

문제정의서 (연구개발계획서)

프로젝트명	해상교통 빅데이터 분석 및 머신러닝을 활용한 선박 이동 예측 모델 개발
-------	---

조	2 조
지도교수	김경섭 교수님 (서명)
조원	202000826 김연범 202102925 이한을

1. 연구개발의 배경 및 필요성

1. 연구개발의 배경

해상교통은 세계 무역의 90% 이상을 차지하는 중요한 물류 수단으로, 선박 이동의 안정성과 효율성 확보는 필수적이다. 최근 글로벌 해운 산업은 디지털 전환을 가속화하고 있으며, 특히 AIS 데이터를 활용한 해상교통 빅데이터 분석이 활발히 이루어지고 있다. [1], [2]

국내외적으로 선박 이동 예측 및 충돌 방지를 위한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 특히 국외에서는 해상 교통 데이터 분석을 통해 항로 최적화 및 해양 사고 예방을 위한 모델 개발이 활발하다. [3] 국내에서도 해양수산부 및 한국해양교통안전공단(KOMSA) 등에서 관련 연구를 수행하고 있으나 [4], 머신러닝을 활용한 실시간 선박 이동 예측 및 충돌 방지 시스템은 아직 연구 초기 단계에 머물러 있다. 현재 선박의 경로 예측은 통계적 모델이나 단순 규칙 기반의 접근법이 주를 이루며, 실시간 변동성을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다.

구체적인 사례로 선박운항자의 경우 선박 운항에서의 실시간 항로 변경 및 위험예측의 어려움을 겪고 있고, 항만 관제사의 경우 AIS 기반 예측의 신뢰성이 높지 않아 실시간으로 대응하고 통제하는 데 어려움을 겪고 있다.

2. 연구개발의 필요성

기존의 선박 경로 예측 방법은 정적인 해양 환경을 기반으로 하거나 [5], 단순한 회귀 모델을 사용하는 경우가 많아 복잡한 해상교통 환경에서의 실시간 의사결정을 지원하기 어렵다. 특히, 해양 사고의 주요 원인 중 하나인 선박 간 충돌은 예측의 정확성과 신속성이 핵심이며, 이를 위해서는 대량의 AIS 데이터를 효과적으로 분석하고 머신러닝 기반으로 선박의 이동 경로를 예측하는 기술이 필수적이다.

본 연구개발을 통해 머신러닝을 활용한 선박 이동 예측 모델을 개발함으로써, 해양 안전성 향상 및 선박 운항 효율 개선을 도모할 수 있다. 또한, 대규모 해상교통 데이터를 활용하여 실시간으로 선박의 이동을 예측하고, 선박 간 충돌 위험을 사전에 감지하는 시스템을 구현함으로써 해양사고를 효과적으로 방지할 수 있다. 이는 해운 산업의 경쟁력을 높이는 동시에 환경 보호 및 경제적 손실 감소에도 기여할 것이다.

따라서, 본 연구개발 과제는 기존 선박 이동 예측 모델의 한계를 극복하고, 해상교통의 안전성과 효율성을 극대화하기 위해 반드시 필요한 연구이며, 해양 빅데이터 분석과 머신러닝 기술의 융합을 통해 해양산업의 디지털 혁신을 주도할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발 목표

본 연구는 AIS 데이터를 기반으로 항로 예측 모델을 개발하여 예측 가능한 해상교통 시스템에 이바지하고, 나아가 선박 간 충돌 위험을 감소 및 해상 교통사고 예방에 일조하는 것을 목표로 한다.

2. 연구개발 내용

본 연구의 주 내용은 AIS 데이터를 기반으로 실시간 선박 이동 경로를 예측하고, 나아가 이를 활용해 충돌 위험 감지 시스템을 구축하는 것이다. 우선, 대규모 AIS 데이터를 수집 및 전처리하여 이상치를 탐지한다. 선박별 운항 패턴 및 항로 특징을 학습한 후, 강화학습을 기반으로 선박 이동 경로를 예측하는 모델을 개발한다. 나아가 주변 선박과의 거리 및 방향을 계산한 후, 위험요소를 판별해 충돌 위험을 판단하고, 이를 사용자에게 경고하는 충돌 위험 감지 기능을 구축한다.

