

## 얀센 메커니즘을 활용한 보행체

석준영 · 홍준기

중앙대학교 기계공학부

### Eight Legs walker by using janssen mechanism

Author 1 Jun young Seok Author 2 Jun gi Hong

<sup>1</sup> Dept. of Mechanical Engineering, Chung-ang Univ.,

---

#### ABSTRACT:

In this paper, the mechanism that works by using eight legs is proposed. The walker has eleven bars instead of wheel, it shows a Biologically-inspired movement method. their driving appearance is very similar with creature which walks by its legs. For example, a crab and spider so on. This mechanism has simple style that can expand its size and attach more legs beside. For the competition regulation, we had to find working parts in the science box and some other things that can be found easily in the surroundings only usual material. The mission is making a machine that is enable to pass obstacle and to walk well. This paper followed the rules by regulation

**Key Words:** Theo Jansen, walking robot, Science box, m.sketch,

#### 1. 서 론

최근 로봇 산업이 많은 발전을 이루면서, 보행로봇에 대한 관심이 증가하고 있다. 인간처럼 걷는 보행로봇, 동물처럼 걷는 로봇 등이 개발되어 많은 관심을 끌고 있다. 그러나 오랜 세월 진화를 거듭해온 생물체의 보행을 그대로 따라 만드는 것은 쉽지 않은 일이다. 조각가 테오 얀센은 이에 관해 훌륭한 힌트를 제공한다. 얀센 메커니즘에 기반한 8 족 보행체는 모터의 단순한 회전운동을 보행운동으로 전환하여 구동되는 로봇이다. 바퀴를 활용하여 이동하는 기존의 방식에서 탈피하고, 4 족 동물의 보행방식을 기구학적으로 해

석하여 나타낸 방식이 테오 얀센 메커니즘(Theo jansen Mechanism)이다. 테오 얀센이 명명한 ‘신성한 11 개의 숫자’ 라고 불리는 11 개 바(bar)의 비율에 따라 단순한 회전운동이 보행운동으로 전환되는 모습을 볼 수 있다. 제작방법이 간단하며 일정한 패턴에 따라 무한정 확장이 가능한 특성을 지니고 있다. 우리는 가장 효과적이고 효율적으로 보행할 수 있는 보행체를 설계하기 위해 노력하였다.

얀센메커니즘을 활용하여 제작된 로봇을 장애물이 많은 위험지대에 파견하고, 지뢰를 제거하는 등의 일에 활용할 수 있을 것으로 보인다.

## 2.1 설 계

### 2.1.1 메커니즘의 원리

테오안센 메커니즘은 한 족(足), 즉 한 개의 다리를 제작하는데 총 11 개의 바(bar)와 1 개의 모터 그리고 2 개의 메인 축이 소요된다. 모터가 회전운동을 일으키면 다른 바(bar)들에 의해 다리 끝이 지면을 밀어내는 보행운동이 발생한다.

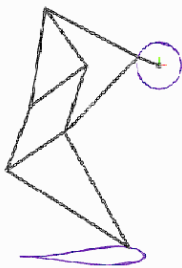


Fig.1 basic structure of jansen's mechanism

### 2.1.2 초기설계

우리는 보행기구의 초기설계를 위해 m.sketch 프로그램을 사용하였다. 안센 메커니즘의 핵심은 토크에 의한 단순한 회전운동이 결과적으로 다른 운동형상을 가져온다는 것이다. 우리는 보행에 가장 효율적인 구조를 찾기 위해 여러 모델을 구현해 보았다

우리는 테오 안센이 고안한 모델보다 더 효율적인 모델이 존재할 가능성을 염두에 두고 여러 차례 변형된 메커니즘을 제작해 보았다. (Fig. 2). 그러나 안센의 메커니즘 보다 더 효율적인 모델을 찾는 것은 쉽지 않았으므로 우리는 안센이 최초로 고안한 안센 메커니즘을 이용하여 설계하였다. (Fig. 3)

