

실시간 학습 제어를 위한 진화신경망

Evolving Neural Network for Realtime Learning Control

°손 호 영*, 윤 중 선**

* 부산대학교 지능기계공학과(Tel : 82-51-510-3084; Fax : 82-51-510-3084; E-mail : kingstork@hotmail.com)
** 부산대학교 기계공학부(Tel : 82-51-510-2456; Fax : 82-51-510-3084; E-mail : jsyoon@hyowon.pusan.ac.kr)

Abstract : The challenge is to control unstable nonlinear dynamic systems using only sparse feedback from the environment concerning its performance. The design of such controllers can be achieved by evolving neural networks. An evolutionary approach to train neural networks in realtime is proposed. Evolutionary strategies adapt the weights of neural networks and the threshold values of neuron's synapses. The proposed method has been successfully implemented for pole balancing problem.

Keywords : realtime learning control, neural control system, evolutionary strategies, synapse adaptation

1. 서론

기존의 제어 설계 기법을 성공적으로 적용하려면 일반적으로 정확한 동적 모델과 같이 제어하려는 대상에 대한 많은 지식이 필요하다. 제어 대상의 정보를 알기 힘들거나 알 수 없는 경우에도 적용할 수 있는 제어 설계 방법들이 제안되고 있다. 특히 제어 실패 신호와 같은 대상으로부터의 간헐적 피드백(sparse feedback)만으로 신경망을 학습하여(evolver neural network) 제어를 수행하기도 한다. 신경망은 확률적인 방법으로 최적의 파라미터 값을 찾는 진화 알고리즘으로 학습(evolutionary computation based learning)시킨다. 이 방법은 제어 대상에 대한 정보를 필요로 하는 역전파(backpropagation) 학습법과는 달리 제어 대상에 대한 정보가 없어도 신경망의 가중치(weight)를 학습시킬 수 있다[1, 2, 4, 5, 7-9].

Saravanan이 제안한 진화 전략(evolutionary strategies)을 이용한 신경망의 가중치 학습 방법은 각 개체별 신경망 제어기로 제어 시뮬레이션 한 후에 이들 결과 상태값으로 평가를 하므로 제어 대상의 상태값이 변하고 있는 경우에는 학습된 가중치를 이용할 수 없다[8]. 하지만 제안하는 학습 방법은 제어 대상의 상태값이 변하는 순간마다 진화 알고리즘을 이용하여 평가와 선택 및 재생산의 과정을 거쳐 가중치를 찾지 때문에 실시간으로 학습을 하면서 제어를 할 수 있다. 또한 제어 대상의 상태값에 따라 알맞은 연결구조를 학습으로 찾을 수 있다면 제어 대상의 변화에 능동적으로 대처할 수 있을 것이다.

진화 알고리즘으로 신경망 제어기의 가중치를 실시간으로 찾으면서 제어를 수행하고 제어 대상의 상태값에 맞게 연결구조를 찾는 방법을 제안한다. 제안된 실시간 학습 제어를 위한 진화신경망을 도입전자의 제어에 적용해 본다.

2. 실시간 학습 제어를 위한 진화신경망

2.1 진화신경망 제어제

제어기의 구조는 신경망을 기본으로 하고 있다. 이 제어기는 신경망의 가중치를 실시간으로 조정하며 신경망에 입력되는 값에 따

라 신경망의 연결구조를 동적으로 조정한다. 실시간으로 신경망을 학습하는 제어기의 구성은 그림 1과 같다.

그림 1에서 가중치를 실시간으로 조정하는 진화 전략은 오차(error)의 변화로 개체의 평가와 선택 및 돌연변이(mutation)를 수행한다. 변하는 가중치로 구성된 신경망 제어기는 제어 대상의 상태값만을 피드백 받아서 제어 입력 신호를 출력한다. 즉 매 순간 변하는 오차로 조정된 신경망 제어기는 오차를 줄여 실패할 때까지의 제어 시간을 늘린다. 그리고 가중치 조정만으로 오차가 줄지 않고 따라서 제어 성공 시간이 늘지 않으면 연결구조를 조정해서 오차를 줄이고 제어 성공 시간을 늘릴 수 있게 된다. 신경망의 연결구조를 결정하는 파라미터들을 표현한 개체는 평가함수로 연결구조를 평가하고 오차 변화량을 계산하는 Δ Error counter로써 최적의 연결구조에 대한 탐색 범위를 조정하여 제어 대상에 맞는 연결구조를 찾게 된다.

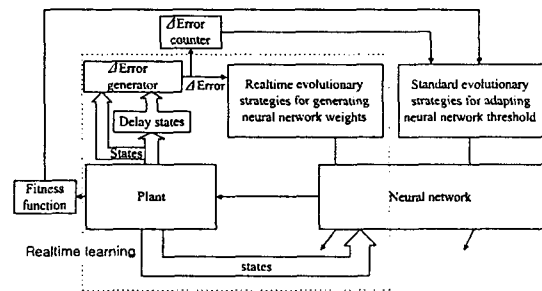


그림 1. 진화신경망 제어제

2.2 동적 가변 연결구조 신경망

인간은 유아기 때 뇌의 세포가 만들어지며, 인간의 지능은 뇌 세포간의 연결에 의해서 결정된다[5]. 그리고 후천적 뇌신경 장애를 당한 사람은 학습을 통해 신경간의 연결강도만이 아니라 연결구조의 변화를 통하여 재활하는 것으로 생각한다. 신경망의 연결구조를 시냅스(synapse)의 구조를 조정하여 바꾸는 방법을 모색해본다. 그림 2(b)의 동적인 가변 연결구조의 신경망을 위한 단위 뉴런은 그림 2(a)의 McCulloch-Pitts 모델과는 다른 모델을 사용한다[4].