
 論 文

大韓造船學會論文集
 第 32 卷 第 4 號 1995 年 11 月
 Transactions of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 32, No. 4, November 1995

개방형 형상모델러의 시스템 설계

한순흥*, 최국헌**, 명세현***

A Framework for the Geometric Modeler with Open Architecture

by

S.- H. Han*, G. H. Choi** and S. H. Myung***

요 약

국내에서 사용되고 있는 CAD/CAM 시스템들은 모두 도입한 제품들로, 그 구조가 폐쇄형으로 되어있기 때문에, 원천기술을 갖고있지 못한 후발 개발자들은 그 내부구조를 파악하기 어렵다. 근래에 정보기술분야에서 개방형 구조를 갖는 시스템들이 등장하여 좋은 기회를 제공하고 있다. 이 글에서는 개방형 구조를 갖는 형상모델러를 개발하기 위하여 그 시스템설계를 수행한 내용을 소개한다. 기존의 유사한 형상모델러들을 조사분석하여, 새로운 시스템이 갖추어야하는 기능들을 파악하였으며, 공학설계의 전 과정을 형상모델러가 유연하게 지원하기 위하여 복잡다양체를 지원하는 자료구조를 갖는 것이 필요하다고 판단하였다. 이를 토대로 개방형 구조를 갖는 형상모델러의 골격에 대한 기준모델이 제안되었다. 이러한 기준모델과 자료구조, 그리고 공통의 개발환경은 시스템 개발을 위한 여러사람의 참여와, 업무분담, 그리고 분담개발된 요소기능들의 통합을 지원하는 유효한 수단이 될것이다.

Abstract

The use of CAD/CAM systems is growing fast in the shipbuilding industry. To develop a geometric modeler, the existing CAD/CAM systems have been analysed. Because existing systems have closed architectures, it is not easy to investigate the internal structures. However, new trends in the software engineering, open architected systems, pose some possibility to develop the geometric modeler. Several geometric modelers are analysed to extract component functions and modules. ACIS of the Spatial Technology, AIS of the CAM-I consortium, the STEP part for the geometry and

접수일자 : 1994년 8월 29일, 재접수일자 : 1995년 8월 3일

* 정회원, 과학기술원 자동화및 설계공학과

** 현대정공-과학기술원 박사과정

***과학기술원 박사과정

topology, CAD*I of the ESPRIT project, and domestic modelers are investigated. Based on this analysis, a reference model which shows the framework of the modeler is proposed. With the data structure supporting non-manifold topologies, the reference model can be used to encourage a cooperative development program.

약 자 설 명

AIS : Application Interface Specification
 API : Application Procedure Interface,
 Application Program Interface
 AVS : Application Visualization System
 B-Rep : Boundary Representation
 CAD : Computer Aided Design
 CAM : Computer Aided Manufacturing
 CIM : Computer Integrated Manufacturing
 CSG : Constructive Solid Geometry
 D & T : Dimension and Tolerance
 ESPRIT : European Strategic Programme
 for Research and Development
 in Information Technology
 FEM : Finite Element Method
 GUI : Graphical User Interface
 HCI : Human Computer Interface
 HLMMI : High Level Model Manipulation
 Interface
 ISO : International Standard Organization
 NC : Numerical Control
 NURBS : Non-Uniform Rational B-Spline
 PHIGS : Programmer's Hierarchical
 Graphical System
 STEP : Standards for the Exchange of
 Product Model Data
 TC : Technical Committee

1. 시스템 개발의 필요성

1.1 개방형 모델링 커널의 필요성

CADDS나 CADAM, CATIA, Intergraph, Pro/Engineer, AutoCAD, ME10과 같은 많은 상업용 CAD 시스템들은 하드웨어, 운영체제, 그래픽스 라이브러리, 데이터 구조, 알고리즘 등 시스템을 구성하는 모듈들이 모두 독자적으로 개발된 것으로, 사용자는 턴-키 방식으로 도입하여 시스템을 단순히 사용할 뿐이지 그 내부구조에 접근할수 없었다. 이러한 구조를 폐쇄형 구조라고 하며, 근래에 CAD 시스템들은 폐쇄형구조에서 개방형구조로 변화하고 있다.

이러한 변화는 사용자의 요구에 의해서도 추진되고 있다. 컴퓨터를 이용한 설계와 생산작업의 통합화를 이루기 위해서는 CAD 시스템 또는 CAD 시스템의 핵심기능인 형상모델러와 외부 프로그램과의 접속기능이 요구된다. 예를 들면 FEM 해석을 위한 메쉬 생성, CAM을 위한 NC 코드 생성을 위해서는 형상정보의 처리가 요구된다. 이렇게 외부 모듈과의 접속을 지원하기 위해서는 개방형 구조가 유리하다.

