

# 한의진단 Ontology 구축을 위한 추론과 탐색에 관한 연구

박종현\*

대구한의대학교 한의과대학 병리학교실

## Study on Inference and Search for Development of Diagnostic Ontology in Oriental Medicine

Jong Hyun Park\*

*Department of Pathology, College of Oriental Medicine, Daeguhaany University*

The goal of this study is to examine on reasoning and search for construction of diagnosis ontology as a knowledge base of diagnosis expert system in oriental medicine. Expert system is a field of artificial intelligence. It is a system to acquire information with diverse reasoning methods after putting expert's knowledge in computer systematically. A typical model of expert system consists of knowledge base and reasoning & explanatory structure offering conclusion with the knowledge. To apply ontology as knowledge base to expert system practically, consideration on reasoning and search should be together. Therefore, this study compared and examined reasoning, search with diagnosis process in oriental medicine. Reasoning is divided into Rule-based reasoning and Case-based reasoning. The former is divided into Forward chaining and Backward chaining. Because of characteristics of diagnosis, sometimes Forward chaining or backward chaining are required. Therefore, there are a lot of cases that Hybrid chaining is effective. Case-based reasoning is a method to settle a problem in the present by comparing with the past cases. Therefore, it is suitable to diagnosis fields with abundant cases. Search is sorted into Breadth-first search, Depth-first search and Best-first search, which have respectively merits and demerits. To construct diagnosis ontology to be applied to practical expert system, reasoning and search to reflect diagnosis process and characteristics should be considered.

Key words : ontology, diagnosis, inference(reasoning), search, oriental medicine, expert system

### 서 론

이 연구는 한의진단 전문가 시스템의 지식베이스로서의 진단 온톨로지 구축을 위한 추론과 탐색에 관한 연구이다.

전문가 시스템은 인공지능(artificial intelligence)의 응용분야 중의 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 시스템"이라고 정의할 수 있으며, 의료영역에서 의사의 전문적인 지식을 컴퓨터에 인위적으로 부여하여 질병을 진단하고 조치하는 시스템을 말한다<sup>1)</sup>. 현대 사회는 컴퓨터, 통신기술 및 이와 관련된 각종 응용기술이 발달됨에 따라 복잡

한 문제 영역에 대하여 전문가의 전문지식을 사용하여 추론을 통해 전문가와 동등한 수준에서 문제를 해결할 수 있는 시스템 개발이 가능하게 되었다<sup>2)</sup>. 이러한 시스템은 전자진료부와 결합되어 의사의 의사결정을 지원할 수 있으며, 원격진료나 의료상담에 효과적으로 이용될 수 있다.

의료 영역에서 최초의 전문가시스템은 1976년 Stanford 대학에서 개발된 MYCIN으로 혈액의 박테리아 감염에 대한 진단 및 치료방법을 제시한 시스템이며<sup>3)</sup>, 이후 1990년대 후반까지 이미 전 세계적으로 4,700여 의료용 전문가시스템이 개발된 것으로 추산하고 있다<sup>4)</sup>.

\* 교신저자 : 박종현, 대구시 수성구 상동 대구한의대학교 병리학교실

· E-mail : moguri@dhu.ac.kr, · Tel : 053-770-2248

· 접수 : 2009/07/18 · 수정 : 2009/07/28 · 채택 : 2009/08/07

1) 김화수 외. 전문가시스템. 집문당. 1998:17

2) 주형진. 한의 진단 전문가시스템. 고려대학교 대학원 석사학위논문. 2000.

3) 박경모, 김성인, 주형진. 인공지능을 이용한 한의진단모델. 대한산업공학회 추계학술대회. 1999.

1980년대 중반 이후로 한의학 분야에서도 전문가 시스템에 대한 관심이 높아져 한국전자통신연구소에서 한의 진단 전문가 시스템의 지식 베이스 구축에 관한 연구<sup>5)</sup>를 수행한 것을 필두로, 임<sup>6)</sup>, 이<sup>7)</sup>, 강<sup>8)</sup>, 최<sup>9)</sup><sup>10)</sup>, 박<sup>11)</sup>, 최<sup>12)</sup> 등의 연구와 최근의 8체질의학을 위한 진단 전문가 시스템 개발에 관한 연구<sup>13)</sup>에 이르기까지 많은 연구들이 진행되었다.

