

항로표지 관리 및 배치 의사결정 지원을 위한 항로표지 운용 소프트웨어 개발에 관한 연구

김아영*† · 이영주** · 박세길** · 오재용** · 김연규**

*, ** 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소 해양안전연구부

A Study on the AtoN Operational Software Development for the AtoN Management and the Decision Support of its Placement Planning

Ah-Young Kim*† · Yeong-Ju Lee** · Se-Kil Park** · Jae-Yong Oh** · Yeon-Gyu Kim**

*, ** Maritime Safety Research Division, Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering, Daejeon 305-343, Korea

요 약 : 본 연구에서는 항로표지 시뮬레이터에서 구축된 항로표지 데이터베이스를 쉽게 관리하고 활용할 수 있는 방안과 항로표지 배치에 대한 의사결정을 지원하기 위한 방안을 모색하고자 하였다. 시나리오와 같은 계층 구조와 이력카드, 상태 부여 등을 통해 항로표지 데이터베이스를 관리하는 방안을 검토하고 항로표지 배치안에 대하여 시각적, 청각적, 정량적인 검증을 할 수 있도록 돕는 항로표지 운용 소프트웨어를 구현함으로써 본 연구의 목적을 달성한다. 항로표지 운용 소프트웨어는 항로표지 신설, 이설 등과 같이 자유로운 제어뿐만 아니라 조건 검색, 가상운항 및 정량 평가 결과 전시 등의 다양한 기능을 통해 항로표지 배치계획에 대한 의사결정을 돕는다. 이를 활용하여 여러 설계안에 대해 선박이나 선원에게 미칠 수 있는 영향을 예측하거나 설계안의 효율성 및 적절성 여부를 판단하는데 도움을 주고, 수월해진 검증 방법을 통해 더 다양한 설계안을 비교할 수 있기 때문에 항로표지 설계 및 배치 계획 시에 발생할 수 있는 실패비용과 항로표지 관리비용을 감소시킬 것으로 기대된다.

핵심용어 : 항로표지, 시뮬레이터, 항로표지 데이터베이스, 항로표지 관리, 항로표지 배치

Abstract : This study has searched to find a program in order to manage simply and practically use the expelled AtoN database from the AtoN Simulator and to support the idea decision for the AtoN placement. It examines a program that manages AtoN database through the hierarchy structure, history card and endowment with condition same as a scenario. And accomplishes this study's goal owing to realizing AtoN operational software that helps for visual, hearing sense, fixed amount verification upon AtoN placement project. The AtoN operational software contributes not only flexible control like a newly establishment, relocation etc, but also supports idea decision for AtoN placement plan through many functions such as condition search, virtual sailing and fixed amount appraisal result exhibition, etc. Through utilization of this, it is to help upon the presupposition of the impact to ship or sailor about many designs and in addition, upon the judgment of whether or not for the efficiency and appropriation of the design. It is expected to reduce possible failure costs and management costs due to AtoN design and placement plans, because to compare more various designs thru the easier verification method.

Key Words : Aids to Navigation, Simulator, AtoN database, Management of AtoN, Placement planning of AtoN

1. 서 론

항로표지(Aids to Navigation, AtoN)는 선박을 안전한 항로로 유도하거나 암초와 같은 위험물을 피할 수 있도록 도와

주는 항행지표로서 선위나 항로결정, 위험물과 장애물에 대한 경고 표시 등을 위해 설치되는 항행 보조시설이다. 항로표지는 시간이 지남에 따라 그 수가 증가되어 왔고 설치, 이설 및 폐지 등의 반복적인 과정을 통해서 항로표지에 대한 관리가 중요하게 되었다.

오늘날 항로표지 배치 계획을 수립하는 방법은 항로표지

† Corresponding Author : aykim@kriso.re.kr, 042-866-3660

설계자가 종이해도의 정보와 자신의 경험을 토대로 설계안을 작성하는 것이다. 필요시에는 설계안에 대한 충돌확률을 구하고 선박 운항 시뮬레이터를 활용하여 검증이 이루어진 뒤에 재배치되거나 신설된다. 하지만 현재 활용되고 있는 선박 운항 시뮬레이터는 항로표지를 운용하거나 제어하기 위한 목적이 아니기 때문에 항로표지를 관리하고 자유롭게 배치하는데 다소 제한적이다. 또한 국제항로표지협회에서 항로표지 전문 기능 시뮬레이터의 개발과 주요 항로의 항로표지 설계 및 계획 등을 검증할 수 있는 시스템 필요성을 제기하였으며(IALA, 2007), 현재 권고안에 따른 항로표지 시뮬레이터가 개발되고 있다.

항로표지 시뮬레이터 시스템에는 다양한 항로표지의 종류를 일반화된 형태로 통합한 항로표지 데이터베이스가 있다. 이는 사용자가 손쉽게 관리되고 수정될 수 있도록 지원하고, 시뮬레이터 시스템과 연계하여 그 효과를 직관적으로 확인할 수 있는 도구 개발의 필요성을 야기 시켰다. 이에 따라 항로표지 데이터베이스를 누구나 쉽게 관리하고 항로표지 배치 및 속성을 수정하여 실시간으로 시각적인 결과를 제공할 수 있도록 돕는 도구인 항로표지 운용 소프트웨어 개발이 진행되었고, 본 연구에서 사용자 관점에서 이 시스템에서 추구하는 목적을 효과적으로 달성하고 활용될 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 선행 연구 및 관련 연구

항로표지 시뮬레이터는 우리나라 주요 해역의 지형적, 환경적 특성, 그리고 여기에서 운항하는 선박들의 특성, 해상 교통 특성 등을 종합적으로 고려한 시뮬레이션 환경을 항로표지 설계자에게 제공하여, 다양한 항로표지 배치에 대한 각종 시나리오를 손쉽게 다룰 수 있도록 지원하는 시스템이다(Kim et al., 2013).

