

매크로 파라메트릭 방법론을 이용한 CAD 모델의 교환

문두환*, 한순홍**

Exchange of CAD Models Using Macro Parametric Approach

Mun, D. W.* and Han, S. H.**

ABSTRACT

It is not possible to exchange parametric information of CAD (Computer Aided Design) models based on the current version of STEP (Standard for the Exchange of Product model data). The design intent can be lost during the STEP transfer of CAD models. The ISO Parametrics Group has proposed the SMCH (Solid Model Construction History) schema in June 2000 that includes structures for exchange of parametric information. This paper proposes the macro parametric approach that is intended to provide capabilities to transfer parametric information. In this approach, CAD models are exchanged in the form of macro files. The macro file contains user commands which are used in the modeling phase. To exchange CAD models using the macro parametric approach, modeling commands of commercial CAD systems are analyzed. Those commands are classified by the grouping method suggested by Bill Anderson. As a neutral file format, a standard modeling commands set has been defined. Mapping relations between the standard modeling commands set and the native modeling commands set of commercial CAD systems are defined.

Key words : CAD, Data exchange, Parametric, STEP

1. 서 론

인터넷과 컴퓨터의 발달로 각 기업들은 PDM(Product Data Management), ERP(Enterprise Resource Planning), DMU(Digital MockUp) 시스템과 같이, 기업 내부의 설계, 조달, 생산, 출하 판매 등의 기업 내부의 자재의 흐름이나 정보의 흐름을 통합 관리할 수 있는 시스템을 구축하고 있고, 특히 제품의 설계, 생산에 있어서 CAD/CAM(Computer Aided Manufacturing)/CAE(Computer Aided Engineering)를 이용하여 설계 시간의 단축 및 설계의 질을 높여 궁극적으로는 기업의 경쟁력을 높이려고 하고 있다.

기존의 CAD 시스템의 제품 데이터 교환에 사용되는 방법은 두 가지로, 직접 번역 방법과 중립 포맷(neutral format)을 사용하는 것이다. 중립 포맷 방법은

중립 파일을 출력하는 전처리기(pre-processor)와 중립 파일을 입력 받는 후처리기(post-processor)를 각각의 컴퓨터 시스템 업체들이 공급하므로써 이루어진다¹⁾.

현재 사용되고 있는 대표적인 중립 CAD 파일 포맷으로는 STEP, IGES(Initial Graphics Exchange Specification), DXF(Data exchange File) 등이 있는데 이들 중립 포맷들은 나름대로의 한계를 가지고 있다. DXF는 3차원 솔리드 모델에 사용할 수 없다는 단점이 있고, IGES는 비 형상데이터를 포함할 수 없는 문제점이 있다. 제품 데이터 교환에 관한 국제 표준인 STEP은 제품의 형상 정보뿐만 아니라, 전 수명주기에 걸친 모든 데이터를 포함하고 있으나, STEP을 이용하여 제품 데이터를 교환할 경우, 각 CAD 시스템에서 생성된 제품의 파라메트릭 정보를 다른 CAD 시스템에 전달할 수 없다는 단점이 있다.

여러 CAD 시스템 간의 정보 공유를 위한 연구는 STEP, IGES와 같이 CAD 시스템들 사이의 제품 데이터 교환 표준 제정을 통하여 정적인 인터페이스를 구현하는 연구와, CAM-I(Consortium for Advanced

*학생회원, 한국과학기술원

**중신회원, 한국과학기술원

- 논문투고일: 2001. 03. 30

- 심사완료일: 2001. 07. 31

Manufacturing International)에서 제안한 AIS(Application Interface Specification)와 같이 다양한 CAD/CAM 시스템들을 접합시킬 수 있도록, 각 CAD시스템들 사이에 표준화된 API(Application Program Interface)를 제정하는 동적인 인터페이스의 구현에 관한 연구로 나눌 수 있다¹¹⁾.

ENGEN(Enabling Next GENERation mechanical design) 프로젝트에서는 STEP Part 42를 기반으로 사용하고, 매개변수, 설계 이력, 제약조건, 특징형상 정보들을 포함하는 제품 데이터 모델인 EDM(Engen Data Model)을 제안하였다¹²⁾.

Rogério Varra와 Bill Anderson은 2000년 10월에 있었던 ISO STEP 회의에서, 매개변수, 제약조건, 특징형상, 그리고 설계 이력 정보를 표현할 수 있는 SMCH 스키마를 제안하였다¹³⁾.

CAM-1은 형상 모델러의 표준화된 인터페이스인 AIS를 정의하였다. 현재 버전 2.1까지 나와 있으며, 아직까지 특징형상, 공차, 매개변수, 제약조건에 관한 표준 API는 구현되어 있지 않다¹⁴⁾.

OMG(Object Management Group)의 MfgDTF(Manufacturing Domain Task Force)에서는 CAD 시스템의 인터페이스를 표준화하기 위한 프로젝트인, CAD Services V1.0의 RFP(Request For Proposal) 문서를 2000년 3월 15일에 내놓았다.

Hoffman은 특징형상 기반 CAD 모델의 생성을 위한 인터페이스인 E-Rep(Editable Representation)을 제안하였다¹⁵⁾.

