

# 인터넷 상에서의 전문가 시스템 개발을 위한 시각적 도구

유일대, 하상호  
순천향대학교 정보기술공학부

## A Visualization Tool for Developing Expert Systems on the Internet

Il-Dae You, Sangho Ha

Division. of Information Technology Engineering, SoonChunHyang University  
youid@java.sch.ac.kr, hsh@sch.ac.kr

### 요 약

인터넷이 널리 보급됨에 따라 인터넷상에서 사용 가능한 의료 진단 전문가시스템은 그 중요성이 더 커지고 있다. 인터넷만 사용 가능하면 어디서든지 전문가 시스템에 접근하여 일반인이 질병을 손쉽게 진단할 수 있음은 물론 전문가의 처방도 효과적으로 보조할 수 있다. 그러나 전문가 시스템의 개발은 지식의 전문가가 아닌 시스템의 전문가에 의해서 이루어진다는 문제점이 있다. 본 논문에서는 지식의 전문가가 시스템에 대한 전문적인 지식 없이도 인터넷 상에서 사용자 인터페이스를 통해 손쉽게 전문가 시스템을 구축할 수 있는 전문가 시스템 개발을 위한 시각적 도구를 설계하고 구현한다. 개발된 도구는 Jess와 Java를 사용해 개발되었으며 따라서 플랫폼에 독립되어 사용될 수 있다.

### 1. 서론

최초의 전문가 시스템 DENDRAL[1]이 1965년에 미국 스탠퍼드 대학의 파이젠바움(E. Feigenbaum)에 의해서 개발된 이후로, 지식의 각 분야에서 전문가 시스템이 활발하게 개발되어 사용되고 있다. 특히, 의료 분야에서 의사의 진단과 처방을 보조하기 위한 의료 전문가 시스템이 활발하게 개발되어 오고 있다. 외국의 경우 의료 분야에서 헤아리기 어려운 정도로 상당히 많고 다양한 의료 전문가 시스템[2]이 개발되어 활용되고 있다. 1988년만해도 의료 전문가 시스템의 개발 사례는 1500여가지에 이르며, 현재에는 그 숫자가 수만 혹은 수십만 가지에 이를 것으로 추정된다. 반면에, 국내의 경우에 의료 전문가 시스템의 개발 사례는 상대적으로 매우 미흡한 편이다. 단지 국내 두 업체 에이치엔케이사[3]와 한국엑스퍼트사[4]에서 의료 전문가 시스템을 개발하고 있는 것으로 알고 있다.

국내에서 전문가 시스템의 개발 및 활용이 미흡한

이유 중의 하나는 지식의 전문가가 전문가 시스템을 개발하기 어렵다는 점이다. 따라서 지식의 전문가가 전문가 시스템을 개발하고자 해도 시스템 구축의 전문적인 지식을 가진 또 다른 전문가의 도움이 필요하다. 본 논문에서는 지식의 전문가가 시스템에 대한 전문적인 지식 없이도 인터넷 상에서 사용자 인터페이스를 통해 손쉽게 전문가 시스템을 구축할 수 있는 전문가 시스템 개발을 위한 시각적 도구를 개발하고자 한다.

전문가 시스템 개발 도구는 지식베이스 구성, 지식베이스 등록, 전문가 시스템 사용 등의 모듈로 구성된 시스템과 지식베이스, Jess 엔진으로 구성된다. 지식베이스 구성 모듈은 사용자가 입력한 지식을 결정트리 형태로 시각화하여 보여줌으로써, 지식 전문가인 사용자가 손쉽게 지식베이스를 구축할 수 있게 도와준다. 구축된 지식은 지식베이스 등록 모듈을 통해서 지식베이스에 등록된다. 전문가 시스템 사용 모듈은

일반 사용자가 특정 지식을 선택하고, 선택된 특정 지식을 사용하여 전문가 시스템을 효과적으로 사용할 수 있게 한다.

