Proceedings of KFIS 2002 Spring Conference, 2002. 5. 25

퍼지논리를 이용한 급성복통과 관련된 질환 진단시스템의 설계

A Design of the Diagnosis System for Diseases associated with Acute Abdominal Pain Using Fuzzy Logic

현우석
한국성서대학교 정보과학부

Woo-Seok Hyun
Dept. of Information and Science, Korean Bible University
E-mail : wshyun@bible.ac.kr

ABSTRACT

의사들은 환자들의 건강 상태와 관련하여 다양한 유형의 정보들을 수집하고 분석하여 개별적인 환자들의 진단을 내리게 된다. 의사들이 한 명의 환자와 관련된 다양한 정보로부터 질환을 결정 내리기까지에는 여러 단계에서 다양한 의사결정이 필요하며 매우 복잡한 과정을 거치게 된다. 그러므로 의사들에게 또는 환자들에게 보조적인 도움을 주고자 많은 의료진단 시스템들이 개발되었다. 현재까지 개발된 대부분의 의료 진단시스템들은 특정한 의사의 경험이나 한 유형의 질환에 고정되어 있다. 그래서 환자들이 급성복통과 같은 여러 가지 유형의 질환에 관련되어 있는 증상을 호소할 때 의사들이 적절한 의사결정을 내리기가 쉽지 않다.

본 논문에서는 급성복통과 관련된 여러 가지 유형의 질환을 진단할 수 있는 시스템을 퍼지 논리를 이용하여 설계하고 구현해 본다.

Key Words: Fuzzy Logic, Diagnosis System, Acute Abdominal Pain

1. 서론

의사들은 환자들의 건강 상태와 관련하여 다양한 유형의 정보들을 수집하고 분석하여 개별적인 환자들의 진단을 내리게 된다. 다양한 유형의 정보들에는 과거 병력, 증상들, 물리적 검사 소견들 등과 같이 초기에 발견할 수 있는 것도 있고, 혈액 검사 등과 같이 연구실을 통하여 발견할 수 있는 것도 있으며, 동영상, 그래픽과 같은 의료관련 시스템의 결과로서 발견될 수 있는 것도 있다. 이렇게 다양한 정보들을 가지고 진단을 내리는데 있어서 의사들에게 혹은 환자들에게 도움을 주고자 컴퓨터를 이용한 의료진단 시스템들이 많이 개발되고 있다.

현재까지 개발된 대부분의 의료진단 시스템들은 인간의 특정 장기관 질환에 대해서 너무 좁은 특정한 부분에 제한되어 있다[4,6]. 그러므로 여러 가지 유형의 질환에 공통적으로 관련된 증상을 처리하기가 힘든 문제점을 지니고 있다.

본 논문에서는 급성복통과 관련된 여러 가지 유형의 질환을 진단할 수 있는 시스템을 설계하고 구현해 본다. 제안하는 시스템에서는 급성복통과 관련된 질환을 처리하는 데 있어서 단계적으로 의사결정을 할 때 애매모호한 지식을 잘 처리하기 위하여 퍼지 논리를 사용하였다. 2절에서는 기존의 의료진단 시스템에 대하여 간략하게 살펴보고, 3절에서는 제안하는 급성복통과 관련된 질환 진단시스템에 관하여 설명한다. 4절에서는 시스템에 관련된 구현 및 테스트를 수행하고 5절에서 결론 및 앞으로 수행해야 할 과제를 설명한다.

2. 의료진단 시스템

현재까지 개발된 의료진단 시스템들 중에는 의사결정 시스템(DSS: Decision Support System)[1-4]의 추론 엔진을 가지고 있는 것도 있고, 인공지능의 신경망[3-5]을 사용한 것도 있으며, 퍼지 논리 기법[6-7]을 사용한 것도 있다. 이러한 의료 진단시스템들의 문제점으로는 네 가지를 들 수 있다. 첫째, 인간의 특정 장기관 질환에 대해서 너무 좁은 특정한 부분에 고정되어 있다. 둘째, 의료진단 시스템들간의 상호운영(inter-operability)을 할 수 있도록 시스템을 확장할 수 있는 구조가 아니다. 셋째, 의사결정을 처리하는 과정에서 의사들의 상호작용을 요구하는데, 이것이 의사들에게 방해가 되기도 한다. 넷째, 특별한 의사결정을 하기 위하여 특정한 추론을 지원할 때 일반적으로 받아들여지는 표준안이 존재하지 않는다[8]. 이를 개선해 보고자 의학 여러 분야에서의 진단에 도움을 주고자 하나의 플랫폼으로서 CDDM(Clinical Differential Diagnosis Methodology) 표준[3,9]이 제안되었으며, 폐질환에 초점을 맞춘 새로운 CAMD(Computer Aided Medical Diagnosis) 모델이 제안되었다[8].