추가적으로, 충돌 위험 발생 시 안전한 대체항로를 계산해 운항자에게 제공하는 기능을 구현한다.

3. TO BE 계획

본 연구에서 달성하고자 하는 시나리오는 다음과 같다.

<출항전> 선박 운항자가 AIS 예측 시스템에 로그인→ 출항지, 목적지, 출항 시간 입력 → 모델이 적절한 항로를 예측해 제시 → 운항자는 추천 항로를 확인하고 수정/확정

<항해중> 선박의 위치, 속도, 방향, 시간 정보를 실시간으로 AIS 데이터 전송 → 주변 선박 or 위험요소에 접근 시 충돌 위험 알고리즘 작동 → 위험도가 기준 이상일 경우: “충돌 위험 감지!” 경고 메시지 출력
→ 관제센터에 보고 → 대체 항로 제안

3. 연구개발의 추진전략 및 방법

1. 연구개발 추진전략

본 연구개발은 해상교통 빅데이터와 머신러닝 기술을 결합하여 실시간 선박 이동 예측 및 이를 활용한 충돌 방지 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 다음과 같은 추진전략을 수립하고자 한다.

1.1 단계별 개발 전략

가. 데이터 인프라 구축 및 정제

- 1) AIS 데이터 수집 및 전처리 자동화
- 2) 이상치 탐지 및 데이터 정제 프로세스 구축

나. 머신러닝 기반 선박 이동 예측 모델 개발

- 1) 강화학습 기법을 활용한 예측 모델링
- 2) 실시간 데이터 스트리밍을 고려한 모델 최적화

다. 충돌 위험 감지 시스템 개발

- 1) 선박 이동 예측 모델 기반 충돌 가능성 평가 모델 개발
- 2) 실시간 환경 변수 반영 연구

라. 실증 테스트 및 시스템 통합

- 1) 실제 해상 데이터 기반 테스트 및 평가
- 2) 대시보드 및 시각화 시스템 개발
- 3) API 제공

1.2 핵심 기술 개발 전략

가. 데이터 수집 및 처리 최적화 : 대용량 AIS 데이터 처리 및 이상치 제거 알고리즘 개발

나. 머신러닝 모델 고도화 : 다양한 신경망 모델 비교 및 최적화

다. 강화학습 적용 : 강화학습 기반 선박 이동 예측 모델 개발

라. 실시간 데이터 반영 : 스트리밍 데이터 처리 및 예측 모델 업데이트

2. 연구개발 방법

본 연구는 다음과 같은 연구개발 방법을 적용해 목표를 달성하고자 한다.

2.1 데이터 수집 및 분석 방법

가. PostgreSQL 기반 RDBMS를 활용해 AIS 데이터 저장 및 관리

나. 데이터 전처리 : 결측치 처리, 이상치 탐지, 정규화

다. 선박 이동 패턴 분석 및 데이터 전처리를 위한 EDA 수행

2.2 모델 개발 방법

가. 신경망 모델 개발 : LSTM, GRU 등을 활용한 신경망 모델 구축

나. 강화학습 모델 적용 : 머신러닝 기법 적용을 통한 신경망 모델 강화학습 진행

2.3 시스템 구현 및 검증 방법

가. 대시보드를 통해 예측 결과 및 충돌 위험도 시각화

나. 실제 해상 데이터를 활용한 성능 검증 및 모델 튜닝

다. API 개발 및 배포

본 연구개발을 통해 실시간 해상교통 관리 및 선박 이동 예측 기술의 실효성을 검증하고, 실질적인 해양 안정성 향상에 기여하고자 한다.

