

# 다양한 지형을 위한 선택형 바퀴-궤도 메커니즘의 개발 Development of selectable wheel-track Mechanism for Various Terrains

\*이장운<sup>1</sup>, 김병상<sup>2</sup>, 송재복<sup>3</sup>

\*J. W. Lee<sup>1</sup>, B. S. Kim<sup>2</sup>, J.-B. Song (jbsong@korea.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 고려대학교 기계공학과, <sup>2</sup>고려대학교 기계공학과, <sup>3</sup>고려대학교 기계공학과

Key words : Hybrid wheel and track, Transforming, Clutch mechanism, Small robot, Mobility

## 1. 서론

실내외에서 정찰, 경비 및 감시 기능을 수행하는 소형 로봇은 일정한 지역에서 정보를 신속하게 확인하고 사용자에게 전달할 수 있으므로 로봇의 이동성(mobility)이 매우 중요하다. 또한 다양한 환경에서 사용할 수 있도록 장애물을 쉽게 극복할 수 있어야 하며, 크기가 작고, 가벼워야 한다.

소형로봇의 이동 방법으로 바퀴나 궤도를 사용하거나 도약을 이용하는 방법이 있다. 바퀴기반의 로봇은 평지에서 주행 속도가 빠르며, 제어가 용이하지만, 험지에서는 주행이 어려우므로 다양한 환경에서 사용하는 데 제약이 따른다. 소형로봇의 이동성을 향상시키기 위하여 궤도형 바퀴를 이용하거나, 도약을 이용하여 장애물을 극복할 수 있다. 궤도형 바퀴를 이용하는 로봇은 험지에서 안정적으로 주행을 할 수 있으며, 로봇에 비하여 높지 않은 장애물을 쉽게 극복할 수 있다. 하지만 평지에서 바퀴기반의 로봇보다 이동속도가 느리다[1]. 도약을 이용하여 이동하는 방법은 로봇의 크기에 비하여 상대적으로 높은 장애물을 극복할 수 있다[2,3]. 하지만 도약 시 에너지 소비가 커서 평지 주행을 하는데 있어서 비효율적이며, 착지할 때 로봇의 몸체에 큰 충격이 발생할 수 있다[4,5].

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 평지와 험지에서 자유롭게 주행할 수 있도록 선택적으로 바퀴와 궤도를 이용할 수 있는 메커니즘을 제시하였다. 이 메커니즘은 몸체에 수납이 되는 궤도와 클러치로 구성되어 있다. 평지에서는 주행바퀴를 이용하여 신속하게 이동이 가능하며, 험지에서는 궤도를 몸체 밖으로 펼쳐 바퀴를 이용하여 극복할 수 없는 장애물을 극복할 수 있다. 클러치는 궤도를 몸체에 수납하거나 돌출시킬 수 있도록 해주며, 또한 주행바퀴와 궤도를 평지/험지에서 독립적으로 사용할 수 있게 한다.

본 논문에서는 클러치와 몸체 내부로 수납되는 궤도를 이용하여, 바퀴로 극복하기 힘든 장애물을 극복할 수 있는 선택형 바퀴-궤도 메커니즘을 개발하였다. 그리고 변형메커니즘을 제작하여 변형 실험을 수행하였으며, 이를 통하여 선택형 바퀴-궤도 메커니즘을 사용할 경우 로봇의 이동성을 향상시킬 수 있음을 검증하였다.

## 2. 바퀴와 궤도의 혼합사용

바퀴는 그 구조상 실내나 도로와 같은 평지에서 사용하기에 용이하다. 그러나 요철이 있는 지형이나 계단, 턱과 같은 장애물을 만났을 때 이를 극복하기 위해서는 우회하거나 별도의 방법이 필요하다. 반면에, 궤도는 험지와 장애물을 극복하기에 적합한 형상이지만 평지에서 바퀴에 비해 에너지 효율이 낮고 주행속도가 느리다. 바퀴와 궤도의 장점을 합치면 소형로봇의 이동성을 향상시킬 수 있다. 하이브리드 바퀴-궤도 메커니즘은 평지에서 주행할 경우, 주행바퀴만 지면과 접촉하여 빠른 속도로 이동한다. 그리고 험지에서 주행할 경우에는 몸체 내부에 수납되어 있던 궤도가 돌출되어 무한궤도로 주행한다. 이와 같은 주행 방법은 이스라엘의 갈릴레오사에서 제안하였고 긍정적인 연구 성과를 보이고 있다(Fig. 1). 그러나 고가의 신축 벨트는 지

면과의 마찰로 인한 마모가 심하며, 바퀴와 궤도가 같은 속도로 회전하여 빠른 이동을 할 수 없다. 이러한 문제점은 선택형 바퀴-궤도 메커니즘으로 극복할 수 있다.



