

응용프로그램 인터페이스를 활용한 주문형 유연 CAD 시스템 개발

신 정 호[†] · 곽 병 만^{*}

(2003년 6월 23일 접수, 2003년 12월 9일 심사완료)

Development Strategy for Customized Flexible CAD Systems Using Application Programming Interface

Jeong Ho Shin and Byung Man Kwak

Key Words : CAD(캐드), Customizing(커스터마이징), Application Programming Interface(응용 프로그램 인터페이스), Integration(통합)

Abstract

With the advent of computers, CAD systems are widely used for various design practice. Complexity of CAD systems and difficulty of exchanging data among different CAD systems, however, do not allow efficient use as desired. In addition, to follow variety of designers' need, CAD activities should be customized. This article proposed a methodology for developing an intelligent CAD system and the state-of-the-art technologies described for customizing CAD systems using API (Application Programming Interface). A basic platform is proposed and a useful application system is implemented to enable a parametric design by directly inputting numerical values on a CAD model. Based on this application, we developed a system that makes it possible to share part family data between SolidEdge and Pro/Engineer. The proposed concept on intelligent CAD systems facilitates integration of external systems such as CAE tools and promotes the use of CAD for both engineering designers and analysts.

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 있다. 컴퓨터는 공학설계에 있어서 필수적인 도구가 되었고 공학

설계를 위한 다양한 CAD 소프트웨어들이 개발되어 널리 활용되고 있다. 최근의 각종 상용 CAD 시스템은 설계자가 컴퓨터 화면을 통해 컴퓨터와 대화식으로 설계를 할 수 있기 때문에 효율성, 생산성, 신뢰성 있는 설계가 가능해 우주, 항공, 건축, 기계, 전자회로의 설계 등 다양한 분야에 응용되고 있으며 3차원 구조 해석에도 이용되고 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 응용 프로그램 인터페이스인 API를 제공하고 있다. 최근 매크로나 API를 활용하여 자기 목적에 맞게 기존 CAD 시스템의 기능을 확장하거나 다른 툴들과 통합된 CAD 시스템을 개

[†] 책임저자, 회원, 한국과학기술원 대학원 기계공학과
E-mail : jhshin@optimaldesign.net
TEL : (042)869-8264 FAX : (042)869-8270

^{*} 회원, 한국과학기술원 기계공학과

발하여 설계작업이나 연구에 적용하려는 시도가 활발하게 이루어지고 있다. 기존의 CAD 시스템에 CAM(Computer-Aided Manufacturing) 기술 및 CAE(Computer-Aided Engineering) 기술들을 연계하여 설계에 활용하려는 연구⁽¹⁻⁶⁾와 지식베이스 및 이를 기반으로 하는 전문가 시스템과의 연계를 통해 지식기반설계를 수행하려는 연구⁽⁷⁻¹³⁾들이 그 대표적인 예들이다. 그 외에도 CAD 기반 최적설계 시스템의 구축,⁽¹⁴⁻¹⁹⁾ CAD 시스템과 PDM(Product Data Management) 시스템의 통합⁽²⁰⁻²²⁾에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 하지만 API를 활용하여 CAD 시스템을 커스터마이징하기 위해서는 CAD 시스템 자체에 대해서 충분히 숙련되어야 함은 물론 커스터마이징을 위한 프로그램을 작성할 수 있어야 하기 때문에 그 적용이 쉽지 않다.

이에 본 논문에서는 주문형 유연 CAD 시스템의 개발절차를 제시하고 그 구현사례에 대하여 살펴보았다. 2 장에서는 CAD 시스템의 커스터마이징의 목적과 주문형 유연 CAD 시스템의 정의 및 개발절차에 대해 살펴보았다. 3 장에서는 최신의 CAD 시스템들이 제공하는 API 기술의 현황과 객체지향 프로그래밍 기법 및 CAD 시스템의 커스터마이징의 기본이 되는 파라메트릭 모델링 시스템에 대해서 살펴보았다. 4 장에서는 본 연구에서 제안하는 주문형 유연 CAD 시스템의 개발사례로서 Pro/Engineer 와 SolidEdge 간의 파트패밀리(Part family) 데이터 공유 시스템의 구축사례를 소개하였다.