IALA 권고안에 따르면 항로표지 시뮬레이터 시스템에는 다음과 같은 기능들을 포함하여야 한다. 먼저, 조사(S44 이상), 지형 및 항구 정보로부터 얻은 최고 품질의 데이터를 활용하여 등명기, 주간항로표지, 부표, 비콘, 레이콘, AIS 및 VTS를 포함한 다양한 유형의 항로표지를 평가할 수 있어야 한다. 이는 주야간 및 상이한 시각적 시뮬레이션을 제공해야 하며, 기상 및 해양에 관한 모의 조건을 재현할 수 있어야 한다. 제시된 기능을 지원하기 위해서는 항로표지 형상 및 속성 데이터베이스가 먼저 구축되어야 하고 항로표지 배치 및 속성 변경을 실시간으로 반영할 수 있도록 3차원 가시화 소프트웨어가 고도화되고 상호간에 연계가 되어야 한다. 더불어, 선박 운항 시뮬레이터와의 연동을 통해 다양한 해상 환경을 제공할 수 있어야 하지만, 다음 두 절의 선행 연구만으

로는 이를 달성하기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위한 목적으로 본 연구가 진행되었고, 추가적으로 항로표지 배치를 위해 지리적인 정보를 제공하여 자유로운 항로표지 배치 기능과 사후 분석 모듈을 통해 항로표지 배치안에 대한 검증을 할 수 있도록 돕기 위한 것이다. 본론으로 들어가기에 앞서 항로표지 데이터베이스와 고도화된 3차원 가시화 소프트웨어에 대한 선행 연구를 먼저 간략하게 기술하고자 한다.

2.1 항로표지 데이터베이스

항로표지는 각 고유의 특성에 따라 설치 형태와 기능이 다양하여 일반화된 형태의 데이터로 통합 관리될 필요가 있었고, 이에 따라 구축된 국내 항만별 항로표지 데이터에 대한 통합 데이터베이스가 항로표지 데이터베이스이다(Oh et al., 2013). 항로표지 데이터베이스는 3차원 형상 데이터베이스와 그에 해당하는 속성 데이터베이스를 포함하며, 항로표지 종류에 따라 18종의 테이블로 정의된다. 기존에 항로표지 기술협회에서 항로표지 관리를 위한 속성 데이터베이스를 구축한 바 있으나, 항로표지의 속성과 형상모델 통합 데이터베이스는 없는 것으로 조사되었다.

데이터베이스를 다루는 일은 일반 사용자에게 어려운 일이므로 항로표지 운용 소프트웨어를 통해 언제든지 항로표지 데이터베이스에 접근할 수 있도록 하고, 미리 정의된 함수를 통해 추가, 수정, 삭제, 조건 검색 등의 쿼리문을 손쉽게 활용할 수 있도록 한다. 이러한 항로표지 데이터는 다시 다음 절의 3차원 가시화 소프트웨어에 전달되어 시각적으로 검증할 수 있도록 지원한다.

2.2 고도화된 3차원 가시화 소프트웨어

항로표지 시뮬레이터는 항만, 선박, 부표, 등을 배치하고 시각, 기상상태 등을 모사하여 해상 환경을 제공하기 위해 기존에 널리 활용되고 있는 선박 운항 시뮬레이터를 테스트 베드로 활용한다. 이는 항로표지의 운동 특성 재현, 배후광을 고려한 야간 상황 가시화, 항로표지 또는 등화의 종류에 따른 가시화 등의 고도화 작업이 선행됨으로써 기존 선박 운항 시뮬레이터보다 정밀도가 높은 항로표지의 특성 및 배치효과를 나타낸다(Lee et al., 2013).

또한 항로표지 운용 소프트웨어와 연동되어 실시간으로 전달 받은 항로표지 정보 또는 제어 신호를 처리하여 시각적인 결과를 제공할 수 있도록 고도화 작업이 진행되었다. 이뿐만 아니라 Fig 1과 같이, 항로표지 운용 소프트웨어에서는 항로표지 데이터의 활용 목적에 따라 네트워크 모듈 내부에서 분류되어 레이더, 포그사운드 등의 소프트웨어에 전송된다. 이로써 항로표지에 대한 시각적인 평가뿐만 아니라, 레이콘과 같은 전파표지와 무신호와 같은 음파표지를 청각

적으로도 평가 가능하다. 여기에서 전달되는 항로표지 데이터는 3장에서 설명할 시나리오 개념에서 사용되는 작업영역이 기준이 된다.

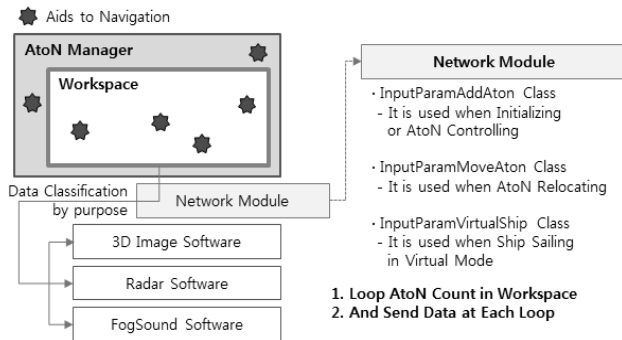


Fig. 1. AtoN Data Send To Network Module.

2.3 관련 연구

선행 연구와 본 연구는 상호 유기적인 관계를 통해 항로표지 시뮬레이터의 목적을 달성한다. 반면 한국해양과학기술원(KIOST) 부설 선박해양플랜트연구소(KRISO)에서 보유하고 있는 FMB(Full Mission Bridge)급 선박 운항 시뮬레이터는 항로표지 시뮬레이터에서 테스트베드로 활용되고 있는 항로표지 시뮬레이터와 가장 유사한 형태의 시뮬레이터이다. 이는 실상에서 일어날 수 있는 여러 가지 상황을 재현하여 선원의 교육 및 훈련, 해상교통안전성 평가, 해양사고 원인 분석 및 대책 수립 등의 다양한 분야에서 활용되지만 항로표지에 대한 운용 및 검증에 활용되기에는 다소 제한적이다.

