

항만 종사자의 사고 예방 및 대응을 위한 원격 항만 정찰 로봇

강필호¹, 서지영², 정진모³, 전창영⁴
^{1,2,3,4} 한국공학대학교 메카트로닉스공학부 메카트로닉스공학전공 학부생
 knplo00@naver.com¹, skjy0421@naver.com², jjm9701@daum.net³, gch06118@naver.com⁴

Remote port reconnaissance robot for accident prevention and response of port workers

Pil-Ho Kang¹, Ji-Yeong Seo², Jin-Mo Jeong³, Chang-Yeong Jeon⁴
^{1,2,3,4} Dept. of Mechatronics Engineering, Tech University of Korea

요 약

항만은 넓은 범위와 복잡한 구조로 인해 효율적인 관리와 안전사고 대응이 어려운 장소이다. 이를 보완하기 위해 CCTV가 존재하지만 기존에 항만 내에 설치된 CCTV는 고정된 시스템으로 인한 이동성의 부족, 낮은 화질 등의 문제점이 존재하여 광범위한 항만을 실시간으로 관리하기에는 대응 능력이 제한적이다. 이처럼 사고가 발생해도 현장을 제대로 발견하기 어려운 상황에서 종사자들의 안전 보호구 미착용과 같은 부주의는 더 큰 화를 불러 일으킨다. 이러한 한계와 문제를 극복하고자 원격 조종으로 어디든 이동하며 캠을 통해 실시간으로 위험 상황을 모니터링하여 관리 및 대응하고, 객체 인식을 이용하여 규율 상의 안전 복장이 미흡한 종사자에 대해 인식하고 경고 시스템을 작동시킴으로써 사고를 미연에 방지하는 로봇을 개발하였다. 이를 통해 항만 종사자의 안전을 강화하고 항만 운영의 효율성을 향상시키고자 한다.

1. 서론

항만에서 종사하는 작업자의 경우, 안전을 위해 착용해야 하는 복장 규정이 있다[1]. 그러나 연구에 따르면 항만에서의 사고 중 41%가 종사자의 안전 의식 부족으로 인해 개인의 부주의한 판단으로 안전 수칙을 미 준수하여 발생하며, 안전 보호구(안전모, 안전조끼) 미 착용 역시 그 원인이 되고 있다[2]. 또한 CCTV의 화질이 너무 낮아[3] 사고 발생 시 CCTV를 통한 현장 발견이 쉽지 않으며, 고정된 자리에 설치된 CCTV를 이용해 넓고 사각지대가 많은 항만을 모니터링 하기에는 어려움이 있기에 문제가 되고 있다.

따라서 카메라가 부착된 이동형 로봇을 제작하여 원격 조종을 통해 정찰함으로써 구석진 곳이나 CCTV로 시야 확보가 힘든 곳까지 실시간 모니터링을 할 수 있도록 한다. 이동식 로봇의 특성상 사고 현장과 밀접한 접근이 가능하므로, 사고 목격 시 사고의 크기 및 범위, 피해 정도의 상세 파악을 통해 사고 현장을 발견한 관리자의 대처를 용이하게 한다. 또한 YOLOv8을 이용한 객체 인식을 통해 복장 착용이 미흡한 종사자를 인식하여 경고를 줌으로써 사고 예방에 도움을 줄 수 있도록 한다.

2. 본론

2.1 구성 및 연결

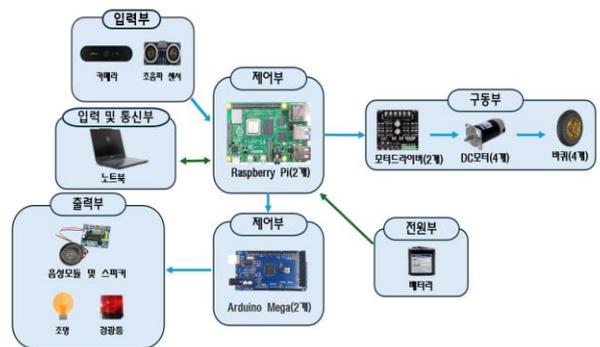


그림 1. 시스템 구성도

로봇은 Raspberry Pi와 Arduino를 제어용 보드로 이용하여 작동한다. Raspberry Pi에 연결한 모터 드라이버에 DC 모터 4개와 각각 바퀴를 연결하여 굴러갈 수 있도록 구동부를 만들어 모빌리티의 구색을 갖춘다. Raspberry Pi에 카메라를 연결하여 시야 확보와 객체 인식을 할 수 있도록 한다. Arduino에는 센서 및 부품(경광등, 음성 모듈 및 스피커, 조명, 초음파 센서)들을 연결하고, 그 Arduino를 Raspberry Pi와 연결하여 서로 통신을 통해 작동하게 한다. 전원은 리튬

이온 배터리를 이용하여 인가했으며, 원격 조종은 통신을 통해 노트북을 이용하여 진행한다.