지금까지의 연구들은 제품 데이터 교환 표준에 관한 연구와, CAD/CAM 시스템들 간의 표준 명령어 제정에 관한 연구가 별개의 분야로 나누어져 진행되었다. 그러나 본 연구에서는 제품 데이터 교환에 관한 국제 표준인 STEP AP203이, 제품 데이터 교환 시 파라메트릭 정보를 전달할 수 없는 문제점을 해결하기 위해, 중립 포맷으로 사용할 표준 모델링 명령어 집합을 정의한 후, 각 CAD 시스템에서 생성된 모델링 명령어의 집합인 매크로를 교환한다. 이와 같이 설계 이력을 기반으로 제품 데이터를 전달하는 방법인 매크로 파라메트릭 방법론을 소개하고 그 구현 과정에 대하여 설명한다.

2. STEP에서의 파라메트릭 정보 표현

2.1 STEP에서의 제품 데이터 표현의 문제점

STEP은 1984년에 시작하여, 1994년에 표준의 첫 번째 버전이 나왔다. 표준화 작업을 할 경우에는 그 당시

의 기술적 내용을 고정할 필요가 있기 때문에, STEP은 최신의 CAD 시스템이 가지고 있는 기능들을 충분히 반영하지 못하고 있다. 특히, STEP은 현재 매개변수, 제약조건, 특징형상에 관한 표현을 제공하지 못하여 서로 다른 CAD 시스템들 사이에 설계 의도를 전달하지 못하고 있다.

이를 해결하기 위해서는, 최신의 CAD 시스템들이 사용하고 있는 파라메트릭 방법론인 명시적 모델 방법과, 설계 이력 기반 모델 방법을 표현할 수 있는 스키마가 STEP에 정의되어 있어야 한다¹⁶⁾.

2.1.1 명시적 모델 방법론

명시적 모델 방법론에서 모델의 형상을 정의하기 위한 엔티티들이 STEP의 파트 42에 정의되어 있다. 그러나 매개변수들 간의 관계를 정의하고, 형상 요소의 제약 조건을 선언할 수 있는 새로운 자원이 추가되어야 한다. 매개변수 매커니즘에 관해서는 파트 108에 이미 정의되어 있고, 제약 조건의 종류와 범위가 정의되고 있는 중이다¹⁷⁾.

2.1.2 설계 이력 기반 모델 방법론

설계 이력 기반 모델 방법론에서, 모델의 형상을 정의하기 위한 제한적인 CSG(Constructive Solid Geometry) 엔티티들이 파트 42에 정의되어 있다. 그러나 파트 42에서 정의한 CSG 관련 엔티티들은 치수를 매개변수화 할 수 없다. 그리고 모델 생성 작업(construction operation)을 할 때 많이 사용하는 불리언 작업, 돌출, 회전체(rotations) 관련 엔티티들이 정의되어 있으나, 상용 CAD 시스템들이 제공하고 있는 shelling이나 draft 등과 같은, 설계 이력 기반 모델링 기능들의 많은 부분이 정의되어 있지 않고 매개변수화 할 수 없다¹⁸⁾.

2.2 ENGEN 프로젝트

미국에서 수행된 ENGEN 프로젝트의 목적은, 중립 파일을 통한 CAD 데이터 교환 시, 제약조건, 매개변수, 특징 형상으로 표현되는, 설계 의도의 전달 가능성을 증명하는 것이었다.

ENGEN 프로젝트의 주요 프로그램은, 설계 의도와 관련된 정보를 포함하는 EDM이라 불리는 중립 데이터 모델을 개발하여, 서로 다른 CAD 시스템들 사이에서 설계 의도를 포함하는 제품정보의 교환 실험을 하는 것이었다. 이 실험에 사용한 CAD 시스템들은 PTC의 Pro/E, SDRC의 IDEAS, CV의 Cadds5이었다.

그러나 ENGEN 프로젝트의 주요 목적이, 서로 다른 CAD 시스템에서 제약 조건을 포함하는 모델의 교환에 있었기 때문에, EDM에는 설계 이력을 표현하기 위

한 엔터티들이 부족하다^[8].

EDM에서 설계 이력 기반 모델을 표현하기 어려운 가장 큰 이유는, EDM에는 압묵적으로 정의된 오브젝트의 구성요소를 참조할 때 발생하는, persistent naming 문제를 해결하기 위한 방법이 없다는 점이다.

2.3 STEP 파라메트릭스 그룹의 접근 방법

Rogério Varra와 Bill Anderson은 2000년 10월에 SMCH 스키마를 제안하였다. 이 스키마는 매개변수, 제약조건, 특징형상, 설계 이력 정보를 교환할 수 있는 구조를 가지고 있고, 다음과 같은 내용을 다루고 있다.

- 매개변수화 된 특징형상을 포함하는 기하학적으로 구속된 솔리드
- 설계 이력 (history) 기반 모델의 교환을 할 수 있게 하는, 압묵적 엔터티와 작업의 표현
- 기본 솔리드, 다양체 모델 및 기타 솔리드의 불리언 작업을 사용하는 CSG 교환
- AP203을 이용한 B-rep 솔리드 모델인 'current result'의 교환

persistent naming 문제에 대해서 Rogério Varra와 Bill Anderson은, 참조하는 모델 요소를 표현하기 위해서 필요한 엔터티들을, 새로 만들어서 정의하는 방법을 제안하였다. 즉 filleting을 하기 위해서 모델의 한 모서리를 선택하는 경우, 모델 데이터에 선택된 모서리를 정의하기 위해서 필요한, 기하 엔터티들과 위상 엔터티들을 별도로 생성하여 전달함으로써, 모델 데이터를 입력 받는 CAD 시스템들이 참조된 엔터티를 찾을 수 있게 하였다.

