

생체 신호와 자이로 센서를 이용한 가상현실 기반의 재활 훈련 프로그램

이재준*, 김용규*, 아티카*, 이용진*

*인하대학교 전자공학과

e-mail:wowns1821@hanmail.net, dndrb930@gmail.com,

atiqahmnasir_94@yahoo.com, dldydwls93@hanmail.net

Virtual reality-based rehabilitation training program using bio-signals and gyro sensors

Jaejun Lee*, Ung Gyu Kim*, Atiqah Binti Muhammad Nasir*, Young Jin Lee*

*Dept of Electronics engineering , Inha University

요 약

본 논문에서는 EMG(Electromyogram) 신호 기반의 재활 치료용 VR(Virtual Reality) 플랫폼을 제안한다. EMG 신호는 근육의 움직임을 확인할 수 있는 생체 신호로, EMG 신호를 활용하면 근육에 직접적인 움직임이 없어도 환자의 행동 의도를 확인할 수 있다. 본 논문에서는 EMG 신호를 이용하여 환자의 근육 움직임을 확인하며, 해당 움직임을 나타내는 VR 콘텐츠에 대한 제안과 실제 제작 콘텐츠를 소개한다. 실험 결과는 실제 근육 움직임에 대한 인식률을 확인하였다.

1. 서론

EMG(Electromyogram) 신호는 근육의 움직임을 확인하는 생체신호로, 뼈대 근육(Skeletal Muscles)에서 발생하는 전기 신호를 기록하고 분석하는 신호이다. EMG 신호를 사용하면 장애 환자에 대한 신체적 움직임에 대한 의도를 확인할 수 있으며, 이를 통해 장애 환자에 대한 재활 치료에 대한 사용가능성이 지속적으로 연구되고 있다.[1]

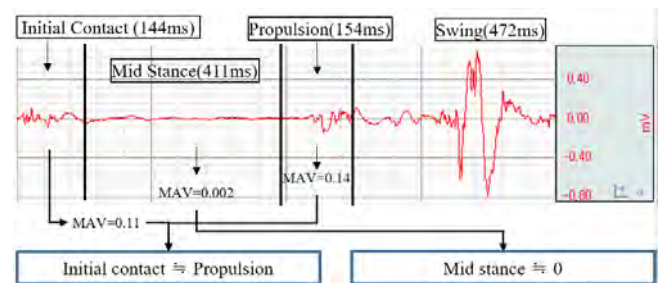
고령화 및 사고 후 환자의 희생률 증가에 따른 신체 장애인이 증가하고 있으며, 그에 따른 의수 수요가 증가하고 있다. 또한 3D 프린터의 발전으로 의수 모형 제작이 간단해져, 3D 프린터 기반의 환자 맞춤형 의수를 제작하기 위해 정밀하고 빠른 데이터 수집 방법에 대한 필요성이 대두되었다.

본 논문에서는 EMG 신호를 취득하여 환자가 움직이고자 하는 의도를 파악하여 그에 대한 데이터를 수집할 수 있는 생체 신호 수집 환경에 대해서 제안하고, 이를 활용한 의수 제작 데이터 획득 및 의수 사용 훈련용 VR(Virtual Reality) 콘텐츠에 대해서 제안한다. 이를 통해 재활 훈련자의 근육 움직임을 VR 콘텐츠에 제시함으로써 실제 움직임 없이도 가시적인 결과를 보면서 구체적인 목표를 달성하도록 할 수 있다.

2. 관련 연구

2.1 EMG(Electromyogram)

EMG(Electromyogram) 신호는 근육 세포가 전기적 또는 신경학적으로 활성화 되었을 때, 근육 세포에 의해 생성되는 전기전위이다. 이 때 발생하는 전기 신호를 취득 및 분석하여 근육의 움직임을 확인할 수 있다. 팔 또는 다리 움직임에 대한 감지는 AHRS(Attitude Heading Reference System)의 Roll, Pitch, Yaw의 정보를 통해서 인식하는 경우가 많다. 이는 EMG 신호 취득의 난이도가 높으며, 취득한 신호에 대한 신호 처리 과정이 복잡하기 때문이다.



(그림 1) 다리 움직임에 대한 EMG 신호[2]

그러나 EMG 신호를 사용할 경우 기존의 AHRS를 활용한 움직임 감지보다 더 섬세한 움직임에 대한 감지가 가능하며, AHRS를 사용할 경우에는 신체 움직임에 대한 위

치 정보만 확인 가능하지만, EMG 신호를 사용할 경우 그림 1처럼 정확하게 어떤 근육이 움직였는지에 대한 정보를 획득할 수 있으며, 움직임의 각 단계별 특징에 대한 정보를 취득할 수 있는 장점이 있다[2].

