

# UWB 기술을 이용한 자율주행 물류로봇

곽진섭<sup>1</sup>, 김도현<sup>2</sup>, 김민지<sup>3</sup>, 김혜민<sup>3</sup>, 오송경<sup>4</sup>, 최효선<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 한국외국어대학교 정보통신공학과

<sup>2</sup> 충남대학교 컴퓨터공학과

<sup>3</sup> 이화여자대학교 휴먼기계바이오공학부

<sup>4</sup> 중앙대학교 소프트웨어학부

<sup>5</sup>(주)에프디크리에이트

xmcdk@naver.com, tngchk0661@gmail.com, scooter2177@naver.com, wim11win@gmail.com,  
dhthdrud@naver.com, fdc@fdc.ne.kr

## Self-Driving Logistics Robot Using UWB

Jin-Seop Kwak<sup>1</sup>, Do-Hyeon Kim<sup>2</sup>, Min-Ji Kim<sup>3</sup>, Hye-Min Kim<sup>3</sup>, Song-Gyeong Oh<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Information Communications Engineering, HanKuk University of Foreign Studies

<sup>2</sup>Dept. of Computer Engineering, Chungnam National University

<sup>3</sup>Dept. of Mechanical and Biomedical Engineering, Ewha Womans University

<sup>4</sup>Dept. of Computer Science and Engineering, Chung-Ang University

<sup>5</sup>FD CREATE Inc.

### 요 약

본 논문에서는 각종 물류를 운반해야 하는 실내외 환경에서 스스로 실시간 위치추위가 가능하고 사용자를 등록 및 추적할 수 있는 개인용 AGV 로봇을 제안하였다. 제안한 로봇은 UWB(Ultra Wide Broadband)기반의 비콘을 이용해 사용자를 등록, 실시간 위치를 파악하는 것을 통해 추적하는 기능을 제공한다. 로봇을 사용하기 위한 기반시설이 구축되지 않은 환경에서 활용될 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

### 1. 서론

우리나라의 총인구는 2024년을 정점으로 하락세로 전환될 전망이다. 연령대별 비중은 65세 이상 ~ 80세 미만과 80세 이상을 제외하면, 나머지 구간은 감소세가 지속될 전망이다. 이에 고용 가능 대상 연령대 인구 비중이 줄어들어, 장래 각 산업현장에서 인력수급에 위기가 도래하고, 특히 운전자, 창고 내 현장 작업자, 배달원 등 현장인력에 대한 수요가 많은 물류산업의 경우 극심한 인력 부족에 직면할 것으로 전망된다.[1]

이처럼 인구구조의 변화는 수요 변화를 통해 산업구조에 영향을 끼치고, 산업 활동에 투입되는 노동력의 수급에도 영향을 미치게 된다. 그 뿐만 아니라, 산업재해 사망 근로자의 70% 이상이 50세 이상의 고령자라는 것은 해결해야 할 큰 과제이다.[2] 그러므로 이에 대응하여 인구 특성에 맞도록 산업구조를 효율적으로 구조 개편하여 대응체계를 구축해야 한다.

현재 요식업계에서는 서빙 로봇이, 이외에도, 자율주행 캐리어와 같이 다양한 분야에서 무인 로봇의 사

용이 증가되는 추세이다.

물류 산업에서도 생산인구의 감소와 이로 인한 고령층 중심의 산업재해 발생에 효과적으로 대응하기 위해 물류나 생산 현장에서 물류 로봇의 중요성이 부각되고 있다.

그러나 현재 전 세계적 동향을 보았을 때, 공장/물류센터/병원 등 로봇 기반 시설이 구축된 대형건물에서만 물류 로봇이 상용화되고 있다는 점에서 물류 로봇은 한계를 갖는다.[3]

본 논문에서 개발을 목표로 하는 자율주행 물류 로봇, Tail은 로봇을 사용하기 위한 기반 시설을 구축하지 않고 사용자가 쉽게 물류를 운송하도록 돕는다. Tail은 UWB(Ultra-Wide Broadband)기반의 비콘을 이용해 사용자를 등록하고 실시간 위치를 파악하여 사용자를 추적할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 로봇을 사용하기 위한 기반 인프라를 구축할 필요 없이 로봇이 실시간으로 사용자의 위치를 파악하고 추적하는 기능을 구현하기 위한 한 가지 방법을 제안하고자 한다.

