

CAD 시스템의 커스터마이징과 공학설계에의 활용

신정호[†] · 곽병만^{*}

Customizing CAD system and its Application for Engineering Design

Jeong Ho Shin, Byung Man Kwak

Key Words : CAD(캐드), Customizing(커스터마이징), Engineering Design(공학설계)

Abstract

The computer is an important tool to design an engineering system and CAD systems are widely used for various design practice. To meet the market requirements, the old mass production system is being changed into the mass customization system. As for CAD systems, it is increasingly required to extend, automate, and customize a wide range of functionality. This article describes the state-of-the-art of the principal technologies for customizing CAD systems. And we have implemented an application that enables the parametric design by directly inputting numerical values of parameters for a CAD model. Based on this application, we have developed another system that makes it possible sharing of part family data between SolidEdge and Pro/Engineer. Through customization of CAD systems, it is possible to improve the product quality using external knowledge-based systems or to integrate with external system such as CAE tools. This paper can be a guide for engineering designers who want to customize CAD systems.

1. 서 론

최근 들어 우리의 생산 환경은 대량생산(mass production) 체제에서 보다 경쟁적이고 사용자 중심으로 소비자의 다양한 상품에 대한 요구에 부응하기 위하여 대량 커스터마이제이션(mass customization) 체제로 변하고 있다. 이러한 소비자 욕구의 다양화와 제품 수명의 단주기화로 지속적인 제품개발 기간의 단축이 필수적이며 제품의 품질과 가격 경쟁력 이외에 얼마나 신속하게 소비자 기호에 맞는 제품을 시장에 출시할 수 있느냐가 회사의 중요한 경쟁력이 되고 있는 것이다. 컴퓨터는 공학설계에 있어서 필수적인 도구가 되었고 공학설계를 위한 다양한 CAD 소프트웨어들이 개발되어 널리 활용되고 있다. 사용자중심의 대량 커스터마이제이션 시스템으로

변화되는 시장요구에 발맞추어 기존의 CAD 시스템들의 기능을 확장하고 자동화하며 추가적인 다양한 기능들을 사용자 요구에 맞게 수정할 수 있는 커스터마이징 기술이 절실히 필요하게 되었다. 이에 대부분의 상용 CAD 시스템 개발회사들이 일련의 반복된 작업을 자동으로 수행할 수 있게 해주는 매크로(macro)나 외부 프로그램을 작성할 수 있도록 API(Application Programming Interface)를 제공하고 있다. 최근 매크로나 API 를 활용하여 자기 목적에 맞게 CAD 시스템의 기능을 확장하여 지식기반 설계를 수행하거나 다른 툴들과 통합하여 설계작업이나 연구에 적용하려는 시도가 이루어지고 있다[1-4]. 하지만 그 CAD 시스템의 커스터마이징을 위해서는 CAD 시스템 자체에 대해서 충분히 숙련되어야 함은 물론 커스터마이징을 위한 프로그램을 작성할 수 있어야 하기 때문에 그 적용이 쉽지 않다.

이에 본 논문에서는 최신의 주요 CAD 시스템들이 제공하는 커스터마이징 기술의 현황과 그 적용 방법에 대하여 파라메트릭 모델링 예제를 활용하여 설명하고자 한다. 본 연구를 통해 개발된

[†] 한국과학기술원 기계공학과 박사과정

E-mail : jhshin@optimaldesign.net

TEL : (042)869-8264 FAX : (042)869-8270

^{*} 한국과학기술원 기계공학과 교수

Pro/Engineer 와 SolidEdge 간의 파트패밀리(Part family) 데이터 공유 시스템과 저자가 속한 연구실에서 수행한 최적설계 시스템의 구축사례에 대하여 소개하고자 한다.

2. CAD 시스템의 커스터마이징

2.1 커스터마이징의 필요성

여기에 최근의 각종 상용 CAD 시스템은 설계자가 모니터 화면을 통해 컴퓨터와 대화식으로 설계를 할 수 있기 때문에 효율성, 생산성, 신뢰성 있는 설계가 가능해 우주, 항공, 건축, 기계, 전자회로의 설계 등 모든 분야에 응용되고 있으며 3 차원 구조 해석에도 이용되고 있다.

