

# 전문가 시스템에서 추론망 자동 생성 기법

## Automatic Creating Inference net method in Expert System

김 찬 일

한국정보보호진흥원

Kim Chan il

Evaluation 2 Team , Korea Information Security Agency

chankim@kisa.or.kr

### ABSTRACT

전문가 시스템은 여러 분야에서 활용되고 있으나 여러 가지 문제점을 발생시키고 있다. 그 문제점 중 하나로 전문가로부터 지식을 추출해 내는 과정에서 발생하는 어려움이 있다. 즉, 전문가로부터의 지식들을 추출하여 그것들을 지식 베이스화하는 작업과 그 지식을 추론할 수 있도록 추론 망으로 구성하는 것이다. 비록 이런 문제점들을 해결한다고 하여도 규칙화 된 추론망을 구성하는 데는 시간적 요소와 전문적인 지식을 가진 인적 자원이 많이 소모되므로 전문가 시스템을 구성하는 것은 실질적으로 불가능하다. 본 논문에서는 전문가는 단순히 자신이 가진 단편적인 지식들의 특징들을 입력하고, 이 특징들로부터 지식을 추출하여 지식 베이스화하고, 이를 이용한 추론망 구성을 자동 추론망 생성 시스템이 대신하는 기법을 제시한다. 실제 구성된 추론망은 규칙 기반의 추론망으로 구성하여 지식 베이스화 한다.

Key words : Expert System, Inference net, Rule,

### 1. 서론

현재 여러 곳에서 전문가 시스템의 문제점은 많이 지적되고 있다. 전문가로부터 지식을 추출하여 프로그램화 할 수 있는 지식베이스화 작업은 전문가 시스템 구축에 중요한 과제 중 하나였다. 이제까지는 많은 전문적인 인력을 투입하여 이런 전문적 지식을 추출하였고 많은 비용을 투입하여 개발자들이 그 지식을 지식베이스화 하였다. 본 논문에서는 이런 문제점들을 해결할 수 있는 방법인 추론망 자동 생성 기법을 제시하고, 마지막으로, 제시된 기법이 실용성에 관련하여 전문가 시스템을 개발하는 연구의 한계점을 어느 정도 극복하는지, 앞으로 어떤 방향으로 나아가야 하는지를 제시하고자 한다.

2장에서 전문가 시스템에 대한 전반적인 개요와 추론망의 정의와 추론망이 전문가 시스템에 구축에 어떤 역할을 하는지 기술한다. 3장에서 현 시점에서 전문가 시스템의 문제점들을

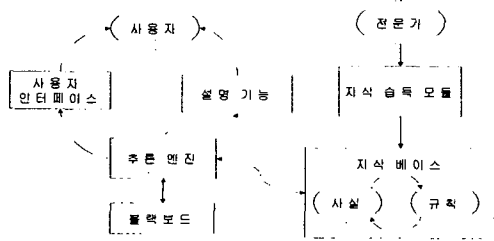
설명하고, 문제 해결을 위하여 기존의 연구와 방향과 어려움을 소개하고, 추론망 자동 생성 기법의 필요성에 관하여 기술한다. 4장에서 추론망 자동 생성 기법을 적용하기 위하여 사전 준비할 것을 기술하고, 추론망 자동 생성 기법을 생명의 종류를 결정하는 시스템에 직접 적용하여 구현한 예를 보여준다. 5장에서 본 시스템의 장단점과 한계에 관하여 기술하여 결론을 내린다.

### 2. 전문가 시스템

전문가 시스템은 적용 영역의 전문가들이 가지고 있는 전문 지식을 지식베이스로 구축하여 저장함으로써 컴퓨터가 전문가의 기능을 인간과 같은 논리적인 사고로 대신 수행케 하는 시스템이다.[2, 3]

#### 2-1 전문가시스템의 구성요소

전문가시스템은 지식베이스, 추론엔진, 작업 메모리, 사용자 인터페이스 등의 요소로 구성되어 있다. 이들간의 관계를 보여주고 있다.



