

< 논문 >

XML 을 이용한 이기종 CAD 조립체 DMU 시스템의 설계

송인호* · 정성중†

(2006년 10월 26일 접수, 2007년 5월 10일 심사완료)

An XML-based Digital Mock-Up System for Heterogeneous Multi-CAD Assembly

In-Ho Song and Sung-Chong Chung

Key Words : Digital Mock-Up(디지털 목업), Lightweight CAD File(경량 캐드 파일), PDM(Product Data Management), STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data), XML (eXtensible Mark-up Language)

Abstract

As many engineers and technicians are involved in the design process of large scale and/or complex products, there are a lot of miss matches and interferences due to designers' faults and several kinds of CAD systems. Recently, CAD systems are applied to verify and check the assembly process. Digital Mock-Up(DMU) system, a tool to build a virtual mock-up in the design stage, has been used to prevent the interferences and miss matches during precision design processes. Using the virtual assembly tool, engineers are able to design precision and interference free parts without physical mock-ups. Instead of a single CAD source, several CAD systems are used to design a complex product. Several organizations are involved in the distributed design environment for heterogeneous multi-CAD assembly. XML and the lightweight CAD file are proposed for the multi-CAD assembly. XML data contains hierarchy of the heterogeneous multi-CAD assembly. STEP PDM schema and STEP ISO 10303-28 formations are applied to construct the XML data. The lightweight CAD file produced from various CAD files through ACIS kernel and InterOp not only contains mesh, B-Rep and topological data, but also is used to visualize CAD data and to verify dimensions. Developed system is executed on the desktop computers. It does not require commercial CAD systems to visualize 3D assembly data. Real-time interference and fitness checks, dimensional verification, and design and assembly verification are performed on the developed system. Assembly of heterogeneous models for a car is conducted to verify the effectiveness of the developed DMU system on the Internet.

1. 서론

다수의 설계자가 동시에 설계해야 하는 대형 조립체인 자동차나 비행기 설계의 경우 조립성 및 제작성과 관련한 설계 변경의 주된 원인은 이웃하는 부품과의 간섭과 조립시의 어긋남에 기인한다. 이러한 간섭과 어긋남을 줄이기 위하여 종래에는 실물목업 (physical mock-up)을 제작하여 조립성을

검증하였으나 최근에는 최종 부품들을 제작하여 조립해 보기 전에 CAD 시스템으로 생성한 입체 형상 모델을 이용하여 간섭 및 조립 검증을 수행하는 여러가지 연구가 수행되고 있다. 즉, CAD 시스템에서 생성한 삼차원 형상 모델을 사용하여 컴퓨터 상에서 가상 조립을 수행하면, 실제 부품을 조립할 때 발견할 수 있는 설계요인을 미리 찾아낼 수 있을 뿐만 아니라, 수차례에 걸친 실물 목업 제작과정을 줄이거나 제거할 수 있다. 위 과정에 사용되는 대부분의 분산 조립체 설계환경에서는 각각의 분야에 알맞은 다양한 CAD 시스템을 이용하여 설계하는 경우가 일반적이다. 이를 위해 이기종의 CAD 시스템으로 설계된 데이터를 하나의 조립체로

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

구성하기 위한 방법으로 현재 중립파일을 많이 사용한다. 그러나, STEP, IGES, VDA-FS 등의 중립파일을 이용한 방법은 CAD 시스템의 모든 기능을 지원하지 못하며 이기종 시스템과의 변환 과정에도 문제가 있다.

CAD 정보 교환을 위한 XML 적용에 Rezayat⁽¹⁾에 의한 연구가 있다. Rezayat는 CAD 정보공유를 위해 KBPD(Knowledge-Based Product Development)라는 지식 데이터베이스에 CAD 형상 정보를 XML 형태로 변환하여 사용하였고 CADML(CAD Markup Language)라는 DTD 형태의 스키마를 제안하였다. Shyamsunder와 Gadh⁽²⁾는 조립체의 분산환경 상에서의 협동설계를 위한 간략화된 조립체 모델인 AREP(assembly representation)를 제시하였다. Chen 등⁽³⁾은 ACIS 커널을 이용하여 e-Assembly 라는 인터넷 상의 실시간 조립체 협동 설계에 대한 연구를 수행하였고, CAR (collaborative assembly representation)라는 모델을 통하여 조립체 실시간 협동 검토를 가능하도록 하였다. Jezernik과 Hren⁽⁴⁾은 XML과 VRML을 이용하여 저비용의 조립체 VR(virtual reality)시스템을 구현하였다. Yang⁽⁵⁾은 CAD 모델 교환을 위한 매크로 파라메트릭(macro parametric) 정보의 XML 표현을 제안하였다. 이 연구는 XML과 표준 모델링 명령어를 기반으로 다양한 CAD 시스템의 부품데이터베이스 구축을 수행하였지만 부품설계에 한정된 연구로 아직 조립체 적용에 대하여 고려되지 않았다. 또한, 이기종 CAD 데이터의 조립체를 지원하는 상용 가시화데이터에는 UGS 사⁽⁶⁾의 JT와 HOOPS 사⁽⁷⁾의 HSF가 있다. 그러나, 이들은 XML과 국제표준인 STEP/PDM 스키마(schema)를 지원하지 않기 때문에 다양한 PDM 시스템과 연동한 효율적인 가시화데이터 생성이 어렵다.