논문에서는 전문가 시스템 개발 도구를 인터넷 상의 특정 시스템에 독립되어 어떠한 플랫폼에서도 사용될 수 있도록 순수 Java 언어[5]로 개발한다. 이를 위해서 Java와 연동 가능한 전문가 시스템 쉘 Jess[6]를 사용하여 지식베이스를 기술하고, Jess에서 제공하고 있는 추론 엔진 Rete[7]를 사용한다. 또한, 시스템 제어 모듈과 사용자 인터페이스는 Java Servlet[8]과 JSP[9]를 사용하여 각각 구현한다.

2장에서는 전문가 시스템 개발 도구의 전체적인 구조와 그 구성 모듈에 대해서 설명하고, 3장에서는 실행 예제를 통해서 전문가 시스템 개발 도구를 통한 지식베이스의 구축과정과 구축된 지식베이스를 이용한 전문가시스템의 사용에 대해서 보여준다. 마지막으로, 4장에서는 결론을 언급한다.

## 2. 전문가시스템 개발 도구

그림 1은 전문가시스템 개발도구의 전체 구조를 보여준다. 시스템은 크게 사용자 인터페이스, 사용자 제어 모듈 그리고 지식베이스로 구성된다. 사용자 인터페이스는 사용자에게 입력 폼을 제공하거나 결과를 보여주는 역할을 하며 JSP를 사용해 작성되었다. 사용자 제어 모듈은 사용자가 입력한 정보를 이용해 노드를 생성하고 저장하는 등의 실제적인 처리를 담당하며 Servlet으로 작성되었다. 지식베이스는 사용자 제어 모듈이 실제적인 처리를 하기 위한 정보를 가지고 있는 부분으로써 Jess 엔진을 통해 접근할 수 있다.

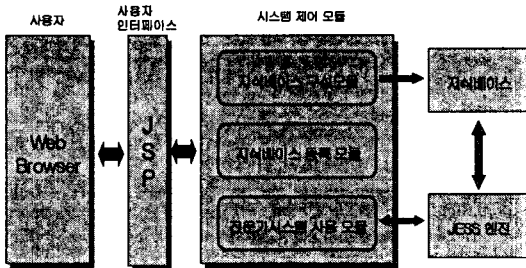


그림 1. 시스템의 전체 구조

시스템 제어 모듈의 지식베이스 구성 모듈은 사용자가 입력 폼을 통해 입력한 정보를 이용해 노드를 생성하고 저장해 지식베이스를 생성한다. 지식베이스

등록 모듈은 지식베이스를 사용자가 사용할 수 있도록 등록을 한다. 전문가 시스템 사용 모듈은 등록되어 있는 지식베이스 중에서 사용자가 원하는 것을 선택해 전문가 시스템에 반영하고 사용할 수 있는 환경을 제공한다. 자세한 설명은 다음 장에서 한다.

## 2.1 지식베이스 구성 모듈

지식베이스 구성 모듈은 사용자에게서 Fact에 대한 정보를 입력받아 지식베이스를 생성하고 생성한 노드를 트리 형태로 변환해 비주얼한 트리를 보여주는 역할을 한다. 이 과정은 사용자에게 지식베이스 생성과정의 이해를 돕는다. 다음 그림 2는 지식베이스 구성 모듈의 구조이다.

