

상태변수 조합 퍼지제어기를 이용한 도립진자 시스템의 안정화

이윤형¹·류기탁²·유희한³·소명옥⁺

Stabilizing Inverted Pendulum System using Fuzzy Controller based on State Variables Combination

Yun-hyung Lee¹, Ki-tak Ryu² · Heui-Han Yoo³ · Myung-ok So⁺

초기에 도립진자 시스템의 안정화 제어는 제어기의 구조가 단순하고, 조정변수 적어 익숙한 제어기라는 장점을 갖는 PD, PID 등의 고전적인 방법이 주로 사용되었다. 그러나 초기 동조(Tuning)가 잘 되었다더라도, 부하나 제어대상의 파라미터 변동이 크면 제어기의 이득을 재조정해야 할 필요가 있어 최근에는 현대제어 이론과 지능제어 기법을 이용한 방법이 주로 제안되어 왔다[1-2].

특히, 최근 비선형 제어에 종종 사용되는 퍼지제어기는 인간의 언어적 정보를 사용하므로 조작자의 경험에 기초하여 제어규칙을 작성할 수 있는 장점이 있다. 이를 위해 퍼지제어기는 일반적으로 특정한 상태변수와 이의 변화율을 입력변수로 사용한다. 그런데 주어진 시스템의 상태 변수가 많으면 퍼지 규칙은 급격하게 증가되어 퍼지 제어기 설계가 까다롭게 된다.

본 논문에서 다루는 도립진자 시스템은 잘 알려진 대로 4개의 상태변수를 갖는다. 만약, 이 4개의 상태 변수 모두를 사용하여 하나의 퍼지제어기를 설계하면 퍼지규칙의 수는 256개가 되어 퍼지제어기의 적용이 사실상 불가능하게 된다. 이러한 이유로 대부분의 연구에서 도립진자의 각도와 각속도만을 퍼지제어기의 입력변수로 사용하거나, Sugeno 형식의 퍼지제어기를 설계하기도 하는데 정밀한 규칙이 도출되지 못하면 대차와 진자가 계속 헛돌을 일으키기도 한다. 또는, 대차위치와 진자의 각도에 대해서 각각 퍼지제어기를 설계하고, 이 두개의 퍼지제어기를 결합하는 방법도 있지만 이는 퍼지제어기를 두개 사용해야 한다는 번거로움이 있다[3].

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 그림 1과 같이 도립진자 시스템의 4개의 상태변수를 적절히 결합하여 새로운 2개의 신호로 재구성하고, 이를 퍼지 입력 변수로 사용하는 기법을 제안한다.

도립진자 시스템의 초기치를 $[0.1 \ 0 \ 0 \ 0]^T$ 으로 했을 때의 시뮬레이션 결과는 그림 2와 같다.

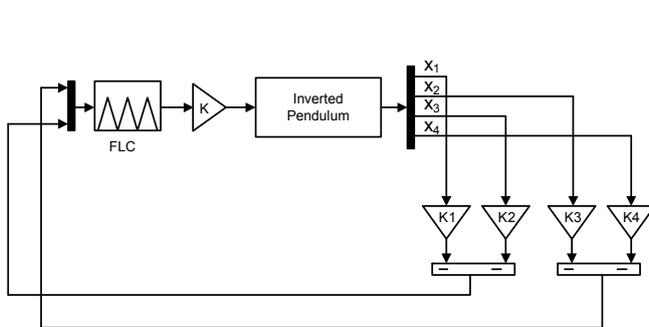


Figure 1 : Structure of proposed control scheme

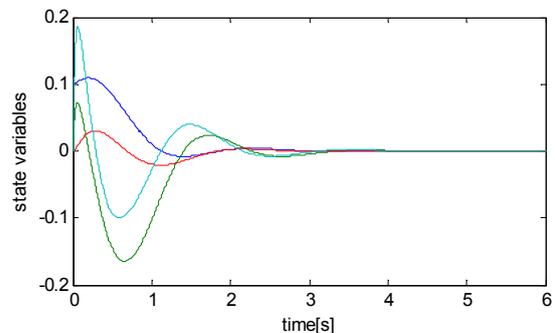


Figure 2 : Simulation result

참고문헌

- [1] Y. Liu, Z. Chen, D. Xue, X. Xu, "Real Time Controlling of Inverted Pendulum by Fuzzy Logic", Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics, China, pp. 1180-1183, 2009.
- [2] 이종연, 이보라, 현창호, "도립진자 시스템을 통한 최적 상태 되먹임 제어기의 성능 검증", 한국지능시스템학회 논문지, Vol.20, No.6, pp. 768-773, 2010.
- [3] 정슬, 지능제어, 충남대학교출판부, 2005.

+ 소명옥(한국해양대학교 기관공학부), E-mail: smo@hhu.ac.kr, Tel: 051)410-4248

1 한국항만연수원

2 한국해양수산연수원

3 한국해양대학교