

# 선박 검사 교육훈련을 위한 VR 선박 환경 구축

길우성·손명조<sup>†</sup>·이정렬  
(사)한국선급 기술본부 연구소 ICT센터

## Development of VR Ship Environment for The Educational Training of Ship Survey

WooSung Kil·Myeong-Jo Son<sup>†</sup>·Jeong-Youl Lee  
ICT Center, R&D Center, Technical Division, Korean Register

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

The ship surveyor makes a scheme of reasonable ship operation by examining whether the ship has been properly constructed in accordance with the rule of classification societies and international conventions or whether the facilities of the ship in operation meet the standard stipulated by law. Even though the ship surveyors of classification society generally consist of people who have the skill of design or operation of a ship, it takes a long time to train a surveyor to the maturity level. This paper describes the development of survey simulator based on virtual ship environment that enables the surveyor minimize trial and errors to survey the ships. By using VR(Virtual Reality) based survey simulator, surveyors possibly achieve improvement of competence in survey quality by means of safe and immersive training environment. In order to improve the usability and utility of the VR simulator, the ship 3D model has been generated using 3D CAD model for design and production in shipyard. Through this, we suggested the possibility of consistent use of 3D model as the digital twin of a ship.

**Keywords** : Virtual reality(가상현실), Training simulator(훈련 시뮬레이터), Ship survey(선박검사), Head mount display(헤드 마운트 디스플레이), Virtual ship(가상선박)

### 1. 서론

선급에 등록된 선박이 계속 선급을 유지하기 위해서는 선급 규칙에 정하는 바에 따라 정기·중간·연차검사, 프로펠러 축 검사, 입거검사, 보일러 검사 등의 검사를 받아 유효한 입급 상태를 유지하여야 한다. 이를 위하여 선박의 소유자는 선박 검사 일정 도래 시 등록된 선급에 선박 검사를 의뢰하며, 선급 검사원은 해당 검사 일정동안 관련 규칙 및 규정에 따라 적합하게 검사를 실시하게 된다. 여기서 선박 검사원이라 하면, 정부의 선박 검사업무를 대행하는 선박안전기술공단 및 선급법에 소속되어 있으며 그 자격을 정부로부터 인정받은 관련 전문가를 말하며, 이러한 선박 검사원만이 선체 및 기관에 대한 검사를 직접 수행할 수 있다. 선박 검사원은 선체 및 기관에 대한 종합적인 이해를 바탕으로 지속적으로 제·개정되는 선급 규칙을 숙지해야 하며, 이에 따라 선박 검사를 수행하고 있다.

한편, 선급 검사원이 최신의 선급 규칙을 지속적으로 숙지하고 검사에 반영하기 위하여 각 선급은 자체 훈련 시스템을 구축

하여 검사원이 소정의 교과 과정 및 기술을 습득하도록 하고 있으며 대부분의 훈련과정은 이론교육 및 현장 동행교육으로 구성된다. 이론교육은 해당 선급 기술규칙, 국제해사기구(IMO) 및 국제선급협회(IACS) 등의 관련기관에서 발행한 규정 및 규칙에 대한 이론적 배경을 기반으로, 각종 미디어 자료를 활용한 실내 교육으로 진행된다. 현장 동행교육(OJT, On the Job Training)은 실선 환경에서 검사의 대상이 되는 각 부분을 육안으로 관측하면서 상급 검사원이 교육대상 검사원에게 검사 노하우를 직접 전달할 수 있어, 보다 실효성이 높은 교육방식이다.

대부분의 선박검사 단체에서 수행하고 있는 이러한 교육 체계는 전통적으로 다음의 문제점을 갖고 있다. 첫째, 이론교육 시 교육생은 실제의 검사 환경에 대해 사진, 동영상과 같은 간접 매체를 통하여 경험하기 때문에 직관적인 상황 인지 및 이해가 어렵고, 이를 보완하기 위한 현장동행교육은 선박 검사 현장의 위험상황(고소, 밀폐, 추락 등)에 늘 노출되어 교육과정의 상시 진행되기는 어렵다는 문제를 안고 있다. 둘째로, 각 검사원의 검사 노하우가 후임 검사원을 위해 축적되고 전달되는 체계가 미비하

여 신규 교육생은 그간의 선입 검사원의 경험을 활용하지 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 3D모델기반으로 가상의 선박환경을 구축하여 선박 검사원이 언제라도 가상의 선박 공간 내에서 선박 검사에 필요한 규칙과 규정을 확인하고, 더 나아가 선입 검사원의 노하우를 함께 훈련할 수 있는 통합 검사훈련 시스템 개발에 대해 소개하고자 한다.

## 2. 관련 연구 현황

조선 및 해양플랜트 산업에서는 대규모 설비에 대한 효과적인 운영과, 많은 자원이 소요되는 긴 건조과정 동안의 비용 절감, 안전한 운항을 위한 교육 훈련 등 다양한 목적을 위해, VR 기술을 적용하고자 노력하고 있다. 이러한 VR 기술적용은 3D 선박 모델을 중심으로 하여 건조 및 운항 단계에서 활용될 수 있는 모의 훈련시스템에 중점되어 있다.

Fig. 1에는 조선해양 산업에서 대표적인 VR기술 및 시뮬레이터 개발 사례 및 솔루션이 정리되어 있다. KRISO에서는 VR 기술을 바탕으로 체험자가 실제 선박을 운항하는 것과 유사하게 모의하는 선박 운항 시뮬레이터를 개발하였고 (SafeTechResearch, 2013) (Fig. 1 (a)), Dassault사에서는 생산설계 3D 모델을 활용하여 선박 건조 단계별 설계 및 조립 절차를 평가하고 검증하는 시스템을 개발하였다 (DassaultSystems, 2014, Fig. 1 (b)). AVEVA 사에서는 가상의 플랜트 모델 및 캐릭터를 활용하여 플랜트의 안전절차 및 행동요령을 시각화 하고, 생산공정 및 운영상의 안전 절차를 모의하였다 (AvevaMarine, 2014, Fig. 1 (c)).

