

# Rocker-Bogie를 이용한 감시용 수평유지 주행로봇

황혜성, 서인웅, 박상현, 강대진\*

Self leveling security robot with Rocker-bogie mechanism

H.S.Hwang, I.U.Seo, S.H.Park, D.J.Kang\*

한국산업기술대학교 메카트로닉스공학과

**Key Words** : Rocker-bogie, Self leveling, Balancing, Security robot

## 1. 서 론

기업과 거주지 등 도시의 건물들이 스마트 팩토리, 스마트 시티로 변화하며 본격적인 관리시스템이 무인화의 시대로 변화되어져 가고 있다 본 논문에서는 크고 작은 장애물들을 통과하며 다양한 험준한 지형에서 탐사하는 Rocker-Bogie의 바퀴 구조를 이용하여 계단 및 장애물을 연속적으로 넘을 수 있는 바퀴로봇 구조를 구현하고, 이를 이용하여 밸런싱 테이블 위의 카메라가 항상 수평을 유지하는 안정적인 구도로 건물 내부를 촬영하는 기능을 가진 로봇을 개발하고자 한다.

## 2. Rocker-Bogie 구조 설계 및 최적화

Rocker-Bogie 구조의 최적화 식

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$AB = BC$$

$$\text{ex) } AC = 190\text{mm}, AB = BC = x$$

$$190^2 = x^2 + x^2, 190^2 = 2x^2$$

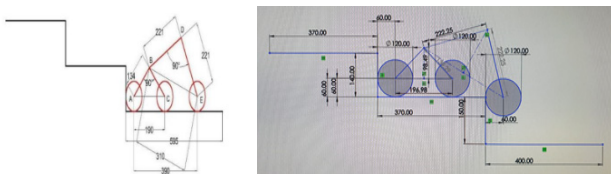


Fig. 1 Cad drawing for first triangle

## 3. Balancing Table 구조 설계 및 최적화

본 로봇의 밸런싱 테이블은 Ball and Plate 형태의 구조로, 2개의 서보모터와 중심을 잡아주는 축을 통해 테이블의 수평을 유지시켜주는 구조이다. 밸런싱을 유지하기 위해서 가속도 센서와 자이로 센서를 이용하였다. 이 때, 가속도 센서는 노이즈가 심하고, 자이로 센서는 각도를 적분하는 중에 누적오차가 발생하여 각도 추정 값에 드리프트 현상이 발생하게 된다. 여기서, 가속도 센서의 단점과 자이로 센서의 단점을 보완해 주는 필터가 바로 '상보필터'다. 상보필터는 가속도 센서에 의한 추정 각도에 Low pass filter를 통과시키고, 자이로 센서에 의한 추정 각도에 High pass filter를 통과시킨다. 그리고 두 각도를 더하여 기울기를 측정하는 방법이다. 이로 인해 각 필터의 단점들이 줄어들어 delay와 위상이 앞서는 현상은 크게 발생되지 않는다.

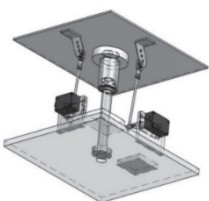


Fig. 2 Ball and plate system



Fig. 3 Finished product

모터가 움직이는 pwm값을 찾고, 가속도 센서에서 low pass filter를 통과한 값을 항상 수평을 유지하기위해 pwm값과 맞추기 위해 이와 같은 수식을 찾아내었다.

$$y = (x - 1) \times 0.075 + 0.03$$

x = 필터를 통과한 값, y = 결과값

위와 같이 찾아낸 식을 통해서 가속도 센서(AM-3AXIS)에서 받아낸 값을 필터를 통해 서보모터(HS-5485HB)의 pwm값으로 변환하여 밸런싱이 가능하다는 것을 확인하였다

## 4. 실험 결과 및 고찰

약 15cm의 연속적인 계단을 넘어가기 위해 Rocker-Bogie 최적화 식을 대입하여 프레임의 길이를 구하고, 모터 힘 구축에 필요한 추가 무게와 무게 중심, 2가지 요인을 변수로 두고 다구찌 기법을 이용하여 계단 횡단 결과를 도출하였다.

(Rocker-Bogie 기본 무게는 약 12kg)

Table 1 Comparison of center of gravity and extra weight

무게중심\추가무게	0kg	1.3kg	2kg
front	불가능	불가능	불가능
middle	불가능	2~3 개 가능	2~3 개 가능
back	불가능	무한횡단 가능	1~2 개 가능

다구찌 실험 결과 로봇 본체 뒤쪽에 약 1.3kg 정도의 무게를 추가하였을 때 뒷바퀴 모터의 힘이 가장 크게 작용하고 본체 역시 안정적으로 주행한다는 최적의 결과를 이용해 연속적으로 많은 계단을 횡단할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

Balancing Table 구조를 설계하며 상보필터의 계수와 그에 따른 PWM 값의 상관관계를 연구하였고 대응하는 수식을 구하여 대입함으로 어떠한 외란에도 항상 카메라가 수평을 유지하는 것을 확인할 수 있었다 위 두 가지 구조 (Rocker-Bogie 구조와 Balancing Table 구조)를 결합하여 감시용 로봇을 설계 및 제작하였고 최종적으로 원활하게 동작함을 확인 하였다

## 후 기

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 사회맞춤형 산학협력선도대학(LINC+)육성사업(캡스톤디자인: Rocker-bogie를 이용한 감시용 수평유지 주행로봇)의 연구결과임.

## 참 고 문 헌

- (1) D. S. Chinchkar<sup>1</sup>, S. S. Gajghate<sup>2</sup>, R. N. Panchal<sup>3</sup>, R. M. Shetenawar<sup>4</sup>, P. S. Mulik<sup>5</sup>, 2017, Design of Rocker Bogie Mechanism, 48.
- (2) David Núñez<sup>1</sup> Gustavo Acosta<sup>1\*</sup> Jovani Jiménez<sup>2</sup>, 2018, Control of a ball-and-plate system using a State-feedback controller, 11.