2. 주문형 유연 CAD 시스템 개발

2.1 CAD 시스템의 커스터마이징

CAD 시스템의 커스터마이징이란 사용자의 용도에 맞게 새로운 기능을 추가하거나 수정하여 기존 CAD 시스템의 기능을 확장하고 자동화함으로써 작업의 효율과 생산성을 높이기 위한 활동으로 정의할 수 있다. CAD 시스템의 커스터마이징의 필요성은 Fig. 1 에 나타낸 것과 같이 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 CAD 시스템의 여러 가지 기능들 중에서 설계자가 원하는 부분만을 단순화한 환경을 구성한다면 해당 CAD 시스템에 숙달되지

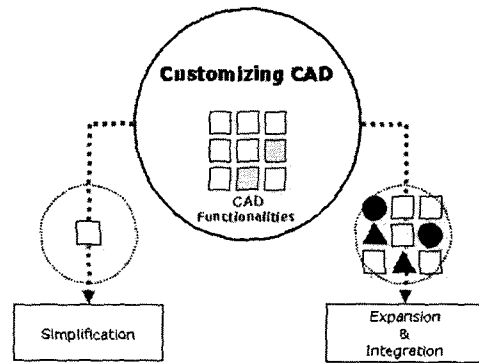


Fig. 1 Customizing CAD system

않은 사용자라도 간단한 사용법 안내만으로도 커스터마이징된 시스템을 활용하여 원하는 작업을 수행할 수 있다. 급변하는 시장환경에서 동일한 생산활동에 소요되는 시간의 절약은 절실히 요구되는 사항이다.

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. 기존의 CAD 시스템의 기능에 사용자가 필요로 하는 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 주문형 유연 CAD 시스템의 개발사례

본 연구에서 주문형 유연 CAD 시스템이란 CAD 시스템의 커스터마이징을 통해서 기존의 기능 이외에 다양한 지능화된 기능이 추가된 CAD 시스템을 의미한다. Fig. 2 는 주문형 유연 CAD 시스템의 개발을 위해 기존 시스템과 통합될 수 있는 여러 공학설계 관련 요소기술들을 나타낸 것이다. 사용자의 목적에 따라 다양한 요소기술들이 CAD 기반 하에서 통합되어 주문형 유연 CAD 시스템이 구성될 수 있다.

CAM 기술은 대부분의 상용 CAD 시스템에 기본 기능으로서 일부 통합되어 지원되고 있으며,

단조공정의 설계의 자동화,^(1,4) 2 차원 도면과 연계된 제품생산을 위한 정보를 효율적으로 관리할 수 있는 시스템의 개발⁽⁶⁾ 등과 같은 CAD/CAM 시스템의 구축에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 또한 갈수록 분산이질화 되어 가는 제품개발환경에 대응하기 위한 인터넷 기반의 CAD/CAM 시스템을 개발하기 위한 노력도 진행되고 있다.^(2,5) CAE 기술은 컴퓨터의 발달에 따른 빠른 계산능력과 함께 갈수록 그 중요성이 커지고 있으며, 많은 상용 CAD 시스템들이 자체 CAE 관련 기술을 내장하거나 다른 CAE 시스템의 입력으로 변환하는 기술을 제공하여, AutoCAD 와 유한요소해석 프로그램을 결합한 벨로우즈 다이어그램의 설계⁽³⁾와 같은 연구에 활용되고 있다.

지식베이스와 이를 기반으로 하는 전문가시스템도 주문형 유연 CAD 시스템의 개발을 위해 널리 활용되고 있다. 공작기계 조립체의 파라메트릭 모델링,⁽⁷⁾ 터빈 블레이드의 부품설계,⁽⁸⁾ 자속베어링 컨트롤러의 설계,⁽⁹⁾ 선박 엔진룸의 레이아웃 설계⁽¹²⁾ 등 다양한 분야에서 지식기반 CAD 시스템의 개발하여 설계에 활용하는 연구가 진행되고 있다. 지식베이스를 설계에 활용함으로써 기존 CAD 시스템의 한계를 극복하고 지능화된 CAD 시스템을 통해 급변하는 설계환경에 능동적으로 대처하고 설계비용을 절약함은 물론 효율적인 협업환경을 구축할 수 있다.^(11,13)

CAD/CAM/CAE 프로그램에 전/후처리의 기능이 통합된 CAD 기반 최적설계 시스템을 구축하는 연구도 활발히 진행되고 있다.⁽¹⁴⁾ Pro/Engineer,^(15,16) SolidWorks^(17,18) 및 I-DEAS⁽¹⁹⁾와 같이 널리 사용되고 있는 상용 CAD 시스템에 유한요소해석 시스템과 유한차분법에 의한 근사화 민감도, 다구찌 방법, 반응표면법 등의 최적설계 기법을 CAD 시스템이 제공하는 API 를 활용하여 통합시킴으로써, CAD 환경 하에서 공학해석과 최적설계가 가능한 소프트웨어가 개발되고 있다.