급성복통은 여러 가지 유형의 질환과 관련이 있어서 의사들이 의사결정을 내리기가 쉽지 않으며, 어떤 의료진단시스템의 지원을 받아야 하는지 결정하기가 쉽지 않다. 현재까지 여러 유형의 질환과 관련되어 있는 증상을 처리해 줄 수 있는 의료진단 시스템에 대해서는 연구가 보고되지 않고 있다.

본 논문에서는 급성 복통과 관련된 여러 유형의 질환을 진단할 수 있는 시스템을 퍼지논리를 이용하여 설계하고 구현해 본다.

3. 급성복통과 관련된 질환진단시스템

제안하는 급성복통과 관련된 질환 진단시스템(DS-DAAP: Diagnosis System for Diseases associated with Acute Abdomial Pain)은 급성복통이라는 증상에서부터 시작하여 특정 질환으로의 반복적인 작업 흐름을 가진다. 이 시스템에서는 급성복통이라는 일반적인 증상에서부터 특정 증상으로 부분적인 진단이 진행된다. 이 때 추론엔진에서는 퍼지논리를 이용하여 애매모호한 지식들을 처리하게 되며, 제안하는 시스템의 구조는 그림 1과 같다.

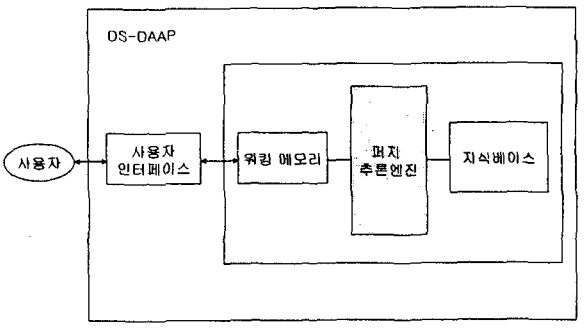

그림 1 DS-DAAP의 구조

3.1 사용자 인터페이스

사용자가 시스템을 원활히 사용할 수 있도록 시스템과 사용자간을 연결해 주는 기능을 갖는다. 급성 복통을 호소하는 환자의 여러 가지 다른 의학적 정보들(혈압, 맥박, 호흡수, 활동도, 수술에 관한 위험 요인, 스테로이드 사용 여부, 구토 여부, 탈수 증상, 복부 통증, 분변 매복 여부 등)을 입력받아 특정 질환(담낭염, 간질환, 대장 질환, 위염, 십이지장염 등)으로의 진단을 제시해 준다.

3.2 지식베이스

급성 복통과 관련된 질환을 진단하기 위한 규칙들로서 구성된다. 규칙은 문제를 풀어 나가기 위한 장기정보(long-term information)로서 전문가가 어떤 결정을 내리기 위해 사실을 이용하는 법을 말한다.

전문가가 지니고 있는 지식을 표현하는 방법(knowledge representation)으로는 의미망(semantic network), 프레임(frame), 생성규칙(production rule) 등이 있다[10-11]. 본 시스템에서는 지식의 첨가와 제거 및 변경이 용이하고 다른 사람들이 이해하기 쉬우며 서술적인 지식을 표현하기에 적합한 생성 규칙을 사용하여 지식을 표현하였으며, 다음과 같이 크게 네 부분으로 나눌 수 있다.

