

## 기능기반설계와 지식기반 형상설계를 이용한 하이브리드 모니터 마스크 (리브, 보스) 설계시스템

전상민\*, 이수홍\*\*, 전홍재\*\*\*

### A Hybrid Monitor (Rib, Boss) Design System with a Function Based Design and a Knowledge Based Design

Jeon, S.M.\* , Lee, S.H.\*\* and Chun, H.J.\*\*\*

#### ABSTRACT

It is necessary to change the existing design process to cope with a short life-cycle product and various customer's demands. Also a frequent design change may delay the whole design process and it will increase the unit cost of the production. New alternatives or techniques have emerged to solve the existing design problems, such as a knowledge based engineering, an intelligent CAD, a function based design, and so on. In this paper, we propose a hybrid design system with a knowledge based design methodology and a function based design technique. The knowledge based design is good at a frequent design change and the function based design is effective to extract a core design behavior. In an early design process, the system utilizes a core design behavior through the function based design process. On the other hand, the system manages complicated design issues with the knowledge based design technique in the detailed design process. We conclude that the hybrid design system can bring fair effects on implementing an efficient design environment in aspect of time and expense.

**Key words :** Function Based Design(기능기반설계), Knowledge Based Design(지식기반 형상설계), Intelligent Model(지능형모델)

#### 1. 서 론

최근 소비자 요구사항의 빠른 변화와 다양화는 제품개발 기간 단축과 기존 제품의 잦은 설계변경을 요구하게 되었으며 이를 위해 기존 설계기술에 대한 개선이 필요 하게 되었다. 아울러 지식기반 사회로의 빠른 변화는 설계영역에까지 영향을 미쳐 지식기반공학(KBE)과 지능형 CAD 등의 등장을 가속화시켰다.

아울러, 시장의 급변화와 요구사항의 다양화는 기업의 경쟁을 치열하게 하고 있으며 급변하는 시장의 요구를 만족하고 경쟁력을 높이기 위해서는 제품의

품질 향상은 물론 제품개발기간을 줄이는 것이 중요하다.

특히 반복되는 재설계와 설계변경으로 인한 제품진출시기의 연장으로 막대한 손실을 입을 수 있다. 따라서 빠르고 효율적인 재설계와 설계변경을 위한 설계지원 시스템이 요구되고 있다.

기능기반설계(FBD)는 설계초기 단계에서 요구되는 제품의 기능을 분해하여 그에 합당한 기능을 구조적 혹은 물리적으로 구체화하는 설계 방법론이다. 이는 제품의 핵심이 되는 기능의 추출 혹은 분해를 통해 그에 합당한 형상 혹은 형상의 조합을 빠르게 생성할 수 있다. 그러나 이를 위해 많은 형상 라이브러리가 요구되며 제약조건 및 요구사항의 변화에 따른 유연한 대처가 힘들다<sup>[1]</sup>. 지식기반 형상설계(KBD)는 제품 모델 이면에 숨겨진 다양한 암묵적 엔지니어링 지식을 룰을 통해 쉽게 이해되고 사용자가 편하게 사용할 수 있도록 제품 모델 속에 담을 수 있다. 이를

\*교신저자, 한국타이어

\*\*중신회원, 연세대학교 기계공학부

\*\*\*연세대학교 기계공학부

- 논문투고일: 2005. 04. 20

- 심사완료일: 2005. 10. 14

이용해 보다 빠르고 효율적인 설계변경이 가능하다. 그러나 이러한 지능형 모델을 생성하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하며 특히 설계초기의 핵심인 개념설계(Conceptual Design)에 대한 지원은 하지 못하고 있다.

본 논문에서는 개념설계 단계에서는 기능기반설계(FBD)를 적용하고, 이후 상세설계 단계에서는 지식기반형상설계(KBD)를 적용하여 각각의 설계 방법론이 가지는 장점을 획득하여 빠르고 효율적인 제품 설계 및 설계 변경이 가능한 하이브리드설계 시스템을 제시한다. 즉, 저장된 지능형모델 라이브러리를 기반으로 개념설계 단계에서는 제품의 핵심기능을 추출하여 이에 합당한 지능형모델을 찾아낸다. 그리고 상세설계 단계에서는 선택된 지능형모델 속에 포함된 기하변수와 물을 이용하여 지능형모델 간 결합에 따른 간섭을 소멸하고 설계 변경을 용이하게 해준다.

## 2. 관련연구

### 2.1 기능기반설계(Function Based Design)

설계 프로세스는 전체 제품 생산비용의 작은 비율(~5%)를 차지하고 나머지(~95%) 비용은 재료비, 인건비 등을 차지한다. 그러나 설계 프로세스 동안의 의사결정은 이후 제품생산에 필요한 비용의 약 70~80% 영향을 미친다. 따라서 잘 정의된 의사결정은 제품생산 비용을 줄이기 위해 필수적이다. 따라서 의사결정을 위한 개념설계 단계는 매우 중요한 부분으로 설계 근거가 미약한 개념은 아무리 좋은 상세 설계로도 결코 보상될 수 없다. 이러한 개념설계의 핵심은 바로 기능(Function)의 만족이다.

기능기반설계(FBD)는 공학 설계를 위한 구조적 그리고 체계적인 접근을 표현한다. 이것은 기하학적 형상을 배제하고 추상화외 가능성에 집중하여 개념설계 단계의 기간을 줄여준다. 기능은 다양한 단계의 추상화된 기능으로 나뉘지며 기능 분해를 통해 추상화된 기능은 좀 더 명확하게 표현된다<sup>1)</sup>.

기능기반설계(FBD)는 전형적으로 블랙박스(Black Box) 단계에서 시작한다. 이 단계에서 기능은 상당히 추상적이며 설계자는 필요한 요구조건을 만족할 때까지 기능을 하위기능(Sub-Function)으로 분해한다. 설계자는 만족된 기능을 선택할 수 있으며 기능의 선택을 통해 요구조건을 만족하는 기하학적 형상, 행태(Behavior) 등과 매칭된다. Fig. 1은 추상화된 기능을 분해하여 요구조건에 부합하는 기하학적 형상을 찾는 그림이다.

