

〈 논문 〉

# PDM 기반 조립체 DMU 를 위한 웹뷰어 형상커널의 설계

송인호\* · 정성중†

(2006년 10월 23일 접수, 2007년 1월 10일 심사완료)

## Geometric Kernel Design of the Web-Viewer for the PDM Based Assembly DMU

In-Ho Song and Sung-Chong Chung

**Key Words :** Assembly Design(조립체 설계), Digital Mock-Up(디지털목업), Geometric Kernel(형상 커널), PDM(Product Data Management), Web-Viewer(웹기반 뷰어).

### Abstract

Demand for the use of 3D CAD DMU systems over the Internet environment has been increased. However, transmission of commercial 3D kernels has delayed the communication effectiveness due to the kernel size. Light weight CAD geometric kernel design methodology is required for rapid transmission in the distributed environment. In this paper, an assembly data structure suitable for the top-down and bottom-up assembly models has been constructed. Part features are stored without a hierarchy so that they are created and saved in no particular order. In particular, this paper proposes a new assembly representation model, called multi-level assembly representation (MAR), for the PDM based assembly DMU system. Since the geometric kernel retains assembly hierarchy and topological information, it is applied to the web-viewer for the PDM based DMU system. Effectiveness of the proposed geometric kernel is confirmed through various case studies.

### 1. 서론

현재 많은 제조업체에서 CAD시스템과 PDM 시스템을 이용하여 제품개발 프로세스를 개선하기 위한 노력이 계속되고 있다. 그러나 삼차원 CAD 시스템은 고가이며 사용방법이 복잡하여 설계자 위주로 보급된다. 수많은 부품으로 이루어지는 제품의 조립검토는 CAD데이터의 크기로 인하여 CAD 시스템 상에서 수행하기 어렵다. 또한, CAD 시스템에서는 이기종의 CAD 데이터에 대한 직접 DMU(digital mock-up) 수행이 어렵다. 이러한 단점

을 극복하기 위하여 대용량 조립체 데이터의 조립 검토에 뷰어(viewer)를 이용한다. 그러나, CAD, PDM, 뷰어 시스템의 통합이 현재 원활하지 않아 효율적 운용이 어려운 실정이다. 본 논문에서는 이를 극복하기 위해 CAD시스템과 PDM 시스템을 통합하여 유기적인 관계를 가질 수 있는 뷰어의 형상커널(geometric kernel)을 설계하고, 이를 이용한 DMU 웹뷰어 시스템을 구축한다.

Table 1에 CAD 시스템, 커널, 뷰어 각각을 비교하여 나타낸다.<sup>(1)</sup> CAD 시스템은 고가이고 사용방법이 어렵다. 또한, API를 이용한 응용기능 개발이 가능하지만 프로그램 크기로 인하여 네트워크 상에서의 접근성은 좋지 않다. 커널은 CAD 시스템에 비해 저렴하지만 대부분의 기능을 용도에 맞추어 구현하여야 한다. 현재 널리 알려진 형상모델링 커널은 Spatial사의 ACIS,<sup>(2)</sup> UGS-PLM 사의

† 책임저자, 회원, 한양대학교 기계공학부  
E-mail : chung@hanyang.ac.kr  
TEL : (02) 2220-0444 FAX : (02) 2298-4634  
\* 한양대학교 기계설계학과

Table 1 Comparisons of CAD, Kernel and Viewer

	CAD	Kernel	Viewer
Cost	Medium to high	Medium	Low
User skills	High	Medium	Low
Easiness of customization	Medium to high	Medium to high	High
Accessibility	Low	Medium	High

Parasolid,<sup>(3)</sup> PTC 사의 Granite<sup>(4)</sup> 등의 상용 커널과 OpenCASCADE<sup>(5)</sup>와 같이 사용료가 무료인 커널도 있다. 상용 형상모델링 커널은 다양한 기능을 활용하여 응용프로그램을 개발 할 수 있다.

그러나, 상용커널들은 특정 응용 분야에 특화된 것이 아니기에 프로그램 규모가 거대하여 웹 환경에서 구동이 어려운 단점이 있다. 뷰어는 저렴한 가격과 사용하기 쉬운 장점이 있다. 또한, 사용자 적용기능 구현은 쉽지만 구현 가능 기능에 한계가 많다. 뷰어 SDK(software development kits)를 제공하는 회사는 HOOPS 사<sup>(6)</sup>와 Actify 사<sup>(7)</sup>가 대표적이다. 따라서, 본 연구에서는 이기종 CAD시스템을 인터페이스 하기 위하여 상용커널을 CAD 데이터를 해석 및 변환의 용도로만 사용한다. 또한, 실제 웹 환경에서는 본 연구에서 설계한 커널을 기반으로 경량캐드데이터<sup>(8)</sup>를 통한 치수검증,<sup>(9)</sup> 구배검증,<sup>(10)</sup> 간섭검사<sup>(11)</sup>가 가능한 DMU 시스템을 구축하여 커널과 뷰어 기술의 장점을 극대화한다.

관련 연구로 Shyamsunder와 Gadh<sup>(12)</sup>는 협동설계를 위한 간략화된 조립체 모델인 AREP(assembly representation)를 제시하였다. Choi 등<sup>(13)</sup>은 특정형상 변환을 통하여 B-rep모델의 다중해상도를 구현하여 가시화 속도를 향상하였다. Chen 등<sup>(14)</sup>은 ACIS 커널을 이용하여e-Assembly라는 인터넷 상의 실시간 조립체 협동 설계에 대한 연구를 수행하였고, CAR(collaborative assembly representation)라는 모델을 통하여 조립체 실시간 협동 검토를 가능하도록 하였다. 그러나, 상기 연구들은 CAD시스템과 PDM 시스템을 연계한 협동설계를 수행 할 수 있도록 설계되지 못했다. Jung<sup>(15,16)</sup>은 부품수가 많은 조립체 설계의 방법론을 제시하고 CAD와 PDM의 연계에 대한 연구를 수행하였다. 그러나, 특정한 CAD를 이용한 DMU 시스템에 대한 연구로 이기종 CAD의 DMU와 대용량 CAD 데이터의 DMU에 대한 문제해결이 필요하다.

