

## 테오 얀센 메커니즘을 이용한 다족 보행 로봇의 최적화

고현진 · 박수빈  
중앙대학교 기계공학부

### The Optimization of Multi legged walking robot using Teo Jansen mechanism

HyunJin KO, SuBin PARK  
School of Mechanical Engineering, Chung-ang Univ.

#### ABSTRACT:

In this paper, the multi-leg robot is designed using Teo Jansen mechanism. The purpose of this paper is to develop unique robot, which operates efficiently in any environment. In that case, speed and accuracy are required. The indication which evaluate the value is Ground Score according to the Jansen's mechanism. To optimize the Ground Score. Genetic Algorithm (GA) in MATLAB Toolbox is used, which is numerical analytic algorithm to quickly convergence into optimum point. The Optimization of value is visualized by M-Sketch. M-Sketch was useful for simulation and evaluation of mechanic's dynamic motion. The robot's draft is produced into finished product by Edison Designer.

Key Words: Design, Genetic Algorithm, MATLAB, Multi-leg Robot, M-Sketch, Teo Jansen Mechanism. Abstract text here Put Abstract text here (Within 150 Words)

## 1. 서론

2015 년 DARPA 로보틱스 챌린지(DRC)에서 대한민국의 KAIST 팀이 최종우승을 차지하였다. 미 국방부 산하 방위고등연구계획국(DARPA)주최로 열린 DRC 는 2011 년 일본 후쿠시마 원전 사태를 계기로 시작됐다. 방사능이 새어 나오는 원전을 수습하는 등 극한의 재난 상황에서 인간을 대신할 재난구조 로봇이 필요하다는 취지에 서다. 재난구조 로봇의 가장 기본은 재난현장에 있는 여러 가지 장애물 속에서도 안정적인 보행을 하는 것이다. 장애물 속에서의 안정적인 보행을

위해 우리는 21 세기의 레오나르도 다빈치라고 불리는 테오 얀센(Teo Jansen)이 개발한 보행 mechanism 인 Jansen mechanism 을 분석하고 그것을 바탕으로 다족 보행 로봇을 설계하였다.

## 2. 다족 보행 로봇 설계

### 2.1 MATLAB 을 이용한 다족 보행 로봇 설계

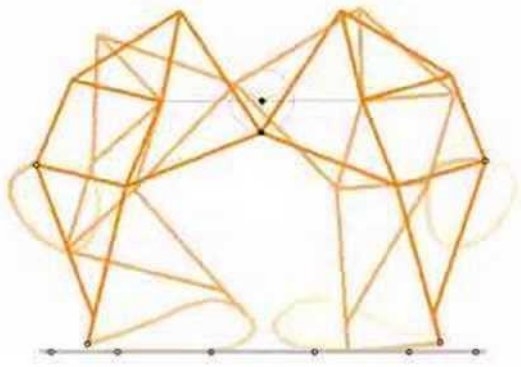
다족 보행 로봇을 설계하기 전에 테오 얀센 (Teo Jansen)이 설계한 얀센 메커니즘에 대해 조사해 보았고 MATLAB 을 이용하여 기존의 얀센 메커니즘과는 다른 독창적인 보행 로봇을 설계 하였다.

#### 2.1.1 얀센(Jansen) 메커니즘과 변수 설정

아래 그림은 다족 보행 로봇 설계에 기반이

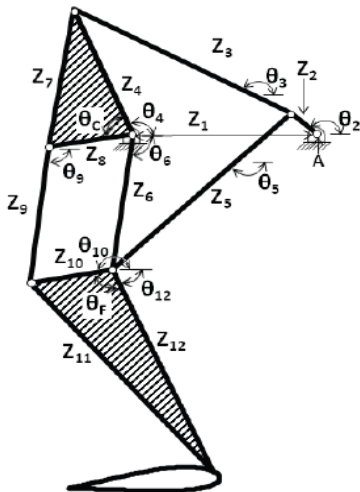
† Corresponding Author, yykim@snu.ac.kr [8Point Times New Roman]  
© 0000 Society of CAD/CAM Engineers [학회작성]

된 얀센(Jansen) 메카니즘이다.



**Fig. 1** Jansen mechanism

얀센 메카니즘을 구성하는 13 개의 link 중 로봇의 보행에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 판단되는 6 가지 변수(variable)을 선정하였다. 변수 선정하는데 있어서 fig2의  $Z_6Z_8Z_9Z_{10}$ 을 평행사변형(parallelogram mechanism)으로 가정하고 trial-and-error 를 이용하여 변수 외의 값을 고정값으로 정하였다.

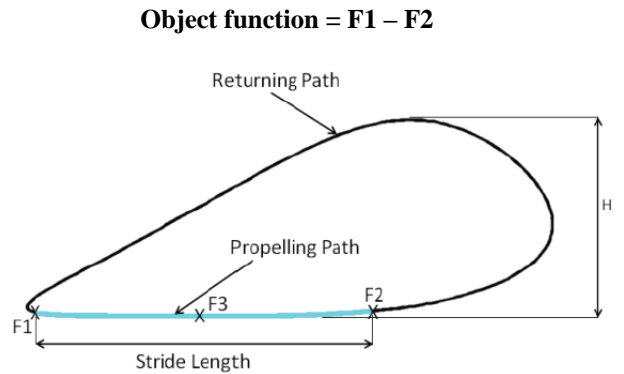


**Fig. 2** notation of the mechanism

**2.1.2 MATLAB 을 이용한 최적화**

MATLAB 을 이용하여 2.1.1 에서 선정한 변수들을 최적화하기 위해 목적함수를 설정하였다. 목적함수로는 로봇의 foot point 가 그리는 path 중 지면과 닿이는 부분의 길이로 하였다. Fig. 3 을 보면 F1 에서 F1 의 길이, 즉

Stride length 를 목적함수로 설정하였다.



