

UWB 기반의 산업안전용 실내 위치 측위 시스템 설계 및 구현 연구

이성훈, 한동철, 신한재, 변상봉, 정용안, 조수현, 김재일*, 한병삼*, 김태형**, 최승호**
구미전자정보기술원, 선테크*, LS엠트론**

{leesh, cataegu07, hjshin, bsb, yaung, shcho}@geri.re.kr, {jikim, bshan}@i-suntech.com*, {legnnn, shchoi}@lsmtron.com**

Design and implementation of UWB-based industrial safety positioning system

Lee Sung Hun, Han Dong Cheul, Shin Han Jae, Bong Byeon Sang, Jung Yong An,
Cho Soo Hyun, Kim Jae Il*, Han Byeong Sam*, Kim Tae Hyung**, Choi Seung Ho**
Gumi Electronics & Information Technology Research Institute, SUNTECH*, LS Mtron**

요약

본 논문은 산업현장의 작업자 위치 추적을 위한 UWB 기반의 실내측위 시스템을 제안한다. 제안한 시스템에서는 자체 설계한 안테나와 장치를 사용하여 저전력 동작 및 통신 모듈을 구현했다. UWB 기반 실내 위치 측위 장치는 Anchor와 TAG로 2종의 디바이스이며, 정확한 실내·외 위치확인을 통한 충돌/끼임 등 각종 위험정보를 감지하고 알고리즘을 통해 예측할 수 있는 관리시스템으로 설계하였다. 본 연구로 산업현장의 안전사고 예방을 위한 실내 측위 시스템을 개발하여 작업자의 동선 파악 및 중장비 충돌 방지 등 산업안전 시스템을 개발할 수 있는 자료로 활용될 수 있다.

I. 서론

일반적인 기계나 자동차 등의 제조업 조립공정은 공정별 흐름에 근접 센서, 바코드, RFID, ZigBee, Bluetooth, 무선 센서 네트워크 등의 유무선 정보 수집 장치를 활용하여 실시간으로 공정 진행 정보를 네트워크를 통하여 상위의 제조 실행 시스템 MES(Manufacturing Execution System) 서버로 수집하는 방식으로 공정의 흐름을 파악하고 생산량을 점검하기에 적합하나 개별 작업자의 해당 작업장 내에서의 작업 누락이나 동선 파악을 위한 실시간 위치 추적은 어려운 실정이다[1][2][3][4]. 대형 조선소 및 건설현장, 제조현장 등의 작업자 안전관리를 위한 위험지역, 이동형 작업시설에 대한 경보 시스템에 대한 수요가 있으며, 작업자들은 막연하게만 제조현장 산업재해 예방을 위해 주의를 기울일 뿐, 현재 작업조건에 따른 구체적인 재해발생 예측유형 및 발생 위험도에 대해서는 인지하지 못하고 있어서 해마다 근로자 수천명의 사망사고가 일어나고 있는 현실이다. 본 논문에서는 작업자/이동장비, 위험물의 실시간 위치 관리 충돌방지를 위한 알람 기능을 설계한 시스템을 제시하고자 한다.

II. UWB 실내 측위 시스템 설계

산업안전을 위한 작업자, 이동장비, 위험물 위치추적을 위하여 UWB 트랜시버 IC를 내장한 Decawave사의 DWM1001 모듈을 사용하는 Anchor, Node, TAG 보드를 개발하였다. 태그의 위치데이터 및 알람정보를 송수신하는 역할을 하는 DWM1001 모듈은 IEEE 802.15.4-2011 UWB 표준을 따르는 무선 주파수 3.5GHz~6.5GHz 대역의 DW1001 UWB 트랜시버 IC를 기반으로 RF회로 및 안테나를 내장하고 있으며, TDoA, ToA, RSSI 알고리즘을 사용하여 태그와 노드사이의 거리를 측정하고, 삼변측량법 알고리즘을 활용하여 태그를 탑재한 대상의 상대적 위치를 측정하는 디바이스는 Anchor, Tag 두가지 형태의 디바이스로 구성되어 있으며, Anchor는 부착형으로 이동형인 Tag 디바이스와 UWB통신으로 삼변측량을 통해 실내측위를 한다.

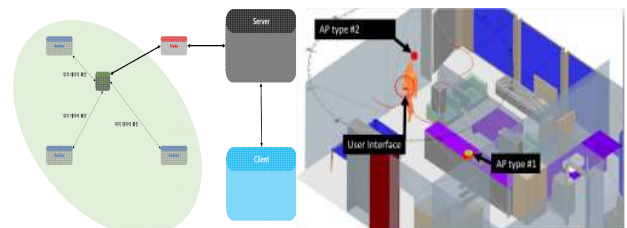


그림 1. UWB 실내측위 시스템 구성도 및 산업현장 전자파환경 모델링 예시

Anchor는 TAG 장치의 위치를 판별하기 위해 거리 측정 신호를 송수신 용도이며, 노드(Node)는 UWB 통신으로 수집된 TAG의 위치 데이터를 수신하여 유무선 통신을 통해 서버(Server)로 전송하는 장치, 태그(Tag)는 UWB 통신 기반의 이동형 디바이스로 Anchor와 UWB 통신으로 위치 데이터 확인과 검증된 TAG 위치 데이터를 노드(Node)에 전송하는 장치를 설계하였다.

