

국내외 선박/해양 분야 VR 현황과 Ship Navigation VR에 관한 기초 연구

이재환* · 박병재**

*충남대학교 공과대학 선박해양공학과

**충남대학교 선박해양공학과 대학원

A Basic Research on the VR Application in Naval Architecture and Ocean Eng. and Ship Navigation VR

JAE-HWAN LEE*, BYUNG-JAE PARK**

*Dept. of Naval Architecture and Ocean Eng., Chungnam Natl Univ. Daejeon, Korea

**Dept. of Naval Architecture and Ocean Eng., Chungnam Natl Univ. Graduate School, Daejeon, Korea

KEY WORDS: VR application in Naval Architecture and Ocean Eng 선박/해양 VR 응용, Ship Navigation VR 운항 VR, OpenGL, Joy Stick 조이스틱

ABSTRACT: In this paper, current application of VR in naval architecture and ocean eng. design is surveyed and VR process is implemented in ship navigation system. So far, very sophisticated VR applications have been announced but not published yet. The reason not published may be that the application is for the navy ship of which the information could not be opened to the public. Also there is another area implementing Simulation Based Design, i.e., visualization of the integration process from initial design to the manufacturing. Herein, the tendency of VR in this area is surveyed, so the international application of VR is introduced. Through the analysis the most appropriate applicability of VR in this area can be distinguished. And to show the application, ship navigation VR is programmed using OpenGL graphics software.

1. 서 론

국내 조선 업계에 VR 이 도입되기 시작한 것은 최근 몇 년전 부터이다. 그 이전에 과거선박연구소를 중심으로 선박 제품에 대한 연구로 선박모델의 방법론, 제품 CAD시스템 간의 호환성, Simulation 디자인등 가 진행되어 오다가 VR 이 전격적으로 그 효용성을 보이기 시작하였다. 역시 같은 한국해양연구원 해양시스템 안전연구소가 주축이 되어 단순 그래픽/애니메이션이 아닌 공학적 계산을 바탕으로 파도나 선박의 운항을 가시화하는 VR이 발표되었다. 해군함정에 적용되었기에 논문 같이 공개적으로 발표되지 않고 있다. 국내에서는 가장 뛰어난 수준의 VR 로 평가되고 있으나 개발에 사용된 구체적인 소프트웨어 시스템 등 개발 내용이 공개되어 있지 않다. 한편 Simulation Based Design (SBD) 개념이 VR 과 같이 사용되어 왔는데 양 분야의 개념을 명확히 정의하고 분류하기는 용이하지가 않은 실정이다. 모두 공학적 계산을 기초로 하여 제품의 가시화를 수행하는 점에서 일치하는데 근본적인 차이는 인간(설계자)이 simulation 과정에 참여하여 feed-back을 실시간으로 수행할 수 있는가 하는 점이다. SBD 보다 VR에서 인간과의 interfacing이 직접 작용한다고 볼 수 있다.

SBD는 기존, CAE (Computer aided Eng.)를 적용하여 시스템

제1저자 이재환 연락처: 대전광역시 유성구 궁동 220

042-821-6624 jaelee@cnu.ac.kr

의 운용등을 에미메이션 하여 디자인이나 엔지니어링 프로세스 를 가시화하며 운용의 정확성을 판단하는 방법으로 그 적용성을 보여 왔고 따라서 VR 보다는 엔지니어링 해석의 가시화로 볼 수 있다. 선박설계의 경우 각종 의장품의 간섭 여부를 체크하거나 walk-through 등으로 디자인의 성능/배열을 확인하는 과정을 말 할 수 있다. 특히 선박생산 분야에 그 적용성이 극대화되고 있는 실정이다. VR 경우는 대표적으로 haptic 이 적용되는 의료분야로 사용자가 실제와 같이 접촉/하중 상태를 느끼면서 가상대상을 만지고 운용할 수 있다. 혹은 3차원 모델을 대상으로 stereoscopic 안경을 쓰고 조이스틱, 마우스, motion tracker 를 사용하여 위험하거나 실행이 불가능한 가상환경에서의 운용을 미리 점검하는 분야를 예로 볼 수 있다.

