

개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 한방 자가 진단 시스템

김 광 백*, 우 영 운**

Self Health Diagnosis System of Oriental Medicine Using Enhanced Fuzzy ART Algorithm

Kwang-Baek Kim*, Young Woon Woo**

요 약

최근 여러 인터넷 서비스 업체에서 온라인 의료 진단 서비스 시스템을 제공하고 있다. 대부분 의료 진단 서비스 시스템은 서양 의학을 기초로 질병에 대한 처방이나 식이요법 등을 제공하기 때문에 전문 지식이 부족한 일반인들은 이용하기에 큰 어려움이 있다. 본 논문에서는 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 한국인 고유의 신체적 특성에 맞는 한의학 기반의 한방 자가 진단 시스템을 제안한다. 제안된 한방 자가 진단 시스템은 사용자가 제시한 증상과 이전에 진단 받았던 진료 기록을 바탕으로 이미 학습되어진 질병의 증상과 비교하여 신경망을 통해 유사도가 높은 상위 3개의 질병을 도출한다. 또한 상위 3개의 질병에 대해 질병의 전체적인 증상과 한의학 서적에서 제시한 민간요법을 제시한다. 질병과 증상에 대한 데이터베이스는 여러 한의학 서적을 통해 구축한 후 한의학 전문의의 검증을 거쳐 구현하였다. 제안된 한방 자가 진단 시스템은 진료 기록을 바탕으로 학습함으로써 기존의 질병 진단 시스템 보다 정확하게 질병을 진단한 것을 확인하였다.

Abstract

Recently, lots of internet service companies provide on-line health diagnosis systems. But general persons not having expert knowledge are difficult to use, because most of the health diagnosis systems present prescriptions or dietetic treatments for diseases based on western medicine. In this paper, a self health diagnosis system of oriental medicine coinciding with physical characteristics of Korean using fuzzy ART algorithm, is proposed. In the proposed system, three high rank of diseases having high similarity values are derived by comparing symptoms presented by a user with learned symptoms of specific diseases based on treatment records using neural networks. And also the proposed system shows overall symptoms and folk remedies for the three high rank of diseases. Database on diseases and symptoms is built by several oriental medicine books and then verified by a medical specialist of oriental medicine. The proposed self health diagnosis system of oriental medicine showed better performance than conventional health diagnosis systems by means of learning diseases and symptoms using treatment records.

▶ Keyword : 자기진단 (Self Health Diagnosis), 한방 (Oriental Medicine), 퍼지 ART(Fuzzy ART), 온라인 (On-line)

• 제1저자 : 김광백

• 투고일 : 2010. 02. 08, 심사일 : 2010. 02. 12, 게재확정일 : 2010. 02. 22.

* 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수 ** 동의대학교 멀티미디어공학과 교수

I. 서론

의료 기술의 발달로 질병이 조기에 발견되면 대부분의 질병은 치료가 가능하다. 그러나 바쁜 생활 패턴 및 시간적, 지리적 여건에 의해 의료 전문 서비스를 이용하지 못하여 질병이 악화되어 큰 질병을 초래하는 원인이 된다. 또한 심리적 부담감 및 시간적, 경제적 비용이 요구되어, 직장인 및 도시간에 거주하는 사람들은 의료 전문 서비스를 받기에도 어려움이 많다. 이를 극복하기 위해서 현재 온라인에서 제공하는 여러 의료 진단 시스템들이 있으나, 시스템 대부분은 사용자가 질병을 선택하고 이에 해당하는 처방 및 치료 방법 등을 제시하고 있다[1,2]. 증상이 아닌 질병 중심으로 접근하기 때문에 그 질병에 대한 전문적인 지식이 없으면 일반 사용자가 이용하기에는 문제점이 있다. 실제로 자신의 증상이 어떤 질병으로부터 발생하였는지를 모르는 상황에서 사용자가 먼저 자신의 질병을 알아야만 이용할 수 있다는 점에서 그 접근성이 떨어진다.

한국에서 제공하는 의료 진단 서비스 시스템은 한국인 고유의 신체적 특성에 맞는 한의학을 기반으로 구현 하는 것이 바람직하다. 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.

