

직교형 손가락 재활 로봇의 구조 설계

Design of Rectangular-type Finger Rehabilitation Robot's Structure

*김현민¹, #김갑순¹, 김용국¹, 신희석², 윤정원³

*H. M. Kim¹, #G. S. Kim(gskim@gnu.ac.kr)¹, H. S. Shin²

¹경상대학교 제어계측공학과, ²경상대학교 재활의학과, ³경상대학교 기계공학과

Key words : Finger rehabilitation, Rehabilitation robot, Force sensor

1. 서론

뇌졸중 환자 등의 손가락이 굳어 있는 사람들은 손가락을 움직일 수 없어 일상 생활을 원활하게 할 수 없다. 그러므로 환자의 손가락들을 정상인의 그것들과 같이 사용할 수 있도록 회복시키기 위해서는 손가락 유연성 재활운동을 실시해야 한다. 환자의 손가락 유연성 재활운동은 물리치료사, 간호사, 가족 등이 할 수 있으나 반복적으로 계속해서 수행해야 하므로 많은 어려움이 있다. 그래서 손가락의 유연성 재활운동을 위한 손가락 재활로봇이 필요하다.

사람의 손가락은 5 개로 구성되어 있고, 그 중 4 개 손가락 (검지, 중지, 약지, 소지)의 움직임은 방향이 엄지손가락의 움직임은 방향과 다르므로 4 개 손가락의 재활운동을 위한 재활로봇을 다르게 구성해야 된다. 4 개 손가락 재활로봇은 뇌졸중 환자에 따라 4 개 손가락의 움직일 수 있는 정도가 각각 다르므로 손가락의 안전성을 위해 4 개 손가락을 퍼주는 힘을 제어할 수 있어야 한다. 이것은 4 개 손가락에 큰 힘을 가하게 되면 손가락의 마디 근육이 손상되거나 손가락의 뼈가 부러질 수 있기 때문이다. 따라서 4 개 손가락 재활로봇은 유연성 재활운동을 할 때 정해진 힘 이하로 4 개 손가락을 당겨서 손가락이 퍼지는 위치까지 손가락 끝의 궤적을 따라 위치 제어되어야 하고, 동시에 정해진 힘 이상의 힘으로 잡아당겨지지 않도록 힘제어가 되어야 한다.

지금까지 개발된 대부분의 손가락 재활 시스템의 단점은 손가락을 완전하게 뒤로 젖히는 재활훈련을 할 수 없고, 또한 대부분 힘센서가 부착되지 않아 손가락이 손상되지 않을 정도의 설정된 힘으로 안전하게 제어할

수 없는 것이다.

따라서 본 논문에서는 뇌졸중환자의 4 개 손가락 유연성 재활운동을 할 수 있는 직교형 4 개 손가락 재활로봇을 설계하였다. 4 개 손가락이 굽혀진 상태에서 뒤로 완전히 젖혀진 상태까지를 4 개 손가락의 첫째 마디가 궤적에 따라 움직일 수 있도록 직교형 4 개 손가락 재활로봇의 본체를 설계하였다.

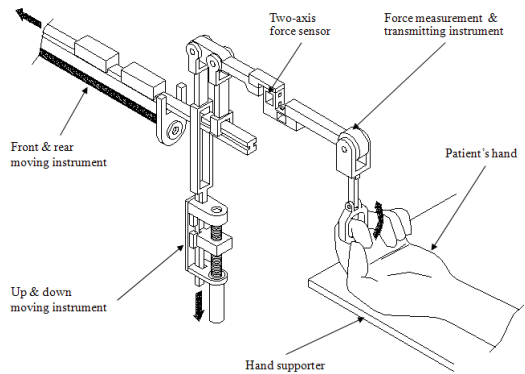


Fig. 1 Principle of the fore-finger rehabilitation robot instrument for flexibility rehabilitation exercise.

2. 손가락 재활로봇기구의 원리

4개 손가락 재활로봇이 뇌졸중 환자의 4개 손가락의 유연성 재활운동을 실시하기 위해서는 4개 손가락을 고정시키고 손가락의 등(뒤) 방향으로 손가락 끝이 궤적을 그리면서 잡아당기고 다시 복귀하는 위치제어와 힘제어를 동시에 할 수 있어야 한다. Fig. 1은 검지손가락의 유연성 재활운동을 위한 검지손가락 재활로봇 기구의 원리를 나타내고 있고, 이것은 4개 손

