

지적인 능력을 갖춘 컴퓨터 프로그램

서강대학교 경상대학 이 재 범
경 영 학 과

〈요약〉

인공지능 기법을 응용하는 한 분야로서 전문가 시스템에 대한 일반적인 개념을 소개하였다. 응용분야에서 전문가의 의사결정 수준과 버금가는 능력을 부여할 수 있는 시스템의 특성을 고려하여 전문가들의 지식을 시스템에 묘사하는 방법과 이를 이용하는 방법에 관하여 논하였다. 또한 지식획득 과정의 특수성을 고려하여 전문가 시스템의 개발방식에 관하여도 논하였다.

1. 서론

특정한 영역에 있는 전문가들은 문제가 발생하였을 경우 정보를 수집하고 이에 문제해결 법칙 등을 활용하여 의사 결정을 내리곤 한다. 경우에 따라서는 보다 복잡한 분석이 필요한 경우도 있을 것이다. 전문가 시스템에는 이와같은 문제해결에 관한 지식이 갖추어져 있어 인간인 전문가와 유사한 수준의 의사결정을 할 수 있도록 설계되어 있다. 지난 십여년간 많은 사람들이 자신들의 종사분야에 전문가 시스템을 개발하는 노력을 하여 왔다. 이러한 시스템은 전통적인 컴퓨터 프로그램과 두가지 면에서 크게 차이가 있다. 첫째는 전반적인 시스템 구성(architecture)이고 둘째는 시스템 개발 방식이다.

전문가 시스템은 전문가의 지식이 담겨있는 Knowledge base와 이를 활용하여 문제해결을 추진해 가는 추론기관(inference engine)으로 구성되어 있다. Knowledge base에는 인간인 전

문가가 업무를 수행하는데 필요한 모든 지식이 포함되어져 있어야 한다. 지식에는 다음의 두가지 종류가 있다. 첫째는 특정한 사실(예, 김영수는 35세이다)이고 둘째는 보다 일반적인 원칙, 법칙 혹은 과거의 경험 등이다. 전문가 시스템의 특성중에 하나는 이와같은 지식들이 서술식으로 추론기관과는 별도로 수록되어 있다는 점이다. 즉, 시스템에 저장되어 있는 지식은 사용자들에 의해서 쉽게 접근될 수 있고 보다 쉽게 수정되거나 더해질 수 있는 것이다. 전문가 시스템의 두번째 구성요소는 일반적인 목적을 띤 추론기관으로서 이에겐 질문에 대해 답을 할 수 있고 지식에 의해 암시되는 결과를 결정지을 수 있는 능력이 있어야 한다.

전문가 시스템의 또 다른 특성중에 하나는 이를 개발하는 방법에 있다. 전문가 시스템을 개발 연구하는 사람들은 시스템에 저장할 수 있는 지식이 시스템의 업무수행 능력을 결정짓는다고 믿고 있다. 지식이 획득되어 시스템에 축적되어질 수 있는 상황을 고려할 때 전문가 시스템을 개발하기 위해서는 조그마한 프로그램을 만드는 것에서 시작하여 이를 점차적으로 확장시켜나가는(incremental approach) 방법을 쓰는 것이 바람직하다. 최소한 문제해결 영역의 전문가, 프로그래머 그리고 지식 공학자(Knowledge engineer)로 구성된 시스템 개발팀에 의해서 빠른 시간안에 조그만 모형의 전문가 시스템을 개발하게 되고 전문가의 의사결정 과정을 검토하고 이를 전문가 시스템에 반영하면서 시스템의 Knowledge base로 변형 및 확장되어질 수 있는

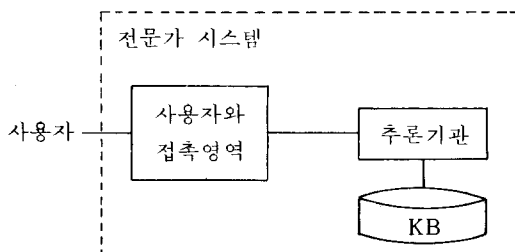
것이다. 이와같은 확장과정은 시스템이 전문가의 수준과 유사한 정도의 의사결정을 지원할 수 있을때까지 계속된다. 그리고나서 실제 응용분야에 시스템을 설치 운영하여 평가를 받게된다. 그러나, 인간인 전문가 자신들이 끊임없이 배우고 지식을 넓혀가듯 전문가 시스템도 의사결정 지원 능력을 계속 확장시켜 갈 수 있는 구조를 갖추어 주어야 한다.

