

KBE 기법이 적용된 설계 자원 웹 기반 통합에 관한 연구

김종규*, 이수홍**, 전홍재***

A Study on Web based Integration of Design Resources with a Knowledge Based Engineering Technique

Kim, J.G.*, Lee, S.H.** and Chun, H.-J.***

ABSTRACT

This paper presents an embodiment of design integration framework corresponding to changes in the latest manufacturing environment. The embodied system is named by "WEB-KBE System" because it supports a product design with a KBE technique based on web environment. The final purpose of the work is to implement a web-based integration design environment with a KBE technique to support non-skillful designers. The framework of the system is designed to support necessary items in user-centric design environment. Two case studies were applied to the WEB-KBE system to evaluate the efficiency, flexibility, extensibility, and reusability of the system. The examples are [1] CART integration design environment construction and [2] Exhaust Duct Saddle Support integration design environment construction. In the former case, it took a period of 8 months for modeling and implementation of the WEB-KBE prototype system. However, with the high extensibility and reusability of WEB-KBE system, the second case required only a period of one month for modeling and implementation of the system. We conclude that the presented WEB-KBE system can bring fair effects on implementing a knowledge based design environment in aspect of time and expense.

Key words : Knowledge Based Engineering, WEB-KBE System, Web Based Integration Design, XML-RPC, Web Service, Knowledge Agent, Model Converter, Product Web Management

1. 서 론

본 논문에서는 최근 부각되고 있는 KBE(지식기반공학) 기법을 이용하여 제품 CAD 모델 속에 전문가의 설계지식 및 의도를 포함시키고, 사용자에게 이러한 CAD 모델을 웹을 통하여 설계, 평가 및 구매 할 수 있도록 하며, 동시에 이 기종 CAD 시스템의 통합을 위한 CAD 모델 컨버팅 기술을 개발하여 모든 설계 관련 작업 및 시스템 통합을 웹을 통해 할 수 있는 환경을 구축하고자 한다. 또한, 설계자의 경험을 바탕으로, 웹에 Publishing(공시) 되는 각 설계 지식을 제시함으로써, 기하학적 오류를 미연에 방지하고자 한다.

결과적으로 본 논문에서 구축된 통합 설계 환경을 웹을 기반으로 KBE 방법론이 적용된 제품을 설계하

는 것이므로 WEB-KBE 시스템이라 명명하였다.

본 논문에서 구현하고자 하는 내용을 요약하면 다음과 같다.

- KBE 기법 적용 방법론 개발 - 실제 전문가의 지식을 제품 모델에 포함하는 기술
- 초기 설계 시 기하학적 오류 방지 - 설계전문가의 설계 경험을 바탕으로 구축된 설계 전문지식을 활용한 설계 환경 구축
- CAD 모델 컨버팅 기술을 이용한 이종 설계자원 통합 기술 개발 - 단순 설계 변수 뿐만 아니라 설계자의 전문 지식도 이종 시스템에 반영
- 웹 기반 설계 환경 제공 - 설계 목표, 설계, 평가, 구매, 순/역방향 CAD 모델 컨버팅 기술에 의한 이종 CAD 시스템의 통합까지 웹 브라우저에서 가능

2. 배경지식

2.1 KBE (Knowledge Based Engineering)⁽¹⁾

KBE(Knowledge Based Engineering)는 제품에 관

*대우일렉트로닉스

**중신회원, 연세대학교 기계공학부

***연세대학교 기계공학부

- 논문투고일: 2003. 08. 26

- 심사완료일: 2004. 08. 27

련된 지식, 즉 제품을 설계, 해석, 생산하는데 사용되는 기술에 대한 지식을 하나의 특정 제품 모델 속에 포함시키고자 하는 엔지니어링 방법론이다. 이는 제품 모델의 형상설계, 단순히 무엇을 설계한다는 정보와 더불어 그 이면에 있는 어떻게, 왜 설계하는지에 대한 정보도 포함되어야 한다는 공학적 의도이다. 즉, 형상, 재료, 기능제약 등의 제품에 관련된 물리적인 정보는 물론이거니와 제품이 해석, 생산, 검사가 이루어지는 정보도 함께 저장할 수 있다. 형상과 관련된 정보를 대부분 포함하는 CAD 모델과는 달리 KBE는 제품 모델에 설계에서 요구되는 모든 종류의 정보를 포함한다.

제품에 관련된 설계정보가 저장된 제품 모델을 이용하여 설계기술자는 제품이 요구하는 입력정보를 변경하는 작업만으로 신속하고, 용이하게 새로운 제품 설계를 만들어 낼 수 있으며, 이를 확장, 변경하여 설계변경을 할 수 있다. 이는 반복적인 계산작업 등과 같은 시간 집약적인 엔지니어링 업무로부터 설계자들을 해방시켜 좀 더 창조적인 설계작업에 시간을 할애할 수 있도록 한다.

2.2 XML-RPC (XML-Remote Procedure Call)^[12]

분산 환경에서의 설계 자원 통합 환경을 구축하기 위해서는 분산 모듈 간의 정보 서비스 교환이 매우 중요하다. 기존의 통신방법은 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)나 자바 RMI(Remote Method Invocation)를 이용하는 것이었다. 이러한 방법들은 인트라넷 환경에서 사용이 가능하지만, 시스템은 외부로부터 이용하기 위해서는 방화벽을 수정해야만 했다. 또한 하드웨어에 지나친 종속성을 보임으로써 보다 개방적인 인터넷 환경에서 사용하기에는 적합하지 못하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 XML-RPC를 이용한다. XML-RPC는 네트워크의 다른 컴퓨터에 프로그램 일부 실행을 위탁하는 RPC(Remote Procedure Call)에 HTTP와 XML을 적용한 것이다. 이 방법은 전통적인 RPC의 문제점이었던 인코딩 및 객체의 직렬화를 XML을 이용해 데이터를 매우 간단한 텍스트로 표현할 수 있을 뿐만 아니라 데이터 구조의 표준을 제공할 수 있다. XML-RPC는 JAVA, C/C++, PHP(Personal Homepage Programming) 등 현존하는 거의 모든 프로그래밍 언어를 지원하며 플랫폼에 독립적이다. 즉, 플랫폼뿐만 아니라 다른 언어로 개발된 어떠한 프로그램과도 자유롭게 통신할 수 있다. Fig. 1은 XML-RPC의 구조도를 나타낸다. 그림과 같이 XML-RPC는 클라이언트

