

항만 근로자의 해상 추락사고에 대응하는 해상 구조 로봇

황희상¹, 강민철¹, 정육현¹, 정진원¹, 김인수²
¹한국공학대학교 임베디드시스템학과, ²한전 KDN
 wdg908@tukorea.ac.kr, tees3359@tukorea.ac.kr, diun81@daum.net

Marine rescue robot responds to harbor worker's fall at sea

Hee-Sang Hwang¹, Min-Cheol Kang¹, Wook-Hyun Jung¹, Jin-Won Jung¹, In-Soo Kim²
¹Dept. of Electronic Engineering, Tech University of Korea, ²KEPCO KDN

요 약

해상 추락사고에 대응하는 해상 구조 로봇 프로젝트는 항만 근로자의 추락사고 감지와 피해자 구조에 초점을 둔다. 센서와 자율주행 기술을 접목하여 정확하고 효율적인 구조 작업을 가능케 하고, 자체 개발한 워터센서를 활용하여 신속한 구조를 지원한다. YOLO를 이용한 피해자 위치 파악, 블루투스 기반 관리자 어플리케이션, 해상 추락 감지 및 센서를 탑재한 구명 조끼, 자동 구조 작업 등의 기능을 통합하여 항만 근로자의 안전을 보장하며, 해수욕장 등 다양한 환경에서도 확장 가능한 창의적인 기술을 제시한다.

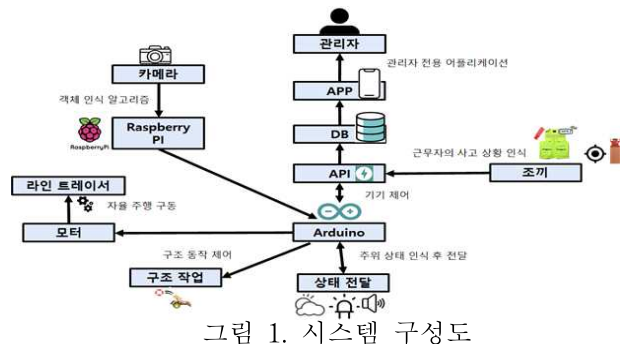
1. 서론

항만과 선박은 세계 경제의 중심축 중 하나로, 수많은 근로자들이 이곳에서 일하고 있다. 그러나 이러한 환경은 종종 위험성을 내포하고 있으며, 특히 해상 추락사고는 심각한 문제로 대두되고 있다. 본선 또는 부선에서 작업 중인 근로자가 바다에 빠지는 사고는 여전히 발생하고 있으며, 이러한 사고에 신속하고 효과적으로 대응할 수 있는 안전장치나 시스템의 부족은 큰 문제로 여겨진다[1]. 기존의 해상 구조 시스템은 제한된 센싱과 수동 제어에 의존하였으며, 이로 인해 구조 작업의 정확성과 효율성이 떨어지는 경우가 많았다. 또한, 야간 상황의 구조 작업의 지연은 피해자의 생명을 위협할 수 있으므로[2], 이러한 문제를 해결하기 위한 새로운 접근 방식이 필요하다는 인식이 커지고 있다. 이에 따라 본 프로젝트에서는 센서 기술과 자율주행 알고리즘을 통합하여 더욱 정확하고 효율적인 구조 작업을 가능하게 하며, 직접 제작한 워터센서를 부착한 조끼와 연동하여 자동으로 구조를 진행하는 해상 구조 로봇을 개발하고자 한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

(그림 1)은 시스템의 전반적인 구성을 도식화한 것이다. 구현하고자 하는 ‘항만 근로자의 해상 추락 사고에 대응하는 해상 구조 로봇’ 프로세스는 크게 해상낙하를 감지하는 기능, 피해자의 위치를 파악하고 구조하는 기능, 현재 상태를 확인하는 앱으로 구성된다.



2.2 어플리케이션 구성도

(그림 2)는 어플리케이션 흐름을 도식화한 것이다. 블루투스 통신을 활용하여 낙하 상황 및 구조 단계별 상황을 관리자에게 실시간으로 전달하는 GUI 어플리케이션을 개발하였다. 로그인 기능을 통해 관리자임을 확인하며, 구조 작업 진행 중일 때는 구조 로봇의 번호가 빨간색으로 변하며, 관리자는 해당 로봇을 선택하면 구조 상황을 확인할 수 있다. 특히 해상 낙하가 발생하면 어플리케이션 상단의 바가 초록색에서 빨간색으로 변화하여 사용자에게 경고를 전달한다. 이를 통해 어플리케이션은 구조 작업 상황을 효과적으로 모니터링하고 관리자에게 신속한 대응 기능을 제공하는데 활용된다.