① 담낭염 여부를 분석하기 위한 규칙
② 간질환 여부를 분석하기 위한 규칙
③ 대장질환 여부를 분석하기 위한 규칙
④ 위염 혹은 십이지장 여부를 분석하기 위한 규칙

생성규칙의 지식은 'IF (조건부) THEN (수행부)'로 표현되는 구조를 가지고 있다. 조건부는 AND, NOT 그리고 사실로 구성되는 리터럴(literal)이 OR로 연결되는 리터럴의 모임으로서 구성되며, 수행부는 조건부가 만족될 때 수행되어야 하는 수행절로 구성된다. 다음은 생성규칙을 이용한 담낭염 여부를 분석하기 위한 기초적인 관련지식을 표현한 예이다. 여기서 1번 규칙의 조건부는 2개의 리터럴로 구성되어 있는데, 구토 정도를 나타내는 소속정도 값이 m_i이고 우상복부통을 나타내는 소속정도 값이 m_j일 때 담낭염과 관련된 정도를 나타내는 소속정도 값 m_k는 2가지 소속정도 값의 max값으로 취해진다는 규칙을 나타낸다. 여기서 PR은 규칙의 우선순위를 나타낸다. 이것은 규칙 충돌 발생시 적절한 규칙을 선택하게 하는 기준이 된다.

규칙 1)

IF Vomit(x) is m_i OR RightUpPain (x) is m_j

THEN Cholangipis(x) is m_k [단, m_k = max(m_i, m_j)] PR(x) is 0.85

3.3 워킹 메모리

사실이란 추론을 하는 동안에 추가 또는 삭제 가능한 단기정보(short-term information)로서 주로 데이터나 사물에 대한 묘사를 나타내며, 예를 들면 (그림 2)과 같다. 그림에서 보듯이 '우상복부의 통증이 느껴진다' 라는 것을 묘사하기 위하여 퍼지논리에 기본을 둔 언어형태를 사용하여 'RightUpPain (x) is m_j '라는 사실로 표현하였는데 이것은 '우상복부의 통증 정도가 m_j 라는 소속정도 값 정도이다' 라는 것을 나타낸다.

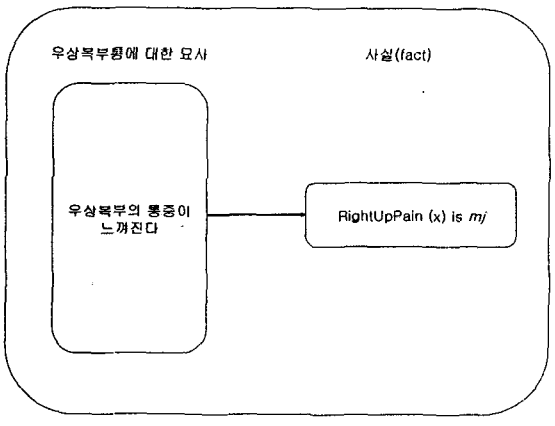

그림 2 사실(fact)의 예

워킹 메모리는 입력으로 받은 환자의 의학적 정보들, 질환을 진단하기 위해 추론으로부터 얻어진 사항들을 사실로서 임시로 저장하는 부분으로 버퍼와 같은 역할을 하며, 선택할 규칙의 조건과 비교될 대상으로서 현재의 상태를 나타낸다. 지식베이스의 각 규칙의 조건부는 사실이 워킹 메모리에 의해서 만족되어야만 선택되어질 수 있다. 규칙의 수행부는 메모리의 내용을 변화시킬 수 있으며, 이렇게 됨으로써 다른 규칙의 조건부가 만족될 수 있다.

3.4 퍼지 추론 엔진

제안하는 시스템은 일종의 의사결정 시스템으로서 급성 복통을 호소하는 환자의 여러 가지 다른 의학적 정보들을 입력받아 특정 질환(담낭염, 간질환, 대장 질환, 위염, 십이지장염 등)으로의 진단을 제시해 주는 전향추론(forward chaining)[10-11] 기법을 사용하였다. 환자의 의학적 정보들, 질환을 진단하기 위해 추론으로부터 얻어진 사항들이 사실로서 워킹 메모리에 임시 저장되는데, 지식베이스에 있는 규칙들 중에서 실행 가능한 규칙들을 가져와서 추론하고 새로운 사실을 워킹메모리에 넣게 된다. 이러한 일련의 과정을 반복 수행함에 의해서 질환을 진단하게 된다.

그림 3 는 퍼지 추론 엔진에서 추론 절차의 흐름도[12]를 보여 준다.

