

33. 하역생산성 향상을 위한 컨테이너 크레인의 제어기 설계

기관공학과 신 선 근
지도교수 소 명 옥

컨테이너가 가지는 운송과 하역의 장점으로 인해 세계적으로 컨테이너 화물이 급증하고 있는 추세에 있으나 항만 하역부반에서의 병목현상이 본선과 항만을 연결하는 컨테이너 크레인의 처리능력 저하로 인해 가장 심하게 나타나고 있으므로 항만의 처리 능력을 향상시키기 위해 이러한 문제점을 조속한 시일 내에 해결책을 강구해야될 것이다. 특히, 컨테이너 크레인의 화물을 하역할 때 발생하는 흔들림을 최대한 억제한다면 하역효율의 저하를 감소시키므로 화물의 하역을 보다 빠르고 안전하게 작업을 수행하도록 본 연구 과제를 선정하였다.

컨테이너 크레인과 관련된 연구에 있어서 최적해 기법을 중심으로 한 연구가 활발히 진행되어 왔으나 이러한 종래의 방법은 화물의 질량의 변화나 와이어 로프의 길이가 변하면 다시 최적해를 구해야 하는 단점이 있다. 이에 반해 퍼지 제어기 기법은 규칙베이스 제어의 특수한 형태로서 불명확한 정보를 효율적으로 취급할 수 있고 전문가의 지식에 기초한 언어적 제어전략을 구체적으로 표현할 수 있는 언어적 제어의 특징을 가지고 있다. 특히, 논리와 추론의 기능을



가지고 있고, 병렬형 제어기로서 기존의 제어기에 비해 간단하면서도 외란에 대하여 강인하며 비선형 시스템에 적용이 용이한 제어 기법이다. 따라서 본 연구에서는 비선형성이 매우 강한 컨테이너 크레인의 위치 제어 및 흔들림 제어에 퍼지 제어이론을 적용하여 트롤리의 횡행 속도를 높이면서 목표위치 도달시 필연적으로 존재하게 되는 화물의 흔들림을 짧은 시간 내에 제어할 수 있는 계층 구조의 퍼지 제어기를 제안하고, 계단상 기준 입력변화에 대한 추종성과 외란에 대한 강인성등을 모의 실험을 통해 최적제어기와 비교하여 그 우수성을 입증하고자 한다.

우선, 트롤리와 컨테이너에 대한 직교 좌표계를 정의하고 Lagrange 운동방정식을 이용하여 크레인 시스템을 모델링하였으며 이것을 선형근사화시켜 대차의 속도 및 가속도, 컨테이너의 흔들림 각 및 각가속도에 대한 상태변수를 정의하고 이에 대한 동적방정식을 구하였다. 모델링된 크레인 시스템에 적합한 최적 제어기를 구성했다. 입력 측정에 잡음이 적은 것으로 가정하여 입력신호를 퍼지 단일값으로 하는 4개의 퍼지변수를 가지는 전진부와 전진부의 퍼지변수와 파라미터 α 의 1차 결합으로 되어 있는 1차 Sugeno 퍼지 모델을 선택했다. 각각의 퍼지 변수에 적합한 퍼지입력공간의 분할을 하고 "If ~ then ~"문장으로 구성되어 있는 24개의 규칙을 정의했다. 사용한 소속함수의 형태는 삼각형 소속함수를 사용했으며 6단계의 Sugeno 추론 방법을 통해 얻은 제어입력을 얻는 퍼지 제어기를 설계하였다. 이것을 가지고 성능의 검증을 위해 두 제어기에 대한 동일한 조건의 모의 실험을 행하여 보았다.

본 연구에서는 하역효율을 높이기 위해서 트롤리를 가능한 고속으로 주행시키고 트롤리가 목표점에 도달했을 때 화물의 흔들림을 빠른 시간 내에 제어하는 퍼지 제어기의 설계 기법을 제안하였다. 그리고 제안한 퍼지제어기를 종래의 제어기와 비교하기 위해서 최적제어기를 설계하였으며 여러 가지 모의 실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다. 계단상 기준입력에 대해서는 퍼지제어기가 최적제어기에 비해 목표치 도달시간이 상당히 단축되었으며 정상편차 없이 안정한 제어 결과를 얻을 수 있었다. 외란에 대해서도 퍼지제어기는 최적제어기에 비해 외란이 가해진 후 목표치 도달시간이 상당히 단축되었다. 파라미터 변화에 대해서는 퍼지제어기가 최적제어기보다 오버슈트가 다소 크나 도달시간은 거의 비슷했다. 이와 같은 결과를 종합해 볼 때, 본 연구에서 제안한 퍼지 제어기를 좀 더 개선하여 실용화하면 컨테이너 크레인의 하역효율 향상에 큰도움을 주리라 생각한다.

