

영상을 이용한 마스터-슬레이브 밸런싱 로봇의 추종 제어

Tracking Control of Master-slave Two-wheeled Balancing Robot Using Vision

○김 현 우¹, 정 슬^{2*}

¹⁾ 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL : 042-821-7232; E-mail : wodnjs2002@gmail.com)

²⁾ 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL : 042-821-6876; E-mail : jungs@cnu.ac.kr)

Abstract In this paper, two balancing robots are developed to form a master-slave configuration. Two robots have two wheels to maintain balance. The slave balancing robot is required to follow the master using vision by maintaining the constant distance. The position of the master is detected by a single camera with markers. Experimental studies of master-slave control are conducted.

Keywords Two-wheel mobile robot, Master-Slave configuration, vision

1. 서론

세그웨이를 시작으로 두 바퀴 또는 한 바퀴 구조의 근거리 이동수단들이 많이 출시되고 있다. 이에 따라 두 바퀴 구동 로봇에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.[1-3]

두 바퀴 구동 로봇은 협소한 공간에서의 활동이 유리하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 불안정한 시스템이기 때문에 제어를 하는데 있어서 난이도가 높은 편이다.

최근 개최되는 라인트레이서 대회에는 밸런싱 라인트레이서 부분과 기존 라인트레이서를 이용한 Master-Slave 부분이 추가되어 운영되기도 한다.[4]

본 논문에서는 Master-Slave 형태의 두 바퀴 구동로봇의 주행을 위한, Slave 로봇을 소개하고자 한다. Slave 로봇은 카메라를 통해 Master 로봇의 마커를 인식하고 거리를 추출하여 일정거리를 유지하고 따라가도록 되어 있다. 이번에는 테스트용 로봇에 마커를 붙이고 반복된 실험을 통해 Slave 로봇의 성능을 검증한다.

2. 시스템 소개

그림 1은 구성된 Slave 로봇이다. 모터와 모터 프레임은 시중에서 판매하는 키트를 이용했고, 몸통은 3D 프린터를 이용해 제작하였다. 로봇은 DSP 28335를 이용해 제어되며, 로봇의 상태를 확인하기 위해서 ARS 센서(NT-ARS V2)와 모터에 연결된 엔코더를 이용하였다. 기본적으로 Slave 로봇은 Master 로봇을 따라가는 개념이기 때문에, Master 로봇을 인식하기 위해

Pixy라는 카메라를 사용하였다. Pixy는 카네기멜론대학에서 만든 카메라로 ARM을 이용하여 영상처리를 해주고, 그 결과로 인식된 물체의 좌표 값과, 폭, 높이 데이터를 출력해준다. Master 로봇을 인식하기 위해 마커를 사용하였다. 마커는 Pixy가 색상을 기반으로 인식하기 때문에 뚜렷한 색상을 가지는 마커를 만들었으며, 단일 색으로 이루어질 경우 마커가 아닌 다른 물체를 인식할 수 있기에 두 가지 색을 이용하여 만들었다. 인식된 마커의 위치와 크기를 바탕으로 Slave 로봇의 Heading 값과 Master 로봇과의 거리를 계산하도록 하였다.



그림 1. Slave 로봇.

제어 방식은 자세 유지를 위해 각도와 위치제어를 하였으며, 각도는 PD 제어, 위치는 PID제어를 이용하였다. 또한 Master 로봇과 유지거리를 300mm로 설정하고 그에 대한 오차를 PID제어를 이용해서 제어하였다. 거리 오차에 대한 PID 출력 값은 다시 위치제어로 입력되어 Slave 로봇이 거리를 유지하도록 하였다.

그림 2은 시스템의 전체 제어 블록도를 나타낸다.

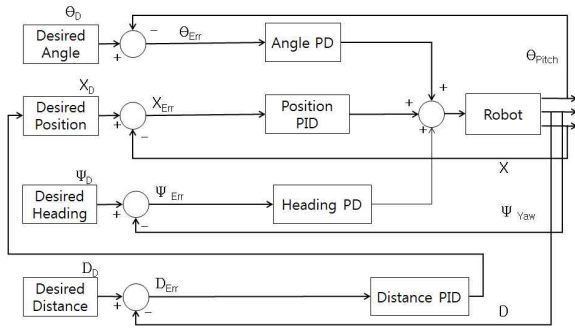


그림 2. 시스템 전체 block diagram.