전문가 시스템의 구조는 필요에 따라 다양하게 조정될 수 있겠지만 전형적 모형은 지식을 규칙이나 프레임 등의 방법으로 저장해 두는 지식베이스와 이 지식을 이용하여 사용자에게 결론을 제공하는 추론과 설명 구조로 되어 있다<sup>14)</sup>. 한의지식을 구조화 체계화하기 위하여 박 등은 Protege를 이용한 한의학의 구조화된 증상 입력을 위한 온톨로지 개발에 관한 연구<sup>15)</sup>를 진행하였으며, 진단을 위한 온톨로지 구축과 이를 통한 진단프로그램 개발과 평가에 관한 연구<sup>16)</sup>를 진행한 바 있다. 저자 등은 선행연구에서 실용적인 진단 온톨로지 구축을 위해서는 한의진단 과정의 논리적 해석이 선행되어야 하고<sup>17)</sup> 또한 전문가시스템의 추론과 탐색 과정에 대한 이해가 동반되어야 한다는 사실을 인지하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 선행 연구된 바 있는 진단 온톨로지를 간략히 소개하고, 전문가 시스템에 활용되는 추론 기법과 탐색과정을 한의학에서의 진단 과정과 비교 설명하고자 한다. 또한 추론과 탐색 기법이 한의 진단 온톨로지 구축 과정에서의 의미를 살펴보고자 한다.

## 본 론

### 1. 진단 온톨로지 구축 과정<sup>18)</sup>

온톨로지(Ontology)는 원래 철학에서 나온 개념이지만, IT

4) Chae, Y.M. xpert systems in Medicine. (in The Handbook of Applied Expert Systems). Liebowitz, J(ed). CRC Press LLC. 1998.  
 5) 한국전자통신연구소. 한의학 전문가 시스템의 지식 베이스 구축에 관한 연구. 1987.  
 6) 임창수. 한의진단시스템의 설계 모형화. 숭실대학원 석사학위논문. 1988.  
 7) 이창훈. 한의 지식베이스를 위한 지식 정제 기법에 대한 연구. KAIST 전산학과 박사학위논문. 1993.  
 8) 강효신 외. 전문가시스템을 이용한 한의 진단의 객관화 연구. 보건의료기술연구개발사업 보고서. 1998.  
 9) 최승훈. 인터넷 기반 한의전문가시스템(KHU-PIPE) 개발. 동의생리병리학회지. 2002;16(3):528-53  
 10) 최승훈. 동의표준 진단전문가프로그램(OMS-Prime) 개발. 대한의료정보학회지. 2002;8(1):28-31  
 11) 박경모, 김성인, 주형진. 인공지능을 이용한 한의진단모델. 대한산업공학회 추계학술대회. 1999.  
 12) 최영진. 사암집법 진단 전문가 시스템 개발에 대한 연구. 경희대학교 동서의학대학원 박사학위논문. 2007.  
 13) 신용섭 외. 8체질의학을 위한 진단 전문가 시스템 개발 및 고찰. 대한한의원학회지 2008;12(1)-2009;12(2).  
 14) 김화수 외. 앞의 책. p.35  
 15) 박경모, 임희숙, 박종현. Protege를 이용한 한의학의 구조화된 증상 입력을 위한 온톨로지 개발. 동의생리병리학회지. 2003;17(5):1151-6  
 16) 박종현 외. 한의진단 Ontology 구축과 평가. 동의생리병리학회지. 2006;20(1):202-208  
 17) 진단요건의 표준화 문제는 여기서 다루지 않는다.  
 18) 박종현 외. 한의진단 Ontology 구축과 평가. 동의생리병리학회지. 2006;20(1):202-208

분야에서는 특정 영역의 개념과 그들 간의 관계를 정의하는 명세라는 좁은 의미로 사용되고 있다<sup>19)</sup>. 10여 년 전까지만 해도 한의계에서 온톨로지는 생소한 용어였지만, 한의학 용어 표준화 작업이 진행되면서 어느 정도 익숙한 용어가 되었다.

온톨로지를 포함한 데이터베이스는 현실세계를 표현하는 데이터를 컴퓨터를 사용하여 관리하는 시스템이다. 따라서 현실세계의 값을 컴퓨터에 저장할 수 있는 형태로 변환하여야만 하는데, 이러한 과정을 '데이터 모델링'이라고 한다<sup>20)</sup>.

한의학 영역에서는 한의학 전문가인 한의사가 진단하는 과정과 그 지식을 컴퓨터가 인식하도록 모델링 하는 것이므로, 우리가 구축한 진단온톨로지는 진단과정을 개념적 구조로 변환하고 다시 논리적인 구조를 통하여 데이터를 구조화하는 과정을 거쳤다.

#### 1) 진단요건의 개념적 표현

##### (1) 병기적인 방식<sup>21)</sup>

증후의 병인, 병기를 종합 분석하여 진단 요점을 제시하는 방식으로 문헌을 그대로 인용하는 방법과 가장 가깝다.

Table 1. Diagnostic requisite - pathological expression

□ 기허증(氣虛證)	
▷ 병기	1. 衛外不固 : 汗出, 易感冒 2. 四肢肌肉失養 : 周身倦怠乏力 3. 清陽不升, 清竅失養 : 精神萎靡 頭昏耳鳴 4. 血行無力, 脈道不充 : 脈虛弱無力或微細 5. 水液不化, 輸布障礙 : 痰飲, 水腫 6. 臟腑組織 機能減退 : 多虛弱 證象
▷ 진단요건	: 위와 같은 기허증의 병기에 부합하여야 한다.

