

가상항로표지 최적 배치를 위한 항해 위험도 평가

송은아* · 김광일** · 조기정***

*제주대학교 대학원 석사과정생, **제주대학교 해양산업경찰학과 교수, ***한국항로표지기술원 기술연구소

Assessment of Ship Navigation Risk for Optimal Allocation of Virtual Aids to Navigation

Eun-a Song* · Kwang-il Kim** · Gi-jong Jo***

*Student, Graduate School of National Jeju University, jeju, Korea

**Professor, Department of Marine Industry and Maritime Police, National Jeju University, jeju, Korea

***Korea Institute of Aids to Navigation, Korea

요 약 : 해상에서는 선박의 안전한 항해를 위해 각종 항로 표지가 이용되는데, 과학 기술이 발전함에 따라 환경적 요소 등의 이유로 항로표지를 설치 할 수 없는 지역에서는 가상항로 표지를 필요로 하고 있다. 선행연구에서는 가상항로 표지의 최적 배치를 위해 선박 항해의 물리적 항해 제한 및 항해 장애물요소, 선박 교통 위험도 등을 격자 단위로 파악하였다. 이에 본 연구는 격자별로 나눈 해역의 위험도 지수를 통합하여 통합 위험도 평가 지수를 개발하고자 한다. 이에 요소별 가중치를 설정하고, 레이어를 통합한 뒤 위험도를 산정하여 통계데이터 기반 위험도를 평가하였다. 요소별 가중치 설정을 위해 위험도 레이어 통합 가중치를 설정하였으며, 실제 해역에 적용하여 위험도를 평가하였다.

핵심용어 : 가상항로표지, 위험요소, 위험도평가, 최적배치

1. 서 론

선박의 안전한 항해를 위하여 해상에서는 각종 항로표지가 이용되고 있으나 환경적 요소 등의 사유로 인하여 항로표지를 설치 할 수 없는 지역이 있다. 과학 기술이 발전함에 따라 국제 항로표지 협회(IALA)는 가상항로표지(Virtual Aids to Navigation)를 발전시키고자 이에 대한 지침서 및 권고서를 규정하고 있다.[1] 가상항로표지를 해상에 도입하기 위해서는 선박항해 시 위험요소를 파악하고 안전한 항로로 유도하기 위해 최적 위치에 배치하는 것이 중요하다[2].

선행연구[3]에서는 물리적 항해 제한요소, 항해장애물 요소, 선박 교통 위험도 등 파악하고 각 격자별 위험도 평가 항목을 도출했다. 따라서, 본 연구는 물리적 항해 제한 및 항해장애물 요소, 선박 교통 위험도 데이터 등 통계데이터 기반으로 항해 위험도를 산출하고, 최적항로배치를 위해 요소들을 그리드 격자 기반으로 통합하여 항해위험도를 평가하고자 한다.

2. 해역 위험도 평가지표 산출

해역에서 최적경로 탐색과 항로표지 최적배치를 위해서 해역을 일정길이의 격자 단위로 나누고 각 격자별로 위험도 지수

를 통합하여 통합 위험도 평가 지수를 개발한다. 다음 그림 1은 제안하는 격자별 위험도 통합 및 지수화 구성안을 나타낸다.

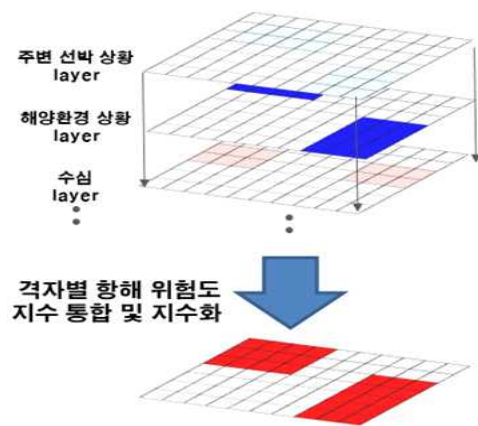


Fig. 1. 제안하는 격자별 위험도 통합 및 지수화 구성안

해역 위험도 평가 알고리즘은 3단계에 의해서 결정한다.

- ① 대상 해역의 격자를 생성하고 초기 위험도 0(안전)을 부여한다.
- ② 물리적 항해 제한 및 항해 장애물 요소 구역 격자에 위험도

* 정회원, c0209@jejunu.ac.kr

** 정회원, kki@jejunu.ac.kr

*** 정회원, jgj@katon.or.kr

1(매우위험, 항해불가)을 할당한다.

③ 나머지 격자에 대하여 통계 데이터 기반 해역 항해 위험도 부여 (0~1 범위)한다.

아래의 모델 식에 의해서 항해장애물 레이어, 물리적 항해제한 위험도 레이어, 해역 통계기반 위험도 레이어 통합 가중치를 설정하였다.

$$R_{[i,j]}^{static} = T_{[i,j]} \times W_t + CR_{[i,j]} \times W_{cr} + E_{[i,j]} \times W_e$$

*** 여기서 레이어의
지수값($R_{[i,j]}^{static}$, $T_{[i,j]}$, $CR_{[i,j]}$, $E_{[i,j]}$)은 각각 0과 1사이
범위이며, 레이어 통합 가중치(W_t , W_{cr} , W_e)의
합은 1임.

