

Wii 게임 연동 상지재활훈련기 개발

Development of Upper-limb Rehabilitation Exercise System Using Wii Game

*배주환, 송주현, 김성준, #문인혁

*J. H. Bae, J. H. Song, S. J. Kim, #I. Moon(ihmoon@deu.ac.kr)

동의대학교 메카트로닉스공학과

Key words : upper-limb rehabilitation, exercise, Wii game

1. 서론

최근 사회 고령화에 의해 노인인구가 증가되면서 뇌졸중과 같은 뇌병변에 의한 상지 편마비 환자가 증가하고 있다. 이러한 급성 뇌손상에 의한 편마비 환자는 지속적인 재활훈련으로 그 기능을 회복할 수 있다고 알려져 있다. 그러나 일반적인 재활훈련은 같은 동작의 반복이며, 또한 장기간 지속되기 때문에 많은 재활 환자는 이러한 재활치료 과정을 지루해하고 힘들어한다.

최근에 컴퓨터 게임과 재활훈련을 접목하여 환자의 흥미를 유발하는 재활훈련시스템이 연구되고 있다[1-3]. Ueki[1]는 가상현실공간에서 공을 잡는다든지, 가위질하는 등의 손의 동작을 훈련하는 다자유도 손 재활훈련기를 개발하였다. Tyromotion[2]은 손과 팔의 기울임 각도 또는 악력을 이용하여 게임을 제어할 수 있는 게임형 재활훈련기를 개발하였다. 그리고 Spencer[3]는 상용화된 닌텐도의 Wii 게임기의 리모컨을 이용하여 손목과 팔 재활용 훈련기를 개발하였다. Wii 게임기를 사용함으로써 별도의 훈련용 프로그램이 없이도 게임과 연동한 재활훈련이 가능하였다. 그러나 이러한 연구는 상지(upper-limb)와 같이 다자유도의 큰 동작의 훈련에 응용하기에는 적절하지 않다.

본 연구에서는 어깨를 포함한 상지훈련이 가능한 Wii 게임 연동 상지재활훈련기를 제안한다. 상지훈련기는 병렬링크(parallel link) 구조를 가진 기구로서, 환자가 기구의 손잡이를 잡고 팔의 동작을 훈련하는 능동형 재활훈련기이다. Wii 게임 연동은 사용자의 체중심 이동을 감지하여 게임을 조정할 수 있는 인터페이스인 Wii Fit 밸런스 보드(balance board)를 이용한다.

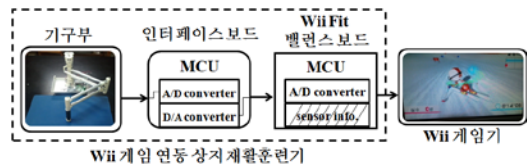


Fig. 1 Wii 게임연동 상지재활훈련기의 구성

본 연구에서 제안하는 Wii 게임 연동 상지재활훈련기의 시스템은 상지재활훈련을 위한 기구부, Wii Fit 밸런스 보드, Wii Fit 밸런스 보드와 기구부를 연결하는 인터페이스 보드로 구성되어 있다 (Fig. 1 참조). 그리고 Wii 게임기와 연동은 Wii Fit 밸런스 보드를 통해서 이루어진다. 따라서 본 연구에서는 상지동작을 위한 기구부와 Wii 게임과 연동을 위한 Wii Fit 밸런스 보드용 인터페이스 보드를 제작하였다.

프로토타입 Wii 게임 연동 상지재활훈련기를 이용한 실험의 결과로부터 본 연구에서 제안한 상지재활훈련기가 재활훈련에 적용 가능함을 보인다.

2. Wii 게임 연동 상지재활훈련기 설계

2.1. Wii Fit 밸런스 보드

Wii 게임기용 Wii Fit 밸런스 보드는 4 개의 압력센서를 사용하여 각 센서에 가해지는 압력을 측정하고, 이로부터 좌측 혹은 우측, 전방, 후방으로의 체중심 이동을 인지하여 게임을 제어할 수 있는 보드이다. Wii Fit 밸런스 보드와 Wii 게임기는 블루투스 통신으로 정보를 교환한다. 본 연구에서는 압력센서의 출력 대신, 재활훈련용 기구에서 출력되는 각도신호를 보드 제어기에 입력하고, 이 신호에 의해 게임기가 제어되도록 인터페이스 보드를 제작하였다.

