◆특집◆ IT 기반의 설계 및 생산

설계 문서 및 지식의 통합적 표현과 지원 시스템에 대한 연구

배일주*, 이수홍**, 장준현***

A study on an integrated representation and a support system of the design documents and knowledge

Ilju Bae* , Soo-Hong Lee**, June-Hyun Chang***

Key Words : Design Support System(설계 지원 시스템), Knowledge based Engineering(지식기반공학), Design Knowledge(설계 지식)

1. 서론

많은 경우 설계자는 부족한 설계 자원을 이용하여 설계 작업을 수행하게 된다. 설계자가 필요로 하는 정보는 다양한 형태로 분산되어 있고 설계 모델과의 연계성이 부족하다. 또한 설계 지식은 명시적이지 않기 때문에 반복적인 설계 과정에서 참조하지 못하고 누락되어 설계 시간을 지연시키고, 품질을 저하시키는 경우가 발생한다.

설계 정보와 지식을 설계자에게 적절히 제공하기 위해서는 설계 작업의 흐름을 분석하여 각 과정에서 필요한 정보와 지식이 무엇인지 규명하여 개념화한 설계 모델을 개발하여야 하고, 이를 지원할 수 있는 시스템을 개발하여야 한다.

설계 정보와 지식은 명시적 형태와 암묵적 형태, 두 가지로 존재한다. 설계 과정에서 업무 양식의 문서가 생겨나는데 이와 같은 문서는 명시적 지식이라고 할 수 있다. 설계자의 머리 속에 있거나 양식 없이 자유로이 작성된 문서는 암묵적 지식이라 할 수 있다.

명시적 문서의 정보는 표준적 양식으로 표현되어 명확하게 설계자 간에 정보를 공유할 수 있지만 이를 설계에 활용하는 과정에서 설계 모델과의 관계를 명확히 하여 적용하는 것은 어려운 문제이다.

업무의 효율성을 위해 ERP, PLM 과 같은 다양한 정보 시스템을 활용하기도 한다. 이와 같은 시스템은 정보 모델을 기초로 업무에 필요한 정보의 공유와 교환을 지원한다. 그러나 이런 시스템은 명시적인 정보의 통합에 초점을 맞추고 있다. 이 연구는 설계 지식의 표현과 활용이라는 측면에서 명시적인 정보를 지식의 한 형태로 간주한다.

암묵적인 설계 지식은 그 표현 방법이 여러 관점에서 연구되고 있으나 지식 표현의 표준이라고 할 수 있는 방법은 아직 존재하지 않는다.

이 연구에서는 설계 흐름을 분석하여 명시적 설계 정보를 표현하는 모델과 암묵적 지식을 표현할 수 있는 모델을 온톨로지 언어를 기반으로 개발한다. 온톨로지의 표현 방법은 서로 다른 지식 간의 논리적 연계가 가능하게 한다. 또한 이 모델의 생성과 관리, 활용을 지원하는 시스템을 개발

* 연세대학교 기계공학과
** 연세대학교 기계공학과 정교수
Tel. 02-2123-2823, Fax. 02-361-4444
Email shlee@cadcam.yonsei.ac.kr
동시공학설계, 기계요소설계를 전공하였으며, 동시공학, 설계 자동화, 인공지능 그리고 CAD/CAM 에 관심을 가지고 있다.
*** ㈜두산인프라코어

한다.

또한 명시적 설계 정보가 정규화된 설계 관련 문서에 표현되어 있는 특성을 활용하여 정규화된 설계 문서로부터 설계 정보 모델을 생성하는 지원 시스템을 개발하고. 암묵적 지식의 표현과 처리가 가능하게 하는 사용자 인터페이스와 이에 대한 검색과 추론을 지원하는 모듈을 개발한다.

지식과 정보가 최종적 결과로 구체화되는 과정의 정보 연계를 지원하기 위해 지식기반공학(이후 KBE) 방법론을 활용하여 설계를 지원할 수 있는 시스템의 구현에 대해 기술한다.

이 논문은 다양한 형태의 정보와 지식을 통합하여 설계 작업을 지원하는 방안을 KBE 방법론을 기초로 하여 제안한다.

2 장에서 관련 연구로서 설계 지원 시스템과 KBE 방법론, 설계 지식 표현 방법에 대해 설명하고, 3 장의 1 절에서 설계 과정과 그 과정에서 필요한 정보와 지식에 대해 기술하였다. 2 절에서는 설계 과정에서 나타나는 명시적인 문서의 표현과 처리 방법에 대해 기술하고, 3 절에서는 암묵적인 지식을 표현하는 방법과 처리 기술에 대해 설명하였다. 4 절에서는 지식기반설계 시스템의 활용에 대해 기술하였다. 5 절에서는 전체적인 시스템 구성에 대해 설명하였다.

2. 관련 연구

2.1 설계 지원 시스템

설계를 지원하는 시스템은 분야와 방법론에 따라 매우 다양한 종류가 존재한다. 설계 방법론 중 하나라고 할 수 있는 품질기능전개(QFD) 방법론은 고객 요구사항과 기능적 요구사항, 시스템 특성, 공정 특성 간의 관계를 전개하여 고객의 요구사항이 제품에 반영될 수 있도록 하는 체계적 방법론이다.[1] 설계 과정을 체계적으로 지원하기 위해서는 QFD 분석을 기초로 하여야 한다. 신대진, 전기현 등의 연구에서는 QFD 에 기반한 설계 지원 시스템 개발에 대한 연구를 진행하였다.[2,3,4]

신대진 등은 QFD 방법론을 이용하여 굴삭기 설계 도메인에 대한 분석을 수행하고, 도출된 설계 인자를 하향식 설계가 가능하게 단계적으로 정리하였다. 각 설계 인자 결정을 지원하는 인터페이스를 개발하였고, CATIA 의 지식처리 모듈인 Knowledgeware 를 기반으로 설계 모델을 구현하여 설계 인자 결정에 따른 결과 도출이 가능하게 하였다.[2]

