

인터넷 기반의 해상교통관제사 훈련용 시뮬레이터에 관한 연구

이정진* · 송재욱**†

* 한국해양대학교 대학원, ** 한국해양대학교 항해시스템공학부

A Study on Internet based Simulator for Training VTS Operators

Jung-Jin Lee* · Chae-Uk Song**†

* Graduate School, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

** Division of Navigation Science, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

요 약 : 해상교통관제사 훈련에 관한 IALA 권고안 및 국제 기준에 근거하여, 현재 국내에서는 세 개의 훈련과정이 개설되어 운영 중에 있으며 이러한 훈련과정의 교육 효과 증진을 위해 시뮬레이터가 도입되어 사용 중에 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 시뮬레이터에는 관제 대상 선박의 움직임에 대한 수학모델이 부정확하고 특정한 장소에만 설치가 되어 있어서 훈련에 제약이 많은 실정이다. 이에 본 연구에서는, 정확한 선박운동 수학모델을 이용함으로써 교육 효과를 높이고, 또한 인터넷 기반으로도 훈련이 가능하도록 함으로써 장소에 제약을 받지 않는 새로운 시뮬레이터를 설계·개발하였으며, 시범 운영을 통해 시스템의 기능을 검증하고 그 활용도를 평가하였다.

핵심용어 : 해상교통관제사, 시뮬레이터, 인터넷 기반 교육, 원격교육, 국제항로표지협회

Abstract : *Basing on the recommendation and guideline of IALA, Korean VTS authority made an instruction about the training and qualification of VTS operators, and three model courses for training have been performed at a training institute which has one VTS simulator. However, the simulator has not been enough to make training fully satisfactory because of several signs of limitations including inaccurate method for calculating ship's movement and inconvenient location for training. In this paper, a new simulator was proposed to make up for the weak points replacing the current simulator. The proposed simulator adopts mathematical model for calculating exactly ship's movement which heightens the effect of training with simulator. And also it can be used through Internet so as to make long-distance training possible without visiting the training center. The effectiveness and the convenience of training with the proposed simulator are expected to be improved.*

Key Words : *VTS operator, Simulator, Training based on internet, Long-distance training, IALA*

1. 서 론

오늘날 해상에서 일어나는 해양사고와 그에 따른 해양오염이 심화되면서 해양 안전에 대한 인식이 높아가고 있으며, 전 세계 각국들은 해상교통관제서비스(Vessel Traffic Service, 이하 VTS라 한다)를 실시함으로써, 자국 연안의 해상 교통안전과 효율 및 환경보호를 위한 해상 안전 보장체제를 강화하고 있다. 해상교통관제서비스 업무를 담당하는 해상교통관제사의 자질과 위기대처 능력의 향상은 해상교통과 관련된 모든 사람의 안전을 확보하는 중요한 과제이며, 날로 발전하는 해상교통관제시스템의 각종 첨단 장비를 효과적으로 운영하기 위해서는 잘 훈련된 관제사의 양성이 필수적으로 요구된다(강, 2005; 윤, 2005).

해상교통관제사의 자질과 위기 대처 능력을 향상시키기 위하

여 1998년 국제항로표지협회(International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, 이하 IALA라 한다)는 VTS운영요원의 훈련과 자격에 관한 기준(Standards of training and certification of VTS personnel)을 제정하여 훈련을 통한 해상교통관제사의 자질 향상을 권고하고 있으며, 특히 교육 효과를 높이기 위해 2002년에는 VTS 운영요원 교육시의 시뮬레이션에 관한 지침서(On simulation in VTS training)에 훈련용 시뮬레이터의 설계와 설치에 관한 내용을 정의하였고, 이 문서에 근거하여 현재 국내의 해상교통관제사의 훈련 및 자격증에 관한 사항들이 제정되었다(IALA, 1998; IALA, 2002).

