

User Interface 구현을 통한 항로표지 관리운영플랫폼 구축 방안에 관한 연구

† 김현진 · 박종현* · 채정근**

*,† 한국항로표지기술원 선임연구원, **한국항로표지기술원 연구개발팀장

A Study on the Establishment of Aid-to-Navigation Management Platform through User Interface Implementation

† Hyunjin Kim · Jonghyun Park* · Jeonggeun Chae**

*,† Senior Researcher, Korea Institute of Aids to Navigation, Sejong-si 30100, Republic of Korea

**Team Leader, Korea Institute of Aids to Navigation, Sejong-si 30100, Republic of Korea

요 약 : 항로표지는 해상교통안전에 중요한 시설이며 이를 위해 해양수산부에서는 관리운영 시스템을 개발, 운영 중이다. 현재 항로표지 관리 시스템은 텍스트 기반으로 정보를 표출한다. 따라서, 항로표지에 장애나 사고시에 발생하는 경우의 영향을 판단하기가 어렵다. 항로표지의 배치 검증을 위해 항로표지 시뮬레이터를 활용할 수 있으나, 실시간 정보가 적용되지 않고 시뮬레이터의 유지보수에 많은 비용이 필요하다. 또한 항로표지 시뮬레이터는 항만 배후광으로 인한 영향을 시뮬레이션할 수 없다. 본 연구에서는 이러한 단점을 개선하기 위해, 디지털 트윈 기술을 적용한 항로표지 관리운영 플랫폼의 개발을 제안한다. 시스템은 항로표지로부터 수집되는 실시간 센서 데이터를 분석하여 고장을 예측할 수 있다. 항로표지 배치를 시뮬레이션할 수 있는 기능을 개발할 예정이다. 디지털트윈 기술을 적용함으로써 항로표지를 효율적으로 관리할 수 있을 것으로 기대한다.

핵심용어 : 항로표지, 관리 시스템, 플랫폼 구축, 디지털트윈, 시뮬레이션

Abstract : Aid-to-Navigation facility is important for maritime traffic safety. In Korea, for safe maritime traffic, the Ministry of Oceans and Fisheries is using an Aid-to-Navigation management system. The current Aid-to-Navigation management system displays information based on text, making it difficult to determine the impact if Aid-to-Navigation fails or an accident occurs. A simulator can be used to verify the placement of Aid-to-Navigation. However, real-time information is not applied and maintenance of the simulator is expensive. Additionally, the Aid-to-Navigation simulator cannot simulate effects of port backlighting. To improve these issues, we proposed an Aid-to-Navigation management platform based on digital twin technology. This system can predict failures by analyzing real-time sensor data collected from navigation signs. We plan to develop a function that can simulate Aid-to-Navigation placement. Aid-to-Navigation is expected to be managed efficiently by applying digital twin technology.

Key words : Aid-to-Navigation, management system, platform design, digital twin, simulation

1. 서 론

정부는 디지털플랫폼정부 정책을 실현하기 위해 다양한 방면에서 디지털 기반의 서비스에 대한 정책을 추진하고 있다. 항로표지(Aid to Navigation, AtoN) 분야에도 제2차 항로표지 기본계획이나 스마트 항로표지 등 다양한 연구를 통해 디지털 전환을 진행 중이다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015; Kim, 2019).

항로표지법에서 항로표지란 항행하는 선박에 대하여 등광(燈光)·형상(形象)·색채·음향·전파 등을 수단으로 선박

의 위치·방향 및 장애물의 위치 등을 알려주는 항행보조시설로서 광파(光波)표지, 형상표지, 음파표지, 전파표지 및 특수신호표지 등 해양수산부령으로 정하는 것을 말한다. 국가통계포털에 의하면 2022년 기준으로 국내의 항로표지는 총 5654개이며 관리운영시스템을 통해 지방해양수산청이 권역별로 관리하고 있다(Statistics Korea, 2022; Yeo. et al., 2021).

