

# 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 한방 진단 시스템

손정열\* · 조성주\* · 김맹남\* · 김광백\* · 노현찬\*\*

\*신라대학교 컴퓨터정보공학부

\*\*푸른 숲 한의원

## Health Diagnosis System of Oriental Medicine Using Fuzzy ART Algorithm

Jeong-yeol Son\* · Sung-joo Jo\* · Mang-nam Kim\* · Kwang-baek Kim\* · Hyun-chan No\*\*

\*Division of Computer and Information Engineering, Silla University

\*\*Oriental Medicine Clinic of Blue-pine(Pureun-sol)

### 요 약

최근 자신의 건강에 대한 관심이 고조되고 있는 반면, 현재 대부분 On-line에서 제공되는 진단 서비스 시스템은 질병 명을 이용하여 질병에 대한 처방이나 민간요법 등을 제시하고 있다. 이에 질병에 대해 전문지식이 부족한 일반인들이 이용하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 On-line에서 퍼지 ART 알고리즘을 이용하여 사용자가 제시한 증상을 바탕으로 이미 학습되어진 질병의 증상과 비교하여 신경망을 통해 유사도가 높은 상위 3개의 질병을 도출한다. 도출된 질병에 대해 질병의 전체적인 증상과 동의보감에서 제시한 민간요법을 결과로 출력한다. 질병 데이터베이스는 서울대학교에서 교육용으로 출판한 家庭醫學을 기초로 동의보감과 한방의학백과서적을 통해 한의학 전문의의 검증을 거쳐 생성하였다. 그리고 본 시스템은 전문의의 상담시스템을 지원한다. 전문의의 상담시스템을 이용하여 자택 및 직장에서 편리하게 전문의의 진료와 소견을 받을 수 있도록 하였다. 전문의 상담 시스템은 전문의가 서버에 접속한 상태에서 사용자의 진료 신청으로 연결되며, 텍스트 데이터 및 기존의 진료기록이 있다면 이를 기반으로 전문의의 진단을 유도하도록 한다. 제안된 한방 자가 진단 시스템을 한의학 전문의가 분석한 결과, 기존의 질병 진단 시스템 보다 일반성이 개선된 것을 확인하였다.

### 키워드

자가진단, 한방, 퍼지 ART, 온라인, 전문의 상담

## 1. 서 론

최근 자신의 건강에 대한 관심이 고조되고 있다. 그러나 바쁜 생활 패턴 및 시간적, 지리적 여건에 의해 전문적인 의료 서비스를 이용하기 위해서는 심리적 부담감 및 시간적, 경제적 비용이 요구되어, 직장인 및 도시산간에 거주하는 사람들이 실제 전문 의료 서비스를 받기에 어려움이 많다. 즉, 접근성 및 편리성을 극복하기 위해서 현재 on-line 상에서 제공하는 여러 시스템들이 있으나, 시스템들의 대부분은 사용자가 질병을 선택하고 이에 대한 처방 및 민간요법 등을 제시하고 있다[1,2]. 이와 같이 증상이 아닌 질병 중심으로 접근하기 때문에 질병에 대한 전문지식이 부족한 일반 사용자가 이용하기에는 어려움이 있다. 실제로 자신의 증상이 어떤 질병으로부터 발생하였는지를 모르는 상황에서 사용자가 먼저 자신의 증상에 대한 질병을 알아야만 이용할 수 있다는 점에서 그 접근성이 떨어진다.

따라서 본 논문에서는 접근성을 위해 on-line에서 동작하며, 신경망의 학습 알고리즘 중에서 비지도 학습 방법인 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 사용자가 선택한 증상을 중심으로 이미 학습되어진 질병의 증상과 비교하여 유사도가 높은 상위 3개의 질병을 도출하는 시스템을 제안한다. 질병 데이터베이스는 한의학 교육 서적으로 서울대학교에서 펴낸 家庭醫學을 기초로 동의보감, 한방의료 백과사전을 통해 238개의 질병과 이 질병에 대한 1058개의 증상을 한의학 전문의의 검증을 거쳐 생성하였다[3,4,5]. 한의학은 예로부터 한국인의 몸을 진단하고 치유하던 의학으로서 서양 의학과는 다르게 우리의 몸에 맞는 데이터가 수백 년에 걸쳐 쌓여 왔으며 한국인 고유의 신체적 특성에 맞게 병을 진단하고 처방할 수 있는 과학적인 의학이다[3]. 본 논문에서는 이를 기반으로 한의학적 질병에 대한 증상을 데이터 베이스화 하여 한국인의 신체에 적합한 한의학적 자가진단 시스템을 제안한다. 또