본 연구에서는 전문가 시스템의 구성요소와 이를 개발할 때 고려사항 그리고 현재의 개발 추세에 관하여 요약하여 설명하고자 한다. 보다 자세한 설명이나 다른 시각에서의 이해를 위해서는 뒤에 기술된 참고문헌을 참조하기 바란다[2, 7, 12].

2. 전문가 시스템의 구성

전문가 시스템에는 Knowledge base(KB) 와 이를 통제 관리하는 추론기관이 있어서 전문가의 조언활동이나 문제해결 과정을 토의하는데 사용될 수 있다. KB가 인간의 두뇌에 해당되고 추론기관은 인간의 지적 사고능력에 비유될 수 있다. KB에 저장된 인간의 전문지식을 활용하여 보다 효율적으로 문제해결을 유도할 수 있는 것이다.

전문가 시스템의 구성요소가 그림 2-1에 그려져 있다. 시스템의 사용자와 응답을 가능하게 해주는 요소와 추론기관과 KB가 있다. 이러한 구성요소들은 상호 보완 협조하여 문제해결이 용이하도록 돕는다. 전문가 시스템은 전문화된 문제해결 영역에서(예컨대, 증권투자) 전문가가 의사결정을 하는 것과 같은 기능을 갖고 있



(그림 2-1) 전문가 시스템의 구성요소

는데, KB와 추론기관의 요소에 의해 전문적인 문제해결 기능이 가능한 것이다. 본절에서는 KB에 있는 지식을 묘사하는 방법들과 이들을 이용하여 추론하는 절차에 관하여 논하겠고 사용자와의 접촉영역과 시스템 개발에 관한 내용은 다음 절에서 다루도록 하겠다.

2.1 지식의 묘사(Knowledge Representation)

KB에는 저장된 지식에 관한 일반적인 사실들이 기술되어져 있어야 한다. 지식을 잘 묘사해 놓아야 지식의 획득 및 추출 그리고 추론과정 등이 용이해지는 것이다. 그러므로 지식의 묘사를 위해서는 다음의 사항들을 고려하여야 한다.

1. 지식 묘사의 자연성, 통일성 그리고 이해성
2. 지식의 명백성 정도
3. KB의 단위성과 융통성
4. 지식 추출과 추론절차의 효율성

지식의 묘사에는 4 가지 대표적인 방법이 있다. 이러한 방법들에 대한 보다 구체적인 설명은 Mylopoulos[11]에 의하여 기술되어 있고 본절에서는 이들을 간단히 소개하겠다.

2.1.1 만일-그러면 법칙 (Production Rule)

법칙 형태의 지식묘사 방법이 전문가 시스템에 가장 흔하게 사용되어지는 것이다. 이의 형태는 다음과 같다.

만일 X면 Y를 한다.

이러한 법칙을 사용하는데는 두가지 방법이 있다. 첫째는, 가능한 행위인 Y를 추론하기 위해서 주어진 상황을 조건 X에 부합시키는 것이다. 둘째는, Y를 가설 행위로 결정하고 이를 증명하기 위해서 X를 사전 조건으로 세우고 분석해 나가는 방법이다. 또한 이 두가지 방법이 혼합해서 사용되어지기도 한다. 법칙들은 문제해결을 위해 사용되는 heuristics을 기술하는 기법으로 사용되기도 하고 전문가의 문제해결을 위한 사고행위 및 과정을 모의한 형태로 간주되기도 한다.

