

불확실성 환경을 고려한 제품 설계 지원 전문가 핵심 엔진 모듈 연구

*강해운, 남성호, 강은구, 최영재, 이석우
한국생산기술연구원

Expert Core Engine Module for Supporting Product Design Under Uncertainty

*H. W. Kang, S. H. Nam, E. G. Kang, Y. J. Choi, S. W. Lee
Korea Institute of Industrial Technology

Key words : Uncertainty, Product Design, Expert System

1. 서론

지난 수 십년 동안 전문가 시스템(Expert System)은 인공지능(Artificial Intelligence)의 한분야로서 그 고유한 영역 안에서 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 특히, 그 동안 지식베이스 구축을 위한 “지식의 구조화”, “지식의 재사용성”이라는 상위 개념을 바탕으로 컴퓨터를 이용한 인간의 경험적 지식들을 시스템화하기 위한 많은 노력들이 동시에 이루어져 왔다.

이러한 흐름에 편승하여 1990년 이후 하드웨어의 급속한 발전을 통하여 관련 정보 처리 능력이 현격하게 증가하였으며 전문가 시스템의 큰 문제점 중의 하나였던 추론 엔진의 추론 능력 또한 동시에 크게 증가되었다.

지난 10 여년 간의 전문가 시스템의 발전 및 연구의 흐름들은 점점 다양화되고 복잡화되는 현실 세계 환경에 적응하고 운용하기 위한 문제 해결 능력을 갖는 구조화된 시스템을 지향하는 연구들이 주류를 이루고 있으며 크게 세 가지로 요약하여 분류해 볼 수 있다.

첫째, 규칙기반 시스템(Rule-based System)으로 최근에는 Hgun, Kemmerer and Porras(1995)에 의하여 상태전이시스템(State Transition System Analysis)에 관한 분석 연구가 수행되었다.

둘째, 지식기반 시스템(Knowledge-based System)으로 Dhaliwal and Benbasat(1996)은 지식기반 시스템(KBS)의 가장 중요한 요소들로서 각각 지식(Knowledge), 추론엔진(Inference Engine), 지식 사용 도구(Knowledge Engineering Tool), 사용자 인터페이스(User Interface) 등으로 구분하였으며, Laudon(2002)은 전문가 시스템, 데이터베이스, 그룹웨어, 규칙기반 시스템을 운영하는 경우 지식기반 시스템이 강력한 도움을 줄 수 있다는 사실을 증명하였다.

셋째, 인공지능 전문가 시스템(AI Expert System)으로 인공지능 기법을 이용하여 현실세계에서 존재하는 다양한 불확실성에 관한 문제를 해결하고자 하였으며 Chang and Thia(1996)에 의하여 온라인상에서의 효율적인 스케줄링 방법을 연구하는데 퍼지 전문가 시스템이 활용되었으며 Wang, Qu, Lie and Cheng(2004), Yang, Han and Kim(2004)은 뉴럴 네트워크를 이용한 시스템의 고장 진단과 관련된 연구를 진행하였다.

이러한 연구 흐름과 더불어 어떻게 하면 좀 더 체계적인 지식을 표현하고자 온톨로지에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 불확실성하에서 온톨로지를 이용한 지식 표현 및 인공지능 기법 중 하나인 퍼지 추론에 관한 연구를 진행하였으며, 동시에 이를 활용하여 원활한 추론 수행을 위한 방법 및 구조에 관한 연구를 진행하였다.