이러한 CAD 시스템의 커스터마이징의 필요성은 두 가지 경우로 분류할 수 있다. 첫 번째로 단순화에 대한 요구이다. 대부분의 상용 CAD 시스템들이 버전이 올라갈수록 사용자가 요구하는 기능이 추가되면서 그 기능이 다양화되고 사용법이 복잡해지고 있다. 그래서 원하는 목적에 맞게 제대로 활용하기 위해서는 오랜 시간의 교육과 숙달이 필수적이다. 커스터마이징을 통해서 설계자가 원하는 부분만을 단순화한 환경을 구성한다면 해당 CAD 시스템에 숙달되지 않은 사용자라도 간단한 사용법 안내만으로도 커스터마이징된 시스템을 활용하여 원하는 작업을 수행할 수 있다.

두 번째로 시스템의 확장과 통합에 대한 요구이다. 현재 기계 산업에서 고부가가치 부품 설계를 위해서 설계 대상의 기하학적 모델링뿐만 아니라, 동역학 해석을 포함하는 하중 해석, 각종 격자 생성, 유한 요소해석과 같은 공학 해석의 기법, 치수 및 형상 설계 등 일련의 활동이 복합적으로 적용되어야 한다. 기존의 CAD 시스템과 관련된 도구들을 각기 개별적이고 단순 반복적으로만 사용하게 되면 인력 및 물적 자원의 활용이 극히 비효율적이게 된다.

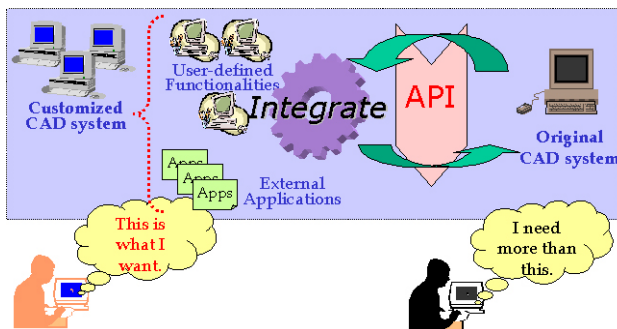


Fig. 1 Customizing CAD system

그림 1 은 CAD 시스템의 커스터마이징 과정을 도식적으로 나타낸 것이다. 기존의 CAD 시스템에 API 를 활용하여 사용자가 지정한 기능들을 추가하고 외부의 다양한 어플리케이션들을 통합함으로써 설계자의 요구에 부합하는 다양한 커스터마이징된 CAD 시스템을 개발할 수 있다. CAD 시스템의 커스터마이징을 통해서 설계업무를 자동화하고 확장하여 업무의 효율성을 높여 설계에 소요되는 시간과 비용을 대폭 절약할 수 있다.

2.2 CAD 시스템 개발동향 및 지원되는 API

표 1 에는 산업현장과 연구소에서 널리 사용되고 있는 CAD 시스템의 최신버전과 제공하는 API 에 대하여 정리하였다. PTC 사의 Pro/Engineer 에서는 Wildfire 버전을 출시하였고 C 언어를 이용하여 응용프로그램을 작성할 수 있는 Pro/Toolkit API 와 자바를 활용하여 코딩이 가능한 J-Link 를 지원한다[6]. Dassault Systems 의 CATIA 는 자동차 설계 분야 등에서 널리 사용되고 있는데 2002 년 10 월에 프로세스 중심으로 협업 기능과 지식베이스 활용 기능이 강조된 V5R10 을 출시하였다[7]. CATIA 에서는 C 언어나 포트란을 활용하여 응용프로그램의 작성이 가능한 CATIA API 를 제공한다. 다양한 CAD 시스템을 개발하고 있는 EDS PLM Solutions 사에서는 2003 년 2 월 I-DEAS V10 NX 버전과 SolidEdge V14 를 출시하였다. I-DEAS V10 NX 는 2002 년 10 월 출시된 Unigraphics NX 와 함께 NX 전략의 일부이다. 두 시스템간의 데이터 공유가 쉽게 이루어져 각 시스템의 설계정보를

