

전문가시스템에 관한 일반적 고찰

A Study on the Expert Systems

權 寧 植 *

鄭 燦 鎔 **

Abstract

The qualitative aspects of decision making have been the toughest problems that could not be easily manipulated and solved by the traditional management science techniques. The expert systems has been emerged as a powerful tool for handling such difficulties.

In this article, the concept, the structure of the expert systems would be reviewed and the expert systems application to management would be discussed.

1. 序 論

그 동안 경영과학자들은 수학적이고 계량적인 방법을 이용하여 문제해결과 의사결정문제를 취급하려고 시도해왔다.

그러나 많은 경우에 실제적인 문제들은 너무 복잡하거나 비구조적(ill - structured)이어서 수학적으로 모형화하기가 어려웠다. 이러한 난점을 해결하기 위해 인공지능원리를 이용하려는 시도가 전문가 시스템으로 구체화되기 시작했다.

본 연구에서는 이러한 전문가 시스템이 어떤 것이며 그 구조와 방법론, 현재까지의 전문가 시스템의 종류와 앞으로의 연구 방향에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 전문가 시스템의 개요

전문가 시스템의 정의나 연구 방향에 대해서는 아직 학자들 사이에 많은 견해차를 보이고 있지만 이 분야의 선구적인 연구를 해오고 있는 파이겐 바움 교수의 정의에 의하면 다음과 같다.³⁾

“전문가 시스템은 전문가의 도움을 필요로 할 정도로 어려운 문제를 해결하기 위하여 지식(knowle-

dge)과 추론과정(inference procedures)을 이용할 수 있는 지능을 가진 컴퓨터 프로그램이다.”

초기의 인공지능연구에서는 발견적 탐색(heuristic search)과 같은 프로시유얼한 기법에 초점을 맞추어 왔으나 이러한 방법들은 어떤 제한된 영역의 문제들을 해결하는 데는 너무 일반적이어서 부적절하며 오히려 전문가의 지식이 중요하다고 인식되기 시작했다.

전문가들은 문제해결을 할 때 프로시유얼하게 문제해결단계를 거치는 것이 아니라 자신들이 알고 있는 많은 지식을 적절하게 이용하는 경우가 많다.

이와같은 전문가를 흉내내는 전문가 시스템에서도 일련의 논리적인 원리로부터 해를 도출하기보다 관련된 사실들을 어떻게 이용하는가 하는 지식의 표현과 이용에 초점을 맞춘다.

전문가 시스템에서의 지식(knowledge)은 사실(facts)과 발견적 방법(heuristics)으로 이루어져 있으며 제한된 영역의 지식을 토대로 한 시스템(knowledge-based system)이라 하기도 한다.

기존의 컴퓨터 프로그램이 프로시유얼한 프로그래밍 언어(예를 들어 FORTRAN, COBOL 등)를 이용하므로 프로그램되는 작업에 대한 프로시유어 결정이 선행되어야 하지만 계획·설계·진단 등과 같은 인간의 활동은 프로시유어를 결정하기 어렵기 때문에 기존의 컴퓨터 프로그래밍 방법은 적절하지 못하다.

표 1. 전문가시스템과 기존의 컴퓨터프로그램의 차이¹⁸⁾

전문가 시스템	기존의 컴퓨터 프로그램
Symbolic process	Numeric process
지식의 표현	자료의 표현
발견적 방법 (heuristic)	알고리즘 이용 (algorithmic)
추론과정	반복적 절차
지식 베이스 관리	데이터 베이스 관리
수정하기 쉬움	수정하기 어려움
만족할 만한 해 도출	최적해 도출
LISP, PROLOG	FORTRAN, COBOL

전문가 시스템과 기존의 컴퓨터 프로그램은 그 구조와 개발방법에 있어서 여러가지 차이가 있는데 표 1은 그러한 차이점을 보이고 있다.

3. 전문가 시스템의 구조

전문가 시스템은 대개 지식베이스, 추론기관, 그리고 사용자와의 상호작용으로 구성된다.

그림 1은 전형적인 전문가 시스템의 기본 구조를 보인다.

