

하이브리드 링크 구조 기반 실내 환경 주행용 이동 플랫폼 개념설계

Conceptual Design of Indoor Mobile Platform based on Hybrid Link Structure

○배 장 호*, 홍 희 승*, 김 종 원*, 서 태 원**, 김 화 수***

* 서울대학교 기계항공공학부 (TEL : 02-880-7144; E-mail: jhbae@rodel.snu.ac.kr)

** 영남대학교 기계공학부 (TEL : 010-6545-3414; E-mail: taewon_seo@yu.ac.kr)

*** 경기대학교 기계시스템공학과 (TEL : 010-9450-0857; E-mail: hskim94@kyonggi.ac.kr)

Abstract In this paper, a novel indoor mobile platform using hybrid link structure was designed to perform efficient and stable moving in harsh indoor environment. Indoor environment contains many various obstacles including stairs, thresholds and so on. In order to develop the novel indoor mobile platform, creative product development methodology was used to complete conceptual design of the platform.

Keywords hybrid link, mobile platform, conceptual design

1. 서론

현재 로봇 시장의 확대에 인해서 가정용 로봇에 대한 수요가 증가함에 따라 이에 대한 연구 또한 늘어나고 있으며, 실내 환경에서의 원활한 이동을 위한 주행 플랫폼에 대한 연구의 필요성 또한 증가하고 있다. 현존하는 로커-보기(Rocker-Bogie) 메커니즘은 수동링크를 사용하여 장애물을 극복하는 구조이며[1], 메커니즘이 간단하고 에너지 효율이 높으며 비용이 적게 사용되므로 가정용 로봇에 적용하기에 알맞다. 그러나 해당 구조는 다양한 장애물에 적응하기 위해서 자세 및 무게중심 위치 등을 능동적으로 조절할 수 없는 수동링크 구조의 한계점을 지니고 있어 적극적인 대응이 어렵다. 따라서 이를 보완하여 실내의 단차 및 계단 등을 극복하여 안정성을 가지고 자율적인 이동이 가능한 새로운 플랫폼의 개발이 필수적이다.

본 연구에서는 실내의 대표적인 장애물인 계단 등반을 위해서 기존 로커-보기 메커니즘에 능동 구조를 추가하여 계단 적응 능력과 등반 능력의 향상을 목표로 하여 새로운 하이브리드 링크 구조의 개념 설계를 진행하였다. 이를 위해서 창의적 신제품 개발방법론[2]을 사용하여 새로운 링크 구조를 효율적으로 창안할 수 있도록 하였다. 창의적 신제품 개발방법론을 이용하여 기존 계단 및 장애물 등반 로봇들을 분석하고 수동링크 구조의 단점을 보완할 수 있는 새로운 구조를 구상하였다.

2. 신규 메커니즘 창안 준비

2.1. 기존 연구 조사

기존 수동링크 구조를 차용한 로봇[3][4]들은 무한케도를 사용하거나 다족 보행 메커니즘을 사용한 다른 로봇들에 비해서 간단하며 경량화가 가능하다. 그러나 제한적인 장애물 등반 능력을 가지며 전복, 정체, 미끄러짐 현상을 제어하기 힘들다는 문제점이 존재한다.

본 연구에 앞서 로커-보기 구조를 사용한 계단 등반 플랫폼에 대해서 설계를 진행하였다.[5] 해당 연구에서는 계단 형상에 관계없이 최대한의 등반 성능을 유지할 수 있도록 최적화를 진행하였으며 시제품을 제작하여 실험을 진행하였다. 해당 플랫폼은 경량화에 성공하였고 간단한 구조를 가졌으나 기존 수동링크 구조의 한계점인 전복, 정체, 미끄러짐 현상을 완전히 극복하지 못하였다.

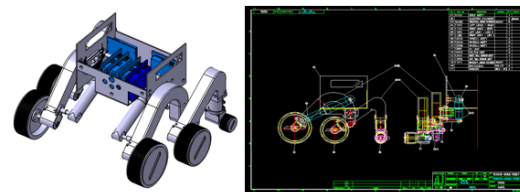


그림 2. 선행 연구에서 개발된 계단 등반 플랫폼의 3차원 모델링 및 2차원 CAD 도면

2.2. 요구사항 목록 작성

계단 등반 플랫폼의 목적에 따라서 실내에 존재하는 계단의 형상을 바탕으로 새로운 플랫폼이 만족하여야 하는 제반 사항을 고객 요구사항 목록으로 정리하였다.

그 중 표 1에서는 주요 요구사항목록을 나타내었다. 이를 기반으로 하여 개념설계를 수행하고 전체 개발에 있어서 각 단계에서 그 기준으로 사용한다.

