퍼지 추론 방식을 기반으로 한 의료진단 전문가시스템의 설계 및 구현

김 치 걸, 이 종 혁
경성대학교 컴퓨터공학과
jhlee@star.kyungsung.ac.kr

A Design and Implementation of Diabetes Medical Expert System Based Fuzzy Reasoning Method

Chi Gul Kim, Jong Hyeok Lee
Dept. of Computer Engineering . Kyungsung University
jhlee@star.kyungsung.ac.kr

요 약

본 논문에서는 퍼지라는 개념을 도입하여 기존의 전문가시스템에서 문제점으로 지적되어온 불확실성, 모호성의 처리 기능을 부가하여 표현의 영역을 확장, 개선하여, 전문가시스템의 추론 엔진을 적용하는 근사적 유사 추론기법을 분석한다. 그리고 규칙의 조건부와 이에 대응하는 사실간의 유사도를 구하여 이들 규칙의 결론부에 반영하여 결론을 유도하는 근사적 유사 추론기법을 제안한다. 또한 이와 같은 이론적인 연구를 바탕으로 자연언어의 많은 부분을 차지하고 있는 퍼지 개념을 지원하는 당뇨병(의료)진단용 전문가시스템을 설계, 구현하여 기존의 불확실성 관리방안의 단점을 개선하고자 한다.

I. 서 론

전문가 시스템(expert system)은 인공지능(artificial intelligence)의 응용분야 중에 하나이며, "전문가가 가지고 있는 지식을 인위적으로 컴퓨터에게 부여하여 그 방면에 비전문가라 할지라도 그러한 전문가의 지식을 이용하여 상호 대화를 통하여 원하는 결과를 얻는 일종의 자문형 컴퓨터 시스템이다[1]. 전문가 시스템에 대한 연구는 전문가로부터 지식을 얻어, 컴퓨터에 적합한 형태로 표현하는 지식베이스 구축과정, 이를 통해 새로운 사실을 추론하면서 결국 최종목표의 값을 얻도록 하는 추론엔진, 추론과정을 사용자에게 설명해주고 또한 사용자의 의견을 추론과정에 반영하도록 하는 사용자 인터페이스 등의 지식공학 전 과정을 포함한다. 이와 같은 연구는 기본적으로 지식을 기반으로 하는데, 대부분의 응용에 있어 그 지식은 정확하지 않으며, 지식의 획득, 지식의 표현, 추론과정에 걸쳐 그 부정확성은 계속 파급된다. 그러므로 부정확성의 표현과 부정확한 사실로부터 타당한 결론을 이끌어 내는 근사추론 방식에 대한 연구는 전문가 시스템의 중요한 연구 분야이다. 지식의 부정확성의 원인을 살펴보면 지식베이스 안의 사실이나 규칙이, 확실하지 못한 경우와 이를 표현하는 단어 자체가 'very, good' 등과 같은 애매모호한 개념을 포함한 경우로 나누어 볼 수 있다. 그 동안 구축된 전문가 시스템에서는 사실이나 규칙의 불확실성을 다루기 위하여, 이진논리와 확률이론을 기반으로 한 Mycin

확신도(Certainly Factor)[6], Prospector에서의 베이지안 확률이론(Baysian Probability Theory)[7]그리고 증거결합(evidence combination)을 위한 Dempster-Shafer 이론 등의 접근 방법이 연구되어 왔다. 그러나 부정확성의 보다 근본적인 원인이며 자연언어의 대부분을 차지하고 있는 퍼지개념을 다루는 방법에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 않았다. 이와 같은 불확실성 관리 방안은 지식을 구성하고 있는 단어의 의미에 대한 고려가 없으므로 대부분의 자연언어가 가지고 있는 퍼지개념을 표현할 수 없으며 인간의 추론방식과 같이 의미를 반영하여 근사적으로 추론할 수 없는 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 1965년 L. .A. Zadeh에 의해 제안된 퍼지집합 이론[5]을 도입하여 어휘변수(linguistic variable)의 표현과 근사추론 방법을 지원하고 있다. 그러나 이를 적용한 결과는 많지 않으며, 자유자재로, 보다 제한 없이 인간의 생각을 표현할 수 있고, 인간과 유사한 추론을 할 수 있는 전문가 시스템을 구축하기 위하여 연구해야 할 과제는 아직도 많다. 또한 이러한 연구는 지식이 경험적이며, 자연언어를 사용하는 인간으로부터 지식을 획득한다는 사실을 감안해볼 때, 필수적인 연구 분야일 것이다[2]. 본 논문에서는 의료진단에서의 추론 및 결론을 유추하는 부분으로 퍼지논리를 기반으로 하는 추론방식에 대하여 연구하고 이를 바탕으로 사실과 규칙 안에 포함된 퍼지개념을 지원하며, 기존의 결과에 대한 확신도(certainly factor)를 높이는 방법을 설계 및 구현한다.

