

소형로봇의 이동성 향상을 위한 클러치 메커니즘 기반의 보조바퀴 Development of Clutch Mechanism based Auxiliary Wheels for Improved Mobility of a Small Robot

*이장운¹, 김병상², #송재복³

*J. W. Lee¹, B. S. Kim², #J. B. Song (jbsong@korea.ac.kr)³

¹ 고려대학교 기계공학과, ² 고려대학교 기계공학과, ³ 고려대학교 기계공학과

Key words : Auxiliary wheel, Hollow shaft, Clutch mechanism, Small robot, Mobility

1. 서론

실내외에서 순찰 및 감시기능을 수행하는 소형로봇은 일정 영역 안에서 어떤 일이 발생하는지 신속하게 확인할 수 있어야 하므로 로봇의 이동성(mobility)이 매우 중요하다. 그리고 다양한 환경에서 사용할 수 있도록 간단한 장애물을 쉽게 극복할 수 있어야 한다. 뿐만 아니라, 소형로봇은 이동 공간에 제약을 받지 않도록 크기가 작고, 사용자들이 휴대할 수 있도록 가벼워야 한다. 일반적으로 소형로봇은 바퀴를 이용하여 이동한다. 하지만 바퀴 기반의 이동로봇은 극복할 수 있는 장애물의 높이가 바퀴의 크기에 영향을 받으므로, 바퀴의 반지름 보다 높은 장애물을 극복하는 것은 매우 어렵다. 특히, 소형로봇의 경우, 로봇의 크기가 작으므로 바퀴구동을 이용하여 다양한 환경에서 주행하는 데에는 한계가 있다.

소형로봇의 이동성을 높이기 위하여 케도형 바퀴를 이용하거나, 또는 도약을 이용하여 장애물을 극복할 수 있다. 하지만 케도형 바퀴를 이용하는 로봇은 장애물을 쉽게 극복할 수 있는 반면에, 로봇이 무겁고, 이동속도가 느리다[1]. 도약을 이용하는 방법은 로봇의 크기에 비하여 상대적으로 높은 장애물을 극복할 수 있지만[2,3,4], 도약 시 에너지 소비가 매우 비효율적이며, 착지할 때 로봇의 몸체에 큰 충격이 발생할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 평지와 험지에서 자유롭게 주행할 수 있는 소형로봇을 개발하였다. 이 소형로봇은 주행바퀴와 보조바퀴, 클러치로 구성되어 있다. 평지에서는 주행바퀴를 이용하여 자유로운 주행이 가능하며, 험지에서는 보조바퀴를 이용하여 바퀴 지름보다 높은 장애물을 극복할 수 있다. 클러치는 보조바퀴를 선택적으로 사용할 수 있도록 해 주어, 주행바퀴/보조바퀴를 평지/험지에서 독립적으로 사용할 수 있게 한다.

본 논문에서는 클러치와 보조바퀴를 이용하여, 바퀴의 지름보다 높은 장애물을 극복할 수 있는 소형로봇을 개발하였다. 그리고 보조바퀴 메커니즘을 적용한 소형로봇을 제작하고, 주행 실험과 장애물을 극복하는 실험을 수행하였으며, 이를 통하여 보조바퀴 메커니즘을 사용할 경우 소형로봇의 이동성을 향상시킬 수 있음을 검증하였다.

2. 보조바퀴를 이용한 장애물 극복

보조바퀴는 소형로봇이 이동 중 장애물을 만나거나 또는 험지를 주행할 경우 동작하여 주행바퀴가 극복하지 못하는 장애물을 극복할 수 있도록 도와준다. 보조바퀴의 형상은 Fig. 1과 같이 다양하며, 보조바퀴의 형상은 소형로봇의 주행성능과 극복할 수 있는 높이에 영향을 준다. 따라서 소형로봇을 설계할 때 용도에 맞는 보조바퀴의 형상을 결정하여야 한다.

보조바퀴를 이용한 소형로봇은 주행바퀴만을 사용할 때 보다 높은 장애물을 극복할 수 있다. Fig. 2는 소형로봇이 주행 중 만날 수 있는 장애물을 보여준다. (a)는 장애물의 높이가 바퀴의 반지름보다 작은 경우이며, 이 경우에는 주행바퀴만으로 장애물을 극복할 수 있다. (b)와 (c)는 장애물의 높이가 바퀴의 반지름 또는 지름보다 큰 경우이다. (b)의

경우 주행바퀴를 이용하여 장애물을 극복하는 것은 불가능하지만, (c)와 같이 보조바퀴를 사용하면 바퀴의 지름이 확장된 것과 마찬가지로 장애물을 극복할 수 있게 된다.