Table 1 Broadly used CAD systems and their API

	Company	Latest Version	API (Language)
Pro/ENGINEER	PTC	Wildfire (2002)	Pro/Toolkit API (C) J-Link (Java)
CATIA	Dassault Systems	V5R10 (Oct. 2002)	CATIA API (C/C++, Fortran)
I-DEAS	EDS PLM Solutions	V10 NX (Feb. 2003)	Open I-DEAS (C++)
Unigraphics	EDS PLM Solutions	NX (Oct. 2002)	UG/Open API (C)
SolidEdge	EDS PLM Solutions	V14 (Feb. 2003)	SolidEdge API (Visual Basic, C++)

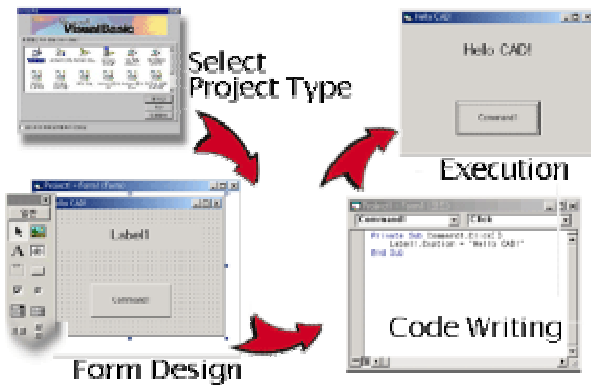


Fig. 2 Programming sequence using Visual Basic

다른 시스템에서 재활용할 수 있는 상호 호환성을 제공한다. EDS 사에서는 향후 두 시스템의 장점을 살리고 완벽한 설계정보 공유를 통한 통합버전의 출시를 계획하고 있다[8]. I-DEAS 와 Unigraphics 에서는 C 언어와 C++ 언어를 활용하여 응용프로그램의 작성이 가능한 API 로서 각각 Open I-DEAS 와 UG/Open API 를 지원한다. SolidEdge 는 Visual Basic 이나 C++ 언어로 코딩이 가능한 SolidEdge API 를 제공한다[5]. 이처럼 다양한 CAD 시스템마다 API 를 제공함으로써 사용자의 목적에 맞는 응용프로그램을 작성할 수 있다. Visual Basic 이나 Visual C++와 같은 객체지향 프로그래밍 언어를 활용하면 사용자에게 쉽게 사용이 가능한 GUI(Graphic User Interface)를 갖출 수 있어 다양한 용도로 활용할 수 있다.

2.3 객체지향 비주얼 프로그래밍 언어의 활용
기존의 C 언어나 Pascal 같이 순차적인 수행만이 가능한 텍스트 기반 언어로는 에디터로 소스를 작성 저장하고 컴파일하여 실행파일로 만든 후 실행시켜 보아야만 비로소 화면에 어떤 모양으로 나타나는가를 확인할 수 있다. 그래서 화면의 배치가 마음에 들 때까지 수정, 컴파일, 실행, 확인의 과정을 반복적으로 거쳐야만 하므로 개발속도도 느리고 비효율적이다.

이에 반해 객체지향 비주얼 프로그래밍 언어는 객체, 클래스, 상속의 세가지 기능을 지원하는 언어로서 데이터 추상화와 코드 재사용 개념을 통해 보다 쉬운 프로그래밍 방법을 제공한다. 대표적인 비주얼 프로그래밍 언어로서 Visual Basic, Visual C++, Delphi 등이 있다. 프로그램 개발과정을 디자인 과정과 코드 작성 과정으로 분리하여 인터페이스 설계나 화면 배치 등은 컴파일하지 않고도 바로 쉽게 수정할 수 있으며 일부 코드로 처리해야 할 일도 디자인 시에 마우스로 쉽게 처리

할 수 있는 장점이 있다.