본 연구에서는 이기종 CAD 데이터의 조립체구성과 효율적인 가시화데이터 생성에 응용되는 XML 기반의 이기종 CAD 조립체 DMU 시스템을 제안한다. 본 시스템은 고가의 CAD 시스템을 사용하지 않기 때문에 구축비용이 저렴하다. 또한, 인터넷 환경에서 대용량의 이기종 CAD 데이터로 이루어진 조립체의 검토작업, 실시간 간섭체크, 치수검증, 디자인검증 작업 등을 수행한다. 이를 위하여 기존 연구에서 설계 및 개발한 경량 CAD 데이터⁽⁸⁾를 모델 정보의 공유를 위하여 사용하고, XML은 여러부품으로 이루어진 조립체의 구조인 BOM(bill of material)의 표현 및 인터페이스에 사용한다. XML 스키마를 국제표준인 ISO/STEP

PDM 규약을 기반으로 설계하여 대부분의 PDM 시스템에 인터페이스가 가능하다. 본 시스템에서 사용하는 경량 CAD 파일은 ACIS 커널과 InterOp를 사용하여 최적화된 파일을 생성한다.⁽⁸⁾ 경량 CAD 데이터의 내용은 기존 연구에서 연구한 바와 같이 경량 B-rep 데이터와 메쉬데이터 그리고 토폴로지 정보를 이진(binary) 형식으로 저장한다. 경량 CAD 파일의 토폴로지 정보는 기개발된 경량 CAD 커널⁽⁹⁾ 상에서 치수검증, 디지털 목업, CAD 데이터 가시화 시에 사용한다. 또한, DMU 뷰어 시스템 상에서 기개발된 복합간섭검사 알고리즘⁽¹⁰⁾으로 간섭검증 후 조립체의 변경내용은 이후의 검토를 위하여 XML 형식으로 재 저장하여 PDM 시스템의 데이터베이스에 등록하여 타 시스템과 연동할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에는 본 연구에 관련기술에 대한 내용을 기술한다. 3 장에는 XML 스키마 설계 내용과 XML을 이용한 효율적인 가시화데이터 생성법 그리고, PDM 시스템에서의 조립체 데이터 관리를 위한 데이터베이스 설계법을 기술한다. 4 장에는 본 논문에서 설계한 XML 스키마를 이용한 조립체 검증사례를 기술하여 본 논문에서 설계한 XML 기반의 조립체 DMU 시스템의 효용성을 검증한다.

2. 관련 연구

2.1 XML

XML(extensible mark-up language)은 1998년 W3C(World Wide Web Consortium)에서 표준으로 제안한 웹환경에서 구조화된 문서와 데이터를 교환하기 위한 표준 형식이다. XML은 사용자가 태그를 임의로 정의할 수 있는 장점으로 데이터의 구조와 의미를 그대로 유지하여 타 시스템과 데이터를 교환할 수 있다. XML은 유니코드를 사용하여 다양한 문자를 표현할 수 있고 언어에 중립적이다. 이와 같은 특징으로 XML은 상이한 플랫폼, 시스템 간의 정보교환이 유리하여 다른 응용프로그램에 재사용할 수 있는 상호운영성(interoperability)을 가지고 있다.⁽¹¹⁾

본 논문은 시스템간의 정보교환에 유리한 XML의 장점을 극대화하여 활용한다. 여기서 XML 조립체의 구조정보 스키마는 국제표준인 ISO 10303-28 XML 규약과 STEP PDM 스키마에 기초하여 설계하여 PDM 시스템과의 데이터 교환

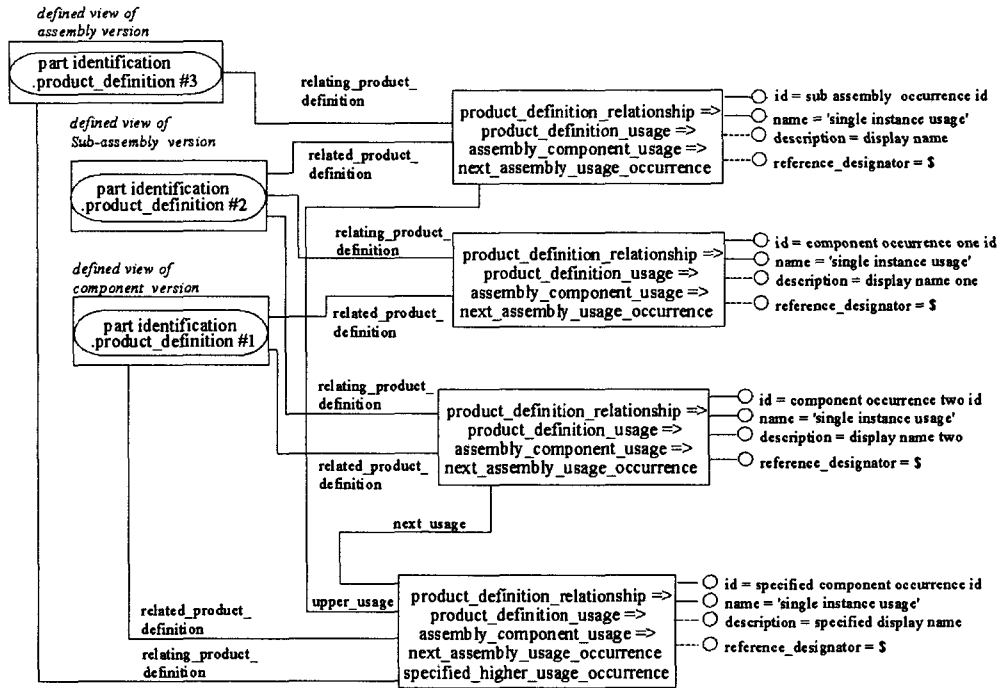


Fig. 1 Multi-level assembly DMU instance diagram at the PDM schema

에 있어 상호 운영성을 확보한다.