육상에서 신호등이 중요한 역할을 하듯이 해상에서 항로를 안전하게 안내하기 위해 항로표지의 배치가 매우 중요하다. 그러나 각 지방청의 관리자가 항로표지의 배치검증을 확

† Corresponding author: 정희원, hjkim@katon.or.kr 044)850-7639

* 정희원: jpark2020@katon.or.kr 044)850-7637

** 정희원: jgchae@katon.or.kr 044)850-7636

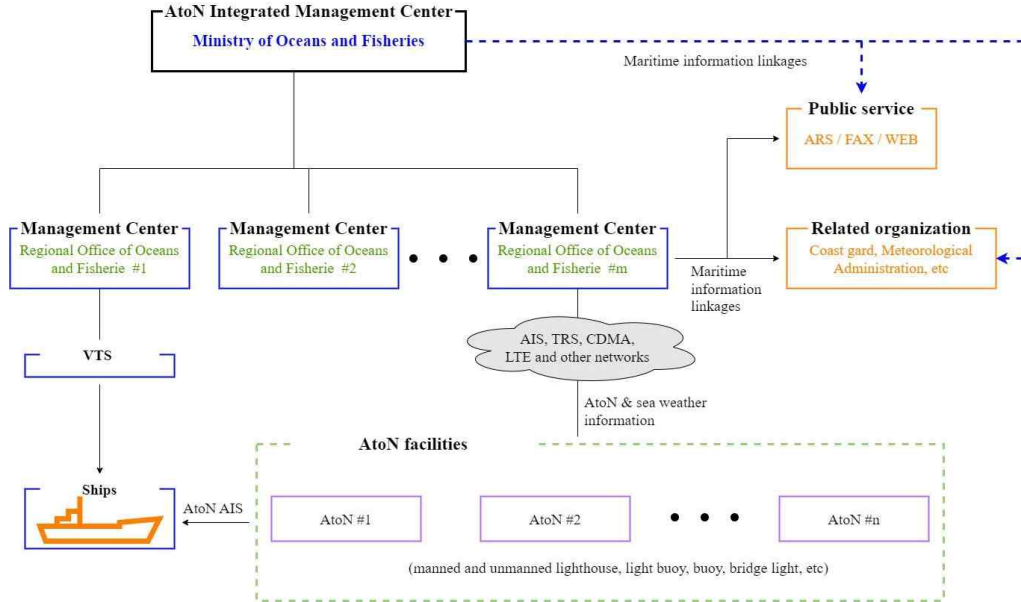


Fig. 1 Configuration diagram of AtoN management operation system

인하기는 어렵다. 항로표지의 배치는 대부분 해당 분야의 전문가의 자체적인 판단을 통해 이루어진다. 이를 개선하기 위하여 항로표지 시뮬레이터가 개발되었다. 항로표지 시뮬레이터는 배치를 정량화하여 검증할 수 있도록 개발되었다(Kim, et al., 2014). 그러나 항로표지 시뮬레이터는 관리운영 시스템이나 디지털트윈 기술처럼 대상 해역의 항로표지 상태가 실시간으로 반영되지 않기 때문에 현장에 맞는 시뮬레이션을 위해서는 많은 추가 작업이 필요하다. 또한, 항로표지에 장애나 사고가 발생하여 일부를 사용할 수 없는 경우, 관제 기능이 없기 때문에 발생하는 문제에 대한 실시간 파악이 불가능하다.

또한, 야간에는 항로표지에 설치된 등명기가 매우 중요한 확인 수단이다. 그러나, 항만시설 등의 배후광이 지속적으로 증가함에 따라 인근 항로표지의 시인성이 떨어지는 문제가

발생하고 있으므로 이를 확인할 수 있는 수단이 필요하다.

본 논문에서는 디지털트윈 기술이 반영된 User Interface 구현을 통한 항로표지 관리운영 플랫폼에 관한 연구를 다룬다. 디지털 트윈 기술은 가상 세계에 현실 세계와 동일한 객체를 구현하여 센서를 이용하여 실시간 데이터를 취득하여, 이에 분석 및 시뮬레이션을 수행하여 현장에서 발생하는 사고 등을 예측하고 효율적으로 운영하는 기술이다. (ETRI, 2021). 해양분야에서도 디지털 트윈 기술을 적용하기 위하여 많은 노력을 하고 있다(Choi. et al., 2020; Lim. et al., 2021; Nam. et al., 2022) 이를 항로표지 분야에 적용하면, 항로표지로부터 실시간으로 데이터를 수집하고 이를 분석하여 장애나 고장을 예측하며, 실시간 데이터와 간략화한 3D 모델링을 통해 시인성 시뮬레이션을 수행한다면 항로표지를 더욱 효율적으로 운영, 관리 할 수 있을 것이다. 제안하는 플랫폼은 크게 데