<그림 1> 전문가 시스템 구성 요소

지식베이스(knowledge base)는 시스템의 입력으로서 제공되는 사실들간의 연관 관계와 이러한 사실들의 집합으로 전문가의 지식을 담은 데이터베이스이다.

추론 엔진(inference engine) 현재 가지고 있는 지식 베이스의 규칙과 사실을 가지고 새로운 사실을 추리하여 내는 것이다. 추론엔진은 사실을 추론하기 위한 방법을 제공하는 컴퓨터 프로그램을 말한다.

블랙보드(blackboard)는 지식 자원(Knowledge source)에 접근할 수 있는 임시 저장 장소로 공유되는 기억 장소이다.

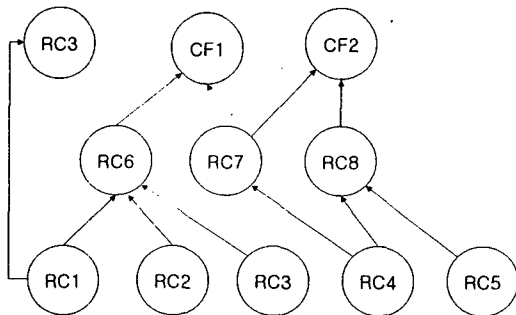
사용자 인터페이스(user interface)는 전문가 시스템의 사용자와 컴퓨터간의 의사소통을 관리한다. [9]

2-2 추론망

규칙 기반 시스템(Rule-based system)에서 지식 베이스는 규칙으로 표현된다. 규칙은 다음과 같은 형식으로 표현된다.

IF RC<sub>1</sub> AND RC<sub>2</sub> AND , ....., AND RC<sub>n</sub>  
THEN CF

여기서 CF는 조건에 부합되는 새로운 사실을 의미한다. 이 찾아낸 새로운 사실은 다음 규칙의 조건으로 이용된다. 즉 알아낸 새로운 지식을 가지고 또 다른 새로운 지식을 찾는 데 이용이 되는 것이다. 여기서 CF를 노드로 표현하고 적용되는 RC를 링크로 표현하고 이와 같은 여러 가지 영향의 관계들을 연결하면 chain을 얻게 된다. 이러한 규칙들의 집합을 그래프 구조를 나타낸 것이 추론망(inference net)이라 한다. [7]



<그림 2> 추론망 예

전문가 시스템에서 지식베이스는 추론 엔진 추론할 수 있는 근거를 제공하고, 규칙으로 지식 표현 방법에서 지식베이스를 사실과 규칙으로 구성하기 전에 추론망을 생성해야만 사실과 규칙들의 지식베이스를 구축할 수 있는 것이다

3. 전문가 시스템의 한계

3-1 현재 전문가 시스템의 기술적 한계

전문가 시스템의 흥미로운 기법과 기술적 향상에도 불구하고 문제점들은 여러 곳에서 지적되고 있다. 구현의 측면에서 보는 문제점들은 프로그램의 개발에 지나치게 비용이 많이 들고 실용적으로 구현하기에 너무 복잡하고 어렵다는 것이다.

실용적인 측면에서 보면 한정된 전문 영역밖에 사용할 수 없다는 점, 한정된 영역에서 문제에 대한 충분한 해결 가능한 쓸모 있는 결과를 얻을 수 없다는 점, 또 결과를 신용할 수 있는지는 알 수 없다는 점, 사용자 인터페이스로부터 정보를 입력 시 상식적인 질문이 많고 게다가 답을 해야만 하는 번거로움 점, 지식을 수집, 입력하기 좋은 방법이 제공되어 있지 않다는 점 등의 문제가 있다.