2. 본론

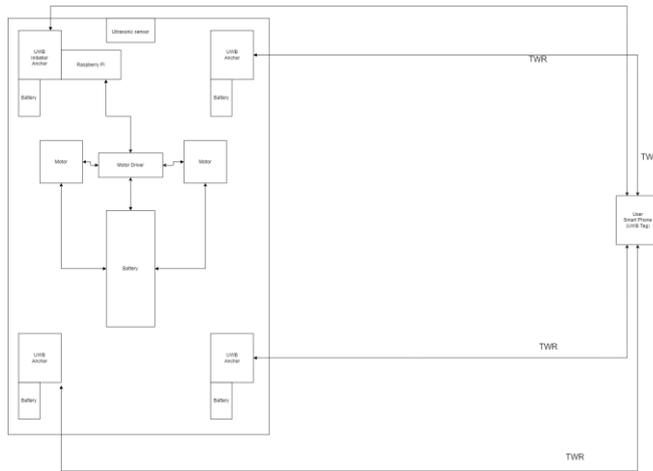
2.1 구성도

2.1.1 S/W Algorithm



(그림 1) S/W Algorithm

2.1.2 H/W 구성도



(그림 2) H/W 구성도

물류 로봇에는 4 개의 UWB(Ultra Wide Band) 앵커와 라즈베리 파이, 모터 드라이버, 초음파 센서, 2 개의 모터로 구성되어 있다.

로봇이 사용자를 추적하기 위해선 로봇의 좌우 조향과 모터 출력을 어떻게 정할지에 대한 기준이 필요하다. 로봇의 정면부를 기준으로 로봇의 좌측, 우측면에 서서 로봇이 방향을 구분할 수 있는 각각의 좌표 범위를 측정한다. 이를 통해사용자의 스마트폰에서 UWB 통신을 통해 실시간으로 로봇과 떨어진 거리와 방향을 계산한 뒤 로봇의 라즈베리 파이로 방향 값의 경우 (x,y) 좌표형태로, 거리 값의 경우 실수형태로 전송한다. 로봇은 수신한 데이터를 이동 방향을 결정하는 좌표 값 범위와 서버를 통해 들어오는 데이터와 비교하여 좌,우 움직임을 결정하고 거리 값을 기준으로 모터의 출력을 높이거나 후진한다. 마지막으로 초음파 센서를 이용하여 로봇의 이동방향 중 장애물을 인식할 경우 일단정지 동작을 수행하며 다음으로 수신될 사용자 위치 값을 수신하기 전까지 대기 모드에 돌입한다.

2.2 적용기술

2.1 UWB 비콘을 이용한 실내 위치 측위

모듈과 사용자 간 통신방식으로 UWB(Ultra Wide Band)을 채택하였다. UWB 통신방식은 다른 근거리 무선 통신 방식과 비교하였을 때 더 빠른 고속 통신

이 가능하며 저 전력 스펙트럼 밀도로 다른 시스템과 간섭이 적어 고밀도 거리 측정 능력을 가진다.

UWB 모듈은 DWM1001 모듈을 사용했으며 모듈 간 통신방식은 TWR(Two Way Ranging) 방식을 사용하였다. TWR 방식은 A 와 B 라는 두 개의 단말이 있을 경우 단말 간 서로 메시지를 전달하는데, 이때 메시지를 송신한 시간과 수신한 시간의 차를 계산하여 거리를 구한다.