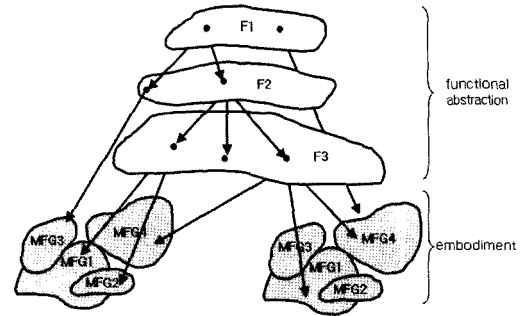


Fig. 1. 기능(F)을 만족하는 MFG(Manufacturing Feature Geometric)<sup>1)</sup>.

기능기반설계(FBD)는 설계초기단계에 기능 분해와 기능선택을 통해 쉽고 빠르게 개념설계를 가능하게 하고 요구조건에 만족하는 결과물을 취득할 수 있게 한다. 그러나 기능을 만족하기 위한 많은 형상 라이브러리가 요구되며 제약조건 및 요구사항의 변화에 따른 유연한 대처가 힘들다.

### 2.2 지식기반형상설계(Knowledge Based Design)

설계에 대한 많은 연구들이 진행되었으며 이러한 연구에는 다양한 설계 방법론, 개념 그리고 이것을 구현하고 개발하기 위한 아이디어 등이 있다. 일반적으로 설계환경은 크게 두 그룹으로 나눌 수 있다. 하나는 종합적인 최적화를 지원하는 Computational Based Design(CBD)이며 나머지 하나는 Decision Based Design과 같은 지식기반형상설계(KBD)이다.

CBD의 전제는 설계 프로세스가 컴퓨터를 통해 생성되고 또한 컴퓨터를 통해 인간보다 효율적으로 최적 설계를 찾아내는 것이다. 또 다른 CBD의 전제는 명시적이고 결정적인 지식만을 사용한다는 것이다. 따라서 CBD는 암묵적이고 직관적인 지식을 이용할 수 없으며 설계 프로세스 동안 인간의 감각이나 능력 등을 전혀 사용할 수 없다. 공학설계의 문제는 많고 다양하며 이러한 많은 문제 중의 하나가 설계자간의 의사소통이 원만하게 이루어지지 않는 것이다. 즉 한 분야의 전문 설계자만이 유일하게 그 분야를 설계할 수 있다는 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 설계 단계에 사용된 암묵적인 설계자의 전문지식과 기술 등을 이용할 수 있게 하는 것이 지식기반형상설계(KBD)이다<sup>2)</sup>.

최근 설계분야의 관심사항은 보다 빨리 그리고 보다 저렴하게 설계를 하는데 있다. Fig. 2와 Fig. 3과 같이 지식기반형상설계(KBD)를 통한 지식의 효율적

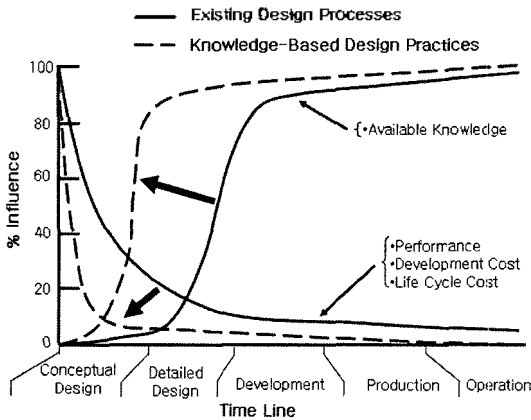


Fig. 2. 설계영역에서의 지식의 영향<sup>[2]</sup>.

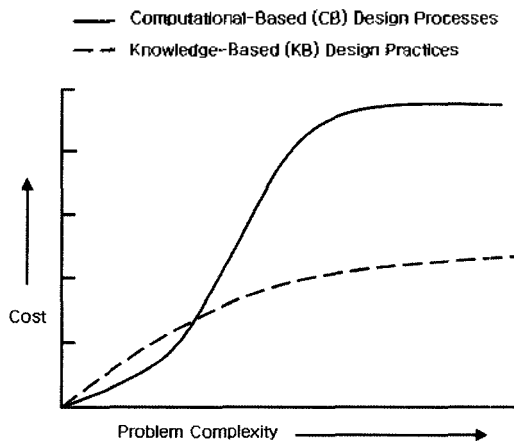


Fig. 3. CB 시스템과 KB 시스템의 지식비용 비교<sup>[2]</sup>.

사용은 기존의 설계 과정 혹은 컴퓨터기반설계 과정 보다 저렴하고 효율적인 설계를 가능하게 해 준다.

지식기반 형상설계(KBD)는 제품 모델 이면에 숨겨진 엔지니어링 지식을 불로 정의하여 제품 모델 속에 담을 수 있으며 이를 이용해 보다 빠르고 효율적인 설계변경이 가능하다. 그러나, 이러한 지능형모델을 생성하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하며 특히 설계초기의 핵심인 개념설계(Conceptual Design)에 대한 지원은 하지 못하고 있다.

### 3. 하이브리드설계 시스템

#### 3.1 하이브리드설계 개념

1980년대 초 연구자들은 Downstream Design Activity를 통한 설계 의사결정은 제품의 최종 기능성을 만족시키지 못한다는 결점을 인식했고 그 결과

Design for Assembly, Design for Manufacturing, Concurrent Engineering 등의 방법론이 대두되었다. 또한 많은 상업 CAD 시스템들은 이러한 방법론을 실현하기 위해 향상된 기하 형상 모델링을 지원했으나 대부분의 CAD 시스템들 역시 Downstream Activity 영역을 벗어나지 못했다. 다시 말해 기존의 시스템들은 전체 설계영역의 절반 정도만을 수행할 수 있었다. 따라서 설계 프로세스의 초기 및 추상 영역의 강조를 통해 설계 명세와 개념변수를 추출하는 Upstream Design Activity가 중요하게 부각되었다<sup>[4]</sup>.

하이브리드설계는 설계초기에 기능기반설계(FBD)를 이용해 Upstream Design Activity를 만족시킨다. 이는 제품에 필요한 핵심 기능을 먼저 추출하고 기능을 기반으로 제품의 개념설계를 지원한다. 따라서 이후 제품설계 및 생산 프로세스는 기능을 만족하면서 진행되도록 해준다. 또한 상세 설계단계에서는 지식기반 형상설계(KBD)를 이용하여 제품설계 자동화를 지원해준다. 다시 말해 제품의 형상을 표현하기 위한 제품내부의 지식을 톨로 표현하고 이러한 톨의 수정 및 변경을 통해 제품설계를 보다 빠르고 효율적으로 진행시킨다.