순서	상태	이름	종류	MMSI	제어	수신시간	동명기 상태	배터리 전압	공급 전압	대양전지 전압	보조배터리 전압	동명기 자료 동기화	데이터로그	RTU 전류	충전 전류	방전 전류	이동거리
1	비정상		등표			2023-07-19 10:26:45	OFF	12.4	12.3	0.0	-	동명기 자료 동기화	0.02	0.00	0.00	3168	
2	정상		등표			2023-07-19 10:26:47	OFF	4.0	4.0	4.5	-	동명기 자료 동기화	0.06	0.00	0.00	7	
3	정상		동항신호등			2023-07-19 10:19:53	OFF	15.4	13.0	19.1	-	동명기 자료 동기화	0.00	0.00	0.00	16	
4	정상		등부표			2023-07-19 10:22:42	OFF	4.0	4.0	4.5	-	동명기 자료 동기화	0.07	0.00	0.00	17	
5	장애		등부표			2023-07-19 09:34:20	OFF	3.9	3.9	4.3	-	동명기 자료 동기화	0.06	0.00	0.00	14	
6	정상		등표			2023-07-19 10:26:27	OFF	3.9	3.9	4.4	-	동명기 자료 동기화	0.01	0.00	0.00	4	
7	비정상		등부표			2023-07-19 10:25:15	OFF	25.5	13.6	25.5	-	동명기 자료 동기화	0.40	0.00	0.00	31	
8	정상		등표			2023-07-19 10:26:35	OFF	14.4	14.3	19.6	-	동명기 자료 동기화	0.18	0.00	0.00	2	
9	장애		등표			2023-06-14 20:04:37	ON	4.0	4.0	2.7	-	동명기 자료 동기화	1.00	0.00	0.00	0	
10	정상		등부표			2023-07-19 10:26:00	OFF	13.3	13.3	13.4	-	동명기 자료 동기화	0.15	0.00	0.00	11	

Fig. 2 User interface of integrated management system

이터페이스, 데이터 수집, 이상 분석, 정보표출, 조회, 제어, 시뮬레이션, 설정 기능으로 구성한다. 본문에서 각각의 기능에 대해 설명한다.

2. 항로표지 관련 시스템 현황

2.1 항로표지 관리운영 시스템

항로표지 관리운영 시스템은 위 그림 1과 같이 다양한 통신망을 통해 항로표지로부터 정보를 수집하여 지방청 별로 운영되었으나, 2021년부터 표준 시스템이 보급되고 있다. 그림 2에 표준 관리운영 시스템의 사용자 인터페이스 화면을 나타내었다.

수집되는 정보는 항로표지의 종류에 따라 다르다. 표준 시스템 보급 전에는 지방청별로 수집하는 정보의 종류가 같지 않았다. 식별을 위한 필수 정보인 표지이름, MMSI(Maritime Mobile Service Identity), 위치 정보와 중요도가 높은 정보인 등명기 상태, 통신상태 항목은 모든 지방청이 공통으로 수집하였다. 축전지 전압, 충전 전류, 이동 거리, 수신시간과 같이 비교적 중요한 정보 또한 대부분의 지방청이 수집하였으며, 데이터 로거 상태나 부하공급 전압, 전력 여유도와 같은 항목은 상대적으로 몇몇 지방청에서만 수집되었다. 현재는 표준 시스템 보급을 통해 규격화되어 수집되도록 변경 중이다. 중요한 점은 이러한 시스템을 통하여 항로표지의 정보가 주기적으로 수집되고 있으며 데이터베이스에 저장되는 것이다. 본 논문에서 제안하는 디지털트윈 기반의 항로표지 관리 플랫폼에서는 이 데이터를 사용할 예정이다.

2.2 항로표지 시뮬레이터

항로표지 시뮬레이터는 항로표지 배치계획에 대한 의사결정을 지원하기 위한 목적으로 2015년 한국해양과학기술원 주관으로 개발되었다. 기존에는 항로표지 분야의 전문가의 경험을 주로 고려하여 배치하였다. 그러나 항로표지 시뮬레이터를 이용하여 배치검증을 함으로써 항로표지 배치를 정량화하여 확인할 수 있다. 항로표지 시뮬레이터는 현재 한국항로표지기술원에 설치되어 운영 중이다. 배치검증을 위해 배치정량화 기술이 적용되었다. 정량화 모듈을 통해 각종 시인성 성능지수를 계산하여 이를 바탕으로 배치의 적절함을 수치로 나타낼 수 있다. 시뮬레이터의 외적인 동작 방식은 선박운항 시뮬레이터와 유사한 형태이며, 차이점은 항로표지에 대한 데이터베이스를 구축하고 이를 사용자가 수정할 수 있으며 배치된 항로표지를 실제 상황과 유사하게 재현할 수 있는 영상 재현 시스템을 통해 현실과 유사한 시각으로 항로표지 배치를 검증할 수 있는 점이다. 그림 3처럼 실제 조타실과 환경에서 각종 스크린을 통하여 항로표지를 확인할 수 있다. 그림3은 시뮬레이션 실의 전경을 나타낸 것이다.