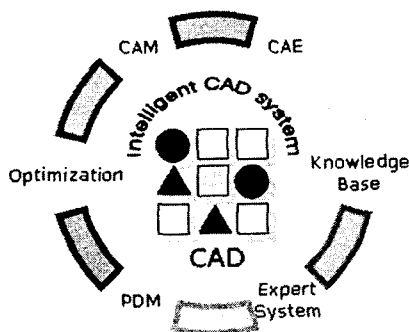


Fig. 2 Customized flexible CAD system

최근 들어 협업의 중요성이 대두되면서 제품설계 및 생산에 관련된 자료를 효율적으로 관리할 수 있는 PDM 기술이 산업현장에서 널리 활용되고 있다. 다양한 CAD 시스템으로부터의 설계 데이터를 인터넷 상에서 관리하고 활용하기 위한 웹기반 PDM 시스템,⁽²⁰⁾ 조립공정의 설계를 위한 CAD/PDM 통합시스템,⁽²¹⁾ STEP(Standard for the exchange of product model data) 기술을 활용하여 이질적인 CAD 시스템과 PDM 시스템의 데이터를 매핑시키는 시스템의 개발⁽²²⁾ 등과 같이 CAD 시스템과 PDM 기술을 통합하여 활용하는 연구가 진행되고 있다. 나아가 CAD 시스템에 CAM/CAE 기술과 패속시작기술을 통합하여 제품설계와 생산에 걸리는 시간과 비용을 획기적으로 줄이는 연구도 진행되었다.⁽²³⁾

2.3 주문형 유연 CAD 시스템의 개발 절차

주문형 유연 CAD 시스템의 개발절차는 보통의 소프트웨어 설계과정과 비슷하게 초기화, 개념설계, 구현, 적용의 네 가지 단계로 대별할 수 있다. Fig. 3 은 본 연구에서 제안하는 주문형 유연 CAD 시스템의 개발절차를 나타낸 것이다.

제일 먼저 시스템의 목표를 정하는 초기화 단계로 이 단계에서 사용할 CAD 시스템과 통합하여 사용하고자 하는 관련 요소기술에 대한 분석과 통합가능성 파악 및 시스템의 최종목표에 대한 설정이 이루어진다. CAD 시스템이 제공하는 내부 매크로 언어와 API 에 대한 분석이 필수적이며 개발환경에 대한 검토도 함께 이루어져야 한다.

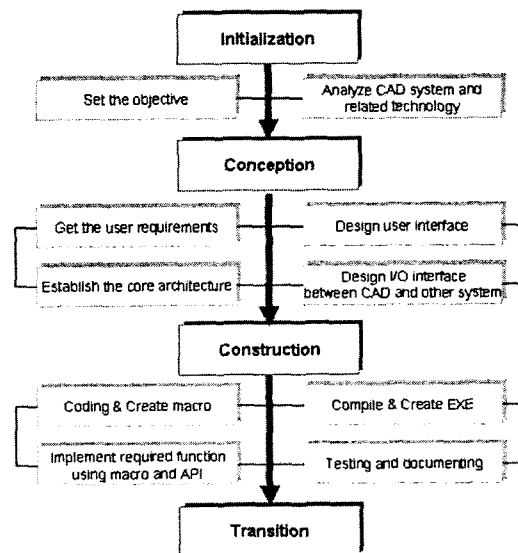


Fig. 3 Procedure for developing customized flexible CAD systems

두 번째 단계는 개념설계이다. 사용자의 요구 사항을 파악하고 이를 반영한 시스템의 핵심구조를 설계한다. 그리고 시스템의 사용자 인터페이스를 구성하는데 구현방법에 따라 독립된 GUI(Graphic user interface)를 갖춘 형태가 될 수도 있고 기존 CAD 시스템에 항목이 추가되어 통합될 수도 있다. 개념설계 단계에서 가장 중요한 작업으로서, CAD 시스템과 다른 시스템간의 입출력 인터페이스를 파악하여 원활한 통합을 위한 입출력 자료의 설계가 이루어져야 한다. 이종 시스템간의 데이터 교환을 위한 방법으로 통합환경 내에서 직접 메모리를 공유하는 방식과 텍스트 파일을 중간 매개체로 하는 방식이 있을 수 있다. 메모리를 직접 공유하는 경우에는 데이터의 가공이 쉽게 이루어질 수 있지만 실제 개발환경에서는 사용자의 용도에 충분한 모든 정보를 공유할 수 없는 경우가 많다. 그래서 대부분 텍스트 파일을 기반으로 하여 데이터 교환을 수행하고 있다.