3. 매크로 파라메트릭 방법론

3.1 매크로 파라메트릭 방법론

본 연구에서는 서로 다른 CAD 시스템들 사이에서 제품 정보를 교환하는 방법으로, 매크로 파라메트릭 방법론을 제안하려고 한다. 매크로 파라메트릭 방법론은 설계 이력 기반 모델링 방법의 한 종류로, 트랜잭션 로그(log) 파일을 이용한 데이터베이스의 복구에서 힌트를 얻은 것이다. 시스템 사용자들의 설계 의도를 담고 있는 모델링 이력은, 설계자들이 설계 작업을 하면서 사용한 명령어에 잘 나타나 있으므로, 모델링 명령어의 이력에 관한 정보를 갖고 있는, 명령어의 집합인 매크로를 교환하는 것도, 제품 데이터 교환을 할 수 있는 하나의 방법이 된다.

Fig. 1은 매크로 파라메트릭 방법론을 이용한 데이터

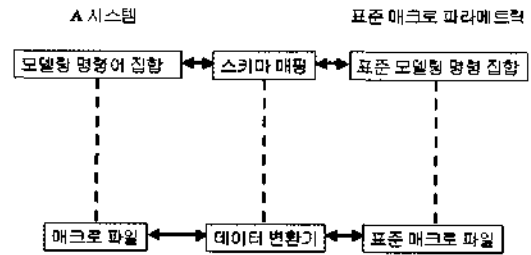


Fig. 1. Architecture of macro parametric.

교환 방법을 보여준다. 매크로 파라메트릭은 크게 상용 CAD 시스템의 명령어 집합과 표준 모델링 명령어 집합 간에 스키마 매핑이 이루어지는 부분과, 상용 CAD 시스템의 매크로 파일과 표준 매크로 파일의 변환이 이루어지는 데이터 변환 부분이 있다. 모델링 명령어 집합은 특정 상용 CAD 시스템에서 사용되는 모델링 명령어의 집합이고, 표준 모델링 명령어 집합은 각종 상용 CAD 시스템의 모델링 명령어 집합을 표준화하여 만든 모델링 명령어의 집합이다. 또 매크로 파일은 모델링 과정동안 CAD 시스템에서 사용한 명령어를 모아 놓은 것으로, CAD 시스템의 모델링 명령어 집합의 부분 집합이다. 다시 말해 매크로 파일은 모델링 이력을 모아 놓은 것으로, 모델링 이력만을 교환함으로써 어느 CAD 시스템에서나 같은 모델을 재생할 수 있게 된다.

데이터 교환은 구체적으로, 일반 상용 CAD 시스템에서 모델링 명령어 목록과 API 목록들의 공통분모를 찾아 표준화하고, 표준 모델링 명령어 집합을 만들어 각 CAD 시스템들의 명령어 집합과의 매핑 관계를 정의한 후, 사용자가 각 CAD 시스템에서 사용한 명령어를 모은 매크로 파일을 표준 명령어 매크로로 변환하여, 각 CAD 시스템들 사이에서 설계 정보를 교환하게 된다.

3.2 표준 매크로 파일과 상용 CAD 시스템들의 매크로 파일

모델링 명령어를 표준화 하기 위해서는 우선 각 CAD 시스템의 모델링 명령어를 조사, 분류하는 작업이 선행되어야 한다. 각 CAD 시스템들의 명령어를 쉽게 비교하기 위해서 명령어들을 그룹핑하였다.

본 연구에서는 CATIA, UG, SolidWorks, Pro/Engineer, IDEAS의 5개 상용 CAD 시스템들의 모델링 명령어를, STEP 파라메트릭스 그룹의 Bill Anderson이 제안한 그룹핑 방법을 사용하여, 특징형상 생성 관련 명령어들을 우선 조사한 후, 2D 스케치 관련 명령어,

Solid 관련 명령어, Surface 관련 명령어, Constraint 관련 명령어들의 4개 분야로 나누어, 각 CAD 시스템들의 명령어들을 조사하였다. 치수 관련 명령어들은 Constraint 관련 명령어에 포함시켰다. 조사된 각 CAD 시스템들의 모델링 명령어들의 공통 분모를 추출하여, 총 159개의 표준 모델링 명령어 집합을 정의하였다¹⁸⁾.

표준 모델링 명령어 집합은 아래와 같이 SKETCH, SOLID, SURFACE, CONSTRAINT의 최상위 ROOT를 가지고 있고 각 ROOT마다 4단계까지 모델링 명령어들을 상세 분류하였다.

ROOT: 4	SKETCH, SOLID, SURFACE, CONSTRAINTS
LEVEL 1: 20 개	Create, Operate, Modify,
LEVEL 2: 61 개	
LEVEL 3: 97 개	
LEVEL 4: 21 개	
TOTAL: 159 개	

Fig. 2는 SOLID 관련 모델링 명령어의 예를 보여주고 있다.

모델링 과정동안 사용자가 사용한 모델링 명령어들을 기록한 매크로 파일이란, 각 CAD 시스템에서 Pro/E의 trail 파일, IDEAS의 program 파일, UG의 macro 파일, CATIA의 SCRIPT 파일, SolidWorks의 swb 파일을 말한다. 기록되는 매크로 파일의 형태를 살펴보면, CATIA와 SolidWorks는 비주얼 베이직 코드 형태로 매크로 파일을 기록한다. Pro/E, UG, IDEAS는 텍스트 형태로 사용자가 행한 작업을 GUI(Graphic User Interface) 수준으로 저장한다.

