퍼지 신경망을 이용한 맹장염진단에 관한 연구

박인규*, 신승중, 정광호
중부대학교 정보공학부

A Study on the Diagnosis of Appendicitis using Fuzzy Neural Network

In Kue Park, SeungJoong Shin, Kwangho Jung
School of Information Engineering Joongbu University

Abstract

The objective of this study is to design and evaluate a methodology for diagnosing the appendicitis in a fuzzy neural network that integrates the partition of input space by fuzzy entropy and the generation of fuzzy control rules and learning algorithm. In particular the diagnosis of appendicitis depends on the rule of thumb of the experts such that it associates with the region, the characteristics, the degree of the ache and the potential symptoms. In this scheme the basic idea is to realize the fuzzy rle base and the process of reasoning by neural network and to make the corresponding parameters of the fuzzy control rules be adapted by backpropagation learning rule. To eliminate the number of the parameters of the rules, the output of the consequences of the control rules is expressed by the network's connection weights. As a result we obtain a method for reducing the system's complexities. Through computer simulations the effectiveness of the proposed strategy is verified for the diagnosis of appendicitis.

1. 서론

충수염은 일반적으로 많이 듣고 있는 질환이지만 진단하기 그리 쉬운 병은 아니다. 복통, 구토, 발열, 백혈구 증가가 전형적인 증상이지만 모두 갖추어져 나타나는 경우도 드물다. 복통은 처음에는 배꼽부분에 호소하는 경우가 많으나 오른쪽 아래 복부로 시간이 지날수록 옮겨지게 된다. 충수(일반적으로 맹장이라고 하는것)가 방광뒤에 붙어 있을 때에는 꼬리뼈 위부분에 통증, 배뇨장애가 올 수 있고 대변이 자주 마렵고, 설사를 하는 경우도 있다. 나이가 어릴수록 통증이 오는 부위를 정확하게 지적하지 못하고 막연히 통증을 호소하게 된다. 90% 이상이 구토를 하게 되어 구토를 하지 않는 경우에는 맹장염일 가능성이 아주 적다. 대개 미열이 나고 백혈구수가 증가하게

된다. 이러한 급성충수염(맹장염)과 혼돈하기 쉬운 병에는 급성위장염, 장염, 변비, 폐렴, 신장염, 장중첩증을 들 수 있다. 이와 같이 여러 가지의 사항등을 고려하려 충수염을 정확하게 진단하기에는 어려움이 따르게 된다.

퍼지집합과 퍼지논리는 부정확한 정보에 대한 인간 두뇌의 사고 방식의 원리를 모방하고 있고, 신경회로망은 인간 두뇌의 물리적인 구조를 모방하고 있다. 퍼지집합과 퍼지논리는 불확실한 정보의 표현, 처리 및 응용을 함으로써 실세계에서 흔히 접할 수 있는 불확실하거나 부정확한 정보를 처리할 수 있는 토대를 제공해주는 방법인 반면에, 신경회로망은 대규모의 병렬분산처리 능력 및 학습능력을 제공해 주고 있다. 시스템의 상태와 제어사이의 비 선형 관계를 가지는 공정에 대해서는 기존의 제어이론보다는 학습기능을 가지는 퍼지추론이 보다 우수한 결과를 낳고 있다.

일반적인 임상학적인 자료외에 통증의 부위, 범위, 주기와 특징등을 고려하여 보다 정확한 진단을 하기 위하여 본 연구에서는 퍼지논리와 신경회로망을 이용하여 개개의 독립적인 변수들을 사용하여 진단을 하기보다는 일단의 다른 변수들을 통합할 필요가 있다. 이와 같은 적응퍼지추론 시스템의 입력 변수를 두 가지로 분류하였다. 첫째는 일반적인 임상자료에 해당하는 발열, 백혈구의 수를 입력으로하는 신경회로망을 구성하고, 독립적인 입력으로 구토, 메시꺼움, 통증의 정도, 주기, 범위와 특징으로 구분하여 이들에 대한 종합적인 척도를 퍼지적분을 이용하여 최종적인 진단을 하였다.