위의 사항들을 해결함으로써 PDM 기반 조립체<sup>(17)</sup> DMU 웹뷰어시스템을 구축하기 위하여 본 논문에서

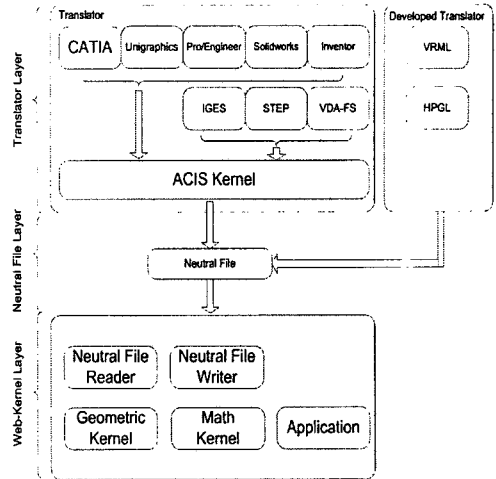


Fig. 1 Structure of the proposed kernel

서는 다음과 같은 설계요구사항(design requirement: DR)을 정의한다.

- DR1: 분산환경에서 사용 가능한 경량 웹 뷰어 커널을 설계한다.
- DR2: 이기종 CAD데이터의 DMU 수행이 원활 하여야 한다.
- DR3: 다단계의 대규모 조립체의 계층구조 표현이 가능해야 한다.
- DR4: CAD, PDM, DMU 뷰어가 유기적으로 연동되어 조립체 협동설계가 가능해야 한다.
- DR5: 웹뷰어를 위한 가시화 파일의 저장 및 관리방법이 효율적이어야 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에는 커널의 전체 구성과 엔터티별 설계 내용과 새로운 다단계 조립체 표현 모델인 MAR(multi-level assembly representation)의 설계 내용을 기술한다. 3장에는 조립체 가시화 데이터 저장을 위한 설계안과 CAD, PDM, 웹뷰어와 연동한 조립체 설계를 지원하기 위한 방안을 기술한다. 4장에는 본 논문에서 설계한 커널을 이용한 웹뷰어와 CAD, PDM의 연계 사례를 기술하여 본 논문에서 설계한 커널의 효율성을 검증한다.

## 2. 커널의 구성

### 2.1 커널 구조

본 연구에서 설계한 커널은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 세가지 계층으로 구성된다. 상단의 변환기 계층은 DR2를 만족시키기 위해 다양한 상용 CAD시스템의 고유파일과 국제표준인 IGES, STEP,

VDA-FS등의 중립파일 연계를 위한 부분이다.<sup>(13)</sup>

중립파일 계층은 물리적인 파일로 변환기 계층을 통하여 변환한 중립파일로서 커널에 형상정보를 전달하는 부분이다.

커널 계층은 실질적으로 웹브라우저에 플러그인 되는 부분으로 다음과 같은 부분으로 이루어진다.

먼저 중립파일을 읽어서 가시화 할 수 있는 부분, 다시 변경 내용을 중립파일로 기록하는 부분, 기하형상을 나타내는 형상커널 부분, DMU와 치수 검증 및 가시화에 필요한 벡터연산과 행렬연산을 수행하는 수학커널 부분, DMU와 치수검증 및 가시화 기능을 수행하기 위한 응용프로그램 부분으로 구성된다.

2.2 기하커널

본 논문의 기하커널은 형상모델링을 목적으로 하는 것이 아니므로, DR1의 요구사항을 해결하기 위하여 상용커널과는 달리 경량화를 위하여 불리언(boolean)을 담당하는 부분은 생략한다.<sup>(18,19)</sup> 본 커널 구조는 경량화된 B-rep(boundary representation) 구조로 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 용도에 따라 두가지 부분으로 나누어 설계한다.<sup>(8)</sup> 첫째로 3차원 형상 렌더링(rendering)을 위한 삼각메시 데이터 부분(Fig. 2의 A)과 둘째로 치수검증을 위한 모서리 데이터 부분(Fig. 2의 B)으로 나누어 정의한다. 기하형상을 처리하는 부분으로 에지, 곡선, 곡면과 이를 관리하는 구조인 솔리드와 Group을 포함하고 있다. 여기서 Solid는 점, 곡선, 곡면의 집합이고 이들 Solid의 집합이 Group이다.