Fig. 3 Simulation room of AtoN simulator

부산, 인천, 평택당진, 울산, 마산 관내의 항로표지 재배치 연구를 수행하였다. 항로표지의 배치검증을 위해 뛰어난 성능을 가진 시스템이지만 단점 또한 존재한다. 시뮬레이터를 동작하기 위하여 다수의 고성능 장비가 필요하다. 항로표지, 선박, 항만 등의 3D 모델링이 높은 해상도로 제작되었고, 시뮬레이션을 위해 복잡한 계산을 수행되기 때문이다. 또한, 항만의 3D 모델링을 갱신하기 위해서는 많은 시간과 비용이 필요하다.

3. UI 구현을 통한 항로표지 관리운영플랫폼 구축

3.1 시스템 요약

제안하는 시스템은 디지털트윈 기술을 적용하여 실(준)시간으로 항로표지의 센서 데이터를 계속 수집하고, 수집한 데이터에 대하여 이상분석을 수행한다. 수집 데이터를 바탕으로 해도 기반의 사용자 인터페이스를 통하여 항로표지의 관제를 수행한다. 이때 실제 현장의 항로표지 상태를 반영하여 다양한 시뮬레이션을 수행하고 이 결과를 현실에 반영할 수 있다. 즉, 수집되는 실시간 정보와 시뮬레이션을 통해 항로표지의 실제 배치나 운영에 플랫폼을 활용하는 것이 기존 시스템과의 차이점이라 볼 수 있다. 다음 그림 4에 개략도를 나타내었다.