하이브리드설계는 Fig. 4에서와 같이 설계 전반부인 개념설계 단계에서는 제품의 기본적인 기능을 빠르게 추출하는 기능기반설계(FBD)를 적용하고 설계 후반부인 상세설계 단계에서는 제품의 설계 지식을 이용하는 지식기반 형상설계(KBD)를 적용하여 각각의 장점을 효과적으로 이용할 수 있다.

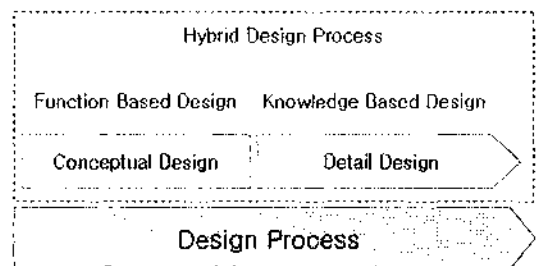


Fig. 4. 하이브리드설계 개념.

#### 3.2 하이브리드설계 공정

하이브리드 설계는 기본적으로 Fig. 5와 같이 지능형모델의 집합인 F2K(Function-Feature-Knowledge)라 이브러리를 기반으로 설계가 진행된다. 그림에서 숫자와 에스터리스크(\*)는 기능과 형상 그리고 지식의 다중성을 표현한다. 숫자 1은 하나를 의미하는 것이며 어느 값 이상이라는 의미는 두 개의 점(.)으로 표

현된다. 마지막으로 애스터리스크(\*)는 Many의 의미로 사용된다. 그림을 좀더 자세히 설명하자면 하나의 지능형모델은 기능, 형상, 지식으로 연결되어 있다. 다시 말해 하나의 기능은 그 기능을 만족하는 하나 이상 다수의 형상으로 연결되며, 또한 하나의 형상은 그 형상을 표현하기 위한 하나 이상 다수의 지식으로 연결되어 있다.

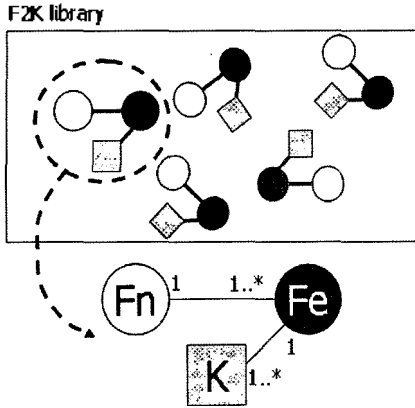


Fig. 5. F2K(Function-Feature-Knowledge) 라이브러리.

F2K 라이브러리를 기반으로 설계자는 원하는 제품의 기능을 추출한다. 이렇게 추출된 기능은 하나 이상의 형상을 가질 수 있다. 제품에 따라 기능은 하나 혹은 다수의 기능으로 조합되며 이렇게 조합된 기능은 각각의 기능에 해당하는 형상들로 결합된다. 그러나 추상적인 기능의 조합과는 달리 형상의 결합은 해결해야 할 간섭이 발생한다. 하이브리드설계에서 이러한 간섭은 형상을 표현한 주요 기하 변수들을 데이터베이스를 통해 공동으로 이용함으로써 각 형상 간의 간섭을 자동으로 상쇄시킨다. 아울러 필요에 따라 둘의 수정을 통해 형상의 치수를 변경하여 재설계 및 설계 변경을 지원한다. 따라서, 최종 제품에

필요한 기능의 추출과 조합은 그 기능에 부합하는 하나의 형상 혹은 형상의 결합으로 생성된다. Fig. 6은 이러한 하이브리드설계 공정을 그림으로 표현한 것이다.

3.2.1 기능의 결정

제품의 핵심은 기능이다. 하나의 제품은 그 고유의 기능을 가지고 있다. 또한 그 기능을 분해해 보면 상위 기능을 만족하기 위한 하위 기능들의 조합으로 이루어져 있다. 따라서 제품에 필요한 세부적인 기능의 결정과 조합으로 그 제품에 대한 개략적인 개념설계가 가능하다. 하이브리드설계 시스템에서는 제품을 구성하는 각 부품의 기능을 제시해준다. 사용자는 필요한 부품의 기능을 선택하며 각 부품에 대한 기능 정보는 시스템 내부에 저장된다. 이렇게 저장된 기능 정보를 통해 이후 단계에서 형상을 결정한다.

3.2.2 기능을 통한 형상결정

제품을 부품개념과 기능개념으로 살펴 보자. 먼저 부품개념으로 살펴보면 하나의 제품은 하나 혹은 다수의 부품의 결합으로 이루어져 있다. 이렇게 제품을 구성하는 부품은 기능을 만족하는 범위 내에서 여러 가지 형상으로 표현될 수 있다. 다음으로 제품을 기능개념에서 살펴보면 하나의 전체 제품 기능은 다수의 부분적인 기능들의 조합으로 표현될 수 있으며 최종적으로 이러한 기능을 만족시킬 수 있는 형상으로 표현할 수 있다. 이와 같이 제품을 구성하기 위한 최종적인 형상을 찾아가는 방법에는 부품개념방법과 기능개념방법이 있다. 그러나 기능을 배제한 상태에서 부품개념을 통해 형상을 찾아가는 방법에는 문제가 있다. Fig. 7에서 '제품에서 기능 방향으로'를 살펴보자. 하나의 제품을 네 가지의 부품으로 나눠지고 구체적인 정보가 없는 이상 각각의 부품이 어떠한 형상을 가지는 지 알 수 없다. 따라서 형상들 중 해당 부품으로 만족하는 형상을 찾기가 쉽지 않다. 따라서 특정 부품으로 만족하는 형상을 찾기 위해서는 구체적인 정보가 요구된다. Fig. 7에서 K로 연결된 점선이 그 정보를 의미하며 이러한 정보는 부품의 핵심 기능이나 제품의 특징을 나타내는 것이다. 만약 형상을 만족하기 위한 세부적인 정보가 제공되지 않는다면 수많은 형상들 중 어떤 것이 그 부품에 알맞은 형상인지 쉽게 찾기 힘들다. 예를 들어 Fig. 7에서 부품 part1은 fe1에서 fe12까지 어떠한 형상으로 채택할 수 있으나, K에 의해 미로소 fe1과 연결된다. 반대로 '기능에서 제품으로'를 살펴보자. 우선 제품을 네 가지 기능

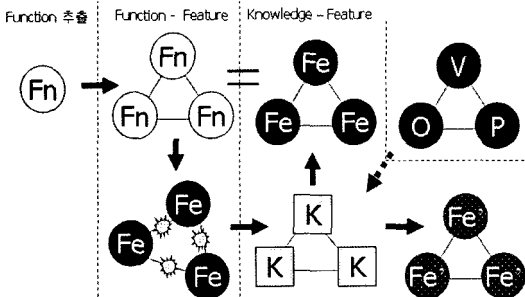


Fig. 6. 하이브리드설계 공정.

