

트랙을 이용한 라커보기의 계단 극복 능력 분석

Analysis of climbing ability on a stair of rocker bogie with track

*최동규¹, 정승민¹, #김종원¹

*D. K. Choi¹, S. M. Jung¹, #J. W. Kim(jongkim@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 기계항공공학부 건설설계 연구실

Key words : stair climbing, mobile robot, rocker bogie, track

1. 서론

라커보기 구조는 화성 탐사 로봇인 Sojourner 에 사용된 링크지 구조로 6 개의 바퀴로 이루어진 링크 구조이다. 링크는 서로 수동 조인트에 연결이 되어 있어 땅에 모양에 맞게 형태가 변하는 adoptive control 이 가능하고 다양한 환경에 적응하여 안정적으로 움직이는 구조를 가지기 때문에 현재 이동로봇의 메커니즘으로 많은 연구가 진행되고 있는 상황이다. 그러나 바퀴로 이루어진 구조라는 한계로 인하여 계단을 극복하는데 있어서는 트랙을 이용한 이동 메커니즘에 비하여 어려운 모습을 보인다.

본 연구에서는 안정성이 높은 라커보기 구조에 트랙을 추가하여(그림 1 의 (b)) 기존 라커보기 구조(그림 1 의 (a))와 계단을 오를 때의 무게 중심의 궤적의 변화, 본체 기울기의 변화 그리고 계단 등반 시 필요한 마찰 계수의 값을 비교 분석해 본다.

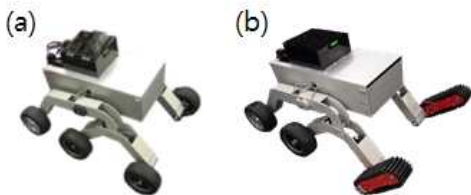


Fig. 1 (a) Rocker Bogie (b) Rocker Bogie with track

2. 무게중심의 궤적과 중심 각도 비교

기존의 라커보기 구조와 트랙이 장착된 라커보기의 구조는 계단을 올라가는 동안 무게 중심의 궤적의 차이가 나타나게 된다. 무게

중심의 궤적은 로봇이 계단을 등반하는데 있어서 안정성과 가장 크게 관련이 되는 요소로 극복하려는 계단의 경사와 차이가 나지 않게 주행할수록 안정적인 주행이라 할 수 있다. 해석 프로그램인 Matlab 을 이용하여 계단을 올라갈 때의 기존의 라커보기와 트랙이 장착된 라커보기의 궤적을 비교해 보았고 그 결과는 그림 2 의 (a),(b)와 같다. 그림 2 의 (c)는 두 개의 궤적을 포개어 비교해 놓은 모습이다. 라커보기 구조의 경우 본체가 뒤로 돌아갔다 다시 전진하는 구간이 발생하는데

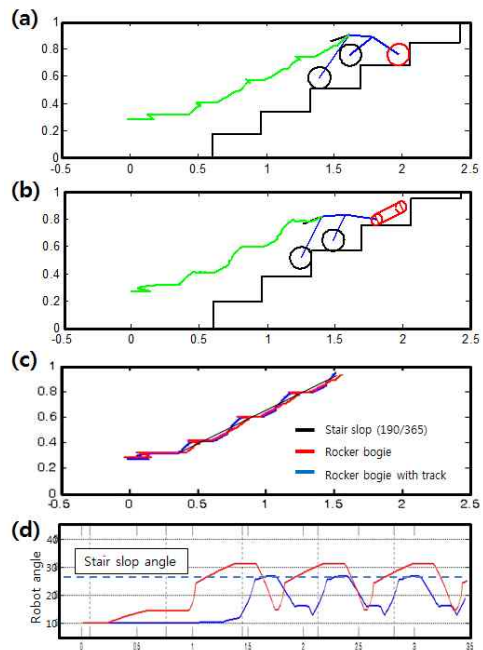


Fig. 2 (a) Trace of the Rocker Bogie (b) Trace of the Rocker Bogie with track (c) Trace difference of two mechanism (d) robot angle change