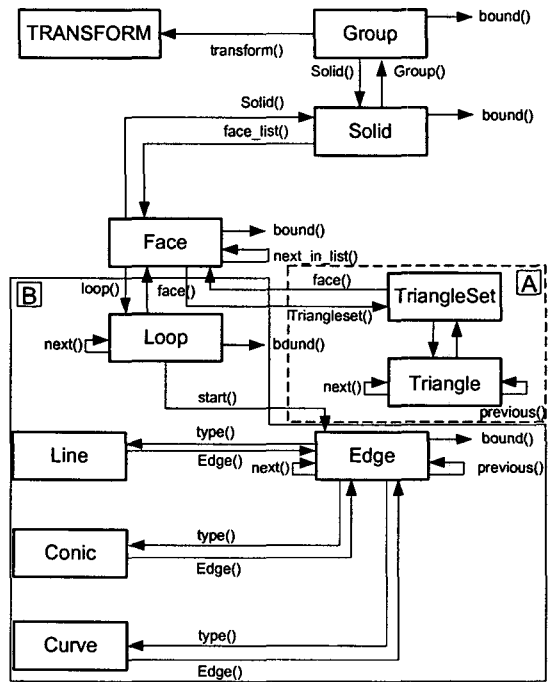


Fig. 2 Structure of the geometric kernel

```

class Entity {
    Char *Name;          /* Name of entity */
    UINT ID;             /* Number of identification */
    int type;            /* Number of type identification */
    GLubyte R, G, B;    /* Color of entity */
    BOOL Visible;       /* Type visibility of entity */
    ...
}
    
```

Fig. 3 Structure of the entity

2.3 Entity

본 시스템의 모든 엔터티는 Entity를 상속선언하여 Entity에 정의되어 있는 모든 속성을 사용한다. Entity에 정의된 속성은 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 엔터티의 이름, 엔터티 구분을 위한 ID번호, 각 엔터티의 종류 판별을 위한 Type, 엔터티 색상, 엔터티 가시화 여부 등의 내용이다.

2.4 Group 엔터티

Group 엔터티는 DR3을 요건을 만족하는 조립체의 조립구조를 표현하기 위해 설계된 엔터티이다. Group 엔터티를 이용한 다단계의 조립체 표현 모델을 MAR라 한다. Group 엔터티는 최소 1개 이상의 하위조립체 또는 부품으로 구성된다. Group 엔터티는 상·하향식 설계를 동시에 지원하기 위해 Fig. 4와 같이 각 Group이 만들어 질 때마다 조립

```

class Group: public Entity{
    Solid *gsolid;      /* Pointer to list of solid */
    Face *gface;       /* Pointer to list of solid */
    Edge *gedge;       /* Pointer to list of solid */
    Vertex *gvertex;   /* Pointer to list of solid */
    Group *prevg;      /* Pointer to previous Group */
    Group *nextg;      /* Pointer to next Group */
    MATRIX AffineMatrix /* Group of Affinematrix */
    ...
}
    
```

Fig. 4 Structure of the group entity

체에 속하는 연결리스트(linked list)로 등록하고 이 사이를 포인터로 연결한다. 이 구조를 이용하면 조립체 생성 후에도 임의의 단계에 다른 조립체 또는 부품의 추가가 가능하다. Group의 하위 계층으로 커널 상의 모든 종류의 엔터티를 수용 할 수 있도록 한다. 또한, Group 하위에 다시Group으로 구성된 엔터티도 존재 가능하다. 이를 이용하면 여

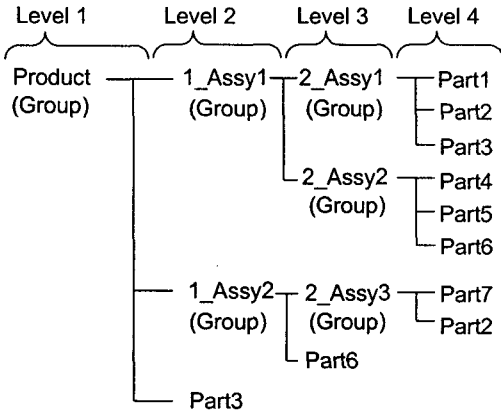


Fig. 5 Hierarchical data structure for an assembly

러 단계로 구성된 BOM구조(bill of material)의 조립체 표현이 가능하다. Fig. 5에 Group 엔터티를 이용하여 다단계의 조립체를 표현 한 예를 보인다. Fig. 4에 나타낸 바와 같이 Group 엔터티는 Solid의 포인터를 가지고 있다. Group 엔터티의 Affine-matrix는 조립체에 속하여 있는 부품의 위치와 방향을 나타내는 4×4 변환행렬(homogeneous transformation matrix)이다. 이를 이용하여 PDM 시스템에 저장된 조립체 도면에서의 파트 위치 및 방향 정보를 전달 받아 파트의 형상 정보를 표현한다. 그러나, CAD 시스템과 PDM 시스템에 따라 각 부품의 변환행렬이 각 축의 회전 ( $\phi, \theta, \psi$ ) 과 이동 ( $p_x, p_y, p_z$ ) 으로 표현되어 전달 되는 경우 아래 식(1)을 통하여 해당 변환행렬을 구하여 이용한다.<sup>(20)</sup> 이를 통해 DR4를 만족시킨다.

즉, 여러 단계의 Group 즉 4 레벨의 조립체라면 식 (2)와 같이 각각의 단계에 해당하는 Group 의 변환행렬의 곱이 주 조립체의 위치가 된다.

$$[M] = Trans(p_x, p_y, p_z)Rot(z, \phi)Rot(y, \theta)Rot(x, \psi) \quad (1)$$

$$[M]_{level1} = [M]_{level2} \times [M]_{level3} \times [M]_{level4} \quad (2)$$

### 2.5 Solid 엔터티

Fig. 5 의 Part 에 해당하는 엔터티가 Solid 엔터티이다. 실질적인 형상정보를 관리하는 엔터티이다. 본 엔터티로 Solid 단위로 충돌검사 및 색상변경 등의 기능구현이 가능하다. Fig. 6 과 같이 솔리드 엔터티에는 솔리드의 중심(SolidCen)과 최대값(SolidMax), 최소값(SolidMin)을 저장하여 가시화 영역의 산출과 외곽상자(bounding box) 표현에 사용한다. 외곽상자 표현데이터는 충돌검사시 정밀

```

class Solid: public Entity{
    CString Name;           /* Name of componet */
    Group *sgroup;         /* Back pointer to group */
    Face *sface;          /* Pointer to list of face */
    Solid *prevs;         /* Pointer to previous solid */
    Solid *nexts;         /* Pointer to next solid */
    VECTOR3D SolidCen     /* Center of solid */
    VECTOR3D SolidMax     /* Max point of solid*/
    VECTOR3D SolidMin     /* Min point of solid*/
    MATRIX TranslateMatrix /* Translation matrix of solid*/
    ...
}
    
```

