한국 CAD/CAM 학회 논문집
제 2 권 제 2 호 1997년 6월 pp. 103-110

부품수가 많은 조립체 설계를 위한 동시공학의 구현: Part (II)
-설계 변경을 줄이기 위한 Digital Mock-Up 시스템의 개발-

정 윤 호*

Implementation of Concurrent Engineering for Large Assembly Design: Part (II)
- Development of a Digital Mock-Up System for Reducing Design Changes -

Yoong-Ho Jung*

ABSTRACT

In the development of large complex assembly, most design changes are from the following reasons.: 1) insufficient consideration of assembling sequence of downstream process. 2) interference and fit-up of related parts. 3) initial design changes which are not completely resolved.

In order to reduce the first reason of above, the assembly-centric modeling methodology was proposed in the part (I) of the thesis. In this part (II), a Digital Mock-Up system, which is a tool to build a virtual mock-up in design stage, has been developed in order to prevent the other two reasons.

The system can build a virtual assembly in various ways as followings.: 1) assembling parts which are located in user defined envelope. 2) assembling parts with the specified disciplines. 3) assembling parts that are selected in the part list. It can also make an assembly by the combination of above methods. In addition to that, it has the functions to read/write the virtual assembly and to explode parts of the assembly in desired direction.

With the virtual assembly, engineers can design interference free parts without making physical mock-up. The system has been implemented with Oracle database management system in CATIA environment.

Key words : Virtual, Mock-up, Assembly, Interference, Database, CATIA, CAD

1. 서 론

항공기나 자동차와 같이 부품수가 많은 기계 조립체를 다수의 설계자가 동시에 개발해야 하는 경우, 가장 큰 손실 비용은 설계변경으로 인한 재작업(rework)에 소요되는 비용[1]이며, 이러한 설계변경은 다음과 같은 원인에서 발생한다.

- 첫째, 후속 공정에서 수행되는 조립 순서와 제작성을 설계 단계에서 충분히 고려하지 못하기 때문이며,
- 둘째, 설계자 자신이 설계한 부품들 뿐만 아니라 다른 설계자가 설계한 이웃 부품들과의 간섭 또는 조립성을 완벽하게 검증하지 못한 채, 부품을 제작하거나 실물 mock-up을 제작하는 과정을 진행하기 때문이며,
- 셋째, 설계 변경이 발생하였을 때 변경된 내용을 해당 설계 뿐만 아니라 그와 관련한 설계에 완전히 반영되지 못하여 2차적인 설계 변경을 야기하기 때문이다.

이와 같은 설계 변경은 개발에 참여한 설계자가 많을수록 더욱 심각해지는데, 실예로 Boeing-767 개발의 경우, 개발에 필요한 도면의 수보다 개정되는 도면의 수가 10배 이상 소요되는 사례(Fig. 1)는 설계 변경의 문제성을 잘 나타내 주고 있다.

본 논문의 (I)편에서 제시한 BOM(Bill of Material)에 근거한 조립체 모델링 방식은, 기존의 단품 모델

*정회원, 부산대학교 기계공학부(기계기술연구소)

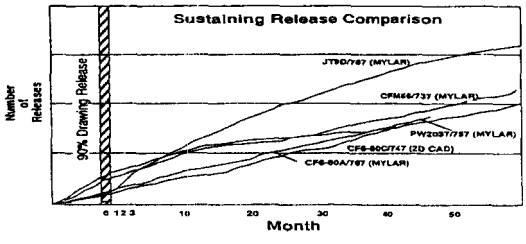


Fig. 1. Number of releases for Boeing 767[11].

링 방식이 절대 좌표계(world coordinate system)에서 부품의 형상을 정의하는 방식과는 달리, 단품의 위치를 정의하는 과정을 제품의 전체 조립 구조인 BOM에 따라 실제 부품들을 조립하는 과정을 묘사하게 하였다. 따라서 후속 공정에서 수행되는 조립 과정을 설계 단계에서 고려할 수 있도록 함으로써, 앞에서 언급한 설계 변경 요인들 중 첫번째 요인을 줄일 수 있는 체계적인 방법을 제시하였다. 그러나 두번째와 세번째 원인은 다수의 설계자가 동시에 설계를 진행해야 하기 때문에 발생하는 문제이므로, 이를 해결하기 위해서는 설계자 자신이 설계한 부품뿐만 아니라 다른 설계자가 설계한 부품과의 조립성을 쉽고 다양한 조건으로 검증할 수 있는 수단이 필요하다. 따라서 본 논문의 (II)편에서는, 논문의 (I)편에서 제시한 조립체 모델링 방법을 지원하고, 설계 중에 조립성을 쉽고 다양한 방법으로 확인할 수 있는 'Digital Mock-Up시스템'을 개발하였다.

