
퍼지 및 AFC를 이용한 복합 제어시스템 설계

김관형*·정희성**·김준수***·조현철****·이형기**

*동명대학교 컴퓨터공학과

**부경대학교 제어계측공학과

***한국폴리텍VII대학 전자학과

****울산과학대학 전기전자공학부

The design of hybrid control system using Fuzzy and AFC

Gwan-Hyung Kim* · Hoi-Seong Jeong** · Jun-Su Kim*** ·

Hyun-Cheol Cho**** · Hyung-Ki Lee**

*Dept. of Computer Eng., Tongmyung Univ.

**Dept. of Control & Instrumentation, Pukyong National Univ.

***Dept. of Electronics Eng., Korea Polytechnic VII College

****School of Electrical & Electronic Eng., Ulsan College.

E-mail : kimgh69@nate.com

요 약

일반적으로 회전력이 발생하는 제어시스템에 있어서 발생하는 외란과 시스템의 동특성에 의해 발생하는 리플 등을 보정하기 위해 다양한 제어기법들이 연구되고 있다. 특히, 제어시스템에 존재하는 미지의 외란을 제거하기 위하여 AFC(Adaptive Feedforward Cancellation) 제어이론을 적용하여 미지의 외란에 대한 시스템의 안정성을 확보하려고 노력하고 있다. 그러나 기존의 AFC의 구현을 위하여 연속 시간제어시스템의 전달함수인 IMP(Internal Model Principle)를 이용하여 특정 주파수 영역에 대한 외란을 제거하고 있지만 보다 광범위한 영역에 대해서는 제어 성능은 아직 부족한 편이다.

본 논문에서는 기존의 PID 제어기를 이용한 위치제어에 있어서 발생할 수 있는 외란을 제거하기 위해 AFC 제어이론인 IMP 전달함수와 인공지능 기법인 Fuzzy 제어기를 추가로 설계하여 모터의 위치제어에 대한 성능과 외란 제어에 대한 성능을 제시하고자 한다.

키워드

Fuzzy, AFC, IMP, Hybrid Control System

I. 서 론

일반적으로 비선형 시스템에서 발생할 수 있는 비주기적이고 비선형적인 외란에 대하여 시스템의 응답 특성을 고려하여 발생하는 외란에 적응적으로 대응할 수 있는 AFC라는 적응피드포워드 제거기를 설계하여 시스템의 성능을 향상시키고 있다. 그러나 비선형성이 강한 특정한 시스템에 있어서 발생하는 비주기적인 외란에 대해서는 기존의 AFC의 기능을 수행하는 IMP(Internal Model Principle) 전달함수만으로는 한계를 가지고 있다. 본 논문에서는 PID, IMP, Fuzzy와 같은 3가지 제어기를 설계하여 외란에 강하고 위치제어

의 성능이 향상된 모터 제어시스템을 제시하고자 한다.

II. 시스템의 구성

시스템의 구성은 스텝응답에 대한 PID 제어기와 시스템에 발생하는 외란을 제거하기 IMP 제어기를 추가하였으며, 또한 시스템의 성능 향상을 위해 Fuzzy 제어기를 추가하였다. 전체 시스템 블록다이어그램은 그림 1과 같다.

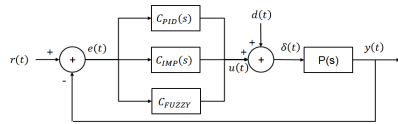


그림 1. 제어시스템의 블록 다이어그램

III. 퍼지제어기의 설계

Fuzzy 제어기의 설계는 기본적으로 SISO(Single Input Single Output) 시스템으로 구성하였으며 가장 간단한 Fuzzy 제어 규칙을 3개를 만들어 맘다니 추론법(Mamdani's inference method) 이용하였다. Fuzzy 제어기의 입출력은 각각 스케일 팩터를 사용하여 Fuzzy 제어기의 입력공간인 $[-1 \sim +1]$ 로 조절하였으며, 입출력 멤버십 함수와 추론 과정은 그림 2와 같다.

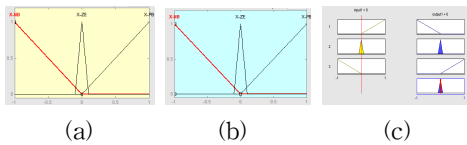


그림 2. (a) Fuzzy 제어기의 입력, (b) Fuzzy 제어기의 출력, (c) Fuzzy 제어기의 추론 과정

IV. 시뮬레이션 및 결과

시뮬레이션을 블록다이어그램은 그림 3과 같다.

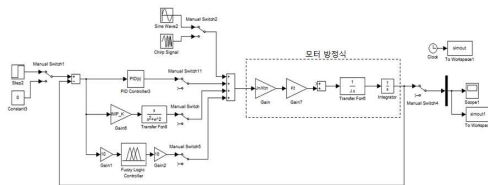


그림 3. MatLab Simulink를 이용한 시뮬레이션 블록 다이어그램

파라메타의 결정 순서는 PID, IMP, Fuzzy 제어기 순으로 결정하였다. 주어진 파라메타는 아래와 같다.

- (1) 비례상수(P) : 500; (2) 적분상수(I) : 10
- (3) 미분상수(D) : 10 (4) IMP 주파수 : 10
- (5) IMP 크기 : 100

시뮬레이션의 수행은 3[sec] 동안 이루어지며 1[sec]에 스텝입력을 인가하였으며, 시뮬레이션 3[sec] 동안 크기 1, 주파수 10[Hz]인 정현파(sin) 외란을 시스템에 가했으며 시스템 응답 특성은 그림 4와 같다.

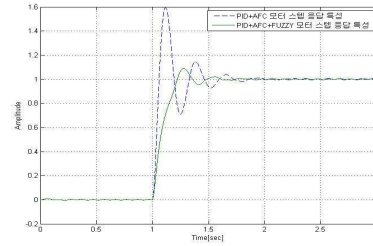


그림 4. 외란 입력에 대한 스텝응답 시뮬레이션 결과

그림 4의 결과로부터 본 논문에서 제시한 PID, IMP, Fuzzy 제어기를 포함한 복합 제어시스템에 대한 성능이 오버슈트, 정상상태 도달 시간 및 외란에 강인하다는 것을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 PID 제어기에 의한 위치제어의 성능과 시스템 운전 시 발생할 수 있는 외란을 제거하기 위해 AFC 제어이론인 IMP 전달함수와 Fuzzy 제어기를 병렬로 구성하여 일반적인 모터시스템의 향상된 제어 성능을 제시하였다.

참고문헌

- [1] Josep Harry Cattel, "Adaptive Feedforward Cancellation Viewed from an Oscillator Amplitude Control Perspective", B.S.Mechanical Eng.University of Pittsburgh,2000.
- [2] 최연욱, 이형기, "DIDF를 이용한 주기성 외란제거", 대한전기학회, Vol.59, No.1, JAN, 2010, pp168-175