

최적 퍼지제어기를 이용한 유도모터의 위치제어

*추연규, **강신출, ***이창호, ***김종진

*진주산업대학교 전자공학과, **남해전문대학 컴퓨터응용전기과

***부경대학교 컴퓨터정보통신공학부

A Position Control of Induction Motor using Optimized Fuzzy Controller

*Yeon-Gyu Choo, **Kang Shin Chul, ***Chang-Ho Lee, ***Jong-Jin Kim

*Dept. of Electronics Jinju National University

**Dept. of Computer Application Electricity, Nam-Hae National College

***Division of Electronics, Computer and Telecommunication Eng. Pukyong National University

E-mail : ygchoo@jinju.ac.kr

Abstract

Recently the control of induction motor for position control has been extensively studied. The representative method is PIDA controller proposed by Jung&Dorf. By designed PIDA controller' parameter had large value. Moreover, this method is very analyze, so that, not adapted controller parameter in disturbance. Besides using generalize fuzzy controller. Because input and output membership function is linguistic type, therefore system response is very slow. So, in this paper we used optimized fuzzy controller. Optimized fuzzy controller is output membership function is unity value. The controller performance was estimated applied to induction motor' position control.

키워드

Induction motor Hybrid형 퍼지-PID 제어기, Fuzzy-PI, Fuzzy-PD

I. 서론

유도 전동기는 직류 전동기에 비해 기계적 접촉을 일으키는 브러쉬나 정류자가 없이 견고하고 보수가 용이하다는 이점과 구조가 간단하고 소형, 경량, 가격의 저렴함등 여러 가지 장점을 보유하고 있다. 그러나 전기적 양인 전류와 전압등의 입력 변수들이 역학적 양인 토크 및 속도등의 출력 변수와 복잡하게 결합되어 있는 비선형 결합 시스템이므로 제어가 용이하지 않다는 단점을 가지고 있다. 유도 전동기의 동특성에 관한 정확한 수학적 모델링이 요구되지만 실질적으로 유도 전동기의 동특성을 정확히 수학적으로 모델링하기가 불가능하다. 따라서 정확한 수학적 모델링이 필요없고 제어기 구성이 간단하고 시스템 응답이 강인한 퍼지 알고리즘을 이용하여 유도 전동기의 위치제어를 구현한다. 본 논문에서는 PI형 퍼지제어기와 PD형 퍼지 제어기를 결합한 Hybrid형 퍼

지-PID 제어기를 설계한다. 기존의 Hybrid형 퍼지-PID 제어기의 경우 퍼지 제어기의 출력측 멤버십 함수가 언어적인 형태로 기술되어있다. 이 방법을 사용하는 경우 미지의 플랜트에 대해서는 우수한 성능을 기대할 수 있으나, 이미 알고있는 플랜트의 경우 그 응답특성이 늦어질 수 있다는 단점이있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하여 퍼지 알고리즘의 출력부를 하나의 고정값으로 처리한 최적 퍼지 알고리즘을 설계한다. 설계된 제어기의 우수성을 입증하기 위하여 유도 전동기의 위치제어에 적용하여 그 성능이 뛰어난 것을 확인하였다.

II. AC Motor

그림 1은 선형화된 유도모터의 블록도를 나타낸 것이다. 유도모터는 3상 Y-결선되어 있으며, 모터의 사용은 표 1과 같다.

