

RRT와 Potential Field 기반 선박 입출항 유효 경로 생성 시뮬레이션

고광인, 김준경*
*차세대융합기술연구원

kwang4372@snu.ac.kr, *junkyeong@snu.ac.kr

Simulation of Effective Path Planning for Arrival and Departure of Ships Based on RRT and Potential Field

Ko Kwang In, Kim Jun Kyeong*
*Advanced Institute of Convergence Technology

요약

본 논문은 유니티 시뮬레이션 환경 내에서 선박의 안정적인 입출항 유효 경로를 생성하는 것을 목표로 한다. 선박의 입출항 경로 생성을 위해 RRT와 Potential Field 경로 탐색 알고리즘을 적용하여 장애물과의 충돌 없이 목적지까지 운항할 수 있는 경로를 생성한다. 생성된 입출항 경로를 확인하고 알고리즘의 비교 분석하였다.

I. 서론

세계 수출입 물류는 90% 이상 해상운송 경로를 통해 이루어지고 있다. 하지만 우리나라의 경우 고령화 및 기피 현상으로 인해 선원의 수가 매우 부족하다. 이에 대한 해결방안으로 선박의 자율운항기술이 기대되고 있다. 또한, 자율운항기술은 해상사고 발생 요인 중 가장 많은 비중을 차지하는 인재사고를 예방할 수 있으며, 효율적인 경로 및 운용 시스템은 연비 감소 등의 경제적 이점 또한 가져올 수 있다.

본 논문에서는 자율운항기술 중 주요 기술인 최적 경로 생성 기술에 대해 다루고자 한다. 경로 생성 기술에서 많이 이용되는 알고리즘인 Rapidly-exploring Random Tree(RRT) 알고리즘[1]과 Artificial Potential Field 알고리즘[2]을 이용하여 복잡한 환경에서 선박이 입출항 경로를 시뮬레이션 하였고 해상환경을 고려하여 비교 분석하였다.

II. 경로 탐색 알고리즘

Potential Field 알고리즘은 목표지점으로 당기는 인공적인 인력 포텐셜 필드와 장애물로부터 멀어지게 밀치는 인공적인 척력 포텐셜 필드를 공간에 구축하여 장애물을 피하면서 목표지점에 다다르는 경로를 계획하는 알고리즘이다. 환경 전체에 대한 정보가 필요하지 않고, 이동체의 센서 정보만으로도 구현 가능하여 온라인 경로 계획에 적합하다는 장점이 있다. 하지만, 로컬 최소점(Local minimum)에 빠질 수 있다는 단점이 있다.

RRT 알고리즘은 샘플링 기반 경로 계획 알고리즘으로 공간을 격자로 분할하지 않고, 여러 개의 임의의 점을

생성하여 점마다의 공간을 탐색하며 경로를 찾아내는 알고리즘이다. 공간 내에서 임의점들을 생성시키고, 장애물과 충돌이 없고 가까운 임의점들을 경로로 편입시키어 최종 경로를 생성한다.

III. 실험

실험은 유니티(Unity)를 이용해 제작한 시뮬레이션 환경에서 진행하였다. 시뮬레이션 환경은 연안과 같이 복잡한 해상 환경을 간단히 모사하였다. 그리고 시뮬레이션 내 선박의 소프트웨어 아키텍처는 Behavior Tree 모델 기반으로 구성하였다. 실험에서 입출항 경로 생성 알고리즘을 제외한 다른 요소들은 모두 동일하게 진행하였고, 아래와 같은 입출항 경로를 생성하였다.

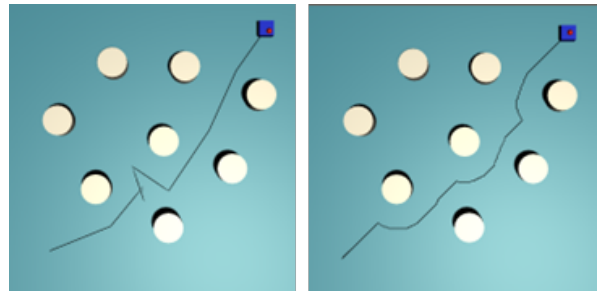


Figure 1. 생성된 선박 입출항 경로(좌: RRT, 우: Potential Field)

RRT 알고리즘의 경우 경로 계획 과정에서 임의점의 수가 충분하지 않을 경우 경로를 도출하지 못하는 경우가 있었으며, 경로 계획 계산 시간의 변동성이 매우 컸다. 또한, 생성된 경로는 도착 가능한 경로이지만

최적의 경로라는 한계를 보였다. Potential Field 알고리즘의 경우 분해능에 비례한 계산 시간을 보였다. 하지만, 좁은 장애물들 사이에서 진동하는 경로를 생성하였고 이는 복잡한 연안 환경의 선박에 치명적일 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 유니티로 모사한 연안 환경에서 선박이 장애물을 회피하며 도착지까지의 입출항 경로를 RRT 알고리즘과 Potential Field 알고리즘을 이용하여 계획하고, 계획된 경로에 대해 비교 분석하였다. Potential Field 알고리즘이 예측가능한 소요 시간과 온라인 경로 계획이 가능하다는 점에서 강점을 보였다. 복잡한 환경에서 진동하는 경로를 도출하였지만, 이는 Path Smoothing 같은 후처리 과정을 통해 보완할 수 있을 것으로 예상된다. 향후 다른 알고리즘들을 추가적으로 비교해볼 예정이며, 모사하였던 유니티 환경 또한 머티리얼(Material)을 적용해 현실과 유사하게 구성할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024 년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었음(20220531, 시뮬레이션 평가기술개발).

참 고 문 헌

- [1] LaValle, Steven M. "Rapidly-exploring random trees: A new tool for path planning.", 98-11, 1998.
- [2] Y. K. Hwang and N. Ahuja, "A potential field approach to path planning," in IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 8, no. 1, pp. 23-32, Feb. 1992, doi: 10.1109/70.127236.