

유스케이스 명세서

(Usecase Specification Document)

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

조	02 조
지도교수	김경섭 교수님 (서명)
조원	202000826 김연범 202102925 이한을 201802124 이동원 (종합설계 기수강자)

Table of Contents

1. Introduction	1
1.1. Objective	1
2. Usecase Diagram	2
2.1. AIS 기반 항로 예측 시스템 Diagram	2
3. Usecase Specification	3
3.1. AIS 데이터 수신	3
3.2. 예측 항로 조회	4
3.3. 충돌 위험 탐지	5
3.4. 충돌 경고	6
3.5. 대체 경로 조회	7

1. Introduction

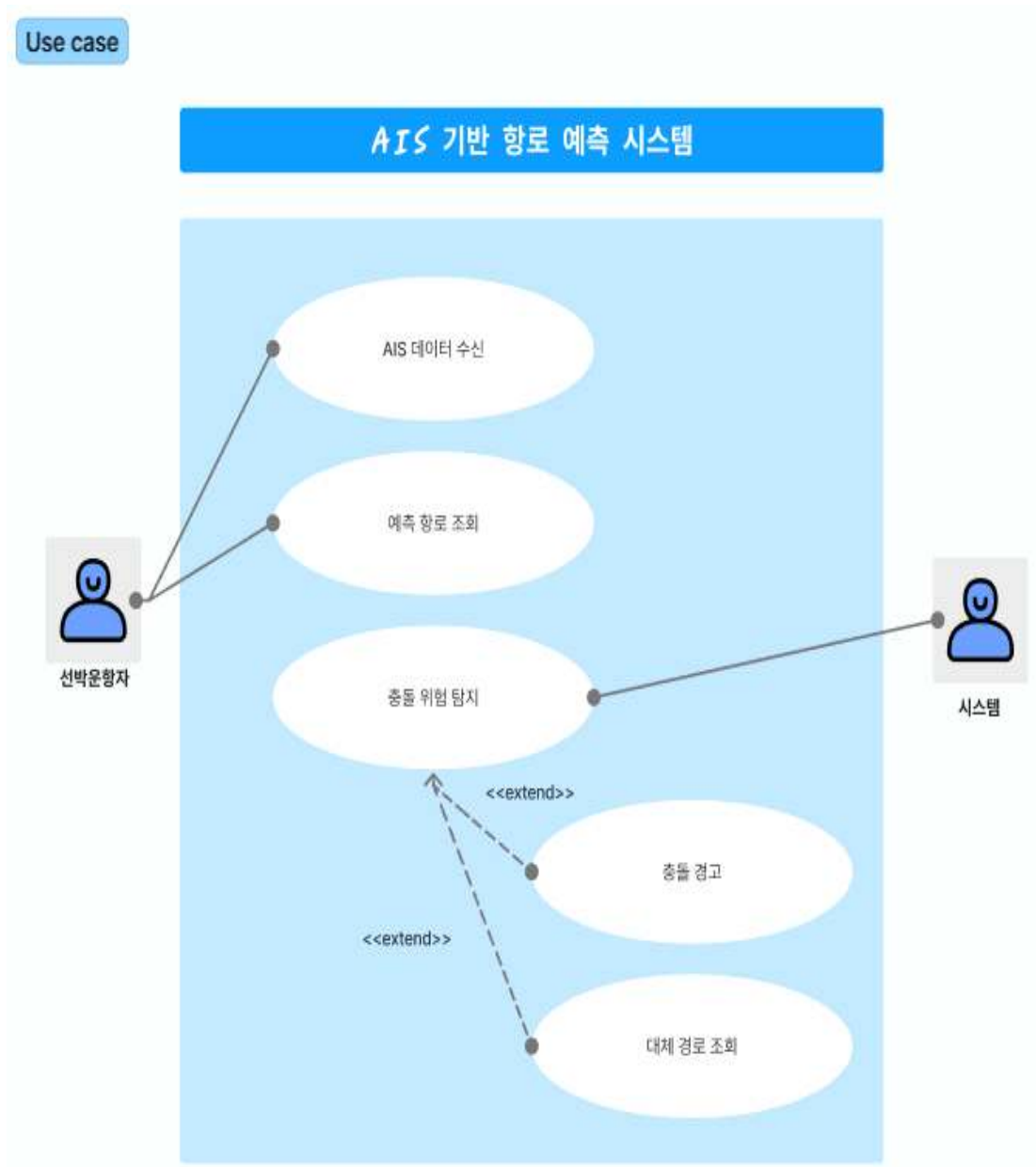
1.1. Objective

이 문서는 실시간 AIS 데이터를 활용하여 예측하고 충돌 위험을 사전에 감지 및 회피하는 지능형 항로 예측 시스템의 기능을 명세하기 위해 작성되었다. 본 시스템은 트랜스포머 기반 딥러닝 모델을 활용하여 선박의 실시간 위치 데이터를 기반으로 향후 항로를 예측하고, 주변 선박과의 충돌 가능성을 평가한 뒤, 위험 상황 발생 시 경고 메시지를 출력하거나 대체 항로를 자동으로 제안하는 기능을 포함한다.