가락 모두에 사용하기 때문에 원리가 같아 하나만 나타낸다. 검지손가락 재활로봇기구는 손지지대(몸체), 힘측정 및 전달기구(2축 힘센서 포함), 상하이송기구, 전후이송기구, 제어장치 등으로 구성된다. 검지손가락의 유연성 재활운동은 왼손의 손등을 손지지대에 접촉하여 고정된 후 힘측정 및 전달기구의 끝에 검지손가락의 세 번째 마디(검지손가락 끝 마디)를 고정한다. 그리고 상하이송기구와 전후이송기구를 제어장치가 제어하여 검지손가락의 첫 번째 관절을 기준으로 힘측정 및 전달기구의 끝이 궤적을 그리면서 위치가 이동된다. 또한 설정한 힘의 이상으로 손가락을 당겼을 경우에는 검지손가락 재활로봇기구가 정지되고, 검지손가락이 굽혀져 있는 초기상태로 이동하는 제어를 한다. 따라서 검지손가락 재활로봇기구는 2축 힘센서가 부착되어 설정된 힘 이하로 제어할 수 있으므로 환자의 손가락에 고통을 주거나 부러뜨리지 않고 안전하게 검지손가락의 유연성 재활운동을 수행할 수 있다.

3. 4개 손가락 재활 로봇의 설계

Fig. 2 는 제작된 4 개 손가락 재활로봇의 조립도를 나타내고 있다. 4 개 손가락 재활로봇은 손지지대(몸체), 각 손가락 재활로봇기구의 상하/ 전후 이송기구, 각 손가락 재활로봇기구의 힘측정 및 전달기구, 제어장치 등으로 구성되어 있다. 손지지대(몸체)는 환자의 왼손의 등을 접촉시켜 고정시키고, 전후이송기구가 부착되며, 속이 비어있는 사각기둥 형상이다. 이것의 크기는 폭 220mm, 길이 451mm, 높이 94mm 이다.

각 손가락 재활로봇기구의 상하이송기구는 상하이송기구의 LM가이드 레일 위에 고정되어 있으며, 전후이송기구와 함께 4개 손가락에 가하는 힘을 발생하는 역할을 한다. 이 기구는 LM가이드(RSR9KM), 볼나사(MTF1202-3.7), 모터 및 기어(349380, 29:1), 고정지지대 등으로 구성되었고, 제어장치의 명령에 따라 손가락 방향과 직각방향으로 힘측정 및 전달기구를 최대 67mm까지 이동시킨다.

각 손가락 재활로봇기구의 전후이송기구는 몸체에 부착되어 있고 전후이송기구의 LM가이드 레일 위에 힘전달기구의 지지대와 상하이송기구의 고정블록이 고정되어 있으며 상하이송기구와 함께 4개 손가락에 가하는 힘을 발생하는 역할을 한다. 이 기구는

LM가이드(RSR9KM), 볼나사(MTF1202-3.7), 모터 및 기어(349380, 19:1), 고정지지대 등으로 구성되었고, 제어장치의 명령에 따라 손가락 방향으로 힘측정 및 전달기구를 최대 300mm까지 이동시킨다.

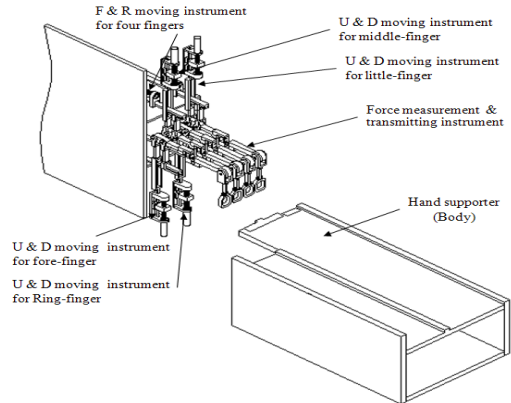


Fig. 1 Assembly of robot

4. 결론

본 논문에서는 직교형 손가락 재활 로봇의 구조를 설계 하였다. 설계한 4 손가락 재활 로봇은 주먹을 쥐고 있는 상태의 손가락을 손등쪽으로 최대 80° 까지 펴는 유연성 운동을 할 수 있고, 각 손가락의 움직임을 서로 간섭하지 않도록 하였다. 따라서 본 재활 로봇은 뇌졸중 환자의 손가락 재활 운동을 위해 활용될 수 있을 것으로 판단 된다.

후기

이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구임(No. 2009-0087281).

참고문헌

1. Ren, Y., Park, H.S. and Zhang, L.Q., "Developing a whole-arm exoskeleton robot with hand opening and closing mechanism for upper limb stroke rehabilitation," Rehabilitation Robotics, 2009. ICORR 2009. IEEE International Conference on, pp. 761-765, 2009