

선박 운항 시뮬레이션 가시화를 위한 그래픽 렌더링 엔진 기술의 개선 방향

황호진† · 문두환*

† 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 선임연구원, *한국해양연구원 해양시스템안전연구소 선임연구원

A Study on Improving Graphic Rendering Engine for Visualization of Ship Handling Simulation

Ho-Jin Hwang† · Duhwan Mun*

† Maritime and Ocean Engineering Research Institute/KORDI, DaeJeon 305-343, Korea

* Maritime and Ocean Engineering Research Institute/KORDI, DaeJeon 305-343, Korea

요 약 : 시뮬레이션 가시화 기술은 시뮬레이터 사용자가 직접적으로 접하게 되는 기술이며, 사용자들은 보다 빠르고, 보다 현실적이며, 보다 직관적인 시뮬레이션 영상을 요구하고 있다. 컴퓨팅 기술 및 영상장비 기술 등의 하드웨어는 우수한 성능으로 발전된 반면, 현재 일반적으로 선박 운항 시뮬레이터에 사용되고 있는 그래픽 렌더링 엔진은 그 한계를 나타내고 있다. 또한 이러한 배경에서 본 논문에서는 선박 운항 시뮬레이션 시스템의 가시화를 위해 필요한 요구사항을 도출하였다. 가시화 요구사항들을 반영할 수 있는 상업용 및 공개용 그래픽 렌더링 엔진에 대해 조사/검토하며, 시스템 요구사항을 만족시키기 위한 그래픽 렌더링 엔진의 장단점을 분석하였다. 이를 통해 선박 운항 시뮬레이션 가시화에 대한 그래픽 렌더링 엔진으로서 OGRE3D의 활용가능성을 평가하였으며, 예부선 운항 시뮬레이션 가시화를 대상으로 OGRE3D 엔진의 타당성을 검토하였다.

핵심용어 : 시뮬레이션 가시화, 그래픽 렌더링 엔진, 선박 운항 시뮬레이션, 가상 현실

Abstract : Simulation visualization technology is an important constituent through which users directly interact with simulators. Simulator users have a needs for more fast, realistic and intuitive visualization. Though hardware-related performances such as computing power and visual equipment have been grown, the limits have existed in graphics rendering engines generally used in marine simulator up to now. This paper has focused on the review of graphic rendering engines available for simulation visualization. We had deduced system requirements for visualization of ship handling simulation, had surveyed graphic rendering engines as commercial and open source, and analyzed strengths and weakness of them. The feasibility study for simulation visualization of tug-barge transportation with an open source graphics rendering engine(OGRE3D) has been demonstrated.

Key words : visual simulation, graphic rendering engine, ship handling simulation, virtual reality

1. 서 론

시뮬레이션 가시화 기술은 선박 운항 시뮬레이터에 사용되는 여러 기술 중 사용자가 직접적으로 접하게 되는 중요한 기술로 평가되고 있으며, 시뮬레이터 사용자들은 보다 빠르고, 보다 현실적이며, 보다 직관적인 형태의 영상을 요구하고 있다. 컴퓨팅 기술 및 영상장비 기술 등의 하드웨어는 괄목할 만한 성장이 이루어지고 있으며, 사용자에게 빠른 영상정보를 제공할 수 있는 환경을 제공하는 실정이다. 이에 비해 보다 현실적이고 직관적인 영상을 생성해야 하는, 선박 운항 시뮬레이터의 가시화 관련하여 일반적으로 사용되고 있는 가시화 소프트웨어는 여러 가지 측면에서 부족한 것이 현실이며, 그래픽 엔진은 답보 수준에 머물고 있으며, 그 한계를 보이고 있는 실정이다.

이러한 배경으로 본 논문에서는 선박 운항 시뮬레이션 시스템의 가시화를 위해 필요한 요구사항을 도출하고, 상업용 및 공개용 그래픽 렌더링 엔진에 대해 조사/검토하였다. 가시화 요구사항을 만족시키기 위한 그래픽 렌더링 엔진의 장단점을 분석하여, 향후 그래픽 렌더링 엔진의 교체 및 활용가능성을 평가하는 것을 목적으로 하였다. 이에 예부선 운항 시뮬레이션 가시화를 대상으로 공개용 그래픽 렌더링 엔진인 OGRE3D에 대한 타당성 검토를 수행하였다.

2. 시뮬레이션 가시화

시뮬레이션이란 환경과 개체에 관한 수학적 모델에 따라 전산도구를 이용하여 수치 연산으로 수행하는 것을 의미하며, 시

* 대표저자 : 정희원, dhmun@moeri.re.kr 042)866-3662

† 교신저자 : 정희원, hjhwang@moeri.re.kr 042)866-3645

물레이션 가시화(visual simulation)란 시뮬레이션에 따른 정적·동적 개체를 포함하는 주변 환경의 거동을 시현하고 시각적으로 묘사하는 기술이다. 주변 환경의 시뮬레이션에는 대기 와 기상, 지형과 지표면의 변형, 해양과 해수변화 등이 포함될 수 있다. 시뮬레이션 되는 개체에는 다양한 유형의 관절 연결 부품, 애니메이션 효과, 방사(radiation) 효과 등이 포함될 수 있으며, 무기와 같이 시뮬레이션 개체에서의 발사도 해당된다. 이러한 개체의 수학적 모델은 컴퓨터에서 수치연산을 통하여 시뮬레이션 되는 반면, 결과적으로 나타나는 개체의 시각적인 움직임은 가시화 시스템에 의한 시현과정을 거쳐 볼 수 있게 되는 것이다.