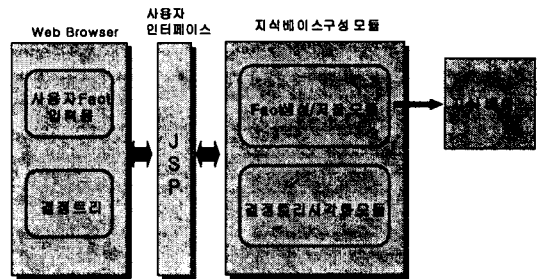


그림 2. 지식베이스 구성 모듈

## Fact 생성/저장 모듈

Fact의 각 노드를 만들기 위해서는 노드의 이름과 노드에 들어갈 문장, 그리고 문장의 속성(Question 또는 Answer)이 필요하다. 노드의 이름은 자동으로 생성되는데 트리의 깊이가 k이면 최대 2k-1개의 영역을 연속적으로 할당한 다음, 완전 이진 트리[10] 번호대로 노드의 이름을 결정한다. Fact의 생성을 위해 사용자 Fact 입력 폼을 통해 정보를 입력받고 Fact 생성/저장 모듈에서는 정보를 이용해 각각의 대응되는 노드를 생성한다. Fact의 노드는 보통 다음과 같은 구조를 갖는다[6].

```
(node
(name "노드의 이름")
(type "문장의 타입")
(question "질문 문장")
(yes-node "yes를 선택 했을때의 이동할 노드")
(no-node "no를 선택 했을때의 이동할 노드")
(answer "응답 문장")
)
```

“노드의 이름”에는 생성하려는 노드의 이름, 그리고

“문장의 타입”에는 문장의 속성(Question 또는 Answer), “질문의 문장”에는 문장의 속성이 Question일 때 문장이 대입되고 속성이 Answer일 때는 nil이 대입된다. 여기서 nil은 없음을 뜻한다. “yes를 선택했을 때의 이동할 노드”에는 왼쪽 자식노드의 이름이, “no를 선택했을 때의 이동할 노드”에는 오른쪽 자식노드의 이름이 입력된다. 이 과정에서 완전 이진 트리의 자식노드 계산 법인  $2*i, 2*i+1$ 이라는 공식을 사용한다. 문장의 속성이 Answer일때는 이동할 노드가 없기 때문에 양쪽에 각각 nil을 대입한다. “응답의 문장”에는 문장의 속성이 Answer일 때 문장이 대입되고 속성이 Question일 때는 nil이 대입된다. 다음은 생성된 노드의 예이다.

노드의 이름 : root

문 장 : 기침 가래 호흡곤란이있습니까?

문장 타입 : Question

```
(node
(name root)
(type decision)
(question "기침 가래 호흡곤란이있습니까?")
(yes-node node2)
(no-node node3)
(answer nil)
)
```

생성한 노드는 파일로 저장한다. 이렇게 모든 노드들이 저장되면 새로운 지식베이스가 생성된다.

생성한 지식베이스를 결정 트리 시각화 모듈에서 비주얼하게 표현하기 위해 Tree 정보를 생성한다. Tree 정보에서는 Data가 입력된 노드는 1로, 아직 Data가 입력되지 않은 노드는 0으로 표현하고 입력된 노드의 문장을 추가함으로써 생성한다.

**결정 트리 시각화 모듈**

결정 트리 시각화 모듈은 크게 Data를 분리하기 위한 코드와 Tree를 비주얼하게 출력하기 위한 코드로 나뉜다. Data를 분리하기 위한 코드에서는 Tree 정보에서 노드 Data와 문장 Data를 분리한다. 이 정보를 분석해 지식베이스를 비주얼한 Tree구조 형태로 보여준다. 다음 그림 3은 이 과정을 통해 사용자에게 보여주는 비주얼 트리의 예이다.

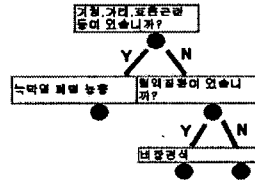


그림 3. 비주얼 트리의 예

**2.2 지식베이스 등록 모듈**

생성된 지식베이스를 사용하기 위해선 등록이 필요하다. 지식베이스를 등록함으로써 여러 개의 지식베이스가 있을 때 체계적이 관리를 할 수 있고 사용자는 등록된 이름으로 전문가 시스템을 선택해 사용할 수 있다. 지식베이스 등록 폼을 실행하면 전문가가 생성한 지식베이스의 이름을 입력받는 폼이 실행된다. 전문가는 생성된 지식베이스의 이름을 입력하고 전송 버튼을 누르면 FactList라는 파일에 이름이 저장됨으로써 지식베이스 등록을 마친다. 후에 일반 사용자가 이 전문가 시스템을 사용하기 위해서 접속하게 되면 시스템은 FactList 파일을 읽어들인다.