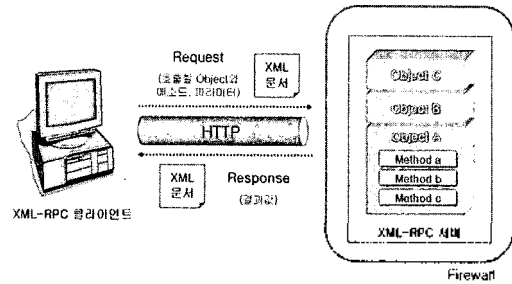


Fig. 1. XML-RPC의 구조도^[12].

측에서 방화벽이 설치된 서버에 함수의 메소드를 호출하는 경우 80번 포트를 열어놓은 HTTP를 통해 텍스트기반의 XML 분서를 주고 받는 형식으로 서비스 요청 및 서비스 결과를 얻는 방식이다.

2.3 웹 서비스(Web Service)^[13]

웹 서비스(Web Service)는 표준 인터넷 프로토콜을 사용하여 액세스할 수 있는 프로그래밍 가능한 응용 모듈 로직이다. 그리고 구성 요소를 기반으로 한 최상의 개발 특성과 World Wide Web을 결합한 것이다. 이 밖에도 웹 서비스는 구성 요소처럼 서비스 구현 방법을 고려하지 않고도 다시 사용할 수 있는 블랙박스 기능을 제공하며, 제공된 서비스를 잘 설명하는 잘 정의된 인터페이스나 계약서도 제공한다. 차세대 웹 서비스는 XML을 기본 데이터로 표시하며, 데이터 인코딩 표준인 SOAP(Simple Object Access Protocol)이라는, 지금의 RPC보다 한 차원 나은 형태의 메시지 형식을 정의하는 프로토콜을 사용한다. 웹 서비스를 기술하는 언어는 WSDL(Web Service Description Language)이며, 데이터 공개 및 탐색을 위한 일종의 디렉터리 서비스로 UDDI(Universal Description Discovery and Integration) 등을 활용하게 된다.

2.4 Intent!

Intent!는 RBD(Rule Based Design) 틀로서, 공학적인 자동화 해결책을 제공하는 소프트웨어적 틀킷으로써 구성형상(Configuration), 공학(Engineering), 기하요소(Geometry)를 연계시켜 문제를 해결하는 효과적인 도구라 할 수 있다. Intent!는 다음과 같은 특성으로 규정된다.

- 지식기반공학 시스템, 틀 기반설계 시스템
- 공학적 스프레드시트(Engineering Spreadsheet)
- 구성형상 시스템(Configuration System)
- 캐드 프로그래밍 언어(CAD Programming Language)

2.5 UG/KF (Unigraphics Knowledge Fusion)

UG/KF은 일반적인 지식기반공학 언어가 제품 개발 프로세스 안에 깊숙이 뿌리를 내리고 내장되어 있다. 이는 엔지니어와 설계자가 KBE 시스템과 제품 개발 시스템 사이의 데이터 변환이 아니라 설계 시에 설계자가 요구조건과 규칙을 지정할 수 있다. 또한 기하학적 형상 모델과 어셈블리에 공학적 지식과 설계 의도를 적용할 수 있는 GUI를 제공한다.

2.6 SolidWorks Equation 응용 방법론

SolidWorks Equation의 원래 설계자가 설계한 변수들간의 기하학적 관계를 표현하기 위한 의도이다. 즉, $B=A$ 와 같은 식으로 변수 A를 B에 종속시켜서 B가 변할 때마다 자동으로 A가 바뀌게 된다. 물론 A는 독립적으로 변할 수는 없으며, 변화시키고자 한다면 오류 메시지가 뜬다. 본 논문에서 지식기반을 구축하기 위해 SolidWorks Equation에서 제공하는 함수중의 하나인 int(x)함수를 응용하였다. int(x)함수는 소수점 이하의 변수 값을 반올림하여 정수로 나타내주는 역할을 하는 것이지만, 이를 응용하여 위 절의 Intent!와 Knowledge Fusion과 같은 룰 기반의 설계를 할 수 있다.

3. 관련 연구

3.1 캐드 모델간의 Interoperability에 대한 연구

3.1.1 주요 내용

미네소타 대학 기계공학과에서는 2001년 캐드 모델간의 Interoperability에 영향을 미치는 여러 가지 에러들을 방지하기 위한 방법을 제안하였다. 이 연구에서는 설계 모델의 Geometry 에러를 해결하기 위해서는 설계 초기부터 설계자가 이러한 에러에 민감해야 한다는 가정하에 진행된 것이었다. 즉, 캐드 모델로부터 실제 설계에 들어가기 전에 미리 캐드 모델의 Geometry에러를 보증해야 한다는 것이었다.

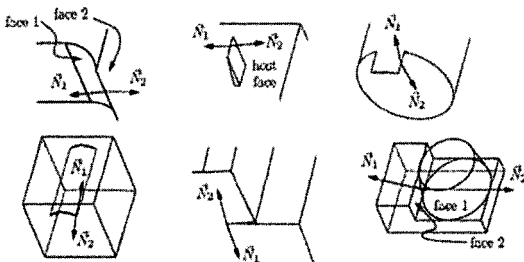


Fig. 2. CAD 모델링 시 기하학적 오류¹²⁾.

Fig. 2는 캐드 모델 생성시 발생할 수 있는 Geometry 오류를 보여 준다. 그림에서 보는 것과 같이 Geometry 에러란 캐드시스템을 통해서서는 구현이 되지만 실제 가공성이 희박한 설계오류를 뜻한다.