2. Digital Mock-Up 시스템

'Digital Mock-Up'이란, 각각의 부품들이 CAD 시스템을 사용하여 3차원의 입체 형상(Solid) 모델로 설계되어 있을 때, 이들을 컴퓨터 상에서 가상적으로 구성한 조립체를 의미한다. 이러한 Digital Mock-Up이 구성되면 다음과 같은 일들이 용이하게 해결될 수 있다.

첫째, 부품을 제작하여 실제로 조립을 하거나 실물 mock-up을 제작하지 않고도 구성품 간의 간섭 및 조립성을 정확히 검사할 수 있다. 따라서 조립체의 조립 순서, 제작성을 검증함으로써 이로 인한 재작업을 줄일 수 있다. 또한 실제 부품이나 실물 mock-up의 경우 조립 단계에서 조립성의 문제를 발견하였을 때, 그것이 설계상의 오류인지 제작과 관련한 오류인지를 판단하기가 곤란한 경우도 있지만, Digital Mock-Up의 경우에는 이러한 문제를 분명히 밝힐 수 있는 장점도 있다.

둘째, 완제품이나 실물 mock-up을 통해서만 알 수 있던 조립체의 무게와 무게 중심의 위치, 그리고 관성 모멘트와 같은 물리적 특성치를 정확히 계산할 수 있다. 따라서 회전력이나 구동력 등 동적 특성을 시뮬레이션하기 위한 입력 자료를 용이하게 구할 수 있다. 이러한 특성치는 항공기, 자동차, 선박 뿐만 아니라 모든 이동성 조립체를 설계할 때 중요한 인자가 되고 있다.

셋째, 기계 부품들의 설계가 진행되면서 이를 바탕으로 설계되어야 하는 계통설계, 즉 파이프나 전선 등의 전장 설계를 수행할 때, 설계된 기계 부품들로 Digital Mock-Up이 구성되면 이를 바탕으로 계통설계를 용이하게 진행할 수 있는 장점을 갖는다.

이 외에도 정비 교범이나 사용 지침서, 또는 조립 지침서와 같은 문서화 작업시에도 Digital Mock-Up은 조립된 형상의 가시화 작업을 위해 유용한 수단이 될 수 있다.

이러한 Digital Mock-Up은 단순히 각 부품의 파일(file)들을 하나의 파일로 합치는 효과 이상의 기능을 가지고 있다. 각 부품의 파일을 합치는 경우에는 다음과 같은 문제점이 있다.

- 첫째, 새로 합쳐진 파일에 있는 각 부품의 정보와 합쳐지기 전의 부품의 정보 사이에는 연 관 관계를 가지고 있지 않다. 따라서 부품의 파일에서 형상을 수정하였을 때, 합쳐진 파일에 자동으로 반영되지 못하기 때문에 Digital Mock-Up을 새로이 구성하려면 수정된 부품의 파일들로써 합치는 과정을 다시 수행하여야 한다. 이러한 과정은 부품의 개수가 N개의 경우 파일을 합치는 과정을 (N-1)번의 반복해야 한다. 마찬가지로 합쳐진 파일 내에서 부품의 형상을 수정하더라도 그것이 원래의 부품의 형상에 반영되지 못하기 때문에 별도의 수정 과정이 필요하게 된다.
- 둘째, 다수의 설계자가 Digital Mock-Up을 구성하기 위해 필요한 부품의 파일들을 모두 복사한 후 하나의 파일로 합친다면, 부품의 모델을 저장하기 위한 기억용량의 수배에서 수십배 이상의 용량이 필요하다. 이러한 문제점은 10^9 Byte 이상의 기억 용량이 필요한 항공기나 자동차와 같은 대형 과제를 개발할 때 더욱 심각하다.
- 셋째, 설계 변경의 가장 큰 원인인 간섭과 조립성 문제를 해결하기 위해서는 자신이 설계한 부품뿐만 아니라 다른 설계자가 설계한 부품들과의 조립성이나 간섭을 설계 도중에 수시로 검증할 수 있어야 하는데, 이를 파일을 합치는 과정으로

수행하려면 설계자는 관련된 파일들을 일일이 찾아 다녀야 한다. 이는 설계자에게 번거롭고 과중한 부담이 되어 결국 설계자는 이러한 과정을 기피하게 되어 설계 변경 요인을 사전에 제거할 수 없게 된다.

따라서 파일을 합치는 방법의 문제점을 해결하고, 설계자들이 설계 도중에 쉽고 다양한 조건에 의해 Digital Mock-Up을 구성할 수 있는 전용 프로그램이 필요하다. 이러한 Digital Mock-Up을 효과적으로 구성하고 이를 활용, 관리할 수 있는 전용 프로그램을 "Digital Mock-Up 시스템"이라고 하는데, 본 연구에서는 이러한 시스템을 개발하였다.

