

후크형 손가락 힘 측정장치에 관한 연구 Finger Force Measuring System Of Hook Type

*김현민¹, #김갑순¹, 김희인¹, 김용국¹, 윤정원², 신희석³

*H. M. Kim¹, #G. S. Kim(gskim@gnu.ac.kr)¹, H. I. Kim¹, Y. G. Kim¹, J. W. Yoon², H. S. Shin³

¹경상대학교 제어계측공학과, ²경상대학교 기계공학과, ³경상대학교 의료연구원 재활의학과

Key words : Finger force, Three-axis force sensor, Interference error, Finger rehabilitation, Rehabilitating instrument, hook prehension

1. 서론

질병이나 사고로 인하여 손가락에 마비가 발생하고, 이로 인해 손을 사용할 수 없는 환자의 수가 증가 추세에 있다. 이들의 대부분은 재활 치료를 통해 회복될 수 있고, 재활 정도를 확인하는 방법의 하나로 후크형 물체 당기기가 사용된다. 현재 병원에서 사용되는 후크형 당기기 기구는 센서가 내장되어 있지 않고, 의사는 육안으로 재활의 정도를 파악하기 때문에 당기는 힘 정도를 정확히 판별하기 힘들다. 후크형 물체 당기기의 정확한 측정을 위해서는 당기는 힘을 측정할 수 있는 센서와 고속 측정장치가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 환자가 어느 정도의 힘으로 후크형 물체를 당기는지를 측정할 수 있도록 3 축 힘센서가 2 개 내장된 후크형 손가락 힘 측정장치를 개발하였다. 3 축 힘센서를 새롭게 모델링하고, 유한요소법을 이용하여 3 축 힘센서를 설계 및 제작하였으며, DSP 를 이용하여 고속측정장치를 설계 및 제작하였다. 또한 정상인의 후크형 물체 당기기 측정 실험을 실시하였다.

2. 후크형 물체 당기기의 힘 측정원리

Fig. 1 은 후크형 물체 당기기의 힘 측정원리를 나타내고 있다. Fig. 1 에 나타내는 것과 같이 손가락으로 손잡이를 당기게 되면 손잡이에 연결된 2 개의 3 축 힘 센서에 힘이 가해지고, 각 센서는 힘 Fx, Fy, Fz 를 감지하게 된다. 손가락 전체의 힘 F 는 측정된 힘들을 식 (1)에 대입하여 계산한다.

$$F = \sqrt{(F_{x1})^2 + (F_{y1})^2 + (F_{z1})^2} + \sqrt{(F_{x2})^2 + (F_{y2})^2 + (F_{z2})^2} \quad (1)$$

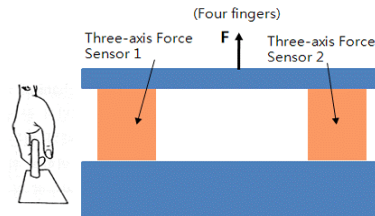


Fig. 1 Finger force measuring principle for pulling a hook

3. 3 축 힘센서 설계 및 제작

Fig. 2 의 왼쪽은 3 축 힘센서의 구조를 나타내고 있고, 이것은 힘 Fx, Fy, Fz 를 동시에 감지할 수 있으며, 3 개의 센서 감지부를 한 몸체에 포함되도록 하였다. 3 축센서의 감지부는 3 개의 평행판보 (PPB1~3)이 수직과 수평으로 연결되었으며, PPB1(parallel plate beam)은 힘 Fx 센서의 감지부, PPB2 는 힘 Fy 센서의 감지부, PPB3 는 힘 Fz 센서의 감지부이다. 각 평판보(plate beam)의 두께 t1, t2, t3, 길이 l1, l2, l3, 폭 b1, b2, b3 는 센서의 설계변수로 사용된다.

3 축 힘센서의 각 감지부의 크기를 결정하기 위해 ANSYS 소프트웨어를 이용하였다. 설계한 결과, 각 평판보와 폭, 두께를 구하고, 해석 결과를 토대로 3 축 힘센서의 각 센서의 스트레인게이지 부착위치를 결정하였다. 이 위치는 각 센서의 정격하중에서 상호간섭오차가 0% 이고, 최대의 정격출력이 발생하는 지점으로 결정되었다. 모든 센서의 정격변형률은 설계변수로 결정한 정격변형률 2000 um/m 이상이었고, 최대오차는 5.4%이었다. 이와 같은 오차는 모델링한 3 축 힘센서 구조의 복잡성 때문에 0.01mm 단위로 가공할 수 없기 때문이다.

