

하이브리드 구동 시스템 기반 험지 탐사용 모핑 로봇

Hybrid Actuating System Based Morphing Robot

For Disaster Area Exploration

*고제성¹, 김승원¹, 오인철¹, 송성혁¹, 안성훈¹, #조규진¹

*J. S. Koh¹, S. W. Kim¹, I. C. Oh¹, S. H. Song¹, S. H. Ahn¹, #K. J. Cho¹ (kjcho@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 기계항공공학부

Key words : Morphing Robot, Deformable Wheel, Hybrid Actuation, Shape Memory Alloy

1. 서론

재난 지역에서의 생존자 탐색 및 구조 또는 위험 지역의 탐색을 사람이 직접 하는 것은 한계가 있다. 재난 지역이 광범위 할 경우 많은 수의 사람이 필요할 것이며 지형적인 제약과 위험한 상황에서는 사람의 접근이 불가할 것이다. 이러한 상황에서 한 사람의 생명이나 유용한 정보를 얻기 위해 탐사 로봇을 이용하려는 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다 [1].

이러한 로봇들이 돌파해야 할 장애 지형은 좁은 틈에서 높은 턱에 이르기까지 다양하다. 대부분의 로봇은 특정한 크기 이하의 공간으로는 단단한 몸체를 가지고 돌파하기 힘들다. 그리고 좁은 틈을 돌파하기 위해 로봇을 작게 만들게 되면 높은 턱은 넘어가기 힘들게 된다. 특정 지형의 목적에 맞게 설계 되는 것이다. 최근 여러 가지 장애 지형을 돌파하기 위해 변형 가능한 소재와 구동기를 이용하여 로봇을 제작하려는 연구가 활발히 진행되기 시작하였다 [2,3]. 이러한 변형 가능한 로봇은 몸체의 크기 또는 모양을 변형하여 장애물에 맞게 돌파하는 것을 목표로 한다. 이러한 변형 가능한 로봇은 평지에서의 빠른 이동에 한계가 있다.

본 연구는 모터와 스마트 구동기의 하이브리드 구동 시스템을 확립하고, 변형 가능한 바퀴 메커니즘을 이용하여 좁은 틈과 높은 턱을 돌파할 수 있는 탐사 로봇을 개발하는 것을 목표로 한다. 좁은 틈은 바퀴의 변형에 의해 줄어든 바퀴로 이동을 하며 바퀴보다 높은 턱 또한 변형된 바퀴의

회전으로 돌파해 나가게 되는 것이다. 그리고

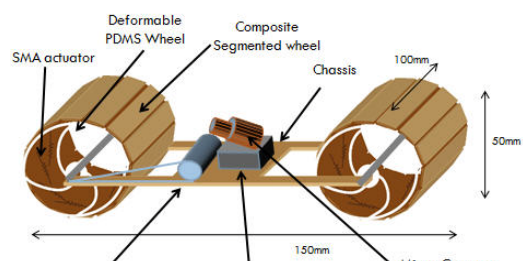
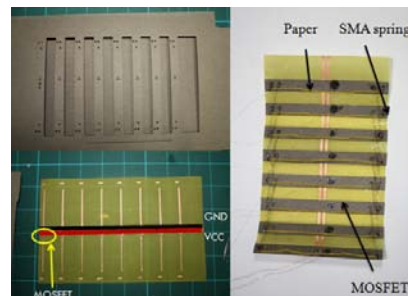


Fig. 1 Conceptual design of Morphing robot

평지에서는 바퀴의 변형이 필요 없이 모터 구동에 의해 빠른 이동이 가능하도록 한다.

2. 설계 및 제작

작은 스케일에서 빠르고 쉽게 시제품 제작을 하기 위해 최근 개발된 제조 공정인 종이를 이용한 로봇 제조 방법을 이용하였다 [4]. Fig. 1 과 같이 로봇은 크게 두 부분으로 구성되어 있다. 먼저 변형 가능한 바퀴 부분과 바퀴, 모터 구동부와 전자 부품이 탑재 될



로봇 몸체로 나눌 수 있다.