최근에는 개방형 구조를 가진 형상모델러가 출현하고 있는데, 미국 Spatial Technology사의 ACIS를 예로 들면, 데이터 구조를 객체지향의 클래스와 객체로 구성하고, 그 내부구조를 사용자가 볼수 있도록 하고 있다 [14,18,19,24]. 솔리드 모델러와 곡면 모델러는 이러한 자료구조를 바탕으로 구성된 알고리즘들의 집합체로 구성되어 있다. 사용자는 라이브러리 형태로 제공된 알고리즘들을 적절히 구사하여 개별적이고, 사용분야의 특성에 맞춘 응용 프로그램을 개발할수 있다. Table 1은 개방형 구조를 갖는 형상모델링 커널들의 특성들을 보여준다.

이러한 기술 추세를 감안할때 개방형 구조를 갖는 형상모델링 커널 (Kernel)을 개발하는 것이 바람직하다. 개방형 구조는 우리나라의 부족한 형상모델링 분야의 연구자원을 고려할때도 바람직하다. 고유의 독자적인 시스템을 한개의 조직에서 모두 개발하기 위해서는 많은 연구자원이 투입되어야 하나, 개방형 구조는 독립적인 모듈을 통합하는 방식이므로 여러 조직간의 업무분담이 가능하다. 개방형구조의 골격은 국내의 부족한 연구자원을 집중시키는 방법이 된다.

1.2 복합다양체를 지원하는 모델러의 필요성

우선 자료구조 (Data Structure)와 관련하여 사용되는 용어들에 대하여 그 의미를 정립할 필요가 있다. 현재 사용되고 있는 비다양체 자료구조라는 단어는 영어의 Non-Manifold Data Structure를 직역한 것이나, 그 의미가 원래의 뜻을 잘못 전달할 가능성이 많으므로 용어의 선택에 대한 정리가 필요하

제품명	Parasolid	ACIS	DesignBase	CV/DORS/3D	Shapes
개발	EDS	Three Space Applied Geometry	일본 Rico	Computervision	XOX
판매	EDS	Spatial Technology	일본 Rico	Computervision	XOX
주요 기능	기본형상생성, 집합연산, Fillet 생성, Local Operation, 곡면생성기능, Feature 기능, 속성 Data부기	기본형상생성, 집합연산, Fillet 생성, 곡면생성기능, 속성 Data부기	기본형상생성, 집합연산, Fillet 생성, Local Operation, 곡면생성기능, Parametric변형	기본형상생성, 집합연산, Fillet 생성, 곡면생성기능, Database 기능, Wireframe, Surface Modeler	기본형상생성, 집합연산, Fillet 생성, 곡면생성기능, Assembly 기능, 속성기능
언어	C	C++	C, C++	C, Fortran, C++	C, Lisp
곡면 기능	2차곡면과 NURBS, Sweep, Skinning, Offset면 생성, 사용자가 정의 하는 자유곡면	2차곡면은 Kernel이 처리, 자유곡면은 AGLib가 처리	2차곡면과 Bezier, 각종 Gregory곡면, NURBS, Sweep, Skinning, Offset면 생성, 곡면형상제어 기능	2차곡면과 NURBS, Sweep, Skinning, Offset면 생성	2차곡면과 NURBS, Sweep, Skinning, Offset면 생성
비다양체 지원	지원 안됨 개발중	비다양체의 자료구조를 지원	Pseudo-Non-Manifold	지원 안됨 개발중	지원 함

Table 1 형상 모델링 커널의 기능비교 [10]

다. 원래 Non-Manifold란 용어는, 기존의 솔리드 모델러들이 2-Manifold 자료구조 만을 다룰수 있는데 반해서, 1-Manifold나 0-Manifold를 다룰수 있는 새로운 자료구조를 뜻하는 것이다. 따라서 본래의 뜻을 전달하기 위해서는 혼합다양체나 복합다양체라는 용어를 사용하는 것이 적합할 것이다. 이 글에서는 비다양체 대신에 복합다양체라는 용어를 사용한다. 최근에는 복합다양체 대신에 胞複體 (Cell Complex) [3,11,13]라는 대수적 위상기하학 (Algebraic Topology)의 이론을 도입하여, 좀더 합리적인 접근을 시도하고 있다.

가공이나 생산을 주로 염두에 둔 모델러, 즉,

CAM 분야에 주로 이용되는 형상모델러의 경우에는, 가공이 가능한 물체를 항상 다루기 때문에 2차원 다양체 (2-Manifold) 만을 중요시 하였다. 따라서 가공이 불가능한 다양체를 비다양체라고 부를수 있으나 [1], 설계를 지원하는 형상모델러의 입장에서는 여러가지 다양체를 함께 지원하는 모델러가 필요하다.

형상모델링의 관점에서 보면 초기에 종이나 수첩에 그려진 간단한 스케치로 부터 시작하여, N/C 공작기계를 구동하기 위한 완벽한 제품정보 (솔리드 모델)에 이르는 과정까지 형상이 점차 구체화 되고 상세화 된다. 이 과정에 많은 양의 정보가 생성되어 추

가되어야 한다. 구체적으로는 직선이나 곡선 만으로 묘사된 제품, 즉 와이어프레임 (Wireframe) 형태의 형상으로 부터 시작하여, 완벽한 솔리드 모델 (Solid Model)에 이르는 과정이 통합된 환경하에서 지원되어야 CIM 환경이 구축될수 있다. 이렇게 와이어프레임 형태의 형상모델과 솔리드 모델을 한개의 자료구조를 이용해 지원하는 형상모델러는 과거에는 존재하지 않았으며, 복잡다양체 자료구조가 이러한 기능을 지원할수 있는 새로운 기술로 이용되고 있다. Fig. 1 은 스케치로부터 시작하여 자동가공이 가능한 솔리드모델로 변환되는 설계의 단계와 형상모델의 상세화 과정을 보여준다.

