

XVL 을 활용한 원전 주요기기의 웹기반 가상현실 모델 구현

서정로[†] · 고한옥* · 장윤석* · 최재봉* · 김영진* · 김흥기** · 최영환**

Development of a web-based Virtual Reality Model on Major Components of Nuclear Power Plant using XVL

Jungro Seo, Yoonsuk Chang, Jaeboong Choi, Youngjin Kim, Hongki Kim and Younghwan Choi

Key Words : Major Components(원전 주요기기), 3D Model(3 차원 모델), Web-based(웹기반), XVL, XML.

Abstract

Recently, the Virtual Reality(VR) became one of the most powerful tools in making media files. In the field of engineering, while it is increasing to use 3D CAD model in the process of design to manufacturing, the VR is not popular in comparison with media business. XVL(eXtensible Virtual Reality Markup Language) is one of XML(eXtensible Markup Language) which is a standard web media language. XVL provides the connection between 3D CAD data and virtual reality, and it can be easily published through internet for the engineering purpose. In this study, a web based VR model for major components in a nuclear power plant has been developed by using XVL and corresponding 3D CAD data. The proposed model is expected to be used in the engineering field to cooperate among experts, and also, it will provide more plausible explanation to ordinary people.

1. 서 론

3 차원 영상으로 구성된 콘텐츠가 급속히 등장하고 있다. 하드웨어뿐만 아니라 콘텐츠 또한 3 차원으로 그 표현방식을 바꾸고 있다. 또한 웹기반의 데이터도 최근 2 차원에서 3 차원으로 옮겨가고 있는 추세이며, 이러한 3 차원을 위해 가상현실을 도입하였다. 가상현실(Virtual Reality: VR)은 1968 년 이반 서덜랜드라는 미국의 컴퓨터 기술자에 의해 새로운 형태인 머리부착형 디스플레이(Head Mounted Display: HDM)와 같은 것으로 이러한 실험은 인간과 컴퓨터와의 인터페이스에 대한 사고에 일대 혁신을 일으켰으나, 하드웨어가 뒷받침 해주지 못해 후속적인 개발이 이루어지지 못했다. 이후 1985 년 NASA 에서 좁은 우주선 안에서 복잡한

각종 작업을 단순화하기 위해 가상환경 워크스테이션을 개발하였다. 이것은 가상공간 속에서 몇 개의 컴퓨터 조작 패널을 만들어서 다양한 업무를 수행토록 하였으며, 우주선 외부에서도 우주복을 입은 채 조작할 수 있도록 한 것이 가상현실의 시초라 하겠다.

최근 영상, 고품질의 음향, 인공지능 기술 등을 접목시킴으로써 사용자 하여금 컴퓨터를 통해 일반화 되고 있으며, 인터넷 미디어가 광범위하게 사용됨에 따라 웹기반 중심의 활용도가 크게 높아지고 있다. 가상현실을 새로운 데이터 전달 매체로 사용하는 다양한 기술들이 개발되고 있으며 게임, 영화, 광고 등에서 가상현실의 활용은 이미 일반화 되고 있다. 그 중에서 가상현실이 가장 보편화 되어있는 게임 산업에서는 닌텐도 위, 플레이스테이션, X-BOX 와 같은 게임 업체들이 현실적인 게임을 서비스 하고 있으며, 영화산업에서도 아이맥스(Image Maximum: IMAX)영화관 같은 3 차원 서비스를 하고 있다.

[†] 회원, 성균관대학교 구조 및 시스템설계협동과정

E-mail : jrseo@skku.edu

TEL : (031)290-5277 FAX : (031)299-6628

* 성균관대학교 기계공학부

** 한국원자력안전기술원(KINS)

최근 미디어와 웹에서의 활용도 또한 점차 증가하고 있다. 특히 뛰어난 현실감과 시각화된 정보를 효율적으로 사용자에게 제공한다는 점에서 시뮬레이션 및 지리정보시스템 분야에서 많은 연구가 수행되었다. 먼저 시뮬레이션에서는 윈도우 비스타와 같은 3 차원 GUI(Graphic User Interface)를 구현하였으며, 지리정보시스템 분야에서는 아이나비와 같은 네비게이션에서 3 차원 지도를 표현했다. 또한 구글어스(Google Earth)라는 지도검색 서비스에서는 전 세계의 대도시를 위성사진으로 볼 수 있다. 최근 버추얼어스의 3 차원 빌딩모델들이 등장하면서 3 차원 모델을 웹에서도 적용하고 있으며, Fig.1 은 샌프란시스코의 3 차원 빌딩의 사례이다.

