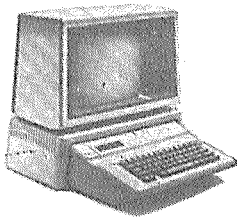


吳 吉 祿
 韓國電子通信研究所
 컴퓨터연구부장 / 工博

韓醫 診斷 시스템의 開發 ; “명 의”



한의 진단 시스템 개발에 있어서 중요한 부분을 차지하는 진단 모델, 진단 지식 표현, 추론 방법을 중심으로 이야기한다. 진단 모델은 한의의 진단 과정에 있어서 중요한 개념인 여러 임상변수 사이의 관계를 설명하는 것으로 이것이 한의 진단의 큰 구조이다. 이를 바탕으로 ODS는 진단 지식을 4개의 종류(PR-, HG-, HC-, DE-type)로 나누었으며 이들 지식은 서로 연결되어 한의 진단의 추론 방법인 「가설의 생성 및 확인」이라는 과정을 되풀이하여 진단을 한다. 현재 ODS는 IBM PC/AT 호환 기종에서 Lisp 언어의 일종인 Scheme이라는 언어로 구현되었으며 지식을 시험 중에 있다.

1. 서 론

한의 진단 시스템 ODS (Oriental-medicine Diagnosis System)의 개발에 있어서 가장 중요한 것은 이것이 전문가 시스템인 만큼 실제 전문가가 사용하는 진단 지식을 컴퓨터 내에 표현하여 모으는 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 한의 전문가와 공동으로 연구하여[김광중87] 한의 진단의 뼈대가 되는 진단 모델을 설정하였으며, 이 진단 모델을 기반으로 진단 지식을 표현하기 위한 지식 표현 방법과 진단 과정을 표현하는 추론 방법을 정의하였다. 그리고 이러한 틀을 바탕으로 진단에 이용되는 지식을 모아 지식 베이스를 완성하였다.

본고에서는 ODS개발에 있어서 중요한 부분을 차지하는 진단 모델, 진단 지식 표현, 추론 방법을 중심으로 이야기한다. 진단 모델은 한의의 진단 과정에 있어서 중요한 개념인 여러 임상변수 사이의 관계를 설명하는 것으로 이것이 한의 진단의 큰 구조이다. 이를 바탕으로 ODS는 진단 지식을 4개의 종류(PR-, HG-, HC-,

DE-type)로 나누었으며 이들 지식은 서로 연결되어 한의 진단의 추론 방법인 「가설의 생성 및 확인」이라는 과정을 되풀이하여 진단을 한다. 현재 ODS는 IBM PC/AT 호환 기종에서 Lisp 언어의 일종인 Scheme [TI85]이라는 언어로 구현되었으며 대구 한의과 대학에서 시험중에 있다.

2. 한의 진단 모델

ODS의 목적은 내과 질환 환자를 진단하여 그 환자에게 가장 적절한 처방을 결정해주는 것으로서 이를 위하여 실제 한의 전문가가 가지고 있는 진단 지식을 이용하여야 한다. 그런데 전문가가 가지고 있는 진단 지식을 알아내어 모으기란 쉽지 않은데 이 과정을 보다 용이하게 하기 위하여 진단 모델을 설정한다. 이 진단 모델이 설정되면 이를 바탕으로 진단 지식의 표현 방법 및 추론 방법이 결정될 수 있으며 진단 지식의 하나 하나가 쉽게 수집될 수 있다. 진단 모델은 전문가와의 대화를 통하여 결정되는데 실제 진단의 과정, 진단 방법, 진단 지식의 특징 등을 나타내는 것으로서 전문가의 진단 방법을 형식화한 것이다.

