

GA Input	number of nodes in hidden layer	3
	inputs/node	5
	number of generations	100
	size of population	200
	probability of crossover	0.8
Gradient Input	probability of mutation	0.02
	number of generations	1000
	learning rate	0.02

〈표 1〉 최적화를 위한 파라미터 설정

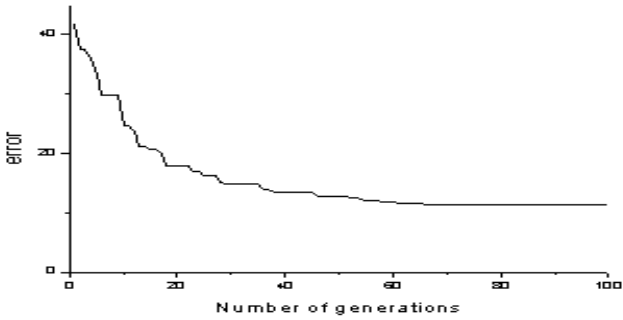


그림3.1 logic-based fuzzy neural networks 출력 예측 출력예측

logic-based fuzzy neural networks를 사용 시 보여 지는 출력 예측의 그림이다. 여기서 본 논문에서는 입력층에 3개, 은닉층은 5개 그리고 개체수는 100개. 개체군은 200개, 교차확률0.8, 돌연변이확률 0.02로 시스템 설정 후 구동한 출력예측의 결과이다. 이 그림에서 보여지 듯 처음 첫 번째부터 보여 지는 개체군은 결과치가 일정하지 않지만 점차 안정되고 점점 최적출력에 가까워지는 모습을 확인할 수 있다.

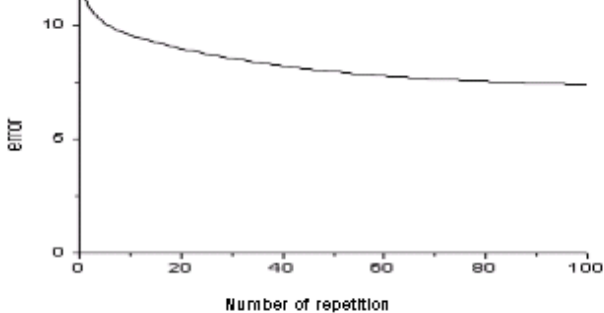


그림3.2 경사 학습법을 통한 결과

경사학습법을 통한 결과치
logic-based fuzzy neural networks를 사용 시 보여 지는 경사 학습법을 통한 결과 그림이다. 여기서는 앞과 동일하게 설정 후 프로그램을 구동하게 되는데 여기서 다른 점은 앞의 실험을 1000번 되풀이하게 지정 후 학습률을 0.02로 지정해준다는 점이 다른 점이다. 즉 더 많이 같은 실험을 반복 후 학습률을 지정해 줌으로서 그림에서 알 수 있듯이 더 평탄해지는 걸 알 수 있는데 즉 이 말은 더 안정된 수치를 보여주고 더 최적출력에 가까워짐을 알 수 있다.

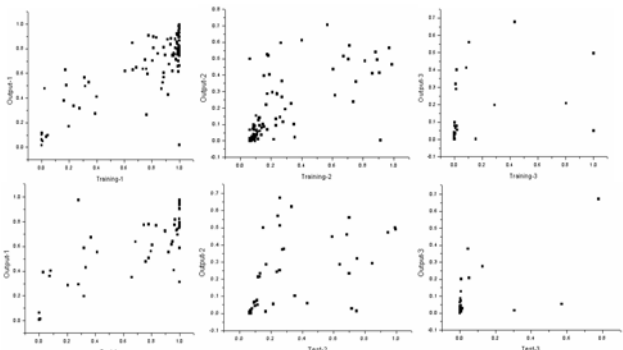


그림3.3 출력 값과 학습시 출력 값의 비교 그래프

출력 값 비교

logic-based fuzzy neural networks 사용 시 보여 지는 출력 값과 학습했을 경우의 출력 값을 비교한 그림이다. 두 비교 그래프 중 위의 그래프는 training 시킨 값과 출력 값을 비교한 것이고, 아래의 그래프는 test값과 출력 값을 비교한 그림이다. 그림에서 보여 지는 값들의 분포를 보면 점들이 어느 정도 밀집되어 있음을 알 수 있다. 점들이 밀집되어 있는 곳에서는 학습을 통한 출력예측의 오차범위가 줄어들고 점들이 분산되어 있는 곳은 오차범위가 커진다.