국내 해상교통관제사의 훈련 과정 및 장비를 IALA 권고안 및 지침서와 비교하였을 때, 현재의 훈련 과정 및 훈련 내용이 이와 같은 국제기준을 만족하고 있지만, 훈련용 시뮬레이터의 경우에는, 사실성을 높여주는 선박운동 수학모델의 정밀성이 부족하여 실제 선박과 유사한 동적거동을 구현하지 못하거나, 교육훈련기관에만 설치되어 있기 때문에 훈련을 받기 위해서는

* 대표저자 : 정희원, q1k2q3h4@lycos.co.kr, 010-4441-1387

† 교신저자 : 정희원, songcu@hhu.ac.kr, 051-410-4272

전국의 해상교통관제사가 교육훈련기관을 직접 방문해야만 하는 시간적, 경제적인 불편이 많은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 훈련 시 실제 선박과 유사한 조종패턴을 나타낼 수 있는 수확모델 및 선박모델을 가지며, 시간적·공간적 제약을 극복한 훈련이 가능한 인터넷 기반의 훈련용 시뮬레이터를 제안하였으며, 제안한 시스템의 구현 및 시범 운영 결과를 통하여 시스템의 기능을 검증하고 그 활용도에 대하여 평가하였다.

2. 국제기준 및 국내 훈련 현황 분석

2.1 국제기준

1) IALA 권고안

권고안 V-103에서 정의하고 있는 해상교통관제사의 훈련은 기초관제사훈련, 선임관제사훈련, 현장직무교육 및 현장직무교육 강사과정이며, 각 과정에 필요한 관제사의 자질과 기본 능력 및 각 과정에 대한 설명은 다음과 같다.

① V-103/1

권고안 V-103/1에서 규정하는 해상교통관제사의 기초 훈련의 과목은 영어, 선박교통관리, 항해지식 등 총 8개, 수업 시간은 714시간을 권장하고 있으며 실습을 병행하도록 하고 있다. 각 과목은 훈련생의 부족한 기술을 향상시키거나 훈련생의 평가를 통하여 각 훈련생의 능력을 검증하기 위한 다양한 분야로 이루어져 있다.

② V-103/2

권고안 V-103에서 규정하는 선임 해상교통관제사 고급 훈련의 과목은 부가 항해지식, 비상상황대응 등 총 6개, 수업 시간은 105시간을 권장하고 있으며 실습을 병행하도록 하고 있다.

③ V-103/3

현장직무교육은 해상교통관제센터 내에서 직무와 관련하여 훈련을 받는 교육으로서, 해상교통관제센터의 현장직무훈련 강사로부터 직무에 필요한 지식과 기능, 태도의 향상을 위해 해상교통관제센터 내에서 실시되는 교육이다. 권고 과목은 교통통항 규정, 지형학, 당직근무 및 비상대응절차 등이다.

④ V-103/4

현장직무교육 강사과정은 해상교통관제센터에서 이루어지는 현장직무교육을 실시하기 위한 강사를 교육하는 과정으로서, 교육의 개념, 교육기술, 의사소통 및 평가기술 등이 권고 과목이다.

2) IALA 지침서

해상교통관제사의 훈련에 사용되는 시뮬레이션 시스템은 실제 관제 상황과 비슷한 운영 상황, 가상의 실습, 절차를 실습하여 관제사 개인의 기술과 능력을 증진시키고, 훈련을 평가하기 위한 목적으로 사용되는 교육용 수단이다. 따라서 시스템은 시뮬레이션 교육의 효과를 높이기 위해서 훈련의 제어, 감시 및 훈련 내용의 저장 기능을 갖추어야 한다. IALA 지침서 No. 1027에 정의되어 있는 훈련용 시뮬레이터의 구성과 기능 및 설치에 관한 내용은 다음과 같다.

① 시스템의 구성 및 기능

시뮬레이터는 해도 도식 기반, 대화 기반, PC 또는 인터넷 기반, 레이더 기반 또는 전 기능(Full mission) VTS 시뮬레이터 기반 기술 중 하나 이상을 사용하여 구현되어야 하며, 해상교통관제는 관제사와 항해사의 음성 통신으로 이루어지기 때문에 훈련을 위한 시뮬레이터도 전화, VHF 장비 또는 전기적인 대화 수단 등을 이용하여 음성 통신이 가능한 환경이 이루어져야 한다.