Fig. 1 Galileo-wheel robot (Galileo Company).

## 3. 선택형 바퀴-궤도 메커니즘

### 3.1 선택형 바퀴-궤도 메커니즘의 작동원리

바퀴는 평지주행에 사용된다. 궤도는 평지를 주행할 때에는 몸체 내부에 수납되어 있지만, 험지를 주행할 때에는 이동성을 높이기 위하여 몸체에서 외부로 돌출된다.

모터의 동력은 클러치를 작동시키고 이로 인해 몸체 내부에 접혀있는 Fig. 2의 궤도 링크(track-link)를 몸체 외부로 밀어낸다. 이때 풀리 1과 풀리 2는 타이밍 벨트로 연결되어 있고, 링크 2는 링크 1이 펼쳐지는 속도보다 두 배 빠르게 펼쳐져 외부로 돌출된다. 궤도의 벨트는 내부에 접혀있는 형태로 수납이 되어 있으며, 궤도 링크가 펼쳐질 때 몸체 내부의 스프링에 의해 벨트의 장력이 유지된다.

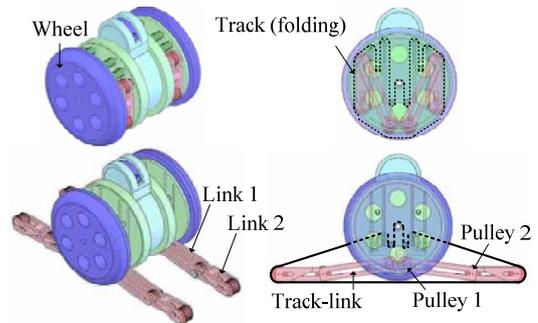


Fig. 2 Concept of selectable wheel-track mechanism

### 3.2 수납형 궤도 및 클러치

Fig. 3의 (a)는 주행용 바퀴와 수납이 되는 궤도를 보여주며, (b)는 궤도의 선택적인 운동을 구현할 수 있는 메커니즘을 보여준다. 선택형 바퀴-궤도 메커니즘은 크게 변형 메커니즘과 변속 메커니즘으로 나뉘어진다. 변형 메커니즘은 모터와 웜기어(worm gear), 웜휠(worm wheel)로 구성된다. 변속 메커니즘은 구동축(driving shaft)과 궤도용 중공축(hollow shaft), 스크류 클러치(screw clutch)로 구성된다.

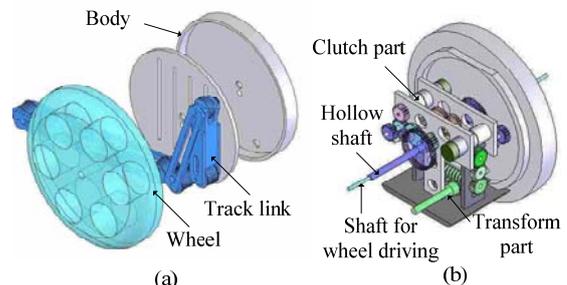


Fig. 3 Wheel and track-link, and clutch mechanism.

### 3.3 변속 메커니즘의 작동원리

구동모터의 동력은 스크류 기어의 위치에 따라서 보조 바퀴로 전달되거나 또는 전달이 차단된다. Fig. 4는 구동모터로부터 동력이 전달되는 경로를 나타낸 것이다. (a)와 같이 ③스크류 기어가 ④주행바퀴 구동기어와 연결되면 주행 바퀴에만 구동모터의 동력이 전달되어 평지 주행에 적합하다. 반면에, (b)와 같이 변형용 모터가 회전하면 ②' 스크류 기어를 회전시켜 ③' 레도동력전달 기어를 이동시켜, 주행 모터에서의 동력이 ④' 레도주행 기어로 전달된다. 이 때, 구동모터의 동력은 주행바퀴에는 전달되지 않게 된다. 또한 주행모드일 때에 비해 감속비가 높아진 상태로 레도가 회전하게 되어 바퀴주행일 때 보다 큰 힘을 갖게 되어 높은 장애물을 극복하거나 험지를 주행할 수 있게 된다.

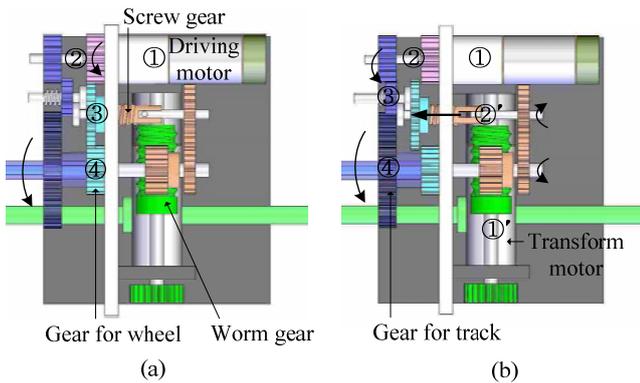


Fig. 4 Two modes of wheel-track mechanism; (a) wheel mode, and (b) track mode.

