

# 객체지향접근법을 이용한 기계 설계 시스템에 관한 연구

## Study of Object-Oriented Mechanical Design System

최 경 현\*, 윤 지 섭, 오 승 철(한국원자력 연구소)  
Kyunghyun Choi, jisup Yoon, Sungchul Oh(KAERI)

### ABSTRACT

A design system for mechanical components is being developed using an Object-Oriented Programming language Smalltalk to allow mechanical designers to use the experience of expert designers. The system is organized in such a manner that the expert knowledge stored in it could be easily retrieved by the junior designer. The experience and the knowledge of the expert are placed in the databases. Multiple design models, in this system, can be processed simultaneously, because the expert knowledge is broken down into elements which can be used by different design models. In this way the system proves more flexible and extendable. In this paper, the philosophy of the system and the databases involved in the system will be addressed.

**Key Words:** Object-Oriented Approach(객체지향법), Computer-Aided Design(컴퓨터 지원설계), Knowledge-based System(지식베이스 시스템)

### 1. 서론

일반적으로 공학적인 설계는 요구되는 목표를 달성하기 위해 주어진 자원(resources)을 최적으로 재구성하는 결정 과정이라고 할 수 있다. 설계를 수행하는 공학 설계자를 문제 해결자라고 할 수 있으며, 공학 설계에서의 대부분의 문제는 설계 영역내에서 해결점을 찾을수 있지만, 요구되는 설계 영역 밖의 어딘가에서 해결 방안을 찾아야 할 때도 있다. 이런 해결안들을 찾는 것과, 찾은 해결안 혹은 관련된 규칙들을 설계에 즉시 적용하는 것은 어렵지 않았으며, 일반적으로 다양한 설계 대상들의 형상 모델링 기법에 의해서 CAD/CAM 시스템들이 개발되었다 [1, 2].

그러나, 사용되어 지는 지식들의 급격한 성장에 따라, 무한하고 복잡한 정보를 처리하는데 컴퓨터의 사용은 변화하는 현대 사회에 큰 영향을 미치고 있다. 대부분의 컴퓨터 시스템들이 기계공학 설계 과정에 있어서 제도 와 분석의 도구로 사용이 되고 있지만, 이제 관심의 초점들은 지식 전문가로서의 컴퓨터에 모아지고 있다. 공학 설계 과정을 컴퓨터의 뛰어난 기술의 도움에 의해, 전문가 시스템들이 최

근에 발달되어 왔다[3]. 이런 시스템들의 대부분은 기계 공학보다는 다른 적용 영역에 관한 것이 대부분이며, 기계 공학 설계를 위해 발달된 이런 종류의 설계 시스템은 매우 드문 실정이다.

이 논문에서는 새로운 개념으로 출발한 연구로써 객체지향 접근법을 이용한 기계 설계 시스템을 소개할 것이다. 제 2장에서는 객체지향접근법의 특성을 이용한 설계 요소들의 계층화에 대하여 언급하고, 3장에서는 이 시스템을 구성하고 있는 중요한 요소 및 여러 데이터베이스에 대하여 언급을 할 것이다.

### 2. 설계요소의 계층화

기계 설계분야에서 객체지향 접근법을 사용함에 있어서 중요한 단계 중 하나는 관련된 기계 메커니즘 시스템의 요소들이 지니는 계층화(hierarchy)를 유추해내는 것이다. 각 기계 메커니즘은 다른 여러 개의 수준(abstraction)으로 나누어지는데, 가장 기본적인 수준이 요소이며, 이 요소들을 체계화하기 위해 다음과 같은 기준에 의해 기계적 요소들을 분류한다.

1. 적용: 어떤 요소들은 좌임쇠(볼트, 너트 등) 역

- 할을 하고, 다른 어떤 요소들은 변환기(기어, 축 등) 역할을 한다.
2. 기하학적인 형태: 설계자는 각 요소가 어떠한 모양(원통형, 정육면체 등)을 가졌는지 관심을 가진다.
  3. 부품의 복잡성: 설계의 요소들은 축(shaft)처럼 단순할 수도 있고, 자동차 엔진처럼 복잡할 수

한 요소들의 계층 체계를 이루어 가고 있다. 실질적인 기계의 설계를 성공적으로 창출해내기 위해서는 이러한 요소들의 결합은 필수적이며, 이들 요소의 결합은 요소들 사이에서 힘과 회전력의 교환을 의미한다. 객체지향 접근법에서는 이런 기계 요소들의 결합을 표시하는 방법들을 분류하여 이러한 결합의 형태를 뚜렷이 구분할 수 있다.

