

# 로봇 Main body의 충격감소를 위한 Leg static guide Leg static guide for impact reduction of robot main body

\*정승민, 심봉환, 김영식, #안진용

\*S. M. Jeong, D.H.Shin, Y.S.KIM, #J. U. An(robot@digist.ac.kr)  
대구경북과학기술원 공공원천기술연구센터

Key words : Robot Leg, Leg Guide, One Segment Leg, Two Segment Leg, Leg System, Leg Gait

## 1. 서론

최근 생체를 모방한 로봇 기술의 발전으로 로봇 관련 기반 기술 및 주변 기술의 연구가 활성화되고 있다[1]. 이러한 연구의 하나로 이동 로봇에 대한 기구 설계와 제어 알고리즘에 대한 개발이 국내외에서 진행되고 있다[2]. 이동 로봇은 인간을 대신하여 위험한 환경에서 작업을 할 수 있도록 개발되어져 있다. 이러한 로봇은 이동을 하기 위해 바퀴나 트랙 등이 주로 사용되었다. 실제 바퀴로 이동하는 로봇은 정적으로 안정되어 있고 빠른 속도로 이동이 가능한 장점이 있다. 하지만 지면의 90% 이상이 울퉁불퉁 하고, 습지나 사막지대와 같은 불규칙한 환경에서는 이동에 한계가 있기 때문에 기술적, 경제적인 어려움에도 불구하고 생체를 모방한 보행 로봇이 연구되어지고 있다[2].

본 논문의 2장에서는 좀 더 안정적인 보행을 위한 Leg System에 대해 알아보고 3장에서는 Leg Gait Pattern 그리고 4장에서는 개념도를 도출한 뒤, 5장에서는 결론을 다룬다.

## 2. 일반적인 생체모방로봇의 Leg System

일반적으로 생체를 모방한 로봇의 Leg System(Leg Limb)은 다음 그림과 같이 상박, 하박, 그리고 Foot과 같은 Link(Segment) 요소를 가지며, 각 Link들의 연결부에는 Joint(Knee Joint, Ankle Joint)가 있다. [cf] 몸통과 상박 연결부 : Hip Joint]

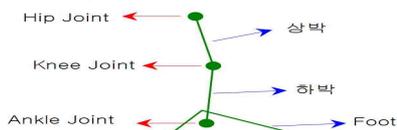


Fig. 1 General Architecture of Leg System

생체 모방 로봇 중 곤충을 모사한 로봇의 경우,

Main Body 측면에 Leg가 놓이고, 포유류를 모사한 로봇의 경우, Main Body 밑면에 Leg가 놓인다. 이는 아래 그림과 같이 Big Dog(육상동물모사)과 RHex(곤충모사)의 사례에서 알 수 있다.



Fig. 2 In the case of Big Dog's Leg & Rhex's Leg

특히 곤충을 모사한 로봇과 같이 몸체 측면에 Leg가 장착된 시스템의 경우, Link의 한 쪽(Hip Joint)은 몸통에 장착되어 있는 모터축과 연결되어 있으며 연결축을 중심으로 Crank운동이 발생되고, Link의 다른 쪽 끝단(Foot)은 지면과 닿아 주기적인 접촉이 발생한다. 이러한 접촉을 통해 결과적으로 Main Body를 이동시키는 Traction을 발생시킨다.

몸체 밑면에 Leg가 장착된 방식에서는 Actuator(모터)의 Crank 작동 방식으로는 Gait 생성이 불가능하며, 메커니즘적으로 적어도 Two Segment 이상 이면서 Hip Joint에 장착된 모터는 Rocker 구동 방식을 취해야 함을 알 수 있다. 따라서 System 구현 관점에서 곤충을 모사하는 방식이 메커니즘 측면에서나, 제어 측면에서 유리하다고 할 수 있다.

## 3. Leg Gait Pattern

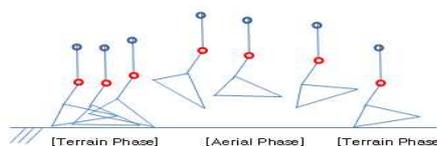


Fig. 3 Two segment Leg Gait Pattern

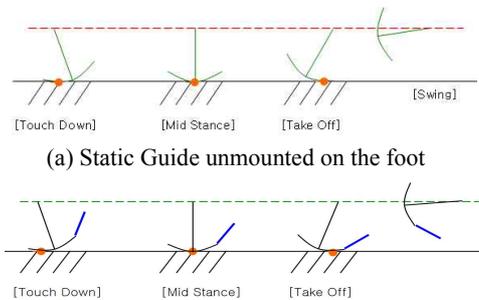
Fig. 3는 Two Segment Leg의 Gait Pattern을 나타낸다.