Fig. 6 Structure of the solid entity

```

class Face: public Entity{
    CString Name;           /* Name of face */
    Solid *fsolid;         /* Back pointer to solid */
    Face *prevf;          /* Pointer to previous solid */
    Face *nextf;          /* Pointer to next solid */
    Triangleset *Triangleset; /* Pointer to triangleset */
    Loop *floop           /* Pointer to loop */
    ...
}
    
```

Fig. 7 Structure of the face entity

```

class Loop: public Entity{
    Face *iface;          /* Back pointer to face */
    Loop *prevl;         /* Pointer to previous loop */
    Loop *nextl;         /* Pointer to next loop */
    Edge *ledge;         /* Pointer to edge */
    ...
}
    
```

Fig. 8 Structure of the loop entity

```

class Edge: public Entity{
    int Edgetype          /* Type of edge */
    Loop *eloop;         /* Back pointer to loop */
    Edge *preve;         /* Pointer to previous edge */
    Edge *nexte;         /* Pointer to next edge */
    ...
}
    
```

Fig. 9 Structure of the edge entity

```

class Triangleset: public Entity{
    Face *tface;         /* Back pointer to face */
    int PointNum;        /* Number of Points */
    float (*Points)[3]   /* Value of Points */
    int NormalNum;       /* Number of Normals */
    float (*Normals)[3]; /* Value of Normals */
    int FaceindexNum;    /* Number of Faceindex */
    float (*FaceList)[3]; /* Value of Faceindex */
    Triangleset *nextt; /* Pointer to next triangleset */
    ...
}
    
```

Fig. 10 Structure of the triangleset entity

충돌검사 이전에 외곽상자 충돌 테스트 시에도 사용된다. Solid 엔터티는 Face 엔터티의 정보를 포함한다. 또한, Solid 클래스 내의 변환행렬(Translate

Matrix)값으로 솔리드 각각의 이동·회전량을 나타내어 준다.

### 2.6 Face 엔터티

Face 엔터티는 솔리드의 면에 해당하는 엔터티로서 Fig. 7에 나타낸 바와 같이 삼각화 데이터 처리를 위한 Triangleset과 모서리데이터 처리를 위한 Loop로 이루어져 있다. Face에서 Triangleset과 Loop의 정보를 관리하므로 각각의 면에 속한 삼각화 데이터와 모서리데이터를 알 수 있다.

### 2.7 Loop 엔터티

내부 구멍을 가지고 있는 면을 표현하기 위하여 Loop 엔터티를 설계한다. Fig. 8과 같이 Loop 엔터티는 폐곡선을 이루는 모서리의 리스트이며 모든 면은 바깥경계의 외부 Loop를 가지고 있고 내부의 경계가 존재한다면 이에 해당하는 구멍 Loop를 갖는다. Loop는 하나의 페이스 내에 여러 개가 있을 수 있으며 외부 Loop와 내부 Loop로 나뉘어진다.

### 2.8 Edge 엔터티

Edge는 모서리 각각 관리 및 처리하기 위한 엔터티이다. Fig. 9와 같이 Edge 클래스 내의 Type의 정수값으로 곡선, 선, 원추 곡선 임을 판단하여 각각의 속성값을 필요에 따라 이용 할 수 있도록 한다.

### 2.9 Triangleset 엔터티

Triangleset 엔터티는 삼각화 메시를 관리하는 엔터티이다. 본 커널은 모델링을 목적으로 하는 상용 커널과는 달리 가시화 및 DMU가 주된 용도이다. 이를 위하여 삼각화 메시를 미리 생성하여 클래스에 저장하여 처리하면 효율적이다. Triangleset에서는 Fig. 10과 같이 삼각 메시의 삼각형 좌표 정보, 법선 벡터 정보, 삼각형 좌표값의 인덱스 정보를 클래스에 저장하여 가시화에 사용한다.

### 2.10 수학 커널

수학 커널은 CAD 데이터의 가시화 및 DMU시에 필요한 벡터, 행렬을 정의한다. 또한, 기능구현시 사용되는 벡터연산, 행렬연산에 관계된 함수들을 정의한다.

### 2.11 데이터 변환기

커널의 형상정보를 타시스템과 연동할 수 있도록 내보내는 부분이다. VRML을 이용하여 데이터

를 저장할 수 있도록 구현하였다. IGES나 STEP은 다음 장에 기술된 중립파일을 통하여 상용 커널의 데이터 변환기를 이용하여 저장된다. 즉, 변환기를 직접개발 함으로써 변환기 자체결함으로 발생하는 오류를 최소화 한다.

## 3. 중립파일

본 연구에서 개발한 커널의 데이터를 파일로 저장하거나 타 커널의 데이터를 본 프로그램에서 이용할 수 있도록 저장 할 때 사용되는 커널의 중립파일에 대하여 기술한다. CAD 중립파일의 표준인 IGES와 STEP은 데이터 교환의 세계표준으로 거의 모든 CAD/CAM 시스템에서 지원한다. 그러나, 상용 CAD/CAM 시스템 변환기의 자체적인 결함이나 필요정보의 손실이 발생하는 경우가 있다. 또한, 조립체검증에 인터넷 상의 표준인 VRML을 사용하는 경우 VRML형식은 확장성이 떨어지고 다양한 비형상 정보를 저장하기 어렵기 때문에 이를 극복하기 위한 별도의 중립파일을 고안한다.