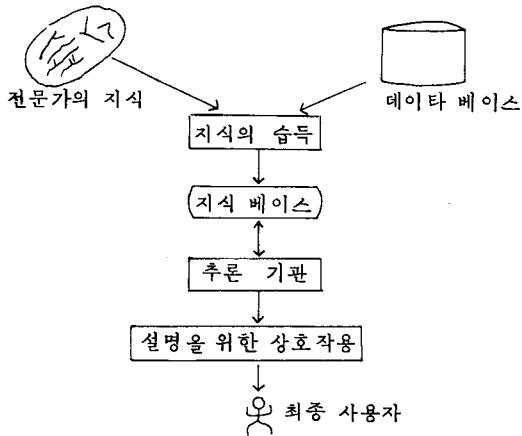


그림 1. 전형적인 전문가 시스템의 구조⁵⁾

지식베이스는 전문가가 어떤 임무를 수행하는 데 필요한 모든 종류의 지식을 포함한다. 전문가가 자신의 지식과 메타지식(자신의 지식을 어떻게 이용하는가에 대한 지식)을 이용하여 문제해결을 하는 것과 마찬가지로 전문가 시스템에서도 전문가로부터 지식을 습득하여 지식베이스에 집어넣는 일이 중요한 과제이며 이렇게하여 생성된 지식베이스에는 크게 두가지 종류의 지식이 저장되는데 그 하나는 "특정한 사실(facts)"이고 다른 하나는 경험으로부터 얻

어진 "규칙(rules) 또는 문제해결을 위한 발견적 방법(problem-solving heuristics)"이다.

저장된 지식을 활용하기 위하여 추론기관(inference engine)을 이용하게 되는데 추론기관은 어떠한 상황을 분석하기 위하여 주어진 문제를 지식베이스와 연결시키는 일을 한다. OPS-5⁴⁾, PROLOG⁹⁾, EMYCIN¹⁷⁾과 같은 지식표현 언어의 컴파일러가 일종의 추론기관인 셈이다.

세번째 요소로 전문가 시스템에서는 사용자와의 상호작용을 고려해야 하는데 전문가로부터 직접 또는 매개자(지식 공학자라 함)를 통하여 지식을 습득하여 지식베이스에 삽입, 수정하는 경우와 전문가 시스템으로부터 사용자가 지식을 제공받는 두가지의 경우를 포함한다.

4. 지식표현과 추론과정

지식의 표현(knowledge representation)을 잘 해야만 추론하는 일과 지식습득을 용이하게 할 수 있다. 일반적으로 지식표현 방법에는 생성규칙(production rules), 의미 네트워크(semantic network) 등의 방법이 있다.¹²⁾

여기서는 이들 방법들에 대하여 간략히 살펴 보고자 한다.

4.1 생성규칙(production rules)

규칙(rules)은 전문가 시스템에서 가장 많이 이용되어온 지식표현 방법중의 하나이다.²⁾ 지식베이스에 새로운 규칙을 쉽게 추가시킴으로써 지식확장이 용이하다는 것이 규칙을 토대로한 전문가 시스템의 큰 특징이 된다. 규칙은 "IF-THEN-"의 형태를 취하게 되는데 이러한 규칙을 통제하는 방법에 따라 전진추론(forward chaining)과 후진추론(backward chaining)의 두가지 방법이 있다.

전진추론은 자료를 분석하여 가설을 증명하는 방법으로 우선 조건부가 만족되는 규칙을 지식베이스의 사실과 비교하여 그 규칙의 결론부를 지식베이스에 사실로 추가시킨다. 이 과정은 다른 모든 규칙의 조건부가 만족되지 않을 때까지 계속된다. 그러나 이 방법은 증명하려는 가설과 관계없는 여러 단계의 추론을 해야 하므로 비효율적일 수 있다.

후진 추론은 가설을 증명하기 위하여 그 가설과 관계되는 규칙을 선정하고 그 규칙의 조건부가 만족되는지를 평가해 나가는 방법이다.

이러한 전진추론과 후진추론 외에 이 두가지 방법

을 결합하여 사용하기도 한다.¹³⁾ 생성규칙을 이용함으로써 발견적 방법(heuristics)에서 문제공간(problem space)을 크게 줄임으로써 폭발적 급증(combinatorial explosion)을 피할 수 있다.

4.2 의미네트워크(semantic net works)

의미네트워크는 네트워크 구조를 이용하여 지식을 효과적으로 표현하는 방법인데 사물, 개념 또는 상황을 나타내는 노드(nodes)와 그들 사이의 관계를 나타내는 아크(arcs)로 이루어져 있다. 계층구조를 나타내는 아크(arcs)에는 "is-a"와 "has-part" 같은 것들이 있다.

