입는 로봇을 위한 유연한 동력전달장치 개발

Compliant Rotary Series Elastic Actuator for Wearable Robot

*강병현 [1], 인현기 [1], #조규진 [1]

*B. B. Kang[1], H. K. In[1], #K. J. Cho(kjcho@snu.ac.kr)[1]

[1]서울대학교 기계항공공학부

Key words : Compliant mechanism, Rotary Series Elastic Actuator, Tendon driven mechanism

1. 서론

일부 뇌졸중 환자 및 경수 5, 6 번 손상 환자는 손목보다 근위부의 움직임은 가능하지만, 손가락의 움직임에 제한을 받는다. 손가락 움직임의 제한은 일상생활에서 물체를 잡는 동작 및 도구의 조작에 어려움을 주기 때문에 장애인의 독립적인 생활에 장애가 된다. 이러한 장애인의 일상생활 동작 보조를 위하여 손 부위의 입는 로봇을 개발 하였다.[1]

장애인이 실제 일상생활에서 유용하게 활용하기 위해서는 일상생활 보조 도구의 크기가 컴팩트 해야 하고, 구조가 단순해야 한다. 따라서 개발된 손 부위의 입는 로봇은 컴팩트한 구조를 위해 액추에이터를 팔에 장착하고, 와이어 구동 방식을 사용하여 손가락을 제어하도록 하였다.

손가락의 제어에 있어 입는 로봇이 사람과 직접 상호작용 하기 때문에, 사용자가 상해를 입는 것을 방지하기 위하여 액추에이터가 기계적으로 유연해야 한다. 또한 일상생활의 물체를 잡는 동작에서 물건의 파손을 막고, 사용자가 상해를 입는 것을 방지하기 위해서는 파지력을 적절히 제어해야 한다. 파지력 제어를 위한 방법 중 하나로 와이어의 장력을 측정하여 파지력을 제어하는 방식이 이용될 수 있다. 와이어의 장력을 측정하기 위한 센서를 제거할 수 있으면 입는 로봇의 구조를 간단히 하고, 크기를 줄일 수 있다.

기존에도 앞서 설명한 바와 같이 액츄에이터의 기계적 임피던스를 줄이고, 힘 측정 센서를 대체하기 위한 수단으로 RSEA (rotary series elastic actuator)이 개발되었고, 하지 외골격 로봇에 적용되었다.[2]

본 연구에서는 와이어의 구동에 이용할 수 있는 컴팩트한 크기의 RSEA 를 개발 하고, 그 특성을 파악하였으며, 손 부위의 입는 로봇에서의 사용 가능성을 고찰 하였다.

2. 디자인

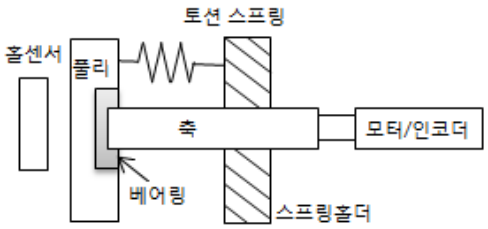

Fig. 1 Conceptual design diagram of Compliant Rotary Series Elastic Actuator

Fig. 1 은 개발한 RSEA 의 개념도 이다. 모터를 통해 스프링홀더를 구동하고, 와이어의 구동을 위한 풀리는 스프링홀더와 토션 스프링으로 연결되어 스프링에 의해 동력을 전달 받는다. BLDC 모터의 홀센서(Faulhaber 1226 006B BLDC motor, 분해능 0.46°)를 통하여 스프링 홀더의 각도를 측정 하고, 풀리쪽에 또다른 홀센서(RMB20IC, 정밀도 0.5°)를 장착하여 풀리의 각도를 측정한다.

풀리는 축에 대해 자유롭게 움직일 수 있으나, 와이어에 장력이 작용하기 전까지는 모터와 같이 움직인다. 와이어에 장력이 작용하게 되면, 장력에 따라 풀리와 스프링홀더 사이의 각도차는 장력에 비례하여 변하게 된다.