2. 제품 설계와 불확실성

2.1 제품 설계 지원을 위한 프로세스의 복잡성

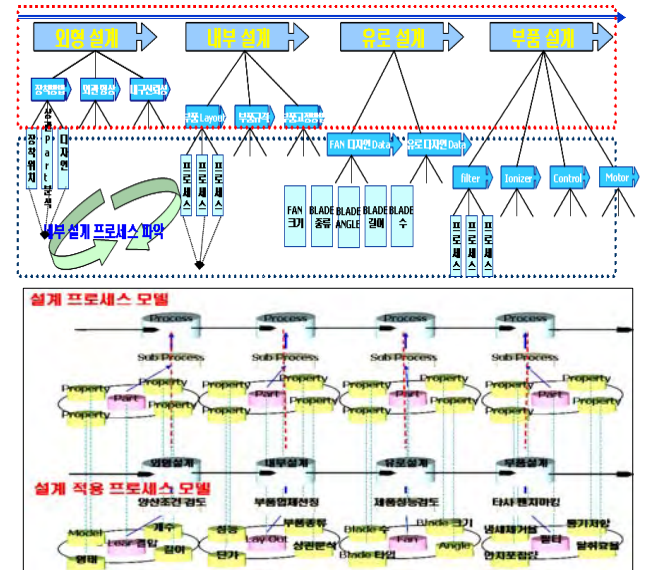


Fig. 1 Product Design Process Environment and Applying Process Model

제품 설계 지원을 위한 현실적 제약 환경은 너무나 복잡하고 다양한 구조를 지닌 환경으로 존재하고 있다. Fig. 1에서 보이는 바와 같이 제품 설계를 위한 프로세스의 환경은 우리가 생각하는 것 보다 훨씬 더 복잡한 복잡계임을 확인 할 수 있다.

2.2 불확실성하에서의 전문가 추론

일반적으로 불확실성이란 “판단이나 의사결정에 필요한 적절한 정보의 부족”이라고 할 수 있는데 위에서 언급한 제품설계 프로세스는 특히 이러한 불확실성을 많이 내포하고 있다. 이러한 원인으로는 첫째, 제품 설계 전문가들이 가지고 있는 설계 지식들의 불완전성을 들 수 있다. 완벽한 정보가 아닌 정보가 결여된 정보로 인하여 제품 설계 시 정확한 결론을 내리기가 쉽지 않다. 둘째, 제품 설계 프로세스에서 존재하는 전문가 지식들의 지식표현의 모호성에 있다. 설계 전문가들의 지식에서 지식 표현시 인간이 사용하는 애매성이나 모호성이 자연스럽게 포함될 수밖에 없다.

따라서, 제품설계 지원을 위한 전문가 시스템에서 사용될 핵심 엔진을 개발하기 위해서는 앞에서 언급한 제품 설계 프로세스 내에 존재하는 불확실성을 어떻게 고려하여 지식 추론 시 이를 반영할 수 있는가가 중요한 관심사항이며, 이를 위하여 확률적 접근법 및 인공지능 기법 중 하나인 퍼지 추론 기법을 추론 수행에 이용하였으며, 퍼지 추론의 예는 아래의 Fig.2 와 같다.



Fig. 2 Fuzzy Inference of Uncertainty Knowledge

3. 온톨로지와 지식 추론

현대 사회는 많은 정보, 지식들의 홍수라고 표현할 수 있을 정도로 수많은 다른 정보 및 지식들이 매일 발생하고 있다. 특히 이러한 지식을 좀 더 효율적으로 정의하고 이를 이용하기 위한 방법론으로 온톨로지(Ontology)는 매우 강력한 방법론이며, 현재 많은 연구가 진행되고 있다. 따라서, 제품 설계 프로세스 상의 복잡한 지식들을 정형화, 구조화하여 정의하기 위한 온톨로지를 이용한 지식표현 예시는 아래의 Fig. 3과 같다.

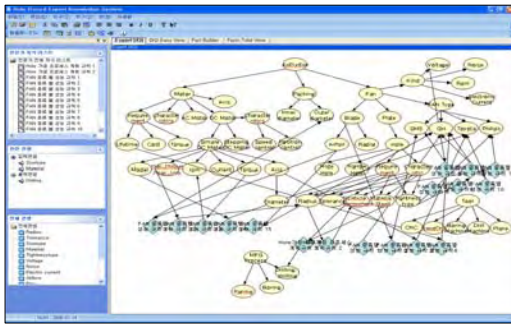


Fig. 3 Ontology Representation of ES

위의 Fig. 3에서 보이는 바와 같이 온톨로지를 이용한 지식표현은 다양한 개발 도구(Protege, DM)를 통하여 가능하며, 이러한 온톨로지를 이용한 지식 표현은 궁극적으로 빠르고 정확한 추론을 이용하기 위함이다.

4. 불확실성 문제 해결을 위한 퍼지 추론

앞에서 언급한 바와 같이 온톨로지와 이를 이용한 추론은 제품설계 지원을 위한 전문가 핵심 엔진을 개발하기 위한 핵심이다. 온톨로지 기반의 지식과 이를 이용한 퍼지 추론과의 상호연동의 큰 흐름은 아래의 Fig. 4와 같다. 기본적으로 이들 간의 관계를 연결하여 주는 매개체는 데이터베이스이며, 이를 기반으로 서로 상호 작용이 이루어진다.