개발과정을 시각적으로 쉽게 확인할 수 있으며 디자인 시에 만든 화면 디자인이 프로그램 실행 시에도 그대로 반영된다. 그림 2 는 Visual Basic 을 활용하여 프로그램을 개발하는 과정을 보인 것이다. 프로젝트 타입을 선택한 후 레이블, 명령버튼과 같은 다양한 컨트롤 요소를 활용하여 화면을 디자인한다. 각각의 컨트롤 요소에 이벤트를 발생할 수 있는데, 필요한 이벤트에 적절한 명령 혹은 동작을 정해주는 코드를 작성하면 해당 이벤트가 발생하였을 때 정해진 작업을 수행하게 된다. 객체지향 비주얼 프로그래밍 언어를 활용하여 CAD 시스템의 커스터마이징하기 위한 사용자가 편리하게 사용할 수 있는 GUI 환경을 쉽게 구축하고 여러 컨트롤 요소를 통해 다양한 기능을 구현할 수 있다.

3. 파라메트릭 디자인 시스템의 구성

CAD 시스템의 커스터마이징 적용방법을 설명하기 위하여 SolidEdge API 를 활용한 파라메트릭 디자인 시스템을 구성하였다.

3.1 파라메트릭 모델링

파라메트릭 모델링은 제품의 설계가 종료된 후라 할지라도 새로운 모델의 개발을 위해 제품의 기하학적 형상의 변경이 필요할 경우 제품의 기하학적 모델의 치수를 변수로 정의해서 차후의 수정을 용이하게 해주는 것이 모델링 기법이다. 거의 모든 CAD 시스템들이 파라메트릭 모델링 기능을 지원하고 있다. 본 예제는 SolidEdge 를 활용하여 파라메트릭 모델링이 가능한 응용프로그램을 작성한 것이다. 파라메트릭 디자인 시스템은 CAD 시스템과의 접속과 차단, 모델 불러오기, 모델의 파라미터 리스트 읽어오기, 파라미터 값의 변경, 그리고 변경된 파라미터를 반영한 CAD 모델의 재생성 기능이 요구된다.

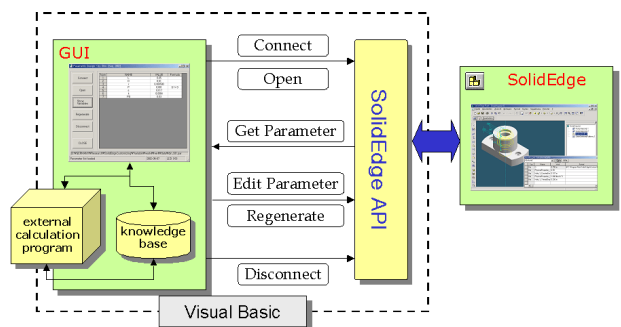


Fig. 3 Program flow of a parametric design system

이 기능들은 모든 응용프로그램을 개발하는 기초가 되는 기본 기능이다. 그림 3 에는 시스템의 작동순서를 나타낸 것이다. Visual Basic 에서 제공하는 GUI 객체들과 SolidEdge API 를 활용하여 작성된 시스템을 통해 앞서 언급한 기본 기능들을 처리할 수 있다. 즉, SolidEdge 를 전혀 사용할 줄 모르는 사용자라도 개발된 시스템의 사용법만 알면 파라메트릭 모델링 작업을 구현된 GUI 를 통해서 할 수 있는 것이다. 이 그림에서처럼 파라미터의 값을 읽고 그 값을 변경하는 과정에 외부의 해석프로그램과 연계하거나 지식베이스를 활용하게 되면 시스템의 다양한 확장이 가능하다.