④ 선박이 대상항로상에 근접 한 경우 실 교통량 및 해양환경 데이터를 반영하여 기존에 할당된 값을 교체한다.

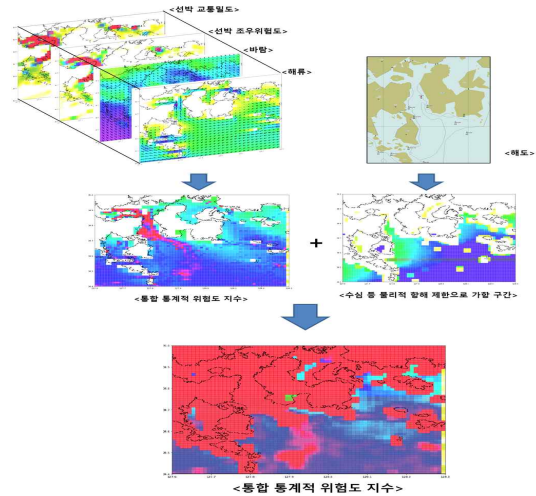


Fig. 2 통계데이터 기반 해역 위험도를 평가하는 과정

3. 통계데이터 기반 실제 해역 적용 실험

2019년 여수해역의 선박항적, 수심, 조류, 해양환경 데이터를 이용하여 격자별 해역 위험도를 구현해 보았다.

항로표지 기술원이 제공하는 격자별 수심 자료를 분석하고, 전자해도 object의 boundary 정보를 활용하여 지형 요소 및 해상 장애물 요소의 위험도를 산출하였다.

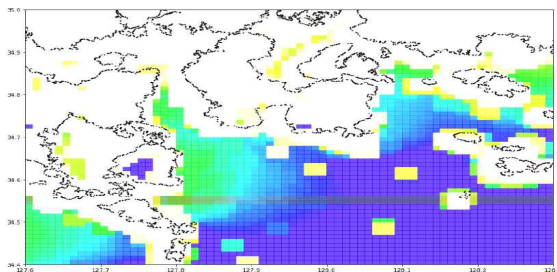


Fig. 1 지형요소 및 해상장애물 데이터 적용 결과

선박 통항로가 아닌 구역은 선박의 통계적 항해 분포를 이용하여 산출하였으며 선박 항행과 같은 방향이면 +, 선박 항행과 반대 방향이면 - 값을 부여하였다.

과거 어선이 밀집한 구역에 대한 격자 정보를 통해 조업하는 어선군의 구역을 구현하였으며, 해상작업선박은 방제, 수색 등의 선박 자료가 없어 구현이 불가능하므로 정박지 부근에 정박하고 있는 정박선박 고려하였다.

4. 통계데이터 기반 실제 해역 위험도 평가 결과

통합 통계적 위험도 지수 레이어와 앞서 추출한 물리적 항해 불가능한 구역에 대한 레이어를 통합하여 통합 통계적 항해 위험도 격자를 생성하였다. 여기서 물리적 항해가 불가능한 구역은 위험도가 1로 통합되어 통계적 위험도 지수에서도 항해가 불가능한 지역으로 표시된다.

5. 결 론

본 논문에서는 격자별로 나눈 해역의 물리적 항해 제한 및 항해 장애물 요소, 선박 교통밀도, 선박 조우통계, 해양환경요소 데이터를 분석하고 위험도를 산출하였으며 각각의 레이어를 통합하여 통계기반 위험도 레이어를 구현하였다. 향후 연구에서는 전문가 자문, 공식 안정성평가(FSA), 설문조사(AHP)등의 기법으로 객관적이고 정확한 각 요소별 가중치를 결정하고자한다. 또한, 실시간 해역 위험도를 산출하고 이 레이어를 통합 통계적 위험도 지수 레이어와 통합하여 최단 경로 탐색 알고리즘을 구현해 가상항로표지 최적배치에 적용하고자 한다.

Acknowledgement

이 논문은 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2019R1A6A1A10072987) 과 한국항로표지기술원의 지원을 받아 수행된 가상 디지털 항로표지 서비스 항로표지 배치 연구개발용역임.

참 고 문 헌

[1] International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities(IALA), Virtual Aids to Navigation, IALA Guideline No.1081, 2013.

[2] Z. Du, S. Zhang, G. Peng et al(2011), "An AtoN navigation-aids information distribution system". Shanghai Haishi Daxue Xuebao, Vol. 32, No. 1, pp. 35-39, 2011.

[3] Eun-a Song, Kwang-il Kim et al(2020), "Development of Ship Navigation Risk Assessment Indicators for Optimal Placement of Virtual Aids to Navigation" Proceedings of KIIS Spring Conference 2020 Vol. 30, NO. 1. pp 187-188, 2020.