

형상기억합금 스프링 액추에이터와 복합재를 이용한 자연 모사 소형 Gripper 성능 연구

Development of Biomimetic Gripper Using Shape Memory Alloy Coil Actuator and Composite Materials

*고제성¹, 정광필¹, #조규진¹

*J. S. Koh¹, G. P. Jung¹, #K. J. Cho(kjcho@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 기계공학항공공학부

Key words : gripper, biomimetic

1. 서론

복합재료와 폴리머 필름을 이용한 기계 요소 설계를 통해 로봇을 구현하는 연구가 작은 스케일에서의 기계 시스템 설계에 적용되고 있다. [1][2] 이는 작은 스케일에서 마찰 측면에서의 에너지 손실을 막고 제작의 편의성을 높일 수 있는 장점을 가지고 있다.

J. Koh et al[2]에서는 이러한 제조 공정을 통해 애벌레의 다리를 모사하여 밀리미터 스케일의 Gripper를 구현하기 위한 구조가 제안되었다. 이것은 복합재와 폴리머 필름 조인트를 이용한 단순한 구조의 로봇 메니플레이터로 응용 가능성을 가지고 있다.

본 연구에서는 앞서 제안되었던 Gripper의 Gripping 성능을 개선시키기 위해 구조적으로 가지고 있는 조인트의 유연성(Compliance)을 높이는 연구가 수행되었다. 이를 통해 일정하지 않은 물체의 표면에 적응하여 많은 수의 발톱의 표면 접촉률을 높일 수 있고 확률적으로 잡을 수 있는 힘을 높이는 결과를 가져올 수 있다.

2. Concept Design and Modeling

자연 모사 gripper는 애벌레(Caterpillar)의 다리에서 영감을 얻어 제작되었다. 애벌레 다리를 구동시키는 견인근(Retractor muscle)은 형상 기억 합금 액추에이터로 대체되었고, 유연성을 발생시키는 다리 끝의 유연한 부분(Planta)은 폴리머 필름(polyimide film)이

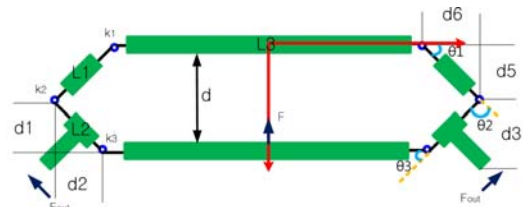


Fig. 1 Rigid body model of the gripper

$$F_{out,y} = \mu F_{out,x}$$

$$F_{out,x} = \frac{1}{d_3 - L_2 \sin \theta_3} \left\{ \frac{L_2 \sin \theta_3}{L_1 \sin \theta_1} k_1 \theta_1 - \frac{L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin \theta_3}{L_1 \sin \theta_1} k_2 \theta_2 - k_3 \theta_3 + \frac{L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin \theta_3}{2 \tan \theta_1} F_{in} \right\}$$

대신한다. 디자인은 Fig. 1과 같다. 액추에이터가 힘, F ,를 발생시키면, 양 옆의 발톱에서 잡는 힘, F_{out} ,이 발생하게 된다.

우리는 액추에이터 힘과 발톱에서 발생하는 잡는 힘의 관계를 Fig. 1과 같은 유사 강체 모델(Pseudo Rigid Body Model)을 통하여 도출하였다. 도출된 식은 (1)과 같다.

Fig. 2는 액추에이션 힘과 잡는 힘의 관계를 보여준다. 연성 조인트의 길이가 0.5mm, 1.5mm 그리고 2.5mm 일 경우는 실험을 통해 데이터를 얻은 것이다. 앞서 구한 모델과 비교하기 위해, 모델을 통해 도출한 곡선을 같이 그래프에 넣었다