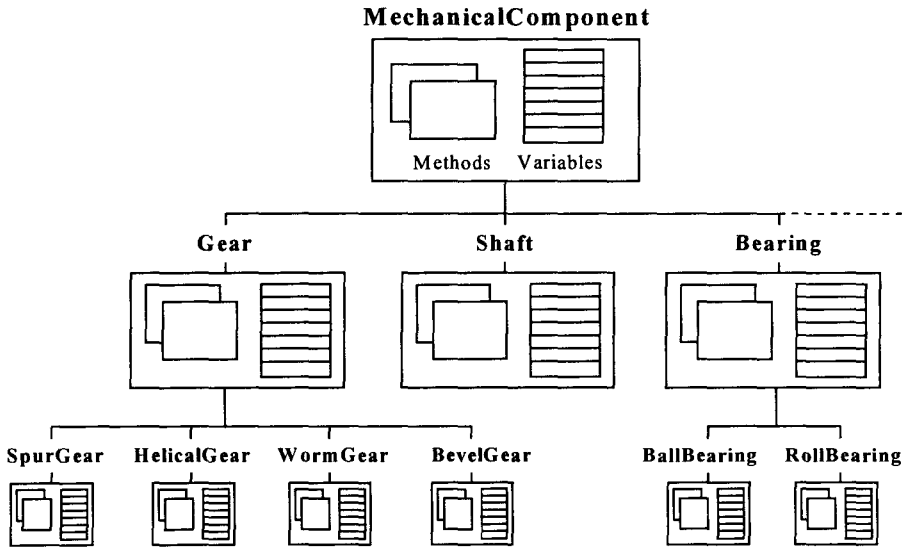


Fig. 1. Class Hierarchy of Mechanical Elements

- 도 있다. 위에서 언급했듯이 하나의 설계는 여러 성분들로 나누어지는데, 이러한 분해는 반복적으로 진행되어 마지막 단계에는 모든 성분들은 간단한 요소들로 구성된다.
4. 요소 재료의 특성(고체, 유체, 유연성): 요소들에 적용되는 물리적인 법칙들이 완전히 다르다. 예를 들면, 기계에서 한 고체 요소와 유압시스템에서의 유체요소의 분석은 완전히 다른 것이다.
  5. 운동학적 성질(고정, 회전, 왕복운동): 엔진 설계에 있어서 피스톤, 크랭크축과 실린더는 다르게 다루어져야한다. 왜냐하면 각 요소의 운동학적인 면이 설계과정에서 중요한 영향을 미치기 때문이다.

간단한 기계 설계의 적용을 위해 첫 번째 분류에 따라 Fig. 1 에 간단한 요소의 계층도를 보여주고 있다. 이러한 접근법으로 기계 설계 영역에서 필요

### 3. 설계 시스템의 구성

제안된 기계 설계 시스템의 목표는 평범한 설계자로 하여금 전문적인 설계자의 경험을 이용하여 원하는 설계 작업을 수행할 수 있도록 모든 정보를 제공하는데 있으며, Fig. 2에 시스템의 기본 구성체가 보여지고 있다. 설계 시스템은 매개 모델인 작동 모델(working model)을 하나 완성해 가면서 전문 설계자로부터 전문적 지식을 획득하여 설계자 지식에 기초한 규칙을 만들어서 수행될 수 있게 한다. 획득된 전문가의 지식들은 설계 운영자에 의해 지식 데이터베이스로 저장된다.

설계 시스템은 적어도 전문 설계자를 의미하는 설계 지식을 공급하는 사람과 설계 운용자인 설계 지식을 정리하는 두 번째 사람 그리고 실제로 설계할 동작모델을 이용하는 나머지 초보 설계자에 의해 운용된다. 이 사람들은 한 사람일 수도 있겠지만 대

분은 각기 다른 사람들일 것이다. 이러한 접근은 다른 사람들로 하여금 설계 전문 지식을 효과적으로 활용할 수 있게 해준다.