실제 시스템의 개발은 앞서 설명한 초기화와 개념설계를 거쳐 구현단계에서 이루어진다. 이 단계에서는 CAD 시스템이 제공하는 매크로 언어나 API 를 활용하여 요구된 기능을 구현하는 코딩작업 후, 작성된 소스 코드를 컴파일하여 실행파일을 작성한다. CAD 시스템의 API 들이 자체 시스템의 거의 모든 기능들을 제어할 수 있는 함수 라이브러리를 제공하고 있기 때문에 구현목적에 맞는 함수를 찾아 적용하면 원하는 기능을 구성할 수 있다. 또한 구현단계에서는 개발된 시스템을 테스트하고 사용법 안내를 위한 도움말이나 매뉴얼과 같은 문서를 작성하여 사용자에게 개발된 시스템을 전달할 준비를 하게 된다. 시스템의 개발을 위해서 객체지향 프로그래밍 기법이 주로 적용된다. 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. 개발과정을 시각적으로 쉽게 확인할 수 있으며 디자인 시에 만든 화면 디자인이 프로그램 실행 시에도 그대로 반영된다. 본문에서 제시하는 예제들은 Visual Basic 을 활용하여 구성하였다. Fig. 4는 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. 이를 통해 사용자가 편리하게 사용할 수 있는 GUI 환경을 쉽게 구축하고 여러 컨트롤 요소를 통해 다양한 기능을 구현할 수 있다.

주문형 유연 CAD 시스템 개발의 마지막 단계인 적용단계에서는 사용자에게 개발된 시스템을 배포하고 사용법을 교육하며 사용 중 발생하는 오류나 개선사항을 전달 받아 시스템을 최적화한다. 이상의 네 단계를 거쳐 사용자의 주문에 맞게 새로이 구성된 주문형 유연 CAD 시스템이 개발된다.

3. 최신 API 기술과 파라메트릭 모델링

3.1 상용 CAD 시스템 개발동향 및 API 지원

API 는 운영체제나 다른 응용프로그램에게 처리요구를 할 수 있도록 하기 위한 컴퓨터 운영체제나 다른 응용프로그램에 의해서 미리 정해진 특별한 프로그래밍 인터페이스로서 특정한 부 프로그램에 연결을 제공하는 함수를 호출함으로써 구현된다.

Table 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.⁽²⁵⁾ 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.⁽²⁶⁾ CATIA 에서는 C 언어나 포트란을 활용하여 응용 프로그램의 작성이 가능한 CATIA API 를 제공한다.

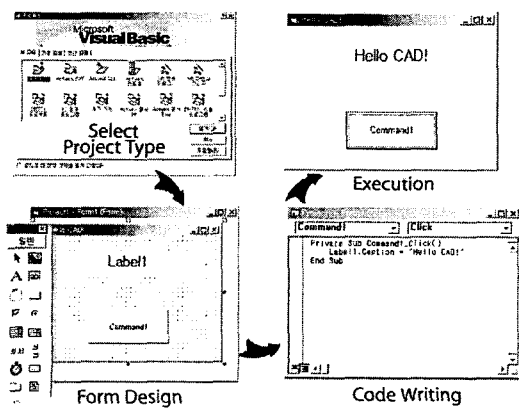


Fig. 4 Programming sequence using Visual Basic

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) Knowledge Fusion
SolidEdge	EDS PLM Solutions	V14 (Feb. 2003)	SolidEdge API (Visual Basic, C++)

다양한 CAD 시스템을 개발하고 있는 EDS PLM Solutions 사에서는 2003년 2월 I-DEAS V10 NX 버전과 SolidEdge V14를 출시하였다. I-DEAS V10 NX는 2002년 10월 출시된 Unigraphics NX와 함께 NX 전략의 일부이다. 두 시스템간의 데이터 공유가 쉽게 이루어져 각 시스템의 설계정보를 다른 시스템에서 재활용할 수 있는 상호 호환성을 제공한다. EDS 사에서는 향후 두 시스템의 장점을 살리고 완벽한 설계정보 공유를 통한 통합버전의 출시를 계획하고 있다.⁽²⁷⁾ I-DEAS와 Unigraphics에서는 C언어와 C++언어를 활용하여 응용프로그램의 작성이 가능한 API로서 각각 Open I-DEAS와 UG/Open API를 지원한다. 이와는 별도로 Unigraphics에서 Knowledge Fusion이라는 내부 커스터마이징 환경을 지원하고 있다. SolidEdge는 Visual Basic이나 C++언어로 코딩이 가능한 SolidEdge API를 제공한다.⁽²⁴⁾ 이처럼 다양한 CAD 시스템들이 자신의 API를 제공하기 때문에 사용자의 목적에 맞는 주문형 유연 CAD 시스템의 개발이 가능하다.

3.2 파라메트릭 모델링 시스템의 구성

주문형 유연 CAD 시스템의 구성을 위한 커스터마이징의 예로서 SolidEdge API를 활용한 파라메트릭 디자인 시스템을 구성하였다. 파라메트릭 모델링은 제품의 설계가 종료된 후에도 새로운 모델의 개발을 위해 제품의 기하학적 형상의 변경이 필요할 경우, 제품의 기하학적 모델의 치수를 변수로 정의해서 차후의 수정을 용이하게 해주는 모델링 기법이다. 거의 모든 CAD 시스템들이 파라메트릭 모델링 기능을 지원하고 있다.

