

# 트랙 구조를 통한 라커보기 구조의 계단등반 능력 향상 Improvement in the climbing ability of the rocker bogie through the track mechanism

\*최동규<sup>1</sup>, 정승민<sup>1</sup>, #김종원<sup>1</sup>

\*D.K. Choi<sup>1</sup>, S.M. Jung<sup>1</sup>, #J.W. Kim(jongkim@snu.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 기계항공공학부 건설설계 연구실

Key words : stair climbing, rocker bogie, track,

## 1. 서론

계단은 수직한 평면과 수평한 구간이 반복되는 지형의 장애물로 모바일 로봇에 있어서 극복하기 가장 어려운 장애물이다. 바퀴와 랭크로 이루어진 주행구조 라커보기의 경우는 계단등반에 더욱 약한 모습을 보인다. 이에 라커보기의 앞 바퀴를 트랙으로 교체한 로봇인 라커필러를 제시하고 계단 등반에서의 라커보기와 라커필러의 능력을 비교해 본다. 계단의 크기는 길이, 높이 그리고 폭으로 정의될 수 있다. 본 연구에서는 계단의 길이는 260 mm~ 500 mm 로 정의하고 계단의 높이는 50 mm ~ 180 mm 로 정의하였다. 그림 1의 그래프는 계단의 길이와 높이에 따라 계단을 분류한 그래프이며 A 구간은 길이가 길면서 낮은 계단, B 구간은 길이가 짧으면서 높은 계단을 나타낸다. 이러한 다양한 계단의 크기에 대하여 라커보기와 라커필러의 계단등반 능력을 분석해 보았다.

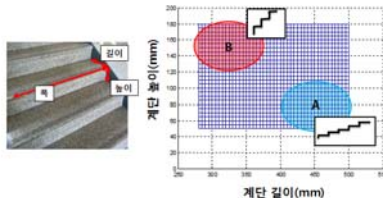


Fig. 1 the components of stairs and the stair classification graph

## 2. 등반시의 궤적 비교

라커보기와 라커필러의 계단을 오를 때의 궤적을 기구학 해석을 통하여 분석해 보면 그림 2 에서와 같다. 같은 크기의 계단에서

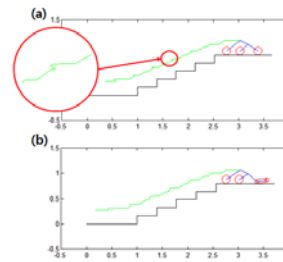


Fig. 2 Trace of (a) the rocker bogie and (b) rocker pillar climb up a stair

등반 모습을 비교해 보았을 때 라커보기는 궤적이 뒤로 이동하는 구간이 발생한다. 이는 앞 바퀴가 계단의 수직한 벽에 닿았을 때 생기는 현상으로 본체가 위로 들리면서 뒤로 이동하게 된다. 이는 로봇의 무게 중심을 뒤로 이동시켜서 로봇이 뒤로 뒤집어질 위험을 가지고 있다. 반면에 라커필러는 뒤로 본체가 이동하는 구간 없이 지속적으로 전진하는 궤적을 가지고 있다.

## 3. 등반시에 로봇이 뒤집히는 경우 비교

계단을 등반하는 동안 로봇의 가장 뒤 바퀴보다 무게중심이 뒤로 이동하게 되는 구간이 발생할 수 있다. 이때 무게중심과 바퀴의 수직항력이 작용하는 모멘트의 방향이 같게 되어 로봇이 뒤로 넘어지게 된다. 앞에서 제시한 모든 계단에 대하여 라커보기와 라커필러가 계단 등반 시에 뒤로 넘어지는 구간이 있는지를 판단하였고 그 결과는 그림 3 과 같다. 파란색 구간은 뒤로 넘어지는 구간 없이 등반이 가능한 계단군이며 하늘색 구간은 뒤로 넘어지는 구간이 존재하는 계단군이다.