으로 나누고 그 기능을 먼저 선택하여 기능에 맞는 형상을 결정한다. 이때 형상은 기능을 통해 분류되어 있어 쉽게 찾을 수 있으며 결론적으로 모든 형상들 중 적합한 형상을 찾기 위한 부가적인 정보가 '제품에서 기능 방향으로' 보다 많이 필요하지 않다. 앞에서 언급했듯이 제품의 핵심은 기능이다. 따라서 본 논문에서는 제품을 기능개념으로 접근하고 제품을 기능단위로 나누며 그 기능을 만족하는 형상을 선택하여 형상들의 조합으로 제품을 구성한다.

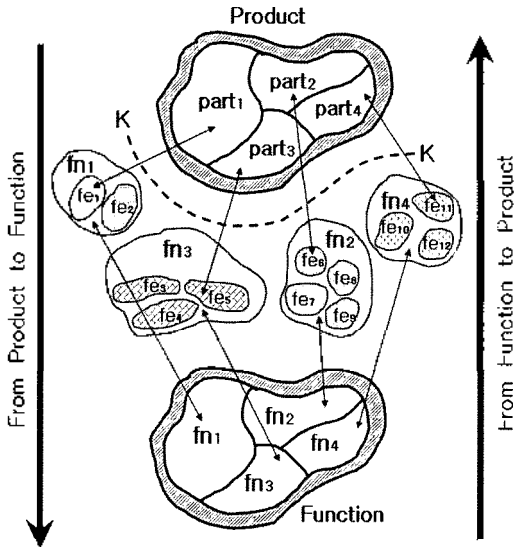


Fig. 7. 기능과 부품의 관계.

### 3.2.3 기하변수를 이용한 간섭해결 및 형상내부의 지식을 이용한 설계변경

앞 단계에서 기능을 만족하는 형상을 찾을 수 있었다. 여기서의 형상은 지능형모델이다. 즉 형상을 구성하기 위한 각각의 기하학적인 요소들 혹은 특징형상들이 지식 즉 물에 의해 나온 해에 의해 엮여져 있다. 이러한 형상들은 앞서 기능의 조합을 통해 형상의 조합을 이끌어 낼 수 있다. 그러나 추상적인 기능의 조합과 달리 형상의 조합에서는 형상들간의 간섭이 발생한다. 이때 형상 이변의 물은 이용하여 발생된 간섭을 자동으로 해결한다. 좀더 자세히 알아보면 지능형 모델은 제품을 구성하는 지식을 위치변수, 방향변수, 치수변수를 기반으로 물로 표현한다. 형상간의 간섭은 이 세가지 변수가 불일치하여 발생한다. 하이브리드설계에서는 각 형상간의 공통 변수를 추출하여 데이터베이스에 저장하고 이를 공동적으로 이용함으로써 형상간의 간섭을 소멸한다(Fig. 8 참조).

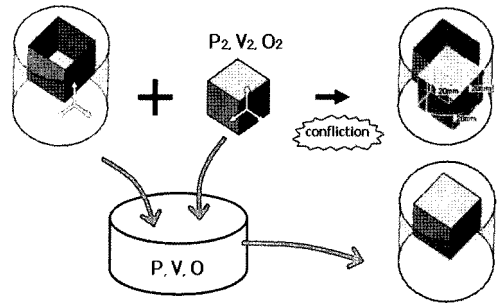


Fig. 8. 위치변수, 방향변수, 치수변수를 이용한 간섭 소멸.

또한 하이브리드설계 및 설계 변경이 반복적으로 요구되는 경우 물을 수정하여 빠르게 형상의 치수 및 위치를 변경할 수 있다. Fig. 9는 앞서 설명한 기하변수를 이용한 간섭해결 및 형상내부의 지식을 이용한 설계변경에 대한 내용을 표현한 것으로 점선영역 내부는 시스템 내부에서 자동으로 처리되는 부분이다.

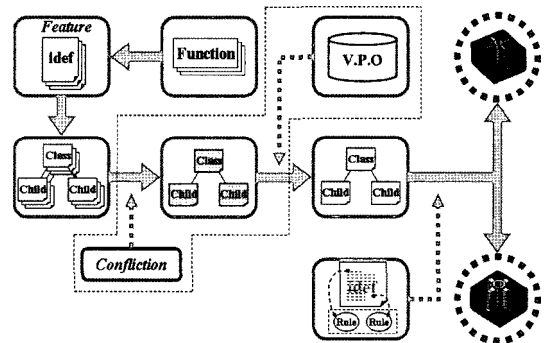


Fig. 9. 기하변수를 이용한 간섭해결 및 지식을 이용한 설계 변경.

### 3.3 하이브리드설계의 장점

지금까지 하이브리드설계에 대해 살펴 보았다. 이는 개념설계단계에서는 기능기반설계를 적용하고 상세설계단계에서는 지식기반 형상설계를 적용하였으며 아래와 같은 장단점을 가지고 있다.

F2K 라이브러리를 통해 빠른 재설계 및 설계변경을 지원한다. 제품을 재설계하기 위해서는 많은 시간이 소요되며 기존 설계도면이나 설계정보를 쉽게 이해하고 사용하기가 힘들다. 또한 잦은 설계변경은 제품 진출시기를 지연시키며 많은 시간과 비용의 손실을 초래한다. 하이브리드설계는 기능, 형상, 지식으로 구성된 F2K 라이브러리를 제공한다. 이것은 제품을 구성하고 있는 부품들의 원형이라 할 수 있다. 이러한 원형은 기능을 통해 빠르게 접근하여 형상을 선

택한다. 이를 통해 제품의 가(假)설계를 수행하고 형상의 조합에서 오는 간섭 발생을 공동된 기하변수의 공유를 통해 해결한다. 아울러 설계변경이 요구되면 물의 수정으로 형상의 치수 및 위치를 쉽게 변경할 수 있다.