또한, 시뮬레이터가 훈련 상황을 사실적으로 재현하기 위해서는 훈련에 사용되는 선박을 포함한 운동 능력이 있는 모든 동적 객체들이 실제 운동과 유사한 운동을 하여야 하므로 수확 모델 및 선박 모델을 사용하여야 한다. 그리고 시뮬레이션 환경은 실제 해상교통관제센터 내의 관제사의 환경과 가능한 한 유사해야 하며, 전화, VHF, 교통 상황 표시 장, 기상 센서, 재생 장비, 감시장비, 전자적 자료처리시스템 등 해상교통관제센터에서 구비하고 있는 장비가 갖추어져 있어야 한다.

② 시스템의 설치 장소별 역할

IALA에서 권고한 해상교통관제사의 기초관제사훈련과 선임관제사훈련, 현장직무교육 과정을 효과적으로 지원할 수 있도록 교육훈련기관내에 시스템이 설치되어야 하며, 또한 해상교통관제사들의 능력을 검증하고, 현장직무교육 시 효과적으로 훈련이 될 수 있도록 해상교통관제센터 내에도 훈련 보조 수단으로서 시스템이 설치되어야 한다.

해상교통관제센터 내의 시뮬레이션 실습을 위한 시뮬레이터 설치의 여러 가지 방법이 있으며, 그 중 하나가 센터에 직접 훈련용 시뮬레이터를 설치하는 것이고(Computer based), 다른 하나는 훈련용 시뮬레이터가 설치된 곳으로 인터넷 접속(Web based)을 하여 시뮬레이션 교육을 하는 것이다.

2.2 국내 훈련 현황

1) 훈련 과정 현황

IALA V-103 권고안 내용에 의거하여, 국내에서도 2005년부터 국제 기준에 적합한 해상교통관제사 자격인증 교육 과정으로서 다음의 Table 1에 나타난 3가지의 훈련 과정을 해당 교육 훈련 기관에서 운영하고 있다.

Table 1. Training courses for VTS operators in Korea

Training module	Period of course	Place of training
■ Commission training		
Basic module for operator	For beginner : 10 weeks (300 Hr) / 2 times	Training institute
	For operator : 3 weeks (90 Hr) / 3 times	
On-job training module for instructor	1 Week (30 Hr)	
■ Self-training		
On-job training	Not specified	VTS center

해상교통관제사 기본과정은 3급 항해사 이상의 면허를 소지한 사람 또는 1년 이상 관제 업무경력이 있는 기존 근무자와 신규 채용자 또는 기존 근무자 그룹에 속하지 않는 신규자로 나누어져 있으며, 신규자의 기본과정은 IALA V-103/1의 기초관제사훈련 과정에, 기존 근무자의 기본과정은 IALA V-103/2의 선임관제사 훈련 과정에 해당한다. 또한, 현장직무교육 강사과정은 IALA V-103/4에 정의된 훈련 과정과 같다. 그러나 IALA V-103/3의 훈련 과정은 관련 교육 장비 등의 부재로 현재 체계적으로 이루어지고 있지 못한 실정이다.

2) 훈련용 시뮬레이터 현황

① H/W 구성

교육훈련기관에 설치되어 있는 훈련용 시뮬레이터의 H/W 구성요소는 아래의 Fig. 1에 나타난 바와 같으며, IALA 지침에 의거하여, 전화, VHF, CCTV, 관제장비 및 교육·훈련을 위한 장비 등으로 구성되어 있다.

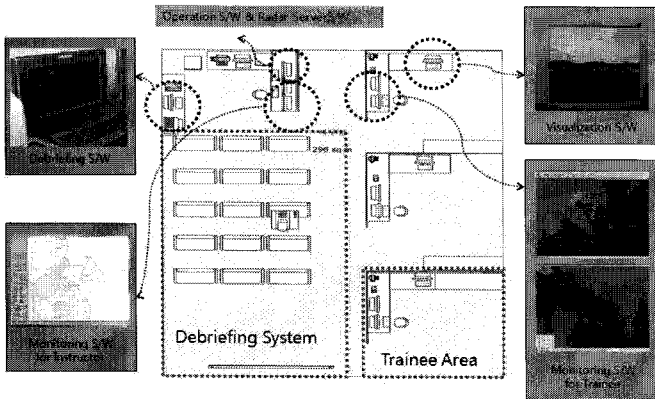


Fig. 1. Components of existing simulator used in Korea.

