

IMU를 이용한 2휠 밸런싱 로봇의 수평 주행에 관한 연구

강진구[○], 김재진^{*}

[○]극동정보대학 자동차튜닝과

^{*}극동정보대학 컴퓨터정보과

e-mail: jgukang@kdc.ac.kr, dkimjj@kdc.ac.kr

A Study on the Horizontal Driving of 2 Wheel Balancing Robot Using a IMU

Jin-gu Kang[○], Jae-jin Kim^{*}

[○]Dept. of automotive Tuning, Keuk-Dong College

^{*}Dept. of Computer Information, Keuk-Dong College

● 요약 ●

2바퀴이상의 로봇은 중심점을 기준으로 안정화가 이루어진다. 그러나 2바퀴이하의 로봇으로 수직 자세를 유지하기 위해서는 로봇자체를 기울여 중심점을 이동하므로 수평을 유지할 수 있다. 그러나 이러한 중심점의 이동은 속도나 방향성분이 같이 출력되므로 정확한 센서의 계산이 요구되고 정밀한 제어를 필요로 한다. 또한 많은 구조물로 인해 장애물 인식 및 자율주행 알고리즘 등이 필요하며 장시간 정보획득과 무인기 연동을 위한 빠른 움직임을 가져야한다. 위의 2조건을 만족하기 위한 구성으로 최근 들어 두 바퀴를 가지는 모바일 역진자 로봇에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이는 서비스 및 주행 로봇의 알고리즘이 휴머노이드에서 모바일 역진자 로봇으로 변화되었기 때문이다. 모바일 역진자 로봇은 휴머노이드에 비하여 사용되는 모터의 수가 적고 균형을 잡으려면 관절마다 값비싼 고성능 모터가 필요하며 이를 가동하려면 전력도 많이 소모되며 대용량 배터리를 장착할 수밖에 없게 된다. 반면 바퀴로 움직이는 로봇은 전력이 적게 들고 이동도 쉽다. 따라서 본 연구에서는 IMU를 이용한 간단하면서도 정확한 센서의 연산 방법과 이를 이용한 자세제어 방법을 연구한다.

키워드: 2휠(2Wheel), 모바일 로봇(Mobile Robot), IMU, 수평(Horizontal), 역진자(Inverted Pendulum)

I. 서론

최근 자이로센서와 가속도센서를 이용한 시스템의 개발이 활발해지고 있으며 이를 이용한 효율적 활용은 현 산업계에서 크게 기대되어지고 있다. 그러나 이러한 센서들 중 자이로센서와 가속도 센서 센서를 독립적으로 사용할 경우 실제 환경에서 많은 불확실성이 포함되어 있다[1][4]. 최근 자이로와 가속도센서를 혼합한 IMU(Inertial Navigation Unit)는 사용자의 편리성을 가중시키고 시스템의 안정도와 효율성을 높이는 데 큰 역할을 하고 있다. 현재 2바퀴로 수직을 유지하고 주행을 하는 로봇의 연구는 활발히 진행되고 있으며 Seg-way 등의 결과물을 바탕으로 지속적인 발전과 연구를 거듭하고 있다. 본 연구에서는 자이로와 가속도센서를 혼합한 IMU를 이용하여 환경의 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 2바퀴로 구성된 밸런싱 로봇을 제작하여 실험하였으며 PID 알고리즘을[2] 적용하여 그 효율성을 검증하였다.

II. 구성

본 연구에서 구성된 밸런싱 로봇은 크게 제어부, IMU 센서부, 모터 구동부, RF 통신부로 나누어진다. 제작된 밸런싱 로봇의 구성은 그림 1과 같다.