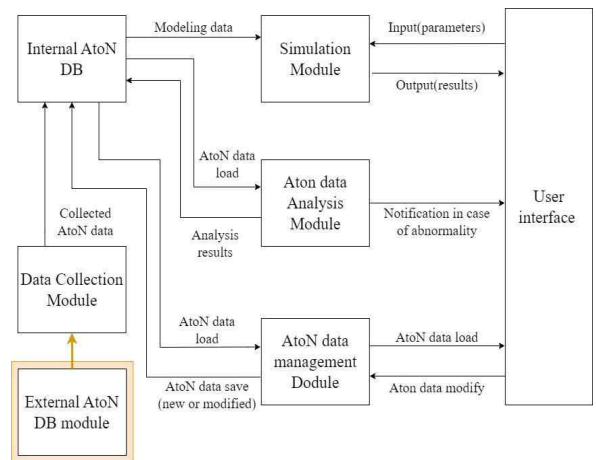


Fig. 4 Schematics of proposed platform

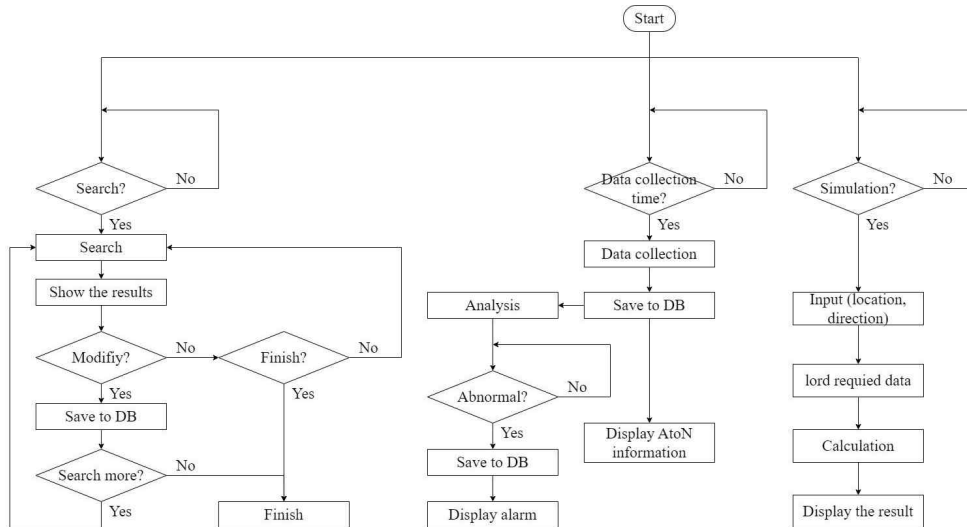


Fig. 5 Flow chart of proposed platform

플랫폼의 기능은 주기적으로 수행되는 기능과 비주기적으로 수행되는 기능으로 나눌 수 있다.

주기적으로 수행되는 기능은 다음과 같다. 데이터 수집의 경우 그림 1의 최상단인 해수부 통합관리센터의 데이터베이스로부터 수집하여 제안하는 플랫폼의 데이터베이스에 저장한다. 모든 수집된 데이터는 저장 후, 학습된 인공지능 모듈을 이용하여 이상분석을 수행한다. 이상이 검출되면 사용자에게 경고를 나타낸다. 데이터 수집부터 이상 분석까지는 각각의 데이터 수집 주기에 맞추어 주기적으로 수행된다. 단, 이상분석을 위해서는 또한 해도에 수집된 데이터를 반영하여 항로표지의 정보를 표출한다.

비주기적으로 수행되는 기능은 다음과 같다. 첫째로 사용자가 기존 데이터의 이력을 조회, 수정하거나 새로운 항로표지 데이터를 입력하는 것이다. 목록 형태의 사용자 인터페이스를 통해 수행할 예정이며, 인터페이스는 표준 관리운영 시스템과 유사하게 제작할 예정이다. 둘째로 시뮬레이션 기능이다. 사용자가 해도 상의 특정 위치와 방향을 매개변수로 입력하면 데이터베이스에 저장된 지형 정보 및 항로표지의 위치, 광도, 고장 여부 등의 실시간 정보를 바탕으로 사용자가 지정한 매개변수를 고려하여 일정 범위 내의 항로표지까지의 거리에 따른 조명도를 계산한다. 배후광 역시 광도를 측정하고 이를 반영하여 조명도를 계산하여 방향과 계산된 조명도를 기준으로 시인성을 판정한다. 시뮬레이션 기능에 대해 자세한 내용은 다음 절에서 논의하도록 한다. 시뮬레이션 결과는 실시간 항로표지 정보와 지형 모델링 정보를 토대로 사용자가 지정한 위치와 방향에서 예상되는 시야 형태를 스크린샷과 같이 표출하고 시인성 판정 결과를 텍스트로 같이 표출하도록 한다.

이외에 데이터 수집 주기 변경이나 사용자의 신규등록, 조회, 권한 변경, 사용자 그룹 설정의 기능을 포함한다. 시스템은 각각의 기능별 모듈 형태로 동작하도록 설계한다.

3.2 데이터베이스 및 수집 기능

항로표지의 데이터를 저장하고 활용하기 위해서 데이터베이스의 설계가 필요하다. 제안하는 플랫폼의 저장되는 데이터는 크게 3가지로 볼 수 있다.

첫 번째는 3D 모델링 데이터이다. 이는 해역의 모델링 데이터와 해역 내에 배치되는 항로표지의 모델링 데이터이다. 항로표지 시뮬레이터의 경우는 실제 항만이나 항로표지를 높은 수준의 LOD(Level of Detail)로 모델링하였다. 조류나 파도에 의한 운동 모델링과 같은 내용도 적용되었기 때문에 고비용이 투입되었다. 그러나 원거리에서 지형이나 항로표지를 관찰하는 경우는 모델링 수준을 상세하게 하거나 간략하게 하여도 차이를 분간하기 어렵다. 즉, 항로표지의 형태를 매우 정확하게 인식할 필요는 없고 역할에 따라 색이나 등질로 구분하므로 LOD의 수준이 낮아도 지장이 없을 것이다. 또한 LOD가 높으면 이를 구동하기 위하여 고성능의 장비가 필요하므로, 낮은 수준의 3D 모델링을 하여 가능한 일반 PC에서도 사용할 수 있도록 개발하는 것이 목표이다. 대신 기존의 시뮬레이터와는 다르게 실시간으로 데이터베이스가 갱신되며, 항만배후광과 등명기의 광학적 특성 정보가 데이터베이스에 포함된다. 해당 정보는 시뮬레이션에서 주로 사용될 것이다.