또다른 VR 선박연구로 LNG FPSO에 대해 현장 운영요원 교육훈련용 시스템을 최신의 VR기술을 이용하여 개발한 사례가 있으나, 설계, 생산용 모델이 아닌 가시화 목적의 CATIA 모델을 3D Max를 거쳐 Unity모델로 생성하였고, Channel LED 디스플레이를 이용하여 사용자 인터페이스를 제공하였다 (Gong et al., 2017). 전선 해양플랜트 모델이 아닌, 단품 설비 관점에서 VR 3D 모델과 실제 도면(P&ID) 및 진단, 예지, 보전을 위한 통합정보를 연계하여, 필요한 부분의 3차원 형상을 빠르게 식별, 파악하는 시스템을 개발한 사례가 있으나, 목적을 가진 3D VR 시뮬레이터로 확장 개발되지는 못하였다 (An et al., 2017). 또 다른 선행 연구로는 해양플랜트에 대해 3D모델이 아닌 실사 이미지를 이용하여 VR 파노라마 기술을 통해 몰입감을 부여한 연구가 있다 (Park & Jo, 2017). 하지만 3D모델 기반이 아니기 때문에 구조물 전체를 조망한다던지, 상세 장비, 객체에 대한 다양한 시점에서의 접근, 자유로운 이동 등은 제한되어, 3D모델기반 VR 시뮬레이터와는 상호보완적으로 사용되어야 한다고 제시하고 있다.

본 논문에서는 3D모델기반의 VR 시뮬레이터를 구축하되 모델 획득 비용을 줄일 수 있도록, 실제 조선소에서 설계하고 생산에 활용한 3D 조선 CAD 모델을 확보하여 VR 모델로 생성, 활용하였다.

한편, 위의 기존연구들에서는 운영자의 현장작업 관점에서 임무 및 상황 설정에 따른 작업 절차와 대응, 상황 및 현장 숙지, 관련 정보 연계 취득 등에 초점을 맞추고 있으며, 설계, 건조, 운항에 대한 규칙 및 규정에 대한 고려는 하지 않았다.

DNV-GL에서는 자사의 선급 규칙을 기반으로 3D 선박 모델을 검사원이 탐색하고 정보를 확인 할 수 있는 시스템을 개발하여 활용하고 있다 (DNV-GL, 2015, Fig. 1 (d)). 이 시스템은 선급 검사원이 선박의 각 위치에 대한 검사 항목을 체크하고 숙달 훈련을 할 수 있다는 장점이 있지만, 모니터 화면에서 선박의 각 부위에 대한 검사 항목을 가시화하는 형태로는 작업자의 위험소에 대한 실제적인 체험을 하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 실선 3D 모델환경을 HMD(Head Mount Display)를 통해 사용자에게 전달함으로써 몰입감 및 현장 체감을 극대화시키고, 선원 및 현장 선급 검사원, 조선소 품질감독관 (QA, Quality Assurance), PSC(Port State Control) 요원 등, 해당 선박에 대해 다양한 사용자가 해당 선박 환경을 체험하고, 선급 검사 규칙 및 검사 절차 등을 사전에 숙달할 수 있는 시뮬레이터를 구축하였다는 점에서 타 연구와의 차별성이 있다.

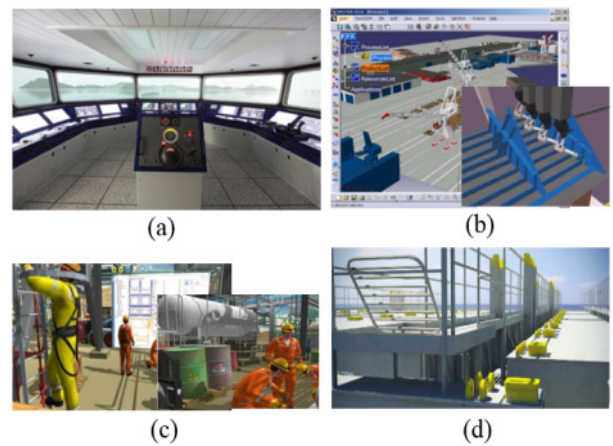


Fig. 1. Simulators in shipbuilding and offshore industry ((a) FMB Simulator (SafeTechResearch, 2013), (b) DELMIA (DassaultSystems, 2014), (c) Activity Visualization Platform (AvevaMarine, 2014) (d) Survey Simulator (DNV-GL, 2015))

최근 VR기술에 대한 관련 연구를 살펴보면, VR 환경 구축에는 Unity 3D (Unity3D, 2015)가 활발하게 사용되고 있으며 (Lee et al., 2015), (Choi et al., 2016; Jung & Park, 2016), 이와 호환되는 HMD(Head Mount Display)로는 Oculus Rift DK2 (Oculus, 2015)가 활용된 사례가 있다 (Park & Lee, 2016). 훈련 시뮬레이터로서 HMD 기반의 몰입형 기술의 적용이 중요한 요소이므로 본 연구에서는 Unity 3D와 Oculus Rift DK2를 조합하여 시뮬레이터를 구성하였다.

본 논문이 기술하는 3D VR기반 선박 검사 훈련 시뮬레이터는

실제 조선 설계, 생산용 3D CAD 모델을 기반으로 가상환경을 구성하고, 가상의 선박 공간 내에서 선종에 따른 선급 규칙, 협약, 규정과 선입 검사원의 노하우 등을 구획별로 문서화한 검사 정보 데이터베이스를 연동하여 검사원이 최신의 선박 건조 및 운항 규칙을 훈련 할 수 있다는 특징이 있다. 또한 검사원이 현장에서 직면하는 다양한 위험 상황을 직접 체험하고 안전확보를 위한 다양한 방법을 미리 강구할 수 있도록 가상 환경에 대한 HMD 출력을 적용하였다. 이를 위해 3D 선박 모델에 더하여 그래픽스 엔진에서 지원하는 주변광, 반사광, 그림자, 실사 텍스처링 등 실제 선박과 유사한 환경을 제공하는 다양한 효과를 적용하였고, 수많은 선체 부재 및 의장 부품에 대한 대용량 그래픽 객체 처리를 원활하게 하기 위해 전처리를 수행하여 시뮬레이터 운영 부하를 최소화 하였다.

### 3. 시스템 분석 및 설계

가상의 공간을 탐색하며 실제 훈련 효과를 극대화하는 기존의 시뮬레이터 시스템을 참고하고, 선박 검사원에 특화된 기능을 제공하기 위하여 실제 선박 검사원의 검사 행위 및 가상선박 객체와의 상호작용을 모사하고, 실제 선박 내 환경과 유사한 장면을 모사하기 위한 요구사항을 다음과 같이 도출하였다.

