

퍼지 Min-Max 네트워크를 이용한 적응 뉴로-퍼지 시스템

An Adaptive Neuro-Fuzzy System Using Fuzzy Min-Max Networks

곽근장, 김성수**, 김주식*, 유정용*

*충북대학교 전기공학과(Tel : 043-261-2422; E-mail: kckwak@power.chungbuk.ac.kr)

**우석대학교 전기공학과(Tel : 063-290-1477; E-mail: sskim@core.woosuk.ac.kr)

Abstract : In this paper, an Adaptive neuro-fuzzy Inference system(ANFIS) using fuzzy min-max network(FMMN) is proposed. Fuzzy min-max network classifier that utilizes fuzzy sets as pattern classes is described. Each fuzzy set is an aggregation of fuzzy set hyperboxes. Here, the proposed method transforms the hyperboxes into gaussian membership functions, where the transformed membership functions are inserted for generating fuzzy rules of ANFIS. Finally, we applied the proposed method to the classification problem of iris data and obtained a better performance than previous works.

Keywords : fuzzy min-max networks(FMMN), adaptive neuro-fuzzy inference system(ANFIS),

1. 서론

시스템 모델링은 제어, 통신, 패턴인식 등 많은 응용분야에서 많이 접하고 있는 실정이다. 최근에 시스템 모델링의 뉴로-퍼지 기법에 대한 연구가 점점 인기있는 분야로 각광을 받게 되었다. 뉴로-퍼지 접근의 주된 장점은 모델링을 함에 있어서 시스템의 수학적 인 기법을 필요로 하지 않는다는 것이다. 게다가, 전형적인 신경회로망이나 퍼지 기법과는 대조적으로 뉴로-퍼지 기법은 인간의 근사추론 능력을 모사하는 if-then 퍼지규칙을 가진 퍼지 시스템과 학습능력, 적응성, 병렬처리능력, 결합극복능력과 같은 뇌의 메카니즘을 모사한 신경회로망과의 융합을 하고 있다[1][2].

일반적으로, 이 접근은 구조동정과 파라미터 동정인 두 개의 동정 형태로 구성되어진다. 전형적으로 위 동정과정은 연속적으로 수행되어진다. 먼저 구조동정으로 퍼지 규칙과 소속함수의 수, 입력변수의 수, 입력공간 분할형태 등이 결정된 다음 전제부 및 결론부 파라미터를 조정 및 추정하는 파라미터 동정으로 수행되어진다. 특히 구조동정의 입력공간분할에 대한 문제는 좀 더 효율적으로 분할하여 퍼지 규칙을 생성하기 위해 많은 논문에서 여러 가지 방법들이 제안되어져 왔다.

보통 분할의 형태는 그리드 분할, 트리 분할, 스캐터 분할로 나누어질 수 있으며 그리드 분할의 대표적인 논문은 jang의 ANFIS[3], Lin의 NN-FLCS[4], wang의 적외최소자승학습[5]이 있다. 이와 같은 논문들은 우수한 성능을 발휘하나 입력공간이 증가함에 따라 규칙의 수가 지수적으로 증가하는 단점을 가지고 있다. 트리 분할은 각각의 영역에 대응되는 결정 트리에 따라 특징화되어질 수 있도록 입력공간을 분할하는 방법으로 CART[6], ID3[7], 퍼지 k-d트리[8] 등이 있다. 이 방법은 어느 정도 그리드 분할의 단점을 개선하기 위해 적응적인 분할은 하지만 여전히 입력공간 증가에 따른 문제점을 안고 있다. 스캐터 분할은 입력공간이 다차원일 경우 수치적인 데이터로부터 클러스터를 추정하여 퍼지 규칙을 생성하는 방법으로 Bezdek의 FCM[9], Yager의 mountain 클러

스터링[10], Chiu의 차감 클러스터링[11] 등이 있다. 이는 클러스터를 구함에 있어 오랜 시간이 요구되며 클러스터의 수를 미리 정하거나 여러 초기 파라미터 설정에 따라 시스템에 많은 변화를 가지고 온다.

따라서, 본 논문에서는 뉴로-퍼지 시스템의 구조동정을 위해 Simpson[12]에 의해 제안된 퍼지 Min-Max 네트워크를 구축하여 퍼지 하이퍼 박스를 생성한 다음 퍼지 규칙을 자동적으로 생성하도록 한다. 파라미터 동정은 jang에 의해 제안된 역전파 알고리즘과 최소자승법을 이용한 하이브리드 학습을 사용하였다. 이렇게 함으로써 ANFIS의 입력공간이 증가함에 따라 규칙의 수가 지수적으로 증가하는 문제점을 해결할 수 있었다. 제안된 뉴로-퍼지 시스템은 분류기로서 사용되어 시뮬레이션의 예로서 iris 데이터 분류에 적용되어진다. 이렇게 제안된 분류기는 이전의 연구들과 비교하여 유용성을 설명한다[13-15].

2. 퍼지 Min-Max 네트워크에 근거한 ANFIS

본 절에서는 퍼지 min-max 네트워크에 근거한 ANFIS의 구축 과정에 대해 설명한다. 먼저, 3차원 하이퍼박스에서 min과 max 포인트의 설명은 그림 1과 같이 나타내어진다. 어떤 차원에서 임의의 범위를 가지는 하이퍼박스를 이용하는 것이 가능하다 할지라도 본 논문에서는 각 차원에 대해 0과 1사이로 정규화되어진다. 각각의 하이퍼박스 퍼지 집합에 대한 소속함수는 어떤 포인트 $x \in R^n$ 가 하이퍼박스 안에 포함되어 있는 정도를 나타낸다.

알려진 R^n 에서 각 차원의 값의 범위를 가정하고 n 차원의 공간은 단위 하이퍼박스인 I^n 에서 크기를 조절한다. I^n 은 전체 집합이 되고 I^n 에서 j 번째 하이퍼박스 $B_j = \{V_j, W_j\}$ 에 대한 소속함수는 다음과 같다.