

유전신경망에 의한 광차무게측정의 한가지 방법

림명국, 김영수

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《세계최신과학기술의 성과를 널리 받아들이지 않고서는 나라의 과학기술을 최단기간에 전반적으로 세계적수준에 올려세울수 없습니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 500페이지)

광산들에서 생산된 광석의 량을 정확히 측정하는것은 매우 중요한 문제로 제기된다.

광석의 무게(광차무게)는 여러가지 요인으로 하여 무게수감요소에 측정된 값과 정확한 무게값사이에 차이가 존재한다. 이러한 문제는 신경망리론을 적용하면 해결할수 있다.

그런데 BP신경망은 일반화능력이 강하고 임의의 비선형관계를 모의할수 있는 우점이 있지만 수렴속도가 뜨고 국부극소에 빠질수 있는 결함을 가지고있다.

유전알고리즘은 전대역탐색에 많이 리용되고있는 방법으로서 BP신경망과 결합하여 리용하면 신경망의 결함을 효과적으로 극복할수 있다.[2]

론문에서는 유전신경망을 리용하여 광차의 무게를 측정하는 방법을 제기하였다.

1. 광차무게측정체계의 구성

광차무게측정원리는 그림 1과 같다. 그림에서 레루의 매쪽에 2개의 무게수감요소가 있어 종합적으로 4개의 요소로 무게를 측정하는데 2개의 무게측정요소는 광차의 무게와 함께 광차의 운동방향을 측정하게 된다.

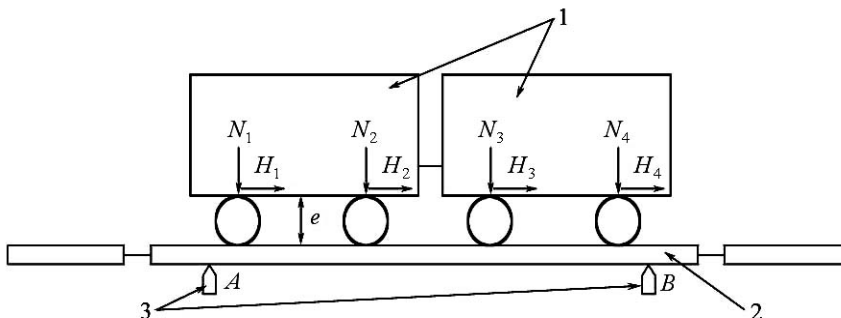


그림 1. 광차무게측정원리

1—광차, 2—받침(측정)레루, 3—무게수감부

그림 1에서 보는바와 같이 광석을 실은 광차의 무게와 광석을 부린 후 돌아가는 빈 광차의 무게를 측정하고 광차의 운동방향을 결정하여 광석의 량을 계산하게 된다.

이때 랑쪽 수감부가 받는 힘은 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$F_A = \frac{1}{(n-1)l} \sum_{i=1}^n [(n-i)lN_i + eH_i - nM_i] - F_t - 2F_f \quad (1)$$

$$F_B = \frac{1}{(n-1)l} \sum_{i=1}^n [(i-1)lN_i - eH_i + nM_i] - F_t - 2F_f$$

여기서 F_A, F_B 는 무게수감부가 받는 힘, F_f 는 량쪽 레루가 가운데레루(수감부가 있는 레루)를 떠받치는 힘, $M_i (i=1, \dots, n)$ 는 바퀴들에서의 마찰모멘트, $H_i (i=1, \dots, n)$ 는 수평성분힘, $N_i (i=1, \dots, n)$ 는 수직성분힘, F_t 는 바퀴에서의 반작용힘, n 은 두 무게수감요소사이에 있는 바퀴의 개수이다.

그런데 식 (1)에서 F_t 와 F_f 를 정확히 측정하지 못하고 근사적인 관계를 리용하는데로부터 오차가 생기게 된다.

따라서 논문에서는 두 무게수감요소에서 얻어지는 값을 유전신경망에 입력하여 광차의 정확한 무게를 측정하는 한가지 방법을 론의하였다.

유전신경망을 리용한 광차무게측정체계는 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 무게수감요소에서 측정된 값은 한소편컴퓨터에 입력되고 신경망처리가 진행되어 정확한 측정값이 얻어져 표시장치와 상위컴퓨터에 전송된다.

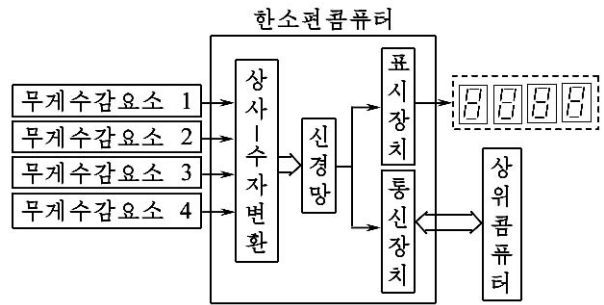


그림 2. 광차무게측정체계구성도

2. 신경회로망의 구성과 학습

신경회로망은 3개의 층 즉 입력층, 중간층, 출력층으로 구성한다.

무게측정체계의 입출력관계로부터 입력층의 신경세포의 수는 2개이고 출력층의 신경세포의 수는 1개이다. 그리고 중간층의 신경세포의 수는 선행연구[1]의 BP신경망의 학습능력과 일반화능력의 관계로부터 얻어지는 다음의 식에 의해 계산한다.

$$H^* = \left\lceil \frac{30.8}{R} \varepsilon_1^{\frac{3}{2}} \log_2 \left(1 + \frac{1}{\varepsilon_1} \right) \right\rceil \quad (2)$$

여기서 ε_1 은 학습표본의 상대오차평균값으로서 $\varepsilon_1 = 0.05$ 로 취할 때 중간층의 세포수는 2로 정할수 있다. 그리고 R 는 자체변수인자모임의 좋은 정도를 반영하는 통계적량이다.

