

Ultra-wideband를 이용한 거리측정 시스템

김정민, 신수용

금오공과대학교 IT융복합공학과

20216029@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

Distance measuring system using ultra-wideband

Kim Jeong Min, Shin Soo Young

Dept. of IT Convergence Engineering

Kumoh National Institute of Technology.

요약

산업 현장의 사고 사망 사례 중 높은 비중이 건설업에 포함되며 이 중 대부분 부딪힘 사고이다. 건설시장의 규모가 커짐에 따라 사고 발생횟수 증가 또한 예상된다. 이러한 충돌사고를 발생 감소시키기 위한 휴대용 IoT기기를 개발하였고 측위 센서를 이용하여 일정거리 중장비와 근로자의 사이의 거리가 1.5m 이내인 경우 카메라를 작동하여 환경을 찍으며 YoloV5로 영상의 객체를 탐지한다. 또한 적합한 충돌 예방 센서를 선택하기 위해 GPS와 UWB를 사용하여 중장비와 근로자 간의 거리를 측정하고 정확도를 비교한다.

I. 서론

업무상 사고 사망 사례 2575명 중 1312명이 건설업에 해당하며 전체의 51.2%를 차지한다. 지게차로 인한 사망자 수 중 부딪힘(56%) 다음으로 깔림/뒤집힘(39%)로 많다.[1] 18년대비 19년도 매출은 증가했으며[2] Technavio™ 마켓 리서치에서는 한국 건설시장이 26년까지 연평균 4.15% 성장하며 약 46조원에 이를 것으로 예상했다.[3]

이처럼 한국 건설시장 규모 커질 것이란 예상과 함께 사고 또한 늘어날 것으로 예상되어진다. 그러므로 차량 운행 시 주변 현장 근로자와의 충돌 사고를 예방하는 센서가 필요하다. 본 논문에서는 가장 대중적인 GPS 센서와 실내 측위 센서중 UWB센서를 거리 오차를 비교하고 각 센서에서 측정거리의 값의 결과에 따라 영상을 촬영한다.



그림 1 충돌 방지 예시

II. 시스템 모델

그림 2와 같이 Master노드(차량)와 Slave노드(근로자)가 존재한다. 이 두 노드는 Wi-Fi로 통신하며 Slave노드의 GPS센서의 좌표 데이터(위도, 경도)를 Master에 송신하며 Master에서는 수신한 Slave의 좌표 데이터와

Master의 좌표 데이터를 계산하여 두 노드간의 거리를 계산한다. UWB센서는 6.5GHz의 주파수 범위를 사용하며 Master노드에서 전파의 송수신에 걸린 시간으로 두 노드 사이의 거리를 계산한다. Master에서 일정 거리 이내이면 영상을 5초간 촬영하고 주변 환경을 인식하기 위해 YoloV5를 사용한다.

UWB(Ultra Wide Band, 초광대역) 기술은 500 MHz에 이르는 매우 넓은 주파수 대역폭(Bandwidth)을 이용하는 무선 통신 기술로, 초광대역의 주파수 대역폭을 사용하기 때문에 매우 세밀한 거리측정이 가능해서, 기존 WIFI나 블루투스로 시도했으나 잘 안되었던 실내 위치 측정, 자동차 키 등에 쓰일 수 있을 것으로 각광 받는 기술이다. 주파수 대역은 나라마다 조금씩 다르지만 보통 3.1 GHz에서 10.6 GHz까지 500MHz 단위로 나누고 채널을 지정하여 사용한다.[4]

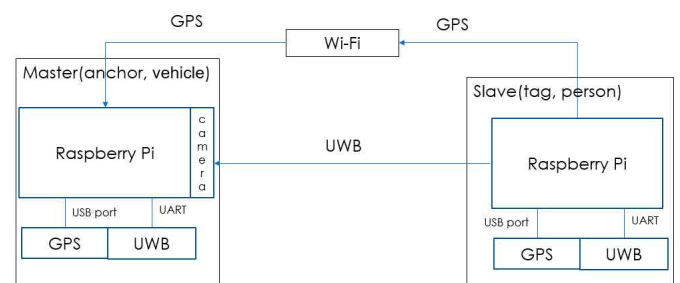


그림 2 시스템 모델

III. 실험

본 논문에서 GPS와 UWB 센서의 데이터를 연산에는 고성능 필요하지 않다. 그러므로 메인보드는 라즈베리파이4, GPS는 EZ-0048, UWB는 DWM 1001-dev, 카메라는 라즈베리파이 기본 카메라를 사용하였다.