Fig. 1 Requirements of visual simulation for ship handling

선박 운항 시뮬레이션에 적용되는 가시화 시스템은 디스플레이와 영상생성장치(image generator:IG)의 두 가지 하부시스템으로 구성되며, 디스플레이는 항해 중인 선박이 속한 환경에 대한 영상정보를 항해자의 시각으로 직접 전달한다. 항해자의 눈으로 직접 전달되는 시계의 범위(field of view: FOV), 해상도, 밝기, 색의 대비 등은 하드웨어적인 특성 또는 사양에 의해 제약된다. IG는 디스플레이에 화면의 내용을 제공하며, 디스플레이 하드웨어 사양의 한계 내에서 항해자가 보는 모든 시각정보의 근원이 된다(윤, 2003). 이러한 시각정보는 IG의 하드웨어 뿐만 아니라 소프트웨어 및 콘텐츠에 의해 제약이 되며 최근의 하드웨어의 성장으로 인해 영상장면에 대한 항해자의 인지 및 응용은 주로 소프트웨어 및 제공되는 콘텐츠에 의해 그 효과가 달라지고 있다. 이러한 정의 아래에서 선박 운항 시뮬레이션의 가시화를 위해 필요한 다음과 같은 요구사항들을 고려하여야 한다.

3. 가시화 시스템 요구사항

선박 운항 시뮬레이션의 가시화를 위해서는 손쉬운 환경데이터 생성, 보편적인 모델링 저작 도구, 모델링 프로세스 자동화, 대용량 정보 처리 능력, 표준 환경 지원 여부, 프로그램 가능한 API 제공, 해양 시뮬레이션 환경 제공 여부, 저비용 시뮬레이션 가시화 개발 등으로 요약되는 시스템 요구사항이 있다(Fig. 1). 이러한 요구사항들은 시뮬레이션 시스템의 그래픽 렌더링 엔진의 교체 등을 염두에 두고 있을 때, 대응해야 렌더링

요소들로 판단된다.

3.1 손쉬운 환경데이터 생성(용이성)

선박 운항 시뮬레이션의 가시화를 위해서 가장 우선적으로 개발되어야 하는 것이 운항 환경데이터이다. 운항 환경데이터는 해양, 지형, 인공물 등 다양한 개체들로 구성되며, 이러한 개체들은 상당히 복잡하며 많은 양으로 표현되어 있다. 시뮬레이션의 구현에서 환경 개체 모델을 생성하는데 상당 부분의 공수를 할애하고 있다고 해도 과언이 아니다. 현실감을 제공하는 관점에서 환경데이터의 손쉬운 생성은 가시화의 구현 과정에서 매우 중요한 부분이다. 현재 선박 운항 시뮬레이터 등에 일반적으로 사용되고 있는 모델로 보편적으로 많이 사용되는 형식은 OpenFlight(*.flt) 형식이며, 이는 Presagis 사(이전 Multigen- Paradigm 사)에서 개발한 고유의 3D 파일 형식이다. 많은 모델링 저작 도구들은 OpenFlight 형식에 대한 가져오기(Import)/내보내기(Export) 기능을 지원하고 있으며, VEGA Prime과 같은 특정 그래픽 렌더링 엔진에서는 OpenFlight 형식의 모델을 변환 없이 가시화하기도 한다.

3.2 보편적인 모델링 저작 도구(보편성)

저작 도구(authoring tool)는 시뮬레이션 환경에 사용되는 운항 환경에 대한 개체 모델들을 생성하고 편집할 수 있는 도구를 뜻한다. 저작 도구를 사용해서 환경 객체 모델을 생성하는데 작업 공수의 상당 부분을 할애하고 있는 실정이며, 이러한 실정에서 모델링 작업을 직접 제작하거나 아웃소싱을 하기 위해서는, 일반적으로 널리 알려진, 사용자 층이 넓은, 보편적인, 저작 도구를 활용하는 것이 합리적이다. 기존의 선박 운항 시뮬레이션을 위한 모델링에서는 Multigen Creator를 사용하여 OpenFlight 형식의 모델을 생성하였다. 선박 운항 시뮬레이션 분야에서는 이 저작 도구를 사용하는 인프라가 그나마 확보되어 있지만, 단시간 내에 많은 모델을 생성하기에는 제한적이고 역부족인 실정이다. 따라서 사용자가 많고, 보편적인 저작 도구를 사용하여 환경 객체 모델을 생성하는 것이 바람직하다. 일반적으로 그래픽 모델링 분야에서는 3D Studio Max, Maya, Lightwave 등이 널리 사용되고 있다.

