

# 교육 및 연구를 위한 4륜 조향 이동로봇 플랫폼 개발

배범수\*, 이동현\*\*

금오공과대학교 전자공학부\*, 금오공과대학교 IT융복합공학과\*\*

20180526@kumoh.ac.kr, donglee@kumoh.ac.kr

## Development of 4 wheel steering mobile robot platform for education and research

Bae Beom-Su\*, Lee Dong-Hyun\*\*

Department of IT Convergence Engineering\*, Kumoh National Institute of Technology\*\*

### 요약

본 논문은 4륜 조향 이동체 제어 알고리즘을 검증과 실험 가능한 교육 및 연구를 위한 4륜 조향 이동로봇 플랫폼을 제시한다. 제안하는 로봇 플랫폼은 4개의 독립적으로 조향 가능한 모터가 있어 조건에 따른 다양한 조향각을 만들 수 있으며 다양한 조양 모드를 적용할 수 있다.

### I. 서론

글로벌 전기차 시장은 주요국의 탄소중립 관련 정책과 전기차에 대한 보조금 지급 등으로 매년 큰 폭으로 성장 중이다. 전기차 전용 플랫폼을 기반으로 제작된 자동차는 주행 거리를 늘리기 위해 제한적인 차체 크기에 최대한 용량이 큰 배터리 팩을 탑재해야 한다. 따라서 차량 인테리어 아래 인 차량 중앙 하단을 배터리 탑재 공간으로 활용한다. 이러한 특징으로 인해 앞바퀴와 뒷바퀴의 중심 간의 거리인 휠베이스를 최대한 길게 확보하는 것이 대용량의 배터리 탑재에 유리하다. 휠베이스가 긴 경우 대용량의 배터리 탑재가 가능, 실내공간 확장 그리고 직진 관성이 커져 직진 안정성 증가 등의 장점이 있다. 하지만 주요 단점은 최소 회전반경이 증가하는 문제가 있다. 최소 회전반경이 증가하면 좁은 공간에서의 회전, 유턴 등이 불리하다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위해 전문뿐만 아니라 후륜을 조향해 회전반경을 더 줄이는 4륜 조향 차량이 생산되고 있다. 자동차만이 아니라 지능형 로봇 또한 안정적이고 원활한 움직임과 좁은 공간에서의 기동성과 정확한 경로를 따르는 추종성, 사용자 명령에 대한 대응이 중요하기에 [1] 4륜 조향을 적용하고 있다. 따라서 위와 같은 이유로 4륜 조향이 적용되는 사례가 늘고 있다. 일반적인 4륜 조향 로봇 플랫폼의 경우 4개의 인 휠 모터와 바퀴 전체를 전 방향 회전시키는 조향을 위한 4개의 모터를 사용한다. 이러한 구조는 조향을 위한 모터가 바퀴 상부에 있어 차체가 높아져 실내공간 활용도가 낮다. 그리고 구동 모터와 조향 모터가 주행 중 발생하는 노면 충격이나 외부 충격에 노출되기 쉬우므로 도로 고속 주행에 부적합하다. 또한, 조향 장치 없이 독립 구동 모터만을 사용해 좌우 바퀴의 구동력 차로 조향하는 스키드 조향 로봇은 저속에 한정적으로 사용하고 타이어마모, 에너지 손실, 도로 손상 등 단점이 있다.

본 논문은 하나의 구동 모터와 4개의 독립적인 조향 모터를 사용해 알고리즘 검증과 실험을 할 수 있는 교육 및 연구용 4륜 조향 로봇 플랫폼을 제시한다. 개발한 4륜 조향 플랫폼은 일반 차량처럼 모든 바퀴가 같은 방향으로 회전하며 제한적인 바퀴의 조향 각도를 갖지만 4개의 바퀴가 독립적으로 조향 가능해 특정 조건에 따라 다양한 조향각을 만들 수 있고 바퀴를 동위 상, 역위 상으로 조향하는 등 다양한 조향 모드를 적용할 수 있다.