그림 2. 어플리케이션 구성도

2.3 동작 알고리즘

2.3.1 구조 알고리즘

(그림3)은 피재자의 위치와 상태를 모니터링하며, 필요한 조치를 수행한다. 첫 번째로 조끼에 달린 미니아두이노와 워터센서를 통해 물에 빠졌다는 것이 확인되면 공기를 주입하여 조끼가 부풀게 해서 피재자의 생명을 보호하고 두 번째로, GPS 센서를 통해 여러 개의 위성에서 수신된 거리 측정 값들을 기반으로, 트라이앵글레이션(triangulation) 방법을 이용하여 정확한 위치를 로봇에게 알려주어, 로봇이 피재자에게 최단거리로 자율주행하여 가도록 한다. 마지막으로, 현재 피재자와의 거리를 바탕으로 발사각을 조절한 뒤 튜브를 발사하여 피재자에게 튜브를 전달하고 끌어당겨 안전한 지역으로의 이동시키는 과정을 진행한다.

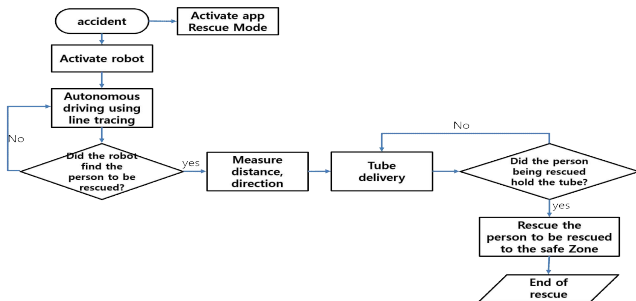


그림 3. 구조 알고리즘

2.3.2 튜브전달 알고리즘

(그림 4)는 피재자의 정확한 위치 파악과 튜브 전달의 정확성을 높이는 데 중점을 둔다. 로봇의 카메라와 센서를 통합하여 피재자의 위치를 GPS를 통해 인식하고 거리를 측정하고, 다익스트라 알고리즘을 사용하여 최단 거리로 이동하고, 이를 기반으로 튜브를 전달하여 필요한 경우 재시도를 통해 구조 작업의 성공 확률을 높인다.

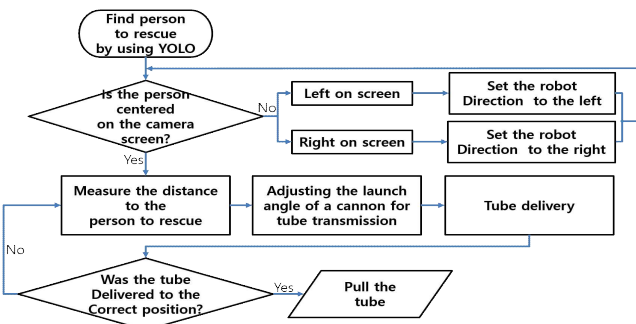


그림 4. 튜브전달 알고리즘

3. 결과 및 결론

3.1 구명조끼 개발 결과

(그림 5)는 미니 아두이노와 워터센서 GPS센서를 통해 구성한 결과이다. 워터센서의 값이 50이 넘어가면 공기를 주입하여 조끼가 부풀게 하고 GPS센서를 통해 로봇에게 정확한 위치를 전달한다.



그림 5. 구명조끼 실제구현 사진

3.2 튜브전달 로봇 개발 결과

(그림 6)은 GPS가 있는 근처로 이동하여 카메라 모듈을 통해 정확한 거리를 분석하고 그에 따라 서보모터를 조절하여 튜브를 발사한 후 튜브를 피재자가 잡으면 안전한 곳으로 끌어온다.

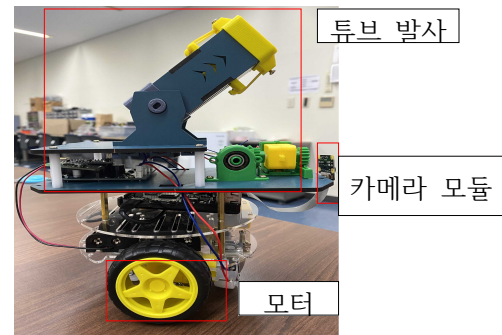


그림 6. 튜브전달 로봇 실제구현 사진

3.3 결론

개발된 시스템을 통해, 피재자가 물에 빠진 것을 확인하고 위치를 확인한 후 자동으로 구조까지 할 수 있고, 항만, 대교 및 해수욕장 등 다양한 분야에도 적용 가능하다.

Acknowledgement

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1]월드컵대교 공사현장 근로자 2명 물에 빠져, 1명 사망, <https://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20221024000586>
- [2]심각한 부산항 항만사고 <https://www.busan.com/print/index.php?code=2022072818224541053>