비콘 간 네트워크는 4 개의 Anchor 와 1 개의 Tag 로 구성하였다. 4 개의 Anchor 중 한 개를 Initiator Anchor 로 구성하였으며 이는 동일한 네트워크 ID 를 가진 Anchor 들을 하나의 네트워크로 구성하는 역할을 담당한다.

Tag 는 로봇을 사용할 사용자의 스마트폰의 UWB 모듈로 설정하였다. Tag 는 Anchor 끼리의 네트워크와 통신하며 TWR 방식을 통해 각각의 Anchor 들로부터의 거리와 방향 데이터를 담은 29 바이트 크기의 데이터 스트림을 수신한다.

다음은 데이터 스트림을 파싱하는 코드의 일부이다.

```

val xByteArray = byteArrayOf(
    locationByteArray[4],
    locationByteArray[3],
    locationByteArray[2],
    locationByteArray[1])
val xPositon =
xByteArray.transformIntoSignedDouble()

val yByteArray = byteArrayOf(
    locationByteArray[8],
    locationByteArray[7],
    locationByteArray[6],
    locationByteArray[5])
val yPositon =
yByteArray.transformIntoSignedDouble()

val zByteArray = byteArrayOf(
    locationByteArray[12],
    locationByteArray[11],
    locationByteArray[10],
    locationByteArray[9])
val zPositon =
    
```

(코드 1) 실내 위치 측위 데이터 파싱

2.2 Firebase 를 이용한 로봇과 사용자간 데이터 통신

스마트폰을 통해 계산된 거리와 방향 데이터는 Firebase 의 실시간 데이터베이스를 통해 로봇과 데이터 송수신을 진행한다. Firebase 는 NoSQL 클라우드 데이터베이스로 실시간 데이터 동기화가 가능하며 다양한 플랫폼에 적용이 가능하다는 장점이 있다.

따라서 모든 스마트폰에 적용이 가능하고 실시간으로 빠르게 데이터를 주고받아야 하는 무인 로봇 시스템 환경에 매우 적합하다.[5]

### 3. 결론

물류 로봇을 이용하기 위한 인프라가 갖춰지지 않은 환경에서 로봇 스스로 사용자의 위치를 파악, 추적하는 기능을 구현하기 위해 UWB 비콘을 이용한 방법을 제안하였다.

실외 환경의 경우 GPS 신호를 이용해 실시간 위치 파악이 가능한 것과 달리 실내 환경에서는 불안정한 GPS 신호로 인하여 정확한 위치 측위가 불가능하다.

또한 블루투스, Wi Fi 등의 무선 신호 세기를 이용하여 거리를 측정하는 방식의 경우 비콘 사이에 위치한 실내 구조물이나 장애물 등에 의해 쉽게 값이 변질된다는 단점이 있다. UWB 통신 방식을 이용한다면 실내환경에서 통신 정확도를 떨어뜨리는 여러 변수들에 상대적으로 강하고 정확한 거리 및 방향 측정이 가능하다는 큰 장점이 있다.

따라서 이번에 제안한 물류 로봇 이외에도 무선 로봇 청소기 또는 무인 드론 등의 실시간 동작 여부 판단 및 동선 측정, 백화점이나 대형마트와 같은 상업 시설에서 고객들의 구매 동선을 파악하여 마케팅에 활용하는 등 여러 산업분야에 걸쳐 UWB 기술이 사용될 것으로 기대한다.

※ 본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링프로젝트 결과물입니다.

### 참고문헌

- [1] 강종구. (2017). 인구고령화에 따른 우리나라 산업 구조 변화. BOK 경제연구, 2017(28), 1- 2.
- [2] 서병곤. (2022, March 12). 고령화 가속화하는데...산재사망 72%가 고령 근로자. Retrieved from <https://www.etoday.co.kr/news/view/2113228>
- [3] 김경훈. (2017). 물류로봇 기술동향 및 향후전망. KEIT PD Issue Report, 17(7), 49.
- [4] 오창섭. (2004). 초광대역(UWB) 무선기술의 현황과 전망. 5~11.