2.1.2 일차적 논리(first-order logic)

문제해결을 위한 응용지식 가운데 특정한 사

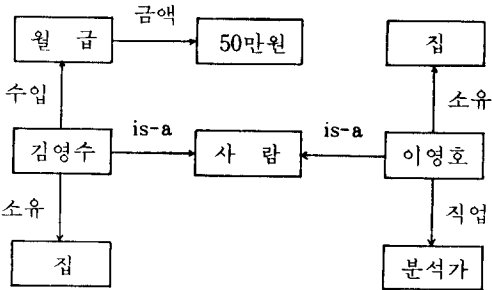
실을 묘사할 때 아래와 같은 형태로 사용될 수 있다.

월수입(김영수, 50만원).

위에 묘사된 내용은 “김영수는 50만원의 월수입이 있다”라고 해석될 수 있다. 지식이 일차적 논리의 형태로 묘사되어 있으면 확실한 추론 절차를 얻을 수 있는 잇점이 있다. 또한 이는 순수한 서술식이어서 (declarative) 같은 지식을 다양한 용도로 사용할 수 있게 한다.

2.1.3 Network

Network은 자연스럽게 그리고 효율적으로 지식을 조직화 할 수 있는 방법이다. Network는 nodes와 arcs으로 구성되어 있다. Node는 사물, 개념 혹은 상황을 설명하고 반면에 arc는 이들간의 관계를 나타낸다. 다음의 예를 참조해 보자.



위의 예에서 월급, 김영수 등이 node이고 수입, 소유 등이 arc이다. 이와같이 Network에서의 추론은 arc을 따라 node를 연결하는 것이다. 즉, “김영수는 사람이고 집을 소유하고 있으며 월급은 50만원이다”라는 사실을 추론해 낼 수 있는 것이다.

2.1.4 Frame

많은 지식들이 특정한 문제에 관한 과거의 상황과 일반적인 경험으로부터 얻어진 경험과 기대에 기초하여 쌓여지는 것이다. Frame은 이러한 경험적 지식을 구조화시킨 것으로 이에 Slot이 있어 개념이나 상황을 구성하는 각 요소들이 기술되어질 수 있는 것이다.

예컨데, 사람이란 Frame을 다음과 같이 표현할 수 있다.

Slots	Slot의 내용
이름	: 김영수
직업	: 은행원
월수입	: 50만원
집소유 여부	: 소유
부양 가족	: 2

2.2 추론기관

전문가 시스템에서 사용될 지식이 앞의 방식 중 일부를 이용하여 시스템에 묘사된 후 문제해결을 위해 활용되어질 것이다. 전문가의 문제해결 과정과 방식을 프로그래밍화 한 것이 추론절차라 하겠다. 그러므로, 추론절차는 사용될 지식의 종류와 묘사된 상황을 고려하여 보다 효율적이고 효과적으로 지식을 활용할 수 있도록 만들어져야 한다.

추론절차를 구성하는데는 다음의 세가지 요소를 고려해야 한다. 첫째, 문제해결을 위해 다음의 지식을 연결해 나가는 절차에는 두가지 방법이 있는데, 주어진 상황들을 규합하여 결론을 지으려는 방법과 결론에 대한 가설을 내린 후에 이를 증명하기 위해 상황들을 종합해 나가는 방법이 있다.

둘째, 지식을 연결해가는 과정에서의 통제절차. 필요한 지식을 계속 연결시키는데 breadth-first를 이용할 것이냐 depth-first방식을 이용할 것이냐에 관한 결정이다.

셋째, 문제를 해결해 나가는 과정에서 search space를 어떻게 변형시켜 나갈 것인가 하는 문제이다. 이러한 추론절차에 관한 자세한 내용은 Gevarter[7]와 Nau[12]을 참조하기 바란다.

