

자율운항선박의 비상상황인식을 위한 경로예측 기반의 충돌위험영역 식별 기술의 기초 연구

최진우* · 박정홍* · † 김혜진

*,† 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

요 약 : 본 논문에서는 자율운항선박의 육상 관제 및 원격제어를 위해, 자율운항선박의 비상상황인식 기술 개발에 대한 기초연구를 수행한다. 자율운항선박 주변의 타선들의 이동 경로를 예측하고 이에 따라 자선의 이동경로와 비교하여, 충돌위험 영역을 식별함으로써 비상상황 인식이 가능하도록 한다. 먼저, 타선의 이동경로 예측을 위해서는 선박자동식별시스템 AIS 정보를 바탕으로, 해당 해역에서의 통항패턴을 분석하고 이를 기반으로 타선의 특정 시간 동안의 이동 경로를 예측한다. 예측된 타선의 이동경로와 함께 자선의 이동경로를 비교 분석함으로써, 최근접점 및 최근접점 거리 정보 기반의 충돌위험영역을 식별한다. 식별된 충돌위험영역의 위험도에 따라 육상 관제센터에서는 원격 제어를 통한 위험상황 회피가 가능하도록 활용할 수 있다. 제안된 방법은 AIS에서 얻어지는 실제 항적 데이터를 이용하여 초기 결과를 검증하였다.

핵심용어 : 자율운항선박, 비상상황인식, AIS, 항적 분석, 원격제어

1. 서 론

최근 4차 산업혁명이라는 개념의 등장과 함께, 선박 분야에서 자율운항선박에 대한 관심이 커지고 있다. 자율운항선박 관련 기술은 유럽 국가들의 산학연 공동연구를 중심으로 지속적으로 발전해오고 있다. 국내에서는 스마트십이라는 형태의 디지털화된 선박 기술의 개발이 진행되어왔으며, 대형조선사들에서 개별적인 연구개발을 수행해 오고 있다. 2020년도부터는 산업통상자원부와 해양수산부에서 공동으로 자율운항선박 기술개발사업을 추진함으로써, 자율운항선박 핵심 기술의 개발에 힘쓰고 있다.

자율운항선박은 기본적으로 탑재된 센서 및 이를 이용한 지능형해 알고리즘을 통해 타선을 포함한 해상장애물을 인식하고 이를 회피하는 안전운항이 이루어져야 한다. 뿐만 아니라, 육상 관제센터에서는 자율운항선박의 전반적인 상황을 모니터링하고 필요시 원격제어를 수행할 수 있다. 특히, 충돌위험 상황 등을 사전에 예측하여 필요시 원격 운용자의 개입을 통한 위험상황 회피가 필요하다.

본 연구에서는 이러한 자율운항선박의 원격제어를 위한 비상상황인식 기술에 대한 기초연구를 수행한다. 자율운항선박의 주변에서 운항 중인 타선의 이동경로를 예측하고[1], 이를 바탕으로 자선과의 충돌위험 정보를 획득할 수 있도록 한다[2]. 먼저, 타선의 이동경로 예측을 위해서는 운항중인 해역의 통항패턴을 분석하고 이에 대한 학습 모델을 생성하여, 항적정보를 바탕으로 현재 운항중인 타선의 이동경로를 예측한다. 이 때 선박의 항적정보 및 현재 운항중인 타선의 정보는 주기적으로 수신되는 선박자동식별시스템(AIS, Automatic Identification System) 정보를 이용한다. 다음으로, 충돌위험

정보의 산출을 위해서는 예측된 타선의 이동경로와 함께 자선의 이동경로를 토대로, 최근접점(CPA, Closest Point of Approach)과 최근접점 거리(DCPA, Distance to CPA) 정보를 추정한다. 예측된 경로의 불확실성을 고려하여 이에 따라 얻어지는 최근접점들의 정보를 바탕으로 2차원 공간상에서의 충돌위험영역을 산출한다. 이렇게 얻어지는 충돌위험영역 정보는 원격 운항자가 자율운항선박의 위험 정보를 가시적으로 확인하고, 원격 제어를 통한 개입의 여부를 판단할 수 있는 근거로 활용할 수 있도록 한다.

2. 비상상황인식 모델

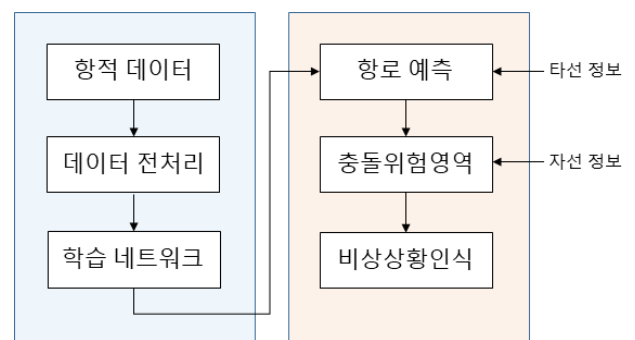


그림 1 자율운항선박 비상상황인식 구조

본 연구에서 제안된 자율운항선박의 비상상황인식 모델은 그림 1의 구조로 처리된다. 전체적으로 2단계의 내용으로 구성되며, 첫 번째 단계에서는 항적 데이터 기반의 항로 예측 모델 생성이 이루어지며, 두 번째 단계에서는 타선의 항로 예측

† 교신저자 : hjk@kriso.re.kr

을 기반으로 한 충돌위험영역 산출이 이루어진다.