3.2 프로그램 구현 및 실행결과

그림 4 는 Visual Basic 으로 작성된 파라메트릭 디자인 프로그램의 실행모습이다. 사용자가 'Connect' 버튼을 누르면 SolidEdge 가 자동으로 실행이 되고 CAD 모델을 선택하여 열고 이 모델의 기하학적 형상을 결정하는 파라미터 리스트를 불러들일 수 있다. 이 모델은 6 개의 독립 파라미터와 1 개의 종속 파라미터로 구성되어 있음을 살펴볼 수 있다. 이 변수리스트에서 변경을 원하는 파라미터의 값을 선택하고 새로운 값을 입력한 후에

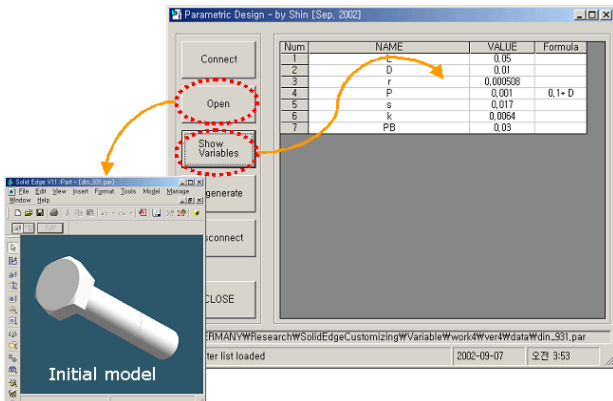


Fig. 4 Loading of a CAD model and its parameters

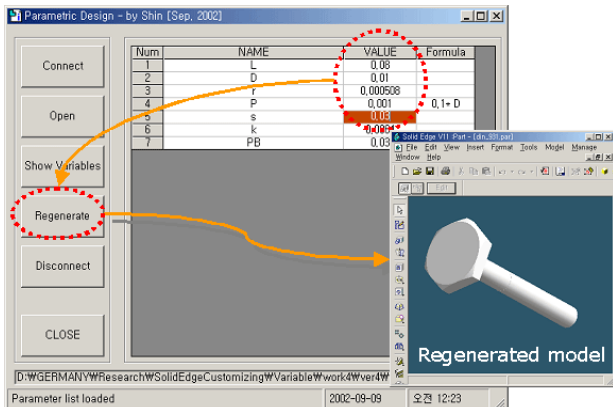


Fig. 5 Modifying the value of a parameter and regeneration of a CAD model

Type	Instance Name	d0	d1	d6	d7	PB	d31
	DIN_931	10.0	50.0	6.4	17.0	30.0	0.60
	D931_M1_6X12	1.6	12.0	1.1	3.2	9.0	0.10
	D931_M1_6X16	1.6	12.0	1.1	3.2	9.0	0.10
	D931_M2X12	2.0	12.0	1.4	4.0	10.0	0.10
	D931_M2X16	2.0	16.0	1.4	4.0	10.0	0.10
	D931_M2_5X16	2.0	16.0	1.7	5.0	11.0	0.10
	D931_M2_5X20	2.0	20.0	1.7	5.0	11.0	0.10
	D931_M2_5X25	2.0	25.0	1.7	5.0	11.0	0.15
	D931_M3X16	3.0	16.0	2.0	5.5	12.0	0.15
	D931_M3X20	3.0	20.0	2.0	5.5	12.0	0.15
	D931_M3X25	3.0	25.0	2.0	5.5	12.0	0.15
	D931_M4X25	4.0	25.0	2.8	7.0	14.0	0.15
	D931_M4X30	4.0	30.0	2.8	7.0	14.0	0.15
	D931_M4X35	4.0	35.0	2.8	7.0	14.0	0.15
	D931_M4X40	4.0	40.0	2.8	7.0	14.0	0.15
	D931_M4X45	4.0	45.0	2.8	7.0	14.0	0.15

(a) Family Table



(b) Generic model and its instances

Fig. 6 Part family in Pro/Engineer

'Regenerate' 버튼을 누르면 그림 5 에서 살펴볼 수 있는 것처럼 새로운 파라미터 값을 반영하여 CAD 모델의 형상이 자동으로 변경되는 것을 확인할 수 있다.

