

47. 퍼지 PID 제어기의 성능개선과 비선형 유압실린더 위치 제어에의 응용

제어계측공학과 박 장 호
지도교수 김 종 화

산업 현장에서 사용되고 있는 많은 제어기들은 대상 시스템의 수학적모델에 근거하여 설계되어 왔으며, 설계시 시스템의 동특성에 대한 정확한 지식을 요구한다. 하지만 최근 시스템의 규모가 커지고 복잡해짐에 따라 파라미터 변동, 모델링 오차, 비선형성, 외란 등 여러 가지 불확실성을 내포하게 됨으로써 시스템의 수학적모델을 정확하게 구하기가 대단히 어려워 진다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 알려져 있지 않은 시스템이 선형일 경우에는 적응제어방법(Adaptive Control)을 도입하였고 비선형 시스템의 경우는 Tagaki-Sugeno 퍼지제어방법등을 도입하여 위의 문제점을 극복하고자 노력하여 왔다. 하지만 이러한 제어방법들은 시간에 따른 파라미터의 변동이 없는 시불변 시스템인 경우에는 적용 가능하지만, 시변 시스템일 경우에는 동특성을 결정짓는 입출력 관계가 시간에 따라 변함으로써 적용상의 한계점을 갖게 된다.

이러한 문제점을 해결하고자 비선형 시변 제어 파라미터를 가지는 비선형 퍼지 PID 제어 기법이 도입되었다. 비선형 퍼지 PID 제어기법은 플랜트의 입출력 데이터를 기반으로 퍼지 입출력 집합을 정의하고, 오차를 포함한 퍼지 입력변수들의 대소 관계를 통한 퍼지 제어규칙에 의해 제어기의 출력을 결정하게 되며, 퍼지 제어규칙의 수가 적고 출력의 형태가 수학적으로 표현되어 구현하기 쉬우며 제어 파라미터가 시변인 특징을 갖고 있다. 따라서 이 제어기법은 비선형성과 불확실성을 갖는 시스템을 제어하는 경우에 탁월한 성능을 발휘하는 것으로 판명되었다. 그러나 이러한 퍼지 PID 제어기법은 제어기의 설계파라미터가 한 번 결정되면 고정됨으로써, 초기의 설계시 적용되었던 기준값보다 넓은 동작 범위의 입력이 인가될 경우에는 설계시에 고려된 퍼지 PID 제어동작의 적용범위를 벗어나게 되어 제대로 효능을 발휘하지 못하게 되고, 이와는 반대로 설계시의 기준값보다 작은 범위의 입력이 인가될 경우에도 그 순간 요구되는 PID 제어동작에 따른 제어입력이 정확하게 생성되지 않아 정교한 제어가 이루어지지 않는 단점을 갖고 있다.

따라서 본 논문에서는 입력 변수의 변화를 실시간으로 측정, 입력 변수들의 상호관계를 비교하여 매 샘플링 시간마다 제어기의 주요 설계파라미터를 가변시킴으로써 동작입력의 범위에 무관한 제어동작 범위를 가지면서도, 보다 빠르고 정밀한 제어가 가능하도록 제어기 설계파라미터가 가변되는 비선형 퍼지 PID 제어기법을 제안하고자 한다.

본 논문에서는 먼저 기존의 고정 설계파라미터 퍼지 PID 제어기의 전형적인 형태와 설계절차에 대해서 설명하고, 이의 단점을 보완한 가변 설계파라미터 퍼지 PID 제어기의 필요성과 구성원리 및 설계기법에 대하여 상세히 전개한다. 또한 제안되는 가변 설계파라미터 비선형 퍼지 PID 제어기법의 효용성을 검증하기 위하여 여러 형태의 시스템을 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 수행함으로써 기존의 제어기와 성능을 비교 분석하고, 마지막으로 실제적인 적용 예로서 비선형성을 내포하고 있어 동작점에 따라 그 동특성이 심하게 변하는 비선형 유압실린더의 위치제어 문제를 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 수행함으로써 그 유효성을 검증할 것이다.