3. 전문가 시스템의 개발

전문가 시스템의 개발 목적은 의사결정권자의 의사결정 과정을 효과적이고 지적으로 지원하는데 있으므로, 시스템의 사용자인 전문가가 시스템 개발에 적극 참여하여야 한다. 시스템 개발에 전문가의 참여를 통해 시스템의 사용을 용

이하게 하고, 또한 의사결정 지원 능력을 향상시킬 수 있는 것이다. 본절에서는 시스템과 사용자간의 접촉영역(User Interface)과 시스템 개발에 관한 제반 사항에 관해 논하겠다.

3.1 사용자와 접촉영역(User Interface)

전문가 시스템이 시스템 사용자와 접촉하게 되는 경우는 크게 3가지로 구분된다. 첫째는 시스템이 사용자의 질문에 답을 해야 할 경우이고, 둘째는 전문가로부터 지식을 획득하여 시스템에 부여하는 경우, 그리고 셋째가 사용자를 훈련시키는 경우이다.

사용자가 시스템에 문제를 제시했을 경우 시스템은 저장되어 있는 지식을 활용하여 해결책을 제시하여야 한다. 이때 사용자에게 문제해결 과정이나 혹은 결과에 대한 설명을 덧붙여야 한다. 전문가 시스템은 설명할 수 있는 능력을 갖추므로써 사용자의 궁금증을 덜어줄 수 있는 것이다.

전문가에 의해 사용되는 지식과 경험을 추출하여 이들을 Knowledge base에 묘사하는 것은 결코 지루한 과정으로서 개념을 정립하고 대화를 나눌 줄 아는 능력과 인내와 경험을 필요로 하는 일이다. 이러한 지식획득 과정은 시스템이 존재하는 한 반복적이어야 하고, 이러한 과정에 의해 시스템의 문제해결 능력이 계속 향상되는 것이다. 이와같은 업무를 부분적으로 자동화시키려는 노력의 일환으로 KAS[5], TEIRESIAS[3] 그리고 HEARSAY-III[6] 등과 같은 시스템이 개발 연구되고 있다.

전문가 시스템은 새로이 전문가를 지망하는 사람에게 문제해결 능력을 숙지시키는 훈련의 도구로서 사용되어질 수 있다. 현재 이러한 용도로 사용되는 전문가 시스템은 드물지만 전문가의 지식을 분명하게 형식에 맞추어 KB에 저장하였을 경우 사용자에 대한 훈련이 용이해진다.

3.2 전문가 시스템의 개발과정

전문가 시스템을 설계하고 개발하는 과정은 특정 분야의 전문가로부터 전문지식을 획득하

여(지식획득) 이들을 컴퓨터 프로그램으로 묘사하는 과정(지식공학)으로 특징지을 수 있다.

지식을 획득하는 과정은 전통적인 컴퓨터 프로그램(예컨데, 재고관리 시스템)을 개발하는 과정중 업무를 분석하는 과정에 비유될 수 있는데, 지식획득을 위해서는 전문가의 사고과정(cognitive behavior)이 연구되어야 된다는 점에서 단순한 업무분석과는 차이가 있다고 하겠다.

지식공학을 위해서는 통상 Lisp이나 Prolog 같은 인공지능 언어를 이용하는데 이에에는 프로그램에 묘사된 지식을 검토하고 수정하는 과정등이 포함되어져야 한다. 표 3-1에 시스템 개발의 수명주기(life-cycle)의 각 단계별로 전문가 시스템 개발을 위해 필요한 사항을 정리해 보았다.

수명주기단계	전문가 시스템 개발
1. 필요성 인식	시스템 개발을 위한 개념
2. 타당성 조사	R&D 및 시스템 경계 설정
3. 시스템 분석	전문가 1인을 설정하여 업무 파악
4. 시스템 설계	전문가의 전문지식을 활용할 수 있는 프로그램 작성
5. 상세 설계	전문가의 비평과 새로운 지식을 시스템에 공급
6. 프로그래밍	새로운 지식 공급
7. 프로그램 검토	시스템 수행능력 향상 : 다른 전문가의 자문
8. 훈련(사용자)	시스템 사용자에게 사용기법 등 숙지
9. 시스템 개조	점차적으로 확대
10. 시스템 운영	전문지식의 지속적인 획득

표 3-1 : 시스템 개발 수명주기에 따른 전문가 시스템의 개발 지침

표 3-1에서 보듯이 전문가 시스템을 성공적으로 개발하기 위해서는 전문가를 적극적으로 시스템 개발에 참여시켜야 하겠고 또한 다음의 다섯가지 사항을 고려하여야 한다.