4. 파트패밀리 데이터 공유 시스템 개발

4.1 Pro/Engineer 의 파트패밀리 기능

파트패밀리는 크기만 다르거나 약간 다른 형상을 가지고 있는 비슷한 부품들의 집합을 가리킨다. 현장에서 널리 사용되고 있는 볼트나 너트와 같은 많은 표준부품들에는 동일한 파트패밀리에 속하는 구성요소에 대한 치수정보가 규정되어 있으며 이를 활용하면 부품번호만으로 원하는 사이즈의 부품의 치수정보를 얻을 수 있다. 그림 6 에는 Pro/Engineer 에서 지원하는 파트패밀리 기능을 나타낸 것이다. 여기에 사용된 예제는 독일공업규격 DIN931 육각볼트이다. 이 부품은 6 개의 치수가 변수로 선언되어 그 값에 따라 볼트의 형상이 결정되도록 모델링 되어 있다. 그림 6 (a)에 나타난 패밀리 테이블 상의 목록에서 원하는 항목을 선택하면 해당 부품의 형상이 그림 6(b)처럼 생성된다. 첫 번째 모델은 기본형상을 정의하는 원본 모델이고 그 다음 두 모델은 원본 모델이 변경된 인스턴스들이다.

이 모델의 파트패밀리 데이터를 SolidEdge 에서도 사용하고자 한다면 Pro/Engineer 와 파트패밀리 데이터를 구성하는 규칙이 다르기 때문에 모든 데이

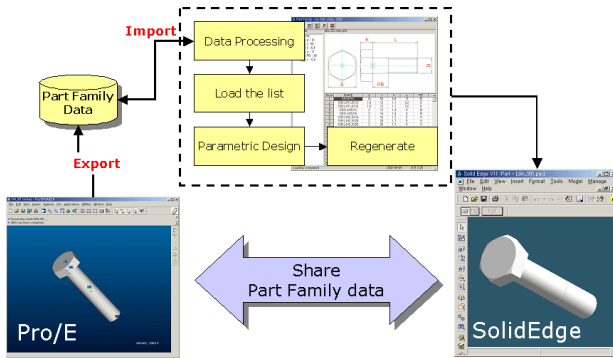


Fig. 7 Program flow of part family data sharing system

터를 다시 입력하여 구성하여야만 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 두 CAD 시스템간의 파트패밀리 데이터 공유가 가능한 시스템을 개발하였다.

4.2 프로그램 구현 및 실행결과

그림 7 은 개발된 시스템의 프로그램 구동 순서를 나타낸 것이다. 파트패밀리 데이터의 공유를 위해서 먼저 Pro/Engineer로부터 파트패밀리 데이터를 그림 8 과 같이 텍스트 파일 형태의 Pro/Table 파일로 출력한다. 이 파일에는 CAD 모델의 파라미터 정보에 파트패밀리 구성원의 치수 정보가 담겨 있다. 이 파일을 개발된 시스템에서 읽어 들여서 데이터 프로세싱을 거쳐 Pro/Engineer 모델의 파라미터와 SolidEdge 모델의 파라미터와 매칭시키는 작업을 수행한다. 매칭된 파라미터 데이터를 활용하여 3 장에서 개발한 시스템의 파라메트릭 모델링 기법을 적용하면 원하는 부품의 인스턴스를 생성할 수 있도록 구성하였다. 그림 9 는 개발된 시스템에서 Pro/Engineer의 파트패밀리 데이터를 불러들인 모습을 보인 것이다.