2.2 VRML

VRML(Virtual Reality Modeling Language)은 1994 년 규약 1.0 을 발표하여 확립되었고, 인터넷을 통하여 전세계로 확산되었다. VRML 은 현재 ISO/IEC 14772-1 의 국제 표준으로 채택되어 있다. 또한, VRML 은 멀티미디어와 상호작용을 자바스크립트를 이용하여 프로그램 가능한 객체를 정의할 수 있다. 이러한 객체의 정의를 노드라 칭한다. 노드들은 장면 그래프라고 불리는 계층적구조 내에 배열되며 다른 노드와 구분되거나 영향을 미칠 수 있다.⁽¹²⁾ 그러나, CAD 시스템에 탑재되어 있는 VRML 변환기에서는 텍스트로 이루어진 VRML 만을 지원한다. 텍스트 형식의 VRML 은 파일크기가 CAD 시스템의 원본데이터와 비교하여 크게 차이가 없고 데이터를 읽는 시간도 많이 소모된다.

2.3 X3D

VRML 이 ISO 표준으로 채택된 후 Web3D 컨소시엄에서 VRML 의 여러가지 단점을 보완한 차기 모델로 XML 기반 ISO 표준인 X3D 가

개발되었다.

X3D(Extensible 3D)는 확장가능한 3D 를 의미하며 명칭이 뜻하는 바와 같이 VRML 의 기능을 확장한 차세대 3D 그래픽 규약이며 X3D 란 이름은 XML 과의 통합을 의미하기 위해 채택되었다. X3D 는 1999 년 Web3D 컨소시엄에서 처음 발표되었으며, 현재 최종안이 발표된 상태이다. X3D 는 VRML 이 가졌던 여러가지 단점들을 보완하고 있다. X3D 는 VRML 과는 달리 표준 형식인 XML 문법을 가지고 있어 다른 콘텐츠와의 호환성이 높으며, 코드의 모듈화를 통하여 확장 가능하다. 따라서 X3D 가 사용되는 환경에 따라 필요한 기능들을 정의하여 효율적으로 사용할 수 있고, 새로 추가되는 기능 등을 자유로이 확장하여 사용할 수 있다. 또한 NURBS(Non-Uniform Rational B-Spline)에 대한 지원을 하고 있다.⁽¹³⁾

X3D 는 VRML 과 완전한 하위 호환성을 유지하도록 설계되어 기존 VRML 이 가지던 모든 기능을 제공하며 VRML 형식을 이용하여 X3D 형식으로 변환이 가능하다. X3D 는 VRML 에 비하여 많은 장점을 가지고 있지만 아직 CAD 시스템의 변환기에서 직접 지원을 하고 있지 않기 때문에 CAD 데이터 검토에 사용이 어려운

실정이다.

2.4 PDM 스키마

제품정보 통합 모델링 기술 중에 ISO/STEP 표준으로 PDM 스키마가 있다. 이는 다양한 제품정보관리기 제조사와 관련 연구자들이 공동으로 개발한 제품관리기의 핵심 표준이다. 또한, PDM 스키마는 다양한 응용 프로토콜(AP, Application Protocol)에서 공통으로 사용되는 제품정보를 고려하였기 때문에 확장성과 유연성이 잘 표현된 표준이라 할 수 있다.

STEP PDM 스키마에서는 제품구조와 구조상의 구성요소를 표현하는 명시적인 계층구조를 지원한다. 특히, PDM 스키마는 인접한 부모·자식으로 이루어지는 조립관계보다 향상된 조립체에서의 요소정의에 대한 식별기능을 가지고 있다. Fig. 1 에 다단계 조립체 DMU 인스턴스(instance)를 나타낸다. 이를 이용하여 다중 어셈블리 구조하에서 개별 컴포넌트를 구별 할 수 있으며, 각 부품 버전 하에 여러 개의 다른 뷰를 정의할 수 있고, 조립체 상에서의 위치정보, 기하학적 표현 및 각 컴포넌트를 구별 할 수 있는 속성 값을 부여할 수 있다. 또한, 다단계로 이루어진 조립체의 상하 관계 검색을 위하여 'specified_higher_usage_occurrence' 엔티티를 이용하여 이를 지원한다.⁽¹⁴⁾

본 연구에서는 다양한 CAD 시스템에서 설계된 CAD 데이터의 조립체정보를 PDM 시스템과 DMU 뷰어상에서 관리 및 검토를 위하여 PDM 스키마를 도입하여 XML 스키마 구조 설계에 활용한다. 또한, XML 로부터 인터페이스(interface)된 내용을 PDM 시스템에 등록하기 위하여 XML 스키마를 데이터 베이스에 맵핑(mapping)하여 데이터 저장소에 저장한다.