제품을 구성하고 있는 각각의 부품은 고유의 기능을 가지고 있다. 기능이 만족되지 않으면 부품으로서의 역할을 제대로 수행할 수 없다. 실제 초기단계에서 설계 완료까지 많은 요소들이 설계에 영향을 미치며 이를 통해 설계 변경 및 재설계가 이루어진다. 이러한 프로세스를 거치면서 제품 혹은 부품의 핵심인 기능이 와전되거나 사라져 제품 혹은 부품의 구실을 제대로 할 수 없어진다. 하이브리드설계는 설계 프로세스 최상위 부분부터 제품의 기능에 초점을 맞추어 제품의 핵심인 기능을 제품 설계완료까지 일관되게 유지할 수 있다.

하이브리드설계는 F2K라이브러리에 종속적이다. 아울러 F2K라이브러리를 구성하기 위해서는 제품을 구성하는 많은 부품을 지능형모델로 표현하여 저장해 두어야 한다. 이는 초기 F2K라이브러리를 구성하는데 상당한 시간과 노력이 들어간다는 뜻이다. 그러나 한번 구축된 F2K라이브러리는 지속적인 업데이트가 가능하며 제품의 빠른 재설계 및 설계변경을 지원한다. 따라서 하이브리드설계는 제품을 구성하는 부품이 제한적이고 부품의 위치와 형상이 자주 변하는 제품의 재설계와 반복설계에 유용하게 적용할 수 있다.

## 4. 시스템 구현

### 4.1 LCD 모니터 프론트 마스크의 리브와 보스

LCD 모니터는 아래의 Fig. 10과 같이 LCD 패널과 전자부품을 결합하는 프론트 마스크, 부품을 보호하고 발생된 열을 방출하는 리어 마스크, 모니터의 각도를 조절하는 힌지, 모니터의 높낮이를 조절하고 베이스와 리어 마스크와 연결하는 스탠드, 받침대 역할을 하는 베이스로 구성된다.

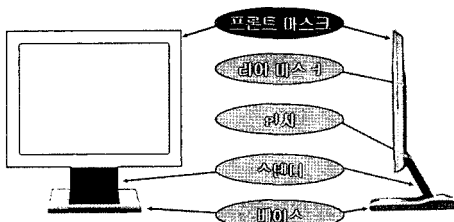


Fig. 10. LCD 모니터의 구성.

프론트 마스크 부분을 뒤집어 보면 다수개의 리브와 보스가 삽입되어 있다. 이러한 리브와 보스는 각각의 고유한 기능을 가지고 있으며 일정한 규칙에 의해 위치해 있다. Fig. 11는 6 종류의 리브와 보스를 가지는 프론트 마스크의 AutoCAD 도면과 각각의 번호에 해당하는 리브와 보스의 형상을 나타낸 것이다.

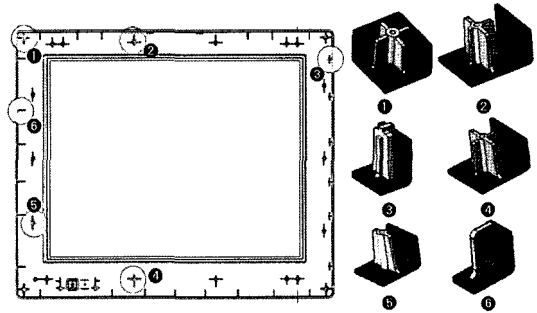


Fig. 11. 모니터 프론트 마스크 내부의 리브와 보스.

첫 번째는 코너 보스다. 이 보스의 기능은 리어 마스크와 나사 결합을 위한 기능과 프론트 마스크 경계벽의 강도를 보강하는 기능을 가지고 있다. 두 번째는 패널을 지지해 주는 보스로서 패널을 프론트 마스크에 고정할 때 가이드 역할을 해 주고 있다. 세 번째는 플라스틱 성형 시 발생하는 프론트 마스크 경계벽의 휨을 방지 하는 경계 리브로서 프론트 마스크와 리어 마스크의 효율적인 체결을 위해 리어 마스크를 고정시켜 주는 리브다. 네 번째는 패널을 고정해 주는 보스로서 패널의 외곽과 프론트 마스크를 나사로 결합할 수 있게 해준다. 다섯 번째도 패널을 고정하기 위한 보스의 다른 형상이다. 여섯 번째는 플라스틱 성형 시 경계벽의 휨을 방지하는 경계 리브다.

위에서 설명한 리브와 보스를 시스템으로 적용시키기 위해 리브와 보스의 위치와 종류에 따라 아래와 같이 6가지로 분류 하였다.

- Upper Low Boundary Lib
- Left Right Boundary Rib
- Corner Boss
- Upper Low Panel Boss
- Left Right Panel Boss
- Panel Fixation Boss

### 4.2 기존 제품설계 시 문제점

프론트 마스크는 플라스틱 사출성형으로 제품으로 제작된다. 따라서 제품 개발 단계에서 제품의 기능을 우선하는 설계가 되어야 하므로 제품도면이 금형화

되지 않는 형상을 포함하고 있다든지 금형을 만들 수 있어도 요구된 성형품으로 성형되지 않는 곳이 발견될 수도 있다. 따라서 성형품 설계는 아래의 유의점을 만족 해야 하며 이러한 유의점을 만족하지 못하면 설계 변경이 불가결하다<sup>[10]</sup>.

- 금형과 성형품의 상호 기능 : 치수정밀도, 품질(용도, 외관)의 가능성을 판단
- 성형성 : 수지의 성형성, 성형결합, 생산성 등에 나쁜 영향을 주지 않을가를 고려
- 후가공 : 피할 수 없는가? 피할 수 없는 경우 대책 안 제시
- 금형에 적합한 형상 : 금형 구조의 가능성, 대체형상의 제시
- 금형제작 공수의 감소 대책 검토

기존의 프론트 마스크 설계 방식은 설계자에 의해 작성된 설계도면을 금형설계 단계에서 금형제작 혹은 성형 시 유발되는 설계상의 문제점을 파악하고 다시 설계자에 의해 도면이 수정되는 설계주기를 가지고 있다. 이러한 반복적인 설계변경으로 인하여 금형 제작까지 시간이 연장되고 결과적으로 제품진출시기를 연장시켜 많은 경제적 손실을 유발한다. 또한 모니터 크기 및 패널 크기의 변경에 따른 재설계 시 내부의 리브와 보스의 크기 및 위치가 변경되며 이 때문에 기존 설계 자료를 대부분 수정해야 하는 문제점을 지니고 있다. 마지막으로 리브와 보스의 설계 시 플라스틱 성형을 위한 설계자의 금형 지식의 부족으로 금형제작 단계에서 불량을 초래 하고 이는 결국 재설계 및 설계 변경으로 이어지고 있다.