II. 의료 진단 전문가 시스템에서의 퍼지 개념

2. 1 지식의 표현

전문가의 지식표현은 사실상 정태적이고 개념적인 관계에 대한 지식과 문제해결 지식의 표현으로 나누어 생각하여야 한다. 정태적인 지식은 문제해결에 포함되는 객체와 객체 사이의 관계를 개념적으로 이해하고 규정하는 지식인 반면, 절차적인 지식은 직접적으로 문제해결에 사용되는 지식이라고 할 수 있다. 예를 들어 의료진단 시스템에서 사용된 증세나 신체기관 '기침' '설사' 그리고 진단 등이 서로 어떤 관계를 가지고 연관이 되어 있느냐는 문제는 정태적인 지식이지만 이를 "만약 체온이 40도 이상이고 그리고 몸이 자주 나른해진다면 당뇨병일 확률이 70%이다" 라거나 "만약 몸이 나른해지고 소변이 자주 마려울 때는 식이요법 치료를 해라" 는 지식은 절차적인 지식이라고 할 수 있다.

2. 2 근사 추론 방식

전문가 시스템에서 기본적인 추론방식은 퍼지 전문가 시스템에서 그림 1과 같이 변형되어 근사추론된다.

규칙(rule) : IF X is A Then Y is B
사실(fact) : X is A
결론(conclusion) : Y is B

a) 전문가 시스템의 추론방식

규칙(rule) : IF X is A Then Y is B
사실(fact) : X is A′
결론(conclusion) : Y is B′

b) 퍼지 전문가 시스템의 추론방식

그림 1. 추론 방식의 비교

근사추론에는 진리치 한정방법(Truth Value Restriction), 합성규칙추론(Compositional Rule of Inference) 및 근사적 유사추론기법(Approximate Analogical Reasoning Schema)이 있다. 진리치 한정방법과 합성규칙추론은 모두, 추론과정에서 조건부와 결론 부간에 형성되는 관계와, 관계들에 대한 합성기법을 이용하고 있다. 그러나 이들 관계의 정의와 합성 방법은 어떤 수학적 근거에서 비롯된 것이 아니므로, 논리 적 타당성이 결여된다. 이에 반해 근사적 유사 추론 기법은 기존의 보통 논리에 단순히 퍼지 개념을 첨가한 것이므로 논리적 타당성이 강하다[3]. 즉, 규칙의 조건부와 이에 대응하는 사실간의 유사도를 구하여 이를 규칙의 결론부에 반영하여 결론을 유도한다. 그러므로 주어진 사실이 조건부와 밀접하게 관련되어 있을수록 결론부와 유사한 결론을 얻는다. 유사도는 퍼지 집합간의 거리 척도(distance measure)로부터 식 (1)과 같이 계산되며 식 (2)에 제시된 불일치 척도(disconsistancy measure)는 가장 흔히 이용되는 거리 척도이다.

$SM(A, B)=1/(1+DM(A, B))$ (1)

$S_4(A, B)=1-\sup\mu_{A\cap B}(x)$ (2)

이렇게 유사도를 계산한 후 이 유사도를 반영하여 조건의 결론부와 유사한 결론을 얻기 위하여, 다음 두 가지 종류의 변경 함수가 이용된다.

Membership value reduction form :

$Q'=Q*SM$ (3)

More or Less form : $Q''=\min(1,Q/SM)$ (4)

본 논문에서는 좀더 나은 결과를 얻기 위하여 근사적 유사 추론 기법을 이용한 식 (1), 식 (2)를 응용하여 새로운 추론식을 제안하였다.

