

편마비환자를 위한 동작 예측을 활용한 전완 재활훈련시스템 개발

안성무¹, 한승호¹, 피승훈¹, 이성문¹, 이건희¹, 김세진¹, 오도창¹, 태기식¹

건양대학교 의료공과대학 의공학부¹

Development of Rehabilitation Training System using the Predicting Forearm Motion Intentions for Hemiplegic Patients

Sungmoo Ahn, Sejin Kim, Gunhee Lee, Seunghoon Pi, Seungho Han, Sungmoon Lee, Dochang Oh and Kisik Tae

Department of Biomedical Engineering, Konyang University, Korea

tae@konyang.ac.kr

Abstract

Hemiplegia rehabilitation treatment refers to the treatment of one limb movement disorder caused by stroke so that it can function properly through rehabilitation exercise. Patients with hemiplegia are notable for the importance of rehabilitation treatment that helps them recover their motor functions, and many patients have slow treatment effects due to patient persistence and patience. If you add "fun" to these existing rehabilitation exercises, you can expect effective rehabilitation and increased treatment effects. Therefore, this study aims to develop a functional game that facilitates rehabilitation treatment for patients with hemiplegia, selects rehabilitation actions according to the Brunstrom stage of forearm in the design process, and develops a game that can recognize real-time movements using Myo-armband and deep-learning.

1. 연구 배경

뇌졸중(stroke)은 성인의 3대 사인 중의 하나로 성인병의 증가와 더불어 그 발생 빈도가 점차 증가되고 있는 추세이며, 이로 인해 편마비 환자의 비율 또한 높아지고 있다[1]. 뇌졸중 환자의 약 2/3 정도가 영구적인 기능 장애를 남기는 만성적인 신체 결함을 초래하며, 뇌졸중 환자의 약 과반수가 발병 후 6개월 이상 편마비를 경험하게 된다[2]. 뇌졸중으로 인한 문제인 근 위축, 통증, 강직, 균형 감각의 결손 등은 뇌졸중 환자에게 운동의 기회 및 활동의 가능성을 줄이고, 이로 인해 지속적인 좌식 생활을 유도하게 되며 그로 인해 신체적인 기능과 불구의 정도를 더욱 심하게 한다[3]. 또한 뇌졸중 편마비 환자의 신체적 문제는 우울, 불안, 자존감 저하 등의 심리적인 문제를 발생 시킨다[4]. 따라서 뇌졸중 편마비 환자의 기능 장애를 최소화하고 건강한 정신건강 상태를 유지하기 위해서 재활 운동에 대한 동기를 부여하고 실제 일상생활에서 실시할 수 있는 재활 운동의 지침을 주는 것이 무엇보다 중요하다.

기존의 재활 치료는 주기적으로 병원을 다니며 의사가 지정해 준 동작을 반복적으로 취하며 정상적인 움직임 할 수 있도록 유도하는 방법이다. 하지만 이러한 운동 치료의 문제점은 전문가의 지시에 따라 시행되어 환자 스스로 정확한 자세를 취하기 어렵고, 일정한 동작을 반복적으로 수행하므로 환자에게 있어 무료함을 느낄 수 있기 때문에 적극성 및 집중도 부족으로 인해 재활 과정에서 재활의 효과를 결정하는 중요 요소인 재활 동기가 떨어질 수 있다[5]. 이러한 문제점들을 기능성 게임을 통해 환자의 재활 의지를 증가시키고 재활 훈련의 효과를 높혀 해결할

수 있다[6]. 동기부여와 재활 결과는 긍정적인 상관 관계가 있기 때문에 기능성 게임은 기존의 재활 운동에 비해 기능적 향상과 환자의 삶의 질 향상으로 이어질 가능성이 높다[7]. 본 딥러닝과 Myo-Armband를 활용한 재활 치료 운동 게임을 만들어 편마비 환자들이 보다 적극적이고 효과적인 재활 치료를 하도록 유도하기 위함에 있으며, deep-learning과 Myo-Armband를 통해 적은 신호와 미비한 동작을 예측하여 정확한 동작으로 인식해 원활한 재활 치료가 가능한 재활훈련시스템을 개발하고 자 하였다.

