

3D CAD Data를 이용한 LNG 플랜트의 시범적 가상모델 구현

Proposed Implementation of Virtual Reality Model for LNG Plant using 3D CAD Data

*서정로¹, 김주동², 최신범², #최재봉², 이흥철³, 황인주³

*J. R. Seo¹, J. D. Kim², S. B. Choi², #J. B. Choi(boong33@skku.edu)², H. C. Lee³ and I. J. Hwang³

¹ 성균관대학교 구조및시스템설계공학협동과정, ² 성균관대학교 기계공학부, ³ 한국건설기술연구원 설비플랜트연구실

Key words : LNG Plant, 3D CAD, web-based, VRML, XVL

1. 서론

국제유가의 급등과 중동정세의 불안, 지구의 온난화와 같은 환경문제를 해결하기 위해 친환경적인 대체에너지 개발의 필요성이 대두되고 있다. 대체에너지로는 원자력과 천연가스가 대표적이며 이와 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 세계적으로 액화천연가스(LNG, Liquefied Natural Gas) 플랜트의 수요가 2007년 1억 9000만 톤에서 2010년 2억 5000만 톤으로 증가하고 있으며, 국내에서는 LNG 플랜트와 관련하여 국가적인 지원으로 연구가 진행되고 있다[1]. 액화천연가스 기술은 물리적 액화과정, 초저온 저장기술(-165℃)이 핵심이며 가스 생산에서 액화가스 수송, 가스가 용에 이르기까지 광범위한 기술이 요구된다. 그러나 고부가가치 산업인 LNG 플랜트의 특성상 기술 장벽으로 인한 접근이 제한적이기 때문에 플랜트의 국산화 및 독자적인 기술 축적이 필요하다[2].

최근 3차원 CAD 콘텐츠는 산업 전반에 걸쳐 사용되고 있다. 3차원 CAD 콘텐츠는 생성과 관리에 많은 노력과 비용이 소요되어 현장 활용이 부진했으나 최근에는 소프트웨어와 하드웨어의 발전으로 보다 쉽게 저비용으로 활용이 가능한 단계에 이르렀다. 특히 인터넷과 컴퓨터의 발달로 인해 Local-PC에서 3차원 설계 데이터의 활용이 웹(Web)상에서도 가능해졌으며, 이와 관련한 연구도 활발히 진행되고 있다[3-7]. 3차원 CAD 데이터를 웹에서 활용하기 위해 처음 고안된 언어방식이 VRML(Virtual Reality Markup Language)이다. VRML은 3차원 형상 데이터 정보를 그래픽 정보로 변환하여 일반적인 웹브라우저에서 표현할 수 있도록 지원한다[8, 9]. 그러나 CAD 시스템에서 생성된 VRML 파일을 웹으로 공유하기 위해서는 많은 어려움이 있다. 가장 큰 문제는 3차원 설계 데이터가 대용량이라는 점으로 이를 해결하기 위해 활발한 연구가 진행되고 있다. 특히 최적의 surface mesh를 이용하여 3차원 데이터의 형상을 표현하는 방법과 VRML의 압축 기술 및 VRML mesh의 병합에 관한 연구들이 수행되고 있다[10]. Wakita는 lattice structure를 이용한 초경량 3차원 포맷인 XVL(eXtensible Virtual world description Language)을 제안하였다[11]. XVL은 3차원 CAD 데이터의 용량의 감소뿐만 아니라 형상 및 구조, 속성, 이벤트 등을 그대로 재현할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 XVL의 경량성, 호환성 그리고 정밀성을 대용량의 3차원 CAD 데이터가 필요한 플랜트분야에 활용할 경우, 설계단계 및 운영단계에서 다양한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

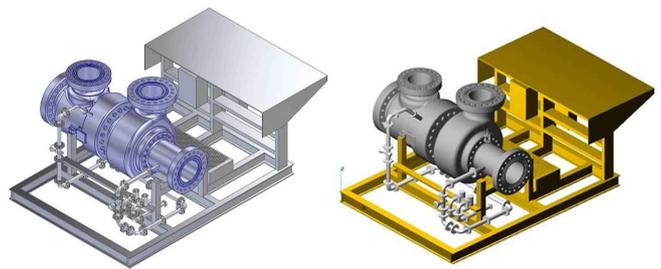
본 논문에서는 XVL을 이용하여 LNG 플랜트의 가상모델(Virtual Model)에 대해 시범적 웹기반 데이터베이스 모델을 구현하였다.