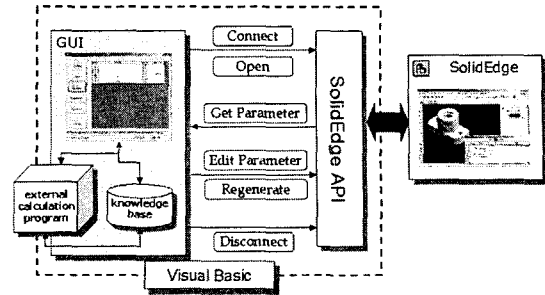


Fig. 5 Program flow of a parametric design system

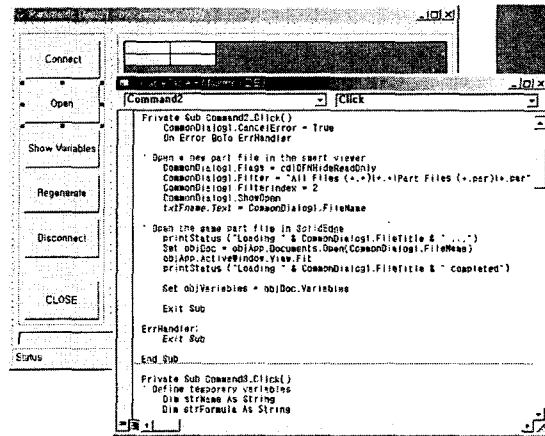


Fig. 6 Implementing required function using API

본 예제에서는 SolidEdge를 활용하여 파라메트릭 모델링을 쉽게 수행할 수 있는 시스템을 개발하였다. Fig. 5에 시스템의 핵심구조를 나타내었다. 파라메트릭 디자인 시스템은 CAD 시스템과의 접속과 차단, CAD 모델 불러오기, 모델의 파라미터 리스트 읽어오기, 파라미터 값의 변경, 그리고 변경된 파라미터를 반영한 CAD 모델의 재생성 기능이 요구된다. 이들은 파라메트릭 모델링이 필요한 모든 주문형 CAD 시스템 개발의 기초가 되는 기본 기능들이다. 이를 통해 설계 파라미터의 값을 읽고 그 값을 변경하는 과정에 외부의 해석 프로그램과 연계하거나 지식베이스를 활용하면 CAD 시스템의 다양한 확장이 가능해진다. Visual Basic에서 제공하는 GUI 객체들과 SolidEdge API를 활용하여 필요한 기본 기능들을 구현할 수 있다. Fig. 6은 실제로 Visual Basic 환경에서 CAD 모델을 불러오기 위한 기능을 SolidEdge API를 활용하여 코딩하고 있는 화면을 나타낸 것이다.

3.3 파라메트릭 모델링 시스템 구현 및 실행

Fig. 7은 개발된 파라메트릭 디자인 프로그램의 실행모습이다. 사용자가 'Connect' 버튼을 누르면 SolidEdge가 자동으로 실행이 되고 CAD 모델을 선택하여 열고 이 모델의 기하학적 형상을

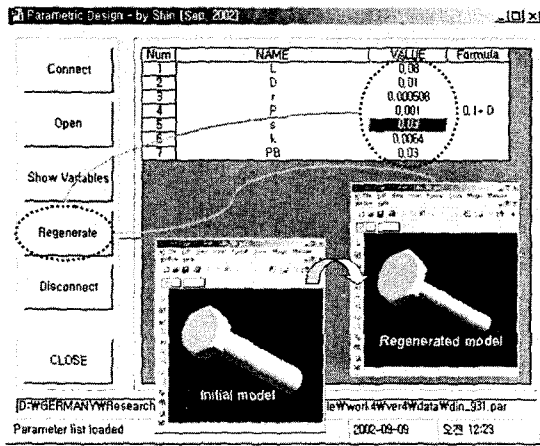


Fig. 7 Parametric modeling example

결정하는 파라미터 리스트를 불러들일 수 있다. 이 시스템을 통해 SolidEdge의 변수리스트 객체에 직접 접근하여 파라미터 정보를 읽어들이도록 구성되었다. 이 예제 모델은 6개의 독립 파라미터와 1개의 종속 파라미터로 구성되어 있다. 이 파라미터 리스트에서 변경을 원하는 파라미터의 값을 선택하고 새로운 값을 입력 후, 'Regenerate' 버튼을 누르면 새로운 파라미터 값을 반영하여 CAD 모델의 형상이 자동으로 변경되는 것을 확인할 수 있다. 모든 작업이 SolidEdge 환경이 아닌 개발된 시스템 내에서 수행이 가능하기 때문에 SolidEdge의 기능을 모르는 사용자라도 간단한 사용법 안내만으로 원하는 기능을 수행할 수 있다.

