

# 최적화기법과 지식기반시스템

이 동 곤 <선박해양공학연구센터 조선시스템연구부 선임연구원>

## 1. 서 론

공학설계에 있어서 보다 합리적인 최적설계 혹은 최적과 근사한 설계안을 얻기 위해서는 최적화모델에 표현할 수 없는 설계과정의 경험적 지식이나 의사결정 과정을 지원할 수 있는 지식기반시스템이 결합되어야 할 필요가 있다.

설계 과정은 제한조건과 설계 목표간의 균형을 잡아가는 창조적인 과정이므로, 설계자는 이 과정에서 고도의 판단을 하게 된다. 얻어진 설계안이 최적인지 혹은 최적에 가까운지를 판단해야 하고, 최적화기법을 사용하였을 경우에는 얻어진 해가 국부적인 최적해(Local Optimum)인지 전체적인 최적해(Global Optimum)인지를 판단해야 한다. 이러한 판단의 대부분은 설계자의 경험적 지식(Heuristic Knowledge)에 기초를 두고 있는 경우가 많다. 그러나 최적화 기법을 포함한 종래의 전산 프로그램들은 수치적 계산과정과 그 결과에만 중점을 두고 개발되어 왔으며, 설계모델의 개발과 최적화 기법의 선택 및 결과의 판단등은 설계 전문가에 의하여 수행되어 왔다. 따라서 설계 과정에 수치적 계산결과 뿐만 아니라, 경험적 지식이나 수치로서 표현하기 힘든 각종 정보를 동시에 고려하여야만 효과적인 설계안의 도출이 가능하다.

따라서, 보다 현실적인 설계안을 얻기 위해서는 수치적 계산에 중점을 두고 있는 최적화 기법과 경험적 지식의 기호처리(Symbolic Manipulation)에 중점을 두고 있는 지식기반시스템(Knowledge-Based System)을 결합하여 보다 효과적인 설계시스템을 구현할 필요가 있다. 이러한 설계시스템은 계산결과를 신속하고 정확하게 설계자에게 제공하는 것 뿐만

아니라 고도의 판단기능도 동시에 보유하는 것으로서, 설계모델을 구현한 후 최적화 기법을 이용하여 해를 구하고, 얻어진 해의 타당성을 지식기반시스템을 이용하여 판단하게 하는 등의 상호 보완적인 기능을 갖게 되어 설계의 질을 향상시킬 수 있다.

따라서, 본 글에서는 수치적인 계산결과만을 제공하는 최적화 기법의 한계와 기호처리에 중점을 두고 있는 지식기반시스템의 한계를 극복하여, 보다 현실적인 최적 설계안을 도출할 수 있는 지식기반 최적설계(Knowledge-Based Optimum Design)시스템에 관한 연구현황과 관련기술을 살펴 보았다.

## 2. 최적화 기법

복잡한 시스템의 설계는 많은 계산과 자료처리가 요구된다. 컴퓨터 관련기술과 수치계산법이 발달함에 따라 복잡한 계산과 다량의 자료처리를 효율적으로 수행할 수 있게 되었으며, 이러한 발전에 힘입어 공학설계과정은 짧은 시간에 다양한 설계대안을 검토함으로써 보다 나은 시스템이 설계될 수 있게 되었다.

시스템 설계는 최적화문제로 정식화 될 수 있으며, 최적화문제는 모든 제약조건을 만족하면서 주어진 척도를 최적화하는 것이다. 최적화문제를 풀기 위한 최적화기법은 수학자들에 의하여 발전되어 왔고, 개발된 다양한 최적화기법을 이용하여 광범위한 영역의 문제를 해결할 수 있지만 설계기술자의 능력이나, 구상의 한계내에서 응용범위가 결정되게 된다.