##### (2) 논리적인 방식<sup>22)</sup>

내포적인 방식에 따라 자주 볼 수 있는 병증을 예시하는 것으로, 주요 증상 중 제시하는 몇 항 이상이 나타나면 해당 증으로 확정하는 방법이다.

Table 2. Diagnostic requisite - logical expression

□ 음허증(陰虛證)	
▷ 주증	: a1 오심번열, a2 인조구건, a3 설홍(a31) 소태(a32) 무태(a33), a4 맥세삭 차증 : a5 오후발열, a6 변결(a61), 뇨단적(a62), a7 도한
▷ 진단요건	: 주증 3항과 차증 1항이 구비되면 확진

##### (3) 수학적 정의

각 변증지표(증징)와 특정 증후의 관계를 수학적으로 계산하여 각 지표들의 증에 대한 공헌도에 따라 가중치를 부여한 것으로 실제 역학 연구를 통한 정보를 전제로 한다. 아래 예시 Table 3은 혈어증(血瘀證)에 관한 연구<sup>23)</sup> 중 일부이다.

본 진단 온톨로지에서는 병기적인 표현방식과 논리적인 표현방식을 결합하여 다음 Table 4와 같이 표현하였다.

19) 노상규, 박진수. 인터넷 진화의 열쇠 온톨로지. gods Toy. 2007.  
 20) 부수일 등. 보건의료정보학. 계축문화사. 2003:175  
 21) 冷方南. 中醫證候辨治軌範. 1판. 북경:인민위생출판사. 1989:5-6  
 22) 박경모, 최승훈. 증의 수학적 연구 방법론. 동의병리학회지. 1994, 9:209-239  
 23) 賴世隆 등. 中醫證候的數理統計基礎及血瘀證廣觀辨證計量化初探. 中醫醫藥學報 1988, 3(6):427-432

Table 3. Diagnostic requisite - mathematical expression

□ 혈어증(血瘀證)

$$y1 = -1.4470 + 2.1207X1 + 2.1922X2 + 0.5656X3 + 0.6570X4$$

$$y2 = -6.6550 + 4.7312X1 + 5.6545X2 + 3.0080X3 + 3.6672X4$$

X1 : 고정성 동통, 자통, 은통  
 X2 : 실질자암, 어반  
 X3 : 간장종대 또는 비장종대  
 X4 : 피부혈관 이상증

▷ 진단표준 :  $y2 > y1$  이면 혈어증으로 확진

Table 4. Conceptual expression of diagnostic requisite

- 음식무미, 면색창백, 식후창만 중에 둘은 반드시 있어야 한다.[소화기계 脾]
- 간헐적인(sp1) 호흡단기, 아침에만 나타나는(sp2) 심피필력, 소기라연 중에 하나는 반드시 있어야 한다.[호흡기계 肺]
- 요통, 요슬산연, 신불남기증 관련 증상 중에 두 개의 component는 있어야 한다.[생식기계 腎]
- 맥상과 설상은 설담, 맥세무력해야 한다.
- 위의 4항목 중에 3개 이상을 충족해야 한다.

2) 진단요건의 논리적 표현

진단요건에 대한 정의와는 별개로 컴퓨터가 인식하기 위해 서는 인간의 자연언어를 컴퓨터가 이해할 수 있는 문법으로 표현하여야 한다. 이를 논리적 언어로 표현하면 다음과 같다.

Table 5. Logical expression of diagnostic requisite 1

- the intersection of
- any object which has a union of
  - 음식무미
  - 면색창백
  - 식후창만 as its component of criterion
- any object which has at least 2 symptom numbers

Table 6. Logical expression of diagnostic requisite 2

- has the union of
- the intersection of
  - 기단
  - any object of which has a 간헐적인 as its property
- the intersection of
  - the intersection of
    - 심피
    - 필력
  - any object of which has a 아침에만 나타나는 as its property
- the intersection of
  - 소기
  - 나연 as its component of criterion
- has at least 3 criteria sentence numbers

위와 같은 표현방법으로 온톨로지 구축 프로그램중 하나인 Protege를 이용하여 다음과 같이 온톨로지를 구축하였다.