② S/W 구성

시스템의 S/W는 교관용 훈련 설정, 감시 및 제어 프로그램, 2개의 외국 제작사 훈련생용 관제 프로그램, 시뮬레이션 계산 및 데이터베이스, 레이더 서버용 프로그램 및 3차원 영상 관련 프로그램으로 구성되어 있다.

2.3 훈련용 시뮬레이터의 문제점

현재 국내에서 설치되어 운영되고 있는 훈련용 시뮬레이터는 IALA에서 정의한 지침서의 많은 조건을 만족하고 있으며, 훈련 시에 사용되는 통항 선박의 침로와 속력을 교관이 임의적으로 변경할 수 있어서, 다양한 해상 교통 환경에 대한 교육 효과를 높일 수 있도록 되어 있다.

그러나 교관이 특정 선박의 침로와 속력을 변경할 때, 해당 선박의 운동 특성 등을 감안하여 속력 또는 침로가 바뀌어야 함에도 불구하고, 모든 선박이 동일하게 또한 즉각적으로 반응하여 침로나 속력이 변경되거나, 해당 선박의 운동 특성에 바람 및 조류 등 훈련구역의 외력이 전혀 반영되지 못하고 있다. IALA 지침서에 시뮬레이터에 사용되는 선박의 운동 수학 모델

에 관해서 구체적으로 명시되어 있지는 않지만, 이와 같이 실제 선박의 운동에 비교하여 사실감이 많이 부족함으로써 훈련생의 훈련 몰입도를 저하시키는 문제점이 있다.

또한, 해상교통관제사 훈련 과정을 이수하기 위해서는 주요 항만에 설치되어 있는 해상교통관제센터에서 교육훈련기관을 직접 방문해야 하는 시간적, 경제적 불편함이 있다.

훈련용 시뮬레이터의 직접적 문제점은 아니지만, 현재의 훈련과정을 보완하기 위해서는, 현장직무교육 및 개인의 자체 교육을 위한 시스템이 추가적으로 필요하다. 이를 통해 다양한 해양 사고에 대한 대응 훈련 등 현재 체계적으로 실시되고 있지 못하는 현장직무교육이 가능할 것이다.

3. 제안 시뮬레이터의 설계

2장에서 도출한 현재 훈련용 시뮬레이터의 문제점과 보완점을 고려하여, 정확한 선박운동을 계산할 수 있는 수학모델과 이를 간편하게 사용할 수 있는 그래픽을 구비함은 물론, 시스템의 설치 장소 및 설치 방법을 이동식으로 변경한 새로운 훈련용 시뮬레이터를 설계하였다.

다음의 Fig. 2에 나타난 바와 같이, 모든 해상교통관제사 관련 훈련은 정해진 훈련 시간에 맞추어 훈련생들이 인터넷을 통해 접속하여 실시할 수 있으며, 교육훈련기관에 상주하는 전문 교육 강사에 의하여 모든 훈련이 제어되고 평가될 수 있도록 시스템이 설계되었다.

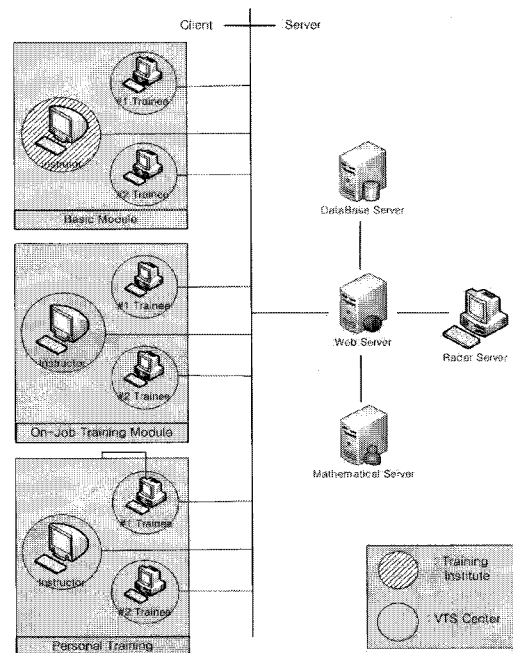


Fig. 2. Functional concept of the proposed simulator.