두 번째는 항로표지의 식별 및 수집 정보이다. 현재 보급 중인 표준 운영관리 시스템의 데이터베이스 항목을 포함해야 한다. 실제 운영 중인 항로표지는 표출 정보에 대해 규격화가 되지 않았다. 제조사마다 표출하는 정보가 다르고 이는 같은 제조사라도 개발 시기에 따라 다를 수도 있다. 이를 고려하여 데이터베이스 구성을 결정해야 한다. 기존 표준 관리운영 시스템에서는 기상 표지를 같이 관리하나, 제안하는 플랫폼에서는 기상 표지는 제외하도록 한다. 수요가 발생할 경우, 고도화 사업을 통하여 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

세 번째는 항로표지의 관리 이력 정보이다. 항로표지는 일정 기간마다 또는 특정 사유가 발생할 경우 검사를 수행한다. 해당 검사는 해상에서 배를 타고 접근하여 수행할 수도 있고, 육상으로 이동하여 수행될 수도 있다. 이외에도 수리나 교체 등 다양한 상황에 의한 이력이 발생할 수 있다. 따라서, 항로표지에 이력 정보에 대한 관리가 필요하며 이는 두 번째 정보와는 다르게 사용자가 수기로 입력해야 할 것이다. 다만, 이력이 발생했을 경우 이를 입력하는 정보시스템이 있다면 이와 연동할 경우 더 효율적인 관리가 가능할 것이나, 아직까지는 그러한 시스템은 운영되지 않고 있다.

앞서 말한 3가지 정보를 기준으로 데이터베이스를 설계되 수집되는 데이터의 양이 매우 방대하므로 데이터의 저장 주기에 대해서도 고려해 볼 필요가 있을 것이다.

국립해양측위정보원은 기상 표지와 항로표지의 정보를 데이터베이스화하여 관리한다. 기상 표지에서 수집하는 해양 기상 정보는 실시간으로 확인할 수 있도록 공개가 되어 있다. 그러나 항로표지 정보는 일반에게 공개되어 있지 않다. 또한, 측위원의 내부망은 독립망으로 구성되어 있다. 따라서 데이터 수집을 위해서는 측위원과 협의가 필요하다. 표준 관리운영 시스템의 개발을 통하여 각각의 지방청으로 데이터를 전송하는 방식을 적용하면 데이터 수집 설계에 문제가 없을 것으로 예상된다.

3.3 이상 분석 기능

기존 모니터링 시스템에서는 특정 임계값을 넘어서는 경우 이상으로 판단하는 경우가 많았다. 최근 인공지능이 발달함으로 인해 다양한 학습을 통해 정확한 이상 판별이 가능하다. 항로표지 전산관리시스템에는 데이터를 저장하지 않았으나 보급중인 표준 운영관리시스템은 항로표지의 등명기 상태, RTU 전압 전류, 축전지의 전압 전류, 통신 상태, 위치 정보 등 다양한 데이터를 실시간으로 저장한다. 즉 빅데이터가 존재하기 때문에 이를 바탕으로 지도학습 또는 비지도학습을 수행하여 학습할 수 있다. 이를 위해 데이터 관리 기관인 국립해양측위정보원과 협력하여 데이터를 공유받고, 항로표지 전문가 및 실무자의 의견을 수렴하여 분석 후, 결정해야 한다. 현재는 데이터가 축적된 기간이 짧으나, 오랜 기간 데이터가 축적되면 보다 효율적인 이상 분석이 가능할 것으로 예상된다. 또한 스마트 항로표지 연구개발 사업에서도 유사한 내용의 연구가 수행되고 있으므로, 이를 활용할 수도 있다.

3.4 정보 표출, 조회, 수정, 제어 기능

제안하는 플랫폼은 표준 관리운영 시스템과 비교하여 해도를 이용한 관계 기능을 강화할 예정이다. 표준 관리운영 시스템이나 항로표지 전산관리 시스템의 기본 인터페이스는 목록 형태로 구성되어 있다. 표준 관리운영 시스템은 전자해도가 적용되었으나 보조 수단으로 사용된다. 모든 항로표지는 해도 내에 특정한 아이콘이나 이미지를 이용해 표출되며,

장애나 사고가 발생한 항로표지는 해상도에 따라 색상을 이용하여 구분되도록 한다.