예를 들면, 복통이 일어나면 손바닥으로 배를 누르거나, 두통일 때 관자놀이를 누르고, 생강을 먹으면 구역질이 멎고, 매실(梅實)을 먹으면 설사나 복통이 낫게 하는 것은 오랜 세월 에 걸친 경험에 의해 얻은 지식이라고 할 수 있다. 이와 같은 경험적 방법이 민간요법의 기초를 이루고 있음은 물론이고, 다시 수세기를 지나는 동안 관심 있는 사람들의 정리 작업을 거쳐 의학이 형성되었다. 실제로 해부의학이 발달되기 전까지만 해도 근대의학은 약물치료가 대중을 이루었으며, 민간약 중에는 현대 의학에서 약효가 인정되어 의약품의 소재가 된 것도 많다.[3,4,5,6]

따라서 본 논문에서는 퍼지 ART 알고리즘을 이용하며 한의학을 기반으로 하는 증상 중심의 한방 자가 진단 시스템을 제안한다. 신경망의 학습 알고리즘 중에서 비지도 학습 방법인 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 사용자가 선택한 증상을 중심으로 이미 학습되어진 질병의 데이터와 비교하여 유사도가 높은 상위 3개의 질병을 도출한다. 그리고 전문가가 작성한 진료기록을 이용하여 잠복해 있던 질병을 도출한다. 도출된 모든 질병 중 가능성이 가장 높은 질병 3개를 도출하여 의료 진단 서비스에 대한 접근성이 높은 온라인을 통해 사용자에게

제시한다. 그 결과, 전문가가 작성한 진료 기록을 이용하여 잠복해 있던 질병을 반영하여 효율적인 질병을 도출한다. 그리고 한의학을 기반으로 데이터베이스를 구축하여 한국인의 신체에 적합한 한방 요법을 제시한다. 또한 텍스트를 통한 전문의 상담 시스템을 제시하여 사용자의 궁금증을 해결하고, 정확한 진단을 할 수 있도록 한다. 상담내용은 데이터베이스화하여 차후 진료 시 전문가의 및 사용자가 참고하여 보다 정확한 진단을 할 수 있도록 유도한다.

II. 관련연구

기존의 자가 진단 방법은 가정 의학을 기반으로 ART2 알고리즘을 적용하여 사용자가 선택한 증상과 질병간의 유사도를 측정하여 최종 질병을 도출하였다[7]. 이 연구에서는 사용자의 가장 두드러진 대표 증상을 입력 받은 후, 관련된 질병의 증상을 질의로 제공하였다. 그러나 질병의 특성상 초기와 후기의 증상이 다른 경우나 감기와 같이 증상은 많으나 모든 증상이 나타나지 않는 경우에는 해당 질병과 증상 벡터간의 유사도가 낮아지는 문제점이 있다.

퍼지 ART 알고리즘을 적용한 기존의 한방 자가 진단 방법 [8]은 증상으로 두통, 콧물, 코막힘, 기침 등 4개의 증상을 입력 하였을 경우에는 선택되어진 증상과 관련이 없는 질병이 도출되는 문제점이 발생한다. 그 이유는 기존의 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 증상에 대한 질병을 도출하는 과정에서 승자가 된 클러스터가 필수 증상을 가지고 있음에도 불구하고, 사용자의 입력 벡터에 해당 필수 증상이 포함되어 있지 않을 경우에 출력값을 0으로 설정해서 승자 노드로 선택하므로 관련된 질병이 도출되기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 정확히 질병을 도출한다.

III. 제안한 한방 자가진단 시스템

2.1 질병 및 증상 자료수집 방법

제안된 한방 자가진단 시스템의 데이터베이스는 서울대학교에서 교육용으로 출판한 家庭醫學[4]과 한의원에서 진료 시 사용되고 있는 病症으로 보는 東醫寶鑑[5] 및 기타 한의학 서적을 이용하여 질병을 수집한 뒤, 각 질병에 대한 증상을 도출한다. 총 3번의 한의학 전문의의 검증을 거쳐 데이터베이스를 생성한다. 질병과 증상의 데이터 관계는 그림 1과 같다.

