

테오 얀센 메커니즘을 이용한 4,8족 보행 로봇 설계 2,4,8 legged robot design using Theo-Jansen mechanism

김가온 · 이현범

한양대학교 기계공학부 , 한양대학교 수학과

Gaon Kim , Hyeonbum Lee

Dept. of Mechanical Engineering and Mathematics, Hanyang Univ

1. 서론

테오 얀센 메커니즘이라는 방식을 이용해 4족 보행하는 생물의 보행 방식을 기구학적으로 해석해 보고, 이를 이용해 유사한 방식으로 보행하며 장애물을 넘을 수 있는 최상의 방식을 찾는다. 테오 얀센 메커니즘을 이용하면 두 개의 다른 동력을 사용하는 축 모터만으로도 보행 및 회전을 제어할 수 있으며, 4족 보행의 방식을 반대의 주기로 이어 붙여 더 안정적인 형태의 8족 보행 로봇을 만들 수 있다. 또한, 보행 방식을 시뮬레이팅 해 보고, 적절한 형태의 발을 부착하는 것으로 보행의 효율을 극대화할 수 있다.

2. 설계 중점사항

2.1 Theo-Jansen Mechanism의 분석 및 다리의 개수 설정

Fig 1, Fig 2와 같은 완구 및 선행 연구들을 참고해 테오 얀센 메커니즘의 구조를 Edison에서 제공하는 m.sketch로 분석해 보았다. 분석 과정에서 중점적으로 고려한 것으로는, 각 프레임의 길이가 길어질수록 동력 전달의 효율이 떨어진다는 점, 장애물을 넘어야 하므로, 보행 시 발이 장애물의 높이보다 높게 움직여야 한다는 점

이었다. 또한, 안정성과 구조, 무게를 고려해 다리의 개수를 설정해야 했다.



Fig 1. Modeling



Fig 2. Toy

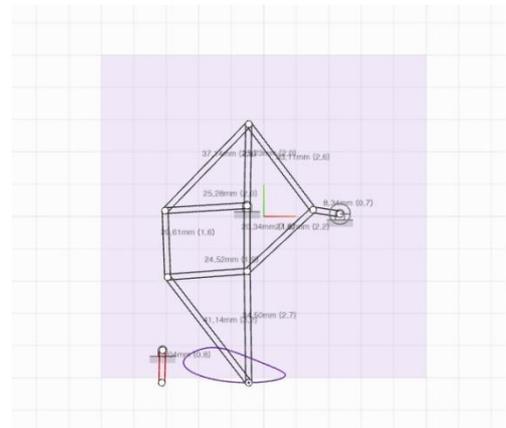


Fig 3.msketch

시뮬레이팅을 반복해 같은 형태를 가장 이상적인 형태라고 판단하였다. 이상적인 발의

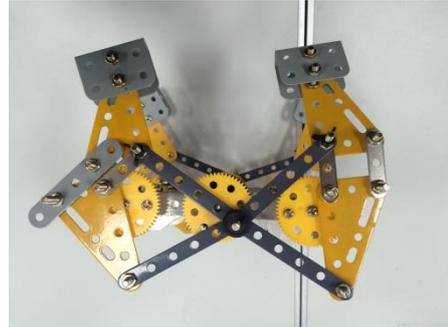
이동 범위는 발이 그리는 도형의 자취 아랫부분, 즉 바닥에 닿는 부분이 평평해, 땅에 닿아 있는 시간을 최대화하여 발이 떠 있지 않을 때 바닥을 최대한 밀어줄 수 있어야 한다. 그리고, 발이 Fig 3과 같이 높이 떠 로봇의 크기는 줄이면서 높은 장애물을 넘을 수 있도록 하는 것 또한 필요했다. 또한 테오안센 메커니즘의 특성상 4족 보행을 채택할 경우 로봇이 좌우로 흔들리며 균형을 잡기 힘들 수 있어 8족 보행을 채택하였다.

2.2 로봇의 재료

로봇의 재료를 설정할 때 가장 중요했던 것은 재료의 무게와 자유로운 가공이었다. 정해진 길이와 무거운 철제 부품이라는 단점을 가진 과학상자로는 효율적인 로봇을 만들 수 없었다. 과학상자 부품만을 이용하여 최소한의 크기로 제작하였던 Fig 4의 경우에도 1.5kg을 조금 초과하는 무게였고, 두 개의 모터가 이를 제대로 보행시키기엔 무리가 있었다. 시뮬레이팅에서의 결과를 적용시켜 세밀한 길이 조절을 하고, 무게를 줄이기 위해선 다른 재료를 선택해야 했다. 이에 대한 대책으로 찾은 것이 아크릴과 3d프린팅이었다. 이 중 3d프린팅의 경우 그 강도를 충분히 신뢰할 수 없다고 판단해 아크릴로 이후의 제작을 진행하기로 하였다. 아크릴로 8족 보행을 제작하고, 무게를 줄이기 위해 연결 부위 등을 간소화한다는 전제 하에 예상되는 최종 결과물의 무게는 1.1~1.3kg정도로 8족이 갖게 되는 안정성으로 모터에 순간적인 부하가 크게 줄어들 것을 감안하면 적절한 무게라고 생각된다.



(a) 초기 모델 상



(b) 초기 모델 側
Fig.4 초기 모델

2.3 발의 형태

마지막으로 로봇의 발을 제작해 보기로 하였다. 로봇의 발의 형태로는 세 가지의 후보가 있다. Fig 5의 동물 발과 같이 유연성이 있는 재료로 세워진 발을 만들어 반동을 이용하는 것과, Fig 3의 보행 자취 아랫면을 뒤집은 형태로 만드는 것. 마지막으로 발을 만들지 않고 뾰족한 형태로 그냥 두는 것이다. 발을 만드는 이유는 로봇이 보행하면서 마찰을 최대로 받아 효율적인 동작을 수행하게 하기 위함이나, 장애물 주파 등에 방해가 될 여지 또한 있으므로, 세 가지 발을 모두 제작해 주행 실험을 하여 가장 효율적인 것을 채택하기로 하였다.



Fig 5. 동물의 발

3. 결론

각종 시뮬레이팅 및 분석을 통해 아크릴제 8족 로봇을 만드는 것으로 결론을 내렸다. 발의 경우는 주행 실험을 해 보아 가장 효율적인 것을 사용하는 것으로 하였다. 제작 및 분석 과정에서 발생한 최적화 문제를 Edison을 이용해 해결하였으며, 이를 기타 공학적 지식과 결합해 최종 결과물을 설계하였다.

참고문헌

(1)

1. J. H. Lee, S. D. Choi, J. Y. Jung¹ and J. R. Choi , 2014, Walking Robot design using Theo jansen mechanism
2. Sun-Wook Kim, Dong Hun Kim, 2011, New Kinematic Analysis of a Legged Walking Robot Using of Jansen Mechanism
3. Sun-Wook Kim, Yeoungyun Kim, Hahmin Jung, Se-Han Lee, Seung-ook Hwang, Dong Hun Kim, 2010, Development of a Legged Walking Robot Based on Jansen Kinetics