등부표의 경우 배치 간격이 상황에 따라 수백 미터에서 수 킬로미터이다. 해도의 축척이 일정 이상일 경우 항로표지의 다양한 세부 정보를 나열하기에는 공간적인 문제가 발생한다. 이러한 경우는 항로표지가 설치된 해역을 구역별로 나누어 정상 상태와 비정상 상태로 분리하여 나타내면 이러한 문제를 해결할 수 있다. 이러한 작업을 위해 각각의 항로표지를 그룹별로 묶는 과정이 필요할 것이다.

특정 항로표지의 조회를 위해서는 해도 형태보다는 목록 형태의 메뉴가 사용하기에 편리하다. 따라서 항로표지의 검색을 위해서는 목록 형태의 검색창을 제공하도록 한다. 항로표지의 조회뿐 아니라 관련 정보를 수기로 입력해야 하거나, 내용을 수정이 필요할 수 있다. 검색창을 통하거나 해도 상에서 특정 항로표지를 선택하여 상세 조회 시 수정을 할 수 있도록 메뉴를 추가할 것이다. 관리를 위하여 관련 이력은 모두 데이터베이스에 저장한다.

또한, 표준 관리운영 시스템은 항로표지에 등명기가 설치되었을 경우 이를 켜기, 끄기 등의 간단한 제어가 가능하도록 운영하고 있으므로, 제안하는 시스템의 상세 정보 조회에 해당 기능을 추가할 예정이다.

3.5 시뮬레이션 기능

2장에서 항로표지 시뮬레이터를 소개하였다. 제안하는 플랫폼의 시뮬레이션 기능은 항로표지 시뮬레이터의 기능을 간소화하고 실시간으로 수집되는 현실의 데이터를 이용하여 현실에 유사한 시뮬레이션을 수행할 수 있는 것이다. 항로표지 시뮬레이터와의 가장 큰 차이는 기상 및 항로표지의 실시간 데이터가 반영되는 것과 배후광을 고려한 것이다. 항로표지 시뮬레이터에서는 항로표지, 선박, 지형, 항만 등의 형상 및 선박의 운동 특성까지 자세하게 모델링하였다. 또한, 부표류는 계류 장비를 통해 고정되며, 조류나 바람에 의하여 이동한다. 시뮬레이터에서는 이를 고려한 부표의 이동 가능 반경 또한 모델링하였고 시뮬레이터 운영 시 적용이 가능하다. 시뮬레이션이 매우 자세하게 구성된 것은 장점이지만, 이를 구현하기 위한 시스템의 규모가 커서 사용자가 쉽게 접근하기 어렵다. 즉, 구축 비용이 많이 소요되므로 여러 장소에 설치하기 어렵고 설치 장소가 한정되어 전국의 사용자가 필요시에 즉각 사용할 수 없는 상황이다.

제안하는 플랫폼에서는 시뮬레이터의 기능은 항로표지의 시인성 계산을 위한 간단한 수식을 적용하여 확인하는 것에 초점을 두고자 한다. 기존 시뮬레이터와의 가장 큰 차이점은 항만 배후광을 적용하고자 하는 것이다.

시뮬레이션 기능은 전자해도 또는 국립해양조사원에서 배포하는 공공업무 바다지도와 유사한 형태의 사용자 인터페이스를 사용할 예정이다. 제공하는 지도에서 특정 위치와 방향을 지정하면 지형, 인근 항로표지와와의 거리와 방향, 기상 상

태, 항로표지에 설치된 등명기의 밝기, 항만 배후광 등을 고려하여 시인성을 판단한다. 판단 결과는 사용자 인터페이스 내에 팝업창을 이용하여 표출한다. 팝업창에는 사용자가 지정한 위치와 방향에서 모델링한 지형, 기상, 배후광, 항로표지의 시인성을 반영하여 스크린샷 형태의 이미지 파일과 판단 결과를 글자로 안내한다.

위에서 언급한 기능을 개발하기 위해서는 사용자와 항로표지 간의 시인성을 판단하기 위한 판단 근거가 필요하다. 특히, 배후광의 경우 유사한 빔공해 분야에서는 휘도를 측정하여 판단한다. 등명기는 사용 전, 또는 일정 주기마다 광학적 특성에 대해 검사하지만, 광도만 측정한다. 그러나 배후광은 외부환경에 노출된 다양한 광원의 집합체이기 때문에 등명기와 동일한 방법으로 정의할 수 없다. 빔공해의 측정과 배후광 측정의 차이점은 항만배후광이 범위가 크고 먼 거리에서 측정한다고 볼 수 있다.