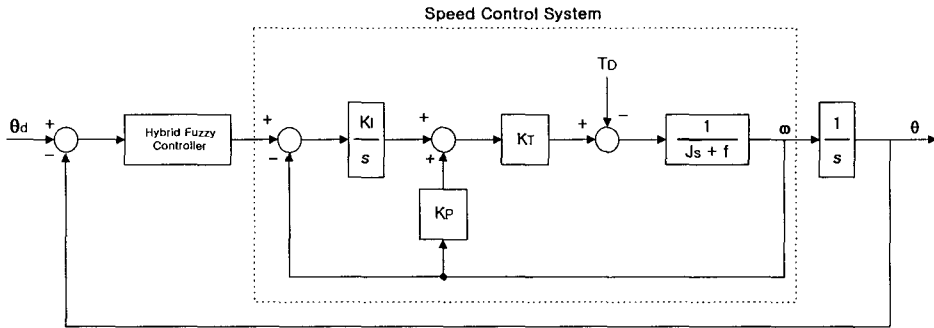


Fig. 1. AC Induction motor with a Hybrid fuzzy controller

Table 5.1. Ratings and parameters of AC motor

정격출력	800 W
정격전압	120 V
극수	2
정격전류	5.4 A
관성(J)	0.305 Kg-m ²
마찰(B)	0.2725 N-m/rad/sec
모터상수 (K _T)	0.5443 N-m/A

그림 1은 단순화된 유도모터의 블록도를 나타낸 것이다.

III. 제어기 설계

PID 제어기는 산업현장에서 널리 사용되고 있으나, 플랜트의 변화나 외란 발생시 각 계수값을 다시 수정해야 하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 많은 방법들이 소개되었다. 그 대표적인 방법으로 PID 제어기에 퍼지 제어기를 결합한, 즉 퍼지-PID와 퍼지 PD 제어기를 결합한 Hybrid 형의 퍼지-PID 제어기를 들 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 방법에서 퍼지-PID제어기와 퍼지-PD 제어기의 출력부를 언어적인 형태의 함수가 아닌 단일한 형태의 값을 가지는 최적 퍼지 알고리즘을 설계하였다. 이렇게 설계된 제어기의 장점은 플랜트에 대해 빠른 응답특성을 나타낸다는 것이다.

그림 1에서 Hybrid fuzzy controller의 구성은 그림 2와 같다.

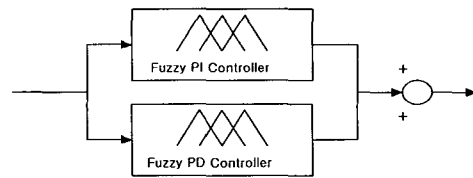
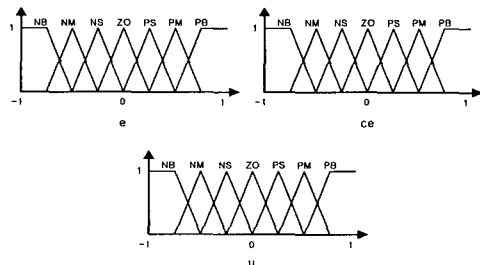


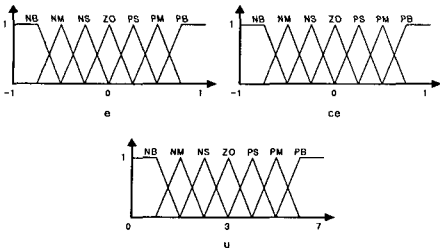
Fig. 2. A Structure of Hybrid Fuzzy-PID Controller

본 논문에서는 제어기 구성에 있어 일반 퍼지 제어기와 본 논문에서 제안한 최적 퍼지제어를 사용하였다. 그림 3은 본 논문에서 사용된 일반 퍼지 제어기 PI 제어기의 멤버십 함수를 나타낸 것이다. 즉 출력측 멤버십 함수를 언어적인 형태를 포함하는 형태의 구조를 사용하였다. 이와 같은 방법을 사용한 경우 미지의 플랜트에 대해서는 응답특성이 우수할 수 있으나, 응답속도가 떨어질 수 있다. 따라서 본 논문에서는 빠른 응답을 얻기 위하여 그림 4와 같이 출력측 멤버십함수를 언어적인 형태가 아닌 하나의 값을 가지는 최적 퍼지 제어기를 설계하였다.

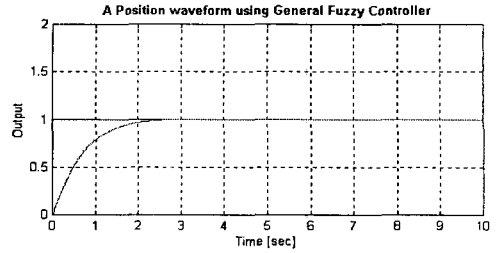
설계된 Hybrid Fuzzy-PID 제어기의 추론은 Mamdani의 Max-Min연산을 사용하였고, 비퍼지화는 무게중심법을 사용하였다.