2. 퍼지엔트로피에 의한 클러스터링

샤논(shannon)의 정보 엔트로피는 정보의 값을 수치적으로 표현하는 척도이다. 앞으로 발생할 어떤 결과가 분명하다면 그 정보의 엔트로피는 작고 또한 분명하지 않다면 크다. 이러한 샤논의 정보 엔트로피를 확장하여 어떤 결과의 애매한 발생여부를 퍼지집합의 애매성으로 고려한 것이 De Luca 와 Termini가 제안한 퍼지 엔트로피이고, 여기에 확률정보를 고려한 것이 확장된 퍼지 엔트로피이다. 결국 하나의 퍼지집합에 대한 애매함의 정도를 나타내는 퍼지척도이다. 입력 데이터를 퍼지집합으로 고려한 샤논함수를 이용한 클러스터링 과정은 다음과 같다.

1. 샤논함수에 의해 입력 데이터의 애매함을 측정하는 멤버쉽 함수를 정의한다.

$$\text{for}(x=0, x<\max, x++)$$
$$\quad \text{for}(y=0+(c-a)/2, y<\max-(c-a)/2; y+=)$$
$$\quad\quad \mu(x;a,y,c) = S(x;a,y,c)$$

2. 입력 데이터의 빈도수(h(x))를 계산한다.
3. 각각의 입력 변수에 대한 위의 식에 의해 확장된 퍼지 엔트로피를 계산한다.

$$\text{for}(y=0+(c-a)/2; y<\max-(c-a)/2, y++)$$
$$H(y) = \frac{1}{n\log 2}\sum_{x=0}^{\max} S_n(\mu(x,a,y,c))h(x)$$

4. [0+(c-a)/2, max-(c-a)/2]의 구간에서 다음을 만족하는 x를 검출한다.

$$\text{for}(y=0+(c-a)/2, y<\max-(c-a)/2; y+=)$$
$$H(y_{n-1}) > H(y_n) < H(y_{n+1}) : \textit{center of clusters}$$
$$H(y_{n-1}) < H(y_n) > H(y_{n+1}) : \textit{boundary of clusters}$$

결과적으로 4에서 구해진 엔트로피 값 즉, 임의의 클러스터에 속할 가능성이 크다는 것은 입출력 데이터들을 클러스터링 할 경우에 클러스터간의 경계에 해당하고 엔트로피 값이 작다는 것은 클러스터의 중심에 해당한다. 이와 같이 검출된 엔트로피 값에 대해 임의의 임계값 이상의 엔트로피에 대해서만 중심 값을 구함으로써 효율적인 퍼지 규칙베이스를 구성할 경우에 불필요한 제어규칙을 줄일 수 있다. 또한 여러 항목에 대한 종합적인 평가치를 구하기 위하여 퍼지적분을 이용하였다. 일반적으로 어느 원소가 여러 개의 집합중에 임의의 집합에 속할 가능성을 퍼지척도를 사용하여 계량화하고 있다. 이러한 퍼지척도는 다음과 같은 성질에 따라서 각각의 부분집합들이 [0,1] 사이의 값을 가진다.

1) $g(\varnothing) = 0$이고, $g(X) = 1$이다. 여기서 $\varnothing$는 공집합이고, X는 전체집합이다.
2) $E \subset F$ 라면 $g(E) \subset g(F)$이다.
3) $E_1 \subset E_2 \subset \cdots$ 이거나 $E_1 \supset E_2 \supset \cdots$ 라면 $\lim n\to\infty\ g(E_n) = g(\lim n\to\infty\ E_n)$이다.