### II. 본론

본 논문에서 제안하는 교육 및 연구를 위한 4륜 조향 이동로봇 플랫폼은 로봇 모듈과 원격 조종 모듈 두 가지로 나뉜다. 로봇 모듈은 하드웨어를 구성하는 모듈과 BLDC 모터, ZigBee 모듈로 구성된다. 원격 조종 모듈은 로봇 모듈에 선속도와 각속도를 송신하기 위한 통신 모듈과 조이스틱 모듈 및 Arduino Nano 33 IoT 마이크로 컨트롤러로 구성된다.



그림1. 교육 및 연구를 위한 4륜 조향 이동로봇 플랫폼

교육 및 연구를 위해 제작한 4륜 조향 이동로봇 플랫폼은 그림1과 같이 로봇 프레임에 Arduino Nano 33 IoT, ZigBee 모듈, ESC, BLDC 모터, 독립적으로 조향 가능한 4개의 서보 모터, 배터리가 고정되어 있다.

로봇에는 차동기어가 바퀴를 연결하는 축 가운데에 설치되어 있다. 바퀴가 BLDC 모터에서 프로펠러 샤프트를 통해 동력을 전달 받으며 로봇이 회전 시 각 바퀴가 다른 속도로 회전할 수 있게 해 바퀴가 헛돌거나 미끄러지지 않도록 한다.

로봇 플랫폼을 구성하는 모듈들은 그림 2와 같은 하드웨어 구조이다. 사륜 조향 로봇 플랫폼은 로봇 모듈과 원격 조종 모듈로 2가지로 나뉜다. 로봇 모듈에 고정된 배터리는 3셀의 리튬 폴리머 배터리이며 11.1V 및 6000mAh의 출력을 제공한다. 배터리는 ESC와 Arduino Nano 33 IoT에 11.1v를 공급한다. ESC에서 BLDC 모

터를 제어하며, 4개의 서보 모터에 7.4V를 공급한다. 원격 조종 모듈과 무선통신을 하는 ZigBee 모듈은 Arduino Nano 33 IoT로부터 3.3V를 공급받는다.

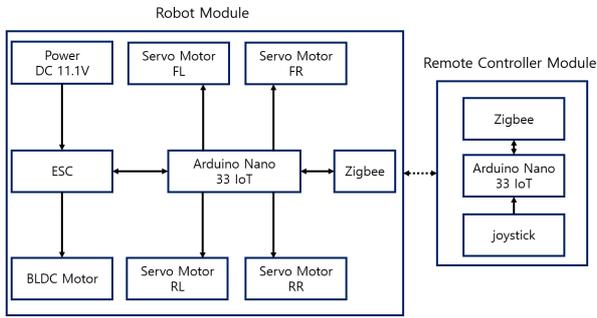


그림2. 교육 및 연구용 로봇 플랫폼의 하드웨어 구조

원격 조종 모듈의 조이스틱은 두 개의 직교축 (x 축, y 축)에 장착된 가변저항의 아날로그 값을 Arduino Nano 33 IoT에 전송한다. Arduino Nano 33 IoT가 수신한 가변저항의 아날로그 값을 10bit ADC를 이용하여 0~1023 범위로 변환한다. 측정값을 ZigBee 모듈을 이용해 로봇 모듈과 통신한다. 사용된 IEEE 802.15.4/ZigBee 시스템의 2.4Ghz 대역폭의 데이터 전송률은 250kbps이다.

로봇은 실내 또는 실외 도로 환경에서 알고리즘을 검증하고 실험하기 위해 각 바퀴의 지름은 110mm이다. 440(가로) x 240(세로) x 180(높이)mm의 크기와 3.8kg의 무게로 설계하였다.

기존의 4륜 로봇의 경우 타이로드를 이용한 링크 구조로 애커먼 기하학을 수행했다. 그림 3과 같은 구조는 기계적으로 조향각을 만들어 낸다. 따라서 조향 입력에 대해 제한적인 조향각을 만든다. 그림 3에서 기계적 조향 시스템은 타이로드와 너클 암 등을 사용한다. 이러한 구조는 평행 사변형의 법칙에 따라 애커먼 기하학을 생성한다[2]. 기계적인 조향을 위해 타이로드가 좌우로 움직일 때 바퀴가 기계적인 연결로 인해 애커먼 각을 이룬다.

