

한 바퀴 구동 일인용 운반차량의 제작과 제어 Implementation and Control of a Single-wheeled Personal Transportation Vehicle

○하 민 수, 정 슬

(Minsoo Ha and Seul Jung)

충남대학교 메카트로닉스공학과 지능 및 감성공학 실험실

Abstract : 본 논문에서는 한 바퀴로 구동하는 일인용 운반 차량을 제작 및 제어하였다. 본 차량은 근거리용으로 설계되었으며, 한 바퀴 안에 모든 하드웨어가 장착이 되도록 하였다. 한 바퀴로 주행시 균형 유지는 자이로 효과를 이용하여 운전자에게 도움을 주도록 하였다. 균형 및 주행 실험을 통해 한 바퀴 구동 일인용 운반차량의 성능을 평가하였다.

Keywords : single-wheel robot, personal vehicle, gyroscopic effect

I. 서 론

최근에 전기자동차가 상용화되면서 이동로봇과 전기자동차가 하나로 합쳐지는 통합현상이 발생하고 있다. 전기자동차의 경우 소형이 대부분이며 이동로봇의 경우에는 사람이 탑승할 수 있을 정도로 커지고 있어 두 분야간의 차이가 줄어들고 있는 추세이다. 현재 전기자동차의 충전 인프라가 제대로 구축이 안 되어 있는 것이 단점이지만 머지않아 보편화 될 것으로 믿는다.

이동로봇은 오랫동안 많은 연구를 통해 그 영역을 확장해 가고 있다. 탐사용 로봇에서 서비스용 로봇에 이르기까지 다양한 형태의 이동로봇이 개발되었다. 최근에는 이동로봇을 개인용 운반 수단으로 사용하는 사례가 점차 늘고 있는 추세이다. 대표적인 개인용 운반 수단은 세그웨이 (Segway)이다.

Segway는 두 바퀴 형태의 이동로봇으로 좁고 복잡한 곳에서 이동성과 운전성이 좋아 많은 곳에서 사용하고 있는 실정이다 [1]. 최근에는 두 바퀴 구동 이동로봇에 대한 관심이 늘어나면서 다양한 형태의 로봇이 출시되고 있다. 작은 것에서 사람이 탈 수 있는 크기에 이르기까지 종류가 다양하다.

두 바퀴 구동에서 더 나아가 한 바퀴로 구동하는 이동로봇에 대한 연구가 활발하다 [2-8]. Xu교수는 오랜 시간동안 한 바퀴 구동 이동로봇에 대한 연구를 수행하였다. 한 바퀴 이동로봇 Gyrover의 좌우 균형제어를 자이로 스코픽 효과를 이용하여 수행하였다 [7]. 마찬가지로 충남대에서는 GYROBO를 개발하여 균형제어에 성공한 바 있다 [8].

본 논문에서는 GYROBO의 연장으로 사람이 탈 수 있는 형태의 이동로봇을 개발하고자 하였다. 물론 크기도 커졌으며 자이로 효과도 두 배로 크게 하기 위해 두 개의 플라이휠을 사용하였다. 연구가 진행 중이라 사람이 탑승하기 전의 균형제어는 성공하였으나 사람이 탑승한 형태의 균형제어는 실험하지 못하였다. 따라서, 사람이 탑승한 형태에서는 보조바퀴를 장착하고 앞뒤로 주행하는 실험을 수행하였다.

II. 본 론

1. 개인용 이동 수단의 제작

그림 1은 한 바퀴 이동수단의 외형을 보여준다. 한 바퀴에 발판으로 사용하는 거치대가 있고 바퀴 안에 두 개의 플라이휠이 내장되어 있다. 센서와 제어기는 진동에 대한 영향을 줄이기 위해 맨 위에 놓여 있으며, 배터리를 아래에 장착하여 아래쪽에 무게중심이 오도록 하였다.

그림 2는 제어블록선도를 나타낸다.