3. 조립체 DMU 시스템의 설계

3.1 XML 을 이용한 조립체의 표현

본 논문의 XML 조립체 표현은 STEP 표준인 PDM 스키마를 기반으로 설계한다.⁽¹⁵⁾ Fig. 2 에 본 연구에서 설계한 조립체와 부품에 대한 XML 스키마 구조를 나타낸다. Fig. 2 에서 조립체 XML 스키마 구조는 하위 조립체인 'Sub_Assembly' 와 부품인 'Component'로 이루어진다. 하위 조립체는 다시 조립체를 수용할 수 있고 부품 또한 수용가능하다. 조립체와 부품 모두 각각 위치정보 표현을 위한 매트릭스(matrix) 정보를 가진다. 위치표현 매트릭스정보는 'Position'에 각 부품 및 하위조립체의 변환행렬(V1~V9)과 위치벡터(T1~T3)로 이루어진다. Fig. 2 의 'Name' 은 BOM 상에 표기 및 이용되는 부품이나 조립체의 이름이다. 'Id'는

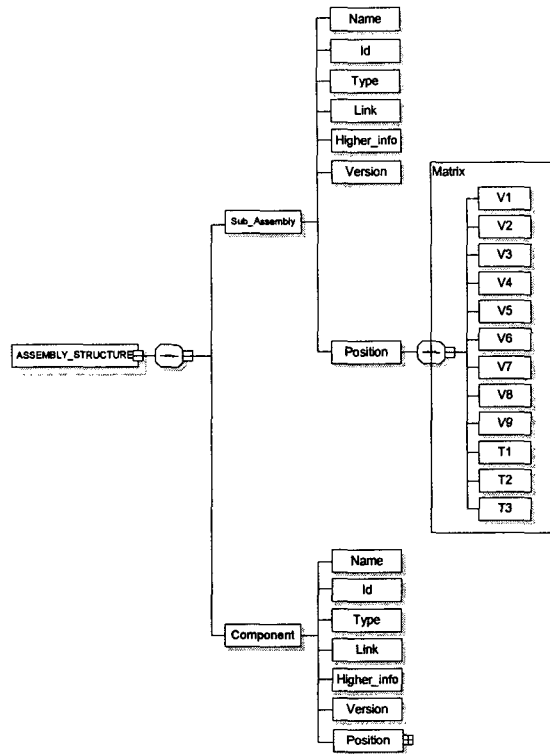


Fig. 2 XML schema structure designed for the assembly hierarchy

조립체나 부품을 구분할 수 있는 번호이다. 'Type'은 링크 데이터의 종류를 나타낸다.

이 종류에 따라서 가시화 시에 알맞은 변환기를 선택하여 변환하여 사용한다. 'Version'은 조립체와 부품의 도면버전을 나타낸다. 'Higher_info'는 상위정보를 나타내는 엔티티로 이를 통하여 멀티레벨의 조립체에서 상하 관계 검색을 지원한다. 조립체의 'Link'는 하위 조립체나 부품의 연결을 지원한다. 부품의 'Link'는 물리 도면을 링크한다. 본 논문에서 설계된 XML 스키마는 n 레벨의 조립체를 표현 할 수 있고 CAD BOM의 수용이 가능하다. 또한, STEP PDM 스키마의 다단계 조립체의 DMU를 고려하여 설계하여 상하 관계 검색을 원활하게 할 수 있다. 이를 통하여 다양한 PDM 시스템에 등록된 CAD 데이터를 본 논문에서 설계한 XML 로 인터페이스하여 사용 할 수 있다.

3.2 시스템의 구조 및 동작 프로세스

본 연구에서 구현한 시스템의 전체구조를 Fig. 3 에 나타낸다. 본 시스템은 Visual C++과 CAD API(application programming interface)를 이용하여

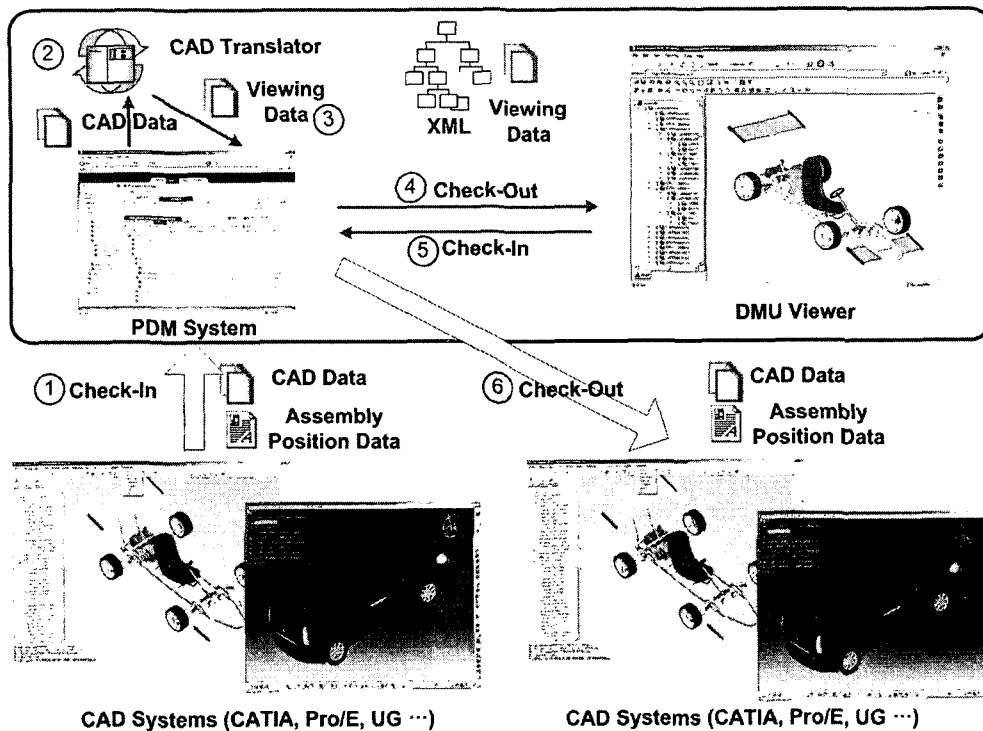


Fig. 3 Structure of the overall framework

구성한 CAD 인터페이스 부분(CATIA 는 CAA, Pro/E 는 Pro-toolkit, UG 는 API), PDM 운용을 위한 PDM 서버와 데이터 베이스, 웹 인터페이스를 위한 웹서버 및 서블릿(servelet) 엔진, CAD 데이터를 가시화 데이터로 변환을 위한 데이터변환기, PDM 클라이언트 및 뷰어 클라이언트로 구성된다.