비하여 트랙이 있는 라커보기의 경우 본체가 뒤로 가는 현상 없이 지속적으로 전진하는 궤적을 가지고 있다. 계단의 기울기와 궤적 사이의 넓이를 구해보면 라커보기의 경우 19.6, 트랙이 있는 라커보기의 경우 18.0 으로 트랙이 있는 경우 계단의 기울기와 더 유사한 이동을 보여준다. 궤적의 차이가 크지 않은 이유는 라커보기의 본체가 세 번째 바퀴에 연결이 되어 있어 세 번째 바퀴의 궤적에 가장 큰 영향을 받기 때문이다. 그림 2 의 (d)에서와 같이 계단 등반시의 본체 기울기의 변화를 살펴보면 라커보기의 경우 최대 45.5 도의 기울기 변화를 보이는 반면에 트랙이 있는 라커보기의 경우 최대 33.4 도의 기울기 변화를 보이므로 트랙이 있는 라커보기의 경우 본체가 더 안정한 주행을 하는 것을 확인 할 수 있다.

3. 계단 등반 시 필요한 토크 비교

계단을 등반 할 때의 필요한 마찰계수의 크기는 계단 등반 능력을 결정하는 중요한 요소이다. 이에 quasi static analysis 를 통하여 계단을 등반할 때의 라커보기와 트랙이 있는 라커보기의 수직항력과 필요 마찰력의 크기를 계산하여 마찰계수를 도출하였다. 라커보기 구조의 계단 등반의 경우 맨 앞에 있는 바퀴가 벽면에 접하는 순간의 토크가 가장 크게 발생하므로 중간 바퀴와 뒷바퀴의 모터의 토크가 최대가 된다고 가정하고 앞 바퀴의

필요 마찰력의 값을 계산하였다. 계산 결과 라커보기의 경우 앞 바퀴가 벽면에 닿을 때의 수직항력은 111.3 N, 필요 마찰력은 39.8 N 으로 0.36 의 마찰계수가 필요하였고 트랙이 있는 라커보기의 경우 수직항력은 111.3 N, 필요 마찰력은 15.2 N 으로 0.14 의 마찰계수가 필요하였다. 그림 3 에 나타나져 있는 라커보기와 트랙이 있는 라커보기의 자유물체도를 살펴 보면 앞 바퀴가 벽에 닿았을 때 트랙이 있는 경우 joint1 에서 더 먼 위치에서 닿음을 확인할 수 있다. 즉 joint1 에서 모멘트 평형식을 사용하였을 때 앞 바퀴에서 같은 양의 모멘트를 발생하기 위해서는 라커보기의 마찰력이 트랙이 있을 때의 마찰력보다 더 커야 함을 알 수 있다. 결과적으로 이는 라커보기의 등반에 필요한 마찰계수를 늘여주는 효과를 가져와 트랙이 있을 경우 계단등반이 더 수월함을 확인 할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 라커보기 구조에 트랙을 장착하여 기존의 라커보기 구조와 계단 등반 능력을 비교하였다. 계단을 등반할 때의 본체의 궤적의 차이, 본체의 기울기의 변화, 그리고 로봇이 등반 시 필요한 마찰계수의 값을 비교하였으며, 트랙이 장착된 라커보기의 경우 계단과의 궤적 차이가 적으며 등반 시 본체 각도 기울기의 변화가 적고 등반에 필요한 마찰계수도 적음을 확인할 수 있었다.

후기

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

참고문헌

1. 정승민, 최동규, 김종원, “Quasi static 해석을 통한 라커필러 턱 극복 능력 분석” 한국정밀공학회 추계학술대회논문집 273p, 2012.

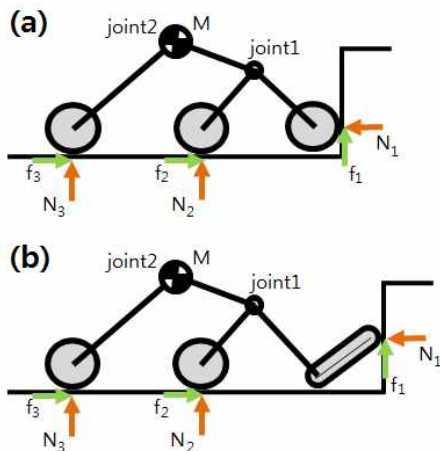


Fig. 3 Schematic of (a) the rocker bogie and (b) the rocker bogie with track