한의의 진단은 환자가 호소하는 증상 및 환자로부터 얻을 수 있는 여러가지 사실들을 가지고 그 환자에게 가장 적절한 처방을 찾는 문제로서 입력은 증상 및 환자에 대한 사실들이며 최종 출력은 그 환자에게 가장 적합한 처방이다. 한의 전문가는 진단의 최종 결과인 처방을 알아내기 위하여 여러 단계(그림 1에서 4단계)의 문제를 푸는 것으로 나타나 있는데, 각 단계는 진단이라는 문제를 효율적으로 풀기 위하여 전문가 자신이 교육 및 경험을 바탕으로 나누어 놓은 것으로서 마지막 단계의 결과가 처방이다.

즉 처방을 결정하기 위하여는 각 단계별로 나누어진 문제를 순서적으로 풀어야 하며 어떤 한 단계의 결과는 그 다음 단계의 문제 해결에 필요한 중요한 정보(그림 1에서 각 원들 사이의 실선 화살표)를 제공한다.

그러나 한의 진단의 각 단계에는 여러 임상변수(그림 1에서 제 2 단계에는 3개의 임상변수

가 있음)가 존재하며 어떤 한 단계의 문제를 해결하기 위하여는 이 단계에 존재하는 임상변수의 값을 알아내어야 한다. 임의 단계에 존재하는 어떤 임상변수의 값을 알아내기 위하여 전문가가는 환자에게 여러 질문(그림 1에서 생성 부분으로 향한 점선 화살표)을 하며 이 질문의 대답을 이용하여 임상변수의 가설을 생성해낸다(그림 1에서 생성 부분).

또한 이 추론 과정에서 하나의 임상변수에 대하여 여러개의 값들이 생성되는데 이들 중 가장 확실한 값을 알아내기 위하여 전문가는 확인이라는 과정을 거친다(그림 1에서 확인 부분). 이 확인 과정은 어떤 임상변수에 대한 여러 추측값(가설)의 확실한 정도에 따라 다시 환자를 관찰함으로써(그림 1에서 확인 부분으로 향한 점선 화살표) 이루어진다. 앞에서 설명한 한의 진단 모델의 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 한의 진단 과정은 여러 단계의 문제를 순서적으로 푸는 것이다.
- 어떤 단계의 문제 해결 결과는 다음의 문제 해결에 도움을 준다.
- 한 단계의 문제 해결은 그 단계에 있는 임상변수의 값을 알아내는 것이다.
- 어떤 임상 변수의 값을 알아내기 위해서는 환자로부터의 입력 자료가 필요하다.
- 임상 변수의 값은 가설 생성 및 가설 확인이라는 과정을 통하여 알 수 있다.

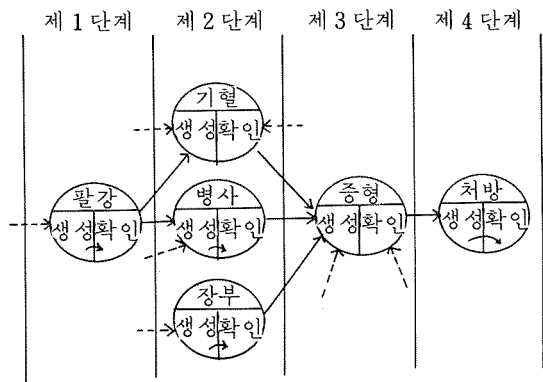


그림 1. 한의 진단 모델

3. 진단 지식의 표현

앞에서 한의 진단 모델을 바탕으로 한의 진단의 특징을 알아보았다. 여기서는 이 모델을 기반으로 진단 지식이 어떤 구조를 가지고 있으며 이러한 지식은 어떤 형식으로 표현될 수 있는지를 정의한다. 전문가가 가지고 있는 한의 진단 지식은 한의 진단을 구성하는 여러개의 단계(그림 2의 레벨 1)와 각 단계에 존재하는 임상변수(그림 2의 레벨 2)들을 중심으로 구성된다.

