

# 원격지에서의 비상상황 조기 식별을 위한 항적 데이터 기반 연구

김혜진 · 최진우\* · 박정흥\*

\*,† 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

**요 약** : IMO MASS CODE가 활발하게 개발되고 있으며, 원격운영센터(ROC)에 대한 용어, 개념, 임무 등에 대한 논의가 진행되고 있다. 자율운항선박이 원격제어, 무인제어 등의 단계로 발전하기 위해서는 원격지에서의 자율운항선박에 대한 상황 모니터링이 지속되어야 하고, 비상상황을 선제적으로 대응할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 원격지에 대한 비상상황 식별을 위해 항적 데이터를 기반으로 DB 구축 및 알고리즘 개발을 수행하였고, 이를 원격운영자의 관점에서 프로토타입으로 기능 구현을 시도하였다. DB 및 알고리즘간 연계와 물표 데이터 수신 및 처리 등을 실시간으로 수행하여 다각적인 모니터링 및 잠재된 비상상황에 대한 알람 기능 등을 개발하였다. 본 시스템은 울산해역을 대상으로 개발되었으며, 향후 성능 평가를 통해 고도화할 예정이다.

**핵심용어** : 자율운항선박, 원격 모니터링, 비상상황인식, 항적 분석, 위험 알람

## 1. 서 론

자율운항선박의 운항 난이도는 연안 및 항만 구역에서 높아진다. 자율운항선박이 4단계 무인화에 도달하기 위해서 교통 밀집도가 높은 연근해 및 항내 구역에서의 교통 안전이 확보되어야 한다. 무인화 단계에서도 원격운영센터에서의 상시 모니터링은 유지되어야 하고 비상상황에 대한 선제적 조치가 가능해야 한다. 본 연구는 항만 인근의 해역을 운항하는 자율운항선박의 원격운영센터(ROC:Remote Operation Center)에서 비상상황 및 위험상황을 조기에 식별하기 위한 원격 상황 모니터링 시스템 개발을 목표로 수행되었다. 원격제어센터에 수집되는 AIS 기반 물표 정보를 이용하여 항적 기반의 상황 식별을 위한 요소 기술들을 개발하고 운영 측면을 고려하여 프로토타입 시스템을 개발하고자 한다.

## 2. 항적 기반 확률 맵 DB 생성

대상해역에 대한 장기간 수집된 AIS 데이터를 기반으로 항해 패턴 데이터베이스를 구축하고 이를 위치 확률 분포 맵 생성을 통해 연안 선박의 정상 거동 여부를 평가할 수 있다. 장기간 수집된 AIS 데이터를 전처리하여 위치, COG, SOG 등의 계층 DB를 구축하기 위한 모듈을 개발하였다.

울산항 인근 해역 내에서 실제로 유효한 데이터만을 DB에 반영하기 위해 영역이 정의되는 위치 좌표들을 직접 경계 처리 정보로 적용하여 관제 영역 밖의 정보들은 모두 DB 생성 절차에서 배제하였다. 또한, 정상 상태로 운항하는 선박들의 위치 및 운동 데이터 위주로 반영하기 위해 정지 및 정박된 선박

들의 데이터도 모두 배제하였다.

본 연구에서는 COG의 방향 특징 변별성을 떨어뜨리지 않으면서 충분한 데이터 수로 통계적 특성을 얻을 수 있는 격자 크기로써 300미터를 설정하였다. 항해 패턴 DB 생성에 사용되는 AIS 데이터들이 모두 정상 거동 데이터라면, 적절한 크기의 국소 격자 공간 내 운동 데이터는 가우시안 분포를 따른다고 가정할 수 있다. 이를 바탕으로 한 국소 격자 공간 내에 충분히 많은 수의 데이터가 주어졌을 때, SOG와 COG 정보를 각각의 가우시안 랜덤변수(Gaussian random variable)로 정의하였다. 항해 패턴 DB에 등록되는 SOG 속성은 각 국소 격자 내부에 속하는 데이터에 정합(Fitting)된 가우시안 분포의 평균(Mean)과 표준편차(Standard deviation)로 표현된다.

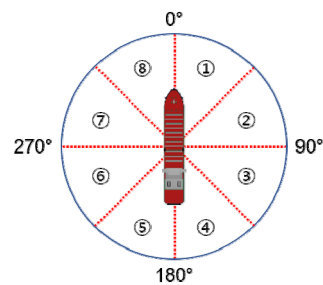


그림. 1 COG 속성 표현을 위한 방위 공간 분할개념도

COG 속성은 그림 1과 같이 국소 격자 내부의 방위 공간(Orientation space)을 8방향(45° 간격)으로 분할하고 각 세부 공간에서 정합된 가우시안 분포의 평균과 표준편차로 정의하였다. ...(중략)...

## 3. 항로 예측 기반 위험 구역 식별

† 교신저자 : 정희원, hjk@kriso.re.kr

자율운항선박 주변 타선에 대한 항로 예측을 통해서 선박간 잠재된 위험 영역을 식별할 수 있다. 본 연구에서는 울산항 인근 AIS 데이터를 시퀀스 분류하여 학습 데이터를 생성하고 학습을 통해 통행패턴을 반영한 학습 네트워크를 구축하고 일부 과거 경로를 바탕으로 미래 경로를 예측하였다. ..(중략)...