매크로 파일에 기록되는 정보 중, 데이터 교환 시 중요한 정보들은 다음과 같다.

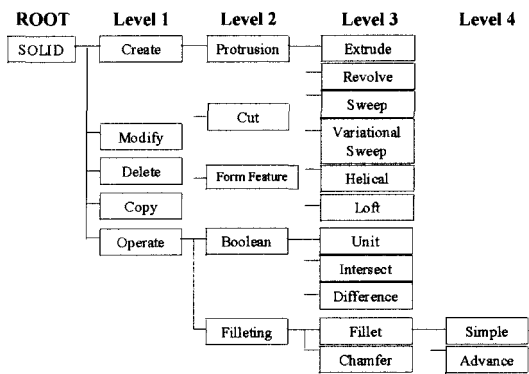


Fig. 2. Example of standard modeling command set.

- 선택된 모델 요소에 관한 정보
- 좌표계의 종류
- 지역 좌표계(local coordinate) 생성 정보

Pro/E는 모델링 하는 도중에 선택된 요소의 이름이 기록되고 real coordinate를 사용한다. IDEAS는 선택된 모델 요소의 이름이 기록되고 screen coordinate를 사용한다. UG의 매크로 파일의 경우는 모델링하는 도중 선택한 요소들의 이름이 기록되지 않고 screen coordinate를 사용한다. CATIA의 매크로 파일에는 사용자가 모델링을 하는 도중에 선택했던 요소들의 이름이 기록되고 real coordinate를 사용한다. 모델 요소를 기록하는 방법으로는 topological naming 방법을 사용한다. SolidWorks의 매크로 파일은 사용자가 선택한 요소들의 이름이, 2D 프로파일의 경우에는 기록이 되고, 3D 솔리드의 경우에는 기록되지 않는다. 그리고 각 프로파일 단계에서 사용된 지역 좌표계 정보가 기록되지 않고 real coordinate를 사용한다.

3.3 매크로 파라메트릭과 SMCH의 비교

파라메트릭 방법론 중에서 SMCH는 Hybrid 방법론을 사용하고, 매크로 파라메트릭은 설계 이력 기반 모델 방법론을 사용한다. 예를 들면, SMCH는 엔터티들 사이의 관계를 명시적으로 정의한 2D 프로파일을 돌출 작업에 사용한다. 그러나 매크로 파라메트릭은 2D 프로파일을 생성할 때도, 설계 이력 기반 모델 방법론을 사용한다. 즉 SMCH는 2D 프로파일을 정의하기 위해서 기하 데이터 및 위상 데이터와 이들 사이의 관계를 명시적으로 정의하나, 매크로 파라메트릭은 기하 데이터나 위상 데이터와는 상관없이, 필요한 인수가 입력된 모델링 명령어의 집합만 있다.

따라서 SMCH에 비해서 매크로 파라메트릭은 간단하고, 일반적으로 모델링 명령어 자체가 파라메트릭 정보를 가지고 있기 때문에, 파라메트릭 정보 전달에 있어서 효과적이다. 또한 매크로 파일은 CAD 시스템들이 이미 제공하고 있는 것이기 때문에, 쉽게 CAD 모델의 교환에 이용이 가능하다.

4. 구현과 실험

4.1 구현 시스템

본 연구에서는 매크로 파라메트릭 방법론을 사용하여 CATIA와 SolidWorks 사이에서 파라메트릭 정보가 포함된 매크로 데이터를 교환하는 실험을 하였다.

구현을 위해서 Microsoft Windows2000을 OS로 사

용하였고, 컴파일러는 MS Visual C++ 6.0을 사용하였다. 교환 시스템의 형상 모델링 모듈을 위해서 ACIS 4.0 커널을 사용하였다.

번역 시스템은 extrusion, pad, blend, cut 특징형상과, line, arc, circle, parallel constraint, perpendicular constraint의 2D 프로파일 엔터티의 번역이 가능하고, SolidWorks에서 CATIA로의 번역 실험을 위한 테스트 시스템으로 개발되었다.

현재 표준 모델링 명령어 집합에는 단품 모델링에 사용되는 명령어들이 정의되어 있기 때문에, 구현한 시스템은 Assembly 모델을 번역을 할 수 없다. 그리고 형상을 제외한 모델의 색상이나 재질과 같은 기타 속성 정보들도 번역이 불가능하다.

Fig. 3는 매크로 파라메트릭 데이터 변환 시스템의

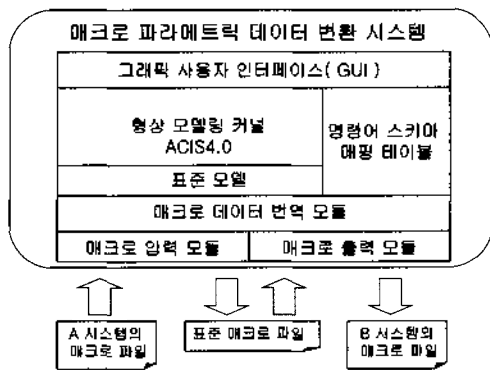


Fig. 3. Architecture of macro parametric translator.