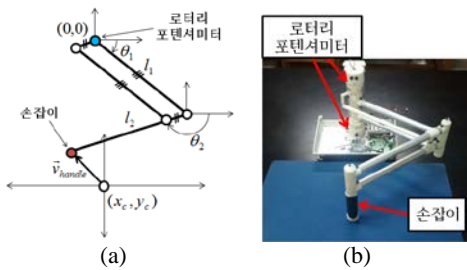


Fig. 2 상지재활훈련기의 기구부

2.2. 기구부 설계

Fig. 2 는 상지재활훈련기의 기구부이다. (a) 는 기구부의 해석 모델이고, (b)는 제작된 기구부이다. 기구부는 평행사변형 구조로 설계되어 기구 중심에 설치된 두 개의 로터리 포텐서미터(rotary potentiometer)에 의해 각각의 링크에 각도를 측정할 수 있다. 그리고 측정된 각도로부터 손잡이의 위치를 추정할 수 있다. 이 위치 정보는 식 (1)의 벡터연산에 의해 Wii 게임의 제어에 사용되는 명령으로 변환된다.

$$\vec{v}_{handle} = \begin{bmatrix} l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_2 - x_c \\ l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \theta_2 - y_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

l_1, l_2 는 각 링크의 길이이고, θ_1, θ_2 는 각 링크의 각도이다. 그리고 x_c, y_c 는 훈련할 때 손잡이의 초기 기준위치이다. 또한 압력센서 값은 \vec{v}_{handle} 의 방향과 크기에 따라 결정된다.

2.3. 인터페이스 보드

인터페이스 보드는 기구부에 설치한 두 개의 로터리 포텐서미터의 센서값을 측정하기 위한 A/D 변환기와 가상의 센서값을 Wii Fit 밸런스 보드로 전달하기 위한 D/A 변환기 그리고 마이크로프로세서로 구성된다. 인터페이스 보드는 측정된 각도를 이용하여 \vec{v}_{handle} 구하고, 게임 제어를 위한 압력센서 값에 해당하는 전압 크기로 변환하여 Wii Fit 밸런스 보드로 전달한다.

3. 실험 및 결과

본 연구에서는 실험을 통해 개발한 상지재활훈련기의 동작을 확인하였다. Fig. 3 은 제작

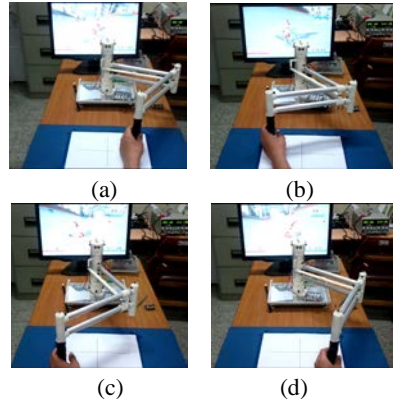


Fig. 3 상지재활훈련기의 동작 실험

한 Wii 게임 연동 상지재활훈련기에 의한 게임기 제어결과이다. (a)는 중심을 기준으로 손잡이를 우측전방으로 이동시켰을 때 게임의 동작을 확인한 것이다. 그리고 (b)는 좌측전방으로 이동, (c)는 좌측후방으로 이동, (d)는 우측후방으로 이동시켰을 때 게임의 동작을 확인한 결과이다. 실험결과 상지재활훈련기의 손잡이의 동작에 따라 Wii 게임이 제어될 수 있음을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 Wii 게임 연동 상지재활훈련기를 제안하였다. 그리고 실험을 통해 기구부의 구동에 의해 게임이 가능함을 확인하였다. 향후에는 제안한 상지재활훈련기로 사용자에 의한 재활훈련을 실험하고, 그 결과를 분석함으로써 상지재활훈련에 실제 적용가능함을 확인할 것이다.

참고문헌

1. Ueki, S., Kawasaki, H., Ito, S., Nishimoto, Y., Abe, M., Aoki, T., Ishiguro, Y., Ojika, T., and Mouri, T., "Development of a Hand-Assist Robot With Multi-Degree-of-Freedom for Rehabilitation Therapy," IEEE/ASME Trans. On Mechatronics, Vol. PP, No. 99, 1-11, 1990.
2. <http://tyromotion.com>
3. Spencer, S. J., Klein, J., Minakata, K., Le, V., Bobrow, J. E., and Reinkensmeyer, D. J., "A Low Cost Parallel Robot and Trajectory Optimization Method for Wrist and Forearm Rehabilitation Using the Wii," Proc. of the 2nd Biennial IEEE/RAS-EMBS, Scottsdale, 869-874, 2008.