3.1.2 문제점

이 절에서 설명하는 논문의 대상은 비숙련 설계자라기 보다는 설계전문가이며, 주된 내용은 이들 설계전문가를 돕기 위한 해결책 제시이다. 초기설계의 오류를 미리 예상할 수 있는 것은 설계전문가만이 할 수 있는 것이고, 초보설계자가 이러한 오류를 고려한다고 하더라도 설계전문가의 도움이 없이는 이러한 오류를 미연에 방지하는 것은 불가능 할 것이다.

3.2 DOME(Distributed Object-based Modeling Environment)

3.2.1 시스템 소개

MIT 캐드 연구실에서 연구, 개발하고 상용화까지 한 DOME(Distributed Object-based Modeling Environment)은 분산 환경에서 객체 간의 참조를 통하여 제품 모델링을 지원하는 방법이다. DOME은 설계자로 하여금 통합적이고 총체적인 설계 평가를 위한 설계 자원 시스템을 신속하게 구축하고 다른 설계 전문가가 제공하는 설계 모델이나 응용 모듈의 재사용을 용이하게 한다. Fig. 3는 DOME의 구조도를 나타낸다.

3.2.2 문제점

기업 환경에서 보안의 중요성으로 인해 방화벽의 설치는 기본이 되었다. 따라서 외부로부터의 접근 또는 서비스의 요청이 쉽지 않다. DOME의 경우에도 분산 객체 간의 통신을 위해서 CORBA를 이용하는데, 이것은 방화벽을 통과하지 못하므로 기업간의 통신에는 부적합하다.

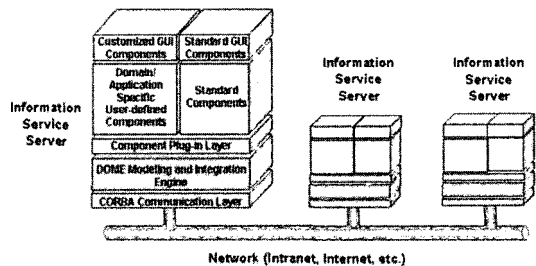


Fig. 3. DOME의 구조도¹³⁾.

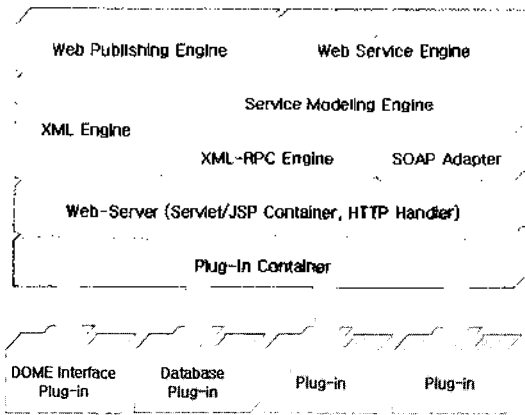


Fig. 4. Web-Integrator시스템의 구조도¹⁶⁾.

3.3 Web-Integrator

3.3.1 시스템 소개

Web-Integrator는 앞 절에서 소개한 DOME의 통신 문제를 해결하여 기업 간의 이종 시스템 통합 및 협업 설계를 지원하기 위한 프레임워크로서, 웹을 기반으로 분산환경에서 제품의 변수 설계가 가능한 환경을 쉽고 빠르게 구축할 수 있다. Fig. 4는 Web-Integrator 시스템 구조도를 나타낸다.

3.3.2 문제점

Web-Integrator는 웹을 통해 변수 설계를 할 수 있는 환경의 초석을 이루었다는 점에서 높이 평가할 수 있다. 하지만 이 시스템은 제품의 변수 설계만을 제공한다. 즉, 변수간의 구축관계를 통한 자동화 기능만을 이용할 수 있으며 KBE 방법론을 적용하기 불가능한 시스템이다. 그리고 웹을 통한 설계 대상의 하위에는 비숙련자가 있음에도 불구하고 비숙련자가 설계 시에 범할 수 있는 기하학적 오류에 대한 대처방안을 마련하지 못했고 더구나 변수 설계 결과가 잘못된 것인지조차 판단할 수 없다. 진정한 웹 기반 설계란 이러한 문제점이 해결되어야 하며, 설계 시 전문 설계자의 지식을 활용할 수 있는 환경으로 발전할 필요가 있다.

3.4 기존 설계 관련 시스템의 독립적 운용

기업에서 하나의 제품을 설계하기 위해서는 여러 가지 설계 관련 시스템(CAD, PDM, 데이터베이스, CRM 시스템 등)을 이용한다. 하지만 아직까지 현업에서 이들 시스템들은 각기 독립적으로 운용되고 있으며, 각 시스템들의 연결을 위해서는 별개의 작업이 필요하였다. 이러한 작업은 제품 설계 작업을 위한 무가적인 작업으로써 시간·비용적 측면에서 아주 비

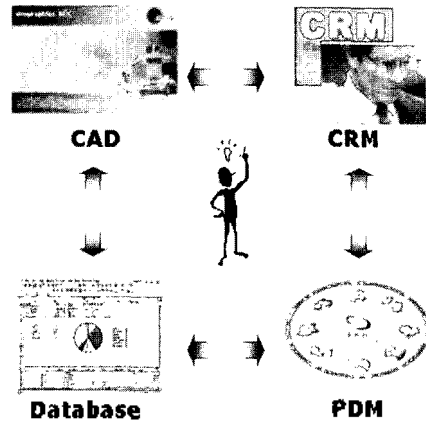


Fig. 5. 기존 설계 관련 시스템의 독립적 운용.

효율적인 요소로 자리잡고 있다.

3.5 문제점 해결 전략

본 논문이 지향하는 비숙련 설계자를 대상으로 하는 웹 기반 통합 설계 환경 구축을 위해서는 앞서 지적한 기존 연구 및 기존 설계 시스템의 문제점을 기본적으로 해결해야 하고 더불어 사용자 중심의 설계 환경 구축을 위해 필요한 기타 기반 기술을 개발해야 한다.

