Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety
Research Paper
Vol. 22, No. 5, pp. 410-416, August 31, 2016, ISSN 1229-3431(Print) / ISSN 2287-3341(Online) http://dx.doi.org/10.7837/kosomes.2016.22.5.410

선박소화훈련 시뮬레이터 개발에 관한 연구

김원욱* · 김대희**†
* 한국해양수산연수원, ** ㈜삼우이머션

The Development of a Ship Firefighting Drill Simulator

Won-Ouk Kim* · Dae-Hee Kim**†
* Education Research Team, Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Busan 49111, Korea
** SAMWOOimmersion Co.,Ltd., 312 Suyeong-ro, Nam-gu, Busan 48508, Korea

요 약 : 우리나라는 세월호 사고 이후 해양안전에 대한 중요성이 증대되고 있다. 특히, 해양관련 종사자들에 국한하지 않고 대국민 해양안전의식 고취를 위해 학교 및 해양관련 단체에서 다양한 교육훈련 및 체험교육이 시행되고 있다. 선원의 안전교육은 SOLAS 규정에 의거 여객선은 10일, 상선은 매월 1회 소화 및 퇴선훈련을 실시하고 있다. 세월호 사고 이후 교육훈련의 효과를 증대시키기 위해 교육 정원을 기존 40명에서 20명으로 줄여 모든 교육생이 실제 교육훈련에 참여할 수 있도록 하고 있다. 현재의 교육훈련 형태는 교재에 의거한 이론교육 실시 후 실제 실습을 행하는 2단계 교육훈련이 실시되고 있다. 하지만 현재 인적, 물적 여건상 교육생들에게 많은 실습시간 부여 및 소수인원으로 구성된 실습교육이 곤란한 상황이나 시뮬레이션 기법이 도입될 경우 실습 전 숙달된 능력으로 실습교육의 빠른 진행으로 많은 실제 실습교육 수행이 가능할 것이다. 이러한 이유로 이 연구에서는 해상안전교육 중 소화훈련의 효율성을 증대시키기 위해 총 3단계로 구분한 교육훈련을 제안하고자 한다. 즉, 이론교육 후 시뮬레이션 기법을 통한 개인별 임무 숙지 및 장비 사용법에 대한 이미지트레이닝교육을 추가하고자 한다. 이러한 시뮬레이션 기법을 사용할 경우 이론교육으로 얻어진 지식을 바탕으로 실제 훈련 전 가상으로 먼저 시행함으로서 실습교육에 빠른 적응이 가능하며 시뮬레이션 특성상 실제 훈련에서는 곤란한 긴급상황 대처훈련 및 다양한 시나리오에 의한 반복훈련이 가능하다. 이렇게 실습 전 숙달된 능력을 바탕으로 실습교육의 진행 속도를 증가시켜 많은 실제 실습교육을 수행할 수 있어 교육훈련 효율성이 증대될 것이다. 실제 교육생 설문조사에 의하면 개인별 실습시간 부족을 지적하였다. 이러한 이유로 가상현실 기법을 이용한 시뮬레이터 개발이 필요하여 이 연구에서는 개발방법에 대해 고찰하였다.

핵심용어 : 해양안전, 안전교육, SOLAS, 소화훈련, 가상현실, 시뮬레이션

Abstract : *After the Sewol Ferry accident, the importance of maritime safety has been emphasized in Korea. In particular, educational and experience training are not only being conducted for maritime personnel but also in schools and at maritime-related organizations in order to broadly instill maritime safety awareness. Based on SOLAS regulations, safety education for sailors conducted every 10 days passenger boats, and fire-fighting drills and abandon-ship training should be conducted once a month on merchant ships. After the Sewol Ferry accident, the maximum number of trainees was reduced from 40 to 20 in order to improve the effectiveness of these training sessions by requiring all trainees to participate in the actual training. The current training process consists of two steps: textbook-based theoretical training and actual practice. Current training environment provides limited capability from human and facility recourses which limit the numbers of trainee participated and system operation time. By introducing the simulation training, it will improve the trainee skill and performance prior to the on-site training and allow the more effective and rapid progress on actual practice. Therefore, it will be proposed the three-step training method in order to improve the effectiveness on fire-fighting drill in Maritime Safety Education on this study. This study suggests a three step training method that would increase the efficiency of maritime safety education. An image-training step to enhance individual task awareness and equipment usage via simulation techniques after theoretical training has been added. To implement this simulation, a virtual training session will be conducted before actual training, based on knowledge obtained from theoretical training, which is expected to increase the speed with which trainees can adapt during the practical training session. In addition, due to the characteristics of the simulation, repeated training is possible for reaction drills in emergency circumstances and other various scenarios that are difficult to replicate in actual training. The efficiency of training is expected to improve because trainees will have practiced before practical training takes place, which will decrease the time needed for practical training and increase the number of training sessions that can be executed, increasing the efficiency of training overall. This study considers development methods for fire-fighting drill simulations using virtual reality techniques.*