본 연구에서 개발된 선박 검사훈련 시뮬레이터 시스템은 Fig. 2와 같이 선박의 3D 모델을 생성하고 시나리오를 연계하여 가상의 선박 환경을 구성하는 전처리 절차와 사용자 입력을 받아 가상 영상을 생성하여 검사 DB와 상호작용을 통해 훈련을 수행하는 운영절차로 나누어진다. 가상 환경을 구성하는 선박 모델을 구현하기 위해 설계용 3D 모델을 사용할 경우, 시뮬레이션 환경에 맞도록 기하보정, 간략화, 포맷 변환 등의 과정이 필요하며, 캐릭터 및 기기의 움직임 묘사를 위한 애니메이션 작업이 수행된다. 제작된 3D모델로부터 검사 훈련 시나리오가 만들어지며 각 시나리오별 임무를 구성한다.

선박을 구성하는 선체, 의장장비 등에 대하여 운영 절차에서 이들의 전역/국부 광원, 그림자 등을 실시간으로 처리하기 위해서는 미리 해당 연산을 수행하고 특정 텍스처로 만들어 놓아야 하며, 대용량의 객체에 대한 렌더링 계산을 줄이기 위해서는 카메라의 위치 및 방향, 카메라 절두체의 크기에 따라 표현해야 할 오브젝트의 가려짐을 미리 계산하여 렌더링 시 필요한 부분만 렌더링해야 한다 (Fig. 3).

실제 검사 훈련을 수행하는 운영단계 절차는 가상의 선박 환경에 사용자의 입력을 받아 검사원의 움직임을 생성하고, 검사원의 움직임에 따라 검사정보 데이터베이스로부터 검사 정보를 가져와 표시하는 형태로 진행된다. VR HMD의 자세정보와 위치정보는 VR HMD에 부착된 자세 센서 및 전용 컨트롤러로부터 획득되며, 이로부터 가상 검사원의 선박 내 위치와 자세, 움직임에 따른 화면 렌더링을 수행하고, 렌더링 된 영상은 VR HMD에 전송된다.

Table 1 Functional requirement of the ship VR simulator

Target module	Requirement	Details of requirement	Priority
Virtual surveyor  Act simulation	Virtual surveyor function	Representation of movement circumstance according to the structure of vessel	Essential
		Provision of sight of view for virtual surveyor	Essential
		Representation of collision and fall	Apply by selection
		Representation of movement on ladders or steps	Apply by selection
		Representation of movement of shuttle vessel	Apply by selection
	Virtual Survey Act Function	Indication of target item for survey, representation of survey information	Apply by selection
		Provision of photo shot function	Essential
		Representation of spray marking act	Essential
		Provision of lantern lighting	Apply by selection
	3D Model of target vessel type	Geometry	Hull representation by vessel type
Equipment and machinery			Essential
Pipe			Essential
Accommodation			Apply by selection
Property		Material representation for structures in vessel based on real image (Image texturing)	Essential
		Shadow representation by natural light and lantern light at each position in vessel	Essential
		Corrosion representation of pull structure	Apply by selection
DB	Survey DB	Input function of survey regulation for certain point	Apply by selection
	Reference DB	Attach function for reference image	Apply by selection
		Attach function for reference material	Apply by selection
Environment simulation	Ocean	Realistic wave representation	Essential
	Weather	Intensity control of sun	Essential
	Background	Shipyard dock facility representation (Scaffolding, Crane, etc.)	Apply by selection
		Port facility representation (Temporary store, Crane, etc.)	Apply by selection