초기 설계 시 비숙련 설계자가 범하기 쉬운 기하학적 오류를 방지하기 위해서는 제품 모델을 KBE 방법론을 이용하여 설계해야 하며, 동시에 전문 설계 지식을 활용한 설계 환경이 구축되어야 한다. 인터넷 기반의 분산 환경에서 방화벽 수정과 같은 기업 간 통신 문제는 앞서 설명한 XML-RPC의 통신 방식과 CO™의 URL 방법을 이용하여 분산 객체간 통신 방법으로 해결 가능하다. 이 통신 방법은 인터넷 표준인 HTTP

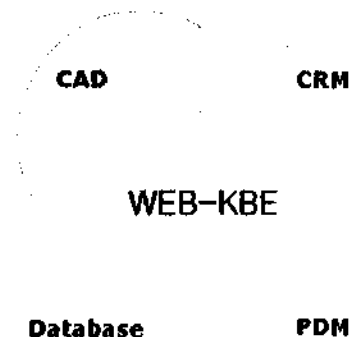


Fig. 6. 설계 관련 시스템 통합 모델.

를 기반으로 한 URL 방식을 이용하여, 어떠한 시스템에서도 서비스를 이용할 수 있다.

또한 앞서 설명한 기존의 설계 관련 시스템들의 독립적 운용으로 인한 문제점을 해결하기 위해 각 설계 관련 시스템들을 유기적으로 연결할 수 있는 통합 설계 프레임워크의 모델(Fig. 6)을 제안한다. 이는 본 논문에서 구현한 WEB-KBE 시스템의 기본 구조라 할 수 있다.

4. 주요 연구내용 및 시스템 구현

4.1 KBE 기법을 아용한 제품 모델링

본 논문에서 WEB-KBE 시스템 적용 사례를 위해 제작된 설계 모델은 앞에서 소개한 KBE 돌로써 설계되었다. 기존의 설계 방법에 의한 제품 모델링과 KBE 틀에 의한 제품 모델링을 비교하면 간단한 형상의 경우 초기 설계 및 설계 수정 등의 작업에 대한 시간이 얼마 차이 나지 않지만, 복잡한 형상을 설계하는 경우 초기 설계 시간은 둘 다 비슷하지만 설계를 수정하는 경우는 KBE 틀로 제작된 모델이 훨씬 시간이 절약된다. 이는 KBE 방법론에 의한 제품 설계는 설계 초기부터 웹 기반으로 잘 설계하여 모델의 핵심이 되는 변수들 몇 개 만으로 전체 모델을 수정 가능하도록 설계하였기 때문이다.

4.2 고객관리 기능이 포함된 KBE 제품 버전관리 모듈 개발

이 모듈은 기존의 PDM 시스템이 가지고 있던 버전관리 기능을 확장하여 고객관리와 제품 버전 관리가 동시에 지원되는 모듈이다. 여기서 관리되는 제품은 KBE 방법론에 의해 제작된 설계 자원이며, 기존의 CAD 시스템이 아닌 UG/KF, AutoCAD Intent!와 같은 지능형 CAD 시스템과 연계되어 있다. Fig. 7은

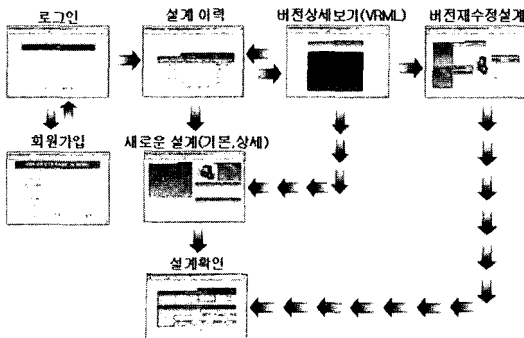


Fig. 7. 버전 관리 모듈을 통한 설계 흐름도.

버전 관리 모듈을 통한 설계 흐름도를 나타낸다.

4.3 이중 KBE 설계 제품의 교환 및 통합을 위한 양방향 컨버팅 모듈 개발

컨버팅 모듈은 다음 두 가지 의미를 가진다.

첫째, 인터넷을 기반으로 하고 있는 WEB-KBE 시스템을 이용하는 경우 설계 자원의 교환 시 네트워크의 간헐적 연결에 영향을 받을 수 있다. 기존의 STEP과 같은 기술을 이용하기 위해서는 대용량의 CAD 파일이 필요하기 때문에 인터넷을 통해 관련 자원을 교환하여야 한다. 하지만 네트워크 연결이 불안정할 경우 데이터 전송 과정에서 도중에 끊어질 수 있으며 시간이 많이 지연될 수도 있다. 하지만 WEB-KBE 시스템에서는 텍스트 기반의 저용량 CAD 파일을 교환하기 때문에 이와 같은 문제를 해결할 수 있다. 실제로 2.3 Mb 용량의 CAD 파일은 76 kb의 텍스트 파일로 표현될 수 있으므로 이러한 텍스트 파일을 교환하면 네트워크의 간헐적인 연결에 큰 영향을 받지 않는다. 다시 말해서 컨버팅 모듈은 저용량의 텍스트 파일을 이용한다는 것이다.

둘째, 설계자나 고객이 이용하는 CAD 시스템은 다를 수 있으므로 이들의 이중성을 해결해야 한다. 만약 제품 모델을 제공하는 설계자의 CAD 시스템이 UG이고, 지리적으로 떨어져 있는 고객의 CAD 시스템이 AutoCAD라고 한다면 이들 간의 유기적인 데이터 통합을 위해서는 실제 CAD 데이터를 STEP과 같은 기술을 이용하여 변환하는 작업을 수행하여야 한다. 하지만 앞서 설명한 네트워크 연결 상의 문제와 더불어 STEP이 아직 완벽한 데이터 교환을 제공하지 않는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 텍스트 기반의 CAD 데이터를 컨버팅 모듈을 통해 변환하게 된다. Fig. 8은 컨버팅 모듈을 통한 CAD 모델 변환 예이다.