Key Words : *Maritime Safety, Maritime Safety Education, SOLAS, Firefighting Drill, Virtual Reality, Simulation*

* First Author: kwo0228@seaman.or.kr, 051-620-6816
† Corresponding Author: kdavid73@gmail.com, 051-610-0301

1. 서 론

세월호 사고 이후 우리나라에서는 선원들과 관련 종사자 뿐만 아니라 일반 국민들도 해양안전에 대한 관심이 증대되고 있다. 그 예로 학교 및 해양관련 단체에서는 대국민 해양안전의식 고취를 위해 다양한 해양안전교육을 실시하고 있다(KMF, 2016). 대표적으로 초등학교 체험학습 프로그램에 수영교육을 추가하였으며 한국해양재단 등 에서는 일반국민들을 대상으로 특강을 실시하고 있다. 하지만 해양에서 사고가 발생한 경우 생명을 지키기 위한 선원들의 역할에 대한 중요성은 강조하지 않을 수 없다. 세월호 사고에서 보는 바와 같이 해양사고 시 선원들의 잘못된 비상조치는 승객의 생명을 지킬 수 없음을 확인하였다. 비상상황에서의 신속한 대응은 반복적이고 정확한 교육훈련이 필요하다. 현재 교육훈련 시스템은 이론교육 후 실습수업을 실시하는 2단계 교육이다. 이 연구에서는 현재의 교육훈련 방법에 가상현실을 이용한 시뮬레이션 기법을 추가한 3단계 기법에 대해 고찰하고자 한다. 이렇게 3단계로 교육훈련을 실시할 경우 실제 훈련 전 가상으로 먼저 시행함으로서 실습교육에 빠른 적응이 가능할 것이다. 특히, 실제 훈련에서는 수행하기 곤란한 긴급상황대처훈련 및 다양한 시나리오에 의한 반복훈련이 가능하며 훈련 종료 후 사후 강평을 통한 평가를 통해 실수를 줄이 수 있어 교육훈련의 효율성 향상에 도움이 된다. 또한, 현재 인적, 물적 여건상 교육생들에게 많은 실습시간 부여 및 소수인원으로 구성된 실습교육이 곤란한 상황이나 시뮬레이션 기법이 도입될 경우 실습 전 숙달된 능력으로 실습교육의 빠른 진행으로 많은 실제 실습교육 수행이 가능할 것이다. 이러한 이유로 이 연구에서는 해양안전훈련 중 개발된 가상현실기법을 통한 3차원 소화훈련 시뮬레이터 개발에 대해 고찰하고자 한다. 현재 퇴선훈련과 관련된 시뮬레이터는 개발 중에 있어 차후 연구에서 기술하고자 한다.

2. 해양안전교육(소화 및 퇴선) 관련 기준

해양안전교육의 소화 및 퇴선훈련은 SOLAS 규정에 의거 여객선은 10일, 상선은 매월 1회 실시하고 있다(KR, 1998). 특히, 퇴선훈련은 3개월마다 구명정을 바다에 직접 진수하여 구명정운영교육을 실시하도록 하고 있다. 국내선을 제외하고는 국제항해에 종사하므로 선박의 훈련에 대한 규정은 거의 모든 국가에서 국제해사기구에서 발행하는 IMO model course를 따르고 있다(IMO, 2016). 즉, 거의 모든 나라에서 거의 유사한 교과목 및 시간으로 운영되고 있다. 안전교육은 모든 선원들이 공통으로 받아야 하는 기초안전교육과 사관들이 받아야하는 상급안전교육으로 나누어진다. 표로 자세히 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. Basic & Advance course

Course Name	Content (IMO model course)
Basic course	1.13: Elementary First Aid 1.19: Personal Survival Techniques 1.20: Fire Prevention and Fire Fighting 1.21: Personal Safety and Social Responsibilities
Advance course	1.14: Medical First Aid 1.23: Proficiency in Survival Craft and Rescue Boats 1.24: Proficiency in Fast Rescue Boats

그리고 Table 2와 3은 기초교육에 대한 IMO model course를 상세히 정리한 것이다. Table 2는 IMO Model Course 1. 19로 해상에서의 개인 생존 기술에 대한 교육내용 및 시간이다.

