

구성설계 방법을 이용한 차량용 오디오의 파라메트릭 설계

김춘식*, 한순홍**

Parametric Design of a Car Audio Based on Configuration Design Method

C. S. Kang* and S. H. Han**

ABSTRACT

Engineers need to reduce the product design time interval and deal with frequent design changes. For this purpose a design expert system has been developed where a 3D CAD system is used for the visualization of a design layout, especially the car audio design. This expert system is based on the configuration design methodology, one of the design methods which emulates the engineering design process, and the parametric design method. The design methods and heuristic knowledge are represented as rules, and design parts are represented as objects with properties. After an inference process, design parameters are extracted and they are used for the parametric design. This study focused on the shape visualization of product components in the preliminary design phase.

Key words : CAD, Configuration Design, Functional Feature, Parametric Design, Expert System

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 필요성

전자 제품의 경우 제품의 특성상 경박 단소화와 고기능화가 필수적이며, 고객의 욕구 다양화 등으로 제품의 수명 사이클이 짧아, 제품 설계 기간의 단축과 빈번한 설계 변경에 효과적으로 대처할 수 있는 설계 기술의 확보가 특히 필요하다. 이러한 전자 제품을 설계하는데 있어서는 정량적이고 수치적인 계산에 의한 것뿐 아니라 설계자의 경험에 의한 설계도 중요하며, 또한 관련 회로 부품의 배치 변경에 따라서도 수시로 설계 변경이 일어나고, 설계자는 그러한 설계 변경에 신속하고 효과적으로 대처해야 하는 것이 특징이다.

오늘날 공학설계 분야에 대해 컴퓨터를 이용한 설계 시스템의 적용이 활발해짐에 따라, 설계 자동화 또는 지능형 설계 시스템에 대한 요구가 증가하고 있으며, 보다 효율적인 설계 시스템의 구축을 위한

연구가 활발히 이루어 지고 있는데 특히 설계 분야에 전문가시스템을 이용하려는 연구가 다양하게 진행되고 있다. 관련 연구를 살펴보면 다음과 같다.

최초의 대규모 상업용 전문가시스템으로 알려져 있는 RI^[1]은 DEC컴퓨터사에서 VAX컴퓨터시스템을 설계하기 위하여 개발한 것으로 규칙베이스로 구현되었고 문제 해결 방법으로써 매칭 방법을 사용한다. COSSACK^[2]은 소형 컴퓨터시스템을 구성하기 위하여 제록스사에서 개발한 시스템으로 사용자의 요구사항을 입력받아 컴퓨터를 구성하도록 되어 있는 시스템이다. PRIDE^[3]는 복사기의 급지 거구 설계를 위한 것으로 설계 목표들이 다시 작은 목표들로 나누어진다. 지식의 추출은 대표적인 설계 사례로부터 얻고, 설계 과정을 여러개의 설계 계획으로 구분하였다. 구해진 설계 해를 검증하기 위해 설계 제약 조건을 이용한다. MI^[4]은 소형 컴퓨터 설계 시스템으로서, 부품을 나타내기 위하여 계층 표현을 사용한다. 이러한 부품들은 맨 상층에서 추상적 기능으로 구성되어 있으며, 하위 노드에서는 물리적 요소로 구성되어 있는데, 경험적 규칙으로 부품을 선택하도록 되어 있다. 정태형^[5]등은 전문가시스템을 이용하여 치차 설계를

*현대전자 전장연구소

**중신회원, 한국과학기술원 기계공학과

지원하는 통합 설계 시스템을 개발하였는데, 설계를 위한 여러 모듈들이 중앙 관리 모듈에 의하여 제어되도록 하고 있다. 구도연¹⁾은 금지기구 설계를 위한 전문가시스템을 개발하였는데, 이 시스템은 제품의 초기설계 단계에 대하여 중점을 두고 구성된 것으로, 최종 설계 목표를 달성하기 위하여 설계 목표를 계층적으로 하위 목표로 나누어, 최종적으로는 각 기능에 적합한 부품을 선택하고 사양을 결정하도록 하는 구성 설계 방법론을 적용하였다. 그 외 선박용 배관의 auto-routing이나, 치수 자동화, 플라이 휠의 설계^{17, 8, 1)} 등의 설계 지원 분야에 대한 설계전문가시스템이 있고, 사출 제품의 성형 불량에 대하여 진단하고 대책을 제시해주는 전문가시스템에 대한 연구¹¹⁾등이 있다.

위에서 살펴본 연구들은 주로 설계 또는 제품 구성을 위한 사양을 결정해 주거나, 문제점 진단을 위한 것들이다. 그러나 설계자의 입장에서 설계 생산성을 높이기 위해서는 제품을 구성하는 부품의 선정과 사양의 결정뿐 아니라, 선정된 부품의 실제 형상과 전체 부품의 조립 형상을 가시화하는 것이 필요하다. 또한 가시화된 형상을 직접 설계에 이용할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 제품 설계를 위한 부품의 선정과 부품 사양의 결정, 그리고 결정된 설계 사양을 CAD 상에 가시화하는 일련의 과정을 전문가시스템을 이용함으로써, 보다 효율적으로 구현해주는 방법론을 제시한다. 부품의 선정과 사양의 결정에는 구성설계 방법론을 적용하며, 결정된 사양을 CAD상에 가시화하는 과정에 파라메트릭 디자인을 이용한다. 이때, 지식베이스를 바탕으로 추론을 통해 생성된 파라메타들이 파라메트릭 디자인에 사용되는데, 그 결과 설계목표를 만족하는 기본 설계 조립 형상을 만들어 준다. 본 연구에서 제시된 방법을 이용하면, 단지 설계에 필요한 사양이나 부품 명을 입력하는 것으로 설계목표를 만족하는 기본 설계 조립 형상을 만들어 주기 때문에 설계의 출발점을 앞당길 수 있고, 따라서 설계일정을 단축하는데 많은 도움을 받을 수 있다. 또한 유사설계나 설계 변경시 특히 신속하게 대응할 수 있다. 본 연구는 구성설계로부터 가시화에 이르기까지 제품설계에서 전체적인 품질이 결정되는 초기 설계 단계에 대하여 구현되었으며, 차량용 오디오의 설계에 적용되었다.