3-2 기존의 한계 극복 연구

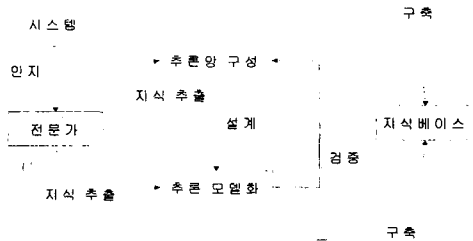
이러한 문제점들을 극복하기 위해 여러 가지 연구가 있어왔다. 그 중 지식 공학이라 불리는 것으로서 전문가로부터의 지식을 추출해내고 그것들을 지식 베이스화하는 작업이다. [6] 또 다른 연구는 프로그램 언어와 개발 툴을 연구 개발하는 것이다. 이것은 전문가의 지식을 표현 하기 쉽고, 정리 되기 쉽도록 전문가의 지식을 추출하기에 적합한 언어와 툴들을 개발하는 것이다. 하지만 정말 실용화된 전문가 시스템은 현재 거의 없다는 점이 현재까지 연구의 한계라고 할 수 있겠다. [8]

3-3 추론망 자동 생성의 필요성

본 연구에서 중점을 두는 것은 전문가로부터 지식을 추출하고 그것을 지식 베이스화 하는 작업이다. 하지만 기존의 지식 공학하고는 다른 관점에서 해법을 찾고자 한다. 지식 추출 연구에서 지식 베이스화 작업이 어려움을 느끼는 것은 추론의 모델화에서 추론 할 수 있는 형태인 추론망을 구성하기가 어렵기 때문이다. 단순히 지식을 규칙화 한다고 전문가 시스템에서 추론 할 수 있는 형태가 될 수 없다. 이 규칙들을 추론을 할 수 있는 연관성을 가진 추론망으로 구성이 되어야 추론 할 수 있는 지식들이 되는 것이다.

본 논문에서는 전문가들이 아는 단편적인 지식을 입력 받아 전문가 시스템에서 사용할 수

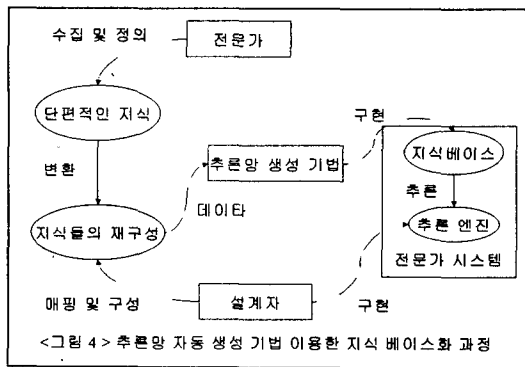
있는 추론망을 자동으로 생성하여 추론의 모델화를 시키고 규칙 기반의 전문가 시스템에서 사용하는 규칙을 자동으로 생성하여 지식베이스화 시키는 기법을 제시하고자 한다.



<그림 3> 지식베이스화 과정

#### 4. 추론망 자동 생성 기법

이런 추론 망 자동 생성 기법을 사용하기 이전 먼저 선행 되어야 하는 작업들이 있다. 첫 번째로 문제를 해결하고자 하는 시스템 영역을 설정한다. 두 번째는 설정된 영역에서 일어날 수 있는 모든 단편적인 지식들로 수집한다. 세 번째로 해결하고자 하는 대상을 수집된 지식들로 재정의 하여 집합으로 구성한다.



<그림 4> 추론망 자동 생성 기법 이용한 지식 베이스화 과정

- FD(Final Decision) : 찾고자 하는 목표
- FDK(Final Decision's Knowledge) : 찾고자 하는 목표의 단편적인 지식들
- RC(Rule Condition) : 단편적인 지식들을 추론망 생성 기법에서 사용할 수 있는 정보 형태로 바꾼 조건들
- CF(Create Fact) : 자동 생성 기법 중 생성된 지식들
- CRC(Create Rule Condition) : CF를 추론망 생성 기법에서 사용할 수 있는 정보 형태로 바꾼 조건들

추론망 자동 생성 기법을 생명체의 종류를 찾아내는 시스템 구축하는데 이용하여 직접 구축하였다.

시스템 영역 설정: 주어진 10개의 데이터에서만 생명체의 종류를 찾아내는 시스템을 구축한다

가정: 이들 종류들의 연관 관계는 알 수 없다고 가정한다. 즉 동물에는 포유류, 조류, 곤충

3가지 종류가 있는데 이런 연관 관계가 없다고 가정한다.