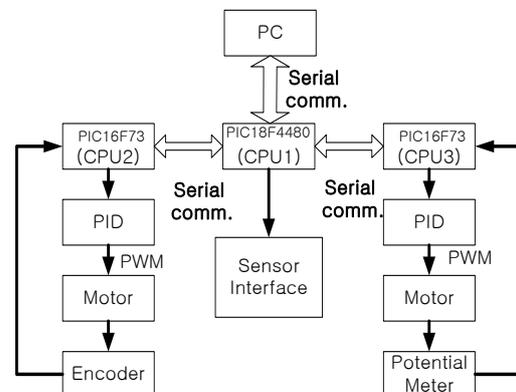


그림 1. 제어기의 구성도

Fig. 1. Constructional Diagram of Controller

독립적 목적으로 설계된 로봇은 하나의 작업을 수행하기 위하여 각각의 하위제어기들이 동시에 이루어져야 한다. 벨런싱 로봇의 시스템 구성은 2개의 DC 모터를 이용하였으며 500 pulse 출력의 엔코더가 부착되어 속도 제어 및 위치계산에 적합하도록 구성 하였으며 IMU 출력주기는 10m/ses 이다.

III. 실험

벨런싱 로봇이 움직여야 하는 거리는 1.2m이고, 방향은 30도 이므로 그림 2, 3과 같이 실선으로 속도 Profile을 설정하였고 점 선으로 결과를 함께 속도 Profile 및 추종결과를 나타내었다. 그리고 PID gain은 x축(진행방향 왼쪽바퀴) ,y축(진행방향 오른쪽바퀴)은 P=120, I=10, D=5 로 설정하여 실험을 하였다. gain tuning은 지속적 실험으로 정하여 상황마다 조금씩 다른 gain을 설정하였다.

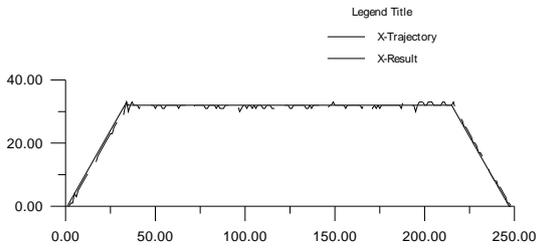


그림 2. x축 실험결과

Fig. 2. Result of the experiment x axis

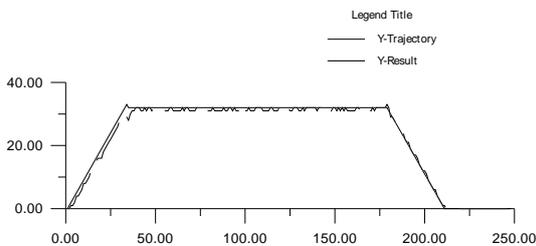


그림 3. y축 실험결과

Fig. 3. Result of the experiment y axis

IV. 결론

본 연구에서는 벨런싱 로봇이 수평으로 자세를 유지하고 주행을 위하여 어떤 자세를 가져야 하는지를 연구하였다. 로봇이 수평 유지를 위한 자세를 취하기 위하여 넘어지려는 방향으로 항상 구동되므로 공간이 바뀌는 경우 이동하는 시간에 다음 자세에 적합한 자세를 취하기 위하여 제어가 필수적이었다. 보다 유연하고 정밀하게 제어하기 위하여 Self Tuning PID를 연구가 필요하며 센서를 바탕으로 하는 속도제어에 의한 위치오차를 보정하여 정밀한 위치제어를 할 수 있도록 하여야 한다. 향후 과제로서 벨런싱 로봇의 속도제어에 있어서 위치오차의 보정을 위한 외부센서의 응답 특성을 고려한 설계과정과 모터 파라미터 및 불확실성에 대한 강인성 문제에 관한 연구와 RF 통신과 더불어 인터넷 통신매체와 결합한 형태의 로봇의 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 강철우, 유영민, 박찬국, “변형된 오일러각 기반의 칼만필터를 이용한 자세 추정 성능향상,” 제어로봇시스템학회, Vol. 14, No. 9, pp. 881-885, 2008.
- [2] Y. S. Ha and S. Yuta, “Trajectory tracking control for navigation of the inverse pendulum type self-contained mobile robot,” Robotics and Autonomous Systems, Vol. 17, issue 1-2, pp. 65-80, 1996.
- [3] A. Sutherland and T. Braunl, “An experimental platform for researching robot balance,” Proceeding FIRA Robot World Congress, pp. 142-19, 2002.
- [4] F. Grasser, A. D'Arrigo, S. Colombi, and A. C. Rufer, “JOE: a mobile, inverted A mobile, inverted pendulum,” IEEE Trans on Industrial Electronics, Vol. 49. issue 1, pp. 107-114, Feb. 2002.