2. 차량용 오디오의 설계

2.1 제품의 구성 및 개요

차량용 오디오란 자동차에 장착되는 오디오를 총

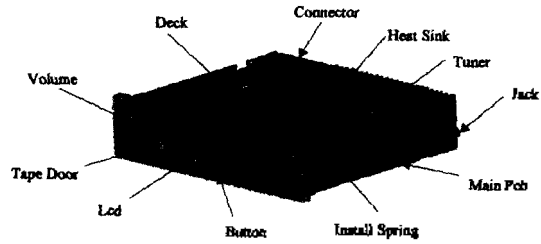


Fig. 1. Structure of a car audio.

칭한다. 과거에는 단순하게 방송을 수신하기 위한 기기로서 라디오의 기능과 Tape의 재생 기능만 갖춘 제품들이 주류를 이루었으나, 차량이 고급화 되고 오디오에 대한 소비자들의 욕구 수준이 높아짐에 따라 CD, 오토 체인저 등의 고급 제품들이 차량에 장착되기 시작하는 추세이다. 차량용 오디오는 차의 진동과 충격, 먼지의 유입, 여름과 겨울의 온도차등 가혹한 환경을 견뎌야 하기 때문에 설계 조건이 일반 홈오디오에 비하여 상당히 불리하다. Fig. 1은 가장 일반적인 차량용 오디오의 구조를 보여준다.

2.2 설계목표의 계층적 표현

차량용 오디오를 개발하는데 있어 제품에 대한 상품 기획이 완료되는 시점에서 개발 검토를 하게 되는데, 목표 품질, 성능, 생산성 등의 검토를 거쳐 구체적인 설계 목표를 결정하게 되면 기본 설계 구상도를 작성하게 된다. 여기서 제품의 장착 방식, 방열판의 장착 방법, DECK의 장착 방법, PCB SIZE 및 장착 방법, 주요 회로 모듈의 배치 등이 결정 된다.

이러한 설계의 과정은 계층적 구조로 표현될 수 있다. Fig. 2은 설계 과정에서 설계 목표들의 계층적 구조를 보여준다. 상위 노드는 초기 설계 사양으로

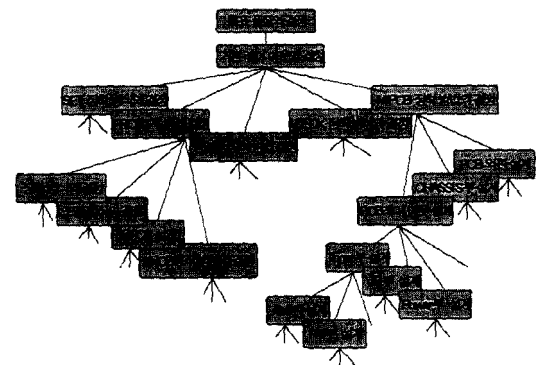


Fig. 2. Hierarchical subdivision of the design goal of a car audio.

부터 도출되는 설계 목표를 나타내고, 하위 노트로 갈수록 기본 사양으로부터 도출된 기능 단위의 설계 목표를 나타내는데, 이 설계 목표들은 더 작은 하위 목표들로 나누어 진다.

3. 구성설계의 적용

3.1 구성설계 방법론

본 연구에서 다루는 설계 문제는 1) 제품의 일반적인 구조가 알려져 있고, 그 부품과 배치는 알려져 있지 않은 경우와 2) 제품의 일반적 구조가 알려져 있고 제품의 부품과 배치도 알려져 있는 경우의 두가지 문제에 대해서 다룬다. 첫번째 경우의 설계 문제가 구성설계에 해당하는 것으로, 설계의 주요 목표를 만족시킬 수 있는 미리 정의된 부품들의 집합을 만드는 것이다. 즉 설계 문제의 일반적 구조로부터 부품과 배치의 결정을 포함하는(해당 부품에 대한 속성 값들을 포함하는) 적절한 스키마를 결정하는 것이다. 두번째 경우는 파라메트릭 설계이다. 파라메트릭 설계는 이미 알려진 부품의 형상과 치수를 효과적으로 변경할 수 있게 해준다⁶⁾.

구성설계는 초기설계 단계에서 설계목표로부터 시작하며, 어떠한 부분적인 관계들은 처음부터 주어진다. 미리 정의된 부품들의 라이브러리가 주어질 경우 설계가 진행되면서 요구된 기능, 성능, 그리고 비용을 만족시키게 되는데, 이 과정에서 부품에 관한 지식, 부품들 간의 연결 관계에 관한 지식, 부품들 간의 속성 값들과 제한 조건 등과 같은 지식이 사용된다.