4.3. 하이브리드설계로의 적용

4.3.1 시스템 기능 및 아키텍처

시스템의 기능은 아래의 Fig. 12와 같이 크게 3부분으로 나누어진다. [1] Web을 기반으로 기능 및 형상선택 [2] Visual C++을 기반으로 한 지능형모델 추출 [3] Unigraphics Knowledge Fusion을 기반으로 한 형상설계로 구성된다.

기능 및 형상선택은 사용자가 적절한 리브와 보스의 기능을 선택한 후 기 기능에 부합하는 형상을 선택하고 선택된 정보는 데이터베이스에 저장된다. 아울러 리브와 보스의 기능과 형상의 추가와 삭제가 가능하다. 지능형모델 추출에서는 기능 및 형상선택모듈을 통해 데이터베이스에 저장된 정보와 일치하는 지능형모델을 F2K(Function-Feature-knowledge) 라이브러리에서 추출하여 특정 Repository에 저장한다. 형상설계에서는 특정 Repository에 저장된 지능형모델을

GUI창을 통해 내부의 틀을 수정하여 리브와 보스의 형상과 위치를 결정하고 최종적으로 프론트 마스크와 리브와 보스를 결합하여 설계를 마무리 한다.

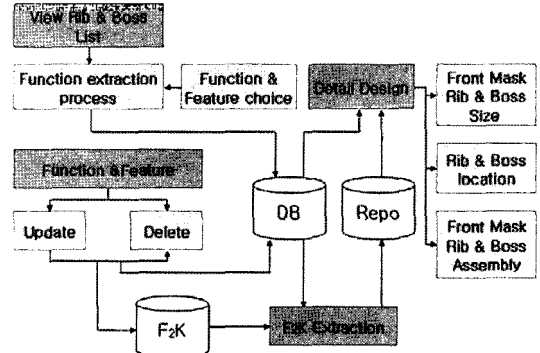


Fig. 12. 시스템 기능.

시스템 아키텍처는 위에서 제시한 시스템의 기능을 기반으로 제작되었으며 크게 3가지 모듈로 이뤄진다. Fig. 13에서 보는 바와 같이 좌측부터 [1] 기능 및 형상추출모듈, [2] 지능형 CAD파일 추출 모듈, [3] 형상설계모듈로 구성된다. 기능 및 형상추출 모듈은 웹을 기반으로 제작되었다. 이는 초기 제품 기획단계에서 시간과 공간의 제약을 받지 않고 쉽게 리브와 보스의 기능 추출을 통해 프론트 마스크설계 가이드를 제시해 준다. 이러한 모든 정보는 JDBC(Java Database Connectivity)를 통해 데이터베이스에 저장된다. 지능형모델 추출모듈은 Visual C++로 구현되었으며 데이터베이스에 저장된 정보를 이용해 F2K에 저장된 지능형모델을 추출한다. F2K는 지능형CAD파일포맷의 집합으로 구성되어 있으며 Repository와 동일한 시스템 상에 존재한다. 마지막으로 형상설계 모듈은 Unigraphics Knowledge Fusion을 기반으로 하고 있으며 UIStylcr를 통해 Repository에 저장된 지능

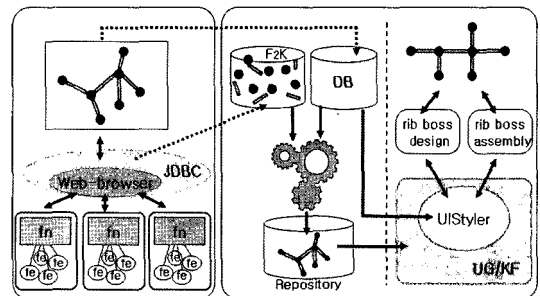


Fig. 13. 시스템 아키텍처.

형모델을 수정하여 리브와 보스를 설계하고 위치를 결정시켜준다.

4.3.2 리브와 보스의 기능 및 형상 추출

리브와 보스의 형상 및 기능 추출모듈은 아래의 Fig. 14와 같이 구성되어 있다. 최초 모니터 크기를 설정하고 다음으로 각각의 리브와 보스의 기능과 형상을 선택하고 결과를 확인한다. 결과단계에서는 이전 단계에서 선택된 프론트 마스크의 크기와 리브와 보스의 기능과 그에 해당하는 지능형모델명을 확인할 수 있다. 아울러 Function Operation 단계를 통해 기능과 형상을 추가하거나 삭제할 수 있다.

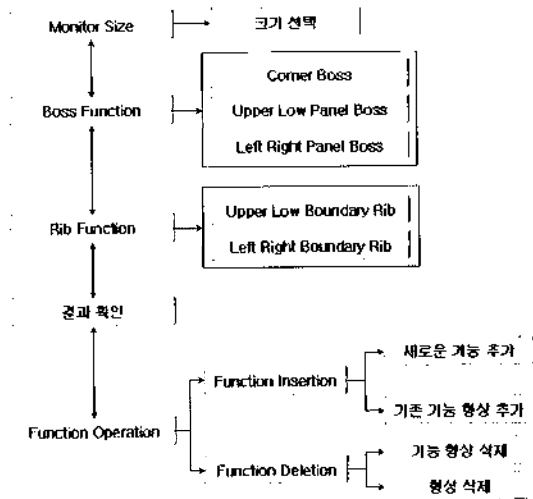


Fig. 14. 기능 및 형상 추출모듈의 구성.

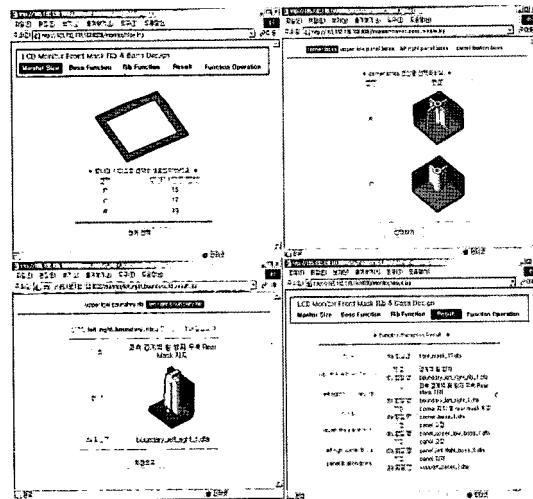


Fig. 15. 리브와 보스의 기능 및 형상 추출모듈의 구현.