시스템을 실제 구현하기 위해 아래와 같은 현장 시험 등을 통해 개발할 예정이다. 이를 위해 페터널과 같이 외부광이 없는 공간에서 다양한 등명기를 거리와 광도를 변경하며 휘도를 측정하여 거리에 따른 휘도 변화를 확인한다. 또한 배후광에 대해서도 거리당 휘도를 측정하여 이를 시뮬레이션에 반영할 예정이다. 이를 위해서는 많은 데이터가 필요하나 실제 항만에서 배를 타고 배후광을 측정하기에는 어려우므로, 배후광이 크게 나타난 항만 인근의 육상, 조명이 다수 설치된 대교, 또는 야간에 조명이 밝은 상가지구 등에서 등명기를 같이 동작시키며 배후광의 측정 자료를 수집할 예정이다.

사용자는 현재 상태 또는 항로표지를 변경하였을 때, 시뮬레이션을 수행하고 주야간의 시인성 결과를 받아 배치 업무를 수행할 때 근거자료로 사용이 가능할 것이다.

4. 결 론

항로표지 분야에 디지털 트윈 기술을 적용한 항로표지 관리운영 플랫폼의 개발 방안에 관하여 연구하였다. 항로표지는 해상교통안전에 위해 매우 중요한 분야이지만 항로표지 관리 운영을 위한 시스템의 사용자인터페이스는 대부분 텍스트 기반으로 구성되어 있다. 따라서 일부 항로표지에 문제가 발생했을 경우 이에 대한 영향을 예상하기 어렵다. 항로표지로부터 전달되는 센서 정보를 수집한다. 정보를 수집할 때, 수집되는 데이터의 이상 분석을 통해 사고가 발생하기 전, 전조증상을 감지하고 미리 조치함으로써 장애나 사고로 인한 영향을 최소화한다. 항로표지의 배치는 해당 분야의 전문가의 전문성에만 의존하였으나, 항로표지 시뮬레이션을 통하여 시인성 시뮬레이션을 통해 사용자가 쉽게 확인할 수 있다. 특히 최근 배후광의 영향으로 인한 인식을 저해 문제가 발생하며, 항로표지 시뮬레이터에는 개발 기간이 오래되어 야간 배후광의 영향은 미반영 되었으나 제안하는 시스템에는 이를 반영하여 더 효율적인 항로표지 시뮬레이션이 가능하다. 제

안하는 플랫폼이 현장 적용 시 해상교통안전에 큰 도움이 될 것으로 기대한다.

후 기

이 논문은 2023년도 해양수산부의 재원으로 "23년도 항로표지 장비·용품 등 연구개발사업"의 지원을 받아 수행된 연구임(B0070111000406).

References

- [1] Choi, D. et al.(2020), "A Study on the Application of Digital Twin Technology for Container Terminals", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 44, No. 6, 2020, pp. 557-563.
- [2] ETRI.(2021), "Characterization of digital twin", p. 7.
- [3] Kim, A. et al.(2014), "A Study on the AtoN Operational Software Development for the AtoN Management and the Decision Support of its Placement Planning." Journal of The Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 5, pp. 543-551.
- [4] Kim, Y.(2019), "Smart Aid-toNavigation construction and implementation plan", Korean Institute of Navigation and Port Research, Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research Conference, pp. 9494-9797.
- [5] Lim, H. et al.(2021), "Coastal Management Simulation System using Marine Digital Twin." KSCE 2021 CONVENTION, pp. 183-184.
- [6] Ministry of Oceans and Fisheries(2015), Basic Plan for the Development of the Second Aid-to-Navigation, p. 35.
- [7] Nam, J. et al.(2022), "A Data Factorization Study for the Application of Digital Twin Technology to Container Ports" J. Navig. Port Res. Vol. 46, No.1, pp. 42-56.
- [8] Statistics Korea, Korean Statistical information service (2022), "Status of Aid-to-Navigation, <https://kosis.kr>".
- [9] Yeo, J. et al.(2021), "Design and Development of Management System Standard Software for Aids to Navigation Based on S-201", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 25, No. 12, pp. 1927-1934.

Received 17 November 2023

Revised 12 December 2023

Accepted 03 January 2024