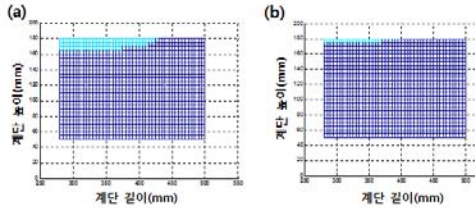


Fig.3 The classification of stairs, based on whether the rocker bogie overturned while climbing up a stair (the sky blue area) or not (the blue area) for (a) the rocker bogie and (b)rocker pillar climb up a stair

라커필러가 라커보기보다 더 많은 계단을 등반 가능함을 확인 할 수 있다.

### 3. 세 바퀴가 벽에 접촉하는 경우 비교

라커보기는 바퀴구조이기 때문에 계단을 등반할 때는 하나 이상의 바퀴가 계단의 수직된 부분에 접촉하여 등반하게 된다. 이 때 라커보기의 링크 길이와 계단의 치수가 맞을 경우 라커보기의 3 개의 바퀴가 모두 수직된 평면에 붙게 되는 경우가 발생하게 된다. 로봇의 무게를 잡아주는 수직항력이 발생하지 못하고 로봇은 계단을 등반하기 어렵게 된다. 모든 계단 군에 대하여 라커보기가 계단을 오를 시에 세바퀴가 모두 접촉하게 되는 구간이 있는지를 판단해보면 그림 4 와 같다. 그림 4 의 그래프 (c)의 하늘색 부분은 라커보기가 등반할 때 세발이 모두 벽에 접촉하여 등반이 불가능한 계단군을 의미하고 파란색은 등반이 가능한 계단군을 의미한다. 등반이 불가능한 계단군은 라커보기의 치수를 바꾸게 되면 변화가 가능하나 라커보기가 계단에 비하여 매우 작거나 계단의 크기를 무시할 수 있을 정도로 크지 않은 이상 항상 그 계단군이 존재하게 되며 이는 라커보기의 계단 등반 능력이 좋지 않음을 나타낸다. 반면에 트랙이 장착된 라커필러의 경우 중간 긴 캐터필러가 계단의 모서리에 걸치어 충분한 모터토크가 보장된다면 로봇을 전진 시킬 수 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 기구학적인 분석을 통하여

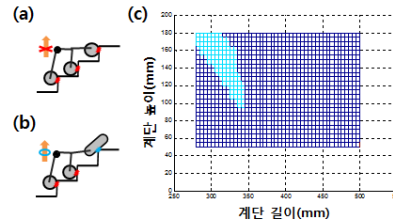


Fig. 4 The situations that the three wheels contact the vertical face at same time for (a) the rocker bogie and (b)rocker pillar climb up a stair. (c) The classification of stairs, based on whether the three wheels of the rocker bogie contacted the vertical face at the same time (the sky blue area) or not (the blue area).

라커보기와 트랙이 장착된 라커보기(라커필러)의 계단 등반 능력을 비교하였다. 계단 등반시의 궤적을 살펴보면 라커보기는 무게 중심이 뒤로 이동하는 구간이 존재하는 반면에 라커필러는 지속적으로 로봇이 전진하게 됨을 알 수 있다. 또한 계단 등반 시 무게 중심이 뒤로 이동하게 되는 계단을 살펴보면 라커필러는 무게중심이 뒤로 이동하는 구간이 없기 때문에 라커보기 보다 더 많은 계단군을 등반할 수 있음을 확인하였다. 마지막으로 세 바퀴가 모두 수직 벽에 접촉하여 등반을 할 수 없는 구간을 살펴보면 라커보기는 많은 계단에서 등반이 불가능 하였지만 라커필러의 경우 캐터필러를 이용하여 모든 계단군에 대하여 극복이 가능하였다. 따라서 라커보기의 트랙을 장착할 경우 존재하는 다양한 계단에 대하여 등반이 수월해 짐을 확인 할 수 있다.

### 후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2012.0000348)

### 참고문헌

1. 최동규, 정승민, 김종원, "트랙을 이용한 라커보기의 계단 극복 능력 분석" 한국정밀공학회 2012 춘계 학술대회 논문집