본 문에서는 국내외의 SBD/VR 의 선박/해양 분야 응용 경우를 분석하고 선박에 대해 조이스틱/마우스로 선박을 운항하는 (ship navigation) VR 시스템을 구성하였다.

2. 국내외 선박/해양 SBD/VR 적용

2.1 국내 연구 현황

국내에서 SBD 연구의 대표적인 것으로 "시뮬레이션기반 설계(SBD) 기술 (이종갑, 김홍태, 2000)"을 볼 수 있다. 선박 제품에 대한 SBD 의 개념 정리, "SBD 란 가상환경에서 3차원 CAD 제품 모델을 토대로 가상 프로토타입핑과 시뮬레이션 기술을 결합하여 선박의 설계, 건조, 시험, 운용 및 유지보수의 전 단계에

결친 제반 자원들을 통합하고 실시간 지원하기 위한 컴퓨터 기반 엔지니어링의 새로운 개념이자 기술.", 여기에는 SBD기술요소, 관련기술현황, 조선분야에서의 SBD기술의 작용이 제시되어 있다. 여기에서 시뮬레이션은 제품모델을 토대로 가시화 기술과 물리적 거동 모델(physics based modeling)을 결합한 "virtual prototyping"을 통하여 구현하였다. 가상의 분산 네트워크 환경에서 기능 시뮬레이션(function simulation), 공정 시뮬레이션(process simulation) 및 안전 시뮬레이션(safety simulation) 등을 "컨테이너 적하역 시뮬레이션 시스템"과 "가상 도크 지원 시스템"을 개발하였다. 전동현, 이재구 (2000)에 의해서도 Digital Ship Production과 유사한 적용사례가 발표되었다. 한편 박진형, 이동근, 김홍태 (2002)에 의하여 개발된 시뮬레이션 연구는 사고 시 연안여객선의 탑승객들의 무사 탈출을 돕는 시스템이다. 향후 이러한 시스템 개발이 매우 활성화 될 것이다.

또한 최근에는 Digital Ship Production (디지털 선박 생산)의 연구가 활성화 되고 있다 (신종계, 이장현, 우종훈, 2001). 이러한 연구가 제안된 배경에는 현 주문 소량 제작인 선박의 모델링 (wireframe model, 부품간 분할, 집합 관계 부재), 생산 정보 도출, 정보 흐름의 단절등의 단점이 있어 이를 극복하기 위하여 새로운 인프라 구축, 미래 지향적 과학적 생산, 설계-생산-엔지니어링 정보의 통합, 시뮬레이션 기반의 생산 개념이 대두된 것이다. "디지털 생산이란 선박 생산과정을 구현하는 컴퓨터 모델을 만들고, 이 모델을 이용하여 전체 생산 과정을 하나의 통합 데이터를 통해 구현하는 시스템이다." 이를 구현하기 위하여 객체지향 조선소 모델링, 정도 관리, 시뮬레이션 기반 생산등의 예가 제시되었다. 이를 구현하는 설계 도구로 Dassault Systems가 적용되어 Design Shipbuilding Innovation 이 구현되고 있어 최근에는 상당한 정도의 연구/작업 성과가 나타나고 있다.

2.2 국외 연구 현황

가상 선박 방재 분야

국외의 경우 우선 선박설계 프로그램인 Tribon, Intergraph 등에도 3차원 CAD/CAM 과 SBD 기술이 부가되고 있어 앞절의 내용과 같은 디지털 선박 생산이 점차 구현될 것으로 전망된다. 선박 SBD s/w로 Simsmart를 고려할 수 있다. 주로 해군함에 적용되는데 CAE 기술에 기반하여 "what if" 시나리오를 적용하여 수천곳의 기계적, 전기적, 유동, 가스, 추진 등의 시스템에 대하여 그래픽 GUI 로 실시간 상호작용이 이루어 있다. 미국의 경우 대학에서는 간단한 선박 구조설계/생산에 VR 이 적용되고 있다(www.eco.utexas.edu). 대부분의 적용은 해군에서 구난상황에 대한 VR이 주를 이루고 있다 (<http://chemdiv-www.nrl.navy.mil>). 대표적인 경우로 해군 ex-USS Shadwell을 모델로 실물과 같은 상황에서 HMD (head mount display) 와 3D joystick을 사용하는 VE (virtual environment) 환경에서 사용자가 walk-through를 하며 모델환경과 상호작용 한다. (Tate, D. L. 1995, 1997) 여기에 화염 효과를 도입하여 방재상황에 대한 가상시뮬레이션을 수행하고 있다. 사용자는 HMD를 쓰고 3D 조이스틱으로 열거나 닫고자 하는