**2.3 전문가 시스템 사용 모듈**

전문가 시스템 사용 모듈에서는 등록되어 있는 전문가 시스템을 라디오 버튼으로 나열하고 사용자는 원하는 전문가 시스템을 선택한다. 선택한 전문가 시스템의 이름은 지식베이스 적재 모듈로 이동되어 Jess엔진을 통해 규칙에 전달되고 선택한 전문가 시스템의 지식베이스를 읽어 들인다. 그 후 전문가 시스템을 사용할 수 있다. 지식베이스는 규칙과 Fact로 나뉘는데 규칙의 변화 없이 Fact의 교체만으로 다른 전문가 시스템에서 사용할 수 있다. 다음 그림 4는 전문가 시스템 사용 모듈의 전체 구조이다.

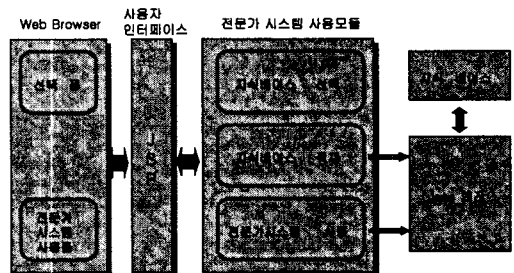


그림 4. 전문가 시스템 사용 모듈

전문가 시스템 사용모듈은 일반 사용자가 등록된

전문가 시스템을 사용할 수 있도록 하는 모듈이다. 사용자는 개발된 전문가 시스템을 쉽게 사용할 수 있어야 한다. 다음은 전문가 시스템 사용을 용의하게 도와주는 모듈에 대한 설명이다.

**지식베이스 선택 모듈**

지식베이스 선택 모듈은 먼저 FactList 파일을 읽어 등록된 전문가 시스템을 알아낸다. 각 등록된 전문가 시스템의 이름은 개행 문자로 구분되며 전문가 시스템의 이름은 사용자가 선택할 수 있도록 라디오 버튼으로 만들어져 선택 폼에 출력된다. 각 라디오 버튼의 이름은 자동으로 만들어져야 하므로 순차적인 숫자를 사용한다. 선택 폼에서 사용자가 사용하기를 원하는 전문가 시스템의 이름을 선택하고 전송버튼을 선택하면 선택된 전문가 시스템의 이름에 대응하는 라디오 버튼의 이름이 지식베이스 적재 모듈로 전송된다.

**지식베이스 적재 모듈**

지식베이스 적재 모듈은 선택한 전문가 시스템의 이름을 확인하고 Fact의 이름을 생성한다. 생성된 이름은 서버릿에서 "file"이란 이름으로 적재하는데 이것은 JESS엔진의 Rete class의 store메소드를 사용한다. 규칙에서는 JESS엔진의 Rete class의 fetch메소드를 이용해 적재된 파일이름을 사용할 수 있다. 다음은 규칙에서 사용된 코드의 일부이다.

```
(defrule initialize-1
  (not (node (name root)))
  =>
  ?filename <- (fetch "file")
  (load-facts ?filename)
  (assert (current-node root)))
```

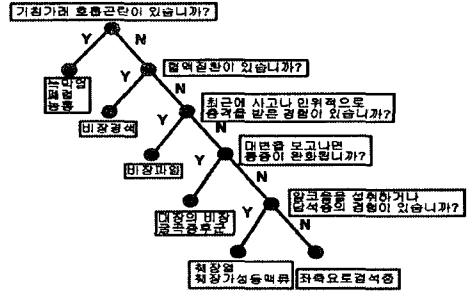
**전문가 시스템 사용 모듈**

이 모듈은 사용자가 선택한 지식베이스를 읽어들이어 전문가 시스템을 사용한다. Client가 웹 브라우저 상에서 시스템을 호출하면, 시스템은 I/O인터페이스를 사용해 질문을 제시하고, 응답에 기초하여 Jess 엔진과의 인터페이스를 가지면서 규칙을 실행하고 그 결과를 I/O 인터페이스를 통해 사용자에게 전달한다. 이 모듈도 [11]에서 이미 연구된 바 있다.