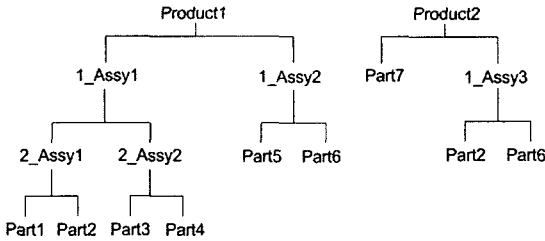
본 연구에서 개발한 중립파일은 선행 연구에 나타낸 바와 같이 이진파일(binary file)로 설계한다.<sup>(8, 21, 22)</sup> 또한, 중립파일은 데이터 파일크기 최소화를 위하여 데이터 압축에 관련된 다양한 방법을 사용한다.

### 3.1 PDM시스템 연동 중립파일 생성

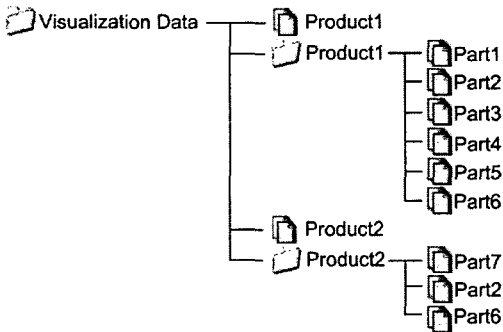
기존의 뷰어시스템의 가시화 파일은 조립체 내에 동일 파일이 사용되지 않는 경우, 조립체 단계가 늘어 날 때마다 가시화를 위한 파일 용량이 조립체 단계 수를 곱한 만큼 늘어난다.<sup>(15)</sup> 본 논문의 조립체 저장법은 DR5의 설계요건을 만족시키기 위해 파트 파일에 해당하는 형상정보만을 저장하고 조립체의 형상정보파일은 생성하지 않는다. 조립체는 PDM 시스템에 조립체 상에 사용된 파트의 위치 정보만을 저장하여 보유한다. 그러므로, 데이터베이스에서 차지하는 크기가 줄어든다.

Lee 등<sup>(23)</sup>이 제안하는 방법은 부품의 데이터가 중복하여 사용될 경우와 하위 조립체를 가시화 할 수 있다는 면에서 기존의 방법에 비하여 우수하다. 그러나, 조립체 각 레벨의 가시화 데이터를 생성하여야 하기 때문에 본 논문의 방법에 비하여 많은 가시화파일의 관리가 필요하다.

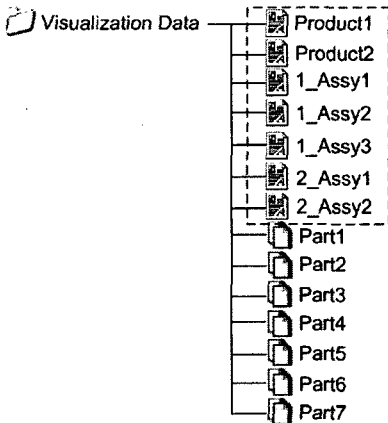
기존 시스템들을 이용하여 가시화 데이터 생성 시에는 조립체에 대한 폴더를 생성하고 조립체 파트의 가시화 데이터가 각각 생성된다. 이로써 조



(a) Data hierarchy of an assembly data



(b) Data structure of a commercial system



(c) Data structure of the developed system

Fig. 11 Structure of the visualization data

립체 중 파트의 가시화 데이터가 중복저장 된다. 기존의 방법과 본 연구의 방법을 비교하기 위하여 Fig. 11(a)의 두 제품의 가시화 데이터를 생성한다. 기존시스템의 방법은 Fig. 11(b)와 같이 먼저 최상위 조립체 “Product1”, “Product2”의 가시화 데이터를 생성한다. 다음으로 조립체에 대한 “Product1” 폴더를 생성한 후 생성된 폴더에 부품에 대한 6개의 가시화 데이터를 생성한다. 이 방법은 중간

