

자율운항선박을 위한 NMEA-0183 프로토콜 기반 데이터 수집 시스템의 구현

김경훈, 차주형, 이재용*

동의대학교

achieven123@naver.com, joohyoung.cha@gmail.com, *jlee@deu.ac.kr

Implementation of Data Collection System Based on NMEA-0183 Protocol for Autonomous Ships

Gyeonghoon Kim, JooHyounng Cha, Jaeyong Lee*

Dong-eui University

요 약

딥 러닝이나 강화 학습을 통해 자율 운항에 관한 연구가 진행되고 있지만 학습을 위한 데이터 표준 형태와 플랫폼의 표준화가 필요하다. 본 논문에서는 선박 운항에서 표준으로 사용되는 NMEA-0183 프로토콜을 활용하여 항해에 필요한 데이터의 저장, 수집, 가공 및 시각화를 수행하는 모듈로 구성된 시스템을 제안한다. 각각의 모듈은 데이터 생성 모듈, 데이터 수집 및 처리 모듈, 시각화 모듈, 데이터베이스로 이루어져 있으며, NMEA-0183 형식의 선박 데이터를 실시간으로 수집하고 처리한다. 이를 통해 운항 시나리오를 생성하고 표준화된 학습 데이터를 확보할 수 있다. 실제 선박에서 얻기 어려운 데이터를 모의 환경에서 효율적으로 확보하는 방법을 제시하며, 이를 통해 선박 운항 분야에서의 강화 학습 기술 발전에 기여하고자 한다.

I. 서론

본자율운항선박은 국제해사기구(IMO)에서 Maritime Autonomous Surface Ships(MASS)으로 명명되어 있고, 사람의 개입이 없거나 최소화하여 운항하는 선박으로 정의한다.

대부분의 선박 운항은 인적 요인으로 인한 사고가 주요 문제로 부상하고 있다. 특히, 해양 사고의 80% 이상이 선원의 실수와 인적 오류로 인해 발생하고 있다[1]. 이에 자율운항선박의 발전은 더욱 중요한 의미를 가지게 되었다. 기존에는 선원이 운항하던 선박과는 달리, 실시간으로 수집되는 데이터를 기반으로 인공지능이 판단하여 인적 과실에 의한 해양사고를 줄이는 연구가 진행되고 있다[2].

선박에서 데이터를 주고 받기 위한 표준 프로토콜로 NMEA-0183 사용되고 있다. 본 논문에서는 자율운항선박을 위한 NMEA-0183 프로토콜 기반 데이터 수집 시스템의 설계와 구현 방안을 제시한다. 본 시스템에서는 수집하는 선박 데이터를 표준화하여, 선박의 자율운항에 필요한 학습 데이터를 생성하는 방법을 나타낸다.

II. 관련 연구

자율운항선박을 구현하기 위해 딥 러닝이나 강화학습이 주로 사용되고 있다. 하지만 딥 러닝의 경우에는 학습을 위해 많은 양의 데이터가 필요하다. 선박의 경우 운항 정보가 부족한 경우가 많으므로 딥러닝보다는 강화학습이 선호된다. 이에 실시간으로 선박의 항로나 엔진의 출력에 따른 현재 상태와 미래 가치를 실시간으로 평가하는 강화학습에 대한 연구가 진행되고 있다[3].

자율운항선박에 설치되는 카메라, 레이더, 라이다 등의 운항 관련 센서에서 생성되는 방대한 정보를 관리하고, 강화학습 알고리즘에서 이 정보를 처리하는 과정은 실시간으로 이루어져야 한다. 하지만 실제 항해에서

는 예측할 수 없는 변수들이 있다. 또한 실제 선박에 적용하기에는 추가적인 센서나 특정 환경에서만 활용이 가능하므로 범용성이 낮다.

시뮬레이션 기반으로 수행되는 강화학습은 입력에 대하여 속도, 각도, 러더 정보와 추가적으로 여러 각도로 장애물 간의 거리 정보를 수집한다. 이러한 강화학습은 날씨, 파도 및 유속과 같은 예측 불가능한 환경 변수들을 조절하거나 시뮬레이션 환경에서 다양한 시나리오를 반복적으로 생성하여 학습 데이터를 생성할 수 있다. 또한, 실제 환경과 달리 데이터를 통한 실험하여 동일한 실험 환경 구성이 가능하다. 시뮬레이션은 추가적인 센서나 특정 환경에서만 활용 가능한 센서의 한계를 극복할 수 있다. 모의 실험을 통해 다양한 센서 조합 및 환경 설정에서 얻은 데이터는 선박의 성능을 향상시키는 데 유용한 정보로 활용될 수 있다.