**3. 실행 예제**

여기서는 전문가 시스템 개발 도구를 이용하여 사용자가 새로운 전문가 시스템을 구축하는 과정을 지식베이스 생성 및 등록과 전문가 시스템의 선택 및

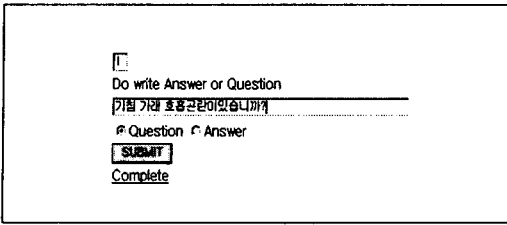
사용의 두 과정으로 구분하여 보여준다. 그림 5는 실행 예제에서 사용된 결정 트리를 보여준다. 이 결정 트리는 복부의 좌상부위에 통증이 발생할 때 진단시 필요한 지식을 표현한 것이다.



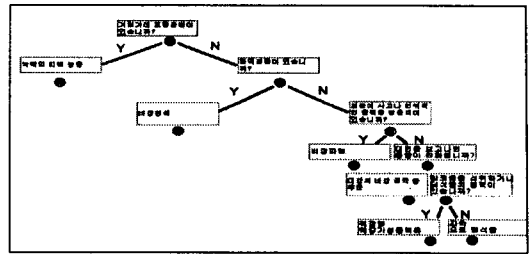
<그림 5>결정 트리의 예제

**지식베이스 생성 및 등록**

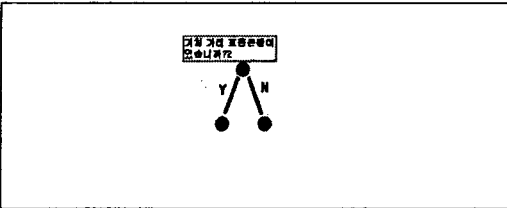
(a)~(i)는 전문가시스템 개발 도구를 사용하여 지식을 생성하고 지식베이스에 등록하는 과정을 보여준다. (a)는 root노드의 정보를 입력하는 화면이다. 가장 위의 1은 1번 노드 즉 root노드를 의미한다. 두 번째 줄의 "기침 가래 호흡곤란이 있습니까?"라는 문장은 노드에 입력될 문장이고 3번째 줄의 두 개의 라디오 버튼은 입력한 문장의 속성이 질문인지 결과 값인지를 결정한다. Submit버튼을 누름으로써 입력을 마치면 (b)와 같은 비주얼 트리를 볼 수 있다. 입력한 root노드의 정보가 Question노드라는 것은 최소한 두 개의 노드가 더 생길 수 있다는 의미를 가지므로 아래에 빈 노드가 두 개 더 생성된다. 빈 노드를 구분해 위해 빈노드는 회색으로 표현하고 노드의 생성시 검은색으로 표현한다. (c)는 2번 노드에 "늑막염 폐염 농흉"라는 문장을 입력하고 이 문장의 속성으로 Answer를 설정한다. (d)에서 생성된 노드의 속성은 Answer이므로 아래에 더 이상의 노드 생성이 없음을 볼 수 있다. (e)에서 3번 노드에 "혈액 질환이 있습니까?"라는 문장과 Question이라는 속성을 입력하면 (f)와 같이 트리가 생성된다. (g)는 최종적으로 생성된 트리이다. (h)는 생성된 전문가 시스템을 등록하는 창이다. 등록 이름은 "좌측 상복부 통증"이다. (i)는 모든 입력을 끝마치고 생성된 지식베이스 코드이다.