4. 연구개발 팀의 구성 및 프로젝트 추진 일정

1.1 업무 분배

가. 데이터 인프라 구축 및 정제

1) 서버 관리 : 김연범

2) EDA : 김연범, 이한을, 이동원

3) 데이터 정제(전처리) : 김연범, 이한을, 이동원

4) 분석할 데이터 범위 추출 : 이동원

5) 진행 사항 정리 : 이한을

나. 머신러닝 기반 선박 이동 예측 모델 개발

1) 선행연구 하드코딩 : 김연범, 이한을

2) 모델 개발 : 김연범, 이한을

3) 모델 성능 향상(최적화작업) : 이동원

다. 충돌 위험 감지 시스템 개발

1) 충돌 위험 경고 기준 수립 : 이동원

2) 충돌 위험 경고 시스템 개발(Backend) : 김연범

3) 충돌 위험 경고 시스템 개발(Frontend) : 이한을

라. 실증 테스트 및 시스템 통합

1) 실제 해상 데이터 기반 테스트 및 평가 : 김연범

2) 대시보드 및 시각화 시스템 개발 : 이한을

3) API 제공 및 배포 : 이동원

※ 이동원 : 종합설계 기수강자이지만, 같은 졸업프로젝트 조의 조원입니다.

1.2 프로젝트 추진 일정

구분	3월				4월				5월				6월		
	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주
문제정의															
데이터 인프라 구축															
해상네트워크 공부															
데이터 EDA															
데이터 전처리															
선행연구 하드코딩															
모델 개발															
모델 성능 향상															
충돌위험 경고기준 수립															
충돌위험 경고기능 개발															
시스템 테스트 및 평가															
대시보드&시각화시스템 제작															
API 제공 및 배포															

- 참고문헌(References)

[1](기본 2021-06) 황선일 - AIS 데이터 기반 해상교통 안전 평가모델 개발 연구.pdf,
DOI : <https://www.kmi.re.kr/web/board/view.do?rbsIdx=113&page=2&idx=37097>

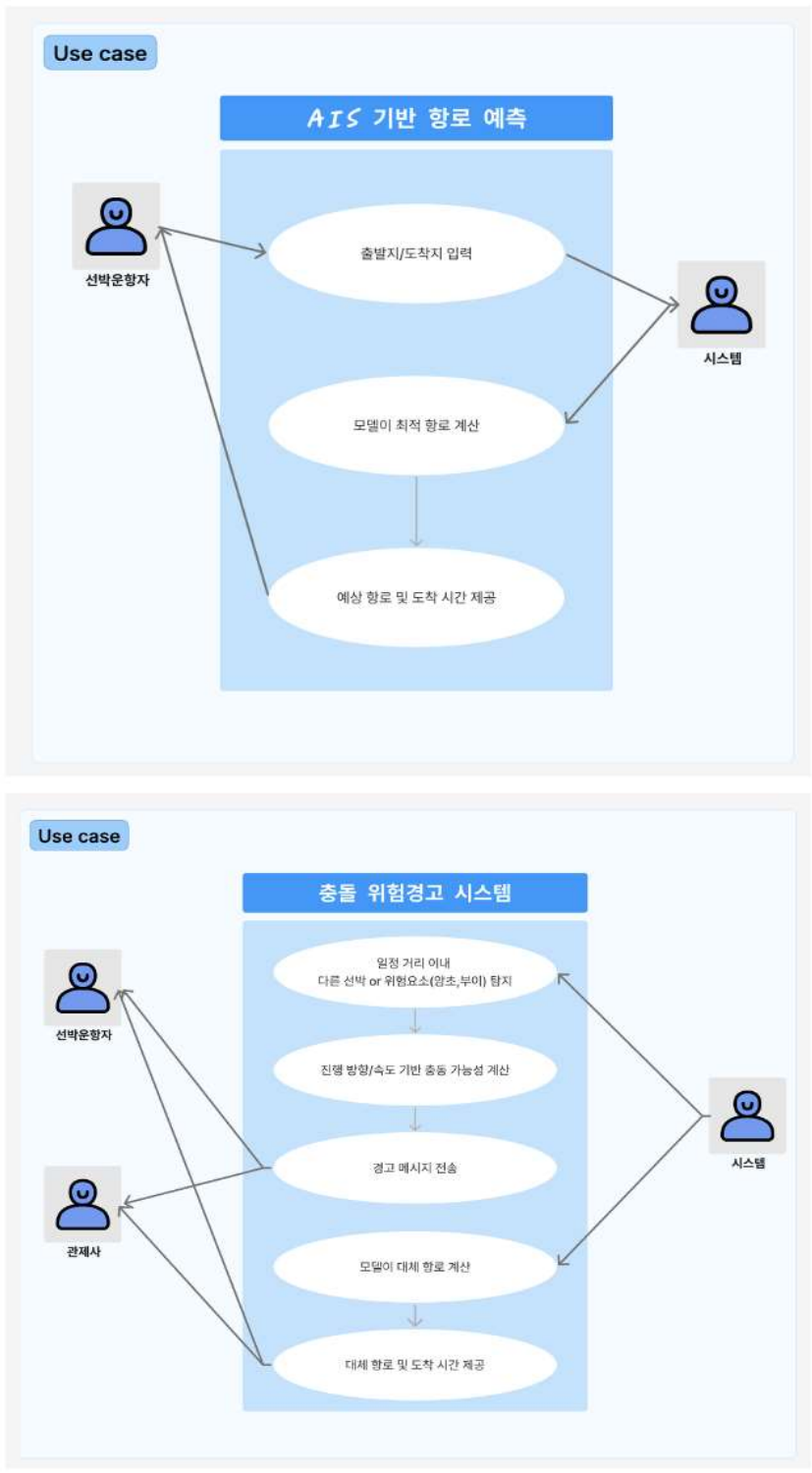
[2]https://www.manuscriptlink.com/society/kips/conference/ack2024/file/downloadSoConfManuscript/abs/KIPS_C2024B0505

