

온라인 전문가 시스템 구축 도구의 설계

Design of an On-Line Expert System Shell

장 해 진*

Chang, Hai-Jin

목 차

- | | |
|-------------|--------|
| 1. 서 론 | 4. 결 론 |
| 2. 관련 문헌 연구 | 참고문헌 |
| 3. 시스템 구조 | |

ABSTRACT

Conventional expert system shells like KEE, Knowledge Craft were designed for building main-memory-based expert systems used in only single user mode. This paper designs an expert system shell for building on-line expert systems which are used on Internet Web Browsers. The expert system shell can be used to build on-line expert systems for diagnostics, consulting, games, on-line education, etc.

· 본 논문은 상명대학교 '96학년도 교내학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.
· 전자계산학과 조교수

요 약

인터넷을 비롯한 컴퓨터 통신 환경이 널리 보급되고 있다. 전통적인 전문가 시스템은 일반적으로 주기억장치 기반의 단일 사용자용으로 개발되었다. 본 논문은 인터넷을 통해 복수의 사용자들이 편리하게 사용할 수 있는 온라인 전문가 시스템을 위한 전문가 시스템 구축 도구를 설계하였다. 설계된 전문가 시스템 구축 도구는 지리 정보 안내, 고장 진단, 상담, 게임 등의 다양한 분야에 사용되는 전문가 시스템을 쉽게 구축할 수 있도록 한다.

1. 서 론

전문가 시스템은 인공 지능의 중요 세부 분야의 하나이다. 많은 전문가 시스템들이 진단, 상담, 게임 등의 분야에서 사용되고 있다. 전문가 시스템 구축 도구는 잘 정의된 추론 엔진 및 사용자 인터페이스, 지식 검증기 등의 도구와 라이브러리들을 제공하여, 전문 지식의 획득 및 전문가 시스템의 구축을 싸고 빠르게 할 수 있도록 한다.

인터넷은 TCP/IP에 기반을 둔 네트워크이다. 인터넷은 연구소나 대학의 일부 사람들이 주로 사용하는 네트워크였으나, WWW(World Wide Web) 기술의 보급과 함께 일반 대중에게 보급되고 있다. WWW 기술은 멀티미디어 기술, 프로그래밍 언어 기술, 사용자 인터페이스 기술 등을 통합하면서 발전하고 있으며, 일반 대중이 인터넷을 쉽고 효과적으로 사용할 수 있게 한다.

일반적으로 전통적인 전문가 시스템은 주기억장치 기반의 단일 사용자용으로 개발되었다. 또한 전문가 시스템은 일반적으로 고가이며 특수하거나 고성능의 기계 환경을 요구하는 경우가 많았다. 따라서 전문가 시스템은 대중에게 충분히 보급되어 있지 못하다. 만일 인터넷용 웹 브라우저를 통해 통신 네트워크 상에서 전문가 시스템을 사용할 수 있도록 한다면 다음과 같은 장점들이 예상된다.

- 웹 브라우저의 하이퍼텍스트 기능, 통신 기능 및 멀티미디어 기능을 전문가 시스템에서 쉽게 활용할 수 있다.
- 자바 호환 웹 브라우저만 수행되면, 하드웨어의 종류나 수행 환경에 독립적으로 전문가 시스템을 사용할 수 있다.
- 데이터베이스 시스템과의 연계가 쉬워진다.
- 사용자에게 항상 최신 버전의 전문가 시스템의 엔진, 라이브러리, 지식 등을 제공할 수 있다. 즉 지식베이스나 전문가 시스템의 개정판의 배포가 쉽다.

본 논문은 인터넷용 웹 브라우저를 통해 사용할 수 있는 전문가 시스템을 개발할 수 있는 전문가 시스템 개발 도구의 요구 조건들을 조사하고 구조를 설계한다. 설계된 전문가 시스템 구축 도구는 아래와 같은 목표 기능을 갖는 전문가 시스템의 제작을 목표 기능으로 한다.