또한 Kim et al.(2000)의 연구에서도 항로표지 시뮬레이터와 비슷한 목적으로 PC 기반 단일 사용자를 위한 실험용 VR-NATS(Navigational Aids Training Simulator)를 구축하였다. Kim et al.(2000)은 VR-NATS를 통해 안전항로를 파악하고 또 그 항로표지를 얼마나 쉽고 정확하게 파악하는지에 대한 실험을 진행하였으며, 반복적인 상황 훈련을 통해 항로표지 숙달 능력을 키워 선박의 안전운항 확보 및 선박교통 질서의 효율성을 극대화시키고자 하였다.

이와 같이 선박 운항 시뮬레이터 분야 연구가 다양하게 이루어지고 있으며, 국외에서도 항로표지 시뮬레이터와 유사한 연구가 이뤄지고 있다. 실례로 일본 해상보안청에서 항로표지 시뮬레이션 기법을 이용하여 특정 해협 대상으로 항로표지 배치계획의 일부를 검증 및 연구를 수행한 바 있다(Fukusumi and Shinano, 2007)¹⁾. 이 연구는 특수 환경에서 조류 신호에 대한 식별성, 식견성에 대한 검증과 항로표지용

AIS의 활용을 통해 우측통항 방식의 가능성을 검증하고자 하였다. 이는 조류 신호 시스템을 어떤 방식을 사용해야 기능 향상이 되고 비용절감을 할 수 있는지에 대한 실험과 등부표 배치에 따라 어떤 배치안이 선박 충돌 등의 위험을 회피할 수 있는지에 대한 실험을 하고 결론을 내었다. 본 연구와 달리, 조류신호소, 등부표와 같은 일부 국한된 종류의 항로표지에 대해서 실험을 하고, 본 연구에서 추구하는 자유로운 항로표지 배치를 지원하지는 않는 것으로 사료된다.

앞서 기술된 관련 연구들은 항로표지 관리 및 배치를 위해 지원 도구를 연구하거나 개발하는 목적이 아닌 여러 가지 케이스의 실험을 거쳐 보다 좋은 결과물을 내기 위한 것이거나 항로표지의 위치 또는 등색 등의 정도만 확인하는 수준에 그치고 있다. 반면, 항로표지 시뮬레이터는 항로표지의 위치, 등질, 등색, 광달거리 등과 같은 시각적인 부분뿐만 아니라 레이콘의 모르스부호를 레이더에 표시하거나 무선호의 정명/취명 시간에 따라 청각적으로 정보를 제공하는 등의 다양한 요소를 고려할 수 있는 시스템이다.

2.4 기존 선박 운항 시뮬레이터와의 차이점

먼저 항로표지 설계안에 대한 검증을 위해서는 설계안에서 필요로 하는 모든 항로표지의 형상 모델이 구축되어야 한다. 기존 선박 운항 시뮬레이터를 통해 설계안에 대한 검증 절차는 설계안이 작성되고 보유하고 있지 않은 항로표지 형상 모델을 매번 검사하여 존재하지 않는 형상 모델이 모두 구축 완료된 뒤에 검증을 수행할 수 있다. 또한 간단한 속성 수정이 발생하거나 설계안에 대한 오류 또는 다수의 설계안에 대한 비교 검증을 할 경우에 위의 절차가 반복되며, 시뮬레이션을 종료하고 다시 로드하는 등의 여러 작업들이 수반된다. 이는 간단하게 항로표지의 위치를 옮기고 싶어도 시뮬레이션을 종료하고 모델을 수정한 뒤에 다시 로드해야 하는 것처럼 실시간으로 수정작업을 진행하고 검증하고자 할 경우에 어려움이 있다는 것을 알 수 있다. 다수의 설계안의 경우에도 한 번에 여러 설계안을 3차원 가시화 소프트웨어에 띄워 검증할 수 있지만 원활하게 그 기능을 사용하기엔 어려움이 있다.

반면 항로표지 시뮬레이터에서는 항로표지를 자유자재로 다룰 수 있어야 하므로 우리나라에 존재하는 광범위한 종류의 항로표지를 데이터베이스화하였고, 주요 해역 및 항만에 어떤 항로표지가 어떻게 배치되어 있는가에 대한 정보를 데이터베이스화하고 있다. 이로써 설계안이 작성되고 새로운 항로표지가 추가되어도 새로운 형상 모델을 구축할 필요가 없으며, 간단하게 도색, 등질 등과 같은 속성이 변경될 경우에도 새로 형상 모델을 구축하지 않고 기존에 데이터베이스화되어 있는 모델을 활용하여 실시간으로 검증할 수 있다.

1) 福住 克保、品野 馨(2007), 島海峡潮流信号システムの視認性等に関する調査研究, 日本海上保安庁 研究成果報告書.

뿐만 아니라, 기존에 설치되어 있는 항로표지를 복사하여 원하는 곳에 미리 설치해 보고 검증할 수 있도록 지원하고, 다수의 설계안에 대해서도 레이어 기능을 통해 실시간 비교 검증할 수 있다.

3. 항로표지 관리 및 배치 지원 방법

Oh et al.(2013)의 연구에서 항로표지에 대한 데이터베이스를 설계하고 결과물로 데이터베이스를 구축하였다. 본 연구에서는 이러한 데이터베이스를 비전문가도 쉽고 편리하게 관리하고 수정할 수 있는 몇 가지 방안을 검토하였다.

