

안센 메커니즘을 이용한 4족 보행기구

[글] 황윤태, 김천호*, 이형석, 신동환
전남대학교
dbsxo8872@naver.com

1. 서 론

보행기구에는 다양한 종류가 있다. 설계에 앞서, 보행에 최적화 된 보행기구를 설계하기 위해 안센 메커니즘에 기반한 다양한 메커니즘을 생각해 보았다. 다리가 많을수록 안정성이 높아진다는 장점이 있는 반면 구조적인 면이나 무게가 무거워진다는 단점이 있었고, 다리가 적을수록 토크의 활용도와 구조적인 측면에서 보행에 수월해진다는 장점이 있었다. 4족 보행 메커니즘이 불안정하다는 단점이 있지만 이를 개선시키고 앞으로의 활용도와 경제성을 짐작해 본다면, 앞으로 그 활용도는 무궁무진할 것이다. 이를 연구하기 위해 m-sketch, Edison design program 등 다양한 소프트웨어를 활용했고, 과학상자를 통하여 실제작을 해 실험해 보았다.

2. 보행 시스템의 설계 및 제작

2.1 관절부의 설계 및 제작

본 논문에서는 안센 메커니즘을 기반으로 한 4족 보행로봇을 만들고자 하였다. 6족 보행이 안정성이 높다

는 장점에도 불구하고 경제성과 속도가 빨라야 한다는 점을 고려하여 4족보행기구를 중점으로 연구하였다.

이번 대회의 과제는 Edison World (1 m × 2.5 m)의 장애물을 넘어 반환점을 돌아 출발지로 빠르게 돌아오는 것이다. 따라서 다리를 얼마나 적절히 들 수 있는지와 보행속도 두 가지를 고려해야한다. 안센 메커니즘을 통한 4절링크 내의 커플러의 경로에 따라 다리의 유동이 결정된다. 구동링크를 움직이는 기어에서 중심과 구동점 사이는 12.6 mm의 회전반경을 가지고 있다. 다리를 높이 확실하게 들어올리기 위해 회전반경을 크게하면 링크의 관절들 사이에 간섭이 일어나 구조물의 크기가 30 cm를 넘어가게 되기 때문에, 적절한 반경이 12.6 mm라는 사실을 알 수 있었다.

다리부의 궤적이 보행에 가장 최적화 된 이상값을 토대로 m-sketch를 이용한 설계에 들어갔다. 본 논

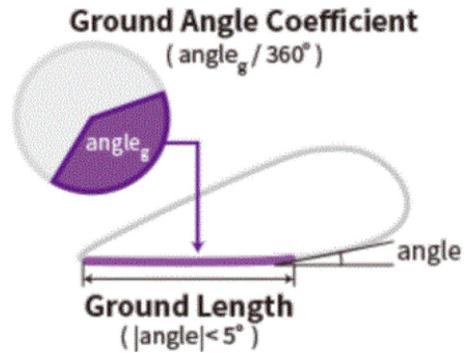


Fig. 1.

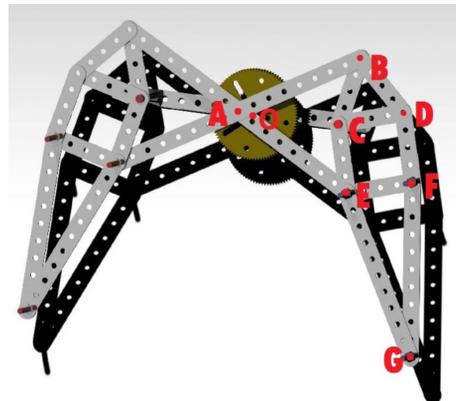


Fig. 2. Rendering view made by CATIA

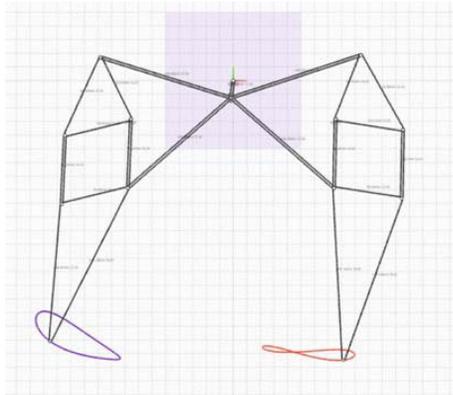


Fig. 3.

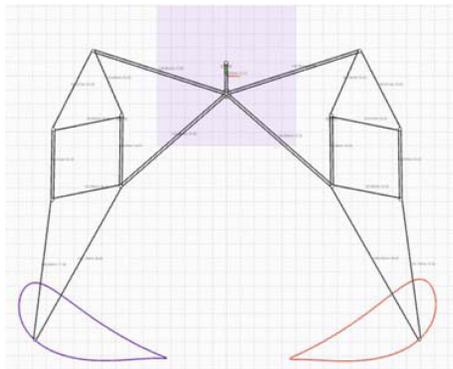


Fig. 4.