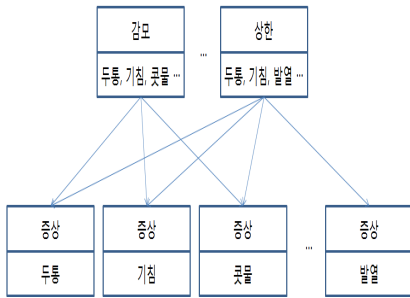


그림 1. 질병과 증상의 관계
Fig. 1. Relation of diseases and symptoms

도출된 증상을 머리, 가슴, 팔, 다리 등 총 15가지의 신체 부위별로 분류하여 일반 사용자들이 쉽게 접근할 수 있도록 설계 한다. 질병선정 및 부위별 증상에 대한 데이터베이스 구축 과정은 그림 2와 같다.

2.2 데이터베이스 구성

데이터베이스는 크게 2개의 부분으로 구별하여 설계한다. 첫 번째 부분은 질병을 진단하기 위한 질병 테이블과 증상 테이블, 신체 부위 테이블이고 두 번째 부분은 사용자 정보와 전문의 정보 그리고 진단 테이블이다. 진단 정보는 사용자와 전문의 간의 상담 시 예전 진단 결과를 참고할 수 있도록 진단 테이블에 누적하고, 누적된 데이터를 이용하여 추후에 질병 도출에 필요한 가중치 값으로 적용한다.

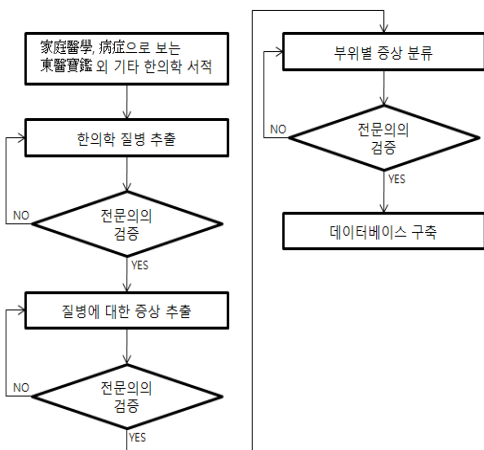


그림 2. 질병 선정 및 부위별 증상에 대한 데이터베이스 구축 과정
Fig. 2. Process of building database for disease selection and symptoms by body-parts

데이터베이스 테이블 스키마는 그림 3과 같으며 구축한 데이터베이스의 Entity 정의서는 표 1과 같다.

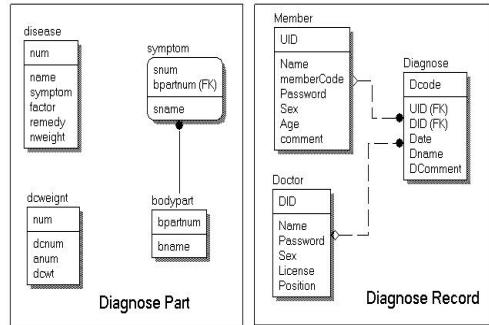


그림 3. 테이블 스키마
Fig. 3. Table schema

표 1. Entity 정의서
Table 1. Entity definition

Entity 명	설명
disease	질병명과 원인 민간요법
symptom	세부 증상
bodypart	부위별 분류(이름)
member	사용자 정보
doctor	전문의 정보
diagnose	진료 기록

2.3 개선된 Fuzzy ART 알고리즘

ART 알고리즘은 이진 벡터를 클러스터링 하는 ART1과 아날로그 벡터를 클러스터링 하는 ART2가 널리 적용되고 있다. ART1은 아날로그 벡터들을 처리할 수 없으며, 입력 패턴들의 적용 순서에 따라 인식 성능이 좌우된다(9). 아날로그 벡터를 분류할 수 있도록 제한된 ART2는 지나치게 많은 변수를 선택해야 하는 어려움이 있으며 계산량이 많은 고비용의 구조를 가지고 있다(10). 퍼지 ART는 이러한 문제들을 해결하기 위해 ART1의 Product 연산을 Fuzzy 학습 이론의 min 연산으로 대체함으로써 ART1을 아날로그 벡터를 처리할 수 있도록 일반화 한 것이다.