3.1 H/W 구성

다음의 Table 2는 시뮬레이터를 실행시키기 위하여 교육훈련기관과 해상교통관제센터에서 각각 구비하여야 할 장비의 목

록을 나타낸 것이다. 기존의 시스템과 다른 점은 각 해상교통관제센터에서도 강사의 지도하에 현장직무교육이 가능하도록 각 센터 내에 강사용 운영 PC와 모니터가 필요하다는 것과, 교육훈련기관에 인터넷 기반의 교육을 지원하는 웹서버가 필요하다는 점이다.

Table 2. H/W components of the simulator

Training institute	VTS center
Instructor operation PC & Monitor 1 set	Debriefing system 1 set
Radar server & Monitor 1 set	Trainee operation PC & Monitor 1 set
VHF 1 set	PC & Monitor for CCTV 1 set CCTV용 모니터 1대
Web server 1 set	VHF 1 set
PC for database 1 set	Instructor operation PC & Monitor 1 set
Mathematical server & Monitor 1 set	

3.2 S/W 구성 설계

현재 사용되고 있는 훈련용 시뮬레이터의 S/W를 기본으로 운영 서버를 구축하였으며, 데이터베이스 서버 및 수학운동계산 서버를 추가하였다. Table 3은 구성 S/W의 목록과 주요 기능을 나타낸 것이다.

본 연구에서 제안한 시뮬레이터에는 관제 대상 선박의 운동 특성에 맞게 선박들이 움직일 수 있도록 선박운동 수학모델을 적용하였으며, 이를 통하여 실제 관제 상황과 유사한 환경 하에서 교육훈련이 이루어질 수 있도록 하였다.

훈련용 시뮬레이터에 적용된 선박운동 수학모델은 DMI(2006)에서 제안한 모델로서, 현재 국내 및 국외의 교육기관들에 많이 설치되어 운영되고 있는 선박조종시뮬레이터에 사용되고 있으며, 선박 고유의 특성에 따른 운동뿐만 아니라 바람이나 조류 등의 외력에 의한 선박 운동까지 계산할 수 있다. 이와 같은 정확한 선박 운동 수학모델을 적용함으로써 실제 해상환경과 유사한 교육 환경 제공이 가능하여 교육훈련의 효과를 증진시킬 수 있다.

Table 3. List of softwares and their functionalities

Name of software	Main functions
Monitoring S/W for instructor	- Writing of scenario - Simulation control - Data transmission for 3D - Voice communication
Monitoring S/W for trainee	- Setting up simulation environment - Display of current vessel traffic - Voice communication
S/W for DB server	- Storage of simulation information - Storage of vessel information
S/W for mathematical server	- Setting of maneuvering characteristics - Control of mathematical server
Operation S/W	- Evaluation & certification of instructor - Evaluation & certification of trainee - Organizing of simulation
S/W for radar server	- Display of radar screen image
Visualization S/W	- Generation of 3-D image

3.3 교육방법

1) 실시간 원격 교육

다음의 Fig. 3에 나타낸 바와 같이, 새로이 제안한 시뮬레이터는 기존의 훈련용 시뮬레이터에 원격 통신의 개념을 추가한 것으로서, 해상교통관제센터 또는 각 개인이 인터넷을 통하여 교육훈련기관의 시뮬레이터에 접속하여 교육이 이루어진다. 훈련생 개인의 PC에 외국 제작사의 관제시스템과 기능이 동일한 훈련생용 교통 상황 표시 시스템이 실행되며, 이미 정의되어 있는 훈련 시나리오를 실행시키면 교육훈련기관의 시뮬레이터로부터 시나리오 정보, 선박의 상태 정보, 음성정보를 실시간으로 교환하면서 교육이 수행된다.

