은 데이터 이상감지시스템의 출력인 이상데이터를 가지고 고장확정조사를 하도록 하였다. 따라서 방대한 감시데이터는 고장조사를 할 필요가 있는 데이터만으로 압축되고 이들 데이터를 중심으로 하여 해당데이터가 속해있는 의사결정트리의 고장확정조사를 행함으로써 신뢰성 있는 고장진단 결과를 얻을 수 있다. 또한 구성된 고장진단시스템은 기존의 모니터링시스템으로부터 실시간으로 얻어진 감시데이터를 활용할 수 있는 장점이 있고 분류된 계통별로 같은 처리방법을 이용하므로 쉽게 적용할 수 있는 특징이 있다. 이러한 일련의 감시데이터 처리과정은 방대한 감시데이터라 하더라도 3개의 계통으로 나누어서 처리하는 것이 가능함을 보였다.

구성된 고장진단시스템은 선박기관실의 각 계통에 대한 감시데이터를 가지고 고장부분을 예측해내는 과정을 수학적인 모델링을 하지 않고 행하는 장점을 가지고 있다. 또 이상데이터가 속한 계통에 대해 고장확정을 위한 고장조사를 행하게 함으로써 고장진단결과의 신뢰성을 높였다. 그리고 선박기관실의 대부분의 계통에 대한 고장진단을 행할 수 있는 방법을 세 가지로 제안하였다. 또한 감시데이터의 이상유무를 분류하는 분야와 연관데이터가 많이 존재하는 계통의 고장진단분야에 적절하게 사용할 수 있을 것으로 판단되며 향후 여러 선박에 많은 수정 없이 범용으로 사용할 수 있는 연구와 인터넷이나 전용선을 통해 원격지에서 고장진단을 행할 수 있는 시스템으로의 지속적인 연구를 할 예정이다.