

신경회로망을 이용한 이득 자동조정 서보제어기 설계 및 구현

Design of PID Type servo controller using Neural networks and it's Implementation

이 상 욱, 김 한 실

울산대학교 제어계측공학과 (Tel : 81-052-259-1636; Fax : 81-052-259-1686 ; E-mail:jesus@control.ulsan.ac.kr)

울산대학교 제어계측공학과 (Tel : 81-052-259-2289; Fax : 81-052-259-1686 ; E-mail:hskim@ulsan.ac.kr)

Abstract : Conventional gain-tuning methods such as Ziegler-Nichols methods, have many disadvantages that optimal controller gain should be tuned manually. In this paper, modified PID controllers which include self-tuning characteristics are proposed. Proposed controllers automatically tune the PID gains in on-line using neural networks. A new learning scheme was proposed for improving learning speed in neural networks and satisfying the real time condition. In this paper, using a nonlinear mapping capability of neural networks, we derive a tuning method of PID controller based on a Back propagation(BP)method of multilayered neural networks. Simulated and experimental results show that the proposed method can give the appropriate parameters of PID controller when it is implemented to DC Motor.

Keywords : self-tuning, Neural networks, Back propagation

1. 서론

PID 제어기는 구조가 단순하고 매우 견실한 제어특성을 지니고 있기 때문에 산업현장에서 널리 이용되고 있다. 그러나, 좋은 제어성능을 유지하기 위해서는 적절한 동조가 되어야 하고 운전 중에 시스템 동 특성이 변화하면 재동조를 하여야 하는 어려움이 있다. 또한, 시스템이 좀더 복잡해지거나 심한 비선형성을 갖는 경우에는 PID 제어기는 한계성을 갖는다. 이러한 단점을 개선하기 위해서 PID 제어 계수를 동 특성에 따라 자동 조절하는 자기동조와 각 동작 점에서 시스템을 선형화하고 이를 기반으로 한 Gain scheduling 제어에 관한 연구들이 수행되어 일부 산업현장에서 적용하고 있으나 이 방법 역시 적응 제어의 장단점들을 그대로 지니고 있다. 최근 들어 신경회로망을 이용한 비선형 시스템 제어에 관한 연구가 활발히 진행되어 기존 제어기들로 해결하지 못한 제어문제에 적용하여 좋은 결과를 얻고 있다. 일반적으로 신경회로망 모델은 병렬분산처리에 의거하여 임의의 입출력 데이터 변환을 수행하므로 실시간 제어 처리가 가능하며 고장파 특정 잡음에 대한 강인성 및 학습 능력이 있으므로 외부 환경이나 시스템 자체에 대한 사전지식이 없어도 변화하는 제어환경에 스스로 적응할 수 있는 적응성이 있어 가변시스템의 제어에 많이 응용되고 있다.

따라서 본 논문에서는 신경회로망을 이용하여 복잡하고 비선형성을 갖는 시스템에서도 좋은 제어성능을 유지하는 자기동조기능을 갖춘 PID제어기를 설계하고 이를 직접 적용해 보기로 한다.

2. 오차 역 전파 학습 알고리즘

본 논문에서는 단층 퍼셉트론의 경우 선형분리 가능한 경우만 적용되는 제한점을 극복한 다층 퍼셉트론 구조를 활용하였으

며, 학습 알고리즘은 오차(Error) 역 전파 방법을 사용하였다. 오차 역 전파 학습 알고리즘은 시스템의 원하는 출력 값과 실제 출력 값 사이의 평균 제곱 오차를 최소화하도록 설계된 반복적 경사 알고리즘으로 퍼셉트론의 학습에 쓰이는 델타 학습을 일반화 시켜 사용한다. 역 전파 신경망에서는 오차를 줄이는 방향으로 연결강도를 조절하기 위한 방법으로 일반 델타 학습 법(Generalized Delta learning)을 사용한다. 오차는 제곱의 형태로 구하게 되는데 식 1 과 같이 나타낼 수 있다.

$$E = \frac{1}{2} * \sum_{k=1}^m (t_k - y_k)^2 \quad (1)$$

이때, 이 오차 E를 최소화하는 방향으로 연결강도 w_{jk} 를 조절하기 위해서 최급 하강법(Gradient Descent Method)을 사용하게 된다. 즉, w_{jk} 의 공간상에서 E의 곡면을 따라 최급하강을 하기

위해서는 w_{jk} 의 수경량인 ∇w_{jk} 로서 $-\alpha * \frac{\partial E}{\partial w_{jk}}$ 를 사용하게 된다.

$\frac{\partial E}{\partial w_{jk}}$ 를 Chain Rule 을 사용하여 식 2 처럼 나타낼 수 있으며

α 는 learning rate로써 0 보다 큰 값으로 정하게 된다.

$$Y_{in} = \sum_j z_j * w_{jk} \quad (2)$$