첫째, 전문가 한명을 선정하여 철저히 모델화해야 한다. 여러명의 전문가들이 서로 다른 견해를 동시에 제공할 경우 시스템을 설계하기가 매우 어려운 것이다. 시스템 개발에 착수하기

전에는 많은 전문가들의 의견을 수렴하는 것이 좋으나 일단 시스템 개발에 착수한 후에는 한명의 의사결정 모델을 따르는 것이 바람직하다.

둘째, 전문가 시스템을 개발하는 요원을 확보하는 문제이다. 현재 대부분의 전산실에는 인공지능 언어나 지식공학에 관한 기법을 이해하는 요원들이 없는 형편이다. 그러므로, 전문가 시스템을 개발하기 위해서는 외부의 자문을 구하거나 현재의 요원을 특별히 훈련시키는 등의 기본적인 투자가 필요하다.

세째, 시스템의 관리 및 유지가 중요한 문제이다. 전문가 시스템은 문제 영역내에 전문가가 존재하는 한 계속 유지될 필요성이 있는 것이다. 시간이 경과함에 따라 문제해결 영역이 변화하고 이에 따라 새로운 지식이 활용될 필요가 생기게 되면 전문가 시스템도 이에 관한 새로운 법칙을 흡수해야 되는 것이다.

네째, 전문가 시스템이 점점 더 위험부담이 높고 복잡한 의사결정을 지원하는데 활용될 것이므로, 전문가의 의사결정을 지원하는데에 관한 신뢰도 문제가 있을 것이다. 시스템을 활용하여 내려지는 결정을 철저히 문서화 관리하여 후에 중요한 문제해결에 이용할 수 있는 것이다.

다섯째, 전문가 시스템을 개발한 후 사용자를 훈련시키는 문제이다. 시스템 개발에 참여하지 않은 전문가가 시스템을 활용하고자 할 경우 어떠한 문제가 예상되겠는가? 또한 비전문가가 전문 문제해결 영역을 벗어나는 문제를 제시할 경우 어떻게 대처해야 하는가? 이러한 문제점은 사용자 훈련을 통해 숙지시키고 필요한 경우 시스템을 보수해야 한다.

3.3 시스템 개발 도구(tools)

전문가 시스템을 구현시키기 위해서 시스템 개발 도구를 선정해야 한다. 시스템 개발 도구는 프로그래밍 언어와 전문가 시스템 개발 Shell이 있다.

COBOL이나 PASCAL 등과 같은 3세대 언어로도 전문가 시스템을 개발할 수 있으나 LISP이나 PROLOG와 같은 5세대 언어인 인공지능 언어가 프로그래밍 언어중에서는 전문가 시

스템 개발을 위해서 선호되고 있다. 인공지능 언어가 선호되는 이유는 이들을 사용할 경우 새로운 지식을 획득하여 시스템에 부과하기가 더욱 용이하기 때문이다.

전문가 시스템 개발 shell로는 EMYCIN(14)이나 M.1(Tecknowledge회사에서 1984년에 개발한 전문가 시스템 개발을 위한 도구) 등이 있고, 프로그래밍 언어에 비교하여 이들을 사용할 경우 시스템 개발이 용이한 장점이 있으나 반면에 융통성이 적은 단점이 있다. 인공지능 언어의 경우에는 문제해결 영역과 전문가 시스템의 규모에 관계없이 개발에 착수할 수 있으나 shell의 경우에는 shell이 지원할 수 있는 문제해결 영역을 고려해야 하고 또한 개발될 수 있는 시스템의 규모도 사용하는 shell에 의해 상대적으로 제한을 받는 것이다.