3.3 모델링 프로세스 자동화(자동화)

일반적으로 선박 및 예부선의 운항 시뮬레이션 가시화에 사용되는 데이터들은 많은 양의 개체들이 모델링 되어야 하며, 이러한 개체들의 원활한 구축을 위한 표준 모델링 프로세스의 정립이 필요하다. 이러한 표준 프로세스에서는 단순하고 반복적인 작업을 지양하여 운항 환경 데이터의 모델을 개발하여야 한다. 현재 선박 운항 시뮬레이션 가시화에 사용되는 도구들은 이러한 점에서 많이 미흡하며, 이는 제한된 저작 도구 및 엔진의 사용에서 기인된 것으로 판단된다. 따라서 차세대 가시화 시스템의 개발을 위해서는 자동 형식 혹은 준자동 형식의 모델 개발 프로세스 자동화의 가능성이 큰 저작 도구 및 엔진을 도입하여 대규모 모델 개발에 사용되는 공수 절감 및 기간 단

축을 이룰 수 있어야 한다.

3.4 대용량 정보 처리 능력(대용량 처리)

해양 및 항만 환경에서 선박의 운항을 시뮬레이션 하기 위해서는 대용량의 다양한 개체들이 사용되며, 이러한 개체들을 활용하여 실시간 가시화를 가능하게 하면서 현실적인 이미지를 전달하는 것이 중요하다. 이를 위해서 LOD(Level of Detail), 차폐 선별(occlusion culling), 점진적 메쉬(progressive mesh) 등의 다양한 기법들이 개발되어 왔으나, 이에 비례하여 사용자들은 고수준의 가시화 영상을 요구하게 되어 데이터의 양이 더욱 증가해 왔다. 따라서 시뮬레이션을 위한 대용량 정보들을 처리할 수 있는 그래픽 렌더링 엔진이 요구된다. 최근의 그래픽 하드웨어 기술의 발전으로 인해 많은 양의 그래픽 데이터를 처리할 수 있는 환경이 제공되고 있다(임 등, 2002). 이에 발맞추어 소프트웨어를 통한 대용량 정보 처리가 가능한 그래픽 렌더링 엔진의 활용이 필요한 시점이다.

3.5 표준 환경 지원 여부(호환성)

시뮬레이션 가시화를 위해 특정 렌더러(renderer)만을 지원한다면 개발에 어려움이 많이 따르게 되므로 이러한 소프트웨어는 지양해야 한다. 현재는 OpenGL 및 DirectX 등의 산업계 표준(*de facto standard*)이 널리 활용되고 있다. 이러한 표준 환경을 지원하는 그래픽 렌더링 엔진을 활용하여야 고수준(high level) 제어뿐만 아니라 사용자의 요구를 저수준(low level)에서 반영할 수 있는 제어가 가능하다. 따라서 표준 환경을 지원하여 개발자로 하여금 여러 가지 시도를 할 수 있는 환경을 지원하는 호환성이 보장되어야 한다.

3.5 프로그래밍 가능한 API 제공(확장성)

선박 운항 시뮬레이터는 다양한 환경에서 다양한 경우에 대해 시뮬레이션하게 된다. 이러한 특수성들을 위해서는 개발자는 사용자가 요구하는 수준의 환경을 제공해야 하며, 이를 위해서는 다양한 환경 및 선박의 거동 등을 프로그래밍을 통해 구현해야 할 것이다. 기존의 선박 운항 시뮬레이터에 사용되는 상업용 그래픽 렌더링 엔진 및 도구들도 프로그래밍 가능한 API(Application Programming Interface)들을 제공하고 있다. 하지만 상세한 수준의 수정, 보완 및 확장이 필요할 경우에 대해서는 개발자의 의도대로 반영할 수 있는 환경을 제공하고 있지 않아 제한된 환경 내에서 구현해야 하는 단점이 나타나고 있다. 이러한 확장성의 측면에서 볼 때 기존의 그래픽 렌더링 엔진들은 개방형 구조(open architecture)가 아니어서 유연한 환경을 제공하지 못하고 있다. 따라서 개발자는 제공되는 API 안에서 모든 것을 처리해야 하는 불편함을 감수해야 한다.

3.6 해양 시뮬레이션 환경 제공 여부(해양 환경)

선박 및 예부선 운항 시뮬레이션 가시화에서는 항공 및 육상 시뮬레이터와는 다르게 해양 환경 및 주변 환경이라는 특수한 환경을 묘사해야 한다. 해양 환경의 묘사란 해양 환경 및

해상 및 수중 운동체에 특화된 가시화 기능으로 해양과의 표현과 해양과와 주변 객체와의 상호작용(선박의 선수/선미/선체 반류, 선박의 상하동요 등)에 대한 가시화를 표현하는 것이다(손 등, 2002). 특히 해양은 주변에 시야를 가로막는 물체가 없어 매우 넓은 영역에 대한 렌더링이 요구되며 반사, 굴절, 틸새 빛살(godray), 가성 효과(caustics)의 수면에 고유한 광원 처리를 지원해야 하는 특징이 있다. 주변 환경의 묘사는 안개, 비, 눈, 번개 등의 다양한 기상 현상과 일입, 낮, 일몰, 밤 등의 시간의 변화에 따른 환경의 변화를 표현하는 것을 의미한다.