Table 7. Ontology of diagnostic requisite

- 기허증 진단요건 C
- S1 =  $\exists$  has\_Components\_of\_Criterion (음식무미 U 면색창백 U 식후창만)  $\cap$  (has\_Symptom\_number  $\geq$  2)
- S2 =  $\exists$  has\_Components\_of\_Criterion ((호흡단기  $\cap$   $\exists$  has\_Property 간헐적인) U (심피필력  $\cap$   $\exists$  has\_Property 아침에만 나타나는) U 소기라연)
- S3 =  $\exists$  has\_Components\_of\_Criterion (요통 U 요슬산연 U (is\_component\_symptom\_of 신기허증 진단요건))  $\cap$  (has\_Symptom\_number  $\geq$  2)
- S4 =  $\exists$  has\_Components\_of\_Criterion (세 U 무력) U (완 U 약)
- SS01 = (has\_criteria\_sentence\_number  $\geq$  3)

Table 8과 같이 작성된 온톨로지는 인간이 이해할 수 있는 정도의 논리로 표현되어 있지만, 컴퓨터가 수행하는 진단 알고리

즘의 수월성을 위하여 두 가지 단계를 거쳐서 컴퓨터가 이해할 수 있는 방식으로 변환되게 된다.

Table 8. Ontology of diagnostic requisite by Protege

- 기허진액변증\_진단요건
- (has\_Components\_of\_Criterion(요통 U 요슬산연 U (is\_component\_symptom\_of 신기허증\_진단요건))  $\cap$  (has\_Symptom\_number  $\geq$  2) ( $\exists$  has\_Components\_of\_Criterion (음식무미 U 면색창백 U 식후창만)  $\cap$  (has\_Symptom\_number  $\geq$  2)  $\exists$  has\_Components\_of\_Criterion((기단  $\cap$  ( $\exists$  has\_Property 간헐적인)) U ((심피  $\cap$  필력)  $\cap$  ( $\exists$  has\_Property 아침에만 나타나는)) U (소기라연))  $\geq$  has\_criteria\_sentence\_number  $\geq$  3  $\exists$  has\_Criterion\_of\_Pulse((맥세  $\cap$  맥무력) U (맥완  $\cap$  맥약))

2. 추론

추론은 이미 알고 있는 사실과 규칙으로부터 새로운 사실을 추리하여 내는 것<sup>24)</sup>인데 전문가시스템의 핵심 중 하나라고 할 수 있다.

1) 규칙기반 추론기법(Rule-based Reasoning)

규칙기반 추론은 전문가의 지식들을 규칙화하여 생성규칙으로 표현하여 발생된 문제에 대해 적용 가능한 규칙을 추출하여 추론하는 것<sup>25)</sup>을 말하는데, 'If X Then Y'와 같은 구조로 되어 있다.

(1) 전향추론(Forward Chaining Inference)

정방향 추론, 상향식 추출이라고도 하는데, 이용 가능한 정보로부터 출발하여 적절한 결론을 찾아 결론부를 실행하고 다음 단계로 계속 진행하는 추론기법의 일종이다<sup>26)</sup>. 전향추론에서는 사용자가 추론하고자 하는 문제와 관련하여 알고 있는 모든 사실들을 먼저 제공하여야한다<sup>27)</sup>. 환자와 실시간 대화를 통한 진단이 아닌 인터넷 기반 의료상담, 설문지를 통한 진단 및 기존의 일반 전문가시스템에서 환자 정보를 모두 체크한 후 추론하는 것이 이에 해당한다. 진단 과정에서 환자 정보로부터 의미(병기)를 파악하고, 이들의 조합으로 진단명을 결정한다. Table 1을 이용하여 전향추론 규칙을 만들면 '汗出'과 '易感冒'로부터 '衛外不固'라는 병기를 추론하고, 다시 '周身倦怠乏力'에서 '四肢肌肉營養'하는 기능이 失調되었음을 추론하고, 계속해서 일정 조건을 갖추다면 '氣虛證'이라는 결론을 도출할 수 있다(Fig. 1).

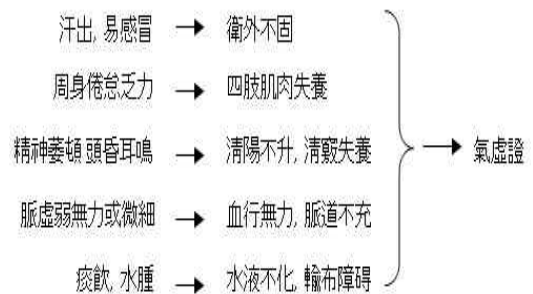


Fig. 1. Forward chaining inference

24) 이재규 외. 전문가시스템 원리와 개발. 법영사. 2002:62  
 25) 김진평. 지능형 진단시스템을 위한 혼합형추론엔진. 성균관대학교 대학원 석사학위논문. 2006.  
 26) 김화수 외. 앞의 책. p.101  
 27) 이재규 외. 앞의 책. p.72

(2) 후향 추론(Backward Chaining Inference)