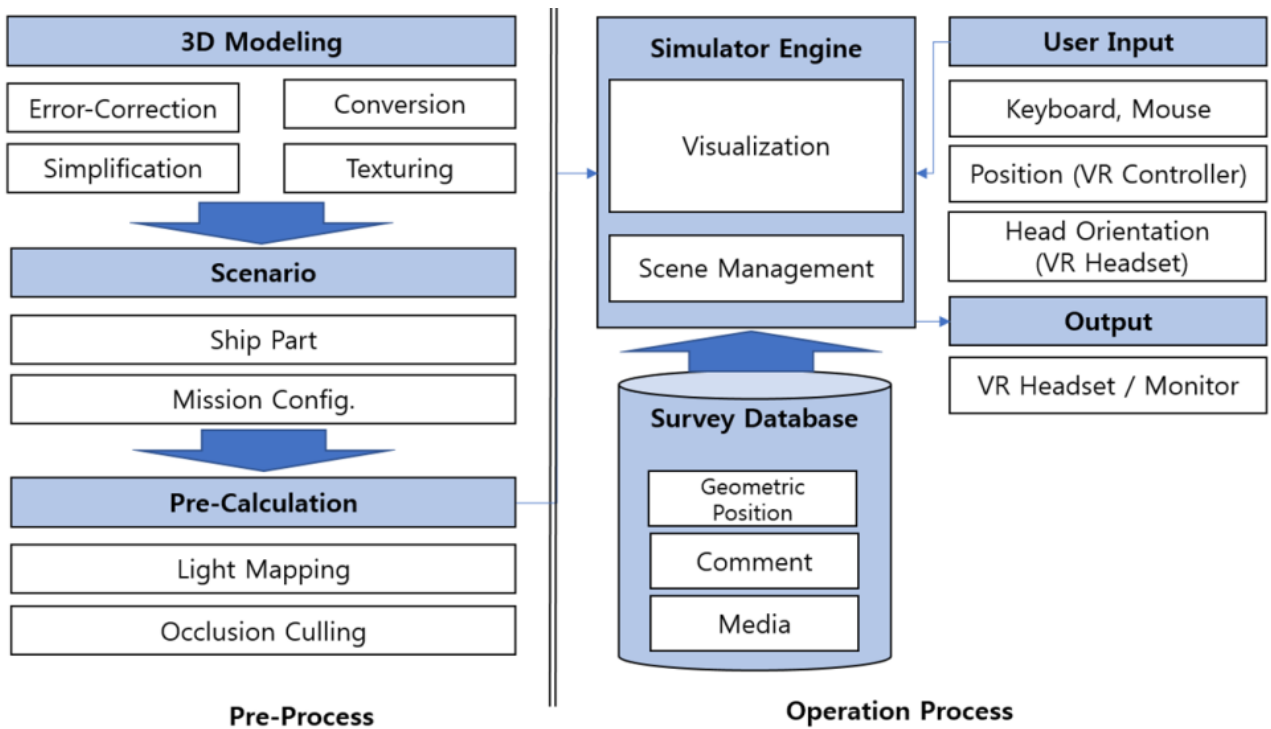


Fig. 2 System design for survey simulator

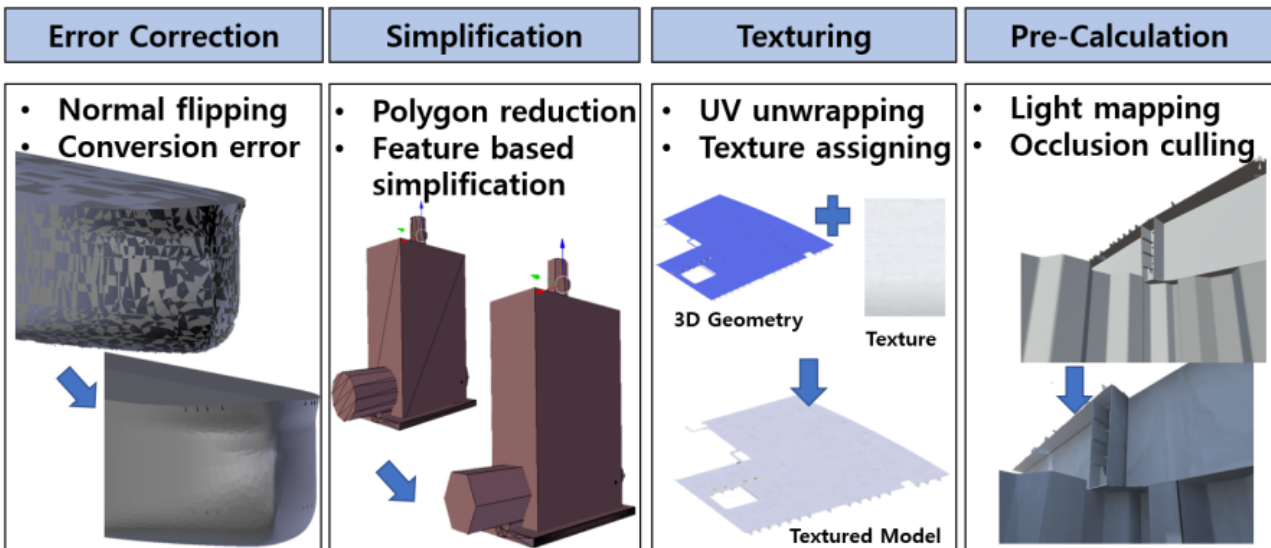


Fig. 3. Pre-process for VR 3D model from ship CAD model

## 4. 시스템 구현

### 4.1 시뮬레이터 전처리 모듈

가상의 3D 선박 환경을 구축하기 위한 3D 모델은 도면을 기반으로 직접 모델링 하거나 설계 및 생산 단계에서 생성된 3D 모델을 활용할 수 있으며, 본 논문에서는 기존에 구축된 설계용 3D 모델을 활용함에 있어 전처리해야 할 사항을 Fig. 3과 같이 제시

하였다. 조선용 CAD 모델에서 중립 포맷(형상정보; IGES, JT) 또는 각 CAD 전용 변환 포맷(형상정보, 부재속성정보; XML)을 통해 3D 모델을 추출한 후, 전처리 작업을 위해 가시화 메쉬 포맷(삼각메쉬포맷; STL, PLY) 등으로 변환한다. 이때는 상용 메쉬 소프트웨어 등에서 자동 메쉬를 수행하여 생성하거나, 별도 파일 형식 변환을 지원하는 상용 CAD 소프트웨어를 사용할 수 있다.

일반적으로 다양한 포맷의 3D데이터를 가상환경을 위한 포맷으로 변경하는 과정에서 변환 에러가 발생하며, 이는 시스템간 허용공차의 차이로 인한 객체간 틈 생성, 기하의 뒤틀림 및 면

방향(normal)의 뒤집힘 등 다양한 형태로 존재한다. 본 논문에서는 다양한 3D모델 포맷 데이터의 변환 에러를 보정하는 방법 및 절차는 다루지 아니하였으며, 오픈 소스 3D 모델링 소프트웨어인 Blender3D를 사용하여 KR의 3D 모델 표현 포맷(\*.kra)에서 범용 3D 포맷으로 변환 시 Fig.4와 같은 선체 판의 방향 뒤집힘을 효과적으로 처리하는 방법을 적용하였다. 선박의 각 판의 법선을  $N_{pn}$ , 선박 내 중심 참조지점을  $P_{ref}$ , 판 기하의 중심과 참조지점을 연결하는 벡터를  $V_{pn}$ 이라 했을 때, 기준된 법선을 중심으로 인접된 판의 법선을 순차적으로 찾고 이들과의 각도 계산을 통해 뒤집힌 법선을 찾고 처리하는 파이썬(python) 스크립트 코드를 Fig.5 과 같이 기술하였다.