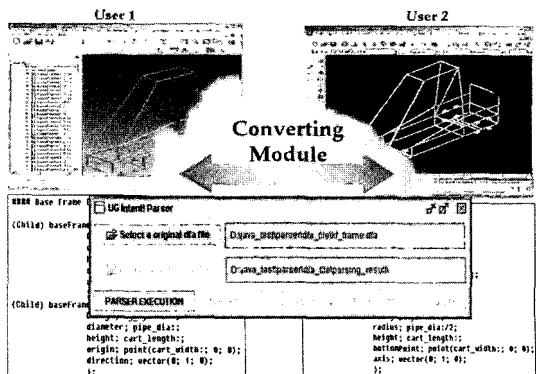


Fig. 8. 컨버팅 모듈을 통한 CAD 모델 변환 예.

4.4 제품 지식 베이스 구축을 위한 Knowledge Agent 모듈 개발

Knowledge Agent 모듈은 다음 두 가지 이유로 개발되었다.

첫째, WEB-KBE 시스템은 최저수준의 사용자를 그 대상으로 하고 있으며, 인터넷을 기반으로 한다. 이러한 최저수준의 사용자가 인터넷을 통해 제품을 설계할 때 설계자의 도움을 받지 않으면서도 제품을 세대로 설계할 하기 위해서는 해당 제품의 설계 전문 지식을 사용자들이 이용할 수 있는 환경 조성이 필요하다. Knowledge Agent 모듈이 이러한 환경 조성을 지원한다.

둘째, 지금까지의 제품 설계자는 제품 설계의 업무만을 담당했다. 하지만, WEB-KBE 시스템 사용자들을 위한 지식 베이스 구축 작업은 이들 설계자만이 할 수 있으며 이 작업은 설계자에게 부가적인 작업이 되는 것이다. 제품이 달라질 때마다 지식베이스를 처음부터 구축해야 하기 때문에 업무 지연의 결과를 초래할 수 있다. 이러한 비효율성을 극복하기 위해 제품 지식 구축의 자동화를 지원해주는 시스템이 필요하며 Knowledge Agent 모듈이 이를 해결해준다. Fig. 9는 Knowledge Agent 모듈의 구성도를 보여준다.

4.5 Product Web Management(PWM) 모듈 개발

PWM 모듈은 웹과 직접 인터페이스 하기는 하지만 실제로는 KBE 제품 버전관리 모듈에 포함되어 그 설계 기능을 수행한다. 기능은 아래와 같다.

첫째, 사용자의 설계 이력 확인 모드에서 제품의 설계 형상이 어떻게 구현되어 있는지 VRML을 통하여 확인할 수 있다. 각 버전 별로 지식이 어떻게 적용되었느냐에 따라 제품의 형상은 다르게 된다. 이를

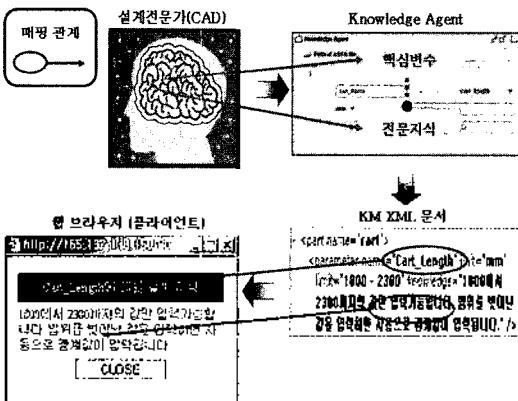


Fig. 9. Knowledge Agent 모듈의 구성도.

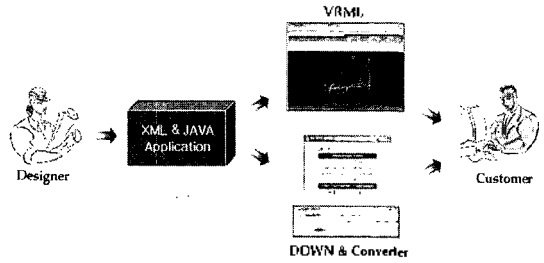


Fig. 10. PWM 모듈의 흐름도.

한꺼번에 확인하여 사용자가 원하는 설계를 다시 할 수 있다.

둘째, 사용자가 원하는 경우에 해당 제품 파일을 다운로드할 수 있으며 컨버팅 모듈과 연계되어 있기 때문에 로컬 컴퓨터에서 컨버팅 작업을 수행할 수 있다. Fig. 10은 PWM 모듈의 흐름도를 나타낸다.

4.6 시스템 구현

기존 연구 및 기존 시스템의 문제점을 해결하기 위한 사용자 중심의 웹 기반 통합 설계 환경 구축을 위해 요구되는 사항분석 및 기술 개발은 앞에서 논의되었다. 이들 기술들을 통합하여 구현된 시스템은 웹을 기반으로 KBE 방법론이 적용된 제품을 통합 설계할 수 있는 환경을 제공한다. 이러한 의미로써 구현된 시스템을 "WEB-KBE 시스템"이라 명명하였음을 앞에서 미리 언급하였다.

4.6.1 WEB-KBE 시스템 개발환경

WEB-KBE 시스템의 개발환경은 Table 1과 같다. 아래와 같은 여러가지 IT를써 개발된 WEB-KBE 시스템은 인터넷을 기반으로 운영된다.