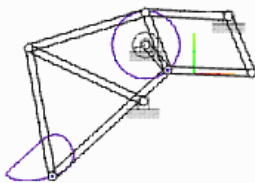


Fig. 2 modified motion type of jansen's mechanism

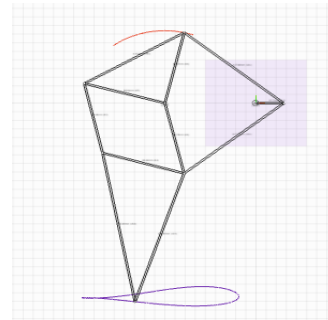
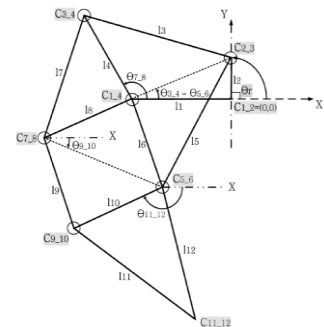


Fig. 3 jansen's original mechanism

### 2.1.3 각 바(bar)들의 비율

안센 메커니즘에 기반하여 보행체를 제작 할 때 가장 중요한 부분이 바로 11 개의 바(bar)들이 가지는 길이의 비율이다. 길이비율의 작은 변화에도 기하학적 오류가 발생하거나 링크들끼리 메인 크랭크에 걸려 구동이 불가능해진다. 또한 구동이 가능하더라도 정상적인 보행을 하지 못하는 경우도 많다. 이에 따라 m.sketch 를 활용하여 최적의 보행 궤적이 나오도록 여러 비율을 적용해서 설계를 진행했다. 이미 발표된 논문을 참고하여 길이를 맞춰본 결과 아래와 같은 비율을 기초로 제작을 진행하였다.



link number	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$
	$l_7$	$l_8$	$l_9$	$l_{10}$	$l_{11}$	$l_{12}$
link	90	28	128	83	128	83
length[mm]	115	83	83	83	166	144

Fig. 4 table for ratio of legs

[인용 : 한국지능시스템학회 논문지 2011, Vol. 21, No. 2, pp. 159-164 의 연구결과를 활용하여 제작하였다.]

## 2.2 제작 과정

### 2.2.1 제작 과정

온전히 과학상자에 들어있는 부품만으로는 이상적인 구조를 설계하기란 불가능하였다. 왜냐하면 과학상자의 특성상 그 안의 부품들은 기본적으로 자유롭게 길이를 조절하거나 선택할 수 없게 되어 있다. 그러나 안센 메커니즘의 가장 중요한 핵심은 바로 각 바(bar)들의 길이비율이며 아주 작은 오차에도 구동 결과가 예민하게 바뀐다. 따라서 가장 이상적인 비율로 안센 메커니즘을 구동시키기 위하여 대회규정에 맞게 필요한 부품들을 직접설계 및 제작하였다.( Fig. 4-6)

부품들은 CATIA 프로그램을 이용하여 설계되었으며, 또한 각 치수와 두께는 최종 결과물의 조건인 30cmX30cmX30cm 를 넘지 않고 대회장의 장애물들을 충분히 넘을 수 있는 크기로 설계하였다. 또한 3D 프린터는 stl 확장자 파일을 요구하므로 그 또한 주의가 필요하였다.