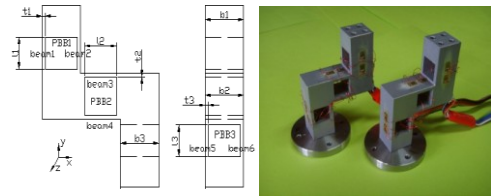


Fig. 2 Structure of three-axis force sensor and Manufactured three-axis force sensors 1 and 2

4. 후크형 손가락 힘 측정장치

Fig. 3 은 후크형 손가락 힘 측정장치의 사진을 나타내고 있다. 이것은 2 개의 3 축 힘센서가 내장된 후크형 물체와 고속 측정기, 컴퓨터등으로 구성되어 있다. 2 개의 3 축 힘센서는 하부판에 고정되어 있고 손잡이와 연결 되어있다. 손잡이를 손가락으로 당겨 2 개의 힘센서에 힘을 가하게 되면 그 값들은 고속측정기에 의해 측정되어 LCD 에 표시됨과 동시에 컴퓨터로 전송된다.

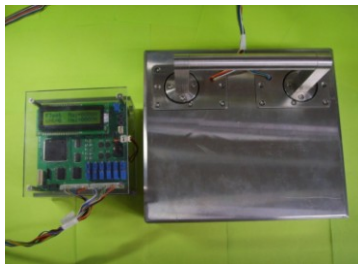


Fig. 3 Manufactured hook-type finger force measuring system

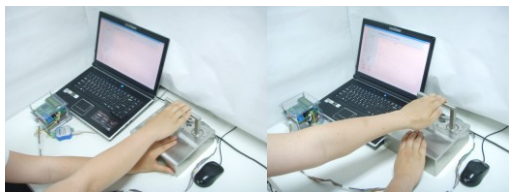


Fig. 4 Characteristics test of hook pulling

5. 후크형 물체 당기기 특성 실험 및 고찰

Fig. 4 는 후크형 물체 당기기 힘 측정 방법을 나타내고 있고, 재활 정도는 손잡이를 당기는 각 손가락의 힘과 전체 손가락 힘으로 판단 할 수 있다. 특성실험은 20 대의 성인

남녀 30 명을 대상으로 실시하여 그들의 측정값을 평균한 것이다.

Table 1 은 후크형 물체 당기기의 특성 실험 결과를 나타내고 있고, F-f, F-m, F-r, F-l, Ft 는 각각 검지, 중지, 약지, 소지와 네손가락으로 당겼을 때를 나타낸다. Table 1 에 나타낸 것과 같이 남자의 오른손 당기기 힘은 약 169N 이고, 여자의 오른손 당기기 힘은 약 93N 이었다. 그리고 사람마다 힘의 차이가 있기 때문에 재활 정도를 판단하기 위해서는 각 손가락 힘의 범위를 구할 필요가 있다.

Table 1 Result of pulling finger force

Men		Result of Finger Force(N)				
		F-f	F-m	F-r	F-l	Ft
Male	Right	79	92	70	51	169
	Left	76	85	69	51	150
Female	Right	60	62	46	36	93
	Left	56	57	44	35	83

6. 결론

본 논문에서는 정상인과 손가락 마비 환자의 손가락 힘 측정을 위한 후크형 손가락 힘 측정장치를 개발 하였고, 후크형 물체 당기기 실험을 실시 하여 손가락 힘 측정에 적합함을 확인하였다. 따라서 개발한 후크형 손가락 힘 측정장치는 정상인뿐 아니라 손가락 마비환자의 후크형 물체 당기기 실험에 사용함으로써 재활정도를 판단하는데 유용하게 사용될 것으로 생각 된다.

후기

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

참고문헌

- Kim, G. S. and Yoon, J. W., "Development of Calibration System for Multi-Axis Force / Moment Sensor and its Uncertainty Evaluation," KSPE, Vol. 24, No. 10, pp. 91-98, 2007