산업설비 분야에서의 가상현실은 대상설비의 단순한 3 차원 가시화 개념에서 벗어나 텍스트로 제공되던 데이터베이스 체계를 3 차원 방식으로 웹(Web)기반의 환경에서 구현함으로써 사용자와 컴퓨터 간의 상호작용을 가능하게 하여 신속한 정보전달 및 관리를 가능하게 해준다. 하지만 설계에서 제조까지를 모두 담당하는 기계제조분야에서는 3 차원 CAD 모델의 활용도가 높아지고 있으나 가상현실을 활용하는 단계까지는 확장되지 못하고 있다.

따라서, 가상현실과 웹을 이용한 산업설비 관리체계의 개발은 기존의 플랜트 설비 운영에서의 문제점을 개선하고, 비효율적인 2 차원적 업무 프로세스를 향상시키며, 유지보수 업무의 체계화를 통한 경제적인 설비 운영을 가능하게 한다.



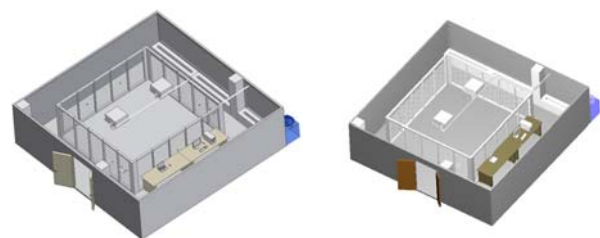
Fig.1 Google Earth(San Francisco)

이러한 3 차원적 업무를 위해 사용된 XVL(eXtensible Virtual Reality Markup

Language)은 XML(eXtensible Markup Language)로 대변되는 인터넷 공통어의 한 형태로 VR 을 표현하기 위한 표준언어이다. 특히 3 차원 CAD 데이터와 가상현실 인터넷 웹 미디어를 통합 연계하는 표준언어로 공학분야에서의 활용도가 매우 높다. 본 연구에서는 XVL 을 활용하여 3 차원 CAD 데이터로 작성한 원전 주요기기모델을 가상현실 모델로 작성한 후 공학분야에서의 활용가능성을 제시하였다. XVL 을 활용한 웹기반 VR 모델은 전문가간의 공학적인 협업 뿐 아니라 일반인들에 대한 이해도를 향상시키는 데에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

2. XVL 의 특징

XVL 의 특징은 다음과 같다. 첫 번째 초경량, 두 번째 데이터의 고속 표시, 세 번째는 뛰어난 표현력이다. 또한 CATIA, Pro-E, IDEAS, Inventor 등과 같은 3 차원 CAD 프로그램에 대한 변환기가 있기 때문에 CAD 프로그램에 구애받지 않고 XVL 파일을 생성할 수 있는 것이 특징이다. 이러한 경량화된 데이터를 웹에서도 고속으로 표시할 수 있으며, 기존 VRML 보다 더 현실감 있는 표현이 가능하게 한다. 또한 웹기반의 XVL 파일의 효율적인 활용을 위해 응용 프로그램 프로그래밍 인터페이스(Application Programming Interface: API) 를 제공하고 있다.



a. Inventor2008

b. XVL

Fig. 2 Comparison of 3D Model

2.1 XVL 의 초경량화

XVL 은 최대 100:1 의 압축률을 갖고 있다. 독자적인 제어 격자를 이용하여 최대 100:1 까지 변환 정도를 유지하면서 3 차원 모델 데이터를 경량화 한다. 반면 VRML 은 최대 53:1 의 압축률을 갖고 있으며, XVL 과 압축률을 비교하였을 때

약 두 배정도 차이가 난다. 이러한 변환된 3 차원 CAD 프로그램은 용량이 줄어든 것 뿐 아니라 모델의 속성정보를 그대로 담고 있다. Fig. 2 은 경량화 된 3 차원 모델이고, Table 1 은 Fig. 2 의 모델의 압축 정도를 나타낸 것이다.

Table 1 Comparison of file size

Program	size	Compressibility
Inventor 2008	8MB	0%
XVL	166KB	98%

2.2 XVL 의 고속 표시

3 차원 데이터를 표시할 때의 메모리 소비량을 억제해 대규모의 3 차원 데이터를 빠른 속도로 표시할 수 있으며, 3 차원 모델에서 XVL 파일로 변환하는데 있어서 그래픽, 속도 등에 중점을 주어 변환할 수 있다. 따라서 지금까지 웹에서 표현하기 불가능했던 자동차나 대형 기기의 전체 모델 그리고 산업설비를 표현이 가능하게 한다.