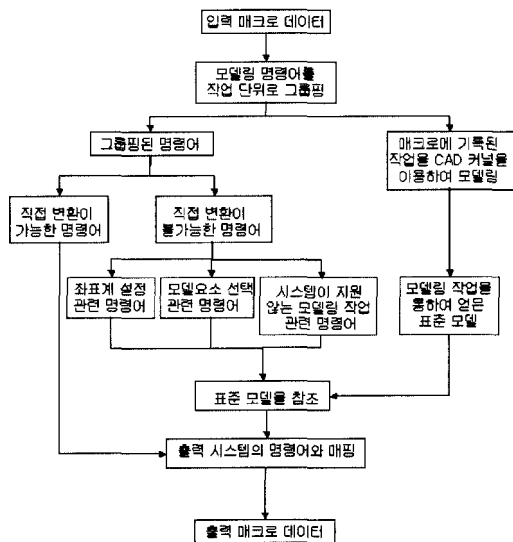


Fig. 4. Translation process.

구성도이다. 시스템은 매크로 입력 모듈, 매크로 출력 모듈, 사용자 인터페이스, 매크로 데이터 번역 모듈로 구성된다. 매크로 데이터 번역 모듈은 형상 모델링 커널, 명령어 스키마 매핑 테이블을 이용하여 매크로 변환을 수행한다.

매크로 데이터 번역 모듈은 매크로 변환 시 참조 모델로 사용하기 위해서 표준 모델을 생성한다. 표준 모델은 변환 시스템 내부에서 입력 매크로와 동일하게 모델링하여 생성한 모델을 말한다.

4.2 번역 프로세스

서로 다른 CAD 시스템의 매크로 데이터를 변환하는 프로세스는 Fig. 4과 같다.

입력 매크로 파일의 모델링 명령어들을 construction 작업 단위로 나눈 후, 직접 변환이 가능한 명령어와 불가능한 명령어로 그룹핑을 하게 된다. 이와 동시에 입력 받은 매크로에 따라 표준 모델을 생성한 후, 직접 변환이 불가능한 명령어를 변환시키는데 표준 모델을 사용한다. 직접 변환이 불가능한 명령어로는 좌표계 설정 관련 명령어, 모델요소 선택 관련 명령어, 시스템이 지원하지 않는 모델링 작업 관련 명령어 등을 들 수 있다.

4.3 표준 모델의 사용

매크로 파일에 기록된 사용자 명령어는, 일반 CAD 시스템이나 모델링 커널의 API에 비해서 high level이다. 이와 같은 특성으로 인해 설계 의도를 효과적으로 전달할 수 있다는 장점이 있는 반면에, 점, 모서리, 면 등과 같은 모델의 세부 정보를 얻기 힘든 단점이 있다.

CAD 모델의 세부 정보는 모델을 구성하는 특징형상의 지역 좌표계를 계산하거나, 각 CAD 시스템마다 암묵적(implicit)으로 생성된 엔터티들을 naming하는 방법이 달라 발생하는, 엔터티 선택 관련 명령어 사이의 매핑 문제를 해결하는데 필요하다.

본 연구에서는 모델의 세부 정보를 얻어오는 문제를 해결하기 위해서, 표준 모델을 이용하는 방법을 사용하였다. 표준 모델은 입력 매크로에 따라 형상 모델링 커널인 ACIS4.0으로 모델링을 한 것으로, 변환하고자 하는 모델의 세부 형상 데이터를 가지고 있다. 변환기는 변환 과정 동안 필요한 형상 정보를 ACIS의 API를 이용하여 얻게 된다.

Fig. 5는 특징형상의 지역 좌표계를 구하는데, 모델의 세부 정보가 필요한 예를 보여주고 있다. 굵은 선으로 나타낸 면을 선택하여 cutting을 할 경우, cut 특징형상의 지역 좌표계는 선택한 면의 normal vector에

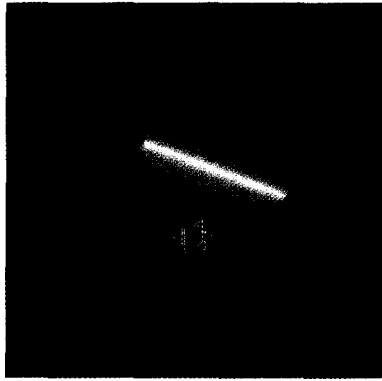
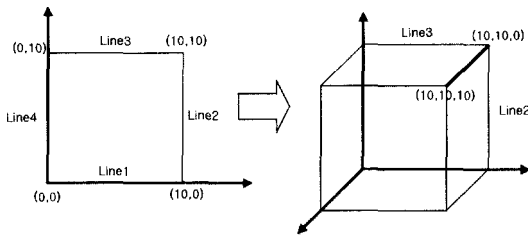


Fig. 5. Using ACIS detail geometric data.



SolidWorks : (10,10,5)에 위치한 모서리
 CATIA : 스케치의 Line2와 Line3의 교점을 Protrusion한 모서리

Fig. 6. Input arguments of entity selection command of SolidWorks and CATIA.

의해서 결정되게 되기 때문에, 면의 형상 데이터를 구하는 것이 필요하다. 변환기에서는 표준 모델에서 선택된 면 정보를 추출하여 면의 normal vector를 구한 후, SolidWorks의 지역 좌표계 정보를 생성하는데 사용한다.