3. Digital Mock-Up 시스템의 구현

본 연구에서는 논문의 (I)편에서 제시한 조립체 모델링 방법론을 지원하고, 다수의 설계자가 동시에 진행하는 설계 내용을 다양한 조건으로 Digital Mock-Up을 구성할 수 있는 시스템을 개발하였다. 이러한 Digital Mock-Up 시스템의 기능은 일부 CAD 시스템에서 부분적으로 제공하기도 하지만, 그 구현 방법이나 구체적인 내용에 대해서는 잘 알려져 있지 않았다. 본 연구에서는 설계자들로부터 직접 요구조건을 수렴하고, 이로부터 개발 요구 조건을 정의한 다음 다양한 검색 조건으로 Digital Mock-Up을 구성할 수 있는 기능을 개발하였다.

3.1 요구 기능의 정의

3.1.1 Digital Mock-Up의 구성

많은 부품들이 서로 유기적으로 연관된 대형 개발 과제에 다수의 설계자가 동시에 참여하는 경우, 상대적으로 많은 설계 변경 요인이 발생한다. 이를 해결하기 위해 설계자는 설계 진행 도중에 자신의 설계와 연관된 모든 부품, 즉 다른 설계자가 설계한 부품들까지 포함하여 그 조립성이나 간섭 등을 검증하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 세가지의 Digital Mock-Up을 구성하는 방법을 제안하였다(Fig. 2).

첫째, 총 조립체의 전체 영역 중에서 특정 영역(Volume)을 지정하였을 때, 설계자에 관계없이 그 영역에 포함된 모든 부품들로써 Digital Mock-Up을 구성할 수 있어야 하겠다. 이러한 기능은 설계가 진행중인 부품과 인접한 부품들과의 간섭 및 조립성을 검사하기 위해 유용한 수단이 될 수 있다.

둘째, 설계자가 특정 기능들을 지정하였을 때, 지정된 기능의 부품들만으로 Digital Mock-Up이 구성

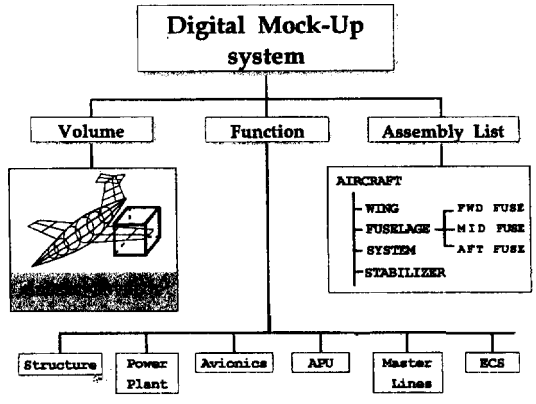


Fig. 2. Three ways of constructing a Digital Mock-Up.

될 수 있어야 하겠다. 이것은 영역에 상관없이 기능별로 부품간의 간섭을 검사하거나, 또는 설계자가 설계하고 있는 부품과 다른 기능의 부품들과의 간섭을 검사하는데 유용하다.

셋째, 설계자가 부품목록에서 지정하는 부품들로써 Digital Mock-Up을 구성할 수 있어야 하겠다. 즉, 설계자가 영역이나 기능에 무관하게 특정 부품들을 지정하여 Digital Mock-Up을 구성하고자 할 때 필요하다.

또한 이상의 세가지 검색 조건의 조합에 의해서도 Digital Mock-Up을 구성할 수 있어야 하겠다.

3.1.2 Digital Mock-Up의 관리

설계를 진행 중일 때, 제안된 구성 방법으로 Digital Mock-Up을 구성하는 과정이 빈번히 발생하게 되는데, 이때 매번 같은 검색 조건을 기억하거나 입력하는 것이 번거로우므로 한번 구성한 Digital Mock-Up을 저장하고 이를 불러 올 수 있는 기능이 필요하겠다. 그런데 예를 들어 설계자(A)가 특정 영역이나 기능에 속하는 부품들로 Digital Mock-Up을 구성하고 이를 저장한 후 다시 읽어 들이는 경우, 만약 그 중간에 다른 설계자(B)가 해당 영역이나 조건의 부품을 첨삭하거나 수정하였다면 설계자(A)는 이를 고려하지 못한 채 설계를 계속 진행하는 문제가 생길 수 있다. 따라서 처음 구성한 Digital Mock-Up 자체가 아니라 그 검색 조건을 저장하였다가 이를 불러 들일 때 저장된 검색 조건을 다시 수행하게 하는 기능이 필요하겠다.