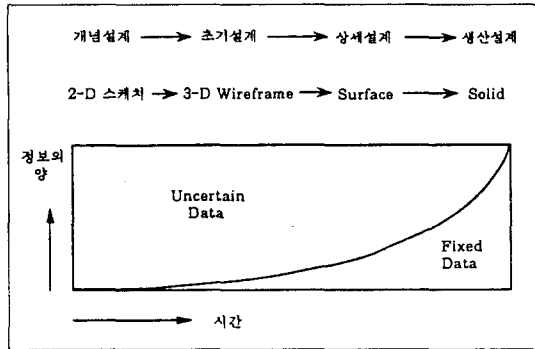


Fig.1 설계의 단계와 형상모델의 변화

설계 도중의 한 순간에는 여러가지의 다양체 (Wireframe, Surface, Solid)가 공존하는 것이 자연스럽고, 이렇게 여러가지 차원을 가진 물체들을 동시에 처리할수 있는 모델러가 필요하다. 근래에 많은 연구가 진행되고 있는 특징형상 모델링의 경우에도, 특징형상 (Form Features)의 표현이 솔리드의 형태로 한정되지 않는다 [13]. 그밖에 복잡다양체의 필요성을 뒷받침하는 예로 FEM 메쉬 생성과 같이 솔리드 내부에 추가적인 면과 노드가 존재하는 Cell 구조를 지원할수 있는 모델러가 거론된다.

2. 기존 형상모델러의 분석

개방형 구조를 갖는 몇가지 형상모델러를 조사하여 그 기능을 분석하였다. Table 1에 보여진 상업용 커널들을 포함한 주요한 모델러들의 기능으로 부터 앞으로 개발될 모델러의 필요기능을 도출할수 있다. Fig. 2 는 이상적인 형상모델러의 구조를 보여주는 데, CSG와 B-Rep을 모두 갖고 있어서 사용자의 필

요나 편의에 따라 두가지를 자유롭게 이용하여 형상 조작을 하고, 한쪽에서 변경된 내용은 내부에서 자동적으로 정리가 된다. 현재로는 CSG에서 B-Rep으로의 변환이 경계처리 (Boundary Evaluation)라는 기능을 통해 이루어지지만, 그 반대 방향으로의 변환은 일반적으로 자동화가 불가능하다.

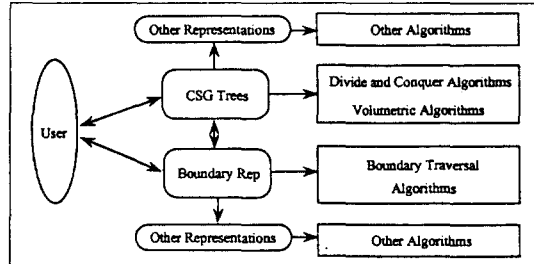


Fig.2 이상적인 형상모델러의 구조 [1]

2.1 ACIS

ACIS는 미국의 Spatial Technology사를 중심으로 상업화된 형상모델링 커널로 현재 버전 1.5 까지 제공되고 있다. 형상모델링의 주요 핵심 기능들을 라이브러리 형태로 제공하여, 특수한 목적의 전용 CAD를 쉽게 개발할수 있도록 지원한다. 이 커널에 모델 가시화와 명령어 처리 등의 사용자 인터페이스를 추가하여 일반 CAD 시스템 처럼 개발한 것이 Personal ACIS이며, 최근에는 이 두 기능을 합쳐서 ACIS 3D Toolkit이라는 상품을 Window NT 환경과 엔지니어링 워크스테이션 환경에 함께 사용하도록 하였다 [14,18,19,24]. Fig. 3 은 ACIS의 내부 구조를 보여준다.

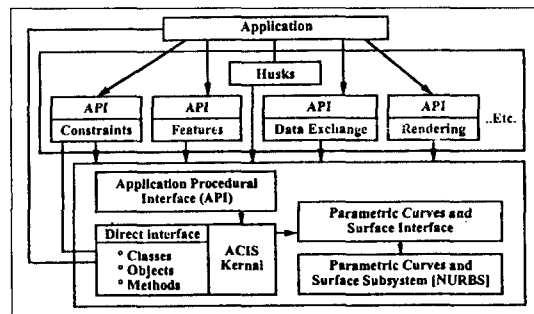


Fig.3 ACIS의 구조 [18]

복합다양체의 처리는 계속 보완하고 있으며, 버전

1.5에는 Cell Topology Husk라는 모듈을 추가하였다. 이와 같이 커널이라는 핵심 기능에 Husk라고 불리우는 기능들을 추가해 나가고 있다. Husk 란 커널과 응용프로그램의 중간에 위치하는 것으로 여러 응용프로그램에서 같이 이용될수 있는 범용성 있는 기능들을 모아놓은 것이다. 곡면의 처리는 그동안 AGLib라는 외부에서 별도로 개발된 라이브러리를 이용하였으나, 버전 1.5에는 자체의 라이브러리로 대체하여 좀 더 통합되고 안정된 기능을 제공한다.