4. 파트패밀리 데이터 공유 시스템 개발

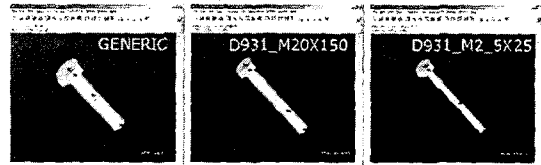
4.1 초기화 단계

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. 본 예제에서 다루고자 하는 Pro/Engineer와 SolidEdge 두 CAD 시스템은 파트패밀리 데이터를 구성하는 방식이 다르기 때문에 Pro/Engineer의 파트패밀리 데이터를 SolidEdge에서 사용하려면 모든 데이터를 다시 입력하여 구성해야만 하는 문제점이 있다.

본 예제에서 개발하고자 하는 주문형 유연 CAD 시스템의 목적은 Pro/Engineer상의 파트패밀리 정보를 SolidEdge에서도 사용하기 위해서 이질

Type	Instance Name	P1	P2	P3	P4	P5
GENERIC	D931_M1_5X12	10.0	6.4	15.0	30.0	0.60
GENERIC	D931_M1_5X16	1.6	12.0	1.1	3.2	9.0
GENERIC	D931_M1_5X18	1.6	12.0	1.1	3.2	9.0
GENERIC	D931_M2_5X12	2.0	12.0	1.4	4.0	10.0
GENERIC	D931_M2_5X16	2.0	16.0	1.4	4.0	10.0
GENERIC	D931_M2_5X18	2.0	16.0	1.7	5.0	11.0
GENERIC	D931_M2_5X20	2.0	20.0	1.7	5.0	11.0
GENERIC	D931_M2_5X25	2.0	25.0	1.7	5.0	11.0
GENERIC	D931_M3_2X16	3.0	16.0	2.0	5.5	12.0
GENERIC	D931_M3_2X20	3.0	20.0	2.0	5.5	12.0
GENERIC	D931_M3_2X25	3.0	25.0	2.0	5.5	12.0
GENERIC	D931_M4_2X25	4.0	25.0	2.8	7.0	14.0
GENERIC	D931_M4_3X30	4.0	30.0	2.8	7.0	14.0
GENERIC	D931_M4_3X35	4.0	35.0	2.8	7.0	14.0
GENERIC	D931_M4_4X40	4.0	40.0	2.8	7.0	14.0

(a) Family Table



(b) Generic model and its instances

Fig. 8 Part family in Pro/Engineer

적인 파트패밀리 데이터 문제를 해결할 수 있는 파트패밀리 데이터 공유 시스템을 개발하는 것이다. Fig. 8에는 Pro/Engineer에서 지원하는 파트패밀리 기능을 나타낸 것이다. 여기에 사용된 예제는 독일공업규격 DIN931 육각볼트이다. 이 부품은 6개의 치수가 변수로 선언되어 그 값에 따라 볼트의 형상이 결정되도록 모델링되어 있다. Fig. 8(a)에 나타난 패밀리 테이블 상의 목록에서 원하는 항목을 선택하면 해당 부품의 형상이 Fig. 8(b)처럼 생성된다. 첫 번째 모델은 기본형상을 정의하는 원본 모델이고 그 다음 두 모델은 원본 모델이 변경된 인스턴스들이다.

4.2 개념설계 단계

Fig. 9는 초기화 단계에서 파악한 시스템의 요구사항을 반영한 시스템의 핵심구조를 나타낸 것이다. Pro/Table 파일은 테이블형태로 자료를 표시할 수 있게 해주는 데이터 포맷을 가진 텍스트 파일로서, Fig. 10과 같이 Pro/Engineer로부터 파트패밀리 데이터를 추출할 수 있다. 이 파일에는 CAD 모델의 파라미터 정보와 파트패밀리 구성원의 치수 정보가 담겨 있다. 이 파일의 정보를 읽고 작성 규칙을 파악하여 SolidEdge 상에서 동일한 파트패밀리를 구성하는 데에 필요한 정보를 얻을 수 있다.