이 명세서는 해당 시스템의 기능적 요구사항을 유스케이스 다이어그램과 각 유스케이스에 대한 상세 설명서 형태로 표현하여, 개발자 및 이해관계자가 시스템의 흐름과 상호작용을 명확히 이해할 수 있도록 돕는 것을 목적으로 한다. 또한, 각 유스케이스는 사용자(선박 운항자)가 시스템과 어떻게 상호작용하는지를 중심으로 구성되며, 이를 통해 향후 시스템 설계 및 구현 과정의 일관성과 추적 가능성을 확보한다.

2. Usecase Diagram

2.1. AIS 기반 항로 예측 시스템 Diagram



3. Usecase Specification

3.1. AIS 데이터 수신

Usecase 이름	AIS 데이터 수신
ID	UC-001
간략 설명	AIS 기반 항로 예측 시스템에서 선박의 위치, 속도, 방향 등 실시간 데이터를 수신하는 과정을 명세한다.
Actor	시스템(Initiator), 선박 운항자
Pre-Conditions	시스템이 작동 중이어야 하며, 네트워크 연결이 유지되고 있어야 한다.
Main Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1) 선박 운항자는 주기적으로 외부 장치 또는 API로부터 데이터를 요청하거나 수신 대기 상태를 유지한다. 2) 시스템은 위도, 경도, SOG, COG, Heading, MMSI, timestamp 등의 데이터를 송신한다. 3) 선박 운항자는 전송된 데이터를 실시간으로 수신하고 로그에 기록한다. 4) 수신된 데이터는 중복 및 이상 여부를 검사한 후 저장된다. 5) 저장된 데이터는 실시간 예측 시스템에 전달된다.
Post-Conditions	수신된 AIS 데이터가 유효하게 저장되고, 예측 모델에 전달될 준비가 완료된다.
alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 2-1) AIS 송신이 일시적으로 중단된다. -> 수신 서버는 로그에 경고를 남기고 재연결을 시도한다. 4-1) 데이터베이스 연결 오류로 저장에 실패한다. -> 로컬 임시 저장소에 기록한 후 재시도 로직을 실행한다.

3.2. 예측 항로 조회

Usecase 이름	예측 항로 조회
ID	UC-002
간략 설명	사용자가 AIS 기반 예측 시스템을 통해 선박의 향후 이동 경로를 조회하는 절차를 명세한다.
Actor	선박 운항자(Initiator), 시스템
Pre-Conditions	DB와 시스템이 연동되어 있어야 하며 선박 운항자가 시스템에 로그인한 상태여야 한다.
Main Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1) 선박 운항자 시스템 UI를 통해 예측 항로 조회 요청을 입력한다. 2) 시스템은 해당 선박의 MMSI와 현재 시점 기준의 최신 AIS 데이터를 조회한다. 3) 시스템은 트랜스포머 기반 예측 모델을 호출하여 향후 1분 경로를 예측하고, 이를 자기회귀 방식으로 반복 수행하여 전체 예상 항로를 생성한다. 4) 시스템이 예측 항로를 지도 형태로 선박 운항자에게 제공한다.
Post-Conditions	선박 운항자는 현재 시점부터 도착지까지의 예상 경로 및 도착 시간 정보를 시각적으로 확인할 수 있다.
alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 3-1) 모델 호출에 실패하거나 추론 시간이 지연된다. -> 로딩 중 메시지를 유지하고, 일정 시간 후 실패를 안내한다. 4-1) 지도 API 로딩 오류가 발생한다. -> 텍스트 기반 경로 요약 정보만 표시하거나 오류 메시지를 출력한다.