한 전문의와 텍스트를 통한 상담기능을 제시하여 사용자의 궁금증을 해결하고, 정확한 진단을 할 수 있도록 한다. 전문의와의 상담내용은 데이터 베이스화 하여 차후 진료 시 전문의 및 사용자가 참고하여 보다 정확한 진단을 할 수 있도록 유도한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2장에서는 제안된 한방 자가 진단 시스템에 대해서 기술하고, 3장 구현 및 결과 분석에서는 시스템의 전반적인 구현 환경과 분석 내용을 기술한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제로 마무리한다.

## II. 제안 한 한방 자가진단 시스템

### 2.1 질병 및 증상 조사방법

제안한 한방 자가진단 시스템의 데이터베이스는 서울대학교에서 교육용으로 출판한 家庭醫學 (가정의를 위한 의로지침)의 질병에서 증상을 수집하여, 이를 기초로 한방동의보감, 한의학백과사전을 통해 238개의 질병에 대한 1058개의 증상을 도출한 뒤, 한의학 전문의의 검증 거쳐 생성 하였다[3,4,5].

생성된 질병-증상을 머리, 피부, 가슴, 목 등 16가지의 신체 부위별로 분류하여 질병 진단을 위한 질의로 제시하였다. 질병선정 및 부위별 증상에 대한 데이터베이스 구축 과정은 그림 1과 같다.

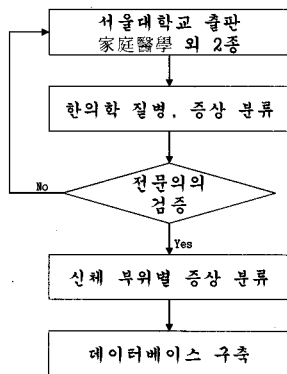


그림 1. 질병선정 및 부위별 증상에 대한 데이터베이스 구축 과정

### 2.2 데이터베이스 구성

제안한 시스템에서 사용한 데이터베이스의 테이블 관계를 ER-Diagram 으로 간단히 표기하면 그림 2와 같다.

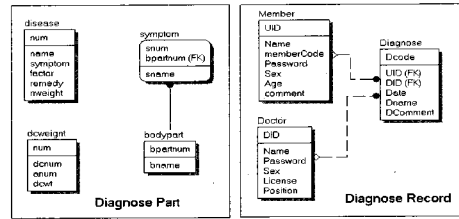


그림 2. ER-Diagram

구축한 데이터베이스의 Entity 정의서는 표 1과 같으며, 질병과 증상의 데이터 관계는 그림 3과 같다.

표 1. Entity 정의서

Entity 명	설 명
disease	질병명과 원인 식이요법
symptom	세부 증상
bodypart	부위별 분류(이름)
dcweight	가중치값 저장
member	사용자 정보
doctor	전문 의 정보
diagnose	진단 결과 누적

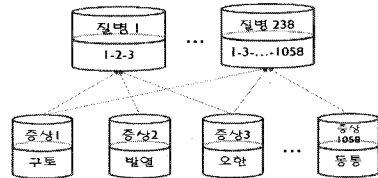


그림 3. 질병과 증상의 데이터 관계

### 2.3 한방 진단을 위한 개선된 퍼지 ART 알고리즘

퍼지 ART 알고리즘은 ART1 알고리즘이 이진 값만을 처리하는 특성을 발전시켜 0과 1사이의 값을 처리할 수 있도록 퍼지 논리 연산자를 사용하여 확장한 학습 방법이다. ART1에서 사용하는 논리곱 연산자  $\cap$ 을 퍼지집합 이론의 최소화 연산자  $\wedge$ 으로 대체하여 사용함으로써 퍼지 연산자가 갖는 특성인 0과 1사이의 값을 처리할 수 있도록 하였다.[6]

퍼지 ART는 다음과 같은 장점이 있다.