$DM=1-(Q)/100$ (5)

여기서 Q : 환자가 생각하는 증상의 아픈 정도

$CM=(1/(1+DM))*rs$ (6)

여기서 CM : 증상에 대한 최종 확신율, rs : 기존의 확신율

위 식을 이용해서 의료진단에 있어서 추론을 함으로써 진단의 확신도를 높이는데 사용하였다.

III. 당뇨병 진단 전문가 시스템의 설계 및 구현

본 장에서는 퍼지 논리를 적용하여 앞장에서 제시한 추론 방법을 기반으로 퍼지 개념을 처리할 수 있는 당뇨병 진단 전문가 시스템을 설계, 구현한다.

3 1 개발환경

전문가 시스템의 개발환경은 전문가 시스템 도구, 사용자, 지식공학자, 외부 데이터베이스, 외부환경, 등으로 구성되며, 전문가 시스템 도구를 중심으로 상호 연결되어 있다. 전문가 시스템 도구는 추론엔진, 지식베이스 및 지식베이스를 구축하기 위한 각종 에디터로 구성되어 있다. 또한 사용자는 사용자 인터페이스를 통하여 개인신상기능, 진단결과, 조치기능 등을 이용할 수 있으며, 지식공학자(Knowledge engineer)는 전문가 서적으로부터 획득한 지식을 도구에서 제공하는 각종 에디터를 이용하여 지식베이스를 작성할 수 있으며, 외부환경은 사용자가 작성한 외부 프로그램이나 이미 구축하여 운영되는 응용 소프트웨어와의 접속을 의미하며, 데이터베이스는 전문가 시스템 개발도구가 외부에서 작성된 데이터베이스를 직접 이용할 수 있는 환경을 제공하는 것으로 전체적인 개발환경은 그림 2와 같다.

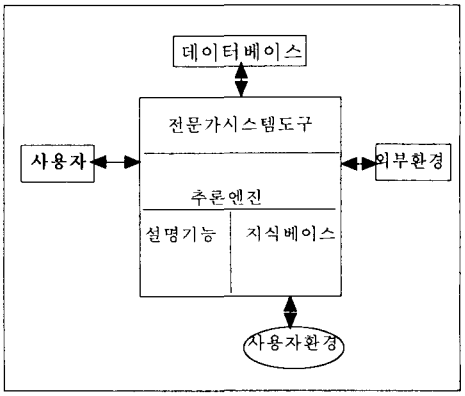

그림 2. 전문가 시스템 도구의 개발환경

3. 2 당뇨 진단 전문가 시스템의 구현

본 전문가 시스템의 프로그램 구성은 당뇨병의 정의, 자가진단, 진단법, 개인신상입력, 진단 및 처방 부분으로 나누어져 있다.

프로그램의 Main Menu는 그림 3과 같다.

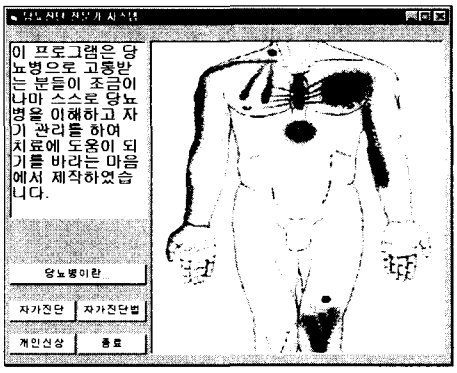

그림 3. 주 화면

주 화면에서 자가진단을 하고자 할 때 자가진단과 진단법으로 자신이 당뇨라고 의심을 하고 프로그램을 사용하도록 하는 부분이 그림 4이다.

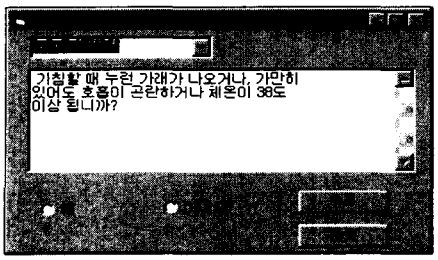

그림 4. 자가진단 화면

자가진단을 하고난후 정밀한 진단을 원할 경우 아래와 같이 개인신상 내역을 입력하고 진단을 하는데, 2회이상 방문했을 경우에는 주민등록번호로 조회할 수 있으며 이를 그림 5에 나타내었다.