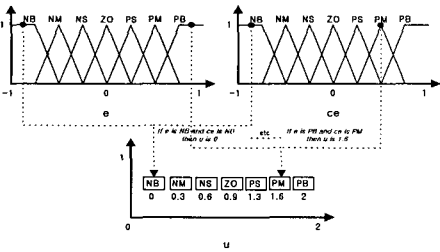
(a) Membership functions of Fuzzy-PI Controller



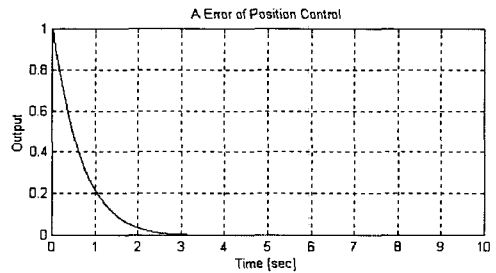
(b) Membership functions of Fuzzy-PD Controller
Fig. 3. Hybrid Fuzzy-PID Controller (General Type)



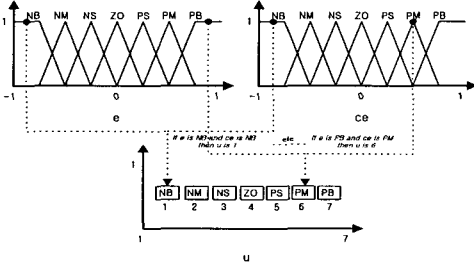
(a) Output waveform of Position Control



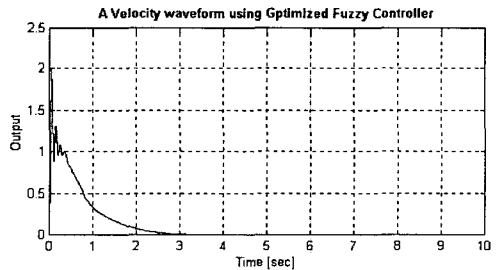
(a) Membership functions of Fuzzy-PI Controller



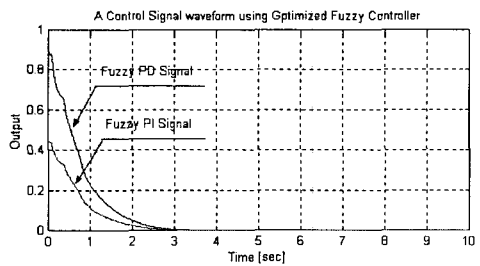
(b) Error waveform of Position Control



(a) Membership functions of Fuzzy-PD Controller
Fig. 4. Hybrid Fuzzy-PID Controller (Suggested Type)



(c) Output waveform of Velocity Control



(d) Control signal of Fuzzy-PI and Fuzzy-PD
Fig. 5. Simulation results of Hybrid Fuzzy-PID Controller (General Type)

IV. 모의 실험

본 논문에서는 3절에서 설계된 일반 Hybrid Fuzzy-PID 제어기와 제안된 최적화 Hybrid Fuzzy-PID 제어기를 이용하여 유도전동기에 대하여 모의실험을 수행하였다.

그림 5는 일반 Hybrid Fuzzy-PID 제어기의 위치, 위치오차, 속도 그리고 Fuzzy-PI, Fuzzy-PD 제어 신호를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 대략 3초 정도에서 원하는 위치에 근접하나, 매우 느린 응답특성을 나타낸다.

