

소형선박을 위한 IMU 센서와 GPS 기반의 경로 추적 시스템

조연수 · 이석훈* · 정동원*

군산대학교

Path Tracking System for Small Ships based on IMU Sensor and GPS

Yeonsu Jo · Sukhoon Lee* · Dongwon Jeong*

Kunsan National University

E-mail : 1600831@kunsan.ac.kr / leha82@kunsan.ac.kr / djeong@kunsan.ac.kr

요 약

최근 증가하고 있는 선박의 충돌 사고 예방을 위하여 인공지능 기반의 자율운항선박(Maritime Autonomous Surface Ship, MASS)에 관한 연구가 진행되고 있다. 하지만 대부분의 자율운항선박 관련 연구들은 자율운항시스템의 크기와 비용으로 인해 주로 중대형 선박을 그 대상으로 하고 있으며, 여기에 사용되는 센서들은 소형선박에 탑재하기 어렵다는 문제를 지닌다. 따라서 이 논문은 소형선박의 자율운항을 위하여 GPS와 IMU 센서를 탑재한 경로 추적 시스템을 제안한다. GPS와 IMU 센서는 선박의 정확한 위치 파악을 위하여 활용되며, 이를 통하여 제안 시스템은 소형선박 모형을 수동으로 제어하여 경로를 생성하고, 이후 소형선박이 동일한 경로를 이동할 시 Pure Pursuit 알고리즘을 이용하여 경로를 추적하도록 한다. 그 결과, 이 연구는 경량화된 저가의 센서들을 이용하여 소형 선박의 자율운항 시스템을 저비용으로 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

In order to prevent collision accidents of ships, which has been increasing recently, research on artificial intelligence-based autonomously operated ships (Maritime Autonomous Surface Ship, MASS) is underway. However, most of the studies related to autonomous ships mainly target medium-to-large ships due to the size and cost of the autonomous navigation system, and the sensors used here have a problem in that it is difficult to mount them on small ships. Therefore, this paper provides a path tracking system equipped with GPS and IMU sensors for autonomous operation of small ships. GPS and IMU sensors are utilized to determine the exact position of the vessel, which allows the proposed system to manually control the small vessel model to create a path and then when the small vessel travels the same path. Use the Pure Pursuit algorithm to follow the path. As a result, In this research, it is expected that a lightweight and low-cost sensor can be used to develop an autonomous operation system for small ships at low cost.

키워드

imu, gps, path tracking, pure pursuit, maritime autonomous surface ship, small ship

1. 서 론

최근 해운산업의 발전에 따라 수송무역량이 증가하면서 선박의 충돌 사고 수가 매년 끊임없이 증가하고 있다. 선박의 종류별 해양사고의 구성비에서는 소형선박이 70%로써 가장 높으며, 해양사고를 종류별로 분석한 결과로는 기관손상의 경우와 충돌 순으로 비율이 높았다. 또한, 기상이 좋은

날에도 해양사고가 자주 발생하여 해양사고는 환경요인보다 인적 요인인 경계 소홀이 주된 원인이 확인되었다[1].

선박의 충돌 사고를 예방하기 위해 각국에서는 자율운항선박(Maritime Autonomous Surface Ship)에 대한 시스템을 설계하고 검증하기 위한 실험의 시험운항을 준비 중이다[2,3]. 하지만 자율운항선박을 위해서는 비용이 높은 센서와 선박 원격 통신을 담당하는 위성통신 등의 높은 구축 비용 때문에 소형선박에 [2,3]에서와 같은 시스템

* corresponding author

을 도입하는 데 어려움을 겪고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 [4]에서는 최적 항로 탐색 지원을 위한 자율운항선박 모형과 자율 운항 프로세스를 제안하였다. [4]에서 제안된 시스템은 초음파 센서와 적외선 센서 및 카메라를 이용해 장애물을 회피하고, 헨을 이용해 자율운항을 한다. 하지만 GPS만 사용하는 것은 오차 발생 혹은 끊기는 상황이 있어 정확한 위치 파악을 위해 추가적으로 IMU 센서도 사용할 필요가 있다.