역방향 추론이라고도 하는데, 이는 어떤 가설에서 추론을 시작하여 이 가설을 지지하는 사실을 사슬(chain)을 따라 역으로 이동하면서, 그 가설을 결론으로 갖는 규칙의 진위를 평가하여 시작 가설인 목표를 판단하는 추론과정이다<sup>28)</sup>. 이때 조건부가 만족되었다면 끝내고, 그렇지 않다면 그 조건부를 다시 새로운 가설로 설정하여 이러한 과정을 계속 반복하는 방법이다. 후향 추론 기법에서는 전문가 시스템이 증명하고자 하는 목표(가설), 한의 진단 전문가 시스템에서는 진단명(證名)의 여부로부터 출발하여 결론을 얻기 위하여 지원하는 해당 규칙을 수행하여 필요한 사실(症徵)만을 얻게 된다. 실제 한의사가 환자를 진료할 때, 초기 정보로부터 가설을 세우고 四診을 통하여 필요한 정보를 획득하는 것이 일반적인 진단 과정이므로, 진단 전문가 시스템의 기본적인 추론 방법이라고 볼 수 있다. 최초의 의료용 전문가 시스템인 MYCIN은 이 방법을 사용한 시스템이다.

Table 1과 같은 진단표준으로 氣虛證을 진단한다고 하면, 한의사는 환자 초기 정보로부터 氣虛證이라는 가설로 설정하고 氣虛證의 病機에 부합하는 증거(증상)를 확보하기 위한 진찰을 한다. 衛氣가 虛하면 固表하지 못하므로, 汗出과 쉽게 감기에 걸리게 되므로 관련 질문을 할 것이다. 계속해서 ‘四肢肌肉失養’과 ‘清陽不升’의 병기에 해당하는 증거를 확보함으로써 결론적으로 氣虛證이라고 확진을 할 것이다(Fig. 2).



Fig. 2. Backward chaining inference

Table 7을 중심으로 부연 설명하면 기허증이 되기 위해서는 마지막 문장 S501을 만족하여야 하며, 또 이를 위해서는 S1에서 S4 중 3가지 요건 이상을 만족하여야 한다. 계속해서 S1을 만족하기 위해서는 ‘음식무미’, ‘면색창백’, ‘식후창만’ 중 2개 이상을 만족하는지 확인한다.

(3) 혼합형 추론(Hybrid Chaining Inference)

혼합형추론 기법은 전향추론과 후향추론 기법을 혼합하여 사용하는 것으로, 사용자가 사실에 대해 알고 있고 문제의 목표 또는 가설이 무엇인지에 대한 정보를 가지고 있을 때 적절히 사용된다. 즉, 목표 또는 가설을 세우기 위해 사용자로부터 받아들인 정보를 이용하고, 가설에 대한 작업을 하면서 사용자로부터 정보를 입수하는 방법이다<sup>29)</sup>. 실제 진단에 있어 환자가 호소하는

주소증을 바탕으로 초기 가설을 세우고, 가설을 확인하기 위해 추가 진찰을 하게 된다. 추가 정보를 얻는 과정에서 가설을 확인하거나 혹은 초기 가설을 버리고 다른 가설을 세울 수도 있다. 예를 들어 평소에 大便이 무르면서 최근 들어 泄瀉가 멈추지 않는다고 하자. 의사는 이 사실로부터 설사가 주로 나타나는 證을 몇가지 염두에 두고 또 평소 변이 무르다는 점으로 비추어 虛證 범주의 몇가지 證을 가설로 설정할 것이다(정방향 추론). 다시 虛證임을 확인하기 위하여 ‘喜按’, ‘脈虛弱無力’ 등 虛證의 다른 증거를 찾기 위해 추가 진찰을 하게 된다(역방향 추론). 진찰 도중 많은 경우에서 가설 확인만을 위한 증거가 아닌 다른 증상, 예를 들어 ‘喜溫’, ‘脈沈遲無力’, ‘脘腹冷痛’ 등의 증상을 발견하게 되면 정방향 추론을 통하여 ‘虛寒’이라는 추론을 할 것이다. 이와 같이 실제 진단 과정에서는 전향추론과 후향추론을 반복해서 수행하게 된다.

2) 사례기반 추론 기법(Case-based reasoning, CBR)

사례기반 추론은 새로운 문제를 해결하기 위해 과거의 사례와 경험을 토대로 가장 유사한 사례를 찾아 문제를 해결하는 방법을 따르고 있다<sup>30)</sup>. 자동차 정비사가 차를 수리할 때 유사한 증상을 보였던 자동차를 회상하여 해결을 시도하는 것이나, 법적 판례에 기초해서 재판에 임하는 변호사와 판사는 사례기반 추론을 하고 있는 것이다. 사례기반 추론은 지식으로부터 추론하는 방식과는 다른 접근방법을 가진다. 과거의 사례를 바탕으로 문제를 해결하기 때문에 비록 문제가 복잡하더라도 이미 해결된 사례를 통해 해를 빨리 도출할 수 있다. 그러므로 지식이 잘 파악되지 않은 대상영역에 있어서도 사례로써 추론을 가능하게 한다. 아래 Fig. 3은 사례기반 추론의 일반 과정을 표현한 것이다<sup>31)</sup>.