- 전문가 시스템 사용자는 자바 호환 웹 브라우저를 통해 필요한 전문가 시스템을 선택하고 사용한다.
- 사용자는 전문가 시스템 내부 지식 표현을 알 필요가 없으며, 사용자의 부정확하거나 불완전한 형태의 요구를 대화식으로 확인하고 보충하여 완전한 지식 표현 형태의 요구를 생성하는 기능을 갖는다.
- 비선형적인 계획 수립 기능을 제공하며, 서로 간섭하는 부분 목표들의 논리곱으로 표현된 목표에 대한 계획 수립 기능을 제공한다.
- 전문가 시스템을 구성하는 모듈들은 잘 정의되고 명확한 인터페이스를 가지며 다른 시스템에 쉽게 포함시킬 수 있어야 한다.
- 전문가 시스템을 이루는 모듈들은 네트웍상에 분산되어야 한다.
- 전문가 시스템은 DBMS의 자료를 사용할 수 있어야 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 기존 전문가 시스템들 및 계획 수립기들의 문제점들과 에이전트 시스템들에 대하여 조사한다. 제 3장에서는 이 논문이 목표로 하는 시스템의 구조 및 지식 형태를 기술하고 교통 정보 안내 시스템을 전문가 시스템의 가상 적용 영역으로 선정했을 때의 예상 시나리오를 고려해본다. 제 4장은 결론 부분이다.

2. 관련 문헌 연구

전통적인 전문가 시스템 구축 도구들에는 KEE [1], Knowledge Craft [2], HEXPERT [3] 등이 있다. 전통적인 전문가 시스템 구축 도구들은 주기억장치 기반의 단일 사용자용 전문가 시스템의 개발을 지원하는 것을 목적으로 한다. 만일 전문가 시스템을 인터넷과 웹 브라우저 같은 널리 보급된 소프트웨어 상에서 사용할 수 있다면 전문가 시스템의 활용 범위를 넓힐 수 있을 것이다.

전문가 시스템들은 STRIPS [4], NOAH [5] 등의 고전적인 계획수립기(planner)들에 그 이론적 기반을 두고 있다. 계획 수립기들은 초기 상태, 목표 상태, 그리고 상태를 변화시킬 수 있는 연산자들이 주어지면 초기 상태에서 목표 상태로 가는 연산자들의 적용 순서, 즉 계획을 생성하는 기능을 주된 목적으로 하며, 계획 수립기 분야의 연구는 계획을 수립하기 위한 더 강력하고 효율적인 알고리즘을 찾는 것을 주된 목적으로 한다. 반면에 전문가 시스템들에 대한 연구는 정교한 추론 알고리즘보다는 전문 영역에 대한 지식의 질과 양을 중요시한다고 할

수 있다.

에이전트 시스템이란 사용자의 요구에 따라 사용자를 대리하여 자율성과 융통성을 가지고 작업을 수행하고 그 결과를 사용자에게 보고하는 시스템이라고 할 수 있다. 에이전트 시스템은 복수개의 에이전트들로 구성될 수 있으며, 그런 경우 에이전트들은 사용자의 요구 작업을 수행하기 위해 서로 협조할 수 있어야 한다. 본 논문에서의 전문가 시스템은 다중 에이전트 시스템의 형태를 갖는다. 다중 에이전트 시스템의 경우 에이전트들이 서로 협조하여야 하므로 에이전트간의 통신 체계와 에이전트들의 작업을 제어하기 위한 계획 수립 기능이 필요하다. 예를 들어 A라는 에이전트가 계산한 결과를 B라는 에이전트에게 주면 B는 그것을 이용해서 사용자에게 결과를 출력한 것과 같은 경우를 예로 들 수 있다.

생성하는 계획이 선형 계획이나 비 선형 계획이나에 따라 기존의 계획 수립기들을 분류할 수 있다. STRIPS, ABSTRIPS 등의 계획 수립기들은 선형 계획을 생성한다. NOAH [6], UCPOP [7], 등의 시스템은 비선형 계획을 생성한다. 선형 계획을 생성하는 계획 수립기의 구현은 비선형 계획 생성기보다 쉽지만, 복수 에이전트 시스템들의 협동을 위한 계획은 비선형 계획이 바람직하다. 왜냐하면 복수 에이전트 시스템에서는 각 에이전트들은 독자성을 가지고 수행되므로 일을 시키려고 하는 에이전트가 수행 불능 상태에 있거나 매우 바쁜 상태에 있다면 다른 에이전트에게 그 일을 대신 시키거나 다른 계획을 대신 추진하는 융통성을 가지려면 비선형 계획이 필요하기 때문이다. 또한 비선형 계획은 계획 추진의 병렬성을 극대화할 수 있다. 선부른 잘못된 결정을 하고 나중에 취소하는 경우를 줄이기 위하여 계획을 수립할 때 결정을 서두르지 않는 기법이 도입되기도 한다[9].