더불어, 항로표지 설계자가 원하는 위치에 항로표지를 설치해 볼 수 있도록 지리적(항만) 정보를 제공한다. 지리 정보는 2D Map이나 전자해도(ENC : Electronic Navigation Chart) 등을 활용할 수 있다. 2D Map은 간단하게 지형 정보만을 보여주기 때문에 직관적이고 가동성을 높이는 장점이 있다. 하지만 본 연구에서는 항로표지 배치를 위해서 지형 정보뿐만 아니라 수심과 같이 더 다양한 정보를 제공하여 배치안 설계 시에 여러 가지 요소를 고려할 수 있도록 전자해도를 기반으로 한다.

3.1 전자해도 기술 활용

전자해도는 전자해도표시시스템(ECDIS)에서 사용할 수 있도록 표준화(S-57)된 디지털 해도이며, 해도정보, 위치정보, 수심정보 등의 선박이 항해하는데 필요한 모든 정보를 포함하고 있다. 본 연구는 항로표지 설계자에게 지리적인 정보를 제공하여 원하는 위치에 항로표지를 사전에 배치해 볼 수 있도록 전자해도 기술을 활용한다.

또한 관리되고 있는 항로표지를 전자해도에서 표시되는 항로표지 심볼과 유사하게 전시하기 위하여 국제수로기구(IHO)에서 정의한 해도 데이터의 내용과 그 표현에 관한 표준 규격인 S-52를 분석하였고, 그에 대한 구체적인 구현방법이 정의된 Presentation Library 문서를 참고하였다.

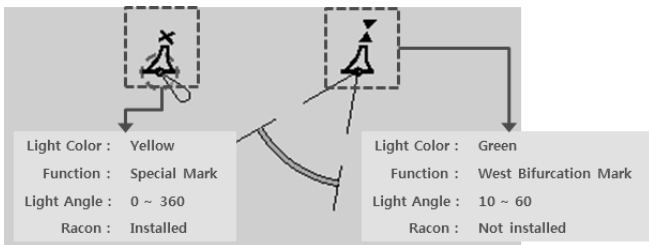


Fig. 2. According to the symbol of the combination type.

항로표지 운영 소프트웨어에서 현재 관리되고 있는 항로표지를 새로 정의된 심볼로 전시하고자 하였으나, 사용자가 전자해도에 익숙한 항로표지 설계자인 점을 고려하여 전자해도에서 표시되는 심볼과 유사하게 제공할 필요성이 제기되었다. Fig. 2와 같이, 심볼은 항로표지 종류에 따라 하나의 주요 구조에 등질, 두표, 레이콘 설치여부 등의 여러 하위 구조들의 조합을 통해 하나의 조합식이 완성된다. 주요 구조의 기능이나 명호각, 등색 등과 같은 항로표지 속성에 따라 두표 모양이나 등질 모양 등이 바뀔 수도 있다.

다음으로 일반적으로 많이 사용되고 있는 전자해도표시시스템은 선박에서 제공되어야 하는 정보가 많기 때문에 네이비 지도나 구글 맵처럼 패닝이나 줌 제어가 원활하지 않지만 전자해도표시시스템의 특성상 패닝이나 줌이 빠르게 제어될 요구가 없어 문제가 되지 않고 있다. 반면 본 연구에서는 항로표지를 추가하거나 이동하는 등의 관리적인 관점에 있기 때문에 전자해도에 대한 제어가 쉽고 빠르게 되어야 한다.

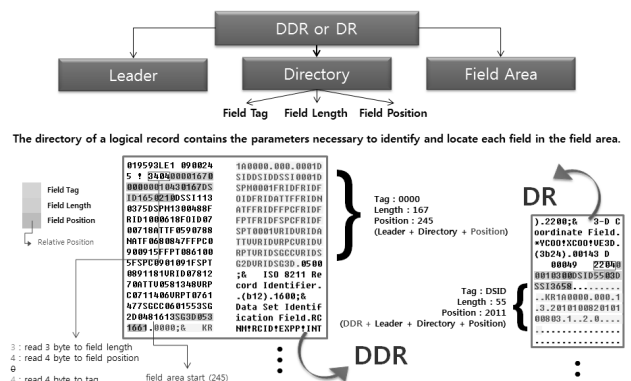


Fig. 3. Architecture of ENC File.

Fig. 3과 같이 일련된 정보를 담고 있는 전자해도 파일(.000)을 구조화된 데이터로 만들기 위해 표준 문서를 활용하여 분석한 뒤 화면에 전시하게 된다. 표준을 따르면 전자해도 파일을 분석하는데 어려움은 없지만 다소 시간이 필요하고 대한민국 전 해역에 대한 전자해도를 축적별로 모두 로드하게 되면 지연 시간은 가중될 것이다. 이러한 속도 문제를 개선하기 위해 본 연구에서 필수적이거나 필요한 정보를 추출해 새롭게 정의된 파일(.dat)로 관리한다. 새로 정의된 파일은 전자해도 구성 중 하나인 개체 카탈로그(Catalog.031) 파일을 통해 해당 파일에 등록된 버전의 전자해도 리스트를 획득하여 그 리스트에 해당하는 전자해도 파일(.000) 분석을 통해 읽기 쉬운 구조로 재설계되어 가동성을 높였다.

3.2 항로표지 관리 방안

항로표지는 시간이 지남에 따라 그 수가 증가되어 왔고 설치, 이설 및 폐지 등의 과정을 반복하고 있다. 다양한 형태로 변화되는 항로표지를 효율적으로 관리하고 직관적으로 표현하기 위해 기존시설(Exist Facilities)과 설치계획 시설(Installation Program)로 구분하고 하위로 상태를 관리하는 방안을 제시한다(Table 1).