Table 2. IMO Model Course 1. 19 (Proficiency in Personal Survival Techniques)

Course Outline	Approximate Time (Hours)
Knowledge, understanding and proficiency	Lecture, Demonstrations and practical exercises
1. Introduction, safety and survival	0.75
2. Emergency situations	1.50
3. Evacuation	0.75
4. Survival craft and rescue boats	2.00
Personal life-saving appliances	0.75
6. Personal life-saving appliances (demonstrations)	3.75
7. Survival at sea	0.75
8. Emergency radio equipment	1.50
9. Helicopter assistance(optional)	1.50
10. Review final assessment	
Total	13.25

Table 3은 IMO Model Course 1. 20으로 화재방지 및 소화훈련에 대한 교육내용 및 시간이다.

Table 3. IMO Model Course 1. 20 (Fire Prevention and Fire Fighting)

Course Outline	Approximate Time (Hours)
Knowledge, understanding and proficiency	Lecture, Demonstrations and practical work
1. Introduction, safety and survival	0.5

Competence 1: Minimize the risk of fire

Course Outline	Approximate Time (Hours)
1. Concept and application of the triangle to fire and explosion	0.5
2. Types ana sources of ignition	0.25
3. Flammable materials commonly found on board	0.75
4. Need for constant vigilance	0.5
5. Fire hazards	0.5
Sub-total	2.3

Competence 2: Maintain a state of readiness to respond to emergency situations involving fires

Course Outline	Approximate Time (Hours)
Knowledge, understanding and proficiency	Lecture, Demonstrations and practical work
1. Organization of shipboard fire fighting	1.0
2. Location of fire-fighting appliances and emergency escape routes	0.75
3. Fires spread in different parts of a ship	0.25
4. Fire and smoke detection measures ships and automatic alarm systems	0.75
5. Classification of fires and applicable extinguishing agents	0.25
Sub-total	3.0

Competence 3: Fight and extinguish fires

Course Outline	Approximate Time (Hours)
Knowledge, understanding and proficiency	Lecture, Demonstrations and practical work
1. Selection of fire-fighting appliances and equipment	5.0
2. Precaution for use of fixed installations	1.0
3. Use of breathing apparatus for fighting fires	2.5
4. Use of breathing apparatus for effecting rescues	0.5
Sub-total	9.0
Total	15.0

3. 개발 배경

3.1 개요

해양사고 발생 시 정확하고 신속한 비상조치는 인명안전에 필수적이다. 이러한 이유로 SOLAS 및 STCW 등에서는 선원들의 교육훈련을 강제적으로 실시하도록 규정하고 있다. 비상상황에서 선원들이 신속하고 정확하게 대처하기 위해서는 반복훈련이 필수적이다. 2010년 STCW 마닐라 협약에서 안전재교육이 강제화되고 2012년 7월 1일 발효 및 2017년 1월 1일 전면 시행됨에 따라 교육인원의 증가가 예상된다. 우리나라 선원법에 안전교육 주요 개정 내역은 2009년 7월 1일 상급안전재교육의 유효기간을‘5년’에서‘없음’으로 개정하였다. 그리고 2015년 1월 6일 선원법 시행규칙의 안전교육에 관한 법령을 기초 및 상급안전재교육의 교육 면제 조항 삭제하고 교육의 유효기간을 5년으로 명시하여 개정하였다(NLIC, 2016). 또한, 2010년 STCW 마닐라 협약에서 안전재교육이 강제화되고 2012년 7월 1일 발효 및 2017년 1월 1일 전면 시행됨에 따라 이러한 법 개정은 안전교육 대상자의 증대원인이 되었다. 2015년 한국해양수산연수원 연구과제『안전교육 운영 적정성 확보에 관한 연구』에 의하면 향후 5년간 안전교육과정별 교육 수요 인원은 Table 4와 같다(KIMFT, 2015). 즉, 교육을 수행할 수 있는 기관이 거의 없어 교육인원의 폭주가 예상되며 이는 교육훈련 효율성 저하로 나타날 수 있다.