## 3. 지식기반시스템

### 3.1 지식기반시스템

어떤 특정한 전문영역의 지식을 표현하고 이들 지식을 처리함으로써 전문가와 동등한 혹은 유사한 일을 할 수 있는 시스템을 전문가시스템이라 하고, 보다 일반적인 지식이 외부적으로 표현된 시스템을 지식기반시스템이라 한다. 전문가시스템은 지식기반시스템에 속하지만 지식기반시스템이라 할지라도 반드시 전문가시스템에 속하는 것은 아니다[1]. 지식기반시스템은 진단, 예측, 교육, 설계 및 계획등의 많은 분야에 적용할 수 있지만 그 가운데서 설계와 계획분야는 설계공간이 넓고 해를 종합하여야 하기 때문에 비교적 적용이 쉽지 않으나[2], 설계과정이나 기존의 CAD시스템에 지식기반시스템을 적용하여 보다 효율적인 설계를 하기 위한 노력이 계속되고 있다[3][4][5][6].

설계를 위한 지식기반시스템은 크게 두 종류로 분류할 수 있다[7]. 첫째는 해석(Analysis)을 위한 것이고, 둘째는 종합(Synthesis)을 위한 것이다. 해석을 위한 지식기반시스템은 완성된 설계안에 대하여 성능을 평가하는 것이며, 종합을 위한 지식기반시스템은 설계의 목표나 요구되는 성능이 주어졌을 때 적합한 설계안을 도출하는 것이다. 설계안이 주어지고 해석을 하는 경우에는 상대적으로 해의 범위가 한정되므로 시스템의 구현이 용이하나, 기능이 주어지고 설계안을 도출하는 경우에는 설계공간이 넓고 대안이 많이 존재하므로 구현이 용이하지 않다. 최적설계를 지원하는 지식기반시스템은 후자의 영역에 속한다.

### 3.2 지식기반시스템의 구성요소

지식기반시스템을 구성하는 요소는 지식기반시스템 자체와 지식기반시스템의 개발과 운용에 관한 환경으로 이루어진다[8]. 이 중에서 가장 핵심요소는 지식베이스와 추론 기관이다.

#### 3.2.1 지식베이스

지식베이스는 지식기반시스템의 핵심부분으로 문제를 해결하기 위한 여러 종류의 지식이 저장되어 있는 곳으로, 기존 프로그램에서는 데이터베이스에 해당한다. 지식을 효율적으로 처리하기 위해서는 일정한 형식으로 표현하는 것일 필요하다. 지식을 표현하는 방법으로는 Rule, Semantic Net, Frame, Logic 및 Object-Orient Representation 등이 있다.

#### 3.2.2 추론방법

지식베이스의 지식이 사실들과 부합하는지 (Match)를 조사하고, 부합하면 해당 지식을 실행하

는 일을 담당하는 것이 추론기관이다. 지식기반시스템에서 사용되어지는 추론방법의 대표적인 것으로는 전방향 추론(Forward Chaining)과 역방향 추론(Backward Chaining)이 있다. 전방향 추론은 주어진 사실들의 집합에서 출발하여 결론가설을 평가하여 가는 방법이며, 역방향 추론은 결론가설에서 출발하여 결론가설을 만족하는 룰을 차례로 평가하는 방법이다. 추론에 있어서 문제의 특성에 따라 부정확함을 표시하는 확신도계수를 도입하거나 퍼지개념을 도입하는 경우도 있으나, 추론이 반복되면 그 값이 불투명하여 지는 경우도 있다.

## 4. 지식기반 최적설계시스템

### 4.1 지식기반 최적설계시스템의 구성요소

지식기반시스템과 최적화기법이 결합된 지식기반 최적설계시스템을 구성하는 기본요소는 Fig. 1과 같이 지식기반시스템의 지식베이스와 추론엔진, 최적화에 관련된 설계모델과 최적화기법 및 사용자 인터페이스(User interface)로 구성되어 진다. 이 가운데서 사용자 인터페이스는 문제의 특성에 큰 영향을 받지 않으나 추론방법과 최적화기법은 문제의 특성을 고려하여 적절한 것을 선택하여야 한다. 반면에 지식베이스와 설계모델을 보다 직접적으로 문제의 특성에 관계된다.

