

Theo Jansen Mechanism 기반 보행 기구의 최적 설계를 통한 구동의 안정성 및 속도 확보

김경훈¹ · 김승연¹
연세대학교 기계공학부¹

Optimized design of walking device based on Theo Jansen Mechanism for securing stability and speed

KyungHoon Kim¹, SeungYeon Kim¹
¹ Dept. of Mechanical Engineering, Yonsei University

ABSTRACT:

There are various walking devices based on Theo Jansen mechanism. And these systems controlled by complicate equations. So we decided to optimize the design of walking device with two points of view. The device is required to ensure stability while maintaining the high speed. To simplify the control system, we applied trigonometric ratio with ideal Jansen trajectory. As a result, we were able to draw the connection between height of barrier and Ground Length (GL). Also we could change traveling distance and Ground Angle Coefficient (GAC) by shifting the position of the joints. Through controlling these parameter, we can analyze stability and speed of the device. Ultimately, we develop the device that can walk more efficiently by the optimization process.

Key Words: Ground Angle Coefficient (GAC), Ground Length (GL), Height of barrier, High speed, Ideal Jansen trajectory, Optimization, Stability, Trigonometric ratio

1. 서론

보행 기구에 대한 연구는 생물체에 근접한 움직임을 모방한 Theo Jansen Mechanism 을 기반으로 활발하게 진행되고 있다. 이러한 다리 기구를 이용한 시스템의 경우, 평탄한 지형뿐만 아니라 장애물을 넘어갈 수 있는 민첩한 움직임을 보이기 때문에 각 링크에 대한 운동 해석이 굉장히 복잡하다.

본 연구에서는 Theo Jansen Mechanism 을 기반으로 한 보행 기구의 구동 시 안정성과 속도, 이 두 가지를 확보하기 위한 최적값을 도출하고자 한다. 먼저, 이상적인 foot trajectory 를 바탕으로 foot 이 넘을 수 있는 장애물의 최대 높이

와 Ground Length(GL)의 관계를 통해 보행기구의 foot 이 불필요하게 높이 들리거나, 바닥면과 지나치게 접하지 않는 안정적인 보행을 추구한다. 뿐만 아니라 이상적인 Ground Angle Coefficient(GAC)값을 이용하여 보폭 당 실직진 거리를 계산해봄으로써 조인트의 위치 변화에 따른 속도 비교 또한 가능하다.

궁극적으로, 최소 시간 안에 최적의 움직임을 통해 보행의 효율을 높이고자 한다.

2. 보행기구의 최적화

2.1 Jansen's ideal foot trajectory

Theo Jansen Mechanism 은 그 구조에 따라서 foot trajectory 가 다양한 모양으로 형성된다.

Jansen 은 이러한 여러 궤적 중 유전자 알고리즘을 통해 가장 이상적인 curve 를 발견했다. Fig.1 은 Ideal walking curve 를 도식화한 그림이다. 바닥면과 가까운 궤적이 수평할수록 이상적이다.

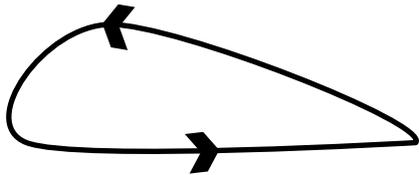


Fig.1 Jansen's ideal walking curve^[6]

2.2 GL 과 barrier 높이의 관계 및 이상적인 GAC 값

Theo Jansen Mechanism 을 설계함에 있어서, Ground Length(GL)과 Ground Angle Coefficient(GAC)는 다음과 같다.

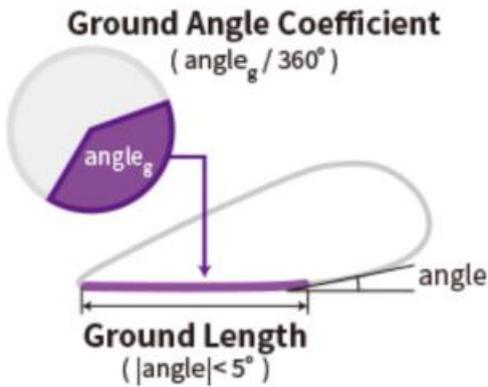


Fig.2 Ground Angle Coefficient(GAC) & Ground Length(GL)^[7]

이 값은 전체 기구의 성능에도 영향을 미치기 때문에 이상적인 GAC, GL 값을 알 수 있다면 foot trajectory 또한 이상적임으로써, 가장 효율적인 기구를 설계할 수 있다. 따라서 GL 이 바닥면과 수평하다고 가정할 때, 궤도의 최고점과 최저점의 차이를 기구가 넘을 수 있는 장애물의 높이로 대입하게 되면, Jansen's ideal walking curve 를 직선으로 단순화시킬 수 있다. 단순화된 이상적 궤도를 삼각비를 통해 장애물 높이와 GL 의 관계 및 최적의 GAC 값을 구할 수 있다. 필요에 따라서 조인트의 위치와 링크의 길이를 조절하여

속도를 비교할 수 있다.

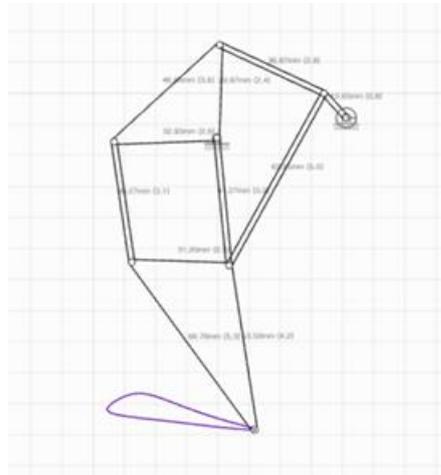


Fig.3 Foot trajectory of Theo Jansen Mechanism

3. 결 론

Jansen 의 이상적인 foot trajectory 를 직선으로 단순화하여 장애물을 안정적으로 넘을 수 있으면서도 빠른 속도로 보행이 가능한 기구를 설계할 수 있다. 조인트 위치와 링크의 길이변화에 따른 GL 과 GAC 값이 msketch 를 통해 바로 알 수 있어 simulation tool 로 매우 간편했다.

본 연구의 추후단계로 Jansen's ideal foot trajectory 를 단순화하여 도출해낸 최적값을 검증하기 위하여 msketch 를 통해 더 많은 데이터를 확보한 후 제작할 예정이다.

22. 감사의글

23. 본 논문은 2015 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 첨단 사이언스·교육 허브 개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2014M3C1A6038793)

24. 참고문헌

1. Moldovan, F., & Dolga, V. (2010, September). Analysis of Jansen walking mechanism using CAD. In Solid State Phenomena (Vol. 166, pp. 297-302).

2. Nansai, S., Elara, M. R., & Iwase, M. (2013). Dynamic analysis and modeling of Jansen mechanism. *Procedia Engineering*, 64, 1562-1571.
3. Kim, B. H. (2012). Modeling and analysis of robotic foot mechanism based on truss structure. *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, 22(3), 347-352.
4. D. Giesbrecht, C.Q. Wu and N. Sepehri, Synthesis of a Legged Walking Mechanism “Wind Beast” using Theory of Mechanism Design, submitted to Dynamic Walking 2009, submission NO. 77.
5. A. G. Erdman and G. N. Sandor, *MECHANISM DESIGN - Analysis and Synthesis*, Third Edition, New Jersey: Prentice Hall, 199
6. <http://robotics.hobbizine.com/knexabeast.html>
7. <https://design.edison.re.kr/msketch>