Fig. 3. Process of case-based reasoning

이 방법은 과거의 사례가 현재 문제의 해결에 결정적인 도움을 제공하는 진단 분야에 매우 적합한 것으로 알려져 있다. 특히 사례기반 추론 과정에서 새로운 사례의 추가가 용이하므로 지식의 습득이 자연스럽게 이루어질 수 있으며, 다양한 사례가 확보될수록 보다 정확한 진단이 가능하게 된다. 실제로 의사가 환자를 진단하는데 필요한 지식은 정형화된 규칙만으로 완전하게 표현하기는 어려우며, 과거의 경험을 기초로 진단하는 경우가 많다. 새로운 환자를 진료할 때 과거 환자 사례와 비교하고 자신의 경험을 기초로 원인을 설명하게 된다<sup>32)</sup>. 경험이 적은 초보 의

28) 하창승. UNIK-BWD의 역방향 추론을 이용한 고장 진단시스템 개발에 관한 연구. 동명대학논문집. 2000;22(1):443-452  
29) 김화수 외. 앞의 책. p.105

30) 김진평. 앞의 논문. 2006.  
31) 이재규 외. 앞의 책. pp.74-5

사가 교과서적인 지식에 의존하는 반면, 경험이 풍부한 의사일수록 자신의 경험을 통한 사례를 바탕으로 효율적인 진단과 치료를 할 수가 있다. 신 등<sup>33)</sup>이 개발한 8체질의학을 위한 전문가 시스템은 사례기반 추론을 이용한 모델이며, 한의사의 의견을 참고하지 않은 기본형 사례와 한의사의 의견을 참고하여 가중치를 반영한 모형을 사용하였다.

사례기반 추론에서 중요한 문제 중의 하나는 가장 유사한 사례를 추출하는 것이다. 대표적 방법으로, 단순히 일치되는 특성의 개수로 판단하는 경우, 신 등이 사용한 최근접 이웃 추출법, 충분한 양의 사례가 확보된 경우 특성을 기준으로 계층적으로 사례를 분류하여 변별하는 방법 등이 있다.

### 3. 탐색

추론을 하기 위해서는 규칙을 적용하는 순서가 매우 중요하다. 진단을 위해 필요한 정보를 획득하는 데 있어서 빠른 경로를 거치는 것이 효율적이므로 전문가 시스템에서 탐색 전략은 중요한 부분을 차지하는데, 문제 분야의 성격에 따라서 적절히 선택하여 사용하여야 한다.

#### 1) 깊이우선 탐색기법(Depth-first Search Technique)

깊이우선 탐색은 처음 시작된 노드의 후계노드를 중심으로 탐색하는 것으로, 각 단계의 모든 마디를 검색하지 않고 특정 마디의 자식마디만을 탐색한다(Fig. 4). 이러한 방법은 신속하게 목표를 찾을 수 있고 구현하기 쉬우며, 많은 가치를 가지고 있는 경우 유용한 탐색 기법이다. 반면 해가 없는 경로에서 시작한 경우 불필요한 탐색을 계속하게 된다. 主訴症으로부터 초기 가설을 설정하고, 그 가설과 관련된 증거들만을 수집하는 경우가 여기에 속하는데, 처음 가설을 잘못 설정한 경우 비효율적인 방법으로 진단을 하게 된다.

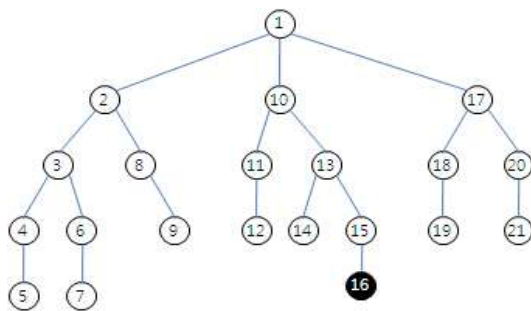


Fig. 4. Depth-first search technique

#### 2) 넓이우선 탐색기법(Breadth-first Search Technique)

넓이우선 탐색기법은 Fig. 5와 같이 한 단계에 있는 모든 마디들을 점검한 후 다음 단계로 진행하는 탐색 전략으로, 목표에 도달하는 해 경로가 여러 개 있는 경우 최단 해 경로를 찾을 수 있으나, 평균 가치가 많거나 깊이가 깊은 해를 찾는 경우, 그 전 단계의 모든 마디를 탐색하므로 비효율적이다.