3.1.3 설계 프로세스의 관리

하나의 부품은 설계, 검도, 승인의 과정을 거쳐 출도(Release)되는데(Fig. 3), 설계 중인 부품은 다른 설계자에 의해 참조될 수는 있으나 변경되어서는 안된다.

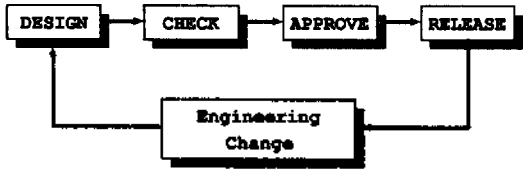


Fig. 3. Release process.

또한 검도, 승인의 과정에 있는 부품, 승인된 부품에 대해서는 설계자라 할지라도 변경할 수 없도록 하여야 한다. 종래의 설계에서는 이러한 부품 권한의 관리를 위하여 단순히 파일의 접근성(Permission)을 이용하여 설계자만이 설계, 검도, 승인의 전 과정을 통하여 설계 변경할 수 있도록 하고, 다른 설계자는 참조만 가능하게 하였다.

따라서 설계된 부품의 승인 절차에 따라 접근 권한이 바뀌는 문제와, 공동의 설계자들을 위한 설계자 자신의 설계 변경 권한의 정지와 같은 설계 프로세스를 관리할 수 있는 기능이 요구된다.

3.2 시스템의 구현

3.2.1 개발 환경

Digital Mock-Up 시스템을 구현하는 방식에는 CAD 시스템(Solid modeler)이 제공하는 기능을 사용하여 Digital Mock-Up을 구현하는 방식과[2], 별도의 전용의 프로그램을 이용하는 방식[3,4]이 있다. 본 연구에서는 전자의 방식을 채택하였는데, 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 별도의 전용 S/W를 채택하는 방식에서는 다른 CAD 시스템이 생성한 모델(model)로부터 근사화시킨 모델을 사용하기 때문에, 간섭 등을 계산할 때 정확성을 잃어버릴 수 있지만, 첫번째 방식에서는 CAD 시스템이 생성한 모델을 그대로 사용할 수 있으므로 모델의 정확도가 높고, 모델의 기하학적 정보 이외의 정보, 예를 들면 특징 형상(feature) 정보를 그대로 사용할 수 있다. 둘째, 설계자는 설계 도중에 빈번히 조립성의 검증을 하여야 하기 때문에, 가능한 한 설계 환경을 바꾸지 않는 것이 좋다. 따라서 설계를 수행하는 CAD 시스템의 환경에서 곧 바로 Digital Mock-Up을 구성할 수 있는 시스템이 바람직하다. 셋째, CAD 시스템이 가지고 있는 기타 기능을 그대로 사용할 수 있는 장점이 있다. 즉, 화면상에서 모델의 회전, 확대 등의 가시화 기능, 간섭이 발생하였을 때 간섭 거리를 계산하는 기능, 설계 변경이 필요할 때 부품의 형상을 수정하기 위한 기능 등을 그대로 이용할 수 있어 중복된 기능이 불필요하게 되는 장점을 가진다.

따라서 본 연구에서는 CAD 시스템이 제공하는 기능과 생성된 모델 정보를 그대로 사용하기 위해 CATIA[5]를 CAD 시스템으로 채택한 환경에서 개발하였다. 또한 앞 절에서 정의한 요구 조건을 구현하기 위해, 부품의 기하학적 정보 및 관련 정보 등 다양한 정보를 저장, 관리할 수 있는 관계형 DBMS (Relational Database Management System)인 ORACLE[6]을 사용하도록 하였다. 관계형 DBMS를 채택한 이유는, 설계가 진행되면서 Database에 새로운 부품의 첨가와 삭제가 용이한 구조이기 때문이다. 또한 CATIA에서는 CATIA와 관계형 DBMS인 ORACLE

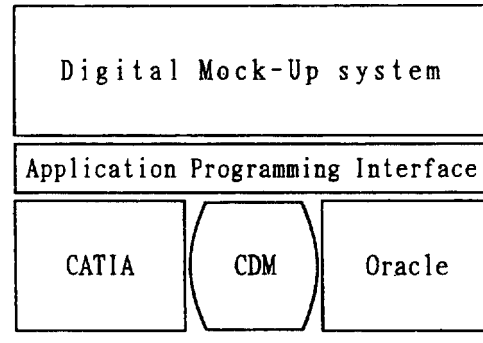


Fig. 4. Development environment for the Digital Mock-Up system.

과의 연결을 용이하게 해주는 CDM[7](Catia Data Management)이라는 프로그램을 제공하기 때문에 시스템의 구현이 용이한 이점도 가지고 있다. Fig. 4에 본 연구에서 채택한 개발 환경의 구조를 나타내었다.