3.6 저비용 시뮬레이션 가시화 개발(저비용)

현재 일반적으로 사용되고 있는 시뮬레이션 가시화 엔진 및 도구들은 타이트(tight)한 종속성(시뮬레이션 가시화 프로그램을 위해서는 특정 모델링 도구를 사용해야 하는 특성) 때문에 많은 비용이 소요되는 것이 현실이다. 또한 가시화 엔진의 경우 벤더의 라이선스 정책 등으로 인해 많은 비용을 지불해야 하는 단점 또한 존재한다. 이와 같이 시뮬레이션을 위한 소프트웨어 환경 구축에 많은 비용이 소모되고 있으며, 특정한 경우에는 하드웨어 종속성마저 있어 특정 벤더의 고가의 하드웨어를 사용하는 부담마저 나타나고 있다. 따라서 시뮬레이션 가시화를 위해 고가의 하드웨어 및 소프트웨어에 종속적이지 않은 시스템의 구성이 필요하다.

4. 상업용 및 공개형 그래픽 렌더링 엔진

4.1 그래픽 렌더링 엔진의 현황

시뮬레이션 가시화를 위한 그래픽 렌더링 엔진은 상업용 및 공개형으로 많은 제품 및 라이브러리들이 제공되고 있다. 그 예로 VEGA Prime, Quest 3D, Virtools, OGRE3D 등이 있으며, 각 렌더링 엔진은 제품에 따라 주요 특징을 가지고 있다. 다음에서는 각 엔진들의 특징을 서술하고, 앞 장의 선박 운항 시뮬레이션 가시화 시스템의 요구사항에 따른 장단점을 비교 검토하도록 한다.



Fig. 2 Example using VEGA prime of presagis

현재 선박 운항 시뮬레이터의 가시화 엔진으로 가장 널리 사용되고 있는 OpenGL 기반의 실시간 그래픽 렌더링 엔진은, Presagis 사의 VEGA Prime(Presagis, 2007a)이다. 이 엔진은 MultigenCreator를 저작도구로 사용하여 모델링하며, 데이터 형식은 OpenFlight 형식이다. Fig. 2는 VEGA Prime 엔진을 사용하여 국내에서 개발된 시뮬레이터의 가시화 화면을 나타낸다. 이 엔진은 다양한 가상현실 시뮬레이션 모듈들을 지원/제공하고 있으며, 고급 시뮬레이션 기능을 위한 제한된 API를 제공하고 있는 특징이 있다.



Fig. 3 Ship simulator of VSTEP using Quest3D

VSTEP 사의 Ship Simulator 2006 및 Ship Simulator 2008(Fig. 3)에 적용된 그래픽 렌더링 엔진인 Quest 3D(Act-3D, 2010)는 DirectX 기반의 실시간 가상현실 시뮬레이션 엔진이다. Ship Simulator(VSTEP, 2010)의 데모 영상 및 VSTEP 사의 홍보 자료에서와 같이 다양한 해양 환경을 제공하고 있으며, FMB(Full Mission Bridge) 등의 가시화 엔진으로도 활용되고 있다. 이 엔진은 DirectX 그래픽 라이브러리를 활용하며, DirectPlay와 같은 표준 네트워크 동기화 기술을 활용하고 있다. 그리고 Polytrans(Okino, 2010)와 같은 도구를 활

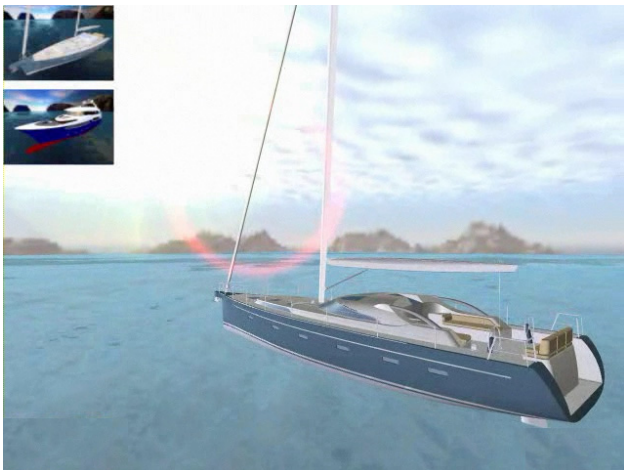


Fig. 4 Example using virttools of dassault system

용하여 다양한 CAD 데이터 및 그래픽 파일들을 지원하는 것이 특징이며, 72.5백만 polygon/sec의 대용량 데이터를 처리할 수 있는 특징을 가지고 있는 도구이다.