없고 구성목록은 비어있는 상태이다. 설계에 필요한 구성 요소들은 기본요소(Shaft, Gear 등)들이 대부분이다. 설계자는 필요한 요소를 선택함과 동시에 이들 요소들 사이의 연결관계도 정

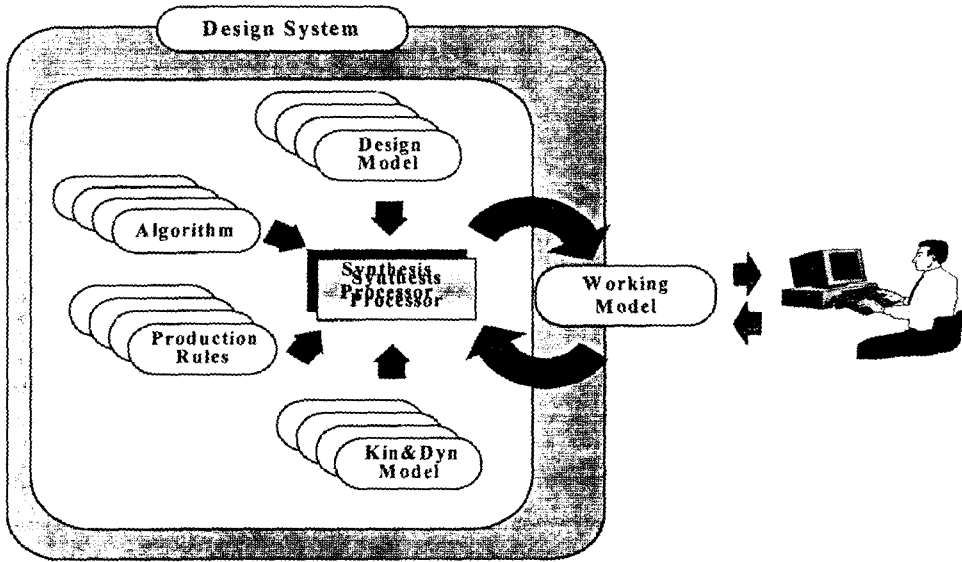


Fig. 2. Design System Organization

### 3.1 조합 프로세서(Synthesis Processor)

조합 프로세서는 대부분의 시스템 구성체와 관련된 모든 시스템의 중심 부분이라 할 수 있으며, 설계를 수행할 때 설계 공정을 관리·통제할 수 있는 메커니즘이 조합 프로세서이다. 특정한 기계 설계를 완성하려면 조합 프로세서에서 설계 운용자에 의해 설계 모델 속에 포함된 정보에 따르며, 전문지식이 초보 설계자에게 피드백되어 초급 설계자는 의사 결정 과정에서 조합 프로세서를 조정할 수 있다.

### 3.2 설계 모델(Design Model)

Fig. 3에 보여지듯이, 설계 모델은 기계 구성 요소, 결합 관계, 입/출력 매개변수 그리고 설계 절차 등의 정보를 포함하고 있다. 각각 다른 설계 모델이 설계자에 의해 만들어질 수 있으며, 이들은 가장 추상적인 클래스인 Mechanical Design Model의 서브 클래스로 정의된다. 예를 들면, Gear Train Model은 Mechanical Design Model의 서브 클래스이다.

개발된 설계 모델은 설계 경우들에 대해 템플릿(template)로 작용하며, 설계 모델에 있어서 설계 절차는 간접하게 정의되지만 입력 매개변수는 알 수

의해야 한다. Fig. 3의 part Relation Diagram에서 보는바와 같이 연결 관계를 나타내는 심벌들은 각각의 힘과 회전력의 조합에 의해서 정의된다. 심벌 FX는 두 요소가 고정되었다는 의미이며, 회전력과 힘의 균형이 0이 아님을 표시한다 ( $M \neq 0, F \neq 0$ ).

설계 과정은 설계 모델에서 정의된 요소 및 연결 관계를 분석한후 적절한 설계 과정을 반복해 보면서 최적의 설계 절차를 찾을 것이다.

설계 모델에는 2개의 다른 데이터베이스가 사용된다. 즉, 요소, 연결 데이터베이스이다. 이러한 데이터베이스들의 개발에 있어서, 객체지향 접근법의 장점이 사용되었으며, 그 중에서 특히 상속성과 계층적 속성들이 이러한 데이터베이스들의 개발에 가장 유용하게 사용되었다.

### 요소 데이터베이스

기계 요소는 설계를 구성하는 기본적인 블록인 기계 가능한 실체(entity)이며, 다양한 설계 관점에따른 역할을 수행할 수 있는 실체 존재하는 부류다. 예로서, 헬리컬 기어, 샤프트, 키등은 기계 요소로 여겨 질 수 있다. 이런 물리적인 요소들의 속

인 크기, 부피 등은 데이터베이스에 포함되어 있지 않으며, 유전적(generic) 기법으로 존재함으로, 각 설계의 요소들은 객체지향시스템에서 클래스로 정의되어 있어야 한다. 요소들이 설계에 사용될 때 요소들의 이러한 속성들은 미리 정의되어야 한다. 다시 말하면, 사용된 요소 클래스의 인스턴스가 만들어진다.

