

원통형 손가락 힘 측정장치의 햅틱 기술 적용에 관한 연구 Cylindrical Finger Force Measuring System Using Haptic Technology

*김현민¹, #김갑순², 김희인¹

*H. M. Kim¹, #G. S. Kim(gskim@gnu.ac.kr)², H. I. Kim¹

¹경상대학교 대학원, ²경상대학교 제어계측공학과

Key words : Five-axis force/moment sensor, Finger rehabilitation, Rehabilitating instrument, Cylindrical object prehension

1. 서론

최근 질병이나 사고로 인하여 손가락에 마비가 발생하고, 이로 인해 손가락을 사용하지 못하는 환자의 수가 증가 추세에 있다. 이들은 재활 훈련을 통해 회복이 가능하고, 재활의 정도를 확인 방법의 하나로 원통형 물체 잡기를 실시한다. 현재 병원에서 사용되는 원통형 물체는 잡는 힘을 측정할 수 있는 장치가 내장되어 있지 않고, 의사는 육안으로 재활 정도를 판단하기 때문에 어느 정도 힘으로 잡는지를 정확하게 확인하기 어렵다. 때문에 원통형 물체를 잡는 힘을 측정할 수 있는 센서와 이를 처리할 고속처리장치가 필요하다. 또한 이를 환자 및 의사가 쉽게 사용하고 측정된 힘을 알기 쉽게 표현되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 무선통신과 햅틱 기술을 이용한 원통형 손가락 힘 측정장치를 개발한다. 5축 힘/모멘트센서를 센서를 설계 및 제작하였고, 원통물체를 잡는 힘과 모멘트를 정확하게 측정할 수 있는 힘 측정장치와 힘의 세기를 진동으로 표현하는 표시장치를 설계 및 제작하였다. 또한 남자 정상인의 원통물체 잡기 힘측정 실험을 실시하였다.

2. 원통물체를 잡는 힘 측정 원리와 구성

Fig. 1은 원통형 물체를 잡는 힘 측정 원리와 햅틱 장치의 구성을 나타내고 있다. Fig. 1에 나타낸 것과 같이 5개의 손가락이 원통물체의 5축 힘/모멘트센서에 힘을 가하면 센서에 힘 F_x , F_y , F_z 가 감지되고 동시에 모멘트 M_x , M_z 도 감지된다. 측정된 힘을 지그비 무선 통신을 이용하여 표시장치로 전송하게 된다.

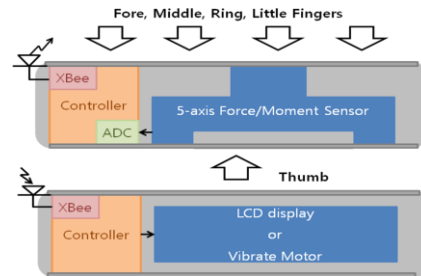


Fig. 1 Force measuring principle for gripping a cylindrical object

3. 5축 힘/모멘트센서 설계 및 제작

Fig. 2는 5축 힘/모멘트센서의 구조와 완성된 5축 힘/모멘트 센서를 나타내고 있고, 힘 F_x , F_y , F_z 과 모멘트 M_x , M_z 를 감지할 수 있는 5개의 센서의 감지부를 한 몸체에 포함 되도록 하였다.

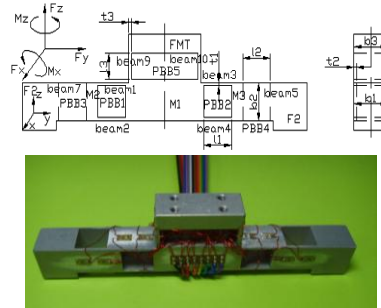


Fig. 2 Structure of 5-axis force/moment sensor and manufactured heel 5-axis force/moment sensor

이론해석결과와 유한요소 해석을 통해 각 변수의 값과 스트레인게이지의 부착 위치를 결정하였다. 모든 센서의 정격 변형률은 설계변수로 결정한 2000 $\mu\text{m}/\text{m}$ 이상이었고, 최대오차는 6.4%이었다. 이와 같은 오차는 설계시 센서 구조의 복잡성 때문에 0.01mm 단위로 가동할 수 없기 때문이다.

4. 5축 원통형 손가락 힘 측정장치

Fig. 3 은 원통형 손가락 힘 측정장치와 표시장치의 사진을 나타내고 있다. 이것은 5축 힘/모멘트 센서와 측정장치, 무선통신장치가 내장된 원통형 물체와 측정된 값을 LCD 로 표시하는 표시장치, 출력을 진동의 세기로 표현 할 수 있는 햅틱장치로 구성되어 있다.



Fig. 3 Manufactured cylindrical object measuring system , LCD display and haptic device



Fig. 4 Characteristics test of cylindrical grasping

5. 원통형 물체 잡기 특성 실험 및 햅틱표현

Fig. 4 는 3 종류의 특성실험 방법을 나타내고 있고, 원통형 물체 잡기는 손가락의 힘의 크기로 재활의 정도를 파악할 수 있다. 특성실험은 성인 20 대 남자 30 명을 실시하여 그들의 오른손의 측정값의 평균을 구하여 Table 1 에 나타내었다. Table 1 에서 ALL 은 네손가락을 모두 쥐었을 때, F-M 은 검지와 중지, R-L 은 약지

와 소지를 지었을 때를 나타낸다. 오른손의 네손가락을 모두 쥐었을 때 힘은 약 166N 으로 나타났고, 중지와 검지 쥐었을 때는 119N, 약지와 소지를 쥐었을 때는 약 80N 로 나타났다. 또한, 원통형 물체를 쥐는 힘의 세기에 비례하여 진동자가 0Hz 에서 30Hz 의 강도로 진동하는 것을 확인하였다.

환자는 재활 정도에 따라 각 손가락의 힘의 세기가 다를 수 있고, 햅틱 표시 장치의 진동자가 힘에 따라 다르게 표현되는 것을 확인 할 수 있다.

Table 1 Result of right-hand finger forces

Type	Finger force				
	Fx(N)	Fy(N)	Fz(N)	Mx(Nmm)	Ft(N)
ALL	-21	20	159	61	166
F-M	-10	-11	117	252	119
R-L	1	0	77	-40	80

6. 결론

본 연구에서는 원통형 손가락 힘 측정장치와 햅틱 기술을 적용한 표시장치를 개발하였고, 성인의 힘 측정과 표시에 적합함을 확인하였다. 따라서 개발한 원통형 손가락 힘 측정장치와 햅틱 기술을 적용한 표시 장치는 재활 환자의 재활 정도를 판단하는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

후기

이 논문은 2009 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구임(No. 2009-0087281).

참고문헌

1. G. S. Kim, and H. J. Shin, "Development of intelligent robot's hand with three-axis finger force sensors for intelligent robot," Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, Vol. 15, No. 3, pp. 300-305, 2009.
2. G. S. Kim, and J. W. Yoon, "Development of Calibration System for Multi-Axis Force / Moment Sensor and its Uncertainty Evaluation," KSPE, Vol. 24, No. 10, pp. 91-98, 2007.