본 논문은 시뮬레이션에서 NMEA-0183 프로토콜을 사용하여 학습 데이터를 생성하는 시스템을 제시한다. NMEA-0183은 National Marine Electronics Association(NMEA)에서 제정한 해상 및 항해 관련 장비에서 사용되는 표준 통신 프로토콜이다. NMEA-0183은 시간, 위치, 방위 등의 정보를 전송하기 위해 정의되었다. 따라서, GPS 수신기, 속도 측정 장치, 나침반, 해수 온도 측정 장치 등과 같은 해양 전자 장비 간의 데이터를 교환하기 위해 사용된다.

III. 강화학습을 위한 데이터 수집 시스템 설계

선박 운항에 대한 강화학습을 위해 데이터를 효율적으로 수집하고 관리하기 위한 시스템을 설계하였다. 실제 선박에서 데이터를 수집하는 것은 시간과 비용이 많이 소모되며, 충분한 양의 데이터를 확보하기 어려울 수 있다. 따라서 본 논문에서는 실제 선박과 유사한 시뮬레이션 환경에서 데이터를 생성하고 관리하는 시스템을 목표로 하였다. 효율적인 데이터 수집을 위해 다음과 같은 체계가 필요하다.

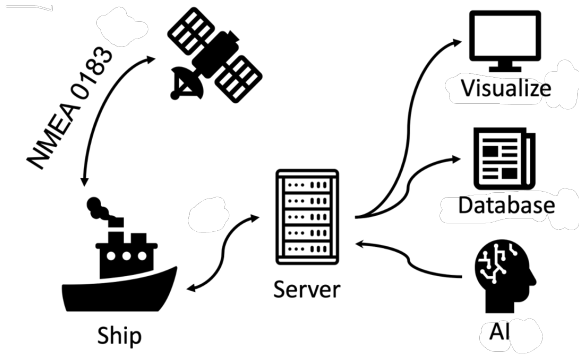


Fig 1. Autonomous ships based on NMEA 0183 data for reinforcement learning

1. 선박 시뮬레이터

선박 시뮬레이터는 선박 시뮬레이션 프로그램과 조타장치로 구성한다. 선박 시뮬레이션 프로그램은 NMEA-0183 데이터를 생성 및 서버로 전송한다. 그리고 운항 시나리오를 생성 및 서버에 저장하고, 데이터베이스에 저장된 운항 시나리오를 실행한다. 조타장치는 실제 운항과 비슷한 환경을 구성하기 위해, 아두이노 보드로 구성한다. 아두이노 보드는 엔진의 출력과 리더의 방향을 조절하여 선박의 동작을 제어한다. 선박 시뮬레이터가 NMEA-0183 데이터를 생성할 수 있는 두 가지 방법이 있다.

첫 번째는, 사용자가 직접 선박을 운항하여 데이터를 생성할 수 있다. 이를 통해 사용자는 시뮬레이션 환경에서 항해 및 데이터를 생성하고, 운항 시나리오를 저장한다. 두 번째는 운항 시나리오를 통해 데이터를 생성할 수 있다. 운항 시나리오에는 초기 위치와 시간별로 속도 및 방향이 저장된다. 실행 시 파도나 유속 등의 변수들이 존재하기 때문에 서로 다른 NMEA-0183 데이터를 생성한다. 이것으로 사용자가 생성한 하나의 운항 시나리오로 많은 양의 NMEA-0183 데이터를 생성한다.

선박 시뮬레이터는 생성된 정보들을 NMEA-0183 형식으로 인코딩하여 서버로 전송한다. 이를 통해 조타장치를 사용해 실제 항해와 비슷한 환경에서 데이터를 생성할 수 있고, 임의로 설정한 시나리오를 반복적으로 실행할 수 있다.