본 논문에서는 경로를 생성하여 고정되어 있는 정적 장애물에 대한 소형선박의 충돌 사고를 예방하고, 자율운항시스템의 비용적 부담을 줄이기 위해 IMU 센서와 GPS를 이용한 경로 추적 시스템을 제안한다. GPS와 IMU 센서를 정확한 위치를 파악하기 위해 두 개의 센서를 같이 사용하여 경로를 생성한다. 생성된 경로는 Pure Pursuit 알고리즘을 사용하여 경로를 추적한다.

II. 경로 추적 시스템 구현

2.1 자율운항선박 모형

그림 1은 자율운항선박 모형의 설계도이다. 모형 바깥 쪽에는 GPS와 IMU 센서를 부착하여 현재 위치와 진행 방향을 측정하고 기록한다. 모형의 안 쪽 부분에는 선박의 방향과 속도를 제어하기 위한 서보 모터와 BLDC motor 및 Battery를 부착하였다.

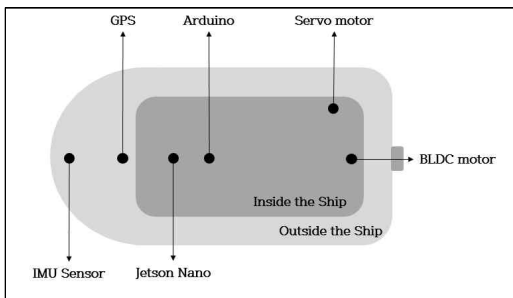


그림 1. 자율운항선박 모형

2.2 시스템 구성도

그림 2는 여러 센서의 데이터를 동시에 받아오기 위해 ROS를 사용하며 젯슨 나노가 메인 시스템으로 구성되어있다. 젯슨 나노 UPS 모듈을 이용해 젯슨 나노에 전력을 공급해주며 여기에 IMU 센서와 GPS 및 아두이노가 연결되며 전력을 공급받는다. 서보 모터와 BLDC motor는 아두이노에 연결되어 있으며 젯슨 나노에서 서보 모터와 BLDC motor를 제어하라는 명령을 받아 서보 모터를 제

어하며 방향과 속도를 조절한다. 아두이노에는 블루투스 모듈이 부착되어 있으며 블루투스 통신으로 수동 제어가 가능하도록 구성하였다.

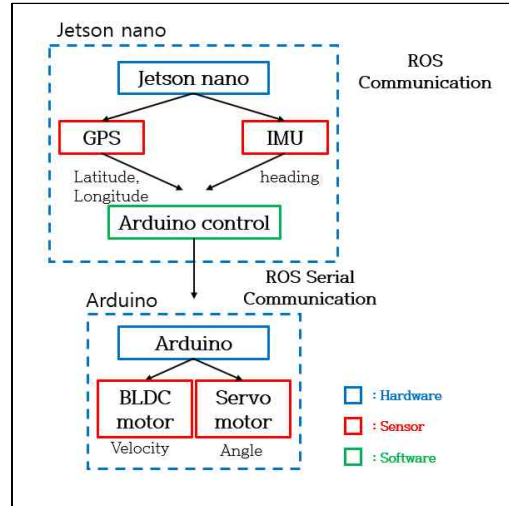


그림 2. 제안 시스템 구성도

2.3 수동 제어를 통한 경로 생성

GPS에서 받아오는 좌표 값은 WGS(World Geodetic System)84 좌표이기 때문에 UTM(Universal Transverse Mercator Coordinate System) 좌표 값으로 변환을 해야 한다. 변환을 해주기 위해 [6]에서와 같이 WGS84의 경위도 좌표를 UTM 투영에 의해 평면직교좌표로 변환을 해준다.

IMU 센서에서 받아오는 데이터는 보정되지 않은 센서의 순수한 Raw 데이터이다. 이 Raw 데이터를 산출한 쿼터니언 데이터를 이용하여 오일러 각을 통해 필요한 데이터인 Yaw를 계산해준다.

자율운항 선박 모형을 수동으로 제어하여 GPS와 IMU 센서의 데이터를 ROS(Robot Operating System)에서 제공하는 로깅 툴인 rosbag를 통해 시간 순서에 맞게 저장을 하게 되면 이동한 경로와 진행방향으로 경로를 생성할 수 있다.

