

## 경량 3D CAD 데이터 가시화 포맷 현황

글 \_ 문두환 \_ 경북대학교 정밀기계공학과 \_ dhmun@knu.ac.kr, 송인호 \_ Carnegie Mellon Univ. \_ songphd@cmu.edu,  
양상욱 \_ (주)코체인솔루션스 선행연구팀 \_ swyang@cochain.net

### 1. 서론

제품 데이터를 제품의 전 생애주기 동안에 관리하는 PLM (product lifecycle management) 시스템이 보급되고 동시공학적 제품 개발 방법이 보편화 되면서 설계 또는 그 이후 단계의 업무를 위해서 CAD 데이터를 가시화할 필요가 있다. PLM 시스템에서 형상 정보를 가시화할 경우 부품뿐만 아니라 콤포넌트, 서브 시스템, 그리고 제품 전체를 가시화 해야 하는 경우도 있다. 이에 따라 최근에 대용량 CAD 데이터를 어떻게 가시화가 중요한 기술적 문제가 되고 있다. 특히 수백만 이상의 요소(부품)로 만들어지는 선박, 플랜트, 건물의 경우 CAD 데이터의 용량이 매우 크기 때문에 이와 같은 대용량 CAD 데이터의 가시화가 중요한 문제가 된다.

대용량 CAD 데이터 가시화를 위해서는 CAD 데이터의 크기를 줄이는 방법 (경량 CAD 데이터 포맷)이나 CAD 데이터를 빠르게 처리하는 방법 (실시간 최적 가시화)의 적용이 필요하다. 대표적인 경량 CAD 데이터 포맷으로는 JT, 3D XML, XVL 등이 있다. 실

시간 최적 최적화 기술로는 다중해상도, visibility culling (view culling, occlusion culling, distance culling), 병렬 데이터 처리 등이 있다.

CAD 시스템의 고유 포맷은 설계를 목적으로 하기 때문에 파일 크기가 크고 설계 이외의 다른 업무에 불필요한 데이터도 포함하고 있다. 그리고 CAD 시스템이 일반적으로 고가이며 고유 CAD 포맷을 처리할 수 있는 도구도 제한된다. 따라서 고유 CAD 데이터를 경량 포맷으로 변환한 후 저자의 가시화 도구를 활용하여 다른 부서의 사람들이 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 해야 한다.

경량 CAD 데이터 포맷의 활용은 협업과 제품 정보의 배포 시 직접적인 효과를 얻을 수 있다[2]. 고유 CAD 데이터 포맷은 복잡도가 높기 때문에 인터넷을 통한 데이터 전송 시 파일 크기가 커서 분산 환경에서의 설계 협업을 어렵게 한다. 경량 CAD 데이터 포맷은 파일 크기가 고유 CAD 데이터 포맷에 비해서 매우 작고 여러 무료 가시화 도구를 이용할 수 있어 데이터에 대한 접근성이 높다. 또한 경량 CAD 데이터 포맷은 보안 기능을 제공하고 있어 다른 기업들과의 협업에 도움이 된다. 지적자산 보안을 위해서 원래 형

<sup>1</sup>대용량 CAD 데이터란 기가 바이트 단위의 용량을 가진 CAD 데이터를 의미한다.

표 1. 경량 3D CAD 데이터 포맷(XVL)의 활용 사례 [5]