2. LNG 플랜트 핵심계통 3차원 모델 구현 사례

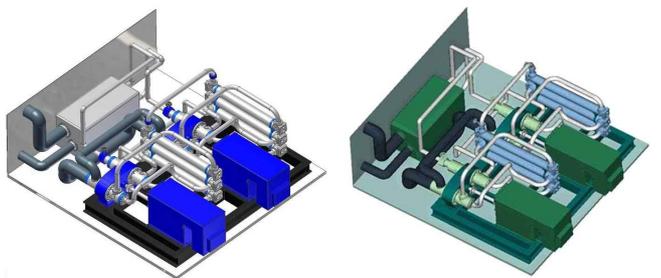
본 논문에서는 LNG 플랜트의 주요 핵심계통 및 부품 모델을 선정하고 이를 3차원 CAD 및 XVL 모델로 구현하고 이를 웹기반으로 통합된 시스템으로 구성하였다.

LNG 플랜트에만 존재하는 부품모델로는 spiral wound heat exchanger, cryogenic liquid expander, turbo-expander/compressor가 있으며 이를 핵심계통 및 부품모델로 선정하였다[12]. Turbo expander의 경우 극저온 냉동기에 사용되는 부품으로 고온의 천연가스가 저온의 천연가스보다 비열이 커서 고압 및 저압축의 질량유량이 같더라도 고압의 천연가스가 충분히 냉각되지 않는 문제를 해결하기 위해 필요한 장치 중 하나이다. 이와 더불어

LNG 수송선에 들어가는 장치 중 하나인 refrigeration compander를 주요 모델로 선정하였다. Refrigeration compander는 액화된 LNG가 기화되는 현상인 BOG(Boil Off Gas)를 막기 위한 시스템 장치 중 하나로 압축기(compressor)와 팽창기(expander)가 하나의 장치에 들어있어서 compander라고 한다. 따라서 본 연구에서는 turbo expander와 LNG 수송선의 refrigeration compander를 대상으로 상용 3차원 모델링 프로그램인 Inventor 2009를 이용하여 3차원 CAD 모델을 작성하였다. 또한 웹에서의 빠른 구현을 위해 모델을 단순화 시켰으며, 동일한 모델 데이터를 XVL Inventor Converter를 통해 XVL 데이터로 변환하였다. Fig. 1-2는 Inventor 2009에서 작업한 3차원 모델 데이터와 이를 XVL로 변환한 결과를 보여준다. Table 1은 turbo expander와 refrigeration compander의 3차원 CAD 모델과 XVL 모델을 비교한 것으로, XVL의 초경량 특징을 잘 나타내고 있다. 이를 통해 XVL은 기존의 VRML로 웹에서 표현하기 힘들었던 자연스러운 조작을 가능하게 한다.



a. 3D CAD Model b. XVL Model
Fig. 1 3D CAD model and XVL model of turbo expander



a. 3D CAD Model b. XVL Model
Fig. 2 3D CAD model and XVL model of refrigeration compander

Table 1 Comparison of compressibility

Components	Program	size	Compressibility
Turbo Expander	Inventor 2009	7.29MB	0%
	XVL	205KB	97%
Refrigeration Compander	Inventor 2009	8.20MB	0%
	XVL	204KB	98%

일반적으로 2D 틀은 범용 제품이어서 사용자가 많고 협력업체와의 호환성에도 문제가 없으며, 무엇보다 가격이 저렴하고 친숙한 시스템이지만, 간섭체크가 어려워 설계 오류의 가능성이 크고 공용품에 대한 설계 변경이 번거롭다는 점, 개념 설계 시에 입체적으로 생각하기가 힘들고 설계 의도 파악이 어렵다는 점, 그리고