Table 1. AtoN Classification and Status

Exist Facilities			
Existing	Relocation	Removal	Alteration
Installation Program			
Expansion		Virtual	

기존시설은 현재 항로표지 데이터베이스에 추가되어 있는 시설들이며, 이후 추가되는 시설들에 대해서는 설치계획으로 구분되어 관리된다. 설치계획 시설은 실제 해상에 설치된 시설이 아니므로 사용자로 하여금 혼돈을 막기 위해 기존시설과 구분되어야 하며, 항로표지 ID를 통해 구분된다. 기존시설은 “EF-XXXX”, 설치계획 시설은 “IP-XXXX”와 같이 ID가 할당되며, 항로표지 설계자는 ID만 보고도 해당 항로표지가 설계안에 대한 테스트를 위해 추가된 것인지 아닌지를 쉽게 파악할 수 있다. 뿐만 아니라, 기존시설은 기존, 이설, 폐지, 기타(속성 수정) 상태를 갖게 되고 설치계획 시설은 증설, 가상 상태를 갖는다. 이를 활용하여, 이전 절에서 제시한 항로표지 심볼 표현 방법과 현재 항로표지 상태를 구분하여 함께 표현함으로써, Fig. 4에서 보는 바와 같이 화면상에서 보이는 항로표지들에 대해 이력카드를 확인하지 않더라도 즉시 어떤 상태인지를 인지할 수 있다.



Fig. 4. According to the symbol of the status.

이력카드 방식은 일반적으로 데이터베이스를 활용하는데 사용되는 방식과 유사할 수 있다. 예를 들어, 어느 웹사이트의 회원가입을 하고자 할 때, 회원은 데이터베이스를 직접 다루는 것이 아니라 어떠한 양식에 의해 가입하게 된다. 이와 같이, 본 연구에서도 18종의 항로표지 종류마다 각 이력카드를 정의하였으며, 이를 통해 데이터베이스에 접근한다. 기존 방식과의 차이점은 ID, Name, Type, Location 등과 같이 18종 모두 공통되는 속성도 존재하므로 이는 부모 클래스로 만들

고, 각 고유의 특성을 지닌 18종의 항로표지는 각각 이력카드를 만들고 부모 클래스를 상속 받는 방식으로 구축하였다. 초기에는 항로표지 종류에 대해서 하나의 데이터 구조로 관리하고자 하였으나, 이는 종류에 따른 속성 정보들이 많아 불필요하게 구조가 커지게 된다는 문제점을 갖고 있었다. 또한 하나의 종류가 속성이 추가되어도 모든 종류에 영향을 미친다는 단점을 지니고 있었기에 이력카드 방식을 선정하였다. 또한 이력카드를 통해 원하는 항로표지의 속성 정보를 데이터베이스에서 읽어오거나 수정할 수 있다. 더불어, 항로표지를 신설, 이설 등의 빈번하게 발생하는 간단한 작업은 이력카드를 수정하지 않고도 화면상의 항로표지 심볼을 복사하거나 삭제하는 행위 등의 매크로를 통해 데이터베이스에 쉽게 접근할 수 있다.

마지막으로 최적의 항로표지 설계 및 배치를 위해 여러 설계안에 대한 비교 시험 및 검토를 손쉽게 제공할 필요성이 제기됨에 따라 시나리오 개념을 적용하였다. Fig. 5와 같이 시나리오 개념에서는 상위 개념으로 프로젝트, 하위 개념으로는 레이어로 구성된다. 하나의 프로젝트에 여러 개의 시나리오가 구성되고 하나의 시나리오에는 여러 개의 레이어와 하나의 작업영역을 포함한다.

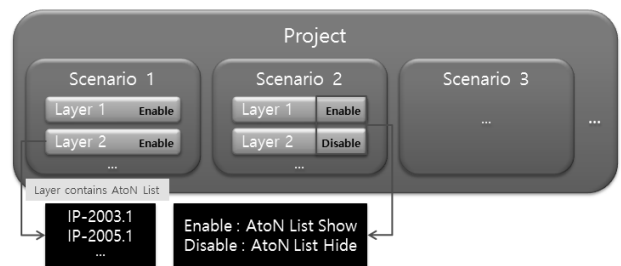


Fig. 5. Scenario Concept.

항로표지 형상 모델의 데이터 크기가 매우 크고, 대한민국 전 해역의 항로표지 형상 모델을 3차원 가시화 소프트웨어에서 한꺼번에 로드할 경우에는 시뮬레이터에 큰 영향을 미칠 수 있다. 또한 의사결정을 지원하기 위한 정량 평가 모델에서도 항로표지의 개수가 많을 경우 알고리즘 계산량이 증가하여 과부하가 걸릴 가능성이 있기 때문에 데이터 용량을 제한하기 위한 용도로 작업영역이 설정된다.

레이어에는 시나리오 작업영역 내에 설치된 항로표지 목록이 있으며, 레이어 단위로 항로표지 목록에 해당하는 항로표지 심볼이나 3차원 가시화 소프트웨어에서 숨기거나 보일 수 있다. 예를 들어, 부산북항에서 입출항할 때의 항로표지 설계안에 대하여 평가한다고 가정하면, 부산북항 프로젝트에 입항, 출항 두 개의 시나리오로 구성된다. 각 시나리오

는 하나의 배치 데이터베이스와 연결되고 작업영역을 관리한다. 입항 시나리오에서 각 설계안에 대응되는 여러 레이어가 제공되어 어떤 설계안이 적절한지 실시간으로 비교·검토할 수 있다. 이로써 전혀 다른 여러 설계안에 대해서 검증 을 하고자 할 경우, 시뮬레이션을 종료하지 않고 레이어 숨김 기능을 통해 즉각적으로 가능하다.

3.3 항로표지 배치 시 의사결정을 돕기 위한 방법

본 연구에서는 항로표지의 배치 및 속성 변경에 대한 시각적인 결과를 실시간으로 제공하기 위해 선박 운항과 연동 되어 설치된 항로표지를 검증할 수 있도록 지원한다. 우리는 선박 운항 시뮬레이터 연동을 통해 체계적인 운항을 할 수 있는 모드와 간단하게 경로를 설정하여 운항하는 가상 운항 모드를 지원한다. 아래 그림은 선박 운항 시뮬레이터 의 일부 구조와 가상 운항의 구조를 보여준다.