Terrain Phase에서는 Foot이 Terrain과 닿아있으며, Aerial Phase는 Terrain과 닿지 않는 상태를 의미한다. Terrain Phase는 다시 Touch-Down, Mid-Stance, Take-Off Phase로 나눌 수 있다. Touch-Down이라 함은 Foot과 Terrain간의 Contact이 되는 시작되는 순간을 의미하며, Mid-Stance는 지면에서 발생하는 반력 관점에서 수직방향의 반력만 존재하며, 수평 방향의 반력이 없는 상태를 의미한다. Take-Off는 Foot과 Terrain간의 Contact이 끝나는 순간을 의미한다.

#### 4. Leg Static Guide의 개념도

로봇의 Main Body에는 Motor, PCB와 같은 기관, Battery, Sensor 등이 놓여진다. 정상적인 Gait를 생성하는 경우에는 Main Body가 Terrain과 Contact에 의한 충격을 받을 확률이 낮지만, Motor가 작동되지 않는 상태(정지 상태), Gait Failure [From Dynamics] 그리고 Motor Fault(고장, 오작동)가 발생하는 상황에서는 Main Body가 지면과 Contact이 되어 충격을 받게 될 가능성이 있다.

Fig. 4는 Static Guide가 장착되지 않은 경우의 Terrain 거동과 Static Guide를 장착한 경우의 Terrain 거동을 나타낸다.



(a) Static Guide unmounted on the foot  
(b) Static Guide mounted on the foot  
Fig. 4 Terrain behavior mounting Static Guide on the foot

Motor가 작동되지 않는 정지 상태에서, Main Body가 Terrain과 닿지 않으면서 안정적인 자세를 유지할 수 있도록, 기존의 Foot에 Static Guide를 장착하였다. 기존방식에 비해 (Static Guide가 장착된 Foot을 가진 System)이 외부 자극에 보다 안정적

일 수 있음을 알 수 있다

또한 Static Guide가 모션에 방해 되지 않는 설계 치수에 대해 검토하자면, Fig 5는 Foot 끝단의 접선을 기준으로 각도별( $\theta_n$ ) 취할 수 있는 Static Guide 길이의 최대값( $L_{n\_max}$ )을 나타낸다.

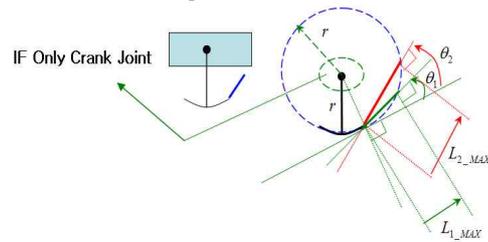


Fig. 5 Static Guide's Length

이 경우는, Body의 Pitch와 Roll이 없는 경우에만 가능하며, 정적 Gait가 가능한 (무게 중심이 Foot-Point Area에 존재 - 4족 이하 로봇에 비해 상대적으로 Roll과 Pitch가 적음) 6족 이상의 로봇에 활용 가능할 것으로 사료된다.

4족 이하의 로봇에 적용을 위해서는, Platform별 Max Roll과 Max Pitch에 대한 고려가 필요하며, 상기에서 산출된 길이보다 더 작은 길이를 가지게 된다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 일반적인 생체모방 로봇의 Leg System, Gait Pattern등을 분석하였고 분석한 결과를 바탕으로 Leg Static Guide의 목적, 적용환경, 기능을 선정하였다. 이를 바탕으로 개념도를 도출하였고 설계에 대해 검토하였다. 향후 계획으로는 본 논문에서 제시한 Leg Static Guide의 개념에 따라 구체적인 설계, 제작 및 제어를 수행할 계획이다.

#### 후기

본 연구는 교육과학기술부 일반사업 연구비 지원에 의해 수행 되었습니다

#### 참고문헌

1. 권오석, 신동환, 안진웅, “복합지형 주행을 위한 생체 모방 로봇 개념 연구”, KSPE 추계학술대회, pp.139-140, 2009
2. 김대성, 장시영, 김홍록, 서일홍, “이족 보행 로봇의 설계 및 정적 보행 제어에 관한 연구”, 대한전기학회 하계학술대회, 2003