

항만구역 안전사고 방지 위한 순찰 로봇

선승진¹, 안현아¹, 배가은², 홍 빈², 김인수³

¹한국공학대학교 임베디드시스템학과, ²한국공학대학교 전자공학과, ³ECS 텔레콤
gene0407@icloud.com, dksgus97@gmail.com, qorkdms0713@gmail.com,
ghdqls6996@tukorea.ac.kr, diun81@daum.net

Patrol Robots for the Prevention of Safety Accidents in Port Areas

Seung-Jin Seon¹, Hyeon-Ah An¹, Ga-Eun Bae², Binn Hong², In-Soo Kim³

¹Dept. of Embedded System, Tech University of Korea,

²Dept. of Electric Engineering, Tech University of Korea, ³ECS Telecom

요 약

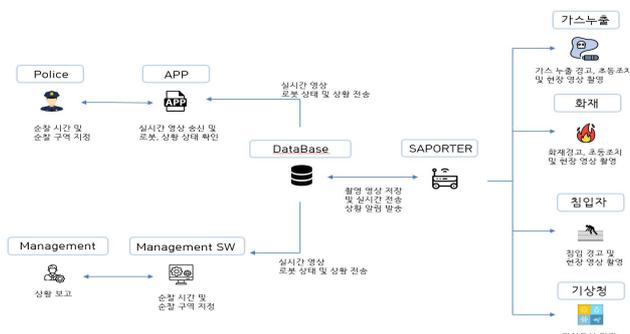
본 논문은 테트라포드의 침입자 확인 및 신고, 추락/사망사고 예방과 작업구역에서 일어나는 화재/가스누출 사고를 감지하고 기상특보를 빠르게 전파하여 신속한 대응을 목표로 “항만구역 안전사고 방지 위한 순찰 로봇”을 제안한다. 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, 앱 및 웹을 통해 순찰 구역·경로와 시간을 지정할 수 있다. 또한, 이상 상황 발생 시 로봇에서 앱 및 웹을 통해 관리자에게 정보를 전달한다. 둘째, Mmwave센서와 카메라를 통해 침입자를 감지하고, 열감지 센서와 가스감지 센서를 통해 화재와 가스누출 상황에 대해 초동조치를 취할 수 있다. 셋째, 기상청 API를 이용해 기상 특보에 대한 알람을 발생해 대피할 수 있도록 한다.

1. 서론

해양수산부는 20년 「항만법」을 개정하여 항만구역 내 방파제, 호안, 해안가 등 과도의 직접적인 영향을 받을 수 있는 위험구역을 출입 통제구역으로 지정하여, 알람 표지판 등 안전시설을 설치하였다[1]. 그럼에도 출입 통제구역의 테트라포드에서 불법 낚시로 인한 인명사고가 지속적으로 발생하고 있다[2]. 또한, 항만구역 내 화재 및 가스누출 사고로 인한 인적·물적자원의 손실이 발생하고 있어서, 이에 대한 대응책 마련이 시급하다[3]. 따라서 본 논문은 안전한 항만을 만들어 출입 통제구역 및 항만구역에서의 사고 발생을 방지하기 위해 “항만구역 안전사고 방지 위한 순찰 로봇”을 제안한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

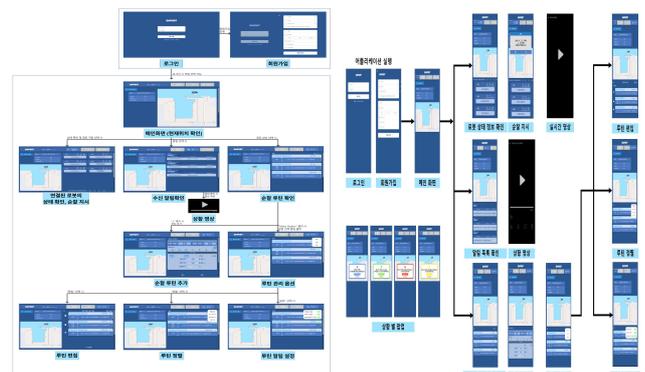


(그림 1) 시스템 구성도

(그림 1)은 시스템 구성을 도식화한 것이다.

항만순찰 로봇인 ‘SAPORTER’는 가스누출, 화재, 침입자, 기상특보라는 네 가지 상황에 대해서 감지하고 그 내용을 데이터베이스에 저장한다. 데이터베이스에 저장된 정보들은 앱과 웹에 전송되고 관리자가 이 내용을 토대로 항만구역에서의 상황을 파악할 수 있다. 또한, 로봇 자체에서 기상특보를 제외한 모든 상황에 대해서 직접 신고를 통해 빠른 초동 조치를 취할 수 있다.

2.2 SW 흐름도



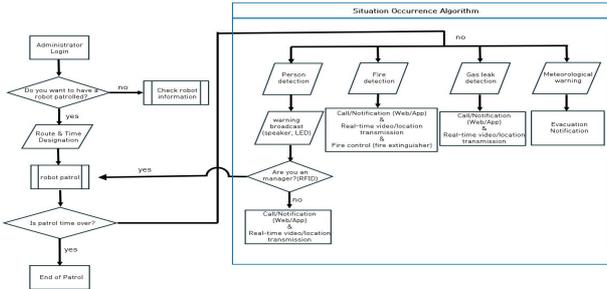
(그림 2) Web 흐름도

(그림 3) App 흐름도

(그림 2)와 (그림 3)은 각각 Web, App의 흐름을 도식화한 것이다. 회원가입을 통해 정보를 입력받아 로그인할 수 있고 메인 화면에서 세 가지의 목록을 확인할 수 있다. 먼저, 로봇 상태 정보 확인을 하고 순찰 지시를 내릴 수 있고 실시간 로봇이 전송하는 영상을 확인할 수 있다. 두 번째로 알람 목록을 확인하여 발생한 상황에

대한 영상을 볼 수 있으며, 마지막으로 순찰 루틴 목록 확인을 통해 루틴을 추가할 수 있다. 루틴은 편집/정렬/사용자 설정의 옵션이 부가적으로 작동한다. 또한 각 상황에 대해 팝업창으로 알림을 발생시킨다.