문을 지시하면 장갑 아바타가 화면에 나타나 의도하는 데로 수행한다. 미리 가상환경에서 연습을 하고 실선의 방화 진압을 수행하는 경우는 가상 연습을 안 한 경우보다 30% 정도 시간이 단축됨을 보이고 있다. 더욱 중요한 것은 극한 상황에서 소방관이 잘못된 길로 가지 않는다는 것이다. 가상환경에 대한 연습을 안 한 경우 6명 모든 소방관이 1-3회씩 잘못 길을 선택하고 있다. 가상 연습시 실제에서 한 6인중 한사람을 제외하고 모두 실수가 없는 것이 상당히 중요한 결과이다.

선박운항 VR 교육 시스템

미국에서는 함정위주 (<http://www.simsmart.com>)로 영국 등 유럽에서는 상선위주의 선원 교육용 선박 운항 VR 시스템이 사용되고 있다. 미국 해군에서 개발된 NAVAIR (<http://www.nts.navy.mil>) 시스템은 항만과 해협에서의 잠수함 운항에 대한 가상 연습용으로 사용자가 HMD를 착용하고 운항장치 h/w를 사용한다. 이러한 시스템은 더욱 발전되어 눈과 손으로 감당하기 어려운 극한 상황에서 음성으로 상호 작동하는 시스템으로 개발되어 방재와 항공모함에 사용되고 있다. Daqaq M. F. (2003)는 해군을 대상으로 하드웨어 시뮬레이터를 적용하여 험난한 해상상태에서 crane을 가상현실 운용하는 석사 논문을 발표하였다.

3. 선박 운항 시뮬레이션 VR

앞절에 소개된 바와 같이 선박 분야 VR 은 SBD와 달리 선원 교육용 운항 시뮬레이션이나 화재와 같은 극한상황 연습용이 주를 이루고 있다. 국내에서 최초로 소형 선박 조종 시뮬레이터에 관한 연구가 손경호, 이성욱에 의해 1997년 발표되었다. 당시만 해도 외국에서는 이미 많이 개발되었지만 국내에서는 선박 SBD 연구가 태동되던 시절이었기 이러한 시뮬레이터 개발이 많은 관심을 끌지는 못하였다. 선박의 조정 운동 방정식을 풀고 컴퓨터 MS의 DirecX 와 MS Visual C++ 로 그래픽스 가시화를 구현하였는데 모델링은 AutoCAD, 3D Max, Adobe Photoshop 등이 사용되었다. 국내에 운항 조정 하드웨어가 사용된 시뮬레이터가 설치된 곳은 두어 곳으로 보인다.

윤재민, 이창민(2003)은 기존에 개발하여온 시뮬레이터에 음성입출력 기능을 보완하거나 항구의 지형 정보 시스템을 가시화하여 가상현실을 응용한 항행 정보 시스템을 구성하였다. 지형도, 해도 같은 지형 및 위성 자료로부터 이차원 및 삼차원의 GIS 데이터를 생성하고 운항해역의 삼차원 형상 모델링을 하여 운항시 좌초등을 피할 수가 있다. 물론 시스템 성능 향상을 위하여 각종 그래픽스 기법의 응용이 소개되고 있다. 또한 연구소 내의 디지털 선박의 구현방안이라는 연구팀과 연계하여 필요한 분야의 내용과 기술을 확보하여 사용한다. 이러한 연구에는 각종 정보, 소프트웨어, 하드웨어의 활용이 많은 역할을 하며 전문적 CAE 보다는 주로 간단한 물리적 계산과정이 연동되고 있다. 물론 예를 들어 비선형 파도, 유동, 파괴 등의 현상을 가상현실로 표현하기 위해서는 상당한 전문 과정이 요구되는데 대부분 VR/SBD에 연동하기 어려운 점이 많고 독자적으로도 해석