Dassault Systemes(2010) 사의 Virtools는 기계, 항공 분야 등에서 널리 활용되고 있는 가상현실 시뮬레이션 엔진이다 (Fig. 4). 이 엔진은 CAD 및 PLM(Product Lifecycle Management) 시스템으로 유명한 다쏘시스템사에서 인수/개발된 시스템으로 OpenGL과 DirectX를 동시에 지원하고 있다. 특히 DirectX 9.0c, OpenGL 2.0 등의 최신 그래픽 기술을 지원하고 있으며, 3D CAD 시스템인 CATIA의 3DXML 형식을 중심으로 Polytrans 등의 변환도구를 통해 다양한 CAD 데이터를 DirectX 데이터로 변환/활용하는 것이 특징이다.



Fig. 5 Visualization example using OGRE3D

공개형 그래픽 렌더링 엔진으로는 OSG, Xj3D 등이 있으며 (이 등, 2007; 허 등, 2002), 이와 함께 널리 사용되는 대표적인 엔진이 OGRE3D(OGRE, 2010a)이다. 이 엔진은 프로그램 소스까지 공개된 오픈 라이브러리 형태로 제공되고 있으며, 주로 3D 게임 분야에서 널리 적용/활용되고 있다(Fig. 5). 이 엔진은 사용자층이 넓고, 개발자들이 개발/공개하고 있는 라이브러리가 많은 것이 특징이며, 현재 게임 분야뿐만 아니라 엔지니어링 분야에서도 많이 적용되고 있는 추세이다.

4.2 그래픽 렌더링 엔진들의 비교

앞 절의 상업용 및 공개형 그래픽 렌더링 엔진은 각기 다른 장단점을 가지고 있다. 선박 및 예부선 운항 시뮬레이션 가시화의 요구사항 관점에서 여러 그래픽 렌더링 엔진에 대한 주요 특징과 장단점을 분석하여 정리한 것이 Table 1이다.

VEGA Prime 엔진은 상위 레벨 기능을 다양하게 제공하여 개발자들이 손쉽게 접근하여 시뮬레이션 시스템을 개발할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이며, MultigenCreator라는 모델링 저작도구를 활용한 데이터 생성 등의 데이터 연계성에서 매우 우수하다. 특히 별도의 해양 관련 가시화 모듈인 VEGA Prime Marine(Presagis, 2007b)을 제공하여 해양파 및 선체 반류 등

의 표현이 가능하며 적용이 쉽다. 하지만 구현 코드 등이 제공되지 않으므로 개발자에게 요구되는 최적화 및 상세함 등을 표현하는 데는 한계가 있고, 벤더가 제공하는 제한적인 API에 의존해야 하는 단점이 있다. 이와 더불어 비교적 고가의 런타임 라이선스와 벤더의 라이선스 정책들이 예부선 및 선박 운항 시뮬레이터 시스템의 유지보수에 상당한 비용이 소모되는 등의 걸림돌이 있다는 단점이 있다.

Quest3D 엔진은 선박 운항 시뮬레이션 분야에 이미 검증된 엔진으로 VSTEP사의 Ship simulator 시스템이 이 엔진을 사용한다. 이 엔진은 범용 모델링 저작도구를 통해 개체 모델링을 하고 이를 Polytrans와 같은 변환 모듈을 통해 Quest3D용 모델을 생성하는 프로세스를 띄고 있어 자동화 및 모델 데이터 생성에 강점을 가지고 있는 것으로 판단된다. 하지만, Quest3D 역시 제한적인 API 제공으로 인해 개발자의 의도를 모두 구현할 수 없는 단점을 지니고 있으며, 현재 널리 사용되고 있는 다채널 디스플레이의 구현을 위해서는 고가의 비용이 소요되는 단점이 있다.

Virtools 엔진 역시 Quest3D 엔진과 유사한 양상을 띄고 있으며, 범용 모델링 도구를 활용하여 개체 데이터를 생성할 수 있고, 최신의 그래픽 기술을 이용한다는 장점이 있다. 하지만, 역시 고가의 초기비용이 발생한다는 단점이 있다. 이러한 상업용 엔진은 개발자들이 비교적 쉽게 시뮬레이션 가시화 시스템을 구현할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 어느 정도 개발이 진행되고 새로운 요구사항들이 도출되었을 때, 저수준

에서의 제어가 어려워 벤더에서 제공하는 제한적인 API 이상의 개발이 힘들다는 단점은 여전히 풀어야 할 문제로 대두되고 있다.

