

자율운항선박의 입출항 항해 지원을 위한 경로 생성 알고리즘의 프레임워크 설계

박정홍* · 강민주** · † 김혜진

*,**,† 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

요 약 : 본 연구에서는 자율운항선박이 항만시설 중 정박구역이나 정박지를 항행하는 과정에서 정박 및 묘박 중인 선박들과의 예기치 못한 충돌 사고를 예방하며 안전하게 항행하기 위한 경로 생성 연구를 수행하고 있다. 정박구역과 같은 고밀집 영역 내 정박 또는 묘박 중인 선박들의 안전을 고려하여 자율운항선박의 경로를 생성하는 알고리즘을 설계하는 과정에서 필수적으로 고려되어야 하는 핵심 요소들을 식별하였다. 또한, 식별된 핵심 요소들을 알고리즘에 반영함과 동시에 자율운항선박의 항해 지원 적용 가능성을 검증하기 위한 알고리즘의 프레임워크를 설계하였다. 프레임워크 내 각 모듈별 관계와 모듈별 입력력 정보의 흐름을 체계화하였으며, 모듈들의 기능적 요소를 포함한 주요 성능을 검증하고자 모의 환경 구축을 위한 요소 모듈들을 식별하였다. 이를 기반으로 고밀집 영역 내에서 충돌을 회피하기 위한 경로 생성 알고리즘의 설계 방향성을 제안하였다.

핵심 용어 : 자율운항선박, 정박구역, 정박지, 경로 생성, 시뮬레이션 프레임워크

1. 서 론

최근 항만의 자동화 및 디지털화를 위한 기술들이 활발히 개발되고 있는 실정이며, 스마트화된 항만의 운용 범위 확대를 위해 자율운항선박과 연계를 위한 기술 개발의 필요성이 부각되고 있다. 개발 기술들의 최종 목표는 사람의 개입없이 완전한 무인화 및 자율화지만, 실질적으로 기술이 구현되기까지는 많은 시간이 소요된다. 특히, 적극적인 자율운항선박 기술 개발에도 불구하고, 항만 내에서 단시일 내 완전 자율운항이 가능한 선박이 운항하기 보다는 원격으로 관제되고 제어되는 선박들과 기존 유인 선박들이 동시 운항되는 상황이 일정기간 동안 유지될 가능성이 높다(박정홍, 2021). 이와 같은 이유로, 육상 관제 및 제어되는 선박의 안전한 항해를 보장하기 위해서는 항행하는 해역의 항행 수칙을 준수하며, 동시에 충돌과 같은 예기치 못한 사고를 예방하는 안전한 경로 정보 제공이 필요하다.

본 연구에서 개발 중인 자율운항선박의 안전한 항해 지원을 위한 경로 생성 알고리즘은 자율운항선박이 항만이나 항구 내 입출항하는 과정에서 정박 및 묘박 중인 선박들의 밀집도가 높은 정박지와 같은 영역을 항행하는 상황에 적용하고자 한다(이진석, 2021). 통상적으로 선박들이 항행하는 항로 상에서의 기본적 항해 규칙은 국제해상충돌예방규칙(COLREG)에 의거하여 항해하지만, 밀집도가 높은 상황에서 여러 척의 선박과 동시 조우하는 상황에서는 상기 규칙을 일차적으로 적용하는데 한계가 있다. 따라서, 정박구역이나 정박지 내에서 항행 규

칙의 적용 및 미적용 상황들에 대한 구체적 상황 분류가 필요하므로, 울산항 인근 정박지 내에서 항행하는 선박들의 운항 패턴을 분석하여 항행 수칙 수립하고, 이를 경로 생성 알고리즘에 반영해야 한다. 항행 상황에 따라 요구되는 정보들을 반영하여 자율운항선박의 항해 지원을 위한 경로 생성 알고리즘의 주요 모듈들을 체계화하여 구성하였다. 그리고 개발 알고리즘의 적용 가능성과 타당성을 검증하기 위해 알고리즘의 프레임워크를 설계하여, 개발할 알고리즘의 구체적 설계 방향성을 제안하였다.

2. 경로 생성 알고리즘의 프레임워크 설계

개발 알고리즘의 프레임워크는 크게 다섯 가지의 모듈로 구성하여, 구성도는 그림 1과 같다.