Table 4. Estimated number of trainees

Training Course \ year		'16	'17	'18	'19	'20
Basic	New	1,400	1,450	1,450	1,500	1,500
	Fishing boat Crew	470	450	450	400	400
	Graduates of the program	140	140	140	140	140
	Re-training	2,700	600	3,000	5,500	1,700
Advance	International New	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080
	National New	340	340	370	400	400
	International Re-training	3,500	5,000	1,500	1,400	3,000
	National Re-training	300	2,300	400	450	300
Total		9,850	11,300	8,350	10,850	8,520

3.2 소화훈련 시뮬레이터 활용의 예

Cho and Lee(2016)의 연구에 의하면 소화훈련의 교육만족도 저하 요소를 첫째, 피동적 교육 참여, 둘째, 시나리오 중심의 종합소화교육 부재 그리고 셋째는 개인별 실습시간 부족을 지적하고 선박소화 훈련에 시뮬레이터 도입을 제안하였다. 현재, 우리나라에서 국제기준에 적합한 선박 소화훈련을 수행할 수 있는 기관은 한정되어 있어 인적, 물적 자원의 부족으로 인해 적극적 실습교육이 곤란한 상황이다. 이러한 상황을 해결하기 위해 다른 실습교육에서도 시뮬레이션을 이용한 교육이 활발하게 수행되고 있다. 그러나 우리나라의 해양안전교육(구명정운용교육 및 소화훈련)에서는 시뮬레이터를 이용한 훈련을 실시하고 있지 않다. 그러나 육상의 경우 화재체험 및 지휘관교육용으로 활용되고 있다. 외국의 경우 네덜란드의 V-STEP사에서 계발한 AFF 시뮬레이터(Advanced Fire Fighting Simulator : AFF)가 있으며 소방관들의 교육훈련에 사용되고 있다. 우리나라의 경우 중앙소방학교에서 소방지휘관을 대상으로 시뮬레이터를 이용한 훈련을 실시하고 있다.

4. 개발 방법

현재 교육훈련 시스템은 이론교육 후 실습수업을 실시하는 2단계 교육이다. 이 연구에서는 Fig. 1에서 보는바와 같이 현재의 교육훈련방법에 기상현실을 이용한 시뮬레이션 기법을 추가한 3단계 기법에 대해 제안하고자 한다.

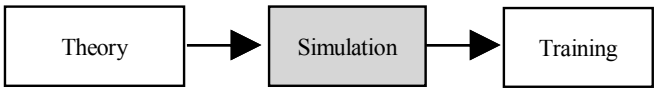

Fig. 1. Proposal training.

이렇게 3단계로 교육훈련을 실시할 경우 실제 훈련 전 가상으로 먼저 시행함으로서 실습교육에 빠른 적응이 가능할 것으로 판단되며 실제 훈련에서는 수행하기 곤란한 긴급상황대처훈련 및 다양한 시나리오에 의한 반복훈련이 가능하다. 또한, 실습 전 숙달된 능력을 바탕으로 실습교육의 진행 속도를 증가시켜 많은 실제 실습교육을 수행할 수 있어 교육훈련 효율성이 증대 될 것으로 판단된다. 이러한 해양안전훈련의 효율성을 증대시키기 위하여 이 연구에서는 시뮬레이션기법 즉, 가상현실기법을 통한 3차원 소화훈련 시뮬레이터 개발에 대해 고찰하고자 한다.

가상현실기법을 통한 3차원 소화훈련 시뮬레이션은 Microsoft .NET Framework 4.5.2의 최신 개발 Framework 기반으로 개발하였다. 실습 교육자에게 반응성을 유지하면서 사용자 컴퓨터의 성능을 극대화하기 위해 여러 실행 스레드(thread)를 사용하였으며 사용된 비동기 패턴으로는 APM(Asynchronous Programming Model)과 EAP(Event-based Asynchronouse Pattern Instructor)로서 이를 접목하여 개발하였다. Fig. 2는 Microsoft .NET Framework 4.5.2의 최신 개발 Framework를 도식으로 나타낸 것이다.