3. 실험 내용 및 결과

3.1 Master 로봇

그림 3은 Slave 로봇의 추종 성능을 확인하기 위해 제작된 Master 로봇이다. 4접점 형태의 로봇으로 앞으로 일정하게 움직이도록 프로그램 되어있다. 움직임은 sine wave 형태로 진폭과 주기를 사용자가 입력해줄 수 있도록 하였다. 로봇 뒤에는 마커를 붙임으로써 Slave 로봇이 이를 추종할 수 있도록 하였다.

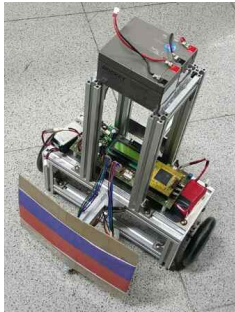


그림 3. Master 로봇.

3.2 추종 실험

그림 4는 실제 테스트용 Master 로봇을 반복적으로 움직이게 하고, Slave 로봇이 그에 따라 반응하는 실험이다.

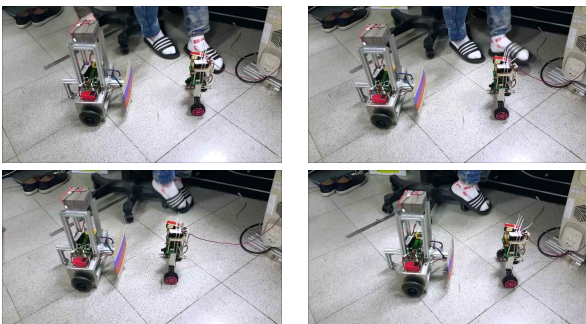


그림 4. Master-Slave 실험.

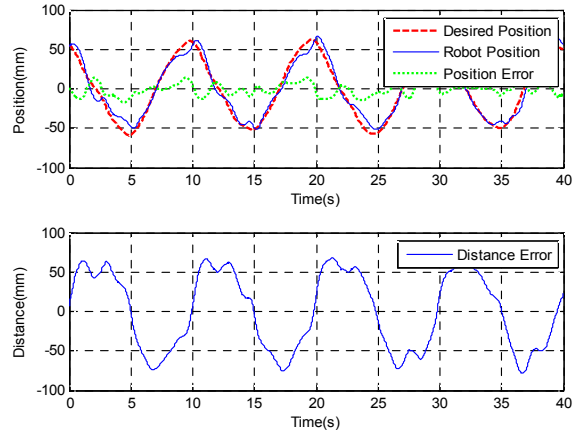


그림 5. 진폭 20cm 주기 10초 실험 결과.

그림 5는 Slave 로봇의 움직임과 거리 오차를 나타낸 그래프이다. Slave 로봇이 전, 후진의 전환이 빠르지 못했기에 진폭을 더 크게 하면 Master 로봇이 후진할 때 충돌하는 현상이 있었다. 그래서 실험은 10cm의 진폭으로 진행하였다. 역시 같은 이유로 주기를 길게 하여 실험을 하더라도, Delay에 의한 거리 오차가 발생하였다.

4. 결론

본 논문에서는 두 바퀴 형태의 Slave 로봇을 제작하고 마커를 인식하여 추종할 수 있는 로봇을 구현하였다. 또한 일정한 입력을 주어 Slave 로봇의 반응성을 확인할 수 있었다. 시스템 자체의 Delay에 의해 거리 오차가 발생하는 것을 볼 수 있었지만, 실제 라인트레이서 형태의 Master 로봇의 주행에 있어 전, 후진을 심하게 반복하지 않기 때문에 충분히 추종이 가능할 것이라고 기대할 수 있었다. 추후에 실제로 Master 로봇과 함께 주행시켜서 성능을 확인할 것이다.

감사의 글

본 논문은 2014년 한국연구재단 기초연구 (NRF-2014R1A2A1A11049503)의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] "Segway." , <http://www.segway.com>
- [2] G. H. Lee and S. Jung, "Line tracking control of a two-wheeled mobile robot using visual feedback". *Journal of Advanced Robotic Systems*, 2013.
- [3] T. W. Jung and S. Jung, "Line tracking control of a two-wheel balancing mobile robot: Experimental studies", *IEEE Industrial Technology (ICIT)*, pp. 91-95, 2014.
- [4] "CIRO", <http://ciro.cnu.ac.kr>