4.6.2 WEB-KBE 시스템 구조도

WEB-KBE 시스템의 전체 구조도는 Fig. 11과 같다. 앞 절에서 설명한 KBE 제품 버전관리 모듈, KBE 모델 양방향 컨버팅 모듈, 제품 지식 구축을 위한 Knowledge Agent 모듈, 웹 상에서의 제품 관리

Table 1. WEB-KBE 시스템 개발환경

항목	IT 툴
CAD	UG/KF, AutoCAD intent!, Solidworks
DB	Excel, Access
Programming	Java, Visual Basic
Web Programming	JSP, XML, ASP

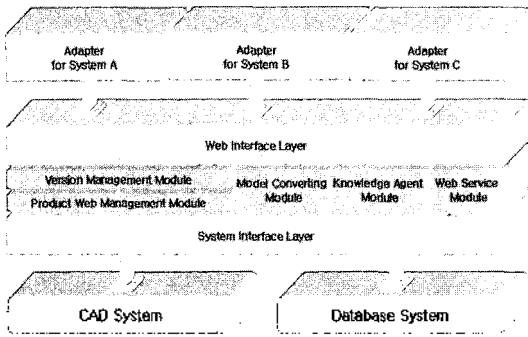


Fig. 11. WEB-KBE 시스템 구조도.

위한 Product Web Management 모듈 등이 모두 유기적으로 연결되어 있고, 시스템 프로그래밍(JAVA, Visual Basic), 웹 프로그래밍(JSP, HTML, Servlet, JDBC)을 통해 구현된 시스템 인터페이스, 웹 인터페이스를 통해 설계 관련 시스템(CAD, 데이터베이스 시스템, 웹 서버 등)과 인터페이스하여 전체 모듈이 그 기능을 수행함으로써 WEB-KBE 시스템의 전체 구조를 이룬다.

4.6.3 시스템 평가

■ 시스템 확장성 · 재사용성

WEB-KBE 시스템의 가장 큰 특징은 시스템 확장성과 재사용성이 높다는 것이다. 구현된 각종 모듈은 대부분 객체지향 언어인 JAVA를 통해 구현되었고, 웹과 인터페이스 하는 부분 역시 JAVA 기반의 JSP로 이루어져 있다. 다음 장에서 설명될 CART 통합 설계 환경 구축과 EDSS(Exhaust Duct Support Saddle) 통합 설계 환경 구축의 두 가지 사례 연구를 통해 이러한 부분이 입증되었다. 1차적으로 적용한 CART 통합 설계 환경 구축 기간은 제품 분석 · 모델링 및 시스템 모듈 개발 · 통합 등의 시간을 합쳐 총 8개월의 기간이 걸렸으나 2차적으로 적용한 EDSS 통합 설계 환경 구축은 제품 분석 · 모델링 및 시스템 모듈 수정 및 추가 기간을 합쳐 1개월 남짓한 기간이 걸렸다. 두 사례 모두 제품 설계 시간은 비슷하지만 확장성 · 재사용성 높은 WEB-KBE 시스템의 특징으로 인해 전체 통합 설계 환경 구축 기간은 초기보다 크게 절감되었음을 알 수 있다.

■ 사용자 중심의 설계 환경

시스템 확장성 · 재사용성과 더불어 살펴볼 수 있는 WEB-KBE 시스템의 특징은 사용자 중심의 설계 환경(GUI)을 제공한다는 것이다. 전체 시스템은 비숙

련 설계자를 그 대상으로 하고 있으며, 인터넷이 연결되어 있는 어느 곳에서든지 WEB-KBE 시스템을 통해 제품 설계를 할 수 있다. 기본적으로 제품은 KBE 방법론을 통해 모델링 되어 있으며, 사용자는 웹 브라우저를 통해 제품을 구성하고 있는 몇 가지 핵심 변수들만 조작하여 설계를 할 수 있다. 앞에서 논의된 대로 이들 핵심 변수에 관한 전문 설계 지식은 팝업창으로 사용자에게 보여지게 되어 사용자는 이를 기반으로 제대로 된 설계를 할 수 있는 것이다. 또한 필요에 따라 자신이 설계한 사항을 VRML을 통해 웹 상에서 볼 수 있으며, 이중 모델 컨버팅 모듈을 통해 로컬 컴퓨터에서 모델을 확인하고 수정하는 작업이 가능하다.

4.6.4 기존 연구 및 기존 시스템과의 비교

본 논문에서 구축한 WEB-KBE 시스템은 웹 기반 제품 설계 시 설계전문가가 구축한 지식을 토대로 설계할 수 있는 환경이 제공되어 설계 자체의 타당성을 웹 브라우저에서 알 수 있으며 비숙련 설계자가 범하기 쉬운 기하학적 오류를 방지할 수 있다. 또한 분산 환경에서의 기업 간 통신에서 XML-RPC를 이용하여 방화벽 수정의 문제를 해결할 수 있다. 그리고 CAD 시스템, PDM 시스템, 데이터베이스 시스템, CRM 시스템 등 기존의 설계 관련 시스템들의 각 주요 기능을 포함하고 있으므로 통합 설계 환경 프레임워크의 프로토타입이라 할 수 있다.

5. 사례 연구

5.1 CART 통합 설계 환경 구축

본 논문에서 개발된 웹 기반 설계 통합 환경(WEB-KBE 시스템)의 실제 가용성 및 시스템 재사용성, 확장성을 알아보기 위해 1차적으로 CART 통합 설계 환경을 구축 · 적용하였다. CART는 대학생 자동차 자작 경주대회에 쓰이는 것으로 실제 CART 설계 개발 경험이 있는 설계자의 도움으로 환경을 구축할 수 있었다. 이 사례 연구에서 중점 두 사항은 CART 설계 환경 구축 시 WEB-KBE 시스템에 잘 맞물려서 구현이 되는지와 이를 통해 다른 설계 사례를 적용했을 때의 재사용성이 좋은가, 확장성은 어느 정도 수준까지 지원할 것인지를 판단하는 것이었다.