API (Application Procedure Interface) 메뉴얼에는 API 기능함수가 223개, Spline Interface 기능함수가 152개 제공되고 있다. 152개의 Spline Interface는 다시 Parametric surface interface 68개, Object-space curve interface 53개, Parameter-space curve interface 31개로 나누어진다.

2.2 CAM-I

CAM-I는 미국내의 생산자동화에 관련된 컨소시엄으로, 생산관리나 오차관리 (Tolerance Management) 등에 관한 연구와 회의를 주관해 오고 있으며, 회사사들의 다양한 CAD/CAM 시스템들을 접합시킬수 있도록 형상모델러의 표준화된 AIS (Application Interface Specification)를 마련하였다. Fig. 4 는 AIS의 개념을 보여준다 [6,7,8].

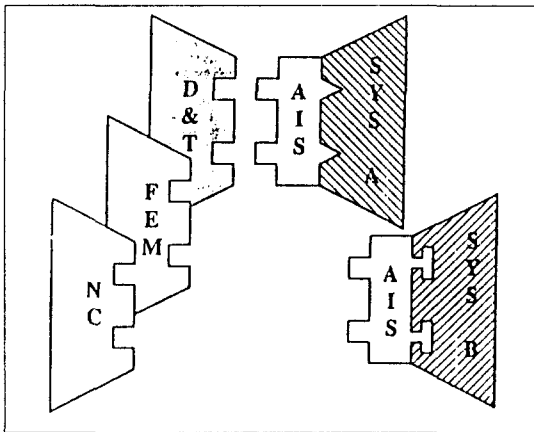


Fig.4 CAM-I의 AIS 개념 [8]

AIS 2.0을 구성하는 기능함수들은 모두 388개로 이들은 다시 40개의 Category로 분류되어 있다.

ACIS의 API와 CAM-I의 AIS와의 관련성은 ACIS가 AIS 1.0을 기반으로 개발이 시작된 것으로 판단되며, 필요한 기능들이 추가되어 AIS 2.0과는 차이가 있다.

AIS와 STEP과의 관련성은, 객체지향의 개념이나 표준화, 그리고 용어정의 등에 대해 가능한 두가지를 일치시키려는 노력을 하였다. 다른점은 STEP이 자료 접속 (Data Interface)에 중점을 두기 때문에 정적인 (Static) 인터페이스를 구성하나, AIS는 기능함수 접속 (Functional Interface)을 주로 다루므로 동적인 (Dynamic) 인터페이스를 구성한다는 것이다.

2.3 STEP의 형상표현

ISO의 표준으로 제정작업이 진행중인 STEP에서는 ISO10303의 Part 42에서 형상표현을 다루고 있다 [20,21,22]. Part 42는 크게 세 부분으로 나누어서 기하 (Geometry)에 대한 부분, 위상 (Topology)에 대한 부분과, 형상모델 (Geometric Shape Models)에 대한 부분으로 이루어져 있다. 형상모델은 B-Rep과 CSG를 근간으로 표현되며, 그밖에 Sweep, Half-space 등을 포함한다. 복합다양체 (Non-manifold)의 처리는 한정된 범위내에서 다루어진다.

2.4 CAD*I

CAD*I 프로젝트는 유럽의 ESPRIT 프로젝트의 일부분으로 STEP의 Part 42 과제와 많은 연계를 갖고 있으며, Fig. 5 에서와 같이 CAM-I의 AIS를 이용하고 있다 [4,5,9]. 이와 같이 서로 다른 조직에서 추진되고 있는 모델러들이지만, ACIS, AIS, STEP, CAD*I는 서로 참조되고 연관성을 갖고 있다.

2.5 국내의 모델러

국내의 형상모델링에 관련된 연구는 과학기술연구원 (KIST)과 기계연구원 (KIMM)의 CAD/CAM 실, 시스템공학연구소 (SERI) 등의 연구기관과, 과학기술원, 서울공대, 포항공대 등의 대학을 중심으로 추진되어 왔으며, 근래에는 삼성종합기술원, 삼성데이터시스템, 큐빅테크와 같은 산업계에서의 연구도 이루어지고 있다. 또한 1993년 부터 G-7의 첨단생산시스템 과제의 일부로 설계자동화 과제가 시작되

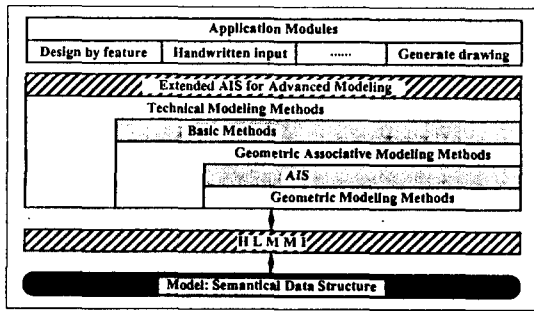


Fig.5 CAD*의 구조 [9]

이 산학연의 공동연구가 본격적으로 시작되었다 [12,15,16,17,23,26].