## 4. 선택형 바퀴-레도 메커니즘의 제작

### 4.1 보조바퀴를 갖는 클러치와 레도 링크 시제품

Fig. 5의 (a)는 장애물 극복에 사용되는 레도 링크로 폭은 2.2cm이며, 펼쳤을 때는 길이가 58cm이다. (b)는 클러치 파트로 로봇의 몸체 중앙에 위치하며, 무게는 약 1kg이다. Fig. 6은 선택형 바퀴-레도 메커니즘의 클러치와 레도 링크의 시제품이다. 로봇의 무게를 줄이기 위하여 프레임은 폴리아세탈(polyacetal)을 사용하였고, 로봇의 몸체지지 파트와 연결되어 있다.

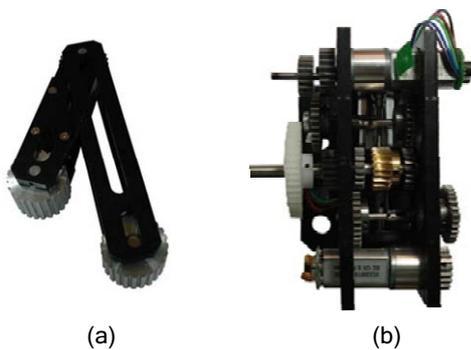


Fig. 5 Two parts of selectable wheel-track mechanism; (a) track-link and (b) clutch part.



Fig. 6 Prototype of selectable wheel-track mechanism

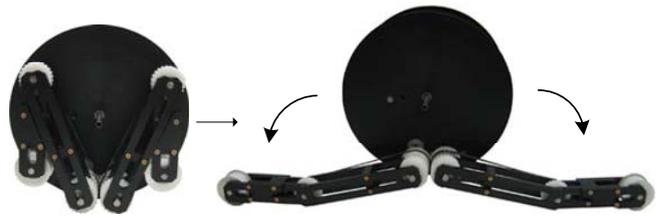


Fig. 7 Test for transforming.

### 4.2 변형 실험

제작한 선택형 바퀴-레도 메커니즘을 이용하여 변형 실험을 수행하였다. Fig. 7은 변형 실험으로 바퀴에서 레도로 변형하거나, 레도에서 바퀴로 변형하는 실험을 하였다. 실험 결과 선택형 바퀴-레도 메커니즘을 이용할 경우 1개의 모터를 이용하여 클러치를 동작 시킬 수 있을 뿐만 아니라 몸체 내부에 수납되어 있는 레도를 펼쳐 레도 주행 모드로 변형을 할 수 있었다.

## · 결론

본 연구에서는 소형로봇의 이동성을 향상시키기 위하여 레도를 선택적으로 구동할 수 있는 메커니즘을 개발하였다. 그리고 다양한 실험을 통하여 선택형 바퀴-레도 메커니즘의 성능을 검증하였으며, 이로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 몸체 내부에 수납되는 레도는 구조가 단순하여, 소형 로봇에 적용하기에 적합하다.
2. 클러치 메커니즘을 이용하여 레도-바퀴를 선택적으로 구동할 수 있다.
3. 선택형 바퀴-레도 메커니즘을 이용한 소형로봇을 제작하면 평지에서 빠른 속도로 자유롭게 주행할 수 있을 뿐만 아니라, 장애물이 있는 지역도 쉽게 극복할 수 있다.

## 후기

본 연구는 산업자원부 사회안전로봇 개발사업의 지원으로 수행되었음.

## 참고문헌

1. W. Lee, S. Kung, M. Kim, and M. Pack, "ROBHAZ-DT3; Teleoperated Mobile Platform with Passively Adaptive Double-Track for Hazardous Environment Applications." IEEE Int. Conf. on intelligent Robots and Systems, 33~38, 2004.
2. H. Tsukagoshi, M. Sasaki, A. Kitagawa, and T. Tanaka, "Jumping Robot for Rescue Operation with Excellent Traverse Ability," IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 841~848, 2005.
3. G. J. Fischer, and B. Spletzer, "Long Range Hopping Mobility Platform," Proc. of the SPIE, Vol.5083, pp. 83~92. 2003.
4. I. Burt, A. Drenner, C. Carlson, A. D. Kottas and N. Papanikolopoulos, "Impact Orientation Invariant Robot Design : An Approach to Projectile Deployed Robotic Platforms", International Conference on Robotics and Automation, pp. 2878~2883, 2006
5. 김현중, 김병상, 송재복, "투척 가능한 소형로봇의 내충격성 향상을 위한 기구부 설계", 한국 로봇공학회지, 101~106, 2007