2.3 XVL 의 표현력

여러 부서의 업무에서 3 차원 데이터를 효과적으로 활용할 때에 중요한 것은 2 차원 데이터에 포함되는 구성 정보나 특성 등의 속성 정보들이다. 3 차원 CAD 데이터를 PDF 나 EXCEL 등의 각종 문서에서 직접 확인 할 수 있도록 하는 XVL 의 퍼블리쉬 기능은 전문가간의 공학적인 협업을 가능하게 하는 기술이다. XVL 은 3 차원 데이터와 함께 이러한 속성 정보를 편집이나 애니메이션을 정의함으로서 3 차원 모델의 전문가가 아니더라도 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

3. 웹기반 경년열화 감시시스템

본 논문에서는 원전 주요기기에 대한 정량적 수명관리를 위하여 가동중 발생하는 열화손상에 관한 정보를 효과적으로 다룰 수 있는 웹기반 감시시스템을 구축을 위한 3 차원 XVL 모델링과 서버 연계를 하였다. 이는 기존 2 차원 기반환경에서 표현하기 힘든 부분도 직접 컨트롤하여 확인 할 수 있다. 프로그램의 운영 환경은 윈도우 운영체제(Operating System: OS)를 기반으로 아파치 웹 서버(Apache web server), MySQL 데이터베이스 관리 시스템(Database Management System:

DBMS)을 사용하였다. 또한 프로그램 개발을 위한 언어는 PHP(Professional HTML Preprocessor)를 사용하여 다른 시스템 요소들과의 완벽한 호환성을 바탕으로 프로그램 성능을 최적화하였다.

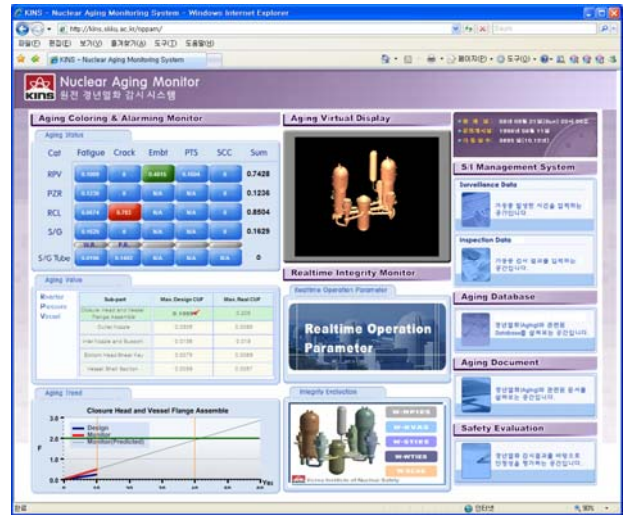


Fig. 3 The web-based aging management system

웹기반 경년열화 감시시스템은 Fig. 3 에서 보는 바와 같이 크게 7 개의 모듈로 구성하였다. Aging Coloring & Alarming Monitor 모듈은 손상변수와 손상값을 이용하여 원전의 기기별, 기구별 경년열화 상대 및 손상경향 정보를 제공해 주는 모듈이며, Aging Virtual Display 모듈은 원전의 3 차원 가상현실 환경에서 손상정도나 위치와 같은 열화손상 정보를 제공해 주는 모듈이다. 또한, Realtime Integrity Monitor 모듈은 실시간으로 원전 운전 정보를 제공해 주며, S/I Management System 모듈은 가동중 검사를 통해 얻은 정보를 경년열화 감시시스템에 입력하는 모듈이다. Aging Database / Aging Document 모듈은 원전배관손상 데이터베이스, 경년열화 규제 데이터베이스, 2 차계통 배관 데이터베이스, 배관 물성치 데이터베이스 등의 데이터베이스와 경년열화와 관련된 문서들을 제공해 준다. 마지막으로 Safety Evaluation 모듈은 각 기구별 기기건전성 평가 프로그램을 제공하고 하며 이를 통하여 원전 주요 기기에 발생하는 열화손상을 평가하고 평가 결과는 데이터베이스에 저장한다.

4. 3 차원 모델 구현사례

본 논문에서는 다음과 같은 XVL 의 특징을 이용하여 원전 주요기기들을 웹에서 구현해 보았다.