표 1. 계단 등반 플랫폼 개발을 위한 요구사항 목록

항목	요구사항
기하학적 형상	가로 x 세로 x 높이 < 600 mm x 600 mm x 450 mm
힘	본체 무게: 최대 20kg 유효 하중: 최소 10kg
환경 조건	- 단 너비 254 mm 이상, 단 높이 196 mm 이하, 유효 폭 914 mm 이상 (이상 국제 주거 규약 기준) - 높이 2m 넘는 계단은 너비 1200 mm 이상 계단참 설치 (주택건설기준 규정 16조) - $600\text{mm} < (\text{단 너비}) + 2 \times (\text{단높이}) < 660$ (ISO 14122-3)
운동	평평한 바닥에서의 최대 이동속도 : 사람의 걷는 이동속도 2/3 (0.8m/s) 이상 계단 등반/하강 속도: 0.2 m/s

3. 이동 플랫폼의 개념설계 수행

3.1 동작원리 탐색 수행

창의적 신제품 개발방법론을 사용하여 계단 등반 플랫폼의 필수적인 기능을 5가지로 분류하여 해당 분류별로 다양한 동작원리를 구상하였다. 구상된 동작원리는 그림 3에 나타나 있다.

항목	1	2	3	4	5	6	7
본체 크도 조절	없음(고정)	회전각 조절	리니어 모터				
전면 서스펜션 메커니즘	평반(고정)	Rocker	Bogie	Parallel	Fork	상하가동	외부 지지대
후면 서스펜션 메커니즘	평반(고정)	Rocker	Bogie	Parallel	Fork	상하가동	외부 지지대
전면 구동/기변	없음(고정)	링크길이 가변	회전(투기)	슬라이드			
후면 구동/기변	없음(고정)	링크길이 가변	회전(도크)	슬라이드			

그림 3. 동작원리 탐색 진행 결과

3.2 동작원리 조합 결과

구상된 동작원리를 조합하여 다양한 설계 대안을 구상하였다. 해당 설계 대안들을 평가하여 기존 이동 플랫폼들의 문제를 해결하고 원하는 성능을 얻을 수 있도록 하였다. 해당 과정을 거쳐 다양한 설계 대안 중 가장 높은 성능을 가질 것이라 예상된 대안을 선정하였다. 설계된 대안중의 일부와 최종적으로 선택된 대안은 그림 4에 나타내었다.

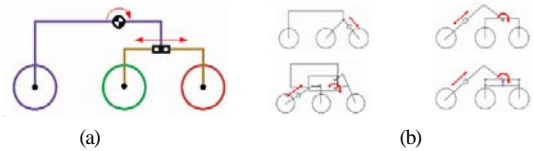


그림 4. 동작원리 조합으로 산출된 다양한 설계 대안 (a) 최종 설계 대안 (b) 기타 설계 대안

3.3 설계 대안 최종 선정

최종적으로 선정된 설계 대안은 기존 로커-보기 구조의 보기 구조에 앞뒤로 이동 가능한 슬라이드 구조를 추가하여 플랫폼의 무게중심을 능동적으로 움직일 수 있도록 구상하였다. 그림 5는 최종 설계 대안의 모습과 계단 등반에서의 슬라이드의 움직임을 보여준다.

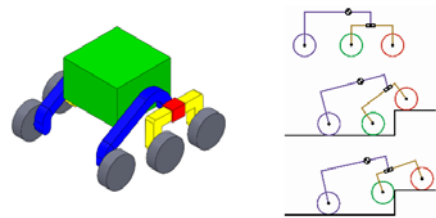


그림 5. 새로운 하이브리드 링크 계단 등반 플랫폼 최종 설계 대안의 3차원 모델링 및 계단 등반 장면

4. 결론

본 연구에서는 창의적 신제품 개발방법론에 따라 새로운 하이브리드 링크 구조를 사용한 플랫폼을 구상하였다. 해당 플랫폼은 무게중심의 이동을 통해 능동적으로 장애물을 극복하여 높은 적응력을 가질 것이라 생각된다.

본 연구의 다음 단계로 본 메커니즘에 대한 최적화를 통해 잠재적인 안정성과 등반 성능을 최대한 이끌어낼 수 있도록 할 것이다.

참고문헌

- [1] J. Matijevic, "Sojourner, The Mars Pathfinder Microover Flight Experiment," *Space Technology*, 17, 143-149, 1997
- [2] 김종원, "공학설계", 문운당, 2009
- [3] H.S. Hong and T.W. Seo et al., "Optimal design of hand-carrying rocker-bogie mechanism for stair climbing," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 27, no. 1, pp. 125-132, 2013.
- [4] D. Chugo and K.Kawabata et al., "Development of omnidirectional vehicle with step-climbing ability," *International conference on Robotics & Automation*, Sep., 2003.
- [5] D. Kim, H. Hong, H. S. Kim and J. Kim, "Optimal design and kinetic analysis of a stair climbing mobile robot with rocker-bogie mechanism", *Mechanism and Machine Theory*, Vol.50, pp. 90-108, 2012