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<Document Name="TDD_LAYOUT_01" Type="Assembly">
<Root Name="TDD_LAYOUT_01" Identifier="TDD_LAYOUT_01">
<Child Name="wbone_5x2x15_01.prt.1" Identifier="tdd_layout-1">
<Position>
<V1> 1.0000000000000000</V1>
<V2> 0.0000000000000000</V2>
<V3> 0.0000000000000000</V3>
<V4> 0.0000000000000000</V4>
<V5> 0.991071249821234</V5>
<V6> -0.1333333333333333</V6>
<V7> 0.0000000000000000</V7>
<V8> 0.1333333333333333</V8>
<V9> 0.991071249821234</V9>
<T1> 0.0000000000000000</T1>
<T2> -50.799999999999997</T2>
<T3> 304.799999999999950</T3></Position>
<RefLink Id="wbone_5x2x15_01.prt"/>
</Child>
<Child Name="link_15_01.prt.1" Identifier="tdd_layout-2">
<Position>
<V1> 1.0000000000000000</V1>
<V2> 0.0000000000000000</V2>
<V3> 0.0000000000000000</V3>
<V4> 0.0000000000000000</V4>
<V5> 0.991071249821234</V5>
<V6> -0.1333333333333333</V6>
<V7> 0.0000000000000000</V7>
<V8> 0.1333333333333333</V8>
<V9> 0.991071249821234</V9>
<T1> -25.399999999999999</T1>
<T2> 50.799999999999997</T2>
<T3> 304.799999999999950</T3></Position>
<RefLink Id="link_15_01.prt"/>
</Child>
...
</Root>
<Document Name="wbone_5x2x15_01.prt" Type="prt" FilePath="D:\temp\proc\wbone_5x2x15_01.prt">
</Document>
<Document Name="link_15_01.prt" Type="prt" FilePath="D:\temp\proc\link_15_01.prt">
</Document>
...
```

Fig. 12 XML file of the assembly data

조립체인 “1\_Assy1”, “1\_Assy2”, “1\_Assy3” 를 조회할 수 없다. 이를 개선하기 위하여 Product 를 CAD 상에서 PDM 에 등록시에 조립체의 형상정보에 대한 가시화 데이터를 따로 변환하지 않고 PDM 에서 각 조립체 단계 단위로 위치정보를 저장한다. PDM 상에서 조립체의 가시화 요청시 뷰어 시스템에서 위치정보와 파트의 가시화 데이터를 전달받아 가시화하여 위의 문제점을 해소한다.

파트의 형상정보에 대한 가시화 데이터는 Fig. 11(c)에 나타낸 바와 같이 같은 폴더에 가시화 데이터를 생성하여 조립체에 사용되는 파트의 중복 데이터를 제거한다. 또한, Fig. 11(c)의 점선 부분에 해당하는 가시화데이터를 별도로 생성하지 않고 파트의 가시화 데이터와 CAD 통합을 통하여 얻어진 조립체에서의 파트 위치정보를 PDM 에서 등록 및 관리하여 조립체 조회시 파트의 가시화데이터 파일정보와 파트 위치정보를 가시화시스템에 전달하는 방법을 사용한다.

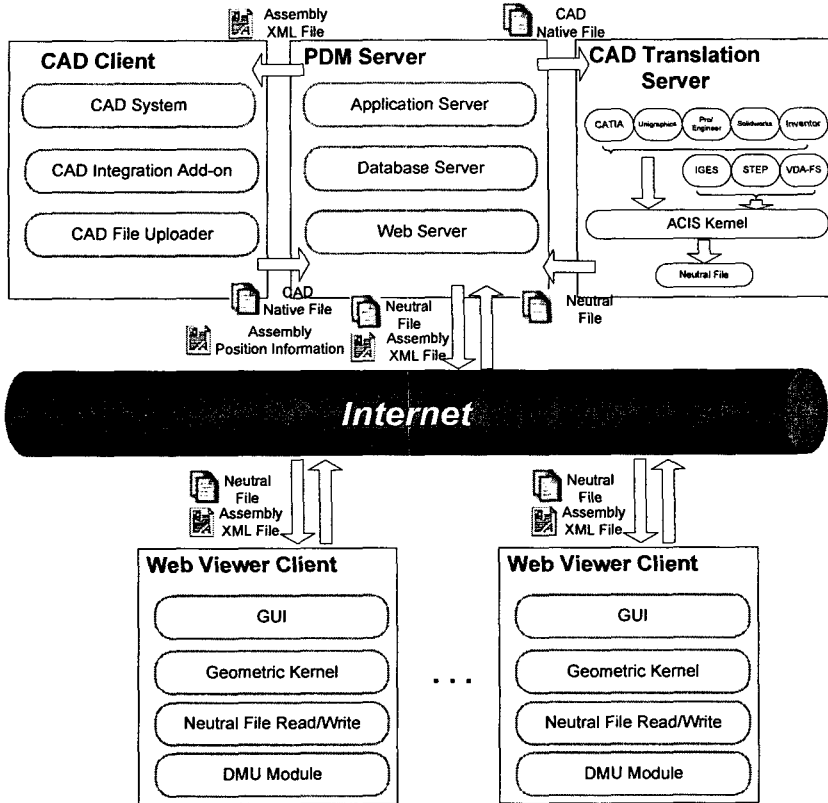


Fig. 13 Structure of the developed system

3.2 PDM 상의 조립체 위치정보 전달 방법

본 연구에서 개발된 시스템과 연동되는 PDM 조립체 계층구조에 대한 정보와 조립체 가시화 파일의 관리 및 전달 방법은 다음과 같다. 기존의 방법은 PDM에 등록된 조립체 정보를 사용자의 가시화 요청 전에 조립체의 가시화 파일을 생성 및 관리한다. 그러나, 본 연구의 방법은 PDM상에서 조립체를 검색하여 조립체의 가시화 요청시 PDM의 DB에 저장된 조립체의 위치정보를 XML 형식으로 생성하여 형상정보를 포함한 파트의 가시화 데이터와 함께 배포한다. Fig. 12는 PDM 상에서 Fig. 11(a)의 Product1을 가시화 요청 할 경우 생성 및 배포되는 XML 파일의 예를 나타낸 것이다. Fig. 12에 나타낸 바와 같이 조립구조의 상속관계는 괄호의 개폐를 사용하여 표현한다. 조립체의 위치정보는 각 단계의 변환행렬(V1~V9)과 위치벡터(T1~T3)를 저장하여 회전·이동량을 전달한다. 형상정보를 담고 있는 부품에도 변환행렬이 적용되고 부품에 대한 가시화 파일의 위치를 기입하여 가시화가 가능하도록 한다. 이와 같은 방법으로

조립체 구조를 XML형식으로 전달하기 때문에 여러 CAD 시스템의 데이터가 혼재되어 있는 경우에도 조립체 구성이 가능하다.

4. 적용 사례

4.1 시스템 구조

본 연구에서 개발된 커널을 이용하여 구축한 시스템의 전체구조를 Fig. 13에 나타낸다. 본 시스템은 CAD 연계 부분인 CAD API(application programming interface)를 이용하여 구성한 CAD 인터페이스 부분, PDM운용을 위한 PDM서버와 데이터베이스, 웹 인터페이스를 위한 웹서버 및 서블릿(servelet) 엔진, CAD 데이터의 중립파일 변환을 위한 데이터변환기 그리고 PDM 클라이언트 및 뷰어 클라이언트로 구성된다.

