

바퀴형 로봇의 편심 메커니즘 기구설계에 관한 연구

정세진, 김민규, 선지호, 김상훈
 한경국립대학교 ICT로봇공학과

asksejin@gmail.com, ljj8471@naver.com, hoyaseon@gmail.com, kimsh@hknu.ac.kr

A Study on the Mechanical Design of Eccentric Mechanism for Wheel Drive Robots

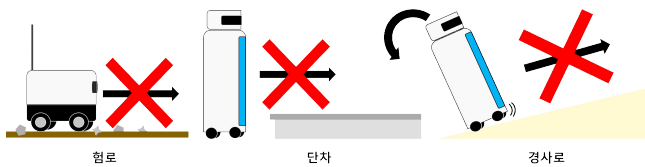
Se-Jin Jeong, Min-Gyu Kim, Ji-Ho Seon, Sang-Hoon Kim
 Dept. of ICT & Robot Engineering, Hankyong National University

요 약

본 논문에서는 ‘편심 메커니즘’이라는 독창적인 로봇 기구설계 구조를 선보이고, 실제 구현을 바탕으로 그 효과를 검증한다. 비평탄한 지형에서 평형을 유지하고 주파할 수 있는 소형 바퀴형 지능 로봇을 제안하여, 바퀴형 로봇의 구조적 한계를 뛰어넘을 수 있는 유연성을 제시하고자 한다.

1. 서론

현재 시장에서 운영되는 상업 및 서비스 로봇은 매년 증가하는 추세[1]에 있으며, 이 중 바퀴형 로봇은 빠른 이동 속도, 높은 에너지 효율성, 비교적 간단한 구조, 그리고 주행 안정성을 지속적으로 제공하여 보행형 로봇보다 널리 활용[2]되고 있다.

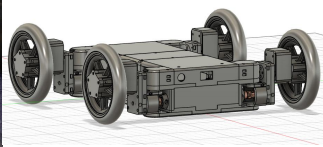


(그림 1) 비평탄한 지형.

하지만 불규칙한 노면, 보도블록 같은 험로, 단차가 있는 턱 또는 경사로에서는 제약이 많은 구조이다. 로봇 몸체가 지면과 가까운 바퀴형 로봇의 특성상 다양한 지형과 장애물에 대응하지 못해, 비평탄한 지형을 극복하지 못하거나 우회하게 되는 일이 발생하며, 주행 범위나 주파 능력이 제한될 수 있다.



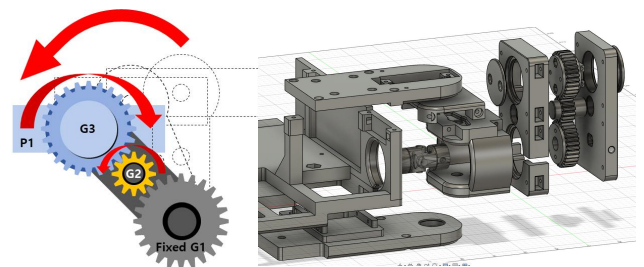
(그림 2) 실제 로봇.



(그림 3) 3D 모델링.

따라서, 비평탄 지형이라는 외부적 제약에서 벗어나 주파할 수 있으며, 다양한 주행 자세와 평형을 유지할 수 있는 유연성을 가진 12축 소형 바퀴형 로봇(그림 2)의 기구설계(그림 3)를 선보이고, 그 효과를 제안하고자 한다.

2. 편심 메커니즘 원리



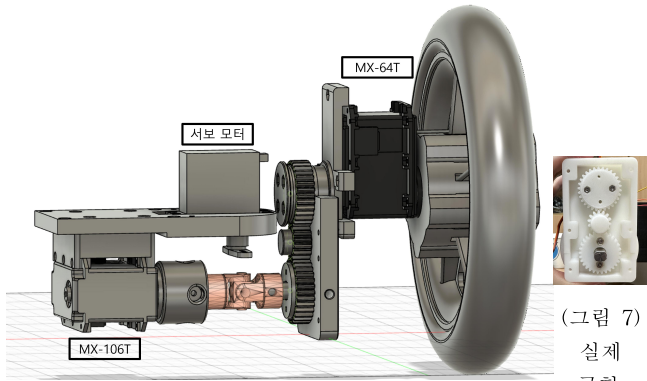
(그림 4) 편심 메커니즘의 원리. (그림 5) 편심 메커니즘 구조도.

유성 기어의 구조에서 착안하여, 크랭크의 동작처럼 원운동을 직선 운동으로 변환할 수 있는 ‘편심 메커니즘’을 구상(그림 4)하고, 설계(그림 5)하였다. ‘편심 메커니즘(Eccentric Mechanism)’이란, 디스크(휠)의 중심을 벗어난 위치에 고정 바가 달린 형태의 구조[3]를 뜻한다.

그림(그림 4)에서 고정된 기어 G_1 (Sun Gear)과, G_1 을 관통하여 캐리어(Carrier)를 회전시키는 동력축, 그리고 캐리어에 연결된 기어 G_2 (Pinion), G_3 (Planetary Gear)가 있다. 모터로 동력 축을 회전시

켜 캐리어가 움직이면, 기어 G_2 가 G_1 에, G_3 가 G_2 에 맞물리게 된다. 캐리어의 회전에 따라 플랫폼 P_1 (Platform)이 G_1 축을 중심으로 공전한다.