- 1) 비지도 학습에 의해 입력 패턴을 클러스터링 함으로 사전에 학습 데이터를 통한 훈련 없이 새로운 입력 패턴을 학습할 수 있다.
- 2) 기존 신경망들의 안정성 문제를 해결할 수 있다. 입력 패턴과 학습된 클러스터간의 비교를 통해, 이미 학습된 클러스터에 영향을 미치지 않으면서 학습을 수행할 수 있는 Reset 메커니즘을 사용하여 이 딜레마를 해

결할 수 있다.

- 3) 경계변수 값에 따라 클러스터링의 분류 결과를 조정할 수 있다. 경계 변수의 값을 크게 설정하면, 좀 더 세분화되고 구체적인 클러스터들을 생성할 수 있다.

본 논문에서 제안한 한방 자가 진단 시스템은 제시된 증상을 이용하여 질병을 정확히 분류하기 위하여 기존의 퍼지 ART 알고리즘을 개선하여 적용한다. 사용자가 선택한 증상을 입력 벡터로 제시하면 개선한 퍼지 ART 알고리즘으로 각 한방 질병 클러스터의 유사도와 선택한 증상과 질병의 증상과 일치하는 증상 수에 총 증상 수를 나눈 값에 각각 경협을 통해 얻어진 값을 곱하여 가장 유사도가 높은 3개의 질병을 도출한다. 퍼지 ART 알고리즘의 일반적 특징은 다음과 같다.

지도 학습 알고리즘은 질병과 증상들을 수정 및 삭제, 추가 및 갱신하는 과정에서 모든 증상과 질병의 관계를 재분류하는 비효율성과 함께 학습이 되지 않는 경우가 발생한다. 반면, 퍼지 ART는 자율 학습 방법으로 수정, 삭제 및 추가 시 새로운 질병은 기존의 질병 클러스터에 영향을 주지 않고 새로운 클러스터를 생성하여 질병을 진단할 수 있으므로 지도 학습 방법에서 나타나는 비효율적인 문제점을 해결할 수 있다[7].

본 논문에서 한방 자가 진단 및 학습에 적용하기 위한 개선된 퍼지 ART 알고리즘의 처리과정은 다음과 같다.

단계 1 : 각 인수들을 초기화 한다.

단계 2 : 입력 벡터가 제시되면 출력 가중치 벡터를 구한다.

단계 3 : 출력 벡터를 계산하고 가장 큰 출력 값을 가지는 노드를 승자 노드로 선정한다.

단계 4 : 승자노드로 선택된 출력 벡터와 경계 변수를 적용하여 유사성을 검증한다.

단계 5 : 유사성이 인정되면 학습율과 연결강도를 조정하고 유사성이 인정되지 않으면 새로운 승자 뉴런을 검색하고 학습과정을 반복한다.

단계 6 : 모든 패턴에 대해 유사성을 만족하는 클러스터가 없으면 새로운 클러스터를 생성한다.

단계 2의 출력 가중치는 이진 벡터로 구성된 입력 벡터와 연속적인 특성을 가지는 연결 가중치 벡터간의 불일치 때문에 출력 벡터의 최대값이 1이 되지 못하는 경우를 해결하기 위하여 최대 출력 벡터를 1로 설정하기 위한 가중치로서, 질병 진단 및 학습 시스템의 질병별 진단 소속 정도에 적용한다[8].

단계 3의 출력 벡터는 2가지 경우로 나누어 계산한다. 첫 번째 경우는 초기 학습을 하는 경우로서 퍼지 소속도에 의해 계산된 값에 해당

출력 가중치로 나눈 값과 경계 변수를 구하는 값에 해당 출력 가중치로 나눈 값 간의 최소값으로 계산한다.