3.2.2 관계형 DBMS Table들의 설계

항공기, 자동차와 같은 대형 기계 시스템의 개발은 막대한 양의 비용과, 기간, 인력이 소요되며, 다양하고 방대한 부품 정보를 생성시키게 된다. 따라서 설계에 참여하는 모든 설계자들이 부품정보 즉, 부품번호, 부품명, 개정번호, 기능정보, 친자관계, 형상정보 등을 일관되게 서로 공유하면서 설계하기 위해서는, 다양한 부품정보를 통합하여 관리하고, 효율적으로 검색할 수 있는 기능이 요구된다.

본 연구에서는 앞 절에서 정의된 시스템의 요구조건을 충족하기 위해, 다음과 같은 관계형 DBMS의 Table들을 설계하였다. 즉, 부품의 목록(Bill Of Material)정보를 저장하는 'Part Table', 모델의 형상정보를 저장하는 'Model Table', 부품 간의 상관관계를 정의하는 'Relation Table', Digital Mock-Up의 구성조건을 저장하는 'Mock-Up Table', 부품정보의 접근

Table 1. Part Table

Attribute Name	Data Type	Description
COID	Char*08	Part I.D.
COMPID	Char*08	Component I.D. of the model in 'Part' Table
PART_NUMBER	Char*16	Part number
PART_NAME	Char*16	Part name
REVISION	Char*02	Revision number of the part
STATUS	Char*04	Current state of design process (WRK/CHK/APP)
PART_TYPE	Char*04	Part type (MASM/ASSM/COMP)
DISCIPLINE	Char*08	Discipline name
MATERIAL	Char*08	Part material

Table 2. Model Table

Attribute Name	Data Type	Description
COID	Char*08	Part I.D.
COMPID	Char*08	Component I.D. of a model in 'Model Table'
MODEL_TYPE	Char*08	Model Type (SOLID/DRAFT/SURFACE/MESH/NC/…)
MODEL_GEOM	Long Data	Geometric data of the model
MODEL_DENS	Float	Density of the model
MIN_POINT	Point	Envelope coordinate of the model
MAX_POINT	Point	
VOLUME	Float	Volume of the model
WEIGHT	Float	Weight of the model
CG_POINT	Point	Center of gravity coordinates
IXX	Float	Moment of inertia
IYY	Float	
IZZ	Float	

Table 3. Relation Table

Attribute Name	Data Type	Description
COID	Char*08	Part I.D.
COMPID	Char*08	Component I.D. of the model in 'Relation Table'
COILD_CHILD	Char*08	COID of one of child parts
COMPID_PART	Char*08	COMPID of parent part in 'PART' Table
PM(1)	Float	Elements of position matrix
PM(2)	Float	
⋮		
PM(11)	Float	
PM(12)	Float	

Table 4. Mock-Up Table

Attribute Name	Data Type	Description
OWNER	Char*06	The owner of the Mock-Up.
CREAT_DATE	Date	Generation date of the Mock-Up.
MIN_POINT	Point	Envelope coordinates of the Mock-Up
MAX_POINT	Point	
FUN_NUM	Int	Number of disciplines of the Mock-Up
FUN_LIST	Char*80	Discipline list of the Mock-Up
REP_NUM	Int	Number of representation types of the Mock-Up
REP_LIST	Char*80	Representation list of the Mock-Up
DESCRIPT	Char*80	Description of the Mock-Up

권한을 관리하는 'Lock Table', 그리고 사용자의 권한과 역할을 정의하는 'User Table'을 정의하였다. 'Part Table', 'Model Table', 그리고 'Relation Table'의 세부 항목들은 각각 Table 1, 2, 3과 같으며, 이들 세 Table들의 상관 관계에 대한 내용은 본 논문의 (I)편에 설명되어 있다. 한편 Mock-Up Table 등은 앞의 세 가지 테이블과 무관하게 정의되며, Digital Mock-Up을 재구성할 필요가 있을 때 저장된 검색 조건을 실행하게 된다.

4. 적용 예

본 연구에서 개발한 Digital Mock-Up 시스템의 효율성을 기존의 설계 방법과 비교하기 위하여, 이미 설계 완료 단계에 있고 전체 부품의 개수가 150여개