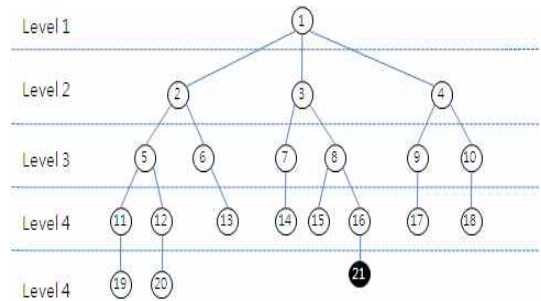


Fig. 5. Breadth-first search technique

#### 3) 최적우선 탐색기법(Best-first Search Technique)

최적우선 탐색기법은 깊이우선 탐색기법과 넓이우선 탐색기법 전략을 적절히 혼합한 방법으로, 탐색 중에 생성된 상태마디들의 정보를 모두 관리하고 목표마디를 찾는데 밀접한 관련이 있는 휴리스틱(Heuristic) 함수를 이용하여 탐색 순서를 정한다. 깊이우선이나 넓이우선 탐색의 경우 자칫하면 불필요한 것들을 탐색하여 탐색시간을 소모하게 되거나 공간내의 모든 상태들을 탐색해야 하는 경우도 있는데, 휴리스틱은 상태 공간 내의 여러 상태를 중에서 목표 상태에 가장 빨리 도달하기 위해서 어떤 상태를 선택해야 하는 것인가를 정형화하기 위해 사용한다. 진단에 있어 환자가 호소하는 증상들을 통해 가장 의심이 되는 경로를 추적하기 때문에 휴리스틱의 개념을 잘 활용하면 효율적인 진단이 가능하다. 하지만, 휴리스틱 정보를 기반으로 한다는 연구들은 모두 경험적 데이터 또는 대략적인 통계 기반으로 수행되는 경우가 대다수이다. 따라서 보다 정교한 휴리스틱을 개발하는 것이 빠른 시간 내에 해를 찾는 관건이 된다<sup>34)35)</sup>(Fig. 6).

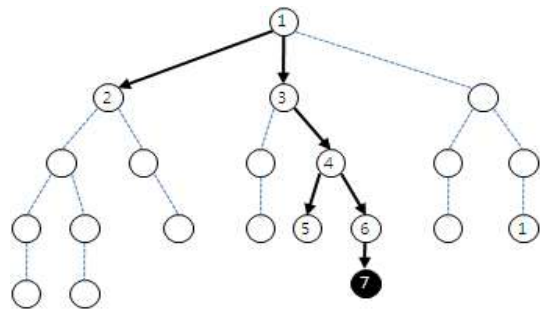


Fig. 6. Best-first search technique

## 총괄 및 결론

본 연구의 궁극적 목표는 한의진단 전문가 시스템을 위한 진단 온톨로지를 구축하는 것이다. 선행 연구를 통해 전문가 시스템의 양대 축이라 할 수 있는 지식베이스와 추론 엔진은 상호 연계되어 설정되어야 한다는 것을 인식하였다. 지식베이스에 저장되어 있는 지식을 이용하여 얼마나 효과적인 추론을 하는가에 따라 진단의 효율성이 달려 있으므로, 온톨로지 구축 시 추론에 대한 설계가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서 추론 엔진을

32) 김은경. 신장 질환 진단을 위한 규칙기반 추론과 사례기반 추론의 통합. 정보과학회논문지(B). 1997;24(10):1093-1100

33) 신용섭 외. 8체질의학을 위한 진단 전문가 시스템 개발 및 고찰. 대한한의원학회지 2008;12(1)-2009;12(2).

34) 이재규 외. 앞의 책. pp.272-7

35) 김희수 외. 앞의 책. p.117

위한 추론 방법과 탐색 기법을 연구하고 한의학의 진단과정과 비교하였다.

일반적인 추론 기법으로는 전향추론, 후향추론 및 혼합형추론 기법 등 규칙을 기반으로 한 추론과 사례기반 추론이 있다. 전향추론은 이용 가능한 정보로부터 출발하여 결론을 도출하는 것으로, 환자의 증상을 미리 확보하고 이를 분석하여 病機와 證을 확인하는 방법이다. 그러나 실제 진단 시에 초기 정보로부터 가능한 가설을 먼저 세우고, 이 가설을 뒷받침하는 증거를 수집하는 것이 일반 진단 과정이므로 역방향 추론이 보다 임상 실제에 가깝다고 볼 수 있으며, 임상에서는 가설과 증거 확보 과정이 반복해서 수행되므로 전향추론과 후향추론을 같이 활용하는 혼합형추론이 합리적일 수 있다. 혼합형추론이 가능한 온톨로지를 구축하면 증상확보를 위한 질문을 자동으로 생성할 수 있으므로, 단순한 진단뿐만 아니라 전문가의 도움 없이 원격 의료 상담 등 다양한 용도로 활용이 가능하다.

규칙기반 추론이 일반화한 규칙을 통하여 최종 결론에 도달하는 방법이라면, 저장된 사례를 조회하여 결론을 도출하는 사례기반 추론은 일반화한 룰에 의해 해결하기 어려운 복잡한 문제를 과거의 경험을 토대로 적용함으로써 보다 현실적으로 문제를 해결할 수 있으며 변화에 유연하게 대처할 수 있는 장점이 있다. 특히 의료 진단은 의사 개인의 경험을 토대로 과거의 환자와 비교 진단하는 경우가 많으므로 사례기반 추론이 유용한 방법이다. 규칙기반 추론과 사례기반 추론은 각각 장단점을 가지고 있으므로 정형화하기 쉬운 경우는 규칙기반을 통하여 정확성을 높이고, 정형화하기 힘든 예외적인 지식의 경우에는 사례기반 추론의 형태를 취하여 양자를 적절히 혼합한다면 보다 안정된 시스템을 구현할 수 있을 것이다.