2.2 RMS(Root Mean Square) 필터

EMG 신호는 신호 취득 후, 신호에 대한 후처리(Post Process)를 진행해 주어야 한다. 또한 EMG 신호를 사용하고자 하는 목적에 따라 적절한 후처리 필터를 적용해 주어야 적절한 특징 추출을 진행할 수 있다. 적용하고자 하는 RMS(Root Mean Square) 필터는 다음과 같다.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n^2}$$

RMS 필터를 적용했을 경우, EMG 신호의 실효값을 확인할 수 있다. 이는 EMG 신호가 특정 수준의 전압을 나타낼 때와 동일한 전압 값을 나타내게 되고, 이 값을 통해서 얼마나 강력한 근육의 움직임이 발생했는가를 확인할 수 있다[3].

3. EMG 신호 기반 재활 치료 VR 콘텐츠

본 논문에서는 EMG 신호 기반의 재활 치료 VR 플랫폼 및 콘텐츠에 대해서 제안한다. 제안하는 재활 치료 플랫폼의 구성은 EMG 신호를 취득하고, RMS 필터를 적용하여 후처리 과정을 진행하는 디바이스 부분과 블루투스 통신을 통해 EMG 신호를 전달 받아 사용자에게 VR 콘텐츠를 제공하는 어플리케이션으로 구성되어 있다.

EMG 신호 취득 및 후처리를 담당하는 디바이스는 EMG 센서, 자이로센서, 블루투스 모듈로 구성되어 있다. EMG 신호는 RMS 필터를 적용 값을 사용하여 손가락을 움직이는 근육을 파악하고, 해당 근육의 세기를 측정한다. 자이로 센서는 팔의 움직임에 대한 VR 구현을 위해서 두 개의 자이로센서를 각각 팔의 상완과 하완에 부착하여 팔의 움직임을 확인한다. 이렇게 EMG 신호와 자이로센서를 통해 확인된 손가락과 팔의 움직임을 확인하여 VR 콘텐츠 상에서 손의 가상 움직임을 구현할 수 있도록, 블루투스 모듈을 통해서 VR 콘텐츠 플랫폼 기반의 어플리케이션에 센서 데이터를 전송한다.

VR 콘텐츠 플랫폼은 디바이스에서 전송받은 EMG 및 자이로센서 값을 확인하여 실제 팔의 움직임을 나타낸다. 이렇게 만들어진 손가락과 팔의 움직임을 취득하여 어플리케이션에서 해당 동작을 사용할 수 있게 한다.

4. 실험 및 결과

실험은 총 3개의 EMG 신호를 이용하여 각각 소지, 중지, 엄지의 움직임에 대한 데이터를 취득하였으며, 2개의 자이로센서를 사용하여 팔의 움직임에 대한 데이터를 취득하였다. 이렇게 취득된 데이터를 바탕으로 본 논문에서

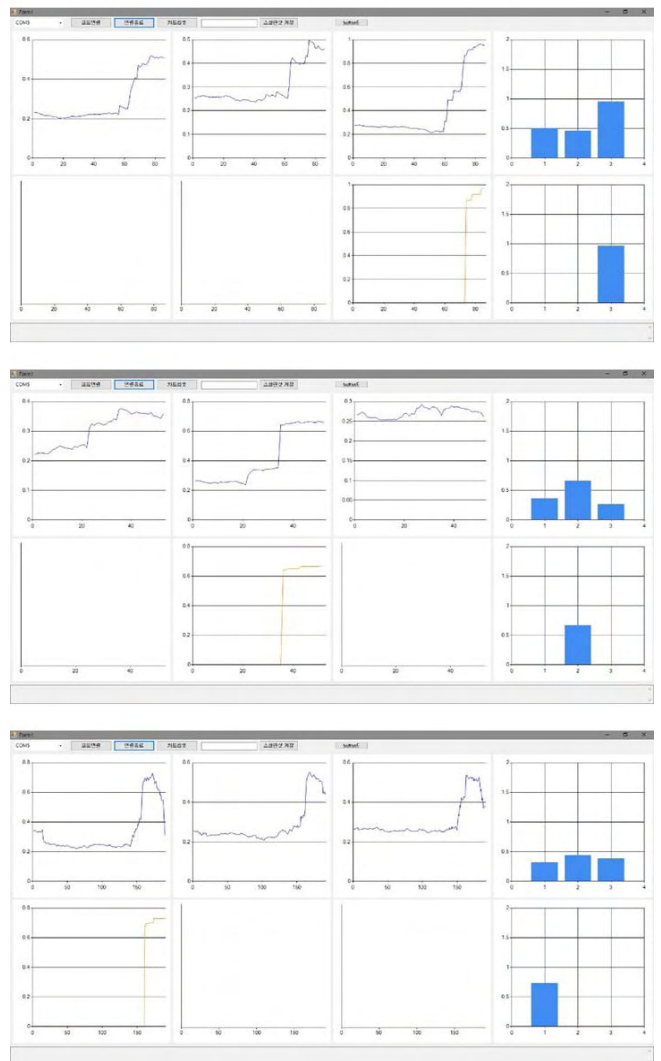
제안한 플랫폼에서 총 3개의 예제 콘텐츠를 제작하였으며, 각 콘텐츠에서 손 동작 인식을 확인하였다. 실험에 사용된 센서 및 EMG 신호 취득은 그림 2에 나타내었다.