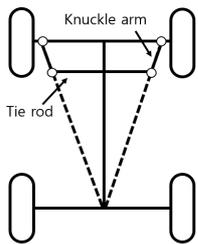


그림3. 기계적 조향 시스템

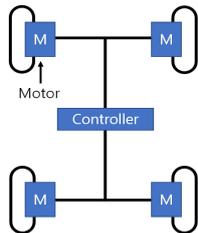


그림4. 전기적 조향 시스템

개발한 4륜 조향 이동로봇 플랫폼은 전기적 4륜 조향 장치를 사용한다. 그림4와 같이 4개의 모터가 컨트롤러에 의해 독립적으로 조향 된다. 특정한 조건에 따라 다양한 조향각을 만들 수 있으며 바퀴를 그림 5와 같이 동위 상, 역위 상으로 조절하는 등 다양한 조향 모드를 적용할 수 있다.

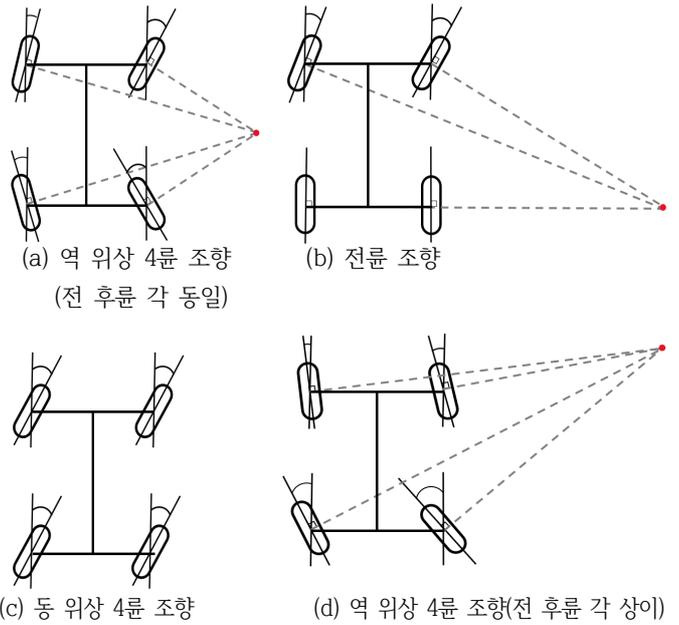


그림 5. 조향 모드 : (a) 역 위상 4륜 조향 (전 후륜 각 동일), (b) 전륜 조향, (c) 동 위상 4륜 조향, (d) 역 위상 4륜 조향(전 후륜 각 상이).

### III. 결론

본 논문에서는 하나의 구동 모터와 4개의 독립적인 조향 모터를 사용하는 4륜 조향 로봇 플랫폼을 제시하였다. 해당 로봇 플랫폼은 4륜 이동체 제어 알고리즘 검증과 실험을 할 수 있는 교육 및 연구용으로 사용할 수 있다. 추후 해당 플랫폼의 상단에 LiDAR, 고성능 임베디드 보드, 스테레오 카메라, 연구에 필요로 하는 센서 등을 부착하여 자율주행 알고리즘을 교육 및 실험할 수 있는 4륜 조향 로봇 플랫폼을 개발하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화 혁신인재양성(Grand ICT연구센터)의 연구결과로 개발한 결과물임 (IITP-2022-2020-0-01612).

### 참고 문헌

[1] Kyoung Chul Kim, Chang Wan Yang, Kyoung Ju Kim, Beom Sahng Ryuh. "Development of Four-Wheel Independent Steering Driving Platform for Agricultural Robot," Journal of the Korean Society for Precision Engineering '28, pp. 942-950, 2011.

[2] 이길수, 이영진, 고영호, 박형규, 이만형 "Steering Control of Independent 4 Wheels Vehicle Applied Ackerman Geometry," 제어 로봇시스템학회 국내학술대회 논문집, pp. 639-644, 2010.