회사	사용자 활용 개요
TOYOTA	자동차 바디 설계 과정 상에서 대용량 3D 모델의 설계 검증(DR)을 위해 XVL 사용. 초기 단계에서 문제를 발견, 해결하기 위해 자동간섭체크 기능을 사용하여 비용 절감. 또한 DR 미팅 시 철저한 문제검토를 통해 설계품질을 강화하고 있음.
NIKON	수십만개의 부품을 포함한 반도체 제조장비 설계에 XVL 사용. 제품개발회의 및 매뉴얼 작성에 XVL을 사용함으로써 성공적으로 작업효율 증대. 현재, XVL은 회사 의사소통의 초석을 이룸.
YAMAGATA CASIO	XVL을 제조/조립 사양서에 사용함으로써 생산효율 30% 증대. 또한 XVL을 공정관리시스템에 추가하여 급형/주형 제작의 공정관리 개선. 공차나 마감상태와 같은 정보를 XVL에 기입하여 노면이 불필요한 3D 환경을 성공적으로 구축.
ALPINE PRECISION	XVL을 통해 급형/주형 제작 중 작성되는 보고서 및 도면을 대체함으로써 설계와 생산부서간 정보공유를 강화. XVL을 통해 초기단계부터 생산준비 및 급형/주형의 품질을 향상시킬 수 있었으며, 생산정보를 피드백하여 설계품질을 강화. 또한 해외 생산기지와의 정보교환에 XVL 활용
TOKAI RIKI	XVL을 통해 급형 생산정보를 '시각화' 함으로써 생산효율 증대. 숙련된 엔지니어가 3D 데이터를 활용하여 제품사양을 향상시키고 생산부서는 이에 따라 업무를 수행. XVL 데이터를 배포하여 CAD 시스템을 갖추지 못한 제조, 검사, 생산부서가 설계 피드백을 제공할 수 있게 되었음
CASIO	3D 데이터를 사용하여 작업지시 매뉴얼과 무품카탈로그의 제작을 위한 시스템을 구축. 대부분의 제품에 XVL을 사용. 누구나 필요할 때 웹을 통해 3D 데이터를 XVL로 변환할 수 있도록 시스템을 개발함으로써 다운로드됨에서의 3D 데이터 사용을 원활히 함.
L-3 COMMUNICATIONS	모든 공급업체 및 협력사와의 3D 데이터 사용을 표준화하여 비용을 획기적으로 절감. 또한 고객들에게 제품 조립을 위한 3D 프로세스 애니메이션을 제공하여 제품 유지보수에 사용.
KVAL	XVL을 통해 사용자화된 제품정보를 관리함으로써 유지보수 효율의 극적 향상. 또한 3D 데이터의 효과적인 사용을 통해 신규 엔지니어의 기술교육기간 단축.
MAN	XVL을 전사 제품데이터관리시스템에 포함하여 의사소통을 획기적으로 개선. 또한 사내 대다수 PC에 XVL Player를 설치하여 3D 정보 전달을 실현.

상을 간략화 하거나 데이터의 접근을 제한하는 방법이 많이 사용된다. 참고로, 경량 3D CAD 데이터 포맷 중 하나인 XVL (eXtensible Virtual world Language)의 활용 사례가 표 1에 정리되어 있다.

본 기사에서는 참고문헌의 내용을 바탕으로 경량 CAD 데이터 가시화 포맷의 현황에 대해서 정리하고자 한다.

## 2. 경량 CAD 데이터 포맷의 평가 기준

경량 CAD 데이터 포맷을 평가하는 기준으로는 모델

정확도 (model fidelity), 메타 데이터 지원, 보안 기능, 파일 크기, 소프트웨어 지원, 그리고 개방성이 있다[2]. Hartman[1]의 경우 평가 기준으로 개방성, 확장성, 접근성, 상호운용성, 그리고 보완성을 제시하였는데 파일 크기를 제외하면 [2]의 기준과 유사하다.

CAD 시스템은 형상의 표현을 위해서 서로 다른 기법들을 조합하여 사용하고 있다. 대표적인 기법으로는 경계표현법 (B-rep, boundary representation), NURBS (non-uniform rational B-splines), 특징형상 기반 모델

링 (feature-based modeling)가 있다. 따라서 이상적으로는 경량 CAD 데이터 포맷이 기하 정보의 변경이나 다른 엔지니어링 정보의 손실 없이 데이터의 변환이 가능하도록 서로 다른 표현 기법을 지원하는 것이 좋다. 반면에 외부 조직과의 협업의 경우에는 높은 정확도의 모델은 지적자산의 유출 문제가 발생할 수 있기 때문에 형상을 폴리곤 메쉬 (polygon mesh)나 단순화된 곡면 등으로 간략화할 수 있는 경량 CAD 데이터 포맷이 장점이 있다.

대부분의 CAD 시스템은 형상 이외에 재질, 공차, 제조 기법 등의 추가 정보를 저장하는 기능을 제공한다. 이와 같은 비형상 정보가 중요한 경우에 경량 CAD 데이터 포맷이 이 정보를 포함하거나 다른 파일에 저장된 이 정보에 대한 링크를 제공하는 것이 유용하다.