결과를 충분히 가시화 하므로 VR 적용이 현실적이지 못할 수 있다. 즉 기 개발된 소프트웨어나 운용방법이 정형화 되어 있는 상태이고 적용성이 한정된 경우이므로 새로운 기법에 대한 연구 결과 도출은 어렵고 기존 시스템의 응용도를 향상시키는 연구가 될 수 밖에 없고 따라서 논문으로 공개되는데 제한적이다.

본 연구에서는 기초적인 소프트웨어적인 시뮬레이션 VR을 구현하였다. 전술한 바와 같이 연구소에서 첨단 장비와 기술력으로 앞서 가는 형편에서 새로운 기술 개발은 어렵고 인력 양성 면에서 축소된 양식으로 과정을 개발할 수 밖에 없다. 여기에 점차 새로운 기능들을 추가하며 국내외 연구경향과 보조를 같이 하여 기술 수준을 유지하게 된다.

운항 시뮬레이션 VR 구현에 있어서 성능과 관련된 중요한 부분은 실시간 렌더링이다, 최대한의 사실적인 환경의 묘사와 빠른 렌더링을 위하여 가장 많이 사용되는 기법은 다음과 같다.

1) Low Polygon Modeling

실시간 렌더링에 있어서 하드웨어가 하는 복잡한 계산을 감소하기 위해 모델들을 형태가 변하지 않는 범위 내에서 최소의 폴리곤으로 모델링을 하는 것을 말한다. 일반의 컴퓨터 그래픽스 모델 같은 경우는 많은 수의 폴리곤과 넘스 같은 모델을 사용한다. 이 경우 매우 사실감 있는 영상을 얻을 수 있지만 빠른 계산을 요구하는 실시간 렌더링 경우에는 하드웨어 처리에 부담이 가 실시간 처리가 쉽지 않다. 그렇게 때문에 Simulator와 같은 경우 섬세한 모델링을 대신하여 Texture mapping을 사용한다.

2) Culling

컬링은 시용자의 시점밖에 있는 물체를- 시점에서 멀리 떨어져 있는 물체와나다른 물체에 겹쳐서 안보이는 물체- 찾아내어 제거시킴으로서 하드웨어에서 수행하여야 하는 계산을 줄여 빠른 처리를 가능케 하는 기법이다.

3) LOD(Level of Detail)

LOD는 실시간 렌더링을 하기에는 복잡한 가상의 환경을 실시간 렌더링을 위하여 복잡한 형상을 단순화하여 렌더링을 하는 기법이다. LOD는 가상의 환경을 구성하는데 있어 여러 레벨의 환경을 구성해 놓고 렌더링시에 최적의 단계를 영상표현하는 것이다.

연구에서 사용된 VR 구현에 사용된 대표적인 라이브러리와 툴은 다음과 같다.

1) OpenGL

SGI에서 개발한 OpenGL은 이름에서와 같이 공개된 라이브러리가 누구나 사용할 수 있다는 점과 그래픽 라이브러리의 표준으로 자리잡음으로 인한 이점이 장점이라 할수 있다. 하지만 3ds MAX와 같이 모델링 툴에서 작업한 모델들을 OpenGL 기반으로 형성한 시스템에 삽입에 사용하지 들이지 못하는 등의 불편한 점이 많이 있다.

2) DirectX

MS사에서 개발한 Direct X는 그래픽 툴로서의 라이브러리보다

는 다른 장치와의 구동 디바이스로서가 강점이며 이러한 강점 때문에 게임개발에서 많이 사용된다.