3.3. 충돌 위험 탐지

Usecase 이름	충돌 위험 방지
ID	UC-003
간략 설명	예측된 경로와 주변 선박의 정보를 바탕으로 충돌 위험도를 계산하고, 사전 회피를 위한 대응을 수행하는 절차를 명세한다.
Actor	시스템(Initiator), 선박 운항자
Pre-Conditions	예측 경로가 생성되어 있어야 하며, 주변 선박의 AIS 데이터가 확보되어야 한다.
Main Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1) 시스템은 타깃 선박의 예측 경로와 현재 위치 정보를 확인한다. 2) 반경 50km 이내에 있는 주변 선박의 위치, 속도, 방향 데이터를 실시간으로 수집한다. 3) 시스템은 주기적으로 DCPA, TCPA 등의 기준에 따라 충돌 위험도를 계산한다. <p>※ extension point: 충돌 위험도가 임계값 이상인 경우</p>
Post-Conditions	충돌 위험 탐지 결과에 따라 사용자에게 알림이 전달된다.
alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 2-1) 주변 선박의 데이터가 수신되지 않거나 일부 누락되어 위험도 계산이 어려운 경우가 발생한다. -> 제한적 분석을 수행한다. 3-1) 위험도 평가 중 계산 오류 또는 로직 예외가 발생한다. -> 디폴트 경로 유지 및 로그를 기록한다. 5-1) 대체 경로 탐색이 실패하거나 실시간 계산이 지연된다. -> 사용자에게 직접적인 수동 대응 요청을 표시한다.

3.4. 충돌 경고

Usecase 이름	충돌 경고
ID	UC-004
간략 설명	충돌 위험도가 임계값을 초과할 경우, 사용자에게 시각적/청각적 경고 메시지를 실시간으로 제공하는 절차를 명세한다.
Actor	시스템(Initiator), 선박 운항자
Pre-Conditions	충돌 위험도 평가 결과, 위험도가 임계값을 초과한 상태이다.
Main Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1) 시스템은 위험 선박의 위치와 시간을 조회한다. 2) 시스템은 UI 상에 시각적 경고 메시지(예: 경고 아이콘, 붉은 경로 표시)를 출력한다. 3) 동시에 경고 사운드 또는 알림창을 통해 운항자에게 청각적 경고를 전달한다. 4) 경고 메시지는 위험 상태가 해소될 때까지 지속되며, 상황 변화에 따라 갱신된다. 5) 시스템은 운항자에게 대체 경로 조회 옵션을 제시한다.
Post-Conditions	선박운항자에게 충돌 위험이 명확히 인지되고, 빠른 대응 조치를 유도할 수 있는 상태가 된다.
alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 2-1) 위험도 기준값 설정이 잘못되었거나 누락된 경우가 발생한다. -> 시스템은 기본값(예: 80%)을 적용하여 경고를 수행한다. 4-1) 알림음 재생 오류 또는 UI 경고가 실패한다. -> 텍스트 기반 메시지와 로그 메시지로 대체한다.

3.5. 대체 경로 조회

Usecase 이름	대체 경로 조회
ID	UC-005
간략 설명	충돌 위험 발생 시, 시스템이 제안하는 안전한 대체 항로를 사용자에게 시각적으로 제공하는 절차를 명세한다.
Actor	시스템(Initiator), 선박 운항자
Pre-Conditions	충돌 위험 경고가 발생한 상태이며, 기존 경로의 위험 구간에 대한 분석이 완료되어야 한다.
Main Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1) 선박 운항자는 대체 경로 요청 버튼을 클릭한다. 2) 시스템은 충돌 위험이 높은 구간을 분석하여 기존 경로의 위험 구간을 식별한다. 3) 시스템은 강화학습 기반 알고리즘 또는 규칙 기반 로직을 통해 우회 가능한 대체 경로 후보를 생성한다. 4) 생성된 대체 경로는 기존 경로와 비교하여 안전도, 도착 시간 등을 기준으로 우선순위가 평가된다. 5) 시스템은 최적의 대체 경로를 지도에 시각화하여 선박 운항자에게 제공한다. 6) 선박 운항자는 제안된 대체 경로를 수락하거나 수동으로 다른 경로 선택을 요청할 수 있다.
Post-Conditions	선박 운항자에게 위험 회피가 가능한 안전한 대체 경로가 제공되고, 해당 경로 선택 여부가 시스템에 기록된다.
alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 2-1) 대체 경로 생성에 실패하거나 주변 환경 조건으로 인해 우회 경로가 없는 경우가 발생한다. -> “대체 경로 생성 불가” 메시지를 출력한다. 4-1) 사용자가 대체 경로를 수락하지 않고 기존 경로를 고수하는 경우가 발생한다. -> 시스템은 경고 상태를 유지하며 계속해서 충돌 가능성을 모니터링한다.