경량 CAD 데이터 포맷에서 설계 데이터를 보호하는 주요 방법은 두 가지가 있다. 첫번째 방법은 CAD 데이터를 암호화하여 접근을 제한하는 것이고, 두번째 방법은 단순화, 단위 제거, 비율 조정 등을 통해서 정확한 설계 정보를 주지 않는 것이다. 고객 품평, 홍보물, 유지보수 매뉴얼과 같이 정확한 상세 설계 데이터가 필요하지 않는 경우 두번째 방법을 적용할 수 있다. 최근에는 경량 가시화 데이터에 DRM을 적용하는 사례들도 보고되고 있다.

경량 CAD 데이터의 주요 장점은 본질적으로 인터넷 상에서 이동이 쉽다는 것이다. 그리고 CAD를 경량화하면 유지보수 작업자나 검사자가 PDA 등의 소형 디바이스로 설계 정보를 가시화하는데 유용하다. 파일 크기 축소 방법으로는 reference-instance, instance modification, 그리고 compression이 있다. Reference-instance은 동일 데이터를 참조하여 재사용하는 것이고 instance modification은 다른 객체 데이터를 참조할 뿐만 아니라 일부 수정하여 재사용하는 것이다. 그리고 compression은 데이터를 압축하는 기법을 말한다.

경량 CAD 데이터 포맷을 사용하는 장점 중 하나는

고가의 CAD 패키지가 없어도 설계 결과를 가시화 할 수 있는 환경을 제공할 수 있다는 것이다. 저가로 가시화 및 주석 처리가 가능한 소프트웨어가 지원하는 CAD 데이터 포맷은 전자 차원에서 구현을 할 때 매우 경제적이다.

포맷의 개방성은 포맷의 사양이 공개되어 외부에서도 이 사양에 따라 포맷을 지원하는 소프트웨어를 개발할 수 있음을 의미한다. 포맷이 공개되면 필수록 소프트웨어의 가격은 저렴해 지고 장기간 데이터 보관 시 유리하다.

### 3. 경량 CAD 데이터 포맷의 비교

대표적인 경량 CAD 데이터 포맷으로 3D XML, HSF, JT, X3D, 그리고 XVL이 있다.

3D XML은 모델의 형상, 구조를 기술하기 위한 XML 기반의 포맷으로 간결성이 특징이다. 이 포맷은 NURBS와 유사한 간결한 곡면 기술 방법, XML 폴리곤 메쉬, 그리고 간결한 문법의 폴리곤 메쉬를 사용하여 형상을 표현한다. 이 포맷은 보안 관련 기능으로 데이터 근사화 (data approximation) 기법을 제공한다. 파일 크기 축소를 위해서 reference-instance 메커니즘, instance modification, 그리고 raster graphic compression 기법을 사용한다. 고유 포맷의 지원은 주로 다쏘 시스템사의 제품으로 한정되나 무료 뷰어 뿐만 아니라 Lotus Notes, Microsoft Office, Internet Explorer용 무료 플러그인이 제공된다. 이 포맷은 다쏘시스템사가 관리하고 포맷의 사양은 공개되어 있다.

HSF (HOOPS Stream Format)은 폴리곤과 NURBS 곡면을 사용하여 2D와 3D 형상을 인코딩하는 바이너리 포맷이다. 이 포맷은 임의의 사용자 데이터의 추가가 가능하다. 이 포맷은 보안 관련 기능으로 데이터 근사화 (data approximation) 기법을 제공한다. 그리고 포맷의 이름에서 알 수 있듯이 데이터 스트리밍 (data streaming)이 가능하다. 다수의 CAD 벤더들이 이 포

맷을 지원한다. 이 포맷은 TechSoft3D가 관리하고 포맷의 사양은 공개되어 있다.