이와 같은 데이터 프로세싱을 거쳐 Pro/Engineer 모델의 파라미터와 SolidEdge 모델의 파라미터를

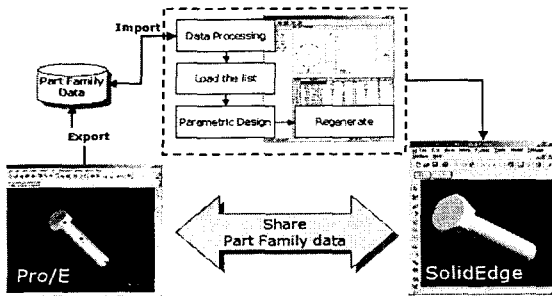


Fig. 9 Program flow of part family data sharing system

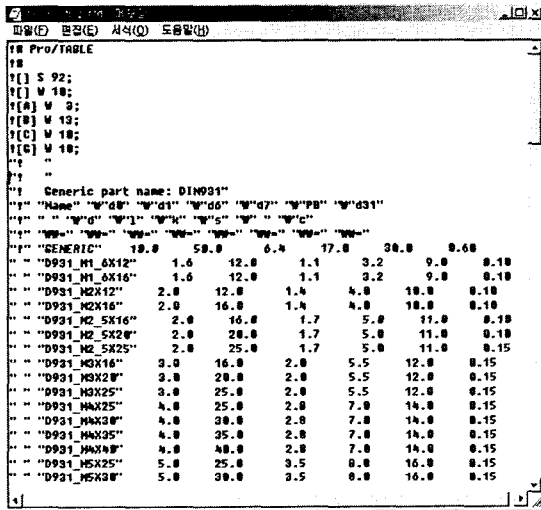


Fig. 10 Pro/Table file exported from Pro/Engineer

일대일로 매핑된 파라미터 데이터를 활용하고, 앞서 설명한 파라메트릭 모델링 기법을 적용하면 원하는 부품의 인스턴스를 SolidEdge 상에서도 동일하게 생성할 수 있다. 이종 시스템간의 데이터 공유를 위해서 텍스트 파일을 활용한 것이다.

4.3 구현 및 적용 단계

개념설계 단계에서 구성한 핵심구조를 바탕으로 시스템을 구현하였다. 사용자 인터페이스를 위해 독립적인 GIU 를 갖춘 프로그램을 Visual Basic 을 활용하여 구성하였고 SolidEdge API 를 활용하여 요구된 기능을 구현하여 코딩후, 컴파일을 통해 독립된 실행파일을 작성하였다. Fig. 11 은 본 예제에서 개발된 시스템을 실행시키고 Pro/Engineer 의 파트패밀리 데이터를 불러들인 것이다. 파트패밀리에 속하는 모든 요소의 이름과 치수정보가 게시되고 그 중에 생성을 원하는 요소를 선택하면 Fig. 12 와 같이 Pro/Engineer 에서 생성된 것과 동일한 형상의 CAD 모델이 구성된다. SolidEdge API 와 Visual Basic 을 활용하여 개발된 이 시스템을

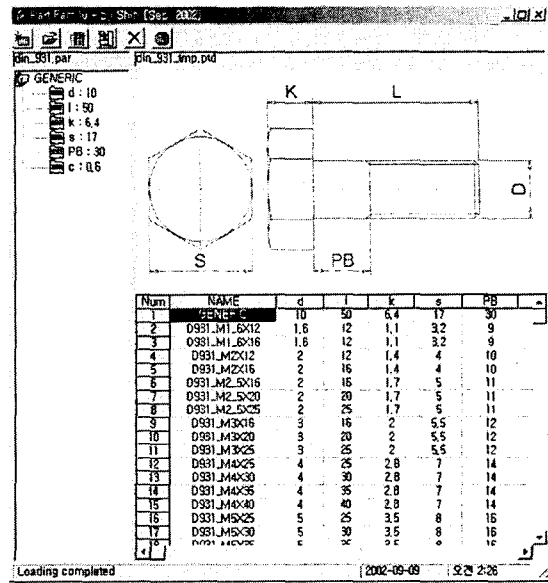


Fig. 11 Part family data sharing system

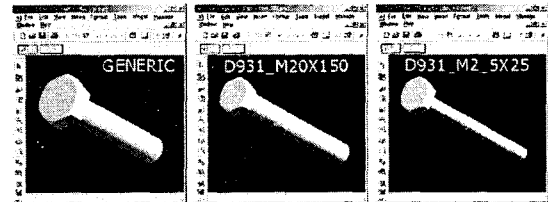


Fig. 12 Reconstructed part family in SolidEdge

통해 Pro/Engineer 의 파트패밀리 데이터를 활용하여 완벽하게 동일한 파트패밀리를 SolidEdge 에 구현할 수 있음을 살펴볼 수 있다. 개발된 시스템을 InstallShield 와 같은 패키징 프로그램을 활용하여 배포할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 주문형 유연 CAD 시스템에 대해서 정의하고 그 개발절차를 제안하였다. 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 있었다. 기존 CAD 시스템의 커스터마이징을 통해 주문형 유연 CAD 시스템을 구현함으로써 특화된 설계 목적에 부합하는 시스템을

구축하여 설계작업의 효율성을 높이고 설계업무를 자동화하고 확장할 수 있음을 확인하였다.

현재 CAD 시스템마다 각기 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 관련된 연구를 진행하고자 한다.

본 논문이 기존의 CAD 시스템을 효과적으로 사용하기 위하여 주문형 유연 CAD 시스템을 개발하고자 하는 설계자들에게 도움을 줄 것이다.