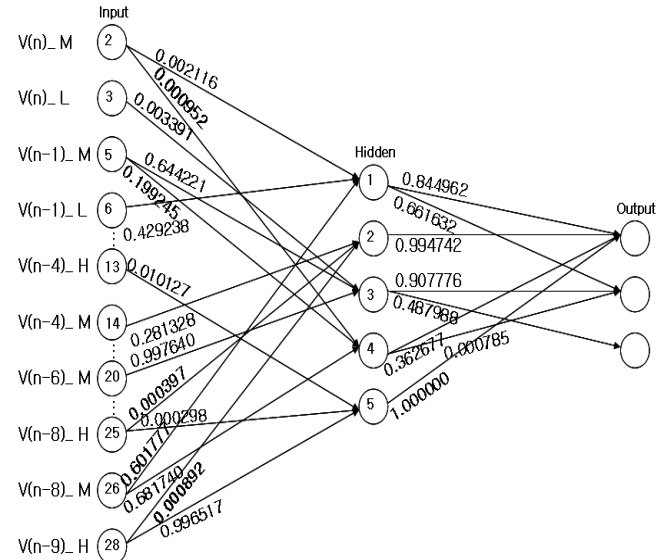


그림3.4 실험을 통한 최적화된 neural networks의 구조

최적화된 neural networks

logic-based fuzzy neural networks를 사용하여 학습시킨 최적화된 신경망 구조이다. 입력 층에서 은닉 층을 통해 출력 시 그림 3.4에서 알 수 있듯이 여러 가지 웨이트 값들이 나타남을 알 수 있다. 이 중 28번째 입력 층에서 5번째 은닉층을 통해 출력 시 웨이트 값이 각각 0.996517과 1.00000로 가장 좋게 나타났다. 이와 같이 높게 나타난 웨이트 값과 반대로 값이 낮게 나온 값들을 배제하고 높은 웨이트 값을 통해 최적화된 출력값을 얻을 수 있게 된다.

4. 결 론

본 논문은 logic 퍼지-뉴럴 네트워크를 이용한 풍력발전기의 출력 예측 구조를 제안하였다. logic 퍼지-뉴럴 네트워크의 실험 결과를 통해 알 수 있는 풍속과 출력의 시간적 변화 데이터만으로 어느 정도의 최적의 출력예측이 가능하다는 점을 알 수 있었다. 즉, logic-model을 이용하여 어느 정도의 풍속에 대한 전력량을 추정 할 수 있다는 점이다. 다시 말해 풍속이 강한 어떤 지점에서 출력예측이 가능하다는 것은 굳이 풍력발전기를 세워 출력을 보지 않더라도 풍속데이터를 통해 얻을 수 있는 출력량과 실제의 출력량이 거의 일치하므로 인해 최적의 장소에 풍력발전기를 설치할 수 있음을 말해주는데 즉, 풍력발전기를 세워보지 않아도 얻을 수 있는 풍력에너지의 예측이 가능하므로 시간의 절약과 자본의 감소를 가져다주는 결과를 보일 것으로 보인다.

[참고 문헌]

- [1] Witold Pedrycz , Marek Reformat , "Genetically optimized logic models" Received 3 August 2002; received in revised form 30 December 2003; accepted 18 May 2004
- [2] S. Kelouwani, K. Agbossou, "Nonlinear Model Identification of Wind Turbine with a Neural Network", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL. 19, NO. 3, 607-612, SEP 2004
- [3] W. PEDRYCZ , M. REFORMAT , C.W. HAN , "Cascade Architectures of Fuzzy Neural Networks", Fuzzy Optimization and Decision Making, 3, 5-37, 2004