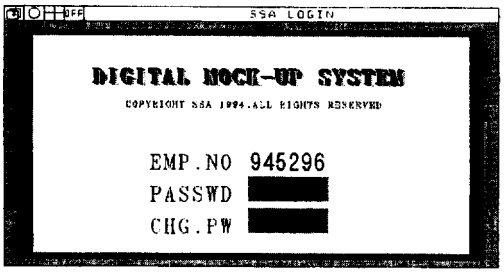
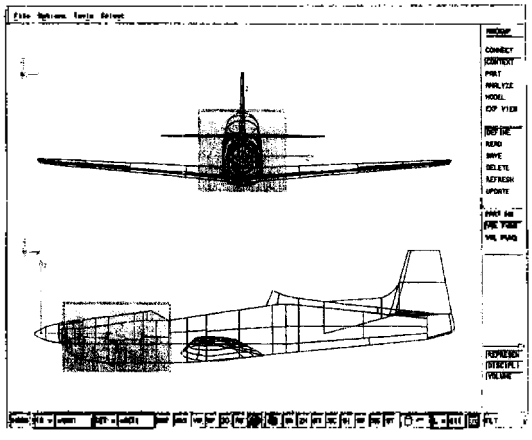
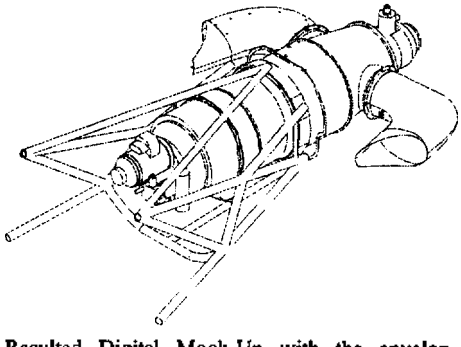


Fig. 5. Login process for connecting the system.

로 구성된 경 항공기의 부품에 대해 적용 시험하였다. 이 부품들은 이차원의 모델로 설계되었으며 Digital Mock-Up을 사용하지 않고 수차례의 설계 검증을 거친 후, 최종 제작되기 전의 상태이다. 본 연구에서는 적용 시험을 위해 이러한 부품들을 모두 삼차원의 solid로 modeling한 후 Digital Mock-Up 시스템을 이용하여 설계 과정을 검증하였다. 다음은 각 과정과 결과를 보여 주고 있다.



(a) Envelop defined in front and side view of the main assembly



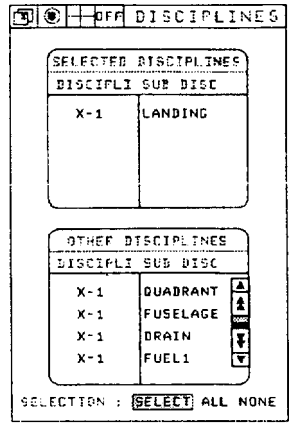
(b) Resulted Digital Mock-Up with the envelop information

Fig. 6. Digital Mock-Up with envelope criteria.

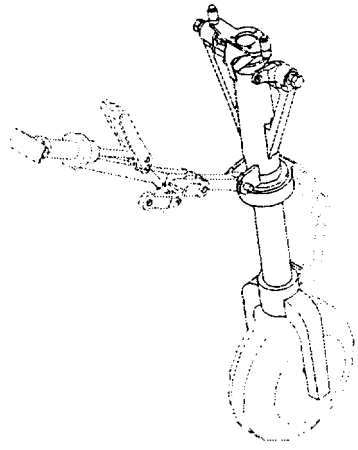
먼저 Fig. 5에서는 개발된 시스템에 접속하는 과정을 보여 주는데, 설계자의 고유 번호와 암호를 입력하였을 때 시스템은 접속자의 권한과 역할을 확인하고 허용된 사용자에게만 접속을 허용한다.

그 다음, Digital Mock-Up을 구성하는 방법 중, 특정 영역을 지정하였을 때 해당되는 영역 내의 부품들로 구성되는 Digital Mock-Up을 시험하기 위해, Fig. 6(a)와 같이 경 항공기 전체를 나타내는 정면도와 측면도에서 특정 영역을 화면에서 지정하였다. 이때 시스템은 지정된 영역과 Database내의 부품들의 Envelope 정보를 비교하여, 지정된 영역에 속하는 부품들만으로 Digital Mock-Up이 구성된 결과를 Fig. 6(b)에 나타내었다.

그리고 Digital Mock-Up의 구성 기능 중, 특정 '기능'을 지정하였을 때 지정된 '기능'의 부품들로 구성

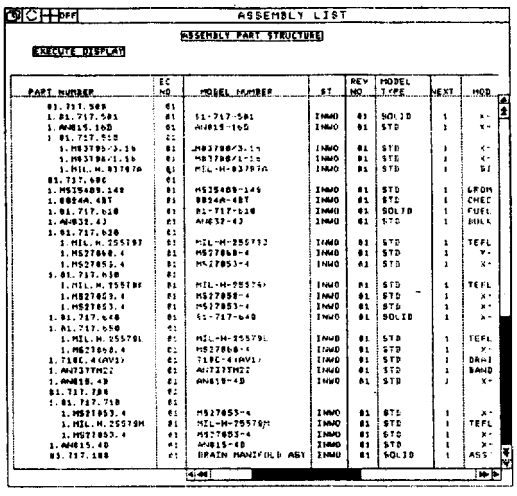


(a) Selecting the discipline of 'LANDING'

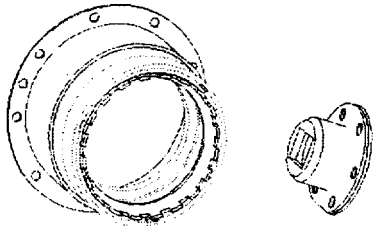


(b) Resulted Digital Mock-Up with the discipline

Fig. 7. Digital Mock-Up with discipline criteria.