3.2 구성설계 방법에 의한 설계

구성설계 방법은 제품의 요구 사항과 제한 조건들을 만족시키기 위하여 부품들 간의 상호 관계를 결정하기 위한 것이다.

구성설계 방법에 의한 설계에서는 설계자가 요구하는 기능들이 지식베이스로부터 선택되게 되는데 이러한 기능은 최상위 레벨부터 전개되며, 각 부품들이 해당 기능에 대응하는 최하위 레벨에서 선택이 된다. 가장 밑바탕이 되는 기본 사양은 "속성 = 값"의 쌍으로 나타나게 되는데, 이러한 속성 값들을 결정하기 위하여 사양들 간의 제한 조건과 같은 영역 지식이 참조된다⁶⁾. 설계자의 요구 사항이 상위 레벨로부터 전개될 때 각 레벨에서 부품이나 설계 타입에 대하여, 이미 정의 되어 있는 Prototype을 결정해야 할 경우 설계자는 적절한 Prototype을 결정하게 된다. 일단 특정 Prototype이 결정되면 그 하위 레벨에서,

선택된 Prototype을 만족하기 위한 부품이나 또는 또 다른 Prototype에 대한 지식이나 변수들이 지식베이스로부터 선택된다. 이때 상위 레벨의 결정에 따라 하위 레벨의 부품 단계의 Prototype에 대한 형식이 제한되기도 한다. 이러한 과정을 거쳐 구성설계는 상세한 부품사양을 포함한 부품들을 조합하여 완성되게 된다.

차량용 오디오를 설계할 때, 기존의 방법은 회로설계 영역과 기구설계 영역으로 나뉘어 각각의 영역 전문가에 의해 영역별 설계를 일차적으로 완료하고, 다시 영역간의 설계 제약 조건들을 고려해가면서 설계를 진행한다. 이때 구하고자 하는 설계 목표가 달성되지 못하면, 제약 조건을 완화하는 등의 방법을 통하여 설계 목표를 달성해 나가게 되는데 실제로 차량용 오디오 자체에 대한 기능의 요구 사항들이 다양하고 복잡하기 때문에 설계시스템이 복잡해지고 부품들 사이의 제약 조건이 많아진다. 따라서 기존의 방식대로 영역 전문가가 독자적으로 설계를 수행할 때에는 설계할 때 고려해야 할 사항들이 누락되어 잘못된 설계결과를 얻는 경우가 발생되게 된다.

본 고에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 설계 목표들이 분할되어 각각의 설계 제약 조건들과 더불어 상세한 부품 사양들을 포함한 조합으로서 이루어지는 구성설계 방법론을 도입함으로써 복잡한 설계 문제에 대한 여러 가지 제약 조건이나, 부품 사양들의 누락없이 효율적으로 설계를 진행할 수 있게 하였다.

4. 제한조건을 이용한 파라메트릭 설계

4.1 특징형상 모델링

특징형상(feature)은 솔리드 모델링 시스템에 있어서 순수한 기하학적 모델보다 의미적으로 높은 수준에 있으며, 특별한 속성이나 기능 등을 포함할 수 있는 엔티티라고 정의할 수 있다. 홀, 슬롯, 포켓, 그리고 라운딩 등과 같은 특징형상은 주로 가공을 위한 form feature이며 기하 및 위상학적인 정보 뿐만 아니라 생산정보(product information)를 동시에 지니고 있는데, 이러한 form feature는 생산자의 입장에서 설계하는데 중점을 둔 것이다¹¹⁾.

그러나 설계자 입장에서 보면 이러한 특징 형상은 설계시 1) 정의의 용이성, 2) 수정의 용이성, 그리고 3) 각 형상들간의 유효성 확인(validation check)의 용이성 등이 더 중요하다¹²⁾. 따라서 제품의 설계의 측면에서 보았을 때는 특정 기능에 관련된 feature들의

집합으로서의 기능 특징(functional feature)이 중요하며 본 연구에서도 이 기능특징(functional feature)을 이용한 특징형상 모델링을 다룬다.

다른 전자 제품 설계도 마찬가지로 이지만 특히 차량용 오디오는 초기 설계 과정에 기구 설계와 관련이 있는 주요 회로 부품과 배치가 기구 부품의 형상을 크게 좌우한다. 따라서 설계에 빈번하게 사용되는 주요 부품에 대응하는 특징형상을 정의하고 데이터베이스화 하면, 특징형상과 회로 주요 부품과의 구속 조건에 의해 설계를 진행해 나가면서 파라메트릭 디자인을 결합하여, 1) 전체적으로는 최종 디자인 모델을 연속적인 특징 형상의 집합으로 표현하고, 2) 개별적으로는 특징형상을 구속 조건에 의해서 상대적으로 위치시키면서 원하는 설계를 해 나갈 수 있다.

4.2 파라메트릭 디자인

일반적으로 제품 개발 과정에서는 여러 번의 설계 수정 과정이 필요하다. 설계자는 설계 목표를 명확히 하여 이를 분석한 후 설계 안을 도출하고 도출된 해의 유효성을 평가하는 과정을 되풀이 하여 최종 제품의 설계를 완성한다.

