

## 38. 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기를 이용한 다중실린더 위치동조 제어

제어계측공학과 최 효 식  
지도교수 김 증 화

유압은 관성이 낮으면서도 빠른 응답특성을 가지고 있는 효율성을 가지고 있어서 다양한 산업분야에서 사용된다. 다양한 분야에서 사용되고 있는 유압시스템의 제어를 효율적으로 하기 위하여 많은 연구를 하고 있으나 유압자체의 비선형성과 시스템 요소들의 형상과 특성 등 여러 어려움을 가지고 있다. 특히 고 하중 시스템에 적용되는 다중유압실린더의 동조제어의 경우 동일하게 제작된 실린더라도 품질, 배관 유압작동유의 흐름 특성으로 인해 스트로크 출력이 동일하지 않게 되어 실제 실린더의 동작이 다르게 나타난다. 이러한 유압시스템의 비선형성과 작업조건에 따른 부하변동, 공급압력 변동 등의 파라미터 변화에도 불구하고 그 성능을 일정하게 유지시켜야 하는 필요성이 대두되고 있다.

본 논문은 유압시스템의 정밀한 위치동조제어를 위해 입력변수의 변화를 실시간으로 측정, 입력 변수들의 상호관계를 비교하여 매 샘플링 시간마다 제어기의 주요 설계파라미터를 가변 시킴으로써 동작입력의 범위에 무관한 제어동작 범위를 가지고 보다 빠르고 정밀한 위치동조 제어가 가능한 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기법을 적용하여 성능을 검증하고자 한 것이다.

고정 설계파라미터 퍼지 PID 제어기의 경우 제어 동작이 이루어지고 있는 동안 과도한 외란이 발생하거나 동작입력이 초기 제어기의 설계 시에 사용되었던 기준 값보다 큰 값으로 인가될 경우, 제어기의 입력조합이 설정범위를 벗어나 퍼지 PID 제어기의 동작이 제대로 이루어지지 않는 단점이 있다. 또한 제어동작이 진행되어 시스템출력의 오차 값이 작은 경우, 변화에 대한 민감도가 떨어져 응답속도가 느린 단점이 있다. 이에 제어기 설계파라미터가 고정되어 야기되는 퍼지 P, I, D 제어동작 사이의 불균형성을 개선함으로써 고정 설계파라미터 퍼지 PID 제어기의 개선 방법이 강구되었다.

고정설계파라미터 퍼지 PID 제어기의 단점을 보완하기 위하여 가변설계파라미터 퍼지 PID 제어기를 제안하였다. 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기의 입력스케일 파라미터를 온라인으로 가변함으로써 동작범위에 무관하게 우수한 성능이 나타남을 확인할 수 있었다. 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기의 우수성을 확인하기 위하여 선형, 비선형, 수학적으로 모델된 실제유압시스템에 적용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 알아보았다. 시뮬레이션 결과 모든 경우에 있어서 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기가 고정 설계파라미터 퍼지 PID 제어기보다 빠른 응답과 과도응답이 일어나지 않는 우수한 성능을 발휘함을 알 수 있었다. 또한 가변되는 제어파라미터를 확인함으로써 각각의 제어파라미터가 어떻게 시스템에 영향을 미치는가를 알 수 있었다.

복수의 액츄에이터를 동시에 동일한 속도로 지정한 위치에 도달하도록 작동시키는 것을 동조시킨다고 한다. 같은 위치로 보내는 것뿐만 아니라 같은 속도로 움직이게 하는 것이 매우 중요하다. 특히 고출력 정밀 동작을 요구하는 특수 유압실린더의 경우 위치동조가 되지 않아 속도와 위치오차가 크게 발생할 경우 부하가 제대로 작동되지 않을 수 있고, 구동 시스템 전체가 불안정해 질 수 있어 경우에 따라 막대한 손실을 초래할 수 있다. 여태까지는 기계적인 방법만으로 동조제어를 구현함으로써 정확한 위치동조 제어의 구현이 매우 제한적이었고 고비용의 부담도 있었다. 따라서 기계적 방법이 아닌 마이크로프로세서에 의한 전자적인 동조제어방법을 논하였다. 보내어진 위치정보는 동조제어기에서 주 실린더와 부 실린더를 선택한 후, 각 개별 제어기로 명령을 인가하게 된다. 실린더의 개별 제어기에서는 동조제어기에서 인가된 차동입력과 개별루프에서 위치오차를 합한 값을 제어기의 입력으로 받아 밸브구동을 위한 제어입력을 생성하게 된다. 위치 검출센서에서 인가 받은 실린더의 위치 값을 입력으로 받아 위치동조 제어 알고리즘에 의해 차동 제어에 필요한 동조제어입력을 생성한 후, 부 실린더 제어시스템의 오차신호와 합성되도록 피드백 시키는 구조를 가진다. 피드백 되는 차동 입력에 의해 부 실린더의 위치가 최대한 빠른 시간 내에 주 실린더의 위치와 일치되도록 한 후, 부 실린더의 속도가 주 실린더의 속도와 일치되도록 보상해 주는 역할을 한다. 동조제어로 쓰이는 제어기로는 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기를 사용하였고 서로 다른 특성을 지닌 유압실린더의 수학적 모델을 토대로 제안된 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기를 이용하여 유압실린더의 동조제어의 효용성을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 알아보았다. 시뮬레이션 결과 제안된 위치동조 제어기를 사용할 경우 부실린더는 주실린더의 위치와 속도를 동시에 추종하여 위치동조 오차가 거의 발생하지 않고 두 실린더 사이에 위치동조가 잘 수행됨을 볼 수 있다.

앞으로의 연구에서는 제안된 제어기를 실제의 시스템에 적용하여 여러 개의 유압실린더를 대상으로 실제적인 실험을 수행함으로써 제안된 위치동조제어의 타당성과 효용성을 입증해야 할 것이다.

### 39. 적외선 레인지파인더와 CCD 카메라를 이용한 지능 휠체어용 표적 추적 시스템에 관한 연구

제어계측공학과 한 동 희  
지도교수 하 윤 수

최근 산업기술의 발달과 함께 교통사고 및 각종 산업재해로 인한 후천적 장애인구의 증가