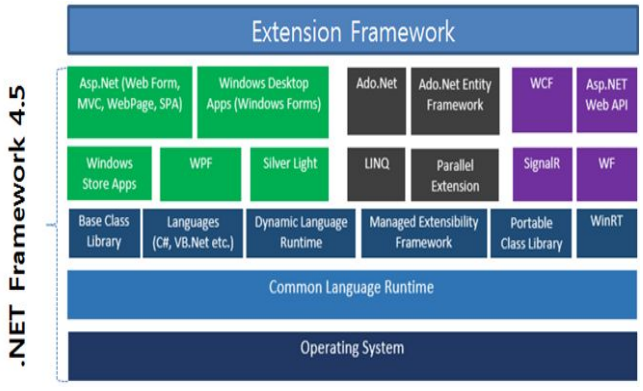

Fig. 2. Microsoft .NET Framework 4.5.

Instructor System은 .Net 개발 환경의 모체가 되는 통합 개발환경(IDE: Integrated Development Environment)에서 RAD

(Rapid Application Development)툴을 사용하여 Microsoft .NET Framework 기반의 C# 언어로 작성하여 개발하였다(McConnell, 2003; Leffingwell, 2007). 그리고 개발내용은 Mediator Pattern을 적용하여 모든 클래스간의 복잡한 Logic을 캡슐화하여 하나의 클래스에 위임하여 처리하는 Pattern M:1의 관계를 사용하여 복잡도를 감소시켜 유지보수 및 재사용 효율적 확장성을 고려하여 설계하였다(Norvig, 1998). Fig. 3은 Crew class design pattern을 도식으로 나타낸 것이다.

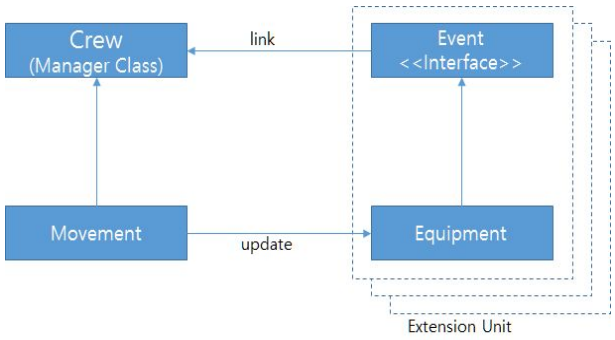

Fig. 3. Crew class design pattern.

그리고 3D Visual System의 개발은 2D/3D Multi Platform Game Development 및 Interactive Contents Development Engine 툴을 사용하여 Microsoft .NET Framework 기반의 C# 언어로 작성하여 개발하였다. 그리고 개발내용은 통합 모델링 언어(UML) 기반의 다이어그램을 활용하여 소프트웨어 클래스 다이어그램 및 시퀀스 다이어그램을 작성하였다(Booch et al., 2000). Fig. 4는 사용자 정의사항 및 개발내용을 도식화한 것이다.

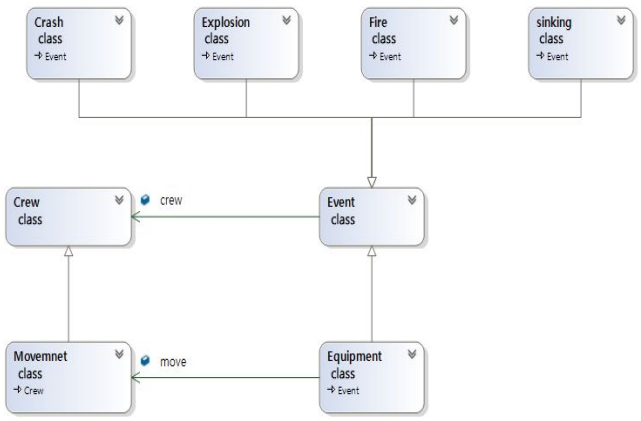

Fig. 4. Crew class diagram.