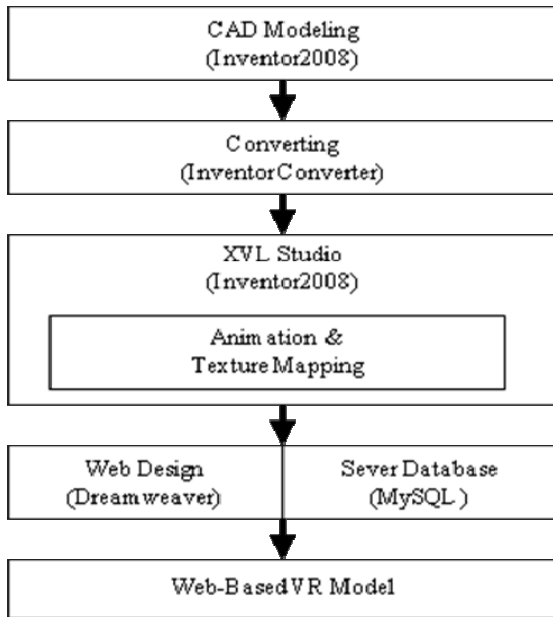


Fig. 4 Schematic of Web-based 3D modeling

4.1 웹기반 3 차원 모델구현 과정

Fig. 4 은 기존의 3 차원 모델을 XVL 데이터로 변환한 후 Java Script, Html 과 연동하여 웹에서 구현하는 시나리오를 보여준다. 이를 위하여 API 코드를 사용하였으며, MySQL 을 사용하여 데이터베이스와 연계하였다. 연구에 사용된 형상은 한국표준형 원전의 원자로냉각재계통(RCS: Reactor Coolant System)이며, 상용 3 차원 모델링 프로그램인 Inventor2008 로 모델링 하였다. 웹에서의 빠른 구현을 위해 모델을 단순화 시켰으며, 동일한 모델 데이터를 XVL Inventor Converter 를 통해 XVL 데이터로 변환하였다.

4.2 구현 및 예시

Fig. 5 는 Inventor2008 에서 작업한 3 차원 모델 데이터를 XVL 로 변환한 결과를 보여준다. Table 2 는 모델 데이터의 정보는 7.59MB 에서 XVL 로 변환 후 XVL Studio 에서 애니메이션을 정의하고 텍스처를 맵핑한 후 203KB 로 약 97% 로 압축된 것을 확인 할 수 있다. 이는 XVL 의 초경량화의 특징때문이며, 기존의 XVML 으로 웹에서 표현하기 힘들었던 자연스러운 조작을 가능하게 했다. Fig. 6 는 원전주요기기의 경년열화 데이터베이스를 MySQL 에 담아 3 차원 모델과 데이터베이스를 연동한 웹화면의 예를 보여주는 것이다. 이는 사용자가 데이터베이스의 정보를 보다 쉽고 정확한 위치를 파악하여 업무의 효율성을 높일 수 있다.

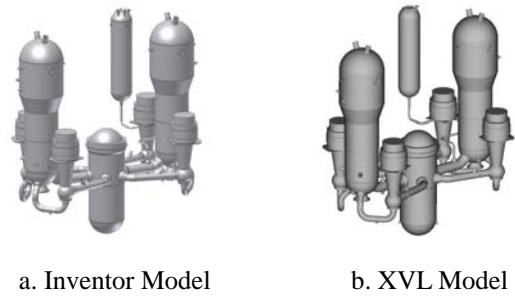


Fig. 5 Comparison of 3D Models

Table 2 Comparison of Compressibility

Program	size	Compressibility
Inventor 2008	7.59MB	0%
XVL	203KB	97%

4.3 활용 전망

기존 원전 설비 운영의 문제점으로 발전소 설계 및 규제 문서의 양이 방대하고 기존 2 차원 도면으로는 원전 주요기기의 표현과 이해가 어렵다는 점을 들 수 있다. 또한 사고나 파손에 따른 평가 및 분석시 각 분야 전문가의 지식이 분산되어 있으며, 이를 해결하기 위한 소요시간이 많이 들어간다는 점도 문제가 될 수 있다.