5.1.1 시스템 구성도

CART 통합 설계를 위한 전체 시스템 구성도는 Fig. 13과 같다. Fig. 12에서 보여진 바와 같이 사용자는 웹 브라우저를 통해서 전체 제품 설계를 진행하

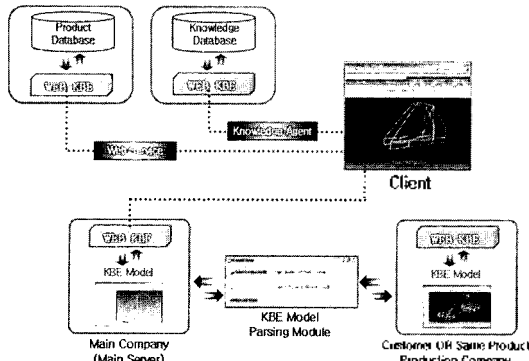


Fig. 12. CART 통합 설계를 위한 전체 시스템 구성도.

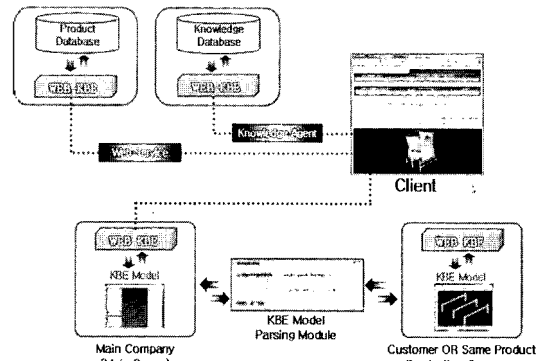


Fig. 14. EDSS 통합 설계를 위한 전체 시스템 구성도.

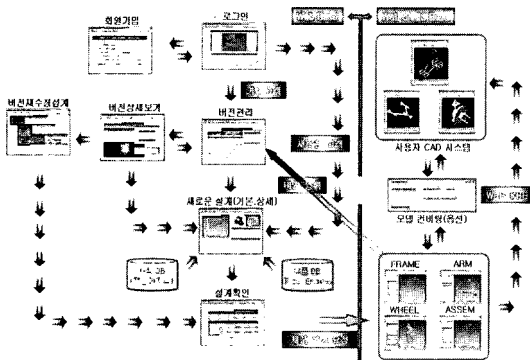


Fig. 13. CART 통합 설계 전체 시나리오.

게 된다. Knowledge Agent를 통해 구축된 전문 설계 지식을 팝업창으로 확인하면서 기본 설계를 할 수 있고, 자재 선정과 부품 구입 등은 웹 서비스를 통해 가능하다. 필요에 따라 VRML을 통해 제품 형상을 확인할 수 있으며, 사용자(혹은 동종 제품을 설계하는 회사의 또 다른 설계자)는 설계 파일을 다운로드하여 모델 컨버팅 모듈을 통해 로컬컴퓨터에서 제품 모델 확인 및 수정이 가능하다.

5.1.2 시나리오

CART 통합 설계 전체 시나리오는 Fig. 13에서 보여진다. 시나리오는 크게 새로운 고객, 기존고객 두 가지로 나뉘지며 세부적으로 기존고객의 경우 설계 흐름에 대한 3가지 옵션이 있다.

5.1.3 사례 연구 평가

CART 설계 환경 구축을 통해서 예상할 수 있는 것은 WEB-KBE 시스템의 재사용성이 좋다는 것과 시스템의 확장성이 높다는 것이다. WEB-KBE 시스템의

개발 기간은 약 8개월 정도 소요되었고 CART 설계를 WEB-KBE 시스템에 적용시켜 구현되기까지 1개월 정도 소요되었다. 다른 설계 사례를 적용시킨다고 했을 때 제품 설계 기간과 WEB-KBE 시스템 확장을 위한 모듈 수정·추가 작업을 포함하더라도 전체 통합 설계 환경 구축 기간은 현저히 줄어들 것이라 예상할 수 있다.

5.2 EDSS 통합 설계 환경 구축

CART 통합 설계 환경 구축 사례 평가에서 잠시 언급했듯이 두 번째 사례 연구인 EDSS 통합 설계 환경 구축을 통해 알아봐야 할 사항은 WEB-KBE 시스템의 높은 확장성·재사용성의 특성에 기인한 빠른 제품 통합 설계 환경 구축의 입증이라 할 수 있겠다.

5.2.1 시스템 구성도

EDSS 통합 설계 시스템 구성도는 CART 통합 설계와 동일한 구조를 이룬다.

5.2.2 WEB-KBE 시스템 확장

EDSS 통합 설계 환경 구축을 위해 앞의 CART 통합 설계를 위해 구축한 WEB-KBE 시스템의 프로토타입에 몇 가지 추가된 사항이 있다.

첫째, 사용자에게 제시할 설계 지식의 다양성이다. CART설계를 위한 지식은 비교적 간단한 것이었지만, EDSS의 세대로 된 설계를 위해서 다루어야 할 지식은 다양하고 복잡하였다. 그 예는 Saddle Plate의 Brace설계이다. 웹에 Publish되는 핵심 변수는 사용자 레벨에서 접근이 가능하지만 Brace는 경우가 다르다. EDSS의 역할을 제대로 하기 위해 Brace의 설계가 중요함에도 불구하고 사용자에게 제어권을 주어서는 안 되는 사항이다.

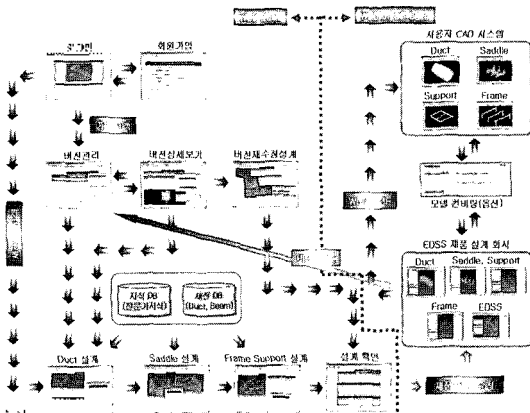


Fig. 15. EDSS 통합 설계 전체 시나리오.

둘째, 이중 KBE 모델 컨버팅을 위한 설계 상의 특징형상의 추가이다. CART설계에서는 주로 파이프가 주된 구성요소이지만, EDSS설계는 Conc, Arc, Line, Extrude 등의 설계 특징형상을 요구한다. 따라서 컨버팅 모듈 프로그램의 수정과 테스트 작업이 필요하였다.