파라미터들은 요소들의 구조적 속성이며 객체 지향 시스템에서는 인스턴스 변수로 존재한다. 예를 들면, 기어는 직경, 표면 너비, 잇수등이 파라미터들이

와 종속 파라미터와의 관계는 함수에 의해 서술되며, 이런 함수들은 수학적 또는 경험적 등식, 논리등으로 표현이 될 수 있다.

이런 파라미터들의 각각은 다른 파라미터와의 관계를 설명함에 있어 한 개 이상의 함수를 가질 수 있으며 설계자는 요구된 정밀도, 평가를 위한 시간에 따라 알려지지 않은 파라미터를 계산함에 이용할 함수들을 선택할 수 있다.

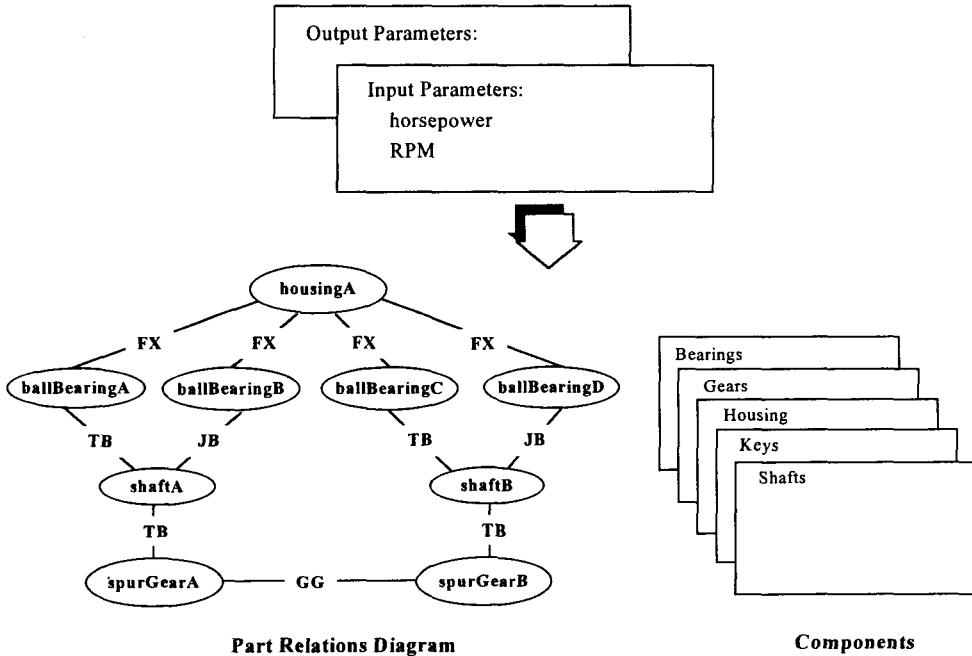


Fig. 3. Example of Design model for Gear Train

며, 헬리컬 스프링은 직경, 코일의 길이와 수라는 파라미터를 가질 수 있다. 요소의 인스턴스가 각각의 설계 경우에서 언제 만들어지더라도 그것의 파라미터의 값은 결정되어야 한다.

요소의 파라미터는 독립적인 파라미터와 종속적인 파라미터로 구분된다. 독립 파라미터는 같은 요소의 다른 파라미터와 아무 관계가 없고, 이런 파라미터들은 입력 파라미터이거나 혹은 공유 파라미터이다. 입력 파라미터는 다른 어떤 요소와 관계가 없는 반면, 공유 파라미터는 직접 요소와 요소가 연결된 공유 파라미터와만 관계가 있을 뿐이다.

종속 파라미터는 같은 요소의 최소한 다른 하나의 파라미터와의 관계에 의해 설정된 값을 가진다. 같은 요소 또는 직접 연결된 요소의 다른 파라미터

### 연결 데이터베이스

한 요소의 내적인 측면을 다루는 요소 데이터베이스와는 달리, 연결 데이터베이스는 설계에 있어서 한 요소가 다른 요소들과 가지는 외부적으로 관련된 정보들로 구성되어 있다. 두개의 기어 또는 하나의 축이 베어링에 의해 지지되는 것처럼, 관련된 요소들 사이의 상호 의존성은 설계에 있어서 중요하다. 이러한 연결 데이터베이스를 통해 이러한 상호 의존성이 더 잘 이해와 설명되어 진다. 설계 모델을 개발하는 단계에서 요소들이 서로 어떻게 관련되어져 있느냐를 정의하게 되는 접속 방법들은 속도, 힘, 그리고 전류와 같은 파라미터들이다.