(a) Selecting parts in assembly list



(b) Resulted Digital Mock-Up with the selected parts

Fig. 8. Digital Mock-Up with selected parts.

되는 Digital Mock-Up을 시험하기 위해, Fig. 7(a)에서 주 기능과 부 기능을 선정하는 과정을 보였다. 본 예에서는 항공기의 여러 기능 중 'Landing'이라는 기능을 선택하였을 때, 구성된 Landing Gear의 Digital Mock-Up을 Fig. 7(b)에 나타내었다.

Fig. 8(a)에서는 화면상에 보여진 부품의 목록에서 특정 부품을 선정하는 과정을 보였으며, 이로부터 구성된 Digital Mock-Up을 Fig. 8(b)에 나타내었다.

저용 시험은 IBM의 RS-6000 42T(RAM: 128 M, CPU: Power PC 604)의 환경에서 수행되었는데, 전체 부품이 150개 정도일 때, 검색 조건의 조합에 의해 18개의 부품으로 구성된 Fig. 6의 Digital Mock-Up을 구성하는데 28초가 소요되었으며, 약 20개의 부품으로 구성된 Fig. 7의 Digital Mock-Up을 구성하는데 35초가 소요되었다. Fig. 7의 경우 부품의 개수가 Fig. 7의 경우보다 많지 않지만 Digital Mock-Up을 구성하는데 소요되는 시간이 상대적으로 길었던 것은, 부품의 형상들이 Fig. 7의 경우보다 복잡하고 정교하여 모델을 화면에 나타내는데 보다 많은 시간이 소요되었던 것으로 분석된다.

이상에서 다양한 조건으로 'Digital Mock-Up을 구성'하는 기능을 시험하였다. 다음으로, 'Digital Mock-Up을 활용'하는 기능 중 설계 변경의 가장 큰 원인인 간섭을 검증하는 예를 보이기 위해, 앞의 Fig. 7에서 구성한 Digital Mock-Up에 대해 간섭을 검사하였다. 그 결과 Fig. 9에 나타난 바와 같이 간섭 부분이 발견되었다. 이것은 기존의 설계 방식에서는 수차례에 걸친 설계 검증 과정에서도 찾지 못하였던 문제로서, 만약 이 부품들이 그대로 제작, 조립된 후에 설계 오류를 발견한다면, 이러한 부품들뿐만 아니라 관련 부품 및 제작을 위한 치공구들을 다시 설

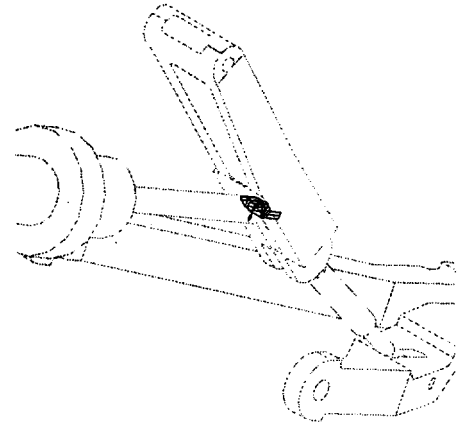


Fig. 9. Interferences detected with the Digital Mock-Up.

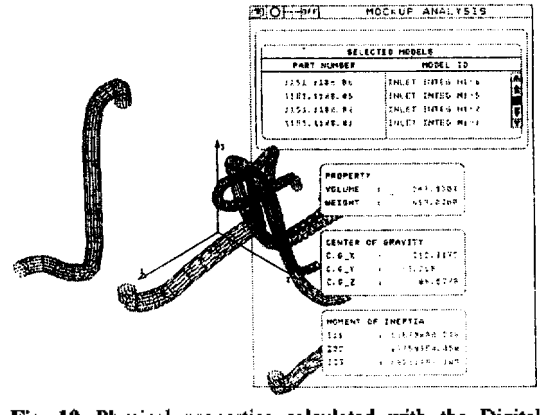


Fig. 10. Physical properties calculated with the Digital Mock-Up.

계하고 제작하여야 한다. 다음으로, 조립체의 무게와 무게 중심의 위치 및 관성 모멘트를 구한 예를 Fig. 10에 보였다. Fig. 10은 수작업으로 계산하기 곤란한 곡관들로 이루어진 조립체의 물리적 특성들이 자동

으로 계산된 결과를 보이고 있다.