각각의 FD에 대한 정의를 다음과 같이 정하고 그 FD 대한 단편적인 지식들을 전문가들이 수집한다

FD - 생물, 동물, 식물, 포유류, 조류, 곤충, 포유류육식동물, 포유류초식동물, 나는 조류, 날지 못하는 조류

찾고자 하는 대상에 대한 단편적인 지식들을 다음과 같이 수집한다.

- FDK1 생물-살아있는 생물체이다..
- FDK2 동물-움직인다.
- FDK3 식물-움직이지 않는다.
- FDK4 포유류-젖을 먹는다.
- FDK5 조류-뺨이 있고 날개가 있다, 피가 있고 날개가 있다.
- FDK6 곤충-뺨이 없고 날개가 없다.
- FDK7 포유류육식동물-고기를 먹는다.
- FDK8 포유류초식동물-식물을 먹는다.
- FDK9 나는 조류-날아 다닌다.
- FDK10 날지 못하는 조류-날지 못한다.

위의 정보들을 다음과 같은 RC와 CRC 정보 형태로 정의 한다.

- rc1: 살아 있다.
- rc2: 움직인다.
- rc3: 움직이지 않는다.
- rc4: 젖을 먹는다.
- rc5: 뺨이 있고 날개가 있다.
- rc6: 피가 있고 날개가 있다.
- rc7: 뺨이 없고 날개가 없다.
- rc8: 고기를 먹는다.
- rc9: 식물을 먹는다.
- rc10: 날아 다닌다.
- rc11: 날지 못한다.
- CF - 생물, 동물, 식물, 포유류, 조류, 곤충, 포유류육식동물, 포유류초식동물, 나는 조류, 날지 못하는 조류
- crc1: 생물이다.
- crc2: 동물이다.
- crc3: 식물이다.
- crc4: 포유류이다.
- crc5: 조류이다.
- crc6: 곤충이다.
- crc7: 포유류 육식동물이다.
- crc8: 포유류 초식동물이다.
- crc9: 나는 조류이다.
- crc10: 날지 못하는 조류이다.

#### 4-2 추론 망 자동 생성 기법

주어진 CRC와 RC 형태는 지식이 나열 되어 있는 형태이기 때문에 아무런 의미가 없다. FD

동물-crc2,rc1,rc2	-R2
식물-crc3,rc1,rc3	-R3
포유류-crc4,rc1,rc2,rc4	-R4
조류-crc5,rc1,rc2,(rc5orrc6)	-R5
곤충-crc6,rc1,rc2,rc7	-R6
포유류육식동물-crc7,rc1,rc2,rc4,rc8	-R7
포유류초식동물-crc8,rc1,rc2,rc4,rc9	-R8
나는 조류-crc9,rc1,rc2,(rc5orrc6),rc10	-R9
날지 못하는 조류 - crc9, rc1, rc2, (rc5 or rc6). rc11	-R10

에 적합한 RC와 RCR의 지식들을 선택하여 하나의 집합으로 구성하면 된다.

여기서 R: 규칙을 나타낸다.

leaf-node : 연결이 없는 마지막 노드

branch-node : 연결이 있는 노드

subtree-node : branch-node 중 leaf-node 로 구성된 노드

delete-node : subtree-node 에 있는 leaf-node

root-node : 가장 나중에 남는 노드

subnet : subtree-node와 leaf-node들을 연결하여 net으로 구성한 망

자동 추론망 생성 기법의 알고리즘은 다음과 같다.

- 1.R의 RC와 RCR이 포함하고 있는 R들을 선택한다.
- 2.모든 R들을 1번을 같은 형식으로 선택한다.
- 3.연결이 없는 마지막 노드 들을 찾는다.
- 4.subtree-node들을 찾는다.
- 5.찾은 subtree-node들을 subnet들로 구성한다.
- 6.branch-node 에 있는 delet-node를 제거한다.