4.2 CAD, PDM, Viewer 통합

본 사례에서 사용된 CAD 데이터는 Fig. 14의 CAD시스템의 화면에 나타낸 바와 같이 4단계로

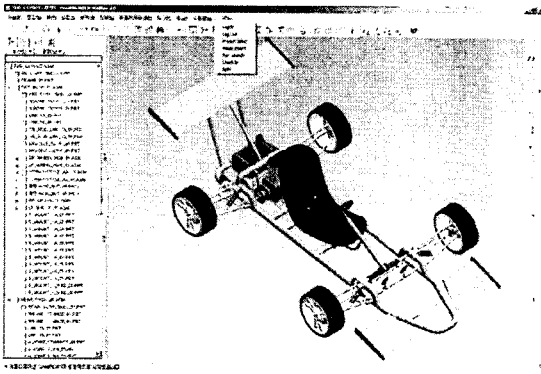


Fig. 14 Check-in of the assembly data on a CAD System

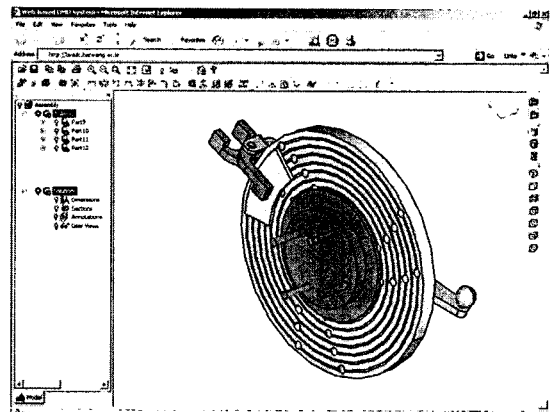


Fig. 17 Subassembly data on the viewing system

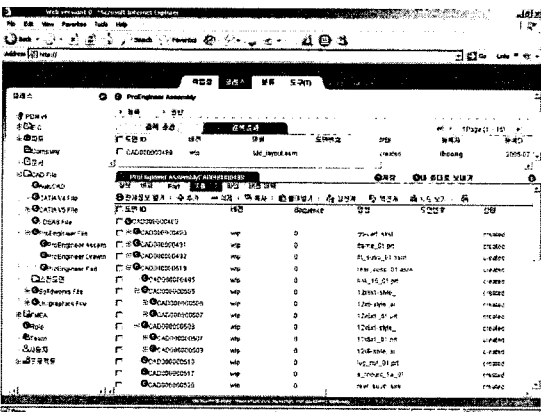


Fig. 15 Assembly structure on the PDM system

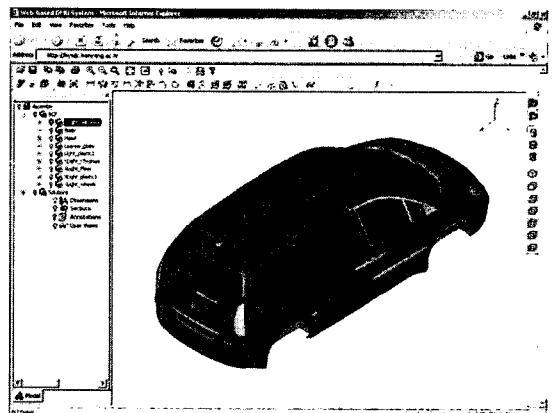


Fig. 18 Car assembly data on the viewing system

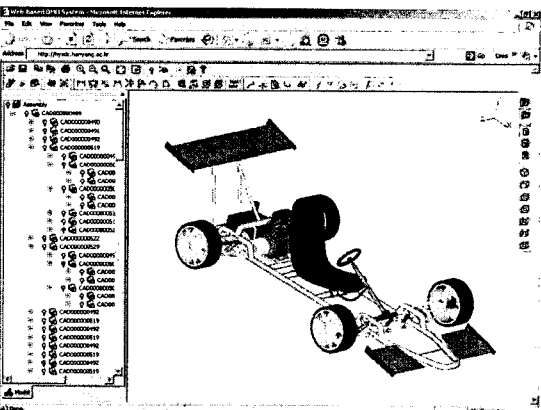


Fig. 16 Assembly data on the viewing system

이루어진 자동차 카트 조립체이다. 본 시스템은 CAD 시스템에서 조립체 데이터를 생성하여 CAD 시스템에 통합 되어 있는 Fig. 14 상단의 PDM 메뉴 중 체크인(check-in) 기능을 이용하여 PDM 시스템에 등록한다. 이 과정에서 조립체에 대한 각 단계의 변환행렬과 각 파트 파일이 PDM 시스템

에 일괄 등록된다. 등록된 조립체는 Fig. 15에 나타난 화면과 같이 PDM 시스템을 통하여 각각의 조립체 단계별 조회를 지원한다. 각 단계별 조립체는 본 논문에서 개발한 뷰어를 통하여 가시화 및 DMU를 수행한다. Fig. 16에 본 연구에서 개발된 커널을 탑재한 웹 뷰어에 Fig. 14의 조립체를 가시화한 결과를 나타내었다. 또한, Fig. 17에 중간 단계 조립체인 브레이크 부분을 가시화한 화면을 나타내었다. 대규모 조립체 가시화 검증을 위하여 Fig. 18에 자동차 외형의 조립체를 가시화한 화면을 나타내었다. 본 시스템은 Fig. 17에서 확인한 바와 같이 어떤 단계의 조립체도 PDM 시스템상에서 조회하여 가시화 및 DMU가 가능하다.

### 5. 결론

PDM 기반 조립체 DMU를 위한 웹뷰어 형상 커널을 설계함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) PDM 기반 조립체 DMU를 위한 웹뷰어 형상 커널을 설계 및 개발하고 이를 이용한 프로토타입



시스템을 구현하여 이를 검증하였다.

(2) 조립체 설계시 상·하향식설계를 모두 지원하기 위한 조립체 자료구조(MAR)를 제안하였다.

(3) 개발된 커널은 경량화된 B-rep 구조를 채용하여 웹상에서도 대단위 조립체의 CAD 파일을 DMU 할 수 있다.

(4) 본 커널은 조립체 구조를 다양한 시스템 PDM 등과 연계할 수 있도록 설계하였다. 이를 뷰어시스템에 채용하여 다단계의 조립체 데이터를 설계검증 할 수 있다.

(5) 조립체 가시화 파일을 파트와 조립체로 분류하고 파트는 형상정보를 포함하고, 조립체는 조립체에 사용된 파트의 위치정보만 분리하여 PDM에서 관리하였다. 조립체 정보는 XML로 인터페이스하여 기존시스템에 비하여 가시화 파일을 효율적으로 생성 및 관리 할 수 있다.

(6) 이기종 CAD 시스템 데이터의 DMU실현을 위하여 InterOp와 ACIS커널을 도입 및 인터페이스하여 해결하였다.

(7) CAD, PDM, DMU 뷰어를 연계한 시스템의 효용성을 다단계의 조립체 DMU 예를 통하여 입증하였다.

#### 참고문헌

- (1) Kuo, C. F. and Chu, C. H., 2005, "An Online Ergonomic Evaluator for 3D Product Design," *Computer in Industry*, Vol. 56, pp. 479-492.
- (2) Spatial Corporation, <http://www.spatial.com>.
- (3) UGS-PLM, <http://www.parasolid.com>.
- (4) Open CASCADE, <http://www.opencascade.com>.
- (5) PTC corporation, <http://www.ptc.com>.
- (6) HOOPS corporation, <http://www.hoops3d.com>.
- (7) Actify corporation, <http://www.actify.com>.
- (8) Chung, S. C. and Song, I. H., 2006, "Design of Lightweight CAD Files for Web-based Collaboration," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 30, No. 5, pp. 488-495.
- (9) Chung, S. C. and Song, I. H., 2003, "Web-based Precision Dimensional Verification System for Rapid Design and Manufacture," *ASPE's 18th Annual Meeting, Portland, Oregon*, pp. 359-362.