Fig. 2 Paper link cut by laser machining(Left top), Kapton film with copper circuit(Left bottom), Morphing wheel assembly(Right)

Fig. 2 는 변형 가능한 바퀴의 조립 구성을 보여준다. 종이 마디 구조와 구리 필름이 코팅되어 회로를 구성할 수 있는 캡톤(Kapton) 필름의 적층 구조로 이루어져 있다. 캡톤 필름은 종이 마디를 연결하는 관절로 사용되어 유연하게 변형 가능한 무한궤도와 같이 제작 될 수 있다. 각각의 마디는 형상기억합금(SMA) 코일 액추에이터에 의해 접혀지며 전체적인 형상이 바뀐다. 순차적인 SMA 코일 액추에이터의 구동을 통해 모핑 바퀴는 무한궤도와 같이 회전하게 되며 상하 지름이 바뀌면서 원래의 바퀴가 들어갈 수 없는 틈을 통과하게 된다.

로봇 몸체는 가볍고 강도가 강한 카본 섬유 복합재료로 만들어지며 바퀴를 돌리는 모터와 전자 부품이 탑재된다. 모터의 동력은 타이밍 벨트와 풀리를 통해 바퀴로 전달 된다. 평지에서는 변형되지 않은 바퀴를 빠르게 굴리게 되고 바퀴 변형시에 변형 형태에 맞추어 회전하게 된다. 그리고 바퀴가 한쪽으로 길어진 상태를 유지하고 회전시킬 경우 원래 바퀴의 지름보다 길어져 바퀴보다 높은 턱을 올라갈 가능성을 높일 수 있다.

3. 결과

SMA 코일 액추에이터를 이용한 모핑 바퀴와 바퀴를 전체적으로 회전시키는 모터 구동 부분으로 구성된 로봇의 모핑 바퀴 설계 및 제작 결과를 Fig. 3 과 같이 확인 할 수 있었다.

총 8 개의 마디로 이루어진 바퀴를 4 쌍의 마주보는 SMA 코일을 순차적으로 구동하며 굴러갈 수 있도록 신호를 주었다.

무한궤도와 같이 구동되는 모핑 바퀴의 경우 원래 지름인 50mm 에서 30mm 의 틈을 통과할 수 있다. 이는 약 40%의 변형률에 해당하는 성능이다.

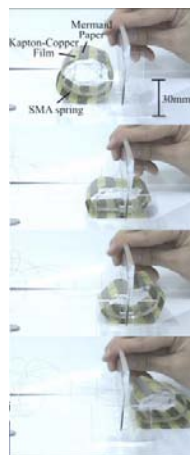


Fig. 3 Morphing wheel passing through 30mm gap

모터 구동부의 경우 바퀴 회전축에 타이밍 풀리를 장착하고 모터를 카본 섬유 복합재 몸체에 붙이게 된다. 자중을 제어할 정도의 토크를 가지고 최대한 가벼운 모터 선정을 통해 구동할 예정이다.

4. 결론

종이와 유연한 고분자 필름을 이용한 모핑 바퀴를 제작하였고, SMA 코일 액추에이터를 통해 바퀴 크기의 40% 변형을 하여 50mm 의 바퀴가 30mm 틈을 통과 가능한 모핑 바퀴를 제작하였다.

앞으로 모터 구동부와 연동을 통해 틈을 통과하고 턱을 넘는 모핑 로봇의 개발이 이루어질 것이다. 그리고 유용한 정보를 얻을 수 있는 다양한 센서의 탑재를 통해 탐색 로봇으로 역할을 수행할 수 있도록 할 것이다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2009-0087640).

참고문헌

1. Wang, Z., and Gu, H., "A Review of Locomotion Mechanisms of Urban Search and Rescue Robot", Industrial Robot: An International Journal, 34, 5, 400-411, 2007.
2. Correll, N. et al., "Soft Autonomous Materials-Using Programmed Elasticity and Embedded Distributed Computation", International Symposium on Experimental Robotics(ISER), 2010.
3. Tores-Jara, E. et al., "Composable Flexible Small Actuators Built from Thin Shape Memory Alloy Sheets", IEEE Robotics and Automation Mag., 2010.
4. Birkmeyer, P., Peterson, K., and Fearing, R. S., "DASH: A Dynamic 16g Hexapedal Robot", in Intelligent Robots and Systems, IROS 2009. IEEE/RSJ International Conference on, 2683-2689, 2009.