기존의 연구로는 몇가지를 들수 있는데, KIST CAD/CAM실에서 금형CIM과제의 일부로 추진된 연구는 서울대와 과학원과의 공동연구로 추진되어 많은 성과를 얻었다. 그것은 형상모델러를 포함한 CAD 시스템을 개발하는 것으로, 기존의 폐쇄형 구조를 갖는 시스템으로 평가된다. 또 삼성종합기술원에서 Smart CAD라는 2차원 CAD 시스템이 개발되어 삼성그룹내에서 사용되고 있으며, 삼성데이터시스템을 통하여 판매도 이루어지고 있다. 이러한 2차원 CAD 시스템은 과거에 시스템공학 연구소에서도 개발되었던 실적이 있다. 큐빅테크를 포함한 몇개 중소기업은 NC 가공경로 생성과 같은 CAM 기능을 주로 갖는 제품을 개발하여 판매하고 있다.

3. 기준모델의 제안

현재 형상모델링 커널로 많이 알려진 ACIS는 국내의 몇 기관에서 도입하여 사용하고 있는데, 소개된 만큼 높은 수준의 구조를 갖고 있지 않은 것으로 판단되고 있다. 복합다양체 자료구조에 대한 지원 부분이 중요한 기능으로 여겨지는데, ACIS에서의 복합다양체 지원은 효과적이지 못하다. 또한 곡면모델러의 경우에는 다른 회사에서 개발된 것으로, 처음부터 같은 기준모델을 갖고 함께 개발된 것이 아니라 나중에 합쳐진 것이기 때문에 여러가지 문제점을 노출하고 있다.

본 연구에서는 객체지향 모델링 기법의 도입과 유사 시스템의 분석을 통해 형상모델링 시스템에 대한 기준모델을 마련하였다. 이렇게 마련된 기준모델은

연구 참여자들에게 공동의 목표를 설정하는 역할을 하게되며, 이로부터 업무분담과 일관성 유지를 동시에 추구할수 있는 방법이 마련된다. Fig. 6은 제안된 시스템의 기준모델을 보인 것이다.

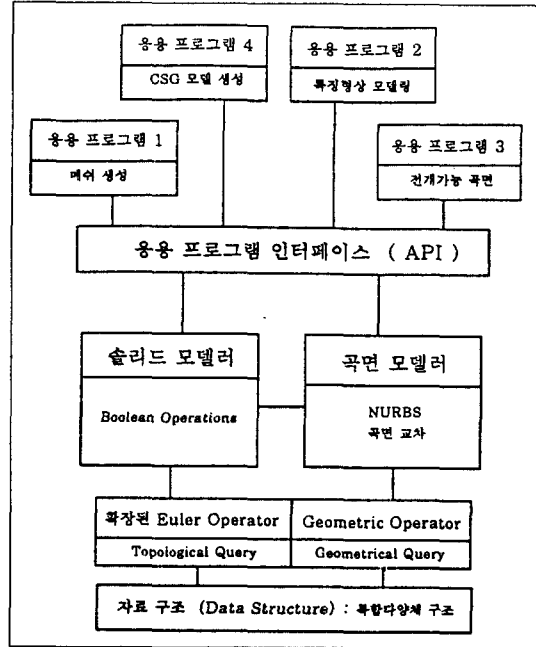


Fig.6 기준모델의 골격

3.1 골격

본 연구에서는 다양한 전문성을 갖는 연구 주체들이 협동작업으로 짧은 시간안에 형상모델링 시스템을 개발할수 있도록 시스템 설계를 수행하여 기준모델을 제안하였으며, 제안된 기준모델의 골격은 다음과 같은 특성을 갖고 있다. [4,5]

- 기준모델을 통한 연구 참여자의 공동 목표 지향 : 기준모델이라는 합의된 공동의 목표를 설정해 놓으면, 연구 참여자 간에 목표를 공유하게 되므로 다양한 참여자에 의한 협동연구가 가능해진다.

- 개방형 구조 (Open Architecture) 지향 : 소프트웨어 뿐만이 아니라 하드웨어 적으로도 다양한 요소기술이 접합되어 전체 시스템을 구성할수 있는 구조가 되도록 하며, 이때 객체지향 방법론이 큰 역할을 할 것이다.

- 객체지향 모델링 : C++ 등의 객체지향 프로그래밍 언어를 사용하여 클래스와 객체를 구성하며, 이를 통해 데이터구조를 실현 시킨다. 하드웨어 시스템의 경우에 비교하면 부품조립에 의한 시스템 구성이 가능한 형태를 유도한다.

- 설계지향 모델러 : 설계자의 설계절차를 자연스럽게 지원하는 형상모델러를 구현하며, 그것은 와이어프레임 모델과 곡면모델, 그리고 솔리드모델이 한 시점에 혼합되어 존재하는 것을 말한다. 이를 위해 기준모델은 복잡다양체를 지원하는 자료구조를 갖는다.