이처럼 디자인 활동은 주로 반복적인 작업이기 때문에, 사용자에게는 가능한 유연한 제품 설계 시스템이 무엇보다도 중요하다. 이러한 유연한 설계 과정은 파라메트릭 디자인 기법에 의해서 이루어질 수 있다. 특징형상 모델링은 CAD 모델을 여러 가지 특징형상의 집합으로 표현하고, 파라메트릭 디자인은 사용자로 하여금 특징형상을 기하 및 수치정보로 표현하여 형상의 추가 및 변경을 용이하게 해준다. 따라서 이 기법을 이용하여 정의된 형상은 치수의 변화에 따라 새로운 형상으로 쉽게 자동적으로 변화될 수 있다.

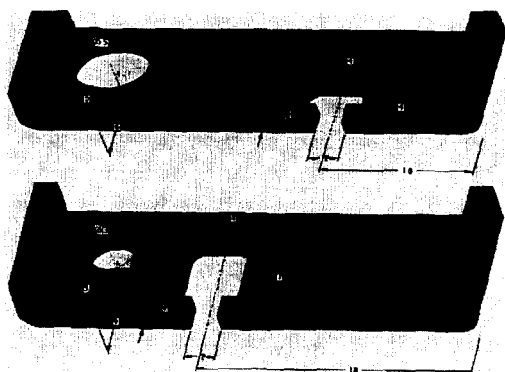


Fig. 3. A solid model modified by a parametric design.

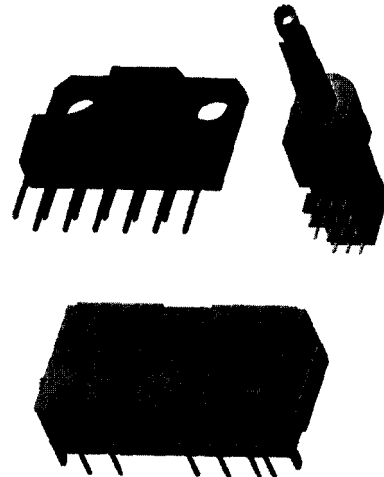


Fig. 4. Examples of "purchased part".

Fig. 3은 상용 CAD 시스템인 Pro/ENGINEER 상에서 구현된 파라메트릭 기법에 의한 형상 변경의 예를 보여준다.

4.3 파라메트릭 디자인과 부품 라이브러리

제품 개발에 있어서 설계의 많은 부분은 기존의 부품을 사용하거나 또는 유사한 형상을 갖는 부품을 사용하게 된다. 따라서 이러한 경우 이미 속성이 정의되어 있는 부품들의 라이브러리를 구축해 놓고 설계의 요구 사항에 적합한 부품이 선택되도록 하면서 설계를 진행하게 된다. 이때 구축되는 라이브러리는 1) 부품의 기하학적인 형상이나 기능이 고정되어 있어 변경할 수 없는 "구입" 부품의 경우와, 2) 부품 내에서 기하학적인 형상의 일부 또는 전체가 변경될 수 있는 "개발" 부품의 경우가 있다. 파라메트릭 설계에서 1)의 경우 조립체를 형성하는 조립 부품들 간의 기하학적 구속 조건이나 설계 제한 조건들이 부여되며, 2)의 경우 단위 부품 내에서의 특징 형상 간의 구속 조건이나, 조립 부품들 간의 구속 조건, 설계 제한 조건 등이 부여되어 원하는 형상 또는 조립체를 얻을 수 있는데, 이러한 제한 조건들은 지식 베이스(knowledge base)화 하여 이용할 수 있다.

Fig. 4는 Power IC, Tuner, Volume 등의 "구입" 부품에 대하여 구축된 라이브러리의 예를 보여 준다.

5. 전문가시스템의 구현

5.1 시스템의 구성

전문가시스템이란 인간의 전문적인 지식을 요하

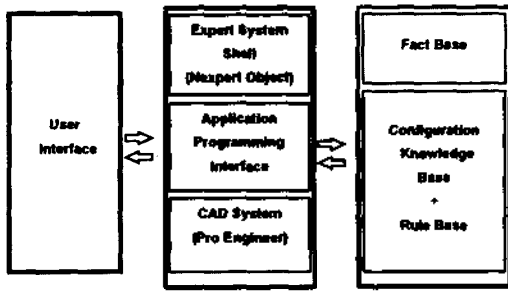


Fig. 5. Structure of the design expert system.

는 특수 영역의 문제를 해결하는데 있어서, 전문가의 지식과 추론의 과정을 사용하는 지능적인 컴퓨터 시스템이다. 전문가시스템은 추론부와 지식베이스 부분이 분리되어, 지식베이스의 추가 및 변경이 용이한 점이 기존의 구조적 언어를 이용한 추론 시스템과 차이점을 갖는다. Fig. 5는 본 논문에서 구현된 전문가시스템의 구조를 보여 준다. 전문가시스템 shell은 상용 시스템인 Neuron Data사의 Nexpert Object^[13]를 채용하며, 기하학적 모델링은 PTC사의 Pro/ENGINEER^[14]를 이용한다.

5.2 지식베이스의 구축

전문가시스템에서 가장 중요한 것은 전문적인 지식의 표현과 그 지식의 이용이다. 즉 지식을 컴퓨터 내에 어떻게 표현하고 동시에 축적해 나갈 수 있는가 하는 것이 지식베이스 문제이며, 한편 지식의 이용은 추론기구의 문제라 할 수 있다. 특히 시스템이 보유하고 있는 지식의 신뢰성과 완전성은 전문가시스템의 성공을 위한 열쇠라고 할 수 있다.