이와는 달리 공개형 그래픽 렌더링 엔진인 OGRE3D는 상업용 엔진의 장점을 모두 포함하면서, 오픈된 구조의 소프트웨어가 가지는 장점을 함께 활용할 수 있다는 점에서 높이 평가하고자 한다. OGRE3D 역시 자체적인 개체 모델(메쉬(mesh) 파일)을 입력으로 활용해야 하지만, 3DS MAX, MAYA 등의 3D 모델링 저작도구와 CAD 시스템의 3D 모델들을 변환 S/W를 통해 변환하여 사용할 수 있으며, 변환된 모델의 수정 등에 소요되는 공수도 크지 않은 것으로 판단된다. 또한 OpenGL, DirectX 등의 표준 환경을 지원하며, 개발자가 직접 저수준의 표현을 통해 시뮬레이션 환경을 구성할 수 있다. 이 엔진은 소스 코드(source code)까지 공개되어 있으며, 이를 활용하여 여러 개발자들이 해양, 항공, 게임 등에 활용되는 다양한 환경에 대한 라이브러리 및 확장 모듈들을 개발하여 공개하고 있다. 해양 환경은 Hydrax 라이브러리(OGRE, 2010b)를 통해 구현/수정이 가능하며, 이 라이브러리는 VEGA Prime 엔진의 추가 모듈에 비해 좋은 성능을 나타내고 있는 것으로 분석된다. 이러한 장점과 더불어 OGRE3D는 상업용 그래픽 렌더링 엔진에서 일반적으로 제공되는 기술서비스 및 체계화된 매뉴얼 및 교육체계 등이 많이 부족하여 개발자가 엔진에 적응하는데 많은 시간과 노력을 들여야 한다는 단점을 가지고 있다.

Table 1 Comparisons of graphic rendering engines for marine simulation requirements

비교 항목	VEGA Prime	Quest3D	Virtools	OGRE3D
순쉬운 환경데이터 생성 (용이성)	전용 모델링 저작도구와 연계성 우수	범용 S/W로 제작 후 데이터 변환	범용 S/W로 제작 후 데이터 변환	범용 S/W로 제작 후 데이터 변환
보편적인 모델링 저작도구 (보편성)	Multigen Creator	Collada, .X Nati, 3D Studio Max, Maya, XSI, Lightwave etc.	3D XML, 3D Studio Max, Maya, XSI, Lightwave, Collada etc.	Milkshape3D, 3D Studio Max, Maya, Blender and Wings3D etc.
모델링 프로세스 자동화(자동화)	C++ 제한적	C++ 가능	C++ 제한적	C++ 가능
대용량 정보 처리 능력 (대용량 처리)	이론적 한계까지	4,000,000,000 polygon (이론적 한계)	이론적 한계까지	이론적 한계까지
표준 환경 지원 여부 (호환성)	OpenGL	DirectX	OpenGL 2.0, DirectX 9.0c	OpenGL, DirectX
프로그래밍 가능한 API 제공 (확장성)	제한적 API 확장모듈 제공	제한적 API 확장모듈 제공	제한적 API 확장모듈 제공	오픈 구조 공개 확장모듈 제공 직접 개발 가능
해양 시뮬레이션 환경 제공 여부 (해양 환경)	VEGA Marine	Ocean water rendering, Particle systems	VR Library Physics Library	Hydrax
저비용 시뮬레이션 가시화 개발 (저비용) (Roorda, 2005)	€20,670 배포(각 €1,100) 폐쇄적 라이선스 정책	€9,000 (VR Pack) 배포(무료)	€10,000 배포(€2,000)	무료

4.3 OGRE3D 그래픽 렌더링 엔진의 타당성 검토

이와 같이 여러 상업용 및 공개형 그래픽 렌더링 엔진의 시뮬레이션 가시화 요구사항에 대해서 비교/분석을 하였다. 이를 통해 저비용이며 확장성 및 보편성을 가지고 있는 OGRE3D 엔진을 가시화 엔진의 검토대상으로 선정하였으며 예부선 시뮬레이션 가시화를 그 대상으로 하여 타당성 검토를 수행하였다. 이에 앞서 국내 선박 운항 시뮬레이터에 널리 사용되고 있는 VEGA Prime과 선정된 OGRE3D에 대해서 개발과 관련된 사항을 비교하였으며, 이를 Table 2로 정리하였다.

Table 2 Comparisons of features on VEGA prime and OGRE3D

비교 항목	VEGA Prime	OGRE3D
구매 비용	고가 라이선스	LGPL
최신 렌더링 기술	최신기술 반영 늦음 (Performer 엔진 사용)	최신기술 적극 반영 (DirectX10 적용 중)
저수준 구현	불가능	소스 수정가능 (GPU 활용코드 개발)
엔진 의존성	50%~100%	20%~50%
VR 확장성	추가 모듈 구입	공개 라이브러리 활용
GUI 편집기	있음 (손쉬운 씬 구성 및 편집)	없음
개발 난이도	낮음 (Script 작성 수준)	높음 (OOP, C++ 개념 이해)
예상 개발 공수 (초기/중기/후기)	거의 균등 (40%→30%→30%)	초기에 집중 (70%→20%→10%)
최적 응용분야	단기 프로젝트	장기 프로젝트 독자적 원천기술 확보