**Fig. 3** The trajectory of the tracer point

MATLAB 에 OPTIZATION TOOL 로는 GA algorithm 를 이용했으며 MATLAB 을 이용하여 최적화하는 과정에서 Local minimum 값에 빠지지 않도록 제한 조건을 사용하였다. Fig. 2 에 나타나 있는  $Z_1Z_2Z_3Z_4$  와  $Z_1Z_2Z_5Z_6$  은 Grashof Criterion 을 만족해야 하므로(참고 문헌 3) 아래와 같은 제한조건이 성립된다.

$$x1 + x2 < x3 + x4$$

여기서  $x1, x2$ 는 가장 길고,  $x3, x4$  는 나머지 2 개 link 의 길이이다.

다음은 MATLAB 을 이용하여 최적화한 값이다.

Link number	Optimized
$Z_1$	15
$Z_2$	2.78
$Z_3$	20.02
$Z_4$	12.05
$Z_5$	20.02
$Z_6$	12.07
$Z_7$	12.30
$Z_8$	7.01
$Z_9$	12.08
$Z_{10}$	6.84
$Z_{11}$	22.31
$Z_{12}$	19.54

**Fig. 4** Opimization result

## 2.2 MATLAB & M.Sketch 를 이용한 보행로봇 설계

2.1 에서 최적화 한 값을 바탕으로 M.Sketch MATLAB 를 이용하여 보행 로봇을 설계해 보았다.

### 2.2.1 MATLAB 을 이용한 보행로봇 설계

MATLAB 코드를 이용하여 최적화된 보행 로봇을 설계해 보았다.

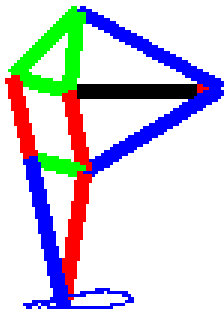


Fig. 5 MATLAB 을 이용한 설계

### 2.2.2 M.Sketch 을 이용한 보행로봇 설계

EDISON M.Sketch 를 이용하여 최적화된 보행 로봇을 설계해 보았다.

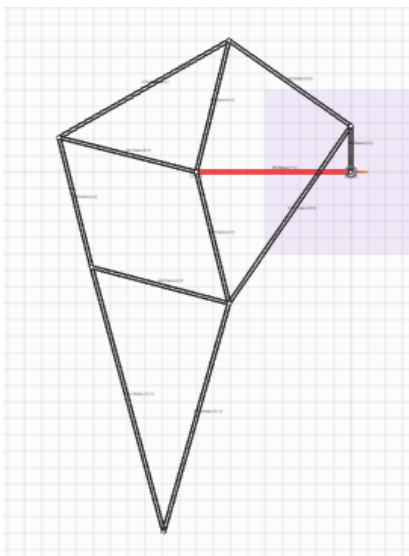


Fig. 6 M.Sketch 를 이용한 설계

## 3. 결 론

본 연구에서는 얀센(Jansen) 메커니즘을 기반으로 한 독창적인 다족 보행 로봇을 설계하기 위해 MATLAB 을 이용하였다. MATLAB 의 최적화 도구를 이용하여 얀센 메커니즘의 링크 길이(link length)에 따른 로봇 보행 거리를 최적화 하였다.

MATLAB 의 GA Algorithm 을 이용하여 최적화 한 결과값이 Fig. 4 에 나와있다. 최적화한 값을 토대로 M.Sketch 에 설계도면을 그린 후 시뮬레이션 한 결과 foot point 가 그리는 foot path 중 지면과 닿는 비율을 나타내는 ground score 가 0.7797 였다. 보통 foot path 의 절반만 나와도 즉, ground score 가 0.5 가 되어도 효율적인 보행 로봇이라고 할 수 있기 때문에 MATLAB 을 이용해 도출한 최적화값은 보행에 적절한 값이라고 볼 수 있다. 하지만 로봇 보행 속도의 일정함을 나타내는 지표인 drag score 는 불안정한 값이 나왔다. MATLAB 을 이용해 최적화를 할 때 목적함수를 ground score 에 치중해서 선정했기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 추정된다. 우리는 로봇 보행 속도의 일정함보단 로봇 보행 보폭에 더 큰 비중을 두고 연구를 진행했기 때문에 우리가 얻은 최적화 값이 실제 주행 경기장에서 더 좋은 결과를 낼 것으로 예상된다.

## 18. 감사의글

본 연구는 미래 창조 과학부의 지원 사업인 첨단 사이언스, 교육 허브 개발 사업의 지원으로 수행 되었음.

## 19. 참고문헌

1. Bekker, M.G., Off-the-Road Locomotion, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, USA, 1960
2. Shieh, W.B., Tsai, L.W. and Azarm, S., "Design and optimization of a one-degree-of-freedom six-bar leg mechanism for a walking machine", Journal of Robotic Systems, Vol.14, No.12, PP.871-880, 1997.
3. Myszka, D.H., Machines & Mechanisms: Applied Kinematic Analysis, Third ed, Prentice-Hall Inc., Saddle River, NJ, USA, 2005(pp. 27-28)

4. Todd, D.J., "Evaluation of mechanically co-ordinated legged locomotion (the Iron Mule Train revisited)", *Robot-ica*, Vol.9, No.4, pp.417-420, 1991
5. Waldron, K.J. and Kinzel, G.L., *Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery*, John Wiley and Sons Inc., New York, NY, USA, 1999 (pp. 260-262)
6. Erdman, A.G. and Sandor, G. N., *Advanced Mechanism Design: Analysis and Synthesis Vol. II*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA, 1984 (pp. 180-183)