- 응용 프로그램 인터페이스 (Application Program Interface : API) : API란 CAM-I의 AIS에 해당하는 것으로, 응용 프로그램을 작성할 때 필요한 형상모델러의 요소기능을 라이브러리 형태로 정리해 놓은 것을 말한다. 이러한 API가 잘 정리되면 응용프로그램 개발과 커널 (Kernel) 이라고 할수 있는 공통 요소기능의 개발작업을 분리할수 있다.

3.2 자료구조

앞에서의 분석을 통해 복잡다양체를 지원하는 자료구조를 갖는 것이 요구되며, 그것을 구현하는 방법으로 세가지의 생각을 볼수 있다.

1) 와이어프레임 (Wireframe), 면 (Surface), 입체 (Solid) 세가지 다른 다양체에 대하여 별도의 자료구조를 갖고, 설계의 단계에 따라 변환 모듈을 만든다. 이것은 이미 존재하는 시스템들 간에 변환모듈을 이용한 접속으로 가능하므로 가장 손쉬운 방법으로 생각될수 있다. 하지만 와이어프레임에서 솔리드로 변환하는 것이 자동화하기 어려우며, 설계를 지원하기 위해 서로 다른 차원을 갖는 물체들의 공존 (Mixed Dimension)이 요구되며 이것을 처리하는 것이 불가능하다.

2) 이원적 자료구조 : 완벽한 솔리드를 표현하는 2-다양체 (2-Manifold) 자료구조를 기본으로 하고, 필요시에 복잡다양체 (Non-2-Manifold)를 처리하는 추가적인 자료구조를 덧붙이는 방법이다. 이 방식은 기존의 자료구조나 알고리즘들을 기반으로 이용할수 있으며, 복잡다양체를 지원하기 위하여 추가되는 부분을 항상 갖고 있을 필요가 없기 때문에 자료

구조의 경량화를 피할수 있다. ACIS나 STEP에서는 이 방식을 추구하는 것으로 여겨진다.

3) Wireframe 중심의 모델러 : 설계를 지원하는 형상모델러가 되기 위하여 포복체를 바탕으로 하는 자료구조를 가지며 언제나 복잡다양체를 지원한다. 와이어프레임 모델링을 기본으로 하며 필요에 따라 Skinning, Filling 작업을 통해 면이나 입체를 표현한다. 설계자들이 대부분의 경우에 와이어프레임으로 작업을 하며, 렌더링이나 충돌확인 (Interference Check)을 위해 면이나 입체정보를 처리하는 시간은 짧다. 또한 필요한 부분에 대해서만 면이나 입체정보를 입력하는 것이 더 효율적이다. 이러한 설계지향 모델러, 즉, 위상 (Topology) 정보를 가진 와이어프레임 모델러의 구현은 포복체 (Cell Complex)에 관련된 연구가 이론적 배경을 제공할 것이다 [3,13].

본 연구에서 제안하는 자료구조는 앞의 이원적 자료구조에 속하는 것으로 Fig. 7에 나타나 있다. 2차원 다양체와 2차원 다양체를 제외한 복잡다양체를 분리하여 저장하고, 필요한 경우에 자료구조의 변환을 수행한다. 이러한 자료구조는 적은 기억용량을 차지하고, 빠른 계산속도를 낼수있다고 판단된다.

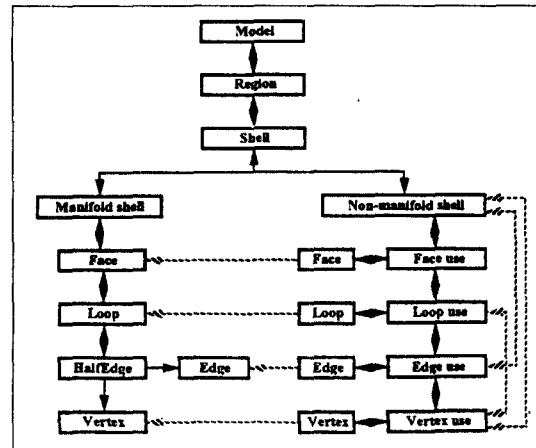


Fig.7 제안된 자료구조 [25]

3.3 필요 기능

형상모델러의 골격과 자료구조 외에도 시스템을 구성하기 위하여 필요한 기능들이 있다. 그것은 형상모델을 가시화하는 기능과 사용자 인터페이스, 그리

고 모델 자료의 저장으로 크게 구분지을수 있다.

모델의 가시화는 사용자 인터페이스에 포함시킬수도 있으나, 그 자체가 3차원 그래픽스를 포함하기 때문에 간단한 업무가 아니다. 하지만 가시화 기능을 모델러와 분리하여 Wavefront나 AVS와 같은 가시화를 위한 전용 소프트웨어를 이용할수도 있다. 이 경우에도 모델러에는 간단한 와이어프레임 표현기능이 필요하므로, 사용자 인터페이스 기능에 포함될수 있겠다.