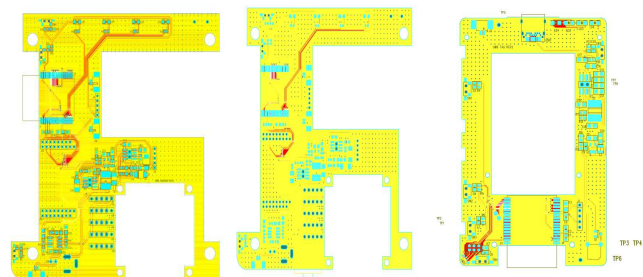


그림 2. Anchor(좌), 노드(중), 태그(우)의 PCB 구성도

III. UWB 실내 측위 시스템 제작과 구현

고정형 Anchor 장치는 TAG로부터 Anchor까지의 거리를 계산하여 실

내측위 신호 전송을 하고 현재의 위치데이터를 계산하기 위하여 각 앵커와의 거리를 계산 시, 확장 칼만 필터(Extended Kalman Filter, EKF)를 이용하여 비 선형적인 거리를 예측하며, 앵커 별 발생하는 오차에 대하여 신뢰도(가중치)를 부여하여 위치데이터를 계산한다. 이동형 TAG는 Anchor로부터 수신된 신호를 반송하며, 필요 시 추가적인 신호(비상 신호)를 Anchor로 송신하게 구현하였다.

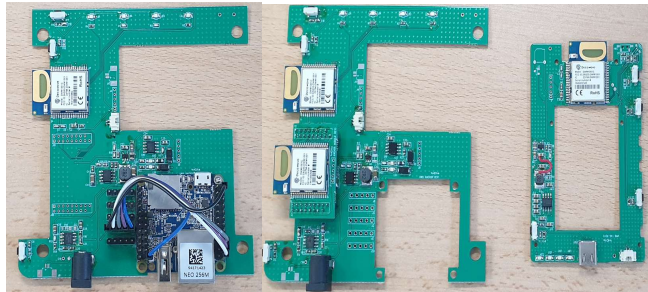


그림 3. Anchor(좌), 노드(중), 태그(우)의 PCB 구현

실내 위치 측위 시스템에서 보다 정확한 TAG의 위치 좌표를 얻기 위해서는 각 Anchor에 대한 정확한 시간 동기화 및 Cell Planning이 필요하므로 정확한 시간 동기화 및 Cell Planning은 매우 오랜 시간을 소모하게 되고 비용마저 높아지는 원인이 되므로, 최초로 설치된 노드를 통한 DWTS 기법과 Time Sync Device를 통한 개별 시간 동기화 장치를 개발하고 Self Cell Planning 기법을 통해 스스로의 좌표를 특정하는 기법을 적용하였다. Self Cell Planning 은 기존에 설치된 1~3개 포인트 Anchor 노드를 기반으로 새로운 Anchor노드의 위치를 즉각적으로 배치 및 매핑하는 기법이다. 고정노드 앵커를 설치하고, 임의의 여러 위치에서 이동노드인 태그의 상대적인 위치측정 실험을 실시하였다.

위험 지역 접근 상황

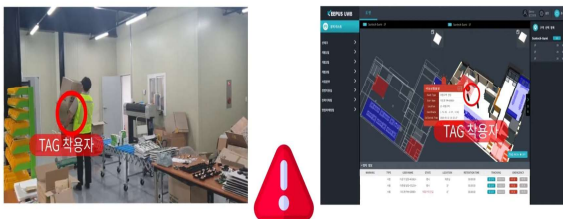


그림 4. DEMO용 응용 프로그램 구현

IV. 결론

본 논문에서는 산업현장에서 UWB 실내 위치 측위 시스템을 통해 위험 지역 접근 및 작업자/이동장치의 충돌방지를 위한 위치측정 시험을 진행한 결과로서, 산업 현장에 4개의 위치에 앵커를 설치하고 작업자에 웨어러블 형태로 태그를 부착하여 PC상의 위치 추적 응용 프로그램과의 연동을 확인하였다. 이를 통하여 실제 위치와 컴퓨터 시뮬레이션의 지도를 통해 움직임과 이동동선을 확인하였다. 향후에 실내 위치 측위의 오차를 분석하고 정확도를 높이기 위해 무선 전파환경검토 및 채널특성연구, 저전력 연구 등 다양한 산업 현장에 맞춤형으로 적용될 수 있는 연구를 진행할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (2019-0-00068, Development of Millimeter Wave 5G Components Using Compound Semiconductor Process).

참 고 문 헌

- [1] 정승현, 최득성, “칼만필터를 적용한 UWB 센서기반 제조업 조립공정 작업의 실시간 위치추적 시스템 개발,” 한국산업기술학회 논문지 vol 21. no. 2 pp 627-633, Feb. 2020.
- [2] M. D. Kong, “A Study on the Efficient MES Using RFID in automotive Assembly Line”, Journal of the Korea Management Engineers Society, Vol.16, No.1, pp.45-55, March, 2011.
- [3] S. He and S.-H. G. Chan, “Wi-Fi fingerprint based indoor positioning: Recent advances and comparisons,” IEEE Commun. Surveys Tuts., vol. 18, no. 1, pp. 466 - 490, 2016
- [4] 이성훈, 우선걸, 양훈기, “실내 다중경로에서 UWB의 성능 분석,” 한국통신학회 학술대회 논문집, pp.732-795, Nov, 2003.