Fig. 15는 리브와 보스의 기능추출모듈을 구현한 웹 페이지이다. 이는 기능의 선택을 통해 기능에 부합하는 형상들을 추출해 낼 수 있다.

4.3.3 리브와 보스의 지능형모델 추출 및 저장

앞 단계에서 기능과 형상의 선택을 통해 리브와 보스의 지능형모델명을 추출하였다. 이번에는 지능형모델명을 기반으로 실제 지능형모델 파일을 추출한다. 이러한 역할을 수행하는 것을 Extractor라고 하며 Fig. 16과 같이 기능 및 형상선택모듈에 저장된 지능형모델 정보와 F2K 라이브러리에 저장된 지능형모델 정보를 비교하여 일치하는 지능형모델을 추출하고 특정 Repository에 저장한다.

Fig. 17에서와 같이 Extractor 상부에는 기능 및 형상추출모듈에서 확정된 지능형모델 파일명을 보여주

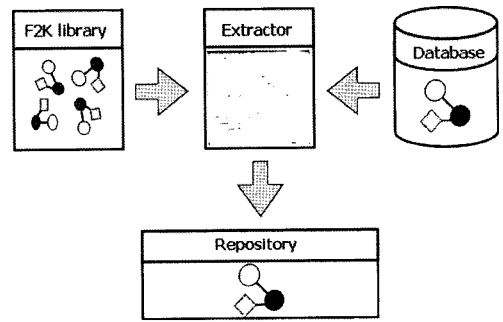


Fig. 16. Extractor의 기능.

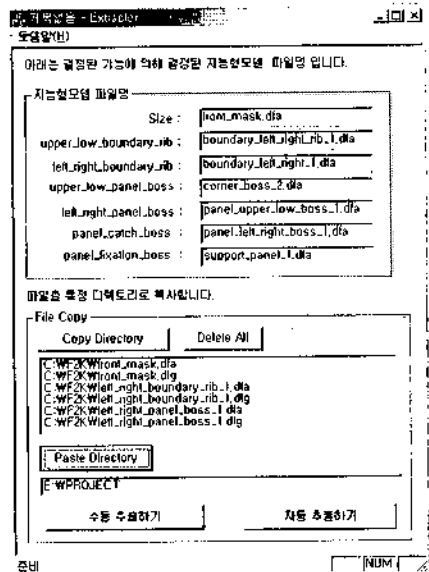


Fig. 17. 지능형모델 추출 및 저장 모듈(Extractor).



며 하부에는 F2K라이브러리와 특정 Repository간의 지능형모델 파일 조작에 관한 GUI(Graphic User Interface)로 구성된다. 지능형모델 파일의 조작은 선택적 파일 추출과 자동 파일 추출로 나눌 수 있으며 사용자에게 따라 편리한 방법을 선택한다.

4.3.4 지능형모델을 이용한 프론트 마스크 설계

이 단계에서는 Repository에 저장된 지능형모델을 기반으로 Unigraphics UIStyler를 이용해 프론트 마스크, 리브, 보스를 실제적으로 설계하는 단계이다. 전체적인 프로세스는 Fig. 18과 같이 Repository에 저장된 지능형모델을 KF Applications로 불러와서 필요한 형상을 생성 및 업데이트 하여 설계를 마무리한다. 지능형모델을 구성하는 각각의 설계 변수는 앞서 설명한 플라스틱 사출을 위한 형상지식을 기반으로 제작 되었으며 GUI창을 통해 변경 가능하다.

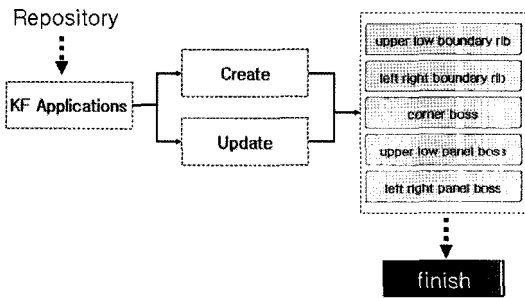


Fig. 18. 지능형모델을 이용한 형상 생성 및 업데이트.

Fig. 19는 프론트 마스크와 내부의 리브와 보스를 GUI창을 통해 순차적으로 설계 혹은 설계변경하는 모습을 보여주며 Fig. 20은 설계가 완료된 후의 프론트 마스크이다.

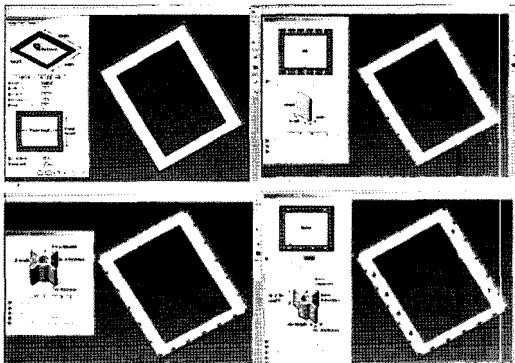


Fig. 19. 지능형모델을 이용한 프론트 마스크 설계.

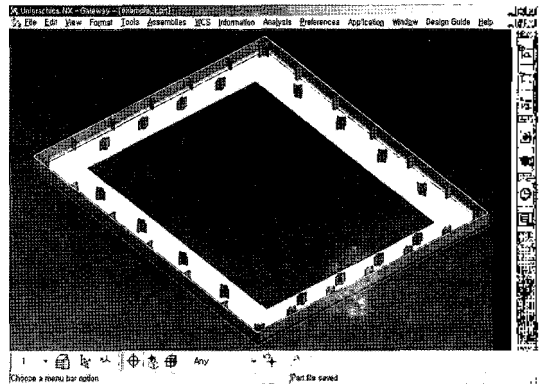


Fig. 20. 프론트 마스크 설계 완료.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 논문은 제품의 핵심인 기능을 반복하는 범위 내에서 효율적인 반복설계와 새설계를 지원하는 시스템 구축에 초점을 맞춘다. 먼저 기존 설계 공정의 단점을 극복하기 위해 하이브리드설계를 제안한다. 이는 F2K 라이브러리를 기반으로 제품 설계단계를 크게 개념설계와 상세설계로 나누고 개념설계단계에서는 제품의 핵심인 기능을 추출하기 위한 기능기반설계를 적용하고 상세설계단계에서는 제품의 효율적인 설계변경과 재설계를 지원하기 위한 지식기반 형상설계를 적용한 것이다. 따라서 초기단계인 개념설계 단계에서는 제품의 핵심인 기능을 추출하고 그 기능에 부합하는 형상을 결정하며, 설계 후반부인 상세설계 단계에서는 형상내부의 룰로 된 지식의 수정을 통해 제품의 재설계 및 반복 설계를 지원한다. 그러나 하이브리드설계 시스템의 영역은 리브나 보스 같은 부형상 설계나 다른 부품이나 기능에 영향을 주지 않는 설계에 한정적으로 적용가능하다.