전기현은 QFD 방법론을 이용하여 설계 분석을 수행하는 경우에 발생되는 설계 인자 간의 일대다(1:多)의 관계 발생 문제에 대해 공리적 설계 기법을 활용하여 해결하는 방안을 제안하였다. 일대다의 관계를 Couple 관계로 보고, 이를 Decouple 관계화 하고, 변수의 결정 순서를 정의하였다.[3]

신대진은 분산된 이질적인 시스템에 존재하는 설계 정보에 대한 표준적인 접근을 지원하는 컴포넌트에 기반한 설계 자원 통합 방법에 대한 연구를 수행하였다. 굴삭기의 프론트 부분을 대상으로 설계 자원을 표준 컴포넌트 기반으로 통합하여 초기 설계를 효율적으로 수행할 수 있는 시스템을 구축하였다.[4]

배일주는 분산 객체의 웹 기반 호환의 표준이라고 할 수 있는 웹 서비스를 활용하여 설계 시스템을 통합하는 방법에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 설계 문제를 분화하여 컴포넌트화하고 이를 기반으로 웹 서비스 개체를 구성하는 방법에 대해 논의하였다.[5]

또한 외부에 분산되어 존재하는 지식베이스와 연계가 가능한 KBD 시스템에 대해서 논의하였다. 외부 지식베이스와 연계가 가능하기 위한 공통된 온톨로지 지식맵과 개방적인 시스템 구조에 대한 연구를 수행하였다.[6]

2.2 지식 기반 공학

지식기반공학(KBE, Knowledge based Engineering) 이란 매우 광범위한 개념일 수 있지만 여기서는 다음과 같은 처리 능력을 지향하는 설계 방법론을 의미한다.[7]

- 설계 모델을 모듈화하여 프로젝트, 라이브러리, 조립품과 통합
- 특정 목적(가격 및 제품 중량 제한 등)을 만족시키기 위한 기능에 대한 정보 포함
- 제품에 새롭게 삽입되어야 하는 부품을 판단하기 위한 일반적 제품 구조와 규칙의 정의
- 하중이나 지지 조건 등에 따라 형상이 변하는 보와 같은 스마트 컴포넌트 개발
- 변경되는 설계 과정에서 컴포넌트 간의 관계 유지

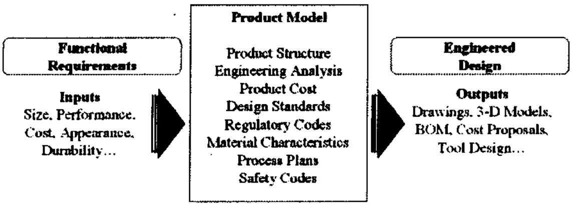

Fig. 1 A Product model based on KBE[8]

- 자동적으로 BOM 과 같은 결과 보고서 생성

기술적으로 KBE 는 객체지향적 프로그래밍 언어와 형상 모델링 도구가 결합된 지식 기반 시스템이라고 할 수 있다.[8] 이는 설계자들에게 형상 정보 이외의 정보를 설계에 표현할 수 있게 하여 준다. 이를 이용하여 단순한 CAD 모델이 아닌 제품을 설계, 해석, 생산하는데 사용되는 기술에 대한 지식을 포함하고 있는 모델을 생성하게 된다.(Fig. 1)

그러나 제품 모델에 다양한 지식을 포함시키기에는 객체지향적 프로그래밍 방식을 사용하는 KBE 시스템 내의 지식 표현 방식이 완전하지 않다는 한계가 있다.

배일주는 KBE 시스템에서 표현될 수 없는 비정형적인 지식을 지식관리시스템에서 관리하고, XML 기반의 설계 모델을 통해 KBE 의 설계 모델과 지식관리시스템의 일반적 지식을 통합하는 방법을 제안하였다.[9]

그러나 지식을 KBE 의 정형적 지식과 지식관리시스템의 비정형적 지식으로 구분한 것은 적합하지 않았다. KBE 시스템에서 표현되지 않는다고 하더라도 정형적인 지식이 존재한다. 즉 KBE 외의 지식 역시 정형적 지식과 비정형적 지식으로 구분하여 다룰 필요가 있다.

2.3 설계 지식의 표현

지식 표현은 다양한 주체 간의 지식의 공유와 지식의 관계에 기반한 추론 수행을 위해서 필요하다.

지식 표현에 대한 연구는 3 단계로 구분하여 볼 수 있다. 첫 번째 세대는 선언적인 지식표현, 즉 Rule, Frame 등을 이용하여 표준 추론 절차들을 제공하였다. 두 번째 세대는 의미의 상징적 표현으로부터 설계 과정을 추출하였고 모델 기반 시스템 개발 방법으로 발전했다. 세 번째 지식기반 시스템에서는 각각의 지식들과 사실들 간의 연결 관계가 고려되었다.[10]

세 번째 세대의 경우 지식의 관계 표현으로 인한 유연성이 부족해 지는 문제점을 가지고 있어서 지식의 재사용에 어려움이 발생한다. 고희병의 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 DNA 구조의 지식 표현 방법을 제안하였다.[10]

이 연구에서는 지식의 관계 표현과 온톨로지를 결합하여 유연성 문제를 해결하고자 한다. 온톨로지에서는 계층적 구조(taxonomy)에 기반하여 모델을 만드는 과거의 방법과 달리 개념 간의 논리적 관계에 기반한 의미(semantics)를 부여한다. 논리적으로 모순되는 개념이 존재할 수 있으나 이로 인하여 전체 온톨로지가 무효화 되지 않는 유연성을 가질 수 있다.

