

하이브리드 퍼지뉴럴네트워크의 알고리즘과 구조

Algorithm and Architecture of Hybrid Fuzzy Neural Networks

°박 병 준*, 오 성 권**, 김 현 기***

- * 원광대학교 제어계측공학과(Tel : 063-850-6342; E-mail:lcap@gaebyok.wonkwang.ac.kr)
- ** 원광대학교 제어계측공학과(Tel : 063-850-6342; E-mail:ohsk@wonmns.wonkwang.ac.kr)
- *** 수원대학교 전기전자정보통신공학부(Tel : 031-220-2300; E-mail:hkkim@mail.suwon.ac.kr)

Abstract : In this paper, we propose Neuro Fuzzy Polynomial Networks(NFPN) based on Polynomial Neural Networks(PNN) and Neuro-Fuzzy(NF) for model identification of complex and nonlinear systems. The proposed NFPN is generated from the mutually combined structure of both NF and PNN. The one and the other are considered as the premise part and consequence part of NFPN structure respectively. As the premise part of NFPN, NF uses both the simplified fuzzy inference as fuzzy inference method and error back-propagation algorithm as learning rule. The parameters such as parameters of membership functions, learning rates and momentum coefficients are adjusted using genetic algorithms. As the consequence part of NFPN, PNN is based on Group Method of Data Handling(GMDH) method and its structure is similar to Neural Networks. But the structure of PNN is not fixed like in conventional Neural Networks and self-organizing networks that can be generated. NFPN is available effectively for multi-input variables and high-order polynomial according to the combination of NF with PNN. Accordingly it is possible to consider the nonlinearity characteristics of process and to get better output performance with superb predictive ability. In order to evaluate the performance of proposed models, we use the nonlinear function. The results show that the proposed FPNP can produce the model with higher accuracy and more robustness than any other method presented previously.

Keywords : 뉴로퍼지다항식네트워크(Neuro Fuzzy Polynomial Networks:NFPN), 뉴로퍼지(Neuro-Fuzzy:NF), 다항식뉴럴네트워크(Polynomial Neural Networks:PNN)

1. 서론

최근들어, 많은 연구자들이 시스템 모델링 방법을 다양하게 연구하고 있다. 주로 입력데이터에 의한 선형계의 동정과 예측문제에 대하여 회귀분석 모델링 기법과 같은 수학적인 모델링 방법이 유용하게 사용된다. 그러나 시스템이 점점 규모가 커지고, 복잡해짐에 따라 파라미터의 변동, 모델링 오차, 비선형성등의 여러 가지 불확실성을 내포하게 됨으로 수학적인 방법으로 시스템을 해석하는데는 한계가 드러났다. 이러한 문제를 해결하기 위해 지능형 모델인 퍼지 시스템과 신경회로망을 이용한 방법이 비선형 시스템을 모델링하는 도구로 폭넓게 이용된다[10]. 또한 이들 각각의 고유한 특성을 융합하여 성능향상과 효율을 극대화 하고자 하는 시도가 있었다[3]. Takagi, Hayashi[2]는 신경회로망으로 구동되는 퍼지추론을 제안하였으나 입력력 수가 적은 경우는 그 효과가 미미하고, 전반부가 신경회로망이라는 특성화된 함수로 구성되어 기존의 퍼지추론보다 시스템 표현에 있어서 정성적으로 이해하기가 힘들다는 단점을 가지고 있다. Horikawa[4]는 퍼지-뉴럴네트워크에 의한 합성방법과 동정에 관한 연구를 하였다. 그러나 퍼지규칙의 전반부인 시그모이드 형태의 멤버쉽함수 초기치 선정이 어렵고, 최적 성능으로의 수렴특성이 나쁘다. Oh[12]는 다항식 뉴럴네트워크로서 고차 다변수 입력에 의한 다양한 구조의 자기 구성 네트워크를 설계하였으나 입력력 변수에 의한 공간분할의 효과적 이용과 제한된 입력변수의 선택에 따른 많은 어려움이 따른다.

따라서 복잡한 비선형계 모델링을 위하여 본 논문에서는 Neuro-Fuzzy(NF) 및 Polynomial Neural Networks(PNN) 구조의 상호 결합으로부터 Neuro Fuzzy Polynomial Networks(NFPN) 구조의

최적 설계 방법을 제안한다. NFPN의 전반부 구조로 이용된 NF는 퍼지추론으로 간략추론을, 학습규칙으로 오류역전파 알고리즘을 사용한다. 멤버쉽함수의 파라미터, 학습률, 모멘텀 계수 등은 유전자 알고리즘을 사용하여 조정된다. NFPN의 후반부를 구성하는 PNN은 GMDH 알고리즘[1]을 기반으로 하며, 기존의 신경회로망 구조와 같이 고정된 구조가 아닌 새로운 구조를 생성하는 네트워크 구조를 가진다[12]. PNN 모델의 구조는 노드와 각 노드의 집합으로 이루어진 층으로 구성된다. 노드는 입력변수와 이에 따른 차수에 따라 다양한 형태의 다항식으로 이루어진다.

모델의 성능평가를 위해 비선형 정적 함수[6-9]를 이용하여 앞선 다른 방법들보다도 더 높은 정확도와 견실성을 가진 모델을 생성할 수 있음을 보이고 실 공정 적용의 유용성을 검토한다.

2. NFPN의 구조와 알고리즘

2.1 NFPN의 구조

NFPN의 구조는 NF와 PNN의 상호 결합으로 구성된다. NF는 NFPN의 전반부 구조를 형성하며 PNN은 후반부 구조를 형성한다.

2.1.1 전반부 구조(NF)

본 논문에서 사용되는 NF 구조는 그림 1과 같다. 그림 1에서 x_i 는 입력으로 퍼지-뉴런의 특성을 나타내는 비선형 함수 f_i 에 의해 출력 $f_i(x_i)$ 를 생성한다. 퍼지-뉴런에서 출력된 값들은 식 (1)과 같이 모두 대수적으로 합쳐져 \hat{y} 를 최종적으로 출력하게 된다.