고층 건물이 있는 환경에서는 GPS의 오차가 크기 때문에 그림 4와 같은 환경에서 진행하였으며 Master노드와 Slave노드 거리가 10, 5, 3, 1.5, 1, 0.3m 구간에서 측정하였다. 또한 거리가 1.5m미만 구간부터 5초간 영상을 촬영한다. 그림 3는 ssh통신으로 연결한 Master노드의 GPS거리 화면이다. 표 1는 GPS를 사용하여 거리를 측정한 결과이다. 줄자를 이용하여 실측거리를 측정하였고 오차범위는 실측거리와 GPS측정거리를 비교하여 계산했다. 5 ~ 1m 구간에서 오차범위가 1m이내이지만 10m초과, 1m미만 구간에서는 오차범위가 극도로 넓어진다. 표 2는 UWB를 사용하여 거리를 측정한 결과이다. 모든 구간에서 오차범위는 0.5m 이내이며 1m이하 구간에서는 오차범위가 0.1m이다. 그림 5는 Master노드에 저장된 영상 파일과 영상의 장면이다. 88%확률로 사람인 바운딩 박스를 표시하고 있다. 파일명은 촬영 날짜와 시간으로 저장한다. 5초간 촬영하여 저장한 후에 1초 뒤에 거리가 1.5m미만인 경우 다시 5초간 촬영한다.

실측거리(m)	GPS측정거리(m)	오차범위(m)
10	7 ~ 8	-3 ~ -2
5	4.5 ~ 5.1	-0.5 ~ 0.1
3	3.9 ~ 4.2	0.9 ~ 1.2
1.5	1.2 ~ 2	-0.3 ~ 0.5
1	1.2 ~ 3.6	0.2 ~ 2.6
0.3	1 ~ 4.3	0.7 ~ 4

표 1 GPS 거리 측정 결과

실측거리(m)	UWB 측정거리(m)	오차범위(m)
10	9.7 ~ 10.2	-0.3 ~ 0.2
5	4.7 ~ 5.0	-0.3 ~ 0
3	2.8 ~ 3.0	-0.2 ~ 0
1.5	1.3 ~ 1.5	-0.2 ~ 0
1	0.9 ~ 1.0	-0.1 ~ 0
0.3	0.2 ~ 0.3	-0.1 ~ 0

표 2 UWB 거리 측정 결과

Time : 165210814.455906 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Time : 165210814.461094 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Time : 165210814.399960 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]
Author : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210814.15048 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Tag : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210814.00021 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Server : 165210814.400004 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]
Author : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210814.159116 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Tag : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210814.00021 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Server : 165210814.643294 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]
Author : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210814.095117 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Tag : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210814.00021 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Server : 165210814.800047 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]
Author : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.854484 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Tag : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.805586 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Server : 165210814.953400 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]
Author : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.175475 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Tag : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.102086 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Server : 165210815.876755 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]
Author : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.130115 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Tag : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.31435 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Server : 165210815.128376 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]
Author : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.474710 GPS : True [lat:36.14603][long:128.387605] UWB : False [d:0.0]	Tag : ("18.8.0.100", 4000) Time : 165210815.000002 GPS : True [lat:36.14599333][long:128.38762] UWB : False [d:0.0]	Server : 165210815.000002 Alarm : True [1] UWB : GPS [d:4.29389187435496]

그림 3 측정 화면(GPS거리측정 0.3m)



그림 4 실험 환경

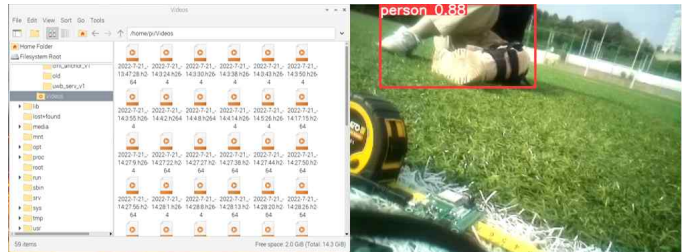


그림 5 Master에 저장된 영상파일

IV. 결론

본 논문에서는 건설현장에서 중장비와 근로자 간의 충돌을 예방하기 위해 거리 감지 시스템을 제안하였다. 거리 감지 센서의 적합성을 확인하기 위해 GPS와 UWB센서를 각각 사용하여 중장비와 근로자 간의 거리 측정 및 비교하였다.

GPS센서는 측정 거리가 10m초과, 1m미만 구간에서는 오차범위가 극도로 넓어진다. 10m초과 구간에서는 안전상의 위험은 없지만 1m미만 구간에서는 사고의 위험성이 높아진다. UWB센서는 모든 구간에서 오차범위가 0.5m이내였으며 1m 미만 구간에서는 더 높은 정확성을 보여준다. 실험의 결과는 GPS센서 보다 정확성이 높은 UWB센서가 충돌예방에 적합하다는 걸 보여준다.

ACKNOWLEDGMENT

"본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2021년도 산학협력 거점형 플랫폼(R&D) (No. S3016551)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다."

참고 문헌

- [1] 중대재해 유형별 현황 분석 연구보고서 (안전보건공단)
- [2] 2020년 세계 건설기계 산업의 현황과 향후 트렌드 (한국건설신문)
<http://www.conslove.co.kr/news/articleView.html?idxno=64825>
- [3] Construction Market in South Korea 2022-2026
<https://www.researchandmarkets.com/reports/5550395/construction-market-in-south-korea-2022-2026#sp-pos-11>
- [4] "Principles and Trends of UWB Positioning Technology" Jang Byung-Jun J. Korean Inst. Electromagn. Eng. Sci. 2022;33(1):1-11.
<https://doi.org/10.5515/KJKIEES.2022.33.1.1>