

항만·선박 내 인명사고 방지 위한 UWB 기반 스마트 안전시스템

윤진혁¹, 임상진¹, 전동민¹, 최동환¹, 정두희², 김인수³

^{1, 2}한국공학대학교 전자공학부, ³ECS텔레콤

wlsgur9088@gmail.com, sjin19@tukorea.ac.kr, dongmin759@naver.com,

cloud0650@gmail.com, doohee@tukorea.ac.kr diun81@daum.net

Smart Safety System based on UWB for the Prevention of Casualty in Ports and Ships

Jin-Hyeok Yoon¹, Sang-Jin Im¹, Dong-Min Jeon¹, Dong-Hwan Choi¹, Du-Hui Jeong², In-Soo Kim³

^{1, 2}Dept. of Electronic Engineering, Tech University of Korea, ³ECS Telecom

요 약

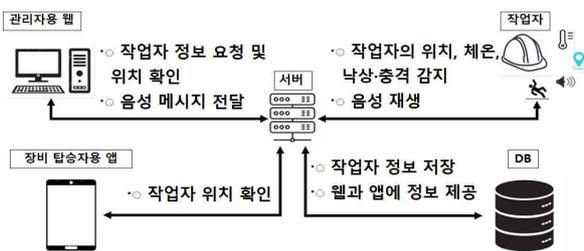
본 논문은 항만·선박 내 중장비 작업 시 사고로 인한 인명 피해를 위해서 UWB 통신 통해 실내의 작업자의 실시간 위치 추위와 웹·앱 기반 정보 및 경보를 제공하는 'UWB 기반 스마트 안전시스템'을 제안한다. 본 논문이 제안하는 특징은 다음과 같다. 첫째, UWB 통신을 이용해 작업자들의 위치를 실시간으로 정밀하게 측정한다. 둘째, 웹을 통해 관리자는 작업자의 상태와 상황을 신속하게 파악하고 관리한다. 셋째, 디스플레이 앱을 통해 중장비 사용자에게 작업자 위치와 경고 서비스를 제공한다. 이를 통해 항만·선박 내 인명 피해를 최소화하고 관리자의 작업 관리 편의성 증대를 목표로 한다.

1. 서론

항만과 선박에서 중장비와 작업자가 혼재된 상태로 고강도 작업이 진행되는 현장에서는 충돌, 낙상, 협착 등의 사고 위험이 높아 실제로 인명 피해가 자주 발생하고 있다 [1]. 기존의 스마트 안전모는 GPS와 Bluetooth와 같은 무선 통신 기술을 통해 실시간으로 작업자의 위치를 파악할 수 있으나, GPS는 위성 신호가 필요해 실내 사용에 한계가 있으며, Bluetooth는 UWB(초광대역)보다 위치 정확도가 떨어진다는 [2]. 또한, 기존의 장비(지게차)는 라이다 센서를 활용해 작업자 위치가 장비에 가까워질 때 경고를 표시하는 방식이지만, 해당 센서는 장애물의 영향을 많이 받아 사용에 불편함을 초래할 수 있다 [3]. 따라서 사고 예방을 위해서는 정밀한 실시간 위치 측정과 정보 제공이 필요하다. 이에 본 논문에서는 UWB 통신을 통한 실내의 실시간 위치 추위와 웹·앱 기반 정보 제공을 주요 특징으로 하는 'UWB 기반 스마트 안전 시스템'을 제안한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도



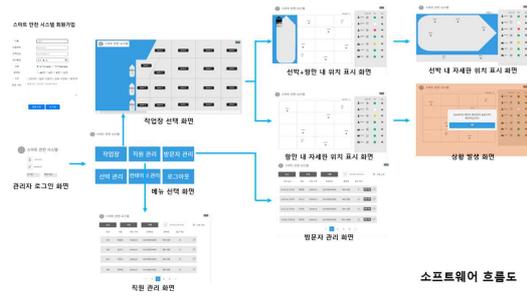
(그림 1) 시스템 구성도

(그림 1)은 본 시스템의 전반적인 구성을 도식화한 구성도이다. '항만·선박 내 인명사고 방지 위한 UWB 기반 스마트 안전시스템' 프로세스는 작업자, 서버, DB, 관리자용 웹, 장비 탑승자용 앱으로 구성된다. 작업자는 UWB, 체온, 가속도, 근접 센서를 포함한 장비(앵커)를 착용하여 데이터를 측정하고, 이 데이터를 서버로 전송한다. 서버는 작업자로부터 전송된 데이터를 수신하여 처리한 후, 이를 DB에 저장한다. DB는 서버로부터 받은 데이터를 저장하며, 데이터를 앱과 웹에 제공한다. 관리자용 웹은 작업자의 실시간 정보와 위치를 파악할 수 있도록 하며, 충격이 감지되면 자동으로 119에 신고한다. 또한, 작업자의 체온이 일정 기준을 초과하면 음성 알람을 통해 작업자의 상태를 확인한다. 장비 탑승자용 앱은 항만 내 장비 운전자가 다른 작업자의 위치를 미리 파악하고, 안전하게 작업을 진행할 수 있도록 실시간 정보를 제공한다.

