

CAE 를 이용한 Robot hand 개발 연구

Development of Robot hand Using CAE

이민규† · 임시형* · 임홍재* · 이용권**

Min Gyu Lee, Si Hyung Yim and Yong Kwon Lee

1. 서론

시간이 지나면서 점점 고령화 사회가 되어감에 따라 불편한 노인들을 지원하는 로봇의 개발과 맞물려 로봇 핸드 개발이 활발히 이루어 졌다. 특히 노인 생활 지원용 로봇의 핸드는 사람이 할 수 있는 대부분의 작업을 할 수 있어야 하기 때문에 인간이 가지고 있는 불특정 물체를 파악하고 움직이게 할 수 있는 다양한 능력을 갖추어야 한다. 산업용 집게 형 핸드들을 보면 단순한 물건을 잡는 것에는 문제가 없었지만 불특정 형상을 가진 물체를 잡기에는 무리가 존재했다. 하지만 인간의 손을 기본으로 한 핸드는 인간의 손이 가지고 있는 장점과 기능을 수행할 수 있기 때문에 불특정 형상의 물체를 파지하는 것에 굉장히 우수한 모습을 보인다. 이러한 핸드의 개발에서 가장 중요한 것은 사람의 손과 같은 움직임을 보일 수 있는가 하는 점이었고 이에 각 관절을 인간과 비슷한 자연스러운 움직임으로 표현해 내면서 불특정 물체를 잡을 경우 그 물체에 안정성을 확보하는 것에 목표를 두었다.

2. Robot Hand Finger

2.1 Parallel Link Mechanism

(1) 자유도

기본적으로 손가락은 pitch 와 yaw 를 구현할 수 있어야 하고 손가락 마디에서 pitch 를 구현해야 한다. 손가락과 손바닥의 연결 관절에서 pitch 와 yaw 를 구현하기 위해서 2 개의 link 를 이용한 Parallel Link Mechanism 을 만들었다. 2 개의 link 를 같은 방향으로 움직일 때 pitch 가 가능하며 서로 다른 방향으로 움직일 때 yaw 가 가능하다.

(2) Inverse Kinematics

Fig. 1 는 inverse kinematics 를 풀기 위한 기하학적 모델이다. 먼저 side view 를 보면

$$e^2 = a^2 + b^2 + c^2 - 2\sqrt{a^2 + b^2} c \cos \left\{ \left(90 - \cos^{-1} \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) - \gamma \right\} \quad (1)$$

가 된다. 이번에는 Top view 에서 마찬가지로 방법으로 정리하면

$$l_1^2 = h^2 + k^2 - 2hk \cos \beta \quad (2)$$

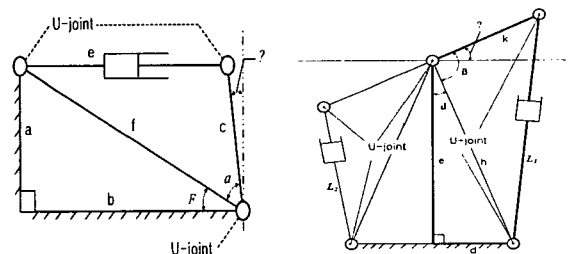
는 다음과 같이 정리된다.

$$l_1^2 = e^2 + d^2 + k^2 - 2\sqrt{e^2 + d^2} k \cos \left\{ \left(90 - \cos^{-1} \frac{e}{\sqrt{e^2 + d^2}} \right) + \rho \right\} \quad (3)$$

마찬가지 방법으로 l_2 에 대하여 정리하면

$$l_2^2 = e^2 + d^2 + k^2 - 2\sqrt{e^2 + d^2} k \cos \left\{ \left(90 - \cos^{-1} \frac{e}{\sqrt{e^2 + d^2}} \right) - \rho \right\} \quad (4)$$

여기서 $a, b, c, d, k, \gamma, \rho$ 값은 알고 있는 값이며 l_1 와 l_2 의 actuator 의 길이이므로 l_1 와 l_2 의 값이 γ, ρ 값을 결정한다고 볼 수 있다.