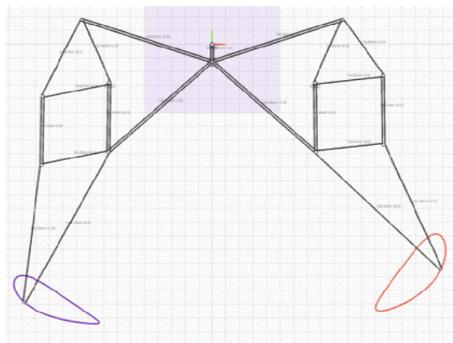


Fig. 5.

문에서는 안센 메커니즘을 통한 다리부의 커플러 곡선이 가시화 된 모습을 나타내기 위해 설계한 모듈을 나타내 보았다.

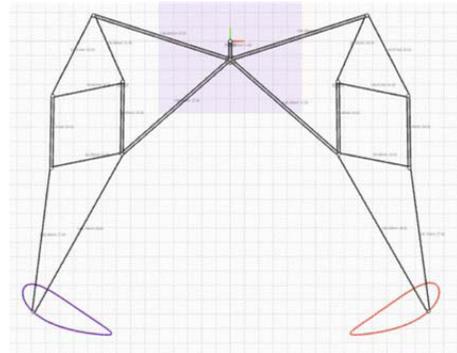


Fig. 6

Table 1.

실험	앞		뒤	
	GL		GL	
1	GL	29.141	GL	28.657
	GAC	0.146	GAC	0.150
2	GL	70.422	GL	69.832
	GAC	0.169	GAC	0.258
3	GL	28.964	GL	7.555
	GAC	0.146	GAC	0.067
4	GL	28.964	GL	29.149
	GAC	0.146	GAC	0.188

첫 번째 실험은 뒷다리의 E-G부분을 조정하여 시험한 모습으로 양호한 GL이 나타나지만, 커플러 곡선의 모양이 왜곡됨을 알 수 있었다.

위 실험은, 모터의 회전반경을 키웠을 때 GL이 크게 증가함을 알 수 있었다. 하지만, 실제로 구동시에 토크가 충분하지 않아 실험을 진행할 수 없었음을 알 수 있었고, 실구동에 사용하기에는 부적합하다고 판단하였다.

위 실험은 뒤쪽 B-D 부분의 길이를 12.6 mm 가량 줄여서 구동시킨 모습이다. 하지만 발이 공중에 떠버리게 되어 GL값이 매우 감소하게 되었다.

제한된 재료 안에서 적절한 GL값과 추진력 두가지 모두를 고려하기 위해 실험해 본 결과 상기의 값이 가장 적절하였음을 알 수 있었다.

위의 표에서 보이는 바와 같이 선분 B-D, C-E, D-F의 기울기나 길이에 따라 궤적의 모양이 변한다는 것을 알 수 있다.

처음 언급한대로 본 논문에서는 아크릴 제작이나 3D프린팅 등의 모형제작을 따로 하지 않고 과학상자의 부품만을 사용하여 제작하였다.

2.1 구동부의 설계 및 제작

본 논문에서는 좌우 2개의 모터를 이용하여 설계 및 제작을 하였고 좌,우측 다리를 각각의 모터가 담당하는 방식을 채택하였다.

기구의 경량화를 고려해 모터를 고정하는데 큰 평판을 이용하지 않고 스트립 위에 모터를 고정시키는

방식으로 제작하였다. 1개의 스트립 위에 1개의 모터를 올리고 두 개의 스트립을 ㄷ자형 스트립과 한쪽의 두 다리를 고정하는 스트립을 이용해 고정된 후 마지막으로 두 모터 사이를 1개의 스트립을 이용해 고정하였다

모터와 기구의 다리를 연결하는 방식은 평기어 2개와 회전축 1개를 이용하여 1개의 평기어는 모터의 기어와 맞물리게 하고 다른 평기어의 한 구멍에 한쪽에서의 두 다리의 중심부(기어의 원점)를 결합하는 방식을 사용하였다.

