두 가지 지상이동방식의 소형 로봇 설계

Design of a Small Legged Robot with Two Types of Locomotion

*승현수, #이상윤

*Seung, Hyunsoo, #Lee, Sangyoon (slee@konkuk.ac.kr)

건국대학교 기계설계학과

Key words : legged robot, jumping robot, locomotion, biomimetics

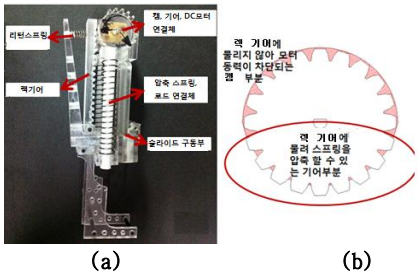
1. 서론

지상 보행으로 이동하는 생물체의 경우, 극복할 수 없는 지형적 장애를 만나거나 사냥을 할 때 추가적인 보행의 방식으로 점핑(jumping)을 이용하는 것을 볼 수 있다. 예를 들어 깡충거미(salticid)는 이동 혹은 사냥 시 목표지점까지 신속하고 날렵하게 점핑을 한다 [1]. 본 논문에서는 보행과 점핑의 두 가지 이동 방식을 갖는 로봇의 설계를 소개한다. 로봇은 근육의 수축, 이완을 유사하게 모방할 수 있는 압축 스프링을 사용하였고, 스프링을 압축하기 위해 DC 모터와 랙 앤 피니언 (rack and pinion) 기어를 사용하였다. 또한 로봇의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션으로 검증하였다.

2. 로봇의 설계

2-1. 점핑기구의 설계

근섬유 조직의 수축, 이완을 이용하여 점핑하는 생물체의 구동방식을 모사하기 위해 압축 스프링을 사용하였고, 두 개의 스프링과 로드를 이용하여 몸체가 위 아래로 이동하는 구동 방식을 채택하였다. 이는 Zhao 의 연구에 이용된 기구와 유사한 점이 있다 [2].



(a) (b)

Fig.1 (a) 소형 도약로봇, (b) 동력 전달용 캠 기어 연결체

로봇은 몸체와 다리로 이루어져 있다. 몸체는 캠, 기어, 모터 연결체와 압축 스프링, 로드 연결체 그리고 슬라이드로 이루어져 있고, 다리는 리턴스프링, 랙기어, 슬라이드 구동부 홀더로 이루어져 있다. 모터가 작동하면 캠, 기어 연결체가 회전하고 기어부분이 랙기어에 동력을 전달한다. 전달된 동력은 몸체의 슬라이드가 슬라이드 구동부 홀더를 따라 아래로 이동하게 한다. 슬라이드의 움직임은 몸체를 동일 방향으로 움직이게 하고 압축스프링을 압축한다. 스프링이 작동길이인 30 ㎜ 만큼 압축되면 캠 부분이 랙기어에 접촉하게 되어 랙기어에 전달되던 동력을 차단한다. 동력이 차단되면 슬라이드 구동부에 기어에 의한 구속이 사라지게 되어 스프링에 저장된 압축에너지가 몸체를 수직방향으로 점핑시키게 된다.

2-2. 보행기구의 설계

생물체의 두 가지 이동방식이 각기 다른 구동부위를 이용하여 구현된다는 사실에 근거하여, 점핑기구와 별개의 서보모터를 사용하여 걷는 형태의 보행 방식을 구현하였다.

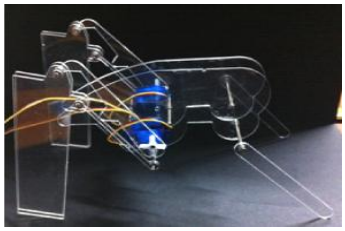


Fig.2 모델링을 토대로 제작된 로봇 프로토타입

Fig.2 는 로봇의 프로토타입으로 몸체에는 보행 동작을 위한 서보모터가 고정되어 있고 추가적인 점핑 동작을 위해 소형 점핑기구가

4 절 링크로 연결되는 구조를 가지고 있다. 로봇의 보행은 서보모터의 회전에 의해 일어나며 서보모터의 동력이 사절링크를 통해 다리로 전해져 몸체를 앞으로 밀어내는 방식으로 구현된다. 로봇의 보행동작은 곤충의 보행 방식에서 영감을 얻었다 [3]. 즉, 앞다리는 몸체를 앞쪽으로 끌어 당기고, 뒷다리는 지면을 밀어내어 몸체를 앞으로 이동시키는 방식이다.