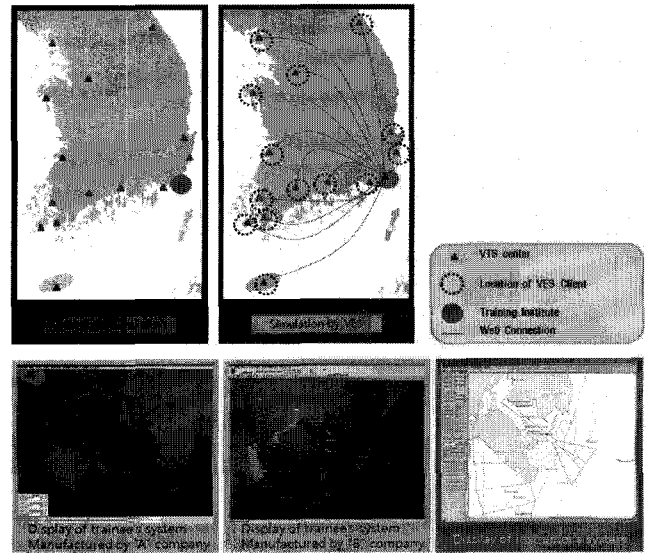


Fig. 3. Realtime long-distance training with the proposed simulator.

2) 현장직무 교육

다음의 Fig. 4는 현장직무 교육 개념도를 나타낸 것으로서, 현재 해상교통관제센터에서 사용하고 있는 관제용 S/W는 레이더와 AIS, 기상신호 등을 수신 받도록 설계되어 있으며, 이러한 신호들은 여러 단계를 거쳐 최종적으로 데이터베이스에 저장된다.

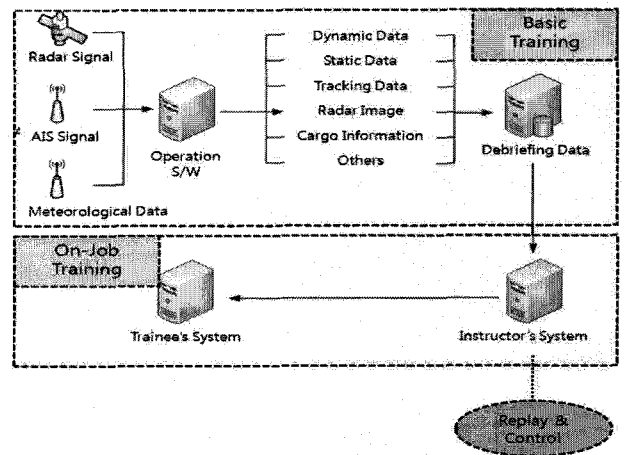


Fig. 4. Procedure of OJT by using debriefing data.

관제용 S/W는 데이터베이스에 저장된 레이더, AIS, 기상신호들을 시나리오로 작성하고 이를 시간의 흐름에 맞추어 재생하면서 훈련을 실시할 수 있다. 또한, 교육의 효과를 더욱 높이기 위해서 훈련 도중이라도 강사로부터 선박의 조종 입력을 받는 순간부터는 데이터베이스가 아닌 선박운동계산 서버로부터 훈련 선박의 위치 및 운동 값을 받아서 화면에 표시하게 할 수 있다.

4. 구현 및 성능 검증

4.1 시스템 구현

시뮬레이터 설계의 타당성을 검증하기 위하여 시범장비를 구축하였으며, 시범장비는 데이터베이스용 PC 및 강사용 PC 1대, 모니터 2대, 훈련생용 PC 1대 및 모니터 2대로 구성하였다. 강사용 PC에는 강사용 훈련 제어 및 감시 프로그램과 선박운동계산 프로그램, 훈련생용 PC에는 훈련생용 교통 상황 표시 프로그램을 설치하였으며, 데이터베이스용 PC에는 시나리오 정보를 비롯한 훈련 및 재교육에 필요한 데이터들이 저장되도록 하였다.