Fig. 8 Pro/TABLE file exported by Pro/ENGINEER

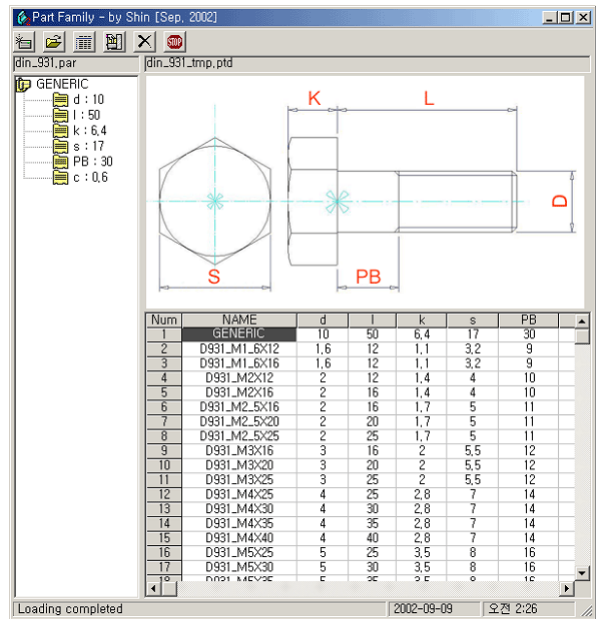


Fig. 9 Part family data sharing system

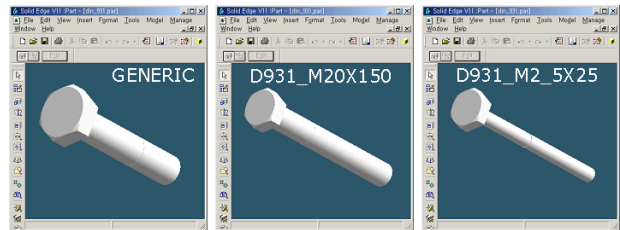
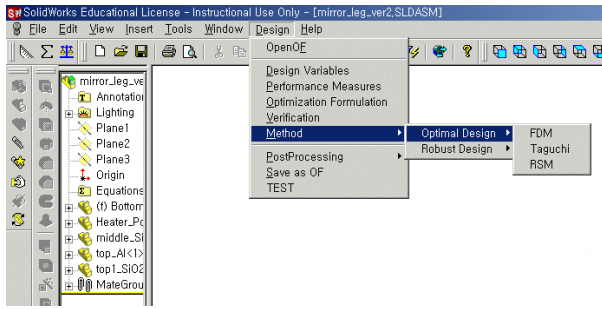


Fig. 10 Reconstructed part family in SolidEdge

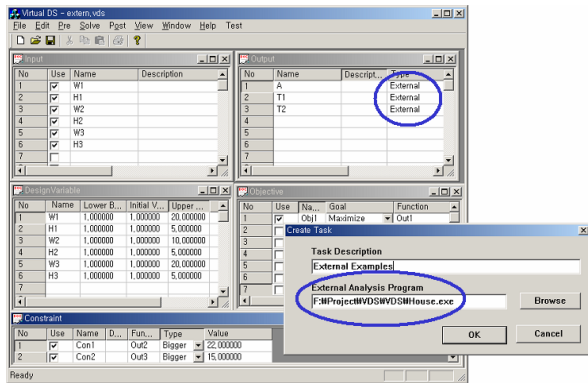
파트패밀리에 속하는 모든 요소의 이름과 치수 정보가 제시되고 그 중에 생성을 원하는 요소를 선택하면 그림 10 과 같이 CAD 모델이 구성된다. 이 시스템을 통해 Pro/Engineer의 파트패밀리 데이터를 활용하여 완벽하게 동일한 파트패밀리를 SolidEdge에서 구현할 수 있음을 살펴볼 수 있다.

5. 그 밖의 활용사례

저자가 속한 한국과학기술원 동시공학설계연구센터에서는 CAD/CAM/CAE 프로그램에 전/후처리의 기능이 통합된 소프트웨어를 개발하여 설계에 이용하는 연구를 지속적으로 진행하여 왔다. Pro/Engineer, SolidWorks 및 I-DEAS 와 같이 널리 사용되고 있는 CAD 프로그램에 유한요소프로그램과 최적설계 기법을 통합시킴으로써 CAD 환경 하에서 공학해석과 최적설계가 가능한 소프트웨어를 개발해 오고 있다. 유한차분법에 의한 근사화된 민감도를 활용하여 Pro/Engineer 기반의 DS/FDM[2], MEMS 구조물을 복합장까지 고려한 최적설계를 수행할 수 있는 SolidWorks 기반의 DS/MEMS[3], I-DEAS 기반의 최적설계 시스템인



(a) DS/MEMS



(b) DS/I-DEAS

Fig. 11 CAD-integrated total optimization system

DS/I-DEAS[4]를 개발하였다. 그림 11 은 DS/MEMS 와 DS/I-DEAS 의 화면구성을 보인 것이다. DS/MEMS 의 경우에는 SolidWorks 기존의 메뉴에 최적설계를 위한 메뉴가 추가되었고 DS/I-DEAS 는 Visual C++를 활용하여 별도의 GUI 를 갖춘 시스템을 개발하여 I-DEAS 와 연계된 최적설계 작업을 수행할 수 있도록 개발되었다.