본 논문에서 제안한 한방 자가 진단 시스템은 제시된 증상과 진료기록을 이용하여 질병을 정확히 분류하기 위하여 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 적용한다. 개선된 퍼지 ART 알고리즘은 선택한 증상과 클러스터의 증상이 일치하는 수를 퍼지 ART의 출력 값에 반영하도록 설계한 알고리즘이다. 사용자가 선택한 증상을 입력 벡터로 제시하면 사용자가 선택한 증상과 클러스터의 증상이 일치하는 수에 총 증상수를 나눈 값과 클

리스터의 유사도에 각각 경험을 통해 얻어진 값을 곱한다. 이와 같이 계산된 값과 일치하는 증상의 비율에 클러스터의 유사도를 더한 값 중에서 가장 높은 값에 해당하는 질병 3개를 도출한다. 만약 한의학 전문의로부터 진단을 받은 진료 기록이 있을 경우, 진료 기록에 저장되어 있는 질병 클러스터에 경험을 통해 얻어진 값을 곱하여 클러스터의 유사도에 반영한다[11].

Fuzzy ART 알고리즘의 처리 과정은 그림 4와 같다. 퍼지 ART 알고리즘에서 출력 가중치는 이진 벡터로 구성된 입력 벡터와 연속적인 특성을 가지는 연결 가중치 벡터간의 불일치 때문에 출력 벡터의 최대값이 1이 되지 못하는 경우가 발생한다. 따라서 이 문제점을 해결하기 위해서 개선된 퍼지 ART에서는 최대 출력 벡터를 1로 설정하기 위해 가중치를 질병 진단 및 학습 시스템의 질병별 진단 소속 정도를 반영한다. 그리고 출력 벡터는 3가지 경우로 나누어 계산한다. 첫 번째 출력 벡터는 초기에 학습하는 경우로서 퍼지 소속도 값을 해당 가중치로 나눈 값과 경계 변수 값을 해당 가중치로 나눈 값 간의 최소값으로 계산한다. 구해진 출력 값 중에 최대값을 승자 뉴런으로 선택하고 경계변수와 유사성을 검사한 후, 새로운 클러스터의 생성 유무를 결정하는데, 유사도 검사를 통해 유사성이 인정되면 학습률과 연결 가중치를 조정한다. 학습된 출력 벡터는 각 증상에 대한 질병의 소속 정도를 의미한다 [12]. 두 번째 출력벡터는 사용자가 증상을 입력하여 그 결과를 알고자 할 때 사용하는 것으로 첫 번째 경우의 출력값과 사용자가 선택한 증상과 질병 증상의 일치 개수에 일정한 값을 곱한다.

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

식(1)에서 O_t 와 O_c 는 경험적으로 적용된 값이고, Cho 는 선택한 증상이 질병의 증상에 일치하는 개수이며, S 는 해당 하는 질병에 대한 총 증상의 개수이다. 세 번째의 출력 벡터는 한의학 전문가가 작성한 진료 기록이 있을 경우에 적용되며, 식(2)과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} & (if\ disease = medicalrecord) \\ & O_{disease} = (Output[disease] * Ot + Cho[i] / S[i] * Oc) * Or \\ & \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

식(2)에서 $medicalrecord$ 는 진료기록에 저장되어 있는 질병 코드의 번호이고, Or 는 경험적으로 적용된 값이다. 본 논

문에서 한방 질병 분류에 적용되는 개선된 Fuzzy ART 알고리즘의 순서도는 그림 5와 같다.

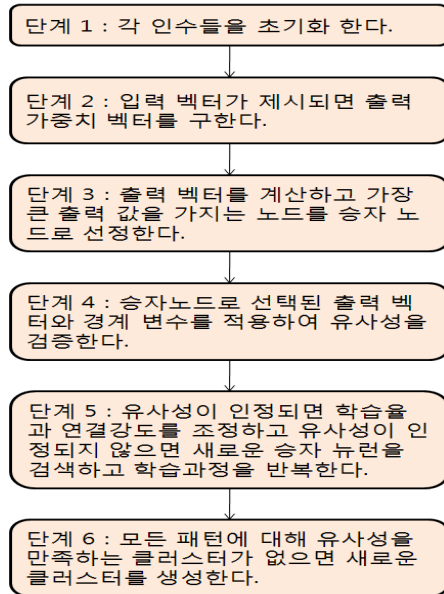


그림 4. Fuzzy ART 알고리즘 처리 과정
Fig. 4. Process of fuzzy ART algorithm

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. Ajax는 대화식 웹 애플리케이션의 제작을 위해 아래와 같은 조합을 이용하는 웹 개발 기법이다.