3. 설계 지식 표현 및 처리 시스템

3.1 설계 프로세스의 정보, 지식과 그 흐름

설계 부서의 일반적인 설계 업무의 흐름을 간략하게 나타내면 Fig. 2 와 같다.

요구사항 분석 단계는 소비자의 요구사항이나 시장 동향, 경쟁사와의 비교에 의하여 새로운 요구가 명확히 정의되는 과정이다. 이 과정에서는 다양한 부서, 팀과의 정보 교류를 통한 폭 넓은 분석이 수행된다. 설계 부서에서는 새로운 요구사항을 창출하거나 다른 요구사항에 대한 설계자 관점의 평가를 수행하게 된다. 이 단계의 최종적으로 산출되는 정보는 요구사항을 명세화한 문서이다.

요구사항 명세 문서는 최종 설계 결과가 원하는 요구사항을 만족시키는지 검토하기 위하여 필요한 자료이다. 이는 기능 선정과 시스템 변수 선정에 있어 배경적인 지식이라고 할 수 있다.

이 자료는 문서 관리 시스템에 보관된다. 어떤

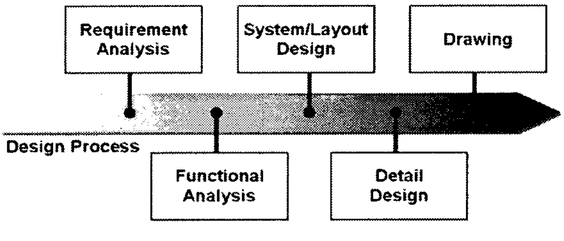

Fig. 2 A simple design flow

문서 관리 시스템을 통하여 기획 문서나 요구사항 분석 문서를 확인할 수 있다. KBE 방법론에서는 이러한 문서 내의 지식을 표현하여 하나의 제품 모델로 통합하고자 한다. 지식이 통합된 제품 모델의 장점은 빈번하게 일어나는 재설계 과정에서 설계자가 관련된 정보에 쉽게 접근하여 고려할 수 있다는 것이다.

그러나 문서 형태의 자료 역시 매우 유용한 형태이므로 이를 지식 모델로만 관리하는 것은 적합하지 않다. 따라서 문서 관리와 지식 관리를 병행해야 한다.

그러나 문서의 내용을 지식으로 전환하는 작업이 수동적으로 수행되면 이는 설계자에게 지식 처리라는 새로운 업무를 부과하게 되어 결과적으로 효율적이지 못하게 된다. 따라서 이 논문에서는 문서의 지식이 변환되기 위한 지식 모델과 그 모델로 변환하기 위한 방법을 함께 거론하고 있다.

기능 분석 단계는 요구사항을 만족시키기 위한 제품의 기능을 분석하는 과정이다. 요구사항은 제품의 기능 개선 외적인 요인(예: 서비스 등)을 통해 달성될 수 있으나 설계 부서의 관점에서는 이를 제품의 기능 개선을 통해 달성하고자 한다. 이 과정에서 어떠한 기능이 요구사항과 관련이 있는지 그 기능의 문제점이 무엇인지, 어느 정도 목표치를 달성해야 하는지를 결정해야 한다.

요구사항을 기능으로 정의하기 위해서는 설계 전반에 대한 지식이 필요하다. 예를 들어 굴삭기의 작업 범위를 일정량 증가 시키라는 요구사항에 대해 경험이 없는 설계자는 주요 부품(붐, 암)의 길이를 증가 시키는 것만을 생각하겠지만 경험이 있는 설계자는 그에 따른 중량의 증가와 비용 증가, 실린더 유압 증가, 붐과 암의 적절한 비율 문제 등에 대해서 생각할 것이다.

이러한 작업을 효율적으로 진행하기 위해서는 무엇보다 많은 설계 경험과 공학적 판단력이 필요하다. 그러나 개인의 역량에만 의지하는 경우 안정적인 업무 처리에 어려움이 있고, 개인에게 많은 업무 부담을 주게 된다. 개인의 능력을 체계적, 효과적으로 이끌어 내고, 비숙련자에게 도움을 주기 위해서는 의사결정과 관련된 지식을 체계화할 필요가 있다.

지식은 대상과 문제 자체에 대한 지식과 업무 연계를 위한 지식으로 구분할 수 있다.

기능 분석 단계에서는 요구사항과 기능의 관계에 대한 지식을 활용하여 기능 전개를 지원한다. 이를 통해 설계자들의 작업을 단축할 수 있으며 그들에게 보다 설계 문제를 깊이 생각할 수 있는 시간을 줄 수 있다.

시스템 변수란 시스템 전반에 영향을 주는 설계 인자들을 말한다. 시스템의 전체적인 크기나 성능을 결정 짓는 변수들, 세부 변수에 참조가 되는 주요 변수를 시스템 변수라고 한다. 시스템 변수 결정에는 이전 설계 자료가 결정적인 역할을 한다. 완전히 창의적인 제품이 아닌 이상 이전 설계 자료를 기반으로 하여 새로운 요구사항을 만족시키기 위한 변수 수정의 과정을 거치는 것을 기본 작업으로 수행한다. 수정 과정에서 기능을 만족시키는 방향으로 시스템 변수를 결정한다. 각 변수에 따라 대략의 범위, 기본 값 혹은 그 값을 결정하는 경험적 방법이 문서나 비문서의 형태로 존재한다. 즉 이전 설계 자료, 설계 매뉴얼, 설계 지식을 기반으로 기능 항목을 만족시키기 위한 작업을 수행한다.