2.1 항로 예측 모델 생성

항로 예측 모델은 대상이 되는 항내에서의 누적된 항적 정보를 이용하여, 학습 네트워크를 구축한다. AIS 데이터는 선박의 고유식별번호와 함께 다양한 정적, 동적 정보를 제공한다. 하지만 정보의 송신 주기가 가변적이며, 선박의 항로 예측에 필수적으로 필요한 대지속도, 침로 정보 등이 제공되지 않는 선박들이 존재한다. 이를 해결하기 위해, 본 연구에서는 AIS 원데이터를 이용하여 추적필터를 적용하여 데이터의 전처리와 함께, 항로 예측에 필요한 추가 데이터를 생성한 후, 장단기메모리(LSTM, Long Short-Term Memory)의 학습을 이용한 항적 학습 네트워크를 생성한다.

2.2 충돌위험 영역 산출

항적 정보를 이용한 학습 네트워크는 해당 해역에서의 통행패턴을 반영한다. 이를 이용하여, 현재 운항 중인 선박의 정보를 학습네트워크에 적용함으로써, 해당 선박의 향후 항로를 예측할 수 있다. 이렇게 예측된 선박의 향후 항로와 자선의 운항 계획 정보를 바탕으로 예측 시간별 상대 거리 정보 및 최근접점을 산출할 수 있으며, 최근접점들의 조합을 이용하여 임의의 상대 거리 이내에 부합되는 최근접점 영역을 산출하여 이를 충돌위험영역으로 정의한다. 이렇게 얻어진 충돌위험영역은 비상상황인식 기술의 근거 정보로 활용된다.

3. 초기 실험 결과

본 연구에서 제안된 항적 정보 기반 항로 예측 및 충돌위험영역 산출의 초기 검증을 위해, 울산항의 AIS 정보를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 3일간 획득된 AIS 정보를 이용하여 LSTM 기반의 학습네트워크를 구축하였으며, 학습에 사용되지 않은 선박 정보에 대하여 항로 예측을 수행하였다.

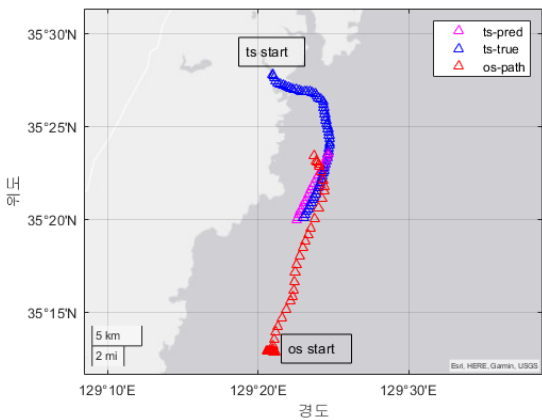


그림. 2 예측된 타선의 항로 및 자선의 항로

그림 2는 AIS 데이터를 통해 얻어진 선박의 실제 이동 경로 및 예측된 이동 경로를 보여준다. 전체 60분의 시간에 대

해, 40분간의 정보를 바탕으로 향후 20분에 대한 이동 경로를 예측한 결과이다. 분홍색 삼각형으로 표시된 예측 경로가 과란색 삼각형으로 표시된 실제 이동 경로와 매우 유사하게 얻어진 것을 확인할 수 있다.

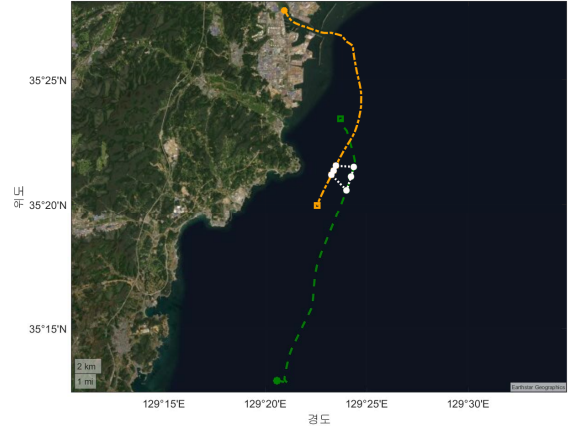


그림. 3 예측 경로로부터 산출된 충돌위험영역

그림 3은 예측된 이동 경로를 바탕으로 남쪽에서 북쪽으로 자선이 이동하였을 때, 해당 선박과의 충돌위험영역을 산출한 결과이다. 실제 이동경로가 중첩되는 시점에서 충돌위험영역이 산출되며, 이를 바탕으로 위험 경고 및 원격제어를 통한 사전 회피의 활용 근거로 적용할 수 있다.

4. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 자율운항선박의 원격관제 및 제어를 위한 비상상황인식 기술에 대한 연구를 제안하였다. 제안된 방법의 검증을 위해 더욱 다양한 선박에 대한 항로 예측 정확도 확인이 필요할 것이다. 또한 도출된 충돌위험영역을 바탕으로 비상상황 경고를 위한 정량적 수치에 대한 설정을 위해 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

후 기

본 논문은 2022년도 해양수산부 및 해양수산과학기술진흥원 연구비 지원으로 수행된 '자율운항선박 기술개발사업 (20200615, 자율운항선박 육상제어 기술개발)'의 연구결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] 최진우(2021), AIS 항적 데이터 분석에 따른 원격 비상상황 인식 기술 개발의 기초 연구, 한국항해항만학회 춘계학술대회.
- [2] 박정홍(2021), AIS 항적 데이터 기반 선박의 충돌 위험 영역 예측에 관한 기초 연구, 한국항해항만학회 추계학술대회.