3. 시뮬레이션 및 결과

2 절에서 소개한 두 기구의 성능을 평가하기 위해 Working model 2D 소프트웨어를 사용하여 시뮬레이션하였다. 로봇 모델의 전고는 108 ㎜, 무게는 40 g 이다. 시뮬레이션 결과 로봇의 최대 점핑 높이는 Fig.3(b)에 나타난 바와 같이 320 ㎜ 이다.

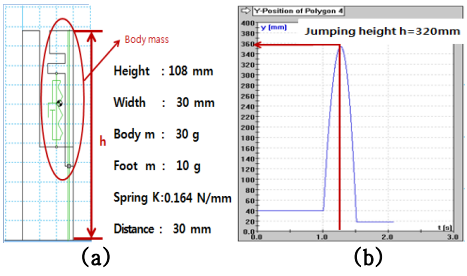


Fig.3 (a) 소형 점핑로봇의 시뮬레이션 모델 (b) 소형 점핑로봇의 무게중심에 대한 점핑 높이를 나타내는 시뮬레이션 결과.

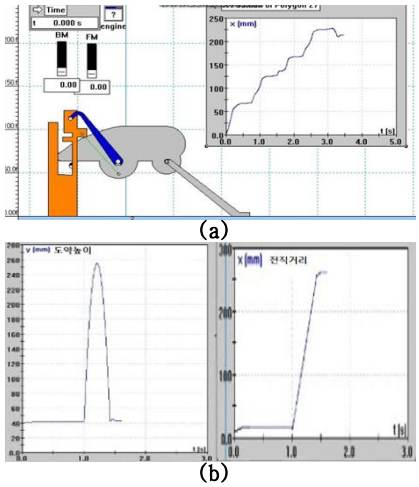


Fig.4 (a) 로봇의 2D 시뮬레이션 모델링과 보행 시뮬레이션 결과, (b) 같은 모델을 이용한 점핑 시뮬레이션 결과

로봇은 Fig.4(a)와 같이 각 보행주기 동안 약 50 mm 를 전진하였다. 또한 Fig.4(b)의 결과와 같이 로봇이 점핑 시뮬레이션에선 220 mm 만큼 점핑하고 250 mm 만큼 전진할 수 있음을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서 압축스프링과 기어구조로 구동하는 소형 점핑기구와 두 가지 지상이동방식이 가능한 로봇의 설계와 시뮬레이션 결과를 기술하였다. 시뮬레이션 결과 로봇이 각 보행주기에 약 50 mm 를 전진할 수 있다는 것과 점핑 높이 220 mm, 전진거리 250 mm 의 주목할만한 결과를 확인하였다. 현재 이 로봇이 독자적인 소형 점핑로봇의 기능을 수행하기 위해 착지에 대한 방법을 고려 중에 있다. 향후 진행할 주요 과제는 로봇 프로토타입을 이용하여 보행 및 점핑 실험을 진행하고, 독자적인 소형 점핑로봇의 착지 문제와 더불어 연속적이고 자동화된 두 가지 지상이동방식을 갖는 로봇의 구현이다.

후기

이 논문은 2009 년 정부 (교육과학기술부) 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (2009-0077778).

참고문헌

1. LYNDSAY M. FORSTER “A qualitative analysis of hunting behaviour in jumping spiders (Araneae: Salticidae)” Otago Museum, Great King Street, Dunedin, New Zealand
2. Jianguo Zhao, Ning Xi, Bingtuan Gao, Matt W. Mutka, and Li Xiao “Design and Testing of a Controllable Miniature Jumping Robot” Intelligent Robots and Systems (IROS), 2010 IEEE/RSJ International Conference
3. R.F. Chapman “The insects. Structure and function 4th” Cambridge University Press 1998