JT는 경계 표현 (boundary representation)과 와이어 프레임 (wire frame)을 사용하여 제품 형상을 인코딩하는 바이너리 포맷이다. 이 포맷은 추가적인 제조 정보와 다른 메타 데이터를 지원한다. 이 포맷은 보안 관련 기능으로 데이터 근사화 (data approximation) 기법을 제공한다. 파일 크기 축소를 위해서 reference-instance 벡커니즘과 다양한 compression 기법을 사용한다. 고유 포맷의 지원은 주로 지멘스사의 제품으로 한정되나 무료 뷰어 뿐만 아니라 Microsoft Office, Internet Explorer용 무료 플러그인이 제공된다. 이 포맷은 지멘스사가 관리하고 포맷의 사양은 공개되어 있다. 이 데이터 포맷을 처리하기 위한 개발 도구로 JT Open 이 있다. 이 포맷은 PLM 시스템에서 CAD 데이터를 가시화하기 위한 용도로 사용된다.

X3D는 VRML (Virtual Reality Markup Language)의 개선 버전으로 애니메이션과 상호작용에 최적화된 XML 기반 포맷이다. 이 포맷은 2D와 3D 벡터 그래픽 (vector graphics), 3D 폴리곤 메쉬, 그리고 NURBS 곡면의 표현이 가능하다. 모델 트리의 모든 노드에 메타 데이터를 추가할 수 있다. 이 포맷은 보안 관련 기능으로 데이터 근사화 (data approximation) 기법을 제공한다. 파일 크기 축소를 위해서 reference-instance 벡커니즘을 사용하고 상대적으로 간결한 XML 문법을 가진다. X3D 파일의 처리와 렌더링을 위한 공개형 라이브러리와 뷰어가 제공된다. X3D는 Web 3D Consortium가 개발하였고 ISO 표준(19775, 19776, 19777)으로 관리되고 있다.

XVL은 Lattice사에서 개발한 바이너리 형식의 경량 데이터 포맷이다. XVL 포맷은 자유 곡면 (Lattice Surface)과 폴리곤 메쉬(Lattice Mesh)의 표현이 가능하다 [4]. 이 포맷은 보안 관련 기능으로 데이터 근사화 (data approximation) 기법을 제공한다. 파일 크기 축소를 위

해서 compression 기법을 사용한다. 이 포맷은 JT나 HSF와 같은 다른 경량화 포맷보다 파일 크기가 작은 반면에 파일 생성 시간이 길다[3]. 이 데이터 포맷을 처리하기 위한 개발 도구로 XVL Integration Toolkit 이 있다. 고유 포맷의 지원은 주로 Lattice사의 제품으로 한정되나 무료 뷰어가 제공된다. 이 포맷은 Lattice사가 관리한다.

#### 4. 결론

이 기사에서 참고문헌의 내용을 바탕으로 현재 사용되고 있는 대표적인 경량 3D 데이터 포맷에 대해서 정리하였다. 그러나 기존의 경량 3D 데이터 포맷에 관한 연구나 보고서가 기계 3D CAD 시스템 데이터의 경량화에 치중되어 있고 선박이나 플랜트 CAD 데이터의 경량화와 관한 연구는 부족한 상황이다. 특히 선박이나 플랜트 CAD 시스템과 기계 CAD 시스템의 형상 표현을 위한 자료구조, 모델링 방법, 데이터의 크기에 있어 차이가 있기 때문에 앞으로 선박 및 플랜트의 3D CAD 데이터에 특화된 경량화 방법이 필요할 것으로 예상된다.

#### 참고문헌

1. Nathan W. Hartman, "Evaluating lightweight 3D graphics formats for product visualization and data exchange", Journal of Applied Science and Engineering Technology, Vol. 3, pp. 39-46, 2009.
2. Alexander Ball, Lian Ding, Manjula Patel, "Lightweight Formats for Product Model Data Exchange and Preservation", in the Proceedings of PV 2007 Conference, 2007.
3. In-Ho Song, Sung-Chong Chung, "Data format and browser of lightweight CAD files for dimensional verification over the internet", Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 23, pp. 1278-1288, 2009.
4. A. Wakita, et al., "XVL: A Compact and Qualified 3D Representation with Lattice Mesh and Surface for the Internet", Proceedings of Web3-VRML 2000, 2000.
5. 임형상, "경량 3D 데이터 활용의 동향", CAD&Graphics, 1월호, pp. 174-179, 2009.