3. 편심 메커니즘 동력 구조도 및 효과



(그림 6) 편심 메커니즘 동력 구조도.

그림(그림 6)은 ‘편심 메커니즘’의 동력 구조도를 직접 설계하여 나타낸 모습이다. ‘MX-106T’ 모터가 축과 연결된 허브를 회전시키고, 유니버설 조인트와 연결되어 나온 축이 서보 모터의 혼과 연결된 ‘ㄷ’자 형태의 브라켓(Bracket)과, 고정된 기어 G_1 을 통과한다. 캐리어 역할을 하는 기어박스에 축의 동력을 전달하여, 캐리어의 회전을 따라 G_2 , G_3 기어가 맞물리는 형태이다. 또한, 기어 홀 양면을 잡아주는 구조를 만들어 한쪽으로 하중이 많이 쏠리는 로봇의 구조적 특성을 최소화하였다.

서보 모터의 수직 선상 아래에 유니버설 조인트를 배치하여, 구동축과 피구동축이 나란히 정렬되어 있지 않더라도 동력 전달이 가능하다. 또한, 모터가 몸체 내부에 위치하면서도 각도 변화에 효율적인 동력 전달이 가능하다.

기어 $G_1:G_2:G_3$ 의 기어비를 2:1:2로 맞추어, G_1 과 G_3 가 동력을 전달하면서도 서로 같은 비율로 움직이므로 G_3 는 ‘대관람차’나 달의 ‘동주기 자전’처럼 한쪽 면만을 바라보는 원운동 효과를 갖는다. 이는 P_1 에 결합된 모터가 평형을 유지하므로, 360° 회전 중에도 ‘전선 꼬임 문제’가 발생하지 않아 ‘편심 메커니즘’을 횡수 제한 없이 동작시킬 수 있는 이점을 갖는다. 또한, G_2 는 G_1 , G_3 가 같은 정방향으로 회전하게 하면서도 기어박스가 위아래로 너무 길어지지 않도록 비율을 줄여 2:1:2로 고안하였다.

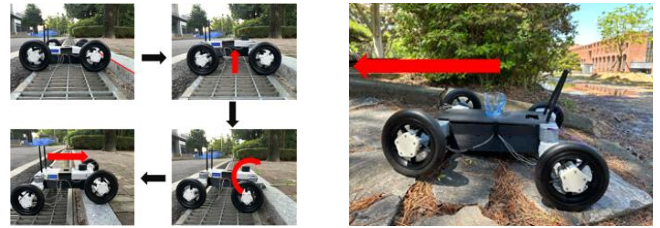
모터 하나만 제어하여 로봇의 몸체를 상하로 움직일 수 있으므로, 이는 로봇의 구조 단순화에 매우 큰 도움이 될 것으로 사료된다. 구조 단순화를 통해

다리형 로봇의 동작과 같은 효과를 얻으면서도 손쉽게 제어할 수 있다.

4. 실제 구현 및 검증



(그림 8) 후륜 조향, 제자리 회전, 사선 주행.



(그림 9) 단차 극복.

(그림 10) 경사로 평형 유지.

‘인 휠(In Wheel)’ 모터 구조에서 착안한 독립 조향과 ‘편심 메커니즘’을 활용하여, 실제 비평탄한 야외 주행 환경에서 유연한 상황대처를 할 수 있음을 확인했다. 로봇의 각 8인치 바퀴의 높낮이를 독립적으로 12.5mm부터 117.5mm까지 유동적으로 최저 지상고를 제어함으로써, 바퀴 구동형 구조의 장점과 관절 보행형 구조의 장점을 모두 갖는다.

5. 결론

본 연구를 통해 ‘편심 메커니즘’이라는 독창적인 구조를 제시하고, 실제로 구현 및 검증함으로써 바퀴형 로봇의 장점을 활용함과 동시에, 그 한계를 뛰어넘어 비평탄 지형 및 장애물을 극복하며 평형 유지를 통한 주행 안정성을 개선할 수 있는 조건을 갖추게 되었다.

정찰, 서빙, 배송, 물류 센터, 항구, 공공시설 등 우리가 일상적으로 마주하는 실내외 비평탄한 환경에서 광범위하게 적용할 수 있으며, 이러한 기능은 특히 소형 모빌리티 서비스의 활동 범위 확장 및 바퀴형 로봇의 효율적인 동선 개선에 큰 가치를 지닌 성능 개선 기술이 될 것으로 보인다.

참고문헌

[1] In Lee, "Service Robots: A Systematic Literature Review," Electronics, vol. 10, no. 21, pp. 2658, 2021.
 [2] Rubio, F., Valero, F., & Llopis-Albert, C., "A review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications," International Journal of Advanced Robotic Systems, vol. 16, no. 2, 2019.
 [3] Se-Jin Jeong, A Study on the Efficient Mechanical Design of Wheel-Driven Autonomous Small Robots for Overcoming Terrain, ACK 2023, 755~756