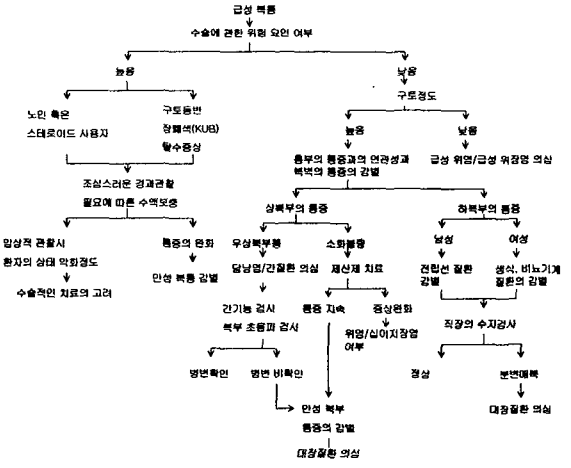

그림 3 추론 절차의 흐름도

4. 구현 및 테스트

급성복통과 관련된 질환 진단시스템은 Windows 환경하에서 Visual BASIC 6.0을 사용하였으며, 메모리가 128MB인 Pentium IV Personal Computer 상에서 시뮬레이션 시스템을 구현하였다.

본 시스템의 성능을 평가하기 위하여 70명의 실제 환자 데이터에 대해서 진단을 수행한 결과 현재 약 15% 정도의 오진율을 보였다. 이것은 급성복통이 담낭염, 간질환, 대장 질환, 위염, 십이지장염 등 여러 가지 유형의 질환과 관련되어 있어서 진단을 내리기가 쉽지 않기 때문이다.

5. 결론 및 향후과제

제안하는 시스템으로 급성복통과 관련된 여러 가지 유형의 질환을 진단할 수 있었다. 앞으로 신뢰할 수 있는 시스템으로 발전시키기 위해서 계속적인 재검토와 평가가 이루어져야 한다.

향후 연구과제로는 다음과 같은 항목들을 고려하여 이루어져야 한다. 첫째, 급성복통 이외에도 여러 가지 유형의 질환에 관련되는 증상을 잘 처리할 수 있는 새로운 CAMD(Computer Aided Medical Diagnosis) 모델에 관한 연구가 필요하다. 둘째, 본 논문에서는 전향추론 기법에 의하여 추론을 하였으나, 전향추론과 후향추론 기법을 혼합한 혼합형 추론을 사용함에 의하여 시스템의 성능을 향상시키기 위한 연구가 필요하다. 셋째, 규칙기반 추론의 단점을 보완하기 위하여 사례기반 추론을 혼합한 하이브리드 시스템에 대한 연구가 요구된다. 넷째, 급성복통과 관련된 질환의 진단 뿐 아니라 치료법도 제시해 주는 시스템의 확장에 대한 연구가 필요하다.

6. 참고문헌

[1] B. G. Bachnan and E. H. Shortliffe, Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.

[2] A. Hart and J. Wyatt, "Evaluating black-boxes as medical decision aids: Issues arising from a study of NN," Med. Inform., vol. 15, pp. 229-236, 1990.

[3] B. H. Mulsant, "A neural network as an approach to clinical diagnosis," M.D. Comput., vol. 7, pp.25-36, 1990.

[4] R. Poli et al., "An NN expert system for diagnosing and treating hyper-tension," IEEE Comput., vol. 25, pp.64-71, Jan. 1991.

[5] T. O'Leary et al., "Computer-assisted image interpretation: Use of a neural network to differentiate tubular cercinima from sclerosing adenosis," Med. Pathol., Vol. 5, pp. 402-405, 1990.

[6] K. P. Adlassning, "Fuzzy set theory in medical diagnosis," IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., Vol. SMC-2, pp. 260-265, Feb. 1986.

[7] B. G. Bachnan and E. H. Shortliffe, Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.

[8] George-Peter K. Economou et al., "A New Concept Toward Computer-Aided Medical Diagnosis - A Prototype Implementation Addressing Pulmonary Diseases," IEEE Trans. on Information Technology in Biomedicine, Vol. 5, No. 1, Mar. 2001.

[9] K. Henson-Mack et al., "Integrating probabilistic and rule-based systems for CDD," in Proc. IEEE Southeastcon '92, Birmingham, AL, pp. 299-702.

[10] J. Giarratano and G. Riley, 'Expert Systems Principles and Programming', 2nd Ed., PWS, 1994.

[11] D. A. Waterman, 'A guide to Expert Systems', Addision-Wesley, 1986.

[12] 경상대학교 병원 내과, 소화기 질환 진단지침서, 경상대학교 출판부, 2000.