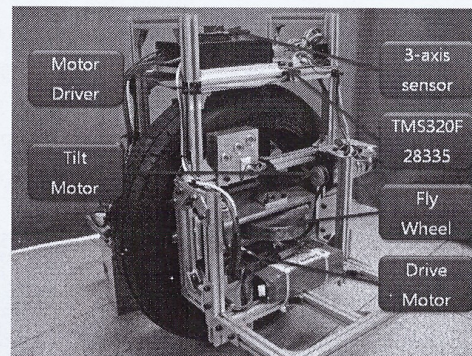


그림 1. 한 바퀴 구동 이동수단

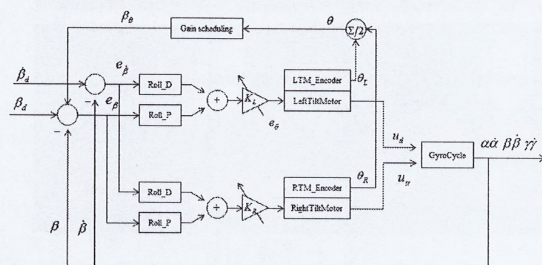


그림 2. 제어블록선도

2. 실험

2.1 균형실험

먼저 자이로 효과를 이용한 균형제어를 수행하였다. 제자리에서 넘어지지 않고 가만히 균형을 유지하는 것이 목적이다. 균형제어는 플라이휠이 고속 약 5700 rpm으로 회전하고 있고 플라이휠이 포함된 김벌의 각도를 제어하면서 자이로 효과를 발생시켜 전체 바퀴가 넘어지지 않도록 하는 것이다. 그림 3을 보면 시간이 지남에도 바퀴가 넘어지지 않는 것을 볼 수 있다. 하지만 처음 사진과 나중 사진을 비교해 보면 바퀴의 방향이 뒤 틀어진 것을 발견할 수 있다. 이는 균형을 유지하기 위해 yaw방향으로 움직이기 때문에 바퀴의 방향이 다르게 바뀐 것이다.

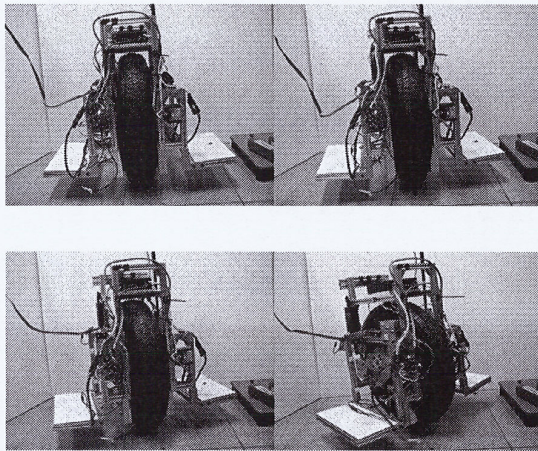


그림 3. 균형제어 실험

2.2 주행 실험

그림 4는 주행 실험을 보여준다. 실내환경에서 실험하였다. 한 사람이 탑승하여 앞으로 전진하는 주행실험을 수행하였다. 사람이 탑승한 경우에 균형제어에 문제가 있어 주행의 경우에는 균형제어 없이 보조 바퀴를 장착하고 실험하였다.



그림 4. 주행 실험

III. 결론 및 추후과제

본 논문에서는 이동 수단으로의 한 바퀴 구동 이동로봇의 제작과 제어에 대해 알아보았다. 균형제어실험을 통해 자이로 효과의 성능을 확인 할 수 있었으나, 사람의 균형을 유지할 정도의 효과는 발생하지 않았다. 실제로 한 바퀴로 구동이 되는 이동수단이면 사람의 넘어짐을 어느 정도 보상을 해주어야 하는데 현재 시스템의 실험으로 그 정도의 효과가 발생하지 않는 것으로 판별되었다. 따라서 사람이 탄 상태에서 균형 실험을 수행하지 못하고 주행실험도 수행하지 못하였다. 하지만 바퀴 자체의 균형을 유지하는 실험을 통해 자이로 효과를 검증하였으며, 보조 바퀴를 장착한 상태에서 주행 실험을 수행하였다.

추후과제로는 자이로 효과를 증폭시키기 위한 새로운 설계가 필요하며, 보조바퀴 없이 주행실험을 수행하는 것이 추후과제이다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부의 일반 연구 사업(KRF 2011-0027055)과 지식경제부의 융복합형 로봇전문인력 양성사업 AIM의 일부 지원으로 수행되었습니다.

V. 참고 문헌

- [1] <http://www.segway.com>
- [2] F. Grasser, A. Darrigo, S. Colombi, and A. Rufer, "JOE: A mobile, inverted pendulum", IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol. 49, No. 1, pp. 107-114(2002)
- [3] Y. S. Xu and Y. S. Oh, "Control of single wheel robots", Springer, 2005
- [4] W. Nukulwuthiopas, S. Laowattana, and T. Maneewarn, "Dynamic Modeling of a One-wheel Robot by Using Kane's Method", IEEE ICIT, pp. 524-529, 2002.
- [5] K. Motomura, A. Kawakami, and S. Hirose, "Development of arm equipped single wheel rover : effective arm-posture-based steering method", IEEE Conference on Robotics and Automations, pp. 63-68, 2003
- [6] T. Saleh, Y. H. Hann, Z. Zhen, A. A. Mamun, and V. Prahlad, "Design of Gyroscopically Stabilized Single-Wheeled Robot", IEEE Conf. on Robotics Automation, Mechatronics, pp. 904-908, 2004.
- [7] Y. Xu and K. W. Au, "Stabilization and Path Following of a Single Wheel Robot", IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 9, No. 2, pp. 407-419(2004)
- [8] J. H. Park and S. Jung, "Development and control of a single-wheel robot : Practical Mechatronics approach", Mechatronics, vol. 23, pp. 594-606, (2013)