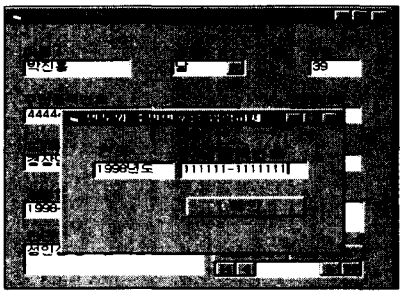

그림 5. 개인신상내역 입력화면

개인신상내역을 입력하고 난후 자기자신의 증상을 체크하고, 자신의 아픈 정도를 화면에서 나타내면 당뇨병의 유무 및 처방을 알 수 있고 이를 그림 6에 나타내었다.

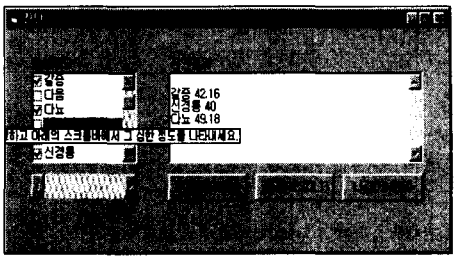

그림 6. 진단 및 처방 화면

IV. 결 론

본 논문에서는 자연언어의 대부분이 가지고 있는 퍼지 지식의 표현과 이러한 지식 표현 하에서 의미를 고려하는 근사추론 방식에 대하여 연구하였고, 이를 의료진단을 위한 전문가시스템에 적용함으로써 기존의 불확실성 처리 방안을 개선해 보고자 하였다. 이와 같은 연구는 지식의 부정확성의 두 가지 원인인 불확실성과 퍼지개념을 적절히 처리하는 전문가 시스템을 구축할 수 있도록 도와줄 것이며, 이렇게 구축된 전문가시스템은 인간 전문가를 대신하거나 그의 결정을 도와주는 기능을 보다 충실히 하면서 인간 전문가의 단점을 보완해줄 수 있으므로 시스템의 성능향상 및 응용범위를 넓히는데 공헌할 수 있을 것이다. 그리고 현재까지 연구되고 있는 disposition으로부터의 추론과 삼단논법적 추론(syllogistic reasoning)이 전문가시스템의 추론 기법에 통합될 수 있는 방안에 대하여 연구하여 상식적 지식을 지원할 수 있도록 해야 할 것이다. 이와 더불어 유사성 측정 방안 등의 추론에 필요한 측정치의 정의, 보다 타당한 조건 연산자의 정의 등의 이론적인 연구도 병행되어야 할 것이다.

V. 참고문헌

1. 김화수, "전문가시스템", 집문당, 1995, pp. 17~19, 198~203
2. 이현숙, "퍼지 추론 방식을 이용한 전문가시스템 개발도구의 설계 및 구현", 정보과학회지, 1992, pp. 545~557
3. Turksen, I. B. and Zhong, Z.,"An Approximate Analogical Reasoning Schema based on Similarity Measures and Interval valued Fuzzy Sets," Fuzzy Sets and System 34(1990) pp. 323~346
4. Bucgabanm B. G. and Shortliffe, E. H., Rule-Based Expert System: The MYCIN Experiments of the stanford Heuristic Programing Project, Addison-Wesley, 1984
5. Zadeh, L. A., "Fuzzy Sets," Information Control 8(1965), pp, 338~352
6. Heckerman, D., "Probabilitic Interpretation for MYCIN's Certainty Factor," In Uncertainly in Artificial Intelligence(1986), pp. 43~56
7. Pednault, E. P. D., Zucker, S. W., Muresan, L. V., "On the Independence Assumption Underlying Subjective Bayesian Updating," Artificial Intelligence 16(1981), pp. 213~222
8. 김선희, "규칙베이스와 사례베이스의 통합 추론" 한국정보과학회(1996), pp. 333~336