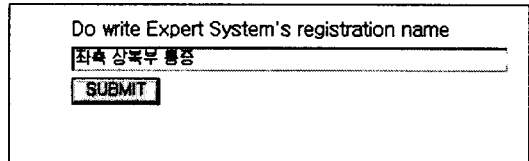
(a)



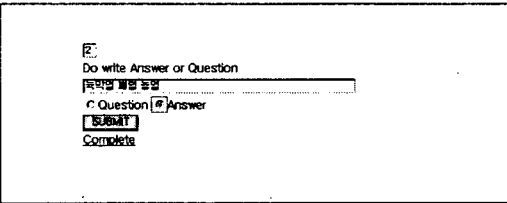
(g)



(b)



(h)



(c)

```
(node (name root)(type decision)
(question "기침 가래 호흡곤란이 있습니까?")
(yes-node node2)(no-node node3)(answer nil))

(node (name node2)(type answer) (question nil)
(yes-node nil)(no-node nil)(answer "늑막염 배렴 농흉"))

(node (name node3)(type decision)
(question "혈액 질환이 있습니까?")
(yes-node node6)(no-node node7)(answer nil))

(node (name node6)(type answer) (question nil)
(yes-node nil) (no-node nil)(answer "비장경색"))

(node (name node7)(type decision)
(question "최근에 사고나 인위적인 충격을 받은적이 있습니까?")
(yes-node node14)(no-node node15)(answer nil))

(node (name node14)(type answer) (question nil)
(yes-node nil)(no-node nil)
(answer "비장파열"))

(node (name node15)(type decision)
(question "대변을 보고나면 통증이 완화됩니까?")
(yes-node node30)(no-node node31)(answer nil))

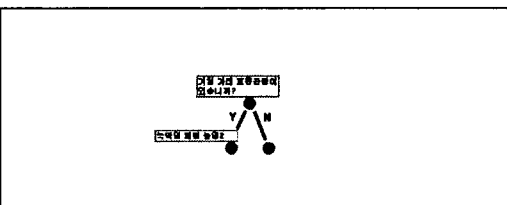
(node (name node30)(type answer) (question nil)
(yes-node nil)(no-node nil)
(answer "대장의 비장 글곡 증후군"))

(node (name node31)(type decision)
(question "알코올을 섭취하거나 담석증을 앓은적이있습니까?")
(yes-node node62)(no-node node63)(answer nil))

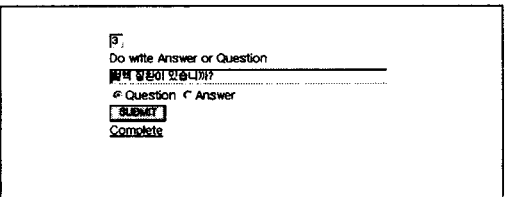
(node (name node62)(type answer) (question nil)
(yes-node nil) (no-node nil) (answer "해장염"))

(node (name node63)(type answer) (question nil)
(yes-node nil)(no-node nil)(answer "췌관 요로결석증"))
```

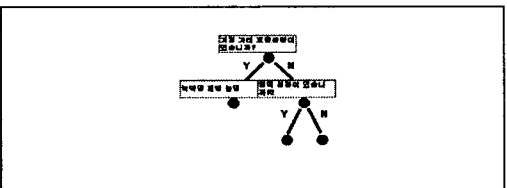
(i)



(d)



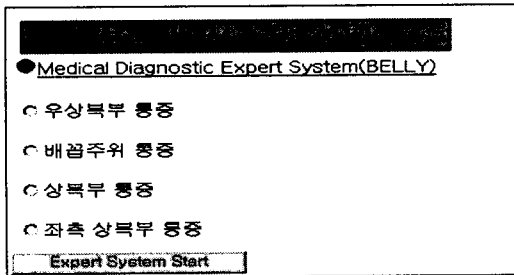
(e)



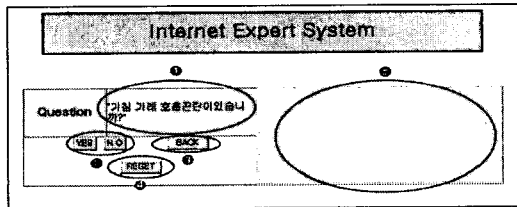
(f)