그리고 각 CAD 시스템의 엔터티 선택 명령어에는, 엔터티를 찾는데 필요한 정보가 인수로 들어가는데, 시스템마다 입력되는 정보의 종류가 다르다. 예를 들어 SolidWorks의 경우, 엔터티가 위치하는 3차원 좌표값과 엔터티의 종류가 기록되나, CATIA에서는 위상학적인 방법으로 정보를 입력한다. Fig. 6는 CATIA와 SolidWorks의 엔터티 선택 명령어에 들어가는 인수를 설명한 그림이다. 그림 왼쪽의 스케치를 돌출하여 얻은 정육면체에서 굵게 표시된 모서리를 선택할 경우, SolidWorks에는 "EDGE", 10,10,5와 같이 인수가 입력되나 CATIA에서는("REdge:(Edge:(Face:(Brp:(Pad.1;0:(Brp:(Sketch.1;Line2)))));None:());Face:(Brp:(Pad.1;0:(Brp:(Sketch.1;Line3)))));None:());None:(Limits1:();Limits2:());WithTemporaryBody;WithoutBuildError)",Pad1)과 같이 인수가 입력된다.

따라서 위와 같이 서로 다른 인수들을 매핑하기 위해서는, 모델의 세부 형상 정보가 필요하게 된다. 즉 SolidWorks에서 CATIA로 데이터를 교환할 때, 표준 모델을 이용한 인수 매핑 절차를 Fig. 6의 모서리 정보 매핑의 예로 설명하면 다음과 같다.

- ACIS를 이용하여 표준 모델에서 10,10,5에서 가장 가까운 모서리를 구한다.
- ACIS를 이용하여 구한 모서리의 시작점과 끝점의 z 값을 구하여, 모두 0이면 모서리는 스케치 면에 위치하고, 모두 0이 아니면 스케치 면의 반대쪽에 위치하게 된다. Fig. 6에서 선택된 모서리는 위의 두 경우에 해당되지 않기 때문에 두면 사이에 위치한다.
- 선택된 모서리의 x, y 값과, 스케치의 모서리들의 x, y값을 ACIS를 이용하여 비교한 후, 같은 값을 갖는 모서리가 Line2, Line3임을 알아낸다.
- CATIA의 위상학적인 naming 방법에 따라 엔터티 선택 명령어에 들어갈 인수를 정의한다.

4.4 스케치 정보의 교환

매크로 파일에서 스케치 부분은, 스케치를 할 대상을 정하는 부분에서 시작하여, 특징형상을 정의하는 부분에서 끝이 난다. 예를 들어 표준 매크로에서는 스케치 단계는 'CONSTRAINTS_Create_3DReference_Plane' 명령어로 스케치를 할 면을 선택하는 것으로 시작하여, 'SOLID_Create_Protrusion_Extrude'와 같이 특징형상을 정의하는 명령어로 끝나게 된다. 그 사이에는 사용자가 사용한 2D 모델링 명령어가 기록되어 스케치 정보를 전달하게 된다.

대부분의 상용 3D CAD 시스템에서 지원하는 2D 모델링 기능, 제약 조건의 종류 및 부여 방법은, 시스템마다의 특수 기능을 일부 제외하고는 거의 유사하다. 따라서 2D 모델링 명령어의 매핑에 의해, 제약 조건 정보를 포함한 2D 스케치 엔터티들의 정보를 전달하는 것이 쉽게 이루어진다.

그리고 파일을 이용한 CAD 모델 교환 시 문제가 되는, 2D 제약조건 정보를 주어진 제약조건에 따른 해를 구하여, 다른 CAD 시스템에 그 결과를 전달하는 것이 아니라, 표준 매크로에는 제약조건이 주어졌다는 정보만을 기록하고, 실제로 해를 구하는 작업은 모델을 전달 받은 CAD 시스템의 제약조건 해결자가 담당한다.

4.5 SolidWorks에서 CATIA로의 번역 실험

매크로 파라메트릭 방법론을 이용하여 SolidWorks

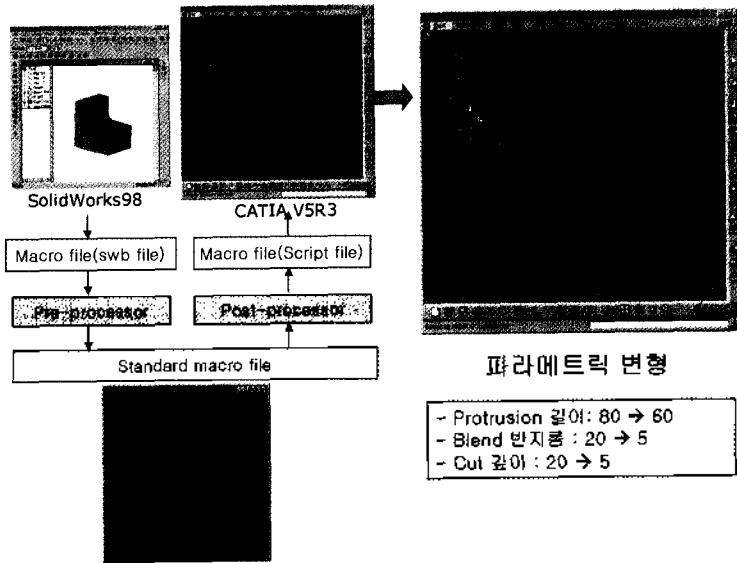


Fig. 7. Experiments of CAD model exchange.