본 논문이 목표로 하는 온라인 전문가 시스템은 복수개의 에이전트들로 구성되는 시스템이며 통신 네트워크 상의 다른 에이전트들 뿐 아니라 DBMS나 다른 웹 사이트 상의 자료를 접근할 수 있어야한다. 따라서 전통적인 전문가 시스템과 달리 에이전트들간의 자료 및 지식의 교환을 위한 통신 기능이 필요하다. KQML[8]은 에이전트간의 지식 교환을 위한 언어이다. KQML은 지식 교환 포맷을 포함한다. KQML에서 지식을 계층별로 구분되어 표현된다. 계층별로 지식을 표현하는 것은 여러 가지 이점이 있다. KQML 문장은 내용층, 메시지층, 통신층으로 구성되며, 내용층은 메시지층에 의해 캡슐화되고, 메시지층은 통신층에 의해 캡슐화된다. 본 논문은 KQML과 마찬가지로 계층적 지식 표현을 사용한다.

많은 인터넷 브라우저들은 자바 호환 브라우저들이다. 본 논문에서 전문가 시스템의 사용자는 바로 자바 호환 브라우저를 사용한다고 가정된다. 자바 언어는 다중 쓰레드, 내장 통신 기능, 내장 윈도우 기반 GUI 기능 등을 제공하며 수행 환경에 독립적인 바이트 코드 형태의 코드를 사용하므로 자바를 이용하여 쉽게 전문가 시스템의 사용자 인터페이스 부분을 코딩할 수 있다.

3. 시스템 구조

3.1 시스템 구조

본 논문이 제안하는 전문가 시스템 구축 도구가 지원하는 전문가 시스템의 구조는 아래 그림과 같이, 사용자 인터페이스 에이전트, 조정(coordinate) 에이전트, 하나 이상의 영역 에이전트들, DB 접근 에이전트, 웹 사이트 접근 에이전트들로 구성된다.

- 사용자 인터페이스 에이전트

사용자 인터페이스 에이전트는 자바 호환 브라우저 상에서 수행된다. 사용자 인터페이스 에이전트와 사용자는 웹 브라우저 상에서 허용되는 GUI(Graphic User Interface) 방식으로 정보를 교환한다. 사용자 인터페이스 에이전트와 조정 에이전트는 3.2절에서 기술되는 지식 형태를 통해 정보를 교환한다.

- 조정 에이전트

조정 에이전트는 영역 에이전트들의 지식과 DB 접근 에이전트의 데이터베이스에 대한 메타 지식을 갖고 있다. 조정 에이전트는 사용자 인터페이스 에이전트를 통해 사용자가 요구를 받아들이며, 메타 지식을 이용하여 사용자가 요구하는 목표(goal)를 영역 에이전트들에게 분배하고 취합한다. 영역 에이전트들은 전문 영역의 문제를 풀기 위한 지식과 추론 엔진을 가지고 있다.

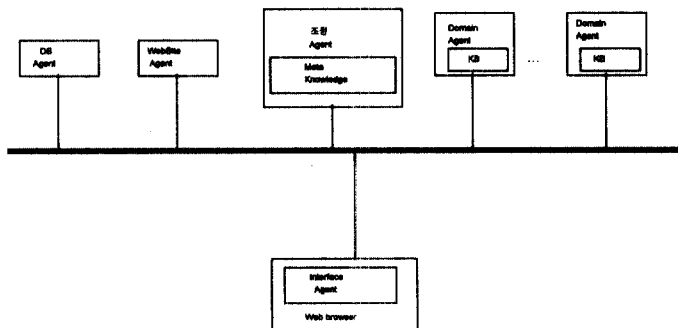


그림 1. 전문가 시스템의 구조

- 영역 에이전트

영역 에이전트는 조정 에이전트가 할당한 문제를 풀며, 문제를 푸는 과정 중 필요한 데이터베이스의 데이터나 웹 사이트의 정보를 조정 에이전트에게 요구하여 구한다.

- DB 접근 에이전트와 웹 사이트 에이전트

DB 접근 에이전트는 조정 에이전트의 요구에 따라 네트워크 상의 DBMS로부터 필요한 데이터를 읽어온다. 웹 사이트 에이전트는 조정 에이전트의 요구에 따라 해당 웹 사이트로부터 정보를 읽어온다. 조정 에이전트는 모든 다른 에이전트들의 제어 및 통신의 흐름을 조정한다.