- 표현 정보를 위한 HTML과 CSS
- 동적인 화면 출력 및 표시 정보와의 상호작용을 위한 DOM, 자바스크립트
- 웹 서버와 비동기적으로 데이터를 교환하고 조작하기 위한 XML, XSLT, XML HttpRequest

DHTML이나 LAMP와 같이 Ajax는 자체가 하나의 특정한 기술을 의미하는 것이 아니라 함께 사용하는 기술의 묶음을 지칭하는 용어이다. Ajax 애플리케이션은 실행을 위한 플랫폼으로 위에서 열거한 기술들을 지원하는 웹 브라우저를 이용한다.

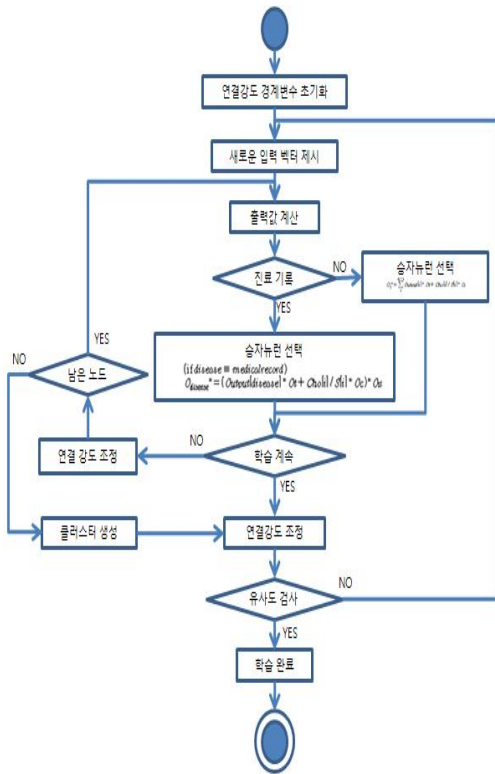


그림 5. 개선된 Fuzzy ART 순서도
Fig. 5. Flowchart of enhanced fuzzy ART

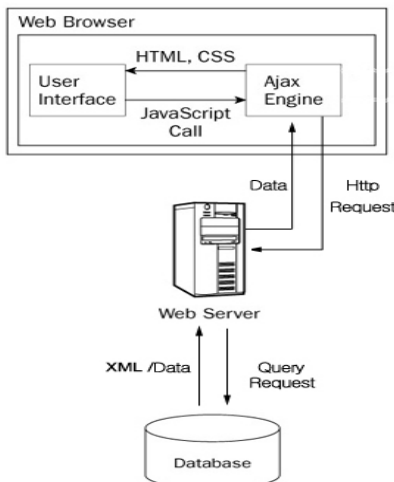


그림 6. Ajax를 사용한 상담 시스템 구조
Fig. 6. Counselling system architecture using Ajax

그림 6과 같이 Ajax는 웹 브라우저와 서버가 비동기식으로 Javascript를 이용하여 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.

IV. 구현 및 결과 분석

실험환경은 Intel Pentium IV 2GHz CPU와 1G의 RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 이클립스 3.2와 아파치 톰캣 5.5, 아파치 2.2, Adobe Potoshop 7.0, Java 1.6, DBMS는 Oracle 10g를 사용하여 JSP로 On-line(Web)환경에서 사용 가능하도록 구현하였다. 그림 7은 제안된 한방 자가 진단 시스템의 처리 구성도 이다.

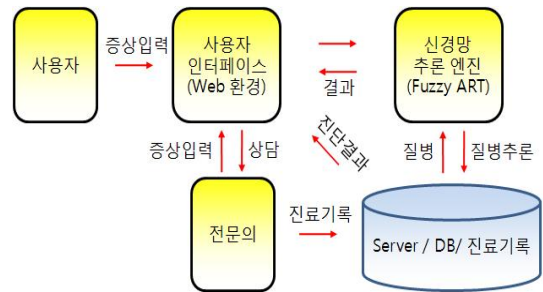


그림 7. 제안된 한방 자가 진단 시스템
Fig. 7. The proposed self health diagnosis system of oriental medicine

제안된 한방 자가 진단 시스템은 사용자가 로그인 한 후, 사용자가 증상을 선택하기 편리하도록 인체를 15가지 부위별로 구분하여 구현하였다. 표현된 이미지의 부위를 선택하면 부위에 해당하는 증상이 나타난다. 그림 8은 사용자가 증상을 선택한 화면이다. 선택증상에서 대표증상을 선택한 후, 결과 확인을 하면 대표 증상에 해당되는 질병이 도출된다.