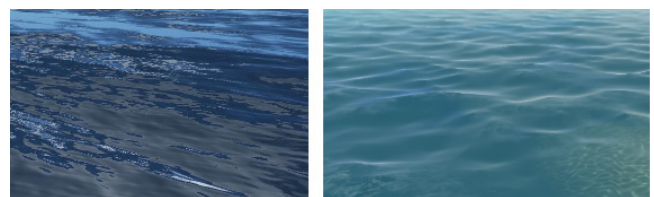
OGRE3D는 LGPL 라이선스 방식을 취해 거의 무료로 사용이 가능하며, 커뮤니티를 통한 소스 갱신이 이루어져 상용에 비해 최신기술을 적극 반영하고 있다. 또한 소스의 수정을 통해 GPU 활용코드 개발 등의 저수준의 구현이 가능하며, 엔진에 의존하는 정도가 상용에 비해 낮은 편이고, 커뮤니티에서 개발된 공개 라이브러리를 활용하여 확장이 가능한 장점이 있다. VEGA Prime은 GUI 편집기를 제공하여 손쉽게 씬을 구성하거나 편집할 수 있으며, 초보자도 쉽게 배워 개발 할 수 있다는 장점이 있다. 이와는 달리 OGRE3D는 OOP개념 및 C++ 개발 능력을 필요로 해 초기에 개발 공수가 집중되어야 하지만, 어느 정도 환경에 익숙해지면 상용 엔진에 비해 공수가 덜 소요되는 장점이 있다. 이와 같은 특징에 의해 VEGA Prime은 단기로 적은 개발인력을 투입하는 단순한 시뮬레이션 프로젝트에 적절하며, OGRE3D는 VR 원천기술 확보 차원의 장기 프로젝트에 적절하다.

이러한 관점에서 엔진 의존성이 낮고 저수준 구현이 가능하며 향후 개발 공수를 줄일 수 있는 OGRE3D를 가시화 엔진 후

보로 검토하였다. 이를 위해 기존의 시뮬레이터 개발에 활용되었던 개체 모델들을 변환작업을 통해 OGRE3D 메쉬 및 재질 모델로 변환하였으며, Hydrax 라이브러리를 활용하여 해양 환경을 시험하였다. Fig. 6은 OGRE3D로 표현한 해양 환경을 구현한 예이다. 해양파, 백파(白波), 광원에 의한 수증 효과 등 해양 환경에 대해 기존의 엔진과 거의 유사하거나 더 뛰어난 그래픽 품질을 얻을 수 있었다(Fig. 7). 특히 해파는 Perlin 노이즈 기법과 FFT 노이즈 기법이 활용되어 경우에 따라 변환하여 사용할 수 있다. 이러한 해양 환경에 항구 및 해역 모델과 예선 모델을 추가 구현한 예가 Fig. 7이다. 이 그림은 국내의 항구 모델에 예선 모델을 추가한 형태로 구현된 것이다. 기존의 가시화 엔진에 비해 그래픽 및 렌더링 품질이 유사하게 나타났다. 이는 OGRE3D 엔진에 대한 타당성 검토를 위해 구현된 예제이며, 세밀하고 정교한 요소들의 구현 및 개발이 이루어진다면 기존의 가시화 엔진과 유사하거나 나올 것으로 예상된다. 이와 더불어 오픈 소스의 장점인 공개된 여러 라이브러리 모듈을 사용하고 선수/선미/선체 반류 등의 표현과 비/눈 등의 환경 요소들을 개발하여, 선박 운항 시뮬레이션 가시화 엔진으로서의 역할을 대체할 수 있을 것으로 보인다. 이와 같은 타당성 검토를 통해 기존의 그래픽 렌더링 엔진 사용에 의해 제한되었던, 엔진 의존성 및 확장성의 문제와 특정한 도구 사용에 의한 아웃소싱 등의 문제가 해결될 것으로 보이며, 장기적으로 이 분야의 독자적 원천기술을 확보하여 시뮬레이터 개발 부분의 경쟁력을 제고할 수 있을 것이다.