**전문가시스템의 선택 및 사용**

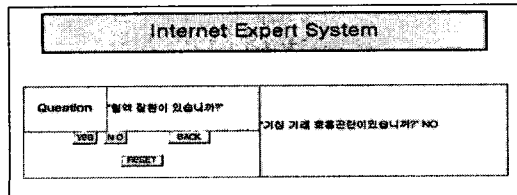
(j)~(m)도 사용자가 구축한 지식베이스 중에 지식을 선택하고 전문가시스템을 사용하는 예를 보여준다. (j)는 등록된 전문가 시스템을 선택하는 화면이다. 선택을 마치면 (k)에서 “기침 가래 호흡곤란이 있습니까?”라는 질문을 볼 수 있다. 화면 (k)의 ①번은 사용자 질문을 의미하고 ②번은 사용자의 응답을 위한 버튼으로써 YES버튼과 NO버튼이 있다. ③번은 Back버튼으로써 사용자가 응답을 잘못했을 경우 Back버튼을 누르면 전 단계의 질문으로 이동한다. ④번은 RESET버튼으로써 전문가 시스템을 다시 시작할 수 있다. ⑤번은 History창으로써 지금까지의 질문과 응답이 출력된다. (k)에서 NO를 선택하면 (l)로 이동하여 “혈액 질환이 있습니까?”라는 질문을 하게 된다. 다시 (l)에서 YES를 선택하면 (m)으로 이동하여 병의 이름이 “비장경색”이라는 결과를 볼 수 있다. 화면 (m)의 ①번은 지금까지 질문의 결과 값을 나타내고 ②번은 History창으로 지금까지의 질문의 질문과 그에 대한 응답을 나타낸다. ③번은 결과 값의 설명창이며 결과 값에 대한 설명이 출력된다.



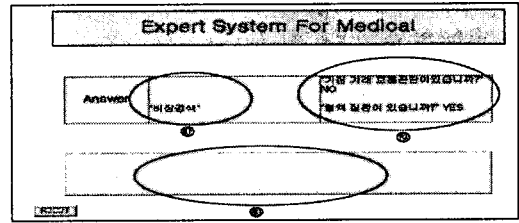
(j)



(k)



(l)



(m)

**4. 결론**

논문에서는 관련 지식의 전문가가 시스템에 대한 전문적인 지식 없이도 인터넷 상에서 사용자 인터페이스를 통해 손쉽게 전문가 시스템을 구축할 수 있는 전문가 시스템 개발을 위한 시각적 도구를 개발하였다. 개발된 전문가 시스템 개발 도구를 사용하여 지식의 전문가가 시스템의 전문가의 도움없이 손쉽게 지식베이스를 구축할 수 있음에 따라 다양한 지식 분야에서 전문가 시스템 개발이 활성화 될 것으로 믿는다. 향후 연구로는 전문가 시스템 개발 도구의 구성 알고리즘의 최적화를 통해 수행 효율성을 높이고 더욱 친숙한 사용자 인터페이스를 개발하는 것이다.

**5. 참고 문헌**

- [1] <http://sungkyul.edu/~mchoo/planner/ai/intro.htm>
- [2] <http://members.tripod.co.uk/ktlim/AI/index.htm>
- [3] <http://www.hnk.co.kr/>
- [4] <http://www.koreaexpert.com/>
- [5] <http://java.sun.com/>
- [6] <http://herzberg.ca.sandia.gov/>
- [7] Charles L. Forgy, "Rete: A Fast Algorithm for the Many Pattern/ Many Object Pattern Match Problem", Artificial Intelligence 19(1982), 17-37.
- [8] <http://java.sun.com/products/servlet/>
- [9] <http://java.sun.com/products/jsp/>
- [10] Sara Baase, 'Computer Algorithms Introduction to Design and Analysis(2nd Edition)', ADDISON WESLEY, 1992
- [11] 유일대, 하상호, “웹 기반 소화기 질환 의료 전문가 시스템”, 정보처리 학회 논문지, 제8권, 제2호, pp. 575-578, 2001.