다음의 Fig. 5는 강사용 PC에서 구동되는 훈련 제어 및 감시 프로그램을, Fig. 6은 선박을 제어하기 위한 화면을 각각 나타내고 있다. Fig. 7에 나타난 바와 같이, 훈련생용 교통 상황 표시 프로그램의 경우에는, 국내에서 개발된 CITS(Coastal Intelligent Traffic System)에서 사용되었던 관제용 프로그램을 사용하였다(국토해양부, 2006).

또한, 국토해양부(2007)에 나와 있는 교통량 조사·분석 결과를 토대로, 각 항만의 해상교통관제센터별로 가장 빈번한 출현 빈도를 보이는 선박 중에 Force technology에서 구입하여 보유하고 있는 석유제품운반선, 일반화물선, 컨테이너전용선 및 자동차운반선을 훈련용 선박으로 사용하였다.

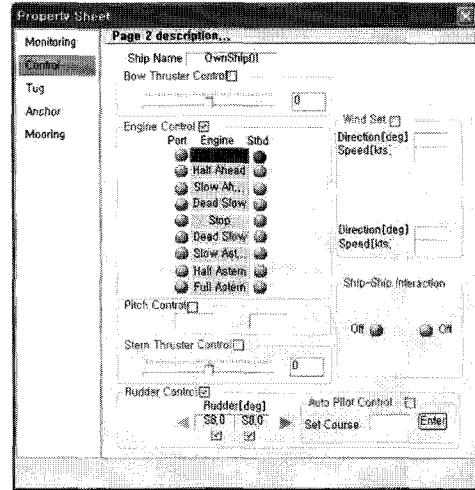


Fig. 6. A screen of S/W for mathematical server.

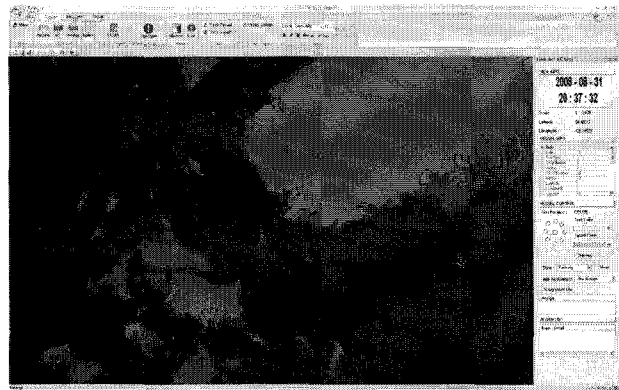


Fig. 7. A screen of monitoring S/W for trainee.

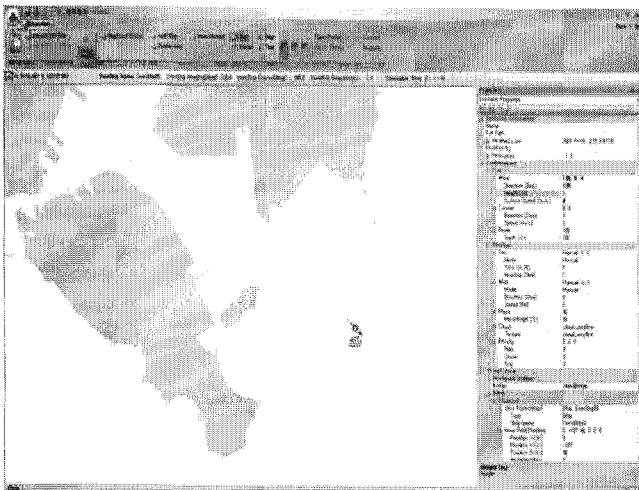


Fig. 5. A screen of monitoring S/W for instructor.

4.2 시범 운영을 통한 성능 검증

내부 통신망을 이용하여 현재 VTS센터에서 해상교통관제업무 담당하고 있는 관제사에 의해 개발된 시스템을 시범운영하여 보았으며, 시범 운영한 결과를 정리하면 다음과 같다.

먼저, 이동식 저장 매체를 통해서도 실행이 가능하도록 제작되었기 때문에 PC를 보유하고 있는 장소라면 어디든지 실행이 가능하여 장소에 구애 받지 않고 훈련할 수 있다는 이점이 있다.