후 기

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

참고문헌

- (1) Jolgaif, M., Hamouda, A.M.S., Sulaiman, S. and Hamdan, M.M., 2003, "Development of a CAD/CAM System for the Closed-Die Forging Process," *Journal of Materials Processing Technology*, In press.
- (2) Adamczyk, Z., Jonczyk, D. and Kociolek, K., 2003, "A New Approach to a CAD/CAM System as a Part of Distributed Environment: Intranet Database," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 133, pp. 7-12.
- (3) Cho, H.Y., Nam, G.J., Oh, B.K., Kim, Y.H., Lee, Y.H., Lee, J.H. and Suh, J., 2003, "A Development of CAD Program for Metal Bellows Diaphragm," *Transactions of KSME*, Vol. 27, pp. 401-408.
- (4) Sakamoto, S., Katayama, T., Yokogawa, R. and Kimura, T., 2001, "Construction of PC-Based Intelligent CAD System for Cold Forging Process Design - Integration of CAD System and Development of Input Method," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 119, pp. 58-64.
- (5) Kao, Y.C. and Lin, G.C.I., 1998, "Development of a Collaborative CAD/CAM System," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 14, pp. 55-68.
- (6) Dong, A. and Agogino, A.M., 1998, "Managing Design Information in Enterprise-Wide CAD Using Smart Drawings," *Computer-Aided Design*, Vol. 30, pp. 425-435.
- (7) Myung, S. and Han, S., 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.
- (8) Song, W., Keane, A., Rees, J., Bhaskar, A. and Bagnall, S., 2002, "Turbine Blade Fir-Tree Root Design Optimization Using Intelligent CAD and Finite Element Analysis," *Computers and Structures*, Vol. 80, pp. 1853-1867.
- (9) Jang, S.H. and Kim, C.W., 2001, "An Intelligent CAD System for Development of Controllers of Active Magnetic Bearings," *KSME International Journal*, Vol. 15, pp. 1108-1118.
- (10) Taylor, P., Alberdi, E. and Lee, R., 2001, "Incorporating Radiological Knowledge in a CAD System," *International Congress Series*, Vol. 123, pp. 593-598.
- (11) Chapman, C.B. and Pinfold, M., 1999, "Design Engineering - A Need to Rethink the Solution Using Knowledge Based Engineering," *Knowledge-Based Systems*, Vol. 12, pp. 257-267.
- (12) Lee, K.H., Lee, J.K. and Park, N.S., 1998, "Intelligent Approach to a CAD System for the Layout Design of a Ship Engine Room," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 34, pp. 599-608.
- (13) Katajamaki, M., 1991, "Knowledge-based CAD," *Expert Systems with Applications*, Vol. 3, pp. 277-287.
- (14) Kwak, B.M., 2001, "Historical Development of Optimal Design and Introduction of a New Concept Software System," *Proceedings of the KSME annual meeting C*, pp. 17 - 21.
- (15) Shin, J.H. and Kwak B.M., 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.
- (16) Lee, S.H. and Kwak, B.M., 2002, "A Versatile Structural Optimization System Based on the Taguchi Method," *Proceedings of the ICES 2002*, Reno, USA.
- (17) Yeom, K.S., Huh, J.S. and Kwak, B.M., 2001, "Development of a Structural Optimal Design Code Using Response Surface Method Implemented on a CAD Platform," *Proceedings of the KSME annual spring meeting C*, pp. 580 - 585.
- (18) Huh, J.S., Han, J.S. and Kwak, B.M., 2000, "Development of a Mechanical Design Tool for MEMS Integrating Commercial Codes," *Korean MEMS Conference 2000*, Taejeon, pp. 1- 7.
- (19) Yu, Y.G., 2003, "Development of a CAD-based General Purpose Optimal Design and Its Application to Structural Shape for Fatigue Life," Master's thesis of KAIST.
- (20) Xu, X.W. and Liu, T., 2003, "A Web-Enabled PDM System in a Collaborative Design Environment," *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, In press.
- (21) Bowland, N.W., Gao, J.X. and Sharma, R., 2003, "A PDM- and CAD-integrated Assembly Modelling Environment for Manufacturing Planning," *Journal of Materials Processing Technology*, In press.
- (22) Oh, Y., Han, S. and Suh, H., 2001, "Mapping Product Structures Between CAD and PDM Systems Using UML," *Computer-Aided Design*, Vol. 33, pp. 521-529.
- (23) Yang, D.Y., Ahn, D.G., Lee, C.H., Park, C.H. and Kim, T.J., 2002, "Integration of CAD/CAM/CAE/FP for the Development of Metal Forming Process," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 125, pp. 26-34.
- (24) Unigraphics Solutions, 2000, Programmer's Guide - Customizing SolidEdge Version 8.
- (25) PTC homepage, <http://www.ptc.com>
- (26) Dassault Systems homepage, <http://www.dsweb.com>
- (27) EDS PLM Solutions homepage, <http://www.eds.com>