

# 크랭크 메커니즘을 이용한 연속적인 점프 수행을 위한 로봇의 다리 개발

## Leg Design Using Crank-Slider Mechanism for Hopping Robots

\*김남수<sup>1</sup>, #장도영<sup>1</sup>, 최동규<sup>1</sup>, 김종원<sup>1</sup>

\*N. S. Kim<sup>1</sup>, #D. Y. Chang(Doyoungchang@gmail.com)<sup>1</sup>, D. K. Choi<sup>1</sup>, J. W. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 기계항공공학부 건설설계공학연구소

Key words : Hopping, Leg Design, Crank Slider Mechanism

### 1. Introduction

바퀴는 평지에서 빠른 주행을 가능하게 하고 에너지 측면에서 매우 효율적인 이동 메커니즘이다. 그러나, 험하거나 거친 지형을 극복하고 주행하는데에는 불리하다는 단점을 지니고 있다. 이에 여러 연구자들이 바퀴 주行的 대안으로써 동물의 족보행을 모사하고자 여러 연구를 수행하여왔다. 그 일환으로써 족 보행(足) 로봇을 제작해보고 보다 좋은 주행 성능을 내기 위한 제어 방법과 보다 좋은 메커니즘들에 관한 연구들이 수행되었다. Raibert et al.의 연구들과 [1, 2], SCOUT2 [3], 그리고 PAW[4] 등의 로봇들이 그것의 예이다.

이들의 연구는 액추에이터에 따라 분류가 가능한데, 크기는 유압을 사용한 것과 모터를 사용한 것으로 나눌 수 있다. 유압을 동력원으로 사용한 경우에는 강한 추력을 발생할 수 있다는 장점이 있으나, 유압 장치를 장착하면 로봇이 커지고 무거워진다는 단점이 있다. 반면 모터를 사용한 로봇은 액추에이터가 매우 작고 가볍기 때문에 모바일 로봇으로는 적합하나 그 추력을 강하게 하는 것이 힘들다는 단점이 있다. 모바일 로봇이 좋은 주행성을 지니기 위해서는 작고 가벼우면서도 강한 추력을 낼 수 있는 주행 메커니즘의 개발이 매우 중요하다. 이 때문에 본 연구의 목표는 모바일 족 로봇에 적합하도록 가벼운 액추에이터인 모터를 이용하면서도 강한 추력을 발생시키는 로봇용 다리를 개발하는 것이다.

### 2. Design

다리의 메커니즘은 그림 1 과 같이 크랭크 메커니즘과 선형 스프링으로 구성된다.

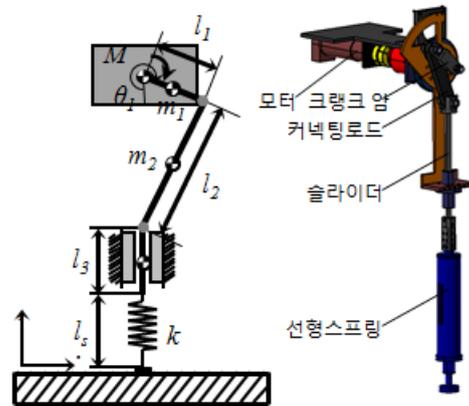


Fig. 1 Leg design using crank-slider mechanism.

본 연구의 다리 메커니즘은 그림 1 과 같이 모터에서 발생하는 회전 운동을 모터와 축으로 연결된 크랭크 메커니즘이 직선운동으로 변환시키고, 이 직선운동을 선형 스프링을 통해 바닥에 전달시킨다. 이 전달된 운동이 지면에 충격을 가하며, 이 충격에 의하여 다리는 점프를 수행하게 된다. 위의 디자인을 바탕으로 그림 2 와 같은 시제품을 제작하였다.