그림 8에서 선택된 증상들을 기반으로 가장 소속도 높은 상위 3가지 질병을 결과로 도출한 결과는 그림 9와 같다.

진료 기록에 감모(감기)라는 질병이 저장되어 있을 경우 감모와 일치하는 증상을 하나만 입력하여도 그림 10과 같이 가장 의심되는 감모(감기)라는 질병이 도출된다. 그러나 진료 기록에 감모(감기)라는 질병이 저장되어 있지 않을 경우에는 그림 11과 같이 감모(감기)가 의심되는 질병으로 도출되지 않는다. 완쾌 되지 않은 질병에 대한 증상을 1개만을 선택하여도, 그 질병에 대한 소속도 값이 크게 적용되어, 상위 3개의 질병에 포함된다.

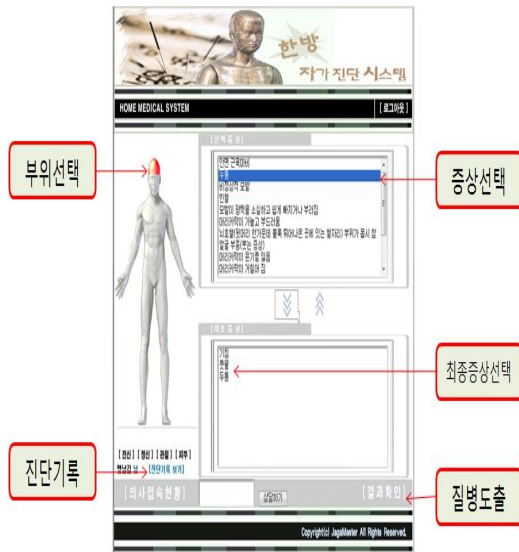


그림 8. 제안된 한방 자가 진단 질의 화면
Fig. 8. A sample screen of the proposed self health diagnosis system



그림 9. 한방 자가 진단 시스템 질병 도출 결과 화면
Fig. 9. Sample result screen of disease derivation using the proposed self health diagnosis system

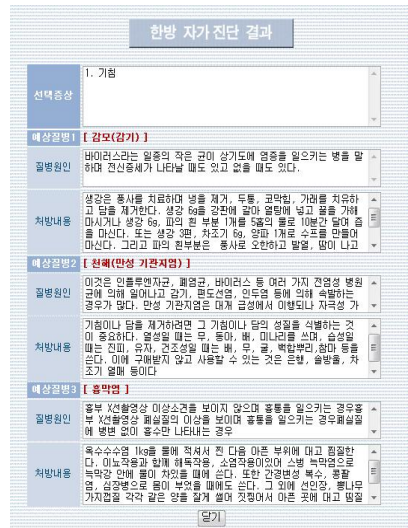


그림 10. 진료 기록이 있는 결과 화면
Fig. 10. Sample result screen of treatment records

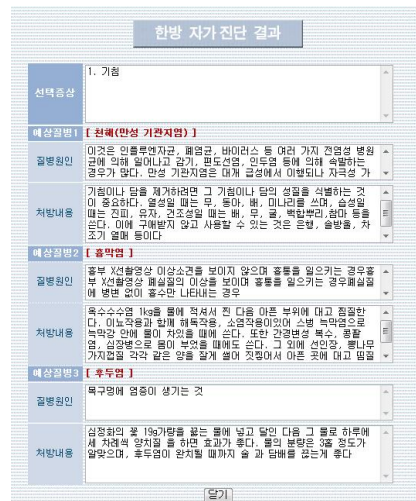


그림 11. 진료 기록이 없는 결과 화면
Fig. 11. Sample result screen without treatment records

제안된 방법은 증상만으로 질병을 도출하기 때문에 사용자가 여러 질병에 해당하는 증상들을 선택하는 경우에는 정확한 질병이 도출되지 않는 경우도 발생한다. 그림 12는 질병에 해당하는 증상을 1~2개를 선택한 경우에 원하는 질병과 유사도가 떨어져 원치 않는 질병이 나타난 경우이다. 이러한 문제점은 상담시스템을 이용하여 한의학전문외의 상담을 통해 사용자가 인식하지 못한 증상을 찾으면 문제점을 해결할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 한방 전문의 상담 시스템을 추가하여 문제점을 해결하였다.