2. 서버

선박 시뮬레이션 프로그램 제어와 시각화 프로그램과의 소켓 통신, 데이터베이스 관리를 담당하는 서버는 다음과 같은 동작을 수행한다. 선박 시뮬레이터에 접근하여 운항 시나리오 전송받고, 데이터베이스에 저장한다. 그리고 데이터베이스에 저장된 운항 시나리오를 선박 시뮬레이터에 전달하여 생성된 NMEA-0183 데이터를 받는다. 또한, NMEA-0183 데이터를 받아 정보 해석 과정을 통해 핵심 정보를 추출하여 데이터베이스에 저장한다. 이 정보는 시각화 프로그램에 소켓 통신으로 전송하여 현재 위치와 방향을 보여지도록 한다. 또한, 강화학습 알고리즘에서 생성된 학습 데이터를 데이터베이스에 적재한다.

3. 시각화 프로그램

데이터베이스에 저장된 선박의 위치나 방향 정보를 시각화하는 것을 중요하다. 소켓 통신으로 데이터를 전송받아 시각화하기 위한 프로그램으로는 상용화된 게임 엔진인 언리얼(Unreal)이나 유니티(Unity)가 있다. 이 프로그램들은 선박 시뮬레이션 프로그램의 NMEA-0183 정보를 실시간으로 나타낸다. 이는 저장된 데이터를 효과적으로 활용하여 사용자가 선

박의 상태와 위치 등을 시각적으로 파악할 수 있도록 해준다.

4. 데이터베이스

데이터베이스는 선박 시뮬레이터에서 전송된 NMEA-0183 데이터를 파싱한 정보를 저장하고, 운항 시나리오의 저장 및 강화학습 알고리즘으로 학습된 데이터를 보관한다. 강화학습은 모델이 환경과 상호 작용하며 반복적으로 학습하는 과정을 포함하므로, 대량의 데이터를 효율적으로 저장하고 처리하는 데이터베이스를 선택해야 한다.

IV. 데이터 수집 및 처리 단계

강화학습을 위한 데이터 수집을 효율로 수행하기 위해 설계된 시스템의 동작 원리를 그림 1에 나타내었다.

선박에서 수집된 데이터는 NMEA-0183 형식에 맞게 인코딩되어 서버로 전송된다. 서버는 수신된 데이터 중 필요한 NMEA Sentence를 파싱하고 데이터베이스에 순차적으로 저장하여 추후 접근이 용이하도록 구성한다. 시각화 프로그램은 데이터베이스에 저장된 선박 정보들을 서버를 통해 전송받아 시각화한다. 이러한 데이터 수집과 처리를 거친 후, 강화학습을 위한 데이터셋이 준비된다. 이 데이터셋을 활용하여 모델을 학습시키고 선박의 상태 및 행동에 대한 결정을 내리는 데 활용할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 선박 운항에 대한 강화 학습을 위한 데이터 수집 시스템을 효율적으로 설계하고 구현하였다. 이 시스템은 선박 시뮬레이터를 활용하여 현실적이고 다양한 운항 시나리오를 생성하고 데이터를 수집함으로써, 실제 선박에서 얻기 어려운 대량의 데이터를 확보하는데 도움을 주었다.

선박 시뮬레이션 프로그램, 서버, 시각화 프로그램, 그리고 데이터베이스의 체계적인 구성은 NMEA-0183 형식의 선박 데이터를 실시간으로 수집, 처리, 저장하며 강화학습 알고리즘에 활용할 수 있도록 했다.

추가적인 연구를 통해 데이터 수집 시스템을 통해 얻은 데이터를 활용하여 더욱 정교하고 효과적인 강화학습 알고리즘을 개발하고, 선박 운항에 대한 안전성 및 효율성을 향상시킬 수 있는 연구를 진행할 것이다. 또한, 다양한 환경에서의 적용 가능성과 현실 선박 운항에 대한 적용을 위한 더 많은 실험 및 검증을 수행하여 실용적인 해결책을 도출할 것이다. 이러한 노력은 선박 운항 분야에서의 강화학습 기술의 발전에 기여할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2023RIS-007)

참고 문헌

[1] Javier Sánchez-Beaskoetxea, Imanol Basterretxea-Iribar, Irantz Sotés, María de las Mercedes Maruri Machado. "Human error in marine accidents: Is the crew normally to blame?". *Maritime Transport Research 2*. (2021): 100016.

[2] 김진, 장화섭, "자율운항선박 기술동향 및 준비", *대한조선학회지*, vol. 56, no. 4, pp. 4-7, 2019.

[3] Rohit Deraj, R.S. Sanjeev Kumar, Md Shadab Alam, Abhilash Somayajula. "Deep reinforcement learning based controller for ship navigation". *Ocean Engineering 273*. (2023): 113937.