표 1. 실험 환경(디바이스)

센서 종류	센서 이름
자이로 센서	MPU9250 9 DoF IMU
EMG 센서	PSL-iEMG2

4.1 RMS 필터를 적용한 EMG 신호 취득

실험에서는 총 3개의 EMG 센서를 사용하여 손가락 움직임을 확인하였다. 각 전극은 엄지 손가락 움직임에 관여하는 장무지굴근, 중지와 소지 중직임에 관여하는 천지굴근에 부착되었으며, 각 전극에서 신호를 취득한 후 RMS 필터를 적용한 뒤, 적절한 Thresholding을 통해서 데이터를 정제하여 사용하였다. EMG 신호에 대한 후처리 결과는 다음과 같다.

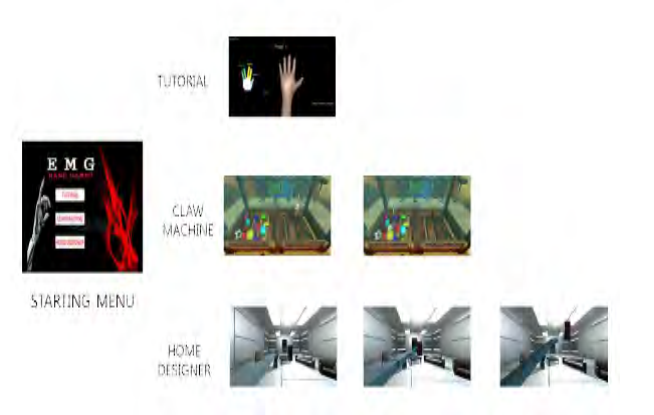


(그림 2) EMG 신호에 대한 RMS 필터 결과(소지, 중지, 엄지 순)

4.2 Unity 기반의 게임 어플리케이션

예제 콘텐츠는 총 3개의 게임 형태로 구성되어 있다. 초기 메뉴에서 3가지 게임에 대한 선택이 가능하며, 게임은 Tutorial, Claw Machine, Home Designer 이다.

Tutorial을 통해서 사용자는 게임에서 3개의 손가락 움직임 및 주먹을 쥐고 펴는 동작에 대하여 확인할 수 있으며, 게임 내 동작에 대한 연습을 진행하게 된다. Tutorial을 진행한 이후 사용자는 Claw Machine과 Home Designer 게임을 진행하게 되는데, Claw Machine 게임은 자이로 센서를 이용한 팔의 각도 변화와 손의 쥐고 펴는 동작을 이용한 물건 옮기기 게임을 진행하게 되며, Home Designer 게임은 손가락 세 개를 이용하여 물건을 가리키고, 지정된 물건을 앞뒤로 이동하게 하여 방의 가구를 재배치하는 게임이다. 그림 3. 은 구현된 예제 콘텐츠의 모습이다.



(그림 3) 구현된 예제 콘텐츠

5. 결론

본 연구를 통해서 EMG 신호 및 자이로 센서를 활용하여 사용자의 손가락과 팔의 움직임에 대한 데이터를 취득하였으며, 이를 통해서 재활 치료에 활용 가능한 VR 콘텐츠 플랫폼 및 이에 대한 예제 콘텐츠를 제작하였다. 본 연구를 통해서 구체적인 목표가 없고 가시적인 결과를 볼 수 없었던 기존의 재활 훈련과 다르게 EMG 신호를 이용하여 실제 움직임이 발생하지 않더라도 재활 훈련자의 근육 움직임을 구현하여 가시적 결과를 보여주고 게임이라는 콘텐츠를 통해서 구체적인 목표를 가진 재활 훈련 환경에 대해서 제안하였다.

참고문헌

- [1] Nizam Uddin Ahamed, Kenneth Sundaraj, R Banlishan ahmad, sivadev nadarajah, poo tarn shi, sam Matiur Ranma, "Recent Survey of Automated Rehabilitation Systems Using EMG Biosensors", Journal of Physical Therapy Science vol.23(2011) No.6 945-948.p
- [2] J Ryu, DH Kim "Real-Time Gait Subphase Detection Using an EMG Signal Graph Matching (ESGM) Algorithm Based on EMG signals" Expert Systems with Application 2017
- [3]M. Bilodeau, S. Schindler-Ivens, D.M. Williams, R. Chandran, S.S. Sharma, "EMG frequency content changes with increasing force and during fatigue in the quadriceps femoris muscle of men and women", Journal of Electromyography and Kinesiology 13(2003) 83-92.p