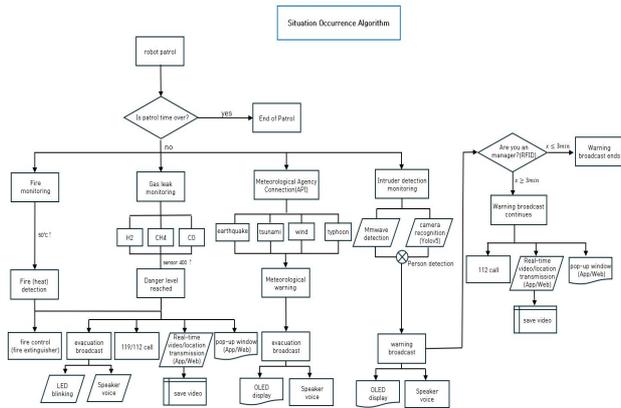
2.3 전체 시스템 알고리즘



(그림 4) 전체 시스템 알고리즘

(그림 4)는 시스템 알고리즘을 도식화한 것이다. 관리자가 웹/앱에서 로그인한 후, 로봇 순찰을 위해 경로와 시간을 지정하여 지시를 내리거나 순찰을 원하지 않을 경우, 로봇의 정보를 확인할 수 있다. 로봇이 순찰을 시작하고 순찰 시간이 종료되면 처음 장소로 복귀하고, 그렇지 않고 순찰 도중 이상 상황이 발생하면, 각 상황마다 해당되는 처리를 한다.

2.4 이상 상황 감지 및 처리 알고리즘



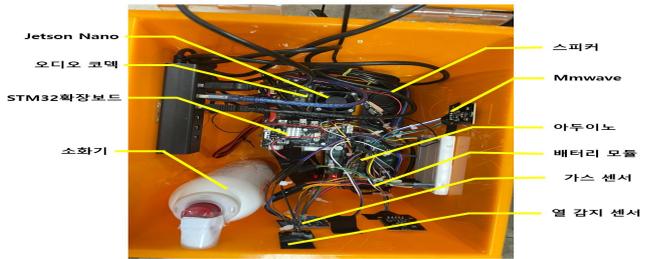
(그림 5) 이상 상황 감지 및 처리 알고리즘

(그림 5)는 가스누출, 화재, 기상청 연결, 침입자 감지에 대한 상황별 알고리즘을 도식화한 것이다. 먼저, 50°C이상의 온도를 열감지 센서로 감지하면, 화재 상황임을 파악하고 화재 진압을 위한 소화기를 분사한다. 가스 누출 상황에서는 H₂, CH₄, CO를 감지하는데 가스 감지 센서의 값이 400이상 일 경우에 위험 수치에 도달했음을 확인하고 소화기 분사, 대피명령(LED, TTS), 119/112 신고, 현재 영상/위치 전송 및 영상 저장(앱/웹), 상황발생 팝업창(앱/웹)의 대처를 한다. 기상특보의 경우에는 기상청과 API를 통해 연결하여 항만에서 피해가 발생하는 지진, 해일, 풍랑, 태풍 관련된 특보를 받아온다. 특보 발생 시 대피명령(LED, TTS)을 통해 빠른 대피를 할 수 있도록 조치한다. 마지막으로 Mmwave와

Yolo5를 이용한 침입자 감지는 Mmwave 센서로 특정 범위 내의 사람을 감지할 수 있다[4]. 사람을 감지 후 경고방송 (OLED, TTS)을 울리고, 관리자인지 확인하기 위해 RFID태그를 3분 이내에 태그받을 수 있도록 한다. 관리자라면 경고 방송을 종료하고 순찰을 재개한다. 3분 이내에 태그되지 않으면 112에 신고하고 현재 영상/위치 전송 및 영상 저장(앱/웹), 상황발생 팝업창(앱/웹)의 대처를 한다.

3. 구현 결과

(그림 6), (그림 7)은 항만구역에서 순찰을 통해 각 상황을 감지하는 로봇의 형태이다.



(그림 6) 내부 구조



(그림 7) 외부 구조

4. 결론

본 로봇은 해양 경찰의 순찰이 느슨한 시간에도 순찰 로봇을 통해 무단출입을 감시하고 항만구역 및 화물 컨테이너 내 화재 사고와 가스누출 사고 감지-대응을 할 수 있다는 점에서 항만 전반의 안전성이 향상된다. 이를 통해, 항만 안전 관리 시스템이 강화되어 보다 안전한 항만구역을 조성할 수 있다.

Acknowledgement

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

참고문헌

[1] 이기열, “항만 내 위험구역, 한 눈에 알아볼 수 있습니다”, 해양수산부 보도자료, 2024
 [2] 권민지, “잇단 테트라포드 추락 사고…당국 ‘통제는 곤란’”, SBS, 2023
 [3] 김우선, “중국 천진항 폭발사고의 시사점”, 한국해양수산개발원, 2015
 [4] 유승근, “mmWave/Sub-THz 주파수 측정 과제와 측정시스템 현황”, 한국전자과학회, 2022, p.22-29