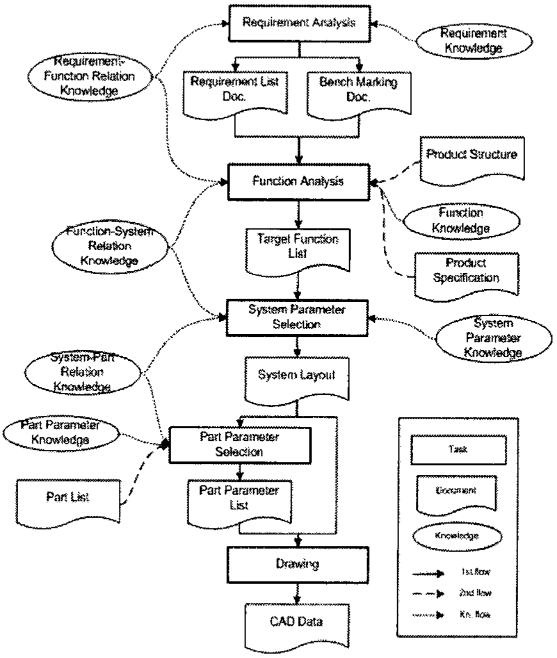

Fig. 3 Knowledge and information flow in a design process

Doc. ID		Benchmarking 000.012.073	Date	2006.01.10	Writer	Hong. Gil-dong
Spec.	Model	Current Model	Benchmark Model	Target	Evaluation	Remark
Item	Unit	DS003	HD001(xx社)	DS004		
Weight	ton	0.77	0.80		Good	
Max. Torque	kg-m/rpm	3.06/1900	3.11/2000		Bad	
Traveling Speed	km/h	1.9	1.7		Good	
Working Power	ton	0.82	0.79		Good	
Working Range	mm	2816	2850	(+) 100	Bad	* customer requirements
Working Height	mm	2840	2892	(+) 100	Bad	* customer requirements
Height	mm	1520	1605		Good	
Width	mm	1100	1100		Good	

Fig. 4 An example of the document templates for a benchmarking analysis

상세 변수는 각 부품 수준에서 나타나는 설계 인자를 의미한다. 상세 변수 역시 시스템 변수와 동일한 형태의 자료를 가지고 있다. 그것에 보태어 상세 변수 선정에는 표준 부품 라이브러리에서 제공되는 데이터가 활용된다.

최종적으로 각 CAD 데이터의 형상을 결정하고 도면화 작업을 진행하게 된다. CAD 데이터를 직접적으로 생성, 수정하는 과정에서 이전에 여러 정보와 지식을 기반으로 설계한 내용이 소멸되기 쉽다. 이는 KBE 방법론인 CAD 모델과 지식을 결합하는 설계 모델을 통해 설계 결과가 자동적으로 생성되게 함으로 지식을 기반으로 한 CAD 모델이 되게 하여야 한다. 설계자에게 작업하기 편한 인터페이스를 제공함으로 상위 단계 결정을 하기 전에 세부 수정을 하지 않도록 하여야 한다. 또한 설계 업무 처리 방식 역시 Top-Down 방식으로 이루어질 필요가 있다.

전체 설계 과정에서 중간 결과는 여러 정보, 지식과 유기적인 관계를 가지고 있어야 하며, 어느 단계에서든지 변화가 발생하면 즉각적으로 수정될 수 있는 상태를 가지고 있어야 한다. 또한 각 결정이 과거의 지식을 충분히 활용하도록 하여야 한다. 설계 과정에서 필요한 정보와 지식의 흐름을 표현하면 Fig. 3 와 같다.

3.2 문서 정보의 표현 모델과 변환 방안

설계 과정에서 활용되는 문서는 명시적인 형태로 표현되는 지식이라고 할 수 있다. 설계 프로세스에 나타난 명시적인 문서는 다음과 같다.

- Requirement Analysis Document
- Benchmarking Analysis Document
- Target Function Analysis Document
- System Layout
- Part Parameter List Document
- CAD Data