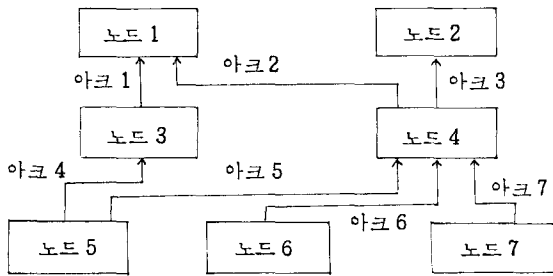


그림 3. 의미네트워크의 구조

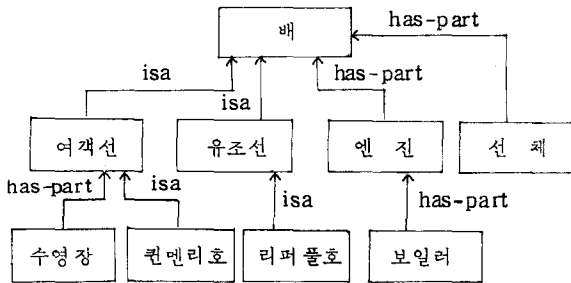


그림 4. 의미네트워크를 이용하여 표현한 배의 배경

그림 3과 그림 4는 각각 의미네트워크의 구조와 의미네트워크를 이용하여 배의 개념을 표현한 간단한 예를 보인다.¹⁸⁾

전문가 시스템에서보다는 자연언어처리(natural language processing)와 같은 인공지능연구에서의 의미네트워크 방법이 더 많이 이용되고 있지만 INTERNIST¹⁴⁾, PROSPECTOR⁷⁾, SOPHIE¹⁾ 등과 같은 전문가 시스템에서도 의미네트워크 방법을 이용하고 있다.

위에 설명된 생성규칙과 의미네트워크 방법 외에

경험에 기반을 둔 지식을 표현하는데 이용되는 프레임(Frames)¹¹⁾과 일차논리(First-order Logic)와 같은 방법들이 지식표현에 이용되고 있다. 그러나 모든 상황에 가장 적절한 지식표현방법은 있을 수 없으며 특히 여러명의 전문가가 같이 협력하여 어떤 문제를 해결하려 할 때 서로간의 지식을 번역하여 공유해야 하는 것과 마찬가지로 음성인식 시스템과 같이 근원이 다른 여러가지 지식을 필요로 하는 전문가 시스템에서는 지식표현 방법사이의 번역시스템이 필요하게 된다.

5. 사용자와의 상호작용

전문가 시스템이 효과적인 도구로 사용되기 위해서는 사용자와 쉽게 상호작용을 해야 하는데 여기에는 설명과정, 지식습득(knowledge acquisition) 과정이 포함된다.

5.1 설명과정

전문가 시스템을 이용하는 사용자는 해결하고자 하는 문제의 해를 얻기 위해 시스템과 상호작용을 하게 된다. 이때 사용자가 제공된 결과와 추론과정에 대한 정확도를 의심한다면 그는 이 결과를 불만족하게 생각하거나 받아들이려하지 않게 된다. 이 경우 전문가 시스템은 결과가 얻어진 추론과정과 단계를 사용자에게 설명할 수 있어야 하며 이러한 특징은 기존의 컴퓨터 프로그래밍방법과의 현저한 차이점이 되는 것이다.

5.2 지식습득(knowledge acquisition)과정

다른 형태의 상호작용은 지식습득과정인데 전문가의 지식과 발견적 방법(heuristics)이 전문가 시스템 내부의 지식베이스로 이전되는 과정이다. 대부분의 경우에 있어서 지식획득 과정은 지식공학자(knowledge engineer)에 의해 수행되는데 지식공학자는 전문가로부터 그의 지식과 발견적 방법을 얻어 내 전문가 시스템이 채택하고 있는 지식표현 방법에 맞게 변화 정리하여 시스템에 입력시키는 일을 한다. 전문가가 되기 위해 오랫동안 공부를 하거나 경험을 통하여 지식을 습득하듯이 전문가 시스템에 지식을 습득시키는 일은 매우 어려운 일이다. 따라서 이러한 지식습득과정을 부분적으로 자동화내지는 쉽게 도와줄 수 있는 연구가 진행되고 있는데 AGE, KAS, TEIRESIAS, EXPERT 같은 것들이 대표적인 예라 할 수 있다.¹⁸⁾

6. 전문가 시스템의 유형

성공적인 전문가 시스템을 개발하기 위한 뚜렷한 지침이나 원리가 제시되고 있지 못하지만 적절한 적용영역(domain)의 결정과 전문가 자신의 관심과 협조 그리고 숙련된 지식공학자의 확보가 중요한 요소가 되고 있다. 전문가 시스템을 이용할 수 있는 분야는 전문가의 지식이 인과관계에 의한 것이기보다는 경험에 의존적인 영역이 적절하다. 성격상 알고리즘에 의존해야 하거나 설명과정이나 전문적인 기술이 필요하지 않은 경우에는 전문가 시스템이 적합하지 않다.