2.2 기능 및 원리



그림 2. 3D 모델링

그림 3. 완성 모습

로봇의 바퀴를 굴리기 위한 모터의 움직임은 모터가 연결된 Raspberry pi 의 파이썬 코드와 노트북의 Visual Studio 를 이용한 C# 코드의 통신을 통해 제어할 수 있도록 한다. Wi-Fi 를 이용하여 신호를 주고받는데, 여기서 IP 를 따 와서 C#을 통해 만든 GUI 에 IP 주소를 입력하여 TCP/IP 통신을 통해 서로 연결할 수 있도록 하였다. 각 모터의 방향을 다르게 움직이게 하여 로봇이 전진, 후진, 좌회전, 우회전, 정지를 할 수 있게 하였으며, PWM 제어를 이용한 모터의 속도 조절을 통해 로봇이 상황에 따라 필요한 속도로 정찰하는 것을 가능하게 하였다. 미리 코드로 설정해 놓은 노트북 키보드의 키를 누르면 GUI 를 통해 원하는 방향으로 움직임 및 정지, 속도의 조절을 할 수 있다. Raspberry pi 에 Arduino 보드를 연결하여 Serial 통신을 통해 서로 신호 연결을 하였으며, 따라서 Arduino 에 연결된 경광등과 음성 모듈 및 스피커, 초음파 센서, 조명이 Python 코드와 Arduino 코드의 상호작용을 통해 작동을 한다. 여기서 조명은 항만이 어두울 시 전방을 포함한 주변을 밝혀 줄 용도이며, 이 또한 필요시 사용을 위해 노트북에 설정한 GUI 를 통한 조종 키를 이용해 원격으로 켜고 끌 수 있도록 하였다. 초음파 센서는 카메라의 전, 측방을 향한 시야로 인해 후진 시 후방의 사람이나 장애물을 발견하지 못하고 충돌할 수 있으므로, 이를 인식 시 자동으로 로봇을 정지시키는 기능을 위해 사용하였다.

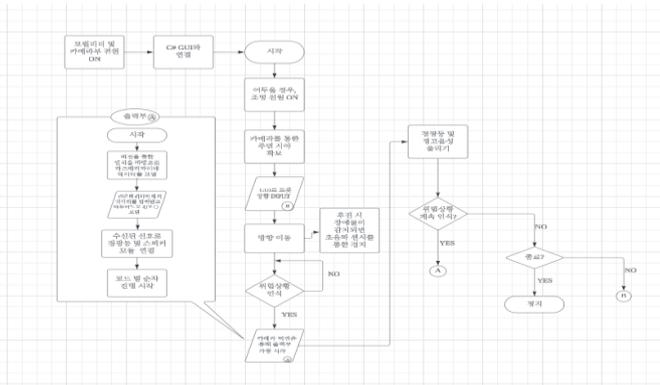


그림 4. 시스템 제어 흐름도

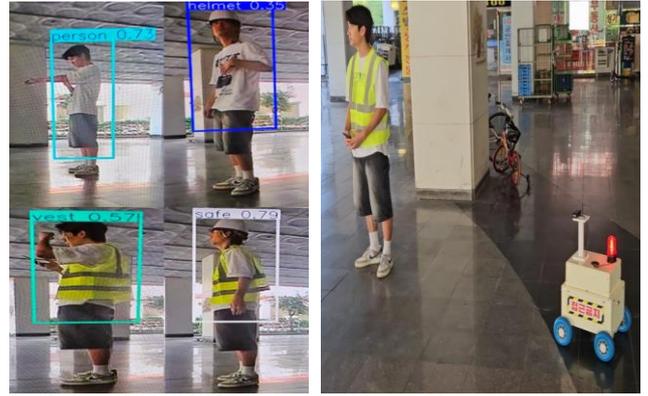


그림 5. 객체 인식 모습 그림 6. 경고 시스템 작동

Raspberry pi 에 연결된 카메라는 조종자의 시야 확보를 위해 사용되기도 하지만 객체 인식을 위한 것이 주 기능이다. 객체 인식은 YOLOv8 을 이용하였으며, 항만을 돌아다니던 로봇이 안전 복장 착용이 미흡한 종사자를 인식하고, 해당 경우에 경고를 주어 사고 예방을 하는 것이 목적이다. 따라서 객체 인식을 통해 안전모와 안전조끼를 모두 착용하지 않았거나 둘 중 하나라도 제대로 착용하지 않은 종사자가 카메라 화면에 인식될 경우, Serial 통신을 통해 자동으로 Arduino 에 연결된 경광등이 작동하고, 음성 모듈 및 스피커를 통해 녹음된 경고 음성이 출력되어 시각 및 청각적 경고를 줄 수 있도록 하였다. 이 때, 두 복장을 모두 제대로 착용한 사람은 안전하다고 판단하여 기능이 작동을 하지 않으며, 안전모와 안전조끼를 모두 착용한 종사자와 둘 중 하나라도 제대로 착용하지 않은 종사자가 같이 있어도 기능은 작동을 하게 된다.

3. 결론

로봇의 제작 목적에 맞게 원격 조종과 객체 인식 및 그로 인한 경고 시스템을 포함한 각 기능들이 모두 잘 작동하는 것을 볼 수 있었다. 이를 통해 항만에서의 사고나 위험 상황을 조기에 감지함으로써 빠른 대응과 조치를 취하여 인명 관련 안전사고 예방 및 대처가 가능할 것으로 기대된다. 또한 새로운 서비스 로봇 시장의 개척을 가능하게 하여 다양한 이익 실현을 기대할 수 있다.

※ 본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업 (스마트해상물류 x ICT 멘토링)을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 부산항만공사, “부산항 안전기준 매뉴얼”, 2021, <https://www.busanpa.com/kor/Board.do?mode=view&mCode=MN1439&idx=26721>

[2] 박원희, “항만근로자의 안전사고 예방대책에 관한 연구 : 울산항 항만 하역 근로자를 중심으로” [석사학위논문, 울산대학교], 2013

[3] 원병철, “전국 31 개 항만 CCTV 절반인 2,415 대, 50 만 화소미만”,보안뉴스,2016, <https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=51891>