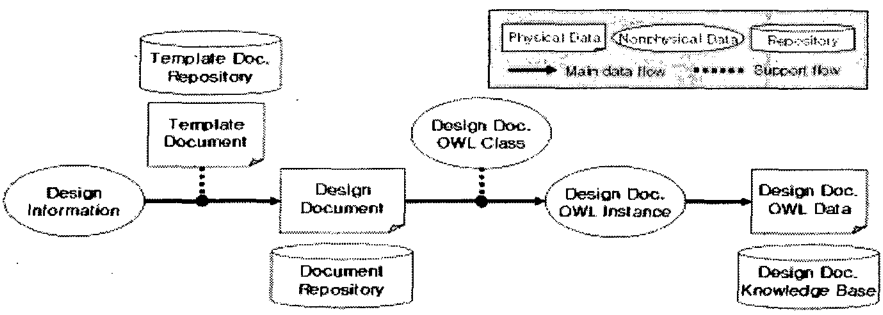

Fig. 5 Explicit Document to XML data

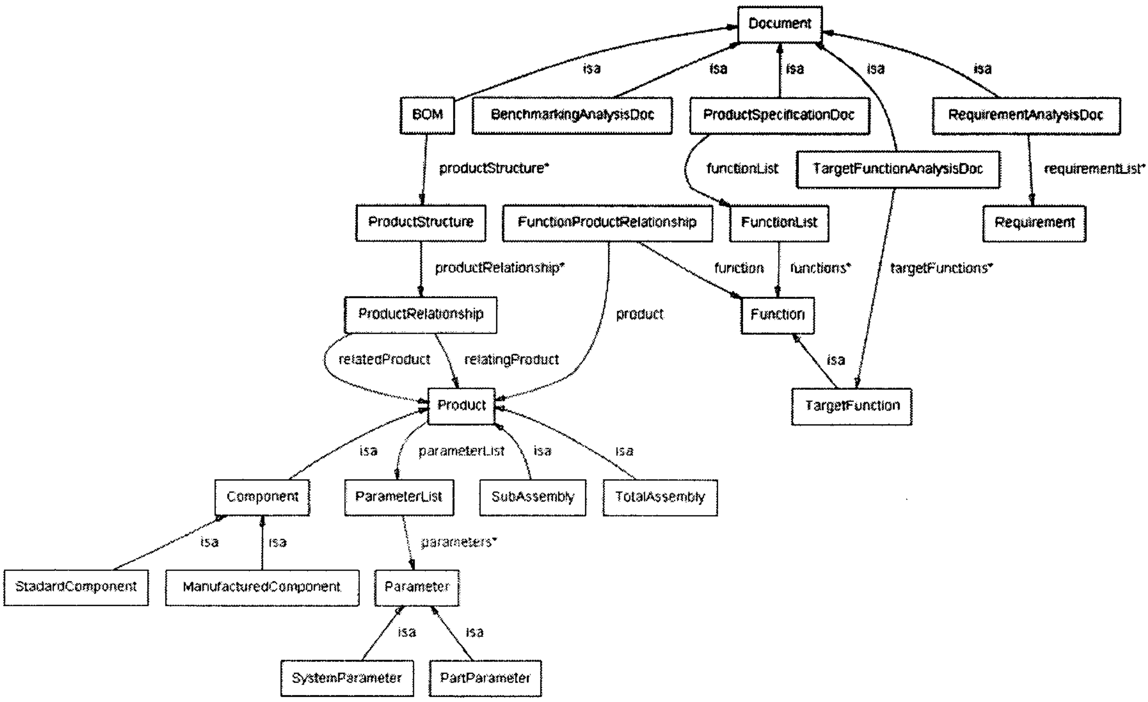

Fig. 6 A class diagram of the document information

- BOM
- Product Specification

각 기업과 부서에서 이 문서에 대해 고유의 양식으로 규정한 문서를 표준 문서라고 한다.(Fig.4)

이 문서 내에는 업무에 필요한 정보가 규정되어 있어 업무 수행 시 작성하게 되어 있다. 표준 문서에 규정된 정보를 추출하여 주요 클래스를 도출하였다. 또한 제품 설계에 대한 표준 스키마의 개념을 참고하여 OWL 클래스 다이어그램을 작성하였다.(Fig.6)

명시적 지식과 암묵적 지식은 시스템 내에서 최종적으로 XML 양식으로 존재해야 한다. 암묵적 지식의 경우는 지식관리모듈을 통해 생성 단계에서부터 XML 의 형태로 지식저장소에 보관된다. 그러나 명시적 정보는 다양한 템플릿 문서를 기초로 하여 제작된 문서 파일의 형태로 존재하고, 문서관리시스템에 보관된다.

이 문서 내의 정보는 XML 데이터로 변환되어야 한다. 이에 대한 처리과정은 Fig. 5 와 같다.

설계자, 혹 다른 관련자는 템플릿 문서를 이용하여 일반 문서를 작성한다. 이 문서를 문서관리시스템에 등록한다. 문서 등록 시 문서의 템플릿에 따라 앞서 정의된 정보의 표현 모델대로 변환이 일어난다. 템플릿을 기초로 작성된 문서는 문서의 내용을 지식화 하는 변환 처리가 용이하다. 변환된 데이터는 XML 저장소에 보관된다.

3.3 암묵적 지식의 표현과 처리

보편적으로 지식을 표현하는 것과 이를 실제 설계 업무에 적용하는 것은 매우 어려운 문제이다. 목적에 맞게 지식의 도메인과 목적을 분명히 한정하여야 시스템 내의 기능 수행에 유용한 지식 표현 방법을 개발할 수 있다.

이 연구에서는 지식을 크게 내용 지식(Contents

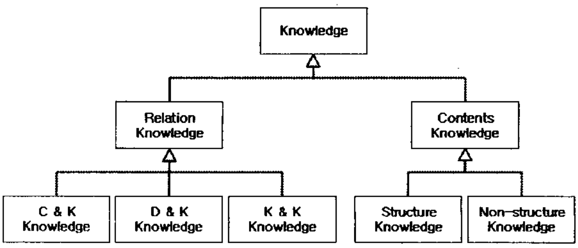

Fig. 7 A knowledge hierarchy

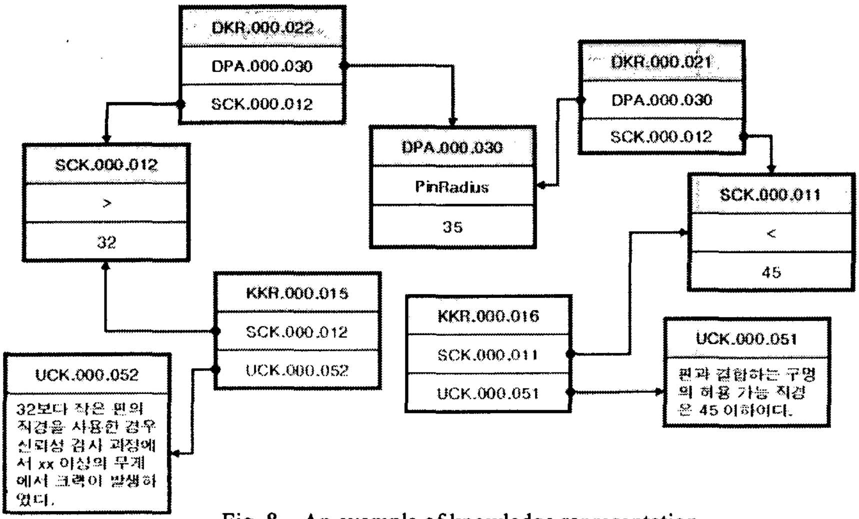

Fig. 8 An example of knowledge representation

knowledge)과 관계 지식(Relationship knowledge)으로 구분하였다. 내용 지식을 다시 구조적 내용 지식(Structured contents knowledge)과 비구조적 내용 지식(Non-structured contents knowledge)으로 구분하였고, 관계 지식을 지식과 지식의 관계 지식(Knowledge to knowledge relationship knowledge), 지식과 설계 변수의 관계 지식(Knowledge to parameter relationship knowledge), 문서 정보 모델과 지식의 관계 지식(Knowledge to document model relationship knowledge)으로 구분하였다.(Fig. 7)