전문가 시스템의 적용범위를 분류하면 표 3과 같다.⁸⁾

표 3. 전문가 시스템의 적용범위

분류	적 용 범 위
해 석	감지된 자료로부터 상황을 추론한다.
예 측	주어진 상황에 대한 결과를 추론한다.
진 단	대상을 관측하여 시스템의 잘못된 기능을 추론한다.
설 계	제약적 상황하에서 물체를 묘사한다.
계 획	활동을 계획한다.
감 시	관측결과와 계획의 차이를 비교한다.
결합제거	잘못된 기능을 조치한다.
수 선	수선을 위한 계획을 실시한다.
교 육	학생들의 행동을 진단하고 결함을 제거한다.
통 제	시스템의 움직임을 해석, 예측, 수선, 감시한다.

한편 지금까지 많은 종류의 전문가 시스템이 개발되었는데 부분별로 요약하면 표 4와 같다.¹⁰⁾

표 4. 기존의 전문가시스템

부분	시스템 이름	기 능	개발자
농 업	PLANT/cd	해충에 의한 옥수수 수확의 감소 예측	Univ. of Illinois
	ROMME	농부에게 사과 수확을 증가시킬 수 있도록 조언	VPI State Univ.
화 학	CONGEN	화학자가 미확인 합성물의 구조식을 결정하는 것을 도와줌	Stanford Univ.
	DENDRAL	핵 공명 반응자료로부터 미확인 합성물의 구조식을 추론	Stanford Univ.
	OCSS	화학자가 유기물질분자를 합성할 수 있도록 도와줌	Harvard Univ.
컴퓨터 시스템	CRIB	컴퓨터 기술자가 하드웨어와 소프트웨어의 결함을 찾아내도록 도와줌	International Computers Limited
	DART	컴퓨터 하드웨어의 결함을 찾을 수 있도록 도와줌	Stanford Univ.
	MIXER	프로그래머가 마이크로 프로그램을 작성하는 것을 도와줌	Tokyo Univ.
	XCON	VAX 11 / 780 컴퓨터의 사양작성을 도와줌	Digital Equipment Corporation
전자공학	COMPASS	정보 교환기 보수문제를 분석함	GTE Laboratories Inc.
	FOREST	전자장비의 결함을 찾아내는 일을 도와줌	RCA Corp.
지질학	DRILLING Advisor	석유 탐사를 도와줌	Teknowledge
정보관리	CARG	운전자가 도시내에서 운행할 때 길을 찾는 일을 도와줌	CMU
	FOLIO	투자자에게 투자 자문을 함	Stanford Univ.
법 률	AUDITOR	회계감시자가 채무자의 채무이행능력을 평가하도록 도와줌	Univ. of Illinois
	JUDITH	변호사가 재판사례를 이행하도록 도와줌	

제 조	ISIS	Job-shop 스케줄링을 도와줌	CMU
수학응용	MACSYMA	계산, 미적분, 방정식의 해를 구함	MIT
의 학	AI / RHEUM	내과 의사가 류머티스를 진단하는 것을 도와줌	Univ. of Missouri
	INTERNIST / CADUCEUS	내과 학분야의 질병을 진단하는 것을 도와줌	Univ. of Pittsburgh
	MYCIN	세균 감염을 방지하는 치료처방 선택을 도와줌	Stanford Univ.
군 사	ATR	감지된 자료로부터 목표물을 찾아내는 일을 도와줌	Hughes Aircraft Company

7. 결론 및 연구방향

앞절의 전문가 시스템의 유형에서 살펴 보았듯이 초기의 전문가 시스템은 주로 의사의 진단, 석유탐사, 수학에의 응용, 컴퓨터 사양작성 등에 성공적이었으며 경영이나 경영과학에의 응용은 아직 일천한 감이 없지 않다. 터어너에 의하면¹⁶⁾ 응용영역이 광범위하고 경영전문가가 자신의 지식을 기꺼이 전달하기를 원하지 않을지도 모르기 때문에 어려움이 있을 수 있다고 예측하지만 세금조언(tax advising), 투자관리, 자금조달, 보험업무, 신용업무, 같은 고유의 경영업무에의 전문가 시스템 응용가능성을 제시하고 있다. 이들 중에는 TAX ADVISOR와 같은 실용화 단계에 이른 세금문제조건 전문가 시스템도 있다.