5. 검토 및 결론

부품수가 많은 대형 기계 조립체를 다수의 설계자가 동시에 개발해야 하는 경우, 가장 큰 손실 비용은 설계 변경으로 인한 재작업에 소요되는 비용이며 이러한 설계 변경은 후속 공정 및 이웃한 부품과의 간섭과 조립성을 고려하지 못함에 기인한다.

이러한 문제를 해결하기 위해, 논문의 (I)편에서는 후속 공정에서의 제작성과 조립순서를 고려할 수 있는 체계적인 조립체 모델링 방법을 제시하였다. 본 논문의 (II)편에서는, 이웃한 부품과의 간섭과 조립성을 검증할 수 있도록 세가지 방법으로 조립체를 구성하는 방안을 제시하고, 이로부터 설계 단계에서 설계자가 공간적, 기능적으로 가상 조립체를 용이하게 구성할 수 있는 Digital Mock-Up 시스템을 개발하였다. 본 연구에서는 설계자가 설계 환경을 바꾸지 않고 수시로 Digital Mock-Up을 구성하여 간섭과 조립성을 검증할 수 있도록 하기 위해, 국내 항공 업체가 표준으로 채택하고 있는 CATIA의 환경에서 관계형 DBMS인 Oracle을 사용하여 개발하였다.

기존의 설계 방법의 가장 큰 문제점인 간섭과 조립성의 문제를 해결하기 위해 설계 단계에서 후속 공정의 문제점을 미리 고려할 수 있는 동시공학이 제안되었지만, 지금까지 이를 구현할 수 있는 구체적인 수단에 대한 연구는 미약하였다. 본 연구의 결과로 개발된 Digital Mock-Up 시스템은 그러한 도구가 될 수 있으며, 다수의 설계자가 동시에 설계할 때의 제반 문제점을 체계적으로 미리 방지할 수 있는 방안을 제시하였다. 본 연구의 결과로 개발된 시스템은 현재 국내 항공 업체에서 채택되어 항공기 개발을 위해 사용 중에 있다.

6. 향후 연구 방향

Digital Mock-Up 시스템에서 DBMS는 Database내의 부품들을 검색하고 이를 관리하는 기능을 수행하기 때문에, 그 효율성 및 신뢰성은 전체 시스템의 효율에 직접적인 영향을 미친다. 개발을 시작할 당시에는 본 논문의 (I)편에서 제시한 조립체 모델링 방법을 지원하도록 새로운 부품의 생성과 삭제가 용이한 관계형 DBMS를 채택하고, 부품의 기하학적 정보와 그 부품의 속성 정보와의 일관성을 유지하기 위해 부품의 기하학적 정보를 DBMS의 Table에 직접 저장하는 방식을 채택하였다. 그러나 이러한 관계형 DBMS는 원하는 정보를 찾으려면 Table을 모두 탐색해야 하기 때문에 Table의 크기가 커지면 이에 비례하여 탐색 시간이 증가하는, 관계형 DBMS의 근본적인 문제점이 내재하고 있다.

향후 검색 시간을 단축할 수 있는 신뢰성 있는 객체 지향적 데이터 베이스 관리 시스템(Object-Oriented DBMS)을 이용하고, 모델의 attribute 정보는 DBMS의 Table에 저장하되 기하학적 정보는 파일로 저장하는 방식이 속도 향상과 타 시스템과의 유연성을 위해 개선되어져야 할 방향이라고 사료된다.

후 기

본 연구는 한국 IBM, Dassault Systemes(프)와 공동으로 수행되었다.

참고문헌

1. Boeing Commercial Airplane, "B-777 Preferred Process Overvies," D928W108-R1, Nov. 1990.
2. Parametric Technology Corporation, 'Pro/Fly-Through,' 1996.
3. Division Limited, 'dV/Reality,' 1996.
4. Immersive Design, 'Interactive PreAssembly,' 1996.
5. IBM, "CATIA Solution," 1995.
6. Oracle, "Programmer's Guide to the ORACLE Call Interfaces," 1992.
7. Dassault Systemes, "CATIA data management library-Reference manual," 1994.

정 용 호

1983년 부산대학교 기계설계학과 학사
1990년 서울대학교 기계설계학과 석사
1993년 서울대학교 기계설계학과 박사
1983년 ~ 1988년 삼성항공산업(주), 정밀기기연구소
1993년 ~ 1996년 삼성항공산업(주), 항공우주연구소
1996년 ~ 현재 부산대학교 기계공학부 조교수
관심분야 : Solid modeling, F.E. Mesh generation, Rapid prototyping, Concurrent Engineering