자재명세서(BOM, Bill Of Material)관리가 까다롭다는 점 등이 단점으로 지적되고 있다. 2차원 툴의 단점은 그대로 3차원 툴의 장점이 된다. 즉 간접 체크가 쉬워 설계 오류의 가능성을 획기적으로 줄일 수 있으며, 모듈화된 시스템에 대한 자동설계변경이 가능하고, 공정 및 시공 시뮬레이션을 통해 타당성을 검토해 볼 수 있다. 또한 소요부품의 표준화 및 데이터베이스(database) 구축을 통해 효율성을 극대화 시키며, 개념 설계 시에 입체적인 사고가 가능하고 설계 의도 파악이 쉬우며, 자재명세서관리가 용이하고 웹기반으로 한 전문가 간에 공동 협업이 가능하다. 본 논문에서는 이러한 장점들을 활용할 수 있는 XVL 모델기반의 통합설계 및 운영시스템을 제안하였다.

3. LNG 플랜트 모델 및 데이터베이스의 웹기반 활용

본 연구의 최종 목적은 LNG 플랜트의 주요 핵심계통 및 부품 모델과 함께 주요기기의 위험기반검사(RBI, Risk-Based Inspection) 및 구조해석결과 등의 데이터베이스를 연계하여 플랜트 설계 및 운영을 위한 웹기반의 협업시스템을 개발하는 것이다. 본 논문에서는 구축한 XVL 모델기반으로 데이터베이스 연계를 위한 웹시스템의 구축 방법에 대해 서술하였다.

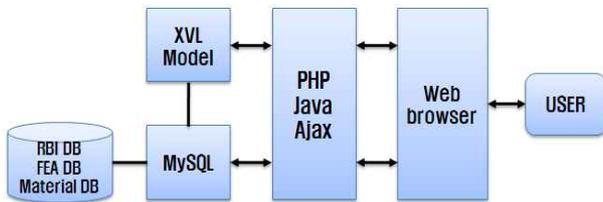


Fig. 3 The structure of web-based plant management system

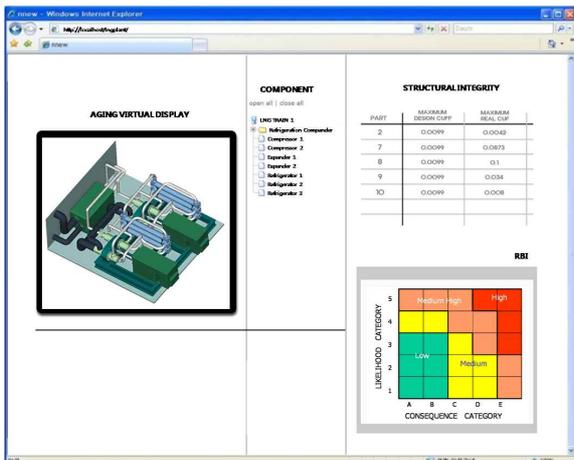


Fig. 4 Conceptual design for LNG plant management

본 연구에서 구성한 시스템의 구성도는 Fig. 3과 같다. 작성한 XVL 모델은 하나씩 컴퍼넌트로 연결이 가능하다. 이러한 특성을 활용하여 각 데이터베이스와는 컴퍼넌트 단위로 연결하였다. 또한 Java, PHP, Ajax의 기능을 활용하여 user interface부의 기능을 최대한 확보하였다. Fig. 4는 웹기반 통합시스템의 구현사례이다. XVL은 데이터베이스와 연계하면 실시간으로 컬러를 바꿀 수 있는 특성을 갖고 있다. 이를 기반으로 RBI 데이터베이스는 위험도에 따라 컴퍼넌트별로 색깔이 변하는 기능을 구현하였다. 또한 컴퍼넌트에서 계측되는 데이터는 온라인으로 확인할 수 있는 기능을 추가하였다. 본 시스템은 웹기반으로 사용하는 것으로 LNG 플랜트와 같이 많은 전문가가 동시에 참여하는 프로젝트의 설계와 운영에 매우 적합하다. XVL은 웹기반의 다양한 시각적 표현을 제공하는 뿐 아니라 플랜트와 같은 대용량 3차원 콘텐츠의 처리 및 활용이 용이하다. 유한요소해석, 위험도 평가, 안전성 평가 등 전문적인 엔지니어링 자료는 플랜트의 컴퍼넌트 별로 관리가 필요하다. 본 논문에서 제안한 시스템은 이러한 점에서