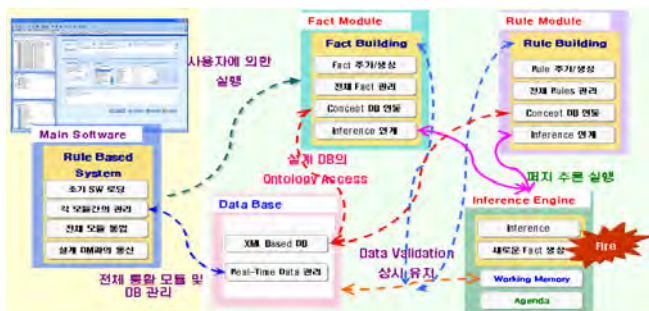


Fig. 4 Interaction of Ontology Knowledge and Fuzzy Inference

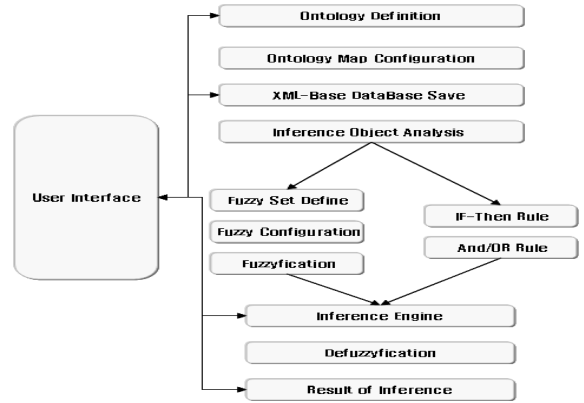


Fig. 5 Ontology- Fuzzy Inference Configuration

이러한 온톨로지 지식과 퍼지 추론을 수행하기 위한 전체적인 큰 구성 및 흐름은 Fig. 5와 같으며, 위에서 언급한 구조 및 흐름을 기반으로 본 논문에서는 온톨로지 지식과 이를 이용한 추론을 수행하기 위한 전문가 핵심 엔진이 구현되었다.

4. 결론

본 논문에서는 제품 설계 지원을 위한 전문가 핵심 엔진 모듈을 개발하였으며 이를 위하여 제품설계 프로세스의 복잡성 및 불확실성 지식의 존재 여부를 파악하였다. 제품설계 프로세스 내에 많은 지식들을 처리하기 위해서는 불확실성이 내재된 지식의 처리가 필수적이며, 이를 위하여 퍼지 추론 기법을 적용하였다. 또한 온톨로지를 이용한 지식과 이를 위한 퍼지 추론간의 상호 관계 및 통합 구조를 연구하였다.

후기

본 연구는 산업자원부에서 추진하는 중기거점기술개발 사업의 하나로 수행되고 있는 '웹기반 SMART 제조 시스템' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 남성호, 강해운, 홍원표, 이석우, 최현중 "제조업의 제품설계 및 프로세스를 위한 전문가 시스템의 개발," 한국정밀공학회 추계학술대회논문집, 2005. 6.24.
2. 강해운, 남성호, 홍원표, 이석우, 최현중 "제품 설계 지원을 위한 디지털 마이스터 전문가 시스템의 설계," 한국정밀공학회 추계학술대회논문집, 2005. 10.21.
3. Hgun. K., Kemmerer, R., and Porras. P. A "A graph-based approach for rule integrity and maintainability in expert system maintenance", IEEE Transactions on Software Engineering.. Vol. 21, pp. 181-199, 1995.
4. Dhaliwal. J. S. and Benbasat., "The use and effects of knowledge based system explanations", Information Systems Research, Vol. 7, pp. 342-362, 1996.
5. Chang. C. S. and This. B. S., "Online rescheduling of mass rapid transit systems", IEEE proceedings Electronic Power Applications, Vol. 143, pp. 307-316, 1996.
6. E. F. Carrasco, J. Rodríguez, A. Puñal, E. Roca and J. M. Lema, "Diagnosis of acidification states in an anaerobic wastewater treatment plant using a fuzzy-based expert system", Control Engineering Practice, Vol. 12, No. 1, pp. 59-64, 2004.