2.4 경로 추적 시스템 구현

경로 추적 시스템을 구현하기 위해서 Pure Pursuit 알고리즘을 사용한다. Pure Pursuit 알고리즘의 경로 추적 계산 방식은 식 (1~2)과 같다.

$$\tan(\delta) = \frac{L}{R} \tag{1}$$

$$\tan(\sigma) = \frac{L}{R} = \frac{L \cdot 2\sin(\varnothing)}{L_d}$$

$$\Rightarrow \sigma = \tan^{-1}\left(\frac{L \cdot 2\sin(\varnothing)}{L_d}\right) \quad (2)$$

$$\Rightarrow \sigma = \tan^{-1}\left(\frac{2 \cdot L \cdot L_{lat}}{L^2_d}\right)$$

그림 3은 생성한 경로에 Pure Pursuit 알고리즘을 적용하여 경로를 추적할 수 있는 것을 보여주는 결과이다. 생성한 경로는 초록색으로 나타나고 있으며, 앞으로 가야 하는 좌표들은 빨간색으로 표시해주며 추적을 잘하고 있는 것을 보여준다.

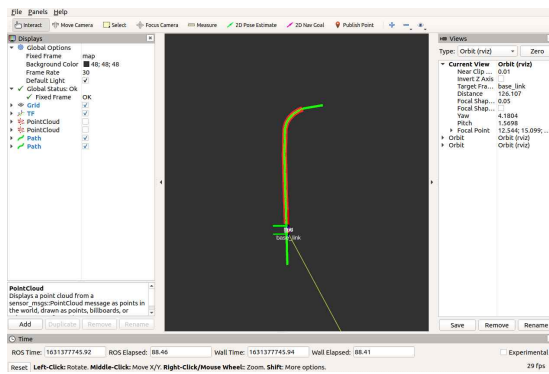


그림 3. Pure Pursuit 알고리즘을 적용한 결과

III. 결 론

이 논문에서는 소형선박을 위한 IMU 센서와 GPS 기반의 경로 추적 시스템을 제안한다. 현재 자율운항선박에 관한 연구는 중·대형 선박에 중점을 두고 진행되고 있기 때문에 소형선박에 관한 연구는 미비하다. 또한, 선박의 종류별 해양사고의 구성비에서는 소형선박이 70%로 많은 비중을 차지하기 때문에 소형선박에 관한 연구가 중요하다. 따라서 GPS와 IMU 센서를 통한 경로를 생성하고, Pure Pursuit 알고리즘을 적용하여 경로를 추적하는 시스템을 구축하였다. 향후 연구에서는 LiDAR 센서를 이용하여 경로 추적 중 장애물이 인식되면 회피하는 알고리즘을 추가로 적용하여 실험 및 평가를 진행한다.

Acknowledgement

이 연구는 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019R111A3A01060826).

References

- [1] H. K. CHO, B. S. Park, D. H. Kang and S. S. Kim, "The Main factor and Counterplan for Marine accidents in Korea," *The Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education*, Vol. 29, No. 3, pp. 746-756, 2017.06.
- [2] J. Kim, and H. S. Jang, "Technology trends and preparations for autonomous ships," *The Society of Naval Architects of Korea*, Vol. 56, No. 4, pp. 4-7, 2019.12.
- [3] N. S. Son, K. H. Yun, S. W. Oh and T. H. Hwang "A study on the design of an unmanned aerial vehicle autonomous navigation system," *The Society of Naval Architects of Korea*, pp. 507-509, 2012.05.
- [4] J. H. Seo, J. W. Gim and D. W. Jeong, "Design of Maritime Autonomous Surface Ship Prototype Supporting Optimum Route Prediction," *Korean Institute of Information Technology*, pp. 148-151, 2019.06.
- [5] H. H. Kim and Y. S. Ha, "Design of a path-tracking control system using unmanned skimmer robots for collecting marine trash," *The Korean Society of Marine Engineering*, Vol. 43, No. 9, pp. 735-743, 2019.11.
- [6] Y. K. Jang, D. Y. Mun and B. S. Jung, "A Study of GPS Shi Navigation System Using Precise Coordinate Conversion Algorithm," *The Korean Society of Marine Engineering*, Vol. 23, No. 4, pp. 549-557, 2003.07.