

뉴로-퍼지 제어를 이용한 유압서보시스템의 추적제어

A Tracking Control of the Hydraulic Servo System Using the Neuro-Fuzzy Controller

°박근석*, 임준영*, 장이석**

* 충남대학교 기계설계공학과(Tel : 042-821-7623; Fax : 042-822-7366 ; E-mail: s_loving@cnu.ac.kr)

** 충남대학교 기계설계공학과(Tel : 042-821-6647; Fax : 042-822-7366 ; E-mail: eskang@cuvic.cnu.ac.kr)

Abstract : To deal with non-linearities and time-varying characteristics of hydraulic systems, in this paper, the neuro-fuzzy controller has been introduced. This controller does not require an accurate mathematical model for the nonlinear factor. In order to solve general fuzzy inference problems, the input membership function and fuzzy reasoning rules are used for determining the controller parameters. These parameters are determined by using the learning algorithm. The control performance of the neuro-fuzzy controller is obtained through a series of experiments for the various types of input while applying disturbances to the cylinder. And performance of this controller was compared with that of PID, PD controller. As a experimental result, it can be proven that the position tracking performance of the neuro-fuzzy is better than that of PID and PD controller.

Keywords : neuro-fuzzy controller, hydraulic servo system, disturbance system

1. 서론

산업설비에 사용하고 있는 동력장치에는 전기모터, 내연·외연기관, 유·공압장치 등이 있다. 이들 중 유압장치는 관성이 낮으면서도 빠른 응답특성을 가지고 있고, 단위 무게당 높은 출력을 가지고 있기 때문에 일반적으로 많이 사용하고 있다. 이러한 유압서보시스템은 PID제어기, 최적제어, 적응제어와 같은 여러 가지 제어기들에 의해 제어되고 있다[2][4][7][8].

그러나, PID제어기는 고정된 게인을 이용하여 제어를 하므로, 제어패스를 통과하는 오일의 유량변화, 온도·압력의 변화, 실린더의 마찰력, 공동현상(cavitation)과 같은 비선형(nonlinear), 시변(time-variant) 특성을 표현하지 못하는 단점을 가지고 있다[8][9]. 또한, 최적제어나 적응제어의 경우 제어기의 구성과 시스템 해석이 정확한 수학적 모델이 필요하다.[4] 그러나, 앞서 말한바와 같은 비선형 특성들을 표현할 수 있는 유압서보시스템의 정확한 수학적 모델을 구하기가 쉽지 않다. 특히 부하의 변화와 같은 외란(disturbance)이 작용할 경우에는 PID제어기와 같은 고정된 게인을 이용한 제어기로는 제어가 불가능하다[8][9].

최근에는 유압서보시스템의 비선형 특성들을 잘 나타낼 수 있고, 정확한 수학적 모델을 필요로 하지 않는 퍼지제어(fuzzy control)나 유전알고리즘(genetic algorithm)과 같은 지능제어에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다[4].

그러나, 퍼지제어기의 경우에는 언어적 변수를 이용하여 비선형 특성들을 표현한다는 장점이 있지만, 요구되는 성능을 만족시키기 위해서 제어 파라미터를 시행착오법(trial and error)으로 구해야만 하는 어려움이 있다. 이 시행착오법은 개개인의 경험에 따라 결정하므로 제어기 설계자에 따라 그 결과가 각각 다를 수 있다[8].

따라서, 본 연구에서는 제어 파라미터를 시행착오법이 아닌 뉴럴 네트워크(neural network)의 학습능력에 기초해서 결정하는 뉴로-퍼지 제어를 구성하여 파라미터 결정의 어려움을 극복함으로써 제어기 설계를 용이하게 하였다. 또한, 비선형 특성

들을 언어적 변수로 표현함으로써 비선형 특성의 외란이 작용하는 경우에도 주어진 입력을 잘 추종할 수 있도록 하였으며, 양로드 실린더의 위치추적제어를 수행하였다.

2. 시스템 구성

실험에 사용된 시스템의 유압회로도도 그림 1과 같다. 시스템은 양로드 실린더의 추적제어시 불확실한 외란을 구현하기 위해 판로드 실린더로 구성된 외란 발생부(disturbance system)와 이에 연결되어 외란의 크기를 측정하기 위한 로드셀, 양로드 실린더의 위치를 측정하기 위해 실린더 끝단에 연결된 선형 전위차계(linear potentiometer) 등으로 구성된다. 판로드 실린더와 양로드 실린더 모두 3-way 서보밸브에 의해 제어되고, 서보밸브는 각각 D/A 변환기에 의해 출력되는 전압에 따라 스펙의 변위량이 발생하고, 그 변위량에 따라 유량의 변화가 생겨 실린더를 움직이게 된다. 센서의 출력값은 A/D 변환기에 의해 컴퓨터로 입력되어 측정된다.

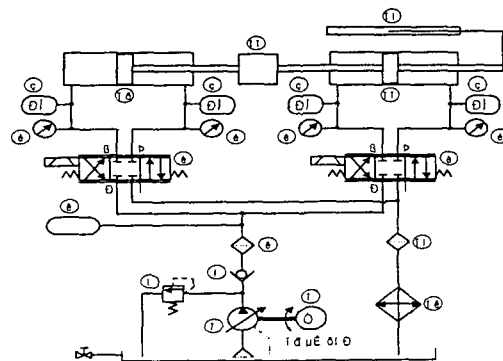


그림 1. 시스템의 유압회로도.

Fig. 1. Schematic circuit of the hydraulic system.