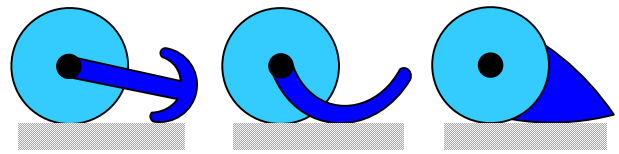


Fig. 1 Auxiliary wheels with various shapes.

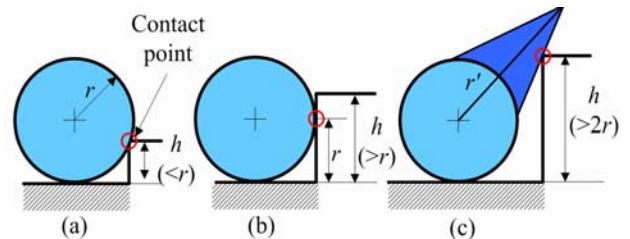


Fig. 2 Three types of obstacle's height.

3. 보조바퀴 메커니즘

3.1 보조바퀴 및 클러치 구성

보조바퀴는 평지를 주행할 때에는 동작하지 않지만, 험지를 주행할 때에는 이동성을 높이기 위하여 동작한다. Fig. 3은 보조바퀴의 선택적인 운동을 구현할 수 있는 메커니즘을 보여주며, 크게 클러치 메커니즘과 구동 메커니즘으로 나누어진다. 클러치 메커니즘은 클러치 모터와 랙기어(rack gear), 그리고 랙기어에 연결되어 있는 기어홀더(gear holder)로 구성된다. 구동 메커니즘은 주행바퀴와 보조바퀴, 구동축(driving shaft)과 중공축(hollow shaft), 그리고 스프링으로 구성된다. 구동축에는 동력을 전달하기 위한 기어 1과 주행바퀴가 연결되며, 중공축에는 동력을 전달/차단하는 기어 2와 보조바퀴가 연결된다. 기어 2와 중공축 사이에는 키가 삽입되어 있어서, 기어 2는 중공축에 대한 미끄럼 운동을 한다.

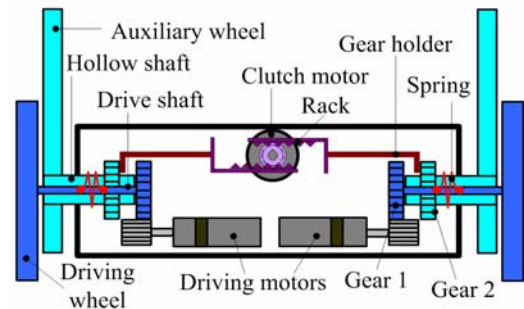


Fig. 3 Auxiliary wheels and clutch mechanism.

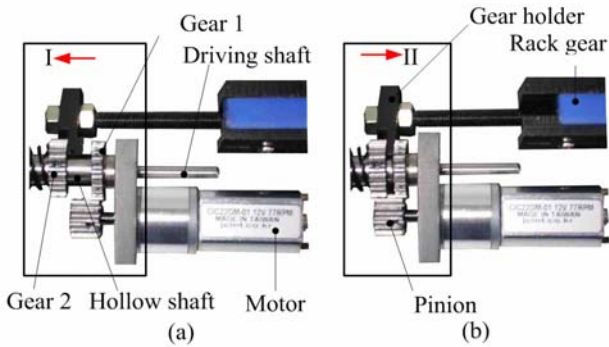


Fig. 4 Motions of auxiliary wheel mechanism; (a) driving mode, and (b) rough terrain mode.

3.2 보조바퀴의 작동원리

구동모터의 동력은 기어 2의 위치에 따라서 보조바퀴로 전달되거나 또는 전달이 차단된다. Fig. 4는 구동모터로부터 동력이 전달되는 경로를 나타낸 것이다. (a)와 같이 클러치 모터가 랙기어를 방향 I으로 이동시키면, 기어홀더가 기어 2와 함께 방향 I으로 이동하며, 기어 2는 스프링을 압축시킨다. 이 때, 구동모터의 동력은 기어 1을 통하여 주행바퀴에만 전달되어 평지 주행에 적합하다. 반면에, (b)와 같이 클러치 모터가 랙기어를 방향 II로 이동시키면, 기어홀더는 방향 II로 이동하며, 스프링의 복원력에 의하여 기어 2 또한 방향 II로 이동한다. 이 때, 구동모터의 동력은 기어 1과 기어 2에 모두 전달된다. 따라서 주행바퀴와 함께 보조바퀴도 회전하게 되어 높은 장애물을 극복하거나 험지를 주행할 수 있게 된다.