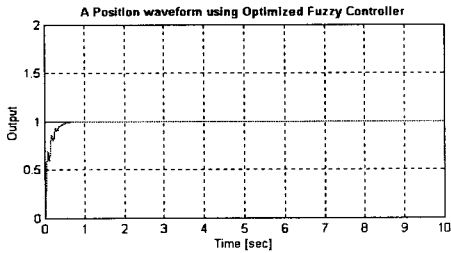
그림 6은 본 논문에서 제안한 최적 Hybrid Fuzzy-PID 제어기의 출력결과를 나타낸 것이다. 출력결과 앞서 사용된 일반 Hybrid Fuzzy-PID 제어기에 비해 빠른 시간내에 원하는 위치에 도달함을 알 수 있다.

V. 결론

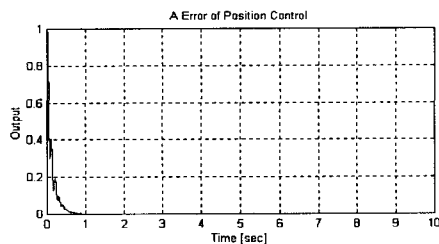
본 논문에서는 기존의 Hybrid Fuzzy-PID 제어기를 보완하여 출력측 멤버쉽 함수를 언어적인 형태가 아닌 선형식으로 정의함으로써 유도전동기의 위치제어를 모의실험하였다. 그 결과 기존의 Hybrid Fuzzy-PID 제어기에 비해 그 성능이 우수함을 확인하였다. 그러나 본 논문에서 사용된 제어기는 많은 시행착오와 실험결과를 토대로 구성된 것이기 때문에 외란의 발생 그리고 플랜트의 변화에 적응하지 못하는 단점이 있다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 단점을 보완하여 좀더 나은 제어기를 설계하고자 한다.

참고 문헌

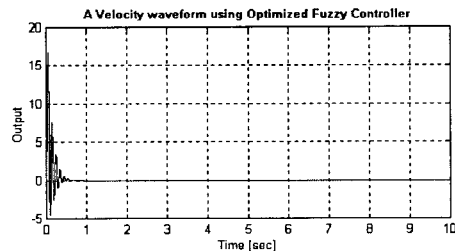
- [1] Seul Jung and Richard C. Dorf, "Analytic PID Controller Design Technique for A Third Order System", Conference on Decision and Control 35th, Proc., Japan, 1996, pp. 2513-2517
- [2] Hong Lian, Sng, Christopher H. Messom, Pik Kong, Yue, " Fuzzy Hybrid PID Controller of A steam Heated Dryer", IEEE International Fuzzy Systems Conference Proceedings, 1999, Korea, pp.1701-711
- [3] Ghang-Ming Liaw, Faa-Jeng Lin, "A Robust Speed Controller for Induction Motor Drives", IEEE Transactions on Industrial Electronics, 1994, pp. 308-315
- [4] K. Ogata, Modern Control Engineering, 2nd edition, Prentice Hall, 1990.
- [5] C. C. Hang, K. J. Åström, and W. K. Ho, "Refinements of the Ziegler-Nichols tuning formula", Proc. IEE, Pt.D., vol. 138, pp. 111-118, 1991.
- [6] R. C. Dorf and D. R. Miller, "A method for enhanced PID controller design", Journal of Robotics and Automation, vol. 6, pp. 41-47, 1991.
- [7] R. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern Control Systems, 7th edition, Addison Wesley, 1995.
- [8] R. C. Dorf, S. Jung, J. Dawes, and L. Ng, "An s-plane analytic technique for lead-lag controller design", Proc. of American Control Conference, pp. 2227-2228, Seattle, June, 1995.



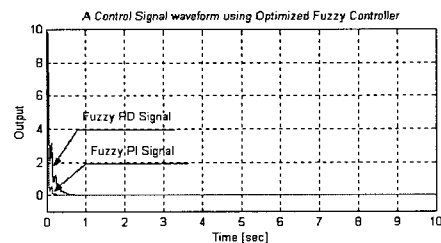
(a) Output waveform of Position Control



(b) Error waveform of Position Control



(c) Output waveform of Velocity Control



(d) Control signal of Fuzzy-PI and Fuzzy-PD

Fig. 6. Simulation results of Hybrid Fuzzy-PID Controller (Suggested Type on this paper)