본 시스템의 작동 프로세스는 다음과 같다. 다양한 CAD 시스템을 이용하여 설계된 CAD 데이터는 CAD 시스템상에 CAD API 로 구현한 PDM 메뉴 중 체크인(Check in)메뉴를 선택하여 CAD 데이터를 PDM 에 등록하게 된다. PDM 에 CAD 데이터 체크인시 등록시점에 Fig. 3 의 ①에 나타낸 바와 같이 CAD 데이터와 조립체 위치정보를 CAD API 를 이용 추출하여 PDM 의 데이터베이스에 등록한다. PDM 시스템에 등록된 CAD 데이터는 Fig. 3 의 ②와 같이 CAD Translator 로 변환하여 가시화 데이터(Fig. 3 의 ③) 생성 후 PDM 에서 관리한다. 그 후 사용자가 PDM 시스템을 이용하여 검증을 원하는 조립체를 선택하여 체크아웃(Check out) 하면 DMU 웹뷰어가 웹브라우저에 플러그인 되고, Fig. 3 의 ④와 같이 조립체 XML 과 부품의 가시화데이터인 경량 CAD 파일이 웹뷰어에 배포되며 가시화된다. 조립체 DMU 를 통하여 검증이 완료되면 DMU 웹뷰어

상에서 체크인하여 다시 PDM 에 변경된 조립체 위치를 XML 로 전달하여 수정사항을 반영한다(Fig. 3 의 ⑤). DMU 웹뷰어를 통한 검증이 반영된 PDM 상에서 검색 및 조회하여 CAD 시스템으로 체크아웃(Fig. 3 의 ⑥)하여 확인 한다. 다시 CAD 시스템에서 간접 형상을 수정하여 PDM 에 다시 체크인하여 등록 할 수 있다.

3.3 PDM 시스템에 연동한 가시화데이터 생성
대부분의 PDM 시스템은 효율적인 CAD 데이터 가시화 및 보안을 위하여 CAD 데이터를 가시화 데이터로 변환하는 과정을 수행하는 것이 일반적이다. 본 논문에서 제안하는 가시화데이터 생성방법은 파트 파일과 조립체 정보를 분리하여 생성하는 것이다. 파트에 해당하는 CAD 데이터는 각각 변환기로 변환하여 가시화데이터를 생성하고 조립체에 해당하는 CAD 데이터는 변환과정을 수행하지 않고 PDM 시스템의 데이터 베이스에 하위파트에 해당하는 가시화데이터에 대한 연결정보와 위치정보 매트릭스를 저장한다. 이정보를 이용하여 사용자가 PDM 상에서 검색하여 조립체 가시화를 요청시에 Xerces XML Parser⁽¹⁶⁾를 이용하여 개발한 XML 작성기를 통하여 XML 파일을 생성하여 가시화데이터와 함께 배포

Table 1 Comparisons of visualization data size

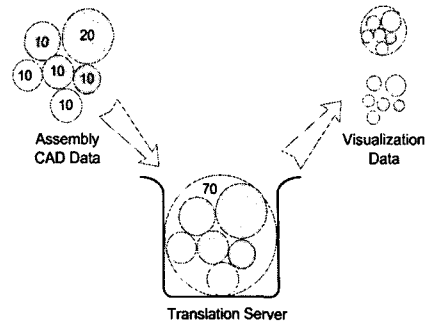
Name	CAD file size (MB)	Previous ⁽¹⁶⁾ Visualization data size (MB)	Proposed Visualization data size (MB)
A0	70	7	-
A1	20	2	-
P1	10	1	1
P2	10	1	1
P3	10	1	1
P4	10	1	1
P5	10	1	1
P6	10	1	1
P7	10	1	1
Total	160	16	7

하여 가시화한다. 전통적인 가시화 데이터 생성 과정은 Fig. 4의 (a)와 같이 조립체 전체(크기 70) CAD 데이터와 조립체 각각을 변환서버에서 읽어들이 가시화데이터로 변환한다. 이 방법에서는 조립체 전체를 한번에 읽어서 변환 할 수 있는 높은 사양의 변환서버가 필요하다. 그러나, 본 연구에서 제안하는 조립체 가시화데이터 변환 방법은 Fig. 4의 (b)와 같이 각각의 부품에 대한 가시화데이터 변환 만을 수행하므로 부품 각각에서 가장 큰 부품(크기 20)의 CAD 데이터 만을 변환 할 수 있는 변환서버 사양을 갖추면 변환이 가능한 장점으로 서버 비용과 변환시간이 절감된다.