Fig. 6 Representation of ocean environment with OGRE3D



(a) VEGA Prime

(b) OGRE3D

Fig. 7 Wave representation of VEGA prime and OGRE3D



Fig. 8 Feasibility study on visual simulation for tug-barge transportation

5. 결 론

예부선을 포함하는 선박 운항 시뮬레이션 시스템들은 이제 게임이나 모사가 아닌, 안전성 평가 등의 도구 등으로 활용되어 공학적인 도구로서 자리매김하고 있다. 이러한 분위기에서 시뮬레이터 사용자들은 보다 현실적이고, 보다 직관적인 시뮬레이션 가시화 영상을 요구하고 있으며, 현재 일반적으로 널리 사용되고 있는 그래픽 렌더링 엔진은 여러 가지 면에서 그 한계를 드러내고 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 선박 운항 시뮬레이션 시스템의 그래픽 가시화를 위한 요구사항을 도출하였다. 이는 손쉬운 환경데이터 생성(용이성), 보편적인 모델링 저작도구(보편성), 모델링 프로세스 자동화(자동화), 대용량 정보 처리 능력(대용량 처리), 표준 환경 지원 여부(호환성), 프로그래밍 가능한 API 제공(확장성), 해양 시뮬레이션 환경 제공 여부(해양 환경), 저비용 시뮬레이션 가시화 개발(저비용)으로 요약된다. 이러한 요구사항을 토대로 다른 분야에서 널리 사용되고 있는 혹은 유사 분야에서 사용되는 상업용 및 공개형 그래픽 렌더링 엔진을 조사하였다. 도출된 요구사항을 기반으로 그래픽 렌더링 엔진에 대한 주요 특징 및 장단점을 분석하였으며, 그 활용가능성을 평가하였다. 그 결과 공개형 그래픽 렌더링 엔진인 OGRE3D가 여러 가지 장점을 가지고 있는 것으로 분석되었다. 이에 OGRE3D를 선박 운항 시뮬레이션의 가시화 엔진으로서의 타당성을 검토하였으며, 기존의 시뮬레이터에서 사용했던 그래픽 렌더링 엔진 대신 예부선 운항 시뮬레이션 가시화에는 OGRE3D 엔진으로 교체하여 사용할 수 있을 것으로 보인다. OGRE3D 그래픽 렌더링 엔진은 OS 분야의 Linux나 기하 커널 분야의 OpenCASCADE와 같이 오픈 소스로 공개되었으며, 오픈 소스 라이선스(LGPL)를 따른다. 이와 같은 라이선스로 인해 OGRE3D 라이브러리를 이용하여 개발된 게임 및 도구들이 다수 존재하며, 상용으로 배포할 경우에는 그 비용을 지불해야 한다. 본 논문에서는 OGRE3D 그래픽 렌더링 엔진을 선박 운항 시뮬레이션 가시화에 대체/활

용하기 위한 개선 방향을 제시하였으며, 이를 위해 예부선 시뮬레이션 가시화를 대상으로 엔진의 타당성을 검토하였다. OGRE3D 엔진은 최신기술이 적극 반영되며, 소스 수정을 통해 저수준의 구현이 가능하여 사용자의 요구를 적극 반영할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 또한 범용 모델을 통해 모델을 생성/변환할 수 있어 유연한 환경에서 개발이 이루어질 수 있으며, 엔진을 거의 무료로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 개발 초기에 공수가 많이 집중되어 단기로 적은 개발인력이 투입되는 단순한 시뮬레이션 프로젝트에는 적합하지 않으며, VR관련 원천기술 확보 차원의 장기 프로젝트에 적절할 것이다. 기존의 엔진을 교체하기 위해서는 해양과의 정밀한 표현과 선박에 의해 발생하는 선수, 선미적재 등의 표현, 눈/비 등의 환경 표현과 같이 세밀한 가시화 요소들에 대한 구현이 필요하며, 기존에 구축되어 있는 모델 데이터베이스에 대한 마이그레이션(migration)이 필요할 것으로 예상된다.

후 기

본 논문은 한국해양연구원 해양시스템안전연구소에서 수행한 “예부선 사고 분석 및 예방 기술” 과제에 대한 연구 결과의 일부이다.

참 고 문 헌

- [1] 손경호, 배준영, 김용민(2002), “3차원 해상상태 생성을 위한 가시화 시뮬레이션”, 한국항해항만학회지 26권 4호, pp. 449~453.
- [2] 윤석준(2003), 시뮬레이션과 시뮬레이터, 선학사, pp. 93~137.
- [3] 이효광, 허필원, 박준규, 한순홍(2007), “수중운동체 시뮬레이션의 3차원 실시간 가시화”, 2007 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, pp. 401~407.
- [4] 임무진, 이종연, 조민수, 이상산, 임인성(2002), “CAVE 상에서의 방대한 볼륨 데이터의 실시간 입체 영상 가시화”, 정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제, 8권 6호, pp. 679~691
- [5] 허원, 황요한, 김동균, 신동규, 신동일(2002), “3D 공개 게임 엔진 비교분석”, 2002년도 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 29권 1호, pp. 718~720.
- [6] Act-3D(2010), Quest3D, <http://www.quest3d.com/>
- [7] Dassault systems(2010), 3DVA Virtools, <http://www.virttools.com/>
- [8] OGRE(2010a), Object-Oriented Graphics Rendering Engine - Open Source 3D Graphics Engine, <http://www.ogre3d.org/>
- [9] OGRE(2010b), Hydrax - OGRE Wiki, <http://www.ogre3d.org/wiki/index.php/Hydrax>
- [10] Okino Computer Graphics(2010), PolyTrans,

<http://www.okino.com/conv/conv.htm>

- [11] Presagis(2007a), Vega Prime,
<http://www.presagis.com/products/visualization/vegaprime>
- [12] Presagis(2007b), Vega Prime Marine,
http://www.presagis.com/products/visualization/vegaprime/options/vega_prime_marine/
- [13] Roorda, S. (2005), "VRET - Ready for the future! Managing the VRET system Delft to a new development environment", Research Assignment Final Report, Delft University of Technology, pp. 19~22.
- [14] VSTEP(2010), Ship Simulator Professional v2.0,
<http://www.shipsimpro.com>

원고접수일 : 2010년 1월 8일
심사완료일 : 2010년 3월 15일
원고채택일 : 2010년 3월 17일