하이브리드설계 시스템의 가용성을 시험하기 위해 LCD 모니터 프론트 마스크와 내부의 리브와 보스 설계를 사례로 들었으며 하이브리드설계 적용 후 다음과 같은 장점이 있다.

- 제품의 기능을 통한 형상의 결정으로 설계 전 과정 동안 일관된 제품의 핵심 기능을 유지할 수 있다.
- 설계변경 시 리브와 보스의 위치와 치수 변경이 쉽다. 기능을 통해 선택된 지능형모델의 공통 기하 변수들은 데이터베이스에 저장되어 관리된다. 따라서 리브와 보스의 위치는 시스템내부에서 자동으로 결정된다. 아울러 지능형모델 내부의 룰을

GUI를 통해 손쉽게 변경하여 형상의 치수를 변경할 수 있다.

- 제품생산에 필요한 금형설계 지식을 물로 표현하고 이를 이용하여 제품설계와 금형설계 사이에서 발생하는 설계 변경을 최소화 한다.
- F2K 라이브러리를 통해 빠른 재설계를 지원한다. 프론트 마스크 설계에 필요한 기능별 지능형모형을 라이브러리로 구축하여 제품의 요구조건 및 기능변화에 따른 제품 재설계를 빠르게 지원한다.

향후 연구 과제로는 기능을 선택하고 그에 부합하는 형상을 선택하는 수준의 기능 및 형상 추출모듈은 보다 유연하게 바뀌어야 한다. 기능추출모듈은 단순히 기능을 통한 형상결정의 선택적인 프로세스가 아니라 요구되는 기능에 합당한 형상이 없을 경우 기능을 분해하여 좀더 구체적인 기능을 추출하고 다시 그 기능에 합당한 기능을 찾을 수 있어야 할 것이다. 또한 기능 및 형상 추출모듈과 설계모듈을 연결하는 중간단계의 지능형모형 추출 모듈을 설계모듈이 흡수해야 할 것이다. 마지막으로 형상설계모듈은 단순히 지식을 물로 표현하여 이용하기 보다 전문가 시스템과의 연동을 통한 지능적인 지식 이용으로 발전 되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(과제번호: R01-2002-000-00289-0) 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Manish Verma and William H. Wood, "A Function-

- Based Approach to Design for Manufacturing", 2000 ASME Design Engineering Technical Conferences, 2000, Baltimore, Maryland, DETC2000/DFM-14026.
2. Richard M. Wood and Steven X. S. Bauer, "Discussion of Knowledge-Based Design", *Journal of Aircraft(AIAA)*, Vol. 39, pp. 1053-1060, 2002.
  3. 명세현, 한순홍, "설계유니트를 이용한 공작기계 조립체의 지식기반 파라메트릭 설계", 한국CADCAM학회 학술대회 논문집, pp. 61-67, 2002.
  4. Zhang, W. Z., Tor, S. B., Britton, G. A. and Deng, Y. M., "Functional Design of Mechanical Products Based on Behaviour-driven Function-environment-structure Modelling Framework", *Innovation in Manufacturing Systems and Technology (IMST)*, Symposium 2002.
  5. Dominique Deneux and Xiao Hui Wang, "A Knowledge Model for Functional Re-design", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 13, pp. 85-98, 2000.
  6. Robert B. Stone and Kristin L. Wood, "Development of a Functional Basis for Design", *Journal of Mechanical Design*, Vol. 122, pp. 359-370, 2000.
  7. Manish Verma and William H. Wood, "Form Follows Function: Case-based Learning over Product Evolution", 2001 ASME Design Engineering Technical Conferences, 2000, Pittsburgh, Pennsylvania, DETC2001/DFM-21182.
  8. GE Plastics Korea, "<http://www.geplastics.co.kr/korean>"
  9. Monitor Housing Design Guide, "<http://www.starex.co.kr>"
  10. 정영득, 박태원, 김현필, "플라스틱 성형을 위한 알기 쉬운 금형설계", 도서출판 인터비전, 2003.
  11. Unigraphics Knowledge Fusion User Manual
  12. KTI Homepage, "<http://www.ktiworld.com>"
  13. CATIA Homepage, "<http://www.catia.com>"
  14. Unigraphics Homepage, "[http://www.ugs.com/products/unigraphics\\_nx/](http://www.ugs.com/products/unigraphics_nx/)"
  15. PTC Homepage, "<http://www.ptc.com>"
  16. ProEuser, "<http://procuser.metric.or.kr>"



**전 상 민**

2002년 세종대학교 기계공학과 학사  
2004년 연세대학교 기계공학과 석사  
2004년~ 한국타이어  
관심분야: Knowledge Based Engineering, CAITA V5, CAA V5



**전 흥 재**

1986년 연세대학교 기계공학과 학사  
1988년 연세대학교 기계공학과 석사  
1994년 Northwestern대학 기계공학과 박사  
1997년~2001년 연세대학교 기계전자공학부 조교수  
2001년~현재 연세대학교 기계공학부 부교수  
관심분야: 복합재료, 생체역학



**이 수 홍**

1981년 서울대학교 기계공학과 학사  
1983년 서울대학교 기계설계학과 석사  
1991년 Stanford대학 Design Division Concurrent Engineering 전공, 박사  
1991년, 1992년 Lockheed Missile and Space Co. Cable Harness Design System 개발 Post-Doc.

1983~1994년 KIMM CAD/CAM실, 선임연구원  
1994~현재 연세대학교 기계공학부 정교수  
관심분야: 동시공학설계, 지식기반시스템 설계, DFM