3. Compliance of The Gripper

본 자연 모사 gripper는 중간 연성 조인트를 적절히 이용하여 gripper에

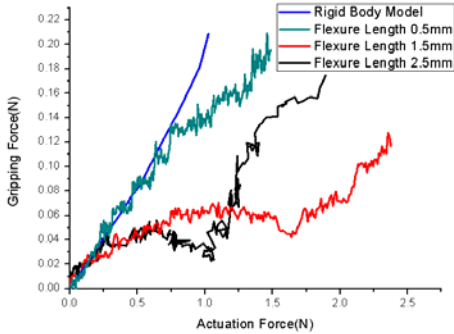


Fig. 2 Actuation force-Gripping force curve of rigid body model and various flexure length

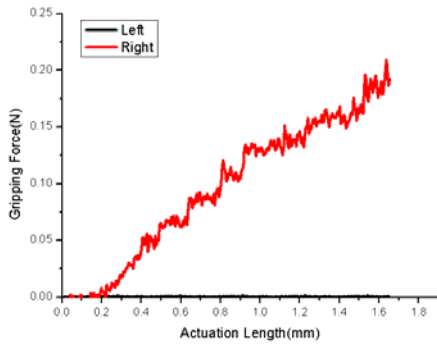


Fig. 3 Actuation length-Gripping force curve of 0.5mm flexure when the gripper grips a rough-surfaced block

유연성을 부여한다. Fig. 2에서 연성 조인트의 길이가 증가할수록 강체 모델에서 벗어나는 것을 볼 수 있다. 이는 연성 조인트의 길이가 길어질수록, 연성 조인트에서 발생시키는 유연성의 정도가 증가하기 때문이다.

Fig. 3, Fig. 4 그리고 Fig. 5는 표면이 고르지 못한 블록을 잡았을 때, 각 발톱에서 작용하는 힘을 보여준다. 연성 조인트 길이가 0.5mm 일 때는 유연성의 부족으로 오른쪽 발톱밖에 닿지 않음을 볼 수 있다. 반대로 Fig. 4, Fig. 5에서는 한쪽 다리가 먼저 접촉한 후, 나머지 다리도 같이 접촉하여 잡는 것을 확인 할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 자연 모사 gripper의 성능 연구에 대해 서술하였다. 연성 조인트가 짧은 경우, 강체 모델에 잘 부합하지만 유연성의

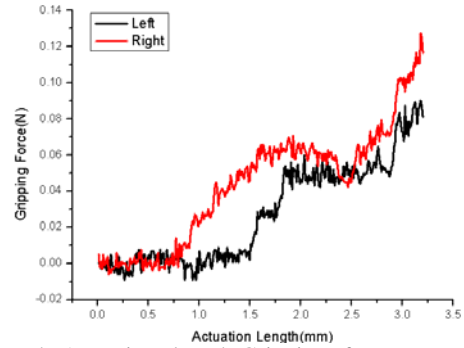


Fig. 4 Actuation length-Gripping force curve of 1.5mm flexure when the gripper grips a rough-surfaced block

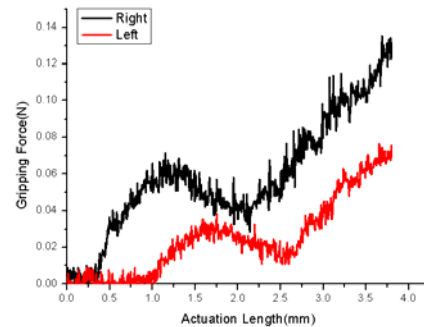


Fig. 5 Actuation length-Gripping force curve of 2.5mm flexure when the gripper grips a rough-surfaced block

부족으로 신뢰성 있게 블록을 잡지 못했다. 허나 어느 정도 긴 연성 조인트의 경우는 표면이 고르지 못한 블록을 안전하게 잡을 수 있음을 확인 할 수 있었다.

후기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.(No.2010K001149, 2010-0015500)

참고문헌

1. Wood, R.J., Avadhanula, S., Sahai, R., Steltz, E., and Fearing, R.S., "Microrobot design using fiber reinforced composites," Journal of Mechanical Design, vol. 130, p. 052304, 2008.
2. Koh, J., Cho, K., "Finger-Sized Climbing Robot using Artificial Proleg," BIOROB2010, 610-615, 2010.