5.2.3 시나리오

EDSS 통합 설계 시나리오는 CART와 마찬가지로 크게 새로운 고객, 기존고객 두 가지로 나뉘며 세부적으로 기존고객의 경우 설계 흐름에 대한 3가지 옵션이 있다. Fig. 15는 EDSS 통합 설계 전체 시나리오를 나타낸다.

5.2.4 사례 연구 평가

앞의 CART 통합 설계 환경 구축에 필요한 시간은 제품의 설계 분석·지식 구축·모델링 시간과 WEB-KBE 시스템 구축 시간을 합쳐서 7개월의 기간이 걸렸지만, WEB-KBE 시스템의 높은 확장성·재사용성의 특성으로 EDSS 통합 설계 환경 구축에서는 제품의 설계 분석·지식 구축·모델링 시간과 WEB-KBE 시스템 수정·확장 시간을 합쳐 1개월 남짓한 기간이 걸림으로써 시간 측면에서 큰 절감효과를 볼 수 있었고, 더불어 비용 절감의 효과도 상당하였다. 또 다른 사례 연구를 마찬가지로의 효과가 있을 것이라 확인된다.

6. 결 론

본 논문에서는 최근 제조 기업 내에서의 설계 환경 변화에 발맞추어 KBE 방법론에 의해 제작된 제품 모델을 비숙련 설계자를 대상으로 웹 기반 통합 설계를 지원하는 WEB-KBE 시스템을 개발하였다. 본 연구와

관련된 기존 연구 및 시스템의 문제점을 지적하였고 이러한 문제점을 해결하고 사용자 중심의 통합 설계 환경을 구축하기 위해 WEB-KBE 시스템의 핵심적 구성요소인 KBE 제품 버전관리모듈, 이중 KBE모델 양방향 컨버팅 모듈, 전문설계자의 지식베이스 구축을 지원하는 Knowledge Agent 모듈, 웹 상에서의 형상 확인 및 제품 다운로드를 위한 Product Web Management 모듈, 제품 관련 제질 선정·자재 선택·부품 구입을 위한 웹 서비스 모듈 등을 개발하였다.

구현된 WEB-KBE 시스템의 가용성·확장성·재사용성 등을 판단하기 위해 두 가지 사례 연구를 진행하였다. 첫 번째로 적용한 CART 통합 설계 환경 구축 사례에서는 WEB-KBE 시스템의 가용성을 확인할 수 있었고, 시스템 확장성·재사용성 등을 예상할 수 있었다. 두 번째로 적용한 EDSS(Exhaust Duct Saddle Support) 통합 설계 환경 구축 사례는 CART 사례보다 훨씬 복잡한 설계 환경을 필요로 하지만 앞의 WEB-KBE 시스템의 높은 확장성·재사용성의 특성으로 인해 더욱 빠르고 쉽게 구축하여 CART 사례로부터 예상했던 사항들을 확인·입증할 수 있었다.

두 사례 연구를 통해 얻은 결론은 본 연구를 통해 구현된 WEB-KBE 시스템은 시스템 확장성·재사용성이 매우 높으며, 이러한 특성으로 인하여 사용자 중심의 웹 기반 제품 통합 설계 환경을 신속하게 구축할 수 있다는 것이다.

감사의 글

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

참고문헌

- Francis Pahng, Nicola Senin and David Wallace, "Distribution Modeling and Evaluation of Product Design Problems", *Computer-Aided Design*, Vol. 30, No. 6, pp. 411-423, 1998.
- Hong Gu, Douglas C. Cheney, Thomas, "Tim" Bailey, Douglas Johnson, "Identifying, Correcting and Avoiding Errors in CAD Models Which Affect Interoperability", *ASME DETC2001/CIE-21225*, 2001.
- 방건동, "네트워크 기반 엔지니어링 환경에서의 제품 개발: 개념과 접근 방식", 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제5권, 제1호, pp. 79-87, 2000. 3.
- 옥형석, "모바일 환경에서의 설계 자원 통합", 석사 학위 논문, 연세대학교, 2002. 2.
- 이만호, "와주관리를 지원하는 웹 기반의 프로세스

- 관리 시스템 개발”, 석사학위 논문, 연세대학교, 2000. 2.
- 6. 이창근, “웹 기반 통합 설계 환경 구축에 관한 연구”, 석사학위 논문, 연세대학교, 2002. 8.
- 7. 박정석, “클라이언트 서버간 메시지 전달을 위한 SOAP 활용 방안”, 석사학위 논문, 부산대학교, 2001. 2.
- 8. 정영준, 김영돈, 이창훈, “CAD & Graphics”, pp.

- 50-60, 2003. 4.
- 9. (c)Oculus Technologies Homepage, “http://www.oculustech.com”
- 10. (c)Zionex Homepage, “http://www.zionex.com”
- 11. 9 Square Homepage, “http://www.9sq.co.kr”
- 12. XML-RPC Homepage, “http://www.xmlrpc.org”
- 13. 한국 IBM Homepage, “http://www.ibm.com”



김 종 규

2001년 연세대학교 기계·전자공학부 학사
 2003년 연세대학교 기계공학과 석사
 2003년~ 대우일렉트로닉스
 관심분야: Intelligent CAD, Knowledge Based Engineering, Concurrent Engineering



이 수 홍

1981년 서울대 기계공학과 학사
 1983년 서울대 기계설계학과 석사
 1991년 Stanford대학 Design Division Concurrent Engineering 전공, 박사
 1991년~1992년 Lockheed Missile and Space Co. Cable Harness Design System개발 Post-Doc.
 1983년~1994년 KIMM CAD/CAM실, 선임 연구원
 1994년~현재 연세대학교 기계공학부 정교수
 관심분야: 동시공학설계, 지식기반시스템 설계, DFM



전 홍 재

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