개발된 소화훈련 시뮬레이터는 실제 상황 및 훈련에서 적용 가능한 각종 변수를 적용하여 사실성을 강화하였다. 적용 가능한 변수로는 날씨와 시간대, 화재의 종류 그리고 확산에 가장 중요한 요인인 풍향 및 풍속 등이다. 풍향의 경우 0°에서 360°까지 1°간격으로 설정할 수 있으며 풍속은 Beaufort 풍력 계급표에 따라 설정 할 수 있다. 즉, 다양한 환경의 시나리오를 작성하여 교육훈련이 가능하도록 제작되었다. Fig. 5는 실제 교육생들의 개인별 임무에 따른 훈련을 실시하고 그 상황을 교관이 제어하는 화면이다.

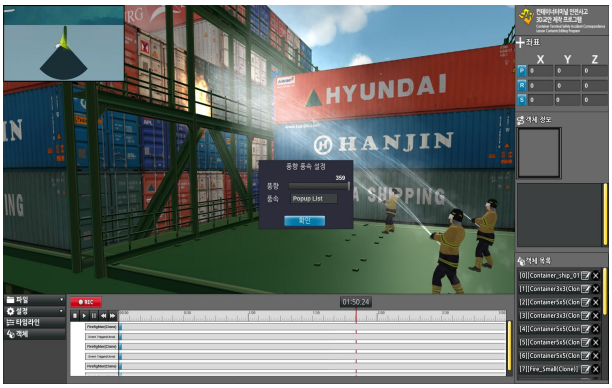

Fig. 5. Wind direction and speed setting.

Fig. 6은 소화작업이 실패했을 때의 상황을 고려한 퇴선훈련 장면이다.

Fig. 6. Abandon ship Drill.

또한, 개발된 시뮬레이션 프로그램은 실제 훈련에서는 곤란한 훈련상황 저장 및 재생 기능이 있어 사후 강평으로 훈련의 효과를 증대하도록 하였다. Fig. 7은 소화훈련 시뮬레이터를 이용한 교육훈련 흐름도이다.

Fig. 7. Flowchart of training.

또한, 훈련 효율성 증대와 실제 상황에서의 대응력을 높이기 위해 팀 훈련이 가능하도록 개발되었다. 팀 훈련은 일반적으로 RPG(Roll Play Game: 역할 수행 게임) 개념으로 훈련에 참가하는 팀원들이 같은 시나리오 공간에서 개인별 역할을 수행하도록 하도록 하여 주어진 과제를 협업을 통해 풀어나가도록 하는 것이다. Fig. 8은 개발된 프로그램상의 팀 훈련을 모습으로 Lobby는 훈련 항목을 선택할 수 있는 네트워크상의 공간이며 Room은 팀 훈련을 위한 네트워크 구성 및 훈련 정보를 확인하는 모듈이다. 그리고 Loading은 모든 교육생들의 훈련을 위한 사운드나 맵 정보 등 환경정보를 로드한다. 즉, 훈련은 Lobby 및 Room에서 미리 설정한 환경에서 진행되며 네트워크 서버를 통한 Framework 기반의 Packet을 활용하여 Broadcast 방식으로 각 교육생의 데이터를 동기화 한다(Jeffrey richter and Nasarre, 2008).

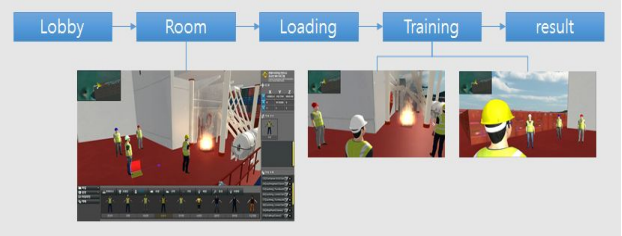

Fig. 8. Flowchart of team training.

Fig. 9는 Network Server팀 훈련의 네트워크 구조를 설계 시 데이터전송에 부하가 걸리므로 각 훈련내의 데이터는 P2P 모듈을 활용하여 구성하며, NAT(Network Address Translation)으로 인해 막혀있는 Port를 네트워크 패킷이 전송될 수 있도록 Hole Punching Process를 접목하여 네트워크 서버를 구성한다. 또한, 각 접속 Peer간의 데이터 손실이 발생할 수 있으므로 데이터 손실을 보완하기 위해 Reply Server를 활용하여 데이터손실을 방지한다.