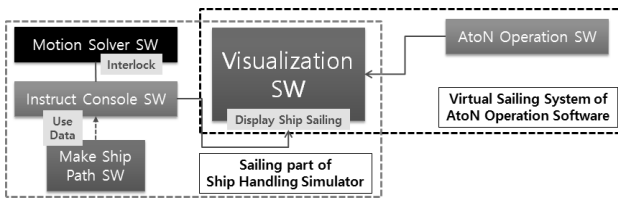


Fig. 6. Ship Handling Simulation and Virtual Sailing.

선박 운항 시뮬레이터는 통제 소프트웨어를 기반으로 하여 파고, 풍향, 날씨 등의 기상 상태와 다양한 해상 환경을 재현할 수 있고, 사전에 설정된 선박 경로 또는 실시간 제어를 통해 운항한다. 여기에는 선박 운동 특성 등을 계산해 주는 소프트웨어와도 연동되어 가시화 소프트웨어에 반영될 때 더욱 실감나는 효과를 줄 수 있다. 이는 연동되는 소프트웨어 및 사전 설정 등의 작업을 수반하지만 최종 검증 등의 보다 정확한 검증을 위해서 활용하기에 적합하다.

반면 가상 운항 모드는 기상 상태나 운동 특성이 반영되지 않고 연동 과정이 필요 없이 간단하게 검증할 수 있는 방법이다. 이 방법은 전자해도 화면에서 운항 경로점을 추가 하면 해당 경로를 따라 운항하게 된다. 이는 여러 시나리오에 대해 즉시 간단하게 확인하고자 할 경우에 유용하다.

서로 상반되는 두 방법은 사용목적에 따라 활용될 수 있으며, 더불어 Fig. 7과 같이 시뮬레이션이 진행될 때 자선 기준으로 정량 평가를 계산하고, 항로표지 설계자에게 제공하여 배치에 대한 의사결정을 지원한다. 이는 작업영역 내의 항로표지를 배후광으로 인지하고 현재 자선 위치 기준으로 관심항로표지에 대한 시인개수, 시각적인식량, 시각적인식율, 누적한 시각적인식량, 누적한 시각적인식율, 시간평균인식량, 시간평균인식율의 값을 반환한다. 선박 운항 시뮬레

이션 모드에서는 자선 위치 기준으로 실시간 결과를 반환하지만 가상 운항 모드에서는 운항 경로를 사전에 제공하여 일정 경로점에 대한 각각의 결과를 일괄적으로 반환한다.

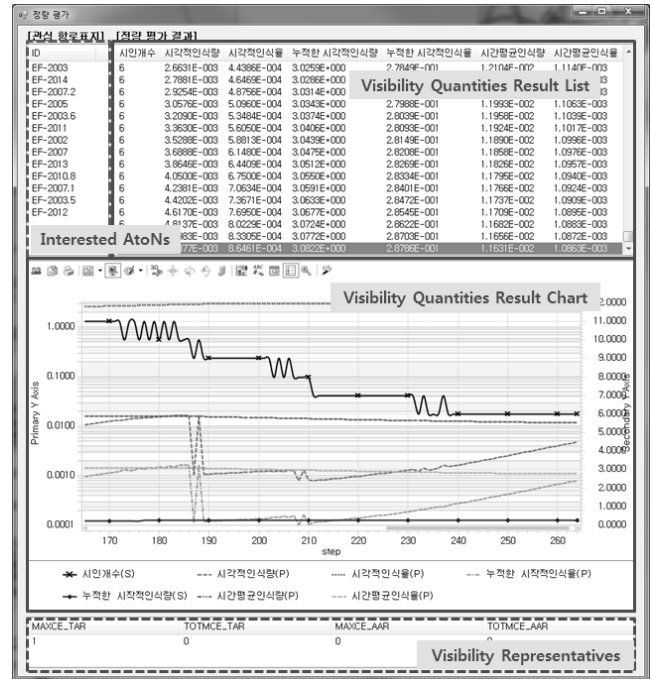


Fig. 7. Graphics User Interface of Visibility Quantities.

이는 Fang et al.(2013)의 연구에서 만들어진 모듈을 활용하며, 항로표지 설계자는 해당 결과 값을 참고하여 배치안이 적절하게 이루어 졌는지에 대한 판단을 하는데 도움을 받는다. 평가 결과는 시인성 결과 리스트와 그래프, 시인성 대표 값 리스트 등으로 제공한다.

뿐만 아니라 전파표지의 정보(위치, 모르스부호, On/Off Time)를 레이더에 전달되고 정보가 출력되며, 음파표지의 정보(위치, 음달거리, 취명, 정명)를 사운드 소프트웨어에 전달되어 정보에 따라 사운드가 재생된다. 실제 환경과 유사한 환경, 정량적인 수치, 시각적/청각적인 결과 등의 다양한 정보를 사용자에게 제공함으로써 실제 해역에 항로표지를 설치하기 전에 배치안들에 대한 비교를 손쉽게 검증할 수 있도록 지원하므로 의사결정을 하는데 있어 도움을 준다.

4. 항로표지 운용 소프트웨어 구현

항로표지 운용 소프트웨어는 특정 대상 해역에서의 항로표지 배치 및 속성 정보(종류, 형상, 위치, 광원의 색, 광달거리 등)를 항로표지 설계자가 자유자재로 변경할 수 있도록 지원한다. 변경에 대한 내용은 실시간으로 가시화 소프트웨

어에 반영되어 항로표지 설계자에게 시각적으로 결과를 제공하므로 해당 항로표지가 실제 해상에서 끼치는 영향을 예측할 수 있다.

