

소형 모핑 바퀴 동력 전달을 위한 평면 복합재 스포크 설계 및 제작

Design and Fabrication of Composite Sheet Spoke for Torque Transmission of Small Scale Morphing Wheel

*고제성¹, 이대영¹, 김승원¹, #조규진¹

*J. S. Koh¹, D. Y. Lee¹, S. W. Kim¹, #K. J. Cho(kjcho@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 기계항공공학부

Key words : Soft Morphing Wheel, Lamina Emergent Mechanism, Spoke

1. 서론

바퀴의 형태와 크기는 차량이나 주행 로봇이 어떤 지역을 극복할 수 있는가 없는가를 결정하는 가장 핵심적인 요소이다. 험지 주행을 차량이 일반 바퀴보다 큰 오프로드 타이어를 사용하는 것은 이런 현상을 보여주는 단적인 예이다. 이렇게 바퀴는 특수한 지역에 최적화되도록 설계되어 왔다.

하지만 특정 지역에 최적화시켜 바퀴를 설계하려는 이런 시도들은 필연적으로 다른 임의의 지형에서는 다른 형상보다 열등할 수밖에 없는 한계를 지니고 있다.

상황에 따라 바퀴의 형상을 바꾸는 Deformable Wheel 개념은 이런 한계를 극복할 수 있는 방법으로 새롭게 제시되고 있다. 두 가지 이상의 형상을 한 바퀴를 통해서 구현할 수 있다면 이는 기존 주행 로봇들의 극복할 수 있는 지형의 범위를 획기적으로 확대시키는 일이 될 것이다.

Deformable Wheel Robot 논문은 이러한 개념에 대한 시도이다 [1]. 이 논문에서 평소에는 일반적인 Wheel 형태로 존재하면서 신호를 가해주면 Caterpillar 형태로 움직이는 바퀴를 구현해 내었다. 그리고 Fig.1 에서와 같이 세가지 모드의 주행 방법을 구현하기 위해 바퀴 전체를 돌려 주행하는 기능이 필요하였다. 바퀴가 줄어들고 휘어지는 형상에 맞춰 가변적이면서도 회전축의 동력을 전달할 수 있도록 스포크(바퀴살)의 설계가 필요하다.

이에 우리는 특수하게 설계된 평면 복합 소재를 이용하여 이런 복합적인 기능을 수행하는 스포크를 개발하였다.

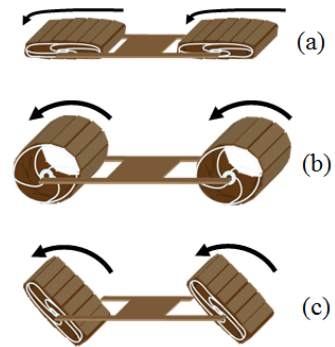


Fig. 1 Driving Type of Morphing Wheel (a)Caterpillar like motion (b)Normal driving (c)flat wheel motion

2. 설계

소형 모핑 로봇을 초경량으로 만들기 위해 선행 연구를 통해 복합재 기반 설계 및 제작이 이루어졌다 [1]. 변형하는 바퀴를 가지고 있기 때문에 자체 중량을 줄여 최대한 중량에 의한 바퀴의 변형을 줄여야 한다. 그리고 바퀴의 변형률을 최대화하기 위해 스포크가 변형을 방해하지 않는 설계가 필요하다. 따라서 Fig.2 와 같이 바퀴의 변형에 따라 스포크도 따라 반경을 줄일 수 있는 구조를

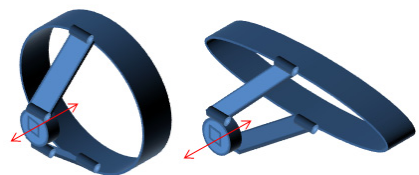


Fig. 2 Conceptual design of deformable spoke.