비구조적 내용 지식은 대상에 대한 하나의 경험적 진술을 의미한다. 가장 간단한 비구조적 내용 지식의 표현 방법은 대상에 대한 내용을 아무런 형식적 제약 없이 기술하는 것이다. 이 경우 지식을 활용하기 위해서는 키워드를 이용하여 검색하는 방법과 정해진 카테고리로 지식을 분류하여 관리하는 방법이 있다. 간단히 보면 지식은 인덱스와 문자열을 가지고 있고, 경우에 따라 분류 정보를 포함한다. 가능한 하나의 지식은 하나의 사실에 대한 진술만을 포함하도록 한다. 이 논문에서는 지식 분류 정보는 관계 지식에 포함된 개념으로 처리한다. 따라서 비구조적 내용 지식은 인덱스와 문자열 정보만을 포함한다.

구조적 내용 지식은 대상에 대한 수치적인 값과 비교의 개념(크다, 작다, 같다) 등을 포함하여 구조화 된 지식을 의미한다. 비구조적 내용 지식은 표현에 유리하고, 구조적 내용 지식은 시스템 내에서 활용이 유리하다.

내용 지식은 관계 지식을 통해 설계 프로세스와 시스템 상에서 맥락적 의의를 가지게 된다. Fig 8 는 Pin 의 반경에 대한 내용 지식과 관계 지식이 구조화 되어 변수의 상한, 하한과 참고 내용을 구성하는 예를 보여준다.

지식의 처리를 위해서는 두 가지 지원 모듈이 필요하다. 하나는 지식에 대한 사용자 인터페이스이고, 다른 하나는 지식의 검색 및 추론을 수행하는 모듈이다.

내용 지식을 생성하고 관리하는 인터페이스는

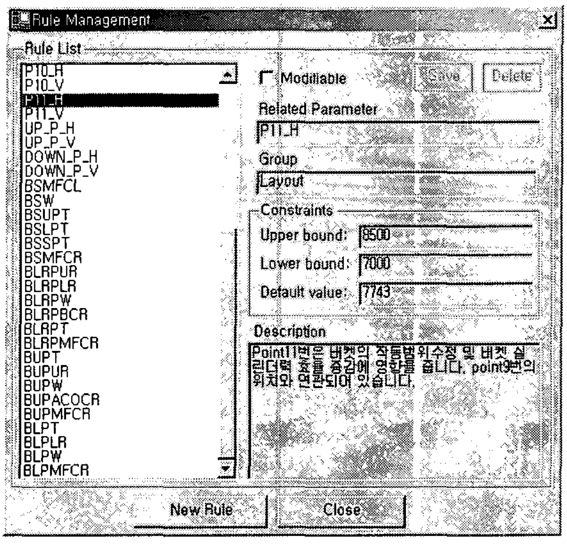

Fig. 9 An interface of the knowledge management

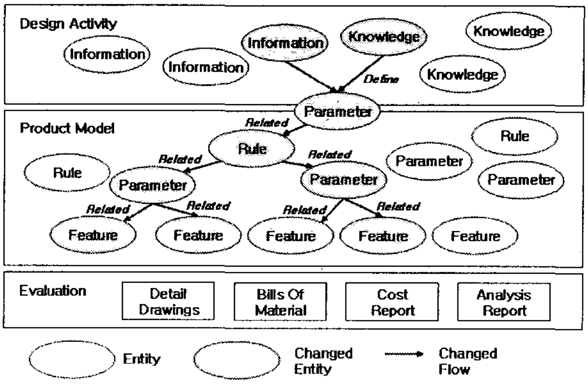

Fig. 10 KBE and data flow

Fig. 9 와 같다. 관계 지식은 새로운 내용 지식 생성 과정에서 생성할 수 있다. 여기서는 각 지식 도메인에 존재하는 지식의 클래스와 인스턴스를 참조하여 관계를 입력하게 된다.

시스템 내에서 지식 활용을 위하여서는 상황에 필요한 지식을 검색과 추론을 통해 제공할 수 있는 모듈이 필요하다. 지식의 추론은 어려운 문제지만 앞서 기술된 관계 지식 클래스의 처리를 수행하는 것에 한정하여 추론 모듈을 구성하였다. 이 모듈에서는 OWL 문서를 로딩하여 기초 연관 관계를 파악하는 기초적인 논리 해석을 수행한다.

3.4 설계 형상 모델의 표현과 관련 시스템과의 연계

KBE 의 설계 모델은 설계 변수와 규칙을 포함하고 있다. 규칙은 설계, 해석, 생산에 사용되는 기술에 대한 지식을 표현한 것이다.

설계 활동 과정에서 정보, 지식의 활용과 의사 결정에 의해 설계 변수가 새롭게 결정된다. 지식 기반 설계 모델은 이전 모델을 기반으로 모든 변수에 대한 정보를 이미 포함하고 있다. 새로운 변수에 대해 모델 내의 규칙을 기반으로 관련되어 있는 변수를 자동적으로 수정한다. 수정된 변수들을 기반으로 새로운 설계 형상 및 관련 정보가 생성된다.(Fig. 10)

KBE 설계 모델을 통해 얻어지는 결과는 빠른 설계 검증에 활용할 수 있다. 즉, 설계 과정에서 몇 가지 결정 사항만으로 최종적인 형상을 얻어 설계 검증을 수행하게 되어 설계 기간을 단축할 수 있게 된다.