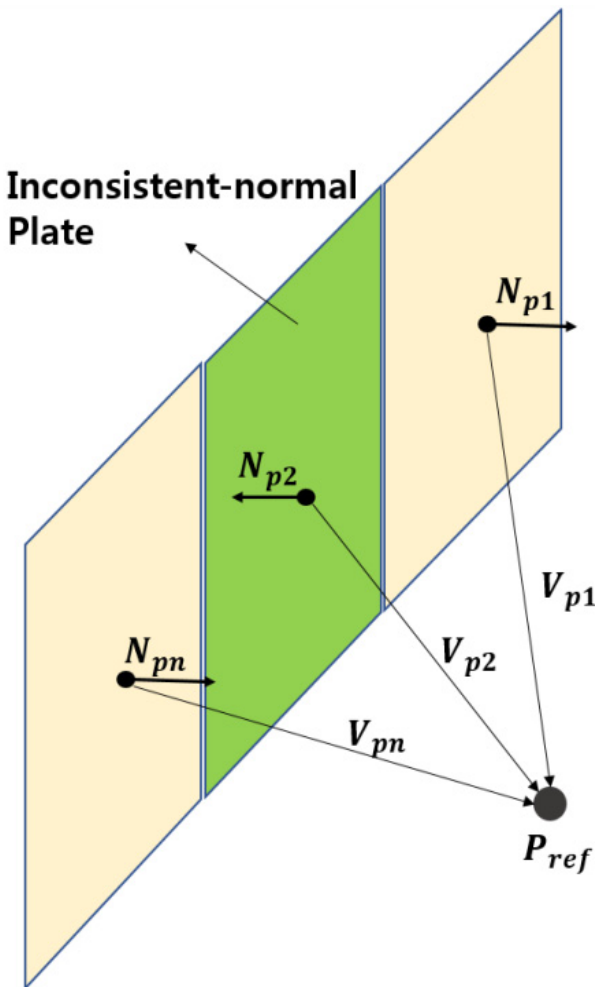


Fig. 4. Inconsistent normal of ship plates (surface)

복잡하고, 정교한 3D 모델의 경우 실시간 렌더링시 계산 시간이 많이 소요되어 성능 저하의 원인이 되며, 이를 위하여 운영의 목적 및 효과를 고려하여 3D 모델의 간략화 및 라이팅, 페색(occlusion)에 대해 사전 계산을 수행해야 한다. Occlusion은 게임 등에 주로 사용되는 테크닉으로 차폐 구역으로 인한 빛의 감쇄를 표현하기 위해 물체와 물체 사이, 물체의 구석 등에 대한 빛의 가려짐을 다양한 케이스에 계산 결과를 미리 처리하여, 이를 실시간 광원 계산없이 수행하는 기법을 말한다.

본 연구에서는 폴리곤의 수를 감소시키기 위하여 Blender3D의 'Decimation' 기능을 사용하였고, 모델의 'Unwrapping' 후 실사 텍스처 처리하였다. Decimation이란 상세한 메쉬를 메쉬 개수를 사용자가 지정하여 전체 형상의 변형이 가장 적게 일어나면서 메쉬 개수를 줄일 수 있게 간략화하는 그래픽 기법이다. Unwrapping은 메쉬 모델을 U,V 도메인으로 매개화하여 텍스처 이미지를 매핑하기 위해 필요한 과정이다.

텍스처 모델은 Unity3D 엔진의 'Lightmapping' 기능 및 'Occlusion culling' 기능을 이용하여 전역광, 주변광, 반사광 처리 및 카메라 위치를 고려한 페색 영역에 대한 사전 계산 처리를 Fig. 6과 같이 수행하였다.

Fig. 6의 (a)와 같은 세부 그리드 영역에 대해서 FOV (Field Of View; 화각)을 30도한 카메라 뷰의 높이(h)를 120 m(b), 80 m(c), 30 m(d) 로 바뀌며 수행한 선박의 평면뷰에서 광원계산 화면을 나타낸 결과이다.

```

1  import bpy
2  import sys
3  import mathutils
4  import bpy
5  import bmesh
6
7  objs = bpy.context.selected_objects
8  for obj in objs:
9      if obj.name == 'Pref':
10         CubeLoc = obj.location
11         if obj.type == 'MESH':
12             PanelLoc = obj.location
13             bpy.context.scene.objects.active = obj
14             bpy.ops.object.Origin_set(type='ORIGIN_GEOMETRY')
15             me = obj.data #for bmesh
16             bpy.ops.object.mode_set(mode = 'EDIT', toggle=False)
17             bpy.ops.mesh.select_all(action = 'DESELECT')]
18             bm= bmesh.from_edit_mesh(me)
19             bm.faces.ensure_lookup_table()
20             bFaces = bm.faces
21             faces = obj.data.polygons
22
23         n=0
24         for f in faces:
25             Npn = f.normal
26             Vpn = PanelLoc - PrefLoc
27             Vpn_norm = Vpn.normalized()
28             dot_ = Vpn_norm.dot(Npn)
29
30         if dot_ < 0
31             bFaces[n].select = True
32
33         n = n+1
34         bpy.ops.mesh.flip_normals()
35         bpy.ops.object.mode_set(mode = 'OBJECT', toggle = True)
    
```

Fig 5. Script for normal flipping of inconsistent plates

즉, 현재의 모델 변환 기술로 조선 CAD 3D모델을 품질높은 VR환경으로 즉시 자동 변환은 어려우며, 상당부분 사용자가 Fig. 3의 각 프로세스에서 시간을 들여 확인 및 수정작업을 수행해야 한다. 하지만, Fig. 5와 같은 스크립트 코드로 반복 수작업을 자동화할 수 있으며, 전체 과정에 사용자 수작업을 최소화시키고 자동변환하는 프로세스와 그 개별 기능에 대한 추가 연구 개발이 진행되고 있다.



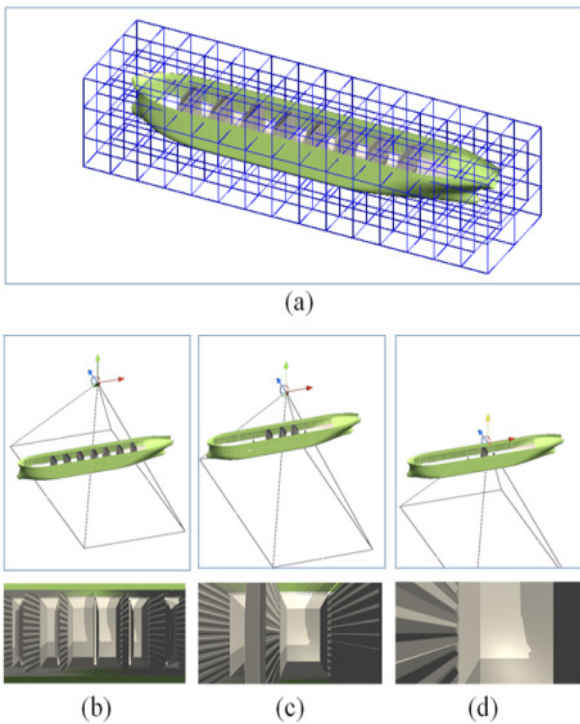


Fig. 6 Different result of 'Occlusion Culling' in Unity3D Engine ((a) fov=30°, (b) h = 120, (c) h = 80, (d) h = 30)

#### 4.2 시뮬레이터 운영 모듈

시스템 운영 모듈은 이전 절에서 구축한 전처리 데이터를 기반으로 데이터 및 사용자 입력과의 상호작용으로 시스템을 실시간으로 구동하는 등 검사 시뮬레이터의 중추적인 역할을 담당한다. Fig. 2의 우측의 시스템 운영 모듈(operation process)를 더욱 상세하게 Fig. 7에 표현하였다. 본 기사화 모듈에서는 선박 모델 및 GUI 가시화, 가상 검사원 캐릭터의 이동, 주변 환경 등을 실시간으로 렌더링하며, 장면 관리 모듈에서는 사용자의 입력, 선택, 이벤트, 데이터베이스와의 인터페이스를 수행한다. 시나리오 관리부에서는 시뮬레이션 위치에 따른 모델 구성 및 이벤트, 아이템 등을 관리한다 (Fig. 7).