R1-R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10
R2-R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10
R3-
R4-R7, R8
R5-R9, R10
R6-
R7-
R8-
R9-
R10

7.leaf-node와delet-node 일치하는 노드 제거한다.

R4-R7, R8
R5-R9, R10

8.root-node 나올 때까지 3~7반복하여 수행 한다.

9.만들어진 subnet 들과 root-node을 서로 연결하여 추론망을 생성한다.

알고리즘을 이용하면 다음과 같이 된다.

1,2단계

먼저 R의 RC와 RCR이 포함하고 있는 R 들을 선택한 집합들을 만든다.

3단계

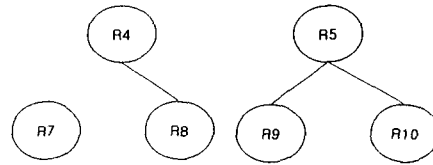
연결이 없는 마지막 노드들을 찾는다. ( leaf-node : R3, R6, R7, R8, R9, R10)

4단계

leaf-node 아닌 노드들 중 leaf-node들로만 구성된 노드를 찾는다. 즉 subtree-node들을 찾는다.

5단계

찾은 subtree-node들을 subnet들로 구성한다. 이런 subnet 들은 나중에 inference net 구성 하는 부분 net들이 된다.



<그림 5> Subnet 구성

6단계

delet-node들은 subtree-node 에 있는 leaf-node 들이다. (delet-node : R7, R8, R9 R10) 기존에 존재하는 branch-node 에서 delet-node를 제거한다.

R1-R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10 => R1-R2, R3, R4, R5, R6
R2-R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10 => R2-R4, R5, R6
R4-R7, R8 => R4
R5-R9, R10 => R5

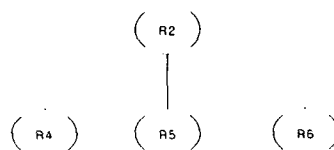
7단계

6단계에서 생성된 구성에서 leaf-node 와 delet-node 일치하는 노드를 제거한다.

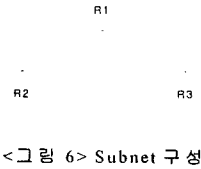
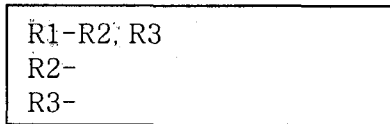
R1-R2, R3, R4, R5, R6
R2-R4, R5, R6
R3-
R4-
R5-
R6-

8단계

마지막 노드(1개 이상 남을 수 있음)가 남을 때까지 3~7까지 반복한다.



<그림 6> Subnet 구성



<그림 6> Subnet 구성

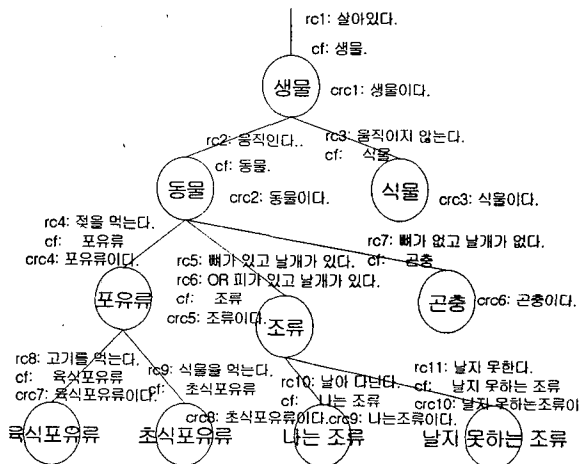
R1이 최종에 남게 된다.

9단계

만들어진 subnet 들을 서로 연결한다.

위와 같은 방법으로 추론망은 생성 될 수 있다.

룰베이스 시스템에서 모든 지식 베이스는 사실과 규칙으로 나타난다. 추론망이 생기면 자동은 룰베이스 시스템의 지식 베이스이 구축이 되는 것이다.