그러나 KBE 설계 모델에 설계, 해석, 생산의 다양한 지식을 포함시키기에는 규칙을 기반으로 하고 있는 지식기반설계 시스템의 표현 방식이 완전히 지원되지 않다는 한계가 있다.

따라서 모든 지식을 KBE 설계 모델 내에 위치시키기보다는 즉각적으로 적용되는 규칙만을 포함시키고, 그 외는 외부의 지식베이스에 위치시켜서 설계 모델 내의 변수, 규칙과 연관성을 가지고 반응하도록 시스템을 구성하는 것이 바람직하다. KBE 설계 모델을 지원하기 위한 시스템의 구성은 Fig. 11 과 같다.

Transformation module 은 지식베이스 내의 구조적 지식과 KBE 설계 모델 내의 설계 규칙 간의

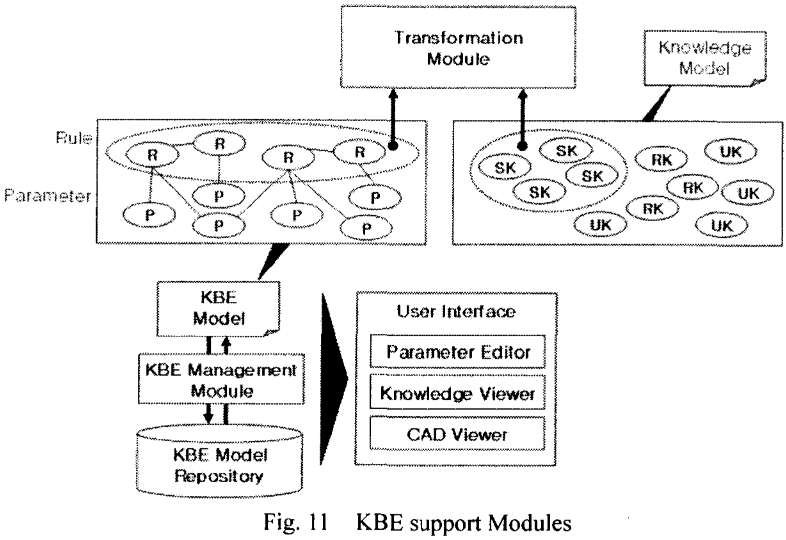

Fig. 11 KBE support Modules

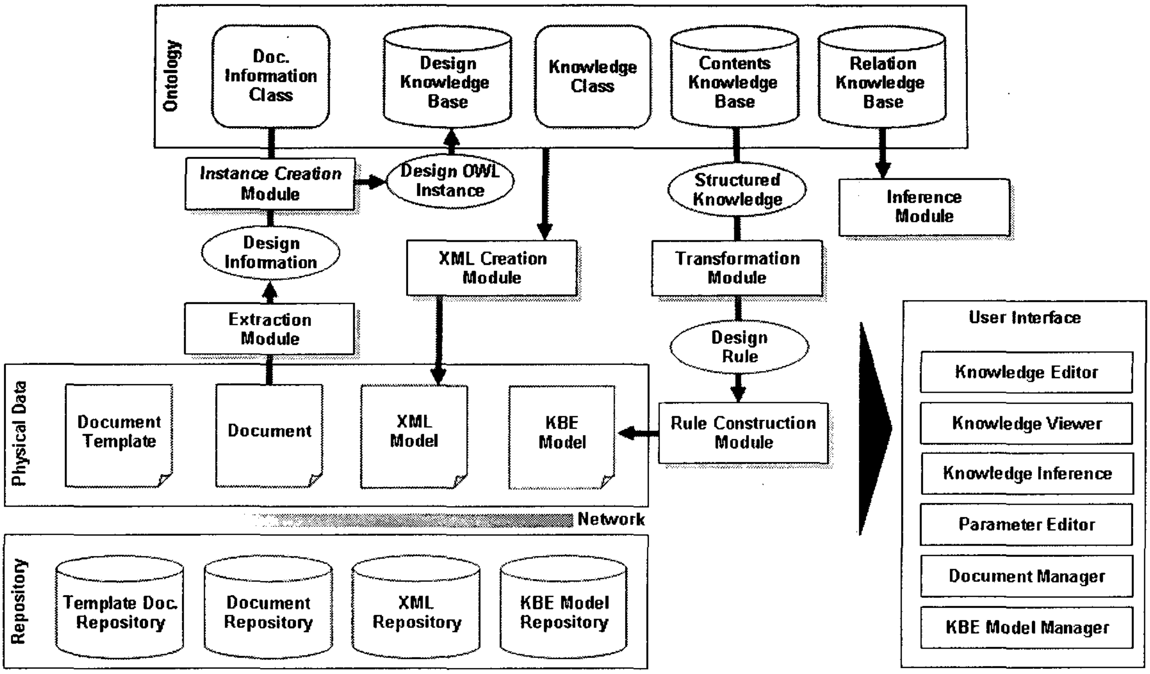

Fig. 12 A system architecture

전환을 수행하는 모듈이다. 구조적 지식은 수치적 값과 비교의 개념을 가지고 있어 KBE 의 규칙으로 전환이 가능하다.

KBE model repository 의 관리를 수행하는 KBE Model management module 에서는 KBE Model 의 입출력, 검색을 담당한다.

User Interface 는 KBE Model 에 대해 KBE 설계 시스템 외부에서 KBE Model 에 대한 접근이 가능하게 한다. 설계 상황에 따른 변수 입력 및 지식 확인이 가능하게 하며 별도 CAD Viewer 를 활용하여 설계 모델의 형상 확인을 가능하게 한다.