한편 우리가 해결하려는 문제를 구조화된 정도(degree of structuredness)에 의해 분류할 때 구조화문제(well-structured problems), 반구조화문제(semi-structured problems), 비구조화문제(ill-structured problems)으로 대분할 수 있다.¹⁰⁾ 특히 반구조화문제 즉 문제가 제량적이면서 정성적(qualitatively)으로도 정의되며 목적함수의 일부는 잘 정의(well-defined)될 수 없고 따라서 문제의 제량적인 부분은 알고리즘에 의해 해를 구할 수 있으나 그것은 문제의 부분적인 최적해일 수밖에 없게 된다. 이런 경우 해의 도출과정에 인간의 판단력의 개입이 필요하게 되므로 전통적인 제량적 방법의 이용에는 한계가 있게 된다. 이러한 반구조화문제에는 생산 계획문제, 분산 분석, 기업합병, 현금관리, 신 제품개발 등을 들 수 있는데 이런 유형의 문제에 전문가 시스템의 이용 가능성이 크다고 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) Brown, J., Burton, R., dekleer, J., "Pedagogical Natural Language and knowledge Engineering Techniques in SOPHIE I, II, and III", *Intelhgent Tutoring Systems*, Sleeman et al (ed),
- 2) Davis, R., Buchanan, B., and Shortiffie, E., "Production Rules as a Representation for a knowledge - Based Consultation Program," *Artificial Intelligence*, Vol. 8, No. 1, 1977, pp. 15 -45.
- 3) Feigenbaum, E. A., *Knowledge Engineering for the 1980s*, Dept. of Computer Science, Stonford Univ., Stanford, CA, 1982, pp.1 -5.
- 4) Forgy, C.L. "The OPS 5 User's Manual," *Technical Report*, Carnegie Mellon University, 1980.
- 5) Forsyth Richard, *Expert Systems*, Chapman and Hall Computing, New York, 1984.
- 6) Gevarter, W.B., *Intelligent Machines*, Prentice-Hall, Inc., 1985.
- 7) Hart, P.E., "Directions for AI in the Eighties," *SIGART News letter*, No. 79. Jan. 1982, pp. 11 -16.
- 8) Hayes-Roth, Frederick, Waterman, D. A., Lenat, D. B., *Bulding Expert Systems*, Addison-Wesley Publishing Co., 1983, p. 14.
- 9) Kowalski, R. A., *Logic for Problem Solwing*. North-Holland, New York, 1979.
- 10) Lee, J.K., *Solving Semi-Structured Problems and the Design of Decision Support Systems : Post -Model Analysis Approach*, Ph. D. Thesis,

- University of Pennsylvania, 1985.
- 11) Minsky, M. "A Framework for Representing Knowledge," *The Psychology of Computer Vision*, P.H. Winston, ed., McGraw-Hill, New York, pp. 211 - 277.
 - 12) Mylopoulos, J. "An Overview of Knowledge representation," *Proceedings of Workshop on Database Abstraction, Databases, and Conceptual Modeling*, June, 1980, pp.5 - 12.
 - 13) Naylor, C., *Build Your Own Expert Systems*, Sigma Technical Press/John Wiley, Chichester, 1983.
 - 14) People, H., "Knowledge Based Expert Systems : The Buy or Build Decision," *Artificial Intelligence Application for Business* (W. Reitman, ed), Ablex, 1983.
 - 15) Quillian, M. R., "Semantic Memory," in *Semantic Information Processing*, M. Minsky (ed), 1968, pp. 227 - 270.
 - 16) Turner, M., *Expert System : A Management Guide*, PA Computers and Telecommunications, 1985.
 - 17) Van Melle, W. "A Domain - Independent Production Rule System for Consultation Programs," *Proceedings of 6th International Joint Conference of Artificial Intelligence*, 1979.
 - 18) Waterman, D. A., *A Guide to Expert Systems*, Addison-Wesley Publishing Co. 1986, p. 24, pp. 339 - 365.