LNG 플랜트의 설계 및 운영에 필요한 데이터와 지식관리에 매우 적합한 시스템이라 판단된다. 향후 전 플랜트 컴퍼넌트에 대해 XVL 모델을 구축하고 데이터베이스를 확대하는 연구를 수행할 예정이다.

4. 결론

본 논문에서는 LNG 플랜트의 가상모델 구현을 위하여 LNG 플랜트 핵심계통 및 부품모델을 선정하였으며, XVL을 이용하여 플랜트 주요기기에 대해 3차원 모델을 구현하였다. 또한 XVL 모델을 기반으로 데이터베이스를 연계한 웹시스템 구축방안을 제시하였으며, 이와 관련하여 도출된 주요 결과는 다음과 같다.

- (1) LNG 플랜트 핵심 계통의 부품모델에 대한 3차원 CAD 및 XVL 모델을 구현하였으며, 수행한 프로세스를 향후 전체 LNG 플랜트의 가상모델 구현에 대하여 확장 적용할 수 있을 것으로 판단된다.
- (2) XVL 모델기반으로 본 논문에서 제시된 웹시스템은 3차원 모델을 사용하여 플랜트 주요기기에 대한 접근과 효율적인 운영 및 평가가 가능하므로 LNG 플랜트의 설계 및 운영에 있어 필요한 통합시스템이다.

후기

본 연구는 국토해양부 가스플랜트사업단의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Gas Plant R&D Center, "http://www.gasplant.or.kr," 2008.
2. "LNG에 GTL 플랜트가 뜬다!," Chemical Journal, 17, 28, 29-32, 2007.
3. Suzuki, M. T., Yaginuma, Y. and Sugimoto, Y. Y., "A 3D Model Retrieval System for Cellular Phones," 2003 IEEE International Conference, 4, 3846-3851, 2003.
4. Kang, L. S., Moon, J. S., Kim, S. G., Kwon, J. H. and Ji, S. B., "Development of Construction Simulation Function for Railway Project by Virtual Construction Technology," Spring Conference of the Korean Society for Railway, 10-13, 2008.
5. Sung, J. H., Lee, D. Y. and Kim, H. K., "Difference of GUI Efficiency based on 3D and 2D Graphic -Imaginary 3D IPTV Interface Development Using Virtual Reality Theory-,," Journal of Contents Association, 7, 7, 87-95, 2007.
6. Lee, J. Y. and Lee, J. L., "Preliminary Study of ICZM by 3D VR Space Development," The Korean Society for Marine Environmental Engineering, 2508-2511, 2008.
7. Moon, D. H and Sung, J. H., "A Simulation Study for the Feasibility of Manufacturing Line of Engine Block," Spring Conference of the Korea Society for Simulation, 123-128, 2005.
8. Ames, A. L., Nadeau, D. R and Moreland, J. L., "VRML 2.0 Source Book, Wiley," 1997.
9. Carey, Rikk and Bell, Gavin, "The Annotated VRML2.0 Reference Manual," A-W Developers Press, 1997.
10. Jang, T. B., Moon, K. W., Chung, J. Y. and Kim, D. S., "Merge of VRML Mesh for 3D Shape Data Compression and Transmission," Transactions of the society of CAD/CAM engineers, 7, 2, 89-95, 2002.
11. Lattice Technology powered by XVL, "http://www.lattice.co.jp," 2008.
12. Akiyama, K., "Welcome to LNG World," LNG Plant Special Seminar, 2009.