지식기반 최적설계시스템의 지식베이스는 경험적

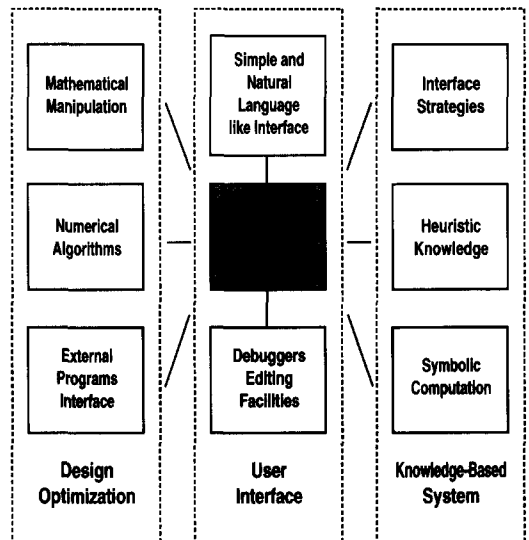


Fig.1 Intergrated environment for Knowledge-based optimization systems

지식을 근거로 최적화기법에 의한 최적설계를 지원하거나 최적설계 문제를 보다 효과적으로 풀기 위한 지식들이 저장되어 있어야 한다. 여러가지 종류의 설계지식 가운데서 지식베이스에 저장될 수 있는 설계지식은 주로 처리형의 지식(Process Knowledge)이다. 처리형의 지식은 상세한 수치적 계산결과나 해석에 의한 결과보다는, 설계기준이나 제한조건 혹은 이들간의 관계를 표현하는 직감적(Rule of Thumb)이고 경험적인 것으로서, 지식기반시스템의 특징인 기호처리에 보다 적합한 것들이다.

#### 4.2 지식기반 최적설계시스템의 유형

최적화기법을 이용한 최적설계와 지식기반시스템이 통합되는 형태는 크게 세가지로 구분할 수 있다. 즉, 지식기반시스템이 최적화의 전단계(Preprocess)에서 적용되는 경우, 최적화가 진행되는 과정에서 적용되는 경우 및 최적화가 종료된 후(Post-process)에 적용되는 경우이다.

##### 4.2.1 최적화의 전단계(Preprocess)에서 적용되는 경우

최적화를 위한 설계모델은 일반적으로 설계 전문가에 의하여 구축된다. 설계모델의 구축시에 어떤 것을 설계변수로 택하는가에 따라 결과가 달라지고, 설계변수를 잘못 선정하면 설계모델이 실세계를 반영하지 못하게 된다. 또한, 최적화기법의 Starting Point와 Step Size 등의 입력값을 잘못 선정하면 탐색시간이 길어지거나 해를 찾는데 어려움을 겪게 된다. 설계모델의 구축, 최적화를 위한 입력자료 및 적절한 최적화기법의 선택등도 문제영역의 특성과 최적화에 대한 전문지식을 필요로 한다. 지식베이스에 이와 관련된 지식을 구현하여 최적화 모델의 구축이나 최적화기법의 선택[9] 등, 최적화에 필요한 관련 사항들을 지원할 수 있다.

##### 4.2.2 최적화가 진행되는 과정에서 적용되는 경우

최적화의 과정에서 설계모델과 지식기반시스템의 지식베이스가 정보를 공유하는 개념이다. 최적화기법에 의하여 탐색이 진행되는 사항, 예를 들어 제한조건, 목적함수, 설계변수등의 거동이 지식기반시스템의 Working Memory에 저장되면 지식베이스의 관련지식들이 작동하여 탐색시간을 줄이거나, 사용자로 하여금 최적화의 환경을 개선할 수 있도록 지원한다[10].