구해진 출력값 중 최대값을 승자뉴런으로 선택하고 경계변수와 유사성을 검사한 후, 새로운 클러스터의 생성 유무를 결정하는데, 유사도 검사를 통해 유사성이 인정되면 학습률과 연결 강도를 조정한다. 학습된 최종 출력 벡터는 각 증상에 대한 질병의 소속 정도를 의미한다. 두 번째의 경우는 식 (1)과 같이 사용자가 증상을 입력하여 그 결과를 알고자 할 때 사용하는 것으로 첫 번째 경우의 출력값과 사용자가 선택한 증상과 질병증상의 일치 개수에 일정한 값을 곱하여 사용자의 증상 선택값을 더 크게 적용한다.

$$O_j^* = \sum_i^{n-1} Output[i]^* \alpha + Cho[i] / S[i]^* \alpha \quad (1)$$

식(1)에서  $O_t$ 와  $O_c$ 는 경험적으로 적용된 값이고,  $Cho$ 는 선택한 증상과 질병의 증상 일치 개수이며,  $S$ 는 질병이 가지고 있는 총 증상의 개수이다.

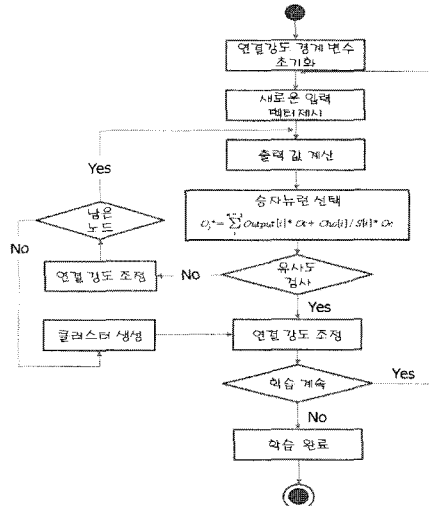


그림 4. 개선된 퍼지 ART 순서도

본 논문에서 한방 질병 분류에 적용되는 개선된 퍼지 ART 알고리즘은 그림 4와 같다.

#### 2.4 상담 시스템 구조

본 논문에서 제안한 상담 시스템은 대화형 웹 페이지를 지원하기 위한 도구로써 단순히 웹페이지의 기능만으로 상담 시스템을 구현하기 위하여 Ajax(Asynchronous JavaScript and XML)를 사용한다.

그림 5와 같이 Ajax는 웹 브라우저와 서버가 비동기식으로 Javascript를 이용해 클라이언트의 요청을 서버에 보내고 그에 대한 응답을 XML

형태의 DATA로 얻어내어 사용하는 방법으로 기존의 URL을 통한 방식과는 달리 화면 전환 또는 해당 요청에 대한 결과를 얻기까지 멈추어 있는 현상 등을 배제할 수 있는 RIA(Rich Internet Application) 기술이다.

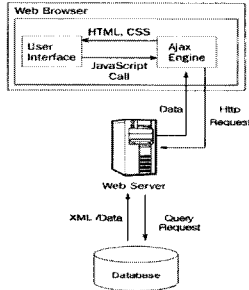


그림 5. Ajax를 사용한 상담 시스템 구조

### III. 구현 및 결과 분석

실험환경은 Intel Pentium IV 2GHz CPU와 1G의 RAM이 장착된 IBM호환 PC상에서 이클립스 3.2와 아파치 톱캣 5.5, Adobe Potoshop 7.0, Java 1.6, DBMS는 Oracle 10g를 사용하여 JSP로 On-line(Web)환경에서 사용가능하도록 구현하였다. 그림 6은 제안된 한방 자가 진단 시스템의 처리 구성도 이다.

