

67. DC 모터의 속도제어를 위한 모델기반 퍼지제어기 설계

제어계측공학과 김 병 만
지도교수 진 강 규

근래 과학기술의 발달로 인하여 자동화가 가속됨에 따라 시스템들은 그 규모가 커지고 복잡해짐으로서 파라미터 변동, 모델링 오차, 비선형성, 외란 등 여러 가지의 불확실성을 내포하게 되고 이로 인해 시스템을 해석하고 제어하기가 대단히 어렵게 되었다. 이러한 경우, 제어기는 제어환경에 따라 설정치 변경에 대한 시스템의 추종성능을 개선하거나 아니면 외란에 대한 조종성능이 만족스럽도록 설계되는데, 만약 서로 다른 환경에서 운전되거나 설정치 변경과 외란이 동시에 존재하면 만족스런 제어성능을 기대하기 어렵다.

이러한 문제를 해결할 수 있도록 최근에는 인간의 사고능력과 적응 능력을 갖는 지능형 제어가 연구되고 있다. 이러한 연구방향으로서 퍼지제어기법을 이용한 퍼지논리 제어기와 내부모델제어를 들 수 있다.

본 논문에서는 추종성능과 조종성능에 대한 적응성을 부여하기 위하여 역동력학과 퍼지기법을 이용한 2 자유도 제어기 설계기법을 제안한다. 제안된 기법은 내부모델제어의 일종으로서 Sugie와 Yoshikawa에 의해 제안된 TDFC(Two-Degree-of-Freedom-Controller)의 변형된 형태이다. 제안된 제어기는 입력단에 1차 저역통과 필터와 역동력학 모델, 모델과 시스템간의 오차를 보정해 줄 수 있는 퍼지제어기로 구성되어 있다.

제안한 제어기에서 역동력학 모델은 모델조정기법을 이용하여 구한 비선형모델을 직접 사용하게 되고, 역동력학을 사용함으로써 발생하는 고주파 영향은 1차 저역통과 필터를 이용하여 감쇄한다. 모델의 불확실성, 외란 등으로 발생할 수 있는 오차를 보상하기 위하여 Takagi-Sugeno 형태의 퍼지제어기가 설계되는데, 퍼지제어기는 기준입력변화에 대한 시스템 추종성능과 외란에 대한 조종성능을 동시에 개선할 수 있도록 고안되었다. 이를 위하여 전건부 입력 변수는 시스템과 병렬로 연결된 모델의 차에 의해 구해지는 외란의 크기가 되며, 후건부는 추종성능을 개선할 수 있는 PI 제어기와 조정성능을 개선할 수 있는 PI 제어기들로 구성된다.

또한, 모델 추정과정과 퍼지제어기의 후건부 PI제어기 파라미터 동조과정에서 발생하는 최적화 문제는 실수코딩 유전알고리즘(Real-coded Genetic Algorithm)을 이용하여 해결한다. 자연선택과 유전학에 기초한 유전알고리즘은 연속성, 미분가능성, 단봉성과 같은 탐색공간에 대한 부가정보를 요구하지 않고, 해집단을 이용하여 매우 크고 복잡한 탐색공간에서도 전역해에 수렴할 수 있는 장점 때문에 제어를 비롯한 각종 공학분야에서 적용되고 있다.

제안된 제어기법을 산업현장에서 많이 사용하고 있는 DC 모터의 속도제어 시스템 설계문제에 도입하여 그 유효성을 검증하도록 한다. DC 모터의 속도를 제어하는 방식에는 브리지 서보, 비례 전류 제어, 전기자제어, 주파수 동기 제어 등이 연구되어 왔다. 특히 구동을 위한 전용 IC를 갖추고 있지 못한 소형 모터의 경우 모터와 전원 사이에 아나로그적인 전압 조정기를 삽입하여 모터에 공급되는 전압을 제어하는 전기자 제어방식이 많이 사용되고 있다. 본 논문에서 사용된 시스템은 Feedback사의 MS150모델로서 제안된 제어기법을 전기자 제어방식에 적용하여 DC모터를 제어하고자 한다.