(A) Side view (B) Top view

Fig.1 Geometry Model

† 교신저자; 국민대학교 자동차 전문 대학원

E-mail : redt01@gmail.com

Tel : (02) 914-8812,

. 국민대학교 기계자동차 공학부

.. 한국 과학 기술 연구원

2.2 Synchronized Link System

손가락을 움직이기 위해 선행 연구에서는 각 마디 마디에 Synchronized gear 를 사용하였다. 하지만 gear 간의 유격이 존재했기 때문에 불특정 물체를 잡고 움직일 때 안정하지 못한 모습을 보였다. Fig. 2 는 Synchronized Link System 의 기본적 움직임에 대한 설명을 보이고 있다. Actuator 의 최대 stroke 가 20mm 이기 때문에 20mm 의 stroke 가 발생하였을 때 손바닥에서 가까운 첫 번째 마디의 각도는 최대 90 도가 되며 이에 연동하여 나머지 손가락 마디들도 움직이게 된다.



Fig. 2 Synchronized Link System

3. Robot hand analysis

3.1 Force Analysis

Robot hand 에서 power 를 이용하여 작동시킬 수 있는 부분은 actuator 뿐이다. 하지만 actuator 는 손등에 설치되어있기 때문에 actuator 가 작동할 때 손가락 끝에서 원하는 만큼의 힘이 나오지 않는다면 물체를 쥐거나 움직일 수 없다. Fig. 3 을 보면 actuator 힘은 15N 이지만 손가락의 끝이 물체에 닿을 때 2.3N 의 힘이 발생한다. 이때는 충돌 값이기 때문에 평균적인 값이 필요한데 2.1N 의 평균치를 가지고 있다. 다른 손가락의 해석까지 하지 않은 이유는 actuator 의 사양이 똑같고 최대 힘의 값 역시 같기 때문이다. 이에 손가락 1 개당 2.1N 의 힘이 발생할 수 있다는 의미로 해석된다. 이에 제작하고자 하는 robot hand 는 일상에서 사용하는 머그 컵이나 야구공 크기의 구형 물체를 파지하는 것이 가능하다는 것을 확인할 수 있다.

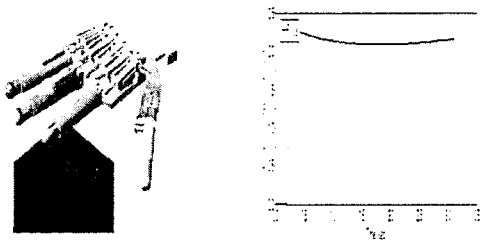


Fig. 3 Force Analysis of index finger

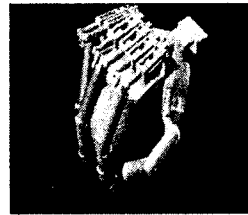
3.2 Rigid Body Analysis

(1) ball analysis

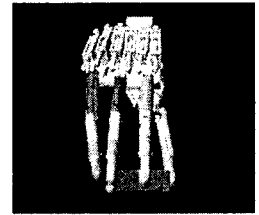
야구공 크기의 구형 물체를 잡을 때 각 손가락 마디는 60°가까운 크기의 각도로 구부러져야 한다. 구부러졌을 때 공을 손바닥과 손가락들이 감싸야지만 안정적인 이동이 가능하기 때문이다.

(2) Box analysis

담배 갑 크기의 상자를 파지하는 것은 구형 물체를 파지하는 것과는 다르다. 손가락 끝을 이용하여 잡기 때문이다.



(A) Grasping Ball



(B) Grasping Box

Fig.3 Rigid Body Analysis

Ball/Box	thumb	index	middle	ring
First	37.73/10.2432	42.82/18.63	46.79/17.12	67.78/28.55
Second	30.74/12.1289	55.43/19.59	53.16/20.35	55.01/28.26
Third		34.65/7.047	47.65/7.32	49.75/5.512

Table. Angle of motion

4. 결론

본 연구에서는 인간의 손과 더 흡사하며 자연스럽고 안정적인 로봇 핸드들의 파지를 위해 엄지 손가락을 포함한 4 개의 손가락이 하나당 2 자유도를 운동을 할 수 있도록 Synchronized Link System 과 parallel link mechanism 을 구현했다. 실제 모델 제작 전 다물체 동역학 프로그램을 이용하여 실제 제작 시 발생할 수 있는 문제점을 파악하고 수정했으며 실제 모델에서 발생할 수 있는 문제점을 먼저 파악하여 문제점 발생을 최소화 하였다. 현재 hand 는 제작 중에 있으며 차후 실제 모델과 가상 모델을 비교하게 될 것이다.

후 기

본 연구는 인간 기능 생활 지원 지능 로봇 기술 개발 사업의 일환으로 한국 과학 기술 연구원 인지 로봇 연구단의 지원을 받아 수행되었음. 여기에 후기를 입력해 주십시오.