즉 한의 전문가의 진단 지식을 구성하는 가장 큰 구조는 각 단계이며 이를 기반으로 각 단계에 존재하는 임상변수들의 구성에 관한 지식이 모여 있으며 이 지식을 기반으로 임상변수의 값을 결정하는 방법 즉 가설을 생성하는 데 필요한 지식(그림 2의 레벨 3의 왼쪽 노드)과 생성된 가설을 확인하는 지식(그림 2의 레벨 3의 오른쪽 노드)이 모아져 있다.

그리고 여기서 중요한 점은 진단 도중 생성된 사실이 생성된 가설(그림 2의 가설 데이터베이스)과 확인된 가설(그림 2의 확인 데이터베이스)로 분리되어 있다는 것과 생성된 가설은 확인되기 전까지는 이용되지 않는다는 것이다. 그림 2는 한의 진단 지식의 구조를 나무 구조로 표현한 것이다.

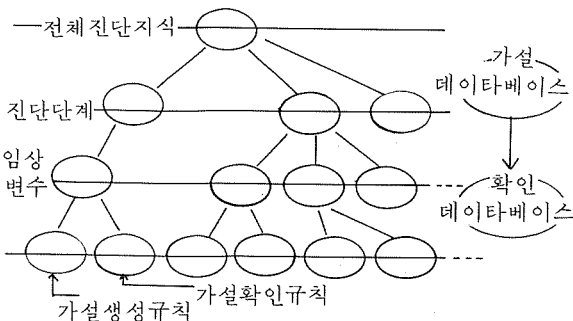


그림 2. 한의 진단 지식의 구조

한의 진단 지식은 그림 2에 표현된 진단 지식의 구조에 기초를 두어 4 가지 종류로 나누어진다. 이들은 각각 PR (PRocedural)-type, HG

(Hypothesis Generation)-type, HC (Hypothesis Confirmation)-type, DE (DEfinite)-type으로서 PR-type은 진단의 각 문제 해결 단계의 순서에 관한 지식을 표현한 절차적 지식이며 HG-type 지식은 각 임상변수들의 가설 값을 생성하는 지식을 표현한 규칙이며 HC-type 지식은 생성된 가설의 값을 확인하는 지식을 표현한 규칙이며 DE-type 지식은 가설이라는 개념과는 관계없이 외부 압력 혹은 확인된 가설로부터 확실한 사실을 추론하는 규칙이다.

그리고 진단 도중 외부로부터 얻은 자료 혹은 추론한 사실은 PDB (Patient Data-Base)에 저장되는데 이 PDB는 생성된 가설을 가지고 있는 PDB.HG와 확실한 사실 및 확인된 가설을 저장하는 PDB.HC로 나누어진다.

ODS에서는 어떤 사실을 표현하기 위하여 (임상변수 값 CF)로 표현되는 리스트를 사용하는 데 PDB는 이러한 리스트의 집합이다. 여기서 CF (Certainty Factor)는 어떤 사실의 믿음 정도를 나타내는 숫자(-100에서 100사이)이다.

가. PR-type 지식

PR-type 지식은 한의 진단의 전체적인 흐름을 이끌어가는 지식으로 다음과 같은 정보를 가지고 있다.

- (1) 한의 진단 단계의 순서
- (2) 각 단계의 임상변수 값을 생성하기 위하여 수집하여야 하는 자료
- (3) 생성된 가설들의 값을 확인하는 시기
- (4) PDB의 내용을 알아보는 일

위와 같은 정보를 표현하기 위하여 PR-type의 지식은 Lisp 언어의 함수와 비슷한 문법으로 표현되며 이들 지식 간의 함수 부름이 가능하다. 이 지식은 Lisp에서 정의된 함수 및 ODS에서 정의한 다음과 같은 함수도 불러 사용할 수 있으며 프로그램처럼 수행된다.

(ask '임상변수)

PDB.HC에 임상변수의 값이 정의되어 있지 않으면 외부로부터 그 값과 CF를 알아낸 후 이를 PDB.HC에 넣고 HG-type 규칙 및 DE-type 규칙을 이용하여 순방향 추론을 한다.