다음으로, 강사용 훈련 감시 및 제어 프로그램에서에서 선박을 직접 조종할 수 있기 때문에, 훈련생은 선박의 세부적인 조종 성능을 익힐 수 있고 관제 시 항해자의 입장에서 상황을 파악할 수 있는 능력을 기를 수 있다. 또한, 훈련 구역의 설정 시에 간편하게 해당 구역의 ENC(Electronic Navigational Chart : 전자해도)를 선택할 수 있는 기능이 갖추어져 있기 때문에 갱신된 ENC만 보유한다면 별다른 절차 없이 업데이트된 훈련 구역의 ENC를 그대로 사용할 수 있다.

그리고 시뮬레이션 종료 후에 이루어지는 사후 평가 및 교육 시에 과거의 선박 항적 또는 기상 상태 등을 재생하는 것에 그치는 것이 아니라 교육 도중에도 선박의 조종 성능을 제어할 수 있으므로, 이미 일어난 사고 또는 위험 상황을 여러 번 재현해

서 훈련해 볼 수 있으며, 이러한 반복 훈련 시 훈련생은 다양한 조치를 취해봄으로써 위기 상황 및 사고 상황에 적합한 역할을 익힐 수 있는 등 많은 장점이 있음을 알 수 있었다.

그러나 강사용 훈련 감시 및 제어 프로그램을 이용하여 모든 관제 대상을 추진기(Engine telegraph), 조타기(Rudder) 및 횡추진기(Thruster) 등을 사용하여 제어하도록 하였기 때문에, 관제해야 할 선박의 척수가 많아질 경우 강사가 제어해야 할 선박의 조종 요소들이 많아져 강사의 부담이 커진다는 단점이 있었다.

원고접수일 : 2010년 03월 24일

원고수정일 : 2010년 05월 20일

게재확정일 : 2010년 06월 24일

5. 결론

해상교통관제사의 훈련 과정 및 장비에 관한 IALA 권고안 및 지침서와 현재 국내에서 이루어지고 있는 교육·훈련 및 장비 현황을 비교 분석하여, 새로운 해상교통관제사의 훈련용 시뮬레이터를 제안하였고, 시범장비를 제작하여 그 성능을 검증하였다.

특히, 관제선박운동의 부정확성 및 교육 이수시의 시간적·공간적 제약 등 현재의 훈련용 시뮬레이터가 가지고 있는 문제점을 개선할 수 있도록, 실제 선박의 운동 특성을 정확히 묘사한 수학적 모델 및 선박모형을 추가하였으며, 또한 인터넷 기반으로 훈련이 가능하도록 하여 시간과 장소에 제약을 받지 않는 훈련이 가능하도록 하였다.

제안한 시뮬레이터의 시범장비 개발 및 운영을 통하여, 국내 해상교통관제사의 훈련 시에 훈련의 효과를 극대화할 수 있는 가능성을 확인하였으며, 향후 다양한 훈련 시나리오의 개발 및 적절한 훈련 통제 및 평가 기술 개발을 개발한다면 향후 해상교통관제사의 자질 향상에 크게 기여할 수 있는 교육시스템으로 자리매김할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 강정구(2005), 지능형 해상교통관리체계에 관한 연구, 한국해양대학교 대학원 학위논문, pp. 33-37.
- [2] 국토해양부(2006), 해상교통안전관리시스템 구축을 위한 연계 기술 표준화 방안 연구, pp. 4-17.
- [3] 국토해양부(2007), 해상교통관제체제의 효율적 운영을 위한 기반 연구, pp. 36-65.
- [4] 윤정수(2005) 외, 해상교통관제시스템론, 해인출판사, pp. 173-174.
- [5] DMI(2006), DEN-Mark1 Mathematical Model, Chapter 5, pp. 2-13.
- [6] IALA(1998), IALA Recommendation V-103 on Standards for Training and Certification of VTS Personnel, pp. 9-10.
- [7] IALA(2002), IALA Guideline No. 1027 on Simulation in VTS Training, pp. 8-11.