퍼지척도에 대해 1)은 경계조건이고, 2)는 단조성과 3)은 연속성을 나타낸다. 이러한 퍼지척도

를 바탕으로 집합 X를 어떤 대상에 대한 평가 항목이라 하자. X의 멱집합(power set)의 원소 E∈P(X)에 대해 정의되는 퍼지척도 g(E)는 대상의 전체적인 평가에 대해 항목 E의 평가치가 기여하는 정도, 즉 평가항목의 부분집합 E의 중요도(degree of importance)라고 하고 그리고 X를 정의구역으로 하여 정의되는 함수 $h_{(X)}$, x∈X는 평가항목 x에 대한 평가치라고 할 경우에, 임의의 보통집합 X에 대하여 퍼지척도 g: P(X) → [0,1]가 정의되어 있고, X를 정의구역으로 하고 구간 [0,1]을 치역으로 하는 함수 h: X→[0,1]가 정의되어 있다고 하자. 이때 A(A⊆X)에서의 함수 h의 퍼지척도 g에 대한 Sugeno의 퍼지적분은 다음과 같이 정의된다.

$$\int_X h(x) \circ g(\cdot) = \sup_{E \subset X} Min[\min_{x \in E} h(x), g(E)]$$

3. 퍼지적분과 퍼지 신경회로망

앞에서 정의된 확장된 퍼지 클러스터링 알고리즘에 위해 동정된 제어규칙에 의한 추론의 과정을 그림1에 신경회로망으로 나타낸 것이다.

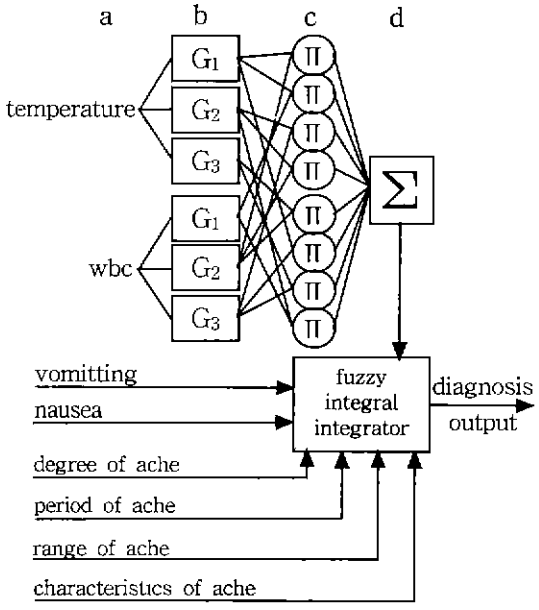

그림 1 퍼지적분을 이용한 위한 퍼지뉴럴 신경망의 구조

퍼지 신경망의 입력인 a층이고 b층은 규칙의 조건부의 각 변수에 따른 소속 함수는 퍼지 엔트로피에 의해 분할된 각각의 퍼지집합으로 학습에 의해 적응될 중심과 폭의 파라미터를 가진다. c층은 각 규칙의 제어량을 출력한다. 제어규칙의 결론부는 c층과 d층을 연결하는 β로서 결론부의 퍼지집합을 퍼지 단일 값으로 나타낸다. 결국 각 퍼지규칙의 단일 값에 대해 c층의 출력과의 비퍼지화의 과정을 통하여 최종 추론 값을 구할 수 있다. 또한 제안된 시스템의 학습을 위하여 역전파 알고리즘을 이용하였다. 시스템의 적응 파라미터는 조건부의 퍼지집합의 중심과 폭, 결론부의 제어량을 나타내는 β값이다. 이상에서 언급한 전체적인 동정 개념도는 그림 2와 같다.