이들은 CAD 기반에서 모든 작업이 이루어짐으로써 CAD 모델의 치수를 직접 마우스로 선택해서 설계변수에 추가할 수 있으며 연계된 프로그램에 의해 CAD 모델을 기반으로 한 자동격자 생성과 유한요소 해석이 이루어지기 때문에 사용자는 편리하게 최적설계 작업을 수행할 수가 있다. 자세한 내용은 이 논문의 범위를 벗어나므로 참고문헌을 참고하길 바란다.

6. 결론

본 논문에서는 최신의 주요 CAD 시스템들이 제공하는 커스터마이징 기술의 현황에 대해서 살펴보고 그 적용방법에 대하여 SolidEdge API 를 활용한 파라메트릭 모델링 예제와 Pro/Engineer 와 SolidEdge 간의 파트패밀리 데이터 공유 시스템의 개발을 예로 들어 설명하였다. 객체지향 비주얼 프로그래밍 언어를 활용하여 사용자가 편리하게

사용할 수 있는 GUI 환경을 구성할 수 있었고 Pro/Engineer 의 파트패밀리 데이터를 활용하여 SolidEdge 에서 동일한 파트패밀리를 구현할 수 있었다. 기존 CAD 시스템의 커스터마이징을 통해서 특화된 설계 목적에 부합하는 시스템의 구축하여 설계작업의 효율성을 높이고 설계업무를 자동화하고 확장할 수 있음을 확인하였다.

CAD 시스템의 커스터마이징은 설계업무를 효율성을 높여 설계에 소요되는 시간과 비용을 대폭 절감할 수 있는 것이 가장 큰 이점일 것이다. 하지만 현재 CAD 시스템마다 다른 API 를 제공한다. 이 때문에 동일한 설계작업에 대해서도 CAD 시스템이 달라지면 각 CAD 시스템이 지원하는 API 를 활용하여 시스템을 다시 개발하여야 하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 CORBA 를 활용한 공통의 인터페이스를 활용하려는 연구가 진행되고 있으며 향후에 이와 관련연구를 진행하고자 한다.

본 논문이 CAD 시스템을 보다 효과적으로 사용하고자 하는 설계자들에게 도움을 줄 수 있으리라고 본다.

후기

본 연구는 과학기술부에서 주관하는 국가지정연구실사업(동시공학설계개념에 의한 통합최적설계 시스템 개발)의 지원으로 수행되었음을 밝힙니다.

참고문헌

- (1) Sehyun Myung, Soonhung Han, 2002, "Knowledge Based parametric Design of Machine Tool Assembly Based Design Unit," Proceedings of the Society of CAD/CAM Engineers 2002 Annual Meeting, pp. 61-67
- (2) Jeong Ho Shin Byung Man Kwak, 2001, "Optimization of Machine Tools Structure using a CAD-based Optimal Design System," Proceedings of the KSME 2001 Spring Annual Meeting A, pp. 926 - 931
- (3) Jae-Sung Huh, 2000, "Development of a Mechanical Design Tool for MEMS Integrating Commercial Code," Master's thesis of KAIST
- (4) Yong Gyun Yu, 2003, "Development of a CAD-based General Purpose Optimal Design and Its Application to Structural Shape for Fatigue Life," Master's thesis of KAIST
- (5) Unigraphics Solutions, 2000, Programmer's Guide - Customizing SolidEdge Version 8,
- (6) PTC homepage, <http://www.ptc.com>
- (7) Dassault Systems homepage, <http://www.dsweb.com>
- (8) EDS PLM Solutions homepage, <http://www.eds.com>