이 때 회전축의 중심이 어긋나는 일을 막아주기 위해서 축과 두 다리를 연결하는 스트립을 삼각형 모양으로 다른 스트립을 이용해 고정을 하고, 회전

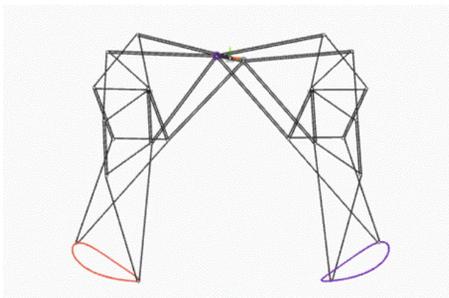


Fig. 7



Fig. 9



Fig. 8. Components

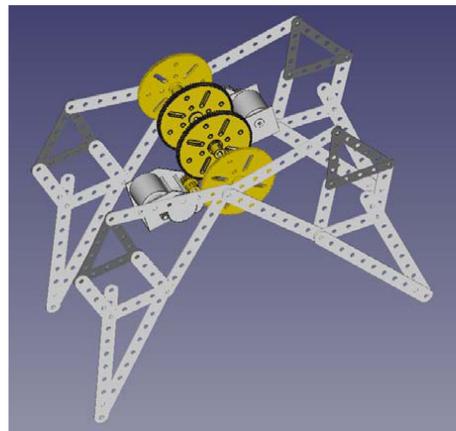


Fig. 10. Moving parts made by Edison designer

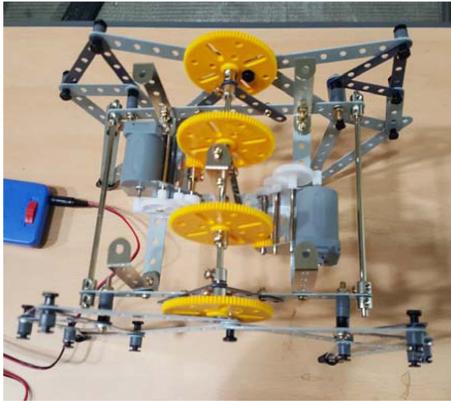


Fig. 11. Finished product

축의 뒷부분은 ㄷ자형 스트립을 이용 모터 사이의 고정 스트립과 연결해 축을 고정하였다.

여기서 ㄷ자형 스트립과 두 모터를 연결하는 스트립 사이의 높이 차를 해소하기 위해 ㄷ자형 스트립과 스트립 사이에 와셔를 넣어 균형을 맞췄다.

그 결과 평기어와 모터의 기어 사이에서 어긋남이 없이 잘 맞물렸고 보행기구가 이동하거나 장애물을 넘을 때에도 기어의 맞물림이 어긋나는 경우가 없이 정상 작동하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 안센 메커니즘을 통한 장애물 극복 및 방향제어가 가능한 4족 보행기구 설계에 대해 기술하였다. <Fig. 1>을 토대로 한 다양한 메커니즘에서 목표에 가장 최적화 된 실험값을 얻기 위해 msketch를 가장 많이 활용하여 안정적으로 링크의 길이 및 기울기를 설계하였다. 또한 링크와 모터들을 올바르게 결합하기 위하여 Edison designer를 통해 선제작하였다. 실제로 장애물 극복에는 6족이나 8족 등의 보행기구가 많은 이점을 가질 것이나 목표에 도달하기 위한 장애물 극복에는 4족보행기구의 커플러 궤도도 무리가 없다고 판단하였다. 더욱 빠른 속도와 순조로운 방향 제어를 위해서는 더욱 복잡한 구조와 on, off 스위치 제어 이상의 전자제어 모듈이 필요하다고 판단된다.

감사의글

전남대학교 RRI(robot research initiative)와 평소 기구학 및 로봇분야 쪽으로 관심이 많았던 터라 이번 EDISON Challenge 경진대회는 우리 팀으로써는 전산설계 분야에 좀 더 관심을 가질 수 있는 기회가 되었습니다. 평소 다루던 CATIA, Auto Cad 등의 소프트웨어가 아닌 EDISON 프로그램 및 M Sketch 등의 좋은 프로그램을 접해볼 수 있어서 굉장히 뜻깊은 경험 이였습니다. 평소 과학상자를 이용하여 실험을 하거나 대회를 준비하는 학생들에게 과학상자 라이브러리를 제공하는 EDISON 프로그램 덕분에 많은 도움이 될 것 같고 저희 또한 이번 경진대회를 준비하면서 많은 도움이 되었습니다. 이번 경진대회는 준비기간이 짧아 조금 아쉬운 부분이 있지만 다음 회 차에 진행되는 경진대회에는 미리 준비하여 아쉬움이 남지 않는 대회가 되게 하려고 합니다. 좋은 경진대회 추진하여 주셔서 감사 드리며, 앞으로도 기계 등의 분야에 관심을 가진 학생들에게 적극적인 지원 부탁 드립니다. 감사합니다

참고문헌

1. Daniel Giesbrecht, Christine Q. Wu, and Nariman Sepehri, 2012, Design and Optimization of an Eight-bar Legged Walking Mechanism Imitating a Kinetic Sculpture “WIND BEAST”, *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*, Vol. 36 pp 343-355.
2. S. W. Kim, Y. G. Kim, H. M. Jung, S. H. Lee, S. G. Hwang, and D. H. Kim, 2010, Development of a Legged Walking Robot Based on Jansen Kinetics, *Journal of Korean institute of intelligent systems*, Vol. 20 pp. 509-515.
3. J. H. Lee, S. D. Choi, J. Y. Jung, and J. R. Choi, 2014, Walking Robot Design Using Theo Jansen mechanism, *Proceedings of the KSMPE Conference*, 2014.11 pp. 174-174.
4. G. Erdman, George N. Sandor, and Sridhar Kota, 2002, *Mechanism Design Analysis and Synthesis*, Prentice Hall, pp. 1-46.