

## 경사/장애물/특수 표면을 이동할 수 있는 안센 매커니즘 기반의 보행기구 설계

[글] 송치광\*, 박정빈, 최훈  
김종혁, 안현겸, 이건희  
영남대학교  
poww22111@naver.com

### 1. 서 론

보행로봇에 대한 연구는 기존 이동로봇의 주요 이동방식으로 사용 함으로써 불규칙한 지반에서 우수한 효율을 나타내기 위해 연구가 시작되었다. 안센 구조를 이용한 보행방식이 장애물이 있는 지형에서는 바퀴나 무한궤도를 이용한 이동방식에 비해 유용하기 때문에 기초 연구수준을 벗어나 실제적용을 목표로 한 보행로봇의 개발이 수행되었다. 기존의 보행 로봇 연구방법 들은 각 관절에 서브모터를 장착하여 보행한다. 본 연구에서는 안센 구조의 장점을 이용한 보행 로봇을 설계 제작 하였다. 또한 같은 링크구조를 단순히 옆에 연결하는 추가확장방식으로도 4족에서 6족 등 보행로봇을 간단히 만들 수 있었다. 테오안센 매커니즘은 4족 동물의 보행방법을 기구학적으로 해석하여 나타내었고 1자유도의 움직임만으로 보행을 시행해 낼 수 있었다.

### 2. 설계 목표 및 제작

#### 2.1 기구학적 분석

운동학 해석방법에는 위치벡터의 방향에 따른방법, 복소수 형태로 대치하는 방법, 삼각함수와 두 원의 접선 방정식을 이용하는 것이 있다. 본 연구에서는 기구화 최적화 기능을 EDISON 사이언스애플스토어, m-sketch를 사용하여 수행하였다.

#### 2.2 제작과정

다리에는 주어진 과학상자의 4.5V 모터컨트롤러를 사용한다. 좌·우 다리는 Fig. 1과 같이 2개의 모터로 각각 회전한다. 양 축의 모터는 좌·우 180도 위상 차이가 있는 다리들의 결합 구조로 되어있다. 한개의 다리는 연결장치 형태를 가진다. Fig.1을 보면3개의 다리가 1개의모터와 1세트를 이룬다. 따라서 양축 모터 두개를 각각 사용하면 6족으로 이루어진 다리를 움직일 수 있다. Fig. 2를 보면 양축 중에 한 축



Fig. 1. Picture of body

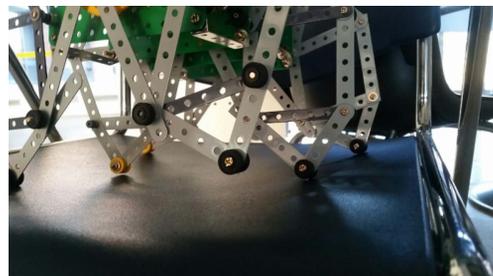


Fig. 2. Picture of leg

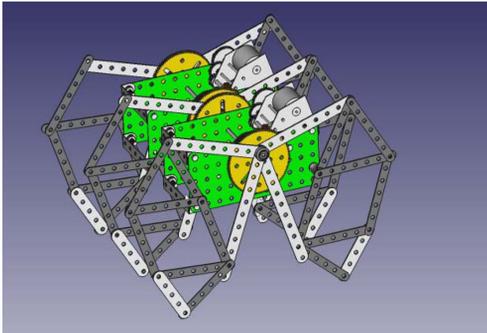


Fig. 3. Using of edison design

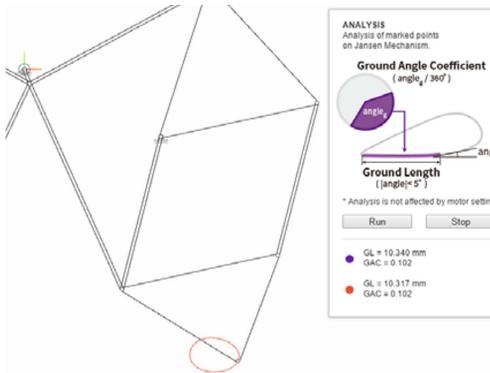


Fig. 4. Using of m-sketch

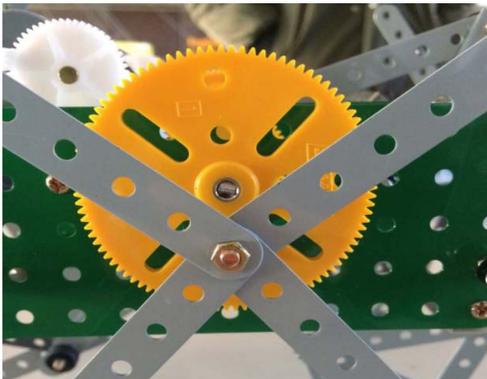


Fig. 5. Picture of gear

의 다리 끝 단은 지면에 닿아있고, 다른 한 축의 다리는 지면에 떠있게 된다. 이러한 구조로 장애물을 더 효율적으로 넘을 수 있게 된다.

```

angle_weight 1
length_weight 0.1
0 0 1 1
0 9 1 1
111 45.75 1 1
168 -25.2 1 1
78 -39 1 1
31.25 -117.25 1 1
121.2 -103.2 1 1
94.75 -162.75 1 1

0.000000 0.000000
0.013166 9.468938
111.664185 46.028255
168.003647 -25.350597
78.426414 -39.209282
31.440628 -117.964600
121.931885 -103.819969
95.319702 -163.740128
    
```