연결 데이터베이스는 하나의 별개의 데이터베이스일 수 있거나, 요소 데이터베이스의 한 부분일 수

도 있는데, 두 번째 경우 각 요소 부류에서 몇 가지 구체적인 것을 뽑아 내는 변수들을 접속 파라미터라고 정의할 수 있다. 이리하여 접속은 연결 데이터베이스가 나타내는 하나의 성질인 것이다. 이 경우 요소 부류들은 다른 경우만큼 “유전적”이지 않다. 왜냐하면 다른 상태에서 요소라는 것은 다양한 접속 파라미터들을 가지기 때문이다. 예를 들어, 축은 볼베어링과는 지지하는 접속 관계를 가지는데 반면, 키 (핀, 볼트와 같은 기계 요소)와는 제한된 접속 관계를 가지게 된다. 그래서 모든 인터페이스가 설계에서 직접 다루어지지는 않더라도 능동적인 인터페이스를 거론할 필요가 있다.

비록 연결이라는 것이 명확한 대상은 아니지만, 구체적으로 연결 데이터베이스와 요소 데이터베이스를 구분함으로써 이 두 가지 실체(요소와 연결)를 이해하는데 도움이 될 것이다.

### 3.3 지식 베이스

설계 시스템에서 설계 관리자는 정보, 기술, 전문 설계자의 경험을 획득하고, 지식베이스의 형태로 저장되었다가 조합 프로세서의 원활한 수행을 위해 필수적인 구성체로서 역할을 수행한다. 이 시스템에서는 두 가지 종류의 지식이 고려되었다. 첫 번째는 기계 메커니즘의 부품 또는 구성 요소를 설계하는 방법에 관계되는 것인데, 이 지식은 각 요소의 클래스 메소드로써 설계 시스템에 포함되어 있다. 두 번째 종류의 지식은 여러 개의 요소로 구성되어 있는 기계 메커니즘을 설계하는데 이용되는 지식인데, “building block” 접근법에 의한 방식으로 데이터베이스를 구성한다. 실제 제품의 설계에서는 클래스 메소드로써 정의되어 쉽게 이해되고, 묘사되는 블록들로 나누어져 고려된다. 전형적인 설계 모델에서의 지식은 규칙, 경험, 수학적 관계들로 구성되는데, 이

지식 베이스도 역시 설계 관리자에 의해 초안이 된 것처럼 케이스 해결 과정 또는 의사 결정 방법 설계를 포함한다.

### 4. 결론

이 논문에서는 공학 설계에 있어서 전문가로부터 전문 지식을 획득하여, 평범한 설계자도 주어진 설계 문제를 해결할 수 있는 기계 설계 시스템에 대하여 언급하였다. 이 시스템의 운전자로는 전문 지식을 가지고 있는 전문 설계자, 전문 설계자로부터 전문 지식을 획득하여 지식베이스를 구성하는 설계 관리자, 그리고 마지막으로 이런 전문 지식을 이용하는 평범한 설계자이다. 또한 시스템을 구성하는 구성체로는 설계 공정을 관리, 통제하는 조합 프로세서, 구성 요소 및 결합 관계 등의 정보를 포함하고 있는 설계 모델, 그리고 지식 베이스이며, 설계 모델에 포함되어 있는 데이터베이스는 요소의 특성을 포함하고 있는 요소 데이터베이스와 이런 요소들의 관계를 정의하는 연결 데이터베이스이다. 본 연구에 도입된 객체 지향 접근방법은 이 시스템을 이해하고 설계하는데 많은 장점을 부여하였다.

### 참 고 문 헌

1. Chang, T.C. and Wysk, R.A., Computer - Integrated Manufacturing, Prentice-Hall, 1991.
2. Zeid, I., CAD/CAM Theory and Practice, McGraw-Hill, New York, 1991.
3. Zeiler, W., "Object-Oriented Hybrid intelligent CAD system", Computers in Industry, vol.20, pp. 1-9, 1992.
4. Booch, G., Object-Oriented Analysis and design with application, 2nd Edition, The Benjamin Company, Inc., 1994.