본 논문에서의 지식의 획득은 주로 설계자의 경험적 지식을 바탕으로 작성된 설계 매뉴얼과, 개발품 체크리스트, 부품 사양서 등을 이용하였다. 특별히 세부적이고 어떤 특정한 양식에 의해 표현되기 어려운 설계 지식은 설계 전문가의 경험에 의존하였으며, 부품의 형상에 관한 것은 기존 완성품 도면을 참조 하였다. 따라서 특징 형상 등의 금형 제작의 가능 여부나 금형 제작시의 문제점 등에 대한 직접적인 지식은 적용되지 않았지만, 양산과정을 거친 라이브러리 형태의 특징 형상들이기 때문에 특징 형상 자체에 그러한 금형관련 지식이 암시적으로 내재되어 있다. 전문가 지식의 내용중 부품 데이터와 같은 설계 정보는 Fact나 Frame의 형태로 지식베이스에 저장되는데 예를 들면 다음과 같은 형태를 가진다.

(Front Chassis는 Front Assy에 속한다)
(Front Chassis는 F1, F2, F3, F4, F5, F6의 치수가 컨트롤 된다.)

(Fm_Tuner는 kcf-201h, fe-309-01, fe-322, cet-3003, cet-510ft-n, cet-510ft를 사용한다)

또한 설계 제한 조건이나 경험적 지식 등의 추론을 위한 지식은 Rule의 형태로 저장되어 있다. 지식을 IF~THEN 형식으로 나타냈을 때 구축된 Rule의 예는 다음과 같다.

- Rule 1. IF (Set의 타입이 입력됨)
THEN (입력값을 Set타입의 결정에 이용)
- Rule 2. IF (Am_Tuner의 선정이 이루어짐) and (Fm_Tuner의 선정이 이루어짐)
THEN (DIM_Ft_X - 13의 값을 DIM_M17에 대입) and (DIM_Ft_X - 5.5의 값을 DIM_M19에 대입)
- Rule 3. IF(Rear_Connector의 위치 선정이 이루어짐)
THEN(기준이 되는 Ref_Dim을 Reset함) and (X좌표값을 DIM_M1에 대입) and (Z좌표값을 DIM_M2에 대입) and (X좌표값을 Ref_Dim에 대입) and (Ref_Dim - 22.7을 DIM_M8에 대입) and (Ref_Dim + 22.7을 DIM_M10에 대입)

아래에는 이와 같은 Rule에 따라 Nexpert Object에서 표현된 지식의 예를 나타내었다.

```

(@RULE = R_Def_Set_Type
  (@LHS =
    (= ({Full_Set_Assy}) ("Flate"))
  )
  (@HYPO= Def_Set_Type)
  (@RHS =
    (Assign ("Flate") ({Set_Type}))
  )
)
(@RULE = R_Pos_Feat_Tuner
  (@LHS =
    (Yes (Pos_Fm_Tuner))
    (Yes (Pos_Am_Tuner))
  )
  (@HYPO= Pos_Feat_Tuner)
  (@RHS =
    (Assign (DIM_Ft_X-13) (DIM_M17))
    (Assign (DIM_Ft_X-5.5) (DIM_M19))
  )
)
    
```


5.4 가시화의 과정

본 논문에서는 가시화를 위하여 상용 CAD 시스템인 Pro/ENGINEER를 사용한다. Pro/ENGINEER는 CAD전문 업체인 PTC사의 범용CAD시스템으로 형상 표현을 위한 다양한 도구들이 모듈 형태로 제공되는데, 본 논문에서는 전문가시스템과의 인터페이스를 위하여 Pro/PROGRAM을 이용하였다. Pro/PROGRAM은 Pro/ENGINEER에서 모델링된 Part나 Assembly들을 콘트롤할 수 있는 프로그램을 만들기 위해 사용된다. 본 연구에서 가시화를 위한 Pro/PROGRAM의 기능은 다음과 같이 크게 두 가지로 나눌 수가 있다.

1) 첫번째는 파라메트릭 기능이다. 가시화를 위해 Input되는 객체는 전문가 시스템에서 추론의 결과 나온 객체와 동일한 이름을 사용하는데 이때 Input된 객체의 속성이 치수값을 나타내면, 해당 치수와 관련된 Feature 부분에 적용되어 위치를 결정하는데 사용되고, 가시화의 조건에 사용되는 상수값(String)이면 그 조건에 따라 가시화할 Feature를 선택하여 표현하거나 또는 부품 자체의 형상을 표현하는데 사용된다. 이때 가시화된 형상들은 설계변경이 필요할 경우 해당 형상을 picking하여 파라메타를 바꿈으로써 형상 변경이 가능하며, 관련 부품의 데이터 구조의 속성값도 자동으로 바뀌게 된다.

2) 두번째는 여러가지 부품 라이브러리 중에서 추론의 결과 선정된 부품을 선택하여 해당 부품을 화면상에 나타내주는 인터체인지(Interchange)기능이다. 이것은 동일 기능을 하는 부품들(예를 들면 Tun-

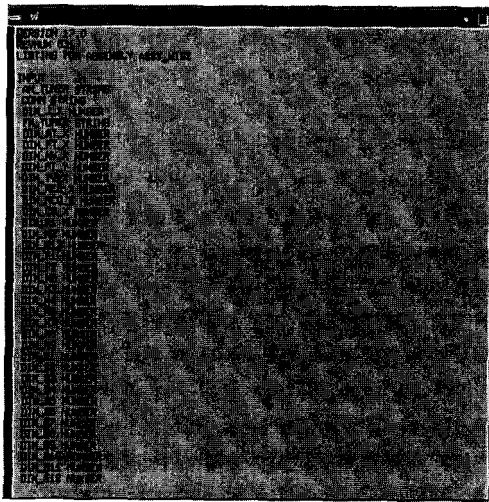


Fig. 8. Program for input parameters.