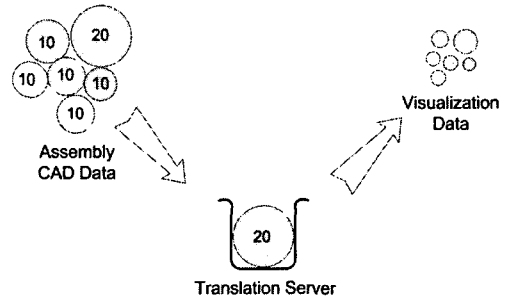
기존의 가시화데이터 생성 방법⁽¹⁶⁾은 조립체의 가시화 데이터와 부품의 가시화데이터를 생성한다. 이 경우 Table 1 은 Fig. 5 에 나타낸 CAD 데이터를 변환한 결과를 나타낸다. Table 1의 세번째 열과 같이 가시화데이터의 용량이 본 연구에서 사용되는 용량보다 2 배 이상의 크기를 차지한다. 조립체에 공용 부품이 많이 사용되는 경우 본 연구의 방법을 적용하면 각 부품의 가시화데이터만 가지게 되므로 가시화데이터가 데이터베이스에서 차지하는 용량이 조립체 가시화데이터가 중복 생성되지 않으므로 기존 방법에 대비하여 2 배 이하로 감소하게 된다. 또한, 잦은 설계변경으로 가시화 데이터를 재생성하는 경우, 본 논문의 방법은 설계변경된 부품에 대한 가시화데이터 만을 생성하면 되므로 변환서버의 부담을 현저하게 줄일 수 있다.

3.4 PDM에서의 조립체 정보 관리

본 연구의 조립체 정보 관리 방법은 부품의 형상정보와 위치정보를 분리하여 위치정보를 조립구조에 대한 상대적인 위치로 정의한다.⁽¹⁷⁾ Fig. 6의



(a) Conventional translation processes

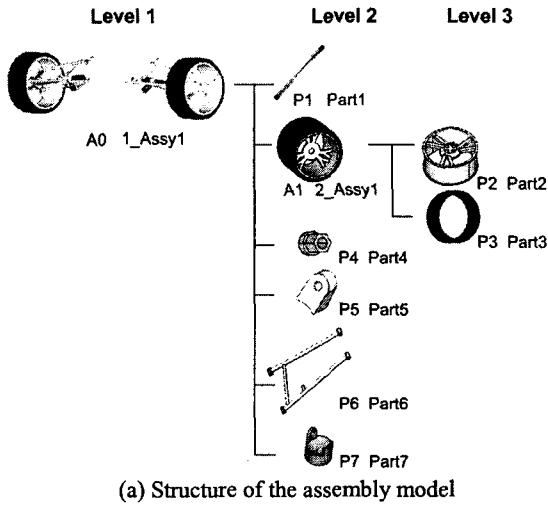


(b) Proposed translation processes

Fig. 4 Comparisons of translation processes

'Id'로 각 부품 및 조립체에 대한 고유정보를 나타낸다. 조립체 테이블은 상위 조립체와 하위부품간의 상관관계를 나타낸다. 각 행에 해당하는 부품의 부모 'Id' 값을 'Higher_info' 엘리먼트에 입력하고 자식의 'Id' 값을 'link' 항목에 저장한다. 상위 조립체의 축에 대한 부품의 상대적인 위치를 'Position' 항목에 저장한다.

실예로 조립체의 구조가 Fig. 5의 (a)와 같이 3 단계의 경우를 살펴본다. 각 조립체와 부품의 고유번호가 A0, A1, P1, P2, P3의 경우 중 A1의 상관관계는 Fig. 5의 (b) 세번째 행과 네번째 행에 정의한다. 주 조립체인 A0는 부모 부품이 없으므로 'Higher_info'와 'Position'은 값이 할당되지 않은 경우 표시되는 'NULL' 값을 입력한다. A1의 부모는 A0이므로 'Higher_info'에 A0가 표기된다. A1의 자식은 P2와 P3이므로 'Link'에 P2와 P3를 표기한다. 부품인 P1, P2, P3는 조립체인 부모를 'Higher_info'에 저장하며 'Link'에는 가시화데이터인 V1, V2, V3를 가진다. 각 부품의 위치는 경로상의 위치매트릭스의 곱을 구하면 된다. 위치 계산의 과정을 P2의 예를 들어 설명하면 다음과 같다. P2의 위치는 P2의 매트릭스 $M_{3,1}$, A1의 매트릭스 $M_{2,2}$ 그리고, A0의 매트릭스를 곱하면 구할 수 있다. 그러나, A0의 매트릭스는 없으므로 $M_{3,1}$ 와 $M_{2,2}$ 를 하위단계의 매트릭스에서 상위단계로의 매트릭스 순



(a) Structure of the assembly model

Id	Name	Higher_info	Link	Position
A0	1_Assy1	NULL	A1	NULL
P1	Part1	A0	V1	M _{2,1}
A1	2_Assy1	A0	P2	M _{2,2}
A1	2_Assy1	A0	P3	M _{2,3}
P2	Part2	A1	V2	M _{3,1}
P3	Part3	A1	V3	M _{3,2}
...

(b) Database table for the assembly model

Fig. 5 PDM database structure for an assembly model

으로 곱하여 부품 P2 의 위치 매트릭스인 M_{part2} 를 식 (1)을 이용하여 구할 수 있다.⁽¹⁸⁾

$$M_{part2} = M_{3,1} \times M_{2,2} \quad (1)$$

이기종의 CAD 데이터의 DMU 를 위해 부품 P2 와 부품 P3 이 각각 다른 CAD 시스템으로 설계된 파일로 구성되어 있는 경우를 고려한다. 가시화 데이터는 P2, P3 를 각각 생성하고, 조립체 A1 을 구성하기 위한 위치정보는 설계된 CAD 시스템이 다르기 때문에 존재하지 않는다. 이 경우 PDM 상에서 부품 P2 와 P3 을 검색하여 DMU 뷰어상으로 두 파일을 함께 불러들인 후, 뷰어상에서 DMU 를 수행하여 위치를 설정하고, PDM 에 조립체 A1 을 P2, P3 의 위치정보와 함께 등록하여 이기종 CAD 데이터의 DMU 를 수행한다.