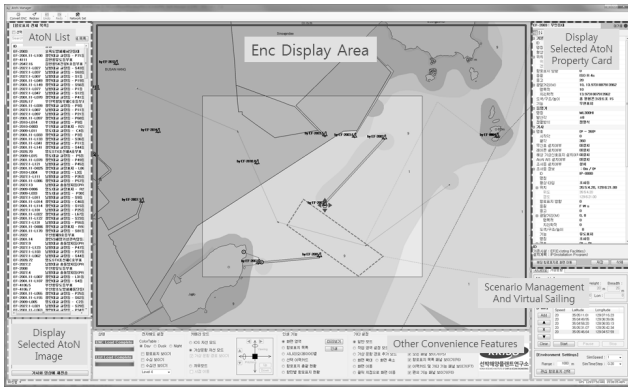


Fig. 8. AtoN Manager GUI.

더불어, 다양한 시나리오 생성을 통해 여러 배치 계획에 대한 비교 시험 및 평가를 하여 가장 효과적이고 경제적인 설계 방법을 도출해 내는데 도움을 준다. 또한 위치 정보를 제공할 수 있도록 국제수로기구(IHO)의 표준 규격(S-57)에 따라 제작된 전자해도 기반으로 작성되었다. 이외에도 실제 환경과 유사한 환경을 제공하기 위하여 가상화 소프트웨어 및 레이더, 포그사운드 소프트웨어와 연동되어 있다. 본 연구의 결과물인 항로표지 운용 소프트웨어는 Fig. 8과 같이 AtoN Manager라는 명칭으로 구현되었다.

4.1 AtoN Manager Graphics User Interface

AtoN Manager는 크게 항로표지의 전체 목록, 항로표지에 대한 데이터를 보여주는 속성(이력카드) 제어 영역, 전자해도와 항로표지를 전시하는 영역, 가상 운항 제어 영역, 프로젝트(시나리오) 제어 영역 및 기타 기본 기능 제어 영역들로 구성되어 있다.

먼저 화면 중앙에서 전자해도와 작업영역을 보여주고 그 위에 항로표지 심볼을 전시한다. 이에 대한 기본적인 조작과 각종 상태 및 인쇄 기능 등의 사용자 편의 기능은 프로그램 제일 하단에서 운용할 수 있다. 다음으로 좌측 리스트 컨트롤에 항로표지의 목록을 전시하고 이것을 기준으로 항로표지 심볼이 전시된다. 기본적으로 전체 목록을 전시하지만 필요에 따라 ID 및 이름 검색을 하거나 조건(항만별, 종류별 등)을 통해 필터링할 수 있다.

예를 들어, 부산북항의 광과표지 중 유인등대만을 전시하고 싶다면 조건문 검색 기능을 활용한다. 또한 목록이나 화면에서 항로표지를 선택하면 우측 컨트롤에 해당 항로표지의 이력카드 정보가 전시된다. 두 개 이상의 항로표지를 선택

하면 공통된 속성만 이력카드 컨트롤에 전시되고 해당 속성만 수정할 수 있다. 항로표지 복수 선택은 등질에 대한 동기점멸 그룹화 속성 변경과 같은 경우에 유용하게 사용될 수 있는 기능이다. 이력카드에서 속성이 변경되면 네트워크 모듈을 통해 연동되는 소프트웨어에 실시간으로 전송되고 반영되며, 선택된 항로표지의 이미지가 등록되어 있는 경우 좌측하단에 전시된다. 마지막으로 우측하단은 시나리오 및 가상 운항 기능을 제어할 수 있는 패널이다.

4.2 기본 기능

항로표지 배치 작업은 추가, 이동, 삭제가 있으며, 작업영역 내에서 제어가 가능하다. 배치 방법은 Table 2와 같이, 다양한 방법을 통해 제어할 수 있다. 기본적으로 항로표지를 추가할 경우, 선택된 항로표지가 복사되고 ID를 바로 데이터베이스에서 검색하여 중복되지 않는 이름으로 추가한다. 또한 팝업메뉴를 통해 원하는 기준점으로부터 일정 간격 및 방향으로 원하는 개수만큼 추가할 수 있다. 또한 팝업메뉴를 통해 현재 선택된 항로표지의 종류를 변경하는 기능도 지원하고 있다. 예를 들어, 선택된 항로표지가 무인등대였다면 이를 유인등대로 변환하는 것이 가능하다. 단, 기존 속성 중에서 공통되는 속성에 한해서만 기존 값이 보존된다.

Table 2. How to Placement

Add	Drag & Drop
	Ctrl Key & Mouse Click
	Through a Pop-up Menu
Move	Drag & Drop
	Through a Arrow Keys
	Enter Position Value
Type Change	Through a Pop-up Menu
Delete	Delete Key

4.3 사용자 편의 기능

신속한 작업환경을 제공하기 위해 전자해도 및 항로표지 데이터베이스 로드가 완료되기 전에 이전 작업의 종료 시점 화면과 동일하게 먼저 화면을 제공한다. 뿐만 아니라 프로젝트, 작업영역, 가상 운항 경로, 관심 항로표지 등의 이전에 작업하던 환경을 바로 제공하여 원활한 작업을 돕는다. 또한 전자해도의 가독성을 높이기 위해 전자해도에서 제공하는 정보(수심, 수심선 등)를 숨기거나 보이게 할 수 있다. 또한 관리되고 있는 항로표지 목록을 다양한 형태에 맞춰 출력할 수 있다. 출력된 문서는 항로표지 통계, 분석 및 검증 자료로 활용될 수 있으며, 현재 전자해도 화면, 항로표지 전체 목록 및 시나리오별 목록과 원하는 이력카드 등의 다양한 형태로 출력을 지원한다.

4.4 3차원 가시화 소프트웨어 연동 모습

아래 그림은 LANBY-100의 형식인 등부표의 실제 모습과 AtoNManager 상에서 제어되어 3차원 가시화 소프트웨어에서 주/야간에 전시된 모습이다. 현실과 완벽하게 동일한 모습을 구현해 내는 것은 기술적인 측면에서 한계가 있을 순 있겠지만 여러 분야의 전문가 자문 회의를 거쳐 정량평가 방법, 야간 배후광 재현, 항로표지 등질 재현 등과 같은 다양한 의견을 최대한 반영하였다. 이로써 현실과 최대한 유사한 환경을 구축할 수 있었으며, 전문가 및 실무자에 의해 항로표지 시뮬레이터에 대한 유효성이 입증되었다.