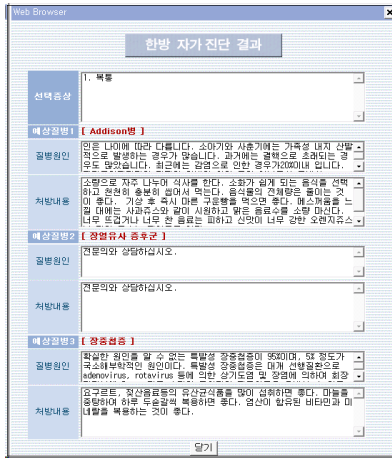


그림 12. 한 가지 증상을 선택하였을 때의 질병 도출 결과 화면
 Fig. 12. Sample result screen of disease derivation by selection of one symptom

그리고 기존의 한방자가 진단 방법(8)은 증상으로 두통, 콧물, 코막힘, 기침 등 4개의 증상을 입력 하였을 경우에 선택되었던 증상과 관련이 없는 질병이 도출되는 문제점이 발생하였으나 제안된 한방 자가 진단 방법은 증상으로 두통, 기침, 콧물, 발열, 고열 등 5가지의 질병을 입력하였을 경우, 영종 76%, 너막염 74%, 후두염 66%, 감모 65%, 상한 64%, 풍열후비 62%의 소속도가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 기존의 방법 보다 제안된 한방 자가 진단 방법이 개선된 것을 확인할 수 있다.

그림 8과 같이 전문의의 접속현황을 통해 전문의를 선택한 후, 사용자가 상담을 요청한 화면은 그림 13과 같다. 이는 사용자가 한의학 전문의와의 상담기능을 활용하여 정확한 증상 선택과 진단에 대한 궁금증을 해결 할 수 있도록 하였다.

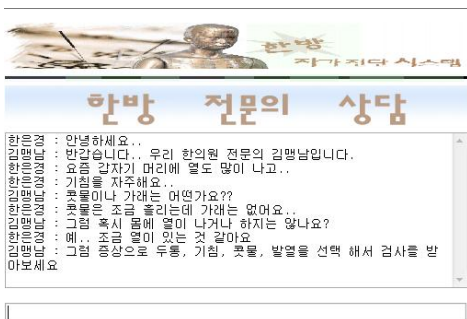


그림 13. 사용자측 상담 화면
 Fig. 13. Sample counselling screen of a user side

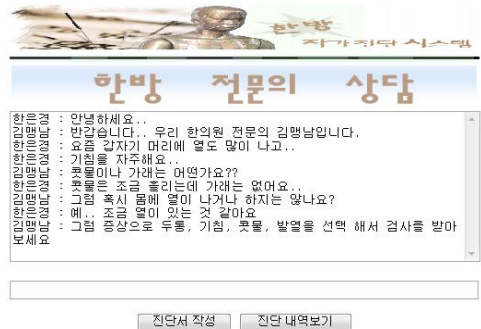


그림 14. 한의학 전문의측 상담 화면
 Fig. 14. Sample counselling screen of an oriental medicine specialist side

그림 13과 14는 전문의가 사용자와의 상담결과를 최종적으로 진단하여 진단서를 작성하는 과정을 나타내었다. 전문의가 진단한 결과는 데이터베이스에 저장되어 사용자가 다음 질병 도출 시, 결과 값에 반영되고 사용자 또는 전문의가 접속하여 진단을 내릴 때 참고할 수 있도록 하였다. 그림 15는 전문의가 사용자와의 상담을 통해 작성된 진단서 화면을 나타내었고, 그림 16은 사용자가 전문의와의 상담을 통해 저장된 결과를 확인하는 화면이다.



그림 15. 한의학 전문의 진단서 작성 화면
 Fig. 15. Sample screen of a diagnosis by an oriental medicine specialist



그림 16. 사용자 진단서 확인 화면
 Fig. 16. Sample screen of a user diagnosis for verification

진료 기록은 차후 사용자가 누적된 진단 결과를 확인할 수 있다. 누적된 진료 기록은 사용자가 전문의와 상담을 할 경우 전문의가 이를 참고하여 정확한 진단을 유도할 수 있도록 하였다.