개발한 RSEA 는 스프링홀더와 풀리 사이에 장착하는 스프링을 교체 할 수 있도록 제작

되었다. 장착된 스프링에 대한 스프링홀더와 풀리사이의 각도차와 장력의 관계를 측정하면, 실제 사용에서는 로드셀 없이 장력을 추정 할 수 있다.

3. 실험

3.1 실험장치

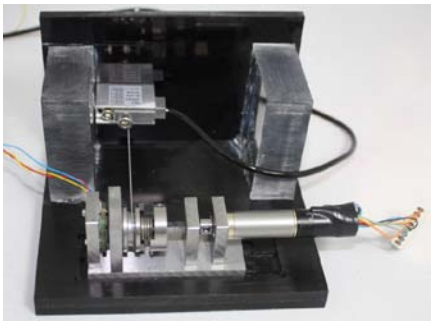

Fig. 2 Experimental setup

개발한 장치의 비틀림 각과 장력의 상관관계를 측정하기 위해 Fig. 2 와 같은 실험장치를 구성하였다. 실험장치는 L 형의 외형대에 바닥면에는 RSEA 를 고정하고, 옆면에는 로드셀을 고정시켰다. 모델의 풀리에서 와이어가 당겨질 때, 마찰력등의 영향을 받지 않기 위하여, 로드셀과 풀리를 같은 선상에 배열하였다.

또한 다양한 스프링을 사용할 때 특성을 알아보기 위하여 다양한 스프링을 사용할 수 있도록 하였다.

3.2 실험결과

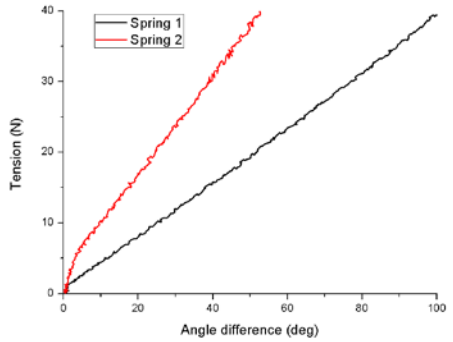

Fig. 3 Wire tension corresponding to angle difference between motor and pulley

Table 1 Spring Specification Details

Spring Number	1	2
Number of Coils	3	5
Wire Diameter (mm)	1.2	1.6
Spring Diameter (mm)	9.2	11.6
Max. Deflection Angle(deg)	54	78

실험에 사용한 스프링은 Table 1 과 같고, 실험 결과는 Fig. 3 와 같다.

4. 결론

본 연구에서 사용한 개발한 장치는 로봇에 의한 사고를 막기 위해 토션스프링을 이용해 유연함을 구현하였고, 모터와 풀리의 각도차를 이용하여 로드셀을 이용하지 않고, 와이어의 장력을 측정할 수 있도록 하였다.

또한 실험을 통해 실험에서 사용한 두가지 스프링 모두 기존로봇[1]에 사용하여 다양한 일상생활 동작을 구현할 수 있는 장력인 40 N 의 장력을 견딜 수 있음을 알 수 있었다.

추후에는 개발한 RSEA 를 실제 로봇에 적용하여 그 특성에 관한 연구를 진행하고, 장애인의 장애 정도 및 목적에 맞는 RSEA 의 유연성의 최적 값을 찾는 연구가 진행되어야 할 것이다.

후기

이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0013470)

참고문헌

1. HyunKi In, Kyu-Jin cho, “Jointless Structure and Under-Actuation Mechanism for Compact Hand Exoskeleton” International conference on rehabilitation robotics, 2011, to be published
2. Kong, K., Bae, J., and Tomizuka, M., "Control of Rotary Series Elastic Actuator for Ideal Force-Mode Actuation in Human-Robot Interaction Application," ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 14, NO.1, 2009.