(confirm '임상변수)

PDB.HG에 있는 임상변수에 대한 가설을 HC-type 규칙 및 DE-type 규칙을 이용하여 역방향 추론을 한 후 그 결과를 PDB.HC에 넣는다.

(move '임상변수)

PDB.HG에 있는 임상변수에 대한 가설을 PDB.HC로 옮기며 순방향 추론을 한다.

(call '다른 PR-type 지식 이름)

다른 PR-type의 지식을 부른다.

(lookup.HC '임상변수)

어떤 임상변수가 PDB.HC에 정의되어 있는지 알아본다.

(lookup.HG '임상변수)

어떤 임상변수가 PDB.HG에 정의되어 있는지 알아본다.

;PR-type 지식의 보기

;

(PR-30 name|현병력-자료-수집|)

(PR-30 body

(lambda)

(call '|주소증-수집|)

(ask '|발병요인|)

(ask '|진행상태|)))

나. HG-type 규칙

HG-type 규칙은 환자로부터 얻은 사실 혹은 이전 단계에서 확인된 가설로부터 새로운 가설을 생성하는데 이용되는 규칙으로 이 규칙은 PR-type의 'ask' 함수에 의하여 어떤 사실이 PDB.HC에 저장됨과 동시에 적용되거나 혹은 PR-type의 「confirm」함수에 의하여 어떤 가설이 확인되어 PDB.HG에서 PDB.HC로 이동될 때 관련 HG-type 규칙들이 적용되며 이로 인해 생성된 가설은 PDB.HG에 저장된다.

그리고 이 규칙에 의하여 생성되어 PDB.HG에 저장된 가설은 다른 규칙을 적용시킬 수 없으며 PDB.HG에 있는 가설이 더 이상 변화될 가능성이 없을 때 「confirm」함수를 불러 확인하며, 이 가설이 확인되는 순간 적용된다.

;HG-type 규칙의 보기

;

(HG-2720 if (and (same|증상| |각궁반장|)

(same|장부| |간|)

(same|병사| |풍|)))

(HG-2720 then (generate|증형| |간풍내동| 80))

다. HC-type 규칙

HC-type 규칙은 HG-type의 규칙에 의하여 생성된 가설을 확인하는 규칙으로 PR-type의 「confirm」이라는 함수에 의하여 역방향 추론으로 적용된다. 만약 PR-type에서 「(confirm '임상변수)」가 수행되면 PDB.HG에서 임상 변수와 관련된 가설을 찾아서 이들의 CF값이 큰 순서에 의하여 관련 HC-type의 규칙을 역방향으로 수행시킨다. 만약 그 결과 가설의 CF가 20 이상이면 이를 PDB.HC에 저장함과 동시에 관련 HC-type 혹은 DE-type 규칙을 적용시킨다.

;HC-type 규칙의 보기

;

(HC-60 if (and (same|증상| |근맥구련|)

(same|증상| |목전삽|)

(same|증상| |조갑위약|)))

(HC-60 then (confirm|증형| |간혈허|))

라. DE-type 규칙

DE-type 규칙은 외부로부터 얻은 사실이나 혹은 확인된 가설로부터 확실한 사실을 생성하는 규칙으로 이 규칙에 의하여 생성된 사실은 PDB.HC에 저장되어 확인 단계를 거치지 않고 사용될 수 있다. 이 규칙은 순방향으로 적용된다.

;DE-type 규칙의 보기

;

(DE-10 if (lesseq|나이| 13))

(DE-10 then (definite|세대| |소아| 100))

4. 추론 방식

ODS는 앞에서 정의된 4 가지 종류의 지식을 이용하여 추론을 한다. 이 추론 과정이 결국 한의 진단의 과정이라고 할 수 있다. 그림 3은 ODS의 추론 과정을 나타낸 그림이다.