[3]<https://arxiv.org/pdf/2101.02486>

[4]https://komsa.or.kr/bbs/BBSMSTR_000000000744/view.do;jsessionid=935A4DD966B8A7CD7416A9C57C070128?nttId=B000000021687Tw0aQ9&mno=sub06_0101

[5]<https://koreascience.or.kr/article/JAKO201828458594214.pdf>

- 별첨 1 : 컨셉 시트

아이디어명	AIS 기반 항로예측	슬로건	데이터로 안전한 바다를 미리 그린다
목표고객	선박 운항자, 항만 관제사, 해양 안전 관리 기관	가치	예측 가능한 해상교통, 충돌 위험 감소, 해상교통사고 예방
아이디어 이미지	 <p>The concept sheet contains two use case diagrams. The top diagram, titled 'AIS 기반 항로 예측' (AIS-based Route Prediction), shows a process flow: '출발지/도착지 입력' (Input of departure/arrival location) -> '모델이 최적 항로 계산' (Model calculates optimal route) -> '예상 항로 및 도착 시간 제공' (Provide estimated route and arrival time). It involves actors '선박운항자' (Ship Operator) and '시스템' (System). The bottom diagram, titled '충돌 위험경고 시스템' (Collision Risk Warning System), shows a process flow: '원정 거리 이내 다른 선박 or 위험요소(항초, 부이) 탐지' (Detect other ships or risk elements within a certain distance) -> '진행 방향/속도 기반 충돌 가능성 계산' (Calculate collision possibility based on direction/speed) -> '경고 메시지 전송' (Transmit warning message) -> '모달이 대체 항로 계산' (Modal calculates alternative route) -> '대체 항로 및 도착 시간 제공' (Provide alternative route and arrival time). It involves actors '선박운항자' (Ship Operator), '관제사' (Controller), and '시스템' (System).</p>		

<p>주요기능</p>	<p>[코어기능]</p> <ul style="list-style-type: none"> · AIS 데이터 기반 실시간 선박 이동 경로 예측, 시각화 · 충돌 위험 경고 기능 <p>[부가기능]</p> <ul style="list-style-type: none"> · 충돌 위험에 대처하는 대체항로 계산, 시각화
<p>사용자 인사이트</p>	<p>[Pain]</p> <ul style="list-style-type: none"> · 기존 해상교통 시스템의 실시간 대응이 어렵다. · 충돌 방지 시스템의 정밀도가 부족해서 안전한 운행이 힘들다. <p>[Needs]</p> <ul style="list-style-type: none"> · 운항할 때 안전하게 항해하고 싶다. · 실시간 데이터 기반 예측 정밀도가 향상돼서 신뢰성 있는 예측모델을 가지고 정확하게 선박운항을 통제하고 싶다.