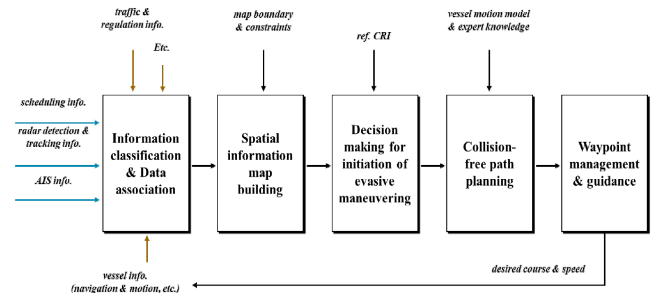


그림. 1 시뮬레이션 프레임워크의 모듈 구성도

† 교신저자 : 정희원, hjk@kriso.re.kr
* jeonghome@kriso.re.kr
** mj@kriso.re.kr

첫 번째 모듈은 자율운항선박의 항해 지원을 위한 시스템에서 수신 가능한 정보들을 식별하였고, 식별된 정보 간의 연관성을 분석하는 모듈이다. 특히, 육상관제소에 설치된 레이더를 통해 탐지 및 추적된 객체의 운동정보와 선박자동식별시스템(AIS, Automatic Identification System)에서 수신한 정보들 통해 동일 객체임을 식별하는 과정이 포함된다. 그리고 자율운항선박의 운항 정보와 앞에서 언급된 운항 해역에 따른 항행 수칙 정보를 반영하는 모듈이다. 두 번째 모듈에서는 전자해도에서 제공하는 주요 항로 및 방파제 위치 등의 공간적 정보를 생성한다. 세 번째 모듈에서는 첫 번째 및 두 번째 모듈에서의 산출된 정보들을 토대로 접근하는 선박이나 정박 또는 묘박 중인 선박 간의 충돌 위험을 산출하여, 피항 개시 시점을 결정한다. 네 번째 모듈에서는 피항이 개시되면, 자율운항선박의 운동 특성과 특정 영역 내에서의 항행 수칙을 고려한 충돌 회피 경로를 생성한다. 마지막 모듈에서는 생성된 경로에서 자율운항선박의 운항 가능한 영역 내에 위치한 경유점들을 선정하고, 이를 추종하기 위한 침포 및 속도 정보를 산출한다. 이렇게 5가지의 모듈 간 데이터가 유기적으로 연계될 수 있는 프레임워크를 구현하였다.

3. 모의 환경 구축을 위한 요소 모듈 설계

본 연구에서 제안한 경로 생성 알고리즘의 실제적 적용 가능성과 타당성을 타진하기 위해 설계한 시뮬레이션 프레임워크 기반의 모의 환경을 구축하였다. 울산항을 대상 해역으로 선정하고, 주요 항구로 연결되는 항로 및 정박구역에 대한 사전 정보를 토대로 그림 2와 같이, 공간 정보를 생성하였다.

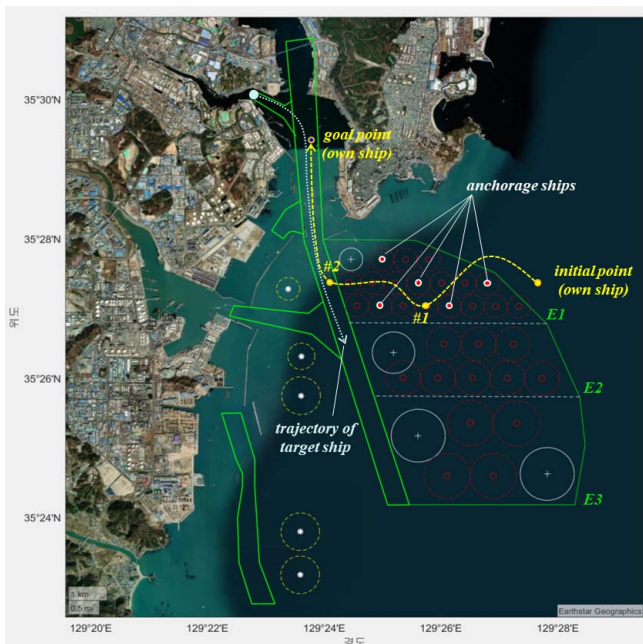


그림. 2 알고리즘의 주요 기능 및 성능 검증을 위한 모의 환경 구축 예시(초안)

개발 중인 알고리즘과 프레임워크의 적용 가능성을 검증하기 위해 구축한 모의 환경은 크게 네 가지의 모듈로 구성하였다. 먼저, 자선에 해당하는 자율운항선박의 초기 및 목표 운항 조건들을 선정하고, 운항 조건에 따라 자율운항하는 모듈이 설계되었다. 두 번째로는 정박구역 및 정박지 내에 선박 위치를 임의로 선정하고, 관리하는 모듈이 설계되었다. 그리고 대표 항로인 제1항로나 제3항로 내에서 임의의 조건으로 운항하는 선박을 모사하는 모듈과 정박구역 및 정박지 내에 위치한 선박의 운항 특성을 반영하기 위해 바람, 조류, 파도 등의 환경적 요인과 정박을 위한 앵커 튜브 거리 등의 공간적 요인을 모사하는 모듈을 추가할 계획이다. 이와 같은, 모듈들을 구현하여 모의 환경을 구축하고, 개발 중인 알고리즘의 주요 기능들을 검증하는데 활용할 계획이다.

4. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 정박구역이나 정박지와 같은 선박들의 밀집도가 높은 영역 내에서 자율운항선박이 정박 및 묘박 중인 선박들과의 예기치 못한 충돌 사고를 방지하기 위해 안전한 경로를 생성하는 연구를 수행하고 있다. 고밀집 영역 내에서 운항하는 자율운항선박의 안전한 경로를 생성하는데 필수적으로 요구되는 알고리즘 설계의 방향성을 제시하였다. 그리고 핵심 요소들을 반영한 모듈들을 체계적으로 구성한 프레임워크를 설계하였으며, 제안한 프레임워크를 검증하기 위해 모의 환경 구축에 필요한 요소 모듈들의 일부 기능들을 설계하였다. 추후에는 정박구역 및 정박지 내에서 항행하는 선박들의 운항 패턴을 분석하여, 자율운항선박에 적합한 운항 수칙을 정립할 계획이다. 그리고 항행 규칙과 운항 수칙을 반영한 알고리즘을 구현하여, 구축할 모의 환경에 적용할 계획이다.

후 기

이 논문은 2022년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(스마트항만-자율운항선박 연계기술 개발-1525012520).

참 고 문 헌

- [1] 박정홍(2021), AIS 항적 데이터 기반 선박의 충돌 위험 영역 예측에 관한 기초 연구, 한국해양학회 춘계학술대회.
- [2] 이진석(2021), 정박지 통항선박의 충돌위험 모델 개발을 위한 기초연구-정박지 통항선박의 안전, 해양환경안전학회지 27권 1호, pp. 67-73.