4. 보조바퀴를 갖는 소형로봇

4.1 보조바퀴를 갖는 소형로봇 시제품

Fig. 5는 보조바퀴를 갖는 소형로봇의 시제품이다. 로봇의 길이는 28cm이며, 본체의 지름은 8cm이다. 로봇의 무게를 줄이기 위하여 본체는 폴리아세탈(polyacetal)을 사용하였고, 외부 케이스는 인장강도가 뛰어난 폴리카보네이트(polycarbonate)를 사용하여 외부의 충격에 강인하도록 하였다. 주행바퀴의 지름은 10cm, 두께는 1cm이며, 장애물 극복에 사용되는 보조바퀴는 길이가 13cm, 두께는 6mm이다.

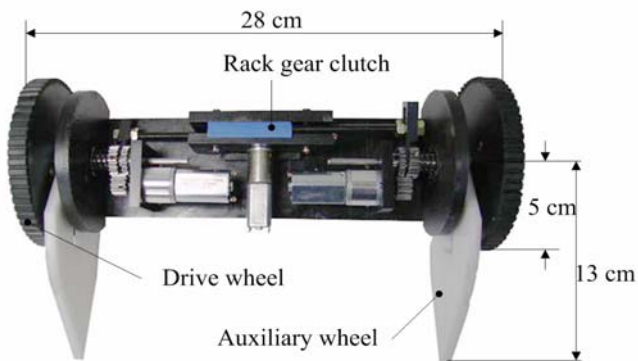


Fig. 5 Prototype of small robot based on auxiliary wheel

4.2 주행 및 장애물 극복 실험

제작한 보조바퀴를 갖는 소형로봇을 이용하여 주행 및 장애물 극복 실험을 수행하였다. 주행 실험은 Fig. 6와 같이 평지와 바닥에 요철이 있는 험지에 대하여 수행하였다. 그리고 Fig. 7과 같이 높이가 10cm인 장애물을 극복하여 오르는 실험을 수행하였다. 실험 결과 주행바퀴만을 이용하여 이동할 경우, 요철이 있는 험지를 주행하는 데 어려움이 있었지만, 보조바퀴를 이용하여 쉽게 이동하였다. 또한, 주행바퀴 직경과 같은 높이의 장애물도 극복할 수 있었다.



Fig. 6 Driving test; (a) fine terrain, and (b) rough terrain.

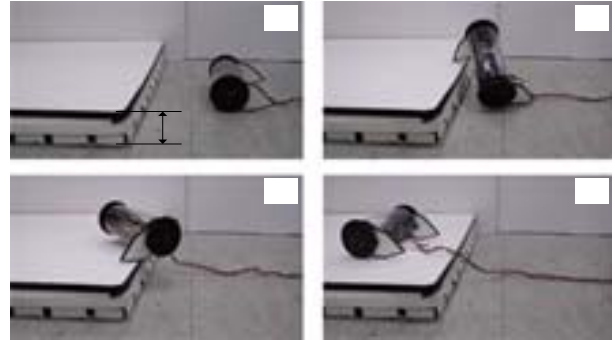


Fig. 7 Test for surmounting the obstacle.

6. 결론

본 연구에서는 소형로봇의 이동성을 향상시키기 위하여 보조바퀴를 선택적으로 구동할 수 있는 소형로봇을 개발하였다. 그리고 다양한 실험을 통하여 보조바퀴 구동 메커니즘의 성능을 검증하였으며, 이로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 중공축을 사용한 보조바퀴 메커니즘은 구조가 단순하여, 소형 로봇에 적용하기에 적합하다.
2. 랙기어를 이용한 클러치 메커니즘을 이용하여 보조바퀴를 선택적으로 구동할 수 있다.
3. 보조바퀴를 이용한 소형로봇은 험지에서 자유롭게 주행할 수 있을 뿐만 아니라, 높은 장애물을 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. D. F. Houghen, S. Benjaafar, J. C. Bonney, et al., "A Miniature Robotic System for Reconnaissance and Surveillance," IEEE International Conference on Robotics and Automation, 501~507, 2000.
3. G. J. Fischer, and B. Spletzer, "Long Range Hopping Mobility Platform," Proc. of the SPIE, Vol.5083, pp. 83~92, 2003.
4. 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.