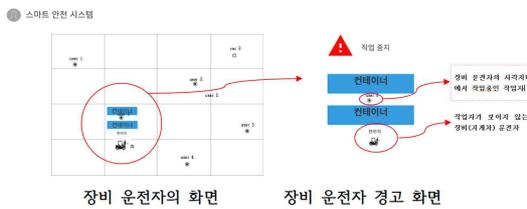
2.2 S/W 흐름도

(그림 2)는 스마트 안전 시스템의 흐름 과정을 도식화한 것이다. 관리자 로그인 후 작업장 확인, 직원관리, 방문자 관리 등 다양한 작업을 할 수 있다. 스마트 안전모를 통해 수집된 정보를 작업장 확인을 통해 선박·항만 내의 작업자 및 장비 위치를 확인할 수 있으며 섹터를 클릭 시 해당 섹터의 자세한 정보를 확인할 수 있다. 작업자의 체온 상태나 장비의 상태를 확인할 수 있으며 특이 사항 발생 시 즉각 알람을 주어 관리자가 안

전사고를 예방 및 즉각 대응할 수 있도록 한다. 지게차 운전자 등 장비 운전자는 (그림 3)의 앱 화면을 통해 현재 작업장의 작업자의 위치를 파악하고 작업 중 주변에 작업자가 있을 때 알림을 주어 사고를 예방한다.



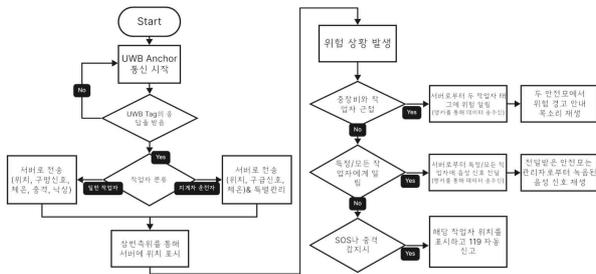
(그림 2) 관리자용 웹 흐름도



(그림 3) 장비 탑승자용 앱 흐름도

2.3 동작 알고리즘

장비(지게차) 운전자는 지게차의 태블릿을 통해 운전모드로 변경하지 않으면 작업자로 분류되며, 운전모드 동작 시 지게차 운전자로 서버에서 인식한다. 이 경우 인근의 작업자와 근접할 경우(5~15m) 양측 작업자와 서버에 경고 알림이 전달된다. 작업자, 운전자, 화물 등의 위치 정보와 작업자의 체온, 낙상, 충격 등의 데이터를 앵커에서 수집하여, 앵커에 연결된 Wi-Fi 통해 서버로 전송한다. 관리자는 웹 프로그램을 통해 이 정보를 실시간으로 확인할 수 있으며, 지게차 운전자는 모바일 앱을 통해 인접한 작업자와 경고를 동시에 확인할 수 있다.



(그림 4) 동작 알고리즘

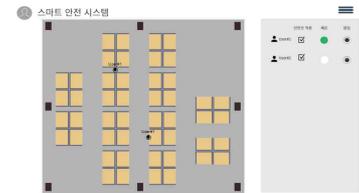
3. 구현 결과

(그림 5)는 앵커 8개를 한 화면에 나오도록 설치하여 찍은 사진으로 실제로 카메라 밑에 1개의 앵커가 더 있다. 이 공간을 기반으로 위치 표시 화면을 만든 것이 (그림 6)이다. (그림 7)은 앵커의 내부 모습이다. 동작을 위해 사용한 MCU와 UWB 통신을 위한 DWM1000, 서버와 통신하기 위

한 ESP-01로 구성되어 있다. (그림 8)은 태그의 부착 위치와 사용된 센서, 개발한 보드의 모습을 나타낸다. 비접촉 적외선 센서를 통해 체온을 측정하고 근접 센서를 통해 헬멧의 착용 여부를 판단한다. 또한, 스피커를 통해 음성 안내를 출력하며, SOS 버튼을 통해 구조 요청을 할 수도 있다. 이 모듈은 약 30cm의 오차의 정확도로 구현하여 다른 RTLS 기술에 비해 최소 3배 이상의 정밀한 위치 측위를 제공한다.



(그림 5) 실물 사진



(그림 6) 실물 웹 화면



(그림 7) 앵커 구성 / (그림 8) 태그 구성

4. 결론

항만과 선박 작업 현장은 중장비와 작업자의 혼재로 인해 사고 위험이 있어 작업자의 안전이 중요하다. 본 논문에서 제안한 'UWB 기반 스마트 안전 시스템'은 실시간 위치 측위를 통해 작업자에게 안전 정보를 제공하며, 웹과 앱을 통한 신속한 대응으로 위험을 줄일 수 있다. 또한 다양한 작업 현장에서 유용하게 활용될 수 있다.

Acknowledgement

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

참고문헌

[1] 고용노동부. (2021). 『항만하역업 안전보건 실무길잡이』. 고용노동부 산재예방지도과. 고용노동부 부서별자료실
 [2] 변석주, 유지현, 김예빈, 박양배, 이예훈. (2021). 블루투스 비콘과 UWB의 실내측위 정확도 비교 및 분석. 한국방송미디어공학회 추계학술대회 논문집, pp.183-186
 [3] 정종책, 최조천. (2020). LiDAR 센서기반 근접물체 탐지 계측 알고리즘. 한국항해학회논문지 vol.24 no.3 pp.192-197