##### 4.2.3 최적화가 종료된 후(Postprocess)에 적용되는 경우

최적화기법에 의하여 얻어진 정량적인 최적점에 대한 정성적인 판단을 지식기반 시스템이 수행하는 형태이다. 얻어진 최적점이 국부적인지, 받아들일 수 있는 결과인지 혹은 최적화를 다시 수행하여야 할 것인지 등에 대한 판단이나 조언을 사용자에게 제공할 수 있다. 다목적함수 최적화문제인 경우에는 얻어진 Pareto Optima Set에서 어떤 점을 최적점으로 선택하는 것이 좋은가에 대한 경험적인 판단도 이 유형에 속한다.

## 5. 결 언

수치적인 계산결과만을 제공하는 최적화 기법의 한계와 기호처리에 중점을 두고 있는 지식기반시스템의 한계를 극복하여, 보다 현실적인 최적 설계안을 도출할 수 있는 지식기반 최적설계시스템에 관한 연구현황과 관련기술을 살펴보고자 한다.

세계적으로 지식기반 최적설계에 관한 연구는 아직 활발하지는 않으나 관심이 증대하고 있는 분야이다. 국내에서는 최적설계와 지식기반시스템에 관한 연구는 활발하나, 이들을 결합한 지식기반 최적설계에 관한 연구는 찾아보기 힘든 실정이다. 지식기반 최적설계시스템을 개발하기 위하여는 최적화기법과 지식기반시스템에 관한 경험과 지식을 동시에 필요로 하므로 개발이 용이하지 않다. 그러나 지식기반시스템 개발용 도구를 사용한다면 이러한 어려움이 다소 줄어들 수 있다. 공학문제의 많은 부분들이 다목적 최적화문제의 영역에 속하고, 전문가들이 최적화 문제를 해결하는데 관련 지식을 사용하고 있으므로 보다 현실적인 설계안을 얻기 위한 방법중의 하나가 지식기반 최적설계시스템이 될 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Boer S.J., "Decision Methods and Techniques in Methodical Engineering Design", May 1989. Academich Boeken centrum
- [2] Dym C.L., "Expert System: New Approach to Computer-Aided Engineering", Vol.1, 1985. Engineering with Computers
- [3] Ohsuga S., "Toward Intelligent CAD

- Systems". Vol.21, No.5. 1989. Computer-Aided Design
- [4] Lu D., Sun S., He Z., "The IFBMDA: A Model for Mechanical Design Automation", Vol.1, 1992, Advances in Design Automation, American Society of Mechanical Engineering
- [5] Yano S., Ohsuga S., Hori K., "Knowledge Based System to Aid Large Scale Design Problem", 1992, Proceedings of the Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence
- [6] Ohsuga S., "How Can Knowledge-Based Systems Solve Large-Scale Problem?: Model-Based Decomposition and Problem Solving", Vol.6, No. 1, March 1993, Knowledge-Based Systems
- [7] Gero J.S., "Expert Systems for Design: A Framework", 1991, The World Congress on Expert Systems proceedings
- [8] Hayes-Roth F., "The Knowledge-Based Expert Systems: A Tutorial", Sep. 1984, Computer
- [9] Rogers J.L., Barthelemy J.F.M., "An Expert System for Choosing the Best Combination of Options In a General Purpose Program for Automated Design Synthesis", 1986, Engineering with Computers
- [10] Lee J.K., "Unification of Linear Programming with Rule-Based System by the Post-Model Analysis Approach", forthcoming in Management Science



# 斗洋商船株式會社

## Dooyang Line Co., Ltd.

- ◆ 海上運送業, 海運仲介業
- ◆ 遠洋不定期航路
- ◆ 東南亞不定期航路

代表理事 趙商都

本社: 서울시 강남구 삼성동 170-7 두양빌딩

TEL: (02) 5501-700 FAX: (02) 564-9301, 557-7186