한편, 추론의 순서를 결정하는 탐색 전략으로는 레벨단위로 모든 마디를 검색하고 하위 레벨을 순차적으로 검색하는 넓이우선 탐색과, 초기 설정된 노드를 중심으로 그 경로의 하위 마디만을 탐색하는 깊이우선 탐색, 그리고 휴리스틱 함수를 이용하여 최적의 마디를 탐색하는 최적우선 탐색 기법이 있다. 최적우선 탐색 기법이 가장 효율적인 방법이지만 이를 위해서는 정교한 휴리스틱 함수의 개발이 전제되어야 한다.

이상 전문가 시스템의 진단 온톨로지 구축을 위한 추론과 탐색 기법에 관해 간략히 살펴보았는데, 전문가 시스템이 의미하는 것처럼 전문가인 한의사의 진단 특성을 가장 잘 반영할 수 있어야 한다. 한의학의 진단과정은 앞서 설명한 추론과 탐색 방법의 어느 한 가지와 일치하지는 않고 다양한 방법을 동시에 사용하고 있다. 따라서 온톨로지 설계 시 이러한 한의학의 특성을 고려하여야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 대구한의대학교 기린연구년제 지원을 받아 수행된 것입니다.

## 참고문헌

1. 강효신 외. 전문가시스템을 이용한 한의 진단의 객관화 연구. 보건의료기술연구개발사업 보고서. 1998.
2. 김은경. 신장 질환 진단을 위한 규칙기반 추론과 사례기반 추론의 통합. 정보과학회논문지(B), 24(10):1093-1100, 1997.
3. 김진평. 지능형 진단시스템을 위한 혼합형추론엔진. 성균관대학교 대학원 석사학위논문, 2006.
4. 김화수 외. 전문가시스템. 집문당, 1998.
5. 노상규, 박진수. 인터넷 진화의 열쇠 온톨로지. gods Toy. 2007.
6. 박경모, 김성인, 주형진. 인공지능을 이용한 한의진단모델. 대한산업공학회 추계학술대회, 1999.
7. 박경모, 임희숙, 박종현. Protege를 이용한 한의학의 구조화된 증상 입력을 위한 온톨로지 개발. 동의생리병리학회지 17(5):1151-1156, 2003.
8. 박경모, 최승훈. 증의 수학적 연구 방법론. 동의병리학회지 9: 209-239, 1994.
9. 박종현 외. 한의진단 Ontology 구축과 평가. 동의생리병리학회지 20(1):202-208, 2006.
10. 부수일 등. 보건의료정보학. 계축문화사, 2003.
11. 신용섭 외. 8체질의학을 위한 진단 전문가 시스템 개발 및 고찰. 대한한의학진단학회지 12(1), 2008, 12(2), 2009.
12. 이재규 외. 전문가시스템 원리와 개발. 법영사, 2002.
13. 이창훈. 한의 지식베이스를 위한 지식 정제 기법에 대한 연구. KAIST 전산학과 박사학위논문, 1993.
14. 임창수. 한의진단시스템의 설계 모형화. 숭실대학원 석사학위논문, 1988.
15. 주형진. 한의 진단 전문가시스템. 고려대학교 대학원 석사학위논문, 2000.
16. 최승훈. 동의표준 진단전문가프로그램(OMS-Prime) 개발. 대한의료정보학회지 8(1):28-31, 2002.
17. 최승훈. 인터넷 기반 한의전문가시스템(KHU-PIPE) 개발. 동의생리병리학회지 16(3):528-531, 2002.
18. 최영진. 사암침법 진단 전문가 시스템 개발에 대한 연구. 경희대학교 동서의학대학원 박사학위논문, 2007.
19. 하창승. UNIK-BWD의 역방향 추론을 이용한 고장 진단시스템 개발에 관한 연구. 동명대학논문집, 22(1):443-452, 2000.
20. 한국전자통신연구소. 한의학 전문가 시스템의 지식 베이스 구축에 관한 연구. 1987.
21. 冷方南. 中醫證候辨治軌範. 1판. 북경, 인민위생출판사, 1989.
22. 賴世隆 등. 中醫證候의數理統計基礎及血瘀證廣觀辨證計量化初探. 中醫醫藥學報 3(6):427-432, 1988.
23. Chae. Y.M. Expert systems in Medicine. (in The Handbook of Applied Expert Systems). Liebowitz. J(ed). CRC Press LLC. 1998.