V. 결론

기존의 한방 자가 진단 시스템은 한의학 용어로 구성된 증상으로 구현되어 사용자에게는 접근성이 떨어졌다. 또한 질병 도출 시 사용자가 입력한 증상만으로 결과를 추론하였기 때문에 완쾌되지 않은 질병에 대해서는 정확한 결과를 도출할 수 없었다. 따라서 본 논문에서는 사용자에게 접근성이 높은 증상 중심의 한방 자가 진단 시스템을 제안하였으며, 한국인 고유의 신체적 특성에 맞는 한의학을 기반으로 제안하였다. 그리고 진료 기록 정보를 개선된 퍼지 ART 알고리즘에 적용하여 정확한 질병을 추론하였다. 또한 전문의와의 상담기능을 추가하여 사용자가 자가진단의 궁금증을 해소하고 보다 정확한 진단을 할 수 있도록 하였다. 진단 결과는 데이터베이스를 통해 유지하게 하였다. 제안된 한방 자가 진단 시스템을 전문의가 실제 적용한 결과, 사용자의 자가진단에 도움을 줄 뿐만 아니라 전문의를 보조할 수 있는 보조 한방 진단 시스템으로서의 가능성을 확인하였다.

향후 연구로는 동의보감 서적의 대부분이 일반인이 이해하기 어려운 전문용어(한문)로 기술되어 있다. 따라서 전문 용어를 일반인이 알기 쉽게 풀어서 설명하는 기능을 한의 전문의와 함께 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.healthkorea.net>
- [2] <http://www.burimhong.pe.kr>
- [3] 김영섭, “(허준) 동의보감,” 솔빛 출판사, 2003년
- [4] 의학교육 연수원 편저, “家庭醫學(가정의학을 위한 진료지침),” 서울대학교, 1993.
- [5] 이성준, “病症으로보는 東醫寶鑑,” 오비기획, 2004년
- [6] 이철호, “CHINESE MEDICINE 한방의학백과,” 민중서관, 1999년
- [7] 김광백, 우영운, 김주성, “개선된 ART2 알고리즘을 이용한 자가 질병 진단 시스템,” 한국해양정보통신학회논문지, 제 11권, 제 11호, 2150-2157쪽, 2007년.
- [8] 황병주, 전봉기, 김광백, 우영운, 김치용, “신경망 기법을 이용한 한방 홈 메디컬 시스템,” 디지털엔터테인먼트학회 추

계학술발표 논문집, 77-81쪽, 2007년 11월

- [9] 조규철, 마용범, 이종식, “GPCR 분류에서 ART1 군집화를 위한 퍼지기반 임계값 제어 기법,” 한국컴퓨터정보학회논문지, 제12권, 6호, 167-175쪽, 2007년 12월
- [10] 박성열, 김성훈, 김광백, “ART2 알고리즘에서의 경계 변수 설정 방법,” 한국컴퓨터정보학회지, 제16권, 2호, 31-34쪽, 2008년
- [11] 한광택, 김형천, 고재영, 이철원, “Fuzzy ART를 이용한 실시간 침입탐지,” 한국정보과학회 가을학술발표논문집, 제28권 제2호, 640-642쪽, 2001년 10월
- [12] 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 Science, LNCS 4247, Springer, pp. 560-567, 2006.

저 자 소개



김 광 백

1999년 : 부산대학교 전자계산학과(이학박사)
1997년~현재 : 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수

2005년~현재 : 한국해양정보통신학회 학술상임이사 및, 영문문지 편집위원
2005년~현재 : 한국멀티미디어학회 국제이사 및 논문지 편집분과위원장
관심분야 : Neural Networks, Image Processing, Fuzzy Logic, Medical Imaging and Biomedical System, Support Vector Machines



우 영 운

1991년 8월 : 연세대학교 본대학원 전자공학과(공학석사)
1997년 8월 : 연세대학교 본대학원 전자공학과(공학박사)

1997년 9월~현재 : 동의대학교 멀티미디어공학과 교수
관심분야 : 인공지능, 패턴인식, 퍼지 이론, 의료정보