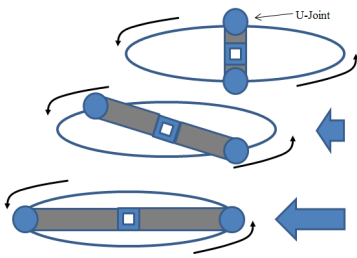


Fig. 3 Spoke motion in caterpillar type driving of the wheel

고안 하였다. 이는 회전축에 축방향 이동이 가능한 슬라이드를 탑재하였고, 필름 관절을 가진 복합재를 붙여 그림과 같이 굽힘을 통해 반경이 줄어들 수 있다. 동시에 축에 의한 회전력 전달은 계속 유지할 수 있다.

하지만 바퀴가 caterpillar처럼 돌아갈 때 스포크도 Fig. 3 과 같이 반경이 바뀌며 회전해야한다. 이때 바퀴와 스포크를 연결하는 부분은 2자유도 관절이 필요하게 된다.

기존의 기계 요소인 Universal Joint 는 평면 복합재로 구현하기에는 복잡하고 제작이 어렵다. 따라서 종이접기 원리에서 착안을 한 Spherical six bar linkage 평면 구조를 적용하여 원하는 2자유도 이상의 관절 구조를 만들 수 있다. Fig.4 는 Spherical six bar linkage를 종이를 통해 접은 모습이다. 이는 여러 가지 소형 로봇의 관절로 활용될 수 있다[2].

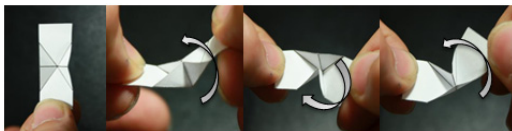


Fig. 4 Spherical six bar linkage folding structure

3. 결과

Fig. 5 는 최종적으로 제작된 스포크의 형태를 보여준다. 유리 섬유 복합재와 고분자 필름을 이용하여 축과 연결되는 부분은 1 자유도 관절, 바퀴와 연결되는 부분은 3 자유도인 구조를 제작하였으며 이는 가변적인 상황에서도 적용 가능한 메커니즘을 아주 간단하고 가볍게 만들도록 해주었다. Fig. 6은 가변적인 상황에 대해서 스포크가 성공적으로 바퀴와 축을 연결하고 있는 모습을 보여준다.

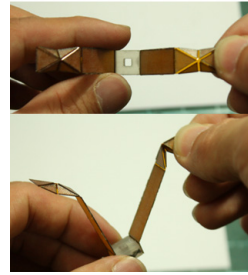


Fig 5 Prototype of the deformable spoke

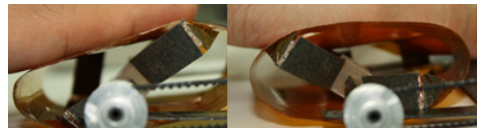


Fig. 6 Various position of the deformable spoke

4. 결론

이 논문에서 우리는 Deformable Wheel에 적용 가능한 가변적이면서도 동시에 동력을 전달할 수 있는 스포크 구조를 개발하였다. 우리는 복합적인 기능을 수행해야 할 구조를 평면 복합 소재를 이용하여 적절한 강도를 가지면서도 아주 가볍고 간단하게 만들어 내었다.

이와 같은 평면 소재를 통한 복합적인 기능을 하는 구조(LEM, Lamina Emergent Mechanism)는 간단함, 무게, 제작 공정의 쉬움 등과 같은 많은 장점으로 인하여 점점 더 각광 받고 있는 추세이다. 이 논문에서 제시한 스포크 구조도 단순히 이 로봇에 의 응용뿐만 아니라 로봇의 소형화에 있어 기반 기술로 사용 될 수 있으리라 기대한다.

후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0087640, 2009-0070058, 2009-0082824).

참고문헌

1. 고제성, 김승원, 오인철, 송성혁, 안성훈, 조규진, "하이브리드 구동 시스템 기반 힘지 탐사용 모핑로봇", 한국정밀공학회 2011년 춘계학술대회, 2011.
2. Koh, J., Cho, K., "Omegabot: Crawling robot inspired by Ascotis Selenaria", in Robotics and Automation (ICRA), 2010 IEEE International Conference on, 2010, pp. 109 - 114.