

# 도마뱀 모사 이동 로봇을 위한 4절 링크 궤적 최적화 Optimization of hind foot trajectory using four bar linkage for lizard inspired robot

\*김정률<sup>1</sup>, 김종원<sup>1</sup>, 최동규<sup>1</sup>, #김종원<sup>2</sup>

\*J. R. Kim<sup>1</sup>, J. W. Kim<sup>1</sup>, D. K. Choi<sup>1</sup>, #J. W. Kim<sup>2</sup>(jongkim@snu.ac.kr)

<sup>1</sup>서울대학교 기계항공공학부, <sup>2</sup>서울대학교 기계항공공학부 교수

Key words : legged robot, zebra-tailed lizard, four bar linkage, running motion, foot trajectory

## 1. 서론

Zebra-tailed lizard 는 그 크기에 비하여 주행 속도가 매우 뛰어난 편이다.(4.2 m/s - 40 body/s) [1] 이러한 빠른 주행 속도에 비하여 주행 중 위 아래의 움직임이 매우 적은 안정적인 움직임을 보인다. 원인을 분석하면 도마뱀의 발걸음과 자신의 몸체의 길이에 해당하는 꼬리의 길이, 유연한 허리의 움직임, 특이한 도마뱀의 발끝 궤적을 들 수 있다.

4족 로봇은 그 주행에 있어서 안정성이 중요한 요소로 꼽힌다. 족 로봇은 바퀴로 주행하는 기존 로봇과는 다르게 발이 항상 지면에 닿아 있지 않아 넘어질 가능성이 항상 존재하기 때문이다. 게다가 족 로봇이 걷는 로봇에서 달리는 로봇으로 발전함에 따라 주行的 안정성은 더 중요한 요소로 여겨지고 있다.

본 논문에서는 Zebra-tailed lizard 의 뒷발 궤적 분석을 토대로 4절 링크 최적화를 통해 궤적을 구현함으로써 4족 주행 로봇에 적용 가능한 메커니즘을 제시하고자 한다.

## 2. 도마뱀 뒷발 궤적 최적화

Zebra-tailed lizard 뒷발 궤적을 주행 방향의 옆에서 바라보면 위 아래의 폭은 얇고, 앞뒤의 너비가 긴 아래의 그림과 같다.[3]

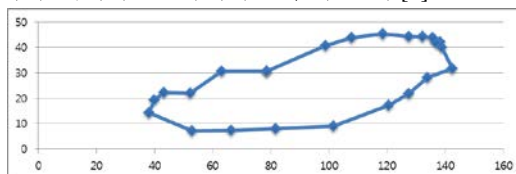


Fig. 1 The hind foot trajectory of zebra-tailed lizard

이 뒷발 궤적은 도마뱀을 위 아래 방향으로 힘을 적게 발생시키면서 앞으로 발생하는 추력은 최대한으로 크게 만든다. 도마뱀의 빠른 발걸음 주기(0.092s/cycle)는 이런 궤적을 구현하며 도마뱀이 주행하는 것을 가능하게 한다.

주행 방향의 옆에서 바라본 Fig. 1의 궤적을 4절 링크를 이용하여 최적화하기로 한다. 아래의 표와 그림은 궤적을 최적화하기 위한 변수를 설명한다.

Table 1 Range of variable for optimization

Variable	H	L	Link1	Link2	Link3	Plink3
Minimum(mm)	10	30	15	45	90	15
Maximum(mm)	30	50	20	55	100	35

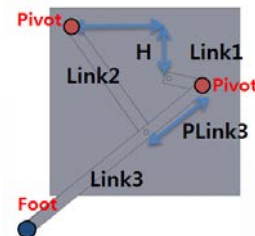


Fig. 2 four bar linkage variable for optimization

최적화는 도마뱀 뒷발 궤적을 일정한 시간으로 나눈 점을 기준으로 하여 각 점과 점 사이의 거리를 최소화 하도록 하였다. 단순

궤적의 유사가 아닌 점과 점 사이의 거리를 최소화 함으로써 뒷발 궤적을 그리는 속도도 포함하게 되었다.

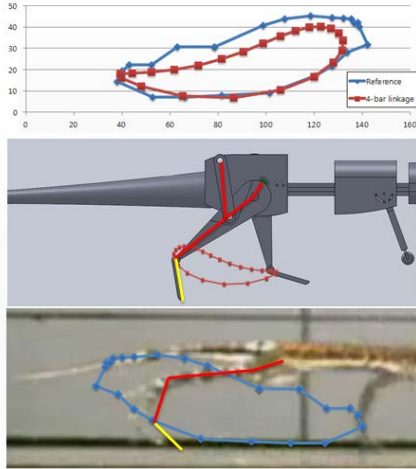


Fig. 3 Comparison hind foot trajectory between four-bar linkage and actual lizard on body scale

하지만 4 절 링크를 통해 구현한 뒷발 궤적은 실제 궤적과 유사하지만 몸체 크기 대비로는 작다는 한계가 있다.

### 3. 변형된 4 절 링크를 통한 궤적 최적화

일반적인 4 절 링크만을 가지고는 궤적을 최적화하는데 한계가 있다고 판단하여 4 절 링크를 Fig. 4 와 같이 변형하여 최적화를 진행하였다.

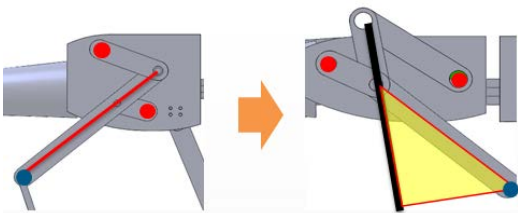


Fig. 4 New four bar linkage mechanism

변형된 4 절 링크를 다시 최적화한 결과 Fig. 5 를 구할 수 있었다.

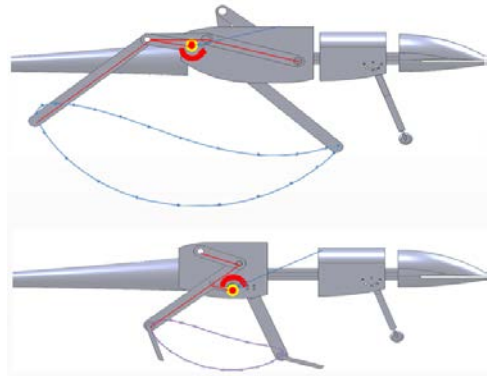


Fig. 5 Comparison hind foot trajectory between new four-bar linkage and conventional four-bar linkage on body scale

## 4. 결론

본 논문은 4 족 로봇의 주행 안정성에 도움이 될 수 있는 도마뱀의 뒷발 궤적을 4 절 링크를 통해 구현하였다. 또한 실제 4 족 로봇에 적용이 가능하도록 4 절 링크를 변형한 새로운 메커니즘을 제시하였다.

## 후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012.0000348)

## 참고문헌

1. Duncan J.Irschick, “Comparative three-dimensional kinematics of the hindlimb for high-speed bipedal and quadrupedal locomotion of lizards”, The Journal of Experimental Biology, 202, 1047-1065, 1999.
2. [www.youtube.com/watch?v=ExyMxKDxT9M](http://www.youtube.com/watch?v=ExyMxKDxT9M) (2012.09.24 확인)
3. 김종원, 김정률, 한용희, 김종원, “Zebra-tailed Lizard 주행에 대한 기구학적 해석”, 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 2012.