2. 연구 방법

딥러닝 학습에 필요한 데이터는 Myo-armband를 활용하여 받았으며, 대상은 과거 편마비 질환 병력이 없었던 정상 성인 5명으로 선정하였다.

수집하는 데이터는 뇌졸중 환자의 편마비의 회복여부를 판단하는데 평가 기준이 되는 브룬스트롬 단계를 참고하여 5가지의 재활 동작(Wrist curl, Wrist extend, Ball grip, Hook grip, Rest)을 선정하였다. 위의 5가지 동작은 브룬스트롬 회복 단계(Brunstrom stage)에서 가장 중요한 단계인 2,3 단계에 중점을 두어 효과적인 재활을 하기 위해 선정한 동작이다. 1, 5, 6 단계는 운동 수행이 불가능하거나, 마비 증상이 완화된 상태로 동작 선정에서 제외하였다. 가위바위보 게임에는 3가지동작(Wrist curl, Wrist extend, Ball grip)을, DDR 게임은 4가지동작(Wrist curl, Wrist extend, Ball grip, Hook grip, Rest)을 선정하여 게임을 설계하였다. 그림 은 브룬스트롬

단계 및 재활 손동작이다



그림 1. 브룬스트롬 단계 및 재활 손동작

5명의 실험 대상자로부터 한 가지 동작을 취할 때 2초 간격으로 200개의 sample을 받아 하나의 data file을 만드는 방식으로, 5가지 손동작에 대해 각 동작마다 60번씩, 총 1500개의 Data를 수집하였다. 수집된 raw-data는 csv 파일로 저장되게 되는데, 각 열에서 양수의 값만 더해 하나의 행을 만들고 그중 상위 4개의 값만 나타내 팔각형 방사형 그래프에 도형으로 나타내는 전처리 과정을 진행하였다. 그림 2는 전처리 된 1 set data이다.

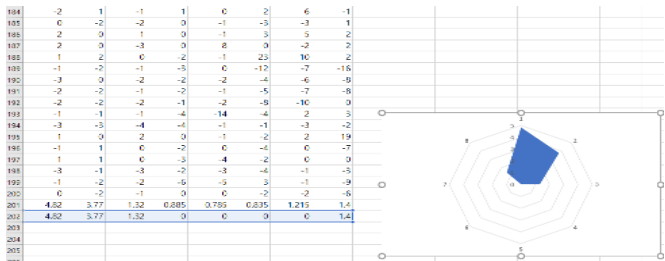
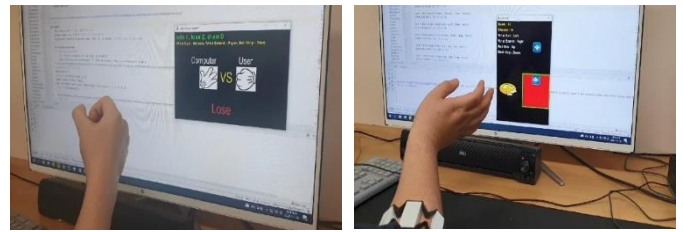


그림 2. 1 set data

딥러닝 모델의 구조는 3개의 컨볼루션 레이어(C1, C3, C5), 2개의 서브 샘플링 레이어(S2, S4), 1층의 full-connected 레이어(F6), 아웃풋 레이어로 구성되어 있고, 모델 학습은 전처리 과정을 거친 data 중 1200개의 data를 활용해 학습(training)시키고, 나머지 300개의 data는 test data로 활용하였다. 그림 3은 학습된 모델의 정확도(accuracy)와 실시간 동작 분류 속도이다. 정확도는 약 94%의 정확도를 보였으며, 실시간 동작 분류 속도는 약 0.2초에서 0.3초 사이의 값으로 본 연구에서 개발한 게임을 구동하기에 문제없는 속도라 판단해 연구를 진행하였다.