사용자 인터페이스는 형상모델의 표현과 조작을 위한 사용자의 입력과 컴퓨터와의 상호작용을 지원하는 기능이다. 사용자의 의도가 쉽게 컴퓨터에 전달되고, 컴퓨터의 처리 결과가 사용자에게 쉽게 전달되어 전체적인 작업생산성을 높여주는데 기여한다. 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI)나 인간과 컴퓨터 상호작용 (HCI) 분야의 기술들이 여기에 적용된다.

한편, 형상모델러에서 작업 결과인 모델데이터를 저장하고 교환하는 방식이 필요하다. 이를 위해서는 ISO 표준화 작업중인 STEP (Standards for the Exchange of Product Model Data)이 이용되는 것이 바람직하다. ISO 표준화 작업의 일부인 STEP은 다양한 CAD 시스템 간의 형상자료 교환을 위한 표준화가 그 목표이다. 이 표준화 작업을 위해 관련 용어와 기능들에 대한 표준화가 많이 진척되고 있다. 따라서 표준화된 용어와 방법들을 이용하는 것이 바람직하다 [20,21,22].

3.4 개발환경

시스템이 개발된 후에 실제로 사용되어질 전산환경을 예측하여, 개발시 부터 그 환경을 염두에 두는 것이 필요하다. 표준화된 소프트웨어 부품들을 가능한 많이 사용하여, 개발된 모듈들을 쉽게 접속할수 있고, 전체 시스템은 다른 환경으로 쉽게 이식되며, 개별 모듈은 다른 유사한 모듈로 쉽게 호환될수 있다.

개방형 구조를 갖는 형상모델러를 구현하기 위하여 우선적으로는 높은 호환성과 이식성을 유지하기 위해 가능한 국제표준들을 이용한다. 프로그래밍 언어로는 C와 C++를 이용하고, 운영체제로는 Unix 를 기준으로 하며, 사용자 인터페이스를 위한 그래픽스

환경으로는 X-Window, Motif, PHIGS 등을 기초로 한다. 사용되는 용어와 형상자료의 저장에는 ISO TC184의 STEP 표준의 정의를 사용하도록 한다.

4. 맺음말

4.1 연구의 결과

이 연구를 통해 1) 개방형 형상모델러의 원천기술을 확보해야할 필요성과 복합다양체를 지원하는 설계지향 형상모델러의 필요성이 검토되었으며, 2) 요구되는 형상모델러를 설계하기 위하여 유사한 시스템들을 조사하고 분석하였고, 3) 공통의 목표로 내세울수 있는 형상모델링 커널에 대한 기준모델을 제안하였다.

(1) 기업 전반에 대한 영향이 확대되고 있는 CAD/CAM 기술에 대한 원천기술이 없이는 제조업의 경쟁력 확보에 한계를 갖게된다. 형상모델링 원천기술의 확보는 경쟁력 있는 모델러의 상용화가 일차적인 목표는 아니더라도, 설계 기술과 같은 맥락에서 확보되어야 하는 시스템 소프트웨어 기술이다. 개방형 구조의 시스템은 한정된 연구자원을 이용하여 개발하는데 좋은 전략이며, 부품 요소기술을 모두 자체적으로 개발해야하는 폐쇄형 시스템보다 후발 개발자에게 유리한 방식이다. 또한 시스템 정의가 잘 되어 있으면 많은 연구인력이 참여하여 짧은 시간에 개발을 완수할수 있다. 복합다양체의 지원은 기존의 형상모델러들이 생산활동 지향적이었던 것을 탈피하여 설계활동을 지원하는 모델러가 되기위하여 필요하다. 여러 단계의 설계과정을 거치면서 설계안은 단순한 스케치 상태에서 완전한 제품정의로 점차 상세화되므로 여러 차원의 물체를 함께 표현할수 있는 모델러가 필요하다.

(2) 기존의 형상 모델러로는 형상모델링 커널인 ACIS, CAM-I의 AIS와 ESPRIT 프로젝트인 CAD*I를 상세히 조사하여, 그들의 API와 구조를 분석하였으며, 다른 모델러들과의 상관관계를 비교하였다. 국제표준인 STEP는 CAD 시스템 간의 모델자료 교환에 대한 표준이지만, 그 방법론이나 형상표현에 대한 정의 등이 많은 도움이 된다. 또한, 국내에서 개발되었거나 개발중인 형상모델러들을 조사하였는데 2차원 모델러이거나, 폐쇄형의 모델러이며, 최근에 새로운 연구들이 시작되고 있다.

(3) 새로운 형상모델러에 대한 요구사항과 기존의 형상모델러에 대한 분석을 토대로 새로운 모델러에 대한 기준모델이 제시되었다. 전체적인 골격과 자료 구조, 그리고 사용자인터페이스, 가시화, 모델자료저장과 같은 필요기능이 제안되었으며, 앞으로 시스템이 운용되어야 할 표준화된 개발환경이 함께 검토되었다. 이러한 기준모델은 업무의 분담과, 나중에 개별 결과의 통합이라는 문제를 해결해 주는 공통의 목표 역할을 하게된다.