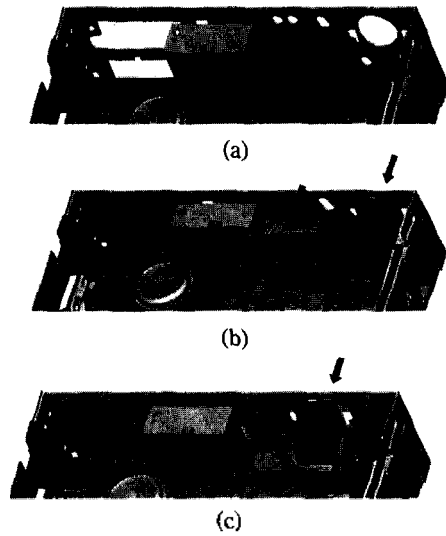


Fig. 9. Parts replacement and positional changes by input parameters.

er나 Power IC류)에 대한 라이브러리를 묶어 Assembly를 위한 제한조건을 동일하게 부여한 후 인터체인지 그룹으로 선언을 해주면 프로그램에서의 Input조건에 따라 해당 부품이 정해진 위치에 자동적으로 조립되도록 해주는 기능이다.

Fig. 8은 본 논문에서 구현된 최상위 레벨 Assembly에서의 Input부분에 대한 Pro/PROGRAM의 일부를 보여주고 있는데 이와같이 콘트롤되어야 할 모든 변수를 INPUT과 END INPUT명령 사이에 기술해 준다.

Fig. 9는 그러한 Input조건에 따라 실제 형상이 CAD상에서 구현되는 과정을 보여준다. Fig. 9의 (a)와 같은 특징형상들이 존재하고, (b)는 추론의 결과 설계 조건에 따라 어떤 부품이 사용될 것인가가 결정되면, 그에 따라 해당 부품 및 그에 필요한 형상만 선택적으로 표현되는 것을 보여 주며, (c)는 파라메트릭 디자인에 의해 부품과 관련 특징 형상의 위치가 이동되는 것을 보여 준다.

5.5 실행 결과 및 고찰

설계의 시작은 사용자로부터의 요구에 의하여 대화식으로 입력을 하는데, 먼저 설계목표를 달성하기 위하여 필요한 기본 사양을 결정하는 것으로 부터 시작된다. 설계 목표의 계층적 구조를 따라 상위 레벨에서 부터 사양을 결정해 나가는데, 상위레벨의 결정에 따라 그 하위레벨에서 미리 정의 되어있는

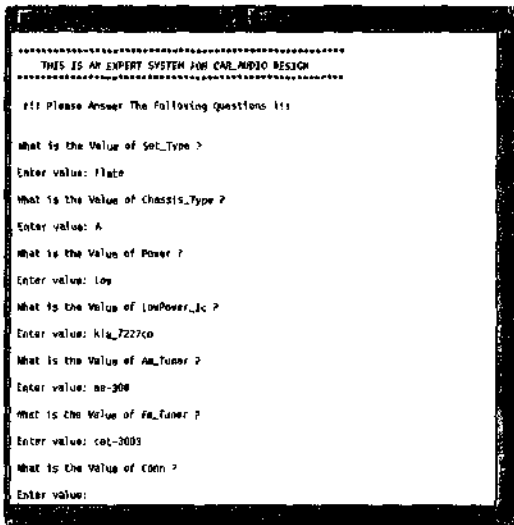


Fig. 10. Interactive user dialogue for inference.

설계 타입에 대한 Prototype이 결정되며, 추론의 과정을 거쳐 최하위 레벨에서 부품 또는 특징형상들이 지식베이스로부터 결정되고, 파라메트릭 설계에 적용될 파라메터값들이 결정되어 진다. 이렇게 결정된 파라메터값들은 CAD시스템에 연결되어 실제 형상이 가시화 되며, 이때 각 파라메터값들에 의해 특징형상의 위치나 형상이 설계 목표를 만족하도록 적절하게 조정된다.

Fig. 10은 추론을 하기 위해 대화식의 입력을 하는 과정을 보여주고 있다. 시스템으로부터 초기의 선정해야 할 부품과 기타 추론을 위한 관련 사항들에 대하여 질문을 받으면 사용자는 필요한 내용을 입력하게 된다.