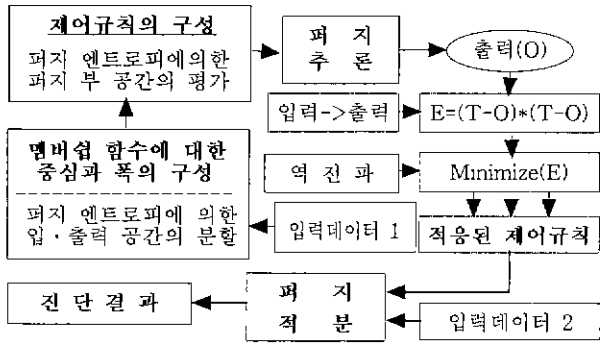

그림 2 전체적인 동정 개념도

입력 데이터로 부터 확장된 퍼지 엔트로피에 의한 입출력 공간의 분할을 통하여 얻어진 여러 부공간에 대한 평가를 통하여 시스템의 동정에 가장 부합하는 퍼지 제어규칙의 구성을 통하여 구조적인 동정이 이루어진다. 그 다음에 오차 역전파 알고리즘을 이용하여 퍼지 제어규칙의 조건부를 구성하는 가우시안 함수의 중심과 폭과 결론부를 구성하는 퍼지 단일값의 파라미터에 대한 파라미터의 동정이 이루어진다.

4. 고찰

실험에 사용된 데이터를 고려하여 여덟 가지로 구성하였다. 이중 체온에서 환자의 경우는 정상인 보다 1도 정도 상승하였고, 심한 경우에는 39도에서 40도 까지 상승하였다. 따라서 체온의 분포에 따른 멤버쉽 함수를 세 가지로 구성하였다.

또한 백혈구(wbc)의 수에서는 정상인이 6000정도인 반면에 환자의 경우에는 10000이상 심하면 14000까지도 올라갔다. 이 경우에도 멤버쉽 함수를 세 가지로 구성하였다. 메시꺼움, 통증의 정도, 주기, 범위와 특징의 경우에도 그 정도를 각각 small, medium, large의 세 등급으로 구성하였다. 통증의 특징 같은 경우에는 그 특징이 둔통, 예통, 발작등에 따라 구분하였다.

표 1 입력공간의 분할 결과

멤버쉽 함수 / 항 목	G_1	G_2	G_3
체 온	0.9	0.95	1.0
백 혈 구	0.42	0 71	1 0

표 1에서는 샤논함수와 퍼지 엔트로피함수를 이용하여 체온과 백혈구에 대한 입력공간을 분할한 결과를 나타내었다. 분할된 부공간들의 중심값들이 입력변수별로 나타나 있다. 공히 변수는 3개의 영역으로 분할이 되었다.

그림 3과 그림 4는 초기의 멤버쉽 함수와 이를 가지고 학습을 완료한 후에 적응된 멤버쉽 함수를 나타내고 있다.

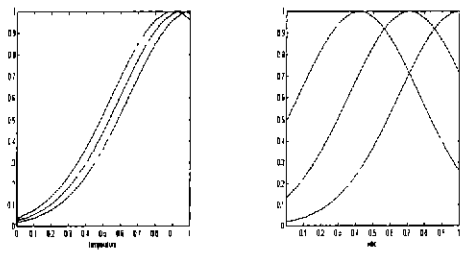

그림 3 학습이전의 멤버쉽 함수

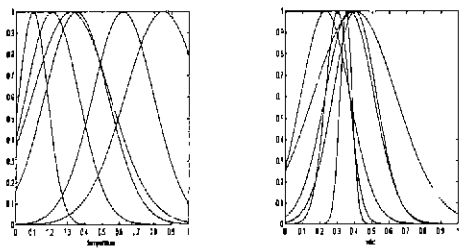

그림 4 학습이후의 멤버쉽 함수

표 2에는 표 1의 퍼지 규칙을 이용하여 동정된 파라미터를 나타내었다. 기존의 방법과 달리 결론부의 파라미터가 신경망의 가중치로 구현이 되었기 때문에 파라미터의 수가 적고 신경망의 복잡도를 줄일 수 있었다. 퍼지 규칙에서 사용된 조건부의 적응 파라미터는 32개이고, 결론부는 8개로 총 40개의 파라미터이다.

