

임베디드 시스템 기반의 바퀴 구동형 로봇 설계에 관한 연구

김민규, 선지호, 정세진, 박명숙, 김상훈
한경대학교 전기전자제어공학과
e-mail : kimsh@hknu.ac.kr

A Study on the Design of Wheel-Driven Robot Based on Embedded Systems

Min-Gyu Kim, Ji-Ho Seon, Se-Jin Jeong, Myeong-Suk Pak, Sang-Hoon Kim
Department of Electrical, Electronic and Control Engineering, Hankyong
National University

요 약

본 논문은 평탄한 지형뿐만이 아닌 턱과 계단 같은 비평탄 요소가 있는 지형에서도 주행이 가능한 바퀴 구동형 지능 로봇 설계를 목적으로 지형 극복 기능을 구현하기 위한 구동 방식을 크랭크의 원리를 이용한 기어 구조를 이용했고, 지능로봇의 지능적 요소를 구현하기 위해 구성된 임베디드 시스템에 대해 정리한 논문이다.

1. 서론

지난 몇 년 동안, 로봇 공학의 발전과 사회적 요구 변화로 인해 배달 로봇의 사용이 크게 증가했다. AI, 자율주행 기술 등의 발전으로 인해 로봇이 안전하고 효과적으로 우리 일상생활에 통합되었다. (그림 1 참조). 또한, 팬데믹 상황에서 비접촉식 배달 방법으로서의 필요성이 증가하였으며, 인건비 절감과 24시간 운영 가능성 등 다양한 장점을 제공한다.



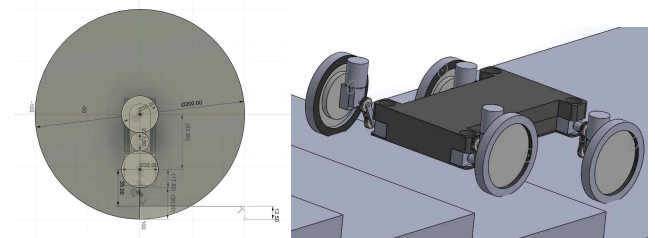
〈그림 1〉 세계 배달로봇 시장 전망 [1]

그러나 현재 장애물을 극복할 수 있는 기능이 존재하지 않는 대부분의 배달 로봇은 장애물의 회피하거나, 평탄한 도로와 보도에서만 작동할 수 있으며, 계단이나 비평탄 지형 등 장애물을 만나면 문제를 겪는다.

2. 크랭크의 원리를 이용한 편심 기어 구조

로봇에서 지형 극복을 위한 방법으로 크랭크의 원리를 이용한 기어 구조(그림 3 참조)를 로봇에 적용할 것이다. 크랭크는 회전 운동을 직선 운동으로 변

환하거나 그 반대의 작업을 수행하는 데 사용되는 장치[2]로 디스크의 회전을 제어하여 각 바퀴의 위치를 제어하는 원리다.



〈그림 3〉 편심 기어 구조

그림 3에서 지름이 20mm인 가장 큰 원은 바퀴이며 바퀴 안의 3개의 기어는 피치원으로 표현했다.

그림 4를 보면 왼쪽부터 바퀴, DC 모터, 편심 기어, 로봇의 몸통 순서로 되어있다. 그림 3의 중앙에 위치한 기어는 모터와 연결되어 있으며, 중앙에서 가장 멀리 떨어진 35파이 크기의 기어는 로봇 몸체의 DC 모터와 연결되어 이 기어가 회전하면서 로봇의 높이가 조절된다. 그림 3의 편심 기어 구조를 이용한다면 대략 117.5mm의 높이를 가진 장애물은 넘을 수 있다.

3. 임베디드 시스템

본 연구에서는 NVIDIA의 Jetson TX2를 사용하여 배송 로봇의 핵심 임베디드 시스템을 구현했다. Jetson TX2는 고성능 GPU를 탑재한 단일 보드 컴