Fig. 6. Optimization result

Table 1. Data of external structure

외형구조	제원
크기	28 × 26 × 20 (cm)
무게	3.2kg
다리간격	11 cm
다리두께	1 mm
주재질	철

Table 2. Data of principal components

주요부품	제원
모터	전압: 4.5 V
	전류: 130 mA
	회전속도: 10000 rpm
컨트롤러	전압: 5 V
배터리	수은건전지 AA 1.5V 3개

2족이나 4족 보행의 경우 부자연스러운 움직임을 보완하여 보다 안정적인 6족으로 제작하였다. 테오안센 메커니즘의 다리구조를 모방하여 로봇다리를 제작하였다. 따라서 보다 자연스러운 보행으로 균형을 유지 할 수 있다. 양쪽의 컨트롤러를 사용하여 제

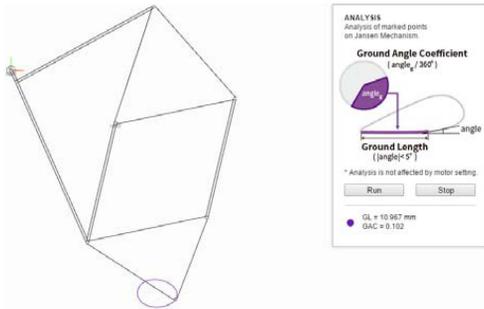


Fig. 7. Optimization result

자리에서 좌·우측 회전이 가능하도록 제작하였다. 우선 Fig. 3과 같이 에디슨 디자인을 이용하여 모델링을 하였다. Fig. 4 1차 m-sketch 도면으로 테오안센 매커니즘의 움직임을 파악 할 수 있었다.

Fig 6에서 theojansen mechanism optimization solver를 통해 최적화 된 다리 길이를 알 수 있었다. 최적의 다리길이를 바탕으로 제작에 들어간 결과 본체 하중이 무거워 다리의 힘이 발생하였다. 그래서 다리의 두께를 수정하여 하중을 견딜 수 있게 바꾸었다. Fig. 5다리를 작동하는 기어를 구동하기 위해 기존 모터보다 더 큰 힘이 필요로 하여 회전반경을 고려하여 제작을 하였다.

### 3. 결과 및 분석

<https://www.youtube.com/watch?v=HmdXR153erk&feature=youtu.be>

보행기구가 장애물을 넘는 것을 촬영한 동영상

<https://www.youtube.com/watch?v=z3W1x6CbnuQ&feature=youtu.be>

보행기구가 회전하며 진행되는 동영상

### 4. 결 론

본 논문은 안센구조의 이론을 바탕으로 장애물을 넘고 회전이 가능한 개체를 만드는 것이다. 과학상자를 사용하여 다각·다관절 보행 로봇을 설계 및

제작하였고, 과학상자의 모터와 간단한 좌우 컨트롤러로 움직임을 제어할 수 있다. 직접 실행해 본 결과 1.5 cm의 장애물을 통과하며 반환점을 회전할 수 있었다. 최초 예상했던 4족 로봇은 이동간에 몸체의 균형을 잃어 원하는 지점으로 가기 어려웠다. 하지만 6족 로봇으로 개선 후 보다 안정적으로 운행할 수 있었고 개발목표를 달성할 수 있었다. 특히 EDISON DESIGN의 최적화 프로그램을 통해 보행궤적과 보폭을 알 수 있었고 이로 인해 실험에서 발생하는 오차를 줄일 수 있었다. 안센 매커니즘의 장점을 이용한 보행 로봇은 좌·우 불균형 없이 자연스러운 보행 모습을 실험으로 확인 할 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 영남대학교 기계공학부의 지원을 받아 수행되었음.

### 참고문헌

1. Sun-Wook Kim, Yeoungyun Kim, Hahmin Jung, Se-Han Lee, Seung-Gook Hwang, and Dong Hun Kim., 2010, Development of a Legged Walking Robot Based on Jansen Kinetics, Korean Institute of Intelligent Systems, 20(4), 509-515.
2. 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, 174-174 (1 pages).
3. Sun-Wook Kim, and Dong Hun Kim, 2011, New Kinematic Analysis of a Legged Walking Robot Using of Jansen Mechanism, KSMTE The Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, 517-518.
4. Han-Sung Eom, 2012, Estimation of Attitude Control for Quadruped Walking Robot Using Load Cell.
5. Sun-Wook Kim, and Dong Hun Kim, 2011, Design of Leg Length for a Legged Walking Robot Based on Theo Jansen Using PSO.