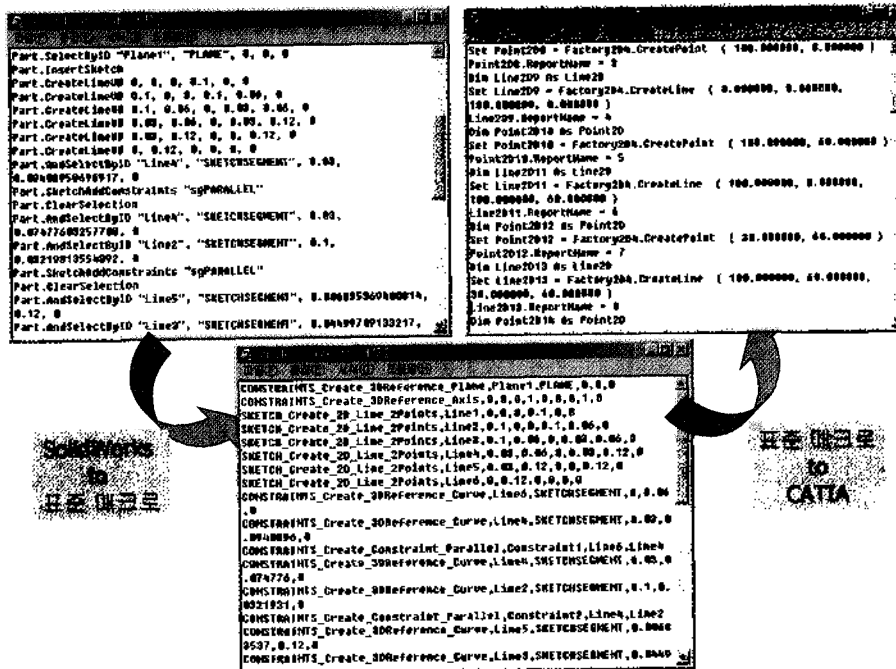


Fig. 8. Example of CATIA, SolidWorks, and Standard macro files.

에서 CATIA로의 테스트 모델의 교환 실험을 하였다. 테스트 모델은 STEP 파라메트릭스 그룹에서 SMCH 스키마를 제한하면서 사용한 L-block 모델을 사용하였다. L-block은 line, arc, circle, parallel constraint, perpendicular constraint 스케치 엔터타와, protrusion,

cut, blend 특징형상을 가지고 있는 모델이다.

설계의도가 포함된 CAD 모델의 매크로 데이터를 CATIA와 SolidWorks 사이에서 교환 할 때, 문제가 되는 점은 크게 두 가지이다. 첫번째는, 두 시스템의 매크로 파일에 기록되는 엔터티 선택 방법이 다르다는

점이고, 두번째는, SolidWorks의 매크로 파일에는 지역 좌표계에 대한 정보가 기록이 되지 않는다는 점이다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서 4.3절에서 설명한 바와 같이 데이터 교환 시 표준 모델을 생성하여, 필요한 상세 형상 정보를 추출하여 두 시스템의 엔터티 선택 명령어를 매핑시키고, 지역 좌표계를 생성하는데 사용했다.

SolidWorks와 CATIA사이에서 L-block모델의 데이터 교환 실험을 한 결과가 Fig. 7과 같다.

그림을 보면 변환된 CATIA의 모델의 특정형상 트리가 나타나 있어, 샘플 모델의 파라메트릭 정보가 SolidWorks에서 CATIA로 전달됐음을 확인할 수 있다. 그림의 오른쪽 부분은 매크로 파일 교환을 한 후에 모델을 파라메트릭 변형한 그림으로, protrusion 길이, blend 반지름, Cut 깊이를 변경했다.

Fig. 8은 본 논문의 실험에서 사용한 SolidWorks, CATIA의 매크로 파일 및 표준 매크로 파일들의 일부 분과, 그 변환 결과를 보여주고 있는 그림이다.

실험에서 blending을 하기 위해서 선택한 모서리와, hole을 파기 위해서 선택한 면 정보를 매핑하는데 표준 모델이 사용됐다. 그리고 CATIA의 매크로 파일 생성 시 필요한 데이터인, 지역 좌표계 정보를 얻기 위해서 표준 모델을 사용했다

5. 결 론

본 연구에서는 사용자가 설계 과정에서 행한 모델링 명령의 집합인 매크로를 이용하여, 서로 다른 CAD 시스템들 사이에서 제품 정보를 교환하는 매크로 파라메트릭 방법론을 제안하고, CATIA와 SolidWorks 사이에서 매크로 데이터 교환 실험을 하여 매크로 파라메트릭 방법론의 가능성을 보였다.

교환 시스템을 구현하기 위해서, 각 CAD 시스템의 명령어들을 SKETCH, SOLID, SURFACE, CONSTRAINT로 그룹핑을 한 후, 중립 포맷으로 사용할 표준 모델링 명령어 집합을 정의하였다. 그리고 교환 시스템에서 데이터 교환을 할 때, 좌표계 설정 관련 명령어, 모델요소 선택 관련 명령어, 모델링 작업 관련 명령어 등이 달라, 직접 번역이 불가능해지는 문제를 해결하기 위해서, 교환 시스템의 표준 모델 생성 모듈에서 솔리드 모델링 커널 ACIS 4.0을 이용하여 '표준 모델'을 생성하여 필요한 정보를 구하는 방법을 제안하였다.