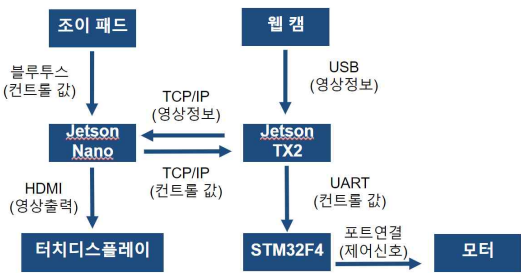
퓨터로, 저전력 소비와 뛰어난 연산 능력을 제공한다. Jetson TX2는 배송 로봇에 다음과 같은 중요한 역할을 수행한다. 1. 센싱 데이터 처리: 로봇이 주변 환경 정보를 파악하기 위해 다양한 센서로부터 얻은 데이터를 처리한다. 2. 주행 경로 계획 및 제어 신호 생성: 센싱 데이터와 목적지 정보를 바탕으로 최적의 주행 경로를 계획하고 각 바퀴나 조향 장치에 제어 신호를 생성한다. 3. 영상처리 및 AI연산 : 카메라로부터 입력받은 영상 데이터를 처리하여 객체 인식, 장애물 회피 등의 작업을 수행한다. 4. 원격 통신 관리: 무선 네트워크 통신을 관리하여 원격 제어 명령 수신 및 로봇 상태 정보 전송 등을 수행한다. Jetson TX2의 저전력 소비와 고효율 연산 성능은 배터리 구동형 배송 로봇에게 큰 이점을 제공하며, 작은 크기로 로봇 디자인에 유연성을 준다.

<표 1> 로봇 전체 사양

Size[m](L x W x H)	0.56 x 0.6 x 0.32
Weight [kg]	4.3kg
Main controller	Jetson TX2
	Coretex m4
Battery	14.8V Lithium polymer
Sensors	YDLIDAR G2(LIDAR)
	Logitech C270
	Intel RealSense Depth camera - D435

4. 무선 원격 조종

Jetson Nano와 XBOX 무선 패드, 터치 디스플레이로 컨트롤러를 제작했다. 컨트롤러와 로봇은 WIFI 연결을 이용한 TCP/IP 통신으로 무선으로 원격 조종이 가능하다. 컨트롤러에 사용되는 Jetson Nano는 클라이언트, 로봇에 사용되는 Jetson TX2는 서버로 이용하고 있다.



<그림 5> 원격조종구성도

5. 실험 및 분석

본 연구에서는 무선 원격 조종 중 데이터 전달에 대한 실험을 진행했다. 컨트롤러의 Jetson Nano는 XBOX 패드와 블루투스로 연결되어 pygame 라이브

러리를 이용하여 패드의 입력 값을 인식하였다. 서버와 클라이언트 간의 통신은 Python의 socket 라이브러리를 이용하여 TCP/IP 프로토콜을 통해 진행하였다. 이 때, 패드의 값 변화가 있을 때만 데이터를 전송하는 방법으로 네트워크 트래픽을 최소화하는 방법을 채택하였다. Jetson TX2는 STM32F4와 UART 연결되어있기에 pyserial 라이브러리를 이용하여 시리얼 통신을 수행하였으며, 로봇이 촬영한 영상은 OpenCV를 이용해 처리 및 전송하였다. 실험 결과, 패드로 조작한 값이 STM32F4까지 올바르게 전달되었다는 것을 확인할 수 있었다.

Nano -> TX2	TX2 -> STM32F4
TX2 -> Nano	

6. 결론 및 향후 계획

본 연구에서 장치 간 데이터 전달 방식이 실제 환경에서도 안정적으로 작동했다. 추가로, 로봇이 촬영한 영상도 컨트롤러에 성공적으로 전달되었다. 하지만 실험 과정에서 일부 지연 현상이 있었다. 실시간 시스템인 배달 로봇에게는 지연 시간 최소화가 중요하기 때문에 추후 연구에서는 이 부분에 대한 개선 방안 탐색 필요성도 확인할 수 있었다. 따라서 본 실험은 장치 간 데이터 송수신 기능 검증과 동시에 추후 개선 사항 탐색의 기반이 되었고, 본 연구가 프로젝트 초기 단계에서 중요한 진전을 이루었음을 보여준다. 나아가 지형 극복 배송 로봇 프로젝트를 위한 센서를 활용한 비평탄 요소인 10cm 정도의 장애물을 인식에 관한 연구를 계획 중이다.

참고문헌

[1] MarketsandMarkets, 2019.1
 [2] 파이썬(Python) - 시리얼 통신 사용하기 - pyserial, 천동이, 2017.12
 [3] TCP SCHOOL.com
 [4] TCP/IP 소켓 프로그래밍, 김선우, 한빛아카데미