한편 검사 시뮬레이터의 데이터베이스는 Fig. 8과 같이 선박 기본 정보 및 부재, 기관, 장비 정보를 기본 모델 자료구조로 정의되어 있다. 아울러, 시뮬레이션을 위한 시나리오, 문서, 비고 등의 정보를 갖고 있으며, 시나리오 관리자와 인터페이스 된다. 본 선박 가상환경 구축에서의 시나리오의 검사 대상 구획별로 사용자 초기 위치 및 시점, 광원 등의 환경 조건 설정 등을 정의한 간략 자료구조로 구성되어 있다. 현재 진행중인 연구로서 본 선박가상환경을 활용하여 선원의 화재진압훈련 시나리오 콘텐츠를 개발하고 있다. Fig. 8의 시나리오는 실제 콘텐츠에 따라서, 가상선원, 장비, 선박의 위치, 위치/시간/환경/임무에 따른 조건분기 시나리오 등으로 다양하고 복잡하게 연결되게 된다.

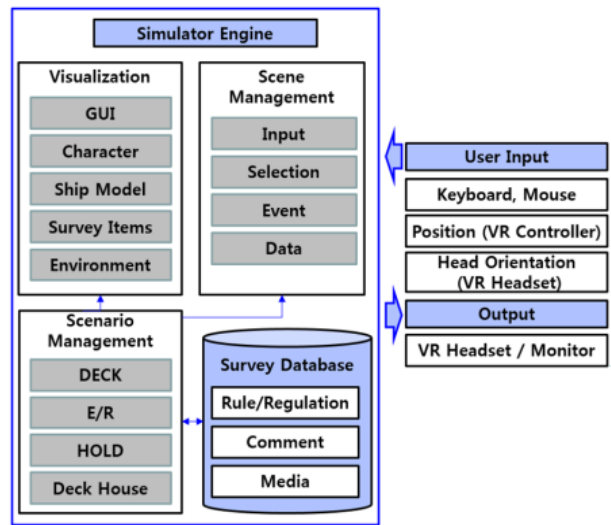


Fig. 7 Operation module of the survey simulator

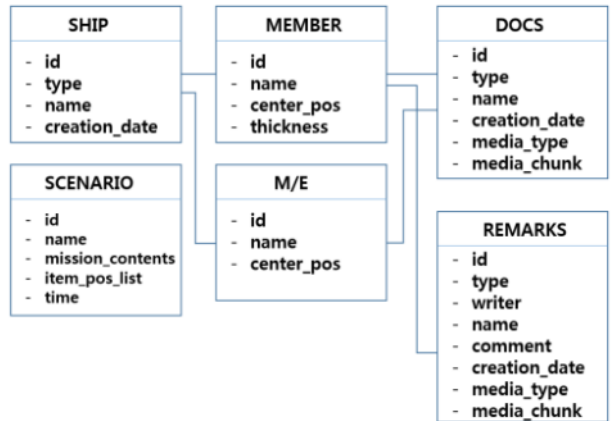


Fig. 8 Brief Representation of database for the survey simulator

### 5. VR 선박환경 구현 결과

#### 5.1 시스템의 구동

선박 검사 시뮬레이터의 개발 및 구동을 위한 환경은 Table 1과 같다. 훈련대상 검사원은 키보드 및 마우스를 이용하여 프로그램을 실행시킴으로써 검사 훈련 시뮬레이터를 구동할 수 있으며, HMD를 착용하여 훈련 할 수 있는 모듈을 제공한다. 소프트웨어를 실행 시 훈련 대상 선종 및 훈련 모듈을 선택 할 수 있는 화면이 표시되며 훈련대상 검사원은 원하는 메뉴를 선택하여 검사 시뮬레이터 모듈로 진입한다. 진입후, 대상 선박의 전체적인 형상과 선택할 수 있는 검사 시뮬레이터 시나리오 구획이 Fig. 9과 같이 해당 영역에 표시된다. 이를 HMD로 시점을 이동시켜 선택하거나, 별도의 입력장치 (HMD 연계 리모컨) 등을 이용하여 선택할 수 있으며, 선택시 미리 설정된 선박 내 구획으로 이동하여 시뮬레이션이 구동된다. 물론, 사용자는 임의의 위치에서 자유롭게 선박 모델을 확인, 이동할 수 있다. 그렇지만, 중력, 구조물

에 대한 물리 엔진이 적용되어 있기 때문에, 이동간에 추락 또는 장애물에 의한 이동 불가 등을 실제와 동일하게 체험할 수 있다.