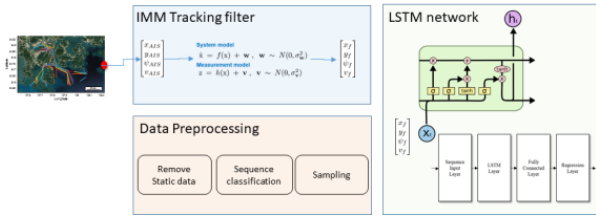


그림. 3 추적 필터를 적용한 학습 네트워크 프로세스

위험 구역 산출을 위해서 항로 예측 기반 충돌위험영역 식별 모듈을 개발하였다. 타선의 항로를 예측하고 계획된 자신의 운항 계획과 비교를 통해서 충돌위험영역을 식별하였다. ..(중략)...

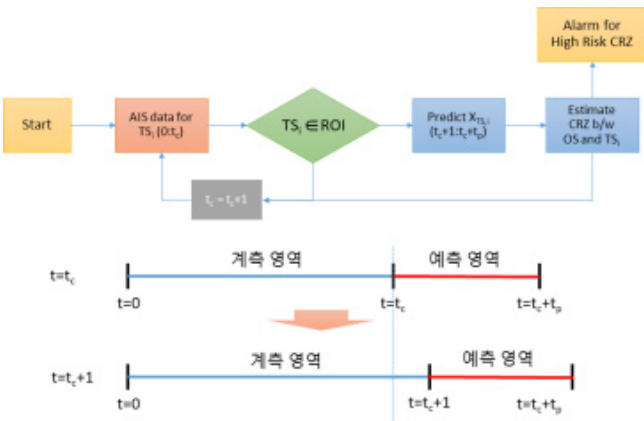


그림. 4. 실시간 항로 예측 기반 충돌위험영역 산출 프로세스

#### 4. 운영 시스템 요구 분석

항적 기반 확률 DB 및 위험구역 산출 알고리즘을 연동하여 원격제어센터에서 운영 가능한 시스템을 개발하기 위해서 운영 시스템에 대한 요구사항 분석을 수행하였다. 연구대상 해역을 고려하여 울산항해상교통관제사를 대상으로 원격제어지원을 위한 상황인식 요구 기능을 도출하고 이를 토대로 시스템 기능을 정의하였다.

원격제어지원을 위한 운영 시스템의 기능으로는 크게 모니터링 측면과 비상상황 알람 측면으로 구분되었다. 모니터링 측면에서 요구되는 기능은 전자해도 상에서의 선박 위치 가시화, 선종별, 기간별, 시간대별 항적 조회, 항로 예측 결과 표출, 위치 표출 장치(AIS, VPASS 등)별 위치 표출, 타선과 충돌위험도, 위험해역정보, 자선 비상상태 표출, 위험선박의 이상 항적, 좌초 상황 정보 표출 등이 도출되었다. 원격제어자에게 필요한 비상상황 알람 기능으로는 충돌 위험의 1~3단계 알람 및 ACQ 여부

체크, 위험 순위별 정보 표출 및 가시화, 자선과 타선의 충돌위험을 DCPA 기본 색상/숫자/소리 알람, AIS 소실 알람, 자선-타선 이외 조우가 예상되는 주변 상황 알람 등이 식별되었다. ..(중략)...

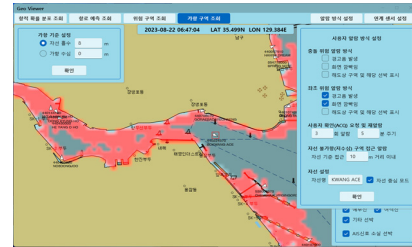


그림. 5 좌초 위험 가시화 예시

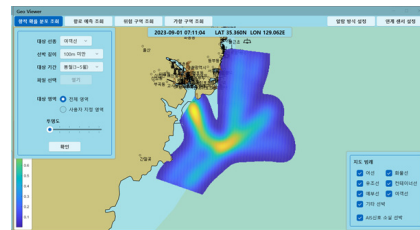


그림. 6 확률 맵 가시화 예시

### 5. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 자율운항선박의 원격 상황인식 시스템 개발을 위해 울산해역의 AIS 장기 데이터를 수집하고 이를 기반으로 비상상황 조기 식별을 위한 항적 데이터 기반 연구를 수행하였다. AIS 데이터 기반 계층형 확률 맵을 DB로 구축하고, 항로 예측 기반 위험 구역 산출, 조위를 반영한 좌초 위험 구역 산출 등의 모듈을 개발하고 이를 운영자 관점의 요구 분석을 반영한 프로토타입 개발을 수행하였다. 향후 프로토타입 시스템에 대한 사용성 평가 및 실험적 적용을 통해 기능 및 알고리즘 고도화를 수행할 예정이다.

### 후 기

본 논문은 2023년도 해양수산부 및 해양수산과학기술진흥원 연구비 지원으로 수행된 '자율운항선박 기술개발사업 (20200615)'의 연구 결과입니다.

### 참 고 문 헌

[1] 오재용(2018), AIS 데이터 분석을 통한 이상 거동 선박의 식별에 관한 연구, 한국항해항만학회지 42권 4호, pp. 277-282.  
 [2] VT Explorer, AIS Ship Types, <https://api.vtexplorer.com/docs/ref-aistypes.html>.  
 [3] D. W. Scott, Multivariate Density Estimation: Theory, Practice, and Visualization, John Wiley & Sons, 2015