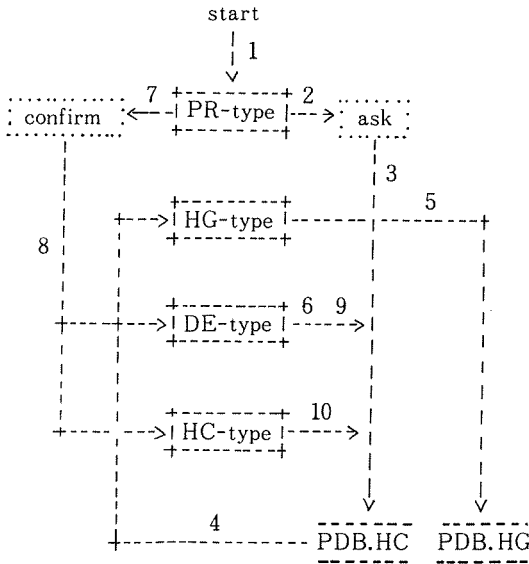


그림 3. ODS의 4 가지 종류의 지식을 이용한 추론 과정

가. PR-type 지식의 부름

ODS의 추론은 「진단」이라고 불리는 PR-type의 지식에 의하여 시작된다. 이 PR-type의 지식은 다른 PR-type의 지식을 부를 수도 있고 ODS에서 정의된 함수를 부를 수도 있다. 보통 이 지식은 외부로부터의 어떤 사실을 알아내어 가설을 생성하기 위하여 「ask」라는 함수를 부르며 생성된 가설의 확인 작업을 위하여 「confirm」이라는 함수를 부른다.

나. 외부로부터 자료 수집

외부로부터 어떤 사실을 알아내기 위하여서는 「ask」라는 함수를 부른다. 이 함수는 어떤 임상 변수의 값을 알아내기 위하여 환자에게 질문을 하며 그 질문의 대답을 알아내어 넘겨주는 역할을 한다.

다. 수집된 사실을 저장함

「ask」함수에 의하여 알아낸 어떤 임상변수의 값은 PDB.HC에 저장된다. 이는 확인된 가설은 아니지만 확인된 가설과 같이 믿을만한 사실로 가정한다.

라. DE-type 및 HG-type 규칙의 적용

일단 어떤 사실이 PDB.HC에 들어가면 이 사실과 DE-type 및 HG-type 규칙이 이용되어 추론이 이루어질 수 있다. PDB.HC에 입력된 사실이 DE-type 및 HG-type의 규칙의 조건 부분과 부합되면 이러한 규칙이 선택된다. 이때의 추론 방향은 순방향으로서 데이터 드리븐이다.

마. 생성된 가설의 저장

선택된 HG-type의 지식에 의하여 생성된 사실은 아직 확실한 사실이 아닌 가설이기 때문에 PDB.HG에 입력된다. 이때 이미 PDB.HG에 들어있는 임상변수와 입력될 임상변수가 중복되는 것이 있으면 이 임상변수의 CF값만 변화된다. 현재 CF값의 계산방법은 [Shor76a]를 이용했다.

바. 생성된 사실의 저장

선택된 DE-type의 규칙에 의하여 생성된 사실은 확실한 사실이라고 가정하기 때문에 PDB.HC에 들어간다. PDB.HC에 들어간 사실은 다시 4-라에서와 같이 DE-type HG-type 및 규칙의 조건 부분과 부합되는지 검사한다.

사. 가설 확인을 시작함

4-가에서 4-바까지의 단계는 외부의 정보로부터 가설을 생성하는 과정이다. 이러한 과정 뒤에는 생성 가설의 확인 과정이 뒤따르는데 이는 PR-type의 지식이 「confirm」이라는 함수를 부름으로 이루어진다.