Table 2 System environment for the survey simulator

Category		Specification
Workstation for pre-process	CPU	Quad-Core Xeon 2.4GHz, 2CPU
	RAM	16GB
	HDD	2TB
PC for trainer	CPU	Dual-Core 3.0GHz
	RAM	8GB
	HDD	2TB
	VGA	NVIDIA GTX 970
	MONITOR	24" LCD
	HMD	Oculus rift

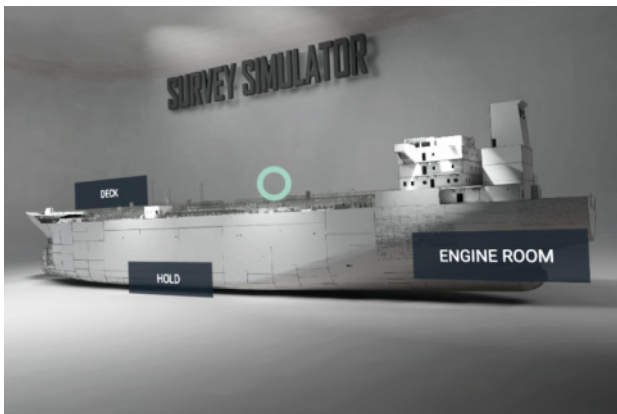


Fig. 9 Detail scenario selection for the target ship of the survey simulator

### 5.2 선박 검사 훈련 환경 구성

훈련 대상 검사원이 시스템을 구동 후 원하는 모듈을 선택하게 되면 가상 검사원 시점의 훈련 시스템이 실행된다. 가상의 선박 검사원은 Fig. 10과 같이 통선을 이용한 선박의 접근, 사다리를 활용한 등선 등을 체험하고, 선박 내 이동경로를 자유롭게 탐색하며 선박의 구조 파악 및 부재 위치 형상 및 기기 형상을 숙지할 수 있다. 또한 선내 각 위치와 관련된 규정 및 선급 규칙에 대한 정보를 얻을 수 있으며, Fig. 11과 같이 해당 구획 및 장비 등에 대해 선임 검사원이 기록한 검사 노하우 (Fig. 11의 Exclamation mark)를 가상환경에서 효과적으로 습득 할 수 있다.

이러한 선박 시뮬레이터 모델은 선종별로 구비하고, 그 구획별 목적에 맞는 시나리오를 교육훈련 콘텐츠로 추가 개발함으로

서 선급 검사원 교육훈련 목적에 활용할 수 있다. 동일한 선종별 모델을 선사의 선원을 대상으로 하는 목적의 시나리오 콘텐츠를 제작하면, 그러한 목적에 맞는 시뮬레이터를 구성할 수 있어, 저비용으로 쉽게 다목적 시뮬레이터로 확장 가능하다.

더 나아가 조선소와 선주의 계약에 의해, 조선소의 3D CAD 모델을 제공받으면, 시리즈 호선의 대표 호선에 대해 선박 VR 시뮬레이터 모델을 선사에서 손쉽게 확보할 수 있고, 자체 선원 교육훈련 콘텐츠를 탑재하여 선사 목적에 맞는 시뮬레이터로 구성할 수 있다. 이를 위해서는 동일한 선박 모델에 여러 인원이 동시에 접속하여 상호간의 아바타 모델을 확인하며 상호작용을 할 수 있는 멀티 플레이어 시뮬레이터 기술 및 플랫폼 구축이 필요하다. 본 연구에서는 단일 사용자에 의한 시뮬레이터만을 제시하고 있으며, 다시간 시뮬레이터는 선원의 화재진압 훈련 시뮬레이터를 대상으로 하여 현재 개발 진행 중이다.

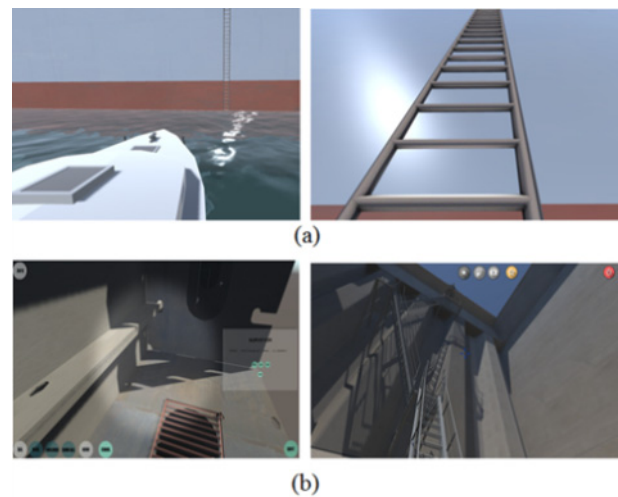


Fig. 10 Training modules of the survey simulator ((a) transport boat moving and ladder climbing, (b) lantern lighting and hold exploration)

## 6. 결론

최근 그래픽스 하드웨어 및 소프트웨어 엔진의 비약적인 성능 향상으로 VR기술이 대중화되고 저비용으로 시뮬레이터를 구성할 수 있게 되었다. 조선해양 산업에서도 선박의 설계 및 운영 단계에서 3D 선박 모델을 활용한 시뮬레이터 시스템 구축이 활발히 이루어지고 있으며, 본 논문에서는 선박의 운영 및 유지를 위한 선급 검사원의 역량 향상을 위하여 가상의 선박 환경에서 실제와 유사한 검사 환경에서 필요한 규칙, 규정 등을 확인할 수 있는 VR 선박 가상환경 개발에 대해 소개하였다. 본 시스템은 보다 다양한 현실세계의 검사 상황을 묘사하고 상시 변화하는 규칙 및 규정을 효과적으로 표현하도록 지속적으로 시스템을 확장 할 예정이다.