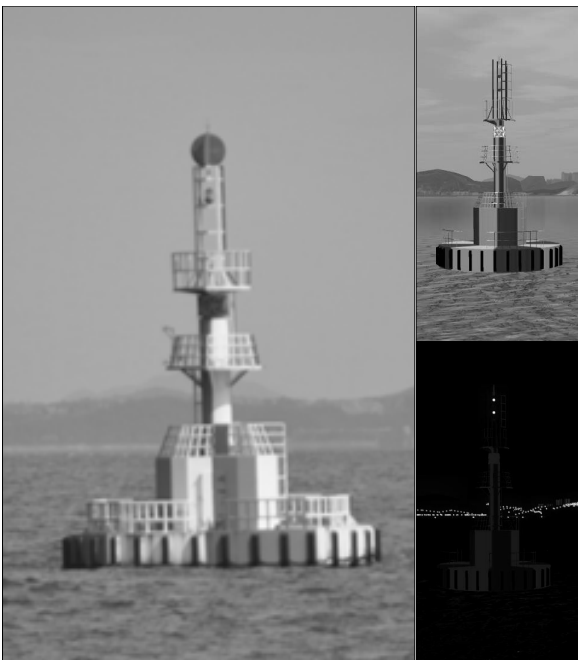


Fig. 9. Left is the actual LAYNBY-100 picture, Right top is model in daytime and Right Bottom is model in night.

5. 결론

각 지방해양항만청에서 개별적으로 관리되고 있는 항로표지를 관리의 효율성을 높이기 위해 일반화된 형태의 데이터로 통합 관리할 필요가 있었고, 항로표지 설계 및 배치 계획 시에 발생할 수 있는 비용 절감의 필요성에 따라 항로표지 시뮬레이터 시스템의 개발이 제기되었다. 본 시스템에서 항로표지를 통합적으로 관리하기 위해 항로표지 데이터베이스를 구축하였으며, 이에 대응되는 항로표지 형상 모델링 및 가시화 소프트웨어 고도화 작업이 이루어 졌다. 사용자 관점에서 항로표지를 손쉽게 관리하고 자유롭게 항로표지를 배치하고 평가할 수 있도록 이들 간에 유기적인 연동이

필요했으며, 항로표지 운영 소프트웨어가 그 역할을 함과 동시에 본 연구의 결과물이 된다.

본 연구에서는 항로표지 데이터베이스에 대해서 비전문가도 쉽게 관리할 수 있는 몇 가지 방안을 제시하였다. 먼저 항로표지에 대해 직관적으로 파악하고 관리할 수 있도록 이력카드 개념을 제안하고, 상태 및 시나리오/레이어 단계의 구분을 통해 직관성을 높이고자 했다. 항로표지 신설 및 재배치에서도 전자해도 화면에서 원하는 위치에 바로 설치할 수 있도록 지원하고 실시간 결과를 통해 신속한 작업을 돕는다. 또한 여러 설계안에 대하여 적은 비용으로 신속하게 비교하고 검증할 수 있도록 시나리오 개념을 적용하였다. 이를 통하여 여러 설계안에 대해 선박이나 선원에게 미칠 수 있는 영향을 예측하거나 설계안의 효율성 및 적절성 여부를 판단하는데 도움을 주고, 수월해진 검증 방법을 통해 더 다양한 설계안을 비교할 수 있기 때문에 실패비용을 감소시킬 것이다. 더불어, 향후 선원의 교육 및 훈련용으로도 활용 가치가 있다고 판단된다.

본 연구의 결과물은 현재 구현이 완료되어 테스트 단계에 있지만 향후 실제 항로표지 설계자들이 활용할 계획이며, 이는 항로표지 설계자들을 통해 활용가치, 유용성, 편의성에 대한 평가를 받고 지속적으로 개선될 것이다.

후 기

본 연구는 해양수산부에서 지원하는 “항로표지 시뮬레이터 기술개발” 과제로 수행된 연구결과 중 일부를 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- [1] Fang, T. H., I. Y. Gong and Y. G. Kim(2013), Performance Index for Effect of AtoN Placement Using the Amount of Visual Recognition based on IALA Human Factor, Proceedings of Asian Conference on Maritime System and Safety Research, pp. 34-37.
- [2] Fukusumi, Y. and K. Shinano(2009), A Study on the Visibility etc for the Tide Signal System of the Kurushima Strait, Report of Japan Coast Guard.
- [3] IALA(2007), Ozn the Use of Simulation as a Tool for Waterway Design and AtoN Planning, IALA Guideline, Edition 1. No. 1058.
- [4] Kim, H. L., G. D. Lee and S. M. Park(2000), The Design and Implementation of Navigational Aids Training Simulator by Virtual Reality, Proceedings of the Korean Institute of

Navigation and Port Research, pp. 159-166.

- [5] Kim, Y. G., S. K. Park and I. Y. Gong(2013), Study of a Construction Plan of a Aids to Navigation Simulator, Journal of Ships & Ocean Engineering, Vol. 52, pp. 111-116.
- [6] Lee, Y. J., S. K. Park, J. Y. Oh and A. Y. Kim(2013), A Study on the Visualization of AtoN Simulator, Proceedings of Korean Institute of Navigation and Port Research, pp. 41-43.
- [7] Oh, J. Y., S. K. Park, A. Y. Kim, Y. J. Lee and O. S. Kwon(2013), Design and Implementation of Database System for AtoN Simulator, Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research, pp. 380-381.

원고접수일 : 2014년 08월 04일

원고수정일 : 2014년 10월 02일 (1차)

2014년 10월 23일 (2차)

게재확정일 : 2014년 10월 28일