4. 적용 사례

4.1 XML 스키마 적용

XML 을 이용한 조립체 검증시스템의 적용실험은 기존에 연구 개발한 경량 CAD 변환기^(8,19-21)와 본 연구에서 개발한 XML 파일 작성기를 이용한다.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<Assembly Name="1_Assy1" Id="A0" Type="Assembly">
  <Part Name="Part1" Id="P1">
    <Higher_info>A0</Higher_info>
    <Version>01</Version>
    <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>004.799999999999950</T3>
    </Position>
    <Link Id="V1" Type="Visual" FilePath="D:\temp\Part1.wcm" />
  </Part>
  <Subassembly Name="2_Assy1" Id="A1">
    <Higher_info>A0</Higher_info>
    <Version>01</Version>
    <Position>
      <Link Id="P2" Type="part" />
      <Link Id="P3" Type="part" />
    </Subassembly>
  <Part Name="Part2" Id="P2">
    <Higher_info>A1</Higher_info>
    <Version>01</Version>
    <Position>
      <Link Id="V2" Type="Visual" FilePath="D:\temp\Part2.wcm" />
    </Part>
  <Part Name="Part3" Id="P3">
    <Higher_info>A1</Higher_info>
    <Version>01</Version>
    <Position>
      <Link Id="V3" Type="Visual" FilePath="D:\temp\Part3.wcm" />
    </Part>
  </Assembly>
  
```

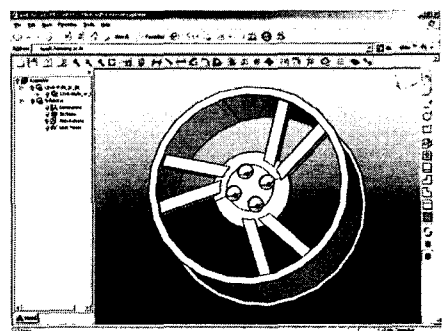


Fig. 6 CAD assembly using an XML file

또한, PDM 시스템의 데이터베이스는 oracle 을 사용한다. Fig. 6 은 CAD 시스템에서 모델링된 조립체를 PDM 에 등록하여 가시화파일 요청시에 생성되는 XML 파일과 경량 CAD 데이터의 예를 보인 것이다. Fig. 6 의 ㉠ 은 부품의 상대위치정보를 'Position'에 저장하여 전달하는 부분이다. Fig. 6 의 ㉡ 은 실제 가시화데이터의 링크정보를 'FilePath'에 저장하여 전달한다. Fig. 6 의 ㉢ 의 가시화데이터 링크는 실제 가시화파일을 나타낸 Fig. 6 의 ㉣와 연동하여 사용한다. CAD 시스템과 연계할 경우에는 이 부분이 CAD 데이터로 대체되어 CAD 시스템에서도 동일한 환경에서 DMU 검토가 가능하다.

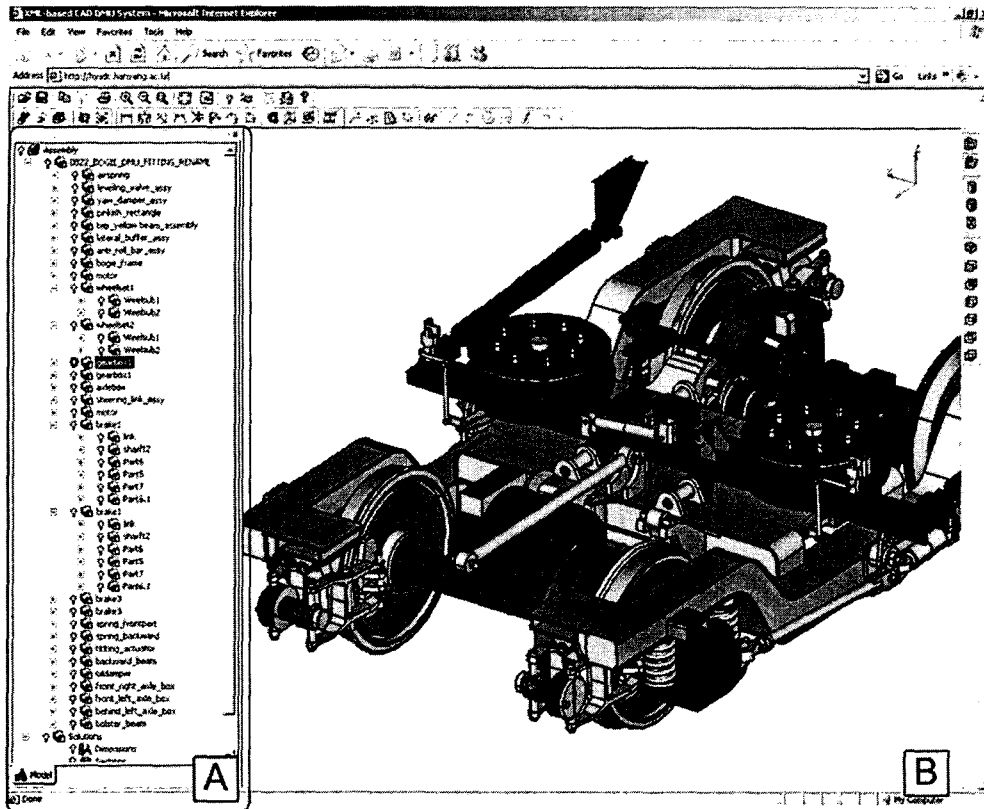


Fig. 7 Bogie assembly for multi-level DMU

4.2 다단계 조립체의 적용

본 사례에서 사용된 CAD 데이터는 Fig. 7의 화면에 나타난 바와 같이 3 단계의 조립체로 이루어진 철도차량의 보기대차이다. 본 시스템은 CAD 시스템 상에서 설계된 조립체 데이터를 CAD 시스템에 통합 되어 있는 PDM 메뉴 중 체크인(check in) 기능을 이용하여 PDM 시스템에 등록한다. 이 과정에서 조립체에 대한 각 단계의 변환행렬과 각 파트 파일이 PDM 시스템에 일괄 등록된다. PDM 시스템에 등록된 조립체는 PDM의 여러가지 조회기능을 통하여 각각의 조립체 단계별로 검토가능하다. 여기서, 각 단계별 조립체는 본 논문에서 개발한 뷰어를 통하여 가시화 및 DMU가 가능하다. 또한, 본 시스템에서는 Fig. 7의 화면과 같이 CAD 시스템에서 설계된 조립체 BOM 구조를 정확하게 표현할 수 있다. Fig. 7의 화면에 나타난 바와같이 본 사례는 3 단계의 조립체임을 확인할 수 있다. 사례연구에서 나타난 바와 같이 본 시스템은 어떤 단계의 조립체 및 부품도 PDM

시스템상에서 조회하여 가시화 및 DMU가 가능하다.

5. 결론

XML을 이용한 이기종 CAD 조립체 DMU 시스템을 설계함으로써 다음과 같은 결론을 얻는다.

- (1) XML 기술을 적용하여 이기종의 CAD 시스템으로 작성된 데이터로 이루어진 조립체를 구성하고 DMU 가능한 시스템을 설계 및 검증하였다.
- (2) 조립체 XML 설계시 STEP 스키마를 기반으로 국제표준에 부합하도록 설계하여 다양한 PDM 시스템과 연동 할 수 있다.
- (3) 부품의 형상정보는 경량 CAD 데이터로 조립체 구조는 XML로 표현함으로써 이용하여 효율적인 가시화데이터 생성이 가능하다.
- (4) 본 XML은 조립체 구조를 다양한 시스템 PDM 등과 연계할 수 있도록 설계하였다. 이를 뷰어 시스템에 채용하여 다단계의 조립체

데이터를 설계검증 할 수 있다.

(5) 조립체 가시화 파일을 파트와 조립체로 분류하고 파트는 형상정보를 포함하고 조립체는 조립체에 사용된 파트의 위치정보만 분리하여 PDM 에서 관리하도록 하여 가시화 파일을 효율적으로 생성 및 관리 할 수 있다.

(6) 빈번한 설계변경이 있는 조립체설계의 경우 본 시스템을 사용하여 설계변경시 설계변경이 발생된 부품의 가시화데이터만을 생성 및 사용이 가능하여 본 시스템의 장점을 극대화 할 수 있다.