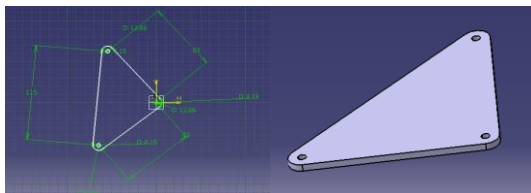


Fig. 5 modeling 1

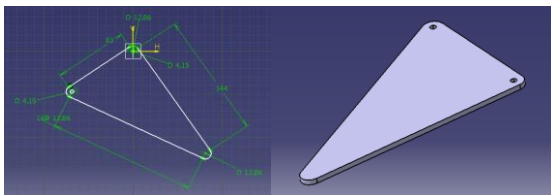


Fig. 6 modeling 2

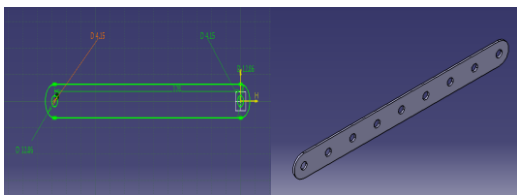


Fig. 7 modeling 3

### 2.2.2 재료 선택

보행체의 다리는 보행체의 큰 비중을 차지하므로 어떤 재료를 사용하는지가 매우 중요하다. 재료의 후보 군은 아크릴, 포맥스, ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)로 압축되었다. 재료는 강도, 무게, 비용을 기준으로 선정하였다. 각 재료별 특성은 다음과 같다.

#### ·ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

ABS는 Acrylonitrile, Butadiene, Styrene의 세가지 성분으로 되어 있는 물질이다. 강성과 내약품성에 뛰어난 편이며 무한상상설을 이용할 경우 비용이 무료이다. 그러나 출력 시 온도에 따른 수축이 심하고 출력하는데 많은 시간이 소요된다.

#### ·아크릴

공작기계에 의한 절삭, 절단, 구멍가공이 용이하며 투명성이 우수하다. 유리의 15 배 정도의 뛰어난 강도를 가지고 유리의 1/2 정도로 가벼운 편이다. 출력시간이 짧지만 비교적 높은 비용이 흠이다.

#### ·포맥스

가공이 쉽고 무게가 가볍고 제작시간도 짧다. 비교적 저렴한 비용 또한 장점이다. 하지만 재료 특성상 강도가 떨어지며 변형 가능성이 높은 것이 흠이다.

무게 : ABS>아크릴>포맥스

강도 : ABS>아크릴>포맥스

비용 : 아크릴>포맥스>ABS

종합적으로 판단하여 3D 프린터를 이용하여 ABS 재질의 부품을 출력하여 사용하기로 결정하였다.

### 2.2.3 조립 설계 및 조립

초기계획상 Edison designer 를 이용하여 조립설계를 진행하고자 하였으나, 우리가 3D 프린터로 제작한 부품들이 소프트웨어에 들어있는 부품들과 일치하지 않기 때문에 우리는 소프트웨어를 통한 조립설계를 건너뛰고, 실제로 조립을 진행하기로 하였다.

### 3. 결 론

대회 조건에 부합함과 동시에 제작 한도금액을 넘지 않기 위한 제작 방법을 통해 테오얀센 메커니즘을 활용한 보행로봇을 설계 및 제작하였다. 앞서 발표된 논문과 공학적 틀을 이용하여 최종작품을 제작하였다.

## 12. 감사의 글

다리를 이용한 이동 메커니즘은 바퀴에 비하여 근본적인 한계가 있다고 생각하였다. 그러나 이번 대회는 보행로봇의 새로운 가능성을 확인할 수 있는 좋은 기회였다.

일견 얀센 메커니즘은 언뜻 보면 그저 단순한 보행로봇으로 보인다. 그러나 회전운동이 열한 개의 막대를 통해 보행운동으로 전환되는 원리가 매우 놀라웠다. 이 원리를 이용한 보행로봇이 여러 분야에 긍정적으로 사용될 것으로 보인다.

테오 얀센의 이러한 발견과 노력에 찬사를 보낸다.

## 13. 참고문헌

1. Sun-Wook Kim and Dong Hun Kim, 2011, Kinematic Analysis of a Legged Walking Robot Based on Four-bar Linkage and Jansen Mechanism *Journal of Korea Intelligent Information System Society*, Vol 21, No.2, pp. 159-164
2. Sun-Wook Kim, Yeoung-yun Kim, Hah-min Jung, 2010, Development of a Legged Walking Robot Based on Jansen Kinetics, *Journal of Korea Intelligent Information System Society*, Vol.20, No. 4, pp. 509-515
3. J. H. Lee, S. D. Choi, J. Y. Jung, 2014, Walking Robot design using Theo jansen mechanism, *Journal of Proceedings of the KSMPE Conferenc*, 11, 174page