아. DE-type 및 HC-type 규칙의 적용

「confirm」함수는 주어진 임상변수의 값이 확실히 무엇인지를 알아내는 과정으로 PDB.HG의 임상변수 값과 DE-type 및 HC-type 규칙을 이용한다. 이 함수는 먼저 PDB.HG에 있는 가설 중 확인의 대상이 되는 임상변수의 CF가 가장 큰 가설의 순서대로 확인 과정을 되풀이한다. 확인 과정은 PDB.HC의 가설들과 DE-type 및 HC-type 지식을 이용한 역방향 추론으로서 만

약 추론 과정 중 CF 값이 주어진 값(ODS에서는 현재 20으로 정의됨)을 넘으면 이를 PDB.HC에 넣는다. 만약 넘지 않으면 다음 가설에 대하여 이를 반복 수행한다.

자~차. 확인된 가설의 저장

확인 과정은 역방향 추론을 이용하는데 만약 이 과정 중 DE-type 및 HG-type 규칙이 이용되어 어떤 사실이 생성되면 이는 PDB.HC에 입력된다. 진단 과정이 끝나면 PDB.HC에 있는 마지막 단계의 가설 값을 이용하여 환자의 처방을 정할 수 있다. 즉 마지막 단계의 임상변수는 처방이다.

5. 구현

ODS는 한의 간계 질환 진단 시스템 OLDS [Lim87]가 확장된 것으로서 현재까지 IBM PC/AT 호환기종에서 Lisp 언어의 일종인 Scheme이라는 언어로 구현 완성되었으며 시스템을 좀더 빠르게 동작시키기 위하여 프로그램 및 지식을 컴파일하였다.

특히 HG-, HC- 및 DE-type 규칙은, 각 규칙에 나타나는 임상변수 및 그 값에 따라, 모아서 테이블 [McDe78] [신동하87b]를 만들어 두었기 때문에 추론시 탐색 공간을 줄여서 그 속도를 높일 수 있었다. 시스템은 동작 시 약 30개의 질문을 하며 약 5-10분 동안의 시간이 소요된다. 자세한 사용자 지침서는 [신동하87a]에 잘 설명되어 있다.

6. 결론

한의 진단 전문가 시스템에서 사용한 진단 지식의 표현 방법 및 추론 방법에 대하여 이야기하였다. 이 표현 방법은 실제 전문가의 진단 방

식을 기반으로 만들어졌는데 크게 4가지의 종류로 나누어지며 추론은 가설의 생성 및 확인 과정의 반복으로 이루어진다.

현재 이 시스템은 Lisp 언어의 일종인 Scheme 언어로 구현이 완료되어 지식의 검사가 진행 중에 있다.

참고 문헌

- [Lim 87] Lim, Y., D. Shin, S. Kim, K. Kim, S. Park, G. Oh, W. Lee, "Knowledge Representation and Acquisition Method for Oriental-medicine Liver Diagnosis System : OLDS", IEEE Proceeding of 2nd International Conference on Computer and Applications, Beijing, 1987.
- [McDe 78] McDermott, J., A. Newell and J. Moore, "The Efficiency of Certain Production System Implementations", In Pattern-Directed Inference Systems, Edited by D. A. Waterman, F. Hayes-Roth, Academic Press, Inc., 1978.
- [Shor 76] Shortliffe, E. H., Computer-Based Medical Consultations : MYCIN. Elsevier / North-Holland, Amsterdam, New York, 1976.
- [Shor 84] Shortliffe, E. H., "Reasoning Method in Medical Consultation Systems : Artificial Intelligence Approaches". HPP 84-21, Stanford University, 1984.
- [TI 85] Texas Instrument Inc., PC Scheme a simple, modern LISP User's Guide, Texas Instruments Inc., 1985.
- [김광중 87] 김광중, 배정엽, 권영규, 한의학 전문가 시스템의 지식 베이스 구축에 관한 연구, 대구 한의과대학 한의학과, 최종 연구 보고서, 1987.
- [신동하 87a] 신동하, 김두현, 임영환, 한의 진단 시스템 사용자 지침서, 한국전자통신연구소, 컴퓨터 개발부, 1986.
- [신동하 87b] 신동하, 김두현, 임영환, 한의 진단 시스템 설계서, 한국전자통신연구소, 컴퓨터 개발부, 1987.