4. 전문가 시스템의 개발현황

전문가 시스템을 개발하기 위해서는 적절한 문제해결 영역과 전문가의 이용가능성을 우선적으로 고려해야 한다. 가장 성공적으로 전문가 시스템을 개발할 수 있는 문제해결 영역은 전문 지식이 구조적인 정보나 원인에 대한 결과를 이용하기 보다는 경험에 기초를 둔 경우인 것 같다.

표 4-1에 전문가 시스템의 예를 몇가지 제시하였다. 표에서 볼 수 있듯이 여러 영역에서 전문가 시스템이 개발되었다. 이에는 의학, 지질학, 화학, 물리학, 수학, 컴퓨터 그리고 한의학 등이 포함된다. 한국에서도 이에 대한 연구가 진행되고 있으며 그 예가 표 4-1에 포함되

〈표 4-1〉 전문가 시스템의 예

시 스템	사 용 기 능	문제해결영역	참조문헌
Mycin	조 언	의 학	13
Dipmeter	탐 구	지질학	4
R ₁	컴퓨터의 구성 설정	컴퓨터	9
Dendral	가설을 제시	화 학	8
Macsyma	조 작	수 학	10
한의 전문가 시스템	진 단	한의학	1

어져 있다. 이러한 시스템 중 R₁과 Macsyma 등이 실제로 사용되고 있다.

5. 결론

본 연구논문에서는 컴퓨터의 소프트웨어 프로그램에 지적인 능력을 갖추어 줄 경우 이러한 시스템의 일반적인 구성과 시스템 개발에 관한 제반 사항을 검토해 보았다. 또한 전문가 시스템의 현재 개발상황을 살펴보고 응용되고 있는 분야와 사용기능을 알아보았다.

전문가 시스템 개발분야에 종사하는 연구요원들은 앞으로의 전문가 시스템은 단순한 지식의 묘사방법을 이용하는 시도에서 벗어나 보다 다양한 지식묘사 방법들을 혼합하여 활용하는 방향으로 연구 개발되어야 한다고 믿고 있다.

참 고 문 헌

1. 인공 지능 연구회, 추계 인공지능 학술 강연회 발표집, 1986.
2. Clifford, J., J. Matthias, Y. Vassiliou, "A Short Introduction to Expert Systems," Database Engineering, Dec, 1983.
3. Davis, R., and Lenat, D. B., Knowledge-based Systems in Artificial Intelligence, McGraw-Hill, 1982.
4. Davis, et. al, "The Dipmeter Advisor" IJCAI, 1977.
5. Duda, R. O., Gaschnig, J. G., and Hart, P. E., "Model Design in the PROSPECTOR Consultant System for Mineral Exploration," in Expert Systems in the Micro-Electronic Age, D. Michie ed., Edinburgh Univ. Press, 1979.
6. Erman, L. D., et al, "The Hearsay-II Speech Understanding System" Computing Surveys, June, 1980.
7. Gevarter, W. B., "An Overview of Expert Systems," National Bureau of Standards Reports, NBSIR 82-2505, 1982.
8. Lindsay, R. K., et al, Applications of AI for organic Chemistry : The Dendral Project, McGraw-Hill, 1980.
9. McDermott, D., "RI : A Rule Based Configurer of Computer Systems," Artificial Intelligence, Sep, 1982.
10. Moses, J., "Symbolic Integration : The Stormy Decade," Comm. of ACM, 1971.
11. Mylopoulos, J., "An Overview of Knowledge Representation," Proc, Workshop Data Abstraction Databases, and Conceptual Modeling, 1980.
12. Nau, D. S., "Expert Computer Systems," Computer, Feb, 1983.
13. Shortliffe, Computer-based Medical Consultation : Mycin Elsevier, 1976.
14. Van Melle, W., "A Domain-independent Production Rule System for Consultation Programs," IJCAI, 6, 1979.