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

참고문헌

- (1) Rezayat, M., 2002, "Knowledge-based Product Development Using XML and KCs," *Computer Aided Design*, Vol. 32, pp. 299~309.
- (2) 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.
- (3) 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.
- (4) Jezernik, A. and Hren, G., 2003, "A Solution to Integrate Computer-Aided Design (CAD) and Virtual Reality (VR) Databases in Design and Manufacturing Processes," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, Vol. 22, pp. 768~774.
- (5) Yang, J. S., Han, S. H., Cho, J. M., Kim, B. C. and Lee H. Y., 2004, "An XML-Based Macro Data Representation for a Parametric CAD Model Exchange," *Computer-Aided Design and Applications*, Vol. 1, Nos. 1-4, pp. 153~163.
- (6) UGS-PLM, <http://www.ugs.com>.
- (7) Techsoft3d corporation, <http://www.techsoft3d.com>.
- (8) Chung, S. C. and Song, I. H., 2006, "Design of Lightweight CAD Files with Dimensional Verification Capability for Web-based Collaboration," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 30, No. 5, pp. 488~495.
- (9) Song, I. H. and Chung, S. C., 2007, "Geometric Kernel Design of the Web-Viewer for the PDM Based Assembly DMU," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 31, No. 2, pp. 260~268.
- (10) Park, J. M., Song, I. H. and Chung, S. C., 2006, "Web-based Interference Verification System for Injection Mold Design," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 30, No. 7, pp. 816~825.
- (11) ISO 10303, Product Data Representation and Exchange : Implementation Methods : XML Schema Governed Representation of EXPRESS Schema Governed Data Part 28, 2002.
- (12) VRML 97 International Specification (ISO/IEC 14772-1), 1997, Available at <http://www.web3D.org/technicalinfo/specifications/vrml97/index.htm>.
- (13) Extensible 3D (X3D) Graphics (ISO/IEC 19775), 2004, Available at <http://www.web3D.org/x3d.html>.
- (14) ISO/TC184/SC4, PDM STEP Schema, Available at http://www.pdm-if.org/pdm_schema.
- (15) Xerces C++ XML Parser, <http://xml.apache.org/xerces-c>.
- (16) 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.
- (17) 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.
- (18) 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.
- (19) 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.
- (20) Song, I. H. and Chung, S. C., 2004, "Web-based Design and Dimension Verification System Using STEP Files," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 28, No. 7, pp. 961~969.
- (21) Yeon, K. H., Song, I. H. and Chung, S. C., 2005, "Web-based Draft Verification System for Injection Mold Design," *Transactions of the KSME(A)*, Vol. 29, No. 10, pp. 1353~1360.