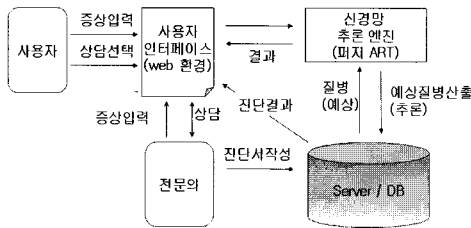


그림 6. 제안된 한방 자가 진단 시스템

제안된 한방 자가 진단 시스템은 사용자의 로그인 후 사용자가 증상을 선택하기 편리하도록 인체를 각 부위별로 구분하여 나타내었다. 표현된 이미지의 부위를 선택하면 부위에 해당하는 증상이 나타난다. 그림 7은 사용자가 증상을 선택 한 화면이다. 또한 상담 가능한 전문의의 list를 실시간으로 보여 주고 사용자가 전문의를 선택하여 상담 할 수 있도록 하였다.

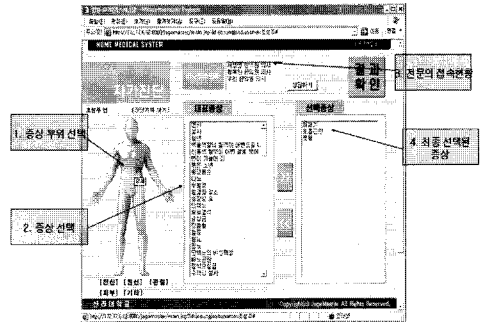


그림 7. 제안된 한방 자가 진단 질의 화면

그림 7에서 선택된 증상들을 토대로 가장 속도 높은 상위 3가지 질병을 결과로 도출한 화면이 그림 8과 같다.

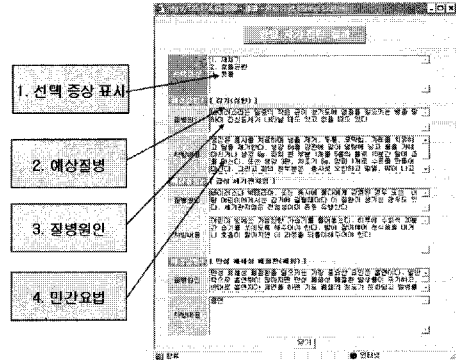


그림 8. 한방 자가 진단 시스템 질병 도출 결과 화면

증상만으로 질병을 판단하기 때문에 질병에 해당하지 않는 증상 벡터들이 입력 될 경우와 그림 9와 같이 질병에 해당하는 증상을 1~2개를 선택한 경우에도 원하는 질병과 유사도가 떨어져 원치 않는 질병이 나타난다. 본 한방 자가 진단 시스템이 정확한 질병을 유출하기 위해서는 사용자가 느끼는 증상을 제대로 입력하여야만 가장 정확한 질병을 유출할 수 있는 문제점이 있다. 또한 한의학적 증상 및 병명은 일반인들에게 친숙하지 않기 때문에 정확한 증상을 찾는 데도 문제가 있어, 이 부분은 양의학적 증상을 추가할 필요성이 있다.

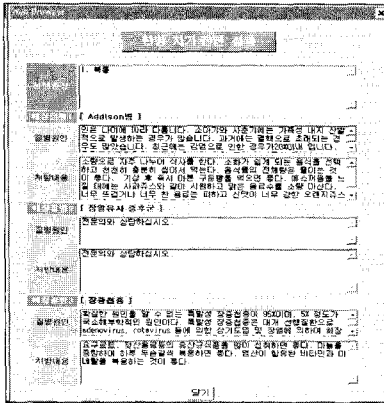


그림 9. 한 가지 증상을 선택하였을 때의 질병 도출 결과 화면

그림 7에서 전문의의 접속현황을 통해 전문의를 선택한 후, 사용자가 상담을 요청한 화면은 그림 10과 같다. 이는 사용자가 한의사와 상담기능을 활용해 보다 정확한 진단과 궁금증을 해소할 수 있도록 하였다.