Fig. 11은 설계에 사용될 AM Tuner와 FM Tuner를 선정하는 추론의 과정을 보여주고 있는데 성공적으로 선정이 되면 각각의 Rule에 따라 부품이 조립

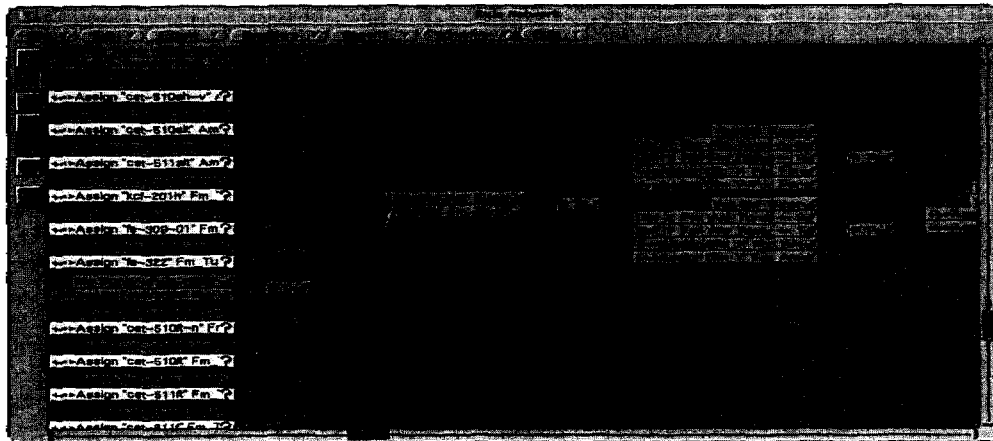


Fig. 11. The example of an inference process.

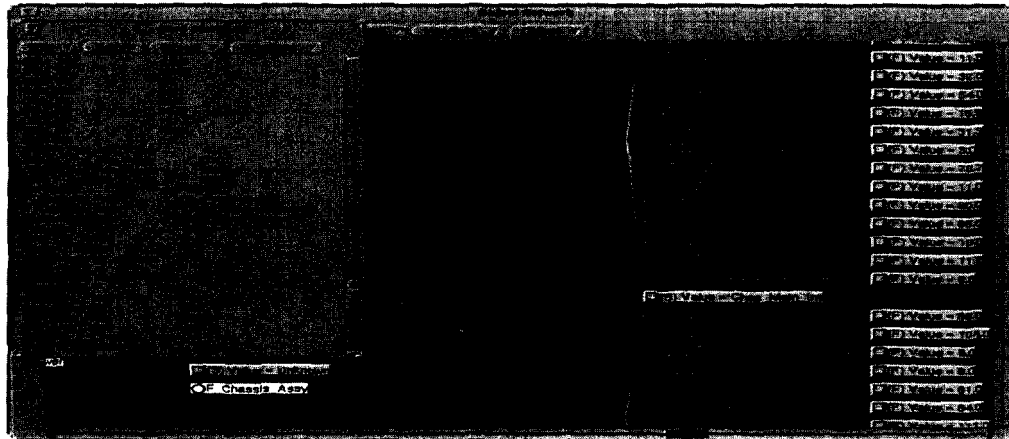


Fig. 12. Attribute values for each objects, determined from an inference process.

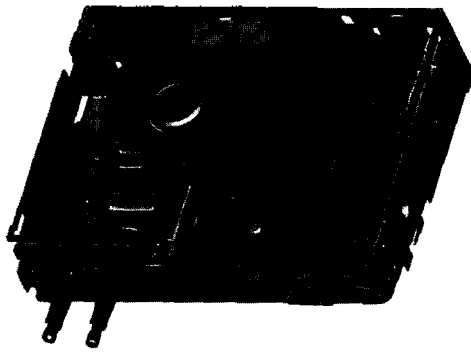


Fig. 13. An implemented design layout on CAD system.

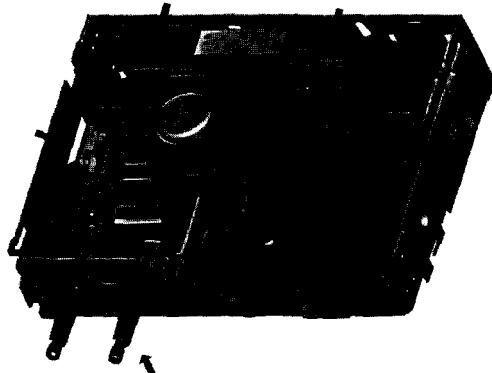


Fig. 14. A design layout which is changed by parametric design.

될 위치를 결정하게 된다. 이때 위치 결정을 위한 값이 주어져 있으면 그 값을 사용하고 없으면 사용자에게 필요한 값을 질문하면서 추론을 진행한다.

Fig. 12는 추론이 완료된 결과 각 객체에 해당하는 속성값이 생성된 결과를 보여주며 그림의 왼쪽에 추론된 결과에 대한 Status를 보여주고 있다.

Fig. 13은 추론의 결과로 생성된 설계 사양 전체가 실제로 CAD시스템 상에서 가시화된 것을 보여 준다. 특정형상의 결정 등은 실제 회로 부품 사양의 영향을 받게 되며, 그 위치나 크기 등은 지식베이스화된 경험지식으로부터 결정되게 된다. 본 논문에서 다루어진 회로 부품은 모두 "구입" 부품으로 파라메트릭 디자인에 의해서 형상 자체는 변하지 않고 위치만 결정이 되게 된다.

Fig. 14는 Fig. 13에 표현된 전체 형상에 대해 파라메트릭 디자인에 의해 부품의 위치와 그에 따른 특징형상이 설계 조건을 만족하도록 적절하게 이동되어 표현되어 있는 것을 보여주는데, 그림에서는 구체적으로 Power IC와 Volume의 위치 이동과 그에

따른 특징형상의 이동을 보여주고 있다. 또한 설계 조건에 따라 관련 부품(Tuner와 Connector)이 교체되어 표현되어 있는것을 볼 수 있다.