3) Performer

SGI에서 개발한 VR전용 toolkit으로 다른 어떤 툴이나 툴킷보다 하드웨어의 성능을 최대로 사용할 수 있다. 렌더링은 cull과 draw라는 두 개의 프로세스가 순차적으로 처리를 하게 되고, 충돌 검사나 terrain following과 같은 처리는 isect 프로세스가 별도로 담당하며 메인 어플리케이션을 수행하면서 병렬적으로 파이프라인을 생성하고 시스템을 운영하는 app 프로세스로 구성되어 있다. 이러한 프로세스들은 시스템 내에 렌더링 파이프라인(app-cull-draw)과 충돌 파이프라인(app-isect)의 두 가지 파이프라인을 구성한다. 즉, Performer는 병렬식 파이프라인을 채택하여 빠른 렌더링을 구현하고 있다.

기타 모델링과 렌더링에 사용되는 다음 툴들이 있는데 우수한 성능의 장점과 고가의 단점이 있다.

4) Multigen과 Vega

멀티젠(MultiGen)

멀티젠은 실시간 렌더링 어플리케이션에 필요한 모델들을 효과적으로 모델링 할 수 있는 툴이다. 멀티젠은 Level of Detail, Culling Volumes, Logical Culling, Drawing Priority, Separating Planes와 같은 발전된 실시간 기능들의 토대가 되는 OpenFlight 포맷을 기본으로 하여 3차원 오브젝트를 hierarchy 구조로 모델링을 할 수 있다.

나) Vega

Vega는 Lynx라는 GUI환경을 통해 시스템 구성, 모델과 DB의 Loading과 특수 효과, 모델 및 관찰자 제어 등을 쉽게 구현할 수 있다. Vega의 강점이라면 호환성, 쉬운 인터페이스, 빠른 개발과 더불어 그래픽 프로그램 문제에 대한 개발 시간을 최소화할 수 있으나 고가인 점이 단점이다. 또한 고급의 디스플레이를 원한다면 직접 코드를 작성하여 포함시킬 수도 있다.

본 Navigation 구현에 사용된 하드웨어는 Table 1과 같으며 OS는 Windows XP를 사용하였다. 네비게이션 구현에 사용된 컴파일러는 MS사의 Visual C++6.0이며 그래픽 라이브러리는 OpenGL을 사용하였다.

Table 1 Specification of computer hardware

CPU	Intel Pentium IV2.4GHz
Memory	512MB
HDD	60GB
Video Card	Super VGA



Fig. 1 Initial screen of ship navigation

Fig. 1은 선박 운항 시뮬레이션의 초기화면을 나타낸다. 항만 주위의 지형부분 가시화를 위하여 DTED (Digital Terrain Elevation Data) 파일의 고도 정보를 이용하여 실제지형을 형성하였다. 임의의 fractal 지형을 생성할 경우 지형이 실제와 다를 수 있으나 DTED 파일을 사용하여 그 지역의 DTED 파일만 구할 수 있다면 정확한 지형의 생성을 할 수 있다. 다음은 생성된 지형의 Wireframe 모델이다.

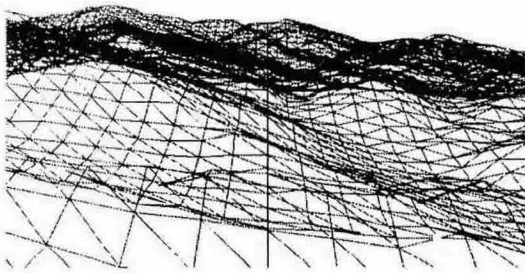


Fig. 2 Digital terrain elevation

또한 51K Tanker의 Lines에서 선형 정보를 얻어 선박의 형상에 변화가 없을 만큼 폴리곤을 줄여 모델링하였다. Fig. 3는 선형의 wireframe 모델이다.