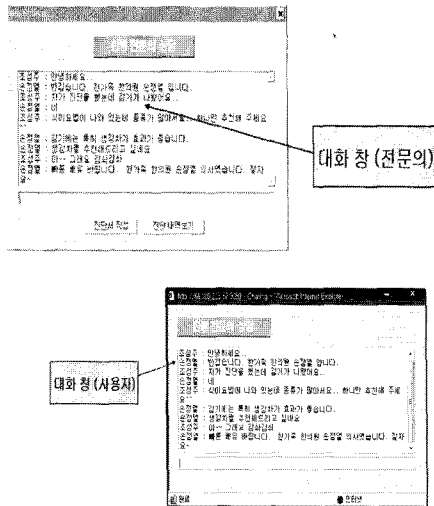


그림 10. 전문의와의 상담 화면

그림 11은 전문의가 사용자와의 상담결과를 최종적으로 진단하여 진단서를 작성하는 과정을 나타내었다. 전문의가 진단한 결과는 데이터베이스에 저장되어 다음 사용자 또는 전문의가 접속하여 진단을 내릴 때 참고할 수 있도록 하였다. 그림 11은 기존의 사용자가 전문의와의 상담을 통해 저장된 결과를 나타내었다.

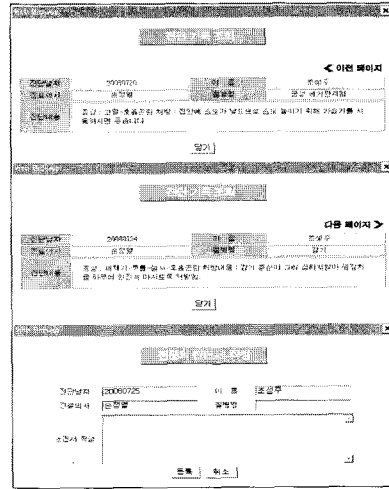


그림 11. 전문의 진단 화면

진단 결과는 차후 사용자가 누적된 진단 결과를 확인할 수 있고, 또한 사용자가 전문의와 상담을 할 경우 전문가가 이를 참고할 수 있도록 하여 보다 정확한 진단을 유도할 수 있도록 하였다.

#### IV. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 자신에 건강에 대한 관심이 높아지고 있으나, 현대인의 빠른 생활패턴 및 도서산간에서 전문적인 의료서비스를 받기 어려운 사람들을 위해 on-line에서 동작하는 자가진단 시스템을 제안하였다. 신경망 알고리즘을 이용하여 일반인들이 쉽게 이용할 수 있도록 질병 중심이 아닌, 증상을 중심으로 질병을 추론할 수 있도록 하였다. 이로써 전문적인 지식이 없어도 자가진단을 가능하도록 구현하였다. 또한 전문의와의 상담기능을 추가하여 사용자가 자가진단의 궁금증을 해소하고 보다 정확한 진단을 할 수 있도록 한다. 진단 결과는 데이터베이스를 통해 유지된다. 본 시스템을 전문의가 분석한 결과, 사용자의 자가진단에도 도움을 줄 뿐만 아니라 전문의가 진단을 내리는 데에도 도움을 줄 수 있는 결과를 얻었다.

차후 연구과제로는 데이터베이스를 견고하게 하고, 텍스트뿐만 아니라 영상을 추가하여 원격리에서 보다 더 정확한 진단을 할 수 있도록 확장할 것이다. 또한 사용자의 회원 가입 시 체질에 따라 보다 더 정확한 결과를 얻을 수 있도록 체질을 판별할 수 있는 기능을 추가할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.healthkorea.net>
- [2] <http://www.burimhong.pe.kr>
- [3] 김영섭, (허준) 동의보감, 솔빛 출판사, 2003.
- [4] 의학교육 연수원 편저, 家庭醫學(가정의학을 위한 진료지침), 서울대학교, 1993.
- [5] 이철호, CHINESE MEDICINE 한방의학백과, 민중서관, 1999.
- [6] 한광택, 김형천, 고재영, 이철원, Fuzzy ART를 이용한 실시간 침입탐지, 한국정보과학회 논문지, 제28권 제2호, pp.640 ~642, 2001.
- [7] 김광백, 전봉기, 황병주, 우영운, 신경망 기법을 이용한 한방 홈 메디컬 시스템, 2007.
- [8] K. B. Kim, S. Kim, K. B. Sim, "Nucleus Classification and Recognition of Uterine Cervical Pap-Smears Using Fuzzy ART Algorithm," Lecture Notes in Computer pScience, LNCS 4247, Springer, pp.560-567, 2006.