- (10) Chung, S. C., Yeon, K. H. and Song, I. H., 2005, "Web-based Draft Verification System for Injection Mold Design," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 29, No. 10, pp. 1353-1360.
- (11) Chung, S. C., Park, J. M. and Song, I. H., 2006, "Web-based Interference Verification System for Injection Mold Design," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 30, No. 7, pp. 816-825.
- (12) Shyamsundar, N. and Gadh, R., 2001, "Internet-based Collaborative Product Design with Assembly Features and Virtual Design Spaces," *Computer-Aided Design*, Vol. 33, pp. 637-651.
- (13) Choi, D. H., Kim, T. W. and Lee, K. W., 2002, "Multi-Resolutional Representation of B-rep Model Using Feature Conversion," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 7, No. 2, pp. 121-130.
- (14) Chen, L., Song, Z. and Feng, L., 2004, "Internet-enabled Real-time Collaborative Assembly Modeling via an e-Assembly System : Status and Promise," *Computer Aided Design*, Vol. 36, No. 9, pp. 835-847.
- (15) Jung, Y. H., 1997, "Implementation of Concurrent Engineering for Large Assembly Design : Part (I) - Assembly-centric Modeling Methodology as BOM Structure," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 2, No. 2, pp. 93-102.
- (16) Jung, Y. H., 1997, "Implementation of Concurrent Engineering for Large Assembly Design : Part (II) - Development of a Digital Mock-Up System for Reducing Design Changes," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 2, No. 2, pp. 103-110.
- (17) Chung, S. C. and Song, I. H., 2005, "Design of Improved PDM and Real-time Collaborative Viewing System," *Computer-Aided Design & Application*, Vol. 2, No. 6, pp. 777-785.
- (18) Chung, Y. C. and Park, J. C., 2001, "Geometric Kernel for CAD/CAM Application Software Development," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 6, No. 4, pp. 271-276.
- (19) Neo, T. L. and Lee, K. S., 2001, "Three-Dimensional Kernel Development for Injection Mould Design," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* Vol. 17, pp. 453-461.
- (20) Lee, K. and Andrews, G., 1985, "Interence of The Positions of Components in an Assembly : Part 2," *Computer-Aided Design*, Vol. 17, No. 1, pp. 20-24.
- (21) Chung, S. C., Song, I. H. and Yeon, K. H., 2004 "Real-time Collaborative Design and Dimension Verification over the Internet," *ASPE's 19th Annual Meeting, Florida, Orlando*, pp. 352-355.
- (22) Chung, S. C. and Song, I. H., 2004, "Web-based Design and Dimension Verification System Using STEP Files," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 28, No. 7, pp. 961-969.
- (23) Lee, K. S. and Lee, S. H., 2003, "Development of a DMU System Operated on a PDM System," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 8, No. 3, pp. 157-166.