<그림 7> 추론망과 규칙들

가의 알고 있고 있는 단편적인 지식들만을 수집하고 그것을 FD에 매핑만 시켜주면 된다. 이것을 바탕으로 전문가 시스템이 추론할 수 있는 지식 베이스를 구축하고 FD를 찾는 추론 엔진의 이 지식 베이스로부터 추론을 할 수 있는 추론망을 자동 생성하는 것이다. 이 같은 절차는 시스템 구축 시 시간과 인력을 줄일 수 있고 기존에 지식 추출을 지식 공학자에 의존한 것을 어느 정도 컴퓨터가 대신하여 줄 수 있다. 또한 복잡하고 거대한 시스템을 구축하는데 시스템 개발자의 능력에 의존하는 것을 컴퓨터가 대신 하여 줄 수 있게 되었다.

추론망 자동 생성 기법도 한계가 있다. 첫번째는 아직까지 지식 추출이나 지식 획득에 있어 전문가에 독립적이지 않다. 단편적인 지식 수집이나, 이런 지식의 매핑 집합을 구성하는 것들은 전문가 또는 개발자가 선택을 하여 주어야 한다. 아직 이런 것을 판별할 수는 없다. 그러나 그 지식의 연관 관계는 자동으로 찾을 수 있고 시스템으로 구축도 가능하다. 두번째는 모든 시스템에서 이 기법이 사용 가능한 것은 아니다. 각각의 연관 관계는 서로의 부분 집합 또는 일부분 집합의 형태도 이루어진 소속 관계에서 이 기법이 적용이 가능하다. 세번째는 아직까지 실질적으로 적용한 시스템이 없다는 것이다. 얼마나 실 세상에 적용 할 수 있지는 미지수이다.

[1] Andriole, S. J., Application in Artificial Intelligence, (Petrocelli, 1985)  
 [2] R. Rodriguez, et. Al, "Efficient Expert System: Rule-Base management Via Relational Database Techniques," Advances in Artificial Intelligence Research, Vol.1 pp. 65-79 1989  
 [3] Stonebraker, M., "Implementation of Rule in Relational Database System," Database Engineering Vol.6, No.4 1983.  
 [4] Kellagg,C., "From Data management to Knowledge to Knowledge Management, " IEEE Computer, Jan.,1986  
 [5] 김연만, dBASE III PLUS 한국컴퓨터매거진 출판국, 1993  
 [6] 이윤배, "전문가 시스템", 홍릉 과학 출판사, 1997, chap.4  
 [7] P. H. Winston, "Artificial Intelligence : The Third Edition", Addison Wesley, 1992 chap. 8  
 [8] <http://myhome.hananet.net/~madeweb/es.htm>  
 [9] [http://khic.kyunghee.ac.kr/kang/Lecture/khu\\_mis/class\\_rm/docs/ch\\_10/ch10-2.htm](http://khic.kyunghee.ac.kr/kang/Lecture/khu_mis/class_rm/docs/ch_10/ch10-2.htm)  
 [10] [http://khic.kyunghee.ac.kr/kang/Lecture/khu\\_mis/class\\_rm/docs/ch\\_10/ch10-1.htm](http://khic.kyunghee.ac.kr/kang/Lecture/khu_mis/class_rm/docs/ch_10/ch10-1.htm)

### 5. 결론

기존의 전문가 시스템 구축에 어려움을 주었던 전문가로부터 지식을 추출(사람이 어떤 식으로 추론하고 그 지식간의 연관 관계까지 고려한 지식)하고 그것을 지식 베이스화 하는 작업이다. 이것을 하기 위해 많은 인력, 비용, 시간을 투입해야만 했다. 비록 이것이 가능하다고 가정해도 지식 추출 본질의 어려움에 의하여 거대 시스템에서 현실적으로 불가능하였다. 그리고 이런 문제점을 해결하기 위해 많은 연구가 되어 왔다. 본 연구에서도 지식베이스를 구축하기 위해서는 추론망을 생성해야만 하고 추론망은 지식의 추출에 의해서만 이루어진다는 사실에 근거하여 지식이 추출된 추론망을 자동으로 생성하는 추론망 자동 생성 기법을 제시한다. 추론망 자동 생성 기법에서 단지 전문