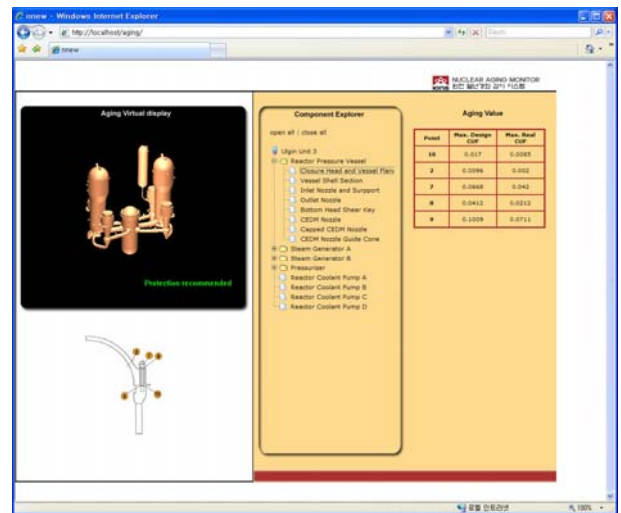


Fig. 6 Web publishing of Major Nuclear Power Plant

이에 대한 개선책으로 저자들은 웹기반의 구조 건전성평가를 위한 통합 설계 및 운영 시스템 개발을 제안하고자 한다. 본 연구에서 XVL 을 통해 좀더 쉽고 개선된 형태의 3 차원 모델을 구현해 보았으며, 향후 전문적인 평가방법과 연계하

고 방대한 데이터베이스를 웹으로 구현할 경우 상당한 파급효과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

5. 결 론

인터넷과 컴퓨터의 발달함에 따라 웹을 기반으로 한 여러 콘텐츠 사업이 활성화되고 있으며, 기존 2 차원 이미지의 콘텐츠에서 3 차원 이미지를 이용한 콘텐츠 개발에 따라 e-catalog, e-manual, e-display 등으로 확대되는 추세이다. 본 논문에서는 원전 주요기기에 대한 정량적 수명관리를 위하여 가동중 발생하는 열화손상에 관한 정보를 효과적으로 다룰 수 있는 가상현실을 적용한 웹기반 감시시스템을 구축하였으며, 이와 관련하여 도출된 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 본 논문에서는 이러한 콘텐츠를 원전 주요기기에 시범 적용하였으며, 원전 설비 관리에 있어서 웹기반으로 하는 3 차원 모델을 사용함으로써 주요기기의 접근과 효율적인 운영 및 평가가 가능할 것으로 예상하고 있다.

(2) 원전에 대한 웹기반 경년열화 감시시스템을 개발하였으며, 개발된 시스템을 향후 국내 운용중인 원전 20 호기에 대하여 확장적용할 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 교육과학기술부 주관의 원자력기술개발사업의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

(1) Hung, K. W. and Yong, M. A., 2000, "A Content-based Image Retrieval System Integrating Color, Shape and Spatial Analysis," *IEEE Proceedings of The International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 2, pp.1484-1488.
 (2) R. Brunelli and O. Mich, 2000, "Image Retrieval by Example.," *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol.2, No.3, pp.164-171.
 (3) Jung, K. S., Choi, K. H., Choi, Y. C. and Hwang, D. H., 1995, "Multimedia and an Information-Oriented Society," Science Contents Promotion Center
 (4) Shin, J. H., Song, J. J., Yi, B. J. and Jang, M. J., 2002, "Development of VRML based ISI 3D system for

nuclear power plant," *KIISE*, Vol.25, No.1(B), pp.511-513.
 (5) Suzuki, M. T., Yaginuma, Y. and Sugimoto, Y. Y., 2003, "A 3D Model Retrieval System for Cellular Phones," *Systems, Man and Cybernetics, 2003. IEEE International Conference*, Vol.4, pp.3846-3851.
 (6) Kang, L. S., Moon, J. S., Kim, S. G., Kwon, J. H. and Ji, S. B., 2008, "Development of Construction Simulation Function for Railway Project by Virtual Construction Technology," *Spring Conference of the Korean Society for Railway*, pp.10-13.
 (7) Lee, J. Y. and Lee, J. L., 2008, "Preliminary Study of ICZM by 3D VR Space Development," *The Korean Society for Marine Environmental Engineering*, pp.2508-2511.
 (8) Ko, H. O., Chang, H. S., Choi, J. B., Kim, Y. J., Kim, H. K., Choi, Y. H., Lee, J. S., 2007, "Development of a Web-based Monitoring System of Primary Components for Nuclear Power Plant Considering Aging Degradation," *Korean Society for Precision Engineering*, pp.117-118
 (9) Seo, J. R., Ko, H. O., Chang, Y. S., Kim, Y. J., Choi, J. B., Kim, H. K. and Choi, Y. H., 2008, "Implementation of Web-based 3D Model of Major Components using XVL," *KPVP 2008 Conference*, pp.213-214.
 (10) Sung, J. H., Lee, D. Y. and Kim, H. K., 2007, "Difference of GUI Efficiency based on 3D and 2D Graphic -Imaginary 3D IPTV Interface Development Using Virtual Reality Theory-," *J. of Contents Association*, Vol.7, No.7, pp.87-95.
 (11) Lattice Technology powered by XVL, 2008, "http://www.lattice.co.jp".