동역학 해석 프로그램을 통해 미리 시뮬레이션을 분석한 결과 다리가 지면에 착지할 때의 크랭크 암의 각도에 따라 점프 높이가 달라지는 현상을 발견하여 크랭크 암의 각도를 제어할 수 있는 장치를 고안하고 시제품에 추가로 장착하였다.



Fig. 2 Prototype: (a) Motor, (b) Clutch, (c) Holding mechanism, (d) Linear spring.

모터와 크랭크 사이에 클러치(b)를 추가로 장착하고 클러치의 작동을 고정장치(c)를 통해 제어하였다. 고정 장치의 메커니즘은 다리가 공중에 있는 동안에 크랭크 암을 고정 장치에 고정하고 클러치를 통해 동력을 차단하여 일정한 각도, 즉 항상 같은 각도로 지면에 착지하는 메커니즘이다. 시제품의 자세한 사항은 아래의 표와 같다.

Table 1 Specification of the hopping leg prototype

Name	Size(mm)	Weight(g)
Body	55(L)x110(W)x560(H)	1100
Crank arm	45	50
Connecting rod	90	75
Slider	200	478
Motor	Φ35x108	520
Clutch	Φ45.3x39.4	300
Holding mechanism	40(L)x8(W)x75(H)	10
Linear spring	Φ36x245	370

### 3. Experiment

시제품을 통한 실험의 결과는 그림 3 와 같다. 시제품은 약 200~ 220mm 의 높이로 연속적인 점프를 지속적으로 수행하였다. 이는 시제품 길이의 약 56%이다.

### 4. Conclusion

본 연구는 크랭크 메커니즘을 이용하여 모바일 족 로봇을 위한 새로운 다리의 디자인을 제시하였다. 또한 시제품을 제작하여 실험을 수행함으로써 제작된 시제품이 강한 추력을 발생하면서도 연속적인 점프의 수행이 가능하다는 것을 확인 하였다.

### 후기

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

### 참고문헌

1. M. H. Raibert, *Legged Robots that Balance*, MIT Press, Cambridge, MA, 1986.
2. M. H. Raibert, H. B. Brow, Jr., and M. Chepponis, "Experiments in balance with a 3D one-legged hopping machine," *Int. J. Rob. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 75-92, 1984.
3. I. Poulakakis, J. A. Smith, and M. Buehler, "On the dynamics of bounding and extensions towards the halfbound and the gallop gaits," *Adaptive Motion of Animals and Machines, Part 2*, pp. 79-88, 2003.
4. J. A. Smith, I. Sharf, and M. Trentini, "PAW: a hybrid wheeled-leg robot," in: *Proc. of the IEEE Int'l Conf.on Rob. and Auto.*, pp. 4043-4048, Orlando, FL, USA, 2006.

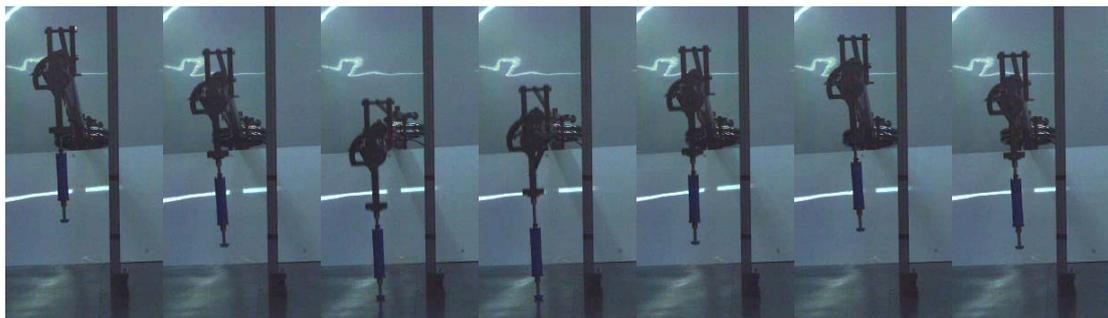


Fig. 3 Result of the experiment