3.5 시스템 아키텍처

시스템 아키텍처는 Fig. 12 에 나타내었다. 물리적 데이터를 저장하는 저장소에는 Template document repository, Document repository, XML repository, KBE model repository 가 있다. Template document repository 에서는 문서 양식을 보관하고, Document repository 에는 설계 과정에서 생성되는 업무 문서가 보관된다. XML repository 에는 XML 형식의 문서가 보관되어 Knowledge base 의 역할을 수행한다. KBE model repository 에는 지식이 포함된 CAD 파일인 KBE model 이 보관된다. Repository 는 네트워크를 통해 접근되므로 분산되어 있을 수 있다.

각 Repository 에서 도출되는 자료는 물리적 데이터이며 이는 Document template, Document, XML model, KBE model 이다. Document 의 경우에는 정보추출 모듈을 통해 설계 정보를 획득하고 이를 인스턴스 생성 모듈을 통해 문서 정보 클래스를 참조하여 문서 정보에 대한 OWL 인스턴스를 생성하게 된다. 생성된 OWL 인스턴스는 설계 지식에 대한 Knowledge base 에 보관된다.

Contents knowledge base 에 있는 구조적인 지식은 Transformation module 을 통해서 설계 규칙으로 변환되고 이는 Rule construction module 을 통해 KBE 모델에 첨부 될 수 있는 형태로 변환된다.

Ontology 영역에 있는 모든 클래스와 인스턴스는 XML creation module 을 통해 XML 문서로 변환되어 XML repository 에 물리적 형태로 보관된다.

사용자에게 제공되는 User interface 에는 지식을 생성, 수정, 삭제할 수 있는 Knowledge editor, 지식의 내용과 관계를 보여주는 Knowledge viewer, 지식에 대한 추론적 검색을 지원하는 Knowledge inference, 설계 변수 수정을 지원하는 Parameter editor, 각 문서 파일을 관리하는 Document manager,

KBE 설계 파일을 생성하고 관리하는 KBE model manager 가 있다.

4. 결론

이 연구에서는 설계 과정에서 필요한 명시적 설계 지식과 암묵적인 설계 지식이 무엇인지를 정리하고 이를 각각 표현하는 방법에 대해 연구하였다. 명시적인 설계 지식은 설계 과정에서 생성되를 업무 문서로 파악하여 이를 변환하는 방법에 대해 기술하였고, 암묵적 지식은 내용 지식과 관계 지식으로 구분하여 각각의 역할과 표현 방법에 대해 기술하였다.

또한 이러한 설계 문제를 해결할 수 있는 설계 시스템의 전체 아키텍처를 제시하였고, 지식과 정보가 최종적 결과로 구체화되는 과정의 정보 연계를 지원하기 위해 KBE 방법론 활용을 제안하였다.

이 연구는 설계 모델 개발에 좀 더 초점을 둔 연구로 이후 이 모델에 기반한 시스템 개발에 초점을 둔 연구가 수행되어야 한다. 또한 지식의 추론 부분에 있어 OWL 의 표현에 기반한 논리적 추론에 대한 연구가 수행될 필요가 있다.

이 논문에서는 설계 과정을 매우 단순화 하여 파악하였으나 근래 기업에서 적용되는 6 시그마와 같은 방법론이 적용되고, 다양한 부서 간이나 타 기업과 협업이 필요한 상황에서 업무 분석에 기초한 설계 모델 개발이 필요하다. 또한 ERP 나 PLM 과 같은 정보 시스템과 연계되는 방법론에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. Hauser, J. R. and Clausing, D., "The house of quality," Harvard Business Review, Vol. 66, No.3, pp.63~73, 1998.
2. Shin, D. J., Bae, I. J., Lee, S. H., Noh, T. H., Kim, S.T., "An Implementation of Knowledge Based Engineering Design System for the Front Section of the Excavator with an Expert Shell," Proceedings of the KSPE Conference, pp.75-80, 2005.
3. Chun, K. H., Lee, K. S., Bae, I. J., Lee, S. H., "A Study on a Development of an Initial Design System for an Excavator Front with Quality Function Deployment and Axiomatic Design," Proceedings of the KSME Conference, pp.1080-1085, 2005.
4. Shin, D. J., Bae, I. J., Chun, K. H., Kim, J. U., Lee, S. H., "A Study on a Web-based Design Integration System for an Early Design Stage of an Excavator with a Standard Component," Proceedings of the KSME Spring Conference, 2005.
5. Bae, I. J., Lee, S. H., Chun, H. J., "Implementation on an Initial Design System of Excavator with Web Services," Proceedings of the Korea Society of CAD/CAM Engineers, 2005.
6. Bae, I. J., Shin, D. J., Chun, K. H., Kim, J. U., Lee, S. H., "A Framework for an Open Knowledge based Design System associated with a Distributed Knowledge Base," Proceedings of KSME Conference, pp. 1086-1091, 2005.
7. Mishelevich, D., Katajamaki, M., Karras, T., Axworthy, A., Lehtimaki, H., Riitahuhta, A. and Levitt, R., "An Open-Architecture Approach to Knowledge-based CAD," Artificial Intelligence in Engineering Design, Academic Press Inc., Vol. 3, p. 126, 1992.
8. Cooper, S., Fan, I., Li, G., Jupp, J., "Achieving Competitive Advantage through Knowledge-Based Engineering - A best practice guide," Knowledge Technologies International Ltd., 1999.
9. Bae, I. J., Lee, S. H., Chun, H. J., "A Study on an Extended Knowledge Model and a Management System of an Intelligent CAD system using UG/KF," Trans. of the Society of Korean CAD/CAM Engineers, Vol. 10, No. 1, pp.49-60, 2005.
10. Koh, Heebyung, Ha, Sungdo, Kim, Taesoo, Lee, Soo Hong, "A method of accumulation and adaptation of design knowledge," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2005.