후 기

이 글은 1993년 9월 부터 과학재단의 지원하에 수행되고 있는 목적기초연구 결과의 일부이다 [25, 27, 28].

참 고 문 헌

[1] Miller J. R., "Architectural Issues in Solid Modelers", IEEE CG&A, Sept. 1989
 [2] F.-L. Krause, H. Jansen (Eds.), "Advanced Geometric Modeling for Engineering Applications", IFIP WG5.2 / GI International Symposium, Held in Nov. 1989, North-Holland, 1990
 [3] Masuda H., Shimada K., Numao M., Kawabe S., "A Mathematical Theory and Applications of Non-manifold Geometric Modeling," in [2], pp.89-103
 [4] Roller D., Ruess H., "An Approach to an Open CAD System Architecture", in [2], pp.365-378
 [5] K. Finkenwirth, H. Jansen, "Reference Model for CAD Systems", in [2], pp.443-452
 [6] CAM-I Inc., Application Interface Specification (AIS) Formalization Final Report, June 1990
 [7] CAM-I Inc., "Application Interface Specification (AIS) 2.0", Vol.I, Functional Specification, Oct. 1990
 [8] Magleby S. P., Jackson D. B., "A Standardized Application Interface for Geometric Modelers", in Turner J., Pegna J., Wozny M. (Eds.), "Product Modeling

for Computer-Aided Design and Manufacturing", IFIP TC5/WG5.2 Working Conference on Geometric Modeling for Product Engineering in June 1990, North-Holland 1991, pp.227-243
 [9] H. Grabowski, R. Anderl, M. J. Pratt (Eds.), "Advanced Modelling for CAD/CAM Systems", Research Reports ESPRIT Project 322, CAD Interface (CAD*I), Vol.7, Springer-Verlag, 1991
 [10] "3차원 CAD 보급을 위한 Solid Modeling Kernel (일본어)", Nikkei Computer Graphics, 1992년 8월호, pp.14-27
 [11] 한국사전연구원, 수학대사전, 상권, 1992년 9월, pp.368-371
 [12] 이상헌, 이진우, 박상호, "비다양체 모델의 경계 표현을 위한 간결한 자료구조", 기계학회 92추계학술대회 논문집, 1992년 11월, pp.421-424
 [13] Masuda H., "Topological Operators and Boolean Operations for Complex-Based Nonmanifold Geometric Models", CAD, 25(2):119-129, Feb. 1993
 [14] 이순섭, 한순홍, 염재선, "형상모델링 시스템 개발도구 ACIS", 조선학회지, 30권 1호, 1993년 3월
 [15] 윤덕영, 서홍원, 조학중, 외, "조선 CIM을 위한 제품모델의 간명한 표현법", 대한조선학회 93추계연구발표회, 1993년 4월, pp.6-11
 [16] 국내 CAD/CAM 산업 활성화를 위한 Workshop, 제1회, CAD/CAM 모임, 1993년 7월
 [17] 이상헌, "사출성형 제품의 설계 및 해석의 통합 환경을 제공하기 위한 특징형상 기반 비다양체 모델링 시스템의 개발", 서울대학교 기계설계학과 박사학위논문, 1993년 8월
 [18] Spatial Technology Inc., ACIS Geometric Modeler : Technical Overview, Version 1.5, Sept. 1993
 [19] Spatial Technology Inc., ACIS Geometric Modeler : API Manual, Version 1.5, Issue 1, Sept. 1993
 [20] 한순홍, 이성구, "STEP을 이용한 이기종 CAD 시스템 간의 접속", 조선학회 93 추계연구발표회, 1993년 11월

- [21] K. Kobayashi, "Geometric and Topological Model in STEP", 일본정밀공학회지, 'STEP 특집호', 1993년 12월, pp.1943-1948
- [22] ISO/DIS 10303-42, Industrial Automation Systems - Product Data Representation and Exchange - Part 42 : Integrated Resources: Geometric and Topological Representation, 1993
- [23] 권영주, "기계설계분야 S/W 기술동향조사 및 국내전문기업 육성을 위한 기술대책 연구 - MCAE S/W 기술을 중심으로", 과학기술정책 관리연구소, 1994년 1월
- [24] Spatial Technology Inc., ACIS 3D Toolkit : Technical Overview, Version 1.0, Jan. 1994
- [25] 한순홍, 이현찬, 김재정, 박준영, "개방형 구조를 갖는 객체지향적 형상모델러의 개발", 특정연구 과제 1차년도 중간보고서, 과학재단, 1994년 6월
- [26] 이현찬, "개방형 구조를 갖는 객체지향적 형상 모델러의 개발", 제2회 국내 CAD/CAM 산업 활성화를 위한 워크샵, CAD/CAM 연구회, 1994년 7월
- [27] 명세현, 한순홍, "복합다양체 자료구조를 갖는 형상모델러에서 오일러 작업자의 구현," 정밀공학회 '94 추계학술발표회, 1994년 11월, pp.675-680
- [28] 최국헌, 한순홍, "복합다양체 솔리드모델러의 자료구조 비교," 정밀공학회 '94 추계학술발표회, 1994년 11월, pp.681-686