표 2 체온과 백혈구의 파라미터 값

규칙	조건부 파라미터				결론부 파라미터
	체 온		백 혈 구		
	중심	폭	중심	폭	
1	0.282315	0.372529	0.253373	0.412554	0.302269
2	0.983627	0 139755	0.337723	0.458530	0.438214
3	0.347689	0 137953	0 499710	0 311143	0.657667
4	0.695628	0 284924	0 442891	0 442143	0.416679
5	0.405136	0.349593	0.583749	0.454658	0.063295
6	0.792231	0.128592	0.342699	0.491873	0.143846
7	0.289300	0.221502	0.483324	0.356445	0 507961
8	0.338934	0.341514	0 239779	0.417413	0.214142

다음은 신경망의 출력과 나머지변수에 대한 전체적인 척도를 퍼지적분을 이용하여 구하기 위하여 표 4와 같이 항목에 대한 퍼지척도를 구성하였다.

표 4 항목에 따른 퍼지척도

항 목	퍼지척도(g)	항 목	퍼지척도(g)
체 온	0.2	통증의 정도	0.1
백 혈 구	0.2	통증의 주기	0.1
구 토	0.2	통증의 범위	0.025
메시꺼움	0.15	통증의 특징	0.025

그림 5에는 동정용 데이터를 사용하여 RMSE에 의해 계산된 학습 오차곡선이 보여진다. 이 그림에서 학습 초기에 상당히 오차가 적은 상태에서

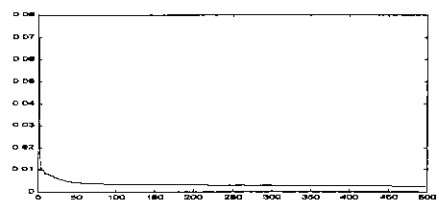

그림 5 학습시의 RMSE

시작하는 것을 알 수 있는데, 이는 퍼지 엔트로피 클러스터링을 통하여 시스템을 기술하는 제어 규칙을 구조적으로 비교적 잘 동정한 것임을 보여주고 있다.

표 5 예측결과의 비율

구분 / 종류	남자	여자	전체
퍼지신경망	4/21	9/22	13/43
퍼지적분	2/21	5/22	7/43
계	6/21	14/22	20/43

주어진 데이터에 대한 적응 퍼지 신경망의 진단 결과와 오진에 대한 결과가 표 5에 나타나 있는 바와 같이 기본적으로 체온과 백혈구는 거의 공통으로 영향이 있기 때문에 정확한 판단에는 통증에 관한 요소들이 지배적이라는 것을 알 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 퍼지 신경망을 이용하여 충수염을 진단하기 위한 하나의 방법을 제시하고 이를 통하여 그에 대한 결과를 평가하였다. 이를 위해 퍼지 엔트로피에 의한 클러스터링를 이용하여 입력 데이터의 구조를 동정하여 시스템을 기술하는 퍼지 규칙을 자동으로 생성하는 방법이 제시되었다. 또한 시스템의 적응 파라미터의 수를 줄이므로써 효율성을 기하였다. 신경망에 대한 결과와 다른 결과에 대한 통합적인 퍼지척도를 이용하는 퍼지적분에 의한 결과를 통하여 약간은 구분이 되었으나, 많은 자료에 대한 구성과 입력변수의 특성에 따른 입출력의 구성이 충분히 선행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Neuroimmune appendicitis, peptides, and schizophrenia Lancet ,V.354 N.9190 ,1999. 11. 06
2. Neuroimmune appendicitis, Lancet ,V.354 N.9177 ,1999 -08 -07
3. diagnosis of appendicitis, lancet ,v.349 n.9067 ,1997 -06 -14
4. diagnosis of appendicitis - getting it right every time, lancet ,v.349 n.9058 ,1997 -04 -12
5. is a histologically normal appendix following emergency appendicectomy always normal lancet ,v.347 n.9008 ,1996 -04 -20
6. residual appendicitis, lancet ,v.347 n.8998 ,1996 -02 -10
7. appendicitis followed by reactive arthritis in an hla b27-positive man after infection with yersinia enterocolitica, diagnosed by serotype specific antibodies and antibodies to yersinia outer membrane proteins, infection ,v.25 n.5 ,1997 -09 -01