6. 결 론

본 연구에서는 제품 설계를 위한 부품의 선정과 부품 사양의 결정, 그리고 결정된 설계 사양을 CAD 상에 가시화하는 일련의 과정을 전문가시스템을 이용함으로써, 보다 효율적으로 구현해주는 방법론을 제시하였다. 부품의 선정과 사양의 결정에는 구성설계 방법론을 적용하였는데, 구성설계 방법론을 적용하는데 있어서는, 설계 목표를 달성하기 위하여 설계 목표를 부품레벨과 개별 영역 지식까지 분할하여 제품에 대한 기본 조립체를 구성하였고, 조립체를 CAD상에서 가시화하는데 있어서는 지식 베이스를 바탕으로 추론의 과정을 거쳐 결정된 파라메터 값에 의해 부품의 위치와 특징형상의 위치를 결정해 주는 파라메트릭 기법을 적용하였다. 또한 본 연구는 구성설계로부터 가시화에 이르기까지 제품설계에서 전체적인 품질이 결정되는 초기 설계 단계에 대하여 주로 형상 표현에 중점을 두고 진행 되었으며 차량용 오디오 설계에 적용되었다.

본 연구를 통하여 구성설계로부터 결정된 부품 사양을 실제 형상을 볼 수 있도록 CAD상에서 가시화 하므로써 설계의 생산성 향상을 위한 한 방법론을 제시할 수 있었다. 실제 양산된 부품을 라이브러리로 사용하고 설계 지식을 체계적으로 정리하여 지식베이스화 함으로써 향후 확장이 필요할 때, 일부 지식 베이스와 라이브러리만 추가하면 직접 현장에서 유용하게 사용할 수 있도록 하였다. 실제 제품 개발을 할 때 설계자가 기존의 설계 방법으로 본 논문에서 예로써 구현된 형태의 가시화를 이루기까지는 상당한 시간을 소비해야 한다. 본 연구에서 제시된 방법론을 이용하면, 단지 설계에 필요한 사양이나 부품명을 입력하는 것만으로 설계 목표를 만족하는 기본 설계 조립형상을 만들 수 있기 때문에 설계의 출발점을 앞당길 수 있고 따라서 설계일정을 단축하는데 많은 도움을 받을 수 있으며, 특히 유사 설계나 설계 변경 시 신속하게 대응할 수 있다.

참고문헌

1. McDermott, J., "R1 - A Ruled-based Configurer of Computer Systems", *Artificial Intelligence*, Vol. 19,

No. 1, pp. 39-88, 1982.

2. Frayman, F., Mittal, S., "COSSAK: A Constraint-based Expert System for Configuration Task", *Proceedings of The 2nd International Conference on Applications of AI to Engineering*, Boston, MA., 1987.
3. Mittal, S., Dym, C.L., "PRIDE: An Expert System for the Design of Paper Handling Systems", *IEEE Computer*, Vol. 19, July 1986.
4. Balkany, A., Birmingham, W.P., et al., "A Knowledge level Analysis of Several Design Tools", in Gero, J.S. (Ed.), *Artificial Intelligence in Design '91*, pp. 921-940, 1991.
5. 정태형, 김 현, "치차 설계를 위한 통합 설계 시스템 개발에 관한 연구", *대한기계학회 논문집*, Vol. 19, No. 10, pp. 2537-2547, 1995.
6. 구도연, 한순홍, "급저기구 설계 전문가시스템에서 구성설계 방법론", *한국CAD/CAM 학회 논문집*, Vol. 1, No. 2, pp. 163-172, 1996년 8월.
7. 강상섭, "선박용 배관의 Auto-Routing을 위한 설계 전문가 시스템", *한국과학기술원 자동화 및 설계공학과 석사학위논문*, 1995.
8. 김재희, "범용 전문가시스템 셀을 이용한 선박 설계 도면에서의 치수 자동화", *한국과학기술원 자동화 및 설계공학과 석사학위논문*, 1997.
9. 김 혁, 윤용산, "플라이 휠의 설계를 위한 지식 기반 전문가시스템의 개발에 대한 연구", *대한기계학회 논문집*, Vol. 14, No. 5, pp. 1138-1146, 1990.
10. 최진성, "사출성형 불량대처를 위한 지식베이스의 구축", *한국과학기술원 자동화 및 설계공학과 석사학위논문*, 1995.

11. 명세현, 한순홍, "기능 특징을 이용한 파라메트릭 형상 설계", *한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집*, pp. 179-186, 1997년 2월.
12. 이재열, 김광수, "파라메트릭 접근방법에 의한 특징 형상을 이용한 모델링", *한국CAD/CAM학회 논문집*, Vol. 1, No. 3, pp. 242-256, 1996년 12월.
13. Neuron Data Co., "Knowledge Design", 1993.
14. Parametric Technology Corp., "Pro/ENGINEER Fundamentals", 1995.



강 순 식

1986년 인하대학교 기계공학과 학사
 1997년 한국과학기술원 기계공학과 석사
 1986년~현재 현대전자 전장연구소 선임연구원

관심분야 : Intelligent CAD, Geometric modeling, Feature-based modeling, Expert system



한 순 홍

1977년 서울대학교 조선공학과 학사
 1979년 서울대학교 조선공학과 석사
 1990년 The University of Michigan 박사
 1979년~1993년 한국해사기술연구소 CSDP사업단

1993년~현재 한국과학기술원 기계공학과 교수

관심분야 : 설계 전문가 시스템, 시스템 통합 (STEP), 형상 모델링