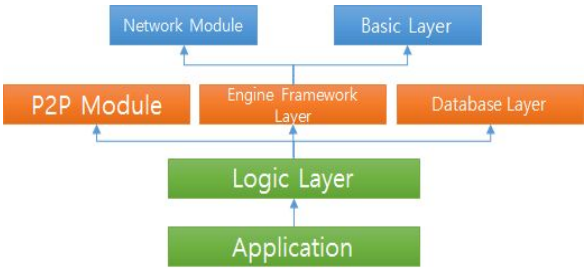

Fig. 9. Flowchart of Network Server.

5. 결 론

해양사고 발생 시 원인을 신속하게 파악하고 가장 효과적인 대처방법을 통한 비상조치는 인명 안전에 필수적이다. 이러한 이유로 선원들의 비상상황대처능력 향상을 위한 실제적 반복훈련은 반드시 필요하다. 그러나 실무 훈련기관에서는 적정 교육인원의 수용, 훈련장비의 부족 그리고 시간적 제약 등으로 인해 모든 교육생에게 많은 기회가 부여되는 실제적 훈련은 곤란한 실정이다. 이 연구에서는 해상안전교육 중 소화훈련의 효율성을 증대시키기 위한 방법으로 현재의 이론교육 후 실제훈련을 실시하는 2단계 교육에 이론 교육 후 시뮬레이션 기법을 통한 개인별 임무숙지가 가능한 이미지트레이닝교육을 추가한 총 3단계 교육훈련을 제안하였다. 이를 위해서는 가상현실 기법의 시뮬레이터가 필요하므로 이 연구에서는 개발방법 및 간단한 사용 예를 기술하였다. 이러한 시뮬레이션 기법이 추가될 경우 이론교육으로 얻어진 지식을 바탕으로 실제 훈련 전 가상으로 훈련을 시행함으로서 실습교육에 빠른 적응이 가능하여 실제 실습시간을 단축하여 시나리오별 개인 실습시간이 증대될 것이다. 이로 인해 절약된 교육시간은 반복훈련 및 긴급 상황별 대처훈련이 가능하여 교육훈련의 효율성이 증대될 것이다. 단, 우리나라에서는 시뮬레이션 기법이 해양안전 훈련에 적용된 예가 없기 때문에 향후 적용될 경우 비교분석을 통한 효율성 확인이 필요할 것이다.

후 기

이 논문은 2016년도 해양경비안전 연구개발사업 중 「해양사고 예방 대응을 위한 가상 구조훈련체계 개발 사업」의 일환으로 작성되었습니다.

References

[1] Booch, G., I. Jacobson and J. Rumbaugh(2000), OMG Unified Modeling Language Specification, pp. 23-37.

[2] Cho, J. W. and C. H. Lee(2016), A Study on the improvement for Basic·Advance Safety Training Course - Focusing on the Crew's Fire Fighting Training -, Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 28(2), pp. 417-427.

[3] IMO(2016), IMO MODEL COURSE, http://www.imo.org [Accessed Jul. 20th, 2016].

[4] KIMFT(2015), Korea Institute Maritime Fisheries Technology, A Study on Safety Training Operating adequacy, p. 153.

[5] KMF(2016), Korea Maritime Foundation, Maritime Education Foundation Portal, http://www.ilovesea.or.kr [Accessed Jul. 20th, 2016].

[6] KR(1998), Korea Registry, Ministry of Oceans and Fisheries, SOLAS-Consolidated ed. 1998-, Haein press, pp. 753-762.

[7] Leffingwell, D.(2007), Scaling Software Agility, Part II, pp. 102-114.

[8] McConnell, S.(2003), Professional Software Development: Shorter Schedules, Higher Quality Products, More Successful Projects, Enhanced Careers, pp. 161-181.

[9] NLIC(2016), National Legal Information Center, Seafarers act, http://www.law.go.kr [Accessed Jul. 20th, 2016].

[10] Norvig, P.(1998), Design Patterns in Dynamic Languages, p. 10.

[11] Richter, J. and C. Nasarre(2008), Windows via C/C++, fifth Edition, Chapter 10: Synchronous and Asynchronouse Device I/O.

Received : 2016. 06. 17.
Revised : 2016. 07. 29. (1st)
: 2016. 08. 25. (2nd)
Accepted : 2016. 08. 29.