향후 과제로는 Fig. 9(b)와 같이 각 CAD 시스템에서 생성하는 매크로 파일을 이용하지 않고, 모델링

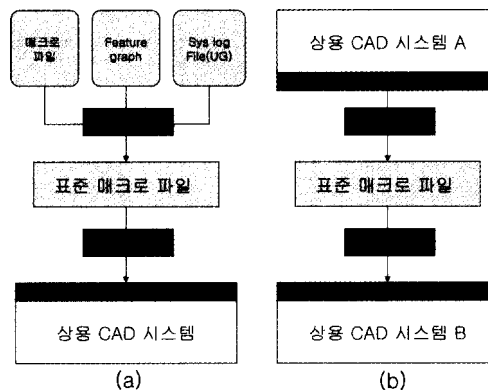


Fig. 9. Architecture of future systems.

과정 중 사용자가 행한 명령어들을 CAD 시스템들이 지원하는 프로그래밍 API를 사용하여 표준 매크로로 직접 매핑하고, 이 표준 매크로에 프로그래밍 API를 적용하여 직접 모델을 생성하는 방법이나, Fig. 9(a)와 같이 표준 매크로로 매핑을 할 때는, CAD 시스템이 생성하는 매크로 파일과 UG의 syslog 파일과 같은 보조 파일을 이용하고, 표준 매크로 파일로부터 모델을 생성할 때는 CAD 시스템들이 지원하는 프로그래밍 API를 이용하는 방법에 관한 연구가 필요하다.

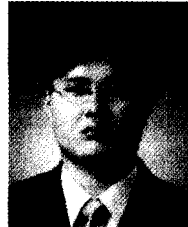
본 연구에서는 서로 대응되는 모델링 명령어들에 입력 값으로 사용되는 인수들을 매핑하기 위해서 표준 모델을 생성하였다. 그러나 이와 같은 방법을 사용할 경우, 매크로 데이터 변환 시스템의 표준 모델 생성 모듈은, 상용 CAD 시스템의 모델링 기능을 모두 구현해야 하는 문제점이 있어, 이를 해결하기 위한 연구가 필요하다.

그리고 모델 변경에 따라 패치 파일들이 늘어나면 한번씩 전체 파일을 정리해 주는 작업이 필요하고, 설계자의 수준에 따라 모델링 방법이 달라지므로, 매크로 파일을 정리하거나 최적화하는 문제에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. STEP 연구회, "제품 모델 정보 교환을 위한 국제 표준(ISO 10303) STEP," 성안당, 1997년 6월.
2. CAM-I, "Application Interface Specification (AIS) Version 2.1," (2 vols.), Technical Report R-94-PM-01, Consortium for Advanced Manufacturing International, Inc., Bedford, TX, 1994.
3. Anderson, B., "ENGEN Data Model: a neutral model to capture design intent," PROLAMAT98, 1998.

4. Pratt, M. J., "Extension of the Standard ISO10303 (STEP) for the exchange of parametric and variational CAD models," PROLAMAT98, 1998.
5. Michael J. Pratt, Akihiko Ohtaka, "Parametric Representation and Exchange: Preparatory knowledge about history based parametric model," ISO TC184/SC4/WG12 N189.
6. Rogério Barra, Bill Anderson, "Draft Implementor's Guide Solid Model Construction History," DRAFT Minutes of WG12 Parametrics Meeting, October, 2000.
7. Michael J. Pratt, "Provision of an Explicit Constraints Schema in the STEP Standard," In W. Strasser, R. Klein, and R. Rau, editors, Geometric Modeling: Theory and Practice. Springer-Verlag, 1997.
8. 오유천, 문두환, 한순홍, "설계 이력을 기반으로 한 매크로 파라메트릭의 표준 모델링 명령어 집합," 산업공학회 학술발표회, 2000년 11월.
9. Magleby, S. P. and Jackson, D. B., "A Standardized Application Interface for Geometric Modelers," IFIP TC5/WG5.2 Working Conference on Geometric Modeling for Product Engineering, June, 1990.
10. Hoffmann, C. M. and Juan, R., "EREP: An editable high-level representation for geometric design and analysis," Proc. IFIP WG5.2 Workshop on Geometric Modeling in CAD, 1992.
11. 문두환, "매크로 파라메트릭 방법론을 이용한 CAD 모델의 교환," 석사학위 논문, 한국과학기술원, 2001년 2월.
12. ISO/WD 10303-108, Product data representation and exchange: Integrated application resource: Parametrization and constraints for explicit geometric product models.
13. 이영준, 고광욱, 유상봉, "STEP을 이용한 CAD 데이터 변환 시스템의 구현," 한국CAD/CAM학회논문집, 제1권, 제2호, pp. 87-96, 1996.



문 두 환

1999년 고려대 기계공학과 학사
 2001년 한국과학기술원 기계공학과 석사
 2001년~현재 한국과학기술원 기계공학과 박사과정
 관심분야: Parametric Design, CAD Data Exchange, Intelligent CAD, E-Commerce, DB Design



한 순 홍

1977년 서울대 조선공학과 학사
 1979년 서울대 조선공학과 석사
 1985년 영국 Newcastle대 석사
 1990년 미국 Michigan대 박사
 1979년~1992년 해사기술연구소(현재 기계연구원)
 1993년~1995년 한국과학기술원 자동화설계공학과
 1996년~현재 한국과학기술원 기계공학과
 관심분야: CAD모델표준(STEP), Intelligent CAD, 설계전문가시스템, 형상모델링 커널