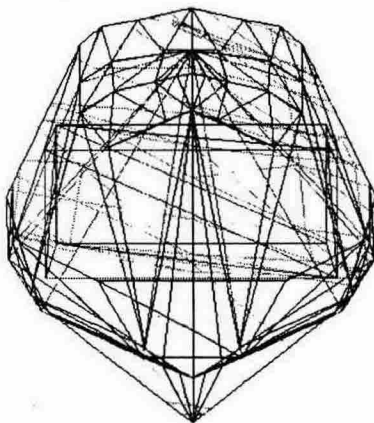


Fig. 3 Ship wireframe model

한편 빠른 실시간 래더링을 위하여 culling기법을 사용하였다. 51K Tanker의 속도와 EHP(유효마력)의 관계를 운항 시뮬레이션에 적용시키기 위하여 기본 선박치수와 다음과 같은 기본식을 사용하였다.

$$P_E = R_T V$$

(where : P_E : 유효동력(Effective Power)

$$R_T = C_T \left(\frac{1}{2} \rho V^2 S \right) : \text{전저항(Total Resistance)}$$

다음은 시뮬레이션시 사용자가 조이스틱으로 선박 운항시의 유효마력과 계산된 선박 속도가 화면에서 출력되는 형상이다.

본 시스템의 조정은 조이스틱(또는 마우스)으로, 속도나 화면 전환과 같은 옵션은 키보드에서 이루어진다.

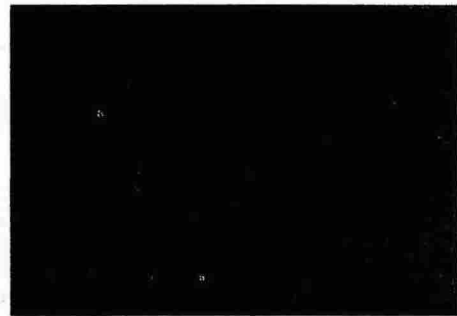


Fig. 4 Display of EHP and velocity

4. 결 론

본 논문에서는 현재까지의 선박/해양 분야 SBD/VR의 연구 동향을 살펴보고 선박운항 시스템의 시뮬레이션의 기초적 VR을 구현하였다. 대부분의 VR 응용들이 물리적 모델을 사용하며 효율적인 그래픽 성능을 적용하고 있는데 효과적이고 우수한 시스템을 만들기 위해서는 상업적인 tool 에 OpenGL을 적합하게 효율적으로 사용할 필요가 있다. 본 연구는 특별한 기법 개발보다는 기존 기술을 사용하며 기술력을 확보하는 방향의 연구라 할 수 있다. 향후 그래픽, tool, 모델링 기술의 integration을 응용 분야를 확장하여 적용함으로써, 가상현실기술의 선박설계응용도를 높이고자 한다.

후 기

본 연구는 과학재단 지원 부산대 ERC인 첨단수송체연구센터의 과제 R11-2002-008-04003-0 연구 결과이다.

참 고 문 헌

<http://chemdiv-www.nrl.navy.mil>

<http://www.eco.utexas.edu>
<http://www.ntsc.navy.mil>
<http://www.simsmart.com>

- 손경호, 이성욱 (1997). "데스크탑형 선박 조종 시뮬레이터의 개발에 관한 연구", 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, pp 386-389.
- 신중계, 이장현, 우종훈 (2002). "디지털 선박 생산", 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, pp 8-13.
- 윤재문, 이창민 (2003), "가상현실기술을 응용한 항행정보 지원 시스템 개발", 조선해양기술, 제35호, pp. 105-114
- 이종갑, 김홍태 (2000). 조선기술의 새로운 패러다임: 시뮬레이션 기반설계(SBD) 기술, 대한조선학회지, 제38권 제 1호.
- 전동현, 이재구 (2000). 조선에서의 VR 적용사례 연구, 대한조선학회지, 제38권 제 1호.

Daqaq M. F. (2003), *Virtual Reality Simulation of Ships and Ship-Mounted Cranes*, Master Thesis, Virginia Polytechnic and State University.

Tate, D. L., Sibert L., King, T.(1997). "Using Virtual Environments for Firefighting Training", *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 17, No. 6, pp. 23-29.

Tate, D. L., Sibert L., Williams, F. W., King, T. and Hewitt, D. H. (1995). "Virtual Environment Firefighting/Ship Familiarization Feasibility Tests Aboard the Ex-USS Shadewell", *NRL Letter Report 6180/0672A.1*.