사용자 인터페이스 에이전트, 조정 에이전트, 도메인 에이전트, DB 접근 에이전트, 웹 사이트 에이전트는 모두 다른 에이전트나 DBMS, 웹 사이트와 교신하기 위한 통신 모듈을 갖고 있다.

3.2 지식 형태

통신을 통해 에이전트들끼리 주고받는 지식의 구조를 살펴보자. 본 논문에서 사용하는 지식의 형태는 KQML과 마찬가지로 다음과 같이 3개의 층(layer)로 되어있다.

- 통신층(communication layer)
- 메시지층(message layer)
- 내용층(content layer)

통신층에는 송신자, 수신자와 같은 통신에 필요한 정보가 들어있다. 메시지 층에는 그 메시지의 역할이나 기능에 대한 정보가 들어간다. 내용층에는 메시지에 필요한 내용이 들어간다. 지식을 계층 구조로 표현하면 각 층을 통한 지식의 추상화가 가능하다. 예를 들어 내용 층에는 특정한 지식 표현 형태 및 리스트, 이진 파일들이 들어갈 수 있으며 그 내용이 무엇인지를 해석하는 것은 메시지층의 내용에 의해 결정되므로 위와 같은 구조의 지식 표현은 매우 융통성이 있다. 모든 에이전트는 아래 그림과 같이 통신 모듈과 메시지 처리 모듈을 갖고 있다. 통신 모듈을 통과한 지식은 메시지층과 내용층만을 갖게된다. 메시지 처리 모듈은 메시지층의 내용을 분석하여 내용층의 내용을 어떻게 사용할 지 결정한다.

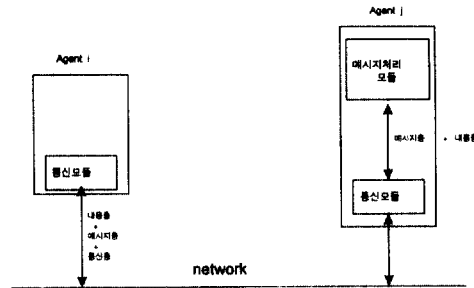


그림 2. 에이전트간 지식의 통신

통신층 (communication layer)

통신층의 역할은 지식의 통신에 관련된 하위 수준의 특징들을 규정하는 것이다. 각 에이전트의 통신 모듈은 에이전트간 교환되는 지식의 통신층을 판독하여 자신에게 오는 통신인지를 판단한다. 통신층에는 통신에 대한 다음과 같은 내용이 규정된다.

- 지식의 송신자/수신자
- 메시지 고유 id
- 통신 모드
- 어떤 메시지에 대한 대답인가를 규정하는 내용
- 공개 암호키

메시지층(message layer)

메시지 층에는 그 메시지가 어떤 종류의 메시지인지를 구분하기 위한 정보가 들어간다. 메시지의 종류에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 포함된 내용층의 내용의 포맷
- 지식의 삽입, 삭제, 수정을 위한 메시지
- 계획 수립을 요구하는 메시지
- 오류 메시지
- 응답 메시지
- 데이터베이스에 대한 질의 메시지
- 데이터베이스 질의 결과 메시지

내용층 (content layer)

내용층은 실제로 통신하고자 하는 지식이나 데이터가 들어간다. 내용층의 값은 형태의 제약을 받지 않으며, 메시지층에서 내용층의 포맷이 규정된다.

3.3 메타 지식과 메타 데이터

조정 에이전트는 사용자 인터페이스로부터 입력된 사용자의 목표(goal)를 달성하기 위해서 계획을 세우고 계획에 따라 다른 에이전트들을 제어하고 활용해야 한다. 또한 조정 에이전트는 다른 에이전트의 요구를 받아 그 요구를 해결해 줄 수 있는 에이전트를 연결해줄 수 있어야 한다. 즉, 조정 에이전트는 다른 에이전트들의 현재 상황 및 능력에 대하여 파악하고 있어야 하며, 그런 지식 즉 다른 에이전트들에 대한 지식을 메타 지식이라고 한다. 또한 메타 데이터는 데이터베이스 에이전트가 접근할 수 있는 데이터베이스에 대한 데이터를 의미한다.

3.4 적용 시나리오

위에서 설명한 내용들을 교통 정보 안내를 위한 시스템을 구축하는 데 적용한다고 가정했을 때의 적용 시나리오는 다음과 같다.