이렇게 신경망을 구성한 후 GA-BP알고리즘에 따라 신경망에 대한 학습을 진행한다.

유전알고리즘에 의한 파라메터의 부호화는 보통 2진부호화와 실수부호화가 있다. 이 논문에서는 실수부호화를 리용하여 신경망의 초기값과 턱값에 대한 최량화를 진행하였다.

GA-BP알고리즘에서는 BP알고리즘을 쓰기 전에 GA를 리용하여 우연값모임에서 최량 초기값을 유전조작으로 얻어내어 이것을 BP망의 초기값으로 하고 학습을 진행한다.

GA-BP알고리즘은 다음과 같다

① 초기군체 P (교차규모, 교차확률 P_c , 변이확률 P_m)의 초기화 및 부호화를 진행한다

다. 이때 초기군체는 30개로 한다.

② 매 개체의 평가함수들을 계산하고 순서를 배열하고 다음의 식으로 계산된 확률값으로 개체를 선택한다.

$$p_s = f_i / \sum_{i=1}^N f_i \quad (3)$$

식 (3)에서 f_i 는 개체 i 의 적응도로서 오차2제곱합 E 를 리용하여 계산할수 있다. 즉

$$f(i) = 1/E(i), \quad (4)$$

$$E(i) = \sum_p (V_p - T_p)^2. \quad (5)$$

여기서 $i=1, \dots, N$ 은 염색체수이고 p 는 학습표본수이며 T_i 는 i 번째 표본의 교사신호, V_i 는 i 번째 표본을 입력했을 때의 신경망출력값이다.

③ 확률 P_c 로 개체 G_i 와 G_i+1 에 대해 교차조작하여 새로운 개체 G'_i 와 G'_i+1 을 생성하며 교차조작을 진행하지 않은 개체는 직접 복제한다.

④ 확률 P_m 으로 G_i 의 새로운 개체 G'_i 를 변이조작하여 얻는다.

⑤ 새로운 개체를 군체 P 에 삽입하고 새 개체의 평가함수를 계산한다.

⑥ ANN의 오차2제곱합을 계산하고 예정값 ε_{GA} 에 도달하면 7로 가고 그렇지 못하면 2로 가서 유전조작을 계속한다.

⑦ GA에 의해 나온 최량초기값을 초기값으로 하고 BP알고리즘을 리용하여 학습을 진행하여 지정한 정확도에 이를 때까지 반복한다. ($\varepsilon_{BP} < \varepsilon_{GA}$)

3. 모의실험 및 결과분석

앞에서 설계한 유전신경망의 유효성검증을 위해 모의실험을 하였다.

실험에서는 학습의 정확도한계를 0.002로, 학습반복회수를 10 000회로 정하였다.

먼저 순수한 BP알고리즘을 리용하여 학습을 진행하였는데 그 결과곡선은 그림 3과 같다. 이때 표본자료학습오차는 0.007 679 82로서 요구되는 정확도에 도달하지 못하였다.

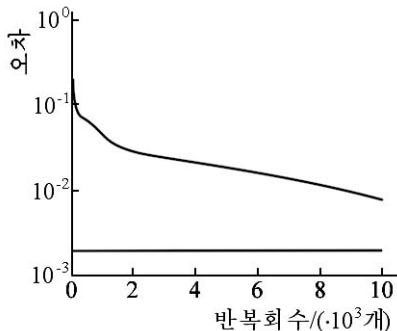


그림 3. 순수한 BP학습결과

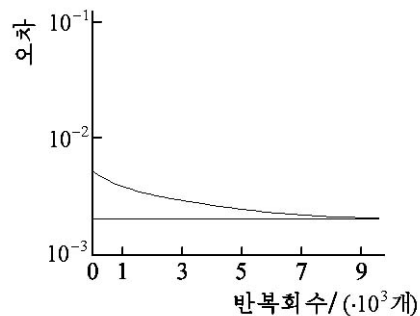


그림 4. GA-BP학습결과

다음으로 논문에서 제안한 GA-BP알고리즘을 리용하여 학습을 진행하였다.(그림 4)

100세대에서 얻어진 유전자로 BP망의 초기파라미터를 설정하고 학습을 진행하면 9 495 회만에 요구되는 정확도에 도달하게 되는데 이때 표본자료학습오차는 0.001 595이다.

맺 는 말

유전알고리즘을 리용하여 신경망의 초기값을 결정하여 학습을 진행한 신경망을 통하여 이동광차의 무게 측정을 위한 연구를 진행하고 모의실험을 통하여 그 특성을 분석하였다.

참 고 문 헌

- [1] 李祚泳 等; 中国科学, 10, 887, 2003.
- [2] 穆阿华 等; 计算机仿真, 2, 150, 2005.

주체103(2014)년 7월 5일 원고접수

A Method of Weight Measurement of Mineral Wagon based on Genetic Neural Network

Rim Myong Guk, Kim Yong Su

We have studied the weight measurement of mineral wagon based on BP network. By using the undefined relation between learning ability and generalization ability of BP neural network, the hidden notes of neural network are obtained. The initial weights and bias are defined by using the genetic algorithm. It can improve global optimization and the search efficiency.

Key words: neural network, genetic algorithm