더 나아가 조선 3D CAD모델에서 VR 시뮬레이터로 전환하는 과정의 많은 부분을 자동화하는 연구를 진행하고, 선종별 구축된

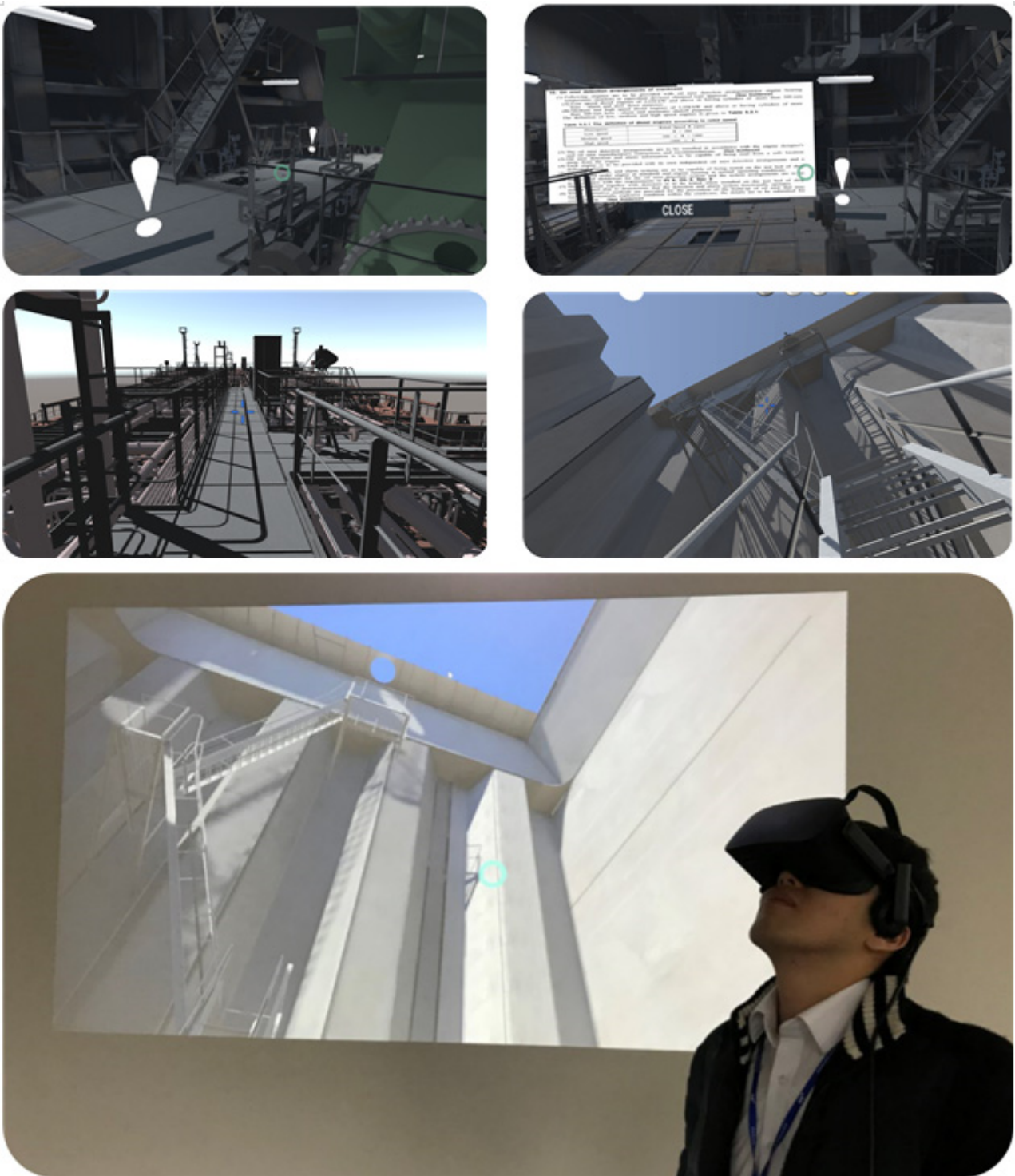


Fig. 11. Overall scene from point of view of the trainer in the survey simulator

VR 시뮬레이터에 대해서는 사용자 및 타 개발기관이 시나리오 콘텐츠를 자체 저작할 수 있는 도구를 제공함으로써 본 시뮬레이터의 산업간 활용성을 높일 계획이다.

향후 연구로는 국제안전관리규약(ISM code: International safety management code)에서 요구하는 선내 비상상황에 대응 가능한 가상현실 기반의 다자간 훈련 시뮬레이터를 개발할 계획이다.

## 후 기

본 논문은 아래의 과제의 연구결과의 일부임을 밝히며, 이에 감사 드립니다.

- 1) 산업통상자원부 산업핵심기술사업 (과제번호: 10052708) “3D모델기반의 선박설계지원 일관시스템 개발”



2) 과학기술정보통신부 ICT융합 Industry 4.0<sup>®</sup> (조선해양) 기술개발사업 (과제번호: S062-17-1016) “가상현실기술을 활용한 선원의 안전 교육·훈련 VR콘텐츠 개발 및 상용화”

## References

- An, G.I., Hwang, J.S., & Hwang, H.J., 2017. Development of VR-based visualization system of configuration information for the facility. *Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea*, 54(3), pp. 3-6.
- Aveva Marine, 2014. *AVEVA Activity Visualisation Platform (AVEVA AVP)*. Available at: [http://www.aveva.com/-/media/Aveva/English/Products/Literature/AVP/AVEVA\\_AVP.aspx](http://www.aveva.com/-/media/Aveva/English/Products/Literature/AVP/AVEVA_AVP.aspx) [Accessed 1 Nov 2017].
- Choi, S.H., Lee, M.H. & Lee, J.Y., 2016. A comparative analysis of user experience in home energy saving awareness using immersive virtual reality and mobile augmented reality. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 21(4), pp.397-408.
- DassaultSystems, 2014. *DELMIA V5*. Available at: <http://www.3ds.com/products-services/delmia/products/> [Accessed 1 Nov 2017].
- DNV-GL, 2015. *Survey simulator for ship surveyor training in virtual reality - ShipManager Survey Simulator*. Available at: <https://www.dnvgl.com/services/survey-simulator-for-ship-surveyor-training-in-virtual-reality-shipmanager-survey-simulator-2173> [Accessed 1 Nov 2017].
- Gong, I.Y., An, S.P., Jang, H.J. & Han, J.S., 2017. VR-based offshore plant education system. *Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea*, 54(3), pp.7-10.
- Jung, H.K. & Park, H.J., 2016. Web-based 3D virtual experience using unity and leap motion. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 21(2), pp.159-169.
- Lee, G.C., Chung, K.I., Mun, D.H. & Youn, C., 2015. A study on plant training system platform for the collaboration training between operator and field workers. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 20(4), pp.420-430.
- Oculus, 2015. *Oculus rift DK2*. Available at: <https://www.oculus.com/en-us/dk2/> [Accessed 1 Nov 2017].
- Park, G.P. & Jo, A.R., 2017. Development of VR panorama system for offshore plant. *Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea*, 54(3), pp. 16-19.
- Park, K.B. & Lee, J.Y., 2016. Comparative study on the interface and interaction for manipulating 3D virtual objects in a virtual reality environment. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 21(1), pp.20-30.
- SafeTechResearch, 2013. *Full mission bridge shiphandling simulator system*. Available at: <http://www.strkorea.co.kr/sub020101> [Accessed 1 Nov 2017].
- Unity Technologies, 2015. *Unity3D*. Available at: <https://unity3d.com> [Accessed 1 Nov 2017].



길우성

손명조

이정렬