가위바위보 게임의 경우 컴퓨터와 가위바위보를 통해 승패를 가리는 방식의 패턴으로 진행하며, 사용자가 재활 동작을 취하면 그에 따라 실시간으로 사용자는 원하는 가위바위보 패턴을 사용할 수 있다. 왼쪽 상단에 승리, 패배, 비김의 횟수가 표현된다. 게임의 목표는 컴퓨터와의 대결에서 승리하는 것이다. DDR 게임은 시작 전 타겟 박스의 범위를 설정하여 원하는 난이도로 조절이 가능하며, 왼쪽 상단에 점수가 표시된다. 게임은 일정 시간마다 화살표가 내려오며 타겟 박스 안으로 화살표가 들어왔을 때 특정 재활 동작을 취하면 점수를 얻을 수 있게 설계 하였다.

그림 3은 개발된 게임 2가지에 대한 훈련모습을 보여준다.



<가위바위보 게임>

<DDR게임>

그림 3. 손동작 인식을 통한 게임 훈련

3. 연구 결과

본 연구에서는 편마비 환자의 재활치료를 위해 EMG 기반으로 하는 기능성 게임을 개발하였다. 사용한 EMG 센서는 팔목에 밴드 형태로 착용하여 착용 시 환자에게 편의를 주고자 하였으며, 자체 내장된 블루투스 통신을 통해 무선으로 원거리에서 조작이 가능하게 설계하였다. 또한 EMG 사용을 통해 마비환자의 기능 회복을 위한 재활치료 시 올바른 근육사용과, 게임을 통해 손과 팔근육의 재활치료를 도움이 되는 손의 재활 동작을 유도하여 환자가 그 동작을 자연스럽게 따라 할 수 있도록 하였으며, 개발한 게임은 승패 및 점수 요소를 통해 흥미를 느낄 수 있도록 구성하였다. 다만 다른 동작 시에 같은 EMG신호가 측정되는 등 EMG 센서의 한계로 재활 동작 선정에서 한계가 있었다. 이러한 문제점을 해결해 추가 된 재활 동작을 적용시킨다면 본 연구목적에 더 다가 갈 것으로 기대된다. 또한 실제 환자를 대상으로 하는 임상시험이 필요할 것으로 사료된다.

4. 참고 문헌

- [1] G.H. Roh, "The Effect of Aerobic Walking Exercise Program on Walking, Balancing, Performance of Daily Activities, and Depression in Stroke Patients", *The Korean Journal of Rehabilitation Nursing*, Vol. 5, No. 3, p.193-204, 2002
- [2] D.T. Wade, R.L. Hower, "Functional abilities after stroke: Measurement, natural history and prognosis". *J Neurol Neurosurg psychiatry*, Vol. 50, p177-182, 1987
- [3] V. Mol, D. Baker, "Activity intolerance in the geriatric stroke patient", *Rehabil Nurs.*, Vol. 16, p337-343, 1991
- [4] K.H. Lee, "Correlation among the stroke patient familie's health status, burden and of life", *J Korean Acad Nurs*, Vol. 31, No. 4, p. 669-680, 2001
- [5] D. Brodbeck, M. Degen, M. Stanimirov, J. Kool, M. Scheermesser, P. Oesch and C. NeuhausBacktrainer, "Computer-aided therapy system with augmented feedback for the lower back pain", *Proceedings of the Second International Conference on Health Informatics*, p. 66-73, 2009.
- [6] S.J. Park, K.S. Song, H.J. Lee, K.S. Tae "Development and Usability Evaluation of a Functional Game Based on Inertial Sensor for Knee Rehabilitation in Total Knee Arthroplasty Patient", *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, Vol. 13, No. 2, 2019
- [7] C.J. Lee, "A Serious Game for Language/Cognitive Rehabilitation Therapy of Stroke Patients", Vol. 5, No. 1, p.73-80, 2011