- 1) 사용자는 웹 브라우저를 통해 교통 정보 안내 시스템의 홈 페이지(home page)에 도착한다. 사용자는 출장 계획 메뉴를 선택한다.
- 2) 사용자 인터페이스 에이전트는 사용자로부터 출장의 출발지, 목적지, 출발 예정 시간, 도착 예정 시간 등의 기본 사항들을 입력받아, 조정 에이전트에게 전달한다. 예를 들어 사용자가 서울 서초동 사무실에서 제주도 제주 호텔로 내일 오전 10시까지 가야한다고 입력하면, 사용자 인터페이스 에이전트는 그 요구를 지식 포맷 r 로 만들어 조정 에이전트에게 전달한다. 조정 에이전트는 메타 지식을 이용하여 r 의 수신자가 출장 계획 작성 에이전트임을 알아내고 출장 계획 작성 에이전트에게 r 에 대한 출장 계획 작성을 요구한다. 출장 계획 작성 에이전트는 영역 에이전트의 한 종류이다.
- 3) r 을 받은 출장 계획 작성 에이전트는 r 에 대한 출장 계획을 작성한다. 출장 계획 작성 에이전트는 계획 작성시 필요한 데이터를 조정 에이전트에게 요구할 수 있으며, 조정 에이전트는 데이터 요구를 해당 데이터베이스 에이전트나 웹 사이트 에이전트에게 전달한다. 데이터 요구를 받은 데이터베이스 에이전트나 웹 사이트 에이전트는 요구된 자료를 구하면 그 자료를 지식 교환 포맷 형태로 조정 에이전트에게 보낸다. 조정 에이전트는 그것을 다시 출장 계획 작성 에이전트에게 전달한다.
- 4) 출장 계획 작성 에이전트에 의해 구해진 출장 계획(들)은 조정 에이전트를 통해 지식 교환 포맷으로 사용자 인터페이스 에이전트에게 전달되며, 출장 계획(들)을 받은 사용자 인터페이스 에이전트는 지식 교환 포맷으로 표현된 계획(들)을 사용자 인터페이스 에이전트가 사용하는 그래픽, 음성, 텍스트 등의 포맷으로 사용자에게 전달한다.

4. 결 론

본 논문은 웹 브라우저를 통하여 사용하는 온라인 전문가 구축 도구에 대한 설계를 제시하였다. 제시된 온라인 전문가 시스템 구축 도구의 설계는 인터넷 환경 속에서 복수 사용자에게 의해서 효율적으로 사용될 수 있는 전문가 시스템을 구축하는 것을 목적으로 하며, 데이터베이스 시스템, 다른 웹 서버등과 교신하여 사용자가 요구하는 일을 수행할 수 있는 전문가 시스템을 구축하는 데 필요한 기본 구조를 규정한다.

참고문헌

- [1] IntelliCorp, IntelliCorp KEE2.1 Software development System Reference Manual, 7th Edition, 1985.
- [2] Carnegie Group Inc., Knowledge Craft Overview, 1986.
- [3] Yoo, S.I., Kim, I.K., Park, C.H., Chang, H.J., and Min, M.K., "HEXPERT: An Expert System Building Tool", Proceedings of the 3rd International Conference on Tools for Artificial Intelligence, pp 510-511, 1991.
- [4] Fikes, R. E. and Nilsson, N.J, "STRIPS: a New Approach to the Application of Threom Proving to Problem Solving", Artificail Intelligence, 2, pp 189-208, 1971.
- [5] Sacerdoti, E.D., "Planning in a Hierarchy of Abstraction Spaces", Advance papers of IJCAI-73, Palo Alto, Ca, USA., 1973
- [6] Sacerdoti, E.D., "The Non-linear Nature of Plans", Advance papers of IJCAI-75, Tbilisi, USSR, 1975.
- [7] J. Scott Penberthy, Daniel S. Weld, "UCPOP: A Sound, Complete, Partial Order planner for ADL", Proceedings of Knowledge Representation, 1992.
- [8] Finins, T; Fritzson, R.; McKay, D. and MacEntire, R. "KQML as an agent communication language" Proceedings of the Third International Conference on Information and Knowledge Management. ACM Press, 1994.
- [9] Danial S. Weld, "An Introduction to Least Commitment Planning", AI Magazine, Summer/Fall 1994.